交通部臺灣區國道高速公路局

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程
(第 1 優先路段)

工程細部設計報告書
第一冊(共三冊)

林同棪工程顧問股份有限公司
T·Y·LIN INTERNATIONAL TAIWAN

中 華 民 國 102 年 5 月

交通部臺灣區國道高速公路局

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程
(第 1 優先路段)

工程細部設計報告書
第二冊(共三冊)

林同棪工程顧問股份有限公司
T·Y·LIN INTERNATIONAL TAIWAN

中 華 民 國 102 年 5 月

交通部臺灣區國道高速公路局

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程
(第 1 優先路段)

工程細部設計報告書
第三冊(共三冊)

林同棪工程顧問股份有限公司
T·Y·LIN INTERNATIONAL TAIWAN

中 華 民 國 102 年 5 月

交通部臺灣區國道高速公路局

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程
(第 1 優先路段)

工程細部設計報告書

計畫督導：

計畫主持人：

林同棪工程顧問股份有限公司
T·Y·LIN INTERNATIONAL TAIWAN

中 華 民 國 102 年 5 月

交通部臺灣區國道高速公路局

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程
(第 1 優先路段)

工程細部設計報告書

專業技師簽證

結構技師	土木技師
水利技師	大地技師

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)
工程細部設計報告書
目　錄

第一冊

第一章　前言 1-1
1.1 計畫緣起與目標 1-1
1.1.1 計畫緣起 1-1
1.1.2 計畫目標 1-4
1.2 工程範圍與內容 1-4
1.2.1 工程範圍 1-4
1.2.2 工作內容 1-9
1.2.3 設計分標 1-10
1.3 作業流程 1-12
1.4 永續思維與作法 1-14

第二章　橋梁相關資料蒐集及研析 2-1
2.1 原始設計、竣工圖說之蒐集整理 2-1
2.2 交通量調查資料之蒐集及研析 2-5
2.3 北部區域第二高速公路橋梁工程概述 2-7
2.3.1 橋梁型式選擇考量之演進 2-7
2.3.2 橋梁工法之演進 2-13
2.3.3 設計規範之演進 2-13
2.3.4 橋梁耐震設計之演進 2-15
2.3.5 北二高橋梁施工技術 2-16
2.3.6 橋梁材料 2-28
2.3.7 橋梁附屬設施 2-32
2.4 碧潭橋之設計與施工 2-36
2.4.1 橋梁概述 2-36
2.4.2 碧潭橋設計 2-36

2.4.3 碧潭橋施工 2-51
2.5 新店高架橋之設計與施工 2-90
2.5.1 橋梁概要 2-90
2.5.2 工程設計 2-91
2.5.3 工程施工 2-95
2.5.4 結語 2-100
2.6 牛欄河二號橋(關西大橋)之設計與施工 2-103
2.6.1 橋梁概述 2-103
2.6.2 工程設計 2-104
2.6.3 工程施工 2-107
2.7 頭前溪橋之設計與施工 2-116
2.8 第一期工程之耐震補強執行成果 2-127
2.8.1 第一期工程耐震評估與補強之地震力標準 2-127
2.8.2 耐震補強設計成果之統計 2-129
2.8.3 分標方式及預算編列檢討 2-133
2.8.4 施工技術規範與特訂條款研擬之檢討 2-137

第三章 大地工程 3-1
3.1 地質資料 3-1
3.1.1 既有鑽探資料整理 3-3
3.1.2 補充鑽探資料整理 3-5
3.1.3 地質概述 3-24
3.1.4 土壤參數 3-44
3.2 既有橋墩基礎承載能力 3-66
3.2.1 淺基礎 3-66
3.2.2 樁基礎 3-71
3.2.3 沉箱基礎 3-80
3.2.4 基礎承載能力評估結果 3-82
3.3 工址地盤分類 3-82
3.4 工址液化潛能評估 3-90

3.5 獅潭斷層、新城斷層與旗山斷層 3-95
3.5.1 獅潭斷層 3-95
3.5.2 新城斷層 3-95
3.5.3 旗山斷層 3-96
3.6 鄰近橋址敏感邊坡穩定評估及設計工作與國道邊坡補強整合 3-97
3.6.1 里程94K+483兩側邊坡 3-97
3.6.2 里程96K+445兩側邊坡 3-106
3.6.3 里程102K+800南下邊坡 3-115
3.6.4 里程105K+288南下邊坡 3-133
3.7 泥岩沖蝕課題與對策 3-143
3.7.1 橋梁基礎鄰近泥岩邊坡現況破壞類型與原因探討 3-143
3.7.2 泥岩邊坡特性與沖蝕問題評估 3-145
3.7.3 橋梁基礎耐震補強與沖蝕控制因應對策 3-152

第四章 水利工程 4-1
4.1 中央管河川及區域排水資料整理 4-1
4.2 直轄市及縣(市)管河川、區域排水資料整理 4-4
4.3 河川橋沖刷影響評估 4-9
4.4 河川橋沖刷影響與水理課題探討 4-19
4.4.1 頭前溪與下游固床工之水理課題探討 4-19
4.4.2 二仁溪2號河川橋之水理課題探討 4-39
4.5 土石流潛勢資料整理 4-59
4.6 河川用地及水土保持計畫 4-60
4.6.1 河川用地申請 4-60
4.6.2 水土保持計畫 4-62

第五章 橋梁耐震能力之初步評估 5-1
5.1 橋梁耐震能力現況目視檢測 5-1
5.1.1 一般橋梁之檢查作業計畫 5-1
5.1.2 碧潭橋及新店高架橋之檢測評估系統 5-1

5.1.3 部分橋梁現況目視初步檢測結果 5-14
5.1.4 新店高架橋ScanPrint檢測成果 5-20
5.2 橋梁耐震能力之初步評估方法 5-27
5.2.1 國家地震中心「公路橋梁耐震評估及補強準則之研究」初步評估法 5-27
5.2.2 橋梁耐震評估檢查表之建立 5-44
5.3 橋梁耐震能力之初步評估成果 5-46
5.3.1 橋梁基本資料的統計 5-46
5.3.2 橋梁耐震能力之初步評估統計 5-50

第六章 橋梁耐震能力之詳細評估 6-1
6.1 耐震詳細評估之特性 6-1
6.2 橋梁耐震評估 6-1
6.2.1 橋梁結構系統模擬 6-1
6.2.2 支承及防落橋設施評估 6-2
6.2.3 墩柱強度韌性評估 6-3
6.2.4 RC帽梁強度評估 6-11
6.2.5 基礎強度與穩定性之評估 6-11
6.3 國道高速公路橋梁耐震評估及補強之地震力標準 6-13
6.4 橋址鄰近活動斷層之地震力考量 6-13
6.4.1 獅潭斷層及神卓山斷層 6-14
6.4.2 新城斷層 6-15
6.4.3 旗山斷層 6-20
6.4.4 本工程橋址鄰近活動斷層之地震力及近域效應調整因子 6-23
6.5 橋梁耐震能力詳細評估之成果彙整 6-31
6.5.1 第M31標之耐震評估成果彙整 6-31
6.5.2 第M32標之耐震評估成果彙整 6-31
6.5.3 第M34、M35標之耐震評估成果彙整 6-31
6.5.4 第M36標之耐震評估成果彙整 6-31

第七章 橋梁耐震補強工程 7-1

7.1 國道橋梁補強策略之探討與研擬 7-1
7.2 橋梁耐震補強工法 7-8
7.2.1 支承及防止落橋 7-8
7.2.2 橋柱補強設計原理 7-10
7.2.3 橋柱鋼板包覆補強設計 7-23
7.2.4 橋柱FRP包覆補強設計 7-28
7.2.5 橋柱RC包覆補強設計 7-33
7.2.6 基礎補強 7-37
7.2.7 RC帽梁及接頭之補強設計方法 7-48
7.2.8 耐震補強之適用條件 7-56
7.3 土壤液化防治對策與工法選擇之考量因素 7-60
7.4 基礎沖刷對策 7-64
7.4.1 河床下降與沖刷對橋梁安全之影響 7-64
7.4.2 沖刷防治對策與橋基加固補強方法 7-64
7.4.3 本計畫基礎沖刷對策 7-65
7.5 功能性支承理念之應用 7-68
7.6 隔震消能耐震補強方法及其設計原則 7-70
7.6.1 隔震設計與分散水平力設計之理念 7-70
7.6.2 隔震設計適用範圍之檢討 7-73
7.6.3 隔震系統之設計原則 7-78
7.6.4 隔震元件之實體試驗與性能保證試驗 7-79
7.7 橋梁耐震補強設計成果 7-84
7.7.1 第M31標主要課題及設計內容 7-85
7.7.2 第M32標主要課題及設計內容 7-101
7.7.3 第M34標主要課題及設計內容 7-107
7.7.4 第M35標主要課題及設計內容 7-114
7.7.5 第M36標主要課題及設計內容 7-118
7.7.6 補強設計成果之統計分析 7-146

第八章 環境衝擊與對策 8-1

8.1 環境衝擊說明 8-1
8.2 環境保護對策研擬 8-5
8.3 環境監測計畫 8-7
8.4 環境管理組織 8-18
8.5 生態景觀 8-19
8.5.1 整體生態與景觀考量原則 8-19
8.5.2 補強工程之景觀考量 8-20
8.5.3 補強工程之生態考量 8-21

第九章 景觀植栽及整體既有設施復原 9-1
9.1 植栽復舊設計原則 9-1
9.2 整體復舊範圍與辦理方式 9-1

第十章 管線調查與處理 10-1
10.1 管線調查與試挖 10-1
10.1.1既有管線調查作業 10-1
10.1.2 既有管線調查成果 10-6
10.2 既有管線處理協調成果 10-6

第十一章 施工與交通維持計畫 11-1
11.1 施工計畫 11-1
11.1.1 補強工法概述 11-1
11.1.2 施工程序、運輸道路及土石方處理 11-2
11.1.3 注意事項 11-4
11.1.4 施工機具、設備及人力 11-5
11.1.5 其他特殊補強工法施工考量重點 11-6
11.2 施工用地使用申請 11-7
11.2.1 施工用地調查 11-7
11.2.2 施工用地使用申請作業說明 11-8
11.3 交通維持 11-8

11.3.1 施工中高速公路主線之交通維持 11-9
11.3.2 施工中橫交地方道路之交通維持 11-10

第十二章 建設時程與工程經費 12-1
12.1 分標計畫 12-1
12.2 工程經費 12-11
12.3 建設實施預定時程 12-14

第十三章 結論與建議 13-1
13.1 結論 13-1
13.2 建議 13-4

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)
工程細部設計報告書
目　錄

第二、三冊

附錄一　第2期工程(第1優先路段)橋梁資料總表

附錄二　高公局審查意見與顧問公司辦理情形

附錄三　橋梁耐震評估及補強設計原則

附錄四　施工前環境監測調查計畫書

附錄五　液化評估及基礎承載能力評估成果表

附錄六　專家學者座談會內容與會議紀錄

附錄七　橋梁耐震補強與國道邊坡補強計畫協調會會議紀錄

附錄八　結構外審內容與審查意見回覆資料

附錄九　管線協調資料與紀錄彙整

附錄十　用地清冊

附錄十一　各橋補強成果彙整表

附錄十二　耐震需求容量表

附錄十三　補強內容統計表

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)
工程細部設計報告書
表　目　錄

表 1.2-1　工程範圍表 1-5
表 1.2-2　本計畫各項工作內容彙整表 1-9
表 2.1-1　本工程國道高速公路局各單位管轄路段範圍表 2-1
表 2.1-2　東西向快速公路系統交流道接管範圍及耐震設計、補強相關資料匯整表 2-2
表 2.2-1　計畫沿線國道每日交通量彙整表 2-6
表 2.2-2　計畫沿線主要橫交地方道路服務水準一覽表 2-7
表 2.3.3-1　設計地震力標準統計 2-14
表 2.3.5-1　本工程橋梁採節塊推進工法設計統計表 2-20
表 2.3.5-2　支撐先進工法橋梁資料 2-20
表 2.3.5-3　本工程採場鑄懸臂工法橋梁統計表 2-25
表 2.3.5-4　二高預鑄斜撐板工法橋梁統計表 2-26
表 2.3.6-1　國道橋梁各部構件混凝土設計強度規定(76~82.2) 2-28
表 2.3.6-2　國道橋梁各部構件混凝土設計強度規定(82.2~85.1) 2-29
表 2.3.7-1　伸縮量、級距及型式之演進(國工局標準圖) 2-34
表 2.3.7-2　模組型伸縮縫產地及其他規定之演進(國工局特訂條款) 2-34
表 2.3.7-3　模組型伸縮縫細部構造之演進(國工局標準圖) 2-35
表 2.4-1　北二高碧潭橋主橋墩 P4 至 P5 懸臂節塊施工循環工作表 2-87
表 2.8-1　橋梁耐震性能評估準則 2-128
表 2.8-2　國道高速公路(通車路段)橋梁耐震補強工程(第一期)分標計畫表 2-135
表 2.8-3　國道高速公路(通車路段)橋梁耐震補強工程(第一期)各標費用統計表 2-136
表 2.8-4　施工技術規範《一般工程》應用於耐震補強工程一覽表(1/4) 2-138
表 2.8-4　施工技術規範《一般工程》應用於耐震補強工程一覽表(2/4) 2-139
表 2.8-4　施工技術規範《一般工程》應用於耐震補強工程一覽表(3/4) 2-140
表 2.8-4　施工技術規範《一般工程》應用於耐震補強工程一覽表(4/4) 2-141
表 2.8-5　國道高速公路(通車路段)橋梁耐震補強工程(第一期)特訂條款新增章節一覽表 2-141
表 3.1-1　工程範圍表 3-2
表 3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(1/13) 3-11
表 3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(2/13) 3-12

表 3.1-2 鑽深及試驗項目及數量表(3/13) 3-13
表 3.1-2 鑽深及試驗項目及數量表(4/13) 3-14
表 3.1-2 鑽深及試驗項目及數量表(5/13) 3-15
表 3.1-2 鑽深及試驗項目及數量表(6/13) 3-16
表 3.1-2 鑽深及試驗項目及數量表(7/13) 3-17
表 3.1-2 鑽深及試驗項目及數量表(8/13) 3-18
表 3.1-2 鑽深及試驗項目及數量表(9/13) 3-19
表 3.1-2 鑽深及試驗項目及數量表(10/13) 3-20
表 3.1-2 鑽深及試驗項目及數量表(11/13) 3-21
表 3.1-2 鑽深及試驗項目及數量表(12/13) 3-22
表 3.1-3 土壤直接剪力試驗成果表(1/5) 3-44
表 3.1-3 土壤直接剪力試驗成果表(2/5) 3-44
表 3.1-3 土壤直接剪力試驗成果表(3/5) 3-44
表 3.1-3 土壤直接剪力試驗成果表(4/5) 3-44
表 3.1-3 土壤直接剪力試驗成果表(5/5) 3-45
表 3.1-4 土壤三軸 UUU 強度試驗成果表(1/4) 3-45
表 3.1-4 土壤三軸 UUU 強度試驗成果表(2/4) 3-45
表 3.1-4 土壤三軸 UUU 強度試驗成果表(3/4) 3-46
表 3.1-4 土壤三軸 UUU 強度試驗成果表(4/4) 3-46
表 3.1-5 土壤三軸 CIU 強度試驗成果表(1/4) 3-46
表 3.1-5 土壤三軸 CIU 強度試驗成果表(2/4) 3-46
表 3.1-5 土壤三軸 CIU 強度試驗成果表(3/4) 3-46
表 3.1-5 土壤三軸 CIU 強度試驗成果表(4/4) 3-47
表 3.1-6 土壤單向度壓密試驗成果表(1/4) 3-47
表 3.1-6 土壤單向度壓密試驗成果表(2/4) 3-47
表 3.1-6 土壤單向度壓密試驗成果表(3/4) 3-47
表 3.1-6 土壤單向度壓密試驗成果表(4/4) 3-47
表 3.1-7 岩石單軸壓縮試驗成果表(1/6) 3-48
表 3.1-7 岩石單軸壓縮試驗成果表(2/6) 3-49
表 3.1-7 岩石單軸壓縮試驗成果表(3/6) 3-49
表 3.1-7 岩石單軸壓縮試驗成果表(4/6) 3-50
表 3.1-7 岩石單軸壓縮試驗成果表(5/6) 3-50
表 3.1-7 岩石單軸壓縮試驗成果表(6/6) 3-50

表 3.1-8 土壤孔內側壓試驗成果表(1/5) 3-51
表 3.1-8 土壤孔內側壓試驗成果表(2/5) 3-52
表 3.1-8 土壤孔內側壓試驗成果表(3/5) 3-53
表 3.1-8 土壤孔內側壓試驗成果表(4/5) 3-53
表 3.1-8 土壤孔內側壓試驗成果表(5/5) 3-54
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(1/43) 3-54
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(2/43) 3-54
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(3/43) 3-54
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(4/43) 3-55
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(5/43) 3-55
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(6/43) 3-55
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(7/43) 3-55
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(8/43) 3-56
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(9/43) 3-56
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(10/43) 3-56
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(11/43) 3-56
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(12/43) 3-57
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(13/43) 3-57
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(14/43) 3-57
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(15/43) 3-58
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(16/43) 3-58
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(17/43) 3-58
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(18/43) 3-59
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(19/43) 3-59
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(20/43) 3-59
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(21/43) 3-59
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(22/43) 3-60
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(23/43) 3-60
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(24/43) 3-60
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(25/43) 3-60
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(26/43) 3-61
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(2735/) 3-61
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(28/43) 3-61

表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(29/43) 3-61
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(30/43) 3-62
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(31/43) 3-62
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(32/43) 3-62
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(33/43) 3-62
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(34/43) 3-63
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(35/43) 3-63
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(36/43) 3-63
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(37/43) 3-63
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(38/43) 3-64
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(39/43) 3-64
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(40/43) 3-64
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(41/43) 3-65
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(42/43) 3-65
表 3.1-9 各里程路段簡化土層參數表(43/43) 3-65
表 3.2-1 直接基礎支承力因素 3-68
表 3.2-2 直接基礎各項影響因素之計算式(Modified from Meyerhof, 1963) 3-69
表 3.2-3 極限承載壓力折減係數(N_{ms})表(取自 AASHTO，1996) 3-70
表 3.2-4 岩石分類表(取自 AASHTO，1996) 3-71
表 3.2-5 樁表面摩擦阻力及樁端極限承載壓力 3-72
表 3.3-1 地盤分類初步評估表 3-83
表 3.4-1 土壤參數折減係數 D_E 3-91
表 3.6-1 國道 3 號南下 94k+612 邊坡穩定分析地層參數 3-103
表 3.6-2 國道 3 號南下 94k+612 邊坡穩定安全係數分析結果 3-103
表 3.6-3 國道 3 號南下 96k+445 邊坡穩定分析地層參數 3-112
表 3.6-4 國道 3 號南下 96k+445 邊坡穩定安全係數分析結果(陸島公司，2011) 3-113
表 3.6-5 國道 3 號南下 102K+700 邊坡監測儀器配置一覽表 3-120
表 3.6-6 國道 3 號南下 102k+700 邊坡穩定分析地層參數 3-127
表 3.6-7 國道 3 號南下 102k+700 邊坡穩定安全係數分析結果 3-127
表 3.6-8 國道 3 號南下 102k+700 邊坡橋台處穩定安全係數分析結果 3-128
表 3.6-9 國道 3 號南下 105K+200 邊坡監測儀器配置一覽表 3-134
表 3.6-10 國道 3 號南下 105k+200 邊坡穩定分析地層參數 3-140
表 3.6-11 國道 3 號南下 105k+200 邊坡穩定安全係數分析結果 3-140

表 3.7-1 區域溪流側蝕影響之橋梁基礎與設計地表高程調整建議表 3-146
表 3.7-2 泥岩坡面沖蝕與建議對策表 3-153
表 3.7-3 區域溪流側蝕影響之橋梁基礎與邊坡穩定處理對策建議表 3-158
表 3.7-4 設計成果縱整表 3-159
表 4.2-1 本工程範圍內之主要河川、區域排水資料整理表 4-7
表 4.2-1 本工程範圍內之主要河川、區域排水資料整理表(續) 4-8
表 4.3-1 橋墩(基)局部沖刷深度之經驗公式 4-10
表 4.3-2 河床質輸送模式指數 4-11
表 4.3-3 保護工有效係數 Ep 評分表 4-13
表 4.3-4 河川橋墩沖刷深度估算表 4-15
表 4.3-4 河川橋墩沖刷深度估算表(續) 4-16
表 4.3-4 河川橋墩沖刷深度估算表(續) 4-17
表 4.3-5 二仁溪 2 號河川橋墩沖刷深度估算表 4-18
表 4.4-1 頭前溪流域各河段歷年各重現期之洪峰流量比較表 4-21
表 4.4-2 民國 88 年與 94 年之河床質資料比較表 4-22
表 4.4-3 國道 3 號頭前溪河川橋之河床沖刷變化表(絕對高程) 4-31
表 4.4-3 國道 3 號頭前溪河川橋之河床沖刷變化表(絕對高程) (續 1) 4-32
表 4.4-4 二仁溪流域各河段之各重現期距洪峰流量分配表 4-39
表 4.4-5 國道 3 號二仁溪 2 號河川橋橋墩(台)基礎之相關資料整理表 4-43
表 4.4-5 國道 3 號二仁溪 2 號河川橋橋墩(台)基礎之相關資料整理表(續) 4-44
表 4.4-6 國道 3 號二仁溪 2 號橋之河床沖刷變化表 4-49
表 4.4-6 國道 3 號二仁溪 2 號橋之河床沖刷變化表(續) 4-49
表 4.4-6 國道 3 號二仁溪 2 號橋之河床沖刷變化表(續) 4-50
表 4.4-6 國道 3 號二仁溪 2 號橋之河床沖刷變化表(續) 4-51
表 4.5-1 土石流潛勢資料整理表 4-59
表 4.6-1 河川公地使用申請資料整理表 4-60
表 4.6-1 河川公地使用申請資料整理表(續) 4-61
表 4.6-2 水土保持計畫(或簡易水土保持申報書)資料整理表 4-63
表 4.6-2 水土保持計畫(或簡易水土保持申報書)資料整理表(續) 4-64
表 4.6-2 水土保持計畫(或簡易水土保持申報書)資料整理表(續) 4-65
表 5.1-1 國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)耐震目視檢測表 5-2
表 5.1-2 新店高架橋 Bridge A 構件拆解層級(以一橋面板示意) 5-10
表 5.1-3 基礎目視檢測現況 5-14

表 5.1-4 墩柱目視檢測現況 5-16
表 5.1-5 支承目視檢測現況 5-17
表 5.1-6 防落設施目視檢測現況 5-18
表 5.1-7 結構系統目視檢測現況 5-19
表 5.2-1 公路橋梁耐震評估檢查表－落橋評估(一般橋梁) 5-29
表 5.2-2 公路橋梁耐震評估檢查表－強度韌性評估(一般橋梁) 5-33
表 5.2-3 台灣地區一般典型橋梁分類 5-41
表 5.2-4 各類典型橋梁正規化易損性曲線之平均值 m_i 與變異係數 β_i 5-42
表 5.2-5 各類典型橋梁產生各種損壞狀態之修復成本與新建成本之比值 γ_i 5-42
表 5.2-6 各類典型橋梁單位橋面板之新建成本參考值(千元/平方公尺) 5-43
表 5.2-7 多跨橋梁 3D 效應修正係數 K_{3D} 5-43
表 5.3-1 依國道別之橋梁面積資料統計表 5-47
表 5.3-2 依管養單位別之橋梁面積資料統計表 5-48
表 5.3-3 依 HAZ-Taiwan 橋梁類別之橋梁面積統計表 5-49
表 5.3-4 依主管單位之橋梁耐震初步評估統計表 5-51
表 5.3-5 依橋梁類別之橋梁耐震初步評估統計表 5-53
表 5.3-6 依 HAZ-Taiwan 橋梁類別之橋梁耐震初步評估統計表 5-55
表 6.2-1 短週期與一秒週期結構之阻尼比修正係數 B_S 與 B_1 6-4
表 6.4-1 本工程鄰近斷層之震區短週期與一秒週期之設計水平譜加速度係數 S_S^D 與 S_1^D 與最大考量水平譜加速度係數 S_S^M 與 S_1^M 6-16
表 6.4-2 各第一類活動斷層近域調整因子 N_A 與 N_V 6-17
表 6.4-3 曾經引致大規模地震之第一類活動斷層性質表 6-17
表 6.4-4 新城斷層近域效應調整因子 N_A 及 N_V 6-23
表 6.4-5 獅潭斷層近域效應調整因子 N_A 及 N_V 6-23
表 6.4-6 旗山斷層近域效應調整因子 N_A 及 N_V 6-24
表 6.4-7 各第一類活動斷層近域調整因子 N_A 與 N_V 6-24
表 6.4-8 第 M32 標橋梁活動斷層近域調整因子 N_A 與 N_V 6-25
表 6.4-9 第 34 標橋梁活動斷層近域調整因子 N_A 與 N_V(1/4) 6-26
表 6.4-9 第 34 標橋梁活動斷層近域調整因子 N_A 與 N_V(2/4) 6-27
表 6.4-9 第 34 標橋梁活動斷層近域調整因子 N_A 與 N_V(3/4) 6-28
表 6.4-9 第 M34 標橋梁活動斷層近域調整因子 N_A 與 N_V(4/4) 6-29
表 6.4-10 第 M35 標橋梁活動斷層近域調整因子 N_A 與 N_V 6-30
表 6.5-1 第 M31 標評估結果彙整表(1/4) 6-32

表 6.5-1 第 M31 標評估結果彙整表(2/4) 6-33
表 6.5-1 第 M31 標評估結果彙整表(3/4) 6-34
表 6.5-1 第 M31 標評估結果彙整表(4/4) 6-35
表 6.5-2 第 M32 標評估結果彙整表(1/5) 6-36
表 6.5-2 第 M32 標評估結果彙整表(2/5) 6-37
表 6.5-2 第 M32 標評估結果彙整表(3/5) 6-38
表 6.5-2 第 M32 標評估結果彙整表(4/5) 6-39
表 6.5-2 第 M32 標評估結果彙整表(5/5) 6-40
表 6.5-3 第 M34 標及第 M35 標評估結果彙整表(1/4) 6-41
表 6.5-3 第 M34 標及第 M35 標評估結果彙整表(2/4) 6-42
表 6.5-3 第 M34 標及第 M35 標評估結果彙整表(3/4) 6-43
表 6.5-3 第 M34 標及第 M35 標評估結果彙整表(4/4) 6-44
表 6.5-4 評估結果彙整表(第五標)(1/3) 6-45
表 6.5-4 評估結果彙整表(第五標)(2/3) 6-46
表 6..5-4 評估結果彙整表(第五標)(3/3) 6-47
表 7.1-1 橋梁耐震補強性能準則 7-1
表 7.2-1 Caltrans BDA 14-3 對 FRP 包覆補強之規定 7-57
表 7.6-1 調整係數 C_ϕ 7-79
表 7.7-1 本工程橋梁耐震補強設計成果彙整表 7-84
表 7.7.1-1 第 M31 標橋梁耐震補強設計成果彙整表 7-85
表 7.7.1-2 摩擦單擺支承系統系統參數設定表 7-91
表 7.7.2-1 第 M32 標橋梁耐震補強設計成果彙整表 7-101
表 7.7.3-1 第 M34 標橋梁耐震補強設計成果彙整表 7-107
表 7.7.4-1 第 M35 標橋梁耐震補強設計成果彙整表 7-114
表 7.7.5-1 第 M36 標橋梁耐震補強設計成果彙整表 7-118
表 7.7.6-1 補強部位費用統計表(依標別分類) 7-148
表 7.7.6-2 補強部位費用統計表(依 HAZ-Taiwan 橋梁類別分類) 7-148
表 7.7.6-2 補強部位費用統計表(依 HAZ-Taiwan 橋梁類別分類) 7-149
表 7.7.6-3 補強部位費用統計表(依一般橋梁類別分類) 7-149
表 7.7.6-3 補強部位費用統計表(依一般橋梁類別分類) 7-150
表 7.7.6-4 平均單位補強費用統計表(依 HAZ-Taiwan 橋梁類別分類) 7-152
表 7.7.6-5 平均單位補強費用統計表(依一般橋梁類別分類) 7-153
表 8.1-1 施工機具空氣污染物排放率 8-2

表 8.1-2 各類車輛於不同行車速率下空氣污染物排放係數.....8-2
表 8.1-3 施工機具聲功率位準.....8-3
表 8.1-4 施工機具振動位準.....8-4
表 8.3-1 施工前環境監測計畫.....8-9
表 8.3-2 施工期間環境監測計畫.....8-10
表 8.3-3 環境監測站建議位置明細表(M31 標) 8-11
表 8.3-3 環境監測站建議位置明細表(M32 標) 8-12
表 8.3-3 環境監測站建議位置明細表(M34 標) 8-13
表 8.3-3 環境監測站建議位置明細表(M35 標) 8-14
表 8.3-3 環境監測站建議位置明細表(M36 標) 8-14
表 8.3-4 環境監測經費表(M31 標) 8-15
表 8.3-4 環境監測經費表(M32 標) 8-15
表 8.3-4 環境監測經費表(M34 標) 8-16
表 8.3-4 環境監測經費表(M35 標) 8-16
表 8.3-4 環境監測經費表(M36 標) 8-17
表 8.3-5 環境監測經費統計表.....8-17
表 8.5-1 景觀評估分級.....8-21
表 9.2-1 整體復舊工作內容.....9-1
表 10.1-1 國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)規劃及設計技術服務管線單位統計表(1/4).....10-2
表 10.1-1 國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)規劃及設計技術服務管線單位統計表(2/4).....10-3
表 10.1-1 國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)規劃及設計技術服務管線單位統計表(3/4).....10-4
表 10.1-1 國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)規劃及設計技術服務管線單位統計表(4/4).....10-5
表 11.1-1 土石方資源處理場統計表.....11-4
表 11.1-2 施工機具、設備統計表.....11-6
表 11.3-1 主線交維里程一覽表.....11-9
表 11.3-2 交通維持影響道路一覽表(1/5).....11-11
表 11.3-2 交通維持影響道路一覽表(2/5).....11-12
表 11.3-2 交通維持影響道路一覽表(3/5).....11-13
表 11.3-2 交通維持影響道路一覽表(4/5).....11-14

表 11.3-2 交通維持影響道路一覽表(5/5) 11-15
表 12.1-1 國道橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)-施工分標(方案一)一覽表 12-3
表 12.1-2 國道橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)-施工分標(方案二)一覽表 12-3
表 12.1-3 國道橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)-施工分標(方案三)一覽表 12-4
表 12.1-4 國道橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)-施工分標(方案一)概估工期表 12-5
表 12.1-5 國道橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)-施工分標(方案二)概估工期表 12-5
表 12.1-6 國道橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)-施工分標(方案三)概估工期表 12-6
表 12.1-7 國道橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)-分標綜合評估表 12-10
表 12.2-1 第 M31 標工程設計預算彙總表 12-11
表 12.2-2 第 M32 標工程設計預算彙總表 12-12
表 12.2-3 第 M34 標工程設計預算彙總表 12-12
表 12.2-4 第 M35 標工程設計預算彙總表 12-13
表 12.2-5 第 M36 標工程設計預算彙總表 12-13

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)
工程細部設計報告書
圖　目　錄

圖 1.1-1　國道高速公路橋梁耐震補強第二期工程之各路段示意圖 1-3
圖 1.2-1　工程範圍示意圖 1-5
圖 1.2-2　本工程各路段主要橋梁現況(一) 1-6
圖 1.2-3　本工程各路段主要橋梁現況(二) 1-7
圖 1.2-4　國道 3 號田寮二號高架橋現況照片 1-8
圖 1.2-5　國道 10 號都計區高架橋現況照片 1-8
圖 1.2-6　國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程設計分標示意圖 1-11
圖 1.2-7　新增辦理橋梁位置示意圖 1-12
圖 1.3-1　本工程規劃設計作業流程圖 1-13
圖 2.1-1　中和交流道銜接中和市中正路立體交叉工程管轄範圍示意圖 2-3
圖 2.2-1　研究範圍國道每日交通量分佈圖(主線) 2-5
圖 2.2-2　研究範圍國道每日交通量分佈圖(匝道) 2-5
圖 2.3.1-1　橋面鉸接板雙鉸示意圖 2-8
圖 2.3.1-2　橋面鉸接板單鉸示意圖 2-8
圖 2.3.1-3　預力 I 型梁標準斷面圖 2-9
圖 2.3.1-4　預力 U 形梁標準斷面圖 2-10
圖 2.3.1-5　中空板梁橋標準斷面圖 2-10
圖 2.3.1-6　預力混凝土雙 T 形梁標準斷面圖 2-10
圖 2.3.1-7　單梁多箱室箱型梁標準斷面圖 2-11
圖 2.3.1-8　單箱室箱型梁標準斷面圖 2-11
圖 2.3.1-9　框架式橋墩 2-12
圖 2.3.1-10　中空式橋墩 2-12
圖 2.3.1-11　擴頭式橋墩 2-12
圖 2.3.5-1　節塊推進工法施工 2-16
圖 2.3.5-2　推進式工法 2-17
圖 2.3.5-3　拉進式工法 2-17
圖 2.3.5-4　拉進式工法之輔助尾梁 2-18
圖 2.3.5-5　頂進式工法 2-18
圖 2.3.5-6　夾進式工法 2-18

圖 2.3.5-7 臨時支承墊及鐵弗龍墊片 2-19
圖 2.3.5-8 支撐先進工法施工 2-21
圖 2.3.5-9 支撐先進工法支撐型工作車 2-21
圖 2.3.5-10 支撐先進工法懸吊型工作車 2-21
圖 2.3.5-11 中山高汐五高架拓寬工程懸臂吊模工法 2-22
圖 2.3.5-12 南二高 C374 標田寮燕巢段懸臂吊模工法 2-22
圖 2.3.5-13 支撐型工作車(雙 T 型梁) 2-22
圖 2.3.5-14 箱型梁配合預鑄斜撐板 2-22
圖 2.3.5-15 場鑄懸臂施工 2-23
圖 2.3.5-16 壓重式工作車 2-24
圖 2.3.5-17 錨碇式工作車 2-24
圖 2.3.5-18 碧潭橋場鑄懸臂工法 2-25
圖 2.3.5-19 預鑄斜撐板施工示意圖 2-26
圖 2.3.6-1 圓形橋墩之外圍環箍筋 2-31
圖 2.3.6-2 矩形橋墩之外圍環箍筋 2-31
圖 2.3.6-3 長六邊形橋墩之外圍環箍筋 2-31
圖 2.3.6-4 圓形橋墩之輔助箍筋 2-31
圖 2.3.6-5 矩形橋墩之輔助箍筋 2-32
圖 2.3.6-6 矩形橋墩之輔助箍筋 2-32
圖 2.3.6-7 長六邊形橋墩之輔助箍筋 2-32
圖 2.4-1 碧潭橋第一種建議橋式 2-38
圖 2.4-2 碧潭橋第二種建議橋式 2-38
圖 2.4-3 碧潭橋第三種建議橋式 2-39
圖 2.4-4 碧潭橋第四種建議橋式 2-39
圖 2.4-5 碧潭橋設計採用之橋式 2-39
圖 2.4-6 碧潭橋地質分佈圖 2-41
圖 2.4-7 碧潭橋平、立面圖 2-42
圖 2.4-8 上構標準斷面及拱肋圖 2-44
圖 2.4-9 結構分析模式圖 2-47
圖 2.4-10 拱角隅有限元素切割圖 2-48
圖 2.4-11 拱角隅配置圖 2-48
圖 2.4-12 預力鋼腱配置圖 2-49
圖 2.4-13 原設計拱肋鋼腱配置圖 2-51

圖 2.4-14 變更設計拱肋鋼腱配置圖 2-51
圖 2.4-15 碧潭橋噴水龍頭 2-51
圖 2.4-16 碧潭橋上部結構各階段作業項目 2-53
圖 2.4-16 碧潭橋上部結構各階段作業項目(續) 2-54
圖 2.4-17 西德 Bauer BG26 鑽機 2-57
圖 2.4-18 全套管基樁使用之取土工具 2-57
圖 2.4-18 全套管基樁使用之取土工具(續 1) 2-58
圖 2.4-18 全套管基樁使用之取土工具(續 2) 2-59
圖 2.4-19 吊車配抓斗施工 2-60
圖 2.4-20 錘式抓斗(Hammer Grab) 2-60
圖 2.4-21 套管驅動設備(搖管器) 2-62
圖 2.4-22 全套管基樁施工順序 2-62
圖 2.4-23 鋼殼沉箱剖面圖 2-66
圖 2.4-24 同步油壓下沉系統圖 2-66
圖 2.4-25 鋼殼沉箱之施工順序 2-67
圖 2.4-25 鋼殼沉箱之施工順序(續) 2-68
圖 2.4-26 鋼殼沉箱 2-69
圖 2.4-27 主跨支撐架施工圖 2-71
圖 2.4-28 P5~P6 間道路穿越段支撐架配置圖 2-72
圖 2.4-29 1500T 斜面支撐立面圖 2-75
圖 2.4-30 斜面支承系統詳圖 2-75
圖 2.4-31 1500T 斜面支撐架 2-76
圖 2.4-32 懸臂施工節塊圖 2-79
圖 2.4-33 工作車各部分名稱圖 2-80
圖 2.4-34 懸臂段預力分配位置示意圖 2-82
圖 2.4-34 懸臂段預力分配位置示意圖(續) 2-83
圖 2.4-35 工作車推進步驟 2-85
圖 2.4-35 工作車推進步驟(續) 2-86
圖 2-5-1 新店高架橋地理位置圖 2-90
圖 2.5-2 新店高架橋主橋平、立面圖(單位：公分) 2-92
圖 2.5-3 上部結構斷面圖(單位：公分) 2-94
圖 2.5-4 鋼板接板作業 2-100
圖 2.5-5 電腦 NC 劃線 2-100

圖 2.5-6 自動潛弧焊接.....2-101
圖 2.5-7 箱梁小組立.....2-101
圖 2.5-8 電腦自動焊接.....2-101
圖 2.5-9 鑽取定位孔.....2-101
圖 2.5-10 工廠預裝.....2-101
圖 2.5-11 鋼橋墩吊裝臨時支撐架.....2-101
圖 2.5-12 鋼橋型梁吊裝臨時支撐架.....2-101
圖 2.5-13 鋼床板吊作業.....2-101
圖 2.5-14 防水蓆鋪築.....2-102
圖 2.5-15 新店高架橋完工全貌.....2-102
圖 2.6.1-1 關西大橋地理位置圖.....2-103
圖 2.6.1-2 關西大橋平、立面圖(單位：公尺).....2-104
圖 2.6.2-1 上部結構斷面圖(單位：公分).....2-106
圖 2.6.2-2 橋墩立面圖(單位：公分).....2-106
圖 2.6.3-1 墩柱垂直度及沉陷檢測示意圖.....2-109
圖 2.6.3-2 施工程序流程表.....2-109
圖 2.6.3-3 工作車之推進步驟詳圖.....2-110
圖 2.6.3-4 高程控制資料詳圖.....2-112
圖 2.6.3-5 預力鋼腱橫縱斷面圖.....2-113
圖 2.6.3-6 基礎鋼筋組立.....2-114
圖 2.6.3-7 橋墩混凝土澆注.....2-114
圖 2.6.3-8 工作車作業.....2-114
圖 2.6.3-9 懸臂工法外模施作.....2-114
圖 2.6.3-10 懸臂工法內模施作.....2-114
圖 2.6.3-11 高性能泵灌漿.....2-114
圖 2.6.3-12 懸臂工法工作車施作.....2-115
圖 2.6.3-13 懸臂工法工作車前方推近設備與推進導軌.....2-115
圖 2.6.3-14 懸臂工法工作車推進操控平台.....2-115
圖 2.6.3-15 混凝土節塊施預力.....2-115
圖 2.6.3-16 節塊閉合前一節塊施作.....2-115
圖 2.6.3-17 關西大橋完工全貌.....2-115
圖 2.7-1 頭前溪橋地理位置圖.....2-116
圖 2.7-2 頭前溪橋平、立面圖(單位：公尺).....2-118

圖 2.7-3 上部結構斷面圖(單位：公分)....2-119
圖 2.7-4 橋墩立面圖(單位：公分)....2-119
圖 2.7-5 全套管基樁施工順序....2-121
圖 2.7-6 施工程序流程表....2-121
圖 2.7-7 節塊預鑄場示意圖....2-123
圖 2.7-8 節塊推進作業程序示意圖....2-123
圖 2.7-9 側制導架及滑動支承配置圖....2-123
圖 2.7-10 預鑄場構築....2-125
圖 2.7-11 鋼製鼻梁與混凝土箱梁之結合....2-125
圖 2.7-12 外側模板與背撐鐵件....2-125
圖 2.7-13 推進節塊之內外模板....2-125
圖 2.7-14 頂進油壓千斤頂與推進導軌....2-125
圖 2.7-15 頂進油壓千斤頂推進鋼製鼻梁....2-125
圖 2.7-16 推進過程之操作....2-126
圖 2.7-17 推進過程之鳥瞰全貌....2-126
圖 2.7-18 推進過程鐵弗龍墊片(PTFE)之抽換情形....2-126
圖 2.7-19 各橋墩設置之側制導架及工作平台....2-126
圖 2.7-20 推進至最後跨徑之鼻梁拆除....2-126
圖 2.7-21 頭前溪橋完工全貌....2-126
圖 2.8-1 各分標預算直接工程費統計圖....2-129
圖 2.8-2 補強內容分項費用統計圖....2-129
圖 2.8-3 各分標依補強工項直接工程費圖....2-130
圖 2.8-4 各分標依補強工項直接工程費比例圖....2-130
圖 2.8-5 依 Haz-Taiwan 分類....2-131
圖 2.8-6 依設計規範相當年度分類....2-131
圖 2.8-7 依橋梁類別分類....2-131
圖 2.8-8 依轄管工程處分類....2-131
圖 2.8-9 平均單位補強費用統計(依 HAZ-Taiwan 橋梁類別分類)....2-132
圖 2.8-10 平均單位補強費用統計(依相當設計規範年度分類)....2-132
圖 2.8-11 平均單位補強費用統計(依一般橋梁類別分類)....2-132
圖 2.8-12 平均單位補強費用統計(依標別分類)....2-132
圖 2.8-13 分標範圍示意圖....2-134
圖 3.1-1 工程範圍示意圖(1)....3-2

圖 3.1-1 工程範圍示意圖(2) 3-3
圖 3.1-2 孔內變形試驗儀示意圖 3-7
圖 3.1-3 國道 3 號 11k~20k 附近區域地質圖 3-32
圖 3.1-4 國道 3 號 20k~34k 附近區域地質圖 3-33
圖 3.1-5 國道 3 號 34k~45k 附近區域地質圖 3-33
圖 3.1-6 國道 3 號 45k~55k 附近區域地質圖 3-34
圖 3.1-7 國道 3 號 55k~69k 附近區域地質圖 3-34
圖 3.1-8 國道 3 號 69k~82k 附近區域地質圖 3-35
圖 3.1-9 國道 3 號 69k~84k 附近區域地質圖 3-35
圖 3.1-10 國道 3 號 84k~96k 附近區域地質圖 3-36
圖 3.1-11 國道 3 號 96k~105k 附近區域地質圖 3-36
圖 3.1-12 國道 3 號 105k~110k 附近區域地質圖 3-37
圖 3.1-13 國道 3 號 365k~385k 與國道 10 號 18k~33k 附近區域地質圖 3-37
圖 3.1-15 國道 3 號 10k~20k 附近地質災害潛勢圖 3-38
圖 3.1-16 國道 3 號 19k~34k 附近地質災害潛勢圖 3-39
圖 3.1-17 國道 3 號 34k~46k 附近地質災害潛勢圖 3-39
圖 3.1-18 國道 3 號 46k~61k 附近地質災害潛勢圖 3-40
圖 3.1-19 國道 3 號 59k~74k 附近地質災害潛勢圖 3-40
圖 3.1-20 國道 3 號 74k~91k 附近地質災害潛勢圖 3-41
圖 3.1-21 國道 3 號 89k~103k 附近地質災害潛勢圖 3-41
圖 3.1-22 國道 3 號 97k~110k 附近地質災害潛勢圖 3-42
圖 3.1-23 國道 3 號 365k~376k 附近地質災害潛勢圖 3-42
圖 3.1-24 國道 10 號 20k~33k 附近地質災害潛勢圖 3-43
圖 3.1-25 國道 3 號田寮二號高架橋環境地質暨地質災害潛勢圖 3-43
圖 3.2-1 不等貫入深度基樁之 α 值(Tomlinson, 1970) 3-73
圖 3.2-2 黏土層，中長樁之極限側向承載力 3-77
圖 3.2-3 砂土層，中長樁之極限側向承載力 3-77
圖 3.4-1 NCEER SPT-N 簡易法(1996)流程 3-92
圖 3.4-2 本土 HBF 液化評估法(黃俊鴻等人，2011)流程 3-93
圖 3.5-1 新城斷層近斷層因子評估之案例工址示意圖 3-96
圖 3.5-2 旗山斷層近斷層因子評估之案例工址示意圖 3-96
圖 3.6-1 橋址邊坡工程配置平面圖 3-99
圖 3.6-2 94k+383 跨越橋立面圖 3-99

圖 3.6-3 94k+612 渡槽橋立面圖 3-100
圖 3.6-4 柑子崎向斜軸與 80K+300 右側邊坡泥岩出露位置示意圖 3-100
圖 3.6-5 80K+300 右側邊坡坡面地質狀況照片 3-100
圖 3.6-6 80K+300 右側邊坡坍滑破壞情形照片 3-101
圖 3.6-7 80K+300 右側邊坡緊急整治工程平面圖 3-101
圖 3.6-8 80K+300 右側邊坡緊急整治工程斷面圖 3-102
圖 3.6-9 國道 3 號南下 94k+612 邊坡穩定分析結果(常時水位)..... 3-104
圖 3.6-10 國道 3 號南下 94k+612 邊坡穩定分析結果(地震時)..... 3-104
圖 3.6-11 國道 3 號南下 94k+612 邊坡穩定分析結果(高水位時)..... 3-105
圖 3.6-12 北二高關西新竹段 96K+445 跨越橋立面圖 3-107
圖 3.6-13 北二高關西新竹段 96K+445 跨越橋橫斷面圖 3-107
圖 3.6-14 北二高關西新竹段 96K+445 跨越橋縱斷面圖 3-108
圖 3.6-15 北二高關西新竹段 96K+445 沿線地質圖 3-108
圖 3.6-16 柑子崎向斜軸通過北二高關西新竹段 96K+445 跨越橋之位置圖 3-109
圖 3.6-17 北二高關西新竹段 96K+445 跨越橋橋址右側邊坡地層及增設預力地錨之邊坡穩定分析示意圖..... 3-109
圖 3.6-18 北二高關西新竹段 96K+445 跨越橋橋址左側邊坡地層及增設預力地錨之邊坡穩定分析示意圖..... 3-110
圖 3.6-19 北二高關西新竹段 96K+445 跨越橋橋址附近地質組成示意圖 3-110
圖 3.6-20 北二高關西新竹段 96K+445 跨越橋橋址右側橋下土方分階分段開挖及邊坡保護、監測儀器佈置圖..... 3-111
圖 3.6-21 北二高關西新竹段 96K+445 跨越橋橋址左側橋下土方分階分段開挖及邊坡保護、監測儀器佈置圖..... 3-111
圖 3.6-22 國道 3 號南下 96k+445 邊坡穩定分析結果(常時) (陸島公司，2011)..... 3-113
圖 3.6-23 國道 3 號南下 96k+445 邊坡穩定分析結果(地震) (陸島公司，2011)..... 3-114
圖 3.6-24 國道 3 號南下 96k+445 邊坡穩定分析結果(高水位)(陸島公司，2011)..... 3-114
圖 3.6-25 寶山三號跨越橋平面與立面圖..... 3-116
圖 3.6-26 寶山三號跨越橋 A2 橋台下方邊坡保護工程配置圖..... 3-117
圖 3.6-27 北二高新竹竹南段沿線地質圖..... 3-117
圖 3.6-28 北二高新竹竹南段 102K+783 寶山三號跨越橋橋址地質剖面圖 3-118
圖 3.6-29 北二高新竹竹南段 102K+783 寶山三號跨越橋橋址原設計之邊坡穩定分析 3-118
圖 3.6-30 北二高新竹竹南段 102K+783 寶山三號跨越橋橋址及附之泥岩殘餘強度 3-119

圖 3.6-31 北二高新竹竹南段 102K+783 寶山三號跨越橋橋址邊坡之長期定分析 3-119
圖 3.6-32 傾斜管 102774S 及 102776S 之累積變位歷時曲線 3-123
圖 3.6-33 傾斜計 102724S-29T1 及 102744S-29T2 之傾斜角歷時曲線....3-124
圖 3.6-34 傾斜計 102726S-29T3 及 102743S-29T4 之傾斜角歷時曲線....3-125
圖 3.6-35 水位井 102768S-29W1 之地下水位變化歷時曲線 3-126
圖 3.6-36 國道 3 號南下 102k+700 邊坡穩定分析結果(常時水位)....3-128
圖 3.6-37 國道 3 號南下 102k+700 邊坡穩定分析結果(地震+常時水位) 3-128
圖 3.6-38 國道 3 號南下 102k+700 邊坡穩定分析結果(高水位)....3-129
圖 3.6-39 國道 3 號南下 102k+700 邊坡穩定分析結果(淺層滑動，常時水位)....3-129
圖 3.6-40 國道 3 號南下 102k+700 邊坡穩定分析結果(淺層滑動，補強後，常時水位) 3-130
圖 3.6-41 地錨效率變化與橋台處邊坡穩定安全係數關係示意圖....3-130
圖 3.6-42 國道 3 號南下 102k+700 邊坡橋台處穩定分析結果(常時水位)....3-131
圖 3.6-43 國道 3 號南下 102k+700 邊坡橋台處穩定分析結果(地震+常時水位) 3-131
圖 3.6-44 國道 3 號南下 102k+700 邊坡橋台處穩定分析結果(高水位)....3-132
圖 3.6-45 新竹一號跨越橋平面與立面圖....3-133
圖 3.6-46 傾斜管 105232SI1 及 105232SI2 之累積變位歷時曲線 3-136
圖 3.6-47 傾斜計 105270S-30T1 及 105270S-30T2 之傾斜角歷時曲線....3-137
圖 3.6-48 傾斜計 105294S-30T3 及 105316S-30T4 之傾斜角歷時曲線....3-138
圖 3.6-49 水位井 105240S-30W1 之地下水位變化歷時曲線 3-139
圖 3.6-50 國道 3 號南下 105k+200 邊坡穩定分析結果(常時水位)....3-140
圖 3.6-51 國道 3 號南下 105k+200 邊坡穩定分析結果(地震+常時水位) 3-141
圖 3.6-52 國道 3 號南下 105k+200 邊坡穩定分析結果(高水位)....3-141
圖 3.6-53 國道 3 號南下 105k+200 橋台處邊坡穩定分析結果(常時水位)....3-141
圖 3.6-54 國道 3 號南下 105k+200 橋台處邊坡穩定分析結果(地震+常時水位) 3-142
圖 3.6-55 國道 3 號南下 105k+200 橋台處邊坡穩定分析結果(高水位)....3-142
圖 3.7-1 P13 現地地形與推估潛在滑動面平剖面圖 3-147
圖 3.7-2 P24 現地地形與推估潛在滑動面平剖面圖 3-148
圖 3.7-3 P31 現地地形與推估潛在滑動面平剖面圖 3-149
圖 3.7-4 P32 現地地形與推估潛在滑動面平剖面圖 3-150
圖 3.7-5 P47 現地地形與推估潛在滑動面平剖面圖 3-151
圖 3.7-6 排水溝之平面配置示意圖....3-154
圖 3.7-7 各種坡度護坡或石籠擋土牆斷面配置示意圖....3-155

圖 3.7-8 集水溝與截水溝之斷面與伸縮縫示意圖 3-156
圖 3.7-9 向源侵蝕處理平剖面配置示意圖 3-157
圖 3.7-10 溝渠箱籠保護工及 L 型錨定鋼筋圖 3-160
圖 3.7-11 箱(石)籠墊護坡示意圖 3-161
圖 4.1-1 鳳山溪河川橋歷年河道河床變化圖 4-1
圖 4.1-2 頭前溪河川橋歷年河道河床變化圖 4-2
圖 4.1-3 二仁溪 2 號河川橋歷年河道河床變化圖 4-3
圖 4.2-1 三峽溪河川橋歷年河道河床變化圖 4-5
圖 4.2-2 大漢溪河川橋歷年河道河床變化圖 4-6
圖 4.3-1 非等徑橋墩局部沖刷評估示意圖 4-12
圖 4.4-1 頭前溪流域河道流路情形及各大斷面編號相對位置圖 4-20
圖 4.4-2 頭前溪新中正大橋至竹林大橋河段主深槽流路變化圖 4-23
圖 4.4-3 P8 全套管樁基礎之樁帽周邊沖刷現況圖 4-34
圖 4.4-4 頭前溪中正大橋上下游河段之地質分佈圖 4-35
圖 4.4-5 中正大橋下游固床工潰決情形下不同重現期洪水量之一維動床水理模擬結果 4-36
圖 4.4-5 中正大橋下游固床工潰決情形下不同重現期洪水量之一維動床水理模擬結果(續) 4-37
圖 4.4-6 中正大橋下游固床工潰決情形下，穩定河道長期流量作用下之一維動床水理模擬結果 4-38
圖 4.4-7 二仁溪流域範圍圖 4-40
圖 4.4-8 二仁溪崇德橋水位站所記錄之莫拉克颱洪水位歷線 4-45
圖 4.4-9 莫拉克颱洪期間淹水範圍圖 4-48
圖 4.4-10 P2-P5 橋墩之河床高程變化與洪水痕跡高程圖 4-52
圖 4.4-11 P12 及 P14 橋墩之河床高程變化與洪水痕跡高程圖 4-52
圖 4.4-12 P15 及 P16 橋墩之河床高程變化與洪水痕跡高程圖 4-53
圖 4.4-13 P17 及 P18 橋墩之河床高程變化與洪水痕跡高程圖 4-53
圖 4.4-14 P19 及 P20 橋墩之河床高程變化與洪水痕跡高程圖 4-54
圖 4.4-15 二仁溪於計畫洪水量 Q100 及崇德橋阻水情形下之模擬成果 4-57
圖 5.1-1 國道 3 號碧潭橋平面圖與立面圖 5-3
圖 5.1-2 國道 3 號碧潭高架橋 P10~P12 立面圖 5-3
圖 5.1-3 國道 3 號碧潭高架橋 P12~A2 立面圖 5-4
圖 5.1-4 國道 3 號新店高架橋 25K+915~26K+537.9 平面圖 5-4

圖 5.1-5 國道 3 號新店高架橋 26K+537.9~26K+993 平面圖 5-4
圖 5.1-6 系統管理(ScanPrint Management)介面圖 5-5
圖 5.1-7 檢測管理(Inspection Management)介面圖 5-6
圖 5.1-8 檢測系統(ScanPrint Inspection)介面圖 5-6
圖 5.1-9 構件拆解編碼示意 5-7
圖 5.1-10 單一柱體拆解示意 5-7
圖 5.1-11 新店高架橋 SP7 墩柱正視圖 5-8
圖 5.1-12 新店高架橋 SP7 墩柱構件拆解示意 5-8
圖 5.1-13 碧潭橋 Approach span 斷面圖 5-9
圖 5.1-14 碧潭橋 Approach span 構件拆解示意 5-9
圖 5.1-15 構件劣化異狀建構示意 5-11
圖 5.1-16 系統載入 CAD 圖示意 5-11
圖 5.1-17 構件單元劣化狀況記錄示意 5-12
圖 5.1-18 構件單元 CAD 圖列表示意 5-12
圖 5.1-19 構件劣化 CAD 圖繪製示意 5-13
圖 5.1-20 構件劣化 CAD 圖照片對應示意 5-13
圖 5.1-21 ScanPrint 照片整合功能 5-20
圖 5.1-22 新店高架橋目視檢測劣化照片(一) 5-20
圖 5.1-22 新店高架橋目視檢測劣化照片(二) 5-21
圖 5.1-22 新店高架橋目視檢測劣化照片(三) 5-22
圖 5.1-22 新店高架橋目視檢測劣化照片(四) 5-23
圖 5.1-22 新店高架橋目視檢測劣化照片(五) 5-24
圖 5.1-22 新店高架橋目視檢測劣化照片(六) 5-25
圖 5.1-23 新店高架橋所有劣化統計 5-26
圖 5.1-24 新店高架橋劣化統計圖表 5-26
圖 5.2-1 超越不同損害狀態之耐震易損性曲線與損害狀態機率示意圖 5-44
圖 5.2-2 橋梁振動單元之降伏點 2 與完全損壞臨界點 5 5-44
圖 5.2-3 各評估項目屬性之權重分析圖 5-45
圖 5.3-1 依國道別統計圖 5-46
圖 5.3-2 依一般橋梁類別統計圖 5-46
圖 5.3-3 依管養單位別統計圖 5-46
圖 5.3-4 依 HAZ-Taiwan 橋梁別統計圖 5-46
圖 5.3-5 國道別之橋梁面積資料統計圖 5-47

圖 5.3-6 依管養單位別之橋梁面積資料統計圖 5-48
圖 5.3-7 依 HAZ-Taiwan 橋梁類別之橋梁面積統計表 5-49
圖 5.3-8 以維護管理單位別區分之耐震初步評估統計圖 5-52
圖 5.3-9 以橋梁別區分之耐震初步評估統計圖 5-54
圖 5.3-10 以 HAZ-Taiwan 橋梁別區分之耐震初步評估統計圖 5-56
圖 6.2-1 容量曲線雙線性化示意圖 6-5
圖 6.2-2 一般工址與台北盆地之結構耐震性能標準 6-6
圖 6.2-3 柱斷面撓曲塑鉸之設定 6-7
圖 6.2-4 混凝土剪力強度因子 K_1 及 K_2 6-8
圖 6.2-5 塑鉸區剪力強度隨韌性變化關係圖 6-9
圖 6.2-6 塑鉸區柱斷面剪力強度對應的撓曲強度與塑鉸轉角之關係 6-9
圖 6.2-7 柱斷面撓曲破壞模式塑鉸設定 6-9
圖 6.2-8 柱斷面撓曲-剪力破壞模式塑鉸設定 6-10
圖 6.2-9 柱斷面剪力破壞模式塑鉸設定 6-10
圖 6.4-1 新城斷層近斷層因子評估之案例工址示意圖 6-17
圖 6.4-2a 新城斷層近斷層因子之比較，475 年回歸期 6-18
圖 6.4-2b 新城斷層近斷層因子之比較，2500 年回歸期 6-19
圖 6.4-3 旗山斷層近斷層因子評估之案例工址示意圖 6-20
圖 6.4-4a 旗山斷層近斷層因子之比較，475 年回歸期 6-21
圖 6.4-4b 旗山斷層近斷層因子之比較，2500 年回歸期 6-22
圖 7.1-1 國道高速公路橋梁耐震補強對策 7-5
圖 7.1-2 防止落橋對策之選定流程 7-6
圖 7.1-3 橋梁整體結構系統補強工法選擇流程 7-7
圖 7.2-1 梁端防落長度示意圖 7-9
圖 7.2-2 橋柱剪力需求與位移之關係 7-12
圖 7.2-3 橋柱單曲度與雙曲度彎矩示意圖 7-12
圖 7.2-4 混凝土剪力係數 k 與橋柱位移韌性之關係 7-15
圖 7.2-5 混凝土剪力係數 k 與位移韌性之關係 7-16
圖 7.2-6 軸向力對橋柱剪力之關係 7-16
圖 7.2-7 混凝土剪力強度因子 K_1 及 K_2 7-17
圖 7.2-8 橋柱鋼筋搭接破壞模式 7-21
圖 7.2-9 橋柱主筋斷筋位置圖 7-22
圖 7.2-10 矩形橋柱鋼板補強 7-26

圖 7.2-11 圓形橋柱補強之圍束力分佈圖 7-27
圖 7.2-12 圓形橋柱 FRP 包覆補強 7-32
圖 7.2-13 橋柱之 RC 包覆補強示意圖(一) 7-33
圖 7.2-14 橋柱之 RC 包覆補強示意圖(二) 7-34
圖 7.2-15 Caltrans 非線性基礎分析設計程式(一) 7-37
圖 7.2-16 Caltrans 非線性基礎分析設計程式(二) 7-38
圖 7.2-17 預力鋼腱地錨或岩錨之基礎補強工法示意圖 7-40
圖 7.2-18 傳統微型樁之老舊建物基礎補強 7-42
圖 7.2-19 高強度微型樁之基礎補強工法示意圖 7-42
圖 7.2-20 高強度微型樁之施工示意圖 7-43
圖 7.2-21 日本 Strong-Tubfix 微型樁示意圖 7-43
圖 7.2-22 日本微型樁耐震補強案例 7-44
圖 7.2-23 610mmϕ內灌混凝土鋼管樁 7-45
圖 7.2-24 內灌混凝土鋼管樁之縮尺試驗 7-46
圖 7.2-25 基樁鋼筋籠之鋼套環焊接示意圖 7-47
圖 7.2-26 帽梁耐震能力不足原因示意圖(M. J. N. Priestley, 1996) 7-48
圖 7.2-27 利用連接梁改善橫向地震反應 7-49
圖 7.2-28 帽梁與上部結構之連接方式 7-50
圖 7.2-29 利用橋軸向連接梁改善地震反應(M. J. N. Priestley, 1996) 7-51
圖 7.2-30 帽梁利用 RC 及預力彎矩補強示意圖(M. J. N. Priestley, 1996) 7-52
圖 7.2-31 Knee Joint 受力圖 7-53
圖 7.2-32 Tee Joint 受力圖 7-53
圖 7.2-33 梁柱接頭有效寬度 7-54
圖 7.2-34 梁柱接頭 RC 包覆補強示意圖 7-55
圖 7.2-35 RC 橋墩補強工法選定流程 7-56
圖 7.2-36 日本 CFRP 包覆補強之設計流程 7-59
圖 7.3-1 防止液化之原理與方法(資料來源：日本地盤工學會，1988) 7-61
圖 7.3-2 防止液化之對策原理與種類[16] 7-62
圖 7.3-3 使用 CJG 工法之地盤補強示意圖－日本神戶港港灣幹線道路 7-63
圖 7.3-4 以托底工法作為橋梁基礎之補強及防止液化對策－日本神戶港港灣幹線道路 7-63
圖 7.4-1 橋基保護工法示意圖 7-66
圖 7.4-2 橋基沖刷結構因應對策之最佳化 7-67

圖 7.4-3 河川橋沉箱基礎補強工法 7-67
圖 7.5-1 Caltrans 中小型橋梁耐震補強策略 7-69
圖 7.5-2 Caltrans「保險性」橋台止震塊設計理念 7-70
圖 7.6-1 隔震之基本理念 7-71
圖 7.6-2 橋柱勁度不一在地震作用下之受力不均情形 7-72
圖 7.6-3 橋梁使用固定與可動支承在地震作用下之受力集中情形 7-72
圖 7.6-4 分散水平力之設計流程 7-74
圖 7.6-5 高液化潛能區之隔震橋梁易生失穩現象 7-75
圖 7.6-6 隔震設計及分散水平力設計之適用性 7-76
圖 7.6-7 日本隔震橋梁與載重分散橋梁之功能說明 7-77
圖 7.6-8 梁端間距示意圖 7-79
圖 7.7.1-1 四分里坑高架橋增設微型樁補強 7-87
圖 7.7.1-2 四分里坑高架橋帽梁軀體補 7-87
圖 7.7.1-3 增設剪力榫 7-88
圖 7.7.1-4 橋墩 PD3 基礎補強 7-88
圖 7.7.1-5 增設地震力量分裝置 7-89
圖 7.7.1-6 新店高架橋 7-89
圖 7.7.1-7 加設止震裝置 7-90
圖 7.7.1-8 新設微型樁 7-90
圖 7.7.1-9 新設微型樁 7-91
圖 7.7.1-10 摩擦單擺系統支承 7-91
圖 7.7.1-11 新設摩擦單擺系統支承 7-92
圖 7.7.1-12 美國 Aurora Avenue Bridge 支承案例 7-92
圖 7.7.1-13 伸縮縫 7-92
圖 7.7.1-14 耐震伸縮縫(Seismic Joint) 7-93
圖 7.7.1-15 碧潭橋現況 7-93
圖 7.7.1-16 主橋拱肋混凝土裂縫 7-94
圖 7.7.1-17 箱梁懸臂底板則有白華水跡 7-94
圖 7.7.1-18 橋墩 2S，7S~9S 鋼板止震裝置 7-95
圖 7.7.1-19 橋墩 1S，10S 鋼板止震裝置 7-95
圖 7.7.1-20 鋼板止震裝置示意圖 7-95
圖 7.7.1-21 橋墩墩柱補強 7-96
圖 7.7.1-22 增設液態黏滯性阻尼器 7-96

圖 7.7.1-23 橋墩基礎補強 7-97
圖 7.7.1-24 增設液態黏滯性阻尼器 7-97
圖 7.7.1-25 橋墩基礎補強 7-98
圖 7.7.1-26 帽梁補強暨增設剪力榫 7-99
圖 7.7.1-27 增設液態黏滯性阻尼器 7-99
圖 7.7.1-28 獨立基礎聯合補強 7-100
圖 7.7.1-29 安坑花市分區施工 7-100
圖 7.7.2-1 大漢溪河川橋平立面圖 7-103
圖 7.7.2-2 增設防落長度與混凝土止震塊補強 7-104
圖 7.7.2-3 龍潭高架橋增設微型樁補強 7-105
圖 7.7.2-4 龍潭高架橋增設剪力榫補強 7-105
圖 7.7.2-5 牛欄河一號增設止震塊補強 7-106
圖 7.7.2-6 牛欄河二號橋基礎補強 7-106
圖 7.7.2-7 牛欄河二號增設止震塊補強 7-107
圖 7.7.3-1 鳳山溪河川橋沉箱基礎補強 7-109
圖 7.7.3-2 鳳山溪河川橋新設液態黏滯性阻尼器 7-110
圖 7.7.3-3 頭前溪橋平面圖 7-110
圖 7.7.3-4 頭前溪橋立面圖 7-110
圖 7.7.3-5 頭前溪橋標準斷面圖 7-111
圖 7.7.3-6 頭前溪河川橋增設液態黏滯性阻尼器詳圖 7-111
圖 7.7.3-7 頭前溪橋支承抗水平能力補強詳圖 7-112
圖 7.7.3-8 頭前溪河川橋橋墩 P7~P9 基礎補強示意圖 7-112
圖 7.7.3-9 頭前溪河川橋橋墩 P12~P14 基礎補強示意圖 7-113
圖 7.7.4-1 二仁溪二號河川橋平面圖 7-115
圖 7.7.4-2 二仁溪二號河川橋立面圖 7-115
圖 7.7.4-3 二仁溪二號河川橋支承抗水平力補強詳圖 7-115
圖 7.7.4-4 二仁溪二號河川橋力量分散裝置 7-116
圖 7.7.4-5 橋墩 P2~P9 支承補強 7-117
圖 7.7.4-6 橋墩 P4~P6 基礎補強 7-117
圖 7.7.5-1 田寮二號高架橋(南北向)標準斷面圖 7-119
圖 7.7.5-2 田寮二號高架橋支承抗水平能力及橋柱補強示意圖 7-120
圖 7.7.5-3 田寮二號高架橋直接基礎補強示意圖 7-120
圖 7.7.5-4 田寮二號高架橋沉箱基礎補強示意圖 7-121

圖 7.7.5-5 國道 10 號高雄環線高架(三)橋現況照片 7-121
圖 7.7.5-6 國道 10 號高雄環線高架(三)橋標準斷面圖 7-122
圖 7.7.5-7 高雄環線高架(三)橋增設支承及墩柱補強 7-122
圖 7.7.5-8 高雄環線高架(三)橋直接基礎增樁補強 7-123
圖 7.7.5-9 高雄環線高架(三)橋樁基礎增樁補強 7-124
圖 7.7.5-10 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(一) 7-125
圖 7.7.5-11 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(二) 7-126
圖 7.7.5-12 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(三) 7-127
圖 7.7.5-13 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(四) 7-128
圖 7.7.5-14 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(五) 7-129
圖 7.7.5-15 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(六) 7-130
圖 7.7.5-16 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(七) 7-131
圖 7.7.5-17 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(八) 7-132
圖 7.7.5-18 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(九) 7-133
圖 7.7.5-19 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十) 7-134
圖 7.7.5-20 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十一) 7-135
圖 7.7.5-21 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十二) 7-136
圖 7.7.5-22 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十三) 7-137
圖 7.7.5-23 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十四) 7-138
圖 7.7.5-24 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十五) 7-139
圖 7.7.5-25 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十六) 7-140
圖 7.7.5-26 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十七) 7-141
圖 7.7.5-27 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十八) 7-142
圖 7.7.5-28 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十九) 7-143
圖 7.7.5-29 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(二十) 7-144
圖 7.7.5-30 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(二十一) 7-145
圖 7.7.6-1 各分標預算直接工程費統計圖 7-146
圖 7.7.6-2 依橋梁類別分類 7-147
圖 7.7.6-3 依 Haz-Taiwan 分類 7-147
圖 7.7.6-4 依轄管工務段分類 7-147
圖 7.7.6-5 依補強位置分類 7-147
圖 7.7.6-6 補強部位費用統計(依標別分類) 7-148
圖 7.7.6-7 補強部位費用比例(依標別分類) 7-148

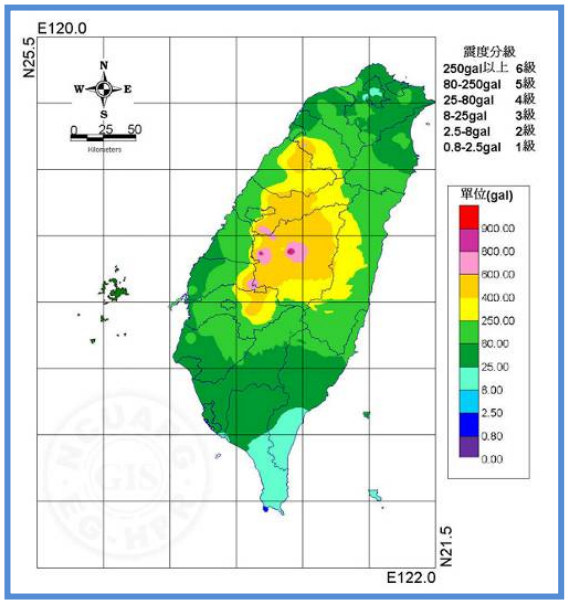
圖 7.7.6-8 補強部位費用統計(依 HAZ-Taiwan 橋梁類別分類) 7-149
圖 7.7.6-9 補強部位費用比例(依 HAZ-Taiwan 橋梁類別分類) 7-149
圖 7.7.6-10 補強部位費用統計(依一般橋梁類別分類) 7-150
圖 7.7.6-11 補強部位費用比例(依一般橋梁類別分類) 7-150
圖 7.7.6-12 平均單位補強費用統計(依 HAZ-Taiwan 橋梁類別分類) 7-152
圖 7.7.6-13 平均單位補強費用統計(依一般橋梁類別分類) 7-153
圖 8.4-1 環境保護組織架構圖 8-18
圖 8.4-2 環境保護執行流程 8-19
圖 8.5-1 工程範圍圖 8-20
圖 12.1-1 國道橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)-分標方案示意圖 12-2
圖 12.1-2 國道橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)-施工分標(方案一)預定建設時程 12-7
圖 12.1-3 國道橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)-施工分標(方案二)預定建設時程 12-8
圖 12.1-4 國道橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)-施工分標(方案三)預定建設時程 12-9
圖 12.3-1 國道橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)-施工預定建設時程 12-15

第一章　前言

1.1　計畫緣起與目標

1.1.1　計畫緣起

民國88年9月21日台灣地區發生芮氏地震規模達7.3的集集大地震，本次地震造成台灣中部地區相當重大的生命及財產損失，使人不得不懾於大自然無與倫比的力量，且地震更因其無法預先掌握測知的特性，如不審慎面對，往往造成更大的災害。



交通部臺灣區國道高速公路局(以下簡稱「貴局」)為防範於未然，對於中山高速公路及第二高速公路等已完工通車之橋梁結構物，以交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」及其函頒修正之各章節，重新檢核及評估國道高速公路之新舊橋梁結構物，對於不符合最新耐震設計規範之橋梁進行耐震補強，期能於日後大地震發生時將損害減少至最低程度，並成功擔負起大地震後緊急救災之生命線道路重任。

「國道高速公路(通車路段)橋梁耐震補強工程計畫」(以下簡稱「前期計畫」)經行政院93年1月30日院臺交字第0930002589號函指示，依照民國93年1月9日經濟建設委員會研商結論「建議同意先行辦理本計畫所列第一期工程，執行期程自民國93年度至98年度止；至於本計畫第二、三期工程則請交通部於第一期工程完成前，另就工程經費、效益及財務計畫重新檢討修正後，再提報行政院審議。」

貴局於97年12月27日依前述指示，就第二、三期工程經費、效益及財務計畫重新檢討修正後呈報交通部，交通部於98年1月7日以交路(一)字第0980000611號函提報行政院審議；審議結果指示「如確有執行之必要及急迫性，應請另案成立新興建設計畫」(行政院經濟建設委員會98年2月23日都字第0980000958號函)。遂依據上述指示，並以交通部97年新頒「公路橋梁耐震設計規範」及98年6月29日部頒修訂內容為評估補強標準，續辦未完成之原第二、三期工程橋梁耐震補強，將其合併為「國道高速公路(通車路段)橋梁耐震補強工程第二期工程計畫」。

行政院經濟建設委員會於99年3月9日邀請相關單位研商，獲致結論，指示依據99年3月16日都字第0990001144號函所列原則暨與會各單位意見，整體評估重新檢討計畫並補充相關資料後，再循程序報核。其中「請交通部確實依據　院長99年1月22日裁示內容與方向配合辦理，即針對本案路段狀況較多或風險較高的橋梁，先進行分類或分等級後，按輕重緩急，視政府財況情形調整施作等原則再加研議；本案建議交通部國家財政資源之有效利用，從整體規劃與維生路網系統健全性角度

為出發點，研提具體可操作性的指標作為依據，綜合考量系統之風險性、財務可行性、功能性，及審慎評估具急迫性及危險性的橋梁後，據以排定優先順序及提出各種可能方案之比較分析」。 貴局續依據上述指示，綜合考量各路段橋梁結構之耐震能力「耐震指標」及震損之社會成本「交通衝擊指標」，據以排定耐震補強之優先順序，做為各路段耐震補強優先順序擬訂之參考，依據前述分析評估結果，並考慮路網特性，將第二期計畫分為三個優先路段逐步執行，並建議先行辦理第一優先路段，請參見圖1.1-1。

- 第一優先路段：國道3號汐止系統至竹南路段；
- 第二優先路段：國道3號新化至燕巢系統及國道10號全線(含高雄支線及旗山支線)；
- 第三優先路段：國道3號基隆汐止段、國道3號南港聯絡線、國道3甲台北聯絡線、國道5號南港至石碇路段、國道3號燕巢九如段及國道8號台南環線。

上述建設計畫奉行政院99年11月26日院臺交字第0990063861號函核定；經建會於99年10月18日第1398次委員會議討論，獲致結論：「為提升國道橋梁耐震能力，本案規劃於100~103年賡續辦理國道高速公路橋梁耐震補強工程，交通部已綜合考量國道各路段橋梁結構耐震能力及震損之社會成本，據以排定橋梁耐震補強之優先順序，原則同意。請交通部滾動檢討、彈性因應調整施作範圍，並加速辦理」。為加速工程推動， 貴局爰辦理「國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)」(以下簡稱「本工程」)。

本計畫採四個設計施工分標(第M31、M32、M34及M35標)推動辦理，依據各標之工程經費統計，考量依規定編列工務行政費後，較公共工程委員會於基本設計階段審議原則同意之工程經費，直接工程費尚有節餘，基於「滾動檢討、彈性因應調整施作範圍，並加速辦理」之原則，遂於原第2優先路段研選出鄰近第一類活動斷層或基礎沖蝕(刷)風險較高之橋梁，納入本計畫新增第M36標一併辦理橋梁耐震補強工程。

圖1.1-1　國道高速公路橋梁耐震補強第二期工程之各路段示意圖

1.1.2 計畫目標

我國於89年5月完成「二十一世紀議程」一中華民國永續發展策略綱領，其願景是藉由資源的善用，使生態環境與經濟社會發展間之和諧得以妥善維護，期待國人能世代享有「永續的生態」、「適意的環境」、「安全的社會」與「開放的經濟」，其中策略綱領所提之災害防救、產業發展、交通發展等，皆需依賴國內最重要交通生命線一國道高速公路耐震能力之全面提昇，並以風險管理的理念達到安全與經濟的雙贏。本工程預定達成之四大目標如下：

- 於日後大地震侵襲時，達到減少損害、避免傷亡的主要目標；
- 結合中山高及國2拓寬之耐震補強，建構台灣北部高效率的地震救災緊急道路系統；
- 提供二十一世紀國家經濟持續發展所需之高安全性基礎交通建設；
- 透過「小震不壞、中震可修、大震不倒」耐震理念，達成國家整體防災之永續發展總目標。

上述「小震不壞、中震可修、大震不倒」耐震理念之內涵，依據97年交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」規定，係指確保「橋梁主結構體在中度地震時能維持原有功能；設計地震時容許產生損傷，但可修復；最大考量地震時避免產生落橋或崩塌。」，本計畫耐震評估補強原則請參見第6.2.4節說明。

1.2 工程範圍與內容

1.2.1 工程範圍

本工程之工程範圍包括國道3號汐止系統交流道至竹南路段高公局管轄之所有橋梁(第 1 優先路段)，以及第 2 優先路段中須先行辦理之19座橋梁(國道3號新化田寮段2座、田寮燕巢段4座及國道10號旗山支線13座之橋梁)，進行橋梁耐震補強工程之規劃設計，請參見表1.2-1及圖1.2-1。本工程各路段主要橋梁現況詳圖1.2-2~1.2-5。

表1.2-1　工程範圍表

國道編號	路段名稱	說　明
國 3	汐止中和段	全部橋梁(不包含汐止系統交流道中已於第一期工程補強之橋梁單元)
國 3	中和鶯歌段	全部橋梁(不包括已配合國道 2 號拓寬工程改善範圍之橋梁)
國 3	鶯歌關西段	全部橋梁
國 3	關西新竹段	全部橋梁(不包含新竹系統交流道中已於第一期工程補強之橋梁單元)
國 3	新竹竹南段	全部橋梁
國 3	新化田寮段	彎崎溪河川橋(南、北)
國 3	田寮燕巢段	二仁溪二號河川橋(南、北)、田寮二號高架橋(南、北)
國 10	旗山支線	里港洩洪橋(東、西)、吉洋溪一號排水橋(東、西)、穿越橋(東、西)、美濃溪河川橋(東、西)、高雄環線高架(三)橋(東、西)、典寶溪過水橋(東、西)、高 45 跨越橋

圖1.2-1　工程範圍示意圖

圖1.2-2　本工程各路段主要橋梁現況(一)

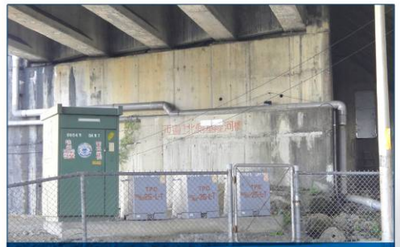


圖1.2-3　本工程各路段主要橋梁現況(二)

圖1.2-4 國道3號田寮二號高架橋現況照片

圖1.2-5 國道10號都計區高架橋現況照片

1.2.2 工作內容

依據招標書及服務契約之規定，本計畫之技術服務內容，包括橋梁耐震補強之工程規劃、初步設計、細部設計、相關補充調查工作(補充測量、地質鑽探試驗、管線調查試挖)、價值工程評估、專業技術人力、專家學者座談會、技術研討會、協辦事項及後續擴充之監造技術服務，各工作要項內容如表1.2-2所示。

表1.2-2 本計畫各項工作內容彙整表

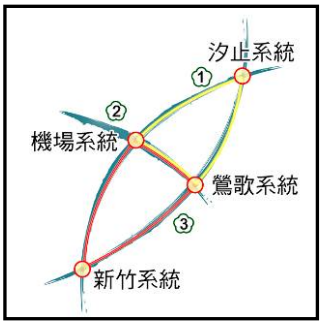
工程規劃	工程設計 (初步及細部設計)	配合工作
1. 橋梁設計施工、維修養護及地震等相關資料之蒐集整理 2. 研擬適用於第 1 優先路段之「橋梁耐震評估及補強設計原則」 3. 橋梁耐震能力現況目視檢測及初步評估 4. 橋梁耐震能力詳細分析評估(含液化潛能及河川橋沖刷影響評估) 5. 橋梁耐震補強方案研擬 6. 施工綱要計畫與交通維持計畫大綱 7. 環境衝擊研究與對策 8. 設計、施工分標計畫 9. 施工時程與經費概估	1. 橋梁耐震補強初步及細部設計 2. 河川橋深槽區之橋墩保護細部設計，辦理河川公地申請事宜 3. 局轄管線遷移初步及細部設計 4. 施工安全衛生設施初步及細部設計(配合施工安全評估結果) 5. 水土保持計畫(視需要辦理) 6. 補強後景觀細部設計 7. 相關工程設計(含補強工程界面之配合) 8. 施工計畫與交通維持計畫擬定 9. 施工規範與特訂條款訂定 10. 工程預算編製(PCCES 格式) 11. 工程發包文件製作 12. 計畫執行進度之評估指標編擬	1. 補充測量 2. 補充地質鑽探及試驗 3. 補充管線調查及試挖 4. 陳情案件處理建議及配合設計 5. 研擬施工前環境監測調查工作計畫及協助招標作業 6. 辦理專家學者座談會 2 場次及技術研討會 1 場次 7. 專業技術人力合署辦公 8. 初設階段價值工程評估 9. 製做計畫簡報影帶 10. 橋梁耐震補強維護管理手冊 11. 橋梁耐震補強 3D 動畫 12. 國道橋梁管理資訊系統之竣工圖建檔工作 13. 參與臺美橋梁工程研討會

1.2.3 設計分標

本工程橋梁總數約有285座(南、北橋梁分開統計)，依據行政院核定之計畫時程預定於103年底完工，考量橋梁地震之災害風險管理，研擬本工程之分標策略如下：

一、防災效益：

考量路線經過之區域發展與經濟活動之重要性;本工程範圍北至汐止、南至新竹，串聯【台北都會區—桃園航空城—新竹科學園區】三大經濟重鎮，在結合　貴局已推動完成之國道1號橋梁耐震補強工程(第一期耐震補強工程)及國道2號拓寬工程(含橋梁耐震補強)後，將可建構北台灣之生命線救災路網(北環+南環)，其中，「北環」連結了台北都會區與桃園航空城，是台灣於後五都時代經濟發展的樞紐，因此本工程設計施工分標，優先辦理以北環路段(汐止~鶯歌)。



二、工區界面：

考量相關鄰近工程之界面釐清或整合，例如：施工中之「國道2號拓寬工程(第H61標於大湳交流道至鶯歌系統交流道(STA.17k+712.2~20k+358.4)」、「新北市特二號道路銜接土城交流道工程(第B24標)」及「國道3號大溪交流道北上入口改善工程」，與本工程部份橋梁之補強工程息息相關，應特別重視。

三、營建行政：

為考量　貴局北、南兩個工程處及所屬工務段之管轄範圍，以利規劃設計與施工督導之工程界面處理，以及工程處及工務段後續橋梁維護管理之需求。

四、施工品管：

考量本工程之施工特性(工區分散及技術要求高)，為求招標得到較佳之施工廠商，分標規模不宜太小，但也不可太大。

五、預算執行：

須符合行政院103年底完工計畫目標及交通部列管之100年度工程進度。

依據上述原則，本工程劃分為五個設計分標辦理，工區範圍參見圖1.2-6及圖1.2-7，各標主要工程內容概述如下：

1. 第一標(第M31標)：
   a. 國道3號汐止系統交流道至安坑溪橋南側(10k+300~32k+600)
   b. 南港系統交流道匝環道橋(國道5號)
   c. 新店高架橋、碧潭橋兩座特殊橋

2. 第二標(第M32標)：

   a. 國道3號安坑溪橋南側至關西交流道南側(32k+600~79k+250)

   b. 中和交流道聯絡道高架橋(包含與台64共構段上構)

3. 第三標(第M34標)：

   a. 國道3號關西交流道南側至台13線穿越橋南側(79k+250~109k+ 900)

4. 第四標(第M35標)：

   a. 國道3號新化田寮段彎崎溪河川橋(367k+878)

   b. 國道3號田寮燕巢段二仁溪2號河川橋(370k+455)

   c. 國道10號旗山支線里港洩洪橋、吉洋溪1號排水橋、穿越橋、美濃溪河川橋

5. 第五標(第M36標)：

   a. 國道3號田寮二號高架橋(374K+445.1~378K+105.1)

   b. 國道10號高雄環線高架(三)橋(7K+979~12K+443)

   c. 國道10號14k+207過水橋(14K+102~14K+313)

   d. 國道10號14k+864跨越橋(主線里程14K+864)

圖1.2-6　國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程設計分標示意圖

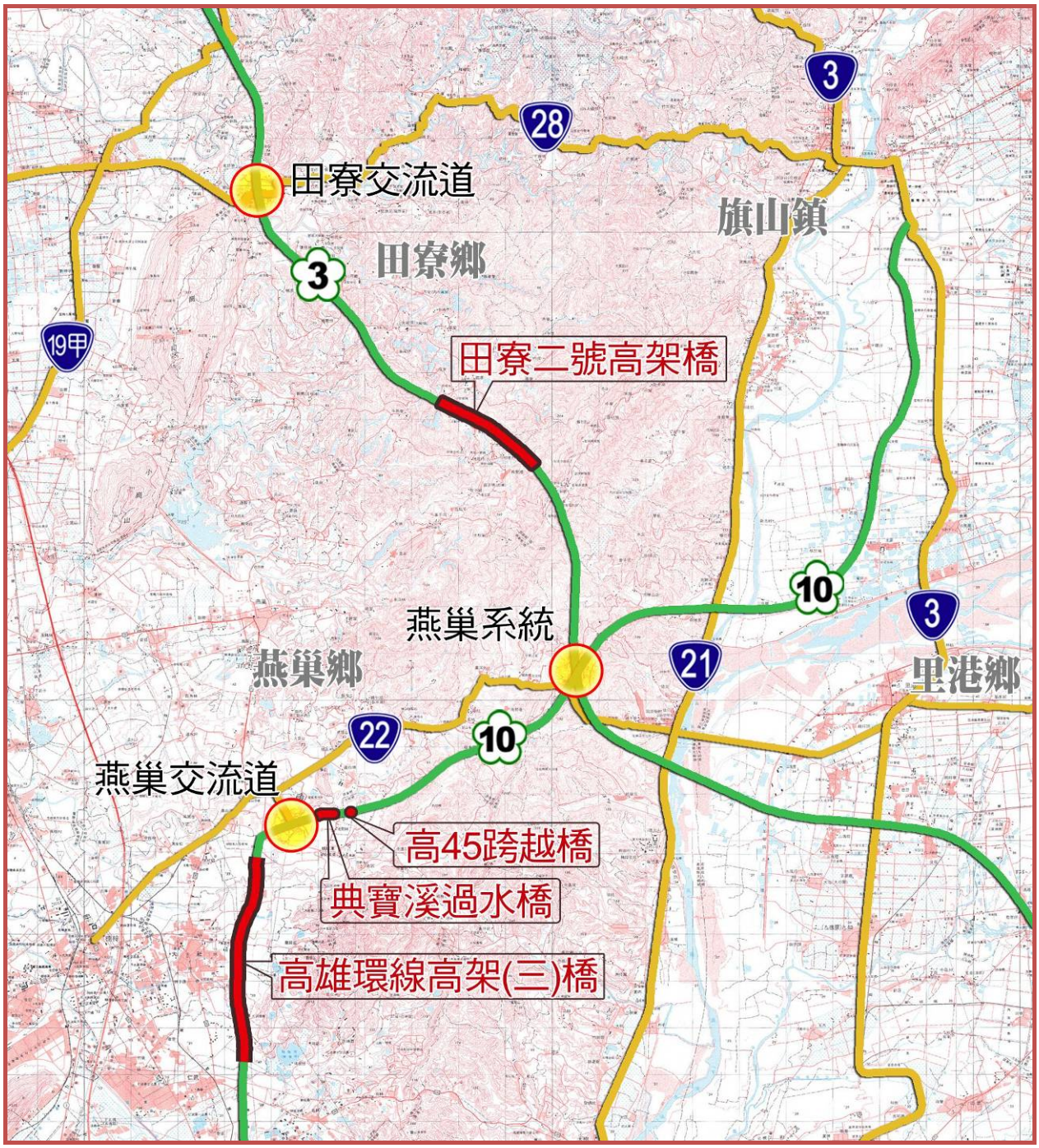


圖1.2-7　新增辦理橋梁位置示意圖

1.3　作業流程

為使本工程計畫之規劃及設計作業能順利於預定時程內進行，釐清各項作業先後關係，並利於執行管控，在計畫執行起始階段，詳盡合理之工作計畫作業流程擬訂是絕對必要的。為便於　貴局了解本公司之預定作業方式，特依據工作內容及特性研擬一套作業流程圖，詳如圖1.3-1，作為實際工作執行之依據。

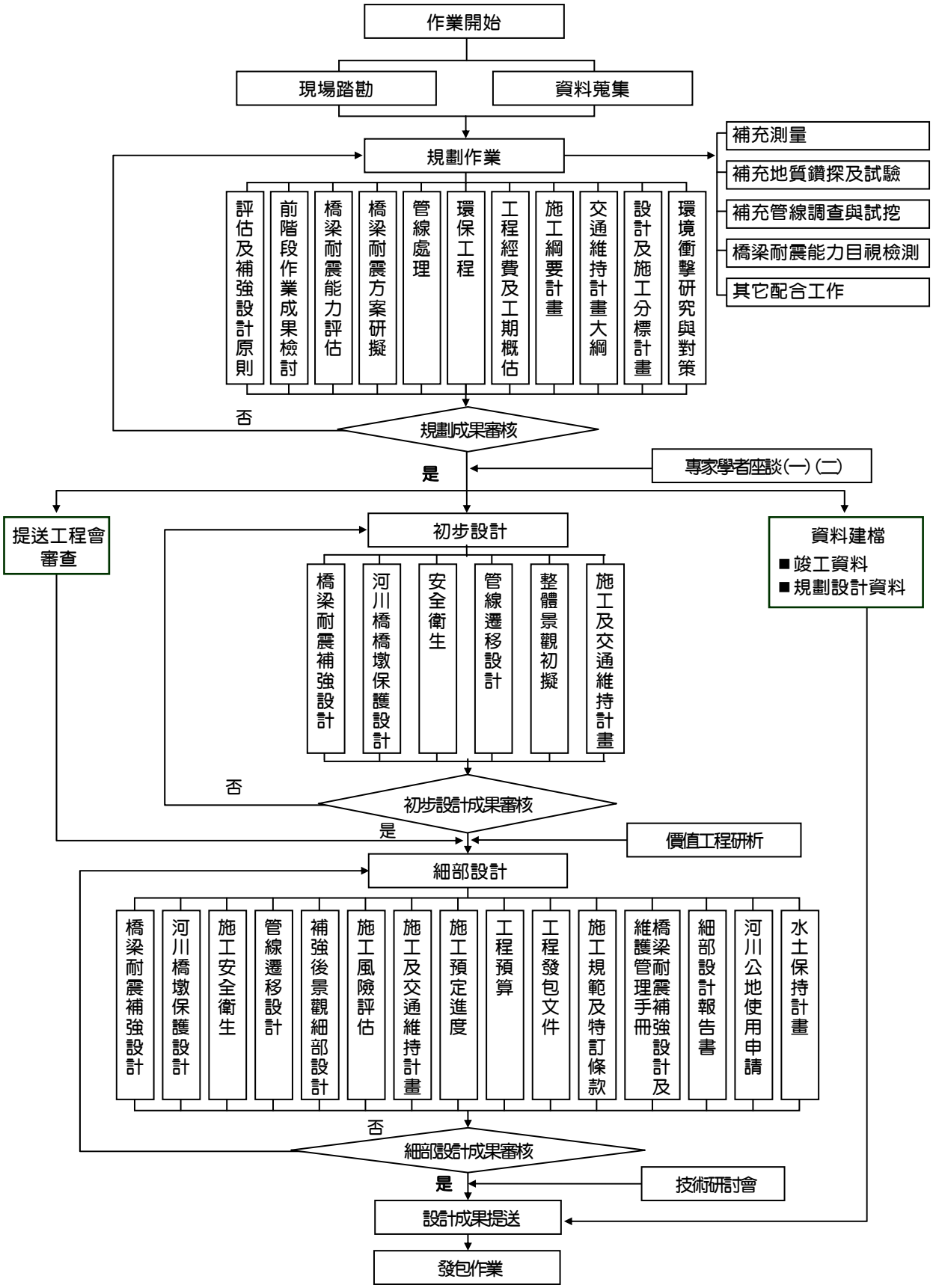


圖1.3-1　本工程規劃設計作業流程圖

1.4 永續思維與作法

99年4月25日國道3號七堵段(3k+250處)在天候正常情形下發生邊坡崩塌，造成3車4人罹難，以及國3主線、台62線瑪東系統交通阻斷，引起國人對邊坡安全之重視，以及國際工程界對成災原因的關注。另外，98年8月8日莫拉克颱風造成台17線雙園大橋嚴重受損，造成交通中斷，嚴重衝擊地方產業與民眾生活。

北二高興建當時，為了避免拆遷，路線多經山區及都會區邊緣，跨越多條河川，有鑑於此，北二高橋梁之耐震補強，應從補強後的橋梁更安全、補強施工更快速及補強後之景觀與工程技術性更提升等三個思維角度切入，提供一個「更安全、更快速與新技術」之橋梁耐震補強完整解決方案。其核心之永續思維與作法，分述如下：

- 全球氣候變遷：因應氣候極端事件的常態化，對於橋址附近邊坡之穩定性及河川沖刷潛勢等，均應以不同以往之思考模式，以「山・橋・河」共治的理念，研擬北二高橋梁因應全球氣候變遷之最佳調適策略。

- 多重防災策略：橋梁除了面臨地震力的威脅，同時也受極端暴雨的衝擊，莫拉克風災斷橋，讓我們更加體認到橋梁採多重防災策略的重要性；　貴局與美國FHWA及MCEER共同在「臺美橋梁技術研討會」的平台上，已展開國際合作之研究計畫，其研究成果，將可應用於本工程河川橋之補強設計中。

- 生命週期成本：交通部在發生國道3號走山事件後，推動交通設施導入全生命週期管理之策略，並由　貴局與國工局於99年10月13日辦理「鐵公路設施全生命週期管理研習會」，及100年1月21日辦理「道路邊坡全生命週期管理實務研習會」，透過各界的討論與建言，集思廣益、精益求精，本工程將以全生命週期的理念，於規劃設計階段透過補強策略研討及價值工程評估，導入生命週期成本理念，據以研擬最佳的補強策略，並檢討修正特訂條款以確保施工品質及耐久性，另研提本工程維護管理手冊以為完工後維護管理單位參考。

- 生態環境友善：北二高設計階段，因國內環境影響評估法尚未完善，　貴局於77年10月委託台灣大學辦理「北部區域第二高速公路定線後環境影響評估-環境保育配合對策」研究，國工局更於96~97年辦理「二高沿線環境特性調查與國道計畫環境復育之研究(第1、2期)」研究計畫，上述研究成果已對二高沿線棲地復育之熱點(hot spot)及生態廊道之敏感地區(sensitive area)，有深入的調查與研究，可提供本工程研擬橋梁補強方案時，除考量迴避或減低對周遭生態環境的衝擊外，亦將積極於補強工區範圍內，依據前述調查成果，探討一併辦理生態環境復育措施的可行性，增加耐震補強工程之環境效益。

第二章　橋梁相關資料蒐集及研析

2.1　原始設計、竣工圖說之蒐集整理

橋梁基本資料之蒐集是進行橋梁耐震檢測評估之首要工作，本計畫開始執行初期，即優先洽貴局蒐集本工程範圍橋梁設計、施工、檢測、維修養護與拓寬改建等橋梁生命週期資料，根據上述蒐集之資料，配合現地目視檢測與調查進行檢核，以比較各橋梁在設計及施工階段各項原始條件與目前狀況之差異，瞭解其結構特性、力學行為及耐震補強限制條件。若資料有不足之處，亦盡力洽其它相關單位補齊，建立完備之基本資料檔，以為耐震評估、補強設計、未來施工及竣工圖建檔之參考依據。

本公司於辦理國道高速公路橋梁耐震分析評估及補強工程(國道通車路段)可行性研究時，即已蒐集本工程範圍內所有橋梁原始圖說資料，惟前階段蒐集之圖說主要以設計圖為主，考量施工中可能之變更設計等因素，本階段特針對各橋梁竣工圖及竣工報告書等資料加以蒐集整理，以避免後續進行補強評估及設計作業時，產生資料引用不正確之謬誤。

因此，本公司在計畫展開後，隨即申請　貴局「橋梁管理資訊系統」使用權限，依據各工程處、工務段管轄路段範圍(詳見表2.1-1)進行區分，並由　貴局協助向各單位進行竣工圖說、檢測維修及鑽探報告等資料搜集之作業。由於本工程範圍主要為國道3號高速公路北部路段及南部路段部分橋梁，其通車至今年代相較第一期工程較為後期，且大部分尚未經過拓寬或改善工程，資料蒐集複雜性相對較低；另本公司亦洽台灣區國道新建工程局借閱本工程範圍竣工報告書，以及補齊相關路段鑽探報告。故在　貴局及各單位主辦工程司盡心協助下，相關竣工圖說已大致蒐集齊全。

表2.1-1　本工程國道高速公路局各單位管轄路段範圍表

單位名稱	管轄路段範圍	管轄系統交流道
高速公路局	—	
北區工程處	國3基金交流道~香山交流道：0K+000~110k+703 國1基隆端~新竹系統交流道：0K+000~100K+800 國道5號全線	
內湖工務段	國1基隆端南迄~林口交流道：0k+000~40k+850	
木柵工務段	國3基金交流道~土城交流道北端：0k+000~42k+000	國道3號汐止系統交流道
關西工務段	國3土城交流道北端~香山交流道南端： 42k+000~110K+703	國道3號新竹系統交流道
頭城工務段	國5南港系統交流道~蘇澳交流道0k+000~54k+200	國道5號南港系統交流道
南區工程處	國3號古坑~大鵬灣：270k+000至431k+525， 國道10號全線	
屏東工務段	國3關廟~大鵬灣：358k+000～431k+525 國10燕巢~旗山：18k+400～33k+782	

此外，依據「公路修建養護管理規則」第41條之規定，東西向快速公路與中山高速公路銜接系統交流道之匝、環道皆撥交由　貴局管養，故此部份亦需納入本工程範圍辦理耐震補強工作。經調查中和交流道聯絡道與公路總局台64線之養護分界點為橋墩編號AP5及AP6，另台灣省政府住宅及都市發展局於「中和市中正路立體交叉工程」(銜接台64東西向快速公路)興建之「中和交流道聯絡道高架橋W (二)」、「中和交流道聯絡道高架橋E (二)」、「中和交流道匝道L」及「中和交流道匝道R」與中和市中正路立體交叉工程主線共構，詳圖2.1-1，其上部結構(至橋墩編號P40)目前已撥交由　貴局北區工程處管養。該工程竣工圖已由北區工程處取得，並協助確認各系統交流道匝、環道貴局接管之範圍(詳見表2.1-2)。

表2.1-2　東西向快速公路系統交流道接管範圍及耐震設計、補強相關資料匯整表

系統交流道名稱	原建單位	高公局接管範圍	管養單位	採用耐震設計規範
中和市中正路立體交叉工程(銜接台64東西向快速公路)中和交流道	住宅及都市發展局	中和交流道聯絡道高架橋　W(二)上構 中和交流道聯絡道高架橋　E(二)上構 中和交流道匝道　L　上構 中和交流道匝道　R　上構	木柵工務段	部頒76年公路橋梁設計規範

註：東西向快速公路系統交流道主線橋梁不屬於本工程，由公路總局自行辦理。

本工程國道3號高速公路橋梁不若國道1號高速公路橋梁普遍經歷原建、拓寬或改善等多階段工程，惟橋梁名稱仍有採用原規劃設計及統一里程等不同型式之樁號，橋梁種類亦包括有穿越橋、河川橋、跨越橋及匝道橋等多種類型，且所蒐集之竣工圖說包括有A1原圖、A1藍晒圖、A3縮影圖、CAD圖檔或已掃瞄之電子影像檔等多種型式的資料。本公司為有效整合如此龐大之竣工圖說，提高後續工作之效率，並補齊　貴局「橋梁管理資訊系統」竣工圖管理模組中本工程範圍橋梁之竣工圖，特將所有圖說資料電子數位化，並參考第一期工程經驗，根據本工程特性及　貴局「橋梁管理資訊系統」現況橋梁南北分離定義方式，擬定一橋梁編碼系統如下：

國道編號(2碼)+橋梁中央代表點統一里程(6碼)+橋梁種類(1碼)+說明(3碼)

此橋梁編碼系統基本規則如下述：

一、國道編號：本工程橋梁代表里程原則上皆以國道3號或國道10號統一里程為參照，為避免混淆及可按里程排序，故國道編號不論橋梁屬於東西向快速公路或其它國道系統等，皆採03或10之編碼。

二、橋梁種類：

主線穿越橋(高架橋)	B
主線河川橋(溝渠橋)	R
匝、環道橋(CDRoad橋)	P
跨越橋	O
其它(如水管橋)	T

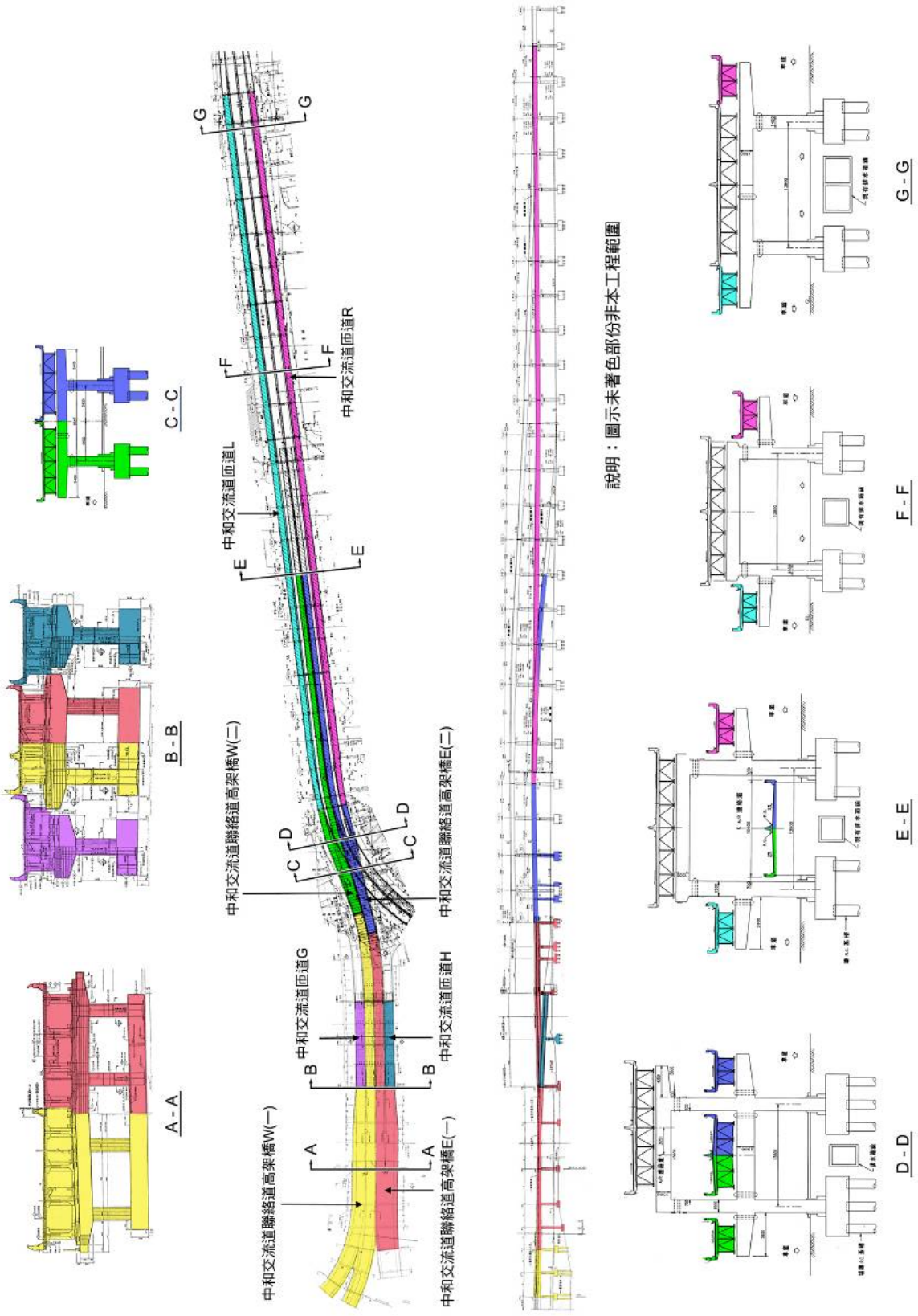


圖2.1-1　中和交流道銜接中和市中正路立體交叉工程管轄範圍示意圖

三、說　　明：

原有主線橋梁(北上、南下)	ORN、ORS
平面合併拓寬橋梁(北上、南下)	WDN、WDS
匝道編碼(RampA第一座橋)	RA1
環道編碼(Loop B第一座橋)	LB1
匝道編碼(南下CDRoad第二座橋)	CS2
連絡道編碼(連絡道第一座橋、東向、西向)	AT1、ATE、ATW

舉例如下：國道3號北側基隆河橋N，其橋梁原設計起訖里程為10+429~10+904，其主線代表統一里程為10+429，因此依橋梁編碼系統之規則：

國道3號	03
主線代表統一里程(10k+429)	010429
橋梁種類(主線河川橋)	R
匝道及拓寬說明(原有主線橋梁 北上)	ORN
→橋梁編號	03010429RORN

此外，本公司亦透過　貴局協助由「橋梁管理資訊系統」取得本工程範圍內橋梁歷年之檢測及養護紀錄資料，可確實掌握各座橋梁結構、材料現況及已執行過之養護修補措施，並做為耐震評估時各項參數擬定之依據及補強設計之參考。

最後，對於本工程範圍內新近完工或施工中之工程，例如配合台北縣特二號道路銜接部分主線穿越橋拓寬之「台北縣特二號道路銜接土城交流道工程」，以及配合大溪交流道改善主線穿越橋分離拓寬之「國道3號大溪交流道北上入口改善工程」等，本公司亦已蒐集相關規劃、設計或竣工圖說資料，以避免發生工程互相衝突干擾之情形。

2.2 交通量調查資料之蒐集及研析

本計畫交通量資料之蒐集與分析，主要目標為針對計畫範圍內之國道高速公路交通狀況有所瞭解，並以路段交通量之資料分析判定各路段之重要性，以利橋梁耐震及補強評析作業之進行。

本計畫範圍包括國道3(汐止中和段、中和鶯歌段、鶯歌關西段、關西新竹段、彎崎溪河川橋及二仁溪2號河川橋)與國道10(旗山支線之里港洩洪橋、吉洋溪一號排水橋、31K+096穿越橋與美濃溪河川橋)，須進行資料蒐集之相關道路系統包括高速公路主線、跨越橋及連絡道等。本案之交通量資料主要係依據　貴局99年11月所公佈之國道交通量資料及公路總局「99年度公路交通量統計調查」報告資料進行彙整。地方道路部份則依據其幾何條件並配合實地現場勘查評估其交通狀況。

目前本案係以研究範圍內每筆高速公路主線、交流道各匝道、連絡道及橫交道路等研究路段之每日交通量作為其道路重要性之指標。彙整結果(如表2.2-1與表2.2-2)顯示研究範圍內之北二高路段，每日交通量均為3萬PCU以上，假日更有56%之路段交通量高於5萬PCU；各匝道每日交通量有超過8成以上超過5,000PCU，其中近半數的匝道交通量為5,000~15,000PCU之間，交通流量相當龐大。而國道3號南部路段及國道10號之交通量雖略低於北部路段，然其交通量皆約為1萬PCU以上，其道路重要性亦不可輕忽。

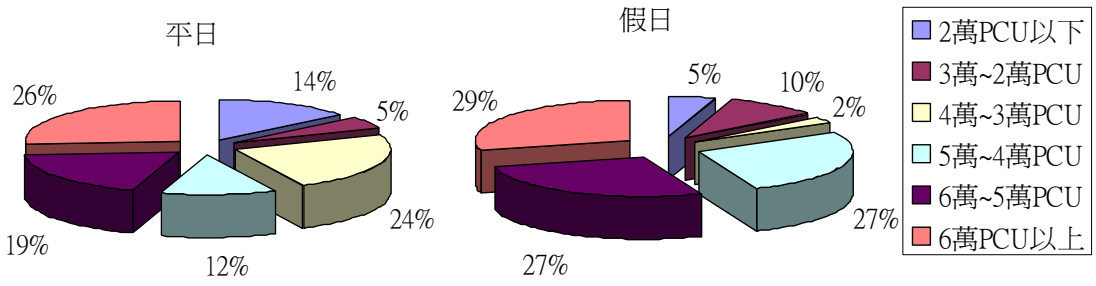


圖2.2-1　研究範圍國道每日交通量分佈圖(主線)

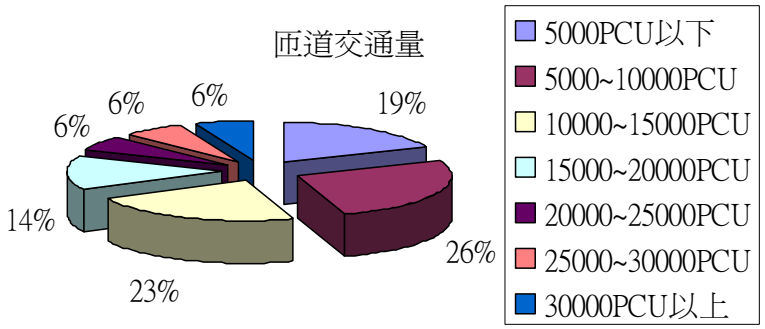


圖2.2-2　研究範圍國道每日交通量分佈圖(匝道)

表2.2-1　計畫沿線國道每日交通量彙整表

國道別	路段別	方向	每日交通量(ADT)	
			平日	假日
國道3號	汐止系統~新台五路	南下	43,608	42,286
		北上	29,400	31,800
	新台五路~南港	南下	42,489	43,465
		北上	39,273	41,436
	南港~南港系統	南下	55,014	49,874
		北上	55,551	55,991
	南港系統~木柵	南下	60,486	59,157
		北上	58,400	57,938
	木柵~新店	南下	58,157	58,550
		北上	57,605	58,251
	新店~安坑	南下	60,850	60,026
		北上	56,492	57,929
	安坑~中和	南下	73,713	75,340
		北上	74,555	74,936
	中和~土城	南下	83,430	89,727
		北上	79,617	86,951
	土城~三鶯	南下	73,773	85,758
		北上	68,755	80,431
	三鶯~鶯歌系統	南下	69,350	79,725
		北上	77,150	89,074
	鶯歌系統~大溪	南下	55,900	69,050
		北上	62,222	76,453
國道3號	大溪~龍潭	南下	52,800	62,088
		北上	43,253	62,088
	龍潭~關西	南下	35,253	52,452
		北上	33,718	50,090
	關西~竹林	南下	36,143	52,457
		北上	34,595	52,882
	竹林~寶山	南下	32,354	44,034
		北上	30,440	45,230
	寶山~新竹系統	南下	30,000	40,843
		北上	29,798	46,925
	新竹系統~茄苳	南下	35,945	42,375
		北上	44,200	53,300
	茄苳~香山	南下	40,454	47,369
		北上	38,937	49,654
	關廟~田寮	南下	12,902	21,221
		北上	14,000	22,900
	田寮~燕巢系統	南下	13,060	20,787
		北上	13,408	21,822
國道10號	左營端~鼎金系統	東向	30,490	32,954
		西向	35,850	39,833
	鼎金系統~仁武	東向	33,322	39,088
		西向	36,337	40,426
	仁武~燕巢	東向	26,093	30,885
		西向	25,000	27,226
	燕巢~燕巢系統	東向	25,300	33,240
		西向	24,466	29,573
	燕巢系統~嶺口	東向	13,517	18,851
		西向	14,080	18,000
	嶺口~旗山端	東向	9,733	13,787
		西向	9,928	12,260

資料來源：交通部臺灣區國道高速公路局(http://www.freeway.gov.tw)，2012年7月12日。

表2.2-2　計畫沿線主要橫交地方道路服務水準一覽表

道路編號	路　　名	道路配置	尖峰小時服務水準 (V/C)
台5甲	大同路	雙向4車道	C(0.59)
台5線	新台五路	雙向4快2機	E(0.98)
縣109	南科路	雙向2車道	A(0.29)
縣106	木柵路五段	雙向4車道	B(0.44)
台9線	北新路三段	雙向4快2機	C(0.68)
縣110	安康路	雙向6快2機	C(0.57)
縣111	安和路	雙向5車道	C(0.58)
縣110	復興路	雙向4車道	E(0.93)
縣112甲	永昌路	雙向6車道	B(0.43)
縣113	中正路	雙向4車道	B(0.40)
台3線	中豐路	雙向4車道	B(0.39)
縣118	正義路	雙向2車道	B(0.50)
縣123	文衡路	雙向4車道	A(0.37)
縣120	富林路	雙向4車道	B(0.53)
台68	南寮竹東線	雙向4車道	C(0.71)
縣117	五福路	雙向2車道	A(0.32)
台1線	中華路	雙向4快2機	B(0.42)
台13線	公義路	雙向4快2機	C(0.55)

資料來源：1.　公路交通量調查統計，公路總局，民國99年度。
2.　本計畫調查整理

本計畫沿線跨越多條重要地區道路，各道路之基本資料彙整如表2.2-2所示。由表可知計畫沿線主要橫交平面道路服務水準大致良好，均約在C級以上，平時皆能維持良好之交通路況。惟新北市汐止區新台五路及三峽區復興路，由於皆屬地方重要幹道及交流道連絡道，其現況尖峰時段已有壅塞之狀況，服務水準已達E級，須特別考量該路段橋梁補強方式，並妥善擬定整體之交通維持計畫。

2.3　北部區域第二高速公路橋梁工程概述

2.3.1　橋梁型式選擇考量之演進

橋梁型式選擇主要有二個要點，其一為符合力與美之要求，其二為儘量連續以使行車舒適。惟橋梁設計之外型與連續長度，又與地形條件、施工技術、工法等有關，以下分就北二高橋梁結構型

式、上構斷面及下構斷面之演進作一說明。

一、結構型式之演進

(一) 簡支梁橋

預力混凝土橋約民國44年開始引進國內，初期由於施工技術及考量橋梁之經濟性，係以簡支梁為主，又台灣初期使用簡支梁係於每個橋墩上均設置伸縮縫，以致行車舒適性受到影響，為此於中山高速公路設計時，開始採用以鉸接板方式以降低橋面伸縮縫數量。所謂鉸接板係將橋面板採連續施作方式通過簡支梁梁端之接縫，惟在鋼筋配置之細節上不讓該鉸接板承受彎矩以避免改變結構系統，而鉸接板之配筋於中山高及北二高初期係採用「雙鉸」之方式(如圖2.3.1-1所示)，後由於易產生鉸接板二端轉動鉸剪力破壞，造成鉸接板陷落之情況，改採「單鉸」方式設計施工(如圖2.3.1-2所示)。另鉸接板上方設有防水層避免路面水經由鉸接裂縫滲漏至橋下。

(二) 連續梁橋

簡支梁橋由於簡支結構彎矩較連續梁為大，且採吊裝方式施工會受吊車能力限制，因此橋梁跨徑受到限制均在40公尺以下。由於北二高部分橋梁跨越地形及地物較為複雜，簡支梁之型式已無法滿足橋梁配置需求，在兼顧橋梁美觀及行車舒適性良好之情況下，配合特殊工法之引進，橋梁開始以連續箱型梁橋為主，而橋梁連續長度一般可達300公尺以上。連續梁橋除行車性較簡支梁為佳外，另外由於連續梁橋具有較高之贅餘度，耐震性也較佳，且因橋梁之伸縮縫數目較少，大幅降低地震時落橋之機會。

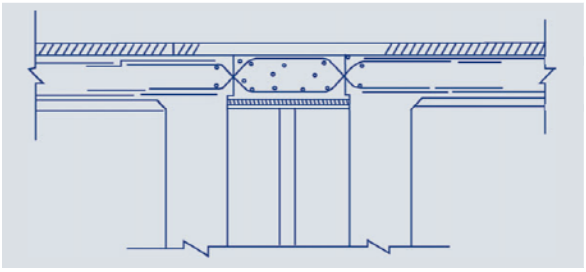


圖2.3.1-1　橋面鉸接板雙鉸示意圖

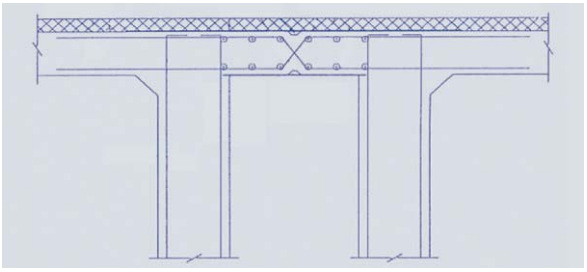


圖2.3.1-2　橋面鉸接板單鉸示意圖

(三) 特殊造型橋

北二高路線部分路段經過風景特定區、特殊地形或地區，為使橋梁之跨越能與當地景觀融合，部分主線橋梁係採用特殊橋型設計(如碧潭橋及新店高架橋等)，除了提昇國內橋梁技術外，更為橋梁工址地區塑造另一不同之特色。另外對於高速公路之用路人，為避免景色單調，跨越高速公路之跨越橋橋型，也配合地形適時採用如π橋等型式跨越橋，使得高速公路整體景觀更為活潑。

二、上部結構斷面演進

(一) 預鑄預力I型梁橋

簡支梁使用初期係以預鑄預力I型梁為主，跨徑15至35公尺不等，並參據美國AASHTO所定之七種標準斷面作為設計及施工，而後因部分跨徑需求較長，又將AASHTO所訂之TYPE VII橋梁梁深增加20公分為TYPE VIII斷面，以使簡支梁設計跨徑可達40公尺，如圖2.3.1-3所示。

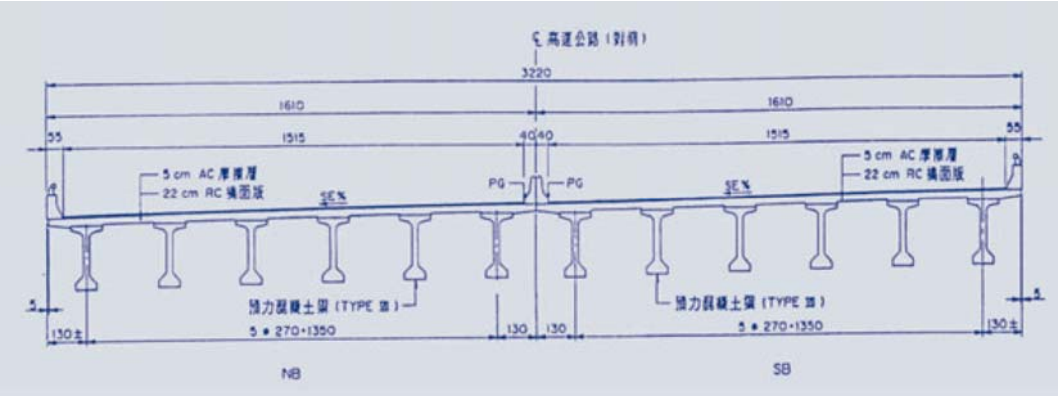


圖2.3.1-3　預力I型梁標準斷面圖

(二) 預鑄預力U形梁橋

為改善預鑄預力I型梁橋之外觀，使之表面平滑並接近箱型梁橋，北二高部分橋梁係採用預鑄預力U形梁橋設計，如圖2.3.1-4所示，惟其因梁自重較重，且仍有簡支梁之跨徑等限制，後續並未大量採用。

(三) 場鑄板梁橋(含中空板梁橋)

對於部分跨徑在15公尺以下之橋梁，在結構型式上以板橋最為經濟，而為減輕板橋內之重量，若橋梁以空心設計即所謂的中空板梁橋(如圖2.3.1-5所示)，其施工方式係在橋面板內放置圓形旋楞套管，北二高工程中在汐止系統交流道部分橋梁既採鋼筋混凝土中空板。由於旋楞套管在施工時受流動混凝土之影響會產生上浮現象，另外在施工時旋楞套管底部混凝土不易澆置良好，又由於板梁只適用於跨徑極短的橋梁，因此在高速公路上極少

使用。

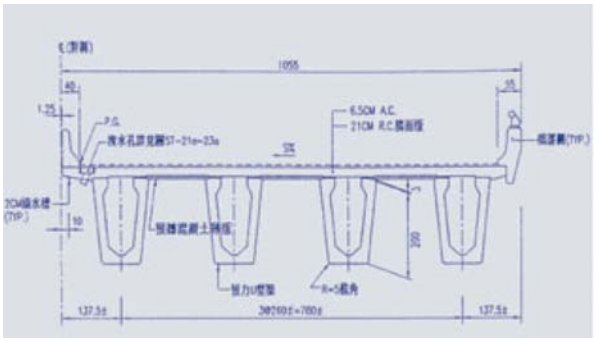


圖2.3.1-4　預力U形梁標準斷面圖

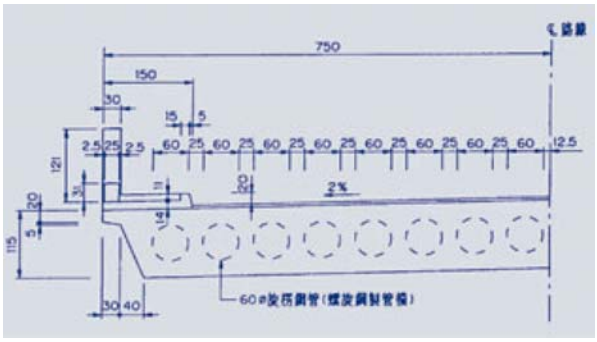


圖2.3.1-5　中空板梁橋標準斷面圖

(四) 預力混凝土雙T形梁橋

在北二高內環線首次引進支撐先進工法橋梁施工時，為使橋梁模板單純且讓工作車能順利將模板移動至下一跨徑而不被橋墩阻檔，因此採用雙T形梁橋配合雙柱式設計(如圖2.3.1-6所示)，雙T形梁橋除具有上述適用支撐先進工法之特點外，結構外觀亦甚為輕巧，為其主要優點。惟由於T形梁橋非封閉型斷面，其抗扭轉勁度不若箱型梁橋為佳，另外T形梁橋若需附掛管線，則管線將外露於外，因此後續設計橋梁多採箱型梁橋設計。

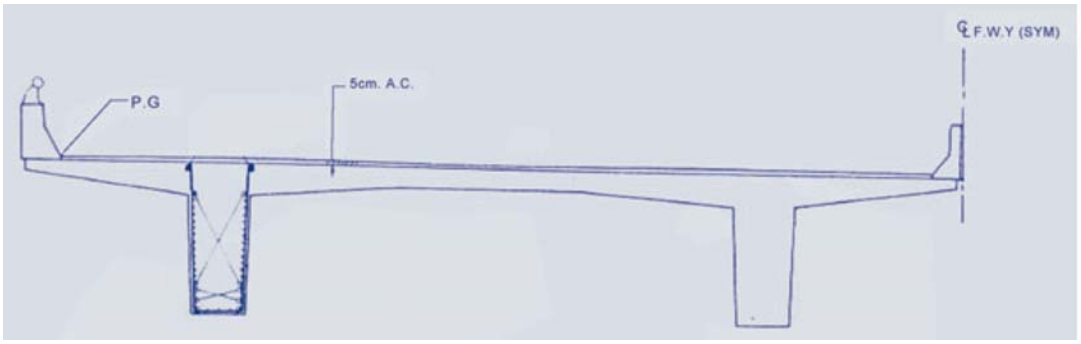


圖2.3.1-6　預力混凝土雙T形梁標準斷面圖

(五) 預力混凝土箱型梁橋

1. 多梁併排式：箱型梁橋於早期設計時若遇橋面板較寬，則需採多根箱型梁方式，早期於中山高曾使用併排箱型梁之方式，但由於會產生二相鄰箱型梁間會有相對撓度，容易造成橋面板損壞，因此後續工程未再繼續使用。

2. 單梁多箱室式：為改善前述多梁併排式之缺點，後續設計遇橋面較寬之橋梁，則採用單梁多箱室式設計(如圖2.3.1-7所示)。

3. 單梁單箱室式：北二高早期橋梁設計，於橋面寬超過12公尺時即採用二箱室設計，二箱室設計雖箱梁之勁度及剛度較大，但有自重大、內模較複雜及施工性較差之缺點。北二高後期設計配合引進自動化橋梁工法，在兼顧結構性及施工性情況之下，適度加大懸臂板懸伸長度，使標準三車道橋面寬16公尺左右之橋梁，均採用單箱室設計(如圖

2.3.1-8所示)，可減少上部結構之量體並縮小橋墩柱斷面，有效改善橋梁之景觀性，並且有利施工效率。

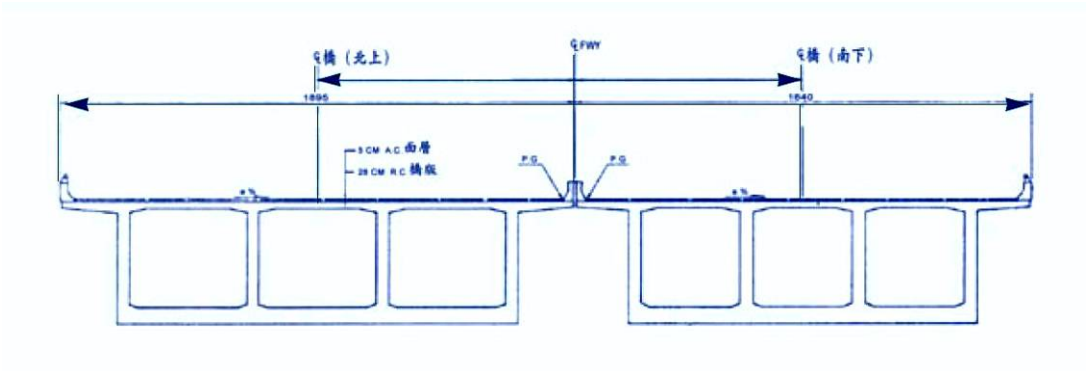


圖2.3.1-7　單梁多箱室箱型梁標準斷面圖

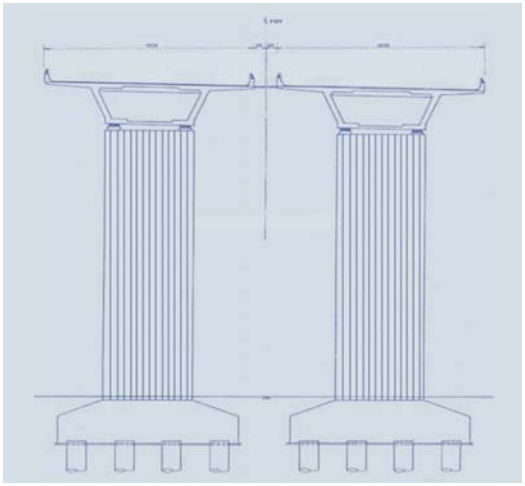


圖2.3.1-8　單箱室箱型梁標準斷面圖

(六) 鋼I型板梁

由於鋼橋之造價較預力混凝土橋為高，且完工後鋼橋養護費用較高，因此高速公路橋梁基本上均以預力混凝橋為主，而對於部分跨徑較大、有交通維持需求或無法以預力混凝土I型梁吊裝之橋梁，則以鋼梁橋設計。鋼梁橋基本型即為鋼I型板梁橋，其雖以吊裝方式設計施工，惟結構系統於施工完成後可為連續梁結構，為其結構性上之優點，另其具有施工快速自重較混凝土橋梁為輕之優點。二高計畫中新店高架橋引橋部分即使用鋼I型板梁橋，惟鋼I型板梁橋，有吊裝與組裝介面較繁瑣，及景觀性與剛度不若鋼箱型梁等之缺點。

(七) 鋼箱型梁及複合梁

北二高後期設計開始，考慮前述鋼I型板梁之缺點，遇需使用鋼梁橋時，則以鋼箱型梁為主。在北二高內環線設計時考慮為使斷面結構效率能充分發揮，節省材料用量，於跨越台一線之鋼橋係採用複合梁設計(full composite)。一般鋼梁與混凝土板結構施工係於鋼梁

吊裝完成後，即拆除鋼梁支撐，隨後再澆注混凝土橋面板，此時混凝土之自重完全僅由鋼梁承受。而所謂複合梁結構係鋼梁於吊裝後，其鋼梁支撐並未即時拆除，俟混凝土澆置硬固後，再將鋼梁支撐拆除，而此時混凝土自重及未來之各項載重均係由混凝土板與鋼梁結合而成之「複合斷面」共同承受，而充分發揮結構斷面之效率，並可減少鋼橋之撓度。

(八) 鋼床板橋

由於前述鋼梁上設混凝土板之結構，若跨徑較大有混凝土自重較大之缺點，因此為減輕鋼梁橋之重量，採鋼床板橋梁之設計，所謂鋼床板(Orthotropic Deck)橋梁係以鋼橋面板上直接鋪築瀝青之結構，北二高新店高架橋為臺灣區高速公路首次採用鋼床板設計之橋梁。

三、下部結構斷面演進

(一) 框架式橋墩

框架式橋墩主要適用於上部結構底面較寬之情況，下部結構頂面因而必需配合以承接上構，為此以設計框架式橋墩較為合宜。其通常使用在上部結構為預力混凝土I型梁橋之情況，其示意圖如圖2.3.1-9所示，

(二) 直柱式中空橋墩

北二高後期設計開始使用預力混凝土箱型梁，由於其上構之底面寬度較小，為利施工性，因此設計以直柱方式施工，又為節省材料及減輕自重，並採用中空橋墩(如圖2.3.1-10所示)方式設計施工。

(三) 擴頭式橋墩

二高後續工作於民國84年後，由於橋梁耐震設計規範之修正，橋梁耐震設計係採韌性設計之觀念，而塑性鉸之位置選擇於橋墩之底部及固接橋墩之頂部，另外基礎必需滿足塑性鉸發生後之彎矩。為避免墩柱尺寸過大影響塑性鉸之發生，因此橋墩尺寸必需適度縮小，在必須同時滿足承接上構尺寸之情況之下，故後續設計之橋墩均採擴頭式之設計，如圖2.3.1-11所示。

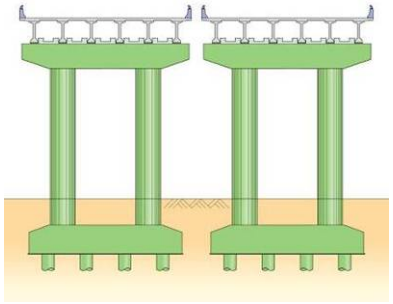


圖2.3.1-9 框架式橋墩

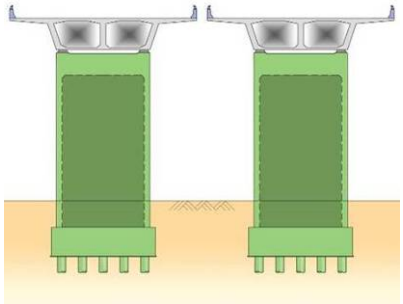


圖2.3.1-10 中空式橋墩

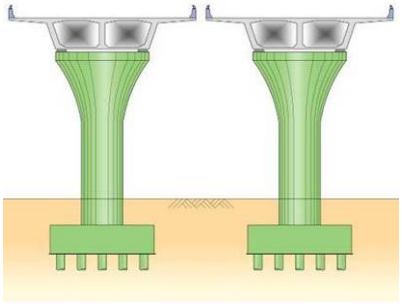


圖2.3.1-11 擴頭式橋墩

2.3.2 橋梁工法之演進

中山高時期橋梁主要工法為預鑄預力I型梁橋採用吊裝工法，而在箱型梁部分除圓山橋及王田交流道穿越橋採用懸臂工法外，均採用現場支撐工法施工。

北二高為使橋梁施工順利跨越地形複雜之地區及避免影響橋下交通，而自國外引進了數種先進之橋梁施工法，包括於內環線大湳高架橋首次使用之支撐先進工法，頭前溪及鳳山溪使用之節塊推進工法，牛欄河橋及關西大橋所採用之剛接式懸臂工法等，藉由先進工法之引進，大幅提升了高速公路橋梁施工之速度及技術。

在下部結構方面，於此時期引進的工法計有全套管基樁及基樁式混凝土橋墩等。

2.3.3 設計規範之演進

一、設計規範版本介紹

北二高橋梁於民國74年開始設計，由於其時公路橋梁設計規範之版本為民國49年版，已有不符現況之狀況，而當時交通部亦正同時辦理規範修正事宜，因此先以規範草案及AASHTO 1983年版作為設計規範。交通部於民國76年正式修訂頒布公路橋梁設計規範，因此北二高後續設計即遵照辦理，而有關地震力部分交通部另於84年頒布「公路橋梁耐震設計規範」，於其後設計之橋梁並據以辦理。另外美國AASHTO公路橋梁標準規範亦分別於1989、1992訂定新版之規範，二高橋梁設計亦適度引用。

有鑑於前述主要規範計有交通部頒及美國AASHTO二種，而國道橋梁設計又有其特殊考量之處，為利設計作業之效率提升，國工局於82年起開始製定橋梁設計注意事項，主要說明國工局橋梁設計所參照之規範，並對設計載重及容許應力部分，針對國道橋梁需要作一準則性規定。本橋梁設計準則並於83年2月、86年2月及91年3月修正，其中91年3月修正部分並將國工局「橋涵設計技術通報」之相關部分併入，以使設計文件單純化。

二、設計載重之演進介紹

(一) 活載重及加成

北二高於開始設計時考慮國內大貨車超載之情況，考慮橋梁設計活載重為依AASHTO HS-20規定再加10%作為活載重設計原則，而於82年之橋梁設計注意事項則將活載重加成係數由10%提升至25%，於二高後續各路段使用。而有關活載重所考慮之車道數係假設路肩寬2.5公尺仍有一車道，其餘部分以設計車道寬(二高後續計畫為3.65M)計算取整數之車道數計算。

(二) 混凝土乾縮潛變

由於混凝土材料之特性，混凝土橋梁於混凝土硬固後會有乾縮潛變之特性，其會對橋梁之上部結構有縮短之效應，連帶會使橋墩受到部分之外力。而有關乾縮潛變之效應，於82年版之橋梁設計注意事項規定，應採用CEB-FIP(1978)或ACI 209(1982)模式計算。另設計注意事項中亦規定，有關乾縮潛變計算時，橋墩之勁度應依破裂斷面模數及長期彈性模數估算，以符實際情況。

(三) 差異沉陷

國道橋梁設計為考慮基礎之可能沉陷因素及未來橋梁維修換裝支承之需求，設計載重內列有差異沉陷之載重。有關本項載重於82年版之橋梁設計注意事項係規定，應考慮任相鄰二座橋墩於縱向至少有10mm之差異沉陷。前述10mm之差異沉陷量，係考慮瞬時發生，因此若為地質緩慢壓密之情況，應可容許較大之差異沉陷量。

(四) 地震力

本計畫範圍北二高橋梁耐震設計，除後來增設之寶山及茄苳兩處交流道工程依據84年頒「公路橋梁耐震設計規範」辦理外，其餘主要係依據76年頒「公路橋梁設計規範」考量設計地震力，如表2.3.3-1。76年交通部頒「公路橋梁設計規範」第2.20節有關地震力的規定，係參照日本道路學會1971年版加以修訂而得，水平地震係數Kh落在0.1~0.27間。84年交通部首度將耐震設計獨立出來，頒佈「公路橋梁耐震設計規範」，除地震總橫力計算方式有很大不同，同時也強制進行韌性設計，並規定了之耐震設計相關細節。現行「公路橋梁耐震設計規範」(98年6月)則以國內外最新相關規範為藍本，納入921地震後相關研究成果加以檢討修訂；並依地震危害度分析成果，參考活動斷層位置與過去大地震發生記錄劃分震區。因此，按最新耐震設計標準，對依76與84年版設計規範設計之既有橋梁進行評估補強，實有其必要性。

表2.3.3-1　設計地震力標準統計

段　別		設計地震標準	
		Kh(76年)	Z(84年)
汐止中和段	12、13、16標	0.15	—
	其它	0.12	—
中和鶯歌段		0.12	—
鶯歌關西段			
關西新竹段	關西大橋	0.15	—
	其它	0.1~0.13	—
新竹竹南段	崎林路等4座高架橋	0.15	—
	其它	0.12	—
新化燕巢段、旗山支線		0.1~0.13	—
寶山、茄苳交流道工程		—	0.23

註：本計畫整理。

2.3.4 橋梁耐震設計之演進

中山高速公路為國內第一條高速公路，路線沿較平坦之平原區、丘陵區而行，橋梁多採預鑄預力I型梁吊裝工法及場撐箱梁工法施工，橋梁跨距多在20~40公尺之間。北部第二高速公路，因路線多經都市計畫外緣，及地形起伏的丘陵區，施工困難度相對提高，因此於規劃設計階段，既有計畫的引進歐洲新式的橋梁工法，並且橋型多採箱型連續梁橋設計，且結構系統儘量採剛接設計，結構分析步驟較中山高速公路時期之橋梁複雜。

一般橋梁系統可分為簡支與連續梁二類，簡支梁於理論上雖對於地表差異沈陷或位移不會造成額外應力，且假設上構破壞落橋後易於修復，惟921集集地震發現斷層通過造成落橋之橋梁，其墩柱亦有傾斜或破壞之情況，且落橋跨徑多不只一跨，因此搶修並非如預期簡易。針對上述情況，考慮連續梁橋具有較多之贅餘度，由於伸縮縫數量減少及贅餘度提高，落橋機會相對減少，相對而言人命損失亦減少，因此國道工程後續設計儘量以連續梁為主。

又部份橋梁由於支承承受極大水平力產生破壞情況，因支承破壞後，地震力無法自上構傳至下構，亦有可能造成落橋，因此在設計上若地震力控制設計，上下構接頭宜儘量採剛接型式，除可有效傳遞地震力外，亦可減少墩柱因地震產生之彎矩，並增加橋梁之贅餘度。

另有關防落橋設施之演進，說明如下：

一、 防落橋長度

提供足夠支承長度為防止落橋最有效之方法，北二高及二高後續時期橋梁之防落橋長度設計，雖已均按各時期之規範規定，辦理橋梁防落長度之設計，惟鑑於921集集地震多處橋梁發生落橋，為減少國道橋梁於地震落橋之機會，國工局於後續設計橋梁之防落長度以規範值N之1.5倍設計。

二、 防震拉條及剪力鋼箱

於北二高及二高後續，國工局規定橋梁上部結構伸縮單元間，於橋墩高度超過15公尺需設置防震拉條，做為防止落橋之第二道防線。鑑於921集集地震多處橋梁發生落橋，雖已於後續設計要求增加防落橋長度為規範值的1.5倍，期能減少橋梁於地震時落橋之發生，但考慮實際橋梁於地震時之不確定因素眾多，增設防震拉條作為防止落橋之第二道防線機制是一快速且便捷的方式，因此對於施工中之橋梁，全面增設防震拉條，而於後續設計均要求需設置防震拉條。

又採支承傳遞上構所受之垂直力及水平力至下構之橋梁，若依84年交通部頒公路橋梁耐震設計規範檢討，支承尺寸需增大甚多，製造成本將增加，又921集集地震後觀察採76年版規範設計橋梁，多處破壞發生於支承之情形，為解決上述問題，後續設計橋梁多採用剪力鋼箱承受水平力，而支承僅承受垂直力，以符合一般支承為承受垂直力為主之精神。

2.3.5 北二高橋梁施工技術

一、節塊推進工法

節塊推進工法(Incremental Launching Method)係將橋梁上部結構分為若干節塊，於橋台後方設置預鑄床進行組模、紮筋及澆置混凝土並達足夠強度後，施拉頂、底板預力鋼腱與前一節塊連結，再利用推進設備將節塊往前推，空出之場地再製造下一節塊混凝土，如此重覆施工直到全部節塊推至定位，再分段拆除鋼製鼻梁及施拉腹板連續預力後，置換臨時滑動支承為永久支承而完成全橋之施作，施工步驟示意如圖2.3.5-1所示。

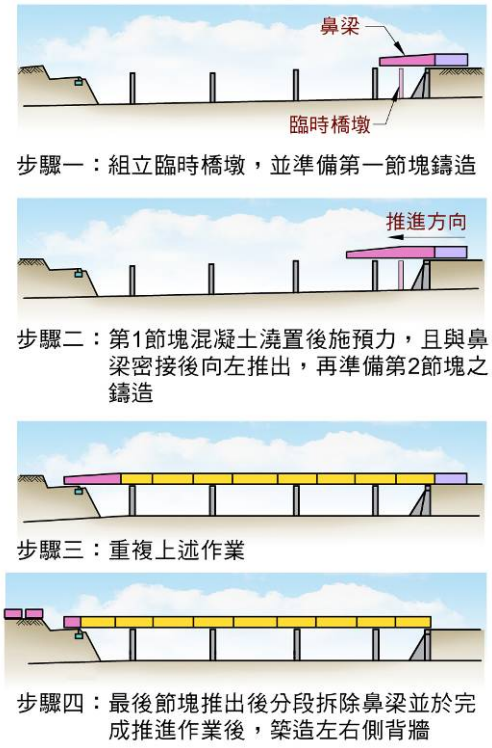


圖2.3.5-1 節塊推進工法施工

1. 優點說明

(1) 無需自地面架設支撐架(scaffolding)，而是以完成橋墩及臨時橋墩作為支撐，施工時可不受地形、地物的影響，適合於跨越河川深谷或交通孔道等地區之施工。

(2) 混凝土節塊之鑄造過程如模板組立、鋼筋彎紮、混凝土澆置、節塊推進及物料儲存等主要作業均集中於橋台後方之預鑄場施工，具有下列優點：

A. 不需移動施工設備及作業場所，對於橋址地形複雜地區更加適合，且無需沿線設置施工便道，可降低施工時對環境造成的衝擊與污染。

B. 主要作業多於預鑄場內施作，大幅減少高架作業，提高施工安全性。

C. 預鑄場亦可架設移動式遮雨棚架，施工可不受天候之影響，節塊鑄造採系統模板施

作，作業具週期性與重覆性，品質與工期較易控制。

(3) 節節推進工法約七天可完成一個節塊，一個節塊的長度一般為跨徑之半，故14天即可完成一橋跨，施工速度快。

(4) 節塊推進工法施工設備較其他橋梁工法簡單，施工時亦無垂直拱度控制問題。

(5) 鑄造完成後利用推進設備作水平移動即可定位，無需使用大型起重設備作垂直吊裝，且完工後設備可重複使用，提昇此工法的經濟效益。

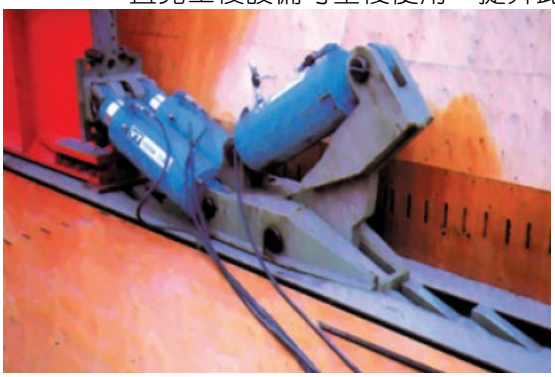


圖2.3.5-2　推進式工法

圖2.3.5-3　拉進式工法

2. 推進方式

(1) 推進式

推進式工法需將兩組油壓千斤頂設置於節塊後端並與腹板相接，利用設置於預鑄床上之反力導軌作為反力座，且反力導軌之平縱面線形需與混凝土底板線形一致。推進時油壓千斤頂施力將節塊向前推出千斤頂，再將唧筒回縮使千斤頂移置於導軌之前一齒座，如此重複前進直到節塊定位，空出的預鑄床再施作下一節塊，如圖2.3.5-2所示。

(2) 拉進式

拉進千斤頂設置於橋台前方並以橋台為反力座，利用高拉力鋼腱連結穿越節塊頂底板的尾端拉進梁，拉進時千斤頂夾住鋼腱施拉拉進梁以帶動節塊，箱梁因此需設預留孔供拉進梁穿過，如圖2.3.5-3所示。由於需考量拉進梁往前移動時之空間，通常預鑄床離橋台約一個節塊長度；拉進第一個節塊時須採行輔助工法或將拉進梁架設在鼻梁中；施作最後一個節塊時，由於拉進梁無法通過橋台，須於節塊尾端設置輔助尾梁方能將節塊拉至定位，如圖2.3.5-4所示。

(3) 頂進式

頂進式施工之橋梁通常千斤頂置於橋台上，於節塊下方設置垂直及水平千斤頂，垂直千斤頂將節塊頂高後，水平千斤頂推動垂直千斤頂而帶動節塊前進，推出一個衝程後垂直千斤頂降下與節塊分離，水平千斤頂隨即將垂直千斤頂收回，如此重複直到

節塊推達定位，其施工配置如圖2.3.5-5所示。

圖2.3.5-4　拉進式工法之輔助尾梁

圖2.3.5-5　頂進式工法

(4) 夾進式

其構造方式及原理類似頂進式，惟將其垂直千斤頂改為夾進千斤頂，因此無頂進式摩擦力不足之情形：夾進千斤頂配置於箱梁外側靠近底板之對稱位置，每一側需兩組千斤頂交互進行節塊夾持與推出，如圖2.3.5-6所示。夾進式施工之橋梁，其千斤頂系統置於橋台，因無需一定自重之條件，可從第一個節塊至最後一個節塊，皆無需輔助設備即可順利推進，因此其預鑄床可直接放置於橋台後方，此點與推進式相同。

圖2.3.5-6　夾進式工法

3.　施工設備

(1) 預鑄床

節塊推進工法橋梁之預鑄床係於橋台後方設置一節塊預鑄施工的場地，預鑄床將節塊重量傳遞至基礎，且節塊係由預鑄床直接推出，因此沉陷量需控制在1mm內，為符合此項要求可於預鑄床下設置千斤頂，若有沉陷發生可隨時校正；惟採推進式之預鑄床由於需承受推進反力，設計預鑄床時亦應考慮。另預鑄床之配置與推進設備選擇有關，施工規劃時宜一併考量。

(2) 鋼製鼻梁

由於節塊推出後於尚未抵達下一橋墩之前，節塊係呈懸臂狀態，會有極大懸臂彎矩產生，因此可於第一節塊前端設置一鋼製鼻梁，利用其重量輕勁度大之特點，且由鋼製鼻梁先支撐於墩頂的滑動支承，可有效減少懸臂彎矩。通常鼻梁長度為跨徑長度之60%，並可於預鑄床分節組裝後再行推出。

(3) 臨時橋墩

鼻梁推出後由於其長度不足以跨至第一座橋墩，因此需設置臨時橋墩以支撐鼻梁。而拉進式、頂推式之橋梁施工因預鑄床與橋台間尚有一段距離，可直接利用橋台支撐鼻梁，故不需設置臨時橋墩。另橋梁因跨越交通孔道使該跨徑設計較標準跨徑為長時，亦可以設置臨時橋墩方式克服；若節塊是由橋台二端向橋梁中央推進，於閉合前亦需設置臨時橋墩以利拆除鼻梁。

(4) 臨時滑動支承墊

節塊推進過程中為減少節塊與其支承點間之摩擦力，需提供一光滑的平面以降低推進時之阻力，通常於各支承點(包括橋墩頂面、臨時橋墩與橋台等位置)利用鐵弗龍墊片(PTFE板)與不銹鋼板面間的低摩擦力作成臨時支承墊來達成目的，如圖2.3.5-7所示。節塊推進時，PTFE板隨著節塊前進而滑出，接續之PTFE板須緊鄰置放，以免推進時單片PTFE板墊承受過大之壓力，而於移出支承時因解壓彈出。

圖2.3.5-7　臨時支承墊及鐵弗龍墊片

(5) 側向導架

節塊推出後為控制方向，並避免超高及推力不平衡造成節塊側向滑出橋墩，因此需於柱頂兩側設置側向導架，以束制其前進方向。導架與節塊間約需留5cm之間隙，兩導架內側面至少有一側設有鐵弗龍滑動支承墊以減少摩擦力，以免因碰觸造成摩擦力過大。

(6) 制動設施

節塊推進於施工過程中，為防止推進或靜止時發生超出預期的重力下滑現象，需設置制動設施使節塊能迅速停止移動。

4. 應用

北二高橋梁施工採用節塊推進工法之統計資料與應用橋表詳見表2.3.5-1。

(1) 北二高頭前溪橋位於新竹縣竹東鎮，橫跨頭前溪，橋梁全長796.8公尺，為國內第一座採用節塊推進工法設計施工之橋梁。結構配置採預力混凝土箱型梁設計，共分為兩個結構單元。橋面淨寬15.25公尺，梁深3.7公尺，採推進式施工，該橋最快時曾以14天完成46公尺一跨距之推進作業。

(2) 北二高鳳山溪橋，位於新竹縣關西鎮，橫跨鳳山溪，橋梁全長約636公尺，上部結構由14跨連續預力箱型梁所組成，採用拉進式施工，曳引動力系統為拉進方式。

(3) 北二高樟樹里高架橋，以節塊推進工法施工之北上線橋長318.5公尺，南下線橋長332公尺，上部結構為8跨連續預力箱型梁，採用頂推式施工。

表2.3.5-1 本工程橋梁採節塊推進工法設計統計表

路段名稱	橋梁名稱	起迄里程(k)	橋面淨寬(M)	跨徑配置(M)	橋梁長度(M)
汐止中和	北側基隆河橋	S0+411(N)~0+064 N0+404(N)~0+071	S=19.2 N=19.2~11.7	45+7@55+45	475
	樟樹里高架橋	S11+847.5~12+179.5 N11+818.1~12+136.6	15.45×2	S=31+7@43 N=31+5@43+38+34.5	S=332 N=318.5
	景美溪橋	S20+632.8~21+119.0 N20+437.8~21+012.6	15.45×2	S=4@50+4@47.8+2@50 N=2@54+53.8+56.2+53.8+5@50.5+50.4	S=491.2 N=574.7
	猴山坑橋(匝道4)	0+266.409~0+141.409	7.5	45+2@40	125
	匝道4景美溪橋	1+053.35~1+224.50	7.5	45+50+45+31.15	171.15
	台北聯絡線景美溪橋	0+548.6~0+796.5	23.0	33.95+40+33.95+45+50+45	247.9
關西新竹	鳳山溪河川橋	S81+867.1~82+501.1 N81+844.3~82+481.7	15.45×2	S=28.99+12@48+28.99 N=30.72+12@48+30.72	S=633.98 N=637.44
	頭前溪橋河川橋	90+883.3~91+680.1	15.25×2	27.40+35+15@46.5+36.9	796.8
新化田寮	彎崎溪河川橋	267+098~267+563	15.15×2	32+3@43+60+2@39+66+6@41+29	640

二、支撐先進工法

支撐先進工法於民國80年首次引進採用於北二高桃園內環線大湳高架橋，之後南二高及中二高計劃亦陸續使用，屬第二高速公路橋梁施工之主力工法。本工程二仁溪二號河川橋即採此工法施作，請參見表2.3.5-2。

表2.3.5-2 支撐先進工法橋梁資料

路段名稱	橋梁名稱	起迄里程(k)	橋面淨寬(M)	跨徑配置(M)	橋梁長度(M)
田寮燕巢	二仁溪二號河川橋	S269+955~271+140 N269+945~271+055	15.15×2	Max80 typ40 S=280+300+280+160+165(5 PART) S=280+310+280+160+80(5 PART)	S=1,185 N=1,110

支撐先進工法係將模板組立於活動支撐鋼架上，待整跨橋梁澆鑄完成後，將活動支撐架推移至下一跨，再施作該跨橋梁，如此重覆向前推進，如圖2.3.5-8所示。支撐先進工法之工作車可分為支撐型及懸吊型。支撐型工作車是將支撐荷重之主梁及模板配置下部結構，即將其安置於固定在橋墩兩側之托架上(圖2.3.5-9)；而懸吊型工作車將主梁及模板以桁架懸吊於上部結構(圖2.3.-21)。國內除了中山高汐止五股高架橋拓寬工程之汐止內湖段之雙T型場鑄預力混凝土橋(圖2.3.5-11)及南二高C374標田寮燕巢段之箱型梁場鑄預力混凝土橋(圖2.3.5-12)採用懸臂吊模工法施工外，其餘支撐先進工法橋梁多使用支撐型工作車(圖2.3.5-13)。本工法之支撐架由桁架懸吊或架設在已完成之橋墩上，施工期間不受橋下地形地物限制，亦不影響橋下空間使用或妨礙交通。支撐架及模板設備可循環重覆使用，減低成本，具經濟效益。

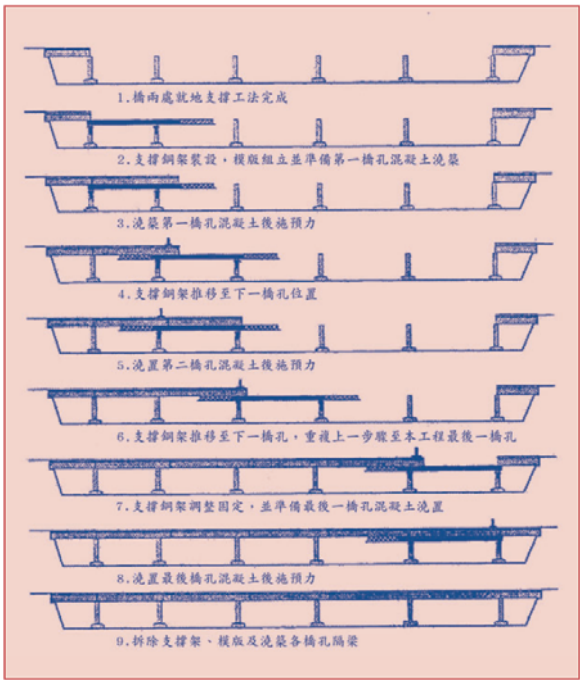


圖2.3.5-8　支撐先進工法施工

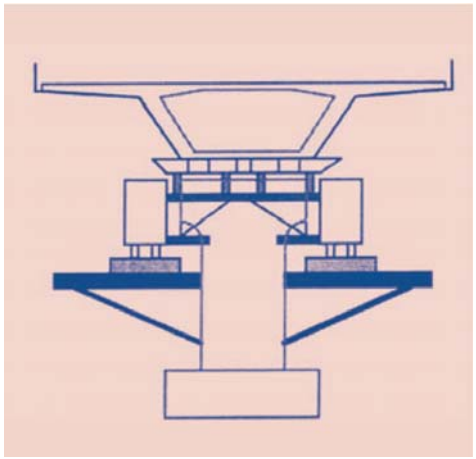


圖2.3.5-9　支撐先進工法支撐型工作車

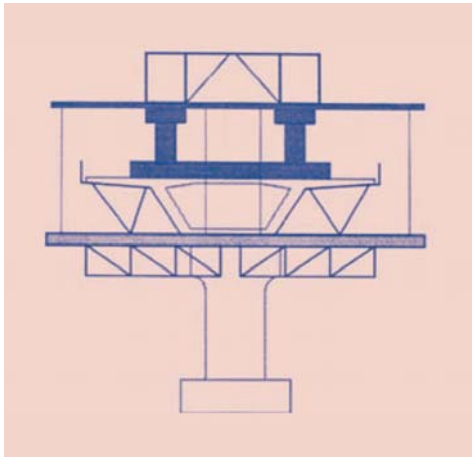


圖2.3.5-10　支撐先進工法懸吊型工作車

圖2.3.5-11　中山高汐五高架拓寬工程懸臂吊模工法

圖2.3.5-12　南二高C374標田寮燕巢段懸臂吊模工法

圖2.3.5-13　支撐型工作車(雙T型梁)

支撐先進工法為推進支撐架與模板等施工設備之機械化循環施工，上部結構需採等斷面設計，因此較適用中跨徑橋梁。二高所採用之支撐先進工法橋梁上部結構之斷面型式，以箱型梁及箱型梁配合預鑄斜撐板為主。橋寬16公尺以下時通用單室箱梁，橋寬16公尺以上時適用單室箱型梁配合預鑄斜撐板(圖2.3.5-14)。

圖2.3.5-14　箱型梁配合預鑄斜撐板

三、場鑄懸臂工法

懸臂工法發展迄今已有50年以上的歷史，由於其不須使用大量的支撐鷹架，因此施工時不會影響橋下舟、車之通行，且不受季節或河道水位之影響，一般皆用於高橋墩、大跨徑之橋梁。初期的懸臂式預力橋梁，其跨徑中央的連接是以鉸接方式結合，此種連接方式使得橋面因混凝土潛變、乾縮等長期行為的影響而產生較大的垂直變位導致橋面高低起伏的情形發生；其後由結構分析方法之精進，而有連續剛構架構築之懸臂工法橋梁誕生。藉由連續剛構架結構特性，

不僅克服了跨徑中央鉸接點撓度過大的缺點，亦使得橋梁因橋面伸縮縫數量減少而提供較佳的行車舒適性，並進一步提昇了國內橋梁的施工技術及營建水準。

場鑄懸臂工法係下部結構完成後，先施築橋柱柱頂節塊再二部工作車分別架設於橋柱柱頂節塊之兩側上，以每一塊5~7天工期逐節向兩側施築，各節塊間先拉預力鋼建腱連接，俟澆置各內跨中央之閉合節塊混凝土後再施拉連續預力鋼腱連接完成。施工法步驟請參見圖2.3.5-15。

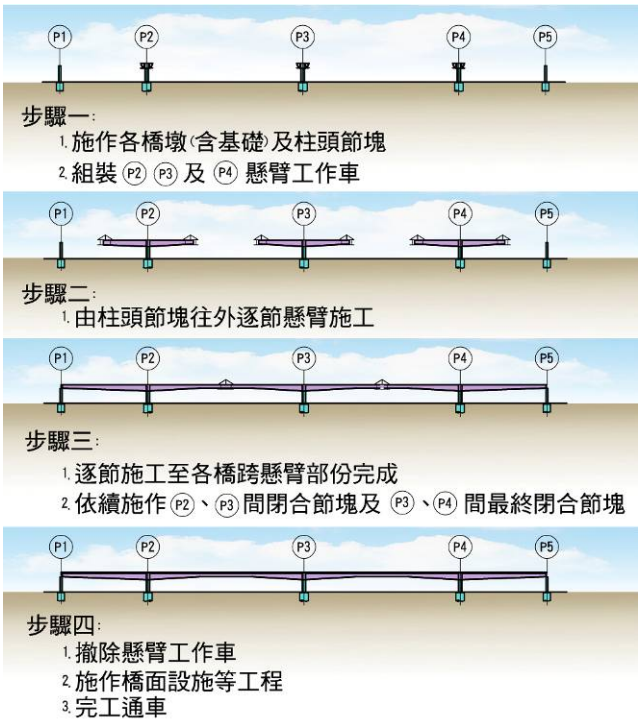


圖2.3.5-15　場鑄懸臂施工

1. 工作車類型

(1) 壓重式工作車

壓重式工作車(圖2.3.5-16)係以後方壓重方式平衡工作車承載的模板及混凝土重量，此類工作車本身穩定性較高，橋面亦無須設置太多預留孔，且組裝、拆卸及移動作業均較簡單；惟此種工作由於自重甚大，所以在施工階段將使得各斷面應力增大許多、尤其對於較長之橋跨更為不利，因此近年來施築之懸臂工法橋梁中，幾乎已看不到採用壓重式工作車的案例了。

(2) 錨碇式工作車

錨碇式工作車(圖2.3.5-17)承載之模板、構架及混凝土重量是以高拉力鋼棒錨碇於已完成之混凝土大梁上，故澆置節塊時須於橋面預留錨碇孔，且施工操作較為複雜，惟因其不須壓重故工作車重量較輕，對於施工中應力的影響較小，隨著現今採用懸臂工法橋梁的跨距要求越來越大，因此絕大多數懸臂工法橋梁皆已改採錨碇式工作車施

築。

圖2.3.5-16　壓重式工作車

圖2.3.5-17　錨碇式工作車

2. 施工方式

場鑄懸臂工法可採用二部工作車，左右同時進行施工(平衡施工)，也可採用左右交錯的方式施工(不平衡施工)。由於計算複雜度上的考量，早期大多數都以平衡施工法來施作，但由於此種施工方式在人力及機具的調配上有較大的限制，故在目前實際的運用上多採不平衡施工法施作。此種方法對於作業人力、機具之調配具有較高之靈活度，也較符合經濟效益，但是也由於在柱頭節塊兩端之節塊數目、重量並不平衡，所以墩柱底部在施工期間將承受較平衡式施工法較多的彎矩。

3. 應用及推廣

場鑄懸臂工法並非只能用在單一的懸臂式預力混凝土橋梁上，實務上它亦可配合應用在其他型式的橋梁，如拱形橋梁的建造上，北二高汐止中和段碧潭橋在主橋兩墩柱間拱形跨頂部分，即是利用場鑄懸臂工法完成，圖2.3.5-18。

近年來場鑄懸臂工法已大量運用於國內橋梁施工中，北二高橋梁工程中為克服地形、地物障礙亦採用為數甚多之場鑄懸臂工法，相關資料詳見表2.3.5-3內容。

圖2.3.5-18　碧潭橋場鑄懸臂工法

表2.3.5-3　本工程採場鑄懸臂工法橋梁統計表

路段	橋名	橋長(M) 採用本工法跨徑配置(M)	斷面型式	橋面寬 (M)	橋墩最大高度 (m)	節塊長度 (M)	梁深 (M)
汐止 中和	景美溪橋	N=1074.7　S=900 N=55+3@84+55+2@50 S=55+3@84+55+46.75	單室箱型梁	S=24.5~15.45 N=24.2~15.45	46	3.5	4.6
	景美溪橋 匝道2	271 35+55+35+48+50+48	單室箱型梁	7.5~13.05	30	3.5	3.2
	碧潭橋	N=814.2　S=781 160	單室箱型梁	16.35×2	25	3.2 (閉合節塊)	3.5~8.9
	樟樹里 高架橋	N=63　S=576.5 48+90+48	箱形梁	S=16.4~17.46 N=19.4~20.19	16.02	3	3~5.735
鶯歌 關西	牛欄河橋	570 75+3@120+75	3室箱形梁	S=16.40 N=18.95	43	3.2	3.2~6.6
	關西大橋	700 33.5+48+33.5+75+3@120 +75	3室箱形梁	S=16.40 N=18.95	43	3.2	3.2~6.6
田寮 燕巢	二仁溪二號 河川橋	40+80+40=160	箱形梁	S=16.1 N=16.1	24.2	5	2.5~4.2

註：表列二仁溪二號河川橋資料僅為採場鑄懸臂工法橋梁單元資料，非全橋資料。

四、預鑄斜撐板工法

本工法須配合其他工法一起施作，其施工步驟依序先完成橋梁上部結構箱型梁主梁部分後，再於主梁兩側以支撐鋼棒架設預鑄斜撐板，並澆置兩外側橋面板，俟橋面板混凝土達到預期強度後，再施拉橫向預力，詳圖2.3.5-19。其優點包括：

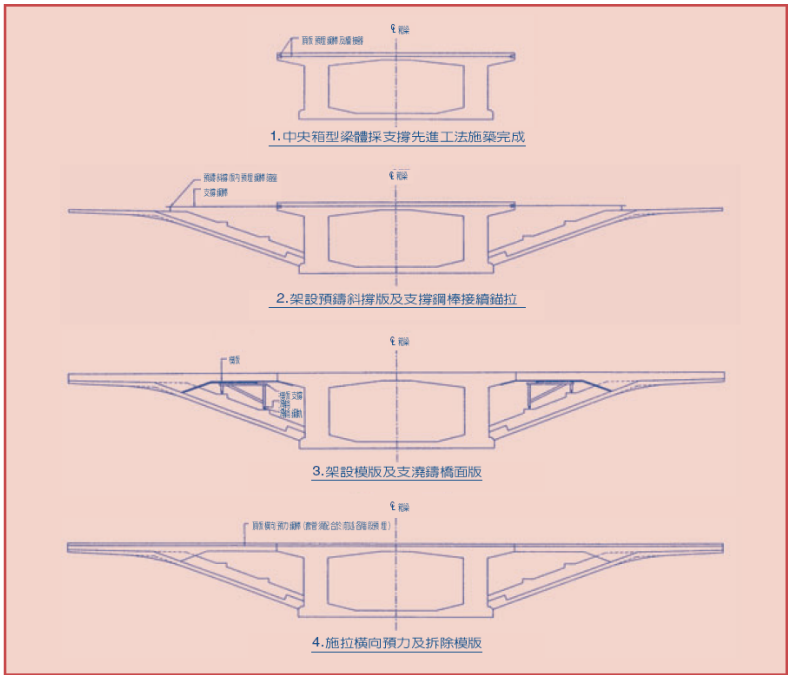


圖2.3.5-19　預鑄斜撐板施工示意圖

(1) 縮小橋墩柱之斷面尺寸，適於市區高架橋及山谷陡坡橋墩，可減少橋墩占用地面車道空間及減少坡面開挖。

(2) 減輕上部結構節塊施工時之重量。

(3) 橋梁外形輕巧美觀。

(4) 對於橋墩不高之橋梁，因梁深較淺，故較無壓迫感。

本工法之預鑄斜撐板僅為上部結構箱型梁一部分；其餘主要部分為橋梁上部結構箱型梁主梁，則須現場先行施作，其工法可採場撐逐跨工法、節塊推進工法、支撐先進工法或場鑄懸臂工法等。本工程北側基隆河橋既採用節塊推近工法配合預斜撐板施工之案例，詳參見表2.3.5-4。

表2.3.5-4　二高預鑄斜撐板工法橋梁統計表

路段	橋名	橋面寬(m)	橋長(m)	跨徑(m)	工法
汐止中和	北側基隆河橋	S=19.20 N=11.7~19.2	475	Typ.55max.55	ILM+PROP

五、下部結構施工技術

1. 全套管基樁及高壓灌漿

全套管基樁適用於深基礎為場鑄樁的重要工法之一，相較於反循環樁其施工品質較可靠，由於有套管的保護大幅降低斷樁及樁體不連續的問題，其價格雖較反循環樁較高，但因全套管施工機具的普及性使兩者的差價漸漸縮小，故基於基樁品質確保的考量，北二高開始引進全套管基樁，而於中南二高中大量採用，除少數因施工空間及地形的限制外，第二高速公路場鑄樁多採全套管基樁。場鑄樁樁底高壓灌漿之主要目的為確保基樁點承力的提供及減少沉陷量，所以對特殊重要橋梁及差異沉陷較敏感的上部結構橋梁有採樁底高壓灌漿，如北二高頭前溪橋。

2. 井式基礎

橋梁路線經過丘陵地域或山區，雖然地層的承載力不弱，但直接基礎設計常因橋墩彎矩大而使直接基礎需很大的尺寸，再由於地形的因素導致需大幅邊坡的開挖及發生直接基礎在邊坡上的穩定問題，如二高後續基汐段則遭遇類似的情況，為減少邊坡開挖及降低對環境的衝擊而採用深基礎，再因全套管施工機具受地形及可及性的限制，本路段採井式基礎，每個橋墩基礎皆由數個井式基礎組合而成，此方法可提供很大的偏心載重且大幅減少邊坡開挖。

3. 沉箱基礎

河川橋若沖刷深度大易引發基樁未支撐長度很長，由於基樁的尺寸較小易導致細長柱的結構設計，再考量暴雨時浮石等對基樁的撞擊會損害基樁的完整性，故在此情況下會採勁度較大的沉箱基礎，更重要的是民眾及水利單位較不能接受基樁裸露的現象，導致在大沖刷深度的深基礎採用沉箱基礎。再由於相較於樁基礎，沉箱的尺寸較小，故於橋梁基礎設置受限於現地地形及地物之情況下，亦有採沉箱基礎替代樁基礎，可縮短橋梁跨距配置之功能。

4. 基樁式橋墩

高速公路路線於下方穿越現有道路的情況，一般多採先路塹開挖後再新建跨越橋，本方法則為先施做跨越橋的基樁，並將基樁做為跨越橋的橋墩及基礎，跨越橋上部結構的施工則可於路塹開挖前施工，本方法可節省上部結構的模板支撐費用，且可降低上部結構施工的危險性。

2.3.6 橋梁材料

一、混凝土

鋼筋及預力混凝土結構中，混凝土主要是用來承受壓力，故一般而言係以混凝土圓柱試體28天抗壓強度f'c代表混凝土之設計強度。混凝土強度愈高，其材料成本雖然相對較高，但具有可承受較高之應力、彈性模數較高、乾縮潛變較小、水密性較高、抗蝕性較佳、可提高耐久性等優點。依據美國混凝土協會ACI363委員會之定義，在不使用外來材料或特殊技術生產，且其28天單軸抗壓強度超過420kgf/cm^{2}之混凝土均可謂之「高強度混凝土(HSC)」。早期國工局橋梁結構物混凝土之設計強度，一方面依據其載重需求，一方面因為國內混凝土生產技術及成本之限制等因素，設計強度一般採350kgf/cm^{2}以下之中低強度之混凝土為主。隨著科技的發展進步，國內混凝土產製技術與品質亦大幅提昇，國內預拌廠已逐漸具備產製施工性良好之高強度混凝土之能力，且生產成本亦愈趨下降。配合國內混凝土工程技術發展，國工局橋梁結構部分構件之混凝土設計強度隨之逐漸提高為高強度混凝土，例如預鑄節塊預力混凝土梁之混凝土設計強度提高為420kgf/cm^2，甚至中二高快官草屯段烏日連絡道穿越橋採用560kgf/cm^{2}之高強度混凝土施工。

國工局橋梁工程各部構件之混凝土設計強度，配合國內混凝土工程技術之發展及生產成本等狀況，綜合考量耐久性、經濟性及施工性等因素，不同時期階段部分構件強度有作不同之修訂調整，例如橋墩柱之混凝土從240kgf/cm^{2}調整為350kgf/cm^2，墩柱基礎則從240kgf/cm^{2}調整為280kgf/cm^2：以下表2.3.6-1及表2.3.6-2詳列在不同時期各路段新建橋梁工程，其各部構件混凝土設計強度之規定。

表2.3.6-1　國道橋梁各部構件混凝土設計強度規定(76~82.2)

工程路段：北二高路段	
橋梁各構件	28天抗壓強度f'c
預力混凝土(含箱型梁之隔梁)(施預力強度f'ci=280kgf/cm^{2}或依設計需求)	350kgf/cm^2
RC橋面板及其隔梁、橋護欄、橋隔欄、緣石、進橋板、橋台、橋墩基腳、沈箱、擋土牆、箱涵	240kgf/cm^2
支承之鋼筋混凝土墊	240kgf/cm^2
橋墩、場鑄基樁(水中混凝土澆置強度係以280kgf/cm^2，辦理，設計強度係以240kgf/cm^{2}計算)	240kgf/cm^2
墊底混凝土	80kgf/cm^2
預鑄預力混凝土基樁	800kgf/cm^2

表2.3.6-2　國道橋梁各部構件混凝土設計強度規定(82.2~85.1)

工程路段：高雄環線、台南環線、桃園環線、台中環線、田寮燕巢段、燕巢九如段、竹南西湖段、西湖大甲段、雲林嘉義段、南投路段、白河新化段、新化田寮段	
橋梁各構件	28天抗壓強度f'c
預力混凝土(含箱型梁之隔梁)(施預力強度f'ci=280kgf/cm^{2}或依設計需求)	350kgf/cm^2
RC橋面板及其隔梁、橋護欄、橋隔欄、緣石、進橋板、橋台、橋墩基腳、沈箱、擋土牆、箱涵	240kgf/cm^2
支承之鋼筋混凝土墊	350kgf/cm^2
橋墩、場鑄基樁(水中混凝土設計強度以240kgf/cm^{2}計算)	280kgf/cm^2
墊底混凝土	80kgf/cm^2
預鑄預力混凝土基樁	800kgf/cm^2

二、鋼筋

鋼筋於混凝土結構中主要承受拉力，並使鋼混凝土構件具有韌性。採用高強度之鋼筋雖其單價較一般強度之鋼筋高(約高5%)，但其強度比一般強度鋼筋高出1.5倍，相較之下採用高強度鋼筋仍有其經濟性。惟在高速公路建設之各階段，對於採用高拉力鋼筋尚需考慮鋼鐵廠之供應能力，另結構受力較大之處鋼筋配置較密集，其鋼筋號數亦較大，因此一般而言大號鋼筋有使用高強度鋼筋之需求，因其可減少鋼筋數量，增加施工性。

1.　材料強度之演進

鋼筋於混凝土結構中主要承受拉力，並使鋼混凝土構件具有韌性。採用高強度之鋼筋雖其單價較一般強度之鋼筋高(約高5%)，但其強度比一般強度鋼筋高出1.5倍，相較之下採用高強度鋼筋仍有其經濟性。惟在高速公路建設之各階段，對於採用高拉力鋼筋尚需考慮鋼鐵廠之供應能力，另結構受力較大之處鋼筋配置較密集，其鋼筋號數亦較大，因此一般而言大號鋼筋有使用高強度鋼筋之需求，因其可減少鋼筋數量，增加施工性。

(1) 中山高速公路

所有鋼筋均為竹節筋，其降伏強度(fy)為2,800kgf/cm^2。

(2) 中山高圓山橋

圓山橋設計時係以上構22φ以上(含22φ，下同)、下構19φ以上採fy=4,200kgf/cm^{2}鋼筋設計，惟施工時因國內29φ以上之鋼筋並無生產高強度鋼筋，因此29φ乃改用fy=2,800kgf/cm^{2}設計。

(3) 北二高路段

所有鋼筋均為竹節筋，其強度規定：

29φ以上：2,800kgf/cm^2

32φ以上：4,200kgf/cm^2

(4) 於民國80年代末期國內出現熱處理鋼筋(俗稱水淬鋼筋)，國內承包商大量採用，因其鋼筋降伏強度較高，將影響結構物韌性，又因其係以熱處理方式達到強度，焊接後可能改變其特性，因此國工局於90年3月以後設計之結構物不得使用熱處理鋼筋。

2. 材質銲接性之演進

由於鋼筋焊接後，受熱之變化將使鋼筋變脆，為改善此性質，必需限制鋼筋內之碳當量，即所謂之可焊鋼筋，因鋼筋有焊接需求部分主要為基樁之鋼筋，因此初期係規定基樁之鋼筋需使用可焊鋼筋，而後期則配合耐震設計需求，採用CNS420W之鋼筋，同時其亦為可焊鋼筋。

(1) 民國82年8月訂定

規定場鑄混凝土基樁之縱向主筋為19ϕ以上者，須符合ASTM A706 GRADE 60材質之規定。

(2) 民國85年1月修訂

規定場鑄混凝土基樁之鋼筋及其他需焊接之高強度鋼筋(4,200kgf/cm^2)，須符合ASTM A706 GRADE 60材質之規定。

(3) 民國90年3月修訂(目前採用)

A. 現場施工部分所用鋼筋：規定13ϕ以上為可焊接鋼筋SD 420W，10ϕ為一般鋼筋SD 280。

B. 非現場施工部分所用鋼筋(例如預力混凝土基樁及土木管道之預鑄人孔及手孔等設施)：均為非可焊接鋼筋SD420及SD280。

3. 結構耐震性之演進

交通部於民國84年2月頒訂公路橋梁耐震設計規範後，橋墩需能產生塑鉸吸收地震能量，為達此目的，橋墩之箍筋配置必需更為密集，以避免主筋挫屈。該規範對於箍筋配置重點放在塑鉸區，而國工局於民國88年4月另參考日本阪神地震災後報告在兼顧施工性及經濟性，將有關墩柱箍筋配置原則如下：

(1) 為兼顧施工性及經濟性，原則上採等間距配置，箍筋量可依結構需求採不同直徑鋼筋方式調整。

(2) 圓形、矩形及長六邊形橋墩之外圍環箍筋及輔助箍筋形狀為考量施工性，設計圖允許

環箍筋以設置彎鉤埋入混凝土及設置輔助箍筋方式搭接；輔助箍筋則允許於混凝土核心內搭接，如下所述：

A. 環箍筋部分

a. 依圖2.3.6-1~2.3.6-3所示辦理。

b. 環箍筋之搭接長度及圖2.3.6-1、2.3.6-2所示環箍筋之彎曲埋入混凝土長度L應依施工技術規範規定之標準彎鉤長度辦理，上下層搭接位置應交錯排列。

c. 圖2.3.6-3所示環箍筋搭接位置須配置於輔助箍筋內。

d. 鋼筋之保護層4cm係由橋墩外緣至環箍筋外緣。

B. 輔助箍筋部分

a. 依圖2.3.6-4~2.3.6-7所示辦理，其所示環箍筋形狀僅為示意，實際應依環箍筋部分所示形狀辦理。

b. 圖2.3.6-4、2.3.6-5所示輔助箍筋兩端彎鉤之角度採90º及135º，且其與環箍筋分別所在平面應有適度角度，使每一端彎鉤均能鉤住主筋及環箍筋，且輔助箍筋於同層間及上下層相鄰處彎鉤均應交錯配置該兩種角度。

c. 圖2.3.6-5之橋墩尺度若較大，輔助箍筋可搭接，惟其兩端彎鉤應改為180º。

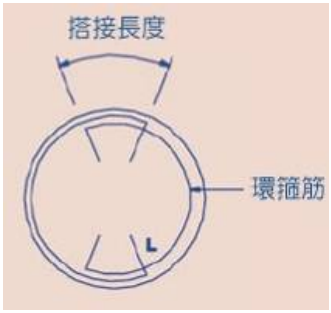


圖2.3.6-1　圓形橋墩之外圍環箍筋

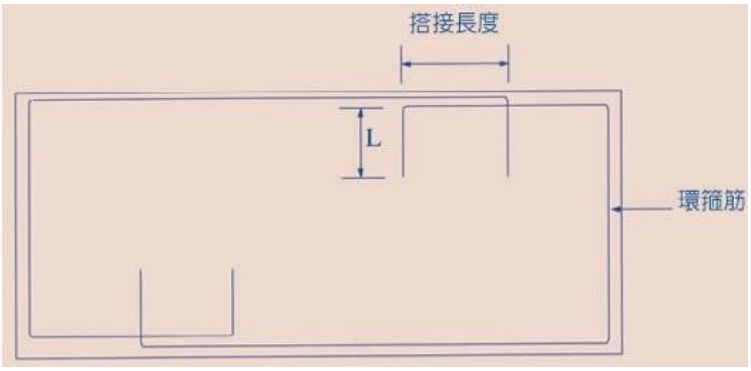


圖2.3.6-2　矩形橋墩之外圍環箍筋

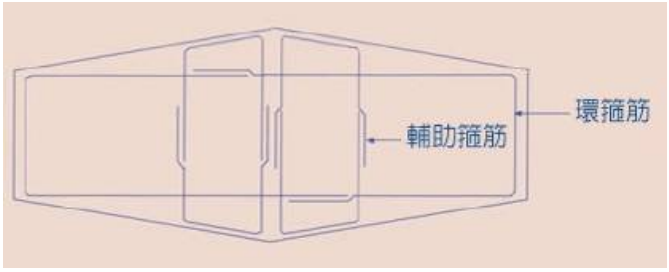


圖2.3.6-3　長六邊形橋墩之外圍環箍筋

圖2.3.6-4　圓形橋墩之輔助箍筋

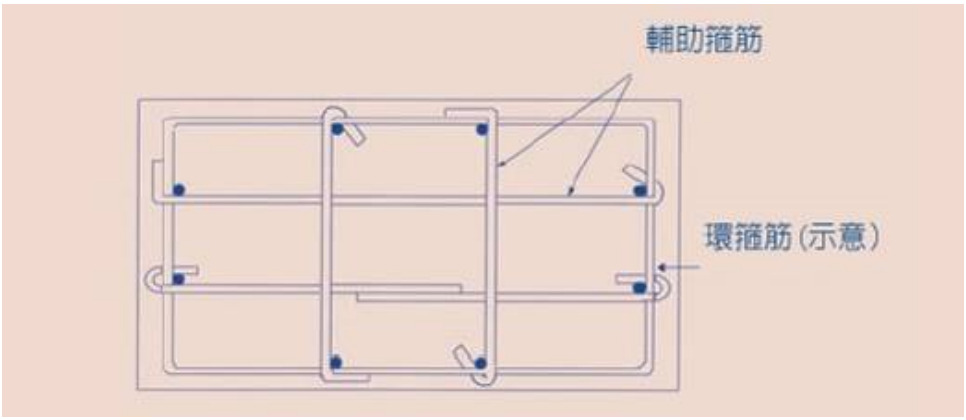


圖2.3.6-5　矩形橋墩之輔助箍筋

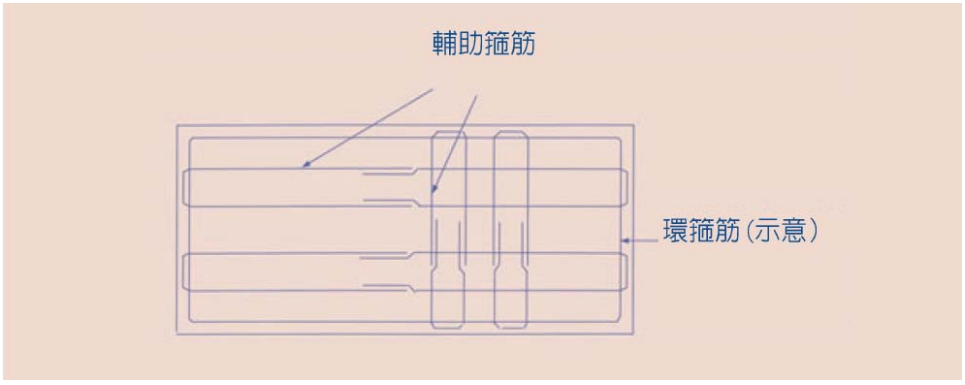


圖2.3.6-6　矩形橋墩之輔助箍筋

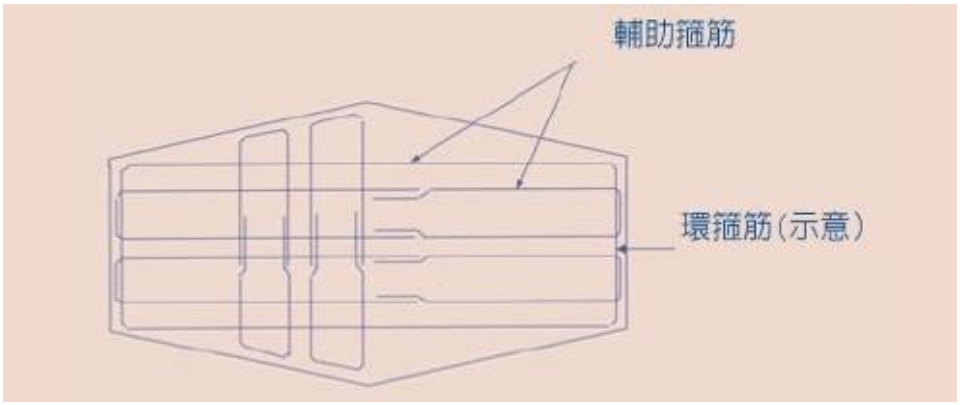


圖2.3.6-7　長六邊形橋墩之輔助箍筋

2.3.7　橋梁附屬設施

一、橋梁支承

橋梁支承係傳遞作用力及提供上下部結構間適當之束制關係，對於橋梁整體結構之力學行為影響頗鉅。其於設計時應考量容許位移量及承載能力之需求，施工時更應留意。

台灣早期所建橋梁型式因受限於施工機具設備之能量，多採預鑄預力I型梁構築，箱型梁則占少部分，且跨徑亦不大，支承所承受之載重較小，故支承之類型採人造橡膠支承墊(Neoprene

Bearing)。此型支承墊係由人造橡膠內夾數層鋼板而成，外型為一矩形立方體，其安裝作業頗為簡便。

自民國七十年代興建北二高以來，因其路線行經山區，且為減少對環境及生態之影響及破壞，採橋梁型式構築之比例較中山高大幅提升，不僅長度增加許多，並多採中大跨徑配設，乃至其後之北宜高速公路及二高後續計畫。橋梁之數量更為激增。

由於橋梁跨徑之加大，支承所承受之載重亦隨之增大，另為配合連續梁橋結構系統提供上下構間適當束制關係，乃漸採鋼製之盤式支承(Pot Bearing)，並已成為國道橋梁之大宗。

二高興建初期之北二高階段對盤式支承之施工規範並無具體著墨，僅規定應為特定國家地區之優良廠商產品，並依AASHTO "Standard Specifications for Highway Bridges"設計篇第19章及施工篇第18章規定辦理。交通部90年頒「公路橋梁規範」雖增列盤式支承之相關規定，惟因係以前述AASHTO規範1996年版為藍本，致仍尚欠明確。鑒於國道工程所用盤式支承之數量龐大，而工地及業界反應因諸多細節未訂明致有標準不一情事，國工局經多方蒐集各國規範資料，以歐洲規範EN1337對盤式支承之規定最為完善，故自二高九如林邊段工程開始乃參考其部分內容補強原訂規範，並再持續研究及加強以臻妥適，於後續設計路段採行。

北二高時期係限定應為歐洲、北美、日本之優良廠商產品，二高後續計畫初期則先開放250tf以下得採國產品，至今則不限產地。

二、橋面伸縮縫

橋面伸縮縫的主要功能係為提供容許橋梁上構自由伸縮並維持行車平順需求，雖為橋梁附屬構件而非主要構件，但其品質直接影響到橋面伸縮功能是否能夠正常發揮，以及行車之舒適性與安全性，故其重要性自不待言。

橋梁伸縮縫型式與伸縮量之關係主要是依據設計總伸縮量、功能性、耐久性、行車舒適性、經濟性及維護性來考量。一般而言，橋梁伸縮縫型式及其適用性包括下列幾種：

1. 小型伸縮縫：由於橋面伸縮間隙小，對行車跳動、伸縮縫衝擊及耐久性之影響較小，可採用開放型(Cut Off Type)伸縮縫或小型之鋼質齒型(Finger Plate Type)伸縮縫。

2. 中型伸縮縫，因伸縮量需求較大，宜採用能滿足行車平順性及耐久性之伸縮縫，以避免伸縮問隙過大致行車產生跳動及車輛衝擊損壞，例如採用鋼質齒型(Finger Plate Type)伸縮縫。

3. 大型伸縮縫，伸縮量需求最大，宜採用能滿足行車平順性及耐久性之伸縮縫，並且能承受車輛載重及容納橋梁上構自由伸縮功能需求之伸縮縫，例如採用鋼材及橡膠材組成之模組型(Modular Type)伸縮縫或直豎型鋼質齒型伸縮縫。

表2.3.7-1　伸縮量、級距及型式之演進(國工局標準圖)

時間(版次)	修正內容
82.08(初版)	1. 5cm型式B：金屬質伸縮縫、型式c：橡膠型伸縮縫。 2. 5cm~10cm型式A：齒型伸縮縫。 3. 大於10cm型式D：模組型伸縮縫(5cm-伸縮單元)。
83.08(第一次修訂版)	1. 5cm型式C：金屬質伸縮縫、橡膠型伸縮縫並列。 2. 5cm~10cm型式B：齒型。 3. 大於10cm型式A：模組型(5cm-伸縮單元)。
85.01(第二次修訂版)	1. 5cm型式C：齒型(可採其他經工程司核可之同等品)。 2. 5cm~10cm型式B：齒型。 3. 大於10cm型式A：模組型(取消5cm-伸縮單元)。
86.10.13(第三次修訂版)	B級鋼質齒型伸縮縫標準圖增列允許採用經工程司核可之其他同類型鋼質齒型伸縮縫。
88.05(第四次修訂版)	1. 5cm型式C：齒型(可採其他經工程司核可之同等品)。 2. 5cm~10cm型式B：齒型。 3. 16、24cm型式A1：豎齒型(經工程司核可採用A級)。 4. 大於10cm之曲橋或伸縮量大於24cm型式A：模組型。
90.03(第五次修訂版)	1. 5cm型式C：齒型(可採其他經工程司核可之同等品)。。 2. 5cm~10cm型式B：齒型。 3. 16、24、32cm型式A1：豎齒型(經工程司核可採用A級)。 4. 大於10cm之曲橋或伸縮量大於32cm型式A：模組型。
91.06(第五次修訂版)	增訂40cm A1級：豎齒型。

資料來源：交通部臺灣區國道新建工程局「第二高速公路興建專輯」。

表2.3.7-2　模組型伸縮縫產地及其他規定之演進(國工局特訂條款)

時間	修正內容
82.08	北美、歐洲、日本原產國之原廠整組進口貨。
82.11	北美、歐洲、日本生產並經工程司核可國之整組進口貨。(取消原廠規定)。
84.10	取消北美、歐洲、日本限制仍為進口貨。
86.06.20	取消進口貨限制，增列國產品相關規定。
90.03	1. 取消進口品、國產品分列規定，另以各階段(訂約後、製造生產前、進場時)提報相關文件經工程司核可後施工。 2. 增訂以橡膠支承墊同時承受軸力及剪力以替代底層支撐橫梁(Support Bar Joist)作為傳力構件之產品之規定。 3. 增訂每伸縮單元伸縮量不得大於8cm之規定。 4. 增訂模組型伸縮縫需提送載重與疲勞試驗報告規定。 5. 增訂伸縮縫(含齒型)之製作及安裝應符合之許可差。

資料來源：交通部臺灣區國道新建工程局「第二高速公路興建專輯」。

表2.3.7-3　模組型伸縮縫細部構造之演進(國工局標準圖)

時間	修正內容
84.10	模組型修正為整道於製造廠製造。
86.06.20	修正中間支撐梁等材質應符合ASTM A572 Gr.50或同等品。
87.01	增列上部結構橋面伸縮縫處間距規定。
87.07	增列衝擊係數應大於1.0。
88.05	增列使用螺栓需具防鬆功能。
88.10.26	1. 增列中間支撐梁及支撐邊梁應採用一體成型之鋼軌，不得用三片鋼板銲接方式完成。 2. 中間支撐梁及支撐邊梁等鋼材材質修正為ASTM A709。
90.03	1. 有關伸縮縫銲接組裝增訂「大於四車道(不計路肩，長度達19m以上)之伸縮縫得以分段製造後運抵工地銲接組裝，分段組裝之接合位置以位於車道線上或車輪經過頻率最低處為原則。」之規定。 2. 鋼材之防蝕標準增訂「或是以熱浸鍍鋅處理」之規定。 3. 螺帽應具防鬆功能設計之相關規定新增「螺栓裝配扭力應符合CNS 4232 B2168「扭矩式六角防鬆鋼螺帽之機械性能及性質」之強度區分10和12之規定，承商應提送螺栓之防鬆機制細節並附相關防鬆試驗證明文件報請工程司核可。」之規定。 4. 增訂伸縮縫之設計條件： (1) 設計載重：HS20-44再增加25%。 (2) 衝擊係數：I≧100%。 (3) 其餘應依特訂條款之規定辦理。 5. 增訂「A級橋面伸縮縫隔音設施標準圖」配合施作隔音設施。
90.03	1. 增訂32cm A1級鋼質齒型橋面伸縮縫。 2. 增訂銲接材料及方法須符合AWS D1.1之規定。 3. 修訂排水槽設置位置下降以利維修。 4. C級鋼板厚度經耐疲勞檢核後由38mm修訂為40mm。 5. 增訂伸縮縫之設計條件： (1) 設計載重：HS20-44再增加25%。 (2) 衝擊係數：I≧100%。 (3) 構件接頭容許應力應依交通部90年頒「公路橋梁設計規範」第8.1.3節應力分類B級，2,000,000次以上循環之規定辦理。
91.06	增訂40cm A1級鋼質齒型橋面伸縮縫。
91.10	1. 各圖有關排水槽部分取消角鋼支撐架，轉角圓弧化，並改以化學錨栓固定，另A1級之排水槽鋼板厚度配合修訂為6mm。增訂40cm A1級鋼質齒型橋面伸縮縫。 2. 增訂「導水板及排水槽如分段施作，其連接縫應予銲接，不得漏水。」之規定。

資料來源：交通部臺灣區國道新建工程局「第二高速公路興建專輯」。

2.4 碧潭橋之設計與施工

2.4.1 橋梁概述

北二高主線自南港進入木柵、深坑後，為避免穿越高度發展區即沿景美溪河川地帶行走，路線依傍山區邊緣佈設，續進入新店地區後向西轉行往中和。路線於新店地區，為配合碧潭地理位置北新路通往北宜咽喉地帶與通往三峽要道上，同時附近捷運路線起點，環河快速道路幹道，及往烏來道路要衝，亦配合新店碧潭地區風景線及觀光事業發展，乃於碧潭吊橋下游約250公尺處，佈設一外型新穎、線條優美、結構壯觀之河川橋，即碧潭橋。該橋係北二高沿線重要橋梁之一，為北二高汐止中和段碧潭隧道、碧潭橋及碧潭高架橋工程合併標之一部分，此標於民國75年5月委託林同棪國際工程顧問公司進行規劃設計，76年11月完成細部設計，78年10月完成發包，由大陸工程股份有限公司承建，林同棪國際顧問公司監造，國工局第一區工程處負責督導，自79年9月20日開工，主孔弧形拱橋83年10月8日完成閉合，全部工程則於民國85年5月27日完成，總工程費計約16億1,600萬元。

碧潭橋設計速率為每小時100公里，結構採南下及北上車道分離，斜向跨越新店溪設計，橋幅寬度各16.35公尺，線形佈設曲線半徑750公尺，南下線長約751.5公尺，北上線長約813.7公尺，配置九跨連續曲線剛構式橋梁，主孔跨徑160公尺，拱高20餘公尺，造型選擇鑲空倒三角形，為預力混凝土拱橋結合傳統拱橋抗壓及預力抗張兩大特點之長跨徑拱形橋梁。施工方法主跨採場鑄節塊懸臂工法為原則，側跨及引橋則採就地支撐場鑄工法。

伴隨著國內環保與景觀意識抬頭，碧潭橋造型景觀設計融入新店地區特殊環境為一大挑戰，同時碧潭橋工程自規劃設計以迄施工，在業主、相關單位、顧問公司、承建廠商等群體作業觀念一致下，同心努力共同創造了我國橋梁建造史嶄新的一頁。

2.4.2 碧潭橋設計

碧潭橋自民國75年5月開始辦理設計，由國工局委請林同棪國際工程顧問公司負責，其間並邀請專家顧問協助本橋之設計，包括美國加州柏克萊大學Aiex C. Scordelis教授協助結構分析，土壤工程聘請蔡桂伍教授為顧問，Ben Gerwick教授指導基礎工程，景觀造形則請Myron Goldsmith建築師參與，於民國76年11月完成設計。本章除就造型選擇及結構設計作一敘述外，並對本橋之設施工程設計作一說明。

一、造型選擇

碧潭橋因位處新店碧潭風景區，為使橋梁造型能與整體景觀配合，於規設時特請顧問公司研擬數個造型方案供選擇。在方案設計上並以下列各項為主要考慮因素：

1. 橋墩儘量避免設於主河道中，以免影響新店溪排洪功能。

2. 由於全橋位於半徑約750M之平面曲線上，於結構上將產生相當大之扭力，因此應選取抗扭力較佳之結構型式。

3. 橋梁跨越北新路、台汽車站及計劃之捷運站，橋跨之配置宜妥慎考量以減少現有道路或建物功能之影響。

4. 工程之經濟性，包括建造成本及完工後之養護費用等。

顧問公司根據上述構想原則並配合行車舒適性、耐震性及減少維修等要求，提出下列四種橋型，茲分別說明如後：

(一) 第一種橋型如圖2.4-1所示，為懸臂施工預力混凝土箱型梁結構，主跨為180M，側跨為120M，其餘跨徑約在55M~75M之間，其主跨為四種橋式中跨距最大者，其特點為：

1. 橋墩可免設於主河道內，且新店台汽車站與停車場內毋需佈設墩柱；採懸臂工法施工，主跨及邊跨部分在水中及陸地上不需建立支架，對水流及地面現況，均可維持正常運作，不受施工影響。

2. 全橋約800M，僅於兩端設置伸縮縫，行車舒適性良好。

3. 鑑於以往類似之懸臂工法橋梁採跨徑中央鉸接，致產生較大撓度造成困擾，此處採用中央節塊剛接設計，除可改善上述缺點外，並可增加行車之舒適性。

4. 主跨二側橋墩採雙柱式設計，結構行為較佳。

(二) 第二種橋型如圖2.4-2所示，亦屬懸臂施工預力混凝土箱型梁結構，與第一種橋型相同，最大差異為主橋自180M縮減為160M，側跨為100M，其餘跨徑約在60M~80M之間，其特點為主跨較第一方案稍小，其梁深亦較薄，主跨兩側橋墩改採單柱式設計，線條單純簡潔。

(三) 第三種橋型如圖2.4-3所示，主橋造型如拱橋其主跨部份採懸臂工法施築，橋面及拱圈均為預力混凝土箱型梁結構。主橋跨徑為160M，側跨100M，其餘跨徑約在60M~80M之間，其特點為：

1. 本橋型主橋為一拱橋，側跨為半個弧形拱橋之型式，線條極為柔和美觀，與四周環境相融和，更增碧潭一景。

2. 全橋800M僅於兩端設橋面伸縮縫，行車舒適性良好。

3. 由750M半徑之彎曲線所造成之扭力，將因橋拱之佈置而大大減少；即中央8.8M寬之單箱型梁橋拱漸變至橋墩處為16M寬之雙箱型梁，以增加扭力之抵抗。

(四) 第四種橋型與第三種相仿如圖2.4-4所示，其主要差異為拱體與橋面問設有立柱板多片。其

特點為於主橋墩上增設柱板後結構稍多變化，惟不若第三種橋型線條簡潔美觀。

上述四種橋梁型式依其特點、造價及施工性等因素予以評選後，基於本工程位於碧潭風景區內，且其下為捷運車站、台汽車站及塭公圳公園等，為一民眾聚集地區，線條、造型與四周環境相融和為一重要指標，建議採用第三種橋型，案經國工局同意後於細部設計階段為考量橋體穩定、抗震與拱圈效應，經結構分析與綜合檢討後將其原建議案拱肋由拱頂8.8M寬漸變並分離成雙腳至拱腳為16M，修正為與大梁同寬實體之拱肋，使造型更為簡潔優美(如圖2.4-5)。

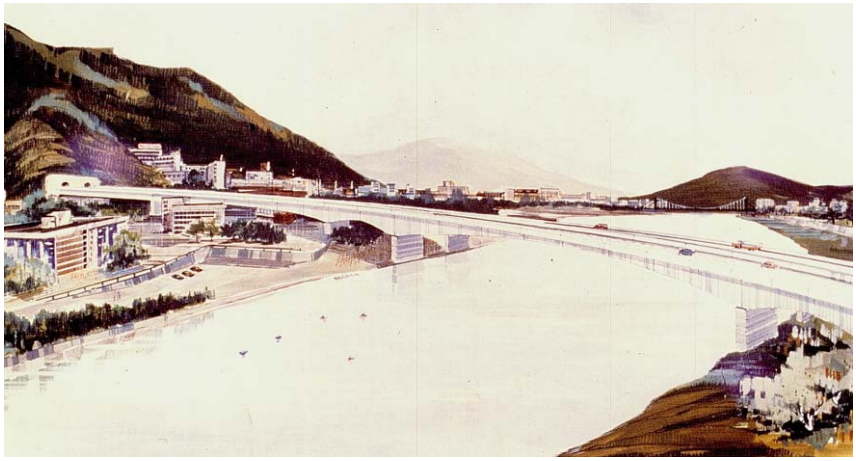


圖2.4-1　碧潭橋第一種建議橋式

圖2.4-2　碧潭橋第二種建議橋式

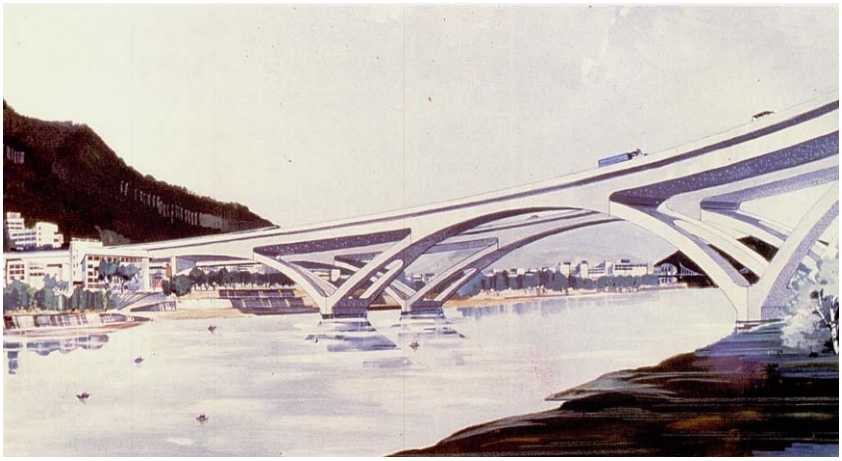


圖2.4-3　碧潭橋第三種建議橋式

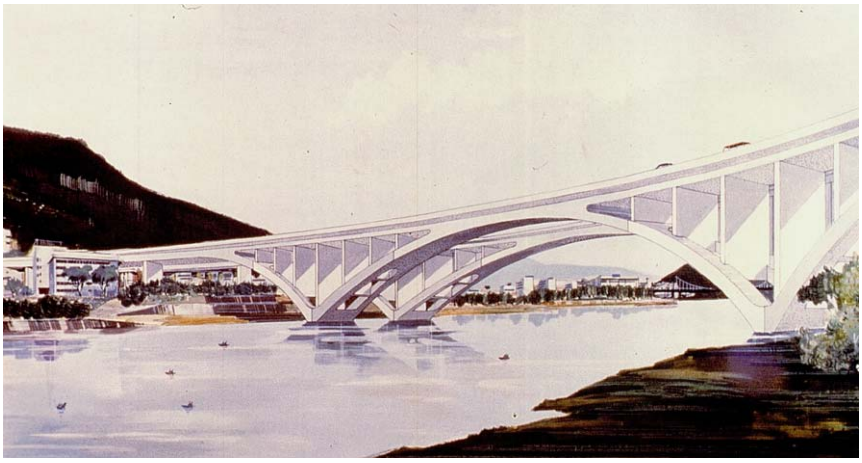


圖2.4-4　碧潭橋第四種建議橋式

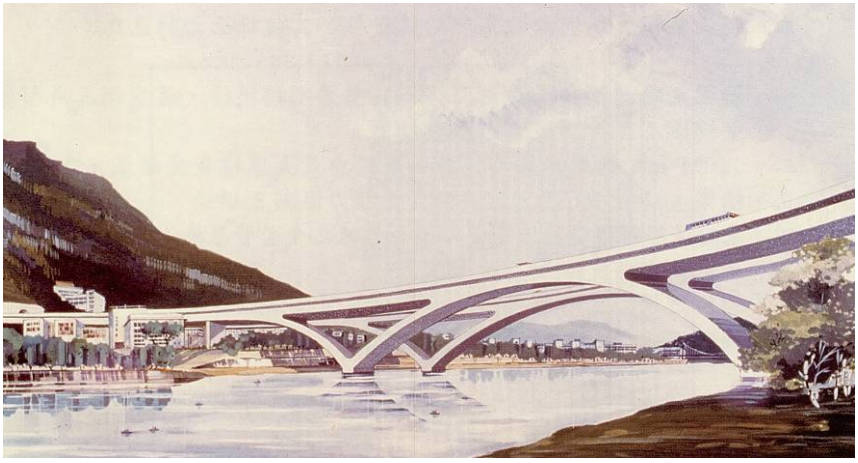


圖2.4-5　碧潭橋設計採用之橋式

二、橋梁設計

本工程橋梁型式為國內首見，結構複雜，其設計上之特色為：

(一) 橋梁主跨結構體為預力混凝土箱型梁剛接拱橋，鑲空倒三角形之主橋墩及立體曲線橋體造型優美。

(二) 800M長之連續性橋面設計，為國內最大連續長度橋梁。

(三) 橋梁主跨長160M，為國內最大預力混凝土拱橋。

(四) 基礎採用對環境污染衝擊可減至最低之全套管基樁(平均長37M)，承載力每支樁最高達1,400T。

(五) 跨河之拱型主跨段採用場鑄節塊懸臂工法設計。

(六) 橋體埋設靜力及動力監測系統。

以下僅就結構設計考量之重點作一敘述：

(一) 地質及基礎工程

本工程基地地盤依地層分類歸屬於第一類地盤，河床面主要為沖積卵礫石層所覆蓋，厚度介於16M~40M，間夾中至硬稠度(N=10~20)沉泥，此沉泥層呈不連續尖滅狀。分佈於該礫石層下方，以厚狀砂岩層為主，岩質尚可，局部路段為頁岩夾砂岩薄層。岩盤面高程分佈-1.0~15.5M，高低起伏變化大(詳見圖2.4-6)。

由於橋墩荷重甚大，而且岩盤不深，為增加基礎之垂直及水平承載力，減少結構之沉陷量，橋梁基礎應穿過覆土層而深入下層之堅硬岩盤上；且地質之土層分佈為卵礫石層及岩盤，並因附近為碧潭風景區，不宜採用污染高不易施工之反循環基樁，故採用全套管基樁施工法。

以岩盤為承載層之橋墩基礎，其承受載重後之沉陷量，主要係由基礎本身之彈性變形所致，沉陷量甚小，故不致對上部結構有所影響。

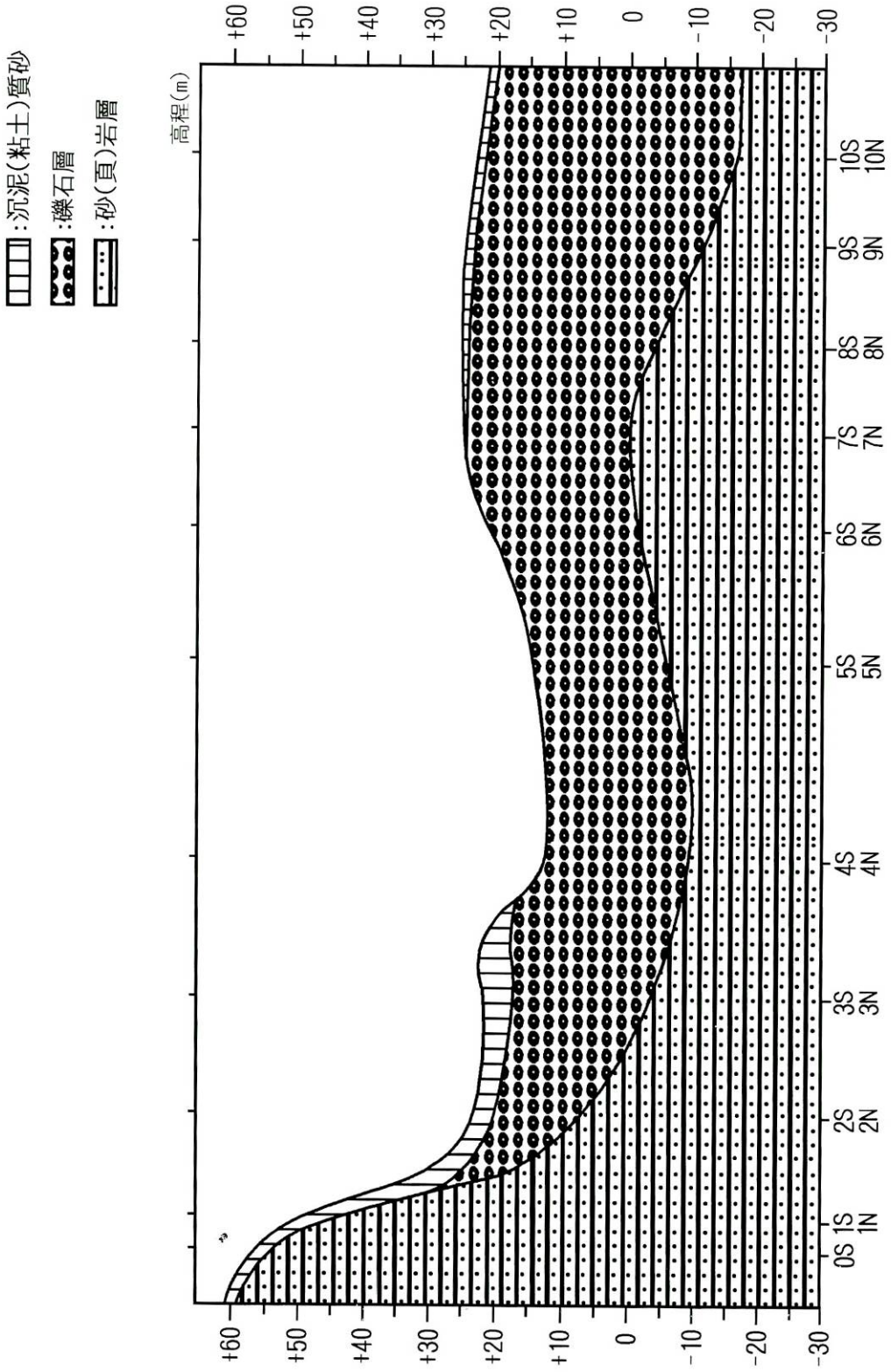


圖2.4-6 碧潭橋地質分佈圖

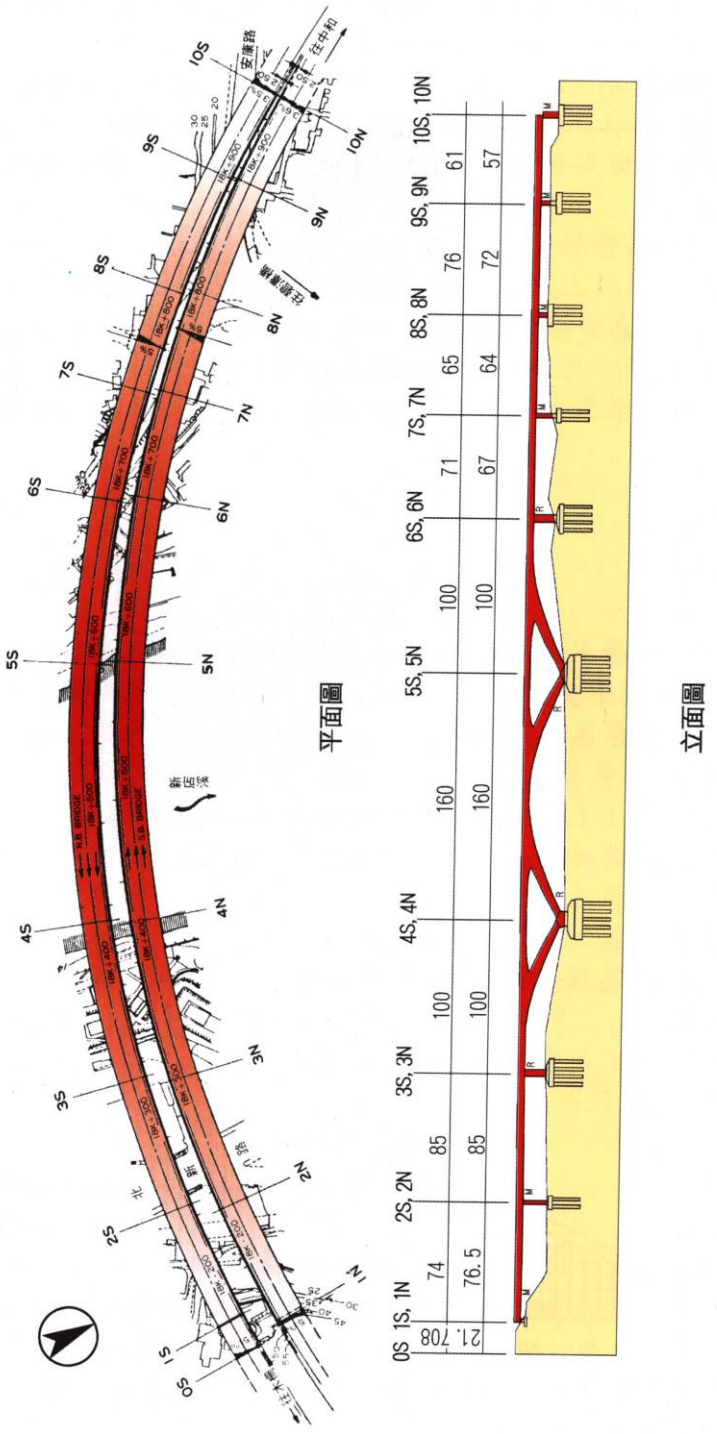


圖2.4-7　碧潭橋平、立面圖

(二) 結構系統

本橋採南北向分離式橋面設計，各三車道，北向線全長813.7M南向線全長781.5M，橋面各寬16.35M，其平面及立面如圖2.4-7所示。

結構配置採九跨連續預力混凝土箱型梁設計，經檢討地震力、溫度及混凝土乾縮潛變等效應後，其縱向與下構連結之方式為中央四橋墩採固接方式以傳遞地震等水平力至下部結構，其餘為單向活動支承，有關結構系統之配置亦請參圖2.4-7之立面圖所示。

上部結構為單孔預力箱型梁，標準梁深3.5M，懸臂板長3.775M，跨越新店溪主跨段配合採用節塊懸臂工法(總長68M)；主跨由於倒三角拱向外延伸，梁深採用3.5M變化至8.882M，倒三角拱上部梁深則由3.0M變化至5.0M。

下部結構部分，主橋為鑲空倒三角拱，拱高跨徑比約為1/8，拱肋採中空箱型構造，拱肋寬為8.8M，深由3.5M變化至6.32M(詳見圖2.4-8)，兩端主拱基座則各配置20支2M直徑全套管基樁，以抵抗水平力確保主拱之穩固，側跨及引橋則配置單柱式中空或實心墩柱，基礎型式亦採2M直徑全套管基樁，長度約為9M~24M，入岩深度為6M~14M。

(三) 結構分析及設計

1. 設計準則

(1) 交通部76年頒佈之「公路橋梁設計規範」

(2) 美國公路及運輸官員協會(AASHTO)「Standard Specifications for Highway Bridges」，1983。

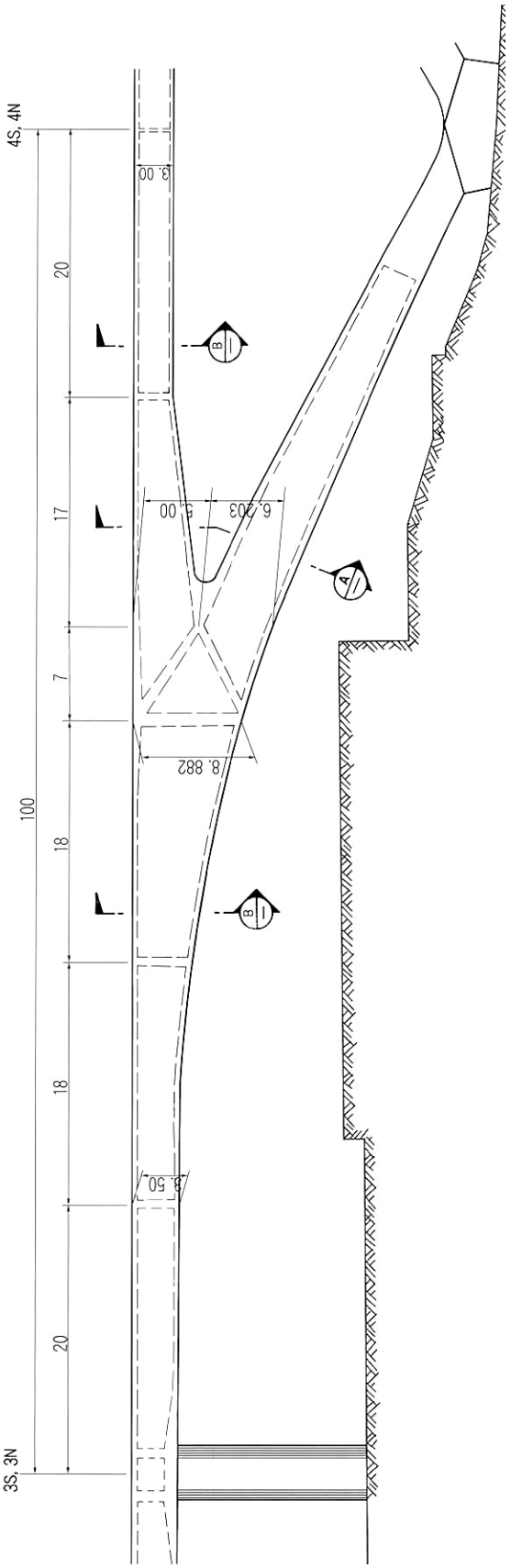
(3) PCI「Precast Segmental Box Girder Bridge Manual」

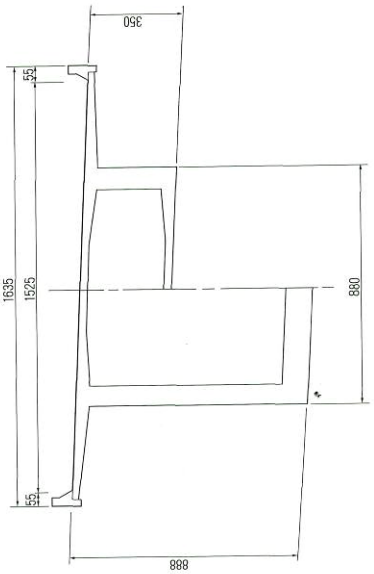
2. 設計載重

本橋設計除考慮靜載重外，亦考慮下列各項載重

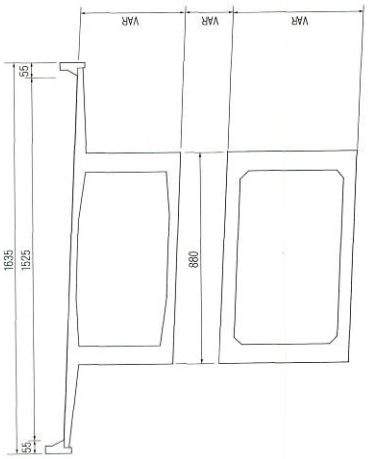
(1) 附加載重：為路面、橋護欄及公共管線等之荷重，以3.5T/M考量。

(2) 活載重：考慮通車後之車輛載重





B-B斷面圖



A-A斷面圖

圖2.4-8 上構標準斷面及拱肋圖

A. AASHTO HS20-44提高25%設計

B. 衝擊係數：I=15.24 / (L + 38.1)，16 % (縱向)，30 % (橫向)

C. 施工載重：為施工中工作人員及機具之載重分以0.05T/M^2及100T(工作車)考量。

D. 風力：依美國AASHTO橋梁設計規範規定辦理

E. 溫度及混凝土乾縮潛變：考慮因混凝土溫度變化及乾縮潛變對結構所造成之外力，此處以溫度效應以±20℃考量，乾縮潛變效應則依據美國混凝土學會之ACI-209考慮。

F. 離心力：為車輛行駛於曲線橋面時對橋梁所產生之離心力，此處以CF=0.79S^2 / R=10.4% (S=100KM / HR , R=750M)考量。

G. 地震力：為地震對橋梁所造成之水平力，此處以0.15W (W＝全部靜載重)考量。

3. 材料規格

(1) 混凝土：

A. 上部結構及橋墩：fc'=350 kgf/cm^2

B. 橋台：fc'=280 kgf/cm^2

C. 基礎及樁帽：fc'=240 kgf/cm^2

(2) 鋼筋：fy=4200 kgf/cm^2

(3) 鋼腱：fs'=19000 kgf/cm^2

(4) 預力套管：K=0.00067/M (縱向)，K=0.0049/M (橫向)，μ=0.25

(5) 高拉力鋼棒：fs'=10600 kgf/cm^2(ASTM A722)

4. 靜力分析

本橋結構分析採用SAP80程式建立三維結構分析模式(詳見圖2.4-9)，其中上部結構採構架元素模擬，基礎採用板元素模擬，基樁部分亦以構架元素模擬，土壤邊界則以等值彈簧方式處理。另外以剛性元素模擬三角拱角隅處之行為，另為了解三角拱角隅處應力集中現象，除以Strut-Tie模式理論分析外，另以有限元素法探討應力分佈情形(詳見圖2.4-10及圖2.4-11)，根據主應力流之分佈配置隔板及鋼筋。

(1) 縱向應力分析

配合主跨採用之懸臂工法與其他跨採場鑄支撐工法，分別考量施工階段及完工階段之各項載重組合應力，根據各桿件節點軸力、剪力、彎矩及扭力，設計箱型梁

與拱肋縱向鋼腱、鋼筋之配置。

(2) 橫向應力分析

箱型梁橫向載重分析係採影響面(Influence Surface)法分析活載重效應，計算懸臂板及頂板之應力，以配置足夠鋼筋及預力鋼腱；端隔梁則以梁式載重分析及設計鋼筋，並視應力狀況增配鋼腱承受頂緣張應力。

5. 預力設計

本橋由於結構系統較為特殊，預力鋼腱配置亦較為複雜，主橋橋拱之基本預力配置依不同需求計分五類如圖2.4-12所示並簡述如下：

(1) 拱肋鋼腱：以31T-1/2"ϕ鋼腱配置在拱肋底緣，承受施工及完工各階段之正負彎矩應力，確保拱肋張應力在允許範圍內。

(2) 橫向鋼腱：因本橋箱梁懸臂板較長，為減少板厚，橋面板以4T-1/2"ϕ鋼腱間隔60公分配置，承受懸臂板負彎矩及頂板正彎矩應力。端隔梁處且增配31T-1/2"ϕ或12T-1/2"ϕ鋼腱承受頂緣張應力。

(3) 懸臂式鋼腱：配合場鑄懸臂工法之施工步驟，逐一施拉預力以平衡節塊靜載重，以19T-1/2"ϕ鋼腱配置。

(4) 連續式鋼腱：配合節塊閉合彎矩重分配後，施拉連續式鋼腱以平衡正彎矩及混凝土乾縮潛變之組合應力，以19T-1/2"ϕ及31T-1/2"ϕ鋼腱配置。

(5) 備用鋼腱：為便利未來由於混凝土乾縮潛變效應，造成橋梁長期變位影響行車舒適性，特預埋備用鋼腱19T-1/2"ϕ套管供將來必要時補拉預力之用。

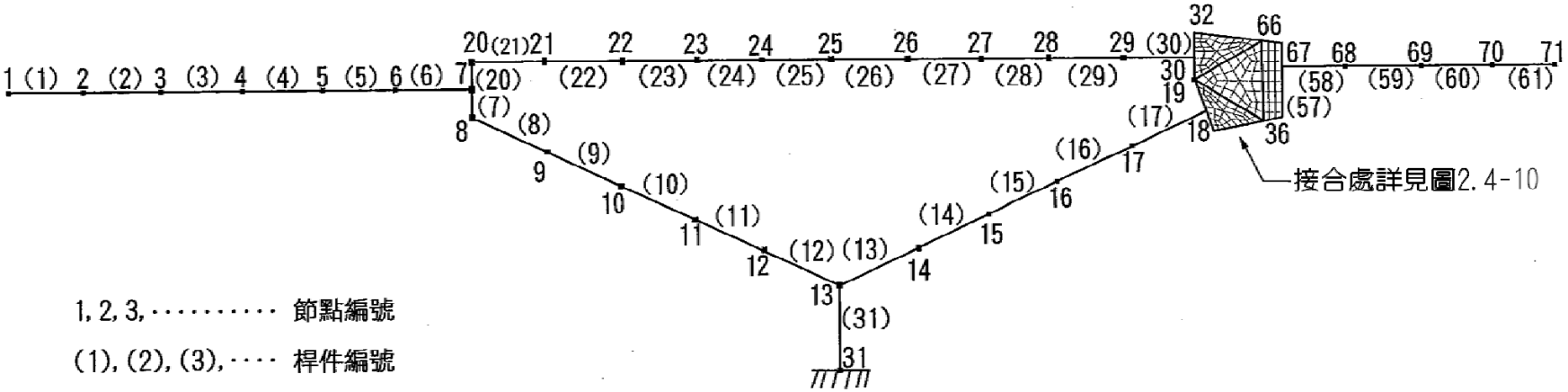


圖2.4-9　結構分析模式圖

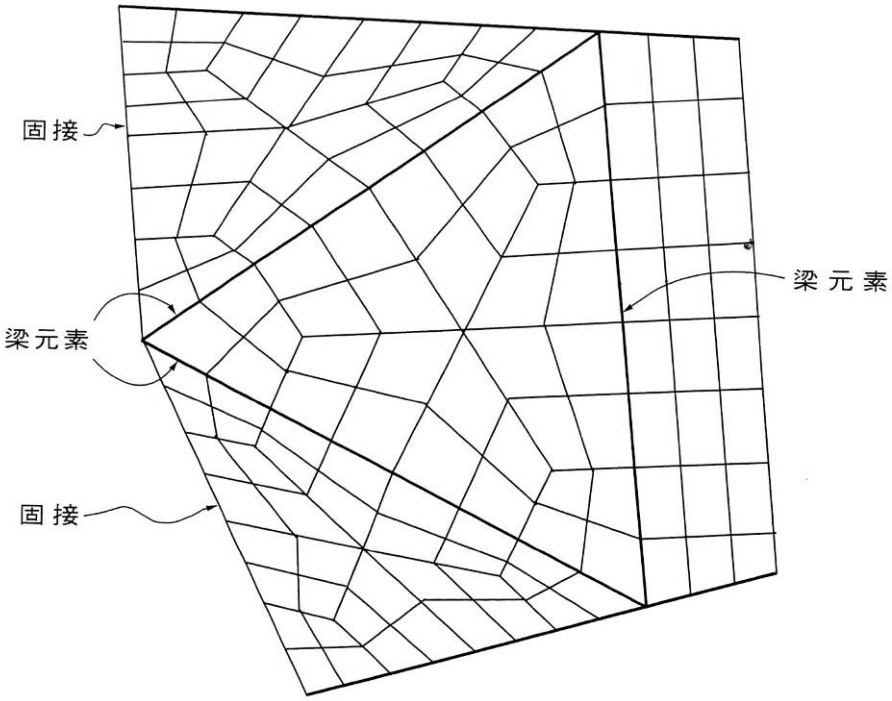


圖2.4-10　拱角隅有限元素切割圖

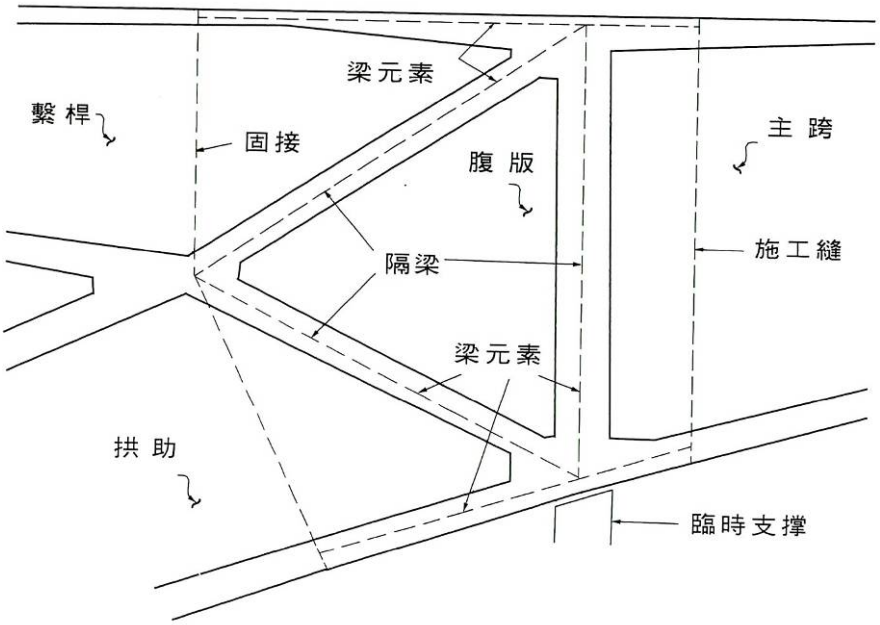


圖2.4-11　拱角隅配置圖

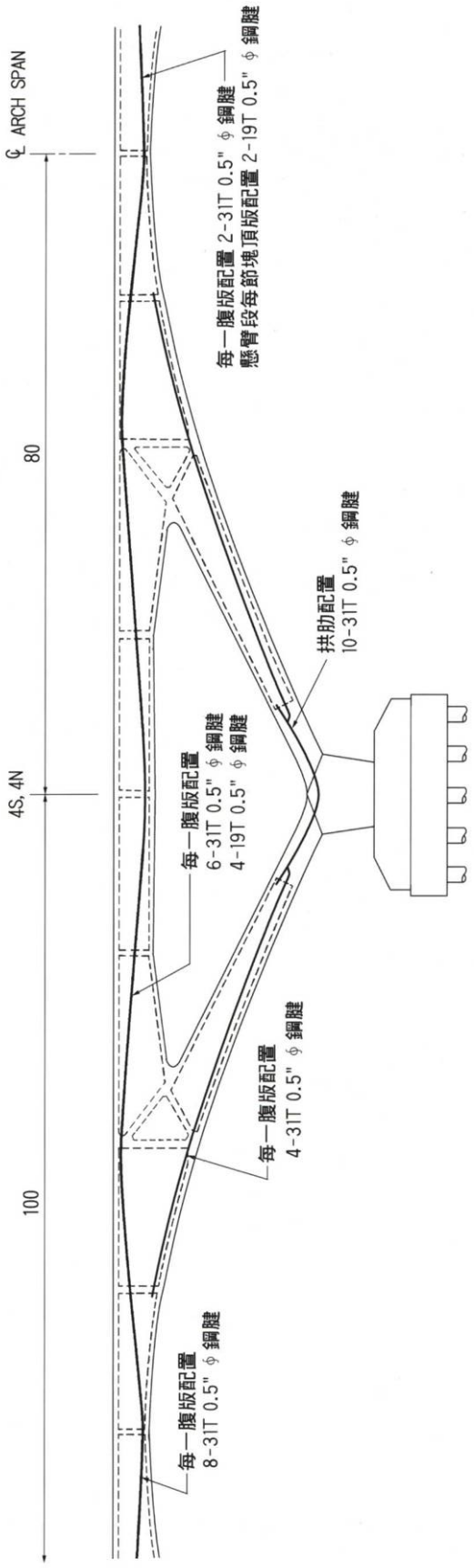


圖2.4-12　預力鋼腱配置圖

6. 耐震能力檢核

本工程設計地震力係依照76年交通部頒「公路橋梁設計規範」辦理，採用設計水平震力係數Kh = 0.15，以震力係數法計算，唯相關配筋設計仍參考美國1987年Caltrans Practice之規定辦理。後為了解本橋之耐震能力，由林同棪顧問公司，以工址水平加速度0.22g及第一類地盤震譜，進行三維動力分析作校核，其中並加入垂直地震力效應，分析結果顯示於上述地震力作用下，構件仍不會產生脆性剪力破壞，基礎亦仍處安全狀態。另國工局亦委請台灣營建研究中心作「碧潭橋靜力及動力特性之監測及分析」之研究，根據其第三階段之期末報告，以三維非線性動力分析程式SD3PF，採1940年EL Centro地震及Taft地震記錄分別進行非線性歷時動力分析(Time History Analysis)，整體構造耐震能力亦符合工址475年回歸期加速度0.23g之要求。

(四) 配合懸臂施工程序之設計考量

本橋主跨長160M，因跨越新店溪無法於河中架設臨時支撐，經評估後決採用懸臂工法施工。懸臂節塊在考量工作車之能量後，以每節3M，閉合節塊以2M，共計23個節塊設計，由於懸臂工法施工中為懸臂狀況與閉合後為連續結構之行為不同，因此在預力鋼鍵的配置上在懸臂施工中為施拉頂板懸臂鋼腱，中央節塊閉合後則配合結構行為之變化改拉跨徑中央底板附近之連續鋼腱。又一般橋梁懸臂工法之施工，為由墩柱向其二側同時施築，以使橋墩在懸臂施工時能成”平衡”狀態，而本橋因只有跨越新店溪部分採單邊懸臂工法施工，必須先使橋墩另一側連續橋面閉合，以平衡施工時產生之不平衡彎矩。又為減少節塊閉合後因混凝土溫度變化及乾縮潛變對上部結構造成過大之內力，應儘量考量於氣溫較低時澆注閉合節塊，所以本橋係於清晨完成閉合節塊澆注。

(五) 拱肋鋼腱配置變更設計說明

本橋P4、P5主橋墩二拱肋交接處之拱肋鋼腱原配置係沿拱肋弧形配置如圖2.4-13所示，於施工再次檢討時為考慮此種配置會使鋼腱法線方向產生之分力對混凝土造成剝離效應(Bursting Effect)。雖此項效應在原設計時已詳加計算，且鋼腱外包之混凝土厚達一公尺以上，並另備有足夠之錨碇鋼筋，惟避免剝離應力對結構長期行為有不利之影響，設計單位建議將十條鋼腱中的四條鋼腱配置修正為直線交叉配置如圖2.4-14所示，如此可減少混凝土之剝離應力，又可避免因全數鋼腱改為直線交叉配置將使預力線遠離使橋墩頂受斜肢彎矩影響而開裂。

本工程橋梁構造型式獨特，結構系統為國內外罕見，可視為由古代石拱橋演變至現代化預力混凝土拱橋的典型代表，本橋之順利興建完成，可表示我國橋梁結構設計及施工技術已又向前跨出了一大步。

(六) 景觀照明工程

為增進碧潭橋下潭中泛舟、遊憩及河濱公園等詩情畫意之景觀與情趣，特於橋中央大圓弧拱下方設置兩排共十二座之龍頭銅雕(見圖2.4-15)，龍口處可噴水而下;另於各座龍頭上裝置投光照明燈，於夜間以照明方式將可映襯出本橋優美之曲拱造型與水面上拱型倒影之景觀特色。

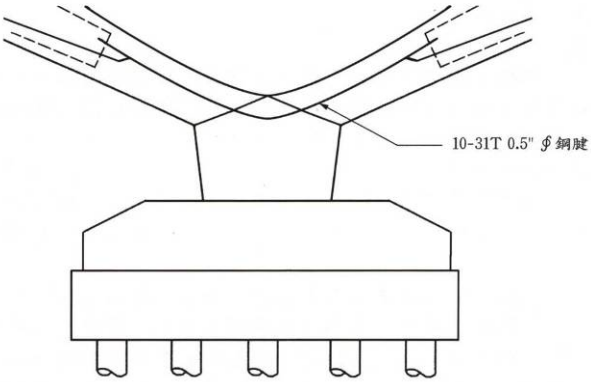


圖2.4-13　原設計拱肋鋼腱配置圖

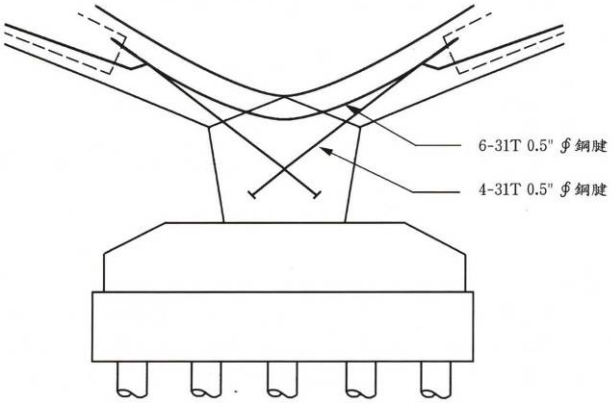


圖2.4-14　變更設計拱肋鋼腱配置圖

(齊柏林攝影)

圖2.4-15　碧潭橋噴水龍頭

2.4.3　碧潭橋施工

一、施工概述

本橋施工，上部結構在陸上部分主要是以H型鋼及鋁合金支撐架配合組成之支撐系統，在新店溪之水中部分因支撐不易，則採用節塊式懸臂梁施工法，以工作車懸吊支撐，每節三公尺由兩橋墩逐節施工向中央推進，最後再以中央閉合節塊連結成為整體結構。

本工程施工分為八個階段(如圖2.4-16)，各階段之作業項目如下：

(一) 第一階段為圍堰、基樁、基腳等下部結構施工及臨時平台之施工架。

(二) 第二階段為橋墩、橋台施工及架設施工架。

(三) 第三階段為場鑄拱橋部分及引橋部分施工。

(四) 第四階段為主跨內施工及其它引橋之施工。

(五) 第五階段為連結主橋及側跨部分施工，拆除側跨模板。

(六) 第六階段為拆除主跨橋墩模板及安裝工作車。

(七) 第七階段為重覆懸臂工法步驟並於主跨中央連結。

(八) 第八階段為拆除工作車及臨時支撐。

本工程主要使用材料數量

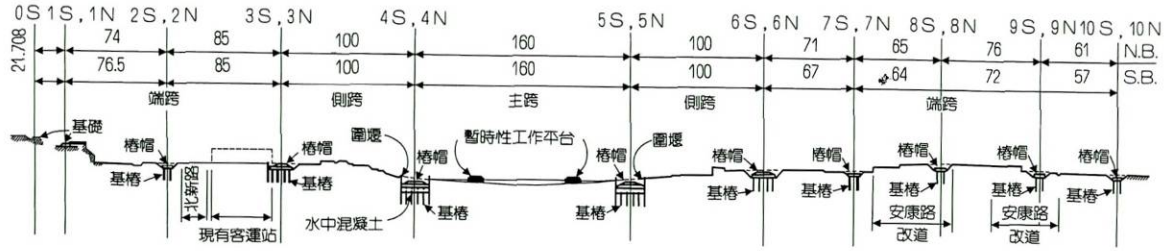
上部結構

- 混凝土 28,387M^3
- 鋼筋 3,156T
- 預力鋼腱 940T
- 瀝青混凝土 4,682T

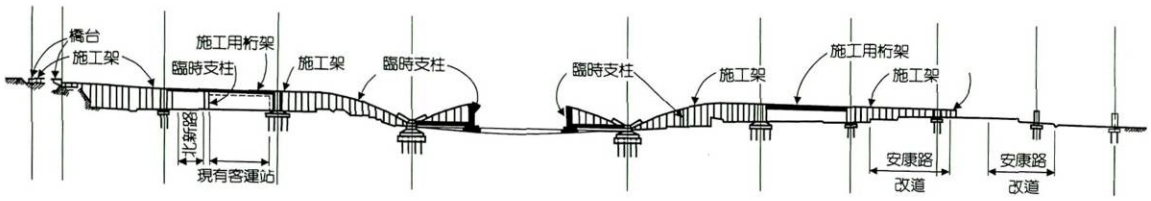
下部結構

- 混凝土 23,806M^3
- 鋼筋 2,500T
- 2M ϕ 全套管基樁 7,092M

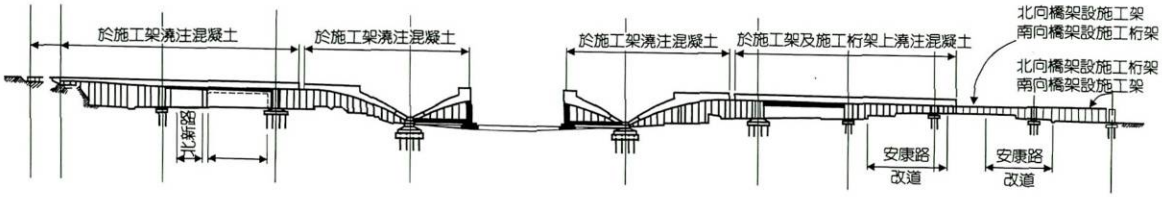
為達到高速行車之舒適性，碧潭橋全長約800M特採無伸縮縫之連續橋面設計，尤以跨越碧潭新店溪之主跨為160M長之弧型拱橋，不但造型優美壯觀，其跨徑更是創國內此類橋梁之紀錄。本橋施工尚有諸多特色，如直徑達2M之全套管法樁施工、鋼殼沉箱、鋁合金鋼支撐架、1,500T斜面支撐、懸臂施工等分述如後各節。



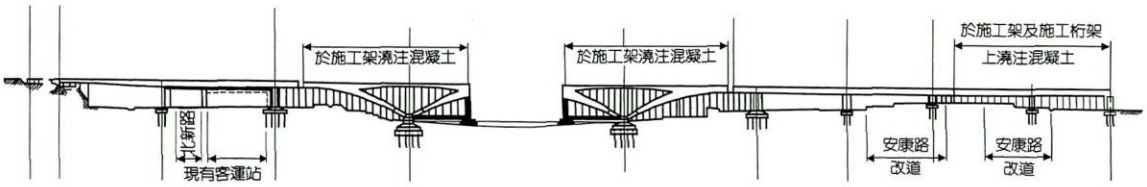
第 1 階段
圍堰、基樁、基腳等下構施工及臨時平台之施工



第 2 階段
橋墩、橋台施工及架設施工架

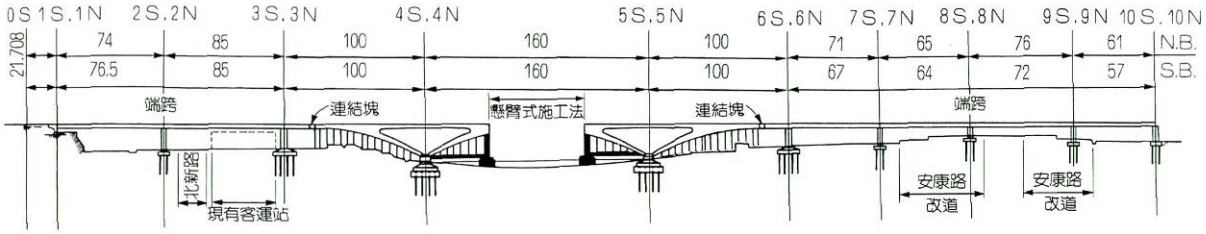


第 3 階段
場鑄拱橋部分及引橋部分施工

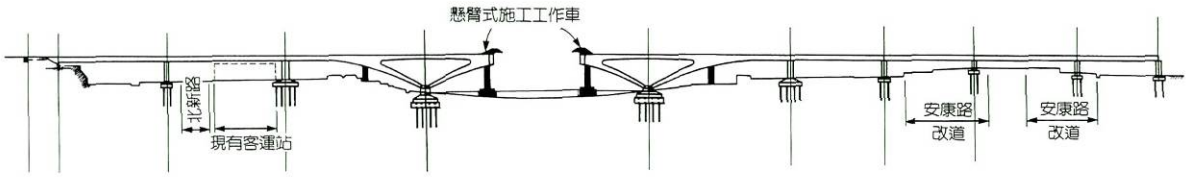


第 4 階段
主跨內施工及其他引橋之施工

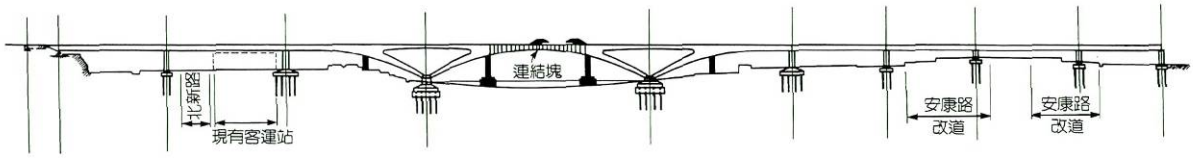
圖2.4-16　碧潭橋上部結構各階段作業項目



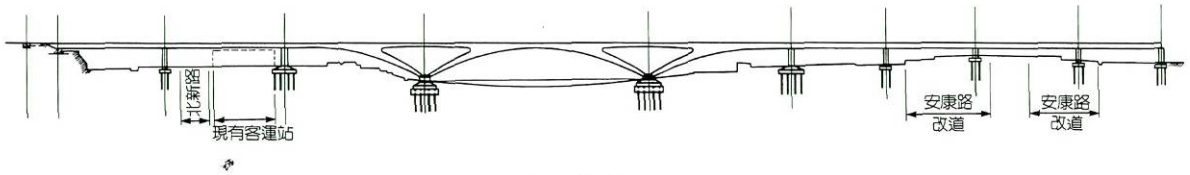
第 5 階段
連接主橋及側跨部分施工，拆除側跨模板



第 6 階段
拆除主跨橋墩模板及安裝工作車



第 7 階段
重覆懸臂工法步驟並於主跨中央連結



第 8 階段
拆除工作車及臨時支撐

圖2.4-16　碧潭橋上部結構各階段作業項目(續)

二、全套管基樁施工

本橋地質屬於厚層砂岩或頁岩夾砂岩覆以卵礫層，為了在此種地層上施作橋墩深基礎，首度引進低噪音、低震動、無污染、大直徑(ϕ=2M)就地鑽掘澆注混凝土高壓灌漿全套管基樁之施工新技術。本橋各橋墩基礎係以每支直徑2M之全套管基樁組成，其上半段9M~24M貫穿卵礫石層，再鑽入岩盤6M~14M，主跨橋墩由20支就地鑽掘澆注混凝土高壓灌漿全套管基樁所組成。

基樁施工說明如下：

(一) 施工機具

全套管基樁之施工機具主要分為二大部分，一為取土設備，包括旋鑽機及吊車配抓斗之機具等，作業時以取土工具將土取出，以達鑽孔之目的。另一為套管驅動設備(主要指搖管器)，其目的在將套管鑽入地下及將套管拔出之設備。

1. 取土設備：可分為旋鑽機及吊車配抓斗兩種型式：

(1) 旋鑽機(如圖2.4-17)：

本橋施工採用西德Bauer BG26旋鑽機施工，此型機具主要係將施鑽用之椅架(Truss)、鑽桿(Kelly Bar)、齒輪變速箱等配於吊車底盤上，形成一完整之基樁鑽掘機，作業時則以取土工具將土取出，以達鑽孔之目的。

旋鑽機在旋鑽時，必須根據地層材料之不同，選用不同之取土工具，可採用之工具如圖2.4-18所示。本工程之套管因要抵抗大扭力，係採慣性力矩較大之雙層管。

一般全套管基樁施工所使用之取土工具有下列幾種：

A. KB Bucket(如圖2.4-18a)

可用於砂土層、岩層及有地下水時。

B. SB Auger(如圖2.4-18b)

可用於黏土層、卵礫石層及軟岩或無地下水時。

C. SBF Auger(如圖2.4-18c)

可用於卵礫石層、軟岩層。

D. 岩心筒管(Core Barrel)

堅硬岩石不能利用土鑽(即螺旋鑽，Auger)鑽孔，但可用底面邊緣附設碳化鎢齒形物(Tungsten Carbide Teeth)的岩心筒管來取代，偶而可用滾軸鑽頭(Roller Bit)。岩心筒管亦可在經水泥處理過的土壤內部進行鑽孔，其可分為以下幾種：

a. KR Core Barrel(如圖2.4-18d)

可用於完整岩盤或大卵石取心時使用。

b. RKR Core Barrel(如圖2.4-18e)

係在岩心筒管下裝設於滾軸鑽頭，可用於鑽掘極硬之岩盤時使用。

c. 承包商自行設計改良之鑽頭(如圖2.4-18f)

(2) 吊車配抓斗(如圖2.4-19)

此種施工方式係以抓斗將土一斗一斗的取出，以達到取土之功效，此種機具較旋鑽機簡單，但必須注意下列幾點：

A. 由於係將抓斗不停的上上下下，因此吊車之選擇以能承受往復作業及能在泥濘之工地作業為宜。

B. 抓斗之展合方式必須根據土層地質來選擇。

C. 遇到地下水時，由於抓斗中土石將會隨地下水流失，因此必需加配取水筒之裝備。

D. 遇到大卵石，抓斗無法取出時，必須使用鉆錘(Chisel)將其擊碎後再取出。

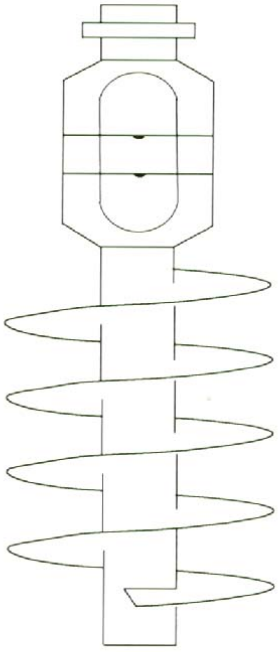
E. 遇到硬岩時，此種作業方式工率較差。

F. 本工程全套管就地澆注混凝土基樁施工，所使用之抓斗為錘式抓斗(Hammer Grab，如圖2.4-20)。錘式抓斗雖然可用於任何種類之土壤層，但用在含有卵石的土層(Boulder Soils)最為有效，在土層粒徑大小超過孔徑之1/3時，最好使用錘式抓斗。

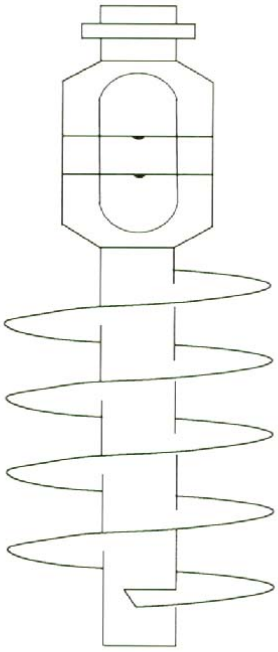
圖2.4-17　西德Bauer BG26鑽機

(a) KB BUCKET

圖2.4-18　全套管基樁使用之取土工具



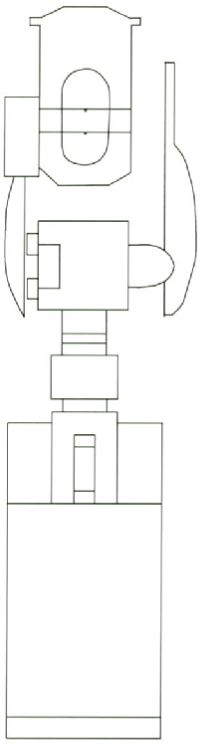
(b) SB Auger



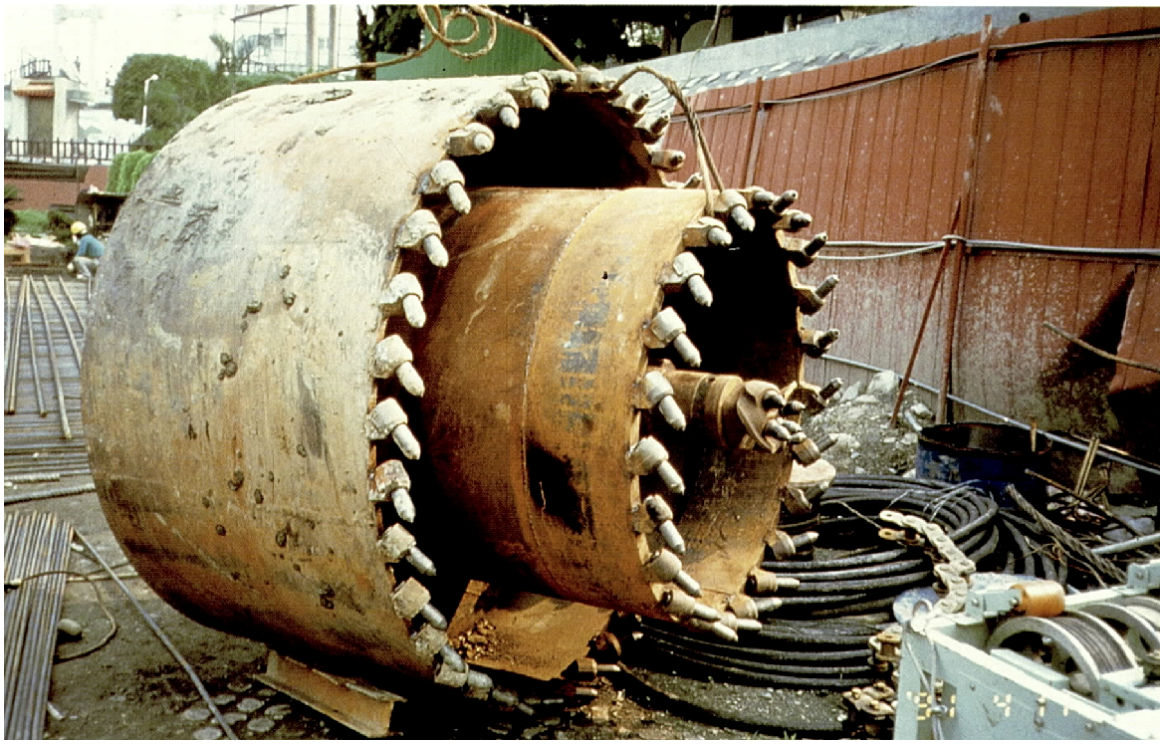
(c) SBF Auger

(d) KR Core Barrel

圖2.4-18　全套管基樁使用之取土工具(續1)



(e) RKR Core Barrel



(f) RKR Core Barrel

圖2.4-18　全套管基樁使用之取土工具(續2)

圖2.4-19　吊車配抓斗施工

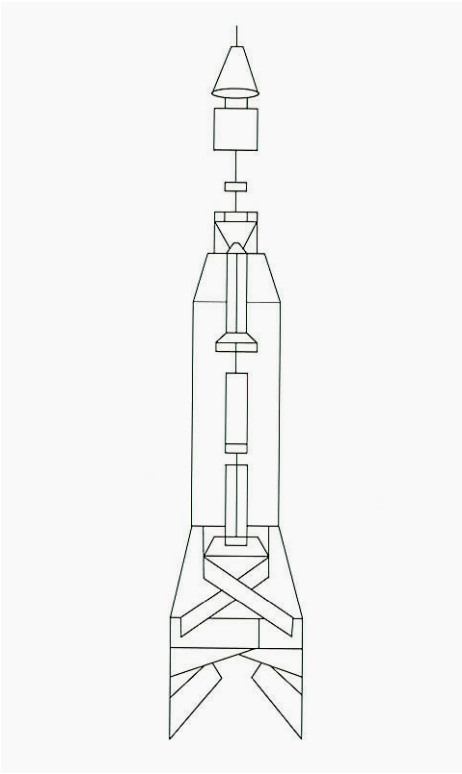


圖2.4-20　錘式抓斗(Hammer Grab)

2. 套管驅動設備(如圖2.4-21)：

(1) 套管驅動設備係指將套管鑽入地下及將套管拔出之設備，亦即所稱之搖管器(Oscillator)，搖管器安裝於主吊車上，以主吊車之重量提供套管扭轉作業之反力，並以搖管器及套管之重量迫使套管向下推進，其構成主件為：

A. 重型鋼基座：由三對油壓千斤頂所組成，分別控制套管之扭轉、上下及套管鎖定用。

B. 油壓動系統：操作重型鋼基座上之三對油壓千斤頂，造成最大122T-M之扭轉力矩，136T之上舉能力及136T鎖定能力。

C. 套管：管外徑2000MM直徑，接頭分為公母端，兩端以榫相接後，用弓形螺絲以內外壓接方式鎖定，接頭處有墊圈相襯以利防水，套管於施工作業時，另備組件有套管保護蓋及底部鋸齒狀之工作管頭。

(2) 為了不使卵礫石層中之滲流水在基樁開挖時造成坍孔，以及澆注混凝土時影響基樁強度，施作時必須全程以套管加以保護，以確保每支基樁能達到1400T的承載力。

(3) 全套管施工的程序如下：(如圖2.4-22)

A. 在測量定位後，下套管並確保套管之垂直度在1/200以內。

B. 根據不同地質使用不同的鑽頭，鑽掘及取土，以提升施工效率，在岩盤內並須以鉆錘將岩石擊碎後取出。

C. 以Air Lift方法將孔底洗淨，並用超音波檢測垂直度。

D. 吊放鋼筋籠。

E. 澆注基樁水中混凝土。

F. 配合搖管器在澆注混凝土的同時將套管拔起。

G. 將預留鋼殼沈箱施工用之中間樁植入。

H. 另以樁底灌漿及完整性試驗確保基樁之品質。

圖2.4-21　套管驅動設備(搖管器)

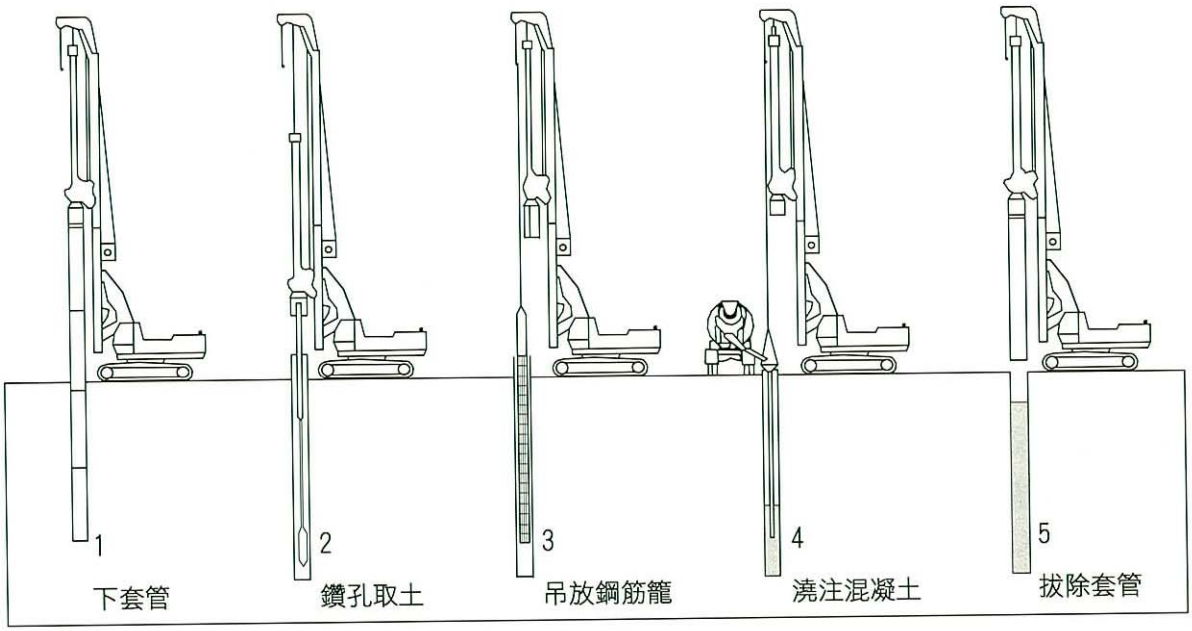


圖2.4-22　全套管基樁施工順序

(二) 施工中應注意事項：

1. 地下水位線下之施工

(1) 當鑽掘深度超過地下水位線時，應避免中途停頓如用餐、休息或交接班等。如樁孔內充滿水，將令鉆錘之衝能降低，並使螺旋鑽頭上之土方在提起鑽頭時，遭水沖失。若使用抓斗取土，則易造成小部分砂粒流入抓斗內之滑輪，而使抓斗之夾片無法張開，造成極大困擾。

(2) 遇有積水情形時，則應使用取水桶將樁內積水儘量抽盡，並在地下水再滲滿前，儘速鑽掘。

2. 鋼筋籠上浮

(1) 混凝土到達工地的坍度應控制於15±3.8CM內，其骨材粒徑應小於19MM，並於第一車混凝土中加入緩凝劑，以維持混凝土良好之工作度，同時第一車澆置時，應儘量將速度減緩。

(2) 當第一車混凝土澆置4m^3左右時，將套管徐徐拔起(約50CM左右)，其高度以不妨礙繼續澆置作業為原則，若鋼筋籠未被帶起，則可繼續澆置混凝土，否則應暫停澆置作業，並繼續將套管拔起，當套管底部脫離混凝土面；並待鋼筋籠滑落至樁底時，再將套管壓入至所須繼續進行混凝土澆置作業之高度。

(3) 控制第一車混凝土數量為6~8m^3，以利第二輛拌合車於完成澆置時，即可拆除最上一節套管。若在最上一節套管拆除後，發現鋼筋籠被帶上時，應繼續拔起套管，待鋼筋籠靠自重或施外力滑落樁底後，再繼續澆置。否則鋼筋籠與套管須全數取出，清除套管內殘存之混凝土後，重新鑽掘，並將已澆置之混凝土全數清出孔外，以便第二次吊放鋼筋籠及混凝土澆置作業。

3. 調整基樁垂直度

(1) 套管如有傾斜時，可先反轉鑽機且同時配合穩定桿之操作，並在滑動塊正後方加裝一個反力套管來調整其傾斜，惟此種調整方式因操作繁瑣費時，一般甚少使用。

(2) 當套管左右斜時，可利用搖管器本身左右垂直千斤頂修正，但須注意幅度不宜太大。

(3) 套管前後傾斜時，應於壓入反轉控制及穩定桿後之滑動塊正後方，加裝一個反力座，並於鑽掘時，酌予填充墊片，以推擠套管使趨垂直。

(4) 移動吊車前進或倒退，使套管保持垂直，但此方式樁位較易移動。

(5) 在鑽掘第一節套管時切勿操之過急，務須令套管垂直後，才可繼續鑽掘，否則下至第二、三節套管時，已甚難校正。

4. 拔除套管

(1) 隨時檢測套管底部在混凝土面下之深度。

(2) 套管周圍可灌注皂土漿以達潤滑作用。

(3) 於拔除套管時，應適時配合搖動管身，即應邊拔邊搖。

5. 避免斷樁

(1) 拔出特密管及套管時需注意混凝土下陷量核算套管及特密管拔除是否仍埋入混凝土面下規定之深度。

(2) 特密管接續需確實鎖緊。

(3) 拔出套管時不宜過快。

(4) 混凝土供應宜持續，如不得已中斷亦不宜過久。

(三) 施工中缺失補救及應變：

1. 在鑽掘過程中，若鑽管、鑽頭或其他物件等脫落孔內無法續鑽時，必須在短時間內設法利用工具打撈。除非在不得已之情況下，並且無安全之慮時，方可由人員下去打撈，若用盡各種方法仍不能克服打撈時，則視情況將其廢棄，並灌注混凝土或填川砂壓實之，且在原樁附近適當位置進行補樁，以補救之。

2. 如鑽掘中碰到大流木、鐵件等障礙物，應立即停鑽，而後採用能克服是項障礙之鑽頭或工具，先行鑽穿或以衝擊法打鬆該障礙物，將其取出後再繼續施鑽。

3. 當鑽掘時遇到高透水性土層時，容易發生逸水，而使水位急劇下降，造成孔壁之坍落，此種情況應緊急補充泥水或穩定液及逸水防止劑以穩定孔壁，若更嚴重情況時需將鑽機及鑽管移走，迅速填砂以防坍陷。套管貫入粗砂層時往往會產生湧砂之現象。

4. 施工中套管如受超載荷重也可能產生嚴重下陷而造成逸水之現象，其補救辦法應將套管焊接加深貫入至透水性較低之土層。

5. 施工過程中謹防套管內水位之不足而產生坍陷，應日夜派人經常注意量測泥水濃度，比重或增加安定液，保持水位。

6. 澆置混凝土過程中，若發生孔壁坍陷，除應停止澆置外，應設法將坍下之泥土及部分已灌之混凝土抽出或採用任何合適之方法加強之。

7. 若有任何因素而使混凝土無法澆注或接續不上之情況發生時應視為斷樁，而其補救方法應視基樁深度、種類及位置研究其適當之補救辦法。

8. 鑽掘半途中，若因機械發生重大故障必須從事長時間之修理時，最好另調機械進場將此樁優先予以完成，不得停止澆注太久而失去水壓，以致發生坍陷。

9. 若無法在短期內調配鑽機進予以繼續完成時，可先將樁孔暫以砂土回填之，嗣後再行重新鑽掘。

10. 混凝土在澆置之初如不能衝出管底，極可能係因特密管底部受碰撞變形，致橡皮栓塞不能順利通過特密管底部，而混凝土積留於管內所致。另外也可能由於混凝土混雜著水泥塊、大卵石卡於管內造成堵塞，以致混凝土無法衝出管底。遇此情況需立即起管倒出管中混凝土，於前者可將孔最終端變形之部分予以切除，再重新澆置。後者則以用鋼筋做成間隔約5CM左右之濾網，焊牢於特密管漏斗上面，可避免大卵石流入特密管內。

樁品質之條件很多，但以其垂直精度、材料的強度及承載容量為主，檢驗的方法以超音波檢驗、材料試驗及樁載重試驗為主，然而由前述可知造成品質缺陷之因素很多，由於樁身深入土中，完成後無法輕易的檢查其缺陷，而且有部分缺陷的樁在短期內可能達到某種程度的穩定，一旦遭受外力如地震、永久載重、地下水的影響，就可能會有不正常的反應，甚至導致失敗，因此對於基樁的品質控制，除嚴密控制施工品管外，應儘速引進整合性檢驗方法(Integral Test)，如輻射線、震波、剪力波、電氣、音波等檢驗方法以提昇測定樁身缺陷之能力，防範於未然，避免造成無法補救之遺憾。

三、鋼殼沉箱

(一) 概述

由於主橋墩的基礎及樁帽施工需要開挖至河床底10M以下，河床又為透水性甚高之卵礫石層，因此傳統之擋土及擋水設施如鋼板樁及連續壁均不易施工，而且因地層透水性高也不易抽水，如引用國外特殊機具，則成本很高，評估結果自行研發以同步油壓下降之鋼殼沈箱最為可行，經施工結果證實可達到預期之效果。

(二) 鋼殼沈箱規劃概況

碧潭橋P4、P5橋墩之位置在新店溪水中之兩側，離岸邊很近，平常之水位大約在12.75M左右(下游橡皮壩充氣時)，地質狀況以P4為例，上面20M左右屬於高透水性之卵礫石夾砂，20M以下為砂岩或砂頁岩(詳圖2.4-6)，卵礫石之大小由5CM到100CM以上都有，平均而言P5之顆粒較P4小，由於卵礫石之地層使用鋼板樁或連續壁作擋土設施相當困難，規劃之初外國顧問建議採用鑽機先行鑽孔至岩盤，再填砂，然後打鋼板樁，由於造價高及工期過長而作罷，研究結果改以鋼殼沈箱之方式施工。

(三) 鋼殼沈箱之施工方法及順序：

鋼殼沈箱之外殼由鋼板及型鋼組成，以抵抗水及混凝土側壓，並能夠承擔本身自重之懸吊(其構造詳圖2.4-23)。另鋼殼沈箱下沈時採用15HP的油壓泵浦主機控制28台20T複動油壓千斤頂，使千斤頂同步將沈箱下沈或上昇(詳圖2.4-24)。

其施工順序如下：(見圖2.4-25)

1. 於基樁打設完成，灌漿後同時插入H型鋼並固定位置，做為水平吊架之支撐用(參圖步驟a，b)。

2. 架設施工平台，並於四周或平台上挖掘，浚渫至開挖底部(參圖步驟c,d)。

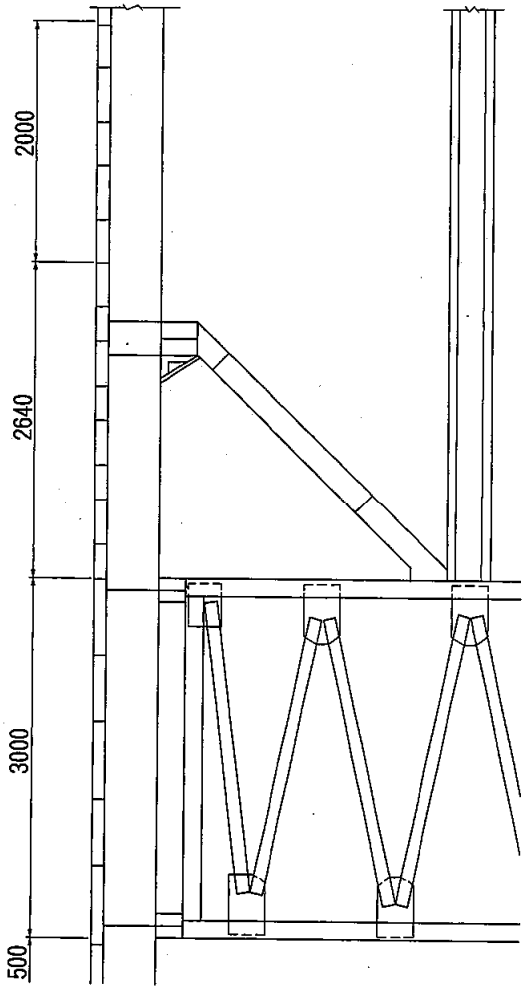


圖2.4-23　鋼殼沉箱剖面圖

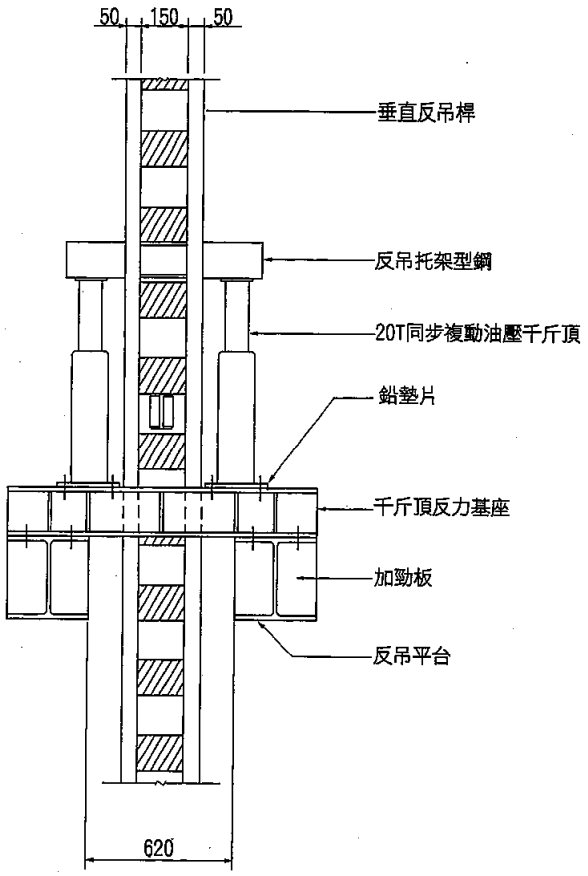
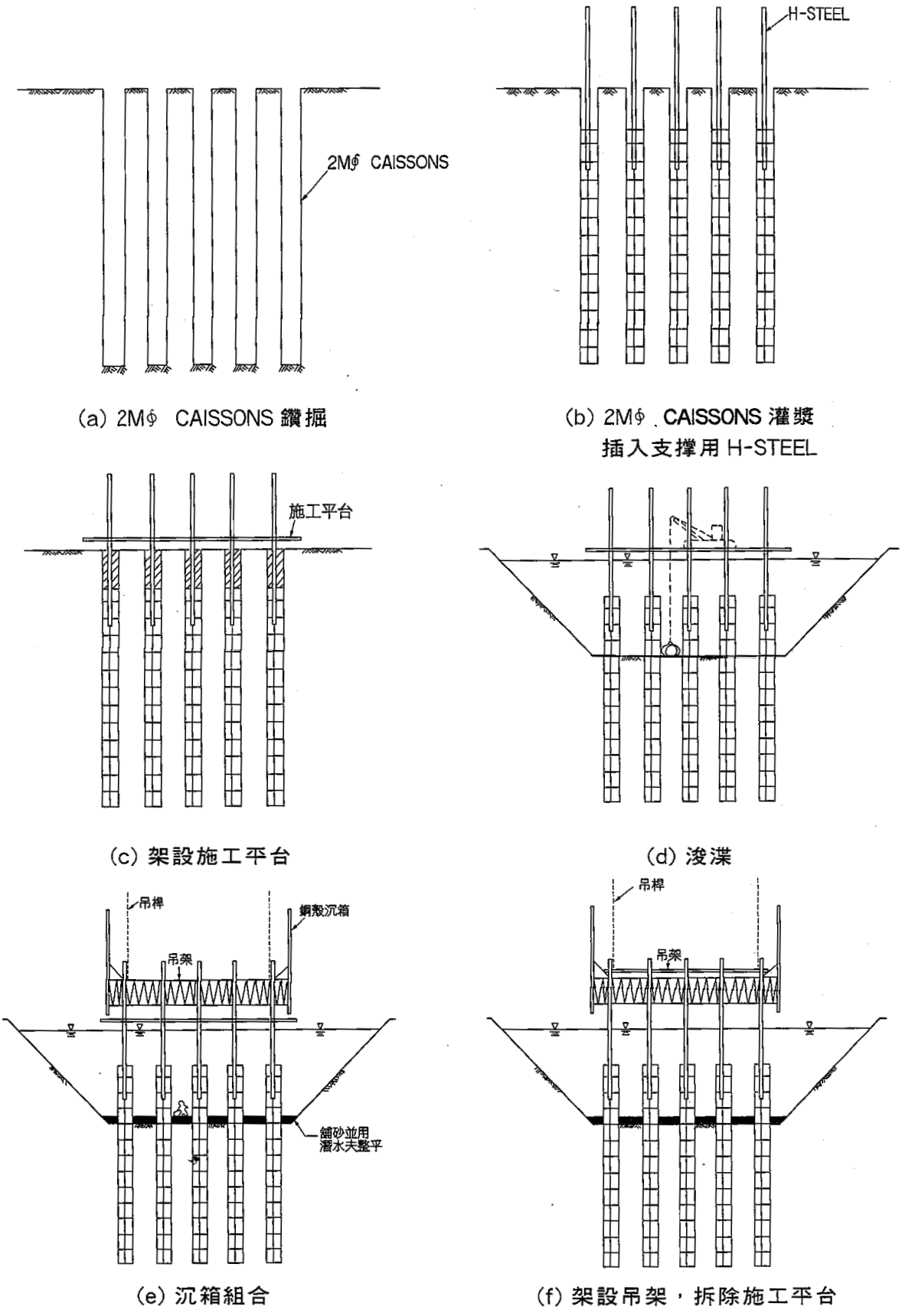


圖2.4-24　同步油壓下沉系統圖



(a) 2Mφ CAISSONS 鑽掘

(b) 2Mφ CAISSONS 灌漿
插入支撐用 H-STEEL

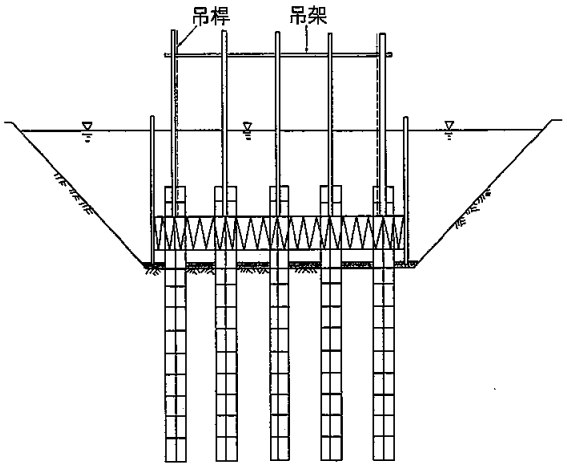
(c) 架設施工平台

(d) 浚渫

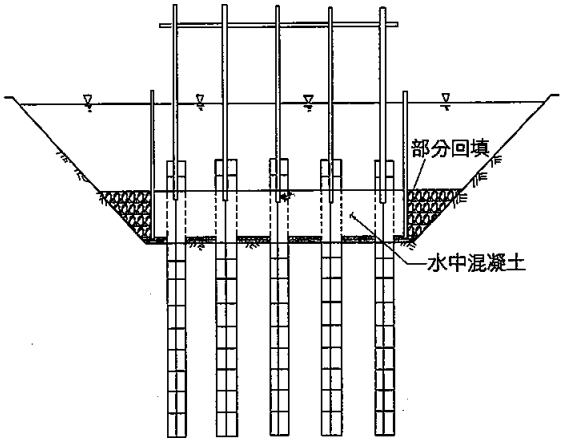
(e) 沉箱組合

(f) 架設吊架，拆除施工平台

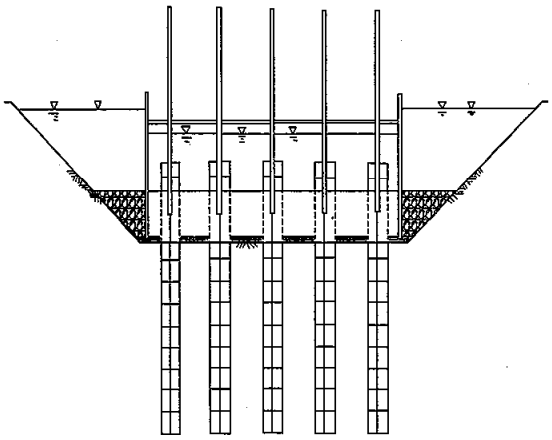
圖2.4-25 鋼殼沉箱之施工順序



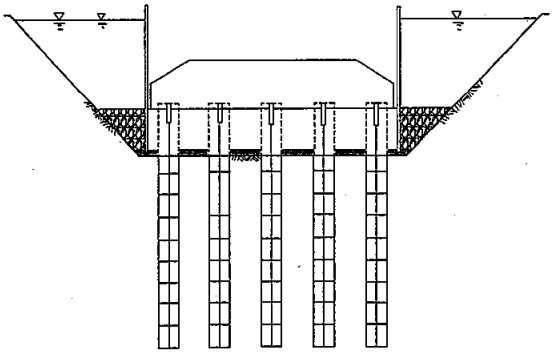
(g) 將沉箱下沉至定位



(h) 灌注水中灌凝土



(i) 拆除吊桿，將水位降至水平支撐可施工位置



(j) 將沉箱內之水抽乾打除部分樁頭，基礎施工

圖2.4-25　鋼殼沉箱之施工順序(續)

3. 於圍堰上架設並組合鋼殼沈箱，組合完成後將沈箱反吊於吊架上，沉箱鎖定後準備下沈(參圖步驟e，f)。

4. 用吊架上之千斤頂反頂沉箱下沉，然後一步一步沈至定位，至定位後澆注水中混凝土(參圖步驟g，h)。

5. 拆除吊桿，將水位降至水平支撐可施工位置，然後將吊架降低，以供作水平安全支撐用，支撐完成後(如外側抽水降低部分水位，亦可不須作水平支撐)，將沈箱內之水抽乾，打除部分樁頭並施工基礎部分(參圖步驟i，j)。

(四) 工期比較

鋼殼沈箱之組件均於工廠完成，於現場組裝、接合及架設平台等工作共需14天左右，沈箱下沈至定位需1天，較鑽孔機鑽孔(每個圍堰160支)，再打鋼板樁，約需40天之時間縮短很多(圖2.4-26)。

鋼殼沈箱的使用為解決高透水性卵礫石地層之深基礎施工，但必須有基樁作為反吊支撐之用，由於鋼殼的重量很重，在下沈中之一些機械設備及同步油壓系統也相當重要，否則安放的平穩及精度就有問題。總而言之，本方法的使用是以理論作基礎，配合國內現有之機具，因地制宜，以能解決問題為要，也希望能提供往後的基礎施工參考。

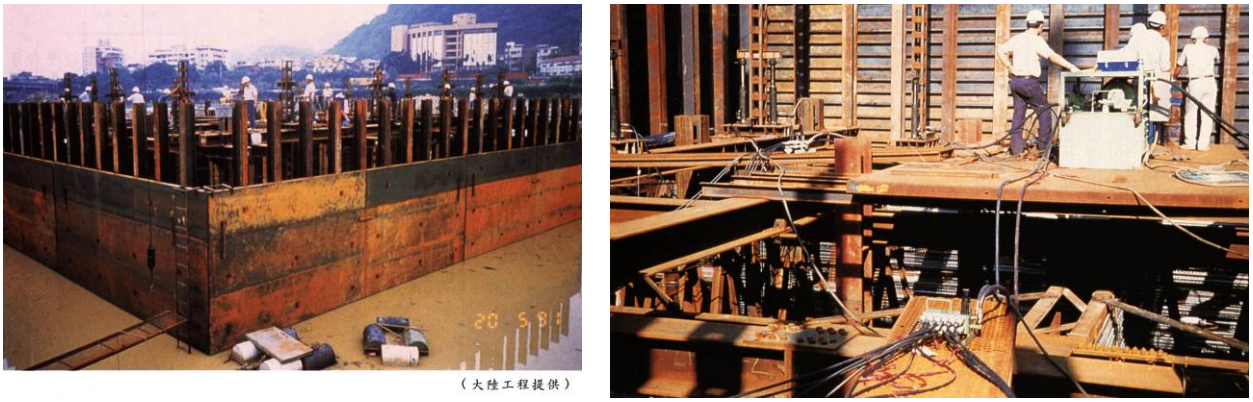


圖2.4-26　鋼殼沉箱

四、鋁合金鋼支撐架

(一) 概述

北二高碧潭橋由於造型特殊及各階段施工順序之關係，其鷹架支撐系統變得非常複雜，考量的因素除支撐系統結構安全外，尚要分析施工中二次載重造成之影響，本節將對本橋所使用之鋁合金支撐系統、傾斜模板面澆築混凝土之處理及支撐於施工中二次載重之影響作一介紹，以供今後模板鷹架施工之參考。

箱型梁的體積龐大，引橋段達2080KG/M^2，主跨更高達4500~6100KG/M^2，離地面高度達到20M，每個階段的施工必須符合原設計之順序(參圖2.4-16，本橋共有三處連結塊)，所有的支撐必須配合連結塊的完成，並施完該處預力後才可以拆除施工架。以主跨部分來看，首先完成三角形的底部結構(參圖2.4-16第三階段)，再完成頂部結構，施完預力後可拆除三角形內上部結構的支撐，將側跨連結塊完成(含預力)後再拆除所有的支撐，這時僅留四處1500T的臨時支撐，這些臨時支撐架必須等河中之工作車推進施工完成最後的連結塊後才可以拆除，這時全橋的結構體方告完成。

(二) 鋁合金支撐架

本工程當初因考慮國內一般輕型支撐架無法達到前述2080~6100KG/M^{2}之重量，如採用H型鋼滿樘撐方式，費工費時，而且使用過後的殘留價值差，於是自加拿大引進鋁合金強力支撐架系統作為主要之支撐材料，其具有重量輕、強度大、耐久、不生銹、維護費用低、組拆容易，而且可以作大型單元構件之組合，每支腳可以承受7.5T(安全係數=2.5)的垂直荷重，是國內一般輕型鷹架的3倍。

鋁合金支撐架的標準組合是用兩片支撐架像交叉拉桿方式結合成一支撐塔，支撐塔間在水平及對角方向以鋼管連成一體。主跨支撐架及P5~P6間道路穿越段支撐架配置詳圖2.4-27及圖2.4-28，另外頂部橫擋(14OBEAM)由於中間是木料，可以直接將面板釘在橫檔的中間，因此非常適合橋梁所需大片模板之組合，支撐架有6FT、5FT、3FT等三種高度，上部有續接桿可調整高度，頂部及底部各有12"之旋轉千斤頂(Screw Jack)調整底座，可以組成任何高度之尺寸，對高程的控制及模板的拆除都非常方便，架設完成之支撐架間人員可以穿越當中作檢查或補強的工作，值得一提為本工程平行的兩座橋，南下線完成後，支撐架可以在模板降下後遷移至另一邊，只要稍事調整高程即可，不必拆除及組裝的工作，時間及人力節省了一半以上。

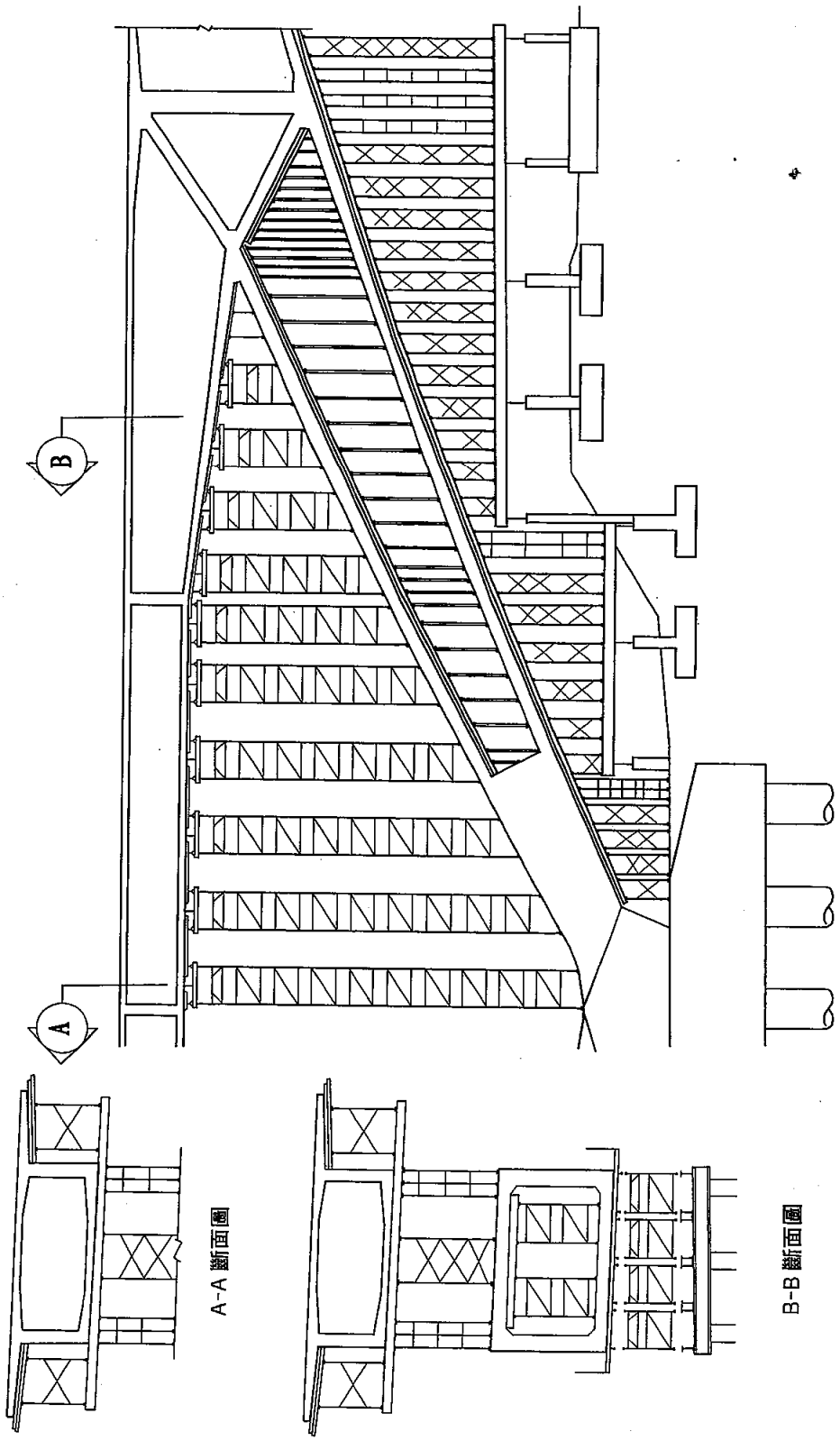


圖2.4-27 主跨支撐架施工圖

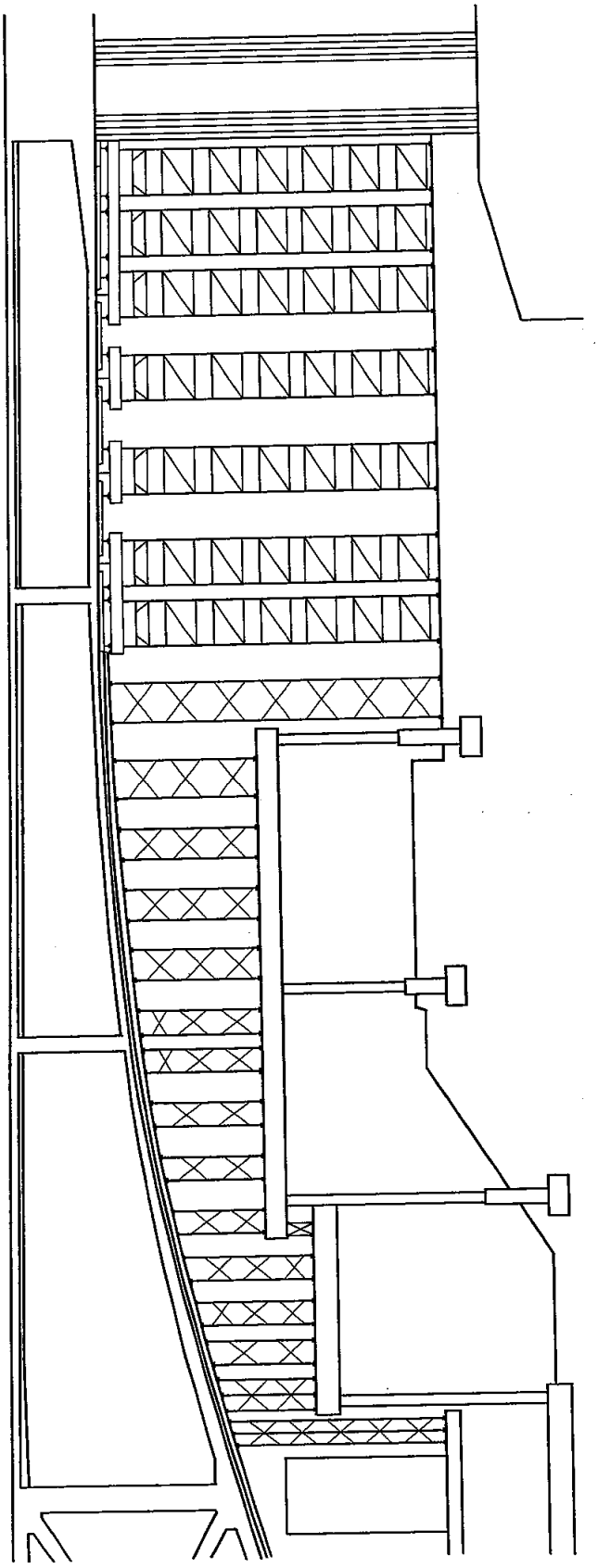


圖2.4-28　P5~P6間道路穿越段支撐架配置圖

(三) 傾斜模板面澆築混凝土之處理

1. 碧潭橋之外形為一雙曲線之拱橋，在水平方向之曲率半徑為750M，垂直方向為330M，並有5%的超高，整座橋是一複雜的三度空間曲橋，在主橋底部混凝土澆築時係於25º左右之斜面上，新鮮混凝土之重力作用在模板面上與一般不同，如果照一般之架設方法勢必無法穩定，而有一向外推之力量。

2. 為因應不同的斜率，頂部為可調整之球軸承式基座，此球軸承式調整分上下二塊鐵片，中間分別為凹凸形狀，以形成球形接觸，並賦予此項材料一個特別的名稱"卓別林"(Bearing的諧音)。由於鋁合金強力支撐架本身僅能承受錨錠螺桿固定於主橋墩上，採用鋁製貫材(Strongback)拉住支撐架的頂端以抵抗巨大的側向力，至此所有傾斜模板面之問題才算解決。

(四) 支撐架於施工之影響

對一般支撐架而言，混凝土之載重只須考慮澆築時之重量，在混凝土硬化及施預力後即可拆除，本橋於主橋部分拱肋完成後尚要繼續支撐上弦的施工(這時拱肋之混凝土已硬化)，另加之載重變成拱肋與支撐架共同支撐上部結構之重量，支撐架必須能承受各種疊加之載重。

由於主橋段結構複雜，為施工安全計在澆置混凝土各階段依支撐架位置及組立高度利用電腦分析應力，先於縱斷面整體分析主橋支撐架受力情況，另再選擇一臨界斷面作橫斷面分析，計算支撐架的荷重及壓縮量，以檢核支撐架的安全性及作為模板預拱量的參考數據。

整體而言，主橋的拱狀外形為支撐架的設計及施工帶來了相當大的難度。每個施工細節，如側向力的抵抗、斜面模板與支撐架間滑動的防止、高程的計算及調整，均經詳細的設計及考慮，所有支撐架設計全部利用電腦繪圖，精確的標示平面位置及高程。

現場施工時，引橋段係先將地面加以整平並滾壓，再於其上擺設R.C.墊塊，利用測量儀器測定支撐架位置及高程。主橋段則在R.C.基礎、R.C.柱擺放大型鋼梁，每個階段均由測量儀器測定支撐架位置及高程，俾控制所有支撐架是否按圖施工。以主橋為例，支撐架沿里程方向位置如偏離10CM，底部箱型梁模板高度誤差將達4CM，可見支撐架位置控制之重要性。

施工架的成敗關係著整個工程的安全、進度、成本，尤其是特別高的、載重特別大的、形狀非一般性的，都必須由施工單位作詳細的分析，台灣地區重大的職業災害多來自模板支撐的倒塌，倒塌最多的情形大半是高度大的、重量重的，如滿樘撐的橋梁工程、體育館、禮堂等屋頂工程，倒塌的時間又多半在混凝土澆築將近完成之時，碧潭橋的施工鷹架支撐工程集合以上

所提之各類特點，現順利完工說明了只要施工中每個細節詳細考慮就可安全無虞，至於所使用之鋁合金強力支撐架，初期投資成本雖然很大，但其安全、方便、耐久、維護成本低，現已陸續移至其他工程上使用，其對長期經營承建者還是值得的。

五、1500T斜面支撐

(一) 概述

本橋南下與北上各需要四座1500T臨時支撐，支撐頂點與橋底板為兩向之斜面，其界面力量之傳遞如何保持滾承效應又能達到安全及方便拆裝之效果，必須借由特殊之裝置方可達成，研究結果以雙斜向鋼承座加盤式支承墊及重力油壓並可轉成機械鎖定式大型千斤頂組合最為理想，千斤頂由鋼架支撐，基礎則以樁支承(如圖2.4-29~2.4-31)。

(二) 臨時支撐架之基本條件

碧潭橋上部主結構在河中部分採用以懸臂式工作車施工，原設計為了避免於河中未閉合前施工階段應力及變形過大而在拱跨1/4處加裝四座可以承受1500T重量之臨時支撐架(參圖2.4-16)，雖然只是一座臨時的支撐架，但對上部結構安全有相當重要之影響，且有些支撐架位於河中，因此需要考慮以下之因素：

1. 除可以承受規定載重外，並可抵擋水流沖刷及地震力。
2. 支撐基礎如發生沈陷時可作局部高程之調整。
3. 支撐之彈性變形量必須先行加於預拱量中。
4. 支撐點與橋底板接觸面為一雙斜向之界面(縱向為沿拱肋之弧面傾斜，橫向則與橋面板5%超高平行之斜面)，如何將上部結構之重量，以滾承方式傳至支撐架，是設計上之重點。

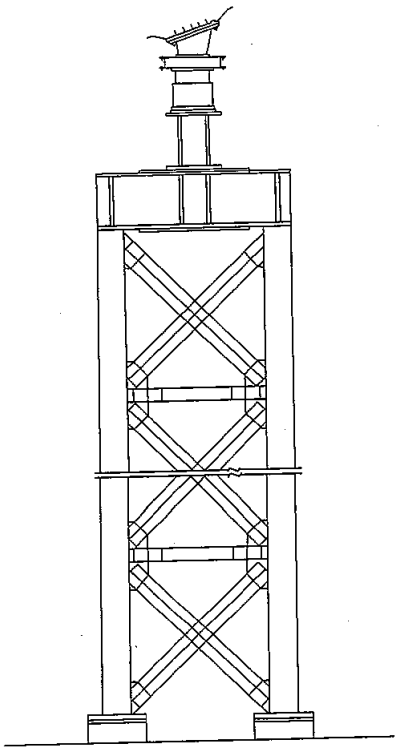


圖2.4-29　1500T斜面支撐立面圖

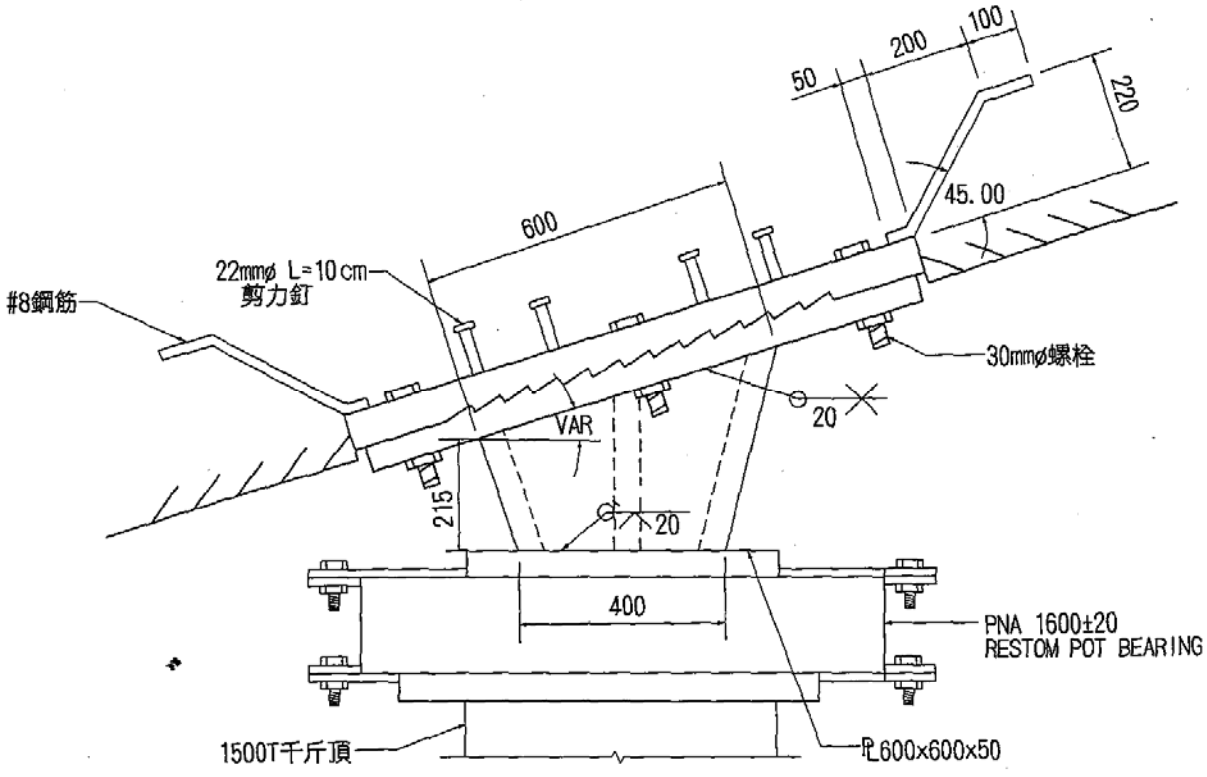


圖2.4-30　斜面支承系統詳圖

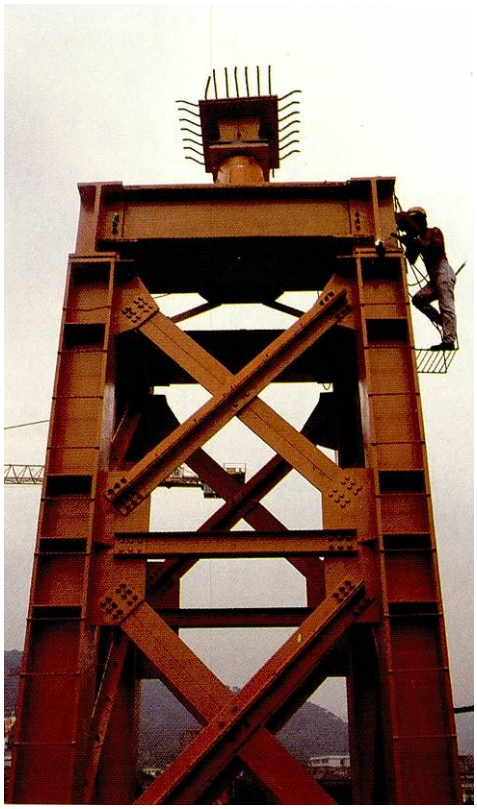


圖2.4-31　1500T斜面支撐架

5. 採用滾承及單點支撐之目的為避免扭力(本橋水平亦為弧形曲線)及溫度變化等因素造成施工中之殘留應力於拆架後存在主結構體中。

6. 支撐之載重由於懸臂節塊施工之重量不斷疊加，河中1500T支撐架於拆除前達到最大載重，而陸地上1500T支撐架載重則遞減，因此如何順利並平穩的拆除也要考慮。

(三) 1500T臨時支撐架之施工順序：

1. 主橋墩於圖2.4-16第五階段，連結塊完成並施完預力後於支撐架拆除前，將1500T之千斤頂及其頂部盤式支承安裝好，並施予20T左右之接觸壓力，並將千斤頂由油壓預力轉成機械螺旋鎖定。

2. 上項處理完畢後，將鋁合金支撐架拆除僅留1500T臨時支撐架，並開始進行河中工作車與節塊施工推進工作(如圖2.4-16第六階段)。

3. 與千斤頂頂部盤式支承接觸點的高程及水平位置必須定期測量。

4. 1500T臨時支撐架之四個基腳必須定期測量其高程及水平位置，以確定沈陷量之大小。

4. 如發現沈陷量超過預定值時需對基礎作補強處理，處理後再將千斤頂加壓，以達到該階段之預定壓力值。

5. 全橋於河中懸臂施工段閉合完成並施完預力後，拆除1500T臨時支撐架，拆除時先加油壓將機械螺旋之壓力鬆弛，然後轉下機械螺旋並解除油壓，然後取下頂部之盤式支承，逐步拆除所有鋼件。(河中兩部油壓機須同步解壓)

(四) 拆除後之力學狀態

根據SAP90程式分析結果，於1500T支撐架拆除後，原先所承受大約1500T之重量點將轉換成向下之力量，而使P3至P6間之結構體產生變形，於河中支撐架之位置約有3CM之向下位移，與拆除後之實際量測結果相當接近。

1500T斜面支撐架的使用異於以往一般之臨時支架，施工設計工程師如果事前不作周詳的考慮，在施工過程中，甚至施工完成後，對主體結構都會產生不良的影響，而本次工程的經驗，相信會幫助日後類似的施工狀況，能更加改進臻於完美。

六、懸臂施工

(一) 概述：

本橋P4橋墩至P5橋墩跨越新店溪跨距160M，橋面離河床高度約25M，為免施工妨礙水流及影響風景區景觀，在設計時中間段之68M以場鑄節塊懸臂工法施工，箱型梁節塊梁深

由8.5M變化至3.5M，分成23個節塊(如圖2.4-32)，節塊長度除中間閉合塊為2M外，其餘長度均為3M。為確保工程品質與施工安全，承包商大陸工程公司與德國DSI公司(DYWIDAG SYSTEMS INTERNATIONAL)技術合作，以俾順利完成此一重大工程。

(二) 工作車結構單元

碧潭橋工程所採用為錨錠式工作車，其主要組成單元及功能分述如下(參圖2.4-33)：

1. 主構架：為一簡單穩定之三角形鋼架組合，用以支持施工時之一切載重。
2. 主桁架：兩主構架間用以連接主構架保持工作車之穩定並傳遞工作載重於主構架(包含前後桁架以及拉桿斜)。
3. 前支撐系統：主構架立柱下方，用以支持載重及調整工作車高程。
4. 後支撐系統：位於主構架後方之水平橫梁上，用以錨碇工作車。
5. 錨碇組件：錨錠鋼棒位於後支撐系統及軌道四周提供工作車抗拉拔、傾斜之力。
6. 前後輪及執道：導引工作車之前進方向及工作車堆進時提供工作車之錨碇功能。
7. 懸吊系統：以吊桿連接工作車及模板支撐系統。
8. 模板系統：採用德國DOKA模板系統。
9. 工作車控制台：動力開關按紐控制盤設於此。
10. 推進裝置：主要靠千斤頂、軌道與移動爪間加壓與放鬆之動作來推進工作車。

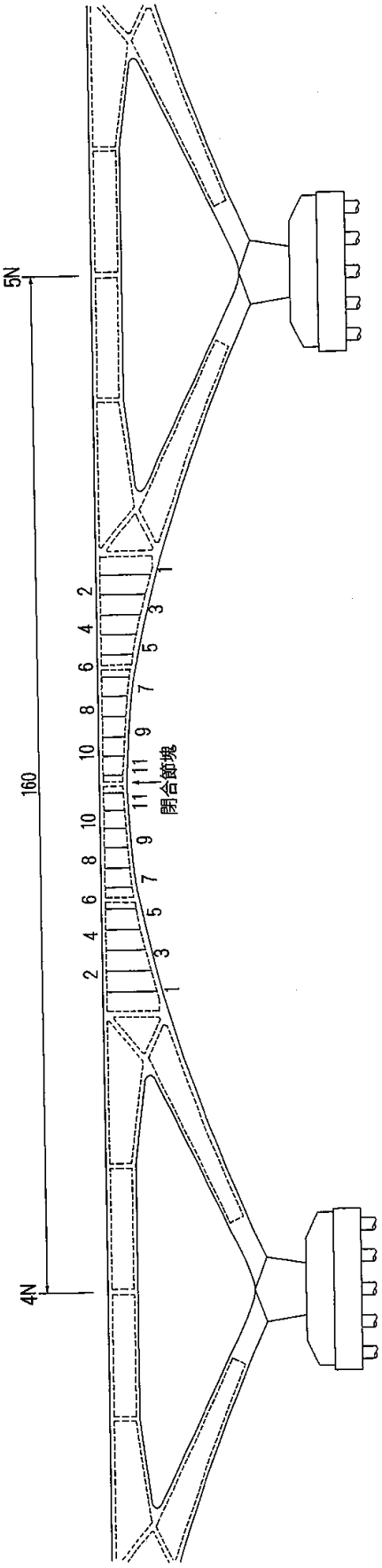


圖2.4-32 懸臂施工節塊圖

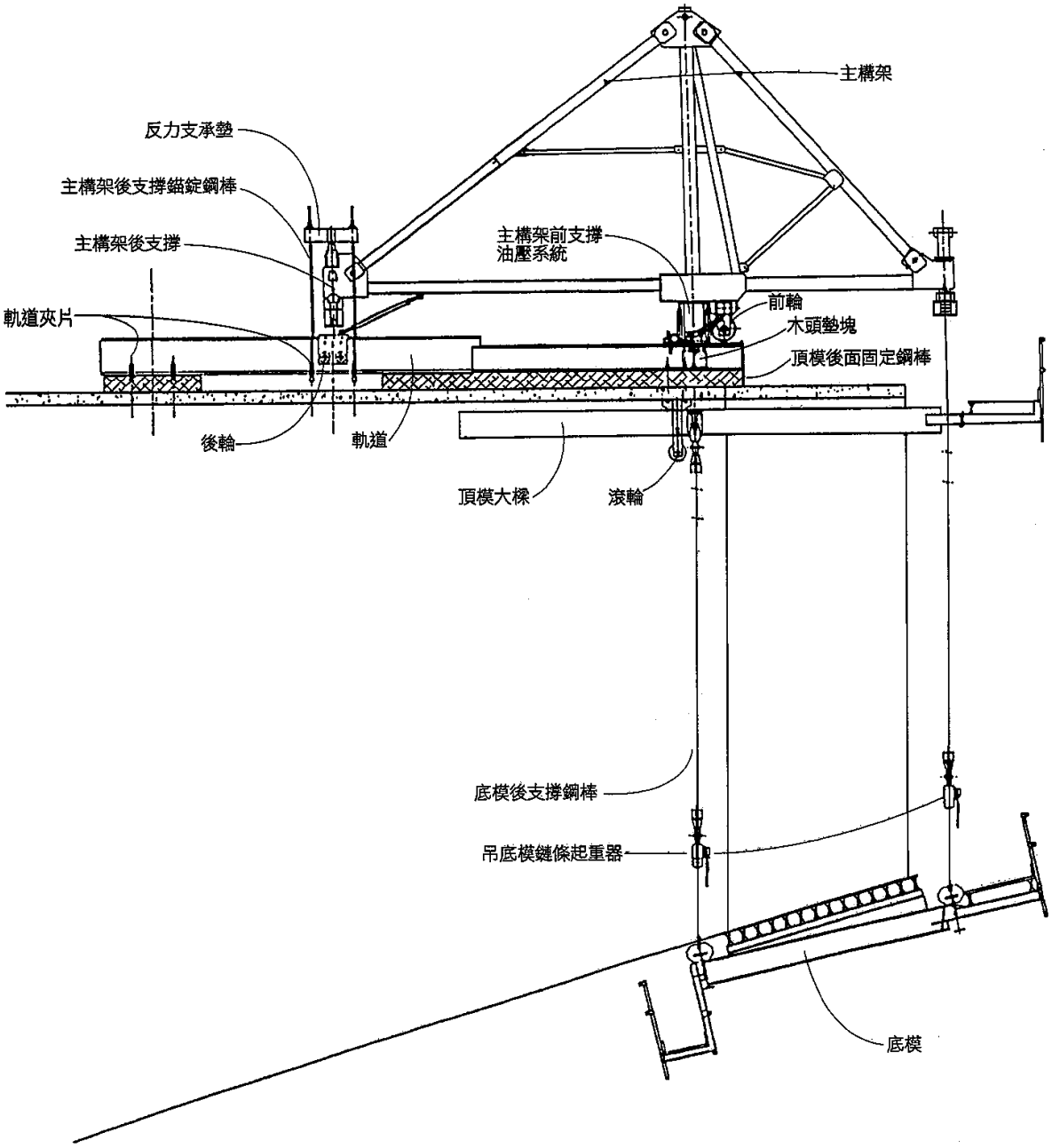


圖2.4-33　工作車各部分名稱圖

(三) 混凝土澆注與施預力

1. 混凝土澆注：

(1) 坍度約18CM，W/C(水灰比)≦0.45，並加添強塑劑。彈性模數應先試驗求出。

(2) 每一節塊應一次澆注完成，澆注速度約15m^3/HR，據此估第1節塊約需4.5至5.0小時。(第1節塊為66m^3，第11節塊為39m^3)

(3) 澆注程序：

A. 澆注時要保持工作車受力之平均。

B. 澆注時先側牆及底板交互灌注至底板完成，長度以不超過1M長為原則。

C. 澆注側牆應注意預力錨頭處須振動以免產生蜂窩，以及預埋件位置是否移動。

D. 澆注頂板混凝土應由工作車之前方往後方進行。

(4) 修飾工作：

A. 修飾頂板面。

B. 於控制點(位於中心線及兩側翼板上)安置測量用鋼釘。

C. 修飾頂板面使平順，以利工作車軌道與200T千斤頂支承裝置安放。

2. 混凝土澆注後與施預力前必需工作：

(1) 混凝土澆注完後3至4小時，拆除預埋件端模(Pocket Former)。

(2) 接著拆除模板封頭。

(3) 施預力前一天，移動軌道進入下一節塊。

A. 鬆開後支承座及軌道後端之軌道錨座。

注意：工作車後錨錠系統務必保持一定負荷。

B. 以油壓千斤頂移動軌道。

注意：在移動軌道時要觀察其方向，必要的話隨時調整。另外要檢查支承軌道之硬木墊塊是否有問題。

C. 安裝新節塊支承錨座之軌道錨件，並以250 BAR之力來試拉，然後放鬆至120 BAR，再對後支承錨座之軌道錨件施拉力。

(4) 卸下滾輪托架裝於新的節塊前側支承處。

注意：(2)~(4)之工作可同時進行。

(5) 清潔卸下之模板，準備施預力。

3. 施預力(參圖2.4-34)：

(1) 承包商為保證能達到設計之後拉預力有效應力，應於事先做多項試驗，以證實所使用之材料均可到達設計要求。

試驗項目包括：

A. 鋼腱彈性模數試驗，應依AASHTO M203及T244各節辦理。

B. 鋼腱摩擦損失試驗。

上述試驗由承包商提出計畫，並經工程司核可後辦理。

(2) 施工中施力端之最大加力不得超過80%之規定極限強度，同時不超過鋼索製造廠及端錨製造廠所規定最大承受應力。錨錠器錨錠後，即時產生之初期應力不得超過極限強度之70%。

(3) 在本工程先施橫向預力後再施縱向預力。

(4) 導管上應設通氣管，以利灌漿時排氣之用，通氣管之間隔以不超過35M為宜。

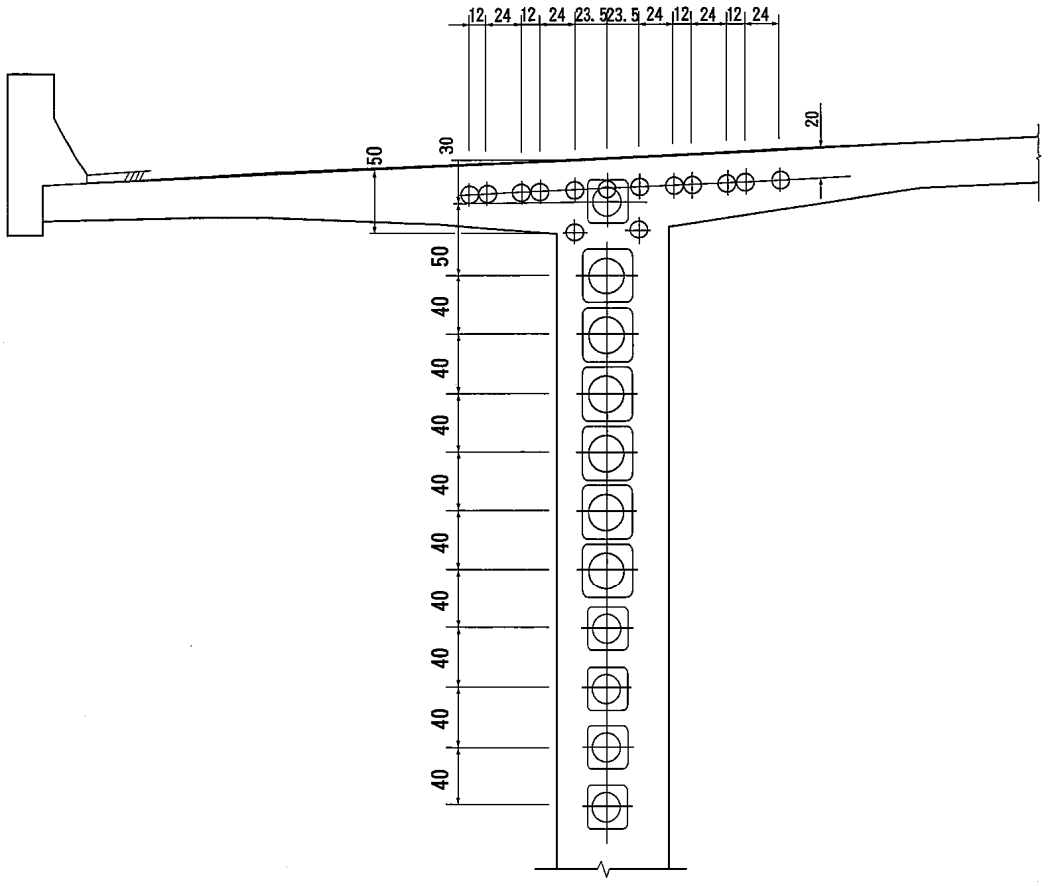


圖2.4-34　懸臂段預力分配位置示意圖

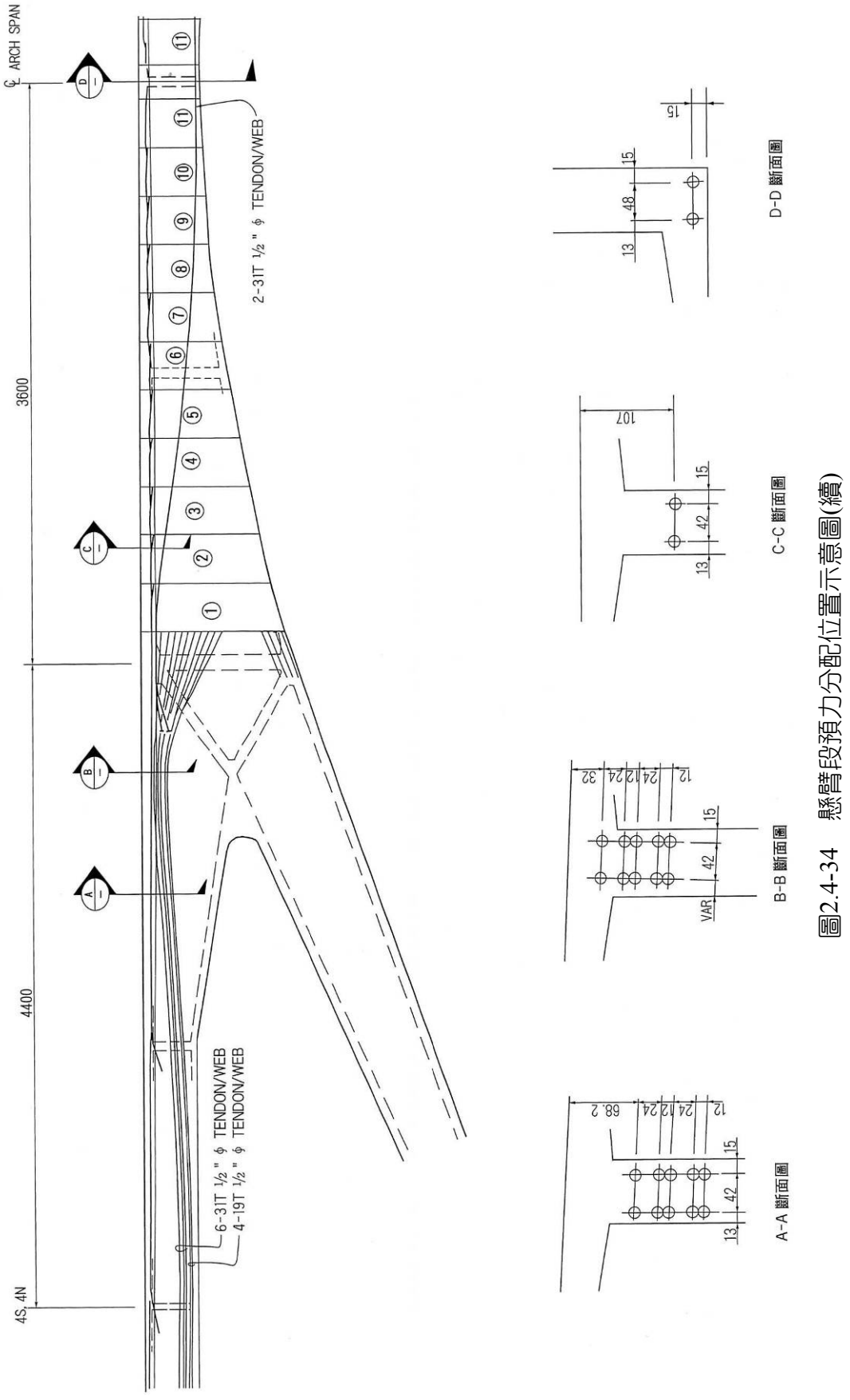


圖2.4-34 懸臂段預力分配位置示意圖(續)

4. 模板拆除：

(1) 側牆模板拆除準備工作與施預力同時進行。

(2) 拆除前首要工作

A. 滾輪托架已先行裝好。

B. 鏈條起重器已安裝妥當，並且是放鬆的情況。

(3) 模板拆除步驟

A. 側牆模板拆除前放鬆並且取出原鎖緊之模板繫桿。側牆內模應暫時存放於混凝土箱型梁內，而側牆外模則隨工作車向前移動。

B. 頂板模板(包含翼板)拆除前移動滾輪托座，卸下縱向支撐鋼架螺桿使鋼梁座於滾輪托座上。

C. 底板模板拆除前緊鎖鏈條起重器，但不得超過其應力，再放鬆頂板上面的螺帽，則模板被吊掛於鏈條起重器上。卸下吊桿並調整下一節使用之長度，經由鏈條起重器降低底模距混凝土面約10CM。

(四) 工作車推進步驟(參圖2.4-35)

1. 軌道移動：

(1) 於施預力前一天，安裝位於箱梁頂板下方之滾輪裝置(以12支鋼棒固定於混凝土板中)。

(2) 將軌道固定夾片鬆掉，推動軌道至下一節塊施工位置。

(3) 用夾具及16支鋼棒固定軌道前後於新的位置。

2. 工作車移動：(混凝土抗壓強度達350KG/CM^{2}並施拉預力後)

(1) 鬆頂模固定於混凝土之10支鋼棒將頂模大梁座於滾輪上。

(2) 抽取固定鋼棒。

(3) 拉緊吊底模之四個鏈條起重器。

(4) 主構架前支撐油壓千斤頂解壓，活塞收回使前輪座於軌道上，木頭墊塊鎖在千斤頂上，離開混凝土。

(5) 鬆主構架後支撐8支錨錠鋼棒。

(6) 主構架後支撐8支錨錠鋼棒抽離。

(7) 底模後支撐4支鋼棒抽離並使用鏈條起重器降低底模約10CM。

(8) 移動工作車到新位置。

(9) 固定主構架後支撐8支錨錠鋼棒。

(10)主構架前支撐千斤頂座於木墊塊頂起工作車。

(11)工作車固定調平後支撐螺旋千斤頂座於木墊塊，以油壓讀數檢查後支撐錨錠鋼棒，於混凝土澆置前以1.2倍設計荷重油壓讀數作測驗，再將油壓讀數固定為1.1倍設計荷重。

(12)底模8支鋼棒固定於新位置，並鬆吊底模四個鏈條起重器。

(13)將頂模10支鋼棒固定於新位置，並將支撐滾輪兩側12支固定鋼棒抽離。

(14)清模板、調整模板。澆注前再檢查吊底模四個鏈條起重器(須放鬆)。

(15)支撐滾輪兩側12支固定鋼棒及滾輪移至下一節塊滾輪位置，並固定於頂板。

1. 軌道推進步驟

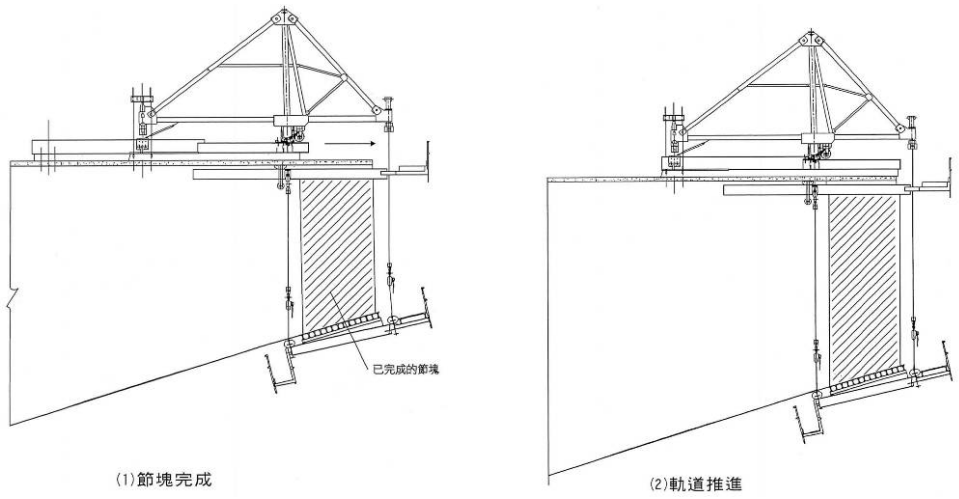


圖2.4-35 工作車推進步驟

2. 工作車推進步驟

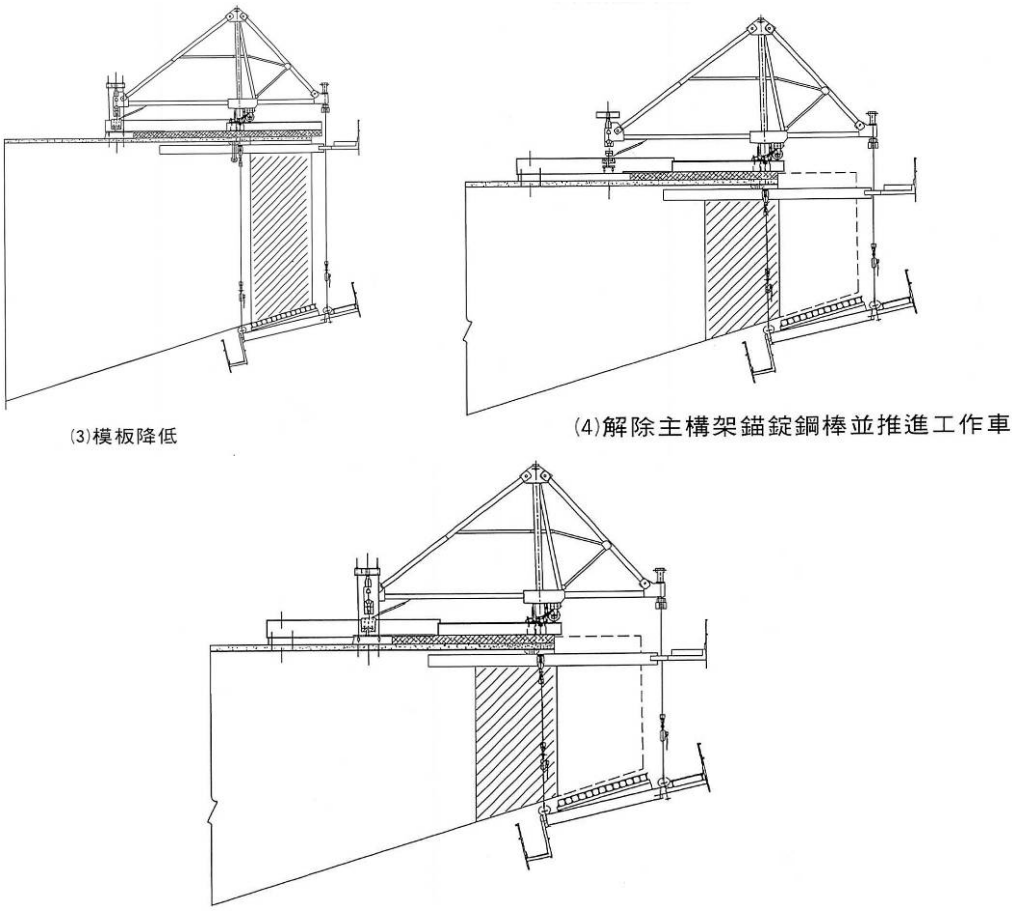


圖2.4-35　工作車推進步驟(續)

(五) 懸臂節塊施工時程

每一施工循環時問平均為9天(參表2.4-1)，施工時程如下：

(1) 南下線：P4橋墩82.10.11~83.02.04

P5橋墩82.09.07~83.01.06

(2) 北上線：P4橋墩83.06.13~83.10.08

P5橋墩83.05.26~83.09.13

表2.4-1　北二高碧潭橋主橋墩P4至P5懸臂節塊施工循環工作表

	第1天	第2天	第3天	第4天	第5天	第6天	第7天	第8天	第9天
工作車操作			1.移動滾輪托架至新位置。 2.移動軌道至新位置並以夾具固定。		1.拆除頂板模後面錨管鋼棒。 2.主構架後錨錠鋼棒以新節塊工作荷重1.2倍油壓讀數測試後降至1.1倍工作荷重並鎖緊。 3.降下工作車主構架。 4.拆除主構架及底板模後錨錠鋼棒。 5.工作車調整定位水平及固定。	1.鎖緊頂模及底模後而固定鋼棒。 2.會同監工做安全檢驗後照檢查表步驟移動工作車。			
模板組立					1.拆除端模端錨凹槽及模板拉桿。 2.側牆內模尺寸調整。 3.懸臂頂板模及側牆外模脫開。 4.箱梁頂板模及側牆內模脫開。 5.底模脫開。 6.組立底模懸臂頂板模側牆外模及箱梁頂板模。 7.模板清理塗油及固定。 8.側牆內模推回完成節塊內。	1.移動側牆內模至新節塊。 2.清理及固定。 3.模板拉桿安裝。 4.組立端模。 5.會同監工檢驗模板。			1.以壓縮空氣清理模板雜物。
鋼筋組立						1.新節塊鋼筋材料吊放。 2.新節塊紮底板下層筋。 3.紮側牆筋。	1.紮側牆筋。 2.新節塊紮頂板筋。 3.紮底板上層筋。	1.新節塊紮頂板筋。	1.會同監工檢驗鋼筋。 2.以壓縮空氣清理鋼筋。
混凝土	1.本節塊養護。	1.本節塊養護。	1.本節塊養護。					1.架設混凝土輸送管。	1.澆置混凝土。
預力作業		1.本節塊穿線及安裝雄錐。		1.本節塊施預力。		1.新節塊側牆安裝預力套管。 2.本節塊預力套管灌漿。	1.新節塊側牆安裝預力套管。	1.新節塊安裝預力錨座。 2.會同監工檢驗預力套管。	1.以壓縮空氣清理雜物。
測量檢測	1.已完成節塊高程檢測。					1.工作車定位及水準測量。 2.會同監工檢驗高程。	1.交控管線等預埋件埋設。	1.新節塊混凝土澆置前高程控制點測量。	

說明：1.每節塊箱型墩橋面平均施工時間為9天。
2.混凝土試體強度達280kg/cm^{2}始可施預力。(時間約為42小時)
3.混凝土試體強度達350kg/cm^{2}始可移工作車。

(六) 橋面高程控制

預拱度之控制為懸臂式施工法確保完成後橋面平順的重要關鍵，必須依其施工順序預為計算，並隨時予以校正，影響撓度的因素甚多，計算亦繁雜，本橋係就下列各情形，用電腦分析各階段所需之預拱量，以便隨時檢核，計算預拱量考慮因素如下：

1. 工作車重量，對其所產生之撓度影響。
2. 工作車變形量，對其所產生之撓度影響。
   (1) 工作車永久變形量：工作車裝妥，經初次載重產生之變形，有部分在荷重移除後仍不恢復，稱為永久變形，此種情形只發生在第一節塊，其他節塊則無此現象。
   (2) 工作車受載重後因彈性變形產生之下垂量。
3. 每一節塊混凝土重量，對其所產生之撓度影響。
4. 每一節塊施預力後，對其所產生之撓度影響。
5. 混凝土長期潛變乾縮等所產生之撓度影響。
6. 附加預拱量。

(七) 中央閉合段(Closure)施工作業

碧潭橋P4至P5間懸臂段之施工，最後階段之閉合部分最為重要。因為它是將兩個分開而獨立的懸臂箱型梁連接成為一個連續的結構體。

1. 施工前應注意事項：
   (1) 無論P4或P5側閉合前之最後一節(第11節塊)施工時應注意工作車錨件預留孔數量及位置與正常節塊稍有不同。由於P5側先行施工，當P5側施工第11節塊時，靠閉合段附近兩側牆外側需各預留一凹槽，以利P4側第11節塊完工後工作車前懸吊桿可直接進入固定。實際上工作車自P4側最後一節移至閉合段時，其整個懸吊系統已被簡化，有些組件甚至已先行拆除，例如前端之工作抬架等。
   (2) 由於閉合段之施工對於本工程成敗影響至鉅，因此在施工前應做好周全規劃工作。諸如混凝土澆注之適當時間應選在外界氣溫達到最低點之前完成，澆注後其抗壓強度達100KG/cm^{2}時，即將連續鋼腱(正彎矩鋼腱)先施拉30%預力(即四束各施30%)。有關外界氣溫變化，可於閉合施工前兩天觀測得知。
2. 閉合施工步驟：
   (1) 移動工作車從P4側第11節塊至閉合位置，並以千斤頂或硬木墊塊將工作車之前側懸

吊系統固定於P5側第11節塊上(此時P5側工作車已拆)。

(2) 調整頂板、底板模板與側牆外模之位置及高程並固定之。

(3) 按照底板、側牆與頂板順序綁紮鋼筋、同時安放預力鋼線套管與錨頭座(橫隔梁鋼筋俟側牆內模完成後才施工)。

(4) 移動側牆內模至閉合位置，調整並鎖緊拉桿。橫隔梁鋼筋紮好後封模，同時亦完成交控管線等預埋件之埋設。

(5) 混凝土澆注前高程控制點最後檢測。

(6) 依底板、側牆、橫隔梁及頂板順序澆注混凝土。

(7) 穿預力梁連續鋼腱(正彎矩鋼腱)，並施第一階段預力(各施30%)。

(8) 預力鋼腱施拉完成並灌漿。

(9) 補P5側第11節塊之預留凹槽混凝土。

(10) 拆除箱型梁內外模與工作車。

參考資料：交通部臺灣區國道新建工程局「北部區域第二高速公路碧潭橋專輯」，86年8月。

2.5 新店高架橋之設計與施工

2.5.1 橋梁概要

北二高新店高架橋，位於木柵及新店交界，新店交流道東側，跨越阿蓁坑及高麗坑山谷(詳圖2.5-1)，採雙向分離式橋面設計，各有三線車道，南北線橋梁外緣距離由8.0公尺變化至16公尺，南北橋面寬16.35公尺，全寬32.7公尺；橋梁兩邊外側各有3.0公尺之路肩，兩邊內側亦各有1.0公尺之路肩，單向橋面淨寬15.25公尺，南下線全長1,052公尺，北上線全長1,078公尺，均為20跨配置。

本橋之主要特色歸納如下：

一、主橋為五孔連續之V型鋼橋墩、鋼箱型梁、鋼床板鋼構架橋，中間三孔跨徑均為100公尺，兩側邊跨為57公尺，總長414公尺。引橋部分係採2~4孔連續非合成(Non-composited)鋼I型板梁橋，跨徑由31公尺至57公尺不等，採用吊裝工法施工。

二、主橋橋面係採鋼床板(Orthotropic Deck)設計，其上直接鋪築鋼板粘層、防水層及密級配地瀝青混凝土面層，總厚度8公分，為台灣區高速公路首次採用。

三、本橋由於跨越山谷地形且背景為青翠的綠色山林，鋼構架外露表面均塗裝紅色油漆以凸顯出本橋優美的造型與視覺上的對比美觀。

圖2-5-1 新店高架橋地理位置圖

2.5.2 工程設計

一、幾何設計標準

(一) 行車速率：100KM/HR

(二) 車道數：南下線3車道，北上線3車道

(三) 橋面全寬：南下線16.35公尺，北上線16.35公尺

(四) 最大縱坡：2.6%

(五) 最小曲率半徑：R=1,700公尺

二、橋梁設計

(一) 地質及基礎工程

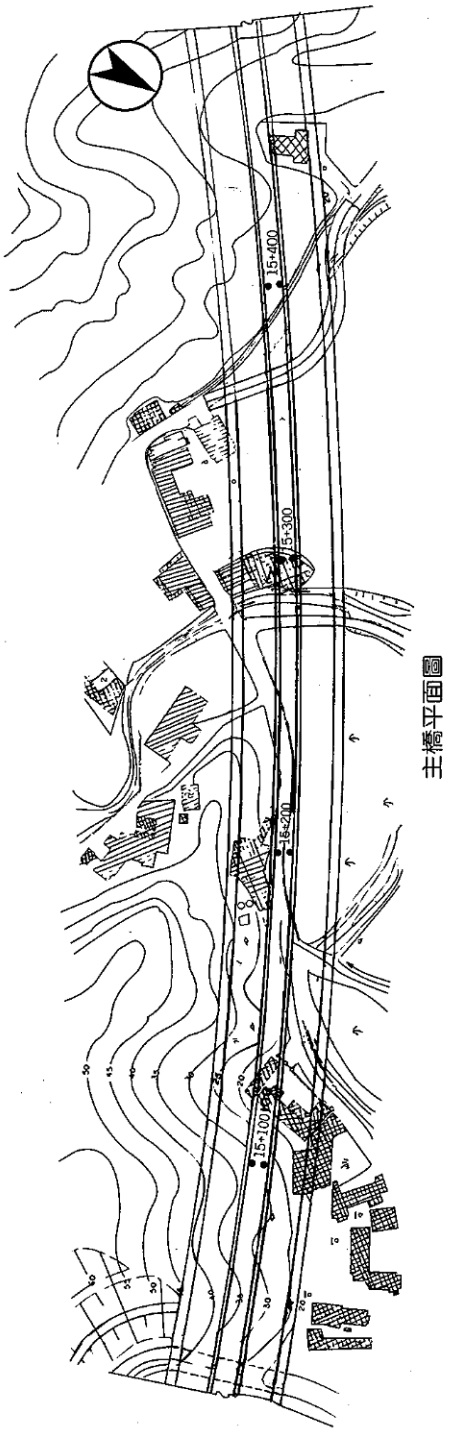
新店高架橋座落於以南港層為主之砂岩夾頁岩及砂岩、頁岩互層。地表覆蓋土厚1~3公尺，一般為不具塑性之沉泥質砂土，凝聚力極低，內摩擦角32度；部份為不具塑性含砂土之粘土質沉泥，其凝聚力亦極低，內摩擦角28度；N值約5~10間，屬中等偏低之鬆弱土質。新鮮堅實岩盤約在地表下5~10公尺，岩盤透水量約為13Lugeon，水密性尚佳。

本地區承載層深度約4~6公尺，除N5、SP5、NP16、SP16及SP4橋墩因岩盤位置較深採基樁基礎外，其餘均為擴展式基礎。本工程基樁係採用60公分直徑，長度6.5~ 11公尺之預鑄預力混凝土基樁以打擊方式施工，垂直最大設計載重為50公噸，其中並有斜度1:5之斜樁以抵抗水平力。

(二) 結構系統

新店高架橋採南北雙向分離式橋面設計，均為20跨配置。南下線全長1,052公尺，北上線全長1,078公尺，結構單元配置如下(主橋跨徑配置詳圖2.5-2)：第一、二、三單元為2@32.5公尺之二孔連續非合成I型板梁橋，57+3@100+ 57公尺之五孔連續V型鋼構橋墩、鋼箱型梁、鋼床板鋼架橋，53+2@59.5+53公尺之四孔連續非合成I型板梁橋。南下線第四、五、六單元分別為(40+49.5+40)公尺(34+41.25+34)公尺及(34+41.25+34)公尺之三孔連續非合成I型板梁橋。北上線第四、五、六、七單元分別為45公尺單孔簡支、(37+ 2@45+37)公尺四孔連續、40公尺單孔簡支及(42+48+35)公尺三孔連續之非合成I型板梁橋。

主橋五孔連續單元之V型鋼構橋墩與鋼筋混凝土墩柱間採耐候性鋼板製成之軸樞型支承，引橋中間墩柱採鉸接支承，單元間之共同柱採耐候性鋼材製品之活動支承，而本橋之支承均為採用盤式支承(Pot Bearing)，主橋支承連結方式詳圖2.5-2。



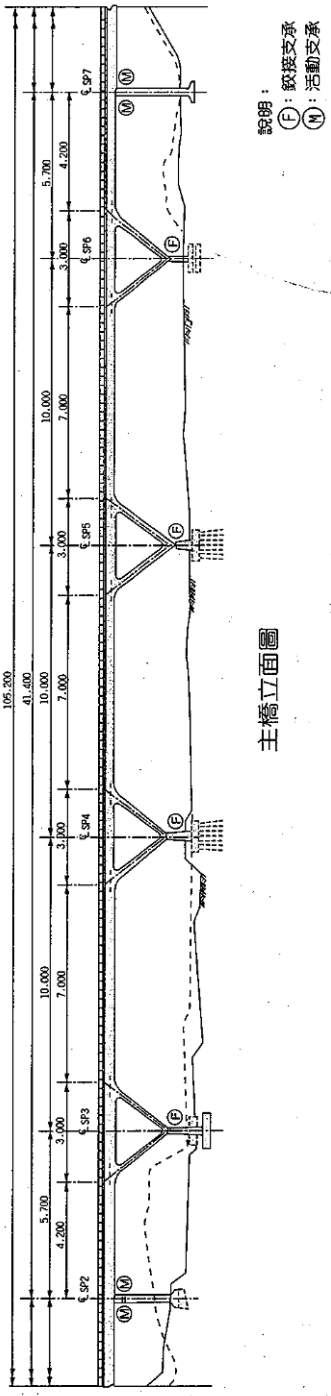


圖2.5-2　新店高架橋主橋平、立面圖(單位：公分)

(三) 結構設計

1. 設計規範

(1) 交通部76年頒布之「公路橋梁設計規範」

(2) 日本道路協會「道路橋示方書同解說II、鋼橋編」1980年版

(3) 美國AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges」1983年版

(4) 美國AASHTO「Bridge Welding Code」1981年版

(5) 美國AWS「Structural Welding Code(D.1.1-84)」

2. 設計載重

(1) 車輛載重：AASHTO HS20-44 之活載重再增加10%

(2) 水平震力係數：Kh=0.15

(3) 溫度梯度：上下板溫度差±5ºC

(4) 溫度效應：鋼結構以±25ºC，混凝土結構以±20ºC考量

(5) 設計風速： 200KM//HR

(6) 差異沉陷：任意相鄰兩座橋墩縱向假設有10MM差異沉陷

3. 材料規格

(1) 混凝土

a. 橋墩混凝土：f'_C=240 kgf/cm^2

b. 基腳混凝土：f'_C=240 kgf/cm^2

(2) 鋼筋

a. 32MM φ (含)以上：fy= 4,200 kgf/cm^2

b. 29MM φ (含)以下：fy= 2,800 kgf/cm^2

(3) 結構鋼件：

a. 耐候性鋼材：ASTM A36或ASM A572 Grade 50

b. 高拉力螺栓：ASTM A325-83C Type3 ClassC

4. 結構斷面型式

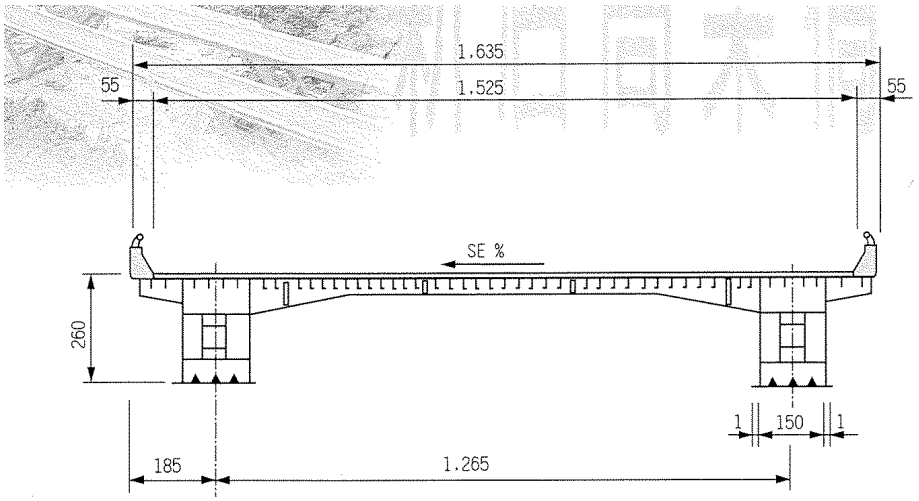
主橋上部結構為鋼箱型梁及鋼床板鋼架橋，梁深260公分：引橋上部結構為非合成

I型板梁橋，梁深200、220、240、280公分等不同尺寸(詳圖2.5-3)。

主橋下部結構為立面為V型鋼構橋墩，垂直高度約20公尺，橫斷面為矩形，斷面尺寸由上構之280×170 CM 漸變到柱頂之140×170 CM；鋼筋混凝土橋墩部分則為正方形短柱，柱高約6~8公尺，斷面尺寸由柱頂之200×200 CM 漸變到柱底之260×260 CM ；引橋下部結構墩則為矩形斷面。

5. 結構分析

本工程結構分析所採用之程式包括有分析整體上部結構格子梁之"GRID"與"PLAN"二維程式、計算主梁斷力之"HOKN"、設計主梁斷面之"SECT"、設計加勁材之"STFF"、設計斜撐構材之"SWAY"或"TRANS"、設計橫向構材之"LATE"，以及現場焊接接合點設計之"JOINT"程式等，分析所求得之頂、底板應力，係經組合呆重、活載重、地震荷重、風力荷重、溫度(含軸向溫度之增減及頂、底板之溫度梯度)及潛變乾縮效應而得。



主橋標準剖面圖

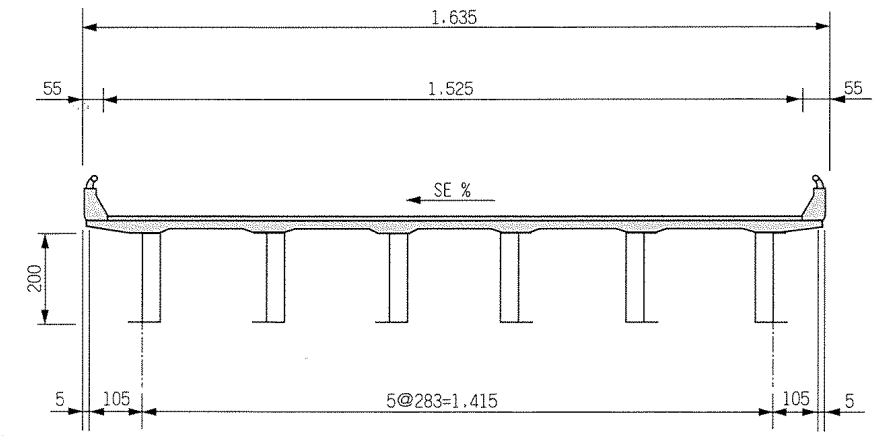


圖2.5-3　上部結構斷面圖(單位：公分)

2.5.3 工程施工

一、概述

本工程為鋼結構橋梁，鋼梁於工廠製造完成後即運往工地組裝，並採現地支撐工法施工，於工地配合每支梁之長度架設臨時支撐，將主梁吊放其上接合完成後，再行吊放主橋鋼床板並進行橋面工程及油漆工程。本橋係屬北二高汐止中和段第九標之主要工程，其基本資料如下：

(一) 設計：中興工程顧問社(現名中興工程顧問公司)

(二) 監造“中興工程顧問社

(三) 承包商：唐榮鐵工廠股份有限公司

(四) 施工日期：79年11月~82年11月(以第九標工期計列)

(五) 工程費：10億8仟萬元

(六) 上構造價：28,600/M^2

二、主要工程數量

工作項目	單位	數量	
		主橋	引橋
混凝土，240KG/CM^2	M^3	4,111	28,648
鋼筋(不含基樁部分)	MT	417	3,971
鋼梁，A36	MT	3,811	1,948
鋼梁，A572，Grade 50	MT	2,752	2,822
高拉力螺栓，A325	MT	118	96
預鑄預力混凝土樁，60M φ	M	2,185	2,088

三、施工過程

(一) 下部結構施工

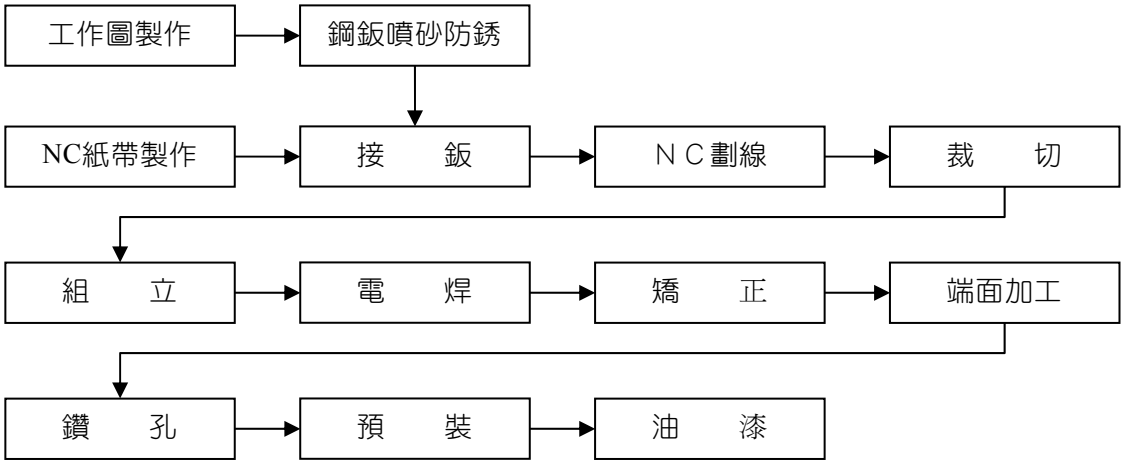
本工程下部結構除NP5、SP5、NP16、SP16及SP4橋墩因岩盤位置較深採基樁基礎外，其餘均為擴展式基礎。下部結構基樁係採用預鑄預力混凝土基樁，以打擊方式施工；基樁施打後，依設計範圍組立基礎模板、綁紮鋼筋及灌注混凝土。待基礎混凝土乾硬後，再排紮墩柱鋼筋、組立模板、澆注混凝土，如此依次施作到完成墩柱上方之帽梁。

(二) 上構鋼梁施工

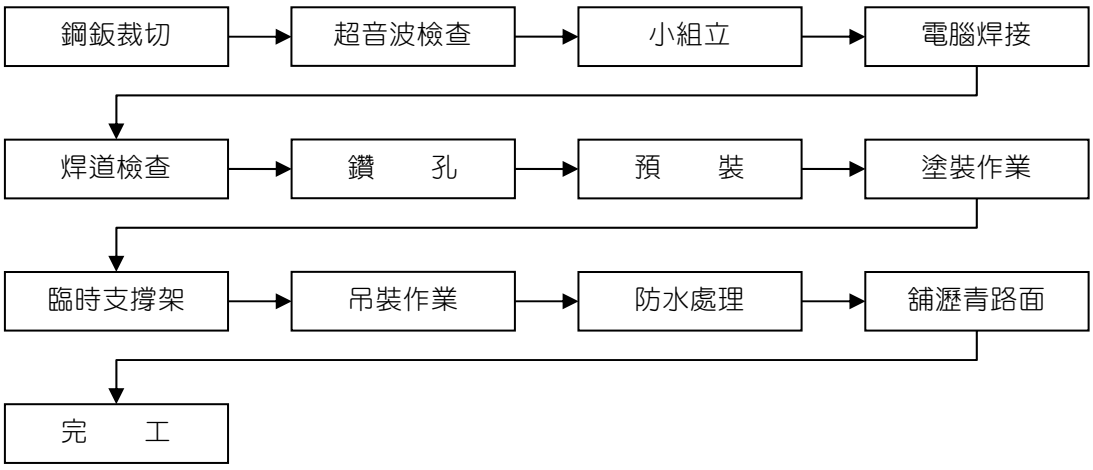
本橋上部結構為鋼結構橋梁，鋼板及型鋼均須依設計圖所示尺寸使用整體長度，不得續接。鋼板厚度之容許誤差，應符合ASTM有關之要求，且板厚不得小於設計厚度之百分

之九十五。主要鋼材承受主要應力之方向應與鋼板製造時展壓之方向一致，矯直以冷彎為原則。鋼板厚度19MM(含)以上均以超音波探傷法查驗鋼板內有無夾層(Lamination)存在。依JIS G0801 Type A壓力容器用鋼板之超音波探傷檢查，規定邊緣及每隔20公分探傷一線，若發現有缺點於其附近，增加探傷點，測出夾層範圍。

鋼梁製造完成後即運往工地組裝，本工程係採現地支撐工法施工，即於工地配合每支梁之長度架設臨時支撐，將主梁吊放其上接合完成後，再行吊放鋼床板，各部尺寸及公差檢查合格後於工地現場焊接，鋼梁工廠製造及施工流程如下：



上部結構整體施工過程則包括：



鋼梁之作業重點敘述如下：

1. 鋼板裁切：本橋為鋼結構，施工精確度及過程要求較一般混凝土橋為高，為確保工程之施工品質，所有鋼板裁切放樣均使用電腦程式數值控制(Numerical Control)，直接放樣於鋼板上(詳圖2.5-4、2.5-5)。

2. 超音波檢查：主要構件焊接使用自動潛弧焊接，且主要構件之對焊及角焊皆作X光透視

檢查及超音波探傷試驗(詳圖2.5-6)。

3. 小組立：為便於運輸箱型梁，在工廠中須分節製作，各構件在工廠製作完畢後須於工廠內試拼裝，以檢查製作工作之準確度，及早發現製造時所產生之誤差並予以整修。上、下翼板之對接以自動潛弧焊接機進行電焊，經檢查確定焊道無缺點後，即進行箱梁小組立(詳圖2.5-7)。

4. 電腦焊接、焊道檢查、鉆孔：組立完成之箱梁，以電腦自動焊接，焊接完成之鋼梁節塊，預裝前事先鑽取定位孔加以固定，於預裝完成並經驗正確後，再全面鉆孔(詳圖2.5-8、2.5-9)。

5. 預裝：為檢測每節箱梁經整體拼接後之尺寸及形狀是否合乎原設計要求，必須在工廠內進行預裝，並檢討吊裝時有無困難。預裝時採用水準儀、經緯儀、鋼捲尺作精確檢查，經確認無誤後，再分節拆下進行防銹處理(詳圖2.5-10)。

6. 塗裝作業：本鋼橋之防銹工程，為確保七年之保固期，因此噴砂除銹及箱梁內面、外露表面油漆裝作業，皆需依照本工程之塗裝規範嚴格執行。

7. 臨時支撐架：本工程係採支撐工法施工，在工地配合每支梁之長度，架設臨時支撐架(詳圖2.5-11、2.5-12)。任何構件須臨時放置於工地時，應使構件不與地面直接接觸，並應防止自臨時支架滑倒或與其他桿件碰傷；較長構件，在最後安置就位前，以適當的支台支持之，避免因本身靜重而產生永久性變形。所有構件應於搬運至工地前，用油漆將安裝記號及方向記明；重量超出五噸以上之所有構件，並須將重量及重心位置標明於明顯處以方便安裝。

8. 吊裝作業：採用傳統的吊裝方式。以兩部100噸吊車(Truck Crane)及兩部40噸行走式門型吊車(Stagging)配合作業，於南北線之間或路權邊先作便道，以利吊車吊裝。先將鋼架吊裝於橋墩上、再吊裝箱型梁、接著架設I型橫向梁、並以高拉力螺栓連接固定，所有鋼梁架設完成後，即安放鋼床板於梁上(詳圖2.5-13)，並予以固定，而後再將不平之處磨平。

(三) 橋面施工

本工程另一特色為主橋橋面係採鋼床板設計，其路面舖設包括有鋼板粘層、防水層及密級配地瀝青混凝土面層，總厚度8公分，面層分兩次施工，其間有一層粘層。其餘I型板梁橋均為鋼筋混凝土(RC)橋面板加上5公分厚瀝青混凝土(AC)磨擦層。因鋼床板上之瀝青混凝土厚度薄，且所受溫差大，加上鋼板之變形大，故除須具一般瀝青混凝土之要求外，尚須具有下列四項特性：一、適度的柔性以適應鋼床板之變形；二、高度的穩定性以避免車轍之產生；三、優良的防水性以防止鋼板生銹；四、適當的抗滑性以維持交通安全。

基於以上要求且鑒於本省夏天炎熱、雨量多且超載重車多等環境因素，故本工程鋼床板上之瀝青混凝土路面以責任施工方式辦理，並規定保固五年以確保路面品質。為防止混合、加溫、塗布及施工配合不當所造成之缺陷，本工程規定採用之材料為硬質地瀝青、橡膠瀝青系粘劑及防水蓆式防水方法，各主要材料之特性及施工程序如下：

1. 塗刷鋼板黏劑：塗刷於鋼板上之粘層，其必須與鋼板具有強力粘著性，且須為具有防水及彈性之溶劑型常溫施工膠狀塗料。

2. 塗刷防水層粘結劑：舖設防水層前塗刷，以使防水蓆與鋼板上之瀝青材料充分粘結。粘結劑必須具有高粘結力、易於塗刷、高溫時不軟化、低溫時不脆化之特性。

3. 舖設防水蓆：防水蓆用以保護鋼板不受水份浸蝕，故必須具有防水性、柔軟性、展延性及耐久性等特性，一般以長纖聚脂非織物浸泡橡膠地瀝青製成(詳圖2.5-14)。

4. 舖設瀝青路面：經過三道防水層處理之後，再舖設八公分厚之可塑性橡膠與樹脂拌合所製成之密級配地瀝青混凝土面層，其材料特性除應符合施工技術規範之相關章節規定外，需作以下調整：

   (1) 地瀝青：使用針入度40/50，或經工程司同意之改質地瀝青(含熱可塑性橡膠、樹脂等)，其強韌度(Tougbness)應大於120 KG-CM(25ºC)，粘結力(Tenacity)應大於100KG-CM以上(25ºC， Benson方法試驗)。

   (2) 瀝青混凝土按馬歇爾試驗，試樣夯壓50次製作情形下，其空隙率應為3~5%，穩定值大於1,00OKG，流度在20~40(1/10MM)之間，且按Wheeltracking試驗(英國RRL法)其動穩定值(Dynamic Stability，60ºC，6.4 KG/CM^2)應在850次/MM以上。

5. 纖紗網(Silver Mesh)：橋面洩水孔及伸縮縫處防水蓆施工不易，故改用較具柔性之纖紗網，其係以玻璃纖維與棉絲混紡之紗網浸泡於特殊瀝青材料製成，其性質依JIS A6012試驗，縱向及橫向抗拉強度至少分別為23 KG/CM 及 20 KG/CM以上。瀝青飽和度至少100%以上，加熱至 105ºC，5小時之損失率應小於4.5%。

(四) 鋼床板施工

1. 橋面施工時之氣溫規定應在4℃以上，下雨或表面潮濕情況下，絕對禁止施工。

2. 橋面板焊接完成後，所有焊接處、角縫、焊渣處應先行處理後再進行噴砂處理，噴砂後須再以壓力空氣將停留於角緣之砂粒吹淨後，才進行下一步工作。噴砂之除銹度應為ASTM D610標準圖銹斑3%以下，表面粗糙度為JIS B0601之Rmax 150 μ M(Microns)以下。

3. 噴砂後應即塗以鋼板粘劑，第一次先均勻以0.2L/M^{2}用量塗刷，俟2~3小時後再刷第

二層，用量約0.15~ 0.20 L/M^2，塗刷時嚴禁煙火，塗刷後並養治12小時以上，其間嚴禁任何車輛通行或汙損。若鋼板面已有良好防銹油漆且認知其不影響粘劑與鋼板之粘結力時，得僅將表面灰塵雜物油污清除乾淨，免用噴砂除銹。

4. 防水蓆於鋪設前應先試攤，將縱橫各搭接10公分，定位妥善及確定施工範圍後再予捲收放置於施工起點處，再用已加溫至適當粘滯度之粘結劑，如GumphaltB，以1.2KG/M^{2}之用量均勻塗刷後，迅即滾鋪防水蓆，滾鋪時應平均輕壓，以避免有氣泡留存蓆下，由蓆邊溢出之粘結劑則以毛刷刷開。若有氣泡產生時，將該部份切開，以瓦斯焰加溫後再予粘貼，切口上再加貼同質防水蓆，其大小應比切口大20公分。鋪設防水蓆時鋼板面應乾燥，若遇下雨，應立即停工。

5. 橋面洩水孔及伸縮縫處則以纖紗網粘貼其豎面，並折貼平面防水蓆上10~15公分，網下用粘結劑塗刷，粘結劑之材質及用量比照防水蓆辦理。

(五) 油漆塗裝施工

台灣屬海島型氣候，空氣中之腐蝕因子較其他地區為甚，防蝕工作甚為重要，本橋主體為鋼結構，防蝕系統採油漆塗裝工程，其施工要點如下：

1. 主橋V型鋼橋墩、鋼箱型梁、鋼床板鋼架橋及I型板梁橋外露表面及箱梁內面皆塗裝紅色油漆，所有鋼橋外露表面及箱梁面內油漆塗膜在完工驗收合格之日起，承包商應保證保個7年。

2. 本油漆工程應用無空氣噴霧器噴射法(Airless Spray)或用手刷法(Brush Method)施工。若使用噴射法施工，則噴射較難至之角、邊、螺栓、焊接處及其他不易上漆之處，須以手刷法先行油漆一次，再進行噴射法油漆。所有埋入混凝土及混凝土密接部均不得油漆，所有鋼材角邊須於表面處理前作1MM之截角，且所有摩擦式高拉力繫栓之接合面應噴厚度不超過30 μ M之無機鋅粉底漆。

3. 塗裝前之噴砂除銹：為確保鋼料防銹，全部鋼料在使用前，其表面均須實施噴砂清潔處理，以除去銹片、鬆屑、油脂、塵垢及其他有害之附著物，直到鋼材表面露出光潔，符合 Steel Structures Painting Council規範SSPC-SP-10之規定。噴砂處理後之表面粗糙度不得高出25~75 μ M。在噴砂處理前所有焊接處、角縫、焊渣及其他不整齊處均須先行磨平或補焊，直至與母材平整光滑為止。氣溫5ºC以下或濕度超出85%以上時，不得進行乾吹清理工作。在角縫或栓孔內之砂粒並特別注意清除之。

4. 鋼料徹底清淨後，應立即施予第一度防銹底漆，妥加保護，然後焊製裝配。塗裝中之防塵、防濕、防汙及吊裝完成後之破損修補，皆有嚴格的要求，凡鋼料表面帶有濕氣，氣溫在10~32ºC範圍以外，或估計油漆塗膜在乾燥前，天候可能有變、陰雨、以及熱天

鋼板溫度昇高，油漆面可能起泡等情形下，均不得進行油漆工作。所有油漆工作，需待下層塗料完全乾燥，才得油漆上層。

5. 敷施油漆其漆面皆應光滑均勻，而無某點積漆過多之現象。用手刷法施漆，漆刷之運用應使漆層光滑均勻，且與金屬面或已有之漆面密切接觸，並應使油漆能深入所有角縫與孔隙。

6. 用噴灑法須用動力噴灑設備均勻施噴，噴灑敷施之油漆，必要時應立即再加手刷，以消除皺紋散裂，俾能有均勻之漆面。

7. 本工程鋼橋外露表面塗裝系統採用5層油漆塗裝，包括有第1層組立前之防銹底漆處理；第2、3層工廠之底漆及中漆塗裝；第4、5層現場之補漆、第一道面漆及第二道面漆塗裝。箱梁內面塗裝系統採用4層油漆塗裝，包括有第1層組立前之防銹底漆處理；第2、3、4層工廠之第一道底漆、第二道底漆、第三道底漆塗裝。

2.5.4 結語

新店高架橋跨越山谷地形，其前方有新店地區住宅，後方背景為青翠的綠色山林，因此主橋採用五孔連續之V型鋼橋墩下構、鋼箱型梁、鋼床板鋼構架橋，並塗裝紅色油漆以凸顯本橋優美的造型與視覺上的對比美觀，造型非常醒目，且與現地地形構成一幅優美景觀(詳圖2.5-15)對於國內橋梁美學設計及鋼橋之施工水準均有大幅的提昇。

參考資料：交通部台灣區國道新建工程局，「第二高速公路，特殊橋梁專輯」民國88年11月。

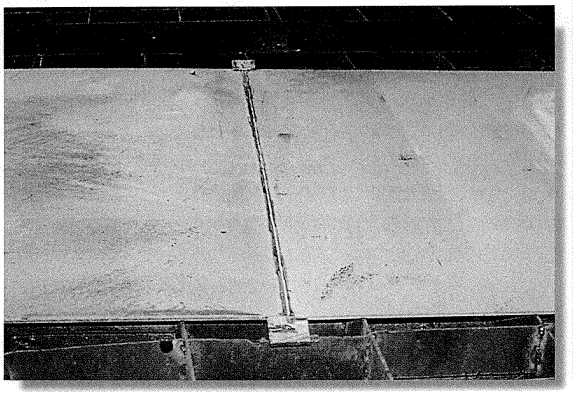


圖2.5-4 鋼板接板作業

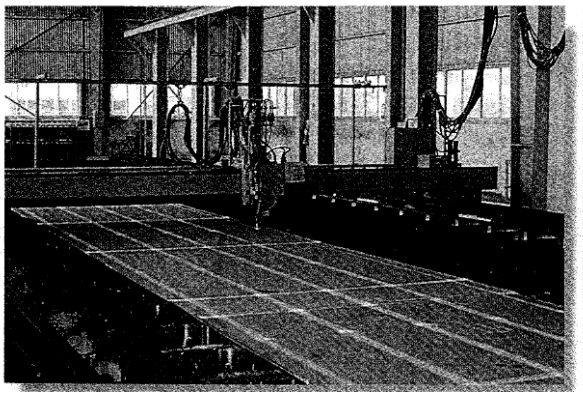


圖2.5-5 電腦NC劃線

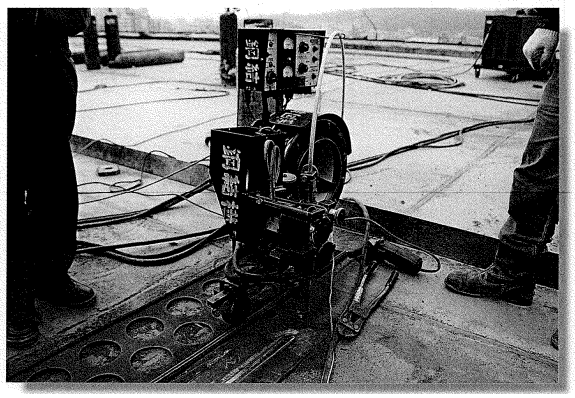


圖2.5-6　自動潛弧焊接

圖2.5-7　箱梁小組立

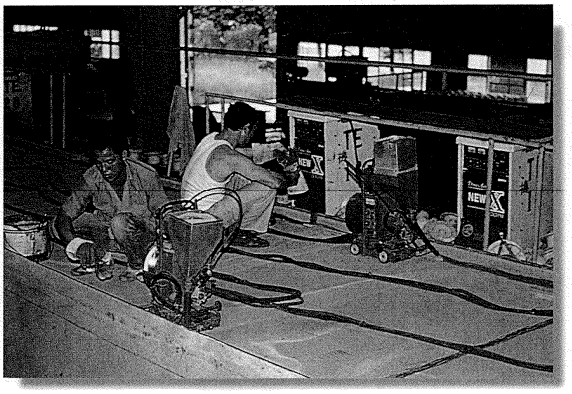


圖2.5-8　電腦自動焊接

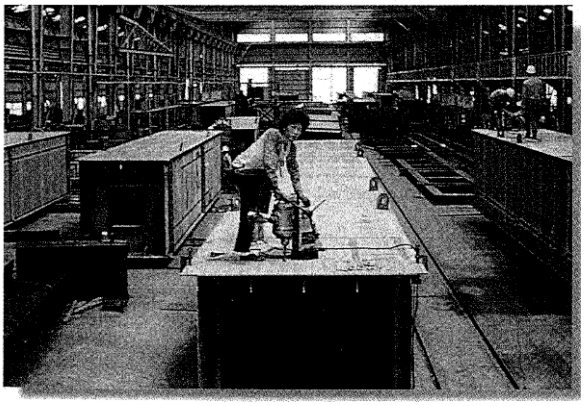


圖2.5-9　鑽取定位孔

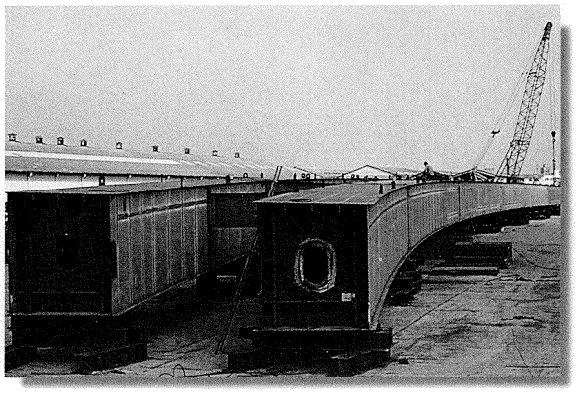


圖2.5-10　工廠預裝

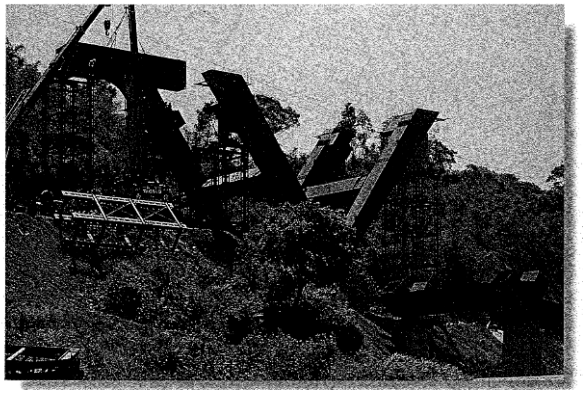


圖2.5-11　鋼橋墩吊裝臨時支撐架

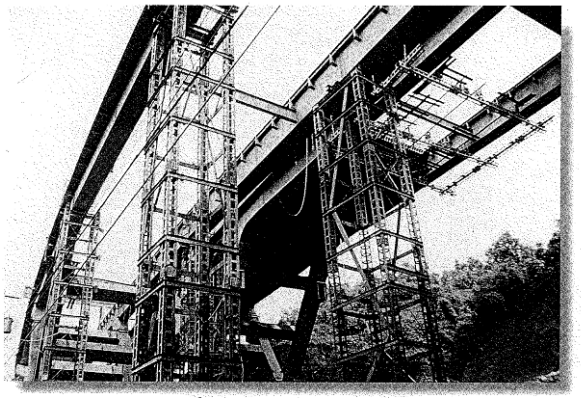


圖2.5-12　鋼橋型梁吊裝臨時支撐架

圖2.5-13　鋼床板吊作業

圖2.5-14　防水蓆鋪築

圖2.5-15　新店高架橋完工全貌

2.6 牛欄河二號橋(關西大橋)之設計與施工

2.6.1 橋梁概述

牛欄河二號橋又名關西大橋，位於關西鎮，全長700公尺，由東至西分別跨越新中豐公路、牛欄河及台三線(詳圖2.6.1-1)，為克服長跨徑、高橋墩之施工困難，本工程採工作車懸臂工法施工，鑑於中山高舊圓山橋因採中央鉸接結構，產生較大撓度造成行車舒適性不佳，故本橋為中央無鉸接之五孔連續長跨徑預力箱型梁。(詳圖2.6.1-2)。

懸臂工法其優點及特色可歸納如下：

一、本工法較適合長跨徑橋梁。

二、工作程序化有周期性，工人易於熟練，品質容易控制。

三、作業範圍小可加設防護設備，施工進度較不受氣候影響。

四、無須支撐架，於都市地區不影響交通流量，而且河川谷地等不良地形亦適用。

圖2.6.1-1 關西大橋地理位置圖

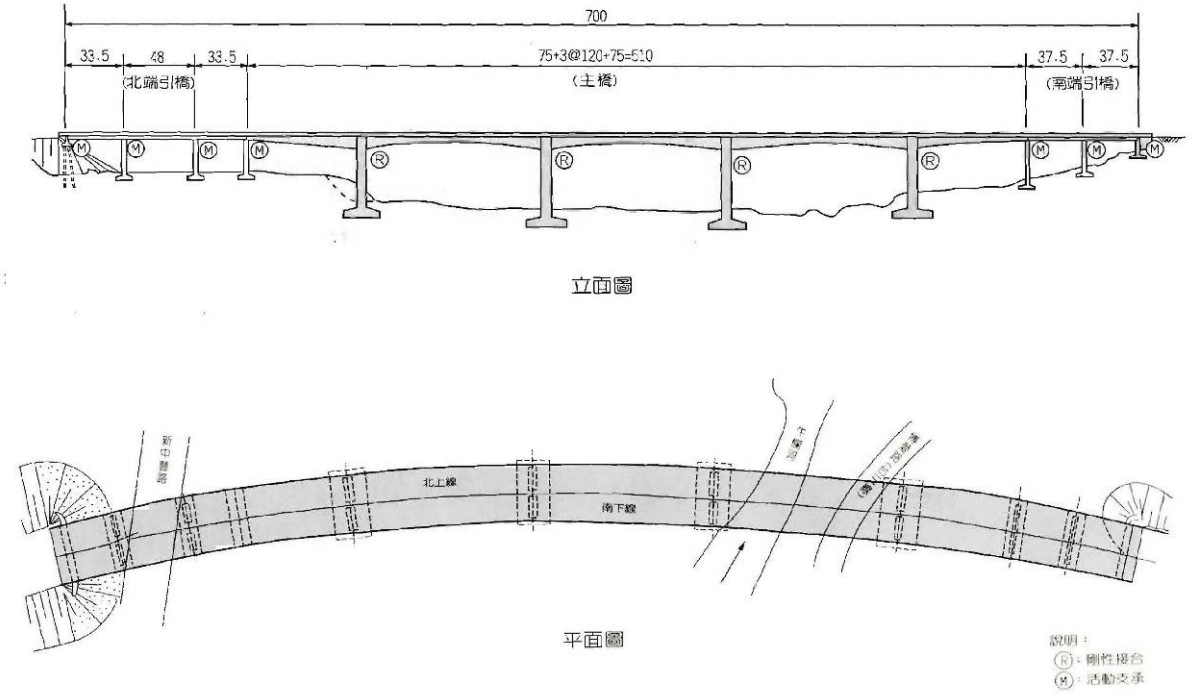


圖2.6.1-2　關西大橋平、立面圖(單位：公尺)

2.6.2　工程設計

一、幾何設計標準

(一) 行車速率：120K KM/HR

(二) 車 道 數：南下線3車道，北上線3車道

(三) 橋面全寬：南下線16.4公尺，北上線18.95公尺

(四) 最大縱坡：1.25%

(五) 最小曲率半徑：R=∞公尺

二、橋梁設計

(一) 地質及基礎工程

本橋係跨越牛欄河河谷，南端橋台及大部分橋墩位於25°~45°之山坡區，其地層屬頭嵙山層火炎山之粗礫岩、砂岩、泥岩、砂/泥岩互層等之構造。另河床部分為沖積之卵礫石、砂層覆蓋於泥岩/礫石互層之構造，地質情況良好，因此基礎型式採用擴展式基腳。

(二) 結構系統

主橋為五孔連續上下部連成一體之剛構式結構，結構配置採預力混凝土箱型梁設計，

主橋跨徑之佈置為75+3@120+75公尺，上下構以剛接方式接合(詳圖2.6-2)，本橋支承均為為盤式支承(Pot Bearing)

(三) 結構設計

1. 設計規範

(l) 交通部76年頒布之「公路橋梁設計規範」

(2) 美國AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges」1983年版

(3) 日本道路協會「道路橋示方書，鋼筋及預力混凝土篇」1980年版

2. 設計載重

(1) 車輛載重：AASHTO HS20-44之活載重再增加10%

(2) 水平震力係數 ：Kh = 0.135

(3) 溫度梯度：上下板溫度差±5℃

(4) 溫度效應：±20℃

(5) 設計風速：200KM/HR

(6) 差異沉陷：任意相鄰兩座橋墩縱向假設有10MM差異沉陷

3. 材料規格

(1) 混凝土

A. 預力混凝土 ：f'c=350 kgf/cm^2

B. 橋墩混凝土 ：f'c=2800 kgf/cm^2

C 基腳混凝土 ：f'c=240 kgf/cm^2

(2) 鋼筋

A. 32MMΦ(含)以上 ：fy=4,200 kgf/cm^2

B. 29MMΦ(含)以下 ：fy=2,800 kgf/cm^2

(3) 預力鋼材

七線鋼絞線：f's=19,000 kgf/cm^2，fy=16,000 Kgf/cm^2

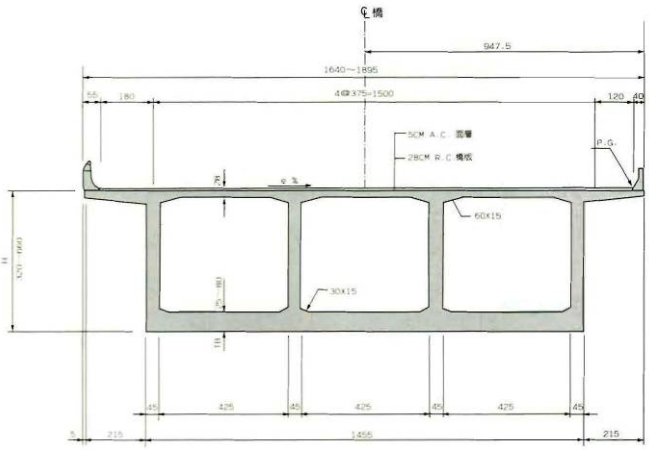


圖2.6.2-1　上部結構斷面圖(單位：公分)

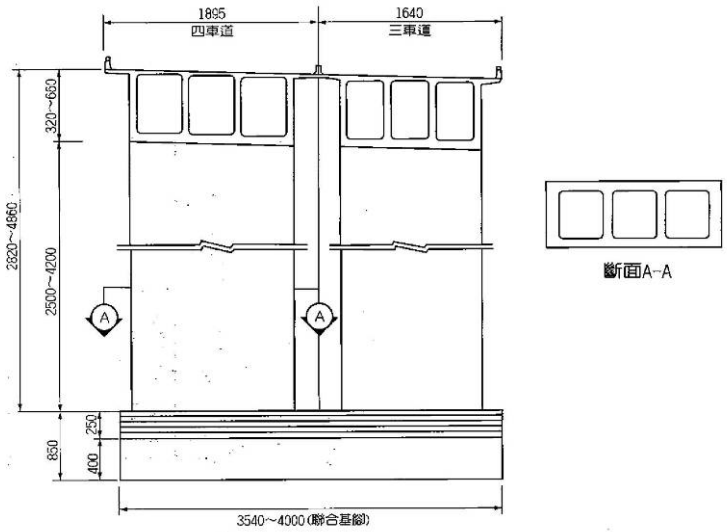


圖2.6.2-2　橋墩立面圖(單位：公分)

(4) 結構斷面型式

本橋上部結構北上線採四車道預力混凝土三室箱型梁，南下線採三車道預力混凝土三室箱型梁，南北向車道分開設計，橋面淨寬分別為18公尺及15.45公尺，梁深3.2~6.6公尺(詳圖2.6.2-1)。下部結構橋墩採矩型中空三室斷面，長15公尺寬5~6公尺(詳圖2.6.2-2)。

5. 結構分析

(1) 結構靜力分析

本橋結構設計軟體係採用SAP4分析，預力箱型梁懸臂施工至梁中央閉合後其結構型式由靜定狀態轉變至多次靜不定結構，其差異甚大，因此結構分析必須依據施

工順序校核各施工階段應力，基本結構分析之階段應歸納為下列三種：

A. 第一階段(懸臂延伸施工時)

預力箱型梁施工時，跨徑中央尚未連接，橋墩間各自獨立，此時之荷重為結構體自重及工作車載重，其荷重係由預力鋼腱所承受，因此於靜力分析時，主要在校核施工狀態下各斷面之應力情況。

B. 第二階段(中間跨閉合時)

本階段側跨箱梁已施築完成，但內側墩柱仍為靜定狀態，雖然整體系統已連成一體，但因中央閉台段混凝土尚未硬化，此段桿件尚未發揮連續功能。

C. 第三階段(中間跨閉合時)

本階段結構系統已完全構築完成，為五孔連續剛構架結構荷重包含結構體自重、瀝青面層、欄杆、管線等自重及溫度變化、乾縮潛變、活重等作用力。以求得最大或最小之斷面力。水平地震力分析時，荷重為整體結構物之自重及外加載重，以求得水平力在縱向及橫向之結構行為。

(2) 結構動力分析為慎重考量本橋之耐震能力，對於地震分析時採用下列兩類方法進行分析。

A. 水平震力係數法

於水平震力係數法中，除依照我國交通部公路橋梁設計規範之規定，考量本橋所處路段之地震特性、被覆土層之振動特性及本橋之重要性及振動特性後，以0.135水平震力係數進行分析外，並依照日本橋梁耐震設計規範之規定，以0.15水平震力係數進行分析。

B. 反應震譜分析法

於反應震譜分析法中，除採台灣營建研究中心所建議之設計反應震譜進行分析外，並依本橋所處土壤之特性，採用日本橋梁耐震設計規範所規定土質分類1之設計反應譜及美國應用科技委員會(ATC)最新橋梁耐震規範規定第I類土壤構造之設計反應震譜進行分析。

2.6.3 工程施工

一、概述

本工程主橋510公尺分為五跨連續剛構架，採用場鑄式懸臂工法施工，先於橋墩頂部完成柱頭板之構築，再於柱頭板上架設一部工作車待第一節塊推移定位後再架設另一部，逐次左右交錯向外推移施作節塊，於跨徑中央處連結，完成整跨結構，施工中為靜定結構，完工後為靜

不定結構。本橋係北二高屬鶯歌關西段第十一標工程，其基本資料如下：

(一) 設計：中華顧問工程司

(二) 監造：中華顧問工程司

(三) 承包商：新亞建設開發股份有限公司

(四) 施工日期：78年8月～81年8月(以第十一標工程計列)

(五) 工程費：5億4仟４佰萬元

(六) 上構造價：25,700元/M^2

二、主要工程數量

工作項目	單位	數量
就地澆注預力混凝土，350 kgf/cm^2	M^3	21,880
混凝土，280 kgf/cm^2	M^3	10,570
混凝土，240 kgf/cm^2	M^3	36,030
鋼　筋	MT	12,495
預力鋼腱	MT	1,096

三、施工過程

本橋係跨越牛欄河河谷，地質情況良好，因此基礎型式採用南北兩向聯合擴展式基腳(詳圖2.6.2-2及照片2.6-10、2.6-11)。為因應上部結構懸臂式預力箱型梁之不平衡交錯施工所引起之墩柱偏心載重導致之偏心彎矩，因此在施工前必須就可能之偏心彎矩分析及對墩柱及基礎應力變化之影響，應經應力檢核計算確認安全無慮後始可同意施工，而偏心彎矩也會使墩柱懸臂兩端產生不等之下垂，故懸臂推移施工時必須隨時檢測每節預力梁產生之撓度及控制墩柱垂直度，如有異常現象，必須隨時追蹤檢討並予與適當之校正。

(一)墩柱垂直度檢測

於墩柱四周牆面中心各設置一兩點之垂直線(詳圖2.6.3-1)，並懸掛鉛垂線定期檢測(用經緯儀觀察)墩柱側傾位移量以為施工參考。

(二)基礎沉陷檢測

於墩柱四周牆面各架設一兩點之水平線離地面高約1.5公尺(詳圖2.6.3-1)，並以水準儀定期檢測各點高程，以瞭解工作車推進作業中基礎沉陷之情況及大小，俾供預拱調整之參考及施工依據。

(三)懸臂工法施工作業

本工法須先施築柱頭節塊，再於柱頭節塊上架設工作車(詳照片2.6-12)，工作車沿柱頭節塊兩側推移構築箱型梁節塊，週而復始直至節塊閉合，其施工程序之作業流程詳圖2.6.3-2施工程序流程表。

1. 柱頭板施工

本工程原設計柱頭板長度分別為 14 公尺及12.8公尺，承包商為求提昇施工技術及確保施工安全，與西德 DSI 公司(Dywidag Systems International)技術合作，引進非常輕巧之工作車(詳照片2.6-16)，其所需要之柱頭板長度僅需8.2公尺即可施工，其施工過程就可以不必架設既高(墩柱高約40公尺)且危險之工作支撐架，只須於墩柱頂端預埋支撐型鋼即可既快速且安全。

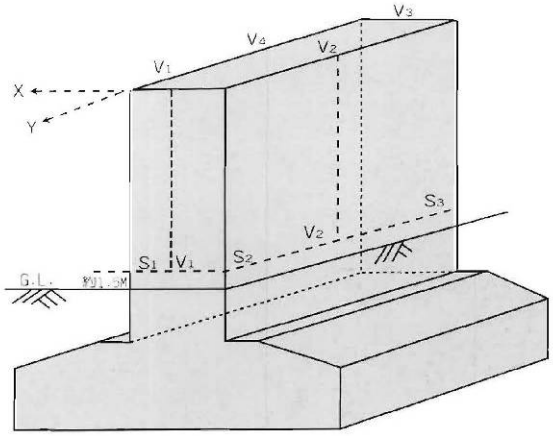


圖2.6.3-1　墩柱垂直度及沉陷檢測示意圖

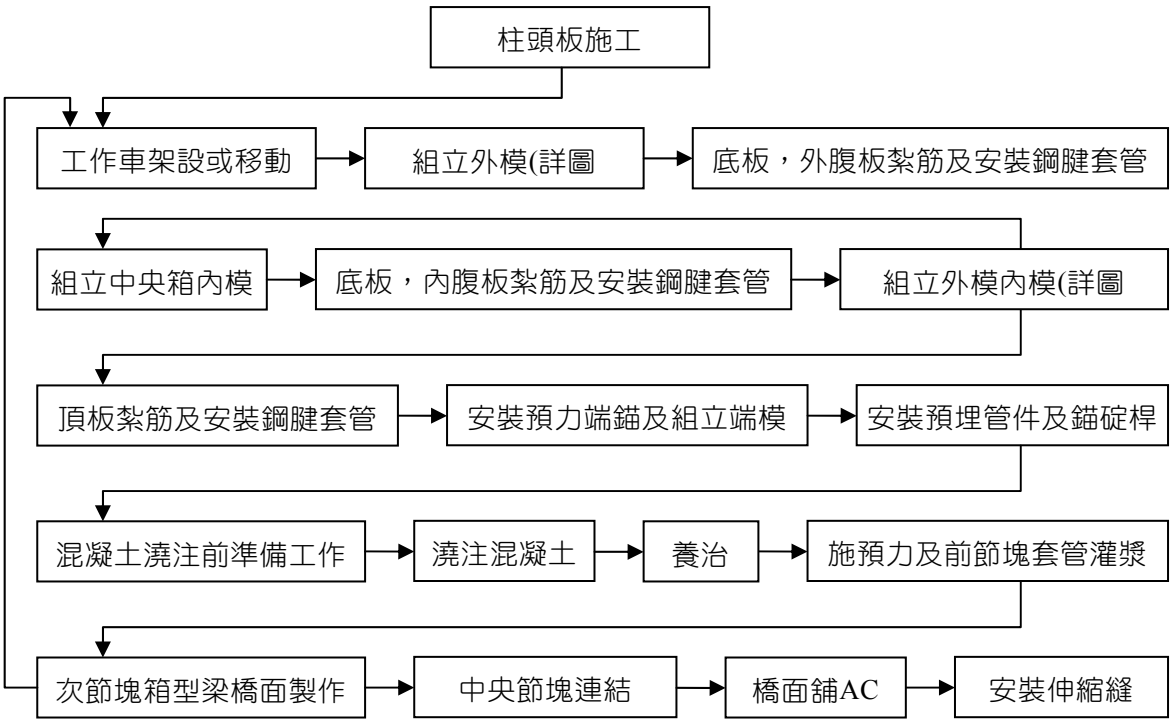


圖2.6.3-2　施工程序流程表

2. 工作車之施工

懸臂工法常用之工作車一般分為壓重式及錨碇式，本橋因跨徑大，寬度亦大，且原設計已限制工作車自重不得大於80公噸，故採用自重輕之錨定式工作車。工作車之施工程序如下：架設(或移動)工作車組立模板(詳圖2.6-17、圖2.6-18)、紮筋及鋼腱套管澆注混凝土施預力。上述之程序可完成一節塊施築，為一循環，再移動工作車以施築下一節塊。這種施工由於工作場地集中，同樣工作反覆作業，管理簡單，工人作業易於熟練，故所須作業人員較少，且施工進度快速。每一節塊施築長度為3.2公尺，每一循環施工時間約為7天左右每節施工順序詳如圖2.6.3-3。每節預力箱型梁橋面澆注完成且施完預力(詳圖2.6-19)，必須推進工作車以施築下一個懸臂節塊。工作車之推進步驟詳圖2.6.3-4。

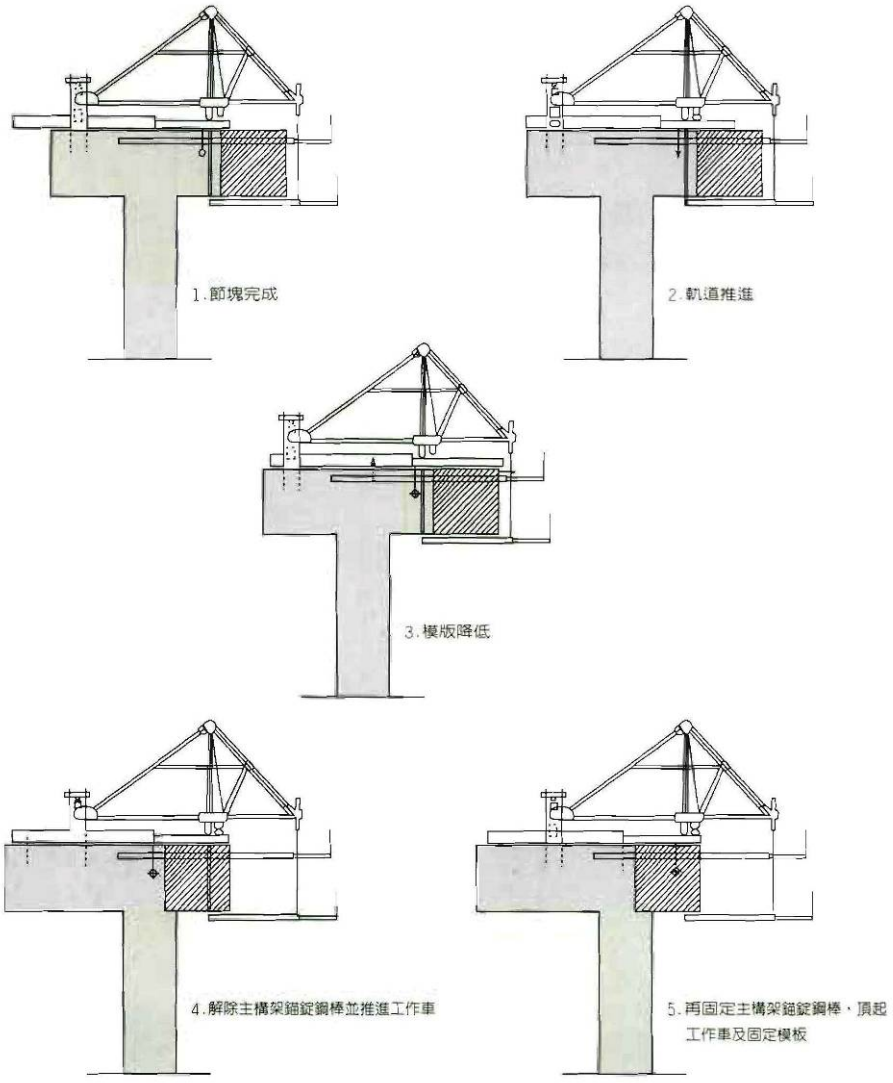


圖2.6.3-3　工作車之推進步驟詳圖

3. 混凝土澆置作業

本橋因橋面高度甚高，混凝土運輸須經由柱頭板向兩側延伸，澆注混凝土採用高性能混凝土泵(詳圖2.6-15)(輸送馬力111KW，垂直高度1,000公尺，水平距離460公尺，每小時可澆注47~66M^3)作業，澆注順序依箱梁底板、腹板及頂板之順序一次澆注完成，澆注時須使混凝土均勻填佈，以保持工作車之平衡避免產生過大之偏心及集中載重，而使桿件變形。為增進混凝土工作性、減少水泥用量、增加抗蝕防水功能及增加混凝土早晚期強度，混凝土採用NP-100強塑劑(添加比率約1.2~1.8%)以提高混凝土施作進度及品質。為加速節塊作業週期，使混凝土儘早達到施預力強度需求而採蒸氣養治，蒸氣之溫度約55~65℃，經多次試驗結果，混凝土可於12~18小時之時間內達到70~80%之強度而可施預力，由於加入強塑劑及蒸氣養治，以及工作熟練度之養成，平均每節塊作業時間可由原來規劃之7天縮短至4天。

4. 測量及拱度控置

節塊施工時，工作車分別向柱頭板兩側推移，因受工作車及混凝土重所產生之撓度、吊桿之伸縮量、施預力及混凝土乾縮潛變等之影響，每節塊之預拱度均須加以計算後併入設計高程，以作為施工高程之依據。為便於高程之測量控制，每一節塊斷面設置17個測點，高程控制資料詳圖2.6.3-4。

5. 預力系統

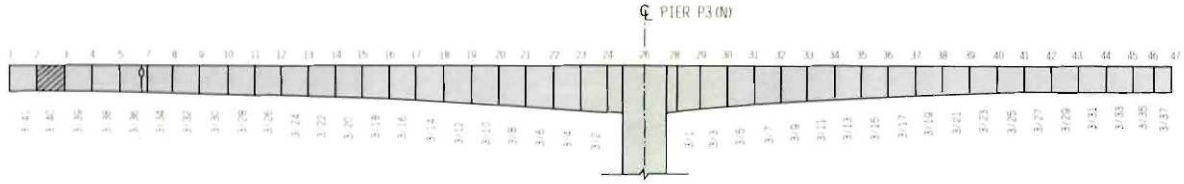
本工程上部結構預力系統係採用德國DYWIDAG系統，預力組件及設備均由其供給，預力鋼腱除部份採用12根12.7MM絞索外，大部份均為19根12.7MM絞索，其包裹之鍍鋅金屬套管內徑及厚度規定如下：

12根12.7MM絞索，內徑7.5CM，厚度≧0.32MM

19根12.7MM絞索，內徑8.0CM，厚度≧0.32MM

承包商須於施工前檢送鋼絞索及錨碇裝置之品質證明，預力梁鋼筋及鋼腱配置施工圖，並詳細計算干斤頂施預力時各鋼腱伸長量及繪製錨碇處防裂鋼筋之施工圖樣，提送工程司核可後始同意施工。

鋼腱套管運至工地應加以覆蓋以防止生銹，套管排置係依施工圖所示之線形及正確位置予以確實捆紮。



Jt Int. No.	P.C. (A)	P.C. (conc. C) (CV.)	CAMBER (B)	(A)+(B)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑩a	⑩b	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰
2	253.304	253.269	-0.010	253.294	253.252	253.252	253.895	250.088	252.885	252.936	252.977	253.441	253.004	250.234	250.195	250.272	253.030	253.071	253.122	253.186	250.379	253.629	253.429
△	-	-	-	-	0.005	0.005	0.005	0.007	0.005	0.009	0.009	0.009	0.009	0.012	0.012	0.012	0.009	0.009	0.005	0.005	0.007	0.005	0.005
↑	-	-	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2/78	253.304	253.269	-0.010	253.294	253.257	253.257	252.900	250.095	252.890	252.945	252.986	253.450	253.013	250.246	250.207	250.284	253.039	253.080	253.127	253.191	250.386	253.634	253.434
2/78	253.304	253.259	-0.010	253.294	253.257	253.257	252.900	250.095	252.890	252.945	252.986	253.450	253.013	250.246	250.207	250.284	253.039	253.080	253.127	253.191	250.386	253.634	253.434
2/78																							
3/78	253.262	253.227	-0.022	253.240	253.196	253.196	252.841	250.015	252.934	252.992	253.027	253.387	253.057	250.161	250.119	250.202	253.086	253.121	253.179	253.132	250.306	253.575	253.375
3/78	253.262	253.227	-0.022	253.240	253.198	253.198	252.841	250.015	252.934	252.992	253.027	253.387	253.057	250.161	250.119	250.202	253.086	253.121	253.179	253.132	250.306	253.576	253.375

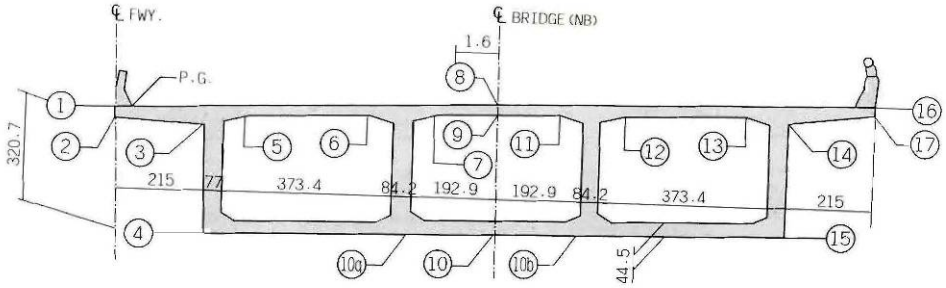


圖2.6.3-4　高程控制資料詳圖

預力之拖拉採用單邊施預力作業(詳圖2.6-19)，可彈性調度人力及機具，亦符合經濟作法，唯單邊施預力之有效預力值略低。為檢核施預力之摩擦損失之μ、k值，於P2橋墩附近附近取適當長度作μ、k值試驗，試驗結果μ=0.1846，k=0.003619，均比原估算值μ＝0.25，k=0.0049為低，故實際有效預力質應比原估算值為高，預力橫縱斷面配置詳圖2.6.3-5。

6. 中央閉合節塊

閉台節塊係由二橋墩分別作業延伸至跨徑中央之連結節塊(詳圖2.6-20)，為避免以後產生如中山高速公路圓山橋，中央節點以鉸接連結而產生較大撓度影響行車舒適性，本工程閉合節塊係採剛性結合，其施工可利用工作車之底模及外側模施工，惟內模高度僅3.2公尺，可採用傳統作業方式施作，故內模之支撐鋼梁於前一節塊施工前即行移出。為使乾縮影響減至最小，澆注中央閉合節塊之溫度為20℃，而本橋中央節塊之施作時逢冬季氣溫較低，可以符合規定須求。

懸臂工法墩柱設計所依據之彎矩及剪力是由預力、溫度、乾縮及潛變等因素而產生，其作用方向是向內，如果可以在閉合以前在箱梁適當位置安置千斤頂，向兩側施力頂開，使橋墩底部產生與設計作用力相反之彎矩及剪力，將可藉以抵消部分作用力，

本橋雖未施作預頂作業，但以剛構架之懸臂工法而言，閉合節塊之預頂作業，在結構上應為一較佳之施工模式。

(四) 工程施工問題

1. 施工中儘可能採用國內技術工，但因本工程配台12部工作車作業，須有大量人力配合，且國內勞力不足，技術工短缺，因此必須仰賴泰籍勞工，幸本工法因節塊週期作業固定，在甚短之時間內即將泰勞訓練完成進而發揮本工法之優點。
2. 關西地處新竹縣山區，原本天候不佳，加上強勁之風力，7~9月間為颱風季節，工區毗鄰牛欄河水域，高橋墩為本工程特色，施工時受天候影響甚鉅，若能在規劃時蒐集工區所在之天候及水文資料，並於施工時妥善安排施工時程，必能將天候所造成之影響減至最低。
3. 本工程採用可重覆使用40次以上之系統模板，雖因質硬不易變形，但國內從業人員對系統模板組裝仍不熟悉，且處於勞力短缺之環境下，系統模板之大量推廣實有其必要性。

參考資料：交通部台灣區國道新建工程局「第二高速公路(特殊橋梁專輯)」，88年11月。

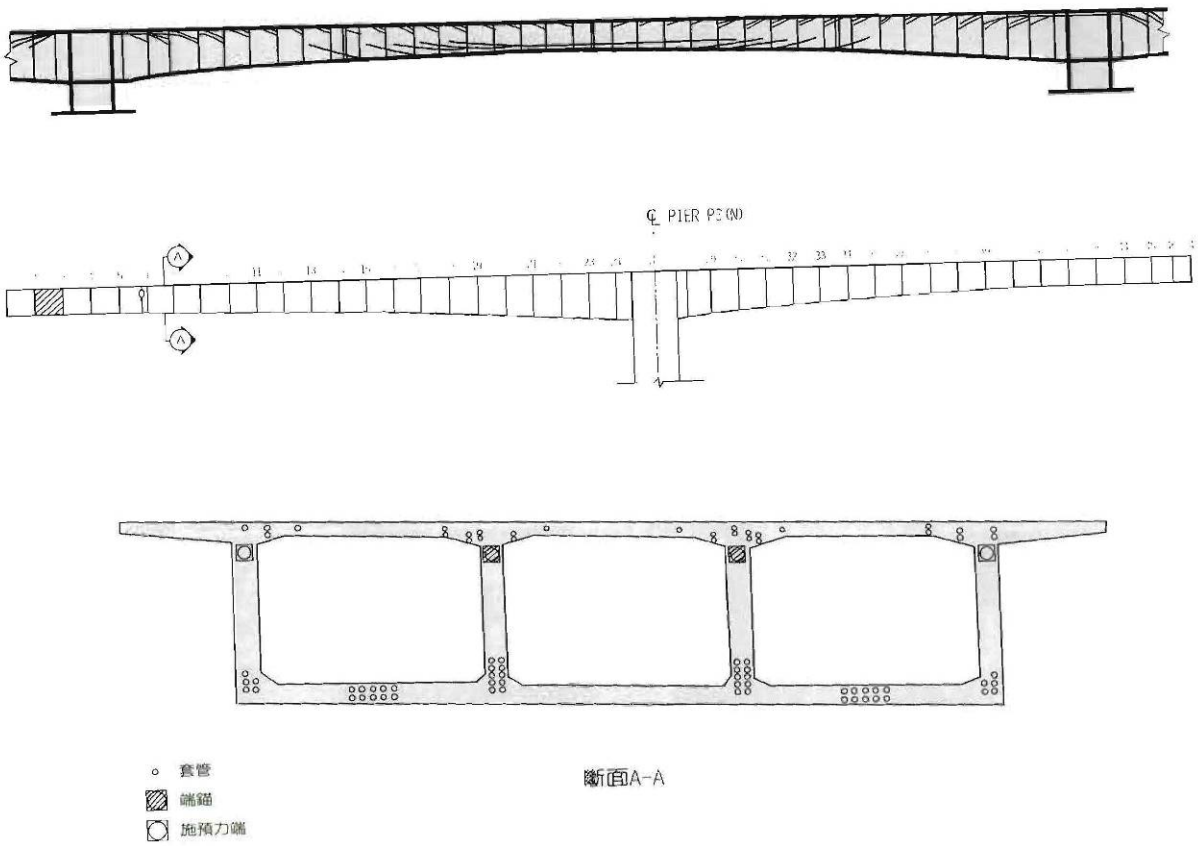


圖2.6.3-5　預力鋼腱橫縱斷面圖

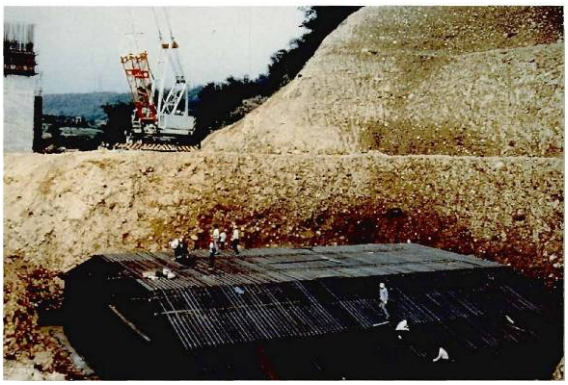


圖2.6.3-6　基礎鋼筋組立

圖2.6.3-7　橋墩混凝土澆注

圖2.6.3-8　工作車作業

圖2.6.3-9　懸臂工法外模施作

圖2.6.3-10　懸臂工法內模施作

圖2.6.3-11　高性能泵灌漿

照片七　懸臂工法工作車施作

圖2.6.3-12　懸臂工法工作車施作

圖2.6.3-13　懸臂工法工作車前方推近設備與推進導軌

圖2.6.3-14　懸臂工法工作車推進操控平台

圖2.6.3-15　混凝土節塊施預力

圖2.6.3-16　節塊閉合前一節塊施作

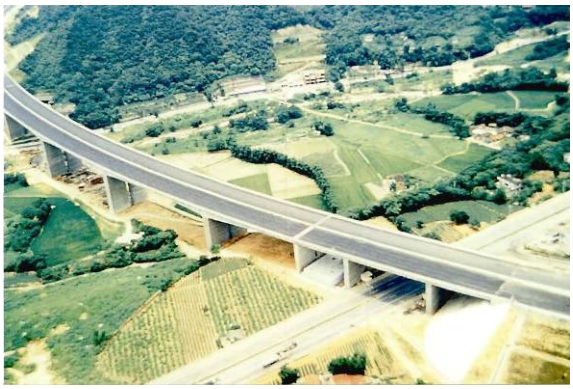


圖2.6.3-17　關西大橋完工全貌

2.7 頭前溪橋之設計與施工

一、橋梁概述

頭前溪橋位於竹東鎮跨越頭前溪(詳圖2.7-1)，全長793公尺，曲率半徑2,500公尺，分別由7孔及11孔兩連續梁結構單元所組成共計18跨，為配合芎林堤防及內灣線鐵路，標準跨徑為46.5公尺，採南北雙向分離橋面設計，每一單向橋寬為16.35公尺採三車道設計。由於節塊推進工法係於定點推動已完成之預鑄箱型梁節塊，使其達到預定之位置，故節塊所移動前進之路徑不能過於複雜，一般而言本工法較適於線形為直線或圓曲線之橋梁。

節塊推進工法其優點及特色可歸納如下：

(一) 毋需自地面直接架設支撐，適合在河川深谷或都市交通流量大等地區施工。

(二) 適合直線或圓曲線之線型，跨徑為50公尺左右，長度300公尺~800公尺之橋梁。

(三) 預鑄場內可設遮棚，施工不受天候影響，節塊的製造品質及工期易於控制。

(四) 鑄造節塊的活動模板及推進設備便捷，且能重複使用，可節省大量人力物力降低成本。

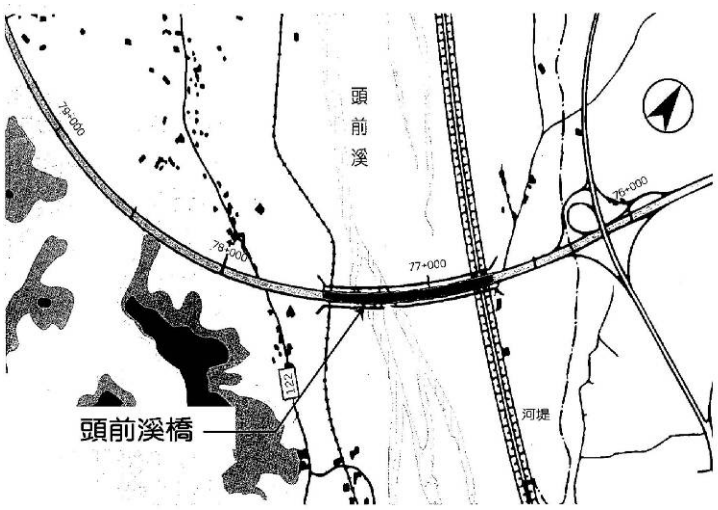


圖2.7-1　頭前溪橋地理位置圖

二、工程設計

(一) 幾何設計標準

1. 行車速率：120KM/HR
2. 車道數：南下線3車道，北上線3車道
3. 橋面全寬：南下線16.35公尺，北上線16.35公尺
4. 最大縱坡：1.25%

5. 最小曲率半徑：R=2,500公尺

(二) 橋梁設計

1. 地質及基礎工程

本橋係跨越頭前溪河谷，根據鑽探資料，河床岩盤位於深度10公尺左右，橋墩基礎上部位於卵礫石層，下部位於香山相地層，均為良好承載層，本橋樁基礎係採全套管斜樁高壓灌漿工法施工，基樁之直徑分別為120公分及150公分兩種，最大垂直載重分別為795公噸及900公噸，採1:8之斜樁，不僅可增加水平抵抗力且可取代傳統沉箱基礎更可節省人力、降低成本。

2. 結構系統

本橋全長793公尺，結構配置採預力混凝土箱型梁設計，共分為兩個結構單元，分別為25.5+35+5@46.5公尺，10@46.5+35公尺，上下構接合方式除A1、A2橋台、P1、P2、P6、P7、P8、P9、P16、P17橋墩採活動支承外，其餘橋墩均採用鉸接支承(詳圖2.7-2)，本橋支承均為盤式支承(Pot Bearing)。

3. 結構設計

(1) 設計規範

A. 交通部76年頒布之「公路橋梁設計規範」

B. 交通部台灣區國道高速公路局「第二高速公路暫行設計準則」

C. 美國AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges」1983年版

D. 日本道路協會「道路橋示方書・同解說」昭和55年5月

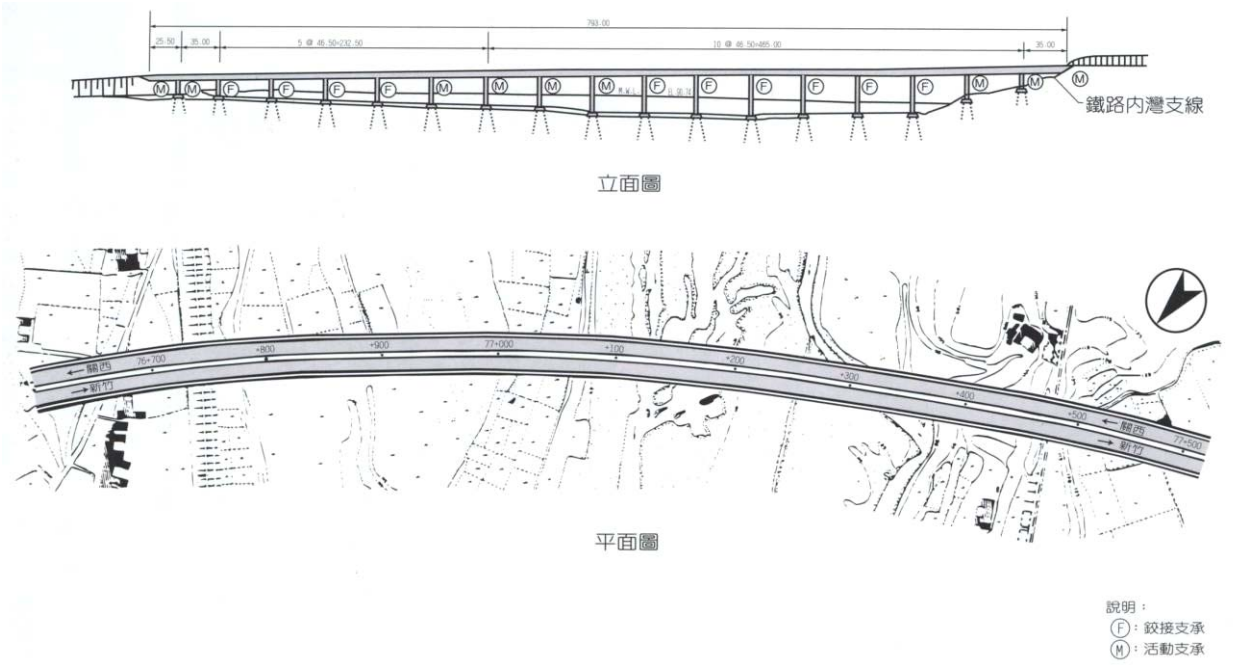


圖2.7-2　頭前溪橋平、立面圖(單位：公尺)

(2) 設計載重

A. 車輛載重：AASHTO HS20-44之活載重再增加10%

B. 水平震力係數：Kh=0.135

C. 溫度梯度：上下板溫度差±5℃

D. 溫度效應：±20℃

E. 設計風速：200KM/HR

F. 差異沉陷：任意相鄰兩座橋墩縱向假設有10MM差異沉陷

(3) 材料規格

A. 混凝土

a. 預力混凝土：f 'c=350kgf/cm^2

b. 橋墩混凝土：f 'c=280kgf/cm^2

c. 基樁混凝土：f 'c=240kgf/cm^2

B. 鋼筋

a. 32MM ϕ (含)以上：fy=4,200kgf/cm^2

b. 29MM ϕ (含)以下：fy=2,800kgf/cm^2

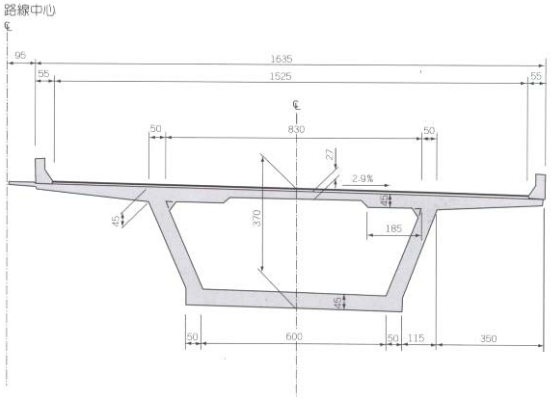


圖2.7-3　上部結構斷面圖(單位:公分)

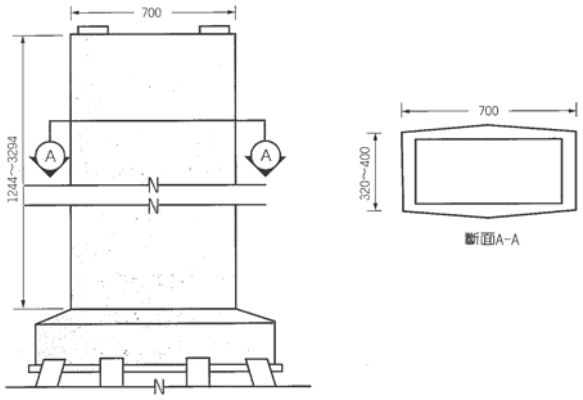


圖2.7-4　橋墩立面圖(單位：公分)

C. 預力鋼材

七線鋼絞線：f ' s=19,000kgf/cm^2，fy = 16,000 kgf/cm^2

(4) 結構斷面型式

本橋上部結構採三車道預力混凝土單室箱型梁，南北向車道分開設計，橋面淨寬15.25公尺，梁深3.7公尺(詳圖2.7-3)。下部結構橋墩採矩型中空斷面，長7公尺，寬3.2~4.4公尺(詳圖2.7-4)。

(5) 結構分析

節塊推進工法之上部結構在推進期間，大梁因支承位置改變而使所承受之彎矩不斷改變，每一斷面之彎矩都可能為正彎矩與負彎矩，而各節塊箱型梁需施以不偏心之預力使混凝土的拉應力在容許範圍內，而此應力之校核需考量推進程序以核算應力包絡線，俾供計算預力梁斷面及鋼腱之配置。

A. 第一階段(推進期間)

由於預力箱型梁在此階段承受正負彎矩交替出現之變化荷重狀態，推進期間採軸心預力，以直線鋼腱佈設於上下翼板，使斷面產生縱向的均勻壓力。預力的設計係以節塊為單元，鋼腱原則上以每束間隔一個節塊做一次續接，當一個節塊完成製作並施拉預力推出後，即進行下一節塊製作，週而復始，故節塊之介面預力因此相續接，節塊內之有效預力比較均一，同時亦可減少為容納錨碇支承板所需之翼板斷面。

B. 第二階段(推進完成後)

本階段節塊推進作業已完成，再配合包含活荷重之最終應力之要求施拉佈設於腹板內之曲線連續鋼腱。各支承點所使用之臨時性滑動支承此時必須更換為永久性支承，而每次更換一處橋台或橋墩之永久支承時，必須以千斤頂頂高梁底作業，箱梁亦因此而受額外之應力，故更換支承必須待連續鋼腱施拉完成

後方可進行，連續鋼腱以每隔兩個跨徑做一次續接而混凝土錨碇座與節塊接縫必須保持3公尺之距離以利錨碇補強鋼筋之配置。節塊與節塊之間的縱向鋼筋搭接而成為連續，由於推進期間剪應力變化不大，故縱向鋼筋之搭接與介面混凝土一般均不做特別處理。

三、工程施工

(一) 概述

本工法係在橋台背後引道位置設置臨時預鑄場，在此分節、依序(1/2跨徑長)鑄造預力箱型梁節塊，俟首節完成後，其前端則接有鋼製鼻梁為導引，節塊則利用一組油壓千斤頂，藉由預鑄床整體結構為推進力支撐，將節塊沿橋軸向橋中央推進。隨即在其後方再鑄造下一節塊，藉預力使前後兩節塊相接，如此重覆、循環製造直到全部節塊施築完成並推至定位。本橋係屬北二高關西鶯歌段第七標工程，其基本資料如下：

1. 設計：亞新工程顧問公司
2. 監造：亞新工程顧問公司
3. 承包商：利德工程公司
4. 施工日期：78年8月～81年8月(以第七標工程計列)
5. 工程費：7億5仟6佰萬元
6. 上構造價：14,600元／M^2

工作項目	單位	數量
節塊推進工法預力混凝土，350KG/CM^2	M^3	18,998
混凝土，240KG/CM^2	M^3	25,332
竹節鋼筋(不含基樁部分)	MT	7,452
預力鋼腱及鋼線	MT	481
基樁120CMϕ	M	1,948
基樁150CMϕ	M	2,204

(三) 施工過程

本橋發包係以總價決標，基樁之設計分別提供直樁及斜樁兩種方式(以直樁設計時，樁數較多)供承包商選擇，開標結果承包商選擇可鑽掘全套管斜樁之施工機具，而採斜樁投標。

本工法於施工時，使用特殊鑽掘機械，在岩盤、卵礫石層等堅硬地質情況下，均可快速鑽掘樁孔。到達岩層前，須安裝保護套管，以防孔壁坍落。其施工順序詳圖2.7-5。

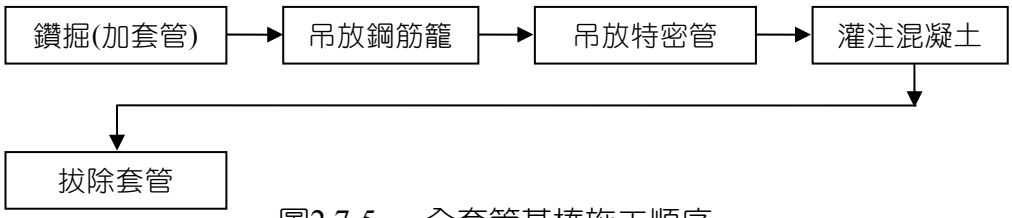


圖2.7-5　全套管基樁施工順序

完成上述施工步驟後約經24小時，藉預先埋置樁內之高壓灌漿管，在基樁四周(樁底以上6公尺範圍)及基樁底部施予高壓灌漿，灌漿壓力必須達到45~60KG/CM^2。此種高壓灌漿，在處理樁底淤泥、減少沉陷量與提高承載力等方面，都有非常優異之成效。

本橋基樁直徑分別為120公分及150公分兩種，每支樁最大垂直設計載重分別為795公噸及900公噸。樁載重試驗結果直徑150公分之基樁，加載至1,800公噸(二倍設計載重)時，其永久沉陷量僅1.05MM，較預期效果為佳。本工程另特色為採用1:8之斜樁，以增加水平方向承載力。本工法之鑽掘基樁由於施工快速且水平抵抗力大，可取代傳統之沉箱基礎且可節省人力、降低成本。

1. 推進作業

本工法施工程序之作業流程詳下圖施工程序流程表。

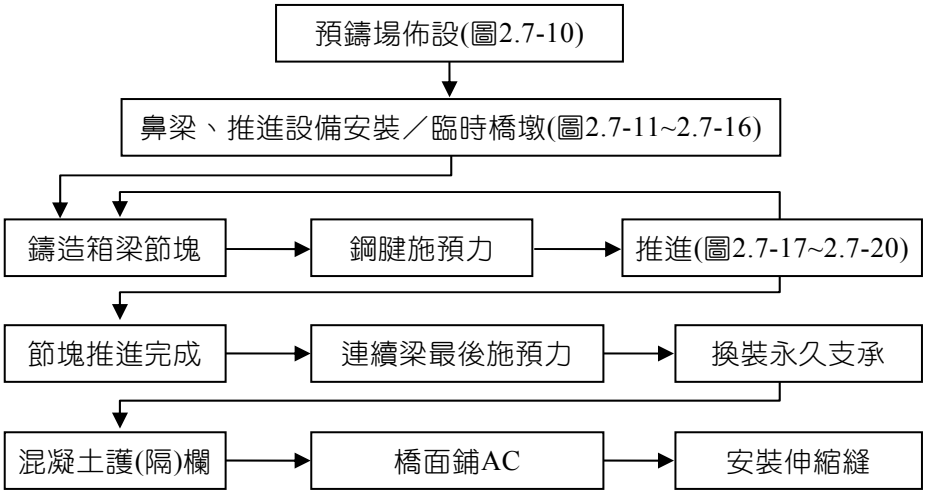


圖2.7-6　施工程序流程表

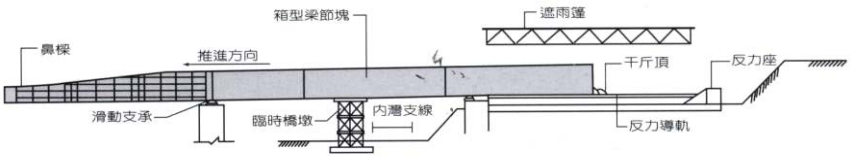
本橋單向共計36個節塊，每一節塊自11.44公尺~23.2公尺不等，由於本橋A1橋台至P3橋墩間為R=21,175公尺之豎曲線；P7橋墩至A2橋台則為直線縱坡，因此為配合兩段不同變化之線形，故在兩端橋台之後方設置預鑄床(詳圖2.7-7)並採用兩套推進設備以同時向橋中央推進，最後於P7橋墩處銜接(詳圖2.7-8)，形成兩段連續梁長度各為500公尺及293公尺，並於A1、P7及A2三處設置伸縮縫，其中P7伸縮縫伸縮量最大，伸縮量達33公分，藉以吸收連續梁結構體之乾縮、潛變及溫度等效應。

各推進節塊依序在預鑄場內鑄造，為節省成本、人力及時間本工法採用重量輕、操做便捷且可重覆使用40次以上之奧地利DOKA系統模板，各節塊之混凝土澆注均添加高性能減水劑(水泥用量之1.5%，約在2~3天內混凝土強度可達280KG/CM^{2}施預力強度，俟施完預力後即推進施工。

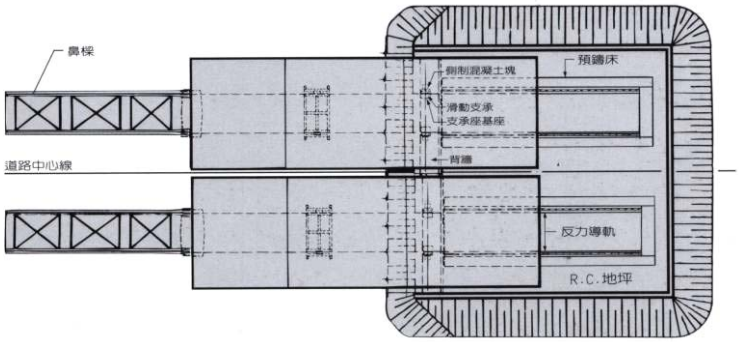
本工法之預力系統包括兩部份：其一為推進前施拉節塊上下板之軸心預力鋼腱，以承受推進期間節塊斷面因正負彎矩交替變化產生之張應力；其二為全橋推進完成定位後，為考量活載重作用下最終之應力需求，須施拉連續梁腹板之曲線鋼腱，預力之設計是以每一節塊為單元，鋼腱則以每一節塊作一次續接，並利用續接器使全橋預力鋼腱連續。

為降低推進時之懸臂彎矩，須於第一節塊前端接上鋼製鼻梁(詳圖2.7-11)引導，後端則利用千斤頂沿著橋軸向中央推進，推進時各橋台、橋墩頂均需派有專人(3人以上)負責各滑動支承墊上側及各側制導架旁側塞置鐵弗龍墊片(詳圖2.7-18)之臨時支撐墊片(PTFE，接觸摩擦係數在3%以下)之操作，一面接取，另一面塞填，如此循環以降低推進時之摩擦阻力，為使節塊推進時不致偏離預定軸線及防止地震發生側移，各橋台、橋墩上兩側設置側制導架(詳圖2.7-9、2.7-19)，在正常穩定之情況下每一節塊推進作業時間約在3~4小時內可完成。

俟推進作業完成及連續腹板二次預力施完後，必須將節塊推進期間所使用之臨時性滑動支承更換為永久性之盤式支承，為顧及地震等影響安全因素，換裝支承的步驟應從中央部份固定支承橋墩開始作業，使上部結構固定以策安全，併順序完成換裝其餘各橋墩及橋台上所有臨時性支承為永久性支承：全橋節塊推進施工即大功告成(詳圖2.7-21)。



節塊預鑄場立面圖



節塊預鑄場平面圖

圖2.7-7　節塊預鑄場示意圖

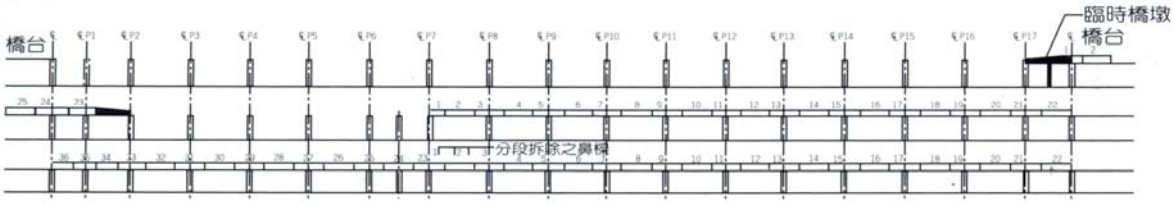


圖2.7-8　節塊推進作業程序示意圖

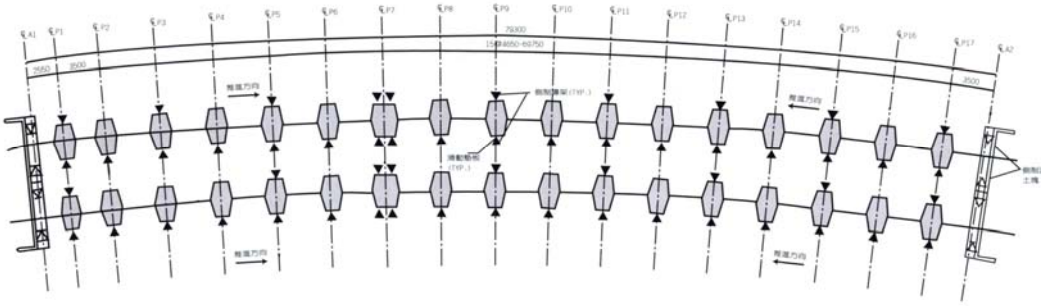


圖2.7-9　側制導架及滑動支承配置圖

2. 工程施工問題

(1) 北上線A2橋台預鑄床因推進導軌線形安裝錯誤，導致於民國80年8月26日進行第二節塊推進時，發現千斤頂推力有不正常增加，並使A2橋台之側制導架有2公分位移，經多方檢測檢討後，發現現有導軌末端與正確圓曲線形有15公分偏差，使得節塊推進作業不是在原設計線形內動作而受阻，經承商於80年9月10日開始修改，至80年9月24日完成調校，於80年10月15日始將第三節塊推至定位。承包商因此次疏忽而延遲工時月餘。

(2) 預鑄床推進導軌內積水，而使鋪設其上替代底模之硬板墊因受潮損壞，而徒增推進之摩擦力並嚴重影響推進作業之安全。經承商於導軌鑽側排水孔並更換防水硬板材料後，始能順利繼續進行推進作業。

(3) 原設置於P6、P7橋墩間之供拆除鼻梁用RC製臨時橋墩(約20公尺高)，因製作不良，經現場實測發現有14公分偏心距，為防止該細長柱於推進時發生挫屈，即要求廠商增設橫撐及斜撐等補強措施後終能順利完成推進作業。

(4) 本工法之推進節塊製作雖添加高性能減水劑，若在23℃以上，混凝土之早期強度在2~3天即可達到280KG/CM^{2}之施預力強度，唯在冬季施工時平均每一節塊需等4~5天才能達施預力強度。

參考資料：交通部台灣區國道新建工程局「第二高速公路(特殊橋梁專輯)」88年11月。

圖2.7-10　預鑄場構築

圖2.7-11　鋼製鼻梁與混凝土箱梁之結合

圖2.7-12　外側模板與背撐鐵件

圖2.7-13　推進節塊之內外模板

圖2.7-14　頂進油壓千斤頂與推進導軌

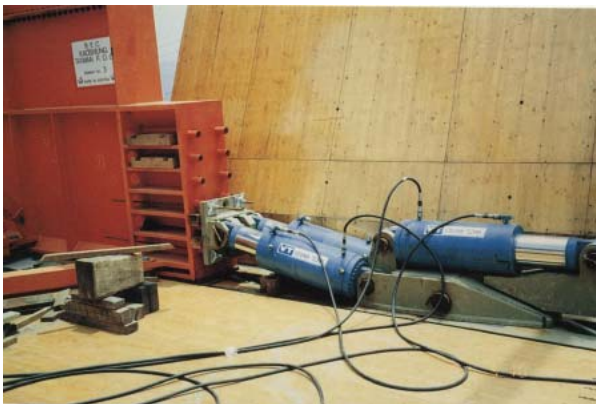


圖2.7-15　頂進油壓千斤頂推進鋼製鼻梁

圖2.7-16　推進過程之操作

圖2.7-17　推進過程之鳥瞰全貌

圖2.7-18　推進過程鐵弗龍墊片(PTFE)之抽換情形

圖2.7-19　各橋墩設置之側制導架及工作平台

圖2.7-20　推進至最後跨徑之鼻梁拆除

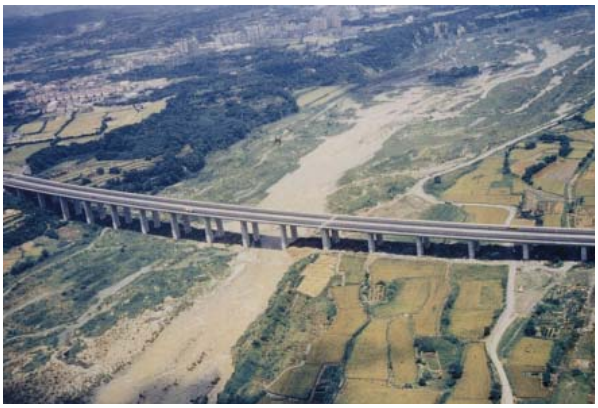


圖2.7-21　頭前溪橋完工全貌

2.8 第一期工程之耐震補強執行成果

為使第一期工程之經驗能充分回饋本工程，遂於本節略述第一期工程所採用的耐震評估與補強之地震力標準，並簡要說明第一期工程之設計成果，且針對分標方式、預算編列及施工技術規範與特訂條款進行檢討，使本工程更臻完善。

2.8.1 第一期工程耐震評估與補強之地震力標準

第一期工程依據「國道高速公路橋梁耐震分析評估及補強設計原則」(94年8月)之要求，既有橋梁之耐震補強標準應以再服務年限達50年為原則，並應考慮重要性係數I=1.2(設計地震力等級)。

國道中山高速公路橋梁耐震補強設計之基本原則，係確保設計之橋梁主結構體在發生中小地震時能保持在彈性限度內；發生設計地震時(約475年回歸期)容許產生塑性變形及一些韌性損壞，但仍可修復；發生最大考量地震時(約2500年回歸期)容許產生極限塑性變形，但不得產生落橋或崩塌等致命性的損壞。

耐震補強設計之基本原則是在不同等級(或回歸期)之地震作用下，橋梁能維持其應有的性能(Performance)，即：在最大可能地震(約2500年回歸期)時，橋梁不得產生落橋或崩塌，以避免造成嚴重的人命、財產損失。因為地震之水準已經為最大考量地震，若還限制其韌性容量之使用，殊不經濟，所以允許橋梁之塑性變形達其極限值；在設計地震(約475年回歸期)作用時，允許橋梁產生可修復之塑性變形，在設計地震時若限制橋梁須保持彈性，殊不經濟，因此容許橋梁在一些特定位置產生塑性變形，但限制其容許值，藉以消耗地震能量，並降低橋梁所受之地震力，惟產生塑性變形的位置最好在可檢視之處或容易修補的地方，以方便震後之維護；在中小地震作用時，橋梁能保持在彈性限度內，使地震過後，橋梁結構及附屬設施沒有任何損壞，以避免常需修補之麻煩。一般而言，對高韌性容量及長週期的橋梁而言，此一目標可能控制構材之設計。

考量中山高速公路做為台灣縱貫南北最重要之生命線救災道路，依據第一期工程擬訂之橋梁耐震補強性能準則(Seismic Performance Criteria)進行橋梁耐震性能評估，參見表2.8-1所示。

表2.8-1　橋梁耐震性能評估準則

地震力等級	工址水平加速度係數		耐震理念	服務性能	損壞等級
中度地震 50年超越機率：80%	地震甲區	地震乙區	結構保持彈性	震後正常通行	輕微
	0.12	0.08			
設計地震 回歸期：475年 50年超越機率：10%	地震甲區	地震乙區	構件產生塑鉸，發揮容許韌性容量	震後有限通行	可修復
	0.33	0.23			
最大考量地震 回歸期：2500年 50年超越機率：2%	依行政區劃分		結構韌性容量完全發揮，但橋梁避免落橋或崩塌	震後緊急通行	嚴重
	0.40、0.36、0.32、0.28				

說明：

1. 中度地震、設計地震：依據交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」(89年4月7日)之地震分區辦理。

2. 最大考量地震(MCE，Maximum Credible Earthquake)：依據交通部「公路橋梁耐震設計規範(草案)複審成果報告書」(92年3月)之地震分區辦理。並將　貴局委託國家地震工程研究中心辦理「公路橋梁耐震設計規範修訂草案之研究」成果(96年2月)納入參考。

3. 服務性能(Service Levels)：

   - 震後正常通行(Immediate)：地震後於24小時內，橋上交通可正常通行。
   - 震後有限通行(Limited)：地震後於幾天內，橋上可通行有限的交通(如車道縮減、輕型救災車輛等)；橋上全面通行則需數個月的時間復舊搶修。
   - 震後緊急通行(Emergent)：地震後於幾天內，利用緊急臨時支撐系統(可能需封閉局部交通搶修)，橋上可通行有限的交通(如車道縮減、輕型救災車輛等)；橋上全面通行則需數個月的時間復舊搶修。

4. 損壞等級(Damage Levels)：

   - 輕微(Minimal)：地震時，橋梁結構保持在彈性階段。
   - 可修復(Repairable)：地震造成橋梁構件之損壞，可在不損失其主要功能下修復；如韌性構件產生塑鉸，發揮至容許韌性容量為限。
   - 嚴重(Significant)：地震可能造成橋梁構件之嚴重損壞，但不可崩塌(No Collapse)；如韌性構件產生塑鉸，發揮至極限韌性容量。

5. 依據交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」(89年4月7日)之規定，對於設計地震力等級，考量國道高速公路橋梁之重要性係數I=1.2。

2.8.2 耐震補強設計成果之統計

第一期工程橋梁總數約有412座(主線橋梁與拓寬橋梁合併統計，且包含基隆港西岸聯外道路21座高架橋)，共計分為第M11、M12、M13A、M13C、M33B、M14(M14A、M14B合併標)、M15A、M15B和M15C標等九個施工分標，耐震補強設計內容則可大致分為增設防落裝置、橋柱補強、基礎補強、大地工程及其它工程等五個大項，本節係經由相關各項參數及各橋耐震補強預算直接工程費(不含自主性品管及檢驗費、環境保護措施費、環境監測、工程安全及衛生設施費及按日計酬部份等間接費用)的統計分析，來說明第一期工程耐震補強設計成果。

圖2.8-1為各分標預算之直接工程費統計圖，由圖中可看出M14標(包含第M14A標及第M14B標)的工程規模最大，其直接工程費約達17.01億，而M33B標(基隆港西岸聯外道路高架橋)的耐震補強工程規模最小，其直接工程費約為7仟1百萬。除了M13C、M33B和M15B三標之工程規模較小，其直接工程費未超過一億元外，其餘各標直接工程費約在6.43~17.01億元之間。

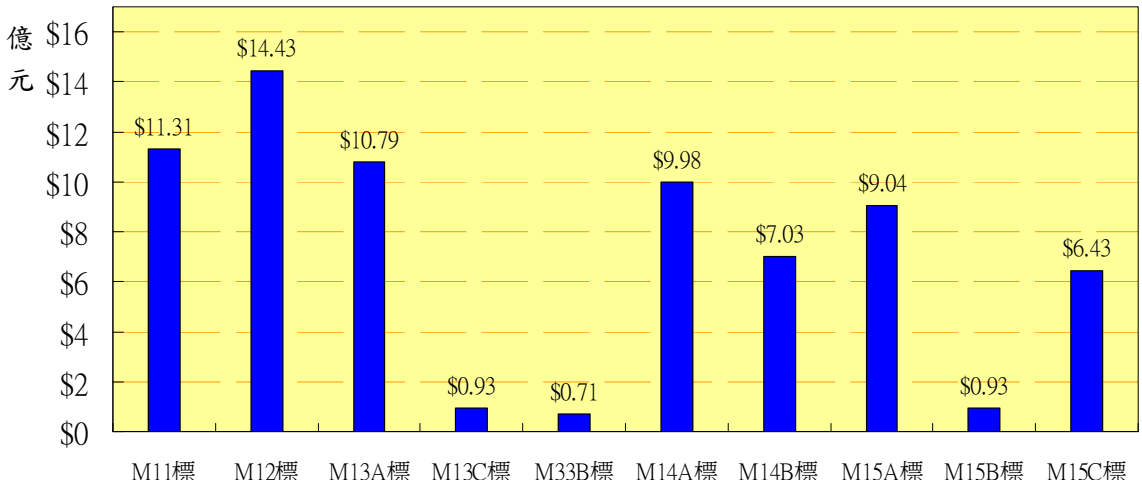


圖2.8-1 各分標預算直接工程費統計圖

由第一期工程各項補強內容之工程費用佔整體直接工程費之比例，圖2.8-2，可看出基礎補強經費佔48.34%為最高，大地工程經費佔19.64%居次，橋柱補強經費則佔13.87%。圖2.8-3為各分標之工程費依補強內容分類之統計圖，圖2.8-4則為各補強內容工程經費佔各分標補強總工程費之比例圖。由圖中可看出，在各分標總工程費中，基礎補強費所佔比例最高，除了第M15A標佔38.42%，其餘各標之基礎補強費用比例都超過40%。其次則分別為大地工程及橋柱補強工程所佔的比例較高；此外，第M12標之基礎補強費達8.35億元，其中淡水河橋基礎補強費佔3.34億元。

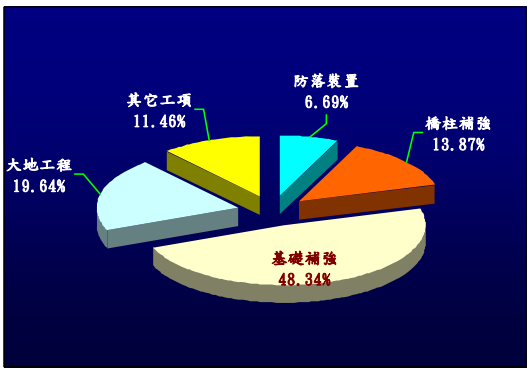


圖2.8-2 補強內容分項費用統計圖

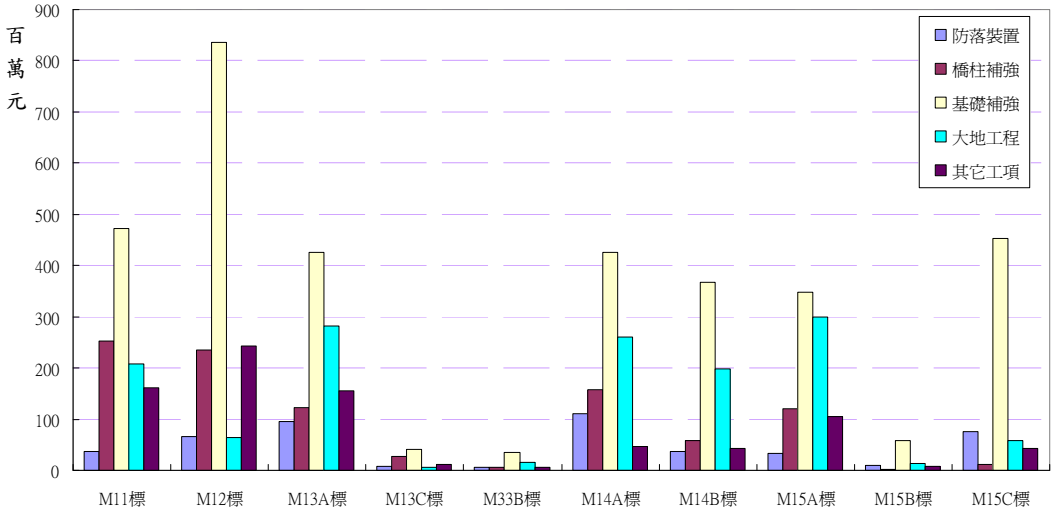


圖2.8-3　各分標依補強工項直接工程費圖

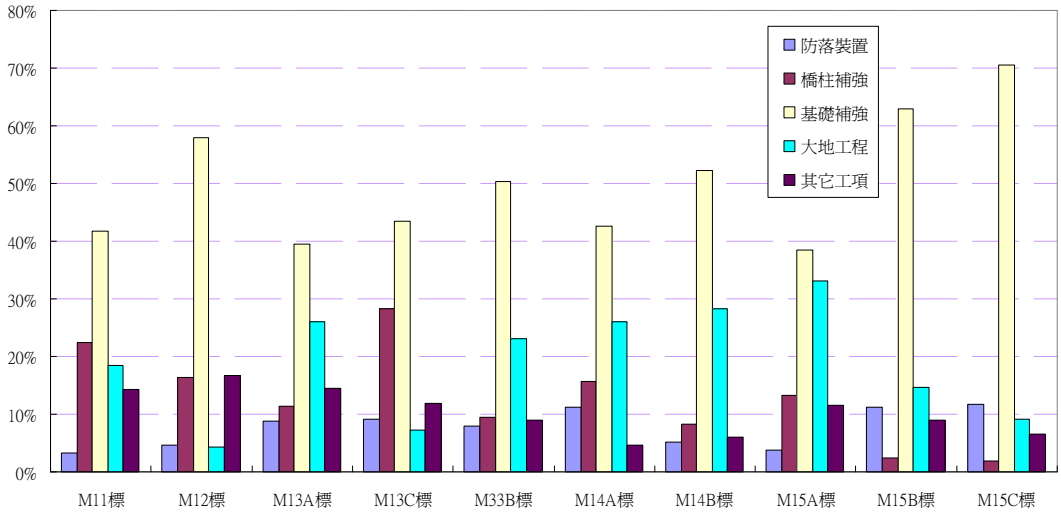


圖2.8-4　各分標依補強工項直接工程費比例圖

另外，就第一期工程範圍橋梁耐震補強直接工程費，分別依HAZ-Taiwan橋梁分類系統、設計規範相當年度、橋梁類別及橋梁轄管區工程處等加以統計分析，如圖2.8-5~2.8-8所示。由圖2.8-5中可知HAZ-Taiwan橋梁分類中，以TYPE2(多跨簡支單柱式橋墩)之橋梁補強工程費佔34.54%為最高，其次為TYPE3(多跨簡支構架式橋墩)橋梁佔30.36%，TYPE1(單跨)橋梁補強費所佔比例則最低而為0.67%。此項統計結果，主要是因為第一期工程範圍橋梁結構系統以TYPE2(多跨簡支單柱式橋墩)、TYPE3(多跨簡支構架式橋墩)及TYPE5(多跨連續單柱式橋墩)為主，且TYPE5分類之橋梁多為較晚期設計，引用之設計規範較新所致。由圖2.8-6中可知隨著設計規範相當年度的增加，其耐震補強直接工程費所佔比例依次遞減，設計規範相當49年度之工程費所佔比例最高為67.13%。若依橋梁類別分析，由圖2.8-7中可知河川橋補強工程費所佔比例最高為66.75%，其次為匝道橋的17.60%；第一期工程範圍內河川橋面積約僅暫全體橋梁面積之三分之一，足見河道變遷及河床沖刷對橋梁耐震能力之影響甚鉅。另依轄管工程處分析，北區工程處(52.98%)及中區工程處(45.72%)所轄橋梁囊括大部分

的補強工程費(圖2.8-8)，這主要是因為工程範圍不包括員高段拓寬範圍的橋梁，而大多分佈在中山高中北部路段所造成。

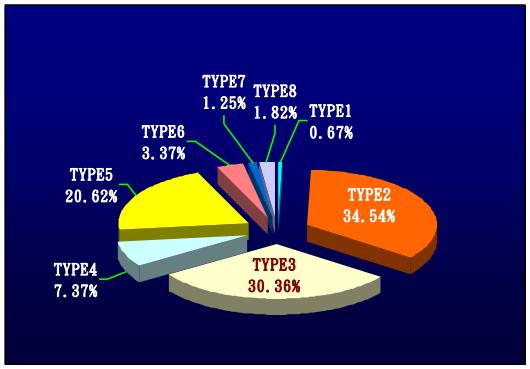


圖2.8-5　依Haz-Taiwan分類

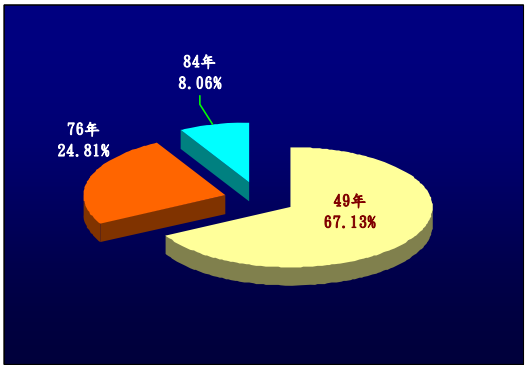


圖2.8-6　依設計規範相當年度分類

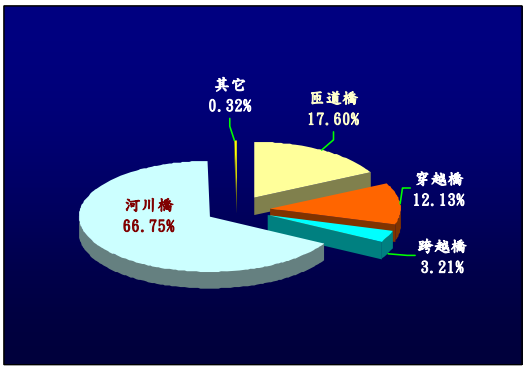


圖2.8-7　依橋梁類別分類

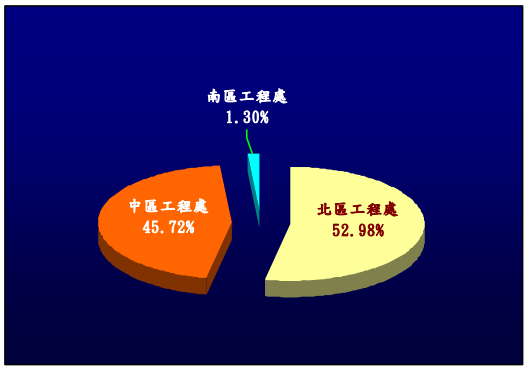


圖2.8-8　依轄管工程處分類

第一期工程為國內首次進行大規模橋梁耐震補強之案例，整個工程費平均攤除到橋面積上之平均單位補強費用(元/M^2)極具參考價值，以下就HAZ-Taiwan橋梁分類系統、耐震設計規範相當年度、橋梁分類以及施工標別等參數，針對平均補強單位費用加以統計分析並繪於圖2.8-9-2.8-12中。由圖2.8-9中可看出，第一期工程之平均單位補強費用為4,527元/M^2；而依HAZ-Taiwan橋梁類別分析，平均單位面積補強費用以TYPE4(多跨簡支壁式橋墩)之9,102元/M^2為最高，其次為TYPE3(多跨簡支多柱)的6,780元/M^2，而以TYPE1(單跨)的652元/M^2為最低。依橋梁耐震設計規範相當年度加以統計分析，圖2.8-10，可看出設計規範相當年度為49年的橋梁耐震補強平均單價8,008元/M^2最高，平均補強單價隨著設計規範相當年度的增加(49、76、84)，而遞減至設計規範相當年度84年的1,044元/M^2；可見隨著耐震設計規範修訂更新，除設計地震力提昇外，橋梁耐震設計邏輯亦臻完善。依橋梁類別加以統計分析，圖2.8-11，顯示河川橋的單位補強費用9,344元/M^2為最高，而穿越橋的單位補強費用1,271元/M^2為最低；若以施工分標來看，由圖2.8-12中可知第M13C標的單位補強費用達11,544元/M^2為最高，第M15B標的單位補強費用為1,198元/M^2最低；惟第M13C標僅有一座中山高速公路興建前即已完成之基隆29號橋，第M15B標工程範圍內僅31座橋梁，並包括後期完成之洩洪橋STA.344K+210及台南系統、鼎金系統與五甲系統等匝道橋，故其單位補強費用均與平均值偏離較大。

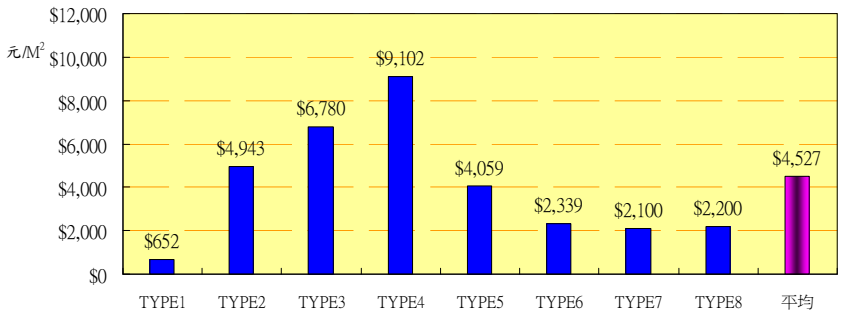


圖2.8-9　平均單位補強費用統計(依HAZ-Taiwan橋梁類別分類)

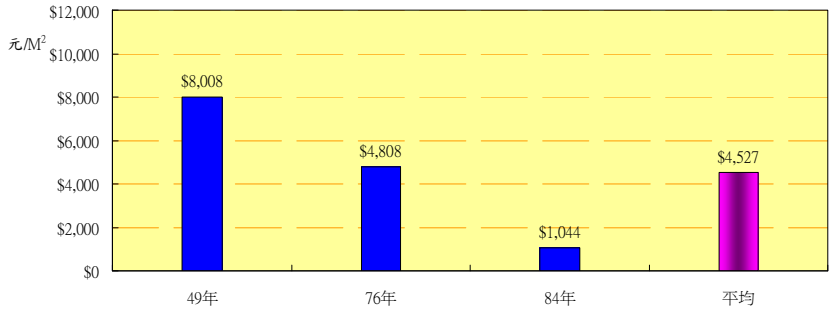


圖2.8-10　平均單位補強費用統計(依相當設計規範年度分類)

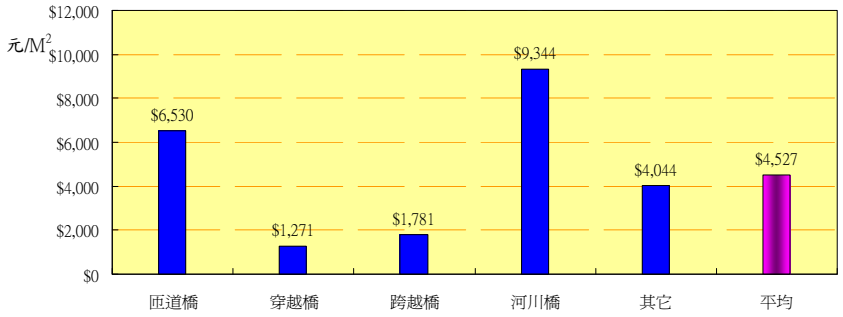


圖2.8-11　平均單位補強費用統計(依一般橋梁類別分類)

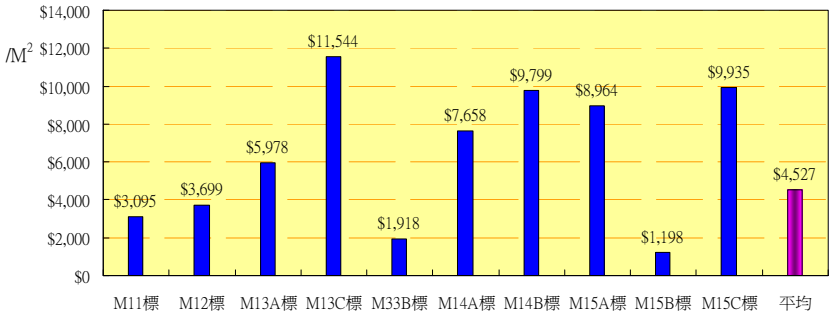


圖2.8-12　平均單位補強費用統計(依標別分類)

2.8.3 分標方式及預算編列檢討

一、 設計分標

第一期補強工程橋梁總數約有412座(主線橋梁與拓寬橋梁合併統計，且包含基隆港西岸聯外道路21座高架橋)，考量橋梁地震之災害風險管理，擬定分標策略如：防災效益、工區重疊、營建行政、施工品管、預算執行等。

依據上述原則，本工程劃分為五個設計分標辦理，參見圖2.8-13：

1. **第一標**：a. 基隆端至圓山橋北側(0k+000~23k+541)
   b. 汐止系統交流道跨越橋(國道3號)
2. **第二標**：a. 圓山橋北側至林口交流道(23k+541~40k+900)
3. **第三標**：a. 林口交流道至頭份交流道(40k+900~110k+300)
   b. 機場交流道跨越橋(國道2號)
   c. 新竹系統交流道跨越橋(國道3號)
   d. 平鎮系統交流道匝道橋(觀音大溪線)
   e. 基隆港西岸聯外道路高架橋
   f. 基隆29號橋
4. **第四標**：a. 頭份交流道至大雅交流道(110k+300~173k+500)
   b. 台中系統交流道跨越橋(國道4號)
5. **第五標**：a. 大雅交流道至員林交流道(173k+500~211k+040)
   b. 埔鹽系統交流道(漢寶草屯線)
   c. 彰化系統交流道(國道3號)
   d. 安定交流道(310k+589~310k+619)
   e. 台南系統交流道(國道8號)
   f. 緊急積水改善工程段(343k+446~344k+585)
   g. 高雄交流道至高雄端(366k+509~372k+730)
   h. 鼎金系統交流道(國道10號)
   i. 五甲系統交流道(高雄潮州線)

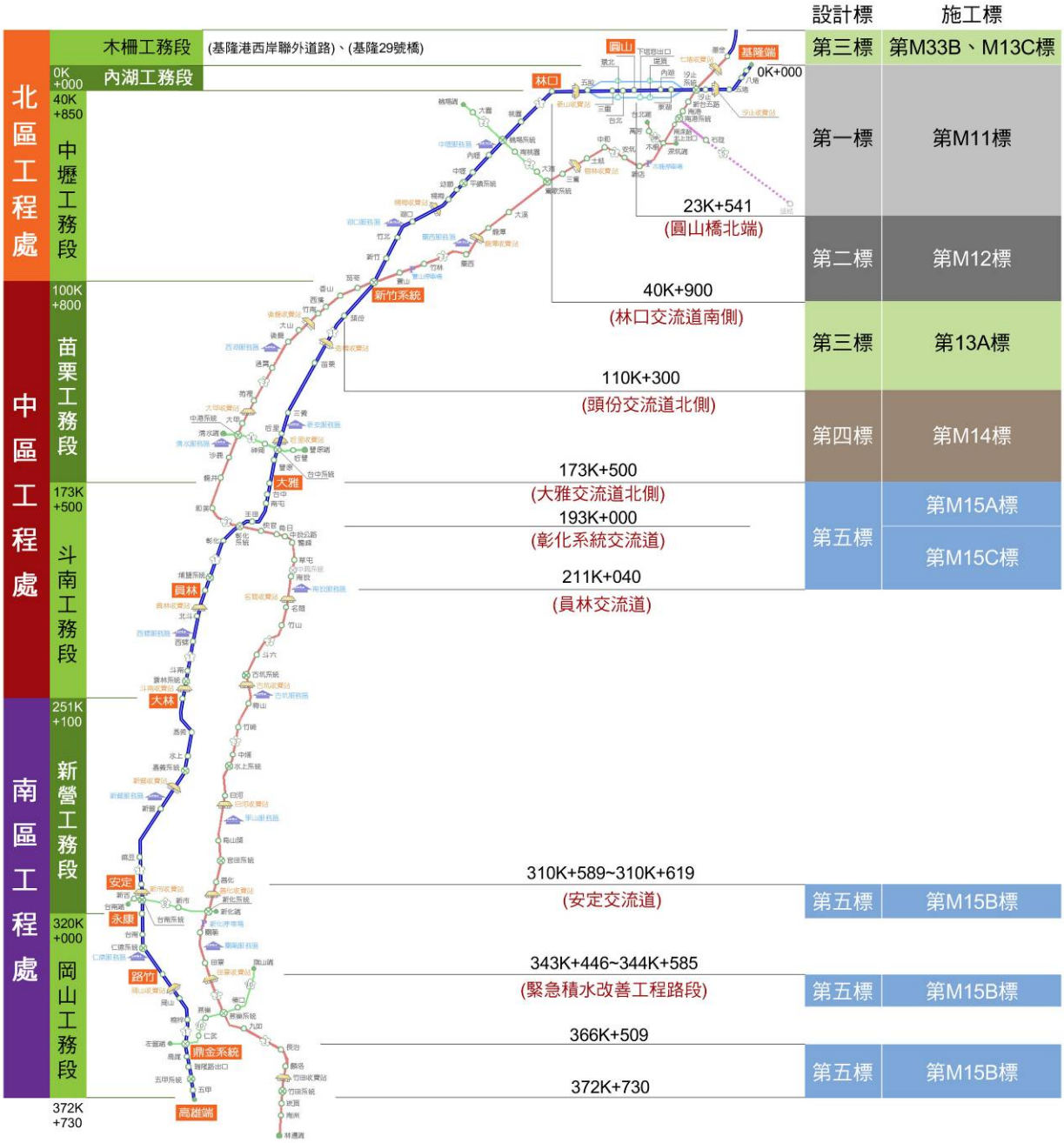


圖2.8-13　分標範圍示意圖

二、 施工分標

為考量各個橋梁補強施工之工區範圍，將第五標予以劃分為：第五A標、五B標及第五C標；此外，考量基隆29號橋已交由基隆市政府接管，故單獨列為第三B標，建議的施工分標範圍、工程數量，請參見表2.8-2所示。

表2.8-2　國道高速公路(通車路段)橋梁耐震補強工程(第一期)分標計畫表

設計標別	施工標別	工程範圍	補強橋梁(座)	說明
第一標	第M11標	▪ 基隆端至圓山橋北側(0k+000~23k+541) ▪ 國道1號汐止五股高架拓寬：汐止至(新)圓山橋北側 ▪ 國道3號汐止系統交流道跨越國道1號橋梁單元	64	
第二標	第M12標	▪ 國道1號圓山橋北側至林口交流道(STA. 23k+541~40k+900) ▪ 國道1號汐止五股高架拓寬：(新)圓山橋北側至五股	39	
第三標	第M13A標	▪ 國道1號林口交流道至頭份交流道北側(STA. 40k+900~110k+300) ▪ 國道2號機場交流道跨越國道1號橋梁單元 ▪ 平鎮系統交流道匝道橋(觀音大溪線) ▪ 國道3號新竹系統交流道跨越國道1號橋梁單元	80	包含代辦桃園縣政府2座橋梁
	第13C標	▪ 基隆29號橋	17	
	第33B標	▪ 基隆港西岸聯外道路高架橋	1	
第四標	第M14標(M14A及M14B合併標)	▪ 國道1號頭份交流道北側至大雅交流道北側(STA. 110k+300~173k+500) ▪ 國道4號台中系統交流道跨越國道1號橋梁單元	59	包含代辦台中縣政府2座橋梁
第五標	第M15A標	▪ 國道1號大雅交流道北側至烏溪橋南側(STA. 173k+500~193k+000)	28	
	第M15B標	▪ 國道1號烏溪橋南側至員林交流道南側(STA. 193k+000~211k+040) ▪ 國道3號彰化系統交流道跨越國道1號橋梁單元 ▪ 埔鹽系統交流道匝道橋(漢寶草屯線)	22	包含代辦高雄市環保局1座橋梁
	第M15C標	▪ 國道1號安定交流道(STA. 310k+589~310k+619) ▪ 國道1號岡山緊急積水改善工程段(343k+446~344k+585) ▪ 國道1號高雄交流道至高雄端(366k+509~372k+730) ▪ 國道8號台南系統交流道跨越國道1號橋梁單元 ▪ 國道10號鼎金系統交流道跨越國道1號橋梁單元 ▪ 五甲系統交流道匝道橋(高雄潮州線)	25	

註：表列第二標發包工程費不含預估洩洪橋補強方案變更需增加之243,000,000元。

三、 預算編列檢討

預算編列，主要分兩部分，分別為發包工程費及間接工程費。本工程總工程經費為8,358,474,384元，其中發包工程費為7,462,134,998元，間接工程費為896,339,386元；間接工程費包括工程預備費、工程管理費、工程監造費、技術顧問費、空氣污染防制費、物價指數調整費及地上物拆遷補償費等。

第一期補強工程總共決標金額合計6,700,549,900元，為總發包工程費之90%；其各施工標之決標金額如表2.8-3所示：

表2.8-3　國道高速公路(通車路段)橋梁耐震補強工程(第一期)各標費用統計表

工程案號	計畫名稱	發包工程費	間接工程費	總工程費	決標金額	得標金額與預算金額%	得標廠商
095A11P005	第M11標	1,175,816,713	152,327,309	1,328,144,022	1,108,800,000	94%	95.12.08 榮金營造工程(股)
096A11P022	第M12標	1,491,096,305	173,379,638	1,664,475,943	1,377,800,000	92%	96.07.04 拓興營造有限公司
096A11P010	第M13A標	1,121,300,378	138,501,021	1,259,801,399	897,999,900	80%	96.08.14 根基營造(股)
096A11P012	第M13C標	104,356,000	20,059,198	124,415,198	97,500,000	93%	96.09.27 鼎宸營造有限公司
097A11P010	第M33B標	90,902,044	13,417,375	104,319,419	87,950,000	97%	97.10.02 鼎宸營造有限公司
096A11P024	第M14標	1,761,001,558	201,810,778	1,962,812,336	1,530,000,000	87%	96.07.31 宏義工程(股)
095A11P013	第M15A標	940,251,538	107,752,826	1,048,004,364	862,000,000	92%	96.07.12 中華工程(股)
096A11P008	第M15B標	106,212,026	12,171,899	118,383,925	92,100,000	87%	96.06.21 立旺營造工程有限公司
096A11P005	第M15C標	671,198,436	76,919,342	748,117,778	646,400,000	96%	96.07.12 大成工程(股)
	合計	7,462,134,998	896,339,386	8,358,474,384	6,700,549,900	90%	

2.8.4 施工技術規範與特訂條款研擬之檢討

高公局之工程標招標文件及契約格式，包含高公局94年11月編印之「施工技術規範《一般工程》」及各標個別編訂之特訂條款，其中一般常見工項原則參照「施工技術規範《一般工程》」之內容為主，其他為配合各標特性及設計考量所做之修改、增訂或刪除等，則於「特訂條款」中另行規定。依據高公局98年11月修訂「一般條款」D.5「契約文件及其優先順序」中規定，特訂條款採用優先順序高於施工技術規範。

依據工程會訂定之編碼架構，以阿拉伯數字自00篇至16篇共分為17專篇，分別按先後順序排列，而高公局94年11月編印之「施工技術規範《一般工程》」內容主要針對高速公路工程經常應用之項目編訂，其中僅包含01(一般要求)、02(現場施工)、03(混凝土)、04(圬工)、05(金屬)、08(門窗)、09(裝修)、16(電機)等8篇之局部章節，其他9篇內容暫為空白。

依橋梁耐震補強工程之特性，其施工方式、工率及材料與一般高速公路新闢拓寬或交流道增設工程有相當之差異，部分工項在「施工技術規範《一般工程》」中並無規定，補充之規範則補充於「特訂條款」中，作為材料、施工、品管及計量計價之依據。

「施工技術規範《一般工程》」各章應用於耐震補強工程之情形整理如表2.8-4，依實際設計規格與規範內容之差異，已修訂或增刪方式於「特訂條款」中規定。

表2.8-4　施工技術規範《一般工程》應用於耐震補強工程一覽表(1/4)

高公局施工技術規範《一般工程》章節		與橋梁耐震補強工程及其工項相關之章節	依實際設計之差異，於特訂條款修訂
章節	名　　稱		
01篇	**一般要求**		
01421	規範定義	✓	
01423	縮寫	✓	
01521	施工中安全防護網	✓	
01523	施工安全衛生及管理	✓	✓
01556	交通維持	✓	✓
01561	行車導引護欄	✓	✓
01564	施工圍籬	✓	✓
01572	環境保護	✓	✓
01581	工程告示牌	✓	✓
01582	施工警告標示	✓	
01701	構造物之一般要求	✓	
02篇	**現場施工**		
02051	工程用水		
02054	借土區及採石場之材料生產		
02209	試挖	✓	✓
02218	鑽探及取樣	✓	✓
02220	工地拆除	✓	✓
02231	清除及掘除		
02235	表土之保存及回填		
02255	臨時擋土樁設施	✓	✓
02261	圍堰	✓	✓
02292	邊坡穩定監測系統		
02309	路幅整修		
02316	構造物開挖	✓	
02317	構造物回填	✓	
02318	渠道開挖	✓	
02319	選擇材料回填		
02321	基地及路幅開挖		
02322	借土		
02323	棄土	✓	✓
02324	土方測沉板		
02331	基地及路堤填築		
02333	透水砂層填築		
02336	路基整理		
02372	護坡	✓	

表2.8-4　施工技術規範《一般工程》應用於耐震補強工程一覽表(2/4)

高公局施工技術規範《一般工程》章節		與橋梁耐震補強工程及其工項相關之章節	依實際設計之差異，於特訂條款修訂
章節	名　　稱		
02373	蛇籠	✓	
02374	石籠	✓	
02376	格梁護坡		
02377	邊坡穩定水平排水管		
02378	岩栓	✓	
02379	灌漿錨筋	✓	
02381	拋石		
02384	混凝土錨塊		
02451	基樁	✓	✓
02475	沉箱		
02492	預力鋼腱地錨及岩錨	✓	✓
02533	污水管	✓	✓
02584	交控土木管道	✓	✓
02602	管涵	✓	
02620	地下排水	✓	
02631	進水井、沉砂井及人孔	✓	
02632	混凝土砌卵石溝	✓	
02633	混凝土內面工水溝	✓	
02639	橋面排水	✓	✓
02714	瀝青處理底層	✓	
02722	級配粒料基層	✓	
02726	級配粒料底層	✓	
02741	瀝青混凝土之一般要求	✓	
02742	瀝青混凝土鋪面	✓	
02745	瀝青透層	✓	
02747	瀝青黏層	✓	
02751	水泥混凝土鋪面	✓	
02764	標記	✓	
02770	緣石及緣石側溝	✓	
02796	密級配改質瀝青混凝土鋪面		
02821	柵欄	✓	
02830	擋土牆	✓	
02843	護欄	✓	
02861	防眩板		
02863	隔音牆	✓	✓

表2.8-4　施工技術規範《一般工程》應用於耐震補強工程一覽表(3/4)

高公局施工技術規範《一般工程》章節		與橋梁耐震補強工程及其工項相關之章節	依實際設計之差異，於特訂條款修訂
章節	名　　稱		
02891	標誌	✓	
02892	反光導標	✓	
02893	號誌	✓	
02897	路權界樁及都市計畫樁		
02898	標線	✓	
02902	植物種植及移植	✓	✓
02920	植草	✓	✓
03篇	**混凝土**		
03052	卜特蘭水泥	✓	
03053	水泥混凝土之一般要求	✓	✓
03054	水泥混凝土構造物	✓	✓
03110	場鑄結構混凝土用模板	✓	✓
03150	混凝土附屬品	✓	✓
03210	鋼筋	✓	✓
03220	熔接鋼線網		
03231	預力鋼腱及端錨	✓	✓
03315	自充填混凝土	✓	✓
03371	無收縮混凝土	✓	✓
03372	噴凝土		
03380	後拉法預力混凝土	✓	✓
03601	無收縮水泥砂漿	✓	✓
04篇	**圬工**		
04061	水泥砂漿		
05篇	**金屬**		
05062	結構鋼	✓	✓
05091	焊接	✓	
05123	鋼構架		
05522	金屬橋欄杆	✓	
05821	盤式支承		
05823	人造橡膠支承墊	✓	✓
05831	橋面伸縮縫	✓	✓
05841	剪力鋼棒	✓	
05852	橋梁防落鋼線及鋼棒	✓	✓
06篇	**木作及塑膠**		
07篇	**隔熱及防潮**		
08篇	**門窗**		

表2.8-4　施工技術規範《一般工程》應用於耐震補強工程一覽表(4/4)

高公局施工技術規範《一般工程》章節		與橋梁耐震補強工程及其工項相關之章節	依實際設計之差異，於特訂條款修訂
章節	名　　稱		
08130	不銹鋼門扇及門樘		
09篇	**裝修**		
09910	油漆		
10篇	**特殊設施**		
11篇	**設備**		
12篇	**裝潢**		
13篇	**特殊構造物**		
14篇	**輸送系統**		
15篇	**機械**		
16篇	**電機**		
16010	基本電機規則	✓	
16061	接地	✓	
16526	公路照明系統	✓	

此外，其餘於「施工技術規範《一般工程》」無相關規定之材料及工程，則以新增章節方式於「特訂條款」中補充，整理如表2.8-5。

表2.8-5　國道高速公路(通車路段)橋梁耐震補強工程(第一期)特訂條款新增章節一覽表

章節	名稱	章節	名稱
01篇	**一般要求**	0336A	混凝土面打毛與環氧樹脂黏著劑
0151A	工地辦公室及附屬設施	0336B	超高壓水刀處理
01550	臨時便道及便橋	**05篇**	**金屬**
0157A	環境監測	05121	鋼橋製作及架設
02篇	**現場施工**	**07篇**	**隔熱及防潮**
02291	工程施工前鄰近建築物現況調查	07113	混凝土防水塗層保護
02354	高壓噴射樁	07150	鋼板外露防水處理及塗裝
02357	固結灌漿	**09篇**	**裝修**
02460	鋼管樁	09972	鋼橋油漆
0246A	微型樁	**14篇**	**輸送系統**
02495	監測儀器	14800	施工架及其附屬設施
03篇	**混凝土**	**15篇**	**機械**
0315A	延時型水膨脹性橡膠止水條	15070	地震力量分散裝置
0321A	化學黏著錨筋、錨栓及帽梁穿孔植筋		

國道高速公路(通車路段)橋梁耐震補強工程(第一期)在當時為國內規模最大且總金額最高之橋梁耐震補強工程，分為9個施工標施作，各標因橋梁型式、建造年代、地震力係數、地質條件及現況環境等之差異，耐震補強方式及工項亦略有差異。

第一期各標施工階段本公司均協助辦理相關設計變更、計量計價澄清及履約爭議調解等事宜，其中與「施工技術規範《一般工程》」及「特訂條款」相關之問題多為對設計文件內容之認定不同所衍生。國道耐震補強第二期工程為避免類似問題再次發生，第一期相關課題及經驗，均已納入第二期工程中回饋改善。「特訂條款」配合辦理之回饋檢討大致可區分為三類，包括「特訂條款契約工項計價說明」、「假設及復舊工程計量方式」及「材料及施工檢試驗規定」。以下就各類檢討方向及實際項目整理說明。

1. 特訂條款契約工項計價說明

由於耐震補強與一般新建及拓寬工程性質不同，補強構件因耐震需求差異，而有量體及材料組合之不同。國道耐震補強第一期工程部分項目因施工技術規範及特訂條款未明確規定契約工項計價方式，導致承包商誤解，曾衍生契約變更或履約爭議等情事；國道耐震補強第二期工程應針對類似情形，檢討修正計價方式及相關說明內容。此類檢討修正施工項目至少如下表：

項次	施工疑義內容	第一期工程辦理情形	第二期工程檢討回饋
1	鋼板樁單價分析表不含中間柱及水平支撐，圍堰單價分析表含中間柱及水平支撐。特訂條款計價說明與預算書單價分析表不符。	承包商要求圍堰內之中間柱及水平支撐應按時做數量計價。其中個別施工標承包商曾提請履約爭議調解。	調整圍堰與鋼板樁擋土每水平前進米單價方式，中間柱及水平支撐另項編列
2	特定型式之橋墩混凝土包覆用型鋼、填縫板及高拉力鋼棒等組合，以合併為一組計價。特訂條款計價說明與預算書單價分析表不符。	承包商認為部分設施不含在原有計價項目單價內，要求另項計價。本案提請履約爭議調解。	調整橋墩混凝土包覆用之型鋼、填縫板及高拉力鋼棒計價方式，採分項計價。
3	設計圖及預算書未將沉箱內部固結灌漿定義以改良土體體積。	承包商提出固結灌漿之數量係漿體體積或改良土體體積之疑義。	沉箱內部固結灌漿之計量採改良土體體積，於圖說載明，並合編列預算單價。
4	設計圖之微型樁鋼管尺寸，可由承包商按最適合斷面調整，承包商欲採用較小斷面，卻導致樁長增加。	施工階段增加圖說疑義澄清工作，以及設計書圖審查時程。	微型樁鋼管尺寸規格應按圖示內容送審施作，限制替代材料規格之情形。
5	橋下淨高受限區域，其基樁施工須以低淨高機具施工，部分施工標預算未區分不同高度級距，無法反映不同施工情境之成本。	原預算雖已整體納入考量，但承包商仍反映低淨高造成施工成本差異甚大。	受橋下淨高影響之工項，明確定義計價區隔，並納入廠商自行降挖之可行性。

2. 假設及復舊工程計量方式

耐震補強之假設及復舊工程經費比例較一般工程高，種類亦較繁雜，按國道耐震補強第一期工程施作經驗，部分橋梁之假設及復舊工程數量與實際現況及承包商施工方式有相當差異，曾衍生契約變更或履約爭議等情事，國道耐震補強第二期工程設計除加強現況環境調查及施工規劃外，相關假設及復舊工程，如施工便道(橋)、開挖擋土(水)支撐、既有設施復舊等，將配合各橋詳細規劃設計成果，於特訂條款中明確及完整地定義區分。此類檢討修正施工項目至少如下表：

項次	施工疑義內容	第一期工程辦理情形	第二期工程檢討回饋
1	施工便道型式及設置以標準圖方式，無實際配合各不同施工位置詳細規劃。	承包商對施工便道數量、型式及單價等有提出疑義。其中個別施工標承包商曾提請履約爭議調解。	施工便道與施工便橋按各地區及施工需求，明確區分各類型便道及便橋構台，並明定計量原則。
2	部分施工位置高度較高之施工架，未另詳細規定或區分計價項目。	承包商對高度較高之施工架數量、型式及單價等有提出疑義。	除一般補強施工架外，超高或特殊施工條件之施工架案施工計畫另項編列計量計價。
3	設計圖之景觀及水利設施復舊項目種類繁多，預算書以主要設施及鋪面(含附屬物)方式編列。	承包商對景觀及水利設施復舊項目中，以面積計價之項目，其附屬設施等是否包含於單價內，有提出疑義。	景觀及水利設施復舊除詳細載明於設計圖說外，預算單價及計量方式應配合詳細編列。
4	河川地剩餘土石方之處理方式無明確規定，契約項目與河川法令規定略有差異。	承包商對河川地剩餘土石之處理方式，有提出疑義。	河川地剩餘土石方處理方式，按各河川管理單位指定之方式編列各流向之處理方式及單價。
5	耐震補強施工具有高難度、低工率及假設費用高之特點。	雖於設計圖及特訂條款工程概述中提醒，惟仍有廠商要求額外之給付。	特訂條款新增專章(01523F)詳列各項施工風險因子，並規範承包商應盡之義務。

3. 材料及施工檢試驗規定

國道耐震補強第一期工程部份工項之材料及施工檢驗標準未明確規定，曾衍生監造及承包商品管執行及驗收之困擾，如化學黏著錨筋(栓)、鋼板防水塗裝等項目。國道耐震補強第二期工程特訂條款，應明確規定各項檢試驗之方式及標準，並檢討刪除不適宜之規定。此類檢討修正施工項目至少如下表：

項次	施工疑義內容	第一期工程辦理情形	第二期工程檢討回饋
1	原設計化學黏著錨筋之建議鑽孔角度為30度，其藥劑施工品質較易控制。	承包商採水平鑽孔方式施作，未按建議鑽孔角度。	化學黏著錨筋之現場拉拔試驗區隔斜角及水平鑽孔試驗頻率規定，現場拉拔試驗程序及實驗單位。
2	鋼板外露防水處理(第二型)之針孔測試及粘著力，規範指定以低電壓試驗及ASTM D4541規定辦理。	承包商提出針孔測試電壓值之估算方式，以及圓柱表面無法施作ASTM D4541黏著力試驗之疑義。	鋼板外露防水處理(第二型)之針孔測試之低電壓試驗電壓值，規範提供參考公式。粘著力試驗經實驗室確認可施作於原著表面，不得以其他方式替代。
3	河川橋區域及陸上高架橋之土質狀況不同，而回填之壓實乾密度要求相同。	河川橋區域之回填無法壓實至最大乾密度，規範並未詳述執行對策。	按壓實密度分項計價，並放寬特殊土質位置之乾密度要求。
4	混凝土橋樑表面補強施工前須以水刀清除表面附著物，其水刀出力等級以最小吐出壓力規範。	實際施工承包商反映水刀壓力規定有不足或太過之情形。	依據國際規範之水壓沖洗等級壓力，由承包商自行調節壓力及水量。

第三章　大地工程

3.1　地質資料

為瞭解本計畫路線各既有橋梁之地層分佈、土壤性質、地下水等，藉由資料蒐集、補充地地質鑽探、現場及試驗室試驗等方法獲得，以為橋梁耐震補強分析設計參考依據。

本工程之工程範圍包括國道3號汐止系統交流道至竹南路段高公局管轄之所有橋梁(第１優先路段)，以及第２優先路段中須先行辦理之12座橋梁(國道3號新化田寮段2座、田寮燕巢段2座及國道10號旗山支線8座之橋梁)，另增加第M36標工程範圍包括國道3號之田寮二號高架橋及國道10號之高雄環線高架橋、高45跨越橋與典寶溪過水橋範圍，共計4座橋梁，皆進行橋梁耐震補強工程之規劃設計，請參見表3.1-1及圖3.1-1。補充地質鑽探及試驗工作依據契約規定及核定之工作計畫，包括地質鑽探、現場試驗、試驗室試驗及各項調查之資料處理，各項詳細調查成果詳「補充地質鑽探及試驗成果報告」1~4冊及M36標鑽探報告。

表3.1-1　工程範圍表

國道編號	路段名稱	工程範圍	說明
國 3	汐止中和段	全部橋梁(不包含汐止系統交流道中已於第一期工程補強之橋梁單元)	成果報告(第一冊)
國 3	中和鶯歌段	全部橋梁(不包括已配合國道 2 號拓寬工程改善範圍之橋梁)	成果報告(第二冊)
國 3	鶯歌關西段	全部橋梁	成果報告(第二冊)
國 3	關西新竹段	全部橋梁(不包含新竹系統交流道中已於第一期工程補強之橋梁單元)	成果報告(第三冊)
國 3	新竹竹南段	全部橋梁	成果報告(第三冊)
國 3	新化田寮段	彎崎溪河川橋(南、北)	成果報告(第四冊)
國 3	田寮燕巢段	二仁溪二號河川橋(南、北)	成果報告(第四冊)
國 10	旗山支線	里港洩洪橋(東、西)、吉洋溪一號排水橋(東、西)、屏 92 穿越橋兼排水橋(東、西)、美濃溪河川橋(東、西)	成果報告(第四冊)
國 3	田寮二號高架橋	高架橋全長 3,660 公尺，南北雙向分離，雙向各寬 16.1m，共 26 個振動單元。(C376 標，374K+445.1~378K+105.1)	成果報告(M36 標)
國 10	高雄環線高架(三)橋	橋梁管理資訊系統(BMIS)命名為「高雄環線高架(三)橋」，高架橋全長 4,464 公尺，南北雙向分離，橋寬漸變，共 38 個振動單元。(C392 標，7K+979~12K+443)	成果報告(M36 標)
國 10	高 45 跨越橋	位於國道 10 號 14k+864 處之跨越橋，橋寬 10.8 公尺，全長 91 公尺，為三跨連續就地澆注懸臂工法之橋梁。(C391 標，主線里程 14K+864)	成果報告(M36 標)
國 10	典寶溪過水橋	全長 210.6 公尺，東西雙向分離，橋下為典寶溪。(C391 標，14K+102~14K+313)	成果報告(M36 標)

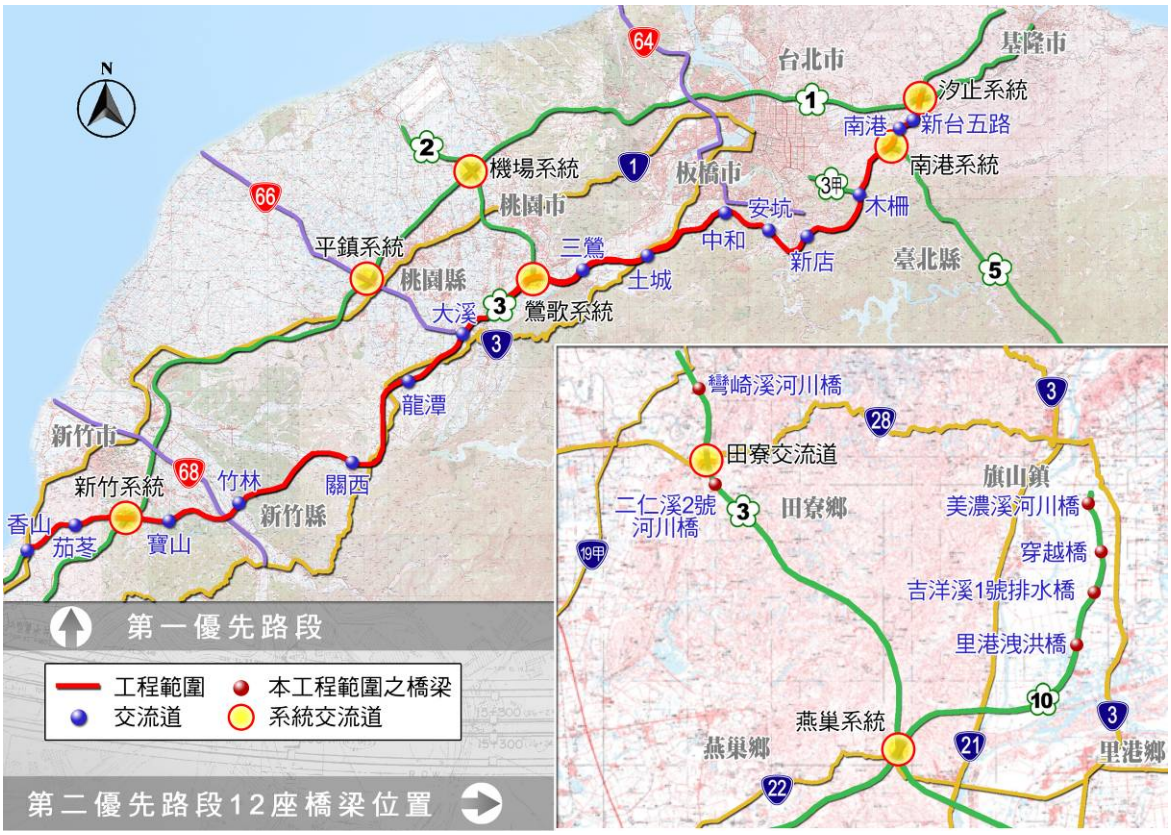


圖3.1-1　工程範圍示意圖(1)

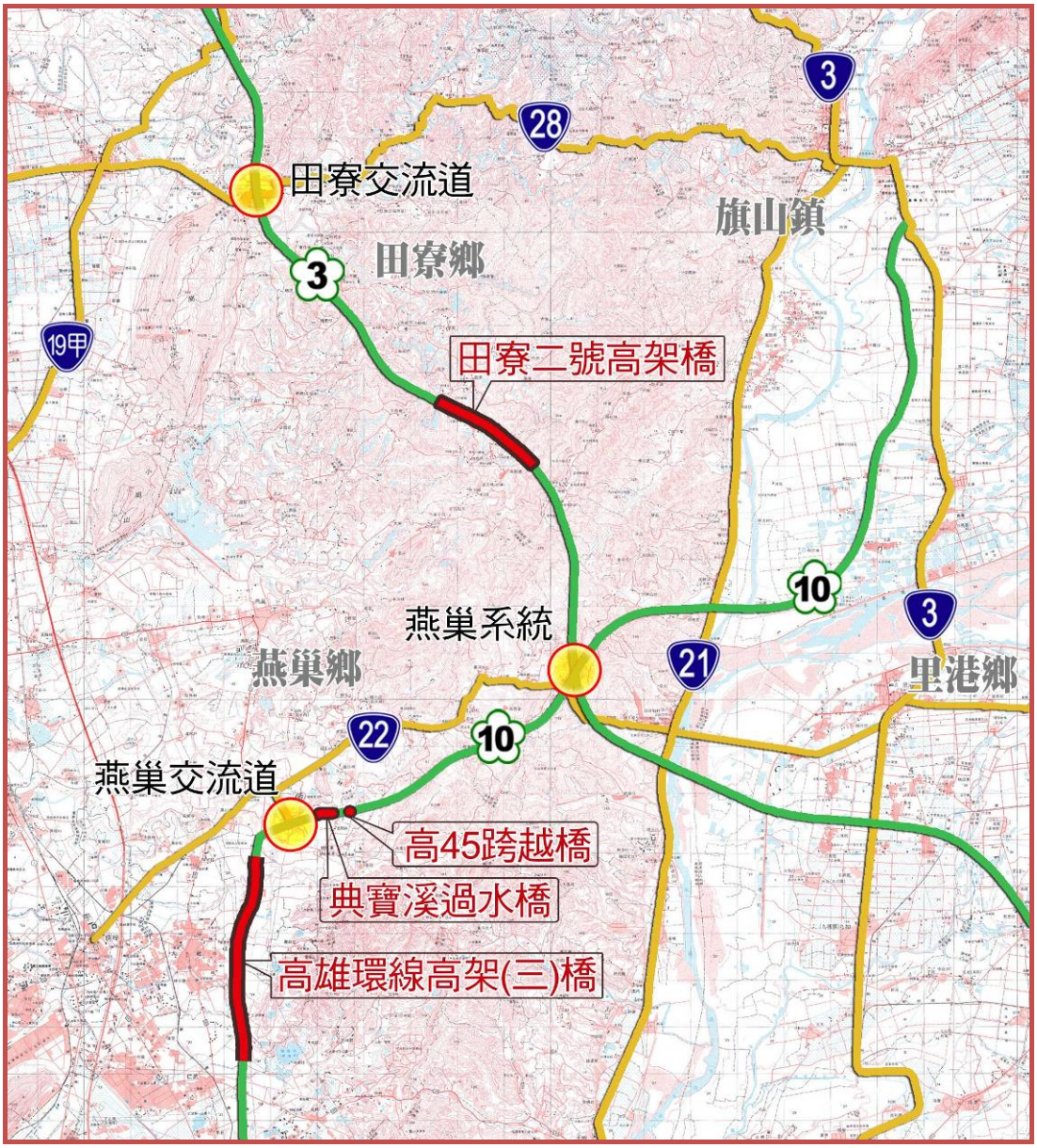


圖3.1-1　工程範圍示意圖(2)

3.1.1　既有鑽探資料整理

本工程範圍新化田寮段、田寮燕巢段及旗山支線內沿線既有資料的蒐集係配合本補充地質鑽探及試驗工作以掌握地層狀況，所蒐集之相關書圖文件已涵蓋本工程範圍，包括第二高速公路主線的地質鑽探報告共37輯、設計圖(含竣工圖)內鑽孔柱狀圖共8輯，上述各相關資料之報告書圖名稱整理如下所列：

1. 地質鑽探報告

(1) 汐止至舊莊路工工程地質鑽探報告書

(2) 舊莊高架橋工程變更設計地質鑽探報告書

(3) 四分里坑高架橋工程地質鑽探報告

(4) 木柵交流道工程地質鑽探報告

(5) 木柵隧道工程地質鑽探報告

(6) 新店交流道工程地質鑽探報告

(7) 新店高架橋工程地質鑽探報告

(8) 碧潭橋及新店隧道(V)工程(合併標)-第11A標地質鑽探報告

(9) 碧潭高架橋工程地質鑽探報告

(10) 安坑交流道工程地質鑽探報告

(11) 安坑溪橋工程21K+200~21K+589地質鑽探報告

(12) 安坑橋工程0K+164~0K+565地質鑽探報告

(13) 台灣北部區域第二高速公路計畫中和鶯歌段初步設計階段地質鑽探報告(試驗報告)

(14) 台灣北部區域第二高速公路計畫中和鶯歌段初步設計階段地質鑽探報告(鑽探報告)

(15) 北二高中和鶯歌段細部設計地質鑽探調查(A)標工作報告

(16) 北二高中和鶯歌段細部設計地質鑽探調查(B)標工作報告

(17) 鶯歌關西段A標

(18) 鶯歌關西段B標

(19) 台灣北部區域第二高速公路計畫鶯歌關西段及第二內環線規劃階段地質鑽探報告

(20) 北二高鶯歌關西段初步設計地質鑽探調查

(21) 台灣北部區域第二高速公路計畫關西弓林路段地質調查工作第一期地質鑽探報告

(22) 台灣北部區域第二高速公路計畫芎林新竹路段地質調查工作第一期地質鑽探報告

(23) 台灣北部區域第二高速公路計畫關西新竹路段地質調查工作第二期地質鑽探報告

(24) 台灣北部區域第二高速公路計畫關西新竹路段地質調查工作第三期地質鑽探報告

(25) 北二高關西-新竹段新竹系統交流道補充鑽探工作報告

(26) 台灣北部區域第二高速公路計畫關西新竹路段地質調查工作第一期地質鑽探報告

(27) 二高設計階段新竹-竹南段地質鑽探調查

(28) 二高新竹-竹南段工程規劃地質探查(土壤及岩石試驗)

(29) 二高新竹-竹南段工程規劃地質探查(地質鑽探)

(30) 二高後續計畫-新化田寮段細部設計階段報告書

(31) 二高後續計畫-新化田寮段初部設計階段報告書

(32) 二高後續田寮-燕巢段初步設計地質鑽探調查

(33) 二高後續田寮-燕巢段細步設計地質鑽探調查

(34) 第二高速公路後續計畫-高雄環線細部設計(第C392標)

(35) 第二高速公路後續計畫-田寮燕巢段細部設計(第C376標)

(36) 第二高速公路後續計畫-山河壽-燕巢細部設計AB標鑽探取樣現場試驗工作

(37) 第二高速公路後續計畫-燕巢段及面前埔交流道工程(第C391標)

2. 設計圖(竣工圖)地質鑽孔資料

(1) 汐止中和段

(2) 中和鶯歌路段

(3) 台灣北部區域第二高速公路鶯歌關西路段

(4) 大溪埔頂段及龍潭路段變更設計(龍潭路線)

(5) 關西新竹段

(6) 新竹竹南段

(7) 新化田寮段

(8) 田寮燕巢段

3.1.2 補充鑽探資料整理

本補充地質鑽探及試驗現場工作於民國100年4月開始，6月中旬完成第一階段(屬汐止中和段)共計72處之鑽探及試驗等相關項目，8月中旬完成第二階段(屬中和鶯歌路段及鶯歌關西路段)共計55處之鑽探及試驗等相關項目，9月中旬完成第三階段(屬關西新竹路段及新竹竹南路段) 共計62處之鑽探及試驗等相關項目，9月中旬完成第四階段(屬新化田寮路段、田寮燕巢路段及旗山支線) 共計14處之鑽探及試驗等相關項目，並綜合本補充地質鑽探及試驗工作四個階段性(總計203處鑽孔)之調查資料及相關地工分析等，並依序四個階段，分別編彙成果報告(共四冊)，於民國101年2月提送。另第M36標補充地質鑽探及試驗現場工作於民國101年9月開始，11月完成，共計24處之鑽探及試驗等相關項目，並彙整調查資料及相關地工分析等，並於民國101年11月20日提出成果報告

本補充地質鑽探及試驗工作方法及要求均依據「中山高速公路拓寬工程測量規範暨高速公路局震測鑽探、土壤及岩石試驗規範」與「國道新建工程局大地工程調查作業準則」之相關規定辦理，區分為現地鑽探、現場試驗與試驗室試驗等工作，各項工作實際完成數量詳表3.1-2。

3.1.2.1 現地鑽探

地質的鑽探包括土壤、卵礫石層及岩層等三部份，土壤部份係採沖鑽法與每隔1.5m標準貫入試驗及劈管取樣，各不同代表性土層以不擾動三吋薄管取不擾動土樣，總計922m；卵礫石層以衝鑽法及旋鑽法進行，總計1638.96m；岩層部份取樣採連續岩心取樣依序存放岩心箱並拍照留存，總計949.23m。

1. 土層鑽探

(1) 鑽孔時可以套管、導管或皂土液保護孔壁使不致崩坍(砂土或粉土層限用套管)，且鑽孔內之水位應隨時保持在地下水位以上，以防止管湧現象發生，乃使用套管保護孔壁時，套管內裡不得小於取樣器及其配件之外徑。

(2) 鑽孔時以沖鑽法為主。若遇堅硬土層(含塊石層及崩積層)，可使用旋鑽法或其他可將孔內土壤擾鬆及移出孔外之方法施鑽，但對一般土層在地下水位以上部份應以乾鑽法施工為原則，並將土樣取出以利判斷土層層次變化情形。

(3) 鑽孔過程中，地下水位以下之進尺，除(劈管及薄管)取樣過程外，得以側沖式魚尾鑽洗孔。

2. 卵礫石層鑽孔

(1) 地層中含有大量卵石、粗礫石和少量砂土時，鑽孔方式以衝鑽法為主，必要時並可採旋鑽法配合施鑽，並選取局部區域選擇代表性鑽孔採旋鑽法，作為地質研判之依據。

(2) 卵礫石層採衝鑽法進行鑽探時，若遇土(岩)層之夾層厚度超過1.5m以上，鑽孔應改為旋鑽法鑽取土(岩)樣，直至通過該夾層後才可再改以原衝鑽法進行鑽探。

3. 岩盤鑽孔

(1) 地質鑽探至岩層時，若盤鑽孔應使用不小於N級尺寸之鑽頭和三套岩心取樣管進行連續鑽探取樣，其岩心提取率宜在90%以上。

(2) 鑽孔時均應使用潔淨之清水或皂土泥漿潤滑冷卻並洗除孔內鑽渣，遇有渥水或塌孔時同意得先施以水泥灌漿、施放套管、皂土或混合使用，以確保正常迴水。在軟岩及碎岩中施鑽時，應視狀況需要使用套管保護孔壁。碎岩段經同意得用水泥漿先予固結後再鑽。

3.1.2.2 現場試驗

本補充地質鑽探之現場試驗包括標準貫入試驗、孔內側壓試驗等多項，分別說明如後：

1. 標準貫入試驗

鑽探過程中進行劈管取樣之同時並施作標準貫入試驗，由標準貫入試驗可得知土層之貫入阻抗，藉以瞭解土層之堅實或緊密程度。本項試驗及取樣係於土層中約每隔1.5公尺或土層變化處施作，標準貫入試驗之施作方法係將標準分裂式取樣器置於鑽孔底部，並以落距76公分(30吋)之自由落距，將重63.5公斤(140磅)之夯錘錘擊，使之貫入土層中45公分(18吋)，或錘擊數到

達100下為止，每貫入15公分(6吋)記錄其錘擊數，第二次及第三次15公分之錘擊數總和即為標準貫入試驗之抵抗力N值本次共進行2096次標準貫入試驗及劈管取樣。

2. 孔內側壓試驗

本項試驗係使用美國Roctest公司製造之Pressuremeter Model G-Am試驗儀，其構造如示意圖2.3-1所示。側壓儀之裝設及試驗操作，當橡皮膜管放到孔底時，將鑽孔之套管上提。然後由氮氣瓶提供壓力，使水壓進入橡皮膜(內徑約58mm之內外二層橡皮膜)，表面束以縱向彈性鋼片，試驗段外徑約64mm，而探側器上下最大外徑約73mm(即探測器屬NX規格)。其試驗步驟係參照Pressuremeter操作手冊規定實施，詳見附錄C、孔內變形試驗步驟，由橡皮膜體積與施加壓力的關係，求得與土壤變形有關的參數，如水平反力係數(Kh)、靜止土壓力(Pom)、降伏壓力(Py)、極限壓力(Pl)、變形模數(Em)及彈性模數(Er)等。本次調查工作總計進行76組孔內側向變形試驗，試驗結果如表3.5-6。

由現場孔內側向載重試驗結果，可求得一變形模數及反力係數。

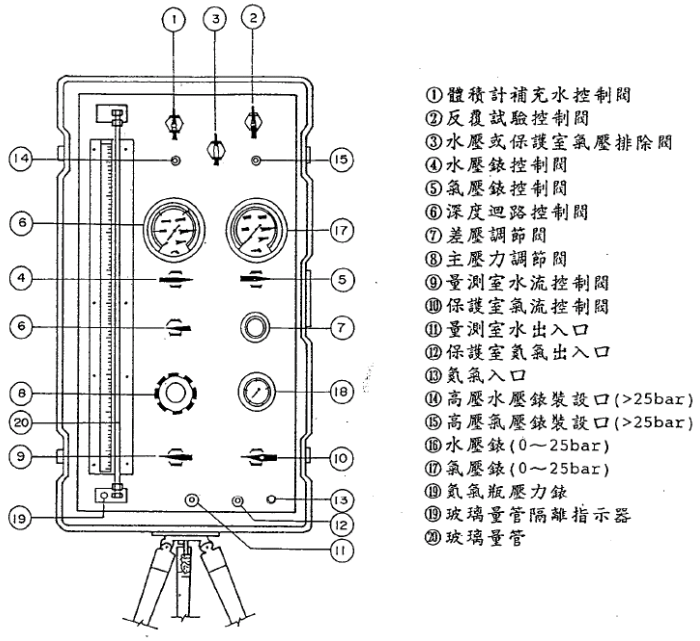


圖3.1-2　孔內變形試驗儀示意圖

3. 水位觀測井及水壓計埋設及觀測

為瞭解地下水位分佈，除鑽探期間每天量測孔內之地下水位外，並於鑽探工作完成後於鑽孔內埋設水位觀測井或水壓計做長期觀測。本次調查共埋設91孔地下水位觀測井及38支水壓計。

4. 劈管取樣

使用之取樣器符合ASTM D1586-67之規定，取樣法為打擊取樣，即將取樣器打入鑽孔內未受擾動之土層取樣，礫石層可用外徑63.5公厘(內徑50.8公厘)開裂式取樣器，除另有規定外，在土層改變時應即行取樣，若鑽孔內之套管為錘擊方式前進，則取樣處應在套管下端60公分以下或在套管下端立刻取樣，必要時可增減其取樣區間及取樣位置，取樣器取出後，立即封閉樣品

不使水氣蒸發，放入適當之容器內，每一樣品外加標籤以標示土樣說明。

5. 三吋薄管取樣

取樣所使用之薄管規格均符合ASTM D1587-87之規定，其面積比（AREA RATIO）須小於10%，管內淨空比(INSIDE CLEARANCE RATIO)在1.0~1.5之間，並符合ASTM D1584-84之規定。

採用之薄管為一對稱圓管，管面光滑清潔，無傷痕、凹紋、焊縫、鐵鏽或污物等，削邊口銳利，且沒有裂口存在。

為減低土樣於取樣過程中所受之擾動，及提高取樣率，鑽機於作業時應加以固定，取樣處應在錘擊方式前進之套管下端60公分以下，使用靜壓式薄管取樣器，然後利用鑽機油壓系統穩定而連續的將取樣器壓入土層中取樣，其貫入度不得大於其長度。

從鑽孔內將取樣器拔出之前先將薄管頭旋轉兩圈以上，取樣器取出後應立即將上端鬆軟之土樣清除，將管內壁擦淨放入墊板，再用石臘封閉，下端表面土樣先整平，以便可放入墊板，再用石臘封閉，並在取樣器管外壁及頂蓋上方附以永久而清楚之標籤，以表明取樣的情況，所取樣品之長度必須在鑽探記錄上註明。本工程中因未固結地層多為礫石或塊石層，無法取得薄管不擾動土樣。

6. 樣品保存及運送

所有取出之岩心應全部按其正確之取樣深度依次排列，並置於堅固之岩心箱內予以保存。岩心箱應長約一公尺，每一岩心箱內應分成五格而能裝入五公尺長岩心，惟岩心直徑較大者，則按實際需要依本公司工程師之指示調整。每公尺樣品應予分隔，每次取得之岩心應放置適當位置，未取得樣品之處以木塊或保麗龍嵌入，並標明其深度。每一岩心箱亦應標明工程名稱、孔號、岩心箱箱號、鑽探日期及取樣深度。分包商應於本公司工程師指定之日期內將岩心箱送往指定地點，送樣之次數依合約規定或本公司工程師之需要辦理。

3.1.2.3 試驗室試驗

鑽探過程中取得之劈管土樣、薄管不擾動土樣及岩心，經妥善密封後送至試驗室進行下列各項試驗：

1. 一般物理性質試驗

一般物理性質試驗係採劈管取樣器取得之土樣進行土壤阿太堡限度、含水量、單位重、孔隙比、比重及顆粒粒徑分析，其試驗如下：

(1) 含水量與單位重

測定含水量所選取之土樣將其置於恆溫(105℃)箱內24小時烘乾後取出量測乾土樣重，試驗步驟參考 ASTM D-2216規範實施。體積之測定係直接量取試體之大小尺寸而得之。

(2) 孔隙比

孔隙比測定係由單位重、含水量及比重等計算而得。

$$e = [(1+w)\times Gs\times \gamma_w/\gamma]-1$$

式中

e =孔隙比

γ =土壤單位重(t/m^3)

w =含水量(%)

γ_w=水單位重

Gs =土壤比重

(3) 土壤粒徑分析

土壤粒徑分析試驗包括比重計分析與篩分析試驗。試驗時土樣置於矽酸鈉溶液中24小時後再經電動攪拌機攪拌後置入沉澱筒內，並於不同歷時量取比重計讀數，經24小時之沉澱後，倒入200號篩網內洗去小於200號篩網之土壤顆粒經烘乾後置於篩網系列上進行篩分析試驗。本項試驗之操作步驟參考ASTM D421、ASTM D422規定實施。。

(4) 比重分析

測定比重之土樣均為烘乾土樣，試驗步驟參考ASTM D854規定實施。

(5) 阿太堡限度(Atterberg Limits)試驗

測定阿太堡限度之土樣為自然土樣，試驗之方法參考ASTM D423、ASTM D424規定實施。土壤分類係參照ASTM D2487之統一分類法進行。本計畫調查總計進行938組土壤一般物理性質試驗。

2. 土壤直接剪力試驗

試驗時以截土環將試體修裁成直徑為6公分，高度為2公分之試料後置於剪力盒內。試體裝妥後即施加垂直載重壓力並與記錄之，此步驟完成至試體趨於穩定後再開動剪力儀使施加速率為0.9mm/min推動剪力盒同時並測定水平剪應力，直至試體破壞為止，試驗之方法參考ASTM D3080辦理。由數個垂直應力與水平剪應力之關係連成直線而決定之。本次調查共進行28組試驗，試驗結果詳見表3.5-1。

3. 土壤三軸UUU強度試驗

試驗時將土樣修裁成直徑約為7.1公分，高度約為15公分之試體，置於三軸室之基座上，上下置以墊片。試體於三軸室受圍壓作用，以0.15cm/min之速率施加軸差應力，直至試體達到破壞為止，試驗之方法參考ASTM D2850辦理。本試驗係利用壓力機、三軸室及氣壓式加壓系統，

將試體在飽和(或不飽和)不壓密不排水情況下，測試其抗剪強度。本次調查總計進行17組三軸壓縮UUU試驗，試驗結果見表3.5-2所示。詳細試驗結果詳附錄F。

4. 土壤三軸CIU強度試驗

試驗時將土樣修裁成直徑約為7.1公分，高度約為15公分之試體，置於三軸室之基座上，上下置以墊片。試體於三軸室受圍壓作用，以0.15cm/min之速率施加軸差應力，直至試體達到破壞為止，試驗之方法參考ASTM D2850辦理。本試驗係利用壓力機、三軸室及氣壓式加壓系統，將試體在壓密不排水狀況下，測試其抗剪強度。本次調查總計進行8組三軸壓縮CIU試驗，試驗結果見表3.5-3所示。

5. 土壤單向度壓密試驗

試驗時將土樣修裁成直徑約為6.3公分，高度約為2.5公分之試體，將試體修入壓密環中，上下置以濾紙及飽和的透水石，再將試體置入壓密儀中進行壓密。記錄土壤試體在承受不同荷重下的變形量，試驗步驟係參照美國材料試驗學會標準(ASTM D2435)之規定實施。本次調查共進行11組試驗，試驗結果詳見表3.5-4。

6. 岩石單軸強度試驗

試驗時將岩心試體裁切成長徑比為2.5~3.0之試體，置於壓力機上受壓，以固定的加壓速率(通常為0.5~1.0Mpa/s)使試體破壞，試驗之方法參考ISRM及ASTM D2938辦理。試驗目的為求完整岩心之單壓強度，作為岩心之強度分析及各項岩力分析、設計及施工之依據。本次調查總計進行74組岩石單軸壓縮強度試驗，試驗結果詳見表3.5-5。

表3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(1/13)

鑽探及試驗			鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目			土層	礫石層（衝鑽）	礫石層（旋鑽）	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸UUU試驗	三軸強度CIU試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
孔號	孔位里程	說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
BH-1	10+500	北側基隆河橋N	0	1	0	14	15	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1
BH-2	10+600	北側基隆河橋N	14.9	11.1	0	3	29	0	0	0	17	12	1	1	12	0	0	0	0	0
BH-3	0+140	汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋	11.4	14.6	0	3	29	1	0	0	19	8	1	1	8	0	0	0	0	0
BH-4	0+220	汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋	10.7	12.8	0	3	26.5	0	0	0	14	3	1	0	3	0	0	0	0	1
BH-5	0+720	東側基隆河橋CD1-NB-RD	13.6	5.9	0	3	22.5	1	0	1	14	9	1	1	9	1	0	0	0	0
BH-6	0+640	汐止系統交流道匝道3	18.2	6.8	0	0	25	1	0	2	17	12	0	1	12	1	0	0	0	0
BH-7	0+400	汐止系統交流道匝道3	15.3	8.5	0	3.1	26.9	0	1	1	18	10	1	1	10	1	0	0	0	1
BH-8	0+260	汐止系統交流道匝道1跨北側基隆河橋	21.5	10.5	0	0	32	0	0	0	20	14	0	1	14	0	0	0	0	0
BH-9	0+150	汐止系統交流道匝道2跨北側基隆河橋	16.5	10.5	0	3	30	1	0	0	20	11	1	0	11	0	0	0	0	1
BH-10	0+170	汐止系統交流道匝道2跨北側基隆河橋	10.1	9.8	0	3	22.9	0	0	0	15	10	1	1	10	0	0	0	0	0
BH-11	1+400	汐止系統交流道匝道7跨北側基隆河橋	0	1.7	0	5	6.7	1	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1
BH-12	0+090	新台五路交流道匝道3跨鐵路橋	7.1	4.9	0	13	25	0	0	1	9	3	3	1	3	1	0	0	0	0
BH-13	0+480	新台五路交流道匝道4排水溝渠橋	11.3	4.7	0	4	20	0	0	1	12	4	1	0	4	1	0	0	0	0
BH-14	0+300	新台五路交流道匝道7排水溝渠橋	4.9	8.9	0	6.2	20	0	0	0	11	3	2	0	3	0	0	0	0	0
BH-15	0+630	新台五路交流道匝道7跨匝道1橋	3.9	3.7	0	7.4	15	0	0	1	7	3	2	0	3	1	0	0	0	0
BH-16	0+230	貨櫃場通道跨越橋	3.3	1.7	0	10	15	0	0	0	5	1	2	0	1	0	0	0	0	1

表3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(2/13)

鑽探及試驗			鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目			土層	礫石層（衝鑽）	礫石層（旋鑽）	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸UUU試驗	三軸強度CIU試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
孔號	孔位里程	說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
BH-17	14+540	橫科路橋N	14.6	0	0	5.4	20	1	0	1	11	6	2	1	6	0	0	0	1	0
BH-18	16+180	南深路橋N	0	8.3	0	6.7	15	0	1	0	7	2	2	0	2	0	0	0	0	1
BH-19	0+280	南港系統交流道匝道3跨越橋	0	4.5	0	5.5	10	0	0	0	4	3	2	0	3	0	0	0	0	0
BH-20	0+280	南港系統交流道環道5跨越橋	0	1	0	9	10	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
BH-21	0+600	南港系統交流道匝道3跨南深路橋	0	9.7	0	5.3	15	0	0	0	8	3	2	0	3	0	0	0	0	0
BH-22	16+660	四分子一坑高架橋N	0	9.4	0	5.6	15	1	0	0	8	2	2	1	2	0	0	0	0	1
BH-23	11+960	璋樹里高架橋N	16.7	8.3	0	0	25	1	0	2	17	11	0	1	11	1	0	0	0	0
BH-24	12+100	璋樹里高架橋N	17.3	9.8	0	2.9	30	0	0	1	20	11	1	1	11	0	1	1	0	0
BH-25	12+260	璋樹里高架橋N	21.2	3.8	0	0	25	0	0	1	17	12	0	0	12	0	1	1	0	0
BH-26	15+140	舊莊高架橋N	5.5	3.7	0	5.8	15	1	0	1	8	5	2	1	5	0	1	1	0	1
BH-27	15+260	舊莊高架橋N	2.4	17.6	0	0	20	0	1	1	14	4	0	0	4	0	0	0	0	0
BH-28	15+550	舊莊高架橋N	6	14.1	0	9.9	30	0	0	1	14	5	2	1	5	1	0	0	0	0
BH-29	17+660	四分里坑高架橋N	0	15.9	0	3.1	19	0	0	0	12	3	1	0	3	0	0	0	0	0
BH-30	17+640	四分里坑高架橋N	0	13.5	0	3.1	16.6	1	0	0	11	0	1	0	0	0	0	0	0	1
BH-31	20+340	福德橋S	0	3.5	0	11.5	15	1	0	0	4	2	3	0	2	0	0	0	0	0
BH-32	20+440	福德橋S	0	6.7	0	8.3	15	0	0	0	6	2	2	0	2	0	0	0	0	1
BH-33	20+740	景美溪北橋	0	5.7	0	4.3	10	1	0	0	5	3	1	0	3	0	0	0	0	1
BH-34	21+350	景美溪北橋	0	7.1	0	4.9	12	0	0	0	6	4	1	0	4	0	0	0	0	0
BH-35	21+130	景美溪南橋	0	10.4	0	3.6	14	0	0	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0
BH-36	21+440	景美溪南橋	0	2.8	0	7.2	10	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	1
BH-37	0+200	木柵交流道匝道一富德橋	0	2.8	0	5.2	8	1	0	0	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0
BH-38	0+170	木柵交流道匝道二景美溪橋	0	7.7	0	5	12.7	0	0	0	7	3	1	0	3	0	0	0	0	0
BH-39	0+300	木柵交流道匝道二景美溪橋	0	7.9	0	12.1	20	1	0	0	7	3	3	0	3	0	0	0	0	1
BH-40	0+240	木柵交流道匝道四猴山坑橋	0	0.8	0	7.2	8	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1
BH-41	1+060	木柵交流道匝道四景美溪橋	5.2	3.8	0	5	14	0	0	0	6	4	2	0	4	0	0	0	0	0
BH-42	20+660	景美溪北橋	0	4.7	0	5.3	10	1	0	0	5	2	2	0	2	0	0	0	0	1

表3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(3/13)

鑽探及試驗			鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目			土層	礫石層（衝鑽）	礫石層（旋鑽）	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸UUU試驗	三軸強度CIU試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
孔號	孔位里程	說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
BH-43	1+320	木柵交流道匝道四富德橋	0	7.9	0	3.1	11	0	0	0	7	3	1	0	3	0	0	0	0	0
BH-44	5+220	景美溪橋W	0	4	0	5.1	9.1	1	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
BH-45	23+830	指南路穿越橋N（無名溪橋N)	0	13.2	0	3.3	16.5	0	0	0	10	5	1	0	5	0	0	0	0	1
BH-46	25+980	新店高架橋N	0	14.2	0	3.8	18	0	0	0	11	5	1	0	5	0	0	0	0	1
BH-47	26+300	新店高架橋N	4.4	10.2	0	5.4	20	0	0	0	10	6	2	1	6	0	0	0	0	1
BH-48	1+180	新店交流道匝道1	0	19.4	0	3.1	22.5	0	0	0	14	3	1	0	3	0	0	0	0	0
BH-49	2+240	新店交流道匝道2	0	5.6	0	4.4	10	1	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	1
BH-50	4+060	新店交流道環道4	0	12.9	0	3.1	16	0	0	0	10	3	1	0	3	0	0	0	0	0
BH-51	11+600	新店交流道連絡道高架橋	1.3	8.8	0	0	10.1	1	0	0	7	1	0	1	1	0	0	0	0	0
BH-52	11+500	新店交流道連絡道高架橋	1.1	8.9	0	0	10	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-53	11+300	新店交流道連絡道高架橋	4.5	7.4	0	0	11.9	0	1	0	8	4	0	1	4	0	0	0	0	0
BH-54	2+000	新店交流道連絡道排水橋	0	8.6	0	3.4	12	1	0	0	7	3	1	0	3	0	0	0	0	1
BH-55	28+460	檳榔坑橋N	0	13.7	0	3	16.7	1	0	0	11	0	1	0	0	0	0	0	0	1
BH-56	29+550	碧潭橋N	0	10	0	0	10	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-57	29+980	碧潭橋N	0	15	0	0	15	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-58	30+070	碧潭橋N	6.5	9.8	0	2.2	18.5	0	0	1	13	4	1	0	4	0	1	1	0	1
BH-59	0+500	安坑交流道匝道5跨越橋	0	10	0	0	10	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-60	0+980	安坑交流道匝道6跨越橋	2.7	7.3	0	0	10	0	0	0	7	2	0	0	2	0	0	0	0	0
BH-61	0+740	安坑交流道連絡道跨越橋	0	10	0	0	10	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BH-62	32+350	安坑溪橋	2.9	7.8	0	0	10.7	1	0	0	7	2	0	0	2	0	0	0	0	0
BH-63	32+480	安坑溪橋	1.6	0	8.4	0	10	0	1	0	7	1	0	0	1	0	0	0	0	0
BH-64	0+220	安坑溪橋	15	0	0	0	15	1	0	0	7	2	0	0	2	0	0	0	0	0
BH-65	0+310	安坑橋	0	10	0	0	10	0	1	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0

表3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(4/13)

鑽探及試驗			鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目			土層	礫石層（衝鑽）	礫石層（旋鑽）	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸UUU試驗	三軸強度CIU試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
孔號	孔位里程	說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
BH-66	0+530	安坑橋	0	17	0	0	17	1	0	0	8	6	0	1	6	0	0	0	0	0
BH-67	0+180	安坑橋A6匝道	0	21	0	0	21	0	0	0	10	6	0	1	6	0	0	0	0	0
BH-68	0+100	安坑橋A5匝道	0	25	0	0	25	0	1	0	13	6	0	1	6	0	0	0	0	0
BH-69	0+160	安坑橋A3匝道	3.4	16.6	0	0	20	0	0	0	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BH-70	0+050	安坑橋A4匝道	0	10	0	0	10	0	1	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0
BH-71	0+120	安坑飛越橋	2.4	17.6	0	0	20	0	0	0	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BH-72	0+380	安坑飛越橋	0	10	0	0	10	1	0	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0
第一階段(第M31標)合計			297.4	632.5	8.4	262.5	1200.8	29	8	16	663	258	72	24	258	8	4	4	1	24

表3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(5/13)

鑽探及試驗			鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目			土層	礫石層(衝鑽)	礫石層(旋鑽)	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸 UUU 試驗	三軸強度 CIU 試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
孔號	孔位里程	說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
BH-73	34+100	興南路南穿越橋N	0	0	10	0	10	1	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-74	35+550	中和交流道北主線高架橋 (一)	4.5	9.8	0	3.7	18	0	0	0	11	8	1	0	8	0	0	0	0	0
BH-75	35+760	中和交流道北主線高架橋 (一)	2.8	8.7	0	5	16.5	1	0	0	8	6	1	1	6	0	0	0	0	1
BH-76	35+940	中和交流道北主線高架橋 (一)	0	10	0	0	10	0	1	0	7	3	0	1	3	0	0	0	0	0
BH-77	36+050	中和交流道北主線高架橋 (一)	11.8	11.4	0	0	23.2	1	0	0	16	8	0	1	8	0	0	0	0	0
BH-78	35+600	中和交流道南主線高架橋 (一)	0	5.6	0	3.4	9	1	0	0	5	2	1	1	2	0	0	0	0	0
BH-79	35+860	中和交流道南主線高架橋 (一)	9.5	9.3	0	0	18.8	0	1	1	13	8	0	0	8	0	0	0	0	0
BH-80	36+020	中和交流道南主線高架橋 (一)	18.5	5	0	0	23.5	1	0	0	16	10	0	1	10	0	0	0	0	0
BH-81	0+100	中和交流道匝道A (一)	16.1	6.3	0	5.1	27.5	0	0	1	16	11	1	1	11	0	1	1	0	1
BH-82	0+380	中和交流道匝道A (一)	16.8	9.7	0	5	31.5	0	0	1	19	11	2	0	11	0	0	1	0	1
BH-83	0+880	中和交流道匝道A (一)	4.9	8.9	0	5	18.8	1	0	0	11	3	1	1	3	0	0	0	0	0
BH-84	0+800	中和交流道匝道A (一)	0	4.9	0	5.1	10	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	1
BH-85	0+900	中和交流道匝道B (一)	14.4	11.6	0	3	29	0	1	0	19	15	1	1	15	0	0	0	0	0
BH-86	0+280	中和交流道匝道C	13.6	6.4	0	3	23	0	0	1	15	13	1	1	13	0	1	1	0	0
BH-87	0+340	中和交流道匝道C	10.6	11.5	0	0.9	23	1	0	1	14	11	1	0	11	0	0	0	1	1
BH-88	0+180	中和交流道匝道D	19.3	6.4	0	0	25.7	0	0	0	18	10	0	1	10	0	0	0	0	0
BH-89	0+300	中和交流道匝道E	20	6	0	0	26	0	0	1	18	14	0	0	14	0	0	1	0	0
BH-90	0+200	中和交流道聯絡道高架橋W (一)	6.6	4.6	0	8.8	20	1	0	0	9	4	2	1	4	0	0	0	0	0
BH-91	0+200	中和交流道聯絡道高架橋E (一)	11.5	2.5	0	6	20	1	0	1	10	8	2	1	8	1	0	0	0	1
BH-92	42+200	永和街穿越橋(北向)	5.8	5.6	0	5.1	16.5	1	0	0	9	4	1	1	4	0	0	0	0	0
BH-93	42+480	土城IC穿越橋(北向)	7.5	2.5	0	5	15	0	0	0	7	5	1	1	5	0	0	0	0	0
BH-94	45+100	台三線中央路穿越橋(北向)	7.3	0	5.1	3.6	16	1	0	0	9	5	1	0	5	0	0	0	0	1
BH-95	45+400	三峽溪河川橋(北向)	0	15	0	0	15	0	0	0	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0

表3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(6/13)

鑽探及試驗			鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目			土層	礫石層(衝鑽)	礫石層(旋鑽)	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸 UUU 試驗	三軸強度 CIU 試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
孔號	孔位里程	說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
BH-96	45+680	三峽溪河川橋(北向)	2.1	12.9	0	0	15	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-97	50+610	三鶯交流道復興路穿越橋(北向)	0	15	0	0	15	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-98	51+680	三峽溪河川橋(北向)	0	6.8	0	8.2	15	0	0	0	5	0	2	1	0	0	0	0	0	0
BH-99	51+140	三峽溪河川橋(北向)	0	0	9.8	5.2	15	1	0	0	8	0	3	1	0	0	0	0	0	1
BH-100	57+940	大溪一號排水橋(北向)	4.9	10.1	0	0	15	0	1	0	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BH-101	59+300	大溪二號排水橋(北向)	0	0	2.8	7.2	10	1	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	1
BH-102	0+020	大溪二號渡槽兼人行橋	0	15	0	0	15	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-103	0+100	大溪三號渡槽及人行橋	1.6	13.4	0	0	15	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-104	0+140	112路跨越橋(雙向)	1.2	13.8	0	0	15	0	1	0	7	1	0	0	1	0	0	0	0	0
BH-105	62+680	大溪交流道IC穿越橋(北向)	1.9	18.1	0	0	20	0	0	0	10	1	0	0	1	0	0	0	0	0
BH-106	56+740	台三號路跨越橋(雙向)	0	0	20	0	20	1	0	0	7	0	4	0	0	0	0	0	0	0
BH-107	0+100	龍潭一號渡槽兼人行橋	0	20	0	0	20	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-108	68+260	龍潭交流道IC穿越橋(南向)	0.6	19.4	0	0	20	0	0	0	14	2	0	0	2	0	0	0	0	0
BH-109	68+700	龍潭高架橋(北向)	5.1	14.9	0	0	20	1	0	0	10	3	0	0	3	0	0	0	0	0
BH-110	68+820	龍潭高架橋(北向)	5.3	14.7	0	0	20	1	0	0	10	3	0	0	3	0	0	0	0	0
BH-111	69+000	龍潭高架橋(北向)	5.5	14.5	0	0	20	0	0	1	10	4	0	0	4	0	0	0	1	0
BH-112	69+200	龍潭高架橋(北向)	6.1	13.9	0	0	20	0	1	0	10	3	0	0	3	0	0	0	0	0
BH-113	69+600	龍潭二號排水橋(北向)	0	0	15	0	15	0	0	0	10	0	3	0	0	0	0	0	0	0
BH-114	70+420	台三線穿越橋(北向)	0	15	0	0	15	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-115	0+030	桃67路跨越橋(高楊北路)雙向	5.1	9.9	0	0	15	0	1	0	8	3	0	0	3	0	0	0	0	0

表3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(7/13)

鑽探及試驗			鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目			土層	礫石層(衝鑽)	礫石層(旋鑽)	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸 UUU 試驗	三軸強度 CIU 試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
孔號	孔位里程	說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
BH-116	0+000	龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)	4.2	10.8	0	0	15	0	0	0	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0
BH-117	0+300	桃68高原路跨越橋	4	11	0	0	15	1	0	0	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0
BH-118	74+000	龍潭三號排水橋(北向)	1.3	18.7	0	0	20	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-119	0+120	龍潭二號跨越橋(雙向)	0	20	0	0	20	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-120	74+900	牛欄河一號橋(北向)	0	20	0	0	20	0	0	0	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BH-121	75+300	牛欄河一號橋(北向)	0	25	0	0	25	1	0	0	17	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BH-122	0+300	關西一號跨越橋(東向)	0	17	0	0	17	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-123	77+540	牛欄河二號橋(北向)	0	15	0	0	15	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-124	77+680	牛欄河二號橋(北向)	0	0	20	0	20	1	0	0	7	0	4	0	0	0	0	0	0	0
BH-125	77+900	牛欄河二號橋(北向)	0	15	0	0	15	1	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-126	79+200	關西IC穿越橋(北向)	0	20	0	0	20	0	0	0	13	4	0	0	4	0	0	0	0	0
BH-127	0+220	關西IC穿越橋匝道A西向	0	0	15	0	15	1	0	0	10	3	3	0	3	0	0	0	0	0
第二階段(第 M32 標)合計			250.4	561.6	97.7	88.3	998	25	8	8	581	190	39	20	190	1	2	4	2	9

表3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(8/13)

鑽探及試驗			鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目			土層	礫石層(衝鑽)	礫石層(旋鑽)	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸 UUU 試驗	三軸強度 CIU 試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
孔號	孔位里程	說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
BH-128	81+460	大同里跨越橋(雙向)	0	16	0	0	16	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-129	81+560	水坑排水橋(南向)	0	0	15	0	15	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-130	82+000	鳳山溪河川橋(北向)	0	15	0	0	15	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-131	82+340	鳳山溪河川橋(北向)	0	15	0	0	15	0	0	0	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BH-132	83+460	下橫坑溪河川橋(北向)	0	20	0	0	20	1	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-133	83+680	下橫坑溪河川橋(北向)	0	0	20	0	20	0	0	0	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BH-134	85+120	竹21鄉道穿越橋(北向)	0	5	0	10	15	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0
BH-135	89+500	崁下排水橋(北向)	1.5	6.5	0	5	13	1	0	0	7	2	1	0	2	0	0	0	0	1
BH-136	90+320	竹林交流道穿越橋(北向)	2.1	8.9	0	4	15	0	0	0	7	1	1	0	1	0	0	0	0	1
BH-137	87+160	赤柯窟溪排水橋(北向)	9	0	0	6	15	1	0	0	8	3	2	0	3	0	0	0	0	1
BH-138	88+980	中坑排水橋(北向)	0	6.5	0	8.5	15	0	0	0	6	2	2	0	2	0	0	0	0	1
BH-139	91+000	頭前溪河川橋(北向)	0	0	11.9	3.1	15	1	0	0	10	0	3	0	0	0	0	0	0	0
BH-140	91+080	頭前溪河川橋(北向)	0	10.8	0	5	15.8	0	0	0	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0
BH-141	91+980	122縣道中興路跨越橋(雙向)	0	8.8	0	5	13.8	1	0	0	7	0	1	0	0	0	0	0	0	1
BH-142	94+620	94K+612渡槽跨越橋(雙向)	2.5	0	0	22.5	25	0	1	0	3	1	5	1	1	0	0	0	0	0
BH-143	94+620	94K+612渡槽跨越橋(雙向)	5	0	0	10	15	0	0	0	5	3	2	1	3	0	0	0	0	0
BH-144	95+040	柯子湖溪排水橋(北向)	6.6	0	0	5	11.6	0	1	0	6	3	1	0	3	0	0	0	0	0
BH-145	96+440	雲南路跨越橋(雙向)	0.4	0	0	14.6	15	1	0	0	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0
BH-146	96+440	雲南路跨越橋(雙向)	2.9	0	0	27.1	30	0	0	1	4	2	6	1	2	1	0	0	0	1
BH-147	97+420	竹45鄉道跨越橋(雙向)	0	1.15	0	8.85	10	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1
BH-148	98+800	寶山IC雙溪排水橋(北向)	0	11.2	0	3.8	15	1	0	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0

表3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(9/13)

鑽探及試驗			鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目			土層	礫石層(衝鑽)	礫石層(旋鑽)	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸 UUU 試驗	三軸強度 CIU 試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
孔號	孔位里程	說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
BH-149	99+500	竹43鄉道跨越橋(雙向)	3	0	0	7	10	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1
BH-150	99+800	水尾溪排水橋(北向)	0	12	0	3	15	1	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BH-151	0+950	新竹系統交流道匝道E(一)穿越橋	5	0	0	5	10	1	0	0	5	3	1	1	3	0	0	0	0	1
BH-152	91+500	頭前溪河川橋(北向)	0	9.5	0	5	14.5	0	0	0	8	0	1	1	0	0	0	0	0	0
BH-153	0+920	新竹系統交流道匝道E(一)穿越橋	3.2	0	0	6.8	10	1	0	0	4	2	2	1	2	0	0	0	0	1
BH-154	0+820	新竹系統交流道匝道A(二)跨越橋	3.3	0	0	6.7	10	0	0	0	4	0	2	1	0	0	0	0	0	1
BH-155	1+040	新竹系統交流道匝道E(一)穿越橋	0	10.9	0	3.1	14	0	0	0	9	2	1	0	2	0	0	0	0	0
BH-156	1+100	新竹系統交流道匝道E(一)穿越橋	0.8	0	0	9.2	10	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
BH-157	0+960	新竹系統交流道匝道A(三)跨越橋	0	2.5	0	7.5	10	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	1
BH-158	0+380	新竹系統交流道匝道G排水橋	9.2	0	0	3	12.2	1	0	0	8	3	1	0	3	0	0	0	0	0
BH-159	1+600	新竹系統交流道匝道E排水橋	10.8	0	0	3	13.8	0	0	0	9	4	1	1	4	0	0	0	0	0
BH-160	0+060	寶山IC匝道六排水橋(一)	0	1.6	0	8.4	10	1	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	1
BH-161	0+160	寶山IC匝道六排水橋(二)	0	8	0	5	13	0	0	0	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0
BH-162	0+420	寶山IC匝道七排水橋	0	6	0	5	11	0	1	0	6	0	1	1	0	0	0	0	0	1
BH-163	101+440	寶山一號跨越橋(雙向)	3.3	0	0	6.7	10	1	0	0	4	1	2	0	1	0	0	0	0	0
BH-164	101+800	崎林路高架橋(雙林路)北向	3.2	0	0	6.8	10	0	1	0	4	2	2	0	2	0	0	0	0	1
BH-165	101+900	崎林路高架橋(雙林路)北向	8.8	0	0	5.2	14	1	0	0	7	4	1	0	4	0	0	0	0	0
BH-166	102+180	寶山二號跨越橋(雙向)	1.6	0	0	8.4	10	0	0	0	3	0	2	1	0	0	0	0	0	1
BH-167	102+780	寶山三號跨越橋(雙向)	3.2	1.8	0	20	25	0	1	1	6	3	4	0	3	1	0	0	0	0
BH-168	102+780	寶山三號跨越橋(雙向)	3.1	0	0	16.9	20	0	1	0	5	2	4	1	2	0	0	0	0	1

表3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(10/13)

鑽探及試驗			鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目			土層	礫石層(衝鑽)	礫石層(旋鑽)	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸UUU試驗	三軸強度CIU試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
孔號	孔位里程	說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
BH-169	103+900	茄冬IC117縣道穿越橋(北向)	14	0	0	5	19	1	0	0	11	5	1	0	5	0	0	0	0	1
BH-170	104+300	117縣道跨越橋(雙向)	5.9	0	0	5.1	11	0	0	1	6	3	1	0	3	1	0	0	0	0
BH-171	104+620	茄苳高架橋(北向)	1	0	0	24	25	1	0	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0	1
BH-172	104+820	茄苳高架橋(北向)	6.1	0	0	18.9	25	0	0	1	6	4	4	1	4	0	0	1	0	0
BH-173	104+960	茄苳高架橋(北向)	8.7	0	0	16.3	25	0	1	1	8	5	4	0	5	1	0	1	0	0
BH-174	105+260	新竹一號跨越橋(雙向)	0.3	0	0	34.7	35	0	0	0	2	0	7	0	0	0	0	0	0	1
BH-175	105+260	新竹一號跨越橋(雙向)	0.7	0	0	14.3	15	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0
BH-176	105+800	117縣道(一)高架橋(北向)	4.8	0	0	5.2	10	1	0	0	5	2	1	0	2	0	0	0	0	1
BH-177	105+860	118縣道(一)高架橋(北向)	11.9	0	0	5.1	17	0	0	1	9	6	1	0	6	1	0	0	0	0
BH-178	106+000	119縣道(一)高架橋(北向)	3.4	0	0	6.6	10	0	0	0	4	2	2	0	2	0	0	0	0	1
BH-179	106+420	新竹二號跨越橋(雙向)	8	0	0	4	12	1	0	1	6	4	1	0	4	0	0	1	0	0
BH-180	107+600	117縣道(二)高架橋(北向)	11.1	1.9	0	5	18	0	1	0	10	6	1	1	6	0	0	0	0	1
BH-181	107+790	117縣道(二)高架橋(北向)	9	0	0	5	14	1	0	0	8	6	1	1	6	0	0	0	0	0
BH-182	108+920	新竹三號跨越橋(雙向)	2.3	0	0	7.7	10	0	0	0	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0
BH-183	109+140	台一線穿越橋(北向)	8	0	0	5	13	0	1	1	7	4	1	0	4	0	0	1	0	1
BH-184	109+440	鹽港溪排水橋(北向)	16.6	2.3	0	5.1	24	0	0	1	14	11	1	1	11	1	0	0	0	0
BH-185	109+500	鹽港溪排水橋(北向)	13.2	4.3	0	5	22.5	1	0	1	14	11	1	1	11	0	0	1	0	1
BH-186	107+650	117縣道(二)高架橋(北向)	13.9	0	0	5.1	19	0	0	1	11	7	1	0	7	0	0	1	0	0
BH-187	109+820	台13線穿越橋(北向)	14.8	0	0	5.2	20	1	0	1	12	10	1	1	10	0	0	0	1	1
BH-188	109+900	台14線穿越橋(北向)	12	0	0	5	17	0	1	1	10	9	1	1	9	0	1	1	0	1
BH-189	103+900	茄苳IC C/D穿越橋	4.9	0	0	5.1	10	1	0	0	5	2	1	0	2	0	0	0	0	0
第三階段(第 M34 標)合計			259.1	185.65	46.9	472.55	964.2	24	11	13	419	141	108	21	141	6	1	7	1	27

表3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(11/13)

鑽探及試驗			鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目			土層	礫石層(衝鑽)	礫石層(旋鑽)	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸 UUU 試驗	三軸強度 CIU 試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
孔號	孔位里程	說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
BH-190	367+540	彎崎溪河川橋(北)	10.3	0	0	3	13.3	0	1	1	8	6	1	0	6	1	0	0	0	0
BH-191	367+630	彎崎溪河川橋(北)	12.2	0	0	2.8	15	0	0	1	10	8	1	0	8	1	0	0	0	0
BH-192	367+710	彎崎溪河川橋(北)	12.7	0	0	5	17.7	1	0	1	10	8	1	1	8	1	0	0	0	0
BH-193	370+320	二仁溪2號河川橋(北)	16.3	0	0	3.1	19.4	0	0	1	12	10	1	0	10	1	0	0	0	1
BH-194	370+700	二仁溪2號河川橋(北)	6.7	0	0	5.1	11.8	0	1	1	6	4	1	1	4	1	0	0	0	0
BH-195	371+060	二仁溪2號河川橋(北)	5.8	0	0	5	10.8	1	0	1	5	4	1	0	4	1	0	0	0	1
BH-196	371+250	二仁溪2號河川橋(北)	0	4.2	0	5	9.2	0	0	0	4	0	1	1	0	0	0	0	0	1
BH-197	370+800	二仁溪2號河川橋(北)	10.5	0	0	2.95	13.45	1	0	0	8	8	1	0	8	0	0	0	0	1
BH-198	32+720	美濃溪河川橋(東)	3.7	16.3	0	0	20	0	0	0	13	5	0	1	5	0	0	0	0	0
BH-199	29+940	吉祥溪1號排水橋(東)	11.1	8.9	0	0	20	0	1	1	13	7	0	0	7	1	0	0	0	0
BH-200	30+000	吉祥溪2號排水橋(東)	10.2	9.8	0	0	20	1	0	1	14	9	0	0	9	1	0	0	0	0
BH-201	32+830	美濃溪河川橋(東)	7.2	12.8	0	0	20	1	0	0	14	6	0	0	6	0	0	0	0	0
BH-202	32+740	美濃溪河川橋(東)	0	20	0	0	20	0	0	0	13	4	0	0	4	0	0	0	0	0
BH-203	32+860	美濃溪河川橋(東)	7.6	12.4	0	0	20	0	1	1	14	7	0	0	7	1	0	0	0	0
第四階段(第M35標)合計			114.3	84.4	0	31.95	230.65	5	4	9	144	86	8	4	86	9	0	0	0	4
合計			921	1464	153	855	3393	83	31	46	1807	675	227	69	675	24	7	15	4	64

表3.1-2　鑽深及試驗項目及數量表(12/13)

鑽探及試驗			鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目			土層	礫石層（衝鑽）	礫石層（旋鑽）	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸UUU試驗	三軸強度CIU試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
孔號	墩號	說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
CH-1	P1	淺基	4.62	0	0.00	5.08	9.7	1	0	1	4	3	1	0	3	0	0	0	1	1
CH-2	P7	淺基	9.92	0	0.00	5.08	15.0	0	1	0	8	7	1	0	7	0	0	0	0	1
CH-3	P9	淺基	0.98	0	0.00	5.02	6.0	0	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0
CH-4	P26	淺基	6.00	0	0.00	5.00	11.0	0	0	0	5	4	1	0	4	0	0	0	0	0
CH-5	P28	井基	0.80	0	0.00	5.20	6.0	1	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0
CH-6	P30	井基	6.90	0	2.73	3.07	12.7	0	1	1	7	6	1	1	6	0	1	0	1	0
CH-7	P43	淺基	4.50	0	0.00	5.00	9.5	0	0	0	4	3	1	0	3	0	0	0	0	0
CH-8	P47	井基	2.00	0	0.00	3.00	5.0	1	0	0	3	2	1	1	2	0	0	0	0	1
CH-9	P51	淺基	1.80	0	2.70	3.00	7.5	0	1	0	4	2	1	0	2	0	0	0	0	0
CH-10	P3	井基	6.00	0	0.00	3.00	9.0	1	0	0	5	5	1	0	5	0	0	0	0	0
CH-11	P15	樁基	26.26	0	0.00	3.24	29.5	0	1	2	19	18	1	1	18	0	0	1	1	1
CH-12	P17	樁基	26.30	0	1.12	3.08	30.5	0	0	1	20	19	1	0	19	0	1	0	0	1
CH-13	P22	樁基	28.41	0	0.00	3.09	31.5	0	1	0	20	19	1	1	19	0	0	0	0	0
CH-14	P24	樁基	27.10	0	0.65	3.25	31.0	0	0	1	20	18	1	0	18	1	0	0	0	0
CH-15	P49	樁基	41.90	0	3.55	3.05	48.5	1	0	1	31	27	1	0	27	0	0	0	1	0
CH-16	P55	樁基	42.30	0	2.56	3.14	48.0	0	1	1	31	27	1	1	27	1	0	0	0	1
CH-17	P66	樁基	26.94	0	0.00	3.06	30.0	0	0	0	19	17	1	0	17	0	0	0	0	0
CH-18	P86	樁基	22.39	0	0.00	3.11	25.5	1	0	1	16	14	1	0	14	1	0	0	0	1
CH-19	P94	樁基	20.88	0	0.00	3.12	24.0	0	0	2	15	13	1	1	13	1	1	0	0	0
CH-20	P108	樁基	21.00	0	0.00	3.00	24.0	0	1	0	15	13	1	0	13	0	0	0	0	1
CH-21	-	淺基	4.48	0	0.00	5.02	9.5	1	0	0	4	3	1	0	3	0	0	0	0	1
CH-22	-	淺基	3.73	0	0.00	5.27	9.0	0	0	0	4	3	1	0	3	0	0	0	0	0
CH-23	-	樁基	5.45	0	0.00	5.05	10.5	0	0	0	5	3	1	1	3	0	0	0	0	0
CH-24	-	樁基	28.50	0	0.00	5.00	33.5	1	0	1	20	19	1	0	19	0	1	1	0	1
第M36標合計			369.16	0	13.31	93.93	476.4	8	7	12	283	247	24	7	247	4	4	2	4	10

表3.1-2　鑽探及試驗項目及數量表(13/13)

鑽探及試驗	鑽孔深度					現地試驗							試驗室試驗					
工作項目	土層	礫石層（衝鑽）	礫石層（旋鑽）	岩層	合計	觀測井	水壓計	薄管取樣	標準貫入試驗	劈管取樣	岩心箱	孔內側壓試驗	一般土壤物理試驗	直接剪力試驗	單向度壓密試驗	土壤三軸UUU試驗	三軸強度CIU試驗	岩石單軸抗壓強度試驗
說明	m	m	m	m	m	孔	孔	組	次	組	組	次	式	組	組	組	組	組
第M31標	297.4	632.5	8.4	262.5	1200.8	29	8	16	663	258	72	24	258	8	4	4	1	24
第M32標	250.4	561.6	97.7	88.3	998	25	8	8	581	190	39	20	190	1	2	4	2	9
第M34標	259.1	194.15	46.9	472.55	972.7	24	11	13	425	141	109	21	141	6	1	7	1	27
第M35標	114.3	84.4	0	31.95	230.65	5	4	9	144	86	8	4	86	9	0	0	0	4
第M36標	369.16	0	13.31	93.93	476.4	8	7	12	283	247	24	7	247	4	4	2	4	10
總計	1290.36	1472.65	166.31	949.23	3878.55	91	38	58	2096	922	252	76	922	28	11	17	8	74

3.1.3 地質概述

一、M31標範圍地質概述

有關本工程M31標汐止中和段區域地質概述如后。福德隧道(約里程20k左右)以北屬基隆河流域，福德隧道至安坑隧道(約里程33k左右)屬新店溪流域。

依據中央地質調查所5萬分之1區域地質圖，詳圖3.1-3~圖3.1-4，及2萬5千分之1地質災害潛勢圖，詳圖3.1-15~圖3.1-16，本計畫路段橋梁所面臨之潛在地質災害類型，依橋址地質地質區分，於山區段岩盤出露或表面覆土層較薄處，主要為岩體滑動(大規模順向坡滑動)及土石流之高災害潛勢區域，本工程汐止中和段範圍內經研判無岩體滑動高潛勢敏感邊坡；於現代沖積層之主要河流範圍，主要為地震時土壤液化問題，液化初步評估結果詳參見表4.1-2。

本補充地質調查汐止中和段範圍主要出露地層依各橋梁段位置(國道三號高速公路)，如後說明：

1. 國道3號汐止木柵段里程11k~20k：

本段路廊通過之主要構成地層，除汐止系統交流道附近基隆河橋局部為基隆河沖積物，於里程11k附近汐止系統交流道~里程15k南港交流道為中新世晚期之南莊層及桂竹林層上部二鬮層，路線方向大致為南南西向，區域地質圖詳圖3.1-3，南莊層為北部重要的含煤層，主要由白色或灰白色石英砂岩及砂岩-粉砂岩-頁岩所形成的薄互層和碳質頁岩所組成。二鬮層砂岩是細粒、淡青灰色砂岩，而且富於泥質，它由原石英砂岩、岩屑質混濁砂岩和亞混濁砂岩構成，砂岩中的砂質或泥質成份常以不同的比例相混。此二層成岩較晚，岩質較石底層及大寮層砂岩鬆軟，在工程屬軟岩層。

2. 國道3號木柵安坑段里程20k~31k：

路廊通過之主要構成地層，自福德隧道南口(約里程20k)~木柵隧道北口(約里程22k)由北而南依序出露地層為大寮層、石底層、南港層及南莊層，其地質年代由老至新，路線方向大致為南南西向，區域地質圖詳圖3.1-4。南港層由厚層塊狀細粒至中粒青灰色泥質砂岩夾薄層頁岩及厚層深灰色頁岩夾薄層細砂岩兩種岩性組合交替出現所組成。厚層塊狀砂岩為本層之主要岩性，砂岩厚度可達數公尺至數十公尺，局部含鈣質，抗蝕性甚強，常形成陡峭地形或山脊，其餘地層岩性詳參考前段所述。

3. 國道3號安坑鶯歌段里程31k~33.2k：

里程32.5k~33.2k附近安坑隧道北口出露地層為石底層，區域地質圖詳圖3.1-4，南口出露地層為大寮層，岩性大多為砂頁岩互層。

另依據鑽探及試驗結果研判，本工程汐止中和段範圍地層於鑽孔最大深度內可分成三個層次，即(1)覆土層(Ⅱ)卵礫石層(Ⅲ)砂頁岩層。茲將各土層由上而下概述如下：

1. 覆土層

本層主要由回填土(卵礫石、磚塊、混凝土塊及雜物)或粉土質砂及砂質粉土或粉土質粘土所組成，分佈於現有地表面至地表下20公尺間，除基隆河流域附近鑽孔之覆土層厚度較厚外，一般厚度約5.0～14.0公尺外，平均厚度約5.3公尺。標準貫入試驗N值為2～大於100。

2. 卵礫石層

本層主要由粒徑數分分至數十公分之卵礫石夾黃棕或灰色粉土質砂或砂岩塊組成，分佈於地表面～地表下30公尺(鑽孔最大深度)。標準貫入試驗N值皆大於100，屬極緊密程度土層。

3. 砂頁岩層

本層主要由黃棕色風化砂岩或灰色砂岩頁岩所組成，分佈於卵礫石層下方，厚度約1.0～5.0公尺。標準貫入試驗N值皆大於100。

本補充地質鑽探各鑽孔平面位置及地質剖面圖如圖3.1-24所示，包括土層分佈、土壤種類、N值及地下水位深度等。

二、M32標範圍地質概述

有關本工程M32標中和鶯歌段及鶯歌關西段區域地質概述如后。中和隧道至關西服務區(約里程76k左右)屬大漢溪流域。

依據中央地質調查所5萬分之1區域地質圖，詳圖3.1-5~圖3.1-8，及2萬5千分之1地質災害潛勢圖，詳圖3.1-17~圖3.1-20，本計畫路段橋梁所面臨之潛在地質災害類型，依橋址地質地質區分，於山區段岩盤出露或表面覆土層較薄處，主要為岩體滑動(大規模順向坡滑動)及土石流之高災害潛勢區域，本工程中和鶯歌段及鶯歌關西段範圍內經研判無岩體滑動高潛勢敏感邊坡；於現代沖積層之主要河流範圍，主要為地震時土壤液化問題，液化初步評估結果詳參見表4.1-2。

本補充地質調查中和鶯歌段及鶯歌關西段範圍主要出露地層依各橋梁段位置(國道三號高速公路)，如後說明：

1. 國道3號安坑鶯歌段里程34k~54k：

里程36k中和交流道~里程39k附近出露地層為石底層及南港層之砂頁岩互層，地層層面走向大致呈東北-西南向，向東南傾約45~60度，路線走向於本段約與地層走向平行，北上側開挖邊坡大多屬高角度逆向坡，南下側(含匝道開挖坡)則為高角度順向坡，開挖坡比1:1情況下，弱面可能未見光，須注意局部高陡邊坡之表面穩定問題，邊坡岩體較完整處常以格梁植生護坡，局部較為鬆散之風化層或崩積土，以混凝土面板或擋土牆加預力岩錨加固。

里程42.5k土城交流道~里程45k附近出露地層為桂竹林層之砂岩層，區域地質圖詳圖3.1-4，地層層面走向大致呈東北-西南向，向東南傾約80餘度，路線走向於本段約與地層走向平行，北上側開挖邊坡大多屬高角度逆向坡，邊坡岩體較完整處常以格梁植生護坡，上方地區道路路基採擋土牆加預力岩錨加固。里程45k向南至里程54k鶯歌系統交流道附近屬平原路堤段，主要為大漢溪之沖積層。

2. 國道3號鶯歌關西段里程54k~82k：

里程54k至里程82k鳳山溪河谷北岸路廊區域地質圖詳圖3.1-6~圖3.1-8，除鶯歌系統交流道連接國道2號匝道邊坡局部出露桂竹林層之砂岩外，出露地層大多為更新世之紅土礫石或全新世之高位河階堆積。鶯歌系統交流道處出露砂岩層面走向大致為南北向，向西傾28~35度，上覆較為鬆散之桃園層紅土礫石台地堆積，砂岩層與台地堆積為不整合接觸，原砂岩層之下凹處，易造成地下水匯流滲出，於此界面及上方紅土礫石層中形成漸進後退式滑動破壞，就砂岩層而言，國道2號西行側開挖坡屬順向坡，東行側屬逆向坡。其餘紅土礫石開挖邊坡，其坡面大多採格梁植生護坡或自然植生，坡比大多約1:1.5，其中坡面採預鑄式格梁護坡常發現局部沖蝕滑移現象，護坡效果不甚理想。

另依據鑽探及試驗結果研判，本工程中和鶯歌段及鶯歌關西段範圍地層於鑽孔最大深度內可概分成三個層次，即(1)覆土層(Ⅱ)卵礫石層(Ⅲ)砂頁岩層。茲將各土層由上而下概述如下：

1. 覆土層

本層主要由回填土(卵礫石、磚塊、混凝土塊及雜物)或粉土質砂及砂質粉土或粉土質粘土所組成，分佈於現有地表面至地表下20公尺間，除中和交流道附近鑽孔之覆土層厚度較厚外，一般厚度約2.0～13.5公尺外，平均厚度約4.8公尺。標準貫入試驗N值為2～大於100。

2. 卵礫石層

本層主要由粒徑數公分至數十公分之卵礫石夾黃棕或灰色粉土質砂或砂岩塊組成，分佈於地表面～地表下25公尺(鑽孔最大深度)。標準貫入試驗N值皆大於100，屬極緊密程度土層。

3. 砂頁岩層

本層主要由黃棕色風化砂岩或灰色砂岩頁岩所重，分佈於卵礫石層下方)，厚度約1.0～5.0公尺。標準貫入試驗N值皆大於100。

本補充地質鑽探各鑽孔平面位置及地質剖面圖如圖3.1-24所示，包括土層分佈、土壤種類、N值及地下水位深度等，各不同里程路段之簡化土壤參數請見3.4節。

三、M34標範圍地質概述

有關本工程M34標關西新竹段及新竹竹南段區域地質概述如后。關西服務區以南為頭前溪流域。

依據中央地質調查所5萬分之1區域地質圖，詳圖3.1-9~圖3.1-12，及2萬5千分之1地質災害潛勢圖，詳圖3.1-20~圖3.1-22，本計畫路段橋梁所面臨之潛在地質災害類型，依橋址地質地質區分，於山區段岩盤出露或表面覆土層較薄處，主要為岩體滑動(大規模順向坡滑動)及土石流之高災害潛勢區域，本計畫範圍內岩體滑動高潛勢敏感邊坡大致位於94k~97k之間，初步評估結果詳參見4.2節；於現代沖積層之主要河流範圍，主要為地震時土壤液化問題，液化評估結果詳參見表4.1-2。

本補充地質調查關西新竹段及新竹竹南段範圍主要出露地層依各橋梁段位置(國道三號高速公路)，如後說明：

1. 國道3號關西竹林段里程81k~89k：

本段路廊出露地層約以里程84.5k鄰近通過之新城斷層為分界點，以北為屬大茅埔礫岩(Tm)，以南為楊梅層照鏡段(Yc)，區域地質圖詳圖3.1-1與圖3.1-2。大茅埔礫岩主要由礫岩組成，偶含砂岩透鏡體，本區開挖坡面大多採格梁植生護坡或自然植生，坡比大多約1:1.5，亦常發現局部沖蝕現象。

里程84.5k~89k出露之楊梅層照鏡段，岩層主要由厚層砂岩和砂岩及泥岩互層所組成，自下而上砂岩比例漸次減少，本區地層走向大致為東北-西南向，惟局部受斷層、背斜及向斜等構造影響，傾向不定，傾角較緩，約小於20餘度，與走向平行路段約為里程84.5k~86k及里程88k附近之南下側開挖邊坡，可能為順向坡，其中里程84.5k~86k削坡規模較大，有深層滑動潛勢，潛在滑動規模較大，歷年來亦發生多次坍滑及整治，常用格梁或排樁加預力岩錨加固邊坡，其餘路段為斜交坡或逆向坡，開挖坡比約為1:1~1:1.5，坡面保護常用預鑄混凝土格梁護坡，惟因本區岩質較軟而易風化，常發現水溝斷裂及局部沖蝕現象，護坡成效不甚理想。

2. 國道3號竹林香山段里程89k~109k：

路廊通過之主要構成地層由東向西分別為里程94k~96.5k店子湖層(Tz)、里程96.5k~98k楊梅層照鏡段(Yc)及98k~99k卓蘭層(Cl)，新城斷層約於里程99k附近通過，里程99k~109k出露地層為頭嵙山層，可與楊梅層照鏡段(Yc)對比，區域地質圖詳圖3.1-2~圖3.1-4，店子湖層主要由下部的礫石層和上部的紅土層組成，卓蘭層主要由砂岩和泥岩之互層組成，其砂岩膠結疏鬆。本區地層走向大致為東北-西南向，向西漸轉為東西向，傾向大致向東南，傾角小於20度，局部路段為東北-西南向時，其南下側開挖邊坡形成順向坡。本區常見較大規模之邊坡破壞模式為漸進後退式滑動，其主因為上方礫石層或破碎砂岩層下伏厚層泥

岩，相對不透水之泥岩易累積地下水，尤其位於上方坡面集水面積較大時，如此界面見光或深度較淺，地下水滲入坡體，並自坡面或坡趾後流出，如地下水位過高時，於上方紅土礫石層或疏鬆砂岩層中易形成漸進後退式滑動破壞。本區重要結構物保護工使用排樁、格梁或混凝土面板加預力岩錨加固，開挖坡比約為1:1 ～ 1:1.5，坡面保護常用預鑄混凝土格梁、噴凝土或石籠，其中因本區岩質較軟而易風化，採用預鑄混凝土格梁邊坡，常發現水溝斷裂及局部沖蝕現象，護坡成效不甚理想。

依據鑽探及試驗結果研判，本工程關西新竹段及新竹竹南段範圍地層於鑽孔最大深度內可分成三個層次，即(Ⅰ) 回填層(Ⅱ)粉質黏土或粉土層(Ⅲ)粉土質砂層(Ⅳ)卵礫石層(Ⅴ)砂頁岩層。茲將各土層由上而下概述如下：

(1).回填層

主要由回填土(卵礫石、磚塊、混凝土塊及雜物)組成，本層分佈於現有地表面至地表下8公尺間，平均厚度約2.1公尺。標準貫入試驗N值為6～大於100。

(Ⅱ). 粉質黏土或粉土層

主要為灰色粉質黏及粉土，本層分佈於地表面～地表下9公尺。標準貫入試驗N值為3～大於100，平均為13，屬堅實程度土層。

(Ⅲ). 粉土質砂層

主要為灰色粉土質細砂，本層分佈於地表下0.5公尺～地表下11公尺。標準貫入試驗N值為5～大於100，平均為20，屬中等緊密程度土層。

(Ⅳ).卵礫石層

主要由粒徑數公分至數十公分之卵礫石夾黃棕或灰色粉土質砂或砂岩塊組成，本層分佈於地表下1.4公尺～地表下9.4公尺。標準貫入試驗N值皆大於100，屬極緊密程度土層。

(Ⅴ). 砂頁岩層

主要由黃棕色風化砂岩或灰色砂岩頁岩所組成，本層分佈於地表下5.2公尺以下，厚度約1.0～5.0公尺。標準貫入試驗N值皆大於100。

四、M35標範圍地質概述

有關本工程M35標新化田寮段、田寮燕巢段及旗山支線段區域地質概述如后。

依據中央地質調查所5萬分之1區域地質圖，詳圖3.1-13，及2萬5千分之1地質災害潛勢圖，詳圖3.1-23~圖3.1-24，本計畫路段橋梁所面臨之潛在地質災害類型，依橋址地質地質區分，於現代沖積層之主要河流範圍，主要為地震時土壤液化問題，液化初步評估結果詳參見表4.1-2。

本補充地質調查新化田寮段、田寮燕巢段及旗山支線範圍主要出露地層依各橋梁段位置(國道三號高速公路)，如後說明：

1. 國道3號段里程365k~385k與國道10號里程18k~33k：

路廊通過之主要構成地層為由北而南為更新世頭嵙山相當地層(PQs)、上新世卓蘭層相當地層，岩性以膠結不良之砂岩、泥岩或頁岩為主，區域地質圖詳圖3.1-13，橋址主要位於現代沖積層及臺地堆積層上，以礫石、砂及土層等構成。本區常見之邊坡破壞模式以沖蝕為主，尤以泥岩坡面易遇水崩解而發生嚴重沖蝕，植生不易生長。

依據鑽探及試驗結果研判，本工程新化田寮段、田寮燕巢段及旗山支線範圍地層於鑽孔最大深度內可分成三個層次，即(Ⅰ)回填層(Ⅱ)卵礫石層(Ⅲ) 泥岩層。茲將各土層由上而下概述如下：

(1) 覆土層

主要由回填土(卵礫石、磚塊、混凝土塊及雜物)組成，本層分佈於現有地表面至地表下16.3公尺間，平均厚度約7.5公尺。標準貫入試驗N值為5～大於100。

(2) 卵礫石層

本層出現於BH-196鑽孔以後，主要由粒徑數公分至數十公分之卵礫石夾黃棕或灰色粉土質砂或砂岩塊組成，本層分佈於地表面～地表下20公尺(鑽孔最大深度)。標準貫入試驗N值皆大於100，屬極緊密程度土層。

(3) 泥岩層

本層主要由膠結不良之灰色泥岩夾砂岩所組成，分佈於卵礫石層下，厚度約3.0公尺以上；標準貫入試驗N值皆大於100。

本工程補充地質鑽探各鑽孔平面位置及地質剖面圖請詳各標補充地質鑽探及試驗報告書，各不同里程路段之簡化土壤參數請見3.1.4節。

五、 M36標範圍地質概述

有關本工程M36標田寮二號高架橋段、高45跨越橋、典寶溪過水橋及高雄環線高架(三)橋段區域地質概述如后。

依據中央地質調查所5萬分之1區域地質圖資料，田寮二號高架橋段位屬於「旗山」地質圖幅，目前中央地質調查所尚在測製中，因此依據中央地質調查所地質資料整合系統內二十五萬分之一台灣區域地質圖進行彙整；高45跨越橋、典寶溪過水橋及高雄環線高架(三)橋段區域地質則依據「高雄」地質圖幅(2001)進行彙整，詳圖3.1-14。

另田寮二號高架橋段2萬5千分之1地質災害潛勢圖，為摘錄自中央地質調查所坡地環境地質資

料庫查詢系統，詳圖3.1-25。高45跨越橋、典寶溪過水橋及高雄環線高架(三)橋段則位處於平原地區，中央地質調查所坡地環境地質資料庫查詢系統並未提供相關資料，研判應無環境地質災害問題。

本補充地質調查範圍主要出露地層及地質構造，說明如後：

一、田寮二號高架橋段：

1. 地層：本段路廊通過之主要構成地層，為上新世卓蘭層及其相當地層，區域地質圖詳圖3.1-1，主要由砂岩、泥岩及頁岩所組成。
2. 地質構造：第一類活動斷層旗山斷層距離本計畫路廊東側約1公里，方位約呈正交關係，且本路段位於旗山斷層下盤，研判對本路段影響性低。
3. 潛在地質災害：由於本地層強度低，在工程屬軟岩層，岩體層面及節理面等不連續面較不發達；根據圖3.1-2環境地質圖資料顯示，本路廊通過多處泥岩地區之惡地地形，應注意岩體強度不佳造成沖刷及承載力不足等議題。

二、高45跨越橋、典寶溪過水橋及高雄環線高架(三)橋段：

1. 地層：路廊通過之主要構成地層為現代沖積層，由砂、礫石、泥組成。分布以高雄都會區及屏東平原為主。
2. 地質構造：地質構造方面，第一類活動斷層旗山斷層呈北東走向，通過計畫路線北端，為斷層面向東傾的左移逆斷層。由高雄縣旗山鄉向西南延伸至燕巢鄉，向南隱伏於全新世沖積層之下直至鳳山丘陵東側，長約30公里。測量結果顯示現今的旗山斷層兩側斷盤約每年有10毫米以上的壓縮量，以及10毫米的右移分量。
3. 潛在地質災害：由於本路段位於平原地區，應無邊坡穩定問題。惟旗山斷層通過計畫路廊北段，應注意近斷層效應及地層液化等議題。

依據鑽探及試驗結果研判，本工程可概分為三區，即國道3號之田寮二號高架橋、國道10號之高雄環線高架橋、及高45跨越橋與典寶溪過水橋範圍。地層於鑽孔最大深度內各土層由上而下概述如下：

1. 國道3號之田寮二號高架橋(CH-1~CH-9)

(1) 覆土層

本層主要由回填土(卵礫石、磚塊、混凝土塊及雜物)或粉土質砂及砂質粉土或粉土質粘土等所組成，分佈於現有地表面至最深地表下2.2公尺，平均深度約0.8公尺。標準貫入試驗N值平均為10。

(2) 粉質黏土或粉土

主要為灰色粉質黏及粉土，本層分佈於地表下0.2公尺至最深地表下9.5公尺，平均深度約2.8公尺。標準貫入試驗N值平均為8。

(3) 泥岩層

本層主要由膠結不良之灰色泥岩所組成，平均泥岩深度約在2.8m以下。標準貫入試驗N值皆大於100。

2. 國道10號之高雄環線高架橋(CH-10~CH-20)

國道10號之高雄環線高架橋，除鑽孔CH-10附近之地層與國道3號之田寮二號高架橋之地層分布較類似外，其餘地區之地層分布概述如下：

(1) 覆土層

本層主要由回填土(卵礫石、磚塊、混凝土塊及雜物)或粉土質砂及砂質粉土或粉土質粘土等所組成，平均厚度約1.9公尺。標準貫入試驗N值平均約10。

(2) 粉質黏土或粉土層、粉土質砂層

地層主要為粉質黏土或粉土層、粉土質砂層交互分布。粉質黏土或粉土層標準貫入試驗N值平均介於5～10之間；粉土質砂層標準貫入試驗N值平均介於6～35之間。

(3) 泥岩層

本層主要由膠結不良之灰色泥岩夾砂岩所組成，泥岩深度平均約介於22m至鑽孔底以下。標準貫入試驗N值皆大於100。

3. 高45跨越橋與典寶溪過水橋(CH-21~CH-24)

高45跨越橋與典寶溪過水橋，除鑽孔CH-24附近之地層與國道10號之高雄環線高架橋之地層分布較類似外，其餘地區之地層分布概述如下：

(1) 覆土層

本層主要由回填土(卵礫石、磚塊、混凝土塊及雜物)或粉土質砂及砂質粉土或粉土質粘土等所組成，厚度分布約0.6~3.8公尺。標準貫入試驗N值約10~23。

(2) 粉質黏土或粉土層

除鑽孔C H-24附近之地層與國道3號之田寮二號高架橋之地層分布較類似外地層主要為粉質黏土或粉土層、粉土質砂層交互分布，平均標準貫入試驗N值為5～20。本區段在覆土層下主要為粉質黏土或粉土層，平均標準貫入試驗N值為4～7。

(3) 泥岩層

本層主要由膠結不良之灰色泥岩夾砂岩所組成，除鑽孔CH-24附近之岩層深度在27.9m以下，其餘位置平均泥岩深度約在3.3m~4.4m以下。標準貫入試驗N值皆大於100。

本補充地質鑽探各鑽孔平面位置及地質剖面圖如圖3.3-1所示，包括土層分佈、土壤種類、N值及地下水位深度等。

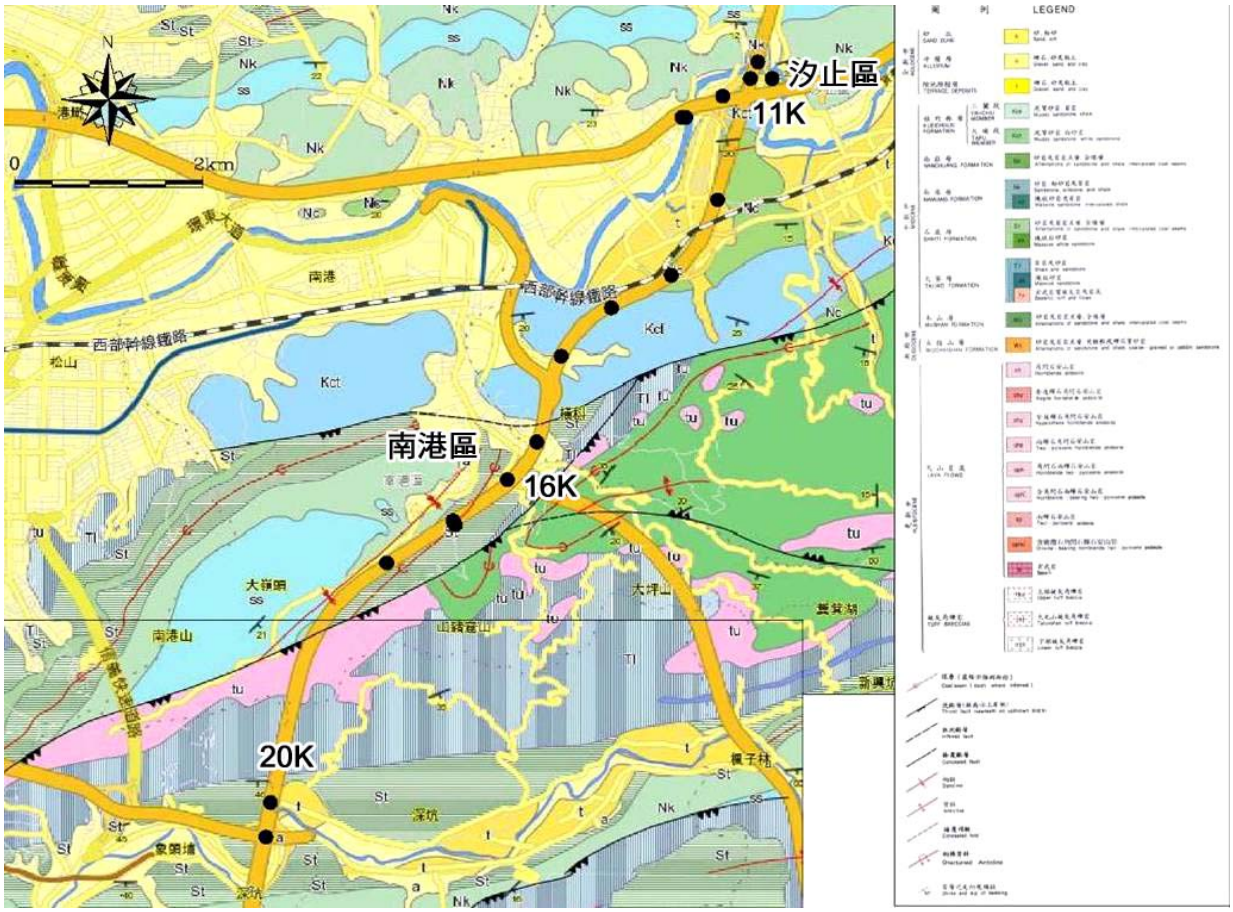


圖3.1-3　國道3號11k~20k附近區域地質圖
【經濟部中央地質調查所，五萬分之一臺灣地質圖「臺北」圖幅（1998）】

圖3.1-4　國道3號20k~34k附近區域地質圖
【經濟部中央地質調查所，五萬分之一臺灣地質圖「臺北」圖幅（1998）、「新店」圖幅（2000）】

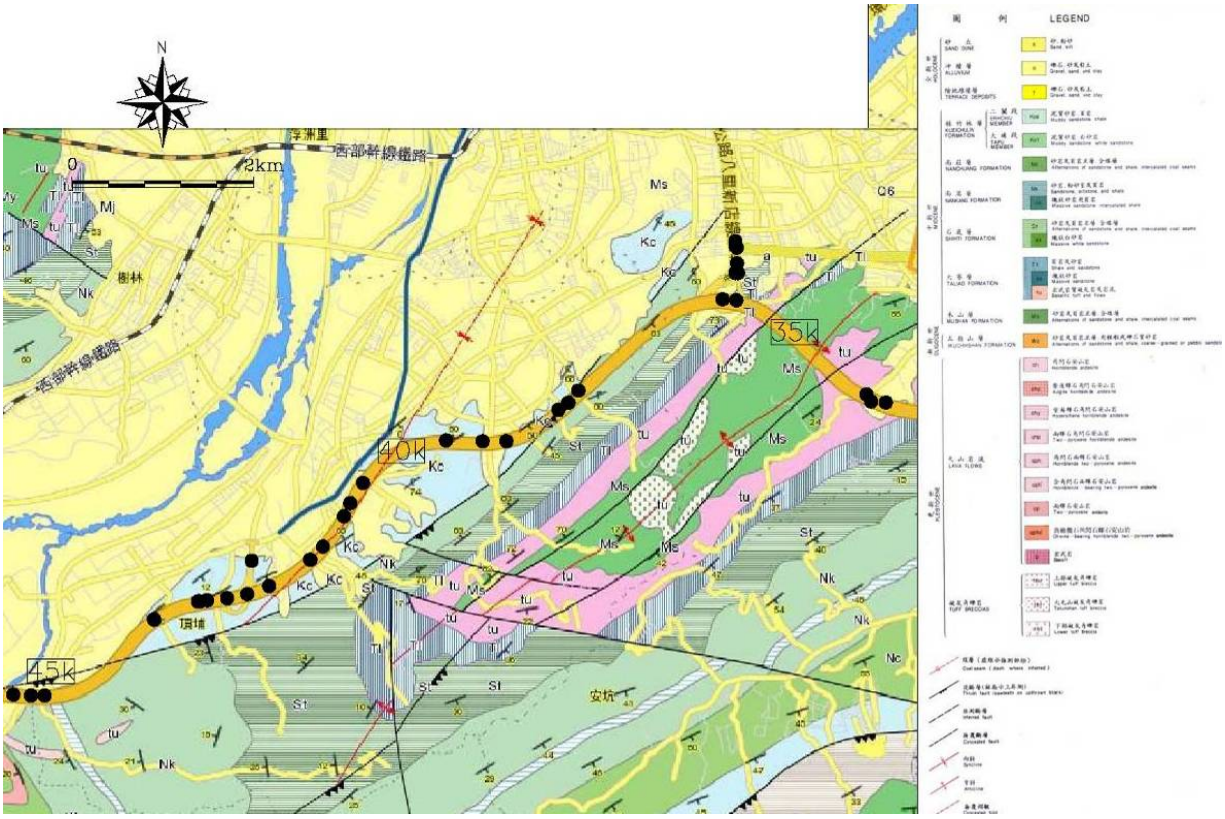


圖3.1-5　國道3號34k~45k附近區域地質圖
【經濟部中央地質調查所，五萬分之一臺灣地質圖「桃園」圖幅（1996）】

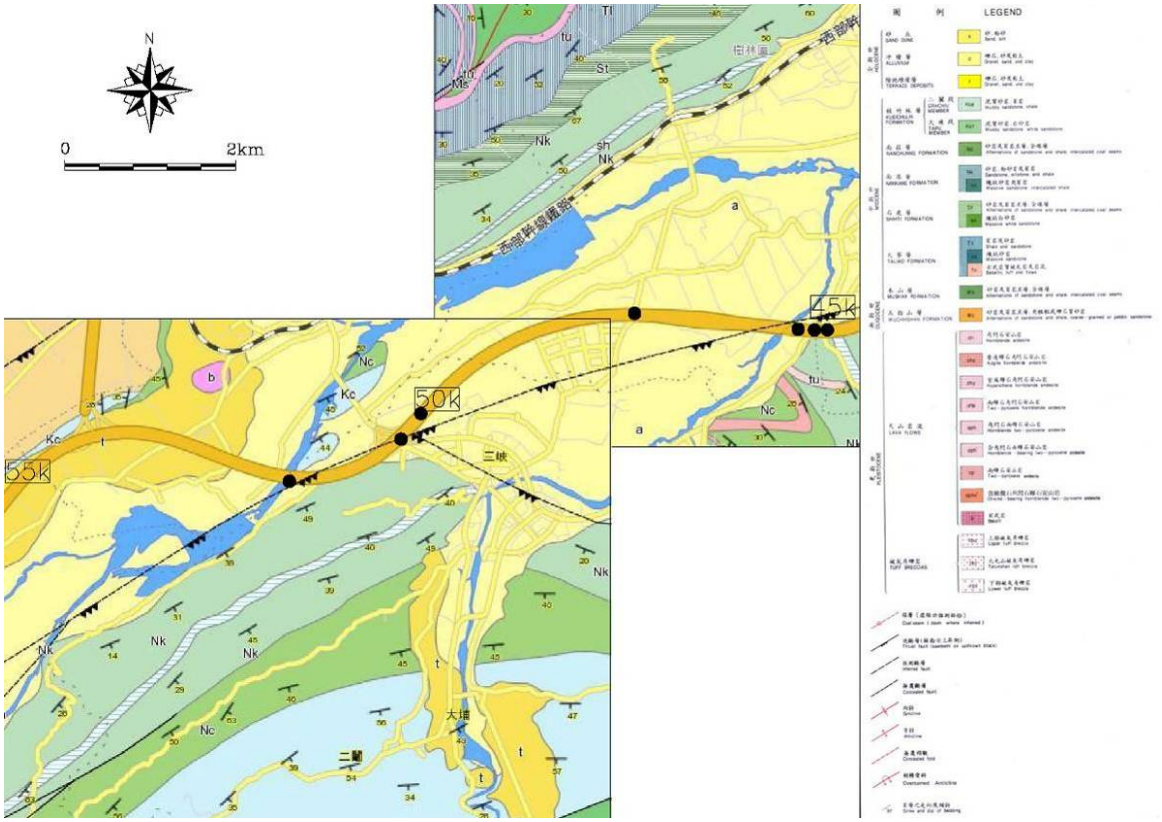


圖3.1-6　國道3號45k~55k附近區域地質圖
【經濟部中央地質調查所，五萬分之一臺灣地質圖「桃園」圖幅（1996）】

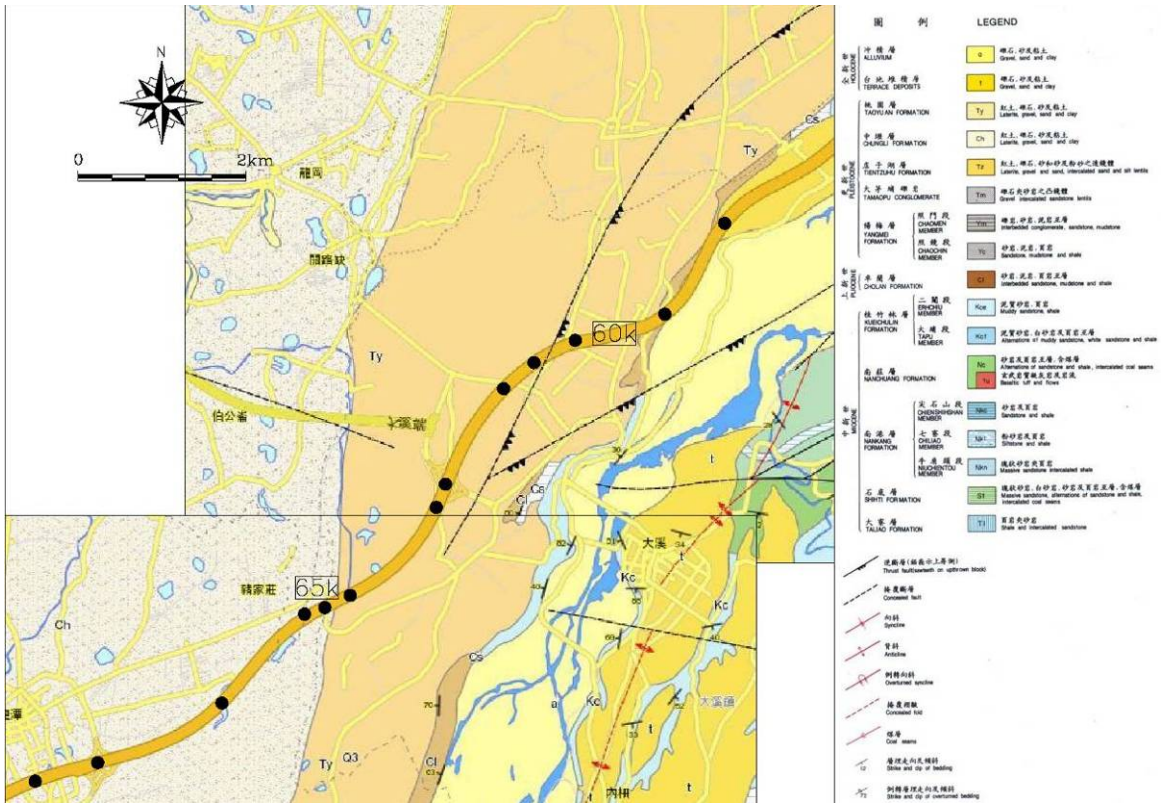


圖3.1-7　國道3號55k~69k附近區域地質圖
【經濟部中央地質調查所，五萬分之一臺灣地質圖「中壢」圖幅（2000）】

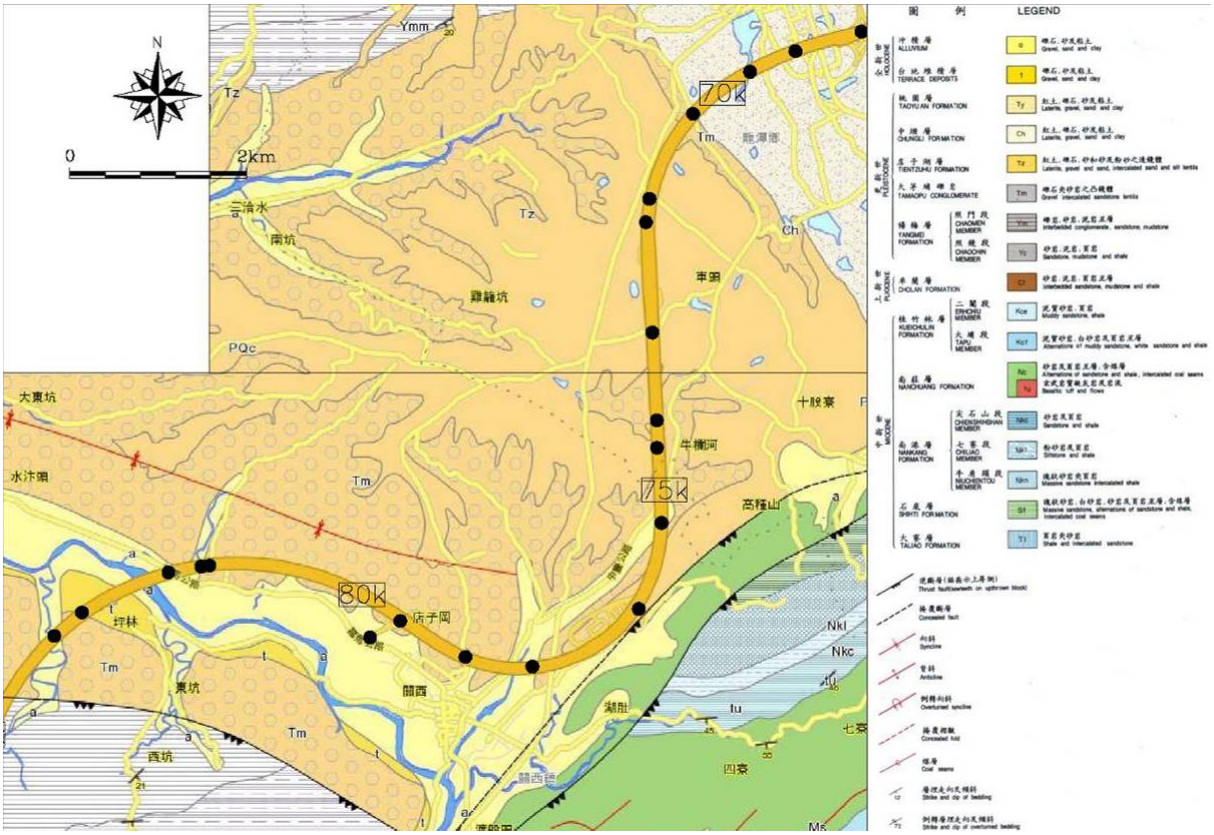


圖3.1-8　國道3號69k~82k附近區域地質圖

【經濟部中央地質調查所，五萬分之一臺灣地質圖「中壢」圖幅（2000）

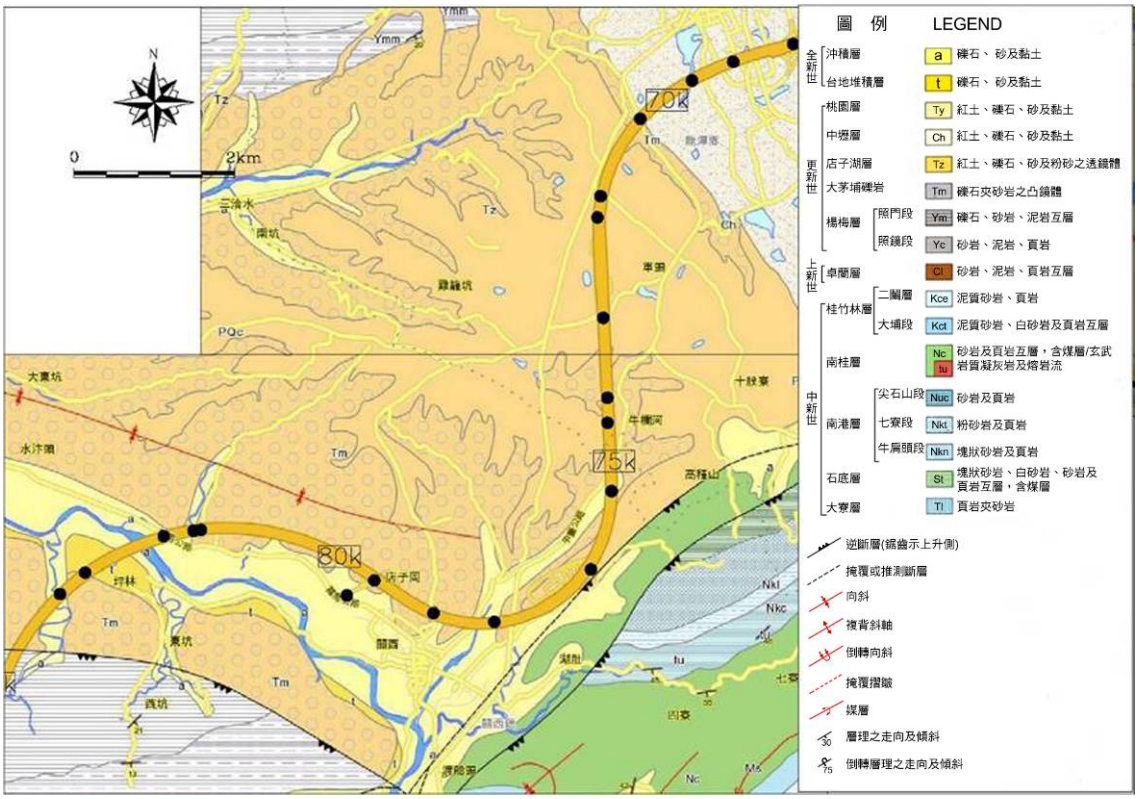


圖3.1-9　國道3號69k~84k附近區域地質圖

【經濟部中央地質調查所，五萬分之一臺灣地質圖「中壢」圖幅（2000）】

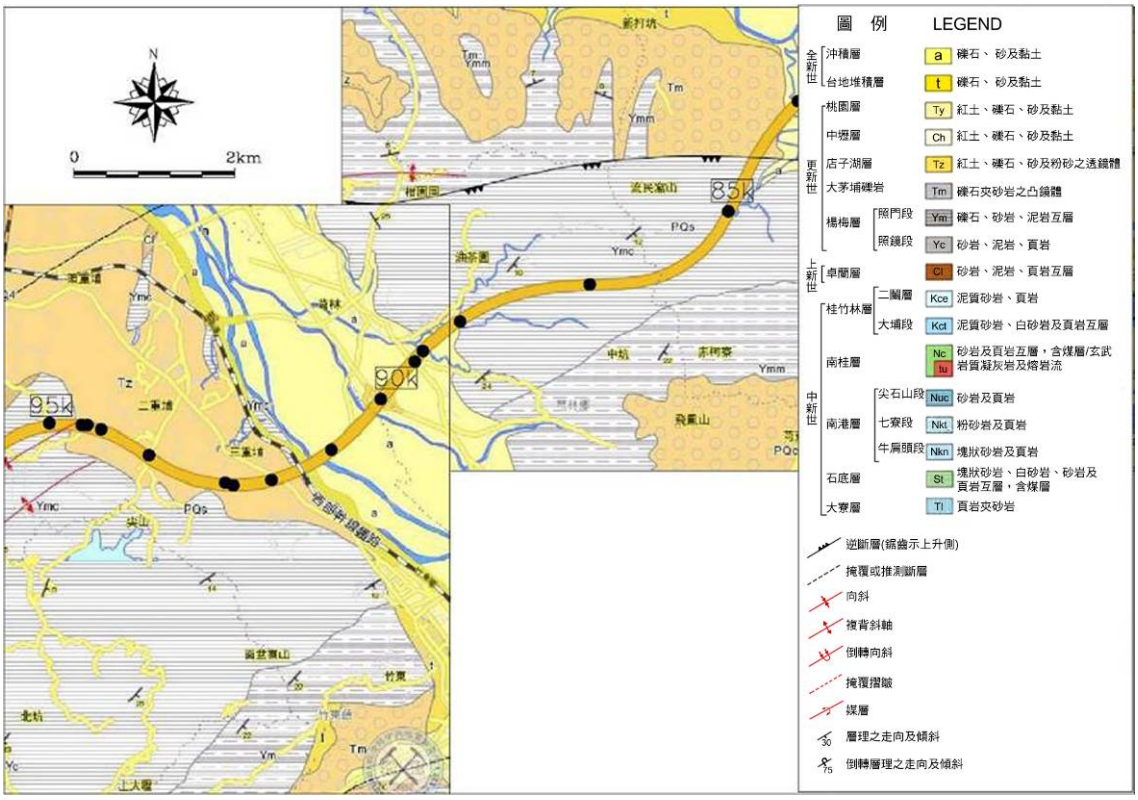


圖3.1-10　國道3號84k~96k附近區域地質圖

【經濟部中央地質調查所，五萬分之一臺灣地質圖「中壢」圖幅（1984）、「竹東」圖幅（1988）】

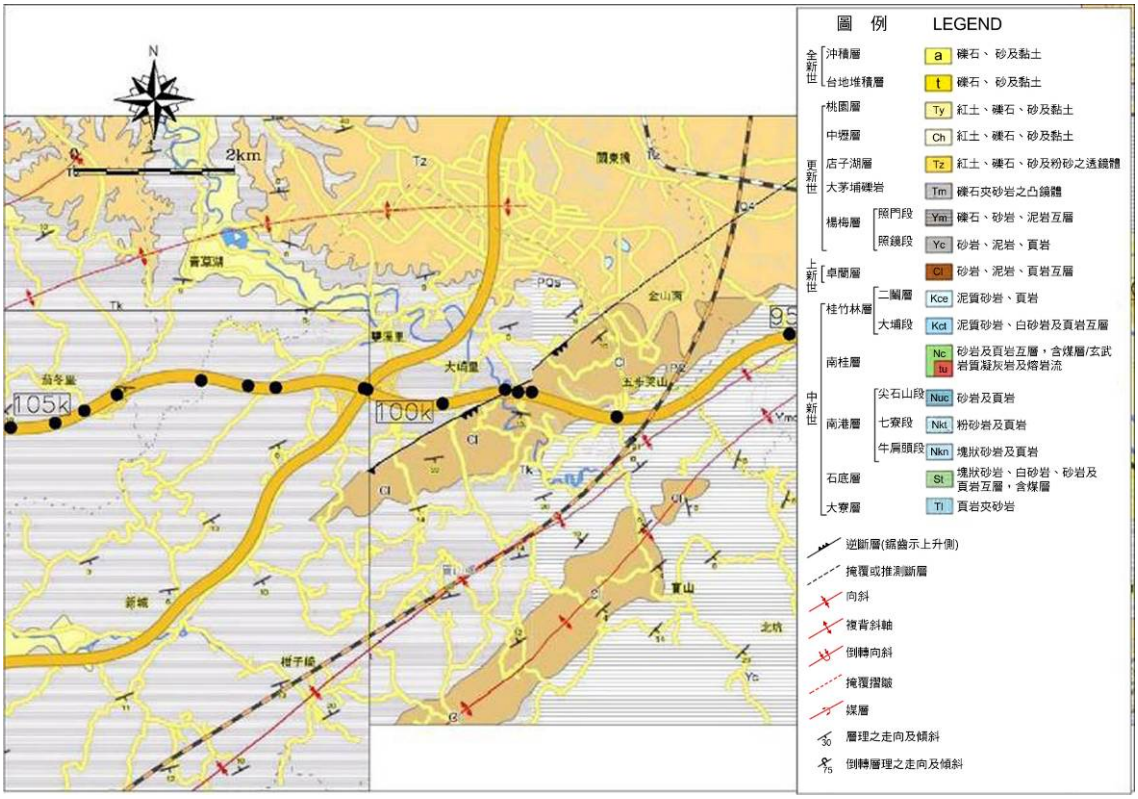


圖3.1-11　國道3號96k~105k附近區域地質圖

【經濟部中央地質調查所，五萬分之一臺灣地質圖「竹東」圖幅（1988）、「苗栗」圖幅（1995）】

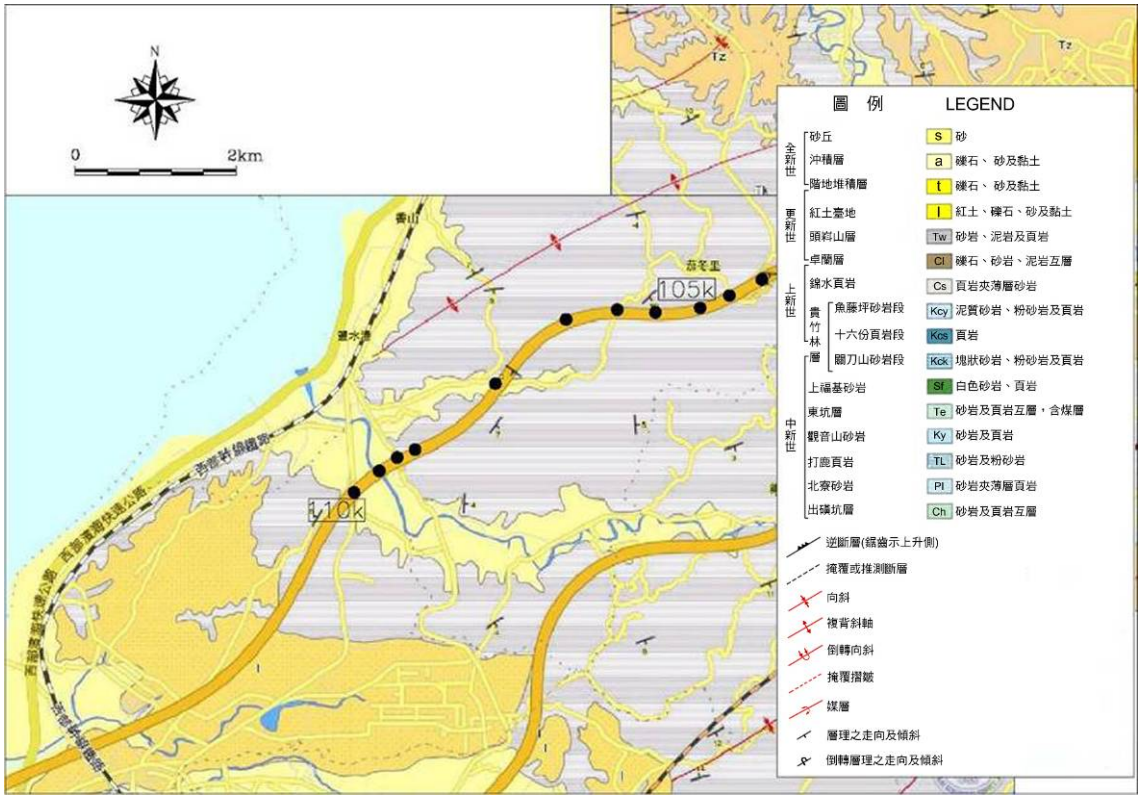


圖3.1-12　國道3號105k~110k附近區域地質圖

【經濟部中央地質調查所，五萬分之一臺灣地質圖「苗栗」圖幅（1995）】

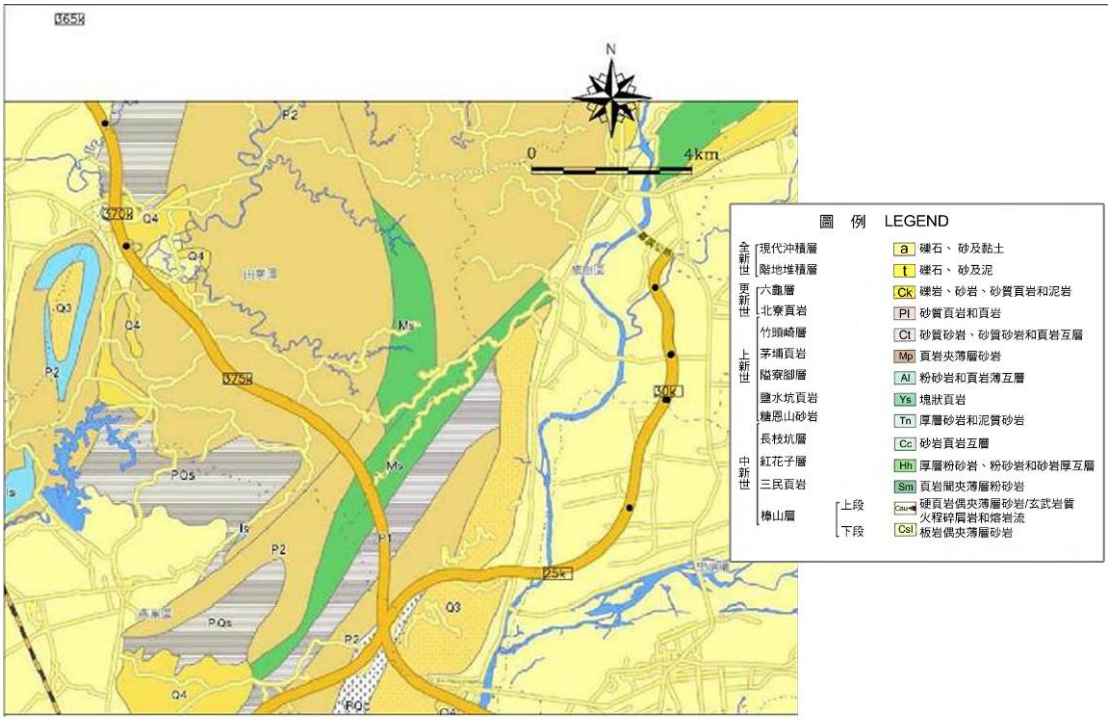


圖3.1-13　國道3號365k~385k與國道10號18k~33k附近區域地質圖

【經濟部中央地質調查所，五萬分之一臺灣地質圖「甲仙」圖幅（2000）】

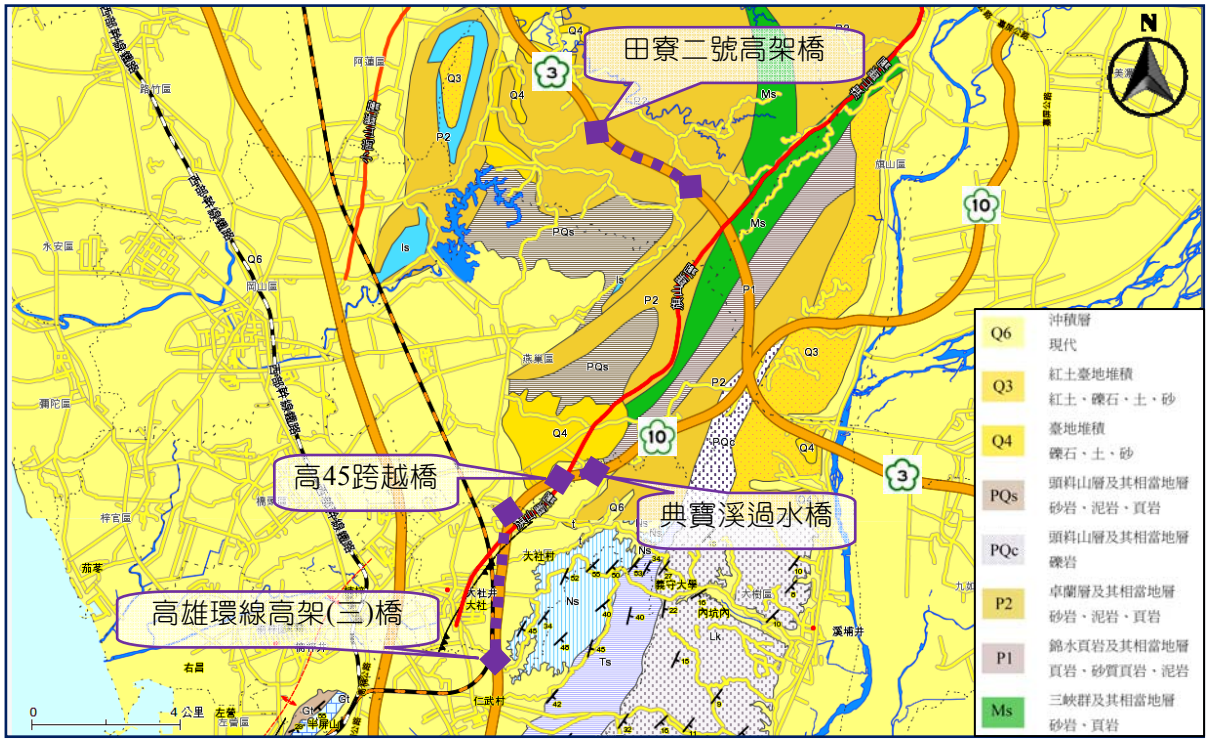


圖3.1-14　區域地質圖【摘自經濟部中央地質調查所地質資料整合系統】

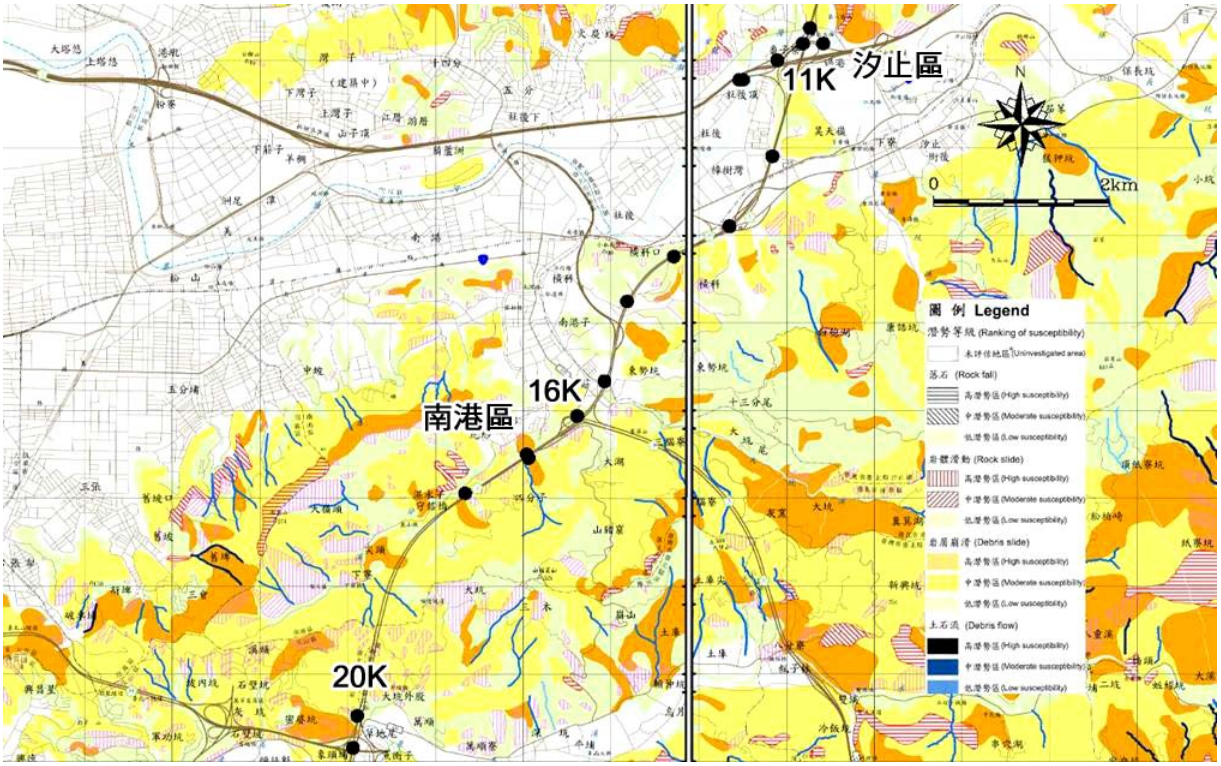


圖3.1-15　國道3號10k~20k附近地質災害潛勢圖

【經濟部中央地質調查所，地質災害潛勢圖「八堵」圖幅（2002）】

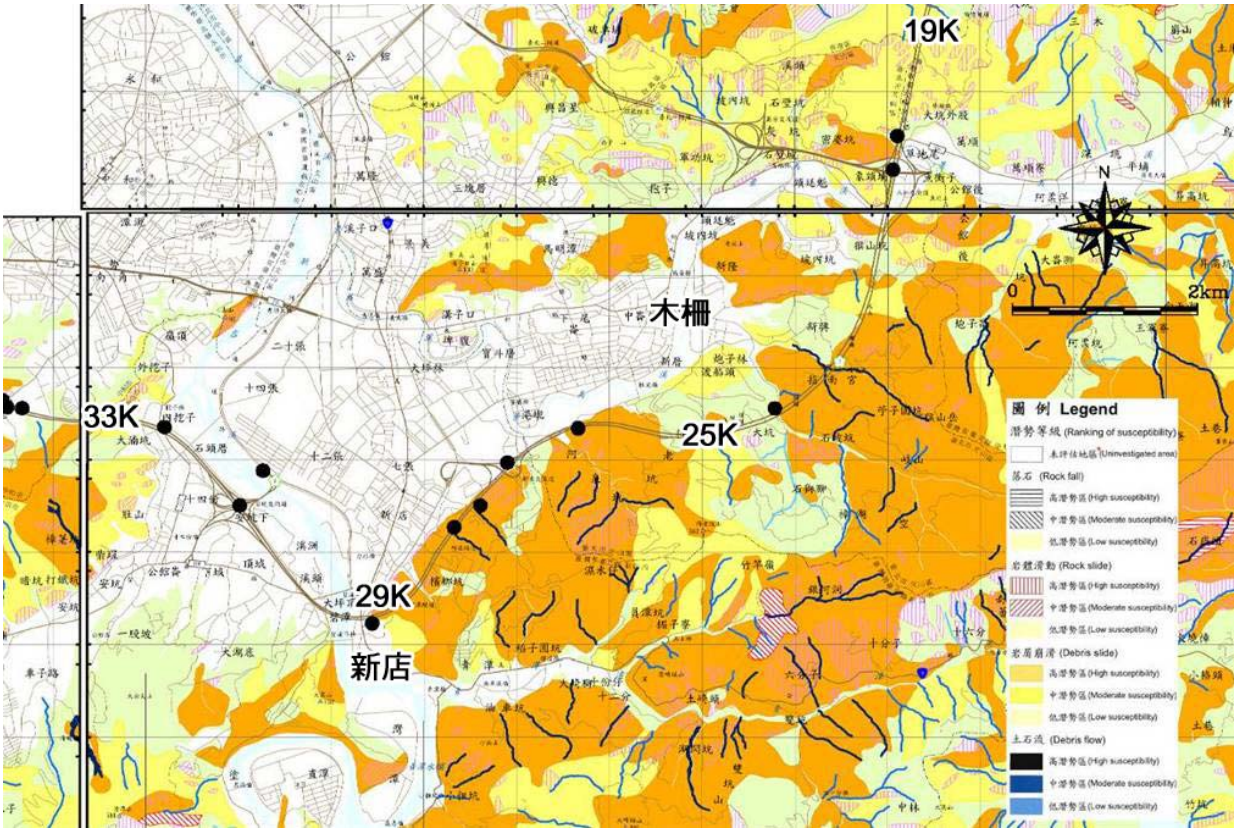


圖3.1-16　國道3號19k~34k附近地質災害潛勢圖

【經濟部中央地質調查所，地質災害潛勢圖「木柵」圖幅（2002）】

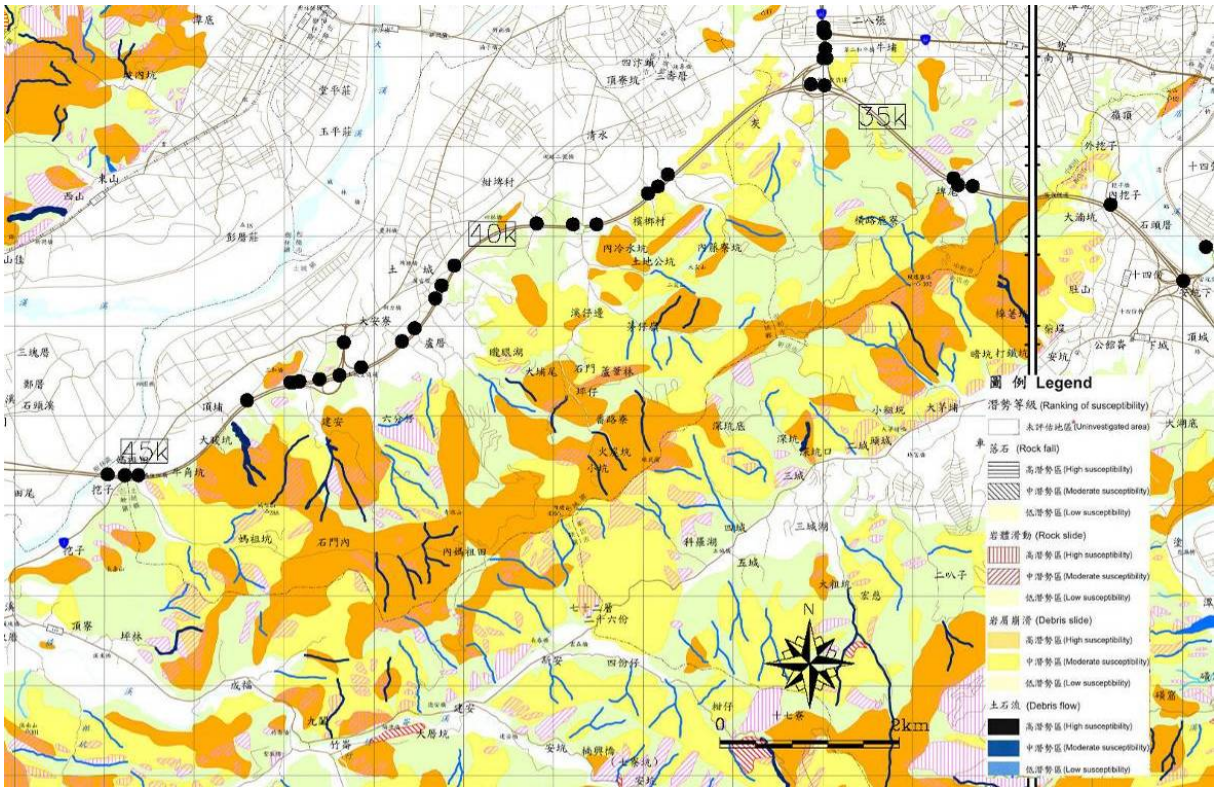


圖3.1-17　國道3號34k~46k附近地質災害潛勢圖

【經濟部中央地質調查所，地質災害潛勢圖「樹林」圖幅（2002）】

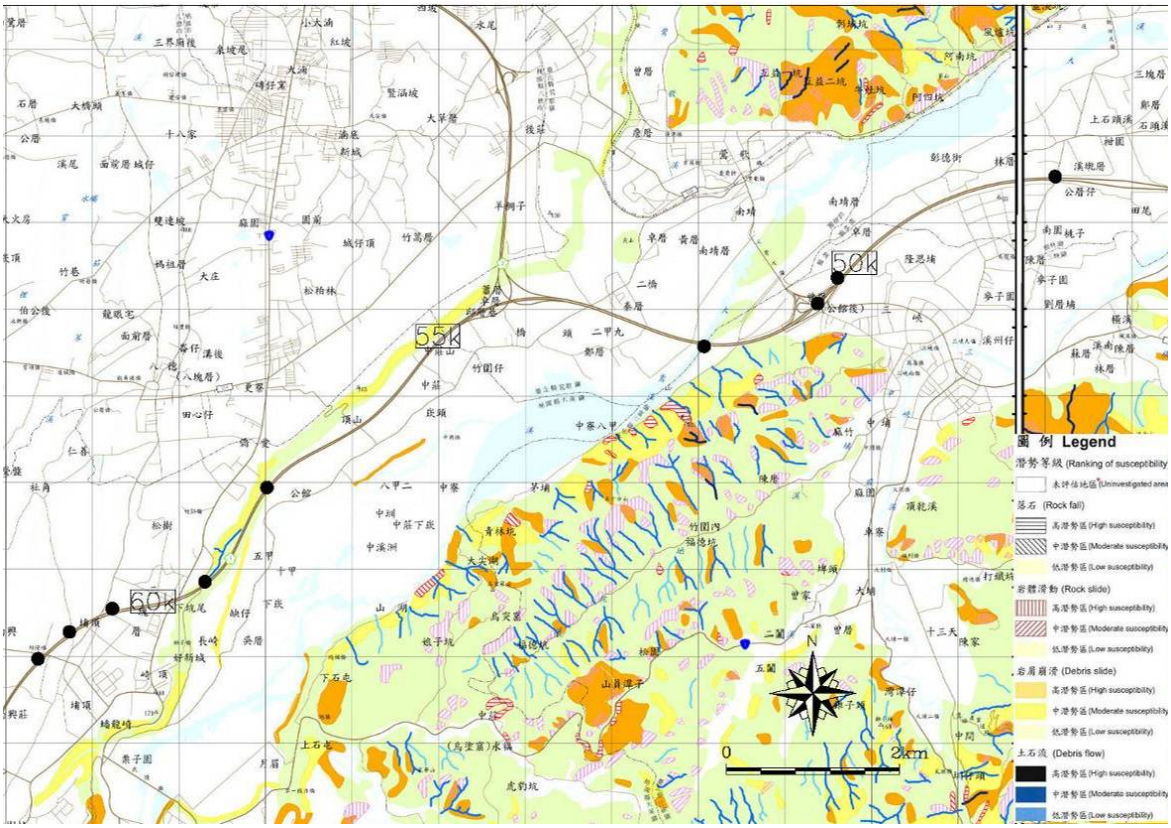


圖3.1-18　國道3號46k~61k附近地質災害潛勢圖

【經濟部中央地質調查所，地質災害潛勢圖「桃園」圖幅（2005）】

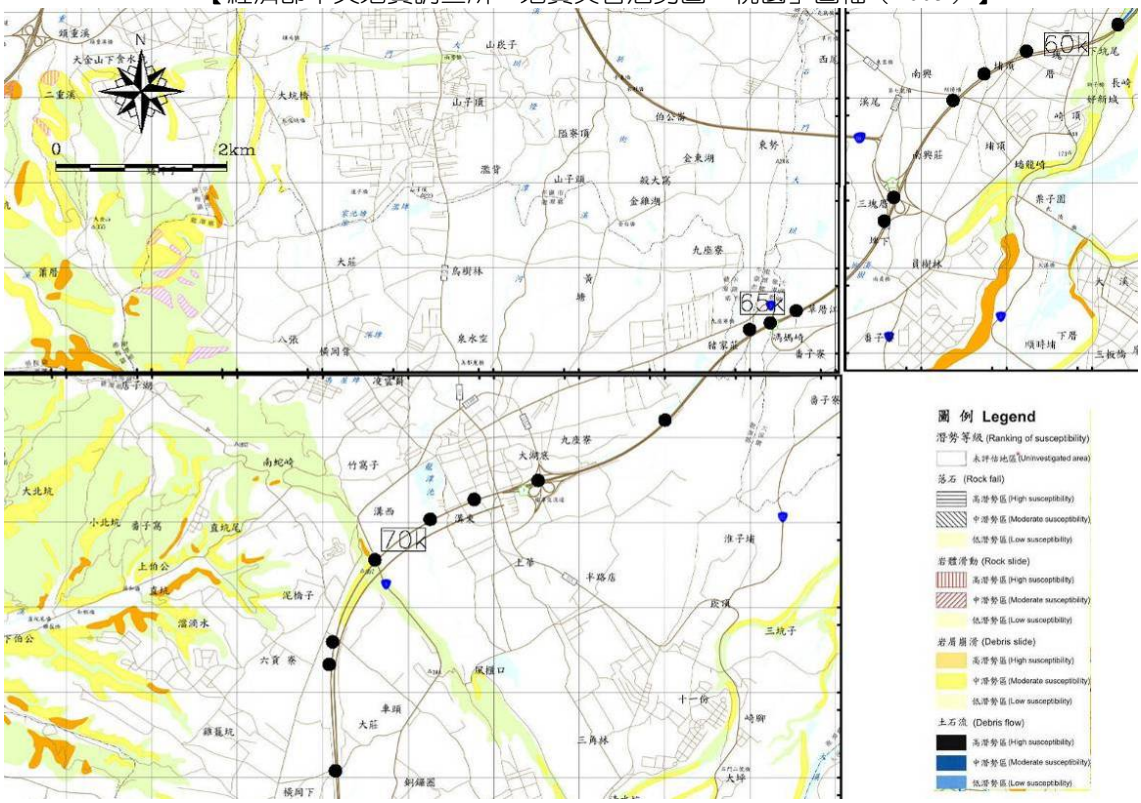


圖3.1-19　國道3號59k~74k附近地質災害潛勢圖

【經濟部中央地質調查所，地質災害潛勢圖「中壢」圖幅（2006）、「龍潭」圖幅（2005）】

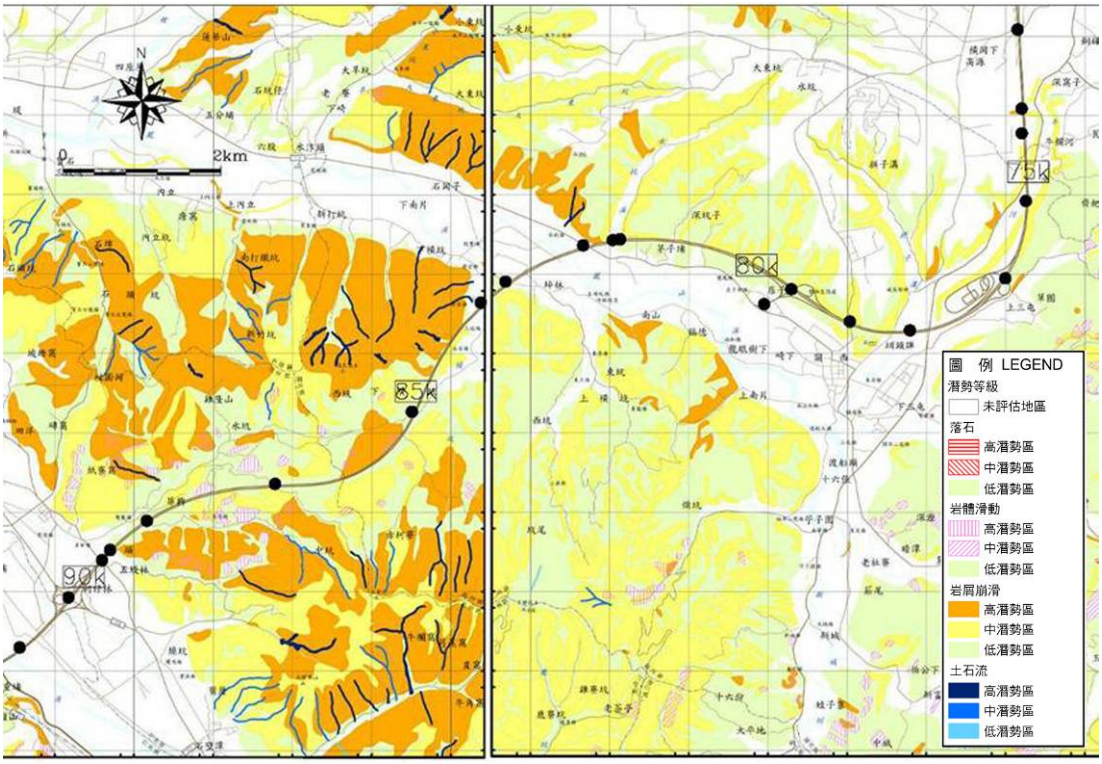


圖3.1-20　國道3號74k~91k附近地質災害潛勢圖

【經濟部中央地質調查所，地質災害潛勢圖「龍潭」圖幅（2005）、「新埔」圖幅（2002）】

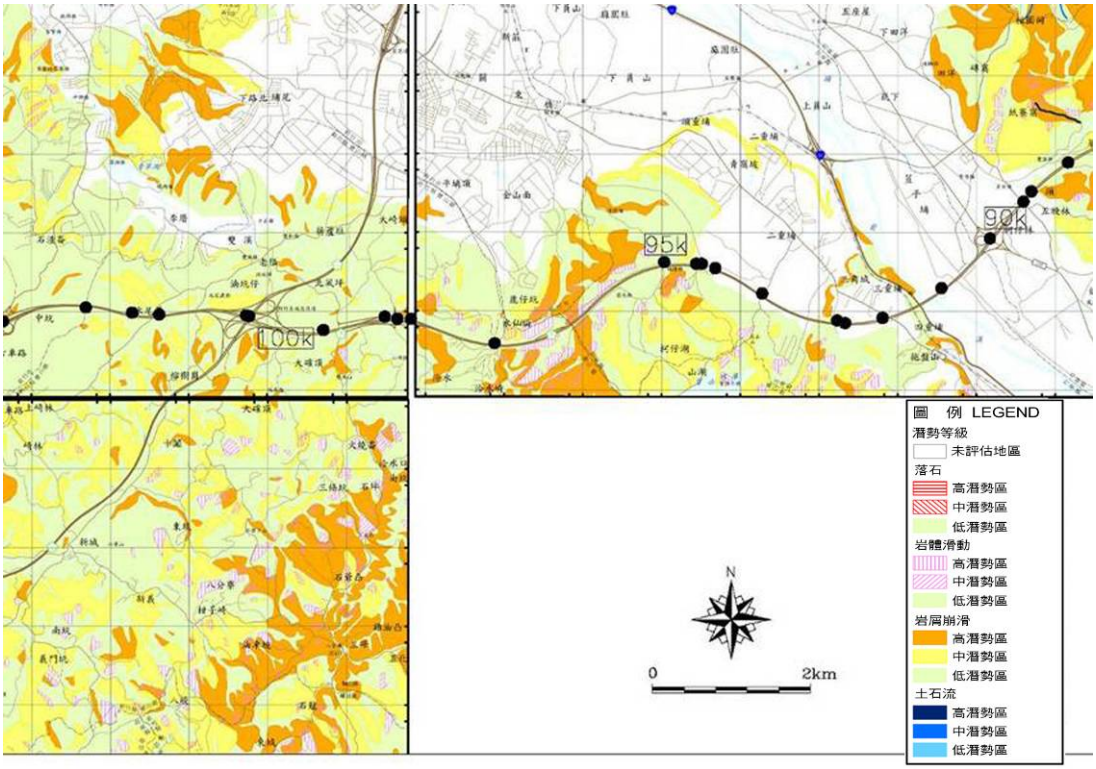


圖3.1-21　國道3號89k~103k附近地質災害潛勢圖

【經濟部中央地質調查所，地質災害潛勢圖「新埔」圖幅（2002）、「新竹市」圖幅（2002）、「頭份」圖幅（2002）】

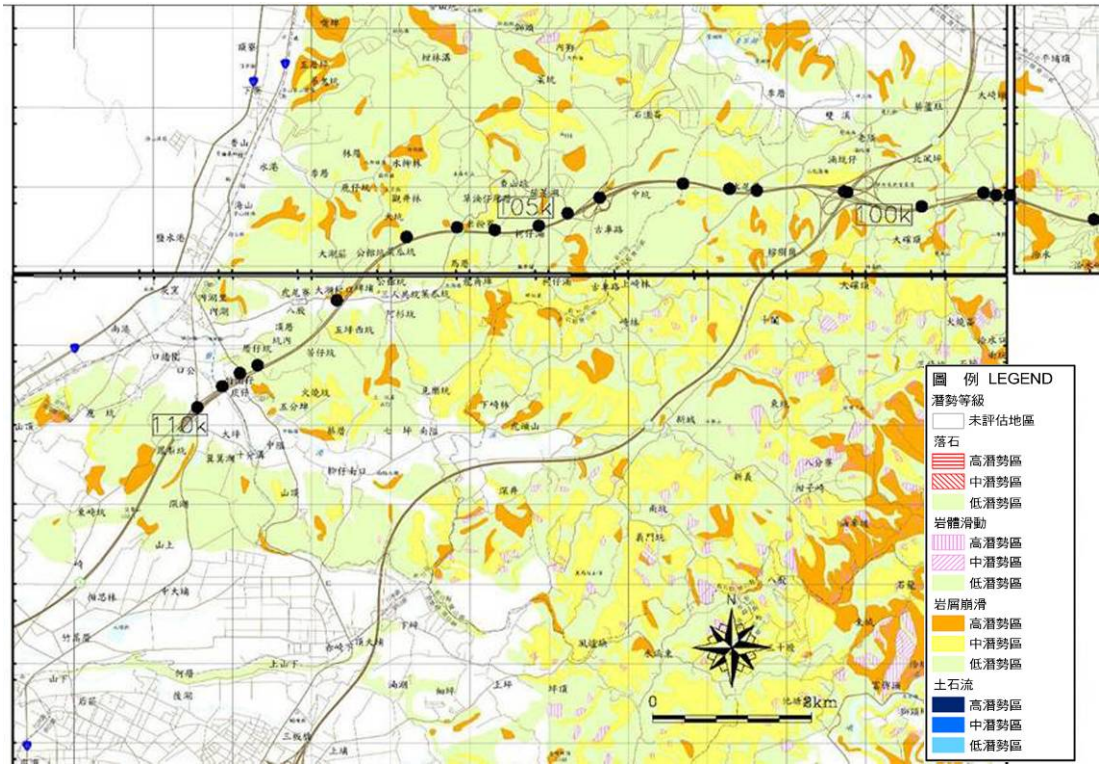


圖3.1-22　國道3號97k~110k附近地質災害潛勢圖

【經濟部中央地質調查所，地質災害潛勢圖「新竹市」圖幅（2002）、「頭份」圖幅（2002）】

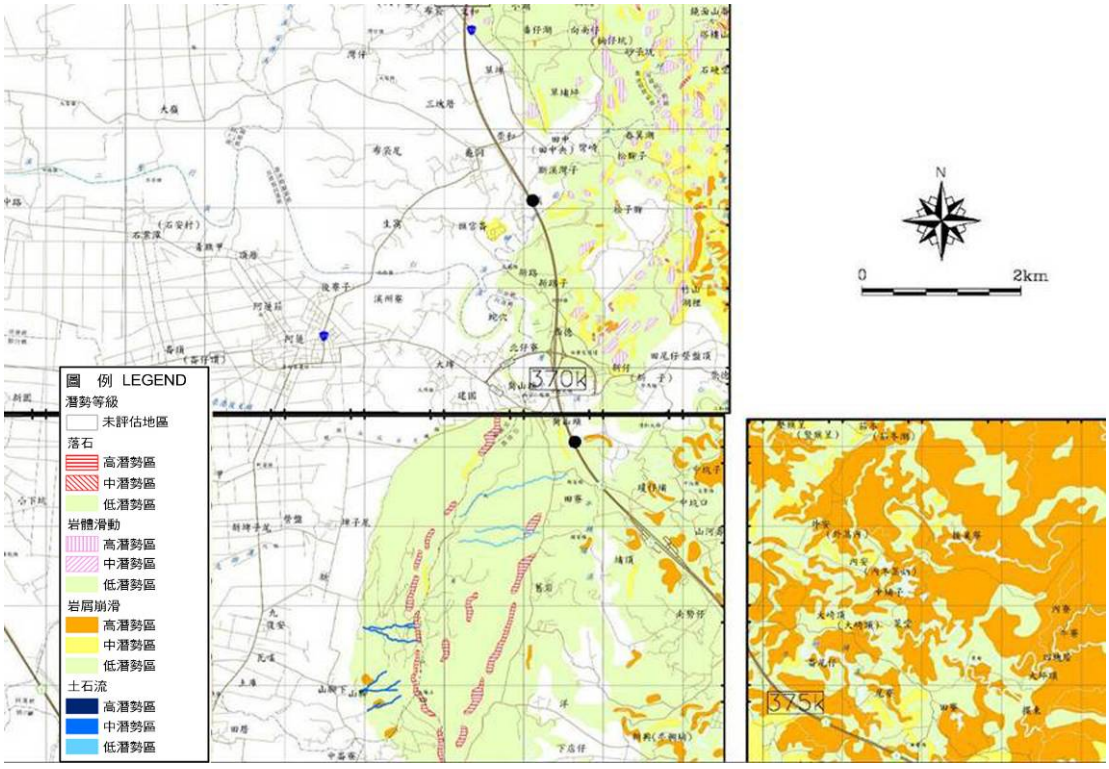


圖3.1-23　國道3號365k~376k附近地質災害潛勢圖

【經濟部中央地質調查所，地質災害潛勢圖「關廟」圖幅（2004）、「岡山」圖幅（2005）、「里港」圖幅（2004）】

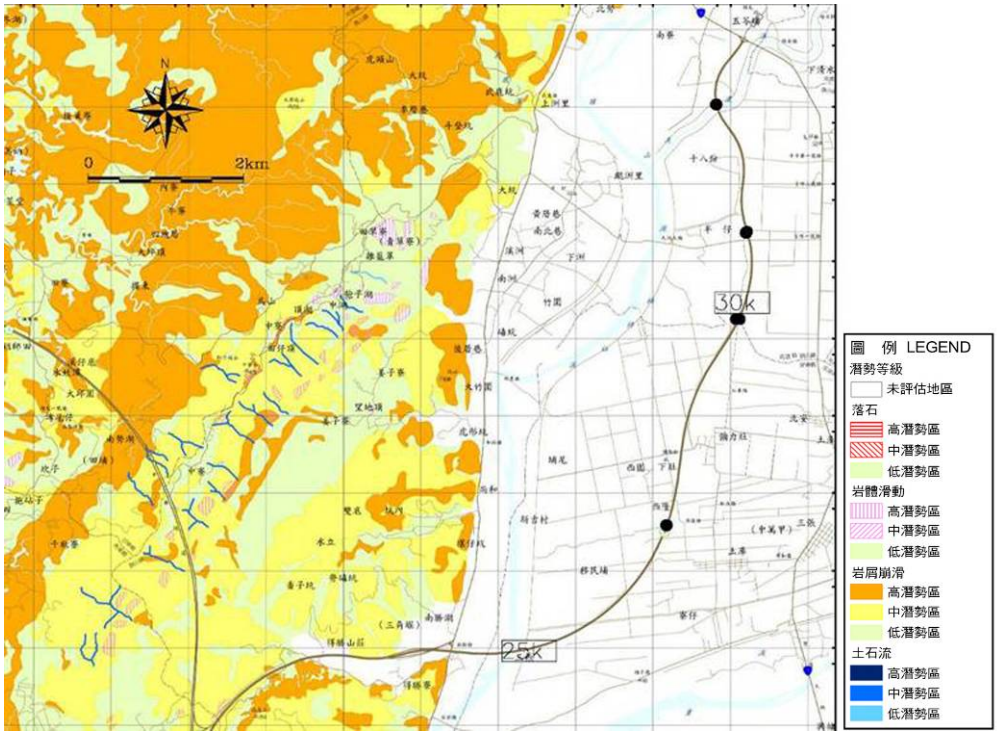


圖3.1-24　國道10號20k~33k附近地質災害潛勢圖

【經濟部中央地質調查所，地質災害潛勢圖「里港」圖幅（2004）】

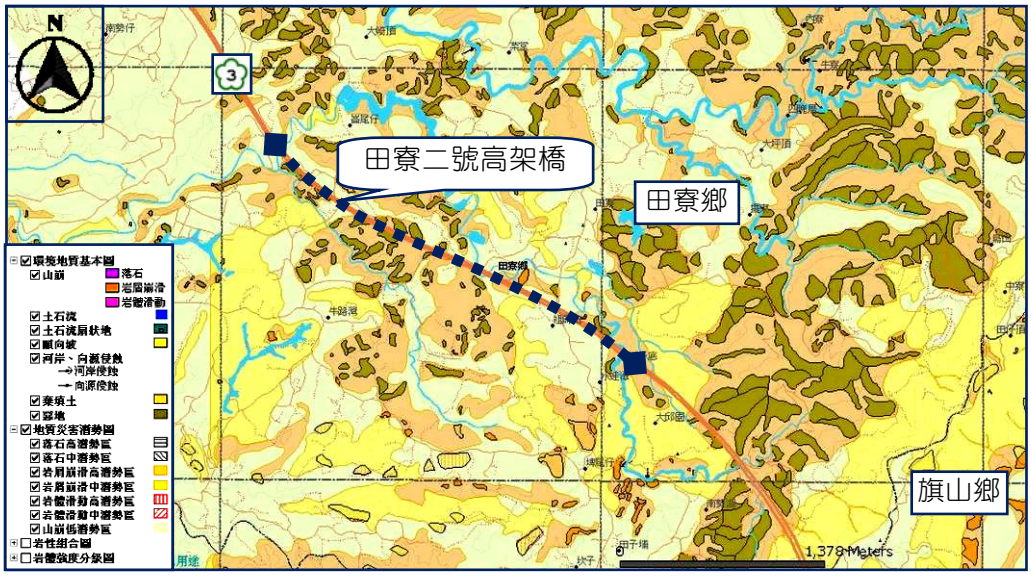


圖3.1-25　國道3號田寮二號高架橋環境地質暨地質災害潛勢圖

【摘自經濟部中央地質調查所坡地環境地質資料庫查詢系統】

3.1.4 土壤參數

依據本補充地質鑽探及試驗調查工作各項試驗等試驗數據成果資料，室內試驗室：表3.1-3(土壤直接剪力試驗)、表3.1-4(土壤三軸UUU強度試驗)、表3.1-5(土壤三軸CIU強度試驗)、表3.1-6(土壤單向度壓密試驗)及表3.1-7(岩石單軸壓縮試驗)；現場試驗：表3.1-8(土壤孔內側壓試驗)，並參酌補充鑽孔地質剖面資料提出本工程範圍沿線各不同里程路段簡化土層及各土層代表性土壤參數，詳如表3.1-9，以為分析設計依據。

表3.1-3 土壤直接剪力試驗成果表(1/5)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	有效凝聚力c' (kg/cm^2)	有效內摩擦角ϕ' (deg.)	土壤分類
BH-05	T-1	7.80~8.50	0.0	31.0	SM
BH-06	T-1	9.40~10.05	0.00	30.6	SM
BH-07	T-1	10.80~11.55	0.00	30.6	SM
BH-12	T-1	8.00~8.60	0.00	30.7	SP-SM
BH-13	T-1	9.40~10.05	0.00	30.3	SM
BH-15	T-1	4.80~5.40	0.00	30.5	SM
BH-23	T-1	10.80~11.55	0.00	30.1	SM
BH-28	T-1	8.00~8.75	0.00	31.8	SM

表3.1-3 土壤直接剪力試驗成果表(2/5)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	有效凝聚力c' (kg/cm^2)	有效內摩擦角ϕ' (deg.)	土壤分類
BH-91	T-1	6.5-7.2	0	29.6	SM

表3.1-3 土壤直接剪力試驗成果表(3/5)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	有效凝聚力c' (kg/cm^2)	有效內摩擦角ϕ' (deg.)	土壤分類
BH-146	T-1	0.5-1.2	0	32.9	SM
BH-167	T-1	2.0-2.7	0	33.9	SM
BH-170	T-1	2.0-2.7	0	32.8	SM
BH-173	T-1	5.0-5.7	0	31.8	SM
BH-177	T-1	3.5-4.2	0	35.4	SM
BH-184	T-1	6.5-7.2	0	33.5	SM

表3.1-3 土壤直接剪力試驗成果表(4/5)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	有效凝聚力c' (kg/cm^2)	有效內摩擦角ϕ' (deg.)	土壤分類
BH-190	T-1	6.4~7.05	0	31.6	SM
BH-191	T-1	4.8~5.55	0	31.3	SM

孔號	薄管樣號	深度 (m)	有效凝聚力c' (kg/cm^2)	有效內摩擦角ϕ' (deg.)	土壤分類
BH-192	T-1	7.8~8.55	0	31.6	SM
BH-193	T-1	12.4~13.05	0	30.8	SM
BH-194	T-1	4.8~5.55	0	31.4	SM
BH-195	T-1	3.3~4.05	0	30.8	SM
BH-199	T-1	15.3~16.05	0	30.2	SM
BH-200	T-1	12.3~13.05	0	30.2	SM
BH-203	T-1	13.8~14.55	0	31.3	SM

表3.1-3　土壤直接剪力試驗成果表(5/5)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	有效凝聚力c' (kg/cm^2)	有效內摩擦角ϕ' (deg.)	土壤分類
CH-14	T-1	21.50~22.25	0.0	33.9	SM
CH-16	T-1	11.00~11.75	0.00	29.3	SM
CH-18	T-1	18.30~19.05	0.00	30.6	SM
CH-19	T-2	17.00~17.75	0.00	30.8	SM

表3.1-4　土壤三軸UUU強度試驗成果表(1/4)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	總凝聚力c (kg/cm^2)	總內摩擦角ϕ (deg.)	土壤分類
BH-24	T-1	9.30~10.05	0.305	1.6	CL
BH-25	T-1	9.30~10.05	0.283	2.3	ML
BH-26	T-1	4.85~5.55	0.465	5.2	ML
BH-58	T-1	12.30~13.05	0.903	3.8	ML

表3.1-4　土壤三軸UUU強度試驗成果表(2/4)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	總凝聚力c (kg/cm^2)	總內摩擦角ϕ (deg.)	土壤分類
BH-81	T-1	12.5-13.25	0.20	3.0	CL
BH-82	T-1	9.5-10.25	0.165	2.1	CL
BH-86	T-1	7.75-8.55	0.44	0.05	CL
BH-89	T-1	7.75-8.55	0.27	2.5	CL

表3.1-4　土壤三軸UUU強度試驗成果表(3/4)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	總凝聚力c (kg/cm^2)	總內摩擦角ϕ (deg.)	土壤分類
BH-172	T-1	1.5-2.2	0.935	4.1	ML
BH-173	T-1	5.0-5.7	0.570	4.7	ML
BH-179	T-1	2.0-2.7	1.045	4.1	ML
BH-183	T-1	3.5-4.3	0.445	5.8	ML
BH-185	T-1	3.5-4.3	0.800	3.0	ML
BH-186	T-1	3.5-4.3	0.410	1.7	ML
BH-188	T-1	5.0-5.7	0.950	3.2	ML

表3.1-4　土壤三軸UUU強度試驗成果表(4/4)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	總凝聚力c (kg/cm^2)	總內摩擦角ϕ (deg.)	土壤分類
CH-11	T-1	14.00~14.80	0.604	0.0	CL
CH-24	T-1	6.30~7.05	0.440	0.0	CL

表3.1-5　土壤三軸CIU強度試驗成果表(1/4)

孔號	薄管樣號	深度	總應力		有效應力		土壤分類
			c (kg/cm^2)	ϕ (deg.)	c' (kg/cm^2)	ϕ' (deg.)	
BH-17	T-1	7.80~8.55	0.18	22.82	0.00	31.07	CL

表3.1-5　土壤三軸CIU強度試驗成果表(2/4)

孔號	薄管樣號	深度	總應力		有效應力		土壤分類
			c (kg/cm^2)	ϕ (deg.)	c' (kg/cm^2)	ϕ' (deg.)	
BH-87	T1	9.25-10.05	0.21	22.33	0.05	30.2	CL
BH-111	T-1	4.5-5.25	0.26	22.20	0	31.22	ML

表3.1-5　土壤三軸CIU強度試驗成果表(3/4)

孔號	薄管樣號	深度	總應力		有效應力		土壤分類
			c (kg/cm^2)	ϕ (deg.)	c' (kg/cm^2)	ϕ' (deg.)	
BH-187	T1	6.5-7.2	0.1	24.86	0.00	32.58	ML

表3.1-5　土壤三軸CIU強度試驗成果表(4/4)

孔號	薄管樣號	深度	總應力		有效應力		土壤分類
			c (kg/cm^2)	ϕ (deg.)	c' (kg/cm^2)	ϕ' (deg.)	
CH-1	T-1	3.80~4.20	0.27	27.93	0.12	34.62	CL
CH-6	T-1	5.00~5.75	0.09	17.00	0.00	23.58	ML
CH-11	T-2	17.00~17.80	0.38	19.90	0.00	29.38	ML
CH-15	T-1	14.00~14.75	0.31	16.44	0.09	27.52	CL

表3.1-6　土壤單向度壓密試驗成果表(1/4)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	壓縮指數 Cc	預壓密應力 Pc' (kg/cm^2)	土壤分類
BH-24	T-1	9.30~10.05	0.31	1.16	CL
BH-25	T-1	9.30~10.05	0.38	1.26	ML
BH-26	T-1	4.85~5.55	0.07	1.14	ML
BH-58	T-1	12.30~13.05	0.26	1.67	ML

表3.1-6　土壤單向度壓密試驗成果表(2/4)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	壓縮指數 Cc	預壓密應力 Pc' (kg/cm^2)	土壤分類
BH-81	T-1	12.5-13.25	0.33	1.69	CL
BH-86	T-1	7.75-8.55	0.31	0.96	CL

表3.1-6　土壤單向度壓密試驗成果表(3/4)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	壓縮指數 Cc	預壓密應力 Pc' (kg/cm^2)	土壤分類
BH-188	T-1	5.0~5.7	0.19	0.89	ML

表3.1-6　土壤單向度壓密試驗成果表(4/4)

孔號	薄管樣號	深度 (m)	壓縮指數 Cc	預壓密應力 Pc' (kg/cm^2)	土壤分類
CH-6	T-1	5.00~5.75	0.17	0.83	ML
CH-12	T-1	6.50~7.25	0.16	1.22	ML
CH-19	T-1	12.30~13.05	0.20	1.37	ML
CH-24	T-1	6.30~7.05	0.26	1.30	CL

表3.1-7　岩石單軸壓縮試驗成果表(1/6)

孔號	深度(m)	單位重 γ_t (t/m^3)	自然含水量 Wn (%)	單壓強度 qu (kg/cm^2)	破壞應變 ε (%)	岩性
BH-1	9.30~10.05	2.35	6.36	61.82	4.08	砂岩
BH-4	26.1~26.4	2.27	4.27	52.4	4.48	砂岩
BH-7	25.3~25.5	2.60	5.13	54.68	3.89	砂岩
BH-9	28.0~28.3	2.4	5.39	83.44	4.08	砂岩
BH-11	6.0~6.15	2.35	6.37	38.15	4.34	砂岩
BH-16	10.0~10.25	2.30	2.01	44.79	2.37	砂岩
BH-18	13.7~13.9	2.49	2.92	16.16	1.86	砂頁岩
BH-20	7.20~7.35	2.33	5.99	26.06	3.15	砂岩
BH-22	14.8~15.0	2.63	2.67	76.05	3.23	砂岩
BH-26	11.6~11.8	2.35	4.71	17.45	3.82	泥質砂岩
BH-30	15.6~15.75	2.43	5.53	195.8	2.54	砂岩
BH-32	14.0~14.25	2.45	4.79	158.53	4.12	砂岩
BH-33	8.65~8.85	2.38	6.42	72.74	3.46	泥質砂岩
BH-36	8.8~9.0	2.38	5.98	29.08	3.0	砂岩
BH-39	16.15~16.4	2.56	2.08	151.46	2.96	泥質砂岩
BH-40	7.8~8.0	2.09	9.51	83.32	2.56	砂岩
BH-42	8.6~8.75	2.09	2.97	9.46	3.63	砂岩
BH-45	13.7~13.85	2.45	8.07	468.79	3.37	石英砂岩
BH-46	15.0~15.3	2.34	9.18	8.50	3.45	砂岩
BH-47	15.7~15.9	2.26	6.58	0.76	19.73	砂質泥岩
BH-49	8.6~8.75	2.27	3.82	2.99	4.95	泥岩
BH-54	9.65~9.8	2.43	3.49	41.29	3.91	砂岩
BH-55	16.4~16.6	2.44	5.15	59.62	4.27	泥質砂岩
BH-58	16.15~16.4	2.49	9.51	224.81	3.95	砂岩

表3.1-7　岩石單軸壓縮試驗成果表(2/6)

孔號	深度(m)	單位重 γ_t (t/m^3)	自然含水量 Wn (%)	單壓強度 qu (kg/cm^2)	破壞應變 ε(%)	岩性
BH-75	14.3-14.5	2.47	2.86	88.56	3.3	SS
BH-81	25.7-25.9	2.48	4.97	32.19	3.42	SS
BH-82	27.5-27.7	2.35	4.68	46.31	2.74	SS
BH-84	9.0-9.2	2.35	6.49	59.06	2.69	SS
BH-87	20.4-20.6	1.99	18.49	3.49	8.79	SS
BH-91	15.0-15.2	2.36	4.84	47.24	2.07	SS
BH-94	12.4-12.6	2.39	7.43	8.54	4.78	SS
BH-99	11.0-11.25	1.84	13.43	1.52	5.32	SS
BH-101	6.8-7.0	2.06	8.39	16.7	5.41	S-MS

表3.1-7　岩石單軸壓縮試驗成果表(3/6)

孔號	深度(m)	單位重 γ_t (t/m^3)	自然含水量 Wn (%)	單壓強度 qu (kg/cm^2)	破壞應變 ε(%)	岩性
BH-135	8.8~9.0	2.04	14.16	0.47	3.45	砂岩
BH-136	13.1~13.3	2.20	7.97	16.89	5.91	泥質砂岩
BH-137	13.7~13.9	2.21	6.89	28.54	5.91	泥質砂岩
BH-138	12.2~12.4	2.21	9.77	6.48	5.18	砂岩
BH-141	13.55~13.75	2.11	7.57	18.44	7.82	砂質泥岩
BH-146	11.1~11.23	2.35	10.82	20.45	9.7	砂質泥岩
BH-147	4.8~5.0	2.29	6.03	26.06	9.79	砂質泥岩
BH-149	5.8~6.0	2.19	9.9	12.82	7.29	泥質砂岩
BH-151	14.8~15.0	2.63	2.67	76.05	3.23	砂岩
BH-153	9.7~10.0	2.07	16.81	1.88	8.74	泥質砂岩

表3.1-7　岩石單軸壓縮試驗成果表(4/6)

孔號	深度(m)	單位重 γ_t (t/m^3)	自然含水量 Wn (%)	單壓強度 qu (kg/cm^2)	破壞應變 ε(%)	岩性
BH-154	7.7~7.9	1.93	16.08	0.88	7.60	砂岩
BH-157	8.3~8.5	2.23	9.37	7.67	15.03	泥質砂岩
BH-160	9.45~9.65	2.09	13.54	1.70	3.37	砂岩
BH-162	9.7~9.9	2.23	10.84	5.41	6.51	泥質砂岩
BH-164	9.8~10.0	2.10	8.62	10.88	8.93	砂質泥岩
BH-166	9.0~9.2	2.07	10.57	10.16	14.48	砂質泥岩
BH-168	11.8~12.0	2.11	16.19	5.30	13.93	砂質泥岩
BH-169	16.0~16.2	1.86	17.9	0.17	6.31	砂岩
BH-171	16.8~17.0	2.18	11.41	10.72	3.69	泥質砂岩
BH-174	6.8~7.0	2.21	13.15	10.97	6.68	砂質泥岩
BH-176	8.8~9.0	2.04	8.26	8.58	7.26	砂岩
BH-178	5.76~6.0	1.99	14.56	0.93	6.64	砂岩
BH-180	14.0~14.25	2.13	9.32	10.82	7.58	砂質泥岩
BH-183	11.0~11.2	2.09	9.51	11.45	11.46	砂質泥岩
BH-185	20.8~21.0	2.04	12.43	5.89	10.13	砂質泥岩
BH-187	16.4~16.6	2.10	10.65	8.25	14.34	砂岩
BH-188	16.7~16.9	1.91	13.5	0.93	5.9	砂岩

表3.1-7　岩石單軸壓縮試驗成果表(5/6)

孔號	深度(m)	單位重 γ_t (t/m^3)	自然含水量 Wn (%)	單壓強度 qu (kg/cm^2)	破壞應變 ε(%)	岩性
BH-193	17.6~17.85	2.22	6.84	28.01	11.75	砂質泥岩
BH-195	8.45~8.80	2.27	9.04	15.93	9.84	砂質泥岩
BH-196	11.45~11.65	2.16	9.35	10.82	8.47	砂質泥岩
BH-197	13.15~13.45	2.34	13.35	5.76	10.12	砂質泥岩

表3.1-7　岩石單軸壓縮試驗成果表(6/6)

孔號	深度(m)	單位重 γ_t (t/m^3)	自然含水量 Wn (%)	單壓強度 qu (kg/cm^2)	破壞應變 ε(%)	岩性
CH-1	8.10~8.40	2.32	11.57	25.92	5.98	砂質泥岩
CH-2	12.20~12.50	2.28	12.82	31.08	5.93	砂質泥岩
CH-8	3.20~3.50	2.31	12.43	17.30	5.09	砂質泥岩
CH-11	28.20~28.50	2.03	12.77	0.29	7.96	風化砂岩
CH-12	29.70~30.00	2.08	8.39	0.56	9.88	風化砂岩
CH-16	46.30~46.60	2.35	12.84	27.94	6.93	砂質泥岩
CH-18	24.20~24.50	2.40	7.84	16.33	6.65	砂質泥岩
CH-20	23.30~23.60	2.23	10.40	4.11	7.09	粉質砂岩
CH-21	7.20~7.50	2.38	8.13	18.88	8.05	砂質泥岩
CH-24	30.80~31.10	2.38	11.42	25.53	9.74	砂質泥岩

表3.1-8　土壤孔內側壓試驗成果表(1/5)

孔號	深度(m)	N值	土壤分類	變形模數Eb(kg/cm^2)
BH-2	5.5	11	SM	46.442
BH-3	12	9	SM	38.15
BH-5	6	10	SM	17.665
BH-6	9.55	7	SM	29.259
BH-7	11.2	9	SM	32.814
BH-8	6.7	4	SM	44.649
BH-10	13	8	SM	21.401
BH-12	8.45	8	SM	19.838
BH-17	8.3	7	CL	85.273
BH-22	6.7	>100	GW	93.768
BH-23	5.25	4	CL	10.401
BH-24	6.5	4	CL	51.410
BH-26	8.1	21	SM	49.28
BH-28	8.75	9	SM	18.68
BH-47	7.0	16	SM	48.957
BH-51	4.3	>100	CL	11.753
BH-53	6.5	10	ML	29.835
BH-61	6.8	>100	GW	1999
BH-65	6.0	>100	GW	231.431
BH-66	12.8	8	CL	30.59
BH-67	9.3	6	SM	24.526
BH-68	6.4	6	SM	31.706
BH-69	2.8	>100	ML	129.627
BH-71	6.5	>100	GW	410

表3.1-8　土壤孔內側壓試驗成果表(2/5)

孔號	深度(m)	N值	土壤分類	變形模數Eb(kg/cm^2)
BH-75	5.3	36~38	安山岩塊層	845.636
BH-76	6.7	38~>100	泥岩塊	239.882
BH-77	7.0	4	CL	32.583
BH-78	6.0	>100	泥質頁岩	1172.049
BH-80	6.5	2	CL	23.072
BH-81	15.7	2~3	ML/CL	37.635
BH-83	6.75	6~7	CL	29.314
BH-85	6.7	4	CL	21.28
BH-86	8.2	6~7	CL	52.226
BH-88	8.2	3~4	CL	22.998
BH-90	5.2	4	CL	38.14
BH-91	7.0	4	CL	41.11
BH-92	5.3	4	CL 夾岩塊	113.68
BH-93	6.75	4~5	CL	40.9
BH-95	9.0	>100	GP/GM	617.303
BH-98	8.3	>100	SS	935.2
BH-99	7.5	>100	GP/GM	1942.8
BH-100	7.8	>100	GP/GM	1272.5
BH-120	7.2	>100	GP/GM	2890.9
BH-121	8.0	>100	GP/GM	843.9

表3.1-8　土壤孔內側壓試驗成果表(3/5)

孔號	深度(m)	N值	土壤分類	變形模數Eb(kg/cm^2)
BH-131	9.8	>100	GW	3914.3
BH-133	6.7	>100	GW	477.0
BH-142	15.0	>100	SS	1009.8
BH-143	8.8	>100	SS	3033.7
BH-145	14.5	>100	SS	2240.8
BH-146	9.5	>100	SH	1646.4
BH-151	8.0	>100	SS	793.8
BH-152	9.5	>100	GW	1142.5
BH-153	7.0	>100	SS	409.6
BH-154	8.8	>100	SS	759.5
BH-159	13.0	>100	SS	1116.0
BH-162	10.7	>100	SS	687.9
BH-166	8.0	>100	SS	685.6
BH-168	8.0	>100	SS	453.5
BH-172	7.8	>100	SS	563.2
BH-180	9.0	>100	SM	123.02
BH-181	10.0	>100	S-SH	216.1
BH-184	21.0	>100	SH	1545.1
BH-185	13.1	>100	SS	352.9
BH-187	17.0	>100	SS	1494.7
BH-188	13.0	>100	SS	357.0

表3.1-8　土壤孔內側壓試驗成果表(4/5)

孔號	深度(m)	N值	土壤分類	變形模數Eb(kg/cm^2)
BH-192	8.5	19	ML	54.62
BH-194	8.0	>50	MS	1107.5
BH-196	9.0	>100	S-MS	628.6
BH-198	8.0	>100	GW	614.8

表3.1-8　土壤孔內側壓試驗成果表(5/5)

孔號	深度(m)	N值	土壤分類	變形模數Eb(kg/cm^2)
CH-6	4.75	7	CL	46.442
CH-8	5.80	>100	MS	4134.71
CH-11	7.60	2	ML	19.838
CH-13	8.30	7	CL	85.273
CH-16	9.50	7	CL	32.814
CH-19	7.70	3	CL	93.768
CH-23	8.00	>100	MS	1004.098

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(1/43)

(汐止系統交流道，主線，里程10K+400~11K+400)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~5.6	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	粉土質砂	5.6~16.5	7	1.94	-	-	-	0	30
III	粉質黏土或粉土	16.5~20.5	8	1.98	5	1.8	22.8	0	31.0
IV	卵礫石層	20.5~24.6	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
V	岩層 (砂岩偶夾頁岩)	24.6以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(2/43)

(璋樹里高架橋，主線，里程11K+800~12K+500)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~3.8	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	粉質黏土或粉土	3.8~21.1	4	1.98	2.5	1.8	22.8	0	31.0
III	卵礫石層	21.1~26.0	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
IV	岩層(砂岩)	26.0以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(3/43)

(新台五路交流道，主線，里程12K+500~13k+300)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~3.7	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	粉土質砂	3.7~11.5	8	1.94	-	-	-	0	30
III	卵礫石層	11.5~13.8	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
IV	岩層(砂岩)	13.8以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(4/43)

(舊莊高架橋，主線，里程15K+000~15k+700)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~2.1	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	粉土質砂	2.1~8.7	12	1.94	-	-	-	0	30
III	粉質黏土或粉土	8.7~16	15	1.98	7.0	1.8	22.8	0	31.0
IV	卵礫石層	16~20	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
V	岩層 (砂岩頁岩互層)	20以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(5/43)

(南港交流道，主線，里程15k+700~16k+300)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	卵礫石層	0~7.5	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
II	岩層 (砂岩偶夾頁岩)	7.5以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(6/43)

(南港交流道北端，主線，里程14K+200~14k+800)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~3.7	30	1.9	-	-	-	0	30
II	粉土質砂	3.7~8.0	5	1.94	-	-	-	0	30
III	粉質黏土或粉土	8.0~16.6	10	1.98	6.2	1.8	22.8	0	31.0
IV	岩層 (砂岩頁岩互層)	16.6以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(7/43)

(南港交流道南端，主線，里程16K+600~17k+900)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	卵礫石層	0~12.5	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
II	岩層 (砂岩偶夾頁岩)	12.5以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(8/43)

(貨櫃場通道跨越橋，主線，里程13K+600~13K+800)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~3.3	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	粉土質砂	3.3~5.0	20	1.94	-	-	-	0	30
III	岩層 (砂岩)	5.0以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(9/43)

(木柵交流道，主線，里程20K+200~21K+600)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~4.0	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	粉土質砂夾礫石	4.0~7.5	>100	2.0	-	-	-	0	31
III	岩層 (砂岩偶夾頁岩)	7.5以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(10/43)

(指南路穿越橋(無名溪橋)，主線，里程23K+700~23K+900)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~4.5	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	卵礫石層	4.5~13	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
III	岩層 (砂岩)	13以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(11/43)

(新店高架橋，主線，里程25K+900~27K+000)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~8.3	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	粉土質砂	8.3~12.5	20	1.94	-	-	-	0	30
III	卵礫石層	12.5~14.5	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
IV	岩層 (砂岩偶夾頁岩)	14.5以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(12/43)

(新店交流道匝道，主線，里程26K+600~27K+200)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~3.0	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	粉土質砂	3.0~8.5	3	1.94	-	-	-	0	30
III	粉質黏土或粉土	8.5~12	5	1.98	3.1	1.8	22.8	0	31.0
IV	卵礫石層	12~16.4	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
V	岩層 (砂岩頁岩互層)	16.4以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(13/43)

(檳榔坑橋，主線，里程28K+400~28K+600)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~3.8	30	1.9	-	-	-	0	30
II	卵礫石層	3.8~8	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
III	岩層 (砂岩偶夾頁岩)	8以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(14/43)

(碧潭橋，主線，里程29K+000~30K+100)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~1.6	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	粉質黏土或粉土	1.6~15	21	1.98	7.0	1.8	22.8	0	31.0
III	卵礫石層	15~20.5	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
IV	岩層 (砂岩偶夾頁岩)	20.5以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(15/43)

(安坑交流道，主線，里程30K+500~31K+500)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~5.5	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	粉質黏土或粉土	5.5~15	7	1.96	4.3	1.8	22.8	0	31.0
III	卵礫石層	15~31	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
IV	粉質黏土或粉土	31~39	21	1.98	7.0	1.8	22.8	0	31.0
V	卵礫石層	39~65	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
VI	岩層 (砂岩)	65以下	>100	2.1	-	6.0	26.5	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(16/43)

(安坑溪橋，主線，里程32K+100~32K+500)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~3.1	6	1.9	-	-	-	0	30
II	粉土質砂	3.1~5.3	12	1.94	-	-	-	0	30
III	卵礫石層	5.3~16.1	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
IV	粉質黏土或粉土	16.1~25	28	1.98	7.0	1.8	22.8	0	31.0
V	卵礫石層	25以下	>100	2.1	-	3.0	38	0	38

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(17/43)

(主線，里程33K+700~36K+500)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~5.0	>100	1.9	-	-	-	0	29.5
II	粉質黏土或粉土	5.0~19.2	4	1.86	2.5	2.3	22.0	0	30.5
III	卵礫石層	19.2~25.5	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
IV	岩層 (砂岩夾頁岩)	25.5以下	>100	2.1	-	4.5	29	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(18/43)

(主線，里程37K+800~41K+800)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	粉質黏土或粉土	0~9.5	5	1.86	3.125	2.3	22.0	0	30.5
II	粉土質砂	0.9~12.5	26	1.9	-	-	-	0	29.5
III	岩層 (砂岩夾頁岩)	12.5以下	>100	2.1	-	4.5	29	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(19/43)

(主線，里程42K+100~45k+200)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~2.6	>100	1.9	-	-	-	0	29.5
II	粉質黏土或粉土	2.6~8.8	5	1.86	3.125	2.3	22.0	0	30.5
III	卵礫石層	8.8~11.5	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
IV	岩層 (砂岩夾頁岩)	11.5以下	>100	2.1	-	4.5	29	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(20/43)

(主線，里程45K+220~45k+720)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~2.2	>100	1.9	-	-	-	0	29.5
II	卵礫石層	2.2~16.0	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
III	岩層 (砂岩夾頁岩)	16.0以下	>100	2.1	-	4.5	29	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(21/43)

(主線，里程47k+300~52k+400)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~2.6	>100	1.9	-	-	-	0	29.5
II	卵礫石層	2.6~10.0	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
III	岩層 (砂岩頁岩互層)	10.0以下	>100	2.1	-	4.5	29	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(22/43)

(主線，里程58K+800~63k+140)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~1.7	>100	1.9	-	-	-	0	29.5
II	粉質黏土或粉土	1.7~4.0	11	1.86	7.0	2.3	22.0	0	30.5
III	卵礫石層	4.0~18.5	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
IV	岩層 (砂岩)	18.5以下	>100	2.1	-	4.5	29	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(23/43)

(主線，里程64K+460~69k+400)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~2.5	>100	1.9	-	-	-	0	29.5
II	粉質黏土或粉土	2.5~6.0	8	1.86	5.0	2.3	22.0	0	30.5
III	卵礫石層	6.0以下	>100	2.1	-	3.0	38	0	38

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(24/43)

(主線，里程69K+480~74K+760)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~2.5	>100	1.9	-	-	-	0	29.5
II	粉質黏土或粉土	2.5~7.0	8	1.86	5.0	2.3	22.0	0	30.5
III	卵礫石層	7.0以下	>100	2.1	-	3.0	38	0	38

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(25/43)

(主線，里程74K+760~79K+500)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~2.0	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	卵礫石層	2.0以下	>100	2.1	-	3.0	38	0	38

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(26/43)

(主線，里程80K+700~83K+760)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~0.5	18	1.9	-	-	-	0	30
II	粉土質砂	0.5~1.4	18	1.9	-	-	-	0	32
III	卵礫石層	1.4以下	>100	2.1	-	3.0	38	0	38

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(2735/)

(主線，里程85K+040~90K+400)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~1.2	28	1.9	-	-	-	0	30
II	粉質黏土或粉土	1.2~3.9	13	2.0	8.125	1.0	24.5	0.00	32
III	卵礫石層	3.9~8.8	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
IV	岩層 (砂岩夾泥岩)	8.8以下	>100	2.1	-	3.5	28	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(28/43)

(主線，里程90K+800~92k+100)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~1.0	13	1.9	-	-	-	0	30
II	粉土質砂	1.0~3.8	16	1.9	-	-	-	0	32
III	卵礫石層	3.8~9.4	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
IV	岩層 (砂岩夾泥岩)	9.4以下	>100	2.1	-	3.5	28	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(29/43)

(主線，里程92K+500~100k+000)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	粉質黏土或粉土	0~6.0	17	1.95	10.625	1.0	24.5	0	32
II	粉土質砂	6.0~6.6	21	1.94	-	-	-	0	32
III	卵礫石層	6.6~7.3	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
IV	岩層 (砂岩夾頁岩、泥岩)	7.3以下	>100	2.1	-	3.5	28	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(30/43)
(主線，里程100k+100~101k+000)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~8.4	22	1.9	-	-	-	0	30
II	岩層 (砂岩夾泥岩)	8.4以下	>100	2.1	-	3.0	28	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(31/43)
(主線，里程101K+000~104k+400)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	粉質黏土或粉土	0~3.8	24	1.98	10.625	1.0	24.5	0	32
II	粉土質砂	3.8~5.0	21	1.94	-	-	-	0	32
III	岩層 (砂岩夾頁岩、泥岩)	5.0以下	>100	2.1	-	3.0	28	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(32/43)
(主線，里程104K+600~106k+500)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~2.3	20	1.9	-	-	-	0	30
II	粉質黏土或粉土	2.3~4.1	17	1.98	10.625	1.0	24.5	0	32
III	粉土質砂	4.1~5.2	23	1.94	-	-	-	0	32
IV	岩層 (砂岩夾頁岩、泥岩)	5.2以下	>100	2.1	-	3.0	28	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(33/43)
(主線，里程107K+420~109K+980)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~3.4	20	1.9	-	-	-	0	30
II	粉質黏土或粉土	3.4~9.0	17	1.98	10.625	1.0	24.5	0	32
III	粉土質砂	9.0~11.0	23	1.94	-	-	-	0	32
IV	岩層 (砂質泥岩夾頁岩)	11.0以下	>100	2.1	-	3.0	28	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(34/43)

(國道3號主線，里程367K+320~371K+500)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~3.3	10	1.9	-	-	-	0	30
II	粉土質砂	3.3~9.0	15	1.93	-	-	-	0	30.5
III	岩層 (泥岩夾砂岩)	9.0以下	>100	2.1	-	3.5	28	-	-

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(35/43)

(國道10號主線，里程27K+440~33K+000)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)
I	回填層	0~2.6	>100	1.9	-	-	-	0	30
II	卵礫石層	2.6~12.7	>100	2.1	-	3.0	38	0	38
III	粉土質砂	12.7以下	19	1.93	-	-	-	0	30.5

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(36/43)

(國道3號之田寮二號高架橋-主線，里程274K+100~277K+800)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)	qu (t/m^2)
I	回填層	0.0~0.8	10	1.9	-	-	-	0.5	30	-
II	粉質黏土或粉土	0.8~2.8	8	2	2	-	-	0.5	28	-
III	岩層(泥岩)	2.8以下	>100	2.05	-	6.0	29.0	-	-	173~310

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(37/43)

(國道10號之高雄環線高架(三)橋段-主線，里程12K+100~12K+400)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)	qu (t/m^2)
I	回填層	0.0~1.8	10	1.9	-	-	-	0.5	30	-
II	粉質黏土或粉土	1.8~5.3	9	2	2.5	-	-	0.5	27	-
III	岩層(泥岩夾砂岩)	5.3以下	>100	2.05	-	6.0	29.0	-	-	113

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(38/43)

(國道10號之高雄環線高架(三)橋段-主線，里程11K+200~12K+100)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)	qu (t/m^2)
I	回填層	0.0~1.2	10	1.9	-	-	-	0.5	30	-
II	粉土質砂	1.2~3.7	4	2	-	-	-	0.5	29	-
III	粉質黏土或粉土	3.7~10.4	5	1.9	3.5	-	-	0.5	27	-
IV	粉土質砂	10.4~14.6	12	2	-	-	-	0.5	31	-
V	粉質黏土或粉土	14.6~21.6	10	1.95	7	-	-	0.5	29	-
VI	粉土質砂	21.6~27.0	25	2	-	-	-	0.5	34	-
VII	岩層(砂岩夾泥岩)	27.0以下	>100	2.05	-	6.0	29.0	-	-	113

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(39/43)

(國道10號之高雄環線高架(三)橋段-主線，里程9K+900~11K+200)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m3) (平均值)	Su (t/m2)	C (t/m2)	ϕ (deg)	C' (t/m2)	ϕ' (deg)	qu (t/m2)
I	回填層	0.0~1.4	10	1.9	-	-	-	0.5	30	-
II	粉土質砂	1.4~6.6	7	1.93	-	-	-	0.5	30	-
III	粉質黏土或粉土	6.6~16.5	9	1.92	5	-	-	0.5	28	-
IV	粉土質砂	16.5~30.0	27	2	-	-	-	0.5	34	-
V	砂質粉土	30.0~38.4	10	1.95	-	-	-	0.5	28	-
VI	粉土質砂	38.4~44.9	35	2	-	-	-	0.5	35	-
VII	岩層(泥岩夾砂岩)	44.9以下	>100	2.35	-	6.0	29.0	-	-	279

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(40/43)

(國道10號之高雄環線高架(三)橋段-主線，里程8K+000~9K+900)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)	qu (t/m^2)
I	回填層	0.0~1.9	10	1.9	-	-	-	0.5	30	-
II	粉質黏土或粉土	1.9~3.5	5	2	2	-	-	0.5	27	-
III	粉土質砂	3.5~6.5	6	1.9	-	-	-	0.5	30	-
IV	粉質黏土或粉土	6.5~15.8	5	1.9	5	-	-	0.5	28	-
V	粉土質砂	15.8~22.0	17	1.9	-	-	-	0.5	32	-
VI	岩層(泥岩夾砂岩)	22.0以下	>100	2.4	-	6.0	29.0	-	-	41~163

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(41/43)

(國道10號之跨越橋-主線，里程0K+100~0K+200)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)	qu (t/m^2)
I	回填層	0.0~0.6	10	1.9	-	-	-	0.5	30	-
II	粉質黏土或粉土	0.6~3.3	4	2	2	-	-	0.5	29	-
III	岩層(泥岩夾砂岩)	3.3以下	>100	2.38	-	6.0	29.0	-	-	188

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(42/43)

(國道10號之過水橋-主線，里程14K+200~14K+300)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)	qu (t/m^2)
I	回填層	0.0~1.3	23	1.9	-	-	-	0.5	30	-
II	粉質黏土或粉土	1.3~4.4	7	2	2	-	-	0.5	27	-
III	岩層(泥岩夾砂岩)	4.4以下	>100	2.38	-	6.0	29.0	-	-	255

表3.1-9　各里程路段簡化土層參數表(43/43)

(國道10號之過水橋-主線，里程14K+100~14K+200)

層次	土層描述	土層深度 GL.-(m)	N值 (平均值)	γt (t/m^3) (平均值)	Su (t/m^2)	C (t/m^2)	ϕ (deg)	C' (t/m^2)	ϕ' (deg)	qu (t/m^2)
I	回填層	0.0~3.8	12	1.9	-	-	-	0.5	30	-
II	粉土質砂	3.8~6.1	15	2	-	-	-	0.5	32	-
III	粉質黏土或粉土	6.1~9.6	5	1.95	3.5	-	-	0.5	27	-
IV	粉土質砂	9.6~11.1	16	1.95	-	-	-	0.5	32	-
V	粉質黏土或粉土	11.1~23.1	10	2	7.5	-	-	0.5	31	-
VI	粉質黏土或粉土	23.1~27.9	20	2.05	10	-	-	0.5	32	-
VII	岩層(泥岩夾砂岩)	27.9以下	>100	2.38	-	6.0	29.0	-	-	255

3.2 既有橋墩基礎承載能力

本工程範圍內既有各橋梁之基礎型式因地質條件的不同及結構設計需求等配合，大致可分為淺基礎、樁基礎(含打擊樁及鑽掘樁)及沉箱基礎等，各極限承載力計算依下列各小節敘述辦理。

3.2.1 淺基礎

根據蒐集之地質資料，本工程橋墩採淺基礎路段，主要承載地層為卵礫石層或岩層，其極限承載力之計算公式分別說明如下：

一、淺基礎座落於卵礫石層

座落於卵礫石層之淺基礎極限承載力將根據「公路橋梁耐震設計規範(98.06修訂)」C4.4節之相關規定設計之。

直接基礎之極限承載力及容許承載力根據以下所列方式估計之：

$$q'_u = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + \gamma_2 D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5\gamma_1 B' N^*_\gamma F_{rs} F_{rd} F_{ri} - \gamma_2 D_f$$

式中

q'_u ：基礎淨極限支承力(tf/m^2)。

FS ：安全係數，地震時取1.5。

c ：基礎板底面以下之土壤凝聚力(tf/m^2)。

γ_1 ：基礎板底以下B深度範圍內之土壤平均單位重，在地下水位以下者，應為其有效單位重(tf/m^3)。

γ_2 ：基礎板底以上之土壤平均單位重，在地下水位以下者，應為其有效單位重(tf/m^3)。

D_f ：基礎附近之最低地面至基礎板底面之深度，如鄰近有開挖，須考慮其可能之影響(m)。

N_c ， N_q ， N_γ ， N^*_γ ：支承力因素，與土壤摩擦角(ϕ)之關係如表3.2-1所示。

F_{cs} ， F_{qs} ， $F_{\gamma s}$ ：形狀影響因素。

F_{cd} ， F_{qd} ， $F_{\gamma d}$ ：埋置深度影響因素。

F_{ci} ， F_{qi} ， $F_{\gamma i}$ ：載重傾斜影響因素。

上述各形狀、埋置深度及載重傾斜影響因素如表3.2-2所示，其中對於偏心基礎之形狀影響因素應以有效寬度B'取代B，按表3.2-2計算。

有關於淺基礎(直接基礎)地震時之垂直承載力安全係數，依據交通部國道新建工程局頒「大地工程設計注意事項」100年5月3版規定『安全係數長期應不小於3.0，地震時安全係數應不小於1.5』，本計畫因應不同再現週期之地震力需求，將安全係數再細分為：FS=1.5(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震)。

表3.2-1　直接基礎支承力因素

ϕ(度)	N_c	N_q	N_γ	N_γ^*
0	5.3	1.0	0.0	0.0
1	5.3	1.1	0.0	0.0
2	5.3	1.1	0.0	0.0
3	5.3	1.2	0.0	0.0
4	5.3	1.3	0.0	0.0
5	5.3	1.4	0.0	0.0
6	5.3	1.5	0.0	0.0
7	5.3	1.6	0.0	0.0
8	5.3	1.7	0.0	0.0
9	5.3	1.8	0.0	0.0
10	5.3	1.9	0.0	0.0
11	5.5	2.1	0.0	0.0
12	5.8	2.2	0.0	0.0
13	6.0	2.4	0.0	0.0
14	6.2	2.5	1.1	0.9
15	6.5	2.7	1.2	1.1
16	6.7	2.9	1.3	1.4
17	7.0	3.1	1.5	1.7
18	7.3	3.4	1.6	2.0
19	7.6	3.6	1.8	2.4
20	7.9	3.9	2.0	2.9
21	8.2	4.2	2.2	3.4
22	8.6	4.5	2.4	4.1
23	9.0	4.8	2.7	4.8
24	9.4	5.2	3.0	5.7
25	9.9	5.6	3.3	6.8
26	10.4	6.0	3.6	8.0
27	10.9	6.5	4.0	9.6
28	11.4	7.1	4.4	11.2
29	13.2	8.3	5.4	13.5
30	15.3	9.8	6.6	15.7
31	17.9	11.7	8.4	18.9
32	20.9	14.1	10.6	22.0
33	24.7	17.0	13.7	25.6
34	29.3	20.8	17.8	31.1
35	35.1	25.5	23.2	37.8
36	42.2	31.6	30.5	44.4
37	51.2	39.6	41.4	54.0
38	62.5	49.8	57.6	64.0
39	77.0	63.4	80.0	78.8
40以上	95.7	81.2	114.0	93.6

註：N_γ^*為偏心載重基礎使用。

表3.2-2　直接基礎各項影響因素之計算式(Modified from Meyerhof, 1963)

提供支承力項目 / 考慮影響項目		凝聚力(C)	超載(q)	土重(γ)
形狀影響因素(S)	ϕ=0法	$F_{cs}=1+0.2\left[\frac{B}{L}\right]\leqq 1.2$	$F_{qs}=1.0$	$F_{\gamma s}=1.0$
	(ϕ≧=10°)	$F_{cs}=1+0.2\left[\frac{B}{L}\right]\tan 2\left[45°+\frac{\phi}{2}\right]$	$F_{qs}=1+0.1\left[\frac{B}{L}\right]\tan 2\left[45°+\frac{\phi}{2}\right]$	$F_{\gamma s}=1+0.1\left[\frac{B}{L}\right]\tan 2\left[45°+\frac{\phi}{2}\right]$
埋置深度影響因素(d)	ϕ=0法	$F_{cd}=1+0.2\left[\frac{D_f}{B}\right]\leqq 1.5$	$F_{qd}=1.0$	Frd=1.0
	(ϕ≧=10°)	$F_{cd}=1+0.2\left[\frac{D_f}{B}\right]\tan\left[45°+\frac{\phi}{2}\right]$	$F_{qd}=1+0.1\left[\frac{D_f}{B}\right]\tan\left[45°+\frac{\phi}{2}\right]$	$F_{\gamma d}=1+0.1\left[\frac{D_f}{B}\right]\tan\left[45°+\frac{\phi}{2}\right]$
載重傾斜影響因素(i)	(β≧ϕ)	$F_{ci}=\left[1-\frac{B}{90°}\right]^2$	$F_{qi}=\left[1-\frac{\beta}{90°}\right]^2$	$F_{\gamma i}=0$
	(β<ϕ)			$F_{\gamma i}=\left[1-\frac{\beta}{\phi}\right]^2$

註：當ϕ＜10°時使用ϕ=0法，此時形狀與埋置深度影響因素均有上限值

二、 淺基礎座落於岩層

座落於岩層之淺基礎極限承載力則將根據AASHTO(1996)第4.4.8.1.2節辦理，其中極限承載力將依據基礎下方2B深度內之岩心單軸壓縮強度(Co)及岩體分類(RMR、NGI或RQD)評估結果予以折減而得，承載力折減係數計算詳表3.2-3及表3.2-4。對於破碎、風化之岩石，若分類為岩體品質極差(Very poor)之岩石，可將之視為土體來計算其極限承載力。

$q_{ult}=N_{ms}C_o$

式內

N_{ms}：承載力折減係數，詳表3.2-3及表3.2-4(AASHTO,1996)

C_o ：岩心單軸壓縮強度

表3.2-3 極限承載壓力折減係數(N_{ms})表(取自AASHTO，1996)

Rock Mass Quality	General Description	RMR[1] Rating	NGI[2] Rating	RQD[3] (%)	N_{ms}[4] A	B	C	D	E
Excellent	Intact rock with joints spaced > 10 feet apart	100	500	95-100	3.8	4.3	5.0	5.2	6.1
Very good	Tightly interlocking, undisturbed rock with rough unweathered joints spaced 3 to 10 feet apart.	85	100	90-95	1.4	1.6	1.9	2.0	2.3
Good	Fresh to slightly weathered rock, slightly disturbed with joints spaced 3 to 10 feet apart	65	10	75-90	0.28	0.32	0.38	0.40	0.46
Fair	Rock with several sets of moderately weathered joints spaced 1 to 3 feet apart	44	1	50-75	0.049	0.056	0.066	0.069	0.081
Poor	Rock with numerous weathered joints spaced 1 to 20 inches apart with some gouge	23	0.1	25-50	0.015	0.016	0.019	0.020	0.024
Very poor	Rock with numerous highly weathered joints spaced < 2 inches apart	3	0.01	<25	Use q_{ult} for an equivalent soil mass				

[1]Geomechanics Rock Mass Rating (RMQ) System—Bieniawski, 1988.
[2]Norwegian Geotechnical Institute (NGI) Rock Mass Classification System, Barton, et al., 1974.
[3]Range of RQD values provided for general guidance only; actual determination of rock mass quality should be based on RMR or NGI rating systems.
[4]Value of N_{ms} as a function of rock type; refer to Table 4.4.8.1.2B for typical range of values of C_o for different rock type in each category.

表3.2-4　岩石分類表(取自AASHTO，1996)

Rock Category	General Description	Rock Type	C_o[1] (ksf)	C_o[1] (psi)
A	Carbonate rocks with well-developed crystal cleavage	Dolostone	700- 6,500	4,800-45,000
		Limestone	500- 6,000	3,500-42,000
		Carbonatite	800- 1,500	5,500-10,000
		Marble	800- 5,000	5,500-35,000
		Tactite-Skarn	2,700- 7,000	19,000-49,000
B	Lithified argillaceous rock	Argillite	600- 3,000	4,200-21,000
		Claystone	30- 170	200- 1,200
		Marlstone	1,000- 4,000	7,600-28,000
		Phyllite	500- 5,000	3,500-35,000
		Siltstone	200- 2,500	1,400-17,000
		Shale[2]	150- 740	1,000- 5,100
		Slate	3,000- 4,400	21,000-30,000
C	Arenaceous rocks with strong crystals and poor cleavage	Conglomerate	700- 4,600	4,800-32,000
		Sandstone	1,400- 3,600	9,700-25,000
		Quartzite	1,300- 8,000	9,000-55,000
D	Fine-grained igneous crystalline rock	Andesite	2,100- 3,800	14,000-26,000
		Diabase	450-12,000	3,100-83,000
E	Coarse-grained igneous and metamorphic crystalline rock	Amphibolite	2,500- 5,800	17,000-40,000
		Gabbro	2,600- 6,500	18,000-45,000
		Gneiss	500- 6,500	3,500-45,000
		Granite	300- 7,000	2,100-49,000
		Quartzdiorite	200- 2,100	1,400-14,000
		Quartzmonzonite	2,700- 3,300	19,000-23,000
		Schist	200- 3,000	1,400-21,000
		Syenite	3,800- 9,000	26,000-62,000

[1]Range of Uniaxial Compressive Strength values reported by various investigations.
[2]Not including oil shale.

3.2.2　樁基礎

本工程既有橋墩基樁施工方式包括打擊樁及鑽掘樁二種，其各單樁軸向(含下壓及拉拔)及側向等承載力計算分別說明如下：

一、 單樁垂直承載力

單樁之極限垂直承載力包含由樁周表面提供之摩擦阻力及由樁底端點提供之支承力，本工程以標準貫入試驗公式之方法推估。單樁之極限垂直承載力與容許垂直承載力依下列公式計算之：

$$Q_u=Q_s+Q_b-W_p=f_sA_s+q_bA_b-W_p$$

$$Q_a=\frac{Q_u}{FS}=\frac{Q_s}{FS_S}+\frac{Q_b}{FS_b}$$

式內

Q_u ：單樁之極限垂直承載力(t)

Q_a ：單樁之容許垂直承載力(t)

Q_s ：樁表面極限摩擦阻力(t)

Q_b ：樁底端點極限承載力(t)

f_s ：樁表面單位極限摩擦阻力(t/m^2)

A_s ：樁身之表面積(m^2)

q_b ：樁端之單位極限承載力(t/m^2)

A_b ：樁端之斷面積(m^2)

W_p ：樁體浸水重(t)，$W_p=1.4\ A_b\ L$

FS_s、FS_b：依據交通部國道新建工程局頒「大地工程設計注意事項」100年5月3版規定『其安全係數，於長期應不小於3.0，地震時應不小於1.25』，本計畫因應不同再現週期之地震力需求，將安全係數再細分為：FS=1.25(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震)。

以上樁表面摩擦阻力及樁端之極限承載壓力之計算，參考「建築物基礎構造設計規範」(90年10月)第5.3.1節表5.3-2及參考規範解說2.之建議值，詳表3.2-5。

表3.2-5　樁表面摩擦阻力及樁端極限承載壓力

基樁型式	地盤種類	$f_s(t/m^2)$	$q_b(t/m^2)$
打擊式	砂質土	$N/3(\leqq 15)$	$30\ \overline{N}$
	粘性土	註2	$4.5q_u$
鑽掘式	砂質土	$N/3(\leqq 15)$	$7.5\ \overline{N}\ (\leqq 300)$
	粘性土	$0.45C_u$	$9C_u$

註：1. 表中 $\overline{N}$ 值均採樁端點上方4倍樁徑範圍內土壤平均N值與樁端點下方1倍樁徑範圍內土壤平均N值之平均值，其值均不得超過50。

2. 採用$f_s=\alpha C_u$(C_u為不排水剪力強度)公式計算之，Tomlinson(1957, 1970及1971)認為α值之變化值極大，主要與黏土之不排水剪力強度與基樁貫入深度有關，其變化趨勢詳圖3.2-1。

3. 卵礫石層之q_b值視卵礫石含量而定，原則上不超過$750t/m^2$。

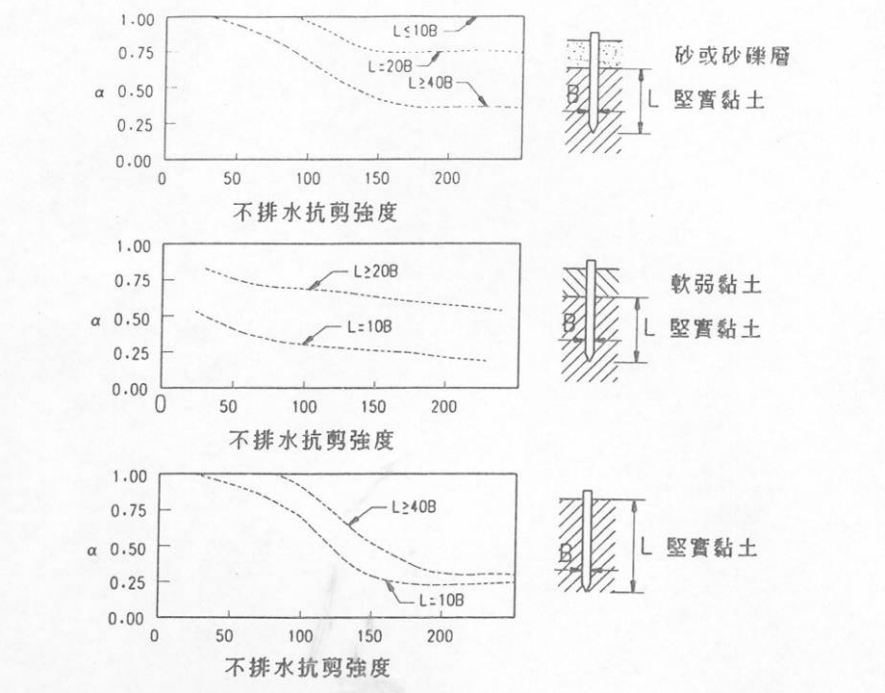


圖3.2-1　不等貫入深度基樁之α值(Tomlinson, 1970)

二、單樁拉拔力

本工程基樁之拉拔力計算，採用AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges(2002)第4.6.5.1節之公式如下：

$P_{Tu}=0.7f_SA_S+W_P$

$$P_{Ta}=\frac{P_{Tu}}{FS}$$

式內

P_{Tu} ：單樁之極限拉拔力(t)

P_{Ta} ：單樁之容許拉拔力(t)

f_s ：樁表面單位極限摩擦阻力(t/m^2)

A_s ：樁身之表面積(m^2)

W_p ：樁體浸水重(t)，$W_p=1.4\ A_b\ L$

FS ：依據交通部國道新建工程局頒「大地工程設計注意事項」100年5月3版規定『原則上長期應儘量避免長期承受拉拔力，地震時安全係數應不小於1.5』，本計畫因應不同再現週期之地震力需求，將安全係數再細分為：FS=1.5(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震)。

三、 單樁側向承載力

1. 水平地盤反力係數

單樁側向承載力行為模式與周圍土壤種類強度、基樁斷面及長度等因素有關，諸如凝聚性或非凝聚性土壤、基樁長短等。根據本工程既有橋梁竣工圖查得之基樁樁頭與樁帽銜接、基樁長度與樁徑比，此等基樁側向承載力行為模式可視為束縛型樁頭之長樁，而基樁受力之側向變位可由水平地盤反力係數(K_h)計算而得，因地盤反力係數為一非線性彈簧，其各不同狀態之估計將依據「日本道路橋示方書」之下部結構篇及耐震設計篇辦理，說明如下：

(1) 短期地震動態初始水平地盤反力係數$(K_h)_d$ - 適用調查時進行現地震測試驗

$$(K_H)_d = \frac{1}{30} E_d \left(\frac{B_H}{30}\right)^{-\frac{3}{4}}$$

$$E_d = 2(1+\nu_d)G_d$$

$$G_d = \frac{\gamma_t}{g} V_{sd}^{\ 2}$$

式內

$(K_h)_d$：短期地震動態初始水平地盤反力係數(kg/cm^3)

E_d ：地盤動態變形係數(kg/cm^2)

B_H ：與水平側向載重方向正交之等值基礎寬(cm)，即樁徑

ν_d ：地盤動態松柏比

G_d ：地盤動態剪力變形係數(kg/cm^2)

γ_t ：地盤單位重(kg/cm^3)

g ：重力加速度(m/s^2)

V_{sd} ：地盤剪切彈性波速度(m/s)，其中$V_{sdi} = C_v V_{si}$，當第i號土層之平均剪力波速度V_{si}小於300m/s時，C_v為0.8，V_{si}大於或等於300m/s時，C_v則為1.0

(2) 短期地震動態水平地盤反力係數$(K_h)_d$ - 適用調查時進行現地標準貫入試驗

在週期載重作用下，其對應於基樁樁頭變位1.0公分之$(K_h)_d$為：

$$K_h = \frac{1}{30} \alpha E_o \left(\frac{B_H}{30}\right)^{-\frac{3}{4}}$$

式內

K_h ：水平地盤反力係數(kg/cm^3)

α ：參數，α=2

E_0 ：地盤變形模數，$E_0 = 25N(kg/cm^2)$

B_H ：與水平側向載重方向正交之等值基礎寬(cm)，即樁徑

(3) 長期靜態水平地盤反力係數$(K_h)_s$

由於基樁周圍土壤受長期的時間依賴(Time Dependent)潛變及壓密影響，其靜態水平地盤反力係數(Kh)s為：

$$K_h = \frac{1}{30}\alpha E_o\left(\frac{B_H}{30}\right)^{-\frac{3}{4}}$$

式內

K_h ：水平地盤反力係數(kg/cm^3)

α ：參數，α = 1

E_0 ：地盤變形模數，E_0= $25N(kg/cm^2)$

B_H ：與水平側向載重方向正交之等值基礎寬(cm)，即樁徑

(4) 不同樁頭變位相對應之K_h值可由下列公式計算：

$$K_h = K_{hO}\left(\frac{y}{y_0}\right)^{\frac{-1}{2}}$$

式內

K_h ：對應於結構分析所得之基樁樁頭變位之水平地盤反力係數(kg/cm^3)

K_{h0} ：對應於基樁樁頭變位1.0公分之水平地盤反力係數(kg/cm^3)

y ：結構分析所得之基樁樁頭變位(cm)

y_0 ：樁頭變位1.0公分

2. 基樁樁頭變位

關於束縛型樁頭之長樁樁頭變位將依據張有齡(1937)提出之公式計算之：

$$\beta = \sqrt[4]{K_h D / 4E_C I_C}$$

$$\delta = \frac{H}{4E_C I_C \beta^3} = \frac{\beta H}{K_h D}$$

式內

K_h ：水平地盤反力係數(kg/cm^3)，其值為本節「(1)水平地盤反力係數」之計算結果

D ：樁徑(cm)

E_c ：混凝土之彈性模數(kg/cm^2)

I_c ：混凝土之慣性矩(cm^4)

β ：樁變形因數(cm^{-1})

H ：側向支承力(t)

δ ：樁頭容許水平變化量(cm)

3. 單樁側向極限承載力

基樁破壞模式端視基樁材料、基樁斷面及周圍土壤種類強度等，一般分為土壤破壞及基樁破壞二種模式。本工程束縛型樁頭之長樁側向極限承載力(Q_u)計算，將依據Broms(1964)提出之黏土：Q_u/C_uB^2與M_{ult}/C_uB^3關係圖(詳圖3.2-2)及砂土：$Q_{ult}/B^3\gamma K_p$與$M_{ult}/B^4\gamma Kp$關係圖(詳圖3.2-3)辦理，式中：C_u為黏土不排水剪力強度，B為樁徑，γ為土壤單位重，K_p則為被動土壓力係數，R為樁勁度因數，即樁變形因數β之倒數。

$R = 1/\beta = 1/\sqrt[4]{K_h D/4E_C I_C}$　各項參數同前節β之相關計算

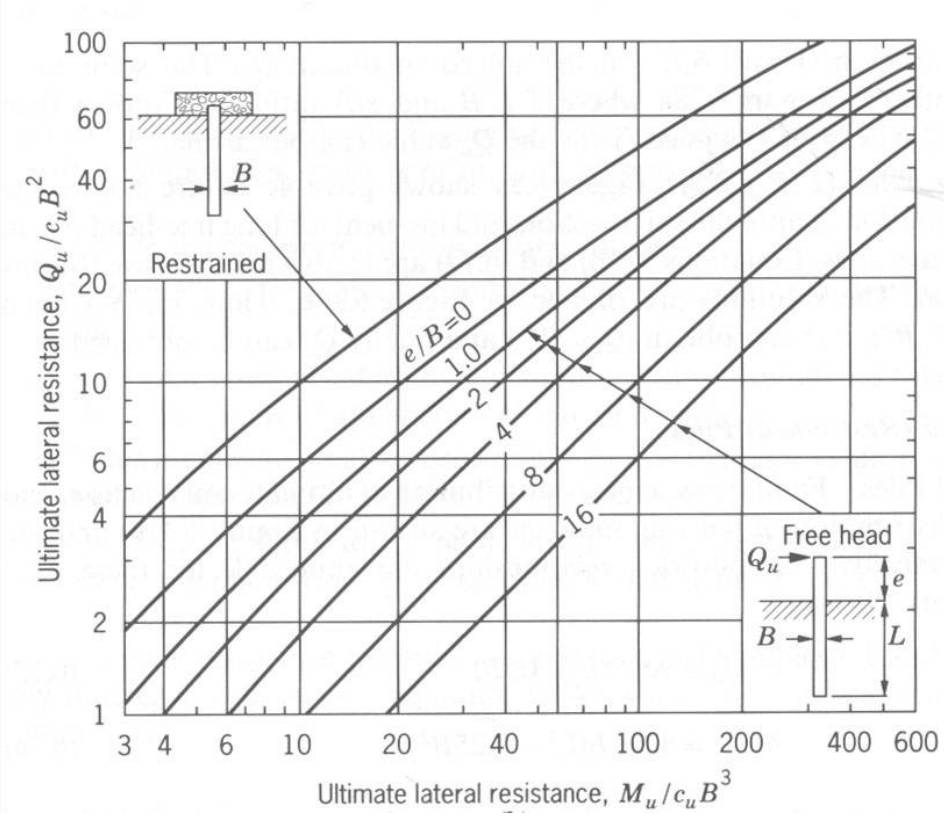


圖3.2-2　黏土層，中長樁之極限側向承載力

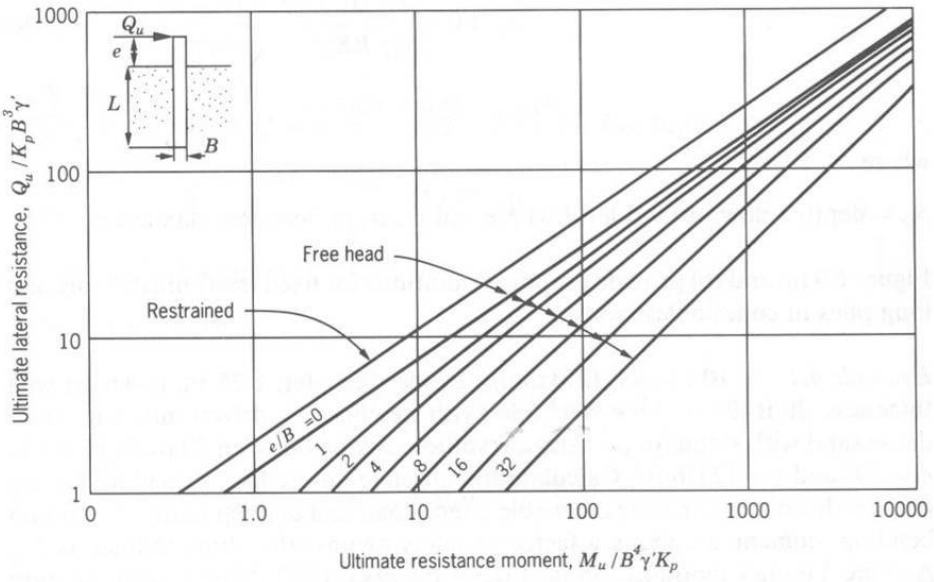


圖3.2-3　砂土層，中長樁之極限側向承載力

四、 群樁

基樁受載重時，相鄰基樁間之應力影響圈會重疊，將會造成群樁效應，應力重疊之程度與基樁載重及樁間距有關，若間距不足可能導致土壤產生剪力破壞或超量沉陷，以及內部基樁與外圍基樁受力不均勻的現象。若要使群樁受力時各單樁之間互不受影響，由Fleming(1985)之研究顯示，當樁距小於2~3倍樁徑時，群樁破壞較為接近整體基礎快的破壞模式，本工程參考日本建築學會建築基礎構造設計指針(1988)之規定：「間距至少為樁頭直徑之2.5倍，且不得小於75cm(預鑄混凝土樁)或1m(場鑄混凝土樁)」，據以檢核既有橋梁基樁承載力是否會造成群樁效應，若間距小於上述規定時，則其群樁之承載力依下列各小節之方法計算。

1. 群樁垂直承載力

(1) 座落於堅實地層且下方無軟弱土層之點承樁或座落於砂土層之群樁，若間距小於上述規定時，其總承載力需乘以載重折減係數，群樁中每根樁之載重折減係數可按Converse-Labarre公式計算之：

$$E = 1 - \varphi \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

式內

E ：群樁中每根樁之載重折減係數

n ：每排樁之根數

m ：群樁之排數

ϕ ：$\phi=\tan^{-1}(d/s)$，ϕ採角度量表示，其中d為樁之平均樁徑，s為樁之中心間距，如縱橫方向之中心間距不同時，二者之中取較小者

(2) 座落於黏土層之群樁，其總承載力可依下列二種方法計算並取其較小者：

A. 將群樁視為一整體之基礎塊，並以其底面之承載力及四周摩擦阻力之和為其總承載力。

$$\sum Q_u = L_g B_g c_{u(p)} N_C^* + \sum 2(L_g + B_g) c_u \Delta L$$

式內

L_g、B_g：群樁周圍之長度及寬度(m)

N_c^* ：承載力因子

B. 以單樁之摩擦阻力乘以樁數後之總和，再乘以適當之折減值，加上單樁端點承載力之總和，為群樁之總承載力。

$$\sum Q_u = mn[9A_p c_{u(p)} + \sum \alpha C_u p \Delta L]$$

式內

n：每排樁之根數

m：群樁之排數

p：單樁周長(m)

2. 群樁拉拔力

群樁之容許拉拔力應就下列二種方法計算並取其較小者：

(1) 群樁之各單樁容許拉拔力之總和。

(2) 可依下列公式計算之：

$$P_{gTu}=\tau LU_g+\Sigma W_p$$

$$P_{gTa}=\frac{P_{gTu}}{FS}$$

式內

P_{gTu} ：群樁之極限拉拔力(t)

P_{gTa} ：群樁之容許拉拔力(t)

ΣW_p ：群樁浸水重(t)

U_g ：群樁之外圍周長(m)

L ：樁長(m)

τ ：土壤之抗剪力強度(t/m^2)

FS ：依據交通部國道新建工程局頒「大地工程設計注意事項」100年5月3版規定：『原則上長期應儘量避免長期承受拉拔力，地震時安全係數應不小於1.5』，本計畫因應不同再現週期之地震力需求，將安全係數再細分為：FS=1.5(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震)。

3. 群樁側向承載力

若間距小於上述規定時，其總承載力需乘以載重折減係數，群樁中每根樁之載重折減係數可按下列公式計算之：

$$e_g=\left[1-5\left\{1-(0.6-0.25k)d^{(0.3+0.2k)}\right\}\times\left\{1-m^{-0.22}-n^{-0.09}\right\}\right]^{4/3}$$

式內

e_g ：群樁中每根樁之載重折減係數

k ：樁頭固定度，一般為0.6

d ：d=s/D，其中s為樁之中心間距，如縱橫方向之中心間距不同時，二者之中取較小者，D為樁之平均樁徑

m ：水平力作用方向之樁根數

n ：水平力垂直作用方向之樁根數

3.2.3 沉箱基礎

作用於沉箱基礎之垂直載重理論上應可由沉箱周面之摩擦阻力及其底面之垂直反力共同承載，但施工過程中常發生擴挖或對於周圍土層產生過度擾動等不確定因素，且在竣工後沉箱周面與土壤之接觸情形無法完全掌握的考量下，本承載力評估過程中將不予考量沉箱周面之摩擦阻力之貢獻。

1. 垂直極限承載力

沉箱基礎之垂直極限承載力依下列公式計算之：

$q_u = \alpha c N_c + \gamma_2 D_f N_q + 0.5 \beta \gamma_1 B N_\gamma$

$$q_a = \frac{1}{FS}(q_u - \gamma_2 D_f) + \gamma_2 D_f$$

式內

q_u ：極限承載力(t/m^2)

q_a ：容許承載力(t/m^2)

c ：基礎底面下之土壤凝聚力(t/m^2)

γ_1 ：基礎底面下之土壤有效單位重(t/m^3)

γ_2 ：基礎底面以上之土壤有效單位重(t/m^3)

D_f ：基礎之有效埋置深度(m)

B ：基礎寬度(m)

α、β：基礎底面形狀影響因子，詳下表所示：

形狀因子 \ 基礎底面形狀	條形	正方形或圓形	矩形或長圓形
α	1	1.3	$1+0.3\frac{B}{D}$
β	1	0.6	$1-0.4\frac{B}{D}$

N_c、N_q、N_γ：承載力因子，與直接基礎之該因子相同

FS　：依據交通部國道新建工程局頒「大地工程設計注意事項」100年5月3版規定：『於長期應不小於3.0，地震時應不小於2.0。』，本計畫因應不同再現週期之地震力需求，將安全係數再細分為：FS=2.0(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震)。

2. 水平極限承載力

沉箱基礎之水平極限承載力為沉箱正前方土層之水平反力與沉箱底面摩擦阻力之總和。沉箱正前方土層之水平反力係為該位置地層之被動土壓力值，可依下列公式計算：

$$\sigma_p = \sigma'_Z K_p + 2c\sqrt{K_p}$$

$$\sigma_{PE} = \sigma'_Z K_{PE} + 2c\sqrt{K_{PE}}$$

被動土壓力係數，於常時可依下式計算之：

$$K_P = \frac{\cos^2\varphi}{\cos\delta\left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta-\varphi)\sin(\varphi+\alpha)}{\cos\delta\cos\alpha}}\right)^2}$$

於地震時，其被動土壓力係數則為：

$$K_{PE} = \frac{\cos^2\phi}{\cos\delta_e\left\{1-\left[\frac{\sin(\delta_e-\phi)\sin(\phi+\alpha)}{\cos\delta_e\cos\alpha}\right]^{1/2}\right\}^2}$$

以上2式中

ϕ = 土壤之摩擦角(°)

δ = 常時土壤與沉箱壁面之摩擦角(°)

δ_e = 地震時土壤與沉箱壁面之摩擦角(°)

α = 地表傾角(°)

沉箱底面之摩擦阻力則由基礎底面與地層間之摩擦力與附著力所提供，其值大小與地層特性及基礎施工方法有關，可依下列公式計算：

$R_f = N\tan\delta + AC_a$

式內

R_f ：基礎底面之摩擦阻力

N　：作用於基礎底面之有效垂直荷重(t)

δ　：基礎底面與地層間之摩擦角(°)，詳下表所示

A　：基礎底面之有效接觸面積(m^2)

C_a ：基礎底面與地層之有效附著力(t/m^2) ，詳下表所示

底面接觸條件	δ	C_a
土壤與混凝土	δ=2/3ϕ	$C_a = 0$
土壤與混凝土間敷設碎石	δ=ϕ≦30°	$C_a = 0$
岩層與混凝土	δ=30°	$C_a = 0$

依據交通部國道新建工程局頒「大地工程設計注意事項」100年5月3版規定：「沉箱正前方及側邊地層之水平支承力其安全係數，於長期應不小於1.5，於地震時應不小於1.1。沉箱底面之摩擦阻力其安全係數，於長期應不小於1.5，地震時應符合『公路橋梁耐震設計規範』之規定」，本計畫因應不同再現週期之地震力需求，將安全係數再細分如下：

- 沉箱正前方及側邊地層之水平支承力：FS=1.1(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震)
- 沉箱底面之摩擦阻力：FS=1.0(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震)。

3.2.4 基礎承載能力評估結果

耐震補強各橋梁之基礎承載能力，係根據前節各類基礎型式極限承載公式，並參酌既有各橋段基礎型式，包括淺基腳(含埋置深度、長寬尺寸)、基樁(含樁徑、長度)、沉箱(含直徑、埋置深度)，並根據各橋梁簡化土層參數表，計算沿線各類型基礎之極限承載值，整理摘要各橋評估結果詳附錄五。

3.3 工址地盤分類

用於決定工址地盤放大係數之地盤分類，依「公路橋梁耐震設計規範」(97年11月)地2.2節所述方式區分，除台北盆地區域外，餘依工址地表面下30公尺內之土層平均剪力波速V_{S30}決定之。V_{S30}≥ 270 *m/s* 者為第一類地盤；180 *m/s* ≤V_{S30}< 270 *m/s*者，為第二類地盤；V_{S30}< 180 *m/s*者，為第三類地盤。

工址地表面下30公尺內之土層平均剪力波速V_{S30}依下列公式計算：

$$V_{S30} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} d_i / V_{si}} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i / V_{si}}$$

其中，d_i 為第i層土層之厚度(m)。V_{si}為第 i 層土層之平均剪力波速(m/s)，可使用實際量測值，或依下列經驗公式計算：

粘性土層：

$$V_{si} = \begin{cases} 100N_i^{1/3} & 2 \le N_i \le 25 \\ 120q_u^{0.36} & 2 > N_i \end{cases} \quad \text{.....(4-1)}$$

砂質土層：

$$V_{si} = 80N_i^{1/3} \quad 1 \le N_i \le 50 \quad \text{.....(4-2)}$$

其中，q_u為黏性土壤單軸壓縮強度(kgf/cm^2)，N_i為由標準貫入試驗所得之第i層土層之平均N值。

本節將依上述方式求得工址地表面下30公尺內之土層平均剪力波速V_{S30}，並據以區分工程沿線各區段之地盤分類，各路段地盤分類初步評估詳見表3.3-1。

表3.3-1　地盤分類初步評估表

項次	橋名	地盤分類
1	北側基隆河橋 N	第二類地盤
2	北側基隆河橋 S	第二類地盤
3	汐止系統交流道匝道 6 跨東側基隆河橋	第一類地盤
4	汐止系統交流道 CDI-SB-RD	第二類地盤
5	汐止系統交流道 CDI-NB-RD	第二類地盤
6	汐止系統交流道匝道 7 跨西側基隆河橋	第二類地盤
7	汐止系統交流道匝道 3	第三類地盤
8	汐止系統交流道匝道 1 跨北側基隆河橋	第二類地盤
9	汐止系統交流道匝道 2 跨北側基隆河橋	第二類地盤
10	汐止系統交流道匝道 7 跨北側基隆河橋	第二類地盤
11	新台五路橋 N	第一類地盤
12	新台五路橋 S	第一類地盤
13	新台五路交流道匝道 3 跨鐵路橋	第二類地盤
14	新台五路交流道匝道 4 排水溝渠橋	第一類地盤
15	新台五路交流道匝道 7 排水溝渠橋	第二類地盤
16	新台五路交流道匝道 7 跨光復街橋	第一類地盤
17	新台五路交流道匝道 7 跨匝道 1 橋	第一類地盤
18	貨櫃場通道跨越橋	第一類地盤
19	橫科路橋 N	第三類地盤
20	橫科路橋 S	第三類地盤
21	南深路橋 N	第一類地盤
22	南深路橋 S	第一類地盤
23	南港系統交流道匝道 3 跨越橋	第二類地盤
24	匝道 6 橋 S(南港交流道)	第一類地盤
25	匝道 6 橋 N(南港交流道)	第一類地盤
26	南港系統交流道環道 5 跨越橋	第一類地盤
27	南港系統交流道匝道 3 跨南深路橋	第一類地盤
28	四分子一坑高架橋 N	第一類地盤
29	四分子一坑高架橋 S	第一類地盤
30	璋樹里高架橋 N	第二類地盤
31	璋樹里高架橋 S	第二類地盤
32	舊莊高架橋 N	第一類地盤
33	舊莊高架橋 S	第一類地盤
34	四分里坑高架橋 N	第一類地盤
35	四分里坑高架橋 S	第一類地盤
36	富德橋 S	第一類地盤

項次	橋名	地盤分類
37	景美溪北橋	第一類地盤
38	景美溪南橋	第一類地盤
39	木柵交流道匝道一富德橋	第一類地盤
40	木柵交流道匝道二景美溪橋	第一類地盤
41	木柵交流道匝道四猴山坑橋	第一類地盤
42	木柵交流道匝道四景美溪橋	第一類地盤
43	木柵交流道匝道四富德橋	第一類地盤
44	景美溪橋 W	第一類地盤
45	景美溪橋 E	第一類地盤
46	指南路穿越橋 N (無名溪橋 N)	第一類地盤
47	指南路穿越橋 S (無名溪橋 S)	第一類地盤
48	新店高架橋 N	第一類地盤
49	新店高架橋 S	第一類地盤
50	新店交流道匝道 1	第一類地盤
51	新店交流道匝道 2	第一類地盤
52	新店交流道環道 4	第一類地盤
53	新店交流道聯絡道高架橋	第一類地盤
54	新店交流道聯絡道排水橋	第一類地盤
55	檳榔坑橋 N	第一類地盤
56	檳榔坑橋 S	第一類地盤
57	碧潭橋 N	第一類地盤
58	碧潭橋 S	第一類地盤
59	安坑交流道匝道 5 跨越橋	第二類地盤
60	安坑交流道匝道 6 跨越橋	第一類地盤
61	安坑交流道連絡道跨越橋	第二類地盤
62	安坑溪橋 N	第二類地盤
63	安坑溪橋 S	第一類地盤
64	安坑橋	第二類地盤
65	安坑橋 A6 匝道	第三類地盤
66	安坑橋 A5 匝道	第三類地盤
67	安坑橋 A3 匝道	第二類地盤
68	安坑橋 A4 匝道	第二類地盤
69	安坑飛越橋	第三類地盤
70	中和一號穿越橋 S	第一類地盤
71	中和五號穿越橋 N	第一類地盤
72	興南路南穿越橋 S	第一類地盤
73	興南路北穿越橋 N	第一類地盤
74	中和交流道北主線高架橋 (一)	第一類地盤
75	中和交流道北主線高架橋 (二)	第二類地盤
76	中和交流道南主線高架橋 (一)	第一類地盤
77	中和交流道匝道 F	第一類地盤
78	中和交流道南主線高架橋 (二)	第一類地盤

項次	橋名	地盤分類
79	中和交流道南主線高架橋 (三)	第二類地盤
80	中和交流道匝道 A (一)	第二類地盤
81	中和交流道匝道 A (二)	第一類地盤
82	中和交流道匝道 B (一)	第一類地盤
83	中和交流道匝道 B (二)	第一類地盤
84	中和交流道匝道 C	第一類地盤
85	中和交流道匝道 D	第二類地盤
86	中和交流道匝道 E	第二類地盤
87	中和交流道聯絡道高架橋 W (一)	第一類地盤
88	中和交流道聯絡道高架橋 E (一)	第一類地盤
89	中和交流道聯絡道高架橋 W (二)	第二類地盤
90	中和交流道聯絡道高架橋 E (二)	第二類地盤
91	中和交流道匝道 G	第一類地盤
92	中和交流道匝道 H	第一類地盤
93	中和交流道匝道 L	第二類地盤
94	中和交流道匝道 R	第二類地盤
95	永豐路穿越橋 S	第一類地盤
96	永豐路穿越橋 N	第一類地盤
97	計劃路穿越橋 N	第一類地盤
98	計劃路穿越橋 S	第一類地盤
99	仁愛路穿越橋 N	第一類地盤
100	仁愛路穿越橋 S	第一類地盤
101	青雲路穿越橋 N	第二類地盤
102	青雲路穿越橋 S	第二類地盤
103	柑林埤排水橋 S	第一類地盤
104	柑林埤排水橋 N	第一類地盤
105	土城一號穿越橋 N	第二類地盤
106	土城一號穿越橋 S	第二類地盤
107	和平路穿越橋 N	第二類地盤
108	和平路穿越橋 S	第二類地盤
109	土城一號排水橋 S	第一類地盤
110	土城一號排水橋 N	第一類地盤
111	土城二號穿越橋 N	第一類地盤
112	土城二號穿越橋 S	第一類地盤
113	忠義路穿越橋 S	第一類地盤
114	忠義路穿越橋 N	第一類地盤
115	承天路穿越橋 N	第一類地盤
116	承天路穿越橋 S	第一類地盤
117	永和街穿越橋(南向)	第一類地盤
118	永和街穿越橋(北向)	第一類地盤
119	土城 IC 穿越橋(北向)	第一類地盤
120	土城 IC 穿越橋(南下)	第一類地盤

項次	橋名	地盤分類
121	永寧路穿越橋(北向)	第一類地盤
122	永寧路穿越橋(南向)	第一類地盤
123	海山排水橋(北向)	第一類地盤
124	海山排水橋(南向)	第一類地盤
125	土城交流道穿越橋匝道 A(永寧路)	第一類地盤
126	永安街穿越橋(西向)	第一類地盤
127	永安街穿越橋(東向)	第一類地盤
128	頂埔 30 號計劃路穿越橋(北向)	第一類地盤
129	頂埔 30 號計劃路穿越橋(南向)	第二類地盤
130	大暖路穿越橋(北向)	第一類地盤
131	大暖路穿越橋(南向)	第一類地盤
132	台三線中央路穿越橋(南向)	第一類地盤
133	台三線中央路穿越橋(北向)	第一類地盤
134	舊台三線介壽路穿越橋(北向)	第一類地盤
135	舊台三線介壽路穿越橋(南向)	第一類地盤
136	三峽溪河川橋(北向)	第二類地盤
137	三峽溪河川橋(南向)	第二類地盤
138	佳園路穿越橋(北向)	第一類地盤
139	佳園路穿越橋(南向)	第一類地盤
140	龍埔路穿越橋(北向)	第一類地盤
141	龍埔路穿越橋(南向)	第一類地盤
142	三鶯交流道復興路穿越橋(北向)	第一類地盤
143	三鶯交流道復興路穿越橋(南向)	第一類地盤
144	大漢溪河川橋(南向)	第一類地盤
145	大漢溪河川橋(北向)	第一類地盤
146	大溪一號排水橋(北向)	第一類地盤
147	大溪一號排水橋(南向)	第一類地盤
148	大溪二號排水橋(北向)	第一類地盤
149	大溪二號排水橋(南向)	第一類地盤
150	大溪二號渡槽兼人行橋	第一類地盤
151	大溪三號渡槽兼人行橋	第一類地盤
152	112 路跨越橋(雙向)	第一類地盤
153	大溪交流道 IC 穿越橋(北向)	第一類地盤
154	大溪交流道 IC 穿越橋(南向)	第一類地盤
155	桃 64 路穿越橋(北向)	第一類地盤
156	桃 64 路穿越橋(南向)	第一類地盤
157	石門大圳穿越橋(北向)	第一類地盤
158	石門大圳穿越橋(南向)	第一類地盤
159	台三路跨越橋(雙向)	第一類地盤
160	龍潭一號渡槽兼人行橋	第一類地盤
161	龍潭一號排水橋(南向)	第一類地盤
162	龍潭一號排水橋(北向)	第一類地盤

項次	橋名	地盤分類
163	龍潭交流道 IC 穿越橋(南向)	第一類地盤
164	龍潭交流道 IC 穿越橋(北向)	第一類地盤
165	龍潭 IC C-D 穿越橋	第一類地盤
166	龍潭高架橋(北向)	第一類地盤
167	龍潭高架橋(南向)	第一類地盤
168	龍潭二號排水橋(北向)	第一類地盤
169	龍潭二號排水橋(南向)	第一類地盤
170	台三線穿越橋(北向)	第一類地盤
171	台三線穿越橋(南向)	第一類地盤
172	桃 67 路跨越橋(高楊北路)雙向	第一類地盤
173	龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)	第一類地盤
174	桃 68 高原路跨越橋	第一類地盤
175	龍潭三號排水橋(北向)	第一類地盤
176	龍潭三號排水橋(南向)	第一類地盤
177	龍潭二號跨越橋(雙向)	第一類地盤
178	牛欄河一號橋(南向)	第一類地盤
179	牛欄河一號橋(北向)	第一類地盤
180	關西一號跨越橋(東向)	第一類地盤
181	關西一號跨越橋(西向)	第一類地盤
182	牛欄河二號橋(南向)	第一類地盤
183	牛欄河二號橋(北向)	第一類地盤
184	竹 18-2 鄉道穿越橋(光明路)南向	第一類地盤
185	竹 18-2 鄉道穿越橋(光明路)北向	第一類地盤
186	關西 IC 穿越橋(北向)	第一類地盤
187	關西 IC 穿越橋(南向)	第一類地盤
188	關西 IC 穿越橋匝道 A 西向	第一類地盤
189	關西 IC 穿越橋匝道 A 東向	第一類地盤
190	94K+383 跨越橋(雙向)	第一類地盤
191	雲南路跨越橋(雙向)	第一類地盤
192	寶山三號跨越橋(雙向)	第一類地盤
193	新竹一號跨越橋(雙向)	第一類地盤
190	94K+383 跨越橋(雙向)	第一類地盤
191	雲南路跨越橋(雙向)	第一類地盤
192	寶山三號跨越橋(雙向)	第一類地盤
193	新竹一號跨越橋(雙向)	第一類地盤
194	深坑排水橋(北向)	第一類地盤
195	深坑排水橋(南向)	第一類地盤
196	竹 16 道穿越橋(南向)	第一類地盤
197	竹 16 道穿越橋(北向)	第一類地盤
198	大同里跨越橋(雙向)	第一類地盤
199	水坑排水橋(南向)	第一類地盤
200	水坑排水橋(北向)	第一類地盤

項次	橋名	地盤分類
201	鳳山溪河川橋(北向)	第一類地盤
202	鳳山溪河川橋(南向)	第一類地盤
203	下橫坑河川橋(南向)	第一類地盤
204	下橫坑河川橋(北向)	第一類地盤
205	竹 21 鄉道穿越橋(南向)	第一類地盤
206	竹 21 鄉道穿越橋(北向)	第一類地盤
207	崁下排水橋(北向)	第一類地盤
208	崁下排水橋(南向)	第一類地盤
209	120 縣道文衡路穿越橋(北向)	第一類地盤
210	120 縣道文衡路穿越橋(南向)	第一類地盤
211	竹林交流道穿越橋(北向)	第一類地盤
212	竹林交流道穿越橋(南向)	第一類地盤
213	竹林 IC 環道 R-A 穿越橋	第一類地盤
214	赤柯窟排水橋(北向)	第一類地盤
215	赤柯窟排水橋(南向)	第一類地盤
216	中坑排水橋(北向)	第一類地盤
217	中坑排水橋(南向)	第一類地盤
218	頭前溪河川橋(北向)	第一類地盤
219	頭前溪河川橋(南向)	第一類地盤
220	122 縣道中興路跨越橋(雙向)	第一類地盤
221	92K+542 跨越渡槽兼人行橋(雙向)	第一類地盤
222	四重溪排水橋(北向)	第一類地盤
223	四重溪排水橋(南向)	第一類地盤
224	竹 40 鄉道穿越橋(北向)	第一類地盤
225	竹 40 鄉道穿越橋(南向)	第一類地盤
226	94K+612 渡槽跨越橋(雙向)	第一類地盤
227	柯子湖排水橋(北向)	第一類地盤
228	柯子湖排水橋(南向)	第一類地盤
229	竹 45 鄉道跨越橋(雙向)	第一類地盤
230	寶山 IC 雙溪排水橋(北向)	第一類地盤
231	寶山 IC 雙溪排水橋(南向)	第一類地盤
232	竹 43 鄉道跨越橋(雙向)	第一類地盤
233	水尾溪排水橋(北向)	第一類地盤
234	水尾溪排水橋(南向)	第一類地盤
235	新竹系統交流道匝道 E(一)穿越橋	第二類地盤
236	新竹系統交流道匝道 A(二)跨越橋	第一類地盤
237	新竹系統交流道匝道 E(二)跨越橋	第一類地盤
238	新竹系統交流道匝道 A(三)跨越橋	第一類地盤
239	新竹系統交流道匝道 A(四)跨越橋	第一類地盤
240	新竹系統交流道匝道 G 排水橋	第一類地盤
241	新竹系統交流道匝道 E 排水橋	第一類地盤
242	寶山 IC 匝道六排水橋(一)	第一類地盤

項次	橋名	地盤分類
243	寶山 IC 匝道六排水橋(二)	第二類地盤
244	寶山 IC 匝道七排水橋	第二類地盤
245	寶山一號跨越橋(雙向)	第一類地盤
246	崎林路高架橋(雙林路)北向	第一類地盤
247	崎林路高架橋(雙林路)南向	第一類地盤
248	寶山二號跨越橋(雙向)	第一類地盤
249	茄冬 IC117 縣道穿越橋(北向)	第一類地盤
250	茄冬 IC117 縣道穿越橋(南向)	第一類地盤
251	117 縣道跨越橋(雙向)	第一類地盤
252	茄苳高架橋(北向)	第一類地盤
253	茄苳高架橋(南向)	第一類地盤
254	117 縣道(一)高架橋(北向)	第一類地盤
255	117 縣道(一)高架橋(南向)	第一類地盤
256	新竹二號跨越橋(雙向)	第一類地盤
257	117 縣道(二)高架橋(北向)	第一類地盤
258	117 縣道(二)高架橋(南向)	第一類地盤
259	新竹三號跨越橋(雙向)	第一類地盤
260	台一線穿越橋(北向)	第一類地盤
261	台一線穿越橋(南向)	第一類地盤
262	鹽水溪排水橋(北向)	第一類地盤
263	鹽水溪排水橋(南向)	第一類地盤
264	台 13 線穿越橋(北向)	第一類地盤
265	台 13 線穿越橋(南向)	第一類地盤
266	茄苳 IC C-D 穿越橋	第一類地盤
267	鸞崎溪河川橋(北)	第一類地盤
268	鸞崎溪河川橋(南)	第一類地盤
269	二仁溪 2 號河川橋(北)	第一類地盤
270	二仁溪 2 號河川橋(南)	第一類地盤
271	里港洩洪橋(東)	第一類地盤
272	里港洩洪橋(西)	第一類地盤
273	吉洋溪 1 號排水橋(東)	第一類地盤
274	吉洋溪 1 號排水橋(西)	第一類地盤
275	屏 92 穿越兼排水橋(東)	第一類地盤
276	屏 92 穿越兼排水橋(西)	第一類地盤
277	美濃溪河川橋(東)	第一類地盤
278	美濃溪河川橋(西)	第一類地盤
279	鑽孔編號 CH-1 處	第一類地盤
280	鑽孔編號 CH-2 處	第二類地盤
281	鑽孔編號 CH-3 處	第一類地盤
282	鑽孔編號 CH-4 處	第二類地盤
283	鑽孔編號 CH-5 處	第一類地盤
284	鑽孔編號 CH-6 處	第二類地盤

項次	橋名	地盤分類
285	鑽孔編號 CH-7 處	第一類地盤
286	鑽孔編號 CH-8 處	第一類地盤
287	鑽孔編號 CH-9 處	第一類地盤
288	鑽孔編號 CH-10 處	第二類地盤
289	鑽孔編號 CH-11 處	第三類地盤
290	鑽孔編號 CH-12 處	第二類地盤
291	鑽孔編號 CH-13 處	第二類地盤
292	鑽孔編號 CH-14 處	第二類地盤
293	鑽孔編號 CH-15 處	第二類地盤
294	鑽孔編號 CH-16 處	第二類地盤
295	鑽孔編號 CH-17 處	第二類地盤
296	鑽孔編號 CH-18 處	第二類地盤
297	鑽孔編號 CH-19 處	第二類地盤
298	鑽孔編號 CH-20 處	第二類地盤
299	鑽孔編號 CH-21 處	第一類地盤
300	鑽孔編號 CH-22 處	第一類地盤
301	鑽孔編號 CH-23 處	第二類地盤
302	鑽孔編號 CH-24 處	第二類地盤

3.4 工址液化潛能評估

飽和且疏鬆之砂土在地震作用時，可能會因為大量的超額孔隙水壓，在來不及消散的情況下，導致砂土的有效應力為零，此時砂土層的剪力強度喪失而產生所謂的液化現象。近數十年，有關土壤液化潛能評估之方法繁多，而工程界普遍採用之簡易法(Simplified Method)在求取現場砂土層於地震作用時之抗液化強度，多以現地試驗結果(如SPT-N值、CPT-Qc值、剪力波速Vs等)與經驗公式及圖表求得，目前國內工程界最常用的SPT試驗土壤液化評估法有日本道路協會液化評估法(2002)、NCEER SPT-N簡易法(1996)及Tokimatsu & Yoshimi液化評估法(1983)等，然而此三種方法各有其不同發展背景、考量因子、評估模式或判斷依據，所使用的各項參數本身亦具有相當程度的不確定性，即使對同一土層所評估出來的液化潛能也不盡相同，故各學者在決定土壤抗液化強度時便已考慮「保守性」問題。根據交通部委託國家地震工程研究中心以「土壤液化對交通結構物之影響及液化潛能評估方法與災害分析模式之研究」為主題於93年度提出之研究成果，上述三種評估方法對本土案例都能達到合理的分析效果，惟對於土壤參數折減部分，仍以日本道路協會液化評估法(2002)有較為深入且完整之建議。

國內學者黃俊鴻等人(2011)，利用集集地震案例與世界其他地震案例，發展出本土化之雙曲線函數(HBF)簡易評估法，並校核各種方法之模式不確定性與精確度，發現其中以HBF法、NCEER法有最少的模式不確定性與較小的誤差，明顯優於日本的評估方法；且HBF法相較於NCEER法，具有液化強度曲線公式簡單，參數據有明確物理意義等優點，值得推廣、建立本土性之液化評估法。

基於以上所述，本工程採日本道路協會液化評估法(2002)、NCEER SPT-N簡易法(1997)與本土

HBF法(黃俊鴻等人，2011) 等三種方法評估液化潛能及土壤參數折減係數，並保守地採三種方法液化潛能指數最高者，來評估液化損害程度與土壤參數折減係數。茲將三種方法簡介如下：

1. 日本道路協會液化評估法(2002)

考慮地下水位在地表下10公尺內，且在地表下20公尺內之飽和砂土(平均粒徑D_{50}≦10mm，D_{10}≦1mm)，Iwasaki與Tatsuoka教授根據現地取樣試體，於室內進行試驗所得20振動周數抗液化強度SR_{20}與現地之SPT-N_1關係所發展出來之評估方法，其分析流程詳圖3.4-1。

2. NCEER SPT-N簡易法(1996)

1996年美國地震工程研究中心 (National Center for Earthquake Engineering Research, NCEER)採用Youd與Idriss研究報告作為液化評估方法，其分析流程詳圖3.3-2。

3. HBF法(黃俊鴻等人，2011)

黃俊鴻等人(2011)利用集集地震案例與世界其他地震案例，採用雙曲線函數液化強度曲線計算$CRR_{7.5}$(對應地震規模ML=7.5之臨界液化強度比)，至於地震所引致之反覆剪應力比CSR則與NCEER法之計算式相同，其分析流程詳圖3.4-2。

針對可能液化之土層可依日本道路協會(2002)建議，將土壤強度參數做適當之折減以為耐震補強評估時之土壤強度參數，其參數折減係數(D_E)詳表3.4-1。

表3.4-1　土壤參數折減係數D_E

FL範圍	地表面下深度 z(m)	土壤參數折減係數D_E	
		R≦0.3	0.3＜R
F_L≦1/3	0≦z≦10	0	1/6
	10＜z≦20	1/3	1/3
1/3＜F_L≦2/3	0≦z≦10	1/3	2/3
	10＜z≦20	2/3	2/3
2/3＜F_L≦1	0≦z≦10	2/3	1
	10＜z≦20	1	1

註：R為依日本道路協會液化評估法(2002)計算所得之土壤抗液化剪力強度比

此外，利用分析所得之抗液化係數(F_L)進一步評估結構物位處具有液化潛能土層之損害程度，以提供結構物耐震補強評估時之考量。土壤液化之嚴重程度係根據Iwasaki et al.(1982)所提出之方法進行評估，其定義如下：

$$P_L = \int_0^{20} F(z)W(z)dz$$

式內

P_L　：液化潛能指數，介於0~100之間

z　：地盤深度(m)，考慮之深度為0~20m

F(z)　：抗液化係數，介於0~1之間，以下式計算

$F(z) = 1-F_L$　若$F_L>1$，則$F(z) = 0$

W(z)：深度權重係數，以下式計算

$W(z) = 10 - 0.5z$

可依液化潛能指數P_L定義地盤液化之損害程度共分為三級：(1)$P_L>15$為嚴重液化；(2)$5<P_L<15$為中度液化；(3)$P_L<5$則為輕微液化。本工程液化潛能指數初步評估詳見表3.2-8。

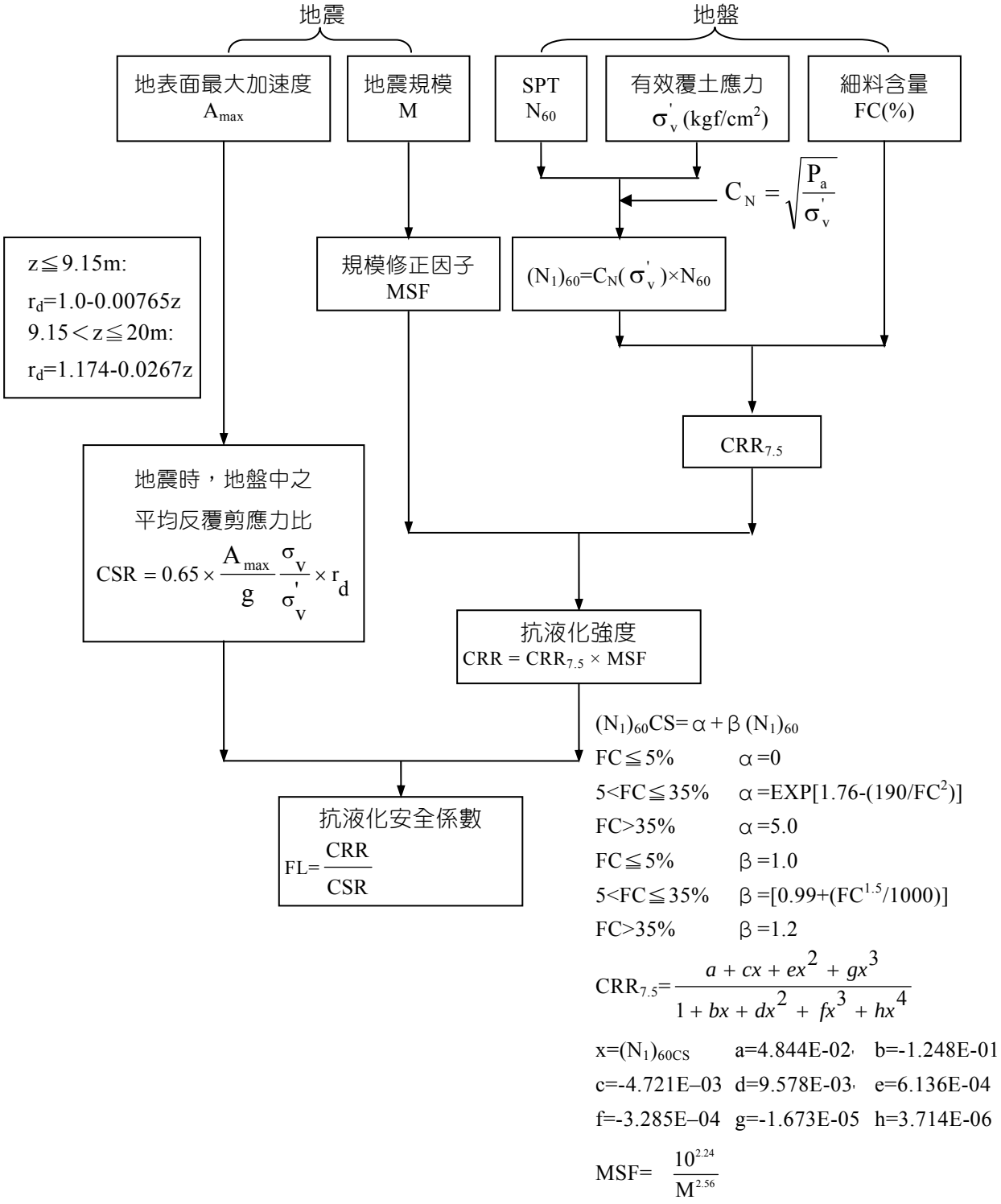


圖3.4-1　NCEER SPT-N簡易法(1996)流程

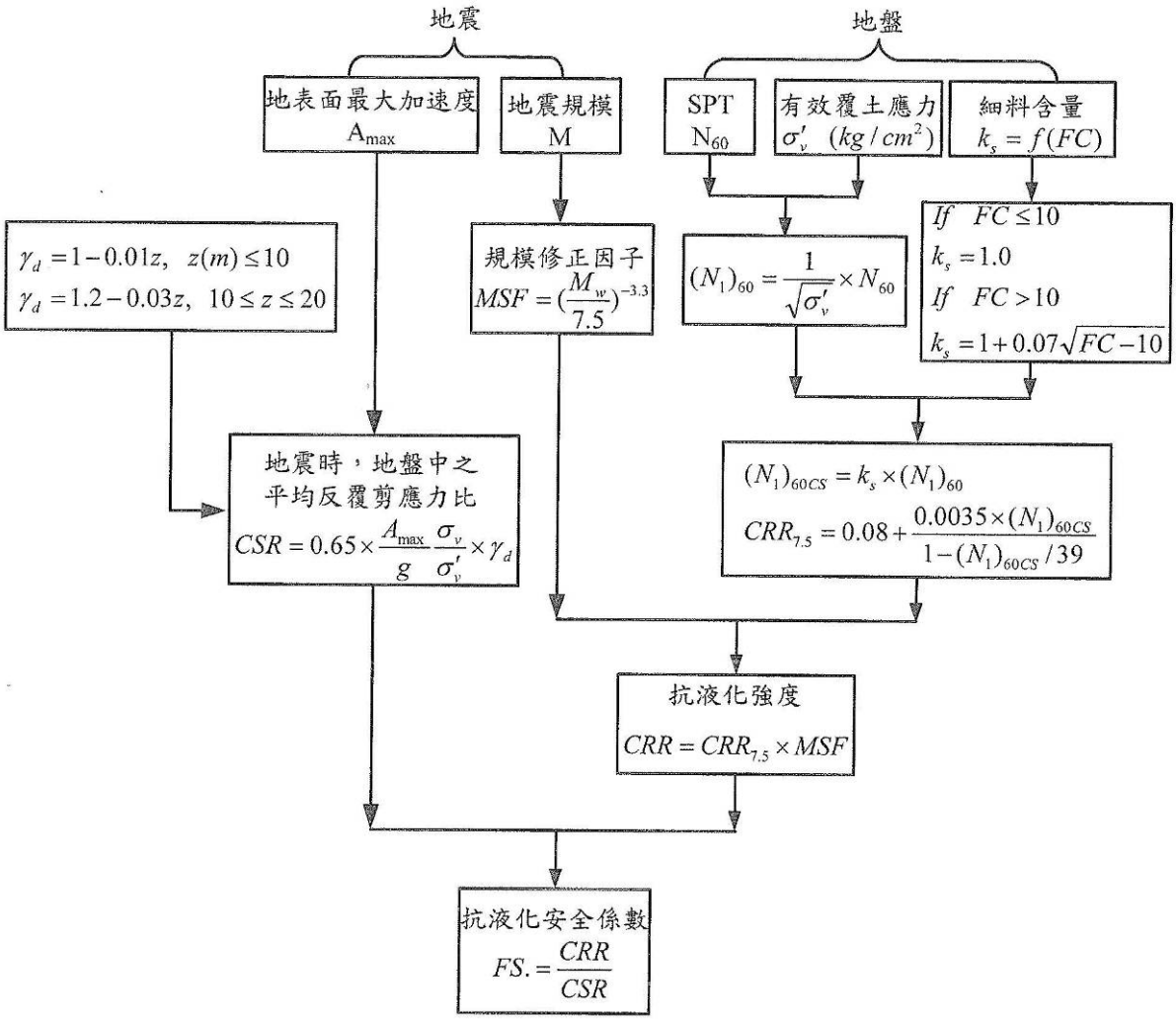


圖3.4-2　本土HBF液化評估法(黃俊鴻等人，2011)流程

此外，利用分析所得之抗液化係數(F_L)進一步評估結構物位處具有液化潛能土層之損害程度，以提供結構物耐震補強評估時之考量。土壤液化之嚴重程度係根據Iwasaki et al.(1982)所提出之方法進行評估，其定義如下：

$$P_L = \int_0^{20} F(z)W(z)dz$$

式內

P_L ：液化潛能指數，介於0~100之間

z ：地盤深度(m)，考慮之深度為0~20m

F(z) ：抗液化係數，介於0~1之間，以下式計算

$F(z) = 1-F_L$ 若$F_L>1$，則$F(z) = 0$

W(z)：深度權重係數，以下式計算

$W(z) = 10 - 0.5z$

可依液化潛能指數P_L定義地盤液化之損害程度共分為三級：(1)$P_L>15$為嚴重液化；(2)$5<P_L<15$為中度液化；(3)$P_L<5$則為輕微液化。本計畫液化潛能指數初步評估詳見表4.1-2。

本章節液化分析，係參考本工程補充鑽孔資料，並依據規範求得抗液化安全係數FL值，依據Iwasaki et al.(1982)方法，其液化潛能指數計算如下：

$$P_L = \Delta Hi \times Wi \times \sum Fi$$

本鑽探報告中之液化分析係根據補充鑽孔及試驗結果採逐孔方式作三種方法分析(詳附錄五)，其中NJRA方法明確提供液化後土壤參數折減係數，可據以為後續耐震補強細設之用，惟NJRA方法分析結果應用於高N值土壤液化評估時，較之其他二法較為保守。因此，針對每座耐震補強橋梁在後續設計方面之選擇基礎補強與否及可行補強方式，原則上將以逐橋墩NJRA方法分析結果為主，並綜合橋址地形、地質狀況，及輔以Seed及HBF等二方法分析結果，提出對每座耐震補強橋梁之最適之液化程度的選定及液化土壤參數折減係數，作為後續設計處置對策。

3.5 獅潭斷層、新城斷層與旗山斷層

依據交通部97年11月「公路橋梁耐震設計規範」第2.4節之規定，本計畫工程範圍必須考慮斷層近域效應之行政區域，主要為鄰近獅潭及神卓山斷層之新竹縣及苗栗縣之鄉鎮市區。另中央地質調查所於99年5月11日公布之第一類活動斷層由原來的12條增加為20條，本工程部分橋梁鄰近新增之新城及旗山斷層，其影響亦應納入評估。

3.5.1 獅潭斷層

獅潭斷層(附神桌山斷層)，為逆移斷層，呈北北東走向，由苗栗縣獅潭鄉竹木村向北延伸至三灣鄉大河村的上十股，長約12公里（大江二郎，1936）；本斷層也稱為紙湖地震斷層（大塚彌之助，1936）。神卓山斷層，位於獅潭斷層東方象山至大窩的山稜線，為斷續出現的裂縫與小型斷層所組成，總長約5公里（大塚彌之助，1936；大江二郎，1936）。

獅潭斷層為斷層面向西傾約70~85度的逆移斷層，與該地區主要逆移斷層大多向東南傾斜的現象並不一致。野外調查結果顯示，斷層在地表並未造成地層的錯移，而是在上福基砂岩中的錯移現象；由地球物理探勘資料研判，斷層在地下可能截切不同的地層，斷層造成的移距約數十公尺。由以往的開挖調查則顯示，在地表淺處斷層的移距約5公尺，超過1935年地震所造成的移距，因此獅潭斷層可能有多次的活動紀錄。由近期的大地測量結果顯示，跨獅潭斷層的近期速度場 變化，呈現逆移兼具右移的形式。獅潭斷層列為第一類活動斷層。

神卓山斷層，在1935年新竹－台中地震時造成地裂、落石與崩塌現象，但這些地裂現象並未連結，且尚未發現有錯移地層的證據，無法確定是有明顯移距的斷層。

3.5.2 新城斷層

新城斷層為逆移斷層，北起新竹縣關西，向西南方延伸至苗栗縣頭份，長度約28公里(林啟文等，2009)。連結數口鑽井的鑽探資料研判，新城斷層傾角約31度(林啟文等，2007)。李元希等(2002)觀察頭前溪南岸新城斷層截切低位階地礫石層，雖無明顯的崖，但研判該地形面形成過程七、八千年間中斷層至少活動過2次。陳文山等(2006)由3個槽溝剖面的結果分析，新城斷層最近一次活動約在距今300年內，由歷史地震紀錄此期間可能在新竹地區發生的大地震紀錄共有3次，分別為西元1811年、1815年與1881年；這些地震的受震範圍遠至福建省以及台灣南部地區，以此研判1811年與1815年地震可能都屬於規模7 以上的大地震(蔡義本，1978；徐明同，1983；鄭世楠與葉永田，1989)。石同生等(2003)利用定年資料及不同來源的資料進行計算，所推估出的滑移速率初步評估斷層的滑移速率最快可達1.6mm/yr，最慢也應超過0.7mm/yr。若由斷層活動一次垂直位移量1.3、1.85公尺(陳文山等，2005)，配合長期滑移速率，評估新城斷層再現週期約為1300-1800年左右。

評估新城斷層之近斷層因子之案例工址如圖3.5-1所示，地震參數則參考中央地質調查所公告之資料，斷層長度28公里，推估其特徵地震之規模為7.0，回歸期假設為1500年。同時採用定值法及機率法評估，機率法之特徵地震採用包生模型，地震規模ML6.80-7.30。

3.5.3 旗山斷層

旗山斷層由高雄縣旗山鎮，向南延伸至高雄縣仁武鄉，長約30公里。旗山斷層由主斷層與多條分支斷層構成變形帶，寬度約40至400公尺之間，斷層截切年代7,189±160年的沉積層，指示近期有活動紀錄(林啟文等，2009)。區域性大地測量方面的研究(Lacombe et al.，2001；Chaing et al.，2001；沈里俊，2003；侯進雄等，2003；宋國城等，2004；Hu et al.，2004；陳幼新，2004；張鴻成等，2005) 結果均顯示旗山斷層現今為一逆滑為主的斷層。GPS測量結果顯示現今的旗山斷層兩側斷盤約每年有10 毫米以上的壓縮量，以及10毫米的右移分量。旗山斷層為新加入之第一類活斷層，相關資料仍缺乏，其活動度並不明確。

評估旗山斷層之近斷層因子之案例工址如圖3.5-2所示，地震參數參考中央地質調查所公告之資料，斷層長度30公里，推估其特徵地震之規模為7.0，回歸期保守假設為1500年。同時採用定值法及機率法評估，機率法之特徵地震採用包生模型，地震規模ML6.80-7.30。

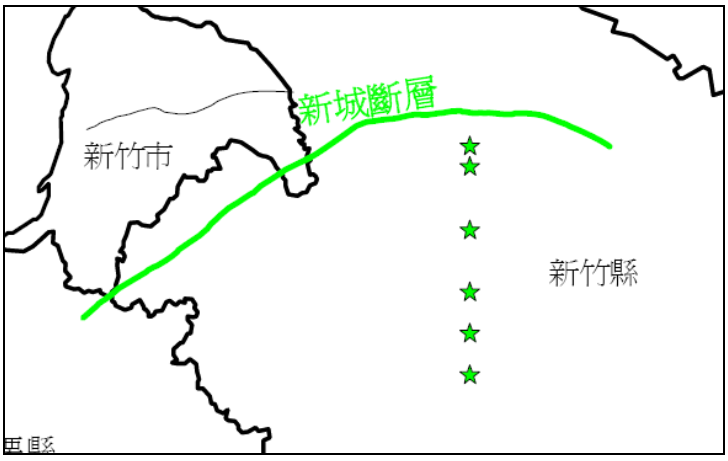


圖3.5-1 新城斷層近斷層因子評估之案例工址示意圖

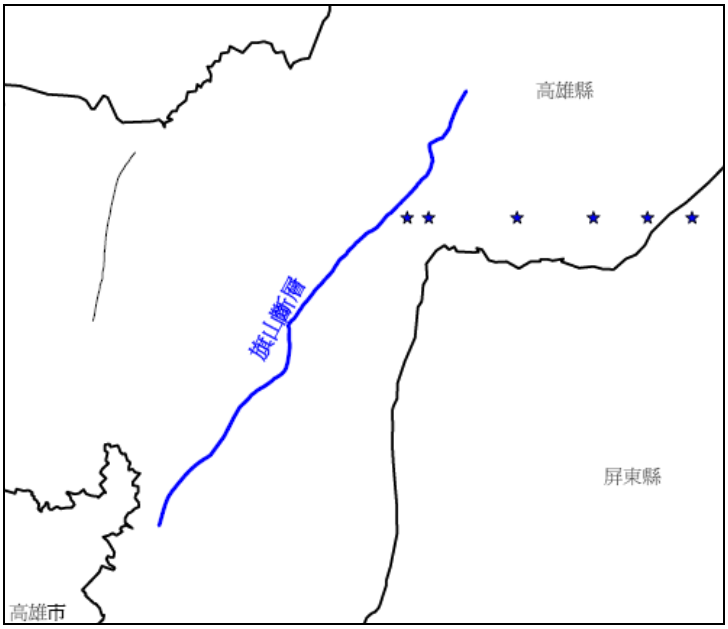


圖3.5-2 旗山斷層近斷層因子評估之案例工址示意圖

3.6 鄰近橋址敏感邊坡穩定評估及設計工作與國道邊坡補強整合

國道三號南下3K+100~3K+475之上邊坡，於民國99年4月25日14時33分左右發生嚴重的邊坡崩塌事件，進而造成近20萬噸的土石坍方、堆積於國道上，並且導致4人罹難，並造成3k+403.4(S)跨越橋A2橋台之基礎滑動，導致橋梁破壞。

本計畫為掌握上述邊坡災害類型所引致之橋梁損壞，針對此類高敏感性邊坡，蒐集國道高速公局所列管32處順向坡，與經濟部中央地質調查所災害潛勢圖所列岩體滑動高潛勢邊坡等相關資料，檢核本計畫共有5座橋址位於上述敏感性邊坡範圍，以下各節將分別討論橋址敏感性邊坡之穩定性，敏感性邊坡橋址里程詳列如下：

1. 94K+383跨越橋(雙向) ：94K+383
2. 94K+612渡槽跨越橋(雙向) ：94K+612
3. 雲南路跨越橋(雙向)：96k+445
4. 寶山三號跨越橋(雙向)：102k+783
5. 新竹一號跨越橋(雙向)：105k+288

以上各橋址邊坡評估結果，目前各邊坡安全係數尚符合規範要求，即各邊坡行為尚不致影響橋基穩定性，橋基可按一般橋梁耐震需求進行設計；惟局部用於穩定邊坡之地錨預力損失較多，需視需要加以補強回復至原有設計性能，此部份屬邊坡補強計畫之範疇。

3.6.1 里程 94K+483 兩側邊坡

一、邊坡工程基本資料與災害歷史

本處邊坡相關橋梁有94K+383跨越橋(雙向)與94K+612渡槽跨越橋(雙向)等兩座跨越橋，相對配置詳圖3.6-1，94K+383跨越橋(雙向)為兩跨橋分三處橋基，兩側橋台配有兩排60cmφ基樁，長度分別為A1橋台6m，A2橋台11.5m，橋台座落於第一階平台，中間橋墩直接落墩於岩盤上，邊坡上未設置任何深層擋土措施，橋梁配置立面圖詳圖3.6-2；94K+612渡槽跨越橋(雙向)為三跨橋分四處橋基，皆為直接座落於岩盤的直接基礎，兩處橋台下方設置有面版式預力地錨，兩側邊坡則為排樁加地錨擋土，橋梁配置立面圖詳圖3.6-3。兩座橋中間之南下側邊坡採石籠與加勁土牆擋土，坡頂外採盲溝截除地下水，北上側邊坡為雙排排樁及單排排樁。

本路段統一里程94K+458~94K+523(約設計里程80K+275~340)路幅開挖右側邊坡，於完工通車後的84年5月下旬間，因豪雨及地下水滲入並軟化地層，造成邊坡坍滑，地層位於紅土礫石層與卓蘭層交界附近，惟依北二高施工開挖後，岩層露頭在坡面露出，岩層組成以厚層砂岩為主，夾砂岩及泥岩互層，岩層軟弱，膠結不良，其上之覆蓋土層為黃色粉土及黏土。

影響本處邊坡坍滑之地質構造為柑子崎向斜，向斜軸呈東北~西南走向(約北偏東80°)，軸部略向西南傾沒，往東北逐漸消失。向斜兩翼岩層之走向大致一致，本案邊坡工址附近岩層傾角在12°以內。由於向斜軸約略通過本路主線設計里程80K+300~500(如圖3.6-4)，故本路段開挖後，主線兩側均為”順向坡”，此對邊坡工程而言，實屬不利，如施工期間80K+300~500主線左、右兩側均發生大規模邊坡坍滑，即為例證，施工時開挖後坡面及本次坍滑破壞後之照片(如圖3.6-5、圖3.6-6)。且坍滑原因均與泥岩層有關。

依坡面露頭顯示，本邊坡工址之地質材料包含泥岩層及5~7公尺厚之覆蓋土層。泥岩因成岩時間短，岩質軟弱，其剪力強度隨含水量增加急速下降，復因細顆粒之黏土與粉土成分相當高，遇水會回脹與崩解，其頁狀之黏土礦物結構，經泡水後產生潤滑作用，對邊坡穩定造成極不利之影響，本邊坡工址附近設計里程80K+300~500左右兩側於施工期間發生大規模邊坡坍滑，其滑動面亦均在泥岩層界面處。而覆蓋土層為低塑性沉泥質黏土，PI值為7，粒徑較其下方泥岩層稍大，且表土較鬆軟，地下水易經由該土層下滲至泥岩層頂面附近，造成邊坡滑動。

本路段邊坡之泥岩剪力強度參數原設計採用C=1~10t/m^2，φ=30°~35°，後因施工期間發生多起邊坡坍滑案，為應整治工程之需，經重新調查評估後φ值改用10°~17°。北二高82K+700~83K+100大填方區，施工期間曾發生大規模坍滑，經電腦反算分析得泥岩強度參數為C=0t/m^2，φ=15.3°，該永久整治工程則採φ=7°。又新竹竹南段102K+783寶山三號跨越橋址右側邊坡之原設計泥岩參數為C=5t/m^2，φ=32°，後經重新檢討，於橋址及鄰近工地再取岩心並泡水24小時得殘餘強度C＝1t/m^2，φ=13°，而重新分析與補強設計。以上所述，均顯示泥岩剪力強度參數的充分掌握與否，影響泥岩邊坡工程成敗至鉅，特別是水對泥岩的影響。

本案初期為因應沿泥岩層側移式或局部坡面圓弧滑動之不同型態、規模破壞狀況，曾提出二個整治方案，一為以擋土排樁做為主要擋土護坡設施，另一為以石籠與加勁土牆做為主要擋土護坡設施，兩者工程成本與工期均有很大差異。後因對坍方型態及破壞機制審慎評估後，決定採用具有相當柔性及加勁效果之石籠與加勁土牆做為主要整治工具(如圖3.6-7、圖3.6-8)，該加勁土牆在實際施工優於傳統式擋土牆者有下列諸端：

1. 較具柔性，因而能承受較大之沉陷量。
2. 具較高之阻尼，因而耐震較佳。
3. 施工快速、開挖少、毋須重型施工機械。
4. 無排水不良之問題。

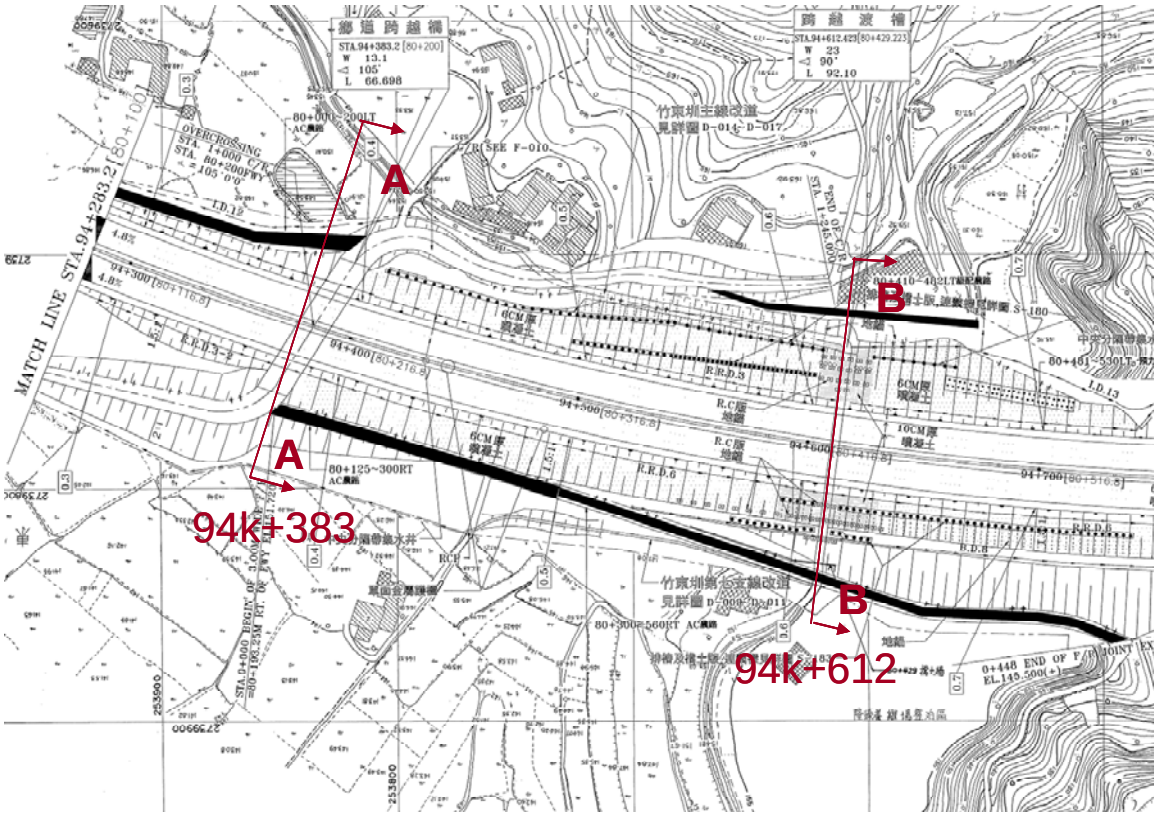


圖3.6-1　橋址邊坡工程配置平面圖

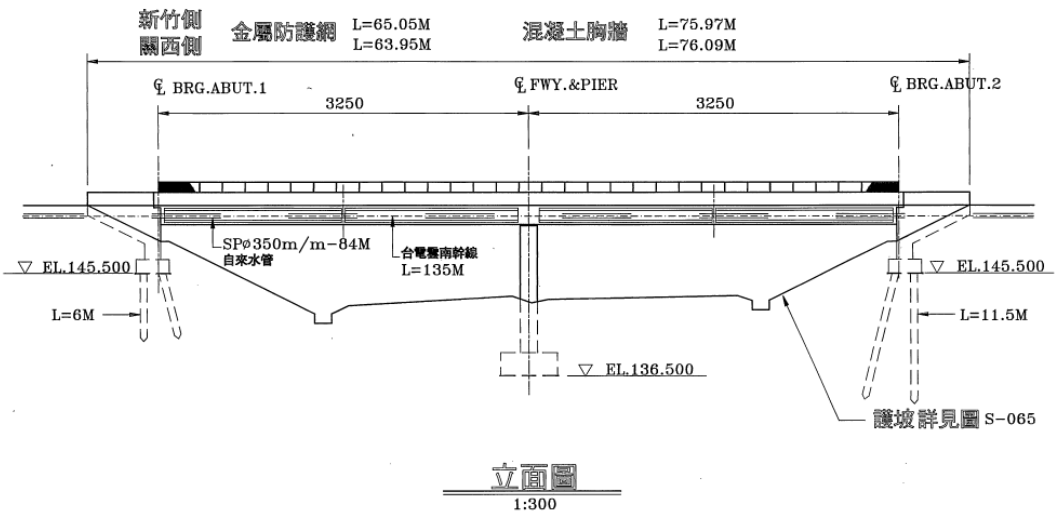


圖3.6-2　94k+383跨越橋立面圖

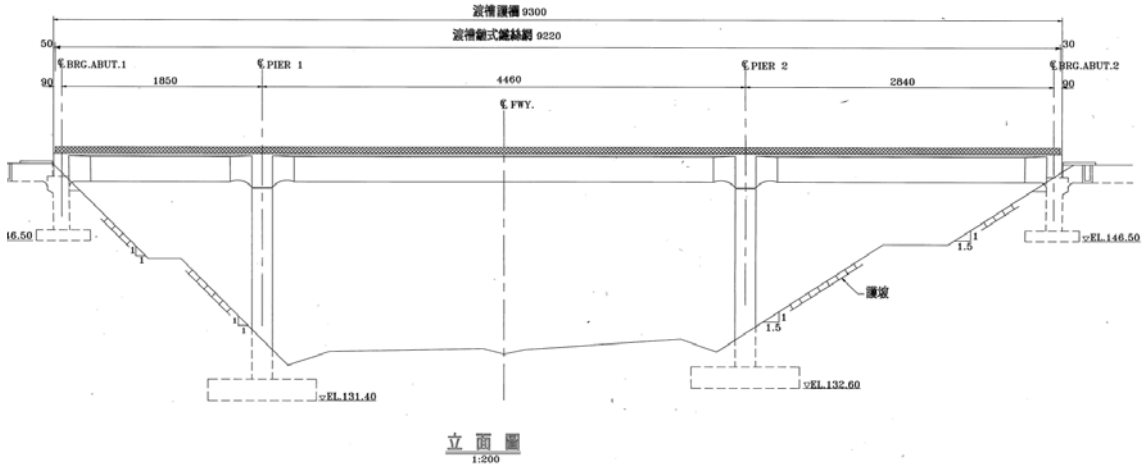


圖3.6-3　94k+612渡槽橋立面圖

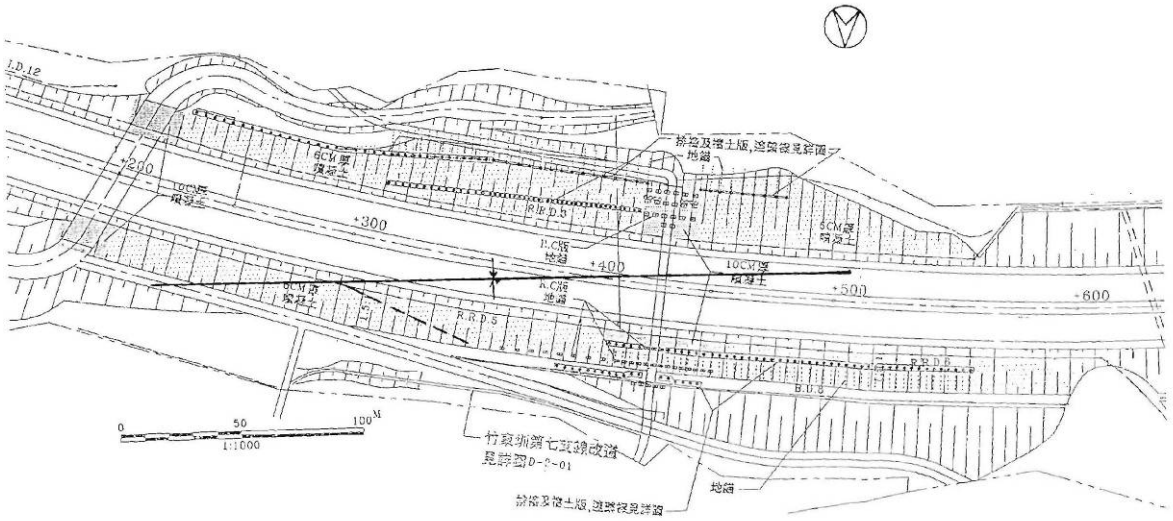


圖3.6-4　柑子崎向斜軸與80K+300右側邊坡泥岩出露位置示意圖

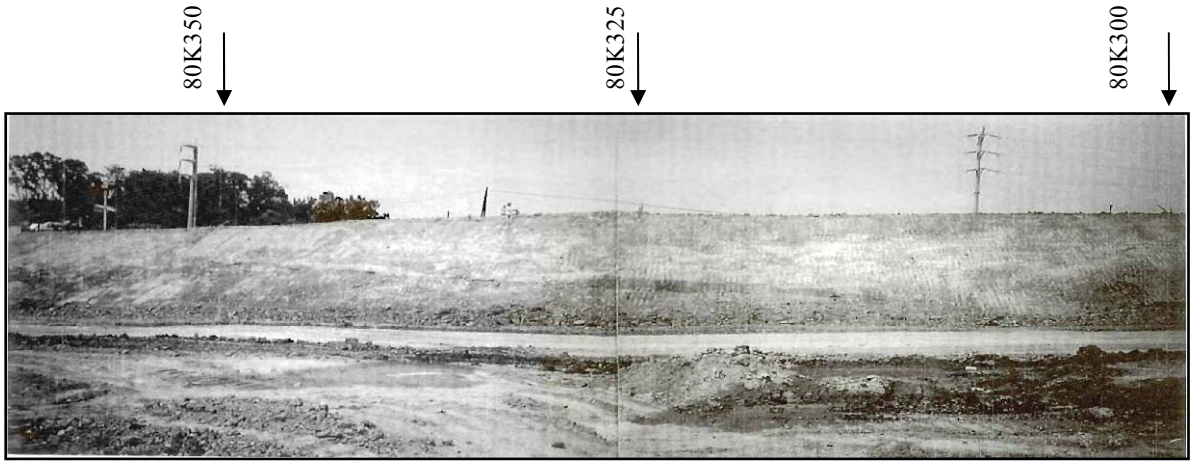


圖3.6-5　80K+300右側邊坡坡面地質狀況照片

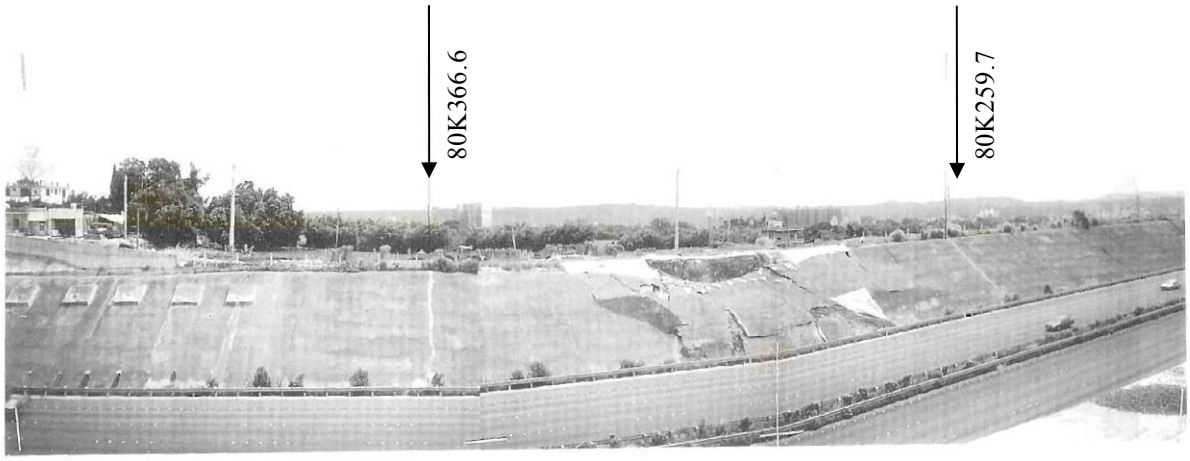


圖3.6-6　80K+300右側邊坡坍滑破壞情形照片

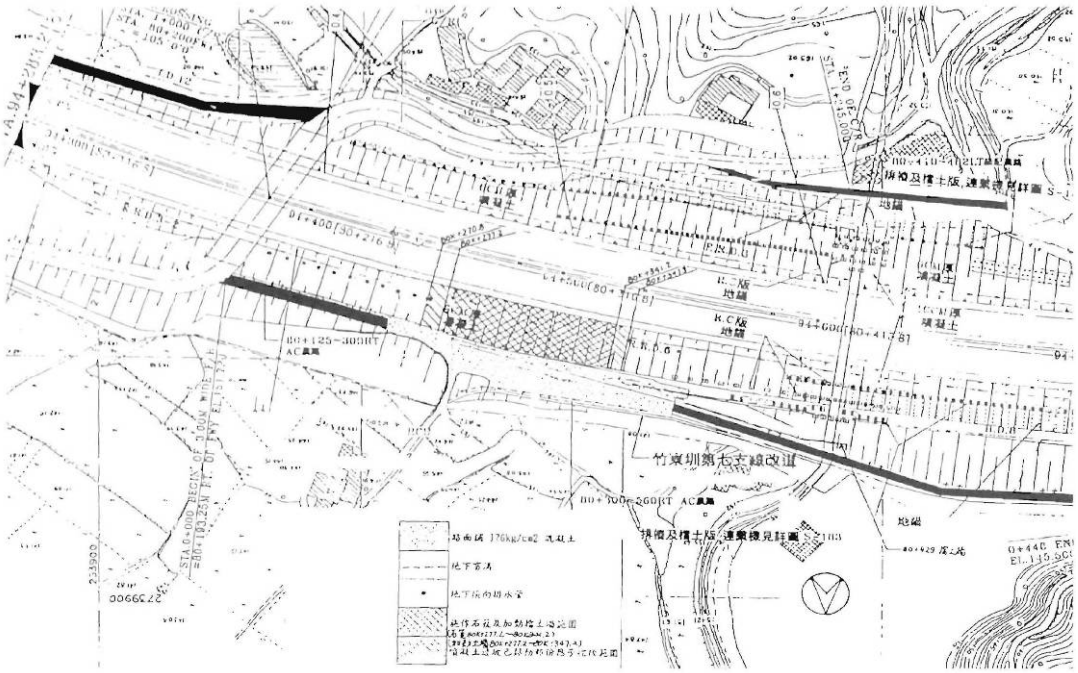


圖3.6-7　80K+300右側邊坡緊急整治工程平面圖

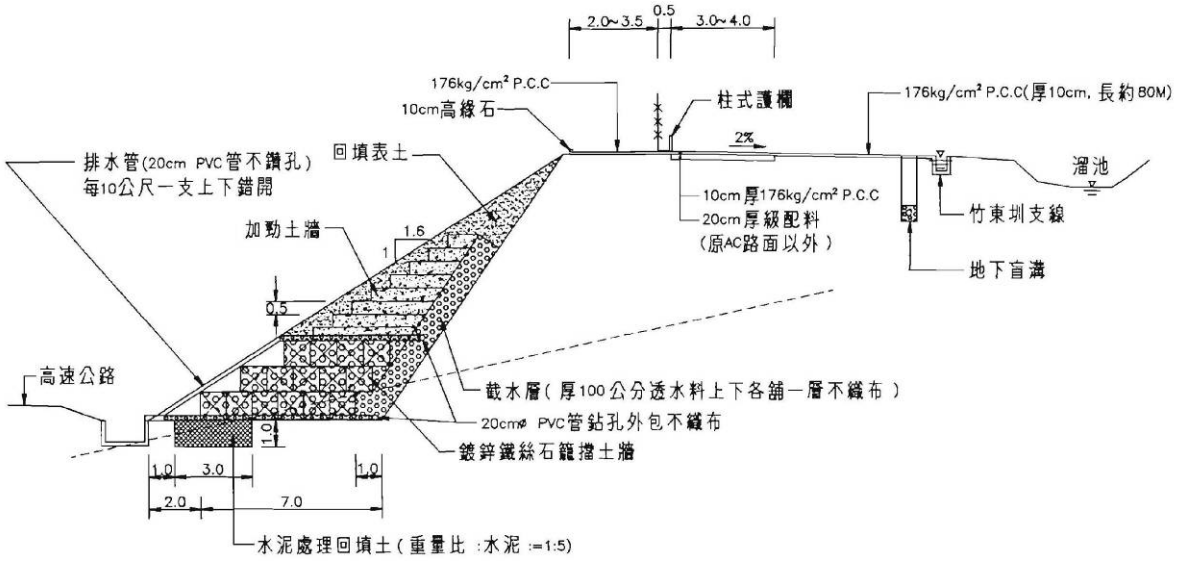


圖3.6-8　80K+300右側邊坡緊急整治工程斷面圖

二、邊坡檢查結果

依陸島工程顧問公司承辦「99-100年度關西段轄區邊坡巡檢工作」期中報告指出，於南下94k+400~94k+550附近有地表擠壓、變形、開裂等現象，其中94k+400坡趾噴凝土坡面擠出，變位最大約10cm，惟坡趾排水溝並未出現擠壓變形之破壞，坡頂有縱橫向裂縫，雖經填補仍持續開裂，94k+570坡趾有滲水現象，異常現象位置大致皆位於坡面附近，對照以往整治工程位置，異常位置恰位於柔性擋土構造與擋土排樁之間，未設置擋土構造物之處。

由於本處邊坡異常位置並無設置擋土措施，坡面又以相對較為剛性之噴凝土作表面護坡措施，坡面易因岩體風化、表水入侵膨脹變形而開裂，尚無法以局部表面開裂現象研判邊坡是否發生深層滑動破壞情形，仍須配合深層之邊坡監測系統來加以佐證。

三、 地錨檢測結果

依鴻宜工程顧問有限公司99年~100年承辦「關西工務段轄區地錨護坡現況功能委託檢測及評估工作」成果報告書指出，在外觀部份除4支因保護蓋微裂、受損及噴凝土剝落等問題外，其餘89支皆為正常；鑿開檢視17支地錨中有11支功能尚可、4支功能不佳及2支功能損壞；內視鏡檢視10支地錨中有2支功能尚可、1支功能不佳及7支有套管保護；揚起試驗結果設計預力90噸，揚起荷重平均約45.5噸，考量95%信心水準下統計修正地錨效率為32%。

四、邊坡監測結果

依宏偉工程顧問有限公司承辦「國道高速公路局北區工程處順向邊坡人工監測工作」報告100年7月份報告指出，本處邊坡共設置4孔地中傾斜管、12處傾斜計及2孔水位井。地中傾斜管監測結果合位移變化量皆小於警戒值2mm/月，傾斜計監測值皆小於於警戒值1/250，地下水位於94k+639處有較顯著之變化，水位變化達7m左右。

五、 邊坡穩定分析結果

分別考量兩座橋之相關邊坡，94k+383跨越橋兩側橋台之邊坡，坡比為1:1.5，橋台下植基樁，詳圖3.6-2，橋台基礎以2:1方式傳遞應力，橋台荷載已直接傳至坡趾以下；94k+612渡槽橋兩側橋台約位於第一階平台左右之高程，對邊坡而言，以坡高坡比與橋台作用力位置視之，橋台荷載影響邊坡穩定以94k+612渡槽橋為邊坡控制斷面。故以下僅就94k+612渡槽橋南下側順向坡進行穩定分析。分析材料參數詳表3.6-1，分析結果彙整詳表3.6-2與圖3.6-9~3.6-11。

穩定分析結果，94k+612渡槽橋於地錨失效，但排樁仍可維持功能時，安全係數皆可滿足規範要求。

1. 採用設計地震力 Kh=0.5*PGA=0.5*0.352=0.176 kv=0.5*kh=0.088

表3.6-1 國道3號南下94k+612邊坡穩定分析地層參數

土層描述	γ_t (kN/m^3)	γ_{sat} (kN/m^3)	c (kPa)	Φ (deg.)
覆蓋層	19	20	0	30
砂岩	21	22	10	30
泥岩	22	23	0	25
泥岩層面	22	23	8	30
排樁	24	24	940	35

表3.6-2 國道3號南下94k+612邊坡穩定安全係數分析結果

狀態	分析條件			
	常時	設計地震	最大地震	高水位
規範要求	≥ 1.5	≥ 1.1	≥ 1.0	≥ 1.2
地錨效率100%	1.88	1.66	1.71	1.96
地錨效率75%	1.83	1.61	1.67	1.88
地錨效率50%	1.78	1.57	1.62	1.80
地錨效率25%	1.73	1.52	1.58	1.73
地錨效率0%	1.67	1.48	1.54	1.66

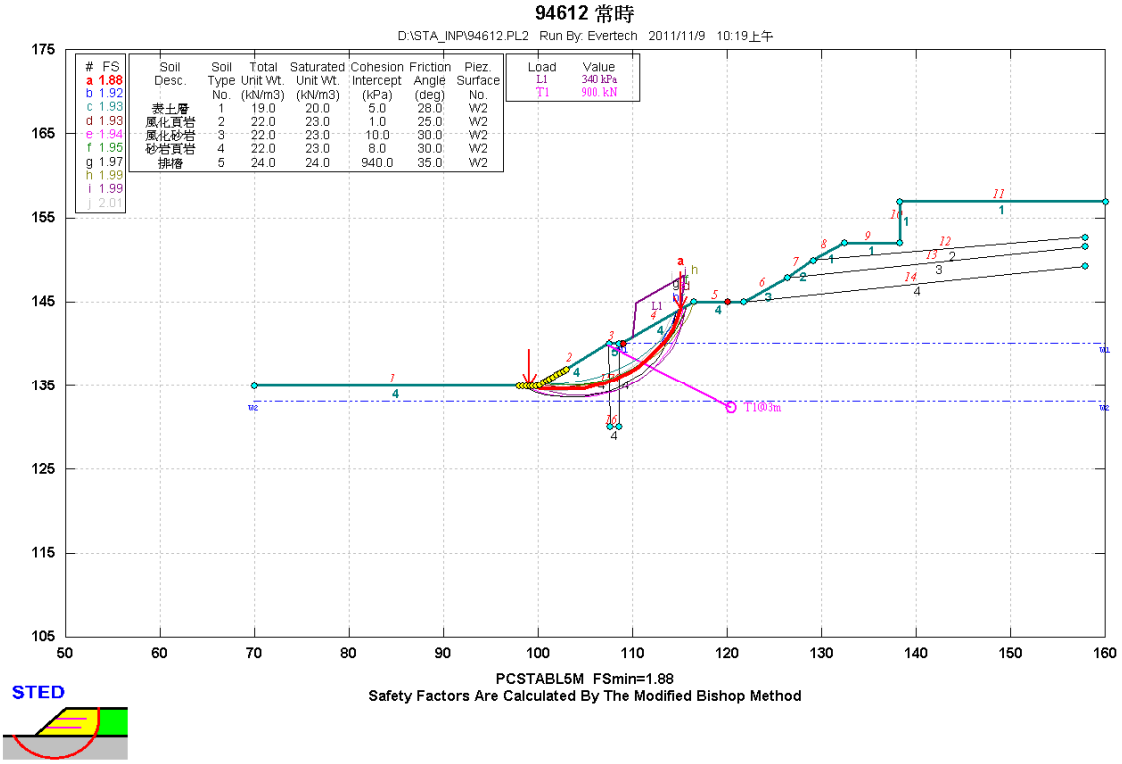


圖3.6-9　國道3號南下94k+612邊坡穩定分析結果(常時水位)

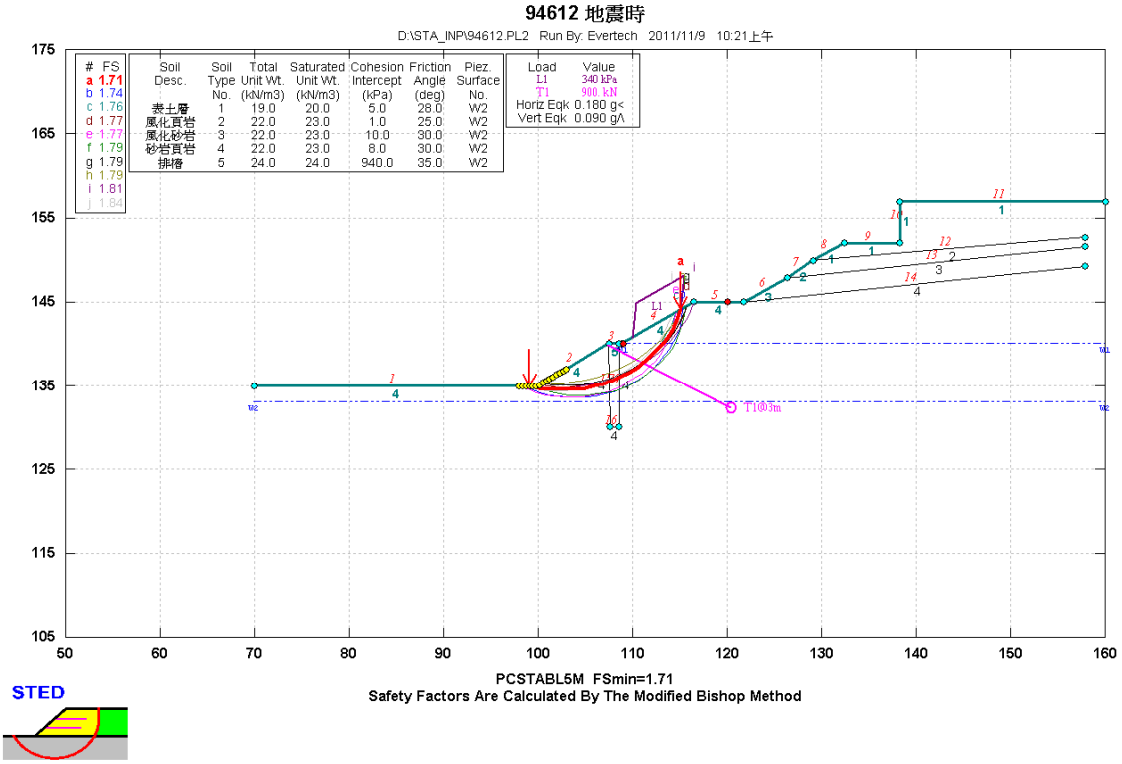


圖3.6-10　國道3號南下94k+612邊坡穩定分析結果(地震時)

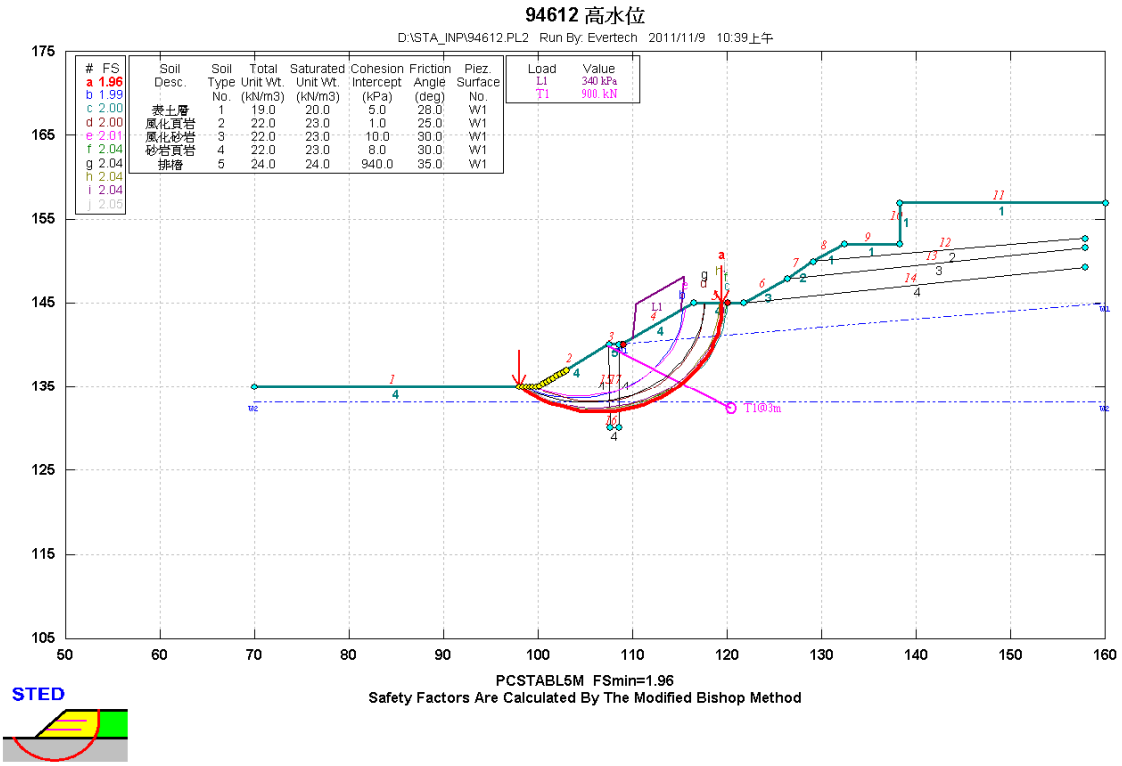


圖3.6-11　國道3號南下94k+612邊坡穩定分析結果(高水位時)

3.6.2 里程 96K+445 兩側邊坡

一、邊坡工程基本資料與災害歷史

1. 橋梁概要

此座跨橋位於新竹縣竹東鎮與寶山鄉交界處，全長96公尺，其三個跨徑分別為27、42、27公尺，橋面寬13.1公尺，係屬雙T形斷面，而墩柱係以45º斜撐於第一階邊坡頂部(如圖3.6-12~3.6-14之立面圖及橫、縱斷面圖所示)。

2. 地質狀況

此橋梁位於新城斷層(係低角度之逆斷層且為活動斷層)之上昇側，其橋址地質屬上新世晚期之卓蘭層(如圖3.6-15所示)，此等岩層之性質依據民國70年經濟部中央地質調查所之「台灣坡地社區工程地質調查與探勘報告」所述簡述如下：

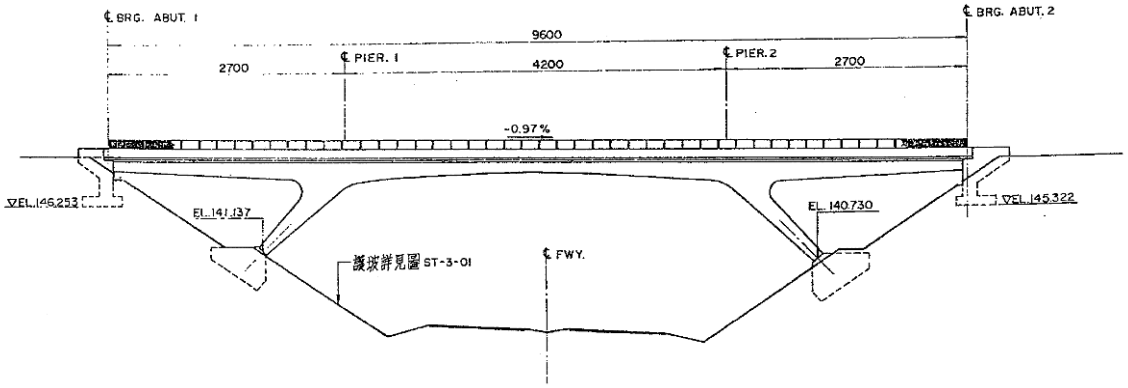
卓蘭層係以砂頁岩互層及薄互層組成，砂頁岩之厚度比約為2：1。砂岩為細砂夾粉砂岩及少量粘土膠結而成，含砂量約為70%以上，其小塊易以手指捏成砂土狀。頁岩粘土及粉砂膠結而成，若出露地表乾燥則產生球狀剝落，潮溼則易分解與侵蝕。新鮮之岩石不論砂頁岩，其單壓強度一般為40~230kg/cm^2。

本路段因受柑子崎向斜軸經過其間之影響，路塹二側皆為順向坡(如圖3.6-16~圖3.6-18所示)，且向斜軸部係地下水匯集之處，致本區地下水位頗高。此外橋址附近之地質構造亦相當複雜，有紅土礫石層、古崩積層、鬆散之沉泥質砂岩及一道南北向之主要節理(如圖3.6-19所示)。

3. 施工內容

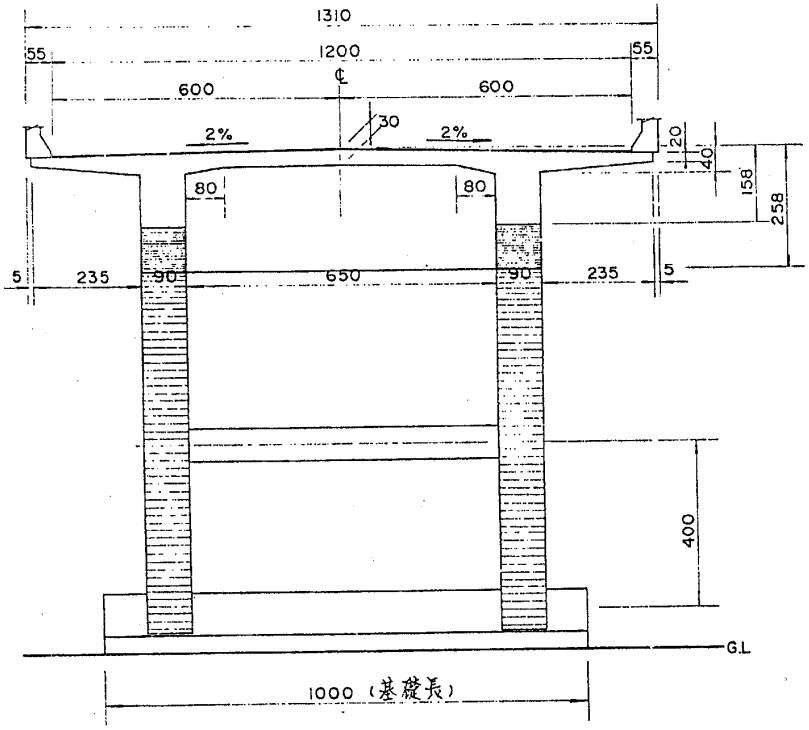
本橋址二側之邊坡經分析研判均有坍滑之虞，需增設預力地錨以維持坡面穩定，惟因施工時未考慮此型跨越橋之結構行為及邊坡滑動之影響而仍依循一般跨越橋之施工程序，致跨越橋已完成方開挖橋下土方及施作地錨。

為避免此橋梁因邊坡滑動量過大而影響其結構安全，橋下土方之開挖及地錨之施作乃需分階階段審慎進行(如圖3.6-20、圖3.6-21所示)，施工中飽受困擾。



立 面 圖

圖3.6-12　北二高關西新竹段96K+445跨越橋立面圖



橫斷面圖

圖3.6-13　北二高關西新竹段96K+445跨越橋橫斷面圖

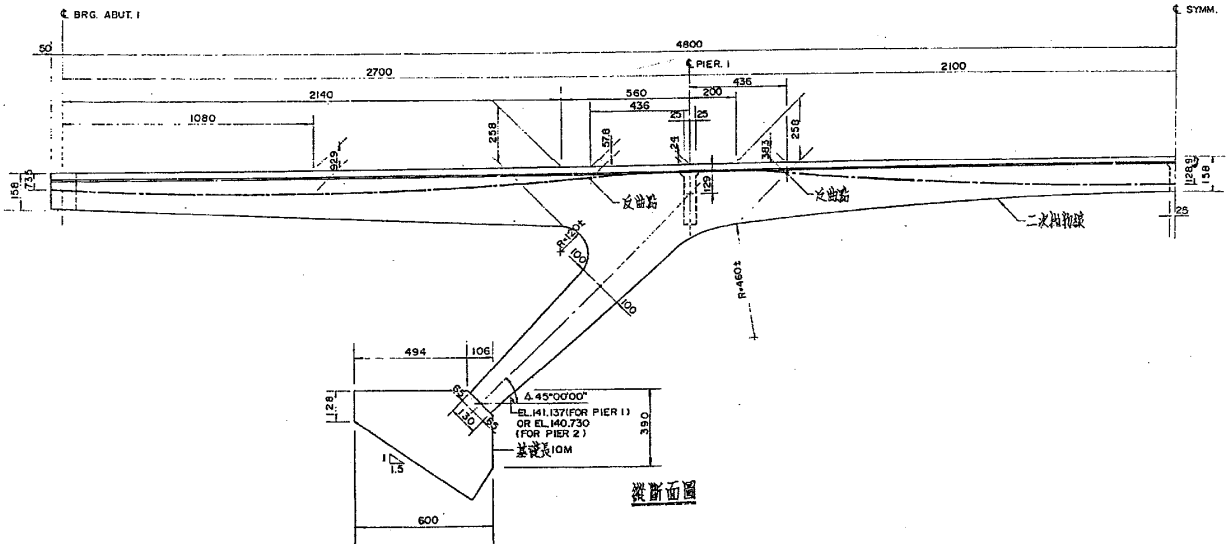
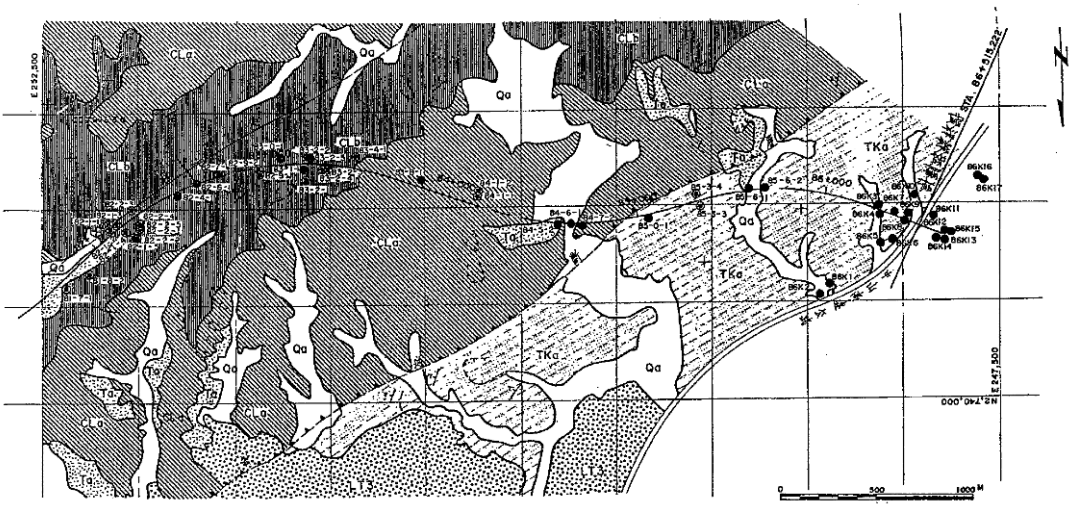


圖3.6-14　北二高關西新竹段96K+445跨越橋縱斷面圖



地質年代		地層	符號	組成材料
第四紀	全新世	崩坡堆積	Qld	粉土+砂+卵礫石
		崩塌堆積	Ta	粉土+砂+卵礫石(砂質黏土)
		河床沖積	Qa	粉土+黏土+砂+卵礫石
		河階堆積	Qt2 Qt1	粉土+砂+卵礫石
	更新世	紅土台地礫石層	LT3 LT2 LT1	紅土+粉土+砂+卵礫石
		頭嵙山層	TKC	粉土+砂+卵礫石
		大茅山地	TKb2	砂岩+頁岩+互層
		香山相	TKb1	厚層砂岩+砂頁岩互層+薄層頁岩
			TKa6	砂岩、頁岩互層
			TKa5	砂岩+小量頁岩及礫岩
			TKa4	砂岩、頁岩互層
			TKa3	砂岩+小量頁岩及礫岩
			TKa2	砂岩、頁岩互層
			TKa1	砂岩+小量頁岩
第三紀	上新世	卓蘭層	CLb	厚層砂岩、泥岩互層
			CLa	砂岩、泥岩互層

- 褶皺區
- 向斜軸
- 背斜軸
- 岩層面走向及傾角
- 新城斷層，▲表算側
- 新城斷層，虛線表推估
- 斷層線

圖3.6-15　北二高關西新竹段96K+445沿線地質圖

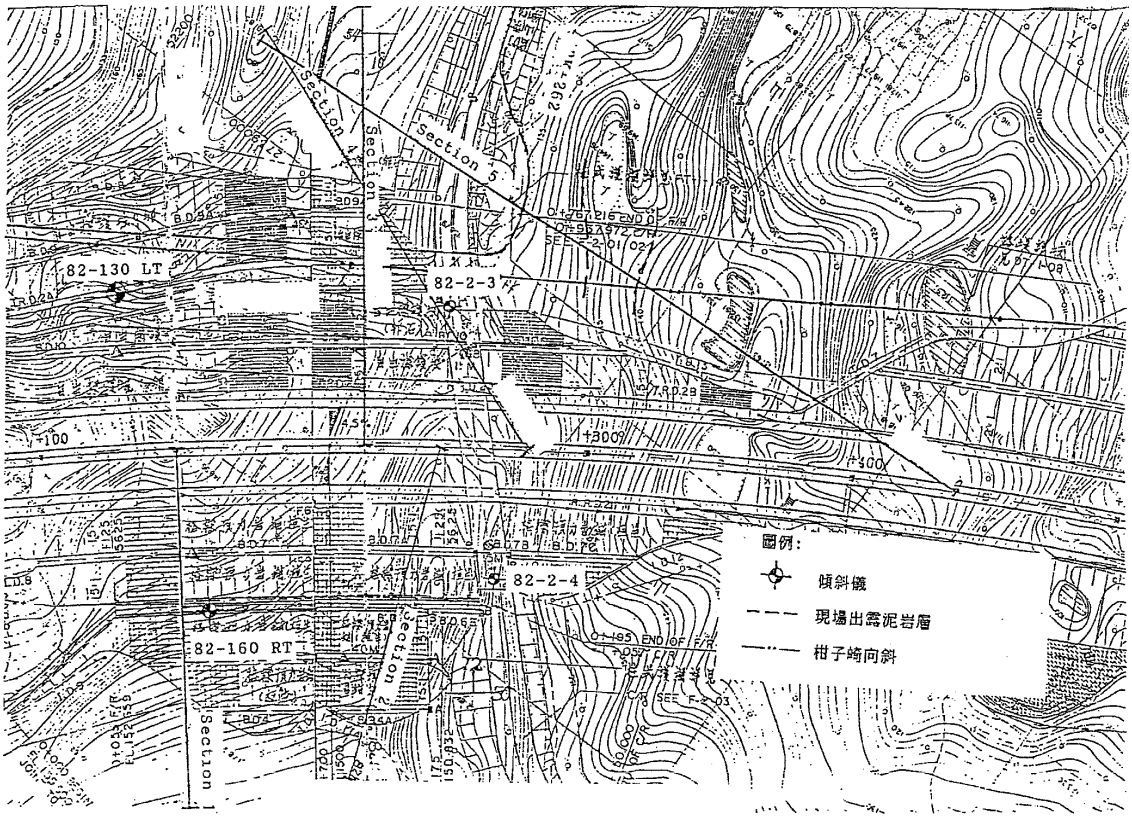


圖3.6-16　柑子崎向斜軸通過北二高關西新竹段96K+445跨越橋之位置圖

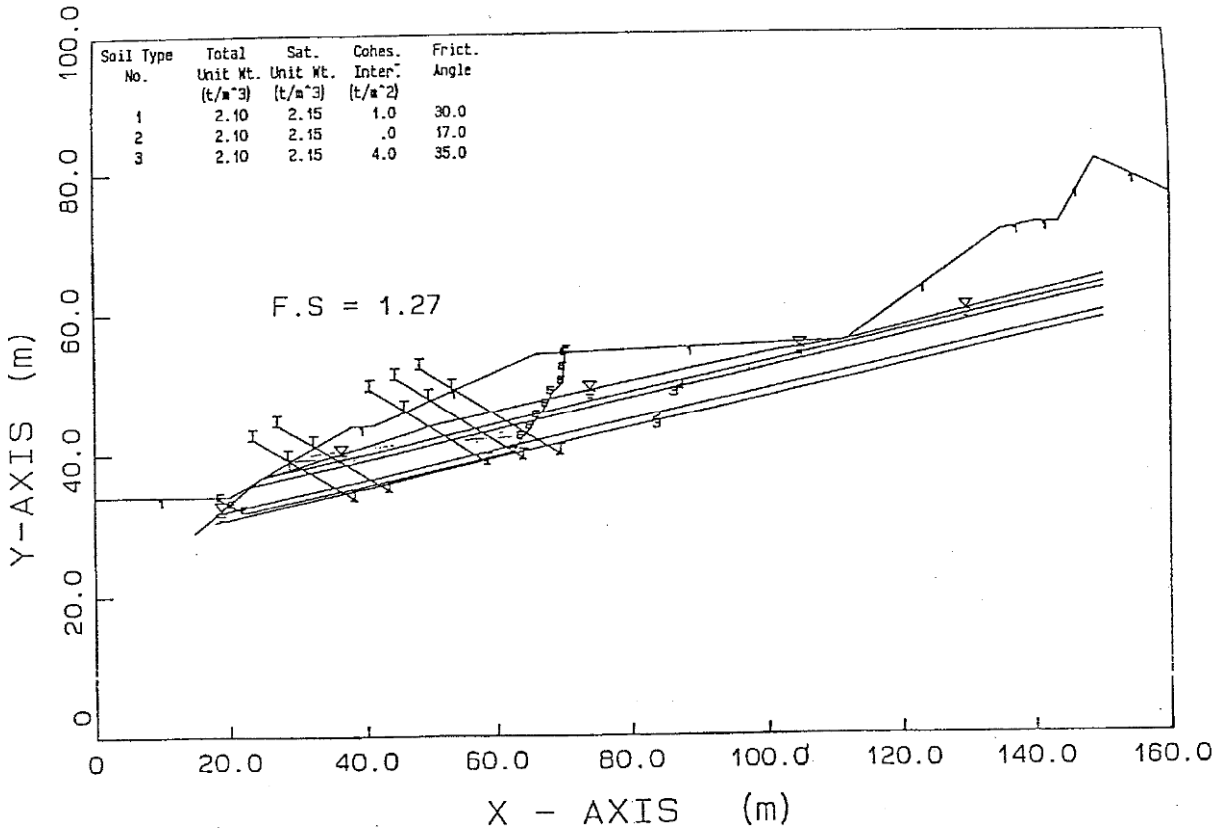


圖3.6-17　北二高關西新竹段96K+445跨越橋橋址右側邊坡地層及增設預力地錨之邊坡穩定分析示意圖

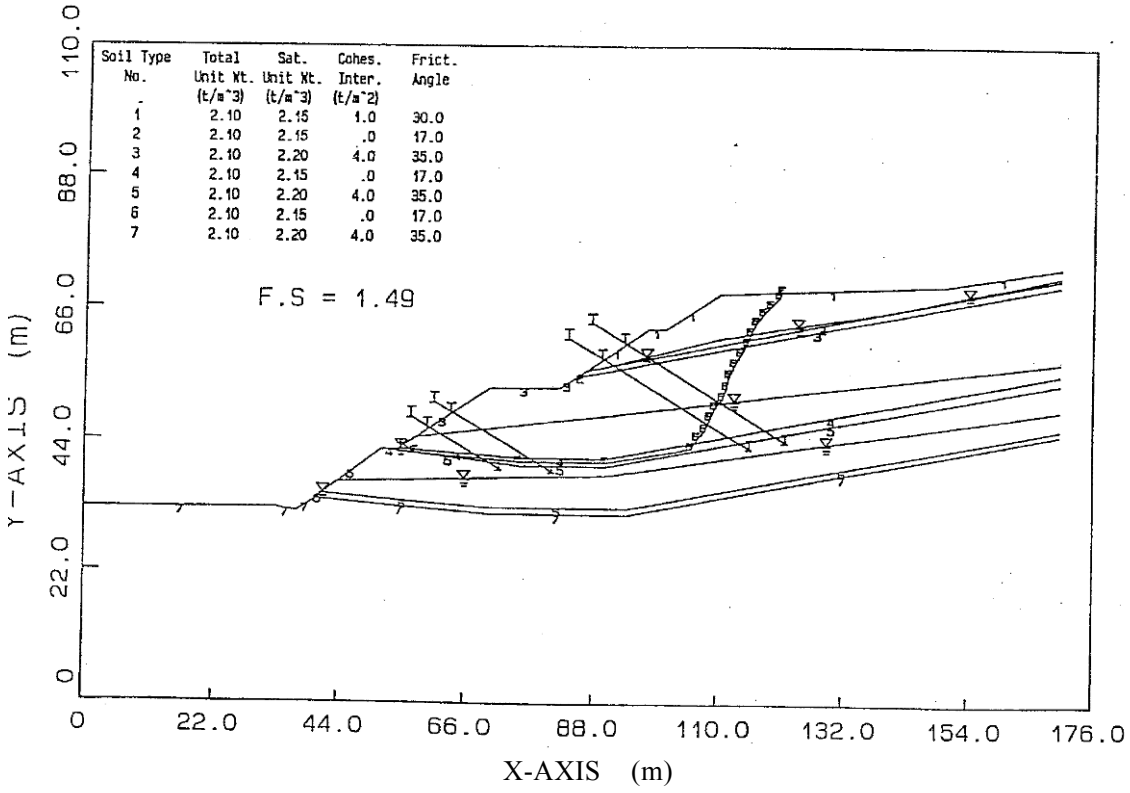


圖3.6-18　北二高關西新竹段96K+445跨越橋橋址左側邊坡地層及增設預力地錨之邊坡穩定分析示意圖

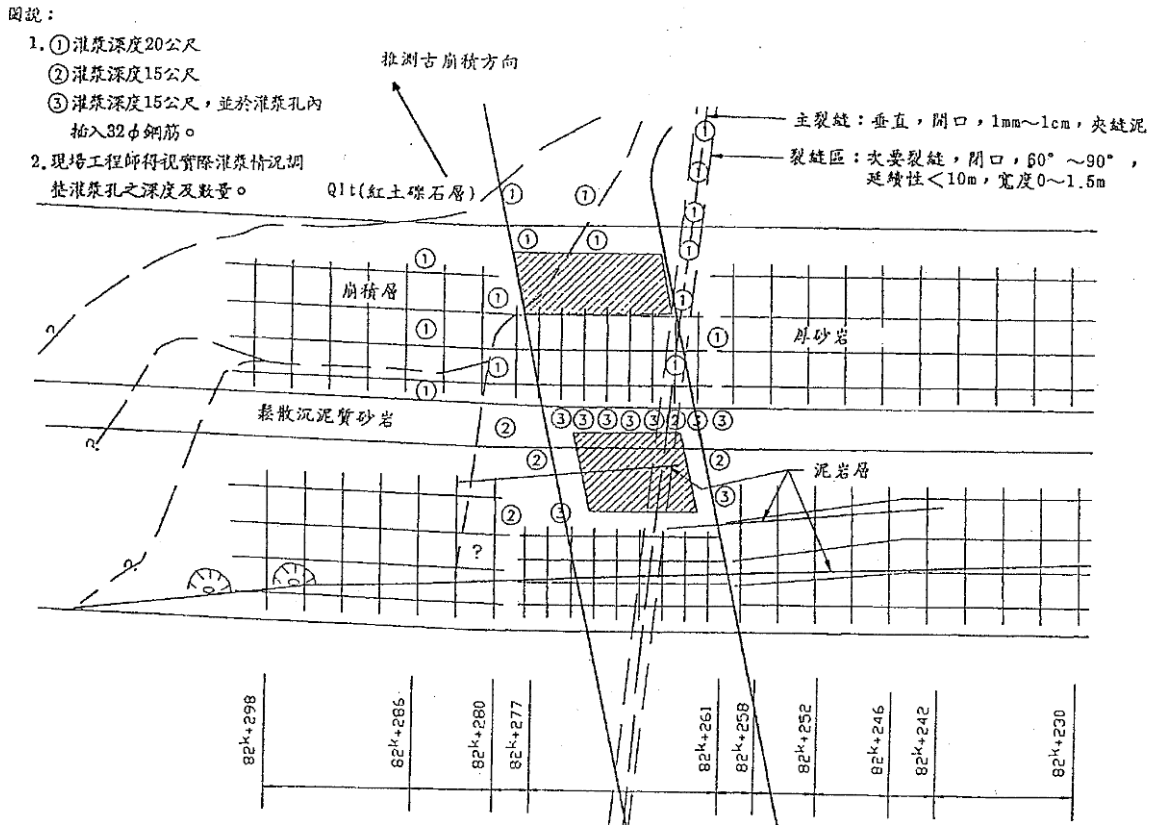


圖3.6-19　北二高關西新竹段96K+445跨越橋橋址附近地質組成示意圖

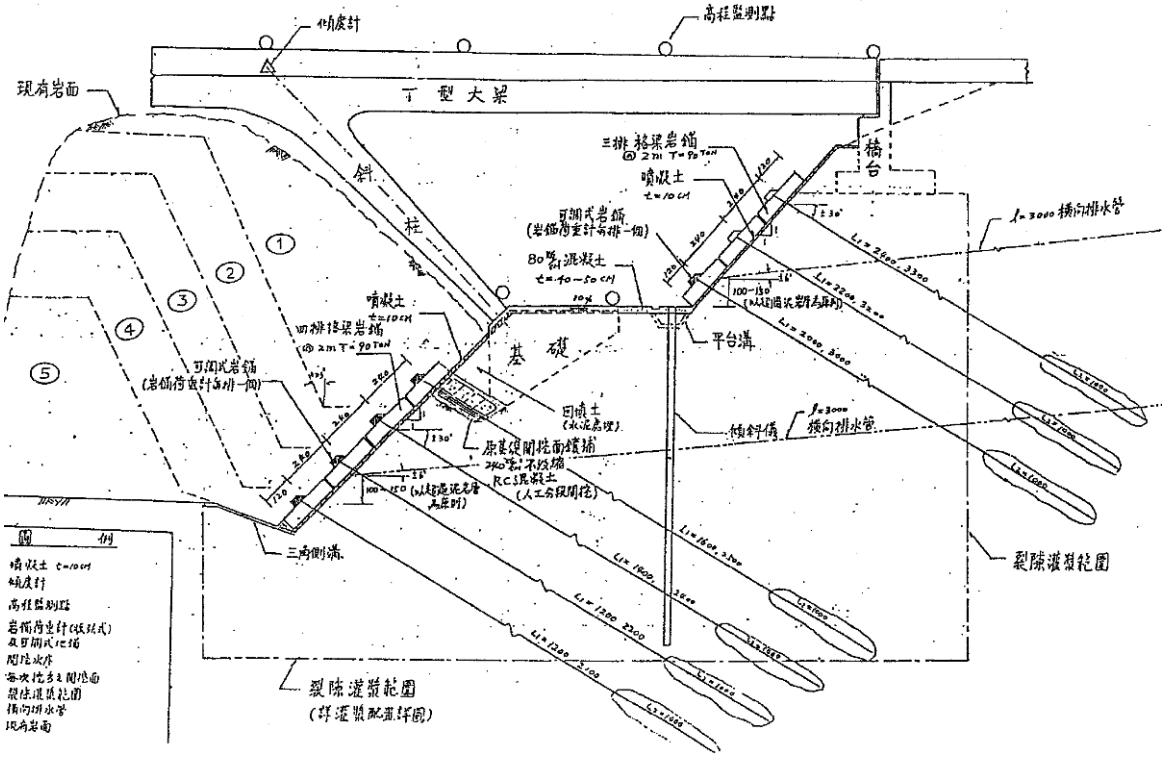


圖3.6-20　北二高關西新竹段96K+445跨越橋橋址右側橋下土方分階分段開挖及邊坡保護、監測儀器佈置圖

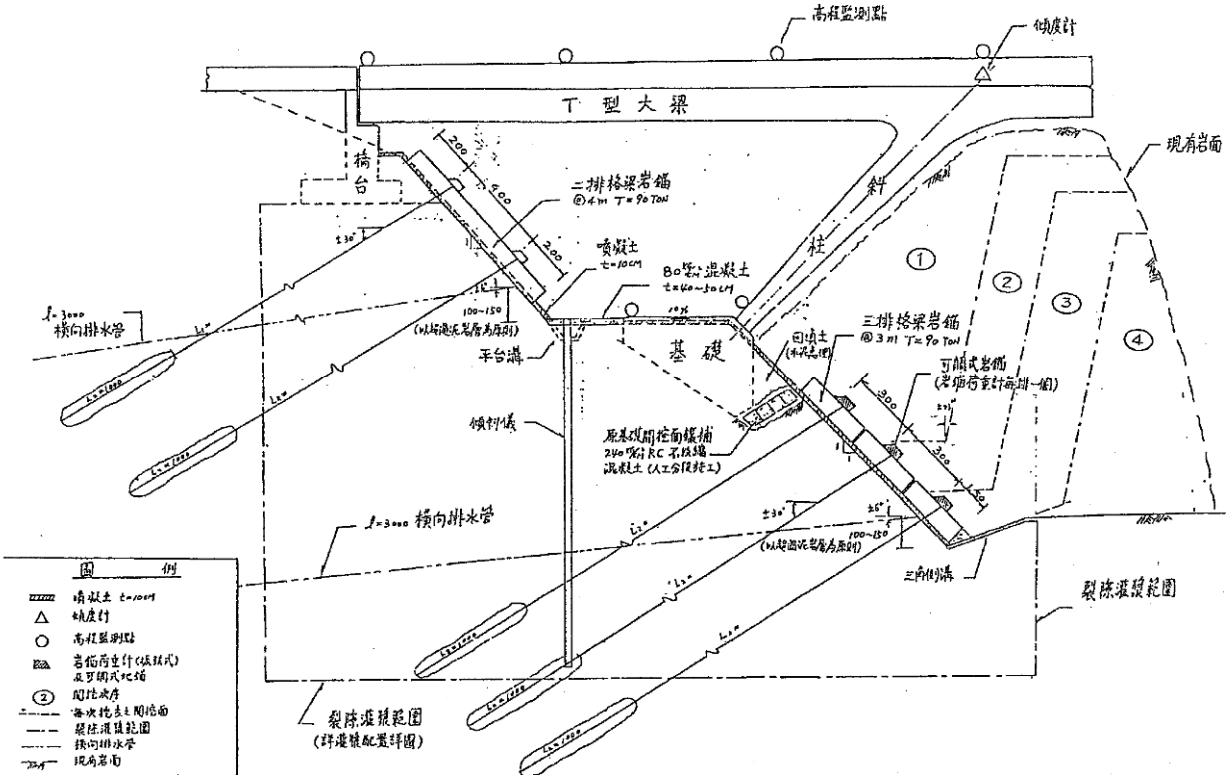


圖3.6-21　北二高關西新竹段96K+445跨越橋橋址左側橋下土方分階分段開挖及邊坡保護、監測儀器佈置圖

二、 邊坡檢查結果

依陸島工程顧問公司承辦「99-100年度關西段轄區邊坡巡檢工作」期中報告指出，除於南下96k+280~96k+500坡趾滲水外，尚無發現其它破壞、變形、擠壓或開裂情形。邊坡狀況尚稱良好。

三、 地錨檢測結果

依鴻宜工程顧問有限公司99年承辦「關西工務段轄區地錨護坡現況功能委託檢測及評估工作」成果報告書指出，在外觀部份除11支功能尚可外，其餘406支皆為正常；鑿開檢視42支地錨中有40支功能尚可、2支功能不佳及2支功能損壞；內視鏡檢視21支地錨中有17支功能尚可、3支功能不佳及1支功能損壞；揚起試驗結果設計預力90噸，揚起荷重平均約60.52噸，考量95%信心水準下統計修正地錨效率為58%。

四、 邊坡監測結果

依宏偉工程顧問有限公司承辦「國道高速公路局北區工程處順向邊坡人工監測工作」報告100年7月份報告指出，本處邊坡共設置2孔地中傾斜管、4處傾斜計及1孔水位井。地中傾斜管監測結果合位移變化量皆小於警戒值2mm/月，傾斜計監測值皆小於於警戒值1/250，地下水位無顯著之變化，水位變化約1.5m左右。

五、 邊坡穩定分析結果

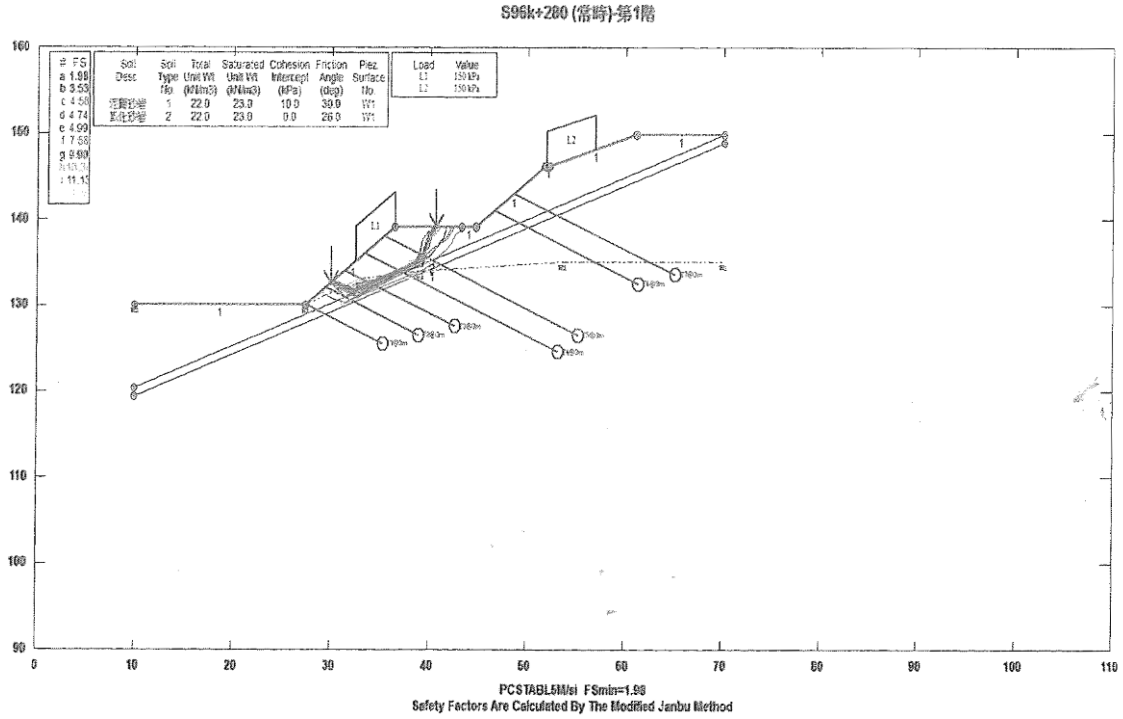
依據陸島工程顧問有限公司承辦「關西工務段轄區邊坡安全評估工作」邊坡詳細安全評估分析與對策建議第一階段成果報告書，邊坡穩定分析結果指出當地錨效率小於50%，安全係數將無法滿足規範要求，依目前地錨揚起試驗結果尚可滿足規範需求，惟保守考量仍需補設地錨回覆其設計預力，材料參數詳表3.6-3，相關分析結果詳表3.6-4與圖3.6-22~圖3.6-24。

表3.6-3　國道3號南下96k+445邊坡穩定分析地層參數

土層描述	γ_t (kN/m^3)	γ_{sat} (kN/m^3)	c (kPa)	Φ (deg.)
泥質砂岩	22	23	10	30
風化砂岩	22	23	0	26

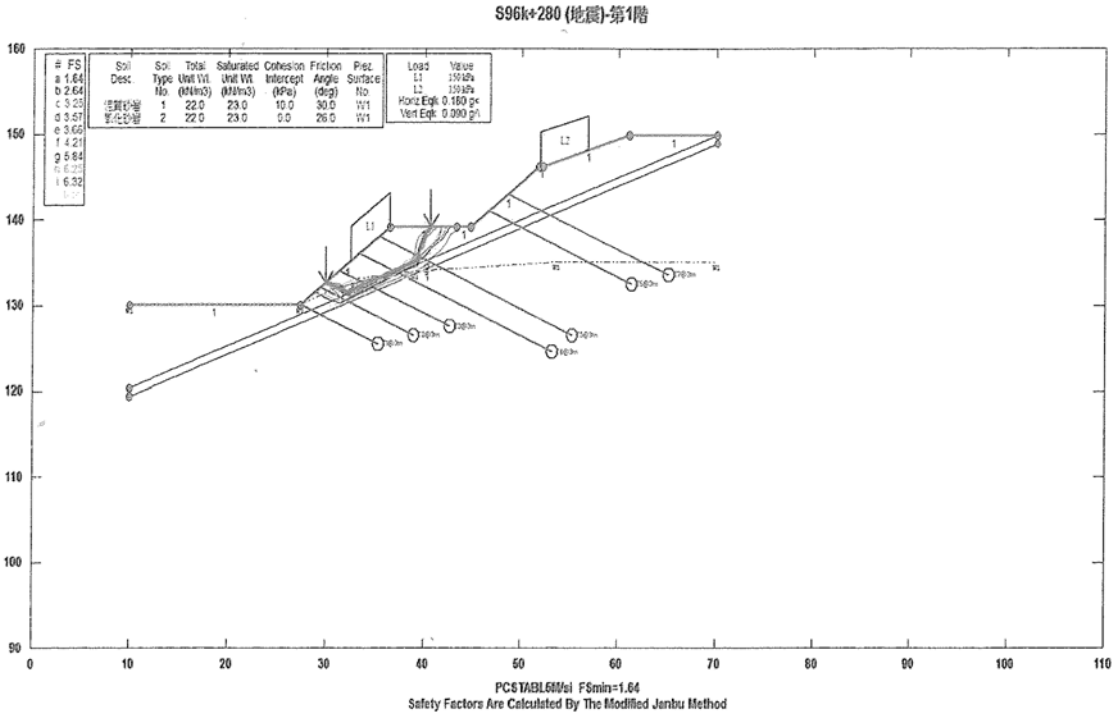
表3.6-4　國道3號南下96k+445邊坡穩定安全係數分析結果(陸島公司，2011)

狀態		分析條件		
		常時	地震	高水位
規範要求		≥ 1.5	≥ 1.1	≥ 1.2
第一階	地錨效率100%	1.98	1.44	1.73
	地錨效率75%	1.88	**1.24**	1.64
	地錨效率50%	1.77	1.07	1.53
	地錨效率25%	**1.60**	0.93	**1.39**
	地錨效率0%	1.04	0.81	0.88
第二階	地錨效率100%	**1.67**	1.44	-
	地錨效率75%	1.48	**1.24**	-
	地錨效率50%	1.31	1.07	-
	地錨效率25%	1.12	0.93	-
	地錨效率0%	0.94	0.81	-



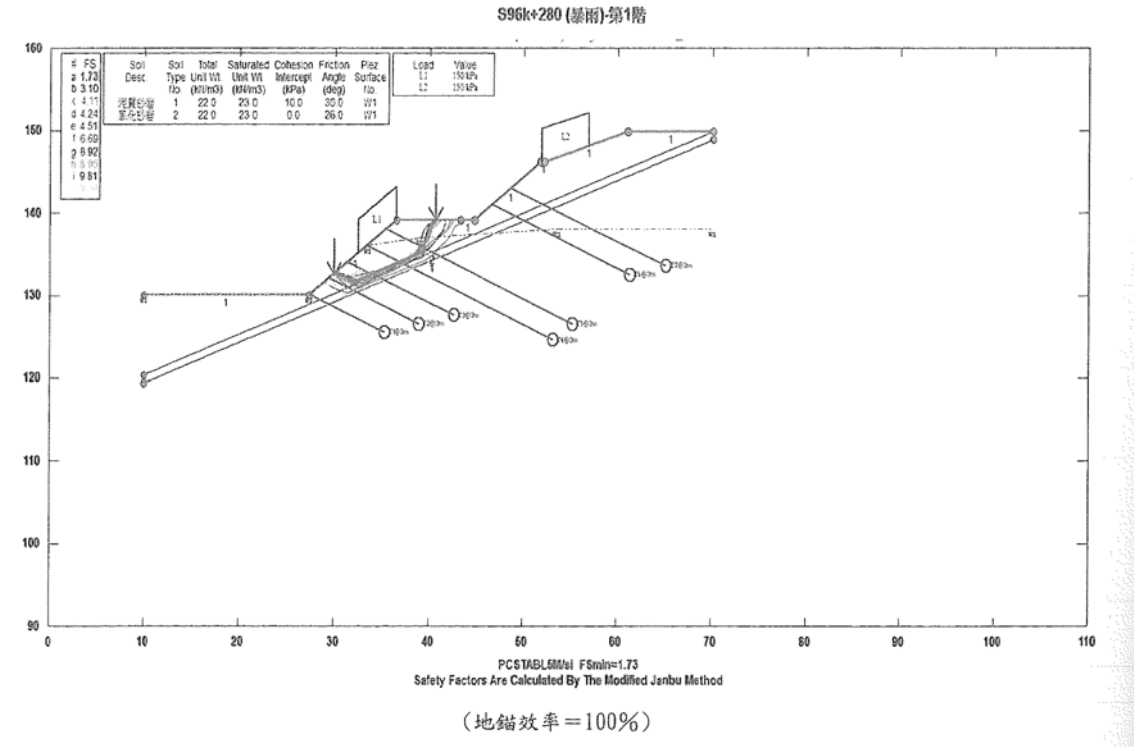
（地錨效率＝100%）

圖3.6-22　國道3號南下96k+445邊坡穩定分析結果(常時) (陸島公司，2011)



（地錨效率＝100%）

圖3.6-23　國道3號南下96k+445邊坡穩定分析結果(地震) (陸島公司，2011)



（地錨效率＝100%）

圖3.6-24　國道3號南下96k+445邊坡穩定分析結果(高水位)(陸島公司，2011)

3.6.3 里程 102K+800 南下邊坡

一、 邊坡工程基本資料與災害歷史

1. 橋梁概要

此座跨越橋位於新竹縣寶山鄉與新竹市交界處，全長120公尺，其三個跨徑分別為36、48、36公尺，橋面寬8.6公尺，係屬箱型梁斷面，而墩柱係以56.31º斜撐於第一階邊坡頂部(如圖3.6-25之立面圖及橫斷面圖所示)，A2橋台下方設有三排60噸地錨與格梁護坡(如圖3.6-26)。

2. 地質狀況

此橋梁橋址之地形係屬竹東丘陵區，地質則屬台灣西部麓山帶之外麓山帶，其構造以褶皺(Fold)為主，此橋梁即位於青草湖北斜之東南側，而此背斜之西北翼係以高角度(30°~50°)向西北傾斜，東南翼側極為平緩(10°以內)，詳圖3.6-27。本區地層屬更新世早期之頭嵙山層香山相，依據民國七十年經濟部中央地質調查所之「台灣坡地社區工程地質調查與探勘報告」所述，頭嵙山層岩層之性質簡述如下：

頭嵙山層之厚砂岩、粉砂岩及泥岩之互層膠結不佳，泥岩及粉砂岩之層面常為岩層滑移之滑動面，且泥岩易因壓力或含水量之變化而膨脹收縮，局部之粉砂岩則膠結極疏鬆，質軟易碎，易崩解侵蝕，承載力低。

此橋址邊坡右側為順向坡，左側為逆向坡，岩層視傾角約為8°(如圖3.6-28所示)。

3. 施工內容

本路段原設計之邊坡穩定分析所採泥岩參數C=5 T/m2，φ=32º，故僅分析圓弧破壞而未考量砂泥岩介面平面滑動之可能，所得平時安全係數為1.629(如圖2.8-30所示)。基於新竹竹南段與關西新竹段之地質條件相似，而依據後者之邊坡坍滑整治案例研判前者原設計所採泥岩參數可能高估，且分析之斷面亦與地質資料不符(參見圖3.6-28及圖3.6-29所示)，乃於施工前請設計顧問行檢討。

經於該橋址及鄰近民間工地鑽孔取岩心並將泥岩泡水24小時，得其殘餘強度參數約為C=1 T/m2，φ=13°(如圖3.6-30所示)，以此參數再分析此橋址之邊坡穩定性，其破壞模式則為砂泥岩介面平面滑動所控制，平時安全係數亦僅為0.87，故需於第二階邊坡加段三排預力地錨方能滿足其穩定需求(如圖3.6-31所示)，至於其施工程序則規定為地錨完成後方可施築跨越橋結構。

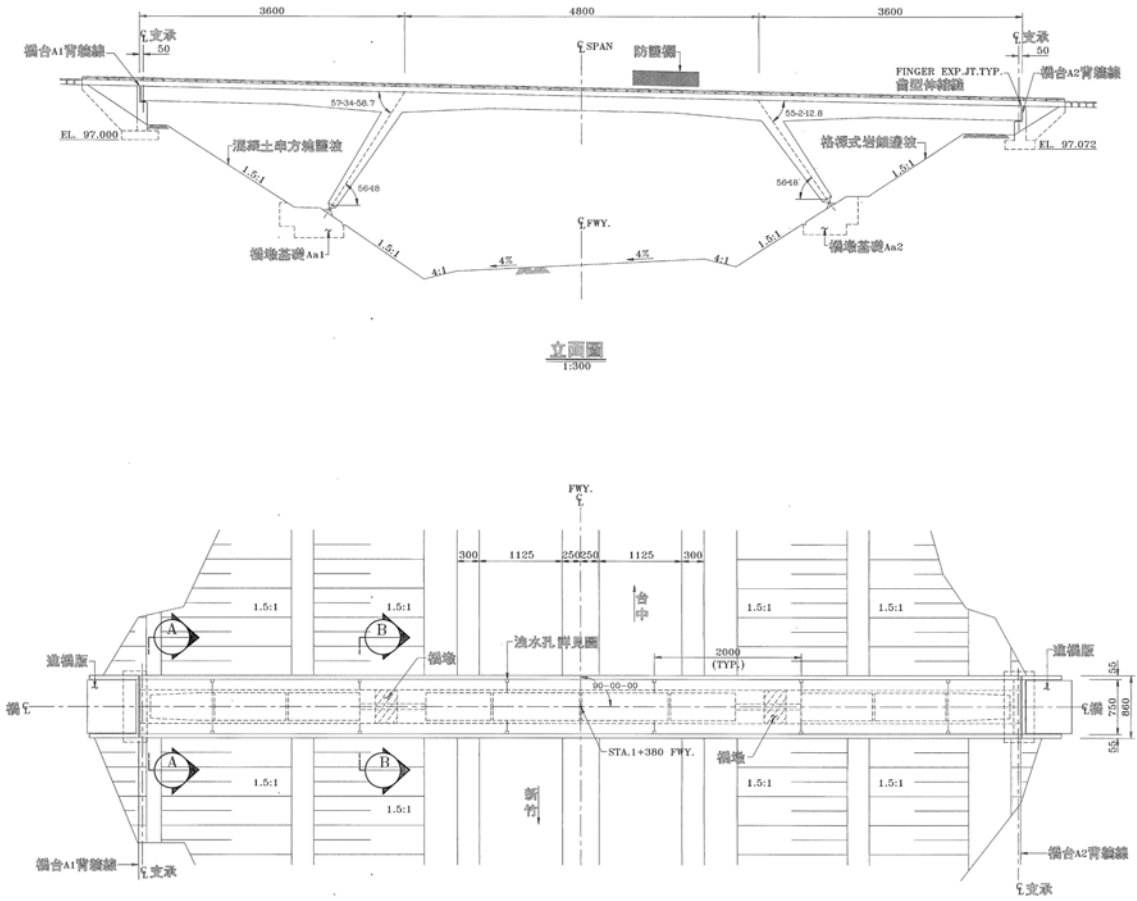


圖3.6-25　寶山三號跨越橋平面與立面圖

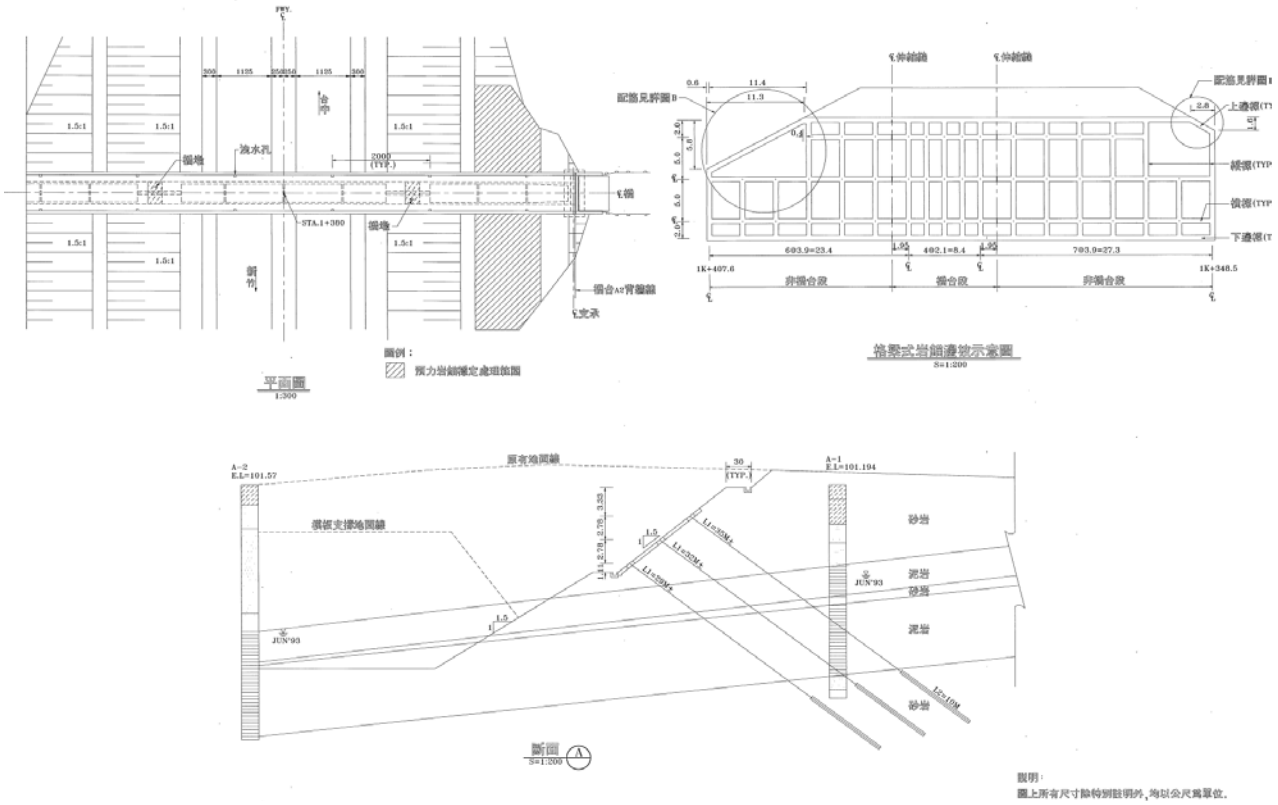


圖3.6-26　寶山三號跨越橋A2橋台下方邊坡保護工程配置圖

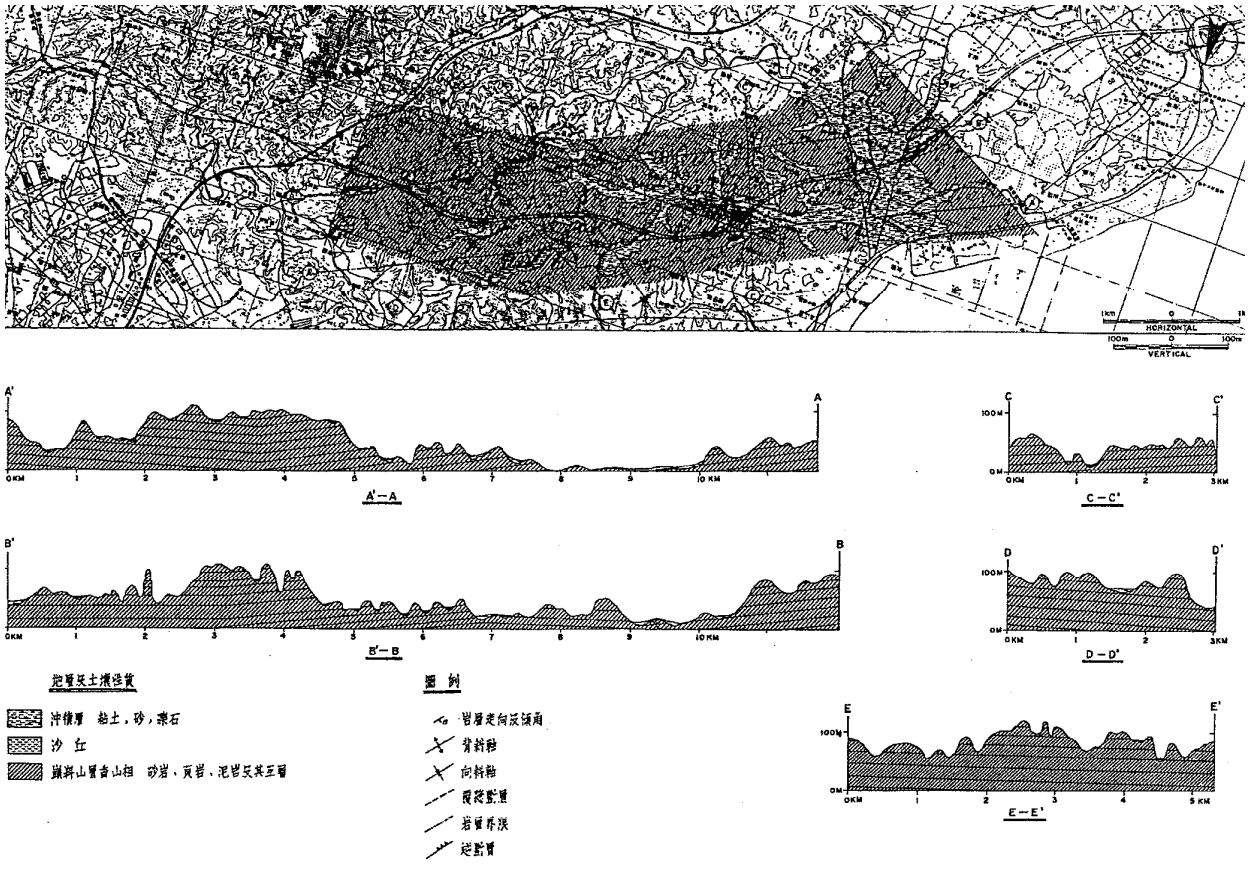


圖3.6-27　北二高新竹竹南段沿線地質圖

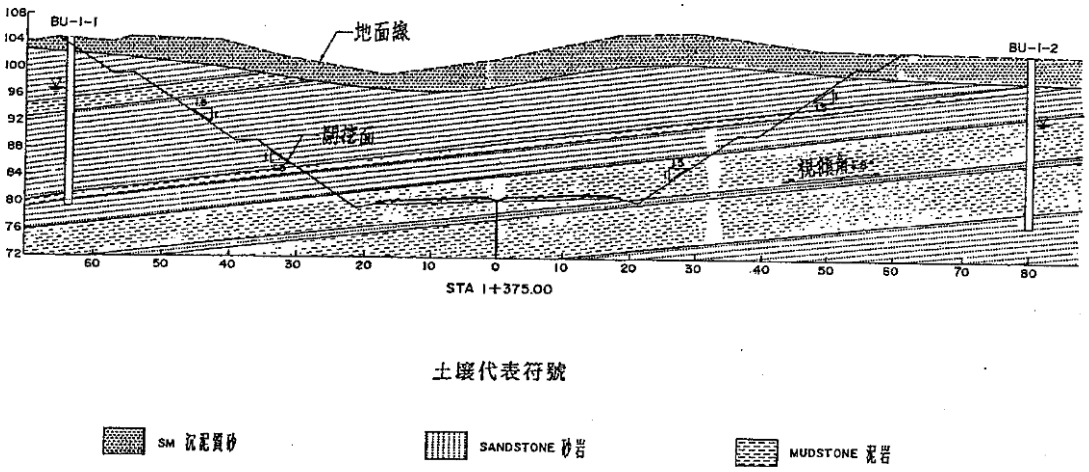


圖3.6-28　北二高新竹竹南段102K+783寶山三號跨越橋橋址地質剖面圖

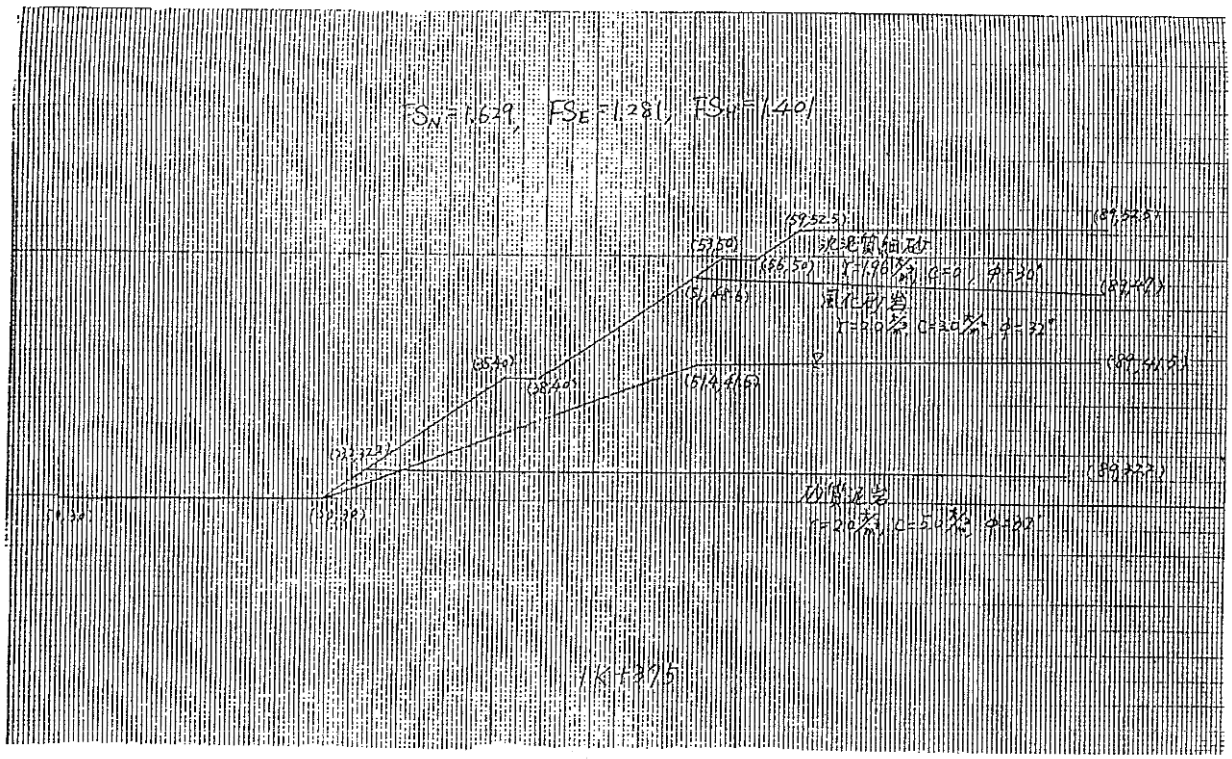


圖3.6-29　北二高新竹竹南段102K+783寶山三號跨越橋橋址原設計之邊坡穩定分析

孔號	顆粒分析			強度參數	
	砂 (%)	粉土 (%)	黏土 (%)	Cr (t/m²)	φr (°)
A-1	2	53	45	0.9	16.9
A-2	0	68	32	3.9	13.4
華城	5	58	37	1.0	10.0
亞新	-	-	-	1.0	12.0
建議值	-	-	-	1.0	13.0

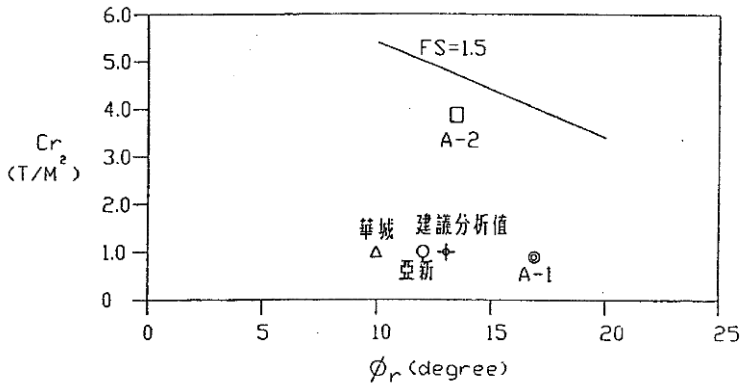


圖3.6-30　北二高新竹竹南段102K+783寶山三號跨越橋橋址及附之泥岩殘餘強度

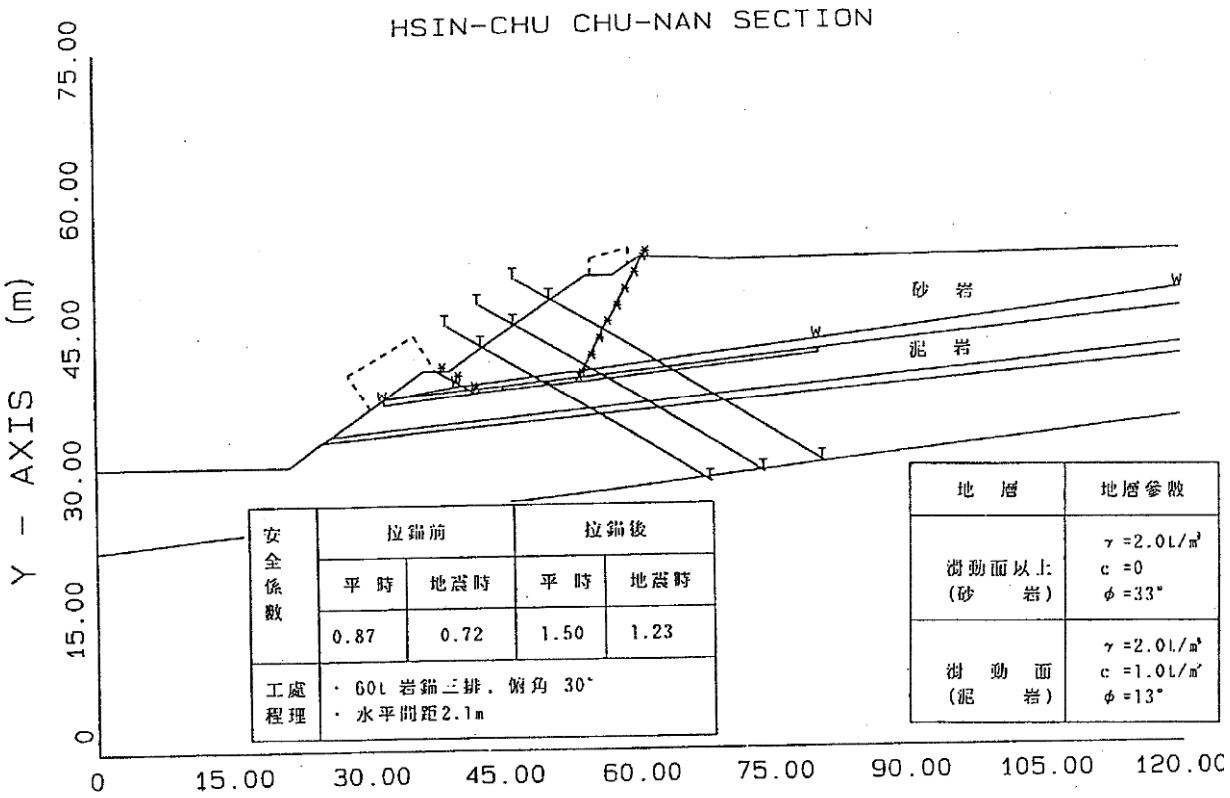


圖3.6-31　北二高新竹竹南段102K+783寶山三號跨越橋橋址邊坡之長期定分析

二、 邊坡檢查結果

本邊坡之目視檢查成果報告包括：

- 「國道三號32處順向坡總體檢(第一階段)工作成果總報告」(2010.07)執行單位：社團法人中華民國大地工程學會
- 「交通部國道三號32 處順向坡總體檢(第一階段)關西工務段轄區範圍工作成果報告」(2010.07)執行單位：社團法人中華民國大地工程學會

現地勘查發現，本邊坡之主要異狀為邊坡縱溝斷裂擠壓變形、坡面裂縫凹陷及侵蝕、淘刷之情形，研判邊坡破壞潛勢主要屬沖蝕與表淺層之坍塌災害。

三、 地錨檢測結果

依陸島工程顧問公司承辦關西工務段轄區邊坡安全評估工作報告指出，地錨外觀檢視經現場細數地錨數量得知總數共計43支，其中功能正常37支，功能尚可6支；共鑿開7支錨頭進行鑿開檢視，其中功能尚可7支；地錨內視鏡檢視7支，7支皆屬功能尚可，本區地錨之鋼鍵大多處於微銹至中等銹蝕　況；揚起試驗結果設計預力60噸，揚起荷重平均約64.29噸，考量95%信心水準下統計修正地錨效率為97%。

四、 邊坡監測結果

本邊坡之監測資料來源為：

- 「國道高速公路局北區工程處順向邊坡人工監測工作」，承辦單位：宏偉工程顧問有限公司

本邊坡人工量測之監測儀器包括2孔(地中)傾斜管、4只傾斜計(或稱傾度盤)及1孔水位井，監測儀器配置詳表3.6-5。

表3.6-5　國道3號南下102K+700邊坡監測儀器配置一覽表

(取自：宏偉工程顧問有限公司)

29*	國3	南下側	102k+700~102k+750 新竹路段	I1	30	102k+774	第二階平台	SIS03-102774S
				I2	20	102k+776	第一階平台	SIS03-102776S
				W1	25	102k+768	第二階平台	OW03-102768S
				T1	-	102k+724	路堤排水溝壁	TI03-102724S
				T2	-	102k+744	路堤擋土牆	TI03-102744S
				T3	-	102k+726	第一階平台排水溝	TI03-102726S
				T4	-	102k+743	第二階平台格樑側壁	TI03-102743S

茲根據現階段取得之監測資料評估分析於后。

1. (地中)傾斜管

■ 102774S

傾斜管102774S之地表累積變位歷時曲線示如圖3.6-32，自99.07.17至100.07.14期間，孔口合位移之變動範圍大致介於0mm~5.4mm之間，變位較小且無一定之變化趨勢。綜合本階段量測結果，傾斜管102774S之位移量變化不大，且無急遽變形之情形，量測值尚屬於正常變動及/或系統誤差範圍。

■ 102776S

傾斜管102776S之地表累積變位歷時曲線示如圖3.6-32，自99.07.17至100.07.14期間，孔口合位移之變動範圍大致介於0mm~7.4mm之間，變位較小且無一定之變化趨勢。綜合本階段量測結果，傾斜管102776S之位移量變化不大，且無急遽變形之情形，量測值尚屬於正常變動及/或系統誤差範圍。

2. 傾斜計(或稱傾度盤)

■ 102724S-29T1

傾斜計102724S-29T1之傾斜量歷時曲線示如圖3.6-33，自99.07.17至100.07.14期間，沿1-3方向(沿坡面方向)之變動範圍大致介於－4sec.~284sec.之間，99.11之計測數據呈現往正值增加之明顯趨勢；沿2-4向(與坡面平行方向)之變動範圍大致介於－173sec.~ 111 sec.之間，99.11之計測數據呈現往負值增加之趨勢，惟目前已趨於平穩。後續需持續追蹤注意1-3向與2-4向傾斜量之變化。

■ 102744S-29T2

傾斜計102744S-29T2之傾斜量歷時曲線示如圖3.6-33，自99.07.17至100.07.14期間，沿1-3方向(沿坡面方向)之變動範圍大致介於－239sec.~0sec.之間，呈現往負值增加之趨勢，惟目前已趨於平穩；沿2-4向(與坡面平行方向)之變動範圍大致介於－119sec.~ 8 sec.之間，呈現往負值增加之趨勢，惟目前已趨於平穩。後續需持續追蹤注意1-3向與2-4向傾斜量之變化。

■ 102726S-29T3

傾斜計102726S-29T3之傾斜量歷時曲線示如圖3.6-34，自99.07.17至100.07.14期間，沿1-3方向(沿坡面方向)之變動範圍大致介於－383sec.~0sec.之間，99.11以後呈現往負值增加之明顯趨勢，惟目前已趨於平穩，目前傾斜量約為－284sec.；沿2-4向(與坡面平行方向)之變動範圍大致介於－152sec.~ 4 sec.之間，呈現往負值增加之趨勢，惟目

前已趨於平穩。後續需持續追蹤注意1-3向與2-4向傾斜量之變化。

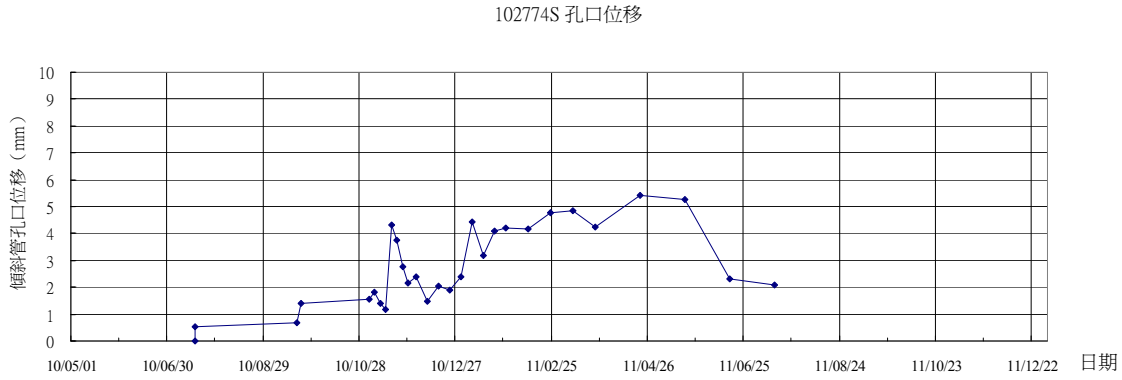
■ 102743S-29T4

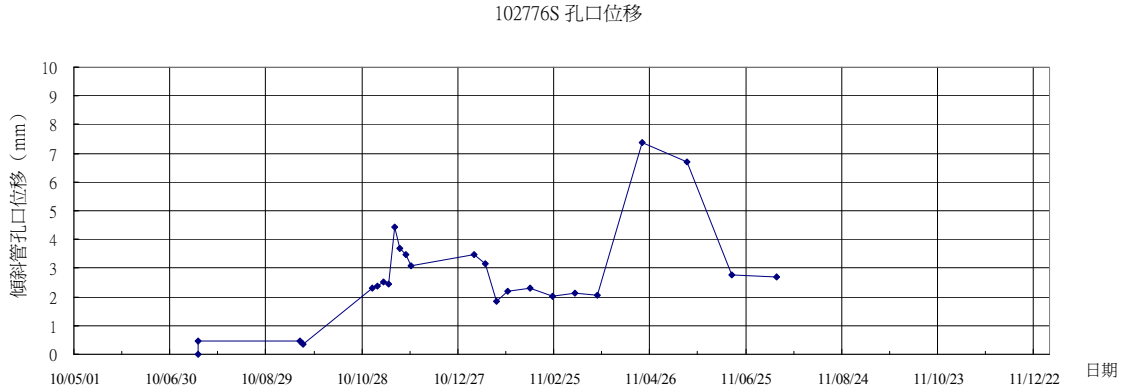
傾斜計102743S-29T4之傾斜量歷時曲線示如圖3.6-34，自99.07.17至100.07.14期間，沿1-3方向(沿坡面方向)之變動範圍大致介於0 sec.~ 210 sec.之間，呈現往正值增加之明顯趨勢；沿2-4向(與坡面平行方向)之變動範圍大致介於－119sec.~ 41 sec.之間，99.09至99.11間呈現往負值增加之明顯趨勢，惟目前已趨於平穩。後續需持續追蹤注意1-3向與2-4向傾斜量之變化。

3. 水位井

■ 102768S-29W1

水位井102768S-29W1之地下水位歷時曲線示如圖3.6-35，監測資料顯示孔底無水。





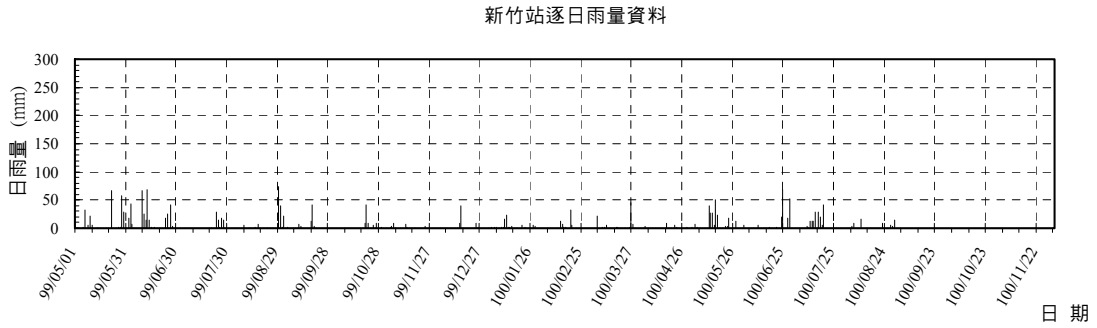


圖3.6-32　傾斜管102774S及102776S之累積變位歷時曲線

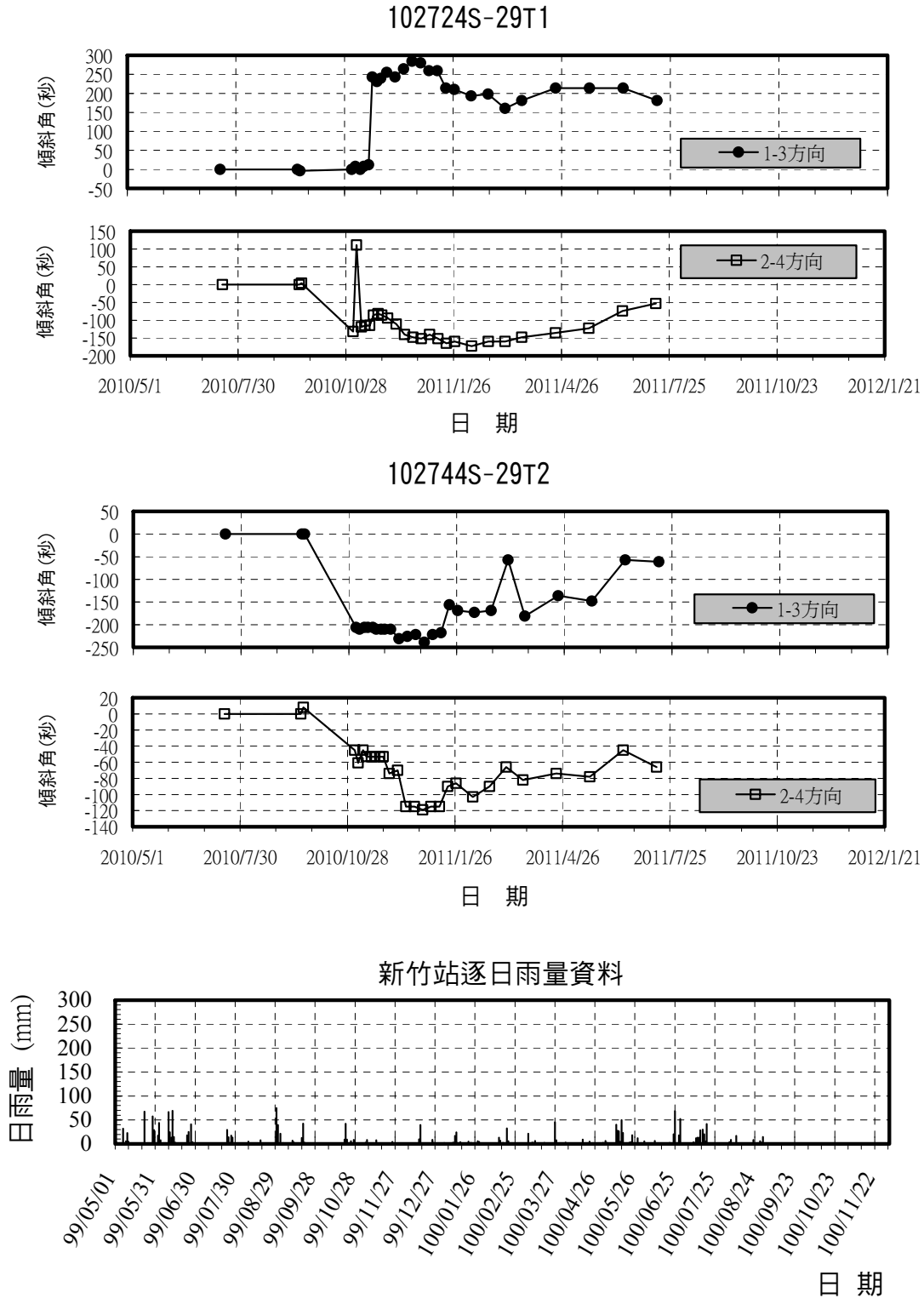


圖3.6-33　傾斜計102724S-29T1及102744S-29T2之傾斜角歷時曲線

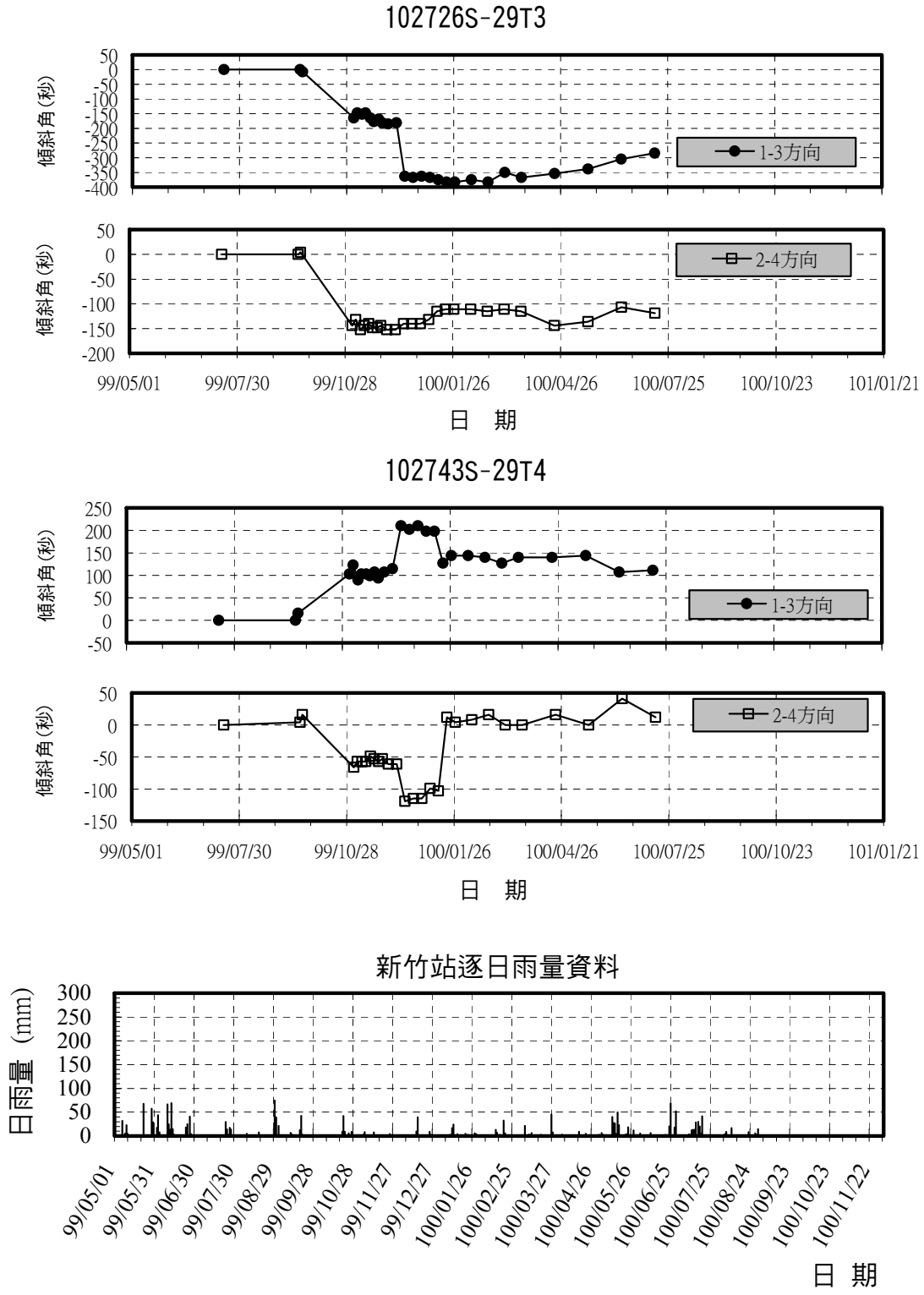


圖3.6-34 傾斜計102726S-29T3及102743S-29T4之傾斜角歷時曲線

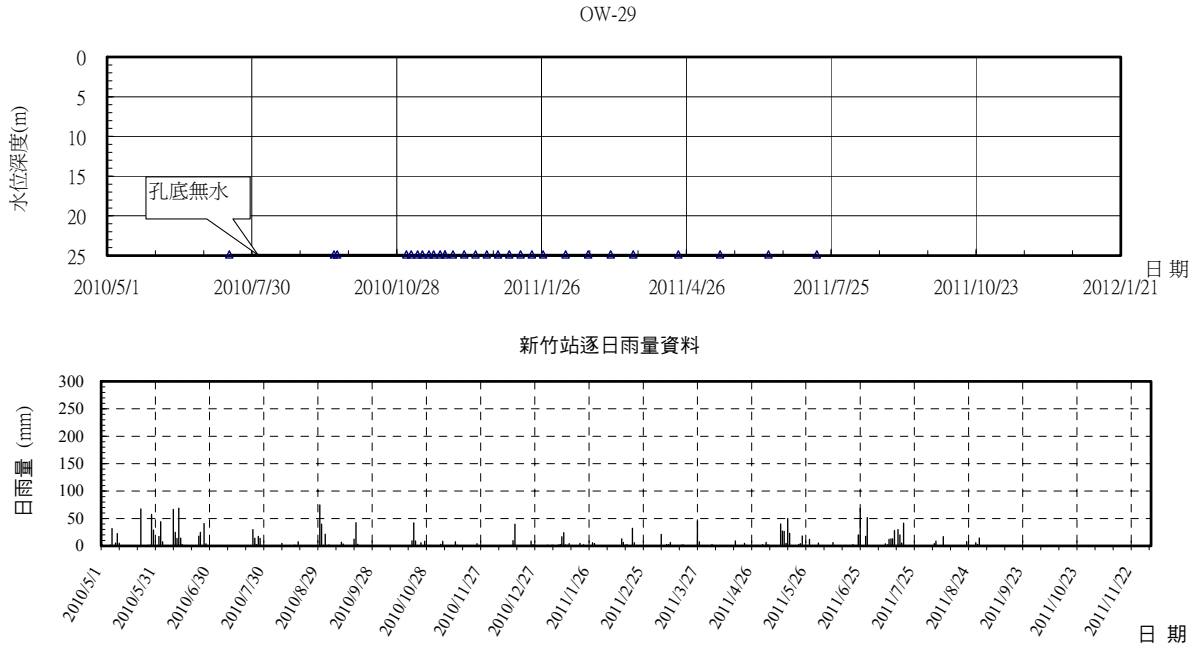


圖3.6-35　水位井102768S-29W1之地下水位變化歷時曲線

五、 邊坡穩定分析結果

考量本處邊坡產生邊坡滑動行為與工程行為作用，邊坡穩定採用之分析準則、分析參數及分析結果，簡述如后。

1. 設計載重

呆重：滑動體自重及水重

地震力：滑動體乘上地震係數

設計地震地表加速度考量獅潭近斷層效應，PGA=0.384，另NA=1.2(水平地震放大係數)、NV=1.27(垂直地震放大係數)，則

kh=0.5×PGA×NA=0.23、kv=0.5×(0.5×PGA×NV)=0.12

2. 地下水位

依據監測水位及現場目視檢測出水或濕潤狀況，設定為常時水位，而常時水位再加高3公尺則為高水位狀況

3. 安全係數要求：參考國工局「地工設計注意事項」。

應依開挖邊坡加固方式研判適當試驗所取得之地質材料強度參數，以進行邊坡穩定分析。本邊坡分析採用STABL程式，根據原設計階段之岩石一般物理性質試驗及其設計報

告，選用岩層或覆蓋層之穩定分析所需之單位重。而地層強度參數方面參酌原設計報告之建議值，若為層面則將凝聚力取0，地層層面使用分析參數詳見表3.6-6。

表3.6-6　國道3號南下102k+700邊坡穩定分析地層參數

土層描述	γ_t (kN/m^3)	γ_{sat} (kN/m^3)	c (kPa)	Φ (deg.)
覆蓋層	19	20	0	30
砂岩	21	22	10	40
泥岩	22	23	100	30
泥岩層面	22	23	0	30
泥岩泡水	22	23	0	13

邊坡穩定安全係數如表3.6-7及圖3.6-36至圖3.6-38所示，分析結果顯示假設平面破壞發生在泥岩層中，本邊坡尚能符合長期邊坡穩定安全係數之需求。惟若改採淺層滑動面分析，其結果如表3.6-7及圖3.6-39所示，則未能滿足安全係數要求，故採混凝土格框植生配合灌漿錨筋來穩定坡面，覆蓋層之凝聚力可提高至20kPa，則其邊坡穩定結果尚可滿足要求，如表3.6-7及圖3.6-40所示。

於寶山三路跨越橋之橋台處，除先考慮橋台A2及橋墩P2之載重外，檢核地錨效率100%、75%、50%、25%及0%之假設條件下，邊坡穩定安全係數如表3.6-8與圖3.6-41所示，地錨效率100%之分析結果圖形如圖3.6-42至3.6-44所示；顯示在除地錨效率為0%時常時狀態未能滿足要求外，其餘情形下，本邊坡均能符合長期邊坡穩定安全係數之需求。

表3.6-7　國道3號南下102k+700邊坡穩定安全係數分析結果

狀態	分析條件		
	常時	地震	高水位
規範要求	≥ 1.5	≥ 1.1	≥ 1.2
平面滑動破壞	2.56	1.35	2.04
淺層滑動	1.01	0.60	1.01
淺層滑動(補強後)	2.50	1.63	2.42

表3.6-8　國道3號南下102k+700邊坡橋台處穩定安全係數分析結果

狀態	分析條件			
	常時	設計地震	最大考量地震	高水位
規範要求	≥ 1.5	≥ 1.1	≥ 1.1	≥ 1.2
地錨效率0%	1.46	1.10	1.21	1.35
地錨效率25%	1.59	1.17	-	1.46
地錨效率50%	1.73	1.25	1.11	1.55
地錨效率75%	1.88	1.31	-	1.65
地錨效率100%	2.04	1.37	1.00	1.75

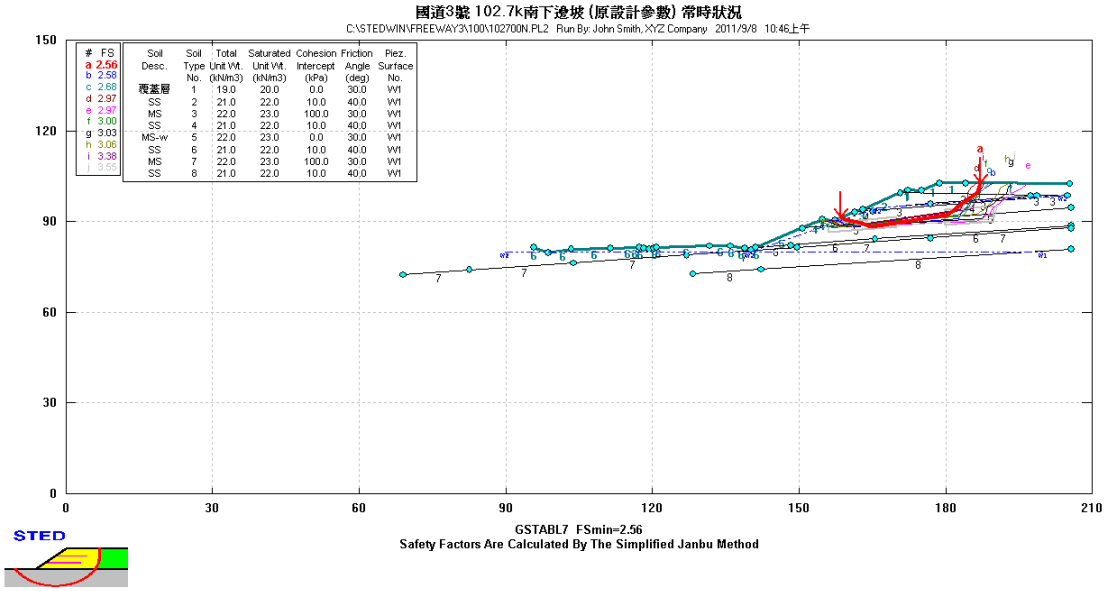


圖3.6-36　國道3號南下102k+700邊坡穩定分析結果(常時水位)

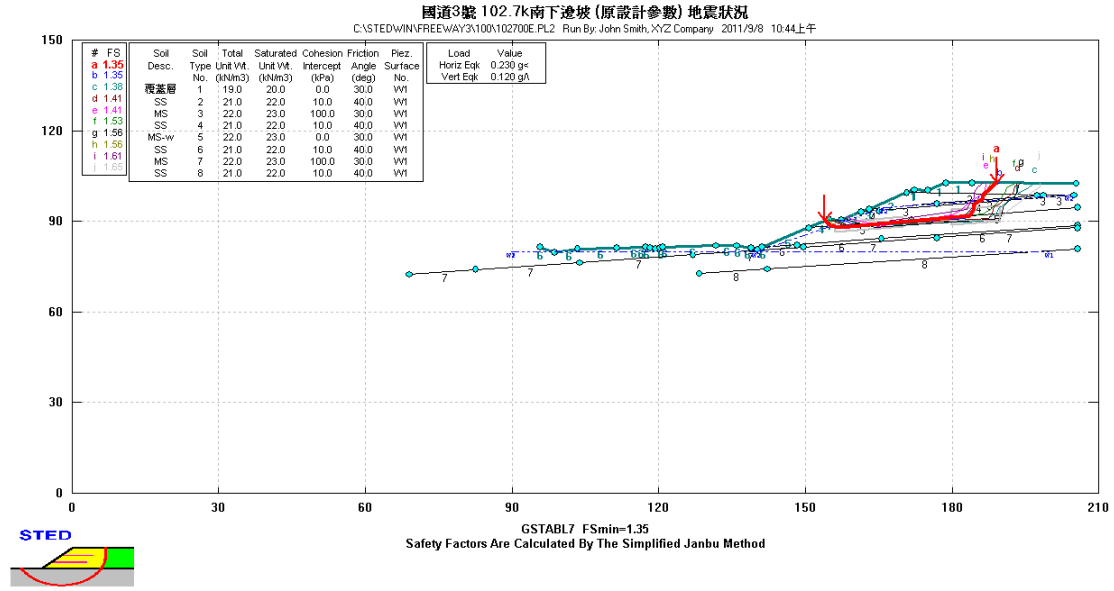


圖3.6-37　國道3號南下102k+700邊坡穩定分析結果(地震+常時水位)

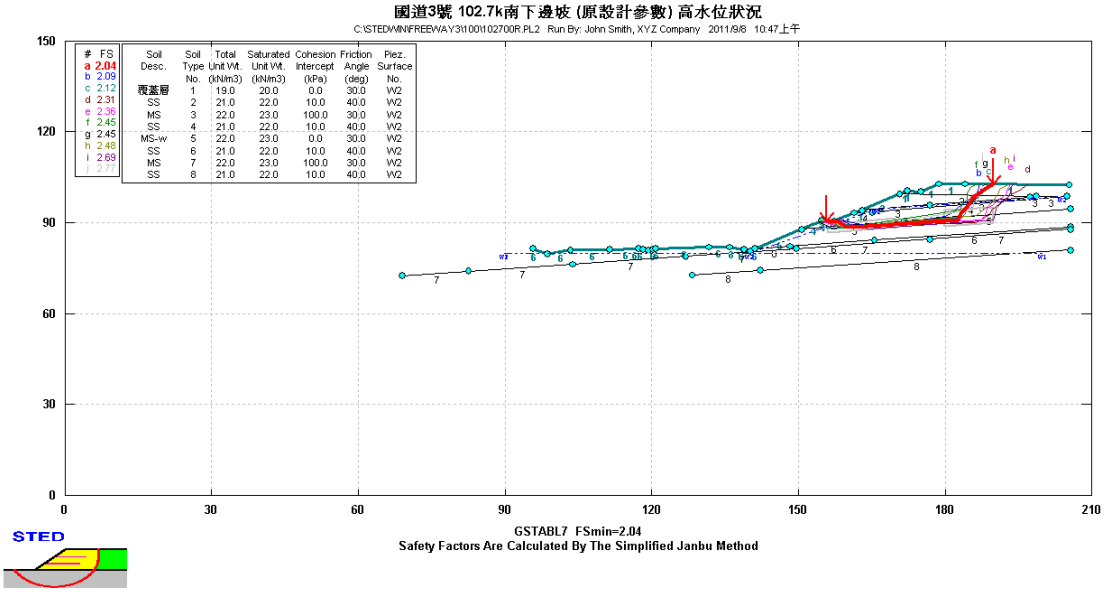


圖3.6-38　國道3號南下102k+700邊坡穩定分析結果(高水位)

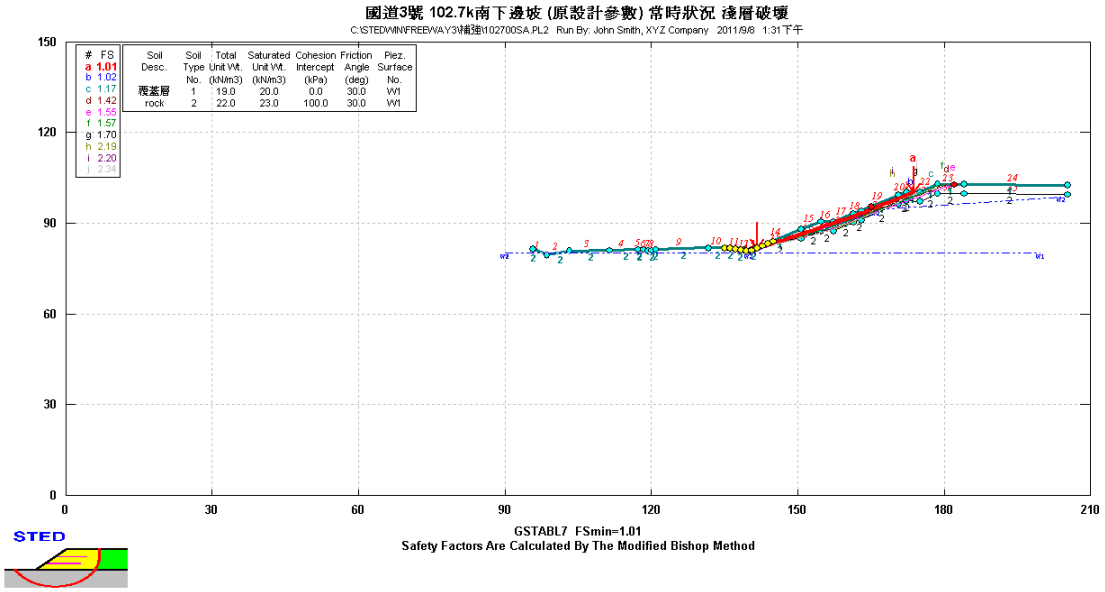


圖3.6-39　國道3號南下102k+700邊坡穩定分析結果(淺層滑動，常時水位)

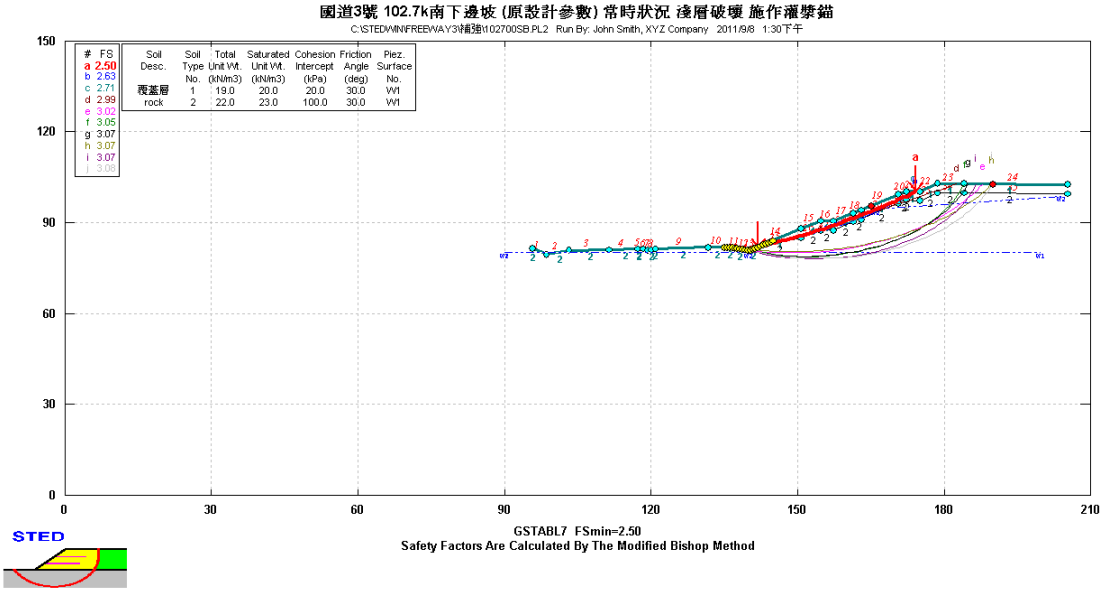


圖3.6-40　國道3號南下102k+700邊坡穩定分析結果(淺層滑動，補強後，常時水位)

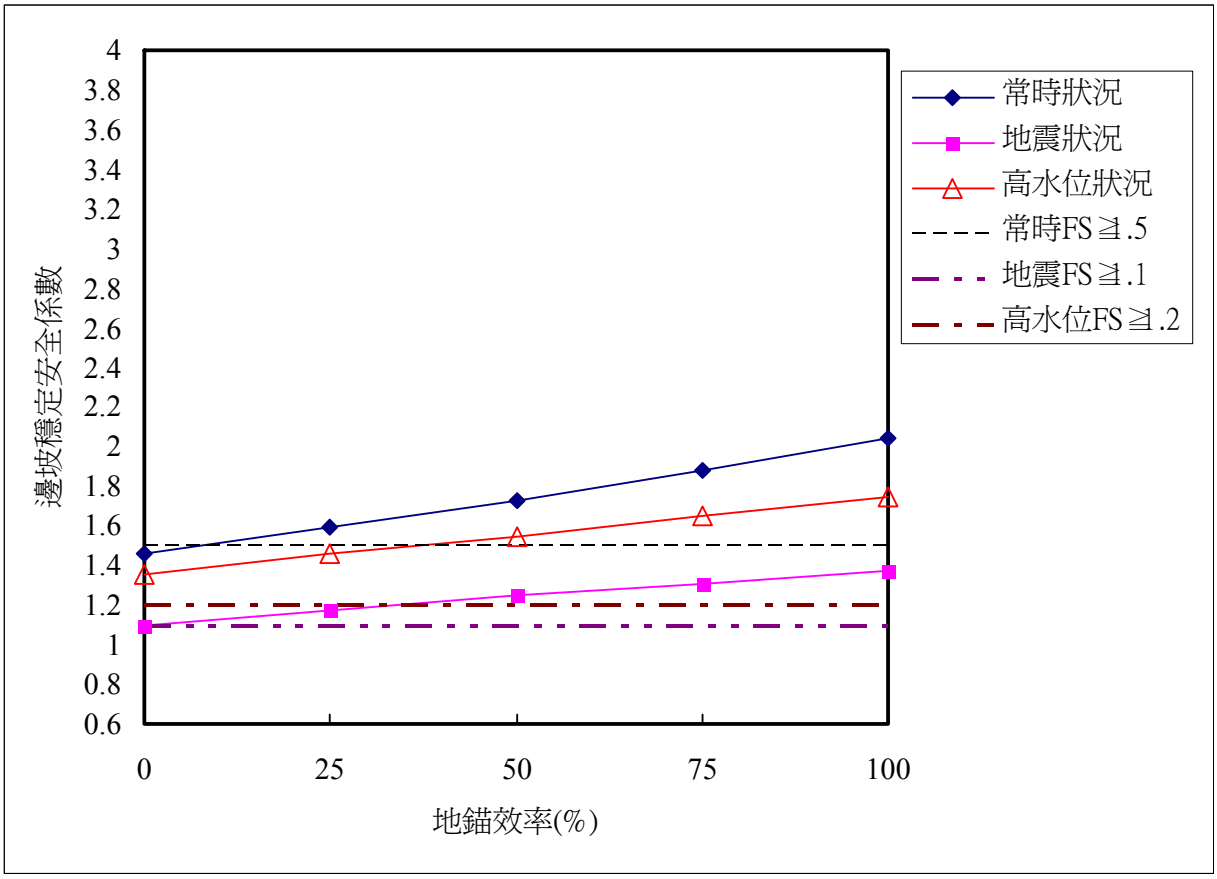


圖3.6-41　地錨效率變化與橋台處邊坡穩定安全係數關係示意圖

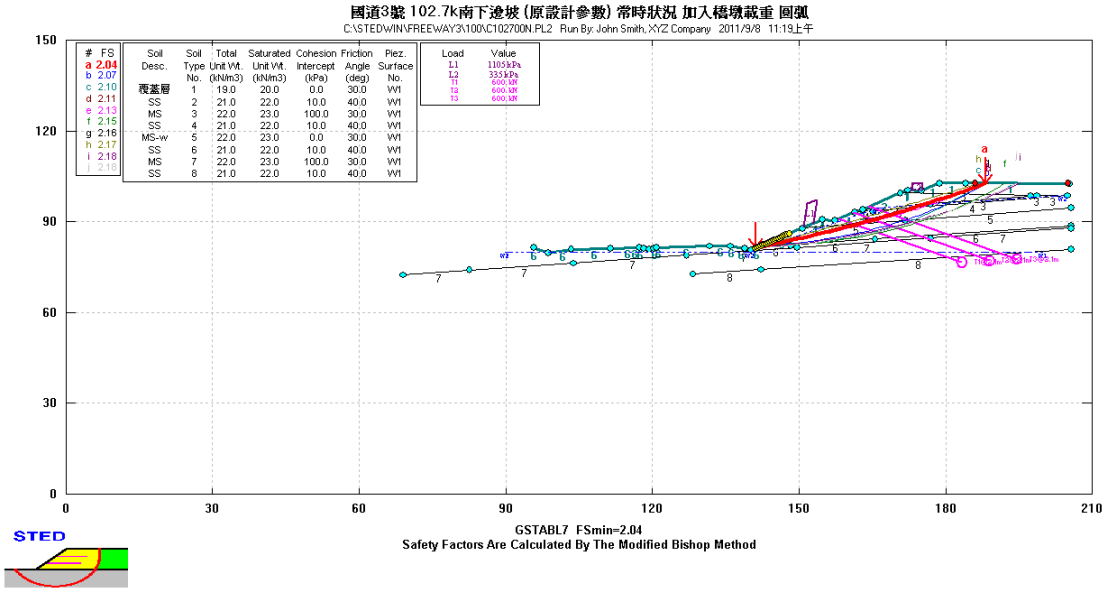


圖3.6-42　國道3號南下102k+700邊坡橋台處穩定分析結果(常時水位)

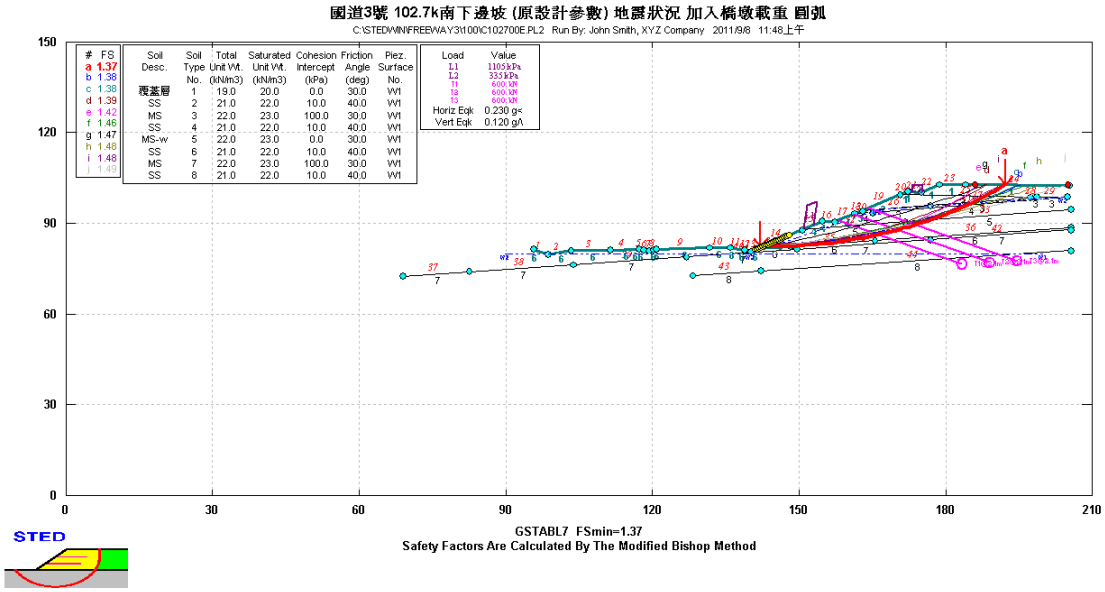


圖3.6-43　國道3號南下102k+700邊坡橋台處穩定分析結果(地震+常時水位)

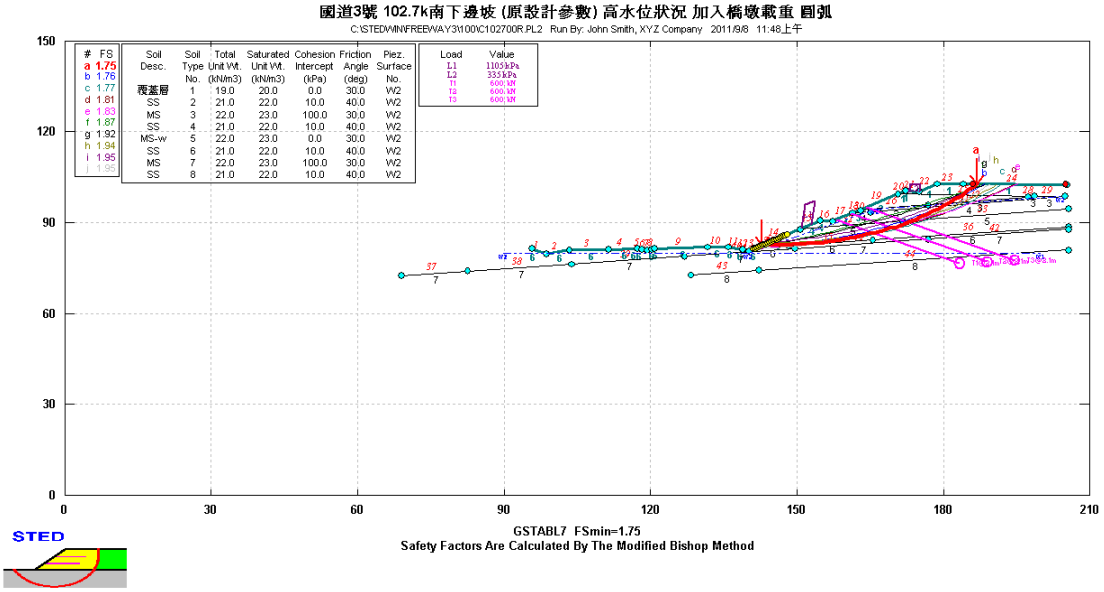


圖3.6-44　國道3號南下102k+700邊坡橋台處穩定分析結果(高水位)

六、邊坡安全綜合評估結果

綜合以上各節所述，對於本邊坡之安全性評估如下：

1. 本區域出露地層為頭嵙山層香山相，本邊坡由上而下地層為覆蓋層、砂岩及泥岩，屬順向坡，層面視傾角約8度。

2. 目視檢查本邊坡有縱向溝斷裂擠壓變形、坡面裂縫凹陷及侵蝕及淘空之情形，有發生沖蝕、表淺層坍滑之虞，宜進行適當整治。

3. 根據本階段監測結果(包括2孔傾斜管、4只傾斜計及1孔水位井)，整體而言，雖位移量及地下水位之量測值屬於正常變動及/或系統誤差範圍，但傾斜計之量測值均呈現增加之趨勢，後續仍需持續追蹤注意。

4. 根據本階段邊坡穩定分析結果，在假設平面滑動情形下，不同分析條件(常時、地震及高水位)時邊坡滑動安全係數均滿足規範要求，但考慮坡面淺層滑動將無法滿足規範要求，建議採混凝土格框植生配合灌漿錨筋來穩定坡面。

5. 根據寶山三路跨越橋橋台處，於考量橋梁載重情形下之邊坡穩定分析結果，在假設圓弧滑動情形下，除於地錨效率0%之常時狀態下，其餘於各種地錨效率條件下，不同分析條件(常時、地震及高水位)時邊坡滑動安全係數均滿足規範要求。

綜合以上所述，研判本邊坡局部有發生沖蝕及表淺層滑動之虞，建議應採取必要之補強或整治措施。

3.6.4 里程 105K+288 南下邊坡

一、邊坡工程基本資料與災害歷史

新竹一號跨越橋(雙向)為兩跨橋分三處橋基，兩側橋台基礎與中間橋墩皆直接座落於岩盤上，如圖3.6-45。以往鄰近邊坡曾發生規模崩坍事件，而後以石籠擋土牆加以修復。

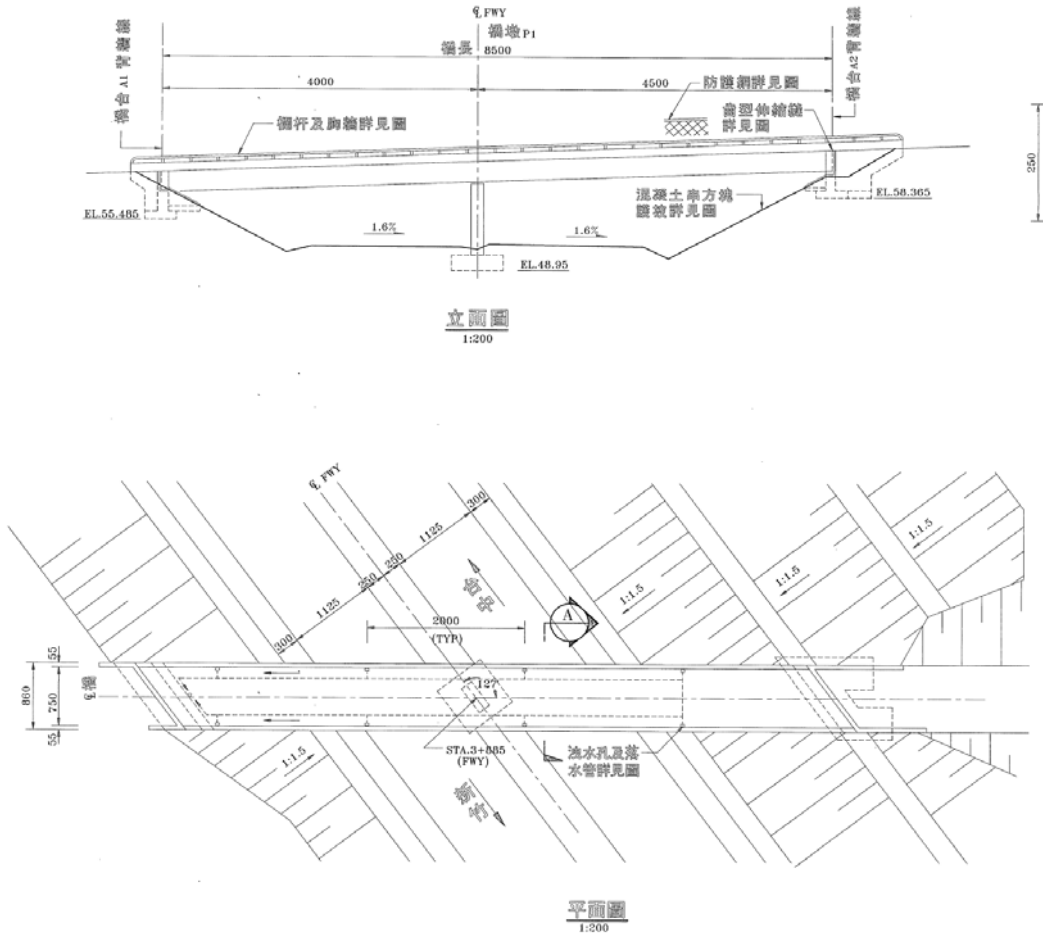


圖3.6-45　新竹一號跨越橋平面與立面圖

二、邊坡檢查結果

本邊坡之目視檢查成果報告包括：

- 「國道三號32 處順向坡總體檢(第一階段)工作成果總報告」(2010.07)執行單位：社團法人中華民國大地工程學會
- 「交通部國道三號32 處順向坡總體檢(第一階段)關西工務段轄區範圍工作成果報告」(2010.07)執行單位：社團法人中華民國大地工程學會

綜合目視檢查結果，局部邊坡有坡面裂縫及凹陷情形，坡面有滲水情形，其餘宏觀地表變形特徵尚不明顯。

三、 地錨檢測結果

本邊坡無地錨，故無需辦理地錨檢測工作。

四、 邊坡監測結果

本邊坡之監測資料來源為：

- 「國道高速公路局北區工程處順向邊坡人工監測工作」，承辦單位：宏偉工程顧問有限公司

本邊坡人工量測之監測儀器包括2孔(地中)傾斜管、4只傾斜計(或稱傾度盤)及1孔水位井，監測儀器配置詳表3.6-9。

表3.6-9　國道3號南下105K+200邊坡監測儀器配置一覽表
(取自：宏偉工程顧問有限公司)

30*	國3	南下側	105k+200~105k+350 香山路段	I1	30	105k+232	第二階平台	SIS03-105232S
				I2	20	105k+232	第一階平台	SIS03-105232S
				W1	25	105k+240	第二階平台	OW03-105240S
				T1	-	105k+270	第二階平台鐵網圍籬柱	TI03-105270S
				T2	-	105k+270	第二階平台排水溝壁	TI03-105270S
				T3	-	105k+294	第二階平台擋土牆	TI03-105294S
				T4	-	105k+316	第二階平台排水溝擋牆	TI03-105316S

茲根據現階段取得之監測資料評估分析於后。

1. (地中)傾斜管

- 105232SI1

傾斜管105232SI1之地表累積變位歷時曲線示如圖3.6-46，自99.07.17至100.07.14期間，孔口合位移之變動範圍大致介於0mm~8.5mm之間，變位雖小但略呈增加之變化趨勢。綜合本階段量測結果，傾斜管105232SI1之位移量變化不大，且無急遽變形之情形，量測值尚屬於正常變動及/或系統誤差範圍，後續需持續追蹤注意。

- 105232SI2

傾斜管105232SI2之地表累積變位歷時曲線示如圖3.6-46，自99.07.17至100.07.14期間，孔口合位移之變動範圍大致介於0mm~6.7mm之間，變位雖小但略呈增加之變化趨勢。綜合本階段量測結果，傾斜管105232SI2之位移量變化不大，且無急遽變形之情形，尚屬於正常變動及/或系統誤差範圍，後續需持續追蹤注意。

2. 傾斜計(或稱傾度盤)

■ 105270S-30T1

傾斜計105270S-30T1之傾斜量歷時曲線示如圖圖3.6-47，自99.07.17至100.07.14期間，沿1-3方向(沿坡面方向)之變動範圍大致介於0sec.~94sec.之間，99.11之計測數據呈現往正值增加之趨勢；沿2-4向(與坡面平行方向)之變動範圍大致介於0sec.~ 111 sec.之間，99.11之計測數據呈現往正值增加之趨勢。後續需持續追蹤注意1-3向與2-4向傾斜量之變化。

■ 105270S-30T2

傾斜計105270S-30T2之傾斜量歷時曲線示如圖圖3.6-47，自99.07.17至100.07.14期間，沿1-3方向(沿坡面方向)之變動範圍大致介於－12sec.~33sec.之間，100.05之計測數據呈現往正值增加之趨勢；沿2-4向(與坡面平行方向)之變動範圍大致介於－4sec.~ 61 sec.之間，呈現往正值增加之趨勢。研判量測值尚屬於正常變動及/或系統誤差範圍。

■ 105294S-30T3

傾斜計105294S-30T3之傾斜量歷時曲線示如圖3.6-48，自99.07.17至100.07.14期間，沿1-3方向(沿坡面方向)之變動範圍大致介於－41sec.~16sec.之間，並無明顯變化趨勢；沿2-4向(與坡面平行方向)之變動範圍大致介於－45sec.~ 4 sec.之間，亦無明顯變化趨勢。研判量測值尚屬於正常變動及/或系統誤差範圍。

■ 105316S-30T4

傾斜計105316S-30T4之傾斜量歷時曲線示如圖圖3.6-48，自99.07.17至100.07.14期間，沿1-3方向(沿坡面方向)之變動範圍大致介於0sec.~70sec.之間，99.09以後之計測數據呈現往正值增加之趨勢；沿2-4向(與坡面平行方向)之變動範圍大致介於－8sec.~ 53 sec.之間，99.09以後之計測數據略呈往正值增加之趨勢，惟近期已趨於穩定。後續需持續追蹤注意1-3向與2-4向傾斜量之變化。

3. 水位井

■ 105240S-30W1

水位井102768S-29W1之地下水位歷時曲線示如圖圖3.6-49，自99.07.16至100.07.14期間，地下水位大致為孔底無水至地表下24.59m之間變動，水位變動幅度不大。

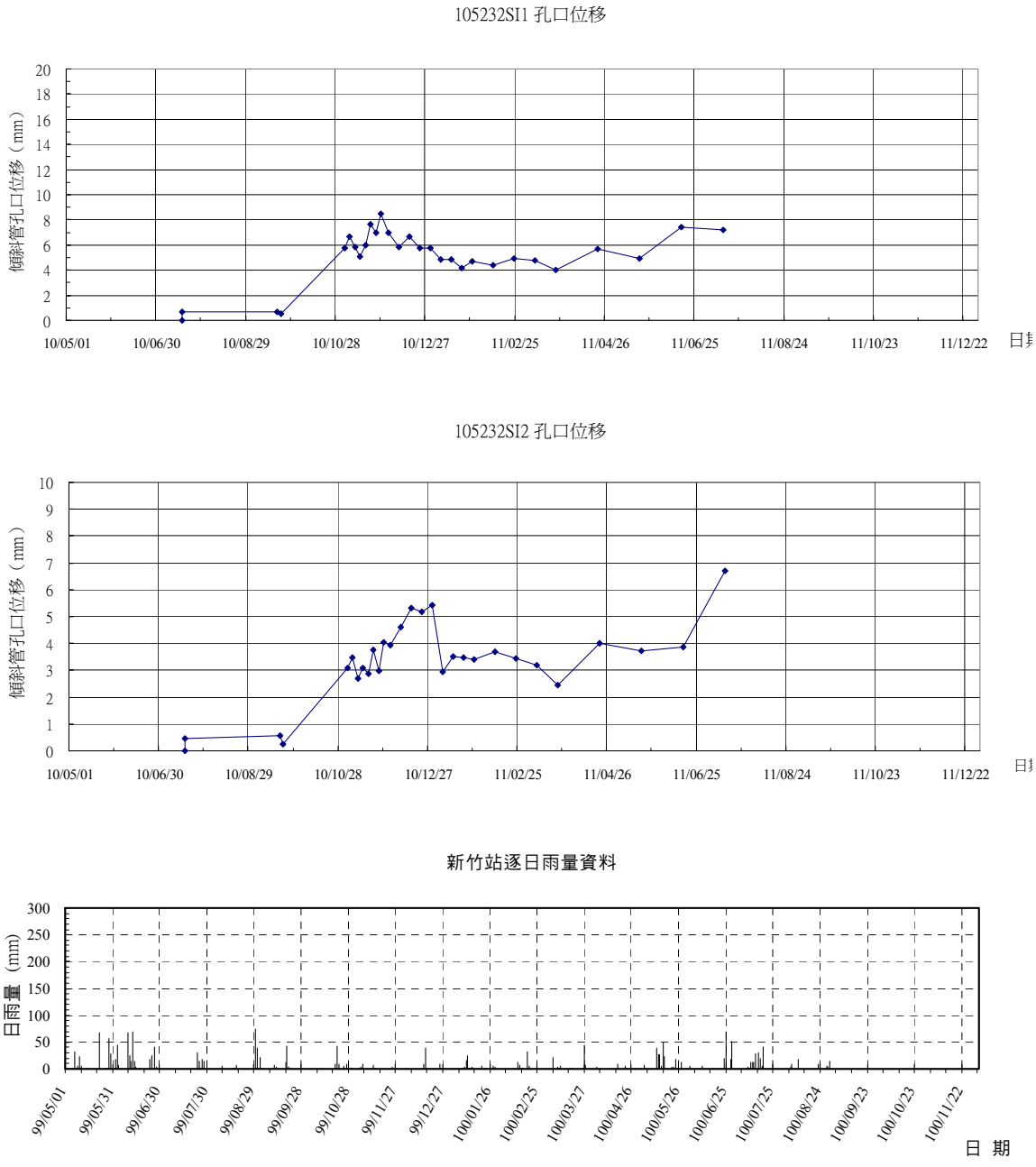


圖3.6-46　傾斜管105232SI1及105232SI2之累積變位歷時曲線

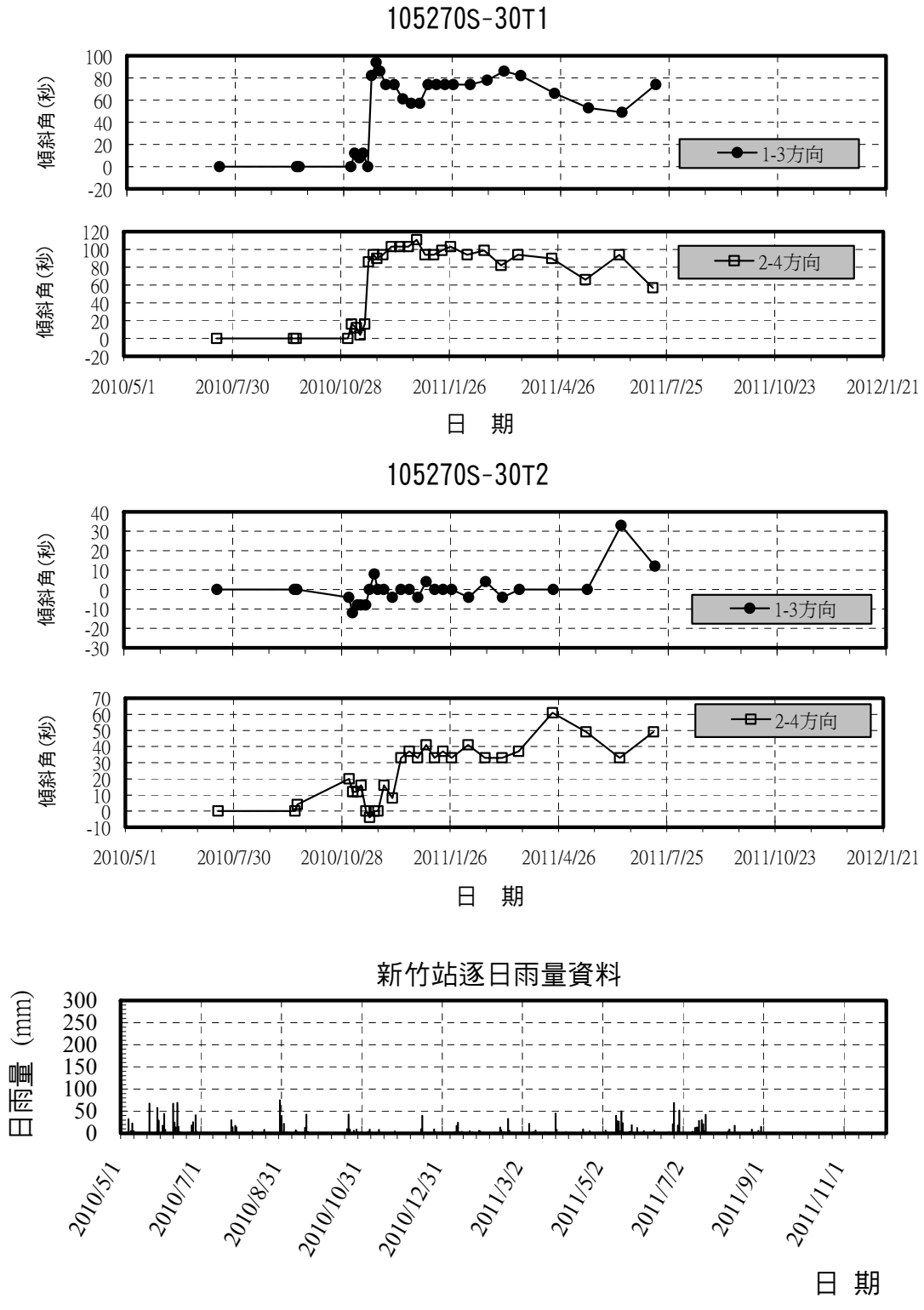


圖3.6-47　傾斜計105270S-30T1及105270S-30T2之傾斜角歷時曲線

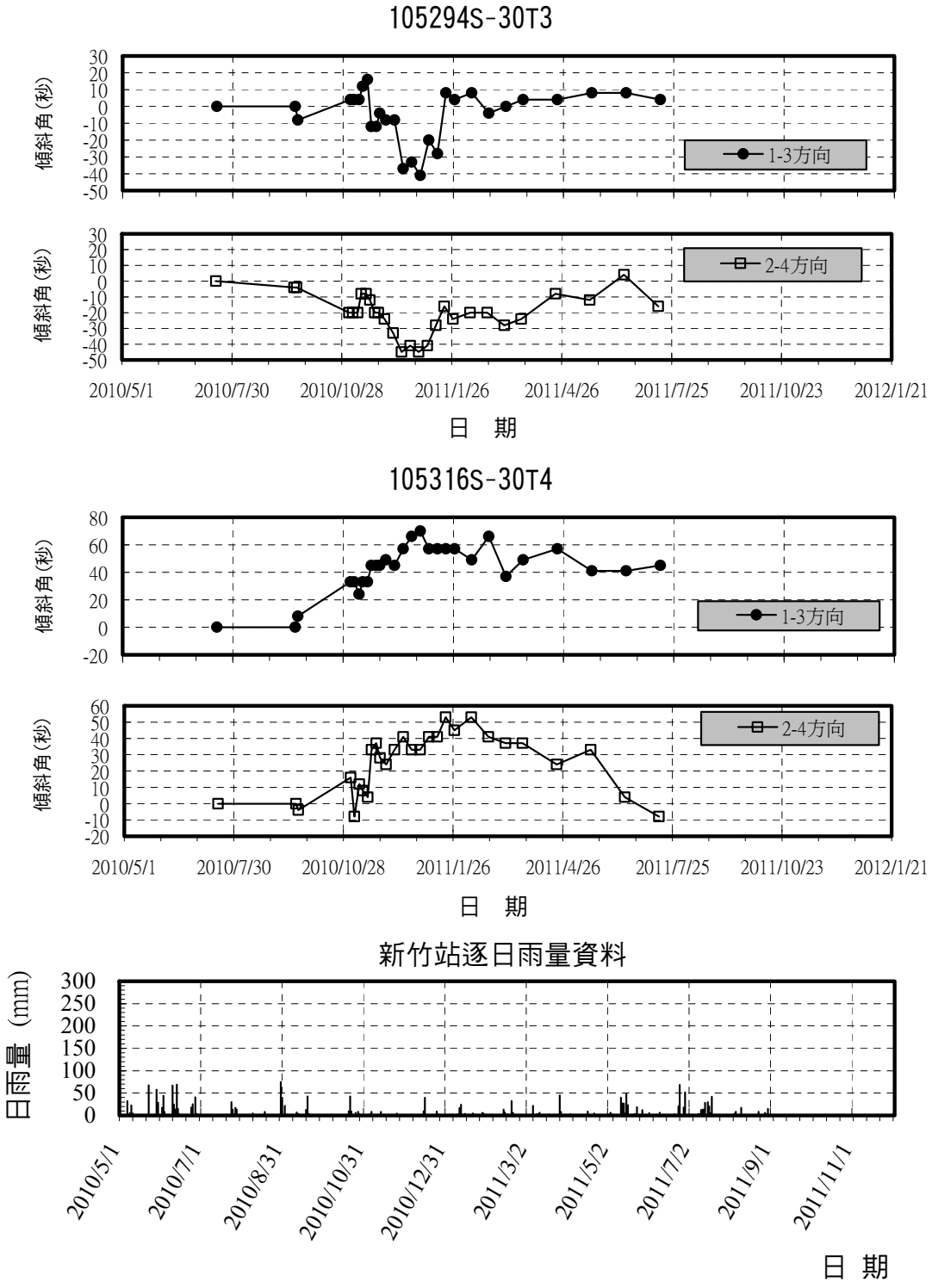


圖3.6-48　傾斜計105294S-30T3及105316S-30T4之傾斜角歷時曲線

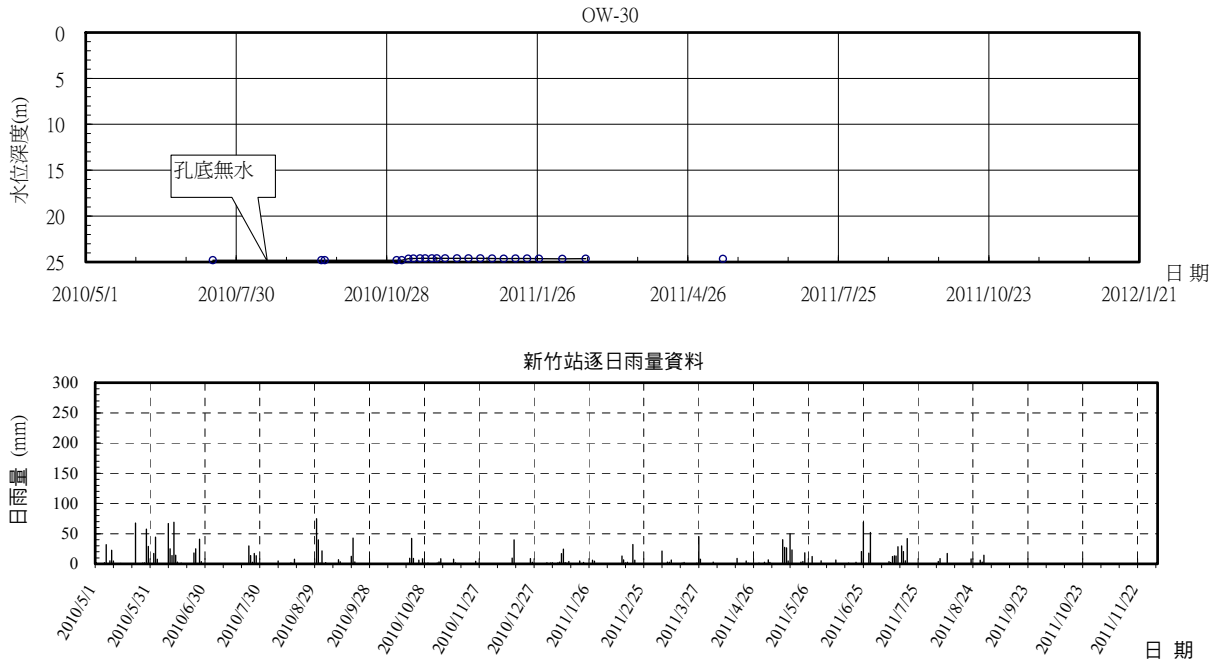


圖3.6-49　水位井105240S-30W1之地下水位變化歷時曲線

五、 邊坡穩定分析結果

考量本處邊坡產生邊坡滑動行為與工程行為作用，邊坡穩定採用之分析準則、分析參數及分析結果，簡述如后。

1. 設計載重

呆重：滑動體自重及水重

地震力：滑動體乘上地震係數

設計地震地表加速度考量獅潭近斷層效應，PGA=0.384，另NA=1.2(水平地震放大係數)、NV=1.27(垂直地震放大係數)，則

kh=0.5×PGA×NA=0.23、kv=0.5×(0.5×PGA×NV)=0.12

2. 地下水位

依據監測水位及現場目視檢測出水或濕潤狀況，設定為常時水位，而常時水位再加高3公尺則為高水位狀況

3. 安全係數要求：參考國工局「地工設計注意事項」。

應依開挖邊坡加固方式研判適當試驗所取得之地質材料強度參數，以進行邊坡穩定分析。本邊坡分析採用STABL程式，根據原設計階段之岩石一般物理性質試驗及其設計報告，選用岩層或覆蓋層之穩定分析所需之單位重。而地層強度參數方面參酌原設計報告之建議值，若為層面及張拉區則將凝聚力取0，地層分析參數詳見表3.6-10。

表3.6-10　國道3號南下105k+200邊坡穩定分析地層參數

土層描述	γ_t (kN/m^3)	γ_{sat} (kN/m^3)	c (kPa)	Φ (deg.)
覆蓋層	19	20	0	30
砂岩	21	22	10	40
砂岩層面	21	22	0	40
泥岩	22	23	100	30
泥岩層面	22	23	0	30

邊坡穩定安全係數如表3.6-11及圖3.6-50至圖3.6-52所示，分析結果顯示假設平面破壞發生在砂岩與泥岩之層面中，由於視傾角甚緩僅6度，故本邊坡尚能符合長期邊坡穩定安全係數之需求。

於新竹一號跨越橋之橋台處，考慮橋台A2之載重外，邊坡穩定安全係數如表3.6-11所示，分析結果圖形如圖3.6-53至圖3.6-55所示；顯示本邊坡能符合長期邊坡穩定安全係數之需求。

表3.6-11　國道3號南下105k+200邊坡穩定安全係數分析結果

狀態	分析條件			
	常時	設計地震	最大考量地震	高水位
規範要求	≥ 1.5	≥ 1.1	≥ 1.0	≥ 1.2
平面滑動破壞	2.0	1.19	1.03	1.71
新竹一號跨越橋橋台處圓弧滑動破壞	2.12	1.39	1.23	1.95

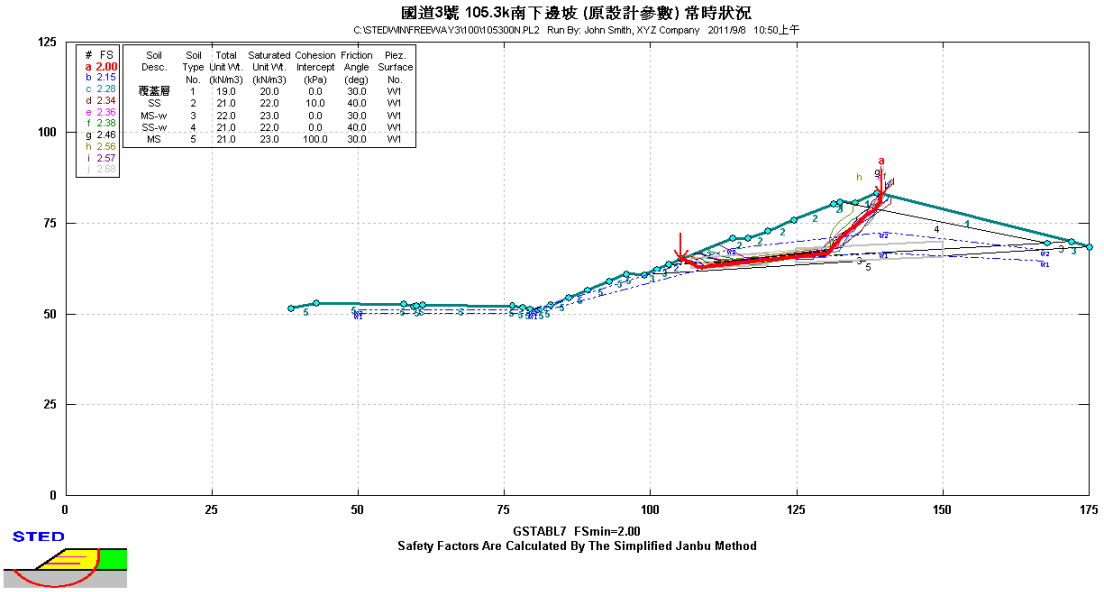


圖3.6-50　國道3號南下105k+200邊坡穩定分析結果(常時水位)

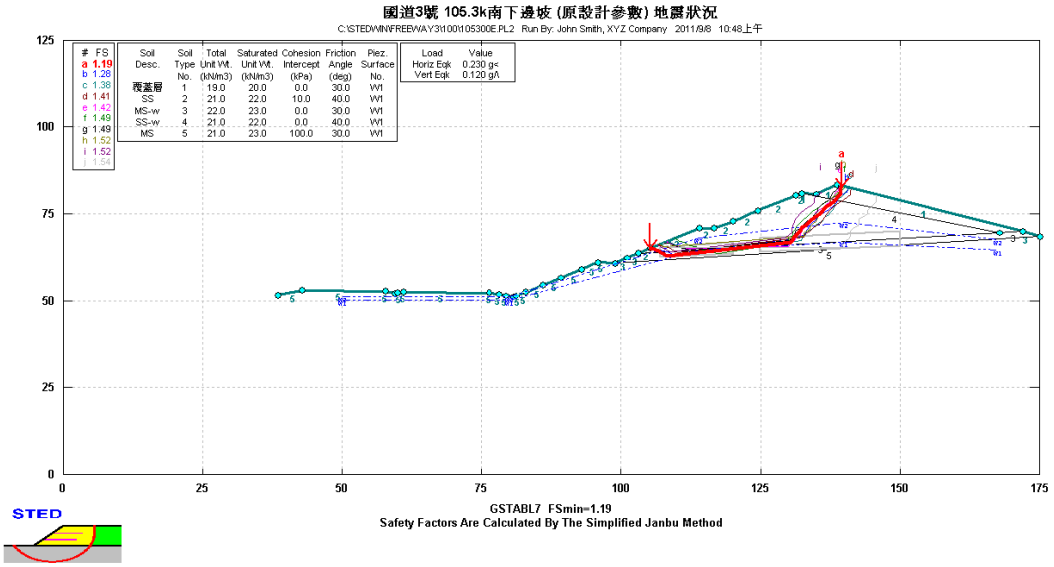


圖3.6-51　國道3號南下105k+200邊坡穩定分析結果(地震+常時水位)

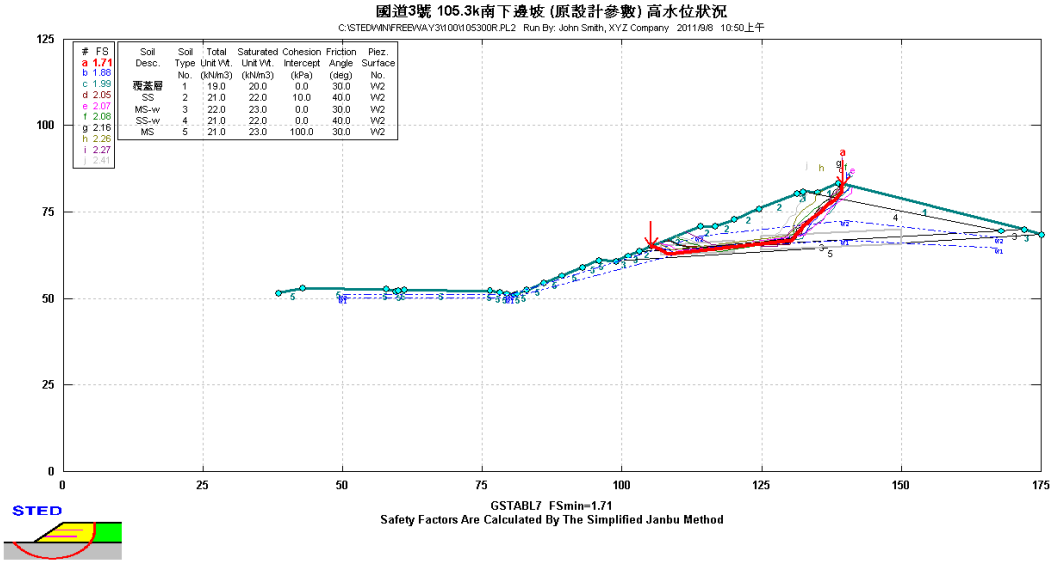


圖3.6-52　國道3號南下105k+200邊坡穩定分析結果(高水位)

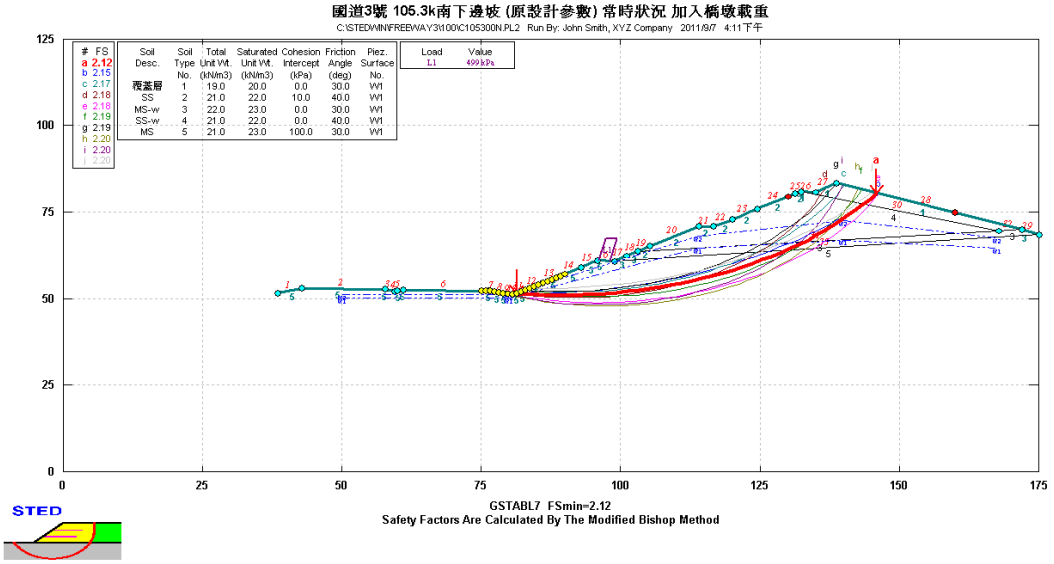


圖3.6-53　國道3號南下105k+200橋台處邊坡穩定分析結果(常時水位)

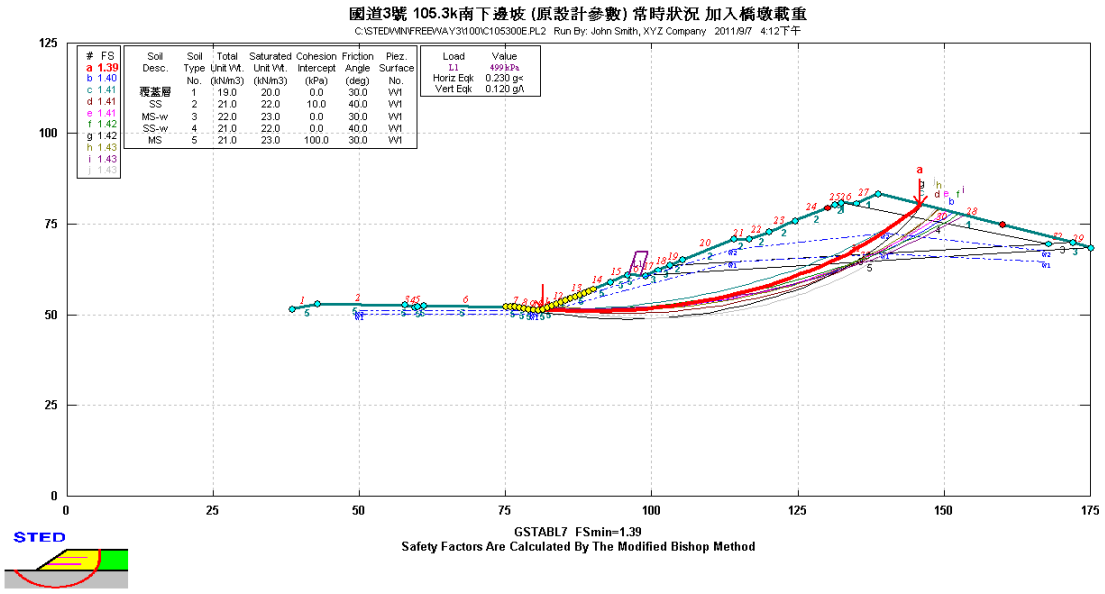


圖3.6-54　國道3號南下105k+200橋台處邊坡穩定分析結果(地震+常時水位)

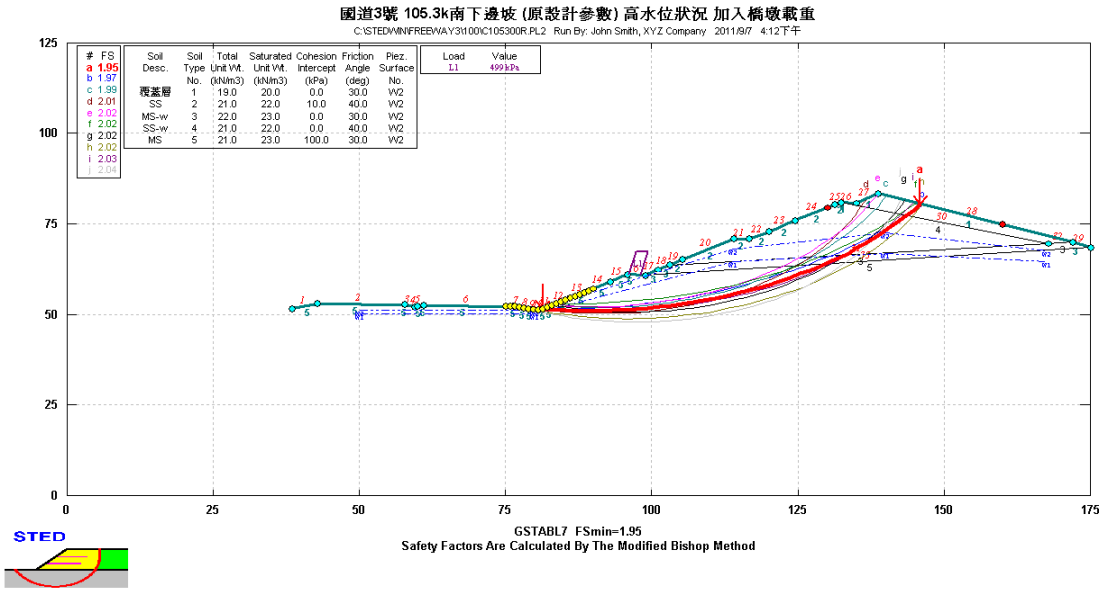


圖3.6-55　國道3號南下105k+200橋台處邊坡穩定分析結果(高水位)

五、 邊坡安全綜合評估

綜合以上各節所述，對於本邊坡之安全性評估如下：

1. 本邊坡由上而下地層分佈為覆蓋層、砂岩及泥岩，南下側邊坡為順向坡，視傾角約6度。
2. 根據各項巡勘、目視檢查結果，本邊坡局部坡面有裂縫及凹陷情形，坡面有滲水情形，其餘宏觀地表變形特徵尚不明顯。
3. 根據本階段監測結果(包括2孔傾斜管、4只傾斜計及2孔水位井)，整體而言，除傾斜計105270S-30T1與105270S-30T4之測值略呈增加趨勢，其他位移量、傾斜量及地下水位之量測值殆屬於正常變動及/或系統誤差範圍，綜合研判整體邊坡尚屬穩定狀態。
4. 根據本階段邊坡穩定分析結果以及新竹一號跨越橋橋台處邊坡穩定分析結果，在不同分析條件(常時、地震及高水位)時邊坡滑動安全係數均滿足規範要求，研判邊坡應屬穩定狀態。

綜合以上所述，研判整體邊坡尚屬於穩定狀態。

3.7 泥岩沖蝕課題與對策

本標之田寮二號橋位處台灣西南部泥岩地帶，因強烈的沖蝕作用造成地表面嚴重裸露與大小蝕溝遍佈的地形，即中央地質調查所出版之環境地質圖旗山圖幅中所稱「惡地」或俗稱「月世界」，地層上屬古亭坑層，其泥岩厚度達數百公尺，岩性屬膠結不良之細顆粒高鹽份黏土粉土所構造，其工程特性具有**遇水崩解快、消散耐久性差、消散後之粒徑細小易流失、遇水回脹、堆積安息角小、透水性差與土壤厚度過薄、鹽分過高而植生不易**等，加上西南部降雨集中於每年4月至10月之雨季，入滲量少而集中地表逕流更大，長期沖蝕的影響為工程上的一大挑戰。對於需維持適當覆土厚度的橋梁基礎而言，此一沖蝕控制實為一重要課題；因此，本計畫以下將針對田寮二號橋上之泥岩破壞與沖蝕現象進行現況調查與原因分析，研擬可行之沖蝕控制對策，並進行橋梁基礎地表高程與覆土厚度評估，據以有效進行基礎耐震補強工程設計並合理控制預算。

3.7.1 橋梁基礎鄰近泥岩邊坡現況破壞類型與原因探討

依據實測地形圖與現況調查，本計畫發現依地形、回填土或泥岩之坡面、橋面排水接續、路權與區域排水水路相對關係，可將田寮二號橋所在之邊坡破壞與沖蝕問題分為較容易處理之局部坡面排水沖蝕問題，與可能涉及其他單位溪溝整治之區域溪流或水路沖蝕問題，分述如下：

1. 區域溪流或水路沖蝕問題：

(1) 區域排水向源侵蝕問題

由於泥岩之抗蝕力較差，且厚度達數百公尺，經地盤抬升與風化裸露，區內水系向源侵蝕速度較快，且泥岩溶於水中再沉積所需之坡度較緩，泥岩強度不足以維持河床坡度，造成由下游逐步向上游發展之河床高度下降行為；當區域水路與橋梁相交，如需維持設計

之地表面高程，常需要面對沖蝕基準面下降所帶來的向源侵蝕問題，於P64~P65間亦曾採用貨櫃填充土石與跌水工嘗試克服此問題，唯因下游側無法有效阻滯細粒料流失，造成貨櫃側邊淘空與下游跌水工破壞，詳見照片3.7-1，目前尚無法維持長期河床面的安定。

(2) 溪流凹岸側蝕問題

由於泥岩區河床坡度小而流速緩，經常形成區域水系成曲流，造成溪流凹岸之側蝕，即形成水流方向之攻擊坡，當橋梁基礎位於此攻擊坡上方，其邊坡即可能因坡腳淘空而失穩，如P31~P33間，詳見照片3.7-2，新工設計時雖已考量此狀況，採用沉箱基礎，惟上部覆土如持續流失下降，仍可能造成基礎之側向阻抗不足，而於地震時發生災害。

2. 局部坡面排水沖蝕問題：

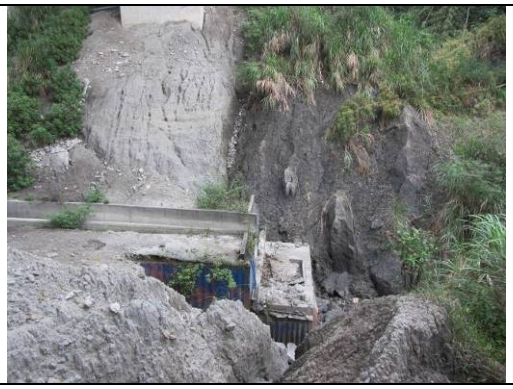
(1) 混凝土水溝側邊與底部沖蝕淘空：因坡度較陡之坡面，剛性混凝土水溝與鄰近坡面之差異侵蝕，造成混凝土溝壁較側邊土壤高，造成坡面漫流水無法順利排入水溝，水流集中沿溝壁流動，進一步加劇沖蝕，於混凝土水溝側邊與底部造成沖蝕淘空現象，嚴重者造成水溝斷裂，加快沖蝕的速度，詳見照片3.7-3。

(2) 回填土坡管狀沖蝕：於泥岩上坡度較陡之回填土坡，因回填較為疏鬆而透水性較高，當上坡側有水流入時，水流易沿泥岩與回填土界面流動，形成管穴狀水路，於坡趾處流出並淘空細粒料，詳見照片3.7-4。

(3) 出水口大型向源沖蝕坑：為避免橋面集水管流出水流亂竄，於設計時普遍設有集流溝，惟集流溝排至區域水系之出水口，常以直接排出方式處理，於高差較大處向源侵蝕嚴重，常形成高差達數公尺至十餘公尺之沖蝕坑，詳見照片3.7-5。

(4) 坡面漫水沖蝕：區外上坡側漫流水或橋面落水孔直接流入坡面，造成坡面沖蝕溝，詳見照片3.7-6。

(5) 泥岩上方填土邊坡之圓弧滑動：於泥岩上方進行填土，如填土底部與泥岩交界面略有向下坡之傾向，如地下水位上昇，可能發生邊坡圓弧破壞，進而影響橋墩覆土的穩定，詳見照片3.7-7與照片3.7-8。



照片3.7-1 區域排水之向源侵蝕問題(P64~P65間)

照片3.7-2 區域溪流凹岸側蝕問題(P31~P33之間)

照片3.7-3 水溝側邊與底部淘空溝體下陷

照片3.7-4 回填土坡管狀沖蝕

照片3.7-5 水溝排出水口大型向源沖蝕坑

照片3.7-6 坡面漫流沖蝕

照片3.7-7 泥岩上方填土邊坡圓弧滑動

照片3.7-8 漸進式後退圓弧滑動破壞

3.7.2 泥岩邊坡特性與沖蝕問題評估

進行橋梁基礎耐震評估時，直接基礎之覆土厚度影響承載力與穩定性甚鉅，因此泥岩沖蝕所造成的地表面降低問題，即沖蝕速率的快慢與沖蝕控制工法的有效性，需加以評估與處理。

針對泥岩之組成與化學特性之相關研究結果摘述如下：顏富士等人(1985)分析六雙層、二重溪層、古亭坑層及茅埔坑層之泥岩樣品，指出泥岩中黏土種類以伊萊石和綠泥石為主，一般而言以粉土顆粒(49%)最高，其次為黏土顆粒(29%)、砂(22%)，重模後於統一分類法下屬低塑性黏土CL。鍾廣吉(1994)研究結果指出泥岩之PH值約7.71-9.1，鹽度為0.06-1.5%。

李德河與田坤國(2000)調查泥岩地區公路邊坡破壞情形，統計結果指出大部分破壞為表層風化土滑落，較少超過15立方公尺崩滑量體，泥岩邊坡破壞的影響因素主要以降雨、坡度和坡高為主；陳時祖(2002)曾綜合國工局多項研究計畫，指出若泥岩邊坡採**每階5~7公尺**，**坡度為1:1.5**可維持長期

穩定，且務必要將地面流水都納入坡上之排水溝內，採植生護坡時需考慮植栽耐旱性、泥岩化學成份與坡向問題，並認為坡面沖蝕保護大致仍依賴植生方法，因此坡度太陡時仍會產生沖蝕淘空作用，土壤厚度不足則導致涵養水分的能力較差，於乾季向陽面，水分喪失較快，即面南邊坡的植生效果較差(陳時祖，1994)。鍾廣吉(1994)研究結果指出泥岩地區自然邊坡坡高20公尺以下約佔43.3%，20~40公尺間約佔13.3%，即坡高40公尺以下佔5成以上，坡度V:H小於1:2.5佔9成以上。

惟若泥岩上覆有較堅實之岩層，如砂岩或石灰岩，常形成區域中之獨立山頭，於泥岩界面與坡面關係屬順向且遭截切出露時，大量之覆蓋層即可能沿泥岩之交界面下滑，此類型國內著名破壞案例有民國50年之半屏山及民國75年之壽山大崩塌，量體皆超過1百萬立方尺，國道應避免通過此一類型破壞潛勢之區域，本計畫橋梁所在區域當無此類情形。

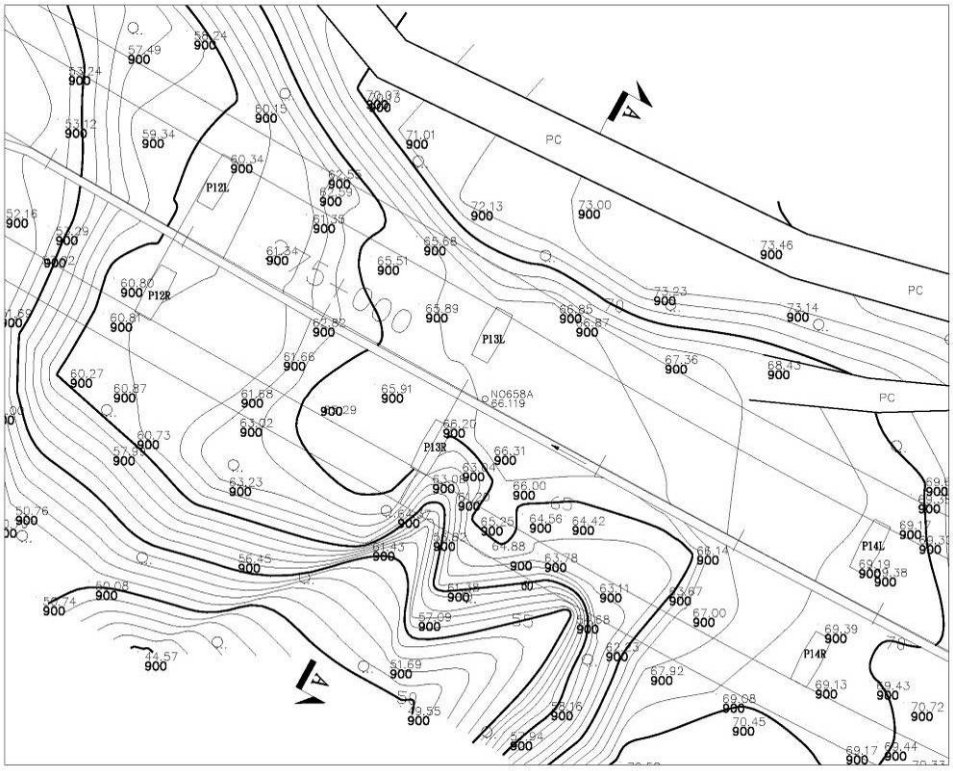
依據前人研究泥岩邊坡問題，除有石灰岩層與砂岩層所形成之獨立山頭，泥岩地區的邊坡主要問題為沖蝕，惟前人研究結果多集中於大區域無遮蓋雨蝕沖蝕與開挖造成裸露之邊坡穩定與沖蝕問題，本計畫需處理之邊坡多位於橋基附近，於橋面遮蓋下通常雨蝕所造成問題較少，其沖蝕水源主要來自上邊坡漫流水與橋面落水管漏水，另橋基開挖後於泥岩上回填鬆軟土坡之邊坡問題，前人研究結果亦較少提及，因此針對橋下泥岩邊坡問題評估與處理，除參考前人研究外，應針對其特性提供不同對策。

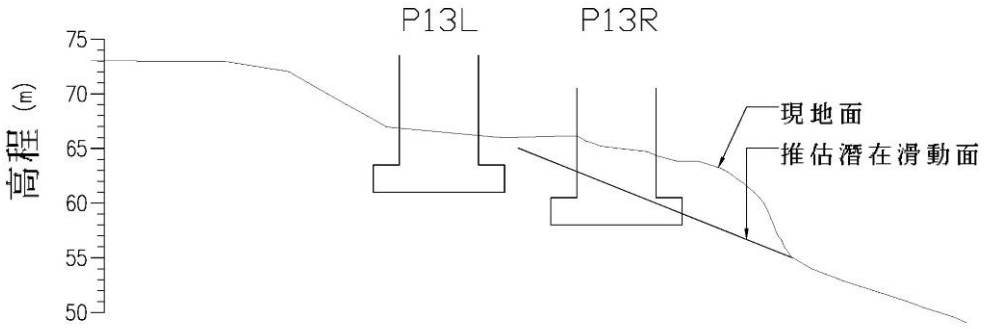
歸納橋下邊坡沖蝕問題之影響因子，以地形、細粒料流失與排水方式為主，關鍵在於是否可藉由工程方法維持局部區域的沖蝕基準面，進而達安全排水之目的。而填土邊坡之穩定問題，主控因子則在於下伏泥岩界面是否為順向，與其坡高、坡度與地下水位高低等。此二類問題由於橋上除局部地形較為陡峭外，大多可以擋土、護坡、排水等工程方法克服，即橋梁耐震評估時可假設於適當的沖蝕控制工程與維護管理下，可暫不考慮橋基覆土厚度沖蝕而減少之問題。

另一類區域主要水路側蝕所造成之邊坡穩定問題，則與溪流側蝕速率有關，一旦側邊覆土因下邊坡淘空崩落，除穩定工程構造物可能設置於路權範圍外，其邊坡穩定工程與護岸工程費用亦較高昂，應另行考量；本計畫於細設階段將從歷年航空照片所顯示區域水文與地形變化，評估溪流側蝕速率，並以調查現況所量得之鬆散泥岩堆積安息角約22°~26°與目前橋基路權範圍之最低點，評估基礎位置如未進行溪流側蝕整治，可能發生因坡趾淘空而下降之地表面高度，並以此地面高程進行耐震補強設計，惟補強完成之地面仍將回填至原地面高。本階段依實測地形圖進行初步評估，結果詳見表3.7-1與圖3.7-1~3.7-5，表中所列橋墩位置之坡面目前皆已出現開裂、下陷等滑動地表徵兆。

表3.7-1　區域溪流側蝕影響之橋梁基礎與設計地表高程調整建議表

橋墩名稱	橋墩中心現有地面高程(EL.m)	建議調降設計地面高(GL.m)	路權內需控制之最低高程(EL.m)	鄰近之溪床高程(EL.m)
P13R	66.2	3.5	58	52.5
P24R	68.08	3	62.5	46.3
P31L	60.34	5	51.5	47
P32L	63.75	7.5	52.5	47
P47L	81.6	3	75.5	67.5





A－A剖面

圖3.7-1　P13現地地形與推估潛在滑動面平剖面圖

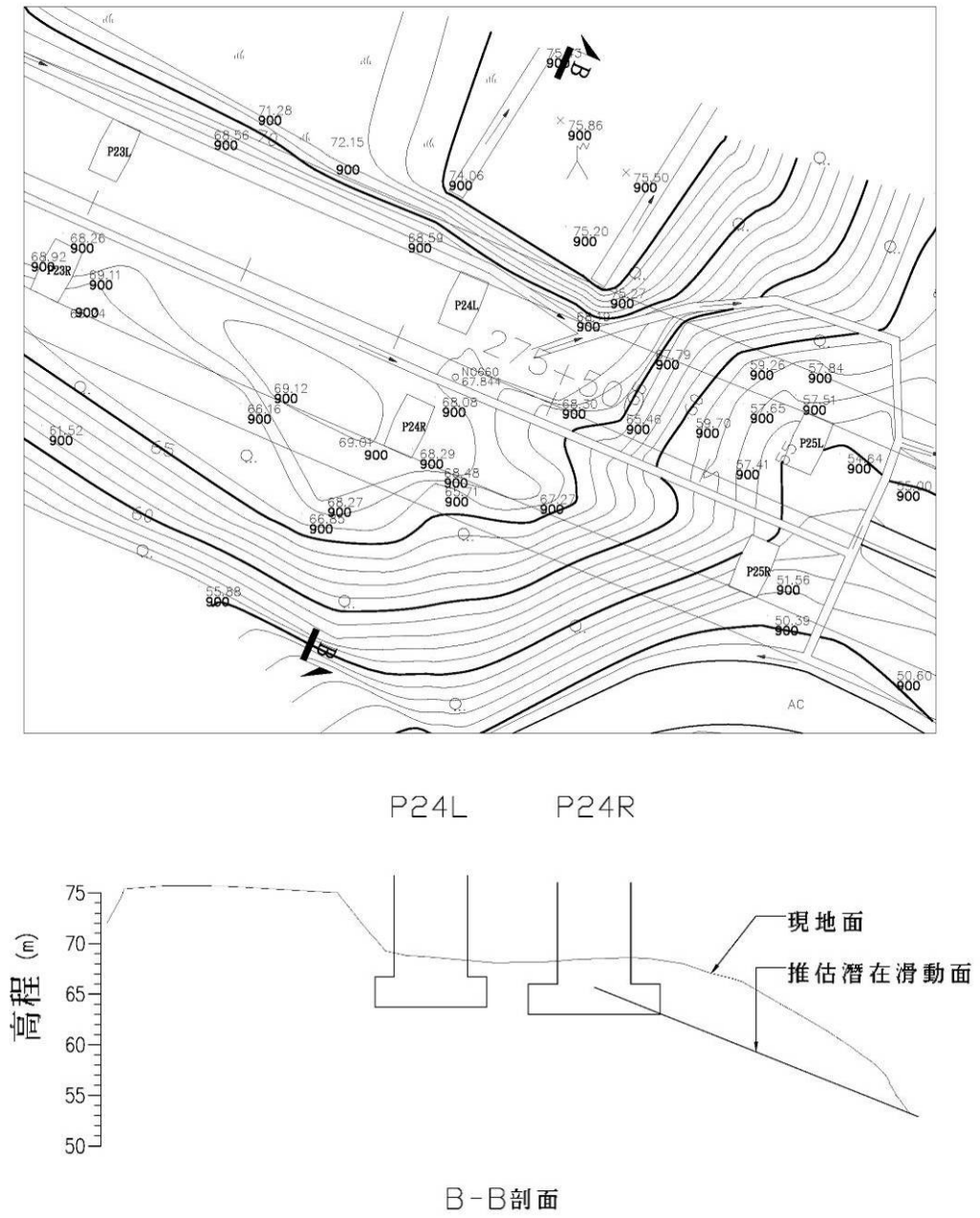
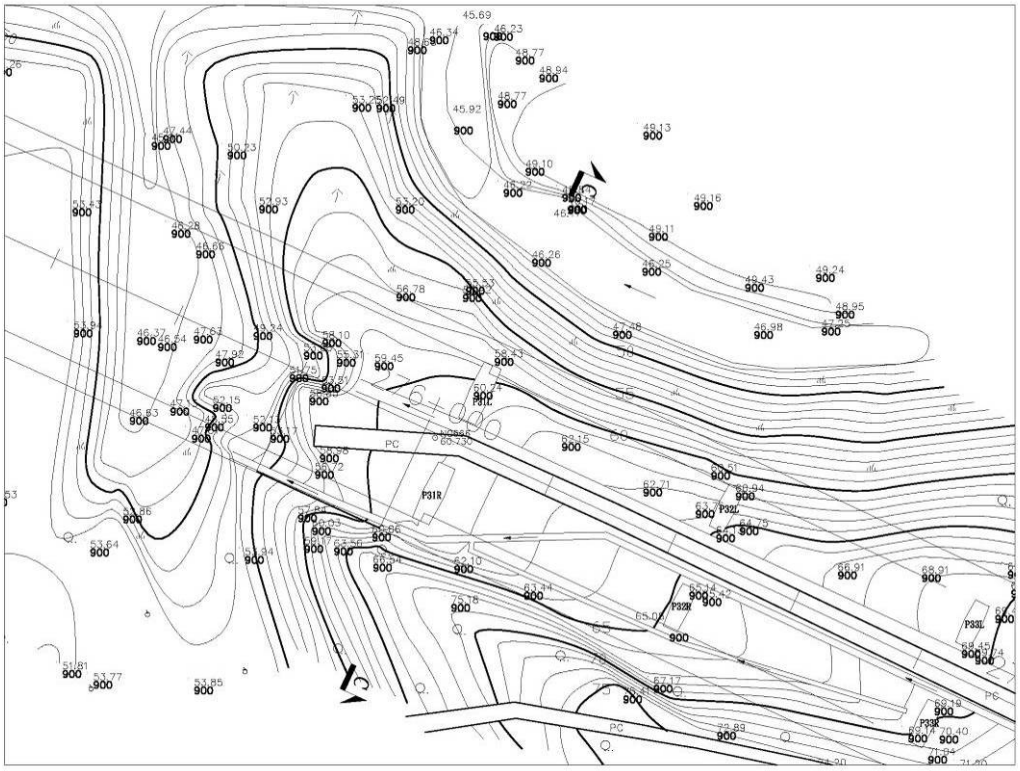
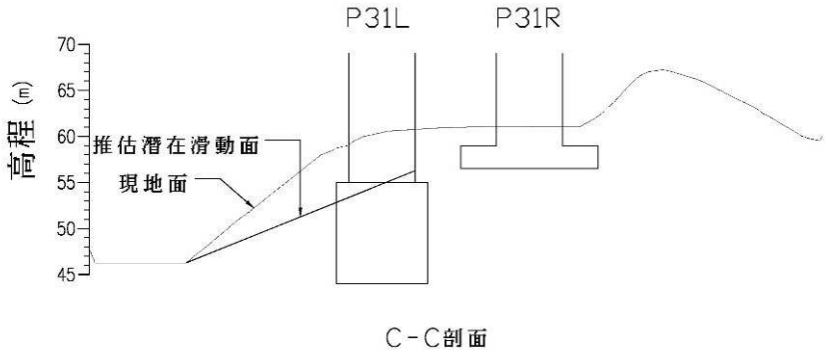


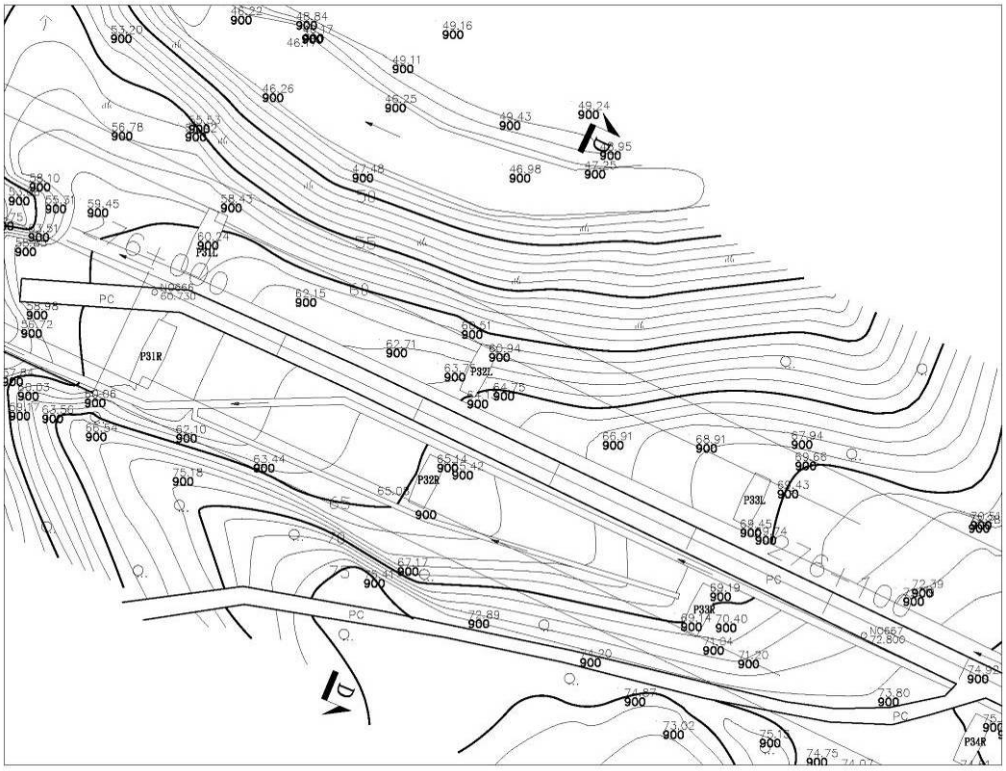
圖3.7-2　P24現地地形與推估潛在滑動面平剖面圖





C－C剖面

圖3.7-3　P31現地地形與推估潛在滑動面平剖面圖



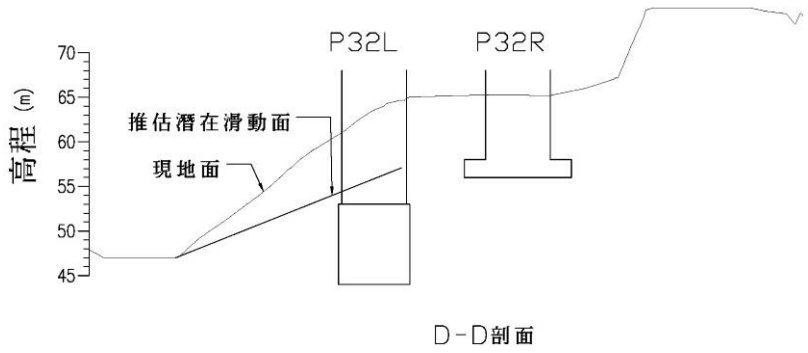
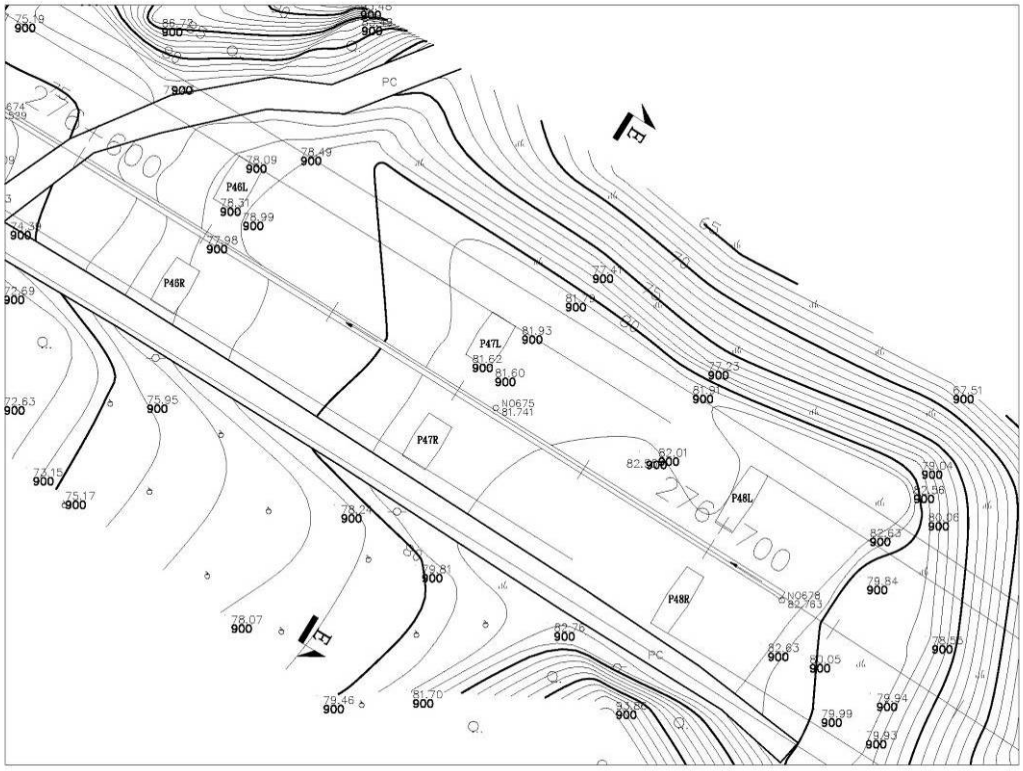


圖3.7-4　P32現地地形與推估潛在滑動面平剖面圖



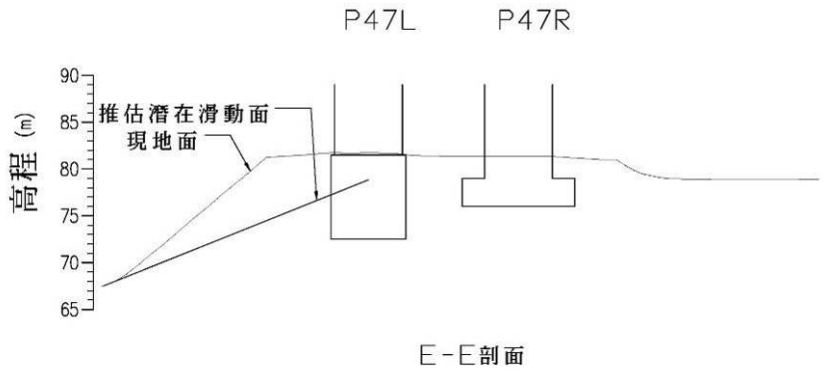


圖3.7-5　P47現地地形與推估潛在滑動面平剖面圖

3.7.3 橋梁基礎耐震補強與沖蝕控制因應對策

依前數節所述，橋梁基礎上方覆土之沖蝕問題與沖蝕水源、地表坡度、坡長及截排水系統有直接的關係，以下將依前述各類問題提供相關對策。

1. 局部坡面排水沖蝕問題對策：

橋下大多數沖蝕問題通常侷限於局部坡面與排水溝，通常可於路權內採用具透水過濾穩定坡趾之柔性擋土、護坡與排水消能構造物加以穩定與控制。橋基邊坡具體的沖蝕策略說明如下並整合說明於表3.7-2：

(1) 截除外水：沖蝕作用的發生，必須有水源與流動速度，橋基邊坡受橋面遮蓋，不直接受降雨沖蝕，其邊坡水的來源主要有橋面落水管漏水、排水溝接頭漏水或水溝溢流與外部上邊坡漫流水等，前三項可經由修復改善回復其功能，外部流入橋下區之漫流則需新建截水溝加以截除，納入排水系統安全排除，建議坡度大於1:2.5以上且坡長大於7公尺之坡面設置截水溝，排水溝之平面配置示意圖詳見圖3.7-6。

(2) 降低坡度：水流流速愈快，沖蝕能力愈強，針對無法全面隔絕外來水源之坡面，應設法以擋土設施降低其坡度，如較陡回填土坡發生管狀沖蝕時即適用以石籠或蛇籠，依現況調查結果設計泥岩與邊坡穩定之坡度約1:2~2.5間，已形成沖蝕溝或孔穴者以現地料拌合水泥成MRC(多功能現地再生材料混凝土)封填，斷面配置示意圖詳見圖3.7-7。

(3) 縮短坡長：針對無法全面隔絕外來水源之坡面，避免逕流過度集中形成較大之沖蝕溝而難以控制，可依陳時祖等人之建議每5~7公尺間距構築平台與截水溝，斷面配置示意圖詳見圖3.7-7。

(4) 集流溝兩側與坡面截水：併同縮短坡長，利用既有豎溝改善與新設截流溝形成魚骨狀排水系統，避免逕流過度集中形成較大之沖蝕溝，平面配置示意圖詳見圖3.7-6，集水溝與截水溝之斷面示意圖詳見圖3.7-8。

(5) 具過濾功能之柔性護坡與排水結構物：沖蝕作用為流水帶走原坡面之細粒料，因泥岩或以泥岩開挖材料作為回填材料，其細粒料含量可達3/4以上，細粒料混合懸濁於水中，只要水有流動速度即可輕易帶走，造成沖蝕，因此結構物與土壤或泥岩間應盡量避免間隙，造成流水路徑，避免流水與泥土接觸，並盡可能加以分離，僅允許水流入溝中，將泥土留滯於坡面。可採用非織物、加勁格網、透水濾料、鋼線網與透水管配合既有混凝土構造物，構築成過濾功能之排水溝或石籠、蛇籠擋土牆，斷面配置示意圖詳見圖3.7-7與圖3.7-8。

(6) 向源侵蝕控制與增加跌水設計：區內收集之水流排入區域水路之高差，常形成向源侵蝕，可採用U字型排列之具過濾功能之石籠或蛇籠擋土牆，構築兩側翼牆與複式斷面，避免側刷與向源侵蝕淘空，並配合出流高程與區域水路向源侵蝕穩定高程一致的消能跌水池，達

成安全排水之目的，平剖面配置示意圖詳見圖3.7-7與圖3.7-9。

表3.7-2　泥岩坡面沖蝕與建議對策表

泥岩坡面問題	防治構想	植生或工程手段
遇水崩解快，消散耐久性差，遇水回脹	減少流水接觸，避免已崩解的土壤流失	非織物隔離或其他耐久良好之防水工法、柔性護坡工，阻隔細料流失
堆積安息角小	降低每階坡面坡度至V:H=1:2以下、坡長5~7公尺	削減坡度，坡趾以石籠，有雨蝕疑慮且坡度V:H大於1:2之坡面採小格框內填中空連鎖植生磚或客土植生包、蜂巢式格網植生，與泥土接觸需以非織物隔離
雨水入滲量少，逕流量大	避免溢流側蝕，增加水溝變形後之排水能力；增加土壤厚度與保水能力	採較為柔性之厚層鋪網噴凝土溝、蛇籠包覆非織物水溝、透水管或小間距設置止水帶伸縮縫之場鑄溝
坡面形成土壤層過薄，保水植生不易	增加土壤厚度與保水能力	小格框、蜂巢式格網、植生磚堆疊植生
土壤鹽分過高，植生不易	表層土壤改質	植生基材拌合沃土改質，使形成適合多數植物之弱酸性，或栽植耐鹽植物如白茅、五節芒、鹽地尾鼠粟、百慕達、鋪地黍、海雀稗、黃荊等
含水量增加，強度急速下降，遇水回脹	減少水入滲，增加抗滑深度	柔性排水溝、裂縫填補，打入灌漿錨筋增加阻抗力

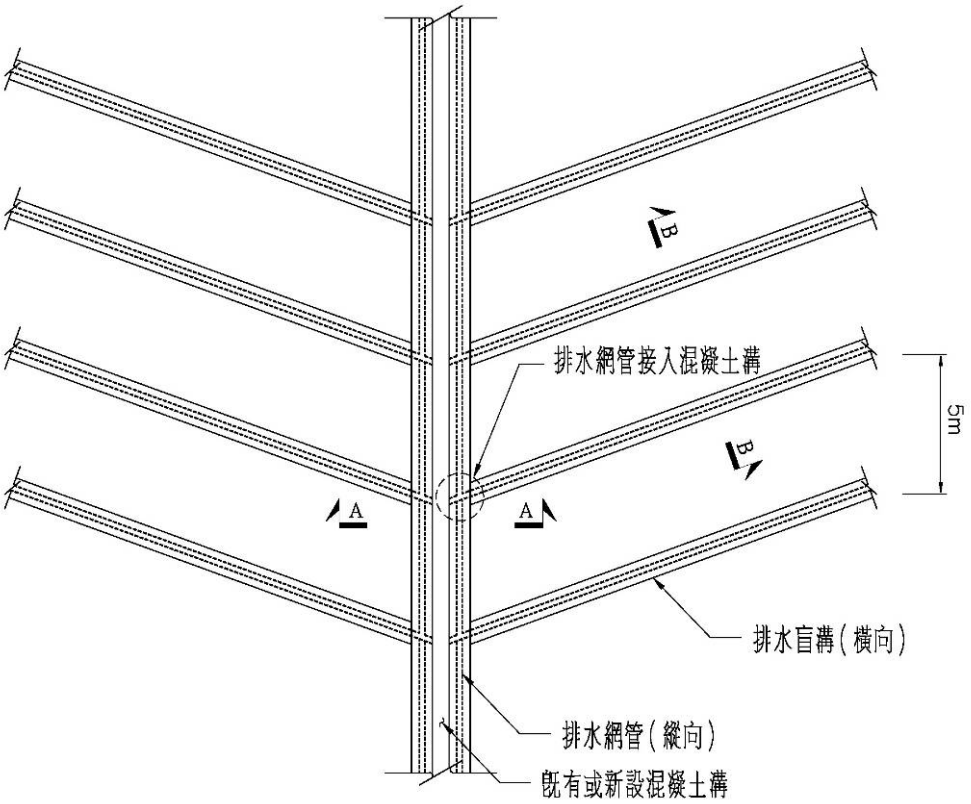


圖3.7-6　排水溝之平面配置示意圖

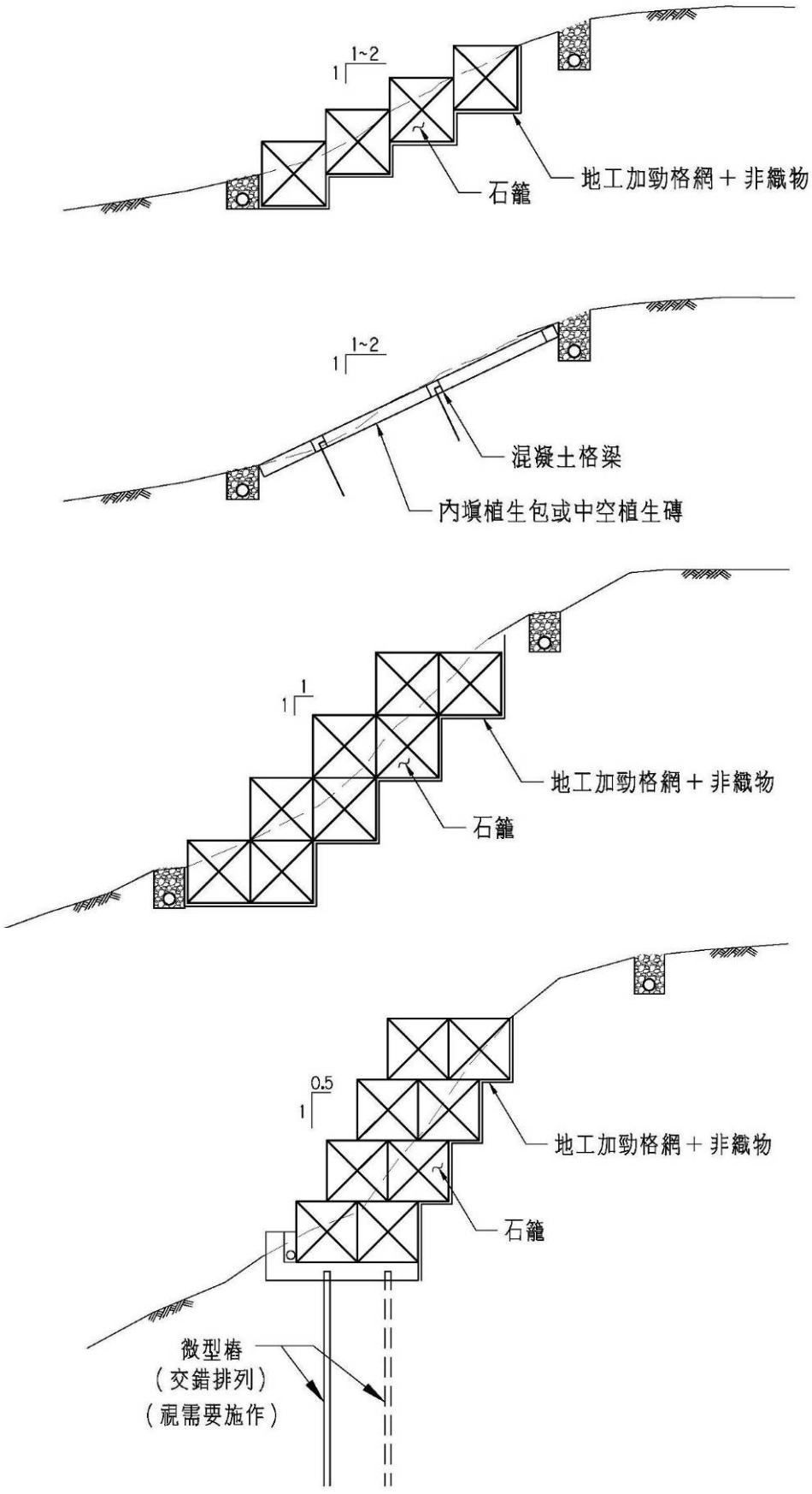
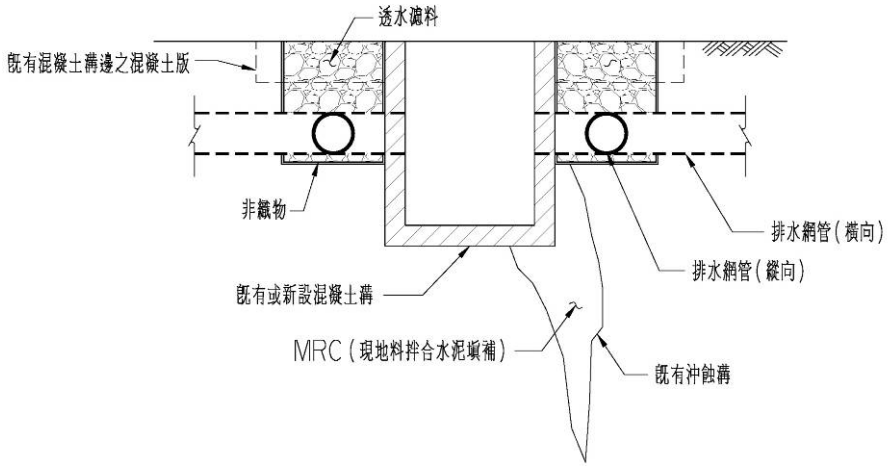
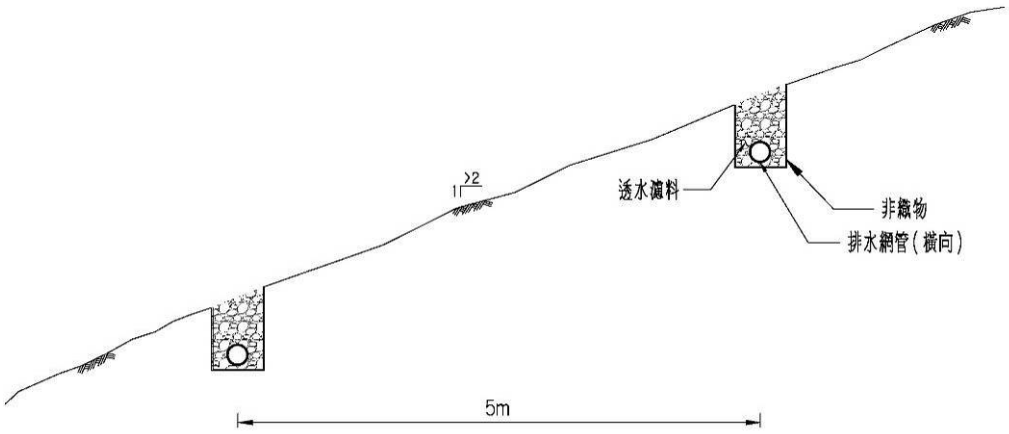


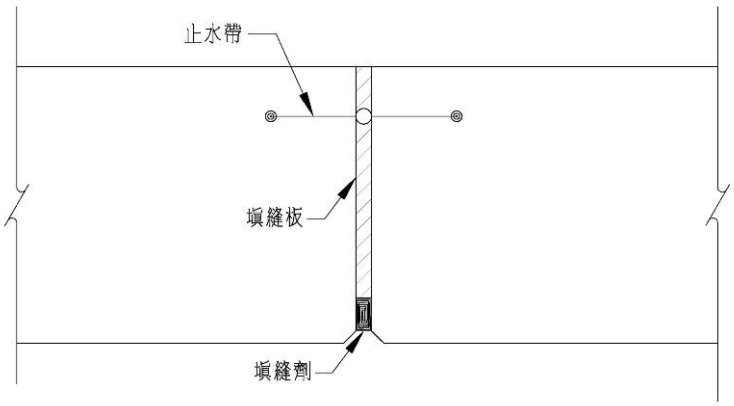
圖3.7-7　各種坡度護坡或石籠擋土牆斷面配置示意圖



A-A剖面(集水溝)



B-B剖面(截水溝)



伸縮縫

圖3.7-8　集水溝與截水溝之斷面與伸縮縫示意圖

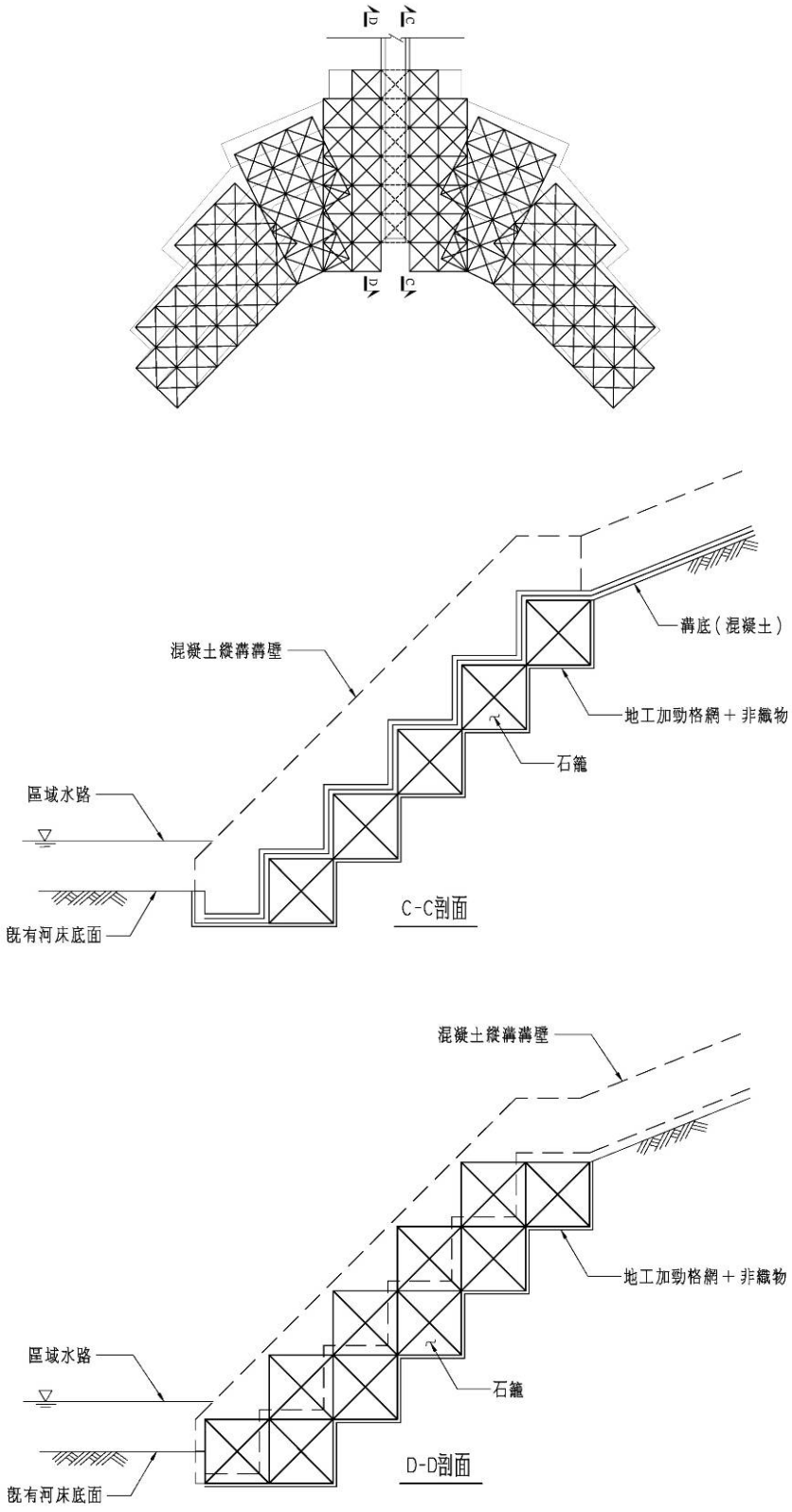


圖3.7-9　向源侵蝕處理平剖面配置示意圖

2. 區域溪流或水路沖蝕問題對策：

涉及區域水系側蝕引致邊坡穩定問題時，無法僅於路權內施做擋土措施加以穩定，需考量側蝕速率、護岸工程與整體邊坡穩定的關係，

(1) 配合工務段或河川治理單位之護岸工程調整設計地面高程

長期而言，泥岩區域水系大多發展為曲流形態，如未以有效的護岸工程維持河道兩側坡面避免側刷，勢必影響鄰近上邊坡橋墩之安全，目前暫以路權線範圍內高程最低點為維持目標，降低耐震評估時橋墩位置之地表覆土厚度，長期而言應協調各權責單位進行河岸側刷與邊坡穩定之治理，各墩位建議處理對策詳見表3.7-3。

(2) 因應區域排水高程設置固床工與消能工

區域排水與橋梁之交叉位置，如向源侵蝕平衡點尚位於下游，即可能因向源侵蝕的發展，進而降低現有交叉處之地表高程，進而導致基礎位置坡面因坡趾沖蝕失穩，因此須因應區域排水向源侵蝕平衡點之高程設置固床工與消能工，將下游側消能池之出水口低部高程降至平衡點高程以下，並配合柔性護岸與固床工，避免消能工側刷淘空破壞，向源侵蝕平衡點之高程應配合現地地形與河道縱剖面加以評估推求，相關配置示意圖詳見圖3.7-9。

表3.7-3 區域溪流側蝕影響之橋梁基礎與邊坡穩定處理對策建議表

橋墩名稱	橋基型式(EL.m)	橋基之底面高程(GL.m)	路權內需控制之最低高程(EL.m)	鄰近之溪床或地形低點高程(EL.m)	長期邊坡穩定處理對策
P13R	直基	58	58	52.5	設置控制向源侵蝕之固床工與消能工
P24R	直基	63	62.5	46.3	下邊坡設置微型樁、擋土牆等邊坡穩定工程
P31L	井基	44	51.5	47	設置護岸控制河岸
P32L	井基	44	52.5	47	設置護岸控制河岸
P47L	井基	70.5	75.5	67.5	下邊坡設置微型樁、擋土牆等邊坡穩定工程

依據現場現勘田寮2號高架橋段泥岩坡面沖蝕狀況，依據上述處理對策，採用之整治工法詳見表3.7-4及圖3.7-10及圖3.7-11。

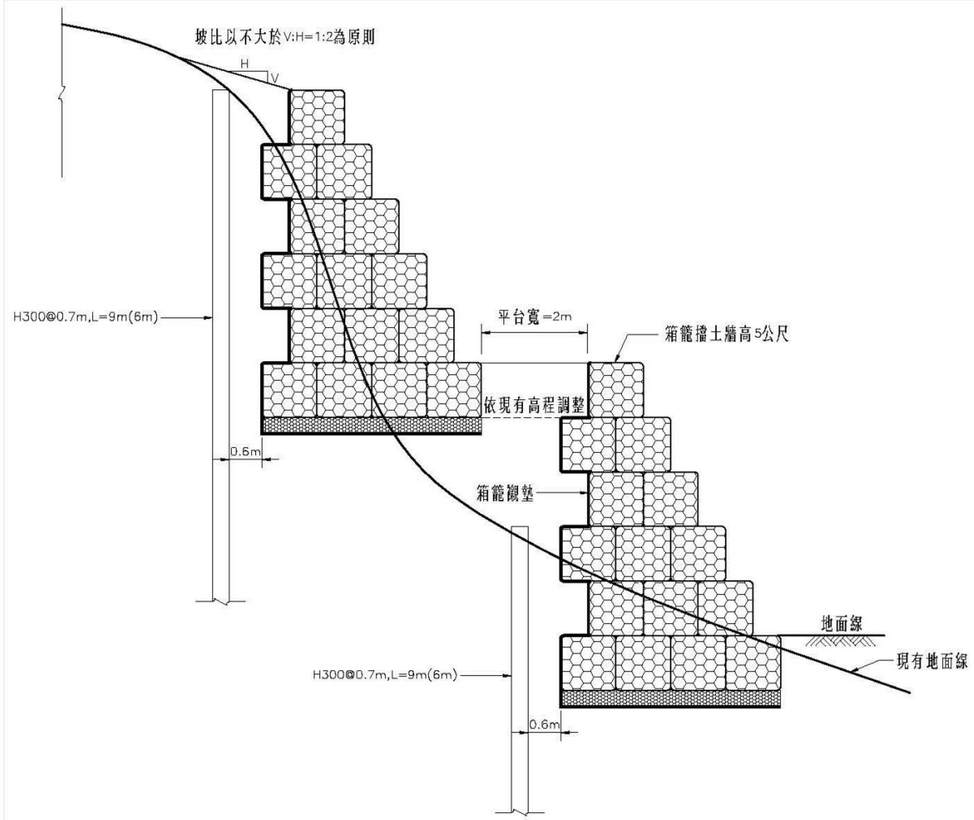
表3.7-4　設計成果縱整表

項目 整治範圍	現地狀況	處理方法	
		箱(石)籠擋土牆	箱(石)籠墊護坡
374+750~374+770	沖蝕坑土壤流失	○	
374+980~375+000	沖蝕坑土壤流失	○	
375+230~375+250	沖蝕坑土壤流失	○	
375+280~375+300	邊坡沖蝕		○
375+450~375+470	邊坡沖蝕		○
376+320~376+380	邊坡侵蝕		○
376+850~376+870	邊坡沖蝕		○
377+560~377+600	沖蝕坑土壤流失	○	○
377+955~378+000	邊坡沖蝕土壤流失	○	○

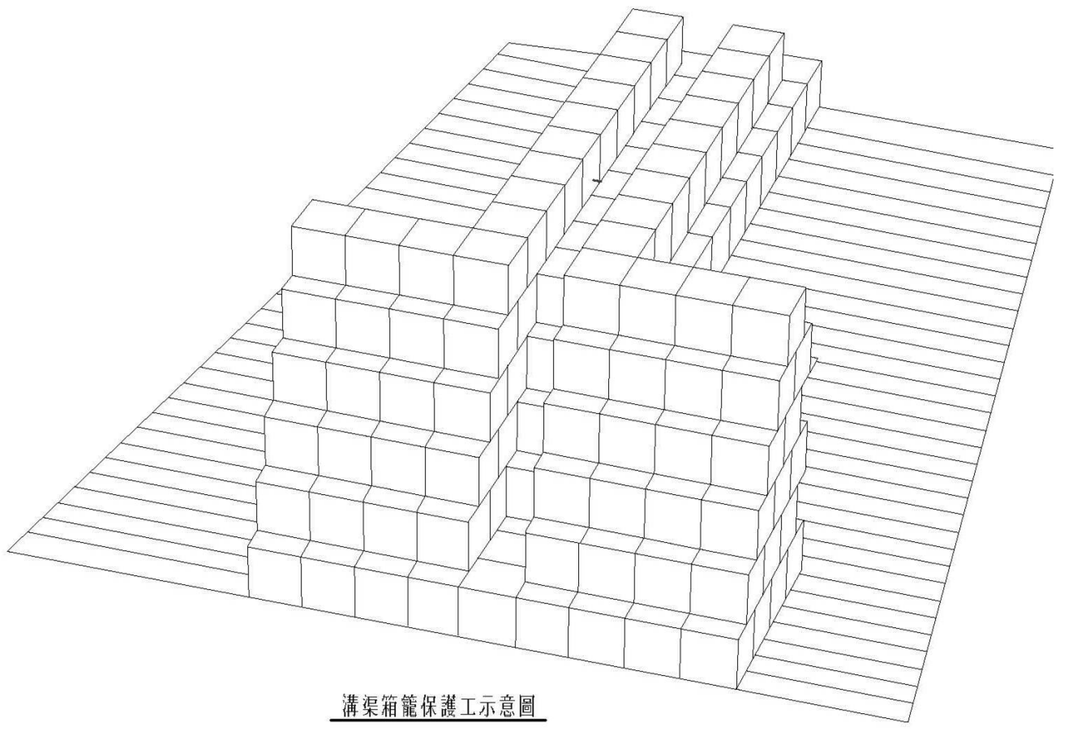
○：採用工法

參考文獻：

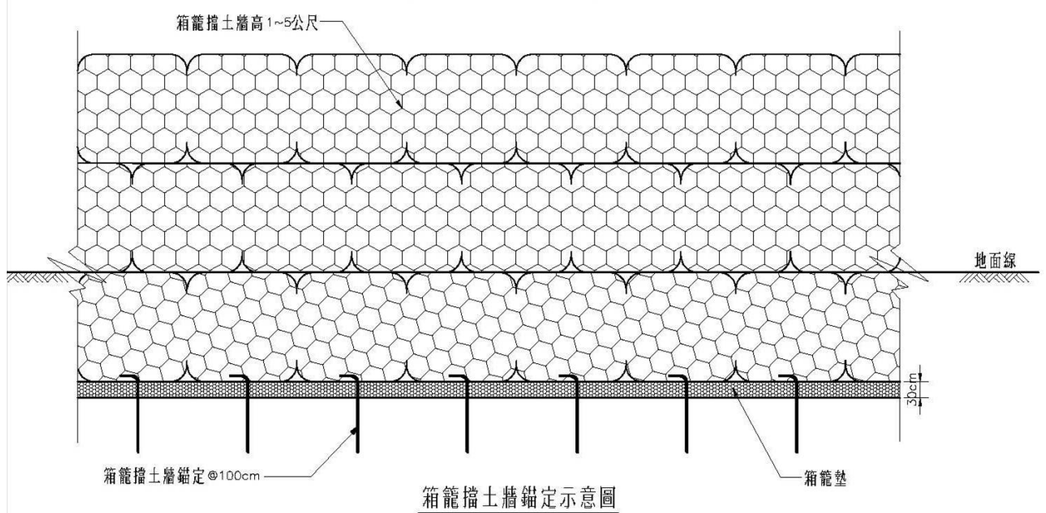
1. 交通部台灣區國道新建工程局，”泥岩挖方邊坡保護工程試驗研究(第一期)”，報告編號021，1992
2. 交通部台灣區國道新建工程局，”泥岩挖方邊坡保護工程試驗研究(第二期)”，報告編號035，1994
3. 交通部台灣區國道新建工程局，”泥岩挖方邊坡保護工程試驗研究(第三期)”，報告編號055，1992
4. 李德河、田坤國，”台灣西南部泥岩地區邊坡災害之調查分析”，集水區土砂災害防治與資料庫技術應用推廣研討會論文集，屏東科技大學，p.143-157，2000
5. 李德河、林宏明、楊沂恩，”泥岩邊坡之穩定處理”，地工技術，第94期，p.41-52，2002



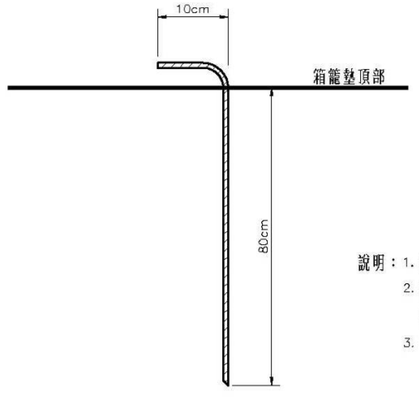
溝渠箱籠保護工示意圖



箱籠標準斷面示意圖



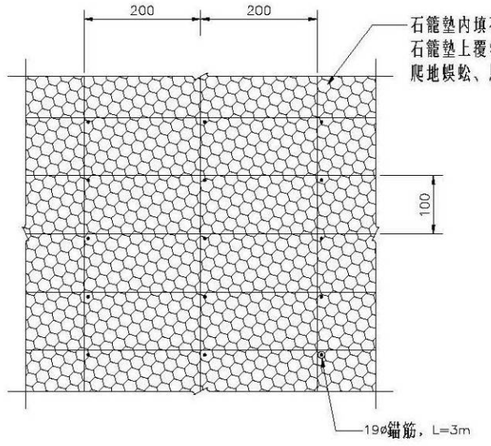
箱籠擋土牆錨定示意圖



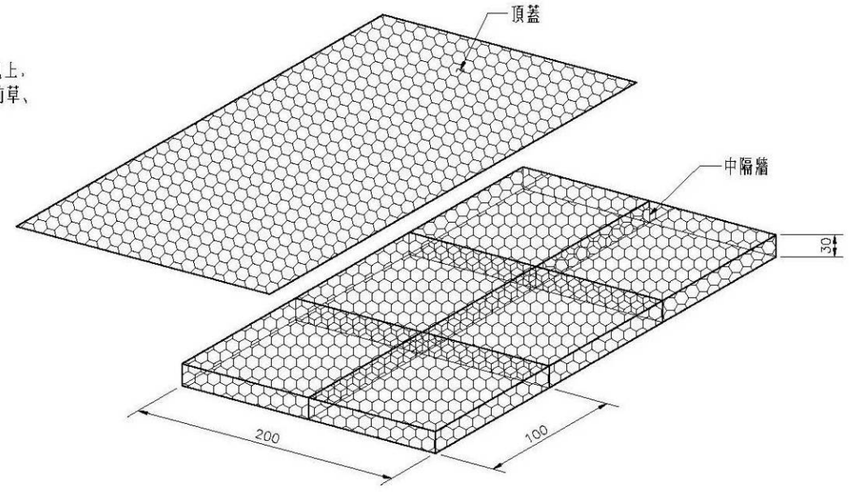
L型錨定鋼筋釘，高鍍鋅處理
ϕ=19mm，L=90cm

說明：1. 箱籠擋土牆高度原則不超過5m,若超過高度需改置2m寬平台.
2. 箱籠擋土牆位置及高度得依現場實際需要調整,廠商放樣後,經現場工程司核定後方得施作.
3. 臨時擋土高度原則上H≤3m者採L=6m;H≥3m者,採L=9m.

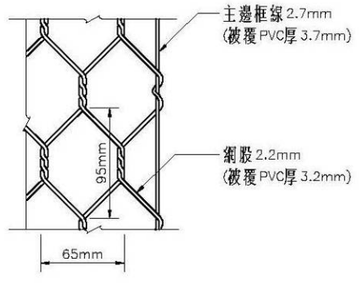
圖3.7-10　溝渠箱籠保護工及L型錨定鋼筋圖



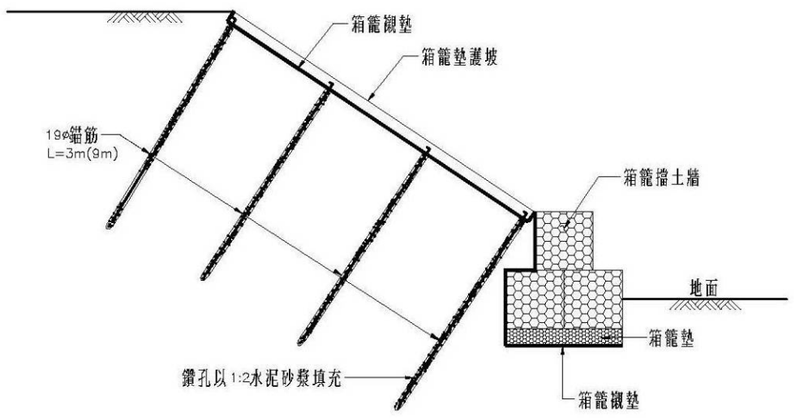
箱籠墊護岸平面圖
1:50



箱籠墊組立示意圖
NTS



箱籠墊網目詳圖
NTS



箱籠墊護坡立面圖
1:50

說明:
1.除特別標示外,單位均為公分.
2.石籠墊應採用與石籠鋼線相同材質之鋼線兩兩固定連結,其坡趾處亦應與石籠固定連結,以增加坡面穩定之效果.
3.石籠墊其他材質規定詳D-XXX說明,沃土需填於石縫.
4.箱籠墊護坡設置之錨筋於田寮2號高架橋P31~P32之護坡採錨筋L=9m,其他預設地方採錨筋L=3m.

圖3.7-11　箱(石)籠墊護坡示意圖

第四章　水利工程

4.1　中央管河川及區域排水資料整理

臺灣之河川均由中央山脈及鄰近山區發源，各河川均短而陡，暴雨時水流湍急，並挾帶大量泥沙，河川地形因各類天然災害而改變，而橋梁因受到河川流況劇烈變化之影響，往往造成橋基沖刷裸露問題。河川橋遭遇洪水災害之可能因素多且複雜，目前僅就國道三號及國道十號跨各河川橋梁處之河川、區域排水資料，整理如表4.2-1。

本工程範圍內之主要水路(對於本工程橋梁有沖刷之虞者)，屬中央管河川、區域排水共有五條，敘述如下：

1. 鳳山溪：

鳳山溪位於臺灣北部新竹縣及桃園縣境內，屬中央管河川。本工程河段為屬砂礫石河床，粒徑之平均中徑D_{50}約46.3~137.7mm，經民國65年粒徑分析及民國88年採樣分析研判及實地勘查，上、下游河床質顆粒徑大致上相差無幾，屬現代沖積層沖積區，由粘土、坋砂、砂及礫石所組成，分佈於河床及兩岸。該溪河口段之河川砂石資源不豐且材質不佳，無盜採砂石情況，惟本工程所在河段及中上游礫石豐碩，過去常遭盜採砂石，造成河床下降；近年來主要因上游砂石來源不足，仍存在河床下刷風險。現況鳳山溪河川橋部分橋基裸露，初步判定為河川主流擺盪造成，由高速公路局近年(93年以後)歷年河床斷面測量結果，顯示河床平均高程變化不大。

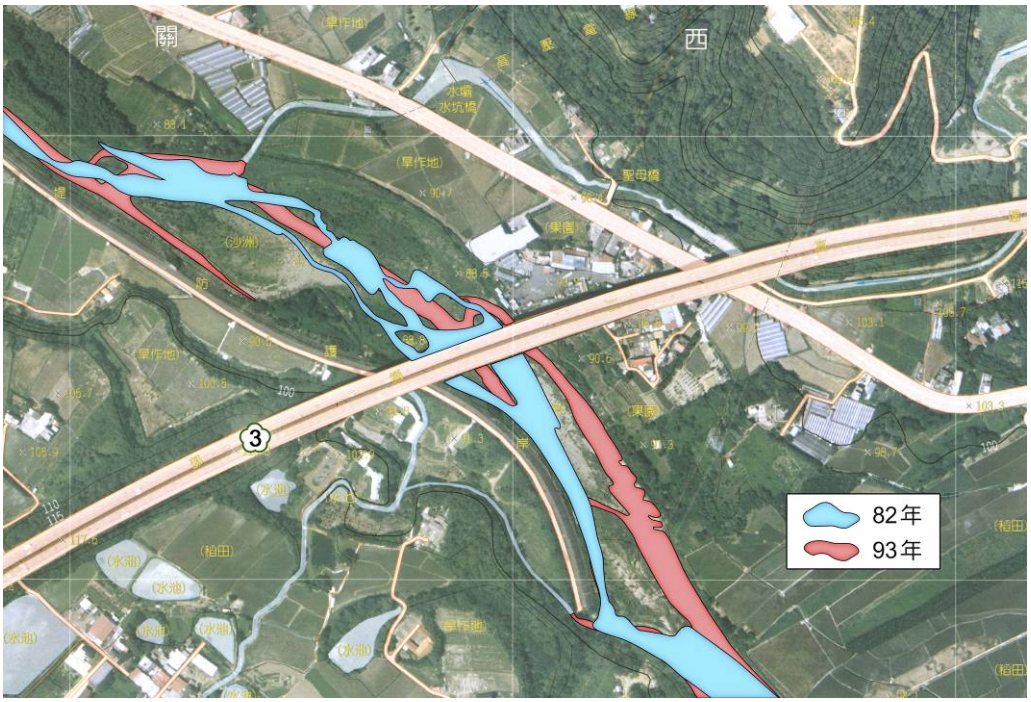


圖4.1-1　鳳山溪河川橋歷年河道河床變化圖

2. 頭前溪：

頭前溪位於新竹縣境內，上游主要支流上坪溪發源於雪山山脈之鹿場大山，流經芎林鄉、竹北鄉、新竹市，於南寮附近與鳳山溪匯流，約500公尺後入海，屬中央管河川。河床質粒徑D_{50}為88~96公厘之間，為屬於礫石河床，河床質顆料縱向變化不甚規則。本工程範圍位於頭前溪上游段，根據河道大斷面測量推判平均河床高程變化不大，惟下游河床均呈現向源侵蝕沖刷下降的趨勢，其中中正大橋下游固床工高差已達10公尺以上。該固床工離本工程國道3號頭前溪河川橋約3.2公里，一旦下游固床工不再維護或是潰決，向源侵蝕之現象恐將連帶影響上游新中正大橋及頭前溪河川橋，詳細探討內容詳本報告4.4.1節。由高速公路局近年(93年以後)歷年河床斷面測量結果，除P8、P9橋墩處河床有所變化外，其餘河床高程變化不大，河槽位置亦屬穩定。另由航照套繪結果可知，本河段上、下游均有河槽擺盪情形，惟本工程橋梁所在位置河槽位置穩定，與歷年斷測量結果相符。

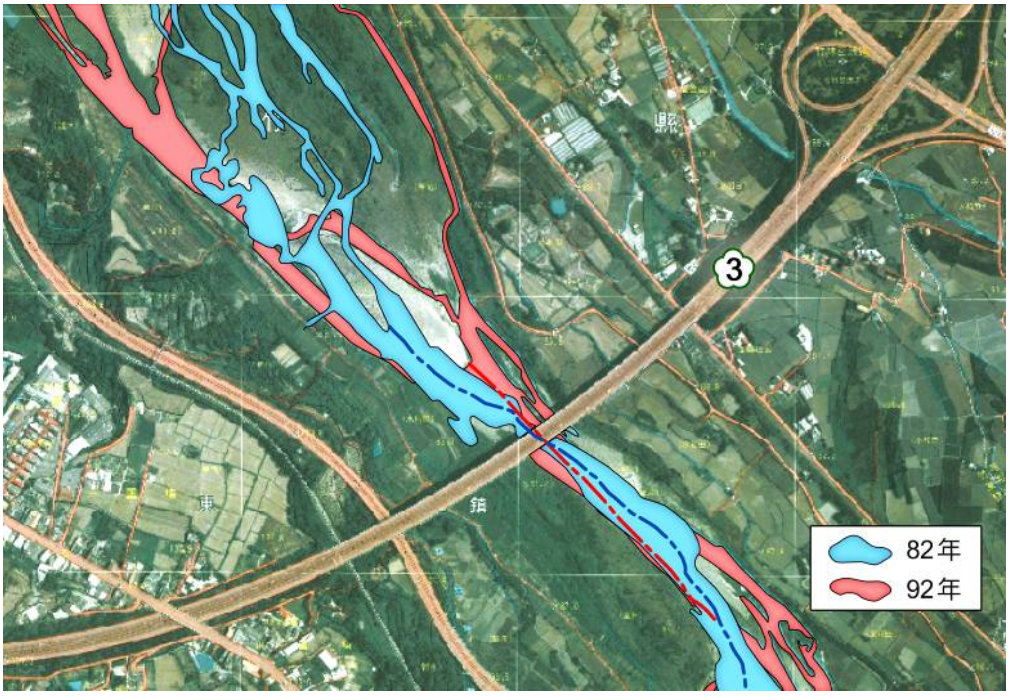


圖4.1-2　頭前溪河川橋歷年河道河床變化圖

3. 鹽港溪：

鹽港溪發源於新竹縣寶山鄉新城附近山區，流經新竹縣寶山鄉、新竹市南隘里、中隘里及苗栗縣公館之後，由鹽水港注入臺灣海峽，屬中央管區域排水，全溪均屬砂質河床，平均粒徑為0.47~0.9公厘之間。雖然鹽港溪河床平均坡度較陡急，但由於流量不大，且本工程河段已屬鹽港溪下游平坦河段，略呈淤積情形，故目前對於本工程鹽港溪河川橋之橋基尚無沖刷嚴重之情形發生。

4. 二仁溪：

二仁溪原名二層行溪，屬於中央管河川，主流發源於高雄縣內門鄉木柵村山豬湖山，流域面積約350平方公里，係屬高雄市及台南市之界。本工程二仁溪2號河川橋橋址屬二仁溪上游段，流況陡急且蜿蜒曲折，全橋與二仁溪(含支流牛稠埔溪)共相交三處，其河床中值粒徑約為0.1~0.2公厘。二仁溪2號河川橋處河段河床高程變動量不大，惟因河道蜿蜒洪水淹沒範圍大，且部分橋基為直接基礎，故橋梁有局部沖刷之風險。有關本橋於大水時之淹沒情形及沖刷探討，詳見本報告4.4.2節。

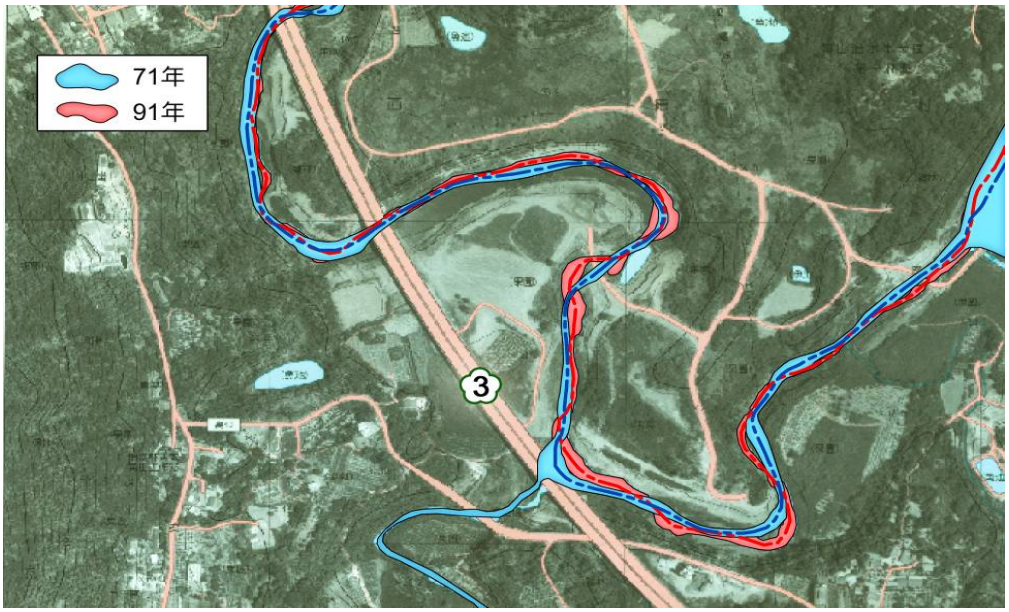


圖4.1-3　二仁溪2號河川橋歷年河道河床變化圖

5. 美濃溪：

美濃溪為高屏溪上游旗山溪支流，位於荖濃溪與旗山溪之間，發源於九芎林北部風樹林山西北麓，發源地至東門橋間之河段又名雙溪，經美濃至旗尾南側匯入旗山溪，全長約28.5公里。美濃溪流域內多為軟弱頁岩，夾薄層砂岩，其地層主要為中新世之沈積岩層，局部有更新世之礫岩層及全新世之沖積層。本工程河段處屬砂礫石河床，河床平均坡降為1:1130，平均粒徑約在19~76公厘間，依「美濃溪治理規劃報告」(水利署，94.12)顯示，本工程河段呈現微量淤積狀況，河床尚稱穩定。

除前列舉各河川、區域排水外，另本計畫尚有橋梁跨越雙溪(客雅溪上游)及松子腳溪(二仁溪支流，)等二區域排水，惟此二水路河寬皆小，本計畫之橋梁皆直接跨越，未於河道內落墩，故未列於文中，亦無沖刷之虞。

4.2 直轄市及縣(市)管河川、區域排水資料整理

本工程範圍內有為數眾多之直轄市、縣(市)管河川、區域排水等經過，由各縣(市)地方政府管理，本工程橋梁多為單跨穿越，河川對橋梁安全之影響輕微。由於該等河川或區域排水多未經過治理規劃程序，或尚相核定其治理計畫，故相關資料較為缺乏，或有局部相關資料。目前僅就國道三號及國道十號跨各河川橋梁處之河川、區域排水資料，整理如表4.2-1。

本工程範圍內之主要水路(對於本工程橋梁有沖刷之虞者)，屬直轄市、縣(市)管河川、區域排水共有五條，敘述如下：

1. 基隆河：

發源於台北縣境內平溪鄉菁桐山，貫穿台北市後，流至關渡注入淡水河，為淡水河系一大支流，河道平緩蜿蜒，為一平緩河川。中上游流域集水區除局部之狹小河床平原外，餘皆丘陵地、台地與山地，西部為大屯山支系，東部為雪山山脈之延伸，山丘標高雖低，但坡度均陡，地質屬中新世紀地層及第四世紀地層之現代沖積層。基隆河受臺灣海峽及淡水河潮汐影響，屬感潮河川。本工程河段現為新北市政府管轄，依據基隆河整體治理計畫後續追蹤及成效評估，基隆河於本河段處為沖淤變化不大之區域，且兩側河岸皆已完成整治，故河床沖刷風險不大。本工程跨基隆河河段橋梁有北側基隆河橋、汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋、汐止系統交流道CD1-SB-RD、汐止系統交流道CD1-NB-RD、汐止系統交流道匝道7號跨西側基隆河橋、汐止系統交流道匝道1號跨北側基隆河橋、汐止系統交流道匝道2號跨北側基隆河橋，以及汐止系統交流道匝道7號跨北側基隆河橋等。

2. 景美溪：

景美溪為新店溪支流，發源於新北市石碇區火燒寮山，向西流經雙溪、深坑、木柵、景美，於福和橋附近匯入新店溪後，在台北大橋附近與大漢溪匯合成為淡水河。景美溪流域面積約115平方公里，涵蓋新北市之石碇、深坑區與台北市文山區之一部分。本工程河段屬台北市政府管河川，河道受兩岸山勢、台地地形範束，流路曲折蜿蜒，河幅寬窄不一，其河床屬砂礫石河床，中值粒徑D50分布約為1mm~150mm。此處河段沖淤變化不大，且跨越橋梁之橋基處皆無明顯裸露。本工程中跨越景美溪河段有景美溪橋、木柵交流道匝道二景美溪橋、木柵交流道匝道四景美溪橋，以及台北聯絡線景美溪橋等。

3. 新店溪：

新店溪為淡水河主要支流之一，流域面積約為909.54平方公里，其上游主流發源於棲蘭山，流經烏來、龜山、屈尺、直潭、新店、景美，至江子翠與大漢溪交匯形成淡水河。本工程位於新店溪中游河段，屬新北市政府管河川，兩岸地形屬山巒起伏的峽谷地形，直至新店碧潭大橋以下始出山區地形。區域地質於新店地區屬中新世早期野柳群或中新世中期瑞芳群之沉積岩與

變質岩，河床質中值粒徑D50分布約為40mm~50mm，屬於砂礫石河床。本工程中有碧潭橋以及安坑橋跨越新店溪河段，其中碧潭橋下游為碧潭大橋及碧潭堰，橋址處無明顯沖刷問題，而安坑橋於P5及P6橋墩則有橋基頂部裸露情形。

4. 三峽河：

三峽河為臺灣北部大漢溪的支流，屬新北市管河川，又名三峽溪，其源流為熊空溪，發源於江南腳山東南方約1.5公里之三峽、烏來邊境山區，先向西轉西南流至樂樂谷，匯集另一支流鈉仔溪後改稱大豹溪，轉向西北流經有木、插角、湊合，轉向北流，進入平原後流至三峽街區，轉向東北流，最終於柑園注入大漢溪。本工程河段位於三峽溪下游處，其平均粒徑約為30mm~70mm之間，屬於卵石居多之河床，其下為泥岩、砂岩。由於三峽溪本流流域形狀呈現坡陡狹長形，洪峰傳遞迅速，河道斷面於本區河段呈現沖刷狀態，惟依高速公路局近年(93年以後)歷年河床斷面測量結果，並觀察橋下鼎塊排列平整情形來看，本河段河床變化極小。另由航照套繪結果可知，本河段有向左岸偏移情形，目前該處已設有混凝土砌石及石籠等護岸設施。

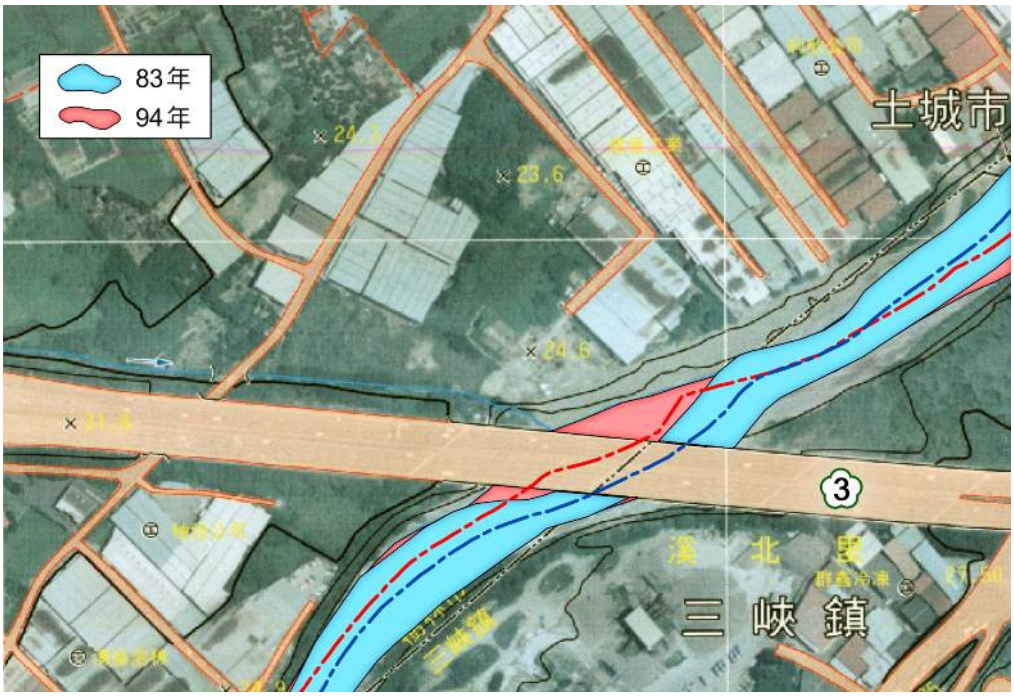


圖4.2-1　三峽溪河川橋歷年河道河床變化圖

5. 大漢溪：

大漢溪位於臺灣北部，為淡水河系三大主要支流之一，其源流發源於品田山，在秀巒會合薩克央溪後，於三光與三光溪匯合。溪源至西門壩址一段，流勢湍急，河谷狹窄；石門以下，山勢收斂，河谷較寬，流速趨緩。大漢溪流域內地質以第三紀之砂岩及頁岩分佈較廣，第四紀沖積層次之。大漢溪中、上游為淺色粗粒砂岩，夾有砂岩與頁岩之互層，於本工程範圍河段之河床質則為卵礫石河床，其下方為泥質砂岩之岩盤。本工程所屬河段為新北市管轄，鳶山堰位

於本工程大漢溪河川橋上游約700公尺處，河床呈現向下刷深趨勢。比對民國90年及97年河道大斷面測量之河床最低點高程已差約1.2公尺，現況橋基裸露已近達2公尺，目前橋下設有鼎塊固床工，左岸設有蛇籠護坡。

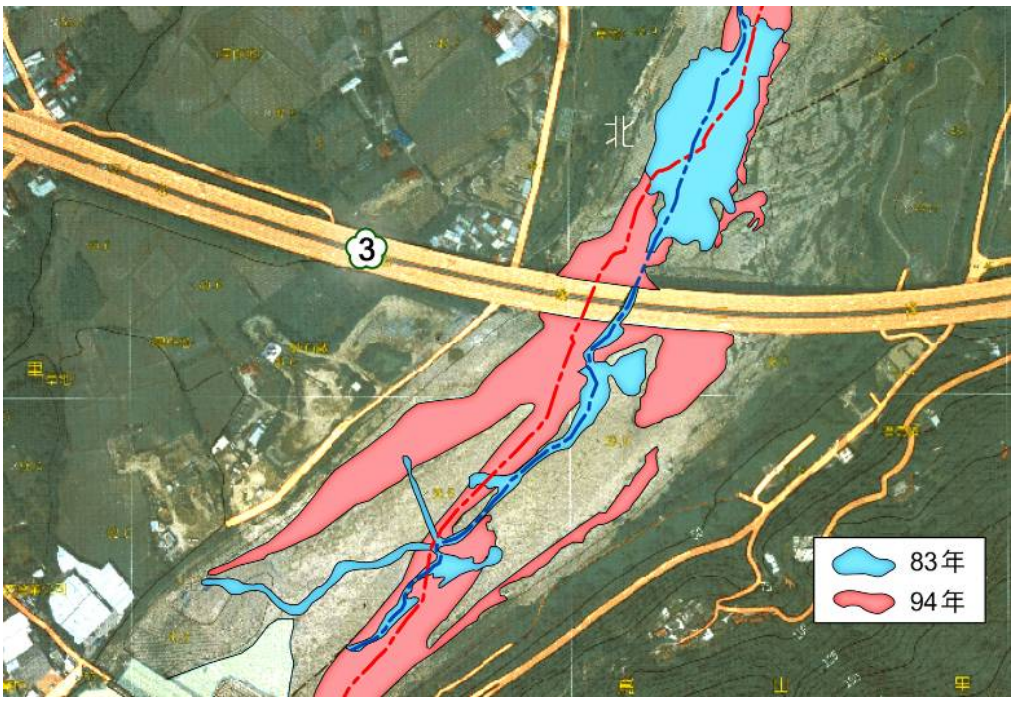


圖4.2-2　大漢溪河川橋歷年河道河床變化圖

6. 典寶溪：

典寶溪排水集水區範圍北起阿公店溪流域界，南至後勁溪排水集水區界，東倚中央山脈丘陵地帶與高屏溪分水嶺為界，幹流長度約32公里，集水面積約 106平方公里。典寶溪集水區地形除了最上游部份為山區外，大都為平地或丘陵地。地勢自東向西傾斜，地盤標高約在1~320公尺，河流平均坡度約四百分之一，坡陡流短，洪峰到達時間甚短。在河床質方面，本集水區均屬未固結之沖積土壤，主要係由沉泥質細砂(SM)、中至細砂、低塑性沉泥及粘土(CL)漸次組成，因其生成係由河流沖挾之泥砂積而成，無一定之厚度或次序。本溪以鳳山厝橋(位於國道10號西側)為界，下游為中央管區域排水，而本工程橋梁位於鳳山厝橋上游，屬高雄市政府管轄之區域排水，為未經整治之渠道，河床坡度約為六百分之一。

除前列舉各河川、區域排水外，另本計畫尚有橋梁跨越下寮溪、橫科溪、龍泉溪、滴坑溪、牛食坑支線、三奶壇排水及中里排水等區域排水，惟水路河寬皆小，本計畫之橋梁皆直接跨越，未於河道內落墩，亦無沖刷之虞，故未列於文中。此外，本工程部份橋梁雖有跨越既有水路(如大坑溪、五重溪、四分溪、牛欄河等)，但於跨越水路處無補強需求者，亦無未於文中。

表4.2-1　本工程範圍內之主要河川、區域排水資料整理表

渠道特性	國道別	橋梁名稱及里程	跨越河川	斷面編號	洪水位(m)	河床質代表粒徑(cm)	河床坡度	橋墩基礎	保護工現況	橋基裸露	主管機關	備註
河道穩定	國道3號	北側基隆河橋 (主線 10+429~10+904)	基隆河	55.63	11.81 (Q200)	0~5	1/4900	淺基/樁基	低水石籠護岸 混凝土護岸	無裸露	新北市政府	
		汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋 (汐止系統交流道匝道6 0+114~0+267)	基隆河	56.1	12.09 (Q200)	0~5	1/4900	樁基	低水石籠護岸 混凝土護岸	無裸露	新北市政府	
		汐止系統交流道CD1-SB-RD (汐止系統交流道CD1-SB-RD 0+000~0+120)	基隆河	57.1	12.13 (Q200)	0~5	1/4900	樁基	低水石籠護岸 混凝土護岸	無裸露	新北市政府	
		汐止系統交流道CD1-NB-RD (汐止系統交流道CD1-NB-RD 0+000~0+154)	基隆河	57.1	12.13 (Q200)	0~5	1/4900	樁基	低水石籠護岸 混凝土護岸	無裸露	新北市政府	
		汐止系統交流道匝道7跨西側基隆河橋 (汐止系統交流道匝道7 0+365~0+679)	基隆河	52.1	11.17 (Q200)	0~5	1/4900	樁基	石籠護岸 混凝土護岸	無裸露	新北市政府	
		汐止系統交流道匝道1跨北側基隆河橋 (汐止系統交流道匝道1 0+036~0+294)	基隆河	55.2	11.76 (Q200)	0~5	1/4900	樁基	混凝土護岸 低水石籠護岸	無明顯裸露	新北市政府	
		汐止系統交流道匝道2跨北側基隆河橋 (汐止系統交流道匝道2 0+111~0+311)	基隆河	55.65	11.86 (Q200)	0~5	1/4900	樁基	混凝土護岸 低水石籠護岸	無裸露	新北市政府	
		汐止系統交流道匝道7跨北側基隆河橋 (汐止系統交流道匝道7 0+181~0+414)	基隆河	55.64	11.87 (Q200)	0~5	1/4900	樁基	混凝土護岸 低水石籠護岸	無裸露	新北市政府	
		景美溪北橋 (主線 20+408~21+481)	景美溪	26	25.27 (Q200)	7.9	29/1000	淺基	鼎塊、石籠 混凝土護岸	尚無明顯裸露	台北市政府	
		景美溪南橋 (主線 20+633~21+531)	景美溪	26	25.27 (Q200)	7.9	29/1000	淺基	鼎塊保護 混凝土護岸	尚無明顯裸露	台北市政府	
		木柵交流道匝道二景美溪橋 (木柵交流道匝道2 0+086~0+114)	景美溪	27.3	27.03 (Q200)	7.9	29/1000	淺基	鼎塊保護 混凝土護岸	尚無明顯裸露	台北市政府	
		木柵交流道匝道四景美溪橋 (木柵交流道匝道4 1+054~1+223)	景美溪	27.5	27.23 (Q200)	7.9	29/1000	淺基	鼎塊保護 混凝土護岸	尚無明顯裸露	台北市政府	
		景美溪橋 (台北聯絡線 5+400~5+645)	景美溪	27.1	26.98 (Q200)	7.9	29/1000	淺基	鼎塊保護 混凝土護岸	無裸露	台北市政府	
		碧潭橋 (主線 29+100~30+082)	新店溪	24.2	21.56 (Q200)	2~6.4	1/1057	樁基	無保護	無裸露	新北市政府	
		安坑橋 (安坑交流道聯絡道 0+164~0+565)	新店溪	22	11.87 (Q200)	4.0	1/1104	樁基	低水石籠護岸	P6樁帽裸露	新北市政府	
		鹽港溪排水橋 (主線 109+478~109+598)	鹽港溪	10	5.21 (Q50)	0~5	1/697	樁基	石籠護岸	無裸露	第二河川局	

表4.2-1　本工程範圍內之主要河川、區域排水資料整理表(續)

渠道特性	國道別	橋梁名稱及里程	跨越河川	斷面編號	洪水位(m)	河床質代表粒徑(cm)	河床坡度	橋墩基礎	保護工現況	橋基裸露	主管機關	備註
	國道10號	美濃溪河川橋(主線 32+682~32+882)	美濃溪	4.02	42.61 (Q50)	5.7	1/340	樁基	鼎塊保護石籠護岸	無裸露	第七河川局	
河道穩定	國道10號	高雄環線高架(三)橋(主線 7+979~12+443)	典寶溪	20k+440	24.20 (Q10)	0.015	1/600	沉箱	蛇籠護岸	無裸露	高雄市政府	
		典寶溪過水橋(主線 14+102~14+313)	典寶	23k+800	29..25 (Q10)	0.015	1/600	樁基	砌石護岸	無裸露	高雄市政府	
側向侵蝕	國道3號	三峽溪河川橋(主線 45+295~45+655)	三峽河	03-1	17.98 (Q100)	5.5	1/708	沉箱	鼎塊保護砌卵石護岸	橋基裸露約2.0m	新北市政府	
辮狀分岐流路	國道3號	大漢溪河川橋(主線 51+600~52+360)	大漢溪	64.2	50.05 (Q100)	12.1	1/341	沉箱	鼎塊保護蛇籠護岸	橋基裸露約1.0m	新北市政府	
		鳳山溪河川橋(主線 81+866~82+500)	鳳山溪	46	92.72 (Q50)	16	1/178	沉箱	無保護	P7及P9橋基裸露	第二河川局	
		頭前溪河川橋(主線 90+883~91+680)	頭前溪	38.2	87.59 (Q100)	21.3	1/141	樁基	鼎塊保護	P8橋基裸露	第二河川局	
蜿蜒穩定	國道3號	二仁溪2號河川橋(主線 370+260~371+370)	二仁溪	62.1	16.93 (Q100)	0.01	1/970	淺基/樁基	混凝土護岸石籠保護	尚無明顯裸露	第六河川局	

4.3 河川橋沖刷影響評估

台灣河川多屬坡陡流急，每逢暴雨即水勢洶湧，劇烈沖刷橋墩柱基礎及橋台處之河床，週而復始導致橋梁墩柱傾斜或其他型式之破壞而造成交通中斷，人命及財物的傷亡損失更是歷年來重覆地發生在我們的周遭。因此在橋梁設計及維護補強措施時，若能多一分瞭解河道特性、橋梁基礎周圍之流場及其所造成的河床沖刷型式，並採用適切的分析模式及有效補強工法，則可提高橋梁之生命週期及其所能提供之最大經濟效益。

河川橋墩最大可能沖刷深度為橋墩局部沖刷(local scour)、河道束縮沖刷(contraction scour)、河床質移動層(或稱為一般沖刷，general scour)及河床長期沖刷(Long-Term Bed Elevation Change)之總和，茲分述如下：由於橋墩或水中結構物的存在對水流產生局部阻礙或干擾的現象，並進而造成結構物所在之局部河床沖刷侵蝕與高程下降的情形，此種現象稱為局部沖刷；當水流經橋墩附近，由於橋墩阻礙形成河道窄縮，引起流速及底床剪應力增加，進而產生水流窄縮處河床沖刷現象，稱之為束縮沖刷；另不論有無橋墩或水中構造物的設置，當洪水通過河床時，河床受剪應力影響，某深度內之河床質會隨水流向下游移動，該土層即稱之為河床質移動層；此外，河川整體坡降變化及水流對河床之沖淤影響趨勢，對河段所產生河床長期之高程變化情形，此種變化即稱為河床長期沖刷。

依據民國97年12月31日於交通部公路總局所召開之「研商『橋墩(基)局部沖刷公式及耐洪能力詳細評估方法』計算準則，以便採用相同準則訂定封橋水位」會議之會議結論第1點、及「河川橋梁之橋墩(台)沖刷保護工法之研究(林呈，2005)」所建議較適合臺灣地區之建議公式，橋墩局部沖刷深度評估分別採用4種公式進行局部沖刷深度估算，包括 : Jain and Fischer(1980)、Shen et al.(1969)、Ettema et al.(1998)、Laursen(1958)等，並將各公式計算結果進行平均，以作為本橋梁沖刷量估計之採用值，各沖刷公式詳如表4.3-1所示。

表4.3-1　橋墩(基)局部沖刷深度之經驗公式

Jain and Fischer(1980)	濁水沖刷；非黏聚性土壤；最大平衡沖刷深度
$\frac{h_s}{D_p}=1.86\times\left(\frac{h_2}{D_p}\right)^{0.5}\times(F_r-F_{rc})^{0.25}$ 其中，h_s：局部沖刷深度(m)； h_2：墩前水深(m)； D_p：墩柱迎水寬度(m)； F_r：墩前水流福祿數(= $\frac{V_2}{\sqrt{g\times h_2}}$)； F_{rc}：泥砂起動臨界流速所對應之水流福祿數(= $\frac{V_{cr}}{\sqrt{g\times h_2}}$)； V_{cr}：泥砂起動流速 = $6.0\times h_2^{1/6}\times D_{50}^{1/3}(m/s)$	
Shen et al.(1969)	清水沖刷；非黏聚性土壤；最大平衡沖刷深度
$h_s=0.000223\times\left(\frac{V_2\times D_p}{\nu}\right)^{0.619}$ 其中，ν：水流之運動黏滯係數(= $10^{-6}\ m^2/s$)； V_2：墩前流速(m/s)； 其餘符號同前	
Ettema et al.(1998)	圓形橋墩；非黏聚性土壤；最大平衡沖刷深度
$\left(\frac{h_s}{D_p}\right)=\left(\frac{h_2}{D_p}\right)^{0.62}\times\left(\frac{V_2}{(g\times h_2)^{0.5}}\right)^{0.2}\times\left(\frac{D_p}{D_{50}}\right)^{0.08}$ 式中符號同前	
Laursen(1958)	濁水沖刷；非黏聚性土壤；最大平衡沖刷深度
$\frac{D_p}{h_2}=5.5\times\frac{h_s}{h_2}\times\left[\left[\frac{h_s}{11.5\times h_2}+1\right]^{1.7}-1\right]$ 濁水沖刷 式中符號同前	

本工程河道束縮沖刷(contraction scour)公式分別以Laursen(1962)公式及Gill(1981)公式作為本工程河道束縮沖刷深度推估：

1. Laursen公式(1962)－適用於濁水沖刷

$$H_c=h_1\left[\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^{\frac{6}{7}}\left(\frac{B_1}{B_2}\right)^{k_1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^{k_2}-1\right]$$

式中

H_c：平均束縮沖刷深度(m)

h_1 ：臨近上游段平均水深(m)
Q_1 ：臨近上游段之流量(cms)
Q_2 ：束縮河段之流量(cms)
B_1 ：臨近上游段之河寬(m)
B_2 ：束縮河段之河寬(m)
n_1 ：臨近上游河段之曼寧係數
n_2 ：束縮河段之曼寧係數
k_1 、k_2 ：河床質輸送模式指數(見表4.3-2)

表4.3-2　河床質輸送模式指數

$\frac{V_*}{\omega}$	k_1	k_2	泥砂傳輸特性
<0.50	0.59	0.07	以推移載為主
0.5~2.0	0.64	0.21	推移、懸浮載互見
>2.0	0.69	0.37	以懸浮載為主

1. $V_* = \sqrt{ghS_f}$ (m/s)。　　2. $\omega = 3.32\sqrt{D_s}$ (m/s)。
3. g=重力加速度(m/s^2)；h=水深(m)；S_f=能量坡降。

2. Gill濁水束縮沖刷公式(1981)－適用於濁水沖刷

$$H_c = h_1\left[\left(\frac{B_1}{B_2}\right)^{\frac{9}{14}} - 1\right]$$

式中

H_c ：平均束縮沖刷深度(m)
h_1 ：臨近上游段平均水深(m)
B_1 ：臨近上游段之河寬(m)
B_2 ：束縮河段之河寬(m)

此外，其中另參考Prof.Bruce Melville的相關實務經驗所引導出之各種水位、流況及橋墩柱沖刷行為變化之修正係數，如等值橋墩徑寬度be值之推估計算，詳圖4.3-1。對於各種河川特性、橋墩柱型式、沖刷行為模式及非等徑橋墩柱型式等之調整評估計算，使更能貼切現實流況而推算出更精準之沖刷值。

另延續前期工程(國道高速公路橋梁耐震補強第1期工程)專家學者座談會之建議，參考「橋梁監測預警系統及沖刷保護措施及補強等策略研究」(交通部公路總局，94.11.01)，將局部沖刷及束縮沖刷依其現地之保護工等情形酌予修正，其評分表如表4.3-3所示。

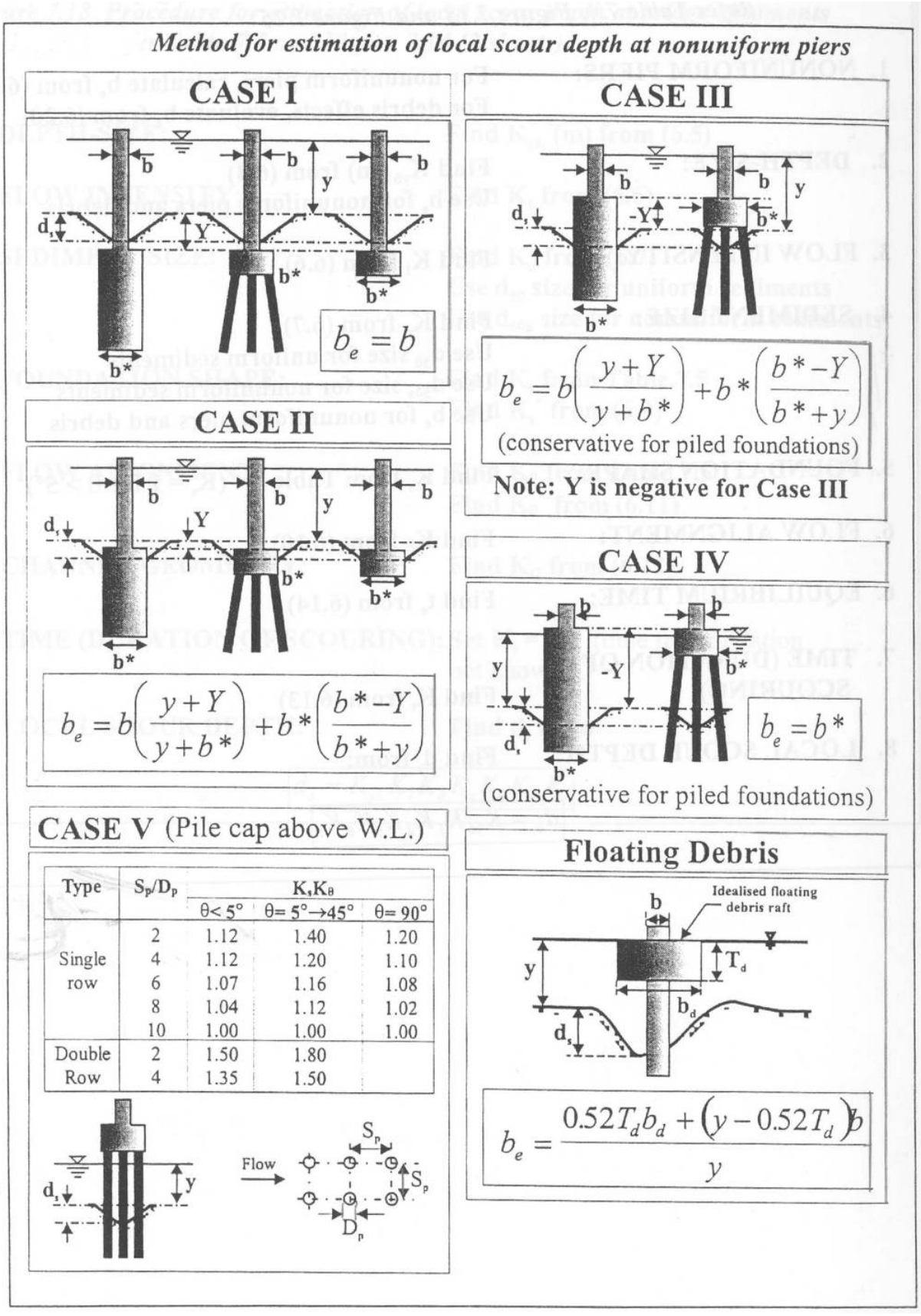


圖4.3-1　非等徑橋墩局部沖刷評估示意圖

表4.3-3　保護工有效係數Ep評分表

項次	項　　目	配　　分	評估內容
1.	橋基保護工措施	0.6	[1]良好(1.0)
			[2]輕微損壞(2/3)
			[3]中度損壞(1/3)
			[4]嚴重損壞(0)
2.	下游攔砂壩	0.3	[1]1000 公尺以內(1.0)
			[2]1000 公尺以外(1/2)
			[3]無(0)
3..	感潮河段	0.1	[1]是(0) [2]否(1.0)
	分數總計	1.0	

資料：交通部公路總局委託專案研究計畫"橋梁監測預警系統及沖刷保護措施及補強等策略之研究"(94.11.01)

本工程河床質移動層厚度計算，係依Meyer-Peter, Muller(1948)河床推移載公式進行推估，其公式如下：

Meyer-Peter, Muller公式(1948)－適用於砂礫質河床(中值粒徑0.4~30cm)

$$\left(\frac{k_n}{k'}\right)^{\frac{3}{2}}\gamma hS_f = 0.047(\gamma_S-\gamma)d_m + 0.25\left(\frac{\gamma_S-\gamma}{\gamma}\right)^{\frac{2}{3}}\left(\frac{\gamma}{g}\right)^{\frac{1}{3}}q_b{}^{\frac{2}{3}}$$

式中

S_f ：摩擦坡度

q_b ：單位時間單位河寬之推移載($m^3/s/m$)

γ_S ：沉滓之單位重(2,650kg/m^3)

γ ：水之單位重(1,000kg/m^3)

d_m ：沉滓之平均粒徑(m)

k_n ：史茲克係數(Strickler codfficient)，其中 $k_n=\frac{1}{n}$ ，n 為曼寧係數

k' ：砂粒阻力係數，其中 $k'=\frac{26}{D_{90}{}^{\frac{1}{6}}}$ ，D_{90} 過篩率90%之粒徑(m)

河床長期沖刷為河床長期觀測之結果，並參酌河道情況之判斷值。本計畫之河床一般沖刷深度主要以觀察橋址歷年測量斷面變化，及考量橋址河床固床設施情形，並參考河川治理規劃報告之河

床坡度變化資料，予以較具主觀之判斷值。

於本工程之各河道長期沖刷為採用歷年河床沖淤資料整理推估，其中資料來源有80年代原設計河川橋時之河床地形、民國90年代高公局各工務段測量提供之河床地形及本公司於民國100年重新測量河床地形。除上述歷年河床沖淤變化因素外，另考量各河川流況特性、該河段土石採取及人為採石因素、橋梁保護工設置之跌水沖刷及河岸崩塌之側向侵蝕等等，使能確切掌握各河川之一般沖刷程度。

由於本計畫各河段橋梁水文水理因各地形地貌變遷而有所不同，故將本計畫主要橋梁沖刷深度茲列於表4.3-4中，其中依前述公式所得之各橋墩沖刷深度，再依鄰近鑽探成果檢視，以沖刷深度不大於岩盤面為準。再者，因二仁溪2號河川橋因沖刷範圍幾達全橋，且部份橋梁基礎採直接基礎，故特別將二仁溪2號河川橋另行計算每墩橋梁沖刷深度，如表4.3-5所示，相關分析內容請詳4.4.2節說明。

表4.3-4　河川橋墩沖刷深度估算表

橋梁編號暨名稱		跨越河川	鄰近河川斷面號數	墩柱編號	水文資料			地文資料	水力資料	局部沖刷深度 H1	束縮沖刷深度 H2	保護工有效係數 Ep	局部+束縮沖刷深度 (H1+H2) *(1-Ep)	河床質移動層厚度 H3	長期沖刷 H4	沖刷深度合計 Hs	依岩盤修正有效沖刷深度 Hs'	備註
					計畫頻率 T	洪峰流量 Q1	洪水位 U (EL)	河床高程 (EL)	水深 y (Y_0)									
					yr	cms	m	m	m	m	m		m	m	m	m	m	
北側基隆河橋N 南側基隆河橋S	03010429RORN 03010430RORS	基隆河	55.63	PN(S)2	200	2380	11.81	-0.20	12.01	8.68	0.95	0.10	8.67	2.08	0.82	11.57	11.57	深度未達岩盤
				PN(S)3	200	2380	11.81	3.00	8.81	7.87	0.70	0.70	2.57	2.08	0.82	5.47	5.47	深度未達岩盤
汐止系統交流道匝道6 跨東側基隆河橋	03010900PR62	基隆河	56.1	P2	200	2210	12.09	-0.75	12.84	9.58	0.72	0.10	9.27	1.63	0.50	11.40	10.30	依岩盤高程修正
				P3	200	2210	12.09	-0.75	12.84	6.80	0.72	0.10	6.76	1.63	0.50	8.89	8.89	深度未達岩盤
				P4	200	2210	12.09	-0.75	12.84	6.78	0.72	0.10	6.75	1.63	0.50	8.88	8.88	深度未達岩盤
汐止系統交流道 CD1-SB-RD	03010900PCS1	基隆河	57.1	P6~P7	200	2210	12.13	-0.06	12.19	6.23	0.69	0.10	6.23	1.48	0.50	8.22	8.22	深度未達岩盤
				P5	200	2210	12.13	-0.06	12.19	10.05	0.69	0.10	9.67	1.48	0.50	11.65	11.65	深度未達岩盤
汐止系統交流道 CD1-NB-RD	03010900PCN1	基隆河	57.1	P14	200	2210	12.13	-0.06	12.19	6.39	0.69	0.10	6.37	1.48	0.50	8.36	8.36	深度未達岩盤
				P13	200	2210	12.13	-0.06	12.19	7.15	0.69	0.10	7.06	1.48	0.50	9.04	9.04	深度未達岩盤
				P12	200	2210	12.13	-0.06	12.19	9.15	0.69	0.10	8.86	1.48	0.50	10.84	10.84	深度未達岩盤
汐止系統交流道匝道7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	基隆河	52.1	P2~P4	200	2380	11.17	-1.13	12.30	6.57	0.77	0.10	6.61	0.75	0.50	7.86	7.86	深度未達岩盤
汐止系統交流道匝道1 跨北側基隆河橋	03010900PR11	基隆河	55.2	P2	200	2380	11.76	-0.50	12.26	8.88	0.95	0.10	8.84	0.72	0.29	9.85	9.85	深度未達岩盤
				P3	200	2380	11.76	-0.50	12.26	9.44	0.95	0.10	9.35	0.72	0.29	10.36	10.36	深度未達岩盤
				P4	200	2380	11.76	-0.50	12.26	9.44	0.95	0.10	9.35	0.72	0.29	10.36	10.36	深度未達岩盤
				P5	200	2380	11.76	9.50	2.26	3.78	0.17	0.70	1.19	0.72	0.29	2.20	2.20	深度未達岩盤
汐止系統交流道匝道2 跨北側基隆河橋	03010900PR21	基隆河	55.65	P1	200	2380	11.86	7.00	4.86	5.96	0.34	0.70	1.89	0.92	0.50	3.31	3.31	深度未達岩盤
				P2	200	2380	11.86	0.20	11.66	6.98	0.82	0.10	7.02	0.92	0.50	8.44	8.44	深度未達岩盤
				P3	200	2380	11.86	0.20	11.66	8.12	0.82	0.10	8.05	0.92	0.50	9.47	9.47	深度未達岩盤
汐止系統交流道匝道7 跨北側基隆河橋	03010900PR71	基隆河	55.64	P1	200	2380	11.87	7.20	4.67	4.30	0.43	0.70	1.42	1.07	0.11	2.60	2.60	深度未達岩盤
				P2	200	2380	11.87	-0.40	12.27	9.09	1.21	0.10	9.26	1.07	0.11	10.44	10.44	深度未達岩盤
				P3	200	2380	11.87	-0.40	12.27	8.74	1.21	0.10	8.95	1.07	0.11	10.13	10.13	深度未達岩盤
				P4	200	2380	11.87	-0.40	12.27	9.81	1.21	0.10	9.91	1.07	0.11	11.09	11.09	深度未達岩盤
景美溪北橋	03020408RORN	景美溪	26	PN15	200	1670	25.27	15.30	9.97	6.34	0.62	0.70	2.09	0.31	0.56	2.96	2.96	深度未達岩盤
				PN16	200	1670	25.27	15.30	9.97	6.34	0.62	0.70	2.09	0.31	0.56	2.96	2.96	深度未達岩盤
景美溪南橋	03020408RORS	景美溪	26	PS21	200	1670	25.27	20.70	4.57	4.93	0.28	0.70	1.56	0.16	0.72	2.44	2.44	深度未達岩盤
				PS22	200	1670	25.27	20.70	4.57	4.68	0.28	0.70	1.49	0.16	0.72	2.37	2.37	深度未達岩盤
木柵交流道匝道二 景美溪橋	03020800PR21	景美溪	27.3	PB2	200	1670	27.03	17.95	9.08	5.76	0.47	0.70	1.87	0.04	0.40	2.31	2.31	深度未達岩盤
				PB3	200	1670	27.03	17.95	9.08	4.46	0.47	0.10	4.43	0.04	0.40	4.87	4.87	深度未達岩盤
				PB4	200	1670	27.03	17.95	9.08	5.95	0.47	0.70	1.92	0.04	0.40	2.37	2.37	深度未達岩盤
木柵交流道匝道四 景美溪橋	03020800PR42	景美溪	27.5	PD4	200	1670	27.23	15.67	11.56	4.53	0.39	0.70	1.48	0.25	0.40	2.12	2.12	深度未達岩盤
				PD5	200	1670	27.23	15.67	11.56	4.53	0.39	0.70	1.48	0.25	0.40	2.12	2.12	深度未達岩盤
景美溪橋W 景美溪橋E	03028000RORW 03028000RORE	景美溪	27.1	PT5(E.W)	200	1670	26.98	23.77	3.21	3.79	0.15	0.10	3.54	0.02	0.40	3.96	3.96	深度未達岩盤
				PT6(E.W)	200	1670	26.98	15.31	11.67	5.86	0.53	0.70	1.92	0.02	0.40	2.34	2.34	深度未達岩盤

表4.3-4　河川橋墩沖刷深度估算表(續)

橋梁編號暨名稱		跨越河川	鄰近河川斷面號數	墩柱編號	水文資料			地文資料	水力資料	局部沖刷深度 H1	束縮沖刷深度 H2	保護工有效係數 Ep	局部+束縮沖刷深度 (H1+H2) *(1-Ep)	河床質移動層厚度 H3	長期沖刷 H4	沖刷深度合計 Hs	依岩盤修正有效沖刷深度 Hs'	備註
					計畫頻率 T	洪峰流量 Q1	洪水位 U (EL)	河床高程 (EL)	水深 y (Y_0)									
					yr	cms	m	m	m	m	m		m	m	m	m	m	
碧潭橋N	03029100RORN	新店溪	24.2	4S(N)	200	9100	21.56	11.70	9.86	13.05	0.30	0.40	8.01	0.52	0.02	8.56	8.56	深度未達岩盤
碧潭橋S	03029100RORS			5S(N)	200	9100	21.56	11.70	9.86	13.32	0.30	0.60	5.45	0.52	0.02	5.99	5.99	深度未達岩盤
安坑橋	03031100TAT2	新店溪	22	P1	200	9600	11.87	10.89	0.98	4.65	0.04	0.10	4.22	0.28	0.81	5.31	5.31	深度未達岩盤
				P2	200	9600	11.87	10.89	0.98	4.54	0.04	0.10	4.12	0.28	0.81	5.21	5.21	深度未達岩盤
				P3	200	9600	11.87	10.89	0.98	2.27	0.04	0.10	2.08	0.28	0.81	3.17	3.17	深度未達岩盤
				P4	200	9600	11.87	2.60	9.27	7.13	0.38	0.10	6.76	0.28	0.81	7.85	7.85	深度未達岩盤
				P5	200	9600	11.87	2.60	9.27	7.13	0.38	0.10	6.76	0.28	0.81	7.85	7.85	深度未達岩盤
				P6	200	9600	11.87	2.60	9.27	7.13	0.38	0.10	6.76	0.28	0.81	7.85	7.85	深度未達岩盤
				P7	200	9600	11.87	6.50	5.37	5.79	0.22	0.10	5.41	0.28	0.81	6.50	6.50	深度未達岩盤
				P8	200	9600	11.87	10.89	0.98	2.27	0.04	0.10	2.08	0.28	0.81	3.17	3.17	深度未達岩盤
				P9	200	9600	11.87	10.89	0.98	2.27	0.04	0.10	2.08	0.28	0.81	3.17	3.17	深度未達岩盤
				P10	200	9600	11.87	10.89	0.98	2.27	0.04	0.10	2.08	0.28	0.81	3.17	3.17	深度未達岩盤
三峽溪河川橋(北向)	03045475RORN	三峽河	03-1	P3	100	2730	17.98	16.90	1.08	2.65	0.05	0.10	2.44	0.09	0.65	3.17	3.17	深度未達岩盤
				P4	100	2730	17.98	12.60	5.38	5.68	0.26	0.70	1.78	0.09	0.65	2.52	2.52	深度未達岩盤
三峽溪河川橋(南向)	03045475RORS			P5	100	2730	17.98	12.60	5.38	5.68	0.26	0.70	1.78	0.09	0.65	2.52	2.52	深度未達岩盤
				P6	100	2730	17.98	12.60	5.38	5.68	0.26	0.70	1.78	0.09	0.65	2.52	2.52	深度未達岩盤
				P7	100	2730	17.98	12.60	5.38	5.68	0.26	0.70	1.78	0.09	0.65	2.52	2.52	深度未達岩盤
大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	大漢溪	64.2	P1	100	11500	50.05	48.50	1.55	3.02	0.09	0.10	2.80	3.96	0.28	7.04	7.04	深度未達岩盤
				P2	100	11500	50.05	48.50	1.55	3.02	0.09	0.10	2.80	3.42	0.28	6.49	6.49	深度未達岩盤
				P3	100	11500	50.05	48.50	1.55	3.02	0.09	0.10	2.80	3.42	0.28	6.49	6.49	深度未達岩盤
				P4	100	11500	50.05	39.80	10.25	4.99	0.59	0.10	5.02	3.42	0.28	8.72	8.72	深度未達岩盤
				P5	100	11500	50.05	39.80	10.25	4.99	0.59	0.40	3.35	3.42	0.28	7.05	7.05	深度未達岩盤
				P6	100	11500	50.05	36.00	14.05	7.67	0.81	0.70	2.55	3.42	0.28	6.24	6.24	深度未達岩盤
				P7	100	11500	50.05	36.00	14.05	7.67	0.81	0.70	2.55	3.42	0.28	6.24	6.24	深度未達岩盤
				P8	100	11500	50.05	36.00	14.05	7.67	0.81	0.70	2.55	3.42	0.28	6.24	6.24	深度未達岩盤
大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN			P9	100	11500	50.05	36.00	14.05	7.67	0.81	0.70	2.55	3.42	0.28	6.24	6.24	深度未達岩盤
				P10	100	11500	50.05	36.00	14.05	7.67	0.81	0.70	2.55	3.42	0.28	6.24	6.24	深度未達岩盤
				P11	100	11500	50.05	36.00	14.05	7.67	0.81	0.70	2.55	3.42	0.28	6.24	6.24	深度未達岩盤
				P12	100	11500	50.05	36.00	14.05	7.67	0.81	0.70	2.55	3.42	0.28	6.24	6.24	深度未達岩盤
				P13	100	11500	50.05	48.50	1.55	3.02	0.09	0.10	2.80	3.42	0.28	6.49	6.49	深度未達岩盤
				P14	100	11500	50.05	48.50	1.55	3.02	0.09	0.10	2.80	3.42	0.28	6.49	6.49	深度未達岩盤
				P15	100	11500	50.05	48.50	1.55	3.02	0.09	0.10	2.80	3.42	0.28	6.49	6.49	深度未達岩盤
				P16	100	11500	50.05	48.50	1.55	3.02	0.09	0.10	2.80	3.42	0.28	6.49	6.49	深度未達岩盤
				P17	100	11500	50.05	48.50	1.55	3.02	0.09	0.10	2.80	3.42	0.28	6.49	6.49	深度未達岩盤
				P18	100	11500	50.05	48.50	1.55	3.02	0.09	0.10	2.80	3.42	0.28	6.49	6.49	深度未達岩盤

表4.3-4　河川橋墩沖刷深度估算表(續)

橋梁編號暨名稱		跨越河川	鄰近河川斷面號數	墩柱編號	水文資料			地文資料	水力資料	局部沖刷深度 H1	束縮沖刷深度 H2	保護工有效係數 Ep	局部+束縮沖刷深度 (H1+H2) *(1-Ep)	河床質移動層厚度 H3	長期沖刷 H4	沖刷深度合計 Hs	依岩盤修正有效沖刷深度 Hs'	備註
					計畫頻率 T	洪峰流量 Q1	洪水位 U (EL)	河床高程 (EL)	水深 $y\ (Y_0)$									
					yr	cms	m	m	m	m	m		m	m	m	m	m	
鳳山溪河川橋(北向)	03082173RORN	鳳山溪	46	P6	50	1330	92.72	86.30	6.42	7.33	0.59	0.10	7.13	2.05	0.26	9.44	9.44	深度未達岩盤
鳳山溪河川橋(南向)	03082173RORS			P7	50	1330	92.72	86.30	6.42	7.33	0.59	0.10	7.13	2.05	0.26	9.44	9.44	深度未達岩盤
				P8	50	1330	92.72	86.30	6.42	7.33	0.59	0.10	7.13	2.05	0.26	9.44	9.44	深度未達岩盤
				P9	50	1330	92.72	86.30	6.42	7.33	0.59	0.10	7.13	2.05	0.26	9.44	9.44	深度未達岩盤
頭前溪河川橋(北向)	03091282RORN	頭前溪	38.2	P4	100	7200	87.59	85.60	1.99	6.03	0.88	0.00	6.91	1.09	0.47	8.47	8.47	深度未達岩盤
頭前溪河川橋(南向)	03091282RORS			P5	100	7200	87.59	85.50	2.09	6.01	0.88	0.00	6.89	1.09	0.47	8.45	8.45	深度未達岩盤
				P6	100	7200	87.59	85.60	1.99	5.33	0.88	0.00	6.21	1.09	0.47	7.77	7.77	深度未達岩盤
				P7	100	7200	87.59	79.80	7.79	8.23	0.88	0.00	9.11	2.17	1.64	12.92	7.76	依岩盤高程修正
				P8	100	7200	87.59	77.60	9.99	7.34	0.88	0.00	8.22	2.17	1.64	12.03	6.72	依岩盤高程修正
				P9	100	7200	87.59	80.40	7.19	7.04	0.88	0.00	7.92	2.17	1.64	11.73	7.97	依岩盤高程修正
				P10	100	7200	87.59	82.50	5.09	6.47	0.88	0.00	7.35	2.17	1.64	11.16	7.45	依岩盤高程修正
				P11	100	7200	87.59	81.30	6.29	7.19	0.88	0.00	8.07	2.17	1.64	11.88	7.22	依岩盤高程修正
				P12	100	7200	87.59	83.60	3.99	5.85	0.88	0.00	6.73	2.17	1.64	10.54	7.69	依岩盤高程修正
				P13	100	7200	87.59	83.40	4.19	6.54	0.88	0.00	7.42	1.09	0.47	8.98	6.82	依岩盤高程修正
				P14	100	7200	87.59	84.30	3.29	6.22	0.88	0.00	7.10	1.09	0.47	8.66	7.10	依岩盤高程修正
				P15	100	7200	87.59	87.10	0.49	4.04	0.88	0.00	4.92	1.09	0.47	6.48	6.47	深度未達岩盤
鹽港溪排水橋(北向)	03109478RORN	鹽港溪	10	P2	50	472	5.21	0.81	4.40	3.62	0.18	0.00	3.80	3.83	0.20	7.83	7.83	深度未達岩盤
鹽港溪排水橋(南向)	03109478RORS																	
美濃溪河川橋(東)	10032682RORE	美濃溪	4.02	P2	50	980	42.61	33.38	9.23	3.45	0.32	0.50	1.89	1.47	0.20	3.56	3.56	深度未達岩盤
美濃溪河川橋(西)	10032682ROR			P3	50	980	42.61	34.30	8.31	3.31	0.29	0.50	1.80	1.47	0.20	3.47	3.47	深度未達岩盤
典寶溪過水橋(東)	10014207RORE	典寶溪	23k+800	P2	10	141	29.25	26.26	2.99	5.42	0.43	0.10	5.27	0.25	0.10	5.61	5.61	深度未達岩盤
典寶溪過水橋(西)	10014207RORW																	
高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	典寶溪	20k+400	P02L	10	141	24.20	22.04	2.16	3.64	0.19	0.10	3.45	0.15	0.10	3.70	3.70	深度未達岩盤

表4.3-5　二仁溪2號河川橋墩沖刷深度估算表

橋墩	基樁樁帽或擴展基腳底部高程(m)	現況河床高程(m)	基樁長度(m)	基礎型式	墩前水位(m)	墩前流速(cm/s)	水流攻角(°)	沖刷深度(m)	沖刷後基礎裸露深度(m)	沖刷後基礎剩餘埋入深度(m)
P1	12.5	15.905	8.0	PC磨擦樁	20.56	1.23	45	5.47	2.07	5.93
P2	12.0	15.140	18.0	全套管基樁	20.63	1.57	45	6.18	3.04	14.96
P3	8.0	11.429	18.0	全套管基樁	20.68	2.20	50	8.32	4.89	13.11
P4	7.0	11.488	18.0	全套管基樁	20.69	2.10	50	8.21	3.72	14.28
P5	11.0	15.316	18.0	全套管基樁	20.63	1.21	50	5.84	1.52	16.48
P6	7.0	15.200	0.0	擴展基腳	20.61	0.67	15	3.99	-4.21	4.21
P7	7.5	15.500	0.0	擴展基腳	20.59	0.17	60	3.86	-4.14	4.14
P8	12.0	16.380	0.0	擴展基腳	20.59	0.15	30	3.18	-1.20	1.20
P9	12.0	16.450	0.0	擴展基腳	20.58	0.13	45	3.18	-1.27	1.27
P10	13.0	16.500	0.0	擴展基腳	20.58	0.42	90	4.15	0.65	-0.65
P11	11.0	16.510	0.0	擴展基腳	20.74	1.75	45	5.78	0.27	-0.27
P12	13.0	16.946	18.0	全套管基樁	20.85	2.62	5	4.19	0.25	17.75
P13	9.0	11.713	18.0	全套管基樁	20.85	2.29	0	4.95	2.24	15.76
P14	11.0	15.161	18.0	全套管基樁	20.83	0.74	15	4.15	-0.01	18.01
P15	10.0	15.987	0.0	擴展基腳	20.83	0.67	90	4.93	-1.06	1.06
P16	11.5	16.298	8.0	PC磨擦樁	20.88	0.78	90	4.99	0.19	7.81
P17	11.5	16.108	0.0	擴展基腳	20.95	0.95	90	5.33	0.73	-0.73
P18	11.0	16.065	0.0	擴展基腳	21.00	0.97	90	5.40	0.33	-0.33
P19	10.5	16.123	0.0	擴展基腳	21.23	1.83	90	6.39	0.77	-0.77
P20	10.0	16.034	0.0	擴展基腳	21.46	1.09	90	5.76	-0.28	0.28
P21	10.0	16.220	0.0	擴展基腳	21.51	0.86	90	5.40	-0.82	0.82
P22	10.0	16.390	13.0	全套管基樁	21.58	0.56	80	5.02	-1.37	14.37
P23	1.0	16.328	14.0	全套管基樁	21.60	0.64	60	5.04	-10.29	24.29

註：

1. 由於本橋墩皆位於高灘地，與河床質移動、河床高程之長期升降並無直接關連，且束縮沖刷亦不明顯，故本橋僅考慮橋墩之局部沖刷。
2. 若干橋墩(如P24)地勢較高，且經分析流速幾近於零，沖刷值可，故本表不予列出。

4.4 河川橋沖刷影響與水理課題探討

依據橋梁基本資料及水文資料，本節將針對本計畫橋梁現況、河川上下游鄰近水文情勢較為特殊之河川橋梁進行相關沖刷探討，以作為本計畫設計評估之考量。

國道3號頭前溪河川橋(頭前溪38斷面)位在中正大橋(頭前溪31.1斷面)上游側約3.2公里處。中正大橋橋址下游河段原為具護甲作用之卵礫石沖積層河床，而該河段早年河道砂石大量開採及歷年颱洪豪雨沖刷下，導致沖積層流失，乃造成原位於沖積層下之岩盤裸露。河床裸露之岩盤大多由泥（頁）岩層、或泥（頁）岩與砂岩互層所構成之臺灣軟岩（Taiwan soft rock），此類岩體在枯水期與豐（洪）水期之乾濕狀態交互變化下，遂產生吸水回脹及乾縮裂縫之崩解（slaking）現象，在洪水來襲期間將因水流的沖蝕而剝離流去，新岩體則裸露出來並遂行整個回脹崩解與沖蝕剝離過程。歷來來中正大橋下游側河床沖蝕下降，已形成主河道河床局部深槽化之峽谷地形，並向源侵蝕造成河床下降十數公尺之沖蝕演變歷程。中正大橋下游固床工面臨向源侵蝕問題，現況之上下游高差約達10公尺以上。若固床工因沖蝕損毀，或後續無修復計畫時，向源侵蝕是否將上溯影響至國道3號頭前溪河川橋？其影響程度為何？此為本工程沖刷課題需探討的重點之一。此外，頭前溪河性屬辮狀河川，河道深槽可能的擺盪情形亦需予以考量。

國道3號二仁溪1號河川橋與2號河川橋間，存在著一座淨高與通水面積嚴重不足之縣道181線崇德橋，其於莫拉克颱洪中已然形成一完全淹沒橋(即為壓力流流況之fully inundated bridge)，除了已造成漂流木掛淤阻塞作用，進而亦已造成橋址上游側與周邊之回水水位抬升現象，及洪水溢淹漫過左岸之情形。當然由於崇德橋之阻塞作用以致水位抬升，除了可能造成高速水流頂沖右岸而溢淹沖刷右岸外之農地、高速水流繞流通過崇德橋之右岸橋台引道段(即崇德橋址處為低速區)，而於國道3號二仁溪2號河川橋橋址處沿線，漫灘之高水位洪水亦可造成墩基淺基礎之沖刷災害，此即為本工程所需研討的另一個重點。

4.4.1 頭前溪與下游固床工之水理課題探討

1. 頭前溪河川特性概述

頭前溪流域上游的油羅溪及上坪溪兩大支流，於芎林、竹東地區匯流後稱為頭前溪，再流經新竹市南邊後入海，河道流路情形及各大斷面編號相對位置詳如圖4.4-1所示。頭前溪流域各河段歷年各重現期之洪峰流量比較，詳如表4.4-1所示，其中觀察頭前溪二重埔站(即國道3號頭前溪河川橋所在之河段)資料，因納入近年來數次規模較大之颱風、暴雨紀錄，故各頻率年重現期洪峰流量均呈現增加趨勢。

根據水利署第二河川局(2005)之「頭前溪中正大橋段跨河及河防構造物對整體河性影響之研究」，民國88年及民國94年之頭前溪各斷面河床質粒徑分析表，整理可得兩年份於相同位置之河床質資料比較表，如表4.4-2所示，無論從平均粒徑或中值粒徑均可看出全河段除中正大橋外，河床質平均粒徑變化不大，但最大粒徑與砂質含量有變小的趨勢。中正大橋固床工下游面

由於泥岩裸露，砂質含量高達90%，且幾乎沒有大於1mm之顆粒。

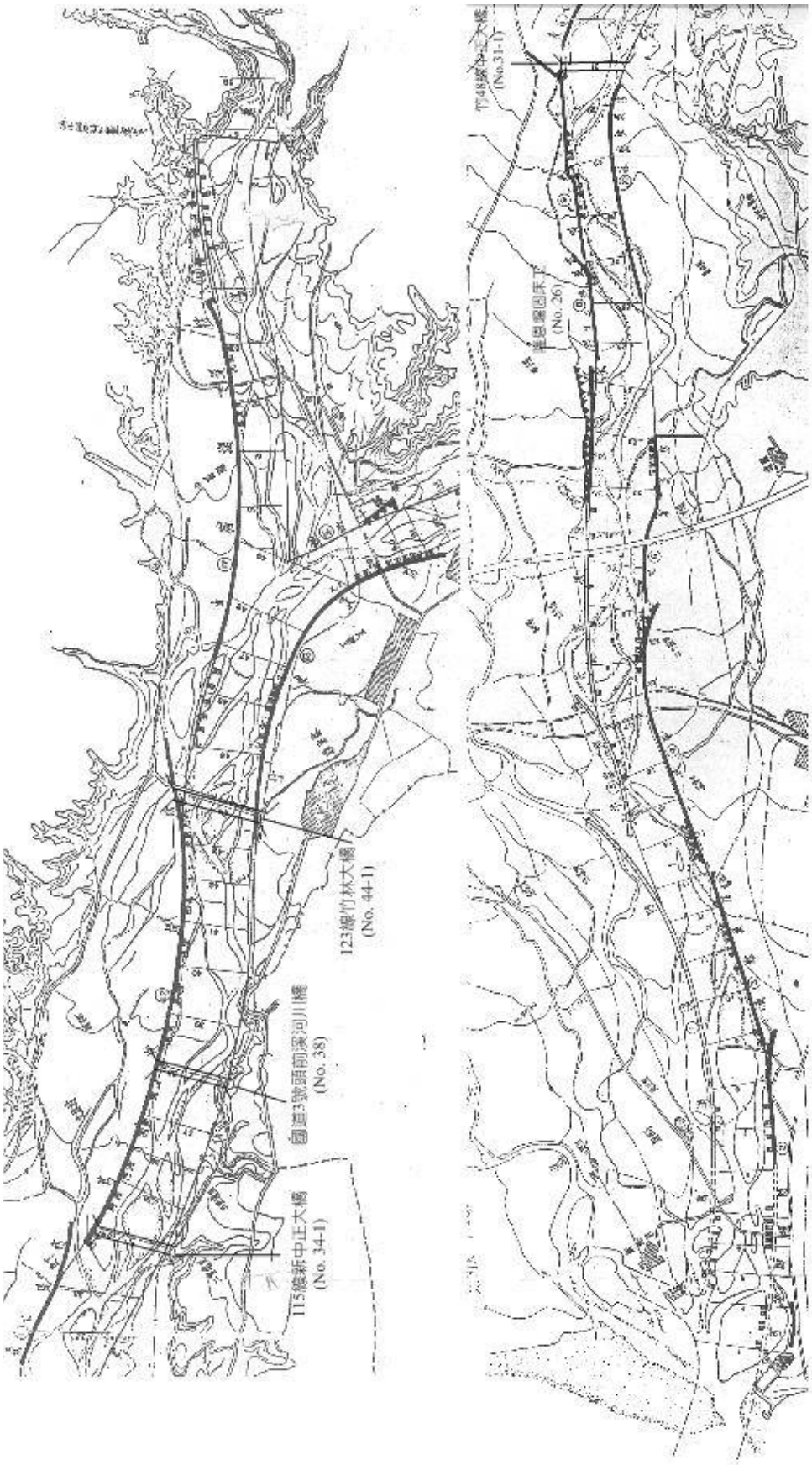


圖4.4-1　頭前溪流域河道流路情形及各大斷面編號相對位置圖

表4.4-1　頭前溪流域各河段歷年各重現期之洪峰流量比較表

民國73年「頭前溪治理規劃報告」(資料至民國65年)							
重現期距(年)	200	100	50	20	10	5	2
頭前溪河口 (斷面No. 0~1)	13,200	11,200	9,200	6,900	5,350	3,870	2,080
頭前溪下游段 (斷面No. 2~30)	10,000	8,400	6,800	5,000	3,800	2,700	1,400
頭前溪二重埔站 (斷面No. 31~49)	8,450	7,200	6,000	4,500	3,400	2,400	1,150
油羅溪 (斷面No. 50~58)	4,000	3,200	2,500	1,730	1,260	860	410
上坪溪 (斷面No. 59~68)	5,100	4,300	3,530	2,640	2,200	1,400	720
民國83年「頭前溪上游油羅溪、上坪溪治理規劃」(資料至民國81年)							
重現期距(年)	200	100	50	20	10	5	2
頭前溪二重埔站	8,430	7,200	6,000	4,500	3,400	2,400	1,150
油羅溪出口	4,380	3,660	3,010	2,240	1,720	1,230	630
上坪溪出口	5,100	4,300	3,530	2,640	2,200	1,440	720
民國90年「頭前溪高灘地利用規劃報告」(資料至民國88年)							
重現期距(年)	200	100	50	20	10	5	2
頭前溪河口	10,600	8,510	7,060	5,580	4,065	2,895	1,845
頭前溪二重埔站	8,665	7,555	6,375	4,950	3,695	2,530	1,680
油羅溪出口	4,115	3,200	2,755	2,070	1,445	1,090	685
上坪溪出口	5,140	4,300	3,745	3,055	2,285	1,510	1,045
民國97年「頭前溪流域輸砂與河床沖淤穩定研究(2/2)」(資料至民國96年)							
重現期距(年)	200	100	50	20	10	5	2
頭前溪河口	9,831	8,996	8,127	6,909	5,910	4,800	2,966
頭前溪二重埔站	8,559	7,833	7,078	6,019	5,150	4,185	2,590
油羅溪出口	4,563	4,176	3,774	3,211	2,749	2,235	1,386
上坪溪出口	3,212	2,940	2,658	2,261	1,936	1,575	978

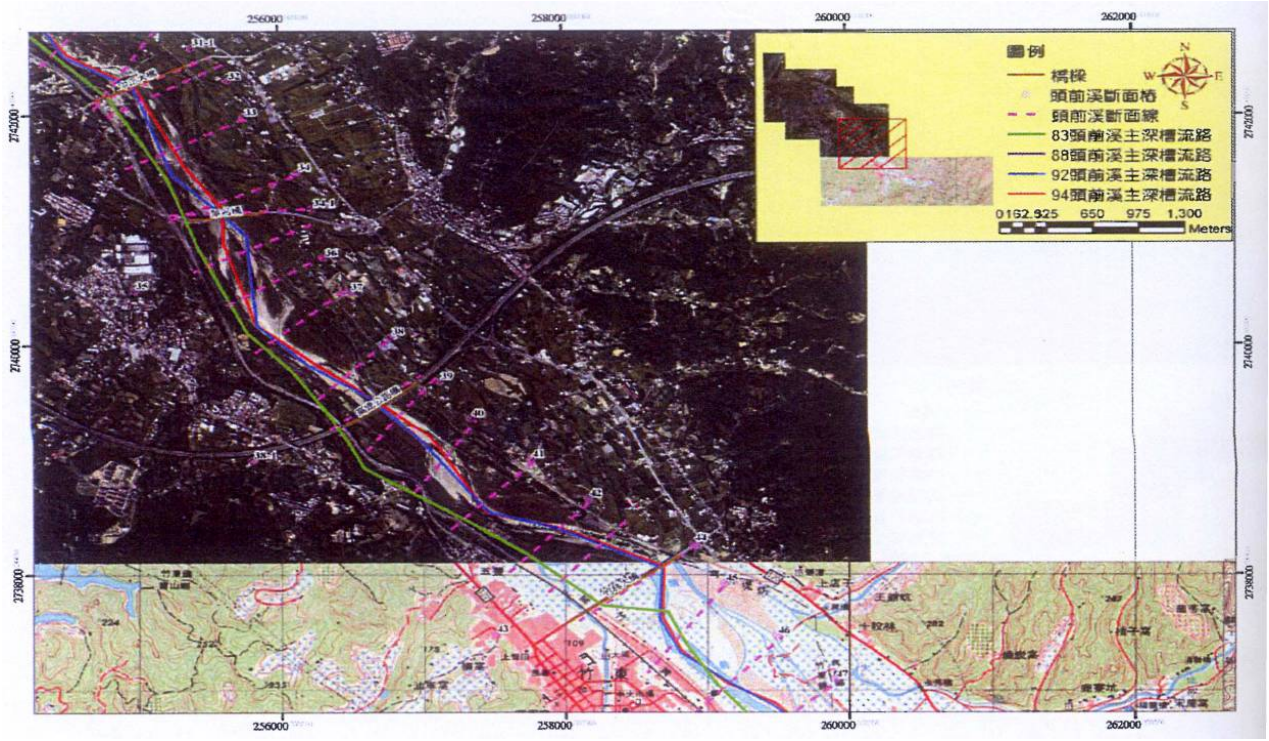
[整理自 頭前溪治理規劃報告(1984)、頭前溪流域輸砂與河床沖淤穩定研究(2008)]

表4.4-2　民國88年與94年之河床質資料比較表

測量年份 / 斷面編號	平均粒徑(mm)		最大粒徑(mm)		砂質含量(%)	
	88年	94年	88年	94年	88年	94年
No. 09	62.12	68.12	175	283	15.8	15.6
No. 19	126.46	165.69	600	368	13	5.6
No. 41	123.35	138.93	700	403	12.5	5.1
No. 48	165.87	168.66	800	397	13.8	3.2
No. 52	207.56	192.12	760	412	9.3	1.9

在河道坡降變化特性方面，依據水利署第二河川局(2008)研究報告顯示，頭前溪沿程河道自民國65年 ~ 83年間呈現嚴重沖刷現象，而民國83年 ~ 94年間，河床沖刷現象趨緩。目前國道3號頭前溪河川橋以下河段，除中正大橋因位於新城斷層上，且所在地質屬較易沖刷之泥岩與砂岩互層，加上設置全斷面混凝土固床工造成河床嚴重侵蝕刷深外，餘多呈輕微淤積現象，現況河床大致略高於計畫河床高；而國道3號頭前溪河川橋以上至支流匯流口河段自民國93年艾利颱風來襲後，因竹林大橋左岸沖刷流失約90公尺寬高灘地，深槽變寬後單寬流量相對變小，故目前深槽亦並未繼續向下刷深。綜合民國65年至民國94年等不同時期之河床橫斷面高程比較，83年以前頭前溪河道呈現沖刷之趨勢，而83年以後之整體河道沖刷趨勢已趨緩，局部河段呈現微幅的沖淤互現情況，惟中正大橋下游約1 km內河段受固床工影響，沖刷趨勢則更為劇烈，其次乃是竹林大橋河段。整體而言，頭前溪河道仍朝向回淤復原階段。

在河道變遷特性方面，頭前溪屬於辮狀河川，河道流路多處呈現左右擺盪現象。依據水利署第二河川局(2008)研究報告，國道3號頭前溪河川橋所在河段於近年來之河道變遷情形如圖4.4-2所示，民國83年原深槽流路多偏向左岸，直至民國92年及94年之深槽流路有朝右岸移動的現象，在國道3號頭前溪河川橋及竹林大橋位置之擺盪偏移為較大，但相較於頭前溪其他河段而言，本河段近年流路相對較為穩定，尤其在本計畫國道3號頭前溪河川橋處，深槽位置變動極小。



[資料來源：經濟部水利署第二河川局，頭前溪流域輸砂與河床沖淤穩定研究(2008)]

圖4.4-2　頭前溪新中正大橋至竹林大橋河段主深槽流路變化圖

2. 國道3號頭前溪河川橋歷年河床變化情形

根據民國77年竣工圖可知，本橋全長793.0 m (25.5+35+15@46.5+35)，共有18跨，每跨跨徑25.5 m ~ 46.5 m，橋寬16.35 m。依據「台灣北部區域第二高速公路關西新竹路段」於橋址處地質鑽探柱狀圖，本橋所處之河床面土層為現代沖積層，以卵礫石為主，其次為卵礫石層下方之砂岩，少數為粘土、泥岩與頁岩。此外，本橋橋址處附近並無斷層通過，惟位於本橋下游約3.3 km處之中正大橋固床工下游側附近有新城斷層通過。

經由納入民國77年竣工圖說所標示之河床高程變化，再整併民國97年9月水利署第二河川局之第38-1與38-2號大斷面(本橋下、上游側)河床高程資料，藉由同一墩柱所在之高程變化，即可得知於不同時間之河床沖淤變化。首先檢視民國77年竣工圖說所標示各橋墩(基)樁頂面高程數據，顯示於設計階段所呈現之河道深槽應相對地位於當時P7~P15之間，而於77年竣工圖中所標示之河床面高程，於P8~P10之間，有高達6.3m~9.0m之覆土深度，初步研判應非河川自然沖淤所形成之高差，可能是由於河床之施工開挖堆土所形成之局部河床填高。

根據中興大學林呈教授研究團隊於民國86年1月22日現場踏勘國道3號頭前溪河川橋之拍照畫面，如相片4.4-1與相片4.4-2所示，均清楚地顯示於民國85年7月31日賀伯颱洪沖刷後之河床變化，即於P7~P8周邊發生右側河岸沖蝕後退之侵蝕現象，而致河道深槽較為朝北偏向P7~P9墩基之間通過橋址，且於相片4.4-1與相片4.4-2畫面中清楚可見P7與P8樁帽裸露的情形，顯示河

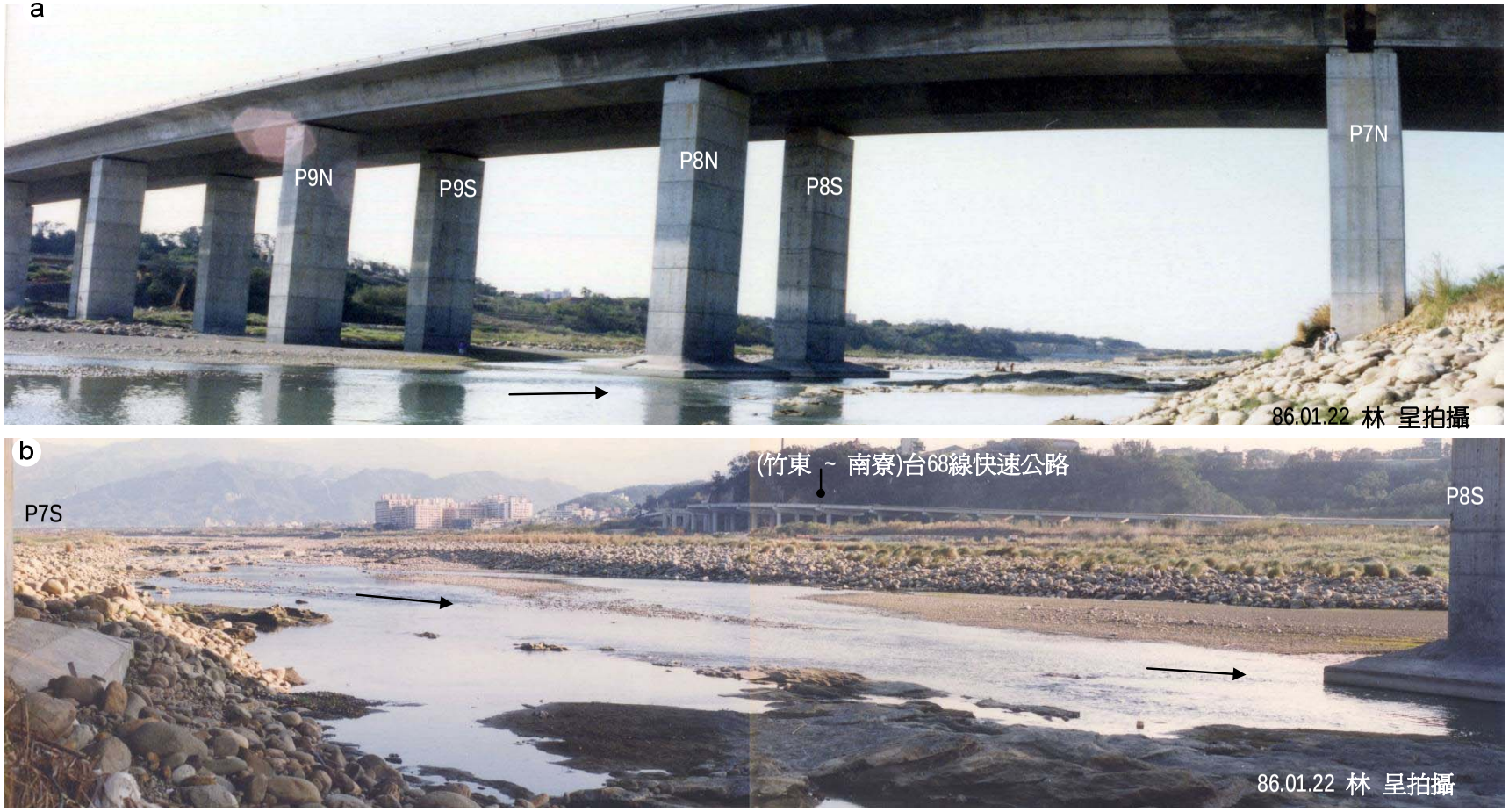
床有相對之沖刷下降現象。

此外，根據民國93年10月28日空拍畫面，如相片4.4-3(a, b)所示，亦清楚顯示於民國93年7月2~4日敏督利颱風與同年8月25日艾利颱風(竹林大橋站QP=4188cms，未達頭前溪二重埔站Q20=4950cms)沖刷後，河道深槽乃分佈於P7~P12之間，惟於P8原已裸露之樁帽已被抬高之淤土覆蓋，而於P7處之上、下游仍可見呈崩塌狀之陡直河岸，亦可見P7樁帽裸露情形尚較民國86年1月所見者(相片4.4-1與相片4.4-2所示)稍為擴大加深(惟厚度達3.6m之P7樁帽應未完全裸露至樁帽底部高程EL. 79.40m)。

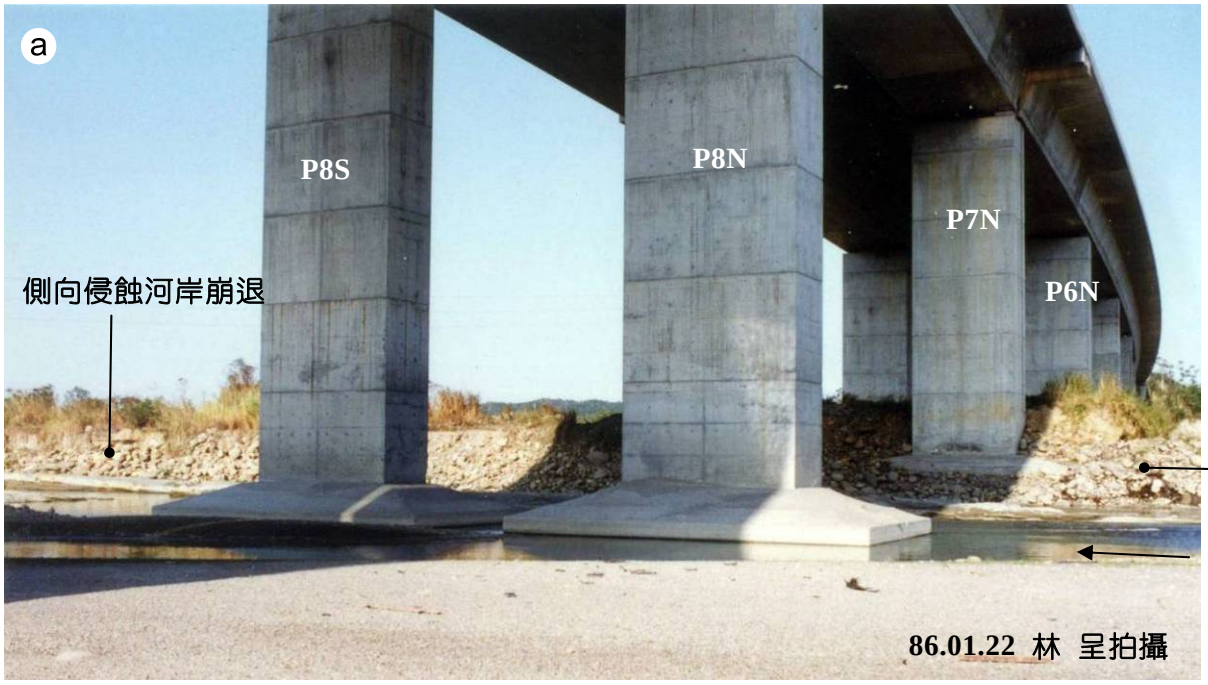
另者，於民國94年8月6日馬莎颱風(竹林大橋站QP=4696cms，大於頭前溪二重埔站Q20=4950 cms)當日照片顯示，上游側洪水蜿蜒於深槽流路，分據左、右兩岸往橋址通過P7~P13之間，如相片4.4-4所示；民國96年10月7日柯羅莎颱風(竹林大橋站QP=3613cms，小於頭前溪二重埔站Q10 = 3695 cms) 當日照片顯示，亦可見橋址處之深槽流路係位於P7~P11之間，如相片4.4-5所示。

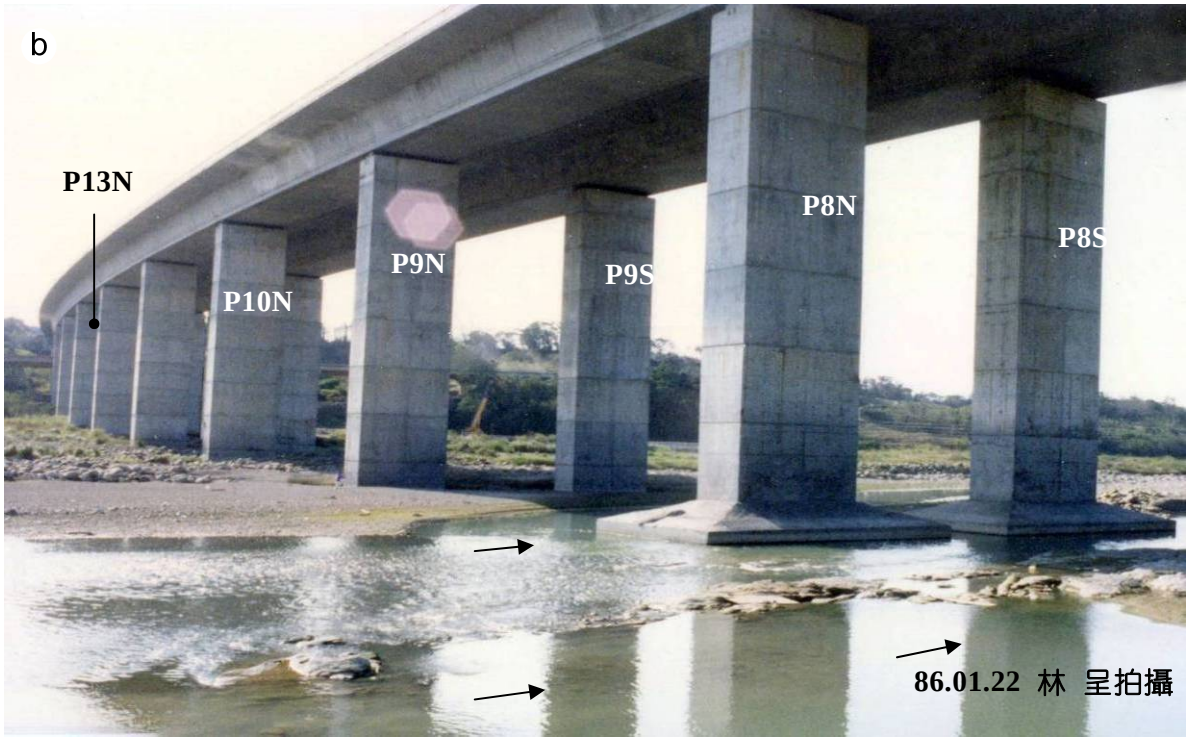
基於以上各時期之河床變化與相片說明，可得知國道3號頭前溪河川橋於民國85年~至96年歷年來之深槽位置，乃隨各時期流量之規模而略有不同，但大多仍介於P7~P11之間。鑑於歷年深槽北岸侵蝕至P7橋基周邊，且其樁帽亦已裸露多年，高速公路局北區工程處乃於民國96年~97年間於P7南側鋪雙層式之鼎塊保護工，以期保護P7墩基免於沖刷而致河床下降。經再檢核有關第二河川局於民國97年9月所施測橋址上、下游側第38-1與38-2號大斷面之河床高程變化，如表4.4-3所示，可知P7~P12之間的河床高程業已較竣工時下降。

另依民國100年4月2日之拍攝畫面，如相片4.4-6所示，水流乃各自於P8周邊與P9~P10之間通過橋址，形成兩股深槽流路。檢視表4.4-3所列民國100年5月3日實地量測河床高程變化，比對民國97年9月河床高程資料， P8 ~ P12之間的河床高程業已改變，改變的幅度介於2.5 m (位於P12) ~ -4.8 m (位於P8)，顯示近年水流集中於P8橋墩，因此P8橋墩之局部沖刷相對其它橋墩較為嚴重，且樁基裸露0.3 m (上游側) ~ 0.7 m (下游側)，如圖4.4-3所示，其餘墩基仍位於河床面下方，且相對位於深槽區墩基之全套管基樁長度為15 m (P10 ~ P12) ~18 m (P8 ~ P9)，樁基亦尚未裸露(除P8裸露)，橋基現況仍為相當安全之情形。(P8目前僅裸露0.7m，相對於現況河床條件下，判斷其果露程度尚在容許範圍內。)

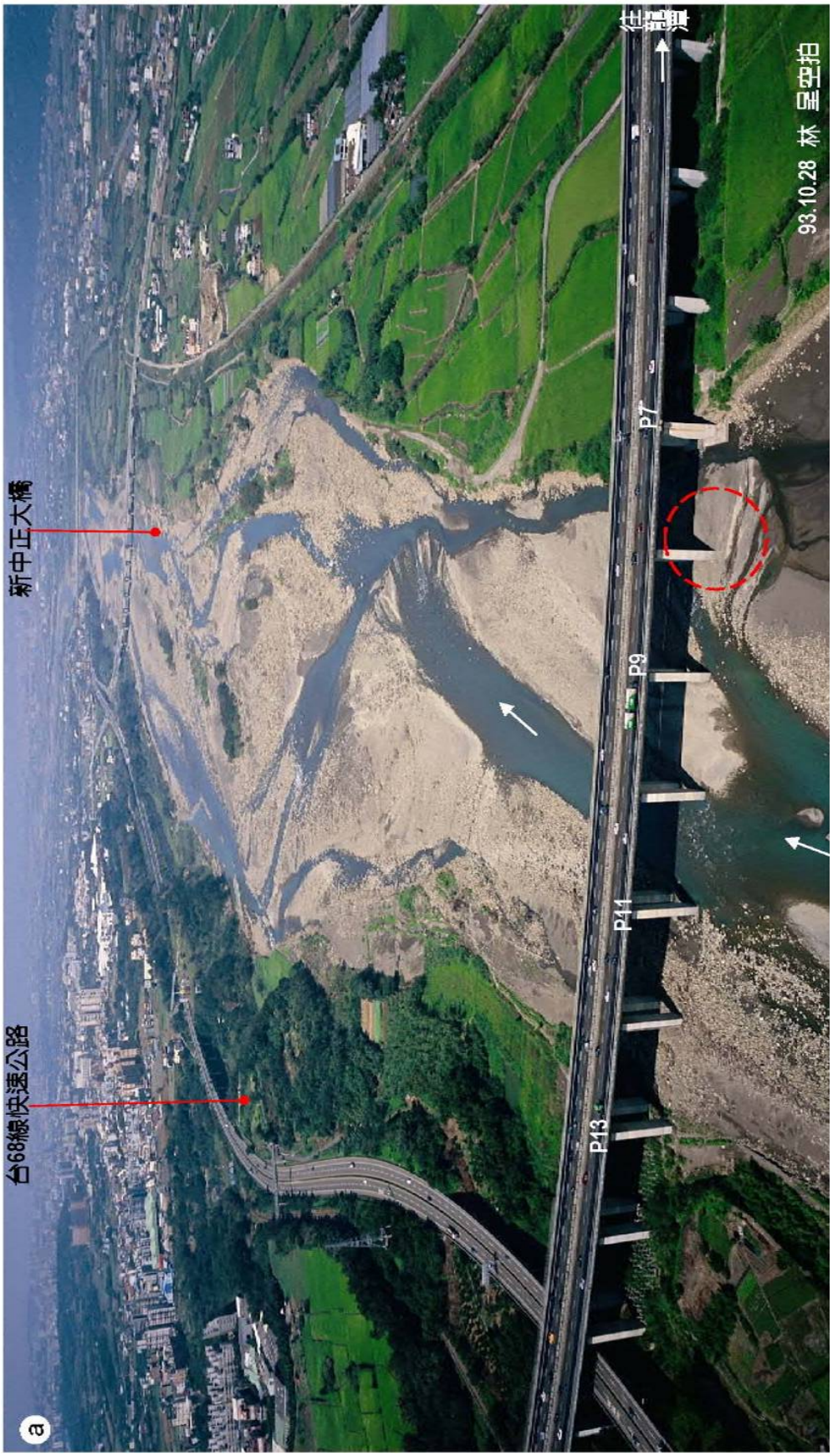


相片4.4-1　於民國86年1月22日拍攝所見國道3號頭前溪河川橋橋址處之深槽，於民國85年7月31日賀伯颱洪沖刷後乃位於P7~P9之間，除了可見P7與P8樁帽裸露外，亦觀察到P7上、下游側有側向侵蝕之後退情形。





相片4.4-2　於民國86年1月22日拍攝所見國道3號頭前溪河川橋橋址處之深槽，於民國85年7月31日賀伯颱洪沖刷後乃位於P7~P9之間，除可見P7與P8樁帽裸露外，亦可見證P7上、下游側實有側向侵蝕之後退情形。



相片4.4-3(a) 於民國93年10月28日空拍所見之深槽流路係位於P7~P12之間，另畫面中亦可見P7橋墩之上、下游側仍有側向侵蝕及P7樁帽裸露情形，惟原於民國86年1月裸露之P8樁帽已被淤高之土砂覆蓋而未裸露(圈示處)。

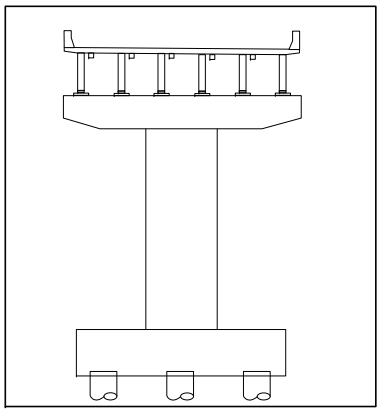
相片4.4-3(b) 於民國93年10月28日空拍所見之深槽流路係位於P7~P12之間，另畫面中亦可見P7橋墩之上、下游側仍有側向侵蝕及P7樁帽裸露情形，惟原於民國86年1月裸露之P8樁帽已被淤高之土砂覆蓋而未裸露(圈示處)。

相片4.4-4　於民國94年8月6日馬莎颱風當日所見颱洪於橋址上游側分成兩股水流通過橋址情形，惟深槽流路位於P7~P13之間。

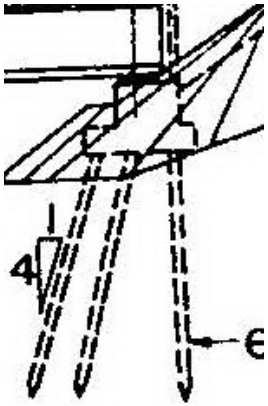
相片4.4-5　於民國96年10月7日柯羅莎颱洪由上游側通過橋址之情形，顯見深槽流路係位於P7~P11之間。

表4.4-3　國道3號頭前溪河川橋之河床沖刷變化表(絕對高程)

公路路線橋名	國道3號頭前溪河川橋		
里程數	76K+702.0M* 90K+883.3M**	ϕ 1.2 m全套管基樁長度 (m)	12 (P1)、13 (P2)、18 (P6、P8、P9)、16 (P7)、14 (P16)、10 (P17)
橋梁長度 (m)	793.00* 796.80**	ϕ 1.5 m全套管基樁長度 (m)	15 (P3～P5、P10～P15)
橋孔數量 (個)	18	ϕ 0.6 m PC樁長度 (m)	13 (A1、A2)
跨徑長度(m)	詳備註	墩帽頂部高程(m)	詳下表
基礎型式	PC樁基礎、 全套管樁基礎	樁基礎之(樁帽)形狀、尺寸 (m)	詳備註
備註	S_1：25 m；S_2、S_8：35 m；S_3～S_{17}：46.5 m Type A (P3～P5、P10～P15)：14.25×10×4 Type B (P6、P8、P9、P16)：14.2×8.8×3.6 Type C (P1、P2、P17)：14.2×8.8×3 Type D (P7)：14.2×8.8×3.6 *：依據竣工圖說得知；**：依據TYlin所提供資料得知		



全套管樁基礎：P1～P17



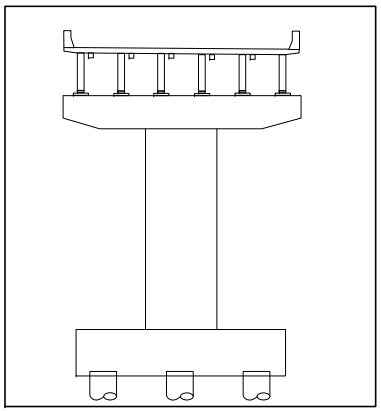
PC樁基礎：A1、A2

橋墩(台)號碼	A_1	P_1	S_2	P_2	S_3	P_3	S_4	P_4	S_5	P_5	S_6	P_6	S_7	P_7	S_8	P_8	S_9	P_9	S_{10}
樁帽頂部高程(m)	98.0	88.0		87.0		86.0		85.0		84.5		83.5		83.0		81.5		78.0	
河床面高程 y_1 EL. (m) 測量日期:民國77年3月 (竣工圖)		90.0	99.0	88.0	89.0	89.0	87.5	88.0	86.0	86.0	86.0	86.0	85.5	86.5	90.0	90.5	92.7	84.3	84.3
河床面高程 y_2 EL. (m) 測量日期: 民國97年9月(上游斷面)		89.7	91.3	88.8	89.5	87.8	88.2	85.6	85.6	85.5	85.6	85.6	85.8	84.48	82.9	82.4	80.1	81.3	81.2
河床面高程 y_3 EL. (m) 測量日期:民國97年9月 (下游斷面)		88.3	89.9	86.5	85.9	84.9	84.2	84.8	84.5	84.7	84.7	83.6	79.7	81.89	81.4	80.9	82.0	81.5	81.5
河床面高程 y_4 EL. (m) 測量日期: 民國100年5月(上游斷面)		89.7	91.3	88.8	89.5	87.8	88.2	85.6	85.6	85.5	85.6	85.6	85.8	84.58	80.5	77.6	78.5	80.4	81.7
河床面高程 y_5 EL. (m) 測量日期:民國100年5月 (下游斷面)		88.3	89.9	86.5	85.9	84.9	84.2	84.8	84.5	84.7	84.7	83.6	79.7	81.25	79.7	77.2	80.6	80.0	81.6
河床面高程變化 $\Delta y = y_2 - y_1$ (m)		-0.3	-7.7	0.8	0.5	-1.2	0.7	-2.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.4	0.3	-2.02	-7.1	-8.1	-12.6	-3.0	-3.1
河床面高程變化 $\Delta y = y_3 - y_1$ (m)		-1.7	-9.1	-1.5	-3.1	-4.1	-3.3	-3.2	-1.5	-1.3	-1.3	-2.4	-5.8	-4.61	-8.6	-9.6	-10.7	-2.8	-2.8
河床面高程變化 $\Delta y = y_4 - y_1$ (m)		-0.3	-7.7	0.8	0.5	-1.2	0.7	-2.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.4	0.3	-1.92	-9.5	-12.9	-14.2	-3.9	-2.6
河床面高程變化 $\Delta y = y_5 - y_1$ (m)		-1.7	-9.1	-1.5	-3.1	-4.1	-3.3	-3.2	-1.5	-1.3	-1.3	-2.4	-5.8	-5.25	-10.3	-13.3	-12.1	-4.3	-2.7

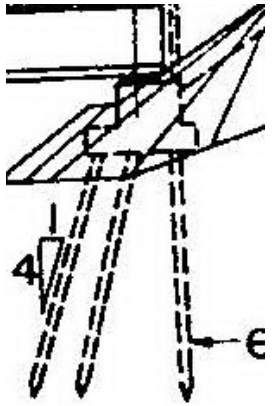
註：P7處橋墩測量資料高差過大，與現地不符，故參酌高公局97年測量斷面資料修正。

表4.4-3　國道3號頭前溪河川橋之河床沖刷變化表(絕對高程) (續1)

公路路線橋名	國道3號頭前溪河川橋		
里程數	76K+702.0M* 90K+883.3M**	ϕ 1.2 m全套管基樁長度 (m)	12 (P1)、13 (P2)、18 (P6、P8、P9)、16 (P7)、14 (P16)、10 (P17)
橋梁長度 (m)	793.0* 796.8**	ϕ 1.5 m全套管基樁長度 (m)	15 (P3～P5、P10～P15)
橋孔數量 (個)	18	ϕ 0.6 m PC樁長度 (m)	13 (A1、A2)
跨徑長度(m)	詳備註	墩帽頂部高程(m)	詳下表
基礎型式	PC樁基礎、 全套管樁基礎	樁基礎之(樁帽)形狀、尺寸 (m)	詳備註
備註	S_1：25 m；S_2、S_8：35 m；S_3～S_{17}：46.5 m Type A (P3～P5、P10～P15)：14.25×10×4 Type B (P6、P8、P9、P16)：14.2×8.8×3.6 Type C (P1、P2、P17)：14.2×8.8×3 Type D (P7)：14.2×8.8×3.6 *：依據竣工圖說得知；**：依據TYlin所提供資料得知		



全套管樁基礎：P1～P17



PC樁基礎：A1、A2

橋墩(台)號碼	P_{10}	S_{11}	P_{11}	S_{12}	P_{12}	S_{13}	P_{13}	S_{14}	P_{14}	S_{15}	P_{15}	S_{16}	P_{16}	S_{17}	P_{17}	A_2
樁帽頂部高程(m)	78.0		78.5		78.0		80.5		81.5		83.0		95.0		102.0	115.2
河床面高程 y_1 EL. (m) 測量日期:民國77年3月 (竣工圖)	84.3	80.3	80.3	80.3	80.8	82.8	82.1	81.5	82.3	82.3	82.3	89.5	98.7	100.5	103.5	
河床面高程 y_2 EL. (m) 測量日期:民國97年9月(上游斷面)	81.2	81.2	81.2	81.2	81.1	84.0	85.7	87.1	88.0	91.0	94.0	94.3				
河床面高程 y_3 EL. (m) 測量日期:民國97年9月 (下游斷面)斷面)	82.0	82.6	83.1	83.5	85.0	83.9	85.0	87.1	89.5	92.1	95.0	98.0				
河床面高程 y_4 EL. (m) 測量日期: 民國100年5月(上游斷面)	82.5	82.5	81.3	83.4	83.6	84.0	85.7	87.1	88.0	91.0	94.0	94.3				
河床面高程 y_5 EL. (m) 測量日期:民國100年5月 (下游斷面)	82.7	81.8	83.1	82.8	85.0	83.9	85.0	87.1	89.5	92.1	95.0	98.0				
河床面高程變化 $\Delta y = y_2 - y_1$ (m)	-3.1	0.9	0.9	0.9	0.3	1.2	3.6	5.6	5.7	8.7	11.7	4.5				
河床面高程變化 $\Delta y = y_3 - y_1$ (m)	-2.3	2.3	2.8	3.2	4.2	1.1	2.9	5.6	7.2	9.8	12.7	8.5				
河床面高程變化 $\Delta y = y_4 - y_1$ (m)	-1.8	2.2	1.0	3.1	2.8	1.2	3.6	5.6	5.7	8.7	11.7	4.5				
河床面高程變化 $\Delta y = y_5 - y_1$ (m)	-1.6	1.5	2.8	2.5	4.2	1.1	2.9	5.6	7.2	9.8	12.7	8.5				

相片4.4-6　於民國100年4月2日，由台68線快速公路上所見上游側深槽流路係於P8周邊及P9~P10之間通過橋址，形成兩股深槽流路。

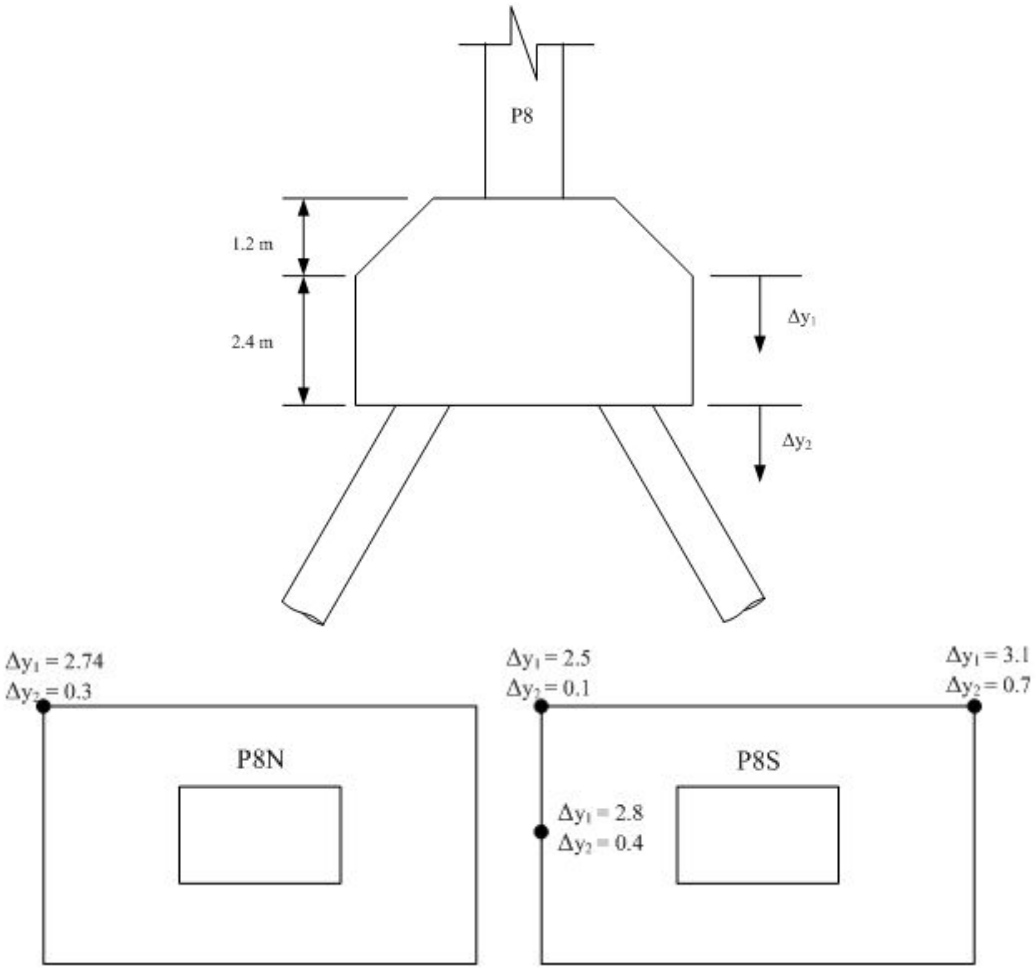


圖4.4-3　P8全套管樁基礎之樁帽周邊沖刷現況圖

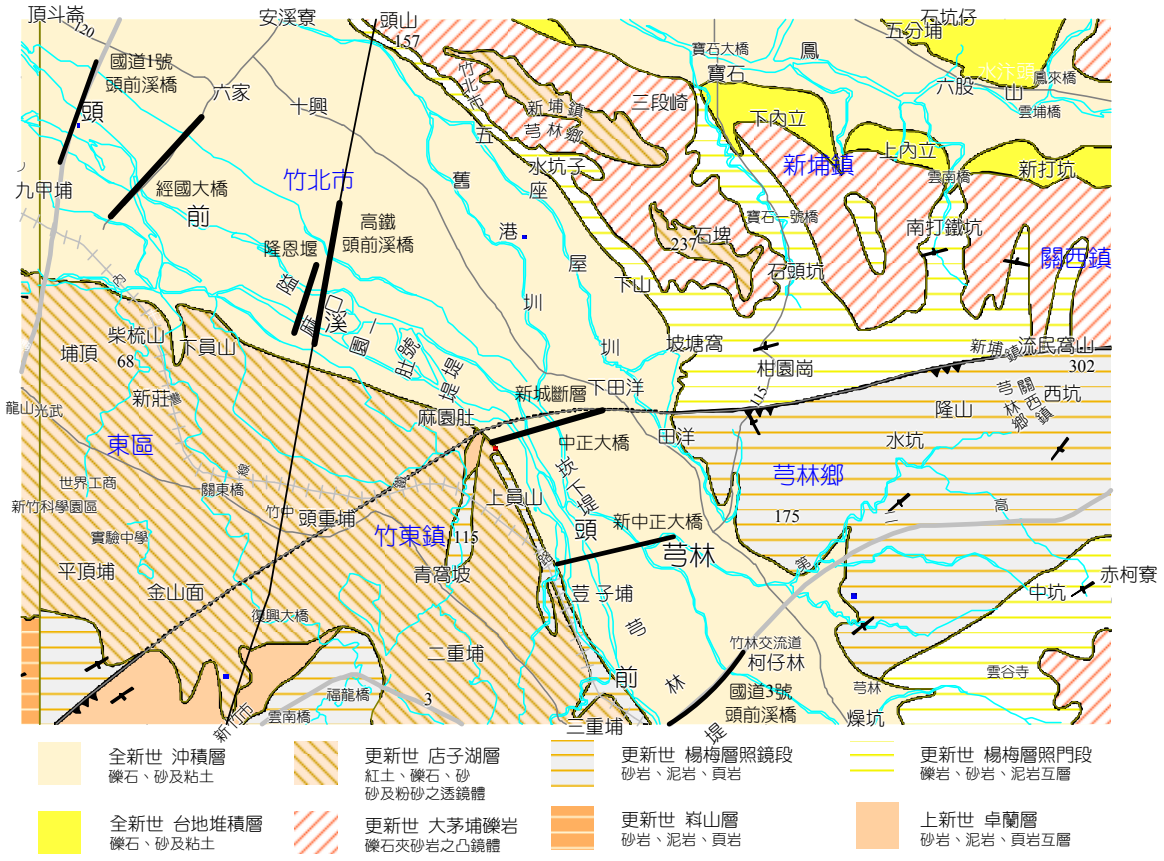
3.　中正大橋下游側固床工對國道3號頭前溪橋之沖刷影響

國道3號頭前溪河川橋與附近河道、橋梁及固床工等相關位置，如圖4.4-1所示，而頭前溪中正大橋上下游河段之區域地質分佈，如圖4.4-4所示，應屬全新世的礫石、砂及黏土沖積層，依民國69年5月於橋墩處的地質鑽探結果(新竹縣政府，1980)，可知中正大橋橋址處河床皆由厚度達4.2~12.0m之卵礫石表層、下覆4.0~15.8m的砂質泥岩所構成。

中正大橋下游側邊有新城斷層通過其固床工之尾端，本就地質破碎，由於過去人為影響及天然的長年洪流沖刷，導致橋址處河道中護甲層流失、河床嚴重下降，河道內泥(頁)岩等軟岩岩盤直接暴露於河道中，由於此等軟岩有易崩解、且遇水流沖刷即沖蝕剝離等特性，致使中正大橋下游河段之河道因水流作用而逐年深槽化，主河道嚴重下刷，形成類似峽谷之地形。為保護本河段上游之中正大橋，橋梁管理單位(新竹縣政府)遂於橋梁下游側施作固床工，並隨著下游河床之下降而逐年增加固床工之數量及高度，至民國91年即增設置三階之固床工，至民國97年於固床工上、下游谿谷線之高程已有約14 m之落差，顯示河道深槽化之嚴重性。

由於此河道落差所產生之向源侵蝕嚴重影響中正大橋之橋梁安全，基於橋河共治之精神，河川管理單位(水利署第二河川局)遂於民國94年起針對本河段進行相關研究，除積極協助新竹

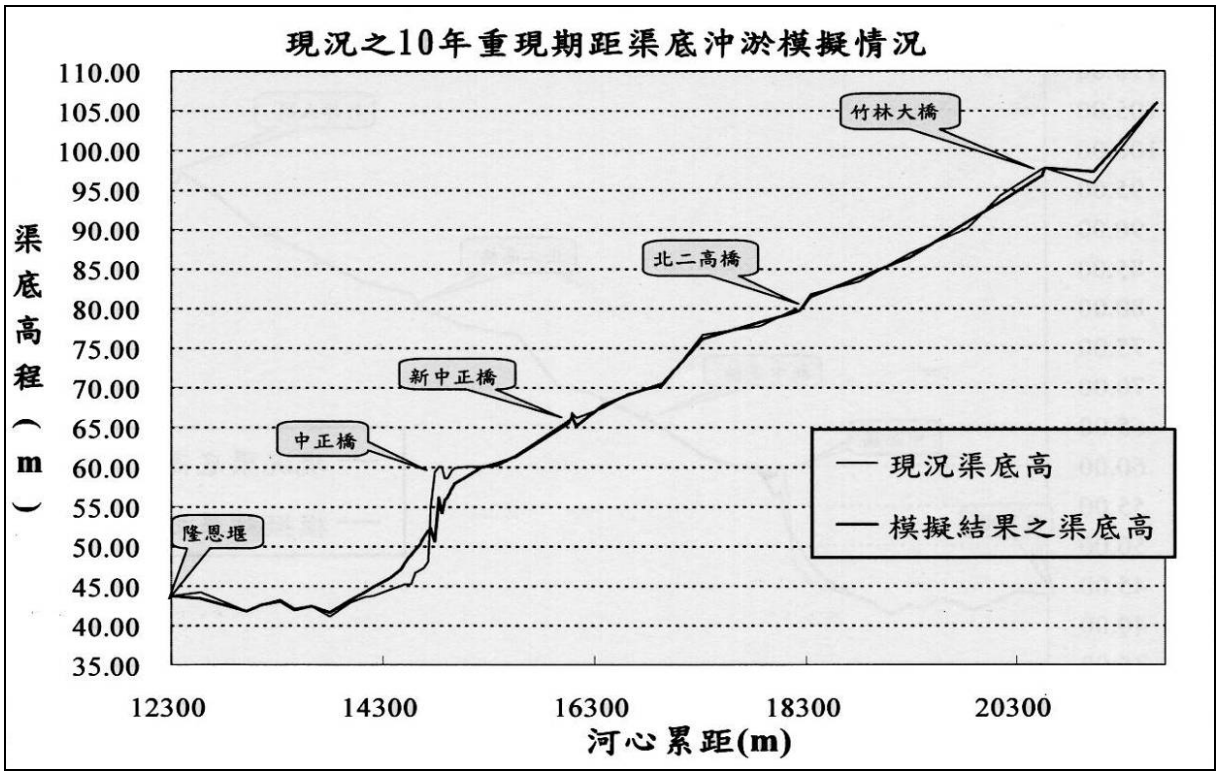
縣政府進行中正大橋之相關保護工法研擬及施作外，亦針對竹林大橋至隆恩堰間河道穩定進行諸多水理分析及模擬探討。

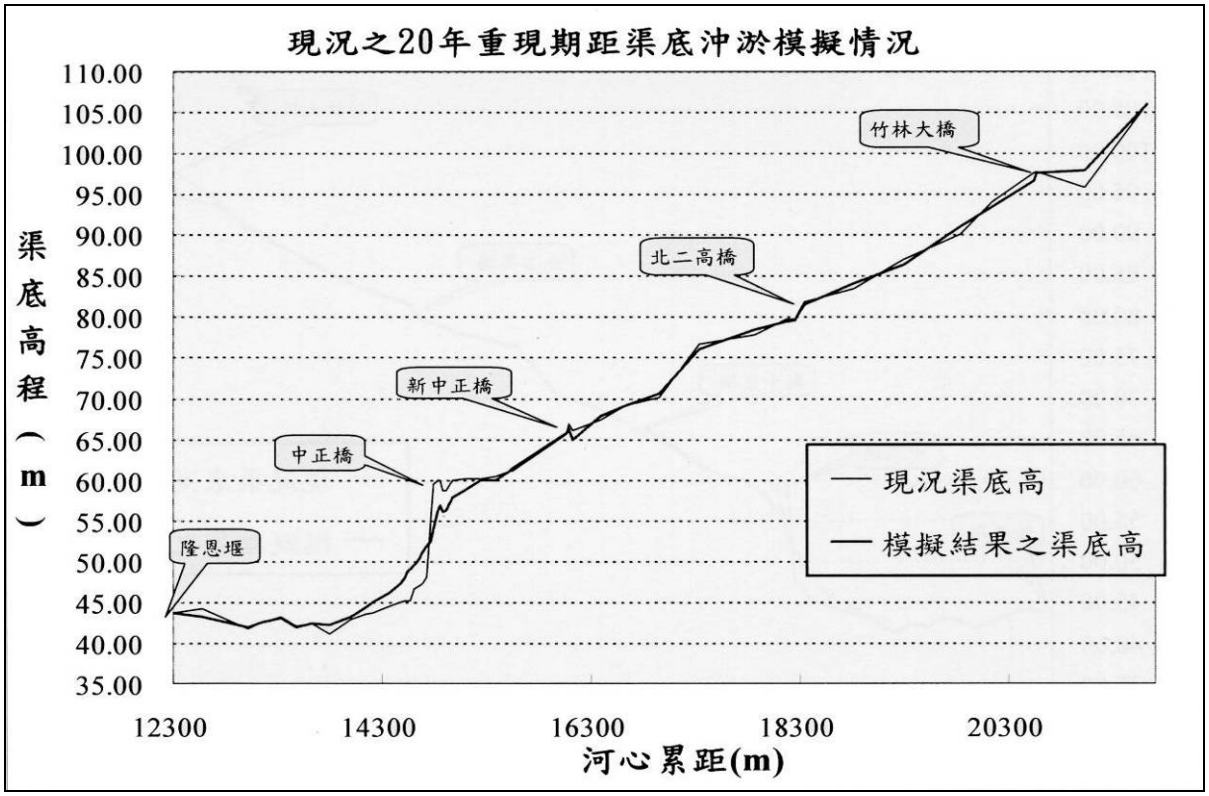


【資料來源：中央地質調查所】

圖4.4-4　頭前溪中正大橋上下游河段之地質分佈圖

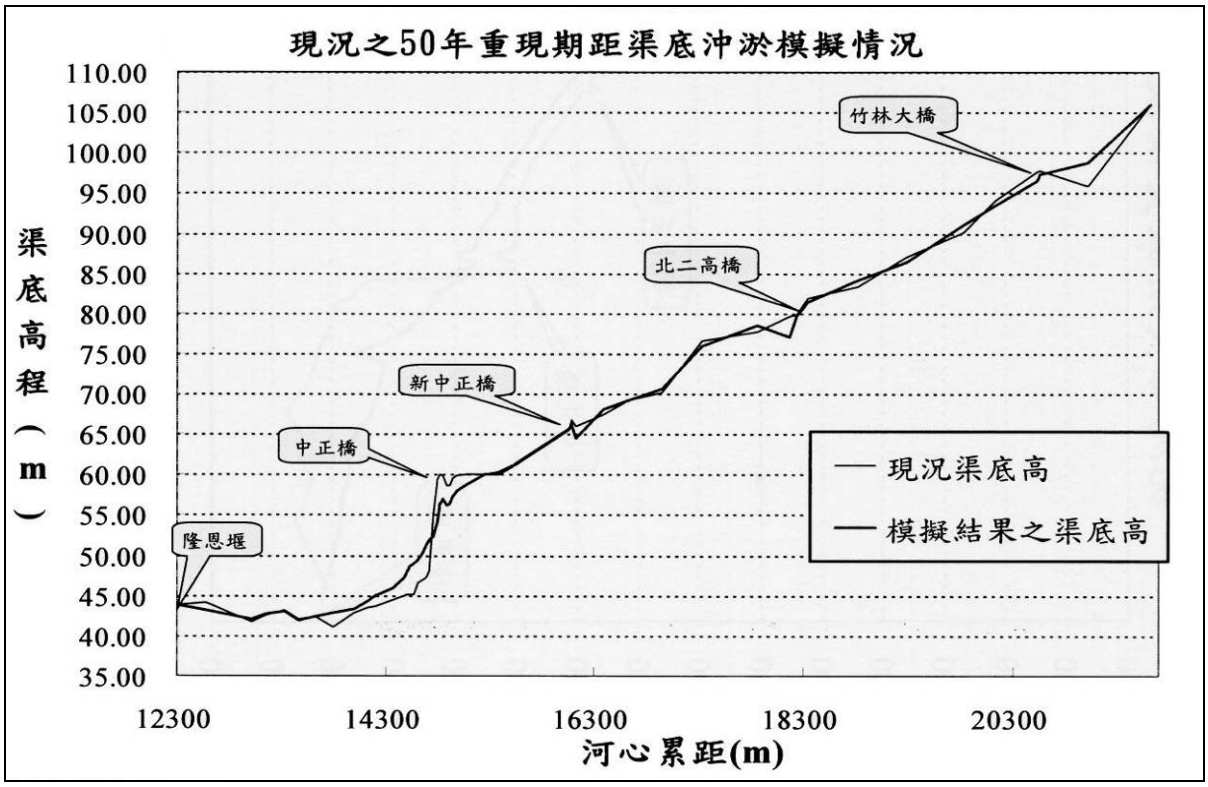
根據「頭前溪中正大橋河段沖刷防治工法規劃設計(期末報告初稿)，2011」中針對頭前溪竹林大橋至隆恩堰河段之歷年河道地形資料及相關構造物之關係可知，中正大橋下游河道深槽化之現象，由於河道坡降調整作用、加上下游側隆恩堰固床工之作用，近年來已漸趨穩定，無明顯下降之趨勢。此外，由該報告一維動床水理分析結果可知，若中正大橋下游固床工未破損之情形下，本河段除橋梁或固床工附近之局部沖刷外，固床工上游側河道於不同重現期洪水流量作用下，河床整體坡降變遷趨勢均不明顯，即顯示固床工未破壞之情況下，國道3號頭前溪河川橋橋址處河道尚屬穩定；若於中正大橋固床工損壞或潰決之情形下，則於不同重現期洪水作用下，固床工上、下游河道產生較明顯之變遷，相關分析結果，如圖4.4-5所示，中正大橋附近河道產生大幅變遷，原固床工下游側產生淤積，而上游側則因向源侵蝕作用而產生沖刷、河床下降之情形。經進行長期(15年)之河道變遷模擬，其結果如圖4.4-6所示，僅中正大橋附近河道有明顯下降之趨勢，至新中正大橋下游側則已無明顯變動之趨勢，顯示上游側河段已趨於穩定。若以此穩定河道與現況河床進行比較，除中正大橋附近河床嚴重下降外，至新中正大橋處穩定河床反而較現況河床上升約0.8 m，更上游側之國道3號頭前溪河川橋穩定河床高程則較現況河床上升約1.2 m。

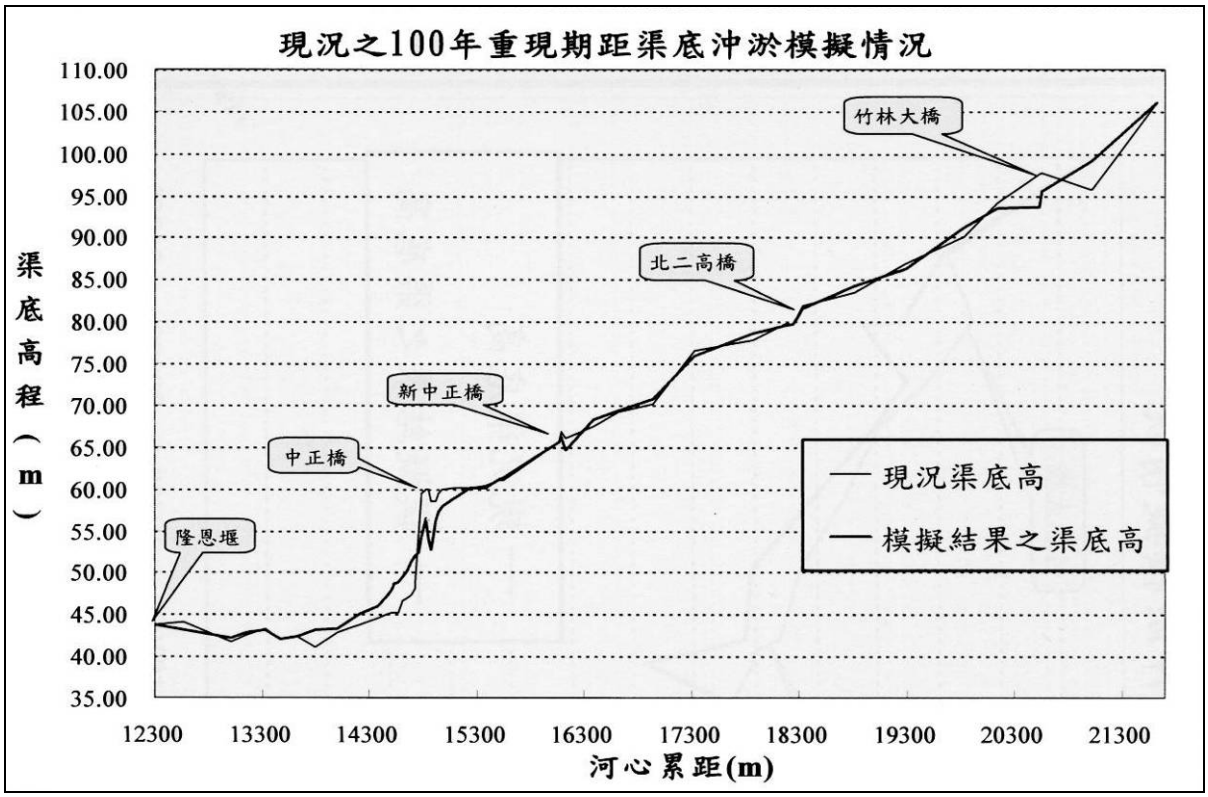




【資料來源：水利署第二河川局，頭前溪中正大橋河段沖刷防治工法規劃設計(期末初稿)，2011】

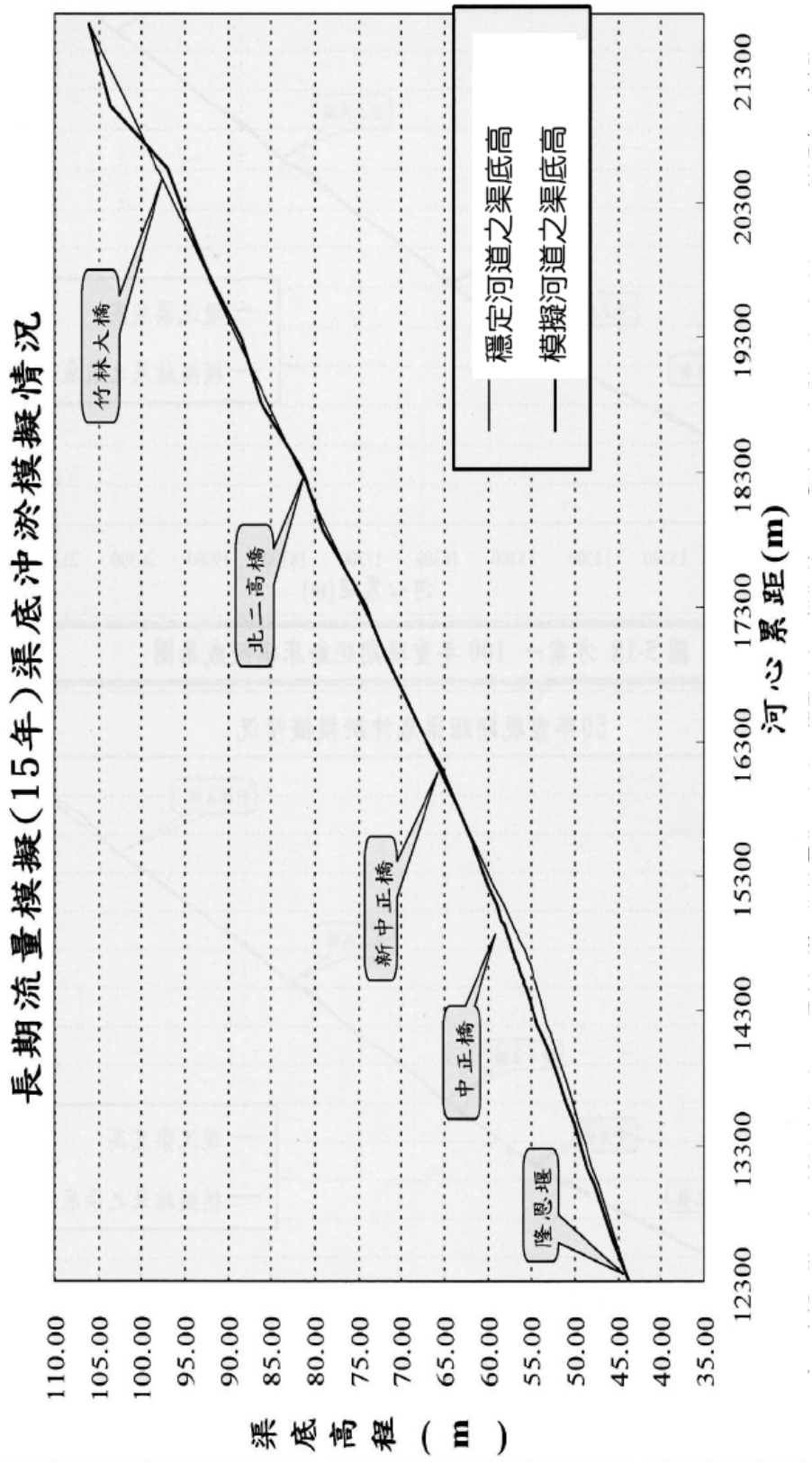
圖4.4-5　中正大橋下游固床工潰決情形下不同重現期洪水量之一維動床水理模擬結果





【資料來源：水利署第二河川局，頭前溪中正大橋河段沖刷防治工法規劃設計(期末初稿)，2011】

圖4.4-5　中正大橋下游固床工潰決情形下不同重現期洪水量之一維動床水理模擬結果(續)



【資料來源：水利署第二河川局，頭前溪中正大橋河段沖刷防治工法規劃設計(期末初稿)，2011】

圖4.4-6　中正大橋下游固床工潰決情形下，穩定河道長期流量作用下之一維動床水理模擬結果

4.4.2 二仁溪 2 號河川橋之水理課題探討

1. 二仁溪河川特性概述

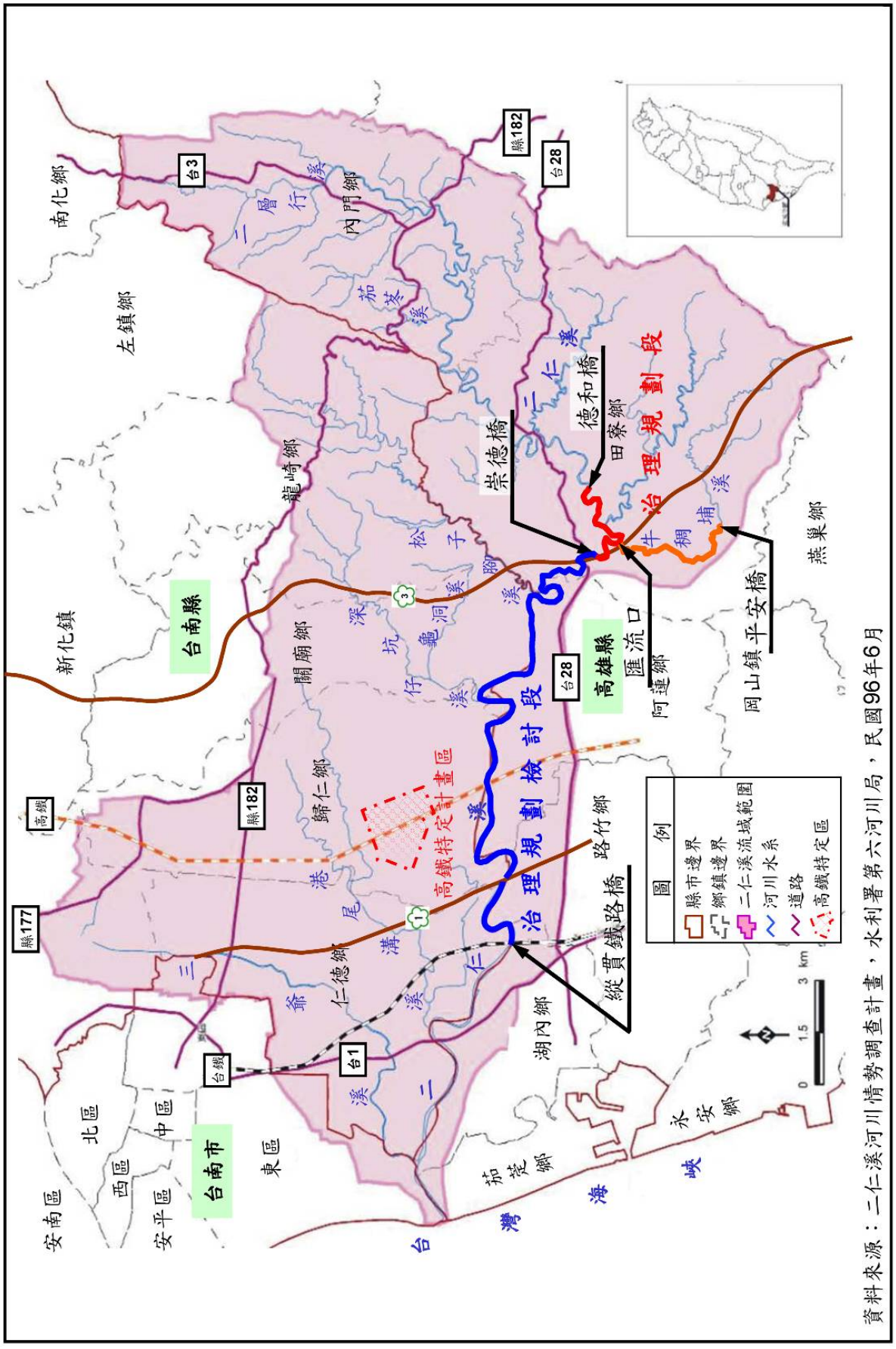
依據水利署第六河川局(2009)「二仁溪治理規劃報告(縱貫鐵路橋至德和橋、含支流牛稠埔溪)」，二仁溪原名為二層行溪，位於台灣西南部台南縣市、高雄縣境內，屬中央管河川，流域面積約350 km2，山地丘陵區約佔45%，主流長度63.17 km。民國98年之治理規劃報告，將二仁溪原檢討範圍(至崇德橋)更向上游至德和橋之河段，另包含支流牛稠埔溪(自匯流口至平安橋)。流域範圍內相關位置如圖4.4-7所示，本計畫國道3號二仁溪2號橋即位於鄰崇德橋(斷面60)之上游側。

二仁溪治理規劃標準係以100年重現期距作為計畫流量檢討，其中支流牛稠埔溪因應阿公店水庫之越域排洪，須將阿公店水庫超過100年重現期距之計畫最大越域排洪量298 cms納入考慮。另依民國97年完成之「易淹水地區水患治理計畫台南縣管區域排水港尾溝溪排水系統規劃報告」，為降低港尾溝溪之洪水災害，規劃港尾溝溪於25年重現期距時，在通過中山高速公路處先分洪181 cms。綜合以上需求，分析所得二仁溪之洪峰流量分配如表4.4-4所示。

表4.4-4 二仁溪流域各河段之各重現期距洪峰流量分配表

河別	斷面編號	控制點	各重現期距洪水量(cms)							
			Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
二仁溪	No. 13	港尾溝溪匯流前	1,090	1,640	1,960	2,240	[2] 2,505	[2] 2,750	[2] 2,980	[1,2] 3,500
	No. 27	高速公路橋	1,030	1,555	1,860	2,125	2,205	2,440	2,660	[1] 3,170
	No. 44	深坑子溪匯流前	855	1,305	1,570	1,805	1,880	2,090	2,290	[1] 2,780
	No. 54	松子腳溪匯流前	725	1,105	1,335	1,540	1,600	1,785	1,960	[1] 2,420
	No. 60	崇德橋	675	1,035	1,250	1,440	1,500	1,670	1,835	[1] 2,290
	No. 65	牛稠埔溪匯流前	590	905	1,095	1,270	1,320	1,475	1,625	1,765
	No. 68	山河壽溪匯流前	490	750	910	1,055	1,095	1,225	1,350	1,470
	No. 64-1	二仁溪匯流口	80	120	145	165	170	185	205	[1] 520
牛稠埔溪	No. 64-10	阿公店水庫越域分洪道出口	80	120	145	165	170	185	205	220

在河道變遷方面，依據水利署第六河川局(2009)「二仁溪治理規劃報告(縱貫鐵路橋至德和橋、含支流牛稠埔溪)」二仁溪歷年河道變遷資料(目前僅存崇德橋以下河段)，二仁溪自民國65年後河道大致成穩定，差異不大。在較靠近本計畫橋梁之河段(松子腳溪至崇德橋間)，民國16年至今河道蜿蜒程度趨緩；整體而言，二仁溪之流路變遷不大，為變化極為緩和之河川。



資料來源：二仁溪河川情勢調查計畫，水利署第六河川局，民國96年6月

圖4.4-7　二仁溪流域範圍圖

在河道輸洪能力方面，依據水利署第六河川局(2009)「二仁溪治理規劃檢討(縱貫鐵路橋至德和橋、含支流牛稠埔溪)」，二仁溪依各控制點100年重現期距之計畫流量(Q100)之洪水位，檢討現況河道之輸洪能力，因受橋梁、地形束縛、河床淤積及高灘地耕作等影響，阻礙洩洪能力，常發生淹水現象，本計畫二仁溪2號橋亦在淹水區域中。

2. 國道3號二仁溪2號橋現況概述

國道3號二仁溪2號橋之南下線與北上線之起迄里程，分別為370K+270.1~371K+455.1與370K+260.1~371K+370.1，長度分別為1,185.0m及1,110.0m，位於田寮交流道之南側約1公里處，詳如相片4.4-7所示。本橋北側附近之橋梁計有位於北上線入口匝道之連絡道跨越橋、位於北上線出口匝道之連絡道二仁溪排水橋、位於南下線出口匝道西側之連絡道二仁溪河川橋、位於國道3號主線與(台28線)連絡道立體交叉處南側之國道3號二仁溪1號河川橋、及穿越國道3號二仁溪1號河川橋P10~P11下方之縣道181線之崇德橋，均如相片4.4-7所示。

國道3號二仁溪2號河川橋於民國88年新建完工，橋梁長度分別為1110 m (北上線)與1185 m (南下線)，本橋橋軸方向大致為南北走向，其墩柱跨徑為30.0m到80.0m不等，共有27跨(北上線)與31跨(南線)，橋寬15.15m，共計有六個車道。本橋之上部結構為預力混凝土之箱型梁，下部結構為圓形單柱式鋼筋混凝土橋墩，基礎形式則分為PC磨擦樁(P1、P16、A2)、全套管基樁(P2~P5、P12~P14、P22~P24)與擴展基腳(A1、P6~P11、P17~P21、P25~P29)。P1與P16橋墩是使用直徑為60 cm、長度8m之PC磨擦樁，斜樁14支、直樁6支，共20支PC磨擦樁所構成，其樁帽尺寸為8m×5.7m×2m。至於P2~P5、P12~P14及P22則是使用直徑為150 cm、長度由13m(P22)、18m(P2~P3、P4L、P12~P14)、19m(P4R)、21m(P5)之4支全套管基樁(斜樁)所構成，其樁帽尺寸為8m×6.75m×2m。惟於P23與P24則是使用直徑為150 cm、長度由14m(P23R)、15m(P24)、至17m(P23L)，斜樁6支、直樁2支，共8支全套管基樁所構成，其樁帽尺寸為10.5m×9.5m×3m。二仁溪2號河川橋之基礎相關資料整理，如表4.4-5所示。

在橋址地質情形方面，本橋橋址附近地質分佈主要是現代沖積層，上游側與下游側則分別為更新世臺地堆積層，附近並無斷層通過。此外，依據「二高後續田寮-燕巢段細步設計地質鑽探調查」報告中，位於橋址處之鑽孔資料顯示，在橋址處地下約3-9m主要為黏土層，其後以砂岩為主，僅少數為泥岩、砂或礫石。值得注意者，依本橋鄰近下游側之崇德橋鑽探資料顯示，該橋址處之岩盤為泥岩，與本計畫二仁溪2號河川橋之地質差異極大，經本工程補充鑽探成果確認，本橋橋址岩盤應為泥岩。

相片4.4-7　於農林航空測量所航照畫面中，可見國道3號二仁溪2號河川橋濱臨或跨越具有高度蜿蜒河道二仁溪，另畫面中亦可見二仁溪2號河川橋北側之相關系列橋梁如①連絡道跨越橋②連絡道二仁溪排水橋③連絡道二仁溪河川橋④國道3號二仁溪一號橋、及⑤崇德橋。

表4.4-5　國道3號二仁溪2號河川橋橋墩(台)基礎之相關資料整理表

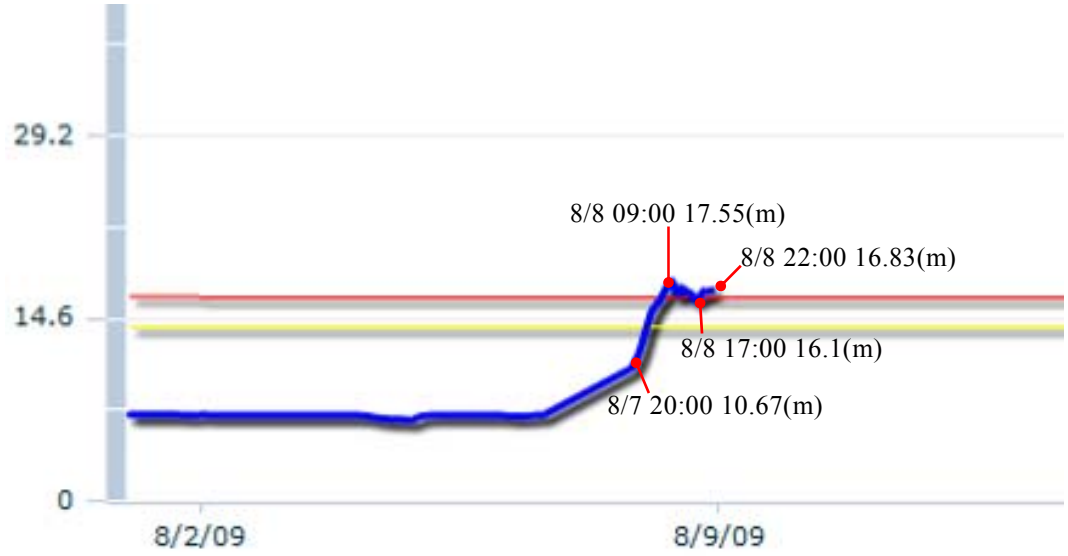
橋墩(台)	基礎Type	基樁樁帽(C)或 擴展基腳頂面(S)高程(m) 基腳頂面(S)高程(m)	基樁樁帽(C)或 擴展基腳底面(S)高程(m)	基樁型式	樁徑(cm)	斜樁(支)	直樁(支)	樁長(m)
A1R	－	17.5(S)	16.0(S)	擴展基腳				
A1L	－	15.5(S)	14.0(S)	擴展基腳				
P1R	I	15.5(C)	13.5(C)	PC磨擦樁	60	14	6	8
P1L	I	14.5(C)	12.5(C)	PC磨擦樁	60	14	6	8
P2R	II	14.0(C)	12.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P2L	II	14.0(C)	12.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P3R	II	10.0(C)	8.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P3L	II	10.0(C)	8.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P4R	II	11.0(C)	9.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P4L	II	9.0(C)	7.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P5R	II	13.0(C)	11.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P5L	II	13.0(C)	11.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P6R	IV	10.0(S)	7.0(S)	擴展基腳				
P6L	IV	10.0(S)	7.0(S)	擴展基腳				
P7R	IV	10.5(S)	7.50(S)	擴展基腳				
P7L	IV	10.5(S)	7.50(S)	擴展基腳				
P8R	V	13.8(S)	12.0(S)	擴展基腳				
P8L	V	13.8(S)	12.0(S)	擴展基腳				
P9R	V	13.8(S)	11.0(S)	擴展基腳				
P9L	V	13.8(S)	12.0(S)	擴展基腳				
P10R	IV	16.0(S)	13.0(S)	擴展基腳				
P10L	IV	16.0(S)	13.0(S)	擴展基腳				
P11R	IV	14.0(S)	11.0(S)	擴展基腳				
P11L	IV	14.0(S)	11.0(S)	擴展基腳				
P12R	II	15.0(C)	13.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P12L	II	15.0(C)	13.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P13R	II	11.0(C)	9.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P13L	II	11.0(C)	9.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P14R	II	13.0(C)	11.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18
P14L	II	13.0(C)	11.0(C)	全套管基樁	150	4	0	18

表4.4-5　國道3號二仁溪2號河川橋橋墩(台)基礎之相關資料整理表(續)

橋墩(台)	基礎Type	基樁樁帽(C)或 擴展基腳頂面(S)高程(m) 基腳頂面(S)高程(m)	基樁樁帽(C)或 擴展基腳底面(S)高程(m)	基樁型式	樁徑(cm)	斜樁(支)	直樁(支)	樁長(m)
P15R	V	11.8(S)	10.0(S)	擴展基腳				
P15L	V	11.8(S)	10.0(S)	擴展基腳				
P16R	I	13.5(C)	11.5(C)	PC磨擦樁	60	14	6	8
P16L	I	13.5(C)	11.5(C)	PC磨擦樁	60	14	6	8
P17R	IV	14.5(S)	11.5(S)	擴展基腳				
P17L	IV	14.5(S)	11.5(S)	擴展基腳				
P18R	IV	14.0(S)	11.0(S)	擴展基腳				
P18L	IV	14.0(S)	11.0(S)	擴展基腳				
P19R	IV	13.5(S)	10.5(S)	擴展基腳				
P19L	IV	13.5(S)	10.5(S)	擴展基腳				
P20R	VI	12.0(S)	10.0(S)	擴展基腳				
P20L	VI	12.0(S)	10.0(S)	擴展基腳				
P21R	VI	12.0(S)	10.0(S)	擴展基腳				
P21L	VI	12.0(S)	10.0(S)	擴展基腳				
P22R	II	12.0(C)	10.0(C)	全套管基樁	150	4	0	13
P22L	II	12.0(C)	10.0(C)	全套管基樁	150	4	0	13
P23R	III	6.0(C)	3.0(C)	全套管基樁	150	6	2	17
P23L	III	4.0(C)	1.0(C)	全套管基樁	150	6	2	14
P24R	III	7.0(C)	4.0(C)	全套管基樁	150	6	2	15
P24L	III	7.0(C)	4.0(C)	全套管基樁	150	6	2	15
P25R	V	20.0(S)	18.0(S)	擴展基腳				
P25L	V	18.0(S)	16.0(S)	擴展基腳				
P26R	IV	23.0(S)	20.0(S)	擴展基腳				
P26L	IV	24.0(S)	21.0(S)	擴展基腳				
P27R	IV	24.0(S)	21.0(S)	擴展基腳				
P28R	VI	26.0(S)	24.0(S)	擴展基腳				
P29R	VI	26.0(S)	24.0(S)	擴展基腳				
A2R		30.8(C)	30.0(C)	PC磨擦樁				
A2L		26.4(C)	25.0(C)	PC磨擦樁				

3. 莫拉克颱洪溢淹情形

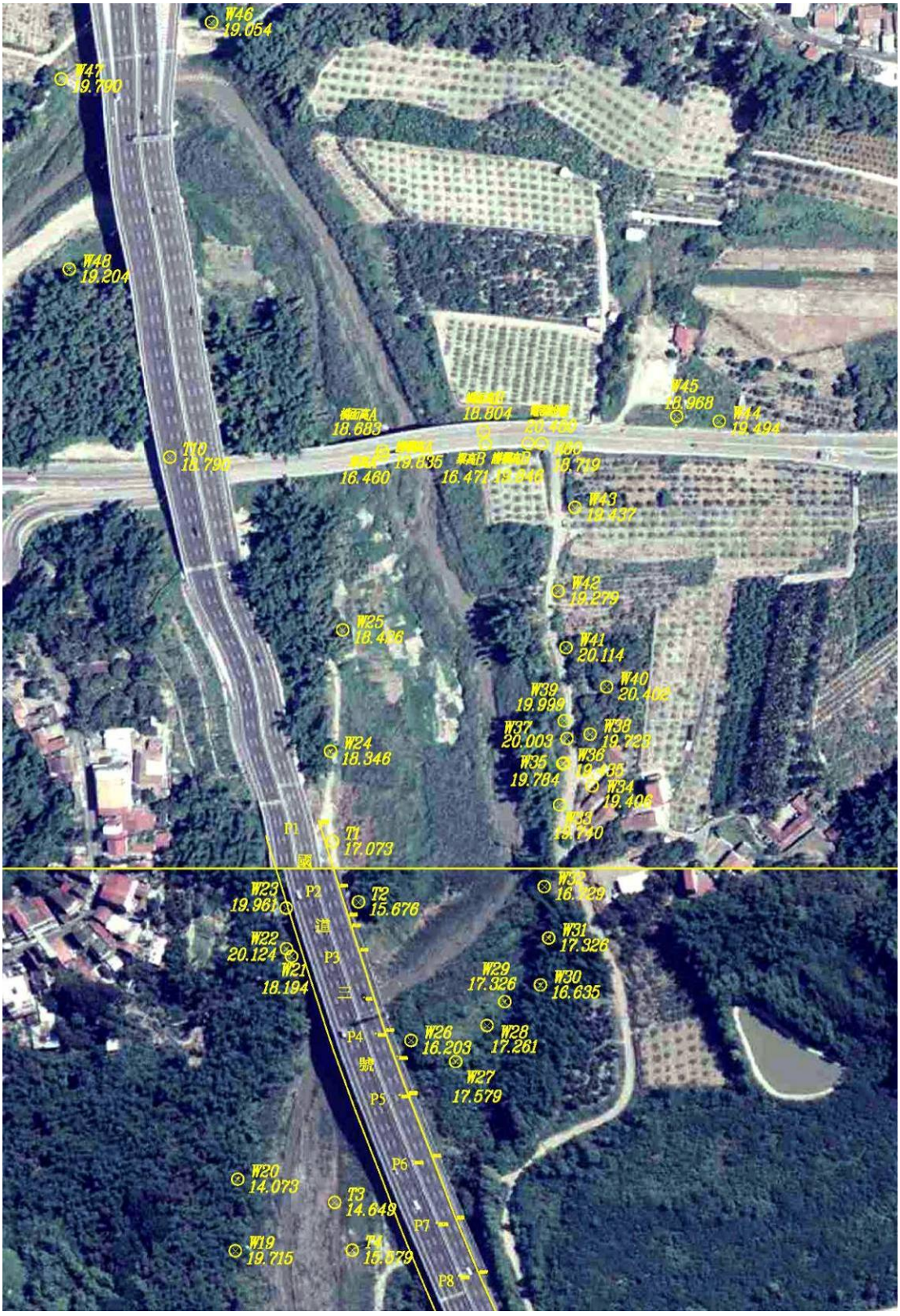
民國98年8月8日莫拉克颱風來襲，於二仁溪上游集水區內降下大量降雨，根據水利署(2009)之「莫拉克颱風暴雨量及洪流量分析」，位於二仁溪2號河川橋上游之集水區範圍內之雨量站計有古亭坑及木柵兩站，有關莫拉克颱風期間所帶來之累積雨量最高分別達992mm與1059mm，且於木柵站之24小時、48小時與72小時累積雨量亦分別為723.0mm、955.0mm與1029.0mm均打破2000年重現期之記錄。由圖4.4-8所示為於崇德橋水位站所記錄之莫拉克颱洪水位歷線圖，圖中顯示於民國98年8月8日上午九時之洪水位為EL. 17.55m，已超過崇德橋之梁底高程(EL. 16.47m)達1.09m，惟仍低於崇德橋之路面高程EL. 18.68m，顯示當日九時之橋址水流流況已然形成一部分淹沒之壓力流流況(pressure flow induced by partially inundated bridge)，復因二仁溪河道蜿蜒度高、深槽流路較窄及兩岸植生繁茂、莫拉克颱洪帶來大量洪水等因素，以致於二仁溪2號河川橋之橋梁範圍內形成明顯之回水現象與洪水溢淹沖刷位於高灘地上之墩基(特別是多座淺基礎所在之P15與P17~P21橋墩)。



註：崇德橋梁底高程為EL. 16.465m

圖4.4-8　二仁溪崇德橋水位站所記錄之莫拉克颱洪水位歷線

經中興大學林呈教授研究團隊現場踏勘測量，針對崇德橋橋址、其東側路面兩側、崇德橋上游側右岸及二仁溪2號河川橋沿線，進行地毯式搜索各處淹水痕跡之最高水位處，再以GPS衛星定位、配合RTK量測方式，逐一量測各處淹水痕跡之掛淤點高程，各處溢淹掛淤點之分佈及其對應之掛淤最高高程分別予以標記於農航所之航照畫面中，諸如相片4.4-8及4.4-9所示，進而依據墩柱周邊之(平均)淹水痕跡高程與所量測橋址處之河床高程，兩者同時繪製於墩柱(基)剖面圖上，即可判斷莫拉克颱洪當時某些墩基處之(平均)溢淹水深。



註：Wxx為掛淤點編號及對應淹水高程，Tx乃為測站轉點及對應地面高程

相片4.4-8　二仁溪2號河川橋A1-P8間於莫拉克颱洪淹水痕跡高程分佈

註：Wxx為掛淤點編號及對應淹水高程，Tx乃為測站轉點及對應地面高程

相片4.4-9　二仁溪2號河川橋P10-P23間於莫拉克颱洪淹水痕跡高程分佈

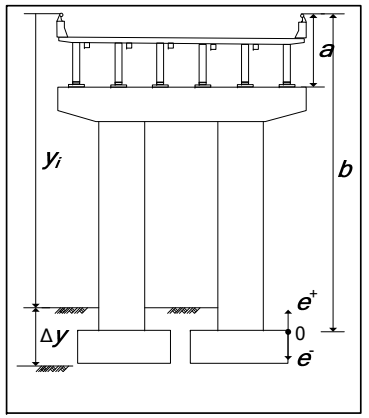
圖4.4-9　莫拉克颱洪期間淹水範圍圖

4.　國道3號二仁溪2號河川橋之河床變化探討

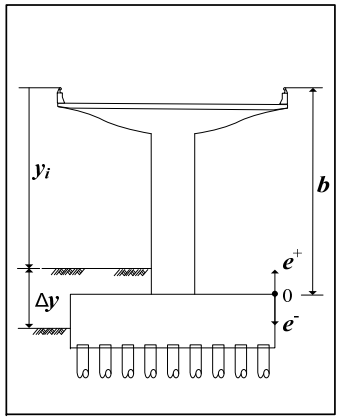
經由納入民國88年竣工圖說所標示之河床高程(y1或y2)，再整併民國100年4月7日之河床調查量測資料(y3-y5)，藉由同一墩柱所在之yi (i = 1, 2, …)值變化，即可得知於不同時間之河床沖淤變化，如表4.4-6所示。另分別針對P2與P3(左側凹岸)、P4與P5(右側凸岸)、P12(混凝土護岸及P12R北側之局部沖刷)、P13與P14(18 m長之全套管樁基礎)、P15(淺基礎)、P16(8 m長之PC磨擦樁基礎)、P17(淺基礎)、P18(淺基礎)、及P19(淺基礎)與P20(淺基礎)等墩基，綜合繪製基礎(樁帽)之頂面與底面高程、民國88年新建工程竣工圖所標示之某橋墩上下游側河床平均高程、民國98年8月8日莫拉克颱洪周邊掛淤點之淹水痕跡高程範圍、及民國100年4月7日所量測之河床高程等各項資訊於同一圖面上，如圖4.4-10至圖4.4-14所示，即可清楚瞭解歷年河床之升降變化，並同時與莫拉克颱風之淹水高程作一比對。

表4.4-6　國道3號二仁溪2號橋之河床沖刷變化表

公路路線橋名	**國道3號二仁溪2號橋**		
里程數	269K+945M	樁帽尺寸 (m)	備註
橋梁長度 (m)	1110(北上線) 1185(南下線)	ϕ 0.6mPC基樁長度(m)	8 (P1及P16)
橋孔數量 (個)	30	ϕ 1.5m全套管基樁長度(m)	13 (P22)、14 (P23R)、15 (P24)、18 (P2～P3、P4L及P12～P14)、19 (P4R)、21 (P5)
跨徑長度(m)		S_1～S_3、S_{22}～S_{24}：14.5、S_4～S_{11}、S_{14}～S_{21}：40.0 S_{12}、S_{13}：120.0	
基礎型式		詳備註	
備註	樁帽尺寸 (m)	5.7 × 8 ×2 (P1及P16) ; 8 × 6.75 ×2 (P2～P5、P12～P14及P22) ; 9.5 × 10.5 ×3 (P23及P24) ; 10 × 13 ×3 (P6～P7、P10～P11及P17～P19) ; 10 × 13 × 2 (P9 、P20～P21) ; 9 × 6 ×1.8 (P8、P15) ; 9 × 6 ×2 (P25)。	
	基礎形式	擴展基腳：P6～P11、P15、P17～21、P25～P29。　PC基樁：P1 全套管基樁：P2～P5、P12～P14，P16、P22～24。	



淺基礎 : P6～P11、P15、P17～21，P25～P29

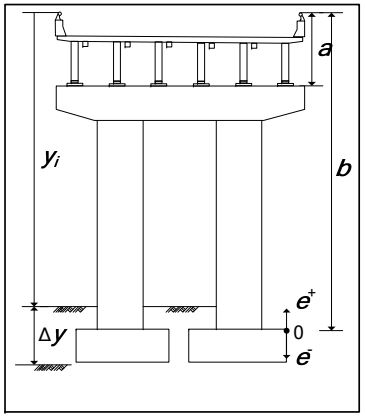


樁基礎：P1～P5、P12～P14，P16、P22～24

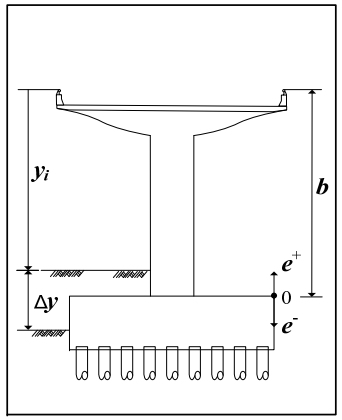
橋墩(台)號碼	S_1	P_1	S_2	P_2	S_3	P_3	S_4	P_4	S_5	P_5	S_6	P_6	S_7	P_7	S_8	P_8
北上線之樁帽頂面高程		14.50		14.00		10.00		9.00		13.00		10.00		10.50		13.80
南下線之樁帽頂面高程		15.50		14.00		10.00		11.00		13.00		10.00		10.50		13.80
北上線隨里程增加之左線河床高程y_1 (m) 測量日期: **88年（新建工程圖)**	16.37	15.92	16.18	16.12	15.07	12.30		15.40	16.21	14.95	15.65	17.44	18.05	17.94	19.43	17.35
南下線隨里程增加之右線河床高程y_2 (m) 測量日期: **88年（新建工程圖)**	25.47	22.62	17.36	17.79	17.09	16.95		13.91	16.11	15.39	15.74	17.97	18.49	18.47	18.47	17.35
北上線隨里程增加之左線河床高程y_3 (m) 測量日期: **100.04.07**		15.90		15.14	15.00	11.43		11.49	15.26	15.32		15.71		16.01		16.97
橋軸中心線之河床高程y_4 (m) 測量日期: **100.05.04**																
南下線隨里程增加之右線河床高程y_5 (m) 測量日期: **100.04.07**																
北上線之左線河床高程變化$\Delta y = y_3 - y_1$ (m)		-0.02		-0.98	-0.07	-0.87		-3.91	-0.95	0.37		-1.73		-1.93		-0.38
南下線之右線河床高程變化$\Delta y = y_4 - y_2$ (m)																

表4.4-6　國道3號二仁溪2號橋之河床沖刷變化表(續)

公路路線橋名	**國道3號二仁溪2號橋**		
里程數	269K+945M	樁帽尺寸 (m)	備註
橋梁長度 (m)	1110 (北上線) 1185 (南下線)	ϕ 0.6mPC基樁長度(m)	8 (P1及P16)
橋孔數量 (個)	30	ϕ 1.5m全套管基樁長度(m)	13 (P22)、14 (P23R)、15 (P24)、18 (P2～P3、P4L及P12～P14)、19 (P4R)、21 (P5)
跨徑長度(m)		S_1～S_3、S_{22}～S_{24}：14.5、S_4～S_{11}、S_{14}～S_{21}：40.0 S_{12}、S_{13}：120.0	
基礎型式		詳備註	
備註	樁帽尺寸 (m)	5.7 × 8 ×2 (P1及P16) ; 8 × 6.75 ×2 (P2～P5、P12～P14及P22) ; 9.5 × 10.5 ×3 (P23及P24) ; 10 × 13 ×3 (P6～P7、P10～P11及P17～P19) ; 10 × 13 ×2 (P9 、P20～P21) ; 9 × 6 ×1.8 (P8、P15) ; 9 × 6 ×2 (P25)。	
	基礎形式	擴展基腳：P6～P11、P15、P17～21、P25～P29。 PC基樁：P1 全套管基樁：P2～P5、P12～P14，P16、P22～24。	



淺基礎 : P6～P11、P15、P17～21，P25～P29

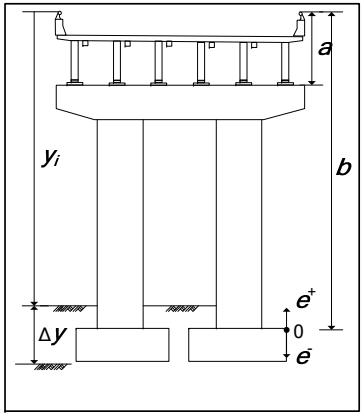


樁基礎：P1～P5、P12～P14，P16、P22～24

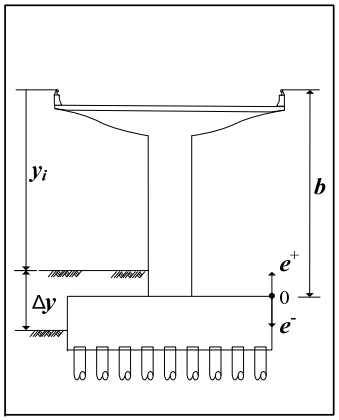
橋墩(台)號碼	S_9	P_9	S_{10}	P_{10}	S_{11}	P_{11}	S_{12}	P_{12}	S_{13}	P_{13}	S_{14}	P_{14}	S_{15}	P_{15}	S_{16}	P_{16}
北上線之樁帽頂面高程		13.80		16.00		14.00		15.00		11.00		13.00		11.80		13.50
南下線之樁帽頂面高程		12.80		16.00		14.00		15.00		11.00		13.00		11.80		13.50
北上線隨里程增加之左線河床高程y_1 (m) 測量日期: **88年 (新建工程圖)**	19.37	20.77	22.26	22.21	26.25	26.79	23.98	21.60		14.35	15.40	15.04	15.04	15.35	15.35	15.71
南下線隨里程增加之右線河床高程y_2 (m) 測量日期: **88年 (新建工程圖)**	12.00	16.79	17.23	18.18	18.97	19.86	20.21	19.14		12.25	15.05	15.74	15.82	17.19	17.02	16.68
北上線隨里程增加之左線河床高程y_3 (m) 測量日期: **100.04.07**			17.91					16.62	7.30	11.90		13.80		15.90		15.75
橋軸中心線之河床高程y_4 (m) 測量日期: **100.05.04**									7.20	11.85		14.20		15.20		15.80
南下線隨里程增加之右線河床高程y_5 (m) 測量日期: **100.04.07**		16.52		17.01		17.27		16.95	7.11	11.71		15.16		15.99		16.30
北上線之左線河床高程變化$\Delta y=y_3-y_1$(m)			-4.35					-4.98								
南下線之右線河床高程變化$\Delta y=y_4-y_2$(m)		-0.27		-1.17		-2.59		-2.19		-0.54		-0.58		-1.20		-0.38

表4.4-6　國道3號二仁溪2號橋之河床沖刷變化表(續)

公路路線橋名	**國道3號二仁溪2號橋**		
里程數	269K+945M	樁帽尺寸 (m)	詳備註
橋梁長度 (m)	1110 (北上線) 1185 (南下線)	ϕ 0.6 m PC基樁長度 (m)	8 (P1及P16)
橋孔數量 (個)	30	ϕ 1.5 m 全套管基樁長度 (m)	13 (P22)、14 (P23R)、15 (P24)、18 (P2～P3、P4L及P12～P14)、19 (P4R)、21 (P5)
跨徑長度(m)		S_1～S_3、S_{22}～S_{24}：14.5、S_4～S_{11}、S_{14}～S_{21}：40.0 S_{12}、S_{13}：120.0	
基礎型式		詳備註	
備註 樁帽尺寸 (m)		5.7 × 8 ×2 (P1及P16)；8 × 6.75 ×2 (P2～P5、P12～P14及P22)；9.5 × 10.5 ×3 (P23及P24)；10 × 13 ×3 (P6～P7、P10～P11及P17～P19)；10 × 13 ×2 (P9 、P20～P21)；9 × 6 ×1.8 (P8、P15)；9 × 6 ×2 (P25)。	
備註 基礎形式		擴展基腳：P6～P11、P15、P17～21、P25～P29。 PC基樁：P1 全套管基樁：P2～P5、P12～P14，P16、P22～24。	



淺基礎 : P6～P11、P15、P17～21，P25～P29



樁基礎：P1～P5、P12～P14，P16、P22～24

橋墩(台)號碼	S_{17}	P_{17}	S_{18}	P_{18}	S_{19}	P_{19}	S_{20}	P_{20}	S_{21}	P_{21}	S_{22}	P_{22}	S_{23}	P_{23}	S_{24}	P_{24}
北上線之樁帽頂面高程		14.50		14.00		13.50		12.00		12.00		12.00		4.00		7.00
南下線之樁帽頂面高程		14.50		14.00		13.50		12.00		12.00		12.00		6.00		7.00
北上線隨里程增加之左線河床高程y_1 (m) 測量日期: **88年 (新建工程圖)**	15.80	17.25	17.16	17.16	17.42	16.55	17.61	16.58		16.23	16.05	15.35	15.79	8.98		5.14
南下線隨里程增加之右線河床高程y_2 (m) 測量日期: **88年 (新建工程圖)**	17.20	17.38	17.82	17.49	17.40	17.43	16.82	17.98	17.98	18.07	17.98	18.16	21.67	15.90		18.21
北上線隨里程增加之左線河床高程y_3 (m) 測量日期: **100.04.07**		15.47		15.27		15.32		14.83		16.02		16.17		15.73		
橋軸中心線之河床高程y_4 (m) 測量日期: **100.05.04**		15.40		15.57		15.72		14.73		16.12		16.16		15.86		
南下線隨里程增加之右線河床高程y_5 (m) 測量日期: **100.04.07**		16.11		16.07		16.12		16.03		16.22		16.39		16.33		
北上線之左線河床高程變化$\Delta y=y_3-y_1$(m)																
南下線之右線河床高程變化$\Delta y=y_4-y_2$(m)		-1.27		-1.42		-1.31		-1.95		-1.85		-1.77		0.43		

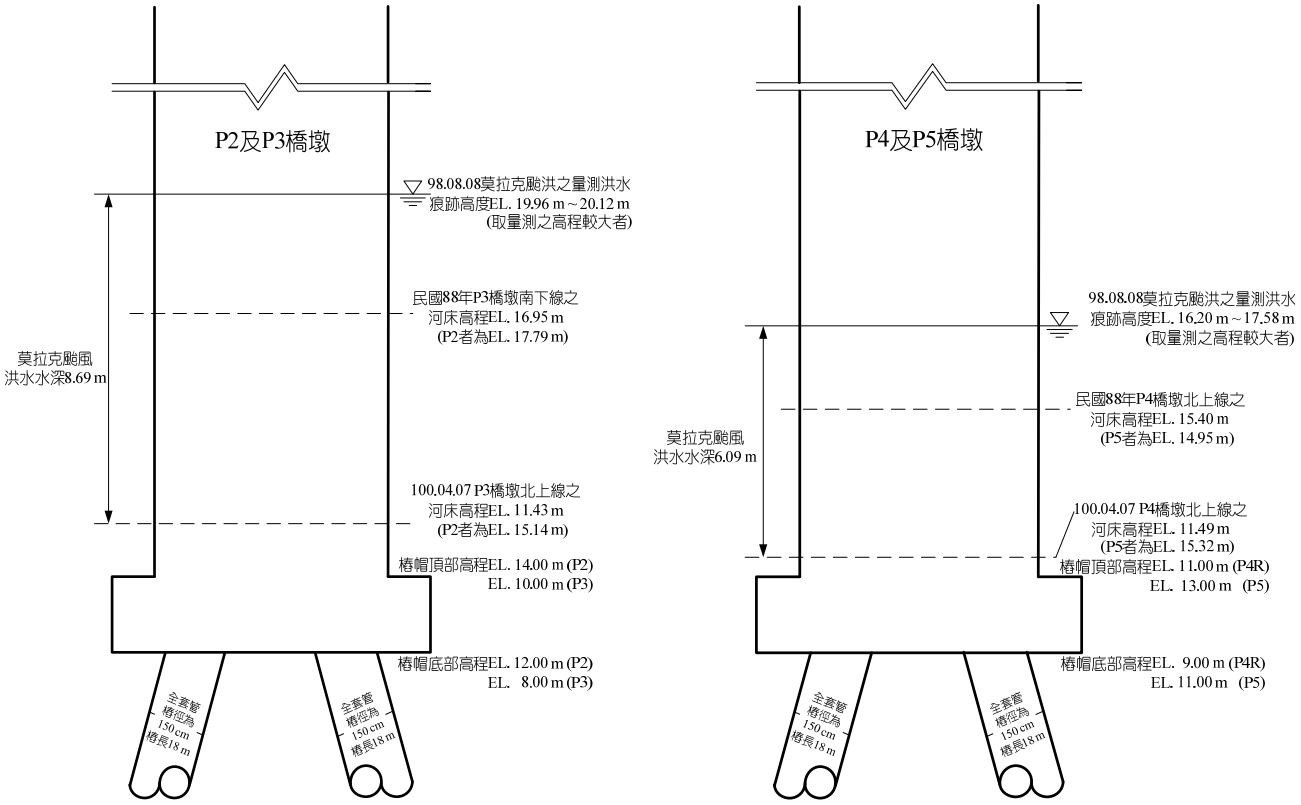


圖4.4-10　P2-P5橋墩之河床高程變化與洪水痕跡高程圖

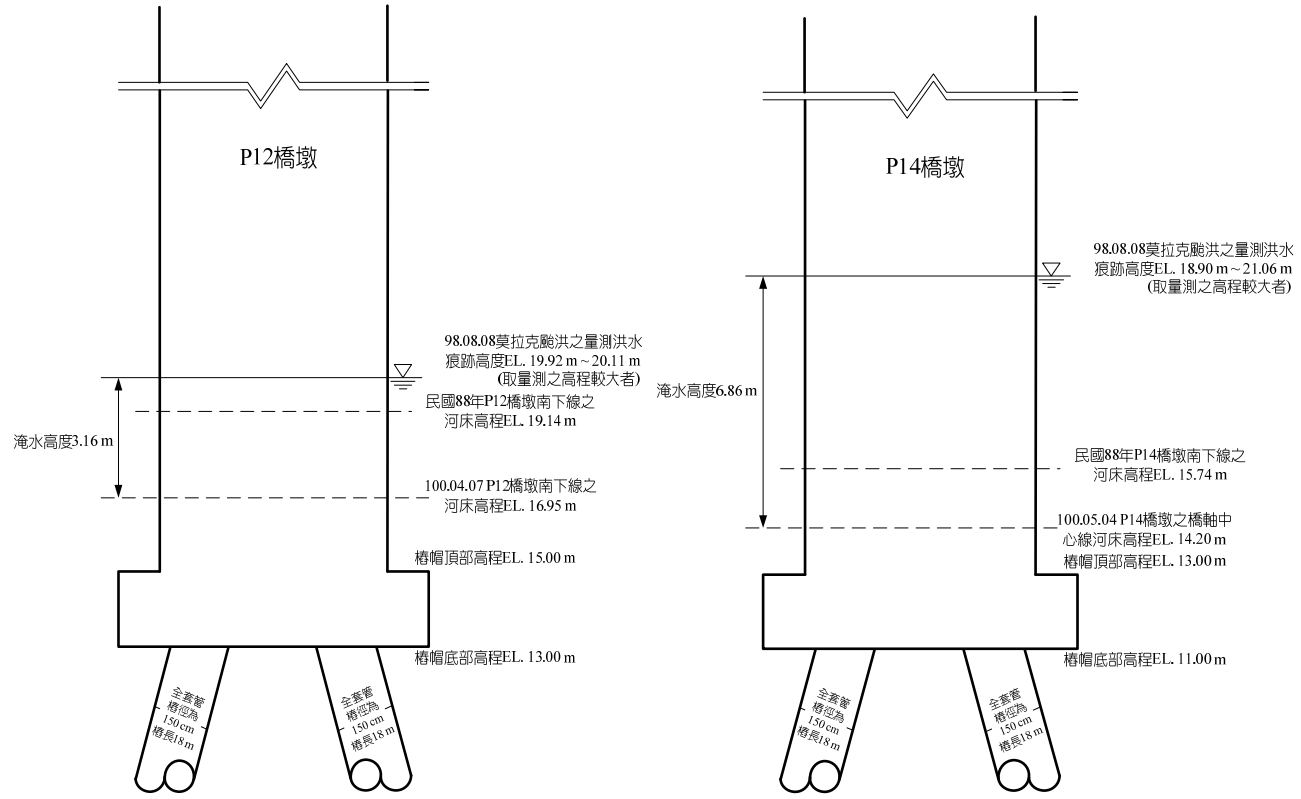


圖4.4-11　P12及P14橋墩之河床高程變化與洪水痕跡高程圖

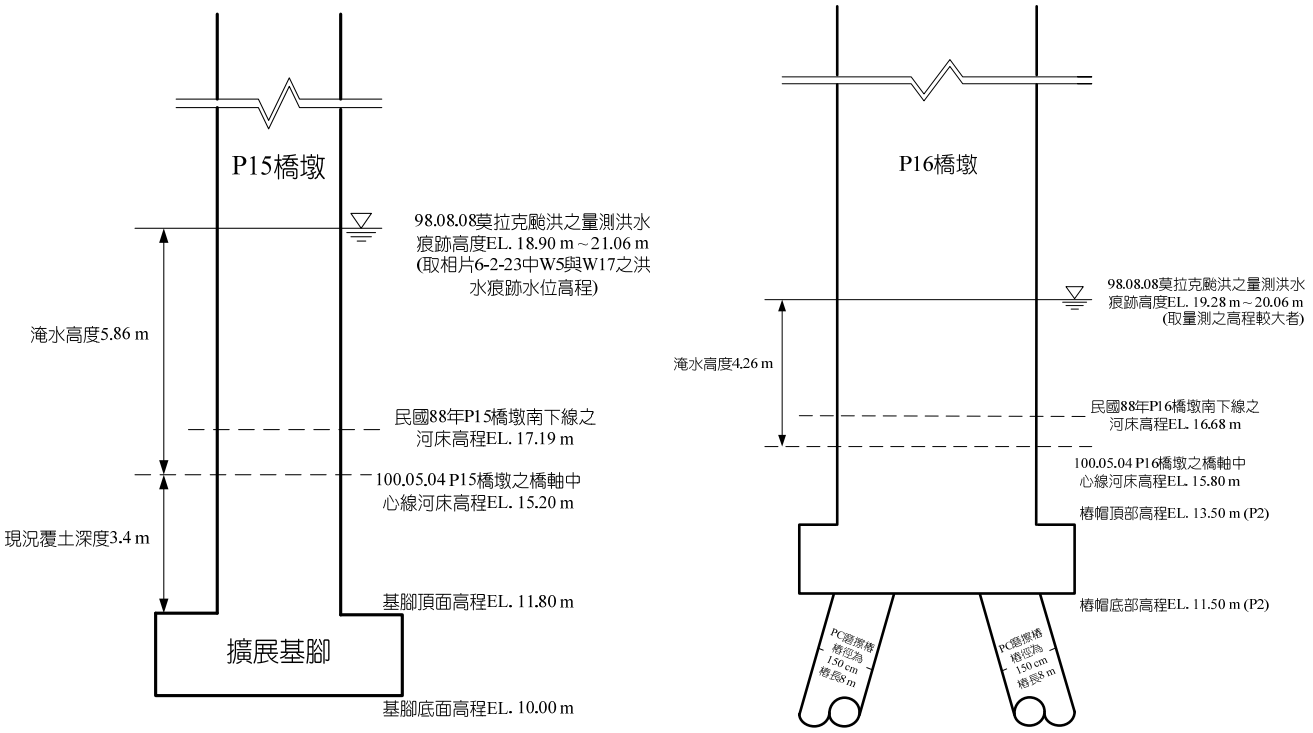


圖4.4-12　P15及P16橋墩之河床高程變化與洪水痕跡高程圖

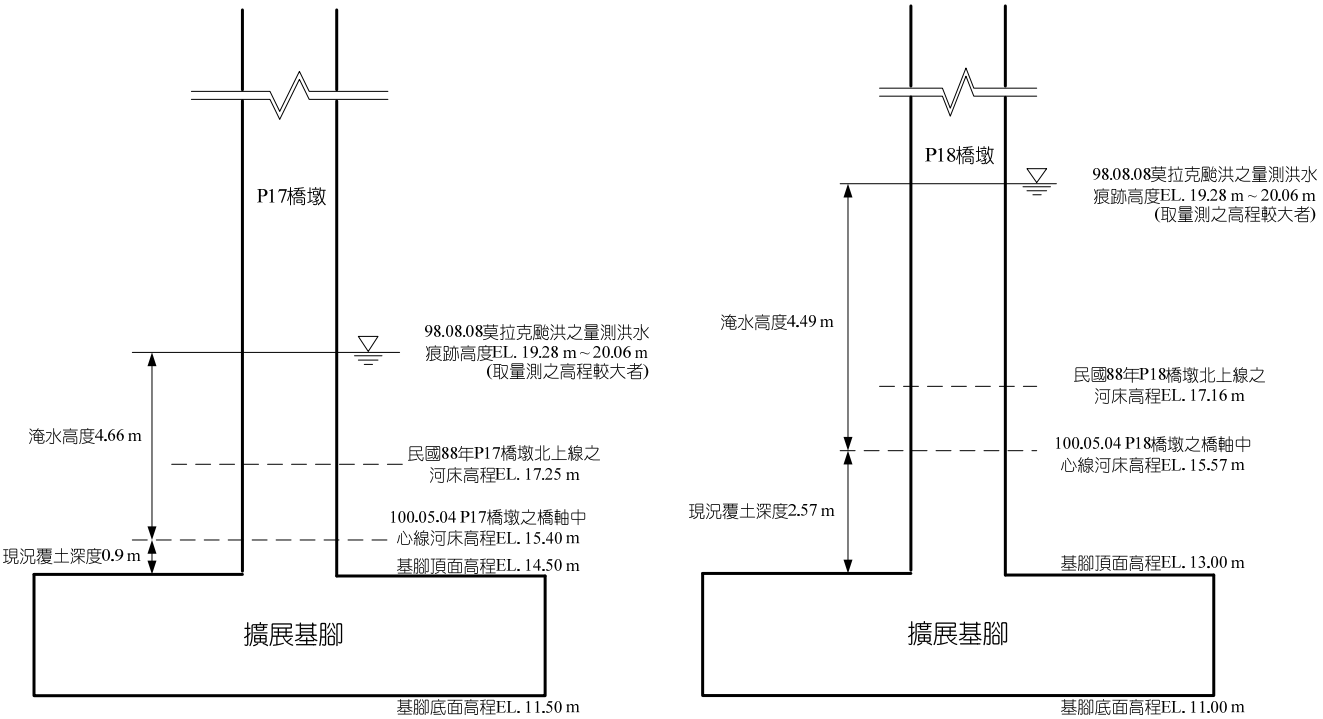


圖4.4-13　P17及P18橋墩之河床高程變化與洪水痕跡高程圖

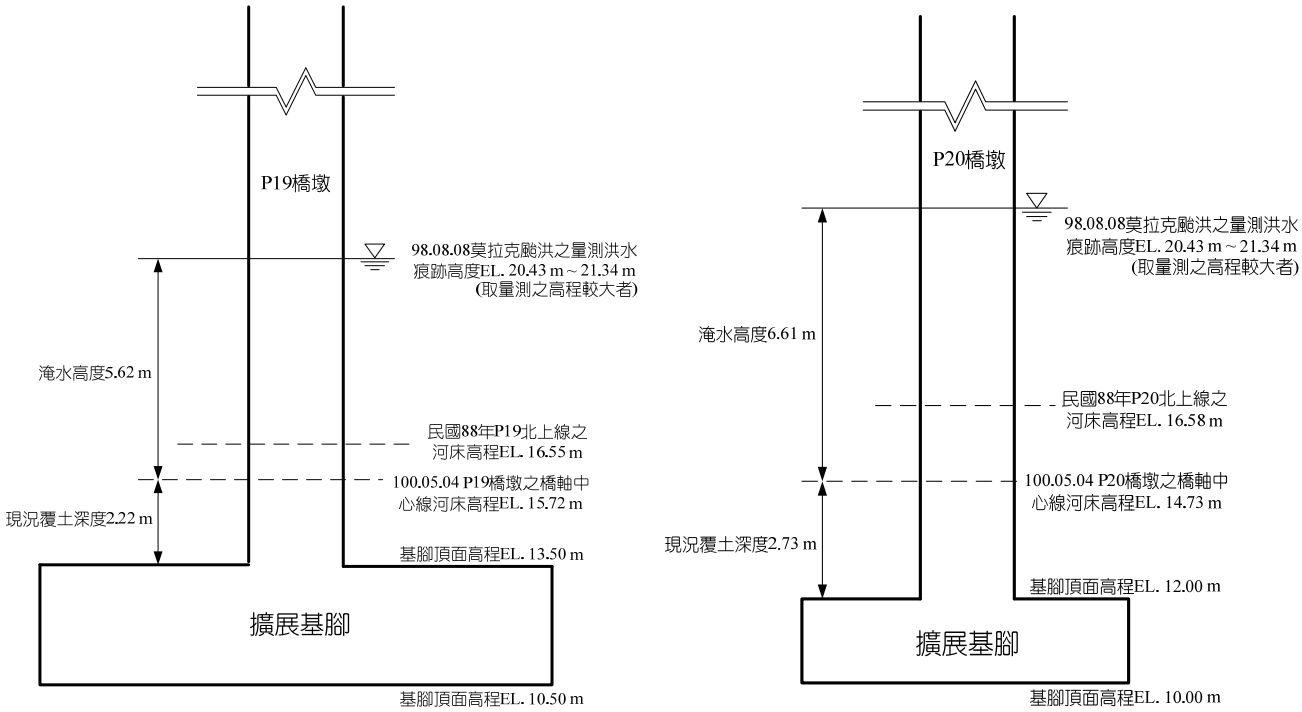
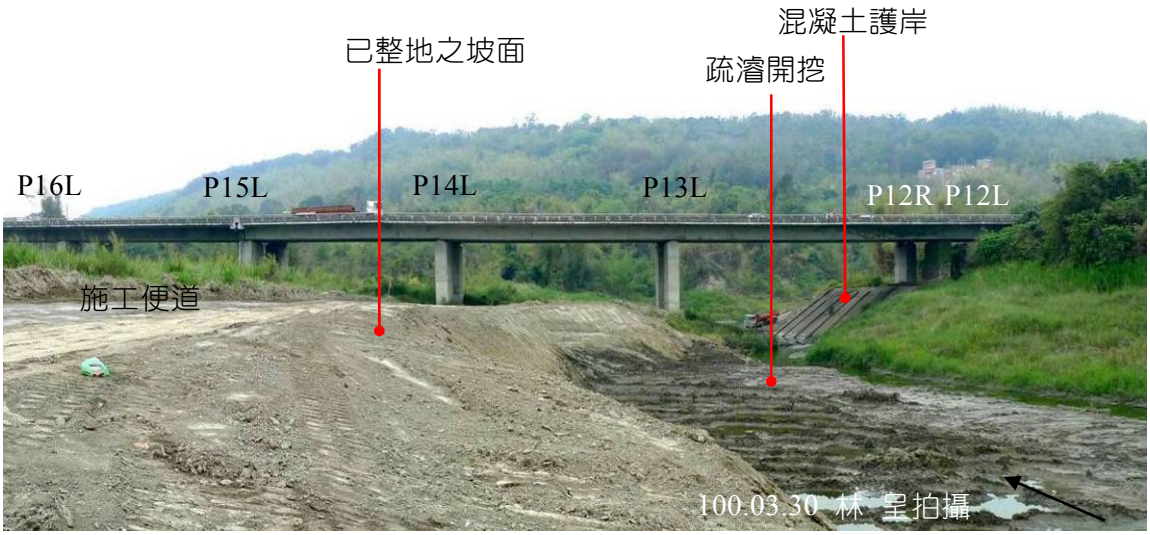


圖4.4-14　P19及P20橋墩之河床高程變化與洪水痕跡高程圖

由前表及高程變化圖可知，與88年竣工時高程相較，目前河床大部份處於下降情形，判斷應與莫拉克颱洪溢淹沖刷息息相關。但此河床高程之變化量並非全部源自河道之沖刷，因民國100年3-4月期間，田寮鄉公所曾辦理「二仁溪崇德橋至德和橋河段疏濬作業土石標售工程」，進行河道疏濬及開挖施設河床便道，導致河床下降。由相片4.4-11所示，於91.10.27、99.12.15、100.03.30三次拍照畫面中，清楚顯示由民國91年10月迄至民國99年12月既已歷經8年餘期間，河道深槽之蜿蜒情形、及至於河道植生狀態均未有明顯之改變，惟於100.03.30相片畫面中可見因河床開挖疏濬而致深槽流路變寬，並於橋址處有河床下降情形。



相片4.4-10　P12與P13間橋址河床變化情形

相片4.4-11　P3與P4間橋址河床變化情形

此外，於現場檢視P12附近河床情形，除P12R之北側有一局部沖刷坑(如相片4.4-12)外，其餘周邊並無沖刷之跡象，且臨南側深槽邊數年前已施設一混凝土護岸，顯示此處之下降量亦非由洪水沖刷所引致，初步研判應是施作混凝土護岸施工所造成。於南下線西緣之橋墩P13R處，由民國88年之河床高程EL. 12.25 m下降至民國100年4月7日所量測之EL. 11.71 m，亦下降0.54 m，惟此一下降位置恰於疏濬工區內，現場乃呈現有挖土痕跡，因此，研判此一下降量應與河床沖刷無關，如前相片4.4-10所示。

相片4.4-12　P12R橋址處沖刷坑

由現場踏勘及測量結果，依莫拉克颱風洪峰水位所造成之溢淹回水情形，於P12墩柱處(位於混凝土護岸北側)其淹水高度達現況河床上方約2.97 m ~ 3.16 m，而在淺基礎之P15橋墩處之淹水深度約為5.86 m，另於淺基礎之P19與P20橋墩處之淹水深度亦可達到5.62 m ~ 6.61 m。以上此等數據顯示，於早期設計階段皆認洪水不易或不可能溢淹泛濫至高灘地之淺基礎區位，於莫拉克颱洪期間已大幅度地以數公尺之水深漫淹，甚至沖刷沿橋軸線之P14 ~ P20墩基周邊土壤，而造成植生與表層土壤大多流失，及多處墩柱周邊形成沖刷坑洞之情形，對於P15 ~ P21之間的橋墩淺基礎(P15、P17 ~ P21)或PC樁長僅8.0 m之P16橋基磨擦樁之穩定與安全，在面對極端氣候下之長延時且降雨大之暴雨所引發之大洪水已漸轉變為常態性事性而言，確有其潛在威脅。

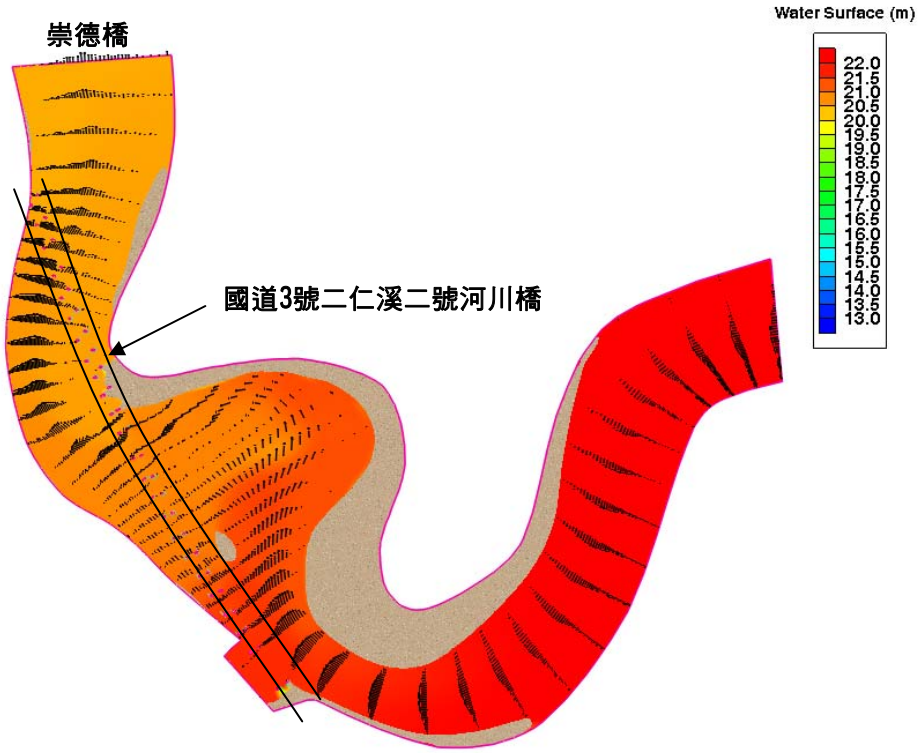
5. 國道3號二仁溪2號河川橋之水理分析及沖刷評估

根據前述對本橋於洪水期間之相關課題探討，可知由於本溪段河道蜿蜒，加上本溪段下游崇德橋之阻水效應，將可能致使橋址處產生淹水災害，進一步造成位於非河道內淺基礎橋墩之沖刷，嚴重威脅橋梁安全。為瞭解本橋於颱洪暴雨期間之實際流況，評估各橋墩基礎之沖刷潛

勢，以作為本補強工程及後續維護管理之參考與依據，並鑑於本溪段之河道甚為蜿蜒，一維水理分析無法確實掌握河道中水流過彎及分流等特性，故本工程之水理分析模擬主要採用二維水理分析技術，以瞭解本溪段於不同洪水量通過時之水理及淹水特性，且利用此分析結果估算各橋墩之沖刷情形，以評估本橋之安全性。

目前國內常用之二維水理分析模式主要有CCHE2D、FLO-2D、Mike 21、SMS、及SEC-HY21等(交通部臺灣區國道新建工程局，2003)。經由評估模式之功能性與實用性，本工程採用CCHE2D模式，搭配LIDAR 3D雷射掃描測量技術，進行本河段不同洪水量作用下之水理特性模擬。

依據「北二高頭前溪河川橋、南二高二仁溪二號河川橋之河川沖刷影響與相關水理課題研究」(林呈、謝世圳等，100年12月)報告中之模擬結果，由於二仁溪之蜿蜒特性，造成各橋墩所在位置之水流攻角差異甚大，且隨洪水量之變化而有所不同。另鑑於崇德橋於莫拉克颱風期間曾造成嚴重堵塞及回水現象，本工程採用崇德橋受漂流木掛淤後，於本河段計畫流量(Q_{100})作用下之二維水理分析結果，作為本工程沖刷計算之依據。



資料來源：「北二高頭前溪河川橋、南二高二仁溪二號河川橋之河川沖刷影響與相關水理課題研究」(林呈、謝世圳等，100年12月)

圖4.4-15　二仁溪於計畫洪水量Q100及崇德橋阻水情形下之模擬成果

由前述二維水理分析之數值，代入4.3.1節之沖刷計算方式，即可得本工程二仁溪之沖刷估算深度，如表4.3-5所示。其中需說明的是，本橋之特殊之處，在於橋墩係位於高灘地上，與一般河川橋位於河道中之情況不同，故需特別考量其沖刷分析之適宜性：由於本橋於深河槽皆為單跨跨越，且墩前流速慢，束縮沖刷作用不明顯，可不予考慮；本橋皆未於二仁溪主河道中，且由現地植生狀況良好，河床質移動層應可乎略；另由於橋墩皆位於灘地上，與河床之長期沖刷作用無必然關係，故亦不應納入考量。綜合來說，本工程二仁溪二號河川橋之沖刷考量，應以局部沖刷為主，且因未位於河道內，亦不應考慮洪水過後之回淤影響。在岩盤的相互作用上，由於本橋橋址岩盤以應以泥岩為主，考量泥岩易受沖蝕的特性，建議本橋之沖刷考量不以岩盤面高程進行折減。

4.5 土石流潛勢資料整理

本計畫範圍內之橋梁眾多，經逐一比對經濟部中央地質調查所地質災害潛勢圖(91年)及行政院農業委員會水土保持局土石流潛勢溪流調查圖資(99年)，計有5處土石流潛勢區穿越或位於本計畫橋梁上游，其所在區位、鄰近橋梁及可能受土石流影響情形之研判等，彙整如表4.5-1所示，判斷本工程橋梁受土石流之影響機率極低。

表4.5-1 土石流潛勢資料整理表

管養單位	橋梁名稱	起迄里程	鄰近土石流潛勢資訊		橋梁受土石流影響情形研判
			中央地調所圖資	水土保持局圖資	
木柵工務段	新台五路交流道匝道4排水溝渠橋	0+423 | 0+533	1.位置：劃設起點位於匝道4排水溝渠橋上游約600公尺處、匝道7排水溝渠橋上游1000公尺處 2.潛勢等級：中潛勢區	1.位置：劃設起點為新台五路，自匝道4排水溝渠橋下方穿越，位於匝道7排水溝渠橋上游約400公尺處 2.潛勢等級：中等潛勢 3.土石流編號：北縣DF192	匝道4排水溝渠橋之跨距為27.5公尺，橋墩座落於溪流兩側坡地，該處地面高度距渠底約4~5m，而經檢算該處土石流深度僅約1.62m，故判斷不致對橋梁產生影響。 匝道7排水溝渠橋跨距為35公尺，橋墩亦立於河槽兩側坡地上，由於距離較遠(匝道4排水溝渠　下游約500公尺)，其間尚有新台五路橋梁阻隔，故判斷土石流不致影響本橋梁。
	新台五路交流道匝道7排水溝渠橋	0+221 | 0+326			
	四分子一坑高架橋N	16+611 | 16+771	1.位置：本橋上游側 2.潛勢等級：中潛勢區	1.位置：劃設起點為研究院三段，自本橋下方穿越 2.潛勢等級：持續觀察 3.土石流編號：北市DF036	本橋大部分橋墩座落於地勢較高之坡面，不易受土石流影響，僅PN2/PS2橋墩與水道位置相近。經現場勘察，本處河道坡降陡急，而本橋墩之上游側有山勢突出於橋墩之前，該水路受地形影響有繞行情形，並未直接流向橋墩，判斷本橋墩受土石流直接衝擊的可能性亦極小。另經檢算，該處土石流深度僅約1.12m，而該處岸高達3.64m，故亦可判斷不致對橋梁產生影響。
	四分子一坑高架橋S	16+612 | 16+797			
關西工務段	大漢溪河川橋(南向)	51+600 | 52+360	1.位置：本橋A1橋台後方坡面 2.潛勢等級：中潛勢區	–	該潛勢溪流位於本橋A1橋台後方路堤旁的坡面，判斷本橋之安全性不受該土石流影響。
	大漢溪河川橋(北向)	51+600 | 52+360			
	大溪一號排水橋(北向)	57+903 | 57+963	1.位置：位於大溪一號排水橋及二號排水橋間之東側坡面 2.潛勢等級：中潛勢區	–	該潛勢溪流位於大溪一號排水橋及二號橋間路堤旁的坡面，判斷本橋之安全性不受該土石流影響。
	大溪一號排水橋(南向)	57+903 | 57+963			
	大溪二號排水橋(北向)	59+183 | 59+258			
	大溪二號排水橋(南向)	59+183 | 59+258			
屏東工務段	二仁溪2號河川橋(北)	370+260 | 371+370	1.位置：位於本橋西側坡面，其坡址距本橋約400公尺 2.潛勢等級：低潛勢區	–	本溪流潛勢低，距離較遠，且其坡址處距本橋達400公尺，判斷其沖出/堆積之土石應不致應影本橋安全。
	二仁溪2號河川橋(南)	370+270 | 371+455			

4.6 河川用地及水土保持計畫

4.6.1 河川用地申請

1. 法規依據

本工程包括多處河川橋梁耐震補強，由於施工位處於河川公地內，故於施工時須配合河川主管機關的規範管理，提出河川公地施工之申請。其相關法規依據包括：

(1) 水利法，100年6月

(2) 河川管理辦法，99年12月

(3) 排水管理辦法，92年10月

(4) 申請施設跨河建造物審核要點，101年9月

(5) 申請開挖中央管河川河防建造物審核要點，96年2月

2. 提送情形及注意事項

本工程主體為水利法第78條之1之使用內容，需向河川局提出「河川內設施構造物使用河川公地申請書」，依河川使用管理辦法第46條之規定，其內容包括河川用地使用申請書、申請使用位置及實測地形圖、使用計畫書圖等，如有破堤施工之需要，則另提出破堤施工申請。本工程依各標設計圖說，已於細設階段逐標提出使用申請，目前各河川使用申請辦理情形如表4.6-1所示。

表4.6-1 河川公地使用申請資料整理表

標別	河川名稱	橋梁名稱	主管機關	辦理情形
M31	基隆河	北側基隆河橋N	新北市政府	已同意使用，並核發使用許可(101.08.08北水政字第1012300929號函)
		北側基隆河橋S		
		汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋		
		汐止系統交流道CDI-SB-RD		
		汐止系統交流道CDI-NB-RD		
		汐止系統交流道匝道7跨西側基隆河橋		
		汐止系統交流道匝道1跨北側基隆河橋		
		汐止系統交流道匝道2跨北側基隆河橋		
		汐止系統交流道匝道7跨北側基隆河橋		
	下寮溪排水	新台五路交流道匝道7排水溝渠橋	新北市政府	已同意使用，並核發使用許可(101.09.13北水政字第1012497272號函)
		璋樹里高架橋N		
		璋樹里高架橋S		
	橫科溪排水	橫科路橋N	新北市政府	已同意使用，並核發使用許可(101.09.13北水政字第1012524960號函)
		橫科路橋S		

表4.6-1　河川公地使用申請資料整理表(續)

標別	河川名稱	橋梁名稱	主管機關	辦理情形
M31	景美溪	景美溪北橋	台北市政府	原則同意(101.05.23北市工水管字第10160783500號函)
		景美溪南橋		
		木柵交流道匝道二 景美溪橋		
		木柵交流道匝道四 景美溪橋		
		景美溪橋W		
		景美溪橋E		
	新店溪	碧潭橋N	新北市政府	已同意使用，並核發使用許可(101.09.13北水政字第1012497237號函)
		碧潭橋S		
		安坑橋		
		安坑橋A6匝道		
		安坑橋A5匝道		
		安坑橋A3匝道		
		安坑橋A4匝道		
		安坑飛越橋		
M32	龍泉溪排水	台三線中央路穿越橋(南向)	新北市政府	已同意使用，並核發使用許可(101.10.11北水政字第1012658617號函)
		台三線中央路穿越橋(北向)		
	三峽河	三峽溪河川橋(北向)	新北市政府	已同意使用，並核發使用許可(101.10.11北水政字第1012658026號函)
		三峽溪河川橋(南向)		
	大漢溪	大漢溪河川橋(南向)	新北市政府	已同意使用，並核發使用許可(101.10.11北水政字第1012658257號函)
		大漢溪河川橋(北向)		
M34	鳳山溪	鳳山溪河川橋(北向)	第二河川局	已同意使用(101.09.26水授二字第10102038150號函)
		鳳山溪河川橋(南向)		
	頭前溪	頭前溪河川橋(北向)	第二河川局	已同意使用(101.09.26水授二字第10102038150號函)
		頭前溪河川橋(南向)		
	客雅溪排水	寶山IC雙溪排水橋(北向)	第二河川局	已同意使用(101.09.26水授二字第10102038150號函)
		寶山IC雙溪排水橋(南向)		
	湳坑溪排水	新竹系統交流道匝道E排水橋	新竹縣政府	原則同意(101.08.17府工河字第1010112378號函)
	鹽港溪排水	鹽港溪排水橋(北向)	第二河川局	已同意使用(101.09.26水授二字第10102038150號函)
		鹽港溪排水橋(南向)		
M35	松子腳溪	彎崎溪河川橋(北)	第六河川局	已同意使用(01.12.28水授六字第10150246440號函)
		彎崎溪河川橋(南)		
	二仁溪	二仁溪2號河川橋(北)	第六河川局	已同意使用(101.12.14水授六字第10186025930號函)
		二仁溪2號河川橋(南)		
	美濃溪	美濃溪河川橋(東)	第七河川局	已同意使用(101.12.4水授七字第10187015390號函)
		美濃溪河川橋(西)		
M36	典寶溪	典寶溪過水橋(東)	高雄市政府	已同意使用(102.03.26高市水利字第10231543800號函)
		典寶溪過水橋(西)		
		高雄環線高架(三)橋(東)		
		高雄環線高架(三)橋(西)		

其他河川公地使用申請注意事項：由於各主管機關對於所轄河川、排水之同意內容、作業方式不盡相同，雖大多皆已取得水利主管機關核可，但承商仍應詳閱許可函件，於施工前知會主管機關並詳加溝通，以期施工期間能順利推動工進。若承商實際施工工期、佈設、方式有所改變時，需於施工前依各水利主管機關之格式及作業方式辦理變更，除需符合「申請施設跨河建造物審核要點」規定外，並盡量利用非汛期(每年12至翌年4月)施工，以免影響河川安全。

4.6.2 水土保持計畫

1. 法規依據

本工程除46K~71K里程處及部分零星路段外，其餘行經路段多屬行政院農委會公告之山坡地範圍，依現行法令凡涉及開挖整地者(包含施工便道、土方暫置等，但橋梁主體部分及河川範圍除外)，皆應依實際補強施工需求及範圍，分段提送水土保持計畫。相關法規依據包括：

(1) 水土保持法，92年12月

(2) 水土保持法施行細則，100年8月

(3) 水土保持計畫審核監督辦法，101年7月

(4) 水土保持技術規範，101年3月

2. 提送情形及注意事項

本工程為國道高速公路耐震補強，為既有橋梁之補強工程，依照目前上揭法規之執行情形及法令解釋，橋梁主體及基礎開挖等不涉及地形地貌改變之整地行為部份，應無擬具水土保持計畫的必要，惟工程中因施工作業所需之便道、施工平台、土方暫置等，屬水土保持法第12條第1項第4款「其他開挖整地」之行為，仍需提送水土保持計畫(或簡易水土保持計申報書)送核。其提送及審查程序依水土保持計畫審核監督辦法第7條，由目的事業主管機關(即高公局)提送水土保持主管機關辦理審查，惟其中審查之單位，依前法第5條之規定，得由農委會委託交通部辦理審查及核定之程序

由於本工程皆為既有橋梁之補強，且一般來說其規模皆小(土方數量在5000立方公尺以下，便道寬度在4公尺以內、數量在500公尺以下)，故本工程除M36標田寮二號高架橋外，皆以簡易水土保持申報書提送，且皆已獲交通部核定。目前標水土保持計畫(簡易水土保持申報書)辦理情形如表4.6-2所示，其中僅田寮二號高架橋係以水土保持計畫提送，且因該橋下有沖蝕情形，故另將該橋分標「國道3號田寮二號高架橋下邊坡整治工程」，併同該水土保持計畫提送審查。

其他注意事項：若承商實際施工工期、佈設、方式有所改變時，需於施工前辦理變更，除需符合「水土保持計畫審核監督辦法」規定外，在設置便道、施工平台等，應考量順應地形，盡量減少土方挖填，期能控制施工對水土保持的影響。

表4.6-2　水土保持計畫(或簡易水土保持申報書)資料整理表

標別	編號	橋梁名稱	辦理情形
M31	(1)	新台五路橋N	交通部101.3.26交路(一)字第1018400013號函核定
		新台五路橋S	
		新台五路交流道匝道3跨鐵路橋	
		新台五路交流道匝道4排水溝渠橋	
		新台五路交流道匝道7排水溝渠橋	
		新台五路交流道匝道7跨光復街橋	
		新台五路交流道匝道7跨匝道1橋	
		貨櫃場通道跨越橋	
		璋樹里高架橋N	
		璋樹里高架橋S	
	(2)	橫科路橋N	交通部101.3.26交路(一)字第1018400013號函核定
		橫科路橋S	
		匝道6橋S(南港交流道)	
		匝道6橋N(南港交流道)	
	(3)	南深路橋N	交通部101.3.26交路(一)字第1018400013號函核定
		南深路橋S	
		南港系統交流道匝道3跨越橋	
		南港系統交流道環道5跨越橋	
		南港系統交流道匝道3跨南深路橋	
	(4)	四分子一坑高架橋N	交通部101.3.26交路(一)字第1018400013號函核定
		四分子一坑高架橋S	
	(5)	四分里坑高架橋N	交通部101.3.26交路(一)字第1018400013號函核定
		四分里坑高架橋S	
	(6)	富德橋S	交通部101.3.26交路(一)字第1018400013號函核定
		景美溪北橋	
		景美溪南橋	
		木柵交流道匝道一富德橋	
		木柵交流道匝道四猴山坑橋	
		木柵交流道匝道四富德橋	
	(7)	指南路穿越橋N (無名溪橋N)	交通部101.3.26交路(一)字第1018400013號函核定
		指南路穿越橋S (無名溪橋S)	
	(8)	新店高架橋N	交通部101.3.26交路(一)字第1018400013號函核定
		新店高架橋S	
		新店交流道匝道1	
		新店交流道匝道2	
		新店交流道環道4	
		新店交流道聯絡道高架橋	
		新店交流道聯絡道排水橋	
	(9)	碧潭橋N	交通部101.3.26交路(一)字第1018400013號函核定
		碧潭橋S	
M32	(1)	龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)	交通部101.6.12交路(一)字第1018400093號函核定
	(2)	龍潭三號排水橋(北向)	審查已完成，由高公局呈報核定中。交通部101.6.12交路(一)字第1018400093號函核定。
		龍潭三號排水橋(南向)	
		龍潭二號跨越橋(雙向)	
		牛欄河一號橋(南向)	
		牛欄河一號橋(北向)	

表4.6-2　水土保持計畫(或簡易水土保持申報書)資料整理表(續)

標別	編號	橋梁名稱	辦理情形
M32	(3)	牛欄河二號橋(南向)	交通部101.6.12交路(一)字第1018400093號函核定
		牛欄河二號橋(北向)	
	(4)	關西IC穿越橋(北向)	交通部101.6.12交路(一)字第1018400093號函核定
		關西IC穿越橋(南向)	
		關西IC穿越橋匝道A西向	
		關西IC穿越橋匝道A東向	
M34	(1)	深坑排水橋(北向)	交通部101.9.27交路(一)字第1018400171號函核定
		深坑排水橋(南向)	
		大同里跨越橋(雙向)	
		水坑排水橋(南向)	
		水坑排水橋(北向)	
	(2)	鳳山溪河川橋(北向)	交通部101.9.27交路(一)字第1018400171號函核定
		鳳山溪河川橋(南向)	
		下橫坑河川橋(南向)	
		下橫坑河川橋(北向)	
	(3)	竹21鄉道穿越橋(南向)	交通部101.9.27交路(一)字第1018400171號函核定
		竹21鄉道穿越橋(北向)	
		赤柯窟排水橋(北向)	
		赤柯窟排水橋(南向)	
		中坑排水橋(北向)	
		中坑排水橋(南向)	
		崁下排水橋(北向)	
		崁下排水橋(南向)	
	(4)	94K+383跨越橋(雙向)	交通部101.9.27交路(一)字第1018400171號函核定
		94K+612渡槽跨越橋(雙向)	
		柯子湖排水橋(北向)	
		柯子湖排水橋(南向)	
		雲南路跨越橋	
		竹45鄉道跨越橋	
	(5)	寶山IC雙溪排水橋(北向)	交通部101.9.27交路(一)字第1018400171號函核定
		寶山IC雙溪排水橋(南向)	
		竹43鄉道跨越橋(雙向)	
		水尾溪排水橋(北向)	
		水尾溪排水橋(南向)	
		新竹系統交流道匝道E(一)穿越橋	
		新竹系統交流道匝道A(二)跨越橋	
		新竹系統交流道匝道E(二)跨越橋	
		新竹系統交流道匝道G排水橋	
		新竹系統交流道匝道E排水橋	
	(6)	寶山一號跨越橋(雙向)	交通部101.9.27交路(一)字第1018400171號函核定
		崎林路高架橋(雙林路)北向	
		崎林路高架橋(雙林路)南向	
		寶山二號跨越橋(雙向)	
		寶山三號跨越橋(雙向)	

表4.6-2　水土保持計畫(或簡易水土保持申報書)資料整理表(續)

標別	編號	橋梁名稱	辦理情形
M34	(7)	茄冬IC117縣道穿越橋(北向)	交通部101.9.27交路(一)字第1018400171號函核定
		茄冬IC117縣道穿越橋(南向)	
		茄苳IC C/D穿越橋	
		117縣道跨越橋(雙向)	
		茄苳高架橋(北向)	
		茄苳高架橋(南向)	
		新竹一號跨越橋(雙向)	
	(8)	117縣道(一)高架橋(北向)	交通部101.9.27交路(一)字第1018400171號函核定
		117縣道(一)高架橋(南向)	
		新竹二號跨越橋(雙向)	
		117縣道(二)高架橋(北向)	
		117縣道(二)高架橋(南向)	
	(9)	新竹三號跨越橋(雙向)	交通部101.9.27交路(一)字第1018400171號函核定
		台一線穿越橋(北向)	
		台一線穿越橋(南向)	
M35	(1)	鸞崎溪河川橋(北)	交通部101.10.22交路(一)字第1018400186號函核定
		鸞崎溪河川橋(南)	
	(2)	二仁溪2號河川橋(北)	交通部101.10.22交路(一)字第1018400186號函核定
		二仁溪2號河川橋(南)	
M36	(1)*	田寮二號高架橋(北)	審查已完成，由高公局呈報核定中
		田寮二號高架橋(南)	

*註：本工程僅田寮二號高架橋係以水土保持計畫提送，且因該橋下有沖蝕情形，故另將該橋分標「國道3號田寮二號高架橋下邊坡整治工程」，併同該水土保持計畫提送審查。

第五章　橋梁耐震能力之初步評估

5.1　橋梁耐震能力現況目視檢測

5.1.1　一般橋梁之檢查作業計畫

本工程於計畫啟動後，隨即申請　貴局「橋梁管理資訊系統」使用權限，並蒐集調閱各橋梁近年檢測及維修記錄等報告資料，掌握各橋梁構件現況後，再分組執行耐震能力現況目視檢測工作，以掌握地震力傳遞路徑之橋梁構件，如支承、止震設施、帽梁、橋柱、基礎(如有裸露)、橋台等，以及防落裝置與伸縮縫等附屬設施，有無不利橋梁耐震性能之異常情形，本工程耐震能力現況目視檢測表格內容請參見表5.1-1；另橋址河川邊坡等相關環境條件亦納入目視檢測紀錄，以做為後續橋梁耐震能力評估及補強設計之依據。此外，亦對橋下使用現狀況與設施進行了解，以為補強策略研擬及復舊費用編列參考。有關本工程各橋梁之耐震能力現況目視檢測成果，請詳各標「橋梁耐震能力目視檢測報告」。

5.1.2　碧潭橋及新店高架橋之檢測評估系統

本計畫除辦理各橋梁耐震能力現況目視檢測，以掌握影響橋梁耐震能力之相關現況條件外，基於新店高架橋與碧潭橋兩座橋梁之特殊性與重要性，參考美國針對橋梁長期性能研究計畫所採用的ScanPrint橋梁目視檢測系統，進行全橋之檢測作業，於耐震補強設計同時，一併將其老劣化課題納入考量。另為考量　貴局整體橋梁管理之需求，同時亦將檢測成果依「橋梁管理資訊系統」之欄位予以簡化建檔輸入。

一、檢測評估系統執行內容概述

(一) ScanPrint檢測評估系統資料準備

1. 橋梁竣工圖說檢視與現場勘查。
2. 橋梁構件拆解與圖資建檔。
3. 檢測評估系統建置。

(二) 現地目視檢測評估系統現場檢測

1. D.E.R.&U.橋梁目視檢測評估
2. ScanPrint橋梁目視檢測評估

表5.1-1　國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)耐震目視檢測表

橋梁編號：　　橋梁名稱：　　管轄工務段：

部位	橋(台)墩 / 項目及照片				
		照片編號:	照片編號	照片編號	照片編號:
基礎	河川整治情形	□無 □簡易設施 □已完成 □非河川橋	□無 □簡易設施 □已完成 □非河川橋	□無 □簡易設施 □已完成 □非河川橋	□無 □簡易設施 □已完成 □非河川橋
	河道變遷情形	□極嚴重 □嚴重 □輕微 □無 □非河川橋	□極嚴重 □嚴重 □輕微 □無 □非河川橋	□極嚴重 □嚴重 □輕微 □無 □非河川橋	□極嚴重 □嚴重 □輕微 □無 □非河川橋
	基礎裸露程度	□極嚴重 □嚴重 □輕微 □無	□極嚴重 □嚴重 □輕微 □無	□極嚴重 □嚴重 □輕微 □無	□極嚴重 □嚴重 □輕微 □無
	基礎劣損狀況	□嚴重 □差 □尚可 □良好 □無法檢測	□嚴重 □差 □尚可 □良好 □無法檢測	□嚴重 □差 □尚可 □良好 □無法檢測	□嚴重 □差 □尚可 □良好 □無法檢測
	其它異常狀況	□無 □有:	□無 □有:	□無 □有:	□無 □有:
	檢測照片編號				
橋柱	橋柱(台)垂直度	□嚴重傾斜 □微傾斜 □無傾斜	□嚴重傾斜 □微傾斜 □無傾斜	□嚴重傾斜 □微傾斜 □無傾斜	□嚴重傾斜 □微傾斜 □無傾斜
	橋柱(台)劣損程度	□嚴重 □差 □尚可 □良好	□嚴重 □差 □尚可 □良好	□嚴重 □差 □尚可 □良好	□嚴重 □差 □尚可 □良好
	其它異常狀況	□無 □有:	□無 □有:	□無 □有:	□無 □有:
	檢測照片編號				
支承及防落裝置	支承劣損狀況	□嚴重 □差 □尚可 □良好	□嚴重 □差 □尚可 □良好	□嚴重 □差 □尚可 □良好	□嚴重 □差 □尚可 □良好
	支承座劣損狀況	□嚴重 □差 □尚可 □良好	□嚴重 □差 □尚可 □良好	□嚴重 □差 □尚可 □良好	□嚴重 □差 □尚可 □良好
	防落裝置劣損狀況	□嚴重 □差 □尚可 □良好 □無設置	□嚴重 □差 □尚可 □良好 □無設置	□嚴重 □差 □尚可 □良好 □無設置	□嚴重 □差 □尚可 □良好 □無設置
	其它異常狀況	□無 □有:	□無 □有:	□無 □有:	□無 □有:
	檢測照片編號				
其它	伸縮縫劣損狀況	□嚴重 □差 □尚可 □良好 □無設置	□嚴重 □差 □尚可 □良好 □無設置	□嚴重 □差 □尚可 □良好 □無設置	□嚴重 □差 □尚可 □良好 □無設置
	檢測照片編號				
檢測員意見: :					

檢測員：　　檢測日期：

(三) ScanPrint檢測評估系統資料輸出與報告撰寫

1. 碧潭橋與新店高架段橋梁詳細檢測報告。

2. 碧潭橋與新店高架段橋梁成果報告撰寫。

二、檢測評估系統執行範圍說明

(一) 國道3號碧潭橋：里程由S29K+104~30K+053(設計里程18K+159.331~19K+118.172)、與N29K+100~30K+082(設計里程18K+162.890~19K+134.812)為本橋範圍(包含碧潭橋與碧潭高架橋部分)。碧潭橋構件由墩柱0S起至10S與10N為準(如圖5.1-1所示)；碧潭高架橋構件由墩柱P10、P11、P12至A2為準(如圖5.1-2、圖5.1-3所示)。

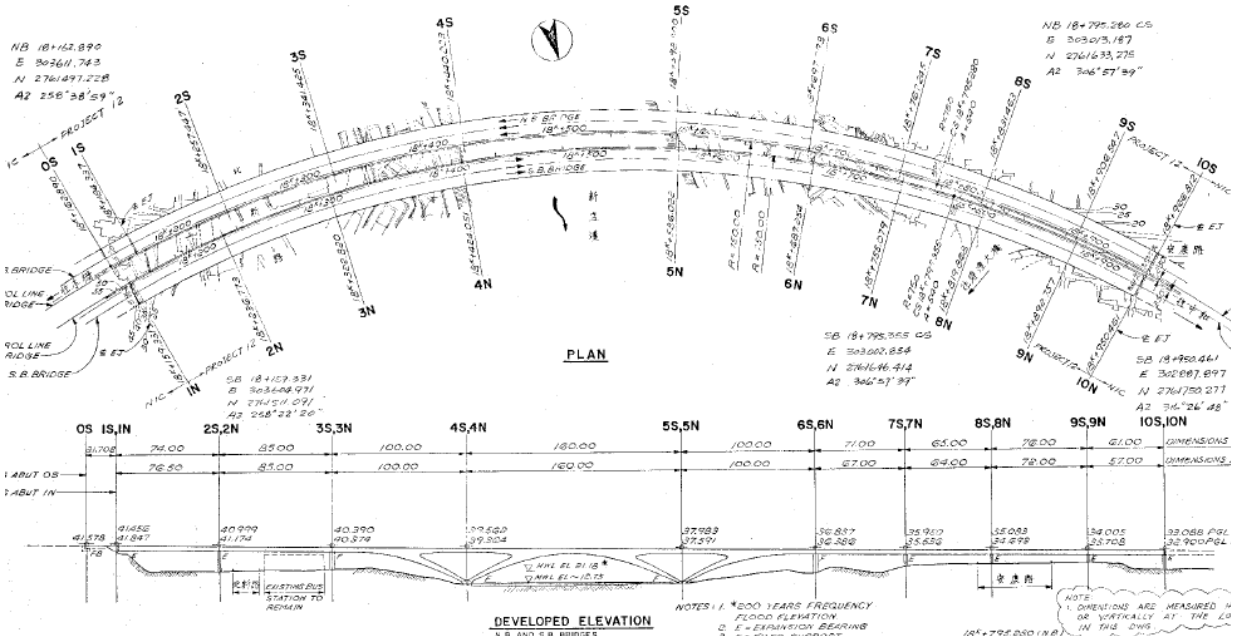


圖5.1-1　國道3號碧潭橋平面圖與立面圖

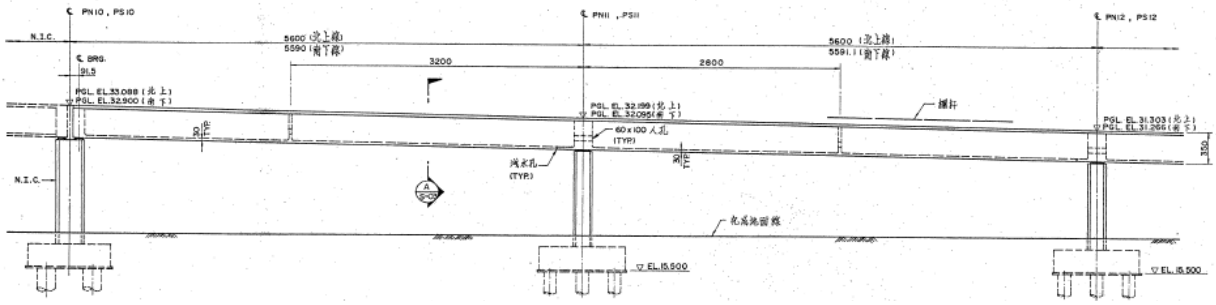


圖5.1-2　國道3號碧潭高架橋P10~P12立面圖

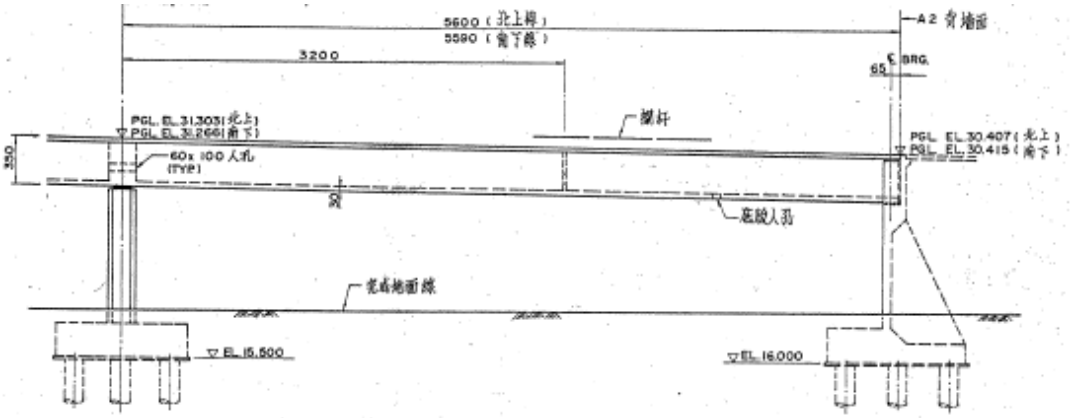


圖5.1-3　國道3號碧潭高架橋P12~A2立面圖

(二) 國道3號新店高架橋：里程由S25K+922~26K+974(設計里程15K+053~16K+030)、與N25K+915~26K+993(設計里程15K+075~16K+056)範圍內之鋼構橋梁部分(包含銜接至新店交流道引道之鋼構橋)，如圖5.1-4、圖5.1-5所示。

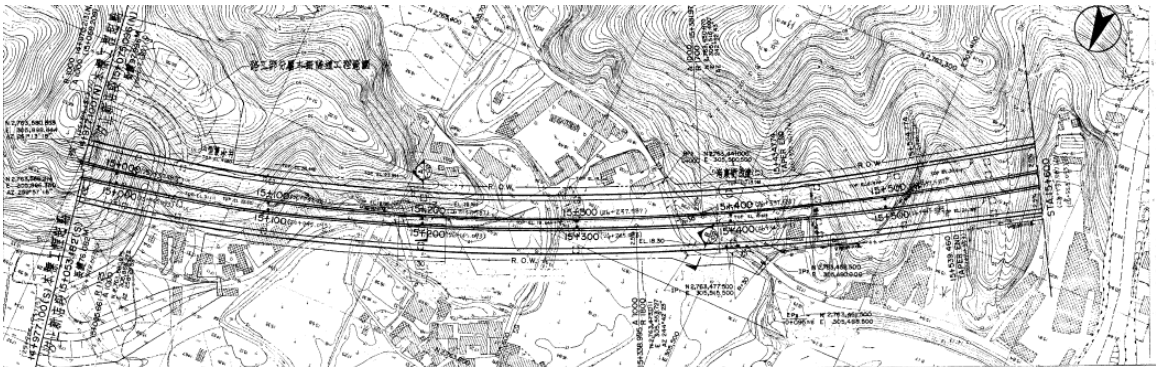


圖5.1-4　國道3號新店高架橋25K+915~26K+537.9平面圖

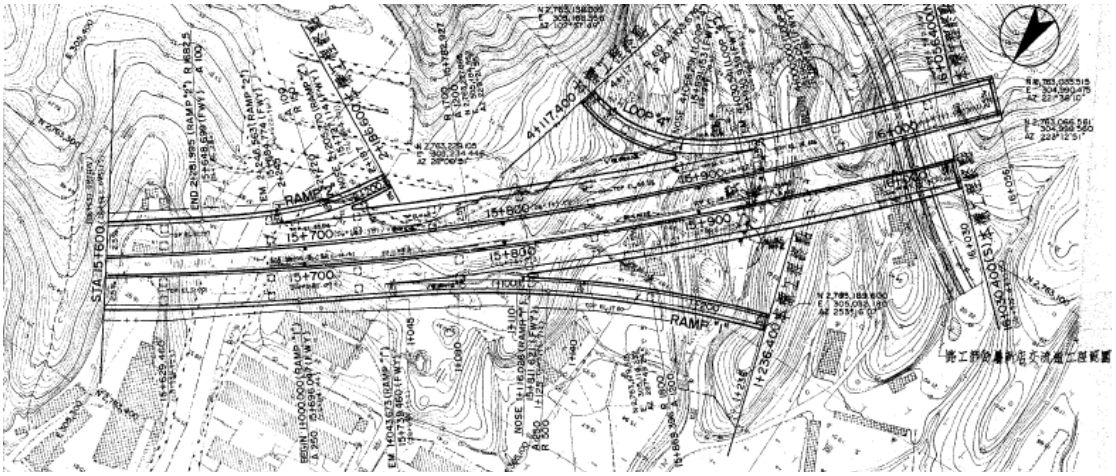


圖5.1-5　國道3號新店高架橋26K+537.9~26K+993平面圖

三、檢測評估系統架構說明

ScanPrint橋梁檢測系統模組可蓋分為三個作業階段，前置作業階段主要由系統管理與檢測管理模組，來進行橋梁資料的管控，以及資料庫與Tablet PC端之資料傳輸；後續的檢測作業是主要之外業檢測工作，承接檢測管理模組將資料傳輸分配至各Tablet PC後，於現場進行目視檢測作業；後續作業階段主要為報告及分析作業，是收集彙整由各Tablet PC目視檢測後所得資料，進行資料收集並自動化分析並產生檢測報告，其功能包括：整合管理、檢測、評估、分析及報告等，可供業主、管理單位、檢測人員及工程師等不同層級應用。本系統為一橋梁管理、檢測、分析及評估之數位式系統，主要可分為系統管理、檢測管理、檢測系統及檢測報告等四大軟體，涵蓋管理、檢測、評估、報告及分析等功能。各軟體功能說明如下：

(一) 系統管理(SacnPrint Management)

系統管理軟體主要目的為整合橋梁結構管理相關需求，功能包含建立資料庫以登錄結構物資料、定義檢測及維修準則、設定評估系統、針對修復維護及監測需求予以分類、計算費用、規劃及估計預算等。如圖5.1-6所示。

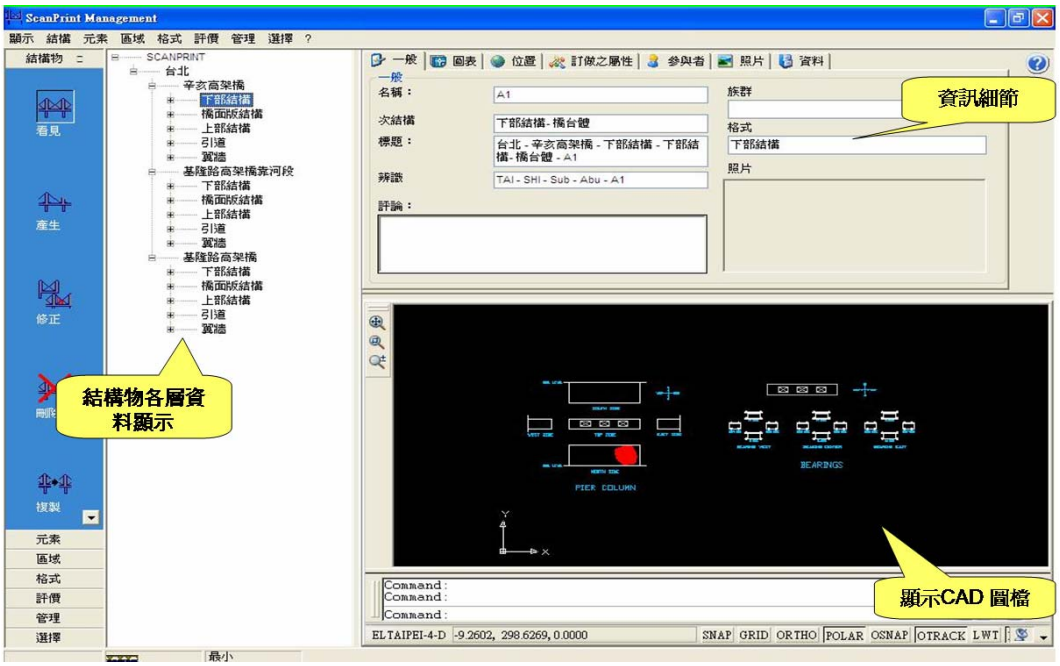


圖5.1-6　系統管理(ScanPrint Management)介面圖

(二) 檢測管理(Inspection Management)

一旦系統管理資料庫建置完成，需使用檢測管理軟體將主機工作站之資料庫中所存放的相關資料轉換至平版電腦(Tablet PC)上，以便於讓檢測人員攜帶至現地進行橋梁目視檢測之用。如圖5.1-7所示。

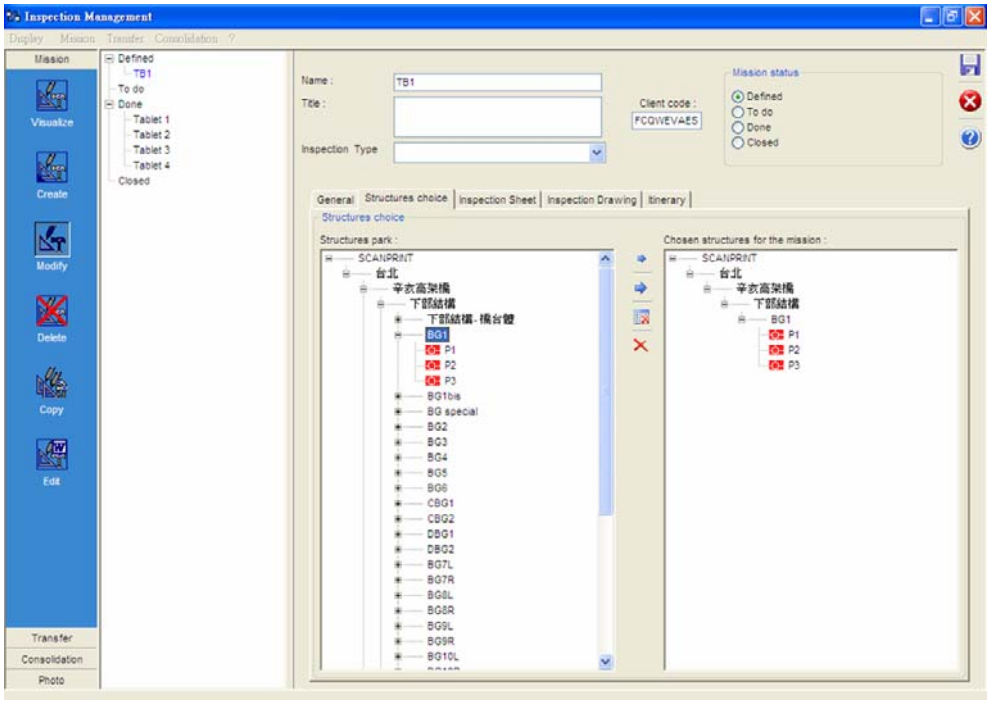


圖5.1-7　檢測管理(Inspection Management)介面圖

(三) 檢測系統(ScanPrint Inspection)

檢測系統軟體設定於便於攜帶之平版電腦上(Tablet PC)，進行目視檢測時，檢測人員可直接於觸控式螢幕上勾選內建之檢查表單，並進行照相等記錄。若發現較為嚴重之劣化情形，可直接描繪於觸控式螢幕上以AutoCad圖檔記錄，並輸入劣化相關資料，亦可參考內建超過200筆之異狀態樣來加以修改，且劣化照片亦可一併彙整。如圖5.1-8所示。

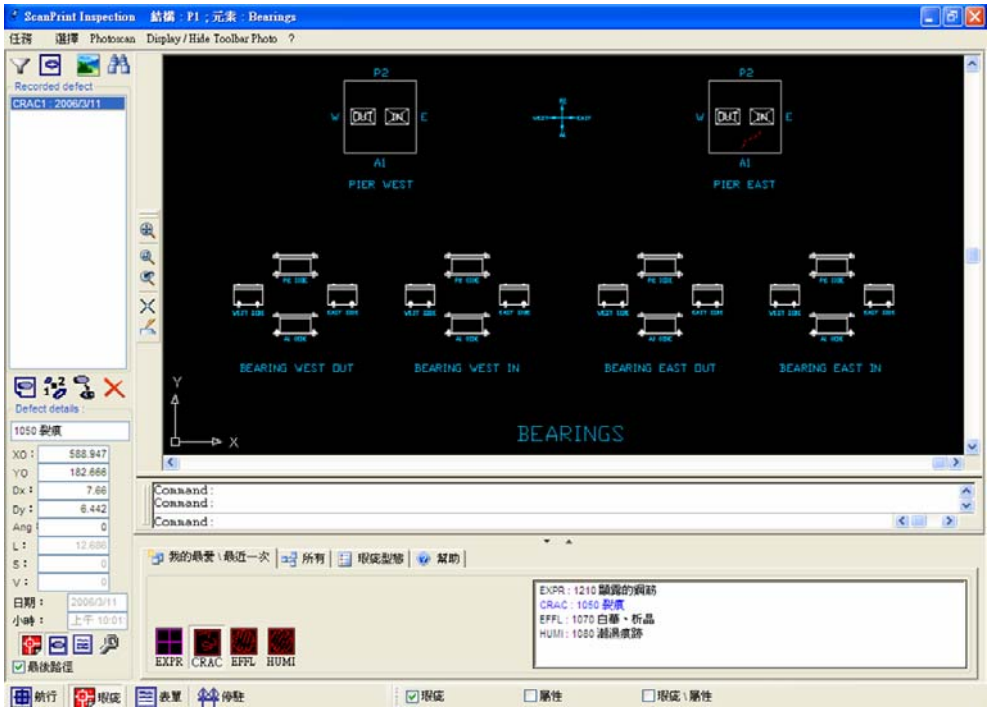


圖5.1-8　檢測系統(ScanPrint Inspection)介面圖

(四) 檢測報告(ScanPrint Report)

檢測結束後，可使用檢測報告軟體編輯檢測結果，並以自動化方式輸出，格式可依使用者需求來修改。報告內容包含橋梁劣化情形、照片及示意圖形。

四、檢測評估系統執行規劃

(一) ScanPrint檢測評估系統資料準備

1. 橋梁竣工圖說檢視與現場勘查

(1) 竣工資料彙整：收集碧潭與新店高架橋圖說資料，並彙整出本案需求的部分，以供構件拆解與系統需求電子檔繪製之用。依系統需求將各橋橋梁俯視圖、橋面板圖(新店高架分成A、B、C橋等)、大梁圖說(新店高架之鋼梁與碧潭橋之箱形梁)、墩柱圖說、支承墊圖說與伸縮縫圖說等。

(2) 竣工資料E化處理：圖資建檔E化處理將依上部結構(包含大梁、桁架橫梁、橋面底部、支承墊、防落裝置等)、下部結構(包含墩柱、橋墩保護設施與基礎)、橋面板結構(包含橋面摩擦層、伸縮縫、護欄等)、引道與翼牆等部分處理。

2. 橋梁構件拆解與圖資建檔－ScanPrint構件拆解的原則如下所述：

(1) 比例原則：所有構件需按設計圖說比例繪製，特別是方向的部分更需注意，這能使繪製於其上的劣化能易於辨識。

(2) 方向辨識：為便於讓檢測者瞭解各構件的方向，一般以方位(東南西北)、上下游或橋梁連接地名方向作為代表。

(3) 圖面拆解原則：將各構件各面能進行劣化狀況記錄，如下圖5.1-9、圖5.1-10所示，將一物體各面進行編碼，使其拆解後能展開成為一平面。

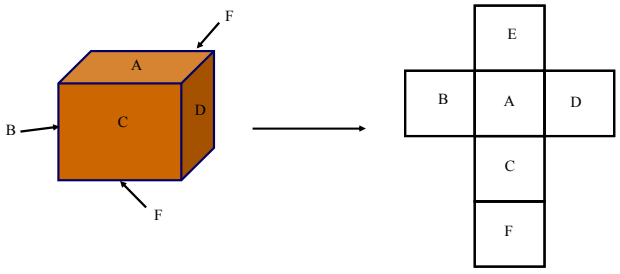


圖5.1-9　構件拆解編碼示意

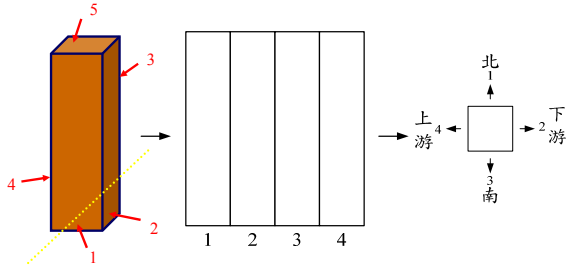


圖5.1-10　單一柱體拆解示意

(二) 標的橋梁構件拆解：將上述原則應用於橋梁構件上，其說明如下(以大梁及墩柱為例)：

1. 新店高架橋墩柱SP7：將墩柱各斷面編號(LineA~E)，如圖5.1-11所示，並將其正、側與俯視圖斷面配合比例尺繪出(如圖5.1-12所示)，圖中俯視之支承墊會另繪製其圖說。表5.1-2為Bridge A構件層級拆解結果。

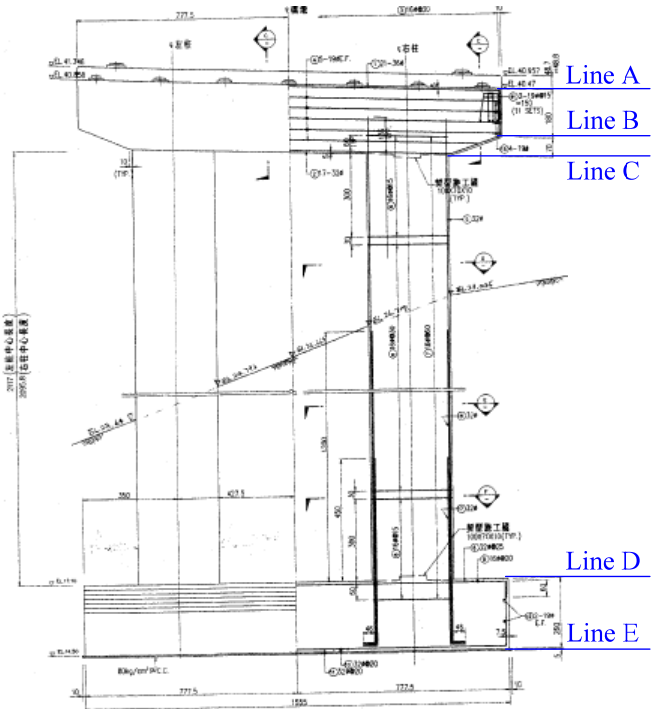


圖5.1-11　新店高架橋SP7墩柱正視圖

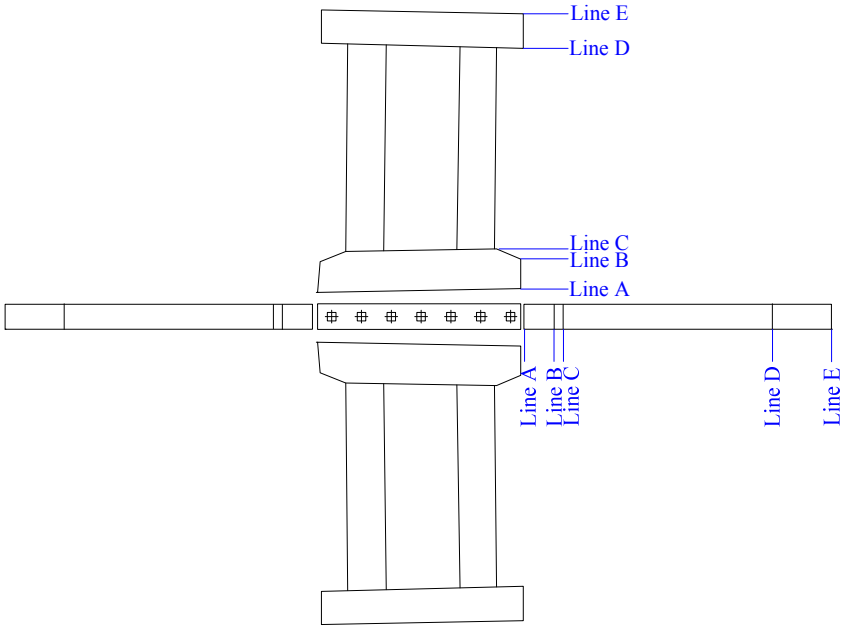


圖5.1-12　新店高架橋SP7墩柱構件拆解示意

2. 碧潭橋大梁(Approach span)：將箱形梁各漸變段軸線編號(Line A~F)，如圖5.1-13所示，並依比例尺繪製其展開圖，如圖5.1-14所示。

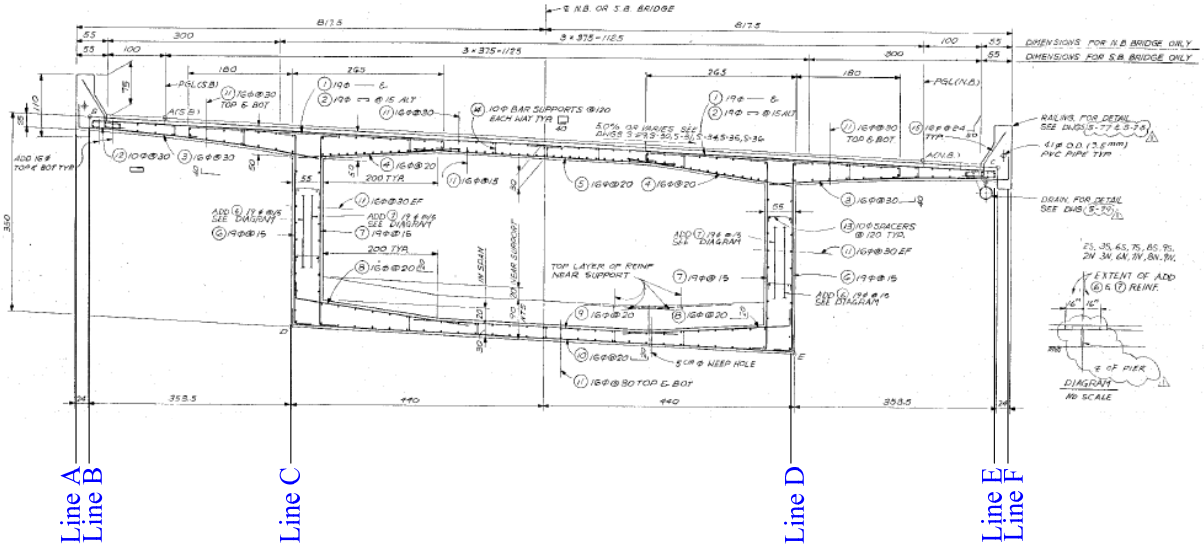


圖5.1-13　碧潭橋Approach span斷面圖

圖5.1-14　碧潭橋Approach span構件拆解示意

表5.1-2　新店高架橋Bridge A構件拆解層級(以一橋面板示意)

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	ScanPrint 構件
新店高架橋						
	A 橋					
		第 1 跨				
			橋面板			
				混凝土面板		
						面板頂部(摩擦層)
						面板底部
				面板底部		
					G1-1 至 G1-3 大梁	
						G1(北側)
						G1(南側)
					G2-1 至 G2-3 大梁	
						G2(北側)
						G2(南側)
					G3-1 至 G2-3 大梁	
						G3(北側)
						G3(南側)
					G4-1 至 G2-3 大梁	
						G4(北側)
						G4(南側)
					G5-1 至 G2-3 大梁	
						G5(北側)
						G5(南側)
					G6-1 至 G2-3 大梁	
						G6(北側)
						G6(南側)
					橫梁 F1	
						東側
						西側
					橫梁 F2	
						東側
						西側
					橫梁 F3	
						東側
						西側
					橫梁 F4	
						東側
						西側
					橫梁 F5	
						東側
						西側
					橫梁 F6	
						東側
						西側
				橋台		
					主結構	
						橋台 NABT1
					附屬構件	
						伸縮縫
						支承墊 NABT1 -1
						支承墊 NABT1 -2
						支承墊 NABT1 -3
						支承墊 NABT1 -4
						支承墊 NABT1 -5
						支承墊 NABT1 -6

(三) 檢測評估系統建置：前述構件拆解後依其組成建置橋梁構件樹狀圖，並配合各構件之劣化態樣產出其目視檢測查核表單(定性與定量指標，如圖5.1-15所示)，並與拆解後之構件CAD圖說進行對應，如圖5.1-16所示，以供現場目視檢測異狀之勾選與繪製之用。

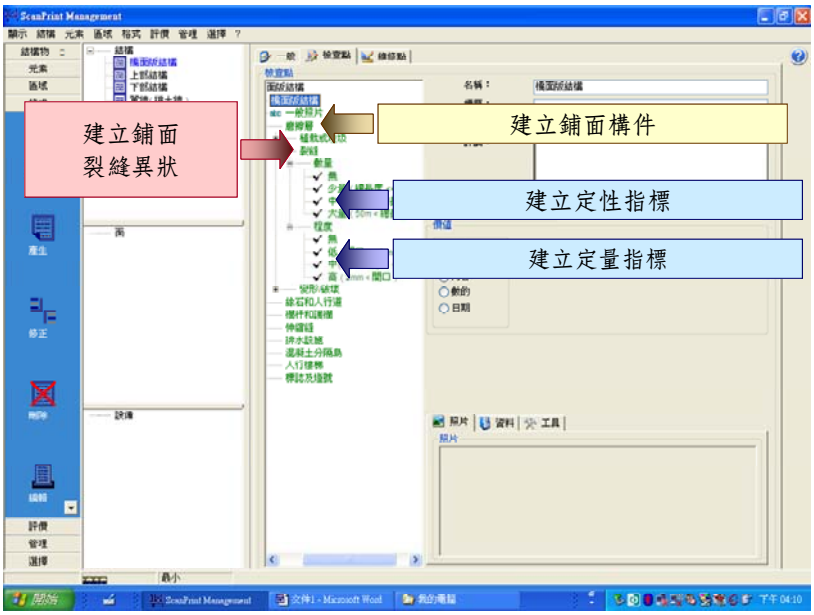


圖5.1-15　構件劣化異狀建構示意

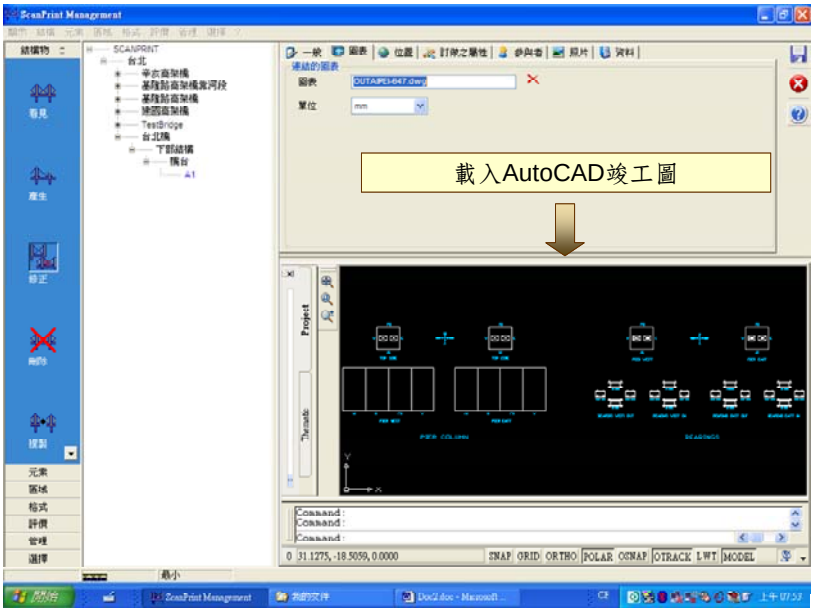


圖5.1-16　系統載入CAD圖示意

(四) ScanPrint檢測評估系統現場檢測：檢測人員於現場進行記錄，需配合相機記錄橋梁構件之劣化狀況，為便於說明本案執行方式，以下以一般橋梁下部結構與其墩柱作為範例，未來檢測之執行會以前述步驟拆解完成之構件來進行。

1. D.E.R.&U.橋梁目視檢測評估：依交通部頒公路養護手冊內橋梁目視檢測標準與表格格式進行檢測。

2. 現地橋梁目視檢測評估

(1) 構件劣化狀況記錄表：針對各構件進行劣化狀況之檢核，並以查核表方式進行記錄，如圖5.1-17所示將下部結構墩柱組成單元發生之劣化狀況表列，對發生異狀之構件點選其定性與定量指標。

(2) 構件劣化狀況繪圖：針對記錄表有記載異狀構件單元(圖5.1-18所示)，橋墩CAD拆解成支承墊、橋墩墩體、橋墩基礎、橋墩保護設施、防震設施等)，在系統建置之CAD圖上進行劣化位置與類型之繪製(如圖5.1-19所示)，並於現場進行照片編號之記載(各相機皆有其固定之編號方式)，其亦可於內業進行劣化照片之對照，如圖5.1-20所示。

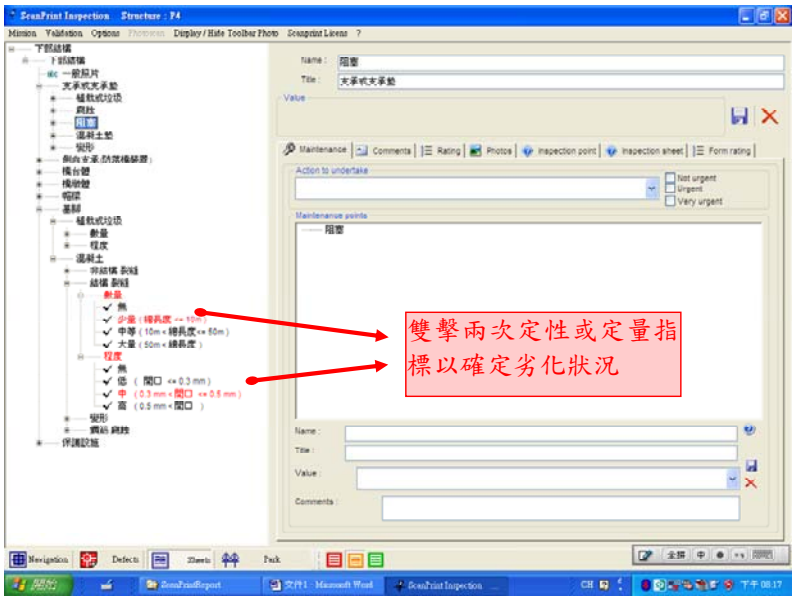


圖5.1-17　構件單元劣化狀況記錄示意

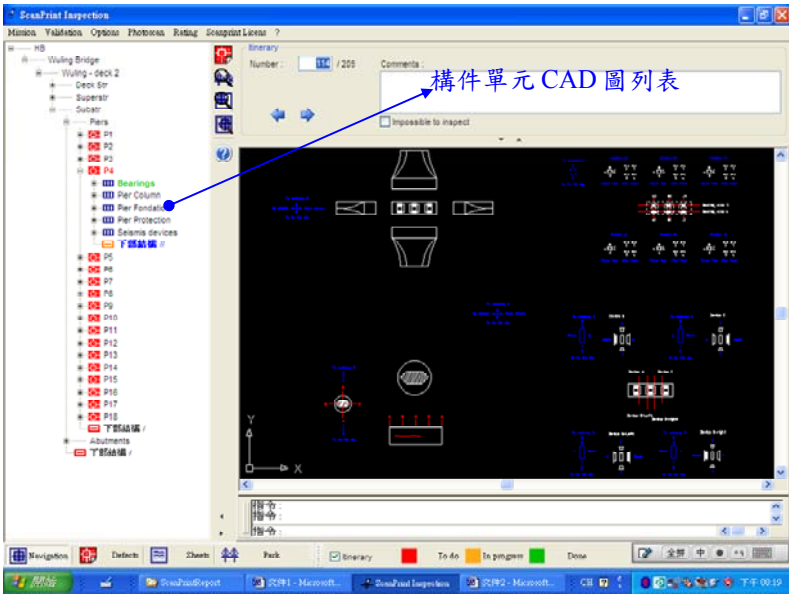


圖5.1-18　構件單元CAD圖列表示意

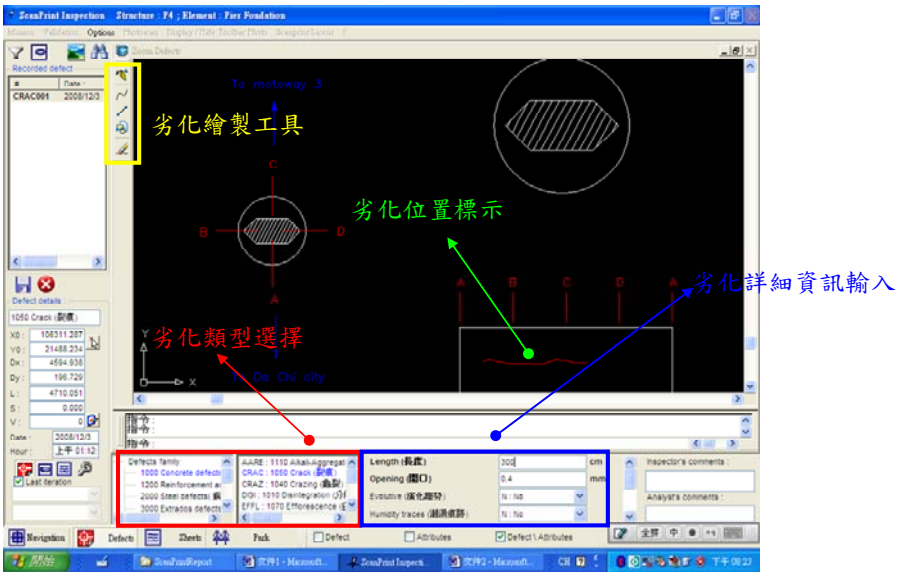


圖5.1-19　構件劣化CAD圖繪製示意

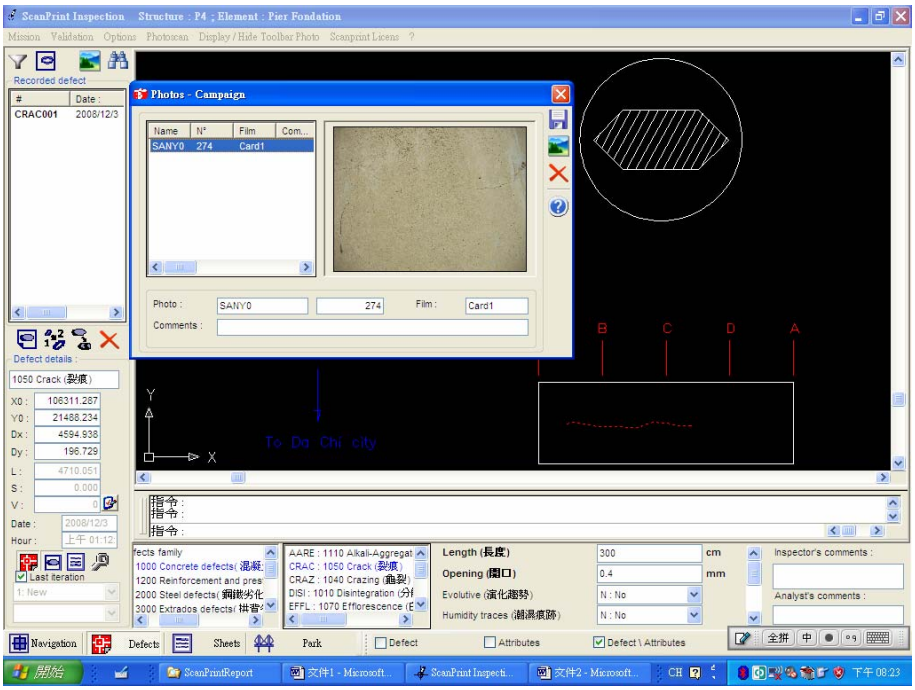


圖5.1-20　構件劣化CAD圖照片對應示意

(五) ScanPrint檢測評估系統資料輸出與報告撰寫

1. 詳細檢測報告：由ScanPrint report模組自動產出檢測結果，包含各構件查核表、劣化圖說繪製與劣化照片對應等。
2. 成果報告撰寫：報告內容包含ScanPrint系統架構說明、構件拆解原則與產出結果說明、現場檢測執行方式說明、檢測成果說明等。

5.1.3 部分橋梁現況目視初步檢測結果

本工程橋梁耐震能力現況目視檢測工作，自申請取得　貴局施工車輛證後，隨即分組展開。目前初步完成之橋梁現況耐震目視檢測結果，包括部分橋墩基礎裸露、護坡土壤流失、串方塊護坡裂縫、河川橋掛淤、局部鋼筋外露銹蝕、帽梁裂縫、橡膠支承墊變形、盤式支承偏心位移、止震塊碎裂鋼筋外露、防震拉條螺帽鬆脫及橋墩受到堤防等結構物拘束等情況，部分現況照片及說明請參見表5.1-3至表5.1-7。

表5.1-3　基礎目視檢測現況

橋名	橋墩墩號	照片	說明
汐止系統交流道匝道1跨北側基隆河橋	P2		基礎外露
汐止系統交流道CDI-NB-RD	P3		墩柱水面處浮木掛淤
安坑橋	P5、P6		樁帽外露
中和交流道北主線高架橋(二)	AN4		串方塊護坡有少許裂隙

大漢溪河川橋 (南、北向)	PS6~PS12、 PN3、 PN6~PN12		基礎外露
崎林路高架橋 (雙林路)南向	P6W		護坡土壤流失

表5.1-4　墩柱目視檢測現況

橋名	橋墩墩號	照片	說明
新台五路交流道匝道7跨匝道1橋	AB1(A1)		鋼筋外露銹蝕
南港系統交流道匝道3跨南深路橋	PD3		柱底表面裂縫修補
樟樹里高架橋N	PS1		墩體鋼筋外露銹蝕
安坑溪橋N	PN3		帽梁裂縫
大漢溪河川橋(北向)	PN9		橋柱鋼筋外露
台一線穿越橋(北向)	P1L		墩柱外側混凝土龜裂

表5.1-5　支承目視檢測現況

橋名	橋墩墩號	照片	說明
汐止系統交流道 CDI-SB-RD	A2(A1)		支承變形
新台五路交流道匝道7排水溝渠橋	A1		支承變形
新店高架橋N	NP1(PN1)		支承偏心變位
茄苳高架橋(南向)	P8W		橡膠支承墊變形
台一線穿越橋 (北向)	A2L		內側RC墊龜裂

表5.1-6　防落設施目視檢測現況

橋名	橋墩墩號	照片	說明
汐止系統交流道匝道2跨北側基隆河橋	P4		止震塊裂損
汐止系統交流道匝道7跨北側基隆河橋	P3		止震塊裂損
橫科路橋S	AS2		止震塊裂損
安坑溪橋N	PN9		止震塊鋼筋外露

表5.1-7　結構系統目視檢測現況

橋名	橋墩墩號	照片	說明
汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋	P1(P4)		帽梁受堤防拘束
汐止系統交流道匝道7跨西側基隆河橋	P5		墩體受觀景台包覆拘束

5.1.4 新店高架橋 ScanPrint 檢測成果

目前劣化較為嚴重者，幾乎為南下橋鋼架之塗裝剝落為主。北上橋因為已做過鋼架重新粉刷，故無塗裝剝落之情形。再者，南側橋台部分之支承墊雖已經有進行部分塗裝，但位於SABT1之支承墊混凝土座，有細微裂縫，後續需注意。其餘在SABT1橋台正面，有兩處鋼筋外露現象。

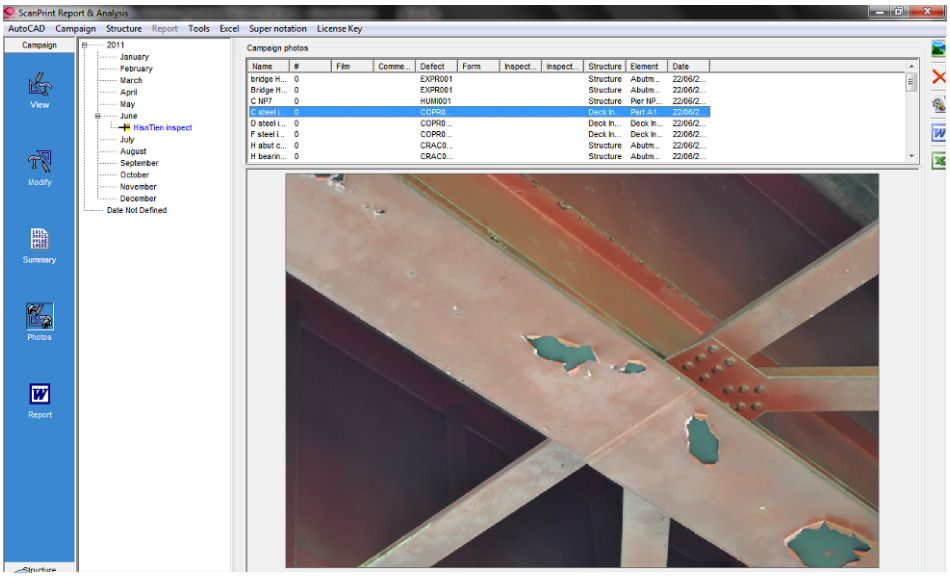


圖5.1-21 ScanPrint照片整合功能

Structure :Structure
Element :Abutment SABT1
Name :EXPR001
Title :1090 鋼筋外露

Structure :Structure
Element :Abutment SABT1
Name :EXPR001
Title :1090 鋼筋外露

Structure :Structure
Element :Pier NP7 - Face N
Name :HUMI001
Title :1070 水跡

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Part A1
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

圖5.1-22 新店高架橋目視檢測劣化照片(一)

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Deck Intrados Steel Part
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Deck Intrados Steel Part
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Structure
Element :Abutment SABT1
Name :CRAC001
Title :1050 混凝土裂縫

Structure :Structure
Element :Abutment SABT1
Name :CRAC002
Title :1050 混凝土裂縫
Comments :支承墊座小裂紋

Structure :Deck Intrados
Element :Part A1
Name :COPR003
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Deck Intrados
Element :Part A1
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

圖5.1-22 新店高架橋目視檢測劣化照片(二)

Structure :Deck Intrados
Element :Part A2
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Deck Intrados
Element :Part A3
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Deck Intrados
Element :Part A1
Name :COPR002
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Span 4
Element :Elevation view GA - VA
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Span 1
Element :Elevation view GA - VA
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

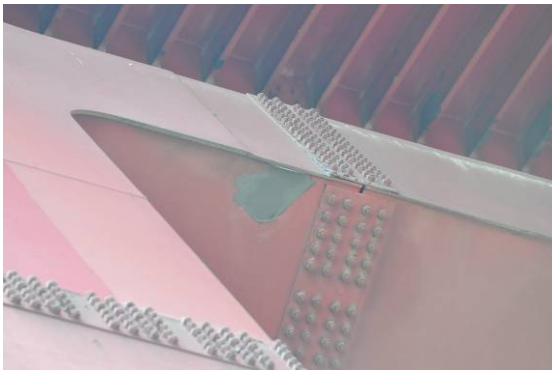
Structure :Span 1
Element :Elevation view GA - VA
Name :COPR002
Title :2010 塗裝劣化

圖5.1-22 新店高架橋目視檢測劣化照片(三)

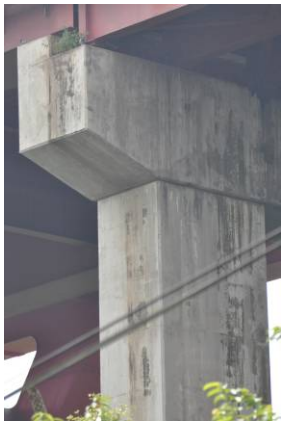
Structure :Span 4
Element :Elevation view GA - VA
Name :CORR001
Title :2050 腐蝕

Structure :Span 2
Element :Elevation view GA - VA
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Span 3
Element :Elevation view GA - VA
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化



Structure :Span 3
Element :Elevation view GA - VA
Name :COPR002
Title :2010 塗裝劣化



Structure :Structure
Element :Pier SP7 - Face N
Name :HUMI001
Title :1070 水跡

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Part A2
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

圖5.1-22 新店高架橋目視檢測劣化照片(四)

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Deck Intrados Steel Part
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Deck Intrados Steel Part
Name :COPR002
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Deck Intrados Steel Part
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Deck Intrados Steel Part
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Deck Intrados Steel Part
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Deck Intrados Steel Part
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

圖5.1-22　新店高架橋目視檢測劣化照片(五)

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Deck Intrados Steel Part
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Deck Intrados Steel Part
Name :COPR002
Title :2010 塗裝劣化

Structure :Deck Intrados Steel Part
Element :Deck Intrados Steel Part
Name :COPR001
Title :2010 塗裝劣化

圖5.1-22 新店高架橋目視檢測劣化照片(六)

由前所述結果可知目前新店高架橋目視檢測結果，南下側橋梁多有塗裝剝落情形，須盡快處理以免未來鏽蝕。

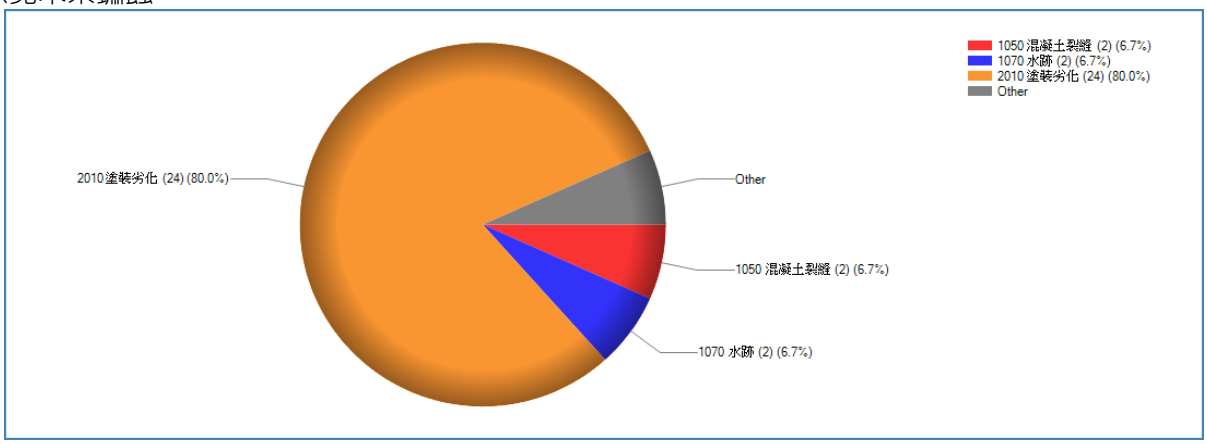


圖5.1-23　新店高架橋所有劣化統計

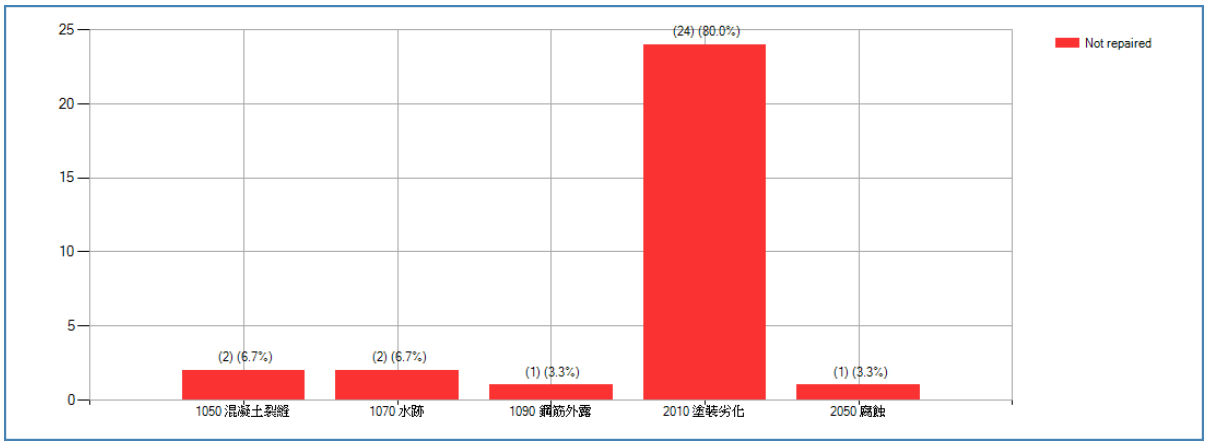


圖5.1-24　新店高架橋劣化統計圖表

5.2 橋梁耐震能力之初步評估方法

5.2.1 國家地震中心「公路橋梁耐震評估及補強準則之研究」初步評估法

橋梁如須進行耐震評估補強工作，可行的方法是發展一套簡便、快速之方法來進行耐震能力初步評估，其後再配合橋梁重要性指標(含橋寬指標、橋梁跨越道路指標及附掛維生管線指標)予以加權平均後加以篩選排序，供橋梁後續進行選擇耐震能力詳細評估之依據。

國家地震中心「公路橋梁耐震評估及補強準則之研究」(98年12月)提供兩種耐震能力初步評估方法，第一種較為簡單，稱為耐震評估檢查表法。此法係以填寫檢查表各項目，依橋梁實際情況得各項目之評分，加總後得分數總計，並根據分數高低以作為該橋梁耐震能力之優劣。配合橋梁重要性指標加以加權平均後，即可進行篩選排序之作業。

第二種方法稱為地震損失風險值法，係以多種典型橋梁發生完全損壞、嚴重損壞、中度損壞與輕微損壞的正規化易損性曲線作為依據，配合受評橋梁之設計地表加速度、地盤種類、三維效應與橋梁斜交程度修正而得受評橋梁之易損性曲線，計算工址發生475年回歸期設計地震時該橋產生完全損壞、嚴重損壞、中度損壞與輕微損壞之或然率，乘上其對應的損失比後得該橋在設計地震發生下的損失風險值，再配合橋梁重要性指標加權予以平均後，即可進行後續篩選排序作業。此法主要是根據橋梁強度韌性對應的耐震能力來釐定，雖然其準確度優於第一種方法之填寫強度韌性評估檢查表，惟欲進行落橋風險評估，仍須使用第一種方法之填寫落橋評估檢查表。

一、耐震評估檢查表法

本法包括兩種耐震能力初步評估檢查表格，分別為「落橋評估檢查表」與「強度韌性評估檢查表」，前者評估地震時發生落橋之可能性，後者評估地震時由強度與韌性組合而得之耐震能力。橋梁地震中產生嚴重破壞主要來自兩方面，一為橋梁強度、韌性不足產生之破壞，如墩柱之撓曲或剪力破壞等，另為主梁由帽梁掉落橋下的破壞。由於落橋主要源於地震時上部與下部結構之相對位移過大，譬如相鄰兩振動單元的基本振動週期差異、土壤液化、基礎土壤互制、基礎裸露等諸多複雜因素，因此評估時通常將兩者獨立出來，各自評估。由於上述兩種檢查表目的不同，所以均須填寫。

強度、韌性不足，致使耐震能力偏低，或橋梁落橋風險高而須補強時，其所採用的補強方案也各自不同。譬如前者可對橋柱柱底包覆鋼板，藉以增進其韌性，而後者常藉增加防落長度與設置防落措施來降低落橋的風險，因此兩者可以分別評估與補強。

耐震評估檢查表主要係參考交通部民國87年7月研究報告「建立公路橋梁安全檢測評估子系統軟體」與民國92年12月交通部公路總局研究報告「橋梁耐震能力評估準則之建立」，與民國97年交通部公路總局研究報告「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」加以修正而成。

(一) 落橋評估檢查表(表5.2-1)

橋梁初步耐震評估以橋梁之各振動單元為對象，橋梁結構振動單元之選取參照公路橋梁耐震設計規範第1.3節規定。由於落橋之發生，主要在行車方向，因此落橋評估檢查表主要以評估行車向落橋風險性為主。本評估檢查表共有14個項目，項次從G101編至G114。其中又區分為橋址環境、結構系統及結構細部三大項，分別有4、6及4個項目。為說明落橋評估檢查表擬訂的背景，並使得不同評估人員評估時具有較一致的客觀標準，該研究就該表撰寫解說如下：

項次【G101】是否為第一類活動斷層近域

橋址若位於第一類活動斷層近域，當此斷層錯動發生地震時，其所受之地震力與產生之位移當必不小，自然增加發生落橋的可能性。97年版以前的公路橋梁耐震設計規範都還未計及第一類活動斷層近域的效應，但97年版規範列出台灣地區七條第一類活動斷層近域所屬之鄉、鎮、市、區，評估時可據此決定橋址是否位處第一類活動斷層近域。位於第一類活動斷層近域之橋梁，其所受到地震的威脅，並非全部來自該斷層影響，事實上地震直接來自該斷層的機率並非很高，而一般是來自較遠域的地震，基此考量配分僅訂為8分。

項次【G102】地盤類別

地盤越軟弱，中長週期加速度反應譜值就越大，地震時引起的位移也較大，因此提高落橋的可能性。所以位於台北盆地或第三類地盤之橋梁，其落橋的威脅性自然高於位於第二類地盤與第一類地盤之橋梁。

項次【G103】相鄰橋墩間地表土質變化

本項次指相鄰兩單元可能因土層軟硬不一，造成周期差異，以致會引起兩單元間之相對位移而落橋。影響橋梁是否落橋的位移，通常與相鄰兩振動單元的週期有關，週期相差越多，即使兩相鄰振動單元的橋墩高度相同，因振動時不同步，也會增加落橋的可能性。再者，若兩單元下的土層軟硬不同，經土壤結構互制後的週期就有差異，兩振動單元的相對位移就會增加而易產生落橋。此外，相鄰橋墩土層變化大時，輸入橋墩底的地震歷時不論在振幅與相位均有所不同，均可能增加相對變位而落橋。

項次【G104】液化可能性

地震時如造成液化現象，嚴重者基礎承載力可能不足致使基礎產生沉陷、平移或傾斜，導致柱頂位移變大而落橋。液化不嚴重時，承載力雖仍足夠，但基礎與土壤互制的勁度會變小，柱頂位移仍會變大而增加落橋的可能性。評估時宜配合現地勘查及參考附近地質之相關文獻資料考量水位、是否為飽和砂性土層及地震危害度大小等因素加以綜合研判。液化定量之計算，如須根據規範計算液化抵抗率FL，再計算土壤參數折減係數DE，等同做詳評工作耗時費力。故初評只要根據水位、土壤種類及475年回歸期地表加速度等影響土壤液化最重要的參數進行綜合判定即可。

表5.2-1　公路橋梁耐震評估檢查表－落橋評估(一般橋梁)

橋梁名稱：　　橋梁編號：　　里程數：　　振動單位：P　~P　　評估者：　　評估日期：

設計規範版本：　□民國49年前　□民國49年~76年　□民國84年~89年　□民國97年版

項次	項目		配分	評估內容	權重	評分
G101	橋址環境	是否為第一類活動斷層近域	8	□是(1.0)□否(0)		
G102		地盤類別	4	□臺北盆地(1.0)□軟弱地盤(0.67)□普通地盤(0.33)□堅實地盤(0)		
G103		相鄰橋墩間地表土質變化	2	□大(1.0) □中(0.67) □小(0.33) □無(0)		
G104		液化可能性	6	□高(1.0) □中(0.5) □低(0) □無(0)		
G105	結構系統	相鄰兩振動單位結構系統差異性	8	□大(1.0) □中(0.67) □小(0.33) □無(0)		
G106		外懸梁	2	□有(1.0) □無(0)		
G107		梁端橋墩或橋台之斜角 θ°	4	$w = \theta° / 90° \le 1.0$		
G108		縱坡坡度S(%)	2	$w = S / 6\% \le 1.0$		
G109		曲線橋(半徑≤100m或交角≥30°)	4	w_1=1-(r / 100)；w_2 =(α/30)-1；w = max (w_1,w_2)；r：半徑 ；α：交角		
G110		基礎裸露程度	20	樁基礎：w =2.0-2.0(h_{left} / h)；沉箱基礎：w =1.43-1.43(h_{left} / h)		
G111	結構細部	支承狀況	4	□極差(1.0)□不良(0.67)□尚可(0.33)□良好(0)		
G112		防落長度	20	$\frac{w = N - Ne}{N/2} \le 1.0$，當$N$-$Ne$ ≥ 0；w = 0，當Ne ≥ N；Ne：實際有效防落長度 N：84年規範規定之防落長度；N = 50 + 0.25L + 1.0H		
G113		防落設施	12	□兩向均無裝設(1.0)□僅垂直行車向裝設(0.5)□僅行車向裝設(0.25)□兩向均有裝設(0) 註：(1)防落設施功能不良者，權重再加0.25。 (2)當Ne≥1.2N，行車向視為具有防落設施，且功能良好。		
G114		其他異常現象	4	橋柱垂直度、支承座至帽梁邊緣混凝土之異常狀況等		
分數總計			100			

註：(1) 實際防落長度如大於規範規定防落長度，橋址環境各項之評分可乘以折減係數 $\phi = 1 - 0.8[(N_e/N) - 1] \ge 0.6$。(2)評估內容中$w$為計算之權重。(3)評分愈高者表安全愈有疑慮。

項次【G105】相鄰兩振動單元結構系統差異性

橋梁活動端與其下柱頂之相對位移，通常與兩個相鄰振動單元有關。如果二振動單元的週期相近，則因地震時產生較同步的振動，相對位移不大，較不易產生落橋。當相鄰兩振動單元因橋墩高度不同等因素，致使振動週期有較大的差異時，兩振動單元的反應就不會同步，致使梁端與柱頂之相對位移加大而增加落橋危險性。

相鄰兩振動單元的週期比大於或等於1.5時系統之差異最大；週期比介於1.25至1.5間差異居中；週期比介於1.25至1.1間差異較小；週期比小於1.1時無差異。相鄰兩振動單元計算週期比時，要考慮兩個主要因子的相乘結果，其中一為週期與柱高的3/2次方成正比，另一為與跨度的1/2次方成正比，算式如下：

$$\frac{T_{L1}}{T_{L2}}=\left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{\frac{1}{2}}\times\left(\frac{H_{L1}}{H_{L2}}\right)^{\frac{3}{2}}$$

其中，L_1、L_2為相鄰兩振動單元跨度，$L_1>L_2$。H_1與H_2為相對應於L_1與L_2之柱高。上述概算得到的結果可應用於大多數的簡支梁橋梁結構系統。若為連續梁橋且支承為鉸接端時，跨度部份可取振動單元總長，柱高部份可取振動單元內各鉸接端柱高3次方總和再開三次方。若於相鄰兩振動單元橋梁結構系統不同時，或上部結構材質相異時如混凝土橋與鋼橋，可填選較保守之值。

項次【G106】外懸梁

橋梁有時將活動端、伸縮縫不設在橋墩頂部，而係設於橋墩外懸梁上。此時因地震時該處有垂直向的振動變形，懸臂梁也有旋轉角，比起活動端、伸縮縫設在橋墩頂部的情況複雜，會增加落橋的機會。

項次【G107】梁端與橋墩或橋台之夾角θ°

θ° 是橋墩或橋台支承連線與垂直行車方向之夾角，橋梁正交時此夾角為0，若夾角不為0，則稱為非正交橋梁，其活動支承配置的方向仍沿主梁的方向，因此地震輸入行車向或垂直行車向時橋墩或橋台會同時承受兩向的地震力，產生兩向的位移而增加落橋的機會。根據交通部97年11月頒布之「公路橋梁耐震設計規範」，梁端防落長度N依下式計算：

$$N=(50+0.25L+1.0H)(1+\theta^{2}/8000)$$

顯然地斜橋的斜角越大，梁端防落長度需留設越長。惟97年版以前規範並未計及此效應，所以評估表中列入此項目。

項次【G108】縱坡坡度S(%)

主梁縱坡坡度太陡時，當鉸支承破壞後，主梁會往低的方向滑動，易於造成落橋。縱坡坡度是以斜坡的垂直邊與水平邊的比值乘以100而得。由評估內容計算權重的公式看，

當縱坡坡度大於6%時，以6%計。

項次【G109】曲線橋(半徑≤100m或斜交角度≥30°)

曲線橋或橋梁斜交角度>30 度時會造成橋梁的不規則性，地震時橋墩會產生兩方向的位移，自然增加落橋的可能性。要根據半徑與交角分別計算權重，再取兩者之大值。

項次【G110】基礎裸露程度

台灣地區因河川沖刷問題嚴重，致使許多橋梁有基礎裸露的問題。橋梁基礎裸露會降低橋墩的勁度，使地震時造成的位移增加而容易落橋。如基礎裸露嚴重，地震時可能因基礎承載力不足而產生平移、傾斜等現象，均會加重墩頂上構與橋墩之相對位移而落橋。評估時，當樁基礎入土剩餘長度為原設計長度之50%時，權重將升至1.0；對沉箱基礎而言，當入土剩餘長度為原設計長度之30%時，權重將升至1.0。

本項評估之基礎裸露深度以目前現狀裸露深度為準，因此可以不必考慮造成基礎裸露諸多因素在內。基於該表係要讓現場工程師快速評估，仍建議保留原本的項目，不需特別增列，僅依據耐震設計規範之土壤分類研判即可。落橋評估檢查表中「基礎裸露程度」之評估內容，係針對基礎已裸露之程度予以評分，若有特殊地質條件易造成洪水沖刷基礎裸露，可在「橋址環境」相關之評分項目及「其他異常現象」項目中予以加重計分。

項次【G111】支承狀況

支承狀況不良時，支承已難以發揮應有的功能，譬如原為固定支承，其現況可能已與活動支承相近，自然會增加落橋的可能性。

項次【G112】防落長度

依規範規定，防落長度計算僅與其跨度、橋梁高度、橋梁斜交角度有關。足夠的防落長度，是防止落橋最有效的辦法。計算權重公式中N_e為受評橋梁有效防落長度，應考慮溫度膨脹、收縮效應後之最短距離。此外，帽梁外緣混凝土保護層部分及上部主梁端部外緣混凝土保護層部分之長度不可計算在內。N為依97年11月部頒公路橋梁耐震設計規範計算所得之所需防落長度。權重公式的意義係當N_e不足N/2時，權重為1.0。

評估檢查表最下面備註提及實際有效防落長度如大於規範規定防落長度，橋址環境各項之評分可乘以折減係數$\phi=1-0.8[(N_e/N)-1]\geq 0.6$，當$N_e/N$大於1.5時，$\phi$取0.6為下限。亦即防落長度很長的情況下，即使橋址環境對落橋不利，也不致落橋。

項次【G113】防落設施

防落設施如防震拉桿、止震塊等，為防止落橋之第二道防線。一般而言行車向較易落橋，因此僅行車向裝設防落設施，其權重為0.25。此外，防落設施如果功能不良，也會影響其防止落橋的功效，因此權重須加上0.25。最後當Ne≥1.2N，行車向即使沒有防落設施，也不易落橋，因此視同行車向具有防落設施，且功能良好。

項次【G114】其他異常現象

若有其他異常現象，譬如橋墩已有傾斜，或梁端與帽梁邊緣混凝土有異常狀況等，評估者可依據實際狀況給予適當之權重。

(二) 強度韌性評估檢查表(表5.2-2)

本評估檢查表共有13個項目，項次從G201編至G213。其中又區分為橋址環境、結構系統及結構細部三大項，分別有3、5及5個項目。G209至G212等四個項目，就一般橋柱、壁式橋墩或鋼橋柱擇一填寫，兩向均橋柱者，填一般橋柱部份，兩向均壁式橋墩者，填壁式橋墩部份，一向為橋柱，而另向為壁式橋墩者，取兩者評分之大值。有關結構細部的四個評估項目，表中分一般橋柱、壁式橋墩與鋼橋柱三種不同結構型式之情況，填表時依受評橋梁實際情形擇一填寫。強度韌性評估檢查表擬訂的背景，及各評估項目之說明如下：

項次【G201】是否為第一類活動斷層近域

橋址若位於第一類活動斷層近域，當此斷層錯動發生地震時，其所受之地震力與產生之位移當必不小，自然增加強度韌性破壞的可能性。97年版以前的規範都還未計及第一類活動斷層近域的效應，但交通部97年11月頒布之『公路橋梁耐震設計規範』已列出台灣地區七條第一類活動斷層近域所屬之鄉、鎮、市、區，評估時可據此決定橋址是否位處第一類活動斷層近域。位於第一類活動斷層近域之橋梁，其所受到地震的威脅，並非全部來自該斷層影響，事實上地震直接來自該斷層的機率並非很高，基此考量配分僅訂為8分。

項次【G202】地盤類別

地盤越軟弱，中長週期加速度反應譜值就越大，地震時引起的地震力也較大，因此提高強度韌性破壞的可能性。以往的規範中，自民國76年的規範開始，已考慮地盤的類別，將軟弱地盤的地震力提高，因此對76 年以後設計之橋梁，本項目之權重可取0。

項次【G203】液化可能性

地震時如造成液化現象，基面可能會降低，影響橋墩與基樁的內力，因此降伏或破壞的位置可能改變，譬如不在柱底產生塑鉸，或落在樁頂降伏，或在樁的某一斷面產生剪力破壞，因而影響其耐震能力。評估時宜配合現地勘查及參考附近地質之相關文獻資料考量水位、是否為砂性土層及地震危害度大小等因素加以綜合研判。自民國84年的規範開始，已有液化潛能的評估規定，並採用折減後之土壤參數設計，因此對84年以後設計之橋梁，本項目之權重可取0。

液化定量之計算，如須根據規範計算液化抵抗率FL，再計算土壤參數折減係數DE，等同做詳評工作耗時費力。故初評只要根據水位、土壤種類及475年回歸期地表加速度等影響土壤液化最重要的參數進行綜合判定即可。

表5.2-2　公路橋梁耐震評估檢查表－強度韌性評估(一般橋梁)

橋梁名稱：　　橋梁編號：　　里程數：　　振動單位：　　評估者：　　評估日期：

設計規範版本：　□民國49年前　□民國49年~76年　□民國84年~89年　□民國97年版

項次	項目			配分	評估內容	權重	評分
G201	橋址環境	是否為第一類活動斷層近域		8	□是(1.0) □否(0)		
G202		地盤類別		6	□台北盆地(1.0) □軟弱地盤(0.67) □普通地盤(0.33) □堅實地盤(0) □76年以後設計(0)		
G203		液化可能性		6	□高(1.0) □中(0.67) □低(0.33) □無(0) □84年以後設計(0)		
G204	結構系統	梁端橋墩或橋台之斜角θ°		4	$w = \theta° / 90° \le 1.0$		
G205		橋柱或壁式橋墩高寬比R		6	當R≤2.5，$w = 1.0$；當2.5<R<5，$w = (5\text{-}R)/2.5$；當R≥5，$w = 0$(取兩向評估之大值)		
G206		振動單位中橋柱、墩最高與最低之比		4	當$r \ge 1.5$，$w = 1.0$；當$1.0 \le R < 1.5$，$w = -2+2r$		
G207		橋柱或壁式橋墩靜不定度		6	□兩向均靜定(1.0) □一向具靜不定(0.5) □兩向均靜不定(0)		
G208		基礎裸露程度		24	樁基礎：w =2.0-2.0(h_{left} / h)；沉箱基礎：w =1.43-1.43(h_{left} / h)		
G209	結構細部	一般橋柱	柱底搭接與否	8	□有搭接(1.0) □無搭接(0)		
G210			塑鉸區箍筋細部	8	□不符合耐震規定(1.0) □部分符合耐震規定(0.5) □符合耐震規定(0)		
G211			主筋斷點與箍筋細部	4	□有斷點且箍筋較柱底少(1.0) □有斷點但箍筋不少於柱底(0.5) □無斷點(0)		
G212			橋柱與基礎劣化程度	8	□嚴重(1.0) □差(0.67) □尚可(0.33) □微(0)		
G209		壁式橋墩	壁式橋墩底部鋼筋搭接與否	6	□有搭接(1.0) □無搭接(0)		
G210			縱、橫向鋼筋比與細部	8	□不符合耐震規定(1.0) □部分符合耐震規定(0.5) □符合耐震規定(0)		
G211			主筋斷點與箍筋細部	6	□有斷點且箍筋較墩底少(1.0) □有斷點但箍筋不少於墩底 (0.5) □無斷點(0)		
G212			橋墩與基礎劣化程度	8	□嚴重(1.0) □差(0.67) □尚可(0.33) □微(0)		
G209		鋼橋柱	橋柱板之寬厚比	8	矩形柱□$\frac{b}{t} < \frac{43}{\sqrt{F_y}}$(0)；□$\frac{43}{\sqrt{F_y}} \le \frac{b}{t} < \frac{63}{\sqrt{F_y}}$(0.5)；□$\frac{b}{t} \ge \frac{63}{\sqrt{F_y}}$(1.0) ；圓形柱□$\frac{D}{t} < \frac{145}{F_y}$(0)；□$\frac{145}{F_y} \le \frac{D}{t} < \frac{232}{F_y}$ (0.5)；□$\frac{D}{t} \ge \frac{232}{F_y}$(1.0)		
G210			縱向加勁板寬厚比	6	□$\frac{b}{t} \ge \frac{63}{\sqrt{F_y}}$(1.0)；□$\frac{b}{t} < \frac{16}{\sqrt{F_y}}$(0)；unit：tonf-cm^2		
G211			人孔位置	6	□內灌混凝土高/人孔位置高≧0.4(1.0)； □內灌混凝土高/人孔位置高 < 0.4(0)		
G212			橋柱銲接細部	8	□全滲透銲(0)； □半滲透銲(1.0)		
G213		支承狀況與其他異常現象		8	支承強度與損壞狀況、橋柱垂直度、跨度差異大、曲線橋、橋柱型式不同、銲接品質不良、腐蝕等		
分　總計				100			

註：(1) G209至G212項，兩向均橋柱者填一般橋柱部份，兩向均壁式橋墩者填壁式橋墩部份，一向為橋柱，而另向為壁式橋墩者，取兩者評分之大值。(2)評估內容中w為計算之權重。(3)評分愈高者表安全愈有疑慮。

項次【G204】梁端與橋墩或橋台之夾角θ°

θ° 是橋墩或橋台支承連線與垂直行車方向之夾角，橋梁正交時此夾角為0，若夾角不為0，則稱為非正交橋梁。此種斜橋具有高度的不規則性，如採靜力分析設計，恐不易掌握其行為，會影響其韌性發展的過程及耐震能力。

項次【G205】橋柱或壁式橋墩高寬比R

高度除以沿地震剪力方向寬度超過5.0時之橋墩柱，大致不會發生剪力破壞，因此韌性較佳。而高寬比小於2.5之壁式橋墩，可能會產生剪力破壞，較不具韌性。若介於兩者之間，採內差計算其權重。行車向與垂直行車向均須計算，但取兩向計算所得之大值。

項次【G206】振動單元中橋柱或壁式橋墩最高與最低之比

同一振動單元中，若橋柱或壁式橋墩高低差異大，其內力分佈以動力分析較準。以往大都採靜力分析，可能低估較低矮橋柱或壁式橋墩(勁度較大)承受之地震力，易先行破壞。

項次【G207】橋柱或壁式橋墩靜不定度

單柱式橋墩多在柱底產生塑鉸，但多柱式構架橋墩因靜不定度高，亦可能於柱頂也會產生塑鉸，韌性自然較佳。壁式橋墩如與主梁剛接，靜不定度提高，除應力能重分配外，亦可提高韌性，耐震能力自然較佳。

項次【G208】基礎裸露程度

台灣地區因河川沖刷問題嚴重，致使許多橋梁有基礎裸露的問題。橋梁基礎裸露會降低橋墩的勁度，改變內力的分配，使塑鉸不發生在柱底而產生在樁頂，甚至在樁身產生剪力破壞。如基礎裸露嚴重，地震時可能因基礎承載力不足而產生平移、傾斜等現象，均會降低橋梁的耐震能力。

項次【G209】柱底搭接與否(一般橋柱)

一般橋柱係指單柱式或構架式鋼筋混凝土橋墩。

柱鋼筋之配置，理想配置方式為柱筋埋入基礎並作90度標準彎鉤，再將主筋向上延伸至柱頂。但部分考慮施工便利性，主筋配置方式採搭接方式，將柱筋延伸出柱底適當長度後截斷，再於此處搭接後向上延伸。此方法將使搭接處鋼筋量加倍，鋼筋不易降伏或降伏範圍小，無法發展出預期的韌性容量，降低耐震能力，所以具有較高配分。

項次【G209】壁式橋墩底部鋼筋搭接與否(壁式橋墩)

壁式橋墩縱向鋼筋對剪力強度的貢獻，有時更超過橫向鋼筋，若主筋的施工採搭接方式，對剪力強度與韌性的發展較為不利。

項次【G209】對於無設計圖說之橋梁則依其設計年代、建造年代之規範、施工當時之習慣、標準圖及採保守方式推估，大致可推估於民國84年前設計竣工橋梁橋墩主筋均位於

柱底搭接施工，民國84年以後設計竣工橋梁則應依頒布之耐震規範規定避免於柱底塑鉸區續接。

項次【G209】橋柱板寬厚比(鋼橋柱)

鋼橋柱係指單柱式或構架式鋼橋柱。

根據阪神地區鋼橋柱震害的統計結果顯示，矩形鋼橋柱縱向加勁板間柱板寬厚比或圓形鋼橋柱柱板徑向寬厚比對橋柱之強度與韌性影響甚鉅，因其控制柱板局部挫屈發生之時機。寬厚比愈大，橋柱之韌性愈差，其行為與建築結構中之受壓構材相似。然因對於鋼橋柱寬厚比之設計目前尚未有較為具體之數據可供依循，故採用保守之國內鋼構造建築物鋼結構設計技術規範中對銲接組合箱型柱受撓曲或純壓力構材之規定，將評估標準分成三個等級，有關矩形柱之規定如下：

1. 具有良好耐震能力的矩形柱寬厚比：

$$\frac{b}{t} < \frac{43}{\sqrt{F_y}} \qquad F_y：單位 tonf/cm^2$$

2. 具有較佳耐震能力的矩形柱寬厚比：

$$\frac{43}{\sqrt{F_y}} \le \frac{b}{t} < \frac{63}{\sqrt{F_y}} \qquad F_y：單位 tonf/cm^2$$

3. 耐震能力不佳的矩形柱寬厚比：

$$\frac{b}{t} \ge \frac{63}{\sqrt{F_y}} \qquad F_y：單位 tonf/cm^2$$

有關圓形鋼橋柱之規定，則採用圓形中空斷面受軸壓力之相關規定，其規定如下：

1. 具有良好耐震能力的圓形柱徑向寬厚比：

$$\frac{D}{t} < \frac{145}{F_y} \qquad F_y：單位 tonf/cm^2$$

2. 具有較佳耐震能力的圓形柱徑向寬厚比：

$$\frac{145}{F_y} \le \frac{D}{t} < \frac{232}{F_y} \qquad F_y：單位 tonf/cm^2$$

3. 耐震能力不佳的圓形柱徑向寬厚比：

$$\frac{D}{t} \ge \frac{232}{F_y} \qquad F_y：單位 tonf/cm^2$$

項次【G210】塑鉸區箍筋細部(一般橋柱)

柱底塑鉸區須配置圍束箍筋，以便增加柱之韌性，達到規範預期的需求。圍束箍筋除須視箍筋量是否足夠，亦與箍筋或繫筋間距及細部是否照規定施作有關。

項次【G210】對於無設計圖說之橋梁將依其設計年代、建造年代之規範、施工當時之習慣、公路總局之標準圖及採保守方式推估，大致可推估民國76年前設計竣工橋梁橋墩箍筋細部「不符合耐震規定」，於民國76~84年間「部分符合耐震規定」，民國84年以後「符合耐震規定」。

項次【G210】縱、橫向鋼筋比與細部(壁式橋墩)

壁式橋墩的耐震行為，係屬剪力牆行為，端視剪力強度發揮與對應韌性容量，及縱、橫向鋼筋量、間距等。此外，水平剪力筋端部之錨碇，也與鋼筋能否發揮其剪力強度有關。

項次【G210】縱向加勁板寬厚比(鋼橋柱)

縱向加勁板所提供的勁度越高其耐震性能越佳，而加勁板的勁度則與加勁板的寬厚比息息相關。由於日本有關加勁板設計之規定過於繁複，故沿用國內鋼構造建築物鋼結構設計技術規範中對未加勁受壓構材寬厚比中之結實斷面之規定，以確保加勁板進入塑性階段前不至於發生局部挫屈之脆性破壞。有關加勁板之規定如下：

1. 具有良好耐震能力的加勁板寬厚比

$$\frac{b}{t} < \frac{16}{\sqrt{F_y}}$$ F_y：單位tonf/cm^2

2. 耐震能力不佳的加勁板寬厚比：

$$\frac{b}{t} \geq \frac{63}{\sqrt{F_y}}$$ F_y：單位tonf/cm^2

項次【G211】主筋斷點與箍筋細部(一般橋柱)

由於上構地震力作用點，在行車向為支承頂，在垂直行車向為上構重心，為節省鋼筋，常會將柱筋在某一高度截斷，因該處彎矩已遠小於柱底，所以設計時常會將鋼筋過早截斷。地震時有可能截斷處比柱底先降伏，致使其韌性遠低於柱底降伏的情況。主筋截斷也會影響剪力強度及韌性，因此規範規定須適量增加箍筋。在此情況下，即使塑鉸產生在主筋截斷處，也有較佳之韌性。

項次【G211】主筋斷點與箍筋細部(壁式橋墩)

壁式橋墩主要承擔剪力，而地震引致之剪力不論墩頂或墩底，其實差別有限。剪力牆抵抗剪力，縱向筋也佔同等的重要性，所以主筋截斷，會增加該處剪力破壞的可能性。此外，斷點處如箍筋亦減少，剪力強度則更為降低。

項次【G211】對於無設計圖說之橋梁將依其設計年代、建造年代之規範、施工當時之

習慣、公路總局之標準圖及採保守方式推估，大致可推估民國76年前設計竣工橋梁橋墩主筋「有斷點且箍筋較柱底少」，於民國76~84年間「有斷點但箍筋不少於柱底」，民國84年以後「無斷點」。

項次【G211】人孔位置(鋼橋柱)

傳統鋼橋柱為減低車輛撞擊所造成橋柱之破壞，往往採用柱底內灌混凝土之作法，雖然在鋼橋柱設計之初並未將混凝土之強度及勁度納入考量，但在地震力作用下鋼橋柱之內灌混凝土亦參與作用，其最直接之貢獻為提高柱翼板或腹板之面外挫屈勁度，防止柱翼板或腹板局部挫屈過早發生。依據研究結果顯示鋼橋柱內灌混凝土可大幅提高鋼橋柱之強度與韌性。然不論在阪神地震之破壞模式或相關之研究均發現，在地震力或反復載重作用下，破壞常發生在鋼橋柱混凝土灌漿與未灌漿之交界面，其主要原因為在此混凝土交界面鋼橋柱因勁度變化過大而產生應力集中效應，因而導致鋼板之挫屈。

此外，根據鋼橋柱在阪神地震下的震害統計資料可知，在人孔處產生挫屈的比率約佔所有挫屈量的43%，因此人孔亦為影響橋梁強度、韌性的重要因數。造成橋柱於人孔處挫屈的原因有二：(i)人孔處的斷面產生幾何不連續而導致應力集中現象。(ii)橋柱斷面所受彎矩與距橋柱頂部的距離成正比，愈接近柱底其所受彎矩越大，故當人孔位置越低，因其所受應力越大，而再配合應力集中之效應，人孔處的鋼板就會比其他地方先產生降伏，亦即挫屈將產生在人孔處。

而由挫屈發生位置關係中知當橋柱內灌混凝土高約佔人孔高的40~50%時，橋柱的挫屈並不會發生在人孔處，因為當人孔位置越高，其所受應力越小。故其檢核公式以內灌混凝土高與人孔高之比值是否小於0.4做為判斷之標準，即內灌混凝土高/人孔高＜0.4時，行為較佳。

項次【G212】橋柱(墩)與基礎劣化程度

橋柱(墩)與基礎如已劣化，表示其強度已經折減，而主筋與箍筋也可能鏽蝕，直接影響橋柱(墩)與基礎的強度與韌性。

橋梁如曾進行DERU檢測，可由橋柱(墩)與基礎判定的等級來勾選，如未曾進行DERU檢測，則依該檢測的標準評定後勾選。DERU檢測係指97年度交通部頒布「公路鋼結構橋梁之檢測及補強規範」所規定之橋梁構件劣化的判定標準。DERU係橋梁構件劣化的判定標準，D表示劣化程度，E表示劣化範圍，R表示劣化情形對橋梁結構安全性與服務性之影響度，U表示劣化構件維修的急迫性。

項次【G212】橋柱銲接細部(鋼橋柱)

傳統箱型柱柱板之銲接模式在阪神地震前僅在橋柱上、下端部可能發生塑鉸區採用全滲透銲，其他橋柱部分則採用半滲透銲，由於半滲透銲存在有天然之裂縫，若加上應力集中處如帽梁、橋柱之角隅處等則便會產生銲道開裂。鑑於阪神地震中部分箱型鋼橋柱因銲

道龜裂造成鋼橋柱之脆性破壞，進而大幅降低鋼橋柱之強度與韌性，故日本在地震後橋柱之設計均採用全滲透銲接。國內鋼橋柱之設計一般以日本設計方法為設計為依歸，故橋柱之銲接型式亦以阪神地震前後作為分界，對於阪神地震前所設計之鋼橋柱需檢討其半滲透銲接可能造成銲道龜裂之影響。

項次【G213】支承狀況與其他異常現象

如受評橋梁具有上述表格項次中未述及之異常現象，譬如支承強度與損壞狀況、橋柱垂直度、跨度差異大、曲線橋、橋柱型式不同、銲接品質不良等現象時，評估者可自行研判其影響強度韌性發展的程度，給予適當的權重。

二、 地震損失風險值法

(一) 地震損失風險值

某一橋梁評估單元之地震損失風險值L係指該評估單元在設計地震下，可能產生輕微損壞、中度損壞、嚴重損壞或完全損壞等不同損害狀態，將其對應的或然率乘以修復的費用加總謂之，可按下式計算：

$$L = C\sum_{i=2}^{5} p_i \gamma_i$$

其中：

C：該橋梁評估單元之新建成本。

p_i：475年回歸期設計地震下，該橋梁評估單元產生各種損壞狀態的或然率，其中i由2至5分別代表輕微損壞、中度損壞、嚴重損壞與完全損壞。

r_i：各種損壞狀態之修復成本與新建成本之比值，稱為不同損壞狀態之損失比。

(二) 易損性曲線

橋梁產生各種損壞狀態對應之地震地表加速度或然率分佈曲線，如圖5.2-1所示。如已知受評橋梁之475年回歸期設計地震地表加速度，則可求得產生各種損壞狀態的或然率p_i。

如圖5.2-2所示，為橋梁振動單元承受地震力與所產生水平變位的關係。點2為降伏點，點5為完全損壞臨界點，可利用容量震譜法求取降伏點與完全損壞臨界點對應之地震地表加速度。

通常在降伏點以下，橋梁不會產生任何損壞，而超過完全損壞臨界點，橋梁將產生完全損壞。在點2與點5間等距內插點3及點4來定義產生中度損壞與嚴重損壞之地表加速度。惟考慮橋梁抵抗地震能力的隨機性，將上述四個地表加速度視為隨機變數x，一般假設為對數常態分佈，m為上述各損壞狀態對應地表加速度之中值，β為其變異係數，則其或然率密度函數如下：

$$f_x(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\beta x}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x-\ln m}{\beta}\right)^2\right] \qquad 0\le x\le\infty$$

將或然率密度函數積分為或然率分佈函數F(x)，並繪出其圖形，如圖5.2-1中的四條曲線，可藉以求得p_i(i=2~5)。

(三) 典型橋梁分類

台灣地區的一般橋梁共分為12類，其代號如表5.2-3所示。分類原則係依上部結構(簡支梁與連續梁)、下部結構(單柱、構架式與壁式)與設計方法(韌性設計與非韌性設計)定義之。

本準則適用的對象係一般橋梁，所以典型橋梁分類只有12類。單跨橋梁因地震產生的災害較少，一般只要檢討防落長度與支承強度即可，因此不包括在內。

台灣地區「公路橋梁耐震設計規範」至84年版才開始將韌性設計規定納入。因此可將84年以後設計的橋梁歸屬為韌性設計之橋梁，而84年以前設計的橋梁視為非韌性設計之橋梁。

(四) 各類典型橋梁正規化易損性曲線參數

正規化橋梁係指475年回歸期設計地表加速度為0.23g，位處第一類地盤，非斜交橋且不考慮三維效應之橋梁。各類典型橋梁正規化易損性曲線參數，包括圖5.2-2中2、3、4與第5點之中值地表加速度m_2、m_3、m_4與m_5；及其對應之變異係數β_2、β_3、β_4與β_5如表5.2-4所示。

交通部公路總局研究計畫「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」曾針對台灣地區一百多座各類型一般性橋梁，進行耐震能力詳細評估的工作，求出各橋的降伏地表加速度與崩塌地表加速度。由於各橋475年回歸期設計地表加速度不同、橋址地盤種類不同，為降低各類橋梁易損性曲線的變異性，先將各橋的降伏地表加速度與崩塌地表加速度正規化至475年回歸期設計地表加速度為0.23g，且位處第一類地盤，再進行統計分析求各類橋梁的平均降伏地表加速度與崩塌地表加速度，稱為該類型橋梁正規化降伏地表加速度中值m_2與正規化崩塌地表加速度中值m_5，也可求得內差點m_3與m_4，如表5.2-4所示。將來對非正規化條件之橋梁，再轉換至其自己的工址條件，並考慮斜交橋效應與三維效應，得到該橋易損性曲線的正確參數。表5.2-4除提供上述m_2至m_5之參數外，也提供其變異係數參數β_2至β_5。

(五) 不同損壞狀態之損失比

各類典型橋梁產生各種損壞狀態之修復成本與新建成本之比值γ_i如表5.2-5所示，其中i等於2~5，分別對應於輕微損壞、中度損壞、嚴重損壞與完全損壞。

欲估算各類典型橋梁產生各種損壞狀態之修復成本，除要知道修復成本與新建成本之比值γ_i外，還要知道新建成本C。由於各類典型橋梁的新建成本隨許多因素而變，謹根據交通部公路總局研究計畫「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」所建議之單位橋面板(平方公尺)新建成本，列如表5.2-6以供參考。由於深基礎造價較高，該表之新建成本按深基礎與淺基礎分別列入。如新建成本C可準確計算，自然可以使用。

(六) 易損性曲線中值之修正係數

易損性曲線中值之計算，應將第(四)點正規化易損性曲線參數m_2、m_3、m_4與m_5，加以修正如下：

$$\overline{m_2} = m_2 \times \left(\frac{Z_d}{0.23}\right) \times K_{soil}$$

$$\overline{m_3} = m_3 \times \left(\frac{Z_d}{0.23}\right) \times K_{soil} \times K_{3D} \times K_{skew}$$

$$\overline{m_4} = m_4 \times \left(\frac{Z_d}{0.23}\right) \times K_{soil} \times K_{3D} \times K_{skew}$$

$$\overline{m_5} = m_5 \times \left(\frac{Z_d}{0.23}\right) \times K_{soil} \times K_{3D} \times K_{skew}$$

式中：

Z_d：受評橋梁之設計水平地表加速度。

K_{soil}：地盤種類修正係數。

K_{3D}：橋梁三維修正係數。

K_{skew}：橋梁斜交修正係數。

由於求取各類典型橋梁正規化易損性曲線參數時，係將設計水平地表加速度正規化至0.23g，因此受評橋梁應根據其設計時對應之475年回歸期地表加速度Z_d計算修正係數$Z_d/0.23$。一般而言，Z_d可依橋梁設計時使用的震區來求取。

由於求取各類典型橋梁正規化易損性曲線參數時，係將地盤種類正規化至第一類地盤，因此受評橋梁應依工址實際地盤種類計算地盤種類修正係數K_{soil}。橋梁以民國76年橋梁設計規範地震力規定設計者，K_{soil}計算如下：

$$K_{soil} = \begin{cases} 1.0 & \text{第一類地層} \\ 1.167 & \text{第二類地層} \\ 1.333 & \text{第三類地層(含台北盆地)} \end{cases}$$

民國76年橋梁設計規範地層分為四類，且無台北盆地區域。如以目前TELES之資料庫決定某座橋梁之地盤類別，則因其對台北盆地外之地區，地盤分類只有三類，因此將76年規範第二與第三類地層合併為第二類地層，而將台北盆地視為第三類地層。

橋梁以民國84年橋梁耐震設計規範設計者，K_{soil}計算如下：

$$K_{soil}=\begin{cases}1.0 & \text{第一類地層}\\ 1.25 & \text{第二類地層}\\ 1.50 & \text{第三類地層}\\ 1.75 & \text{台北盆地}\end{cases}$$

根據FHWA公路橋梁耐震補強手冊，修正係數K_{skew}可依下式計算：

$$K_{skew}=\sqrt{\cos\alpha}$$

其中α為垂直橋梁行車中心線方向與平行支承中心連線間之夾角。

K_{3D}計及多跨橋梁之3_D效應，根據FHWA公路橋梁耐震補強手冊，此係數如表5.2-7所示。

表5.2-3　台灣地區一般典型橋梁分類

上部結構	橋墩(柱)型式	設計規範版本分類	分類代號
簡支梁	單柱	傳統*	TYPE1C
		耐震**	TYPE1S
	構架式	傳統	TYPE2C
		耐震	TYPE2S
	壁式	傳統	TYPE3C
		耐震	TYPE3S
連續梁	單柱	傳統	TYPE4C
		耐震	TYPE4S
	構架式	傳統	TYPE5C
		耐震	TYPE5S
	壁式	傳統	TYPE6C
		耐震	TYPE6S
*設計規範版本為民國84年以前 **設計規範版本為民國84年以後			

表5.2-4　各類典型橋梁正規化易損性曲線之平均值m_i與變異係數β_i

橋梁分類	輕微損壞		中度損壞		嚴重損壞		完全損壞	
	m_2	β_2	m_3	β_3	m_4	β_4	m_5	β_5
TYPE1C	0.262	0.5	0.287	0.45	0.313	0.4	0.338	0.4
TYPE1S	0.333	0.5	0.396	0.45	0.459	0.4	0.522	0.4
TYPE2C	0.438	0.5	0.456	0.45	0.474	0.4	0.492	0.4
TYPE2S	0.438	0.5	0.525	0.45	0.613	0.4	0.700	0.4
TYPE3C	0.273	0.5	0.303	0.45	0.332	0.4	0.362	0.4
TYPE3S	0.273	0.5	0.367	0.45	0.461	0.4	0.555	0.4
TYPE4C	0.346	0.5	0.380	0.45	0.413	0.4	0.447	0.4
TYPE4S	0.361	0.5	0.452	0.45	0.543	0.4	0.634	0.4
TYPE5C	0.471	0.5	0.493	0.45	0.516	0.4	0.538	0.4
TYPE5S	0.471	0.5	0.549	0.45	0.627	0.4	0.705	0.4
TYPE6C	0.392	0.5	0.425	0.45	0.459	0.4	0.492	0.4
TYPE6S	0.409	0.5	0.505	0.45	0.602	0.4	0.698	0.4

表5.2-5　各類典型橋梁產生各種損壞狀態之修復成本與新建成本之比值γ_i

橋梁分類	輕微損壞	中度損壞	嚴重損壞	完全損壞
	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5
TYPE1C	0.03	0.150	0.50	1.00
TYPE1S	0.03	0.135	0.40	0.70
TYPE2C	0.03	0.150	0.50	1.00
TYPE2S	0.03	0.135	0.40	0.70
TYPE3C	0.03	0.150	0.50	1.00
TYPE3S	0.03	0.135	0.40	0.70
TYPE4C	0.03	0.150	0.50	1.00
TYPE4S	0.03	0.135	0.40	0.70
TYPE5C	0.03	0.150	0.50	1.00
TYPE5S	0.03	0.135	0.40	0.70
TYPE6C	0.03	0.150	0.50	1.00
TYPE6S	0.03	0.135	0.40	0.70

表5.2-6　各類典型橋梁單位橋面板之新建成本參考值(千元/平方公尺)

橋梁分類	深基礎	淺基礎
TYPE1C	40	34
TYPE1S	40	34
TYPE2C	40	34
TYPE2S	40	34
TYPE3C	40	34
TYPE3S	40	34
TYPE4C	45	38.25
TYPE4S	45	38.25
TYPE5C	45	38.25
TYPE5S	45	38.25
TYPE6C	45	38.25
TYPE6S	45	38.25

表5.2-7　多跨橋梁3D效應修正係數K_{3D}

上構種類	傳統橋梁	耐震橋梁
鋼筋混凝土簡支梁	$1+0.25/n_p$	$1+0.25/n_p$
鋼筋混凝土連續梁	$1+0.33/n_p$	$1+0.33/n_p$
鋼簡支梁	$1+0.09/n_p$ ；L≧20m $1+0.20/n_p$ ；L＜20m	$1+0.25/n_p$
鋼連續梁	$1+0.05/n_p$ ；L≧20m $1+0.10/n_p$ ；L＜20m	$1+0.33/n_p$
鋼筋混凝土簡支梁	$1+0.25/n_p$	$1+0.25/n_p$
鋼筋混凝土連續梁	$1+0.33/n_p$	$1+0.33/n_p$
備註：1.n_p=橋梁數=n-1，其中 n 為橋梁跨度數 2.L=最長跨之長度		

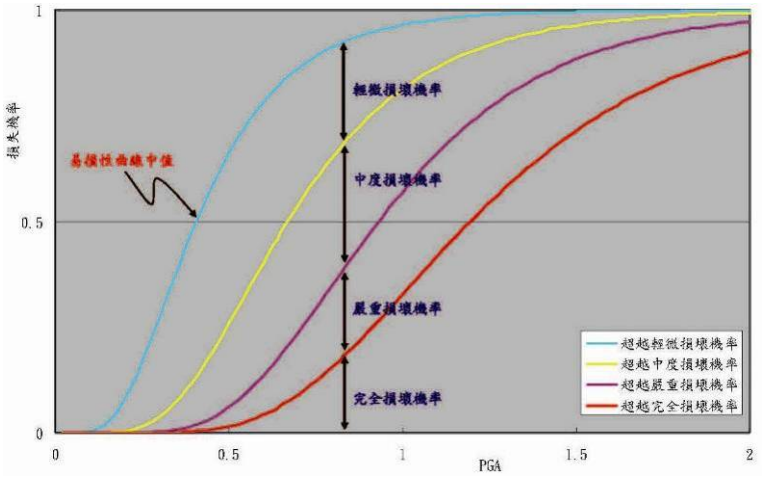


圖5.2-1　超越不同損害狀態之耐震易損性曲線與損害狀態機率示意圖

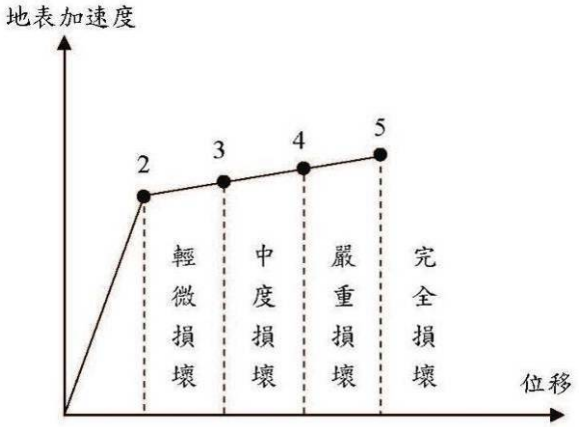


圖5.2-2　橋梁振動單元之降伏點2與完全損壞臨界點5

5.2.2　橋梁耐震評估檢查表之建立

國內橋梁耐震能力初步評估表格之演進摘要如下，各評估項目屬性之權重分析請參見圖5.2-3：

一、交通部「公路橋梁安全初步檢測及評估準則」(民國85年7月)

國內早期橋梁耐震能力的初步評估係依本準則所提供的「公路橋梁安全之耐震初步評估表」，針對地震中橋梁可能之破壞模式區分為落橋破壞(支承座長度不足)，強度韌性破壞(帽梁破壞、橋墩破壞、基礎破壞)與不穩定破壞(橋台旋轉及傾倒、土壤液化)三類，進行落橋、強度韌性及穩定性評估。

二、「橋梁耐震能力評估準則之建立」研究成果(民國92年12月)

由於上述初步評估準則並未適當地考量箍筋間距、鋼筋彎鉤等與橋梁結構破壞模式有極大關聯的結構細部影響參數。除此之外，初步評估皆以橋梁受地震之結構反應為出發點，檢視橋梁周遭環境與結構特性對於橋梁的影響，而未考量到橋梁本身對社會經濟上之影響，且現行評

估橋梁強度韌性之項目主要考量混凝土橋柱之評估，對鋼橋柱無法有效評估。有鑑於此，公路總局委託臺灣營建研究院辦理本研究，以85年版公路橋梁耐震能力初步評估準則為藍本，研擬改進之耐震能力初步評估準則，取消「穩定性評估」，主要將初步評估分為兩大類，一為「落橋評估」，另一為「強度與韌性評估」。本準則於強度韌性評估中，新增鋼橋柱評估準則，且強度韌性評估甲表為了簡化整體評估作業，將橋柱箍筋細部、主筋搭接伸展長度、主筋鋼筋量等關於結構細部之評估項目，改採橋梁耐震規範之訂定年代為評定標準，另外增加了「震區影響係數」之評分比重，並新增「橋柱高度」之評估項目及減少土壤狀況之相關比重等評估項目之改進。

三、「公路橋梁耐震評估及補強準則之研究」成果報告(民國98年12月)

公路總局委託國家地震中心辦理之「公路橋梁耐震評估及補強準則之研究」成果報告，參考交通部民國87年7月研究報告「建立公路橋梁安全檢測評估子系統軟體」、前述第二項研究成果與民國97年公路總局研究報告「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」加以修正，提出兩種耐震能力初步評估檢查表格，分別為「落橋評估檢查表」與「強度韌性評估檢查表」。

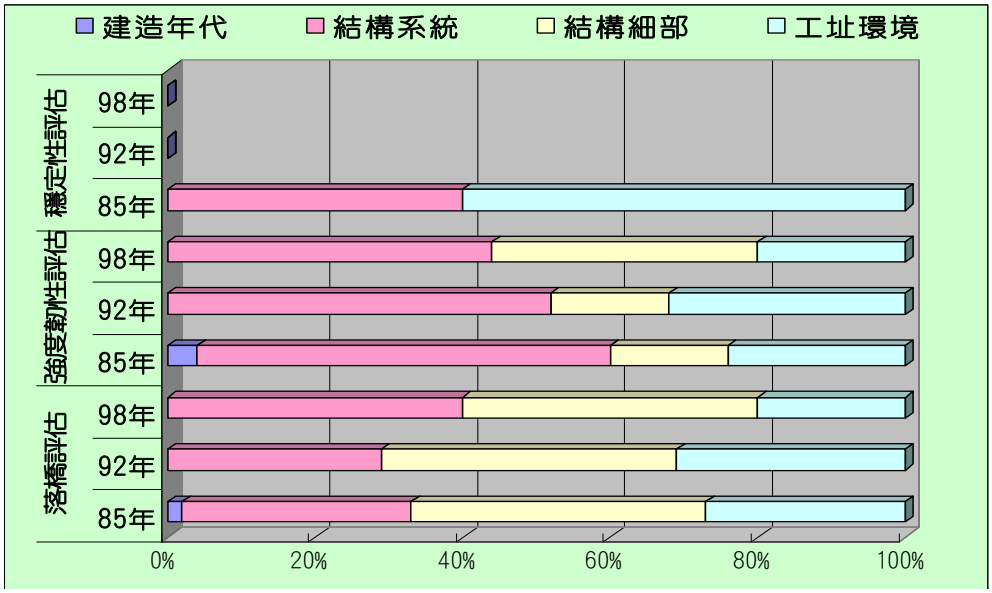


圖5.2-3　各評估項目屬性之權重分析圖

依據前述之探討，本規劃報告採用最新「公路橋梁耐震評估及補強準則之研究」成果報告所提出之耐震能力初步評估檢查表格進行初步評估，並將結果進行統計分析，以掌握工程範圍內橋梁耐震能力大致狀況，請參見5.3節，並據以做為補強工程經費估算之參考。

5.3 橋梁耐震能力之初步評估成果

5.3.1 橋梁基本資料的統計

經蒐集整理包括國道3號高速公路原建、拓建及改善各階段橋梁工程及東西向快速公路與國道3號高速公路銜接系統交流道工程匝、環道橋梁等，以及汐止系統、新竹系統等系統交流道與中山高連絡之橋梁單元，參考「橋梁管理資訊系統」橋梁資料之定義，總計本工程範圍內橋梁共285座，橋梁總面積達1,043,690平方公尺(包含設計標準已知符合84年版耐震設計規範之寶山交流道及茄冬交流道橋梁)，依擬定之橋梁編碼系統匯整橋梁基本資料總表詳如附錄一所示。

由圖5.3-1中可看出，本計畫工作範圍中國道3號之橋梁面積總和約佔85.29%為最高，其次為國道10號約佔13.99%，國道5號約佔0.49%，國道1號約佔0.23%。由圖5.3-2可看出，若以一般橋梁(穿越橋、河川橋、匝道橋及跨越橋)統計而言，本工程橋梁面積以穿越橋佔44.71%最多，其次為河川橋約佔38.45%，匝道橋約佔8.05%，而跨越橋則約佔2.43%。由於本計畫之工作範圍主要為國道3號北部路段，因此如圖5.3-3所示，本計畫所統計之橋梁面積和，以關西工務段所管轄之橋梁約佔35.93%最多，其次為木柵工務段約33.10%，再其次則為屏東工務段約佔17.15%，其餘工務段所轄之橋梁佔13.83%。若依HAZ-Taiwan所定義之橋梁類別統計結果而言，如圖5.3-4所示，以TYPE 7(多跨連續壁式橋墩)佔約34.87%為最多，其次類別為TYPE 5(多跨連續單柱式橋墩)佔約19.12%，再其次類別為TYPE 3(多跨簡支多柱式橋墩)約佔13.91%。

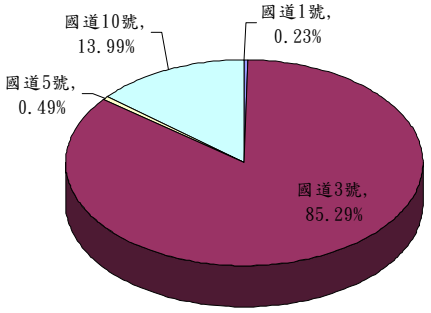


圖5.3-1 依國道別統計圖

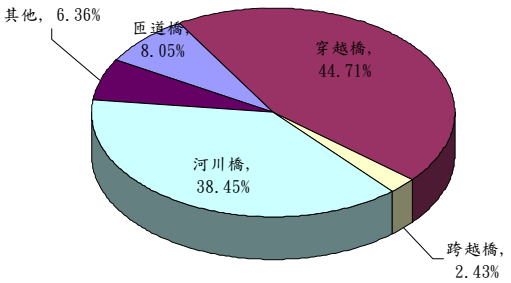


圖5.3-2 依一般橋梁類別統計圖

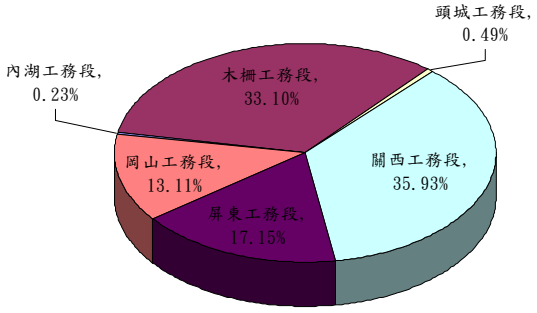


圖5.3-3 依管養單位別統計圖

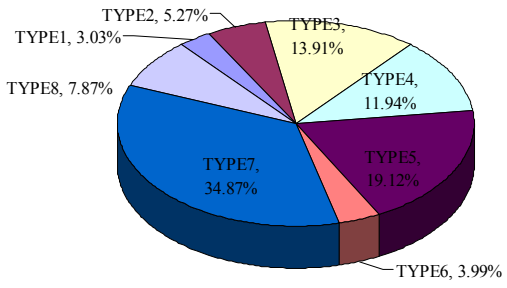


圖5.3-4 依HAZ-Taiwan橋梁別統計圖

本工程依據一般橋梁類別之總橋面積與其所類屬之國道別相關統計列於表5.3-1、圖5.3-5。而一般橋梁類別之總橋面積與其所隸屬之管養單位之關係則列於表5.3-2與圖5.3-6。除了橋梁一般性的分類外，就本公司與國家地震工程研究中心合作發展HAZ-Taiwan橋梁模組之8個橋梁分類系統之橋梁總面積統計數據見於表5.3-3與圖5.3-7。

此外，由圖5.3-7可知，穿越橋中，以TYPE 7佔最多，其橋面積佔穿越橋全部面積的37.71%，其次為TYPE 5，所佔比例為27.74%；若橋梁歸類為河川橋，亦是以TYPE 7佔最多，所佔比例高達41.78%，TYPE 3與TYPE 5則分居二、三名；匝道橋以TYPE 2佔最多，跨越橋則以TYPE 8、TYPE 7佔最多，分佔34.30%及30.49%。

表5.3-1　依國道別之橋梁面積資料統計表

(單位=m^2)

國道別	匝道橋	穿越橋	跨越橋	河川橋	其他
國道1號高速公路	2,353	0	0	0	0
國道3號高速公路	76,552	337,173	24,371	385,738	66,328
國道5號高速公路	5,150	0	0	0	0
國道10號高速公路	0	129,448	982	15,595	0

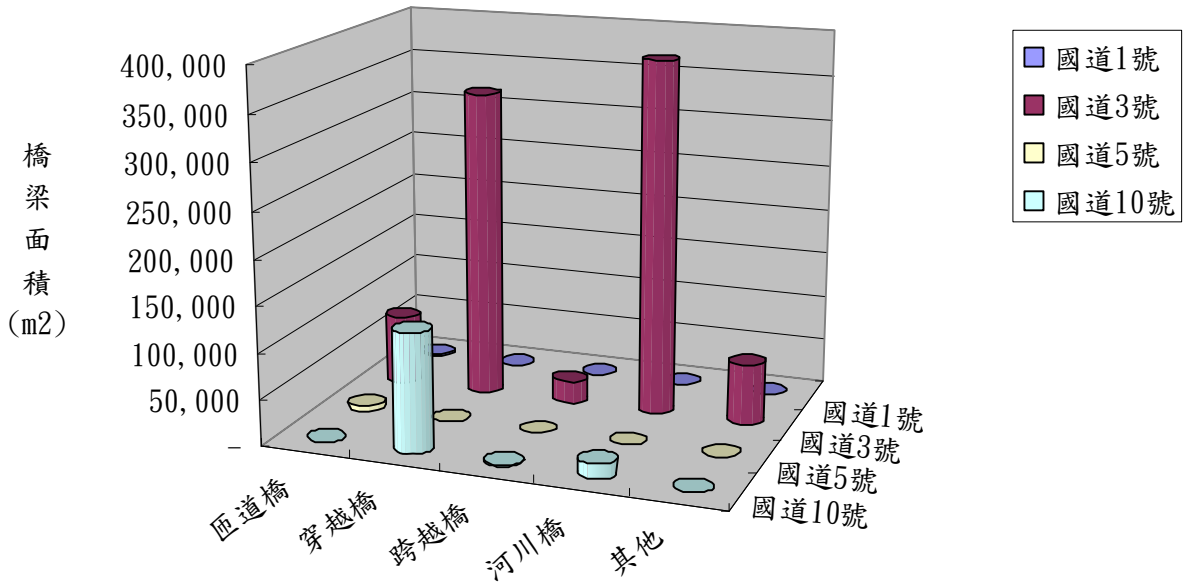


圖5.3-5　國道別之橋梁面積資料統計圖

表5.3-2　依管養單位別之橋梁面積資料統計表

(單位=m^2)

主管單位	匝道橋	穿越橋	跨越橋	河川橋	其他
內湖工務段	2,353	0	0	0	0
木柵工務段	61,291	109,255	865	137,538	36,492
頭城工務段	5,150	0	0	0	0
關西工務段	15,261	110,065	23,506	196,278	29,835
屏東工務段	0	117,852	0	61,136	0
岡山工務段	0	129,448	982	6,382	0

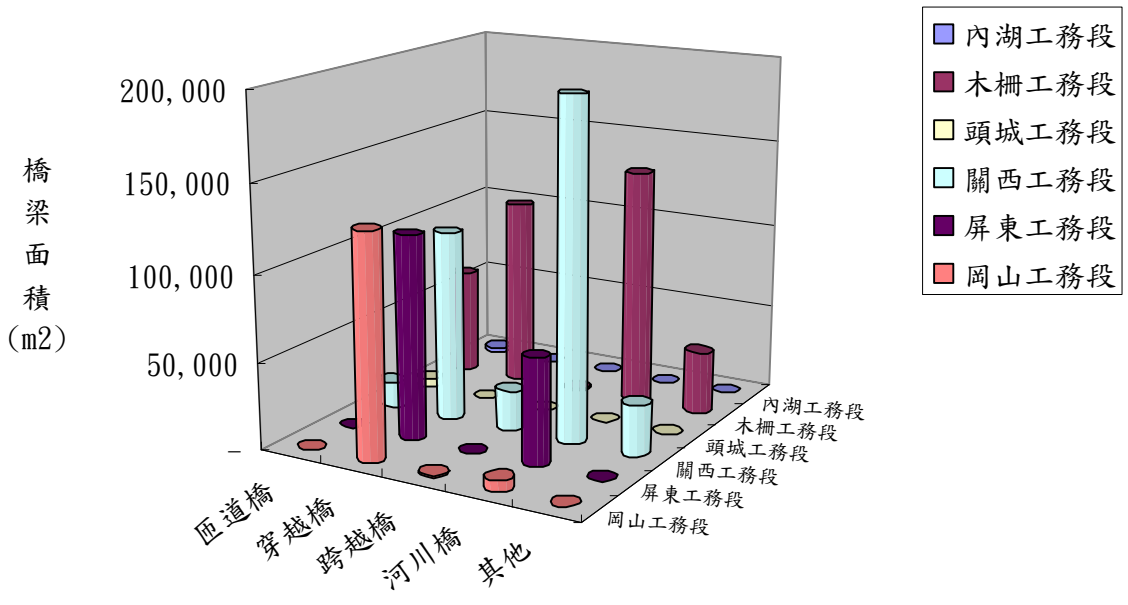


圖5.3-6　依管養單位別之橋梁面積資料統計圖

表5.3-3　依HAZ-Taiwan橋梁類別之橋梁面積統計表

(單位=m^2)

	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3	TYPE 4	TYPE 5	TYPE 6	TYPE 7	TYPE 8
穿越橋	21,209	0	37,317	51,550	129,448	13,706	175,958	37,432
河川橋	8,340	21,212	76,687	64,109	20,907	10,293	167,673	32,113
匝道橋	1,249	25,404	13,738	8,974	13,460	7,047	10,318	3,864
跨越橋	0	610	1,583	0	2,940	3,794	7,731	8,696
其它	844	7,725	15,842	0	32,831	6,790	2,296	0

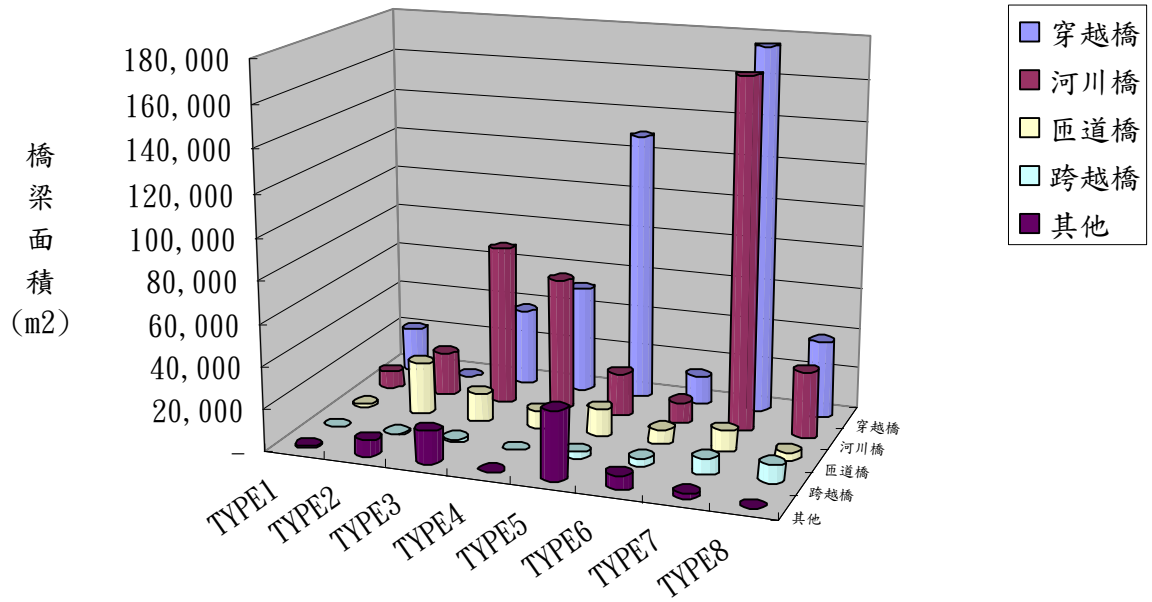


圖5.3-7　依HAZ-Taiwan橋梁類別之橋梁面積統計表

5.3.2 橋梁耐震能力之初步評估統計

依據所蒐集到之工程範圍內各橋梁生命週期相關資料，及進行中之橋梁耐震目視檢測成果，採用5.2.2節建立之初步評估檢查表，分別針對全案所有橋梁振動單元進行橋梁耐震能力之初步評估。並就各橋梁初步評估結果，分別依所屬管養單位、一般橋梁類別(穿越橋、河川橋、跨越橋及匝道橋)以及HAZ-Taiwan橋梁類別(TYPE 1~TYPE 8)進行統計分析，詳表5.3-4~表5.3-6及圖5.3-8~圖5.3-10。

1. 圖5.3-9為依所屬管養單位繪出評估結果，由圖中可看出，就落橋評估而言，所有橋梁大部份評估分數落在0~30之區間內，其餘也均能維持在60分以下；而強度韌性評估項目，主要評估結果落在30~60分間。

2. 圖5.3-9為以一般橋梁類別區分之初步評估分數分佈圖，其中就落橋評估而言，大部份的分數落在0~30分之區間，僅有些許匝道橋與河川橋分數在30分以下，分別只佔6.94%及9.21%；而強度韌性評估部分，則大部份的分數落在30~60分之區間，其中穿越橋的分數落在30~60分區間內者高達79.19%，所佔比例相對較高。

3. 圖5.3-10是以HAZ-Taiwan梁類別來分之初步評估統計分數；就落橋評估而言，所有類別之分數主要分佈在0~30分區間最多，而TYPE 2(多跨簡支單柱式橋墩)的評估分數落在30~60分區間者約佔10%，狀況稍差；就強度韌性評估而言，除因TYPE 1(單跨)外，大部份分數落於30~60分區間，尤其TYPE 4(多跨簡支壁式橋墩) 、TYPE 5(多跨連續單柱式橋墩)以及TYPE 7(多跨連續壁式橋墩)三者最高，分別有94%及84%及83%集中在30~60分區間，顯示壁式橋墩之強度韌性相對較差。

針對現階段完成的工程範圍內所有橋梁耐震能力之初步評估成果，大致可獲得以下的結論：

1. 工程範圍橋梁落橋評估分數多數落在0~30區間，即使有為數不少之橋梁高於30分，但均在60分以下，尚屬「安全略有疑慮」；而強度韌性評估分數則多數落在30~60區間內。可知本工程可謂適時提出，對國道橋梁進行耐震評估補強工作。另相對而言，整體橋梁強度韌性評估結果狀況較差，落橋評估結果較佳，因此本計畫執行時，強度韌性補強是最重要課題。

2. 強度韌性評估結果顯示高達64.37%之橋梁落在30分至60分之間，可見本工程橋梁普遍有強度韌性不足的疑慮。

表5.3-4　依主管單位之橋梁耐震初步評估統計表

(單位：m^2)

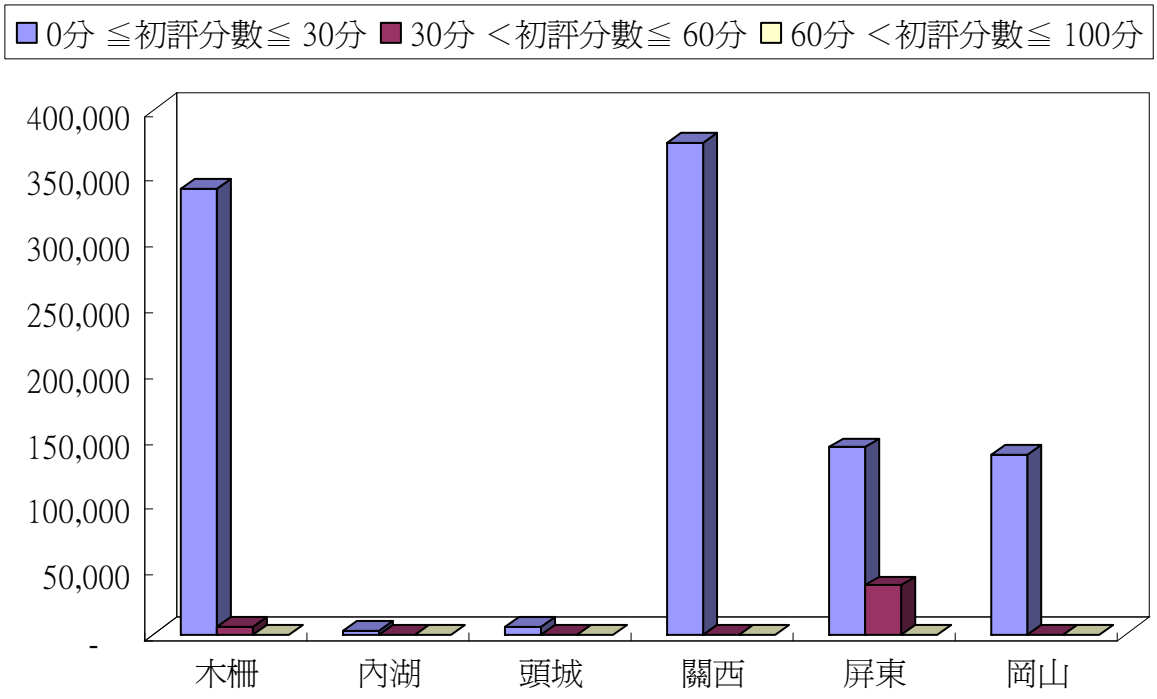
主管單位	木柵	內湖	頭城	關西	屏東	岡山	合計
0分≦初評分數≦30分	339,605	2,353	5,150	374,946	142,038	136,812	1,000,905
30分＜初評分數≦60分	5,836	-	-	-	36,950	-	42,785
60分＜初評分數≦100分	-	-	-	-	-	-	-

(a)落橋評估

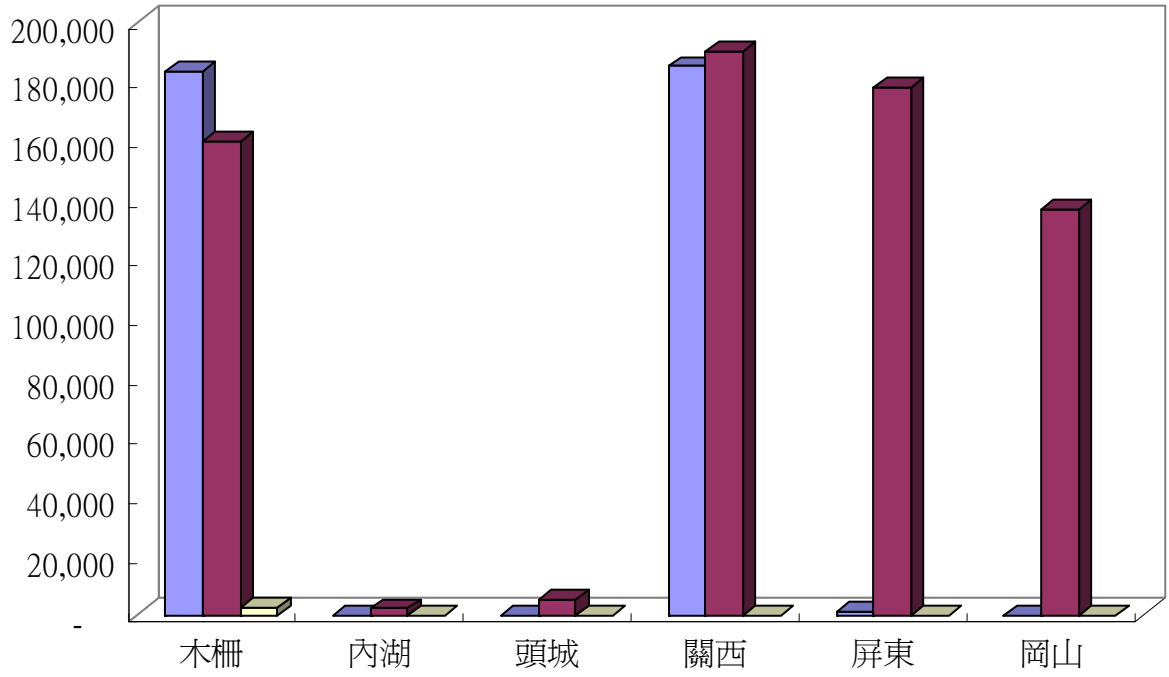
(單位：m^2)

主管單位	木柵	內湖	頭城	關西	屏東	岡山	合計
0分≦初評分數≦30分	183,087	-	-	184,867	1,245	-	369,199
30分＜初評分數≦60分	159,693	2,353	5,150	190,079	177,743	136,812	671,830
60分＜初評分數≦100分	2,661	-	-	-	-	-	2,661

(b)強度韌性評估



(a)落橋評估



(b)強度韌性評估

圖5.3-8　以維護管理單位別區分之耐震初步評估統計圖

表5.3-5　依橋梁類別之橋梁耐震初步評估統計表

(單位：m^2)

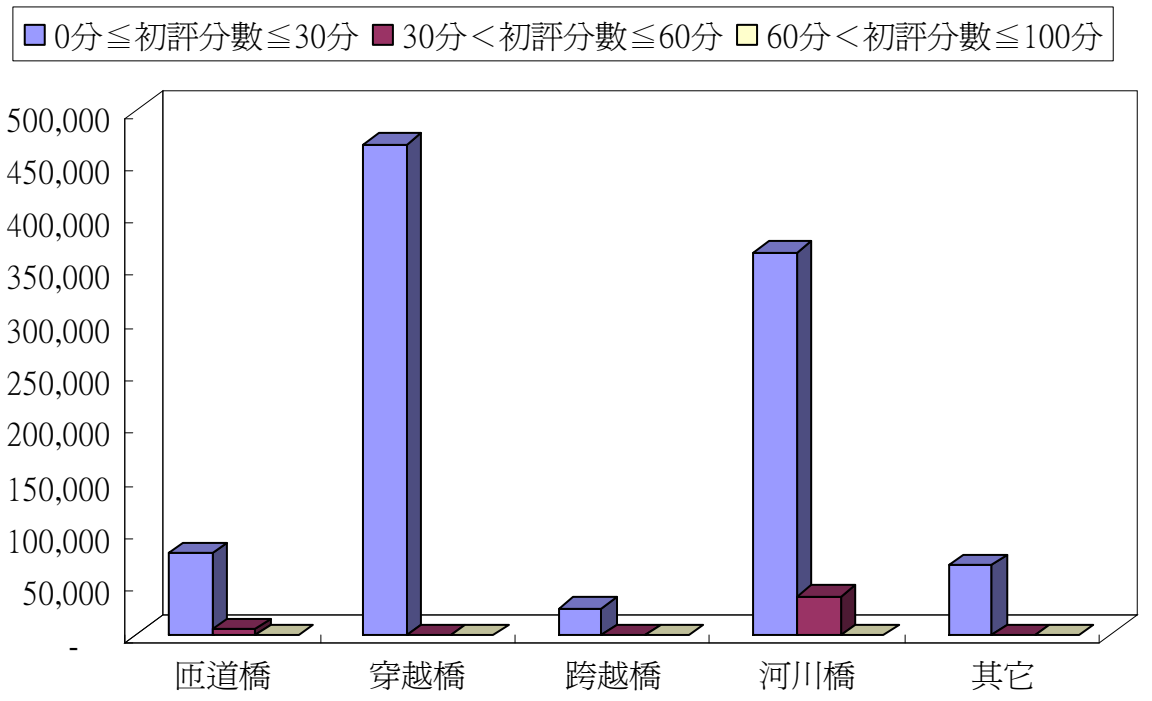
橋梁類別	匝道橋	穿越橋	跨越橋	河川橋	其他
0分≦初評分數≦30分	78,220	466,621	25,353	364,384	66,328
30分＜初評分數≦60分	5,836	-	-	36,950	-
60分＜初評分數≦100分	-	-	-	-	-
合　　計	84,056	466,621	25,353	401,333	66,328

(a)落橋評估

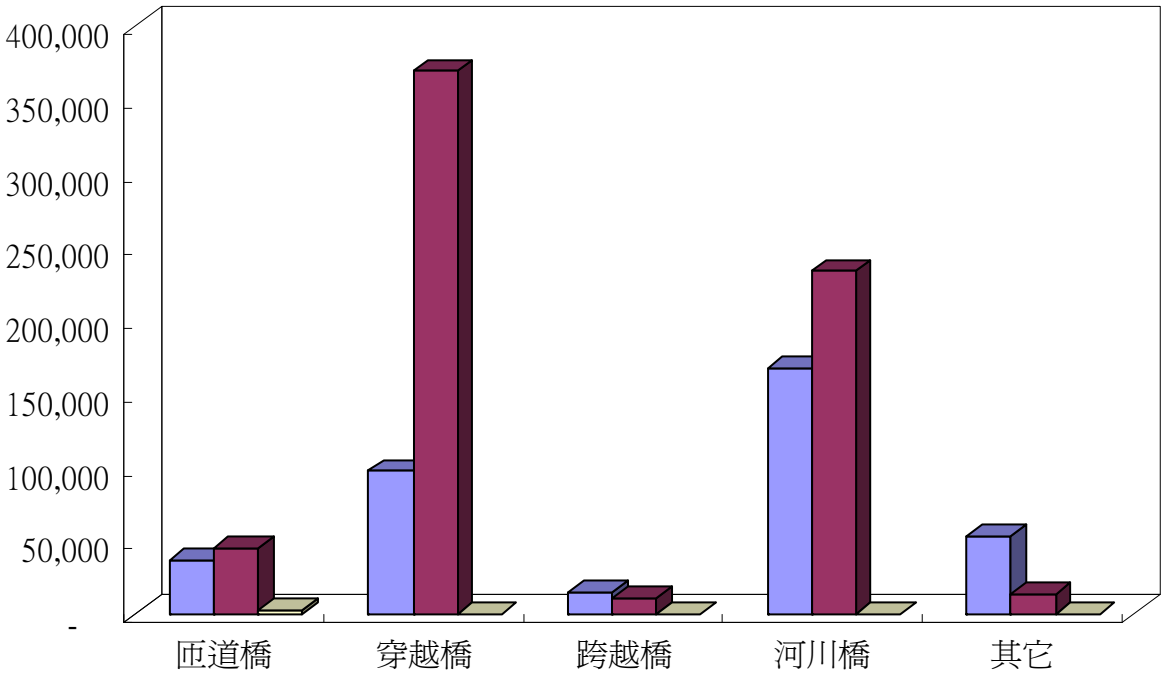
(單位：m^2)

橋梁類別	匝道橋	穿越橋	跨越橋	河川橋	其他
0分≦初評分數≦30分	37,012	97,118	14,484	167,833	52,753
30分＜初評分數≦60分	44,383	369,503	10,869	233,501	13,575
60分＜初評分數≦100分	2,661	-	-	-	-
合　　計	84,056	466,621	25,353	401,333	66,328

(b)強度韌性評估



(a)落橋評估



(b)強度韌性評估

圖5.3-9　以橋梁別區分之耐震初步評估統計圖

表5.3-6　依HAZ-Taiwan橋梁類別之橋梁耐震初步評估統計表

(單位：m^2)

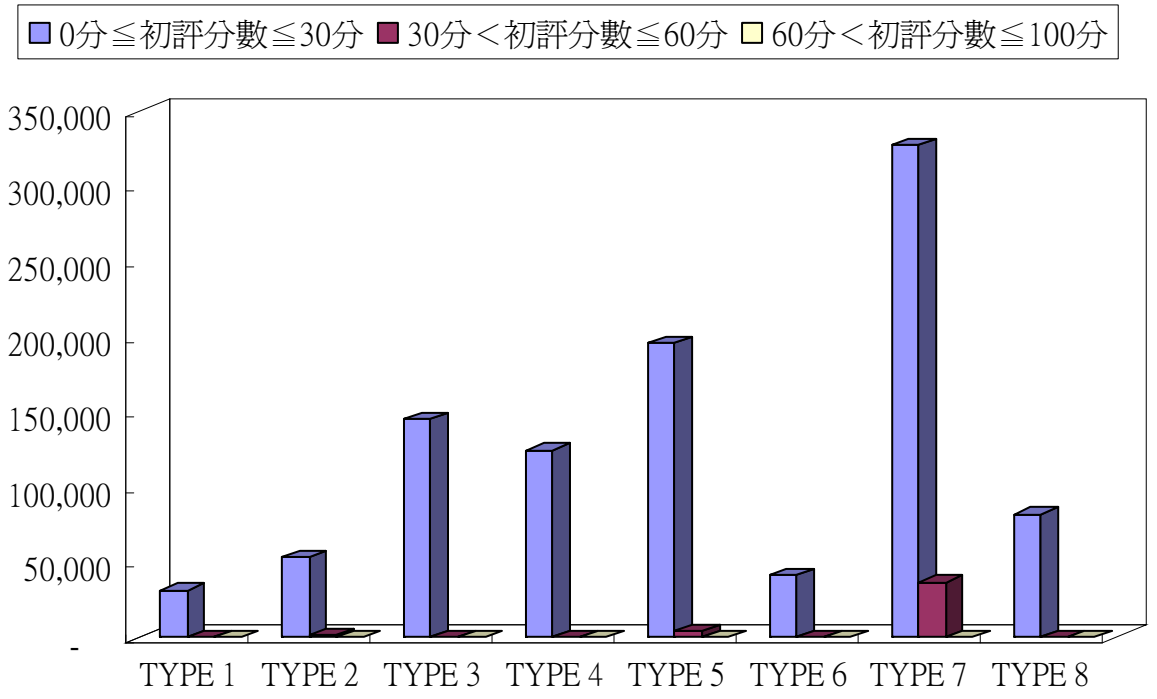
Haz_Taiwan橋梁類別	TYPE1	TYPE2	TYPE3	TYPE4	TYPE5	TYPE6	TYPE7	TYPE8
0分≦初評分數≦30分	31,641	53,231	145,166	124,634	195,470	41,631	327,026	82,106
30分＜初評分數≦60分	-	1,720	-	-	4,116	-	36,950	-
60分＜初評分數≦100分	-	-	-	-	-	-	-	-
合　　計	31,641	54,951	145,166	124,634	199,585	41,631	363,976	82,106

(a)落橋評估

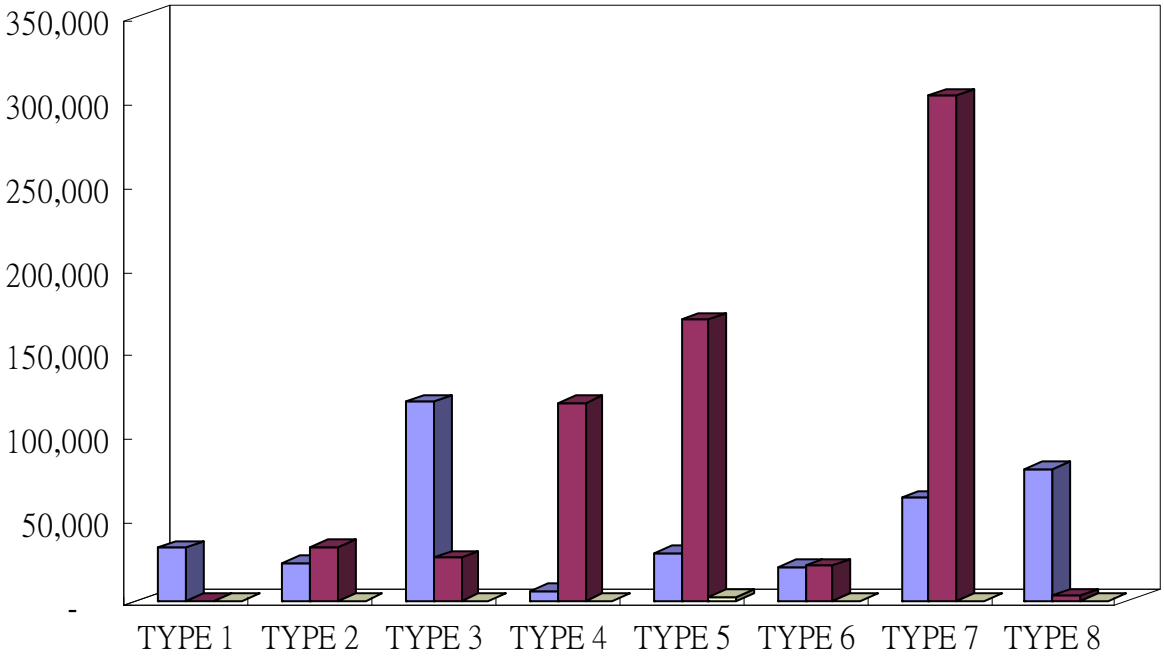
(單位：m^2)

Haz_Taiwan橋梁類別	TYPE1	TYPE2	TYPE3	TYPE4	TYPE5	TYPE6	TYPE7	TYPE8
0分≦初評分數≦30分	31,641	22,505	119,370	6,132	28,574	20,649	61,473	78,856
30分＜初評分數≦60分	-	32,446	25,796	118,502	168,351	20,982	302,503	3,250
60分＜初評分數≦100分	-	-	-	-	2,661	-	-	-
合　　計	31,641	54,951	145,166	124,634	199,585	41,631	363,976	82,106

(b)強度韌性評估



(a)落橋評估

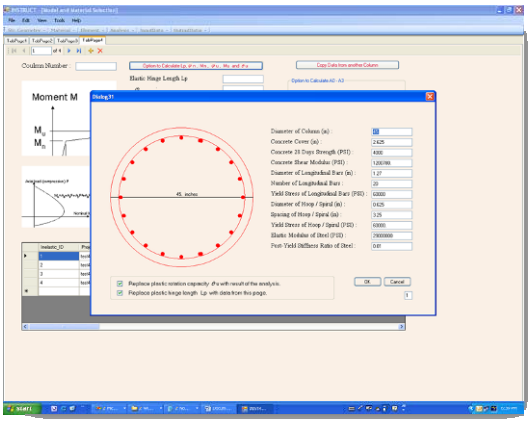


(b)強度韌性評估

圖5.3-10　以HAZ-Taiwan橋梁別區分之耐震初步評估統計圖

第六章　橋梁耐震能力之詳細評估

6.1　耐震詳細評估之特性



詳細耐震能力評估係針對初步耐震能力評估有疑慮之橋梁，所進行進一步之橋梁耐震能力診斷，故其在於將橋梁耐震能力以量化的數據表示。傳統國內普遍採用之橋梁耐震能力分析方法，多以「力—強度」為基準(Force-based Method)，以結構彈性分析所得之結果，利用力量折減因數或位移放大因數間接考慮結構非線性行為，評估橋梁之耐震能力。此法雖為工程師提供一簡化的分析概念和容易操作等優點，但相對地，其分析結果並未能真正完全掌握結構物之非線性行為；一般而言，以「力—強度」為基準之評估法常造成比較保守的結果。

基於考量節省經費與評估結果之合理化，本工程將採用以「位移」為基準的評估方法(Displacement-based Method)，即所謂之側推分析法(Push-over Method)，除了運用此評估法於整體橋梁結構之耐震能力評估外，亦對個別構件，逐一計算其容量和需求之比值(C/D比值法)，藉以瞭解橋梁結構系統之關鍵傳力路徑(Critical Load Path)，做為細部評估之輔助工具。再配合國內現行橋梁耐震設計規範及歷年地震特性，汲取震害、水害及邊坡災害經驗，考量橋梁的全生命週期成本、維修最小化及節能減碳的環境政策，訂定出一套合理適當且具體可行之評估方法，將橋梁的評估結果以功能等級分類，使後續進行維修補強時能發揮其最大經濟效益。

6.2　橋梁耐震評估

6.2.1　橋梁結構系統模擬

橋梁結構之模擬，應儘量反映實際情形，力求幾何形狀、質量分佈、構材斷面性質及土壤與基礎結構互制等之模擬能夠準確，對於振動單元與基面之認定，說明如下：

一、振動單元

振動單元即耐震分析時視為一體振動的單元，亦即分析單元。橋梁沿橋軸方向的振動單元與橫向的振動單元要分別確定，一般取在橋梁兩伸縮縫間的橋體，經適度修正，可獲得軸向與橫向之振動單元。

二、基面之認定

基面係指地震輸入於橋體之水平面，或可使其上之構造視為振動體之水平面。基面通常可訂在基腳下緣、樁帽下緣或沉箱上緣；對會產生液化之砂質土層，或極軟弱粘土層及粉土層，

基面則通常設定在此些土層的下方；對會因洪水沖刷之河床，其基面則設定於沖刷面之下。惟在大地震時，不必考慮最大洪水位之沖刷，但需考慮常水位之沖刷，依據AASHTO公路橋梁標準設計規範(2002)第4.4.5.2節之規定，耐震評估時應考慮最大沖刷深度之50%。

三、土壤彈簧之認定

橋梁結構模擬所使用之土壤彈簧，係依橋址現場條件與鑽探資料加以研判認定。

6.2.2 支承及防落橋設施評估

對於既有橋梁支承及防落橋設施之評估，主要係就橋梁耐震補強之目的及工程範圍內國道橋梁之特性，以確保橋柱能充分發揮其韌性為目標，從地震力之需求面著手，分別針對防落橋長度、剪力鋼棒、RC止震塊及防震拉條等項目進行評估，其評估方法分別說明如下：

一、防落橋長度評估：

採用「公路橋梁耐震能力初步評估表」中之落橋評估表，分別就工址環境、結構系統及結構細部三方面對影響落橋之各項因素進行初步評估，並以交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」規定之防落橋長度的1.2倍為需求(D)，現況實際防落橋長度為容量(C)，求得防落橋長度之容量-需求比值(C/D值)。其中，規範規定之防落橋長度(L_N)係採用部頒規範計算。

$$L_N \geq L_{N,min} \text{ 且 } L_N \geq u_R + u_G$$
$$L_{N,min} = (50 + 0.25L + 1.0H) \times (1 + S^2/8000) \quad \text{.....(6.1)}$$

其中 L：跨徑(m)

H：下部結構高度(m)

S：斜交角度(Deg.)

$$u_R = \sqrt{u_{R1}^2 + u_{R2}^2} < u_G = \varepsilon_G \times L_e \times S_{MS}/S_{DS}$$

二、剪力鋼棒評估：

以橋柱產生塑鉸或未折減地震力(彈性地震力)之小值所引致之橋柱水平剪力，做為剪力鋼棒之評估需求(D)，以剪力鋼棒之抗剪降伏強度為剪力容量(C)，求得剪力鋼棒之容量-需求比值(C/D值)，若其容量需求比值大於1.0，則表示剪力鋼棒之現況剪力容量應足以確保橋柱發揮其耐震能力。

依據本標原始橋梁竣工圖之註明，既有橋梁橡膠支承墊中之圓形鋼棒，其材質應為JIS. G4051 S35C，其剪力降伏強度，依據Von Mises法則以0.6倍之拉伸降伏強度計算(0.6Asfy)。

三、RC止震塊評估：

以橋柱產生塑鉸或未折減地震力(彈性地震力)之小值所引致之橋柱水平剪力，分別求得RC

止震塊剪力鋼筋量與撓曲鋼筋量之需求(D)，止震塊之實際剪力鋼筋及撓曲鋼筋量為容量(C)，分別求得其容量需求比值(C/D)，若比值均大於1.0，則表示RC止震塊之剪力及撓曲容量均足以確保橋柱發揮其耐震能力。

RC止震塊的剪力強度，依據交通部頒「公路橋梁設計規範」第7.3.6節之剪力摩擦設計規定，其剪力強度之計算方式如下：

$$V_u=\phi\,\mu\,A_{vf}f_{ye}\leqq 0.2\phi f_{ce}'A_{cv} \quad \text{.....(6.2)}$$

其中 ϕ ：強度折減係數(取ϕ=1.0)

μ ：摩擦係數(μ=1.0λ，λ=1.0，常重混凝土)

A_{vf} ：縱向鋼筋面積

f_{ye} ：預期鋼筋降伏強度

f_{ce}' ：預期混凝土抗壓強度

A_{cv} ：RC止震塊橫斷面積

四、金屬支承：

以橋柱產生塑鉸或未折減地震力(彈性地震力)之小值所引致之橋柱水平剪力，做為金屬支承之評估需求(D)，以竣工圖示之設計水平力為容量(C)，求得金屬支承之容量-需求比值(C/D值)，若其容量需求比值大於1.0，則表示金屬支承現況之抵抗水平力容量應足以確保橋柱發揮其耐震能力。

五、防震拉條：

以防震拉條相鄰支承靜載重反力之1.5倍為評估需求(D)，以竣工圖示之防震拉條之降伏強度為容量(C)，求得防震拉條之容量-需求比值(C/D值)，若其容量需求比值大於1.0，則表示既有防震拉條具足夠之強度，以防止發生落橋破壞。

6.2.3 墩柱強度韌性評估

本工程之橋梁耐震能力非線性側推評估工作，主要採用中華民國地震工程學會所研擬之改良式結構性能耐震評估方法。此處所謂的改良式耐震能力評估法，其主要改良之處有二：一為容量譜曲線上任一點直接求對應的地表加速度，二為分析模型塑性鉸特性設定之改進。

1. 考量橋柱各種破壞模式(撓曲破壞、撓曲-剪力破壞、剪力破壞)，利用SAP2000程式「M3塑性鉸」特性來定義分析模型之塑性鉸，並據以建立結構物之側推容量曲線。
2. 將側推容量曲線轉換成ADRS格式(Acceleration-Displacement Response Spectrum Format)的側推容量頻譜。

3. 結構物進入非線性階段後的有效黏滯性阻尼比β_{eff}包含原結構本身固有黏滯阻尼比β_{basic}(一般取為0.05)及結構物非彈性遲滯行為的等值黏滯性阻尼比β_0兩部分；依結構物容量頻譜，選定容量頻譜上任意一結構性能績效點非彈性譜位移d_{pi}與譜加速度a_{pi}之座標值，由下式計算有效黏滯性阻尼比β_{eff}：

$$\beta_{eff} = \beta_{basic} + \beta_0 = \beta_{basic} + \frac{0.637\kappa(a_y d_{pi} - d_y a_{pi})}{a_{pi} d_{pi}}$$

其中，κ表示阻尼修正因子，與結構物系統耐震行為及地震歷時長短有關。一般而言，κ使用1.0、2/3或1/3，分別代表消能性佳、尚可、不良之構件及結構物。對於既有老舊橋梁，分析時可選用κ=1/3作保守考量。經補強後之橋梁，可選用κ=2/3作保守考量。a_y與d_y則分別代表降伏時之譜加速度與譜位移。

4. 阻尼比異於5%之修正係數，採用交通部公路橋梁耐震設計規範的規定，依結構週期長短不同區分有B_1或B_s(如表6.2-1)，由非彈性譜加速度與彈性譜加速度之比求得：$B_1 \text{ or } B_s = \frac{(S_a)_{elastic}}{(S_a)_{inelastic}}$。

表6.2-1　短週期與一秒週期結構之阻尼比修正係數B_S與B_1

有效阻尼比ξ (%)	B_s	B_1
< 2	0.80	0.80
5	1.00	1.00
10	1.33	1.25
≥20	1.60	1.50

註：依線性內插求值

5. 求算該結構性能績效點對應的地表加速度，假設對應的地震地表加速度係數以Z表示，則因在周期T_i、阻尼此β_{eff}下引致之加速度為$Z \times \frac{2.5S_{aD}(T_i)}{S_{DS}} \times \frac{1}{B(\beta_{eff})}$，令此值為$a_{pi}$，即可解得：

$Z = \frac{a_{pi} B(\beta_{eff})}{\left(\frac{2.5S_{aD}(T_i)}{S_{DS}}\right)}$，式中之$B(\beta_{eff})$代表短週期或一秒週期結構之阻尼比修正係數$B_s$與$B_1$。

5'. 計算結構性能績效點對應的地表加速度，除以上方法外，亦可採用國家地震工程研究中心研擬「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」(100年8月)第C5.4節解說之方法，以側推分析所得之容量曲線求得該容量曲線之降伏點，根據各階段之塑性位移δ_i與降伏位移δ_y依(3)式計算結構物各階段下之韌性R_i，將側推分析所得之韌性R_i代入(1)式，即可求得橋梁振動單元在所考慮方向基本振動週期T對應之結構系統地震力折減係數F_u。

$$F_{u,D}=\begin{cases} R_i & ;T\geq T_0^D \\ A+(R_i-A)\times\dfrac{T-0.6T_0^D}{0.4T_0^D} & ;0.6T_0^D\leq T\leq T_0^D \\ A & ;0.2T_0^D\leq T\leq 0.6T_0^D \\ A+(A-1)\times\dfrac{T-0.2T_0^D}{0.2T_0^D} & ;T\leq 0.2T_0^D \end{cases} \quad \cdots\cdots (1)$$

其中，

$$A=\sqrt{[1+\alpha(R_i-1)][2R_i-1-\alpha(R_i-1)]} \quad \cdots\cdots (2)$$

$$R_i=\frac{\delta_i}{\delta_y} \quad \cdots\cdots (3)$$

α= 結構系統降伏勁度比。將容量曲線雙線性化後，以後降伏勁度(K_s)除以初始勁度(K_e)即可求得，其雙線性化如圖6.2-1所示。

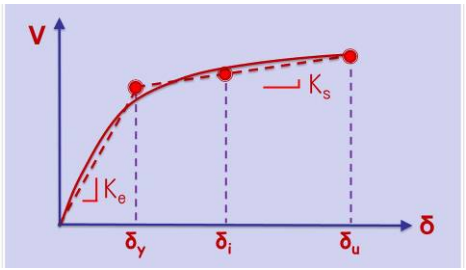


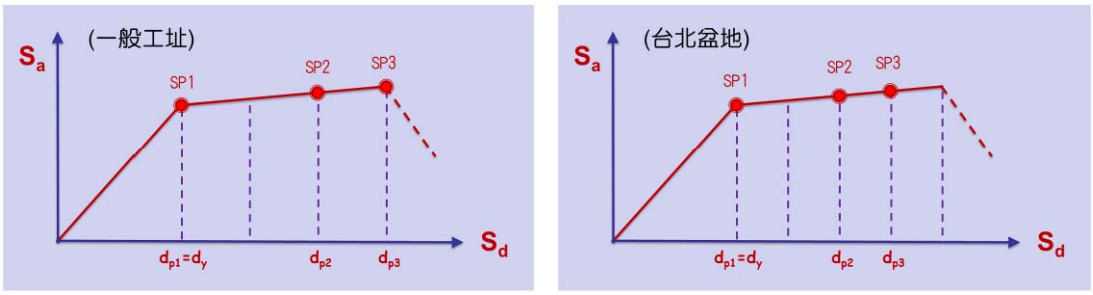
圖6.2-1　容量曲線雙線性化示意圖

將式(1)求得之地震力折減係數$F_{u,D}$，並根據基本振動週期T於短週期或中長週期，計算側推分析所得容量震譜中任何一處譜加速度a_{pi}對應的最大地表加速度$Z=\dfrac{a_{pi}F_{u,D}(R_i)}{\left(\dfrac{2.5S_{aD}(T_i)}{S_{DS}}\right)}$。

6. 上述評估程序的優點為不須繁複的迭代計算，容易求得容量頻譜曲線上各性能點對應之地表加速度，此外亦不須繪製地震需求頻譜曲線。

7. 橋柱的韌性容量採用實際評估所得之極限韌性容量來推估橋梁之崩塌地表加速度，至於其評估所採用之混凝土圍束理論，將採用Mander(Mander et al. 1988)之混凝土組成律及鋼筋應力應變曲線。

8. 在求出橋梁在各種破壞模式下(不同之耐震性能點，如圖6.2-2)對應之地表加速度後，再以危害度評估之觀念，求出橋梁在預期服務年限內所對應之設計地表加速度，以此為標準評估橋梁耐震能力是否足夠，若發現既有橋梁之耐震能力不足，則應予以耐震補強、設置隔減震裝置或改建新橋，以提高其耐震能力；其中，補強設計需要依據橋梁不同之破壞模式進行設計，且需確保補強設計後橋梁之其它部位不致因應力之重新分配而導致破壞。



註：圖中之 $d_{p2} = d_y + \frac{d_{p3} - d_y}{1.5}$，SP1、SP2及SP3分別代表中度地震、設計地震及最大考量地震之結構耐震性能標準，其耐震理念、服務性能及損壞等級請參見表6.2-2。

圖6.2-2　一般工址與台北盆地之結構耐震性能標準

ATC-40以繁複的迭代計算方式來求取結構物在某一耐震需求下對應的結構性能，其主要觀念係以耐震需求為輸入，結構性能為輸出，此種方法較適用於新設結構物的耐震設計，對於既有結構物之耐震能力評估而言則似太過繁瑣；結構物耐震能力評估之基本邏輯應以結構物的實際結構容量為基準，去反推其所能容忍的地震需求，亦即應以結構性能為輸入，而以對應的耐震需求為輸出較為合理(蔡益超，2002年)。

上述RC墩柱之強度韌性評估流程中，相關參數之計算說明如下：

一、分析模型塑性鉸採用之材料強度

1. 鋼筋降伏強度：f_y
2. 混凝土抗壓強度：$f_c^{'}$

二、橋柱塑鉸區之材料極限應變

參考美國Caltrans Seismic Design Criteria V1.6(2010)、SFOBB East Span Seismic Safety Project- Skyway Structures: Design Criteria (2001)及Columbia River Crossing (CRC) Structural Design Criteria (2008)採用Mander混凝土組成律之規定，對常重混凝土橋柱塑鉸區之混凝土極限應變及鋼筋極限應變之規定如下：

$\varepsilon_{cu}^{R} = 0.75\varepsilon_{cu}$ ：適用於圍束箍筋量較多者($\rho_{exist} \geq 0.5\rho_{code}$)

$\varepsilon_{cu}^{R} = 0.50\varepsilon_{cu}$ ：適用於圍束箍筋量較少者($\rho_{exist} < 0.5\rho_{code}$)

其中，ε_{cu}^{R}=塑鉸區之折減混凝土最大應變(Average extreme fiber strains in plastic hinge)

ε_{cu}= 依據Mander組成律計算得到之塑鉸區混凝土最大應變

(Mander et al. J. Struct. Engineering, ASCE, 1988 114(8), 0 1804-1849)

$\varepsilon_{su}^{R} = 0.75\varepsilon_{su}$ ：適用於鋼筋稱號32ϕ(含)以下者

$\varepsilon_{su}^{R} = \frac{2}{3}\varepsilon_{su}$ ：適用於鋼筋稱號36ϕ(含)以上者

其中，ε_{su}^{R}=鋼筋之折減極限應變(Reduced ultimate tensile strain)

ε_{su}=鋼筋之極限應變

三、RC橋柱之破壞模式

RC橋柱構材主要承受軸力、剪力與彎矩等斷面力之作用，以下將分別說明RC橋柱有關軸力與彎矩(撓曲行為)、軸力與剪力(剪力行為)等兩者之互制特性，並就二者之合成效應進行分析，作為RC橋柱之破壞模式判斷及SAP2000「M3塑性鉸」設定之用。

1. RC橋柱撓曲容量

依據竣工圖之斷面、配筋資料及前述之分析模型塑性鉸採用之預期材料強度，並採用Mander(Mander et al. 1988)混凝土組成律及鋼筋應力應變曲線作為分析之混凝土圍束理論，即可利用XTRACT等分析程式得到柱構材之降伏彎矩M_y與其對應的降伏時之塑鉸轉角θ_y，極限彎矩M_p與其對應的降伏時之塑鉸轉角θ_p。

依據上述分析之成果，柱構材撓曲行為之對應塑性鉸可以圖6.2-3設定，圖中A點為座標原點；B點之垂直座標即為降伏彎矩M_y，C點之垂直座標即為極限彎矩M_p，對應之塑鉸轉角為θ_p，超過C點後假設塑鉸轉角增加至1.5倍，而能承擔之彎矩則線性降至降伏彎矩之20%。

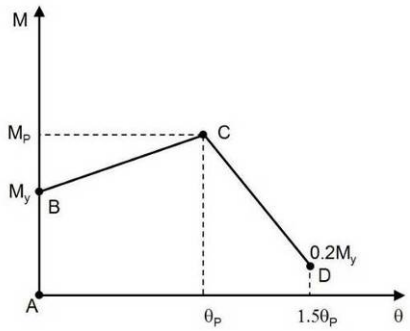


圖6.2-3　柱斷面撓曲塑鉸之設定

2. RC橋柱剪力容量

RC橋柱之剪力容量V_n可由(1)ATC-32、(2)AASHTO、(3)Aschhiem and Moehle(1992-1993)、(4)Priestley，Verma and Xiao(1993-1994)、(5)Caltrans(2004)等五種剪力設計理論分別求得。一般而言，第三種方法為與試驗結果較為接近方法，且為美國加州運輸署(Caltrans)所採用之方法，Caltrans並加以修正成為第五種方法，亦即是本計畫採用的方法。Caltrans SDC(2004)規範中規定RC橋柱剪力容量的求法如下所示：

$$V_n=V_c+V_s \quad \text{..... (6.6)}$$

式中，V_c為混凝土提供的剪力強度，V_s為橫向鋼筋提供的剪力強度。

混凝土於塑鉸區及非塑鉸區之剪力強度計算如下所示：

非塑鉸區：

$$V_c = 0.795K_2\sqrt{f_c'}A_e \le 0.92\sqrt{f_c'}A_e \quad (f_c'\text{的單位為kg/cm}^2) \text{..... (6.7)}$$

塑鉸區：

$$V_c = K_1K_2\sqrt{f_c'}A_e \le 0.92\sqrt{f_c'}A_e \quad (f_c'\text{的單位為kg/cm}^2) \text{..... (6.8)}$$

式中，A_g為橋柱之總斷面積，A_e為有效剪力斷面積(圓形取$0.8A_g$；矩形取b_wd，b_w、d各為矩斷面之寬與有效深度)，f_c'為混凝土之抗壓強度，P為橋柱所受之軸向力。K_1及K_2定義如下：

$$K_1 = \frac{\rho_s f_{yh}}{39.74} + 0.972 - 0.265\mu_\Delta \text{，} 0.0795 \leqq K_1 < 0.795$$

$$K_2 = 1 + \frac{P}{140A_g} < 1.5 \text{ ..... (6.9)}$$

橫向鋼筋所提供的剪力強度與其本身的材料性質、相互間之間距及其圍束的範圍有關，其剪力強度之計算如下所示：

(1) 圓形斷面：

$$V_s = \frac{\pi}{2}A_{sh}f_{yh}\left(\frac{D'}{s_t}\right)\cot\theta \text{ ..... (6.20)}$$

(2) 矩形斷面：

$$V_s = n_hA_{sh}f_{yh}\left(\frac{d}{s_t}\right)\cot\theta \text{ ..... (6.11)}$$

式中，A_{sh}與f_{yh}各為橫向鋼筋之斷面積與降伏強度，n_h為斜裂縫切過橫向鋼筋之截面數，s_t為橫向鋼筋間之垂直間距，D'為圓形之橫向鋼筋所圍束之直徑，d為0.8倍之矩形橋柱承受剪力方向之深度，θ為斜向裂縫與水平線之夾角於評估時可取45°，補強設計時可取35°。

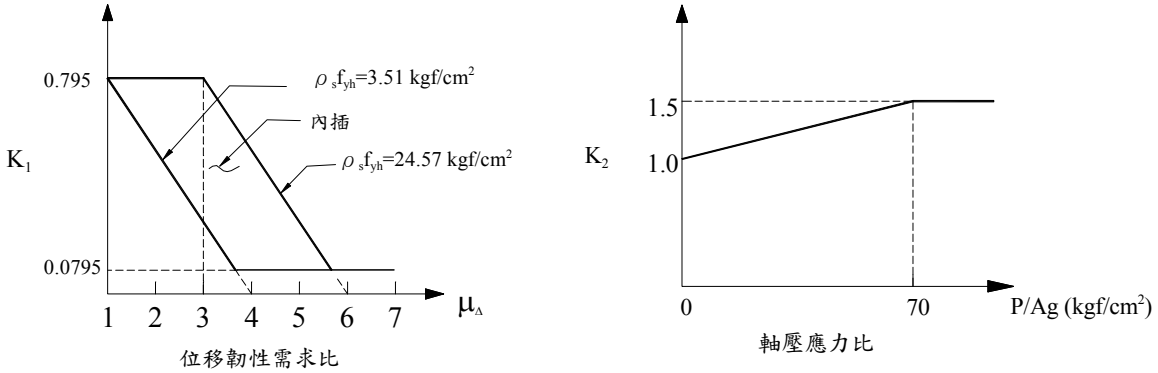


圖6.2-4　混凝土剪力強度因子K_1及K_2

綜上所述塑鉸區剪力強度隨韌性變化關係圖如圖6.2-5所示。

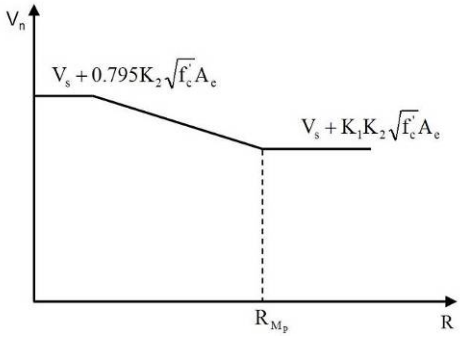


圖6.2-5　塑鉸區剪力強度隨韌性變化關係圖

將圖6.2-5轉換為SAP2000「M3塑性鉸」可得剪力行為對應的塑鉸特性曲線(參見圖6.2-6)，其中剪力強度隨塑鉸轉角之關係，係透過$\gamma=M_E/V_E$的關係轉換，M_E與V_E分別為0.1g地表加速度下，該構材端點引致之彎矩及剪力。

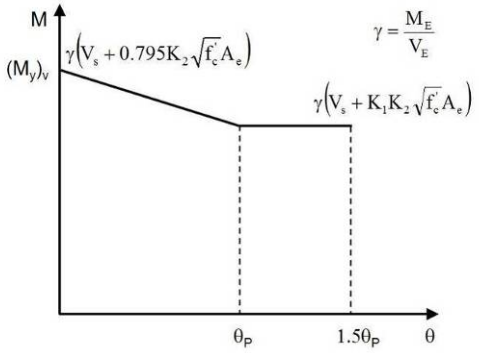


圖6.2-6　塑鉸區柱斷面剪力強度對應的撓曲強度與塑鉸轉角之關係

3. RC橋柱破壞模式

將圖6.2-3及圖6.2-6重疊，可得圖6.2-7～圖6.2-9三種可能的橋柱破壞情況：

(1) 撓曲破壞模式

如圖6.2-7所示，柱剪力強度對應之彎矩M_v大於撓曲強度M_b，此種情形下撓曲破壞會先行發生。此種破壞模式為撓曲破壞模式，其塑性鉸特性可以A~D等四點描述之。

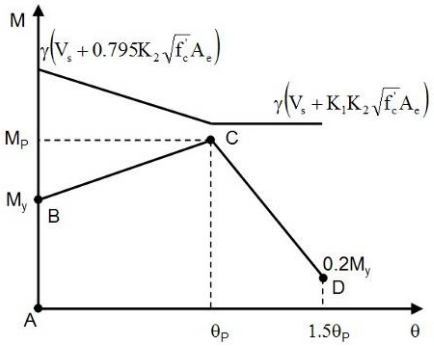


圖6.2-7　柱斷面撓曲破壞模式塑鉸設定

(2) 撓曲-剪力破壞模式

如圖6.2-8所示，在彈性階段及部份塑性階段下，柱剪力強度對應之彎矩M_v大於撓曲強度M_b；但在某一臨界韌性比時二者會相等(即$M_v=M_b$)；當韌性超過該臨界值時則$M_v<M_b$。顯示在該臨界韌性比之前，柱會發生撓曲破壞；在該臨界韌性比之後，柱會發生剪力破壞。此種破壞模式為撓曲-剪力破壞模式，其塑性鉸特性可以A~E等五點描述之。

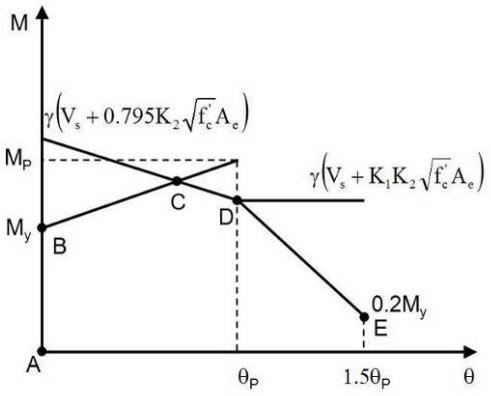


圖6.2-8　柱斷面撓曲-剪力破壞模式塑鉸設定

(3) 剪力破壞模式

如圖6.2-9所示，在彈性階段下，柱剪力強度對應之彎矩M_v小於撓曲強度M_b，顯示剪力破壞會先行發生。此種破壞模式為剪力破壞模式，其塑性鉸特性可以A~D等四點描述之。

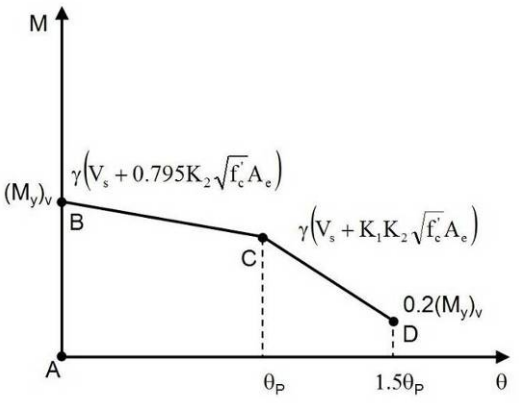


圖6.2-9　柱斷面剪力破壞模式塑鉸設定

依據上述各種柱破壞模式塑鉸之設定方式設定後，即可利用SAP2000 Advanced程式進行側推分析，便可求得結構容量曲線與結構容量曲線譜。

6.2.4 RC 帽梁強度評估

構架式橋墩之帽梁在梁柱接頭處，常有底部正彎矩鋼筋量不足，頂部負彎矩鋼筋延伸不足之缺點，帽梁亦可能產生剪力強度不足之現象。RC帽梁之補強原則，應以使塑鉸產生在橋柱，不要發生在帽梁為目的，其檢核標準為RC帽梁標稱彎矩Mn之1.2倍不得小於橋柱產生塑鉸與未折減地震力(彈性地震力)所引致之彎矩之小值。

上述1.2Mn之設計理念係依據Caltrans Memo to Designers 20-4(1996)之規定擬訂，其係考慮帽梁開裂彎矩之強度。

6.2.5 基礎強度與穩定性之評估

本工程就橋梁耐震補強及國道橋梁基礎之特性，以確保橋柱能充分發揮其韌性為首要目標，依據容量設計法(Capacity Design)理念，就地震力之需求面(Demand Side)，將橋柱產生塑鉸或未折減地震力(考量三向度彈性地震力組合效應)之小值所引致之柱底力量分配至既有基礎，據以求得基礎各構件耐震評估之地震力需求(D)，與現況基礎構件之容量(C)相比，以求得基礎各構件檢核項目之容量需求比值(C/D值)；若其容量需求比值大於1.0，則表示該基礎應足以確保橋柱充分發揮其韌性。

其中，基礎結構之強度折減因數，撓曲與剪力強度折減因數分別取0.9與0.85評估。此外，對於基礎結構現況實際容量之計算，均依據竣工圖上標示之材料強度，設計地震時採用鋼筋降伏強度fy及混凝土強度取f'c計算，最大考量地震時則分別採預期強度fye及f'ce計算。

本工程橋梁基礎型式可概分為擴展式基礎、樁基礎(包含排樁式橋墩基礎)及沉箱基礎等，其評估項目說明如下：

一、擴展式基礎：

1. 擴展式基礎穩定評估：包括土層承載力、接觸面積及抗滑動等評估項目。
2. 基礎板之結構強度評估：包括基礎板撓曲強度及剪力強度等評估項目。
3. 主要檢核標準：
   - ■ 基礎底面最大反力≤極限承載力/1.5
   - ■ 基礎底面之有效接觸面積≧30%(設計地震)、15%(最大考量地震)
   - ■ 基礎底面水平力≤基礎底面之極限抗剪強度
   - ■ 基礎板結構體之斷面力≤斷面力之極限強度

二、樁基礎：

1. 樁基礎穩定評估：含軸壓力及軸拉力之評估。
2. 基樁樁頭水平變位：在設計地震力作用下，樁帽容許變位量原則上控制在5公分以下，最

高可達到7.5公分。

3. 基樁結構強度評估：包括基樁鋼筋量、圍束區與非圍束區箍筋量等評估項目。

4. 樁帽結構強度評估：包括樁帽之撓曲及剪力強度評估。

三、沉箱基礎(井式基礎)：

1. 沉箱基礎穩定評估：包括土層垂直承載力及水平承載力等評估項目。

2. 沉箱箱體結構評估：包括沉箱箱體縱向及橫向鋼筋等評估項目。

3. 沉箱蓋版結構強度評估：包括蓋板撓曲強度、剪力強度及抗拉拔鋼筋等評估項目。

4. 主要檢核標準：

- 基礎底面最大反力≤極限承載力/2.0(設計地震)、1.0(最大考量地震)
- 基礎底面之有效接觸面積≧30%(設計地震)、15%(最大考量地震)
- 沉箱基礎結構體之斷面力≤斷面力之極限強度
- 頂部土壤彈簧降伏比率≤30%(設計地震)、60%(最大考量地震)

四、基礎非線性分析：

對於部份需進行補強之橋墩基礎，考量補強施工之困難度，將進行進一步的非線性分析，求得群樁整體破壞時所能抵抗的外力作為群樁的極限強度，只要補強後的群樁極限強度乘以適當的強度折減因數後，大於橋柱塑鉸產生時傳入基礎的力量，則基樁之補強設計應可接受。

此外，日本於阪神大地震發生後，考量沉箱基礎周圍土壤地震時可能發生液化現象，造成其側向承載強度大幅降低，對沉箱基礎之承載行為產生較顯著之影響。因此，日本道路協會於1996年11月修訂「道路橋示方書」下部構造編時，將沉箱基礎結構體不再視為剛體，而係以彈性體考慮；基礎周圍土壤行為由彈性修正為彈塑性；底面地盤於常時、地震(震度法)可視為彈性，於Level II地震時(地震時保有水平耐力法)，考慮底面舉起(uplift)，地盤視為彈塑性，同時容許於Level II地震時沉箱基礎前方地盤在沉箱深度之60%範圍達塑性狀態，以及沉箱基礎底面發生舉起現象之面積率達60%(即底面有效接觸面積率40%)，且此時沉箱基礎頂部之水平變位及回轉角限制值，分別容許為40cm及0.025rad，同時亦容許沉箱基礎結構體之彎曲應力達降伏強度。另日本道路協會於2002年3月修訂「道路橋示方書•V耐震設計篇」時，為考量避免橋梁基礎因變位過大，造成上部結構發生顯著殘餘變位，導致修復困難，建議以基礎頂端或基礎底座底面的旋轉角以0.02rad(約1/60)為檢核標準，基礎頂部水平變位則沒有提出限制值。

本工程基礎非線性分析之變位限制值，考量北二高之橋墩高度較高，為避免產生過大殘餘變位，採用美國Caltrans對於基樁頂部水平變位之最大容許值3英吋(7.5公分)，做為評估之參考標準。基礎轉角則依據前述說明小於0.02rad為原則。

6.3 國道高速公路橋梁耐震評估及補強之地震力標準

依據高公局89年9月「國道中山高速公路橋梁耐震分析評估及補強設計原則」之要求：「中山高速公路既有橋梁之耐震補強標準應以再使用年限50年為原則；但若以上述標準進行評估補強，造成不經濟或不合理的結果時，可研擬詳細分析報告專案向高公局提報，以檢討其再使用年限與後續追蹤檢測評估等配套措施」。

上述現行之橋梁耐震評估及補強標準，其主要的理念係參考日本於阪神地震後的橋梁補強標準，以FHWA之B級補強標準為基本原則，經詳細檢討各補強方案之工程實務性及經濟性的限制後，若造成不經濟或不合理的結果時，才可檢討降低補強標準之可行性，其降低標準之定量評估則依據歐洲橋梁耐震設計規範(Eurocode 8)之年限理念，即交通部「電信與運輸系統之耐震安全評估與補強初步準則」之剩餘使用年限；惟若是採用了FHWA的C級補強標準，因其畢竟是不能符合交通部最新的橋梁耐震設計規範，所以要求設計單位應研擬詳細之分析報告專案向高公局提報，以檢討其再使用年限與後續追蹤檢測評估等配套措施，如調整橋梁之檢測頻率或增設長期監測預警系統等。

然上述現行之橋梁耐震評估及補強標準，經由中山高速公路員林高雄段之實踐經驗，所謂「經濟性」之考量並不明確且易造成執行上之盲點，根據本計畫利用HAZ-Taiwan系統對於台灣主要活動斷層模擬地震之地震直接損失(Structural Loss)與各分類橋梁之案例研究，認為國道高速公路既有橋梁之補強工程費與同型式橋梁之新建工程費之合理比例約為35%~45%(略高於Caltrans之30.23%)，為避免不當或過量的補強設計，本計畫第二期工程採用第一期工程之橋梁耐震評估及補強標準如下：

「國道高速公路既有橋梁之耐震補強標準應以再服務年限達50年為原則，並應考慮重要性係數I=1.2(設計地震力等級)；於進行橋梁之耐震評估與補強設計時，若其補強工程費超過同型式橋梁新建工程費之45%，則需進一步檢核評估補強設計之合理性，若經詳細檢討各補強方案之工程實務性及經濟性後，仍造成不經濟或不合理的結果時，應研擬詳細分析報告專案向本局簡報，以檢討其再服務年限或性能標準與後續追蹤檢測評估或監測等配套措施」。

6.4 橋址鄰近活動斷層之地震力考量

依據交通部97年11月「公路橋梁耐震設計規範」第2.4節之規定，本計畫工程範圍必須考慮斷層近域效應之行政區域，主要為鄰近獅潭及神卓山斷層之新竹縣及苗栗縣之鄉鎮市區，如表6.4-1所列。**另中央地質調查所於99年5月11日公布之第一類活動斷層由原來的12條增加為20條，本工程部分橋梁鄰近新增之新城及旗山斷層，其影響亦應納入評估，請參見第6.4.2及6.4.3節。**

活動斷層近域之工址堅實地盤短週期與一秒週期設計地震水平譜加速度係數調整為 $S_S^D N_A$ 與 $S_1^D N_V$ ，其中 N_A 為反應譜等加速度段之斷層近域調整因子； N_V 為反應譜等速度段之斷層近域調整因子。考慮斷層近域效應時，工址放大係數 F_a 及 F_V ，應分別以 N_A 、 N_V 調整後之譜加速度係數決定之。

$$S_{DS} = F_a\left(S_S^D N_A\right) \quad \text{.....(6.5a)}$$

$$S_{D1} = F_v\left(S_1^D N_V\right) \quad \text{(6.5b)}$$

$$T_0^D = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad \text{(6.5c)}$$

N_A = 反應譜等加速度段之斷層近域調整因子，依表6.4-2規定之數值。

N_V = 反應譜等速度段之斷層近域調整因子，依表6.4-2規定之數值。

針對活動斷層近域而言，工址所屬震區堅實地盤之短週期與一秒週期水平譜加速度係數深受該斷層之特性以及工址與斷層間之水平距離的影響，若僅以鄉、鎮、市、區等行政區域形心位置之均布危害度分析結果代表該行政區域所有工址的震區水平譜加速度係數，將低估部分工址之震區水平譜加速度係數，致使設計地震力不足以抵抗該斷層引發之地震。因此，必須藉由特徵地震之規模密度函數配合傳統均布危害度進行斷層近域地震之危害度分析，以定義斷層近域調整因子 N_A 與 N_V ，進而修正斷層近域工址堅實地盤之震區水平譜加速度係數，使活動斷層近域橋梁之設計地震力趨於合理。

斷層近域調整因子 N_A 與 N_V 為工址與斷層間之水平距離*r*的函數。表6.4-2中訂定之 N_A 與 N_V 值均不小於1，表示若依據斷層近域衰減公式計算而得之水平譜加速度小於震區水平譜加速度係數時，設計地震力仍應由均布危害度分析結果所支配。由於考慮工址與斷層間之水平距離*r*不易求得，因此，依據交通部97年11月「公路橋梁耐震設計規範」之規定，表6.4-2採整個鄰近活動斷層的某個鄉、鎮、市、區均使用同一平均化的 N_A 值與 N_V 值，而不與*r*有關。由表6.4-2可以發現，對大部份近斷層區域的地震需求有低估之疑慮，尤其，對於距離斷層3公里範圍內之區域之地震需求明顯被低估。

規範以近斷層因子的方式來考量斷層之地震活動對於地震需求之影響。評估近斷層因子時，必須同時考量區域地震之影響。本節對於新增活斷層之近斷層因子評估，同時採用定值法及機率法評估，以不同斷層距離之工址進行分析比較，建議近斷層因子。各活斷層之地震參數則參考中央地質調查所公告之資料。

6.4.1 獅潭斷層及神卓山斷層

依據交通部97年11月「公路橋梁耐震設計規範」之規定，包括獅潭斷層、神卓山斷層、屯子腳斷層、車籠埔斷層、梅山斷層、大尖山斷層、觸口斷層、新化斷層與米崙斷層、玉里斷層、池上斷層、奇美斷層等曾經引致大規模地震之第一類活動斷層(如表6.4-3)，必須考量斷層近域效應。依據前述規定，本工程範圍(北二高路段)於新竹縣及苗栗縣之鄉鎮，主要鄰近獅潭斷層及神卓山斷層，如表6.4-1所列。

活動斷層近域之工址堅實地盤短週期與一秒週期設計地震水平譜加速度係數為 $S_S^D N_A$ 與 $S_1^D N_V$ ，而工址堅實地盤短週期與一秒週期最大考量地震水平譜加速度係數為 $S_S^M N_A$ 與 $S_1^M N_V$ ，其中 N_A 與 N_V 之值見表6.4-2。N_A 與 N_V 分別代表反應譜等加速度段與等速度段之斷層近域調整因

子，其值在設計地震與最大考量地震下並不相同。某鄉、鎮、市、區如鄰近兩個或兩個以上的斷層，其 N_A 與 N_V 值應採用其中較大之值後，並應與表6.4-4選取之 N_A 、 N_V 比較，取其大值。對於斷層近域之橋址依表6.4-1查得， S_S^D 、 S_1^D 、 S_S^M 與 S_1^M 先乘以 N_A 、 N_V 後再求 F_a 與 F_v 。

6.4.2 新城斷層

中央地質調查所於2009年中，重新公告臺灣之活動斷層調查成果(林啟文等，2009)，第一類活動斷層除原2000年版公告的12條外，新增9條(新城、三義、大甲、鐵鈷山、彰化、大茅埔-雙冬、六甲和旗山等)，刪除1條(神卓山斷層)，我國第一類活動斷層共公告20條。

新城斷層為逆移斷層，北起新竹縣關西，向西南方延伸至苗栗縣頭份，長度約28公里(林啟文等，2009)。連結數口鑽井的鑽探資料研判，新城斷層傾角約31度(林啟文等，2007)。李元希等(2002)觀察頭前溪南岸新城斷層截切低位階地礫石層，雖無明顯的崖，但研判該地形面形成過程七、八千年間中斷層至少活動過2 次。陳文山等(2006)由3個槽溝剖面的結果分析，新城斷層最近一次活動約在距今300年內，由歷史地震紀錄此期間可能在新竹地區發生的大地震紀錄共有3次，分別為西元1811年、1815年與1881年；這些地震的受震範圍遠至福建省以及台灣南部地區，以此研判1811年與1815年地震可能都屬於規模7 以上的大地震(蔡義本，1978；徐明同，1983；鄭世楠與葉永田，1989)。石同生等(2003)利用定年資料及不同來源的資料進行計算，所推估出的滑移速率初步評估斷層的滑移速率最快可達1.6mm/yr，最慢也應超過0.7mm/yr。若由斷層活動一次垂直位移量1.3、1.85公尺(陳文山等，2005)，配合長期滑移速率，評估新城斷層再現週期約為1300-1800年左右。

評估新城斷層之近斷層因子之案例工址如圖6.4-1所示，地震參數則參考中央地質調查所公告之資料，斷層長度28公里，推估其特徵地震之規模為7.0，回歸期假設為1500年。同時採用定值法及機率法評估，機率法之特徵地震採用包生模型，地震規模ML6.80-7.30。分析結果與近斷層因子之建議如圖6.4-2，回歸期475年及2500年之基準震區係數分別為(S_S^D =0.8， S_1^D =0.45)及(S_S^M =1.0， S_1^M =0.55)。

表6.4-1　本工程鄰近斷層之震區短週期與一秒週期之設計水平譜加速度係數 S_S^D 與 S_1^D 與最大考量水平譜加速度係數 S_S^M 與 S_1^M

縣市	鄉鎮市區	S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M	鄰近之斷層
新竹縣	竹北市	0.7	0.35	0.9	0.5	
	竹東鎮	0.7	0.4	0.9	0.5	
	新埔鎮	0.7	0.35	0.8	0.5	
	關西鎮	0.7	0.4	0.9	0.5	
	湖口鄉	0.6	0.35	0.8	0.5	
	新豐鄉	0.6	0.35	0.8	0.45	
	芎林鄉	0.7	0.35	0.9	0.5	
	橫山鄉	0.7	0.4	0.9	0.5	
	北埔鄉	0.7	0.4	0.9	0.55	獅潭與神卓山斷層
	寶山鄉	0.7	0.4	0.9	0.5	獅潭與神卓山斷層
	峨眉鄉	0.8	0.45	1.0	0.55	獅潭與神卓山斷層
	尖石鄉	0.7	0.4	0.9	0.5	
	五峰鄉	0.7	0.4	0.9	0.5	獅潭與神卓山斷層
苗栗縣	苗栗市	0.7	0.4	0.9	0.5	獅潭與神卓山斷層
	苑裡鎮	0.7	0.4	0.9	0.5	屯子腳、車籠埔斷層
	通霄鎮	0.7	0.4	0.9	0.5	屯子腳斷層
	竹南鎮	0.7	0.4	0.9	0.5	
	頭份鎮	0.7	0.4	0.9	0.5	獅潭與神卓山斷層
	後龍鎮	0.7	0.4	0.9	0.5	
	卓蘭鎮	0.8	0.45	1	0.55	屯子腳、車籠埔斷層
	大湖鄉	0.8	0.45	1	0.55	獅潭與神卓山、屯子腳、車籠埔斷層
	公館鄉	0.8	0.45	1.0	0.55	獅潭與神卓山斷層
	銅鑼鄉	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳、車籠埔斷層
	南庄鄉	0.8	0.45	1.0	0.55	獅潭與神卓山斷層
	頭屋鄉	0.8	0.45	1.0	0.55	獅潭與神卓山斷層
	三義鄉	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳、車籠埔斷層
	西湖鄉	0.7	0.4	0.9	0.5	
	造橋鄉	0.8	0.45	1.0	0.55	獅潭與神卓山斷層
	三灣鄉	0.8	0.45	1.0	0.55	獅潭與神卓山斷層
	獅潭鄉	0.8	0.45	1.0	0.55	獅潭與神卓山斷層
	泰安鄉	0.7	0.40	0.9	0.5	獅潭與神卓山、車籠埔斷層

表6.4-2　各第一類活動斷層近域調整因子N_A與N_V

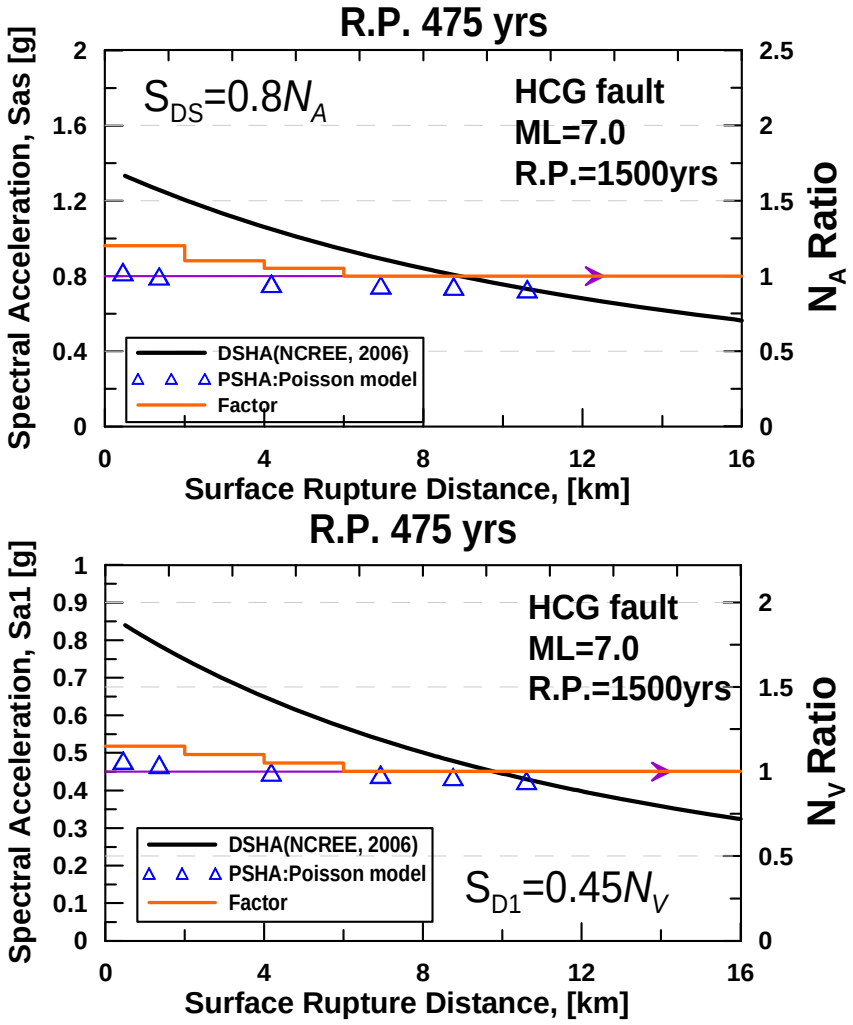
斷層名稱	設計地震		最大考量地震	
	N_A	N_V	N_A	N_V
獅潭斷層 神卓山斷層	1.14	1.17	1.13	1.21
屯子腳斷層	1.14	1.16	1.13	1.21
車籠埔斷層	1.12	1.18	1.13	1.25
梅山斷層	1.19	1.22	1.15	1.24
大尖山斷層 觸口斷層	1.08	1.08	1.11	1.21
新化斷層	1.12	1.08	1.15	1.15
花東縱谷地區斷層 (含米崙、玉里、池上與奇美斷層)	1.21	1.29	1.16	1.29

表6.4-3　曾經引致大規模地震之第一類活動斷層性質表

斷層名稱	斷層性質	地表破裂長度	歷史最大地震	備註
獅潭斷層 神卓山斷層	逆斷層	15 公里 5 公里	M7.1 (1935/04/21)	
屯子腳斷層	右移兼逆斷層	7 公里	M7.1 (1935/04/21)	
車籠埔斷層	逆斷層	105 公里	M7.3 (1999/09/21)	
梅山斷層	右移斷層	13 公里	M7.0 (1906/03/17)	
大尖山斷層 觸口斷層	逆斷層	25 公里 67 公里	M7.1 (1941/12/17)	以中埔地震為歷史最大地震
新化斷層	右移逆斷層	6 公里	M6.3 (1946/12/05)	
花東縱谷地區斷層 (含米崙、玉里、池上與奇美斷層)	左移兼逆斷層	>25 公里 37 公里 11 公里 18 公里	M7.3 (1951/11/25)	

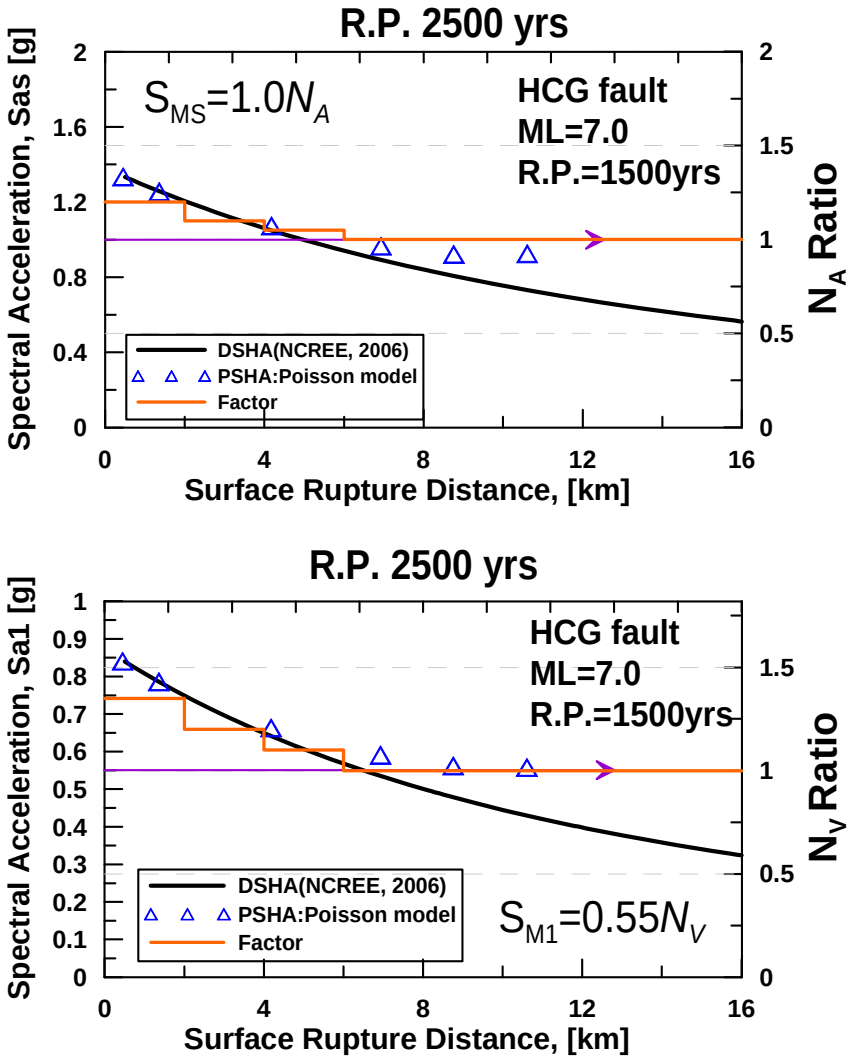
註：本表取自中央地質調查所

圖6.4-1　新城斷層近斷層因子評估之案例工址示意圖



N_A	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.10	1.05	1.00	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.15	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子

圖6.4-2a　新城斷層近斷層因子之比較，475年回歸期



N_A	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.35	1.20	1.10	1.00	不需考慮近斷層因子

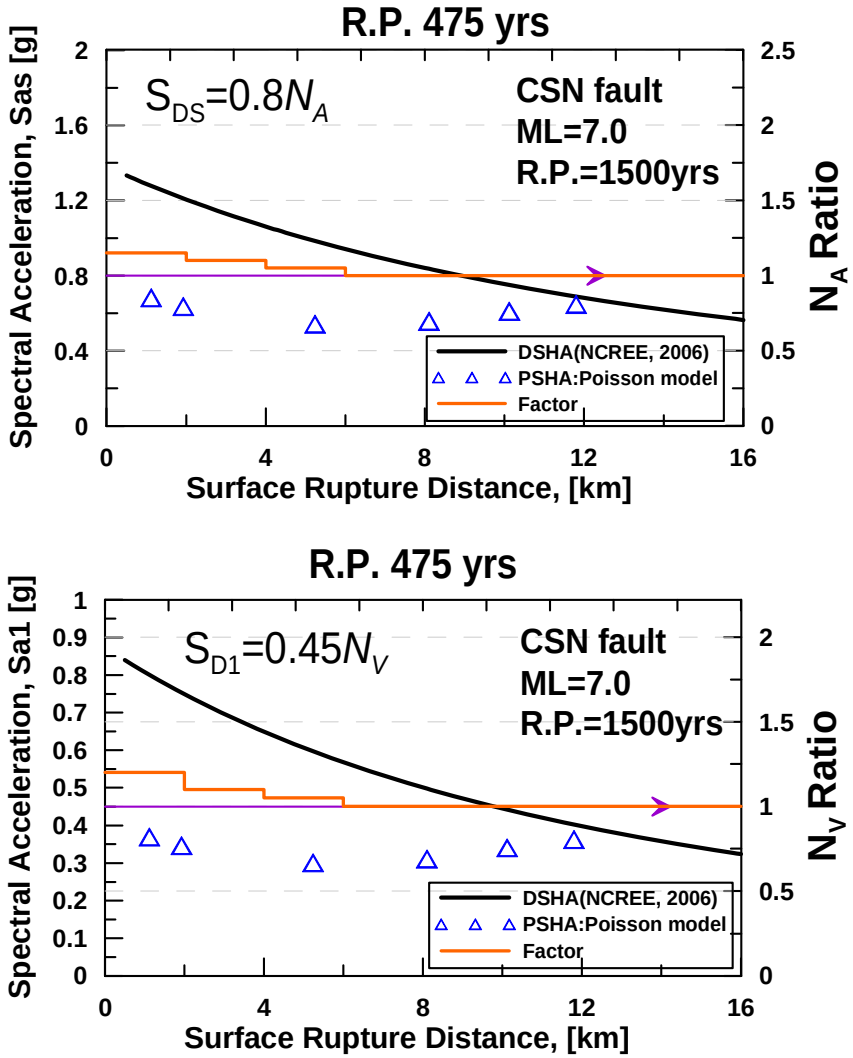
圖6.4-2b　新城斷層近斷層因子之比較，2500年回歸期

6.4.3 旗山斷層

旗山斷層由高雄縣旗山鎮，向南延伸至高雄縣仁武鄉，長約30公里。旗山斷層由主斷層與多條分支斷層構成變形帶，寬度約40至400公尺之間，斷層截切年代7,189±160年的沉積層，指示近期有活動紀錄(林啟文等，2009)。區域性大地測量方面的研究(Lacombe et al.，2001；Chaing et al.，2001；沈里俊，2003；侯進雄等，2003；宋國城等，2004；Hu et al.，2004；陳幼新，2004；張鴻成等，2005) 結果均顯示旗山斷層現今為一逆滑為主的斷層。GPS測量結果顯示現今的旗山斷層兩側斷盤約每年有10 毫米以上的壓縮量，以及10毫米的右移分量。旗山斷層為新加入之第一類活斷層，相關資料仍缺乏，其活動度並不明確。

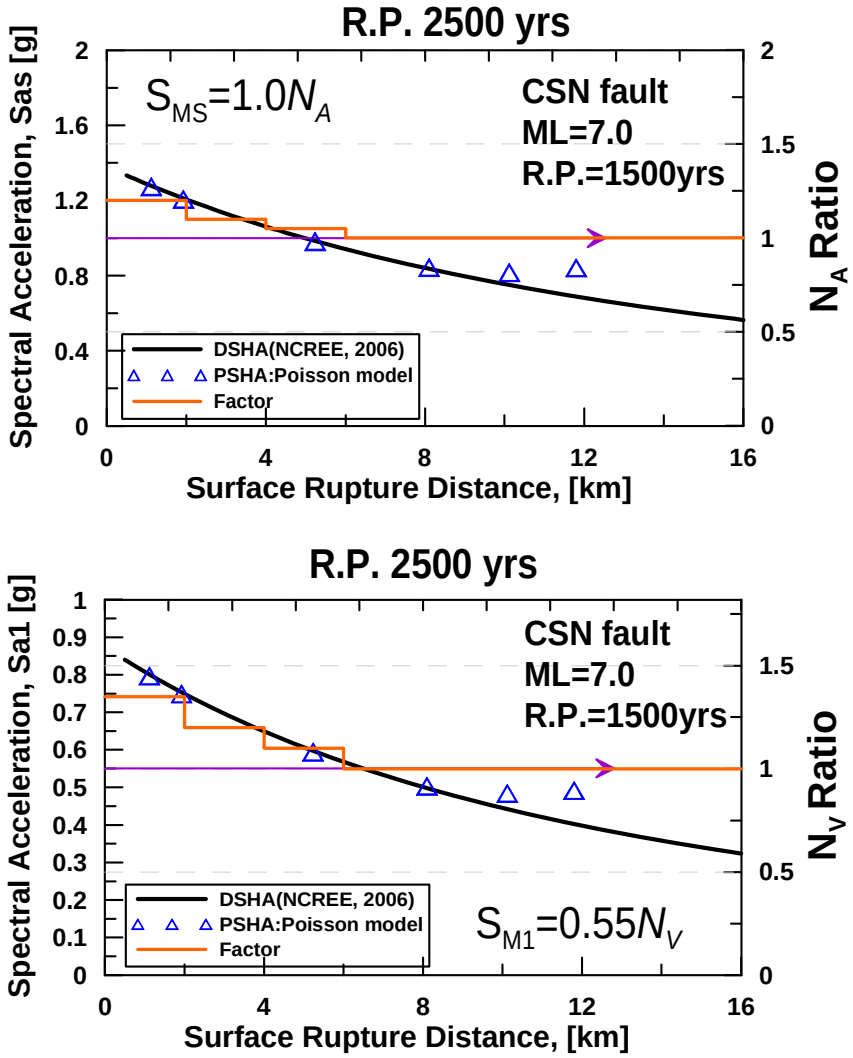
評估旗山斷層之近斷層因子之案例工址如圖6.4-3所示，地震參數參考中央地質調查所公告之資料，斷層長度30公里，推估其特徵地震之規模為7.0，回歸期保守假設為1500年。同時採用定值法及機率法評估，機率法之特徵地震採用包生模型，地震規模ML6.80-7.30。分析結果與近斷層因子之建議如圖6.4-4，其中，計算近斷層因子之回歸期475年及2500年基準震區係數分別為(S_S^D =0.8，S_1^D =0.45)及(S_S^M =1.0， S_1^M =0.55)；現行規範在旗山斷層附近鄉鎮之回歸期475年及2500年基準震區係數分別為(S_S^D =0.7， S_1^D =0.40)及(S_S^M =0.9， S_1^M =0.5)。

圖6.4-3 旗山斷層近斷層因子評估之案例工址示意圖



N_A	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.15	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子

圖6.4-4a　旗山斷層近斷層因子之比較，475年回歸期



N_A	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.35	1.20	1.10	1.00	不需考慮近斷層因子

圖6.4-4b　旗山斷層近斷層因子之比較，2500年回歸期

6.4.4 本工程橋址鄰近活動斷層之地震力及近域效應調整因子

依據經濟部中央地質調查所99年5月公布之斷層資料，本工程第二、三、四標範圍內國道高速公路部份橋梁距離曾經引致大規模地震之第一類活動斷層較近，依據交通部「公路橋梁耐震設計規範」第2.4及2.5節之規定，此部份橋梁必須考量新城斷層、獅潭斷層與旗山斷層之活動斷層近域效應；考量活動斷層近域效應之地震力需求如下：

- **設計地震等級：** $Z_{475} = 0.4S_S^D F_a N_A \quad ; N_A \geq 1.0$
- **最大考量地震等級：** $Z_{2500} = 0.4S_S^M F_a N_A \quad ; N_A \geq 1.0$

其中，S_S^D 為震區短週期之設計水平加速度係數(S_S^D=0.8)，S_S^M 為震區短週期之最大考量水平加速度係數(S_S^M=1.0)；F_a為反應譜等加速度段之工址放大係數；N_A及N_V為反應譜等加速度段及等速度段之近域效應調整因子，依據國家地震工程研究中心於100年12月提出之「近斷層設計地震調整因子檢討及建議」(第二十次規範研究發展委員會)，本工程鄰近新城斷層、獅潭斷層與旗山斷層之近域效應調整因子，其中「建築物耐震設計規範」隨工址與斷層之水平距離(r)而改變，參見表6.4-4~6.4-6所列；「公路橋梁耐震設計規範」則依據橋址所處鄉鎮查表而得，詳表6.4-7。本工程鄰近新城斷層、獅潭斷層與旗山斷層之近域效應調整因子，採上述兩者較保守值，進行耐震評估與補強設計，詳表6.4-8。

表6.4-4 新城斷層近域效應調整因子N_A及N_V

近域效應調整因子		r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
N_A	設計地震	1.10	1.05	1.00	1.00	不需考慮
	最大考量地震	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮
N_V	設計地震	1.15	1.10	1.05	1.00	不需考慮
	最大考量地震	1.35	1.20	1.10	1.00	不需考慮

註：國家地震工程研究中心「第二十次規範研究發展委員會」，100年12月23日。

表6.4-5 獅潭斷層近域效應調整因子N_A及N_V

近域效應調整因子		r≦2km	2km<r≦5km	5km<r≦8km	8km<r≦10km	r>10km
N_A	設計地震	1.28	1.20	1.10	1.00	不需考慮
	最大考量地震	1.26	1.18	1.05	1.00	不需考慮
N_V	設計地震	1.33	1.27	1.10	1.00	不需考慮
	最大考量地震	1.42	1.32	1.15	1.00	不需考慮

註：國家地震工程研究中心「第二十次規範研究發展委員會」，100年12月23日。

表6.4-6　旗山斷層近域效應調整因子N_A及N_V

近域效應調整因子		r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
NA	設計地震	1.15	1.10	1.05	1.00	不需考慮
	最大考量地震	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮
NV	設計地震	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮
	最大考量地震	1.35	1.20	1.10	1.00	不需考慮

註：國家地震工程研究中心「第二十次規範研究發展委員會」，100年12月23日。

表6.4-7　各第一類活動斷層近域調整因子N_A與N_V

斷層名稱	設計地震		最大考量地震	
	N_A	N_V	N_A	N_V
獅潭斷層神卓山斷層	1.14	1.17	1.13	1.21
新城斷層	1.04	1.08	1.09	1.16
旗山斷層	1.08	1.09	1.09	1.16

註：國家地震工程研究中心「第二十次規範研究發展委員會」，100年12月23日。

表6.4-8　第M32標橋梁活動斷層近域調整因子N_A與N_V

項次	橋梁名稱	建築物耐震設計規範及解說(草案)										公路橋梁耐震設計規範(草案)				建築物與橋梁規範(草案)之保守值			
		斷層名稱						活動斷層近域效應				活動斷層近域效應				活動斷層近域效應			
		新城斷層			獅潭斷層			475yrs		2500yrs		475yrs		2500yrs		475yrs		2500yrs	
		橋頭 (km)	橋尾 (km)	Min Dist.	橋頭 (km)	橋尾 (km)	Min Dist.	N_A	N_V	N_A	N_V	N_A	N_V	N_A	N_V	Max N_A	Max N_V	Max N_A	Max N_V
1	龍潭一號渡槽兼人行橋	>8	>8	>8	>10	>10	>10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
2	龍潭一號排水橋(南向)	>8	>8	>8	>10	>10	>10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
3	龍潭一號排水橋(北向)	>8	>8	>8	>10	>10	>10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
4	龍潭交流道 IC 穿越橋(南向)	>8	>8	>8	>10	>10	>10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
5	龍潭交流道 IC 穿越橋(北向)	>8	>8	>8	>10	>10	>10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
6	龍潭 ICC-D 穿越橋	>8	>8	>8	>10	>10	>10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
7	龍潭高架橋(北向)	>8	>8	>8	>10	>10	>10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
8	龍潭高架橋(南向)	>8	>8	>8	>10	>10	>10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
9	龍潭二號排水橋(北向)	>8	>8	>8	>10	>10	>10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
10	龍潭二號排水橋(南向)	>8	>8	>8	>10	>10	>10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
11	台三線穿越橋(北向)	>8	>8	>8	>10	>10	>10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
12	台三線穿越橋(南向)	>8	>8	>8	>10	>10	>10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
13	桃 67 路跨越橋(高楊北路)雙向	7.82	7.79	7.79	>10	>10	>10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
14	龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)	7.58	7.53	7.53	>10	>10	>10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
15	桃 68 高原路跨越橋	6.48	6.43	6.43	>10	>10	>10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
16	龍潭三號排水橋(北向)	5.62	5.56	5.56	>10	>10	>10	1.00	1.05	1.05	1.10	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
17	龍潭三號排水橋(南向)	5.62	5.56	5.56	>10	>10	>10	1.00	1.05	1.05	1.10	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
18	龍潭二號跨越橋(雙向)	5.40	5.35	5.35	>10	>10	>10	1.00	1.05	1.05	1.10	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
19	牛欄河一號橋(南向)	4.97	4.50	4.50	>10	>10	>10	1.00	1.05	1.05	1.10	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
20	牛欄河一號橋(北向)	4.97	4.50	4.50	>10	>10	>10	1.00	1.05	1.05	1.10	1.04	1.08	1.09	1.16	1.04	1.08	1.09	1.16
21	關西一號跨越橋(東向)	3.76	3.76	3.76	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
22	關西一號跨越橋(西向)	3.76	3.76	3.76	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
23	牛欄河二號橋(南向)	2.69	2.27	2.27	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
24	牛欄河二號橋(北向)	2.69	2.27	2.27	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
25	竹 18-2 鄉道穿越橋(光明路)南向	2.18	2.17	2.17	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
26	竹 18-2 鄉道穿越橋(光明路)北向	2.18	2.17	2.17	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
27	關西 IC 穿越橋(北向)	2.25	2.24	2.24	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
28	關西 IC 穿越橋(南向)	2.25	2.24	2.24	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
29	關西 IC 穿越橋匝道 A 西向	2.01	1.97	1.97	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
30	關西 IC 穿越橋匝道 A 東向	2.01	1.97	1.97	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35

表6.4-9　第34標橋梁活動斷層近域調整因子N_A與N_V(1/4)

項次	橋梁名稱	建築物耐震設計規範及解說(草案)										公路橋梁耐震設計規範(草案)				考慮建築物與橋梁規範(草案)之保守值			
		斷層名稱						活動斷層近域效應				活動斷層近域效應				活動斷層近域效應			
		新城斷層			獅潭斷層			475yrs		2500yrs		475yrs		2500yrs		475yrs		2500yrs	
		橋頭 (km)	橋尾 (km)	Min Dist.	橋頭 (km)	橋尾 (km)	Min Dist.	N_A	N_V	N_A	N_V	N_A	N_V	N_A	N_V	Max N_A	Max N_V	Max N_A	Max N_V
1	深坑排水橋(北向)	2.21	2.20	2.20	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
2	深坑排水橋(南向)	2.21	2.20	2.20	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
3	竹 16 道穿越橋(南向)	1.13	1.16	1.13	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
4	竹 16 道穿越橋(北向)	1.13	1.16	1.13	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
5	大同里跨越橋(雙向)	1.94	2.03	1.94	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
6	水坑排水橋(南向)	1.95	1.91	1.91	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
7	水坑排水橋(北向)	1.95	1.91	1.91	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
8	鳳山溪河川橋(北向)	1.48	1.81	1.48	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
9	鳳山溪河川橋(南向)	1.48	1.81	1.48	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
10	下橫坑河川橋(南向)	0.91	0.68	0.68	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
11	下橫坑河川橋(北向)	0.91	0.68	0.68	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
12	竹 21 鄉道穿越橋(南向)	0.45	0.52	0.45	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
13	竹 21 鄉道穿越橋(北向)	0.45	0.52	0.45	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
14	崁下排水橋(北向)	2.17	2.22	2.17	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
15	崁下排水橋(南向)	2.17	2.22	2.17	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
16	120 縣道文衡路穿越橋(北向)	2.29	2.31	2.29	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
17	120 縣道文衡路穿越橋(南向)	2.29	2.31	2.29	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
18	竹林交流道穿越橋(北向)	2.75	2.79	2.75	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
19	竹林交流道穿越橋(南向)	2.75	2.79	2.75	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
20	竹林 IC 環道 R/A 穿越橋	2.77	2.73	2.73	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20

表6.4-9　第34標橋梁活動斷層近域調整因子N_A與N_V(2/4)

項次	橋梁名稱	建築物耐震設計規範及解說(草案)										公路橋梁耐震設計規範(草案)				考慮建築物與橋梁規範(草案)之保守值			
		斷層名稱						活動斷層近域效應				活動斷層近域效應				活動斷層近域效應			
		新城斷層			獅潭斷層			475yrs		2500yrs		475yrs		2500yrs		475yrs		2500yrs	
21	赤柯窟排水橋(北向)	1.45	1.46	1.45	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
22	赤柯窟排水橋(南向)	1.45	1.46	1.45	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
23	中坑排水橋(北向)	1.86	1.90	1.86	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
24	中坑排水橋(南向)	1.86	1.90	1.86	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
25	頭前溪河川橋(北向)	3.11	3.47	3.11	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
26	頭前溪河川橋(南向)	3.11	3.47	3.11	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
27	122 縣道中興路跨越橋(雙向)	3.59	3.52	3.52	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
28	92K+542 跨越渡槽兼人行橋(雙向)	3.28	3.35	3.28	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
29	四重溪排水橋(北向)	3.24	3.22	3.22	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
30	四重溪排水橋(南向)	3.24	3.22	3.22	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
31	竹 40 鄉道穿越橋(北向)	2.42	2.45	2.42	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
32	竹 40 鄉道穿越橋(南向)	2.42	2.45	2.42	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
33	94K+383 跨越橋(雙向)	1.79	1.81	1.79	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
34	94K+612 渡槽跨越橋(雙向)	1.66	1.59	1.59	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
35	柯子湖排水橋(北向)	1.43	1.40	1.40	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
36	柯子湖排水橋(南向)	1.43	1.40	1.40	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
37	雲南路跨越橋(雙向)	1.62	1.53	1.53	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.04	1.08	1.09	1.16	1.10	1.15	1.20	1.35
38	竹 45 鄉道跨越橋(雙向)	1.32	1.26	1.26	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
39	寶山 IC 雙溪排水橋(北向)	0.32	0.17	0.17	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
40	寶山 IC 雙溪排水橋(南向)	0.32	0.17	0.17	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
41	竹 43 鄉道跨越橋(雙向)	0.31	0.29	0.29	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35

表6.4-9　第34標橋梁活動斷層近域調整因子N_A與N_V(3/4)

項次	橋梁名稱	建築物耐震設計規範及解說(草案)										公路橋梁耐震設計規範(草案)				考慮建築物與橋梁規範(草案)之保守值			
		斷層名稱						活動斷層近域效應				活動斷層近域效應				活動斷層近域效應			
		新城斷層			獅潭斷層			475yrs		2500yrs		475yrs		2500yrs		475yrs		2500yrs	
42	水尾溪排水橋(北向)	0.25	0.22	0.22	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
43	水尾溪排水橋(南向)	0.25	0.22	0.22	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
44	新竹系統交流道匝道 E(一)穿越橋	0.71	0.78	0.71	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
45	新竹系統交流道匝道 A(二)跨越橋	0.76	0.88	0.76	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
46	新竹系統交流道匝道 E(二)跨越橋	0.72	0.70	0.70	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
47	新竹系統交流道匝道 A(三)跨越橋	0.90	0.89	0.89	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
48	新竹系統交流道匝道 A(四)跨越橋	0.79	0.82	0.79	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
49	新竹系統交流道匝道 G 排水橋	0.66	0.67	0.66	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
50	新竹系統交流道匝道 E 排水橋	0.83	0.80	0.80	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
51	寶山 IC 匝道六排水橋(一)	0.25	0.20	0.20	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
52	寶山 IC 匝道六排水橋(二)	0.15	0.07	0.07	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
53	寶山 IC 匝道七排水橋	0.25	0.18	0.18	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
54	寶山一號跨越橋(雙向)	1.34	1.27	1.27	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
55	崎林路高架橋(雙林路)北向	1.46	1.62	1.46	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
56	崎林路高架橋(雙林路)南向	1.46	1.62	1.46	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
57	寶山二號跨越橋(雙向)	1.78	1.75	1.75	>10	>10	>10	1.10	1.15	1.20	1.35	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.20	1.35
58	寶山三號跨越橋(雙向)	2.29	2.22	2.22	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.14	1.17	1.13	1.21	1.14	1.17	1.13	1.21

表6.4-9　第M34標橋梁活動斷層近域調整因子N_A與N_V(4/4)

項次	橋梁名稱	建築物耐震設計規範及解說(草案)										公路橋梁耐震設計規範(草案)				考慮建築物與橋梁規範(草案)之保守值			
		斷層名稱						活動斷層近域效應				活動斷層近域效應				活動斷層近域效應			
		新城斷層			獅潭斷層			475yrs		2500yrs		475yrs		2500yrs		475yrs		2500yrs	
59	茄冬 IC117 縣道穿越橋(北向)	2.77	2.77	2.77	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
60	茄冬 IC117 縣道穿越橋(南向)	2.77	2.77	2.77	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
61	117 縣道跨越橋(雙向)	2.79	2.86	2.79	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
62	茄苳高架橋(北向)	2.89	3.12	2.89	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
63	茄苳高架橋(南向)	2.89	3.12	2.89	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
64	新竹一號跨越橋(雙向)	3.24	3.20	3.20	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
65	117 縣道(一)高架橋(北向)	3.40	3.57	3.40	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
66	117 縣道(一)高架橋(南向)	3.40	3.57	3.40	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
67	新竹二號跨越橋(雙向)	3.70	3.64	3.64	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
68	117 縣道(二)高架橋(北向)	3.51	3.35	3.35	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
69	117 縣道(二)高架橋(南向)	3.51	3.35	3.35	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
70	新竹三號跨越橋(雙向)	3.43	3.33	3.33	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
71	台一線穿越橋(北向)	3.41	3.41	3.41	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
72	台一線穿越橋(南向)	3.41	3.41	3.41	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
73	鹽水溪排水橋(北向)	3.43	3.44	3.43	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
74	鹽水溪排水橋(南向)	3.43	3.44	3.43	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
75	台 13 線穿越橋(北向)	3.45	3.44	3.44	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
76	台 13 線穿越橋(南向)	3.45	3.44	3.44	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20
77	茄苳 ICC/D 穿越橋	2.74	2.76	2.74	>10	>10	>10	1.05	1.10	1.10	1.20	1.04	1.08	1.09	1.16	1.05	1.10	1.10	1.20

表6.4-10　第M35標橋梁活動斷層近域調整因子N_A與N_V

項次	橋梁名稱	建築物耐震設計規範及解說(草案)							公路橋梁耐震設計規範(草案)				考慮建築物與橋梁規範(草案)之保守值			
		斷層名稱			活動斷層近域效應				活動斷層近域效應				活動斷層近域效應			
		旗山斷層			475yrs		2500yrs		475yrs		2500yrs		475yrs		2500yrs	
		橋頭 (km)	橋尾 (km)	Min Dist.	N_A	N_V	N_A	N_V	N_A	N_V	N_A	N_V	Max N_A	Max N_V	Max N_A	Max N_V
1	彎崎溪河川橋(北)	>8	>8	>8	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.08	1.09	1.09	1.16	1.08	1.09	1.09	1.16
2	彎崎溪河川橋(南)	>8	>8	>8	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	1.08	1.09	1.09	1.16	1.08	1.09	1.09	1.16
3	二仁溪 2 號河川橋(北)	7.27	8.40	7.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.08	1.09	1.09	1.16	1.08	1.09	1.09	1.16
4	二仁溪 2 號河川橋(南)	7.27	8.40	7.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.08	1.09	1.09	1.16	1.08	1.09	1.09	1.16
5	里港洩洪橋(東)	5.18	5.20	5.18	1.05	1.05	1.05	1.10	1.08	1.09	1.09	1.16	1.08	1.09	1.09	1.16
6	里港洩洪橋(西)	5.18	5.20	5.18	1.05	1.05	1.05	1.10	1.08	1.09	1.09	1.16	1.08	1.09	1.09	1.16
7	吉洋溪 1 號排水橋(東)	4.18	4.22	4.18	1.05	1.05	1.05	1.10	1.08	1.09	1.09	1.16	1.08	1.09	1.09	1.16
8	吉洋溪 1 號排水橋(西)	4.18	4.22	4.18	1.05	1.05	1.05	1.10	1.08	1.09	1.09	1.16	1.08	1.09	1.09	1.16
9	屏 92 穿越兼排水橋(東)	3.50	3.52	3.50	1.10	1.10	1.10	1.20	1.08	1.09	1.09	1.16	1.10	1.10	1.10	1.20
10	屏 92 穿越兼排水橋(西)	3.50	3.52	3.50	1.10	1.10	1.10	1.20	1.08	1.09	1.09	1.16	1.10	1.10	1.10	1.20
11	美濃溪河川橋(東)	2.28	2.42	2.28	1.10	1.10	1.10	1.20	1.08	1.09	1.09	1.16	1.10	1.10	1.10	1.20
12	美濃溪河川橋(西)	2.28	2.42	2.28	1.10	1.10	1.10	1.20	1.08	1.09	1.09	1.16	1.10	1.10	1.10	1.20

6.5 橋梁耐震能力詳細評估之成果彙整

有關本工程各橋梁之耐震能力詳細評估成果，請詳各標「橋梁耐震分析評估報告書」。

6.5.1 第 M31 標之耐震評估成果彙整

第M31標橋梁各項評估結果分別彙整於表6.5-1中，以做為補強策略研擬之參考。其中，橋墩各構件之評估成果，僅分為其容量需求比大於等於1.0(以空心圓○表示)或小於1.0(以實心圓●表示)兩類並加以標示。

6.5.2 第 M32 標之耐震評估成果彙整

第M32標橋梁各項評估結果分別彙整於表6.5-2中，以做為補強策略研擬之參考。其中，橋墩各構件之評估成果，僅分為其容量需求比大於等於1.0(以空心圓○表示)或小於1.0(以實心圓●表示)兩類並加以標示。

6.5.3 第 M34、M35 標之耐震評估成果彙整

第M34、M35標橋梁各項評估結果分別彙整於表6.5-3中，以做為補強策略研擬之參考。其中，橋墩各構件之評估成果，僅分為其容量需求比大於等於1.0(以空心圓○表示)或小於1.0(以實心圓●表示)兩類並加以標示。

6.5.4 第 M36 標之耐震評估成果彙整

第M36標橋梁各項評估結果分別彙整於表6.5-4中，以做為補強策略研擬之參考。其中，橋墩各構件之評估成果，僅分為其容量需求比大於等於1.0(以空心圓○表示)或小於1.0(以實心圓●表示)兩類並加以標示。

表6.5-1　第M31標評估結果彙整表(1/4)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施										帽梁強度		基礎評估		備註
				名稱	編號	HAZ-Taiwan 橋梁類別	上構	下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲		左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
								型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱(C/D)	N	1.2N	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向					
1	北側基隆河橋 S	03010436RORS	1	AS1~PS6	S01	TYPE7	PC 箱型梁	單柱	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●							●	●	
2	北側基隆河橋 N	03010429RORN	2	AN1~PN6	N01	TYPE7	PC 箱型梁	單柱	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●							●	●	
3	汐止系統交流道匝道6 跨東側基隆河橋	03010900PR62	3	A1~P2	R01	TYPE2	PCI 型梁	單柱、雙柱	圓形	樁基	○	●	●	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	●		○	○	
		03010900PR62	4	P2~A5	R02	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●	●		●	●	
4	汐止系統交流道 CDI-SB-RD	03010900PCS1	5	A3~A2	R01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			●	●	
5	汐止系統交流道 CDI-NB-RD	03010900PCN1	6	A6~P12	R01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	○	●	●			○	○	
		03010900PCN1	7	P12~A5	R02	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	●			●	●	
6	汐止系統交流道匝道7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	8	A1~P4	B01	TYPE4	PCI 型梁	單柱、雙柱、壁式	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	●	●			●	●	●	●			●	●	
		03010900PR73	9	P4~P7N	B02	TYPE4	PCI 型梁	單柱、雙柱、壁式	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	●	●			●	●	●	●			●	●	
		03010900PR73	10	P7N~P11	B03	TYPE4	PCI 型梁	單柱、雙柱、壁式	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	●	●			●	●	●	●			●	●	
7	汐止系統交流道匝道3	03010900PR31	11	P7S~A2	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
8	汐止系統交流道匝道1 跨北側基隆河橋	03010900PR11	12	A1~P3	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	●	●	○	○	○	●	○	○			○	●	○	●			●	●	
		03010900PR11	13	P3~A2	B02	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●			●	○	
9	汐止系統交流道匝道2 跨北側基隆河橋	03010900PR21	14	A1~P2	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	●	●	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			●	●	
		03010900PR21	15	P2~A2	B02	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	●			●	○	
10	汐止系統交流道匝道7 跨北側基隆河橋	03010900PR71	16	A1~P3	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	○	●	○			○	○	
		03010900PR71	17	P3~A2	B02	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	○	●	○			○	○	
11	新台五路橋 N	03012873BORN	18	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱、多柱	圓形	直基	○	○	○	○	○	○	●	●	●			●	●	○	○	○		●	○	
12	新台五路橋 S	03012873BORS	19	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱、多柱	圓形	直基	○	○	○	○	○	○	●	●	●			●	●	●	○	○		●	●	
13	新台五路交流道匝道3 跨鐵路橋	03012700PR31	20	A1~A2	B01	TYPE5	鋼箱型梁	單柱	圓形	樁基、直基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	●							○	●	
14	新台五路交流道匝道4 排水溝渠橋	03012700PR41	21	A1~A2	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
15	新台五路交流道匝道7 排水溝渠橋	03012700PR71	22	A1~A2	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
16	新台五路交流道匝道7 跨光復街橋	03012700PR72	23	A1~A2	B01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	單跨
17	新台五路交流道匝道7 跨匝道 1 橋	03012700PR73	24	A1~A2	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱	圓形	直基	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
18	貨櫃場通道跨越橋	03013650OORG	25	A1~A2	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●							●	●	
19	橫科路橋 N	03014477BORN	26	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	●	●	○	○	●	●	
20	橫科路橋 S	03014477BORS	27	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	●	●	○	○	●	●	
21	南深路橋 N	03016111BORN	28	AN1~AN2	N01	TYPE4	PCI 型梁	壁式	中空雙室矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
22	南深路橋 S	03016112BORS	29	AS1~AS2	S01	TYPE4	PCI 型梁	壁式	中空雙室矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
23	南港系統交流道匝道3 跨越橋	03016500PR31	30	AD2~AD3	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●		●		●			○	●	
24	匝道 6 橋 S(南港交流道)	03014657BORS	31	AS1~AS2	S01	TYPE1	PC 箱型梁	-	-	樁基、沉箱								○	○											單跨
25	匝道 6 橋 N(南港交流道)	03014657BORN	32	AN1~AN2	N01	TYPE1	PC 箱型梁	-	-	樁基、沉箱								○	○											單跨
26	南港系統交流道環道5 跨越橋	03016500PL51	33	AE1~AE2	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●		●		●			●	●	
27	南港系統交流道匝道3 跨南深路橋	03016500PR32	34	AD1~PD2	B01	TYPE4	PCI 型梁	壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			●	●	
		03016500PR32	35	PD2~A4	B02	TYPE4	PCI 型梁	壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	○	●	●			●	●	

表6.5-1　第M31標評估結果彙整表(2/4)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
								下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲						
				名稱	編號	HAZ-Taiwan橋梁類別	上構	型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱(C/D)	N	1.2N	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向	左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
28	四分子一坑高架橋 N	03016611BORN	36	AN1~PN2	N01	TYPE4	PCI 型梁	單柱	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●			○	○	
		03016611BORN	37	PN2~AN2	N02	TYPE4	PCI 型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			●	●	
29	四分子一坑高架橋 S	03016612BORS	38	AS1~PS2	S01	TYPE4	PCI 型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	○	●			○	○	
		03016612BORS	39	PS2~AS2	S02	TYPE4	PCI 型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
30	樟樹里高架橋 N	03011818BORN	40	AB~PN8	N01	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	
		03011818BORN	41	PN8~PN11	N02	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	●	●	○	○	●	●	○	○		●							●	●	
		03011818BORN	42	PN11~AN	N03	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							○	○	
31	樟樹里高架橋 S	03011847BORS	43	AB~PS8	S01	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	
		03011847BORS	44	PS8~PS11	S02	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	●	●	○	○	●	●	○	○		●							●	●	
		03011847BORS	45	PS11~AS	S03	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							○	○	
32	舊莊高架橋 N	03015096RORN	46	AN1~PN4	N01	TYPE4	PCI 型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	●	○	●			○	○	
		03015096RORN	47	PN4~PN8	N02	TYPE4	PCI 型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	○			○	●	
		03015096RORN	48	PN8~PN12	N03	TYPE4	PCI 型梁	單柱、壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	○			○	●	
		03015096RORN	49	PN12~AN2	N04	TYPE4	PCI 型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
33	舊莊高架橋 S	03015096RORS	50	AS1~PS4	S01	TYPE4	PCI 型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●			○	●	
		03015096RORS	51	PS4~PS8	S02	TYPE4	PCI 型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	○			●	●	
		03015096RORS	52	PS8~PS12	S03	TYPE4	PCI 型梁	單柱、壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	○			○	●	
		03015096RORS	53	PS12~AS2	S04	TYPE4	PCI 型梁	單柱、壁式	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
34	四分里坑高架橋 N	03017502RORN	54	AN1~PN3	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●	●		●	●	
		03017502RORN	55	PN3~PN6	N02	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	○	●	○	●		●	●	
		03017502RORN	56	PN6~AN2	N03	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●	●		○	○	
35	四分里坑高架橋 S	03017528RORS	57	AS1~PS3	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	●	●		●	●	
		03017528RORS	58	PS3~PS6	S02	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	○	●	○	●		●	●	
		03017528RORS	59	PS6~AS2	S03	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	●	●		●	●	
36	富德橋 S	03020305BORS	60	AS1~PS3	B01	TYPE4	PCI 型梁	單柱、雙柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	○		●	●	
		03020305BORS	61	PS3~PS6	B02	TYPE4	PCI 型梁	單柱	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○			●	●	
		03020305BORS	62	PS6~AS2	B03	TYPE4	PCI 型梁	單柱	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●			●	●	
37	景美溪北橋	03020408RORN	63	AN1~PN1	B01	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、雙柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●					●		●	●	
		03020408RORN	64	PN1~PN12	B02	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、雙柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●					●		●	●	
		03020408RORN	65	PN12~PN17	B03	TYPE7	PC 箱型梁	單柱	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	●	○	○		●							●	●	
		03020408RORN	66	PN17~AN2	B04	TYPE7	PC 箱型梁	單柱	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	
38	景美溪南橋	03020633RORS	67	AS3~PS16	B01	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、雙柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●					●		●	●	
		03020633RORS	68	PS16~PS18	B02	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、雙柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●					●		●	●	
		03020633RORS	69	PS18~AS4	B03	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●							●	●	
		03020633RORS	70	AS5~PS16	B04	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●					●		●	●	
39	木柵交流道匝道一富德橋	03020800PR11	71	AA1~AA2	B01	TYPE4	PCI 型梁	單柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			●	●	
40	木柵交流道匝道二景美溪橋	03020800PR21	72	AB1~PN1	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●							●	●	
41	木柵交流道匝道四猴山坑橋	03020800PR43	73	AD1~AD2	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	●									●	○	
42	木柵交流道匝道四景美溪橋	03020800PR42	74	AD4~AD3	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱	中空矩形	直基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	

表6.5-1　第M31標評估結果彙整表(3/4)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
								下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲						
				名稱	編號	HAZ-Taiwan橋梁類別	上構	型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱(C/D)	N	1.2N	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向	左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
43	木柵交流道匝道四富德橋	03020800PR41	75	AD6~AD5	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	中空圓形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			●	○	
44	景美溪橋 W	03020800RORW	76	AT3~AT4	S01	TYPE6	PC 箱型梁	雙柱	中空圓形	直基	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●					●	●	●	●	
45	景美溪橋 E	03020800RORE	77	AT3~AT4	N01	TYPE6	PC 箱型梁	雙柱	中空圓形	直基	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●					●	●	●	●	
46	指南路穿越橋 N (無名溪橋 N)	03023780RORN	78	AN1~AN2	N01	TYPE4	PCI 型梁	壁式	中空雙室矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●			●	●	
47	指南路穿越橋 S (無名溪橋 S)	03023743RORS	79	AS1~AS2	S01	TYPE4	PCI 型梁	壁式	中空雙室矩形	直基	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	●			●	●	
48	新店高架橋 N	03025915BORN	80	NABT1~NP2	S01	TYPE8	鋼 I 型梁	單柱、雙柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●					●	●	●	●	
		03025915BORN	81	NP2~NP7	S02	TYPE8	鋼箱型梁	單柱、雙柱、壁式	矩形	直基、樁基								○	●	●	●					●	●	●	●	特殊橋
		03025915BORN	82	NP7~NP11	S03	TYPE8	鋼 I 型梁	雙柱	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●					●	●	●	●	
		03025915BORN	83	NP11~NP12	S04	TYPE8	鋼 I 型梁	多柱	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●					○	●	○	○	
		03025915BORN	84	NP12~NP16	S05	TYPE8	鋼 I 型梁	多柱	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●					●	●	●	●	
		03025915BORN	85	NP16~NP17	S06	TYPE8	鋼 I 型梁	多柱	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●					●	●	○	●	
		03025915BORN	86	NP17~NABT2	S07	TYPE8	鋼 I 型梁	多柱	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●					●	○	●	●	
49	新店高架橋 S	03025922BORS	87	SABT1~SP2	N01	TYPE8	鋼 I 型梁	單柱、雙柱、壁式	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●					●	●	●	●	
		03025922BORS	88	SP2~SP7	N02	TYPE8	鋼箱型梁	單柱、雙柱、壁式	矩形	直基、樁基										○	●							●	●	特殊橋
		03025922BORS	89	SP7~SP11	N03	TYPE8	鋼 I 型梁	雙柱	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●					●	●	●	●	
		03025922BORS	90	SP11~SP14	N04	TYPE8	鋼 I 型梁	雙柱	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●					●	●	○	○	
		03025922BORS	91	SP14~SP17	N05	TYPE8	鋼 I 型梁	雙柱	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●					●	●	○	●	
		03025922BORS	92	SP17~SABT2	N06	TYPE8	鋼 I 型梁	雙柱	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●					●	○	●	●	
50	新店交流道匝道 1	03026800PR11	93	SP14~SABT3	B01	TYPE8	鋼 I 型梁	單柱	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●							○	○	
51	新店交流道匝道 2	03026800PR21	94	NP12~NABT3	B01	TYPE8	鋼 I 型梁	多柱	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●					○	●	○	○	
52	新店交流道環道 4	03026800PL41	95	NP16~NABT4	B01	TYPE8	鋼 I 型梁	單柱、多柱	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●							●	●	
53	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	96	ABT1~P3	B01	TYPE3	PC 中空版梁	雙柱、壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	○	○	○	○		●	●	
		03026800TAT1	97	P3~P6	B02	TYPE3	PC 中空版梁	雙柱、壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	○	○	○	●		●	●	
		03026800TAT1	98	P6~P9	B03	TYPE3	PC 箱型梁	雙柱	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●					●		●	●	
		03026800TAT1	99	P9~P12	B04	TYPE3	PCU 型梁	雙柱	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	○	●		○	○	
		03026800TAT1	100	P12~P15	B05	TYPE3	PC 箱型梁、PCI 型梁、其它()	雙柱	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●	●		●	●	
		03026800TAT1	101	P15~P17	B06	TYPE3	PC 箱型梁、PCI 型梁、其它()	雙柱、壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	●		●	●	
		03026800TAT1	102	P17~ABT2	S07	TYPE3	PC 箱型梁、PCI 型梁、其它()	雙柱、壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	●		●	●	
		03026800TAT1	103	P17~ABT3	N07	TYPE3	PC 箱型梁、PCI 型梁、其它()	雙柱、壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	●		●	●	
54	新店交流道聯絡道排水橋	03026800TAT2	104	ABT1~ABT2	B01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	矩形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	○	○	●	●	
55	檳榔坑橋 N	03028409BORN	105	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	
56	檳榔坑橋 S	03028423BORS	106	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	
57	碧潭橋 N	03029100RORN	107	AN1~PN10	N01	TYPE8	PC 箱型梁	壁式	矩形	樁基							●	○	●		●							○	○	特殊橋
		03029100RORN	108	PN10~AN2	N02	TYPE8	PC 箱型梁	壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							○	○	
58	碧潭橋 S	03029104RORS	109	AS1~PS10	S01	TYPE8	PC 箱型梁	壁式	矩形	樁基							●	○	●		●							○	○	特殊橋
		03029104RORS	110	PS10~AS2	S02	TYPE8	PC 箱型梁	壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							○	○	
59	安坑交流道匝道 5 跨越橋	03031100PR51	111	A1~A2	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	樁基	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●		●		●			●	●	

表6.5-1　第M31標評估結果彙整表(4/4)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
				名稱	編號	HAZ-Taiwan 橋梁類別	上構	下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲		左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
								型式	斷面	基礎	中度地震	設計地震	最大地震	中度地震	設計地震	最大地震	橋柱(C/D)			縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向					
											SP1	SP2	SP3	SP1	SP2	SP3		N	1.2N											
60	安坑交流道匝道 6 跨越橋	03031100PR61	112	A1~A2	B01	TYPE8	鋼箱型梁	壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●						●	●	
61	安坑交流道連絡道跨越橋	03031100TAT1	113	A1~A2	B01	TYPE6	PC 箱型梁	多柱、壁式	矩形	樁基	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●		●		●	●	●	○	●	
62	安坑溪橋 N	03032138RORN	114	AN1~PN3	N01	TYPE3	RC 梁、PCI 型梁	單柱、雙柱	圓形	直基	○	○	○	○	○	○	●	○	●				●		●	●	●	●	●	
		03032138RORN	115	PN3~PN5	N02	TYPE3	RC 梁、PCI 型梁	雙柱	圓形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	○	●	●	●	●	
		03032138RORN	116	PN5~PN7	N03	TYPE3	RC 梁、PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	○	●	●	○	●	
		03032138RORN	117	PN7~AN2	N04	TYPE3	RC 梁、PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	●	●	●	○	●	
63	安坑溪橋 S	03032145RORS	118	AS1~PS3	S01	TYPE3	RC 梁、PCI 型梁	單柱、雙柱	圓形	直基	○	○	○	○	○	○	●	○	●				●		●	●	●	●	●	
		03032145RORS	119	PS3~PS6	S02	TYPE3	RC 梁、PCI 型梁	雙柱	圓形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	○	●	●	●	●	
		03032145RORS	120	PS6~AS2	S03	TYPE3	RC 梁、PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	●	●	●	○	●	
64	安坑橋	03031100TAT2	121	A1~P1	B01	TYPE5	PC 箱型梁	多柱	圓形、圓頭矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●		○		○		○				○	○	
		03031100TAT2	122	P1~P2	B02	TYPE5	PC 箱型梁	單柱、多柱	圓形、圓頭矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	●								○	○	
		03031100TAT2	123	P2~P8	B03	TYPE5	PC 箱型梁	單柱、雙柱	圓頭矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○		●								●	●	
		03031100TAT2	124	P8~A2	B03	TYPE5	PC 箱型梁	單柱、雙柱	圓頭矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		○		○				○	○	
65	安坑橋 A6 匝道	03031100PRA6	125	A6~P9R	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱	圓頭矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○		○		○		○				●	●	
66	安坑橋 A5 匝道	03031100PRA5	126	P10R~A5	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱	圓頭矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○		○		○		○				○	○	
67	安坑橋 A3 匝道	03031100PRA3	127	A3~P2	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●		○		○		○				○	○	不足之處位於橋墩P1(與安坑橋共用橋墩)，合併於"安坑橋"補強。
68	安坑橋 A4 匝道	03031100PRA4	128	A4~P2	B02	TYPE5	PC 箱型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	●		○		○		○				○	○	
69	安坑飛越橋	03031100PR23	129	P4R~P23	B01	TYPE7	PC 箱型梁	單柱	圓頭矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●								○	○	
		03031100PR23	130	P23~P26	B02	TYPE7	PC 箱型梁	單柱、雙柱、壁式	圓頭矩形、矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●					●	●		○	○	
		03031100PR23	131	P26~A7	B03	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		○		○				○	○	

表6.5-2　第M32標評估結果彙整表(1/5)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
				名稱	編號	HAZ-Taiwan 橋梁類別	上構	下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲		左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
								型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱(C/D)	L_R	$1.2L_R$	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向					
1	中和一號穿越橋 S	03033812BORS	1	A1~A2	B01	TYPE1	PCI 型梁	--		--								○	○				●							單跨
2	中和五號穿越橋 N	03033824BORN	2	A1~A2	B01	TYPE1	PCI 型梁	--		--								○	○				●							單跨
3	興南路南穿越橋 S	03034051BORS	3	A1~A2	B01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	○	○	○	○	
4	興南路北穿越橋 N	03034072BORN	4	A1~A2	B01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	○	○	○	○	
5	中和交流道北主線高架橋（一）	03035542BORN	5	AN1~PN4	B01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	●	○	●	●	●	○	●	
		03035542BORN	6	PN4~PN6	B02	TYPE3	PCI 型梁	雙柱/多柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	●	○	○	●	●	○	●	
		03035542BORN	7	PN6~PN8	B03	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	○	○	○	●	●	○	○	
		03035542BORN	8	PN8~PN11	B04	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	淺基/樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	●	○	●	●	●	○	○	
		03035542BORN	9	PN11~AN2	B05	TYPE3	PC 箱型梁	雙柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	●	○	●	●	●	○	○	
6	中和交流道北主線高架橋（二）	03035913BORN	10	AN3~PN13	B01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	淺基/樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	●	○	●	●	●	○	●	
		03035913BORN	11	PN13~PN17	B02	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	
		03035913BORN	12	PN17~AN4	B03	TYPE7	中空版梁	壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●		●		○	○	○	○	○	
7	中和交流道南主線高架橋（一）	03035575BORS	13	AS1~PS3	B01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱/多柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	●	○	●	●	●	●	●	
		03035575BORS	14	PS3~AS2	B01	TYPE2	PCI 型梁	雙柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●	●	●	○	○	
8	中和交流道匝道 F	03035000PRF1	15	PF1~AF1	B02	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			○	○	單跨
9	中和交流道南主線高架橋（二）	03035770BORS	16	AS3~AS4	B01	TYPE1	PC 箱型梁	--	--	--								○	○				●							單跨
10	中和交流道南主線高架橋（三）	03035907BORS	17	AS5~PS7	B01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	淺基/樁基	○	○	●	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●	●	●	○	●	
		03035907BORS	18	PS7~PS11	B02	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	●	○	○	○	●	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	
		03035907BORS	19	PS11~AS6	B03	TYPE7	中空版梁	壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●		●		○	○	○	○	○	
11	中和交流道匝道 A (一)	03035000PRA1	20	P8'L~PA4	B01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	●	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	●	●	○	○	
		03035000PRA1	21	PA4~PA8	B02	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	●	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	●	●	○	○	
		03035000PRA1	22	PA8~PA11	B03	TYPE2	PCI 型梁	雙柱/單柱	圓形	樁基	○	○	●	○	○	○	○	○	○			●	○	●	○	○	○	○	○	
		03035000PRA1	23	PA11~AA1	B04	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	●	●	○	●	●	○	○	○			○	○	●	○			○	○	
12	中和交流道匝道 A (二)	03035000PRA2	24	AA2~PA17	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	淺基/樁基	○	●	●	○	○	●	○	○	○			●	○	●	○			○	○	
		03035000PRA2	25	PA17~PA21	B02	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	●	●	○	●	●	○	○	○			●	○	●	○			○	○	
13	中和交流道匝道 B (一)	03035000PRB1	26	AB1~PB3	B01	TYPE6	中空版梁	雙柱	圓形/矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●					○	○	○	●	
		03035000PRB1	27	PB3~AB2	B02	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	●	●	○	○	○	●	
14	中和交流道匝道 B (二)	03035000PRB2	28	AB3~PB10	B01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	淺基/樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●	●	●	●	●	
		03035000PRB2	29	PB10~PB15	B02	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	淺基/樁基	○	●	●	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	●	●	●	●	
15	中和交流道匝道 C	03035000PRC1	30	PA8~PC2	B01	TYPE2	PCI 型梁	雙柱/單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	
		03035000PRC1	31	PC2~PC5	B02	TYPE5	中空版梁	單柱	圓形/矩形	樁基	○	●	●	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	
		03035000PRC1	32	PC5~PC9	B03	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	●	●	○	○	●	○	○	○			○	○	○	○			○	○	
		03035000PRC1	33	PC9~PC12	B04	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○			○	○	
		03035000PRC1	34	PC12~AC1	B05	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	●	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			○	●	
16	中和交流道匝道 D	03035000PRD1	35	PE8~PD2	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	
		03035000PRD1	36	PD2~PD7	B02	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	●	●	○	●	●	●	○	○			●	○	●	○			○	○	
		03035000PRD1	37	PD7~PD12	B03	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	●	○	●	●	●	○	○			○	○	●	○			○	○	
		03035000PRD1	38	PD12~AD1	B04	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	●	○	○	○	○	○	○			○	○	○	●			○	●	
17	中和交流道匝道 E	03035000PRE1	39	P8'R~PE4	B01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	●	○	○	○	●	○	○			○	○	○	○	●	●	○	○	
		03035000PRE1	40	PE4~PE8	B02	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	○	●	○	●	●	○	○	
		03035000PRE1	41	PE8~AE1	B03	TYPE3	PCI 型梁	雙柱/單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	○	○	●	●	●	○	○	
18	中和交流道聯絡道高架橋 W (一)	03035000TAT1	42	P8'~P6'	B03	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	○	●	○	○		○	○	
		03035000TAT1	43	P6'~P3'	B02	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基/樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	○	●	○	●		○	○	
		03035000TAT1	44	P3'~P1'	B01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	○	●	○	●		●	○	
		03035000TAT1	45	P1'~P2	S01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基/樁基	○	●	●	○	○	○	●	○	○			●	○	●	○	●		●	●	
		03035000TAT1	46	P2~P6	N02	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	○	●		○	○	

表6.5-2　第M32標評估結果彙整表(2/5)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
				名稱	編號	HAZ-Taiwan 橋梁類別	上構	下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲		左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
								型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱 (C/D)	L_R	$1.2L_R$	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向					
19	中和交流道聯絡道高架橋 E (一)	03035000TAT2	47	PB15~P3'	B02	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基/樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	○	●	○	●		○	○	
		03035000TAT2	48	P3'~P1'	B01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	○	●	○	●		●	○	
		03035000TAT2	49	P1'~P2	S01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基/樁基	○	●	●	○	○	○	●	○	○			●	○	●	○	●		●	●	
		03035000TAT2	50	P2~P5	S02	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	○	●	○	●		○	○	
20	中和交流道匝道 G	03035000PRG1	51	P1'G~A3G	S05	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	○	●	○			●	●	
21	中和交流道匝道 H	03035000PRH1	52	P1'H~A3H	N04	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	淺基/樁基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	○	●	○			○	●	
22	中和交流道聯絡道高架橋 W (二)	03035000TAT3	53	AP6~P20	W01	TYPE2	鋼梁	雙柱/單柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000TAT3	54	P20~P23	W02	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000TAT3	55	P23~P26	W03	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
23	中和交流道聯絡道高架橋 E (二)	03035000TAT4	56	AP5~P20	E01	TYPE2	鋼梁	雙柱/單柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000TAT4	57	P20~P23	E02	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000TAT4	58	P23~P26	E03	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
24	中和交流道匝道 L	03035000PRL1	59	P20~P23	B01	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000PRL1	60	P23~P26	B02	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000PRL1	61	P26~P30	B03	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000PRL1	62	P30~P34	B04	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000PRL1	63	P34~P37	B05	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000PRL1	64	P37~P40	B06	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
25	中和交流道匝道 R	03035000PRR1	65	P20~P23	B01	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000PRR1	66	P23~P26	B02	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000PRR1	67	P26~P30	B03	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000PRR1	68	P30~P34	B04	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000PRR1	69	P34~P37	B05	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
		03035000PRR1	70	P37~P40	B06	TYPE6	鋼梁	雙柱	矩形	樁基								○	○											
26	永豐路穿越橋 S	03037899BORS	71	A1~A2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○			●		●						單跨
27	永豐路穿越橋 N	03037899BORN	72	A1~A2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○			●		●						單跨
28	計劃路穿越橋 N	03037979BORN	73	A1~A2	N01	TYPE1	RC 梁	--	--	--								○	○			●		●						單跨
29	計劃路穿越橋 S	03037979BORS	74	A1~A2	S01	TYPE1	RC 梁	--	--	--								○	○			●		●						單跨
30	仁愛路穿越橋 N	03038190BORN	75	A1~A2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○			●		●						單跨
31	仁愛路穿越橋 S	03038190BORS	76	A1~A2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○			●		●						單跨
32	青雲路穿越橋 N	03039057BORN	77	A1~A2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○			●		●						單跨
33	青雲路穿越橋 S	03039057BORS	78	A1~A2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○			●		●						單跨
34	柑林埤排水橋 S	03039193RORS	79	A1~A2	S01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基	○	●	●	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●	○	○	●	●	
35	柑林埤排水橋 N	03039193RORN	80	A1~A2	N01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基	○	●	●	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●	○	○	●	●	
36	土城一號穿越橋 N	03039577BORN	81	A1~A2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
37	土城一號穿越橋 S	03039577BORS	82	A1~A2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
38	和平路穿越橋 N	03040626BORN	83	A1~A2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
39	和平路穿越橋 S	03040626BORS	84	A1~A2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
40	土城一號排水橋 S	03040892RORS	85	A1~A2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
41	土城一號排水橋 N	03040892RORN	86	A1~A2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
42	土城二號穿越橋 N	03041070BORN	87	A1~A2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				○		○					單跨
43	土城二號穿越橋 S	03041070BORS	88	A1~A2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				○		○					單跨
44	忠義路穿越橋 S	03041495BORS	89	A1~A2	S01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●	○		○	○	
45	忠義路穿越橋 N	03041495BORN	90	A1~A2	N01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●	○		○	○	
46	承天路穿越橋 N	03041640BORN	91	A1~A2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
47	承天路穿越橋 S	03041640BORS	92	A1~A2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
48	永和街穿越橋(南向)	03042170BORS	93	A1~A2	S01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●	○		○	○	
49	永和街穿越橋(北向)	03042170BORN	94	A1~A2	N01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●	○		○	○	

表6.5-2　第M32標評估結果彙整表(3/5)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
				名稱	編號	HAZ-Taiwan 橋梁類別	上構	下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲		左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
								型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱 (C/D)	L_R	$1.2L_R$	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向					
50	土城 IC 穿越橋(北向)	03042446BORN	95	A1~A2	N01	TYPE6	PC 箱型梁	多柱	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		●			○	●	
51	土城 IC 穿越橋(南下)	03042446BORS	96	A1~A2	S01	TYPE6	PC 箱型梁	多柱	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		●			○	○	
52	永寧路穿越橋(北向)	03042775BORN	97	A1~A2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
53	永寧路穿越橋(南向)	03042775BORS	98	A1~A2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
54	海山排水橋(北向)	03042897RORN	99	A1~A2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
55	海山排水橋(南向)	03042897RORS	100	A1~A2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
56	土城交流道穿越橋匝道 A(永寧路)	03000183PRA1	101	A1~A2	B01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				○		○					單跨
57	永安街穿越橋(西向)	03000174TATW	102	A1~A2	B01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
58	永安街穿越橋(東向)	03000174TATE	103	A1~A2	B01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
59	頂埔 30 號計劃路穿越橋(北向)	03042998BORN	104	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
60	頂埔 30 號計劃路穿越橋(南向)	03042998BORS	105	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
61	大暖路穿越橋(北向)	03043476BORN	106	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
62	大暖路穿越橋(南向)	03043476BORS	107	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
63	台三線中央路穿越橋(南向)	03045098RORS	108	AS1~AS2	S01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		●			●	●	
64	台三線中央路穿越橋(北向)	03045098RORN	109	AN1~AN2	N01	TYPE7	鋼箱型梁	壁式	矩形	淺基	●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	●							●	●	
65	舊台三線介壽路穿越橋(北向)	03045235BORN	110	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
66	舊台三線介壽路穿越橋(南向)	03045235BORS	111	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
67	三峽溪河川橋(北向)	03045475RORN	112	AN1~PN3	N01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	沉箱	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	●	●	●	○	○	
		03045475RORN	113	PN3~PN6	N02	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	沉箱	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	●	●	●	●	●	
		03045475RORN	114	PN6~AN2	N03	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	沉箱	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	●	●	●	○	●	
68	三峽溪河川橋(南向)	03045475RORS	115	AS1~PS3	S01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	沉箱	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	●	●	●	○	○	
		03045475RORS	116	PS3~PS6	S02	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	沉箱	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	●	●	●	●	●	
		03045475RORS	117	PS6~AS2	S03	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	沉箱	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	●	●	●	○	●	
69	佳園路穿越橋(北向)	03047342BORN	118	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
70	佳園路穿越橋(南向)	03047342BORS	119	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
71	龍埔路穿越橋(北向)	03050180RORN	120	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
72	龍埔路穿越橋(南向)	03050180RORS	121	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○				●		●					單跨
73	三鶯交流道復興路穿越橋(北向)	03050596BORN	122	AN1~AN2	N01	TYPE6	PC 箱型梁	雙柱	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○							●	○	
74	三鶯交流道復興路穿越橋(南向)	03050596BORS	123	AS1~AS2	S01	TYPE6	PC 箱型梁	雙柱	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○		●		●			●	○	
75	大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	124	AS1~PS3	S01	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			○	○	
		03051980RORS	125	PS3~PS6	S02	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	○			○	○	
		03051980RORS	126	PS6~PS9	S03	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	○			○	○	
		03051980RORS	127	PS9~PS12	S04	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	○			○	○	
		03051980RORS	128	PS12~PS15	S05	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	○			○	○	
		03051980RORS	129	PS15~PS17	S06	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	○			○	○	
		03051980RORS	130	AS17~AS2	S07	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	○			○	○	
76	大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN	131	AN1~PN3	N01	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			○	○	
		03051980RORN	132	PN3~PN6	N02	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	○			○	○	
		03051980RORN	133	PN6~PN9	N03	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	○			○	○	
		03051980RORN	134	PN9~PN12	N04	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	○			○	○	
		03051980RORN	135	PN12~PN15	N05	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	○			○	○	
		03051980RORN	136	PN15~PN17	N06	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	○			○	○	
		03051980RORN	137	AN17~AN2	N07	TYPE4	PCI 型梁	壁式	圓頭矩形	沉箱	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	○	●	○			○	○	

表6.5-2　第M32標評估結果彙整表(4/5)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
				名稱	編號	HAZ-Taiwan 橋梁類別	上構	下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲		左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
								型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱 (C/D)	L_R	$1.2L_R$	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向					
77	大溪一號排水橋(北向)	03057932RORN	138	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●		○	○	○	
78	大溪一號排水橋(南向)	03057932RORS	139	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	●	●	○		○	○	
79	大溪二號排水橋(北向)	03059220RORN	140	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●		○	○	○	
80	大溪二號排水橋(南向)	03059220RORS	141	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●	○		○	○	
81	大溪二號渡槽兼人行橋	03060191TORG	142	A1~A2	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○			●	●	
82	大溪三號渡槽兼人行橋	03060904TORG	143	A1~A2	E01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		●			●	●	
		03060904TORG	144	A1~A2	W01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		●			●	●	
83	112 路跨越橋(雙向)	03061296OORG	145	A1~A2	B01	TYPE6	PC 箱型梁	雙柱	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		●			●	●	
84	大溪交流道 IC 穿越橋(北向)	03062720BORN	146	AN1~AN2	N01	TYPE6	PC 箱型梁	單柱	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		●			○	●	
85	大溪交流道 IC 穿越橋(南向)	03062720BORS	147	AS1~AS2	S01	TYPE6	PC 箱型梁	單柱	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		●			○	●	
86	桃 64 路穿越橋(北向)	03063050BORN	148	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○										單跨
87	桃 64 路穿越橋(南向)	03063050BORS	149	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○										單跨
88	石門大圳穿越橋(北向)	03064550BORN	150	A1~A2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○										單跨
89	石門大圳穿越橋(南向)	03064550BORS	151	A1~A2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○										單跨
90	台三路跨越橋(雙向)	03064862OORG	152	AE1~AE2	E01	TYPE3	PCU 型梁	雙柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	○	○	●	●	
		03064862OORG	153	AW1~AW2	W01	TYPE3	PCU 型梁	雙柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	○	○	●	●	
91	龍潭一號渡槽兼人行橋	03065165TORG	154	AE1~AE2	E01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	○		●		○			●	●	
		03065165TORG	155	AW1~AW2	W01	TYPE7	PCU 型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	○		●		●			●	●	
92	龍潭一號排水橋(南向)	03066575RORS	156	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○										單跨
93	龍潭一號排水橋(北向)	03066575RORN	157	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○										單跨
94	龍潭交流道 IC 穿越橋(南向)	03068234BORS	158	AS1~AS2	S01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	○		●		●			●	●	
95	龍潭交流道 IC 穿越橋(北向)	03068234BORN	159	AN1~AN2	N01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	○		●		●			●	●	
96	龍潭 IC C/D 穿越橋	03068234PCS1	160	A1~A2	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	●	●	○	○	○	○	○	○	●	○		●		●			●	●	
97	龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	161	AN1~PN3	N01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
		03068978BORN	162	PN3~PN6	N02	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
		03068978BORN	163	PN6~PN9	N03	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
		03068978BORN	164	PN9~PN12	N04	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
		03068978BORN	165	PN12~PN15	N05	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
		03068978BORN	166	PN15~AN2	N06	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
98	龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	167	AS1~PS3	S01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
		03068978BORS	168	PS3~PS6	S02	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
		03068978BORS	169	PS6~PS9	S03	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
		03068978BORS	170	PS9~PS12	S04	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
		03068978BORS	171	PS12~PS15	S05	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
		03068978BORS	172	PS15~AS2	S06	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
99	龍潭二號排水橋(北向)	03069613RORN	173	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓頭矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	●	●	●		○	○	
100	龍潭二號排水橋(南向)	03069613RORS	174	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓頭矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	●	●	●		○	○	
101	台三線穿越橋(北向)	03070411BORN	175	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●	●		●	●	

表6.5-2　第M32標評估結果彙整表(5/5)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
				名稱	編號	HAZ-Taiwan 橋梁類別	上構	下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲		左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
								型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱 (C/D)	L_R	$1.2L_R$	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向					
102	台三線穿越橋(南向)	03070411BORS	176	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓形	淺基	○	○	●	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●	●		○	●	
103	桃 67 路跨越橋(高楊北路)雙向	03071444OORG	177	A1~A2	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●		●		●			●	○	
104	龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)	03071710TORG	178	A1~A2	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●		●		●			●	●	
105	桃 68 高原路跨越橋	03072975OORG	179	A1~A2	B01	TYPE8	RC 梁	--	--	淺基																		○	○	鋼架橋
106	龍潭三號排水橋(北向)	03074013RORN	180	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓頭矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●	○		●	●	
107	龍潭三號排水橋(南向)	03074013RORS	181	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱	圓頭矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●	●		●	●	
108	龍潭二號跨越橋(雙向)	03074285OORG	182	A1~A2	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	
109	牛欄河一號橋(南向)	03075110RORS	183	SA1~SP2	S01	TYPE7	PCU 型梁	壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
		03075110RORS	184	SP2~SA2	S02	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		●		○			○	○	
110	牛欄河一號橋(北向)	03075110RORN	185	NA1~NP2	N01	TYPE7	PCU 型梁	壁式	矩形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
		03075110RORN	186	NP2~NA2	N02	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		●		○			○	○	
111	關西一號跨越橋(東向)	03076175OORE	187	A1~A2	B01	TYPE8	RC 梁	--	--	淺基								○	●									○	○	鋼架橋
112	關西一號跨越橋(西向)	03076175OORW	188	A1~A2	B01	TYPE8	RC 梁	--	--	淺基								○	●									○	○	鋼架橋
113	牛欄河二號橋(南向)	03077649RORS	189	AS1~PS3	S01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●							○	●	
		03077649RORS	190	PS3~PS8	S02	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	●		●							○	○	
		03077649RORS	191	PS8~AS2	S03	TYPE4	PCU 型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●			○	○	
114	牛欄河二號橋(北向)	03077649RORN	192	AN1~PN3	N01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●							○	●	
		03077649RORN	193	PN3~PN8	N02	TYPE7	PC 箱型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●							○	○	
		03077649RORN	194	PN8~AN2	N03	TYPE7	PCU 型梁	壁式	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●			○	○	
115	竹 18-2 鄉道穿越橋(光明路)南向	03078360BORN	195	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○											單跨
116	竹 18-2 鄉道穿越橋(光明路)北向	03078360BORS	196	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	--	--	--								○	○											單跨
117	關西 IC 穿越橋(北向)	03079210BORN	197	AN1~AN2	N01	TYPE6	PC 箱型梁	雙柱	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	○	●			●	●	
118	關西 IC 穿越橋(南向)	03079210BORS	198	AS1~AS2	S01	TYPE6	PC 箱型梁	雙柱	矩形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	○	●			●	●	
119	關西 IC 穿越橋匝道 A 西向	03000199TATW	199	A1~A2	B01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●	○	○	●	●	
120	關西 IC 穿越橋匝道 A 東向	03000199TATE	200	A1~A2	B01	TYPE3	PCI 型梁	多柱	圓形	淺基	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●	○	○	●	●	

表6.5-3　第M34標及第M35標評估結果彙整表(1/4)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
								下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲						
				名稱	編號	HAZ-Taiwan 橋梁類別	上構	型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱 (C/D)	L_R	$1.2L_R$	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向	左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
1	深坑排水橋(北向)	03080825RORN	1	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-								○	○											單跨
2	深坑排水橋(南向)	03080825RORS	2	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-								○	○											單跨
3	竹 16 道穿越橋(南向)	03083048BORS	3	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-								○	○											單跨
4	竹 16 道穿越橋(北向)	03083049BORN	4	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-								○	○											單跨
5	大同里跨越橋(雙向)	03081468OORG	5	A1~A2	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●		●		●			●	●	
6	水坑排水橋(南向)	03081590RORS	6	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●	●		○	○	
7	水坑排水橋(北向)	03081590RORN	7	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●	●		○	○	
8	鳳山溪河川橋(北向)	03082173RORN	8	AN1~AN2	N01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	空心圓形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	●	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
9	鳳山溪河川橋(南向)	03082173RORS	9	AS1~AS2	S01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	空心圓形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	●	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
10	下橫坑河川橋(南向)	03083566RORS	10	AS1~PS3	S01	TYPE2	PCI 型梁	單柱橋墩	空心圓形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●			○	●	
		03083566RORS	11	PS3~PS6	S02	TYPE2	PCI 型梁	單柱橋墩	空心圓形	深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	○	●	○			○	●	
		03083566RORS	12	PS6~AS2	S03	TYPE2	PCI 型梁	單柱橋墩	空心圓形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	●	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●			●	●	
11	下橫坑河川橋(北向)	03083566RORN	13	AN1~PN3	N01	TYPE2	PCI 型梁	單柱橋墩	空心圓形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●			○	●	
		03083566RORN	14	PN3~PN6	N02	TYPE2	PCI 型梁	單柱橋墩	空心圓形	深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	○	●	○			○	●	
		03083566RORN	15	PN6~AN2	N03	TYPE2	PCI 型梁	單柱橋墩	空心圓形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●			●	●	
12	竹 21 鄉道穿越橋(南向)	03085116BORS	16	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	●	●	●		○	●	
13	竹 21 鄉道穿越橋(北向)	03085116BORN	17	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	●	●	●		○	●	
14	崁下排水橋(北向)	03089549RORN	18	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	●	●	○		○	●	
15	崁下排水橋(南向)	03089549RORS	19	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	●	●	○		○	●	
16	120 縣道文衡路穿越橋(北向)	03089711BORN	20	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-								○	○				●		●					單跨
17	120 縣道文衡路穿越橋(南向)	03089711BORS	21	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-								○	○				●		●					單跨
18	竹林交流道穿越橋(北向)	03090326TATN	22	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	●	●	●	○		●	●	
19	竹林交流道穿越橋(南向)	03090326TATS	23	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	●	●	●	○		●	●	
20	竹林 IC 環道 R/A 穿越橋	03090326PCS1	24	AR1~AR2	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○			○	●	●	●			●	●	
21	赤柯窟排水橋(北向)	03087219RORN	25	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	●	●	●		○	○	
22	赤柯窟排水橋(南向)	03087219RORS	26	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	●	●	●		○	○	
23	中坑排水橋(北向)	03088990RORN	27	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	●	●	●		○	○	
24	中坑排水橋(南向)	03088990RORS	28	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	●	●	●		○	○	
25	頭前溪河川橋(北向)	03091282RORN	29	AN1~PN7	N01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	中空矩形	深基礎(基樁式)	○	○	●	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	
		03091282RORN	30	PN7~AN2	N02	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	中空矩形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●							●	●	
26	頭前溪河川橋(南向)	03091282RORS	31	AS1~PS7	S01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	中空矩形	深基礎(基樁式)	○	○	●	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	
		03091282RORS	32	PS7~AS2	S02	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	中空矩形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●							●	●	
27	122 縣道中興路跨越橋(雙向)	03091984OORG	33	A1E~A2E	S01	TYPE8	RC 梁	單柱橋墩	八邊形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○									●	●	
		03091984OORG	34	A1W~A2W	N01	TYPE8	RC 梁	單柱橋墩	八邊形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○									●	●	
28	92K+542 跨越渡槽兼人行橋(雙向)	03092542TORG	35	A1~A2	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●		○		○			●	●	

表6.5-3　第M34標及第M35標評估結果彙整表(2/4)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
				名稱	編號	HAZ-Taiwan 橋梁類別	上構	下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲		左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
								型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱 (C/D)	L_R	$1.2L_R$	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向					
29	四重溪排水橋(北向)	03092698RORN	36	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		●	○	○	○	○	單跨
30	四重溪排水橋(南向)	03092698RORS	37	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		●	○	○	○	○	單跨
31	竹 40 鄉道穿越橋(北向)	03093688BORN	38	AN1~AN2	N01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		○	○	○	○	○	單跨
32	竹 40 鄉道穿越橋(南向)	03093688BORS	39	AS1~AS2	S01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●		○	○	○	○	○	單跨
33	94K+383 跨越橋(雙向)	03094383OORG	40	A1~A2	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●		●		●				●	●	
34	94K+612 渡槽跨越橋(雙向)	03094612TORG	41	A1~A2	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●		○		○				●	●	
35	柯子湖排水橋(北向)	03095036RORN	42	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	●	●			●	●	●	●	○		●	●	
36	柯子湖排水橋(南向)	03095036RORS	43	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	●	●			●	●	●	●	○		●	●	
37	雲南路跨越橋(雙向)	03096445OORG	44	A1~A2	B01	TYPE8	其它()	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○		○		●		●				○	○	
38	竹 45 鄉道跨越橋(雙向)	03097428OORG	45	A1~A2	B01	TYPE6	PC 箱型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	○		●		●				●	●	
39	寶山 IC 雙溪排水橋(北向)	03098832RORN	46	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	●	○	●			●	●	●	●	●		●	●	
40	寶山 IC 雙溪排水橋(南向)	03098832RORS	47	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●	●		●	●	
41	竹 43 鄉道跨越橋(雙向)	03099502OORG	48	A1~A2	B01	TYPE6	PC 箱型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○		○		●	●			●	●	
42	水尾溪排水橋(北向)	03099804RORN	49	AN1~AN2	N01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	●	●			●	●	●	●	○		●	●	
43	水尾溪排水橋(南向)	03099804RORS	50	AS1~AS2	S01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	●	●			●	●	●	●	○		●	●	
44	新竹系統交流道匝道 E(一)穿越橋	03100698PRE1	51	P2~A2	B02	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	圓形	深基礎(基樁式)、淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●		●		●				●	●	
45	新竹系統交流道匝道 A(二)跨越橋	03100698PRA2	52	A3~A4	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	圓形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●		●		●				○	○	
46	新竹系統交流道匝道 E(二)跨越橋	03100698PRE2	53	A1~P3	B01	TYPE2	PCU 型梁	單柱橋墩	圓形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
		03100698PRE2	54	P3~A2	B02	TYPE2	PCU 型梁	單柱橋墩	圓形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
47	新竹系統交流道匝道 A(三)跨越橋	03100698PRA3	55	A1~A2	B01	TYPE1	PCU 型梁	-	-	-								○	○											
48	新竹系統交流道匝道 A(四)跨越橋	03100698PRA4	56	A1~A2	B01	TYPE1	PC 箱型梁	-	-	-								○	○											
49	新竹系統交流道匝道 G 排水橋	03100698PRG1	57	A1~A2	B01	TYPE2	PCU 型梁	單柱橋墩	圓形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			●	●	
50	新竹系統交流道匝道 E 排水橋	03100698PRE3	58	A1~A2	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱橋墩	圓形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	●	●			○	○	
51	寶山 IC 匝道六排水橋(一)	03098800PR61	59	A1~A2	B01	TYPE3	PCI 型梁	多柱橋墩	圓形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○		○	○	
		03098800PR61	60	A1R~P1R	B02	TYPE3	PCI 型梁	多柱橋墩	圓形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○		○	○	
52	寶山 IC 匝道六排水橋(二)	03098800PR62	61	A1~A2	B01	TYPE3	PCI 型梁	多柱橋墩	圓形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●	○		○	○	
53	寶山 IC 匝道七排水橋	03098800PR71	62	A1~A2	B01	TYPE3	PCI 型梁	多柱橋墩	圓形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●	○		○	○	
54	寶山一號跨越橋(雙向)	03101448OORG	63	A1~A2	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	●	○	●	○		●	●	
55	崎林路高架橋(雙林路)北向	03101870BORN	64	A1W~P3W	W01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	●		●	●	
		03101870BORN	65	P3W~A2W	W02	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	●	●	●	○	○	○	○	●	●			●	●	●	●	●		●	●	
56	崎林路高架橋(雙林路)南向	03101870BORS	66	A1E~P3E	E01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	●		●	●	
		03101870BORS	67	P3E~A2E	E02	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	矩形	淺基礎(複合式)	●	●	●	○	○	○	○	●	●			●	●	●	●	●		●	●	
57	寶山二號跨越橋(雙向)	03102183OORG	68	A1~A2	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●		●		●				●	●	改採位移拘束工法後，僅剩止震塊強度不足。
58	寶山三號跨越橋(雙向)	03102783OORG	69	A1~A2	B01	TYPE8	PC 箱型梁	單柱橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●								○	○	
59	茄冬 IC117 縣道穿越橋(北向)	03103888BORN	70	AN1~AN2	N01	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			○	○	

表6.5-3　第M34標及第M35標評估結果彙整表(3/4)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
								下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲						
				名稱	編號	HAZ-Taiwan 橋梁類別	上構	型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱 (C/D)	L_R	$1.2L_R$	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向	左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
60	茄冬 IC117 縣道穿越橋(南向)	03103888BORS	71	AS1~AS2	S01	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			○	○	
61	117 縣道跨越橋(雙向)	03104324OORG	72	A1~A2	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●		●		●			●	●	
62	茄苳高架橋(北向)	03104869BORN	73	A1E~P3E	N01	TYPE4	PCI 型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	●	●	○	○	○	○	○	●			○	●	○	●			●	●	
		03104869BORN	74	P3E~A2E	N02	TYPE4	PCI 型梁	單柱橋墩	矩形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	○	●			●	●	
63	茄苳高架橋(南向)	03104869BORS	75	A1W~P4W	S01	TYPE4	PCI 型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	●	●	●	○	○	○	●	○	○			○	●	○	●			●	●	
		03104869BORS	76	P4W~P8W	S02	TYPE4	PCI 型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	○	○	○			●	●	
		03104869BORS	77	P8W~A2W	S03	TYPE4	PCI 型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			●	●	
64	新竹一號跨越橋(雙向)	03105288OORG	78	A1~A2	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	
65	117 縣道(一)高架橋(北向)	03105882BORN	79	A1E~P4E	N01	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	●	●	○	○	○	○	●			●	●	●	●			●	●	
		03105882BORN	80	P4E~A2E	N02	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●			○	●	○	●			●	●	
66	117 縣道(一)高架橋(南向)	03105882BORS	81	A1W~P3W	S01	TYPE4	PCI 型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	●	●	○	○	○	○	●			●	●	●	●			●	●	
		03105882BORS	82	P3W~P6W	S02	TYPE4	PCI 型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	●	○	○	○	○	○	○	○	●			○	○	○	○			●	●	
		03105882BORS	83	P6W~A2W	S03	TYPE4	PCI 型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	○	○	●			○	●	○	●			●	●	
67	新竹二號跨越橋(雙向)	03106418OORG	84	A1~A2	B01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	
68	117 縣道(二)高架橋(北向)	03107630BORN	85	A1E~P3E	N01	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			●	●	
		03107630BORN	86	P3E~P6E	N02	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	●	○			●	●	
		03107630BORN	87	P6E~A2E	N03	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			●	●	
69	117 縣道(二)高架橋(南向)	03107630BORS	88	A1W~P3W	S01	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			●	●	
		03107630BORS	89	P3W~P6W	S02	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	●	○			●	●	
		03107630BORS	90	P6W~A2W	S03	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			●	●	
70	新竹三號跨越橋(雙向)	03108917OORG	91	A1~A2	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	
71	台一線穿越橋(北向)	03109165BORN	92	A1L~A2L	N01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	空心矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	●	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
72	台一線穿越橋(南向)	03109165BORS	93	A1R~A2R	S01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	空心矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	●	○	○	●	○	○	●	●							●	●	
73	鹽水溪排水橋(北向)	03109478RORN	94	AN1~AN2	N01	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			●	●	
74	鹽水溪排水橋(南向)	03109478RORS	95	AS1~AS2	S01	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			●	●	
75	台 13 線穿越橋(北向)	03109883BORN	96	A1L~A2L	N01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	空心矩形	深基礎(基樁式)	○	●	●	○	○	○	○	○	○	●	●							○	○	
76	台 13 線穿越橋(南向)	03109883BORS	97	A1R~A2R	S01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	空心矩形	深基礎(基樁式)	○	●	●	○	○	○	○	○	○	●	●							○	○	
77	茄苳 IC C/D 穿越橋	03103900PCS1	98	A1~A2	B01	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	○			○	○	
78	鬱崎溪河川橋(北)	03367878RORN	99	A1L~A2L	N01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩、單柱橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	
79	鬱崎溪河川橋(南)	03367878RORS	100	A1R~A2R	S01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩、單柱橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	

表6.5-3　第M34標及第M35標評估結果彙整表(4/4)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
								下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲						
				名稱	編號	HAZ-Taiwan 橋梁類別	上構	型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱 (C/D)	L_R	$1.2L_R$	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向	左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
80	二仁溪 2 號河川橋(北)	03370455RORN	101	A1L~P8L	N06	TYPE7	PC 箱型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	截角空心矩形	深基礎(基樁式)、淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●						●	●	
		03370455RORN	102	P8L~P15L	N07	TYPE7	PC 箱型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	截角空心矩形	深基礎(基樁式)、淺基礎(單獨式)	○	○	●	○	○	○	○	○	○	●	●						●	●	
		03370455RORN	103	P15L~P22L	N08	TYPE7	PC 箱型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	截角空心矩形	深基礎(基樁式)、淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●						●	●	
		03370455RORN	104	P22L~P25L	N09	TYPE7	PC 箱型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	截角空心矩形	深基礎(基樁式)、淺基礎(單獨式)	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	●						●	●	
		03370455RORN	105	P25L~A2L	N10	TYPE7	PC 箱型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	截角空心矩形	深基礎(基樁式)、淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●						○	○	
81	二仁溪 2 號河川橋(南)	03370455RORS	106	A1R~P8R	S01	TYPE7	PC 箱型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	截角空心矩形	深基礎(基樁式)、淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●						●	●	
		03370455RORS	107	P8R~P15R	S02	TYPE7	PC 箱型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	截角空心矩形	深基礎(基樁式)、淺基礎(單獨式)	○	○	●	○	○	○	○	○	○	●	●						●	●	
		03370455RORS	108	P15R~P22R	S03	TYPE7	PC 箱型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	截角空心矩形	深基礎(基樁式)、淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●						●	●	
		03370455RORS	109	P22R~P25R	S04	TYPE7	PC 箱型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	截角空心矩形	深基礎(基樁式)、淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●						●	●	
		03370455RORS	110	P25R~A2R	S05	TYPE7	PC 箱型梁	單柱橋墩、壁式橋墩	截角空心矩形	深基礎(基樁式)、淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●						○	○	
82	里港洩洪橋(東)	10027518RORE	111	AE1~AE2	E02	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-								○	○										單跨
83	里港洩洪橋(西)	10027518RORW	112	AW1~AW2	W01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-								○	○										單跨
84	吉洋溪 1 號排水橋(東)	10029960RORE	113	AE1~AE2	E02	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	圓形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●	●	●	●	
85	吉洋溪 1 號排水橋(西)	10029960RORW	114	AW1~AW2	W01	TYPE3	PCI 型梁	雙柱橋墩	圓形	淺基礎(複合式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●	●	●	●	
86	屏 92 穿越兼排水橋(東)	10031086RORE	115	AE1~AE2	E02	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-								○	○										單跨
87	屏 92 穿越兼排水橋(西)	10031086RORW	116	AW1~AW2	W01	TYPE1	PCI 型梁	-	-	-								○	○										單跨
88	美濃溪河川橋(東)	10032682RORE	117	AE1~PE2	E01	TYPE2	PCI 型梁	單柱橋墩	圓形	深基礎(基樁式)	●	●	●	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●			○	●	
		10032682RORE	118	PE2~AE2	E02	TYPE2	PCI 型梁	單柱橋墩	圓形	深基礎(基樁式)	●	●	●	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●			○	●	
89	美濃溪河川橋(西)	10032682RORW	119	AW1~PW2	W01	TYPE2	PCI 型梁	單柱橋墩	圓形	深基礎(基樁式)	●	●	●	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●			○	●	
		10032682RORW	120	PW2~AW2	W02	TYPE2	PCI 型梁	單柱橋墩	圓形	深基礎(基樁式)	●	●	●	○	○	○	●	○	○			●	●	●	●			○	●	

表6.5-4　評估結果彙整表(第五標)(1/3)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		附冊索引(冊)
								下　構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲						
				名稱	編號	HAZ-Taiwan橋梁類別	上構	型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	橋柱(C/D)	L_R	$1.2L_R$	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向	左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
1	田寮 2 號高架橋(北)	03374455BORN	1	A1L~P6L	N14	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○		●		●		○			●	●	—
		03374455BORN	2	P3L~P10L	N15	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	●	○	○	○	●	○	○		●							●	●	—
		03374455BORN	3	P10L~P17L	N16	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORN	4	P17L~P22L	N17	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORN	5	P22L~P28L	N18	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORN	6	P28L~P31L	N19	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○		●							○	●	—
		03374455BORN	7	P31L~P36L	N20	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	●	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORN	8	P36L~P41L	N21	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORN	9	P41L~P48L	N22	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORN	10	P48L~P51L	N23	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●		●							●	●	—
		03374455BORN	11	P51L~P57L	N24	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORN	12	P57L~P63L	N25	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORN	13	P63L~A2L	N26	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●		●		○			●	●	—
2	田寮 2 號高架橋(南)	03374455BORS	14	A1R~P6R	S01	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○		●		●		○			●	●	—
		03374455BORS	15	P3R~P10R	S02	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	●	○	○	○	●	○	○		●							●	●	—
		03374455BORS	16	P10R~P17R	S03	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	—

表6.5-4　評估結果彙整表(第五標)(2/3)

座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		附冊索引(冊)
				名稱	編號	HAZ-Taiwan橋梁類別	上構	下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			剪力容量	防落橋長度		剪力鋼棒		止震塊剪力		止震塊撓曲		左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
								型式	斷面	基礎	中度地震	設計地震	最大地震	中度地震	設計地震	最大地震	橋柱(C/D)			縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向					
											SP1	SP2	SP3	SP1	SP2	SP3		L_R	$1.2L_R$											
2	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	17	P17R~P22R	S04	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORS	18	P22R~P28R	S05	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○		●	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORS	19	P28R~P31R	S06	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○		○	○	○		○	○		●							○	●	—
		03374455BORS	20	P31R~P36R	S07	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORS	21	P36R~P41R	S08	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORS	22	P41R~P48R	S09	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORS	23	P48R~P51R	S10	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	○	○	●		●							●	●	—
		03374455BORS	24	P51R~P57R	S11	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORS	25	P57R~P63R	S12	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							●	●	—
		03374455BORS	26	P63R~A2R	S13	TYPE7	PC 箱型梁	壁式橋墩	截角空心矩形、截角實心矩形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	●		●		○			●	●	—
3	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	27	A1L~P6L	E20	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	—
		10007979BORE	28	P6L~P12L	E21	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	—
		10007979BORE	29	P12L~P18L	E22	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	—
		10007979BORE	30	P18L~P24L	E23	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							○	○	—
		10007979BORE	31	P24L~P31L	E24	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							○	●	—
		10007979BORE	32	P31L~P36L	E25	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							○	○	—
		10007979BORE	33	P36L~P43L	E26	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							○	●	—
		10007979BORE	34	P43L~P48L	E27	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	●	—
		10007979BORE	35	P48L~P53L	E28	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	●	—
		10007979BORE	36	P53L~P58L	E29	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	●	—
		10007979BORE	37	P58L~P63L	E30	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	—
		10007979BORE	38	P63L~P70L	E31	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	—
		10007979BORE	39	P70L~P76L	E32	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	—

表6..5-4　評估結果彙整表(第五標)(3/3)

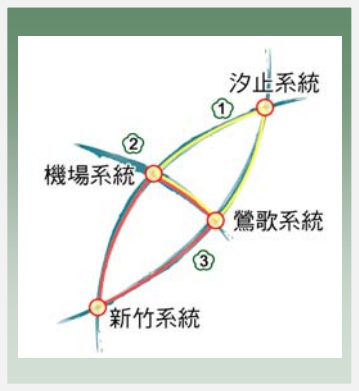
座次	橋梁名稱	橋梁編號	評估單元	振動單元		基本資料					橋柱強度韌性							支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		附冊索引(冊)
				名稱	編號	HAZ-Taiwan橋梁類別	上構	下構 型式	下構 斷面	下構 基礎	橋軸方向 中度地震 SP1	橋軸方向 設計地震 SP2	橋軸方向 最大地震 SP3	垂直橋軸方向 中度地震 SP1	垂直橋軸方向 設計地震 SP2	垂直橋軸方向 最大地震 SP3	剪力容量 橋柱(C/D)	防落橋長度 L_R	防落橋長度 $1.2L_R$	剪力鋼棒 縱向	剪力鋼棒 橫向	止震塊剪力 縱向	止震塊剪力 橫向	止震塊撓曲 縱向	止震塊撓曲 橫向	左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
3	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	40	P76L~P82L	E33	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	—
		10007979BORE	41	P82L~P88L	E34	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	—
		10007979BORE	42	P88L~P94L	E35	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	—
		10007979BORE	43	P94L~P100L	E36	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	—
		10007979BORE	44	P100L~P105L	E37	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	—
		10007979BORE	45	P105L~P111L	E38	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	●	—
4	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	46	A1R~P6R	W01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)、深基礎(沉箱式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							●	●	二
		10007979BORW	47	P6R~P12R	W02	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	48	P12R~P18R	W03	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	49	P18R~P24R	W04	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	50	P24R~P31R	W05	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							○	●	二
		10007979BORW	51	P31R~P36R	W06	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	52	P36R~P43R	W07	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	53	P43R~P48R	W08	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	●	二
		10007979BORW	54	P48R~P53R	W09	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	●	二
		10007979BORW	55	P53R~P58R	W10	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	●	二
		10007979BORW	56	P58R~P63R	W11	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	57	P63R~P70R	W12	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	58	P70R~P76R	W13	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	59	P76R~P82R	W14	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	60	P82R~P88R	W15	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	61	P88R~P94R	W16	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	62	P94R~P100R	W17	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	63	P100R~P105R	W18	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	○	二
		10007979BORW	64	P105R~P111R	W19	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	六邊形	深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●							○	●	二
5	過水橋(典寶溪)(東)	10014207RORE	65	A1R~P3R	E01	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			●	●	二
		10014207RORE	66	P3R~A2R	E02	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			●	●	二
6	過水橋(典寶溪)(西)	10014207RORW	67	A1L~P3L	W01	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			●	●	二
		10014207RORW	68	P3L~A2L	W02	TYPE4	PCI 型梁	壁式橋墩	矩形	淺基礎(單獨式)、深基礎(基樁式)	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	○	●			●	●	二
7	跨越橋(高 45)	10014864OORG	69	A1~A2	B01	TYPE5	PC 箱型梁	單柱橋墩	圓形	淺基礎(單獨式)	○	●	●	○	○	○	●	○	○				●		●			●	●	二

第七章　橋梁耐震補強工程

7.1　國道橋梁補強策略之探討與研擬

一、 生命線救災道路之定位

國道高速公路是台灣最重要的公路系統，每日負擔著六大核心都會商業區、科學園區、機場、港口及醫療中心等繁忙的交通量，當台灣面臨災難性地震侵襲時，即使橋梁結構有所損傷，仍必須能維持救災交通的順暢，讓國家緊急救災系統之人員、物資，能在最短的黃金時間內抵達災區；所以，國道高速公路為台灣最重要的生命線救災道路，本工程橋梁於補強後之耐震性能，均須以能滿足此震後服務性能之要求為準。



本工程範圍主要為北二高之橋梁，北至汐止，南至新竹，串聯著：【台北都會區-桃園航空城-新竹科學園區】三大經濟重鎮，在結合　貴局已推動完成之國道1號橋梁耐震補強工程(第一期耐震補強工程)及國二拓寬工程(含橋梁耐震補強)後，將可建構北台灣之生命線救災路網(北環+南環)，其中，「北環」連結了台北都會區與桃園航空城，是台灣於後五都時代經濟發展的樞紐，因此本工程在規劃施工分標與工期安排，將北環路段排定在第一、二施工標辦理。

二、 橋梁耐震性能準則(Seismic Performance Criteria)

(一) 國道高速公路既有橋梁之耐震補強標準，應以再服務年限達50年為原則，於進行橋梁之耐震評估與補強設計時，若其補強工程費超過同型式橋梁新建工程費之45%，則需進一步檢核評估補強設計之合理性，若經詳細檢討各補強方案之工程實務性及經濟性後，仍造成不經濟或不合理的結果時，將研擬詳細分析報告專案向　貴局簡報，以檢討其再服務年限或性能標準與後續追縱檢測評估或監測等配套措施。

(二) 考量高速公路做為台灣最重要之生命線救災道路，依據現行交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」，參考FHWA橋梁耐震補強手冊(2006)及Caltrans橋梁耐震設計準則(SDC，2010)，初步擬訂本工程之橋梁耐震補強性能準則(Seismic Performance Criteria)，如表7.1-1所示。

表7.1-1　橋梁耐震補強性能準則

地震力等級	工址水平譜加速度係數		耐震理念	服務性能	損壞等級
中度地震	依行政區劃分 回歸期475年地震之1/3.25		結構保持彈性	震後 正常通行	輕微
設計地震 回歸期：475年 50年超越機率: 10%	依行政區劃分		構件產生塑鉸，發揮容許韌性容量	震後 有限通行	可修復
	S_S^D	0.80、0.70、0.60、0.50			
	S_1^D	0.45、0.40、0.35、0.30			
最大考量地震 回歸期：2500年 50年超越機率: 2%	依行政區劃分		結構韌性容量完全發揮，但橋梁避免落橋、崩塌	震後 緊急通行	嚴重
	S_S^M	1.00、0.90、0.80、0.70			
	S_1^M	0.55、0.50、0.45、0.40			

1. 地震力等級：中度地震、設計地震及最大考量地震(MCE，Maximum Credible Earthquake)等三級：依據現行交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」之地震分區辦理。

2. 服務性能(Service Levels)：

   - 震後正常通行(Immediate)：地震後於24小時內，橋上交通可正常通行。
   - 震後有限通行(Limited)：地震後於幾天內，橋上可通行有限的交通(如車道縮減、輕型救災車輛等)；橋上全面通行則需數個月的時間復舊搶修。
   - 震後緊急通行(Emergent)：地震後於幾天內，利用緊急臨時支撐系統(可能需封閉局部交通搶修)，橋上可通行有限的交通(如車道縮減、輕型救災車輛等)；橋上全面通行則需數個月的時間復舊搶修。

3. 損壞等級(Damage Levels)：

   - 輕微(Minimal)：地震時，橋梁結構保持在彈性階段。
   - 可修復(Repairable)：地震造成橋梁構件之損壞，可在不損失其主要功能下修復；如韌性構件產生塑鉸，發揮至容許韌性容量為限。
   - 嚴重(Significant)：地震可能造成橋梁構件之嚴重損壞，但不可崩塌(No Collapse)，需封閉局部交通復舊搶修；如韌性構件產生塑鉸，發揮至極限韌性容量。

4. 橋址鄰層之地震力考量：依據經濟部中央地質調查所99年5月公布之斷層資料，本工程部份橋梁距離新公告為第一類活動斷層之「新城斷層」與「旗山斷層」較近，依據交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」第2.4及2.5節規定，該部份橋梁亦須考量活動斷層之近域效應；本公司於規劃階段與國家地震工程研究中心合作探討，採用地震力及近域調整因子如下：

   - 本工程之活動斷層近域效應，考量鄰近橋址之獅潭及神卓山斷層、新城斷層及旗山斷層，其考量活動斷層近域效應之地震力需求如下：

     設計地震等級：　$Z_{475} = 0.4F_a(S_S^D N_A)$

     最大考量地震等級：　$Z_{2500} = 0.4F_a(S_S^M N_A)$

   - 上述獅潭及神卓山斷層之活動斷層近域效應，除依據交通部97年11月「公路橋梁耐震設計規範」之數值，並應與100年6月「公路橋梁耐震性能規範(草案)」之近域效應調整因子數值比較，取其大值進行考量。而新城與旗山斷層之活動斷層近域效應，則依據交通部97年11月「公路橋梁耐震設計規範」及本報告第6.4節之研究成果進行考量，茲將各斷層之近域調整因子整理如下表：

斷層名稱	設計地震		最大考量地震	
	N_A	N_V	N_A	N_V
獅潭斷層 神卓山斷層	1.0~1.28	1.0~1.33	1.0~1.26	1.0~1.42
新城斷層	1.0～1.10	1.0～1.15	1.0～1.2	1.0～1.35
旗山斷層	1.0～1.15	1.0～1.2	1.0～1.2	1.0～1.35

註：表中斷層之近域調整因子與距斷層之距離有關。

三、 補強工程作業特性與基本策略

既有橋梁在交通路網上擔負著重要的運輸責任，故在進行補強作業時，應儘量避免交通中斷；既有橋梁的周遭環境已長時間維持於安定的狀態，無論是生態、環境、鄰近居民或橋下空間利用等，於補強作業進行時皆須妥善予以考量，儘量降低甚或採迴避策略對其之衝擊，此為補強工程與新建工程最大不同之處。

另外，補強工程之施工條件受到(1)作業位置多及施工量少、(2)作業空間小及姿勢受限、(3)專業技術性高之限制，施工效率較一般新建工程為低，另補強作業位置係以點的方式佔大多數，為避免補強作業危害結構安全，補強之位置不宜在施工中長時間處在不安定的狀態，施工時應禁止各補強位置同時進行作業，亦即施工時應以單一位置進行補強為原則。

為滿足「國道橋梁為台灣地區生命線救災道路」之耐震補強定位，將採用系統補強、增加構件或構件補強等三種方案來思考，於規劃設計時將把握下列基本策略(如圖7.1-1所示)：

(一) 耐震能力不足之橋梁進行補強時，應尋找最適當且經濟方法，將耐震能力提昇至足夠之標準；

(二) 依據詳細耐震能力評估之結果，來進行耐震補強分析與設計，以及支承系統之改善；

(三) 橋梁耐震補強方法很多，如增加構件的韌性或強度、增設止震塊、增加梁端防落長度、設置防落橋設施、基礎補強、地盤改良、降低液化潛能及改變橋梁結構系統等，應妥為靈活運用；

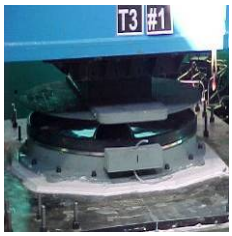
(四) 橋梁經耐震補強分析與設計後，為檢核無其它耐震弱點產生，必要時應再次進行詳細耐震能力評估，以確保整體耐震能力均已提昇至足夠之標準；

(五) 補強計畫將使橋梁上部結構、下部結構及基礎構造等整體結構系統耐震能力之均衡提昇；

(六) 原則上將藉由橋柱的補強，來增進橋梁之強度與韌性，使橋梁得以抵抗更大之地震；

(七) 增設妥適及具耐衝擊性的防止落橋裝置，以防止支承破壞所可能產生之落橋事件；

(八) 系統補強對策：在工址地質條件符合規範的要求下，檢討採變更橋梁結構系統之可行性(含施工性及補強效益)，以反力分散、增加阻尼(Damper)或週期延長(隔震支承)來減輕地震慣性力；



(九) 位移拘束工法：對橋長小於100公尺且交角小於15度之短跨橋梁，考量橋台之地震動力反應(Dynamic Response)與土壤之阻尼效應，橋台之結構強度若有不足，則予以補強，考量橋台補強之施工費用與交通衝擊較低，是此工法最大的優點。

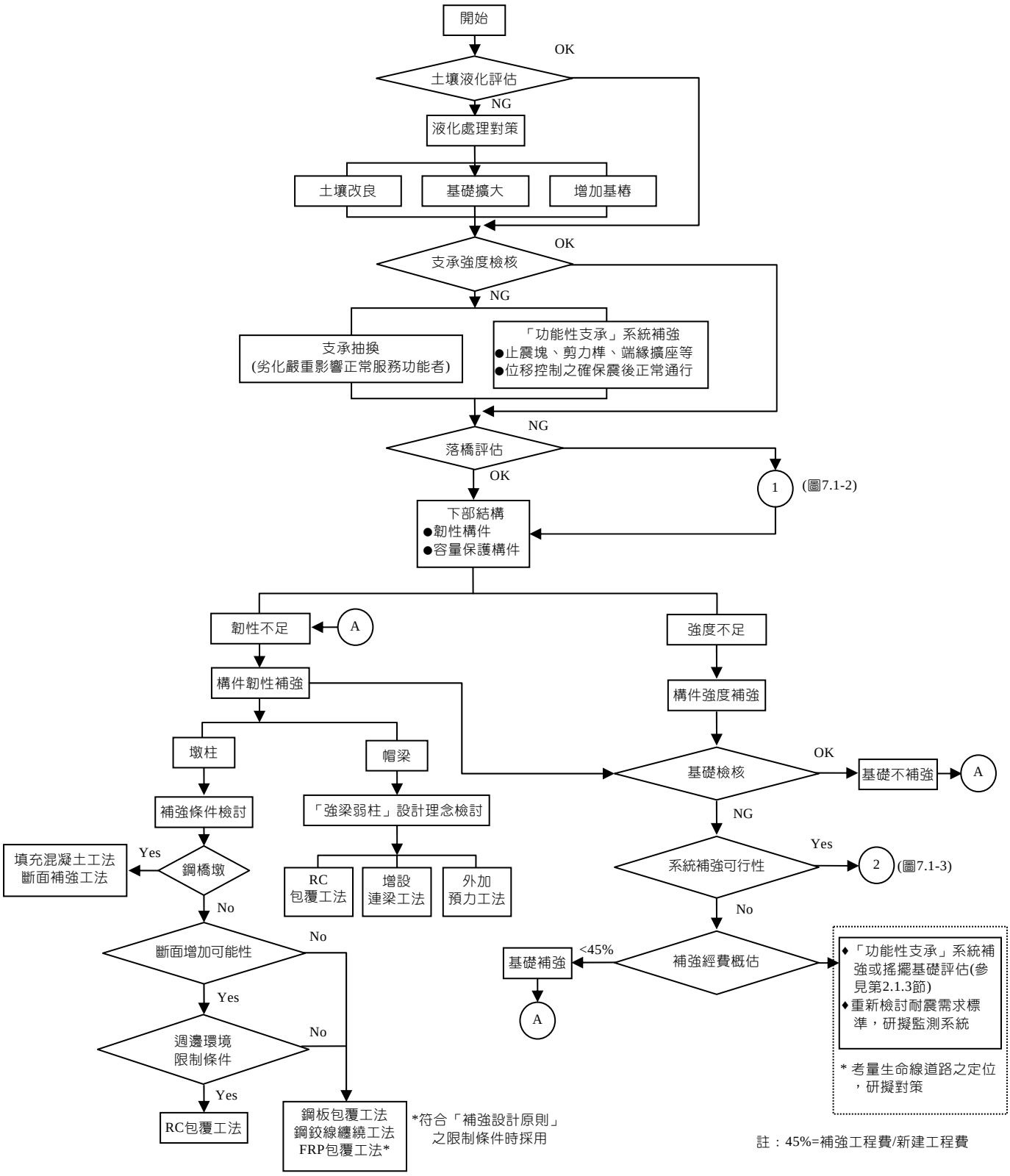


圖7.1-1　國道高速公路橋梁耐震補強對策

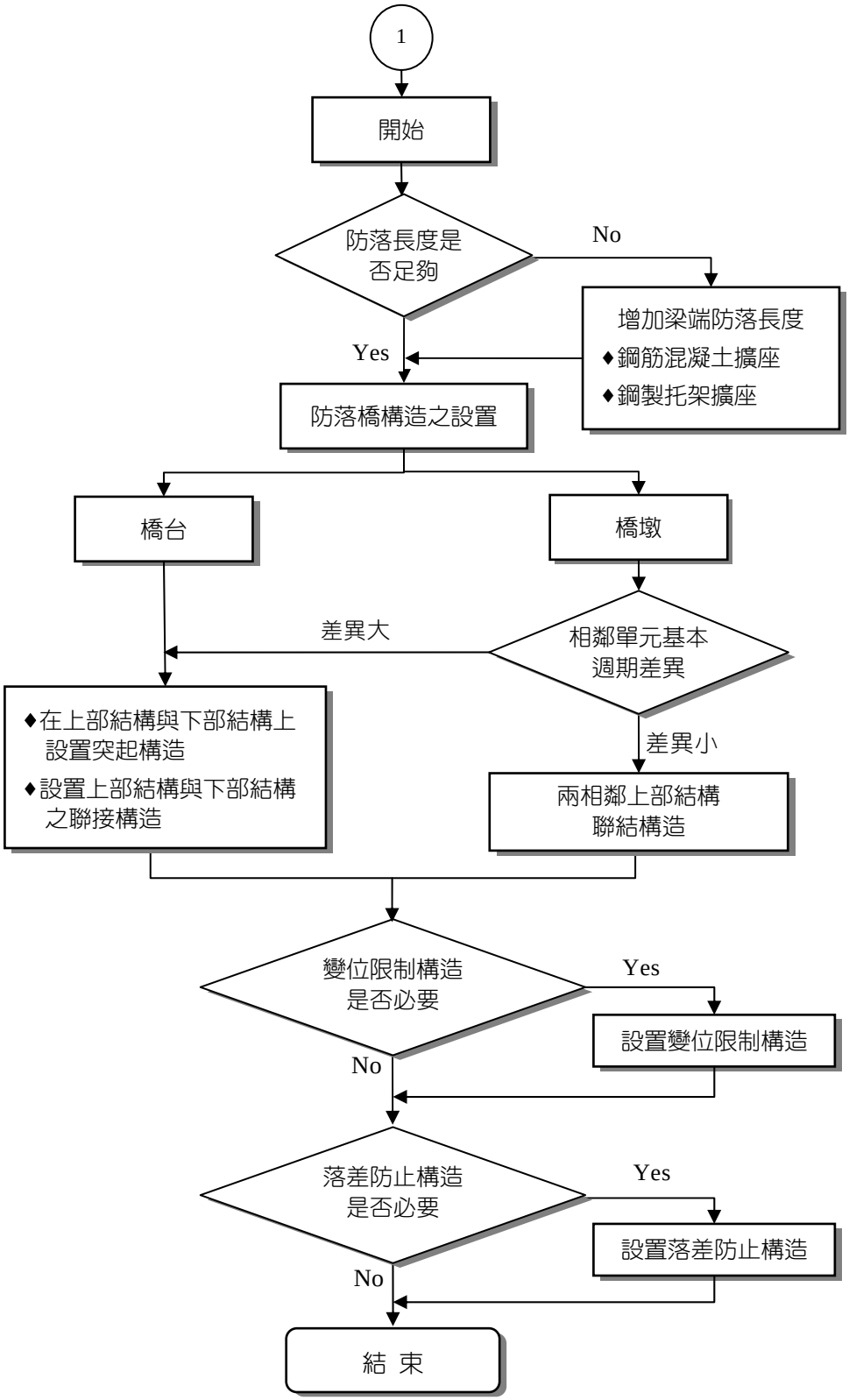


圖7.1-2　防止落橋對策之選定流程

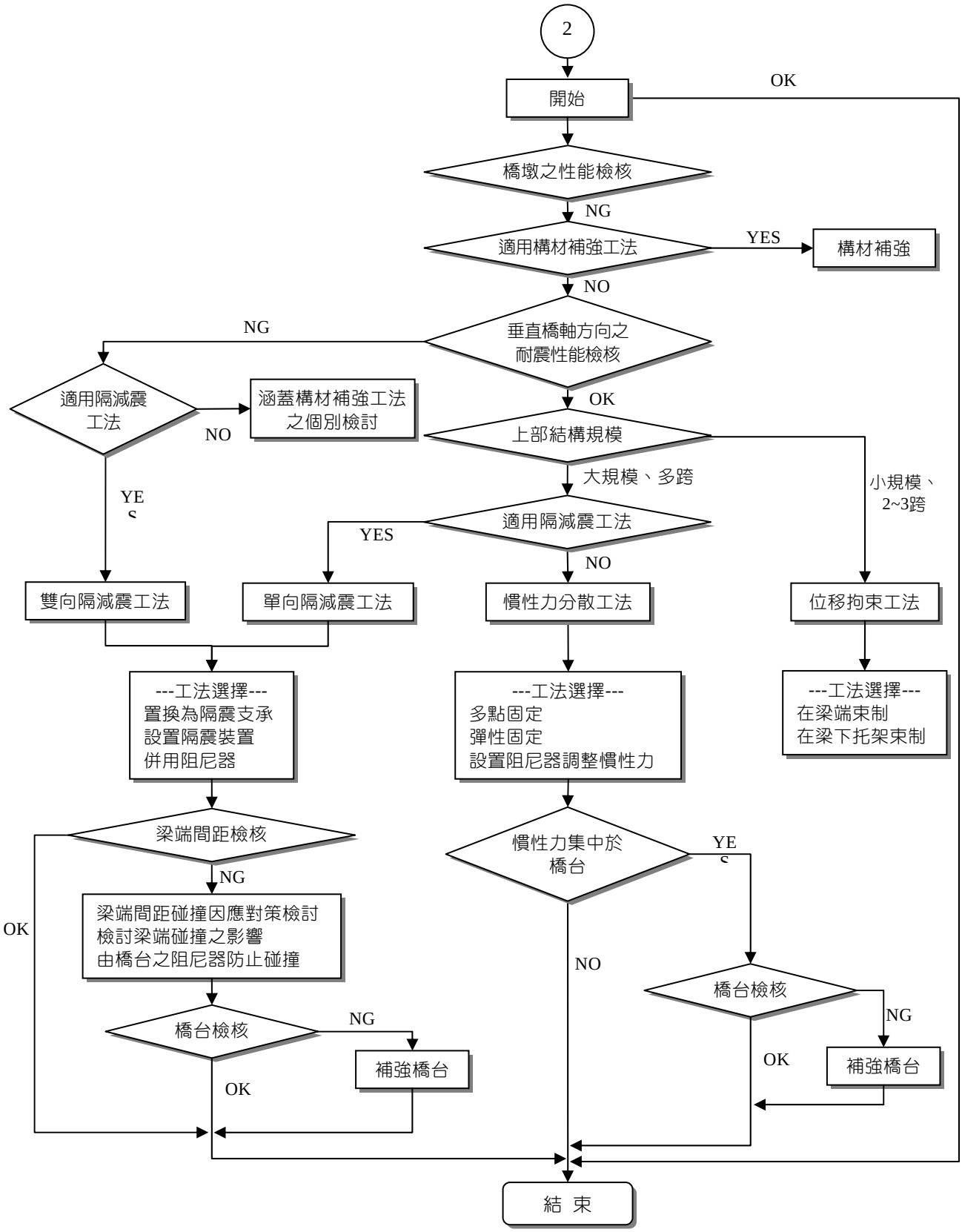


圖7.1-3　橋梁整體結構系統補強工法選擇流程

7.2 橋梁耐震補強工法

目前，美國、日本之橋梁耐震補強技術，在面對一次又一次的大地震襲擊與考驗後，皆感仍有所不足而持續發展與改進，考量本工程橋梁結構系統之特性與國內施工環境之限制，如何在行政院核定之計畫預算限制下，並考量橋梁生命週期成本之理念，研擬最佳的橋梁耐震補強方案，是本工程之重點工作。本工程考量每座橋梁之結構特性及耐震需求，就傳統耐震補強工法，以及美國、日本已成功運用之新材料與新工法，依據圖7.1-1~圖7.1-3之選擇流程，有系統地探討下列各種補強方案之優缺點：

一、構件補強方案：橋柱補強、帽梁補強、基礎補強。

二、增加構件方案：增設止震設施(RC止震塊、鋼製止震裝置)、增設防震拉條、加長防落長度。

三、系統補強方案：隔減震補強、地震力分散裝置、位移拘束工法、功能性支承補強理念。

7.2.1 支承及防止落橋

為防止橋梁受大地震侵襲時上部結構由橋墩、橋台或伸縮縫處掉落，對於梁端防落長度或是支承強度不足時，將藉由防落裝置或落橋防制系統來降低落橋的發生機率，以此補強方式來提昇橋梁耐震能力是較經濟且有效的方法。

支承強度不足者，可以採設置止震塊或其他方式增加其強度，惟設置止震塊時應考量日後支承維修或抽換之作業空間；若經評估擬採支承抽換工法時，如材料嚴重劣化影響正常服務功能時，則應特別注意其施工性與交通維持之要求。

防止落橋系統因為是防止支承失去機能時，也不致發生落橋事件之最後一道安全裝置，故其設計係以地震力作用下，也不超過其降伏強度為原則。對既有橋梁防止落橋系統之設計，主要考量如下：

1. 防止落橋系統基本上應先具有足夠之梁端防落長度(參見圖7.2-1)，再增設妥適之防止落橋裝置(止震塊或防震拉條等)，若既有橋梁已有某種強度之防止落橋裝置，原則上可不拆除，做為中小地震時保護伸縮縫之用。

2. 梁端防落長度須符合現行公路橋梁耐震設計規範之規定。對於下列橋梁並須考慮適當加大。

   (1) 斜角60°以下之斜橋及半徑100m以下、交角30°以上之曲線橋。

   (2) 基本振動周期1.5秒以上具高橋墩之橋梁。

   (3) 土壤液化使下部結構產生大變位之虞之橋梁。

3. 防震拉條之設計方法，除採用美國Caltrans之等值靜力法(Equivalent Static Analysis of Restrainers)進行詳細分析計算外，將考慮為支承靜載重反力之1.5倍以上，且應為具有緩衝材以緩和衝擊之構造。

4. 防止落橋系統各裝置間應留設餘裕空間及可動距離，以避免損害支承及其它防止落橋裝置之機能。

5. 防震拉條採用高拉力鋼棒或鋼鉸索，其材料設計強度應符合下列規定：$P_a=0.6xP_u$，$P_a=0.75xP_y$，$T=1.5xP_a$，其中P_u為防震拉條之極限強度，P_y為防震拉條之降伏強度，P_a為防震拉條之容許抗拉強度，T為防震拉條之設計強度。

   參考日本橋梁建設協會「既設橋梁落橋防制系統：現場設計指南(平成11年3月)」之規定，防震拉條之材料設計強度如下：$P_a=0.6xP_u$，$P_a=0.75xP_y$，$T=1.5xP_a$；另外，美國Caltrans之MTD 20-3(1996)則規定設計拉力$T=A_rxF_y=A_rx0.85xF_u$，且建議使用A722 Uncoated High-Strength Steel Bar for Prestressing Concrete及A633 Zinc Coated Steel Structural Wire Rope。兩者皆要求使用到比降伏應力稍大之應力水準，考量1.5Rd係依日本道路橋示方書(平成14年3月)之規定，故採用日本橋梁建設協會之規定。

   防震拉條材料主要採用鋼棒或鋼鉸索，其選用之原則可根據所需之拉力、設置方法及配置而定。鋼棒式防震拉條為留設足夠可動距離，鋼棒需配合設置螺旋彈簧，且因鋼棒不可彎折，抗剪能力較低，故設計時須考量受力之方向性；鋼鉸索則因具可撓性，可多支成束配置，受力方向較具彈性，惟其可動距離需藉由較長之鋼鉸索配置，以提供足夠之伸長量。

6. 橋梁防止落橋系統之補強設計應確保下列耐震性能：

   橋梁整體的崩塌強度≧防落橋裝置的破壞強度≧支承的破壞強度

7. 橋梁防止落橋系統可由多種不同機能之構造或裝置所組成，各個不同的重要機能必須考量其設計載重、作用順序及作用方向予以妥適規劃。

8. 相鄰主梁之支承靜載重反力比值達2.0倍以上或相鄰主梁之振動單位基本振動週期達1.5倍以上，則避免採用相鄰主梁互相連接型式之防止落橋裝置。

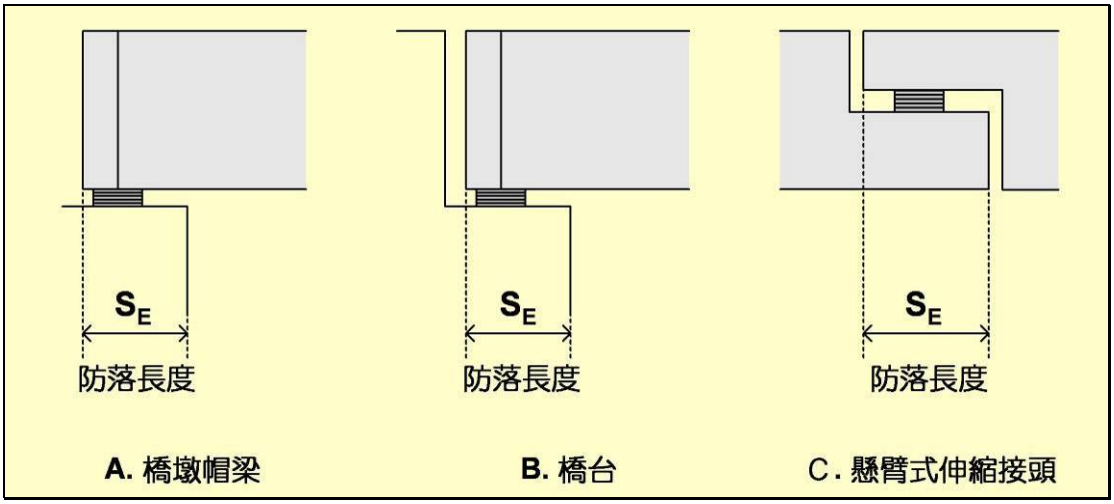


圖7.2-1　梁端防落長度示意圖

7.2.2 橋柱補強設計原理

一般而言，RC橋柱耐震能力的不足，主要有下列幾點原因：

- 柱於塑鉸區域之圍束不足，導致柱之韌性不佳。
- 柱於塑鉸區域鋼筋搭接且搭接長度不足，致使發生握裹破壞，消能能力相當有限。
- 柱之剪力容量小於產生塑鉸所需之剪力需求，以致在未產生塑鉸前即產生剪力破壞。
- 柱於塑鉸處之剪力容量因韌性比增加而減少，導致剪力不足而產生彎矩-剪力破壞。
- 柱雖產生塑鉸，惟其耐震力不足(例如縱向鋼筋量比小於1%)導致彎矩破壞，須增加其彎矩強度。
- 主筋斷筋點處或其附近過早降伏、剪力不足及韌性不足。

針對上述幾種耐震能力不足的原因，本工程參考美國及日本採用之補強工法，研擬本標工程RC橋墩之補強設計考量重點，茲將其說明如下：

一、 增加橋柱韌性之補強：RC橋墩以補強提高韌性為主，增加強度為輔。

二、 部份柱底既有鋼筋採搭接設計，採局部或全柱高之鋼板包覆補強，用以增加柱底塑鉸區其圍束力。

三、 剪力強度不足之補強：RC橋墩之剪力強度V_c，將採用美國Caltrans橋梁耐震設計規範之剪力強度公式。

四、 主筋斷點處之補強方式將檢核實際竣工圖說之位置妥適研擬。

五、 彎矩強度之補強：橋柱採彎矩強度之補強方式，若地震力導入基礎之力量因而增加，則基礎將一併檢核補強。

六、 增進RC橋墩之耐震能力的方法有二種方式：

1. 不改變強度的原則下，提昇位移韌性，亦即增大橋墩吸收地震能量的能力，可藉由鋼板包覆或RC包覆(柱底部不錨錠)等所獲致之圍束效果，達到提昇韌性的目標。此法因對橋柱之水平強度增加有限，對基礎負擔之增加亦有限，故為本工程橋梁耐震補強優先採用之對策。
2. 增大橋柱之水平強度，以強度(與變形能力)抵抗更大的地震力，藉由鋼板或RC包覆並錨碇於基礎板，以增加橋柱之水平強度。此法在僅以提昇位移韌性仍無法達到補強目標時採用，惟應注意的是橋柱強度的增加，常會增大基礎的負擔，而須作基礎補強。

七、 RC橋墩耐震補強工法之選定原則

1. 對於耐震能力不足之RC橋墩的補強方式，大致可採用下列四種方法(1)RC包覆工法(2)鋼板包覆工法(3)鋼鉸線纏繞工法(4)FRP包覆工法。

本標工程橋梁，考量其施工空間受到限制，且為不增加河川橋之阻水斷面積及降低補強後對景觀之衝擊，採RC包覆工法並不適合，故本標工程原則以採用鋼板包覆工法為主。

至於FRP包覆工法雖具有材料輕、柔性、搬運容易及施工迅速等優點，但因此一工法對RC橋柱之圍束效果、韌性改善的成效及本土化施工條件是否成熟，仍有待證實，現階段採用FRP包覆補強工法必須滿足下列八點嚴格條件：

(1) 對於圓形橋柱及矩形橋柱，其位移韌性需求不得超過6及3。

(2) 對於矩形橋柱，其長邊長度不得超過100cm，長短邊之比值不得超過1.5。

(3) 對於圓形橋柱，其直徑不得超過250cm。

(4) 不得採用於橋柱之鋼筋搭接補強。

(5) 單柱橋柱不得採用FRP包覆耐震補強。

(6) 橋柱之軸壓應力不得超過$0.15f'_cA_g$及主筋比不得超過2.5%。

(7) 橋柱變斷面處不得採用FRP包覆耐震補強。

(8) 河川橋橋柱不得採用FRP包覆耐震補強。

上述第(3)點之要求，係考量國內外有關FRP補強工法之足尺寸試驗(Full Scale Test)報告並不多，且部份較大比例之縮尺寸試驗結果並不足以讓此工法大量應用於橋梁補強，且美國Caltrans(1996)及日本CERI(1999)均對橋柱尺寸大小有不同程度之限制；第(5)點則為結構靜不定度風險性的考量。

針對上述幾種耐震能力補強方法，就其補強設計原理說明如下。

一、 橋柱剪力補強設計原理

若橋柱之剪力強度不足以承擔產生塑鉸所需之剪力時，則可藉由外包鋼板、FRP、RC補強來增加其抗剪強度。而外包材料補強所須提供的剪力強度可由下式計算：

$$V_j = \frac{V^o}{\varphi_s} - V_n \quad \text{..... (7.1)}$$

式中，V_j為外包材料補強所提供的剪力強度，V^0為橋柱產生塑鉸所需之柱的剪力強度(如圖7.2-2所示)，ϕ_s剪力強度折減因子可取0.85，V_n為橋柱之剪力容量，以上各項剪力可由下列各節所提供之公式分別求得。

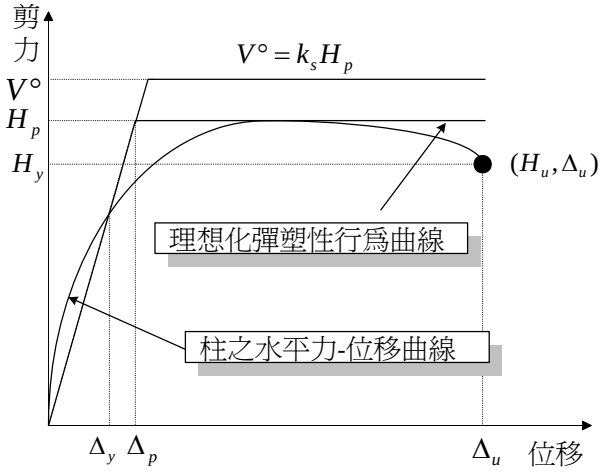


圖7.2-2　橋柱剪力需求與位移之關係

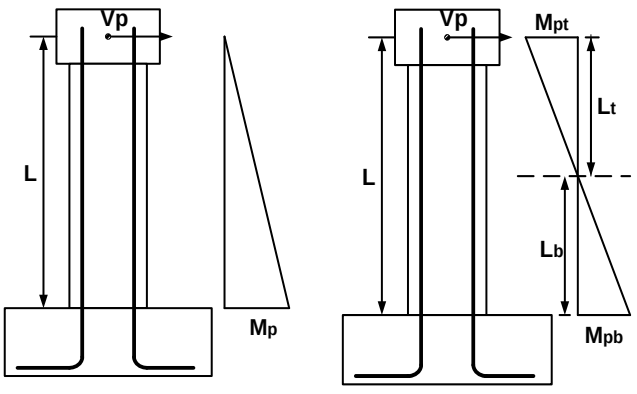
1. 塑鉸發生後柱所引致的剪力V^0：

橋柱之彎矩容量可由$M_P=1.3M_n$求得或由橋柱斷面應力-應變理論求得橋柱的彎矩容量後，將之除以橋柱淨高再乘上一放大因子k_s，即可得預測之橋柱剪力需求，其計算如下所示：

$$V^0 = k_s\left[\frac{M_p}{L}\right] \quad \text{(for single bending)} \quad \text{.....(7.2a)}$$

$$V^0 = k_s\left[\frac{M_{pt} + M_{pb}}{L}\right] \quad \text{(for double bending)} \quad \text{..... (7.2b)}$$

式中，M_p為橋柱發生單曲度彎矩(single bending)時之彎矩容量(如圖7.2-3a所示)，M_{pt}、M_{pb}為橋柱發生雙曲度彎矩(double bending)時之柱頂及柱底彎矩容量(如圖7.2-3b所示)，L為橋柱之淨高，k_s為剪力放大因子，可取1.2。此剪力放大因子係依據Caltrans Seismic Design Criteria(2004)第4.3節超強放大因子(Overstrength Magnifer)之理念，其考量橋柱混凝土材料之變異性及RC橋柱降伏後真實之彎矩容量(Column Moment Capacity)可能大於理論之塑性彎矩(Idealized Plastic Moment Capacity)。



(a) Single Bending　(b) Double Bending

圖7.2-3　橋柱單曲度與雙曲度彎矩示意圖

2. 橋柱剪力容量V_n

橋柱之剪力容量V_n，可由(1)ATC-32、(2)AASHTO、(3)Aschhiem and Moehle(1992-1993)、(4)Priestley，Verma and Xiao(1993-1994)、(5)Caltrans(2010)、(6)公路橋梁耐震能力評估及補強準則草案(98年12月)等六種剪力設計理論分別求得。一般而言，第三種方法為與試驗結果較為接近方法，且為加州Caltrans所採用之方法，Caltrans並加以修正成為第五種方法。原則上，第五種方法是本計畫建議採用的方法，其餘四種方法可列為參考。

(1) ATC-32規範(1997)

ATC-32規範中規定橋柱本身剪力容量的求法如下式所示：

$V_n=V_c+V_s$ ..... (7.3)

式中，V_c為混凝土提供的剪力強度，V_s為橫向鋼筋提供的剪力強度。

混凝土於塑鉸區及非塑鉸區之剪力強度計算如下所示：

非塑鉸區：

$$V_c = 0.53\left(1+\frac{P}{140A_g}\right)\sqrt{f'_c}A_e \quad (P/A_g\text{的單位為}kgf/cm^2) \text{.....(7.4a)}$$

塑鉸區：

$$V_c = 0.53\left(0.5+\frac{P}{140A_g}\right)\sqrt{f'_c}A_e \quad (P/A_g\text{的單位為}kgf/cm^2) \text{..... (7.4b)}$$

式中，A_g為橋柱之總斷面積，A_e為有效剪力斷面積(圓形取$0.8A_g$；矩形取b_wd，b_w、d各為矩斷面之寬與有效深度)，f_c'為混凝土之抗壓強度，P為橋柱所受之軸向力。

橫向鋼筋所提供的剪力強度與其本身的材料性質、相互間之間距及其圍束的範圍有關，其剪力強度之計算如下所示：

A. 圓形斷面：

$$V_s = \frac{\pi}{2}A_{sh}f_{yh}\left(\frac{D'}{s_t}\right)\cot\theta \text{.....(7.5a)}$$

B. 矩形斷面：

$$V_s = n_hA_{sh}f_{yh}\left(\frac{d}{s_t}\right)\cot\theta \text{..... (7.5b)}$$

式中，A_{sh}與f_{yh}各為橫向鋼筋之斷面積與降伏強度，n_h為斜裂縫切過橫向鋼筋之截面數，s_t為橫向鋼筋間之垂直間距，D'為圓形之橫向鋼筋所圍束之直徑，d為0.8倍之矩

形橋柱承受剪力方向之深度，θ為斜向裂縫與水平線之夾角於評估時可取45°，補強設計時可取35°。

(2) AASHTO規範

AASHTO規範中規定橋柱本身剪力容量的計算如下所示：

$V_n=V_c+V_s$

在塑鉸區時，若設計最小軸力產生的平均壓應力小於$0.1f_c'$，則混凝土之剪力強度可忽略不計。除此之外，混凝土之剪力強度計算如下所示：

$$V_c = 0.53\left(1+\frac{P}{140A_g}\right)\sqrt{f'_c}A_e \quad (P/A_g\text{的單位為}kgf/cm^2) \text{..... (7.6)}$$

橫向鋼筋所提供的剪力強度可取式(7.5a)、(7.5b)所計算。

(3) Aschhiem and Moehle(1992)

Aschhiem and Moehle於1992年提出此橋柱剪力強度之計算方法，與上述二規範所不同的是此方法認為混凝土的剪力強度應與其構件的韌性有關，韌性愈大，則混凝土剪力強度有遞減至一定值之趨勢。其剪力強度之計算如下所示：

$V_n=V_c+V_s$

其中，V_c值與一參數k值有關，k值會因橋柱韌性比的增加而由1下降至0(如圖7.2-4所示)，其計算如下所示：

$$V_c = 0.93\left(k+\frac{P}{140A_g}\right)\sqrt{f'_c}A_e \quad (P/A_g\text{的單位為}kgf/cm^2) \text{..... (7.7)}$$

k值與橋柱之位移韌性比的關係如下所示：

$$k=1 \qquad \text{for} \quad \mu_\Delta \leqq 1$$

$$k=\frac{4}{3}-\frac{1}{3}\mu_\Delta \qquad \text{for } 1 \leqq \mu_\Delta \leqq 4 \text{..... (7.8)}$$

$$k=0 \qquad \text{for} \quad \mu_\Delta \geqq 4$$

橫向鋼筋所提供的剪力強度可取式(7.5a)、(7.5b)所計算。

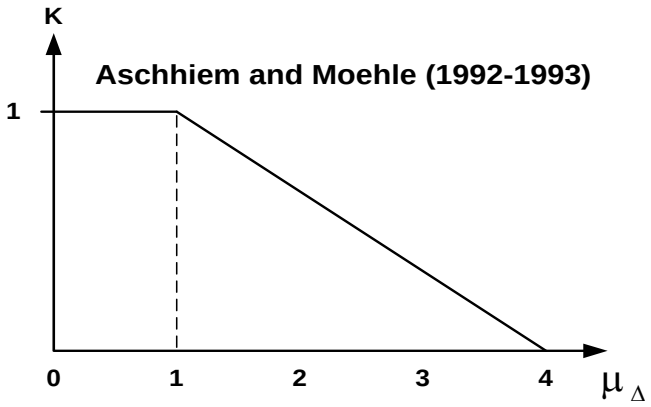


圖7.2-4　混凝土剪力係數k與橋柱位移韌性之關係

(4) Priestley，Verma and Xiao(1993-1994)

此剪力容量理論與現有規範所計算之剪力強度不同點有二：(1)混凝土本身剪力強度與構件韌性有關，(2)獨立考量軸向力所提供之剪力強度。其橋柱剪力容量的表示式如下所示：

$$V_n=V_c+V_s+V_p \quad \text{.....(7.9)}$$

式中，V_p為軸向力作用所提供的剪力強度。

混凝土本身所提供的剪力強度與橋柱的非彈性變形有關，當韌性比愈大時，混凝土本身的剪力強度有下降至一定值的趨勢，其計算如下所示：

$$V_c = k\sqrt{f'_c}A_e \quad \text{.....(7.10)}$$

A. 單軸韌性(Uniaxial Ductility)(如圖7.2-5所示)

$k=0.93$　　for　$\mu_\triangle \leqq 2$

$k=1.54-0.305\,\mu_\triangle$　　for $2 \leqq \mu_\triangle \leqq 4$ .....(7.11a)

$k=0.32$　　for　$\mu_\triangle \geqq 4$

B. 雙軸韌性(Biaxial Ductility)

$k=0.93$　　for　$\mu_\triangle \leqq 1$

$k=1.235-0.305\,\mu_\triangle$　　for $1 \leqq \mu_\triangle \leqq 3$ ..... (7.11b)

$k=0.32$　　for　$\mu_\triangle \geqq 3$

式中，$\mu_\triangle$為橋柱之位移韌性比。

軸向力之所以會增加橋柱的抗剪強度乃是因為拱效應(Arch Effect)作用的影響(如圖7.2-6(a)、(b)所示)。一個橋柱在單曲度彎矩(Single Bending)或雙曲度彎矩(Double

Bending)的作用下，其等效斜桿(Inclined Strut)所形成的位置各不相同，而所增加橋柱的剪力強度計算如下所示：

$$V_p = Pk_\ell \frac{(D-c)}{L} \quad \text{..... (7.12)}$$

式中，D為橋柱受力方向之斷面長度，c受壓斷面之總力至橋柱邊的2倍長，在單曲度彎矩(Single Bending)時k_ℓ=0.5，雙曲度彎矩(Double Bending)時k_ℓ=1。

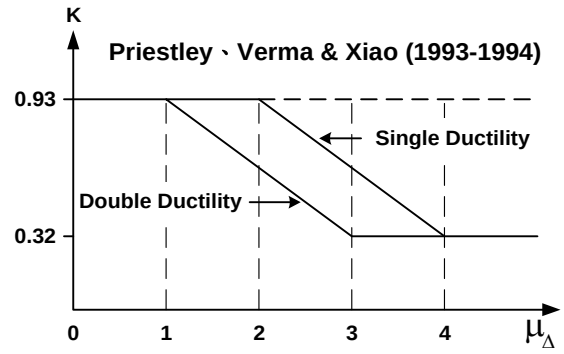
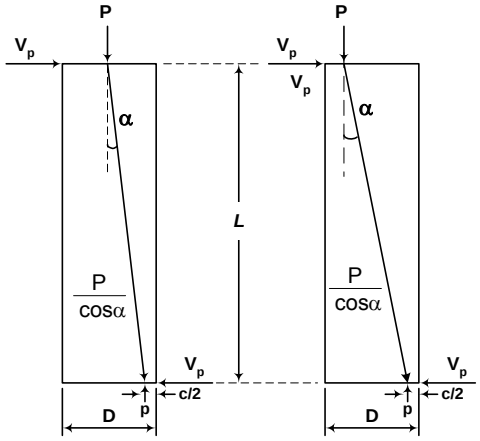


圖7.2-5　混凝土剪力係數k與位移韌性之關係



(a) Single Bending　　(b) Double Bending

圖7.2-6　軸向力對橋柱剪力之關係

(5) Caltrans耐震設計規範(Seismic Design Criteria, SDC(2010))

SDC(2010)規範中規定橋柱本身剪力容量的求法如下所示：

$$V_n=V_c+V_s \quad \text{.....(7.13a)}$$

式中，V_c為混凝土提供的剪力強度，V_s為橫向鋼筋提供的剪力強度。

混凝土於塑鉸區及非塑鉸區之剪力強度計算如下所示：

非塑鉸區：

$$V_c = 0.795K_2\sqrt{f_c'}A_e \le 1.06\sqrt{f_c'}A_e \quad (f_c'\text{的單位為kgf/cm}^2) \text{..... (7.13b)}$$

塑鉸區：

$$V_c = K_1K_2\sqrt{f_c'}A_e \le 1.06\sqrt{f_c'}A_e \quad (f_c'\text{的單位為kf/cm}^2) \text{.....(7.13c)}$$

式中，A_g為橋柱之總斷面積，A_e為有效剪力斷面積(圓形取$0.8A_g$；矩形取b_wd，b_w、d各為矩斷面之寬與有效深度)，f_c'為混凝土之抗壓強度，P為橋柱所受之軸向力。K_1及K_2定義如下：(圖7.2-7)

$$K_1 = \frac{\rho_s f_{yh}}{39.74} + 0.972 - 0.265\mu_\Delta \text{，} 0.0795 \leqq K_1 < 0.795$$

$$K_2 = 1 + \frac{P}{140A_g} < 1.5$$

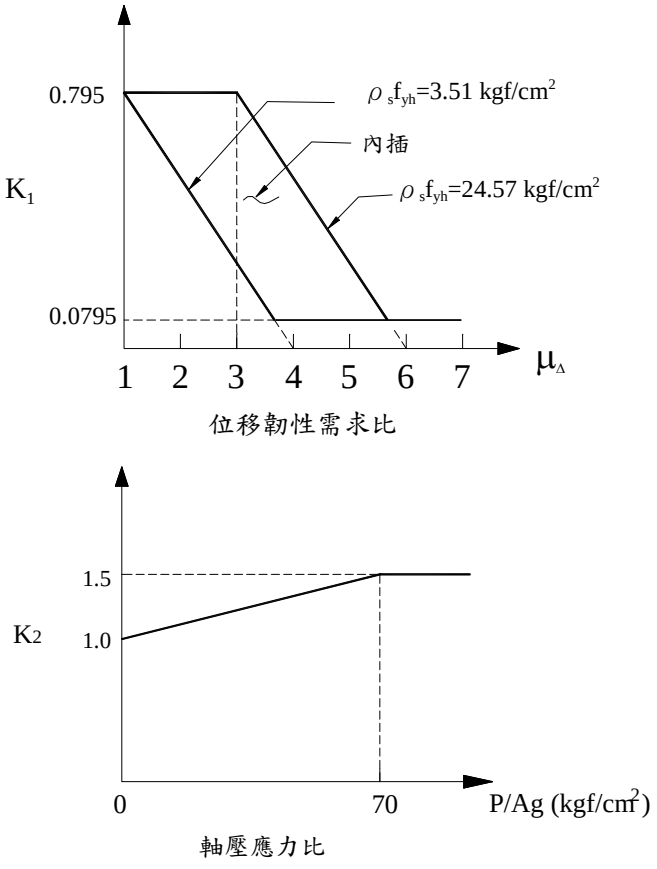


圖7.2-7　混凝土剪力強度因子K_1及K_2

橫向鋼筋所提供的剪力強度與其本身的材料性質、相互間之間距及其圍束的範圍有關，其剪力強度可取式(7-5a)、(7-5b)計算式。

(6) 公路橋梁耐震能力評估及補強準則草案(98年12月)

地震時柱底斷面混凝土之剪力計算強度Vc，要計及塑鉸區剪力強度隨韌性增加而

衰減與隨軸力變化之關係，計算如下：

$$V_c = 0.53\left[\frac{R_{max}-R}{R_{max}-1}+\frac{N}{140A_g}\right]\sqrt{f_c'}A_e \quad \text{(N為軸壓力時)} \text{.....(7.15a)}$$

$$V_c = 0.53\left[\frac{R_{max}-R}{R_{max}-1}+\frac{N}{35A_g}\right]\sqrt{f_c'}A_e \quad \text{(N為軸拉力時)} \text{ ..... (7.15b)}$$

其中：

R_{max}：橋柱韌性容量，可取為R_{req}。

R：橋柱設計地震下韌性比。

N：軸力，壓力時取正值，拉力時取負值；kgf。

A_g：柱之全斷面積；cm^2。

f_c'：混凝土抗壓強度；kgf/cm^2

A_e：有效剪力面積，可取為$0.8A_g$；cm^2。

二、 橋柱韌性補強設計原理

以下介紹各規範之最小橫向鋼筋比之規定：

1. ATC-32規範

(1) 圓形橋柱：最小橫向鋼筋量比之規定如下所示。

$$\rho_s = \frac{0.16f'_{ce}}{f_{ye}}\left[0.5+1.25\frac{P}{f'_{ce}A_g}\right]+0.13(\rho_\ell-0.01) \text{.....(7.16a)}$$

(2) 矩形橋柱：最小橫向鋼筋量之規定如下所示。

$$A_{sh} = 0.12s_t h_c \frac{f'_{ce}}{f_{ye}}\left[0.5+1.25\frac{P}{f'_{ce}A_g}\right]+0.13s_t h_c(\rho_\ell-0.01) \text{ . (7.16b)}$$

$f_{ce}'=1.3f_c'$

$f_{ye}=1.1f_{yh}$

式中，h_c為圍束混凝土之平面尺寸，$\rho_\ell = \frac{A_{st}}{A_g}$為縱向鋼筋量比，$A_{st}$為縱向鋼筋之總斷面積，$\rho_s$為塑鉸區所需之最小橫向鋼筋量比。

2. AASHTO規範

根據AASHTO規範規定，橋柱或樁架式橋墩之柱頂或柱底，可能產生塑鉸的區域應配置橫向圍束鋼筋將柱心予以圍束。且圍束鋼筋的降伏強度不可大於主筋的降伏強度。其規定之最小橫向鋼筋量比如下所示：

(1) 圓形橋柱：

圓形橋柱之最小橫向鋼筋量之規定如式(7.17)、(7.18)所計算，並取大者。

$$\rho_s = 0.12\frac{f'_c}{f_{yh}} \quad \text{..... (7.17)}$$

$$\rho_s = 0.45\left[\frac{A_g}{A_c} - 1\right]\frac{f'_c}{f_{yh}} \quad \text{..... (7.18)}$$

(2) 矩形橋柱：

矩形橋柱之最小橫向鋼筋量之規定如式(7.19)、(7.20)所計算，並取大者。

$$A_{sh} = 0.30 S_t h_c \frac{f'_c}{f_{yh}}\left[\frac{A_g}{A_c} - 1\right] \quad \text{..... (7.19)}$$

$$A_{sh} = 0.12 S_t h_c \frac{f'_c}{f_{yh}} \quad \text{..... (7.20)}$$

3. Caltrans橋梁耐震設計規範

(1) 圓形橋柱：最小橫向鋼筋量比之規定如下所示。

當D≦1m時

$$\rho_S = 0.45\left[\frac{A_g}{A_c} - 1\right]\frac{f'_c}{f_{yh}}\left[0.5 + 1.25\frac{P}{f'_c A_g}\right] \quad \text{..... (7.21)}$$

當D>1m時

$$\rho_s = 0.12\frac{f'_c}{f_{yh}}\left[0.5 + 1.25\frac{P}{f'_c A_g}\right] \quad \text{..... (7.22)}$$

但在塑鉸區時，(7.21)與(7.22)式不能小於(7.23)式所計算之值。

$$\rho_s = 0.45\left[\frac{A_g}{A_c} - 1\right]\frac{f'_c}{f_{yh}} \quad \text{..... (7.23)}$$

(2) 矩形橋柱：

矩形橋柱之最小橫向鋼筋量之規定如式(7.24)、(7.25)所計算，並取大者。

$$A_{sh} = 0.30 S_t h_c \frac{f'_c}{f_{yh}}\left[\frac{A_g}{A_c} - 1\right] \quad \text{..... (7.24)}$$

$$A_{sh} = 0.12 S_t h_c \frac{f'_c}{f_{yh}} \quad \text{..... (7.25)}$$

4. 圍束混凝土之理論極限應變(Mander et al.理論)

圍束混凝土斷面的極限應變 ε_{cu} 與其所需橫向鋼筋量比 ρ_s 的關係可依Mander et al.理

論，由下式所計算。

$$\varepsilon_{cu} = 0.004 + \frac{1.4\rho_s f_{yh}\varepsilon_{su}}{f'_{cc}} \quad \text{..... (7.26)}$$

式中，f'_{cc}為圍束混凝土之抗壓強度。

$$\phi_u = \frac{\varepsilon_{cu}}{c_u} \quad \text{..... (7.27)}$$

$$\mu_\phi = \frac{\phi_u}{\phi_y} \quad \text{..... (7.28)}$$

$L_p=0.08L+0.0022f_y d_b$(建議評估時用) ..... (7.29)

或$L_p=g+2\chi d_b$(建議補強時用)

$$\mu_\Delta = 1 + 3(\mu_\phi - 1)\frac{L_p}{L}\left(1 - 0.5\frac{L_p}{L}\right) \quad \text{..... (7.30)}$$

式中，c_u為中性軸與壓力緣外側之距離，d_b為主筋直徑，f_y縱向鋼筋之降伏強度，g為補強斷面與基礎或帽梁之距離，χ=6(當f_y=2800kgf/cm^{2}時)，χ=9(當f_y=4200kgf/cm^{2}時)，ϕ_y、ϕ_u各為斷面降伏與極限曲率，μ_ϕ為斷面之曲率延展性，μ_Δ橋柱之位移韌性，L_p為理論之塑鉸長度。

三、 避免橋柱主筋挫屈之補強設計原理

避免塑鉸區主筋發生挫屈，ATC-32規範規定當橋柱之$\frac{L}{D}=\frac{M}{VD}\geq 4$時，則須對橋柱做預防挫屈之評估，其最小橫向鋼筋量比如下式所示：

$$\rho_s = \frac{0.45 n_b f_s^2}{E_{ds} E_t} \quad \text{..... (7.31)}$$

其中

$$E_{ds} = \frac{4E_{su}E_i}{\left(\sqrt{E_{su}} + \sqrt{E_i}\right)^2} \quad \text{..... (7.32)}$$

式中，n_b為縱向鋼筋根數，f_s為主筋於應變ε_s=0.04時的應力，E_t為橫向鋼筋的彈性模數，E_i為縱向鋼筋的彈性模數，E_{su}為f_s至f_{su}的正割(Secant)模數，f_{su}為縱向鋼筋之極限強度=1.5f_y。

四、 鋼筋搭接長度不足之補強設計原理

橋柱主筋的配置，若從基礎延伸至搭接段，再與柱底鋼筋搭接，常因搭接長度不足而無法發揮塑鉸區主筋應力超過降伏應力之需求。鋼筋搭接長度不足將會使混凝土與主筋接觸面發生開裂現象，降低主筋與混凝土間的接觸面積與握裹力。而藉由補強的設計可增加混凝土的圍束應力，進而加大鋼筋即將發生搭接破壞時之混凝土開裂面之摩擦力。所需之圍束應力f_ℓ計算如下式所示：

$$f_\ell \geq \frac{A_b f_s}{\mu p \ell_s} \quad \text{..... (7.33)}$$

圓形橋柱：

$$p = \frac{\pi D'}{2n_b} + 2(d_b + cc) \leq 2\sqrt{2}(cc + d_b) \quad \text{..... (7.34)}$$

矩形橋柱：

$$p = \frac{s_b}{2} + 2(d_b + cc) \leq 2\sqrt{2}(cc + d_b) \quad \text{..... (7.35)}$$

式中，A_b為縱向鋼筋之斷面積，cc為混凝土保護層厚度，s_b為搭接主筋之平均間距。若在塑鉸區搭接時，計及實際降伏強度高於標準降伏強度f_y，且計及應變硬化為保守起見，f_s取1.7f_y。μ為摩擦係數，取1.4。ℓ_s搭接長度，p為搭接破壞時混凝土開裂面之周長(如圖7.2-8所示)，f_ℓ為橫向鋼筋應變ε_d=0.0015時之圍束力。

然而，主筋的搭接長度亦應檢核其最小需求已達安全之標準(ATC-32 8.33.2.3)。

$$\ell_s(\min) \geq \frac{0.15 d_b f_y}{\sqrt{f_c'}}(cm) \qquad (f_c'\text{單位為}kgf/cm^2) \quad \text{..... (7.36)}$$

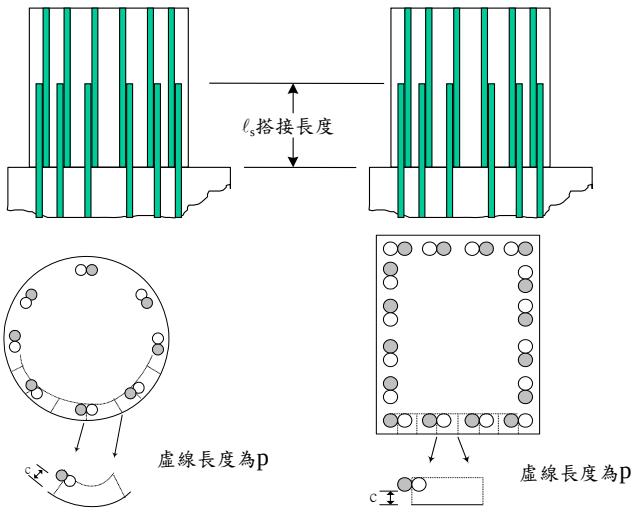


圖7.2-8　橋柱鋼筋搭接破壞模式

五、 主筋斷筋點附近(或圍束箍筋間距變大處)之補強設計原理

當塑鉸區之塑鉸還未完全形成時，若主筋斷筋點附近或圍束箍筋間距變大處之彎矩就已經大於該區域之彎矩容量，則可能使非塑鉸區較原先所期望產生塑鉸之柱底區更早產生塑鉸而破壞。

會發生此情形的原因可能是因為主筋的延伸長度不足，易發生握裹脆性破壞。或因此處之箍筋量比柱底少，塑鉸即使產生，也無法完全發揮。此外，彎矩降伏會降低混凝土的抗剪強度，因此也有可能發生彎矩剪力破壞。由上可知，主筋斷筋點的破壞模式非常複雜，有彎矩破壞、握裹破壞、剪力破壞及韌性不足等。

如圖7.2-9所示可求得主筋之實際斷筋點應以多長為宜，其避免塑鉸於主筋斷筋點附近產生之縱向鋼筋實際斷筋長度L_a計算如下所示：

$$\text{彎矩需求} = \frac{L - L'}{L} \le \frac{M_{P2}}{M_{P1}} = \text{彎矩容量比} \quad \text{..... (7.37)}$$

$$L' = L_a - L_d \quad \text{..... (7.38)}$$

將(7.38)式代入(7.37)式可得

$$L_a \ge L\left[1 - \frac{M_{P2}}{M_{P1}}\right] + L_d \quad \text{..... (7.39)}$$

式中，L　：自橋墩底部至上部結構慣性力作用位置之高度

L_a　：縱向鋼筋截斷位置距橋墩底部之高度

M_{P2} ：縱向鋼筋截斷位置處之斷面降伏彎矩

M_{P1} ：橋墩底部斷面之降伏彎矩

L_d　：規範規定之縱向鋼筋最小伸展長度

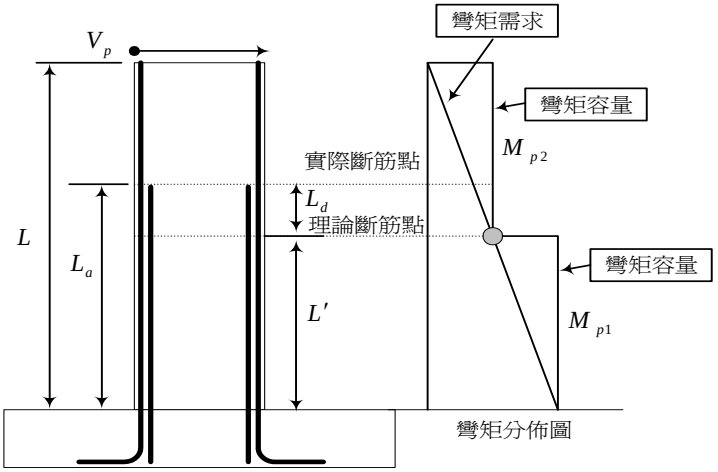


圖7.2-9　橋柱主筋斷筋位置圖

7.2.3 橋柱鋼板包覆補強設計

一、 橋柱鋼板剪力補強

橋柱外包鋼板剪力強度V_j之計算，可視為連續性之橫向鋼筋處理，其計算如下所示：

1. 圓形橋柱：

$$V_j = \frac{\pi}{2} t_j f_{yj} D \cot\theta \quad \text{..... (7.40)}$$

2. 矩形橋柱：

$$V_j = 2 t_j f_{yj} D \cot\theta \quad \text{..... (7.41)}$$

式中，D為柱受力方向之斷面尺寸，t_j為鋼板厚度，f_{yj}為鋼板之降伏強度，θ 可取35° 。經過補強後，不管在任何情況下，V^0/A_e均不得超過$0.2f_c'$。

故橋柱補強之所需最小鋼板厚度計算如下所示：

(1) 圓形橋柱：由(7.1)、(7.40)計算。

$$t_j \geq \frac{\frac{V^0}{\phi_s} - V_n}{\frac{\pi}{2} f_{yj} D \cot\theta} \quad \text{..... (7.42)}$$

(2) 矩形橋柱：由(7.1)、(7.41)計算。

$$t_j \geq \frac{\frac{V^0}{\phi_s} - V_n}{2 f_{yj} D \cot\theta} \quad \text{..... (7.43)}$$

式中，V^0與V_n計算如第7.2.2(一)節所示。

二、 橋柱之鋼板韌性補強

外包材料補強來增加橋柱塑鉸區的韌性，原則上可視為連續性之橫向鋼筋，用以增加對混凝土的圍束應力並改善其極限強度與應變，進而達到斷面曲率韌性、極限塑鉸轉角及整體橋梁韌性容量之需求。

1. 圓形橋柱：

未補強橋柱之橫向鋼筋量比的計算如下所示：

$$\rho_s = \frac{4A_{sh}}{D' s_t} \quad \text{..... (7.44)}$$

將(7.44)式之A_{sh}取t_j，s_t取1，D'取D即可求得圓形橋柱鋼板包覆補強之等效橫向鋼筋量比，其計算如下所示：

$$\rho_j = \frac{4t_j}{D} \quad \text{.....(7.45)}$$

式中，t_j為外包補強材料之厚度。

2. 矩形橋柱：

未補強橋柱之橫向鋼筋量比的計算如下所示：

$$\rho_s = \frac{2A_{sh}(B'+D')}{s_t B' D'} \quad \text{.....(7.46)}$$

將(7.46)式之A_{sh}取t_j，s_t取1，B'與D'各取B、D即可求得矩形橋柱鋼板包覆補強之等效橫向鋼筋量比，其計算如下所示：

$$\rho_j = 2t_j\left(\frac{B+D}{BD}\right) \quad \text{.....(7.47)}$$

式中，D'、B'為橫向鋼筋之圍束長度與寬度，D、B為矩形斷面之長與寬。故依據不同規範，可分別求得橋柱補強所需之最小鋼板厚度，茲說明如下：

1. ATC-32規範

(1) 圓形橋柱：

因為外包材料補強可視為連續性之橫向鋼筋，故由(7.16)、(7.45)式可求得其最小補強鋼板厚度，其計算如下所示：

$$t_j = \frac{D}{4}\rho_j = \frac{D}{4}\left\{\frac{0.16f'_{ce}}{f_{je}}\left[0.5+1.25\frac{P}{f'_{ce}A_g}\right]+0.13(\rho_\ell - 0.01)\right\} \quad \text{.....(7.48a)}$$

$f_{je}=1.1f_{yj}$

式中，f_{yj}為鋼板之降伏強度。

(2) 矩形橋柱：

由式(7.16)、(7.46)與(7.47)可求得

$$t_j = \left\{0.12s_t h_c \frac{f'_{ce}}{f_{ye}}\left[0.5+1.25\frac{P}{f'_{ce}A_g}\right]+0.13s_t h_c(\rho_\ell - 0.01)\right\}\frac{1}{2(B+D)} \quad \text{.....(7.48b)}$$

2. AASHTO規範

(1) 圓形橋柱：

由(7.17)、(7.45)式可求得其最小補強鋼板厚度，其計算如下所示：

$$t_j = 0.03D\frac{f'_c}{f_{yj}} \quad \text{.....(7.49a)}$$

(2) 矩形橋柱：

由(7.19)、(7.20)、(7.46)與(7.47)式可求得：

$$t_j = 0.30h_c \frac{f'_c}{f_{yh}}\left[\frac{A_g}{A_c} - 1\right] \quad \text{(7.49b)}$$

$$t_j = 0.12h_c \frac{f'_c}{f_{yh}} \quad \text{(7.49c)}$$

二式求大者設計。

3. Caltrans規範

(1) 圓形橋柱：

由(7.22)、(7.45)式可求得橋柱塑鉸區之最小補強鋼板厚度，其計算如下所示：

$$t_j = 0.03D \frac{f'_c}{f_{yj}}\left[0.5 + 1.25\frac{P}{f'_c A_g}\right] \quad \text{(7.50a)}$$

(2) 矩形橋柱：

由(7.24)、(7.25)、(7.46)、(7.47)式可求得：

$$t_j = 0.30h_c \frac{f'_c}{f_{yh}}\left(\frac{A_g}{A_c} - 1\right) \quad \text{(7.50b)}$$

$$t_j = 0.12h_c \frac{f'_c}{f_{yh}} \quad \text{(7.50c)}$$

二式求大者設計。

4. 圍束混凝土之理論極限應變

(1) 圓形橋柱：

由(7.26)、(7.45)知，其最小補強鋼板厚度計算如下所示：

$$t_j = \frac{D(\varepsilon_{cu} - 0.004)f'_{cc}}{5.6f_{yj}\varepsilon_{ju}} \text{ (by Mander et al.)} \quad \text{(7.51)}$$

式中，ε_{ju} 為鋼板之極限應變。

(2) 矩形橋柱：

矩形柱外包鋼板補強，其增加之剪力強度V_{sj}之計算方式與橫向鋼筋同，惟若欲增加韌性，有時必須配置成橢圓形(如圖7.2-10所示)，其計算除可參考FHWA、Caltrans的方法外，亦可依據如下所示之方法：

a=kb

$$b=\sqrt{\left(\frac{D}{2k}\right)^2+\left(\frac{B}{2}\right)^2} \quad \text{.....(7.52)}$$

$$k=\left(\frac{D}{B}\right)^{2/3}$$

$$R_1=\frac{b^2}{a},\ R_3=\frac{a^2}{b} \quad \text{.....(7.53)}$$

$$D_{equ}=R_1+R_3=\frac{b^3+a^3}{ab} \quad \text{.....(7.54)}$$

式中，a、b為補強後橢圓之長軸、短軸，D_{equ}為等效之柱直徑。

補強所增加之剪力強度計算近似於圓形橋柱，其強軸與弱軸方向之剪力強度計算如下所示：

在強軸方向：

$$V_j=2t_j a f_{yj}\left[1-\left(1-\frac{\pi}{4}\right)\frac{b}{a}\right]\cot\theta \quad \text{.....(7.55)}$$

在弱軸方向：

$$V_j=2t_j b f_{yj}\left[1-\left(1-\frac{\pi}{4}\right)\frac{a}{b}\right]\cot\theta \quad \text{.....(7.56)}$$

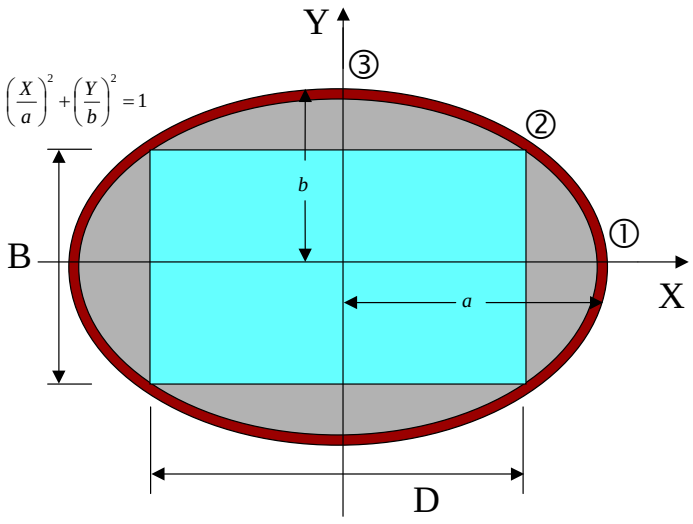


圖7.2-10　矩形橋柱鋼板補強

三、 避免橋柱主筋挫屈之鋼板補強

由式(7.31)、(7.45)、(7.47)可推求其鋼板補強最小厚度值，其計算如下所示：

1. 圓形橋柱：

$$t_j = \frac{Dn_b f_s^2}{8.89 E_{ds} E_t} \quad \text{..... (7.57)}$$

2. 矩形橋柱：

$$t_j = \frac{n_b f_s^2}{4.44 E_{ds} E_t}\left(\frac{BD}{B+D}\right) \quad \text{..... (7.58)}$$

其中，上式只需用於細長柱之檢查，也就是 $\frac{L}{D} = \frac{M}{VD} \geq 4$ 時。

四、 避免橋柱主筋搭接不足之鋼板補強

其需要鋼板補強的厚度計算如下(由圖7.2-11所示)：

$$2t_j f_s = f_\ell D \quad \text{..... (7.59)}$$

式中，t_j為鋼板補強之厚度，f_s為鋼板包覆之應力，D為柱之直徑(mm)。假設鋼筋的彈性模數$E_s=2.03\times10^6 kgf/cm^2$，故當應變 $\varepsilon_s=0.001$時，其應力$f_s=2030 kgf/cm^2$，代入式(7.59)可得在鋼筋搭接長度不足時補強之最小需求之鋼板補強厚。

$$t_j \geq \frac{f_\ell D}{4060}(cm) \quad (f_\ell \text{單位為} kgf/cm^2) \quad \text{..... (7.60)}$$

式中，f_ℓ為斷面圍束力。

根據美國加州Caltrans的經驗，主筋禁止於塑鉸區搭接。因為主筋搭接縱然具有足夠的搭接長度，其消能能力均相當有限。因此，主筋於塑鉸區搭接之橋柱在加州被列為補強的對象。

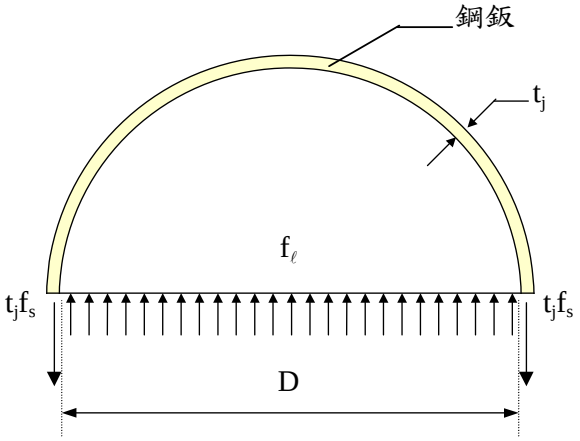


圖7.2-11　圓形橋柱補強之圍束力分佈圖

7.2.4 橋柱 FRP 包覆補強設計

一、 橋柱FRP剪力補強

橋柱外包FRP補強可視為橫向鋼筋處理，其補強之剪力強度V_j計算如下：

1. 圓形橋柱：

$$V_j = \frac{\pi}{2} t_j f_{jd} D \cot\theta \quad \text{..... (7.61)}$$

2. 矩形橋柱：

$$V_j = 2 t_j f_{jd} D \cot\theta \quad \text{..... (7.62)}$$

式中，t_j為橋柱FRP補強之厚度，D為圓形橋柱之直徑或矩形橋柱在受力方向之尺寸，θ為剪力裂縫與縱向鋼筋之夾角，設計時可採用θ=35°，f_{jd}為FRP之設計應力，因為環向之設計應變(Hoop Strain)ε_{jd}=0.004，所以$f_{jd}=E_j\varepsilon_{jd}=0.004E_j$，$E_j$為FRP材料之彈性模數。

故由式(7.61)、(7.62)和(7.1)可得FRP補強之最小厚度t_j計算如下：

(1) 圓形橋柱：

$$t_j \geq \frac{\frac{V^\circ}{\phi_s} - V_n}{\frac{\pi}{2} f_{jd} D \cot\theta} \quad \text{..... (7.63)}$$

(2) 矩形橋柱：

$$t_j \geq \frac{\frac{V^\circ}{\phi_s} - V_n}{2 f_{jd} D \cot\theta} \quad \text{..... (7.64)}$$

二、 橋柱FRP韌性補強

1. ATC-32規範

(1) 圓形橋柱：

橋柱外包FRP可視為連續性之橫向鋼筋，故由式(7.45)和(7.16)可得FRP補強之最小厚度t_j計算如下：

$$t_j = \frac{D}{4}\left\{\frac{k_j f'_{ce}}{f_{ju}}\left[0.5 + 1.25\frac{P}{f'_{ce}A_g}\right] + 0.13(\rho_\ell - 0.01)\right\} \quad \text{..... (7.65)}$$

式中，f_{ju}為FRP之極限應力，k_j=0.16。

基於考量材料之長期耐久性，在碳纖維補強時，採用0.9之強度折減因子，而在玻

璃纖維補強時，採用0.6之強度折減因子，則FRP補強之最小厚度t_j計算如下：

A. 碳纖維補強：

$$t_j = \frac{D}{22.5}\left\{\frac{f'_{ce}}{f_{ju}}\left[0.5+1.25\frac{P}{f'_{ce}A_g}\right]+0.13(\rho_\ell - 0.01)\right\} \quad \text{..... (7.66)}$$

B. 玻璃纖維補強：

$$t_j = \frac{D}{3}\left\{\frac{f'_{ce}}{f_{ju}}\left[0.5+1.25\frac{P}{f'_{ce}A_g}\right]+0.13(\rho_\ell - 0.01)\right\} \quad \text{..... (7.67)}$$

至於其他材料之強度折減因子，依據其所期望之耐久性決定之。

補強後之橋柱韌性，需檢核其是否達到規範之要求，其檢核公式如下所示。

$$\varepsilon_{cu} = 0.004 + \frac{2.8\rho_j f_{ju}\varepsilon_{ju}}{f'_{cc}} \quad \text{(圓形碳纖維補強) ..... (7.68)}$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.004 + \frac{0.75\rho_j f_{ju}\varepsilon_{ju}}{f'_{cc}} \quad \text{(圓形玻璃纖維補強) ..... (7.69)}$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.004 + \frac{2.5\rho_j f_{ju}\varepsilon_{ju}}{f'_{cc}} \quad \text{(圓形Priestly建議) ..... (7.70)}$$

$$\phi_u = \frac{\varepsilon_{cu}}{c_u} \quad \text{..... (7.71)}$$

$$\mu_\phi = \frac{\phi_u}{\phi_y} \quad \text{..... (7.72)}$$

$$L_p = g + 2\chi d_b \quad \text{..... (7.73)}$$

$$\mu_\Delta = 1 + 3(\mu_\phi - 1)\frac{L_p}{L}\left(1 - 0.5\frac{L_p}{L}\right) \quad \text{..... (7.74)}$$

式中，ε_{cu}為補強後圍束混凝土斷面之極限應變，f'_{cc}為圍束混凝土之抗壓強度，ε_{ju}為FRP之極限應變，c_u為中性軸與混凝土壓力緣外側之距離，μ_ϕ為曲率韌性，ϕ_y、ϕ_u各為橋柱斷面採用彎矩曲率分析之降伏曲率與極限曲率，L_p為塑鉸之長度，g為補強斷面與基礎或帽梁之距離，一般可採用5公分，d_b、f_y各為縱向鋼筋之直徑與降伏強度，當f_y=2800kgf/cm^{2}時，χ=6，當f_y=4200kgf/cm^{2}時，χ=9，μ_Δ為位移韌性，L為橋柱之高度。

另一方面，如果給定橋柱之位移韌性μ_Δ，則由式(7.45)及(7.68)至(7.74)可得FRP補強之最小厚度t_j計算如下：

A. 碳纖維補強：

$$t_j = 0.09\frac{D(\varepsilon_{cu} - 0.004)f'_{cc}}{f_{ju}\varepsilon_{ju}} \quad \text{..... (7.75)}$$

B. 玻璃纖維補強：

$$t_j = 0.33\frac{D(\varepsilon_{cu} - 0.004)f'_{cc}}{f_{ju}\varepsilon_{ju}} \quad \text{..... (7.76)}$$

基於考量材料之長期耐久性，在碳纖維補強時，採用0.9之強度折減因子，而在玻璃纖維補強時，採用0.6之強度折減因子，則FRP補強之最小厚度t_j計算如下：

A. 碳纖維補強：

$$t_j = 0.1\frac{D(\varepsilon_{cu} - 0.004)f'_{cc}}{f_{ju}\varepsilon_{ju}} \quad \text{..... (7.77)}$$

B. 玻璃纖維補強：

$$t_j = 0.56\frac{D(\varepsilon_{cu} - 0.004)f'_{cc}}{f_{ju}\varepsilon_{ju}} \quad \text{..... (7.78)}$$

至於其他材料之強度折減因子，依據其所期望之耐久性決定之。

(2) 矩形橋柱：

對於矩形橋柱當軸力$P \le 0.15f'_{ce}A_g$，縱向鋼筋量比$\rho_\ell < 0.03$及M/(VD)<3時，可採用FRP矩形補強，但須滿足下面二點：(1)在角落需磨出半徑大於3公分之圓角，(2)必須利用等效直徑D_{equ}代入式(7.55)或(7.56)所求得之厚度的2倍來作為FRP矩形補強之厚度，而當M/(VD)>3時則採用橢圓形補強以增加其韌性，其計算方式如式(7.52)至(7.56)，

2. AASHTO規範

(1) 圓形橋柱：

橋柱外包FRP可視為連續性之橫向鋼筋，基於能量平衡之考量及補強後混凝土有較高之應變，因此可將其係數提高五倍。故由式(7.45)和(7.17)可得FRP補強之最小厚度t_j計算如下：

$$t_j = \frac{D}{4}\left[0.6\frac{f'_c}{f_{ju}}\right] \quad \text{..... (7.79)}$$

基於考量材料之長期耐久性，在碳纖維補強時，採用0.9之強度折減因子，而在玻璃纖維補強時，採用0.6之強度折減因子，則FRP補強之最小厚度t_j計算如下：

A. 碳纖維補強：

$$t_j = \frac{D}{6}\left[\frac{f'_c}{f_{ju}}\right] \quad \text{(7.80)}$$

B. 玻璃纖維補強：

$$t_j = \frac{D}{4}\left[\frac{f'_c}{f_{ju}}\right] \quad \text{(7.81)}$$

至於其他材料之強度折減因子，依據其所期望之耐久性決定之。

(2) 矩形橋柱：

對於矩形橋柱之補強，採用與ATC-32規範建議之相同方法。

3. Caltrans規範

(1) 圓形橋柱：

橋柱外包FRP可視為連續性之橫向鋼筋，基於能量平衡之考量及補強後混凝土有較高之應變，因此可將其係數提高五倍。故由式(7.45)和(7.22)可得FRP補強之最小厚度t_j計算如下：

$$t_j = \frac{D}{4}\left\{0.6\frac{f'_c}{f_{ju}}\left[0.5+1.25\frac{P}{f'_c A_g}\right]\right\} \quad \text{(7.82)}$$

基於考量材料之長期耐久性，在碳纖維補強時，採用0.9之強度折減因子，而在玻璃纖維補強時，採用0.6之強度折減因子，則FRP補強之最小厚度t_j計算如下：

A. 碳纖維補強：

$$t_j = \frac{D}{6}\frac{f'_c}{f_{ju}}\left[0.5+1.25\frac{P}{f'_c A_g}\right] \quad \text{(7.83)}$$

B. 玻璃纖維補強：

$$t_j = \frac{D}{4}\frac{f'_c}{f_{ju}}\left[0.5+1.25\frac{P}{f'_c A_g}\right] \quad \text{(7.84)}$$

至於其他材料之強度折減因子，依據其所期望之耐久性決定之。

(2) 矩形橋柱：

對於矩形橋柱之補強，採用與ATC-32規範建議之相同方法。

三、 避免橋柱縱向鋼筋挫屈之FRP補強

故由式(7.31)、(7.45)、(7.47)可得FRP補強之最小厚度t_j計算如下：

1. 圓形橋柱：

$$t_j = \frac{Dnf_s^2}{8.89E_{ds}E_t} \quad \text{..... (7.85)}$$

2. 矩形橋柱：

$$t_j = \frac{nf_s^2}{4.44E_{ds}E_t}\left(\frac{BD}{B+D}\right) \quad \text{..... (7.86)}$$

上式只需用於細長柱之檢查，即L/D=M/(VD)≧4。

四、 鋼筋搭接長度不足之FRP補強

基於FRP圓形橋柱圍束補強模型而言，參照圖7.2-12，其FRP補強之最小厚度計算如下：

$$t_j = \frac{f'_\ell D'}{2f_{jd}} \quad \text{..... (7.87)}$$

為防止搭接處鋼筋產生滑動，則採用FRP環向之設計極限應變ε_j=0.0015，故可得FRP之設計應力f_{jd}計算如下：

$$f_{jd} = E_j\varepsilon_j = 0.0015E_j \quad \text{..... (7.88)}$$

所以由式(7.87)可得FRP補強之最小厚度t_j計算如下：

$$t_j = \frac{D'f'_\ell}{0.003E_j} \quad \text{..... (7.89)}$$

對於矩形橋柱之補強，大都採用橢圓形補強，除非允許搭接鋼筋之互相滑動是可以控制的，則矩形補強可以採用，但需比照韌性補強時一樣之限制。

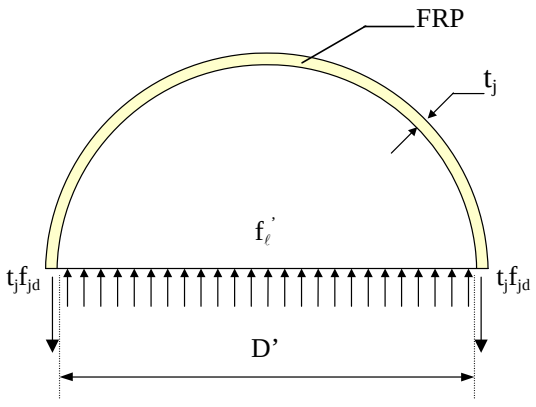
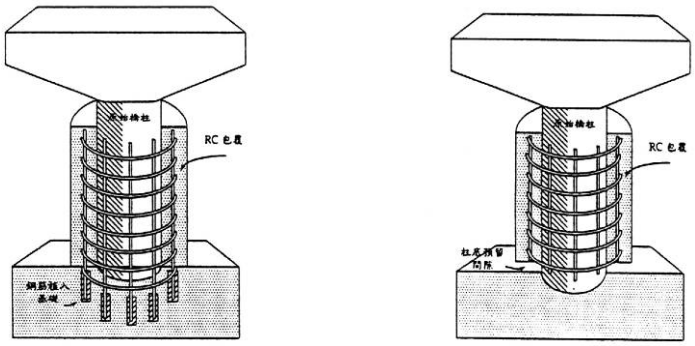


圖7.2-12　圓形橋柱FRP包覆補強

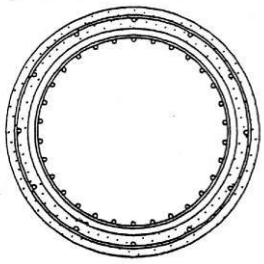
7.2.5 橋柱 RC 包覆補強設計

橋柱RC包覆補強可增加混凝土圍束應力，進而增加橋柱之撓曲強度、韌性與剪力強度。圖7.2-13為RC包覆補強示意圖，其工作項目包括打毛原橋柱面、配置及錨錠主筋、配置橫向箍筋、與灌漿。將主筋錨錠足夠長度於基礎，如圖7.2-13(a)，RC包覆補強可增加橋柱撓曲強度。由於橋柱撓曲強度之增加，基礎撓曲及剪力強度亦應做適當補強，以滿足橋柱塑性鉸區之強度。若為韌性補強，則不可植筋深入基礎，且需預留5cm間隙，如圖7.2-13(b)。圓形橋柱補強所需之圍束強度可以圓形箍筋或螺旋箍筋達到，如圖7.2-14(a)。矩形橋柱之RC包覆補強則可使用圓形、橢圓形或矩形RC包覆，圖7.2-14(b)、(c)、(d)。除非使用橢圓形或圓形RC包覆補強，否則包覆的RC對矩形橋柱所產生的圍束效果有限，僅四個角上之主筋能被有效束制。此現象可藉削去原橋柱四角混凝土，將箍筋於四角做45度彎曲且與矩形閉合箍筋交替使用，及將繫筋穿過原橋柱而改善，圖7.2-14(d)。

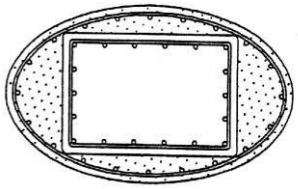


(a)植筋RC包覆補強示意圖　　(b)無植筋RC包覆補強示意圖
(資料來源：NCREE-01-024)

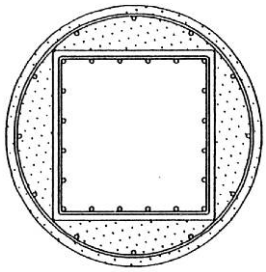
圖7.2-13　橋柱之RC包覆補強示意圖(一)



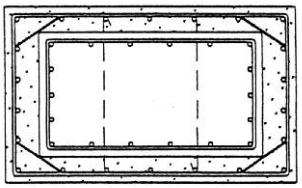
(a)圓柱之圓形RC包覆補強示意圖



(b)矩形柱之橢圓形RC包覆補強示意圖



(c)矩形柱之圓形RC包覆補強示意圖



(d)矩形柱之矩形RC包覆補強示意圖

(資料來源：NCREE-01-024)

圖7.2-14　橋柱之RC包覆補強示意圖(二)

一、 橋柱RC剪力補強

橋柱剪力強度不足時，可藉RC包覆補強增加抗剪強度。RC包覆補強之剪力強度計算和新建橋柱剪力強度計算相同。惟考慮新舊混凝土之間可能不具良好黏合關係，尤其當塑性鉸區具較大變形時，因此只考慮鋼筋對剪力強度的貢獻，忽略新增混凝土對剪力強度之貢獻。RC包覆補強所提供的剪力強度V_j同式(7.1)及(7.5)所計算，故橋柱採用RC剪力補強所需之最小箍筋面積為：

1. 圓形橋柱：

$$A_{sh} \geq \frac{\frac{V^{\circ}}{\phi_s} - V_n}{\frac{\pi}{2}\frac{f_{yh}D'}{s_t}} \quad \text{..... (7.90)}$$

2. 矩形橋柱：

$$A_{sh} \geq \frac{\frac{V^{\circ}}{\phi_s} - V_n}{\frac{f_{yh}d}{s_t}} \quad \text{..... (7.91)}$$

二、 橋柱RC抗彎補強

使用RC包覆補強來增加橋柱韌性，主要是藉補強所增加的圍束鋼筋，增加對混凝土的圍束應力並改善其極限強度與應變，達到增加斷面曲率及橋梁整體韌性之需求。根據塑性鉸之旋轉需求 θ_p ，圍束鋼筋依下列步驟設計：

1. 根據結構分析，計算橋柱塑性鉸之塑性旋轉需求 θ_p 。

2. 計算橋柱塑性曲率需求

$$\phi_p = \frac{\theta_p}{L_p} \quad \text{..... (7.92)}$$

3. 計算曲率需求

$$\phi_m = \phi_y + \phi_p \quad \text{..... (7.93)}$$

式中， ϕ_y 為斷面之降伏曲率。

4. 計算混凝土最大壓應變需求

$$\varepsilon_{cu} = \phi_m c \quad \text{..... (7.94)}$$

式中，c為中性軸深度。

5. 計算需要之圍束鋼筋量 ρ_s

$$\rho_s = \Phi_j(\varepsilon_{cu}) \quad \text{..... (7.95)}$$

式中， Φ_j 代表圍束鋼筋量 ρ_s 與混凝土極限壓應變 ε_{cu} 的關係，如式(7.26)所示。

因此，RC包覆補強所需之圍束鋼筋體積比為

$$\rho_s = \frac{(\varepsilon_{cu} - 0.004)f'_{cc}}{1.4 f_{yh}\varepsilon_{su}} \quad \text{..... (7.96)}$$

使用矩形RC包覆補強時，建議將有效圍束應力乘以係數2/3。

另橋柱韌性補強設計所配置之箍筋量不得小於避免橋柱主筋挫屈的需求，如式(7.31)。

三、 避免橋柱主筋挫屈之RC補強

為避免塑鉸區主筋挫屈，最小橫向箍筋體積比應滿足第7.2.2(三)節之規定。

四、 避免鋼筋搭接長度不足之RC補強

混凝土所需圍束力 f_ℓ 與主筋關係同式(7.33)所計算。

由原橋柱主筋搭接長度 ℓ_s 可推算所需圍束力 f_ℓ 。由混凝土圍束力 f_ℓ 、橫向箍筋應力、與Mander et al圍束混凝土應力-應變理論，反推可得補強所須之箍筋量。對矩形柱而言，若使用橢圓形箍筋，橢圓形或矩形RC包覆均可達到有效之圍束效果。RC矩形包覆厚度以大於圍束方向尺寸之

六分之一為宜，其有效圍束應力為新橋柱設計之三分之二，如此亦限制了矩形RC包覆補強的使用性。

五、 主筋錨錠長度之設計

使用RC包覆補強，主筋必需錨錠足夠長度於基礎內，以發展主筋強度，避免握裹破壞。RC包覆補強時之主筋錨錠長度設計，以AASHTO及ATC32之鋼筋基本伸展長度乘以係數1.3為依據。AASHTO及ATC32之鋼筋基本伸展長度為：

1. AASHTO規範

不同鋼筋尺寸，其基本伸展長度如下(單位：inch, psi)：

小於或等於D36 $\dfrac{0.04A_b f_y}{\sqrt{f_c'}}$ 不小於$0.0004d_b f_y$ .....(7.97)

D43 $\dfrac{0.085f_y}{\sqrt{f_c'}}$ ..... (7.98)

D57 $\dfrac{0.11f_y}{\sqrt{f_c'}}$ ..... (7.99)

2. ATC-32規範

鋼筋間距大於$2d_b$，保護層大於d_b(單位：inch, psi)：

鋼筋尺寸小於或等於D19 $\dfrac{\ell_d}{d_b}=\dfrac{f_y\alpha\beta\lambda}{25\sqrt{f_c'}}$ .....(7.100)

鋼筋尺寸大於或等於D22 $\dfrac{\ell_d}{d_b}=\dfrac{f_y\alpha\beta\lambda}{20\sqrt{f_c'}}$ .....(7.101)

其他：

鋼筋尺寸小於或等於D19 $\dfrac{\ell_d}{d_b}=\dfrac{3f_y\alpha\beta\lambda}{50\sqrt{f_c'}}$ .....(7.102)

鋼筋尺寸大於或等於D22 $\dfrac{\ell_d}{d_b}=\dfrac{3f_y\alpha\beta\lambda}{40\sqrt{f_c'}}$ .....(7.103)

式中，A_b為鋼筋斷面積，ℓ_d為鋼筋伸展長度。α為鋼筋位置係數取α=1.0；β為鋼筋塗層係數，具環氧樹脂塗層者β=1.5，其他β=1.0；λ為混凝土級配係數，輕質混凝土λ=1.3，考慮混凝土拉力強度f_{ct}者λ=$6.7\sqrt{f_c'/f_{ct}}$，其他λ=1.0。

7.2.6 基礎補強

基礎補強設計時，基樁的承載力可利用到土壤之極限承載力，另對於具多排的群樁而言，因群樁不會在第一根樁達到土壤極限承載力時就破壞，基樁在塑鉸產生後所需之設計強度可依據國工局頒行之「公路橋梁耐震設計規範之補充研究」中之「基礎土壤承載力設計準則補充研究」之規定檢核；至於其它直接基礎與沉箱之檢核亦可依上述「基礎土壤承載力設計準則補充研究」之規定檢核。

對於部份需進行補強之橋墩基礎，考量基礎補強施工之困難度，均進行進一步的非線性分析，求得群樁整體破壞時所能抵抗的外力作為群樁的極限強度，只要補強後的群樁極限強度乘以適當的強度折減因數後，大於橋柱塑鉸產生時傳入基礎的力量，則基樁之補強設計應可接受。

本工程基礎補強設計採用美國Caltrans所發展之非線性基礎分析設計程式(NFOOT)，期使本工程之基礎補強能有較合理且較經濟的分析與設計。

```
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
*                                                                                               *
*                                                                                               *
*                                                                                               *
*                                                                                               *
*              NN       NN  FFFFFFFF  OOOOOOOO  OOOOOOOO  TTTTTTTT                            *
*              NN N     NN  FF        OO    OO  OO    OO     TT                               *
*              NN  N    NN  FFFFF     OO    OO  OO    OO     TT                               *
*              NN   N   NN  FF        OO    OO  OO    OO     TT                               *
*              NN    N  NN  FF        OO    OO  OO    OO     TT                               *
*              NN       NN  FF        OOOOOOOO  OOOOOOOO     TT                               *
*                                                                                               *
*                                                                                               *
*                    Non-Linear Footing Design Program                                          *
*                                                                                               *
*                 California Department of Transportation                                       *
*                    Office of Earthquake Engineering                                           *
*                              PC - Version                                                     *
*                                                                                               *
*                                 10.20.95                                                      *
*                                                                                               *
*                 Enter File Name  R18.In                                                       *
*                                                                                               *
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
```

圖7.2-15 Caltrans非線性基礎分析設計程式(一)

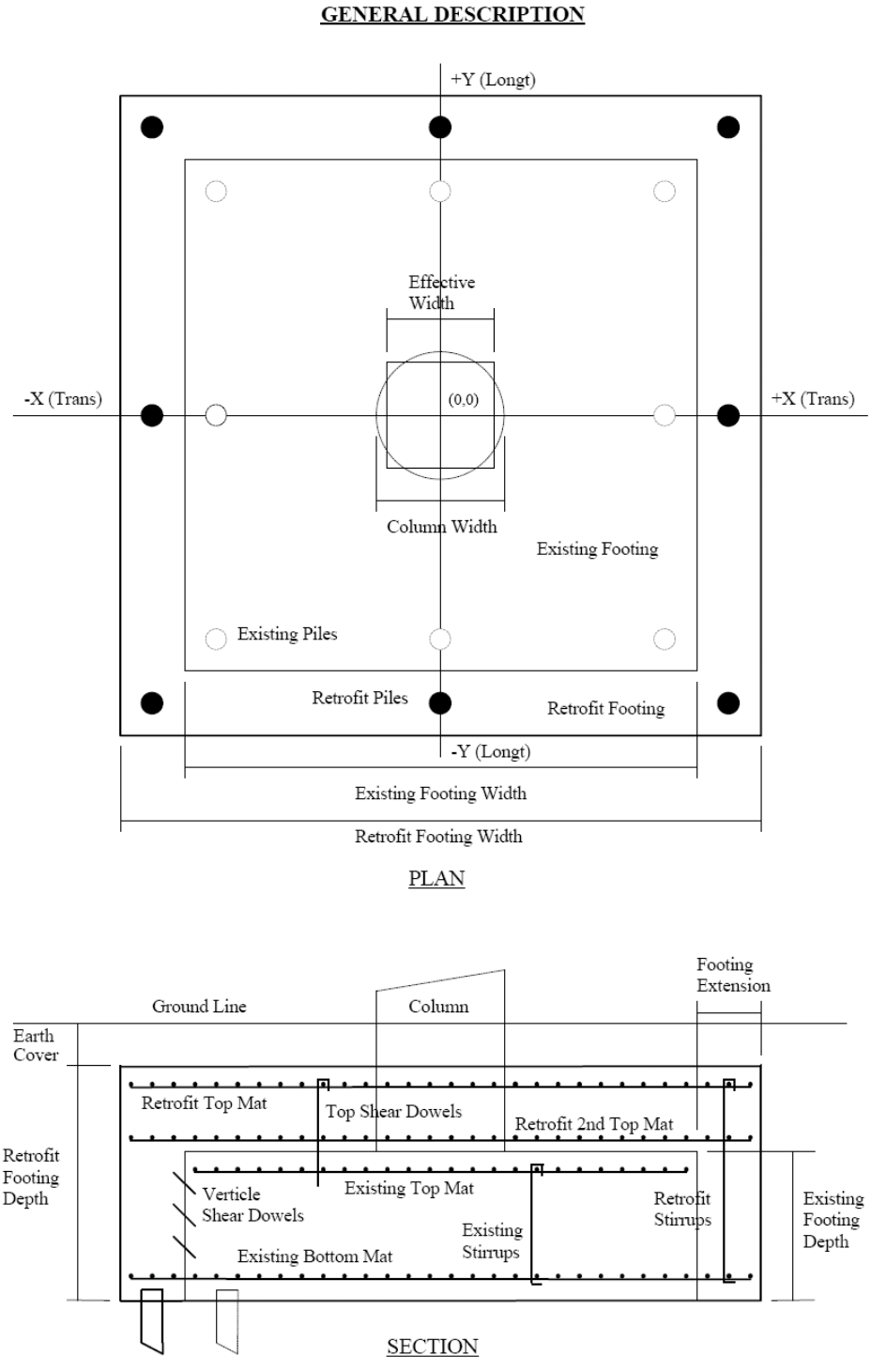


圖7.2-16　Caltrans非線性基礎分析設計程式(二)

在**「增樁工法」**中，最大的問題是要在既有梁下僅有數公尺的空間，埋設數十公尺的場鑄基樁，施工相當困難，故低淨空式樁機是必要的施工機械，將依工址之實際條件，評估採用上述施工機械之可行性；在梁下淨空不足處施工，若採地面降挖工法則應特別注意對周遭交通、排水或鄰房之影響，另對用地取得與地下埋設物等之因素亦應加以考量。

考量本標工程之橋梁基礎型式與橋址施工空間之限制，就各個橋梁之耐震特性與條件，採用之基礎增樁補強方式：

- **預力鋼腱地錨及岩錨(Tiedown)**
- **高強度微型樁(High Capacity Micropile，簡稱HMP)**
- **內灌混凝土鋼管樁(Cast-in-Steel-Shell piles，簡稱CISS piles)**
- **就地澆鑄混凝土基樁**

茲就上述基礎補強工法及應用條件說明如下：

一、 預力鋼腱地錨及岩錨(Tiedown)

預力鋼腱地錨及岩錨一般常用於基礎之抗傾及抗浮穩定或擋土工程，對於本工程部份既有基礎有打地錨之基腳，若經檢核其穩定性(抗傾)不足以承受大地震之作用，可採用此工法增加其抗傾之耐震能力。

預力鋼腱地錨及岩錨依其使用年限及功能，分為臨時性和永久性地錨及岩錨。永久性地錨及岩錨之所有部分(包括錨碇段、自由段及外部端錨)須採適當防蝕保護。本工程採此工法進行基礎之耐震補強，原則上應符合「永久性預力鋼腱地錨及岩錨」之設計施工要求。

預力鋼腱由下列主要部份構成：

1. **錨碇段**：係將預力鋼腱錨碇於所鑽之孔洞底部而成，其長度必須足以承受鋼腱施預力時所加之全部荷重。錨碇段之鋼腱組合，應儘量使其軸心與鑽孔之軸心一致，並應均佈於鑽孔內，再以壓力灌注水泥漿，將其錨碇於孔中。錨碇段之長度應按設計圖所示施工，但應視現場適用性試驗結果及地質實際情況由工程司增減之。
2. **自由段**：係由預力鋼腱、護管及封漿器組成。封漿器須置於錨碇段與自由段之分隔處，務使於錨碇段灌漿時，其漿液不致流入自由段之護管內。為避免腐蝕，自由段應按規定予以防蝕處理或於施預力後，以水泥漿將護管與鋼腱間之空隙灌實。
3. **外部端錨**：係由握線器、承板及基座等組成。承板須能依設計圖所示，均勻傳佈鋼腱拉力至基礎結構體之接觸面，而其本身應力則應在容許應力範圍內。基座應足以承受自承板傳佈之全部荷重。除另有規定外，於自由段灌漿後應將自由段護管以套管延伸至外部端錨，並以鋼筋混凝土密封。

一般新建橋梁工程之預力鋼腱地錨或岩錨，其設計拉力參照中國土木水利工程學會「地錨設計與施工準則暨解說」(三版)，應符合下列規定：

分　類	最小安全係數Tu/Tw		
	預力鋼腱	地層/漿體	預力鋼腱/漿體
臨時性且較不重要之地錨，其使用期限不超過6個月	1.4	2.0	2.0
臨時性但較重要之地錨，其使用期限不超過2年	1.6	2.5(註1)	2.5(註1)
永久性或臨時性地錨，其萬一失敗後果很嚴重者	**2.0**	**3.0(註2)**	**3.0(註1)**

註1. 有完整確認試驗結果，則其安全係數可採2.0

註2. 若需控制地層潛變時，安全係數可提高至4.0

註3. 表中Tu為預力鋼腱地錨或岩錨之極限抗拉力，其值係由預力鋼腱之材料強度、斷面積及現場試驗結果決定之。Tw則為地錨式岩錨之工作荷重。

考量本工程採用預力鋼腱地錨或岩錨，係針對大地震作用下(或橋柱塑鉸引致之地震力)，補強擴展基腳之穩定性，雖屬永久性之構造，惟為避免過於保守，預力鋼腱地錨或岩錨之最小安全係數(預力鋼腱、地層/漿體、預力鋼腱/漿體)均為1.5，據以做為本工程耐震評估與補強設計之基準。

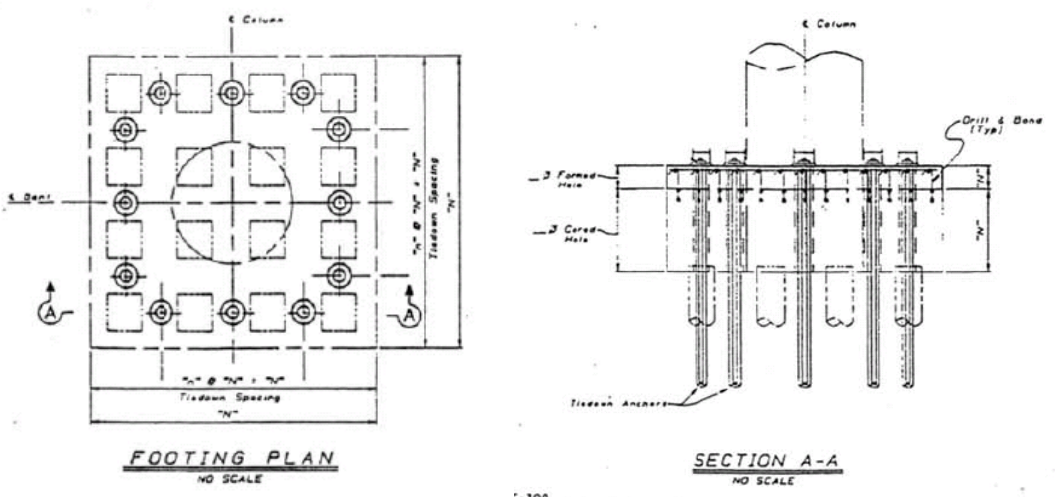


圖7.2-17　預力鋼腱地錨或岩錨之基礎補強工法示意圖

二、 高強度微型樁(High Capacity Micropile，簡稱HMP)

微型樁(Micropile或稱Minipile、Pinpile)係一種小口徑之鑽掘樁，口徑介於100mm至300mm之間，樁體主要由壓力灌注之水泥(砂)漿或細石混凝土與加勁材所組成，依據其受力需求，加勁材可為鋼筋、鋼棒、鋼管或型鋼等。微型樁可以是垂直或傾斜，或排成交叉網狀配置，交叉網狀配置之微型樁由於其樁群形如樹根，故亦被稱為樹根樁(Root Pile)或網狀樹根樁(Reticulated Root Pile)，日本工程界常簡稱為RRP工法。

傳統之微型樁施工步驟一般大致如下：

1. 以鑽機或鑽堡施鑽設計口徑之鑽孔，為確保鑽孔之穩定，鋼套管應下至設計深度；
2. 清孔並置入鋼筋、鋼棒等加勁材；
3. 以壓力灌注水泥(砂)漿或細石混凝土，邊灌邊拔鋼套管至成樁(鋼套管亦常保留以增加結構強度)，施工中應隨時做補漿之動作。

微型樁之應用已超過50年，最早應用於歐洲，主要做為老舊建物之基礎補強或托底工程使用，如圖7.2-18所示，近年來則已廣泛運用於各種土木工程，如基礎開挖擋土、連續壁壁溝穩定、建物保護及邊坡穩定等。

美國及日本分別於北嶺大地震及阪神大地震後，積極研究將傳統之微型樁予以改良，做為橋梁基礎之耐震補強，並已成功發展出**高強度微型樁**，其耐震能力亦已獲美國FHWA、加州Caltrans及日本建設省土木研究所(PWRI)之試驗認可，其配置方式及施工步驟請參見圖7.2-19及圖7.2-20；此外，日本工程界參考美國之研究亦已發展出許多不同型式之高強度微型樁工法(如Strong-Tubfix Micropiles)，如圖7.2-21所示，使得高強度微型樁能成功應用於橋梁基礎之耐震補強，參見圖7.2-22。

高強度微型樁應用於橋梁基礎之耐震補強，其主要優點如下：

- 橋下淨高或施工進出通道受到嚴格限制時，微型樁亦能有效施做；
- 具低振動及低噪音之特點，適合都會區之施工環境；
- 同時具高強度之張力與壓力容量，有較高之結構效率；
- 於比較困難鑽掘之土層，亦能輕易克服。

依據上述說明，本工程部份橋墩基礎之耐震補強，將採用約244mmϕ之高強度微型樁，其鋼管材質採用API 5CT N-80規格或經核准之同等品，加勁材採用ASTM A722高拉力螺紋鋼棒。

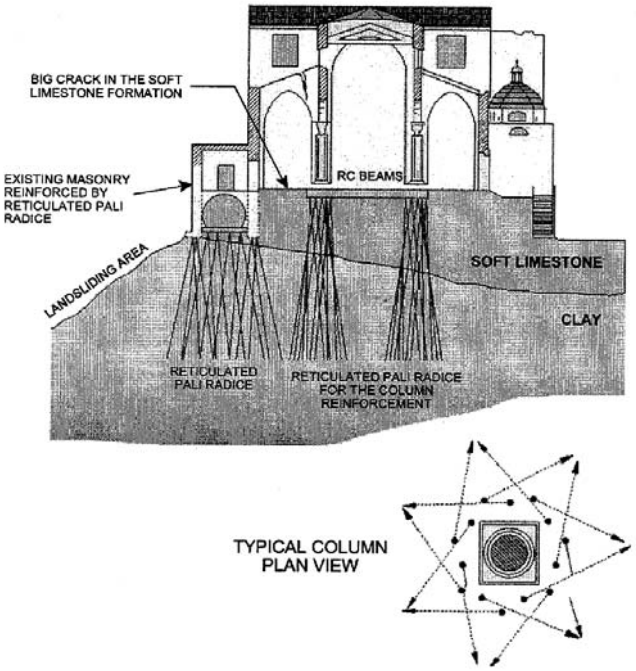


圖7.2-18　傳統微型樁之老舊建物基礎補強

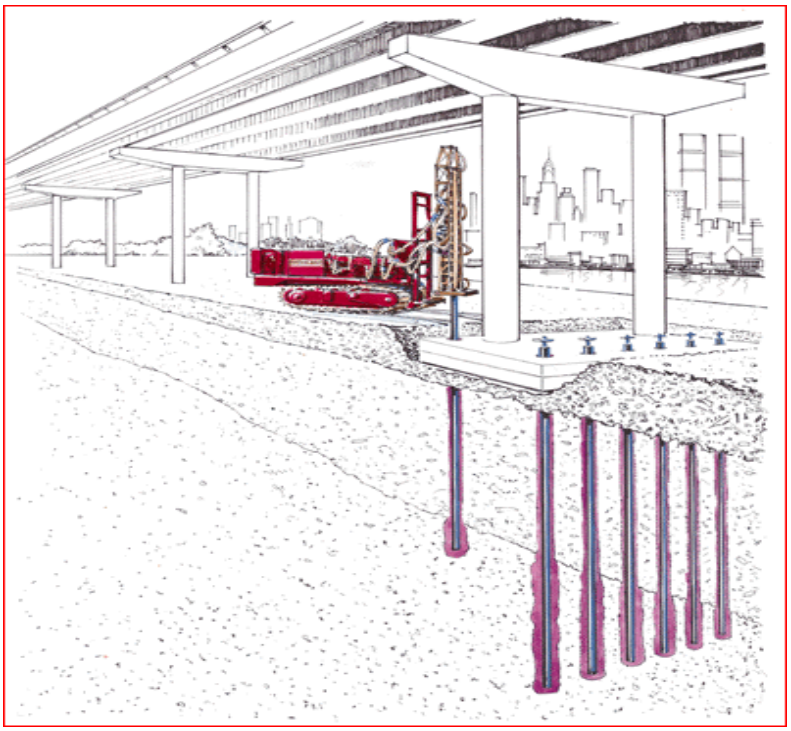


圖7.2-19　高強度微型樁之基礎補強工法示意圖

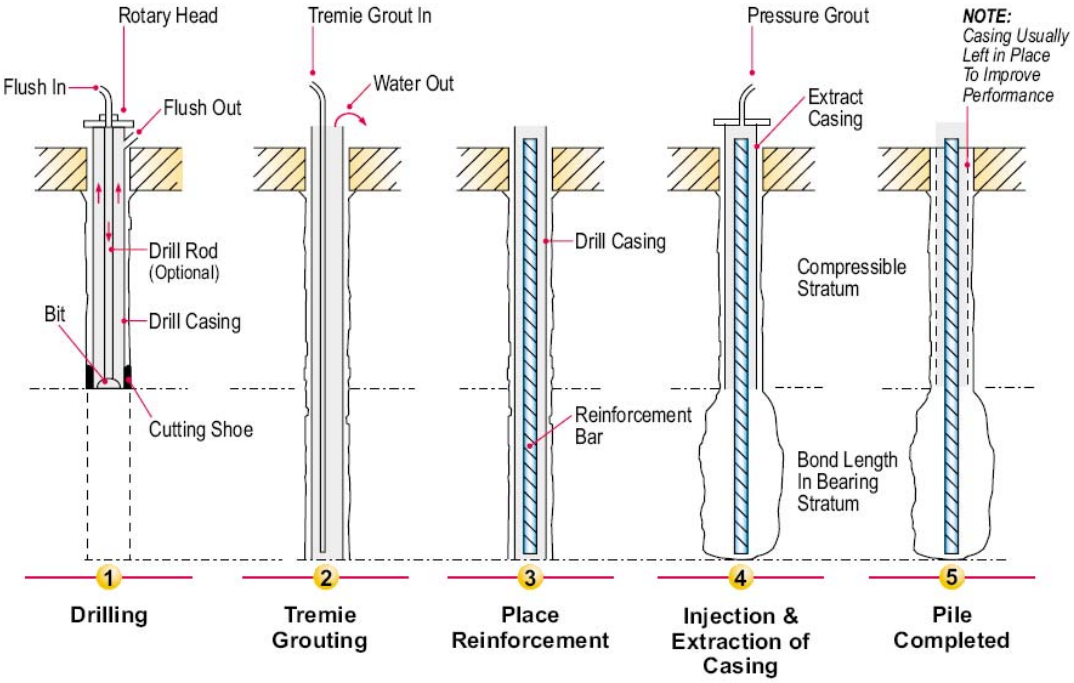


圖7.2-20　高強度微型樁之施工示意圖

(資料來源：Williamsburg Bridge Rehabilitation Project Report by New York City DOT)

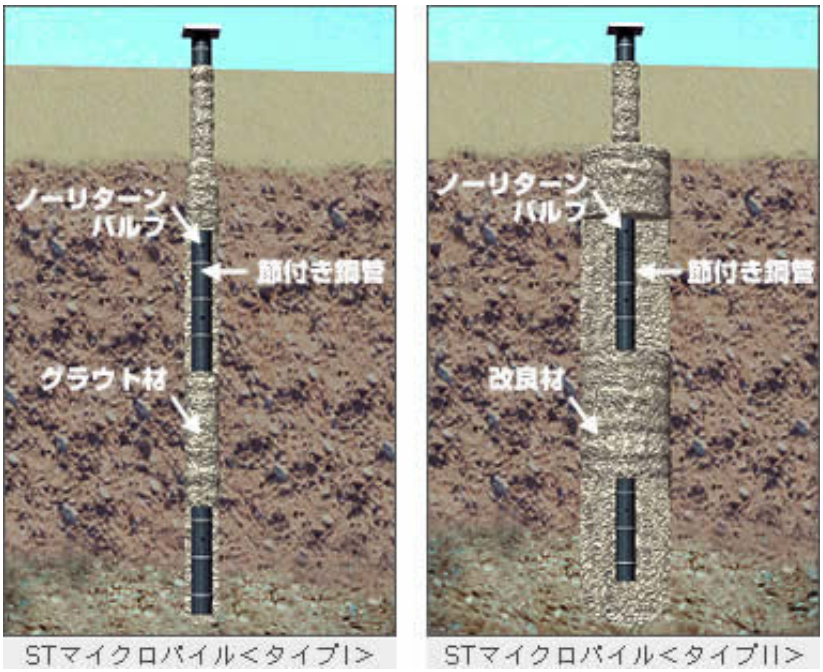


圖7.2-21　日本Strong-Tubfix微型樁示意圖

日本宮崎縣平成13年地方道路整備工事(耐震補強)

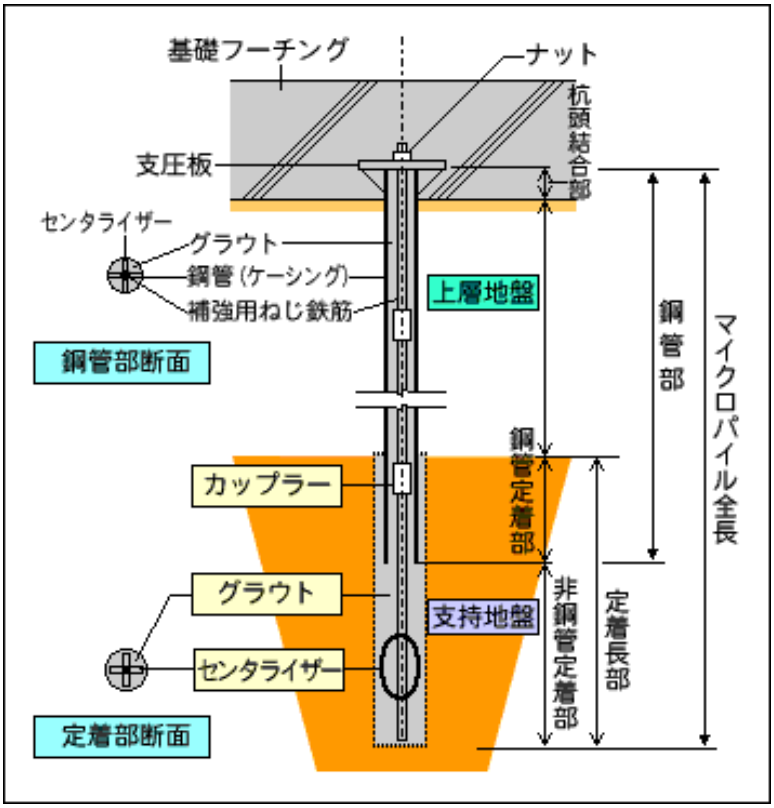


圖7.2-22　日本微型樁耐震補強案例

三、 內灌混凝土鋼管樁(Cast-in-Steel-Shell piles，簡稱CISS piles)

本基樁工法已成功應用於　貴局中山高速公路大林新營段十七座橋梁耐震補強工程，其係在既有基礎周邊增設610mmϕ內灌混凝土鋼管樁(t=12.7mm)(如圖7.2-23所示)。

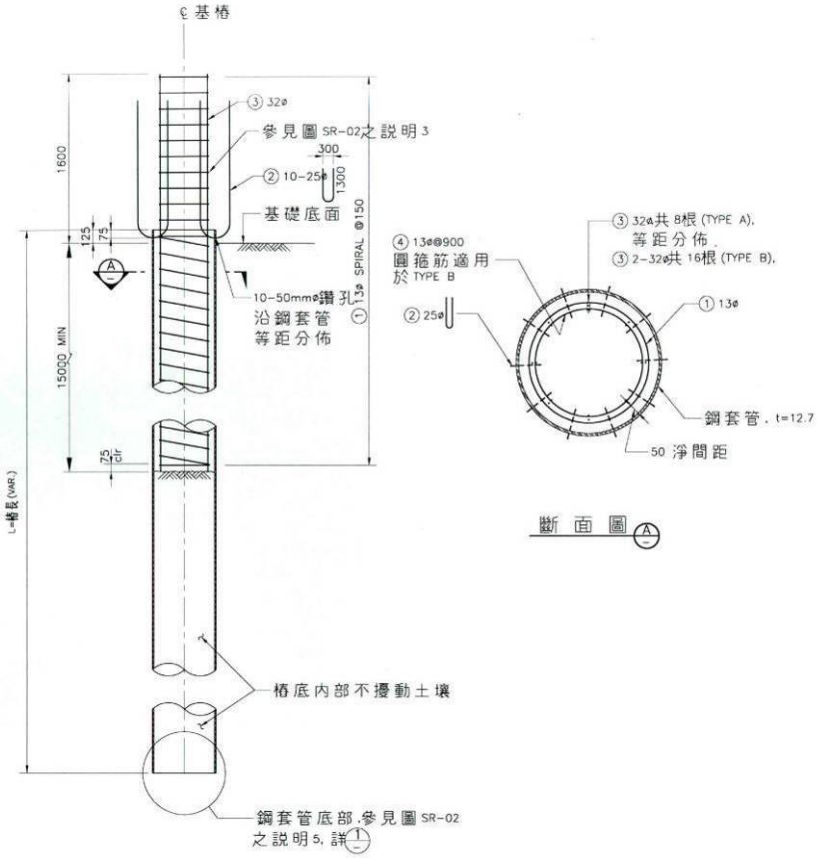
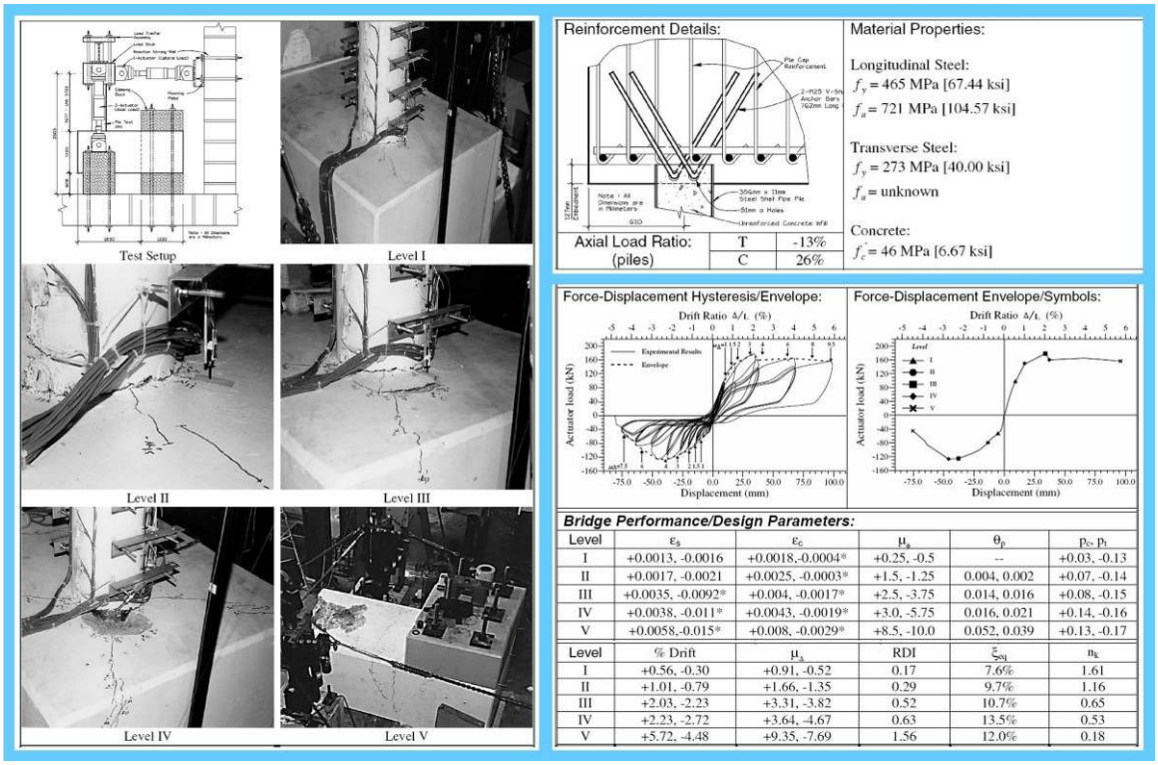


圖7.2-23　610mmϕ內灌混凝土鋼管樁

由於新設基樁須於橋下淨空不足處施工，需採用低淨空式樁機施做，然為何選用610mmϕ內灌混凝土鋼管樁？主要的考量邏輯是：要在橋下低淨空條件下施工，小口徑基樁(610mmϕ)所需之樁機能量應較小，機械設備改裝或引進之門檻亦較低，相對的施工成本應較可掌握；採用鋼管樁則是因為RC全套管場鑄基樁有基樁頂部塑鉸區鋼筋續接的困擾及套管拔除費時對工率之影響，而RC反循環基樁則有坍孔影響舊橋基礎之疑慮；另於樁頭15m範圍內設置鋼筋籠形成「鋼管鋼筋混凝土」複合斷面，可有效增加其彎矩容量；**此基樁工法是美國加州自1971年San Fernando地震以來基礎耐震補強常用的方法，其耐震性能並已經獲得UCSD之縮尺試驗證實，參見圖7.2-24**。



Level	ε_s	ε_c	μ_ϕ	θ_p	p_c, p_t
I	+0.0013, -0.0016	+0.0018,-0.0004*	+0.25, -0.5	--	+0.03, -0.13
II	+0.0017, -0.0021	+0.0025, -0.0003*	+1.5, -1.25	0.004, 0.002	+0.07, -0.14
III	+0.0035, -0.0092*	+0.004, -0.0017*	+2.5, -3.75	0.014, 0.016	+0.08, -0.15
IV	+0.0038, -0.011*	+0.0043, -0.0019*	+3.0, -5.75	0.016, 0.021	+0.14, -0.16
V	+0.0058,-0.015*	+0.008, -0.0029*	+8.5, -10.0	0.052, 0.039	+0.13, -0.17

Level	% Drift	μ_Δ	RDI	ξ_{eq}	n_K
I	+0.56, -0.30	+0.91, -0.52	0.17	7.6%	1.61
II	+1.01, -0.79	+1.66, -1.35	0.29	9.7%	1.16
III	+2.03, -2.23	+3.31, -3.82	0.52	10.7%	0.65
IV	+2.23, -2.72	+3.64, -4.67	0.63	13.5%	0.53
V	+5.72, -4.48	+9.35, -7.69	1.56	12.0%	0.18

圖7.2-24　內灌混凝土鋼管樁之縮尺試驗

資料來源：Silva, P.F., Seible, F., and Priestley, M.J.N., 1997, Response of Standard Caltrans Pile-to-Pile Cap Connections Under Simulated Seismic Loads, *Structural Systems Research Project, 97/09*, University of California, San Diego, La Jolla, November.

四、 就地澆鑄混凝土基樁

針對本工程部份橋梁基礎，可能由於土壤液化或河川沖刷較為嚴重，以及為充份運用橋台之消能機制及補強橋台，將採用較大口徑之就地澆鑄混凝土基樁。

既有橋梁基礎耐震補強採用較大口徑之基樁，除須考量橋下交通維持與地下埋設物等因素外，最大問題在於既有橋梁下之施工空間受到相當的限制(一般橋下淨空約僅4.5~5.0公尺)，橋梁基礎耐震補強的施工性困難，須採用低空間式之施工機具，並配合降挖路面及必要之擋土設施與交通維持以竟全功；以台灣目前盛行之全套管基樁而言，廠商所擁有機具施工空間高度約需10~13公尺，雖然日本有低淨空基樁施工機具，對樁徑1.5公尺而言，其最低施工空間高度為6.5公尺，但需由日本進口。本標工程原則上優先採用降挖配合低淨空全套管樁機施作就地澆鑄混凝土基樁，**對於部份施工受到嚴格限制之橋墩基礎，建議亦可採用能於低淨空施工之反循環基樁，但需特別注意施工中之環保問題，並於特訂條款中詳列施工注意事項。**

此外，本工程於橋下低淨空之就地澆鑄混凝土基樁，其鋼筋籠主筋之續接，採用鋼套環焊接的方式施做，此種施工方式已成功運用於中山高速公路員林高雄段拓寬工程之補強基樁，參見圖7.2-25所示。

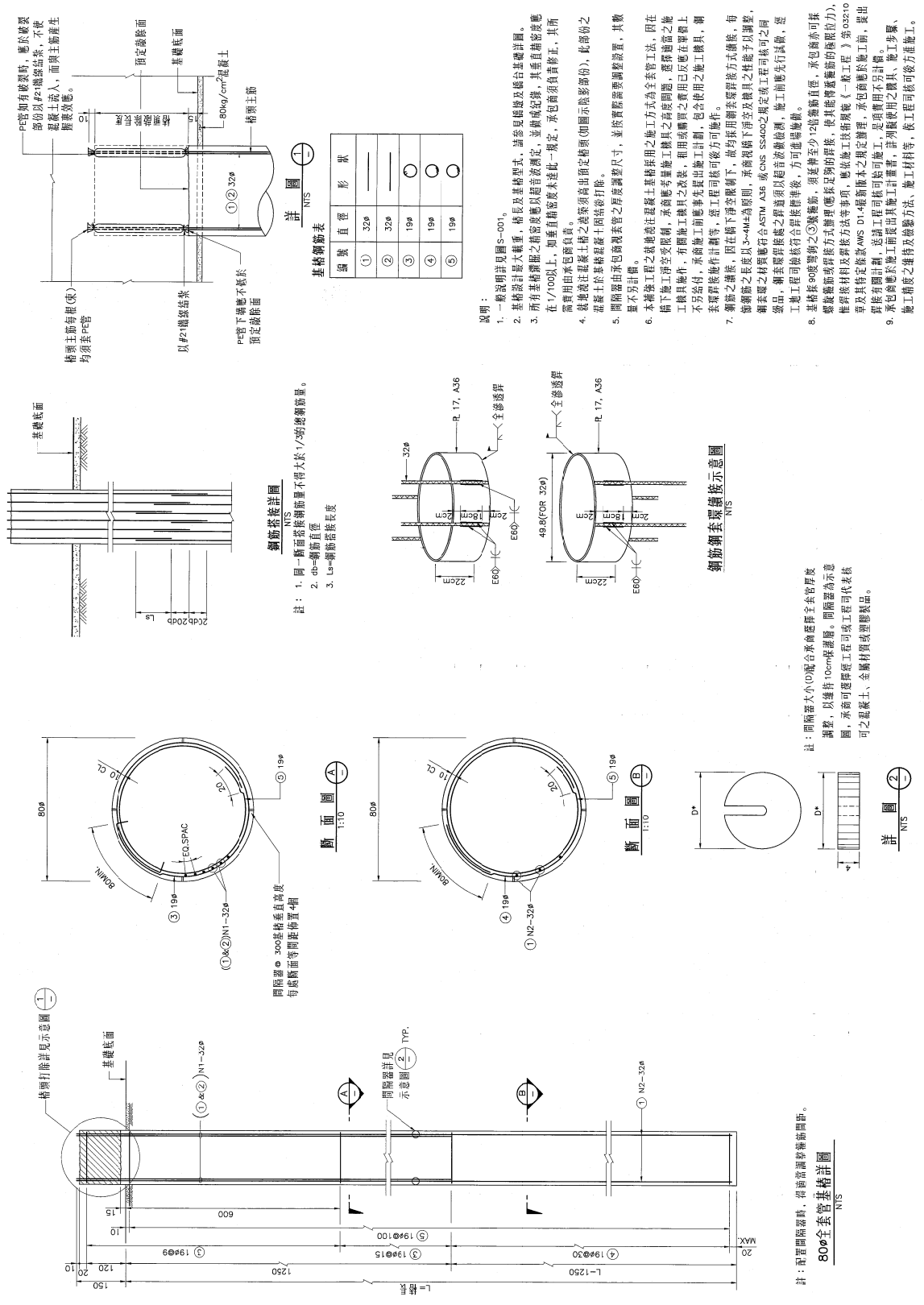
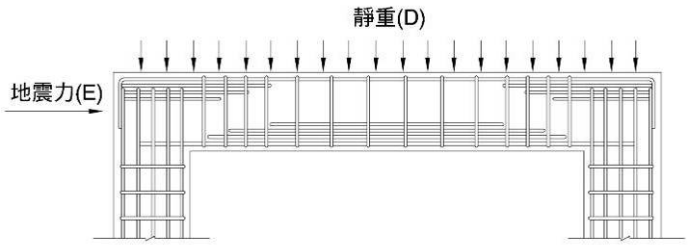


圖7.2-25　基樁鋼筋籠之鋼套環焊接示意圖

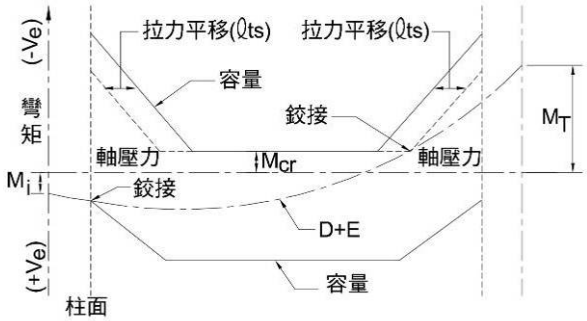
7.2.7 RC 帽梁及接頭之補強設計方法

構架式橋墩之帽梁在梁柱接頭處，常有底部正彎矩鋼筋量不足，頂部負彎矩鋼筋延伸不足之缺點，帽梁亦可能產生剪力強度不足之現象，圖7.2-26。由於本工程既有橋梁約有45%為PCI型梁橋，支承數量較多且分佈涵蓋整個帽梁，大地震時若造成帽梁嚴重損壞或產生塑鉸，其災後復舊與補強均較為困難且費時較久，將影響高速公路做為生命線救災道路之功能，**故本工程RC帽梁之補強原則，應以使塑鉸產生在橋柱，不要發生在帽梁為目的，其檢核標準為RC帽梁標稱彎矩M_n之1.2倍不得小於橋柱產生塑鉸與未折減地震力(彈性地震力)所引致之彎矩之小值**。1.2M_n之設計理念係依據Caltrans Memo to Designers 20-4(1996)之規定，已考慮RC帽梁開裂彎矩之強度。

為滿足上述耐震性能目標(Seismic Performance Limit)，可以於墩柱間增設連接梁(Link Beam)以降低帽梁之受力，其位置若較靠近帽梁，可使下段柱之頂部、底部產生塑鉸；除了上述增設連接梁法外，亦可補強帽梁之彎矩強度、剪力強度等，以達到塑鉸產生在橋柱的要求。



(a)配筋示意圖



(b)彎矩容量及需求

圖7.2-26　帽梁耐震能力不足原因示意圖(M. J. N. Priestley, 1996)

一、 減少帽梁地震力

1. 垂直橋軸向

當帽梁或是梁柱接頭所受橫向地震力超過其容量時，使用連接梁(Link Beam)連接橋柱，能有效降低帽梁受力，並強迫塑性鉸發生於橋柱，如圖7.2-27所示。當橋柱於連接梁與帽梁間高度較小時，帽梁及此段橋柱所受彎矩將變小。一般而言，帽梁與橋柱的質量均小於上部結構質量，橋柱將受均勻剪力V_{col}，帽梁所受彎矩則為$M_{ci}h_2/h_1$，如圖7.2-27所示。M_{ci}為橋柱彎矩容量。

2. 橋軸向

當帽梁與上部結構為整體構造時，如圖7.2-28，上部結構所受橋軸向地震力將藉由帽梁扭力傳至橋柱。此一情況，帽梁扭力強度需大於橋柱彎矩強度。解決帽梁扭力破壞的可行方案之一，為利用足夠強度與勁度之橋軸向連接梁連接上部結構，將上部結構彎矩直接傳至橋柱，減少帽梁所受扭力，如圖7.2-29所示。在此情況下，帽梁的主要功用為支撐上部結構重力與抵抗橫向地震力。

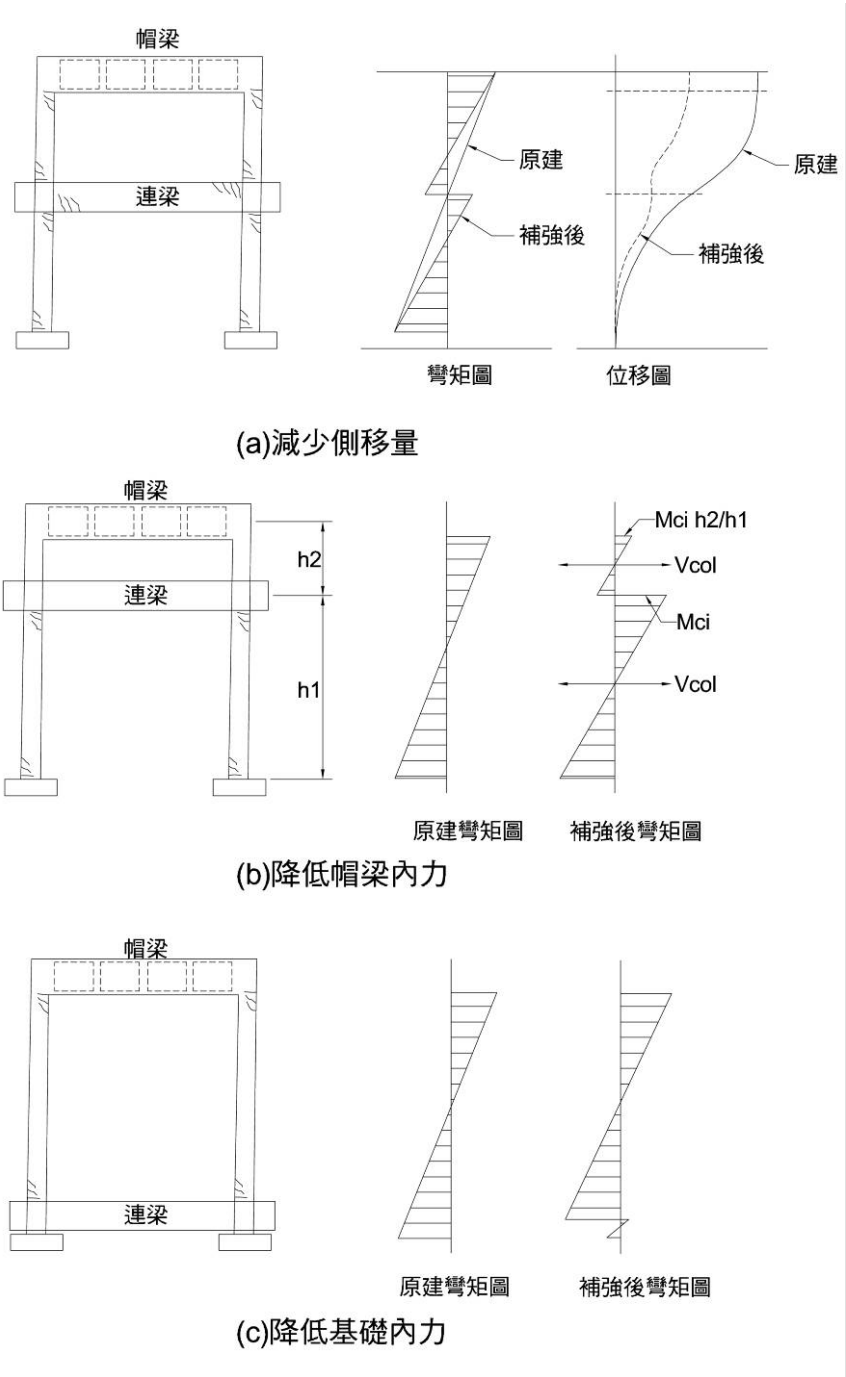
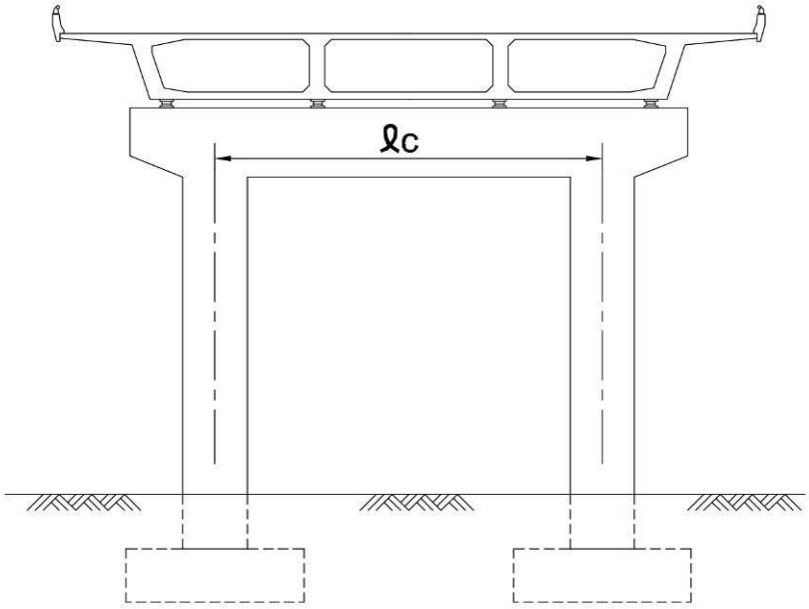
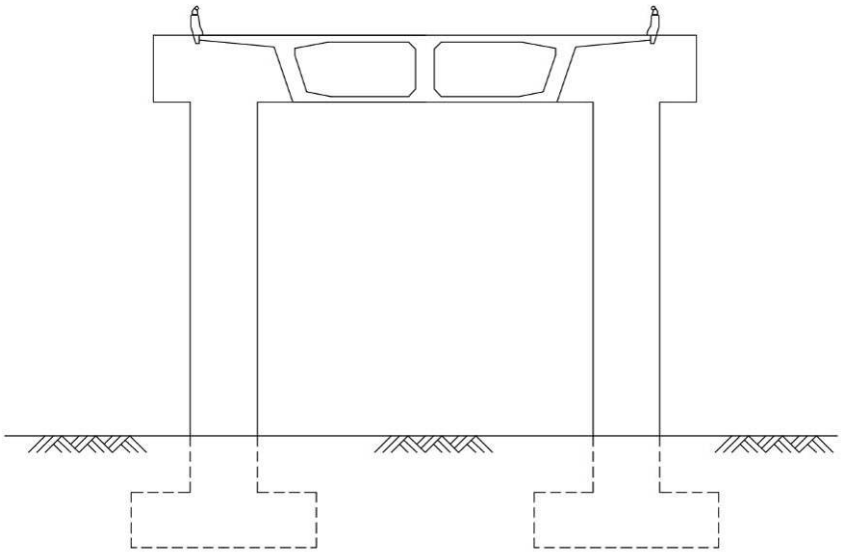


圖7.2-27　利用連接梁改善橫向地震反應



(a)帽梁與上部結構鉸接



(b)帽梁與上部結構固接

圖7.2-28　帽梁與上部結構之連接方式

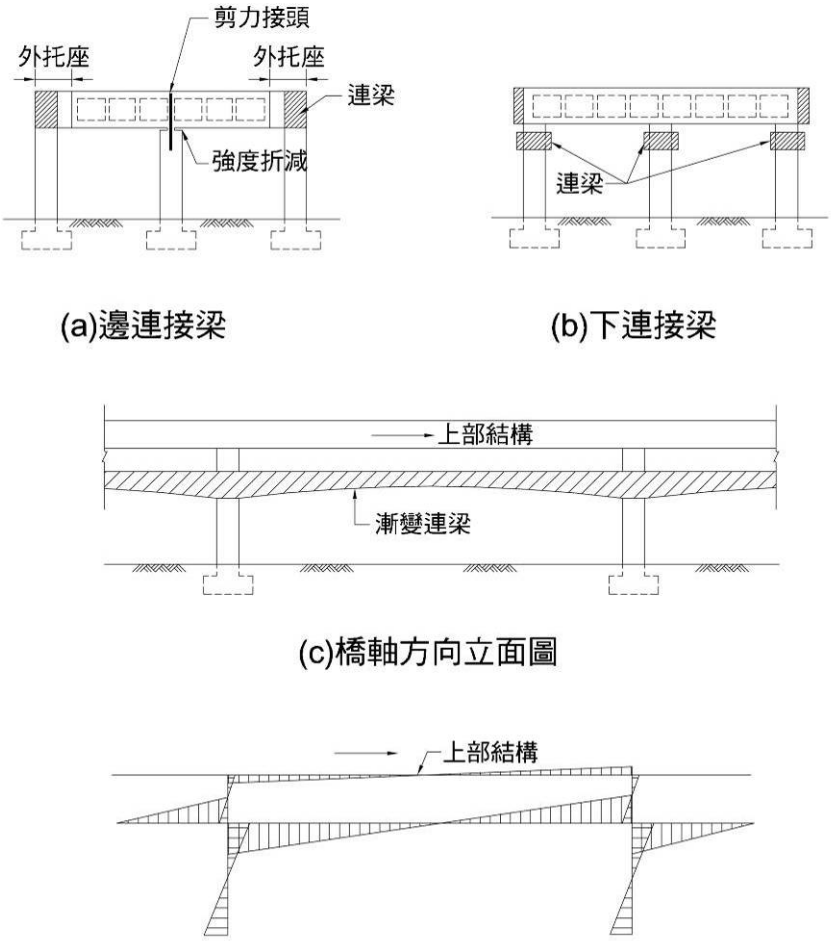


圖7.2-29　利用橋軸向連接梁改善地震反應(M. J. N. Priestley, 1996)

二、 提高帽梁強度

1. 彎矩強度

帽梁彎矩補強的原則，乃將帽梁強度提高致使塑性鉸發生於橋柱。補強方式可藉粗糙帽梁表面，增加混凝土塊於帽梁兩側達到。圖7.2-30(a)為上部結構座於支承之帽梁彎矩補強示意，圖7.2-30(b)則為帽梁與上部結構一體時之可行補強方案。新增混凝土塊可藉鋼筋錨錠於帽梁，錨錠鋼筋最好能穿過帽梁。為保證新增拉力筋受力能有效傳至原帽梁，所錨錠鋼筋面積不得少於

$$\sum A_d = \frac{A_{sb} f_{y1}}{f_{yd}} \quad \text{..... (7.105)}$$

式中，A_{sb}為新增之受拉鋼筋，f_{y1}與f_{yd}分別為混凝土塊主筋與錨錠鋼筋之降伏應力。預

力的使用亦可增加帽梁彎矩強度，可外露或包覆於混凝土塊中，如圖7.2-30所示。

鋼板及複合材料包覆亦為有效方法。

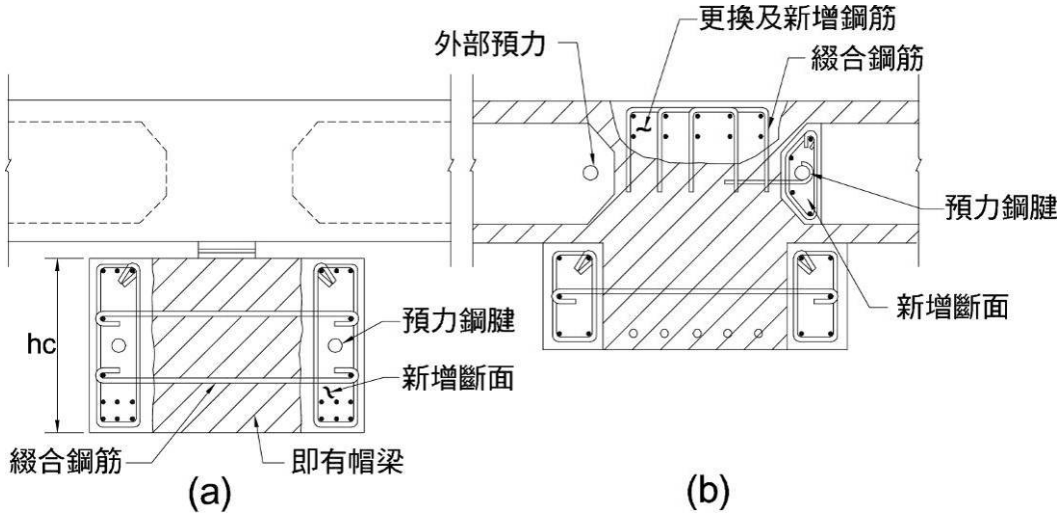


圖7.2-30　帽梁利用RC及預力彎矩補強示意圖(M. J. N. Priestley, 1996)

2. 剪力強度

圖7.2-30所示方法配合適當箍筋可增加帽梁剪力強度，補強後之帽梁剪力強度可依橋柱補強之剪力強度計算方式計算。預力的使用也可增加帽梁剪力強度，其剪力強度的計算，可將預力考慮為帽梁所受軸向力，因而增加剪力強度。複合材料(FRP)包覆帽梁兩側亦為增加剪力強度可行方案，最有效的包覆方式為複合材料能包覆帽梁頂部與底部。當無法包覆帽梁頂部與底部時，其補強效果必須折減。

3. 扭力強度

扭力強度可藉由混凝土與封閉式箍筋而增加。複合材料包覆整個帽梁斷面亦為增加扭力強度方案之一。對帽梁與上部結構整體構造者，使用箍筋或複合材料增加扭力強度均有其執行上的困難。在此情形下，預力的使用可避免扭轉裂縫與增加扭力強度。

三、 梁柱接頭補強

梁柱接頭補強方案的選擇，包括減少受力、施拉預力、包覆補強與接頭替換。一般用於減少帽梁受力的方法，亦能有效減少梁柱接頭受力，參考章節7.2.7(一)節。

多柱構架式橋墩之外柱梁柱接頭(Knee Joint)，受正、負彎矩作用時之平衡狀態如圖7.2-31所示。多柱構架式橋墩內柱之T型接頭(Tee Joint)，受彎矩作用時之平衡狀態如圖7.2-32所示。

因此，梁柱接頭之主應力如式(7.106)所示。

$$P_c, P_t = \frac{f_v + f_h}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{f_v - f_h}{2}\right)^2 + v_j^2} \quad \text{..... (7.106)}$$

式中，p_c、p_t為主應力，f_v、f_h為梁柱接頭之垂直與水平平均軸應力，v_j為梁柱接頭剪應力。f_v與f_h分別由梁、柱軸向力P_c與P_b(參考圖7.2-31與7.2-32)除以其受力面積。f_v為梁中間高度之垂直應力，假設橋柱軸向力由梁柱交接面，以45°角伸入梁中。f_h則考慮梁斷面積。

$$f_h = \frac{P_b}{b_b h_b} \quad \text{..... (7.107)}$$

v_j則為

$$v_{jh} = \frac{V_{jh}}{b_{je} h_c} = v_{jv} = \frac{V_{jv}}{b_{je} h_b} \quad \text{..... (7.108)}$$

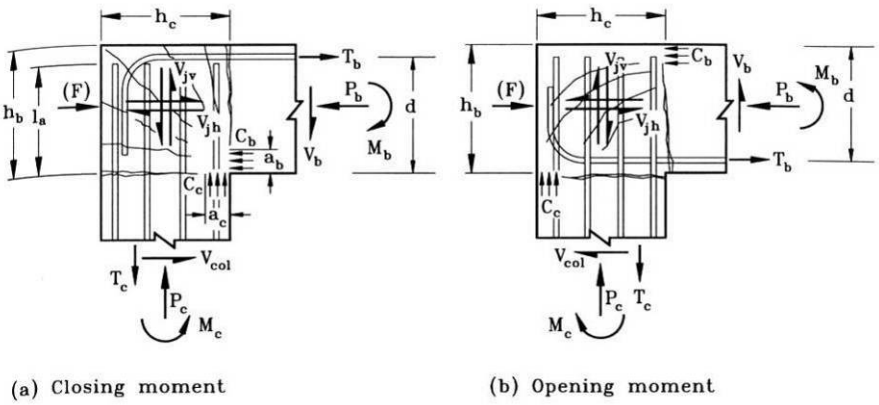


圖7.2-31　Knee Joint受力圖

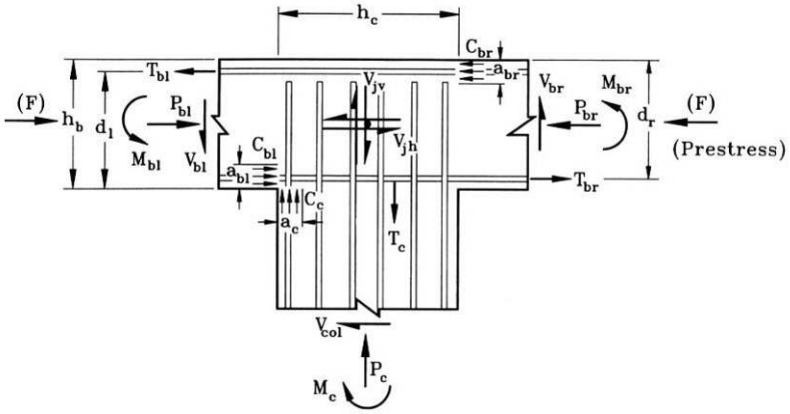


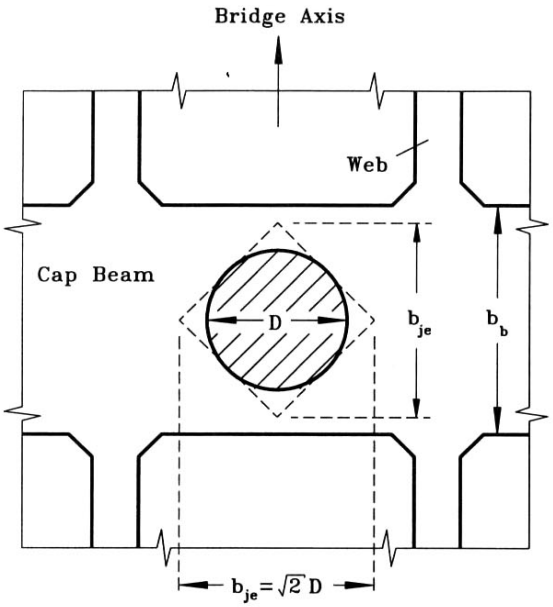
圖7.2-32　Tee Joint受力圖

式中，有關梁柱接頭有效寬度(b_{je})，參考圖7.2-33。

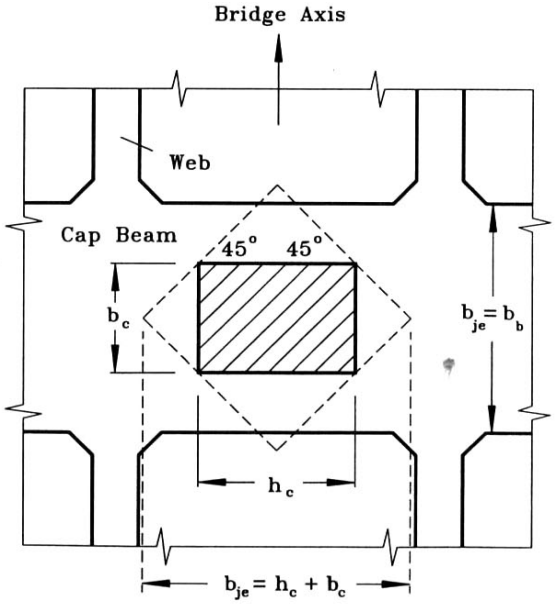
為避免梁柱接頭受過大主拉應力(p_t)而開裂，主拉應力值不得大於開裂強度$3.5\sqrt{f_c'}$ psi($0.29\sqrt{f_c'}$ MPa)，主壓應力(p_c)亦應限制於$0.3f_c'$以下，以避免混凝土壓碎破壞。

1.　施拉預力

梁柱接頭施拉預力不僅能增加彎矩與剪力強度，也能減少裂縫寬度。然而，預力亦增加主壓應力(p_c)，應確定其小於$0.3f_c'$，以避免混凝土壓碎破壞。儘管預力可減少主拉應力，但其值仍可能大於$3.5\sqrt{f'_c}$ psi。當主拉應力小於混凝土開裂強度，使用預力對梁柱接頭補強具較大效果。



(a)圓　柱



(b)矩形柱

圖7.2-33　梁柱接頭有效寬度

2. 包覆補強

梁柱接頭包覆補強可使用RC、鋼板、或高分子複合材料(FRP)。使用得宜，其效果一般比施拉預力為佳。

使用RC包覆補強，其包覆範圍應超過原梁柱接頭，如圖7.2-34。其水平與垂直剪應力分別為

$$v_{jh} \approx \frac{V_{jh}}{2h_b h_c} \quad \text{.....(7.109a)}$$

$$v_{jv} \approx \frac{V_{jv}}{2h_b h_c} \quad \text{.....(7.109b)}$$

式中係數2為考慮包覆於兩側。最大剪應力則為

$$v_i = \sqrt{v_{jh}^2 + v_{jv}^2} \quad \text{..... (7.110)}$$

為確保新舊混凝土介面能承受V_i之磨擦剪應力，最少錨錠鋼筋應滿足

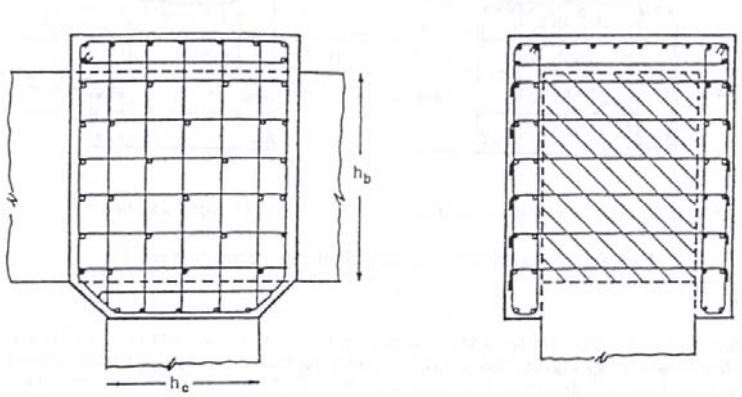
$$\frac{A_d f_y}{S^2} \geq v_i \quad \text{..... (7.111)}$$

式中，A_d、f_y分別為錨錠鋼筋面積與降伏強度、S為錨錠鋼筋以方形配置之間距。

鋼板及複合材料包覆亦能有效增加梁柱接頭強度。

3. 接頭替換

當施拉預力與包覆補強等方案不可行時，接頭替換為另一選擇。施工時應考慮對上部結構臨時支撐的安置，及由於替換過程將減少對側向力的抵抗，只能對少數接頭同時施工。接頭重新設計應可參考Priestley對梁柱接頭設計之建議，包括混凝土的移去、增加水平箍筋、增加接頭區域尺寸並以鋼筋將其與原接頭結合。



(a)立面圖　　(b)側視圖

圖7.2-34　梁柱接頭RC包覆補強示意圖

7.2.8 耐震補強之適用條件

現階段依據美國及日本之橋墩耐震補強經驗與研究資料，對於耐震能力不足之RC橋墩的補強方式，大致可採用下列三種方法(1)RC包覆工法(2)鋼板包覆工法(3)FRP包覆工法。

本計畫基於經濟性及維護上的考量，對於RC橋墩之補強工法之研選，建議是以RC包覆工法為原則，若因空間受限或施工條件不適用RC包覆工法時，則採用鋼板包覆工法或FRP包覆工法，此作法係參考日本於阪神地震後之補強方案研選順序，詳見圖7.2-35所示。

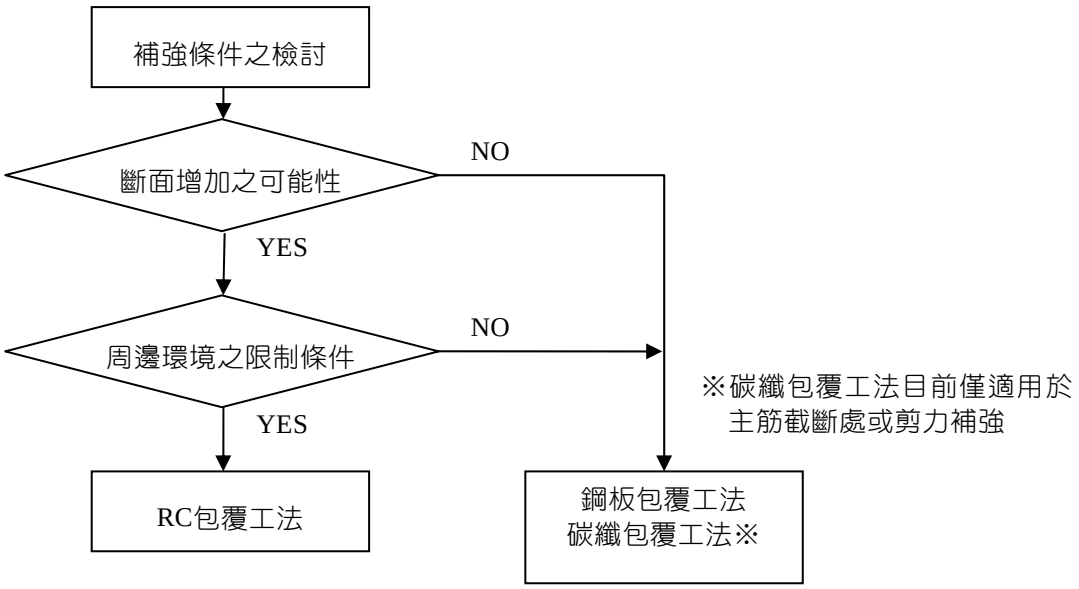


圖7.2-35 RC橋墩補強工法選定流程

其中，FRP包覆工法雖具有材料輕、柔性、搬運容易及施工迅速等優點，但因此一工法對RC橋柱束制效果之「尺寸效應(Size Effect)」、韌性改善的成效及本土化施工條件是否成熟，仍有待證實；現階段除非補強設計單位提出詳細之適用性研究報告，並經高公局審核確認外，本計畫建議應參考美國Caltrans Bridge Design Aide 14-3, 2008對FRP包覆補強之規定(參見表7.2-1所示)做為選用之原則。現階段，美國Caltrans對於FRP之選用政策，是在設計單位提出耐久性、施工性之詳細說明及一些嚴格的條件要求下，方可視FRP包覆工法為鋼板補強工法之替代工法(Alternative Method)，目前，Caltrans認可三種FRP系統可用於橋墩FRP包覆工法，第一種是常溫兩劑型Epoxy樹脂E-glass貼片系統(ambient cure 2 part epoxy E-glass hand lay-up system)，第二種是預含浸碳纖維纏繞補強系統(pre-preg filament wound epoxy carbon fiber wrapping system)，第三種則是預成型管狀玻纖薄殼補強系統(pre-manufactured Vinyl ester E-glass shells)。

LRFD

BRIDGE DESIGN AIDS • JULY 2008

SUPERSEDES BRIDGE DESIGN AIDS SECTION 14 DATED OCTOBER 1989

14-3 FIBER REINFORCED POLYMER (FRP) COMPOSITES COLUMN CASING SYSTEMS

Introduction

Several advanced composite column casing systems have been tested and are approved for use in limited situations as explained below. Advanced composite column casing thicknesses, as shown on the Standard Detail Sheet XS7-210, are designed to enhance both the shear capacity and increase the lateral confinement of the plastic hinge zone for bridge columns with poor transverse reinforcement details. E-glass and carbon fiber composites have been appoved for use in limited situations. Materials testing standards and provisional specifications have been devloped for these systems.

Advanced composites systems may be specified as an alternative to steel colum casings if the conditions specified below are satisfied. For situations not meeting these criteria the Office of Earthquake Engineering (OEE) should be consulted for possible exceptions.

1. The displacement ductility demand μ_p is not more than 6 for circular columns and not more than 3 for rectangular columns.
2. For rectangular columns, the longest side dimension is limited to a maximum of 3 feet and the aspect ratio may not be greater than 1.5.
3. For circular columns, the diameter is 6 feet or less.
4. Lap splices are not present in the expected plastic hinge zones.
5. Composites shall not be used for structures with single column bents.
6. The total axial load (dead load + overturning) on the column is not greater than 15% of its axial capacity.
7. The column longitudinal reinforcement ratio is not greater than 2.5%.
8. The bridge does not require flame-sprayed plastic.
9. The columns are prismatic in shape.
10. The extent of the region designated as t_1 shown on the Standard Detail Sheet XS7-210 is not less than $1\text{-}^1/_2$ times the column diameter and includes the portion of the column where reinforcement is 75% (or greater) of the maximum moment.

表7.2-1　Caltrans BDA 14-3對FRP包覆補強之規定

另外，依據日本於阪神大地震後之橋梁耐震補強經驗，認為碳纖包覆工法(CFRP)雖經試驗證實對橋柱軸向主筋截斷部之補強或剪力補強有效，但對束制效果仍有疑義，故該工法大部份適用於橋柱軸向主筋截斷部份之耐震補強(如圖7.2-36所示)；依據日本之經驗，CFRP包覆工法主要原則如下：

1. 碳纖補強須採用碳纖絞線或碳纖貼片施工，並以不超過10層為原則。
2. 碳纖抗拉強度須在25,000kgf/cm^{2}以上，底塗、浸漬、接著等液劑，皆須符合JIS規範所定之環氧樹脂系。
3. 碳纖維補強之目標，應使原可能由軸向主筋截斷部之破壞模式，轉移為柱底撓曲破壞之模式。
4. 日本「混凝土橋柱碳纖維補強設計手冊」(Kawashima, CERI 1999)[40]中，說明橋柱尺寸需小於3公尺。

本計畫依據國家地震工程研究中心多組CFRP補強之縮小尺寸試驗結果及參考目前美國、日本之研究報告及橋梁工程實務，建議採用FRP耐震補強方法(CFRP或E-Glass FRP)之適用條件如下：

除非設計單位提出詳細之適用性研究報告(包含圍束效果、耐久性及施工性之詳細說明)，並經高公局審核確認外，現階段採用FRP包覆補強工法必須滿足下列八點嚴格條件：

1. 對於圓形橋柱及矩形橋柱，其位移韌性需求不得超過6及3。
2. 對於矩形橋柱，其長邊長度不得超過100cm，長短邊之比值不得超過1.5。
3. 對於圓形橋柱，其直徑不得超過250cm。
4. 不得採用於橋柱塑鉸區之鋼筋搭接補強。
5. 單柱橋柱不得採用FRP包覆耐震補強。
6. 橋柱之軸壓應力不得超過0.15f ' cAg及主筋比不得超過2.5%。
7. 橋柱變斷面處不得採用FRP包覆耐震補強。
8. 河川橋橋柱不得採用FRP包覆耐震補強。

上述第3點之要求，係考量國內外有關FRP補強工法之足尺寸試驗(Full Scale Test)報告並不多，且部份較大比例之縮尺寸試驗結果並不足以讓此工法大量應用於橋梁補強，第5點則為結構靜不定度風險性的考量；現階段採「逐步放寬、累積施工經驗與試驗驗證」之策略，待部份滿足上述條件之多柱式橋柱系統，採用FRP補強工法之實際成效得到具體驗證後再逐步修正上述條件。

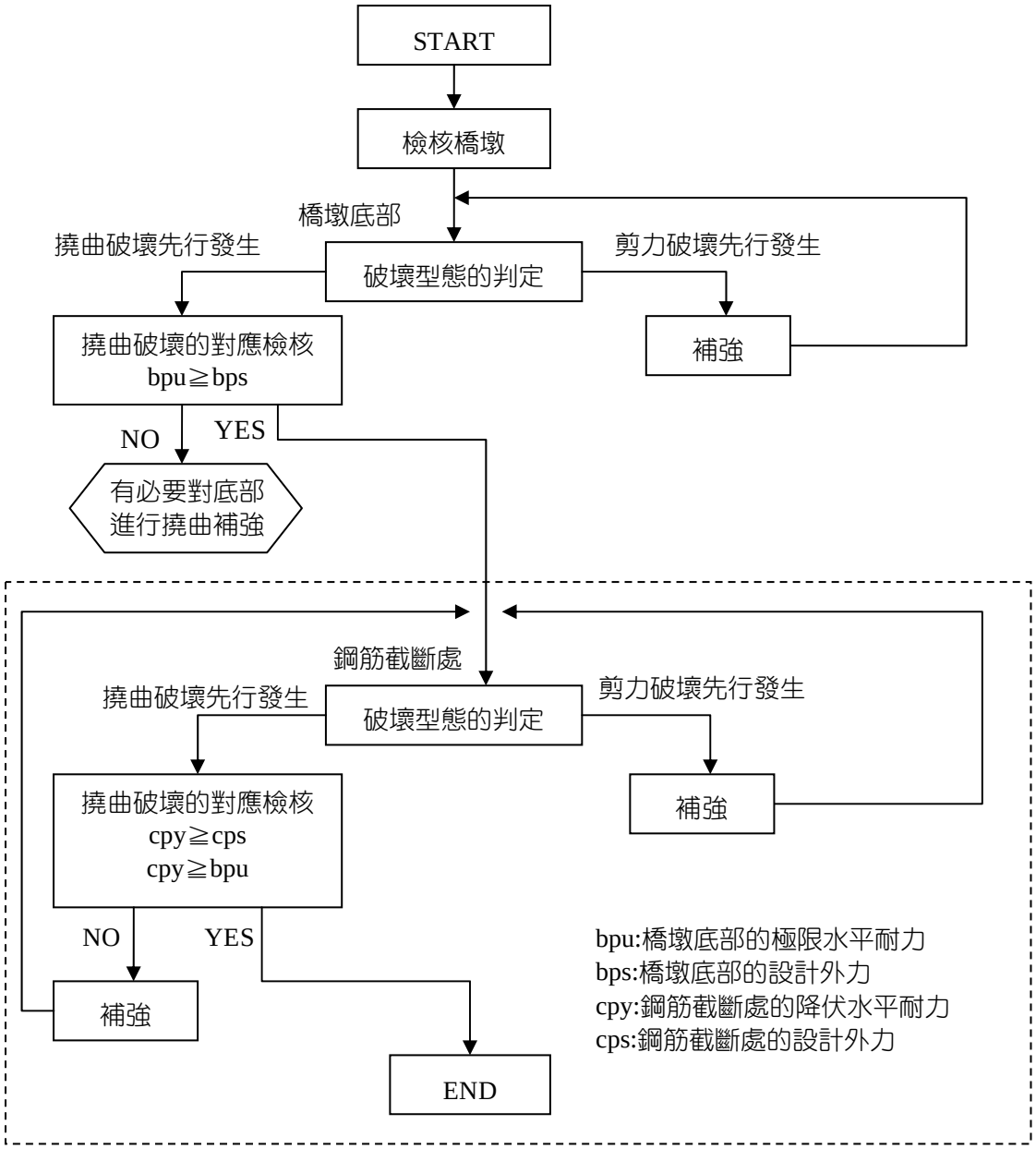


圖7.2-36　日本CFRP包覆補強之設計流程

7.3 土壤液化防治對策與工法選擇之考量因素

一、 防治概念

1. 降低地下水位、提高土壤之有效應力－可採排水工法。
2. 提升土壤之緊密程度與內摩擦角－可採如動力壓實之夯實工法。
3. 結合(1)、(2)項之條件－可採碎石樁或壓實砂樁工法。
4. 增加土壤顆粒間之膠結力、大幅提高地盤之承載力－可採化學固結工法系列。
5. 改變土壤之粒徑分佈－可採土壤置換工法。
6. 採用設計良好之基礎結構－可採樁基礎或特殊基礎以支承上部結構物，防範地震時之地盤沈陷或土壤流失。
7. 抑制剪力變形的發生－可採構築遮斷壁工法(如板樁壁或地中壁)。

二、 工法選擇之考量因素

1. 原地盤之土壤地質概況與分佈。
2. 地下水位之季節性變動。
3. 需處理之地盤將來的使用計畫及目的。
4. 需處理之地盤期望達到的改良程度與要求。
5. 需處理之地盤範圍與深度。
6. 外在環境因素之考量與限制及公害性之有無(如：是否有噪音管制、飛航限高、污染問題、……)。
7. 可供選擇之工法種類、機器設備、使用材料。
8. 過去之施工經驗、績效與口碑。
9. 工期之長短。
10. 所需費用與成本分析。

三、 根據日本地盤工學會之液化防治研究，其防止液化之對策及原理如圖7.3-1及圖7.3-2所示，另圖7.3-3及圖7.3-4則為日本阪神地震後橋梁之液化防治補強例子。

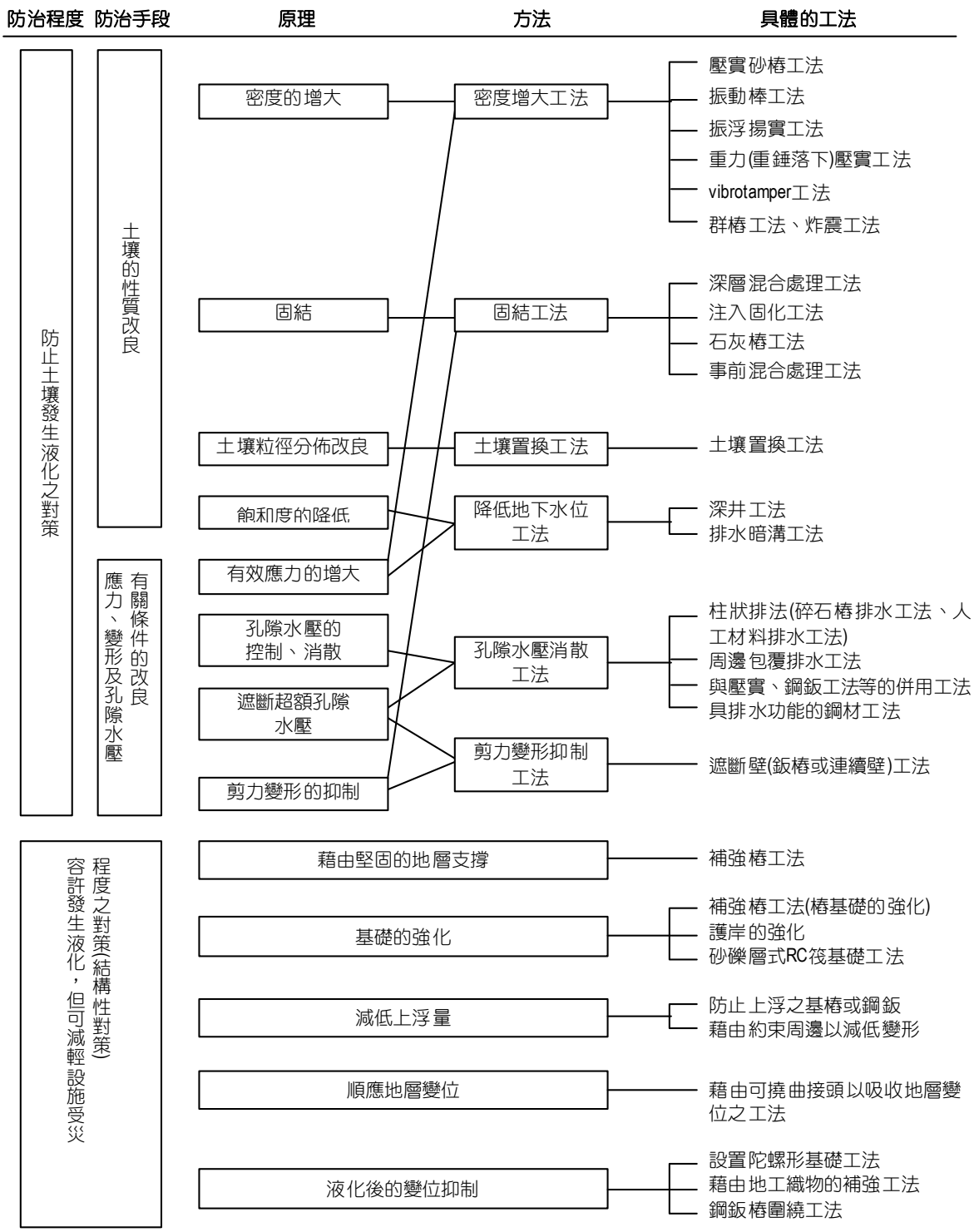


圖7.3-1　防止液化之原理與方法(資料來源：日本地盤工學會，1988)

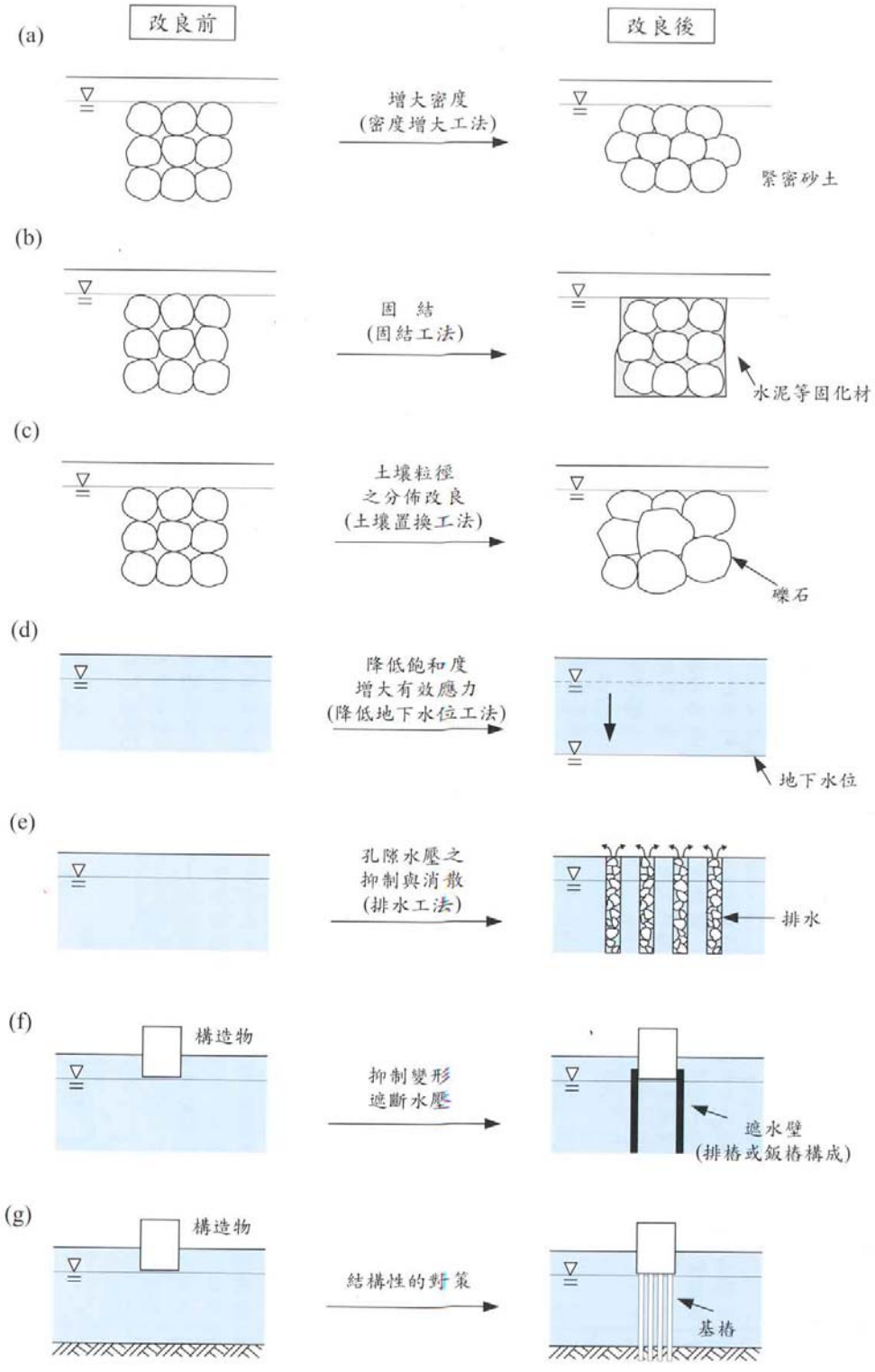


圖7.3-2　防止液化之對策原理與種類[16]

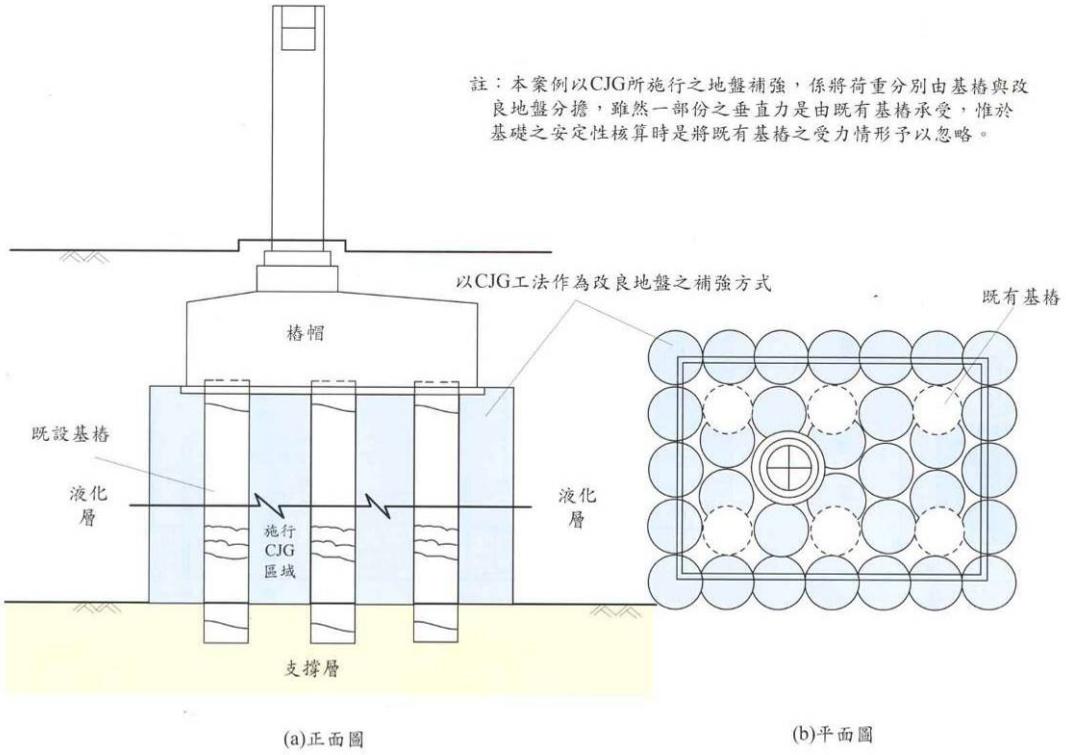


圖7.3-3　使用CJG工法之地盤補強示意圖－日本神戶港港灣幹線道路

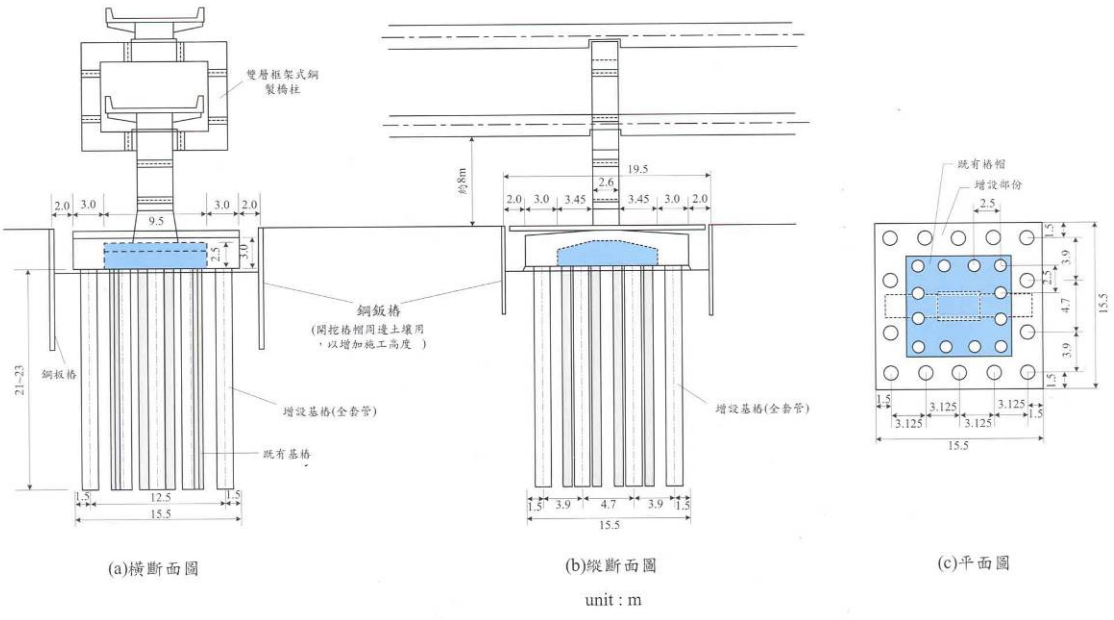


圖7.3-4　以托底工法作為橋梁基礎之補強及防止液化對策－日本神戶港港灣幹線道路

7.4 基礎沖刷對策

7.4.1 河床下降與沖刷對橋梁安全之影響

河床下降(含沖刷)除了將使橋梁抵抗地震之能力降低外，更對橋基之穩定產生重大影響，兩者之相互影響因素說明如下：

1. 台灣河川陡急、沖刷力強，河床受長期沖刷而下降，導致橋墩基礎貫入深度產生不足情形。
2. 上游阻水構造(壩、堤)的興建與中游砂石的開採，使得砂石自然供輸失衡，造成河床下降，橋墩基礎裸露，錨錠能力降低。
3. 河道變遷，使得原位處高灘地的橋墩，變成在深河槽中，基礎貫入深度大減。
4. 砂石濫採不僅降低河床，並影響河道之穩定，加深局部沖刷力，形成橋梁水害的主因之一。
5. 橋梁長度不足，束縮河道，河川的通水斷面減少，使得兩側橋台或引道沖毀。
6. 橋梁跨度過小，阻水斷面增加，不僅橋墩易受流木流石衝撞破損，更使局部沖刷加大。
7. 橋梁高度不足，通水斷面減少，橋梁承受流水、流木衝擊而沖毀。
8. 橋墩基礎板高於河床，使得阻水面積增加，沖刷增大而基礎淘空，裸露基樁受砂石沖蝕撞擊受損，穩定能力大減。
9. 基礎貫入深度不足，洪水沖刷力大，而致沖毀。
10. 其他如橋墩的形式與方向、河床廢土棄物之淤積情形，防止橋墩沖刷保護措施之妥適與否等等，也都是影響河川沖刷的因素。

7.4.2 沖刷防治對策與橋基加固補強方法

1. 基本原則

   (1) 橋基保護工法及其實施的範圍應審慎評估。不當的加固，可能改變河道、河相及水流方向，產生新的弱勢河床面，造成局部性沖刷加劇，危及橋基穩定性。

   (2) 橋基保固應將全橋整體考量，保護工置於河床下為宜，以免成為阻水構造。

   (3) 河床保護工應以橋群為單位，為避免因保護上游橋梁而致下游橋梁河床更降低之顧此失彼情形，應以整個河段或河系統籌進行保護設施。

   (4) 橋基加固宜同時考量橋基耐震能力的提昇。

2. 加固補強工法

   保護工法可分為兩大類，一為橋基加固工法，一為河床保護工法，另外，亦可考慮採用橋

基結構之補強工法，茲簡要說明如下：

(1) 橋基加固工法

主要目的是用來防止或減緩橋基之局部性沖刷，一般係在橋墩周邊設置蛇籠、拋石、覆蓋混凝土塊及圍堰等設施直接保護橋基。

(2) 河床保護工法

主要係以導流、攔砂方式防止河床下降，來間接保護橋基。如上游設置導流壩堤，下游設置攔砂堰等制水設施。

(3) 橋基結構補強工法

本工法以恢復或改善橋梁之側向抵抗能力，增加穩定度為主，同時可提昇橋梁之承載與耐震能力。可採用橋柱補強、基礎擴大、增設基樁或土壤改良等工法。採用補強工法前，應審慎評估河川與橋梁的變異性及施工可行性。

7.4.3 本計畫基礎沖刷對策

歷年來台灣地區因沖刷造成橋基裸露或損壞的事件時有所聞，目前因此被列管之危橋亦不在少數，國內每年用在舊橋橋基保護工程之費用相當龐大，有些保護措施所花費金額甚至已遠超過當初橋梁之建造費用。本省橋梁橋基裸露主要是由於河床整體性下降所造成的，工程單位對個別橋梁施作的橋基局部保護，只能達到有限的安全防護效果，可能無法根本解決橋基裸露的問題。如果要確保橋梁安全，應對該河川之過去沖刷歷史作一了解與比對，因地制宜選用適當之河道固床工設置，最好配合採用結構補強之方式，才能一勞永逸解決河床整體性下降導致基樁裸露的問題。

根據中興大學土木工程系林呈教授的調查，台灣西部各大流域重要河川橋之橋基保護工之型式可分類為：拋石工法、蛇籠工法、鼎形排置工法、混凝土(長)方塊工法、包墩或混凝土圍繞工法、混凝土護坦工法、柔性攔砂堰或潛堰固床工法、剛性攔砂堰工法、托底工法、排樁工法、複合式工法及其他工法等，各工法有其優缺點及適用性應視工址實地條件評估後選用。

橋基沖刷保護的基本設計原則在於因地制宜、通暢河道水流、避免形成阻水效應及跌水沖刷。故此，於橋基保護工法中必須依據現地河川水文、地文特性(河床質、河流型態等)以及橋墩(基)型式的邊界條件作為橋基保護工法選用的依據。並需針對河川流路長期之變化以及整體河道上下游鄰近跨河構造物之交互影響加以探討分析，方得以有效達成沖刷防治之功能。目前國內外常用之橋基保護工法可予以歸類為：拋石工法、蛇籠工法等12種方法，初步研擬本工程較為合適之橋基保護工法舉例說明如圖7.4-1。

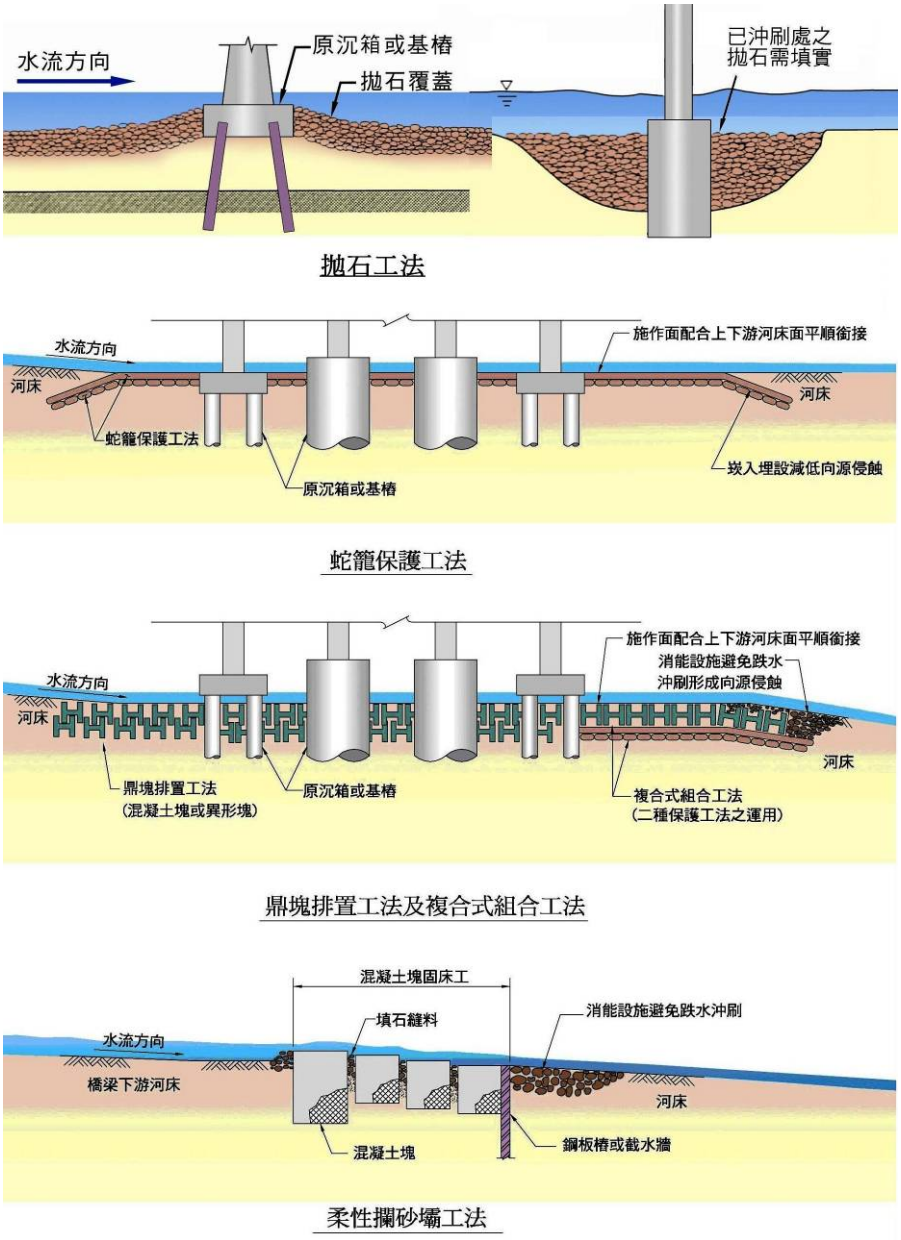


圖7.4-1　橋基保護工法示意圖

至於本工程基礎抗沖刷之結構對策，則可考慮下列三種工法：(詳圖7.4-2)

1. 橋基托底補強工法：在既有基礎保留之情況下，增加樁帽寬度並額外增樁以補強或替代已裸露橋基之承載力。
2. 先建後拆補強工法：在維持既有上部結構繼續使用之情況下進行下構改建，其施工程序係於橋梁外側興建新橋墩，並下降基礎於河床下，利用新帽梁包覆舊帽梁以連結新橋基，隨後拆除原有下構將力量轉移至新結構，以達成下構改建之目的。
3. 換底加固補強工法：在維持既有上部結構繼續使用之情況下置換新下構，以達到基礎下降、增加橋柱耐震能力及增加基礎承載力之目的。因為此工法符合水利需求。

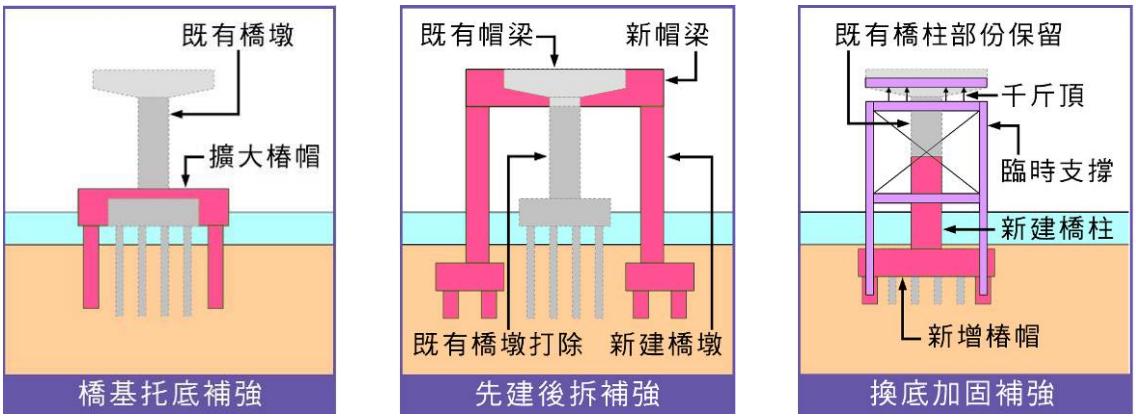


圖7.4-2　橋基沖刷結構因應對策之最佳化

本工程河川橋基礎耐震補強設計，均將基礎沖刷之對策納入整體考量，其設計及工法研選原則整理如下。

1. 當橋墩現有基礎承載力不足需予補強時，如以托底工法、排樁工法或其他加強基礎方式等予以補強時，補強基樁均考慮足夠深度，以確保在橋址發生50%最大可能沖刷深度情況下亦有足夠之耐震能力。

2. 當橋墩本身需予耐震補強時，橋墩補強若改變橋墩形狀或尺寸，則重新檢算橋墩沖刷深度及洪水位壅高對防洪之影響。

3. 考量部份河川橋之河床具高度變異特性，以及固床工因沖刷損壞後緊急修復期間之橋梁耐震風險，若評估結果需進行耐震補強，則不分高灘地或深槽區，堤外基礎均全面進行耐震補強。

4. 原則上，本工程河川橋耐震補強完成後，均將原橋墩橋基保護工及河床保護工修復。惟若橋墩現有基礎耐震能力足夠而未進行基礎補強，但局部沖刷或河床降低可能造成危害時，亦視情況考慮設置局部橋基保護工或河道固床工。

5. 橋基加固補強方案之研選，將依水利及結構對策之優缺點予以比較研析，並考量下列因素：
   (1) 人文、生態及環境景觀之維護；
   (2) 考量橋下及河道中之施工性、符合工期需求及經濟性；
   (3) 防洪、排水及長期沖刷之影響；
   (4) 流木、巨石撞擊之影響，尤應考量中空柱之耐衝擊性，必要時採鋼筋混凝土或鋼板包覆補強。

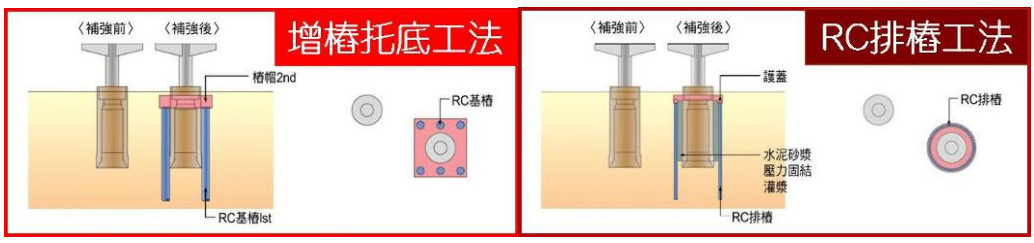


圖7.4-3　河川橋沉箱基礎補強工法

7.5 功能性支承理念之應用

一、 支承強度若不足抵抗橋柱產生塑鉸所引致之剪力或未折減地震力(彈性地震力)之小值者，將採設置止震塊、剪力榫或其它設施增加其強度以共同抵抗地震力。另外亦允許既有支承於大地震時損壞，但需增設止震塊、剪力榫或其它設施，並妥適考量其作用順序使其能單獨抵抗橋柱產生塑鉸所引致之剪力或未折減地震力(彈性地震力)之小值。若經評估需採支承抽換工法時，應特別注意其施工性與交通維持之要求。

二、 既有橋梁支承(如橡膠支承、盤式支承等)於大地震作用下之強度檢核，應合理考量材料現況之劣化程度，依據交通部98年頒「公路橋梁設計規範」第十章及AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges」2002年版規範之規定辦理，並得考量至相關材料之降伏強度及其極限變形容量。

三、 本計畫功能性支承理念之應用

根據國家地震工程研究中心「921集集大地震橋梁及道路設施勘災報告」，橋梁破壞以橋梁附屬設施、橋台及橋面板損壞之比例最高，橋柱損害者相對來說較少，相同的破壞模式亦發現在1995年日本阪神大地震，阪神高速公路之損壞橋梁，更可證實支承系統與橋柱損害的關聯性(張國鎮等，1999年)。

有鑑於此，國家地震工程研究中心針對橋梁系統功能性提出一整合型計畫，詳細探究橋梁系統各構件之功能與發揮作用之時機，計畫內容涵蓋「支承系統、變位限制結構、防止落橋裝置、伸縮縫、橋台碰撞」等相關課題，進行橋梁構件之靜態實驗(如止震塊剪力行為之研究)，不同構件之組合實驗(如橋柱與支承滑動行為之研究)，並進行擬動態實驗或振動台實驗加以驗證，確保設計結果可行性、安全性與經濟性。

依據國家地震工程研究中心98年12月研擬「公路橋梁耐震能力評估及補強準則(草案)」第5.1.2節之建議及說明，功能性支承系統補強工法係使支承有適當摩擦力，強震下可產生摩擦滑動機制，並使用位移限制裝置限制滑動位移，允許其損壞避免傳遞過大地震力，且須提供足夠防落長度確保不落橋。

當支承產生滑動後產生隔震的效果，降低傳遞至下部結構之慣性力，因此下部結構受損輕微。本補強工法雖在下部結構僅可能產生輕微損壞，但大地震時上部結構將有較大的殘餘變位與附屬設施損壞現象，宜使用於交通量不大之路段。

功能性支承系統之破壞機制定義如下：

橡膠支承於地震中產生滑動位移，消散部分地震能量，上部結構因位移碰撞變位限制裝置(防落拉桿、止震塊)，但允許該裝置損壞以避免傳遞過大地震力至橋墩柱，惟仍須提供足夠防落長度防止落橋。

國道高速公路跨越地方道路之穿越橋，其橋梁系統主要為三~五跨簡支預力I型梁及RC橋柱，並設有鉸接板將橋面予以連續化，參考美國Caltrans最新發展之補強策略，將上部結構連續化後，整體振動單元之地震慣性力，透過所謂「功能性支承」之理念傳導至兩側之橋台，使得中間橋墩所承受之地震力侷限在規範規定之最小摩擦力，再檢討兩側橋台是否需進行補強，茲將其重點說明如下：

1. 國道高速公路之穿越橋，其橋長平均在100~150公尺左右，且多已設有鉸接板將上部結構連續化，不需額外增加經費將其連續化。

2. 中間橋墩頂部與兩側橋台之支承、伸縮縫、防落橋長度與止震塊等可視為一整體系統，利用個別元件間之間隔大小與設計細節，調整整體系統之作用力順序，使得中間橋墩所承受之地震力侷限在規範規定之最小摩擦力(約0.15倍支承反力)，中間橋墩及其基礎將有可能大部份不需進行補強，或僅做橋墩之韌性補強，參見圖7.5-1。

3. 由於兩側橋台將承受大部份之地震慣性力，可考慮利用橋台背牆後之土壤消能機制或將剪力榫(止震塊)設計做為保險性構件(Sacrificial Shear Keys) (Megally、Silva及Seible等，2002)，參見圖7.5-2；若仍無法符合本工程耐震補強之性能目標，則可採橋台兩側增樁工法予以補強，由於在橋台兩側施工無須使用低淨空樁機且交維容易。

4. 利用上述「功能性支承」理念之應用，將可大幅降低此類橋梁之補強經費及減輕地方道路交通維持之壓力。

5. 綜合上述說明，國道高速公路應用「功能性支承」理念之重點如下：
   - ■ 將支承、止震塊、防震拉條等視為一整體系統(即廣義的支承系統)
   - ■ 調整墩頂各設施受力順序(機能)，容許既有支承局部損壞，但不可落橋
   - ■ 利用橋台消能或補強後承受大部份之上部結構地震力
   - ■ 利用合適的位移控制，使國道高速公路主線橋梁，仍滿足「生命線道路」之計畫目標
   - ■ 現階段適用之橋梁類別：跨越橋、中小長度之穿越橋及溝渠橋

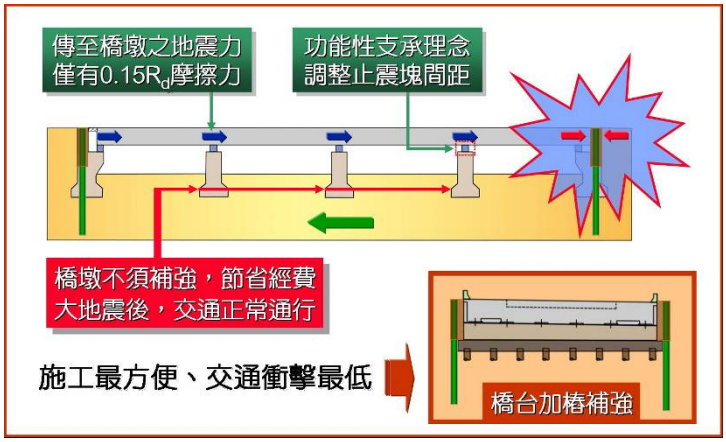


圖7.5-1　Caltrans中小型橋梁耐震補強策略

止震塊「預期性」損壞模式

止震塊「控制性」損壞模式

圖7.5-2　Caltrans「保險性」橋台止震塊設計理念

7.6　隔震消能耐震補強方法及其設計原則

目前橋梁設計較為常見的隔減震裝置有：鉛心橡膠支承墊(LRB)、高阻尼橡膠支承墊(HRB)、摩擦單擺支承(FPB)、反力分散裝置及其它金屬機械的消能器等。目前在世界各國中，採用鉛心橡膠支承墊及反力分散裝置做為隔減震設置的實例佔絕大多數，以下就鉛心橡膠支承墊及反力分散裝置進行說明，但如果其他產品也能符合下述要求，隔減震裝置並不侷限於鉛心橡膠支承墊及反力分散裝置。

7.6.1　隔震設計與分散水平力設計之理念

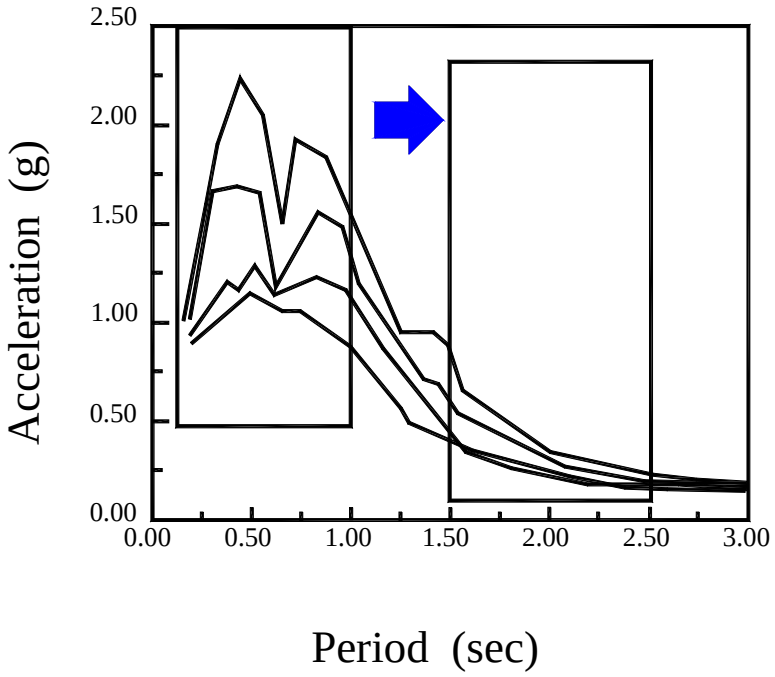
一般大家所熟悉的橋梁隔震設計，其基本理念如圖7.6-1所示，不外乎在延長橋梁的週期及增加橋梁的阻尼比，藉以降低橋梁的地震力反應及控制橋梁因週期延長而可能造成的位移增加。而分散水平力的設計則在防止地震所引發的水平剪力過度集中於少數幾個橋柱，而造成剪力或彎矩破壞集中於這些橋柱，進而造成整座橋梁的破壞或倒塌。以下為兩個常見之地震水平力集中於少數幾個橋柱的例子。如圖7.6-2所示，由於地形關係而造成橋柱之長短不一，加上為施工方便起見所有橋柱均採相同斷面，因此當地震發生時，破壞常集中於較短的橋柱亦即水平勁度較大的橋柱。另外，由於一般橋梁支承的設計須考慮橋軸方向的熱漲冷縮，因此常須提供一些固定(hinge)及可動(roller)支承如圖7.6-3所示。當地震發生時，水平力常集中於使用固定支承之橋柱，而成破壞集中於這些使用固定支承的橋柱。分散水平力設計即是將圖7.6-2、7.6-3所示之固定及可動支承改由橡膠支承墊取代，而使得橋柱與支承墊串聯之勁度近似於支承墊單獨之勁度，因此所有橋墩及橋台之水平勁度將幾乎相等，而地震力亦將幾乎平均地分配於各橋柱而不致有破壞集中於少數橋柱的現象發生。根據上述，各橋柱水平力分散率可由下式計算：

$$\beta_i = \frac{K_i}{\sum K_i} \quad \text{.....(7.1)}$$

而K_i為橋柱i與支承墊i串聯之勁度，可由下式計算

$$K_i = \frac{K_{ri} K_{pi}}{K_{ri} + K_{pi}} \quad \text{.....(7.2)}$$

其中K_{ri}=橡膠支承墊i之水平勁度，K_{pi}=橋柱i之水平勁度。



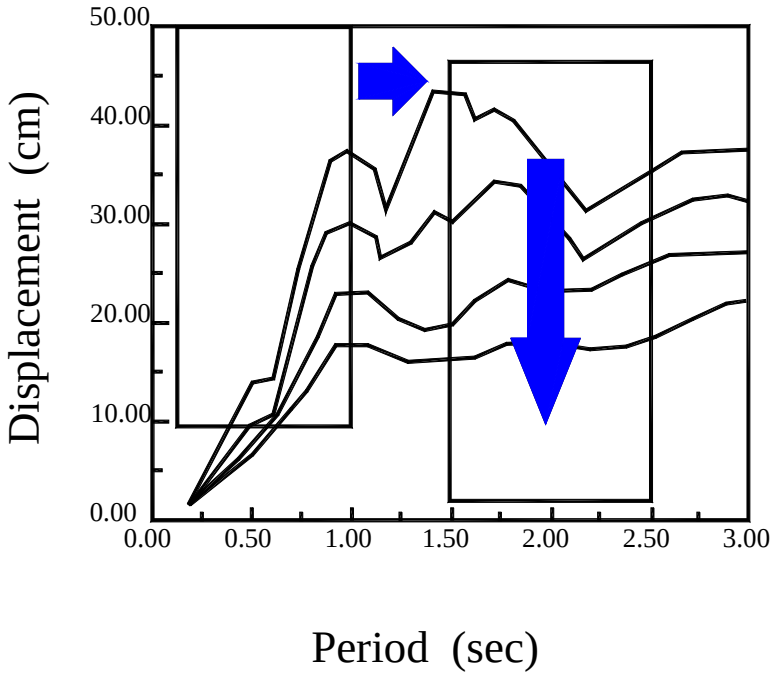


圖7.6-1　隔震之基本理念

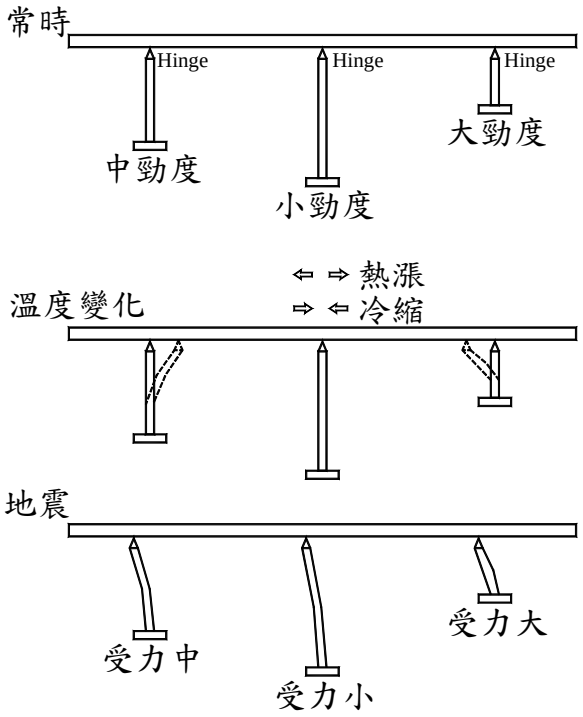


圖7.6-2　橋柱勁度不一在地震作用下之受力不均情形

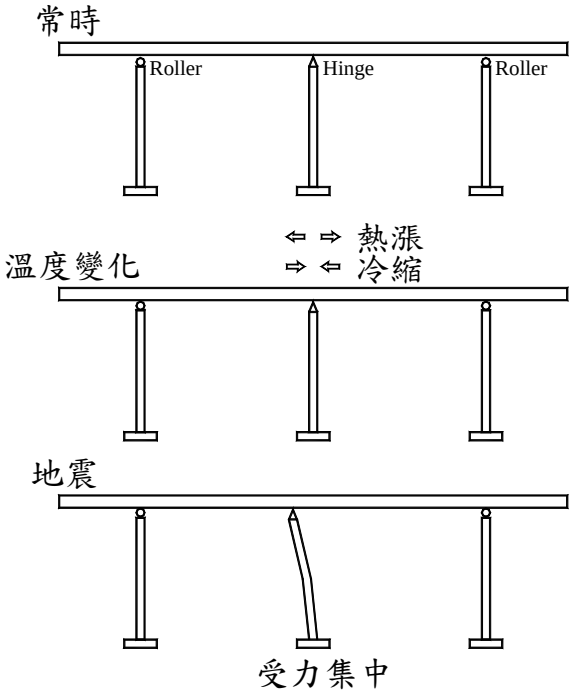


圖7.6-3　橋梁使用固定與可動支承在地震作用下之受力集中情形

使用於分散水平力設計之橡膠支承墊為一般常用之天然橡膠(NR)支承墊或人造橡膠(Neoprene)支承墊，與使用於隔震設計之鉛心橡膠支承墊或高阻尼橡膠支承墊並不一樣。但是若在經濟因素許可的情況下採用鉛心橡膠支承墊或高阻尼橡膠支承墊來取代天然橡膠支承墊或人造橡膠(Neoprene)支承墊，並在設計時不考慮鉛心橡膠支承墊或高阻尼橡膠支承墊所提供的高阻尼效應，則設計將因支承墊所提供的額外消能能力而更趨於保守與安全。以日本於阪神地震的復舊工作為例，使用高阻尼橡膠支承墊於分散水平力設計情形經常可見，而其設計則僅須將高阻尼橡膠支承墊之有效勁度加以考慮，其餘之設計則與一般橡膠支承墊相同，其設計流程如圖7.6-4示。由圖7.6-4可知其設計檢核不外乎壓應力檢核、穩定檢核及總剪力應變檢核等。在日本的分散水平力設計中，值得一提的是常態載重下之容許最大總剪力應變為70%，而使用震度係數法設計時所求得之最大總剪力應變不得大於150%。

7.6.2 隔震設計適用範圍之檢討

隔震設計於橋梁結構的應用，並非任何情形均適用，當下列情形發生時，則以不採用隔震設計為原則：

一、**當橋梁所在的土壤狀況為極軟弱土層或具高液化潛能時：**當採用隔震設計時橋柱上部之隔震器於地震發生時將產生塑性化(如鉛心橡膠支承墊)或柔性化(高阻尼橡膠支承墊)，若橋柱下部之土層發生液化或承載力降低之情形，則橋梁結構將產生結構失穩之現象如圖7.6-5所示，因此以不採用隔震設計或分散水平力設計為佳。

二、**當隔震設計的週期延長與阻尼比增加對橋梁防震沒有太多實質意義時：**隔震設計的最主要目的是在防止橋柱及橋台的破壞。但對單跨橋梁而言，由於其並不具橋柱，因此採用隔震設計並不具太多實質意義。而且，橋台的實際強度甚難準確地予以評估，是否需要或值得採用隔震設計來再加以保護，值得商榷。另外，根據過去歷次加州大地震的經驗，單跨短橋甚少發生嚴重破壞或倒塌，若採用隔震設計對於實際效益而言有欠合理之處。因此，對於一般單跨短橋採用傳統式的固定與可動支承即可，而對單跨長橋則可採用傳統固定與可動支承或分散水平力設計。

三、**當隔震設計有損橋梁的使用性及經濟性時：**由於採隔震設計時，須要較大的可供移動空間，以使得隔震系統得以充分地發揮隔震消能的功效。然而，對於一些單跨橋梁而言，由於其伸縮縫空間不足，須將伸縮空間予以擴大，且為防止落橋須將橋台座長部分予以擴張，因此基於經濟效益的考量隔震設計並不適用。另外，對於一些跨距為20至30公尺的多跨簡支梁橋而言，除了上述之問題外，若各跨之質量不同，則可能產生不同步之振動，為避免各跨之間的碰撞問題，其所需之間距可能加大，伸縮縫空間及橋柱頂端座長之問題將更為嚴重，因此並不適合採用隔震設計。然而，對於長跨距之多跨簡支梁橋，則可將各簡支梁予以連續化，這種連續化的較長跨距多跨簡支梁橋則可採用隔震設計或分散水平力設計。

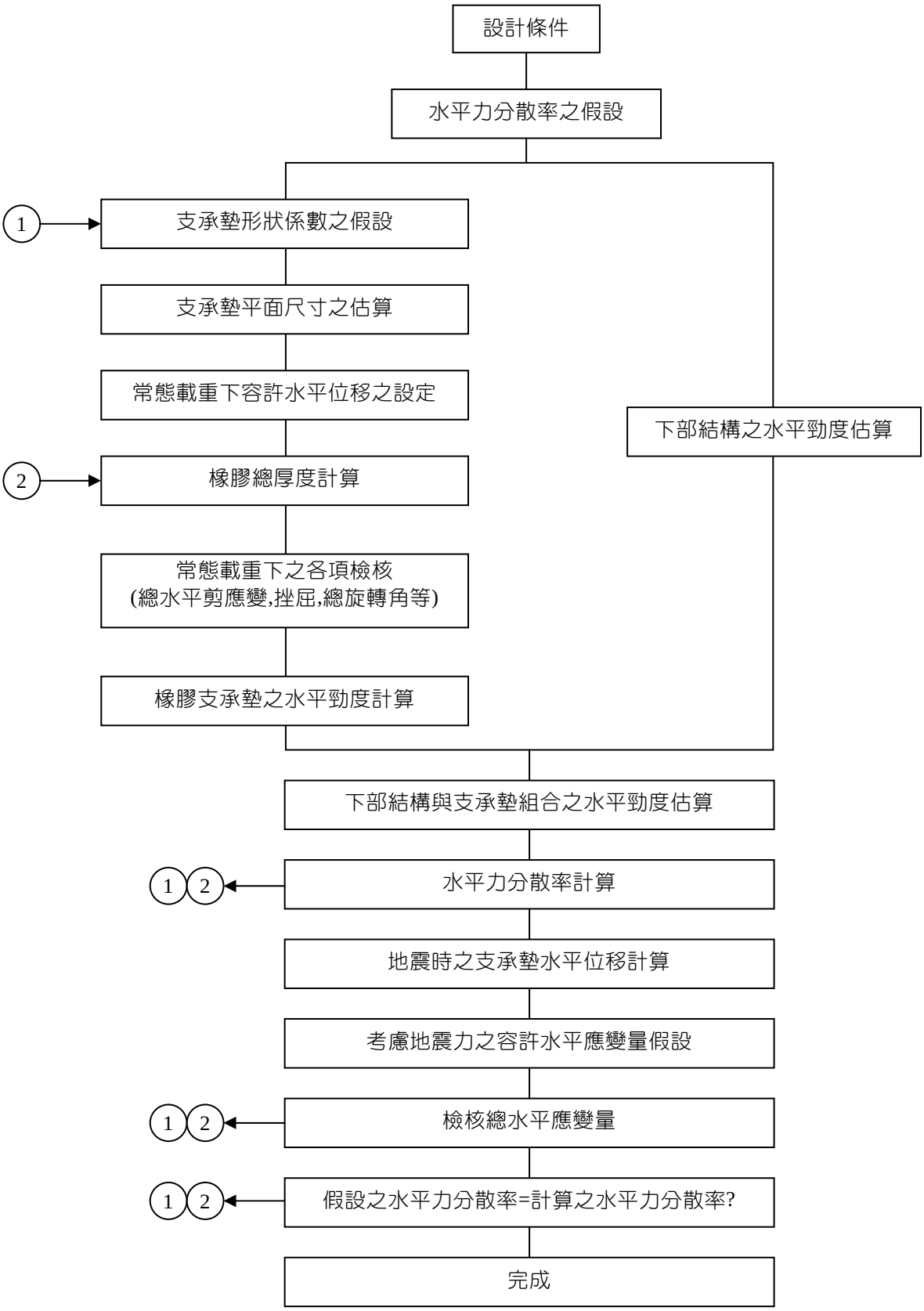


圖7.6-4　分散水平力之設計流程

四、 **當橋梁具高橋墩或位於柔軟地盤時：**具高橋墩或位於柔軟地盤的橋梁，其自然週期原本就較長，因此採用隔震設計時，週期能夠被延長的範圍相當有限，因此週期延長所能獲致的效益並不多。再者，由於橋柱或土壤勁度小，更易使得結構因週期延長而產生變位遽增的情形。另外，根據複合阻尼比的概念，這種橋梁的等效阻尼比受橋柱勁度或土壤勁度的影響較大，隔震器阻尼的效應較不易發揮。基於以上的原因，當橋梁具高橋墩或位於柔軟地盤(如液化潛能高之地盤)時不宜採用隔震設計。

除上述四種情形外，隔震設計及分散水平力設計均可應用於橋梁之設計。而至於採用隔震設計抑或分散水平力設計則端視橋梁之重要性、有無替代道路、橋梁所在之震區而定。綜合上述，隔震設計或分散水平力設計的適用性可以圖7.6-6及圖7.6-7加以分類及說明。

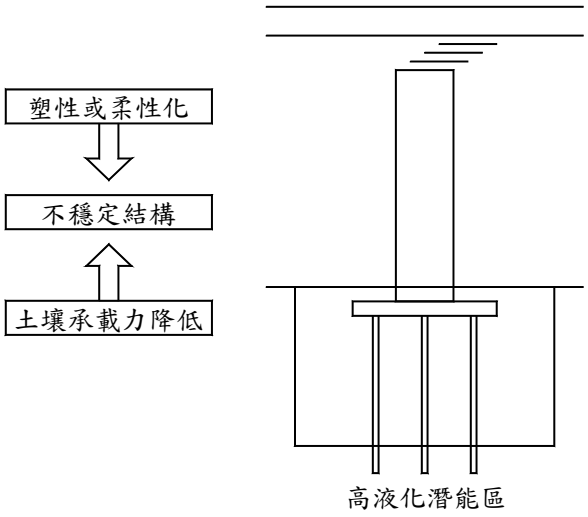


圖7.6-5　高液化潛能區之隔震橋梁易生失穩現象

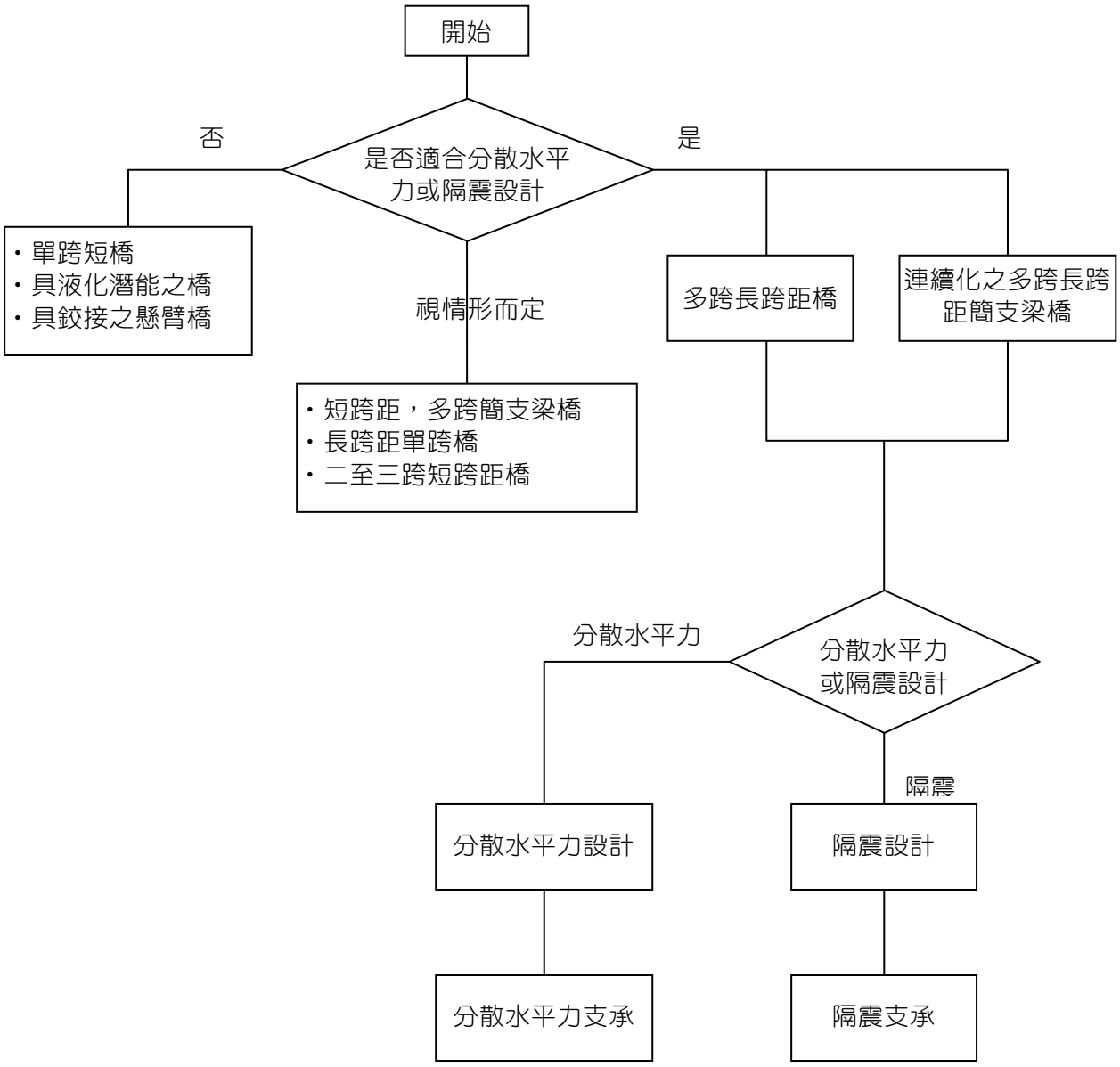
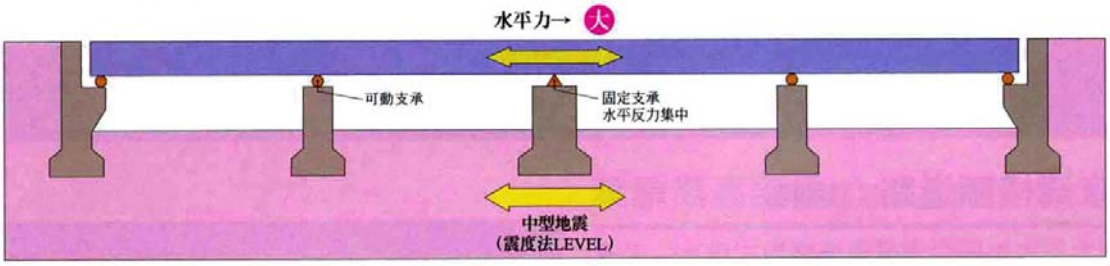
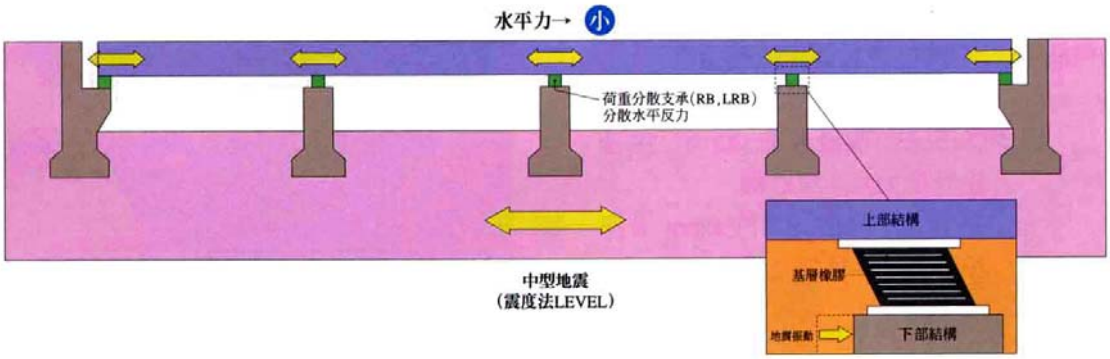


圖7.6-6　隔震設計及分散水平力設計之適用性

●以往之耐震橋樑 …… 水平力集中於固定橋墩



●載重分散橋樑 …… 使用 RB 、LRB ，將水平力分散於各橋墩。使用 LRB 可得更佳之效果。



●隔震橋樑……利用 LRB 延長橋樑振動之週期並進行能量衰減。

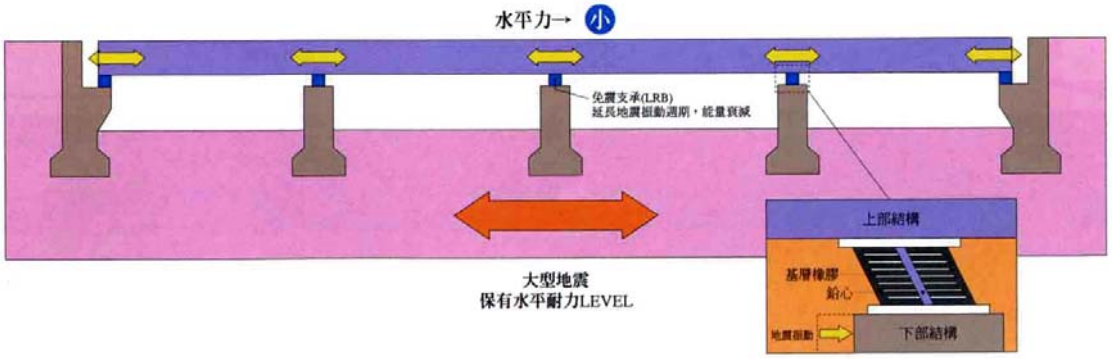


圖7.6-7　日本隔震橋梁與載重分散橋梁之功能說明

(資料來源：日本OILES工業社株式會社)

7.6.3 隔震系統之設計原則

一、 隔震設計基本要求

隔震系統至少須包含三要素：

(一) 為一垂直重量及垂直作用力承載系統，於地震力作用時該系統可提供適當的水平柔性以延長結構週期，降低水平地震力。

(二) 為一阻尼器或消能系統，足以提供適當的阻尼以控制橋梁因週期延長所可能導致的位移增加。

(三) 為一足以提供適當剛度之系統，使橋梁在常態載重及風力下得以控制位移。另外，若基於防止過大位移之設計需要，隔震系統尚可包含第二防制系統以提供在意外情形下之保護系統。第二防制系統設計以不影響隔震系統之功能為原則。

二、 不適合採用隔震系統之橋梁

當具有下列所述之任一情形時，橋梁不宜採用隔震設計：

(一) 基礎週圍之土層為經由「公路橋梁耐震設計規範」第8.1.3節判斷為耐震設計用土壤參數為零之土層。

(二) 橋梁採用隔震支承墊後，可能產生橋梁與周遭地盤共振之情形。

(三) 橋梁採隔震設計時，其隔震後週期小於 T_0^D ，或隔震效益不彰者。

三、 其它相關規定

(一) 隔震橋梁之梁端防落長度不得小於「公路橋梁耐震設計規範」第8.5節規定之梁端防落長度 L_N。

(二) 橋梁採隔震設計時，其支承之位移限制裝置或防落橋裝置，應以不影響橋梁正常伸縮及隔震系統之功能為原則。

(三) 橋梁採用隔震設計後，其隔震週期宜大於未採隔震設計時基本振動週期之兩倍以上。

四、 分析方法之選擇

隔震橋梁之分析方法可分為靜力分析及動力分析兩種，屬形狀規則橋梁者可僅進行靜力分析，屬「公路橋梁耐震設計規範」第3.1節規範所述不規則型橋梁則應同時進行靜力及動力分析。

五、 梁端間隙

隔震橋梁之梁端應留有充分之間隙，以避免主梁與橋台或相鄰兩主梁間之碰撞，其梁端最小應留間隙不得小於下式計算所得之值

$S_B=D_s+L_A$ (主梁與橋台間應留間隙).....(7.3a)

$S_B=C_\phi D_s+ L_A$ (同一橋墩上之相鄰兩主梁間應留間隙)..... (7.3b)

其中S_B為梁端最小應留間隙(cm)，如圖7.6-8中所示；D_s為伸縮縫左右兩側兩振動單元質心處位移較大者(cm)；C_ϕ為調整係數，與相鄰兩主梁的基本振動週期有關，依表7.6-1中所示決定。L_A為上部結構施工誤差所需之梁端間距餘裕量，其值可取1.5(cm)。

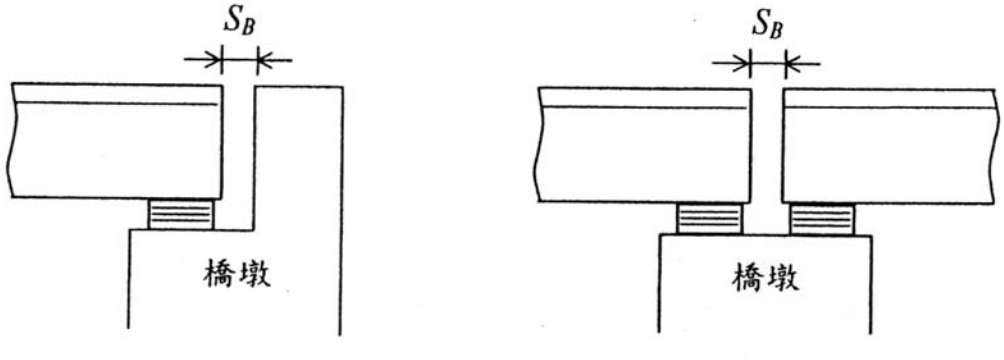


圖7.6-8 梁端間距示意圖

表7.6-1 調整係數C_ϕ

週期比 $\Delta T/T_1$*	C_ϕ
$0 \leqq \Delta T/T_1 \leqq 0.1$	1.0
$0.1 < \Delta T/T_1 \leqq 0.8$	1.4
$0.8 < \Delta T/T_1 \leqq 1.0$	1.0

*ΔT為T_1-T_2，T_1及T_2分別為相鄰兩振動單元之設計位移下有效振動週期且$T_1 \geqq T_2$。

7.6.4 隔震元件之實體試驗與性能保證試驗

在採用隔震裝置前，須藉實體試驗以確認隔震元件之地震行為是否與原設計相符。實體試驗至少須使用二個與原設計相同型式與尺寸的隔震元件於工程主辦單位認可之實驗室進行試驗，其結果經確認後始得進行製造生產。實體試驗所用的試體不得再使用於建造結構上。在試驗進行時，試體每個迴圈的力和位移皆應予以記錄。若某廠牌之隔震元件，其尺寸、設計參數與設計隔震元件相似，且曾於前五年內依交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」規定項目進行實體試驗，其試驗結果經工程主辦單位核可者，則不需進行實體試驗，但仍應依前述規範規定進行性能保證試驗，且廠商所提供之性能保證試驗試體之型式、尺寸均應與設計隔震元件需求相符。

一、 實體試驗

實體試驗可使用側向位移與垂直載重控制或側向剪應變與垂直壓應力控制，就不同隔震元件之特性進行試驗。實體試驗之項目可分為垂直載重試驗、常態載重試驗、不同變形之特性試驗、性能穩定性試驗、隔震元件穩定度試驗等。

(一) 側向位移與垂直載重控制

1. 垂直載重試驗

在垂直載重依序為 $\frac{1}{4}(P_{DL}+\frac{1}{2}P_{LL}+P_{EQ})$ 、 $\frac{1}{2}(P_{DL}+\frac{1}{2}P_{LL}+P_{EQ})$ 、 $\frac{3}{4}(P_{DL}+\frac{1}{2}P_{LL}+P_{EQ})$ 、 $(P_{DL}+\frac{1}{2}P_{LL}+P_{EQ})$ 、 $\frac{3}{4}(P_{DL}+\frac{1}{2}P_{LL}+P_{EQ})$ 、 $\frac{1}{2}(\mathrm{P_{DL}}+\frac{1}{2}\mathrm{P_{LL}}+\mathrm{P_{EQ}})$ 、 $\frac{1}{4}(\mathrm{P_{DL}}+\frac{1}{2}\mathrm{P_{LL}}+\mathrm{P_{EQ}})$ 下，分別進行垂直載重試驗。

2. 常態載重試驗

在垂直載重為 $P_{DL}+P_{LL}$ 下，進行二十個循環之反覆載重試驗，每個循環之最大側向位移為隔震元件所受之常態載重包括(溫度變化、潛變、乾縮及載重引致之支承移動或旋轉等)所對應之位移。

3. 不同變形之特性試驗

在垂直載重為 P_{DL} 下，進行三個循環之反覆載重試驗，每種反覆載重之最大側向位移依序為隔震元件設計位移 D_d 的 0.25、0.50、0.75、1.0、1.25及1.0倍。

4. 性能穩定性試驗

在垂直載重為 P_{DL} 下進行十個循環之反覆載重試驗，每循環之最大側向位移為隔震元件之水平設計位移 D_d 。

5. 隔震元件穩定度試驗

在垂直載重分別為 $(\mathrm{P_{DL}}+\frac{1}{2}\mathrm{P_{LL}}+\mathrm{P_{EQ}})$ 及 $(\mathrm{P_{DL}}-\mathrm{P_{EQ}})$ 下，各進行三個循環之反覆載重試驗，每個循環之側向位移為隔震元件水平設計位移 D_d 的1.5倍。

其中 P_{EQ} 為水平及垂直設計地震所造成之支承垂直載重

P_{DL} 為設計靜載重所造成之支承垂直載重

P_{LL} 為設計活載重所造成之支承垂直載重

(二) 側向剪應變與垂直壓應力控制

1. 垂直載重試驗

在垂直壓應力依序為50kgf/cm^2、100kgf/cm^2、150kgf/cm^2、200kgf/cm^2、150kgf/cm^2、100kgf/cm^2、50kgf/cm^{2}下，分別進行垂直載重試驗。

2. 常態載重試驗

在垂直壓應力為150*kgf/cm*^{2}下，進行二十個循環試驗，每個循環試驗之水平力為隔震元件所承受之常態載重 (溫度變化、潛變、乾縮及載重引致之支承移動或旋轉等)所對應之位移。

3. 不同變形之特性試驗

在垂直壓應力為100kgf/cm^{2}下，進行三個循環之反覆載重試驗，每種反覆載重之最大側向位移依序為隔震元件橡膠總厚度的剪應變為50%、100%、150%、200%、250%及200%所對應之位移。

4. 性能穩定性試驗

在垂直壓應力為100*kgf/cm*^{2}下，進行十個循環之反覆載重試驗，每個循環之最大側向位移為隔震元件橡膠總厚度的剪應變為200%所對應之位移。

5. 隔震元件穩定度試驗

在垂直壓應力分別為200*kgf/cm*^{2}與20*kgf/cm*^{2}下，各進行三個循環之反覆載重試驗，每個循環之最大側向位移為隔震元件水平設計位移 D_d 的1.5倍。

(三) 隔震元件特性之決定

隔震元件在第 i 個循環試驗下的有效勁度可由下式決定：

$$K_{eff}^{i} = \frac{F_i^+ - F_i^-}{2\Delta_i}$$

其等效阻尼比 ξ_{eq}^{i} 則為

$$\xi_{eq}^{i} = \frac{1}{2\pi}\frac{E_d^i}{K_{eff}^i \Delta_i^2}$$

F_i^+, F_i^- = 該循環試驗中正向及負向之最大剪力

Δ_i = 該循環試驗中正向及負向最大位移絕對值之平均值

K_{eff}^{i} = 該循環的有效勁度

E_d^i = 消散能力為(一)、或(二)、項目3試驗中隔震元件在不同位移振幅時所得之單一循環迴圈面積。

(四) 試驗結果檢核

試驗結果必須滿足下列要求方可接受，若其中任一要求無法符合時，實體須重新設計、製作及試驗。

1. 所有測試之力-變形關係圖的切線勁度必須為正值。
2. 依(二)之第1項試驗，垂直勁度之變異度應在±20%範圍內。
3. 依(一)或(二)之第2項試驗，在常態載重下，隔震元件的變位應在10mm範圍內。
4. 依(一)或(二)之第3項試驗，每一種試驗位移下任一循環的有效勁度與其三個循環的平均有效勁度差異須在±10%以內。即：

$$\frac{\left|K_{eff}^{i}-K_{eff}\right|}{K_{eff}}\le 10\%$$

K_{eff}^{i} = 任一個循環的有效勁度值

K_{eff} = 平均有效勁度

5. 依(一)或(二)之第3項試驗，所有兩個試體的平均有效勁度值之差不得大於10%。即

$$\frac{\left|K_{eff}^{A}-K_{eff}^{B}\right|}{\left\{K_{eff}^{A},K_{eff}^{B}\right\}_{\min}}\le 10\%$$

K_{eff}^{A} ， K_{eff}^{B} 分別為試體A、B的平均有效勁度

$\left\{K_{eff}^{A},K_{eff}^{B}\right\}_{\min}$ 為 K_{eff}^{A} 與 K_{eff}^{B} 之較小者。

6. 依(一)或(二)之第3項試驗，最後一組之三個循環，各試體之平均有效勁度值與設計之有效勁度值差值不得超過15%。各試體平均等效阻尼比及消能能量不得小於設計值之等效阻尼比及消能能量的85%。
7. 依(一)或(二)之第4項試驗，任一循環之有效勁度與第一循環之差值不得大於20%。任一循環之消能能量不得小於第一循環之70%。
8. 依(一)或(二)之第5項試驗，試體必須保持穩定且不得有明顯之破壞。

二、 性能保證試驗

在進行安裝之前，各種隔震元件皆須進行性能保證試驗，以評定其力學特性是否與設計值相同或在容許誤差範圍內。性能保證試驗可使用側向位移與垂直載重控制或側向剪應變與垂直壓應力控制，就不同隔震元件之特性進行試驗。性能保證試驗之項目可分為垂直載重試驗、垂直載重及側向位移組合試驗，或壓應力試驗、壓應力及剪應變組合試驗等。

(一) 側向位移與垂直載重控制

1. 垂直載重試驗

每個隔震元件應在承受1.5$(P_{DL}+P_{LL})$之垂直載重下五分鐘後，在卸載前後觀察其變化。

2. 垂直載重及側向位移組合試驗

每個隔震元件應在垂直載重為P_{DL}載重下進行三個循環之反覆載重試驗，每個循環之最大側向位移應為隔震元件之水平設計位移D_d。

(二) 側向剪應變與垂直壓應力控制

1. 壓應力試驗

每個隔震元件應在承受200kgf/cm^{2}之垂直壓應力下五分鐘後，在卸載前後觀察其變化。

2. 壓應力及剪應變組合試驗

每個隔震元件應在垂直壓應力為100kgf/cm^{2}下進行三個循環之反覆載重試驗，每個循環之最大側向位移應為隔震元件橡膠總厚度的剪應變為200%所對應之位移。

(三) 試驗結果檢核

1. 橡膠隔震元件依(一)或(二)之第1項試驗後，觀察橡膠的膨脹突出，且鋼片和橡膠層墊間不能有接合不良的情形，在橡膠層表面亦不能產生有三道或三道以上大於2mm寬或2mm深的裂縫。

2. 滑動式或滾動式隔震元件依(一)或(二)試驗後，若發現塗層剝離、不鏽鋼板刮傷或產生永久變形以及塗層內含外洩等情形時，則不予通過。

3. 試驗(一)或(二)之第2項試驗，每個試體的平均有效勁度與設計值之差異不超過±15%；每個試體的平均消能能力或等效阻尼比不得小於設計值的85%。

7.7 橋梁耐震補強設計成果

本工程之工程範圍包括國道3號汐止系統交流道至竹南路段高公局管轄之所有橋梁(第 1 優先路段)，以及第 2 優先路段中須先行辦理之19座橋梁(國道3號新化田寮段2座、田寮燕巢段4座及國道10號旗山支線13座之橋梁)，共285座。橋梁耐震補強設計內容及補強之橋墩(台)數量彙整如表7.7-1所示。

表7.7-1　本工程橋梁耐震補強設計成果彙整表

補強工法		擬補強之墩(台)數量					總數(B)[註2]	佔總數(B)之比重(%)	佔總數(A)之比重(%)
		河川橋(溝渠橋)	穿越橋(高架橋)	跨越橋	匝環道橋(CDRoad)	合計			
1	橋墩(台)基礎補強	190	248	16	53	507	1718	29.51	24.77
2	橋墩鋼板包覆補強	69	31	4	77	181	1378	13.13	8.84
3	橋墩混凝土包覆補強	69	172	2	7	250	1378	18.14	12.21
4	橋墩帽梁補強	86	79	4	38	207	262	79.01	10.11
5	橋台軀體補強	1	0	6	0	7	520	1.35	0.34
6	增設混凝土止震塊	452	438	39	103	1032	-	-	50.42
7	增設鋼板止震裝置	156	280	42	53	531	-	-	25.94
8	增設防落長度裝置	150	69	20	46	285	-	-	13.92
9	增設 防震拉條	28	6	1	3	38	-	-	1.86
10	端隔版(梁)補強	12	0	0	3	15	-	-	0.73
11	增設剪力榫	14	83	13	25	135	-	-	6.60
12	抽換防震拉條	20	20	0	24	64	98	65.31	3.13
13	中空柱灌混凝土	12	40	0	3	55	435	12.64	2.69
14	力量分散裝置	15	0	0	1	16	-	-	0.78
15	混凝土條補材料塗裝	4	0	0	0	4	-	-	0.20
16	橋墩 FRP 包覆補強	18	0	2	0	20	-	-	0.98
17	增設混凝土連梁	0	6	0	0	6	-	-	0.29
18	增設隔離裝置	0	0	0	1	1	-	-	0.05
19	液態黏滯性阻尼器	16	0	3	3	22	-	-	1.07

各類橋梁之橋墩(台)數量(含補強及未補強者)	橋梁種類				第二期工程(第 1 優先路段)之橋墩(台)總數(A)(含補強及未補強者)
	河川橋(溝渠橋)	穿越橋(高架橋)	跨越橋	匝環道橋(CDRoad)	
	649	886	107	405	2047

註：1. 表中數量為進行各補強工法之橋墩、橋台數量，故其數量總和將大於該類橋梁橋墩(台)總數。

2. 總數(B)為該補強項目橋梁構件之總數，如「中空柱灌混凝土」之總數(B)即為本工程範圍所有中空橋柱之總數。

7.7.1 第 M31 標主要課題及設計內容

本標工程範圍包含自國道3號福爾摩沙高速公路汐止系統交流道北側往南至安坑溪橋南側(STA.10k+300~STA.32k+600)之主線橋、跨越橋、匝環道橋及連絡道橋，並包括碧潭橋與新店高架橋等兩座特殊橋，合計共69座橋，其中包括河川橋(溝渠橋)16座、穿越橋15座、跨越橋1座、匝環道橋31座及連絡道橋4座。橋梁耐震補強設計內容及補強之橋墩(台)數量彙整如表7.7.1-1所示。

表7.7.1-1　第M31標橋梁耐震補強設計成果彙整表

補強工法		擬補強之墩(台)數量					總數(B)[註2]	佔總數(B)之比重(%)	佔總數(A)之比重(%)
		河川橋(溝渠橋)	穿越橋(高架橋)	跨越橋	匝環道橋(CDRoad)	合計			
1	淺基礎補強	43	21	2	21	87	262	33.21	17.54
2	深基礎補強	26	27	0	16	69	248	27.82	13.91
3	橋墩鋼板包覆補強	14	0	0	8	22	380	5.79	4.44
4	橋墩混凝土包覆補強	33	4	2	5	44	380	11.58	8.87
5	橋墩帽梁補強	41	42	2	3	88	93	94.62	17.74
6	橋台軀體補強	1	0	0	0	1	130	0.77	0.20
7	增設混凝土止震塊	102	83	3	72	260	-	-	52.42
8	增設鋼板止震裝置	45	26	4	22	97	-	-	19.56
9	增設防落長度裝置	23	28	2	28	81	-	-	16.33
10	增設防震拉條	8	6	0	3	17	-	-	3.43
11	端隔版(梁)補強	6	0	0	2	8	-	-	1.61
12	增設剪力榫	14	21	1	14	50	-	-	10.08
13	抽換防震拉條	4	4	0	5	13	15	86.67	2.62
14	增設隔離套筒	4	3	0	2	9	-	-	1.81
15	中空柱灌混凝土	10	4	0	3	17	129	13.18	3.43
16	力量分散裝置	7	0	0	1	8	-	-	1.61
17	混凝土條補材料塗裝	4	0	0	0	4	-	-	0.81
18	橋墩 FRP 包覆補強	18	0	0	0	18	-	-	3.63
19	增設混凝土連梁	0	6	0	0	6	-	-	1.21
20	增設隔離裝置	0	0	0	1	1	-	-	0.20
21	液態黏滯性阻尼器	0	0	3	3	6	-	-	1.21

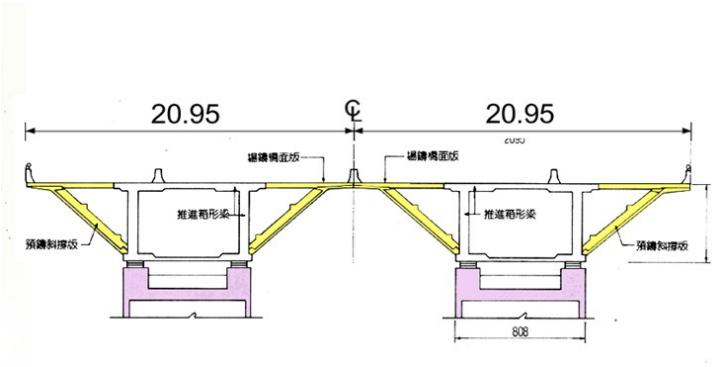
各類橋梁之橋墩(台)數量(含補強及未補強者)	橋梁種類				第 M31 標之橋墩(台)總數(A)(含補強及未補強者)
	河川橋(溝渠橋)	穿越橋(高架橋)	跨越橋	匝環道橋(CDRoad)	
	198	142	8	148	496

註：1. 表中數量為進行各補強工法之橋墩、橋台數量，故其數量總和將大於該類橋梁總數。
2. 總數(B)為該補強項目橋梁構件之總數，如「中空柱灌混凝土」之總數(B)即為本工程範圍所有中空橋柱之總數。

本標耐震補強設計主要課題整理說明如下：

一、北側基隆河橋

本橋位於汐止市山光里，北上線STA.10K+426.4~10K+905.8，南下線STA.10K+462.8~10K+942.2，跨徑配置均為(47.2+7@55+47.2) =479.4m，南下線為寬度20.95m寬9跨連續預力混凝土箱型梁橋，北上線則分別配置寬度12.65m寬6跨連續及20.95m寬3跨連續預力混凝土箱型梁。下部結構採六邊形單柱中空橋墩設計，柱高因地形條件變化甚大(1.59~25.97m)，基礎則為樁基礎與擴展式基礎。本橋因跨越中山高與基隆河，設計時考量地形限制及交通維持等因素，故以推進工法施作；又因本橋面單面寬達21m，除採用單箱型梁節塊外，配合預鑄斜撐版及場鑄橋面版施築，為國內首次採用節塊推進工法配合預鑄斜撐板施工之橋梁，另最大跨距達55m，為施工當時採推進工法之主線橋中最長者。



本橋經詳細評估後，支承之水平力強度不足，以鋼板止震裝置、剪力榫進行支承強度之補強。橋柱之抗剪能力亦不足，以橋墩混凝土包覆補強，並於塑鉸區內灌混凝土進行韌性補強。本橋橋墩PN1,PS1為直接基礎，其穩定性不足，以擴大基礎進行補強；橋墩PN2~PN3、PS2~PS5為樁基礎，其承載能力及碁樁主筋不足，故以增樁進行基礎補強。

二、四分里坑高架橋STA.17K+528

四分里坑高架橋址位於山坡地，全橋高程相差大，上構為預力I型梁，下構為門架式圓柱橋墩，依據詳細評估結果顯示，部分橋柱剪力強度不足及部分基礎穩定性及撓曲強度不足，其中橋墩PN5、PN6及PS4直接基礎因山坡地沖蝕問題有局部裸露，皆需進行補強，為考量橋址位於山坡地大型機具不易進入，橋柱補強採用FRP包覆補強，基礎補強則以增設微型樁補強為主來提升基礎穩定性，並擴大樁帽補足鋼筋以增加基礎之撓曲強度。

依竣工圖顯示，四分里坑高架橋帽梁原設計之鋼筋量較少，底層筋僅9-32ψ，經詳細評估結果顯示全橋帽梁撓曲強度皆不足，補強方式採帽梁軀體補強。

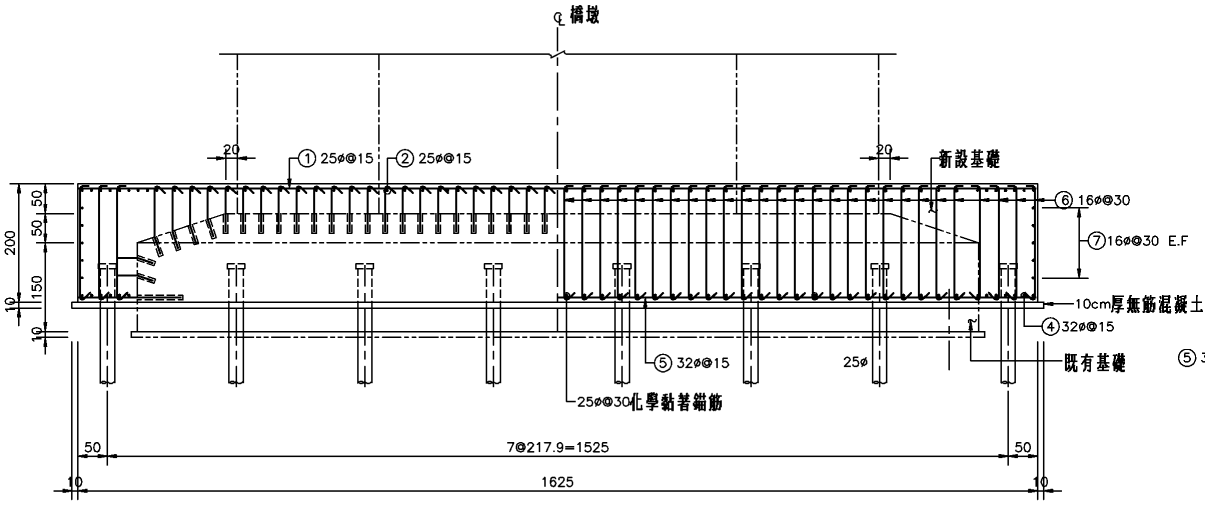


圖7.7.1-1　四分里坑高架橋增設微型樁補強

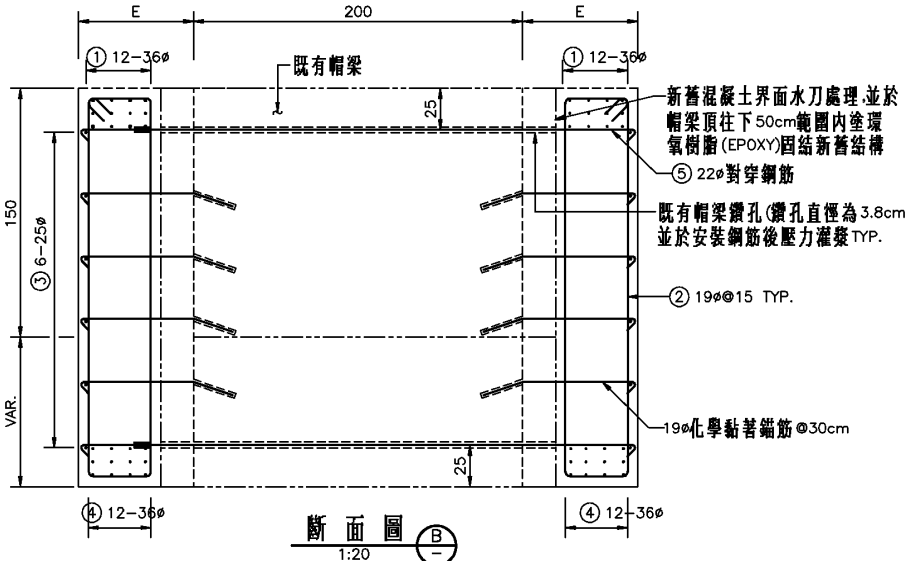


圖7.7.1-2　四分里坑高架橋帽梁軀體補

三、木柵交流道匝道四景美溪橋STA.20K+800

木柵交流道匝道四景美溪橋全長為171.15公尺，計有4跨(31.15+45+50+45)，全為連續PC箱型梁。橋墩均為鋼筋混凝土單柱構造，支承及基礎均為盤式支承及淺基礎。除了第一墩PD3橋墩之支承為活動式外，其餘橋墩均為固定式。經由評估分析，於最大考量地震下，橋台AD3、橋台AD4及橋墩PD3支承之橫向抗剪能力不足；橋墩PD4與橋墩PD5支承之縱橫兩向抗剪能力皆不足；橋墩基礎穩定性不足，均會翻覆，因此須進行耐震補強。木柵交流道匝道四景美溪橋補強對策為於橋台AD4、橋台AD3及橋墩PD3墩頂處設置混凝土止震塊，以補足橫向抗剪能力之不足；於橋墩PD4與橋墩PD5墩頂處設置剪力榫(固定端)，以補足縱橫向抗剪能力之不足(詳見圖7.7.1-3)；橋墩PD5基礎覆土過深(10.36m)，避免短柱效應，故其增設隔離套筒；又因覆土過

深，基礎補強不易，故於橋墩PD3加裝力量分散裝置與其基礎增設微型樁(micro pile)(詳見圖7.7.1-4)進行補強，以避免橋墩PD4及PD5基礎補強。其橋墩PD3加裝力量分散裝置(詳見圖7.7.1-5)，導致墩柱剪力容量不足，故進行混凝土包覆補強。

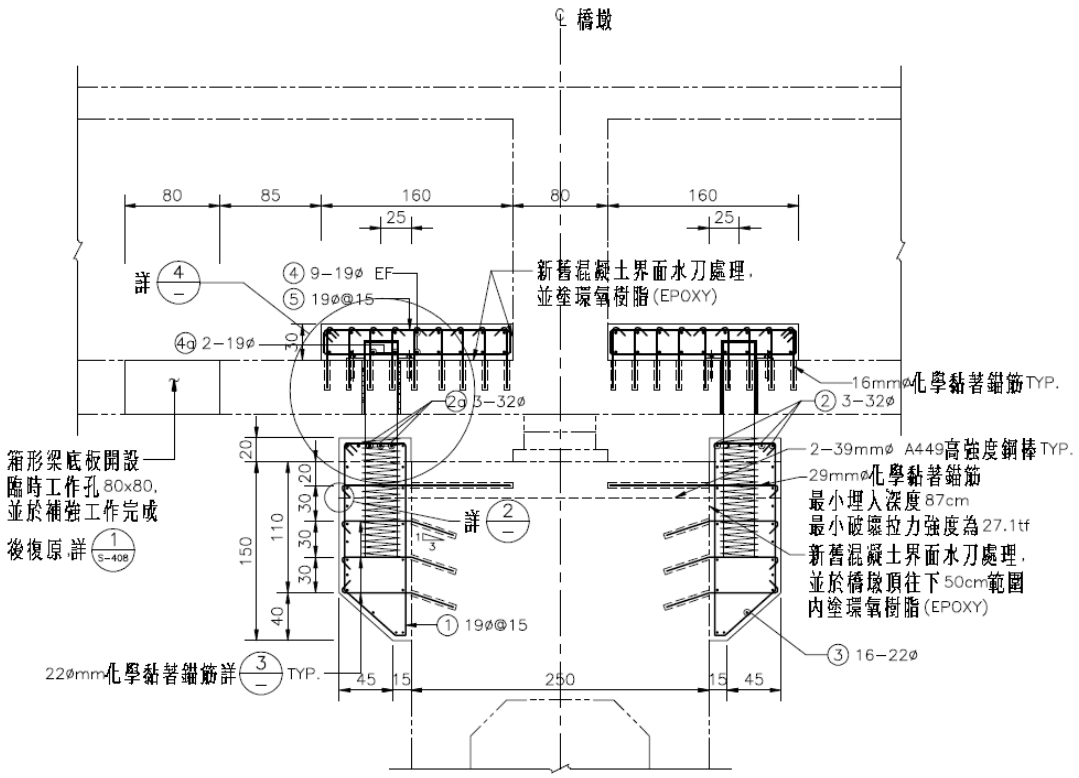


圖7.7.1-3　增設剪力榫

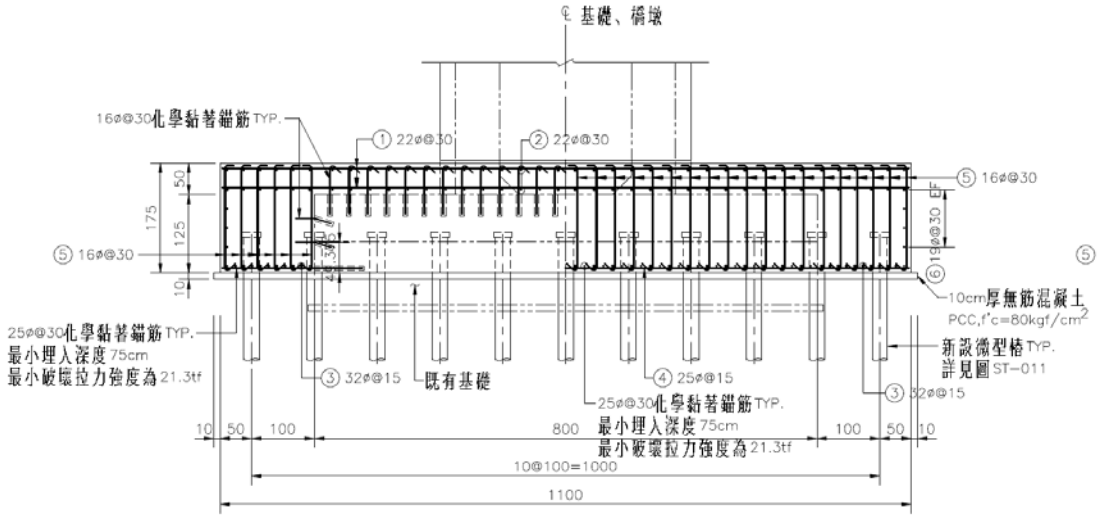


圖7.7.1-4　橋墩PD3基礎補強

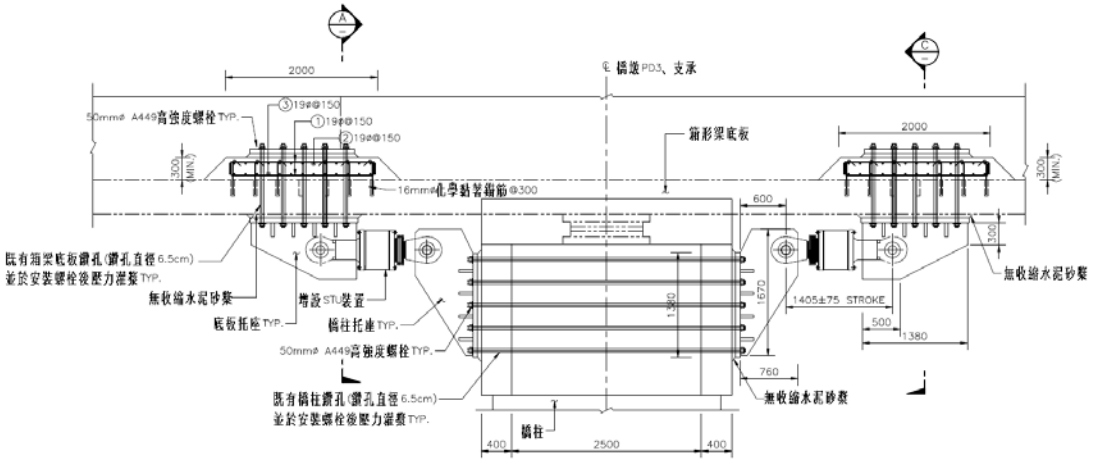


圖7.7.1-5　增設地震力量分裝置

四、新店高架橋耐震補強

新店高架橋為高架橋之其中一段，位於台北木柵及新店交界處。自里程14K+977.1至16K+030.4，採用雙向分離式設計，上部結構為五跨連續V型鋼橋墩箱型梁，橋面板為鋼床板設計(如圖7.7.1-6)。此橋梁對於台灣美學設計及鋼橋施工水平均有大幅提升，並於民國九十二年十月二十八日正式通行啟用。北上線全長1,047公尺，共計十跨。其中除主橋外其它為I型梁。南下線全長781.5公尺，共計有二十跨。其中除主橋及匝道之橋墩為單柱式外其它多為門架是橋墩。橋墩部分均為鋼筋混凝土懸臂式單柱構造。

圖7.7.1-6　新店高架橋

依據新店高架橋設計圖及竣工圖，將原結構特性建立。為盡可能精確反映工址之地震規模、斷層距離與震源效應，採用實測地震紀錄為基準，進行非線性歷時分析及評估。評估結果，上部結構及墩柱部份，符合規範之耐震性能要求，惟支承及下部結構強度容量小於耐震性能需求，抵抗地震力能力不足需進行補強。於初部設計階段提出兩個補強方案。

依據評估結果，耐震補強方案一採用補足強度容量以符合各構件強度需求的策略。支承部份，可採用更換支承以補足強度容量，或加設止震裝置抵抗地震水平力。若採用止震裝置抵抗地震水平力則需考量未來仍有更換支承的可能，故需預留更換空間。初部設計補強方案採由墩柱頂增設混凝土止震塊及於V型鋼柱底部加設鋼止震板如圖7.7.1-7，將力量介由止震裝置直接導入墩柱以減少支承的負擔以達到構件強度需求的目標。

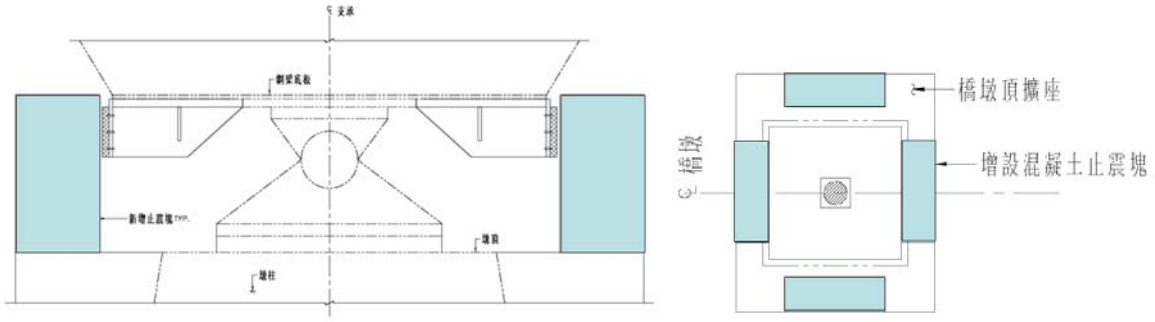


圖7.7.1-7　加設止震裝置

直接基礎部份，同樣有強度容量小於需求的情況，且在穩定性部份最小接觸面積比皆無法滿足容許值造成不穩定狀況而無法進行其它檢核，可採用加設基礎岩錨或裝設微型樁以增加基礎之穩定性。初步設計包括基礎擴座、增樁、增厚等方式增加基礎的耐震容量，以滿足橋柱傳至基礎之地震力需求。

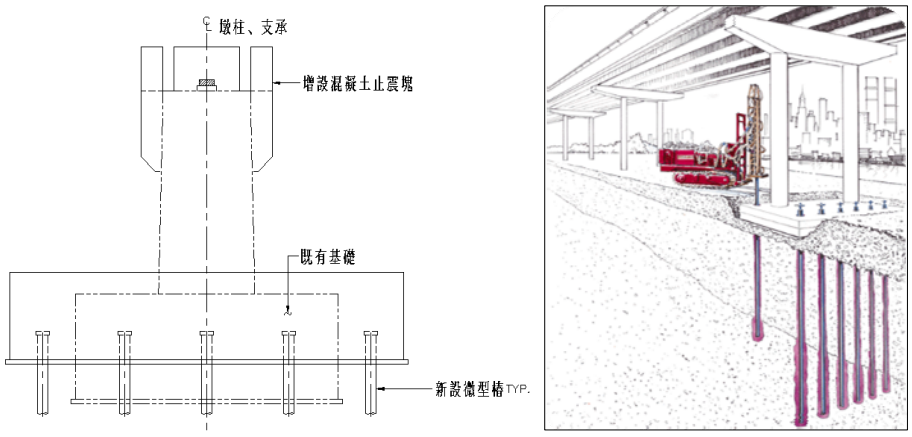


圖7.7.1-8　新設微型樁

樁基基礎部份，由於原預力樁與基礎接合處鋼筋量不足之問題，可採用加設場鑄基樁或裝設鋼管樁。初步設計採用裝設鋼管樁增加基礎的耐震容量，以減少接合處鋼筋需求，以滿足基礎之地震力需求。

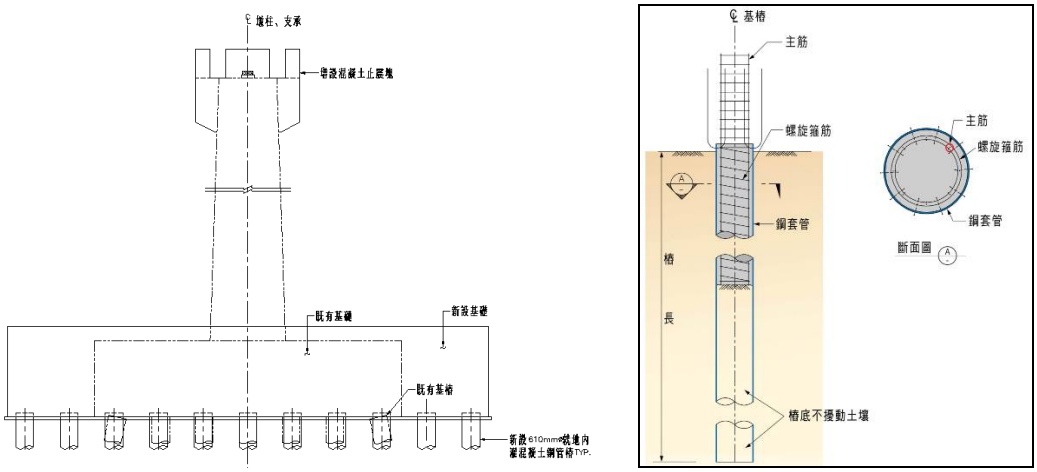


圖7.7.1-9　新設微型樁

補強方案二，考量採用更新支承方式，將原支承更換為隔震支承，以延長基本振動週期，且配合消能元件系統，降低傳遞至下部結構之地震力，以減少基礎補強。新店高架橋既有軸樞支承本體高度約為90公分，考量在既有的空間高度下採用更換摩擦單擺系統支承如圖7.7.1-10。

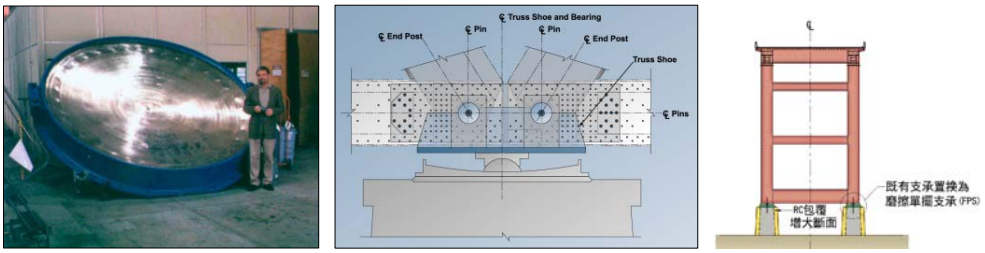


圖7.7.1-10　摩擦單擺系統支承

本方案初部設計採用摩擦單擺支承系統，考量單支承在最新規範考量地震力作用下，下傳之水平剪力最接近原設計值之設計剪力，並依據摩擦單擺支承理論進行初步計算並考量溫度效應作用下預估伸縮縫位移量，並選用伸縮縫型式。配合摩擦單擺系統支承尺寸規格，加寬柱頂及帽梁頂承載面之寬度。摩擦單擺系統支承的設置位置及系統設定參數如表7.7.1-2。摩擦單擺系統支承的初步設計如圖7.7.1-11。

表7.7.1-2　摩擦單擺支承系統系統參數設定表

支承型式	FPS 摩擦單擺支承
支承位置	SP2~SP7,NP2~NP7
摩擦係數	6%
設計側向力Fd	113.7(Ton)
設計側向位移Dt	617.9(mm)
支承承受自重(DL+SDL))	738 (Ton)
支承有效週期	5.1 (秒)

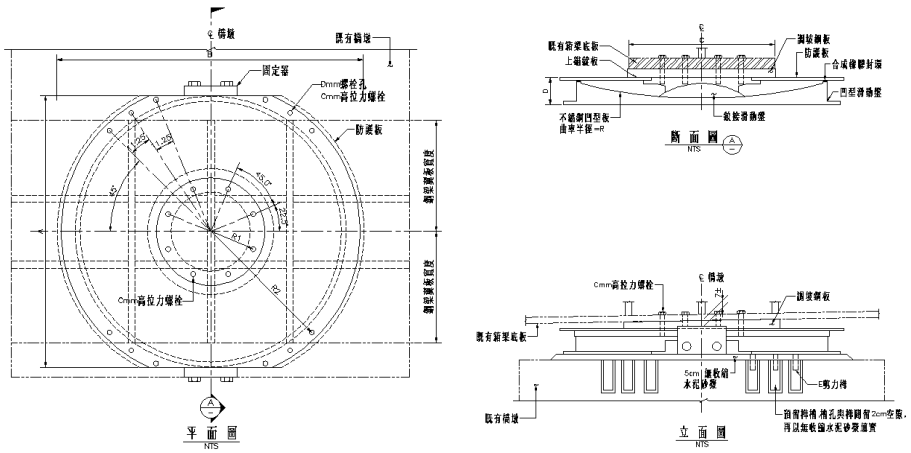


圖7.7.1-11　新設摩擦單擺系統支承

新店高架橋屬V型鋼桁架橋，更換V型鋼桁架底部鋼支承為摩擦單擺系統支承，施工考量在於支承抽換前需將V型鋼桁架轉換臨時支撐，以便支承更換作業。此補強為國內首見之方式，初步研擬可參考美國Aurora Avenue Bridge案例，利用鋼夾構造從V型鋼桁架底部束制轉換後，再進行支承更換如圖7.7.1-12。

圖7.7.1-12　美國Aurora Avenue Bridge支承案例

由於採用摩擦單擺系統支承，變位需求約為70~80公分，既有伸縮縫無法滿足位移需求，需更換為大伸縮量之豎齒型伸縮縫、模組型伸縮縫，或引進Caltrans於多座隔震橋梁所採用之新型「耐震伸縮縫(Seismic Joint)」(如圖7.7.1-13)。

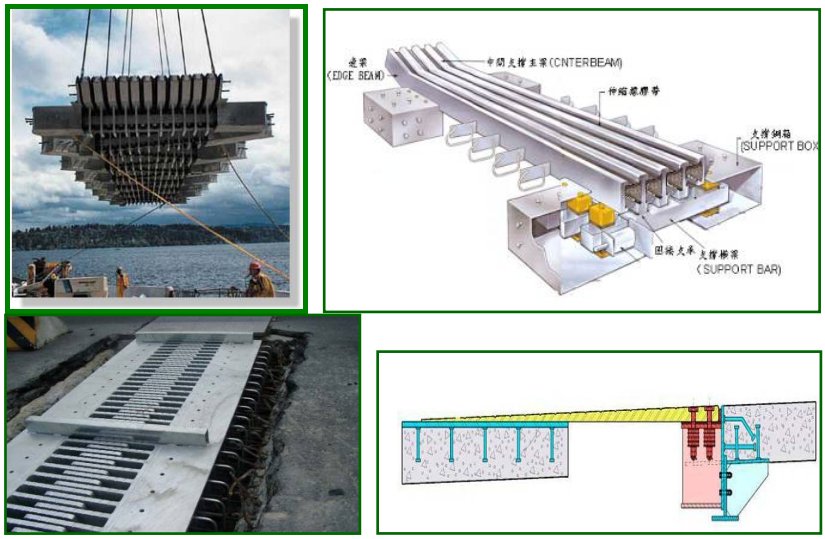


圖7.7.1-13　伸縮縫

方案二採用Caltrans於多座隔震橋梁所採用之新型「耐震伸縮縫(Seismic Joint)」如圖7.7.1-14。

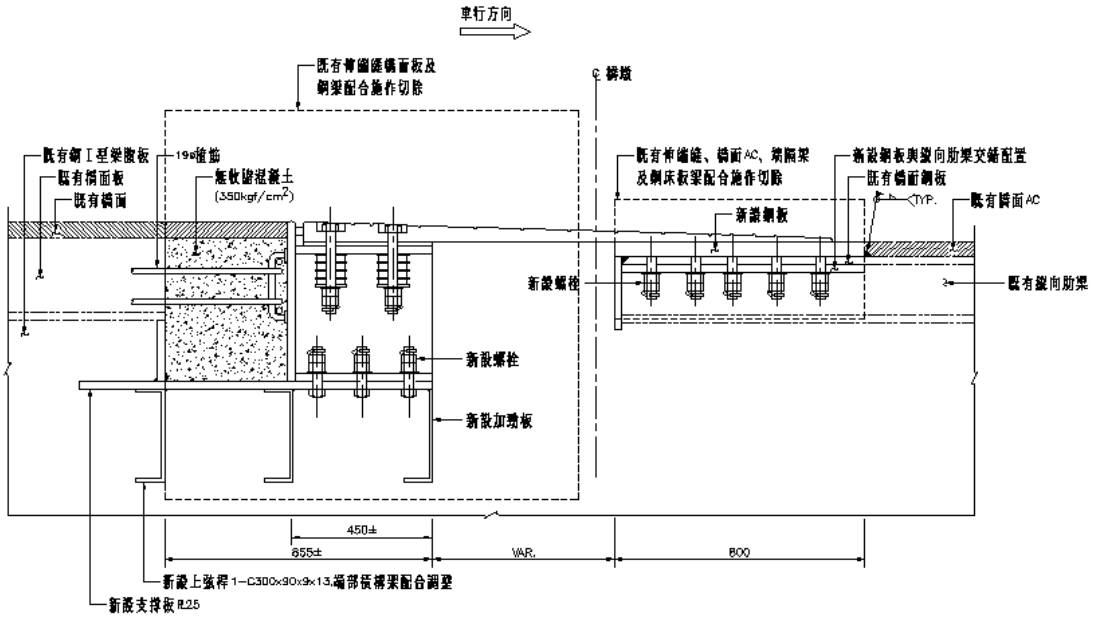


圖7.7.1-14　耐震伸縮縫(Seismic Joint)

雖然隔震方案之經費較低、景觀上較佳且工期較短。惟若採隔震方案，需考量施工期間交通衝擊及施工中風險，將造成額外的社會成本，這並不是以工程經費差額可以取代的，故細部設計最後採取方案一強支承方案，全面提升主橋之耐震性，減少對於交通上衝擊之成本。

五、碧潭橋

本橋梁位於新北市新店區，跨越新店溪之碧潭橋如圖7.7.1-15。北上線自里程29K+100~30K+082，南下線自里程29K+104~30K+053。南北線各三個車道，橋面各寬16.25公尺，為兩座獨立但近乎平行之橋梁。南下線全長813.7公尺，共計10跨(21.7+74+85+100+160+100+71+65+76+61公尺)，其中除第一跨為簡支梁外，其餘為連續箱型梁。北上線全長781.5公尺，共計有9跨(76.5+85+100+160+100+67+64+72+58公尺)，全為連續箱型梁。引橋除南下線第一跨梁深1.5公尺外，梁深均為3.5公尺，主橋由變化深度之箱型梁拱及箱型主梁組成，全橋均為場鑄後拉預力混凝土構成，橋墩均為鋼筋混凝土懸臂式單柱構造。

圖7.7.1-15　碧潭橋現況

為符合未來詳實管養維護本景觀性橋梁之需求，本公司特委託財團法人台灣營建研究院以ScanPring橋梁目視檢測系統進行本橋之目視檢測，希冀藉由此系統詳實與系統化的檢測方式，了解本橋之劣化情形，以利　貴局對本橋之未來維護與管理策略之擬定。

本橋目視檢測時發現，於跨河段拱形主橋部份，於北下線3N至4N橋拱、南下3S至4S及4S至5S橋拱(近4S側)發現有混凝土裂縫(參見圖7.7.1-16)。而於跨河段拱形主橋部份南北兩側之箱梁懸臂橋面板底板則有白華水跡(參見圖7.7.1-17)。

圖7.7.1-16　主橋拱肋混凝土裂縫

圖7.7.1-17　箱梁懸臂底板則有白華水跡

由前述碧潭橋目視檢測結果，針對箱梁懸臂橋面板底板之白華水跡情形，建議應加以處理以免混凝土劣化。而針對跨河段主橋之橋拱之裂縫現象，如對照其結構構件，其劣化現象結構影響較大，雖無立即危險，火然而為避免有害物質從裂縫中持續進入，進而影響其耐久性，造成材料劣化，進而降低結構承載力，目前應以阻絕有害物質為優先。

碧潭橋雖屬高公局管轄，但地處新北市風景區內，故橋梁維修及成效甚為重要。除對既有混凝土裂縫與白華，應阻絕有害物質進入外，考量碧潭風景區景觀整體性及本橋為重要性景觀橋梁，故拱形主橋橋墩3N~6N及橋墩3S~6S範圍，全部採防護塗層塗裝，提昇本橋混凝土結構物之耐久性及耐震性，減少未來維護管理費用及降低生命週期成本。

支承南下線橋墩1S、2S、7S~10S及北上線橋墩1N,2S,7N~10N柱頂之單向活動型支承抗水平能力皆不足，需進行補強，補強方式可採鋼板止震裝置或RC止震塊等止震裝置，以提供支承承受水平地震力之能力。由於鋼板鋼板止震裝置有重量輕及施工快速之優點且本橋位於新北市風景區內，為避免施工造成環境及附近交通之較大衝擊，故採鋼板止震裝置進行支承補強(參見圖7.7.1-18，圖7.7.1-19)，此類型之鋼板止震裝置已大量的應用於已施工完成中山高速公路橋梁耐震補強工程且成效良好(參見圖7.7.1-20)。

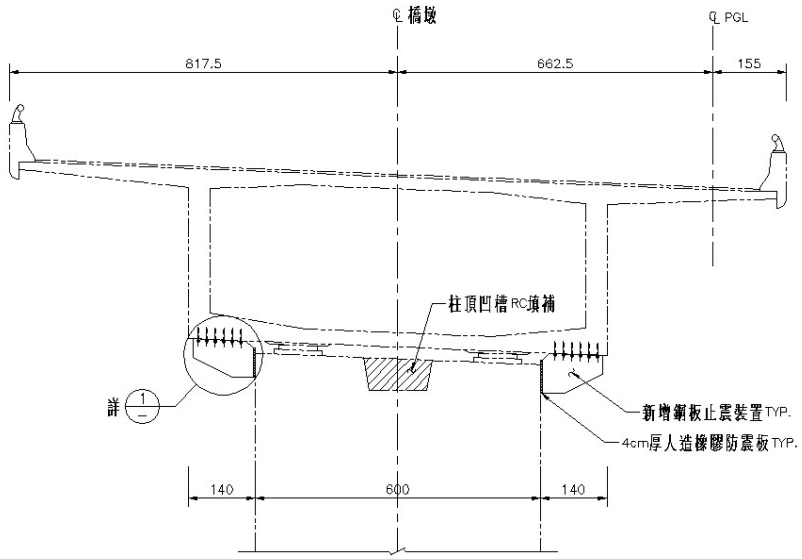


圖7.7.1-18　橋墩2S，7S~9S鋼板止震裝置

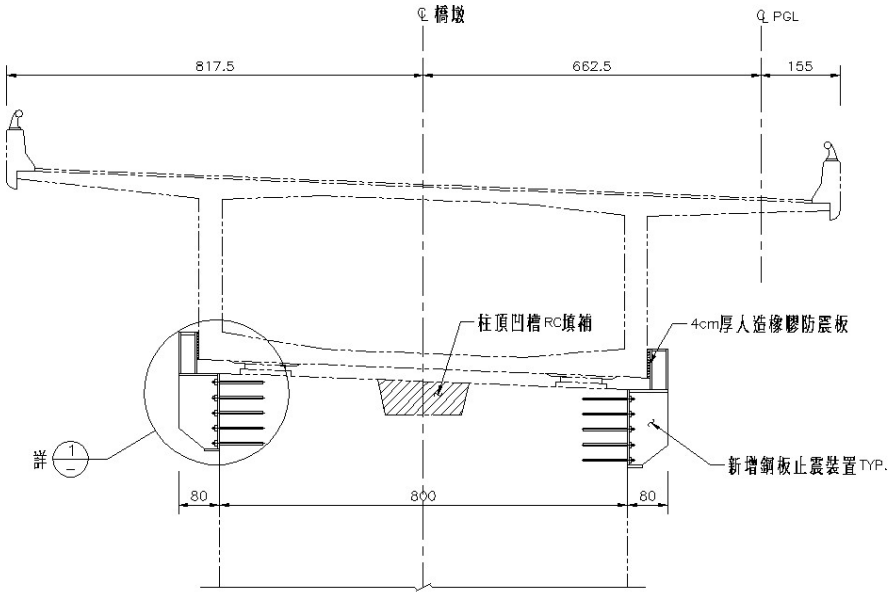


圖7.7.1-19　橋墩1S，10S鋼板止震裝置

圖7.7.1-20　鋼板止震裝置示意圖

六、安坑交流道匝道5跨越橋STA.31K+100

安坑交流道匝道5跨越橋全長為157.85m，計有3跨，全為連續PC箱型梁。其橋墩均為鋼筋

混凝土壁式構造，支承及基礎為盤式支承及深基礎(基樁式)。其中除了橋墩P2支承為活動式外，其餘為固定式。經由評估分析，於最大考量地震下，橋墩縱向韌性容量不足；橋台A1、橋台A2及橋墩P2支承之橫向抗剪能力不足；橋墩P1支承之縱橫兩向抗剪能力不足；橋墩P1與橋墩P2柱剪力容量不足；橋墩基礎穩定性及強度皆不足，且均會翻覆，因此須進行耐震補強。安坑交流道匝道5跨越橋補強對策為於橋台A1及橋台A2設置混凝土止震塊，以補足橫向抗剪能力之不足；於橋墩P1墩頂處設置剪力榫(固定端)，以補足縱橫向抗剪能力之不足，墩柱進行混凝土包覆補強，以補足剪力容量之不足；於橋墩P2墩頂處設置剪力榫(活動端)，以補足橫向抗剪能力之不足，墩柱進行混凝土包覆補強，以補足墩柱剪力容量之不足(詳見圖7.7.1-21)；橋墩P1及橋墩P2間有國道3號穿越，避免主線交維，故僅能進行其基礎局部補強。故於橋台A1及橋台A2裝置液態黏滯性阻尼器，增加阻尼比，以抑制橋梁縱向地震力(詳見圖7.7.1-22)，令橋墩P1及橋墩P2基礎僅需局部增設100cmΦ之全套管混凝土樁，且橋墩縱向韌性容量可達到其耐震需求(詳見圖7.7.1-23)。

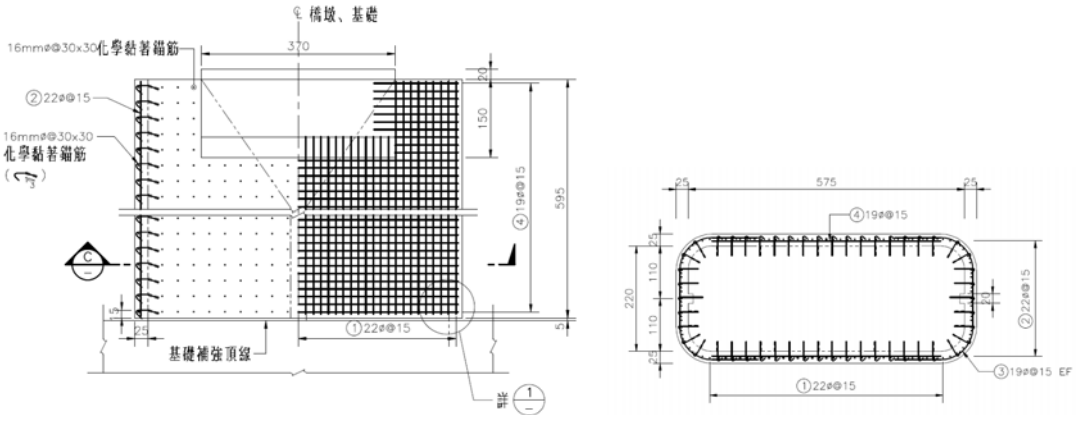


圖7.7.1-21　橋墩墩柱補強

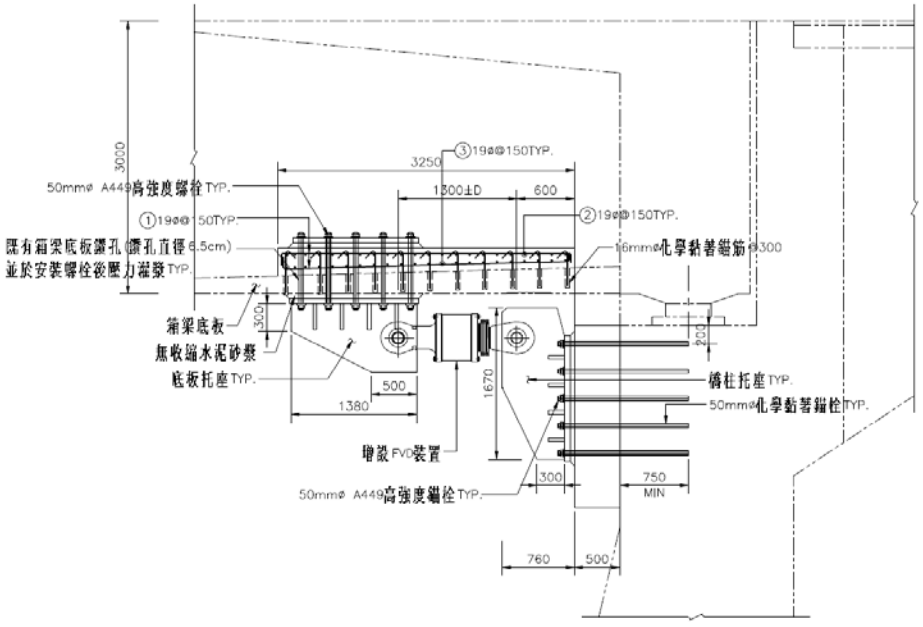


圖7.7.1-22　增設液態黏滯性阻尼器

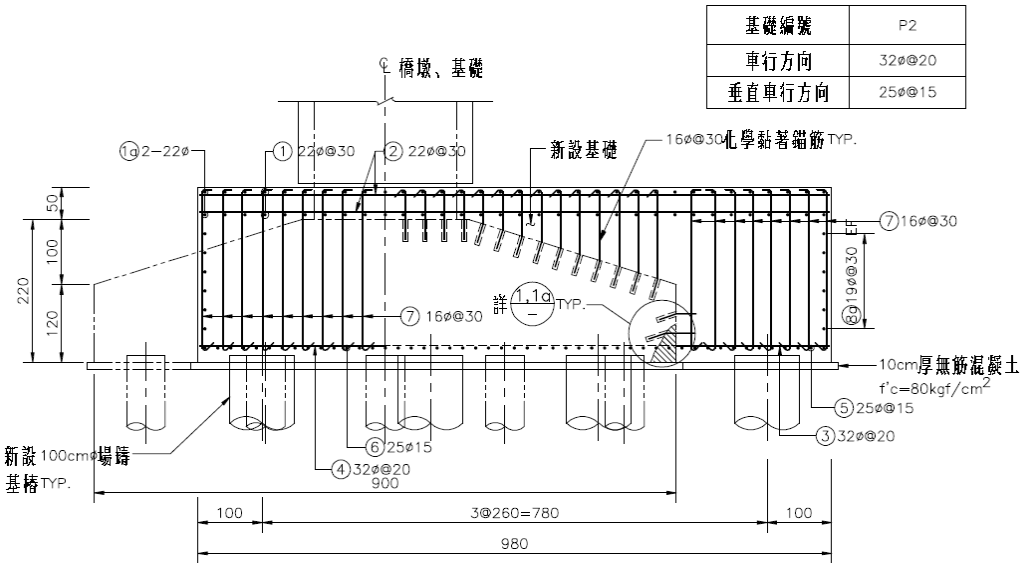


圖7.7.1-23　橋墩基礎補強

七、安坑交流道匝道6跨越橋STA.31K+100

安坑交流道匝道6跨越橋全長為226.3m，計有4跨，全為連續鋼箱型梁。其橋墩均為鋼筋混凝土壁式構造，支承及基礎為盤式支承及深基礎(基樁式)，其中除了P3橋墩支承為活動式外，其餘為固定式。經由評估分析，於最大考量地震下，橋台A1與橋台A2防落長度不足及其支承橫向抗剪能力不足；橋墩P1支承之縱橫兩向抗剪能力不足；橋墩P2與橋墩P3支承之橫向抗剪能力不足；橋墩基礎穩定性及強度皆不足，且均會翻覆，因此須進行耐震補強。安坑交流道匝道6跨越橋補強對策為於橋台A1及橋台A2、橋墩P1~P3設置混凝土止震塊，以補足橫向抗剪能力之不足；橋墩P1及橋墩P2間有國道3號穿越，避免主線交維，故僅能進行其基礎局部補強。故於橋墩P3裝置液態黏滯性阻尼器，增加阻尼比，以抑制橋梁縱向地震力及位移(詳見圖7.7.1-24)，令橋墩P1及橋墩P2基礎僅需局部增設100cmΦ之全套管混凝土樁、橋墩P3增設100cmΦ之全套管混凝土樁，且橋台A1與橋台A2防落長度可達到其耐震需求(詳見圖7.7.1-25)。

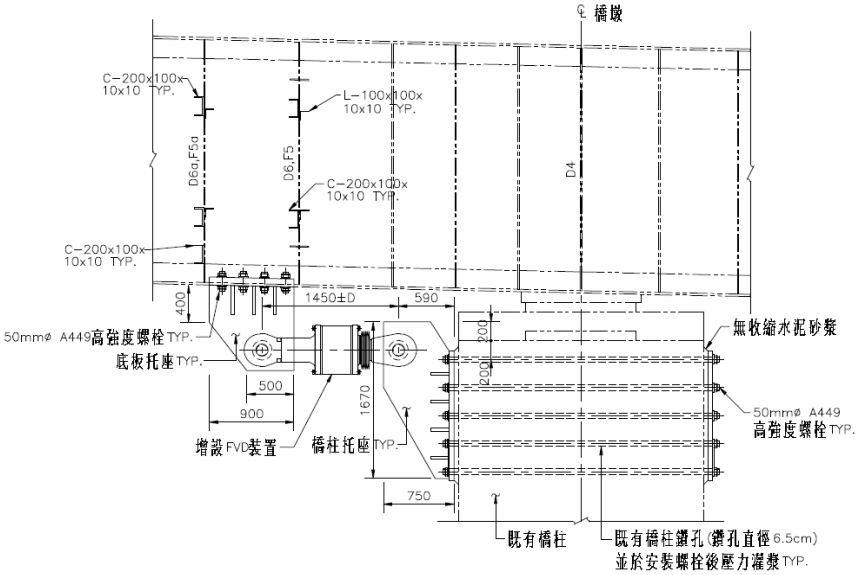


圖7.7.1-24　增設液態黏滯性阻尼器

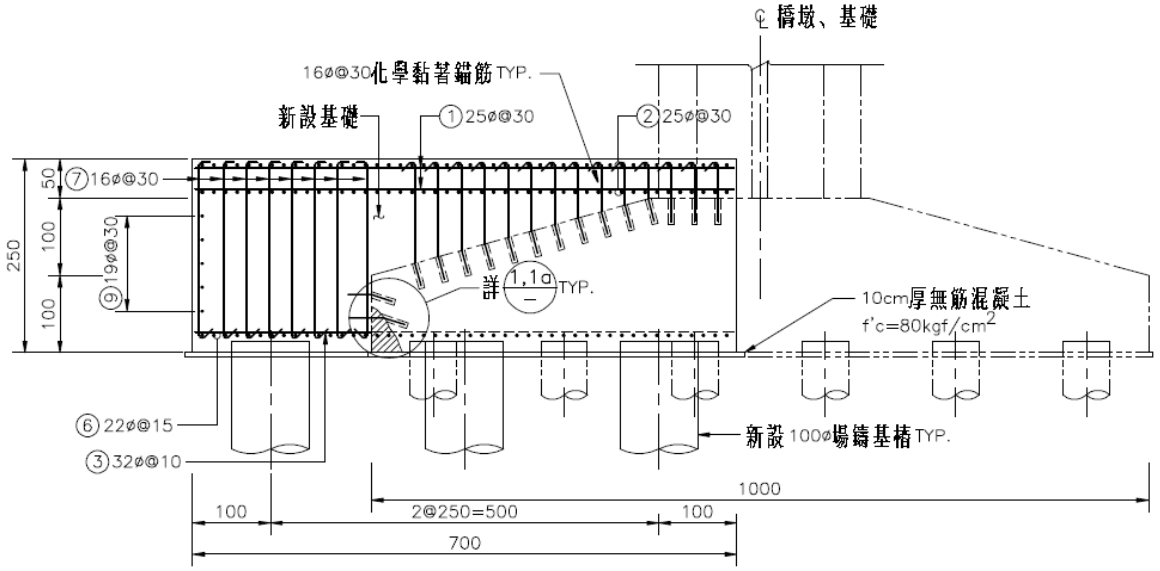


圖7.7.1-25　橋墩基礎補強

八、安坑交流道連絡道跨越橋STA.31K+100

安坑交流道連絡道跨越橋全長為126.2m，計有3跨，全為連續PC箱型梁。其橋墩均為鋼筋混凝土門架式構造，支承及基礎為盤式支承及深基礎(基樁式)。其中除了P2橋墩支承為活動式外，其餘為固定式。經由評估分析，於最大考量地震下，橋墩縱向韌性容量不足，橋台A1、橋台A2及橋墩P2支承之橫向抗剪能力不足；橋墩P1支承之縱橫兩向抗剪能力不足；橋墩P1與橋墩P2柱剪力容量及帽梁強度均不足；橋墩基礎強度皆不足，因此須進行耐震補強。安坑交流道連絡道跨越橋補強對策為於橋台A1、橋台A2及橋墩P2設置混凝土止震塊，以補足橫向抗剪能力之不足；於橋墩P1墩頂處設置剪力榫(固定端)，以補足縱橫向抗剪能力之不足，墩柱進行混凝土包覆補強及帽梁補強(詳見圖7.7.1-26)，以補足墩柱剪力容量及帽梁強度之不足；於橋台A1、橋台A2及橋墩P2裝置液態黏滯性阻尼器(詳見圖7.7.1-27)，增加阻尼比，以抑制橋梁縱向地震力，令橋墩P1及橋墩P2基礎無需補強，且橋墩縱向韌性容量可達到其耐震需求。

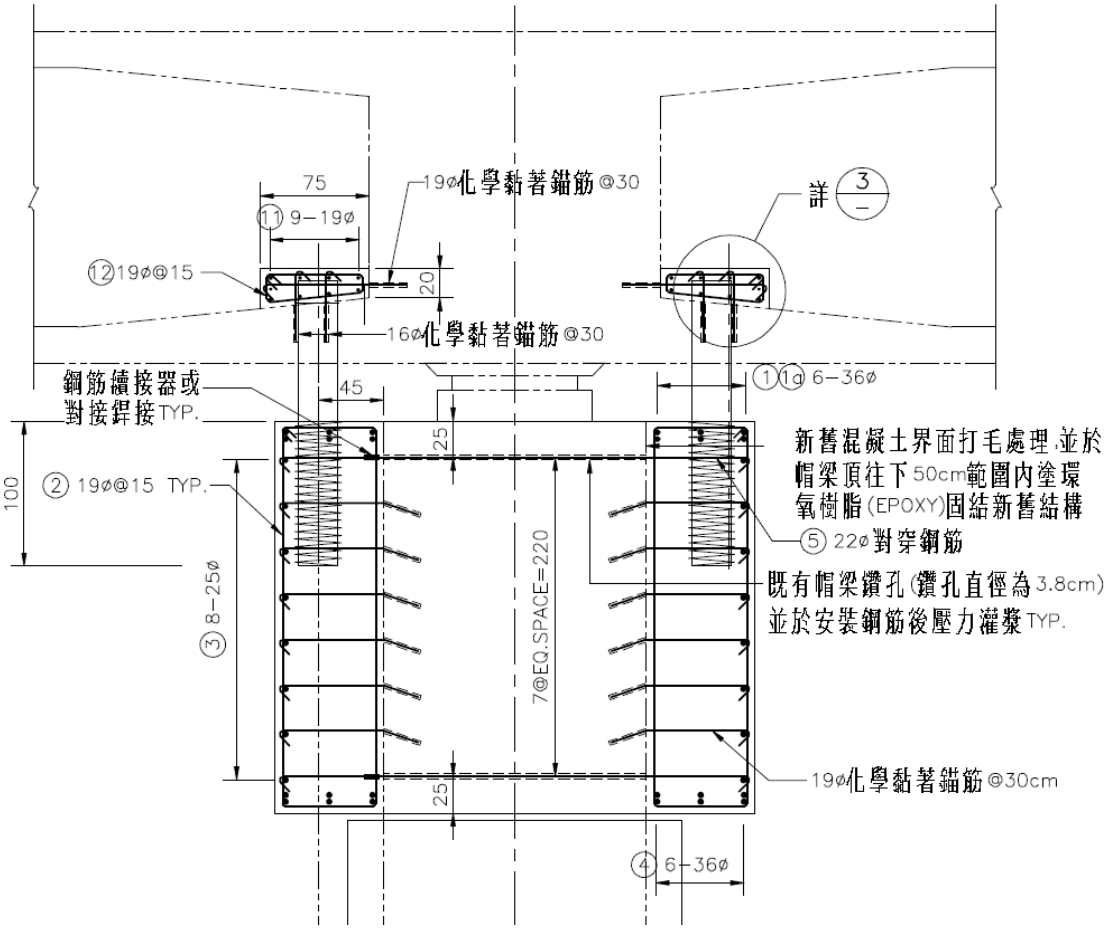


圖7.7.1-26　帽梁補強暨增設剪力榫

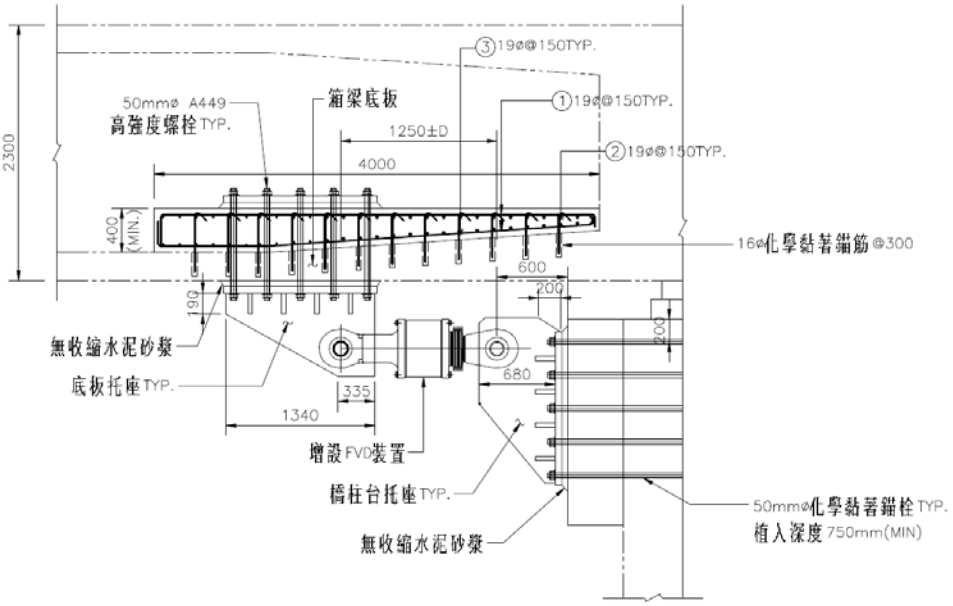


圖7.7.1-27　增設液態黏滯性阻尼器

九、安坑溪橋

安坑溪橋第一單元為RC箱型梁，橋墩為單柱固接。其後單元皆為預力I型梁，橋墩為雙柱門架。南橋全長292.1m，分三個單元，北橋全長322.1m，分四單元。分別於最後一單元處跨越五重溪，考量五重溪為整治完成之河川，其上方為祥和路，且溪畔兩側之基礎覆土達7m，考量未來地形變化應不大，故於評估時將橋柱之側向土壤彈簧加入評估。

經評估結果顯示，橋墩剪力容量不足，於單柱採鋼板包覆補強，於雙柱採FRP碳纖維包覆補強。直接基礎穩定性不足，補強策略將兩獨立基礎合併成一個聯合基礎。樁基礎於樁帽處的撓曲鋼筋量不足，採增厚補強。帽梁撓曲鋼筋量不足再加上防落長度不足，於帽梁左右兩側分別加寬40cm，以化學黏著錨筋與對穿鋼筋固著於既有帽梁上。止震塊強度不足，於帽梁補強時一併增設混凝土止震塊，箱梁側則採用剪力榫補強。

補強施工時，考量下方為安坑花市，為維持其營運，將採用分區施工之方式進行。

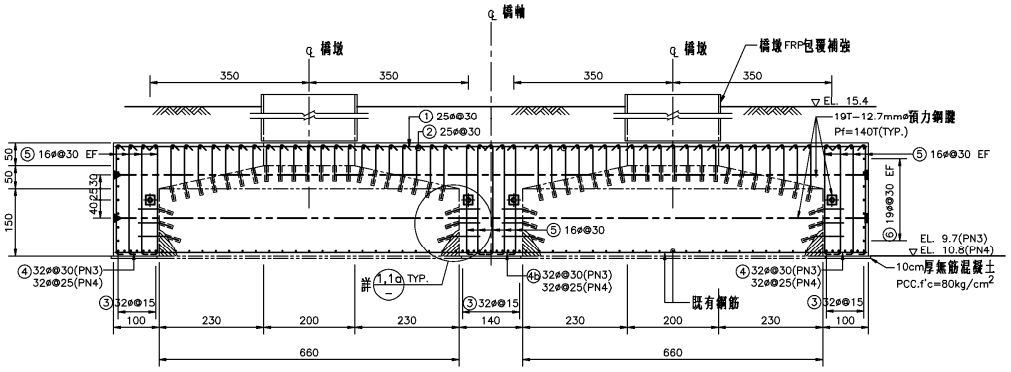


圖7.7.1-28　獨立基礎聯合補強

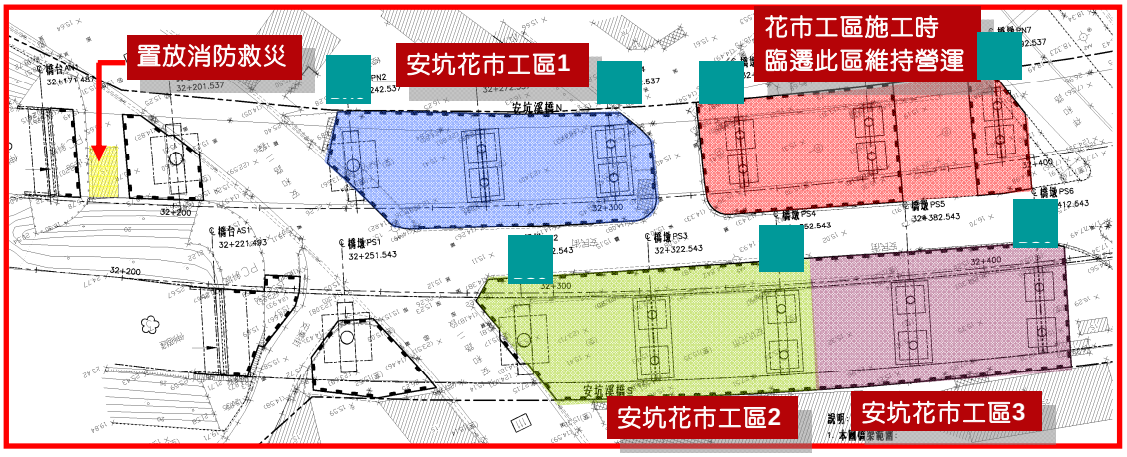


圖7.7.1-29　安坑花市分區施工

7.7.2 第 M32 標主要課題及設計內容

本標工程範圍包含自國道3號福爾摩沙高速公路安坑溪橋南側(不含安坑溪橋)往南至關西交流道南側(STA.32k+600~STA.79k+250)之主線橋、跨越橋、匝環道橋及連絡道橋，並包括合計共120座橋，其中包括河川橋(溝渠橋)28座、穿越橋59座、跨越橋與渡槽橋15座、匝環道橋16座及連絡道橋6座。橋梁耐震補強設計內容及補強之橋墩(台) 數量彙整如表7.7.2-1所示。

表7.7.2-1 第M32標橋梁耐震補強設計成果彙整表

補強工法		擬補強之墩(台)數量					總數(B)[註2]	佔總數(B)之比重(%)	佔總數(A)之比重(%)
		河川橋(溝渠橋)	穿越橋(高架橋)	跨越橋	匝環道橋(CDRoad)	合計			
1	淺基礎補強	9	42	8	6	65	142	45.77	9.82
2	深基礎補強	17	5	0	10	32	265	12.08	4.83
3	橋墩鋼板包覆補強	23	23	0	69	115	345	33.33	17.37
4	橋墩混凝土包覆補強	0	8	0	2	10	345	2.90	1.51
5	橋墩帽梁補強	19	21	0	35	75	127	59.06	11.33
6	橋台軀體補強	0	0	0	0	0	213	0.00	0.00
7	增設混凝土止震塊	103	54	8	17	182	-	-	27.49
8	增設鋼板止震裝置	28	68	8	17	121	-	-	18.28
9	增設防落長度裝置	71	8	2	10	91	-	-	13.75
10	端隔版(梁)補強	0	0	0	1	1	-	-	0.15
11	增設隔離裝置	0	0	0	0	0	-	-	0.00
12	中空柱灌混凝土	0	0	0	0	0	30	0.00	0.00
13	力量分散裝置	0	0	0	0	0	-	-	0.00
14	液態黏滯性阻尼器	0	0	0	0	0	-	-	0.00
15	增設剪力榫	0	54	8	10	72	-	-	10.88
16	增設防震拉條	12	0	1	0	13	-	-	1.96
17	抽換防震拉條	12	6	0	18	36	43	83.72	5.44
18	橋墩 FRP 包覆補強	0	0	0	0	0	-	-	0.00
19	增設混凝土連梁	0	0	0	0	0	-	-	0.00

各類橋梁之橋墩(台)數量(含補強及未補強者)	橋梁種類				第 M32 標之橋墩(台)總數(A)(含補強及未補強者)
	河川橋(溝渠橋)	穿越橋(高架橋)	跨越橋	匝環道橋(CDRoad)	
	164	256	37	205	662

註：1. 表中數量為進行各補強工法之橋墩、橋台數量，故其數量總和將大於該類橋梁總數。
2. 總數(B)為該補強項目橋梁構件之總數，如「中空柱灌混凝土」之總數(B)即為本工程範圍所有中空橋柱之總數。

本標耐震補強設計主要課題整理說明如下：

一、橋梁名稱：中和交流匝道A(一)

編碼:03035000PRA1

現況

中和交流匝道位於新北市中和區，地震分區為台北三區。全長280公尺，車行方向為單向。中和交流匝道A(一)一共由四個單元組成，橋墩P8'L銜接中和聯絡高架橋W(一)，中間橋墩PA8銜接中和交流匝道C，此橋梁上構為預力I型梁，橋墩P8'L~PA8為門架式橋墩，橋墩PA9L~PA13為單柱式橋墩，基礎形式均為樁基礎。橋墩混凝土強度280kgf/cm^2，鋼筋強度32ϕ(含)以上採高拉力鋼筋(fy=4200kgf/cm^2)，29ϕ以下鋼筋fy=2800kgf/cm^2。

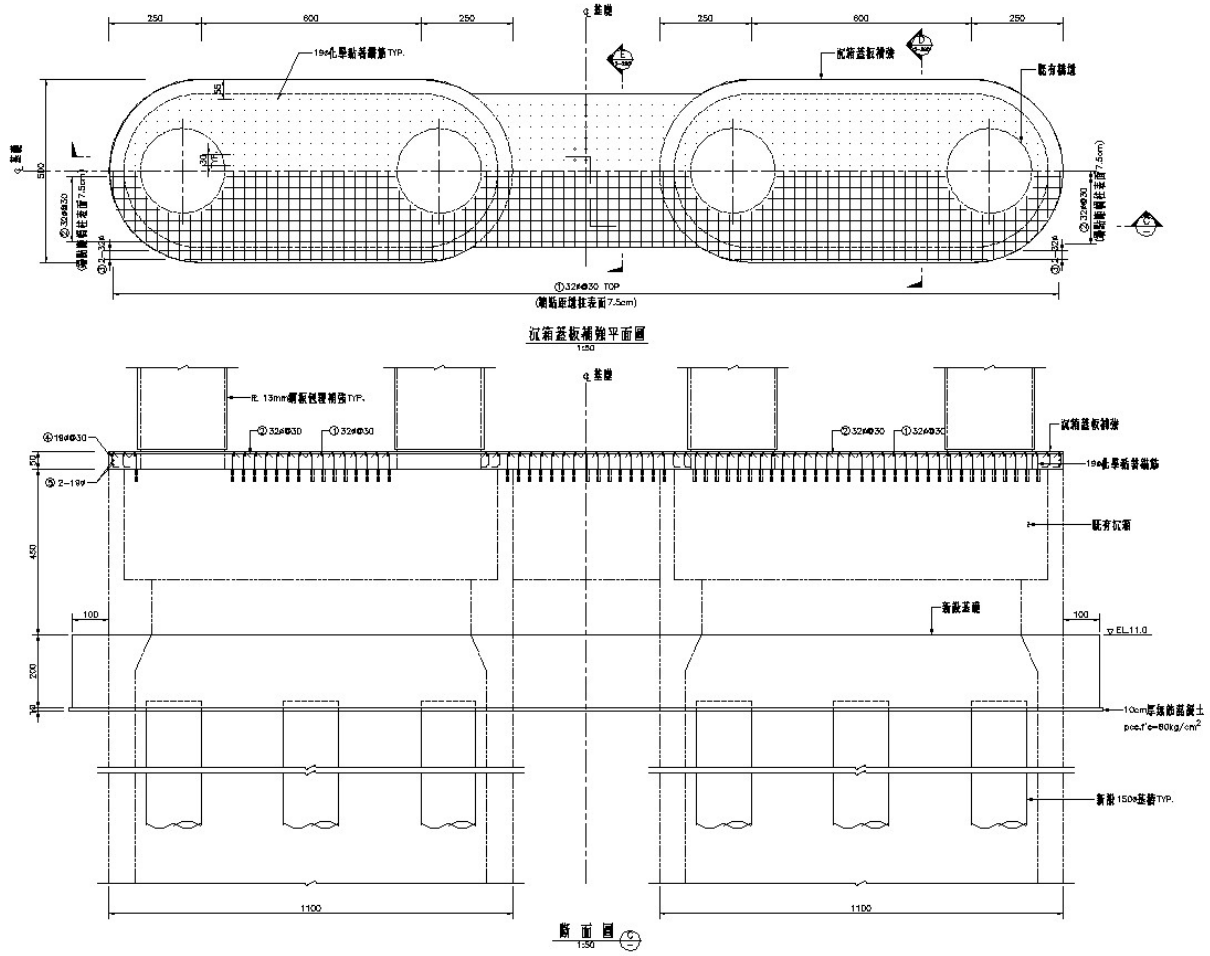
分析及補強

1. 經非線性側推評估結果顯示，橋柱韌性容量不足，因橋墩為圓形橋墩，考量施工性，故以橋墩鋼板包覆補強設計增加橋墩韌性。
2. 橋墩P8'L~PA8在最大考量地震作用情況下，原有橋墩帽梁強度不足，進行橋墩帽梁補強。
3. 在伸縮縫處(P8'L、PA4、PA8、PA11)抽換原有防震拉條。
4. 橋墩PA9L、PA10、PA11、PA12(單柱式橋墩)處因縱向止震塊強度不足，考量施工可行性，考慮以鋼止震裝置作為補強方式。

二、三峽溪河川橋

本橋跨越三峽溪之高速公路橋梁，位於里程STA.45K+295.330~45K+654.690其跨徑配置為(39.67+2@40)+(3@40)+(2@40+39.69)=359.34公尺，南北雙向橋寬各為21.05公尺，上部結構採預力預鑄I型梁，下部結構橋墩為4柱式門架橋墩，基礎為沉箱，橋台A1為扶壁式橋台及橋台A2懸臂式橋台。

依據評估結果本橋橋梁構件有橋柱剪力強度不足、混凝土止震塊撓曲及剪力強度不足、帽梁之撓曲及剪力強度不足、沉箱基礎基礎側向土壤降伏比超過規定及蓋板、箱體撓曲強度不足，而防落長度亦不足。針對上述詳評成果，針對帽梁、止震塊強度不足與防落長度亦不足之情形，採帽梁增大斷面補強，同時亦另用帽梁增加之寬度，設置止震塊補強。橋柱剪力強度不足之情形，則採鋼板包覆補強。沉箱蓋板採增厚補強，沉箱基礎之基礎側向土壤降伏比超過規定及箱體撓曲強度不足則於河床面下採增設樁帽及碁樁進行補強，如下下圖所示。



三、大漢溪河川橋STA.51+980

大漢溪河川橋全長760公尺，整橋係以每跨徑40公尺，分19個跨徑串聯而成，上部結構為合成簡支預力I型梁、RC橋面板兩跨或三跨鉸接板連續為一個單元，單向計7個單元，雙向共計14個單元，詳見圖1。下部結構為RC懸臂式Y型或V型壁式橋墩，墩高約9.5~16.8公尺，基礎由7M×16M長圓形沉箱，沉箱深14～27公尺。

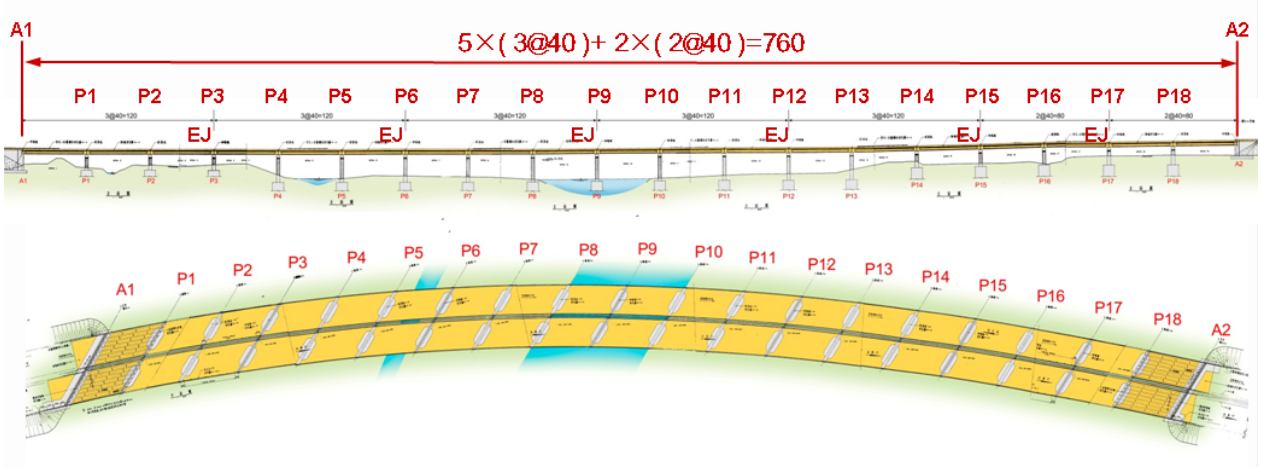


圖7.7.2-1　大漢溪河川橋平立面圖

本橋經耐震評估結果顯示，基礎與墩柱耐震能力足夠，故不需補強；上部結構防落長度不足，且墩柱之斜交角甚大(110°~132°)，故補強方式採用帽梁增加防落長度、並增設與抽換防震拉條方式補強。另既有止震塊強度不足，則以增設混凝土止震塊方式與增加防落長度共同施做補強，詳見圖2。

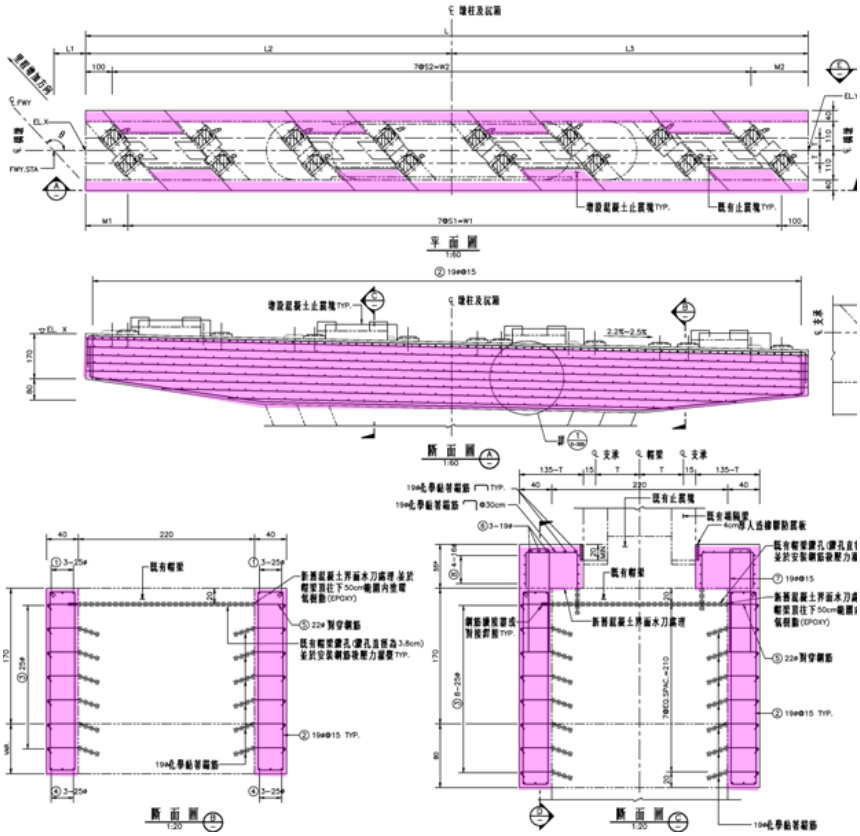


圖7.7.2-2　增設防落長度與混凝土止震塊補強

四、龍潭高架橋STA.68K+978

龍潭高架橋全橋基礎皆為直接基礎，依據詳細評估結果顯示全橋基礎之耐震能力皆不足，需予以補強，但因基礎補強所需經費甚高，依據外審意見，將直接基礎之基礎版建入模型中，並以非線性彈簧模擬土壤之行為，使其因基礎的搖擺得以消能，以提升基礎的耐震能力，重新分析後，橋墩P6、P9~P16基礎穩定性不足需要予以補強；而考量P6~P9為同一單元，且橋墩P7、P8接觸面積位於下限值邊緣，故P7、P8於策略性上也予以補強，補強方式採用增設微型樁的方式來增加基礎之穩定性。

依據評估結果顯示龍潭高架橋原設計固定端之剪力榫強度不足，須予以補強，補強方式採增設剪力榫，施工方式為在箱梁底板鑽孔，置入鋼棒及鋼護套後再灌漿固定於箱梁底板及帽梁上。

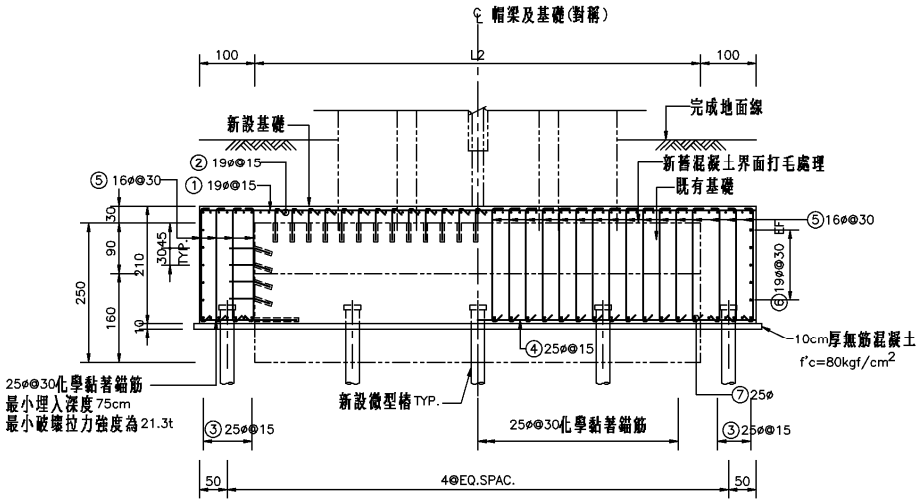


圖7.7.2-3　龍潭高架橋增設微型樁補強

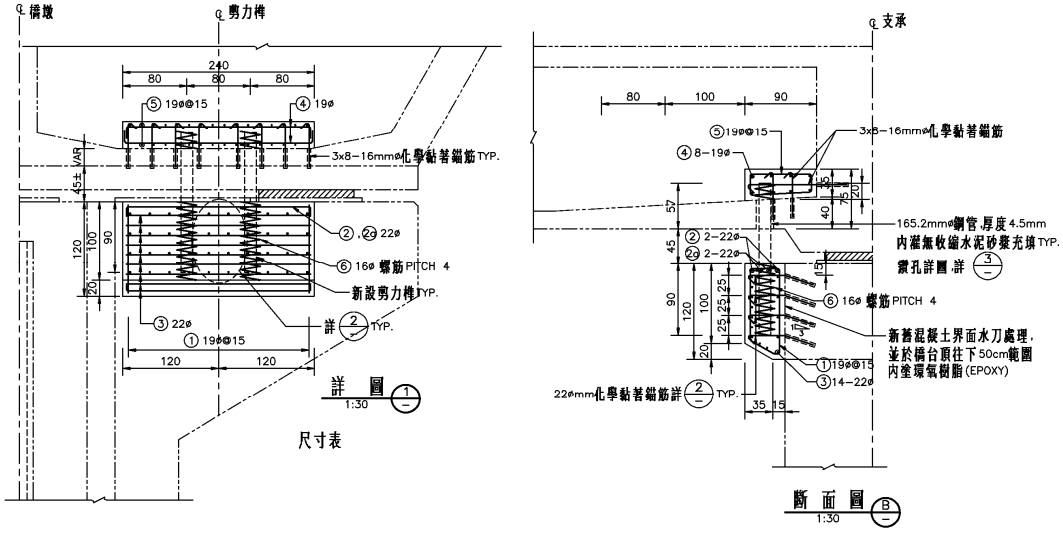


圖7.7.2-4　龍潭高架橋增設剪力榫補強

五、牛欄河一號橋

牛欄河一號橋南北兩向分離，由北端引橋和主橋此兩個單元組成。北端引橋為兩跨簡支預力U型梁，長度為60公尺，主橋為連續五跨預力箱型梁，長度為510公尺。基礎型式有直接基礎，樁基礎及沉箱基礎。

經評估結果顯示，上下部結構及墩柱部分，尚符合規範之耐震性能要求，唯支承強度容量小於耐震性能需求，耐震補強方案採用補足強度容量，以符合各構件強度需求的策略。本橋北端引橋和主橋止震塊與剪力鋼棒強度不足，細部設計採用增設混凝土止震塊補強。而主橋端跨箱梁處考量單一止震塊無法滿足抗震需求抵抗橫向力，故採用高拉力鋼棒配合混凝土止震塊使用，使橫向力能由兩止震塊共同承擔，進而減小止震塊的體積。

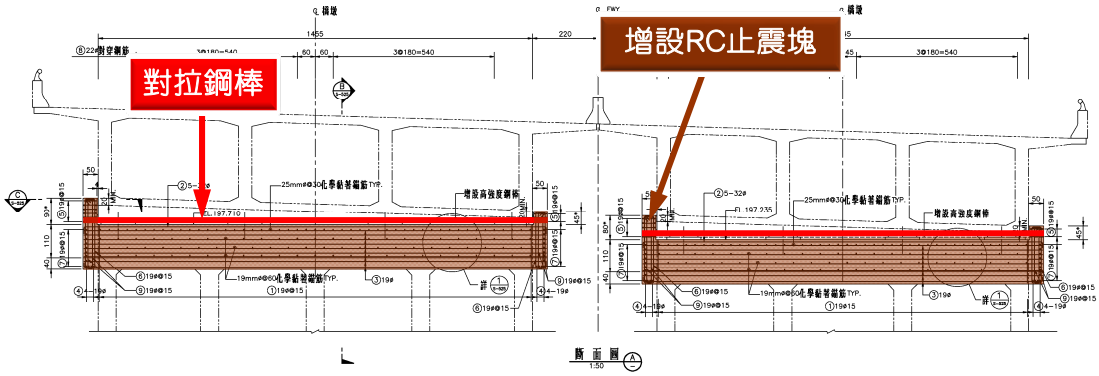


圖7.7.2-5　牛欄河一號增設止震塊補強

六、牛欄河二號橋

牛欄河二號橋由北端引橋、主橋、南端引橋此三個單元組成。北端引橋為連續三跨預力箱型梁，主橋為連續五跨預力箱型梁，南端引橋為兩跨簡支預力U型梁。

基礎均為直接基礎，分別由南、北橋兩壁式橋墩聯合作用其上。經評估結果顯示，北端引橋之基礎於兩橋墩間之撓曲強度不足，考量經濟性與施工性，僅於需求處進行基礎增厚補強。另外本橋止震塊與剪力鋼棒強度不足，採用增設混凝土止震塊補強。而箱梁處考量單一止震塊需要足夠的體積始能抵抗橫向力，而剪力鋼棒有間距上的限制無法設置足夠的數量以滿足橫向力需求，故採用高拉力鋼棒配合混凝土止震塊使用，使橫向力能由兩止震塊共同承擔，進而減小止震塊的體積。

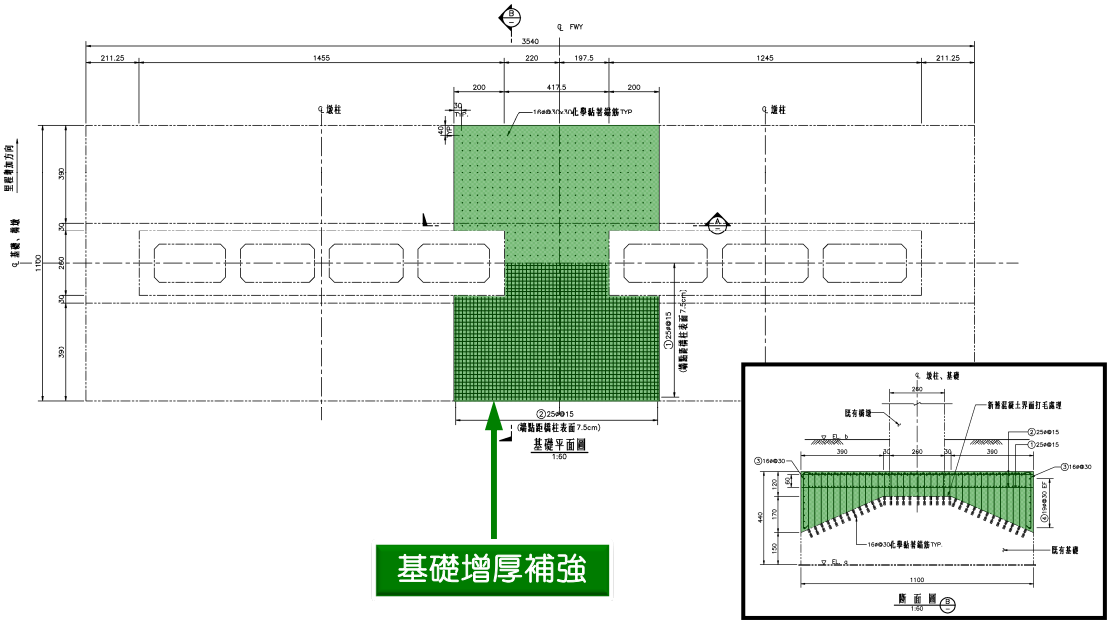


圖7.7.2-6　牛欄河二號橋基礎補強

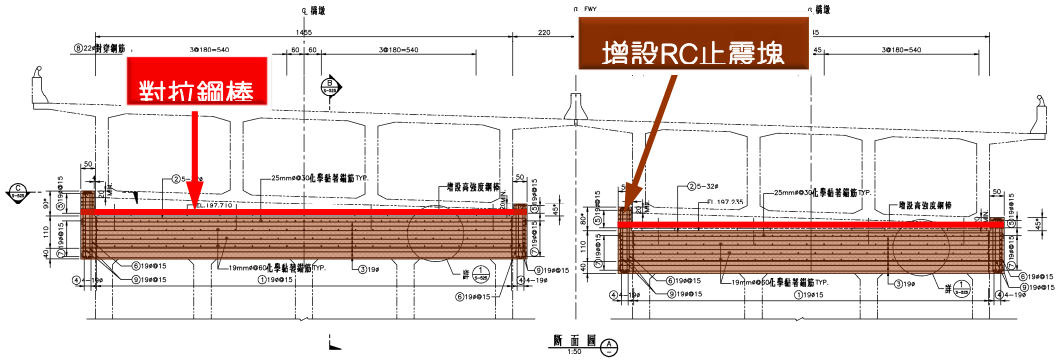


圖7.7.2-7　牛欄河二號增設止震塊補強

7.7.3　第 M34 標主要課題及設計內容

本標工程範圍包含自國道3號福爾摩沙高速公路關西交流道南側往南至台13線穿越橋南側(STA.79k+250~109k+900)之主線橋、跨越橋、匝環道橋及連絡道橋，並包括雲南路跨越橋與寶山三號跨越橋等兩座π型橋，合計共77座橋，其中包括河川橋(溝渠橋)26座、穿越橋25座、跨越橋與渡槽橋17座及匝環道橋11座。橋梁耐震補強設計內容及補強之橋墩(台) 數量彙整如表7.7.3-1所示。

表7.7.3-1　第M34標橋梁耐震補強設計成果彙整表

補強工法		擬補強之墩(台)數量					總數(B)[註2]	佔總數(B)之比重(%)	佔總數(A)之比重(%)
		河川橋(溝渠橋)	穿越橋(高架橋)	跨越橋	匝環道橋(CDRoad)	合計			
1	淺基礎補強	4	35	2	0	41	157	26.11	10.30
2	深基礎補強	32	17	4	0	53	153	34.64	13.32
3	橋墩鋼板包覆補強	24	0	2	0	26	198	13.13	6.53
4	橋墩混凝土包覆補強	36	26	0	0	62	198	31.31	15.58
5	橋墩帽梁補強	22	16	2	0	40	38	105.26	10.05
6	橋台軀體補強	0	0	6	0	6	141	4.26	1.51
7	增設混凝土止震塊	142	49	26	14	231	-	-	58.04
8	增設鋼板止震裝置	44	18	28	14	104	-	-	26.13
9	增設防落長度裝置	38	33	14	8	93	-	-	23.37
10	端隔版(梁)補強	4	0	0	0	4	-	-	1.01
11	增設隔離裝置	0	0	0	0	0	-	-	0.00
12	中空柱灌混凝土	2	8	0	0	10	83	12.05	2.51
13	力量分散裝置	0	0	0	0	0	-	-	0.00
14	混凝土條補材料塗裝	0	0	0	0	0	-	-	0.00
15	增設剪力榫	0	8	4	1	13	-	-	3.27
16	增設 防震拉條	4	0	0	0	4	-	-	1.01
17	抽換防震拉條	4	10	0	1	15	40	37.50	3.77
18	橋墩 FRP 包覆補強	0	0	2	0	2	-	-	0.50
19	液態黏滯性阻尼器	16	0	0	0	16	-	-	4.02

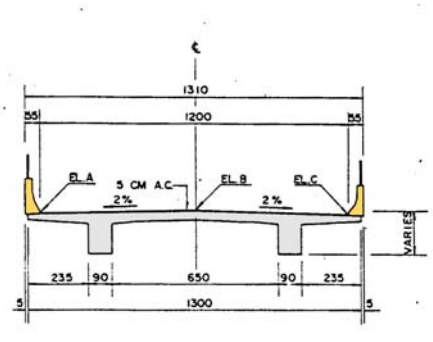
各類橋梁之橋墩(台)數量(含補強及未補強者)	橋梁種類				第 M34 標之橋墩(台)總數(A)(含補強及未補強者)
	河川橋(溝渠橋)	穿越橋(高架橋)	跨越橋	匝環道橋(CDRoad)	
	162	126	58	52	398

註：1. 表中數量為進行各補強工法之橋墩、橋台數量，故其數量總和將大於該類橋梁總數。
2. 總數(B)為該補強項目橋梁構件之總數，如「中空柱灌混凝土」之總數(B)即為本工程範圍所有中空橋柱之總數。

本標耐震補強設計主要課題整理說明如下：

一、雲南路跨越橋

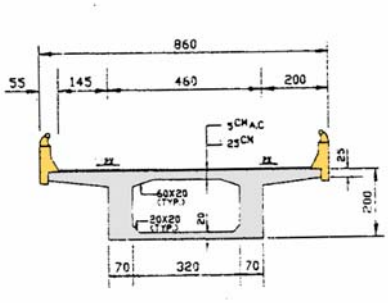
本橋位於竹東鎮與寶山交界附近之路塹開挖區(里程96k+445)，跨越北二高主線，為橋長27.5+42+27.5=97公尺，寬13.1公尺之π形橋，上部結構採三跨連續之變斷面場鑄預力雙T梁，斜撐式墩柱與上構以45º之仰角剛接，並與基礎鉸接連結。



依據評估結果，下部結構直接基礎尚符合規範之耐震性能要求，惟橋台支承抗水平能力及橋墩剪力容量小於耐震性能需求。橋台支承抗水平能力不足採增設混凝土止震塊補強。橋墩剪力容量小於耐震性能需求，可採混凝土包覆補強、鋼板包覆補強及FRP包覆補強。由於本橋位於敏感性邊坡若採混凝土包覆補強將增加邊坡額外載重，將不利於本橋之邊坡穩定，故不採用混凝土包覆補強。本橋為π型橋，橋柱為傾斜，鋼板包覆施工較複雜且載重亦較FRP為重，施工較困難故不採用，故本橋之橋柱剪力補強採FRP包覆補強。

二、雲南路跨越橋

本橋位於新竹縣寶山鄉，跨越北二高主線，為橋長36+48+36=120公尺，寬8.6公尺之π型橋，上部結構採三跨連續之變斷面場鑄預力箱型梁，上構與斜撐式墩柱以約54º之仰角與基礎採樞接支承連結。



依據評估結果下部結構直接基礎尚符合規範之耐震性能要求，惟橋台、橋墩之支承抗水平能力及抗上揚能力皆小於耐震性能之需求。橋台支承抗水平能力不足採增設混凝土止震塊補強，橋柱底支承抗水平能力不足及抗上揚能力採增設鋼板止震裝置補強。

由於詳細評估時於最大考量地震性能點時柱底之塑鉸已接近下降段，雖結構之強度韌性足夠，惟因塑鉸已接近下降段（下降段表示塑鉸剪力破壞），考量橋梁及基礎彈簧模擬之變異性，故保守考量，柱底之塑鉸予以補強。塑鉸補強可採混凝土包覆補強、鋼板包覆補強及FRP包覆補強。由於本橋位於敏感性邊坡若採混凝土包覆補強將增加邊坡額外載重，將不利於本橋之邊坡穩定，故不採用混凝土包覆補強。而由於本橋為壁式橋墩，橋柱寬度過大不適用FRP包覆補強工法，故柱底採鋼板包覆補強。

三、鳳山溪河川橋 STA.82K+173

鳳山溪河川橋由14跨連續預力混凝土箱型梁結構單元構成，標準跨徑48公尺，採節塊推進工法設計與施工(採拉進方式)，且僅橋墩P6~P10支承為固定端，其餘支承皆活動端，地震力來時僅4個橋墩承受縱向力，力量甚大，且依據詳細評估結果，橋柱縱向強度韌性不足，為考量橋梁之結構系統使力量較平均分散於各橋墩，補強方案採用於活動端增設液態黏滯性阻尼器，利用活動端的位移量將力量消散，使整體承受之地震力變小，降低固定端橋墩之補強需求。

依據詳細評估結果及外審意見結果，因橋墩P6~P9考量沖刷後沉箱基礎裸露約6.55公尺，裝設液態黏滯性阻尼器後仍有穩定性不足之現象，補強方式採用增設4支直徑1.5公尺場鑄樁補強。

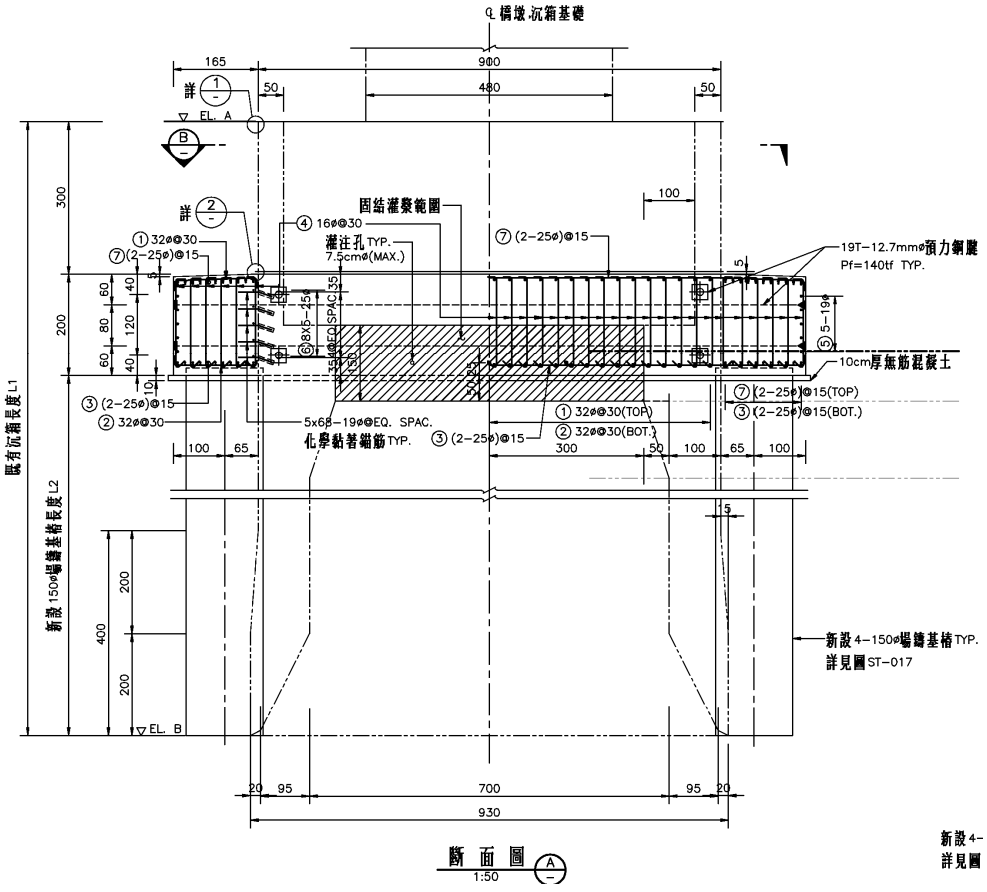


圖7.7.3-1 鳳山溪河川橋沉箱基礎補強

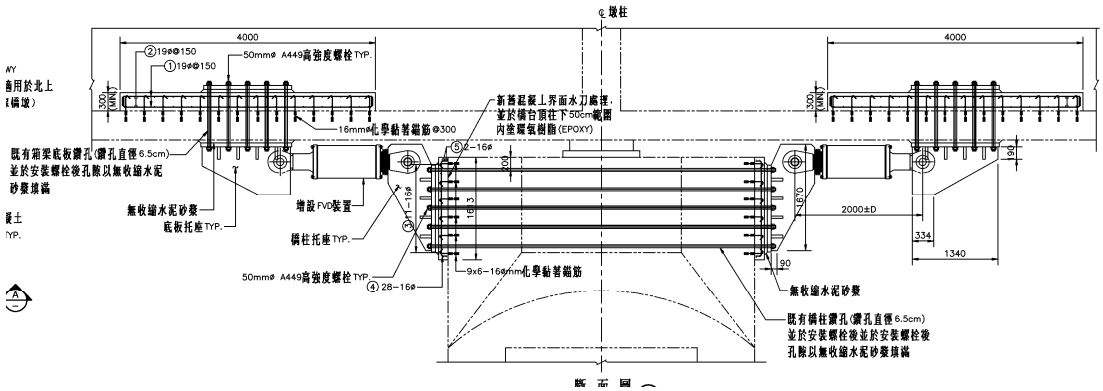


圖7.7.3-2　鳳山溪河川橋新設液態黏滯性阻尼器

四、頭前溪河川橋STA.91+282

北二高頭前溪河川橋位於新竹縣竹東鎮，橫跨頭前溪兩岸，全長793公尺，曲率半徑2,500公尺，南北雙向分離，每一單向橋寬為16.35公尺採3車道配置，分別由7孔及11孔連續預力混凝土箱型梁結構單元所組成，為配合芎林堤防及內灣線鐵路，標準跨徑46.5公尺，為國內首座自歐洲引進「節塊推進工法(Incremental Launching Method)」設計與施工之高速公路橋梁(採推進方式)，俟推進作業完成及連續二次預力施拉完成後，將臨時性滑動支承更換為永久性之盤式支承(Pot Bearing)。下結構採中空菱形墩柱設計，最高達32.9公尺，樁基礎採全套管斜樁(1:8)高壓灌漿工法施工，樁徑分120及150公分兩種。為考慮溪流夾帶卵石、流木等衝擊橋柱壁體而影響橋梁安全，故變更設計於中空柱內增設60公分厚之水平隔板及45公分填角，箍筋亦配合修正以加強橋柱韌性。

由設計圖及相關資料，本橋設計水平震力係數Kh為0.135，橋墩混凝土強度280kgf/cm^2，鋼筋強度32ϕ(含)以上採高拉力鋼筋(fy=4200kgf/cm^2)，29ϕ以下鋼筋fy=2800kgf/cm^2。本橋之結構平面、立面及斷面圖請參見圖7.7.3-3~7.7.3-5。

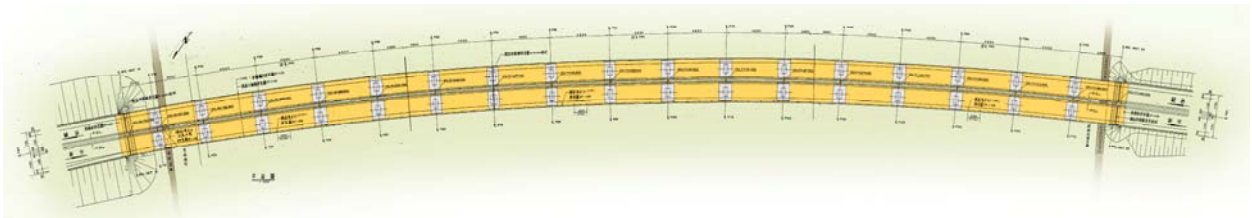


圖7.7.3-3　頭前溪橋平面圖

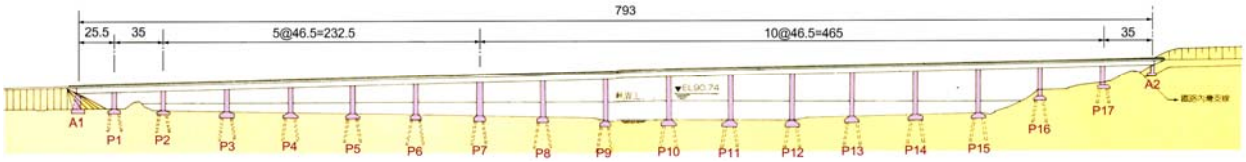


圖7.7.3-4　頭前溪橋立面圖

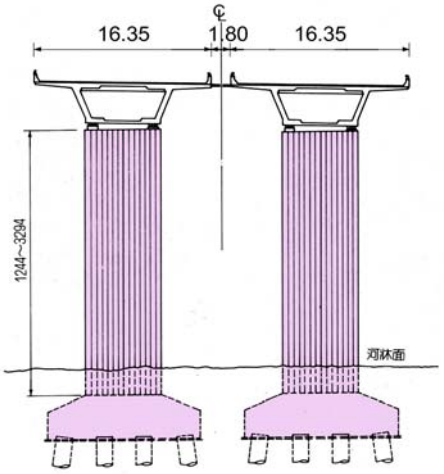


圖7.7.3-5　頭前溪橋標準斷面圖

此座橋梁耐震能力非線性側推評估結果，單元N01、S01之強度韌性不足，其補強對策為於橋墩P1、P2及P6增設液態黏滯性阻尼器(詳見圖7.7.3-6)，利用液態黏滯性阻尼器降低地震力，補強強度韌性，並於橋墩P1至P17以混凝土包覆橋柱補強，提升橋柱之剪力強度。

橋台A1、A2，橋墩P1～P17支承部分在設計地震與最大考量地震作用情況下，其抗水平能力皆不足，其補強對策為於固定端橋墩橋軸方向設置鋼製止震裝置，垂直橋軸方向設置造型混凝土止震塊(詳見圖7.7.3-6)，此造型混凝土止震塊除有結構之功能外亦有美化本橋之視覺景觀作用。

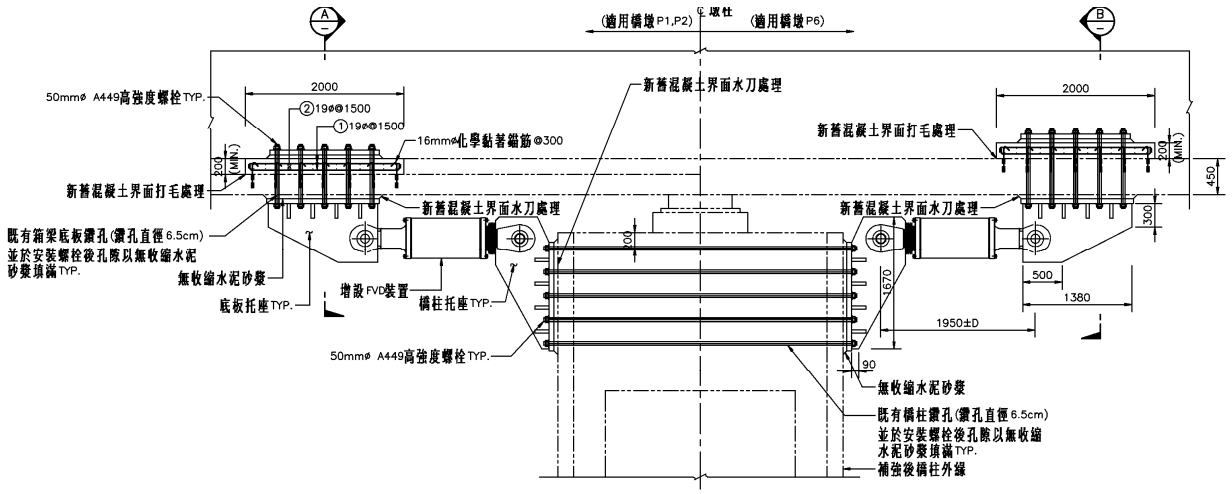


圖7.7.3-6　頭前溪河川橋增設液態黏滯性阻尼器詳圖

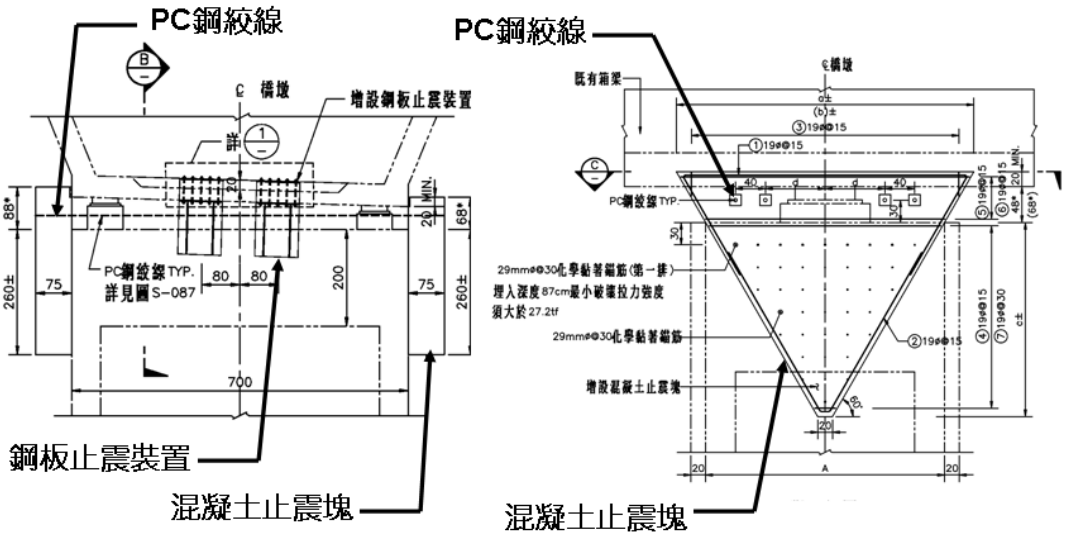


圖7.7.3-7　頭前溪橋支承抗水平能力補強詳圖

基礎部分採用結構工程學會審查會之建議，建立樁基礎非線性彈簧與基樁塑鉸於模型中分析，並採用性能點所對應之地震力評估後，最終結果基礎P7~P9、P12~P14樁頭彎矩強度不足，故本橋之補強方案採用增樁補強，於基礎P7~P9、P12~P14(詳圖7.7.3-8)，每一基礎各增設6支100cmϕ場鑄混凝土基樁，以補強基樁強度之不足。另因橋墩P7~P9，由於基礎已裸露，為避免影響河川水理及視覺景觀衝擊，則採向下增設樁帽方式補強(詳圖7.7.3-9)。

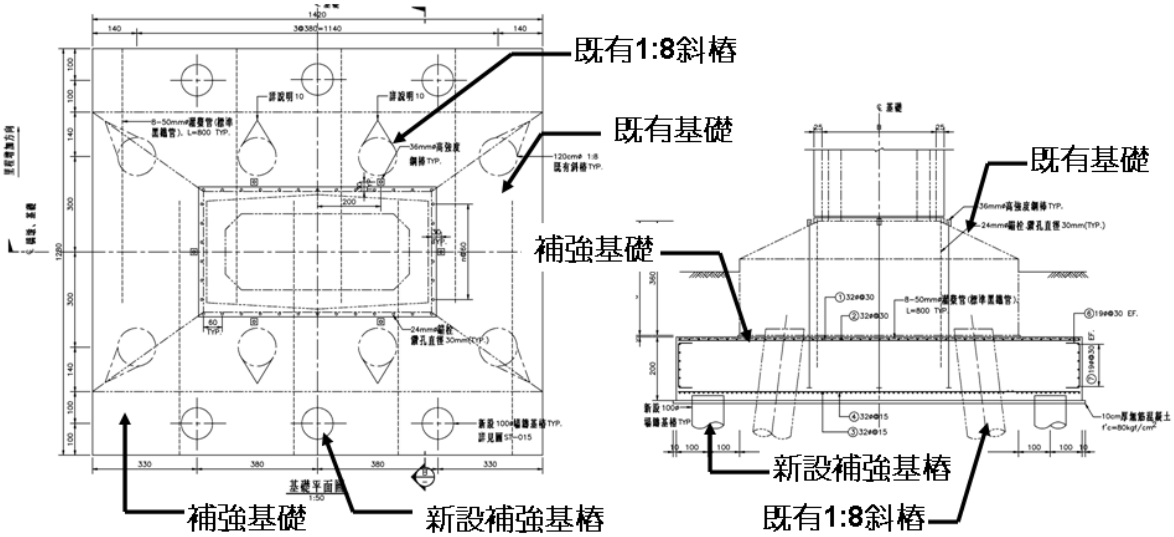


圖7.7.3-8　頭前溪河川橋橋墩P7~P9基礎補強示意圖

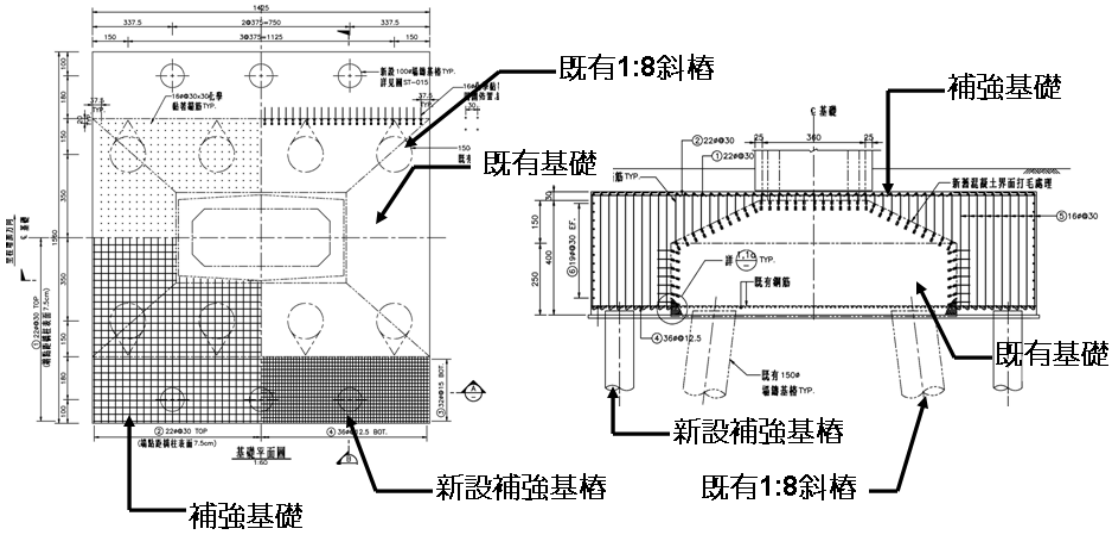


圖7.7.3-9　頭前溪河川橋橋墩P12~P14基礎補強示意圖

五、橋梁名稱：117縣道(一)高架橋

編碼:03105882BORG

現況

117縣道(一)高架橋位於新竹縣寶山鄉，鄰近獅潭山及神卓山斷層、新城斷層。地盤種類為第一類地盤。高架橋分為南北向。117縣道(一)高架橋(北向)由兩個單元組成，全長320公尺，共七個橋墩。高架橋(南向)由三個單元組成，全長360公尺，共八個橋墩。南北橋上構皆為預力I型梁，橋墩為矩形單柱式或壁式橋墩，基礎形式均為直接基礎。橋墩混凝土強度280kgf/cm^2，鋼筋強度19ϕ(含)以上採高拉力鋼筋(fy=4200kgf/cm^2)，16ϕ以下鋼筋fy=2800kgf/cm^2。

分析及補強

1. 經非線性側推評估結果顯示，原有橋墩強度韌性不足(縱向)，橋柱韌性容量不足，考量施工性及避免造成過大自重，在橋墩塑鉸區橋墩以25cm厚混凝土包覆補強。
2. 本橋基礎穩定性及強度不足，因皆為直接基礎，經評估後以微型樁補強。
3. 在伸縮縫處抽換原有防震拉條。
4. 原有橋台防落長度不足，且既有止震塊強度(橫向)不足。補強方案增設30cm防落長度裝置，並增設橫向混凝土止震塊。

六、大同里跨越橋STA.81K+468

大同里跨越橋為三跨之預力箱型梁橋，橋梁單元跨徑為25.4+43.2+25.4，其全長為94公尺，橋墩支承為鉸接形式，基礎為直接基礎，在上構部份箱型梁內中央為渡槽部份。依據詳評結果顯示橋墩剪力榫止震能力不足與基礎抗震能力不足，且橋台的止震塊亦止震能力不足，考量橋

墩基礎位於國道主線上，為了避免施工過程中的交通維持，因此採用位移拘束工法進行橋梁補強，在橋台利用鋼止震裝置分散橋墩的地震力，並增強橋台軀體強度，在橋台採用橫向混凝土止震塊進行補強。

7.7.4 第 M35 標主要課題及設計內容

本標工程範圍包含自國道3號福爾摩沙高速公路南部路段之彎崎溪河川橋及二仁溪二號河川橋，並包括國道10號之美濃溪河川橋、穿越橋、吉洋溪1號排水橋及里港洩洪橋，合計共12座河川橋(溝渠橋)。橋梁耐震補強設計內容及補強之橋墩(台)數量彙整如表7.7.4-1所示。

表7.7.4-1　第M35標橋梁耐震補強設計成果彙整表

補強工法		擬補強之墩(台)數量					總數(B)[註2]	佔總數(B)之比重(%)	佔總數(A)之比重(%)
		河川橋(溝渠橋)	穿越橋(高架橋)	跨越橋	匝環道橋(CDRoad)	合計			
1	淺基礎補強	20	0	0	0	20	56	35.71	18.02
2	深基礎補前	31	0	0	0	31	55	56.36	27.93
3	橋墩鋼板包覆補強	8	0	0	0	8	87	9.20	7.21
4	橋墩混凝土包覆補強	0	0	0	0	0	87	0.00	0.00
5	橋墩帽梁補強	4	0	0	0	4	4	100.00	3.60
6	橋台軀體補強	0	0	0	0	0	24	0.00	0.00
7	增設混凝土止震塊	101	0	0	0	101	-	-	90.99
8	增設鋼板止震裝置	39	0	0	0	39	-	-	35.14
9	增設防落長度裝置	14	0	0	0	14	-	-	12.61
10	端隔版(梁)補強	0	0	0	0	0	-	-	0.00
11	增設隔離裝置	0	0	0	0	0	-	-	0.00
12	中空柱灌混凝土	0	0	0	0	0	75	0.00	0.00
13	力量分散裝置	8	0	0	0	8	-	-	7.21
14	混凝土條補材料塗裝	0	0	0	0	0	-	-	0.00
15	增設剪力榫	0	0	0	0	0	-	-	0.00
16	增設 防震拉條	2	0	0	0	2	-	-	1.80
17	抽換防震拉條	0	0	0	0	0	-	-	0.00
18	橋墩 FRP 包覆補強	0	0	0	0	0	-	-	0.00
19	增設混凝土連梁	0	0	0	0	0	-	-	0.00
20	液態黏滯性阻尼器	0	0	0	0	0	-	-	0.00

各類橋梁之橋墩(台)數量(含補強及未補強者)	橋梁種類				第 M35 標之橋墩(台)總數(A)(含補強及未補強者)
	河川橋(溝渠橋)	穿越橋(高架橋)	跨越橋	匝環道橋(CDRoad)	
	111	0	0	0	111

註：1. 表中數量為進行各補強工法之橋墩、橋台數量，故其數量總和將大於該類橋梁總數。
2. 總數(B)為該補強項目橋梁構件之總數，如「中空柱灌混凝土」之總數(B)即為本工程範圍所有中空橋柱之總數。

本標耐震補強設計主要課題整理說明如下：

一、二仁溪二號河川橋

本工程範圍包含二仁溪二號河川橋及連絡道二仁溪河川橋兩座跨二仁溪之河川橋，其中二仁溪二號河川橋第一~三單元(A1~P22)配置7~8跨連續跨徑30~50m之預力箱型梁，以支撐先進工法(Advancing shoring Method)施工，第四單元(P22~P25)採場鑄懸臂工法跨越河道，第五單元(P25~A2)則採就地支撐施工。二仁溪二號河川橋雙向各16.1m寬採3車道配置，下部結構型式均為六邊形單柱中空橋墩，配合河道位置採樁基礎與擴展基礎交互配置，基樁型式包括150ϕ全套管基樁及60ϕPC樁並採斜樁配置。本橋之結構平面、立面請參見圖7.7.4-1-1~1-2。

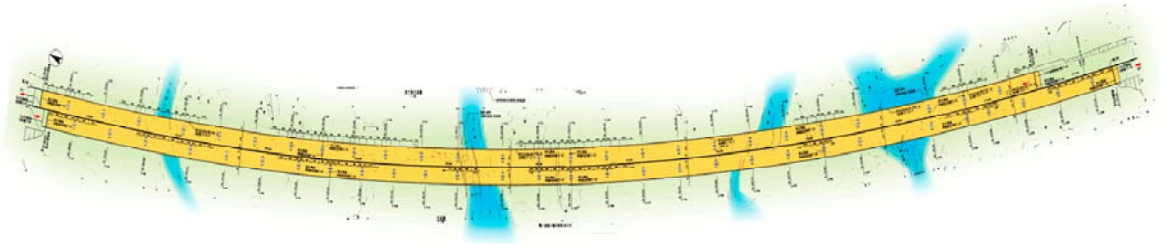


圖7.7.4-1　二仁溪二號河川橋平面圖

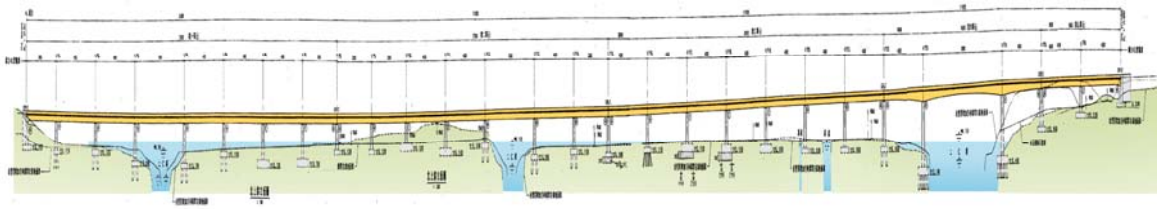


圖7.7.4-2　二仁溪二號河川橋立面圖

本橋經評估結果顯示，上構支承強度於設計地震及最大考量地震作用下，其抗水平力均小於耐震性能需求，故橫向水平力不足採增設混凝土止震塊(詳見圖7.7.4-3)，縱向水平力不足則設置鋼止震裝置進行補強。

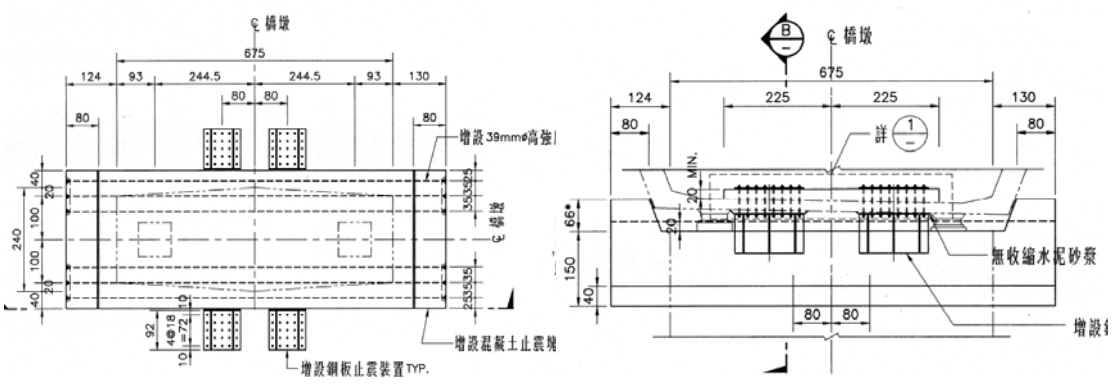


圖7.7.4-3　二仁溪二號河川橋支承抗水平力補強詳圖

墩柱方面於非線性側推評估顯示第一單元及第二單元為了增加系統靜不定度、提升墩柱強度韌性及分散下構承受地震力等因素，乃於活動端橋墩P3、P4、P13、P14增設力量分散裝置(Lock-up Devices) (詳見圖7.7.4-4)。基礎方面則根據林呈教授所提出沖刷後基礎裸露深度判斷，大部分直接基礎是呈現懸空狀態，樁基礎詳評則是耐震能力不足，故均採取增樁補強。

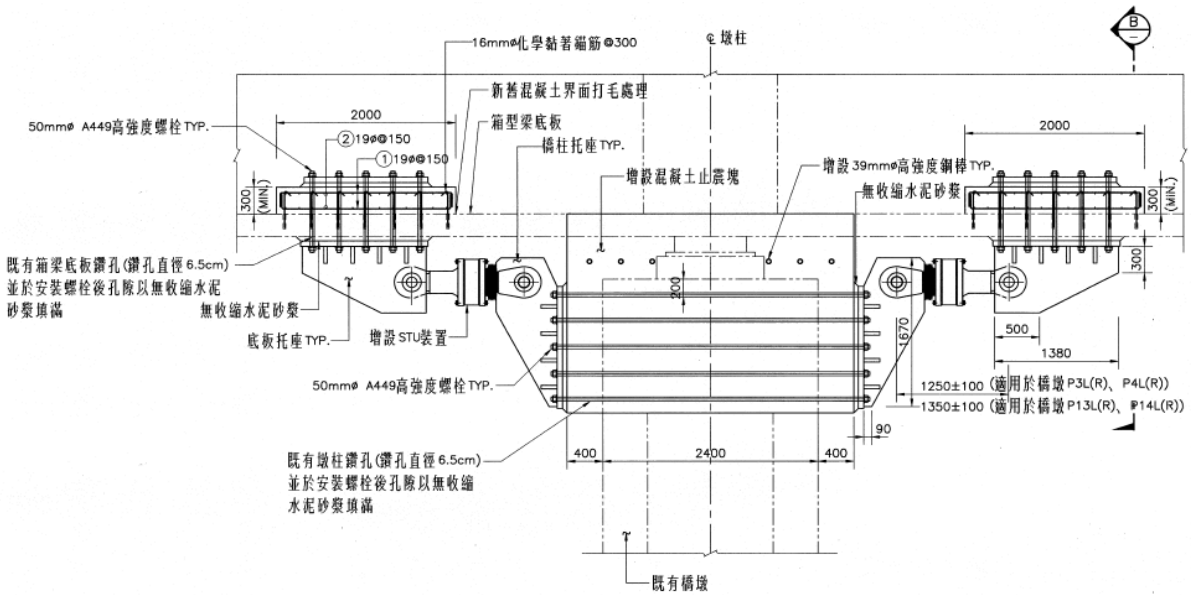


圖7.7.4-4　二仁溪二號河川橋力量分散裝置

二、彎崎溪河川橋STA. 367K+645

彎崎溪河川橋全長465公尺，曲率半徑2,500公尺，南北雙向分離，由11孔連續預力混凝土箱型梁結構單元構成，每一單元橋寬為16.1公尺(3車道配置)，跨徑配置為30+9@45+30公尺，採節塊推進工法設計與施工。下部結構為中空六角形墩柱，最高達27.3公尺；橋墩P2~P10採直徑120cm，長12、15或18M之樁基礎，其餘均為擴展式基礎。經由評估分析，於最大考量地震下，橋台A1、橋台A2、橋墩P1及橋墩P10支承之橫向抗剪能力不足；橋墩P2~P9支承之縱橫兩向抗剪能力皆不足；橋墩P4~P6之基礎箍筋與撓曲鋼筋不足，因此須進行耐震補強。彎崎溪河川橋補強對策為於橋台A1、橋台A2、橋墩P1與橋墩P10墩頂處設置混凝土止震塊，以補足橫向抗剪能力之不足；於橋墩P2~P9墩頂處澆置混凝土止震塊並內崁鋼止震裝置，以補足縱橫向抗剪能力之不足(詳見圖7.7.4-5)；於橋墩P4~P6基礎增設100cmΦ之全套管混凝土樁(詳見圖7.7.4-6)，藉由力量重新分擔降低既有基樁承擔之力量，達到補強的目的。

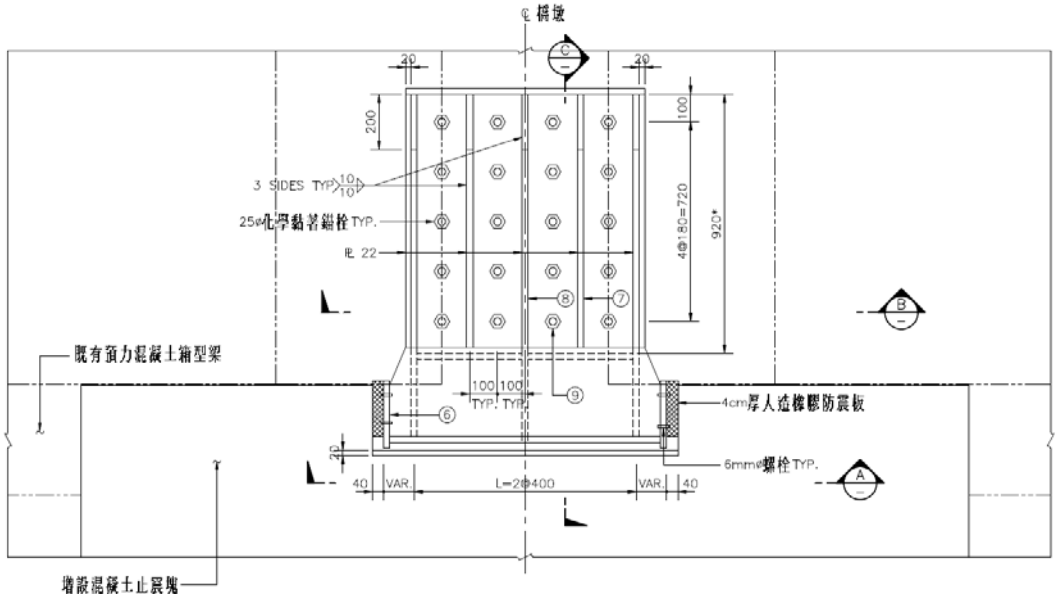


圖7.7.4-5　橋墩P2~P9支承補強

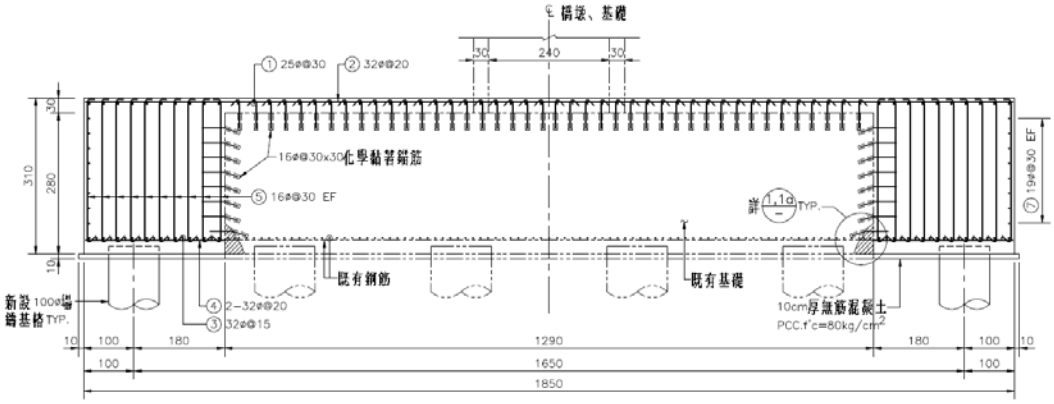


圖7.7.4-6　橋墩P4~P6基礎補強

三、美濃溪河川橋STA.032+782

美濃溪河川橋座落於高雄縣旗山鎮內，跨越美濃溪，全長200公尺，曲率半徑620公尺，東西雙向分離，每一單向橋寬為12.45公尺採2車道配置，由預力混凝土I型梁結構單元構成，跨徑為5@40=200公尺。下結構為實心圓形墩柱，最高達14.209公尺；樁基礎採60公分預鑄PC樁。經分析評估後基礎耐震能力不足，惟P1、P4於河堤後方，為避免破堤施工，故採位移拘束工法將力量分散，並補強P2、P3基礎。橋柱部分，由於韌性性能不足，為避免加大阻水斷面，於P1、P4採鋼板包覆補強，提升韌性性能。全橋止震塊強度皆不足，採混凝土止震塊補強。

四、吉洋溪1號排水橋SAT.029+986

吉洋溪1號排水位於高雄市美濃區內，全長120公尺，東西雙向分離，每一單向橋寬為12.45公尺採2車道配置，由預力混凝土I型梁結構單元構成，跨徑為3@40=120公尺。下結構為實心圓形門架墩柱，最高達6.52公尺，基礎為直接基礎。經分析評估後橋全橋止震塊強度皆不足，採混凝土止震塊補強，橋柱剪力容量不足，採鋼板包覆補強，帽梁強度容量不足，採帽梁補強。

五、里港洩洪橋SAT.027+543

里港洩洪橋為一單垮橋梁，全長30公尺，橋寬為12.45公尺採2車道配置，由預力混凝土I型梁結構單元構成。經分析評估後橋梁防落長度與止震塊耐震強度皆不足，故於橋台上增設防落長度裝置，並增設混凝土止震塊補強。

六、穿越橋SAT.031+096

穿越橋為一單垮橋梁，全長20公尺，橋寬為12.45公尺採2車道配置，由預力混凝土I型梁結構單元構成。經分析評估後止震塊耐震強度不足，故於橋台上增設鋼板止震裝置增加耐震強度。

7.7.5 第 M36 標主要課題及設計內容

本標工程範圍包含自國道3號福爾摩沙高速公路南部路段之田寮2號高架橋，及國道10號高雄環線高架(三)橋、過水橋(典寶溪)與跨越橋(高45)，合計共7座橋，其中包其中包括河川橋(溝渠橋)2座、穿越橋(高架橋)4座、跨越橋1座。橋梁耐震補強設計內容及補強之橋墩(台)數量彙整如表7.7.5-1所示。

表7.7.5-1 第M36標橋梁耐震補強設計成果彙整表

補強工法		擬補強之墩(台)數量					總數(B)[註2]	佔總數(B)之比重(%)	佔總數(A)之比重(%)
		河川橋(溝渠橋)	穿越橋(高架橋)	跨越橋	匝環道橋(CDRoad)	合計			
1	橋墩(台)基礎補強	8	101	0	0	109	380	28.68	28.68
2	橋墩鋼板包覆補強	0	8	2	0	10	368	2.72	2.63
3	橋墩混凝土包覆補強	0	134	0	0	134	368	36.41	35.26
4	橋墩帽梁補強	0	0	0	0	0	-	-	0.00
5	橋台軀體補強	0	0	0	0	0	12	0.00	0.00
6	增設混凝土止震塊	4	252	2	0	258	-	-	67.89
7	增設鋼板止震裝置	0	168	2	0	170	-	-	44.74
8	增設防落長度裝置	4	0	2	0	6	-	-	1.58
9	端隔版(梁)補強	2	0	0	0	2	-	-	0.53
10	增設隔離裝置	0	0	0	0	0	-	-	0.00
11	中空柱灌混凝土	0	28	0	0	28	118	23.73	7.37
12	力量分散裝置	0	0	0	0	0	-	-	0.00
13	混凝土條補材料塗裝	0	0	0	0	0	-	-	0.00
14	增設剪力榫	0	0	0	0	0	-	-	0.00
15	增設 防震拉條	2	0	0	0	2	-	-	0.53
16	抽換防震拉條	0	0	0	0	0	0	-	0.00
19	橋墩 FRP 包覆補強	0	0	0	0	0	-	-	0.00
20	增設混凝土連梁	0	0	0	0	0	-	-	0.00
21	液態黏滯性阻尼器	0	0	0	0	0	-	-	0.00

各類橋梁之橋墩(台)數量(含補強及未補強者)	橋梁種類				第 M36 標之橋墩(台)總數(A)(含補強及未補強者)
	河川橋(溝渠橋)	穿越橋(高架橋)	跨越橋	匝,環道橋(CDRoad 橋)	
	14	362	4	0	380

註：1. 表中數量為進行各補強工法之橋墩、橋台數量，故其數量總和將大於該類橋梁總數。

2. 總數(B)為該補強項目橋梁構件之總數，如「中空柱灌混凝土」之總數(B)即為本工程範圍所有中空橋柱之總數。

本標耐震補強設計主要可提整理說明如下：

一、 田寮2號高架橋

本橋梁里程約自國道3號367k+838至374k+445，因位於泥岩山區，大多數基礎型式為淺基礎為主，直接座落於岩盤面的淺基礎，極限承載力可達210~530t/m^2。因局部沖積層較厚，井式或沉箱基礎底部以嵌入新鮮岩盤，岩盤深度變化較大，長達9~20m不等，底部極限承載力可達750t/m^2。

鄰近經濟部中央地質調查所新頒布改列第一類活動斷層之「旗山斷層」，距離旗山斷層約700公尺。工程規劃期中報告審查會議中，南區工程處屏東工務段提出審查意見「田寮二號橋P2橋墩位於二仁溪上游流域支流旁，其為淺基礎，目前有基礎沖刷裸露及抗震能力不足之慮，建議追加納入本工程範圍內辦理耐震評估補強設計」。國道3號田寮二號高架橋南北向共26單元，橋址位於高雄縣田寮鄉鄰近旗山斷層，基礎座落之地層多屬於泥岩及粉土質黏土層。國道3號田寮二號高架橋，皆屬鄰近斷層及基礎沖蝕(刷)風險較高之橋梁。

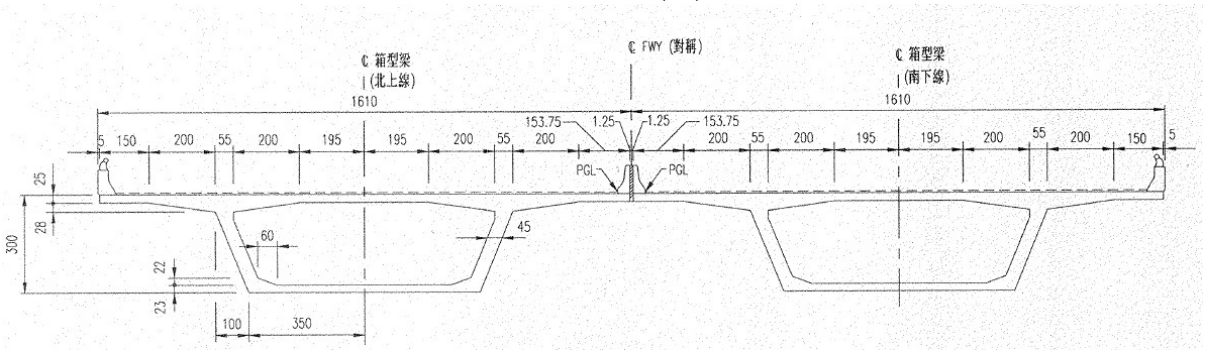


圖7.7.5-1　田寮二號高架橋(南北向)標準斷面圖

橋台A1L(R)、A2L(R)，橋墩P1L(R)~P67L(R)橋墩支承部分在設計地震與最大考量地震作用情況下，其抗水平能力皆不足，其補強度對策為於橋軸方向設置鋼製止震裝置(固定端橋墩)，垂直橋軸方向設置混凝土止震塊(詳見圖7.7.5-2)，此混凝土止震塊施工時可採用場鑄或預鑄後現場吊裝施工。

橋墩P3L(R)、P7L(R)、P14L(R)、P15L(R)、P20L(R)、P21L(R)、P24L(R)、P34L(R)、P35L(R)、P37L(R)、P38L(R)、P66L(R)、P67L(R)，縱向抗剪能力不足，其補強度對策為於橋墩包覆混凝土增加抗剪能力。S01~S06、S08、S13、N14~N19、N20、N21、N26單元強度韌性於橋軸方向之設計地震及最大考量地震時強度韌性不足，於固定端橋墩中空柱混凝土灌漿補強。

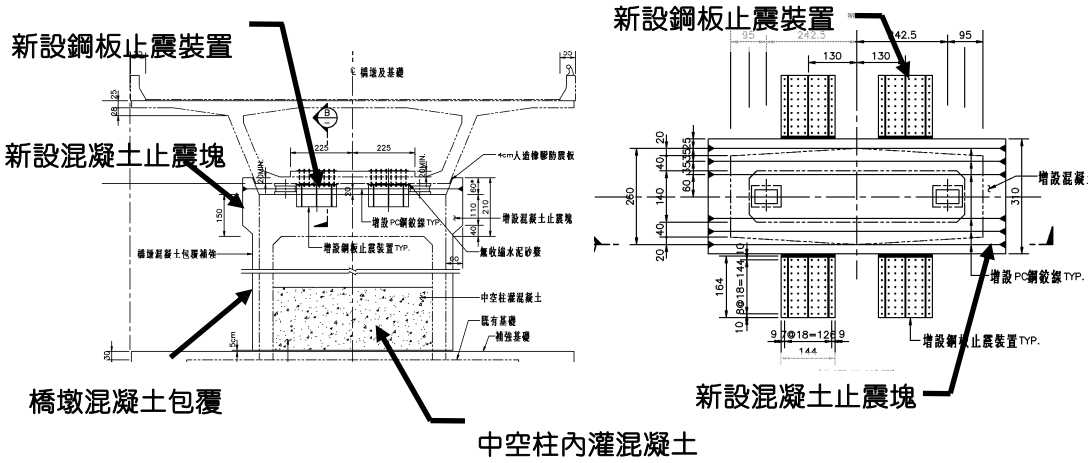


圖7.7.5-2　田寮二號高架橋支承抗水平能力及橋柱補強示意圖

橋墩P3L(R)、P5L(R)、P7L(R)、P8L(R)、P12L(R)、P14L(R)、P15L(R)、P17L(R)、P20L(R)~P22L(R)、P24L(R)、P31R、P33R、P34L(R)~P40L(R)、P42L(R)、P51L(R)、P56~P59L(R)、P63L(R)、P66L(R)、P67L(R)之直接基礎於設計地震及最大考量地震情況下之穩定性不足，其補強度對策為增設場鑄樁補強，於既有直接基礎四周打設場鑄樁補強既有基接基礎(詳見圖7.7.5-3)。

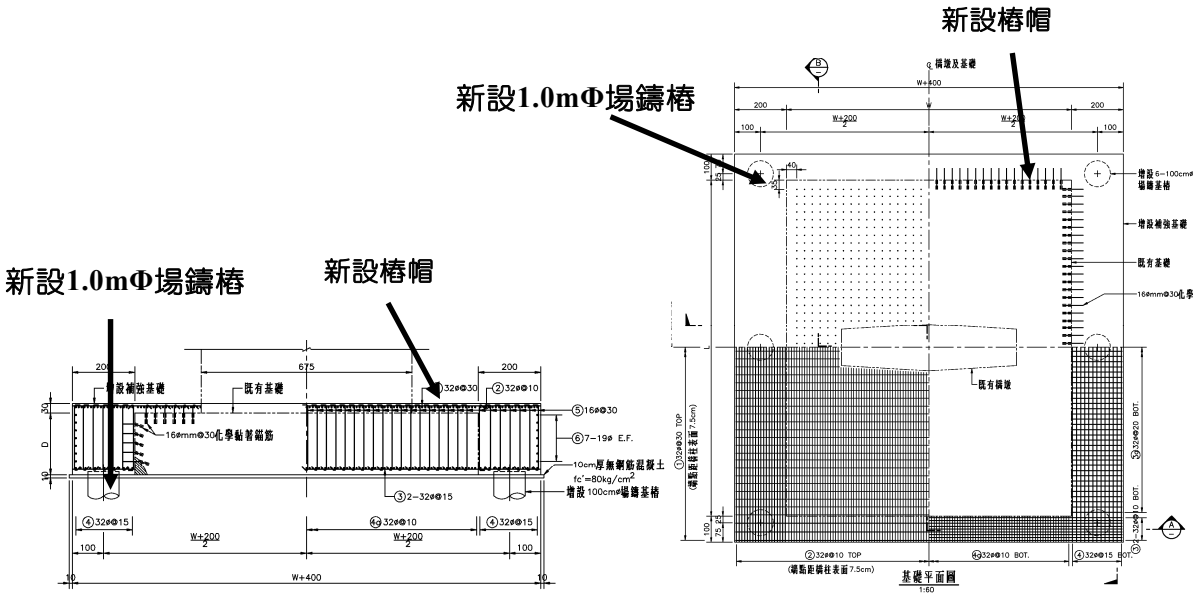


圖7.7.5-3　田寮二號高架橋直接基礎補強示意圖

橋墩P29L(R)、P31L、P32L、P33L、P47L、P53L(R)、P58L(R)之沉箱基礎，其補強度對策為基礎增樁補強，於既有11mφ 、10mφ與8mφ沉箱基礎四周打設4支補強基礎補強既有沉箱基(詳見圖7.7.5-4)。

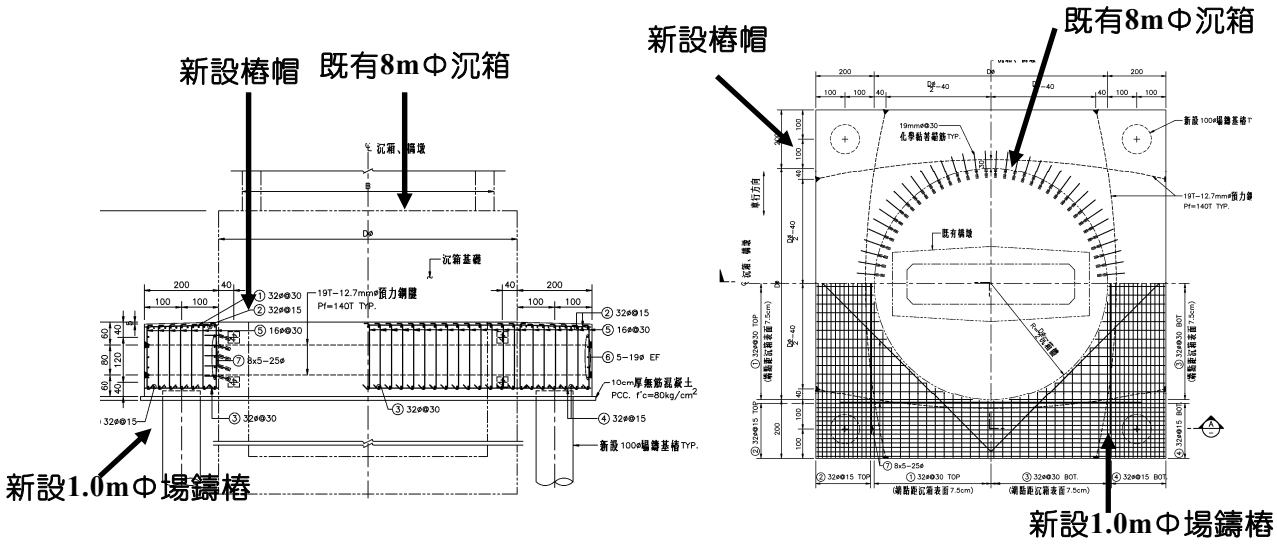


圖7.7.5-4　田寮二號高架橋沉箱基礎補強示意圖

二、 高雄環線高架(三)橋

國道10號都計區高架橋位於高雄市大社區(參見圖7.7.5-5)，介於國道10號6.6K澄清湖交流道與12.9k燕巢交流道之間。里程範圍為STA.7K+979~12K+443，高架橋全長4464公尺，採南北雙向分離設計，北上側橋寬18.55~14.45m，南下側橋寬19.03~14.45m (參見圖7.7.5-6)，採3車道配置。其中，第一單元~第十九單元(A1~P111)配置5~7跨連續跨徑40~55m之預力箱型梁，採支撐先進工法施工。下部結構均為六面扁菱形單柱之橋墩，基礎則視不同之地質條件採擴展基礎、樁基礎及井式基礎。

圖7.7.5-5　國道10號高雄環線高架(三)橋現況照片

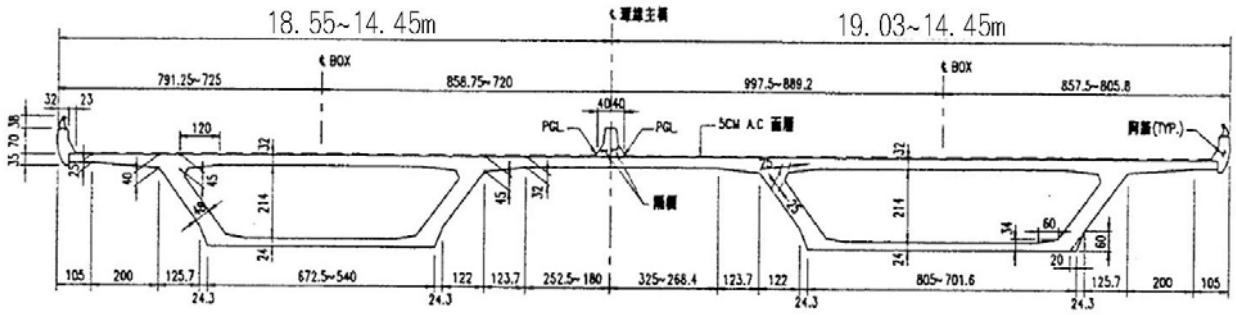


圖7.7.5-6　國道10號高雄環線高架(三)橋標準斷面圖

依據評估結果，上部結構尚符合規範之耐震性能要求，唯支承、墩柱及下部結構強度容量小於耐震性能需求，耐震補強方案採用補足強度容量，以符合各構件強度需求的策略。高雄環線高架(三)橋支承部分，初部設計採由墩柱頂縱向增設鋼板至震裝置如圖7.7.5-7，橫向則採取RC止震塊如圖7.7.5-7，將力量介由止震裝置直接導入墩柱以減少支承的負擔以達到構件強度需求的目標；墩柱部分則因設計地震力作用下，其縱向剪力強度不足，則以RC包覆補強如圖7.7.5-7。

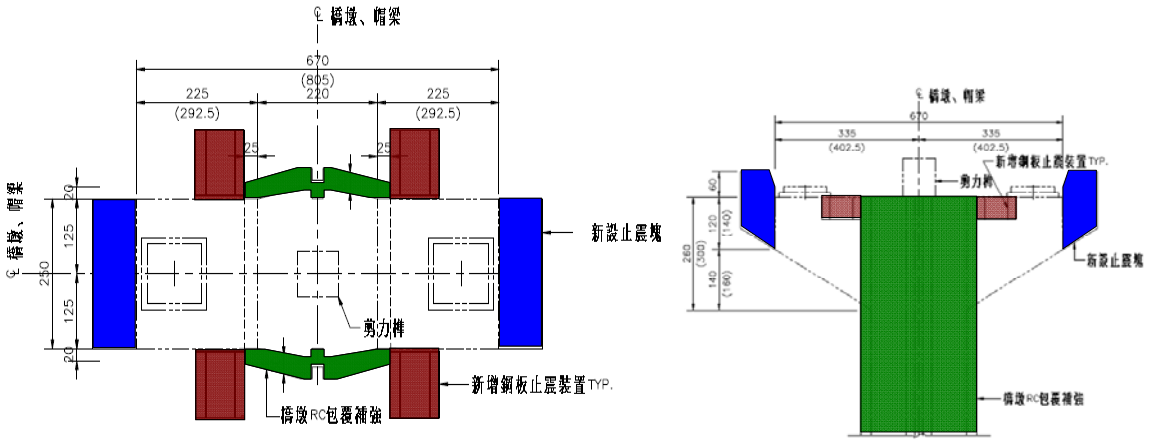


圖7.7.5-7　高雄環線高架(三)橋增設支承及墩柱補強

高雄環線高架(三)橋直接基礎部分，在穩定性部分雖滿足容許值，但有強度容量小於需求的情況，擬採用加設基礎厚度或增樁方式以增加基礎強度容量，以滿足橋柱傳至基礎之地震力需求。耐震補強之補強結構平立面圖詳見圖7.7.5-8。高雄環線高架(三)橋樁基礎部分，穩定性均滿足容許值，但部份基樁主筋與箍筋量評估均低於容許值，而造成基樁撓曲或剪力不足，因此採取增樁補強詳見圖7.7.5-9。耐震補強之補強結構平立面圖詳見圖7.7.5-10~7.7.5-30。

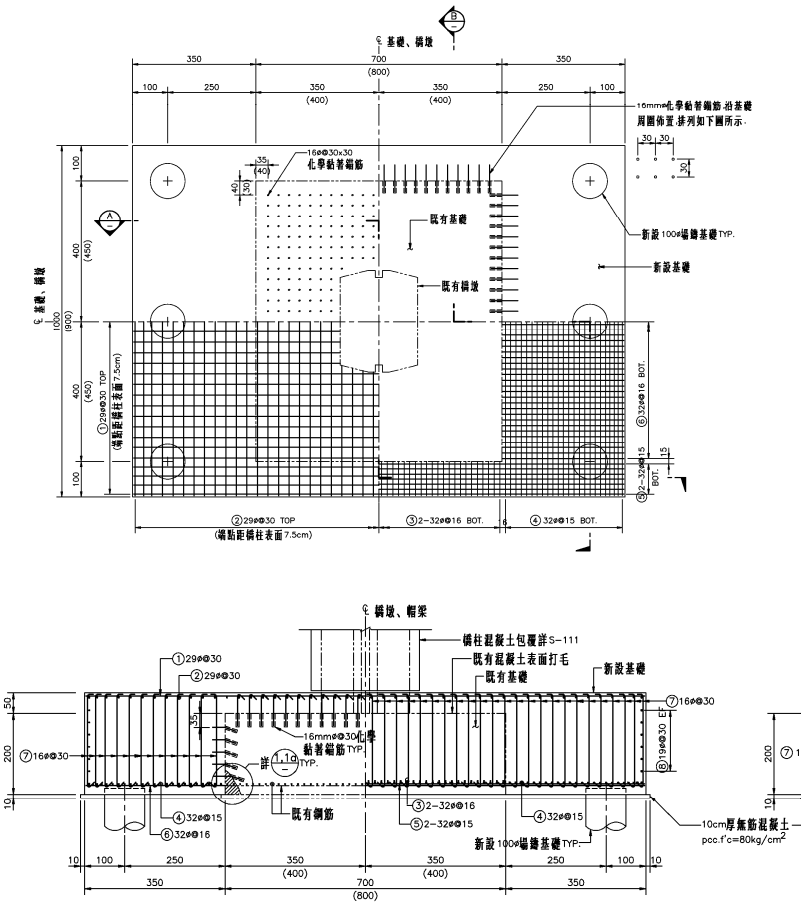


圖7.7.5-8　高雄環線高架(三)橋直接基礎增樁補強

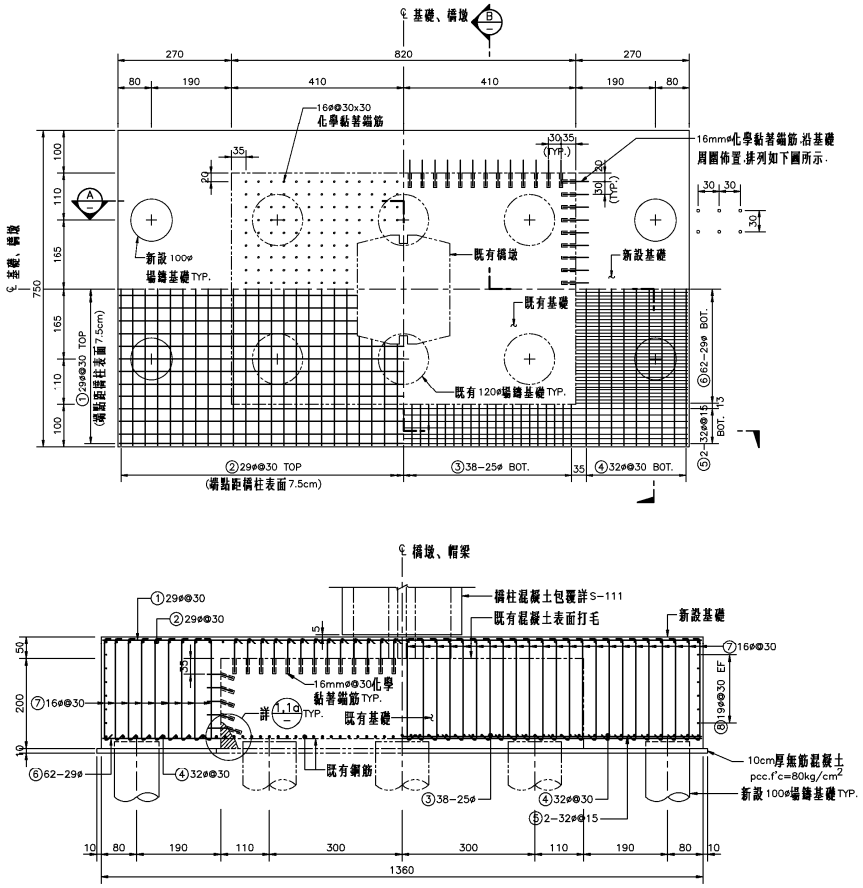


圖7.7.5-9　高雄環線高架(三)橋樁基礎增樁補強

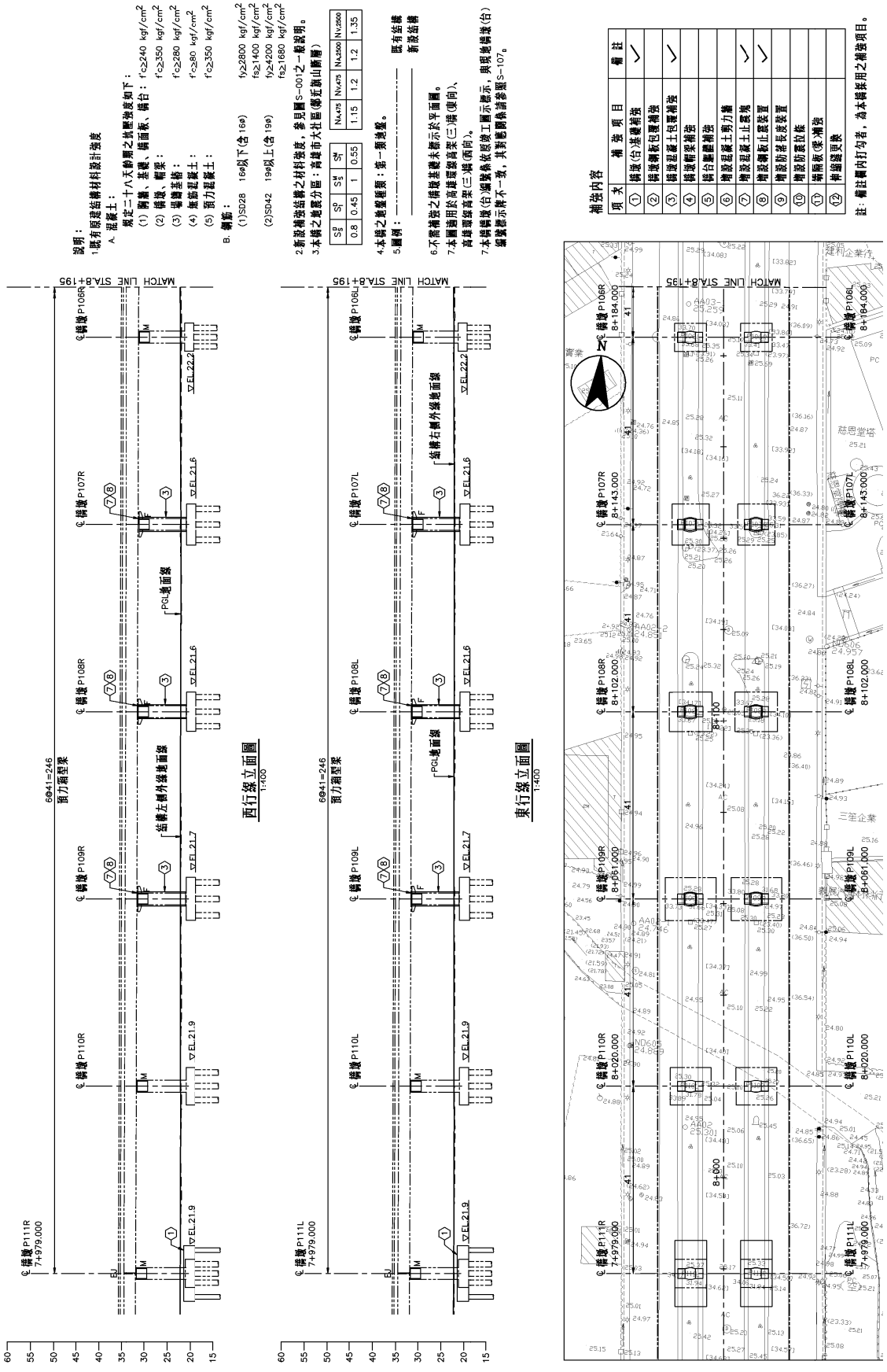
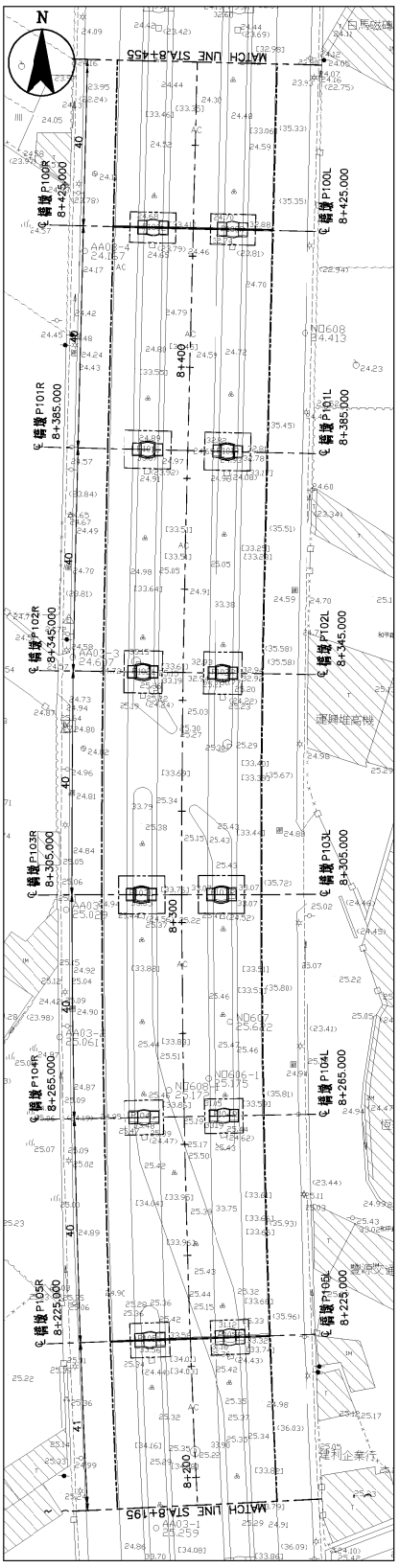
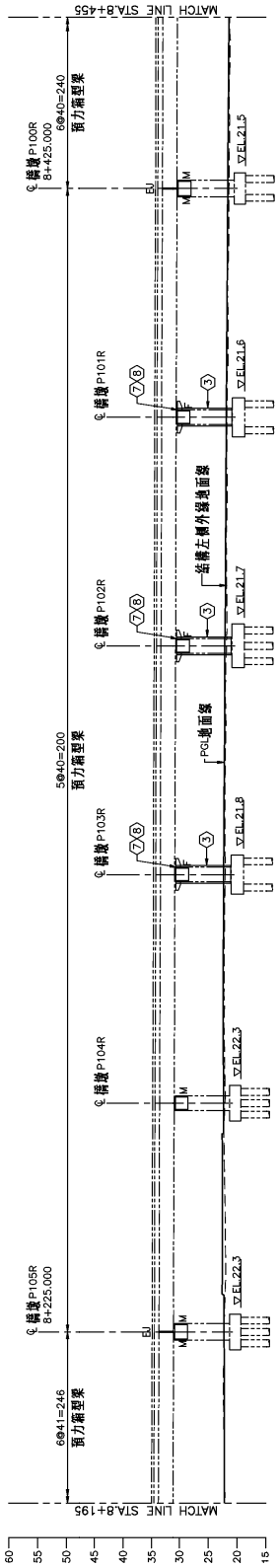


圖7.7.5-10 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(一)





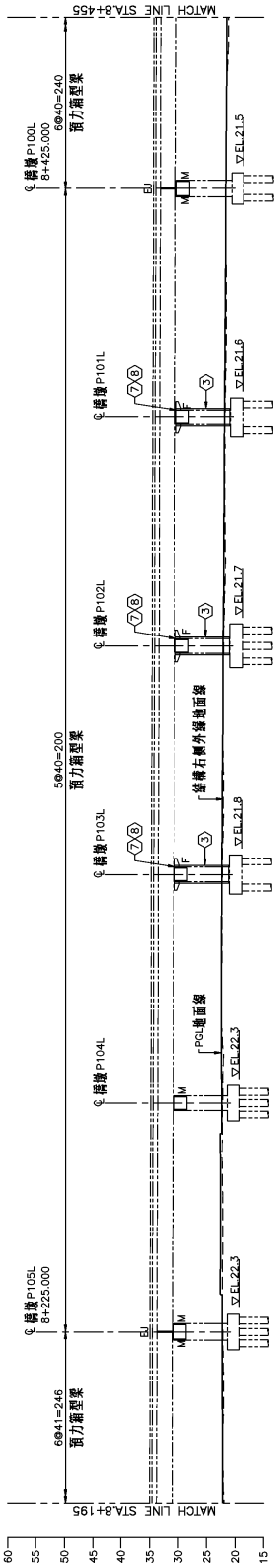


圖7.7.5-11 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(二)

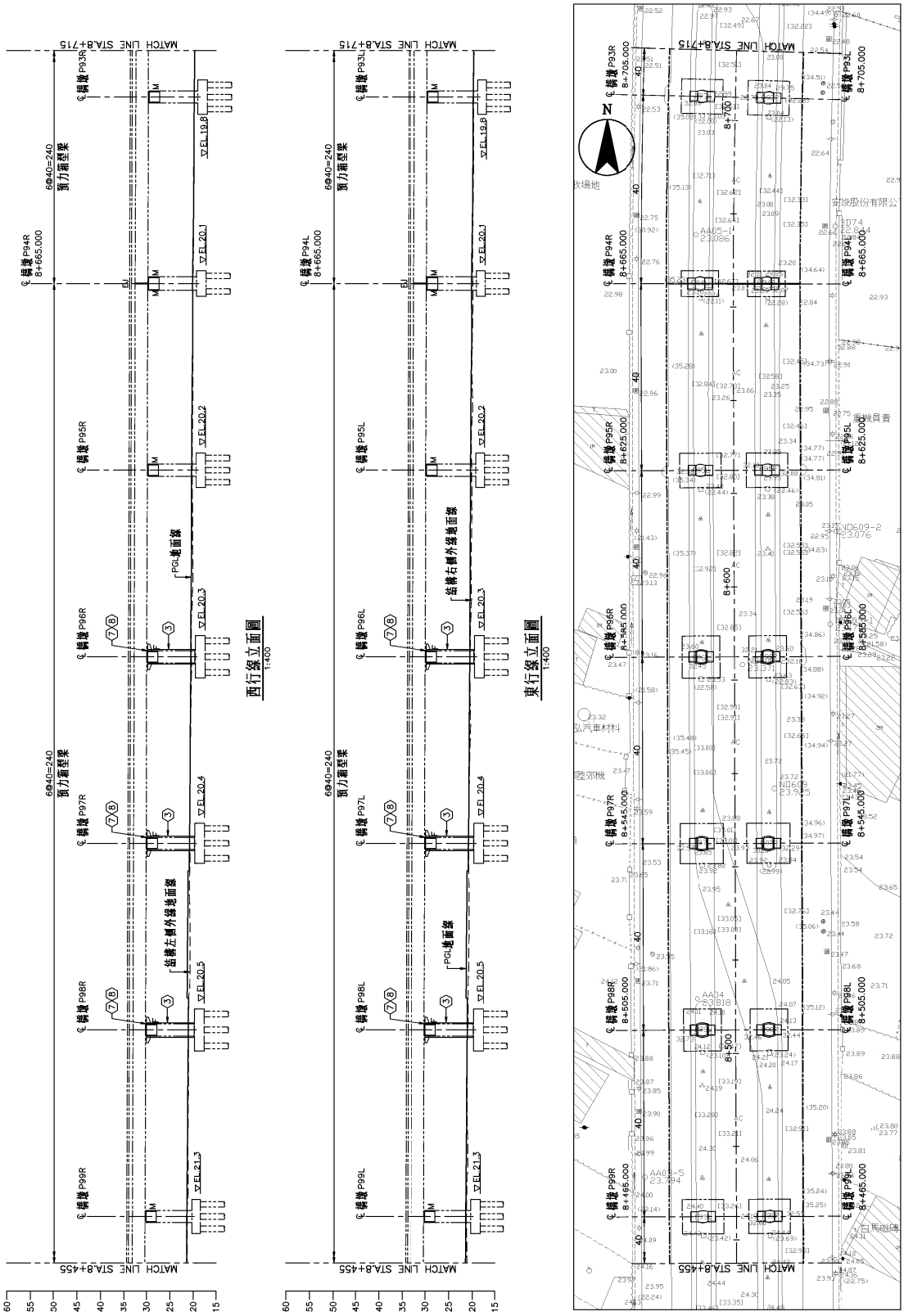


圖7.7.5-12 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(三)

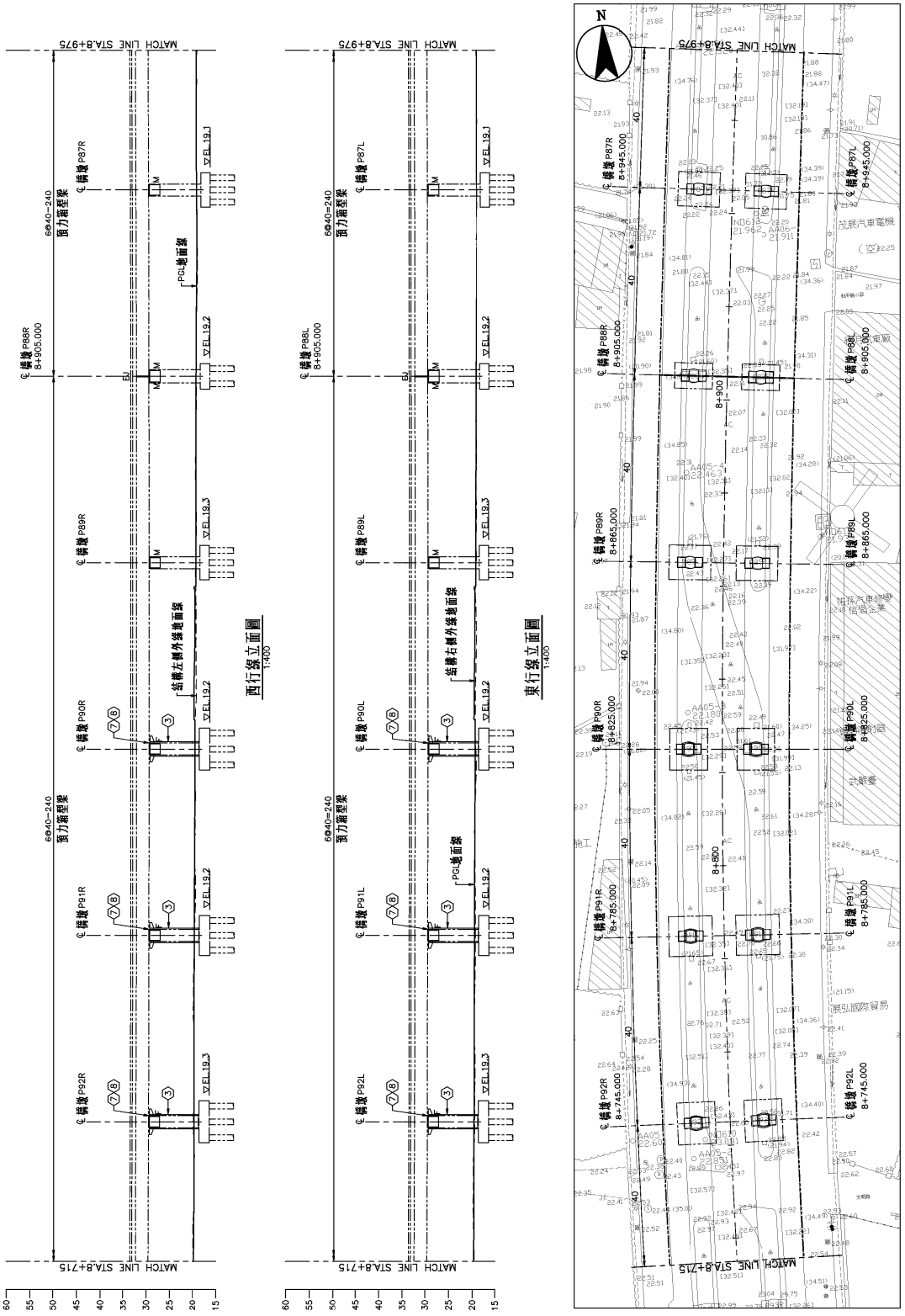


圖7.7.5-13　高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(四)

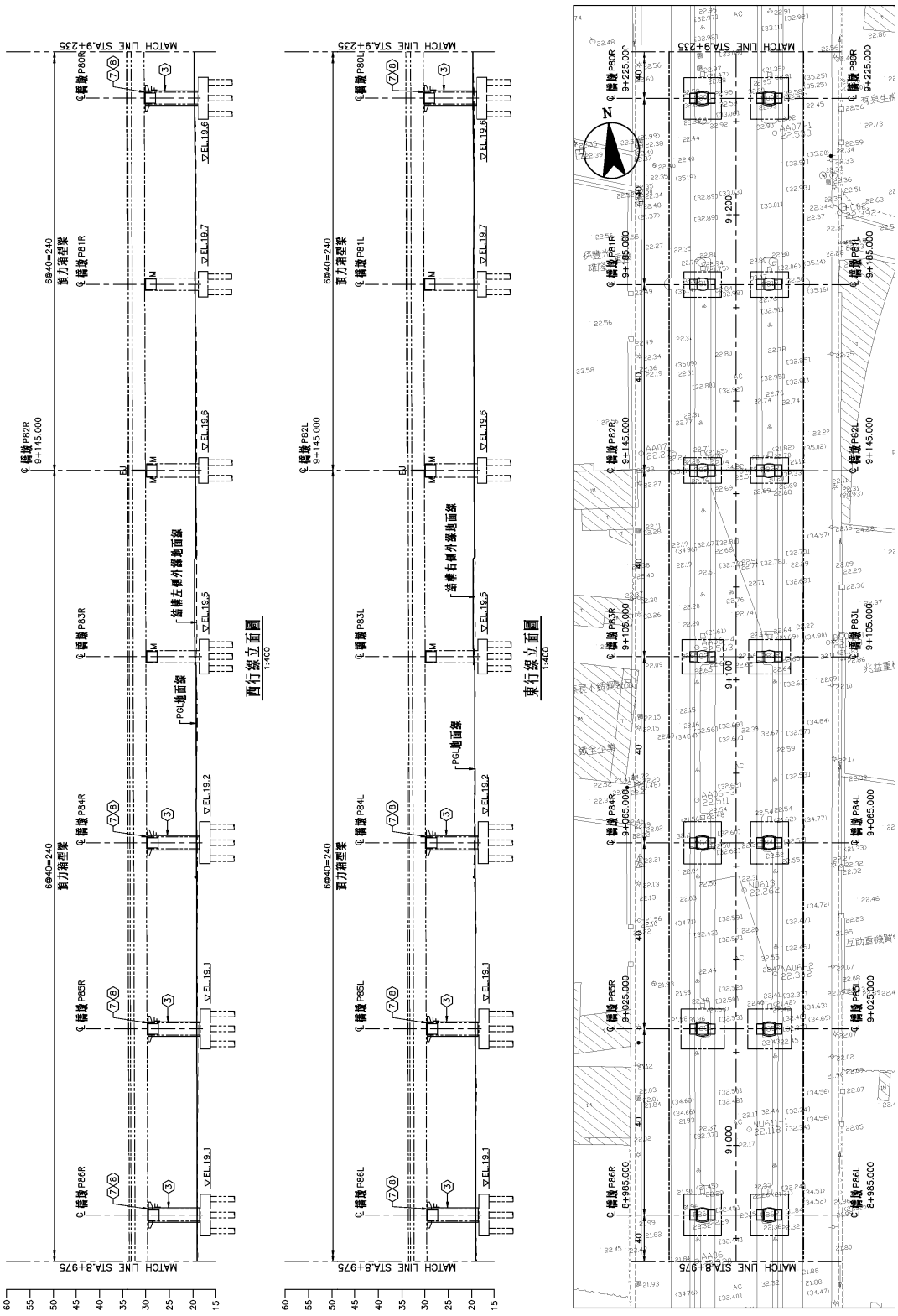


圖7.7.5-14　高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(五)

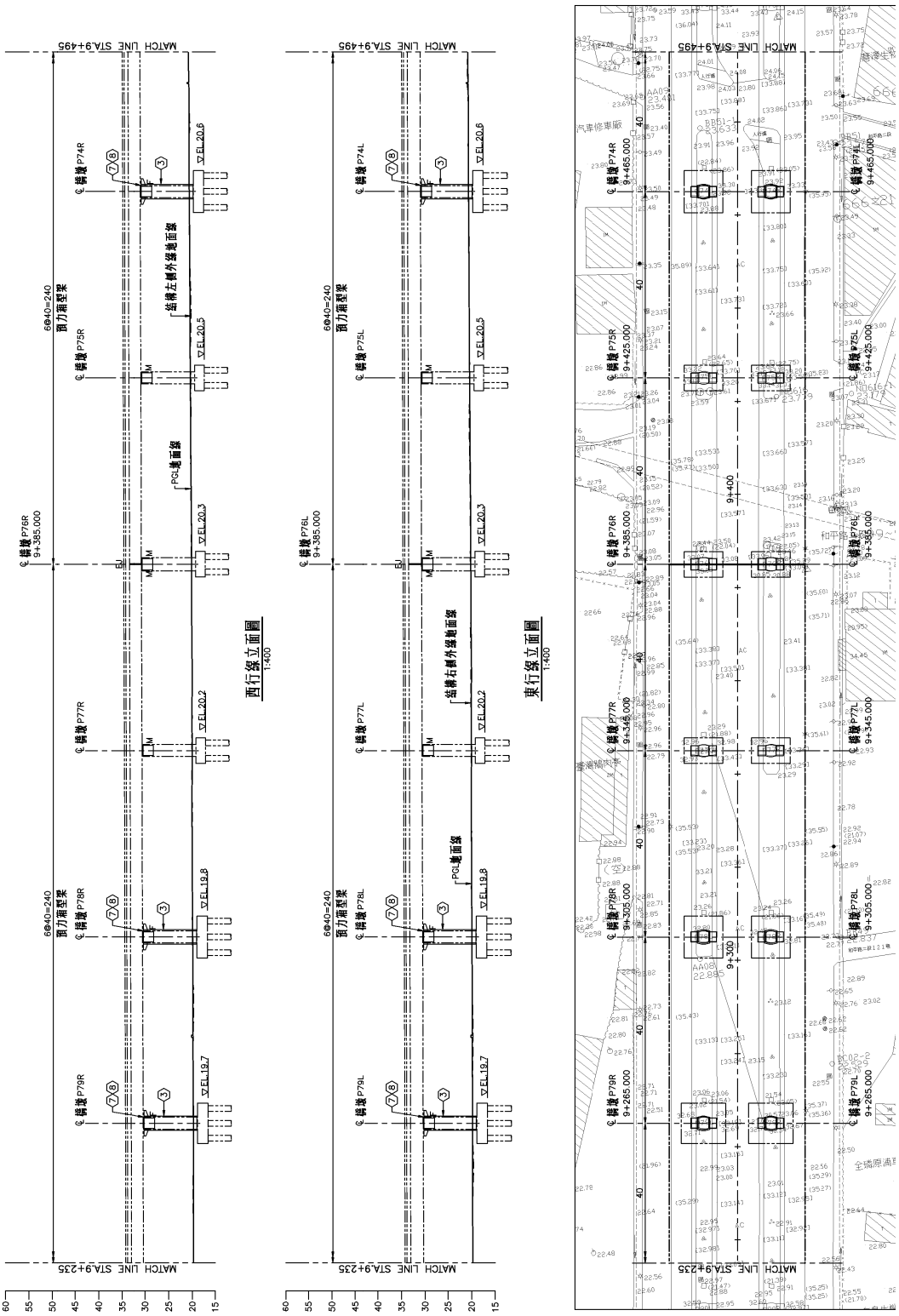


圖7.7.5-15 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(六)

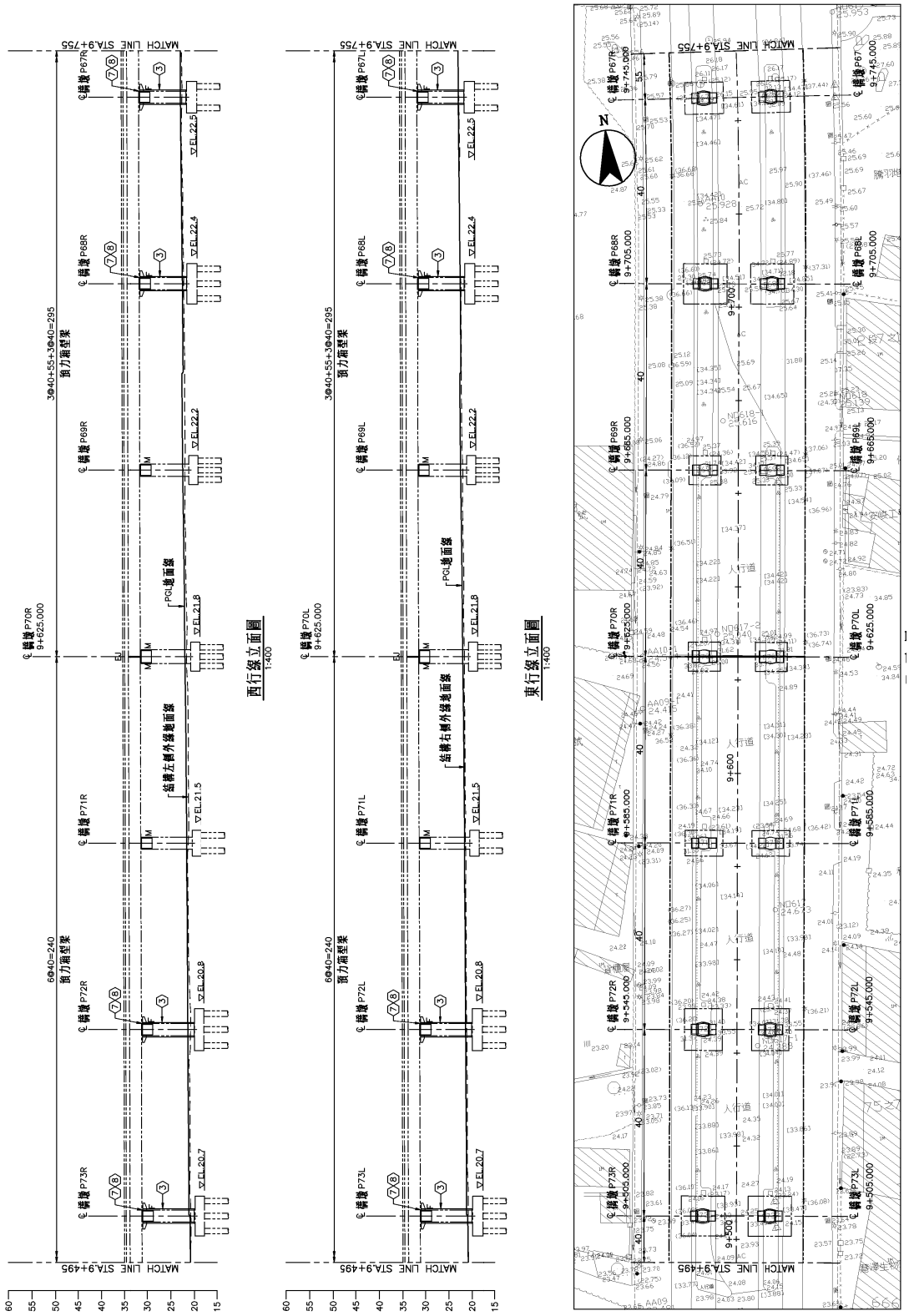


圖7.7.5-16 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(七)

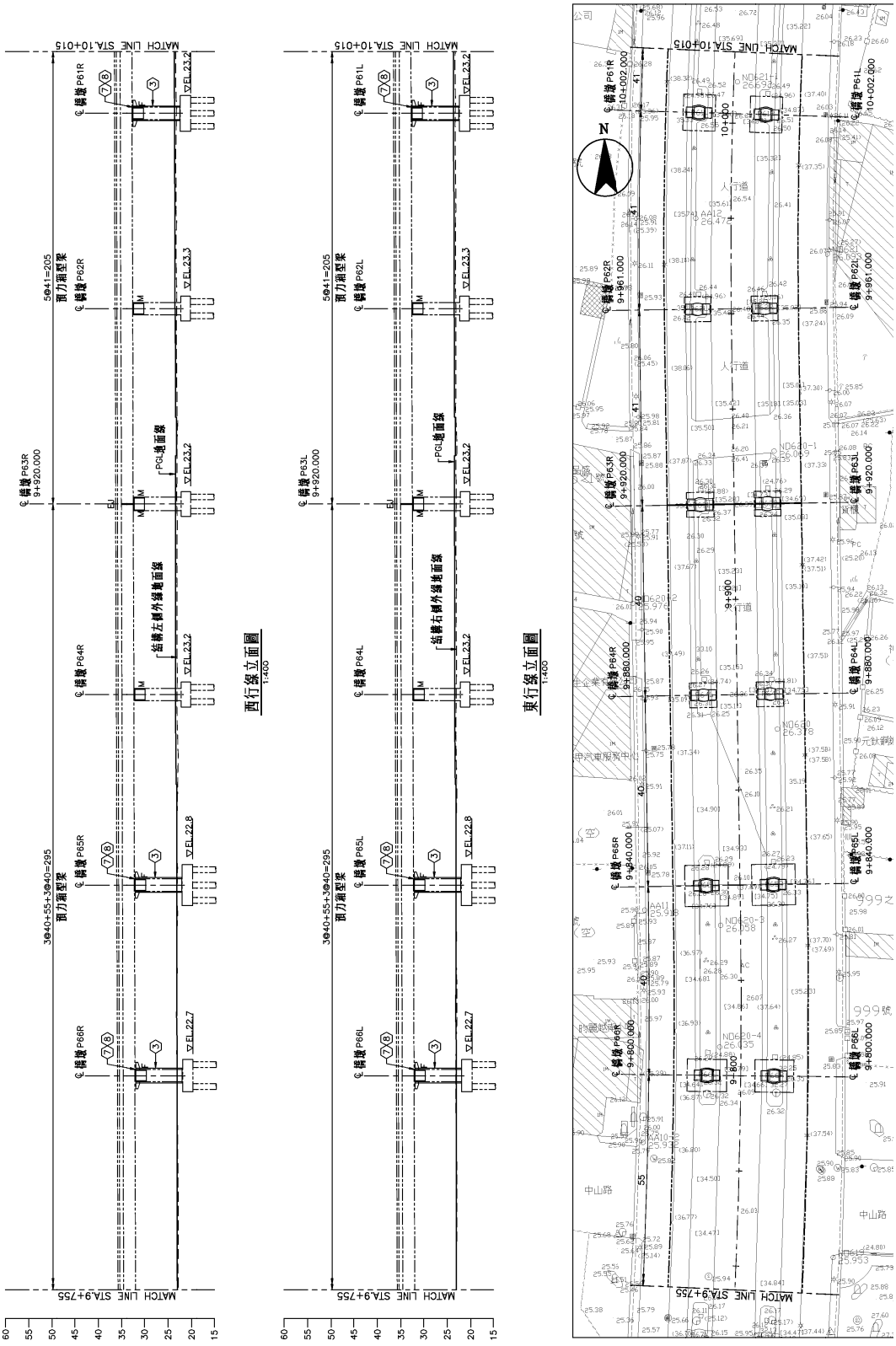


圖7.7.5-17　高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(八)

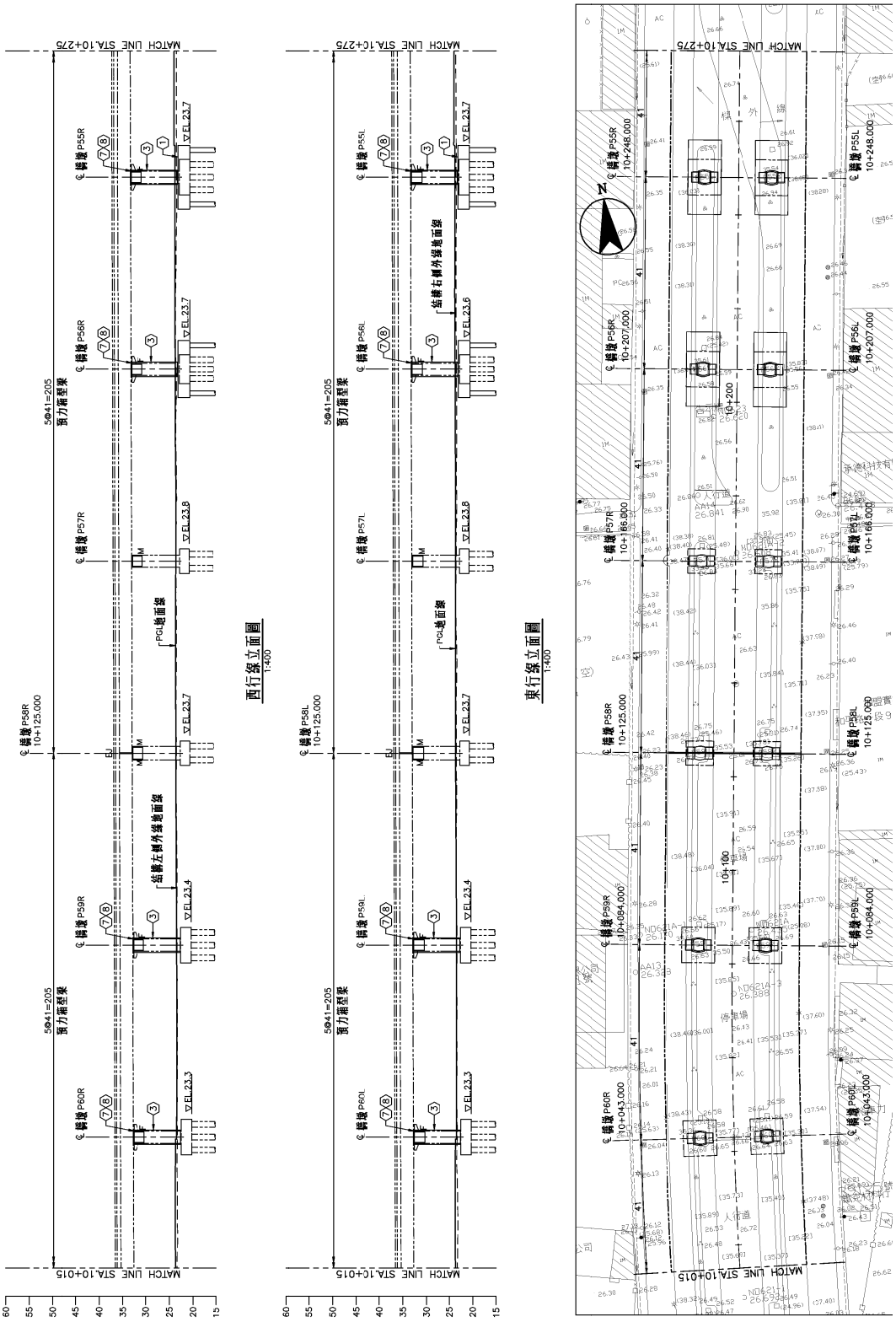


圖7.7.5-18　高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(九)

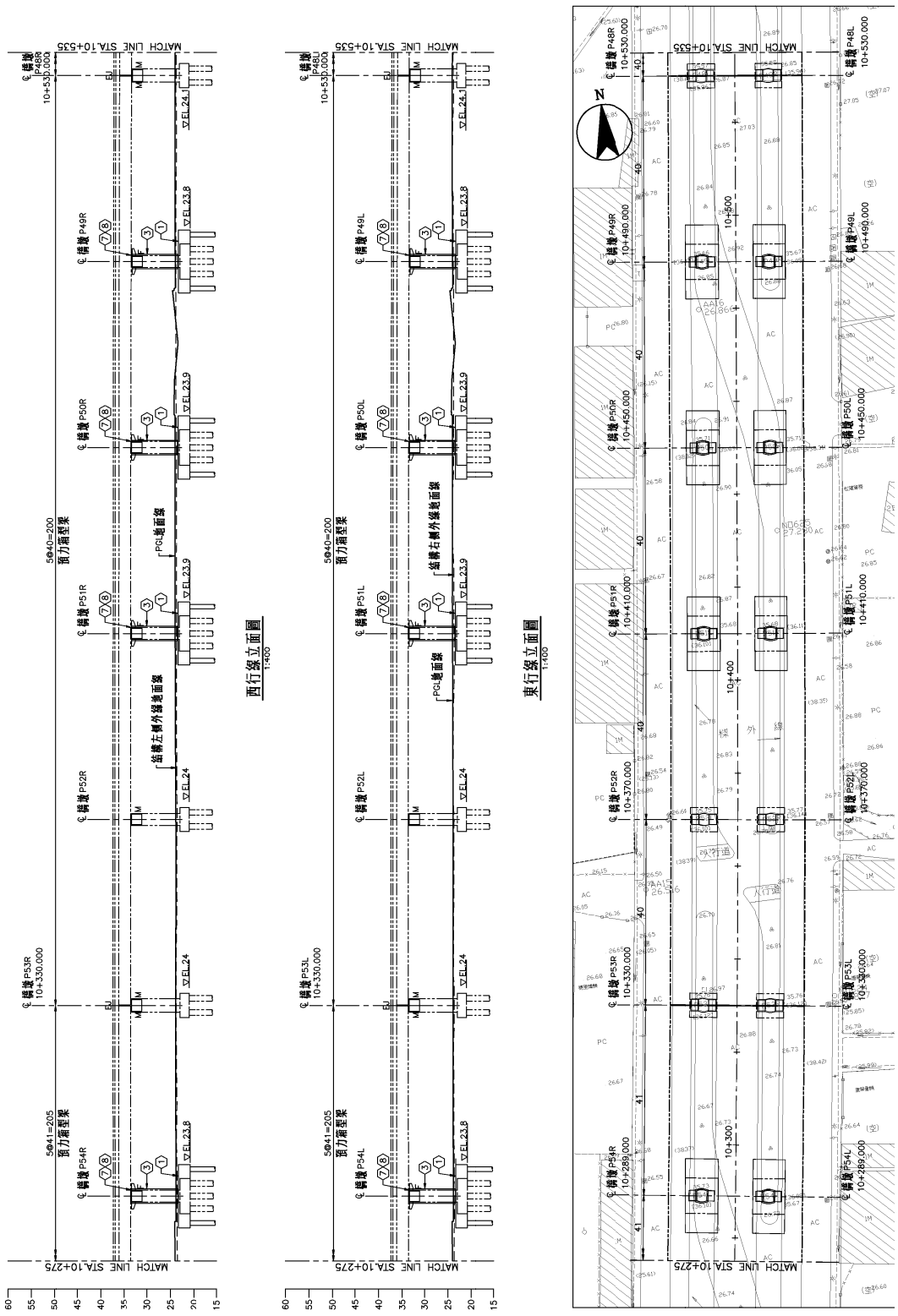


圖7.7.5-19　高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十)

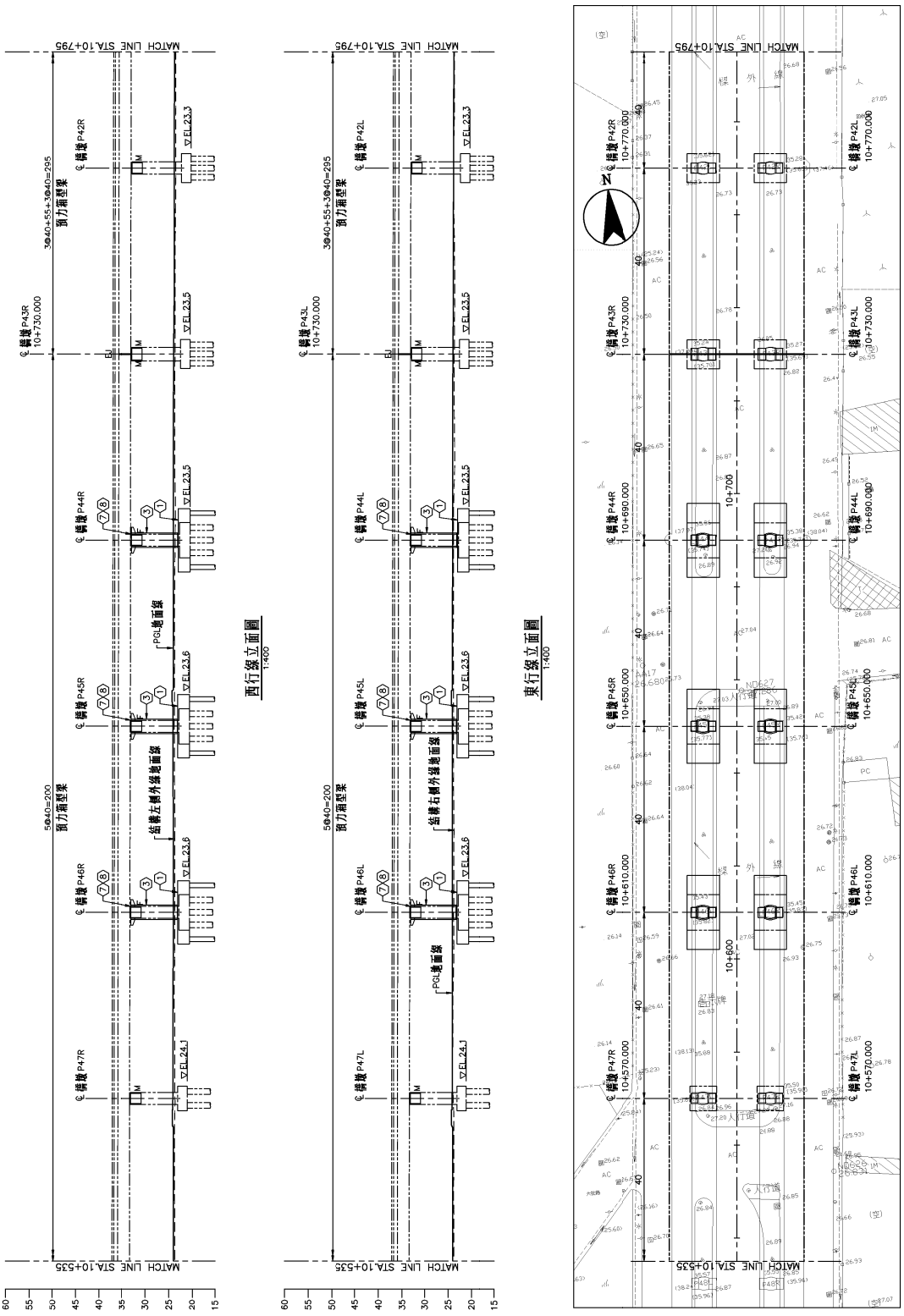


圖7.7.5-20 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十一)

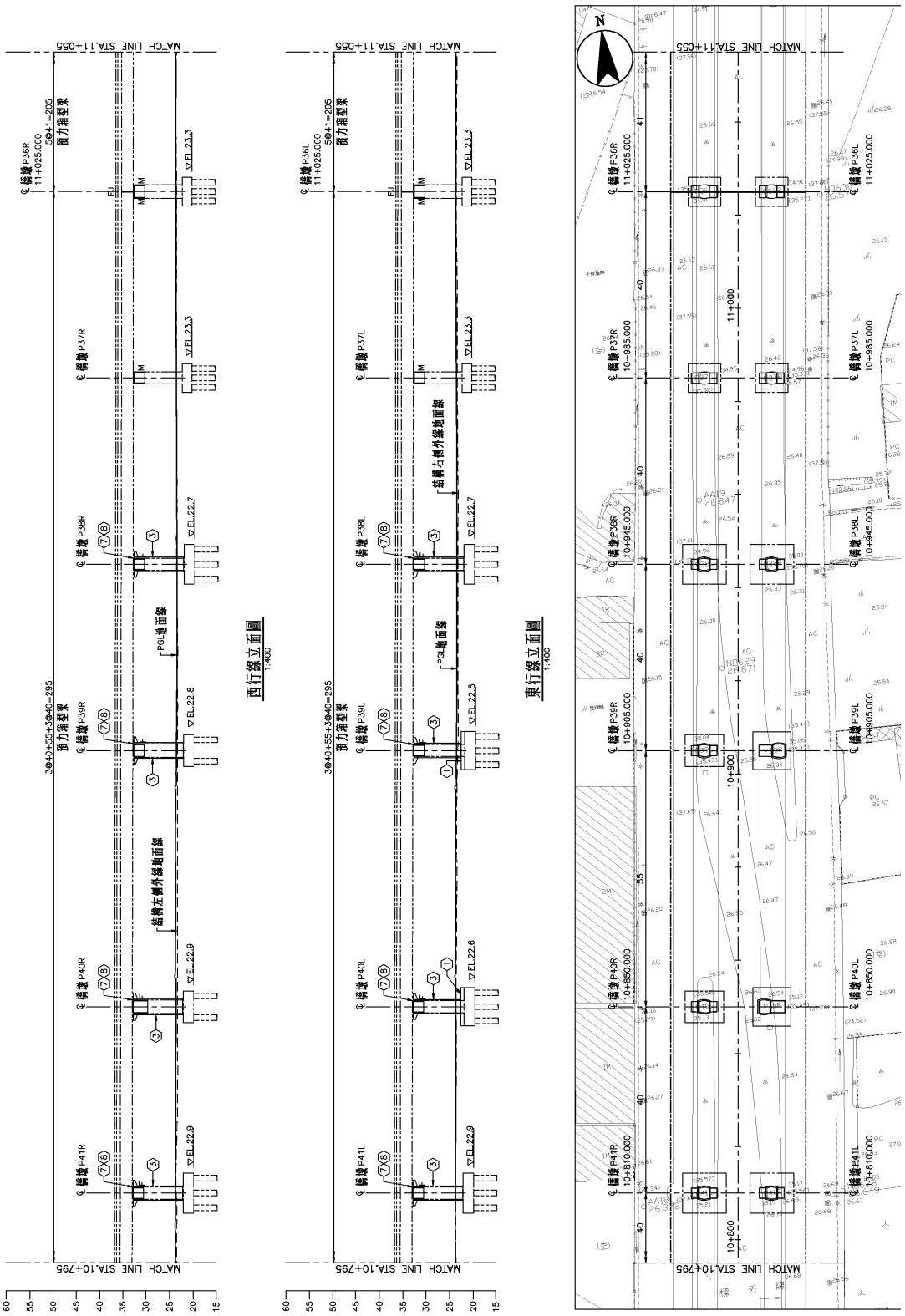


圖7.7.5-21　高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十二)

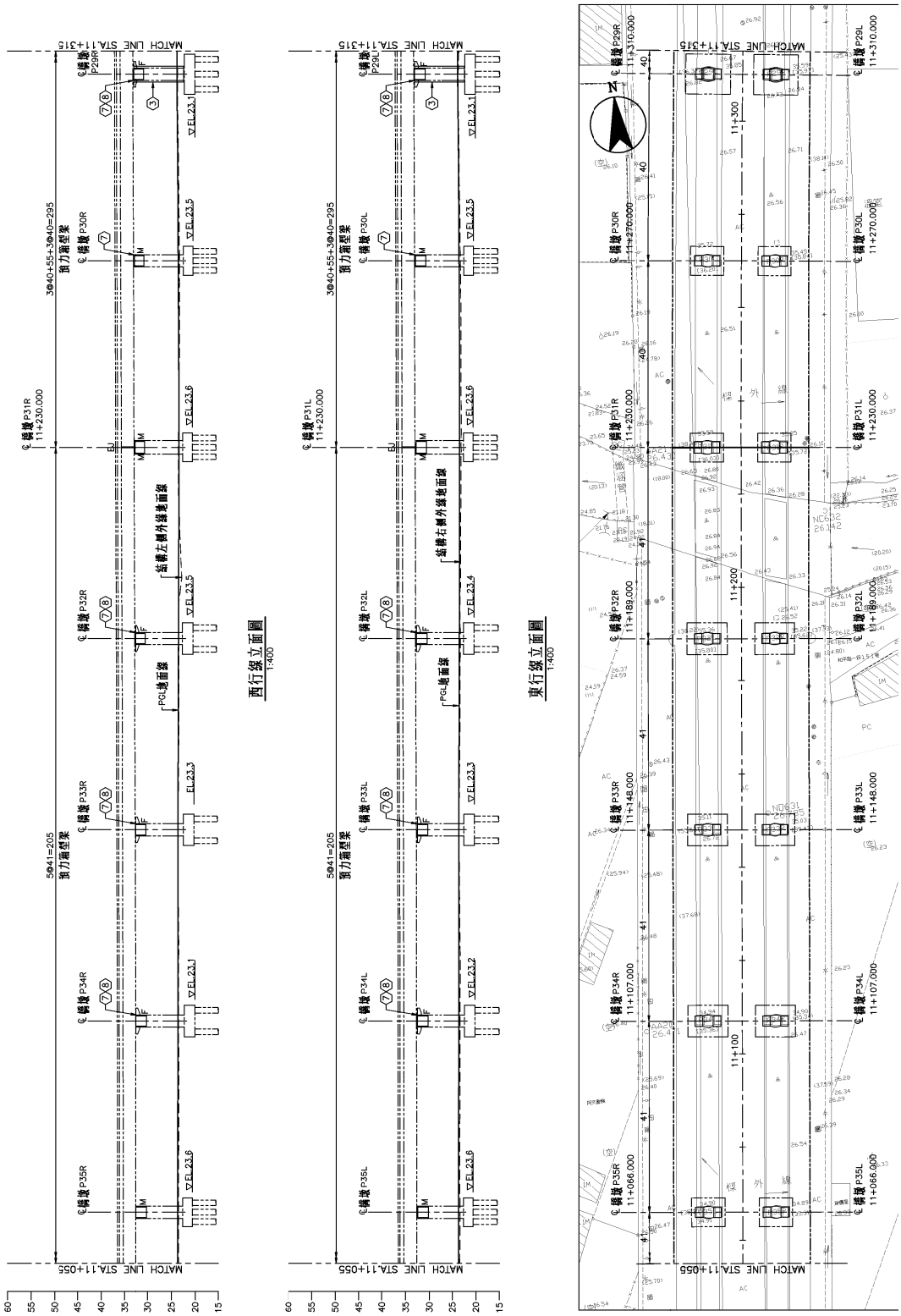


圖7.7.5-22 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十三)

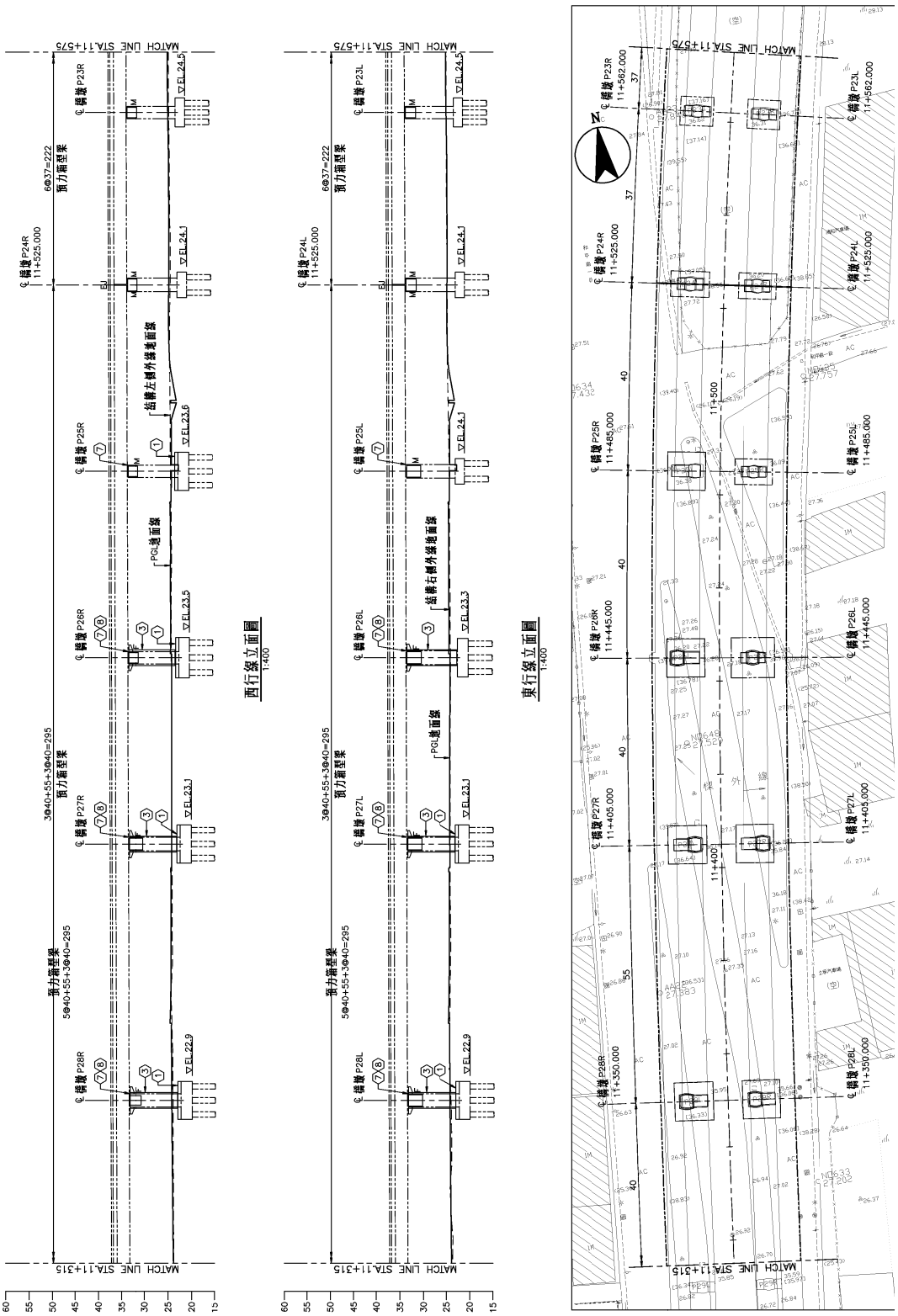


圖7.7.5-23 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十四)

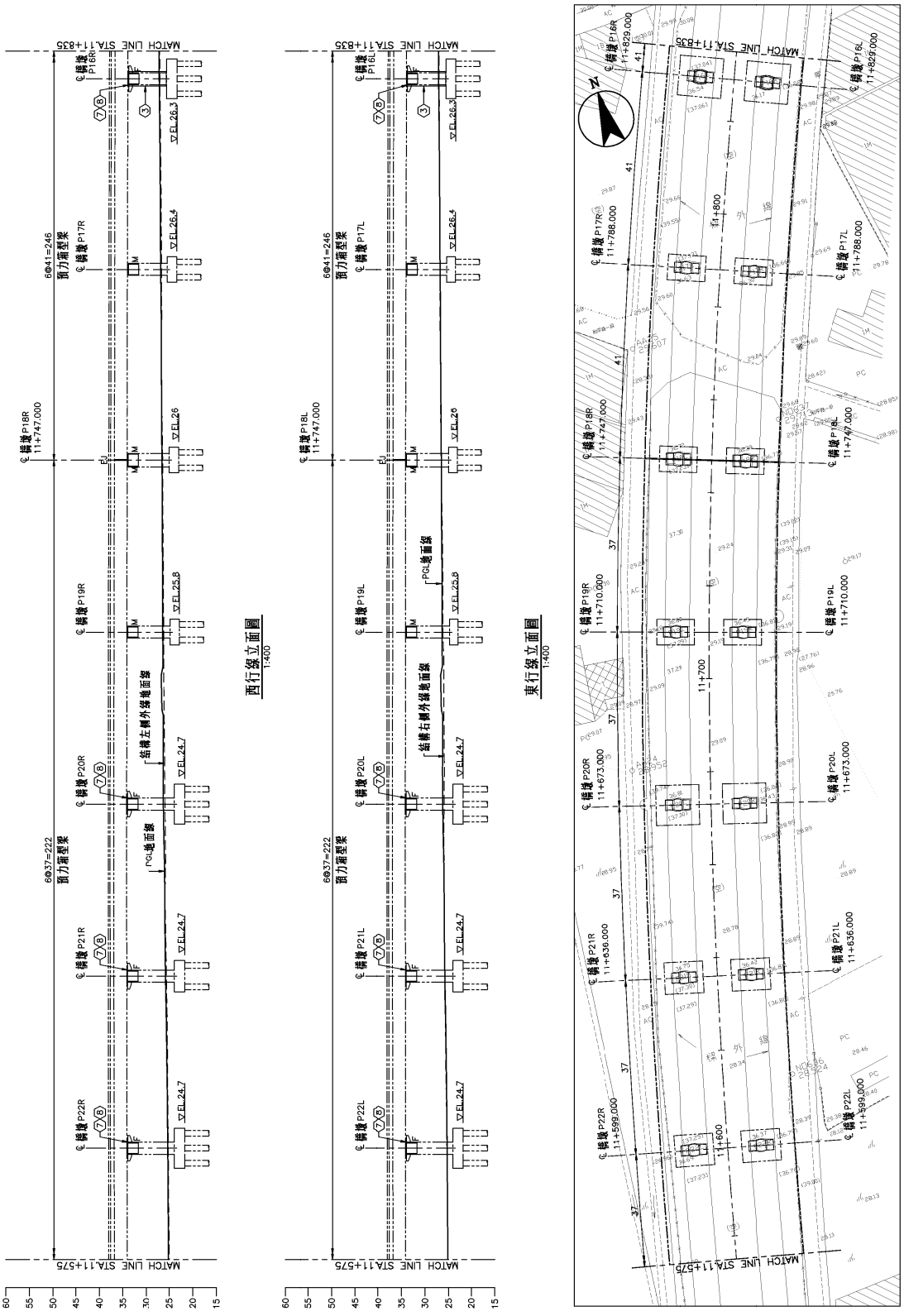


圖7.7.5-24　高雄環線高架(二)橋耐震補強結構平立面圖(十五)

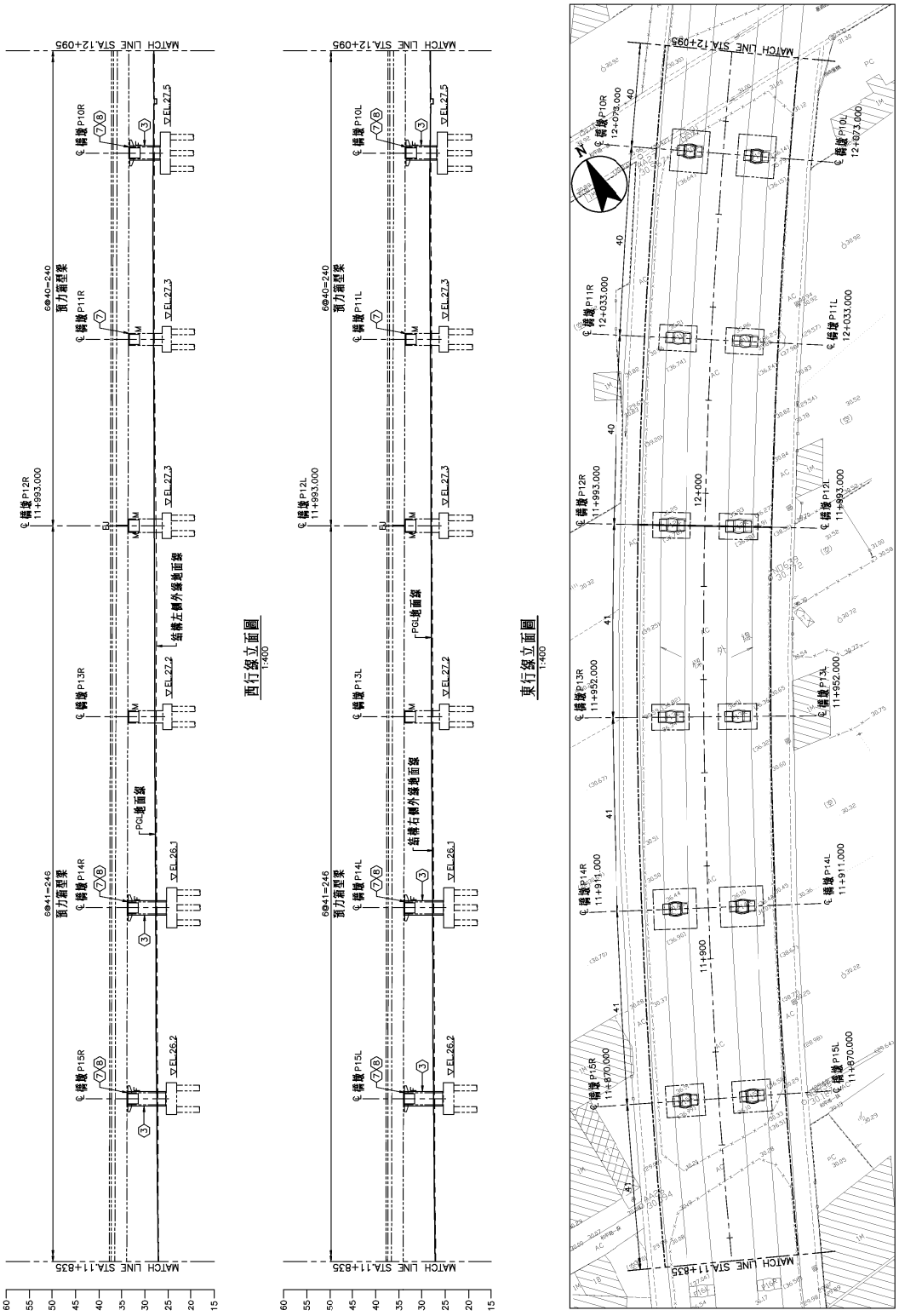


圖7.7.5-25　高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十六)

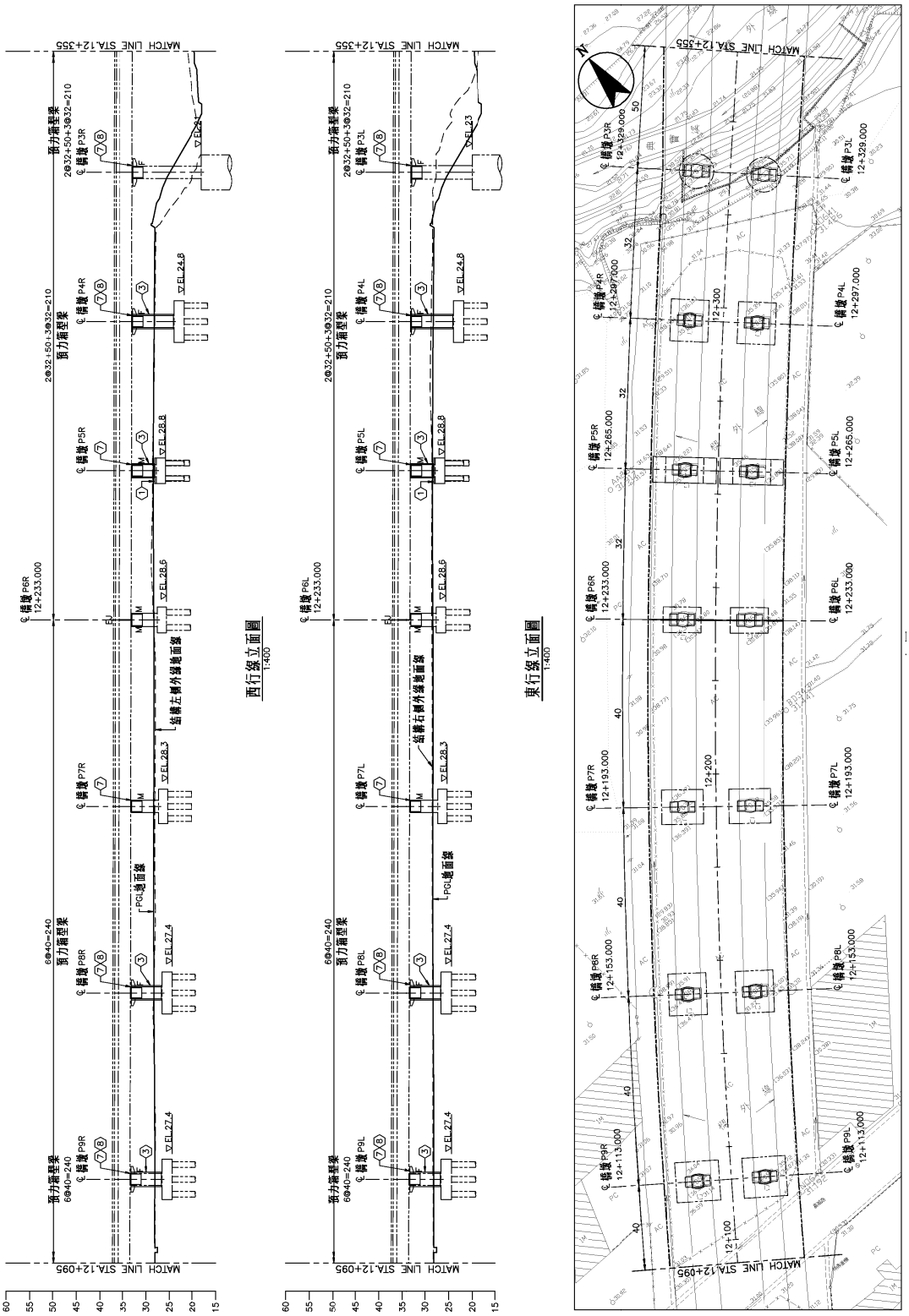
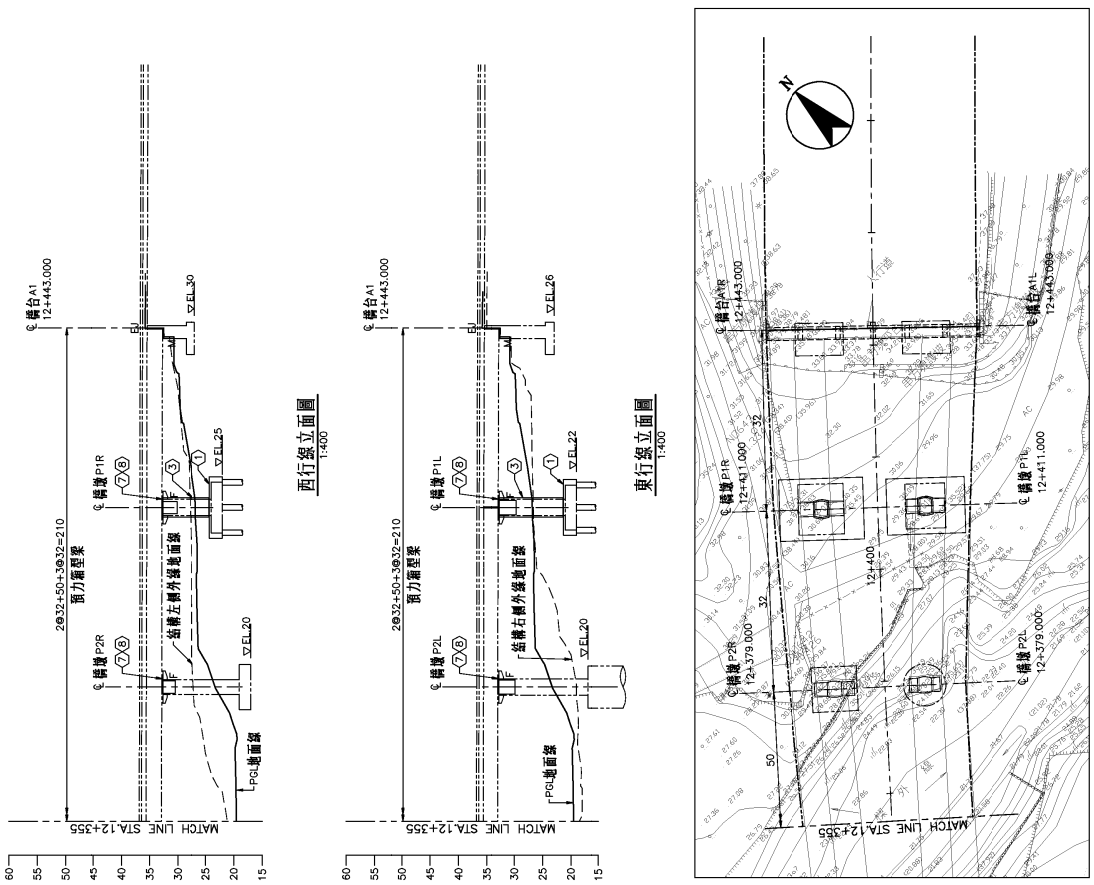


圖7.7.5-26　高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十七)



現地橋墩(台)編號與示牌對照表

橋墩(台)編號	現地展示牌編號
P111	208/318
P110	209/318
P109	210/318
P108	211/318
P107	212/318
P106	213/318
P105	214/318
P104	215/318
P103	216/318
P102	217/318
P101	218/318
P100	219/318
P99	220/318
P98	221/318
P97	222/318
P96	223/318
P95	224/318
P94	225/318
P93	226/318
P92	227/318
P91	228/318
P90	229/318
P89	230/318
P88	231/318
P87	232/318
P86	233/318
P85	234/318
P84	235/318
P83	236/318
P82	237/318
P81	238/318
P80	239/318
P79	240/318
P78	241/318
P77	242/318
P76	243/318
P75	244/318
P74	245/318
P73	246/318
P72	247/318
P71	248/318
P70	249/318
P69	250/318
P68	251/318
P67	252/318
P66	253/318
P65	254/318
P64	255/318
P63	256/318
P62	257/318
P61	258/318
P60	259/318
P59	260/318
P58	261/318
P57	262/318
P56	263/318

橋墩(台)編號	現地展示牌編號
P55	264/318
P54	265/318
P53	266/318
P52	267/318
P51	268/318
P50	269/318
P49	270/318
P48	271/318
P47	272/318
P46	273/318
P45	274/318
P44	275/318
P43	276/318
P42	277/318
P41	278/318
P40	279/318
P39	280/318
P38	281/318
P37	282/318
P36	283/318
P35	284/318
P34	285/318
P33	286/318
P32	287/318
P31	288/318
P30	289/318
P29	290/318
P28	291/318
P27	292/318
P26	293/318
P25	294/318
P24	295/318
P23	296/318
P22	297/318
P21	298/318
P20	299/318
P19	300/318
P18	301/318
P17	302/318
P16	303/318
P15	304/318
P14	305/318
P13	306/318
P12	307/318
P11	308/318
P10	309/318
P9	310/318
P8	311/318
P7	312/318
P6	313/318
P5	314/318
P4	315/318
P3	316/318
P2	317/318
P1	318/318
A1	

圖7.7.5-27　高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十八)

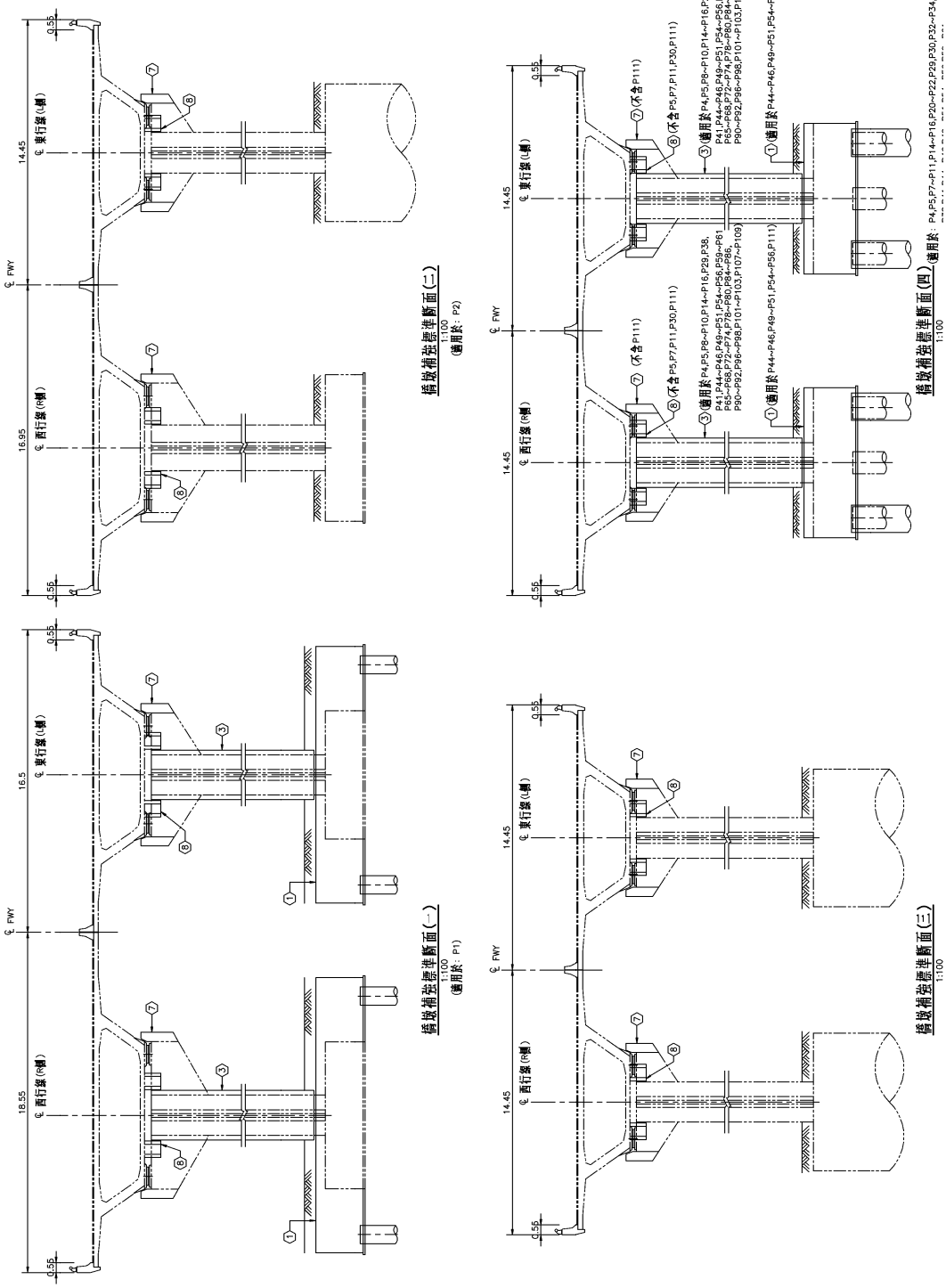
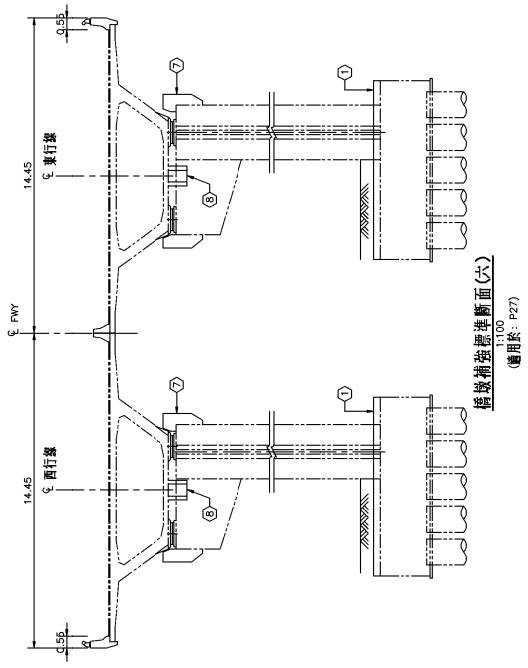
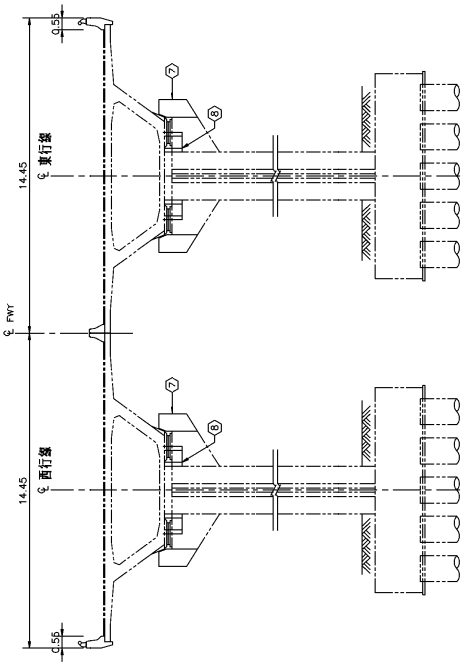
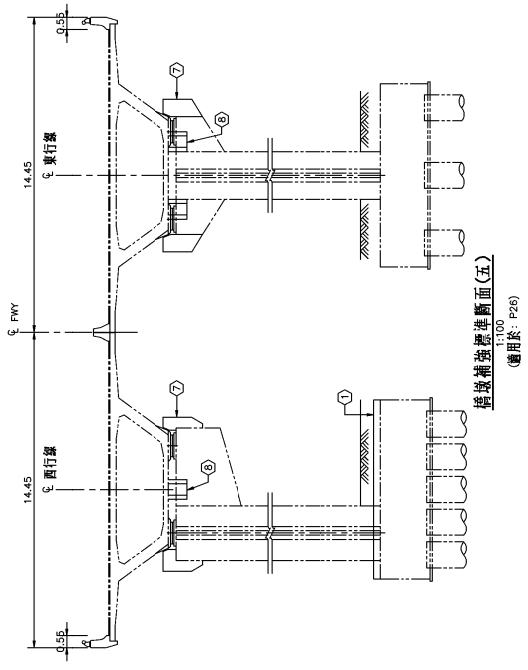


圖7.7.5-28 高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(十九)







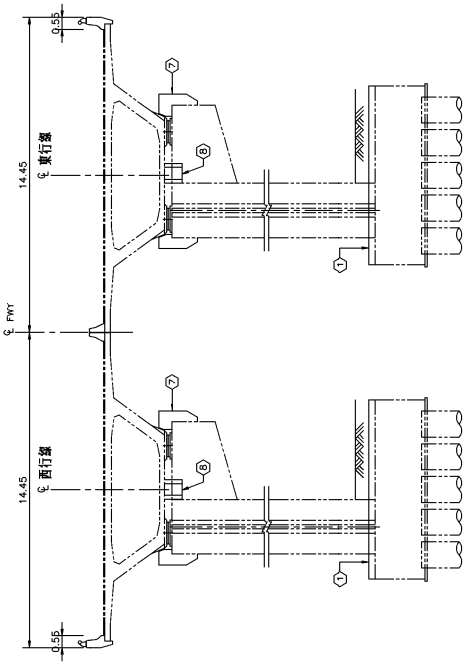


圖7.7.5-29　高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(二十)

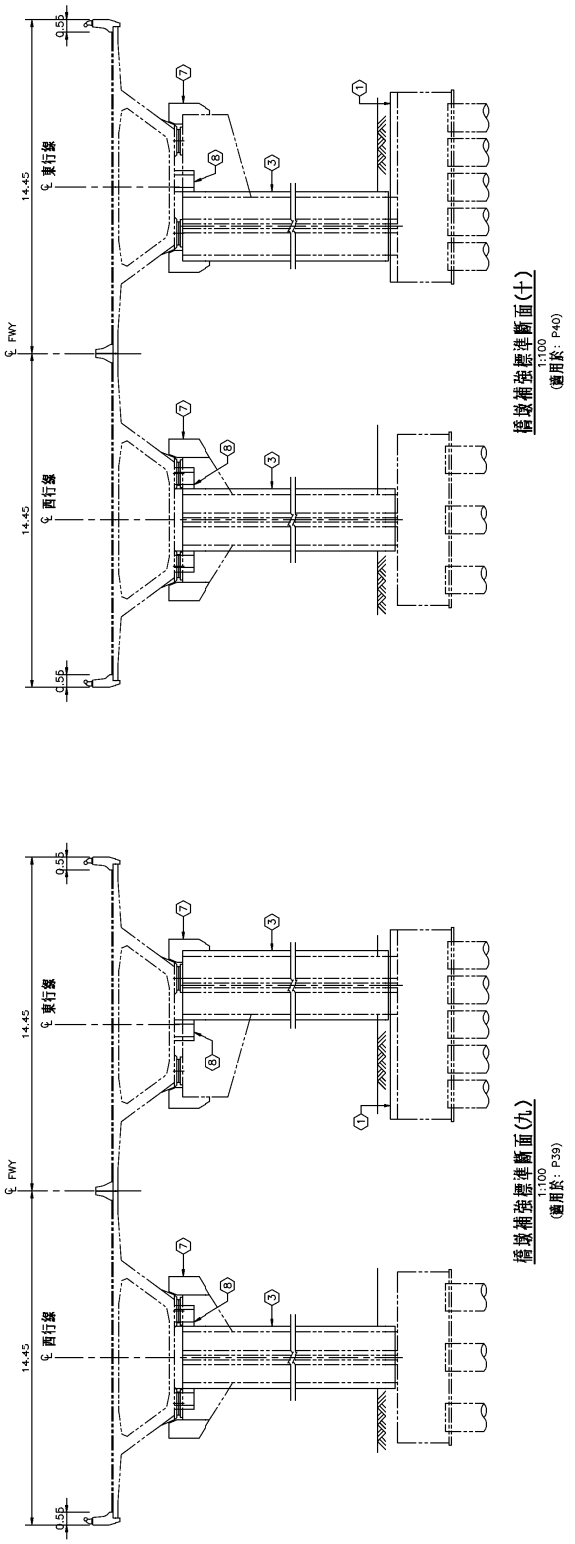


圖7.7.5-30　高雄環線高架(三)橋耐震補強結構平立面圖(二十一)

7.7.6 補強設計成果之統計分析

本工程橋梁總數約有285座，由第一章之設計分標說明，共計分為第M31、M32、M34、M35標及第M36標等五個施工分標，本節係經由相關各項參數及各橋耐震補強預算直接工程費的統計分析，來說明本工程耐震補強設計成果。

圖7.7.6-1為各分標預算之直接工程費統計圖，由圖中可看出第M31標的工程規模最大，其直接工程費約達19.06億元，第M35標的耐震補強工程規模最小，其直接工程費約為4.17億元；另外，由於第M36標全數橋梁鄰近旗山斷層，因此工程規模高居第二，其直接工程費約為11.77億元。

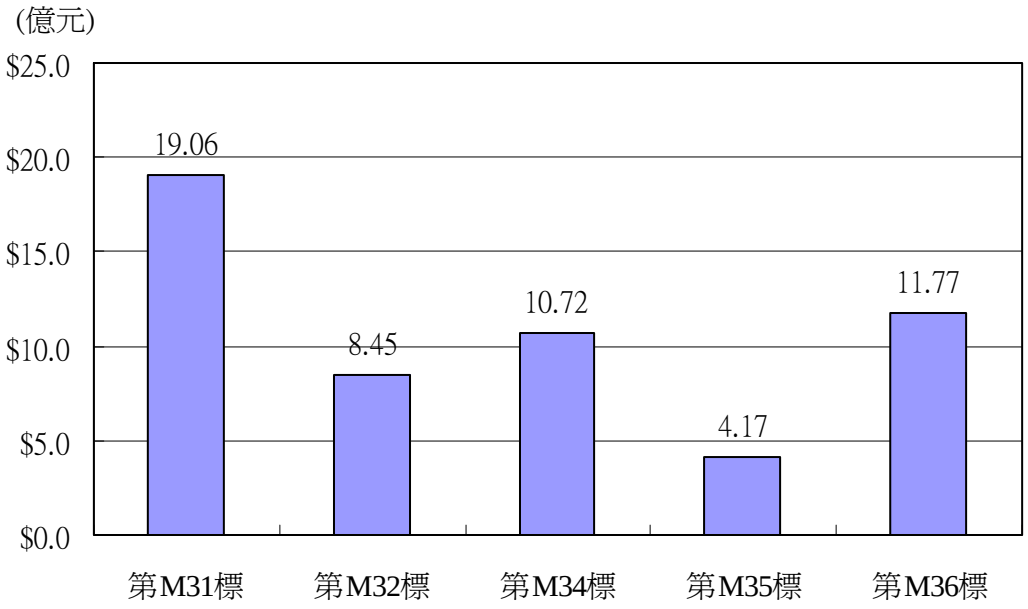


圖7.7.6-1 各分標預算直接工程費統計圖

另外，就本工程範圍橋梁耐震補強直接工程費，分別依橋梁類別、HAZ-Taiwan橋梁分類系統、橋梁轄管區工務段及補強位置等加以統計分析，如圖7.7.6-2~7.7.6-5所示。由圖7.7.6-2中可知穿越橋及河川橋補強工程費所佔比例最高，分別為42.18%及41.49%；然而本工程範圍內穿越橋面積與河川橋面積分佔全體橋梁面積之44.71%及38.45%，兩者相差6.26%，而補強費用僅相差0.69%，足見河道變遷及河床沖刷對橋梁耐震能力造成不小的影響。若依HAZ-Taiwan橋梁類別分析，由圖7.7.6-3中可知HAZ-Taiwan橋梁分類中，以TYPE 7(多跨連續壁式橋墩)之橋梁補強工程費佔40.53%為最高，其次為TYPE 3(多跨簡支構架式橋墩)橋梁佔14.99%，TYPE 1(單跨)橋梁補強費所佔比例為最低之0.28%；此項統計結果，主要是因為本工程範圍橋梁結構系統以TYPE 7(多跨連續壁式橋墩)為主，其橋面積佔整體之34.87%。

若依管轄工務段分類來看，由於本工程橋梁集中在北部路段，因此木柵及關西工務段之補強工程費分別佔37.98%及31.05%，由圖7.7.6-4可看出，北部路段段之補強費用約佔了整體三分之二，南部路段約佔三分之一。依補強位置分類而言，基礎補強佔了逾六成之工程費，墩體則佔21.79%之工程費，而圖中的其他，則為基礎補強及墩體補強之外的補強工法，包含了止震塊補強、防震拉條更新或抽換、端隔梁補強、增設剪力榫、新設LUD及新設阻尼器……等。

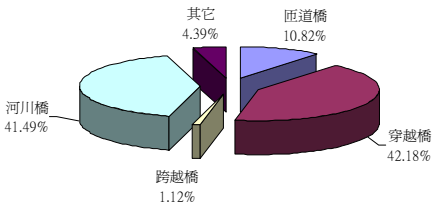


圖7.7.6-2　依橋梁類別分類

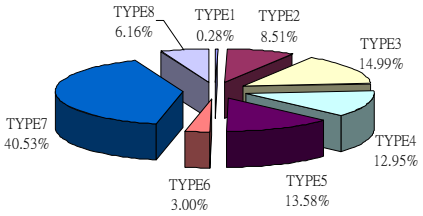


圖7.7.6-3　依Haz-Taiwan分類

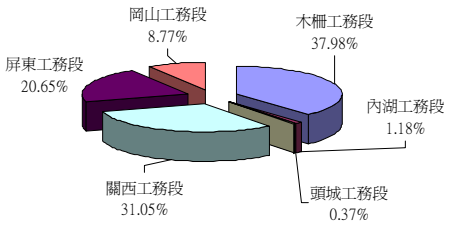


圖7.7.6-4　依轄管工務段分類

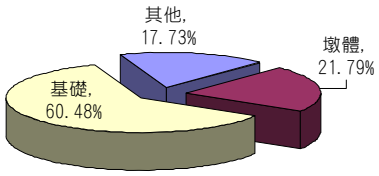


圖7.7.6-5　依補強位置分類

而延伸圖7.7.6-5之議題，再將補強位置分別依標別、HAZ-Taiwan橋梁類別以及一般橋梁類別等加以分析統計，可得表7.7.6-1~3以及圖7.7.6-6~11之結果。由圖7.7.6-6可看出每一標之各個部位之補強費用；而由圖7.7.6-7可看出，每一標之基礎補強費用皆佔了該標工程費之45.04%以上。若以HAZ-Taiwan橋梁類別來統計，TYPE 3(多跨簡支構架式橋墩)及TYPE 6(多跨連續構架式橋墩)之墩體補強僅落後基礎補強1.94%~3.88%左右，可見地震力提升後，帽梁容許強度普遍不足，詳圖7.7.6-9。再依一般橋梁類別統計分析，詳圖7.7.6-11，其中為了維持國道交通之順暢，跨越橋以增設剪力榫、新設LUD及新設阻尼器……等為大宗，佔了跨越橋近乎一半(48.11%)之補強費用。

表7.7.6-1　補強部位費用統計表(依標別分類)

標別	橋面積 (m^2)	補強費用(百萬元)			比例(%)		
		其他	墩體	基礎	其他	墩體	基礎
第 M31 標	283,940	276	474	1,156	14.51	24.84	60.65
第 M32 標	243,470	149	307	389	17.65	36.30	46.04
第 M34 標	200,480	193	205	674	17.99	19.13	62.88
第 M35 標	61,136	116	0	301	27.82	0.00	72.18
第 M36 標	254,664	226	195	756	19.21	16.54	64.25
合計	1,043,690	961	1,180	3,276	17.73	21.79	60.48

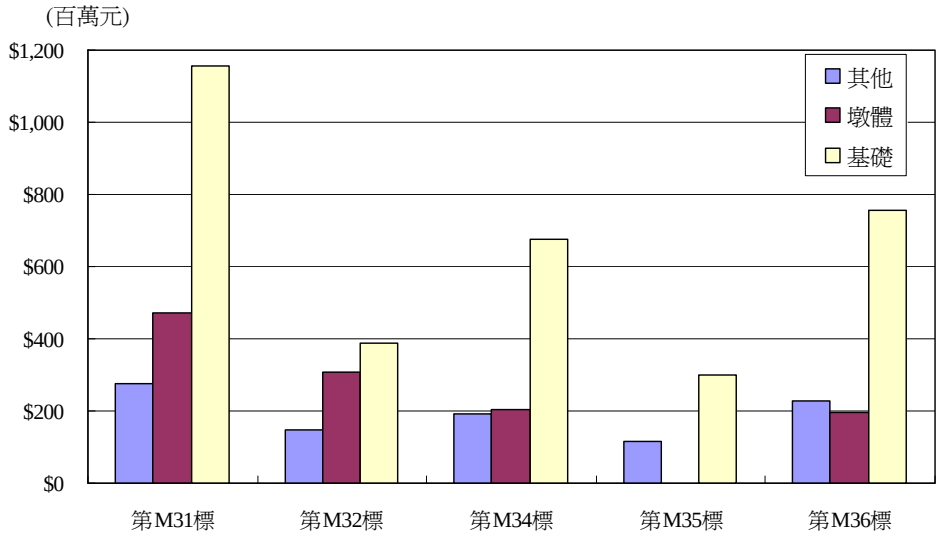


圖7.7.6-6　補強部位費用統計(依標別分類)

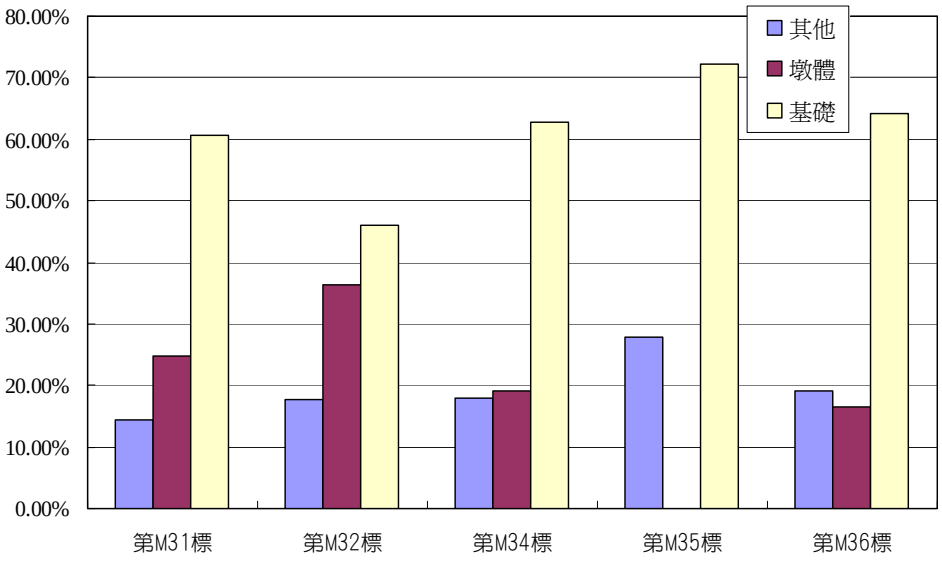


圖7.7.6-7　補強部位費用比例(依標別分類)

表7.7.6-2　補強部位費用統計表(依HAZ-Taiwan橋梁類別分類)

類別	橋面積 (m^2)	補強費用(百萬元)			比例(%)		
		其他	墩體	基礎	其他	墩體	基礎
TYPE 1	31,641	15	0	0	100.00	0.00	0.00
TYPE 2	54,951	50	93	318	10.90	20.15	68.94
TYPE 3	145,166	136	322	353	16.80	39.66	43.54
TYPE 4	124,634	81	111	509	11.52	15.86	72.61
TYPE 5	199,585	174	159	403	23.63	21.61	54.76
TYPE 6	41,631	34	63	66	21.00	38.53	40.47
TYPE 7	363,976	419	309	1,468	19.08	14.05	66.87
TYPE 8	82,106	52	124	158	15.65	37.13	47.22
合計	1,043,690	961	1,180	3,276	17.73	21.79	60.48

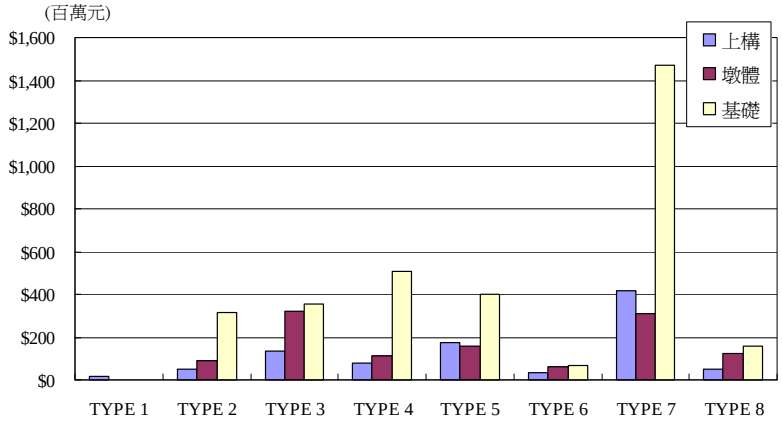


圖7.7.6-8　補強部位費用統計(依HAZ-Taiwan橋梁類別分類)

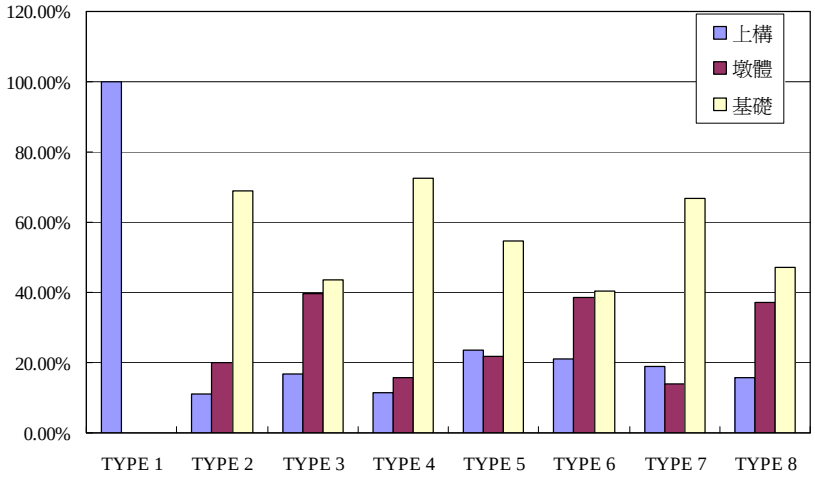


圖7.7.6-9　補強部位費用比例(依HAZ-Taiwan橋梁類別分類)

表7.7.6-3　補強部位費用統計表(依一般橋梁類別分類)

類別	橋面積 (m^2)	補強費用(百萬元)			比例(%)		
		其他	墩體	基礎	其他	墩體	基礎
匝道橋	84,056	105	98	383	17.97	16.72	65.31
穿越橋	466,621	347	374	1,564	15.19	16.37	68.44
跨越橋	25,353	29	10	22	48.11	16.08	35.82
河川橋	401,333	439	652	1,157	19.54	28.99	51.47
其它	66,328	40	47	151	16.76	19.70	63.54
合計	1,043,690	961	1,180	3,276	17.73	21.79	60.48

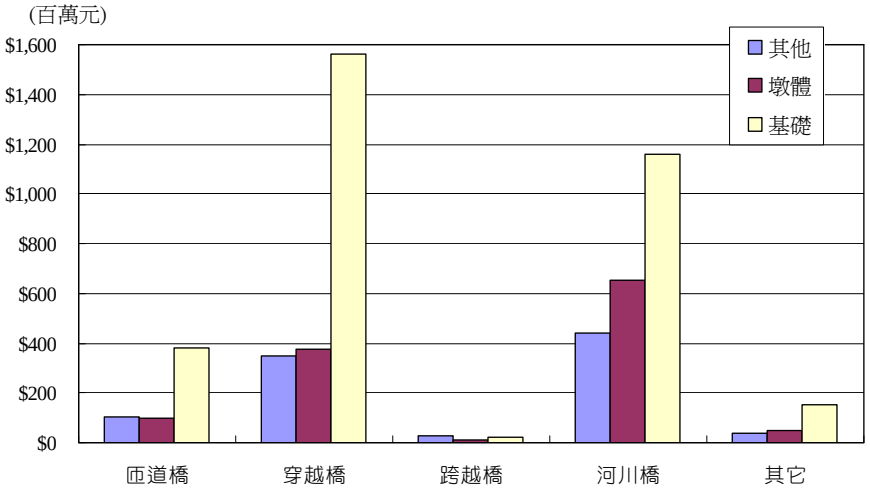


圖7.7.6-10　補強部位費用統計(依一般橋梁類別分類)

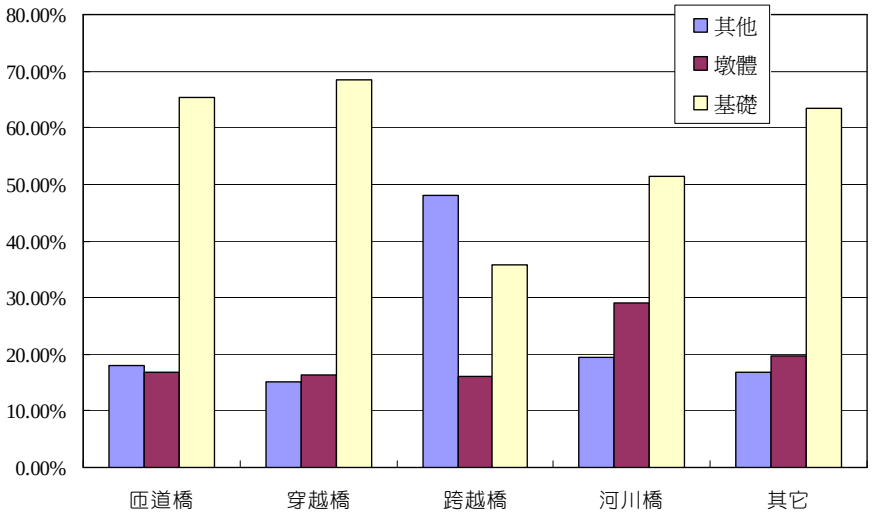


圖7.7.6-11　補強部位費用比例(依一般橋梁類別分類)

國道高速公路耐震補強工程為國內最大規模橋梁耐震補強之案例，整個工程費平均攤除到橋面積上之平均單位補強費用(元/m^2)深具參考價值與意義，以下就HAZ-Taiwan橋梁分類系統及橋梁分類兩大項目，針對平均補強單位費用加以統計分析並繪於圖7.7.6-12-7.7.6-13中。由圖7.7.6-6中可看出，若依HAZ-Taiwan橋梁類別分析，平均單位面積補強費用以TYPE 2(多跨簡支壁式橋墩)之8,390元/m^2為最高，其次為TYPE 7(多跨簡支壁式柱)的6,032元/m^2，而以TYPE 1(單跨)的487元/m^2為最低。而依橋梁類別加以統計分析，圖7.7.6-13顯示匝道橋的單位補強費用6,974元/m^2為最高，河川橋的單位補強費用5,600元/m^2居次，此一現象乃是由於本工程有若干匝道橋跨越河川，且匝道橋之橋寬小，進而橋面積小，因此抬高匝道橋單位補強費用；而本工程跨河之匝道橋多數集中在汐止系統交流道及木柵交流道，均位於第M31標之範圍，若第M31標不納入統計，則匝道橋之平均單位補強費用為2,797元/m^2，而河川橋之平均單位補強費用則為5,516元/m^2。

表7.7.6-4　平均單位補強費用統計表(依HAZ-Taiwan橋梁類別分類)

標別	TYPE1	TYPE2	TYPE3	TYPE4	TYPE5	TYPE6	TYPE7	TYPE8
第 M31 標	1,498	12,916	6,018	5,812	7,283	10,832	8,391	4,358
第 M32 標	374	4,476	7,504	2,627	10,209	2,234	2,141	0
第 M34 標	458	7,832	2,816	7,543	3,270	2,098	8,632	3,157
第 M35 標	998	6,547	3,400	-	-	-	7,176	-
第 M36 標	-	8,814	-	-	3,210	-	5,955	-
合計	487	8,390	5,592	5,626	3,685	3,904	6,032	4,064

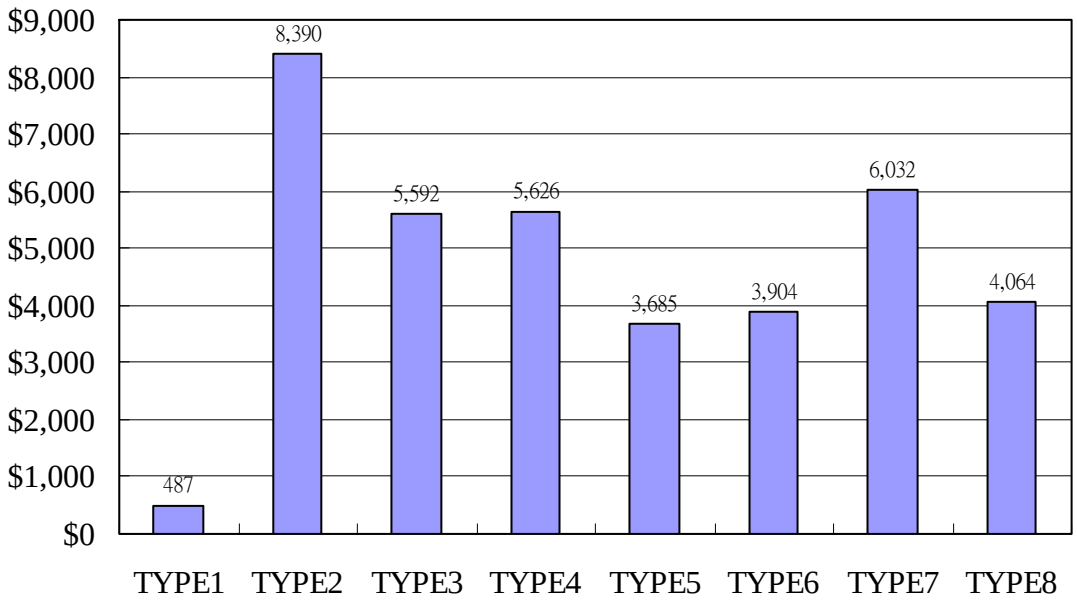


圖7.7.6-12　平均單位補強費用統計(依HAZ-Taiwan橋梁類別分類)

表7.7.6-5　平均單位補強費用統計表(依一般橋梁類別分類)

標別	匝道橋	穿越橋	跨越橋	河川橋	其它
第 M31 標	11,037	5,955	4,146	5,766	7,019
第 M32 標	3,857	3,571	1,452	3,480	3,493
第 M34 標	739	6,728	2,929	6,947	351
第 M35 標	-	-	-	6,814	-
第 M36 標	-	4,522	2,349	8,814	-
合計	6,974	4,896	2,383	5,600	3,588

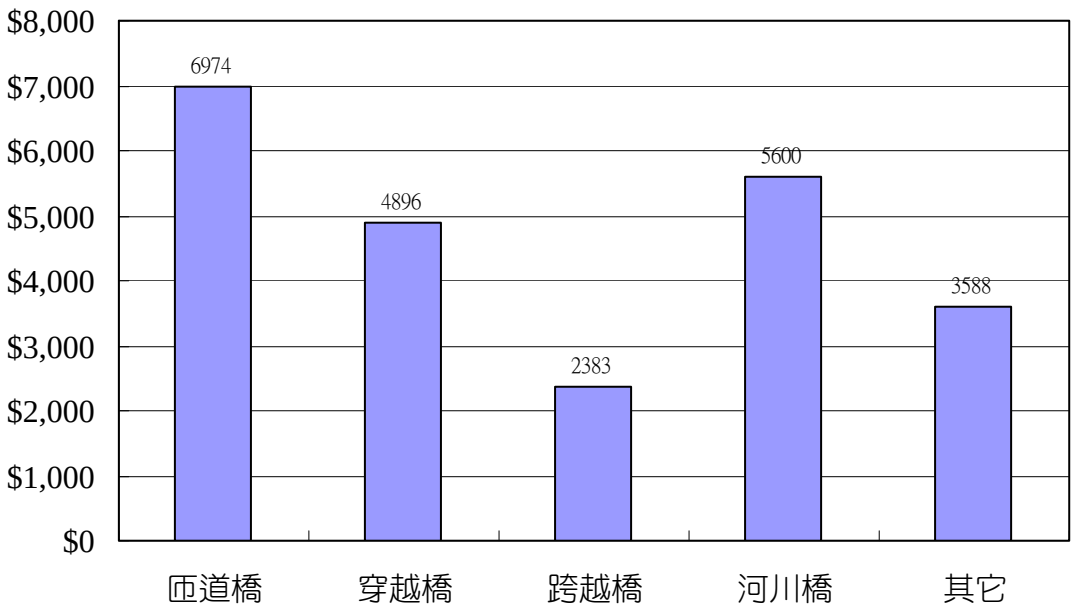


圖7.7.6-13　平均單位補強費用統計(依一般橋梁類別分類)

第八章　環境衝擊與對策

8.1　環境衝擊說明

本節係就各類補強施工方式於施工期間及營運期間，因工程施工或營運行為對環境可能引起之環境衝擊提出一般性說明。

一、 施工階段

1. 水文水質

(1) 水文

本計畫若對既有之河川橋橋梁基礎、橋墩及帽梁等下部結構進行補強，加寬橋墩設施以增強橋梁耐震力，受限於水利單位要求補強後基礎頂高須低於計畫河床高，預計將採向下增厚基礎之補強方式施作，可避免對河川水理之衝擊，故預期對水文影響屬於輕微。

(2) 水質

本計畫於施工期間可能影響水體水質之主要因素包括：逕流沖刷造成之土壤沖蝕、施工人員之生活污水、施工機具保養廢油及基樁補強工程所產生之污染等，茲說明如下：

A. 逕流沖刷造成之土壤沖蝕

施工階段，由於施築施工便道、基樁補強局部開挖而造成之小面積裸露地表，或因土方堆置，於雨季之暴雨期間沖刷，其所挾帶之泥砂將流進下游水體，致使水體之懸浮固體物與濁度上升。

B. 施工人員生活污水

就施工人員每日之生活污水而言，若以各施工區內工作人員約30人推估，每人每日排放之污水量約為30公升，則施工人員之生活污水量約為900公升/日。

C. 施工機具保養廢油

施工機具保養所產生之廢油，其污染物包括懸浮固體、油脂及微量金屬等，按一般廢油之產量屬非連續性者，其產生量有限。

D. 橋墩基樁補強工程

本計畫於橋梁基礎增補基樁時，所進行之鑽掘作業時，將影響河川水質。預計採用全套管方式增補基樁，並以套管維持孔壁穩定，不需任何穩定液，避免新增污染來源。

2. 空氣品質

本計畫各種施工機械之運作、工程項目之進行及工程車輛之進出等，均屬可能影響附近空氣品質之因素。因此施工階段空氣污染物約可分為兩類，一為工作面排放源，一為運輸作業排放源，茲說明如下：

(1) 工作面排放

本計畫施工階段易造成塵土飛揚，所產生之粒狀污染物經大氣作用逸散至大氣中，使得施工面之空氣懸浮微粒濃度及落塵量增加。依據美國環境保護署「空氣污染物排放係數彙編AP-42」資料查得，大型土建工程之粒狀污染物產生量(以粒徑小於30μm之微粒為主約為1.56 μg/m²/sec，本工程施工裸露面小，影響輕微。

此外，施工機具如挖土機、傾卸卡車等機械於運轉時所產生之含有一氧化碳(CO)、氮氧化物(NO_x)、硫化物(SO_x)及總懸浮微粒(TSP)污染物之廢氣，將影響工區附近空氣品質。參考美國環保署彙編之施工機具空氣污染排放係數資料(請詳表8.1-1)，但影響範圍多侷限於施工區域附近。

表8.1-1 施工機具空氣污染物排放率

施工機具	空氣污染物排放量(公克/小時)			
	TSP	CO	NO_X	SO_X
挖土機	50.70	157.01	570.70	62.30
輪式牽引機	61.50	1622.77	575.84	40.90
傾卸卡車	116.0	816.81	1889.16	206.00
其它	63.2	306.37	767.30	64.70

註：資料來源：美國環保署，「空氣污染物排放係數手冊(AP42)」，1992年9月。

(2) 運輸工具排放

運輸工具污染源除車輛本身排放之廢氣，另外有車輛行駛引起的揚塵，其污染物包括有一氧化碳(CO)、氮氧化物(NO_x)、硫化物(SO_x)及總懸浮微粒(TSP)等，民國100年各類車輛排放係數請詳表8.1-2，影響範圍則以運輸道路兩側為主。

表8.1-2 各類車輛於不同行車速率下空氣污染物排放係數

車種	車速(km/hr)	污染物項目(克/公里.輛)			
		TSP	SO_X	NO_X	CO
柴油小貨車	40	0.2806~0.3258	0.0025	0.8600~0.9600	0.5600~0.6500
	80	0.2806~0.3258	0.026	0.9700~1.0800	0.3400~0.3900
大貨車	40	1.1954~1.3146	0.0066	13.9300~15.1400	6.1100~6.8600
	80	1.1954~1.3146	0.0062	15.7500~17.1100	3.7100~4.1600

資料來源：行政院環保署「車輛排放係數[TEDS7.0]」。

3. 噪音振動

(1) 噪音

A. 工作面噪音影響

本計畫施工期間使用機具主要為挖土機、卡車、吊車、發電機設備等，而各型施工機具所產之噪音量如表8.1-3。由於影響噪音參數甚多，如音源距離，受音場地形、吸音或反射之特性、氣象條件等因素等影響，施工面距離至道路邊界100公尺處噪音增量為無影響或可忽略影響等級。

表8.1-3 施工機具聲功率位準

施工機具	規格	聲功率位準dB(A)
挖土機(標準型)	0.7 m^3	111
挖土機(低噪音型)	140 PS以上,未滿210 PS	105
傾卸卡車	11t	109
膠輪式吊車(低噪音型)	140 PS以上,未滿210 PS	104
柴油發電機(標準型)	125kVA	109
發電機(低噪音型)	140 PS以上,未滿210 PS	101
混凝土拌合機	60 m^3/ h	100
混凝土泵浦	60 m^3 / h	109
全套管開挖機組 (低噪音型)	140 PS以上,未滿210 PS	104
螺旋鑽機組(標準型)		114

資料來源：行政院環保署「營建工程噪音評估模式技術規範」。

B. 運輸車輛噪音影響

運輸車輛噪音影響主要產生於車輛於施工面等待期間及車輛往來於工地與料場之間。其主要影響區域範圍為進出道路兩側及運輸路線。

(2) 振動

本計畫施工機具振動量，請詳表8.1-4，假設65dB為本計畫施工階段產生之最大振動量，而振動量在地盤中傳播時，則其距離路緣50公尺以外之振動量約48dB，已低於日本東京都道路交通及營建工程公害振動規劃基準之第一種區域之日間振動限值65及70dB。

另運輸車輛所引起之振動，依日本時田等人研究，假設以20噸之卡車為主要運輸車輛，以40公里/小時之速率行駛，同時參考國內交通部公路工程施工規範，假設道路之路面凹凸標準偏差為±6mm，經評估結果，施工車輛所產之振動量為55.5dB，符合日本東京都道路交通及營建工程公害振動規劃基準之第一種區域之日間振動限值65及70dB。

表8.1-4　施工機具振動位準

施工機具	振動位準dB[1]
挖土機	65-71
混凝土拌合車	54-58
混凝土泵浦	55-60
傾卸卡車	54-58
水車	53-57
吊車	53-57

資料來源：國道新建工程局，高速公路施工環境管理與監測技術準則，81年8月。
註[1]：振動位準為距音源10公尺處量測。

4. 廢棄物及營建土石方

施工期間施工人員產生之生活廢棄物及機具車輛維修所產生之廢料為主要廢棄物來源，此外，施工階段橋梁補強之施工行為將會產生工程廢棄物，主要為橋梁樁基礎補強施工進行開挖所產生之土石方，但因本計畫所產生之數量遠低於一般道路工程。

二、營運階段

1. 水文水質

(1) 水文

本計畫完工後，既有排水水路並未受影響仍將維持既有排水功能。另河川橋橋墩設施的增加，將減少通水斷面，產生水位壅高之現象，惟將不影響河川排洪能量，不致產生洪水溢頂現象。

(2) 水質

本計畫主要在增加橋梁耐震能力，原則上對橋梁上部結構並無調整，維持原有道路橋面寬度。營運期間交通量並無增加，故相關車輛之洩漏油脂、廢氣、塵埃等遇雨將隨地表逕流排放入下游水體之污染量並無增加，對水質影響並無變化。

2. 空氣品質

營運期間空氣品質因交通量仍維持原來之水準，車輛污染物的排放量並未增加，對空氣品質的影響並無變化。

3. 噪音振動

營運階段噪音及振動主要來自使用高速公路之往來車輛，本工程完工後使用道路之車輛仍維持原有流量，目標年的噪音位準仍維持原預測值，故整體而言本工程完工後於營運階段噪音及振動影響無變化。

4. 廢棄物

營運階段廢棄物主要來自使用高速公路之往來車輛掉落物，和現況相同。

8.2 環境保護對策研擬

經上節環境衝擊說明，僅有施工期間會造成環境衝擊，營運階段和現況相同並無變化，以下僅針對施工期間環境保護提出對策。

一、 水文水質

1. 妥善規劃施工方法，採用減少河川水質干擾工法(如：全套管開挖機組)，選用無污染(或低污染)物料。

2. 逕流廢水污染防治

確實作好下列防治措施，減少暴雨形成之逕流污染，並於施工期間進行監測，確保達成削減污染物達80%以上之目標。

(1) 於工區規劃臨時截流排水設施收集區內逕流廢水，減少排水中之懸浮固體物質污染承受水體之水質。

(2) 裸露地表覆蓋保護並定期清除工區內排水系統渠道淤沙，以減少泥沙之沖蝕量。

(3) 施工便道採混凝土或鐵板鋪面，臨時堆置之土方覆以防水材質鋪面覆蓋，防止泥沙遇雨沖刷。

(4) 妥善規劃並執行施工管理，將工地內置放之材料、土方、廢棄物及施工機具等採取適當之貯放與管理，並盡量遠離排水路，以避免因降雨或人為之不當使用可能造成之污染。

(5) 廢棄物設置密閉式貯存容器收集並定期清理廢棄物，防止風雨產生污染物外流之情況。

(6) 適當的貯放與管理工地內置放之建材、廢棄物及施工機具，以避免因降雨或人為之不當使用可能造成之污染。

3 施工廢水處理

於各項施工行為產生之廢水，將採行下列防治措施，使排放水質符合營建工地之放流水標準(BOD_5<30mg/L，COD<100mg/L，SS<30mg/L，真色色度<550)之規定。

(1) 施工產生之廢泥水設置沉澱池處理，若廢水中所含固體粒徑較細不易沈降，則使用混凝劑混凝後沉澱。

(2) 車輛及機具之清洗廢水須經除油及沉澱後循環使用。

(3) 物料儲存處及洗車池需設置防止洩漏及溢流設施。

(4) 工地清洗廢水以臨時排水路收集至沈砂池處理。

(5) 儘可能避免使用具毒性之物料(油漆、溶劑等)，如不可避免，應盡量使用可回收、低毒性之材料，並防止洩漏或廢液經排水路流出。

(6) 剩餘之水泥、泥漿、灰泥等儘可能回收再利用，如無法回收則以一般事業廢棄物之方式收集處理。

(7) 施工機具維修產生之廢油，責承包商妥善收集並循回收管道回收。

4. 施工人員生活污水處理

施工人員生活污水於施工期間可設置流動廁所，並委託合格清理業者定期清理，以減輕施工人員產生之生活污水污染水質。

二、 空氣品質

施工期間空氣污染之防制參照行政院環保署「營建工程空氣污染防制設施管理辦法」之規定，並明定環保條款於施工合約中，確實要求承包商徹底執行。

1. 於工區周界依規定設置圍籬。
2. 工程進行期間所使用之砂石、具粉塵逸散性之工程材料、土石方或營建廢棄物，覆蓋防塵布或防塵網。
3. 工區內之車行路徑，應以鋼板或混凝土鋪面，鋪面面積應達車行路徑面積之50%以上。
4. 工區內之裸露地表施以經常性灑水措施或覆蓋防塵布或防塵網，但需避免過量灑水造成土壤沖蝕。
5. 運送具粉塵逸散性工程材料、廢棄物、砂石或土石方之運送車輛加設防塵布或不透氣覆蓋物覆蓋。
6. 工區附近路面避免泥沙堆積，尤其是雨後放晴，更須加強沖洗路面附著的泥沙。
7. 定期維修保養施工機具及施工卡車，使維持最佳操作狀態，減少廢氣排放。
8. 施工機具及動力機械等皆應使用符合限值汽柴油為動力燃料。施工機具或卡車應避免怠速運轉。

三、 噪音振動

1. 儘可能以電動設備代替柴油動力設備，以油壓式機具代替氣擊式機具並儘可能遠離敏感點施工。近敏感點計畫區邊界設置噪音阻絕設施，以降低噪音影響。
2. 內燃機及壓縮機加裝進氣、排氣消音器，對高噪音之固定設備採包覆方式，如發電機及泵浦等，儘量使用具有高阻尼材料之複合板材。
3. 避免高噪音振動機具之作業同時進行，以降低合成噪音之強度。

4. 儘可能將噪音源及振動源遠離敏感受體，對於具方向性之機械噪音，調整其方位使傳音方向背向敏感受體。

5. 施工區周圍設置圍籬，以產生減音之實質及心理效果。

6. 物料、建材運輸路線之選定，儘量避開學校及醫院，並限制行駛車速及運輸載重，禁止亂鳴喇叭。

7. 要求施工廠商採低噪音機具、工法施工，必要時採行減音措施。

8. 督促承包商維持施工便道之平整，以減輕車輛行駛路面所產生之噪音振動。

9. 如非必要狀況，不得於夜間施工，如需夜間施工需取得同意。

四、 廢棄物及營建土石方

1. 廢棄物及棄土必須妥善分離，棄土運至合法土資場，並依規定申報。

2. 施工人員產生之廢棄物，設置密閉式貯存容器收集，以防飛揚、污染地面、散發惡臭等情事，並定期委託合格清除處理機構清理之。

3. 施工機具維修產生之廢油，責承包商妥善收集並循回收管道回收。

8.3 環境監測計畫

一、 監測目的

1. 施工前環境監測

施工前環境監測主要目的在建立工區環境背景資料，以瞭解地區環境背景特性及條件，監測成果亦可做為施工期間及營運階段環境品質改變或相關環境監測成果之比對。

2. 施工期間環境監測

施工階段環境監測主要為追蹤特定環境項目在施工作業期間環境品質變化情形，用以研判施工對周圍環境產生影響程度，並檢討是否需要採行相應措施，或研提改善相關環境保護對策。

二、 工作項目

1. 執行監測計畫

依據本計畫擬定之工作進度定期進行空氣品質、噪音振動、河川水質，監測執行單位於執行監測工作時，應填寫工作記錄，記錄監測期間執行情況，並研判監測地點附近是否有可能導致記錄異常狀況，以備追蹤及應變。

2. 執行品保品管作業

依據所擬訂之品保品管計畫書之內容，於執行採樣、檢驗與分析作業時確實遵守管制程序與作法，並對實驗室之操作進行績效查核與系統查核等，以確保監測結果之精確性與準確性。

3. 資料彙整與分析比較

經監測與品保品管作業得到原始數據，即整理成簡明易懂之相關圖表，以掌握環境品質變動趨勢，並分析各不同監測地點之差異性，同時與「法規標準」及「環境背景值」相互比對，用以研判工程對環境品質之影響。

4. 內容檢討及應變

監測結果經比較分析後如發現有異常時，首先進行內部狀況檢討，查核品保品管作業程序，排除內部差異後，進一步追蹤監測工作記錄異常狀況報告表，以了解是否有外在因素影響監測結果，經綜合分析研判後，採行「異常狀況報告」、「採取臨時因應措施」及「通知相關單位」等各項緊急應變措施。

5. 改善策略之研擬

依據監測數據及結果分析，進一步針對其發生原因擬定可行有效之改善策略，並從「工程技術」、「環境管理」等各方面研擬具體可行之改善措施，以避免不良影響重複發生及確保環境品質。

6. 報告彙整

工作執行期間，定期彙整各類工作成果，並進行監測資料分析，並據以編製完成環境監測報告。

三、 監測內容

1. 建議監測項目

考慮施工階段對環境可能造成之衝擊，建議監測工作須含空氣品質、噪音振動、河川水質等項目，監測項目及頻率建議請詳表8.3-1及表8.3-2：

(1) 施工前環境監測

A. 空氣品質監測：TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO、O_3、風速、風向、溫度、溼度，頻率為施工前半年內一次，連續24小時。

B. 噪音振動：

噪音－逐時均能音量(L_{eq})、百分比音量(L_x)(x=5、10、50、90、95)、最大音量(L_{max})，並計算$L_{日}$、$L_{晚}$及$L_{夜}$，頻率為施工前半年內一次，含假日及非假日，各連續24小時。

振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})，並計算$L_{V10日}$及$L_{V10夜}$，頻率為施工前半年內一次，，含假日及非假日，各連續24小時。

C. 河川水質：pH值、溫度、電導度、溶氧量、BOD_5、SS、NH_3-N、油脂，頻率為施工前半年內一次。

表8.3-1　施工前環境監測計畫

項目	調查內容	選址原則	調查頻率
空氣品質	TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO、O_3、風速、風向、溫度、溼度	沿線500公尺範圍內敏感點，每隔10公里設置一處。	施工前半年內一次，連續24小時。
噪音振動	噪音－逐時均能音量(L_{eq})、百分比音量(L_x)(x=5、10、50、90、95)、最大音量(L_{max})，並計算$L_{日}$、$L_{晚}$及$L_{夜}$。 振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})，並計算$L_{V10日}$及$L_{V10夜}$。	沿線100公尺內敏感點。	施工前半年內一次，含假日及非假日，各連續24小時。
河川水質	pH值、溫度、電導度、溶氧量、BOD_5、SS、NH_3-N、油脂	沿線和河川有橫交之河川之上、下游處。	施工前半年內一次。

(2) 施工期間環境監測

A. 空氣品質監測：TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO、O_3、風速、風向、溫度、溼度，頻率為每季一次，連續24小時。

B. 噪音振動：

- 環境噪音振動監測

  噪音－逐時均能音量(L_{eq})、百分比音量(L_x)(x=5、10、50、90、95)、最大音量(L_{max})，並計算$L_{日}$、$L_{晚}$及$L_{夜}$，頻率為每季一次，每次連續24小時。

  振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})，並計算$L_{V10日}$及$L_{V10夜}$，頻率為每季一次，每次連續24小時。

- 營建噪音振動監測

  噪音－均能音量(L_{eq})、百分比音量(L_x)(x=5、10、50、90、95)、最大音量(L_{max})，頻率為每月二次，每次連續2分鐘。

  振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})，頻率為每月二次，每次連續2分鐘。

- 營建低頻噪音監測：20-200Hz均能音量($L_{eq,LF}$)。

C. 水質：

- 河川水質監測

  pH值、溫度、電導度、溶氧量、BOD_5、SS、NH_3-N、油脂，每季一次。

- 工區放流水監測

  pH值、溫度、電導度、BOD_5、SS、油脂，施工期間每月一次。

表8.3-2　施工期間環境監測計畫

項目	調查內容	選址原則	調查頻率
空氣品質	TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO、O_3、風速、風向、溫度、溼度	沿線500公尺範圍內敏感點，每隔10公里設置一處	施工期間每季一次，每次連續24小時。
環境噪音振動	噪音－逐時均能音量(L_{eq})、百分比音量(L_x)(x=5、10、50、90、95)、最大音量(L_{max})，並計算$L_{日}$、$L_{晚}$及$L_{夜}$。 振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})，並計算$L_{V10日}$及$L_{V10夜}$。	沿線100公尺內敏感點	施工期間每季一次，每次連續24小時。
河川水質	溶氧量、溫度、pH值、電導度、BOD_5、SS、NH_3-N、油脂	沿線和河川有橫交之河川之上、下游處	施工期間每季一次
營建噪音振動	噪音－均能音量(L_{eq})、最大音量(L_{max})。 振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})。	工區周界1公尺處。	施工期間每月二次，每次連續測定2分鐘。
工區放流水	pH值、溫度、電導度、BOD_5、SS、油脂	工區排放口	施工期間每月一次。
營建低頻噪音	20Hz至200Hz之均能音量($L_{eq,LF}$)	選擇具代表性工區	相關位要求增測時

2. 測站位置

本計畫擬定調查內容、取樣地點選定原則、調查頻率，建議監測位置請詳表8.3-3，未來監測執行單位應視施工現場實際情況，擬定採樣確定地點及位置，報請　貴局審核後據以執行。

表8.3-3　環境監測站建議位置明細表(M31標)

座次	施工標別	橋梁編號	空氣品質 監測位置	噪音振動 監測位置	河川水質 監測位置
3	M31	03010900PR62		汐萬路一段民宅	
5	M31	03010900PCN1			基隆河
6	M31	03010900PR73			基隆河
16	M31	03012700PR72		光復街民宅	
23	M31	03016500PR31		南深路民宅	
25	M31	03014657BORN		國興街民宅	
30	M31	03011818BORN	樟樹國小	樟樹一路民宅	
33	M31	03015096RORS		南深路23巷民宅	
38	M31	03020633RORG			景美溪
40	M31	03020800PR21		北深路三段民宅	景美溪
47	M31	03023743RORS	指南國小	指南路三段民宅	
49	M31	03025922BORS		寶高路120巷民宅	
53	M31	03026800TAT1		中興路寶橋路民宅	
56	M31	03028423BORS		檳榔路民宅	
57	M31	03029100RORN		北宜路民宅	新店溪
58	M31	03029104RORS			新店溪
62	M31	03032138RORN			安坑溪
63	M31	03032145RORS			安坑溪
69	M31	03031100PR23		中央一街民宅	
合計			2處	13處	8處

表8.3-3　環境監測站建議位置明細表(M32標)

座次	施工標別	橋梁編號	空氣品質 監測位置	噪音振動 監測位置	河川水質 監測位置
70	M32	03033812BORS		興南路民宅	
73	M32	03034072BORN		興南路二段民宅	
74	M32	03035542BORN	錦和國小	圓通路民宅	
82	M32	03035000PRB1		匝道南側圓通路民宅	
85	M32	03035000PRD1		員山路民宅	
89	M32	03035000TAT3		中正路連城路民宅	
96	M32	03037899BORN		永豐路民宅	
97	M32	03037979BORN		永豐路243巷民宅	
100	M32	03038190BORS		國際路民宅	
101	M32	03039057BORN		青雲路民宅	
108	M32	03040626BORS	土城國小		
113	M32	03041495BWDS		忠義路民宅	
116	M32	03041640BWDS		承天路民宅	
136	M32	03045475RORN			三峽溪
137	M32	03045475RORS			三峽溪
140	M32	03050180RORN	北大三峽校區		
144	M32	03051980RORS			大漢溪
145	M32	03051980RORN			大漢溪
146	M32	03057932RORN		大鶯路民宅	
147	M32	03057932RORS	橋愛國小		
151	M32	03060904TORG		頂埔路民宅	
157	M32	03064550BORN			石門大圳
158	M32	03064550BORS			石門大圳
167	M32	03068978BORS	龍星國小	中正路光明街民宅	
169	M32	03069613RORS		民宅	
173	M32	03071710TORG		中原路二段民宅	
175	M32	03074013RORN			牛欄河
178	M32	03075110RORS		牛欄河民宅	
182	M32	03077649RORS		中豐新路民宅	
183	M32	03077649RORN			牛欄河
185	M32	03078360BORS		光明路民宅	
186	M32	03079210BORN	關西國中		
合計			6處	20處	8處

表8.3-3　環境監測站建議位置明細表(M34標)

座次	施工標別	橋梁編號	空氣品質 監測位置	噪音振動 監測位置	河川水質 監測位置
190	M34	03080825RORN		深坑子民宅	
193	M34	03083049BORN		坪林民宅	
194	M34	03081468OORG		大同里民宅	
197	M34	03082173RORN			鳳山溪
198	M34	03082173RORS			鳳山溪
199	M34	03083566RORS		下橫坑民宅	下橫坑溪
200	M34	03083566RORN			下橫坑溪
206	M34	03089711BORS		文衡路民宅	
213	M34	03088990RORS		中坑村民宅	
214	M34	03091282RORN		陸豐社區	頭前溪
215	M34	03091282RORS	陸豐國小		頭前溪
227	M34	03097428OORG		比佛利社區	
230	M34	03099502OORG	寶山國中		
250	M34	03104324OORG		五福路二段民宅	
253	M34	03105288OORG	茄苳國小		
258	M34	03107630BORS		五福路一段民宅	
260	M34	03109165BORN		中華路六段民宅	
262	M34	03109478RORN			鹽港溪
263	M34	03109478RORS			鹽港溪
264	M34	03109883BORN			
合計			3處	11處	8處

表8.3-3　環境監測站建議位置明細表(M35標)

座次	施工標別	橋梁編號	空氣品質 監測位置	噪音振動 監測位置	河川水質 監測位置
267	M35	03367878RORN			彎崎溪
268	M35	03367878RORS	崇和國小		彎崎溪
269	M35	03370455RORN			二仁溪
270	M35	03370455RORS	田寮國中	崗北路民宅	二仁溪
271	M35	03027518RORE	土庫國小		
277	M35	10032682RORE			美濃溪
278	M35	10032682RORW			美濃溪
合計			3處	1處	6處

表8.3-3　環境監測站建議位置明細表(M36標)

座次	施工標別	橋梁編號	空氣品質 監測位置	噪音振動 監測位置	河川水質 監測位置
2	M36	03374455BORS		七星路民宅	
3	M36	10007979BORE	大社國中		典寶溪
4	M36	10007979BORW			典寶溪
5	M36	10014207RORN			典寶溪
6	M36	10014207RORS			典寶溪
合計			1處	1處	4處

3. 環境監測經費

依施工預定時程(請參考13.3節)估算監測經費，各標環境監測經費請詳表8.3-4，環境監測經費統計表請詳表8.3-5，未來監測數量及費用將以實際施工時程修正調整。

表8.3-4　環境監測經費表(M31標)

項次	項目	單位	數量	單價	複價
一	施工前環境監測				
1	空氣品質監測	站次	2	12,000	24,000
2	噪音振動監測	站次	26	12,500	325,000
3	河川水質監測	站次	8	6,500	52,000
二	施工期間環境監測				
1	空氣品質監測	站次	14	12,000	168,000
2	噪音振動監測	站次	28	12,500	350,000
3	河川水質監測	站次	46	6,500	299,000
4	營建噪音振動	站次	359	2,200	789,800
5	放流水水質監測	站次	163	5,300	863,900
6	營建低頻噪音[1]	站次	1	2,500	2,500
三	小計				2,874,200
四	營業稅				143,710
五	總計				3,017,910

註[1]:如遇相關位要求增測營建低頻噪音時，再選擇具代表性工區增加此監測項目。

表8.3-4　環境監測經費表(M32標)

項次	項目	單位	數量	單價	複價
一	施工前環境監測				
1	空氣品質監測	站次	6	12,000	72,000
2	噪音振動監測	站次	40	12,500	500,000
3	河川水質監測	站次	8	6,500	52,000
二	施工期間環境監測				
1	空氣品質監測	站次	36	12,000	432,000
2	噪音振動監測	站次	36	12,500	450,000
3	河川水質監測	站次	14	6,500	91,000
4	營建噪音振動	站次	235	2,200	517,000
5	放流水水質監測	站次	91	5,300	482,300
6	營建低頻噪音[1]	站次	1	2,500	2,500
三	小計				2,598,800
四	營業稅				129,940
五	總計				2,728,740

註[1]:如遇相關位要求增測營建低頻噪音時，再選擇具代表性工區增加此監測項目。

表8.3-4　環境監測經費表(M34標)

項次	項目	單位	數量	單價	複價
一	施工前環境監測				
1	空氣品質監測	站次	3	12,000	36,000
2	噪音振動監測	站次	22	12,500	275,000
3	河川水質監測	站次	8	6,500	52,000
二	施工期間環境監測				
1	空氣品質監測	站次	18	12,000	216,000
2	噪音振動監測	站次	21	12,500	262,500
3	河川水質監測	站次	22	6,500	143,000
4	營建噪音振動	站次	270	2,200	594,000
5	放流水水質監測	站次	106	5,300	561,800
6	營建低頻噪音[1]	站次	1	2,500	2,500
三	小計				2,142,800
四	營業稅				107,140
五	總計				2,249,940

註[1]:如遇相關位要求增測營建低頻噪音時，再選擇具代表性工區增加此監測項目。

表8.3-4　環境監測經費表(M35標)

項次	項目	單位	數量	單價	複價
一	施工前環境監測				
1	空氣品質監測	站次	3	12,000	36,000
2	噪音振動監測	站次	2	12,500	25,000
3	河川水質監測	站次	6	6,500	39,000
二	施工期間環境監測				
1	空氣品質監測	站次	12	12,000	144,000
2	噪音振動監測	站次	5	12,500	62,500
3	河川水質監測	站次	20	6,500	130,000
4	營建噪音振動	站次	76	2,200	167,200
5	放流水水質監測	站次	37	5,300	196,100
6	營建低頻噪音[1]	站次	1	2,500	2,500
三	小計				802,300
四	營業稅				40,115
五	總計				842,415

註[1]:如遇相關位要求增測營建低頻噪音時，再選擇具代表性工區增加此監測項目。

表8.3-4　環境監測經費表(M36標)

項次	項目	單位	數量	單價	複價
一	施工前環境監測				
1	空氣品質監測	站次	1	12,000	12,000
2	噪音振動監測	站次	2	12,500	25,000
3	河川水質監測	站次	4	6,500	26,000
二	施工期間環境監測				
1	空氣品質監測	站次	3	12,000	36,000
2	噪音振動監測	站次	3	12,500	37,500
3	河川水質監測	站次	8	6,500	52,000
4	營建噪音振動	站次	134	2,200	294,800
5	放流水水質監測	站次	60	5,300	318,000
6	營建低頻噪音[1]	站次	1	2,500	2,500
三	小計				803,800
四	營業稅				40,190
五	總計				843,990

註[1]:如遇相關位要求增測營建低頻噪音時，再選擇具代表性工區增加此監測項目。

表8.3-5　環境監測經費統計表

項次	工作項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
壹	發包工程費					
一	施工前環境監測	式	1		1,551,000	
二	施工期間環境監測	式	1		7,670,900	
	小計(一~二)				9,221,900	
貳	營業稅	式	1		461,095	
	總計(壹+貳)				9,682,995	
備註	上述各項監測費用已包含執行監測計畫、品管作業、資料彙整與分析比較、內容檢討及應變、改善策略之研擬、報告彙整、簡報說明、報告製作及相關檢討修正等工作項目費用。					
項次	工作項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	施工前環境監測					
1	空氣品質	站次	15	12,000	180,000	
2	噪音振動	站次	92	12,500	1,150,000	
3	河川水質	站次	34	6,500	221,000	
小計					1,551,000	
項次	工作項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
二	施工期間環境監測					
1	空氣品質	站次	83	12,000	996,000	
2	噪音振動	站次	93	12,500	1,162,500	
3	河川水質	站次	110	6,500	715,000	
4	營建噪音振動	站次	1074	2,200	2,362,800	
5	工區放流水	站次	457	5,300	3,422,100	
6	營建低頻噪音[1]	站次	5	2,500	12,500	
小計					7,670,900	

註[1]:如遇相關位要求增測營建低頻噪音時，再選擇具代表性工區增加此監測項目。

8.4 環境管理組織

為落實施工階段環保工作之執行，須設置施工期間環境保護執行組織。就環境保護工作之分工而言，施工期間環境保護執行組織架構共分為5級，各分標承包商為實際執行者，負責工地安全、環境衛生及環保措施之執行；監造單位負責施工現場之監督，並依程序監督各標承包商加強工程之環境保護工作； 貴局為主辦單位，負責工程計畫之管理，局本部之下設有工程處，工程處下設置督導工務所，各依權責進行施工環保業務之稽查，如圖8.4-1所示，概略說明如下：

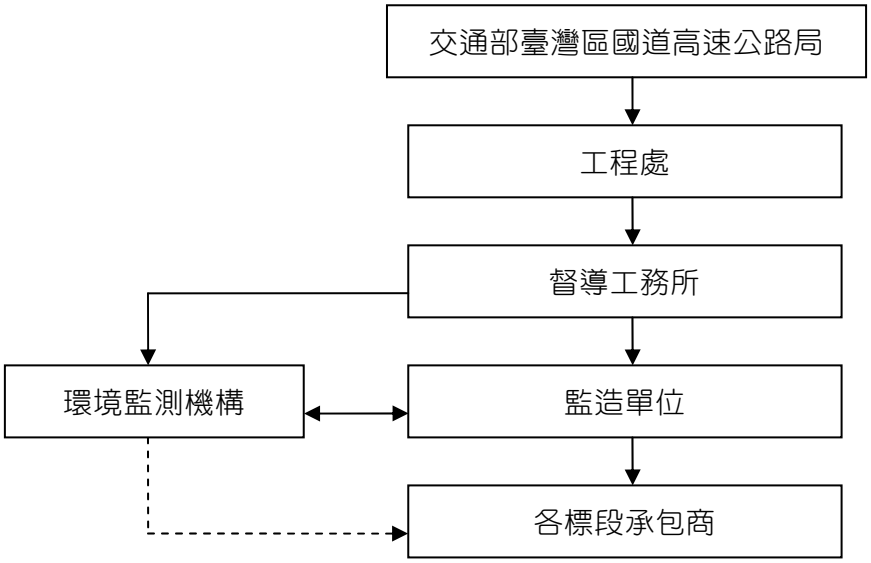


圖8.4-1 環境保護組織架構圖

一、高公局

貴局為本工程工地環保之最高行政管理單位，其環境保護業務均依 貴局品質管理系統程序書規定，由各業務權責單位指定專業人員負責執行，施工期間之環境維護追蹤考核管理，採取分級督導之方式進行。

二、監造單位

監造單位依工程契約內容及承包商提送核可之環境保護執行計畫，研擬「環境保護檢查計畫」提報督導工務所及工程處審核，並指派監造環保工程師負責辦理環境保護相關環保作業，實施工地現場檢查，作成「環境保護工地現場檢查紀錄」交承包商之會同檢查人員責其限期改善缺失。監造單位並應複查缺失改善情況及每月編製「環境保護檢查成果月報表」送督導工務所、工程處核定。

三、各標承包商

承包商為工地環境保護工作之實際執行者，承包商應依據「施工環境保護執行計畫」、環保相關法令、工程契約、施工規範或特訂條款等內容，研擬具體可行之環境保護執行計畫提送

工程處核可並據以執行施工中各項環境保護作業，以符合相關環保法令之要求。對於監造單位實施現場檢查提出之缺失內容及改善期限採取改善行動。施工中環境保護作業及其執行流程如圖8.4-2。

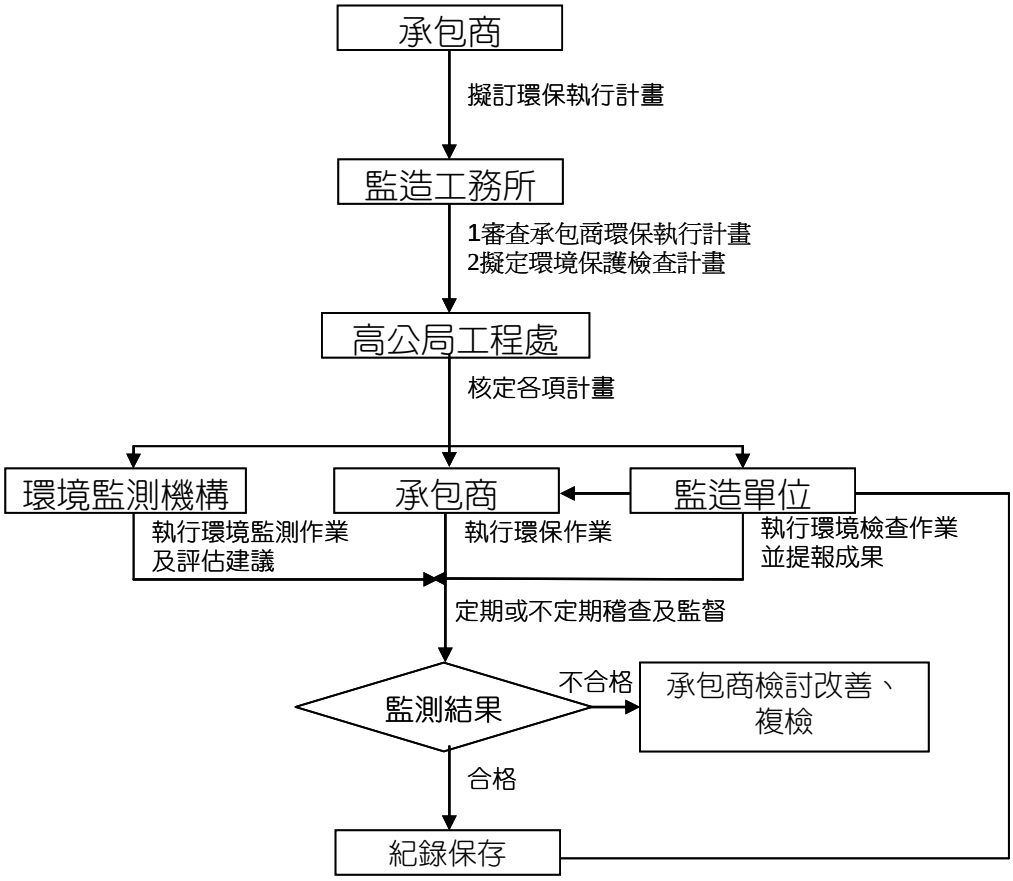


圖8.4-2　環境保護執行流程

8.5　生態景觀

本工作的內容是藉助橋梁耐震補強工程之機會，同時考量橋梁景觀美質並兼顧保護整體環境資源，因之如何運用生態保育(Bio-Engineer)觀念，融合自然與人文景觀資源，並於補強時保留原生物種自然演替的機會，兼顧人與環境之間的協調相處。本工作將分別從景觀與生態的角度進行整體環境的探討及考量其內容改善的可行性。

8.5.1　整體生態與景觀考量原則

橋梁景觀工程有別於一般之景觀工程，使用者之駕駛安全為優先考量，其次才是美學之考量，除此之外環境保育亦為設計之依據，以下針對本工程分別就安全駕駛景觀及景觀美質兩方面加以說明：

(1)　安全駕駛：配合行車心理或休息等交通工學之要求。

(2)　景觀美質：以復舊、藉景等手法提供景觀視覺空間美化。

(3) 環境生態：以不破壞、不干擾等手法對待環境生態，降低負面影響。

8.5.2 補強工程之景觀考量

補強工程之景觀考量分為三部分進行，首先分析評估橋梁耐震補強工程對沿線景觀之影響，其次檢討全線視覺景觀評估分析，尋找環境之敏感區、景觀點、景觀帶，再其次依分析評估結果探討可行的對策及方案。

1. 橋梁耐震補強工程對沿線景觀之影響：

本工程之橋梁補強工作範圍主要為國道三號汐止交流道至竹南路段高公局管轄之所有橋梁（第一優先路段）、第二優先路段中需先行辦理之橋梁（國道三號新化田寮段、田寮燕巢段及國道十號旗山支線之橋梁）等。依橋梁型態分別為河川橋、穿越橋、跨越橋、交流道系統等四種型態。

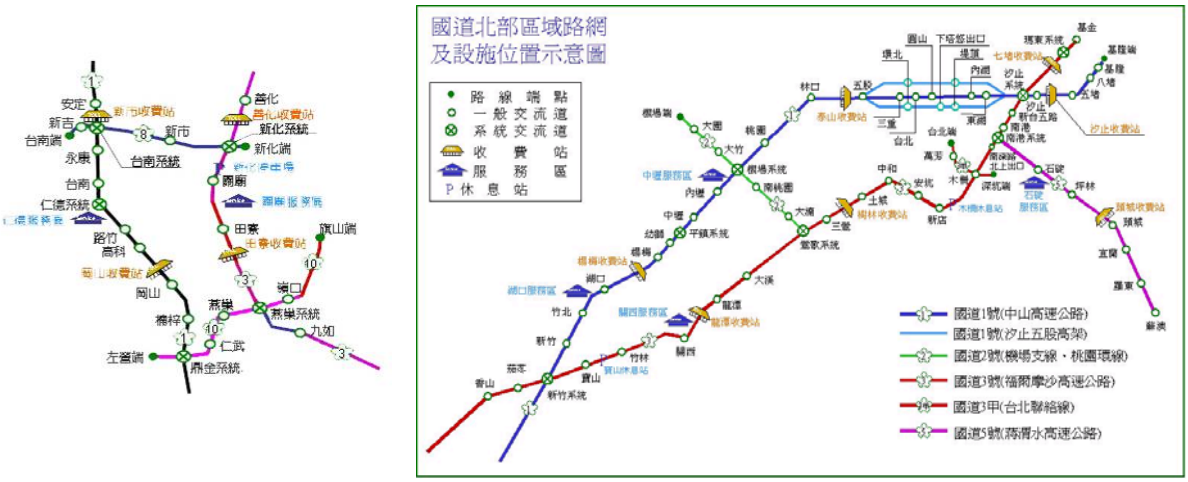


圖8.5-1 工程範圍圖

2. 補強工程之景觀評估分級：

依上述視覺景觀之評估分析，建議補強工程依景觀分級-標準型(Typical)及加強重點型(Attention)處理。景觀分級原則，主要以橋梁對用使用者之視覺景觀影響大小排序，如本案將橋梁分為河川橋、跨越橋、穿越橋、特殊橋及匝道，其中跨越橋是用路人在各種視覺尺度均可見的明顯元素，其視覺景觀影響程度大於穿越橋及河川橋，但當穿越橋佈設於人口籌密的都會區時，視覺景觀影響程度大於鄉村區域。另外道路所經過的環境背景也影響視覺焦點，一般穿越平原區域、鄉村的路段、人口密度較低的區域，視線開闊，自然景觀良好，建議以標準型式-以包覆材料量身訂定並隱藏補強配件的方案處理，一則減少其視覺可見度，二則因未改變現有橋梁外觀，對環境影響為最小；至於屬於都會區重要出入口及節點及觀光景點，建議列為加強景觀處理重點，設計內容因地置宜，配合區域自然人文景觀特色及地區發展計畫。

表8.5-1　景觀評估分級

考慮項目	橋梁屬性			
	河川橋	跨越橋	穿越橋	交流道系統
資源協調性	高	中	低	低
視覺敏感性	中	高	中	高
使用者密度	低	中	中	低

8.5.3　補強工程之生態考量

本工程除以工程委員會所推動之「生態工法」概論為藍本，針對本路段的特色及重要課題研擬相關策略，並工法安全穩定性之餘，同時著重沿線與周遭應有生態之營造與誘發，以及自然環境之維護，避免僅有「通透性」卻缺乏「生命力」之工法架構。

1. 山區高架橋路段的橋下空間是生物最佳穿越廊道，本公司補強施工時不但將特別留意整體施工過程，其生物廊道附近環境的補強材料選擇以無污染及施工面最小化，保護原有多層次樹木、枯木與落葉、水源地等多樣生態棲息的環境，亦將於施工完成後，儘速恢復原有林貌。

Minimize the structure impact

山區路段橋下空間因是生物穿越最佳廊道，補強材料應無污染及並且施工面應最小化

第九章　景觀植栽及整體既有設施復原

9.1　植栽復舊設計原則

橋下空間與鄰近交流道系統之分隔島，應加強原有植栽帶之綠美化景觀，應包含喬木、灌木、草花等，主體橋旁側牆部份建議均以帶狀植栽槽方式配置喬灌木及地被植物。

1. 景觀路廊生態設計之迴避、最小干擾原則

現況環境植生良好、林帶茂密或是樹型、樹態對於現地景觀具有加值效果之路段，現況植被應儘可能採現地保留。

2. 擾動區環境重塑

若施工過程遇到無可避免的干擾行為如施工整地、基楚開挖、施工便道等，應依植栽之景觀生態價值、存活率考量移植可行性等進行保護措施，並針對動土區或擾動區進行既有植栽環境的復舊。

3. 以原生鄉土及適地、適性樹種為主，維護當地環境特色

在景觀樹種選擇上，宜選擇生性強健、低維護的種類，並注意其外形有無危險、果實枝葉是否有毒，建議選擇花朵果實具有誘鳥、誘蝶功能的樹種。

9.2　整體復舊範圍與辦理方式

本工程復舊內容是以橋梁耐震補強工程所干擾之區域，以恢復既有環境現況為施作原則；地上設施物除植栽與鋪面之外，應由承租或使用單位負責拆除與遷移復舊。同時，針對自然林地區域因施工整地區域所帶來的破壞，將採用具有護坡功能的草種以防止水土流失。本工程範圍將分別就各標補強範圍進行整體環境的探討及復舊，並盡可能降低施工補強過後所帶來的環境景觀衝擊，並以復原既有整體現況環境為最終辦理方式。

表9.2-1　整體復舊工作內容

標別	自然林地	硬體鋪面	既有設施物
m31 標	噴混合草種	混凝土、瀝青、高壓混凝土磚	碧潭橋龍頭復舊
m32 標	噴混合草種	混凝土、瀝青、高壓混凝土磚	無
m34 標	噴混合草種	混凝土、瀝青	無
m35 標	噴混合草種	無	無
m36 標	噴混合草種	混凝土、高壓混凝土磚	無

第十章　管線調查與處理

10.1　管線調查與試挖

10.1.1 既有管線調查作業

本計畫自100年3月份開始啟動以來，除向　貴局及所屬單位調閱本計畫各橋梁的竣工圖資料外，亦陸續透過各種管道查證各地區的管線單位，建立起本工程的管線聯絡名單。同時詢問各單位所管轄的區域範圍。經初步統計與本工程有關的主要管線單位計有86個單位，於計畫起始後，函請各相關管線單位提供與本工程有關的管線資料，供本計畫建立管線套繪圖等資料，並藉以比對本工程各相關施工位置，判斷現有各種管線是否對日後的補強、改建工程造成影響，以能先行提出必要之處理對策。另M36標為本計畫新增之標別，自101年9月啟動後，亦延續前一標(M35標)所建立之管線聯絡名單資料，於101年10月12日正式函文(棪字第10110017180號)相關管線單位提供管線資料辦理設計。

本計畫採過去一貫執行模式，以正本行文至各管線單位並副知　貴局方式，於100年3月底至4月陸續函文各管線單位提供最新的管線資料。其間各管線單位陸續電詢相關問題，並將所屬管線圖資以郵寄或電子郵件方式提供予本公司，其中台灣自來水公司新竹給水廠表示須由主辦機關具名函索管線資料，並簽署資料保密協定。經本公司多方溝通，最後由該單位主管機關（第三區管理處）協助下，於100.05.24正式函覆並提供管線資料，截至目前為止，本計畫統計共86個單位皆已回覆，相關回文概況經統計如表10.1-1所示。

表10.1-1　國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃及設計技術服務管線單位統計表(1/4)

管線種類	管線單位名稱	通訊地址	電話	傳真	承辦人、聯絡人	轄區範圍	發文日期、文號	回文日期、文號	回文要點
長途輸油管	台灣中油公司油品行銷事業部基隆儲運處	基市成功一路107號	(02)2433-1155(處總機)巡管：24267121轉244	(02)24321204	基隆油庫巡管領班：郭志常	基隆~台北內溝溪為止、汐止系統區油管請注意	100.03.30 棪字第10003300364	100.04.11 基基發字第10000522750號	管線資料A4圖11張。試挖前1天通知本處。
	台灣中油公司油品行銷事業部嘉南營業處	嘉義市興業東路12號	(05)222-4861	(05)2375237	黃福來	台南市	100.04.07 棪字第10004070089	100.04.13 豐德供油中心以傳真方式通知	無本處管線
	台灣中油公司油品行銷事業部高雄營業處	高雄市成功二路15號	(07)337-2289	(07)330-1192	林源宗	無油管經過南二高，發文確認	100.04.07 棪字第10004070089	100.04.19 高處工務字第10000561160號	無既設管線經過
	台灣中油公司煉製事業部桃園煉油廠	桃園縣龜山鄉民生北路一段50號	(03321-5111(廠總機)五股油庫總機(02)2292-5101#223	(02)2292-6640	五股油庫巡管領班：李情元	沿一高內溝溪以南~五股~南崁、沙崙等地。二高無管線	100.04.01 棪字第10004010020	100.04.15 桃廠海運發字第10010148100號	無本廠輸油管線
	台灣中油公司煉製事業部高雄煉油廠	高雄市楠梓區左楠路2號	(07)582-4141#2703	(07)586-2073	工務組：李俊貴#2703	無油管經過南二高，發文確認	100.04.07 棪字第10004070089	100.04.12 煉高字第10000561550號	皆無本處管線
	台灣中油公司煉製事業部大林煉油廠	高雄市小港區沿海四路50號	(07)871-5151	07-872-7081	#5406 龔國強領班	無油管經過南二高，發文確認	100.04.07 棪字第10004070089	100.05.24 大儲發字第10010197950號	無管線
天然氣輸送管	台灣中油公司天然氣事業部北區營業處台北供氣中心	台北市內湖區安康路282號	(02)2796-2650	(02)2796-2594	巡管領班：蕭添成	基隆~新北新店區碧潭橋	100.03.31 棪字第10003310390	100.04.07 天管北供發字第100D040702號	請先辦理會勘以策安全。管線資料A4圖6張
	台灣中油公司天然氣事業部北區營業處桃園供氣中心	中壢市新北園路13號	(03)461-6055	(03)461-5442	巡管領班：賴增財	員樹林、台3線跨越橋有管	100.04.01 棪字第10004010021	100.05.06 桃供(B)字第100050601號	提供GPS座標資料(24張A4)供參。
	台灣中油公司天然氣事業部北區營業處新竹供氣中心	新竹縣寶山鄉雙溪村三峰路66號	(03)520-8154	(03)520-7116	彭維章	員台3線跨越橋以南~苗栗縣界為止	100.04.01 棪字第10004010019	100.04.26 天北營新服字第10010148980號；100.04.29 天北營新供字第10010166710號	已由新竹服務中心先行回文：表示有4"及6"高壓管經過。新竹供氣中心電話 03-5208154；管線資料A4圖4張。
	台灣中油公司天然氣事業部北區營業處苗栗供氣中心	苗栗線銅鑼鄉中平村21鄰17-6號	(037)226-682	(037)268206	湯潤達	苗栗縣境內，後龍、通霄交流道有管、香山交流區無管	100.04.01 棪字第10004010022	100.04.22 天北營苗供字第10010150820號	苗栗縣境內無本處轄管之管線
	台灣中油公司天然氣事業部南區營業處台南供氣中心	台南市永康區正北一路157號	(06)253-8751轉212	(06)253-7099	沈道遠	轄區為台南市，但國3南二高沿線無管線平行或通過關	100.04.07 棪字第10004070089	100.04.15（100）天南營南供字第201104150001號	無本中心管線
	台灣中油公司天然氣事業部南區營業處高雄供氣中心	831高雄縣大寮鄉後庄村大漢路329號	(07)703-3174	(07)703-3177	甯民生	轄區為高雄市，但國4南二高沿線無管線平行或通過關，惟仍發文確認	100.04.07 棪字第10004070089	100.04.13（100）天然高供字第100000D018號	無地下管線
	台灣中油股份有限公司資訊處	台北市信義區松仁路3號	(02)8725-8659	(02)8789-9079	戴介壽		100.04.11 棪字第10004110123	100.04.19 資電發字第10000590110	無相關光纜管道
軍油管線	聯勤第三地區支援指揮部北部地區補給油料庫	基隆安樂郵政90267號信箱；基隆市安樂區八德路81號	(02)2432-9844	(02)2432-9474	胡旭程	新竹空軍基地附近有油管經二高，請發文索取圖資	100.04.11 棪字第10004110123	100.07.08 聯三補油字第1000000802號	工程編號 39(三峽交流道)復興路穿越橋，北上方向約機車道位置，有油料管線，埋深1.5M，如有影響請辦理會勘
	聯勤第四地區支援指揮部南部地區油料庫	鳳山郵政90266號信箱	(07)746-2161轉740603	(07)747-0348	鄭明輝	初步認定無管線，發文作確認	100.04.11 棪字第10004110122	100.06.20 以電子郵件方式郵回覆	無本分庫管線
民營油管	台塑石化工業股份有限公司油品事業部儲運處桃園儲運站	#328桃園縣觀音鄉白玉村白玉北路1801號	(03)473-0140#267	(03)473-0142	謝鴻霖專員		100.04.11 棪字第10004110123	100.05.05 塑化油品(經)儲發字第1187001450B5號	經查 12"*4條輸油管未在工程範圍內
超高壓管線設立	台灣電力股份有限公司輸變電工程處	台北市牯嶺街73號	(02)2322-9808	(02)2322-4498	趙恩德；程福成		100.04.06 棪字第10004060058	100.04.11 來電；100.04.12D 輸字第10004000831號	無本處相關管線
	台灣電力股份有限公司輸變電工程處北區施工處	台北市牯嶺街73號	02-2322-9922	(02)2396-2519	林雲良	基隆、台北、新北、桃園	100.04.06 棪字第10004060058	100.04.18D 北區字第10004001481號	無新設且未送電之輸電管線
	台灣電力股份有限公司輸變電工程處中區施工處	台中市豐原區中山路209號	(04)2521-1578	(04)2520-3422	張義宏	新竹、苗栗	100.04.06 棪字第10004060058	100.04.12D 中區字第10004001551號	無本處新設或施工中管線
超高壓管線維護	台灣電力股份有限公司輸變電工程處南區施工處	高雄市楠梓區旗楠路67號	(07)357-2169	(07)357-2198	葉雅馨	台南、高雄	100.04.07 棪字第10004070067	100.04.13D 南區字第10004060461號	檢送瀰力~旗山161KV輸電鐵塔相關A1圖6張。
	台灣電力股份有限公司臺北供電區營運處	台北市羅斯福路四段190號	(02)2367-5969#6705	(02)2367-8082	吳信宏(電纜組)	基隆、台北、新北、	100.04.06 棪字第10004060058	100.04.19D 北供纜字第10004001511號	本處 161kv 汐止~南港三四路...69kv 七張~深坑線...特高壓地下電纜線路圖(A4圖7張)
	台灣電力股份有限公司新桃供電區營運處	新竹市光復路一段681號	(03)577-0766#242	(03)577-1059	王如慧	桃園、新竹、苗栗	100.04.06 棪字第10004060058	100.04.21D 桃供字第10004001131號	三鶯交流道已埋設送電中 161kv 松樹~隆恩紅白線電纜，試挖時請聯絡桃園段余慶和課長(03)380-1972#331派員會勘。管線資料1張(A4)。
	台灣電力股份有限公司高屏供電區營運處	高雄市三民區康平街192號	(07)321-4110#364	(07)3129620	陳安佑	台南、高雄	100.04.07 棪字第10004070067	100.04.08D 屏供字第10004060581號	施工範圍內無管線
一般電力線	台灣電力股份有限公司基隆區營業處	基隆市仁一路301號	(02)2423-1156#5762	(02)2422-8568	林增柱	汐止(大部分)、石碇(靠平溪區域)	100.04.06 棪字第10004060058	100.04.20D 基隆字第10004000741號	管線資料4張A4圖
	台灣電力股份有限公司台北北區營業處	台北市士林區中山北路五段380號	(02)2888-1678#702	(02)2883-7525	程安邦	汐止(部分)、南港	100.04.06 棪字第10004060058	100.04.13D 北北字第10004001011號	套繪圖16張(A3)

表10.1-1　國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃及設計技術服務管線單位統計表(2/4)

管線種類	管線單位名稱	通訊地址	電話	傳真	承辦人、聯絡人	轄區範圍	發文日期、文號	回文日期、文號	回文要點
一般電力線	台灣電力股份有限公司台北南區營業處	台北縣板橋市四川路一段287號	(02)2959-5111#2762	(02)2956-8608	莊榮焜	石碇、深坑、文山、新店、中和、土城	100.04.06桃字第10004060058	100.04.15D北南字第10004001261號	套繪圖共91頁已轉pdf檔，光碟另寄
	台灣電力股份有限公司桃園區營業處	桃園市復興路352號	(03)339-2121#339	(03)332-1821	王雲慶	桃園全縣十三鄉鎮市及新北市鶯歌區鶯桃路、大湖路、國際新城，新竹縣關西鎮仁安里、新埔鎮清水里、湖口鄉和興村、新豐鄉福興村等地區	100.04.06桃字第10004060058	100.04.13D桃園字第10004002451號	圖示為概略位置，僅供參考(光碟片乙份)。
	台灣電力股份有限公司新竹區營業處	新竹市中華路二段400號	(03)523-0121#348	(03)523-0121#353	吳建鋒	新竹縣關鎮、橫山鄉、芎林鄉、竹東鎮、寶山鄉及新竹市	100.04.06桃字第10004060058	100.04.13D新竹字第10004000811號	提供本處相關電子檔。提供試挖階段及施工階段相關單位電話(本處巡修課03-5230121#380；寶山服務所03-5201044；竹東服務所03-5962317；芎林服務所03-5922970；關西服務所03-5871144)
	台灣電力股份有限公司苗栗區營業處	360 苗栗市為公路236號	(037)266-911#271	(037)266-213	劉清政	竹南鎮	100.04.06桃字第10004060058	100.04.18D苗栗字第10004000831號	於台13線1.5k前後有本處電力管線經過；管線資料A3圖2張。
	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	高雄市鼓山區鼓山二路39號	(07)551-9271#242	(07)551-1918	吳珣闡小姐	燕巢、田寮	100.04.07桃字第10004070067	100.04.13D高雄字第10004060921號	工作範圍尚有1座橋屬台南區營業處(70045台南市中西區忠義路一段109號)，有無配電管線敬請逕洽辦理。
	台灣電力股份有限公司鳳山區營業處	高雄市鳳山區青年路一段100號	(07)741-0111#5313	(07)741-0128	黃仁宏	旗山、美濃	100.04.07桃字第10004070067	100.04.18電子郵件	本處管線相關位置圖共84張供參考。
	台灣電力股份有限公司屏東區營業處	屏東縣屏東市忠孝路329號	08-7322111#354	08-7347520	陳宏雄	里港鄉	100.04.07桃字第10004070067	100.04.12D屏東字第10004060611號	無本處既設地下管線；本處電線路配合負載需要常有變動，...發現本公司標示帶或管路保護體...
電信管線	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司基隆營運處	200基隆市仁一路299號	(02)2434-3633		吳信輝	台北	100.04.07桃字第10004070083	100.04.27基規設字第1000000091號	地下管線以電子檔(PDF)送交；試挖至少應達1.2米深。緊急電話0800080149俾利派員會勘。
	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司新北營運處	新北市永和區國光路8號	(02)8952-7537		規設科古評玉	新北市	100.04.21桃字第10004210269	100.05.04新北規設字第1000000609號	資料僅供參考，詳細位置及深度以現場為準。已於4月27日以E-Mail方式提供。
	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司桃園營運處	桃園市桃園市復興路189號	(03)301-6433	(03)335-5054	李兄	桃園	100.04.07桃字第10004070083	100.04.22桃規設字第1000000263號	本處負責人：大溪設計員：吳文章(03-3016433)；龍潭設計員：彭日新(03-4563922#513)
	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司新竹營運處	新竹市中正路105號	(03)521-2245	(03)521-2227	規設科洪小姐	新竹縣、市	100.04.21桃字第10004210269	100.05.09新規設字第1000000269號	管線圖A3圖17張；請於施工前7天電03-521-2219
	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司苗栗營運處	360苗栗市水源里愛國1號	(037)632063		葉昭輝	苗栗縣	100.04.07桃字第10004070083	100.04.19苗規設字第1000000068號	管線套繪圖一張(A4)。
	中華電信股份有限公司台灣南區電信分公司高雄營運處	高雄市左營區至聖路200號	(07)344-7132		許振欽	田寮區、燕巢區、旗山區	100.04.07桃字第10004070082	100.04.21e高規設字第1000000414號	光碟資料使用後請立即銷毀，光碟開啟密碼請洽許振欽先生07-3447142。
電信管線	中華電信股份有限公司台灣南區電信分公司屏東營運處	屏東市棒球路10號	(08)744-2435		倪素卿	里港鄉	100.04.07桃字第10004070082	100.04.18屏規設字第1000000077號	無本營運處所轄地下管線
自來水管線	臺北自來水事業處	台北市長興街131號	(02)8733-5711	(02)8733-5934	丁昱升	台北、新店	100.04.11桃字第10004110123	100.04.21北市水技字第1003652400號	自來水管線圖檔光碟1份（予高公局正本）
	台灣自來水公司第一區管理處汐止營運所	台北縣汐止市大同路一段501號2樓	(02)8646-4635#23	(02)8646-4637	卓阿輝	汐止區	100.04.11桃字第10004110123	100.04.19台水一汐工字第10000005090號	管線圖5張(A4)
	台灣自來水公司第十二區管理處板新給水廠	新北市三峽區中山路551號	(02)26711416-7#401#406	(02)26714435	彭秀祿	供水給土城、樹林、鶯歌等服務所	100.04.11桃字第10004110123	100.04.14臺水十二處板廠字第10000012890號	本圖僅供施工參考（2個月內有效，，A3圖6張），應先探挖以現場為主。
	台灣自來水公司第十二區管理處土城服務所	新北市土城市學享街63號	(02)2265-5172#207	(02)2260-7790	邱秉緒	新北市土城區	100.04.11桃字第10004110123	100.04.18台水十二處土城所工字第10000007610號	施工前如有必要現場會勘或不慎挖損，請聯絡高振興0910-366-922；（02）2265-5172#206
	台灣自來水公司第十二區管理處樹林服務所	新北市樹林區武林街6-1號	(02)2681-2254	(02)2681-6844	#201工務股廖威森股長	新北市鶯歌區、三峽區、樹林區	100.04.11桃字第10004110123	100.04.13台水十二處樹工字第10000000657號	無本所管線
	台灣自來水公司第十二區管理處鶯歌服務所	新北市鶯歌區環河路57號	(02)2679-2224#108	(02)2670-6659	高崧芳；蔡季雄(#201)	新北市樹林區四十二個里	100.04.11桃字第10004110123	100.04.18台水十二處鶯工字第10000009980號	管線資料光碟1片，並附「台灣自來水公司自來水管防被挖斷安全作業標準及注意事項」(1張A4)
	台灣自來水公司第二區管理處大溪營運所	桃園縣大溪鎮文化路211巷5號	(03)388-3760#302	(03)387-2362	工務股古智君	大溪鎮大部分、龍潭鄉、復興鄉、平鎮市東勢里東勢3~7號、東龍街21~49號	100.04.11桃字第10004110123	100.05.03郵寄	僅郵寄管線資料A4圖18張，不另函文回覆。
	台灣自來水公司第三區管理處、新竹服務所(用戶管)	新竹市博愛街1號1樓	(03)571-2141、571-4321	(03)571-7864	工務股	新竹市、寶山鄉	100.04.11桃字第10004110123		電詢表示由新竹給水廠主導

表10.1-1　國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃及設計技術服務管線單位統計表(3/4)

管線種類	管線單位名稱	通訊地址	電話	傳真	承辦人、聯絡人	轄區範圍	發文日期、文號	回文日期、文號	回文要點
自來水管線	台灣自來水公司第三區管理處新竹給水廠(用戶管外)	新竹市東美路91巷100號	(03)573-3523	(03)571-1065	管線股官友鏡股長	供新竹所	100.04.11棪字第10004110123	100.05.24台水三給字第10000004590號	檢附管線圖(A4圖7張)
	台灣自來水公司第三區管理處竹北營運所	新竹縣竹北市縣政五街188號	(03)551-6814	(03)555-1513	#21工務股陳銘琮股長	關西鎮、芎林鄉	100.04.11棪字第10004110123	100.04.25台水三北字第10000004370號	檢附管線圖(A4圖6張)及圖檔光碟各1式1份
	台灣自來水公司第三區管理處竹東營運所	新竹縣竹東鎮長安路123號	(03)596-3356、(03)5963359	(03)5943856	回文時再提供聯絡人	竹東鎮	100.04.11棪字第10004110123	100.06.02以電子郵件方式郵寄管線資料	
	台灣自來水公司第三區管理處竹南頭份營運所	351 苗栗縣頭份鎮民族路522號	(037)628-000、(037)623-500	(037)614510	吳秀賢	竹南鎮	100.04.11棪字第10004110123	100.04.14台水三南字第10000009740號	國道3號竹南段所有橋梁，無附掛自來水供水管線，平面橫交道路各有埋設100mm或200mm埋深1.0m之PVC管。
	台灣自來水公司第七區管理處岡山服務所	高雄市岡山區岡山路450號	(07)622-2814	(07)622-1410	吳文強	田寮區、阿蓮區、燕巢區	100.04.11棪字第10004110122	100.04.15電話通知	無該單位管線
	台灣自來水公司第七區管理處旗山營運所	高雄市旗山區延平一路499之1號	(07)661-3807	(07)6612278	回文時再提供聯絡人	旗山區(七區處表示屏東里港鄉無自來水管佈設)	100.04.21棪字第10004210270	100.04.26台水七旗營工字第10000011970號	管線套繪圖一張(A4)。
	台灣自來水公司第七區管理處路竹服務所	82941 高雄市中山路1段148號	(07)693-4819	(07)693-3941	王玲娟		100.04.21棪字第10004210270	100.04.28臺水七路工字第10000011250號(傳真)	本資料（A4圖2張）為大崗山給水廠所轄，電話07-6230952轉管線股
	台灣自來水公司第七區管理處大崗山給水廠	高雄市岡山區岡山北路222號	(07)623-0952	(07)621-8064	許勳魁	供水給岡山服務所	100.04.11棪字第10004110122	100.04.14台水七大崗給字第10000010300號	檢附本廠管線圖影本A3圖2張
瓦斯管線	欣欣天然氣股份有限公司	新北市永和區永和路一段100號	(02)2927-5747#286	(02)2925-0759	叢虎偉	中永和、新店、文山、深坑	100.04.11棪字第10004110123	100.04.21（100）欣工部字1138號	無本公司瓦斯管線
	欣泰石油氣股份有限公司	新北市五股區五工二路134號	(02)2298-8899	(02)2290-0333	連子華	樹林、土城、鶯歌、三峽	100.04.11棪字第10004110123	100.04.15泰資字第1000415305	管線資料（A3圖4張）；維護單位聯絡人王際誠股長，02-2260-6512
瓦斯管線	欣桃天然氣股份有限公司	桃園縣桃園市法治路10號	(03)335-2191#2415	(03)335-5800	吳炫陞(圖資組)	桃園縣	100.04.11棪字第10004110123	100.04.26欣桃工字第1000442號	因未提供電子地形圖，故無法明確判斷地形，經推測...(A4圖6張)
	新竹縣瓦斯管理處	新竹縣竹北市光明五街66號	(03)551-0263	2290-0333	王玫楓	新竹市、竹北市、新埔鎮、關西鎮、新豐鄉及湖口鄉等六鄉鎮市	100.04.11棪字第10004110123	100.04.18瓦工字第1000000962號	管線資料僅供參考(3張A3圖)。緊急電話新竹市03-571-3971；新竹縣03-551-0263
	欣雄石油氣股份有限公司	高雄縣鳳山市國泰路一段99號	(07)741-6101#155	(07)710-0350	王俊崑		100.04.11棪字第10004110122	100.04.18（100）欣雄工字第276號	無管線
軍方通訊管線	陸軍六軍團第七三資電作戰群網路傳輸連	六張犁郵政九００五０附三號信箱	(02)2732-7412 、 2732-3110轉213274	(02)8732-0772(網傳連傳真)			100.04.11棪字第10004110123	100.06.27電話回覆無管線	
	陸軍八軍團第七五資電作戰群網路傳輸連	高雄郵政九００五二附三號信箱	(07)521-3291轉712408	(07)749-2063			100.04.11棪字第10004110122	100.07.05電話回覆無管線	
警方通訊管線	內政部警政署警察電訊所臺北分所	新北市板橋區文化路2段225巷17號	(02)2253-8875,2252-2801	(02)2257-1096	王星偉	新北市、基隆	100.04.11棪字第10004110123	100.04.13警電北字第1000000768號	無警訊線路
	內政部警政署警察電訊所新竹分所	30059新竹市經國路1段752號	(03)533-1627	(03)533-1672	吳文溢	桃園縣、新竹市、新竹縣、苗栗縣	100.04.11棪字第10004110123	100.04.15警電新字第1000000608號	無既設管線
	內政部警政署警察電訊所高雄分所	高雄縣鳳山市新富路578號	(07)763-9395	(07)763-2744(須切換)	林坤生	高雄市(原高雄縣區域)、屏東縣	100.04.11棪字第10004110122	100.04.13警電高字第1000000597號	無桿、管線等設施
固網及行動通信	台灣固網股份有限公司北區工程處	台北市內湖區瑞光路498號7樓	(02)6606-3606	02-66001066	林志成副理	北二高全線(分北一、北二兩區由北工處統一處理)	100.04.11棪字第10004110123		
	台灣固網股份有限公司中南區工程處	高雄市三民區博愛一路300號10樓	(07)860-0999#47062	(07)8600155	王裕傑	為高雄辦公室含台南、高雄及屏東等地	100.04.11棪字第10004110122	以電子郵件方式通知	無本公司南區管線牴觸
	新世紀資通股份有限公司(網路事業處北一維運部)	台北市內湖區瑞光路218號(收文地址)港墘路220號9樓(辦公室)	(02)7700-8183	(02)7700-8277	林明祿	基隆、台北市。建議文直接發到總公司由總公司通知各區	100.04.11棪字第10004110123	100.04.19速博（網技）字第100400739號	管線資料A4圖1張
	新世紀資通股份有限公司(網路事業處北二維運部)	台北縣板橋市四川路一段326號4樓	(02)7700-0326	(02)7738-9889	陳仁通	台北市以南、新竹以北	100.04.11棪字第10004110123	100.06.09以電子郵件方式提供管線資料	
	新世紀資通股份有限公司(網路事業處中區維運部)	台中市西區民權路239號3樓	(04)3700-6169	(04)3700-6388		苗栗以南至嘉義	100.04.11棪字第10004110123		由北二維運部(新竹)李文義提供
	新世紀資通股份有限公司(網路事業處南區維運部)	高雄市前鎮區新衙路288號2樓	(07)970-7222	(07)970-7155		台南、高雄、屏東	100.04.11棪字第10004110122	100.07.15以電子郵件方式回覆	無管線
	亞太電信股份有限公司(北區維運處)	台北市南港區經貿二路66號12樓	(02)55558888轉7417	(02)5555-3000	童瑞達、賴智勇	基隆、台北、新北、桃園、新竹	100.04.11棪字第10004110123	100.05.25亞太電信總技字第1000222號	無管線
	亞太電信股份有限公司(中區維運處)	台中市北區進化北路238號16樓	(04)3505-8700轉8910	(04)3505-8779	陳茂松陳信綜	苗栗以南至嘉義	100.04.11棪字第10004110123		由北區維運處提供
	亞太電信股份有限公司(南區維運處)	高雄市前金區五福三路21號4樓	(07)953-6888	(07)950-5773	#7065：葉展榮、#7064：余色明	台南、高雄、屏東	100.04.11棪字第10004110122	以電子郵件方式通知	100.04.14以電子郵件回覆無管線

表10.1-1　國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃及設計技術服務管線單位統計表(4/4)

管線種類	管線單位名稱	通訊地址	電話	傳真	承辦人、聯絡人	轄區範圍	發文日期、文號	回文日期、文號	回文要點
雨、污水管線	臺北市政府工務局衛生下水道工程處	臺北市大同區酒泉街235號	02-25973183(759)		高儒村		棪　字　第10003280295	北市工衛維字第1003199300號	檢附污水管線位置圖1份(A2兩張)
	臺北市政府工務局水利工程處	臺北市信義區市府路1號7樓西南區	02-27208889(2641)		李位育		棪　字　第10003280295	北市工水下字第10065439900號	取得雨水管線紙本資料A37張
	新北市政府水利局雨水下水道科	新北市板橋區中山路1段161號12樓	02-29603456(7343)		曾安慈		棪　字　第10003280295	北水雨字第1000311761號	取得相關雨水管線乙份
	新北市政府水利局污水設施科	新北市板橋區中山路1段161號12樓					棪　字　第10003280295	北水雨字第1000311761號	取得相關污水管線乙份
	桃園縣政府水務局衛生工程科	桃園市縣府路一號7樓	03-3393902		吳玉梅		棪　字　第10003280295	府水衛字第1000143215號	取得石門污水下水道系統及大溪污水下水道系統管線況埋設位置電子光碟資料乙份
	桃園縣政府水務局雨水下水道科	桃園市縣府路一號7樓	03-3322101(5721)		陳俊廷		棪　字　第10003280295	府水區字第1000130083號	函轉龍潭鄉公所「龍潭鄉大昌二段(五福街至高速公路橋下)雨水下水道工程竣工決算書圖」
	新竹縣政府工務處	新竹縣竹北市光明六路10號	03-5518101(2631)		宋瓊豪		棪　字　第10003280295	府工水字第1000043924號	逕洽各鄉鎮公所聯絡人，關西鎮公所張耀昌課長;芎林鄉公所郭建志課長;竹東鎮公所張瑞龍課長;寶山鄉公所蔡昇哲課長
	新竹市政府工務處	新竹市中正路120號2樓	03-5216121(393)		洪唯評		棪　字　第10003280295	電話聯繫	
	苗栗縣政府工務處	苗栗市自治路50號	037-354856				棪　字　第10003280295	電話聯繫	
	屏東縣政府水利處	屏東市自由路527號	08-7320415(3522)		蔡昀庭		棪　字　第10003280295	屏府水道字第1000082099號	逕洽里港鄉公所提供雨污管線資料
	臺南市政府水利局污水下水道科	台南市安平區永華路二段6號	06-2991111(8610)		林建志		棪　字　第10003280295	電話聯繫	
	臺南市政府水利局雨水下水道科	台南市新營區民治路36號	06-3901397		莊明真		棪　字　第10003280295	南市水雨字第10002329981號	檢附關廟區雨水下水道台帳圖電子檔乙份
	高雄市政府水利局水利工程科	高雄市苓雅區四維三路2號5樓	07-3368333(2410)		莊志文		棪　字　第10003280295	高市水工字第1000016904號	二仁溪附近無雨污管線
	高雄市政府水利局污水工程科	高雄市鳳山區光復路二段132號	07-7995678				棪　字　第10003280295	高市水工字第1000016904號	二仁溪附近無雨污管線

10.1.2 既有管線調查成果

本工程的管線資料來源可分為二類，分述如下：

一、 管線單位提供圖面資料

本公司於100.3.30日陸續函文請各管線單位提供管線竣工圖或平面圖，後續擬由　貴局協助函文向未回覆之管線單位索取管線圖資，目前所有單位皆已回覆並提供管線資料。

各管線單位所提供的圖面資料上，大多加蓋「僅供參考」等字樣。實際上，各管線單位圖面資料僅提供概略管線位置，與實際管線位置多有所出入，需依照現場實測地形圖上顯示的人手孔位置、地形、地貌及管線現場調查及試挖等方法後，才可能掌握約75%左右的既設管線實際位置及走向，仍無法100%全面掌握管線實際的位置。

二、 由　貴局提供的管線資料

本工程啟動之初，已向　貴局各工程處(工務段)借閱高速公路的各項工程的竣工圖，其中包含了管線圖在內。

有關局轄之交控管線，　貴局已先提供設計資料，由於近年來實施北部路段交控標整併及改善工程(R11標)，有關國道3號部分已陸續完工並進入驗收階段，於100年5月完成正式驗收，其竣工資料應較為完整及符合現況，本公司已向　貴局索取相關交控管線竣工圖，該資料將更利於本計畫執行管線調查工作並提供橋梁耐震補強設計參考。

前述管線資料來源中，以後項的管線圖較符合現場管線位置。

本公司依上述單位提供之管線資料，分別以Auto CAD套繪至實測地形圖上，並藉由現場勘查比對及分析，最後並透過管線試挖成果據以修正管線資料，相關管線套繪圖，詳各標細部設計圖(P圖)。

10.2 既有管線處理協調成果

在本工程須要進行橋梁結構補強橋梁中，與管線有直接關係的施工項目主要為基礎補強施工，其次為穿越橋之橋台頂端，如增設止震塊，可能直接衝突穿越橋上之附掛管線；另帽梁包覆、橋墩包覆及橋台軀體補強，則主要可能衝突局轄交控管線。本公司將管線套繪成果圖，與上述結構補強項目逐一比對檢討，將各標之衝突管線整理統計於妨礙施工公共管線一覽表，做為管線協調會主要協調單位及重點。

由於各標設計時程有所差異，於補強設計內容較為確定後，個別召開公共管線遷移協調會議(M35標無衝突管線)，其協調會簡報資料及會議紀錄詳附錄九。

第十一章　施工與交通維持計畫

11.1　施工計畫

11.1.1　補強工法概述

橋梁耐震補強的設計及工法，包括增加構材的韌性或強度、增設止震塊、增加梁端防落長度、設置防落橋設施、基礎補強、降低液化之潛能及改變橋梁結構系統等，依照耐震評估分析決定各橋梁之耐震補強位置與方法，大致可區分上構防落設施及下構之橋墩帽梁、墩柱、基礎補強，各部分結構補強施工方式概述如後。

1. 橋梁防落設施補強

上部結構防落設施，主要為增設止震塊、加長梁端防落長度、增設防落拉桿等防落橋設施，由於施工位置皆在帽梁或橋台與橋面板及大梁間有限且狹窄之空間，場鑄施工多以搭設施工架施做，預鑄施工則可配合吊車等機具進行補強作業。

2. 橋墩帽梁、墩柱補強

下部結構帽梁、墩柱，採RC包覆或鋼板包覆或FRP包覆等增加構材的韌性或強度之工法，除鋼板可在工廠內預製加工外，其餘工作均屬現場施作。

(1) RC包覆工法

場鑄RC包覆施工方式，基本上與一般鋼筋混凝土之澆置施工略同，惟施作前銜接面之處理，需以高壓水刀或其他適宜之方法，將舊有混凝土表面清理、處理至規定狀態；化學植筋或錨定螺栓施工前，應以金屬探測器偵測，避免傷害到舊有結構鋼筋。

(2) 鋼板包覆工法

鋼板包覆施工方式，主要注意事項在包覆鋼板之精度控制及現場焊接之要求，施工時應嚴格要求達到規範之規定，大體上依高壓水刀施工面清理、鋼板吊裝及焊接、包覆鋼板封邊及固定、無收縮水泥砂漿或環氧樹脂灌注、油漆塗裝及防水或防蝕處理等順序施工。

(3) FRP包覆工法

FRP包覆工法係以纖維絞線或纖維膜片包覆墩柱，纖維抗拉強度應在25,000kg/cm2以上，底塗、浸漬、接著等液劑主要為環氧樹脂系；層與層包覆施工時，應注意液劑之乾燥時間控制，包覆通常以不超過10層為原則。依據國外使用之經驗顯示，具有材料輕、柔性、搬運容易及施工迅速等優點，但國內近期運用實例，逐步增加，本土化施工技術規範之研擬及纖維材料之製造生產條件較為成熟，施工階段對於施工程序及檢驗點須較為審慎。

(4) 中空柱灌漿補強

中空橋墩，除需進行外部包覆補強，內部中空處亦填充灌漿補強，外部包覆補強可採鋼板、混凝土等材料包覆，內部填充輕質混凝土。填充施工開口位置需謹慎進行對永久結構之影響、施工中結構安全穩定性及施工可行性等評估。

3. 橋墩基礎補強

下部結構基礎補強，基礎補強分為淺基礎及深基礎，淺基礎之補強工法主要為加大RC結構，深基礎除加大樁帽基礎RC結構，並配合增加基樁或基樁鋼板包覆工法，必要時考慮使用地盤改良以增加土壤承載力等方式施作。

(1) 淺基礎補強

淺基礎加大RC結構，施工方式多採傳統明挖方式施作，即打設臨時擋土設施如鋼板樁、鋼軌樁、H型鋼樁等，進行開挖，加大RC結構部分施作，回填，拔除擋土設施，基礎地面復舊。

(2) 群樁深基礎補強

群樁基礎型式，除加大樁帽基礎RC結構，並配合增加基樁，增加基樁採場鑄施工，場鑄施工可採鋼管植入法、全套管施工或反循環工法，惟應注意橋下淨高限制、基樁鋼筋續接要求、混凝土澆置品質以及既有舊基礎之保護。

(3) 樁及沉箱構架深基礎補強

樁及沉箱構架基礎型式，以增加基樁及沉箱鋼板包覆為原則，基樁及沉箱鋼板包覆注意事項在包覆鋼板之控制精度、現場焊接及壓入工法之要求，依包覆鋼板吊裝及焊接、利用帽梁為反力座將包覆鋼板壓入、高壓水刀清理夾縫土石、無收縮水泥混凝土灌注及防水或防蝕處理等順序施工。

上述橋梁各結構部位之各種補強施工方式，僅為工法施做之概述，施工方式應用至各類橋梁時，需配合主客觀環境再作較詳細之施工計畫，後續各小節將進一步就各式橋梁施工程序及應注意或特別要求事項逐一再作說明。

11.1.2 施工程序、運輸道路及土石方處理

1. 施工程序

依據各橋梁補強評估及補強方式之運用，各補強位置之施做應安排規劃施工程序，以避免相互影響通路，或造成後施工作業破壞已完成項目，以利工進。規劃建議之流程參見圖11.1-1。

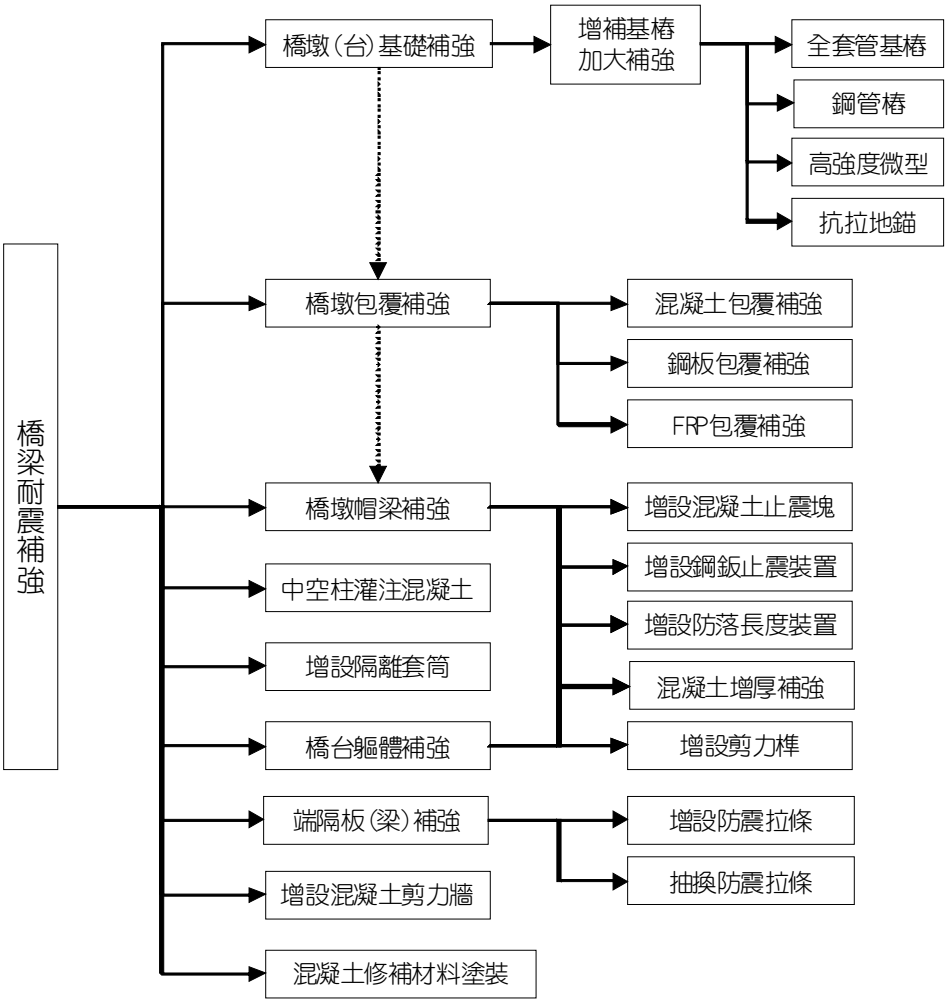


圖11.1-1　耐震補強施工流程圖

2. 施工運輸道路

(1) 施工便道

主要依據補強之陸地橋梁現有地形地貌，補強橋墩位置如無既成道路可及，則配合現地高程及施工機具爬坡能力，規劃闢建寬度4公尺之施工便道以銜接鄰近既成道路，做為施工運輸道路。

(2) 施工便橋及構台

施工便橋及構台主要因應河川橋、排水溝渠橋補強設置，施工便橋寬度6公尺，施工構台橫向寬度配合補強橋墩、帽梁，初擬以橋面投影寬度為度，縱向長度(沿橋軸方向)配合基礎、墩柱及帽梁不同之補強需求規劃如下：

A. 基礎增樁擴大補強：長度6~15公尺(配合微型樁、鋼管樁及全套管基樁鑽掘機)。

B. 橋墩、帽梁RC補強：長度4~9公尺(配合施工架、吊車)。

C. 橋墩、帽梁鋼構補強：長度4~9公尺(配合施工架、吊車)。

3. 賸餘土石方處理

本補強工程主要之賸餘土石方來自於基礎補強，包括增補基樁及擴大基礎部分，由於各橋梁位置地點分散，且依耐震評估結果補強基礎數量亦有差異，賸餘土石方產出數量亦相去甚遠，土石方處理方式需配合產出地點及數量進行規劃。

工程範圍內之河川橋多屬河川局管理，河道內賸餘土石方應依據所屬河川局及高公局所規定之『河道內賸餘土石方，承包商應於河川用地範圍內自覓容納攤平之處，若因本施工地點無容納攤平之處，承包商應於高速公路橋附近河川用地範圍外，自覓適當土地，以租地方式暫棄土方，作為臨時堆置場所並派員管理及維護；臨時堆置場地需經河川局或相關主管機關核可同意，始可辦理承租及堆置作業並注意堆置之環保設施，且不得運至未經核可之場地堆置，並於土方不再進出時儘速通知河川局辦理統一標售或由工程司辦理價購供本標或他標使用。』處理程序辦理。

除河川橋之賸餘土石方須依上述規定辦理外，其餘包括穿越橋、跨越橋及匝(環)道橋等陸地橋之賸餘土石方，初步建議以運送至合法之土資場處理。本工程鄰近土石方資源處理場統計如表11.1-1，各土資場詳細資料請參閱營建棄填土資訊網站，網址：http://140.96.175.34/spoil/dumpsoil/DumpQry.asp。

表11.1-1　土石方資源處理場統計表

項次	縣市	土石方資源堆置處理場處數量(處)				土石方資源堆置處理場處理能量(立方公尺)				
		合計	加工型處數	轉運型處數	填埋型處數	核准處理總量	賸餘處理總量	核准(年)加工轉運量	填埋量	
									核准	賸餘
1	新北市	17	12	1	4	20,194,277	11,362,384	5,113,575	15,080,702	6,248,809
2	桃園縣	12	7	5	0	4,341,360	4,341,360	4,341,360	0	0
3	新竹市	6	0	6	0	5,587,750	5,587,750	5,587,750	0	0
4	新竹縣	12	6	5	1	20,614,542	16,570,240	16,570,240	4,044,302	0
5	高雄市	11	5	5	1	13,068,365	11,700,698	10,863,909	2,204,456	836,789

11.1.3 注意事項

1. 穿越橋補強施工

穿越橋之補強施工時，主要是涉及地區道路之交通維持以及生活環境之影響，施工機具以選擇低噪音震動者為主，施工方法之選用與施工影響範圍之大小，需詳加考量。首先地區道路施工區圍籬面積，應配合區域交通需求，以符合施工之最小範圍設置為原則，兩跨以上穿越橋結構補強施工，視墩柱所在路幅位置，可採分階段、左右兩側或半半施工，主要按地區道路寬度及交通量而定。

2. 跨越橋補強施工

跨越橋補強施工，施工用地在高速公路範圍，主要施工考量條件係高速公路交通之影響，兩跨以上跨越橋，則有落墩於高速公路主線範圍內之狀況產生，交通維持方案是施工計畫之重點，施工時程應安排於最短時間內完成，以減少高速公路交通影響之時間。

3. 山區橋、排水橋及河川橋補強施工

山區橋、排水橋及河川橋補強與道路穿越橋最大不同點，在於山區橋坐落於僻遠山區，地形起伏高差大，林相茂密且無道路通達，加上部分橋下土地並未徵收，施工便道或棧橋之設置恐因路權不足，需租用民地，相關規劃及因應措施將於細設階段進一步詳予規劃。排水橋及河川橋跨越溝渠或河川公地，施工時需架設便道、便橋及築島圍堰等假設臨時工程，必要時尚需破堤施工，影響層面較大，受到的限制條件也多，如防汛期防洪規定、跨河構造物設置規定、破堤施工規定及河川公地使用申請等，施工計畫需依河川主管機關之要求辦理。由於受到諸多條件之限制，橋梁補強工作較困難，基於防汛期施工時間之限制，一次施工數量必須可控制於規定期限內施做完成，以避免假設工程重複設置之浪費；考量跨河構造物設置之阻水斷面規定，便道、便橋及築島圍堰等假設臨時工程設置之位置、範圍亦需慎重規劃。

其次考量的是部分高橋墩之包覆補強施工，原則上採由下向上分階段施做，一次施做高度以3公尺為限，配合搭設重型工作架，逐階向上推進施工，最後再進行帽梁包覆補強工程。由於屬高架作業，必要時尚需經過主管機關審查，依「危險性工作場所評估」規定，申請核准方可施工。

4. 共通性項目

補強作業中增補基樁工程，所採用之施工方式應採用少污染之乾鑽施做，或加強污染防治措施，以避免污染水源或影響區域排水系統；在橋下空間高度之限制條件下，需採用低淨空基樁鑽掘機，機具選擇應配合工期要求及主客觀條件選用，提早規劃以免影響工進。

其次為橋台補強，需考量原有橋台護坡開挖之擋土臨時工程，為避免損及鄰近橋台之高速公路或地方道路路基，影響行車安全，應適時選用合適之臨時擋土設施，如鋼板樁、H型鋼樁、PC樁等，必要時加做地錨配合，以增加施工保護安全性。另如橋台無法擴大基礎補強時，可採超微粒灌漿做地質改良，利用圍束灌漿法，先將施工區域周邊施以改良樁式灌漿，再分層分次灌注中央部分，並以監測系統觀測，以防地表隆起或地下水污染等不良影響。

11.1.4 施工機具、設備及人力

各施工標補強作業，地點分散且數量大，因應補強工法所使用之施工機具設備多非屬重機具或專業機具，僅基樁鑽掘施工受限於橋梁淨高，須限制使用低淨空或小型鑽掘機具外，其餘使用量大之機具為吊卡車、挖土機及配合混凝土澆置之車輛，設備，以及手動鑽孔、打毛設施，配合工作需

求，主要機具、規格及配合人力，初步估計如表11.1-2，另鋼筋及模板之工班初估每組5~7人，其他零星或清理之小工則適時派用。

表11.1-2　施工機具、設備統計表

機 具 設 備 名 稱	規　　格	配 合 人 力
基樁鑽掘機組	∮60～∮150CM	4
吊車	25～60T	1
吊卡車		1
挖土機	0.7M3	1
灑水車	8M3	1
混凝土泵浦車	60M3/Hr	3
混凝土拌合車	6M3	1
傾卸卡車	8M3	1
發電機	100kv	
電焊機		1
手動鑽孔、打毛設備	手提式	2

11.1.5　其他特殊補強工法施工考量重點

1.　碧潭橋表面塗裝

北二高碧潭橋位於新店碧潭風景區內，雖經評估結構無需補強，惟橋梁外表歷經歲月洗禮及數次修整，多顯斑駁，故利用本次補強對全橋表面進行劣化修補及塗裝。由於本橋跨新店溪位於碧潭風景區，遊客眾多，表面劣化修補及塗裝工法若採傳統搭設施工構台、組立工作架方式，將影響新店溪防洪及風景區休憩品質，幾經評估，規劃採用懸吊式施工架，無須搭設施工構台，避免影響新店溪防洪與河川公地申請，同時亦兼顧碧潭風景區之休憩品質。

懸吊式工作架除考量全橋景觀對錨定點位置、數量有所規定外，安衛環保須符合空氣汙染防制及水污染防治標準，安全性尤為審慎，設計圖面亦標示要求如下：

(1) 施工活載重：須同時考慮人員、施工機具之集中載重及工作架上之均佈載重（不得少於50 kgf/m^2）等兩項載重。

(2) 衝擊載重：各構件須考慮施工作業所引致之衝擊載重，為施工活載重之30%。

(3) 施工中風載重：須考慮工址10年回歸期之基本設計風速V10=33m/s。

(4) 後置式錨碇螺栓：材質應符合ANSI SUS 316或其它同等之不銹鋼材料，並符合ICC-ES AC193之測試程序與評定標準；設計方法應依據內政部100年6月頒布「混凝土結構設計規範」附篇D之規定辦理；施工完後之錨碇螺栓孔洞，應以與錨碇螺栓相同材質之不銹鋼平頭蓋封孔。

11.2 施工用地使用申請

11.2.1 施工用地調查

本工程由北至南共分M31、M32、M34、M35標及M36標，因沿線所涉及之幅員遼闊，故概述各分標別所涉及之位置，並檢附其申請水保及河川公地時所清查之用地清冊於附件供參。

1. M31標：

北起新北市汐止區同新段，往南經台北市南港區及文山區後、再進入新北市新店區寶興段止，其中共涉及12個地段，施工所需用地亦均非全屬高公局所管有之路權範圍內，非高公局管有之用地則多為台北市政府及新北市政府、財政部國有財產局、交通部公路總局、高速鐵路工程局及台灣鐵路管理局(有償)所管有之公有土地，但仍有部分零星用地將預計使用所毗鄰之私有土地(位台北市文山區及南港區)，詳細的土地權屬及使用面積詳參附件之用地清冊。

2. M32標：

北起新北市中和區烘爐地段，往南經中和地區、新北市土城區、樹林區及三峽區、桃園縣大溪鎮及龍潭鎮、南端至新竹縣關西鎮店岡段止，其中共涉及23個地段，施工所需用地亦均非全屬高公局所管有之路權範圍內，非高公局管有之用地則多為地方政府、財政部國有財產局與經濟部水利署所管有之公有土地，但仍有部分零星用地將預計使用所毗鄰之私有土地，詳細的土地權屬及使用面積詳參附件之用地清冊。

3. M34標：

北起新竹縣關西鎮高橋段(深坑排水橋),往南經新竹縣芎林鄉、竹東鎮、寶山鄉、南端至新竹市香山區港湖段(台一線穿越橋)止，其中共涉及30個地段，施工所需用地亦均非全屬高公局所管有之路權範圍內，非高公局管有之用地則多為新竹縣政府、交通部公路總局、財政部國有財產局與經濟部水利署所管有之公有土地，但仍有部分零星用地將預計使用所毗鄰之私有土地，詳細的土地權屬及使用面積詳參附件之用地清冊。

4. M35標：

本標共計有4座橋樑需進行補強作業，但其位置非由北至南排序，故分別簡述其土地權屬調查狀況如下，而詳細的土地權屬及使用面積詳參附件之用地清冊：

(1) 灣崎溪河川橋：位台南市及高雄市交界，共跨越關廟區龜洞段及田寮鄉狗瘟氤段，需使用私有土地。

(2) 二仁溪2號河川橋：均位於高雄市田寮區，共經過崇西段及田寮段，需使用私有土地。

(3) 美濃溪河川橋：均位於高雄市旗山區，共經過旗尾、廣福及十八份段。

(4) 吉洋溪1號排水橋；均位於高雄市旗山區半部段，需使用部分台糖公司土地(私人)。

5. M36標：

本標共計有4座橋樑需進行補強作業，但其位置非由北至南排序，故分別簡述其土地權屬調查狀況如下，而詳細的土地權屬及使用面積詳參附件之用地清冊：

(1) 田寮二號高架橋：位高雄市田寮區，共跨越田寮段、牛稠埔段及水蛙潭段，需使用私有土地。

(2) 高45跨越橋：均位於高雄市大社區嘉誠段，設施位於高公局管有土地。

(3) 典寶溪過水橋:均位於高雄市大社區及燕巢區交界,共經過大社區嘉誠段及燕巢區興龍段。

(4) 高雄環線高架(三)橋：均位於高雄市燕巢區及大社區，高架橋下方用地以高雄市政府管有佔大宗。

11.2.2 施工用地使用申請作業說明

本工程因永久性設施橋樑墩柱均位於交通部高速公路管理局所管有之國道路權範圍內，故無涉及永久性取得之用地申請課題(如：都市計畫變更及非都市土地變更編訂)，惟因施工圍籬及臨時性機具車輛所進出之便道，需使用部分既有路權外之用地，承包廠商應參照清冊與管有單位或私有地主進行後續協調使用之應辦作業。此外，在土地清冊作業過程中發現本次工程因多數位於山坡地或河川等較偏僻區域，地政單位所提供之地籍圖易產生偏差之情況發生，故本用地清冊僅供參考，惟應依現場實際使用及所圍設圍籬的施工用地為準。

11.3 交通維持

為促進道路施工期間工程順利進行及維持交通安全、順暢，交通維持策略須參酌工程實際狀況與需求擬定，除確保工程品質外，並應考量行車速限、交通需求、道路線形管制長度、管制期間與危險性等要素，加強交通管制安全與警示設施之佈設，以維護行車及工作人員之安全。

本計畫進行補強工程期間所影響之道路系統，包括高速公路主線及橫交地方道路，其交通維持策略擬定均應依據本節規定辦理。以下將分別就高速公路主線及橫交地方道路之交通維持原則與策略進行探討。

有關施工中交通維持設施設置之依據，主要包括：

1. 交通部頒「道路交通標誌標線號誌設置規則」之規定。
2. 交通部編審「交通工程手冊」之規定。
3. 高速公路局編印之「施工之交通管制守則」所示原則。
4. 除上述外，另依據合約文件及設計圖之內容及承包商提送經核定之交通維持計畫內容辦理。

11.3.1 施工中高速公路主線之交通維持

國道高速公路係國內道路等級最高之道路運輸系統，因此施工期間之交通維持策略應以其現有交通需求及工程品質為優先考量，就現況道路容量及動線維持提出因應策略，以降低交通衝擊與確保施工品質。茲就高速公路施工期間應遵守之各項基本原則及交通維持策略簡述如下：

一、基本原則

1. 高速公路兩側之部分路權可供施工利用，另外視需要承包商須於路肩外側構築施工平台作為施工區。
2. 原則上施工區段最高速限為80公里以上，每車道寬至少3.5公尺。
3. 施工期間承包商日夜均應派專人負責指導維持交通管制設施之完整。
4. 各承包商須日夜提供特定通報人員、地點及電話，以為緊急事故之聯絡通報使用。

二、交通維持策略

由於耐震補強施作工項中，部分跨越高速公路主線橋梁之中央墩柱需進行增設鋼板止震裝置，或是跨越橋兩側橋墩柱需進行橋墩鋼板包覆補強、增設鋼板止震裝置等作業。因施工作業空間之需求，對高速公路主線有不同程度之影響，以下彙整主線交維里程於表11.3-1。

表11.3-1 主線交維里程一覽表

橋梁名稱	橋墩編號	施作工項	主線里程	影響範圍
寶山一號跨越橋	P1	1.增設鋼板止震裝置	STA.101+448	封閉內側1車道
寶山二號跨越橋	P1	1.增設鋼板止震裝置	STA.102+183	封閉內側1車道
寶山三號跨越橋	Aa1、Aa2	1.橋墩鋼板包覆補強 2.增設鋼板止震裝置	STA.102+783	佔用路肩
117縣道跨越橋	P1	1.增設鋼板止震裝置	STA.104+324	封閉內側1車道
新竹二號跨越橋	P1	1.增設鋼板止震裝置	STA.106+418	封閉內側1車道
新竹三號跨越橋	P1、P2	1.增設剪力榫	STA.108+917	佔用路肩
國道10號高45跨越橋	P1、P2	1.橋墩鋼板包覆補強	STA.14+864	縮減西向車道外側路肩寬為2.2M

11.3.2 施工中橫交地方道路之交通維持

高速公路之橫交道路包括跨越橋及穿越橋下地方道路，而施工期間之交通維持策略亦應以維持其基本交通需求為原則，並就現況道路容量及動線維持提出因應策略，以降低交通衝擊。茲就施工期間地方道路應遵守之各項基本原則及交通維持策略簡述如下：

一、基本原則

1. 補強工程應以施工快速及降低對地方道路交通干擾為交通維持之主要目標。
2. 施工期間應優先考量維持原有行車方向不封閉為原則。
3. 施工期間對地區性道路交通有嚴重影響時，應適當評估施工方式並安排於非尖峰時段內辦理。
4. 鄰近施工區之路段及路口應加強設置告示牌，以引導車輛改道及加強行車安全性。

二、交通維持策略

耐震補強工程施作工項中，包括橋梁防落設施補強、橋墩帽梁及墩柱補強、橋墩基礎補強等，因施工作業空間之需求，對工程沿線橫交道路有不同程度之影響，以下彙整施工中佔用道路狀況於表11.3-2。有關本工程沿線地區道路交通維持策略說明如后：

穿越橋下部結構補強工程對地方道路交通影響較大，為維持道路通行需求，宜採行下列因應策略：

1. 佔用人行道、路肩：加強工區防護及警示設施，圍籬頂端間隔加設警示燈提醒用路人注意路況。原有規劃人行道之路段，施工期間應維持1米以上之人行空間，其與行車區之間應設置型鋼護欄做為防護。
2. 佔用部份路寬：應盡量利用路側用地圍設工區(調整車道寬、取消路側停車、取消機車道、削減人行道)，並以至少維持單車道4.5公尺寬或雙向6公尺寬之行車空間為原則，必要時並配合擬定車流疏導動線，以使交通衝擊降至最低。

表11.3-2　交通維持影響道路一覽表(1/5)

橋梁名稱	橋墩編號	施作工項	影響路段	影響範圍
北側基隆河橋	PN1、PS1	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.增設混凝土止震塊	康寧街	佔用東向人行道、 縮減車道寬度
汐止系統 交流道匝道7	P8N	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設鋼板止震裝置	樟樹二路	佔用南向車道、 路寬縮減為4.5M
樟樹里高架橋	PS3	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設混凝土止震塊	大同路一段 515巷	佔用西向車道、 路寬縮減為4.5M
	PN9	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.中空柱灌注混凝土	樟樹一路	佔用南向車道、 整闢8M改道路面
			大同路二段	佔用人行道 路寬縮為8.7M
	PS10	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.中空柱灌注混凝土	光復街	佔用路肩、 路寬縮減為4.8M
新台五路橋	A1、A2	1.增設混凝土止震塊 2.增設鋼板止震裝置 3.增設防落長度裝置	新台五路一段	佔用道路外側路肩
新台五路 交流道匝道3	P2	1.橋墩鋼板包覆補強	光復街	佔用東向車道、 路寬縮減為5M
舊莊高架橋	PN5	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設鋼板止震裝置	林森路114巷	封閉東向車道、 路寬縮減為3.5M
	PS5	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設鋼板止震裝置	林森路114巷	封閉西向車道、 路寬縮減為5.3M
	PN9、PS9	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設鋼板止震裝置	--	封閉道路
	PN10、PS10	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設鋼板止震裝置	舊莊街二段199 巷16弄	佔用東向車道、 路寬縮減為5.6M
南港系統交流道 匝道3	PD1	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設混凝土止震塊	南深路	佔用路肩
富德橋S	PS2	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設鋼板止震裝置	地區道路	分兩階段施工，路寬最小3.9M
景美溪橋	PT7E、PT7W	1.橋墩鋼板包覆補強 2.橋墩帽梁補強 3.增設混凝土止震塊 4.中空柱灌注混凝土 5.增設隔離套筒	木柵路五段	佔用北向人行道、 縮減車道寬度

表11.3-2　交通維持影響道路一覽表(2/5)

橋梁名稱	橋墩編號	施作工項	影響路段	影響範圍
景美溪北橋	PN9、PN10、PN11	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設鋼板止震裝置	木柵路五段	佔用北向人行道、縮減車道寬度
	PN17	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設鋼板止震裝置	新光路三段	佔用南向車道、路寬縮減為7.6M
景美溪南橋	PS19	1.橋墩(台)基礎補強	木柵路五段	佔用南向人行道、縮減車道寬度
指南路穿越橋S (無名橋S)	PS1	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.增設混凝土止震塊	指南路三段十四巷	佔用北向車道、路寬縮減為4.7M
安坑橋A6匝道	P12	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強	安業街	佔用全部路寬、整闢8M改道路面
安坑溪橋N	PN2	1.橋墩鋼板包覆補強	安和路二段	佔用南向人行道、縮減車道寬度
安坑溪橋S	PS2	1.橋墩鋼板包覆補強	安和路二段	佔用南向人行道、縮減車道寬度
興南路南穿越橋N	A2	1.增設混凝土止震塊 2.增設防落長度裝置	興南路三段	佔用北向車道外側路肩
興南路南穿越橋S	A2	1.增設混凝土止震塊 2.增設防落長度裝置	興南路三段	佔用北向車道外側路肩
中和交流道 北主線高架橋(一)	PN4	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩鋼板包覆補強 3.橋墩帽梁補強 4.抽換防震拉條	圓通路	佔用北向車道外側路肩並縮減車道寬為4.3M
	PN5	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩鋼板包覆補強 3.橋墩帽梁補強 4.增設混凝土止震塊	圓通路	佔用南向車道外側路肩
中和交流道 南主線高架橋(一)	PS1	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩帽梁補強	圓通路	佔用北向車道外側路肩並縮減車道寬為4.3M
中和交流道匝道C	PC12	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩鋼板包覆補強 3.抽換防震拉條	員山路	佔用北向車道外側路肩
中和交流道匝道D	PD12	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩鋼板包覆補強 3.抽換防震拉條	員山路	佔用北向車道外側路肩
中和交流道匝道G	P1G	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩鋼板包覆補強 3.增設鋼板止震裝置	連城路469巷81弄	封閉西向車道、規劃東向車道雙向通行
			中正路637巷	調整車道寬為3.5M
中和交流道匝道H	P1H	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩鋼板包覆補強 3.增設鋼板止震裝置	連城路469巷81弄	封閉西向車道、規劃東向車道雙向通行
			中正路589巷	調整車道寬為3.3M
中和交流道 聯絡道高架橋	P1	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩鋼板包覆補強 3.橋墩帽梁補強 4.增設混凝土止震塊	連城路469巷81弄	封閉西向車道、規劃東向車道雙向通行

表11.3-2　交通維持影響道路一覽表(3/5)

橋梁名稱	橋墩編號	施作工項	影響路段	影響範圍
永豐路穿越橋	A2	1.增設混凝土止震塊	永豐路	佔用北向車道外側路肩並縮減車道寬為3.9M
計畫路穿越橋	A1、A2	1.增設混凝土止震塊	計畫路	縮減路寬為4.1M並改為單車道雙向通行
仁愛路穿越橋	A1、A2	1.增設混凝土止震塊	國際路	雙向車道皆縮減為3.5M
青雲路穿越橋	A1、A2	1.增設混凝土止震塊	青雲路	佔用道路兩側路肩
柑林碑排水橋	P1	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設混凝土止震塊 3.橋墩FRP包覆補強	地區農用土路	施工中調整工區提供便道通行
台三線中央路穿越橋	A2E	1.增設混凝土止震塊 2.增設鋼板止震裝置	中央路四段	佔用南向車道側人行道、縮減南向外側車道寬為3M
三峽溪河川橋	P2W	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩鋼板包覆補強 3.橋墩帽梁補強 4.增設混凝土止震塊	大漢溪右岸自行車道	佔用自行車道，規劃臨時改道動線
	P3E	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩鋼板包覆補強 3.橋墩帽梁補強 4.增設混凝土止震塊	大漢溪右岸人行步道	佔用自行車道，規劃臨時改道動線
三鶯交流道復興路穿越橋	P1、P2	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設鋼板止震裝置	復興路	佔用兩側人行道，調整東向外側車道寬為3.5M，西向外側車道寬為3.4M
龍潭交流道IC穿越橋	P1、P2	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.增設剪力榫	大昌路二段	縮減北向外側路肩寬為2.5M、南向外側路肩寬為2.3M
龍潭IC C/D穿越橋	P1E、P2E	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.增設剪力榫	大昌路二段	縮減北向外側路肩寬為2.5M、南向外側路肩寬為2.3M
龍潭高架橋	P9S	1.橋墩(台)基礎補強	東龍路	佔用南向車道、路寬縮減為10.9M
	P14N	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設剪力榫	神龍路	佔用南向車道外側路肩
台三線穿越橋	P1	1.橋墩鋼板包覆補強 2.橋墩帽梁補強 3.增設混凝土止震塊	中豐路上林段	佔用南向車道外側路肩、縮減外側車道寬為2.1M
牛欄河二號橋	NP1、NP2、SP1、SP2	1.橋墩(台)基礎補強	中豐新路	佔用人行道並取消路肩
關西IC穿越橋匝道A	P1、P2	1.橋墩(台)基礎補強	正義路	縮減北向車道寬為3M、南向車道寬為3.5M
水坑排水橋	P1、P2	1.橋墩帽梁補強 2.增設混凝土止震塊	地區道路	縮減南向車道寬為3.0M
鳳山溪河川橋	P2N	1.增設混凝土止震塊	地區道路	佔用路寬、利用綠帶設置臨時路面

表11.3-2　交通維持影響道路一覽表(4/5)

橋梁名稱	橋墩編號	施作工項	影響路段	影響範圍
下橫坑河川橋	1N、1S	1.橋墩鋼板包覆補強 2.增設混凝土止震塊	坪林路	縮減北向車道寬為3.0M
竹鄉道21穿越橋	P1	1.橋墩帽梁補強 2.增設混凝土止震塊	鄉道竹21	佔用北向車道外側路面
赤柯窟排水橋	P2	1.橋墩帽梁補強 2.增設混凝土止震塊	地區道路	佔用北向車道外側路面
中坑排水橋	P1	1.橋墩帽梁補強 2.增設混凝土止震塊	地區道路	佔用南向車道外側路面
頭前溪河川橋	P1N、P1S	1.橋墩混凝土包覆補強 2.增設混凝土止震塊 3.液態黏滯性阻尼器	防汛道路	縮減道路寬度為3.2M
寶山IC 雙溪排水橋	P1	1.橋墩帽梁補強 2.增設混凝土止震塊	大雅路一段	佔用內側1車道，規劃路肩行車，維持原車道數配置
崎林路高架橋	P1E~P5E、 P1W~P5W	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩帽梁補強 3.增設混凝土止震塊	雙林路	橋下道路區域採分階段施工
茄苳IC C/D 穿越橋	P1	1.增設混凝土止震塊	茄苳景觀大道	佔用中央分隔帶及內側路肩、縮減內側車道寬為3.0M
茄苳高架橋	P2E~P4E、 P3W~ P7W	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.增設防落長度裝置 4.防震拉條抽換	五福路二段804巷	採分階段施工並配合工區調整行車動線
117縣道(一) 高架橋	P2E、P3W	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.增設混凝土止震塊 4.防震拉條抽換	五福路二段	佔用南向車道外側路肩
117縣道(一) 高架橋	P3E~P6E、 P4W~ P8W	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.增設混凝土止震塊 4.防震拉條抽換	橋下地區道路	採分階段施工並配合工區調整行車動線
117縣道(二) 高架橋	P2E、P3E、 P2W、P3W	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設混凝土止震塊 3.防震拉條抽換	五福路一段	佔用道路兩側外側路肩
台一線穿越橋	P1、P2	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.中空柱灌注混凝土 4.增設剪力榫	中華路六段	佔用道路兩側人行道及縮減外側路肩寬度
鸞崎溪河川橋	A1L、A1R 、P1L、P1R	2.橋墩鋼板包覆補強 2.增設防落長度裝置	中大街	無
二仁溪2號河川橋	P26R、P27R、 P26L、A2L	1.增設混凝土止震塊 2.增設鋼板止震裝置	南安路	無
吉祥溪1號排水橋	PW1	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩鋼板包覆補強 3.橋墩帽梁補強 4.增設混凝土止震塊	地區道路	無
美濃溪河川橋	PW1、PE1、 PW4、PE4	1.橋墩鋼板包覆補強 2.增設混凝土止震塊	防汛道路	無

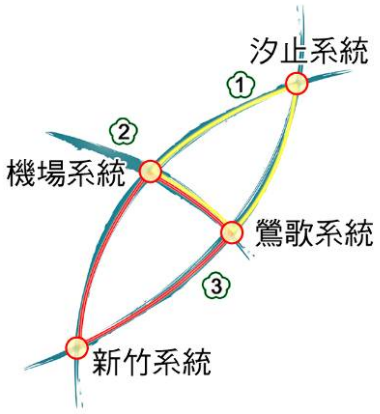
表11.3-2　交通維持影響道路一覽表(5/5)

橋梁名稱	橋墩編號	施作工項	影響路段	影響範圍
高雄環線高架(三)橋	P108L~P111L、P108R~P111R	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.增設混凝土止震塊 4.增設鋼板止震裝置	和平路二段	封閉北向左轉專用車道、調整平面車道配置
	P103L~P107L、P103R~P107R	1.橋墩混凝土包覆補強 2.增設混凝土止震塊 3.增設鋼板止震裝置	和平路二段	封閉南向左轉專用車道、調整側車道配置
	P93L~P102L、P93R~P102R	1.橋墩混凝土包覆補強 2.增設混凝土止震塊 3.增設鋼板止震裝置	和平路二段	封閉北向及南向左轉專用車道、調整側車道配置
	P88L~P92L、P88R~P92R	1.橋墩混凝土包覆補強 2.增設混凝土止震塊 3.增設鋼板止震裝置	和平路二段	封閉南向左轉專用車道、調整側車道配置
	P81L~P87L、P81R~P87R	1.橋墩混凝土包覆補強 2.增設混凝土止震塊 3.增設鋼板止震裝置	和平路二段	封閉北向及南向左轉專用車道、調整側車道配置
	P76L~P80L、P76R~P80R	1.橋墩混凝土包覆補強 2.增設混凝土止震塊 3.增設鋼板止震裝置	和平路二段	封閉南向左轉專用車道、調整側車道配置
	P67L~P75L、P67R~P75R	1.橋墩混凝土包覆補強 2.增設混凝土止震塊 3.增設鋼板止震裝置	和平路二段	封閉北向左轉專用車道、調整側車道配置
	P57L~P66L、P57R~P66R	1.橋墩混凝土包覆補強 2.增設混凝土止震塊 3.增設鋼板止震裝置	和平路一段	封閉南向左轉專用車道、調整側車道配置
	P45L~P56L、P45R~P56R	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.增設混凝土止震塊 4.增設鋼板止震裝置	和平路一段	封閉北向左轉專用車道、調整側車道配置
	P25L~P44L、P25R~P44R	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.增設混凝土止震塊 4.增設鋼板止震裝置	和平路一段	封閉南向左轉專用車道、調整側車道配置、橋墩P25~P28補強作業分階段施工
	P4L~P24L、P4R~P24R	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.增設混凝土止震塊 4.增設鋼板止震裝置	無	無
	P1L、P1R	1.橋墩(台)基礎補強 2.橋墩混凝土包覆補強 3.增設混凝土止震塊 4.增設鋼板止震裝置	防汛道路	施工中封閉防汛道路
田寮二號高架橋	P42R	1.橋墩(台)基礎補強 2.增設混凝土止震塊	七星路	縮減道路寬度為4.0M

第十二章　建設時程與工程經費

12.1　分標計畫

本計畫工程範圍北至汐止、南至新竹，串聯【台北都會區—桃園航空城—新竹科學園區】三大經濟重鎮，在結合　貴局已推動完成之國道1號橋梁耐震補強工程(第一期)及國道2號拓寬工程(含橋梁耐震補強)後，將可建構北台灣之生命線救災路網(北環+南環)，本工程施工分標，亦以此前提作為考量。以下就分標原則及評估作進一步說明。



一、施工分標原則

本計畫施工分標係以營建行政及界面管理、施工規模及招標選商與預算執行及施工工期等條件作為分析原則，初步說明如下：

1. 營建行政及界面管理

應考量　貴局北、南兩個工程處及所屬工務段之管轄範圍，以利施工督導之工程界面處理，以及工程處及工務段後續橋梁維護管理之需求。施工分標之多寡即代表廠商之數量，愈多廠商則愈增加主辦機關工程管理、督導等作業之時間、人力及困難度；亦可能因為個別廠商之工程執行不利，造成全案工程完工時程之延宕，宜以儘量減少廠商數量，減少機關管理、督導等界面作考量

2. 施工規模及招標選商

考量本工程之橋梁補強施工特性(結構型式多樣、工區偏遠分散及技術要求較高)，為求招標得到較佳之施工廠商，分標規模不宜太小，但也不可太大。工程規模小或專業性不足，則無法有效訂定較高標準之選商條件，恐有惡性競爭，劣幣驅逐良幣現象，並造成後續爭議糾紛、延宕工程之虞；工程規模過大或過於專業性，則亦有採購法不當限制之虞，亦屬不當。

3. 預算執行及施工工期

工期之影響因素，主要取決於工程規模、施工難易度及政策考量，應考量工期安排不宜過長，以免造成社會環境之不耐，以及廠商、主辦機關之管理負擔；其次施工難易度影響工期至鉅，高難度之施工工期較長。施工分標整體執行工期須妥為評估，應符合行政院103年底完工計畫目標及交通部列管之100年度工程進度。

二、施工分標評估

1. 分標方案選擇

本工程參酌設計分標之規劃，初估工程規模除南部路段設計標約5億元外，北部3設計標約在12~17億元之間，整體施工工期可於103年底前完成、招標選商資格條件較高標準及工程管理作業較單純等方面皆屬適宜，故本期工程施工分標主要依工期適當、大標化原則規劃，併同工區範圍長度及後續工程管理、督導考量，配合設計分為4個施工標，此為分標方案一。

另考量擴大廠商參與及縮短工期之可能，亦提出工程規模較小之分標方案二，其中第M31標包含新店高架橋及碧潭橋2座特殊橋，初步評估補強施工技術性要求較高，基於需選擇較具規模廠商，執行能力較佳考量，建議維持較大工程規模不切割分標；第M32標配合國道1號橋梁耐震補強工程(第一期耐震補強工程)及國道2號拓寬工程(含橋梁耐震補強)後，以建構北台灣之生命線救災路網(北環)，由北環關鍵鶯歌系統交流道為分標點再區分為M32A標及M32B標；第M34標若基於生命環線考量，由關鍵新竹系統交流道為分標點，則新竹系統交流道(不含)至香山交流道以北之工程規模過小，恐不易招標、選商，故依工程規模調整以寶山交流道為分標點再區分為M34A標及M34B標；第M35標獨立工區於南部路段，初估工程規模僅5億餘不宜再分割；依此分標方案二共分為6個施工標。

分標方案二中受限於第M31標，致整體工期無法有效縮短，考量技術性要求應可透過招標文件作進一步規範，故以縮短整體工期前提下，再提出第M31標以木柵交流道為分標點分為M31A標及M31B標之方案三；分標方案三共分為7個施工標。

上述3施工分標方案工程範圍及位置詳圖12.1-1，各標工程範圍、數量及直接工程費概估等，請參見表12.1-1~表12.1-3所示。

圖12.1-1　國道橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)-分標方案示意圖

表12.1-1　國道橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)-施工分標(方案一)一覽表

設計標別	施工標別	工程範圍	養管單位	工程數量		直接工程費概估(元)	說明
				橋數(座)*	橋面積(m^2)		
第一標	第M31標	汐止系統交流道至安坑交流道(10k~33k)	北區工程處	61	284,850	1,777,484,854	含新店高架橋及碧潭橋2座特殊橋
第二標	第M32標	中和隧道至關西交流道(33k~80k)	北區工程處	128	243,727	1,315,120,945	
第三標	第M34標	關西深坑排水橋至竹南台13線穿越橋(80k~110k)	北區工程處	77	177,478	1,214,333,030	
第四標	第M35標	鬱崎溪河川橋、二仁溪2號河川橋 里港洩洪橋、吉洋溪一號排水橋 穿越橋、美濃溪河川橋	南區工程處	12	58,346	512,711,367	

說明：橋梁數量ｎ：主線橋梁依北上、南下線分開統計數量。

表12.1-2　國道橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)-施工分標(方案二)一覽表

設計標別	施工標別	工程範圍	養管單位	工程數量		直接工程費概估(元)	說明
				橋數(座)*	橋面積(m^2)		
第一標	第M31標	汐止系統交流道安坑交流道(10k~33k)	北區工程處	61	284,850	1,777,484,854	含新店高架橋及碧潭橋2座特殊橋
第二標	第M32A標	中和隧道至大漢溪河川橋(33k~53k)	北區工程處	84	138,977	739,222,176	
	第M32B標	大溪一號排水橋至關西交流道(57k~80k)	北區工程處	44	104,750	575,898,769	
第三標	第M34A標	關西深坑排水橋至寶山交流道(80k~99k)	北區工程處	53	112,978	701,219,574	
	第M34B標	關西深坑排水橋至竹南台13線穿越橋(100k~110k)	北區工程處	24	64,500	513,113,456	
第四標	第M35標	鬱崎溪河川橋、二仁溪2號河川橋 里港洩洪橋、吉洋溪一號排水橋 穿越橋、美濃溪河川橋	南區工程處	12	58,346	512,711,367	

說明：橋梁數量ｎ：主線橋梁依北上、南下線分開統計數量。

表12.1-3　國道橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)-施工分標(方案三)一覽表

設計標別	施工標別	工程範圍	養管單位	工程數量		直接工程費概估(元)	說明
				橋數(座)*	橋面積(m^2)		
第一標	第M31A標	汐止系統交流道至木柵交流道(不含)(10k~18k)	北區工程處	35	115,685	881,402,203	
	第M31B標	木柵交流道至安坑交流道(20k~33k)	北區工程處	26	169,165	896,082,651	含新店高架橋及碧潭橋2座特殊橋
第二標	第M32A標	中和隧道至大漢溪河川橋(33k~53k)	北區工程處	84	138,977	739,222,176	
	第M32B標	大溪一號排水橋至關西交流道(57k~80k)	北區工程處	44	104,750	575,898,769	
第三標	第M34A標	關西深坑排水橋至寶山交流道(80k~99k)	北區工程處	53	112,978	701,219,574	
	第M34B標	關西深坑排水橋至竹南台13線穿越橋(100k~110k)	北區工程處	24	64,500	513,113,456	
第四標	第M35標	彎崎溪河川橋、二仁溪2號河川橋 里港洩洪橋、吉洋溪一號排水橋 穿越橋、美濃溪河川橋	南區工程處	12	58,346	512,711,367	

說明：橋梁數量ｎ：主線橋梁依北上、南下線分開統計數量。

2. 分標方案工期

本工程建設時程主要分為規劃、設計及施工三階段，規劃、設計階段係依據技術服務契約規定及工作計畫排定，施工時程配合分標規劃，依施工標工程規模及設計發包之條件，並納入考量目標完工期程與承包廠商之動員能力。

工期概估初步以本公司承辦多年橋梁工程監造作業及1期補強工程經驗，暫採工作面開展數量及工作面平均月工率(完成工程金額)，作為分標工期概估之方式。各分標方案之各施工標工作面開展量及工期概估，請參見表12.1-4~12.1-6所示，整體建設時程，增列考量規劃、設計階段作業及審查核定時程，並預留約3個月之施工招、決標及開工準備期，期程安排請參見圖12.1-2~12.1-4所示。

表12.1-4 國道橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)-施工分標(方案一)概估工期表

施工標別	工程範圍	工程費概估(元)	工作面	工期(月)
第M31標	汐止系統交流道至安坑交流道(10k~33k)	1,777,484,854	7	25
第M32標	中和隧道至關西交流道(33k~80k)	1,315,120,945	6	22
第M34標	關西深坑排水橋至竹南台13線穿越橋(80k~110k)	1,214,333,030	6	20.5
第M35標	彎崎溪河川橋、二仁溪2號河川橋 里港洩洪橋、吉洋溪一號排水橋 穿越橋、美濃溪河川橋	512,711,367	3	17.5

附註：1. 每一工作面平均月工率(完成工程金額)以每月1,100萬元估計。
2. 工期中加計動員2個月。

表12.1-5 國道橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)-施工分標(方案二)概估工期表

施工標別	工程範圍	工程費概估(元)	工作面	工期(月)
第M31標	汐止系統交流道至安坑交流道(10k~33k)	1,777,484,854	7	25
第M32A標	中和隧道至大漢溪河川橋(33k~53k)	739,222,176	4	19
第M32B標	大溪一號排水橋至關西交流道(57k~80k)	575,898,769	3	19.5
第M34A標	關西深坑排水橋至寶山交流道(80k~99k)	701,219,574	4	18
第M34B標	關西深坑排水橋至竹南台13線穿越橋(100k~110k)	513,113,456	3	17.5
第M35標	彎崎溪河川橋、二仁溪2號河川橋 里港洩洪橋、吉洋溪一號排水橋 穿越橋、美濃溪河川橋	512,711,367	3	17.5

附註：1. 每一工作面平均月工率(完成工程金額)以每月1,100萬元估計。
2. 工期中加計動員2個月。

表12.1-6　國道橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)-施工分標(方案三)概估工期表

施工標別	工程範圍	工程費概估(元)	工作面	工期(月)
第M31A標	汐止系統交流道至木柵交流道(不含)(10k~18k)	881,402,203	4	22
第M31B標	木柵交流道至安坑交流道(20k~33k)	896,082,651	4	22.5
第M32A標	中和隧道至大漢溪河川橋(33k~53k)	739,222,176	4	19
第M32B標	大溪一號排水橋至關西交流道(57k~80k)	575,898,769	3	19.5
第M34A標	關西深坑排水橋至寶山交流道(80k~99k)	701,219,574	4	18
第M34B標	關西深坑排水橋至竹南台13線穿越橋(100k~110k)	513,113,456	3	17.5
第M35標	彎崎溪河川橋、二仁溪2號河川橋 里港洩洪橋、吉洋溪一號排水橋 穿越橋、美濃溪河川橋	512,711,367	3	17.5

附註：1.　每一工作面平均月工率(完成工程金額)以每月1,100萬元估計。
2.　工期中加計動員2個月。

項次	項目名稱	工期	開始時間	完成時間
1	國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程		100/3/10	103/9/15
2	規劃階段	8個月	100/3/10	100/11/10
3	設計準則/規劃報告	4.5個月	100/3/10	100/8/31
4	耐震能力目視檢測	6個月	100/3/10	100/9/10
5	耐震能力分析評估報告	7個月	100/4/11	100/11/10
6	設計階段	17個月	100/6/11	101/11/10
7	第一設計分標	9個月	100/6/11	101/3/10
8	第二設計分標	9個月	100/10/11	101/7/10
9	第三設計分標	9個月	100/12/11	101/9/10
10	第四設計分標	9個月	101/2/11	101/11/10
11	施工階段(分標方案一)		101/7/1	103/9/15
12	第M31標	25個月	101/7/1	103/7/31
13	第M32標	22個月	101/11/1	103/8/31
14	第M34標	20.5個月	102/1/1	103/9/15
15	第M35標	17.5個月	102/3/1	103/8/15

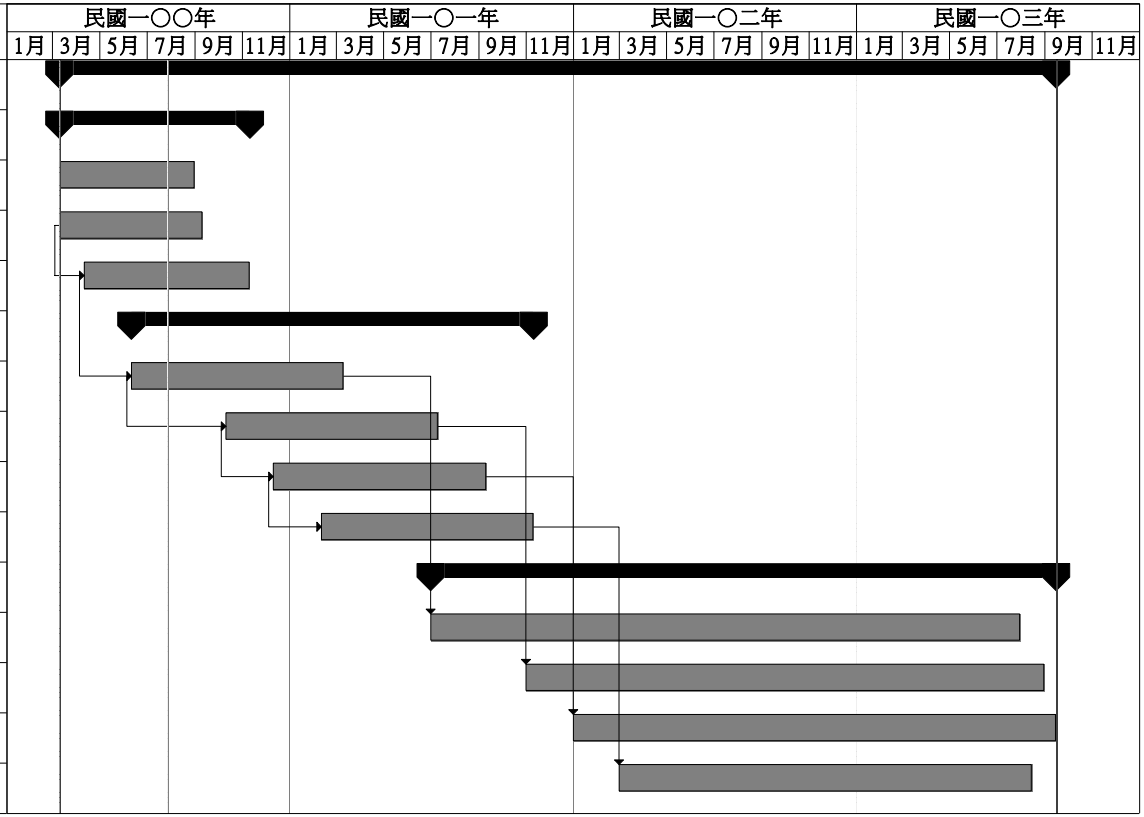


圖12.1-2　國道橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)-施工分標(方案一)預定建設時程

項次	項目名稱	工期	開始時間	完成時間
1	國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程		100/3/10	103/8/15
2	規劃階段	8個月	100/3/10	100/11/10
3	設計準則/規劃報告	4.5個月	100/3/10	100/8/31
4	耐震能力目視檢測	6個月	100/3/10	100/9/10
5	耐震能力分析評估報告	7個月	100/4/11	100/11/10
6	設計階段	17個月	100/6/11	101/11/10
7	第一設計分標	9個月	100/6/11	101/3/10
8	第二設計分標	9個月	100/10/11	101/7/10
9	第三設計分標	9個月	100/12/11	101/9/10
10	第四設計分標	9個月	101/2/11	101/11/10
11	施工階段(分標方案二)		101/7/1	103/8/15
12	第M31標	25個月	101/7/1	103/7/31
13	第M32A標	19個月	101/11/1	103/5/31
14	第M32B標	19.5個月	101/11/1	103/6/16
15	第M34A標	18個月	102/1/1	103/6/30
16	第M34B標	17.5個月	102/1/1	103/6/15
17	第M35標	17.5個月	102/3/1	103/8/15

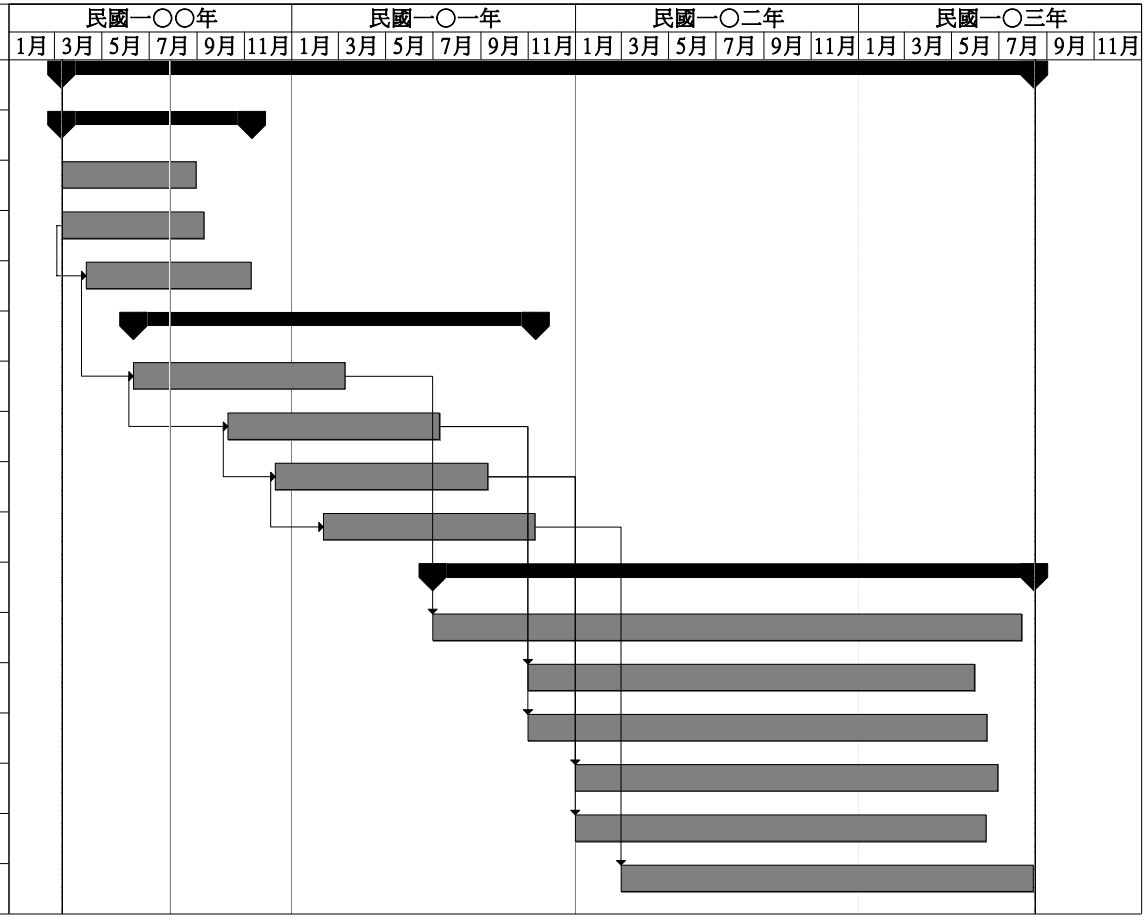


圖12.1-3　國道橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)-施工分標(方案二)預定建設時程

項次	項目名稱	工期	開始時間	完成時間
1	國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程		100/3/10	103/8/15
2	規劃階段	8個月	100/3/10	100/11/10
3	設計準則/規劃報告	4.5個月	100/3/10	100/8/31
4	耐震能力目視檢測	6個月	100/3/10	100/9/10
5	耐震能力分析評估報告	7個月	100/4/11	100/11/10
6	設計階段	17個月	100/6/11	101/11/10
7	第一設計分標	9個月	100/6/11	101/3/10
8	第二設計分標	9個月	100/10/11	101/7/10
9	第三設計分標	9個月	100/12/11	101/10/11
10	第四設計分標	9個月	101/2/11	101/11/10
11	施工階段(分標方案三)		101/7/1	103/8/15
12	第M31A標	22個月	101/7/1	103/4/30
13	第M31B標	22.5個月	101/7/1	103/5/15
14	第M32A標	19個月	101/11/1	103/5/31
15	第M32B標	19.5個月	101/11/1	103/6/15
16	第M34A標	18個月	102/2/1	103/7/31
17	第M34B標	17.5個月	102/2/1	103/7/16
18	第M35標	17.5個月	102/3/1	103/8/15

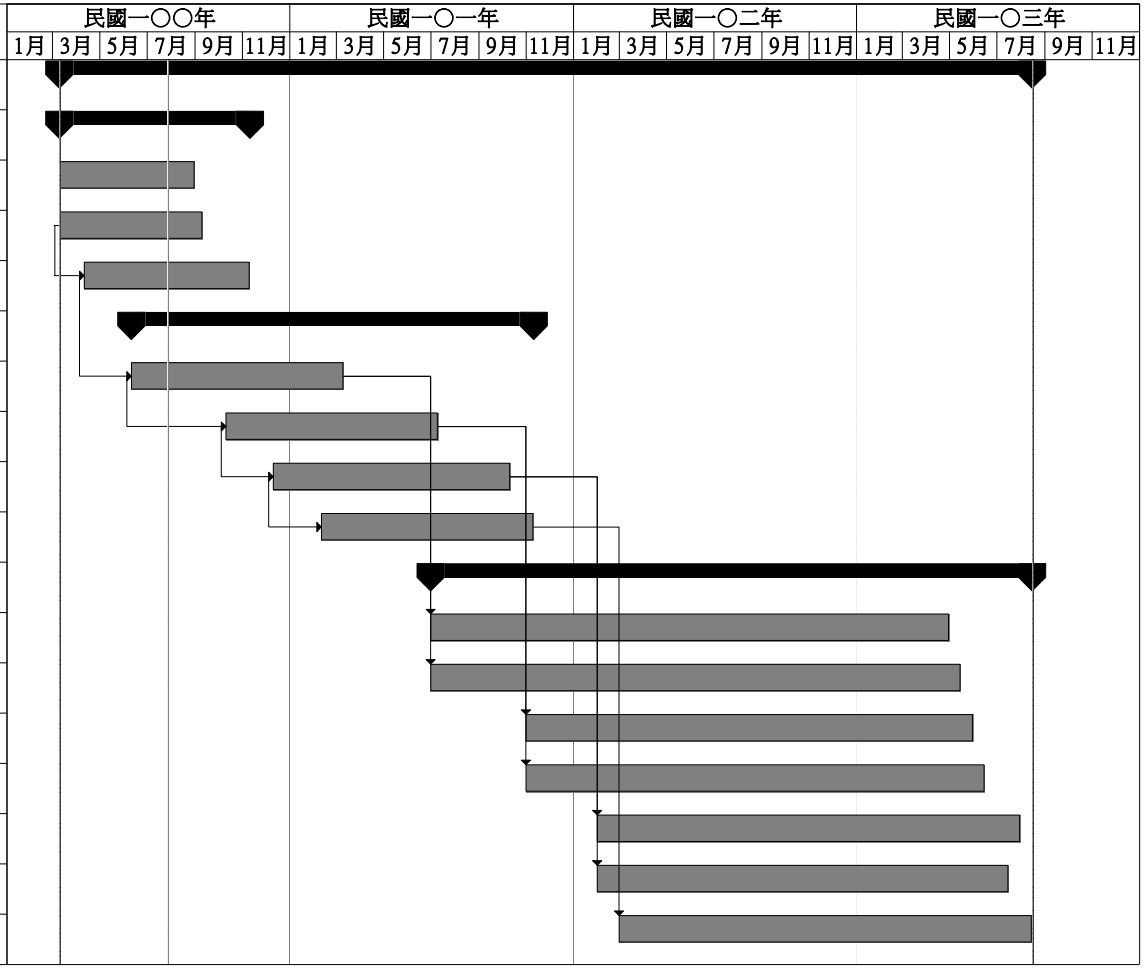


圖12.1-4　國道橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)-施工分標(方案三)預定建設時程

2. 方案評估

3施工分標方案皆屬可行，各有所長，初步評估以方案一較佳，參見表12.1-7綜合評估表；基於　貴局主辦機關後續招決標及簽約、工程督導及管理等行政業務簡化考量，並參酌第一期執行經驗，工程規模介於10~20億元之施工標，執行成效良好，建議優先考量方案一。

表12.1-7　國道橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)-分標綜合評估表

分標方案	營建行政 界面管理	施工規模 招標選商	預算執行 施工工期
方案一	◎	◎	△
方案二	○	○	○
方案三	△	△	◎

◎：優　○：佳　△：尚可

前述分標方案依　貴局最終考量選擇為方案一。本施工分標評估係於規劃階段執行，相關數據均係規劃階段初估，現階段已完成所有施工標案之細部設計作業，各施工標最終工程預算及工期規劃，詳見各施工標細設提送成果。

12.2 工程經費

工程經費估算，主要分兩部分，分別為發包工程費及間接工程費。本工程總工程經費為6,033,698,822元，其中發包工程費為5,409,093,722元，間接工程費為623,605,100元；間接工程費包括工程預備費、工程管理費、工程監造費、技術顧問費、空氣污染防制費、空氣污染防制費、物價指數調整費、工地試驗費、工地試驗費等。

細部設計階段之主要作業為發包工程費之編製；發包工程費係依據細部設計圖說及工程數量計算，參考工程會公共工程價格資料庫、營建物價、訪價及第一期補強工程單價，並考量本工程橋梁耐震補強工程特性，以工程會PCCES預算編製軟體架構編製。各施工標之工程經費編製結果如表12.2-1~12.2-4所示：

表12.2-1 第M31標工程設計預算彙總表

項 次	費用類別	金額(元)
壹	發包工程費	1,905,979,939
一	設計部分	1,837,027,095
二	自主性品管及檢(試)驗費	17,739,271
三	環境保護措施費	9,514,001
四	環境監測費	2,874,200
五	工程安全及衛生設施費	28,572,541
六	按日計酬部分	10,252,831
貳	工程預備費(約壹小計之3.5%)	66,709,298
參	工程管理費(約壹小計之1.5%)	28,589,699
肆	工程監造費(約壹小計之2.4%)	45,743,519
伍	技術顧問費(約壹小計之1%)	19,059,799
陸	空氣污染防制費(約壹小計之0.28%)	5,336,744
柒	物價指數調整費(約壹小計之1.5%)	28,589,699
捌	工地試驗費(約壹小計之1%)	19,059,799
玖	公共藝術設置費(約壹小計之0.3%)	5,717,940
合計(新台幣)		2,124,786,436

表12.2-2　第M32標工程設計預算彙總表

項 次	費用類別	金額(元)
壹	發包工程費	845,258,764
一	設計部分	796,354,059
二	自主性品管及檢(試)驗費	10,365,415
三	環境保護措施費	9,333,277
四	環境監測費	2,598,800
五	工程安全及衛生設施費	22,546,667
六	按日計酬部分	4,060,546
貳	工程預備費(約壹小計之3.5%)	29,584,057
參	工程管理費(約壹小計之1.5%)	12,678,881
肆	工程監造費(約壹小計之2.4%)	20,286,210
伍	技術顧問費(約壹小計之1%)	8,452,588
陸	空氣污染防制費(約壹小計之0.28%)	2,366,725
柒	物價指數調整費(約壹小計之1.5%)	12,678,881
捌	工地試驗費(約壹小計之1%)	8,452,588
玖	公共藝術設置費(約壹小計之0.3%)	2,535,776
合計(新台幣)		942,294,470

表12.2-3　第M34標工程設計預算彙總表

項 次	費用類別	金額(元)
壹	發包工程費	1,072,241,082
一	工程部分	1,022,529,741
二	自主性品管及檢(試)驗費	12,408,246
三	環境保護措施費	10,094,562
四	環境監測費	2,142,800
五	工程安全及衛生設施費	19,884,292
六	按日計酬部分	5,181,441
貳	工程預備費(約壹小計之3.5%)	37,528,438
參	工程管理費(約壹小計之1.5%)	16,083,616
肆	工程監造費(約壹小計之2.4%)	25,733,786
伍	技術顧問費(約壹小計之1%)	10,722,411
陸	空氣污染防制費(約壹小計之0.28%)	3,002,275
柒	物價指數調整費(約壹小計之1.5%)	16,083,616
捌	工地試驗費(約壹小計之1%)	10,722,411
玖	公共藝術設置費(約壹小計之0.3%)	3,216,723
合計(新台幣)		1,195,334,358

表12.2-4　第M35標工程設計預算彙總表

項 次	費用類別	金額(元)
壹	發包工程費	416,585,069
一	工程部分	389,143,374
二	自主性品管及檢(試)驗費	5,167,101
三	環境保護措施費	6,941,681
四	環境監測費	865,400
五	工程安全及衛生設施費	12,497,425
六	按日計酬部分	1,970,088
貳	工程預備費(約壹小計之3.5%)	14,580,477
參	工程管理費(約壹小計之1.5%)	6,248,776
肆	工程監造費(約壹小計之3.0%)	12,524,382
伍	技術顧問費(約壹小計之1%)	4,165,851
陸	空氣污染防制費(約壹小計之0.28%)	1,166,438
柒	物價指數調整費(約壹小計之1.5%)	6,248,776
捌	工地試驗費(約壹小計之1%)	4,165,851
玖	公共藝術設置費(約壹小計之0.3%)	1,249,755
合計(新台幣)		466,935,375

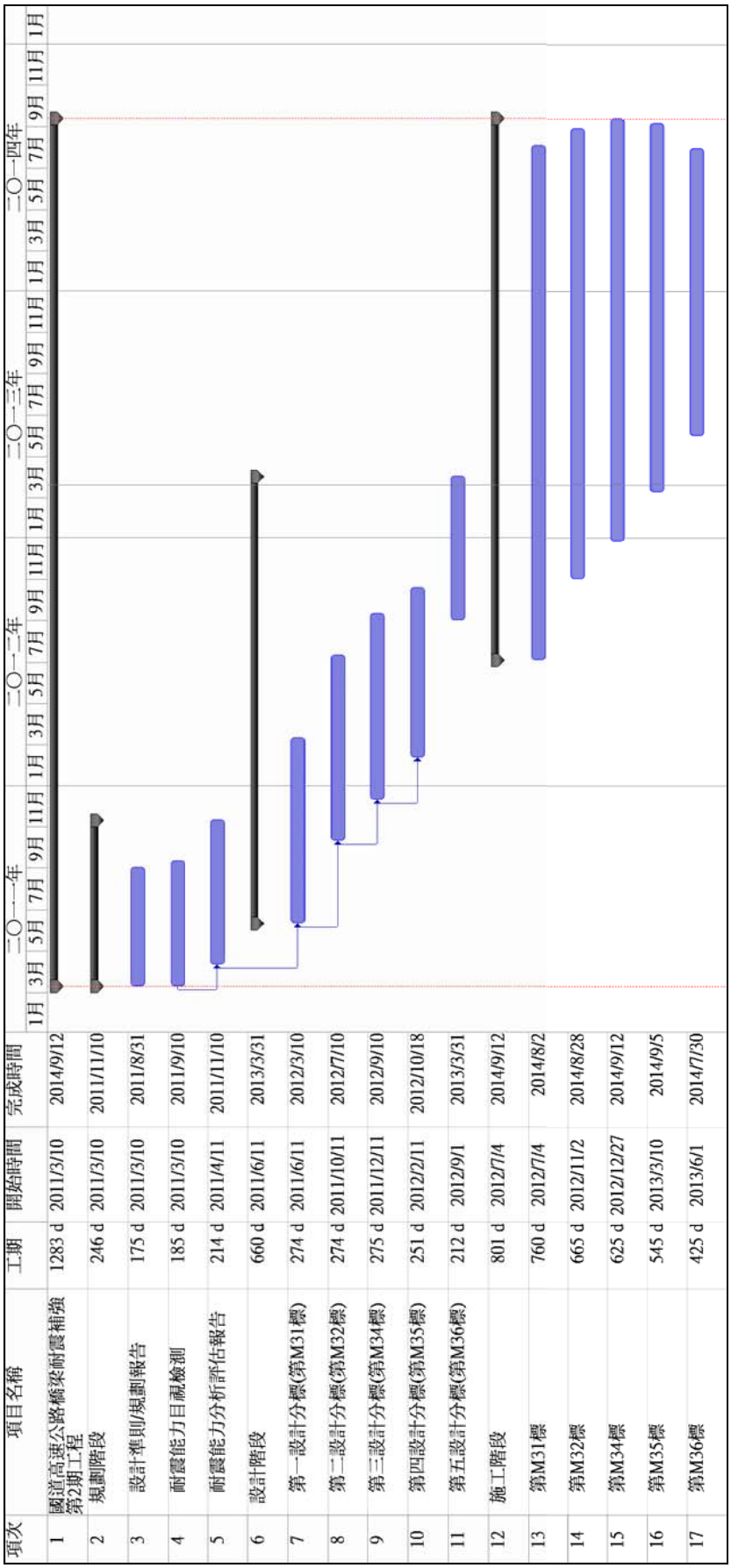
表12.2-5　第M36標工程設計預算彙總表

項 次	費用類別	金額(元)
壹	發包工程費	1,140,359,117
一	工程部分	1,103,988,701
二	自主性品管及檢(試)驗費	10,581,378
三	環境保護措施費	10,176,605
四	環境監測費	803,800
五	工程安全及衛生設施費	9,303,977
六	按日計酬部分	5,504,656
貳	工程預備費(約壹小計之3.5%)	39,912,569
參	工程管理費(約壹小計之1.5%)	17,105,387
肆	工程監造費(約壹小計之2.65%)	30,228,619
伍	技術顧問費(約壹小計之1%)	11,403,591
陸	空氣污染防制費(約壹小計之0.28%)	3,193,006
柒	物價指數調整費(約壹小計之1.5%)	17,105,387
捌	工地試驗費(約壹小計之1%)	11,403,591
玖	公共藝術設置費(約壹小計之0.3%)	3,421,077
合計(新台幣)		1,274,132,344

12.3 建設實施預定時程

本計畫原執行階段採四個設計、施工分標(第M31、M32、M34及M35標)推動辦理，依據各標之工程經費統計，較公共工程委員會於基本設計階段審議原則同意之工程經費，尚有節餘，基於「滾動檢討、彈性因應調整施作範圍，並加速辦理」之原則，遂於原第2優先路段研選出鄰近第一類活動斷層或基礎沖蝕(刷)風險較高之橋梁，包括國道3號田寮二號高架橋、國道10號高雄環線高架(三)橋、國道10號14k+207過水橋及國道10號14k+864跨越橋，合計共7座橋梁納入本計畫進行補強，新增為第M36標一併辦理橋梁耐震補強工程。

依據12.1節方案一所示4個施工標及滾動檢討新增第M36標，本計畫工程配合細部設計規劃調整，最終建設執行期程修訂如圖12.3-1所示。



項次	項目名稱	工期	開始時間	完成時間
1	國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程	1283 d	2011/3/10	2014/9/12
2	規劃階段	246 d	2011/3/10	2011/11/10
3	設計準則/規劃報告	175 d	2011/3/10	2011/8/31
4	耐震能力目視檢測	185 d	2011/3/10	2011/9/10
5	耐震能力分析評估報告	214 d	2011/4/11	2011/11/10
6	設計階段	660 d	2011/6/11	2013/3/31
7	第一設計分標(第M31標)	274 d	2011/6/11	2012/3/10
8	第二設計分標(第M32標)	274 d	2011/10/11	2012/7/10
9	第三設計分標(第M34標)	275 d	2011/12/11	2012/9/10
10	第四設計分標(第M35標)	251 d	2012/2/11	2012/10/18
11	第五設計分標(第M36標)	212 d	2012/9/1	2013/3/31
12	施工階段	801 d	2012/7/4	2014/9/12
13	第M31標	760 d	2012/7/4	2014/8/2
14	第M32標	665 d	2012/11/2	2014/8/28
15	第M34標	625 d	2012/12/27	2014/9/12
16	第M35標	545 d	2013/3/10	2014/9/5
17	第M36標	425 d	2013/6/1	2014/7/30

圖12.3-1　國道橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)-施工預定建設時程

第十三章　結論與建議

13.1　結論

本工程細部設計報告書共分十三章，包含資料收集、大地、水利、橋梁、環境、景觀、管線、施工計畫、交通維持與工程經費等，茲將重要結論分述如下。

一、**生命線救災道路之定位**：本工程範圍主要為北二高之橋梁，北起汐止，南至新竹，串聯著：【台北都會區-桃園航空城-新竹科學園區】三大經濟重鎮，在結合　貴局已推動完成之國道1號橋梁耐震補強工程(第一期耐震補強工程)及國道2號拓寬工程(含橋梁耐震補強)後，將可建構北台灣之生命線救災路網(北環+南環)，其中，「北環」連結了台北都會區與桃園航空城，更是台灣於後五都時代經濟發展的樞紐。

國道高速公路是台灣最重要的公路系統，每日負擔著六大核心都會商業區、科學園區、機場、港口及醫療中心等繁忙的交通量，當台灣面臨災難性地震侵襲時，即使橋梁結構有所損傷，仍必須能維持救災交通的順暢，讓國家緊急救災系統之人員、物資，能在最短的黃金時間內抵達災區；**所以，國道高速公路為台灣最重要的生命線救災道路，本工程橋梁於補強後之耐震性能，均須以能滿足此震後服務性能之要求為準。**

二、本工程之補強基本理念，係確保橋梁主結構體在發生中度地震時能保持在彈性限度內；發生設計地震時(約475年回歸期)容許產生塑性變形及一些韌性損壞，但仍可修復；發生最大考量地震時(約2500年回歸期)容許產生極限塑性變形，但避免產生落橋或崩塌等致命性的損壞。

三、考量高速公路做為台灣最重要之生命線救災道路，依據現行交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」，參考FHWA橋梁耐震補強手冊(2006)及Caltrans橋梁耐震設計準則(SDC，2010)，初步擬訂本工程之橋梁耐震補強性能準則(Seismic Performance Criteria)，如下表所示。

橋梁耐震補強性能準則

地震力等級	工址水平譜加速度係數		耐震理念	服務性能	損壞等級
中度地震	依行政區劃分 回歸期475年地震之1/3.25		結構保持彈性	震後 正常通行	輕微
設計地震 回歸期：475年 50年超越機率: 10%	依行政區劃分		構件產生塑鉸，發揮容許韌性容量	震後 有限通行	可修復
	S_S^D	0.80、0.70、0.60、0.50			
	S_1^D	0.45、0.40、0.35、0.30			
最大考量地震 回歸期：2500年 50年超越機率: 2%	依行政區劃分		結構韌性容量完全發揮，但橋梁避免落橋、崩塌	震後 緊急通行	嚴重
	S_S^M	1.00、0.90、0.80、0.70			
	S_1^M	0.55、0.50、0.45、0.40			

四、橋址鄰層之地震力考量：依據經濟部中央地質調查所99年5月公布之斷層資料，**本工程部份橋**

梁距離新公告為第一類活動斷層之「新城斷層」與「旗山斷層」較近，依據交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」第2.4及2.5節規定，該部份橋梁亦須考量活動斷層之近域效應；本公司於規劃階段與國家地震工程研究中心合作探討，採用地震力及近域調整因子如下：

- 本工程之活動斷層近域效應，考量鄰近橋址之獅潭及神卓山斷層、新城斷層及旗山斷層，其考量活動斷層近域效應之地震力需求如下：

  設計地震等級： $Z_{475} = 0.4F_a(S_S^D N_A)$

  最大考量地震等級： $Z_{2500} = 0.4F_a(S_S^M N_A)$

- 上述獅潭及神卓山斷層之活動斷層近域效應，除依據交通部97年11月「公路橋梁耐震設計規範」之數值，並應與100年6月「公路橋梁耐震性能規範(草案)」之近域效應調整因子數值比較，取其大值進行考量。而新城與旗山斷層之活動斷層近域效應，則依據交通部97年11月「公路橋梁耐震設計規範」及本報告第6.4節之研究成果進行考量，茲將各斷層之近域調整因子整理如下表：

斷層名稱	設計地震		最大考量地震	
	N_A	N_V	N_A	N_V
獅潭斷層 神卓山斷層	1.0~1.28	1.0~1.33	1.0~1.26	1.0~1.42
新城斷層	1.0～1.10	1.0～1.15	1.0～1.2	1.0～1.35
旗山斷層	1.0～1.15	1.0～1.2	1.0～1.2	1.0～1.35

註：表中斷層之近域調整因子與距斷層之距離有關。

五、依據國家地震工程研究中心98年12月研擬「公路橋梁耐震能力評估及補強準則(草案)」第5.1.2節之條文及解說，「功能系支承系統之概念係源自於921集集大地震中部份橋梁的損壞經驗。當支承產生滑動後產生隔震的效果，降低傳遞至下部結構之慣性力，因此下部結構受損輕微。**本補強工法雖在下部結構僅可能產生輕微損壞，但大地震時上部結構將有較大的殘餘變位與附屬設施損壞現象，宜使用於交通量不大之路段」**。

考量高速公路橋梁的重要性與繁忙的交通量，本工程之地方道路跨越橋及中小長度之穿越橋及溝渠橋，較適合應用「功能性支承」之設計理念，以降低橋梁補強經費及減輕地方道路交通維持之壓力，其構想說明如下：

- 將支承、止震塊、防震拉條等視為一整體系統(即廣義的支承系統)；
- 調整墩頂各設施受力順序(機能)，容許既有支承局部損壞，但不可落橋；
- 利用橋台之消能機制或補強後承受大部份之上部結構地震力；
- 利用合適的位移控制，使高速公路主線中小長度之穿越橋及溝渠橋，仍滿足「生命線救災道路」之計畫目標；

- 適用之橋梁類別：跨越橋、中小長度之穿越橋及溝渠橋。

六、 依據AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design之規定，直接基礎若擬採搖擺分析(Rocking Analysis)進行耐震評估前，需先獲得業主的許可(Owner Approved)，經查美國西岸強震帶的各州交通廳(WSDOT、OregonDOT-及Caltrans)之橋梁耐震設計手冊，前兩州均暫不予以採用，Caltrans則要求個案應進行審慎的評估，另依據日本Prof. Kawashima的研究，對於直接基礎搖擺分析後可能造成之永久沉陷與位移仍有疑慮，故本計畫建議現階段直接基礎，暫不採用搖擺分析進行耐震評估。

七、本報告依據　貴局98年12月「國道高速公路(通車路段)橋梁耐震補強工程－第二期工程可行性研究報告書」第8.4節「橋梁耐震評估及補強設計準則」及本計畫之研究成果修訂，研擬**『國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程（第１優先路段）橋梁耐震評估及補強設計原則』**，詳附錄三，以做為本工程各項耐震評估及補強設計之辦理原則及參考依據。

八、針對本工程頭前溪河川橋及二仁溪二號河川橋之沖刷課題，研究結論如下：

- 本工程頭前溪河川橋位於中正大橋上游約3.2公里處，而中正大橋下游河道因長期沖蝕下降，該橋固床工上、下游高差已達10公尺以上。經由一維動床水理分析所得結果得知，即使中正大橋固床工損壞或潰決，僅對該橋附近河道有明顯下降趨勢，該橋上游側約1.3公里處的新中正大橋已無明顯變動，**顯示中正大橋上游河段已呈現穩定狀態，對本工程頭前溪河川橋不致產生沖刷影響**。

- 本工程二仁溪二號河川橋下游存在一座淨高嚴重不足崇德橋(181號縣道)，該橋於莫拉克颱風期間已完全淹沒於洪流中，其阻水作用使上游水位抬升，並溢淹沖刷河岸灘地，本工程二仁溪二號橋受洪水影響已造成P12、P15、P17~P21等淺基礎橋墩處之植生、表土剝離，並沖蝕形成水潭坑洞，顯示部份灘地淺基礎仍有沖蝕之虞。

九、 經蒐集本工程範圍各路段橋梁竣工資料，及洽各管轄工務段確認管轄範圍後，依據　貴局「橋梁管理資訊系統」橋梁定義方式統計結果，本工程範圍橋梁總數約有278座(主線橋梁與拓寬橋梁合併統計)，詳附錄一橋梁總表。其中台灣省政府住宅及都市發展局於「中和市中正路立體交叉工程」(銜接台64東西向快速公路)興建之「中和交流道聯絡道高架橋W(二)」、「中和交流道聯絡道高架橋E(二)」、「中和交流道匝道L」及「中和交流道匝道R」，於中和市中正路立體交叉工程主線橋墩P19處開始與該高架橋共構，詳圖2.1-1，共構橋梁單元上部結構目前已撥交由　貴局北區工程處管養，屬本工程評估補強設計範圍；惟下部結構仍由公路總局管養，非本工程範圍。

十、 本工程橋梁總數約有285座(主線橋梁與拓寬橋梁合併統計)，依據行政院核定之計畫時程預定於103年底完工，考量橋梁地震之災害風險管理，以及防災效益、工區重疊、營建行政、施工品管及預算執行等分標策略，因此劃分為5個設計分標辦理。

13.2 建議

地震之發生雖然是天然災害無法事先預防與阻止，但對道路橋梁而言，補強工程可加強其對地震之抵抗力，不但在地震發生時能減少橋梁之損害，並且可在救災時提供緊急之運輸服務，因此，歐美及日本等先進國家之地震防災策略，考量生命線工程系統的風險管理理念，若有需要或能力可及，對高速公路橋梁之耐震補強工作皆不遺餘力，咸認為交通中斷帶來之人員傷亡、經濟損失、投資環境惡化與心理受創是無法估計的；目前，台灣已邁入已開發國家，又處於地震發生頻繁的環太平洋地震帶，更應重視與積極推動橋梁耐震補強工程。

附錄一　第 2 期工程(第 1 優先路段)橋梁數量資料總表

第 2 期工程(第 1 優先路段)橋梁數量資料總表(1/7)

項次	段別	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	原可行性研究總表			起迄里程(K)	上部結構						下部結構					是否補強	備註
						項次	橋梁名稱	橋梁編碼		跨徑配置	橋面長度(m)	橋面寬度(m)	連續	工法	面積	橋台型式	橋台基礎	橋墩型式	橋墩基礎	斜交角(°)		
1		木柵工務段		北側基隆河橋 N	03010429RORN	1	北側基隆河橋	03010685RORG	10+429~10+904	45+5@55(第二期範圍) 2@55+45(第一期範圍)	320 155	12.65~20.95	CH	ILM	4048(II) 3247.25(I)	懸臂	淺基/樁基	單柱/壁式	淺基/樁基	90.00	○	P6~A2已於第1期工程辦理本期工程範圍橋面積10,752m² 預鑄斜撐版
2				北側基隆河橋 S	03010436RORS				10+436~10+911	45+5@55(第二期範圍) 2@55+45(第一期範圍)	320 155	20.95	CH	ILM	6704(II) 3247.25(I)	懸臂	淺基/樁基	單柱/壁式	淺基/樁基	90.00	○	
3				汐止系統交流道匝道 6 跨東側基隆河橋	03010900PR62	2	東側基隆河橋"匝道 6"	03010945PR62	0+114~0+267	30.55+3@30.5+31.50	153.55	8.60~13.481	S	PCI	1710.89	排樁	樁基	單柱/多柱	樁基	102.58	○	
4		內湖工務段		汐止系統交流道 CDI-SB-RD	03010900PCS1	3	東側基隆河橋 CD1-SB-RD	03010945PR63	0+0~0+120	30.05+2@30+30.05	120.1	8.6	S	PCI	1032.86	排樁	樁基	單柱	樁基	100.00	○	
5				汐止系統交流道 CDI-NB-RD	03010900PCN1	4	東側基隆河橋 CD1-NB-RD	03010945PR42	0+0~0+154	30.05+3@30+33.50	153.55	8.6	S	PCI	1320.53	排樁	樁基	單柱	樁基	83.71	○	
6		木柵工務段		汐止系統交流道匝道 7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	11	RAMP"7"西側基隆河橋	03010945PR73	0+365~0+679	28.3+2@28+28.1+2@31.55 +27.2+4@28	314.7	12.2~21.95	S	PCI	4603.87	懸臂	樁基	單柱/雙柱 /壁式	樁基	117.02	○	
7				汐止系統交流道匝道 3	03010900PR31	12	RAMP"7"西側基隆河橋	0300945PR74	0+066.94~0+172.94	4@26.5	106	8.6	S	PCI	911.60	懸臂	樁基	單柱	樁基	103.20	○	
8				汐止系統交流道匝道 1 跨北側基隆河橋	03010900PR11	13	RAMP"1"北側基隆河橋	03010945PR1	0+036~0+294	40+2@32.5+3@40+32.5	257.5	11.1	S	PCI	3141.50	懸臂	樁基	單柱	樁基	90.00	○	部分結構不屬於汐止至舊莊段路工工程
9				汐止系統交流道匝道 2 跨北側基隆河橋	03010900PR21	16	RAMP"2"北側基隆河橋	03010945PR21	0+111.00~0+311.00	5@40	200	7.5	S	PCI	1720.00	懸臂	樁基	單柱	樁基	90.00	○	部分結構不屬於汐止至舊莊段路工工程
10				汐止系統交流道匝道 7 跨北側基隆河橋	03010900PR71	17	RAMP"7"北側基隆河橋	03010945PR71	0+181~0+414	3@40+3@37.50	232.5	11.1	S	PCI	2836.50	懸臂	樁基	單柱	樁基	90.00	○	部分結構不屬於汐止至舊莊段路工工程
11				新台五路橋 N	03012873BORN	18	新台五路穿越橋	03012935BORG	12+873~12+938	2@32.5	65	16.4	S	PCI	1066.00	懸臂	淺基	雙柱/多柱	淺基	53.64	○	
12				新台五路橋 S	03012873BORS				12+873~12+938	2@32.5	65	21.60~24.80	S	PCI	1508.00	懸臂	淺基	雙柱/多柱	淺基	53.64	○	
13				新台五路交流道匝道3跨鐵路橋	03012700PR31	19	匝道"3"鐵路跨越橋	03012745PR31	0+069~0+160	25.5+40+25.5	91	9.1	CH	ST	828.10	懸臂	樁基	單柱	樁基	90.00	○	
14				新台五路交流道匝道 4 排水溝渠橋	03012700PR41	20	匝道"4"排水溝渠橋	03012745PR41	0+423~0+533	27.6+2@27.5+27.6	110.2	8.6	S	PCI	947.72	懸臂	淺基/樁基	單柱	淺基/樁基	80.29	○	
15				新台五路交流道匝道 7 排水溝渠橋	03012700PR71	21	匝道"7"排水溝渠橋	03012745PR71	0+221~0+326	2@35+35.1	105.1	8.6	S	PCI	903.86	懸臂	樁基	單柱	淺基	79.50	○	
16				新台五路交流道匝道 7 跨光復街橋	03012700PR72	22	匝道"7"光復街橋	03012745PR72	0+571~0+612	41	41	8.6	S	PCI	352.60	懸臂	淺基	--	--	88.11	○	
17	汐止中和段(21)			新台五路交流道匝道 7 跨匝道 1 橋	03012700PR73	23	匝道"7"跨越匝道"1"橋	03012745PR73	0+735~0+811	20.5+35+20.5	76	8.6	CH	CIP	653.60	扶壁	淺基	單柱	淺基	90.00	○	
18				貨櫃場通道跨越橋	03013650OORG	24	貨櫃場通道跨越橋	03013684OORG	13+650~13+745	25+45+25	95	9.1	CH	CIP	864.50	懸臂	淺基	壁式	淺基	90.00	○	
19				橫科路橋 N	03014477BORN	25	橫科路穿越橋	03014543BORG	14+477~14+547	20.15+30+20.15	70.3	16.4	S	PCI	1152.92	懸臂	樁基	雙柱	樁基	92.39	○	
20				橫科路橋 S	03014477BORS				14+477~14+547	20.15+30+20.15	70.3	16.4	S	PCI	1152.92	懸臂	樁基	雙柱	樁基	92.39	○	
21				南深路橋 N	03016111BORN	26	南深路橋	03016180BORG	16+111~16+190	2@39.5	79	19.467~20.38	S	PCI	1573.96	懸臂	淺基	壁式	淺基	91.27	○	
22				南深路橋 S	03016112BORS				16+112~16+191	2@39.5	79	16.40~17.39	S	PCI	1334.31	懸臂	淺基	壁式	淺基	91.27	○	
23		頭城工務段		南港系統交流道匝道 3 跨越橋	03016500PR31	27	RAMP"3"跨越橋	03016500PR31	0+208~0+357	39.44+2@55	149.44	12.2	CH	CIP	1823.17	懸臂	淺基	壁式	淺基	122.91	○	
24		木柵工務段		匝道 6 橋 S(南港交流道)	03014657BORS	28	RAMP"6"跨越橋	03015900PR61	14+657~14+709	52	52	16.4	S	CIP	852.80	懸臂	樁基/沉箱 /井筒	--	--	126.47	○	
25				匝道 6 橋 N(南港交流道)	03014657BORN				14+657~14+709	52	52	16.4	S	CIP	852.80	懸臂	樁基/沉箱 /井筒	--	--	126.47	○	
26		頭城工務段		南港系統交流道環道 5 跨越橋	03016500PL51	29	LOOP"5"跨越橋	03016500PL51	0+263~0+405	42+45+55	142	12.2~13.166	CH	CIP	1732.40	懸臂	淺基	壁式	淺基	61.96	○	
27				南港系統交流道匝道 3 跨南深路橋	03016500PR32	30	RAMP"3"跨南深路橋	03016500PR32	0+517~0+642	25+2@37.5+25	125	12.62~12.98	S	PCI	1606.25	懸臂	淺基	壁式	淺基	90.00	○	
28		木柵工務段		四分子一坑高架橋 N	03016611BORN	31	四分子一坑高架橋	03016712BORG	16+611~16+771	40.05+2@40+40.05	160.1	16.4	S	PCI	2625.64	懸臂	淺基	單柱/壁式	淺基/樁基	90.00	○	
29				四分子一坑高架橋 S	03016612BORS				16+612~16+797	40.05+3@40+25.05	185.1	20.15	S	PCI	3729.77	懸臂	淺基	單柱/壁式	淺基/樁基	90.00	○	
30			3	樟樹里高架橋 N	03011818BORN	32	樟樹里高架橋	03012118BORG	11+818~12+396	31+5@43+38+34.5+(45+90 +45)+35+29.5	563	16.40~21.50	CH CR	ILM BC CIP	10295.03	懸臂	樁基	單柱/壁式	淺基/樁基	90.00	○	
31				樟樹里高架橋 S	03011847BORS				11+847~12+424	31+7@43+(45+90+45)+35+ 29.5	576.5	16.40~20.15	CH CR	ILM BC CIP	9659.73	懸臂	樁基	單柱/壁式	淺基/樁基	90.00	○	
32			4	舊莊高架橋 N	03015096RORN	33	舊莊高架橋	03015397RORG	15+096~15+696	37.55+14@37.5+37.55	600.1	20.15~23.9	S	PCI	12894.77	懸臂	淺基	單柱/壁式	淺基/樁基	92.02	○	
33				舊莊高架橋 S	03015096RORS				15+096~15+696	28.75+2@38+12@38.1+ 38.15	600.1	23.9~29.9	S	PCI	12404.86	懸臂	淺基	單柱/壁式	淺基/樁基	92.02	○	
34			4A	四分里坑高架橋 N	03017502RORN	34	四分里坑高架橋	03017514RORG	17+502~17+817	30.05+2@30+5@37.5+ 37.55	315.1	16.55	S	PCI	5201.40	懸臂	淺基/樁基	雙柱	淺基/樁基	92.46	○	
35				四分里坑高架橋 S	03017528RORS				17+528~17+850	37.55+2@30+5@37.5+ 37.55	322.6	16.55	S	PCI	5324.40	懸臂	淺基/樁基	雙柱	淺基/樁基	92.46	○	
36			6 木柵 交流道	富德橋 S	03020305BORS	35	福德橋(南下線)	03020440BORG	20+305~20+575	30.01+7@30+30.01	270.02	16.55~25.266	S	PCI	5157.01	懸臂	淺基	單柱/ 雙柱/ 壁式	淺基	90.00	○	

第 2 期工程(第 1 優先路段)橋梁數量資料總表(2/7)

項次	段別	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	原可行性研究總表			起迄里程(K)	上部結構						下部結構					是否補強	備註
						項次	橋梁名稱	橋梁編碼		跨徑配置	橋面長度(m)	橋面寬度(m)	連續	工法	面積	橋台型式	橋台基礎	橋墩型式	橋墩基礎	斜交角(°)		
37	汐止中和段(21)	木柵工務段	6 木柵交流道	景美溪北橋	03020408RORN	36	景美溪橋(北上線)	03020954RORG	20+408~21+481	30+2@54+53.8+56.2+53.8+6@50.54+55+3@84+55+2@54	1074.8	16.55~25.6	CH CR	ILM BC	17993.65	懸臂/扶壁	淺基	單柱/雙柱/壁式	淺基	90.00	○	
38				景美溪南橋	03020633RORS	37	景美溪橋(南下線)	03020440RORG	20+633~21+531	4@50+4@47.8+2@50+(55+3@84+55)+46.745	899.945	16.55~25.266	CH CR	ILM BC	15985.95	懸臂/扶壁	淺基	雙柱/壁式	淺基	90.00	○	
39				木柵交流道匝道一富德橋	03020800PR11	38	富德橋(匝道 1)	03020845PR11	0+034~0+117	3@27.5	82.5	9.10~14.6	S	PCI	977.63	懸臂	淺基	壁式	淺基	95.20	○	
40				木柵交流道匝道二景美溪橋	03020800PR21	39	景美溪橋(匝道 2)	03020845PR21	0+086~0+114	35+55+35+48+50+48	271	8.60~14.05	CR	BC	2660.76	扶壁	淺基	單柱	淺基	101.60	○	
41				木柵交流道匝道四猴山坑橋	03020800PR43	40	猴山坑橋(匝道 4)	03020845PR43	0+141.4~0+266	45+2@40	125	8.6	CR	CIP	1075.00	懸臂	淺基	單柱	淺基	90.00	○	
42				木柵交流道匝道四景美溪橋	03020800PR42	41	匝道 4 景美溪橋	03020845PR42	1+054~1+223	45+50+45+31.15	171.15	8.6	CH	ILM	1454.78	箱涵/構架	淺基	單柱	淺基	90.00	○	
43				木柵交流道匝道四富德橋	03020800PR41	42	匝道 4 富德橋	03020845PR41	1+314~1+370	27.91+28.02	55.93	8.6	S	PCI	481.00	懸臂	淺基	單柱	淺基	45.75	○	
44				景美溪橋 W	03020800RORW	43	台北聯絡線景美溪橋	03020770OORG	5+400~5+645	33.95+40+33.95+45+50+45	247.9	12.35	CH	ILM	3048.06	箱涵/構架	淺基	雙柱	淺基	70.27	○	
45				景美溪橋 E	03020800RORE				5+400~5+645	33.95+40+33.95+45+50+46	248.9	12.35	CH	ILM	3048.06	箱涵/構架	淺基	雙柱	淺基	71.27	○	
46			7,8	指南路穿越橋 N(無名溪橋 N)	03023780RORN	45	無名溪排水橋	03023827RORG	23+780~23+892	37.26+37.2+37.26	111.72	16.55	S	PCI	1848.97	懸臂/扶壁	淺基	單柱/壁式	淺基	90.00	○	指南溪
47				指南路穿越橋 S(無名溪橋 S)	03023743RORS				23+743~23+893	37.56+2@37.5+37.56	150.12	16.55	S	PCI	2484.49	懸臂/扶壁	淺基	單柱/壁式	淺基	90.00	○	
48			9	新店高架橋 N	03025915BORN	46	新店高架橋	03026365BORG	25+915~26+993	2@32.5+57+3@100+57+53+2@59.5+53+45+37+45+45+37+40+42+48+35	1078	15.25~27.3526	CR	ST	19099.40	懸臂	淺基	單柱/雙柱/壁式	淺基/椿基	90.00	○	特殊橋
49				新店高架橋 S	03025922BORS				25+922~26+974	2@32.5+57+3@100+57+53+2@59.5+53+40+49.5+40+34+41.25+2@34+41.25+34	1052	15.25~25.8732	CR	ST	18332.88	懸臂	淺基/椿基	單柱/雙柱/壁式	淺基/椿基	90.00	○	
50				新店交流道匝道 1	03026800PR11	47	匝道 1 高架橋	03026945PR11	4+111~4+230	59.2475+59.60	118.85	8.60~8.7321	CH	ST	1029.95	懸臂	淺基	單柱	椿基	99.96	○	
51				新店交流道匝道 2	03026800PR21	48	匝道 2 高架橋	03026945PR21	12+211~12+361	17.9621	17.9621	8.6~8.93	S	ST	177.82	懸臂	淺基	多柱	淺基	70.67	○	
52				新店交流道環道 4	03026800PL41	49	環道 4 高架橋	03026945PL41	4+071.5~4+118	23.10+22.409	45.51	9.35~10.12	CH	ST	438.90	懸臂	椿基	單柱/多柱	淺基	112.79	○	
53			10	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	50	新店交流道連絡道高架橋	03026945TAT1	11+205~11+754	6@15+(42+50+42)+3@36+36.101+36.19+3@36.10+36.15	N=548.798 S=548.835	21.1	S CH	CIP PCU PCI	11694.12	懸臂	椿基	單柱/雙柱/壁式	椿基	108.36	○	
54				新店交流道聯絡道排水橋	03026800TAT2	51	新店交流道連絡道排水橋	03026945TAT2	12+047~12+107	3@20.07	60.21	17.2	S	PCI	1035.61	懸臂	淺基	雙柱	淺基	89.69	○	
55			11	檳榔坑橋 N	03028409BORN	52	檳榔坑橋	03028468BORG	28+409~28+513	35.05+35+35.05	105.1	16.35	S	PCI	1718.39	懸臂/扶壁	淺基	雙柱	椿基	87.85	○	
56				檳榔坑橋 S	03028423BORS				28+423~28+527	35.05+35+35.05	105.1	16.35	S	PCI	1718.39	懸臂/扶壁	淺基	雙柱	椿基	87.85	○	
57			12	碧潭橋 N	03029100RORN	53	碧潭橋	03029500RORG	29+100~30+082	21.71+74.0+85.0+100.0+160.0+100.0+71.0+64.98+76.82+60.73+3@56.0	982.24	16.35	CR	CIP BC	16059.10	扶壁	淺基	壁式	淺基	90.00	○	特殊橋
58				碧潭橋 S	03029104RORS				29+104~30+053	76.5+85.0+100.0+160.0+100.0+67.0+64.01+72.14+57.23+55.90+55.91+55.90	949.59	16.35	CR	CIP BC	16054.38	扶壁	淺基	壁式	淺基	90.00	○	
59			14 安坑交流道	安坑交流道匝道 5 跨越橋	03031100PR51	55	匝道 5 跨越橋	03031450PR51	31+060~31+218	45.925+66+45.925	157.85	8.6	CH	CIP	1357.51	構架	椿基	壁式	椿基	90.00	○	
60				安坑交流道匝道 6 跨越橋	03031100PR61	56	匝道 6 跨越橋	03031450PR61	0+0~0+227	54.65+67+54+50.65	226.3	8.60~11.00	CH	ST	2217.74	懸臂	椿基	壁式	椿基	90.00	○	
61				安坑交流道連絡道跨越橋	03031100TAT1	57	連絡道跨越橋	03031450TAT1	0+638~0+764	38.10+50+38.10	126.2	16.1	CH	CIP	2031.82	構架	椿基	壁式	椿基	57.02	○	
62			15	安坑溪橋 N	03032138RORN	58	安坑溪橋	0332350RORG	32+135~32+459	30.05+41+5@30+41+30+30.05	322.1	16.35~20.10	CR S	RC PCI	5772.11	構架/扶壁	淺基/椿基	單柱/雙柱	淺基/椿基	81.63	○	
63				安坑溪橋 S	03032145RORS				32+145~32+436	30.05+41+5@30+41+30.05	292.1	16.35~20.10	CR S	RC PCI	5751.35	構架/扶壁	淺基/椿基	單柱/雙柱	淺基/椿基	81.63	○	
64			16 安坑橋工程	安坑橋	03031100TAT2	59	安坑橋 RAMP1 RAMP3	03031450TAT2	0+164.05~0+565.55	20.45+20.5+7@40+43.25+37.3	401.5	16.1~24.621	CH CR S	CIP	9247.30	懸臂	椿基	單柱	椿基	90.00	○	
65				安坑橋 A6 匝道	03031100PRA6				0+150~0+229	41.82+37.55	79.37	8.6	CH CR S	CIP	551.26	懸臂	椿基	單柱	椿基	90.00	○	
66				安坑橋 A5 匝道	03031100PRA5				0+164~0+228	32+32.05	64.05	8.6~8.85	CH CR S	CIP	692.94	懸臂	椿基	單柱	椿基	90.00	○	
67				安坑橋 A3 匝道	03031100PRA3	60	LEG22	03031450TL22	0+045.84~0+080.75	17.36+17.55	34.91	6.95~8.25	CR	RC	323.51	懸臂	椿基	單柱	椿基	90.00	×	
68				安坑橋 A4 匝道	03031100PRA4	61	LEG21	03031450TL21	0+025~0+069	17.55+16.66	34.21	6.95~8.25	CR	RC	316.97	懸臂	椿基	單柱	椿基	90.00	×	
69				安坑飛越橋	03031100PR23	62	RAMP23	03031450TR23	0+059.4~0+378.9	(35.4+2@35.8)+(35.8+35.9+35.7)+(2@35+35.1)	319.5	6.5~9.1	CR	CIP	2744.07	排樁	椿基	單柱/雙柱/壁式	椿基	90.00	○	
70	中和鷺歌段(22)		2 中和隧道	中和一號穿越橋 S	03033812BORS	63	中和一號穿越橋	03033825BORG	33+812~33+840	27.5	27.5	16.35	S	PCI	449.63	扶壁	椿基	--	--	54.01	○	
71				中和五號穿越橋 N	03033824BORN	64	中和五號穿越橋	03033849BORG	33+824~33+852	27.5	27.5	16.35	S	PCI	449.63	扶壁	椿基	--	--	54.70	○	
72				興南路南穿越橋 S	03034051BORS	65	興南路南穿越橋	03034076BORG	34+051~34+103	18+34	52	16.35	S	PCI	850.20	懸臂	椿基	多柱	椿基	49.27	○	
73				興南路北穿越橋 N	03034072BORN	66	興南路北穿越橋	03034109BORG	34+072~34+124	18+34	52	16.35	S	PCI	850.20	懸臂	椿基	多柱	椿基	49.27	○	
74			3 中和交流道變更設計	中和交流道北主線高架橋(一)	03035542BORN	67	北主線高架橋	03035936BORG	35+542~35+821	4@20+2@30+5@20+39	279	26.68~16.35	S	CIP PCI	5203.15	懸臂	淺基/椿基	雙柱/多柱	淺基/椿基	78.93	○	
75				中和交流道北主線高架橋(二)	03035913BORN	68	北主線高架橋	03035936BORG	35+913~36+093	6@20+(17.5+25+17.5)	180	16.35	C/S	CIP PCI	2943.00	懸臂	淺基/椿基	雙柱	椿基	98.58	○	
76				中和交流道南主線高架橋(一)	03035575BORS	69	南主線高架橋	03035936BORG	35+575~35+695	20+40+3@20	120	17.4~29	S	PCI	2792.00	懸臂	淺基	雙柱/多柱	淺基	84.91	○	
77				中和交流道匝道 F	03035000PRF1	70	南主線高架橋	03035936BORG	0+000~0+080	20.19	20.19	8.6	S	PCI	173.55	懸臂	淺基	單柱	淺基	99.88	○	

第 2 期工程(第 1 優先路段)橋梁數量資料總表(3/7)

項次	段別	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	原可行性研究總表			起迄里程(K)	上部結構						下部結構					是否補強	備註
						項次	橋梁名稱	橋梁編碼		跨徑配置	橋面長度(m)	橋面寬度(m)	連續	工法	面積	橋台型式	橋台基礎	橋墩型式	橋墩基礎	斜交角(°)		
78	中和鶯歌段(22)	木柵工務段	3 中和交流道變更設計	中和交流道南主線高架橋(二)	03035770BORS	71	南主線高架橋	03035936BORG	35+770~35+809	39	39	16.35	S	CIP	637.65	懸臂	淺基	--	--	78.38	○	
79				中和交流道南主線高架橋(三)	03035907BORS	72	南主線高架橋	03035936BORG	35+907~36+107	7@20+(17.5+25+17.5)	200	16.35	C/S	CIP PCI	3270.00	懸臂	淺基/樁基	雙柱	淺基/樁基	98.02	○	
80				中和交流道匝道 A(一)	03035000PRA1	73	匝道"A"高架橋	03035936PRA1	0+111~0+391	4@20+4@20+3@20+3@20	280	19.03~8.60	S	PCI	3464.00	懸臂	樁基	雙柱/單柱	樁基	91.04	○	
81				中和交流道匝道 A(二)	03035000PRA2	74	匝道"A"高架橋	03035936PRA2	0+767~0+927	4@20+4@20	160	8.6	S	PCI	1376.00	懸臂	淺基	單柱	淺基/樁基	76.20	○	
82				中和交流道匝道 B(一)	03035000PRB1	75	匝道"B"高架橋	03035936PRB1	0+304~0+434	(20+30+20)+3@20	130	13.6	C/S	CIP PCI	1768.00	懸臂	淺基/樁基	雙柱	樁基	79.61	○	
83				中和交流道匝道 B(二)	03035000PRB2	76	匝道"B"高架橋	03035936PRB2	0+750~0+950	5@20+2@20+3@20	200	17.40~19.20	S	PCI	3610.00	懸臂	淺基	雙柱	樁基	94.58	○	
84				中和交流道匝道 C	03035000PRC1	77	匝道"C"高架橋	03035936PRC1	0+172~0+467	20.235+2@19.119+(16+26+16)+7@20+39	295.473	7.85~6.57	C/S	CIP PCI	2319.46	懸臂	樁基	單柱	樁基	98.82	○	
85				中和交流道匝道 D	03035000PRD1	78	匝道"D"高架橋	03035936PRD1	0+085~0+342	11@19.83+39	257.13	10.55~9.05~7.98	S	PCI	2375.11	懸臂	樁基	單柱	樁基	96.51	○	
86				中和交流道匝道 E	03035000PRE1	79	匝道"E"高架橋	03035936PRE1	0+205~0+405	10@20	200	22.2~13.6~9.74	S	PCI	2751.60	懸臂	樁基	雙柱/單柱	樁基	69.78	○	
87				中和交流道聯絡道高架橋 W(一)	03035000TAT1	80 &81	連絡道高架橋& 中和交流道連絡道高架橋	03035936TAT1 & 03035936TAT2	0+000~0+340	2@20+(2@20+30)+(40+30)+2@40+2@40 (17.76+17.43)	340 35.19	13.472~27.107 13.046~13.732	S	PCI	4599.50	懸臂	淺基	單柱/雙柱	樁基	90.00	○	
88				中和交流道聯絡道高架橋 E(一)	03035000TAT2	80 &81			0+000~0+280	(2@20+30)+(40+30)+2@40+2@30	280	16.581~1993.1	S	PCI	3125.50	懸臂	淺基	單柱/雙柱	樁基	90.00	○	
89				中和交流道匝道 G	03035000PRG1	-	-	-	0+188~0+108	2@40	80	8.1	S	PCI	648.00	懸臂	淺基	單柱	樁基	90.00	○	
90				中和交流道匝道 H	03035000PRH1	-	-	-	0+039~0+119	2@40	80	8.1	S	PCI	648.00	懸臂	淺基	單柱	樁基	90.00	○	
91			中正路立體交叉工程	中和交流道聯絡道高架橋 W(二)	03035000TAT3	-	-	-	0+209~0+538	(38.5+30.868+29.901)+(35.005+50+35)+3@30	309.274	5.45~11.472	CH	ST	2266.27	懸臂	淺基	雙柱	樁基	90.00	×	與台 64 共構，下部結構非本工程範圍
92				中和交流道聯絡道高架橋 E(二)	03035000TAT4	-	-	-	0+209~0+538	(36+22.5+30.868+29.901)+(35.005+50+35)+3@30	329.274	5.45~11.472	CH	ST	2492.27	懸臂	淺基	雙柱	樁基	90.00	×	與台 64 共構，下部結構非本工程範圍
93				中和交流道匝道 L	03035000PRL1	-	-	-	0+328~0+964	(35.005+50+35)+3@30+4@30+4@30+3@31+3@31	636.005	4.98~5.6	CH	ST	3523.50	-	-	雙柱	樁基	90.00	×	與台 64 共構，下部結構非本工程範圍
94				中和交流道匝道 R	03035000PRR1	-	-	-	0+328~0+964	(35.005+50+35)+3@30+4@30+4@30+3@31+3@31	636.005	4.98~5.6	CH	ST	3523.50	-	-	雙柱	樁基	90.00	×	與台 64 共構，下部結構非本工程範圍
95			4	永豐路穿越橋 S	03037899BORS	82	永豐路穿越橋	03037899BORG	37+899~37+924	25	25	20.1	S	PCI	502.50	扶壁	淺基	--	--	103.00	○	
96				永豐路穿越橋 N	03037899BORN				37+899~37+924	25	25	20.1	S	PCI	502.50	扶壁	淺基	--	--	103.00	○	
97				計劃路穿越橋 N	03037979BORN	83	計劃路穿越橋	03037979BORG	37+979~37+994	15	15	20.1	S	RC	301.50	懸臂	淺基	--	--	92.50	○	
98				計劃路穿越橋 S	03037979BORS				37+979~37+994	15	15	20.1	S	RC	301.50	懸臂	淺基	--	--	92.50	○	
99				仁愛路穿越橋 N	03038190BORN	84	仁愛路穿越橋	03038190BORG	38+190~38+210	20	20	20.1	S	PCI	452.25	懸臂	樁基	--	--	61.60	○	
100				仁愛路穿越橋 S	03038190BORS				38+190~38+210	20	20	20.1	S	PCI	452.25	懸臂	樁基	--	--	61.60	○	
101				青雲路穿越橋 N	03039057BORN	85	青雲路穿越橋	03039057BORG	39+057~39+079	22.5	22.5	20.1	S	PCI	452.25	懸臂	樁基	--	--	82.00	○	
102				青雲路穿越橋 S	03039057BORS				39+057~39+079	22.5	22.5	20.1	S	PCI	452.25	懸臂	樁基	--	--	82.00	○	
103				柑林埤排水橋 S	03039193RORS	86	柑林埤排水橋	03039193RORG	39+193~39+243	2@25	50	20.1	S	PCI	1005.00	扶壁	淺基	多柱	淺基	89.30	○	
104				柑林埤排水橋 N	03039193RORN				39+193~39+243	2@25	50	20.1	S	PCI	1005.00	扶壁	淺基	多柱	淺基	89.30	○	
105				土城一號穿越橋 N	03039577BORN	87	土城一號穿越橋	03039577BORG	39+577~39+614	37.5	37.5	20.1	S	PCI	753.75	扶壁	樁基	--	--	89.40	○	
106				土城一號穿越橋 S	03039577BORS				39+577~39+614	37.5	37.5	20.1	S	PCI	753.75	扶壁	樁基	--	--	89.40	○	
107				和平路穿越橋 N	03040626BORN	88	和平路穿越橋	03040626BORG	40+626~40+648	22.5	22.5	20.1	S	PCI	452.25	懸臂	樁基	--	--	125.90	○	
108				和平路穿越橋 S	03040626BORS				40+626~40+648	22.5	22.5	20.1	S	PCI	452.25	懸臂	樁基	--	--	125.90	○	
109				土城一號排水橋 S	03040892RORS	89	土城一號排水橋	03040892RORG	40+892~40+915	22.5	22.5	20.1	S	PCI	452.25	扶壁	淺基	--	--	70.00	○	
110				土城一號排水橋 N	03040892RORN				40+892~40+915	22.5	22.5	20.1	S	PCI	452.25	扶壁	淺基	--	--	70.00	○	
111				土城二號穿越橋 N	03041070BORN	90	土城二號穿越橋	03041070BORG	41+070~41+087	17.5	17.5	20.1	S	PCI	351.75	扶壁	淺基	--	--	78.90	×	
112				土城二號穿越橋 S	03041070BORS				41+070~41+087	17.5	17.5	20.1	S	PCI	351.75	扶壁	淺基	--	--	78.90	×	
113				忠義路穿越橋 S 原建	03041495BORS	91	忠義路穿越橋	03041435BORG	41+435~41+495	2@30	60	20.1	S	PCI	1206.00	懸臂	淺基	多柱	淺基	64.20	○	配合特二工程拓寬
				忠義路穿越橋 S 拓寬	03041495BWDS				41+435~41+495	2@30	60	2.622~2.558	S	PCI	155.40	懸臂	淺基	多柱	淺基	64.20	○	
114				忠義路穿越橋 N	03041495BORN				41+435~41+495	2@30	60	20.1	S	PCI	1206.00	懸臂	淺基	多柱	淺基	64.20	○	
115			5	承天路穿越橋 N	03041640BORN	92	承天路穿越橋	03041640BORG	41+640~41+660	20	20	20.1	S	PCI	402.00	扶壁	樁基	--	--	112.10	○	
116				承天路穿越橋 S 原建	03041640BORS				41+640~41+660	20	20	20.1	S	PCI	402.00	扶壁	樁基	--	--	112.10	○	配合特二工程拓寬
				承天路穿越橋 S 拓寬	03041640BWDS				41+640~41+660	20	20	3.308~4.287	S	PCI	75.95	扶壁	樁基	--	--	112.10	○	
117		關西工務段		永和街穿越橋(南向)原建	03042170BORS	93	永和街穿越橋	03042170BORG	42+148~42+193	2@22.5	45	23.575~25.465	S	PCI	1103.40	扶壁	樁基	多柱	樁基	64.30	○	配合特二工程拓寬
				永和街穿越橋(南向)拓寬	03042170BWDS				42+148~42+193	2@22.5	45	14.892~14.023	S	PCI	650.59	扶壁	樁基	多柱	樁基	64.30	○	
118				永和街穿越橋(北向)	03042170BORN				42+148~42+193	2@22.5	45	20.1	S	PCI	904.50	扶壁	樁基	多柱	樁基	64.30	○	
119				土城 IC 穿越橋(北向)	03042446BORN	94	土城交流道穿越橋	03042446BORG	42+409~42+483	23.5+27.5+23.5	74.5	22.65	CH	CIP	1687.43	懸臂	樁基	多柱	樁基	68.60	○	
120				土城 IC 穿越橋(南下)	03042446BORS				42+409~42+483	23.5+27.5+23.5	74.5	20.1	CH	CIP	1497.45	懸臂	樁基	多柱	樁基	68.60	○	
121				永寧路穿越橋(北向)	03042775BORN	95	永寧路穿越橋	03042775BORG	42+765~42+785	20	20	21.37~21.96	S	PCI	427.40	懸臂	淺基	--	--	61.50	○	
122				永寧路穿越橋(南向)	03042775BORS				42+765~42+785	20	20	27.84~27.63	S	PCI	556.80	懸臂	淺基	--	--	61.50	○	
123				海山排水橋(北向)	03042897RORN	96	海山排水橋	03042897RORG	42+886~42+908	22.5	22.5	28.95~30.99	S	PCI	674.33	懸臂	樁基	--	--	79.99	○	
124				海山排水橋(南向)	03042897RORS				42+886~42+908	22.5	22.5	27.6	S	PCI	621.00	懸臂	樁基	--	--	79.99	○	
125				土城交流道穿越橋匝道 A(永寧路)	03000183PRA1	97	匝道"A"永寧路穿越橋	03042585PRA1	0+173~0+193	20	20	13.60~13.86	S	PCI	274.60	懸臂	淺基	--	--	101.73	×	

第 2 期工程(第 1 優先路段)橋梁數量資料總表(4/7)

項次	段別	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	原可行性研究總表			起迄里程(K)	上部結構						下部結構					是否補強	備註
						項次	橋梁名稱	橋梁編碼		跨徑配置	橋面長度(m)	橋面寬度(m)	連續	工法	面積	橋台型式	橋台基礎	橋墩型式	橋墩基礎	斜交角(°)		
126	中和鶯歌段(22)	關西工務段	5	永安街穿越橋(西向)	03000174TATW	98	連絡道永安街穿越橋	03042585TAT1	0+174~0+214	40	40	21.1	S	PCI	422.00	懸臂	樁基	--	--	117.04	○	
127				永安街穿越橋(東向)	03000174TATE				0+174~0+214	40	40	21.1	S	PCI	422.00	懸臂	樁基	--	--	117.04	○	
128				頂埔 30 號計劃路穿越橋(北向)	03042998BORN	100	頂埔 30 號計劃路穿越橋	03085995BORG	42+989~43+007	17.5	17.5	27.6	S	PCI	483.00	懸臂	樁基	--	--	90.21	○	
129				頂埔 30 號計劃路穿越橋(南向)	03042998BORS				42+989~43+007	17.5	17.5	26.857~26.173	S	PCI	463.93	懸臂	樁基	--	--	90.21	○	
130				大暖路穿越橋(北向)	03043476BORN	101	大暖路穿越橋	03043476BORG	43+467~43+485	17.5	17.5	23.85	S	PCI	417.38	懸臂	淺基	--	--	95.67	○	
131				大暖路穿越橋(南向)	03043476BORS				43+467~43+485	17.5	17.5	22.597~23.271	S	PCI	401.35	懸臂	淺基	--	--	95.67	○	
132			6	台三線中央路穿越橋(南向)	03045098RORS	102	台三線穿越橋	03045084RORG	45+054~45+143	40+50	90.00	20.10	CH	CIP	1784.88	扶壁	淺基	壁式	淺基	55.08	○	
133				台三線中央路穿越橋(北向)	03045098RORN				45+054~45+143	50+70	120.10	20.10	CH	ST	2412.00	扶壁	淺基	壁式	淺基	55.08	○	
134				舊台三線介壽路穿越橋(北向)	03045235BORN	103	台三線穿越橋(舊)	03045235BORG	45+223~45+247	24.35	24.35	20.10	S	PCI	489.44	--	--	--	--	90.00	○	
135				舊台三線介壽路穿越橋(南向)	03045235BORS				45+223~45+247	24.35	24.35	20.10	S	PCI	489.44	--	--	--	--	90.00	○	
136				三峽溪河川橋(北向)	03045475RORN	104	三峽溪河川橋	03045475RORG	45+295~45+655	3@40+3@40+3@40	360	20.10	S	PCI	7236.00	懸臂/扶壁	淺基	多柱	沉箱	43.02	○	
137				三峽溪河川橋(南向)	03045475RORS				45+295~45+655	3@40+3@40+3@40	360	20.10	S	PCI	7236.00	懸臂/扶壁	淺基	多柱	沉箱	43.02	○	
138			7A	佳園路穿越橋(北向)	03047342BORN	106	佳園路穿越橋	03047338BORG	47+330~47+356	17.5	17.5	20.10	S	PCI	518.98	懸臂	淺基	--	--	78.80	○	
139				佳園路穿越橋(南向)	03047342BORS				47+330~47+356	17.5	17.5	20.10	S	PCI	518.98	懸臂	淺基	--	--	78.80	○	
140			8	龍埔路穿越橋(北向)	03050180RORN	107	龍埔排水及機車穿越橋	03050180RORG	50+165~50+193	30	30	22.85~22.86	S	PCI	685.65	扶壁	淺基	--	--	125.03	○	
141				龍埔路穿越橋(南向)	03050180RORS				50+165~50+193	30	30	21.71~22.80	S	PCI	655.80	扶壁	淺基	--	--	125.03	○	
142				三鶯交流道復興路穿越橋(北向)	03050596BORN	108	復興路穿越橋	03050596BORG	50+557~50+633	17+43+17	77	20.1	CH	CIP	1547.70	構架	淺基	雙柱	淺基	122.62	○	
143				三鶯交流道復興路穿越橋(南向)	03050596BORS				50+557~50+633	17+43+17	77	23.4	CH	CIP	1801.80	構架	淺基	雙柱	淺基	122.62	○	
144			9	大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	109	大漢溪河川橋	03051980RORG	51+600~52+360	5*(3@40)+2*(2@40)	760	20.10	S	PCI	15276.00	懸臂/扶壁	淺基	壁式	沉箱	47.34	○	
145				大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN				51+600~52+360	5*(3@40)+2*(2@40)	760	20.10	S	PCI	15276.00	懸臂/扶壁	淺基	壁式	沉箱	47.34	○	
146	鶯歌關西段(23)		2	大溪一號排水橋(北向)	03057932RORN	110	大溪一號排水橋	03057962RORG	57+903~57+963	3@20	60	16.35	S	PCI	981.00	懸臂	樁基	多柱	淺基	128.11	○	
147				大溪一號排水橋(南向)	03057932RORS				57+903~57+963	3@20	60	18.9	S	PCI	1134.00	懸臂	樁基	多柱	淺基	128.11	○	
148				大溪二號排水橋(北向)	03059220RORN	111	大溪二號排水橋	03059220RORG	59+183~59+258	3@25	75	16.35	S	PCI	1226.25	懸臂	樁基	多柱	淺基	134.24	○	
149				大溪二號排水橋(南向)	03059220RORS				59+183~59+258	3@25	75	18.9	S	PCI	1417.50	懸臂	樁基	多柱	淺基	134.24	○	
150				大溪二號渡槽兼人行橋	03060191TORG	115	大溪二號渡槽兼人行橋	03060191TORG	0+018.18~0+080	2@31.25	62.5	5.3	CH	CIP	331.25	懸臂	淺基	壁式	淺基	97.51	○	
151				大溪三號渡槽兼人行橋	03060904TORG	117	大溪三號渡槽及跨越橋	03060904TORG	0+016.78~0+089	34.5+38	72.5	橋梁=7.60 渡槽=7.10	CH	CIP	1065.75	構架	淺基	壁式	淺基	118.32	○	
152				112 路跨越橋(雙向)	03061296OORG	118	112 號路跨越橋	03061296OORG	61+296	2@36	72	16.1	CH	CIP	1159.20	懸臂	淺基	雙柱	淺基	53.18	○	
153			3	大溪交流道 IC 穿越橋(北向)	03062720BORN	119	大溪交流道穿越橋	03062720BORG	62+682~62+759	17.5+42+17.5	77	19.65	CH	CIP	2175.25	構架	淺基	雙柱	淺基	98.39	○	既有橋面版往外新增約100CM
154				大溪交流道 IC 穿越橋(南向)	03062720BORS				62+682~62+759	17.5+42+17.5	77	19.65	CH	CIP	2175.25	構架	淺基	雙柱	淺基	98.39	○	
155				桃 64 路穿越橋(北向)	03063050BORN	120	桃 64 號路穿越橋	03063050BORG	63+041~63+059	17.5	17.5	23.571~22.155	S	PCI	400.10	懸臂	淺基	--	--	115.14	○	
156				桃 64 路穿越橋(南向)	03063050BORS				63+041~63+059	17.5	17.5	20.705~20.147	S	PCI	357.46	懸臂	淺基	--	--	115.14	○	
157			4	石門大圳穿越橋(北向)	03064550BORN	121	石門大圳穿越橋	03064560BORG	64+535~64+566	30.6	30.6	16.35	S	PCI	500.31	--	--	--	--	121.02	○	
158				石門大圳穿越橋(南向)	03064550BORS				64+535~64+566	30.6	30.6	16.35	S	PCI	500.31	--	--	--	--	121.02	○	
159				台三路跨越橋(雙向)	03064862OORG	122	台三號路跨越橋	03064862OORG	64+862	2@37.5	75	10.55*2	S	PCU	1582.50	懸臂	淺基	雙柱	淺基	117.77	○	
160				龍潭一號渡槽兼人行橋	03065165TORG	123	龍潭一號渡槽及跨越橋	03065165TORG	65+165	2@29	58	橋梁=9.60 渡槽=5.90	CH	CIP	899.00	懸臂	淺基	壁式	淺基	120.00	○	
161				龍潭一號排水橋(南向)	03066575RORS	124	龍潭一號排水橋	03066575RORG	66+555~66+595	39.92	39.92	16.35	S	PCI	652.69	懸臂	淺基	--	--	112.40	○	
162				龍潭一號排水橋(北向)	03066575RORN				66+555~66+595	39.92	39.92	16.35	S	PCI	652.69	懸臂	淺基	--	--	112.40	○	
163			5	龍潭交流道 IC 穿越橋(南向)	03068234BORS	125	龍潭交流道穿越橋	03068234BORG	68+196~68+273	17.5+42+17.5	77	16.4	CH	CIP	1262.80	構架	淺基	壁式	淺基	101.22	○	
164				龍潭交流道 IC 穿越橋(北向)	03068234BORN				68+196~68+273	17.5+42+17.5	77	16.4	CH	CIP	1262.80	構架	淺基	壁式	淺基	101.22	○	
165				龍潭 ICC/D 穿越橋	03068234PCS1					17.5+42+17.5	77	11.6	CH	CIP	893.20	構架	淺基	壁式	淺基	101.22	○	
166				龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	126	龍潭高架橋	03068978BORG	68+660~69+296	3@40+3@36+3@40 +3@36+3@40+2@36	636	16.4	CH	CIP	10991.76	扶壁	淺基	壁式	淺基	90.00	○	
167				龍潭高架橋(南向)	03068978BORS				68+660~69+296	3@40+3@36+3@40 +3@36+3@40+2@36	636	16.4	CH	CIP	11227.08	扶壁	淺基	壁式	淺基	90.00	○	
168			6	龍潭二號排水橋(北向)	03069613RORN	127	龍潭二號排水橋	03069613RORG	69+568~69+658	3@30	90	16.4	S	PCI	1476.00	懸臂	淺基	雙柱	淺基	110.67	○	
169				龍潭二號排水橋(南向)	03069613RORS				69+568~69+658	3@30	90	16.4	S	PCI	1476.00	懸臂	淺基	雙柱	淺基	110.67	○	
170				台三線穿越橋(北向)	03070411BORN	128	台三號路穿越橋	03070413BORG	70+385~70+437	37.5+15	52.5	16.4	S	PCI	861.00	懸臂	淺基/樁基	雙柱	淺基	114.85	○	
171				台三線穿越橋(南向)	03070411BORS				70+385~70+437	37.5+15	52.5	18.95	S	PCI	994.88	懸臂	淺基/樁基	雙柱	淺基	114.85	○	
172				桃 67 路跨越橋(高楊北路)雙向	03071444OORG	129	桃 67 號路跨越橋	03071444OORG	71+444	33.5+57+33.5	124	16.1	CH	CIP	1996.40	懸臂	淺基	壁式	淺基	118.52	○	
173			7	龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)	03071710TORG	130	龍潭二號渡槽兼人行橋	03071710TORG	71+710	23+57+23	103	4.4	CH	CIP	453.20	懸臂	淺基	單柱	淺基	90.00	○	
174				桃 68 高原路跨越橋	03072975OORG	131	桃 68 號路跨越橋	03072975OORG	72+975	90	90	16.1	CR	RC	1449.00	--	淺基	--	--	77.26	×	剛架橋
175			8	龍潭三號排水橋(北向)	03074013RORN	132	龍潭三號排水橋	03074013RORG	73.978~74+048	2@35	70	18.95	S	PCI	1326.50	懸臂	淺基	雙柱	淺基	87.00	○	
176				龍潭三號排水橋(南向)	03074013RORS				73.978~74+048	2@35	70	16.4	S	PCI	1148.00	懸臂	淺基	雙柱	淺基	87.00	○	
177				龍潭二號跨越橋(雙向)	03074285OORG	133	龍潭二號跨越橋	03074285OORG	74+285	23.5+49+27.5	100	6.1	QJ	PCI	610.00	懸臂	淺基	單柱	淺基	90.00	○	
178			9	牛欄河一號橋(南向)	03075110RORS	134	牛欄河一號橋	03075087RORG	74+826~75+395	2@30+(75+3@120+75)	570	18.95	S CR	PCU BC	9348.00	懸臂	淺基	壁式	淺基/沉箱/樁基	90.00	○	

第 2 期工程(第 1 優先路段)橋梁數量資料總表(5/7)

項次	段別	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	原可行性研究總表			起迄里程(K)	上部結構						下部結構					是否補強	備註
						項次	橋梁名稱	橋梁編碼		跨徑配置	橋面長度(m)	橋面寬度(m)	連續	工法	面積	橋台型式	橋台基礎	橋墩型式	橋墩基礎	斜交角(°)		
179	鶯歌關西段(23)	關西工務段	9	牛欄河一號橋(北向)	03075110RORN				74+826~75+395	2@30+(75+3@120+75)	570	16.4	S CR	PCU BC	10801.50	懸臂	淺基	壁式	淺基/沉箱/樁基	90.00	○	
180			10A	關西一號跨越橋(東向)	03076175OORE	135	關西一號跨越橋	03076175OORG	76+175	90	90	16.1	CR	RC	1449.00	--	淺基	--	--	106.34	×	剛架橋
181				關西一號跨越橋(西向)	03076175OORW				76+175	90	90		CR	RC	1449.00	--	淺基	--	--	106.34	×	
182			11	牛欄河二號橋(南向)	03077649RORS	136	牛欄河二號橋	03077649RORG	77+299~77+999	(33.5+48+33.5)+(75+3@120+75)+2@37.5	700	18.95	S CR CH	PCU BC CIP	11480.00	懸臂	樁基	壁式	淺基	90.00	○	
183				牛欄河二號橋(北向)	03077649RORN				77+299~77+999	(33.5+48+33.5)+(75+3@120+75)+2@37.5	700	16.4	S CR CH	PCU BC CIP	13265.00	懸臂	樁基	壁式	淺基	90.00	○	
184			12A	竹 18-2 鄉道穿越橋(光明路)南向	03078360BORN	137	竹 18-2 號路穿越橋	03078360BORG	78+346~78+373	27.5	27.5	18.95	S	PCI	521.13	懸臂	淺基	--	--	52.90	○	
185				竹 18-2 鄉道穿越橋(光明路)北向	03078360BORS				78+346~78+373	27.5	27.5	16.4	S	PCI	451.00	懸臂	淺基	--	--	52.90	○	
186				關西 IC 穿越橋(北向)	03079210BORN	138	關西交流道穿越橋	03079212BORG	79+174~79+246	19.5+33+19.5	72	18.95	CH	CIP	1383.35	構架	淺基	雙柱	淺基	116.75	○	
187				關西 IC 穿越橋(南向)	03079210BORS				79+174~79+246	19.5+33+19.5	72	19.7	CH	CIP	1438.10	構架	淺基	雙柱	淺基	116.75	○	
188				關西 IC 穿越橋匝道 A 西向	03079185TATW	139	關西交流道連絡道穿越橋	03079185TORG	0+169~0+229	17.5+25+17.5	60	10.7	S	PCI	651.31	懸臂	樁基	多柱	淺基	68.48	○	
189				關西 IC 穿越橋匝道 A 東向	03079185TATE				0+169~0+229	17.5+25+17.5	60	10.7	S	PCI	653.76	懸臂	樁基	多柱	淺基	68.48	○	
190	關西新竹段(23)		1	深坑排水橋(北向)	03080825RORN	140	深坑排水橋	03080825RORG	80+810~80+839	30.32	30.32	18	S	PCI	513.92	--	--	--	--	77.72	○	
191				深坑排水橋(南向)	03080825RORS				80+810~80+839	30.32	30.32	15.45	S	PCI	497.25	--	--	--	--	77.72	○	
192				竹 16 道穿越橋(南向)	03083048BORS	141	竹 16 鄉道穿越橋	03083049BORG	83+030~83+067	38.12	38.12	15.45	S	PCI	588.95	--	--	--	--	57.57	○	
193				竹 16 道穿越橋(北向)	03083049BORN				83+030~83+067	38.12	38.12	15.45	S	PCI	588.95	--	--	--	--	57.57	○	
194			2	大同里跨越橋(雙向)	03081468OORG	142	水坑大同里鄉道跨越橋	03081468OORG	81+468	25.9+43.2+25.9	95	11.1	CH	CIP	1054.94	懸臂	淺基	單柱	淺基	90.00	○	
195				水坑排水橋(南向)	03081590RORS	144	水坑排水橋	03081590RORG	81+546~81+635	30.16+30+30.16	90.32	16.4	S	PCI	1481.25	懸臂	淺基/樁基	雙柱	淺基	109.85	○	
196				水坑排水橋(北向)	03081590RORN				81+546~81+635	30.16+30+30.16	90.32	16.4	S	PCI	1481.25	懸臂	淺基/樁基	雙柱	淺基	109.85	○	
197				鳳山溪河川橋(北向)	03082173RORN	145	鳳山溪河川橋	03082173RORG	81+866~82+500	30.72+12@48+30.72	637.44	16.40	CH	ILM	10453.36	懸臂	樁基	單柱	淺基/沉箱	90.22	○	
198				鳳山溪河川橋(南向)	03082173RORS				81+866~82+500	28.99+12@48+28.99	633.98	16.40	CH	ILM	10453.36	懸臂	樁基	單柱	淺基/沉箱	90.22	○	
199			3	下橫坑河川橋(南向)	03083566RORS	146	下橫坑溪河川橋	03083566RORG	83+416~83+715	37.65+2@37.5+3@37.5+37.5+37.65	300.30	16.40	S	PCI	4924.92	懸臂	樁基	單柱	淺基/沉箱	87.09	○	
200				下橫坑河川橋(北向)	03083566RORN				83+416~83+715	37.65+2@37.5+3@37.5+37.5+37.65	300.30	16.40	S	PCI	4924.92	懸臂	樁基	單柱	淺基/沉箱	87.09	○	
201			4	竹 21 鄉道穿越橋(南向)	03085116BORS	147	竹 21 鄉道穿越橋	03085116BORG	85+071~85+160	30.16+30+30.16	90.32	16.4	S	PCI	1480.92	懸臂	樁基	雙柱	淺基	80.72	○	
202				竹 21 鄉道穿越橋(北向)	03085116BORN				85+071~85+160	30.16+30+30.16	90.32	16.4	S	PCI	1480.92	懸臂	樁基	雙柱	淺基	80.72	○	
203			5	崁下排水橋(北向)	03089549RORN	148	崁下支流排水橋	03089549RORG	89+519.04~89+579.36	20.16+20+20.16	60.32	16.35	S	PCI	986.23	懸臂	樁基	雙柱	淺基	89.46	○	
204				崁下排水橋(南向)	03089549RORS				89+519.04~89+579.36	20.16+20+20.16	60.32	16.35	S	PCI	986.23	懸臂	樁基	雙柱	淺基	89.46	○	
205				120 縣道文衡路穿越橋(北向)	03089711BORN	149	102 縣道穿越橋	03089710BORG	89+696.903~89+722.303	25.4	25.4	16.35	S	PCI	445.37	扶壁	淺基	--	--	97.77	○	
206				120 縣道文衡路穿越橋(南向)	03089711BORS				89+696.903~89+722.303	25.4	26.4	16.35	S	PCI	445.37	扶壁	淺基	--	--	98.77	○	
207				竹林交流道穿越橋(北向)	03090326TATN	150	竹林交流道連絡道穿越橋	03090333TAT1	90+298.19~90+353.45	2@27.63	55.26	16.35	S	PCI	903.50	懸臂	樁基	雙柱/單柱	淺基	88.52	○	
208				竹林交流道穿越橋(南向)	03090326TATS				90+298.19~90+353.45	2@27.63	55.26	16.35	S	PCI	903.50	懸臂	樁基	雙柱/單柱	淺基	89.52	○	
209				竹林 IC 環道 R/A 穿越橋	03090326PCS1				0+457~0+511	2@27.11	54.22	8.6	S	PCI	475.24	懸臂	樁基	單柱	淺基	89.35	○	
210			6	赤柯窟排水橋(北向)	03087219RORN	152	赤柯窟溪排水橋	03087219RORG	87+166.54~87+271.86	35.16+35+35.16	105.32	16.35	S	PCI	1721.98	懸臂	樁基	雙柱	淺基	70.79	○	
211				赤柯窟排水橋(南向)	03087219RORS				87+166.54~87+271.86	35.16+35+35.17	106.32	16.35	S	PCI	1721.98	懸臂	樁基	雙柱	淺基	70.79	○	
212				中坑排水橋(北向)	03088990RORN	153	中坑排水橋	03088990RORG	88+936.99~89+042.41	35.21+35+35.21	105.42	16.35	S	PCI	1723.62	懸臂	樁基	雙柱	淺基	62.89	○	
213				中坑排水橋(南向)	03088990RORS				88+936.99~89+042.41	35.21+35+35.21	105.42	16.35	S	PCI	1723.62	懸臂	樁基	雙柱	淺基	62.89	○	
214			7	頭前溪河川橋(北向)	03091282RORN	154	頭前溪河川橋	03091282RORG	90+883.30~91+680.10	(27.4+35+5@46.5)+(10@46.5+36.9)	796.8	16.35	CH	ILM	13062.02	懸臂	樁基	壁式/單柱	樁基	90.00	○	跨越台 68
215				頭前溪河川橋(南向)	03091282RORS				90+883.30~91+680.10	(27.4+35+5@46.5)+(10@46.5+36.9)	796.8	16.35	CH	ILM	13062.02	懸臂	樁基	壁式/單柱	樁基	90.00	○	
216			8	122 縣道中興路跨越橋(雙向)	03091984OORG	155	122 縣道跨越橋	03091985OORG	91+984.5	18.45+2@30+18.45	96.9	10.55*2	CR	RC	2044.59	懸臂	淺基	單柱	淺基	90.00	○	
217				92K+542 跨越渡槽兼人行橋(雙向)	03092542TORG	156	跨越渡槽	03092542TORG	92+542.2	36.25+37.25	73.5	2.5	CH	CIP	22785.00	懸臂	樁基	單柱	淺基	90.00	○	
218				四重溪排水橋(北向)	03092698RORN	157	四重瀝溪排水橋	03092698RORG	92+679.04~92+716.86	37.82	37.82	16.35	S	PCI	618.36	扶壁	淺基	--	--	84.42	○	
219				四重溪排水橋(南向)	03092698RORS				92+679.04~92+716.86	37.82	37.82	16.35	S	PCI	618.36	扶壁	淺基	--	--	84.42	○	
220				竹 40 鄉道穿越橋(北向)	03093688BORN	158	竹 40 鄉道穿越橋	03093688BORG	93+673.12~93+703.34	30.22	30.22	16.35	S	PCI	494.10	樁構	樁基	--	--	89.78	○	
221				竹 40 鄉道穿越橋(南向)	03093688BORS				93+673.12~93+703.34	30.22	30.22	16.35	S	PCI	494.10	樁構	樁基	--	--	89.78	○	
222				94K+383 跨越橋(雙向)	03094383OORG	159	跨越橋	03094383OORG	94+383.2	2@32.90	65.8	13.1	CH	CIP	863.29	懸臂	樁基	壁式	淺基	105.00	○	
223				94K+612 渡槽跨越橋(雙向)	03094612TORG	160	跨越渡槽	03094612TORG	94+612.423	19.4+44.6+29.3	93.3	3.6	CH	CIP	345.21	懸臂	淺基	單柱	淺基	90.00	○	
224				柯子湖排水橋(北向)	03095036RORN	161	柯子湖溪排水橋	03095036RORG	94+980.04~95+092.86	37.66+37.5+37.66	112.82	16.35	S	PCI	1844.61	懸臂	樁基	雙柱	淺基	100.29	○	
225				柯子湖排水橋(南向)	03095036RORS				94+980.04~95+092.86	37.66+37.5+37.66	112.82	16.35	S	PCI	1844.61	懸臂	樁基	雙柱	淺基	100.29	○	
226			9	雲南路跨越橋(雙向)	03096445OORG	162	雲南路跨越橋	03096445OORG	96+445.2	27.5+42+27.5	97	13.1	CR	PI	1272.01	懸臂	淺基	雙柱	淺基	80.71	○	π 橋
227				竹 45 鄉道跨越橋(雙向)	03097428OORG	163	竹 45 鄉道跨越橋	03097428OORG	97+428.2	34.25+38.65	72.9	16.1	CH	CIP	1173.69	懸臂	淺基	雙柱	淺基	90.00	○	

第 2 期工程(第 1 優先路段)橋梁數量資料總表(6/7)

項次	段別	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	原可行性研究總表			起迄里程(K)	上部結構						下部結構					是否補強	備註
						項次	橋梁名稱	橋梁編碼		跨徑配置	橋面長度(m)	橋面寬度(m)	連續	工法	面積	橋台型式	橋台基礎	橋墩型式	橋墩基礎	斜交角(°)		
228	關西新竹段(23)	關西工務段	9	寶山 IC 雙溪排水橋(北向)	03098832RORN	164	雙溪排水橋	03098832RORG	98+757.04~98+907.36	37.66+2@37.5+37.66	150.32	16.35	S	PCI	2600.54	懸臂	樁基	雙柱	淺基	99.05	○	
229				寶山 IC 雙溪排水橋(南向)	03098832RORS				98+757.04~98+907.36	37.66+2@37.5+37.66	150.32	16.35	S	PCI	2600.54	懸臂	樁基	雙柱	淺基	99.05	○	
230			10	竹 43 鄉道跨越橋(雙向)	03099502OORG	165	竹 43 鄉道跨越橋	03099502OORG	99+501.793	24.88+43+22.88	90.76	16.1	CH	CIP	1461.24	懸臂	淺基	雙柱	淺基	90.00	○	
231				水尾溪排水橋(北向)	03099804RORN	166	水尾溪排水橋	03099804RORG	99+748.02~99+860.88	37.68+37.5+37.68	112.86	18.9	S	PCI	2133.05	懸臂	樁基	雙柱	淺基	68.54	○	
232				水尾溪排水橋(南向)	03099804RORS				99+748.02~99+860.88	37.68+37.5+37.68	112.86	18.9	S	PCI	2133.05	懸臂	樁基	雙柱	淺基	68.54	○	
233			新竹系統交流道	新竹系統交流道匝道 E(一)穿越橋	03100698PRE1	168	RAMP"E"穿越橋	03100698PRE1	0+787.217~0+961.438	A1~P2:(35+30) P2~A2:(27.221+40+42)	全長:174.221 第二期範圍:109.221	11.6	S CH	PCU CIP	1150.96(II) 870(I)	扶壁	淺基	單柱	樁基	86.23	○	1.A1~P2 已於第 1 期評估補強 2. 第二期範圍橋面積:1150.96m2
234				新竹系統交流道匝道 A(二)跨越橋	03100698PRA2	172	RAMP"A"跨越橋	03100698PRA2	0+771.374~0+885.174	3@37.5	112.5	11.6	CH	CIP	1316.60	懸臂/扶壁	淺基	單柱	淺基	90.00	○	
235				新竹系統交流道匝道 E(二)跨越橋	03100698PRE2	173	RAMP"E"跨越橋	03100698PRE2	1+014.94~1+225.06	(35.06+2@35)+(2@35+35.06)	210.12	11.6	S	PCU	2437.39	懸臂	淺基	單柱	淺基	74.54	○	
236				新竹系統交流道匝道 A(三)跨越橋	03100698PRA3	174	RAMP"A"跨越橋	03100698PRA3	0+952.924~0+988.05	35.13	35.13	11.6	S	PCU	407.51	懸臂	淺基	--	--	49.00	○	
237				新竹系統交流道匝道 A(四)跨越橋	03100698PRA4	175	RAMP"A"跨越橋	03100698PRA4	0+985.645~1+020.765	35.12	35.12	6.1	S	CIP	214.23	懸臂	淺基	--	--	97.23	○	
238				新竹系統交流道匝道 G 排水橋	03100698PRG1	176	RAMP"G"排水橋	03100698PRG1	0+314.89~0+405.11	30.11+30+30.11	90.22	11.6	S	PCU	1046.55	懸臂	淺基	單柱	淺基	81.19	○	
239				新竹系統交流道匝道 E 排水橋	03100698PRE3	178	RAMP"E"排水橋	03100698PRE3	1+500~1+605	3@35	105	11.6	S	PCI	1218.00	排樁	樁基	單柱	淺基	81.41	○	
240			C169A 寶山交流道	寶山 IC 匝道六排水橋(一)	03098800PR61	179	匝道 R6 排水橋(一)	03098800PR61	0+045.7~0+108	15+32.5+15 15	62.5	13.1~27.27	S	PCI	1325.29	懸臂	淺基	雙柱	淺基	93.76	×	
241				寶山 IC 匝道六排水橋(二)	03098800PR62	181	匝道 R6 排水橋(二)	03098800PR63	0+175~0+265	30+30+30	90	13.12~16.48	S	PCI	1300.20	懸臂	樁基	雙柱	淺基	96.02	○	
242				寶山 IC 匝道七排水橋	03098800PR71	182	匝道 R7 排水橋	03098800PR71	0+353~0+433	20+40+20	80	13.30~18.05	S	PCI	1287.00	懸臂	樁基	雙柱	淺基	90.00	○	
243	新竹竹南段(25)		C170	寶山一號跨越橋(雙向)	03101448OORG	183	寶山一號跨越橋	03101448OORG	101+448	43+41	84	8.6	CH	CIP	722.40	懸臂	淺基	壁式	淺基	90.00	○	
244				崎林路高架橋(雙林路)北向	03101870BORN	184	崎林路高架橋	03101864BORG	101+881~10K+126	(3@35)+(4@35)	245	18.9	S	PCI	4630.50	懸臂	淺基	雙柱	淺基	85.10	○	
245				崎林路高架橋(雙林路)南向	03101870BORS				101+881~102+126	(3@35)+(4@35)	245	18.9	S	PCI	4630.50	懸臂	淺基	雙柱	淺基	85.10	○	
246				寶山二號跨越橋(雙向)	03102183OORG	185	寶山二號跨越橋	03102183OORG	102+183	2@33	66	8.6	CH	CIP	567.60	懸臂	淺基	壁式	淺基	90.00	○	
247				寶山三號跨越橋(雙向)	03102783OORG	186	寶山三號跨越橋	03102783OORG	102+783	36+48+36	120	8.6	CR	PI	1032.00	懸臂	淺基	單柱	淺基	90.00	○	π 橋
248				茄冬 IC117 縣道穿越橋(北向)	03103888BORN	187	117 縣道穿越橋	03103888BORG	103+888~103+958	2@35	70	19.85	S	PCI	1323.00	懸臂	淺基/樁基	壁式	淺基	44.50	○	茄苳交流道
249				茄冬 IC117 縣道穿越橋(南向)	03103888BORS				103+888~103+958	2@35	70	17.3	S	PCI	1144.50	懸臂	淺基/樁基	壁式	淺基	44.50	○	
250				117 縣道跨越橋(雙向)	03104324OORG	188	117 縣道跨越橋	03104324OORG	104+324	47+40	87	16.1	CH	CIP	1400.70	懸臂	淺基	壁式	淺基	71.60	○	
251				茄苳高架橋(北向)	03104869BORN	189	茄苳高架橋	03104878BORG	104+828~105+068	6@40	240	16.35	S	PCI	3924.00	懸臂	淺基	壁式	淺基/樁基	82.20	○	
252				茄苳高架橋(南向)	03104869BORS				104+668~105+108	11@40	440	16.35	S	PCI	7194.00	懸臂	淺基	壁式	淺基/樁基	82.20	○	
253				新竹一號跨越橋(雙向)	03105288OORG	190	新竹一號跨越橋	03105288OORG	105+288	40+45	85	8.6	CH	CIP	731.00	懸臂	淺基	壁式	淺基	127.00	○	
254				117 縣道(一)高架橋(北向)	03105882BORN	191	117 縣道高架橋(一)	03105855BORG	105+722~106+042	4@40+4@40	320	16.35	S	PCI	5232.00	懸臂/構架	淺基	壁式	淺基	85.90	○	
255				117 縣道(一)高架橋(南向)	03105882BORS				105+722~106+082	3@40+3@40+3@40	360	16.35	S	PCI	5886.00	懸臂/構架	淺基	壁式	淺基	85.90	○	
256				新竹二號跨越橋(雙向)	03106418OORG	192	新竹二號跨越橋	03106418OORG	106+418	2@34	68	8.6	CH	CIP	584.80	懸臂	淺基	壁式	淺基	90.00	○	
257				117 縣道(二)高架橋(北向)	03107630BORN	193	117 縣道高架橋(二)	03107627BORG	107+444~107+804	3@40+3@40+4@40	400	16.35	S	PCI	6540.00	懸臂	淺基	壁式	淺基/樁基	86.70	○	
258				117 縣道(二)高架橋(南向)	03107630BORS				107+429~107+829	3@40+3@40+3@40	360	16.35	S	PCI	5886.00	懸臂	淺基	壁式	淺基/樁基	86.70	○	
259				新竹三號跨越橋(雙向)	03108917OORG	194	新竹三號跨越橋	03108917OORG	108+917	28+49+28	105	8.6	CH	CIP	903.00	懸臂	淺基	單柱	淺基	93.00	○	
260				台一線穿越橋(北向)	03109165BORN	195	台一線穿越橋	03109165BORG	109+175~109+285	30+50+30	110	16.35	CH	CIP	1798.50	構架	淺基	壁式	淺基	96.30	○	
261				台一線穿越橋(南向)	03109165BORS				109+175~109+285	30+50+30	110	16.35	CH	CIP	1798.50	構架	淺基	壁式	淺基	96.30	○	
262				鹽水溪排水橋(北向)	03109478RORN	196	鹽港溪排水橋	03109478RORG	109+478~109+598	4@30	120	16.35	S	PCI	1962.00	懸臂	樁基	壁式	樁基	75.80	○	
263				鹽水溪排水橋(南向)	03109478RORS				109+478~109+598	4@30	120	16.35	S	PCI	1962.00	懸臂	樁基	壁式	樁基	75.80	○	
264				台 13 線穿越橋(北向)	03109883BORN	199	台十三線穿越橋	03109874ORG	109+883~109+993	30+50+30	110	16.35	CH	CIP	1798.50	懸臂	樁基	壁式	樁基	90.00	○	
265				台 13 線穿越橋(南向)	03109883BORS				109+883~109+993	30+50+30	110	16.35	CH	CIP	1798.50	懸臂	樁基	壁式	樁基	90.00	○	
266			C170A	茄苳 ICC/D 穿越橋	03103900PCS1	200	117 縣道穿越橋(CDROAD)	03103900PCS1	0+406.8~0+477	35+35	70	13.1	S	PCI	917.00	懸臂	樁基	壁式	淺基	45.00	○	
267	新化田寮段(28)	屏東工務段	C368	彎崎溪河川橋(北)	03367878RORN	201	彎崎溪河川橋	03366146RORG	367+413.10~367+878.10	30+9@45+30	465	15.15	CH	ILM	7486.50	懸臂/構架	淺基	壁式/單柱	淺基	90.00	○	
268				彎崎溪河川橋(南)	03367878RORS				367+413.10~367+878.10	30+9@45+30	465	15.15	CH	ILM	7486.50	懸臂/構架	淺基	壁式/單柱	淺基	90.00	○	
269	田寮燕巢段(29)		C374	二仁溪 2 號河川橋(北)	03370455RORN	202	二仁溪二號河川橋	03370839RORG	370+260.1~371+370.1	280+310+280+160+80	1110.00	15.15	CR CH	ASM BC CIP	17871.00	懸臂/構架	淺基/樁基	單柱/壁式	淺基/樁基	90.00	○	
270				二仁溪 2 號河川橋(南)	03370455RORS				370+270.1~371+455.1	280+300+280+160+165	1185.00	15.15	CR CH	ASM BC CIP	19078.50	懸臂/構架	淺基/樁基	單柱/壁式	淺基/樁基	90.00	○	
271	旗山支線(34)		C397	里港洩洪橋(東)	10027518RORE	204	里港洩洪橋	10027543RORG	27+518~27+548	30	30	11.50	S	PCI	373.50	懸臂	淺基	--	--	51.80	○	
272				里港洩洪橋(西)	10027518RORW				27+518~27+548	30	30	11.50	S	PCI	373.50	懸臂	淺基	--	--	51.80	○	
273				吉洋溪 1 號排水橋(東)	10029960RORE	205	吉洋溪一號排水橋	10029986RORG	29+926.42~30+046.42	3@40	120	12.45	S	PCI	1494.00	懸臂	淺基	雙柱	淺基	43.20	○	
274				吉洋溪 1 號排水橋(西)	10029960RORW				29+960~30+080	3@40	120	12.45	S	PCI	1494.00	懸臂	淺基	雙柱	淺基	43.20	○	

第 2 期工程(第 1 優先路段)橋梁數量資料總表(7/7)

項次	段別	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	原可行性研究總表			起迄里程(K)	上部結構						下部結構					是否補強	備註
						項次	橋梁名稱	橋梁編碼		跨徑配置	橋面長度(m)	橋面寬度(m)	連續	工法	面積	橋台型式	橋台基礎	橋墩型式	橋墩基礎	斜交角(°)		
275	旗山支線(34)	屏東工務段	C397	穿越橋(東)	10031086RORE	206	屏 92 穿越橋兼排水橋	10031096RORG	31+086.42~31+106.42	20	20	12.45	S	PCI	249.00	懸臂	淺基	--	--	108.00	○	
276				穿越橋(西)	10031086RORW				31+086.42~31+106.42	20	20	12.45	S	PCI	249.00	懸臂	淺基	--	--	108.00	○	
277				美濃溪河川橋(東)	10032682RORE	207	美濃溪河川橋	10031782RORG	32+682.42~32+882.42	5@40	200	12.45	S	PCI	2490.00	懸臂	淺基/樁基	單柱	樁基	80.75	○	
278				美濃溪河川橋(西)	10032682RORW				32+682.42~32+882.42	5@40	200	12.45	S	PCI	2490.00	懸臂	淺基/樁基	單柱	樁基	80.75	○	
279	田寮燕巢		C376	田寮 2 號高架橋(北)	03374455BORN	208	田寮 2 號高架橋	03376275RORG	374K+445.1~378K+105.1	440+330+295+200+280+330+200+200+295+330+280+280+200	3,660	15.15	連續(鉸接/剛接)	就地澆注懸臂工法/預鑄節塊逐跨工法	58,926	懸臂	淺基	單柱	淺基井基	90.00	○	
280				田寮 2 號高架橋(南)	03374455BORS				374K+445.1~378K+105.1	440+330+295+200+280+330+200+200+295+330+280+280+200	3,660	15.15	連續(鉸接/剛接)	就地澆注懸臂工法/預鑄節塊逐跨工法	58,926	懸臂	淺基	單柱	淺基井基	90.00	○	
281	高雄支線	岡山工務段	C392	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	209	高雄環線高架(三)橋	10010211RORG	7K+979~12K+443	210+240+246+222+295+205+295+200+200+205+205+295+240+240+240+240+240+200+246	4,464	17.6~13.6	連續(鉸接)	支撐先進工法	64,636	懸臂	淺基	單柱	淺基樁基井基	90.00	○	
282				高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW				7K+979~12K+443	210+240+246+222+295+205+295+200+200+205+205+295+240+240+240+240+240+200+246	4,464	18.08~13.6	連續(鉸接)	支撐先進工法	64,812	懸臂	淺基	單柱	淺基樁基井基	90.00	○	
283			C391	過水橋(典寶溪)(東)	10014207RORE	210	過水橋(典寶溪)	10014207RORG	14K+102~14K+313	(35.3+2@35)+(2@35+35.3)	210.6	15.15	簡支	預力混凝土 I 型梁工法	3,190.6	懸臂	樁基	單柱壁式	淺基樁基	120.27	○	
284				過水橋(典寶溪)(西)	10014207RORW				14K+102~14K+313	(35.3+2@35)+(2@35+35.3)	210.6	15.15	簡支	預力混凝土 I 型梁工法	3,190.6	懸臂	樁基	單柱壁式	淺基樁基	120.27	○	
285				跨越橋(高 45)	10014864OORG	211	跨越橋(高 45)	10014864OORG	0K+128.3~0K+219	22+47+22	91	10.8	連續(剛接)	就地澆注懸臂工法	982	懸臂	淺基	單柱	淺基	90.00	○	

連續：

CH	連續-鉸接
CR	連續-剛接
S	簡支
QH	懸臂簡支(外挑懸臂梁)
CH	中央鉸接(純懸臂梁)

工法：

ASM	支撐先進工法	PCU	預鑄預力混凝土 U 型梁工法
ILM	節塊推進工法	PCVS	中空混凝土板梁工法
SS	就地澆注逐跨工法	RC	鋼筋混凝土梁工法
BC	就地澆注懸臂工法	RCS	鋼筋混凝土板梁工法
PS(SS)	預鑄節塊逐跨工法	PROP	預鑄斜撐板梁工法
PS(SS,E)	預鑄節塊逐跨工法(外置預力)	ST	鋼梁工法
PS(BC)	預鑄節塊懸臂工法	ARCH	拱橋
PCI	預鑄預力混凝土 I 型梁工法	PI	π 橋
CIP	就地支撐澆注工法	CABLE	斜張橋

附錄二　高公局審查意見與顧問公司辦理情形

第M31標
初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
林安彥委員			
1.	第2-1頁，第二章「工程範圍」	本工程合計69座橋梁，基本資料及結構型式詳表2.1-1，經查本報告並無該表2.1-1，請補正。	遵照審查意見辦理；基本資料(含結構型式)將於後續報告中補充。
2.	第3-1頁，第3.1.2「支承及防落橋梁設施評估」一節	評估內容僅陳述防落橋長度、剪力鋼棒、RC止震塊、及金屬支承，尚缺防震拉條（包括鋼棒防震拉條steel bar restrainer及鋼鉸索防震拉條cable restrainer）評估，請補充說明。	考量本工程僅少數橋梁設有防震拉條，及依據第一期工程耐震補強施工之經驗，為確保本工程防震拉條能發揮預期功能，建議全部予以抽換，若有不足則予增設，故既有防震拉條已直接納入細部設計抽換補強。
3.	第4-49頁	表4.8-1，請註記實心圓及空心圓代表意義。	遵照審查意見辦理；表4.8-1中實心圓及空心圓代表之意義，**實心圓代表「容量需求比C/D<1」，空心圓代表「容量需求比C/D≧1」**，請參見4.8節說明。
4.	第5-6頁	既有橋梁防止落橋系統設計，主要考量第5點：防震拉條材料可採用鋼棒或鋼鉸索，請補充說明使用該兩種材料之適用場所、及優缺點。	遵照審查意見辦理；防震拉條材料主要採用鋼棒或鋼鉸索，其選用之原則可根據所需之拉力、設置方法及配置而定。鋼棒式防震拉條為留設足夠可動距離，鋼棒需配合設置螺旋彈簧，且因鋼棒不可彎折，抗剪能力較低，故設計時須考量受力之方向性；鋼鉸索則因具可撓性，可多支成束配置，受力方向較具彈性，惟其可動距離需藉由較長之鋼鉸索配置，以提供足夠之伸長量。
5.	第5-24頁，第5.2.4「RC帽梁及接頭之補強設計方法」一節	連接梁（Link Beam）工法為帽梁補強有效之工法，請補充說明連接梁工法與鋼板包覆工法、鋼筋混凝土包覆工法、與FRP包覆工法之適用場所、及優缺點。	遵照審查意見辦理；鋼板包覆工法、鋼筋混凝土包覆工法或FRP包覆工法之目的在於補強橋柱，提升各方向圍束及剪力強度，以確保橋柱於大地震時發揮其韌性。而增設連梁工法則是藉由結構系統改變，有效降低既有帽梁之受力，一般於帽梁補

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			強空間受到嚴格限制及施工困難時，採用此補強策略；故增設連梁工法與橋柱包覆工法兩者之功能並不相同。
6.	第5-102頁，第5.9.3「耐震補強方案一」	碧潭橋既有混凝土之裂縫與白華擬採「水泥基滲透結晶防護塗層塗裝」，使用該塗裝是否即無需瞭解裂縫之寬度或深度？又白華應為裂縫滲水之裂縫末端現象，若僅塗裝白華之結構面，裂縫前端未處理，是否足以阻絕有害物質繼續侵入結構物？請補充說明。	遵照審查意見辦理；碧潭橋主橋之保護塗層塗佈，主要考量採**「預防性維護策略」及配合碧潭風景區之景觀需求**，針對混凝土細微裂縫及增加結構之耐久性(如抗中性化、抗氯離子及水份侵入等)。 碧潭橋於主橋混凝土表面防護塗層塗佈施工前，承商需依現場實際狀況，配合設計圖說及工程司代表指示原則，調查、測繪主橋需進行混凝土劣化(如裂縫、剝落、蜂窩或鋼筋鏽蝕)之修復區域，並依據設計圖ST-031~ST-033之規定，提送混凝土劣化修復施工計畫書，送經工程司代表核准後，進行混凝土劣化之修復施工。承商於完成混凝土劣化修復施工，並經工程司代表驗收通過後，始得進行主橋混凝土表面防護塗層塗佈施工。 另本計畫碧潭橋之全橋保護塗層施工方案，初步設計階段原始主要考量兩種混凝土保護塗層系統，(1)水泥基滲透結晶防水塗層(Cementitious Capillary Crystalline Water-proofing Materials, CCCW)、(2)符合歐盟最新混凝土修補規範EN1504-2之保護塗層系統(Protection Coating)；其中，水泥基滲透結晶防水塗層之廠商，經調查國際已有法國VANDEX、加拿大XYPEX、KRYSTOL、新加坡FORMDEX、美國PENETRON、德國KOESTER、BASF、法國DIPSEC及澳大利亞CRYSTAL等，此外，中國大陸亦因訂有**中國國家標準GB18445-2001「水泥基滲透結晶型防水材料」**後，已有數十家生產廠商，**日本則由建築學會訂定JASS-8「矽酸質系滲透結晶型防水材」**後，亦有如日本PANDEX及日本SIKA等多家廠

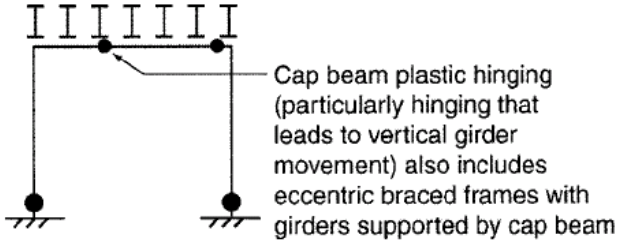
項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			商，故在材料採購供應上並無問題，但各國廠商所提材料規範對滲透結晶之檢驗，較無國際上較公認可接受之規定，國內的施工案例(如台北市新生高架橋改善工程)主要是參考加拿大XYPEX之建議，採用如SEM(Scanning Electron Microscope)掃描式電子顯微鏡及EDS(Energy Dispersive Spectrometer)能量散佈光譜儀及X射線(XRD)綜合分析法，確認結晶滲透深度>30mm的做法，雖可達到材料品管的要求，但此方法並未為中國大陸GB18445-2001與日本JASS-8所採用，**故現階段對滲透結晶深度檢驗之實務可行性，仍尚有多方不同的意見；此外，考量橋梁結構並未如地下結構或擋土壁結構，常需有抵抗負水壓的設計需求，故對滲透結晶之防水功能，一般不是必要的性能要求，綜上所述，本計畫碧潭橋之全橋保護塗層系統，應無需特別要求滲透結晶之特性，故建議以採用符合歐盟最新混凝土修補規範EN1504-2之保護塗層系統，防護塗層之材料可採用壓克力聚合物(Acrylic Polymer)或水泥基(Cementitious)等組成之塗層系統，噴塗或刷塗於混凝土表面，使其成為一完整防護塗層，依據EN1504-2初步擬訂之保護塗層性能規定有：** **1. 抗二氧化碳擴散能力(Permeability to CO_2)** **2. 水氣滲透能力(Permeability to water vapor)** **3. 抗水分滲透及毛細作用(Capillary absorption and permeability to water)** **4. 接著強度(Pull-off test，Flexible or Rigid System)** **5. 裂縫承載力(Crack bridging ability)** **6. 耐候能力(Artificial weathering test)**

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
7.	第7-24頁，7.2.3「第一期工程回饋經驗檢討」	本節內容多偏重於技術層面，建請包括有關工務層面之經驗，例如為單價分析需要之假設條件（使用之材料或機具之種類及數量），實際施工時，若承商採另一工法，並未依單價分析內容施工如何處理？例如汐五拓寬工程圓山橋標案，反循環樁工項單價分析中使用泥漿固結劑，實際上施工並未使用，應如何處理？應明確規範，以免造成不必要困擾。	遵照審查意見辦理；依據一期耐震補強工程經驗，承包商本於其施工設備、人力、機具及現地環境之差異，確有部分工項之實際施工方式與設計階段之假設不同。考量在符合設計功能、減輕施工風險、避免環境破壞及減少施工爭議等前提，建議之處理原則為： 1. 依據一期工程之設計、施工及監造經驗，訂定合理可行之施工方式，並據以評估適當之材料、工率、機具及假設工程等需要。 2. 按前項評估結果做為各工項單價分析表製作依據，其中細項附屬材料、人工及機具等，將評估以併入主要分析項目方式辦理。 3. 各施工範圍中，其實際施工方式可能與單價編列原則不同之項目，其規範之計價說明，將視各工項特性，加註必要之說明。
8.	第9-1頁	現階段結論第二點，橋梁擴展基腳補強考量因素，尚包括中山高邊坡及路肩開挖等限制，查本標工程範圍均在國3及國5，何以涉及國1？請補充說明。	遵照審查意見辦理；因本標工程範圍包含汐止系統交流道，故中山高速公路(國道1號)相關路段之限制條件亦應納入考量。
黃俊鴻委員			
1.		淺基礎之補強建議採用鋼管微型樁，不建議採用抗拉地錨，這是基於補強方法可靠性的考慮。	遵照審查意見辦理；本計畫既有基礎抗拉拔力不足之補強策略，原則上將以採用高強度微型樁(High Capacity Micropile)為主，基於全生命週期管理思維，**考量基礎抗拉地錨(Tiedown Anchor)之長期耐久性，將僅於橋址直接基礎有良好之岩盤承載層，且地下水位低時，才評估採用基礎抗拉地錨，做為直接基礎抗拉穩定性之補強方案**。
2.		各構件補強修復之損失比，是否能估計出來，對未來TEM或TELES系統之橋梁震害損失估計。	1.本計畫可行性研究階段，即與國家地震工程研究中心(NCREE)合作，參考美國HAZUS-99，與NCREE合作於HAZ-Taiwan系統中，將高速公

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			路橋梁分為8個類型(TYPE1~8)，求得各類橋梁「**非耐震設計**」及「**耐震設計(或補強後)**」之損害比，並已將研究範圍橋梁資料納入該系統中。 2.另國家地震工程研究中心為擴充HAZ-Taiwan系統之軟體功能，已成功研發「**台灣地震損失評估系統(TELES)**」；本工程耐震補強後，將可符合現行規範要求，未來可配合國家地震工程研究中心TELES系統或中央研究院地球科學研究所正發展中的**TEM系統(台灣地震模型Taiwan Earthquake Model)**之需要，經高公局同意後提供相關必要之資料。
3.		請補充說明土壤液化對基礎補強設計的影響。	遵照審查意見辦理；本標工程橋梁耐震詳細評估及後續補強細部設計，均依據土壤液化評估結果，將土壤強度與彈簧參數做適當之折減，以為詳細評估及補強設計之依據。
4.		橋梁受震消能機制，可由支承、梁、柱及基礎，報告中宜說明損害機制的傳遞。	1. 由於橋梁支承於帽梁，大地震時若帽梁嚴重損壞或產生塑鉸，其災後復舊與補強均較為困難且費時較久，影響高速公路生命線救災道路功能，故本工程帽梁之補強原則，以使塑鉸產生在橋柱，不要發生在帽梁為目的。 本工程依據國家地震工程研究中心「公路橋梁耐震評估及補強準則(草案)」(98年12)第6.2節「**垂直行車向地震下，當柱頂與柱底產生塑鉸，帽梁引致之內力，常會發現帽梁彎矩強度不足、剪力強度不足與鋼筋之伸展長度不足，無法在上述柱產生塑鉸下不致破壞。帽梁補強的方法，基本上有兩種，一為降低帽梁內力需求之補強；二為增加強度之**

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			補強，...」，以及美國FHWA Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures：Part 1-Bridges (January 2006)第9.3節、AASHTO「Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design, 2nd Edition(2003)」第3.3節之規定(參見下圖)，對於強度不足之既有帽梁，採RC包覆補強工法，據以限制塑角發生於較易修復之橋柱。  Fig. 3.3-3 Earthquake Resisting Elements that are **not** Recommended 2. 本工程橋梁耐震補強，以確保橋柱能充分發揮其韌性為目標，依據**「容量設計法理念」**，以橋柱產生塑鉸或未折減地震力之小值所引致之柱底力量為基礎耐震補強之地震力需求，確保基礎補強後橋柱能充分發揮其韌性。 依據本計畫**「橋梁耐震評估及補強設計原則(定稿本)」(100年8月)**第九條：基礎之補強設計考量重點之規定，基樁補強設計時，基樁的承載力可利用到土壤之極限承載力，另對於具多排的群樁而言，因群樁不會在第一根樁達到土壤極限承載力時就破壞，基樁在塑鉸產生後所需之設計強度可依據國工局頒行之「公路橋梁耐震設計規範之補充研

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			究」中之「基礎土壤承載力設計準則補充研究」之規定檢核；至於其它直接基礎與沉箱基礎(井式基礎)之檢核，則參據交通部98年6月29日函頒修訂第4.4節「基礎之設計力」解說條文之規定檢核。 對於特殊的情形，將進行詳細的非線性分析，求得群樁整體破壞時所能抵抗的外力作為群樁的極限強度時，只要補強後的群樁極限強度乘以適當的強度折減因數後，大於橋柱塑鉸產生時傳入基礎的力量，則基樁之補強設計應可接受。 此外，參考**國家地震工程研究中心100年8月研擬「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」**第8.6.1節基礎耐震性能要求之條文及解說，進行橋梁結構耐震性能檢核時，在中度地震與設計地震(475年回歸期)作用下，基礎耐震性能應保持彈性或可修復階段，在最大考量地震(2500年回歸期)作用下，基礎部分構件可進入非線性反應，但整體基礎反應仍應保持在第8.6.2節所定義之基礎降伏狀態以內為原則；**而對於橋墩強度遠大於基礎強度，或地層發生液化的情況下，得允許基礎超過降伏狀態，但仍應使基礎損害控制在可修復範圍。**
5.		補強完，各構件在設計地震與最大考量地震之C/D到底如何？	本工程細部設計階段，將針對各構件之補強細節進行細部設計，再據以評估檢核橋梁耐震補強完成後，是否可符合規範各性能等級之要求。
6.	表5.7-1(P.5-59)	基礎補強部份，是否再區分為淺基礎與樁基礎部份。	遵照審查意見辦理;後續報告將區分為淺基礎與樁基礎兩部份進行統計。
7.		基礎需補強的設計因素為何？如淘刷、抗拉拔、樁材強度不足。	本工程基礎詳細評估內容及成果，請參見報告書第3.1.6及4.4節說明，其中任何一項評估結果若有不足，均為該基礎耐震補強設計的考量因素。至於河川橋沖刷之考量方式，依據本計畫「橋梁耐震評估及補強設計原則(定稿本)」(100年8月)第三條(二)之規定，本計畫橋梁耐震評估之基面，

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

<table>
<tr><th>項次</th><th>章節(頁次)</th><th>審查意見</th><th>顧問公司處理情形</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>對會因洪水沖刷之河床，其基面則設定於沖刷面之下。惟在大地震時，不必考慮最大洪水位之沖刷，但需考慮常水位之沖刷，依據AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges (2002)」第4.4.5.2節之規定，耐震評估時應考慮最大沖刷深度之50%。</td></tr>
<tr><td colspan="4">黃震興委員</td></tr>
<tr><td>1.</td><td></td><td>一高及二高為極重要之交通動脈，在2500年地震作用下應不僅不崩塌及不落橋之要求而已，應該在其性能要求下加入“採取緊急措施下，仍可局部通車”之要求。</td><td>依據本計畫「橋梁耐震評估及補強設計原則(定稿本)」(100年8月)第五條耐震補強之標準：國道高速公路既有橋梁之耐震補強標準應以再服務年限達50年為原則，並應考慮河川沖刷與邊坡穩定之影響；考量高速公路做為台灣最重要之生命線救災道路，本工程橋梁耐震補強性能準則(Seismic Performance Criteria)，如下表所示：
<table>
<tr><th>地震力等級</th><th colspan="2">工址水平譜加速度係數</th><th>耐震理念</th><th>服務性能</th><th>損壞等級</th></tr>
<tr><td><u>中度地震:</u>
設計地震/3.25</td><td colspan="2">依行政區劃分
回歸期475年地震之1/3.25</td><td>結構保持彈性</td><td>震後正常通行</td><td>輕微</td></tr>
<tr><td rowspan="3"><u>設計地震:</u>
回歸期：475年
50年超越機率:10%</td><td colspan="2">依行政區劃分</td><td rowspan="3">構件產生塑鉸，發揮容許韌性容量</td><td rowspan="3">震後有限通行</td><td rowspan="3">可修復</td></tr>
<tr><td>S_S^D</td><td>0.80、0.70、0.60、0.50</td></tr>
<tr><td>S_1^D</td><td>0.45、0.40、0.35、0.30</td></tr>
<tr><td rowspan="2">最大考量地震:
回歸期：2500年</td><td colspan="2">依行政區劃分</td><td rowspan="2">結構韌性容量完全發揮，但橋梁</td><td rowspan="2">震後緊急通行</td><td rowspan="2">嚴重</td></tr>
<tr><td>S_{SM}</td><td>1.00、0.90、0.80、0.70</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			上表中之**中度地震、設計地震及最大考量地震(MCE，Maximum Credible Earthquake)，係依據交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」(97年11月)之地震分區辦理**。另橋址鄰近活動斷層之地震力考量：依據經濟部中央地質調查所99年5月公布之斷層資料，本工程範圍內國道高速公路部份橋梁距離曾經引致大規模地震之第一類活動斷層較近，依據交通部「公路橋梁耐震設計規範」第2.4及2.5節之規定，此部份橋梁必須考量**新城斷層、獅潭斷層與旗山斷層**之活動斷層近域效應。
2.		擴大基礎及增加基樁的補強方式非常昂貴，施工難度亦高(例如過河橋)，其使用時機應在已無其他方法可用時才採用。	遵照審查意見辦理；本標工程細設階段將在規範規定之允許範圍內，檢討系統補強策略(如隔震、消能、反力分散或位移拘束工法)之可行性，以降低基礎補強需求，茲將其說明如下： 於第M31標初步設計階段，針對新店高架橋之金屬搖擺支承，研擬採用摩擦單擺支承(Friction Pendulum Bearing)隔震補強策略，**依據詳細之非線性歷時分析，其設計位移需求約為50cm(橫向)及60cm(軸向)，隔震週期約為5.1秒**，下部結構及基礎確可免除大規模之補強施工，但既有伸縮縫必須更換為大位移量之伸縮縫，如德國Maurer Swivel-Joint Expansion Joint，或Caltrans新發展之Seismic Joint，由於將既有小位移量伸縮縫更換為大位移量伸縮縫，必須拆除梁端橋面板及側跨主梁結構，爭取有效位移空間，對國道主線之交通衝擊過大，故經高公局召開第M31標初步設計成果審查會之深入討論後，新店高架橋已決定不採用更換摩擦單擺支承之隔震補強策略。 至於其它PC箱型梁橋，考量既有盤式支承之更換十分困難(註：在橋面交

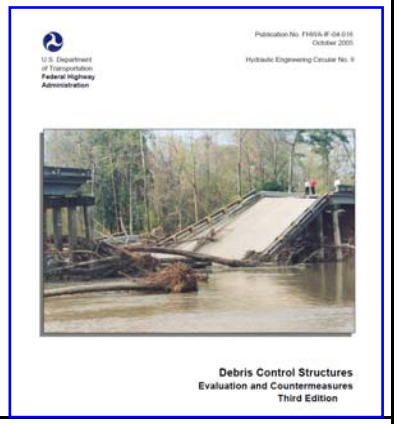
國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			通不封閉的條件下，無法頂昇大梁設置錨碇螺栓)，許多橋梁之橫向地震力評估已無法符合規範要求，僅單向隔震之效果有限，且相鄰梁端預力端錨頭間之有效空間不足，致使無法更換為大位移量伸縮縫，採用單向隔震補強策略確有其困難度，故本計畫第M31標之PC箱型梁橋，不建議採隔震補強策略。 另外，本計畫第M31標有多座橋梁規劃採用**地震力量分散裝置、液態黏滯性阻尼器(消能減震)與位移拘束工法**之系統補強策略，將可減少基礎補強之需求，降低補強工程經費。
3.		隔震補強在考慮：(1)位移增加、(2)伸縮縫須改為具專利或昂貴之大伸縮縫、(3)施工需將上部結構Jack up，可能影響交通、(4)在高度考量上，僅FPS(Friction Pendulum System)較具可行性等諸因素，建議採用時須多方考慮。	遵照審查意見辦理；請參閱上述第2點之回覆說明，本標工程新店高架橋耐震補強初步設計，已分別採強支承補強及隔震補強兩方案進行相關評估與建議，並經審查會議結論後續採用方案一(以強支承補強)辦理新店高架橋補強細部設計。
4.		分散水平力之作法可分為二： (1)hinge→rubber bearing加上防落裝置、(2)可移動支承加設STU或稱Lock up device。第一種方式日本常採用，可行性高，第二種方法，須檢核加設Lock up device之後，原使用可移動支承之橋墩所增加的地震力的需求。	遵照審查意見辦理；本標工程於研擬耐震補強策略時，將依據各橋梁之現況特性，考量各種分散地震水平力之方式，就其施工空間、交通維持及原活動支承端橋墩基礎之耐震能力等，進行相關分析評估，以確認其安全性及經濟性。 **若採增設STU(或稱LUD)造成原活動支承端橋墩基礎之耐震能力不足時，將再評估改採液態黏滯性阻尼器(FVD)降低地震力需求之可行性。**
5.		減震設計若採用Viscous Damper(黏性阻尼器)，由於其不具勁度且可增加阻尼比，可減少整體橋梁的地	遵照審查意見辦理；請參閱上述第4點之回覆說明，本標工程已有多座橋梁規劃採用**地震力量分散裝置、液態黏滯性阻尼器(消能減震)與位移拘**

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
		震力反應，日本及美國已有諸多應用案例，應該加入為補強的手段之一。	**束工法**之系統補強策略，將可減少基礎補強之需求，降低補強工程經費。
陳賜賢委員			
1.		本案橋梁類型屬性，其中河川橋梁佔50%以上，有關河川強橋梁下部基礎損害原因模式探討及其因沖淤變化所導致耐震能力降低，在3.4節並未依河川特性，橋梁落墩周邊河床及河川環境分別加以說明。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.本計畫之河川橋梁沖刷分析，係依各橋梁所在之河川特性、周邊河床保護情形，依據交通部頒「公路排水設計規範」(98年12月版)中規定，考量橋墩局部沖刷、束縮沖刷、河床質移動層厚度及長期沖刷等四項，分別加以分析加總，做為本標工程設計依據。 2.本計畫在規劃階段已針對各河川特性作較詳細之分析說明，其成果將於後續各標納入初設報告說明。
2.		同上，在3.4節或在5.4節，沖刷評估及對策內容皆為一般性原則說明，未針對重要橋梁特別是跨越中央管河川，其耐洪、沖淤評估計算參數並未在報告內說明，僅於簡報提出沖刷深度，至於其計算方式，採用參數，並未詳細說明，特別是經濟部有跨河橋梁評估規範(99年版)或交通部運研所99年亦有較新規範報告，建議依上述規範加以評估。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.本標工程主要參考各河川治理(規劃)計畫之資料與數值，再依據交通部頒「公路排水設計規範」之要求(如前點回覆所述)予以分析。其計算方式、採用參數及沖刷深度評估結果，請參見本標工程初設報告3.4節及4.6節之說明。 2.經檢討交通部運研所**「橋基保護工設計規範(草案)」(99年3月)**第3章河川特性及沖刷機制評估之內容，其分析原則與交通部頒「公路排水設計規範」相仿，故建議依現行交通部頒「公路排水設計規範」進行分析評估。
3.		有關河川橋梁下部基礎評估應包括沖刷與淤積，建議3.4節與3.5節(土石流)應合併探討，並將漂流木對	遵照審查意見檢討說明如下： 1.由於初步設計報告書第3.4節沖刷評估係針對河道中落墩之橋梁進行分

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
		橋梁衝擊影響，一併納入下部結構耐震評估，建請參考美國聯邦公路總署(FHWA)之評估方式評估。	析，而第3.5節則針對土石流潛勢溪流進行分析，於本標工程之狀況皆分屬不同河道、不同橋梁，故不建議宜合併探討。 2. 參考**FHWA-HEC9「Debris Control Structures Evaluation and Countermeasures, 5rd Edition(2005)」**，檢核本標工程之工址條件，對位於強震地區之河川橋，漂流木對橋梁之衝擊，相較於沖刷及地震對橋梁影響較小；本計畫河川橋沖刷之考量方式，依據本計畫「橋梁耐震評估及補強設計原則(定稿本)」(100年8月)第三條(二)及**AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges (2002)」第4.4.5.2節之規定，耐震評估時應考慮最大沖刷深度之50%。** 
4.		相關初步設計報告內容皆著重於橋梁上部結構，此部份做的非常完整，惟對於橋梁(跨河)其下部耐洪耐震評估探討較少，建議參酌經濟部水利署第十河川局之河川縱剖面之縱斷面圖加以套繪及評估。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.本標工程河川橋之河川沖刷評估結果，已整理於初步設計報告書第4.6節中，**橋梁耐震評估則依據部頒「公路橋梁耐震設計規範」C1.4節，以局部沖刷值之一半為基面進行評估，橋梁下部結構各構件評估結果**，請參見初步設計報告書第四章之說明。 2.本計畫於工程規劃階段，部份河川橋曾就河川局提供之河川斷面資料及高公局測量橋址斷面資料進行套繪，惟因兩單位之測量斷面位置並不相同，套繪後部份橋梁差異甚大。考量近年來國道河川橋附近之河

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			川斷面測量資料已較為完整，**本標工程除了參考河川局提供之河川斷面資料外，補強設計之河川斷面，主要以高公局提供多個年度之測量資料、竣工資料，以及本公司今年度實測之河川斷面及高程進行套繪，做為耐震評估補強之依據**。
5.		跨越河川橋梁補強構台或便橋需辦理河川公地申請使用及一維水理分析，建議需評估構台、便橋尺寸及預算編列。	遵照審查意見辦理；本標工程細部設計將依據施工需求進行構台及便橋配置，並估計其尺寸，做為預算編列及河川公地申請之依據。
6.		北二高基隆河橋，目前包括中山高橋、匝道7跨越橋，橋距離似較近，有關橋距離互為沖刷影響而需補強或改善，及基隆河橋下部耐洪耐震評估，建議應詳細評估(最小橋梁間距、橋梁密集排列互為沖刷影響評估)。	遵照審查意見辦理；經檢核汐止系統交流道區國道1號、3號跨基隆河之多座橋梁，除匝道7跨北側基隆河橋以外，其餘橋梁皆順水流方向佈設，就沖刷公式而言，其計算值並不會因多座橋梁而有所有不同；另對於匝道7跨北側基隆河橋，因該橋梁以斜向穿越基隆河，本標工程以垂直水流投影面做沖刷計算，藉以保守估算各橋墩間束縮水流之影響，應已合理保守估算其沖刷深度。
7.		附錄四規範高壓噴射樁(俗稱J.S.P或J.S.G)，其方法目前已演進到機械擴樁+高壓噴射甚至包含斜灌，其配比、佈孔及速凝劑等皆有較新資料，建議應加以更新，供承包商使用。	遵照審查意見加以檢討說明如後；本工程後續設計階段，將視實際補強設計之工程內容，檢討將最新發展之高壓噴射樁施工技術納入考量，以符合目前國內工程界之實務條件。
8.		既有橋梁基礎承載力評估是否有考慮河床為動床。	本標工程之河床沖刷評估，**係依據交通部頒「公路排水設計規範(98年12月)」，將河床質移動層厚度納入考量(採用Meyer-Peter, Muller公式進行評估)**，其評估結果請詳初設報告書之表4.6-1。
9.		簡報P43~P46所計算之沖刷深度究竟是清水沖刷或	遵照審查意見檢討說明如下：

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
		濁水沖刷，其現況沖刷深度是否與計算相符，有否進一步評估，特別是P42匝道1跨越北側基隆河橋，P2橋礎裸露，其裸露原因究竟是Local Scour或橋墩間距過密還是其他原因，建議探討及再提出適當補強工法。	1.基隆河河道現況穩定，由本計畫計算得知，匝道1跨越北側基隆河橋P2橋墩，其局部沖刷機制較其它沖刷項目明顯，其深度亦較大，故研判局部沖刷應為主因。 2.參照Laursen(1963)提出的V_{cr}公式判斷，本標工程大多皆屬**濁水沖刷**；依據本標工程所分析之沖刷情形，幾乎皆以**局部沖刷**為主要控制因素，而其公式之選用，係採用經國內學者研究為較適合本土河川之公式，其評估結果應屬合理的保守推估值。 3.本標工程河川橋因沖刷深度較大，影響其耐震能力無法滿足規範之要求時，主要將採用**增設大口徑場鑄基樁**之補強策略。
黃然委員			
1.		建議明確訂定水泥基滲透結晶材料或滲透型表面塗封材料規格，及使用該類防護材料的成本效益分析。	遵照審查意見辦理；請參見林安彥委員第6點審查意見之回覆說明，**本計畫碧潭橋之全橋保護塗層系統，因無需特別要求滲透結晶之特性，故建議以採用符合歐盟最新混凝土修補規範EN1504-2之保護塗層系統，防護塗層之材料可採用壓克力聚合物(Acrylic Polymer)或水泥基(Cementitious)等組成之塗層系統，噴塗或刷塗於混凝土表面，使其成為一完整防護塗層，依據EN1504-2初步擬訂之保護塗層性能規定有：** ■ 防護塗層之乾膜厚度：(1)採壓克力聚合物塗層系統，至少1mm以上；(2)採水泥基塗層系統，至少2mm以上。 ■ 防護塗層應具備下列特性： **(1) 防氯離子侵入：對氯離子有高抵抗力** **(2) 防中性化：阻止二氧化碳進入**

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

<table>
<tr><th>項次</th><th>章節(頁次)</th><th>審查意見</th><th>顧問公司處理情形</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>
(3) 透氣性：可使水蒸氣由結構表面釋出
(4) 耐久性：抗紫外線能力及抗風化作用
(5) 聯結裂縫：聯結襯底混凝土之裂縫
(6) 塗層顏色：須與主橋混凝土之顏色相近

<table>
<tr><th>項目</th><th>試驗方法
(或經工程司代表核可之同等規範、方法)</th><th>要求</th></tr>
<tr><td>抗水分滲透及毛細作用</td><td>EN 1062-3</td><td>w <0.1 kg/m^2 • h$^{0.5}$</td></tr>
<tr><td>抗二氧化碳擴散能力</td><td>EN 1062-6 或 ENGELFRIED & KLOPFER法</td><td>S_{D,CO_2}>50m(DFT約300~400μm)</td></tr>
<tr><td>水氣滲透能力</td><td>EN ISO 7783-1&2 或 DIN 53122</td><td>S_{D,H_2O}<5m(DFT約300~400μm)</td></tr>
<tr><td>初始裂縫承載力</td><td>EN 1062-7(METHOD A)或 ASTM C836</td><td>w>0.25mm(約-10°C)(A2等級)</td></tr>
<tr><td>動態裂縫承載力</td><td>EN 1062-7(METHOD B)或 ASTM C836</td><td>1000次循環不破壞(Δw≥0.05mm)(B2等級)</td></tr>
<tr><td>接著強度</td><td>EN 1542 或 CNS 10639</td><td>平均值 >15 kgf/cm^2, 最小值>10kgf/cm^2</td></tr>
<tr><td>耐候能力</td><td>EN 1062-11 或 ASTM G154</td><td>2000小時後不得有剝離、開裂、片狀剝落、粉化等現象</td></tr>
</table>

■ 承商於防護塗層塗佈施工前，應依據本標工程施工特定條款之規定，就欲採用之塗層材料系統(含塗層材料、塗層顏色、施工方式及養護作業等)，提出防護塗層塗佈施工計畫書(含施工架系統、環境保護及安全衛生計畫等)，送請工程司代表審核通過後方可施工。
</td></tr>
<tr><td>2.</td><td></td><td>建議敘明墩柱鋼板包覆補強工法之防蝕策略及成本效益分析。</td><td>遵照審查意見檢討說明如下：
1.本計畫基於經濟性及維護上的考量，對於RC橋墩補強工法之研選，建議是以RC包覆工法為原則，若因空間受限、橋墩造型或施工條件不適用RC包覆工法時，則採用鋼板包覆工法或FRP包覆工法，詳細說明請參見初步設計報告書5.2.2節。</td></tr>
</table>

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			2.有關墩柱鋼板包覆補強工法之防蝕策略，本計畫主要依據包覆橋墩之環境條件，**一般陸地橋墩之包覆鋼板，採油漆塗裝防蝕，若與水有接觸可能時(地面覆土以下或河川橋)，分為第一型及第二型防水處理**，詳細運用情形及相關規定，請參見初步設計圖ST-008及初步設計報告書附錄四第07150章特訂條款。
3.		缺表4.5-1基礎評估與帽梁強度評估(詳列於4.4.1)，請於報告中詳述理念評估結果。	遵照審查意見辦理；本標工程帽梁強度評估與基礎強度與穩定性評估方法及理念，請參見初設報告書第3.1.5及3.1.6節之說明，各細項評估結果已依委託技術契約規定，另案提送「耐震分析評估報告書」，於初設報告書表4.4-1中，則摘要整理各評估單元所有基礎及帽梁評估結果中容量需求比值最低者，做為評估結果之說明。
葉韓生副總工程司			
1.		為避免施工便道、臨時施工構台等假設工程與現況差異太大，請顧問公司加強現況調查並請各工務段協助詳細比對。	遵照審查意見辦理；後續細部設計將依據補強設計之實質工程內容，詳細規劃施工便道、臨時施工構台等假設工程，並加強與工址現況條件之比對確認，以避免因與現況差異太大，影響補強設計之正確性與施工性。
臺鐵局專案工程處			
1.		有關光復街迴車道永久改道動線，本處預計於101年2月完成。	敬悉，本標工程後續細部設計將以光復街迴車道永久改道動線已完成之情境，進行施工規劃。
2.		請於開工前將施工計畫書送鐵路局審查，並於設計圖上標示相關墩柱基礎與鐵路設施距離。	遵照審查意見辦理；本標工程若有鄰近鐵路施工情形，均將依據相關規定，於設計圖上標示相關墩柱基礎與鐵路設施距離後送審。
3.		新台五路跨越鐵路橋P1橋墩補強時宜注意既有鐵路管線之佈設。	遵照審查意見辦理；經查「南港專案第三細部設計標北二高跨越橋至大坑溪段工程」UT管線圖，**新台五路跨越橋補強基礎施工範圍內並無既有台鐵管線之佈設**。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
拓建處			
1.	Chap5.5.1	略以…規劃設計時將把握下列基本策略均為決定補強方式之重要參考因素，本處建議增加1項策略即：對於座落於市區或道路之橋梁，將配合當地交通狀況設計耐震補強方式，避免補強施工佔據道路過鉅影響用路人應有之路權。	遵照審查意見辦理；本計畫國道橋梁除跨越山谷及河川渠道外，座落於市區或道路旁之橋梁甚多，橋墩(台)緊鄰地區道路，基於結構補強之經濟合理性及基本施工空間需求，實難完全避免補強佔用道路施工。惟為避免補強施工造成當地嚴重交通衝擊，設計時將依據當地交通狀況及有無替代道路等，列為耐震補強方案之首要考量因素，並規劃配套之可行交維方案，以儘量避免或降低其影響。
2.	Chap5.2.3	地錨：不論錨錠段或自由段之填滿灌漿，如何確保填滿？至為重要，因此檢驗地錨除了抗拉拔之試驗外，如何檢驗灌滿將成為地錨防蝕及永固之關鍵因素。以往僅靠灌漿流出孔檢視已證實無法100%確保，所以請設計單位於此項設計時將灌滿之檢視方式明列。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.有關預力地錨之錨錠段或自由段檢驗灌漿是否填滿，影響地錨防蝕能力甚鉅，按過去地錨鋼腱腐蝕檢討案例，以自由段鋼腱腐蝕之機率較大。為避免設計年限前發生鋼腱腐蝕現象，施工前檢查及施工程序遠較完工後檢驗更為重要。施工前檢查及施工程序主要注意事項包括：各部件是否妥善、鋼腱是否有油脂鐵銹、灌漿材料及摻料是否合格、封漿處理是否確實、灌漿壓力及速度是否符合規定、鋼腱是否扭曲變形等，若各項細節均按施工規範及施工計畫書之規定，則地錨防蝕能力將可確保。 2.另有關完工後檢驗，　貴局須施工技術規範無檢驗規定，僅以目視方式確認漿液由承鈑孔溢出，似有不足。**本標工程將視設計內容，於特訂條款該章增加拉力前、後增做絕緣防蝕電阻檢驗等規定。** 3.考量　貴局另有其它邊坡保護細部設計計畫尚在執行及核定階段，後續將參考其核定規範內容，納入特訂條款。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
3.	Chap5	所述所有構件之補強漏列了各橋台及橋台背填狀況評估，需不需要評估請明確說明，另外員高段對於軟弱地層使用過微粒水泥灌漿，效果及施工性頗佳，本標（本期）工程亦應納入使用。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.本標工程若採位移拘束工法補強時，縱向地震力均直接傳導至橋台牆身本體構造，背填土之狀況對其影響有限，故無需列入評估；橋台結構則依據其承受地震力之機制，加以評估及補強設計。 2.**本標工程若經評估有軟弱地層改良需求時，將把超微粒水泥灌漿納入考量。**
4.	Chap7.7.3.2	已有施工中橫交道路之交通被佔用狀況之評估，惟經細讀之後，似乎本工程經結構分析後先決定了補強方式再將補強方式套至現場，接著就評估佔用多少道路…等敘述，以目前民意及路權高漲的年代，請設計單位反向思考，先就現場道路之狀況為要因，再評估道路所承受之干擾為限制，再來設計補強之方式才能符合現況之交通。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.為滿足「國道橋梁做為台灣地區生命線救災道路」之耐震補強定位，本工程規劃設計須符合「耐震能力不足之橋梁進行補強時，應尋找最適當且經濟方法，將耐震能力提昇至足夠之標準」的基本原則。 2.本標工程耐震補強之策略研擬，將就各橋梁系統配置、補強實際需求、經濟性、可靠性、交通維持、管線及施工性等因素綜合考量，採用**系統補強、增加構件或構件補強**等方案彈性思考與運用；並以不增加路權需求，確保民眾通行及降低施工中國道主線或地區交通衝擊等原則辦理補強設計。
5.		初步設計圖僅有高速公路之交維佈設圖，橫交之地方道路交維布設圖則請先洽各地方政府，並依地方政府之交通維持規定設計於本標設計圖中。	遵照審查意見辦理；本標工程橫交地方道路之交通維持，經初步檢視影響較為輕微，細部設計階段交通維持佈設圖將依各地方政府規定辦理。
6.	P.5-17	HMP優點「…低噪音…」，實際施工清孔時，施工噪音擾人。	初設報告書文中所述高強度微型樁應用於橋梁基礎之耐震補強，其主要優點包括「具低振動及低噪音之特點，適合都會區之施工環境」，係相對於鋼管樁等其它大口徑基樁型式而言，另其施工噪音亦與施工方式及所使用之機具有關。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
7.	P.5-23	圖5.2-18鋼套環PL17,A36，此規格在現貨市場不便取得，在M12標曾有爭議。	遵照審查意見辦理；細部設計圖已將鋼套環板厚從17mm調整為19mm，以方便承商於現貨市場取得。
8.	P.5-102	7.2特訂條款研擬碧潭橋水泥基滲透結晶防護塗層塗裝，此塗裝工法：是否專利？如何驗證(收)？可施作此工法的廠商有多少？是否有其他功效相當的工法可替代？特訂條款研擬章節無相關內容。	請參見林安彥委員第6點及黃然委員第1點審查意見之回覆說明。
9.	P.7-8~P7-11	施工技術規範各章應用於耐震補強工程一覽表，建議增加章節： 02231 清除及掘除 02897 路權界樁及都市計畫樁。	遵照審查意見辦理；細部設計將於施工技術規範各章應用於耐震補強工程一覽表，增加「02231 清除及掘除」及「02897 路權界樁及都市計畫樁」章節。
10.	P7-22	包覆鋼板外露防水處理及塗裝：「…河川橋或溝渠橋之包覆鋼板則自鋼板底緣至高水位以上100公分段，外表面塗布第二型防水處理…」。實際施工時，不易認定「高水位」確切位置，建議墩柱全支塗裝。	遵照審查意見辦理；**細部設計圖已改採「墩柱全支(全柱高)塗裝」，請參見圖ST-006~ST-008**。
11.	附錄四	附4.10第07150-3/4章3.(2)B.試驗及修補：針孔測試：以低電壓針孔測試器…「每一座依本防水處理規定施工之橋墩，分別依上述各項檢驗…」 「…低噪音…」。低電壓之數值請明確界定。低電壓作膜厚750μm以上測試，是否可行？每座橋墩型式互異，有單柱、雙柱、三柱…，每座橋梁有幾處檢驗數量請明確計算後詳列，並有對應給付。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.橋墩包覆鋼板表面第二型防水處理針孔測試，應以低電壓針孔測試器，其結果不得有針孔現象。其測試電壓可參考ASTM D4787，其檢測電壓建議計算公式為V=M*√Tc，其中(V：掃瞄檢測電壓(v)，M：參數，TC：測試防水膜厚度(mm))。以設計膜厚750μm而言，其參數M建議採3294，則檢測建議電壓V=3294*√0.75=2853v=2.85kv。 2.有關第二型防水處理完成後之膜厚、針孔測試及粘著力檢驗頻率，擬

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			修改如下：第二型防水處理每50m^{2}各測試一處，單一橋梁或未達50m^{2}者，至少測試一處；若測試不合格，則該同批施作之第二型防水處理應再每5m^{2}各測試一處，若全部合格，則該批視為合格，若仍有不合格，則該批視同不合格。
12.	Ch6	管線調查除公共管線外，請補充調查相關復舊請納入工程費用。	遵照審查意見辦理；除公共管線外，將於細設階段依據補強施工規劃，編列相關既有設施之復舊工程費用。
13.	P.7-32 7.3.2	施工中橫交地方道路之交通維持，地方道路之交通維持請周詳考慮；另日後道路相關設施復舊請納入工程費用。	遵照審查意見辦理；橫交地方道路之交通維持，將於細部設計階段辦理，道路相關設施復舊費用亦將納入工程費用編列。
14.		橋下調查設施資料建議納入報告中，另相關臨時設施包括施工便道、施工臨時改道、構台、便橋等費用應於預算書中估入。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.後續各設計分標橋下設施資料調查成果，將納入初步設計報告書中說明。 2.對於相關施工中臨時設施，包括施工便道、施工臨時改道、構台、便橋等費用已估列於初步設計預算中，請參見第八章；後續細部設計階段，將依設計圖之規劃詳細編列相關預算。
15.		地方道路交維亦要考量，並調查各地方政府相關規定。	遵照審查意見辦理；橫交地方道路之交通維持，將於細部設計階段依據各地方政府之規定辦理。
交通管理組			
1.		從最近工區事故案例，因施工路段線型調整、速限降低、車道及路肩寬縮減，成為潛在事故發生區域，後續細設時，除圖面符合最新版之「施工之交通管	遵照審查意見辦理；後續細設及監造相關作業，均將依最新版之「施工之交通管制守則」規定辦理。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
		制守則」規定外，應落實監造單位責任，檢視現場交維設施設置之正確性。	
2.		施工區域所縮減之車道及路肩寬應檢核符合相關規範要求。	遵照審查意見辦理。
3.		依顧問公司所進行交流道分析，新店高架橋現況從早上7點至晚上8點約8成左右時段之服務水準已降至最嚴重之F級，交通衝擊甚大，建議再評估適當施工方法、於夜間施工或提出有效之交通疏緩措施。	新店高架橋耐震補強之初步設計，研提有兩個方案，其中**方案一「強支承補強方案」不需進行主線交維，方案二「隔震支承補強方案」則需進行主線兩階段交維，交通衝擊高**。依本次審查會議結論2，新店高架橋後續細部設計原則採用方案一，以強支承補強辦理細部設計，故已無需配合進行主線交維。
4.		本工程後續請配合本局建置之施工通報平台，依其作業要求及程序登錄施工資訊，除檢視與其他工程之衝突性外，應特別注意施工交維「替代道路」之通阻情形，及評估所能提供道路容量是否足夠。	遵照審查意見辦理；本標工程後續交通維持規劃設計，除了考量相關界面工程之衝突性外，**並將於特訂條款中要求承商應依其施工期程安排，依據　貴局建置之施工通報平台，以及作業要求與程序提前登錄施工資訊，加以檢視因應**。
5.	P7-27	依圖7.3-1，路幅全寬16.4公尺，半半施工區建議寬度儘量勿超過7.8公尺，內、外側路肩建議至少為0.25公尺。	遵照審查意見辦理；初設報告所示為新店高架橋若採方案二「隔震支承補強方案」時所進行之主線兩階段交維構想，由於該方案交通衝擊過大，依據本次審查會議結論2，新店高架橋後續細部設計原則採用方案一，以強支承補強辦理細部設計，故已無需配合進行主線交維。本標工程其它橋梁施工中之交通維持細部設計，均將依相關規範要求辦理，且國道主線之外側路肩至少維持有0.25公尺。
6.	P7-31	依據公路路線設計規範，速限80kph之車道寬度至少為3.5公尺。	遵照審查意見辦理。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
7.	P7-32	新店高架橋車道縮減路段既已常出現F級狀況，則施工期間由3車道縮減為2車道勢必產生嚴重交通衝擊，建議再檢討可否夜間再封閉車道施工或提出交通紓緩措施。	請參見前述交通管理組第3、5點審查意見之回覆說明。
8.	P7-32	施工交維範圍內所佈設之設施反光材料，均需符合CNS4345-1第1型或CNS4345-2第1至6型以上之規定（配合99年1月5日新修訂CNS4345）。	遵照審查意見辦理，相關圖說已予以修正，並納入特訂條款。
9.	P7-32	請檢視新店路段雙向日交通量之合理性。	報告中所附資料為　貴局今年四月之VD調查資料，經檢視其內容應屬合理。
10.		初設設計圖M-001~008，「車道偏移」與「車道封閉」標誌勿同時設置，避免造成混淆，請再檢討。	遵照審查意見辦理；初設報告所示為新店高架橋若採方案二「隔震支承補強方案」時所進行之主線兩階段交維構想，由於該方案交通衝擊過大，依據本次審查會議結論2，新店高架橋後續細部設計原則採用方案一，以強支承補強辦理細部設計，故已無需配合進行主線交維。**本標工程其它橋梁施工中之交通維持細部設計，均將依相關規範要求辦理，且「車道偏移」與「車道封閉」標誌不同時設置，以避免造成混淆。**
工務組			
1.	P2-1	缺表2.1-1。	遵照審查意見辦理；基本資料(含結構型式)將於後續報告中補充。
2.	Ch5	請於適當章節列表說明各補強橋梁之評估結果、採取補強項目、位置、工法、重要配合事項等。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.有關各橋梁之評估結果請參見初步設計報告書第四章之摘要整理，其詳細內容則請參見依契約規定另案提送之「橋梁耐震分析評估報告書」。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			2.有關採取各橋梁之補強項目、位置、工法，則將於後續細部設計圖中列表摘要說明，其重要配合事項亦將在各細部設計相關圖說中加以規定及說明。
3.	Ch7	安全衛生、環境保護、噪音防制等宜有著墨。	遵照審查意見辦理；有關安全衛生、環境保護及噪音防制等相關規劃設計，將納入細部設計成果辦理，請參見「MS.安全衛生設施」之圖說規定。
	Ch7	請敘述說明施工運輸道路(含借棄土運輸道路)及施工便道、便橋等。	遵照審查意見辦理；有關施工運輸道路(含借棄土運輸道路)及施工便道、便橋等，將於細部設計階段之施工計畫中增列相關說明。
5.	P8-1	本計畫時程預定103年底完成。本標預計於民國102年7月1日開工，104年7月31日完工？請確認。	遵照審查意見辦理；經查該段文字係為誤植，已修正為民國101年7月1日開工，103年7月31日完工。
6.	P8-4	請確認間接工程費、工程預備費等預算編列是否依照新頒或修訂之相關法令辦理。	遵照審查意見辦理；本標工程間接工程費、工程預備費等預算編列，均將依照　貴局最新規定，及其它新頒或修訂之相關法令辦理。
7.		本工程何時可取得用地？開工後是否仍無法取得用地？建請確認。	遵照審查意見辦理；經比對路權資料，本標工程耐震補強無需新增路權。另依據本標工程所蒐集資料之初步比對結果，彙整本標工程範圍內妨礙橋墩補強工程施作之設施資料，已發文建請　貴局協調於施工前完成拆遷補償作業。
8.	Ch9.2	建議一，L5：…永久改道動線（如圖7.2-4所示）誤植？請確認。	該圖號圖7.2-4係為圖7.3-4之誤植。
9.	P4-27	表4.2-1，請說明落橋初評之計算方法及與「C/D」欄位關係，請增加說明。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.本工程之落橋初步評估，係依據**國家地震工程研究中心最新「公路橋梁耐震評估及補強準則之研究」成果報告**所提出之耐震能力初步評估

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			檢查表格進行初步評估，採填表記分方式辦理；橋梁初步耐震評估以橋梁之各振動單元為對象，橋梁結構振動單元之選取參照公路橋梁耐震設計規範第1.3節規定。由於落橋之發生，主要在行車方向，因此落橋評估檢查表主要以評估行車向落橋風險性為主；詳細計算方法請參見本工程規劃報告書第5.2.5節之說明。 2.C/D欄位詳細計算方式，請參見初設報告書第3.1.2節及工務組第10點審查意見之回覆說明。
10.	P4-27	表4.2-1，「C/D」欄位下「$1.2L_N$」有誤，是否為「$L_N/1.2$」，請確認。	表4.2-1中防落橋長度評估C/D值係分別以「L_N」及「$1.2L_N$」為需求(D)，實際防落長度L_e為容量(C)，所進行評估之結果，故表4.2-1表頭標示「$1.2L_N$」無誤。
技術組 **(一)、綜合意見**			
1.		河川橋須辦理河川工地申請使用，其啟動的時機點？需與水利主管單位協調或通知參與審查的時程，請事先妥善規劃。	請參見技術組第(二)項第9點審查意見回覆說明。
2.		在耐震補強設計原則中，目前第一標補強經費超過新建橋梁費用45%辦理情形？及後續審查機制為何？	遵照審查意見加以檢討；經查現階段第一(M31)標初設成果之補強經費，尚無超過新建橋梁費用45%之情形，後續若有超過新建橋梁費用45%之情形時，將於該階段審查會議中提出討論。
3.		基礎補強施工影響地方道路通行時，應妥善考量並應研擬替代道路，不應影響既有道路民眾通行權益。	遵照審查意見辦理。
4.		因補強施工須破壞橋下既有設施，其復舊內容應通	遵照審查意見辦理；因補強施工須破壞橋下既有設施，如屬　貴局須負

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
		盤考量原有之功能與整體性，且復舊之標準不宜低於現況，以提供民眾更佳的休憩場所與活動中心。	責復舊者，本標工程均納入辦理復舊設計；其復舊內容將通盤考量原有之功能與整體性，且復舊之標準均不低於現況。
5.		基礎補強臨近建築物時，於鄰近工區之房屋應辦理現況調查或必要的監測，以預防造成鄰損案件的發生。	遵照審查意見辦理；基礎補強臨(鄰)近建築物時，於鄰近工區之房屋將於特訂條款中規定，應辦理現況調查或必要的監測，以預防造成鄰損案件的發生。
6.		橋梁基礎補強在都會區或鄰近建築物路段，施工方法應審慎考慮環保與噪音問題，施工圍籬亦應考量景觀的影響，務必將對民眾的干擾的程度降至最低。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.在鄰近建物方面設置3公尺高施工圍籬，減少施工噪音對民眾的干擾，並於特訂條款納入環保(噪音)法規要點，並要求承商必要時應採取減音措施。 2.本標工程施工圍籬設計已將景觀美化納入考量，並於細設階段呈現圖面說明。
7.		本路段行經山區，補強方案應周詳考慮施工動線，並於預算書編列時納入所需經費，及特定條款中詳加敘述。	遵照審查意見辦理；補強方案已考量施工動線，後續細設階段相關施工便道、便橋及構台亦將妥予規劃成圖及編列預算，且增列特定條款說明之。
8.		據聞臺北市政府水利局將於景美溪由動物園河濱公園至深坑老街施作自行車道，請主動與該局聯繫其時程，以掌握景美溪橋日後辦理補強施工的影響。	遵照審查意見辦理；經查該自行車道主辦單位為新北市政府交通局規劃科，**根據承辦人員說明此自行車步道目前還在規劃路線中，尚無具體成果，若與相關單位溝通協調順利，最快預計明年中旬施工**；後續將持續追蹤其規劃成果，以掌握該自行車道計畫對補強施工的影響。
9.		本路段橋下租用之花市、市場及公車總站等，日後施工時須遷移，因事涉民眾權益甚廣，請顧問公司彙整清單及預定施工時程等資料，由本局權責單位先行辦理協商，以利推動後續細部設計工作。	請參見路產組第1點審查意見之回覆說明。依據本標工程所蒐集資料之初步比對結果，彙整本標工程範圍內妨礙橋墩補強工程施作之設施，已發文建請　貴局協調於施工前完成拆遷補償作業。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
10.		碧潭橋於風景區內，設計階段應周延考量修補材料塗裝施工方法，避免日後造成新店溪水質、民眾及週遭環境的影響。	遵照審查意見辦理；將於細部設計階段考量碧潭橋修補材料塗裝及適當之施工方法，避免影響週遭的環境；其塗裝過程原則將採濕式施作，並以封閉施工架或防護罩，儘可能阻絕施工對環境之影響。
11.		碧潭橋由於遊客眾多，補強施工時應採封閉式施工架或適宜施工法，避免影響民眾安全。	遵照審查意見辦理；碧潭橋補強施工規劃，將於細部設計階段考量採封閉式施工架或防護罩等適宜施工法，以避免影響民眾安全。
12.		水泥機滲透結晶材料倘須應用於國道橋梁，其材料之規格及檢驗頻率、檢驗方法等應妥善規劃，在符合政府採購法原則下，以確保材料品質合乎設計要求。	請參見林安彥委員第6點及黃然委員第1點審查意見之回覆說明。
13.		河道內之橋墩鋼板包覆補強為減少日後維修，請考量採用耐候性鋼或鍍鋅塗裝的可行性。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.本標工程河川橋橋墩之鋼板包覆設計，已考量有鋼板之腐蝕餘裕量(約0.06mm/yrx50yr=3mm)，且考量補強後之景觀性，若改採耐候性鋼，鋼板表面仍有防護塗裝之需求性。另考量國內使用之耐候性鋼(包括ASTM A588、CNS 4269及JIS G3114等)之單價較高，且國內僅中鋼公司接單生產製造，故現階段不建議採用。 2.有關採用熱浸鍍鋅之考量說明如下： a.河川橋橋墩鋼板包覆斷面多為圓形或橢圓形，圓周斷面多以2-4片現場組合焊接，若以熱浸鍍鋅方式，因鍍鋅槽尺寸將限制每片鋼板尺寸，且焊道處仍無法採熱浸鍍鋅處理。 b.補強鋼板非對稱結實斷面，受熱浸鍍鋅處理後，若非經必要之加勁，將產生扭曲變形，不利現地安裝。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			c.熱浸鍍鋅完成後之鋼板表面，若考量景觀性，則仍有施做防護塗裝之需求性。 d.熱浸鍍鋅表面若經漂流物磨蝕刮傷，無法再採熱浸鍍鋅修補。 3.綜上所述，本標工程河道內橋墩將優先以採用RC包覆為主，若考慮必須降低阻水影響，確有採鋼板包覆補強之需求時，則建議維持採用ASTM A709或A36鋼板，並依據河川特性，評估於柱底一定高度範圍內增設RC護座(護座高度視河川特性而定)，外露之補強鋼板則以第二型防水處理，另於特訂條款中加強其抽樣頻率及表面處理之施工規定，以確保施工品質。
14.		於都會區採墩柱鋼板包覆補強時，請於鋼板表面予以適當彩繪，彩繪內容以符合現地地理、人文環境為準。	本工程墩柱鋼板包覆補強屬部分橋墩之局部構件補強，為求整體之一致性，除特殊情形外，表面處理建議以採用與原混凝土顏色接近之色系為主；未來週邊社區若有整體營造需求，並能凝聚彩繪內容型態共識，再另案辦理橋墩彩繪。
15.		若欲補強墩柱表面含有彩繪圖案時，於補強完成後應予以復原。	遵照審查意見辦理：若補強墩柱表面現況已有彩繪圖案時，將於補強完成後，依照現況圖像予以復原。
16.		設計報告書對章節應增加節能減碳、維護管理策略及因應措施等章節，以符合政府公共工程計畫內容。	遵照審查意見辦理；後續將依據本計畫各橋梁具體補強內容加以整理歸類，於設計報告書增加節能減碳、維護管理策略及因應措施等章節加以探討說明。
17.		本案在建設計畫審議過程中要求納入的建議措施，請於設計報告書說明或釐清，以因應日後審計部或工程會的查核。	遵照審查意見辦理；經查本案在建設計畫審議過程中承諾或被要求納入的建議措施，包括： 1.自充填混凝土運用於基礎板(含樁帽)補強。(建設計畫「採用綠建築或

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

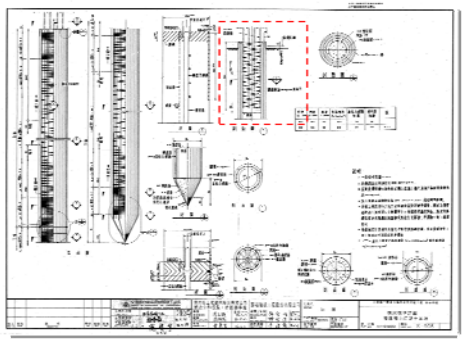
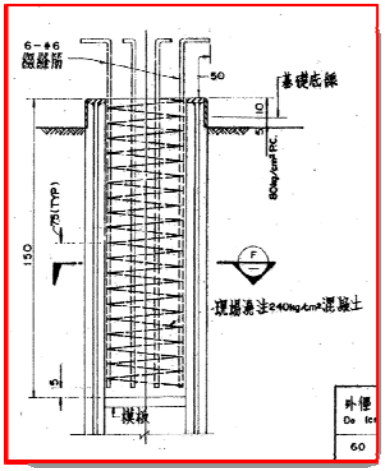
項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			其他節能減碳措施說明」) 2.應導入跨域整合觀念，將相關多目標功能(如防洪或預警系統建立)於規設階段一併考量。(行政院經建會99.03.09審查意見) **本工程已將自充填混凝土(SCC)運用於基礎板(含樁帽)之補強設計；另橋梁耐震評估及補強設計，以「多重防災(Multi-Hazard)」理念，將橋址河川沖刷、土石流及邊坡穩定等因素納入整體設計考量**，並將視需要建立安全監測預警系統(例如第M34標兩座π型跨越橋之邊坡穩定課題，將與橋梁結構變位做整體考量)。
18.		新設橫向或縱向止震裝置其地震受力機制為何？即混凝土面與隔震板間是否須有空隙，若有最大為多少，方符合設計要求。另鋼止震裝置與混凝土有交角時應如何處理，相關內容請於標準圖中加註或說明，俾利承商遵循施作。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.新設橫向或縱向止震裝置主要係針對橋梁之支承水平強度進行補強，**故在維持既有支承原設計之功能下，並考慮施工之準確性，混凝土面與隔震版間之最大容許空隙為2cm方符設計要求**。 2.鋼止震裝置與混凝土有交角時，將於混凝土面增設混凝土座，使混凝土座表面與鋼止震裝置之人造橡膠防震版平行，此增設之混凝土座將於各橋設計圖中標示，如設計圖S-007之墩頂平面圖。
19.		新設混凝土止震塊，須考量施工作業空間(橋墩(臺)與橋面版高度不足)，避免無法施作的窘境。	遵照審查意見辦理；細設階段將針對施工空間限制等因素再次逐一檢核確認。
20.		既有橋墩(臺)鋁製牌面因補強施工拆除後應予以復舊並於預算書中編列費用。	遵照審查意見辦理；本工程既有橋墩(臺)鋁製牌面因補強施工拆除後，均將予以復舊，並於預算書中編列費用。
21.		補強結構平面圖中跨越之道路、河川請標示路名及河川名稱，另河川橋橋墩周圍之保護工亦須繪出。	遵照審查意見辦理；已於耐震補強結構平面圖中標示跨越之道路及河川名稱，至於河川橋橋墩周圍之保護工，則將標示於細部設計圖之河川橋平面圖中。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
22.		部份橋梁平面圖未標示指北針，請再逐一檢核補充。	遵照審查意見辦理。
23.		墩柱基礎補強斷面圖(詳圖)中，請依實際高程繪出地面線（依實際橫坡變化繪製），並標示地面及基礎頂高程。	遵照審查意見加以檢討說明如後；考量橋墩基礎補強斷面圖繪圖之版面安排，以能清楚呈現基礎補強之配筋細節與基樁位置等工程訊息為主，覆土較高之地面線不易在此大比例的斷面詳圖中表現，故建議以於結構平立面圖之「立面圖」中增加套繪橋面結構右側(或左側)外緣地面線，配合橋墩標準斷面圖，應可提供承商橋墩基礎附近地面高程之變化訊息。
24.		請於結構平立面圖之「立面圖」中，同時繪出里程中心及橋面板中心位置之地面線。	遵照審查意見辦理；除橋寬較窄之匝環道橋面範圍地形變異較小外，均已增加套繪橋面結構右側(或左側)外緣地面線，以供參考。
(二)、設計報告書			
1.	PV	缺少表2.1-1第一標橋梁一覽表。	遵照審查意見辦理；基本資料(含結構型式)將於後續報告中補充。
2.	P3-13	本案近域斷層調整因子係以行政區及斷層距離兩種方法比較取大值，請於適當位置加註。	遵照審查意見辦理；由於本標工程橋梁尚無需考量活動斷層近域效應，將於後續標段初步設計報告書中，詳細列表說明活動斷層近域調整因子之考量方式。
3.	P3-20	表3.2-3極限承載壓力折減係數(N_{ms})表中，N_{ms}值係依AASHTO(1996) 4.4.8.1.2B表之各岩石類型而定，故請再補充AASHTO(1996)之表4.4.8.1.2B。	遵照審查意見辦理，將於後續報告書中補充。
4.	P3-26	圖3.2-2及3.2-3名稱不清，應為「黏(砂)土層中，長樁之極限側向承載力」請以逗號或空格予以修正，另圖3.2-2右坐標L/R≧4請補充R之定義。	遵照審查意見辦理，將於後續報告書中補充修訂。
5.	P4-3~P4-13	表4.1-1請於基礎型式欄位建議於基樁欄位增列樁長資料。	遵照審查意見辦理，後續相關報告中於將於基礎承載能力評估結果表中增列樁長資料。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

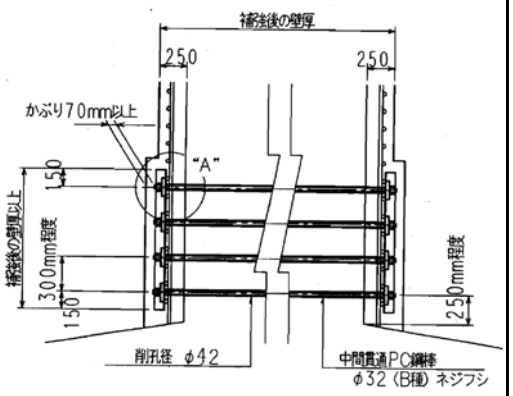
項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
6.	P5-2~P5-43	橋梁耐震補強工法中各種補強方式已於第1期應用者，請於各種補強方法內說明，而非僅敘述在中山高員林高雄段使用，造成閱讀者的誤解。	遵照審查意見辦理。
7.	P5-85	新店高架橋方案比較表5.8-9，其中評估項目應至少有後續維護管理成本。方案二成本是否已考慮更換支承之臨時支撐。另數量計算中摩擦單擺支承數量24個是否正確。	遵照審查意見辦理，將於後續補充維護管理成本比較。另方案二之成本編列已包含更換支承之臨時支撐費用，新店高架橋主橋南北線則共有24個支承。
8.	P5-102	碧潭橋混凝土修補材料塗裝不論方案一或方案二，改善後之效益及必要性請於報告內加強敘述，另水泥機滲透結晶材料之耐久性請補充，報告書內容應以正面方式論述，以增加使用壽年為目地。同時經過塗裝後可否增加碧潭橋新的視覺景觀，為風景區增添新的焦點。	請參見林安彥委員第6點及黃然委員第1點審查意見之回覆說明。本計畫碧潭橋之主橋保護塗層，**除考量「預防性維護策略」提高混凝土之耐久性外，同時亦考量碧潭風景區之景觀性需求。由於橋梁結構並未如地下結構或擋土壁結構，常需有抵抗負水壓的設計需求，故對滲透結晶之防水功能，一般不是必要的性能要求**，故碧潭橋之主橋保護塗層系統，應無需特別要求滲透結晶之特性，故建議以採用符合歐盟最新混凝土修補規範EN1504-2之保護塗層系統。
9.	P7-38~P7-39	報告中河川使用申請預定於初設定稿後一個月左右提送，而水保計畫則預定於細設初稿提交後兩星期內提送，上述期程與簡報P47中預定細設初稿審查同意後一個月內提送有所不同，請再釐清並檢視合約相關規定。	遵照審查意見辦理；經檢視本案委託契約並無河川使用申請與水保計畫提送時程之規定，惟綜合考量申請文件內容之設計成熟度、申請書審查修正期程及發包施工時程等因素，**建議於細設初稿審查同意後一個月內提出申請較為合適。**
10.	P8-11	樟樹里、舊庄及四分里坑高架橋其補強費用高達1億以上，費用高出河川橋考慮沖刷影響甚多，請檢討	經查報告書表中四分里坑高架橋補強費用係為誤植，初估其補強經費僅約5,000萬。另樟樹里及舊莊高架橋橋面績分別約為19,955及25,301平方

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
		合理性及補強策略妥適性。	公尺，故其總補強費用較高，但單位面積補強費用並非特別高，其補強原因大致說明如下： 1.**依據本計畫北二高橋梁基礎採用之PC樁標準圖，其樁頭僅設置6-19φ級縫筋與樁帽連接(請參見下圖)，考量受限於早期施工品質，以往許多PC樁的樁頭部分施工時常有損壞的狀況，故造成地震力作用時，PC樁頭拉力破壞之系統性耐震課題。** 2.承上所述，樟樹里高架橋基礎大部分為PC樁，因PC樁樁頭錨碇鋼筋量普遍嚴重不足，**造成PC樁與樁帽接合部之拉力破壞**，故基礎規劃採增樁補強。 3.舊莊高架橋因其使用之鋼筋強度較低(鋼筋29φ(含)以下f_y=2,800 kgf/cm^2) ，基樁主筋採25φ，且本橋址附近土壤具輕微液化潛能，經評估結果部份橋墩基樁鋼筋量不足，故基礎確有補強需求。   北二高橋梁基礎PC樁之標準圖

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
11.	P9-4	建議如圖7.2-4所示，並無符合文字內容之圖。	該圖號圖7.2-4係為7.3-4之誤植。
12.	附錄二、三	有關摩擦單擺支承系統參考加州交通部內容，請於附錄標題加註中文，以利閱讀。	遵照審查意見辦理。
(三)、設計圖			
1.	初步設計圖	請增加汐止、新台五路及木柵交流道之總平面圖並標示橋梁名稱，以掌握各橋相對位置。	遵照審查意見辦理，將於細部設計圖增加汐止、新台五路及木柵交流道之總平面圖，並標示橋梁名稱。
2.	設計圖D-002~D-003	最大可能沖刷深度均表示南北橋梁，請於該表編號PN1標示為PN(S)1。	遵照審查意見辦理；請詳細部設計圖D-002~D-003。
3.	設計圖D-002~D-029	請於河川橋平立面圖上，補充標示河川治理計畫線。	遵照審查意見辦理；請詳細部設計圖D-002~D-029。
4.	設計圖D-002~D-029	部份河川橋立面圖上，未標示計畫洪水位高程，請再逐一檢核補充。	遵照審查意見辦理，已全面檢核補充標示計畫洪水位高程。
5.	設計圖D-002~D-029	河川橋立面圖上有補強工項編號卻未見補強項目表，請於圖上適當位置補充。	遵照審查意見辦理，已於排水設計圖(D圖)中刪除補強工項編號，有關橋梁耐震補強內容位置及說明,請參見各橋耐震補強結構平立面圖之標示。
6.	設計圖D-002~D-008	河床地面線圖例說明標示為竣工時地面線為標示年度，請再補充。	遵照審查意見辦理,已於河床地面線圖例說明標示各地面線對應之年度。
7.	設計圖S-002~S-003	北側基隆河橋PN(S)1~PN(S)3之基礎補強於橋軸方向僅增加少許寬度，其施工性及固接效果不易，請考量僅補強橫向之可行性。	遵照審查意見辦理，將於細設階段考量僅補強橫向之可行性。
8.	設計圖S-002~S-003	北側基隆河橋結構平立面圖上部份橋墩支承型式與現勘說法不一，請再檢核。	遵照審查意見辦理。
9.	設計圖S-002	北側基隆河橋橋墩基礎PN1 & PS1請注意現場施工開挖事宜。	遵照審查意見辦理。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
10.	設計圖S-003	北側基隆河橋PN3 & PS3橋墩基礎補強需注意現地復舊事宜，墩柱與地面需予以適當隔離(如加10cm保麗龍板等)。	遵照審查意見辦理。
11.	設計圖S-003	北側基隆河橋PS4基礎補強未考慮與既有箱涵衝突，請再檢核修正。	遵照審查意見辦理，經查現況為排水明溝，於PS4橋墩基礎補強完成後予以復舊。
12.	設計圖S-004	PN(S)7~PN(S)8基礎施作新增預力地錨後，現有露出之錨頭應予以保護，另地錨之灌漿作業程序，請參考本局最新之規定辦理。	PN(S)7~PN(S)8基礎已於第一期耐震補強工程施作完成，其錨頭均已採用無收縮水泥砂漿保護。
13.	設計圖S-005	混凝土包覆25公分，將增加自重與基礎補強的需求，在符合墩柱韌性與強度需求下，請考量混凝土包覆厚度降低的可能。	遵照審查意見加以檢討，經查日本道路公團(現已改組為日本高速道路株式會社)「設計要領」第二集橋梁保全編第7.2節，規定混凝土包覆補強厚度以25公分為基準(詳右圖)；考量國內承包商之施工技術條件，除因工址受到特殊施工條件所限制，建議本標工程橋墩採混凝土包覆補強之厚度，依據日本道路公團之建議，採25公分。  図 6-7-5 橋脚躯体下端の中間貫通鋼材の配置例
14.	設計圖S-016	汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋P1橋墩基礎補強需注意現地施工破壞復舊，墩柱與地面需予以	遵照審查意見辦理，因該橋P1橋墩基礎無需補強，僅橋墩鋼板包覆補強並加設10cm厚保麗隆板與地面隔離，其施工方式已考量以不破堤為原

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
		適當隔離(如加保麗龍板或隔離套筒等)，橋墩隔離套筒施作應考慮不破堤之施工方式。	則。
15.	設計圖S-027	請檢討「汐止系統交流道CDI-NB-RD」部份橋墩是否受既有河岸護坡工程影響，使橋梁結構系統與原設計不符(如成短柱效應)。	遵照審查意見辦理，經查「中山高及北二高跨越基隆河橋墩加固工程」竣工圖，汐止系統交流道CDI-NB-RD橋墩P11與護坡間，自護岸面起至基礎頂均設有保麗龍隔離，故不另設隔離設施。
16.	設計圖S-029	橋墩立面圖中有關補強鋼套管之名稱請統一。	遵照審查意見辦理，統一改為**「橋墩鋼板包覆補強」**。
17.	設計圖S-033	「汐止系統交流道匝道7跨西側基隆河橋」，橋墩P5有發生避免短柱效應之虞，請檢討。	遵照審查意見辦理，將於RC護岸復舊時，在墩柱P5周圍以保麗龍予以隔離，以避免短柱效應。
18.	設計圖S-061	汐止系統交流道匝道7跨北側基隆河橋橋墩P4前次托底工法施工所留下基樁應套繪先前施工竣工圖於圖說中，避免發生將來無法施工事宜。	遵照審查意見辦理，已同時套繪原始竣工樁位及換底補強新增樁位，以為補強設計及施工之參考。
19.	設計圖S-068	樟樹里高架橋其基礎須全面辦理補強，仍請檢討其必要性及合理性，另PN9及PS8基礎補強施作將影響大同路二段及樟樹二路車道，請再檢討基礎補強範圍。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.請參見設計報告書第10點審查意見回覆說明。 2.已調整橋墩PN9及PS8基礎補強配置，降低對交通及管線與排水等設施之影響。
20.	設計圖S-068	樟樹里高架橋橋墩為空心柱，部分橋墩在伸縮縫有積滿水現象，造成橋墩自重，不利耐震，請考量於空心柱上方設置封閉擋版。	遵照審查意見辦理，已於柱上方設置封閉擋板。
21.	設計圖S-068	樟樹里高架橋應注意於預算中編列「籃球場、橋下設施」復舊費用。	遵照審查意見辦理，將於細部設計階段依據各橋梁橋下使用現況，編列籃球場等橋下設施復舊費用。
22.	設計圖S-068	樟樹里高架橋橋墩基礎PN9 & PS8所提供設計圖似未考量基礎補強臨近道路，請再檢核。	請參見第19點意見回覆說明。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
23.	設計圖S-079	立面圖中請繪製台鐵地下化軌道相關位置，另該處請考量設置監測儀器之必要性，以減輕施工時台鐵局對其軌道安全之疑慮或以其他補強策略避免P1橋墩補強。	遵照審查意見辦理，將於立面圖中繪製台鐵地下化軌道相關位置。另因橋墩P1基礎補強開挖區鄰近之台鐵地下化軌道為剛出土之箱涵段，局部開挖對其影響較小；惟將依實際開挖配置及施工規劃，設置必要之監測儀器，以提高其安全性。
24.	設計圖S-101	新台五路橋A1橋臺左側翼牆有傾斜現象，請一併檢視與考量。	經比對竣工圖，該處係擋土牆伸縮縫錯位，並非橋台翼牆，亦非高速公路主線路堤擋土牆;且A1橋台並無大規模補強需求(僅需補強防落及止震設施)，並無重複施工之虞。建議持續觀察該段擋土牆，必要時再另案辦理補強相關措施。
25.	設計圖S-106	貨櫃場通道跨越橋P2橋墩立面圖標示為固定端，設置鋼板止震裝置之用意為何，另補強內容表與立面圖標示不一致。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.P2橋墩支承雖為固定端，惟經評估橋軸方向支承強度不足，故於梁底增設鋼板止震裝置補強支承；惟細部設計階段，改採位移拘束工法補強策略，利用橋台分擔縱向地震力後，P2橋墩支承已符合要求無需補強。 2.補強內容表格(1)「橋墩(台)基礎補強」之補強內容，包含橋墩與橋台，故與立面圖標示之橋墩補強內容相同。
26.	設計圖S-116	舊莊高架橋部份橋墩可能受地表束制致發生短柱效應處，請檢討。	遵照審查意見辦理；經查舊莊高架橋橋墩覆土普遍不深，部分橋墩較矮係原設計配置，覆土影響較低；惟為儘量降低覆土之影響，覆土較深之橋墩於包覆補強後，將於地面以下增設保麗龍予以隔離。
27.	設計圖S-116	舊莊高架橋近橋台側鄰近民房住戶，請妥善處置。	遵照審查意見辦理；本標工程開挖施工區若有鄰近民房住戶，除規劃妥善之支撐系統外，亦將辦理必要之監測及編列鄰房現況調查費用，以確保鄰房安全。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
28.	設計圖S-117	舊庄高架橋普遍性須補強基礎，仍請檢討其妥適性，另橋下市場與公車總站臨時搬遷將影響後續細部設計進行，請備妥相關資料進行協調。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.請參見技術組第(二)10點審查意見之回覆說明。 2.有關橋下市場與公車總站臨時搬遷，請參見路產組第1點審查意見回覆說明。
29.	設計圖S-118	舊莊高架橋於橋墩PN9 & PS9基礎補強應套繪臨接排水竣工圖、管線配置圖並妥善規劃替代道路。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.遵照審查意見辦理，除管線配置可參見初步設計圖P-013套繪成果外，已於細部設計圖套繪鄰接排水竣工圖。 2.因PN9 & PS9位於林森市場內，通過性車輛不多，故基礎補強施工時對交通影響輕微，惟考量地區民眾通行習慣，將規劃導引民眾改道大坑溪左岸舊莊路二段199巷16弄，以維護民眾之通行安全。
30.	設計圖S-118	舊莊高架橋橋墩PN11 & PS11應注意鄰房現況調查。	遵照審查意見辦理。
31.	設計圖S-119	南港交流道匝道3跨越橋基礎補強，請注該處鄰房的安全。	遵照審查意見辦理。
32.	設計圖S-145	南港交流道匝道3跨南深路橋基礎補強，將佔據南深路一半以上車道，請檢討妥適性。	遵照審查意見檢討說明如下：本橋橋墩PD1、PD3基礎補強離南深路尚有一段距離，補強施工可不影響南深路通行；橋墩PD2雖然緊鄰南深路，但僅施作防震拉條，故對南深路交通衝擊亦不大。另橋墩PD3基礎補強施工期間影響之既有小路，並非附近居民出入動線，對民眾影響不大。
33.	設計圖S-152	四分子一坑高架橋以施工隔離套筒為主，請思考減少開挖又能安裝套筒的施工方式，以維持邊坡之穩定性。另現地串方塊護坡復舊費用請考慮納入。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.遵照審查意見辦理，經檢討改採僅短柱使用隔離套筒，長柱不使用，使橋柱勁度接近，避免地震力過於集中，並可減少開挖需求。 2.串方塊護坡等既有設施復舊費用，已納入細設預算考慮。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
34.	設計圖S-165	四分里坑高架橋有部份橋墩基礎裸露，因該處地形陡峭，為充分掌握地形及地貌狀況，請加繪製橫斷面圖，並套繪地面線，據以辦理補強設計，並請一併檢討其他橋墩補強內容及該橋邊坡之穩定情形。	遵照審查意見辦理；已於各橫斷面圖套繪地面線，據以辦理補強設計；基礎開挖擋土設計及施工規劃，亦已同時將邊坡穩定納入考量。
35.	設計圖S-165	四分里坑高架橋立面圖所示為道路中心線立面圖，無法反應出現地橫向坡度致基礎裸露現況，請於立面圖補繪基礎兩側地面線。	請參見技術組審查意見(一)第24點綜合意見之回覆說明。
36.	設計圖S-177	富德橋PS1及PS2橋墩，請套繪環保局警衛亭及沉澱池基礎與本局橋墩關係，以釐清基礎補強範圍。另補強工作是否會影響環保局既有設施運作，請審慎考量。	遵照審查意見辦理；已洽台北市環保局取得地磅站及沉澱池之竣工圖，並於細部設計圖套繪地磅站基礎，以釐清其與補強施工之界面。
37.	設計圖S-178	富德橋PS7橋墩於排水溝渠內，施工時應維持既有排水功能。另現地之串方塊護坡復舊應考量。	遵照審查意見辦理；溝渠將配合基礎補強施工時以臨時導排水處理，並於補強完成後進行復舊。
38.	設計圖S-188	景美溪北橋PN5~PN8為固定端，設置縱向止震裝置之作用為何？PN17基礎補強應請避免影響新光路二段。PN18基礎在農路中央，施工應維持既有人車進出。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.經評估PN5~PN8支承縱向水平強度不足，因而設置縱向止震塊補強支承。 2.已規劃補強施工階段之交通維持，以確保施工階段鄰近道路及農路之通行。
39.	設計圖S-190	景美溪北橋橋墩PN17基礎臨接既有道路，請提供相對應配套措施。	請參見前1點(第38點)審查意見之回覆說明。
40.	設計圖S-202	景美溪南橋PS12~PS14基礎補強，請再檢討是否會對木柵路五段上之擋土牆造成影響。	遵照審查意見辦理；依據竣工圖套繪橋墩PS12~PS14處擋土牆，因補強後基礎面離擋土牆約3公尺，且僅採直基擴大補強，故對該擋土牆及施工時設置之岩錨影響輕微。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
41.	設計圖S-203	景美溪南橋PS19基礎補強，旁邊有工務段轄區使用之飲用及消防水塔與自來水來加壓站等設施，請留意管線走向並應確保正常使用。	遵照審查意見辦理；景美溪南橋PS19基礎補強，已避開既有飲用及消防水塔與自來水來加壓站等設施結構體，部分受管線設施將臨遷以確保正常使用，施工後再予復舊。
42.	設計圖S-228	木柵交流道匝道四猴山坑橋，橋墩PD1位於私有道路上，補強方案規劃時應加以考量。	遵照審查意見辦理，已規劃補強施工階段之交通維持。
43.	設計圖S-233	木柵交流道匝道墩頂平面圖縱向止震裝置未繪出。	遵照審查意見辦理，已補繪墩頂平面圖縱向止震裝置相關圖面。
44.	設計圖S-243	景美溪橋橋墩PT4補強規劃時應特別考量施工道路規劃問題；該橋墩臨接既有道路，施工對道路交通衝擊應加以注意。	遵照審查意見辦理，細設階段將調整補強配置，降低對新光路交通之影響。
45.	設計圖S-252	指南路穿越橋PS1基礎補強，請留意上方邊坡穩定與鄰房安全。	遵照審查意見辦理，本工程細設階段將配合各橋墩補強內容，妥善進行各項開挖擋土設計，以維施工區周邊邊坡穩定與鄰房安全，必要時配合設置監測系統及進行鄰房調查。
46.	設計圖S-252	指南路穿越橋S橋墩PS3臨近河道處，請一併考量護坡補強防止河道沖刷。	本橋橋墩及基礎均無需補強，故無護坡開挖施工；且依鄰近橋墩PS3之河道現況研判，目前尚無沖刷之虞。
47.	設計圖S-341	新店交流道聯絡道高架橋，橋墩基礎普遍性補強，仍請檢討合理性，另基礎施工影響地區道路通行請一檢討。	遵照審查意見檢討說明如下： 1.經再次確認，橋墩P1~P6左側基礎為PC樁，樁頭錨碇鋼筋量明顯不足；右側基礎雖為場鑄樁，但依竣工圖標示樁主筋配置為12-#8，亦明顯不足，故有基礎補強之需求。 2.已調整補強配置及工法，降低補強施工對地區交通之影響。
48.	設計圖S-393	安坑交流道匝道6跨越橋橋墩P1補強方案基礎偏心似過大，恐無法發揮預期承載效果，請再檢核。	遵照審查意見辦理；因安坑交流道匝道6跨越橋橋墩P1及匝道5跨越橋橋墩P2基礎緊鄰，且非常靠近國3主線，**故規劃採「系統補強策略」，利**

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			用系統調整及偏心補強方式，同時降低需求及提升基礎容量，以達到耐震補強並兼顧降低施工對國3主線交通影響之目標。
49.	設計圖S-416	安坑橋A6匝道臨近橋墩P12處有一電力設施，施工時臨時替代道路規劃時應加以注意，並應考量既有道路通行。	遵照審查意見辦理；為考量維持既有道路通行及降低對既有設施管線影響，已調整補強配置，並規劃必要之交通維持措施，相關設施之拆除復舊亦已考量。
50.	設計圖S-424	安坑溪橋，PN8、PN7及PS7橋墩基礎補強將與祥和路橋有所衝突，請再檢討。	遵照審查意見辦理；已洽新店區公所調閱祥和路橋竣工圖說，以釐清衝突關係與界面，據以調整補強策略及配置。
51.	設計圖S-424	安坑溪橋N橋墩PN7&PN8基礎補強規劃應考量施工對既有道路交通影響。此處補強機制為將兩基礎聯結成單一基礎，若採基礎外側不加厚補強方案，是否可避免於既有道路的開挖？	遵照審查意見辦理；經比對橋址現況條件，安坑溪河道已採RC牆整治，並於其上加蓋設置祥和陸橋，緊鄰之橋墩PN7及PN8處地面高程變化機會甚低，考量覆土效應，經再次分析安坑溪橋N橋墩PN7、PN8基礎，可符合要求無需補強。
路產組			
1.		有關第M31標橋下妨礙施工設施需排除1節，查高速公路橋下之承租與無償使用單位與各工程處均有締約，考量履約期限等問題，請詳細劃設施工所需範圍及空間，本局將依「預定施工進度表」協調前開範圍內承租單位，於施工前配合工程遷移。	遵照審查意見辦理；依據本標工程所蒐集資料之初步比對結果，彙整本標工程範圍內妨礙橋墩補強工程施作之設施，已發文建請　貴局協調於施工前完成拆遷補償作業。
2.		請於管線調查作業完竣後，提供線衝突表，俾本局續辦管線遷移協調會等相關事宜。	遵照審查意見辦理；將依據管線調查及細設成果，彙整管線衝突表，俾利後續辦理管線遷移協調會等相關事宜。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一標(M31標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
結論			
1.		碧潭橋補強方案以全生命週期維護管理的思維，全面提升主橋耐久性，達到預防性維護為目的，並兼顧碧潭橋風景區的景觀，原則同意採方案一，以全橋塗裝方式辦理。	遵照辦理。
2.		新店高架橋補強方案以提升主橋整體耐震性，降低日後營運維修成本，同時避免交通衝擊及降低施工風險考量下，原則採用方案一，以強支承補強辦理。	遵照辦理。
3.		本次初步設計審查原則同意，請顧問公司將委員及各單位審查意見研擬後納入細部設計中辦理。	遵照辦理,後續將參據審查委員及各單位審查意見納入細部設計中辦理。

第M32標
初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
一、	**黃委員俊鴻**		
1.	p3-16	樁帽容許水平變位=7.5cm是依據何種設計規範？沉箱基礎底面最大反力≦極限承載力/2.0的規定係指常時或地震情況，如果是地震狀況，是何種等級之地震？	遵照審查意見說明如下： 1. 日本道路協會1996年11月「道路橋示方書・V耐震設計篇」規定基礎頂部之水平變位及回轉角限制值，分別為40cm及0.025rad；但日本道路協會於2002年3月「道路橋示方書・V耐震設計篇」，為考量避免橋梁基礎因變位過大，造成上部結構發生顯著殘餘變位，導致修復困難，修正以基礎頂端或基礎底座底面的旋轉角以0.02rad(約1/60)為檢核標準，基礎頂部水平變位則沒有提出限制值；本工程考量北二高之橋墩高度較高，為避免產生過大殘餘變位，採用美國Caltrans對於基樁頂部水平變位之最大容許值3英吋(7.5公分)，做為評估之參考標準。(Lateral Control for Pile Foundations, Dr. Ray Zelinski)。 2. 依據本工程「橋梁耐震評估及補強設計原則」及參考國工局「大地工程設計注意事項」，沉箱基礎(井式基礎)地震時之安全係數如下： ➢ 垂直承載力：FS=2.0(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震) ➢ 沉箱正前方及側邊地層之水平支承力：FS=1.1(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震) ➢ 沉箱底面之摩擦阻力：FS=1.0(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震)

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
2.	P3-19	最後一行：”地震時安全係數應不小於1.5”，係指何種等級地震？	遵照審查意見辦理，依據本工程「橋梁耐震評估及補強設計原則」及參考國工局「大地工程設計注意事項」，淺基礎(直接基礎)地震時之垂直承載力安全係數為：FS=1.5(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震)。
3.	P3-23	最後第二行：” 地震時安全係數應不小於1.25”，係指何種等級地震？最後一行之表3.2-5係引用何種規範？	遵照審查意見辦理，依據本工程「橋梁耐震評估及補強設計原則」及參考國工局「大地工程設計注意事項」，樁基礎地震時之垂直承載力安全係數為：FS=1.25(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震)。另報告書之表3.2-5樁表面摩擦阻力及樁端極限承載壓力，係依據內政部頒「建築物基礎構造設計規範」(90年10月)第5.3.1節表5.3-2及參考規範解說2.之建議值。
4.	P3-24	倒數第四行：$P_{Tu}=0.7f_sA_s+W_P$之拉拔力公式引自何種規範？	遵照審查意見辦理，本工程基樁之拉拔力公式，係採用AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges(2002)第4.6.5.1節之公式(如右所示)；依據本工程「橋梁耐震評估及補強設計原則」及參考國工局「大地工程設計注意事項」，樁基礎地震時之單樁拉拔力安全係數為：FS=1.5(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震)。 **4.6.5.1 Axial Capacity in Soil** The ultimate axial capacity (Q_{ult}) of drilled shafts shall be determined in accordance with the following for compression and uplift loading, respectively: $Q_{ult} = Q_S + Q_T - W$ (4.6.5.1-1) $Q_{ult} \le 0.7Q_S + W$ (4.6.5.1-2) The allowable or working axial load shall be determined as: $Q_{all} = Q_{ult}/FS$ (4.6.5.1-3)

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
5.	P3-25與p3-26	有兩種短期地震動態初始水平地盤反力係數的計算公式？兩者要適用何種情況？如果計算不同，要用哪一個公式？	遵照審查意見辦理，本標工程初設報告書提出兩種短期地震動態初始水平地盤反力係數的計算公式，其適用情形將視現地試驗種類而定，若進行震測可得Vs時，以(1)式計算，若採標準貫入試驗時，以(2)式計算；本工程補充地質鑽探與試驗工作，尚無進行Vs之現地震測試驗，故本工程之耐震評估與補強設計，短期地震動態初始水平地盤反力係數均採(2)式計算之。
6.	P3-33	倒數最後一段：提及沉箱安全係數之規定，計有國工局民國97年12月與100年5月之地工設計規定以及公路橋梁耐震設計規範。到底本設計採用何種規定，直接說明就好。	遵照審查意見辦理，依據本工程「橋梁耐震評估及補強設計原則」及參考國工局「大地工程設計注意事項」，沉箱基礎(井式基礎)地震時之安全係數如下： ➢ 垂直承載力：FS=2.0(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震) ➢ 沉箱正前方及側邊地層之水平支承力：FS=1.1(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震) ➢ 沉箱底面之摩擦阻力：FS=1.0(設計地震)，FS=1.0(最大考量地震)
7.	P4-1	第三行：”前述各橋梁簡化土層參數表”，可是未見土層參數表。	遵照審查意見辦理，已補充簡化土層參數表，請參見附件一，另各橋梁之詳細土層參數表，請參見本標初設報告書之附錄：第M32標既有橋梁基礎承載能力評估。
8.	P4-5	請說明表4.1-1有些樁頭水平阻抗特別小，僅有15-30ton/cm。請說明原因。	遵照審查意見辦理，經查表中樁頭水平阻抗特別小之橋梁，主要位於中和交流道路段，已依據橋址鑽探資料重新檢核修正。
9.	P4-13	倒數第四行:”詳細結果詳見表4.1-2”,但缺表4.1-2。	遵照審查意見辦理，已補充表4.1-2土壤液化評估結果，請參見附件二。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
10.	P4-32-p4-39	請於基礎與帽梁強度評估結果一覽表中，基礎評估部分中有關基樁、沉箱與淺基礎C/D小於1.0的地方，補充說明所採用之補強工法。	遵照審查意見辦理，考量本工程之橋梁耐震補強策略，依據各橋整體詳細評估結果、結構特性及補強施工條件而有所差異，不易於表中以簡單文字描述，故有關整體橋梁補強策略及內容，均清楚標示說明於各橋之補強平立面圖，採圖例與標示位置之方式，應可提供更清楚之基礎補強內容說明。
11.	P5-13-p5-23	介紹基礎補強工法，結尾應說明本補強設計案，採用了那些工法？原因何在。	遵照審查意見辦理，將於第5.2.3節介紹各基礎補強工法後，說明已運用於本標(M32標)之基礎補強工法。
12.	P5-59	最後一段文字說明各補強工法之比重數據與表5.7-1中的數據不符。	遵照審查意見辦理，已依據本標初步設計成果修正相關數據；另後續亦將依據細部設計之成果，整理本標細部設計成果彙整表。
13.	P5-67	表5.8-5第四欄與第五欄數據顛倒。	遵照審查意見辦理，數據顛倒部份已修正。
14.		應有一張表說明各橋梁補強前、後之C/D值之變化。	遵照審查意見檢討說明如下，考量初步設計階段主要在研擬補強策略及估算補強經費，故尚無足夠之詳細補強設計資料據以計算補強前、後C/D值之變化，各橋梁補強前後耐震性能點之側推評估結果對照，請參見細部設計計算書。
二、	**林委員安彥**		
1.	第3-1頁	第3.1.2「支承及防落橋設施評估」一節，評估內容除防落橋長度、剪力鋼棒、RC止震塊、及金屬支承外，建請列常用之防震拉條(包括防震拉條steel bar restrainer及鋼鉸索防震拉條cable restrainer)評估。	遵照審查意見辦理，已增列防震拉條評估說明。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
2.	第3-21頁	「二、淺基礎座落於岩層」一款：表3.2-3及表3.2-4，請於文中補註參閱處。	遵照審查意見辦理，已於文中適當位置加註表3.2-3及表3.2-4之參閱處。
3.	第4-3頁	表4.1-1，橋梁「座次」，自70起算，與其他表(如表2.1-1或表4.2-1或表4.3-1等)自1起算不同，建請修正統一，以利查閱。	遵照審查意見辦理，橋梁「座次」已修正統一，以利查閱。
4.	第5-6頁	既有橋樑防止落橋系統設計主要考量第5點：防震拉條材料可採用鋼棒或鋼鉸索，請補充說明使用該兩種材料之適用場所及優缺點。	遵照審查意見辦理，已於報告中補充說明採用鋼棒或鋼鉸索之適用場所及優缺點。防震拉條材料主要採用鋼棒或鋼鉸索，其選用之原則可根據所需之拉力、設置方法及配置而定。鋼棒式防震拉條為留設足夠可動距離，鋼棒需配合設置螺旋彈簧，且因鋼棒不可彎折，抗剪能力較低，故設計時須考量受力之方向性；鋼鉸索則因具可撓性，可多支成束配置，受力方向較具彈性，惟其可動距離需藉由較長之鋼鉸索配置，以提供足夠之伸長量。
5.	第5-24頁	第5.2.4「RC帽梁及接頭之補強設計方法」一節：連接梁(Link Beam)工法為帽梁補強有效之工法，請補充說明連接梁工法與鋼板包覆工法、鋼筋混凝土包覆工法、與FRP包覆工法之適用場所、及優缺點。	遵照審查意見辦理；鋼板包覆工法、鋼筋混凝土包覆工法或FRP包覆工法之目的在於補強橋柱，提升各方向圍束及剪力強度，以確保橋柱於大地震時發揮其韌性。 而增設連梁工法則是藉由結構系統改變，有效降低既有帽梁之受力，一般於帽梁補強空間受到嚴格限制及施工困難時，採用此補強策略；故增設連梁工法與橋柱包覆工法兩者之功能並不相同。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			至於橋柱鋼板包覆、鋼筋混凝土包覆與FRP包覆之適用場所及選定原則，請參見本標初步設計報告書第5.2.2節說明。
6.	第5-59頁	表5.7-1，表下之說明：「增設鋼板止震裝置」約佔總數量24.48%、「增設混凝土止震塊」20.21%、「橋墩鋼板包覆補強」11.36%、及「橋墩帽梁補強」10.77%，查與表5.7-1分別為20.21%、24.48%、13.72%、及10.47%不符，建請查明修正。	遵照審查意見辦理，已依據本標初步設計成果修正相關數據；另後續亦將依據細部設計之成果，整理本標細部設計成果彙整表。
7.	第七章「施工與交通維持計畫」，第7-1頁	建議如第M31標，增列一節「施工技術規範與特訂條款研擬」，包括「耐震補強特訂條款補充與增訂」及「第一期工程回饋經驗檢討」(含技術層面及工務層面之經驗)。	遵照審查意見辦理，後續第M34及M35標初步設計報告書將增列「施工技術規範與特訂條款研擬」相關章節，內容包括「耐震補強特訂條款補充與增訂」及「第一期工程回饋經驗檢討」等說明。
8.	9.1「結論」，第9-1頁	第七項，如本審查意見第6項，數據與表不符，建請查明修正。	遵照審查意見辦理，已依據本標初步設計成果修正相關數據；另後續亦將依據細部設計之成果，整理本標細部設計成果彙整表。
9.		多處遺漏表格或表格編號錯誤如下，建請查明補正：	遵照審查意見辦理，處理情形說明如下：
(1)	第3-18頁	最後2行，遺漏表3.2-1。	遵照審查意見辦理，依據交通部「公路橋梁耐震設計規範」表C4-1，已補充表3.2-1直接基礎支承力因素，請參見附件三。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
(2)	4.1.2「土壤液化評估結果」，第4-13頁	第2段末，遺漏表4.1-2。	遵照審查意見辦理，已補充表4.1-2土壤液化評估結果，請參見附件二。
(3)	4.5「帽梁強度評估結果」，第4-14頁	最後1行，遺漏表4.5-1。	遵照審查意見辦理，經查帽梁強度評估結果已併於表4.4-1，故文中表4.5-1應修正為表4.4-1。
(4)	9.2「建議」，第9-3頁	第二項第2行，表7.1-4，查無該表，似為表7.1-1之誤，請查明修正。	遵照審查意見辦理，誤植部份已修正為表7.1-1。
三、	**王委員仲宇**		
1	3-11頁	此處提及『若補強費用超過新建之45%，則需進一步檢核評估補強設計之合理性』，報告書中並無提及相關實際評估內容。	遵照審查意見辦理，本標補強及新建經費百分比請參見審查會議簡報資料，後續初步設計報告書將增加補強及新建費用百分比欄位。
2	4-14頁	4.6節之河川沖刷評估，建議可增加沖刷潛勢之評估。	遵照審查意見辦理，本工程之河川沖刷評估，係依交通部頒「公路排水設計規範」(98年12月)第七章及「橋基保護工設計規範」(100年12月20日)之規定，考慮局部沖刷深度、束縮沖刷深度、河床質移動層厚度，以及河道長期沖刷深度等四項之綜合沖刷影響。其中河道長期沖刷項目方面，本工程係取歷年河道斷面高程平均值之變化包絡線，已適切並保守地將河川長期沖刷趨勢予已考量，作為本工程之計算依據；本標之河川沖刷潛勢之評估，請參見附件四。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
3	4-43頁	表4.8-1中，有部份橋梁、項目未進行評估，請說明原因。	遵照審查意見辦理，經查因為各橋梁之型式及構件組成不同，故表4.8-1中部分評估項目空白，代表該橋梁無此評估項目。
4	5-40頁	應評估橋基托底補強所造成之樁帽寬度增加所產生之阻水面積增加。	遵照審查意見辦理，本標工程之基礎補強，係以補強後之基礎頂部不高過現有河床面為原則，故並不會產生阻水情形。未來若有不得已必須凸出河床面者，本工程將於河川公地申請時一併提請水利主管機關同意後實施。
5	6-12頁	此處說明『本標補強範圍之妨礙施工管線，經資料收集、套繪及檢核設計，如表6.2-1所示』，是否有明確之圖資紀錄或儀器非破壞檢測之結果留存。	遵照審查意見辦理，本標工程妨礙施工管線一覽表之建立，係依據管線單位提供之資料及地面人孔位置，套繪比對基礎補強範圍而得，後續將再依本次初設審查會議核定之試挖位置辦理現地管線試挖確認；如有不足之處，則於施工階段視情形辦理補充管線試挖。
6	附錄52頁	開始出現亂碼。	遵照審查意見辦理，表格輸出產生亂碼問題已調整設定修正。
四、	**北工處**		
1.		橋下空間已租用部份，其設施復舊將如何處置？施工中設施遷移範圍等，請顧問公司再詳加規劃，並請設計單位先提供相關資料，以利本處與使用擔位事先進行溝通協調等事宜。	遵照審查意見辦理，後續細部設計將提供相關資料，並依據溝通協調結果，進行相關施工規劃及編列必要之費用。
2.		關西段目前正進行三峽溪河床加固工程(經查應為大漢溪加固工程)，若設計單位有需要可向北工處或工務段調閱相關資料。	敬悉，感謝北工處協助，目前已取得大漢溪加固工程之設計資料，後續細部設計大漢溪橋若有基礎補強後復舊之需求時，將依既有河床保護工之現況，予以原樣復舊。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
五、	**拓建工程處**		
1.	P8-1 8.2施工預定時程	預定於104年8月31日完工，與建設期程不符。	遵照審查意見辦理，文中期程數字誤植，應為「101年11月1日開工，103年8月31日完工」，已修正。
2.	P8-11 貳、間接工程成本	一、環境保護查核費，請說明此項費用做何用途。	遵照審查意見辦理，本工程施工前、中之環境監測作業，係委由環境專業廠商辦理，考量機關(高公局工程處及工務段)可能之查核需求，故建議維持酌予編列該項費用，供機關辦理抽樣監測或檢驗之用。
3.	P8-6 8.4工程經費概估	8.4工程經費概估2.間接工程成本建議增列工務行政1項。	依據行政院公共工程委員會針對本計畫之基本設計審議結果(工程技字第10100062340號函)：「3.工務行政費部分，依行政院99年11月26日核定函，請貴部依另案陳報行政院核定原則辦理，本次審定經費內未核列工務行政費。」；故現階段依行政院函示暫不編列，未來將俟　貴局工務行政費編列原則確認後，依指示原則編列。
4.		既有公共管線位置平面圖(一)～(三十八)，於細部設計，請增列影響施工公共管線相關資料於圖面，包含管線位置里程、管理單位、管線種類、管徑等資料，並請於末頁建立「妨礙施工管線處理計畫表」，納入所有相關管線，標明項次、管線種類、里程、管線協調單位、設計公司建議處理方式、有無妨礙施工及執行情形，俾供施工參考。	遵照審查意見辦理，將於細部設計階段補充相關圖說。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
5.	第5章5.1	第5章5.1略以...規劃設計時將把握下略基本策略...。共列出9項策略為補強方式之參考因素，本處建議應再增加1項：對於座落於市區或道路之橋梁，將配合當地交通狀況來設計耐震補強，避免補強施工佔據道路過鉅，影響用路人路權。 第7章所述本標含高速公路主線及地方道路交通維持，為何設計圖說鈞未有任何交維布設圖，請補齊。並於交維布設時審慎考量前述一，而不是僅就傳統耐震補強方式先結構分析後，決定補強方式再將補強方式套至現場，再評估佔用多少道路，有時現場情形並非如此單純，本處就曾已施工中之耐震補強工程因車道縮減致無法通行而重新辦理變更設計(例如M33標等)。	遵照審查意見檢討說明如下： 1. 為滿足「國道橋梁做為台灣地區生命線救災道路」之耐震補強定位，本工程規劃設計須符合「耐震能力不足之橋梁進行補強時，應尋找最適當且經濟方法，將耐震能力提昇至足夠之標準」的基本原則。本計畫國道橋梁除跨越山谷及河川渠道外，座落於市區或道路旁之橋梁甚多，橋墩(台)緊鄰地區道路，基於結構補強之經濟合理性及基本施工空間需求，實難完全避免補強佔用道路施工。惟為避免補強施工造成當地嚴重交通衝擊，設計時將依據當地交通狀況及有無替代道路等，列為耐震補強方案之重要考量因素，並規劃配套之可行交維方案，以儘量避免或降低其影響。 2. 第5.1節所列9項策略係配合圖5.1-1說明結構補強方式之基本策略，故建議不宜納入交維考量；惟已於補充文字說明「為滿足『國道橋梁做為台灣地區生命線救災道路』之耐震補強定位，本工程耐震補強之策略研擬，將就各橋梁系統配置、補強實際需求、路權、經濟性、可靠性、交通維持、管線及施工性等因素綜合考量，採用系統補強、增加構件或構件補強等方案彈性思考與運用，於規劃設計時將把握下列基本策略.....」。
6.	第5章5.2.3	第5章5.2.3一地錨，不論錨碇段或自由段之填滿灌漿，如何確保灌滿？至為重要，因此檢驗地錨除了抗拉拔試驗外，如何檢驗灌滿將成為地錨防銹及永	遵照審查意見檢討說明如下： 1. 有關預力地錨之錨錠段或自由段檢驗灌漿是否填滿，影響地錨防蝕能力甚鉅，按過去地錨鋼腱腐蝕檢討案例，以自由段鋼腱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
		固之關鍵因素，以往僅靠灌漿流出孔檢視已證實無法100%確保，所以請設計單位於此項設計時將灌滿之檢視方式明列。	腐蝕之機率較大。為避免設計年限前發生鋼腱腐蝕現象，施工前檢查及施工程序遠較完工後檢驗更為重要。施工前檢查及施工程序主要注意事項包括：各部件是否妥善、鋼腱是否有油脂鐵銹、灌漿材料及摻料是否合格、封漿處理是否確實、灌漿壓力及速度是否符合規定、鋼腱是否扭曲變形等，若各項細節均按施工規範及施工計畫書之規定，則地錨防蝕能力將可確保。 2. 另有關完工後檢驗，　貴局頒施工技術規範無檢驗規定，僅以目視方式確認漿液由承鈑孔溢出，似有不足。本標工程將視設計內容，於特訂條款該章增加拉力前、後增做絕緣防蝕電阻檢驗等規定。 3. 考量　貴局另有其它邊坡保護細部設計計畫尚在執行及核定階段，後續將參考其核定規範內容，納入特訂條款。
7.	第5章	所述之所有構件補強漏列了各項橋臺及橋臺背填狀況評估，需不需要評估？請明確說明；另外員高段對於軟弱地層使用過起微粒水泥灌漿，效果及施工性頗佳，本標亦可納入考量。	遵照審查意見檢討說明如下： 1. 本標工程若採位移拘束工法補強時，基於保守的考量，縱向地震力均直接傳導至橋台牆身本體構造，背填土之狀況對其影響有限，故無需列入評估；橋台結構則依據其承受地震力之機制，加以評估並研擬橋台本體之結構補強方案。 2. 本標工程若經評估有軟弱地層改良需求時，將把超微粒水泥灌漿納入考量，例如本標工程「三鶯交流道復興路穿越橋」之橋台補強，即採用超微粒水泥灌漿工法。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
8.	圖8.2-1	識別碼4.中和一號穿越橋、5.中和五號穿越橋及22.永寧路穿越橋等工期為0天，似不合理。	遵照審查意見辦理，委員所提各橋梁之預估工期業已依初設成果修正，後續亦將依據本標細部設計成果予以檢核及調整。
9.	附錄P52~170	P52~170表格數據均為亂碼，請修正。	遵照審查意見辦理，表格輸出產生亂碼問題已調整設定修正。
六、	**工務組**		
(一)	**初步設計報告**		
1.	3-5	D_{p2}公式計算式誤植漏「-」號，請修正。	遵照審查意見辦理，已修正。
2.	3-6	其中，ε^{R}_{su}鋼筋之折減極限應變「強度」、ε_{su}鋼筋之極限應變「強度」，誤植請修正。	遵照審查意見辦理，已刪除「強度」字眼。
3.	3-10	第4行末段，此種破壞模式為撓曲-剪力破壞模式，請修正。	遵照審查意見辦理，已修正。
4.	3-11	第6行，追「縱」，請修正。	遵照審查意見辦理，已修正。
5.	4-1	第2段建議修正為：「第二標工程(第M32標)自中和交流道(35k+000)至關西交流道(79k+210)各路段基礎承載能力評估結果如下：」。	遵照審查意見辦理，本標初步設計報告書文字修正為「第二標工程(第M32標)自中和交流道(35k+000)至關西交流道(79k+210)各路段基礎承載能力評估結果如下：」。
6.	4-13	評估結果詳見表4.1-2，查無此表，請列表說明。	遵照審查意見辦理，已補充表4.1-2土壤液化評估結果，請參見附件二。
7.	5-6	防震拉條採用高拉力鋼棒或鋼鉸索，請說明敘述兩者之優劣點。	遵照審查意見辦理，已於報告中補充說明採用鋼棒或鋼鉸索之適用場所及優缺點。防震拉條材料主要採用鋼棒或鋼鉸索，其選用之原則可根據所需之拉力、設置方法及配置而定。鋼棒式防震拉條為留設足夠可動距離，鋼棒需配合設置螺旋彈簧，且因鋼棒不

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
			可彎折，抗剪能力較低，故設計時須考量受力之方向性；鋼鉸索則因具可撓性，可多支成束配置，受力方向較具彈性，惟其可動距離需藉由較長之鋼鉸索配置，以提供足夠之伸長量。
8.	第五章	建議於適當章節列表說明各補強橋梁之評估結果、採取補強項目、位置、工法、重要配合事項等。	遵照審查意見檢討說明如下： 1. 有關各橋梁之評估結果請參見初步設計報告書第四章之摘要整理，其詳細內容則請參見依契約規定另案提送之「橋梁耐震分析評估報告書」。 2. 有關採取各橋梁之補強項目、位置、工法，則將於後續細部設計圖中列表摘要說明，其重要配合事項亦將在各細部設計相關圖說中加以規定及說明。
9.	7-3	河川橋、排水橋等水域橋梁與陸地橋梁，其施工便道、施工便橋及構台等建請於細部設計圖說中明確界定。	遵照審查意見辦理；細設階段均將以圖標示施工便道、施工便橋及構台之規劃與配置，詳見細部設計之MA圖。
10.	7-5	噪音「震」動，文字誤植，請修正。	遵照審查意見辦理，誤植部分已修正。
11.	第七章	請補充敘述土資場、借棄土規劃。	遵照審查意見辦理，將於本標細部設計成果及後續各標初步設計報告中補充敘述土資場、借棄土規劃。
12.	8-1	本標預計於民國102年11月1日開工？104年8月31日完工？工期約為22個月？請確認。	遵照審查意見辦理，文中期程數字誤植，應為「101年11月1日開工，103年8月31日完工」，已修正。
13.	8-4	工程經費編列請依照新頒或修訂之相關法令辦理。	遵照審查意見辦理，後續各標工程經費編列，均將依照新頒或修訂之相關法令及第M31標細部設計正式成果之預算核定原則辦理。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
14.	9.2	橋梁下方已出租或出借與其他機關或單位使用初步統計如表7.1.4誤植？請確認。	遵照審查意見辦理，誤植部分已修正。
(二)	**初步設計圖**		
1.		價值工程研析結果之建議案是否考量納入設計？請說明。	遵照審查意見辦理，本標工程之價值工程研析結果建議案，是否納入設計之說明與建議，請參見初步設計審查會議簡報資料。
2.	S-006、S-009等	請檢核所有工程圖說之行政區名稱是否正確。	遵照審查意見辦理，工程圖說之行政區名稱已檢核修正。
3.	S-041、S-142等	請確認於橋梁活動端設置剪力榫是否恰當？	遵照審查意見辦理，本工程於橋梁活動端設置剪力榫，主要目的為抵抗橫向地震力，或藉由橋台提供位移拘束作用以分擔縱向地震力，細節設計均開設有長孔，可維持原活動端常時之伸縮功能。
4.	S-167	請說明P8W是否亦須設置隔離套筒。	遵照審查意見辦理，經查橋墩P8W亦需設置隔離套筒，初步設計圖標示漏列，將於細部設計圖中補充標示。
5.	MS	請依「勞工安全衛生設施規則」檢核本工程必要設備之標準，並請說明檢核結果，有無刪除、新增。	遵照審查意見辦理，後續細部設計將依「勞工安全衛生設施規則」檢核本工程必要設備之標準，並就檢核結果增刪相關圖說內容。
6.		請於細部設計階段納入交維設施、圍籬、工程告示牌、考量邊坡、堤防、景觀復舊等設計圖。	遵照審查意見辦理，細部設計階段將納入交維設施、圍籬、工程告示牌、邊坡、堤防及景觀等設施復舊詳圖；對橋下既有設施之復舊原則，則將依據　貴局101年3月9日「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計」第一標(M31標)橋下設施復舊議題會議紀錄辦理(技字第1016001958號函)。
7.	其他	請提供耐震補強優先路段四標之進度、經費、細設完成時間、發包時間、開工時間及完工時間等資料。	遵照審查意見辦理，將依據目前執行進度及成果，提供最新之相關資料。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
七、	**路產組**		
1.	P6-2、P6-3	請補充各管線單位之聯絡方式(含該單位之聯絡人、聯絡電話及通訊地址)。	遵照審查意見辦理，將於後續細部設計圖中表列各管線單位相關之聯絡資訊。
2.	P6-2、P6-3	為使管線遷移順利，請確認是否有中油 26 吋天然氣管坐落本案工程範圍內。	遵照審查意見辦理，經查本標工程範圍內確有26吋天然氣管線，惟經套繪管線單位提供之GIS座標資料，並無影響補強施工情形。另經套繪中油新竹供氣中心提供之管線平面位置圖，初步判斷與補強方案無直接衝突，後續將會同中油單位現場會勘確認。
3.	P6-2、P6-3	請補充管線衝突情形及建議遷移位置。	遵照審查意見辦理，將於細部設計階段補充管線衝突情形及建議遷移位置。
八、	**交通管理組**		
1	P7-16	交維依據部分，請更新為100年版「施工之交通管制手則」。	遵照審查意見辦理，本工程若有國道主線交維需求時，將依據　貴局100年版「施工之交通管制守則」規定辦理。
九、	**技術組設計科**		
(一)	**綜合意見**		
1.		靠近鄰房之橋墩基礎補強，施工前需進行鄰房鑑定，並請編列相關之費用。	遵照審查意見辦理，本工程如有靠近鄰房之橋墩基礎補強，將要求於施工前進行鄰房調查，並編列相關之費用。
2.		橋墩基礎補強施工，需以避免道路封閉為原則，並需編列相關施工交維費用及規劃施工期間之替代道路。	遵照審查意見辦理，本工程耐震補強設計已儘量避免封閉道路，並視需要編列相關施工交維費用及規劃施工期間之替代道路。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
(二)	**初步設計報告**		
1.	P-28	圖 3.2-2 及 3.2-3 名稱不清，應為「黏(砂)土層中，長樁之極限側向承載力」請以逗號或空格予以修正，另圖 3.2-2 右坐標 L/R≧4 請補充 R 之定義。	遵照審查意見辦理，圖名已修正為圖3.2-2黏土層中，長樁之極限側向承載力及圖3.2-3砂土層中，長樁之極限側向承載力；另圖3.2-2右邊L/R係誤植，已刪除，另第3-27頁最後一行「R為樁變形因數」，亦一併刪除。
2.	CH3.3.2	本計畫液化潛能評估採用日本道路協會液化評估法(2002)法並以 NCEER SPT-N 簡易法(1996)與本土 HBF 法(黃俊鴻等人，2001)為輔，然而實際分析之液化潛能指數之判斷原則，請再補充說明。	遵照審查意見辦理，請參見本標初步設計報告書第4.1.2節第一段文字說明：「本工程採日本道路協會液化評估法(2002)、NCEER SPT-N簡易法(1997)與本土HBF法(黃俊鴻等人，2011)等三種方法評估液化潛能及土壤參數折減係數，並採三種方法液化潛能指數最高者，來評估液化損害程度與土壤參數折減係數。」。
3.	CH4.1.2	報告中未見表 4.1.2 液化潛能評估結果表，請補充修正。	遵照審查意見辦理，已補充表4.1-2土壤液化評估結果，請參見附件二。
4.		報告附錄 P53 之後皆為亂碼，請修正。	遵照審查意見辦理，表格輸出產生亂碼問題已調整設定修正。
5.	CH4.8	「表 4.8-1 評估結果彙整表」，橋梁基本資料中多座橋梁「上構」橋型填具不實，本意見已於「目視檢測報告」出具審查意見，請顧問公司確實檢核、修正報告內容。	遵照審查意見辦理，有關表中之橋梁「上構」型式，已檢核修正。
6.	CH8.2	所列施工預定時程數據不正確，請修正。	遵照審查意見辦理，文中期程數字誤植，應為「101年11月1日開工，103年8月31日完工」，已修正。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
(二)	**初步設計圖**		
1.	G-001~G-027	鑽孔平面位置及柱狀圖，請依據補充地質調查成果報告最新修正之版本一致。	遵照審查意見辦理，本標細部設計鑽孔平面位置及柱狀圖，已比對補充地質調查成果報告最新修訂之版本，修正一致。
2.	S-030	中和交流道南主線高架橋(一)橋墩 PS1 基礎補強方案應考量避免影響圓通路交通，建議可考量基礎截角方式因應。	遵照審查意見辦理，經評估檢核橋墩PS1基礎補強配置，可調整採截角方式補強，以降低對圓通路交通之衝擊。
3.	S-049	請檢討中和交流道匝道 A(一)橋墩 P8L、PA1 補強方案似否適當，與鄰跨橋墩 PA4~PA8 振動單元相比，跨徑配置、結構型式皆相同，但橋墩 P8L、PA1 基礎需大規模補強，請檢討分析設計。	遵照審查意見辦理，經重新檢視橋址區域地層土壤條件變化，依據修正後土壤參數之詳細評估結果，本橋之橋墩P8L、PA1基礎已符合地震需求而無需進行補強。
4.	S-078	中和交流道匝道 D「立面圖」中，橋墩 PD7 處「抽換防震拉條」標示不清，請修正。	遵照審查意見辦理，圖面標示已檢核修正。
5.	S-079	中和交流道匝道 D，橋墩 PD12~PD8 基礎補強方案應避免或減少對鄰近排水溝之影響。	遵照審查意見辦理，經重新檢視橋址區域地層土壤條件變化，依修正後土壤參數之詳細評估結果，僅橋墩PD12基礎需增厚補強，故已大幅減少對鄰近排水溝之影響。
6.	S-079	中和交流道匝道 D，橋墩 PD12 基礎補強方案應考量避免影響員山路交通，建議可考量基礎截角方式因應。	遵照審查意見辦理，已依據上述評估結果縮小補強範圍，已大幅降低對員山路交通之影響。
7.	S-079	中和交流道匝道 C 與匝道 D，位置鄰近、橋梁結構、柱高、跨徑配置亦相似，惟補強方案卻大不相同，請檢討分析結果是否合理。	遵照審查意見辦理，已重新檢視中和交流道橋址之區域地層土壤條件變化，已依修正後之土壤參數重新評估，並據以研擬補強配置方案，納入本標細部設計成果。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
8.	S-081	中和交流道匝道 D，依結構平立面圖，振動單元橋墩 PD7~PD12 基礎補強方案與振動單元橋墩 PD2~PD7 相比，似甚不合理，請再檢討分析結果及補強方案合理性。	遵照審查意見辦理，請參見前1點(第7點)審查意見回覆說明。
9.	S-086	中和交流道匝道 E，橋墩 PE7 補強方案可能有施工淨高不足疑慮，請檢討補強方案。	遵照審查意見辦理，經重新檢視橋址區域之地層土壤條件變化，依據修正後土壤參數之詳細評估結果，橋墩PE7基礎已符合地震需求而無需進行補強。
10.	S-086	中和交流道匝道 E，僅少數橋墩規劃帽梁補強，請檢討分析結果合理性，或以「補強一致性」觀點進行補強考量。	遵照審查意見辦理，已重新檢視橋址區域之地層土壤條件變化及結構之地震力需求，依「補強一致性」觀點整體性檢討修正中和交流道區域之補強方案配置。
11.	S-089	中和交流道匝道 E，表格內角度值出現亂碼，請修正。	遵照審查意見辦理，圖面表格內容已檢核修正。
12.	S-092	中和交流道匝道 F 僅單跨 20m 橋梁，橋墩 PF1 基礎補強方案似不甚合理，請再檢核。	遵照審查意見辦理；橋墩PF1係兩振動單元之界面墩，其基礎地震力需求確實並非由單跨20m單元控制，而係由另一振動單元控制。惟經重新檢視橋址區域之地層土壤條件變化，依據修正後土壤參數之詳細評估結果，橋墩PF1基礎已符合地震需求而無需進行補強。
13.	S-095	中和交流道匝道 G，橋墩 P1’ G 基礎補強方案應考量避免影響鄰近鐵皮屋，建議可考量基礎採縱向補強方案因應。	遵照審查意見辦理，為避免影響側車道清潔隊車輛之進出，已改採縱向補強配置。另經檢討改採縱向補強後，仍無法避免對橋墩周圍鐵皮屋之影響，相關因應措施，將依　貴局與使用單位協調之處理原則辦理，並納入本標細部設計成果。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
14.	S-098	中和交流道匝道 H，橋墩 P1H 基礎補強方案請檢討不增樁方案，建議可考量與主線基礎相連方案因應。(目前設計方案因淨高限制，施工上似有困難)	遵照審查意見辦理，經檢討若非確有必要，建議不宜將匝道與主線基礎相連大幅改變原結構系統；為因應橋址淨高限制，已改採增設微型樁進行基礎補強。
15.	S-117 S-136 S-177 S-192 S-273	包含「仁愛路穿越橋」、「承天路穿越橋」、「三鶯交流道復興路穿越橋」、「大溪二號排水橋」、「關西 IC 穿越橋」等補強單元，由於里程線與橋台、墩柱有大歪斜角，致所繪「立面圖」地面線標示混亂，與欲藉由結構外緣線了解基礎與地面線相對高程關係原意悖離，請檢討繪圖方式。(是否可考量左、右側地面線之里程亦與主線呈歪斜角)	遵照審查意見檢討說明如下： 1. 原增加標示結構外緣處地面縱斷面線，係因部分橋址地形變化較大，可藉由增加標示地面縱斷面線了解基礎與地面線相對高程關係。 2. 考量兩側橋台歪斜角度不一定相同，左、右側地面線之里程亦與主線呈歪斜角甚難定義，以及所列穿越橋及排水橋兩側地形變化不大；未避免所列橋梁「立面圖」地面線標示混亂，建議取消左、右側地面線標示。
16.	S-177	「三鶯交流道復興路穿越橋」由於橋台補強影響範圍大，請再檢討補強方案，建議可採補強橋墩，藉由加大基礎減少橋台端的補強需求。	遵照審查意見辦理，考量復興路現況尖峰時間服務水準已達F級，若採橋墩基礎補強，恐加大該區道路壅塞情況，故建議採位移拘束工法配合橋台補強。
17.	S-182	大漢溪河川橋於橋墩 P18 設計沉箱補強，惟該單元與鄰近單元結構型式相近，請再檢討分析結果是否正確，以避免不必要開挖基礎補強。	遵照審查意見辦理，經重新檢視評估結果，橋墩P18沉箱基礎已符合地震需求而無需進行補強。
18.	S-198	「大溪三號渡槽兼人行橋」，請於平面圖中依現地邊坡條件標示，以做為承商復舊依據，並於預算中確實計算、考量。另現地鄰近橋台 A2 處有電塔，	1. 遵照審查意見辦理，已於平面圖中標示橋址現地邊坡條件，並於預算中編列相關復舊費用。 2. 經查平面地形圖中確已標示鄰近橋台A2之電塔，橋台增樁補強

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
		平面圖似未看到相關設施，請確認。	及施工配置已納入考量，
19.	S-199	大溪三號渡槽兼人行橋橋台補強方案採橋台牆身兩側加樁方式設計，於橋梁單元四角隅分設單一場鑄基樁，其施工機具移設、假設工程將造成補強造價偏高，請評估可否將基樁改為場鑄沈箱等方式設計。另應避免施工損害電塔基礎，注意工安(感電事件)，編列相關安衛費用，施工前需先知會台電相關人員。	1. 綜合考量手掘式基樁本身造價較高、施工風險較大及工期較長等因素，且於橋台四角隅施工，仍需一定之開挖擋土機具作業與材料堆置整地空間，整體補強造價不一定較低，故建議仍以全套管基樁補強為原則。惟後續各標設計作業，將依各橋橋址實際施工條件，視需要改採手掘式基樁施工。 2. 有關施工時之電塔基礎安全維護、避免感電事件等安衛措施，均將納入細部設計圖說考量，並編列相關費用。
20.	S-208	台三路跨越橋(雙向)，橋台端補強應注意橋檢梯、圍籬復舊數量計算及預算編列；設計應注意施工對現場排水溝影響；另圖名錯誤請修正。	1. 遵照審查意見辦理，後續細部設計已將橋檢梯及圍籬等設施復舊數量納入預算編列；圖名亦已修正。 2. 另若經評估補強施工將對現場排水溝造成影響，則於細部設計成果中規劃並編列施工期間臨時導排水及復舊相關費用。
21.	S-210	「台三路跨越橋(雙向)」，橋台端補強方案意見同前「大溪三號渡槽兼人行橋橋台補強方案」。	請參見第19點審查意見回覆說明。
22.	S-222	龍潭高架橋橋下目前為清潔隊使用中，關於施工中橋下設施臨遷規劃要求，請於特訂條款中加以規定。	遵照審查意見辦理，對橋下既有設施之復舊原則，則將依據　貴局101年3月9日「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計」第一標(M31標)橋下設施復舊議題會議紀錄辦理(技字第1016001958號函)；本橋下方現由清潔隊使用之設施，將於細設圖說中加以規劃說明。
23.	S-239	龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)，橋墩 P1、P2 補強方案可否評估不使用微型樁之補強方式，例如僅加大	1.依據詳細評估結果，橋墩P1、P2基礎橫向底層鋼筋不足，故必須加大基礎縱向尺寸以增設橫向底層鋼筋；然經調整採位移拘束

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
		基礎橫向尺寸因應。請於平面圖中橋台端邊坡加標現地邊坡情況，做為承商復舊依據。	工法後，僅需擴大基礎(擴大範圍均在護欄外側)，可免設微型樁補強。 2.遵照審查意見辦理，現地邊坡現況為混凝土格狀護坡，已於平面圖中標示現狀。
24.	S-242	龍潭三號排水橋橋墩 P1 位於河道(槽)內，目前設計方案施工上似有困難，請檢討改採連梁或其它補強方式，避免於河道內開挖。	遵照審查意見辦理，經綜合檢討永久結構補強之合理有效性及臨時排水路施工性等因素，建議該河道(槽)仍採臨時改道方式，以維持施工階段之排水功能。
25.	S-247	龍潭二號跨越橋(雙向)，增設防震拉條補強方案將衍生平面道路封閉之施工交維費用，請予以考量。請於立面圖中標示橋下高速公路位置。	1. 遵照審查意見辦理，已於立面圖中標示橋下高速公路位置。 2. 橋墩P2外懸梁伸縮縫防落長度不足，確有增設防震拉條需求；經檢核該伸縮縫位於路肩範圍，補強施工對主線交通影響有限。
26.	S-252	牛欄河一號橋，橋墩 SP5 補強方案需於臨近溝渠處開挖，請確認「開挖擋土」施工可行性及相關規畫；溝渠於施工中之臨時導排亦需規畫設計，並於預算中編列相關費用。	遵照審查意見辦理，橋墩SP5及NP5沉箱之補強施工開挖，將影響既有排水溝功能，已於細部設計成果規劃施工中之臨時導排水設施，並於預算中編列相關費用。
27.	S-260	牛欄河二號橋，橋墩 NP2 補強方案請評估臨中豐新路角隅不開挖施工(補強)可行性。另橋墩 NP2、NP3、SP2、SP3 基礎開挖施工與現地自來水設施衝突相關問題請予以考量，應於施工前確實調查鄰近地下管線。	1. 遵照審查意見辦理，細部設計已調整橋墩NP1及NP2基礎補強配置，退縮臨中豐新路側角隅補強範圍，以降低補強施工對地方道路之影響。 2. 經詳細評估橋墩NP2、NP3、SP2、SP3基礎確有補強需求，且僅需於既有基礎範圍向上增厚補強，有關現地自來水設施及地下管線處理，將依　貴局協調確認之原則辦理。
28.	S-273	關西 IC 穿越橋補強方案及施工規劃應以不影響橋	1. 本橋基礎已採偏心補強方式配置，其施工規劃亦將儘量以不影

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
		下匝道交通為原則；另請於平面圖中標示現地邊坡(護坡)情況，以作為承商復舊依據，並於預算中編列相關費用。	響橋下匝道交通為原則。 2. 平面地形圖中已標示橋址現地為「串方塊護坡」，細設階段將於預算中編列相關復舊費用。
29.	P-036	牛欄河二號橋自來水廠進出相關管線圖缺漏，請補正。	遵照審查意見辦理，已於細部設計圖補充自來水廠進出相關管線配置圖。
30.	其他	耐震補強橋梁眾多，其評估內容最後需再全面檢視，避免位置鄰近、橋梁結構、柱高、跨徑配置相似者，但補強方案卻大不相同等不合理情形發生。	遵照審查意見辦理，初設成果中若有位置鄰近、橋梁結構、柱高、跨徑配置相似，但補強初設方案差異較大之情形，已重新檢核詳細評估成果，並合理調整相關補強設計方案。
31.		地方道路交維協調時機，請再補充說明。	遵照審查意見辦理，建議於細部設計成果(初稿)提送後，以較具成熟度之補強方案內容，再與地方政府相關單位進行地方道路交維協調事宜。
32.		公共藝術應為四標合編成一筆費用，請再與景觀科確認編列方式。	遵照審查意見辦理，有關公共藝術編列方式，將依據第M31標預算編列原則辦理。
33.		各標採用工法與之前規劃報告核定內容，若有差異致使費用增加時，必須要有因應對策。	遵照審查意見辦理，後續各標採用工法與規劃報告核定內容若有差異致使費用增加時，將於細設審查會中說明，並研提因應對策。
十、	**技術組規劃科**		
1.		各項既有排水設施拆除後，補強作業期間，其臨時性排水措施費用是否已納入。	遵照審查意見辦理，已於細部設計成果中，編列相關臨時性排水措施費用。
2.		既有排水設施復舊請依原尺寸施作並納入排水工程一般說明，另請評估排水復舊費用。	遵照審查意見辦理，已於細部設計成果中，將既有排水設施復舊原則納入排水工程一般說明，並編列相關排水復舊費用。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二標(M32標)初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

項次	章節(頁次)	審查意見	顧問公司處理情形
十一、	**拓建處八德所**		
1.	圖8.2-1	識別碼4.中和一號穿越橋、5.中和五號穿越橋及22.永寧路穿越橋等工期為0天，似不合理。	遵照審查意見辦理，各橋預估工期已依細部設計成果檢核調整。
2.	附錄 P52~170	P52~170表格數據均為亂碼，請修正。	遵照審查意見辦理，表格輸出產生亂碼問題已調整設定修正。
十二、	**結論**		
1.		橋下空間已租用部份，請路產組會同北工處及拓建處，儘速依設計成果及契約規定，與租用單位溝通協調。	敬悉，對橋下既有設施之復舊原則，則將依據　貴局101年3月9日「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計」第一標(M31標)橋下設施復舊議題會議紀錄辦理(技字第1016001958號函)；後續細部設計將提供相關資料，並依據溝通協調結果，進行相關施工規劃及編列必要之費用。
2.		各委員及各單位所提意見與建議，請顧問公司處理結果提出前應分別進行確認。	遵照指示辦理，已就會議中各項審查意見處裡情形，先行洽　貴局及審查委員說明。
3.		本次初步設計報告及圖說原則同意，請顧問公司各單位審查意見納入細部設計中參辦。	遵照指示辦理，已將各單位審查意見納入細部設計辦理。

第M34標
初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
一、黃委員然				
1.			請補充M34標與前幾標整體差異性之描述，包括環境曝露差異性。	遵照審查意見辦理，有關本標與前幾標環境曝露等整體之差異性，說明如下： 1. 本標工程範圍共有5處橋址鄰近敏感性邊坡，各橋址邊坡評估結果顯示，目前尚符合規範要求，即各邊坡行為尚不致影響橋基穩定性。惟局部用於穩定邊坡之地錨預力損失較多，需視需要加以補強回復至原有設計性能。 2. 橋址位於敏感性邊坡時，若採擴大基礎補強，開挖施工及增加之基礎重量，將造成邊坡擾動及額外載重，不利於邊坡穩定。 3. 本標需考量河床沖刷之主要河川橋僅鳳山溪河川橋、頭前溪河川橋及鹽水溪河川橋，行水區橋墩基礎型式分別為沉箱基礎及樁基礎。 4. 本標橋梁既有樁基礎均採用場鑄混凝土樁設計，故無第M31標預力混凝土樁於地震時樁頭抗拉拔鋼筋不足之補強課題，惟本標橋梁均需考量斷層近域效應，基礎補強經費規模相對較第M32標大。
2.	簡報	P19	橋墩數目修正，表格說明應為液化程度。	遵照審查意見辦理，簡報P19表格內容係統計依不同評估方法所得不同液化程度之橋墩數目，後續相關報告表頭將加強標示。
3.	簡報	P79	設計成果彙整表，補強工法有增設阻尼器、增設	有關增設阻尼器之參數設定，將依補強需求以非線性模態歷

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			止震塊等，且包覆補強工法有鋼板包覆、混凝土包覆及FRP包覆等，請問未來選用上，其參數如何設定？	時分析法分析(Nonlinear Modal Time History Analysis)迭代估算後，執行非線性直接積分歷時分析(Nonlinear Direct integration Time History Analysis)驗證修正。另有關各種橋柱包覆工法設計之參數設定，則依個別材料性質、本工程規劃階段核定之「橋梁耐震評估及補強設計準則」及參考國家地震工程研究中心「公路橋梁耐震評估及補強準則草案」之規定辦理；並進行補強後之測推分析，以評估補強效果。
4.			邊坡補強計畫與本計畫之介面如何配合？請補充說明。	有關邊坡補強計畫與本計畫之介面配合，均依 貴局100年8月12日邀集北區工程處、台灣世曦工程顧問公司、陸島工程顧問公司、世合工程顧問公司及永碁工程顧問公司等邊坡評估補強相關單位協調之「橋梁耐震補強與國道邊坡補強計畫協調會議」結論辦理。茲摘要說明如下： 1.國道3號94K+383跨越橋南下側、雲南路跨越橋及新竹一號跨越橋(南下側)等邊坡，為整體考量邊坡補強一致性與有效性，並配合邊坡補強計畫的期程，儘量避免二次施工，以降低對地質敏感邊坡的干擾與影響，由橋梁耐震補強計畫將已完成的鑽探資料，及橋梁耐震評估補強後對橋址邊坡載重的影響與相關設計資料，提供世合公司納入後續邊坡補強設計之參考，由邊坡補強計畫範圍內辦理。亦請陸島、永碁公司一併納入詳細評估作業。 2.寶山三號橋跨越橋(南下側)邊坡，經永碁公司詳細評估結果為淺層破壞，僅辦理表面修復，無須辦理邊坡補強工程且不涉及邊坡補強計畫期程。本跨越橋耐震補強工作對橋

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
				址邊坡的影響，由橋梁耐震補強工程作整體評估與分析，併納入辦理。 3.北區工程處辦理關西路段邊坡評估與補強設計成果審查時，請林同棪工程顧問公司參加，並提供邊坡補強設計成果，據以辦理三座跨越橋耐震補強檢核工作。 4.請參與之顧問公司團隊密切溝通合作，適時交換、分享階段結果資料，以確保各項工作成果。
二、林委員安彥				
1.	初設報告書		按特訂條款之訂定目的，在施工技術規範(一般工程)無法涵蓋本標全部工程內容，其特殊部分另以特訂條款規範之。	遵照審查意見辦理，特訂條款目的主要在補充局頒施工技術規範(一般工程)、一般條款、契約本文、設計圖說及其他招標文件不足之規定。
2.	初設報告書	第7-21頁	第7.2.2「耐震補強特訂條款補充與修訂」一節，稱：將於本標特訂條款中增列計23項補強工法，惟查第五章「橋梁耐震補強初步設計」第5-59頁，第5.7「耐震補強初步設計成果」一節，多項工法本標並未使用，如四、高壓噴射樁，五、固結灌漿，六、超微粒水泥灌漿地盤改良，八、預壘樁，十一、監測儀器等。建議再詳查，本標未使用之工法，移置於第五章，確為本標使用之工法，始列於特訂條款，以符特訂條款增訂目的。	第7.2.2所列新增章節，為第二期補強工程主要新增內容，非僅針對第M34標設計內容，俟細部設計階段，將按實際設計內容編製特訂條款，非工程範圍章節將不列入。
3.	初設報告書	第7-38頁	第7.2.3「第一期工程回饋經驗檢討」一節，擬分三項分別陳述，惟目前內容似僅為備忘錄或綱要	遵照審查意見辦理，已在第M35標初步設計報告第7.2.3節，補充第一.~第三.段各分項經驗回饋項目，將第一期耐震補強

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			方式，建議爾後應分項舉例，詳為陳述當時情形，最後解決方式。	執行方式及第二期文件條款修訂方向，詳細說明。
4.	初設報告書	第9-1頁	結論第六項：本標工程預力I型梁橋約佔全標橋梁總座數之72.5%，惟查2-2頁，表2.1-1：第三標橋梁一覽表，PCI預鑄預力混凝土I型梁計49座，約佔全標橋梁總座數77座之63.63%。請查明修正。	遵照審查意見辦理，該數字誤植，後續報告將配合修正。
三、結構工程學會				
1.			根據日本311地震之橋梁破壞情況模性統計，其支承破壞很多，但橋墩損壞很少，此係因為支承的破壞使得地震能量並不會傳至橋墩。鳳山溪橋上部結構為多跨連續，且勁度夠，地震下，上部結構應該不致會破壞。故請考量補強是否需達到強支承目標，而使得大地震下，上部結構因地震產生之慣性力透過支承傳至橋墩，而致橋墩產生嚴重破壞，或是維持弱支承，增強防落措施，使大地震下支承先破壞，但上構不致落橋，以避免大量地震力傳至橋墩，保護橋墩不致嚴重破壞。這是策略性問題，請適度考量，以避免過度補強。	請參見本次會議結第2點論，以及其回覆與處理情形說明。
2.			200年洪水對應之最大沖刷深度與2500年回歸期地震均屬相當極端狀態，實際上並不容易同時發生，並不需同時考量。	本計畫河川橋耐震評估，均依據交通部頒公路橋梁耐震設計規範C1.4節之規定，以局部沖刷值之一半考慮地震之影響。另於本計畫第二次專家學者座談會中，提出橋梁沖刷與地震

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
				載重組合方式之討論，會中專家學者均認為在缺乏本土化研究資料下，不建議修正前述作法，故考量臺灣河川沖刷課題之嚴重性，建議本計畫仍採用「地震力作用+0.5x沖刷深度」的多重防災策略。
3.			請以側推分析之性能點重新評估橋墩的剪力強度。也請於細設審查時詳列詳細評估內容，其中包括，分析模型、塑鉸性質，塑性鉸於各主要性能點時之發展狀況、直接基礎加入非線性彈簧之分析結果。	1. 遵照審查意見辦理，細部設計階段已補充相關分析，以與原評估結果比較。相關資料亦將納入細設階段結構外審簡報資料中說明。 2. 本計畫耐震評估及補強設計，係依 貴局「橋梁耐震評估及補強設計原則(100年8月)」，並參據公路總局「公路橋梁耐震評估及補強準則之研究成果報告(98年12月)」之附錄一「公路橋梁耐震能力評估及補強準則草案」與國家地震工程研究中心「公路橋梁耐震能力評估及補強準則之研究(98年12月)」辦理。惟於結構安全性審查會議中，審查單位提出基礎之設計力量需求，可無需考慮鋼筋混凝土橋柱產生塑鉸時之最大可能彎矩強度，改依設計地震等級(475年回歸期)與最大考量地震等級(2,500年回歸期)性能點對應之柱底力量，來做為基礎評估與補強設計之地震力量需求，與「公路橋梁耐震能力評估及補強準則草案」第6.4.2節之規定不同，故已函請國家地震工程研究中心協助澄清與釋疑，詳如附件。
4.			補強設計請以盡量不要動到基礎為原則、基礎之	遵照審查意見辦理，已依據委員會議要求，補充建立各型式

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			模擬也請盡量真實模擬、以反應結構之實際行為。	基礎之非線性土壤彈簧，進行分析評估，以與原評估結果比對，相關成果將在細設階段結構外審會議中向委員報告。
5.			請考量阻尼器之阻尼比30%太高，不容易達到。此外，有關以阻尼器補強橋梁之歷時分析，也請補充以原始地震力為輸入之分析結果。	遵照審查意見辦理，已補充以原始地震力直接放大輸入之歷時分析結果，並調整阻尼器之配置及阻尼比。相關分析成果，將在細設階段結構外審會議中向委員報告。
6.			阻尼器之補強屬系統之補強，加裝阻尼器後基礎受力行為亦改變，並請依補強後之受力評估基礎是否仍需進行補強。此外，基礎若經評估僅需補單向，也請只進行基礎之單向補強。	遵照審查意見辦理，已依據增設阻尼器後之歷時分析結果，進行相關構件評估，及研擬相對應之配套補強策略。相關成果將在細設階段結構外審會議中向委員報告。
7.			寶山三號橋兩邊都是橋台，不可能會落橋，請考量是否需補防落長度。	遵照審查意見辦理，考量兩側橋台之束制效果，且原落橋長度評估之C/D值1.32亦大於規範之最低值1.2，故不補防落長度。
四、技術組設計科				
1.	初步設計圖		基礎臨時開挖支撐示意圖中TYPE A1、TYPE B1、TYPE D1~D2，均為斜坡明挖，請補充說明各TYPE之差異及適用原則，並於設計圖上補充適用原則。其護坡型式是否均採噴凝土護坡加灌漿錨筋，其合適性請再檢討。	1. TYPE A1與TYPE B1適用基礎開挖，TYPE D1~D2適用橋墩柱開挖；其中基礎開挖中，如該路段地質屬較軟弱土層、地下水位較高或局部可能有地表水侵入開挖基地的情況下，採用TYPE A1，其開挖坡度較緩為1:1，並編列太空包；其他情況則適用TYPE B1，開挖坡度為1:0.8。護坡型式於開挖深度1m以下不設噴凝土護坡與灌漿錨筋。 2. 已遵照審查意見，補充上述適用原則於臨時開挖標準圖

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
				說明。
2.	初步設計圖	S-004	「大同里跨越橋」採橋墩基礎補強方案，由於P2橋墩臨陡峭邊坡(邊坡上現況有拉地錨)，若採評估之基礎補強方案需大規模邊坡開挖，請評估改採位移拘束工法由橋台補強來承受地震力。	遵照審查意見辦理，補強策略已採用位移拘束工法，利用橋台來承受地震力。
3.	初步設計圖	S-023	「下橫坑河川橋」橋墩7N補強方案請確認施工道路構築或施工可及性。	設計階段皆經現場踏勘比對，研判本工區可經由地方道路到達，已於細部設計圖規劃施工便道。
4.	初步設計圖	S-029	「竹21鄉道穿越橋」為三跨PCI型梁橋，橋墩P1、P2為雙柱聯合基腳，應不致有基礎補強需求，請再確認分析結果正確性。考量現地環境因素，請評估以加橫梁方式取代基礎開挖補強設計。	遵照審查意見辦理，經檢討後採用位移拘束工法，將力量分散至兩側橋台後，P1、P2基礎可符合耐震需求，不須補強。
5.	初步設計圖	S-040	「崁下排水橋」，請確認補強必要性。考量基礎增厚補強方式需進行大規模基礎開挖，請評估以加橫梁方式取代初設基礎增厚方案。	遵照審查意見辦理，經檢討後採用位移拘束工法，將力量分散至兩側橋台後，P1、P2基礎可符合耐震需求，不須補強。
6.	初步設計圖	S-049	「竹林IC環道R/A穿越橋」，為避免影響橋下竹林路交通，針對橋墩P1基礎補強方案，請評估於中央分隔島範圍內之基礎增厚方案。	本橋耐震評估結果，雖P1橋墩頂層筋不足，但開裂彎矩可符合耐震需求，故不須補強。
7.	初步設計圖	S-052	「頭前溪河川橋」P1橋墩補強方案應考量避免影響既有橋下道路交通需求；非必要時基礎加寬應以單方向為原則，減少基礎開挖數量及範圍。	遵照審查意見辦理，頭前溪河川橋經進一步分析，使用性能點對應之柱底力量檢核後，P1橋墩基礎檢核符合耐震需求，不須補強。
8.	初步設計圖	S-63	「122縣道中興路跨越橋」基礎補強方案與一般常	遵照審查意見辦理，122縣道中興路跨越橋已改採位移拘束

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			用基礎截角補強方式不同，請修正。請於平面圖中標示現地邊坡條件，以作為施工承商復舊依據，並據以編列復舊費用。	工法補強，以減少基礎的補強需求。現地邊坡方面，亦已依指示編列相關復舊預算。
9.	初步設計圖	S-075	「渡槽跨越橋」，考量初設方案於國道邊坡側進行開挖補強施工難度高、對現況邊坡影響甚鉅，請評估改採位移拘束工法進行橋台補強，避免P2橋墩基礎開挖。	遵照審查意見辦理，已改採位移拘束工法，避免於P2橋墩基礎開挖補強。
10.	初步設計圖	S-078	「柯子湖排水橋」橋墩P1補強方案僅需在不影響排水條件下進行少量基礎偏心補強，以提高補強效益，減少基礎補強量體需求。橋墩P2補強方案因柯湖路交通量不大，請以部分交維方式施工，避免偏心補強，減少微型樁使用需求。	遵照審查意見辦理，經分析後，採位移拘束工法將力量分散至橋台後，橋墩P1、P2皆不須補強。
11.	初步設計圖	S-095	「寶山IC雙溪排水橋」立面圖未正確繪出帽梁補強圖說。橋墩P3基礎補強方案請評估以基礎加大方式補強，避免微型樁使用。	遵照審查意見辦理，立面圖已補充繪製帽梁補強；另外P3基礎補強方式，已改採基礎加大進行補強。
12.	初步設計圖	S-101	「竹43鄉道跨越橋」帽梁補強方案，請以帽梁加深方案補強(非側向加寬)，增加補強效益。	遵照審查意見辦理，帽梁補強除了側向加寬，並加深進行補強，以增加補強效益。
13.	初步設計圖	S-104	「水尾溪排水橋」由於基礎埋置深度深，初設基礎開挖增微型樁方案施工複雜性高，請評估改採位移拘束工法，對橋台端補強，而非基礎開挖補強；並取消高橋墩止震塊補強需求。另於平面圖	遵照審查意見辦理，經設計計算，補強方式改採位移拘束工法後，可不針對橋墩基礎進行補強；另已於平面圖補充標示橋下平面道路。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			中請清楚標示橋下平面道路(臨橋墩P2處)。	
14.	初步設計圖	S-107	「新竹系統交流道匝道E(一)穿越橋」立面圖中「第一期工程範圍」與「本單元橋梁」分界線不清，請修正。	遵照審查意見辦理，修正「新竹系統交流道匝道E(一)穿越橋」立面圖。
15.	初步設計圖	S-121	「新竹系統交流道匝道G排水橋」由於基礎埋置深度深，請考量以橋台補強方案取代目前基礎補強方案。	遵照審查意見辦理，本橋改採位移拘束工法補強後，橋墩基礎可無需補強。
16.	初步設計圖	S-131	「崎林路高架橋(雙林路)」，請評估改採直接基礎加大補強方案，減少微型樁使用量。	遵照審查意見辦理，經以壓力模式分析結果，橋墩P1、P3採擴基補強即可滿足要求，惟考量降低P5、P6開挖補強施工對雙林路之影響，建議維持採用微型樁補強。
17.	初步設計圖	S-159	「茄苳高架橋」，P3W橋墩下邊坡陡峭，下邊坡緊鄰地方農路，基礎補強請再詳加考量是否有其他補強方式，以確保施工安全性。	P3W之評估結果為穩定性與撓曲鋼筋量不足，原初設方案為微型樁補強；經設計分析後，擴座補強即可滿足要求，故補強方式改為擴座補強，補強範圍亦予縮小。
18.	初步設計圖	S-177	「117縣道(一)高架橋」，請注意橋墩P3E、P4E、P7E等處基礎補強所需之渠道臨時改道問題。另請確實規劃施工中橋下交通改道，並編列相關預算。	遵照審查意見辦理，已規劃橋墩P3E及P4W分開施工，並編列工區渠道臨時改道及復舊相關預算。
19.	初步設計圖	S-188	「新竹二號跨越橋(雙向)」橋墩P1增設剪力樁方案，請評估改採鋼止震塊補強方案，加速施工，減少對橋下交通衝擊。	遵照審查意見辦理，已改採鋼止震裝置補強。
20.	初步設計圖	S-191~S-193	「117縣道(二)高架橋」，基礎加大補強方案應依分析需求以單方向為原則，減少基礎開挖數量及	1. 遵照審查意見辦理，經檢核分析評估結果，橋墩P7W及P9E基礎可無需補強。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			範圍，必要時依現況條件進行基礎截角補強。請注意臨橋墩P3E之設施復舊問題，並編列相關復舊費用。橋墩P7W因現況條件複雜，應儘可能避免相關補強設計。橋墩P9E補強方案請改為基礎橫向加大補強方案(單方向)，減少橋下道路進出影響。	2. P3E之橋墩設施復舊原則，依據101年3月13日技字第1016001958號之原則，地上設施物復舊暫不予編列，後序將一實際協調結果，納入辦理。
21.	設計圖	S-204	「台一線穿越橋」基礎補強方案，請儘可能減少基礎偏心量，增加補強效益。(僅需留設人可通行寬度即可)。	遵照審查意見辦理，已調整為對稱補強。
22.	綜合意見	S-208	「鹽水溪排水橋」請儘可能避免於鹽水溪內進行基礎補強設計方案(橋墩P2)。請注意橋墩P1橋下道路改道規劃，並編列相關費用。	遵照審查意見辦理，由於橋墩P2於河道中，有基樁沖刷裸露問題，經分析後P2基礎耐震不足需予補強，已進行相關施工規劃，並編列所衍生之相關費用。
23.	綜合意見		後續細設請納入價工建議方案及結構外審意見，並追縱後續辦理情形。	遵照審查意見辦理，本標細部設計成果，已將價工建議方案及結構外審意見納入參考辦理。
24.	綜合意見		本標預算比原預估經費增加1.6億，請顧問公司依價工及結構工程學會之建議詳細評估後，確認實際補強經費需求。	遵照審查意見辦理，本標細部設計成果，已將價工建議方案及結構外審意見納入參考辦理。
25.	綜合意見		細設成果請於初設成果核定後1.5個月提送。	遵照審查意見辦理，本標細設成果將依契約規定期程提送。
26.	綜合意見		依據地調所地質潛勢圖顯示本標96k+445之邊坡位於高潛勢區，建請顧問公司除於初設階段洽詢北工處俾掌握該處業正辦理「國道邊坡補強計畫」，並強化該界面整合；倘有工程之設計請參	遵照審查意見辦理，目前本邊坡未進行基礎開挖行為，倘未來有橋梁耐震補強所引致「地質法」與「地質安全評估作業」相關議題衍生，將配合辦理相關作業。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			採「地質法」與「地質安全評估作業」協助辦理該相關議題必要之審核工作。	
27.	綜合意見		另「國道32處順向坡」中4處位於本工區範圍，如94k+383、94k+612、102k+783及105k+288，倘初設階段分析有坍滑之虞和地下水影響等等，建請顧問公司於細設妥適評估，選取較佳方案。	遵照審查意見辦理，經檢核橋梁對邊坡之影響，尚能滿足規範需求；且細部設計補強內容，已盡量避免於四處邊坡進行基礎開挖補強，如未來有相關問題衍生，將再配合考量。
28.	綜合意見		靠近鄰房之橋墩基礎補強，施工前需進行鄰房鑑定，並請編列相關之費用。並於基礎開挖平面圖上補充標示。	遵照審查意見辦理，細設階段將比照M31及M32標處理原則，依據開挖深度評估影響範圍及鄰房調查之需求，並於基礎開挖平面圖上補充標示及編列相關費用。
29.	綜合意見		橋墩基礎補強施工，需以避免道路封閉為原則，並需編列相關施工交維費用及規劃施工期間之替代道路。	遵照審查意見辦理，本工程耐震補強設計已盡量避免封閉道路，並視需要編列相關施工交維費用及規劃施工期間之替代道路。
30.	綜合意見		本標橋墩基礎補強，基礎開挖若與既有水路溝渠有衝突者，請妥善規劃臨時導排水，並請詳細編列相關費用，於以量化。	遵照審查意見辦理，本工程施工若與影響既有水路者，儘量皆以佈設臨時溝方式導排，其設置位置及數量皆已納入設計圖及排水工程預算中；另部分工區無常流水或無法施作臨時導排水設施者，承商需以臨時抽排方式辦理，其費用已另編列臨時導排水費用中。
31.	綜合意見		本標橋墩基礎補強，恐有破堤疑慮者，請再檢討是否有其他補強策略，可避免破堤。若無法避免時，請妥善規劃臨時開挖擋土措施、臨時導排水、洪災緊急應變措施及護岸復舊等。	遵照審查意見辦理，已檢討並儘量避免開挖提防，惟鳳山溪橋P10仍有橋墩包覆補強需求，目前已採用環形套桶方式設計施工，以儘量減少對堤防之影響。相關施工、應變及復舊措施等，將併入河川公申請書，呈請河川主管機關同意。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
五、工務組				
1.	初步設計報告	p.3-25 表3.1-8 p.4-77	NA 及 NV 請修正：N_A 及N_V	遵照審查意見辦理，已修正。
2.	初步設計報告	p.3-56 3.4.1	1.鳳山溪...由粘土、坋砂、砂... 請澄釋：坋砂	坋砂即粉土質砂土，部份學者及文獻慣用本名詞來代表粉砂。
3.	初步設計報告	p.4-1 4.1.1	1. ...井式基礎為主，岩700~900cmΦ... 請澄釋：岩700~900cmΦ	遵照審查意見辦理，已修正。
4.	初步設計報告	p.4-1 4.1.1	2. ...60Φcm~200cmΦ ... 60Φcm... 請統一：60Φcm	因Φ表示直徑，建議本報告數字與單位一起標示(如60cmΦ~200cmΦ)，部分順序不同者已統一修正。
5.	初步設計報告	p.4-46 4.8 p.4-47 表4.8.1 多處	...3K+250...3k+403.4(S)...94K+383... 請統一：採用小k	遵照審查意見辦理，已修正。
6.	初步設計報告	p.4-66 4.8.3 一、	3.施工內容 ...安全係數為1.629 (如圖2.8-30所示)...， 請修正：如圖4.8-30所示 圖4.8-31所示 圖4.8-32所示	遵照審查意見辦理，圖號已修正。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
7.	初步設計報告	p.4-71 4.8.3	三、地錨檢測結果 ...至中等銹蝕　況， 請補充。	遵照審查意見辦理，已修正。
8.	初步設計報告	p.4-78 p.4-91	3....如表3.6-2所示。 請澄釋：無表3.6-2。	遵照審查意見辦理，已修正。
9.	初步設計報告	p.5-1	5.1　第3段：...下列略基本策略： 請修正：~~略~~基本策略	遵照審查意見辦理，已修正。
10.	初步設計報告	p.5-21	第2段：...混凝土鋼管樁？主要的... 請修正：鋼管樁~~？~~主要的	該段文字係以反問方式陳述「...然為何選用610mmϕ內灌混凝土鋼管樁？」，故該問號實有保留必要；已調整該「？」格式，並於其前後文字潤飾為「...然為何選用610mmϕ內灌混凝土鋼管樁呢？其主要的.....」以避免誤解。
11.	初步設計報告	p.5-38	2.(2)...如上游設置導流壩堤,下游設置攔砂堰等制水設施。請澄釋：一般治水設施在上游通常是攔阻設施，下游才是導流設施，請再檢核。	導流壩堤(如丁壩)功能在於導引水流方向，用以避免水流直接沖擊結構物或造成河岸沖刷，主要用於橋梁上游側，以控制水流經過橋梁位置；另攔砂堰之功能在於攔截砂石，於堰上游側具有穩定河床之效，對於堰下游因砂石來源減少，常有沖刷情形產生，故攔砂堰一般設置於橋梁下游，以穩定橋基河床。
12.	初步設計報告	p.6-4	二、...分析需基礎需進行補強者... 三、...預定試挖管線的種類的不同...， 語意請再修正。	遵照審查意見辦理，已修正為「預定試挖管線的種類不同，將分別...」。
13.	初步設計報告	p.7-1	7.1施工計畫...合計共79座橋梁...請修正：77	謝謝指正，已修正。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
14.	初步設計報告	p.7-7	(2)表格，請再補充：該表請加表頭或名稱描述	謝謝指正，已修訂增列表頭。
15.	初步設計報告	p.7-9	表7.1-2，請檢核：新竹縣之核准處理總量數值有誤	遵照審查意見辦理，經查「營建剩餘土石方資訊服務中心」網頁(102.5.17)，資料無誤，請諒查。
16.	初步設計報告	p.7-25	表7.2-3，Chemical Chumimg Pile Method 請修正：Chemical Churning Pile Method	遵照審查意見辦理，已於第M35標初步設計報告書中修訂文字。
17.	初步設計報告	p.8-9	表8.4-1，經費估算表中，二、安全衛生費為19,658,413為直接工程費之1.5%，與備註說明2.「...，以直接工程成本之0.5%」計算不符，請再檢核修正。	謝謝指正，安全衛生費應為直接工程費之1.5%，備註說明欄為誤植。
18.	價值工程		價工建議方案，顧問公司採用事項，其經費降低，請確實反應於細部設計成果。	遵照審查意見辦理，本標細部設計成果，已將價工建議方案納入檢討採用，包括117-PS13之117線道(一)高架橋壁式橋柱包覆僅施作塑鉸區、T-CS17頭前溪高灘地橋墩開挖採合併南北基礎開挖以減少鋼板樁數量及DS-7頭前溪橋基樁採鋼板包覆補強。
六、交通管理組				
1.	初步設計報告	P.7-41	「5.原則上施工區段設計速限為60公里以上，每車道寬...」施工區段車道寬3.5公尺以上，設計速限是否可提升為80公里以上，請檢核。	遵照審查意見辦理，經檢核，施工區段設計速限提升為80公里以上。
七、路產組				
1.	初部設計報告		經檢視本案工程範圍內，有多處中油26吋天然氣	遵照審查意見辦理，將依細部設計補強配置辦理管線試挖，

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			管及高壓電纜管線，因該管線遷移不易，請顧問公司對該管線調查作業詳細調查試挖，以免日後管線遷移影響工程施工。	以免影響工程施工。
八、拓建工程處				
1.	初步設計圖	P既有公共管線	既有公共管線位置平面圖(一)(三十)，於細部設計，請增列影響施工公共管線相關資料於圖面，包含管線位置里程、管理單位、管線種類、管徑等資料，並請於末頁建立「妨礙施工管線處理計畫表」，納入所以相關管線，標明項次、管線種類、里程、管線協調單位、設計公司建議處理方式、有無妨礙施工及執行情形，俾供施工參考。	遵照審查意見辦理，已於細部設計圖增列影響施工公共管線相關資料，並建立「妨礙施工管線處理計畫表」，以供施工參考。
2.	初步設計報告		第7章所述本標含高速公路主線及地方道路交通維持，設計圖說鈞未有任何交維布設圖，請補齊，至少應有佔用地方道路施工之初步交維示意圖。	遵照審查意見辦理，將於細部設計階段補充高速公路主線及地方道路交通維持布設圖說。
3.	初部設計報告		第8章經費概估應列入交維設施費用。	遵照審查意見辦理，將依據細部設計階段交通維持設施配置與需求，編列相關交維設施費用。
4.	初部設計報告		有關交維規畫時審慎考量配合當地交通狀況來設計耐震補強，避免補強施工佔據道路過鉅，影響用路人路權，請勿僅就傳統耐震補強方式先結構分析後，決定補強方式，再將補強方式套至現場，再評估佔用多少道路，有時現場情形並非如此單	為滿足「國道橋梁做為台灣地區生命線救災道路」之耐震補強定位，本工程規劃設計須符合「耐震能力不足之橋梁進行補強時，應尋找最適當且經濟方法，將耐震能力提昇至足夠之標準」的基本原則。本計畫國道橋梁除跨越山谷及河川渠道外，座落於市區或道路旁之橋梁甚多，橋墩(台)緊鄰地區

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			純，本處就曾已施工中之耐震補強工程因車道縮減致無法通行而重新辦理變更設計(例如M33標等)。	道路，基於結構補強之經濟合理性及基本施工空間需求，實難完全避免補強佔用道路施工。惟為避免補強施工造成當地嚴重交通衝擊，設計時將依據當地交通狀況及有無替代道路等，列為耐震補強方案之重要考量因素，並規劃配套之可行交維方案，以儘量避免或降低其影響。
5.	初部設計報告		第5章5.2.3基礎補強有關地錨部分，不論錨碇段或自由段之填滿灌漿，如何確保灌滿？至為重要，因此檢驗地錨除了抗拉拔試驗外，如何檢驗灌滿將成為地錨防銹及永固之關鍵因素，以往僅靠灌漿流出孔檢視係無法100%確保，所以請設計單位於此項設計時將灌滿之檢視方式明列於特訂條款或細部設計圖說。	遵照審查意見檢討說明如下： 1. 有關預力地錨之錨錠段或自由段檢驗灌漿是否填滿，影響地錨防蝕能力甚鉅，按過去地錨鋼腱腐蝕檢討案例，以自由段鋼腱腐蝕之機率較大。為避免設計年限前發生鋼腱腐蝕現象，施工前檢查及施工程序遠較完工後檢驗更為重要。施工前檢查及施工程序主要注意事項包括：各部件是否妥善、鋼腱是否有油脂鐵銹、灌漿材料及摻料是否合格、封漿處理是否確實、灌漿壓力及速度是否符合規定、鋼腱是否扭曲變形等，若各項細節均按施工規範及施工計畫書之規定，則地錨防蝕能力將可確保。 2. 另有關完工後檢驗， 貴局頒施工技術規範無檢驗規定，僅以目視方式確認漿液由承鈑孔溢出，似有不足。本標工程將視設計內容，於特訂條款該章增加拉力前、後增做絕緣防蝕電阻檢驗等規定。 3. 考量 貴局另有其它邊坡保護細部設計計畫尚在執行及核定階段，後續將參考其核定規範內容，納入特訂條款。
6.	初部設計報告		第5章所述之所有構件補強漏列了各項橋臺及橋	遵照審查意見檢討說明如下：

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			臺背填狀況評估，需不需要評估？請明確說明；另外員高段對於軟弱地層使用過起微粒水泥灌漿，效果及施工性頗佳，本標亦可納入考量。	1. 本標工程若採位移拘束工法補強時，基於保守的考量，縱向地震力均直接傳導至橋台牆身本體構造，背填土之狀況對其影響有限，故無需列入評估；橋台結構則依據其承受地震力之機制，加以評估並研擬橋台本體之結構補強方案。 2. 本標工程若經評估有軟弱地層改良需求時，將把超微粒水泥灌漿納入考量。
7.	初步設計報告	P7-22	01523E基礎施工安全衛生設備 01523F工程風險資訊傳遞 部分施工作業要進入箱型梁內始得施作，建議參考01523E基礎施工安衛設備編寫專章「箱型梁內施工安衛設備」或於特訂條款注意事項等相關章節增加「局限空間」作業之相關風險資訊。	遵照審查意見辦理，已於第M32標細部設計定稿及第M34標細部設計初稿中，增列「局限空間」風險資訊、圖說及設施費用。
8.	初步設計報告	7-23、7-45	01532A 施工便橋及構台 01550 臨時便道 水土保持計畫 部分工作範圍位於河川區域或農委會公告之山坡地範圍，由於『河川公地施工申請』及『水土保持計畫(或簡易水土保持申報書)』均於規設階段提報相關主管單位審核，建議於特訂條款注意事項等相關章節增加「確實執行水土保持各項工作」	1. 遵照審查意見辦理，按本工程各標水保區之施工便道、用地之設計方式(詳第M31、M32標設計圖)，依「水土保持計畫審核監督辦法第三條」，得以「簡易水土保持申報書」代替，設計階段均將辦理申報，承包商施工前可不須再提送「水土保持計畫」送審。 2. 有關施工中水土保持相關注意事項，已自第M32標起，於特訂條款第壹篇.三.中補充，內容略以「(XX) 應確實執行環境保護及水土保持各項工作：承包商...確實執行

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			之相關資訊(目前M31、M32標均有提及環保、河川公地等施工注意事項，獨缺水土保持事項)。	各項環境保護及水土保持工作，並納入施工計畫中。...施工期間，環境保護及水土保持主管單位至工地進行監督考核或各項稽查作業，並依環境保護及水土保持相關法令處分罰鍰或停工時，若此缺失歸責於承包商者，則承包商應負責繳付罰鍰並改善至主管機關同意為止，因而導致之工期延誤，不得要求展延。...如承包商因施工方式、範圍及時程與本工程設計圖及簡易水土保持申報書不同，經工程司同意後，承包商應辦理相關水土保持變更、計畫書製作及申請作業，其費用由承包商負責，另無其他給付，亦不得要求工期之展延。」
9.	初步設計報告		9.1結論四、 (1) 鹽水溪應為「鹽港溪」。	遵照審查意見辦理，已修正為鹽港溪。
10.	初步設計報告		9.1結論七、 5處橋址鄰近敏感性邊坡，雖承辦顧問解析各邊坡行為尚不至影響橋基穩定性，惟耐震補強施工對邊坡穩定影響是否納入評估，建請補充說明。	遵照審查意見辦理，已檢討各種橋梁載重組合(含地震荷載)之邊坡最大受力狀態，目前安全係數皆滿足規範要求。
11.	初步設計報告	P8-9	經費估算表 貳、一、環境保護查核費請刪除。	遵照審查意見辦理，細設階段已刪除環境保護查核費。
12.	初步設計報告		M32標資料，作用為何請說明?	本案雖為M34標初步設計成果，但因部份M32標初步設計成果審查意見屬共通性問題，故於M34標初步設計報告書最後附上M32標初步設計成果審查意見回覆表，以供委員對照參

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
				閱。
13.			本標五處橋址鄰近敏感邊坡，其中94k+612，基礎補強施作微型樁並擴基，請再詳細評估施工期間基礎開挖時之邊坡穩定。	遵照審查意見辦理，經調整補強策略，本橋無需進行基礎增設微型樁補強，可避免施工期間基礎開挖時之邊坡穩定風險。
14.			價工設計建議方案(七):基樁塑鉸區鋼板包覆補強，請於特訂條款內說明基礎樁帽下方空間回填驗收準則，包括回填密度、回填方式等。	基樁塑鉸區鋼板包覆補強範圍之回填方式，受限於施工空間須採人工及小型機具回填，將取消局頒規範之分層壓密規定，回填密度以達鄰近工區之未擾動地表土壤密度為標準。細部設計成果已將該回填項目區隔，另項編列計量。
15.			本標工期由102年1月開工，總工期約20.5個月，其中僅含有一個完整的非汛期，其施工面是相當嚴峻之考驗，建議工期規劃應調整為2個完整非汛期，以利施工面之展開，後續各標工期之規劃亦請以此為原則。	本案各標工期規劃配合規劃設計及招標作業開工時程已受限制，另需依建設計畫核定期程於103年底完工，考量保留浮時以利後續施工工期展延彈性，時程調整確有困難。
八、北工處				
1.	初步設計圖	S-011、012	鳳山溪河川橋P7~P10間建議增辦理橋基沖刷保護工程。	本工程已依河道現況評估沖刷深度，詳圖D-002~D-005，據以辦理橋梁耐震評估及補強設計；故補強完成後，仍以恢復河道現況為原則。建議未來河道沖刷情形若有超出評估範圍的趨勢，再行配合整體河道治理，施作必要之河床保護工。
2.	初步設計圖	S-054、055	頭前溪河川橋P7~P10間建議增辦理橋基沖刷保護工程。	請參見前項說明。
3.	初步設計圖	S-066	92K+542跨越渡槽兼人行橋橋台建議渡槽伸縮縫	因渡槽伸縮縫止水帶並不影響橋梁耐震能力，且本工程耐震

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			止水帶更新。	補強設計，並未對渡槽及排水箱涵進行施工，渡槽伸縮縫止水帶更新工項恐不符建設計畫核定範圍；故若止水帶確有更新需求，建請另案辦理更新。
4.	初步設計圖	S-075	94K+612渡槽跨越橋橋台建議渡槽伸縮縫止水帶更新。	請參見前項說明。
5.	初步設計圖	S-089	98K+800寶山IC匝道六排水橋(二)建議A1橋台串方塊護坡損壞更新及護坡坡趾與野溪河道邊緣加設擋土牆穩定護坡。	橋址邊坡非屬敏感邊坡，且經查寶山IC匝道六排水橋(二)之補強內容，僅需於橋台支承座設置鋼板止震裝置補強，無需大規模開挖施工。有關串方塊修復及加設擋土牆部份，建請另案整體考量辦理。
6.	初步設計圖	S-142	寶山三號跨越橋(π橋)北上側過陵線，西南方自然崩塌坡面，隨時間可能朝A1橋台方向發展，請設計單位檢核對該橋穩定性之影響。	經查目前該自然崩塌坡面，已由邊坡補強計畫中世合公司進行設計治理，並依高速公路養護手冊進行後續管養工作；據此，依目前邊坡條件進行橋梁耐震評估結果，橋台尚符合耐震需求。
7.	初步設計圖	ST-009	基礎抗拉地錨錨頭採「混凝土護座」或按邊坡地錨設置原則採「鍍鋅管蓋」。自由端是否仍採浪形套管。	本工程埋設於土壤中之地錨錨頭，依工程會基本設計審查意見，採「鍍鋅管蓋」外覆「混凝土護座」方式設計，自由段與固定段皆採浪型套管，主要考量外護管可一體成型，避免傳統封漿器施工不易完善，所衍生之地下水滲漏問題。
8.			本標擬設置液態粘滯性阻尼器，建議提供該阻尼器之維護手冊，如檢測、維護方式、頻率、未來更換方式等，以利養護單位接管。	遵照審查意見辦理，已於特訂條款第15073章液態粘滯性阻尼器第1.2.2節，要求承包商應提供維護及檢測手冊，其內容含維護及檢測頻率、未來更換方式等，後續工程司或工程司代表可據此要求承包商提供。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第三標(第M34標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
九、結論				
1.			有關橋梁鄰近敏感性邊坡區域，其邊坡分析成果，請納入特訂條款及圖說上，並考慮設置監測儀器。	1. 邊坡分析成果與工程施作尚無直接相關，建議不宜納入工程發包文件中；惟本案邊坡分析成果，將納入設計報告書，以提供後續邊坡管養參考。 2. 有關敏感性邊坡之監測儀器需求，將配合邊坡補強計畫整體考量，必要時納入辦理。
2.			有關應用功能性支承之補強策略以控制成本議題，在綜合考量生命線救災道路、全生命週期成本及維管作業等需求下，若經費及時程許可，宜以較保守偏安全側之策略來辦理，以確保本建設計畫目的之達成。本標目前尚屬初步設計階段，對於結構工程學會之建議，顧問公司仍請進行詳細之分析評估。	1.敬悉，本工程補強設計，將綜合考量生命線救災道路、全生命週期成本及維管作業等需求，以及控制在建設計畫核定經費及時程範圍內，以較保守偏安全側之策略來辦理，以確保本建設計畫目的之達成。 2.有關結構工程學會之建議，已進行相關資料蒐集及分析評估，結果將在局審查會議及結構外審會議中報告說明。
3.			考量計畫期程之限制與作業需求，無法滿足各標施工期皆能跨越2個完整非汛期，請工務組儘可能調整作業時程，以利拓建處後續施工。	遵照指示辦理，後續將依工務組作業時程需要，辦理相關配合作業，以利拓建處後續施工。
4.			若各單位有其他意見，請於會後一週內提出相關書面意見，提供予承辦單位彙整。	敬悉，已將各單位提供之審查意見，納入細部設計參考辦理。
5.			本次初步設計報告及圖說原則同意，請顧問公司將各單位審查意見納入細部設計中辦理。	遵照指示辦理，已將各單位審查意見納入細部設計中辦理。

第M35標
初步設計報告書及圖說審查意見回覆表

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
一、林委員安彥				
1.	初步設計報告	第4-4頁，最後一段	本標含12座橋梁，共111處橋墩；其中無液化或輕微液化橋墩約35%，中度液化橋墩約23%，嚴重液化橋墩約23%，該三項合計為99%，並非100%，建請調整為合計100%。	遵照審查意見辦理，因個別數字四捨五入後加總結果非100%，後續各相關報告將調整，使其合計為100%。
2.	初步設計報告	第7-29頁	一、特訂條款契約工項計價說明，檢討修正施工項目表，請查明增訂：例如單價分析之假設條件（使用之材料或機具之種類及數量），實際施工時，承商採另一工法，並未依單價分析內容施工，例如汐五拓寬工程圓山橋標案，反循環樁工項單價分析中，使用泥漿固結劑固結後運棄，承商實際施工係利用曝曬泥漿固結後運運棄，並未使用泥漿固結劑，應如何處理？請補充明確規範，以免造成不必要困擾。	1.遵照審查意見辦理，有關各工項單價分析子項，若屬設計必要之人機料者，維持標註必要之資料，以佐證單價之合理性；若屬據施工可彈性規劃者，則檢討取消不必要之限制，以免造成困擾。 2.高公局契約不包含單價分析表，預算書單價分析表主要作為單價合理性檢核之用，相關施工必要資訊主要規定於設計圖說及特訂條款內。
3.	初步設計報告	第9-2頁	表9.1-1成果匯整表中橋墩(台)基礎補強約佔總數量63.06%，基礎補強比例相當高，請顧問公司再謹慎評估。	遵照審查意見辦理，經查本標工程基礎補強比例相對較高之主要原因說明如下： 1.本標工程範圍橋梁中，二仁溪二號河川橋、彎崎溪河川橋及美濃溪河川橋3座橋梁面積佔全標橋梁總面積之93%。 2. 二仁溪二號河川橋直接基礎有沖刷導致裸露之虞。 3. 美濃溪河川橋全部橋墩基礎及部份二仁溪二號河川橋採

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
				預力混凝土樁，有地震時樁頭抗拉拔鋼筋不足之補強課題 4. 本標橋梁均需考量旗山斷層近域效應之影響，耐震需求較現行部頒規範為高。
4.	初步設計報告		以本案二仁溪2號河川橋為鑑，建議顧問公司未來於河川橋高灘地之橋墩基礎設計不宜採用直接基礎，以避免日後再辦理基礎補強設計。	感謝委員之提醒，此原則已納為本公司河川橋設計結構基礎配置之重要參考項目之一。
二、王仲宇委員				
1.	初步設計報告		因極端氣候之作用，耐震評估必須考量橋梁基礎沖刷後基礎的裸露情形。本計劃所使用之沖刷深度公式之精確性，以及所探討橋墩位置之流速、水位均會影響橋梁耐震補強評估結果及後續補強策略、方式、費用。因此，建議顧問公司對有沖刷疑慮橋梁，宜作橋梁附近之水文、水理分析，以評估其沖刷潛勢，如此能更合理、更符合成本效益的進行橋梁耐震補強之規劃設計。	遵照審查意見辦理。針對本標工程有沖刷疑慮之橋梁，已於初設報告第3.4及4.6節探討其河川特性、河床變化，並依公路排水設計規範分析橋墩局部沖刷、束縮沖刷、河床質移動層及長期沖刷等，以評估各橋梁之沖刷潛勢，作為耐震補強評估基準；其中局部沖刷及束縮沖刷之選用，皆以數個公式分別計算後取其平均值，以期取得較合理之分析結果。詳細內容請詳初設報告3.4及4.6節。
2.	初步設計報告		崇德橋與二仁溪河川橋之水利互制、阻水行為，建議應作更詳細之評估，以輔助規劃設計工作。	由於二仁溪二號河川橋之流況較為複雜，本公司已邀請中興大學林呈教授研究團隊進行水理課題研究，以三維雷射地形掃瞄配合二維水理模式，分析崇德橋阻水情形下，對

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
				本橋沖刷之影響。有關本項研究成果，已另案提送專案報告供 貴局參考。
3.	初步設計報告	Page 3-1, P3-57	依據AASHTO公路橋梁標準設計規範第4.4.5.2節之規定，耐震評估時應考慮最大沖刷深度之50%。既有橋梁補強工程，沖刷深度評估方式多採用經驗公式計算，對於台灣河川陡急、沖刷力強、洪水夾帶土石沖刷的區域特性，是否能充分反應真實的河川沖刷深度仍待證實，建議跨越河川之重點橋梁，安裝沖刷深度監測系統，除可即時反應橋梁於洪水掏刷下之沖刷深度，亦可將長期觀測沖刷深度歷史，提供給後續耐震補強評估時參考。	1. 本工程配合耐震評估所分析之沖刷深度，乃為河川達計畫流量下之極端沖刷狀況，現階段安裝沖刷深度監測系統，無法及時回饋本標工程評估及設計。 2. 目前 貴局已擇部分河川橋試辦沖刷深度監測系統安裝，故建議依試辦結果整體評估監測儀器系統穩定可靠度及建置維護成本等因素後，整體考量需裝設之橋梁，以為後續耐震補強評估等相關計畫參考。
4.	初步設計報告	Page 3-4、Page 3-5	結構性能績效點求取對應的地震地表加速度係數Z時，使用國家地震中心研擬「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」的計算方法，除了評估程序上較ATC-40簡便，是否有其他考量，例如評估結果較為保守?	本工程之橋梁耐震能力非線性側推評估工作，主要採用中華民國地震工程學會所研擬之改良式結構性能耐震評估方法。除了評估程序上較ATC-40簡便，且為國家地震中心研擬「公路橋梁耐震能力評估及補強準則(草案)」建議的評估方法，亦為目前本案結構外審時討論的依據。
5.	初步設計報告		現階段交通部規定各橋梁管養單位應定期辦理橋梁檢測作業，並依據劣化情形較嚴重者，規劃對應之維修補強策略及經費概估，並儘速辦理維修補強相關作業。本報告對於耐震補強	1.據悉 貴局各工務段均定期辦理橋梁檢測作業，並依據劣化情形較嚴重者，規劃對應之維修補強策略及經費概估，並逐年辦理必要之維修補強相關作業。 2.本工程耐震分析評估與補強設計，材料參數、結構強度折減等，已蒐集相關檢測作業(目視或非破壞檢測)成果納

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			提出詳盡的分析評估與補強設計，但對於分析過程中的材料參數、結構強度折減等，並未將相關檢測作業(目視或非破壞檢測)成果納入考量，對於檢測與維修補強兩者間配合，未能達到真正的發揮與成效(P3-27)，建議未來各類補強設計計畫，可納入各類材料參數之非破壞測定。	入考量，並進行現場目視檢測，若構材有劣化現象或非壞性檢測強度較竣工圖為低時，則予以折減強度以進行評估及設計，惟若檢測成果之材料強度大於竣工圖標示強度時為求保守，仍依竣工圖標示之材料強度進行分析評估。
6.	初步設計報告	Page 5-62, Page 5-63	為何部分評估結果C/D值，在最大考量地震作用下的評估結果，優於設計地震力作用下的評估結果，請再次確認(表5.9-14亦有相同情形)。	以基礎承載力安全係數為例，因設計地震及最大考量地震兩個性能等級檢核之安全係數不同（設計地震安全係數較大，最大考量地震安全係數較小），故最大考量地震等級之容量(C)較高；當兩個性能等級耐震需求(D)接近時(例如兩者皆Mp控制)，則可能出現最大考量地震作用下的C/D值優於設計地震作用下的評估結果。
7.	初步設計報告		依據彎崎溪河川橋設計地震及最大地震作用下樁基礎評估結果，Page 5-65第一段說明與表中(表5.8-7 & 5.8-8)評估結果不符。	第一段說明文字誤植，評估結果為正確，後續報告將辦理修正。
8.	初步設計報告	表5.9-1	橋軸方向極限點耐震容量地表加速度PGAu(g)應修正為0.478 g。	遵照審查意見辦理，後續報告將辦理修正。
9.	初步設計報告	表5.9-15	表頭名稱應修正為設計地震(475年)作用下之容量(C)/需求(D)比值表。	遵照審查意見辦理，後續報告將辦理修正。
10.	初步設計報告		本計畫補強設計之河川跨越橋梁，多數橋梁都具有支承強度與基礎強度不足的情況，提出的	有關本標工程河川橋耐震補強策略是否採系統補強方式辦理之考量，說明如下：

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			補強方案，屬支承強度不足者，多以設置止震塊與剪力榫改善；屬基礎強度不足者，則多以托底工法與換底工法補強，國內多數案例亦是如此。對此是否曾考量採用分散水平力設計或隔震設計的方式進行補強工程，以克服支承強度不足、地震作用力集中於特定橋墩、基礎耐震容量不足等情形。未使用隔震的方式，主要是考量成本、施工性、施工技術、還是橋址環境的限制，如地盤性質、穩定性等因素。	1. 二仁溪二號橋主要為基礎沖刷裸露課題，尤其有直接基礎掏空風險，故無法以系統補強方式克服。惟依據本橋結構外審意見，後續細部設計將採用地震力分散裝置，以增加震時贅餘度。 2. 美濃溪河川橋之基礎補強,主要是 PC 樁錨碇鋼筋不足課題，其強度不足幅度大，且結構系統橫向為鉸接，地震力已由各橋墩分攤，若要採隔、減震之系統補強須鑿除既有止震塊並置換隔減震支承，同時仍須維持高速公路之交通，施工難度及風險較高，故未建議採系統補強方式施作。 3. 彎崎溪橋為橫向地震力控制，且橫向均為鉸接，且已由各橋墩分攤，若採系統補強，須置換既有支承為隔減震支承，同時仍須維持高速公路之交通。另本橋為推進工法施工之橋梁，支承上方之箱梁底板有底板預力鋼腱通過，施工難度及風險較高，故未建議採系統補強方式施作。
三、黃俊鴻委員(書面意見)				
1.	初步設計報告	p3-14~p3-17	新城斷層內容與第M35標無關。	該節內容主要描述本工程範圍新增之2條活動斷層資料，故包含屬前面標段之新城斷層，請諒查。
2.	初步設計報告	p3-28第五行	樁帽容許水平變位控制在5cm以內，此規定之由來為何？係指何種地震等級，或何種荷載狀況？	日本道路協會1996年11月「道路橋示方書・V耐震設計篇」規定基礎頂部之水平變位及回轉角限制值，分別為40cm及0.025rad；但日本道路協會於2002年3月「道路橋示方書・V耐震設計篇」，為考量避免橋梁基礎因變位過大，造成上

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
				部結構發生顯著殘餘變位，導致修復困難，修正以基礎頂端或基礎底座底面的旋轉角以0.02rad(約1/60)為檢核標準，基礎頂部水平變位則沒有提出限制值；本工程考量北二高之橋墩高度較高，為避免產生過大殘餘變位，採用美國Caltrans對於基樁頂部水平變位之最大容許值3英吋(7.5公分)，做為評估之參考標準。(Lateral Control for Pile Foundations, Dr. Ray Zelinski)。本工程樁帽容許水平變位原則上保守控制在5cm以內，最高可達到7.5cm，係指各種受力狀態下所引致之最大變位，通常為最大考量地震狀態。
3.	初步設計報告	p3-29倒數第二行	有關美國Caltran對於基樁頂部水平變位之最大容許變位3英吋，係指何種地震等級，或何種荷載狀況？	請參見前一點審查意見說明。
4.	初步設計報告	p3-34	採用AASHTO建議之岩層極限承載力折減係數表；建議應蒐集分析本標當年設計時有關軟岩之單壓強度試驗資料，才比較合理。	本標岩層單壓強度試驗結果主要係依據本工程補充鑽探試驗結果，並適度參考當年設計時之單壓強度，其岩石單壓強度約為10~16kg/cm^{2}之間，惟鑑於本標岩層以地質年輕之泥岩為主，易受風化侵蝕，為保守考量，於評估作業時適度限制岩層所能提供之極限承載力；依據評估結果顯示，目前所考量之基礎補強原因，為沖蝕或基礎接觸面積不足，非屬承載力不足所致。
5.	初步設計報告	p3-36~p-38	在最大考量地震樁抗壓承載安全係數FS=1.0，拉拔承載之FS=1.0，這樣的設計準則	在最大考量地震時樁抗壓及抗拉承載安全係數FS雖皆為1.0，惟本計畫於土壤參數計算時之樁表面極限抗拉摩擦阻

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			不太合理，因為一般國內外規範，拉拔承載之安全係數要比抗壓承載安全係數為大，比較嚴格。	力為樁表面極限抗壓摩擦阻力之70%，故實際評估時之容許抗拉承載力皆小於容許抗壓承載力，符合一般國內外規範對拉拔承載力較嚴格之要求。
6.	初步設計報告	p3-46倒數第一行	沈箱底面之摩擦阻力在設計地震與最大考量地震，FS都是1.0，不合理。	依據國工局「大地工程設計注意事項」100年5月版規定，沈箱底面之摩擦阻力其安全係數，地震時應符合「公路橋樑耐震設計規範」之規定，設計地震時強渡折減因子取1.0；故本工程耐震評估準則，沈箱底面之摩擦阻力在設計地震與最大考量地震時，FS都取1.0。
7.	初步設計報告	p4-1	泥岩與卵礫石層淺基礎之極限承載力都是210t/m^2，不考慮地質與基礎大小的影響，前述之公式都沒用到，不合理。	因為本地區泥岩係屬軟岩，單壓強度較低且易風化侵蝕，並於施工期間開挖曝露，目前計算極限承載力約為300 t/m2，惟保守考量地震狀態下淺基礎接觸面積與傾斜載重不定，於本標評估設計時保守地折減為210t/m2，相當於N=50之地層，接觸面積約為10m2之淺基礎。依據目前評估結果顯示目前所考量之基礎補強原因為沖蝕考量或基礎接觸面積不足，非屬承載力不足所致。
8.	初步設計報告	p4-2~p4-3	基礎承載力評估結果中，單樁水平阻抗(tf/cm)是定值，但是一般水平阻抗是非線性的，這個數值是彈性水平阻抗，還是多少位移的阻抗，應加以說明。實際設計時有考慮水平非線性以及群樁效應嗎？	本標單樁水平阻抗為樁頭位移為1/100樁徑時之側向阻抗力，除以1/100樁徑，並將此側向阻抗力視為最大側向阻抗，受力變形曲線採完全彈塑性拉平至最大考量位移。實際評估設計時分三個階段進行設計，首先各項承載狀況之安全係數是否符合規範要求，如不符合，再以完全彈塑性之側向阻抗變位曲線代入NFOOT程式中分析，此程式已考

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
				量群樁效應，計算最大位移狀態是否符合地震受力需求，最後將完全彈塑性之樁頭彈簧納入SAP2000程式中分析。依上述評估與設計程序，本標樁基礎補強之主要原因為遭沖蝕樁頭局部懸空與樁頭產生塑鉸所致，尚非屬外部承載力問題。
9.	初步設計報告	p5-63 表5.8-5、 表5.8-6	彎崎溪橋直接基礎評估結果中，為何最大考量地震時樁帽撓曲配筋與剪力評估之C/D值較設計地震時為大。	因設計地震及最大考量地震兩個性能等級檢核之安全係數不同（設計地震安全係數較大，最大考量地震安全係數較小），故最大考量地震等級之容量(C)較高；當兩個性能等級耐震需求(D)接近時(例如兩者皆Mp控制)，則可能出現最大考量地震作用下的C/D值優於設計地震作用下的評估結果。
10.	初步設計報告	p5-63 表5.8-7、 表5.8-8	彎崎溪橋樁基礎評估結果中，P2與P7之基樁箍筋量評估為何設計地震與最大考量地震之結果差異如此大？為何樁帽撓曲鋼筋量評估之C/D值，最大考量地震反而比設計地震大？	1.基樁之箍筋量評估乃將地震下所需抵抗剪力扣除混凝土所能抵抗之剪力後計算所需箍筋量與原設計箍筋量比較之結果。混凝土所能抵抗之剪力與其所承受之軸力息息相關，當混凝土承受過大拉力時其所能承受之剪力會大幅度折減，因此箍筋需求量即會急速增加而造成最大考量地震與設計地震之評估結果有極大差異。 2.由側推分析結果顯示，設計地震作用下P4~P6橋墩已發生塑鉸，因此在最大考量地震下由橋墩所傳遞之地震力與設計地震下所傳遞之地震力差異不大。在需求(D值)無顯著增加，而最大考量地震下桿件的允許發揮強度(C值)又

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
				較設計地震之C值為高的情況下，造成最大考量地震之C/D值較大。
11.	初步設計報告	p5-87~p5-90 表5.9-15、 表5.9-16	二仁溪二號橋直接基礎評估結果C/D值都為0.0，可能是淘刷因素，使直接基礎懸空，可是如此表示方式不太恰當。	遵照審查意見辦理，該表格評估結果C/D值為0.0，確實是因淘刷造成直接基礎懸空所至，已將C/D值更改為”-”。
12.	初步設計報告		本標所有橋梁基礎補強後，應將補強後各檢核項目之C/D值，以供量化補強效果。	遵照審查意見辦理，已於各標細設計算書標示補強後各檢核項目之C/D值。
四、中華民國結構工程學會				
1.	初步設計報告		學會對基礎補強的基本原則為應謹慎評估必要性。因此，二仁溪河川橋若考量沖刷問題需進行基礎補強，亦請依此原則辦理。	遵照審查意見辦理，二仁溪二號河川橋沖刷考量及基礎耐震評估，均已依此原則檢核辦理。其中，由於二仁溪二號河川橋之流況較為複雜，為求審慎，本公司係邀請中興大學林呈教授研究團隊進行水理課題研究，以三維雷射地形掃瞄配合二維水理模式進行本橋沖刷相關分析。另基礎耐震評估分析部份，亦已依學會審查委員意見進行基礎結構及土壤非線性分析，請參見本橋設計計算書。
2.	初步設計報告		二仁溪河川橋請顧問公司依審查委員會意見，評估更改支承系統增加結構系統贅餘度後再評估基礎補強需求。	遵照審查意見辦理，二仁溪二號河川橋耐震補強，已依審查委員會意見，於縱向活動支承橋墩增設地震力量分散裝置，以增加結構系統贅餘度，並據以評估基礎補強需求。相關分析評估結果，請參見本橋設計計算書。
3.	初步設計報告		審查會議中基礎評估所提供分析過程資料、數據未盡詳細，請顧問公司於往後應提供審查委	遵照審查意見辦理，後續細設成果審查會議，將依審查委員之要求，提供更詳盡之分析分析過程資料及數據，以供

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			員更詳盡分析資料，供審查委員檢核。	審查委員檢核。
五、技術組設計科				
1.	第M35標初步設計初稿綜合意見		本標橋墩基礎補強，基礎開挖若與既有水路溝渠有衝突者，請妥善規劃臨時導排水，並請詳細編列相關費用，於以量化。	遵照審查意見辦理，已依耐震補強細部設計尺寸配置，檢核基礎開挖是否與既有水路溝渠衝突，妥善規劃臨時導排水，並詳細編列相關費用，請詳見細部設計圖D-002~D-017。
2.	綜合意見		本標橋墩基礎補強，恐有破堤疑慮者，請再檢討是否有其他補強方式，可避免破堤。若無法避免時，請妥善規劃臨時開挖擋土措施、臨時導排水、洪災緊急應變措施及護岸復舊等。	1. 遵照審查意見辦理，以儘量減少開挖河防構造物為原則進行設計；若仍有此需求時，則以足以維護河防安全之圍堰、臨時土堤導水方式進行施工，於完工後予以原樣復舊；此外，並將緊急應變措施等納入河川公地使用申請書，提送水利主管機關同意後實施。 2. 美濃溪橋橋墩P1，P4原基礎須進行補強，經採位移拘束工法後，基礎無須補強，僅須鋼板包覆補強，鋼板包覆補強鋼板襯砌井式開挖工法，施工範圍僅需小範圍開挖且位於堤後坡，可對堤防的衝擊減到最小。
3.	綜合意見		基礎臨時開挖支撐示意圖中TYPE A1、TYPE B1、TYPE D1~D2，均為斜坡明挖，請補充說明各TYPE之差異及適用原則，並於設計圖上補充適用原則。其護坡型式是否均採噴凝土護坡加灌漿錨筋，其合適性請再檢討。	1. 有關各TYPE之適用原則，TYPE A1與TYPE B1適用基礎開挖，TYPE D1~D2適用橋墩柱開挖；基礎開挖中，如該路段地質屬較軟弱土層、地下水位較高或局部可能有地表水侵入開挖基地的情況下，採用TYPE A1，其開挖坡度較緩為1:1，並編列太空包；其他情況則適用TYPE B1，開挖坡度為1:0.8。護坡型式於開挖深度1m以下不設噴凝土護坡與灌漿錨筋。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
				2. 已遵照審查意見，於臨時開挖標準圖補充說明上述適用原則。
4.	綜合意見		後續細部設計成果之大地工程設計計算書內容及格式，請根據前幾標之要求提送。	遵照審查意見辦理，詳如擋土開挖結構計算書。
5.	綜合意見		後續細部設計成果之大地工程數量計算書內容及格式，請根據前幾標之要求完整提送，包含總表及詳細數量表，請勿漏項。	遵照審查意見辦理，詳如數量計算書。
6.	綜合意見		若因施工期程考量需縮短工期而增加承商工作面時，應於預算內編列相關費用。	遵照審查意見辦理，預算書各工項單價，均已按設計工期、工率及成本進行分析。另配合短工期所增加之臨時設施費用，則已於工項及數量中反映。
7.	設計圖	G-001~G-005	鑽孔平面及柱狀圖，請與最後修訂之鑽探報告成果一致。另各鑽孔座標位置請確認均無誤，並與圖面一致。	遵照審查意見辦理，鑽孔平面及柱狀圖已修正與最後定稿之鑽探報告成果一致，並檢核確認各鑽孔座標位置無誤，並與圖面一致。
8.	設計圖	G-006	請補充太空包設置的時機與原則，及計價原則。	太空包設置時機與原則原已述明於附註中:「基礎開挖TYPE A1可採太空包臨時擋水，承包廠商得依實際狀況調整報請工程司代表核可後施工」，計價原則採實作數量，以m3計價。
9.	設計圖	G-007~G-0012、G-0016~G-017	附註說明參閱圖號有誤，請修正。	遵照審查意見辦理，已於細部設計圖校核修正。
10.	設計圖	G-0013	圖中各示意圖其標註參閱圖號均有誤，請修	遵照審查意見辦理，已於細部設計圖校核修正。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
			正。	
11.	設計圖	S-002~S-013	「彎崎溪河川橋」評估報告剪力容量不足，為設計圖未有對應補強方式。	原評估報告剪力容量不足之C/D值0.77係誤值，其值應為1.9，故檢核結果無需補強。
12.	設計圖		「彎崎溪河川橋」P2及P3橋墩基礎形式及跨度配置相同，為何僅P3需補強?	P3橋墩基礎補強需求，係由橫向地震力控制，其地震力分佈與模態有關,橫向地震力主要集中本橋梁中間P3~P7幾個橋墩基礎。
13.	設計圖		「彎崎溪河川橋」基礎穩定性評估為橫向承載力不足，初步設計以增樁方式處理，請再檢討其他可行方案，以減少基礎補強施工。	遵照審查意見辦理，經檢討本橋評估係橫向地震造造成樁頭剪力強度不足，故無法採用隔減震設施以減少基礎補強施工，而樁頭剪力不足部份可採鋼板包覆補強，惟此補強方式，須開挖較深，施工困難，且基礎回填不易確實，故仍建議採增樁補強方式。
14.	設計圖	S-014	「二仁溪2號河川橋」係以沖刷為補強目的，就設計圖以基礎橫向補強方式，其考量之原因為何?	設計圖示基礎補強配置，主要係考量降低補強基礎於裸露時對水流之影響。
15.	設計圖	S-014	「二仁溪2號河川橋」補強後所有地震力仍僅由P6及P7承受，就補強策略是否妥適，請再檢討。	遵照審查意見辦理，已考慮增設地震力分散裝置，由其它橋墩分攤地震力，並可增加橋梁贅餘度。
16.	設計圖	S-015	「二仁溪2號河川橋」，增設基樁長度應依分析需求而定，非直接採與既有60cm直徑PC樁相等樁長。	遵照審查意見辦理，已依各墩地質條件及實際補強設計需求，決定補強機樁長度。
17.	設計圖	S-020	「二仁溪2號河川橋」P26R基礎補強佔據道路	遵照審查意見辦理,經考量相鄰單元勁度之貢獻,橋墩P26R

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			一半以上，請再檢討補強方式。	已無須補強。
18.	設計圖	S-032	「里港洩洪橋」評估報告不需補強而卻增設止震裝置之目的?，另現場目視橋台活動端防落長度似有不足現象，請再評估防落長度需求。	評估報告漏填寫止震塊評估結果，經評估止震塊強度不足(C/D=0.93)，故建議採增設混凝土止震塊方式補強，同時可達增加防落長度之目的。
19.	設計圖	S-035	「吉洋溪1號排水橋」請套繪橋墩PW2西側管線圖，另橋墩PE1東側現場幹管並未繪入，請補正。	遵照審查意見辦理，詳細部設計圖P-010。
20.	設計圖	S-040	「美濃溪河川橋」請收集橋墩P1處堤防竣工資料，做為補強設計參考。橋墩P2目前已有保護工，該處已有明顯淤積影響水流線情形，請釐清設計目地及計畫河川高程位置，並通盤考量整體橋墩基礎補強與河道關係，避免再設置臨時保護措施。	由現場地形來看，現況P2鼎塊保護工有凸出河床情形，依「美濃溪治理規劃報告」(水規所，94.12)本河段屬輕微淤積河段，判斷其並非因沖刷而產生凸出情形，故未來基礎補強完成後，將以不凸出河床為原則進行復舊設計。
21.	設計報告書	P2-2 表2.1-1	彎崎溪河川橋下部結構支橋墩基礎應為淺基/樁基	遵照審查意見辦理，表2.1-1之彎崎溪河川橋下部結構之橋墩基礎已修正為淺基/樁基。
22.	設計報告書	P3-55	二仁溪河川橋其鑽探資料與鄰近崇德橋差異甚大，報告內有所質疑，恐造成困擾，應請確認或釐清；另鑽探結果屬厚層砂岩，而沖刷卻以泥岩分析，是否合理?	經本工程補充鑽探成果確認，本處應為泥岩，故以泥岩考量方屬合理。
23.	設計報告書	P3-62	「二仁溪之長期沖刷，....故..並不予以考慮」，惟本橋最終仍以沖刷為考量做補強設計，而報	依公路排水設計規範，應考慮局部沖刷、束縮沖刷、河床質移動層及長期一般沖刷等四項。惟二仁溪二號橋橋墩大

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			告敘述是否合宜請再檢討。	多未位於二仁溪主河槽中，故其束縮沖刷、河床質移動及長期一般沖刷等三項之機制並不明顯，不予以考慮；然因於計畫流量下，洪水會分洪流經橋址灘地，故仍需考慮橋梁在局部沖刷影響情形下，進行耐震評估及補強設計，方可確保橋梁安全。
24.	設計報告書	P4-4	嚴重液化達佔41%，其土層分部大都在基礎以上，並不會產生液化，請再釐清。	1.液化評估係以該鑽探鑽孔推估各橋墩位置之土層資料，並以該橋墩位置以地表往下計算液化潛能，該液化潛能評估係針對橋址土層現況進行整體評估；本標橋址土層雖有嚴重液化情形，惟皆因基礎以上土層之液化潛能較高所致。 2.橋梁基礎承載力評估及補強設計，則依基礎與推估土層分佈之相關位置實際計算土層參數，故基礎以上之嚴重液化土層，並不會影響基礎以下土層之評估結果。
25.	設計報告書	P4-16 表4.7-1	彙整表與P5-86評估結果不一致。	經檢核P5-86評估結果無誤，表4.7-1誤植部分已修改。
26.	設計報告書	P5-72	耐震評估結果，請加註塑鉸產生之順序，以掌握破壞趨勢。	遵照審查意見辦理，已加註塑鉸產生之順序。
27.	設計報告書	P5-87 表5.9-15	C/D比值表內為0部分，請加註說明。	遵照審查意見辦理，其C/D值已由數值0.0更改為”-”，並已補充說明其乃因沖刷因素影響，使直接基礎懸空所致。
28.	設計報告書	P5-91	「一、橋基拖底補強工法，…較不利橋梁耐洪及河川通洪。」，過於簡略，文字敘述請再斟	遵照審查意見辦理，將文字修改為「一、橋基拖底補強工法，…。惟此工法樁帽位置仍維持在目前位置並新增基樁

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
			酌。	及樁帽，未來若新增樁帽裸露，雖結構依然安全無虞，惟樁帽裸露對視覺景觀之衝擊較大且容易造成民眾對橋梁安全疑慮，為其缺點。」
29.	設計報告書	P5-96	補強方案有三種，評估表評估項目應再增加經費及維護性，同時報告應有建議方案，另設計圖為何僅有二種方案之理由，請說明。 換底必須加長墩柱，而該橋墩屬中空橋柱，其續接之結構性能與施工性如何解決，請審慎處理。	1. 初設報告中之相關說明探討，係整理橋墩基礎因應沖刷及水理因素補強之可能方案。因二仁溪二號橋P4橋墩南北兩向錯開配置，先建後拆工法並不適用，故未列入本橋耐震補強初設方案。 2. 換底工法於敲除續接處以下之新設橋墩，係採實心柱配置，配合良好之續接處箍筋細節，可提供足夠之耐震性能，故已兼顧結構性能與施工性。
30.	設計報告書	P5-106	美濃溪E01強度韌性評估不足，對橋台之補強方式如何處理。	橋柱採鋼板包覆補強後強度韌性已足夠。橋墩P1，P4基礎強度不足之問題，經採位移拘束工法補強，已無須進行基礎補強，可對堤防之影響降至最低。
31.	設計報告書	P5-110	基樁鋼筋量及剪力強度皆不足，與表5.10-8中撓曲鋼筋量不足不同，請釐清。	經查文字誤植，應為基樁鋼筋量不足，相關內容以修訂。
32.	設計報告書	P7-26	超高水壓處理施工中產生噪音非常大，在鄰近住宅區之工區，請妥善考量噪音防制措施。	遵照審查意見辦理，已於特訂條款第03366B章施工注意事項規定："於鄰近民房、道路及其他民眾活動用地之水刀處理，應於日間施作，清洗槍前端應設有降低噪音用之阻隔設施。"
33.	設計報告書	P8-1	本標僅12座橋，工期需17.5個月，請再檢討	1. 依第九項第13點審查意見「顧問公司報告中施工工期為17.5個月，其中跨越二個汛期，工期在評估上應有問題

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
				(不足)，請再檢討。」。 2. 經檢討，本標僅12座橋，且僅少數橋墩位於深槽區，進行基礎補強應可安排於非汛期施工，其餘高灘地橋墩補強較不受汛期影響。惟已考量暴雨對二仁溪二號橋施工之影響而將工期適度延長。據此推估，本標工程工期應屬合理，亦可符合原規劃期程，達成103年底前完工之政策目標。
34.	設計報告書	P8-9	工程預備費百分比5.5%與建設計畫編列時以10%不同，請釐清。	工程預備費為規劃設計無法預見、意外發生狀況之費用，依據「公共建設工程經費估算編列手冊」規定，規模大、複雜性高者，於先期規劃、綜合規劃、基本設計、細部設計等四階段估算本項費用時，上限得分別為15%~30%、10%~25%、3%~10%、3%~5%，故本預算編列於建設計畫與初步設計階段略有不同。
六、工務組				
1.	第M35標初步設計初稿 初設報告	P6-5(試挖)	請編列前項(試挖)費用。	遵照審查意見辦理，已編列試挖相關費用。
2.	初設報告		本工程使用河川地部份，是否需向水利單位協商或申請，請予說明。	依細設初稿研判，本工程需向經濟部水利署第六、七河川局提出申請；將於細設初稿審查同意後，依實際補強內容提送河川公地使用申請書，向水利主管機關提出申請，以利後續施工。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
3.	初設報告	Ch7.1.6 剩餘土石方	特訂條款需明訂處理方式。	有關本標工程剩餘土石方主要位於河川地，已參考其他標，於特訂條款壹.三注意事項中詳細規定處理方式，河川地採就地攤平，非河川地則採遠運處理。
七、交通管理組				
1.	第M35標初步設計初稿		有關本案交通維持計畫，如確認不需佔用國道路面，可刪除7.3.1節「施工中高速公路主線之交通維持」，另有關佔用地方道路施工交通維持計畫，建議先了解是否需送地方政府道路交通安全聯席會報審查。	1. 考量本標工程雖不需佔用國道路面，但仍有利用高速公路進出工區之需求，建議保留7.3.1節「施工中高速公路主線之交通維持」內容。 2. 依據細設初稿補強內容評估，補強施工未佔道路，故初步研判無需提送地方政府道路交通安全聯席會報審查。
八、路產組				
1.	初步設計圖		請補充「妨礙施工公共管線建議遷移位置彙整表」，並於圖上標示建議遷移位置。	遵照審查意見辦理，已於細部設計圖補充「妨礙施工公共管線一覽表」，並於圖上標示建議遷移位置。
2.	初步設計圖		請標示高速公路路權範圍，俾供管線遷移時參考；建議遷移位置儘量利用本局既有路權範圍內土地，以縮短管線遷移期程。	遵照審查意見辦理，已於細部設計圖補充標示高速公路路權範圍，並已比對確認遷移位置均可位於既有路權範圍內。
3.	初步設計報告	P6-3 表6.1-1	請將本局部分刪除。	遵照審查意見辦理，已刪除局轄管線。
九、拓建工程處				
1.	初步設計圖	A-001	圖號索引(一).D排水圖「彎崎溪橋」、「里港洩洪橋」「吉洋一號橋」、「屏92橋」，是否因為本次審查為「初步」設計階段，致未將上	初步設計圖D排水圖主要針對本標工程需考慮河川沖刷之河川橋，整理圖示耐震評估補強設計依據，故僅有「二仁溪二號河川橋」及「美濃溪河川橋」以平立面圖方式呈現。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			述各橋之平立面排水圖列入?若否應補列。	細部設計圖已針對補強後需復舊部份，對各橋梁增加所需之平面及復舊等相關圖說。
2.		D-008	美濃溪河川橋平立面圖，註5「圖示最大沖刷深度為局部沖刷、束縮沖刷、河床質移動層及長期沖刷等四項深度之和」接著又表示:「本案橋梁耐震能力評估及補強設計於刷考量部分，均以上述前3項之50%加上長期沖刷深度為分析依據。」審查意見: (1) 註5內容前後無法符和邏輯。 (2) 後段所述之依據可否提供規範規定。 (3) 前段最大沖刷深度內各項沖刷深度為模擬或實際測得?其可靠度為何? (4) 其它橋梁之沖刷深度設計是否均如美濃溪橋所述之方式為依據?若無一致，為何其它橋梁之註解又未作此敘述?	1. 本工程最大沖刷深度考量，係依「公路排水設計規範」7.8節之規定，需考量局部沖刷、束縮沖刷、河床質移動層及長期沖刷等四項之深度。另在耐震評估及補強設計考量方面，則依據「公路橋梁耐震設計規範解說」C1.4節之內容，除長期沖刷外，考慮沖刷後之回淤，以沖刷值之一半考慮地震之影響。 2. 如前述說明。 3. 最大沖刷深度評估中，局部沖刷、束縮沖刷、河床質移動層等三項係依經驗公式計算而得(詳見初設報告3.4.2節)；另長期沖刷方面，依「美濃溪治理規劃報告」本河段河床尚稱穩定並有輕微淤積，本工程為保守考量，仍參考98~100年河床斷面測量變化，取平均值0.2M作為設計依據。另在可靠度方面，目前國內外引用之相關經驗公式眾多，且其結果差距頗大，本工程係引用公路總局委託林呈教授研究之「河川橋梁之橋墩(台)沖刷保護工法之研究」(94.12)成果，以較適合國內河川之經驗公式進行演算分析，以期儘量提高分析之可信度。 4. 由於二仁溪二號河川橋之情形不同於一般河川橋，其橋墩多位於河岸灘地，無束縮沖刷、河床質移動層及長期沖刷之機制，故該橋僅計算局部沖刷，其他各項則不予考慮。
3.	初步設計圖	S-002~S004	彎崎溪橋立面圖上所標示之橋梁長度錯誤。	原初步設計圖標示之橋梁長度為漏字，細部設計圖已修正

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
				為30+9@45+30=465。
4.	初步設計圖		二仁溪橋橋墩改建施工程序屬托底工法概念，既然都已暫撐，為何設計「墩柱打除下半段」而不全柱汰換?差異在那裡?完工後柱上下半段舊新銜接有比較好嗎?舊新鋼筋之處理交待了嗎?舊新柱面以不收縮水泥漿處理夠嗎?舊新鋼筋之處理交待的嗎?舊新界面是要平整連接還是齒狀連接,施工注意事項,均無交待?	初步設計圖分別繪製托底及換底兩工法之補強配置，其中「換底工法」方案配置墩柱打除位置，主要綜合考量經濟性、盤式支承力量轉換更新之難易與施工性、應力較小處及避免換底後增加過多靜載重等因素。因本橋採「托底工法」進行細部設計，故後續補強施工，可無需考量橋柱上下半段舊新銜接及鋼筋處理等課題。
5.	初步設計報告	P8-10.11	經費估算表 請說明方案一與方案二之差別	本標工程初步設計階段，針對二仁溪二號河川橋P4橋墩耐震補強，研提托底工法或換底工法兩方案(參見初步設計報告5.9節)，故整體經費估算表有方案一與方案二之差別。
6.	初部設計報告	P8-10	經費估算表貳、間接成本一、環境保護查核費請刪除，並於壹、直接工程費項下增列環境監測費	遵照審查意見辦理，於「壹、直接工程費」項下增列環境監測費，並刪除環境保護查核費。
7.	初部設計報告	P8-11	經費估算表，備註5空污費率計算 請統一以契約價*0.0028計列	遵照審查意見辦理，空污費以直接工程成本*0.28%計列。
8.	初部設計報告		內容說明缺漏「里港洩洪橋」、「吉洋溪1號排水橋」及「屏92穿越兼排水橋」3座橋梁耐震補強評估結果及方案。	報告書僅就本標主要橋梁專節說明，其餘橋梁評估結果請參見第四章及詳評報告書,補強策略則請參見初步設計圖。
9.	初步設計圖	圖號G-006 ~G-012	圖說內「鋼板樁」及「鋼軌樁」均無標示長度尺寸，為利日後工地執行及估驗依據，建議補	遵照審查意見辦理，已於細部設計圖標示相關尺寸，詳見細部設計圖G-006~G-012。

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
			正。	
10.	初步設計圖	圖號G-009 ~G-010	基礎臨時開挖支撐「37kg/m鋼軌樁@0.5m」建請統一調整為「50kg/m鋼軌樁@0.5m」以增加支撐勁度。	遵照審查意見辦理，已於細部設計圖統一調整為「50kg/m鋼軌樁@0.5m」，詳見細部設計圖G-009~G-010。
11.	初步設計圖	圖號S-035	圖說內缺漏「微型樁載重試驗表」，無法得知設計抗拉力載重噸數為何，請補正。	遵照審查意見辦理，初步設計圖尚屬初步設計階段成果，微型樁相關設計載重資料將依前幾標細設原則，於細部設計圖中標示。
12.	初步設計圖		請顧問公司確認補強範圍內是否有自來水幹管、中油幹管。	遵照審查意見辦理，經套繪並於現場勘查後修正管線資料，初步判斷並無與自來水幹管或中油幹管衝突情形。
13.	初步設計圖		顧問公司報告中施工工期為17.5個月，其中跨越二個汛期，工期在評估上應有問題(不足)，請再檢討。	請參見第五項第33點審查意見回覆說明。
十、南工處				
1.	第M35標初步設計初稿		二仁溪二號橋依據治理報告顯示，大水時周圍高灘地易發生淹水情形，且全橋位於河道治理計畫線內，建議於靠近深槽橋墩設置「自動水位計」，提供災防資訊。	因位於本橋址鄰近下游處之崇德橋已設有水利署水位站，可上河川局網站查得即時水情資訊，故經與工務段連繫，已確認無設置需求。
2.			本工程「監測系統」1式(沉陷監測、變位計、傾斜計、水位觀測井及其他)考慮監測設備自動化，工程完工後移轉給養護單位繼續監測。	本工程「監測系統」(沉陷監測、變位計、傾斜計、水位觀測井及其他)規劃，主要目的在基礎開挖補強施工階段之施工安全監測，非橋梁安全長期監測之用，故無完工後移轉給養護單位繼續監測之規劃，請諒察。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
十一、結論				
1.			高雄市政府管轄之崇德橋對本局國道3號二仁溪河川橋與該區域整體洪氾的影響，請顧問公司另專冊說明，本局將於適當時機提供水利單位與高雄市政府參考。	遵照指示辦理，由於二仁溪二號河川橋之流況較為複雜，本公司已邀請中興大學林呈教授研究團隊進行水理課題研究，以三維雷射地形掃瞄配合二維水理模式，分析崇德橋阻水情形下，對本橋沖刷之影響。有關本項研究成果，及其與崇德橋之相互影響，已另以專冊提送，供 貴局參考。
2.			二仁溪2號河川橋補強涉及河川沖刷問題，由於補強費用較高，河川沖刷評估甚為重要，有關河川水理分析之詳細評估報告，請顧問公司另冊提出俾提供出席專家、學者及本局參考。	請參見第1點結論辦理情形說明。
3.			國道3號跨越崇德橋上，現地標示牌限高4.6m，請南工處確認崇德橋與國道3號實際淨高，並請掌握該淨高對國道3號橋梁的安全性。	敬悉。
4.			補強工程範圍之河川橋，請審視既有河川治理計畫線，是否造成本局橋台座落在行水區範圍內而需因應處理之情形，仍請設計單位全面檢視。	經檢視本工程各橋梁，並套繪河川治理圖籍，僅二仁溪二號河川橋A1L橋台處，有治理計畫用地範圍線自邊緣處劃過，惟該處地勢較高，經水理檢算橋台結構已位於洪水位以上，故不會受洪水沖刷影響。
5.			第1期工程設計及施工之經驗，在規劃階段雖已納入參考與回饋，後續細部設計階段，仍請顧問公司持續深入檢討或修正，以確保日後工程順利推動。	遵照指示辦理，第1期工程設計及施工之經驗，在規劃階段即已納入撿討，並持續回饋至各標設計圖、預算及特訂條款內容。另歷次審查會議， 貴局各相關單位亦提出第1期工程或其它工程執行之寶貴經驗，均已納入本標工程設

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
第四標(第M35標)初步設計報告書及圖說 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審 查 意 見	顧問公司處理情形
				計補充修正。
6.			安全是工程進行的首要條件，在設計階段顧問公司應全面思考與編列維護勞工安全之相關工項及費用，以利日後施工廠商據以執行。	遵照指示辦理，已依行政院勞工委員會於98年11月2日最新修正之「加強公共工程勞工安全衛生管理作業要點」及行政院公共工程委員會於95年12月29日所公布之「公共工程安全衛生項目編列參考附表」辦理相關作業。並參照勞安法規及本標工程細設初稿補強內容與性質，繪製相關安全衛生施工參考示意圖，請參見MS安全衛生設施圖，並依相關法規及圖說編列安全衛生預算，以提供承商有所參考依循，落實執行相關安衛管理，以達成零災害目標。
7.			本次初步設計審查原則同意，委員及各單位審查意見請顧問公司評估後納入細部設計成果初稿辦理，並請依契約規定期限內提送。	遵照指示辦理，已針對本次審查會議委員及各單位審查意見進行評估檢討，並依本審查意見回覆表處理情形說明，納入細部設計成果初稿辦理。

工程細部設計報告書審查意見回覆表

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
工程細部設計報告書(技術組設計科) 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
1.	工程細部設計報告書(第一冊)	P3-20	請增加鑽探及試驗項目數量總表。	遵照辦理，已補充鑽探及試驗項目數量總表，詳表3.1-2。
2.		P4-15	請列出河川橋各橋墩最大容許沖刷深度（管理值）。	「最大沖刷深度」係指河川於大水來襲(達計畫流量)當下所產生之沖刷值，並非平時維護管理可量測之地表高程變化，故並無所謂「允許最大沖刷深度」或其「安全係數」等項目。在維護管理階段，應依維護管理手冊所示之河床高程作為管理基準。
3.		P5-1	橋梁耐震能力現況目視檢測，各標之目視檢測報告，詳「..橋梁耐震能力目視檢測報告」等，請加註於本章起始處，以供參閱。	已於文章內加註 ”有關本工程各橋梁之耐震能力現況目視檢測成果，請詳各標「橋梁耐震能力目視檢測報告」。”等文字。
4.		P6-31	橋梁耐震能力詳細評估，各標皆有詳細評估報告書，詳「..橋梁耐震能力詳細評估」等，請加註於本節處，以供參閱。	已於文章內加註 “有關本工程各橋梁之耐震能力詳細評估成果，請詳各標「橋梁耐震分析評估報告書」。”等文字。
5.		P6-32	評估結果表請增列評估補強內容，如設計圖號等，以掌握完整資訊。	各橋補強設計圖圖號請參考附件十三補強內容統計表。
6.		P7-84	補強設計成果表，各項補強數量並非以橋墩為母數，請統計各標實際數量總數，如橋台、直接基礎、深基礎等，另項次7〝增設混凝土剪力牆〞、項次18〝混凝土條補材料塗裝〞文字請再確認。表中各補強工法項目請再詳加檢視。	遵照辦理，已修訂各標之補強設計成果表，詳見第7.7.1節至第7.7.5節。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
工程細部設計報告書(技術組設計科) 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
7.		P7-106	請增列各標彙整總表。	遵照審查意見辦理，詳表7.7-1。
8.		P7-117	補強設計成果統計是呈現細部設計報告書相當重要的內容，請加強各項統計內容，如以補強工法再做統計分析，包括數量及金額分別統計，如基礎補強有分全套管基樁、微型樁等，另本橋梁耐震評估278座，實際座數亦請說明。	1. 有關本工程補強成果統計資料，金額部分請詳第7.7.6節，數量部分請詳附錄十四補強內容數量統計表。 2. 本工程橋梁包含原合約橋梁為278座，第CCO-01契約變更7座，合併為285座，已修訂報告內容。
9.		P7-118	匝道橋單位補強費用高於河川橋是否正確，請再澄清。	由於本工程有若干匝道橋跨越河川，且匝道橋之橋寬小，進而橋面積小，因此抬高匝道橋單位補強費用。
10.			請再補充扣除基礎補強後，各種橋型(HAZ-Taiwan、一般橋梁類別)之補強費用。	遵照辦理，詳表7.7.6-1~3以及圖7.7.6-6~11。
11.			報告中各統計圖應列出可對應數據表、資料。	遵照辦理，已補充修訂，詳表7.7.6-1~5。
12.		Ch3.1.3	圖 3.1-3~圖 3.1-23區域地質圖及災害潛勢圖建議於定稿本時，以較高解析度彩色印刷。	遵照辦理，左列圖片於定稿本以彩色印刷。
13.		Ch4.3	表4.3-4中地文資料之河床高程值部分數值與「維護管理手冊」表3.2-13之沖刷演算設計河床高程值不符，例如：大漢溪河川橋P3、P13~P15橋墩；美濃溪河川橋P2橋墩。	經查表4.3-4之數值係為正確，已修正「維護管理手冊」中相關內容。
14.		Ch4.3	表 4.3-5缺二仁溪2號河川橋P24橋墩之沖刷深度估算相關數值請補充。相關數值需與「維護管理手冊」表3.2-13一致。	由於二仁溪P24橋墩地勢較高，且經分析該處流速幾近於零，故判斷該橋墩處之沖刷值可予不計。
15.		Ch4.6	表4.6-1河川公地使用申請資料整理表，M35標之辦理情形請依最新辦理情形修正。	遵照辦理。已將M35標河川使用申請情形依目前辦理情形更新，並納入M36標之相關資料。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
工程細部設計報告書(技術組設計科) 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
16.	工程細部設計報告書(第二冊)	附錄一-1	請於橋梁資料總表備註中加註該橋是否辦理補強，並列出補強對應圖號。	1. 已於總表中加註是否辦理補強。 2. 各橋補強設計圖圖號請參閱附件十三補強內容統計表。
17.		附錄二	本局各標審查意見(初步及細部)及簡報請加入。	已補充第M36標初步設計及細部設計報告之審查意見回覆表。
18.		附錄三-P39	參考文獻缺項目編號。	已補充修訂項目編號。
19.		附錄五-	液化評估表請增列一欄處理方式，以呈現完整資訊。	本工程依據公路橋梁耐震設計規範第8.1.4節，進行橋梁耐詳細評估時，若遇具液化潛能之土壤，以折減土壤參數因應，詳見報告第3.4節。
20.			基礎承載能力評估錄係指補強前，其補強後之承載能力請補充說明。	遵照審查意見辦理，詳見附錄五。
21.		Ch.7.7.5	標題有誤	已修正標題為「第M36標主要課題及設計內容」。
22.			回覆意見中多處使用「將…」，請確實修正、提送。	遵照審查意見辦理。
23.		Ch.7.7.6	章節內容參考圖7.7.5-3有誤，請修正。另文字內容矛盾，請調整修正。	已全面檢視章節及圖表內容。
24.		Ch.7.7.6	圖7.7.6-1中第M36標工程費請依最新核定預算製圖。	已依最新核定預算製圖。
25.		Ch.7.7.6	請調整圖7.7.6-2~圖7.7.6-4名稱。	已調整左開各圖名稱。
26.		附錄五	「基礎承載能力評估表」缺內容。	已補充修訂附錄五之補強後單樁承載力內容。
27.			附錄五之說明請再修正，應說明補強前 、後差異原因（列出值意義為何？），否則依文字說明，樁基礎補強前、後數值並無不同。	遵照審查意見辦理，已補充修訂附錄五之文字說明。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
工程細部設計報告書(技術組設計科) 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
28.			請增加補強內容數量統計表，依附錄十三表格型式，改列出各種補強之數量、橋梁橋墩數等資料，以利後續評估分析及統計使用。	遵照審查意見辦理，請參閱附錄十四補強內容數量統計表。
29.	工程細部設計報告書(第三冊)	附錄十一	各橋補強成果彙整表，請在有辦理補強內容之備註欄加註補強設計圖號，以利檢核。	各橋補強設計圖圖號請參考附件十三補強內容統計表。
30.			請增加各橋震動單元(補強後或無須補強)，其所對應之最大地表加速度,以掌握各震動單元所能承受的地震力。	各橋震動單元所對應之工址水平地表加速度係數，請詳附件十二。
31.			請以列表方式並以橋為單位，彙整各橋補強內容及位置，以完整檢視補強概況。	遵照審查意見辦理，請詳附件十三補強內容統計表。
			補強成果彙整表相關資料請再確認：	回覆說明如后：
32.		第M31標	「北側基隆河橋河N」是否有「橋墩帽梁補強設計」計算書？	北側基隆河橋並無帽梁,故無橋墩帽梁補強設計，該部份屬誤植,已移除。
33.			「汐止系統交流道匝道7跨北側基隆河橋」防落長度補強前「1.31」，補強後「1.1」？基礎補強前穩定性及結構強度安全係數皆大於1，仍需補強？	補強後之1.1為誤植,已修正為1.69，基礎補強前穩定性之安全係數係誤植，已修正。
34.			「新台五路交流道匝道4排水溝渠橋」之「其它」項目補強前「C/D」值未列。	已修正。
35.			「新台五路交流道匝道7跨匝道1橋」雖採位移拘束工法補強，然應力重新分配後「橋柱韌性容量」及「剪力鋼棒」評估之「C/D」 值為何？	位移拘束工法無法分析韌性容量，故已補填N.A.。另本橋無剪力鋼棒，已修正，並修正剪力栓之補強後C/D值。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
工程細部設計報告書(技術組設計科) 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
36.			「新台五路橋N」雖採位移拘束工法補強，然應力重新分配後「橋柱剪力容量」及「止震塊縱向」評估之「C/D」值為何？	已補上C/D值。
37.			「新台五路橋S」雖採位移拘束工法補強，然應力重新分配後相關評估之「C/D」 值為何？	已補上C/D值。
38.			「南深路橋N」補強前「C/D」為1.42？	已確認無誤。
39.			「南深路橋S」補強前「C/D」為1.40？	已確認無誤。
40.			「南港系統交流道環道5跨越橋」補強後基礎穩定性評估結果為何？	已補上C/D值。
41.			「四分里坑高架橋N」帽梁補強後評估值為何？	已補上C/D值。
42.			「木柵交流道匝道四富德橋」缺補強前橋台強度評估之「C/D」。	已補上C/D值。
43.			「景美溪橋」補強後「橋柱韌性容量（橫向）」評估結果為何？	已補上C/D值。
44.			「指南路穿越橋N」缺補強前橋台強度評估之「C/D」。	已補上C/D值。
45.			「指南路穿越橋S」補強後「基礎強度」評估結果為何？	已補上C/D值。
46.		第M32標	「中和交流道匝道A2」請確認防落長度評估結果。	已補上C/D值。
47.			「中和交流道匝道B1」請確認防落長度評估結果。	已補上C/D值。
48.			「中和交流道匝道B2」補強後「基礎強度」評估結果為何？	已補上C/D值。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
工程細部設計報告書(技術組設計科) 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
49.			「中和交流道匝道C」、「中和交流道匝道D」、「中和交流道匝道E」請確認防落長度評估結果。	已補上C/D值。
50.			「中和交流道聯絡道高架橋（一）」請提供補強後「帽梁強度」評估結果。	已補上C/D值。
51.			「柑林埤排水S」補強後「基礎強度」評估結果為何？	已補上C/D值。
52.			「龍潭一號渡槽兼人行橋」雖採位移拘束工法補強，然應力重新分配後「剪力鋼棒、支承」評估之「C/D」值為何？	已補上C/D值。
53.			「台三線穿越橋」採位移拘束工法補強，應力重新分配後「橋柱韌性容量」及「橋台檢核」評估之「C/D」值為何？	已補上C/D值。
54.			「桃67路跨越橋（高楊北路）雙向」採位移拘束工法補強，應力重新分配後「橋台相關檢核」評估之「C/D」值為何？	已補上C/D值。
55.			「龍潭二號渡槽兼人行橋（雙向）」雖採位移拘束工法補強，然應力重新分配後「剪力鋼棒、支承」、「止震塊」及「橋台相關檢核」評估之「C/D」 值為何？	已補上C/D值。
56.			「龍潭三號排水橋」採位移拘束工法補強，應力重新分配後「橋柱剪力容量」、「橋台相關檢核」評估之「C/D」值為何？	已補上C/D值。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
工程細部設計報告書(技術組設計科) 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
57.		第M34標	「深坑排水橋」之「橋台縱向力檢核」結構計算書並無相關資訊。	已補上C/D值。
58.			「大同里跨越橋」補強前「橋台相關檢核」及補強後「剪力鋼棒、支承」評估之「C/D」 值為何？	已補上C/D值。
59.			「竹16道穿越橋」之「橋台縱向力檢核」評估結果請再確認。	已補上C/D值。
60.			「崁下排水橋」補強後「防落長度」、「帽梁強度」評估之「C/D」 值為何？	已補上C/D值。
61.			「竹林交流道穿越橋（北、南向）」、「竹林IC環道R/A穿越橋」補強後「橋柱剪力容量」評估之「C/D」值為何？	已補上C/D值。
62.			「頭前溪河川橋（北、南向）」相關資料請再檢核，如「其它」項目中「橋墩混凝土包覆補強」是否應屬「橋柱韌性容量」項目、「橋柱韌性容量」補強後評估值為何？請再確認「防落長度」評估內容。	已修正，將橋墩混凝土包覆補強移至橋柱韌性容量欄位，並補上C/D值。防落長度為1.3，已修正說明。
63.			「122縣道中興路跨越橋」之「防落長度」評估內容請再檢核、「基礎」評估項目與「增設防落長度裝置」有關？	防落長度已確認，遵照辦理，無需加長防落長度。惟本橋採用位移拘束工法，而橋台擴座設計計算書是為了檢核橋台是否符合位移拘束工法所需之強度。
64.			「92K+542跨越渡槽兼人行橋(雙向)」之「剪力鋼棒、支承」、「基礎」評估內容請再確認。備註中文意不清，請修正。	由於此橋墩位於車道中央，為考慮交維，採弱支承設計，已補上經分析後基礎評估之C/D值。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)
工程細部設計報告書(技術組設計科) 審查意見回覆表

項次	圖文名稱	頁次/圖號	審　查　意　見	顧問公司處理情形
65.			「94K+383跨越橋（雙向）」之補強後「止震塊」、「基礎結構強度」評估之「C/D」值為何？	已補上C/D值。
66.			「94K+612渡槽跨越橋（雙向）」補強後「剪力鋼棒、支承」、「基礎」評估之「C/D」值請再確認。	由於此橋墩位於邊坡處，為避免開挖壞邊坡與地錨造成邊坡不穩定，故採弱支承設計，已補上經分析後基礎評估之C/D值。
67.			「雲南路跨越橋（雙向）」補強後「止震塊」評估之「C/D」值為何？	已補上C/D值。
68.			「竹45鄉道跨越橋（雙向）」補強後「剪力鋼棒、支承」評估值為何？	已補上C/D值。

附錄三　橋梁耐震評估及補強設計原則

交通部台灣區國道高速公路局

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程
(第１優先路段)規劃設計

橋梁耐震評估及補強設計原則

林同棪工程顧問股份有限公司
T.Y.LIN INTERNATIONAL TAIWAN

中華民國 100 年 8 月

交通部台灣區國道高速公路局

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程
(第１優先路段)規劃設計

橋梁耐震評估及補強設計原則

專業技師簽證：_____

林同棪工程顧問股份有限公司
T.Y.LIN INTERNATIONAL TAIWAN

中華民國 100 年 8 月

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第１優先路段)規劃設計
橋梁耐震評估及補強設計原則

目　　錄

頁　次

一、　適用範圍.....1
二、　耐震補強設計基本原則.....2
三、　橋梁結構系統模擬.....2
四、　橋梁耐震能力分析評估方法.....4
五、　耐震補強之標準.....11
六、　耐震補強設計基本策略.....14
七、　RC橋墩之補強設計考量重點.....20
八、　支承之補強設計考量重點.....23
九、　基礎之補強設計考量重點.....26
十、　土壤液化潛能評估.....27
十一、RC帽梁之補強設計考量重點.....31
十二、鋼梁之補強設計考量重點.....31
十三、防止落橋補強設計考量重點.....31
十四、隔減震設計之原則.....33
十五、其它重要原則.....34
十六、參考文獻.....39

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)規劃設計
橋梁耐震評估及補強設計原則

表　目　錄

頁　次

表 4-1　短週期與一秒週期結構之阻尼比修正係數 B_s 與 B_1 5
表 5.1　橋梁耐震補強性能準則 12
表 5.2　新城斷層近域效應調整因子 N_A 及 N_V 13
表 5.3　獅潭斷層近域效應調整因子 N_A 及 N_V 13
表 5.4　旗山斷層近域效應調整因子 N_A 及 N_V 14
表 5-5　各第一類活動斷層近域調整因子 N_A 與 N_V 14
表 10.1　土壤參數之折減係數 D_E 31

圖　目　錄

圖 4.1　容量曲線雙線性化示意圖 6
圖 4.2　一般工址與台北盆地之結構耐震性能標準 7
圖 4.3　改良式結構性能耐震能力評估方法 8
圖 4.4　國道高速公路橋梁耐震能力評估流程圖 9
圖 6.1　國道高速公路橋梁耐震補強對策 17
圖 6.2　防止落橋對策之選定流程 18
圖 6.3　橋梁整體結構系統補強工法選擇流程 19
圖 7.1　混凝土剪力強度因子 K_1 及 K_2 21
圖 8.1　Caltrans 中小型橋梁耐震補強策略 25
圖 8.2　Caltrans「保險性」橋台止震塊設計理念 25

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第１優先路段)
橋梁耐震評估及補強設計原則

民國88年9月21日台灣地區發生芮氏地震規模達M_L=7.3(CWB)的大地震，最大地震強度爲6級，最大地表加速度達到989gal。本次地震的震央位於南投縣的集集鎮，在交通部民國84年1月9日頒布的『公路橋梁耐震設計規範』中該地區僅列於地震二區，然而卻發生最大地表加速度超過日本阪神大地震(818gal)之強震，完全出乎地震工程學者專家的意料之外。

有鑒於921集集大地震橋梁結構震害情況，交通部於民國89年4月公布局部修正規範，對震區劃分與部份橋梁耐震設計規定有所修正與調整。另於民國91年針對委託臺灣大學完成之『公路橋梁耐震設計規範修訂草案研究』進行複審，於民國92年3月完成『公路橋梁耐震設計規範（草案）複審成果報告書』，惟因其內容有諸多疑義尚待釐清，而未頒布施行。爲昭慎重，交通部遂於同年3月起由國道新建工程局辦理多次『橋梁耐震設計規範修訂草案先期研究座談會』，針對規範草案提出綜合結論與建議事項。交通部依據前述成果及參酌美、日等國家耐震性能設計之觀點編訂完成規範修訂草案，再由交通部委託中華民國地震工程學會，邀集對公路橋梁耐震設計工作具專長之學者與專家組成審查委員會開會審查，交通部複審作業完成後於97年12月22日頒布「公路橋梁耐震設計規範」，並於98年6月29日修訂「垂直地震力、塑鉸區橫向圍束鋼筋公式及基礎之設計力」等相關章節。

國道高速公路爲台灣南北交通的大動脈，對於國家整體經濟發展及民生生活影響甚鉅。在這次921集集大地震的震災中，國道高速公路並未遭受太大的損害。然而爲防範於未然，國道高速公路局(以下簡稱「高公局」)積極研擬完整的橋梁耐震補強建設計畫，對於國道高速公路等已完工通車之橋梁結構物，以交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」及其函頒修正之各章節重新檢核及評估國道高速公路之新舊橋梁等結構物，對於不符合最新耐震規範之橋梁進行補強設計，期能於日後大地震時可達到減少損害、避免傷亡之主要目標，已成功擔負起大地震後緊急救災之生命線道路重任。

茲將國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第１優先路段)(以下簡稱「本工程」)既有橋梁之耐震分析評估與補強設計原則分述如下：

一、 適用範圍

本原則適用於跨度150公尺以下之一般性橋梁，如屬特殊性橋梁如吊橋、斜

張橋、拱橋及活動橋等或臨時便橋及跨度超過150公尺者，應依橋址地形、土層條件、橋梁之構造特性與規模、以往之震害經驗、橋梁之重要性及橋梁工址之實際情況等因素，另作適當之考量，本原則如有仍可適用的部份，亦可參考使用。

解說： 本原則之適用範圍，主要依據交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」第1.1節，並考量國道高速公路之橋梁種類與特性擬訂。

二、 耐震補強設計基本原則

國道高速公路橋梁耐震補強設計之基本原則，係確保設計之橋梁主結構體在發生中度地震時能保持在彈性限度內；發生設計地震時(約475年回歸期)容許產生塑性變形及一些韌性損壞，但仍可修復；發生最大考量地震時(約2500年回歸期)容許產生極限塑性變形，但避免產生落橋或崩塌等致命性的損壞。

解說：耐震補強設計之基本原則是在不同等級(或回歸期)之地震作用下，橋梁能維持其應有的性能(Performance)，即：在最大可能地震(約2500年回歸期)時，橋梁不得產生落橋或崩塌，以避免造成嚴重的人命、財產損失。因爲地震之水準已經爲最大考量地震，若還限制其韌性容量之使用，殊不經濟，所以允許橋梁之塑性變形達其極限值；在設計地震(約475年回歸期)作用時，允許橋梁產生可修復之塑性變形，在設計地震時若限制橋梁須保持彈性，殊不經濟，因此容許橋梁在一些特定位置產生塑性變形，但限制其容許值，藉以消耗地震能量，並降低橋梁所受之地震力，惟產生塑性變形的位置最好在可檢視之處或容易修補的地方，以方便震後之維護；在中度地震(設計地震地表加速度/3.25)作用時，橋梁能保持在彈性限度內，使地震過後，橋梁結構及附屬設施沒有任何損壞，以避免常需修補之麻煩。一般而言，對高韌性容量及長週期的橋梁而言，此一目標可能控制構材之設計。

三、 橋梁結構系統模擬

橋梁結構之模擬，應儘量反映實際情形，力求幾何形狀、質量分佈、構材斷面性質及土壤與基礎結構互制等之模擬能夠準確，對於振動單元與基面之認定，說明如下：

(一) 振動單元

振動單元即耐震分析時視爲一體振動的單元，亦即分析單元。橋梁沿橋軸方向的振動單元與橫向的振動單元要分別確定，一般取在橋梁兩伸縮縫間的橋體，經適度修正，可獲得軸向與橫向之振動單元。

(二) 基面之認定

基面係指地震輸入於橋體之水平面，或可使其上之構造視爲振動體之水平面。基面通常可訂在基腳下緣、樁帽下緣或沉箱上緣；對會產生液化之砂質土層，或極軟弱粘土層及粉土層，基面則通常設定在此些土層的下方；對會因洪水沖刷之河床，其基面則設定於沖刷面之下。惟在大地震時，不必考慮最大洪水位之沖刷，但需考慮常水位之沖刷，**依據AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges (2002)」第4.4.5.2節之規定，耐震評估時應考慮最大沖刷深度之50%。**

解說：基面係地震輸入橋體的水平面，其上之橋體即爲本原則所訂的振動單位。通常此基面訂在橋柱基腳下緣、樁帽下緣或沉箱上緣。事實上橋體結構在基面下尚有土壤或基礎(如基樁或沉箱)，因此要考慮其下土壤彈簧或土壤彈簧與基樁或沉箱的互制作用，得到基面的等值基礎勁度，納入基面以上的橋體一起進行分析。

若於地震時土層產生液化，則會喪失其傳遞地震波至橋體的能力及支承的能力，此時應視該土層不存在，而將基面降低至液化土層的下方。當然屆時有一部份基礎構造(如基樁)，會變爲振動單位的一部份，而此時的等值基礎勁度必須根據降低後基面以下的構造特性去分析。

橋梁因沖刷或淤積，其基面會改變，耐震評估或設計時最好對基面可能變動的位置檢核橋梁之耐震安全性。此外，橋梁使用中做定期檢查時，應注意基面的位置是否超過設計時考慮的範圍。

(三) 土壤彈簧之認定

橋梁結構模擬所使用之土壤彈簧，須依橋址現場條件與鑽探資料加以研判認定。對於橋台於地震力作用時之等值土壤彈簧模擬應特別考量。

解說：對於中小長度之橋梁而言(如橋長<100m)，合理地模擬橋台承受之地震力，對於研擬較經濟之補強方案十分重要。例如分析上述橋台等值樁頭勁度矩陣時，須定義土壤彈簧的勁度，土壤彈簧的勁度得由設計者依工程習慣及適用性參考相關文獻來合理決定，於此並不加以規定，僅提供下列文獻爲參考。另有關橋台、沉箱(井式基礎)與其旁土壤之互制作用，亦可參閱下列文獻。

1. Federal Highway Administration,「Seismic Design of Highway Bridges Foundation」, FHWA/RD-86/102, June, 1986.

2. Federal Highway Administration,「Seismic Retrofitting Manual for

Highway Structures:Part 1-Bridges」,FHWA-HRT-06-032, January 2006.

3. 內政部頒「建築物基礎構造設計規範」，民國90年12月。

4. 交通部國道新建工程局頒「大地工程設計注意事項」，民國100年5月。

四、 橋梁耐震能力分析評估方法

橋梁耐震能力之詳細評估方法有兩種：(1)橋梁各部位之容量和需求比值法(C/D比值法)、(2)橋梁側推評估法(Lateral Push-over Analysis)。

容量和需求比值法著重於個別部位之結構行爲，而忽略了不同部位之交互影響，但因其方法較爲簡單且能清楚掌握構件補強重點，國道高速公路既有橋梁各主要構件之耐震能力評估可採用此種方法。側推評估法則考量整座橋梁受逐漸增加之側力作用，到達倒塌時之力-變形行爲分析，故其乃著重於變形容量而非強度，並以採非線性靜力分析法(Nonlinear Static Analysis, NSA)爲主。

中華民國地震工程學會參考美國ATC-40的架構，研擬改良式的耐震能力評估方法，此處所謂的改良式耐震能力評估法，其主要改良之處有二：一爲容量譜曲線上任一點直接求對應的地表加速度，二爲分析模型塑性鉸特性設定之改進。

(一) 考量橋柱各種破壞模式(撓曲破壞、撓曲-剪力破壞、剪力破壞)，利用SAP2000程式「M3塑性鉸」特性來定義分析模型之塑性鉸，並據以建立結構物之側推容量曲線。

(二) 將側推容量曲線轉換成ADRS格式(Acceleration-Displacement Response Spectrum Format)的側推容量頻譜。

(三) 結構物進入非線性階段後的有效黏滯性阻尼比β_{eff}包含原結構本身固有黏滯阻尼比β_{basic}（一般取爲0.05）及結構物非彈性遲滯行爲的等值黏滯性阻尼比β_0兩部分；依結構物容量頻譜，選定容量頻譜上任意一結構性能績效點非彈性譜位移d_{pi}與譜加速度a_{pi}之座標值，依由下式計算有效黏滯性阻尼比β_{eff}：

$$\beta_{eff}=\beta_{basic}+\beta_0=\beta_{basic}+\frac{0.637\kappa(a_y d_{pi}-d_y a_{pi})}{a_{pi}d_{pi}}$$

其中，κ表示阻尼修正因子，與結構物系統耐震行爲及地震歷時長短有關。一般而言，κ使用1.0、2/3或1/3，分別代表消能性佳、尚可、不良之構件及結構物。對於既有老舊橋梁，分析時可選用κ=1/3作保守考量。

經補強後之橋梁，可選用 κ =2/3作保守考量。a_y與d_y則分別代表降伏時之譜加速度與譜位移。

(四) 阻尼比異於5%之修正係數，採用交通部公路橋梁耐震設計規範的規定，依結構週期長短不同區分有 B_1 或 B_s（如表4-1），由非彈性譜加速度與彈性譜加速度之比求得： $B_1 \text{ or } B_s = \frac{(S_a)_{elastic}}{(S_a)_{inelastic}}$ 。

表 4-1　短週期與一秒週期結構之阻尼比修正係數 B_s 與 B_1

有效阻尼比ξ (%)	B_s	B_1
< 2	0.80	0.80
5	1.00	1.00
10	1.33	1.25
≥20	1.60	1.50

註：依線性內插求值

(五) 求算該結構性能績效點對應的地表加速度，假設對應的地震地表加速度係數以Z表示，則因在周期 T_i 、阻尼此 β_{eff} 下引致之加速度爲 $Z \times \left(\frac{2.5S_{aD}(T_i)}{S_{DS}} \right) \times \frac{1}{B(\beta_{eff})}$ ，令此值爲a_{pi}，即可解得： $Z = \frac{a_{pi} B(\beta_{eff})}{\frac{2.5S_{aD}(T_i)}{S_{DS}}}$ ，式中之 $B(\beta_{eff})$ 代表短週期或一秒週期結構之阻尼比修正係數 B_s 與 B_1 。

解說：計算結構性能績效點對應的地表加速度，除以上方法外，亦可採用國家地震工程研究中心研擬「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」(100年8月)第C5.4節解說之方法，以側推分析所得之容量曲線求得該容量曲線之降伏點，根據各階段之塑性位移 δ_i 與降伏位移 δ_y 依(3)式計算結構物各階段下之韌性 R_i，將側推分析所得之韌性 R_i 代入(1)式，即可求得橋梁振動單元在所考慮方向基本振動週期T對應之結構系統地震力折減係數 F_u 。

$$F_{u,D} = \begin{cases} R_i & ;T \geq T_0^D \\ A + (R_i - A) \times \frac{T - 0.6T_0^D}{0.4T_0^D} & ;0.6T_0^D \leq T \leq T_0^D \\ A & ;0.2T_0^D \leq T \leq 0.6T_0^D \\ A + (A-1) \times \frac{T - 0.2T_0^D}{0.2T_0^D} & ;T \leq 0.2T_0^D \end{cases} \quad \text{.....(1)}$$

其中，

$$A = \sqrt{[1+\alpha(R_i-1)][2R_i - 1 - \alpha(R_i - 1)]} \quad \text{.....(2)}$$

$$R_i = \frac{\delta_i}{\delta_y} \quad \text{.....(3)}$$

α=結構系統降伏勁度比。將容量曲線雙線性化後，以後降伏勁度(K_s)除以初始勁度(K_e)即可求得，其雙線性化如圖4.1所示。將式(1)求得之地震力折減係數$F_{u,D}$，並根據基本振動週期T於短週期或中長週期，計算側推分析所得容量震譜中任何一處譜加速度a_{pi}對應的最大地表加速度$Z = \frac{a_{pi}F_{u,D}(R_i)}{\left(\frac{2.5S_{aD}(T_i)}{S_{DS}}\right)}$。

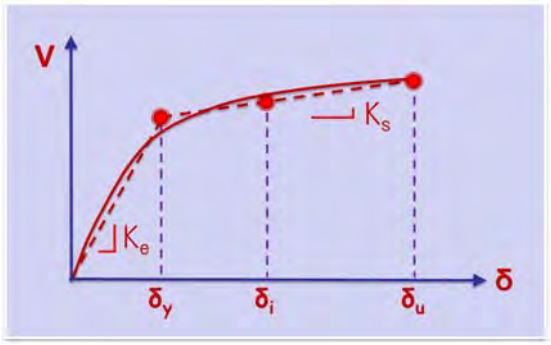


圖 4.1　容量曲線雙線性化示意圖

(六) 上述評估程序的優點爲不須繁複的迭代計算，容易求得容量頻譜曲線上各性能點對應之地表加速度，此外亦不須繪製地震需求頻譜曲線。

(七) 橋柱的韌性容量採用實際評估所得之極限韌性容量來推估橋梁之崩塌地表加速度，至於其評估所採用之混凝土圍束理論，將採用Mander(Mander et al. 1988)之混凝土組成律及鋼筋應力應變曲線。

解說：就耐震評估之觀點，應在一定條件下允許設計者採用較大之韌性容量，以避免不必要的保守與降低補強工程費用。對於斷面之降伏與極限曲率及對應之彎矩強度的計算採用彎矩曲率法，彎矩曲率法基於斷面受撓曲後平面保持平面、混凝土與鋼筋間無相對滑移等假設，進行已知軸力作用下之彎矩與曲率間關係之分析。在進行彎矩曲率分析前，必須先得知混凝土與鋼筋之應力應變曲線，才可進行分析；混凝土的應力應變曲線已有相當多之分析模型，各有其實驗或理論背景，依據國家地震工程研究中心「公路橋梁耐震評估及補強準則(草案)」(98年12月)，並不硬性規定混凝土之應力應變曲線，僅建議Mander(Mander et al. 1988)及Kawashima(Hoshikuma, Kawashima, 1997)兩種發展成熟及廣爲使用之模式供設計者參考。

考量美國AASHTO、FHWA、Caltrans及歐盟Eurocode、中國大陸之橋梁耐震設計規範，均採用Mander混凝土組成律，故本工程亦建議採用Mander混凝土組成律；同時並參考美國Caltrans Seismic Design Criteria V1.6(2010)、SFOBB East Span Seismic Safety Project-

Skyway Structures: Design Criteria (2001)及Columbia River Crossing (CRC) Structural Design Criteria (2008)採用Mander混凝土組成律之規定，對混凝土橋柱塑鉸區之混凝土極限應變及鋼筋極限應變，予以適度折減做保守考量：

$\varepsilon_{cu}^{R} = 0.75\varepsilon_{cu}$ ：適用於圍束箍筋量較多者（$\rho_{exist} \geq 0.5\rho_{code}$）

$\varepsilon_{cu}^{R} = 0.50\varepsilon_{cu}$ ：適用於圍束箍筋量較少者（$\rho_{exist} < 0.5\rho_{code}$）

其中，ε_{cu}^{R}=塑鉸區之折減混凝土最大應變（Average extreme fiber strains in plastic hinge）

ε_{cu}=依據Mander組成律計算得到之塑鉸區混凝土最大應變（Mander et al. J. Struct. Engineering, ASCE, 1988 114(8), 0 1804-1849）

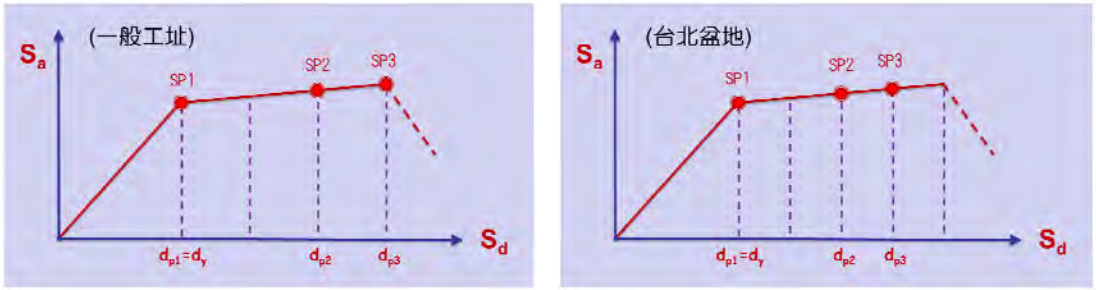
$\varepsilon_{su}^{R} = 0.75\varepsilon_{su}$ ：適用於鋼筋稱號32ϕ(含)以下者

$\varepsilon_{su}^{R} = \frac{2}{3}\varepsilon_{su}$ ：適用於鋼筋稱號36ϕ(含)以上者

其中，ε_{su}^{R}=鋼筋之折減極限應變強度（Reduced ultimate tensile strain）

ε_{su}=鋼筋之極限應變強度

(八) 在求出橋梁在各種破壞模式下(不同之耐震性能點，如圖4.2)對應之地表加速度後，再以危害度評估之觀念，求出橋梁在預期服務年限內所對應之設計地表加速度，以此爲標準評估橋梁耐震能力是否足夠，若發現既有橋梁之耐震能力不足，則應予以耐震補強(系統補強、增加構件或構件補強)或改建新橋，以提高其耐震能力；其中，補強設計需要依據橋梁不同之破壞模式進行設計，且需確保補強設計後橋梁之其它部位不致因應力之重新分配而導致破壞。



註：圖中之 $d_{p2} = d_y + \frac{d_{p3} - d_y}{1.5}$ ，SP1、SP2及SP3分別代表中度地震、設計地震及最大考量地震之結構耐震性能標準，其耐震理念、服務性能及損壞等級請參見表5.1。

圖 4.2　一般工址與台北盆地之結構耐震性能標準

解說：橋梁以強度與塑性變形來抵抗地震，因此橋梁承受水平地震力與柱頂水平變位之關係如圖4.2所示。塑性變形越多，橋梁損害的程度就會增加，其相對的安全性就會降低。

定義耐震性能水準SP1之位置爲橋梁系統之降伏點，與表5-1所述結構保持彈性符合。定義耐震性能水準SP2之位置爲橋梁已產生塑性變形，惟其量達至極限點全部塑性變形之2/3（台北盆地爲1/2），與表5-1所述允許橋柱產生可修復之塑性變形相當。定義耐震性能水準SP3之位置爲橋梁已產生塑性變形，惟其量達極限點全部塑性變形（台北盆地爲3/4），與表5-1所述避免橋柱崩塌相合。橋梁如進行詳細耐震能力評估，其容量曲線與圖4.2相似。如欲檢核該橋梁在中度地震、設計地震與最大考量地震之耐震能力是否合格，只要由該橋詳評之容量曲線求算各耐震性能水準SP1、SP2與SP3的位置，找到此些位置對應之地震地表加速度，看看是否超過設計地震、最大考量地震之地表加速度$0.4S_{DS}$、$0.4S_{MS}$，與中度地震之地表加速度$0.4S_{DS}/3.25$，如有不足，則須進行耐震補強。

ATC-40以繁複的迭代計算方式來求取結構物在某一耐震需求下對應的結構性能，其主要觀念係以耐震需求爲輸入，結構性能爲輸出，此種方法較適用於新設結構物的耐震設計，對於既有結構物之耐震能力評估而言則似太過繁瑣；結構物耐震能力評估之基本邏輯應以結構物的實際結構容量爲基準，去反推其所能容忍的地震需求(參見圖4.3)，亦即應以結構性能爲輸入，而以對應的耐震需求爲輸出較爲合理(蔡益超，2002年)。

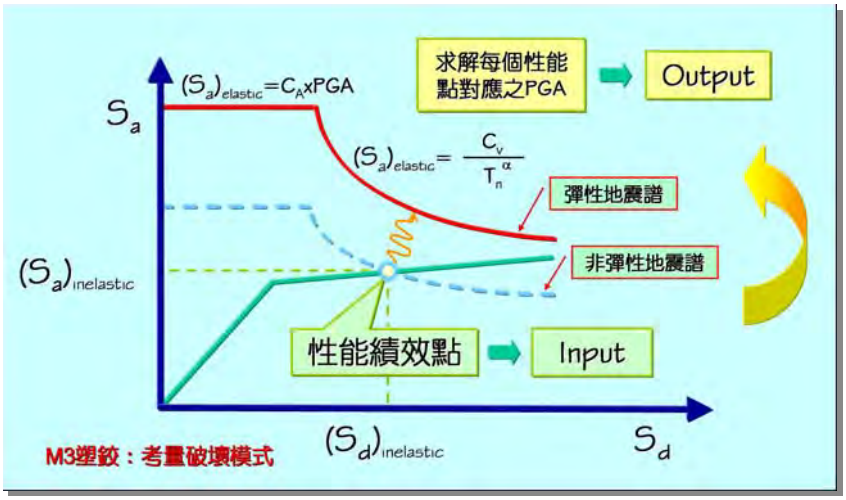


圖 4.3　改良式結構性能耐震能力評估方法

所以，國道高速公路應採上述改良式結構性能耐震評估方法或其它經高公局核可之方法，辦理既有橋梁耐震能力非線性側推評估工作，其評估流程參見圖4.4所示。

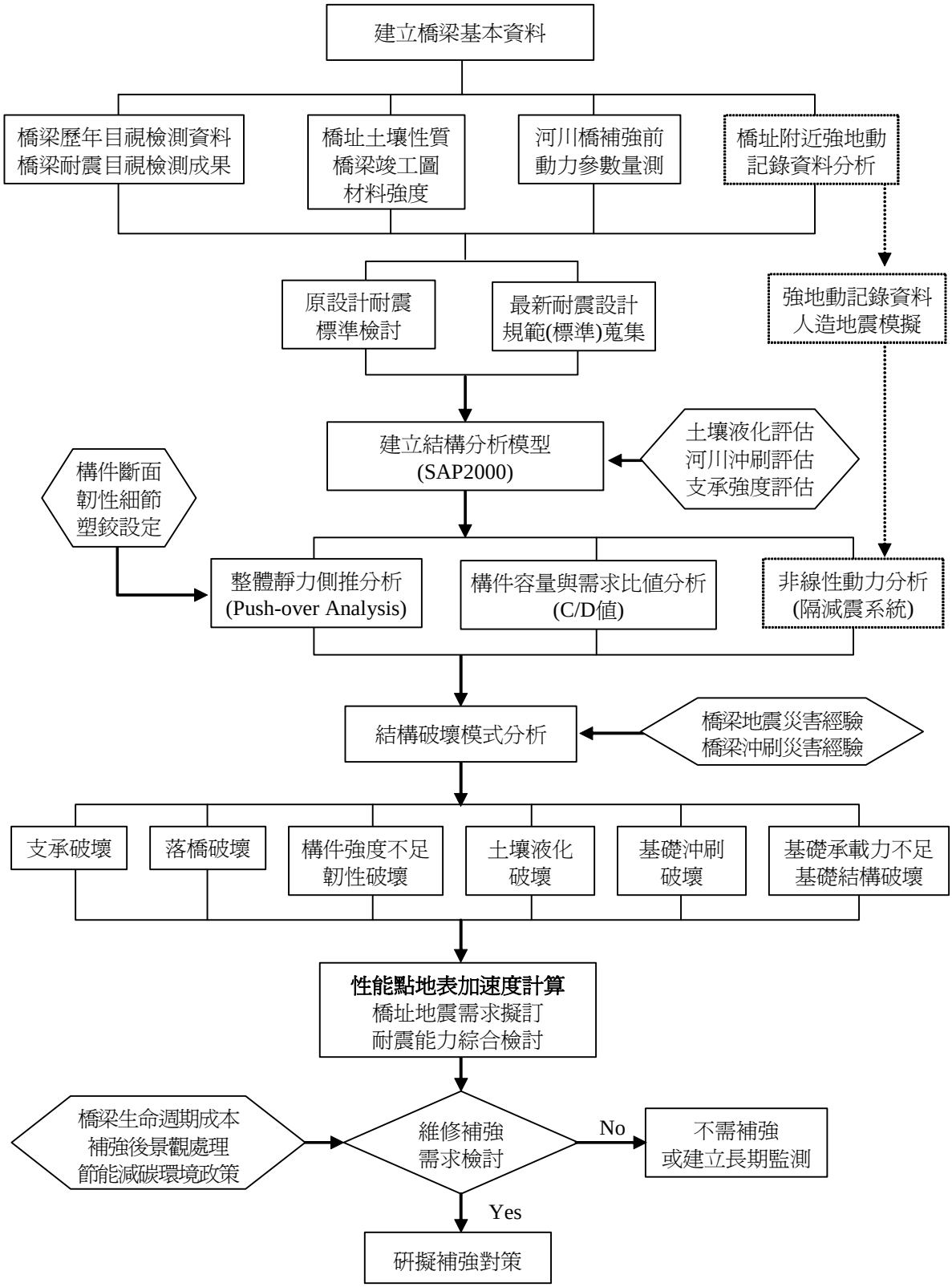


圖 4.4　國道高速公路橋梁耐震能力評估流程圖

國道高速公路既有橋梁耐震能力分析評估，應依據下列規範及其它相關規範與國內外學術單位之研究報告辦理：

1. 交通部97年11月頒布「公路橋梁耐震設計規範」及98年6月29日頒布修訂內容。
2. 交通部98年12月31日頒布「公路橋梁設計規範」。
3. 國家地震工程研究中心98年12月「公路橋梁耐震評估及補強準則(草案)」。
4. 國家地震工程研究中心100年8月「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」。
5. 交通部國道新建工程局86年4月「公路橋梁耐震設計規範之補充研究」。
6. 交通部國道高速公路局93年8月「橋梁功能評估及方法建立(承載能力分析評估及耐震能力評估)」。
7. 交通部98年12月23日頒布「公路排水設計規範」（第七章橋梁水理計算）。
8. 美國聯邦公路總署「公路結構物耐震補強手冊」(2004、2006)。

   FHWA, Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1 – Bridges (2006), & Part 2 - Retaining Structures, Slopes, Tunnels, Culverts, and Roadways (2004).
9. 美國聯邦公路總署「公路鋼桁架橋耐震補強準則」(2006)。

   FHWA「Seismic Retrotting Guidelines for Complex Steel Truss Highway Bridges」,(2006).
10. 美國州公路及運輸官員協會「橋梁耐震設計規範(LRFD)」 (2009)。

    AASHTO「Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design」, 1st Edition(2009), 2010 Interim Revisions.
11. 經濟部99年1月19日頒布「申請跨河建造物設置注意事項」。
12. 美國Caltrans「橋梁耐震設計規範(Seismic Design Criteria V1.6)」, 2010.
13. 美國Caltrans Memo-To-Designers(Section 20:Seismic):MTD20-1 (2010), MTD20-3(2008), MTD20-4(2010), MTD20-6(2001)及MTD20-15(2008).
14. 日本道路協會「道路橋示方書・同解書(V. 耐震設計編)」，2009。
15. 美國州公路及運輸官員協會「橋梁隔震設計規範」 (2010)。

    AASHTO「Guide Specifications for Seismic Isolation Design」, 3rd

Edition (2010)

16. 「Seismic Isolation of Highway Bridges」, Reprot No. MCEER-06-SP07 (2006), Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER).
17. 「Seismic Design of Highway Bridges Foundation」, Report No. FHWA-RD-86-102, June 1986, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration.
18. 「Proceedings of the NCEER Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils」, Technical Report NCEER-97-0022, Dec. 31, 1997, U.S. National Center for Earthquake Engineering Research.
19. 「本土化液化評估方法之建議-雙曲線液化強度曲線」，2011新世代本土化土壤液化評估方法研討會論文集，第19-30頁，國立中央大學。

五、 耐震補強之標準

(一) 國道高速公路既有橋梁之耐震補強標準應以再服務年限達50年爲原則，並應考慮河川沖刷與邊坡穩定之影響；於進行橋梁之耐震評估與補強設計時，若其補強工程費超過同型式橋梁新建工程費之45%，則需進一步檢核評估補強設計之合理性，若經詳細檢討各補強方案之工程實務性及經濟性後，仍造成不經濟或不合理的結果時，應研擬詳細分析報告專案向高公局簡報，以檢討其再服務年限或性能標準與後續追縱檢測評估或監測等配套措施。

(二) 考量高速公路做爲台灣最重要之生命線救災道路，本工程擬訂之橋梁耐震補強性能準則(Seismic Performance Criteria)，如表5.1所示。

表 5.1　橋梁耐震補強性能準則

地震力等級	工址水平譜加速度係數		耐震理念	服務性能	損壞等級
中度地震: 設計地震/3.25	依行政區劃分 回歸期475年地震之1/3.25		結構保持彈性	震後 正常通行	輕微
設計地震: 回歸期：475年 50年超越機率: 10%	依行政區劃分		構件產生塑鉸，發揮容許韌性容量	震後 有限通行	可修復
	S_S^D	0.80、0.70、0.60、0.50			
	S_1^D	0.45、0.40、0.35、0.30			
最大考量地震: 回歸期：2500年 50年超越機率: 2%	依行政區劃分		結構韌性容量完全發揮，但橋梁避免落橋、崩塌	震後 緊急通行	嚴重
	S_S^M	1.00、0.90、0.80、0.70			
	S_1^M	0.55、0.50、0.45、0.40			

說明：

1. **中度地震、設計地震及最大考量地震(MCE，Maximum Credible Earthquake)**：依據交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」(97年11月)之地震分區辦理。
2. **服務性能(Service Levels)**：
   - 震後正常通行(Immediate)：地震後於24小時內，橋上交通可正常通行。
   - 震後有限通行(Limited)：地震後於幾天內，橋上可通行有限的交通(如車道縮減、輕型救災車輛等)；橋上全面通行則需數個月的時間復舊搶修。
   - 震後緊急通行(Emergent)：地震後於幾天內，利用緊急臨時支撐系統(可能需封閉局部交通搶修)，橋上可通行有限的交通(如車道縮減、輕型救災車輛等)；橋上全面通行則需數個月的時間復舊搶修。
3. **損壞等級(Damage Levels)**：
   - 輕微(Minimal)：地震時，橋梁結構保持在彈性階段。
   - 可修復(Repairable)：地震造成橋梁構件之損壞，可在不損失其主要功能下修復；如韌性構件產生塑鉸，發揮至容許韌性容量為限。
   - 嚴重(Significant)：地震可能造成橋梁構件之嚴重損壞，但應避免崩塌(No Collapse)；如韌性構件產生塑鉸，發揮至極限韌性容量。

(三) 橋址鄰近活動斷層之地震力考量

依據經濟部中央地質調查所99年5月公布之斷層資料，本工程範圍內國道高速公路部份橋梁距離曾經引致大規模地震之第一類活動斷層較近，依據交通部「公路橋梁耐震設計規範」第2.4及2.5節之規定，此部份橋梁必須考量新城斷層、獅潭斷層與旗山斷層之活動斷層近域效應；考量活動斷層近域效應之地震力需求如下：

- **設計地震等級：** $Z_{475} = 0.4S_S^D F_a N_A \quad ; N_A \geq 1.0$
- **最大考量地震等級：** $Z_{2500} = 0.4S_S^M F_a N_A \quad ; N_A \geq 1.0$

其中，S_S^D 爲震區短週期之設計水平加速度係數(S_S^D=0.8)，S_S^M 爲震區短週期之最大考量水平加速度係數(S_S^M=1.0)；F_a爲反應譜等加速度段之工址放大係數；N_A及N_V爲反應譜等加速度段及等速度段之近域效應調整因子，依據國家地震工程研究中心於100年8月「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」提出之「近斷層設計地震調整因子檢討及建議」(第十九次規範研究發展委員會)，本工程鄰近新城斷層、獅潭斷層與旗山斷層之近域效應調整因子，參見表5.2~5.4所列，其隨工址與斷層之水平距離(r)而改變。

解說：新城斷層與旗山斷層爲中央地質調查所99年5月公布新增8條第一類活動斷層中之2條，獅潭斷層則爲交通部「公路橋梁耐震設計規範」已規定有近域效應調整因子之第一類活動斷層，故本工程鄰近獅潭斷層之橋梁，除了依據表5.3選取近域效應調整因子外，並應與現行交通部「公路橋梁耐震設計規範」(如表5.5)之數值做比較，取其大值。

表 5.2　新城斷層近域效應調整因子 NA 及 NV

近域效應調整因子		r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
N_A	設計地震	1.10	1.05	1.00	1.00	不需考慮
	最大考量地震	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮
N_V	設計地震	1.15	1.10	1.05	1.00	不需考慮
	最大考量地震	1.35	1.20	1.10	1.00	不需考慮

註：國家地震工程研究中心「第十九次規範研究發展委員會」，100年8月24日

表 5.3　獅潭斷層近域效應調整因子 N_A 及 N_V

近域效應調整因子		r≦2km	2km<r≦5km	5km<r≦10km	10km<r≦12km	r>12km
N_A	設計地震	1.28	1.20	1.10	1.00	不需考慮
	最大考量地震	1.26	1.18	1.05	1.00	不需考慮
N_V	設計地震	1.33	1.27	1.10	1.00	不需考慮
	最大考量地震	1.42	1.32	1.15	1.00	不需考慮

註：國家地震工程研究中心「第十九次規範研究發展委員會」，100年8月24日

表 5.4　旗山斷層近域效應調整因子 N_A 及 N_V

近域效應調整因子		r≦ 2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
N_A	設計地震	1.15	1.10	1.05	1.00	不需考慮
	最大考量地震	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮
N_V	設計地震	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮
	最大考量地震	1.35	1.20	1.10	1.00	不需考慮

註：國家地震工程研究中心「第十九次規範研究發展委員會」，100年8月24日

表 5-5　各第一類活動斷層近域調整因子 N_A 與 N_V

斷層名稱	設計地震		最大考量地震	
	N_A	N_V	N_A	N_V
獅潭斷層 神卓山斷層	1.14	1.17	1.13	1.21
屯子腳斷層	1.14	1.16	1.13	1.21
車籠埔斷層	1.12	1.18	1.13	1.25
梅山斷層	1.19	1.22	1.15	1.24
大尖山斷層 觸口斷層	1.08	1.08	1.11	1.21
新化斷層	1.12	1.08	1.15	1.15
花東縱谷地區斷層(含米崙、玉里、池上與奇美斷層)	1.21	1.29	1.16	1.29

資料來源：交通部「公路橋梁耐震設計規範」，97年11月

六、 耐震補強設計基本策略

國道高速公路既有橋梁於進行耐震補強之規劃與設計時，爲滿足「國道橋梁爲台灣地區生命線救災道路」之耐震補強定位，採用系統補強、增加構件或構件補強等三種策略來思考時，宜把握下列基本策略，參見圖6.1所示：

(一) 耐震能力不足之橋梁進行補強時，應尋找最適當且經濟的方法，將耐震能力提昇至足夠之標準。

(二) 依據詳細耐震能力評估之結果，來進行耐震補強分析與設計，以及支承系統之改善。

(三) 橋梁耐震補強的方法很多，包括增加構材的韌性或強度、增設止震塊、增加梁端防落長度、設置防落橋設施、基礎補強、地盤改良、降低液化潛能及改變橋梁結構系統等，應妥爲靈活運用。

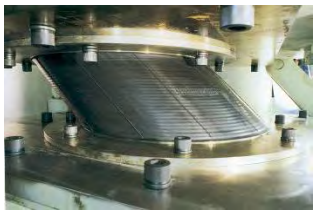
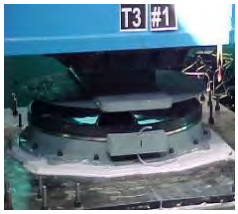
(四) 橋梁經耐震補強分析與設計後，爲檢核無其它耐震弱點產生，必要時應再次進行詳細耐震能力評估，以確保整體耐震能力均已提昇至足夠之標準。

(五) 補強計畫將使橋梁上部結構、下部結構及基礎構造等整體結構系統耐震能力之均衡提昇。

(六) 原則上將藉由橋柱的補強，來增進橋梁之強度與韌性，使橋梁得以抵抗更大之地震。

(七) 增設妥適及具耐衝擊性的防止落橋裝置，以防止支承破壞所可能產生之落橋事件。

(八) 系統補強對策：在工址地質條件符合規範的要求下，得檢討採變更橋梁結構系統之可行性(含施工性及補強效益)，以反力分散、增加阻尼(阻尼器)或週期延長(隔震支承)來減輕地震慣性力。

(九) 位移拘束工法：對橋長小於100公尺且交角小於15度之短跨橋梁，宜考量橋台之地震動力反應(Dynamic Response)與土壤之阻尼效應，橋台之結構強度若有不足，則予以補強，考量橋台補強之施工費用與交通衝擊較低，是此工法最大的優點。

解說：既有橋梁在交通路網上擔負著重要的運輸責任，故在進行補強作業時，應儘量避免交通中斷；既有橋梁的周遭環境已長時間維持於安定的狀態，無論是生態、環境、鄰近居民或橋下空間利用等，於補強作業進行時皆須妥善予以考量，儘量降低甚或採迴避策略對其之衝擊，此爲補強工程與新建工程最大不同之處。

另外，補強工程之施工條件受到(1)作業位置多及施工量少、(2)作業空間小及姿勢受限、(3)專業技術性高之限制，施工效率較一般新建工程

爲低，另補強作業位置係以點的方式佔大多數，爲避免補強作業危害結構安全，補強之位置不宜在施工中長時間處在不安定的狀態，施工時應儘量避免各補強位置同時進行作業，亦即施工時宜以單一位置進行補強爲原則。

目前，美國、日本之橋梁耐震補強技術，在面對一次又一次的大地震襲擊與考驗後，皆感仍有所不足而持續發展與改進，考量本工程橋梁結構系統之特性與國內施工環境之限制，如何在行政院核定之計畫預算限制下，並考量橋梁生命週期成本之理念，研擬最佳的橋梁耐震補強方案，是本工程之重點工作。本工程將考量每座橋梁之結構特性及耐震需求，就傳統耐震補強工法，以及美國、日本已成功運用之新材料與新工法，依據圖6.1~圖6.3之選擇流程，有系統地探討下列各種補強方案：

- 構件補強方案：橋柱補強、帽梁補強、基礎補強。
- 增加構件方案：增設止震設施(RC止震塊、鋼製止震裝置)、增設防震拉條、加長防落長度。
- 系統補強方案：隔減震補強、地震力分散裝置、位移拘束工法、功能性支承補強理念。

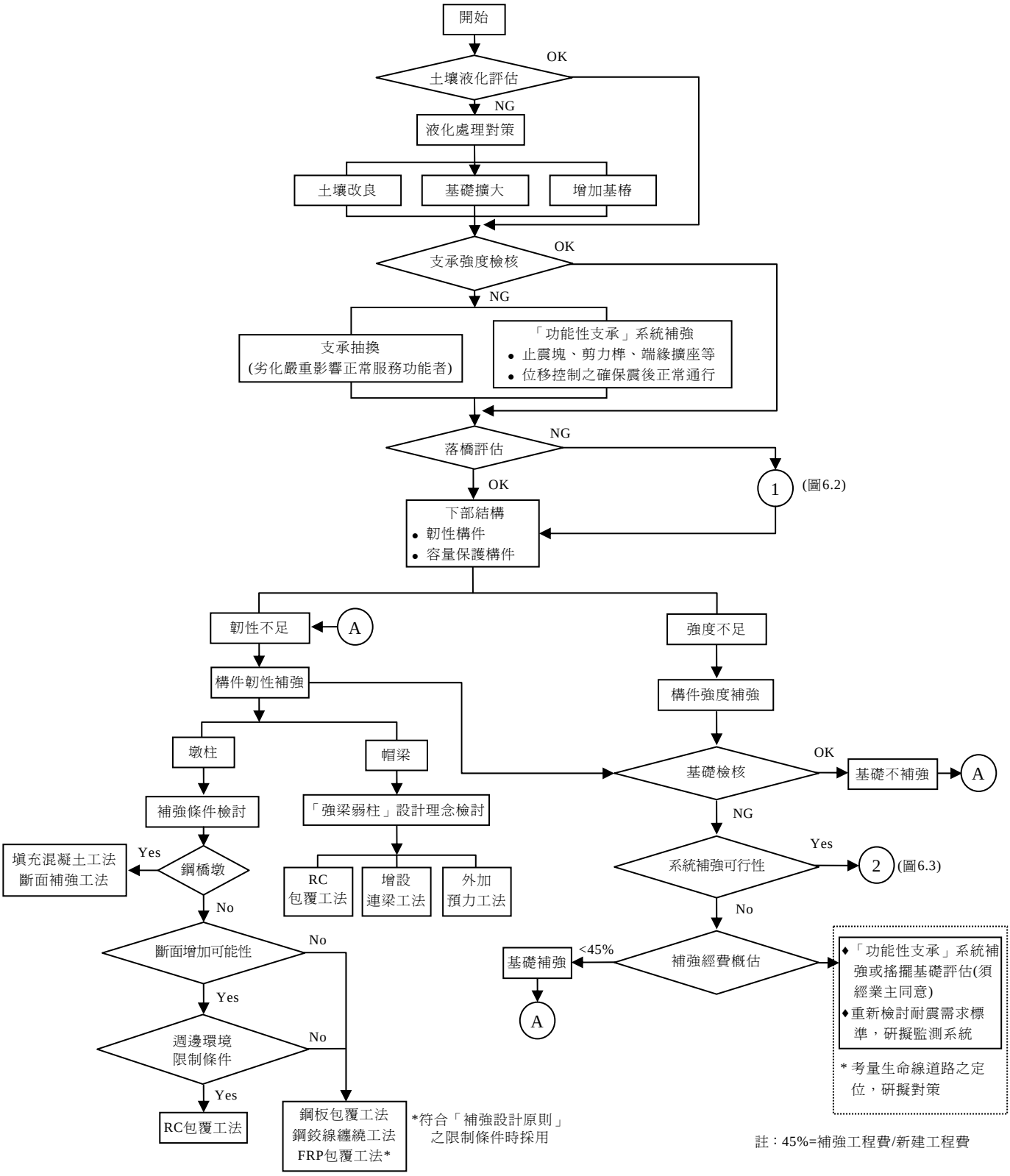


圖 6.1　國道高速公路橋梁耐震補強對策

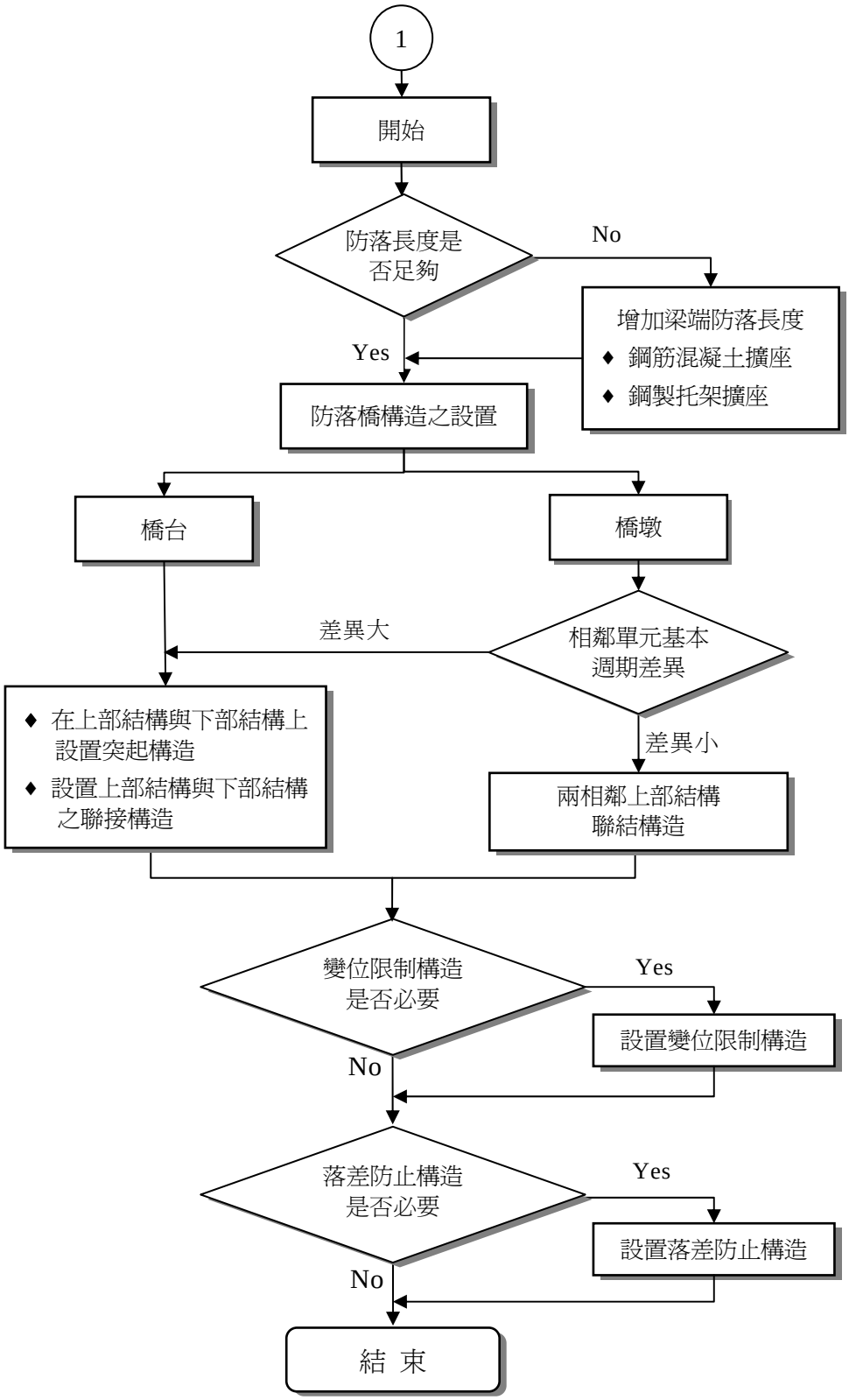


圖 6.2　防止落橋對策之選定流程

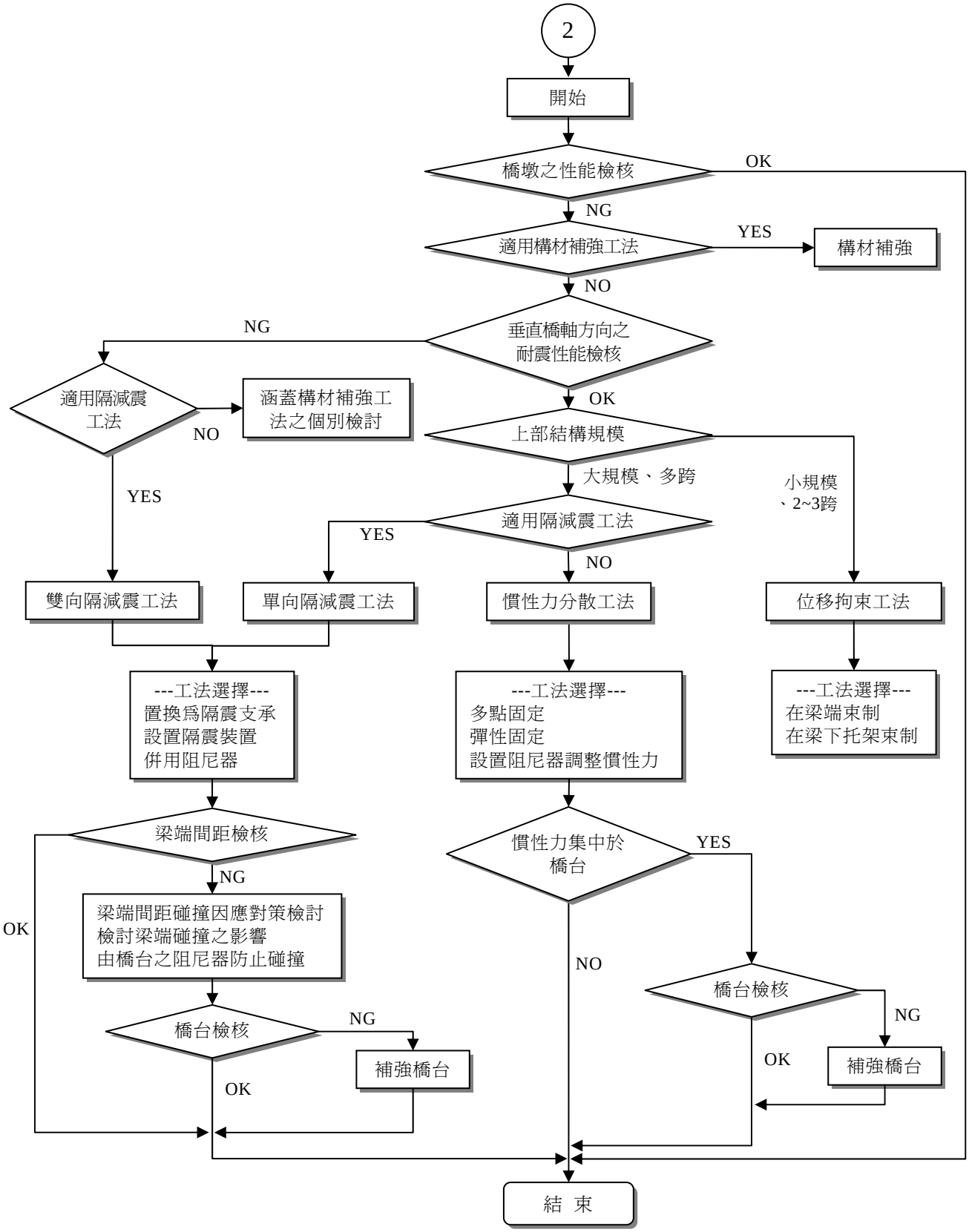


圖 6.3　橋梁整體結構系統補強工法選擇流程

七、 RC橋墩之補強設計考量重點

(一) 增加橋柱韌性之補強：RC橋墩以補強提高韌性爲主，增加強度爲輔。

(二) 鋼筋搭接長度不足之補強方式應妥適研擬，並且不採用FRP材料包覆補強工法。

(三) 剪力強度不足之補強：RC橋墩耐震評估用之剪力強度Vc，將採用美國Caltrans橋梁耐震設計規範之剪力強度公式，強度折減係數$\varphi_V = 0.85$。

解說：根據國家地震工程研究中心及其它學術單位多組試驗結果後，認爲Aschhiem and Moehle(1992-1993)及Priestley，Verma and Xiao (1993-1994)之剪力強度公式與試驗資料較接近，而美國Caltrans SDC 2010之剪力強度公式則介於兩者間且較保守；此外，AASHTO最新版「Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design(2009)」第8.6.2節，亦採用Caltrans SDC之剪力強度公式，其僅將V_c上限值由$V_c \le 1.06\sqrt{f'_c}A_e$修改爲$V_c \le 0.92\sqrt{f'_c}A_e$，前述修正係依據Caltrans之研究報告UCB/EERC-92/04(Aschheim、Moehle, 1992)，並配合AASHTO LRFD規範進行β值校驗後，採用之剪力強度折減係數$\phi_V = 0.9$；考量現行交通部公路橋梁設計規範尚未採用AASHTO LRFD規範，且其剪力強度折減係數爲$\phi_V = 0.85$，本工程爲保守考量，建議採用Caltrans SDC之剪力強度公式，但V_c上限值修改爲$V_c \le 0.92\sqrt{f'_c}A_e$，並採用與交通部公路橋梁設計規範相同之剪力強度折減係數$\phi_V = 0.85$。

A. 混凝土橋柱之剪力強度如下所示：

$$V_n = V_c + V_s \quad (\text{kgf}) \quad \cdots\cdots (4)$$

式中，V_c爲混凝土提供的剪力強度，V_s爲橫向鋼筋提供的剪力強度。

B. 混凝土於塑鉸區及非塑鉸區之剪力強度計算如下所示：

非塑鉸區：

$$V_c = 0.795K_2\sqrt{f'_c}A_e \le 0.92\sqrt{f'_c}A_e \quad (\text{kgf}) \quad \cdots\cdots (5)$$

塑鉸區：

$$V_c = K_1K_2\sqrt{f'_c}A_e \le 0.92\sqrt{f'_c}A_e \quad (\text{kgf}) \quad \cdots\cdots (6)$$

式中，A_g爲橋柱之總斷面積(cm^2)，A_e爲有效剪力斷面積(圓形取$0.8A_g$；矩形取b_wd，b_w、d各爲矩斷面之寬與有效深度)(cm^2)，f'_c爲混凝土之抗壓強度，P爲橋柱所受之軸向力。K_1及K_2定義如下：

$$K_1 = \frac{\rho_s f_{yh}}{39.74} + 0.972 - 0.265\mu_\Delta \text{，} 0.0795 \leqq K_1 < 0.795$$

$$K_2 = 1 + \frac{P}{140A_g} < 1.5 \quad \text{.....(7)}$$

橫向鋼筋所提供的剪力強度與其本身的材料性質、相互間之間距及其圍束的範圍有關，其剪力強度之計算如下所示：

A. 圓形斷面：

$$V_s = \frac{\pi}{2} A_{sh} f_{yh} \left(\frac{D'}{S_t} \right) \cot\theta \quad \text{(kgf)} \text{.....(8)}$$

B. 矩形斷面：

$$V_s = n_h A_{sh} f_{yh} \left(\frac{d}{S_t} \right) \cot\theta \quad \text{(kgf)} \text{.....(9)}$$

式中，A_{sh}與f_{yh}各爲橫向鋼筋之斷面積(cm2)與降伏強度(kgf/cm^2)，nh爲斜裂縫切過橫向鋼筋之截面數，S_t爲橫向鋼筋間之垂直間距(cm)，D'爲圓形之橫向鋼筋所圍束之直徑(cm)，d爲0.8倍之矩形橋柱承受剪力方向之深度，θ爲斜向裂縫與水平線之夾角於評估時可取45°，補強設計時可取35°。

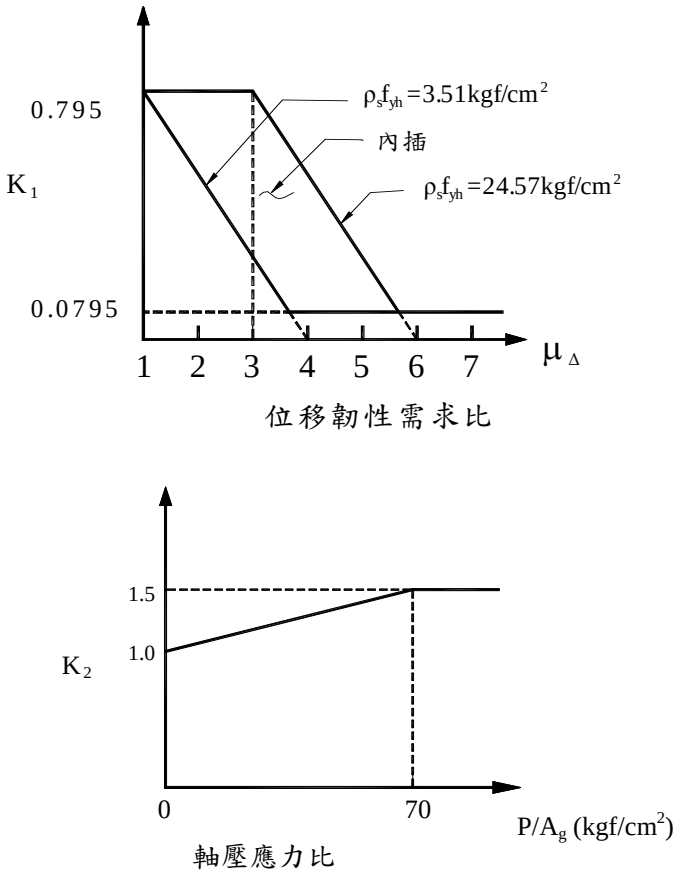


圖 7.1　混凝土剪力強度因子 K_1 及 K_2

(四) 主筋斷點處之補強方式應檢核實際竣工圖說之位置妥適研擬。

(五) 彎矩強度之補強：橋柱採彎矩強度之補強方式，若地震力導入基礎之力量

因而增加，則基礎將一併檢核補強。

(六) 矩形橋柱之包覆補強時，應以改爲橢圓形、圓形柱或八角柱爲原則，若以原矩形柱直接以包覆補強時，則另予詳細評估其可行性。

(七) 增進RC橋墩之耐震能力的方法有二種方式：

1. 不改變強度的原則下，提昇位移韌性，亦即增大橋墩吸收地震能量的能力，可藉由鋼板包覆、RC包覆(柱底部不錨錠)或FRP包覆等所獲致之圍束效果，達到提昇韌性的目標。此法因對橋柱之水平強度增加有限，對基礎負擔之增加亦有限，故爲國道高速公路橋梁耐震補強優先採用之對策。

2. 增大橋柱之水平強度，以強度(與變形能力)抵抗更大的地震力，藉由鋼板或RC包覆並錨碇於基礎版，以增加橋柱之水平強度。此法在僅以提昇位移韌性仍無法達到補強目標時採用，惟應注意的是橋柱強度的增加，常會增大基礎的負擔，而須作基礎補強。若基礎補強之空間受限，則可考慮變更結構系統，採用反力分散構造或隔減震構造以減輕作用於橋柱之地震力。

(八) RC橋墩耐震補強工法之選定原則

對於耐震能力不足之RC橋墩的補強方式，大致可採用下列四種方法(1)RC包覆工法(2)鋼板包覆工法(3)鋼鉸線纏繞工法(4)FRP包覆工法。但基於經濟性及維護上的考量，補強工法應以優先考量RC包覆工法爲原則，若在空間受限或施工條件不適用RC包覆工法時，則採用鋼板包覆工法或鋼鉸線纏繞工法。

至於FRP包覆工法雖具有材料輕、柔性、搬運容易及施工迅速等優點，但因此一工法對RC橋柱之圍束效果、韌性改善的成效及本土化施工條件是否成熟，仍有待證實，現階段除因橋址受特殊嚴格的施工條件限制，並經高公局核可外，採用FRP包覆補強工法必須滿足下列八點條件：

1. **對於圓形橋柱及矩形橋柱，其位移韌性需求不得超過6及3。**
2. **對於矩形橋柱，其長邊長度不得超過100cm，長短邊之比值不得超過1.5。**
3. **對於圓形橋柱，其直徑不得超過250cm。**
4. **不得採用於橋柱之鋼筋搭接補強。**
5. **單柱橋柱不得採用FRP包覆耐震補強。**
6. **橋柱之軸壓應力不得超過$0.15f'_cA_g$及主筋比不得超過2.5%。**

7. 橋柱變斷面處不得採用FRP包覆耐震補強。

8. 河川橋橋柱不得採用FRP包覆耐震補強。

解說：上述第3點之要求，係考量國內外有關FRP補強工法之足尺寸試驗(Full Scale Test)報告並不多，且部份較大比例之縮尺寸試驗結果並不足以讓此工法大量應用於橋梁補強，且美國Caltrans(2008)及日本CERI(1999)均對橋柱尺寸大小有不同程度之限制；第5點則爲結構靜不定度風險性的考量；故國道高速公路現階段採**「逐步放寬、累積施工經驗與試驗驗證」**之策略，待部份滿足上述條件之多柱式橋柱系統，採用FRP補強工法之實際成效得到具體驗證後再逐步修正上述條件。

由於矩形橋柱之FRP Anchor錨碇技術，已逐漸成熟且實際應用於矩形橋柱之FRP包覆補強，故條件1及2之限制條件可配合採用FRP Anchor錨碇技術後予以適當調整放寬。

八、 支承之補強設計考量重點

(一) 支承強度若不足抵抗橋柱產生塑鉸所引致之剪力或未折減地震力(彈性地震力)之小值者，將採設置止震塊、剪力榫或其它設施增加其強度以共同抵抗地震力。另外亦允許既有支承於大地震時損壞，但需增設止震塊、剪力榫或其它設施，並妥適考量其作用順序使其能單獨抵抗橋柱產生塑鉸所引致之剪力或未折減地震力(彈性地震力)之小值。若經評估需採支承抽換工法時，應特別注意其施工性與交通維持之要求。

(二) 既有橋梁支承(如橡膠支承、盤式支承等)於大地震作用下之強度檢核，應合理考量材料現況之劣化程度，依據交通部98年12月頒「公路橋梁設計規範」第十章及AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges」2002年版規範之規定辦理，並得考量至相關材料之降伏強度及其極限變形容量。

(三) 功能性支承理念之應用

根據國家地震工程研究中心「921集集大地震橋梁及道路設施勘災報告」，橋梁破壞以橋梁附屬設施、橋台及橋面版損壞之比例最高，橋柱損害者相對來說較少，相同的破壞模式亦發現在1995年日本阪神大地震，阪神高速公路之損壞橋梁，更可證實支承系統與橋柱損害的關聯性(張國鎮等，1999年)。

有鑑於此，國家地震工程研究中心針對橋梁系統功能性提出一整合型計畫，詳細探究橋梁系統各構件之功能與發揮作用之時機，計畫內容涵蓋「支承系統、變位限制結構、防止落橋裝置、伸縮縫、橋台碰撞」等相關

課題，進行橋梁構件之靜態實驗(如止震塊剪力行爲之研究)，不同構件之組合實驗(如橋柱與支承滑動行爲之研究)，並進行擬動態實驗或振動台實驗加以驗證，確保設計結果可行性、安全性與經濟性。

國道高速公路跨越地方道路之穿越橋，其橋梁系統主要爲三~五跨簡支預力I型梁及RC橋柱，並設有鉸接版將橋面予以連續化，參考美國Caltrans最新發展之補強策略，將上部結構連續化後，整體振動單元之地震慣性力，透過所謂**「功能性支承」**之理念傳導至兩側之橋台，使得中間橋墩所承受之地震力侷限在規範規定之最小摩擦力，再檢討兩側橋台是否需進行補強，茲將其重點說明如下：

1. 國道高速公路之穿越橋，其橋長平均在100~150公尺左右，且大多已設有鉸接版將上部結構連續化，不需額外增加經費將其連續化。
2. 中間橋墩頂部與兩側橋台之支承、伸縮縫、防落橋長度與止震塊等可視爲一整體系統，利用個別元件間之間隔大小與設計細節，調整整體系統之作用力順序，使得中間橋墩所承受之地震力侷限在規範規定之最小摩擦力(約0.15倍支承反力)，中間橋墩及其基礎將有可能大部份不需進行補強，或僅做橋墩之韌性補強，參見圖8.1。
3. 由於兩側橋台將承受大部份之地震慣性力，可考慮利用橋台背牆後之土壤消能機制或將剪力榫(止震塊)設計做爲保險性構件(Sacrificial Shear Keys) (Megally、Silva及Seible等，2002)，參見圖8.2；若仍無法符合本工程耐震補強之性能目標，則可採橋台兩側增樁工法予以補強，由於在橋台兩側施工無須使用低淨空樁機且交維容易。
4. 利用上述**「功能性支承」**理念之應用，將可大幅降低此類橋梁之補強經費及減輕地方道路交通維持之壓力。
5. 綜合上述說明，國道高速公路應用「功能性支承」理念之重點如下：
   - **將支承、止震塊、防震拉條等視爲一整體系統(即廣義的支承系統)**
   - **調整墩頂各設施受力順序(機能)，容許既有支承局部損壞，但不可落橋**
   - **利用橋台消能或補強後承受大部份之上部結構地震力**
   - **利用合適的位移控制，使高速公路主線橋梁，仍滿足「生命線道路」之計畫目標**
   - **現階段適用之橋梁類別：跨越橋、中小長度之穿越橋及溝渠橋**

解說：依據國家地震工程研究中心98年12月研擬「公路橋梁耐震能力評估及補

強準則(草案)」第5.1.2節之建議及說明，功能性支承系統補強工法係使支承有適當摩擦力，強震下可產生摩擦滑動機制，並使用位移限制裝置限制滑動位移，允許其損壞避免傳遞過大地震力，且須提供足夠防落長度確保不落橋。

當支承產生滑動後產生隔震的效果，降低傳遞至下部結構之慣性力，因此下部結構受損輕微。本補強工法雖在下部結構僅可能產生輕微損壞，但大地震時上部結構將有較大的殘餘變位與附屬設施損壞現象，宜使用於交通量不大之路段。

功能系支承系統之破壞機制定義如下：

橡膠支承於地震中產生滑動位移，消散部分地震能量，上部結構因位移碰撞變位限制裝置(防落拉桿、止震塊)，但允許該裝置損壞以避免傳遞過大地震力至橋墩柱，惟仍須提供足夠防落長度防止落橋。

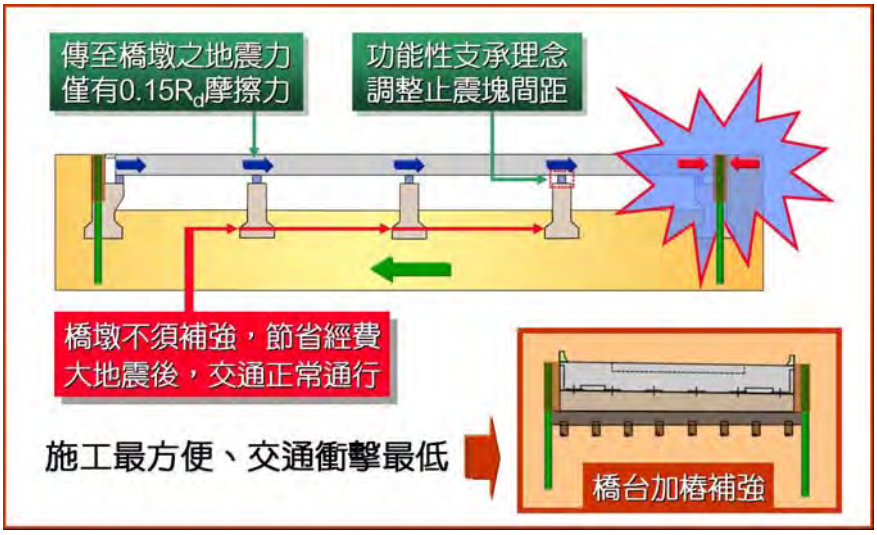


圖 8.1　Caltrans 中小型橋梁耐震補強策略

止震塊「預期性」損壞模式

止震塊「控制性」損壞模式

圖 8.2　Caltrans「保險性」橋台止震塊設計理念

九、 基礎之補強設計考量重點

基樁補強設計時，基樁的承載力可利用到土壤之極限承載力，另對於具多排的群樁而言，因群樁不會在第一根樁達到土壤極限承載力時就破壞，基樁在塑鉸產生後所需之設計強度可依據國工局頒行之「公路橋梁耐震設計規範之補充研究」中之「基礎土壤承載力設計準則補充研究」之規定檢核；至於其它直接基礎與沉箱基礎(井式基礎)之檢核，則參據交通部98年6月29日函頒修訂第4.4節「基礎之設計力」解說條文之規定檢核。

對於特殊的情形，將進行詳細的非線性分析，求得群樁整體破壞時所能抵抗的外力作爲群樁的極限強度時，只要補強後的群樁極限強度乘以適當的強度折減因數後，大於橋柱塑鉸產生時傳入基礎的力量，則基樁之補強設計應可接受。

解說：參考國家地震工程研究中心100年8月研擬「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」第8.6.1節基礎耐震性能要求之條文及解說，進行橋梁結構耐震性能檢核時，在中度地震與設計地震(475年回歸期)作用下，基礎耐震性能應保持彈性或可修復階段，在最大考量地震(2500年回歸期)作用下，基礎部分構件可進入非線性反應，但整體基礎反應仍應保持在第8.6.2節所定義之基礎降伏狀態以內爲原則；而對於橋墩強度遠大於基礎強度，或地層發生液化的情況下，得允許基礎超過降伏狀態，但仍應使基礎損害控制在可修復範圍。

在增樁工法中，最大的問題是要在既有梁下僅有數公尺的空間，埋設數十公尺的場鑄樁，施工相當困難，故低淨空式樁機是必要的施工機械，將依工址之實際條件，評估採用上述施工機械之可行性；在梁下淨空不足處施工，若採地面降挖工法則應特別注意對周遭交通、排水或鄰房之影響，另對用地取得與地下埋設物等之因素亦應加以考量。

依照容量設計之理念進行直接基礎與沉箱基礎(井式基礎)之分析評估時，於橋柱產生塑鉸之極限狀態下，直接基礎與沉箱基礎(井式基礎)應符合下列檢核項目之規定：

(一) 基礎底面最大反力≦極限承載力/FS (直接基礎FS=1.5、沉箱基礎FS=2.0)

(二) 基礎底面之有效接觸面積≧30% (設計地震)、15% (最大考量地震)

(三) 基礎底面水平力≦基礎底面之極限抗剪強度

(四) 基礎結構體之斷面力≦斷面之極限強度(彎矩強度折減係數ϕ_M=0.9；剪力強度折減係數ϕ_V=0.85)

(五) 沉箱基礎(井式基礎)頂部土壤彈簧降伏比率≦30% (設計地震)、60% (最大

考量地震)

解說：一般沉箱基礎之剛性較高，與直接基礎同視爲剛體基礎。橋梁基礎採沉箱基礎承受設計地震力作用時，其垂直、水平方向之承載能力考慮方式，通常亦同於直接基礎承載行爲模式。沉箱基礎垂直方向之承載力僅考慮沉箱底面之承載阻抗，不計沉箱體表面之摩擦阻抗，故與直接基礎類同；其水平方向之承載力則係考慮沉箱前方之被動土壓及側面摩擦阻抗(直接基礎無此項阻抗)；沉箱底面之滑動抵抗力係考慮底面地盤間之剪力強度，亦與直接基礎相同。

日本於阪神大地震發生後，考量沉箱基礎周圍土壤地震時可能發生液化現象，造成其側向承載強度大幅降低，對沉箱基礎之承載行爲產生較顯著之影響。因此，日本道路協會於1996年11月修訂「道路橋示方書」下部構造編時，將沉箱基礎結構體不再視爲剛體，而係以彈性體考慮；基礎周圍土壤行由彈性修正爲彈塑性；底面地盤於常時、地震(震度法)可視爲彈性，於Level II地震時(地震時保有水平耐力法)，考慮底面舉起(uplift)，地盤視爲彈塑性，同時容許於Level II地震時沉箱基礎前方地盤在沉箱深度之60%範圍達塑性狀態，以及沉箱基礎底面發生舉起現象之面積率達60%(即底面有效接觸面積率40%)，且此時沉箱基礎頂部之水平變位及回轉角限制值，分別容許爲40cm及0.025rad，同時亦容許沉箱基礎結構體之彎曲應力達降伏強度。另日本道路協會於2002年3月修訂「道路橋示方書・V耐震設計篇」時，爲考量避免橋梁基礎因變位過大，造成上部結構發生顯著殘餘變位，導致修復困難，建議以基礎頂端或基礎底座底面的旋轉角以0.02rad(約1/60)爲檢核標準。

基於美國有關沉箱基礎於地震時之設計相關規定較不明確，故參照日本規範之規定，進行沉箱基礎之耐震評估與設計。

十、 土壤液化潛能評估

(一) 土壤液化

1. 橋梁工址應針對基地之土層進行土壤液化潛能分析，評估地震時是否產生地盤破壞現象，作爲橋梁基礎耐震補強設計之依據。
2. 地震時飽和土壤之液化爲工程結構物受損之主要原因之一。飽和土壤產生液化之基本機制爲土壤內孔隙水壓因受地盤震動作用而上升，引致土壤剪力強度減小，當孔隙水壓上升至與土壤之有效應力相等時，即產生土壤液化現象，而造成嚴重之損壞，諸如基礎支承力的喪失，

崩瀉、橋梁坍陷、地盤側向擴張及下陷等現象，依土壤變形程度常分爲液化(liquefaction)及反覆流動(cyclic mobility)兩種情況，兩種情況均須加以評估其安全性。

(二) 土壤液化潛能評估

1. 橋址土壤於地震作用下是否會發生土壤液化現象，係以地震引致地層中之剪應力大小是否大於土壤之抗液化強度作爲判斷之標準。在工程應用上，一般使用安全係數來表示，安全係數(F.S.)之定義爲土壤抗液化強度與地震引致剪應力的比值，即所謂液化抵抗率F_L。

$$F.S.=\frac{R}{L} \quad \text{.....(10)}$$

上式中

F.S.=安全係數(即液化抵抗率F_L)

$R=\frac{\tau_{av}}{\sigma_v'}$ 爲土壤抗液化強度τ_{av}與有效覆土壓力σ_v'之比值，係指土壤在N次反覆荷載作用下達到初始液化或反覆流動所需之反覆剪應力比值。

$L=\frac{\tau_{av}}{\sigma_v'}$ 爲設計地震對應於相當於N次反覆荷載作用之平均剪應力τ_{av}與土壤有效覆土壓力σ_v'之比值。

2. 對於液化潛能之評估將採用下列評估方法：

(1) 日本道路協會簡易經驗法(1996年、2002年)(簡稱NJRA法)。

(2) Seed et al.簡易評估法(1985年)及美國NCEER(1996年)對此法之局部修正(簡稱Seed法)。

(3) Tokimatsu與Yoshimi簡易經驗法(1983年)(簡稱T-Y法)。

(4) 黃俊鴻教授雙線性函數評估法(簡稱HBF法)

(5) 或其它經學術單位證實及本局核可之方法。

解說：依據交通部97年11月「公路橋梁耐震設計規範」之液化評估，極軟弱粘土層或粉土層以及飽和砂土層在地震作用下，將因反覆變形而造成動態超額孔隙水壓，致使土壤強度降低，進而產生液化。土壤產生液化時將導致：

- 結構物下陷或上浮、基礎水平抵抗力降低及產生大變形等現象。
- 水際線附近或傾斜地盤處之結構物易遭受流動化現象的側擠作用。

「公路橋梁耐震設計規範」鑑於國內所採行之土壤液化評估方法眾多，各種評估方法各有所長，爲顧及工程習慣，目前不宜強行統一，因此在條文中並未硬性規定土壤液化評估的方法，僅將日本道路協會1996年版之『道路橋示方書．V耐震設計編』中有關土壤液化及Seed之簡易經驗法等相關規定列於解說中，以供設計者參考。

此外，國內學者(黃俊鴻、陳正興, 2011)根據以往地震之液化與非液化案例資料的整理與分析，發現以雙曲線函數迴歸判斷液化與否之臨界液化強度曲線，可以合理預測集集地震與世界上其他地震之液化與非液化案例，而雙曲線液化強度曲線法不但公式簡單，且其參數具有明顯的物理意義，建議可作爲本土化的液化評估方法。利用集集地震與世界上其他地震之液化與非液化案例資料，以評估方法之判定成功率與至少安全係數誤差指標爲評估指標，比較雙曲線液化強度曲線法與世界上其他簡易評估法的適用性。評估結果顯示，無論是SPT-N，CPT－q_c與震測V_s法，以雙曲線液化強度曲線爲基礎的評估方法，皆不遜於世界上現有的其他簡易評估法，建議可供工程界參考使用。

(三) 土壤液化損害評估

橋梁工址若具有高液化潛能之土層，應評估其受地震作用時之可能損害程度，以進行地層改良設計或於結構物耐震設計時加以考量。

解說：發生土壤液化現象之地盤，其損害程度隨液化土層之深度、厚度及液化程度而定，國際土壤力學與基礎工程學會大地地震工程技術委員會(ISSMFE TC4, 1993)所編訂「地震地質災害微分區手冊」中所建議之損害評估方法有二：相對厚度(Ishihara, 1985)及液化潛能指數(Iwasaki et al., 1982)。

(四) 地盤流動化之基礎耐震設計

橋梁工地若位於可能發生土壤液化流動現象之地盤時，設計時應適當考量地盤流動化之影響。

解說：目前工程界對地盤流動化之發生條件尚未十分明白，所引致之地震力亦無一致之標準，其中最值得參考的爲日本「道路橋示方書．同解說-V耐震設計編第八章地震時不安定地盤之影響」(2002年)，該規範係依據兵庫縣南部地震之受災事例及1996年版道路橋示方書而作之修正版本，其中規定符合下列兩個條件之地盤，應檢討發生地盤流動化的可能：

1. 海邊護岸前面水底與背後地盤高程差在5m以上，離護岸水際線100m範圍內之地盤。

2. 會發生液化之砂質土層厚度在5m以上，且該液化土層從水際線往內陸水平方向連續存在之地盤。

同時，該規範亦列有液化土層與非液化土層作用在構造物上流動力之計算式，可供參考使用。

(五) 液化地層土質參數之折減

對於判定會液化之土層，在設計分析時應將其土質參數作適當之折減(表10.1)，做爲耐震設計之依據；耐震設計土壤參數爲零之土層存在時，則應將耐震設計用地盤面設定於該土層之下緣。

工址應評估地震地表水平加速度爲 $A=\frac{(0.4S_{DS})g}{3.25}$ 時基地不得發生液化，否則應進行土質改良等措施，使土壤液化不致產生。

大地震發生，地表水平加速度爲 $A=(0.4S_{DS})g$ 時，容許發生土壤液化，但應以降低後之地盤面及折減後之土壤參數檢核橋梁結構之安全性。

解說：本原則須檢核液化的兩種地震地表加速度，其一爲 $\frac{(0.4S_{DS})g}{3.25}$，另爲 $(0.4S_{DS})g$。地表加速度等於 $\frac{(0.4S_{DS})g}{3.25}$ 時，橋梁不得進入降伏，以便地震過後，橋梁沒有任何損傷。茲根據此設計理念，規定地盤不得發生液化(F.S.＞1.0)，以避免因液化產生的任何損壞。此時地表加速度不大，液化的機會小，但若會液化，則要進行土質改良等措施，以防此液化之發生。

地震地表加速度等於 $(0.4S_{DS})g$ 時，液化的機會大增，若硬性規定不得液化，可能處理的費用所費不貲。茲規定容許液化發生，但要降低基盤面，並以折減後之土壤參數求算基礎等值勁度重新分析檢核其安全性。由於基盤面下降，橋柱之塑鉸位置亦會下降，可能發生於基樁，因此原地盤面至降低後地盤面間之構材均應配置圍束箍筋，以因應塑鉸可能發生在其間的任一位置。

表 10.1 土壤參數之折減係數 D_E

F_L之範圍	距地表面之深度 X(m)	土壤抵抗液化強度與有效覆土壓力之比值 R	
		R≦ 0.3	R>0.3
$F_L \leqq \frac{1}{3}$	0≦ X≦ 10	0	1/6
	10<X≦ 20	1/3	1/3
$\frac{1}{3} < F_L \leqq \frac{2}{3}$	0≦ X≦ 10	1/3	2/3
	10<X≦ 20	2/3	2/3
$\frac{2}{3} < F_L < 1$	0≦ X≦ 10	2/3	1
	10<X≦ 20	1	1

註：錄自交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」表8.1

十一、RC帽梁之補強設計考量重點

構架式橋墩之帽梁在梁柱接頭處，常有底部正彎矩鋼筋量不足，頂部負彎矩鋼筋延伸不足之缺點，帽梁亦可能產生剪力強度不足之現象。**RC帽梁之補強原則，應以使塑鉸產生在橋柱，不要發生在帽梁爲目的，其檢核標準爲RC帽梁標稱彎矩M_n之1.2倍不得小於橋柱產生塑鉸與未折減地震力(彈性地震力)所引致之彎矩之小值。**

解說：1.2M_n之設計理念係依據Caltrans Memo to Designers 20-4(1996)之規定擬訂，其係考慮帽梁開裂彎矩之強度。

爲滿足上述耐震性能目標(Seismic Performance Limit)，可以於墩柱間增設連接梁(Link Beam)以降低帽梁之受力，其位置若較靠近帽梁，可使下段柱之頂部、底部產生塑鉸；除了上述增設連接梁法外，亦可補強帽梁之彎矩強度、剪力強度等，以達到塑鉸產生在橋柱的要求。

十二、鋼梁之補強設計考量重點

爲確保鋼橋上部結構在橫向具有整體之作用，以及全部支承能共同抵禦橫向總地震力，鋼梁之端部應補強其端隔梁，使其具有良好的勁度與強度。

十三、防止落橋補強設計考量重點

防止落橋系統因爲是防止支承失去機能時，也不致發生落橋事件之最後一道安全裝置，故其設計須以地震力作用下，也不超過其降伏強度。對既有橋梁防止落橋系統之設計，主要考量如下：

1. 防止落橋系統基本上應先具有足夠之梁端防落長度，再增設妥適之防止落

橋裝置(止震塊或防震拉條等)，若既有橋梁已有某種強度之防止落橋裝置，原則上可不拆除，做爲中小地震時保護伸縮縫之用。

2. 梁端防落長度須符合現行公路橋梁耐震設計規範之規定。對於下列橋梁並須考慮適當加大。

   (1) 斜角60°以下之斜橋及半徑100m以下、交角30°以上之曲線橋。

   (2) 基本振動周期1.5秒以上具高橋墩之橋梁。

   (3) 土壤液化使下部結構產生大變位之虞之橋梁。

3. 防止落橋裝置(防震拉條)之設計載重，除可採用美國Caltrans之等值靜力法(Equivalent Static Analysis)或FHWA之疊代法(Iterative Method)外，應考慮爲支承靜載重反力之1.5倍以上，且應爲具有緩衝材以緩和衝擊之構造。

4. 防止落橋系統各裝置間應留設餘裕空間及可動距離，以避免損害支承及其它防止落橋裝置之機能。

5. 防震拉條得採用高拉力鋼棒或鋼鉸索，其材料設計強度應符合下列規定：$P_a=0.6xP_u$，$P_a=0.75xP_y$，$T=1.5xP_a$，其中P_u爲防震拉條之極限強度，P_y爲防震拉條之降伏強度，P_a爲防震拉條之容許抗拉強度，T爲防震拉條之設計強度。

   解說：參考日本橋梁建設協會「既設橋梁落橋防制系統：現場設計指南(平成11年3月)」之規定，防震拉條之材料設計強度如下：$P_a=0.6xP_u$，$P_a=0.75xP_y$，$T=1.5xP_a$；另外，美國Caltrans之MTD 20-3(1996)則規定設計拉力$T=A_rxF_y=A_rx0.85xF_u$，且建議使用A722 Uncoated High-Strength Steel Bar for Prestressing Concrete及A633 Zinc Coated Steel Structural Wire Rope。兩者皆要求使用到比降伏應力稍大之應力水準，考量$1.5R_d$係依日本道路橋示方書(平成14年3月)之規定，故採用日本橋梁建設協會之規定。

6. 橋梁防止落橋系統之補強設計應確保下列耐震性能：

   橋梁整體的崩塌強度≧防落橋裝置的破壞強度≧支承的破壞強度

7. 橋梁防止落橋系統可由多種不同機能之構造或裝置所組成，各個不同的重要機能必須考量其設計載重、作用順序及作用方向予以妥適規劃。

8. 相鄰主梁之支承靜載重反力比值達2.0倍以上或相鄰主梁之振動單位基本振動週期達1.5倍以上，將避免採用相鄰主梁互相連接型式之防止落橋裝置。

十四、隔減震設計之原則

本工程採隔減震系統之補強設計，應依據交通部「公路橋梁耐震設計規範」第七章、美國AASHTO「Guide Specifications for Seismic Isolation Design」及日本「道路橋示方書・V耐震設計編」之規定辦理。隔震系統至少須包含下列三要素：

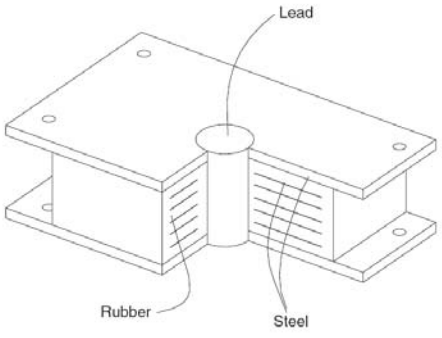
- 爲一垂直重量及垂直作用力承載系統，於地震力作用時該系統可提供適當的水平柔性以延長結構週期，降低水平地震力。
- 爲一阻尼器或消能系統，足以提供適當的阻尼以控制橋梁因週期延長所可能導致的位移增加。
- 爲一足以提供適當剛度之系統，使橋梁在常態載重及風力下得以控制位移。

當具有下列所述之情形時，橋梁不宜採用隔震設計：

- 基礎周圍之土層具有經由液化評估判斷爲耐震設計用土壤參數爲零之土層。
- 橋梁採用隔震設計後，可能產生橋梁與周遭地盤共振。
- 橋梁採隔震設計時，其隔震後週期小於 T_O^D ，或隔震效益不彰者。

解說：目前在世界各國中，採用鉛心橡膠支承(LRB)與摩擦單擺支承(FPS)做爲隔震裝置的實例佔絕大多數，以下亦就鉛心橡膠支承與摩擦單擺支承進行說明，但如果其它產品也能符合設計要求，隔減震裝置並不局限於鉛心橡膠支承與摩擦單擺支承。

鉛心橡膠支承係由積層橡膠支承墊(多層鋼片與橡膠片)，及內部所加入的鉛心所組成，其中積層橡膠支承墊提供垂直及水平向勁度與少部分阻尼；鉛心則增加支承墊垂直勁度及提供初始水平勁度、以抵抗煞車力或風力等常時水平載重，地震時鉛心降伏，產生穩定的遲滯迴圈以消散地震部分能量。因鉛心力學行爲爲一雙線性(Bilinear)，而一般設計規範爲求簡化，得以等值線性模式來模擬。

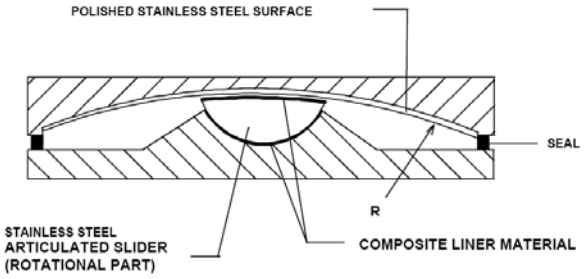


(a) Lead-Rubber Isolator

摩擦單擺支承係由頂盤、底盤及關節式滑動器所構成。頂盤之上端平整，且與上部結構相接，而下端則爲凹圓球面。底盤之下端平整，且與下部結構相接，而上端中央有一圓柱，圓柱頂部呈一臼狀，關節式滑動器即嵌入。

摩擦單擺支承之各組件皆由不鏽鋼加工製造而成，故承重能力大，可高達數百、甚至上千公噸，且具有良好的防蝕性與耐久性，較無材料老化之虞。爲求降低滑動界面之摩擦力，以增進隔震效果，所有滑動界面均以高磨光鐵弗龍被覆，該種複合材料具有低摩擦、低磨損、高承載力與自動潤滑等特性，其摩擦性質對溫度並不敏感，即使在低溫下仍可正常工作。由於摩擦單擺支承之淨高不大，故有利於與結構之整合設計及支承之安裝。

(b) Friction Pendulum Isolator



十五、其它重要原則

(一) 有關橋梁耐震評估與補強設計所引用之混凝土強度fc’，橋梁現況若有劣化現象則應以鑽心取樣進行抗壓試驗或其它非破壞性試驗決定之，橋梁現況若無明顯劣化現象，爲合理考量混凝土配比設計之保守因素及材料之齡期發展，將適度採用混凝土與鋼筋之預期材料強度與極限應變。

解說：參考國家地震工程研究中心100年8月研擬「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」第6.8節容量保護構件設計力之條文及解說，容量保護構件，包括基礎、接頭、支承之設計彎矩及剪力，應考慮材料預期強度與標稱強度之比值，使容量保護構材設計力趨於保守。

本工程參考美國AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design(2009)、FHWA Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1-Bridges(2006)、ATC-32 Improved Seismic Design Criteria for California Bridges(1996)、Caltrans Seismic Design Criteria, Version 1.6(2010)及歐盟規範Eurocode 8-Design of structures for earthquake resistance-Part 2: Bridges (EN1998-2:2005)之建議，除了計算韌性構件之剪力強度外，耐震評估與設計可採用材料之預期強度：

- 預期混凝土強度　　$f_{ce}'=1.3f_c'$
- 預期鋼筋降伏強度　　$f_{ye}=1.1f_y$

(二) 河川橋及陸橋之補強方式，將分開各別考量；尤其河床沖刷對河川橋耐震之影響應特別考量，並依據經濟部「申請跨河建造物設置設置注意事項」及相關河川主管單位之要求辦理。

(三) 橋梁耐震補強設計時，應對水泥混凝土之施工性(包含車輛振動之影響)與耐久性特別考量，尤其對於在鋼筋較密集處之灌漿作業，可考量採用藉由適當化學摻料及卜作嵐(Pozzolans)之應用，以達到流動性較佳之水泥混凝土；上述水泥混凝土及其配比設計須符合CNS相關規定或依據中國土木水利工程學會〔土木402-94〕「混凝土工程施工規範與解說」之規定辦理，並於施工前充分檢討其適用性。

(四) 施工中結構體之支撐臨時結構物亦應考慮其耐震性，惟其設計之地表加速度對應之回歸期可較短，可依此期間(譬如三年)內超越機率爲5%爲準，求出設計地震的回歸期，並據以求得工址之水平地表加速度來設計。

解說：參考Eurocode 8(2005)橋梁耐震設計規範建議施工階段之設計地震事件(Design Seismic Event for The Construction Phase)修訂，其設計年限一般可取$t_c \leqq 5$年，回歸期約爲100年，其超越機率則建議不必超過0.05，即施工階段之設計地震力約爲475年回歸期的50%。

(五) 於進行耐震補強工法設計時，應考量工址之腐蝕環境研擬合適的防蝕策略，以確保橋墩於補強施工後之耐久性要求。

(六) 於進行耐震補強工法設計時，應將考量補強施工完成後，後續養護維修之需求，妥適研擬對策(包含檢測方法之建議)。

(七) 橋梁若鄰近或跨越活動斷層(依據經濟部中央地質調查研究所公佈之資料來認定)，於進行耐震補強工法設計時，應合理考量此近斷層效應。

解說：921集集大地震後，國家地震工程研究中心已提出「近斷層耐震設計草案」，並經交通部路政司89年4月11日台工八十九字第09535號函送相關單位參考，且公共工程委員會九十一年度亦委託財團法人台灣營建研究院進行「跨越活動斷層橋梁規劃設計方式之研究」，故對既有橋梁之補強設計亦應合理地予以考量。一般認爲以現有的橋梁耐震(補強)技術仍難以確保跨越活動斷層橋梁之安全性，對於此類橋梁，仍宜採廣域之防災策略，如增加道路路網的通行餘裕度及建立迅速復舊之防災體系來因應。

(八) 碧潭橋及新店高架橋之耐震評估考量原則：

因碧潭橋及新店高架橋爲耐震設計規範所定義之特殊橋，本工程將採

非線性歷時分析法(Nonlinear Time History Analysis)，進行耐震分析與評估工作。

解說：進行非線性歷時分析時，構材之分析模型須能適切反映構材之非線性行為；應同時考量縱向、橫向以及垂直向均為100%地震歷時效應之組合。

地震歷時應能反映工址之實際地震特性。歷時分析每一方向地動分量須使用至少三個設計反應譜相符之地震紀錄，並取各主軸反應最大者為設計依據。非線性分析時，須同時輸入三正交方向(x、y及z)地動分量之地震歷時。近斷層水平地震記錄應能反應其近斷層地震特性，且應轉換為垂直於斷層方向之平面主方向。

針對任一組水平地震歷時，其5%阻尼比之譜加速度值在0.2T至1.5T週期範圍內不得低於交通部公路橋梁耐震設計規範(2-6)式規定之譜加速度值之90%，且在此週期範圍內之平均值不得低於上述規定之譜加速度值之平均值，其中T為所考慮方向橋梁之基本振動週期。

對於新店高架橋V型鋼橋墩之非線性塑性鉸設定、性能要求與應力應變容許值，主要可參考下列規範：

- 日本道路協會，「道路橋示方書・V耐震設計編」(2009)，第十一章鋼橋墩之反應值與容許值。
- Caltrans Guide Specifications for Seismic Design of Steel Bridges, 2001；
- ATC-32 Improved Seismic Design Criteria for California Bridges (1996)，Section 10 Structural Steel。

(九) 本工程橋址鄰近地質敏感邊坡之π形跨越橋等，其耐震補強之考量原則：

1. 對於補強工法之選擇，應儘量避免對既有邊坡造成過大擾動及增加額外載重；
2. 邊坡穩定分析評估：應檢討可能的破壞模式(如圓弧破壞、平面破壞、楔形破壞、翻倒破壞或複合破壞模式)進行相應之穩定分析；岩石邊坡並應說明其為順向、逆向、斜交坡，及描述坡面之走向及傾角，必要時應以立體投影圖表示之；
3. 黏性土層上方填土時，除應考量長期之穩定外，並應考量不排水(短期)狀態下之穩定性；
4. 依據國工局「大地工程設計注意事項」之規定，邊坡之永久性或臨時

性安全要求，其安全係數應符合下表規定值：

永久性	常時	FS ≧1.5
	地震時	FS ≧1.1
	高水位常時	FS ≧1.2
臨時性	常時	FS ≧1.2
	地震時	FS ≧1.0

(十) 矩形中空鋼筋混凝土橋柱之耐震補強考量原則：

1. 中空鋼筋混凝土橋柱之韌性要求

中空橋柱之韌性要求與實心橋柱相同，柱淨高與沿剪力方向斷面深度之比值不得小於2.5，比值小於2.5者，須符合壁式橋墩之韌性要求，而視爲壁式橋墩設計。對於柱頭擴大之橋柱，在計算時以均勻斷面段之淨高及斷面尺寸爲判定基準。

2. 中空鋼筋混凝土橋柱之韌性要求規定，主要參照蔡益超教授等人(1998, 2000)及莫詒隆教授等人(1998, 1999)之研究報告。

- 莫詒隆、楊宙燕、粘逸尊，1999，「中空矩形橋柱耐震行爲之研究」，國家地震工程研究中心，報告編號:NCREE-99-038；
- 莫詒隆，1998，「中空鋼筋混凝土矩形橋柱之韌性、剪力強度與補強試驗」，國家地震工程研究中心，報告編號:NCREE-98-019；
- 蔡益超、吳宣欣，1998，「中空鋼筋混凝土橋柱韌性、剪力強度與補強之理論分析(I)」，國家地震工程研究中心，報告編號:NCREE-98-017；
- 蔡益超、劉紹魁，1999，「中空鋼筋混凝土橋柱韌性、剪力強度與補強之理論分析(II)」，國立台灣大學地震工程研究中心。
- 蔡益超、賴彥魁，2000，「中空鋼筋混凝土橋柱韌性、剪力強度與補強之理論分析(III)」，國家地震工程研究中心，報告編號:NCREE-00-022。

(十一)考量P-Δ效應之位移準則

橋墩構材或基樁構材於地震作用下反曲點與塑鉸間之相對變位量Δ，應符合下式之規定：

$\Delta \le 0.2\frac{M_u}{P}$，其中，$M_u$：地震作用下所引致之構材彎矩，P：地震作用下所引致之構材軸力。

解說：大地震時，橋墩的位移會很大，其效應可能會造成動態不穩定的情況，若橋墩構材或基樁構材於地震作用下反曲點與塑鉸間之相對變位量Δ大於上式之規定，宜進行非線性動力分析，以檢核其耐震能

力是否足夠；進行非線性動力分析時，應注意橋柱非彈性遲滯特性的合理模擬，如雙線性勁度以及卸載時的勁度衰減等(ATC-32, 1996)。

十六、參考文獻

交通部，「公路橋梁耐震設計規範」，民國 97 年 11 月。

交通部，「公路橋梁耐震設計規範」修正條文，民國 98 年 4 月 29 日。

交通部，「公路橋梁設計規範」，民國 98 年 12 月 31 日。

交通部，「公路橋梁耐震設計規範(草案)複審成果報告書」，民國 92 年 3 月。

國家地震工程研究中心，「公路橋梁耐震評估及補強準則(草案)」，民國 98 年 12 月。

國家地震工程研究中心，「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」，民國 100 年 8 月。

蔡益超、張國鎮等，「公路橋梁耐震設計規範之補充研究」，交通部國道新建工程局，民國 86 年。

日本道路協會，「道路橋示方書・同解書(V 耐震設計編)」，2009 年。

日本鐵道總合技術研究所，「鐵道構造物等設計標準同解說－耐震設計」，丸善株式會社，東京，1999 年。

吳秉憲，「橋梁功能性支承系統參數之研究–橡膠支承墊力學行爲與摩擦係數之測定」，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文，張國鎮教授指導，民國 93 年。

蔡益超，「橋梁耐震能力評估與補強國內發展方向之探討」，由阪神地震探討國內橋梁耐震工程發展方向論文集，財團法人臺灣營建研究中心，1996 年 9 月。

張國鎮、黃震興，「美國北嶺地震橋梁震害與復舊補強」，由阪神地震探討國內橋梁耐震工程發展方向論文集，財團法人臺灣營建研究中心，1996 年 9 月。

李有豐、朱國棟、張國鎮等，「FRP 複合材料補強橋墩設計準則之研究」，交通部科技顧問室委託財團法人臺灣營建研究院研究報告，1999 年 10 月。

黃震興、張國鎮，「橋梁使用隔震、消能系統國內發展方向之探討」，由阪神地震探討國內橋梁耐震工程發展方向論文集，財團法人臺灣營建研究中心，1996 年 9 月。

財團法人台灣營建研究院，「跨越活動斷層橋梁規劃設計方式之研究」，公共工程委員會，2002 年。

財團法人日本橋梁建設協會，「既設橋梁落橋防止系統-設計手冊」，1999 年 3 月(日文)。

財團法人日本橋梁建設協會，「既設橋梁落橋防止系統-現場施工手冊」，1999 年 3 月(日文)。

Caltrans, “Seismic Design Criteria,” Version 1.6, February 2010.

Caltrans, “Memo to Designers 20-4,” California Department of Transportation, Sacramento, California, 2010.

Caltrans, “Memo to Designers 20-1,” California Department of Transportation, Sacramento, California, 2010.

ATC, “Improved Seismic Design Criteria for California Bridges: Provisional Recommendations & Resource Document,” ATC-32 Report, Applied Technology Council, Redwood City, California, 1996.

ATC, “Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings,” ATC-40 Report, Volumes 1 and 2, Applied Technology Council, Redwood City, California, 1996.

FHWA, “Seismic Design of Highway Bridges Foundation,” Report No. FHWA/RD-86/102, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, June 1986.

FHWA, “Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1 – Bridges (2006), & Part 2 - Retaining Structures, Slopes, Tunnels, Culverts, and Roadways”, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2004.

FHWA, “Seismic Retrofitting Guidelines for Complex Steel Truss Highway Bridges”, 2006.

AASHTO, “Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design”, 1st Edition(2009), 2010 Interim Revisions.

AASHTO, “Standard Specifications for Highway Bridges,” 17th Edition, Washington D.C., American Association of State Highway and Transportation Officals, 2002.

AASHTO, “Guide Specifications for Seismic Isolation Design,”3rd Edition, Washington D.C., American Association of State Highway and Transportation Officals, 2010.

BS EN 1998-2:2005, “Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 2: Bridges ,” European Committee for Standardization, 2005.

Mander, J.B., Priestley, M.J.N., and Park, R., “Theoretical Stress-Strain Model of Confined Concrete,” ASCE, Journal of Structural Division, Vol. 114, No. 8, 1988, pp.1804-1826.

Hoshikuma, J., Kawashima, K., Nagaya, K. and Taylor, A. W., “Stress-strain Model for Confined Concrete in Bridge Piers,” ASCE, Journal of Structural Engineering, Vol. 123, No. 5, 1997.

Mirza, S. A. and MacGregor, J. G., “Variability of Mechanical Properties of Reinforcing Bars,” ASCE, Journal of Structural Division, Vol. 105, No.5, 1979, pp.921-937.

Aschheim, M. and Moehle, J.P., “Shear Strength and Deformability of Reinforced Concrete Bridge Columns Subjected to Inelastic Cyclic Displacement,” Report No. UCB/EERC-92/04, Earthquake Engineeering Research Center, University of California at Berkeley, March 1992.

Aschheim, M., Moehle, J.P., and Werner, S.D., “Deformability of Concrete Columns,” Report to California Department of Transportation under Contract Number 59Q122, Dames & Moore, Oakland, California, June 1993.

Prestley, M.J.N., Verma, R., Xiao, Y., “Seismic Shear Strength of Reinforced Concrete Columns,” ASCE Journal of Structural Engineering, Vol. 120, No. 8, August 1994, pp. 2310-2329.

Megally, S. H., Silva P. F. and Seible F., “Seismic Response of Sacrificial Shear Keys in Bridge Abutments,” Report No. SSRR-2001/23, University of California, San Diego, CA., 2002.

Priestley, M.J.N., Seible, F. and Calvi, M., “Seismic Design and Retrofit of Bridges,” Wiley & Sons, New York., 1996.

M.J.Nigel Priestley and Frieder Seible, “Seismic Assessment and Retrofit of Bridges,” Report No. SSRP-91/03, Department of Applied Mechanics and Engineering Sciences, University of California, San Diago, July 1991.

Kazuhito Kawashima, “Seismic Design and Retrofit of Bridges,” Conference Proceedings of 12th WCEE, 2000.

Iwasaki, T., Arakawa, T., and Tokida, K., ”Simplified Procedures for Assessing Soil Liquefaction During Earthquake,” Proceedings of the Conference on Soil Dynamics & Earthquake Engineering, Volume II, pp. 925-939., 1982.

附錄四　施工前環境監測調查計畫書

交通部臺灣區國道高速公路局

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程
(第 1 優先路段)

施工前環境監測調查計畫書

林同棪工程顧問股份有限公司
T·Y·LIN INTERNATIONAL TAIWAN

中 華 民 國 100 年 8 月

交通部臺灣區國道高速公路局

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程
(第 1 優先路段)

施工前環境監測調查計畫書

林同棪工程顧問股份有限公司
T·Y·LIN INTERNATIONAL TAIWAN

中 華 民 國 100 年 6 月

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第１優先路段)
施工前環境監測調查計畫書
目　錄

第一章　計畫概要 1

第二章　監測目的及內容 3

第三章　監測作業原則 5

第四章　環境監測調查計畫之執行 7

第五章　環境監測報告 15

第六章　品保及品管計畫 17

第七章　監測經費 23

附件一　環境監測報告書格式

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第１優先路段)
施工前環境監測調查計畫書
表　目　錄

表4-1　施工前環境監測計畫..... 9
表4-2　施工期間環境監測計畫..... 10
表4-3　環境監測站位置明細表(1/3)..... 11
表4-3　環境監測站位置明細表(2/3)..... 12
表4-3　環境監測站位置明細表(3/3)..... 13
表4-4　預定建設時程表..... 14
表7-1　環境監測經費表..... 23

圖　目　錄

圖1-1　國道高速公路橋梁耐震補強第二期工程第1優先路段示意圖..... 2
圖3-1　監測異常處理流程圖..... 6

第一章　計畫概要

民國88年9月21日台灣地區發生芮氏地震規模達7.3的集集大地震，本次地震造成台灣中部地區相當重大的生命及財產損失，使人不得不懾於大自然無與倫比的力量，且地震更因其無法預先掌握測知的特性，如不審慎面對，往往造成更大的災害。

交通部臺灣區國道高速公路局(以下簡稱「貴局」)為防範於未然，對於中山高速公路及第二高速公路等已完工通車之橋梁結構物，以交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」及其函頒修正之各章節，重新檢核及評估國道高速公路之新舊橋梁結構物，對於不符合最新耐震設計規範之橋梁進行耐震補強，期能於日後大地震發生時將損害減少至最低程度，並成功擔負起大地震後緊急救災之生命線道路重任。爰此，　貴局辦理「國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)」(以下簡稱「本工程」)，本工程範圍請詳圖1-1。

由於高速公路已完工通車之橋梁分佈於各都會區、鄉村及山區內，橋梁所在環境背景資料亦有所差異，從密集人口的市區到人口稀少的空曠地區、河川地等。各橋梁有穿越橋、跨越橋、河川橋及山谷橋等類別，其補強施工時將各有不同施工方案。可預期的是施工階段及營運階段對高速公路沿線環境可能造成程度不一之影響及衝擊，此類衝擊的影響可能是短期的或長期性的；可回復的或不可回復。因此為求各補強施工方案對環境不利影響程度儘可能減至最低，擬定本環境監測調查計畫，內容包含施工前及施工期間進行空氣品質、噪音振動、地面水體水質等項目檢測，檢測成果將可作為施工期間環境品質改變或相關環境監測成果比對，作為執行環境保護計畫成效驗證，並檢討是否需要採行相應對策，或研提改善相關環保措施。

圖1-1　國道高速公路橋梁耐震補強第二期工程第1優先路段示意圖

第二章　監測目的及內容

一、監測目的

1. 施工前環境監測

施工前環境監測主要目的在建立工區環境背景資料，以瞭解地區環境背景特性及條件，監測成果亦可做為施工期間及營運階段環境品質改變或相關環境監測成果之比對。

2. 施工期間環境監測

施工階段環境監測主要為追蹤特定環境項目在施工作業期間環境品質變化情形，用以研判施工對周圍環境產生影響程度，並檢討是否需要採行相應措施，或研提改善相關環境保護對策。

二、監測內容

1. 施工前環境監測

(1) 空氣品質：TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO、O_3、風速、風向、溫度、溼度。

(2) 噪音振動：

噪音－逐時均能音量(L_{eq})、百分比音量(L_x)(x=5、10、50、90、95)、最大音量(L_{max})，並計算$L_{日}$、$L_{晚}$及$L_{夜}$。

振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})，並計算$L_{V10日}$及$L_{V10夜}$。

(3) 河川水質：pH值、溫度、電導度、溶氧量、BOD_5、SS、NH_3-N、油脂。

2. 施工期間環境監測

(1) 空氣品質：TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO、O_3、風速、風向、溫度、溼度。

(2) 噪音振動：

噪音－逐時均能音量(L_{eq})、百分比音量(L_x)(x=5、10、50、90、95)、最大音量(L_{max})，並計算$L_{日}$、$L_{晚}$及$L_{夜}$。

振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})，並計算$L_{V10日}$及$L_{V10夜}$。

(3) 河川水質：pH值、溫度、電導度、溶氧量、BOD_5、SS、NH_3-N、油脂。

(4) 營建噪音振動：

噪音－均能音量(L_{eq})、最大音量(L_{max})。

振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})。

(5) 工區放流水：pH值、溫度、電導度、BOD_5、SS、油脂。

第三章　監測作業原則

一、依據行政院環保署最新公告規定辦理所有監測項目之採樣或調查方式、儀器設備、檢驗方法等相關作業。

二、各監測項目之調查、觀測、採樣、化驗、記錄等，均依照行政院環保署、CNS或其他相關最新公告之標準操作程序及檢驗方法辦理。

三、執行監測作業時，對有關現地狀況與實施操作應附照片(彩色)存證，並加以敘述。

四、無法執行採樣之突發狀況

如發生下列臨時突發事件，將即取消採樣工作，並與　貴局協商擇期另行補測：

1. 颱風、氣象突發異常時。

2. 其他突發事件影響採樣精確度及品質者。

五、監測異常時之緊急處理

採樣監測發現異常現象，應立即電話與　貴局說明情況，查明原因並作成完整記錄，並依監測異常處理程序採取必要之緊急處置，流程請詳圖3-1。

六、停工期間或工期展延(逾期)之監測原則：

參酌過去執行類似案件之經驗，為釐清工程進度停滯期間之環境監測工作辦理方式，以下分為可歸責及不可歸責承商加以說明。

1. 屬不可歸責於承商之停工或工期展延

凡屬契約中明定屬不可歸責於承商之停工或工期展延經報請　貴局核備者，本監測工作所有項目同時暫停，直至復工後再進行監測作業。而工期展延期間衍生之環境監測費用依實作量計價。

2. 屬可歸責於承商之停工

如非屬前項不可歸類於承商之停工，承商於未經　貴局核備同意前，不得任意停止環境監測作業，俟　貴局核備後，始得暫停執行，惟發生工程逾期事實時，衍生之環境監測費用不另支付。

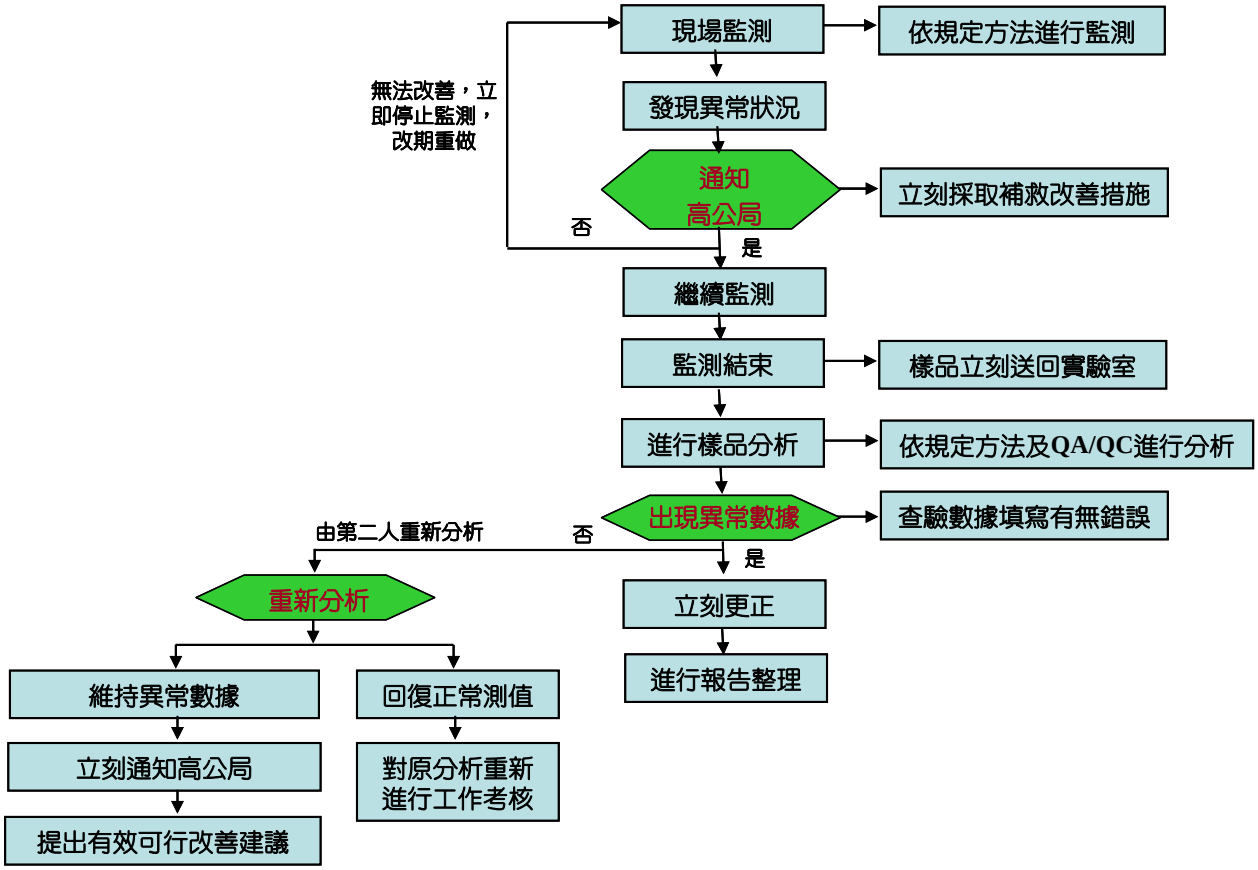


圖3-1　監測異常處理流程圖

第四章　環境監測調查計畫之執行

本案環境監測調查計畫包含施工前及施工期間環境品質監測。其中施工前之環境監測主要之目的在建立施工地區之環境背景資料，以瞭解地區之環境背景特性及條件，檢測成果亦可做為施工期間及營運階段環境品質改變或相關環境監測成果之比對；施工階段環境品質監測主要為追蹤特定環境項目在施工作業期間環境品質變化情形，用以研判施工對周圍環境產生影響改變之程度，並檢討是否需要採行相應對策，或研提改善相關環保措施。

一、工作項目

1. 執行監測計畫

依據本計畫擬定之工作進度定期進行空氣品質、噪音及振動、地面水體水質，監測執行單位於執行監測工作時，應填寫工作記錄，記錄監測期間之執行情況，並研判監測地點附近是否有可能導致記錄異常狀況，以備追蹤及應變。

2. 執行品保品管作業

依據所擬訂之品保品管計畫書之內容，於執行採樣、檢驗與分析作業時確實遵守管制程序與作法，並對實驗室之操作進行績效查核與系統查核等，以確保監測結果之精確性與準確性。

3. 資料彙整與分析比較

經監測與品保品管作業得到原始數據，即整理成簡明易懂之相關圖表，以掌握環境品質之變動及趨勢，並分析各不同監測地點之差異性，同時與「法規標準」及「環境背景值」相互比對，用以研判施工工程對環境品質之各種正、負影響。

4. 內容檢討及應變

監測結果經比較分析後如發現有異常時，首先進行內部狀況檢討，查核品保品管作業程序，排除內部差異後，進一步追蹤監測工作記錄異常狀況報告表，以了解是否有外在因素影響監測結果，經綜合分析研判後，採行「異常狀況報告」、「採取臨時因應措施」及「通知相關單位」等各項緊急應變措施。

5. 改善策略之研擬

依據監測數據及結果分析，進一步針對其發生原因擬定可行有效之改善策略，並從「工程技術」、「環境管理」、「監測技術」等各方面研擬具體可行之改善措施，以避免不利影響之重複發生及確保環境品質。

6. 報告彙整

工作執行期間，定期彙整各類工作成果，並將進行監測資料分析，並據以編製完成環境監測報告提送核定。定期報告內容，應於各次工作會議中與　貴局及施工單位進行報告及檢討。

7. 外部檢討修正

對於環保單位之監督查核及追蹤時，監測執行單位應配合製作完整簡報資料，以充分說明　貴局執行環境監測調查計畫之工作成果，並因應所提出監測項目、地點、頻率及內容提出檢討修正之建議。

二、監測內容

1. 測站位置

本計畫擬定調查內容、取樣地點選定原則、調查頻率，未來監測執行單位應視施工現場實際情況，擬定採樣確定地點及位置，報請　貴局審核後據以執行。

2. 建議監測項目

考慮施工階段對環境可能造成之衝擊，建議監測工作須含空氣品質、噪音振動、河川水質等項目，監測項目及頻率建議請詳表4-1及表4-2：

(1) 施工前環境監測

A. 空氣品質監測：TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO、O_3、風速、風向、溫度、溼度，頻率為施工前半年內1次，連續24小時。

B. 噪音振動：

噪音－逐時均能音量(L_{eq})、百分比音量(L_x)(x=5、10、50、90、95)、最大音量(L_{max})，並計算$L_{日}$、$L_{晚}$及$L_{夜}$，頻率為施工前半年內1次，含

假日及非假日，各連續24小時。

振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})，並計算$L_{V10日}$及$L_{V10夜}$，頻率為施工前半年內一次，，含假日及非假日，各連續24小時。

C. 河川水質：pH值、溫度、電導度、溶氧量、BOD_5、SS、NH3-N、油脂，頻率為施工前半年內1次。

表4-1　施工前環境監測計畫

項目	調查內容	選址原則	調查頻率
空氣品質	TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO、O_3、風速、風向、溫度、溼度	沿線500公尺範圍內敏感點，每隔10公里設置一處。	施工前半年內1次，連續24小時。
噪音振動	噪音－逐時均能音量(L_{eq})、百分比音量(Lx)(x=5、10、50、90、95)、最大音量(L_{max})，並計算$L_{日}$、$L_{晚}$及$L_{夜}$。 振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})，並計算$L_{V10日}$及 $L_{V10夜}$。	沿線100公尺內敏感點。	施工前半年內1次，含假日及非假日，各連續24小時。
河川水質	pH值、溫度、電導度、溶氧量、BOD_5、SS、NH_3-N、油脂	沿線和河川有橫交之河川之上、下游處。	施工前半年內1次。

(2) 施工期間環境監測

A. 空氣品質監測：TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO、O_3、風速、風向、溫度、溼度，頻率為每季1次，連續24小時。

B. 噪音振動：

- 環境噪音振動監測

  噪音－逐時均能音量(L_{eq})、百分比音量(L_x)(x=5、10、50、90、95)、最大音量(L_{max})，並計算$L_{日}$、$L_{晚}$及$L_{夜}$，頻率為每季1次，每次連續24小時。

  振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})，並計算$L_{V10日}$及$L_{V10夜}$，頻率為每季1次，每次連續24小時。

- 營建噪音振動監測

噪音－均能音量(L_{eq})、最大音量(L_{max})，頻率為每月2次，每次連續2分鐘。

振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})，頻率為每月2次，每次連續2分鐘。

C. 水質：

- 河川水質監測

  pH值、溫度、電導度、溶氧量、BOD_5、SS、NH_3-N、油脂，每季1次。

- 工區放流水監測

  pH值、溫度、電導度、BOD_5、SS、油脂，施工期間每月1次。

表4-2　施工期間環境監測計畫

項目	調查內容	選址原則	調查頻率
空氣品質	TSP、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO、O_3、風速、風向、溫度、溼度	沿線500公尺範圍內敏感點，每隔10公里設置一處。	施工期間每季1次，每次連續24小時。
噪音振動	噪音－逐時均能音量(L_{eq})、百分比音量(L_x)(x=5、10、50、90、95)、最大音量(L_{max})，並計算$L_{日}$、$L_{晚}$及$L_{夜}$。 振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})，並計算$L_{V10日}$及 $L_{V10夜}$。	沿線100公尺內敏感點。	施工期間每季1次，每次連續24小時。
河川水質	pH值、溫度、電導度、溶氧量、BOD_5、SS、NH_3-N、油脂	沿線和河川有橫交之河川之上、下游處。	施工期間每季1次
營建噪音振動	噪音－均能音量(L_{eq})、最大音量(L_{max})。 振動－振動位準(L_{V10})、最大振動位準(L_{Vmax})。	工區周界1公尺處。	施工期間每月2次，每次連續測定2分鐘。
工區放流水	pH值、溫度、電導度、BOD_5、SS、油脂	工區排放口。	施工期間每月1次。

三、監測時程

本計畫施工前及施工期間監測時程，係配合各施工標施工期程訂定之，而各施工標範圍內所包含之監測站明細詳請詳表4-3。

施工前環境監測為各施工標實際動工前半年內監測一次；施工期間環境監測則為各施工標期程內依監測項目之頻率分別執行。有關各施工標之預定建設時程規劃請詳表4-4，未來監測計畫實際執行將以實際動工日作修正調整。

表4-3　環境監測站位置明細表(1/3)

座次	施工標別	橋梁編號	空氣品質 監測位置	噪音振動 監測位置	河川水質 監測位置
3	M31	03010900PR62		汐萬路一段民宅	
5	M31	03010900PCN1			基隆河
6	M31	03010900PR73			基隆河
16	M31	03012700PR72		光復街民宅	
23	M31	03016500PR31		南深路民宅	
25	M31	03014657BORN		國興街民宅	
30	M31	03011818BORN	樟樹國小	樟樹一路民宅	
33	M31	03015096RORS		南深路23巷民宅	
38	M31	03020633RORG			景美溪
40	M31	03020800PR21		北深路三段民宅	景美溪
47	M31	03023743RORS	指南國小	指南路三段民宅	
49	M31	03025922BORS		寶高路120巷民宅	
53	M31	03026800TAT1		中興路寶橋路民宅	
56	M31	03028423BORS		檳榔路民宅	
57	M31	03029100RORN		北宜路民宅	新店溪
58	M31	03029104RORS			新店溪
62	M31	03032138RORN			安坑溪
63	M31	03032145RORS			安坑溪
69	M31	03031100PR23		中央一街民宅	
70	M32	03033812BORS		興南路民宅	
73	M32	03034072BORN		興南路二段民宅	
74	M32	03035542BORN	錦和國小	圓通路民宅	
82	M32	03035000PRB1		匝道南側圓通路民宅	
85	M32	03035000PRD1		員山路民宅	
89	M32	03035000TAT3		中正路連城路民宅	
96	M32	03037899BORN		永豐路民宅	
97	M32	03037979BORN		永豐路243巷民宅	

表4-3　環境監測站位置明細表(2/3)

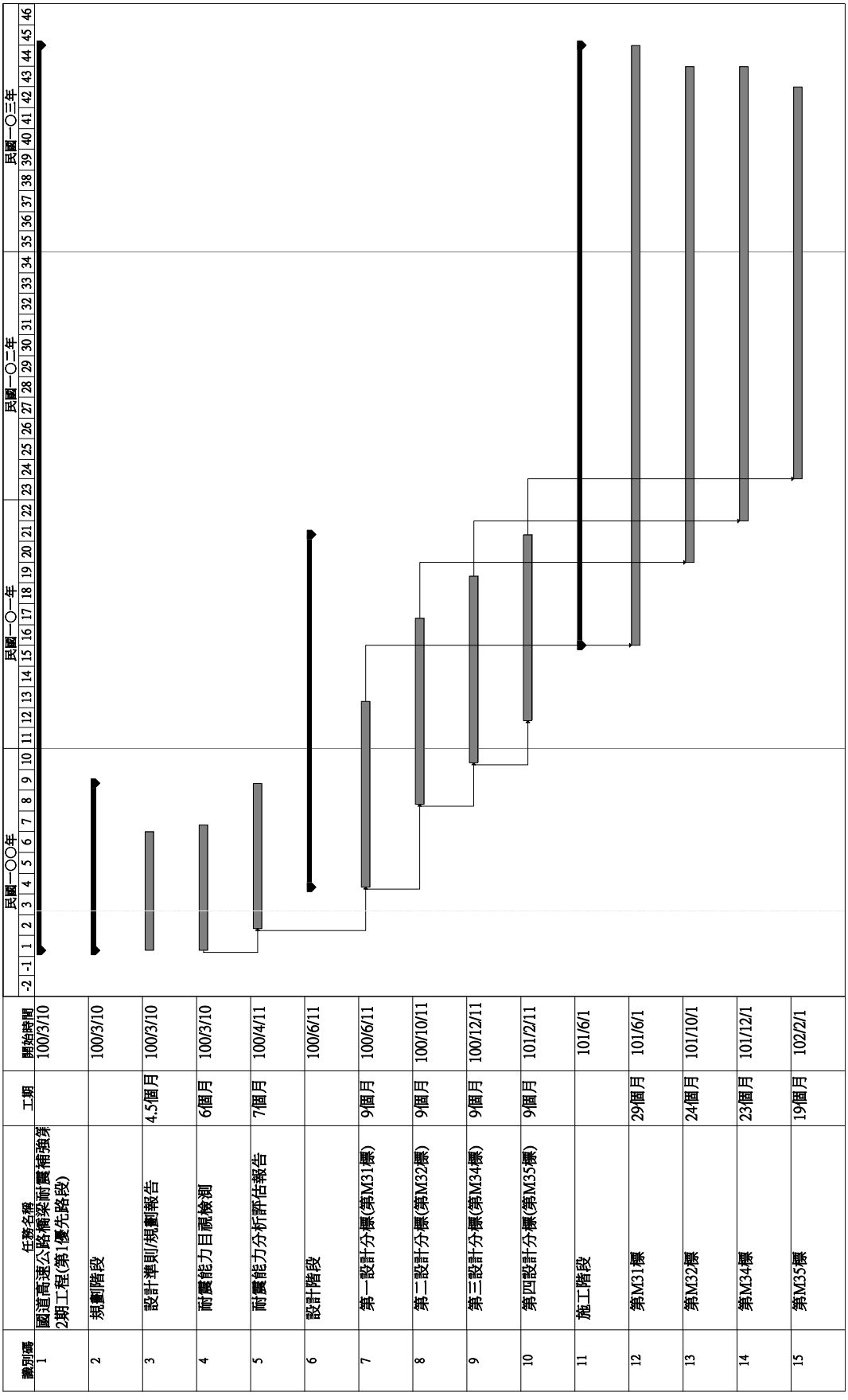
座次	施工標別	橋梁編號	空氣品質 監測位置	噪音振動 監測位置	河川水質 監測位置
100	M32	03038190BORS		國際路民宅	
101	M32	03039057BORN		青雲路民宅	
108	M32	03040626BORS	土城國小		
113	M32	03041495BWDS		忠義路民宅	
116	M32	03041640BWDS		承天路民宅	
136	M32	03045475RORN			三峽溪
137	M32	03045475RORS			三峽溪
140	M32	03050180RORN	北大三峽校區		
144	M32	03051980RORS			大漢溪
145	M32	03051980RORN			大漢溪
146	M32	03057932RORN		大鶯路民宅	
147	M32	03057932RORS	橋愛國小		
151	M32	03060904TORG		頂埔路民宅	
157	M32	03064550BORN			石門大圳
158	M32	03064550BORS			石門大圳
167	M32	03068978BORS	龍星國小	中正路光明街民宅	
169	M32	03069613RORS		民宅	
173	M32	03071710TORG		中原路二段民宅	
175	M32	03074013RORN			牛欄河
178	M32	03075110RORS		牛欄河民宅	
182	M32	03077649RORS		中豐新路民宅	
183	M32	03077649RORN			牛欄河
185	M32	03078360BORS		光明路民宅	
186	M32	03079210BORN	關西國中		
190	M34	03080825RORN		深坑子民宅	
193	M34	03083049BORN		坪林民宅	
194	M34	03081468OORG		大同里民宅	
197	M34	03082173RORN			鳳山溪
198	M34	03082173RORS			鳳山溪

表4-3　環境監測站位置明細表(3/3)

座次	施工標別	橋梁編號	空氣品質 監測位置	噪音振動 監測位置	河川水質 監測位置
199	M34	03083566RORS		下橫坑民宅	下橫坑溪
200	M34	03083566RORN			下橫坑溪
206	M34	03089711BORS		文衡路民宅	
213	M34	03088990RORS		中坑村民宅	
214	M34	03091282RORN		陸豐社區	頭前溪
215	M34	03091282RORS	陸豐國小		頭前溪
227	M34	03097428OORG		比佛利社區	
230	M34	03099502OORG	寶山國中		
250	M34	03104324OORG		五福路二段民宅	
253	M34	03105288OORG	茄苳國小		
258	M34	03107630BORS		五福路一段民宅	
260	M34	03109165BORN		中華路六段民宅	
262	M34	03109478RORN			鹽港溪
263	M34	03109478RORS			鹽港溪
264	M34	03109883BORN			
267	M35	03367878RORN			彎崎溪
268	M35	03367878RORS	崇和國小		彎崎溪
269	M35	03370455RORN			二仁溪
270	M35	03370455RORS	田寮國中	崗北路民宅	二仁溪
271	M35	03027518RORE	土庫國小		
277	M35	10032682RORE			美濃溪
278	M35	10032682RORW			美濃溪
合計			14處	45處	30處

表4-4　預定建設時程表

識別碼	任務名稱	工期	開始時間
1	國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)		100/3/10
2	規劃階段		100/3/10
3	設計準則/規劃報告	4.5個月	100/3/10
4	耐震能力目視檢測	6個月	100/3/10
5	耐震能力分析評估報告	7個月	100/4/11
6	設計階段		100/6/11
7	第一設計分標(第M31標)	9個月	100/6/11
8	第二設計分標(第M32標)	9個月	100/10/11
9	第三設計分標(第M34標)	9個月	100/12/11
10	第四設計分標(第M35標)	9個月	101/2/11
11	施工階段		101/6/1
12	第M31標	29個月	101/6/1
13	第M32標	24個月	101/10/1
14	第M34標	23個月	101/12/1
15	第M35標	19個月	102/2/1



第五章　環境監測報告

有關本計畫相關環境監測工作應委託環保署認證之監測機構執行，工作項目包含：

一、施工前環境監測成果報告書

彙整監測所得數據成果，以瞭解地區環境背景特性及條件，並依據監測成果作出檢討與建議。

二、施工期間環境監測成果月報

1. 彙整監測所得數據成果。
2. 依據各項數據監測成果作出檢討與建議。

承商應於每月25日前提送次月之環境監測行程表，經工程司備查後據以執行，並於次次月之10日前將監測成果依據要求份數提送審查。

三、施工期間環境監測成果季報

1. 比較各月間監測資料之差異性，如統計判定的結果有顯著之區別時，則由環境條件、氣象變化、外在環境因子及施工情形等可變因子，研判可能原因。
2. 整季所得的監測資料中，列出超越法規標準或異常之值，以月為單位進行分析，觀察整季監測資料變化。
3. 以整季所得資料為基礎單位，觀察該季與歷季間資料變化情形，由環境條件、氣象變化、外在環境因子及施工情形等可變因子進行比對，以研判監測資料改變之可能原因。
4. 依據各項數據監測成果作出檢討與建議。

每季監測計畫完成後，於15日內彙整所有監測資料，撰寫環境監測季報提送審查。

四、施工期間環境監測成果總報告書

1. 彙整施工期間進行監測所得數據成果。
2. 依據各項監測數據成果作出綜合檢討。

五、有關環境監測執行單位提送之監測報告，應依據環保署公告之環境影響評估環境監測報告書格式撰寫，詳如附件一所示，各類報告書撰寫應掌握以下重點：

1. 對於為偵測出(ND)之數據，需標明其偵測極限。
2. 連續監測之項目，如有數據中斷之現象，應說明原因。
3. 報告之內容，應以圖表化之方式說明比較。
4. 報告數據應與最新公告之法規或標準比較，並注意其適用性。

第六章　品保及品管計畫

監測執行單位應提出品保及品管計畫，其內容包括的有：品保體系架構的整體性規劃、品保組織、數據分析作業以及成果的提出與檢討等工作，研擬原則及內容分別說明如下。

一、整體性規劃

1. 採樣前準備工作

(1) 瞭解計畫目的

(2) 現場資料收集

(3) 現場初勘

(4) 擬定採樣計畫

2. 樣品採集作業

採樣小組人員在進行採樣時，應詳實記錄採樣當天天氣狀況，並將採樣點周圍環境詳細描述及將採樣時之狀況拍照存證。

3. 現場檢測

檢測項目採取現場檢測時所需注意之品保品管事項，應具體說明執行步驟、方法及記錄表格等。

4. 樣品保存

各項採樣工作之樣品均須送回檢驗室進行後續之處理及分析工作，由於樣品在採樣後不能立刻檢驗，因此在運送過程中須以適當方法保存以延緩其變質。

二、資料整理與分析

品質保證之目的在於保證所有品質管制工作，評估所有品質管制計畫的適度性及其效率，以期在必要之處引進正確的措施，以下說明各階段品質評估主要內容。

1. 評估現場作業品質

為使各監測項目之採樣、測量與調查之品管能有效落實，因此須進行現場內容作業評估，應包含以下重點。

(1) 評估現場使用之採樣、測量或調查之儀器檢修及校正工作。

(2) 校核是否依據標準作業程序正確使用儀器，避免因使用不當所產生之誤差。

(3) 採樣、測量或調查之位置選擇，是否完全依照本監測工作計畫所佈置之位置點進行監測。

(4) 是否妥善記錄現場之環境狀況，如有異常或變異情況應確實記錄，以對未來監測資料產生的可能變異，進行初步現場的瞭解。

2. 評估實驗室檢驗品質

一般而言，樣品經採樣而保存進入實驗室分析皆有一定之程序，其品保/品管流程亦皆有一定之標準，其內容說明應包含以下重點：

(1) 樣品採樣後是否依照規定妥善予以保存。

(2) 各樣品是否詳細登錄採樣日期、編號及所需檢測項目。

(3) 樣品之檢驗分析方式是否合乎法定標準之方法進行檢測。

(4) 檢驗人員是否完全依照規定之標準檢驗程序進行檢驗。

(5) 對儀器顯示之檢測結果轉錄至檢測報告文件上，是否有人為的疏失或不當，而使結果產生偏差。

3. 評估整體品質

整體品質評估的項目包含新資料的整理及歷年資料的整理，評估的內容包括如下：

(1) 資料彙整過程中，若需將原資料轉錄至其它文件中是否有人為的疏失，而使轉錄的資料發生偏差。

(2) 資料整理時對各工作之監測項目是否採用相同之計量單位。

(3) 對資料彙整項目的編列，是否具備一致性、整體性及架構的完整性，並應

注意資料文件的編輯方式須與資料建檔所採用之系統分析一致。

(4) 對資料整理的內容須檢查是否有缺項、遺漏或忘記登載之處。

(5) 對於整理後之資料，將檢查並選出與整體數據有高差異性的資料，重新核對是否因人為誤差，而使登載發生錯誤。

4. 資料轉錄之品質評估

為避免因人為的疏忽而使資料的轉錄過程發生偏差，須實施品質評估，其內容說明如下：

(1) 每筆資料輸入完成後，應列印出資料，再由人員逐次核對。

(2) 資料輸入完成後，選出其中差異性較大的資料，再進行核對，以確定該資料之正確性。

5. 分析結果之品質評估

資料彙整完成後，須適當地解釋與分析結果，以使資料顯示結果具備客觀性，評估的內容包括如下：

(1) 若使用統計分析方法，須論證該研究採用之假設、統計方法、結果可信度。

(2) 對分析結果及資料之解釋，須評估是否具備偏差或誤導，而無法代表原資料結果之整體性。

(3) 對資料的解釋，為求客觀起見，應由相關人員會同討論後再做決定。

二、品保組織之規劃

本監測計畫將委由環保署認證合格之檢測公司，在執行階段，除將依照既定原則與要項確實執行品保品管工作外，有關品管組織的規劃、連繫作業的流程則為不可忽略的重要關鍵，未來執行結果成敗與否，則仰賴於本組織妥善的規劃方式。為了使品保系統得以順利實行，應依據以下原則擬定品保組織之規劃：

1. 所有成員均參與品質保證

2. 聯繫組織

以各委辦單位自成一小組，並由小組中遴選一名為品保工作推行之連繫人，其職掌除負責小組內品保工作的推行外，有關品保執行成效、品保規劃書所要求內容及與此有關之整體性工作均予以全權負責，並全權代表接受本品保稽查小組對該工作小組執行時之品保稽查。而專案小組之品保連繫人則全權負責有關與委辦單位品保工作之聯繫。

3. 定時及不定時稽查以確定品保工作之執行成效

為確定本品保工作能完全落實，將另成立品保稽查小組以統籌並檢查所有小組成員品保執行成效，本稽查工作主要目的在於以下幾項：

(1) 確定品保制度的執行。

(2) 及早發掘問題。

(3) 促進技術進步。

(4) 找出誤差、修訂補正並加以預防。

三、內部品質管制查核

品質管制之查核應包括(1)製備空白分析(2)檢量線校正及製作(3)樣品重覆分析(4)查核樣品分析(5)添加標準品分析(6)方法偵測極限建立。

四、數據分析作業

1. 數據處理

數據處理係指檢測過程所得之原始數據經由計算，整理而成為可用之結果，然數據處理為檢測過程中之最後步驟，惟此步驟正確與否將直接影響數據之品質。因此，品保計畫須訂定一套有系統之處理方式，使數據之處理有所依循，不受個人作業方式差異之影響。

2. 數據驗證及報告管理

(1) 數據驗證

經數據處理所得之結果是否準確，須加以確認，以減低錯誤之發生。因此，依各種品管項目設計不同之分析記錄表，校正記錄表、天平記錄表、檢查記錄表…等，讓檢驗人員於分析過程中均能詳實記載，以使品保/品

管負責人依其記錄表驗證所檢測之數據是否正確。

(2) 報告管理

檢驗人員依各檢測項目之程序及品保/品管作業進行樣品分析或檢測後，即讀寫檢測記錄並簽名以示負責，再將檢測記錄表、原始數據、圖及相關資料送交品保/品管負責人審查簽名後，送至監測報告編撰小組依據檢測數據編撰監測報告，經編撰及打字後，再將報告檢附檢測數據等資料呈品保/品管組長及計畫經理作最後審核，審核無誤簽名後，即可將報告發出並將監測報告影印本、檢測記錄表、原始數據、圖譜及相關資料等存檔。

3. 改正措施

品保/品管負責人於查核或驗證各項檢測之品保品管作業、數據及報管理等過程中，均可能發覺少數之缺失。為使整個監測作業符合品保/品管之要求，此缺失須透過改正措施加以糾正，以確保本計畫之品質。一般而言，改正措施大致可分為監測前、監測中及監測後等三部分，即由品保/品管負責人、組長或計畫經理等查核所屬缺失後，要求所負責之人員確實將缺失或錯誤改正，並由品保/品管負責人負責監督執行直至改正為止，以真正落實改正措施。

4. 查核記錄

查核記錄之目的不僅提供實質證據驗證品保計畫之要求，另外亦兼具追蹤管理之功能。因此，各監測項目之檢測作業數據處理及報告編撰等均由品保/品管負責人負責查核，並記錄查核情形及簽名以示完成查核工作，最後查核記錄由品保/品管組長負責留存，使品保/品管工作有跡可循，讓監測結果更具可靠性及公信力。

五、品保報告之提出

完成每階段之監測工作後，所提出之季報告與年報告中，應專設一章節描述並檢討本品保、品管之執行情形，以分析檢驗系統與數據之品質管制成果，提供管理階層人員做參考。報告將包含如下：

1. 數據之精確性、準確性與完整性之定期評估

此部分著重於對監測執行單位所採得之樣品於實驗室進行分析時所應進

行之評估，對於每一主要之檢驗項目應列其精確性、準確性與完整性之數據品質目標達成情形。

2. 績效查核之結果

分為內部績效查核與外部績效查核，內部績效查核為委辦品保小組或品保人員，其監測工作執行時所進行之品質評估。而外部績效查核為品保稽查小組對監測工作人員所進行之品保評估，未來品保報告之提出則應分內部績效查核與外部績效查核分別檢討其執行情形。

3. 系統查核之結果

所謂系統查核乃針對所有品保系統的運作評估工作成果，評估的方式可分適用性及可行性二種。

原則上以品保稽查小組為系統查核之主要成員，於執行時如發現有不妥或須改進之處，在進行系統查核同時，將予以適當的修正。

4. 重要品保課題及所建議之解決方法

就績效查核與系統查核執行的結果，探討在過程中所產生的品保問題，就品保改進的可能性，研議修正的方式。

第七章　監測經費

依施工預定時程概估監測費用，請詳表7-1，未來監測數量及費用將以實際時程修正調整。

表7-1　環境監測經費表

項次	工作項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
壹	發包工程費					
一	施工前環境監測	式	1		1,290,000	
二	施工期間環境監測	式	1		11,228,000	
三	保險費及其它	式	1		971,569	
	小計(一~三)				13,495,569	
貳	營業稅	式	1		647,778	
	總計(壹+貳)				14,170,347	
備註	上述各項監測費用已包含執行監測計畫、品管作業、資料彙整與分析比較、內容檢討及應變、改善策略之研擬、報告彙整、簡報說明、報告製作及相關檢討修正等工作項目費用。					
項次	工作項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	施工前環境監測					
1	空氣品質	站次	14	30,000	420,000	
2	噪音振動	站次	90	7,500	675,000	
3	河川水質	站次	30	6,500	195,000	
小計					1,290,000	
項次	工作項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
二	施工期間環境監測					
1	空氣品質	站次	99	30,000	2,970,000	
2	噪音振動	站次	340	7,500	2,550,000	
3	河川水質	站次	220	6,500	1,430,000	
4	營建噪音振動	站次	776	2,500	1,940,000	
5	工區放流水	站次	388	6,000	2,328,000	
6	營建低頻噪音[1]	站次	4	4,000	16,000	
小計					11,234,000	

註[1]:如遇相關位要求增測營建低頻噪音時，再選擇具代表性工區增加此監測項目。

附件一　環境監測報告書格式

附件一　環境監測報告書格式

一、封面

計畫名稱：

（期間　年　月至　年　月）

註：

(1) 本報告書以菊八開紙張（二十一公分x三十公分）雙面印製。

(2) 圖表如超過菊八開規格時得摺頁處理。

(3) 如以電腦磁片時請註明檔號，以Word或PE格式，並附列印本。數值表表框可略。

(4) 其他參照環評書規定格式。

開發單位：

執行監測單位：

提送日期：

二、環境監測報告書撰寫格式

前言

1、依據

2、監測執行期間

3、執行監測單位

第一章　監測內容概述

1.1 工程進度（或營運狀況）

1.2 監測情形概述

1.3 監測計畫概述（承諾之監測項目、地點、及頻率或監測計畫）

1.4 監測位址

1.5 品保／品管作業措施概要

1、現場採樣之品保／品管

2、分析工作之品保／品管

3、儀器維修校正項目及頻率

4、分析項目之檢測方法

5、數據處理原則

第二章　監測結果數據分析

（舉例）

2.1 氣象及空氣品質

2.2 噪音與振動

2.3 水文及水質

2.4 土壤

2.5 海象（鹽度、海洋、漂砂）

2.6 海域生態

2.7 陸域生態

2.8 其他

第三章　檢討與建議

3.1 監測結果檢討與因應對策

1、監測結果綜合檢討、分析

2、監測結果異常現象因應對策

3.2 建議事項

參考文獻

附錄

附錄一　檢測執行單位之認證資料

附錄二　採樣與分析方法

附錄三　品保／品管查核記錄

附錄四　原始數據

環境監測報告書本文撰寫方法說明

前言

1、依據

2、監測執行期間

3、執行監測單位

第一章　監測內容概述

1.1 工程進度（或營運狀況）

若為施工階段環境監測、則填寫表1-1，若為營運階段環境監測，則填寫表1-2。

表1-1　工程進度

各工程項目	預定進度（%）	實際進度（%）

表1-2　營運狀況

設計容量	實際容量	實際容量／設計容量（%）

註：

1.2 監測情形概述

環境監測之結果，事否合於環境品質標準，是否有異常情形出現，異常情形之因應對策，簡要列於下表中。

表　1-3

監測類別	監測項目	監測結果摘要(3)	因應對策(4)

註：(1) 監測類別為監測報告所調查之空氣品質、水質、噪音振動、陸域生態、海域生態……等各類別。

(2) 監測項目為各監測類別中所調查之項目、如空氣品質之監測項目包括TSP、SO_2、NO_X……等項目。

(3) 監測結果若有下列異常情形：

①監測項目有超過環境品質標準之情形，其填寫方式為「超過標準值」，並註明超過標準之次數及地點。

②監測結果雖符合環境品質標準，但與以往各次之監測結果比較，環境品質狀況有逐漸惡化之情形，其填寫方式為「符合標準值，但有逐漸惡化之情形」。

③結果雖符合環境品質標準，但有超過本次各測站平均值或本測站以往各次測值甚多之異常值出現，其填寫方式為「符合標準值，但有異常值出現」，並註明異常值出現之次數及地點。

若監測結果均符合環境品質標準，且無上述之異常情形出現，則可填寫為「符合標準值」。

④因應對策對「本次監測結果摘要」有異常情形出現之監測項目，簡要提出改善方法。

1.3 監測計畫概述

本計畫實際執行之環境監測計畫，包括監測類別、項目、地點、頻率、方法及執行監測單位，以1-4的格式列出。

表1-4 環境監測計畫

監測類別	監測項目	監測地點	監測頻率	監測方法	執行監測單位	執行監測時間

1.4 監測位址

各監測位址應以地圖標示。地圖中除標明各測站位址外，亦應標明施工區範圍及取、棄土場位址。

1.5 品保／品管作業措施概要

1、 現場採樣之品保／保管

簡要敘述現場採樣作業之品保／保管措施。

2、 分析工作之品保／保管

簡要敘述實際分析作業之品保／保管措施。

3、 儀器維修校正項目及頻率

執行監測之儀器，應有定期之維修之校正、維修校正之項目及頻率，填寫於表1-5-1之填寫範例。

表1-5 儀器維修校正情形

儀器	項目	頻率

表1-5-1　儀器維修校正情形之填寫範例

儀　　器	項　　目	頻　　率
二氧化硫分析儀	零點校正、全幅校正	每日一次
	多點校正、流量檢查校正	每季一次
高量採樣器	流量校正	每季一次

4、 分析項目之檢測方法

計畫檢測之分析項目、檢測方法、偵測極限、重複分析及添加回收率，以表1-6的格式列出。

5、 數據處理原則

監測計畫中各監測項目進行數據運算時，所採用數據處理原則應加以說明。例如計算平均值係採算術平均或幾何平均，有效測定值定義，包括有效小時、日、月平均等，有效小時值一般應至少3/4（即45分鐘以上）有效值；日及月平均則至少2/3以上，即每日至少16小時及每月至少20有效日以上方為有效等。以利監測數據判讀及審查。

表1-6　分析項目之檢測方法

分析項目	檢測方法	方法偵測極限	儀器偵測極限	複分析	添加回收率（%）

第二章　本次監測結果數據分析

（舉例）

2.1 空氣品質

2.2 噪音及振動

2.3 水文及水質

2.4 土壤

2.5 海象（鹽度、海洋、漂砂）

2.6 海域生態

2.7 陸域生態

2.8 （其他……）

說明：

(1) 空氣品質、水質、噪音振動及土壤等各類監測項目，應儘可能以曲線或柱狀等簡明圖形表示，其他各類項目得以表列方式表示。

(2) 以圖表示之監測項目，其表示方式為：以時間為橫作標，各項之測值為縱作標，並於圖中標明環境品質標準所規定之標準值。

(3) 以圖表示之監測項目，其時間範圍應由監測調查開始（即由環境影響評估作業期間開始）至本次結束為止。

(4) 各項目測值之表示方法，如有訂定環境品質標準者應依其所規定之項目表示。例如空氣品質標準規定，一氧化碳（CO）有小時平均值與八小時平均值二種標準值，則一氧化碳（CO）測值就應以小時平均值與八小時平均值表示。

(5) 以表列方式表式之監測項目，只須列出本次之監測結果，並列出以往各次之監測結果比對。

(6) 上述之監測項目依承諾、審查結論、監測計畫為主。

第三章　檢討與建議

3.1 監測結果檢討與因應對策

1、監測結果綜合檢討分析

此項目即將上次監測結果，於同時間環境品質監測站之監測資料列表比對。並討論二者間之差異性。

2、監測結果異常現象因應對策

異常情形係指至少以下三種情形之一出現：

(1) 監測項目有超過環境品質標準之情形。

(2) 監測結果雖符合環境品質標準，但與本年及歷年同季各次監測結果比較，環境品質狀況有逐漸惡化之情形。

(3) 監測結果雖符合環境品質標準，但有超過本次及各測站平均測值或本測站以往各次測值甚多之異常值出現。

① 上次監測所發現之異常情形，應於本次報告中說明因應對策之執行成效，以評估所採取的因應對策是否有效。其填寫方式如表3-1。

表3-1　上次監測之異常狀況及處理情形

異常狀況	因應對策	執行成效

② 本次異常環境監測結果與因應對策：

異常環境監測結果及指3.1.2節所列之三種異常情形。若本次之監測發現上述之異常情形，則應將因應對策及對策之執行成效，列於表3-2。

表3-2　本次監測之異常狀況及處理情形

異常狀況	因應對策與效果

3.2 建議事項

參考文獻

附錄

附錄一　檢測執行單位之認證資料

實際執行監測工作之單位，應列出環保署之許可認證資料，以確保監測數據之公信力。故應填寫如下之表格。（如委託學術機構監測或生態調查時，應列出參考調查監測人員之學經歷背景，以維護監測品質）

監測類別	執行單位	環保署認證資料	環保署認可知檢測項目

附錄二　採樣與分析方法

附錄三　品保／品管查核記錄

附錄四　原始數據（若資料龐大不易提供可註明放置處即可）

附錄五　液化評估成果表

液化評估成果表

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
1	北側基隆河橋 N	03010429RORN	0.90	6.23	3.32	中度
			3.38	11.73	7.44	中度
			49.54	55.36	49.23	嚴重
			62.56	69.57	58.83	嚴重
			15.26	23.55	14.61	嚴重
			26.84	33.62	18.50	嚴重
			6.88	17.83	10.91	嚴重
			3.38	11.73	7.44	中度
			3.38	11.73	7.44	中度
			3.38	11.73	7.44	中度
2	北側基隆河橋 S	03010436RORS	0.90	6.23	3.32	中度
			0.90	6.23	3.32	中度
			49.54	55.36	49.23	嚴重
			33.97	39.70	25.11	嚴重
			10.78	20.09	10.23	嚴重
			37.66	40.88	23.52	嚴重
			3.38	11.73	7.44	中度
			3.38	11.73	7.44	中度
			3.38	11.73	7.44	中度
			8.28	18.26	7.28	嚴重
3	汐止系統交流道匝道 6 跨東側基隆河橋	03010900PR62	9.79	27.46	10.85	嚴重
			7.78	24.05	9.98	嚴重
			27.42	31.61	29.85	嚴重
			8.29	12.75	12.19	中度
			3.76	10.38	8.29	中度
			4.56	20.00	8.34	嚴重
4	汐止系統交流道 CDI-SB-RD	03010900PCS1	9.97	27.65	10.82	嚴重
			24.78	30.29	28.05	嚴重
			23.02	27.31	26.01	嚴重
			20.66	30.51	24.09	嚴重
			6.01	21.84	9.33	嚴重
5	汐止系統交流道 CDI-NB-RD	03010900PCN1	0.00	0.22	10.46	中度
			0.00	0.22	10.46	中度
			0.00	0.18	6.14	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
6	汐止系統交流道匝道 7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	41.66	47.51	43.92	嚴重
			21.91	41.79	25.04	嚴重
			47.83	54.68	49.42	嚴重
			47.83	54.68	49.42	嚴重
			48.34	55.49	49.92	嚴重
			19.45	40.97	20.23	嚴重
			19.98	41.27	21.46	嚴重
			19.43	40.44	21.05	嚴重
			19.05	39.68	21.25	嚴重
			18.44	39.00	20.91	嚴重
			17.04	37.64	19.58	嚴重
			20.23	41.58	21.71	嚴重
7	汐止系統交流道匝道 3	03010900PR31	14.19	34.46	14.77	嚴重
			17.03	36.94	19.47	嚴重
			17.81	37.50	20.55	嚴重
			17.92	37.58	20.70	嚴重
			17.06	36.90	19.50	嚴重
8	汐止系統交流道匝道 1 跨北側基隆河橋	03010900PR11	0.00	4.15	2.43	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			21.25	21.91	27.09	嚴重
			34.75	37.39	39.03	嚴重
			31.96	47.58	30.19	嚴重
			35.09	51.69	27.82	嚴重
			24.28	39.80	21.84	嚴重
9	汐止系統交流道匝道 2 跨北側基隆河橋	03010900PR21	21.88	40.60	25.63	嚴重
			0.00	8.05	3.95	中度
			31.59	46.21	36.30	嚴重
			43.09	46.17	45.98	嚴重
			0.00	3.29	1.55	輕微
			11.20	26.70	13.30	嚴重
10	汐止系統交流道匝道 7 跨北側基隆河橋	03010900PR71	8.40	23.45	12.15	嚴重
			0.00	1.91	3.67	輕微
			18.26	35.74	20.55	嚴重

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			40.57	42.29	42.12	嚴重
			40.57	42.29	42.12	嚴重
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	1.38	輕微
11	新台五路橋 N	03012873BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
12	新台五路橋 S	03012873BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
13	新台五路交流道匝道 3 跨鐵路橋	03012700PR31	21.35	42.58	23.59	嚴重
			23.03	43.85	25.90	嚴重
			1.23	13.90	6.98	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
14	新台五路交流道匝道 4 排水溝渠橋	03012700PR41	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	8.01	3.92	中度
			11.46	30.93	16.51	嚴重
			8.58	17.50	14.01	嚴重
			6.85	24.31	13.69	嚴重
15	新台五路交流道匝道 7 排水溝渠橋	03012700PR71	14.85	35.26	15.81	嚴重
			0.56	11.15	5.81	中度
			2.68	15.70	8.08	嚴重
			14.14	34.51	15.87	嚴重
16	新台五路交流道匝道 7 跨光復街橋	03012700PR72	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
17	新台五路交流道匝道 7 跨匝道 1 橋	03012700PR73	0.00	9.31	4.70	中度
			0.00	3.35	1.58	輕微
			0.00	9.31	4.70	中度
			0.00	9.31	4.70	中度
18	貨櫃場通道跨越橋	03013650OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
19	橫科路橋 N	03014477BORN	0.00	24.18	28.09	嚴重
			0.80	30.90	36.31	嚴重
			1.89	31.89	37.53	嚴重
			0.00	24.19	28.10	嚴重
20	橫科路橋 S	03014477BORS	0.00	24.18	28.09	嚴重
			0.80	30.90	36.31	嚴重
			1.88	31.62	37.24	嚴重
			0.00	24.19	28.10	嚴重
21	南深路橋 N	03016111BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
22	南深路橋 S	03016112BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
23	南港系統交流道匝道 3 跨越橋	03016500PR31	0.00	0.00	0.00	輕微
			5.43	8.22	1.95	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
24	匝道 6 橋 S(南港交流道)	03014657BORS	14.14	16.88	14.75	嚴重
			0.00	0.00	0.00	輕微
25	匝道 6 橋 N(南港交流道)	03014657BORN	14.14	16.88	14.75	嚴重
			0.96	5.06	3.73	中度
26	南港系統交流道環道 5 跨越橋	03016500PL51	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
27	南港系統交流道匝道 3 跨南深路橋	03016500PR32	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
28	四分子一坑高架橋 N	03016611BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
29	四分子一坑高架橋 S	03016612BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
30	璋樹里高架橋 N	03011818BORN	0.00	19.82	26.17	嚴重
			0.00	16.27	20.72	嚴重
			0.00	16.03	19.91	嚴重
			0.00	17.93	23.45	嚴重
			0.00	17.54	22.18	嚴重
			0.00	20.84	28.09	嚴重
			0.00	19.41	25.67	嚴重
			0.00	18.86	24.58	嚴重
			0.00	20.48	27.49	嚴重
			0.00	16.38	19.01	嚴重
			14.60	24.91	17.05	嚴重
			22.20	35.26	27.85	嚴重
			21.54	34.73	27.90	嚴重
			28.77	37.86	26.91	嚴重
31	璋樹里高架橋 S	03011847BORS	0.00	19.82	26.17	嚴重
			0.00	11.97	14.79	中度
			0.00	12.20	15.03	嚴重
			0.00	18.03	23.55	嚴重
			0.00	19.35	25.60	嚴重
			0.00	20.95	28.37	嚴重
			0.00	19.44	25.70	嚴重
			0.00	19.44	25.70	嚴重
			0.00	19.21	24.97	嚴重
			0.00	0.00	0.00	輕微
			18.96	29.35	20.20	嚴重
			22.20	35.26	27.85	嚴重
			23.27	35.59	27.50	嚴重
			25.19	40.24	33.43	嚴重
32	舊莊高架橋 N	03015096RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			4.38	4.35	2.76	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			5.09	5.37	3.75	中度
			4.52	4.43	2.89	輕微
			4.44	4.39	2.82	輕微
			1.77	1.65	0.97	輕微
			0.13	0.08	0.05	輕微
			2.56	1.70	1.22	輕微
			3.41	2.23	1.63	輕微
			3.45	2.27	1.69	輕微
			3.51	2.33	1.77	輕微
			3.43	2.26	1.66	輕微
			4.28	2.80	2.21	輕微
			3.39	2.22	1.61	輕微
			3.36	2.18	1.56	輕微
			0.00	2.55	0.97	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
33	舊莊高架橋 S	03015096RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			2.92	4.00	1.50	輕微
			3.29	3.70	1.67	輕微
			3.46	3.84	1.90	輕微
			1.58	1.49	0.69	輕微
			1.61	1.51	0.74	輕微
			0.12	0.07	0.03	輕微
			0.00	0.67	0.00	輕微
			2.92	1.75	0.92	輕微
			2.94	1.77	0.95	輕微
			3.59	2.13	1.29	輕微
			3.40	1.94	1.01	輕微
			2.87	1.69	0.84	輕微
			2.93	1.76	0.93	輕微
			2.84	1.66	0.79	輕微
			0.00	2.55	0.97	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
34	四分里坑高架橋 N	03017502RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
35	四分里坑高架橋 S	03017528RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
36	富德橋 S	03020305BORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
37	景美溪北橋	03020408RORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
38	景美溪南橋	03020633RORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
39	木柵交流道匝道一富德橋	03020800PR11	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
40	木柵交流道匝道二景美溪橋	03020800PR21	0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			1.85	4.61	2.29	輕微
			3.29	9.57	4.79	中度
			0.29	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.93	0.04	輕微
			0.00	0.64	0.00	輕微
41	木柵交流道匝道四猴山坑橋	03020800PR43	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.93	0.04	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	1.17	0.18	輕微
42	木柵交流道匝道四景美溪橋	03020800PR42	0.98	6.35	3.39	中度
			13.67	27.17	15.08	嚴重
			20.19	36.57	19.94	嚴重
			25.55	43.28	22.96	嚴重
			20.19	36.57	19.94	嚴重
43	木柵交流道匝道四富德橋	03020800PR41	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
44	景美溪橋 W	03020800RORW	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
45	景美溪橋 E	03020800RORE	併景美溪橋 W			
46	指南路穿越橋 N (無名溪橋 N)	03023780RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
47	指南路穿越橋 S (無名溪橋 S)	03023743RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			1.54	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
48	新店高架橋 N	03025915BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
49	新店高架橋 S	03025922BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.98	0.00	0.00	輕微
			1.03	0.00	0.00	輕微
			1.48	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
50	新店交流道匝道 1	03026800PR11	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
51	新店交流道匝道 2	03026800PR21	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
52	新店交流道環道 4	03026800PL41	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
53	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			3.25	0.00	0.00	輕微
			11.62	13.28	10.88	中度
			6.76	6.64	5.44	中度
			8.14	7.58	6.62	中度
			0.72	0.00	0.00	輕微
			7.39	7.23	6.18	中度
			5.93	6.64	5.44	中度
			12.12	13.54	11.21	中度
54	新店交流道聯絡道排水橋	03026800TAT2	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
55	檳榔坑橋 N	03028409BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
56	檳榔坑橋 S	03028423BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
57	碧潭橋 N	03029100RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.34	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
58	碧潭橋 S	03029104RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.47	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
59	安坑交流道匝道 5 跨越橋	03031100PR51	0.67	0.00	0.00	輕微
			3.27	0.00	0.00	輕微
			3.21	0.00	0.00	輕微
			0.82	0.00	0.00	輕微
60	安坑交流道匝道 6 跨越橋	03031100PR61	0.00	0.00	0.00	輕微
			3.07	0.00	0.00	輕微
			3.03	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			2.69	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
61	安坑交流道連絡道跨越橋	03031100TAT1	0.40	0.00	0.00	輕微
			0.24	0.00	0.00	輕微
			0.44	0.00	0.00	輕微
			1.04	0.00	0.00	輕微
62	安坑溪橋 N	03032138RORN	6.31	23.86	10.96	嚴重
			0.00	8.23	4.06	中度
			0.00	8.23	4.06	中度
			0.00	8.23	4.06	中度
			0.00	8.23	4.06	中度
			0.00	3.40	1.62	輕微
			0.00	3.40	1.62	輕微
			0.00	0.00	8.78	中度
			0.00	0.00	8.78	中度
			0.00	0.00	10.25	中度
			0.00	0.00	10.25	中度
			0.00	0.00	4.55	輕微
			0.00	0.00	4.55	輕微
			0.00	0.00	1.92	輕微
			0.00	0.00	1.92	輕微
			0.00	0.67	1.64	輕微
			0.00	0.67	1.64	輕微
			0.00	10.12	16.47	嚴重
63	安坑溪橋 S	03032145RORS	3.29	19.30	9.24	嚴重
			0.00	8.23	4.06	中度
			0.00	8.23	4.06	中度
			0.00	8.23	4.06	中度
			0.00	8.23	4.06	中度
			0.00	8.23	4.06	中度
			0.00	8.23	4.06	中度
			0.00	8.23	4.06	中度
			0.00	8.23	4.06	中度
			0.00	0.70	1.67	輕微
			0.00	0.70	1.67	輕微
			0.00	2.58	4.99	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	2.58	4.99	輕微
			0.00	10.12	16.47	嚴重
			0.00	11.81	18.59	嚴重
			0.00	0.00	0.00	輕微
64	安坑橋	03031100TAT2	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			1.50	0.00	0.00	輕微
			2.00	0.00	0.00	輕微
			0.74	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
65	安坑橋 A6 匝道	03031100PRA6	0.19	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
66	安坑橋 A5 匝道	03031100PRA5	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
67	安坑橋 A3 匝道	03031100PRA3	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
68	安坑橋 A4 匝道	03031100PRA4	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
69	安坑飛越橋	03031100PR23	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
70	中和一號穿越橋 S	03033812BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
71	中和五號穿越橋 N	03033824BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
72	興南路南穿越橋 S	03034051BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
73	興南路北穿越橋 N	03034072BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
74	中和交流道北主線高架橋 (一)	03035542BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
75	中和交流道北主線高架橋 (二)	03035913BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
76	中和交流道南主線高架橋 (一)	03035575BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
77	中和交流道匝道 F	03035000PRF1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
78	中和交流道南主線高架橋 (二)	03035770BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
79	中和交流道南主線高架橋 (三)	03035907BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
80	中和交流道匝道 A (一)	03035000PRA1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
81	中和交流道匝道 A (二)	03035000PRA2	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
82	中和交流道匝道 B (一)	03035000PRB1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
83	中和交流道匝道 B (二)	03035000PRB2	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
84	中和交流道匝道 C	03035000PRC1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
85	中和交流道匝道 D	03035000PRD1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
86	中和交流道匝道 E	03035000PRE1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
87	中和交流道聯絡道高架橋 W (一)	03035000TAT1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
88	中和交流道聯絡道高架橋 E (一)	03035000TAT2	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
89	中和交流道聯絡道高架橋 W (二)	03035000TAT3	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
90	中和交流道聯絡道高架橋 E (二)	03035000TAT4	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
91	中和交流道匝道 G	03035000PRG1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
92	中和交流道匝道 H	03035000PRH1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
93	中和交流道匝道 L	03035000PRL1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
94	中和交流道匝道 R	03035000PRR1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
95	永豐路穿越橋 S	03037899BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
96	永豐路穿越橋 N	03037899BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
97	計劃路穿越橋 N	03037979BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
98	計劃路穿越橋 S	03037979BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
99	仁愛路穿越橋 N	03038190BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
100	仁愛路穿越橋 S	03038190BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
101	青雲路穿越橋 N	03039057BORN	19.42	23.91	17.77	嚴重
			19.42	23.91	17.77	嚴重
102	青雲路穿越橋 S	03039057BORS	19.42	23.91	17.77	嚴重
			19.42	23.91	17.77	嚴重
103	柑林埤排水橋 S	03039193RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
104	柑林埤排水橋 N	03039193RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	
			0.00	0.00	0.00	
			0.00	0.00	0.00	輕微
105	土城一號穿越橋 N	03039577BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			1.20	1.23	0.83	輕微
106	土城一號穿越橋 S	03039577BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			1.20	1.23	0.83	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
107	和平路穿越橋 N	03040626BORN	0.96	0.96	0.68	輕微
			0.97	0.96	0.68	輕微
108	和平路穿越橋 S	03040626BORS	0.96	0.96	0.68	輕微
			0.97	0.96	0.68	輕微
109	土城一號排水橋 S	03040892RORS	0.44	9.88	5.05	中度
			7.32	7.36	6.63	中度
110	土城一號排水橋 N	03040892RORN	0.44	9.88	5.05	中度
			7.32	7.36	6.63	中度
111	土城二號穿越橋 N	03041070BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	4.40	2.22	輕微
112	土城二號穿越橋 S	03041070BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	4.40	2.22	輕微
113	忠義路穿越橋 S	03041495BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
114	忠義路穿越橋 N	03041495BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
115	承天路穿越橋 N	03041640BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
116	承天路穿越橋 S	03041640BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
117	永和街穿越橋(南向)	03042170BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
118	永和街穿越橋(北向)	03042170BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
119	土城 IC 穿越橋(北向)	03042446BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
120	土城 IC 穿越橋(南下)	03042446BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
121	永寧路穿越橋(北向)	03042775BORN	9.98	16.29	9.59	嚴重
			9.98	16.29	9.59	嚴重
122	永寧路穿越橋(南向)	03042775BORS	9.98	16.29	9.59	嚴重
			9.98	16.29	9.59	嚴重
123	海山排水橋(北向)	03042897RORN	18.07	22.64	16.66	嚴重
			17.64	22.34	16.19	嚴重
124	海山排水橋(南向)	03042897RORS	14.52	16.47	11.42	嚴重
			17.64	22.34	16.19	嚴重
125	土城交流道穿越橋匝道 A(永寧路)	03000183PRA1	4.77	8.40	4.92	中度
			4.77	8.40	4.92	中度
126	永安街穿越橋(西向)	03000174TATW	14.20	30.90	20.10	嚴重
			14.20	30.90	20.10	嚴重
127	永安街穿越橋(東向)	03000174TATE	14.20	30.90	20.10	嚴重
			14.20	30.90	20.10	嚴重
128	頂埔 30 號計劃路穿越橋(北向)	03042998BORN	13.38	39.30	28.62	嚴重
			13.38	39.30	28.62	嚴重
129	頂埔 30 號計劃路穿越橋(南向)	03042998BORS	9.97	34.93	24.32	嚴重
			9.97	34.93	24.32	嚴重
130	大暖路穿越橋(北向)	03043476BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
131	大暖路穿越橋(南向)	03043476BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
132	台三線中央路穿越橋(南向)	03045098RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
133	台三線中央路穿越橋(北向)	03045098RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
134	舊台三線介壽路穿越橋(北向)	03045235BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
135	舊台三線介壽路穿越橋(南向)	03045235BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
136	三峽溪河川橋(北向)	03045475RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.36	0.25	輕微
			0.00	5.98	3.97	中度
			0.00	10.29	6.47	中度
			0.00	10.21	6.45	中度
			0.00	5.98	3.97	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.36	0.25	輕微
			0.00	5.98	3.97	中度
			0.00	10.29	6.47	中度
			0.00	10.21	6.45	中度
			0.00	5.98	3.97	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
137	三峽溪河川橋(南向)	03045475RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	2.82	2.13	輕微
			0.00	10.29	6.47	中度
			0.00	8.75	6.05	中度
			0.00	8.75	6.05	中度
			0.00	10.29	6.47	中度

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	2.82	2.13	輕微
			0.00	10.29	6.47	中度
			0.00	8.75	6.05	中度
			0.00	8.75	6.05	中度
			0.00	10.29	6.47	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
138	佳園路穿越橋(北向)	03047342BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
139	佳園路穿越橋(南向)	03047342BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
140	龍埔路穿越橋(北向)	03050180RORN	0.00	2.34	1.65	輕微
			0.47	5.99	4.09	中度
141	龍埔路穿越橋(南向)	03050180RORS	0.00	2.34	1.65	輕微
			0.47	5.99	4.09	中度
142	三鶯交流道復興路穿越橋(北向)	03050596BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
143	三鶯交流道復興路穿越橋(南向)	03050596BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
144	大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
145	大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
146	大溪一號排水橋(北向)	03057932RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
147	大溪一號排水橋(南向)	03057932RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
148	大溪二號排水橋(北向)	03059220RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
149	大溪二號排水橋(南向)	03059220RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
150	大溪二號渡槽兼人行橋	03060191TORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
151	大溪三號渡槽兼人行橋	03060904TORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
152	112 路跨越橋(雙向)	03061296OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
153	大溪交流道 IC 穿越橋(北向)	03062720BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
154	大溪交流道 IC 穿越橋(南向)	03062720BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
155	桃 64 路穿越橋(北向)	03063050BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
156	桃 64 路穿越橋(南向)	03063050BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
157	石門大圳穿越橋(北向)	03064550BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
158	石門大圳穿越橋(南向)	03064550BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
159	台三路跨越橋(雙向)	03064862OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
160	龍潭一號渡槽兼人行橋	03065165TORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
161	龍潭一號排水橋(南向)	03066575RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
162	龍潭一號排水橋(北向)	03066575RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
163	龍潭交流道 IC 穿越橋(南向)	03068234BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
164	龍潭交流道 IC 穿越橋(北向)	03068234BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
165	龍潭 IC C/D 穿越橋	03068234PCS1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
166	龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
167	龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
168	龍潭二號排水橋(北向)	03069613RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
169	龍潭二號排水橋(南向)	03069613RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
170	台三線穿越橋(北向)	03070411BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
171	台三線穿越橋(南向)	03070411BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
172	桃 67 路跨越橋(高楊北路)雙向	03071444OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
173	龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)	03071710TORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
174	桃 68 高原路跨越橋	03072975OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
175	龍潭三號排水橋(北向)	03074013RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
176	龍潭三號排水橋(南向)	03074013RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
177	龍潭二號跨越橋(雙向)	03074285OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
178	牛欄河一號橋(南向)	03075110RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
179	牛欄河一號橋(北向)	03075110RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
180	關西一號跨越橋(東向)	03076175OORE	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
181	關西一號跨越橋(西向)	03076175OORW	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
182	牛欄河二號橋(南向)	03077649RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
183	牛欄河二號橋(北向)	03077649RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
184	竹 18-2 鄉道穿越橋(光明路)南向	03078360BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
185	竹 18-2 鄉道穿越橋(光明路)北向	03078360BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
186	關西 IC 穿越橋(北向)	03079210BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
187	關西 IC 穿越橋(南向)	03079210BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
188	關西 IC 穿越橋匝道 A 西向	03000199TATW	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
189	關西 IC 穿越橋匝道 A 東向	03000199TATE	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
190	94K+383 跨越橋(雙向)	03094383OORG				
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
191	雲南路跨越橋(雙向)	03096445OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			1.01	5.68	5.17	中度
			1.01	5.68	5.17	中度
192	寶山三號跨越橋(雙向)	03102783OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
193	新竹一號跨越橋(雙向)	03105288OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
194	深坑排水橋(北向)	03080825RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
195	深坑排水橋(南向)	03080825RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
196	竹 16 道穿越橋(南向)	03083048BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
197	竹 16 道穿越橋(北向)	03083048BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
198	大同里跨越橋(雙向)	03081468OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
199	水坑排水橋(南向)	03081590RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
200	水坑排水橋(北向)	03081590RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
201	鳳山溪河川橋(北向)	03082173RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
202	鳳山溪河川橋(南向)	03082173RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
203	下橫坑河川橋(南向)	03083566RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
204	下橫坑河川橋(北向)	03083566RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
205	竹 21 鄉道穿越橋(南向)	03085116BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
206	竹 21 鄉道穿越橋(北向)	03085116BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
207	崁下排水橋(北向)	03089549RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
208	崁下排水橋(南向)	03089549RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
209	120 縣道文衡路穿越橋(北向)	03089711BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
210	120 縣道文衡路穿越橋(南向)	03089711BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
211	竹林交流道穿越橋(北向)	03090326TATN	3.97	7.90	6.02	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			3.97	7.90	6.02	中度
212	竹林交流道穿越橋(南向)	03090326TATS	3.97	7.90	6.02	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			3.97	7.90	6.02	中度
213	竹林 IC 環道 R/A 穿越橋	03090326PCS1	3.97	7.90	6.02	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			3.97	7.90	6.02	中度

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
214	赤柯窟排水橋(北向)	03087219RORN	0.40	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.40	0.00	0.00	輕微
215	赤柯窟排水橋(南向)	03087219RORS	0.40	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.40	0.00	0.00	輕微
216	中坑排水橋(北向)	03088990RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
217	中坑排水橋(南向)	03088990RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
218	頭前溪河川橋(北向)	03091282RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
219	頭前溪河川橋(南向)	03091282RORS	0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
220	122 縣道中興路跨越橋(雙向)	03091984OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
221	92K+542 跨越渡槽兼人行橋(雙向)	03092542TORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
222	四重溪排水橋(北向)	03092698RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
223	四重溪排水橋(南向)	03092698RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
224	竹 40 鄉道穿越橋(北向)	03093688BORN	0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
225	竹 40 鄉道穿越橋(南向)	03093688BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
226	94K+383 跨越橋(雙向)	03094383OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
227	94K+612 渡槽跨越橋(雙向)	03094612TORG	0.00	0.40	0.00	輕微
			0.00	0.40	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.40	0.00	輕微
228	柯子湖排水橋(北向)	03095036RORN	13.20	9.05	7.98	中度
			5.70	13.92	12.47	中度
			7.52	13.22	11.73	中度
			12.55	10.86	9.46	中度
229	柯子湖排水橋(南向)	03095036RORS	13.20	9.05	7.98	中度
			5.70	13.99	12.54	中度
			9.05	12.63	11.28	中度
			13.49	10.04	8.66	中度
230	雲南路跨越橋(雙向)	03096445OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			1.01	5.68	5.17	中度
			1.01	5.68	5.17	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
231	竹 45 鄉道跨越橋(雙向)	03097428OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
232	寶山 IC 雙溪排水橋(北向)	03098832RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
233	寶山 IC 雙溪排水橋(南向)	03098832RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
234	竹 43 鄉道跨越橋(雙向)	03099502OORG	0.21	3.58	3.38	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			2.49	8.70	7.86	中度
			2.49	8.70	7.86	中度
			0.21	3.58	3.38	輕微
235	水尾溪排水橋(北向)	03099804RORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
236	水尾溪排水橋(南向)	03099804RORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
237	新竹系統交流道匝道 E(一)穿越橋	03100698PRE1	3.06	6.44	5.48	中度
			45.22	59.34	46.26	嚴重
			46.69	60.53	48.41	嚴重
			46.48	60.37	48.11	嚴重
			24.01	35.95	28.03	嚴重
			3.06	6.44	5.48	中度
238	新竹系統交流道匝道 A(二)跨越橋	03100698PRA2	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
239	新竹系統交流道匝道 E(二)跨越橋	03100698PRE2	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
240	新竹系統交流道匝道 A(三)跨越橋	03100698PRA3	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
241	新竹系統交流道匝道 A(四)跨越橋	03100698PRA4	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
242	新竹系統交流道匝道 G 排水橋	03100698PRG1	2.47	6.12	5.67	中度
			7.56	3.10	2.23	中度
			9.76	2.80	1.71	中度
			1.72	4.38	3.96	輕微
243	新竹系統交流道匝道 E 排水橋	03100698PRE3	3.26	1.32	1.05	輕微
			4.59	4.42	4.12	輕微
			1.97	6.01	5.65	中度
			4.64	1.76	1.58	輕微
244	寶山 IC 匝道六排水橋(一)	03098800PR61	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
245	寶山 IC 匝道六排水橋(二)	03098800PR62	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
246	寶山 IC 匝道七排水橋	03098800PR71	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
247	寶山一號跨越橋(雙向)	03101448OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
248	崎林路高架橋(雙林路)北向	03101870BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			1.00	1.81	1.12	輕微
			3.81	1.81	1.12	輕微
			1.06	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
249	崎林路高架橋(雙林路)南向	03101870BORS	0.00	0.00	0.00	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			1.00	1.81	1.12	輕微
			0.00	1.15	0.63	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
250	寶山二號跨越橋(雙向)	03102183OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
251	寶山三號跨越橋(雙向)	03102783OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
252	茄冬 IC117 縣道穿越橋(北向)	03103888BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
253	茄冬 IC117 縣道穿越橋(南向)	03103888BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
254	117 縣道跨越橋(雙向)	03104324OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
255	茄苳高架橋(北向)	03104869BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			4.97	0.00	0.00	輕微
			11.62	1.61	5.70	中度
			10.56	1.30	4.90	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
256	茄苳高架橋(南向)	03104869BORS	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			6.39	0.00	0.00	中度
			6.56	0.00	0.00	中度

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			11.57	1.86	5.83	中度
			9.76	0.91	4.25	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	1.55	1.42	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
257	新竹一號跨越橋(雙向)	03105288OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
258	117 縣道(一)高架橋(北向)	03105882BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	1.88	1.59	輕微
			7.94	11.35	10.04	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.47	0.70	0.40	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			2.37	0.70	0.40	輕微
259	117 縣道(一)高架橋(南向)	03105882BORS	0.03	4.38	3.77	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.40	0.23	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.40	0.23	輕微
			0.47	0.70	0.40	輕微
260	新竹二號跨越橋(雙向)	03106418OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
261	117 縣道(二)高架橋(北向)	03107630BORN	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			2.79	2.81	2.46	輕微
			4.56	3.35	3.00	輕微
			2.71	2.81	2.46	輕微

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			13.18	9.92	8.08	中度
			12.96	11.41	9.46	中度
			15.68	12.09	10.04	嚴重
			13.45	11.85	9.87	中度
			11.09	11.41	8.97	中度
			7.61	16.44	13.14	嚴重
262	117 縣道(二)高架橋(南向)	03107630BORS	0.00	0.00	0.15	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			2.99	2.81	2.46	輕微
			5.01	3.35	3.00	中度
			2.78	2.81	2.46	輕微
			11.92	12.19	10.11	中度
			13.28	11.70	9.71	中度
			14.24	10.80	8.82	中度
			12.57	11.08	9.04	中度
			0.89	7.47	6.57	中度
263	新竹三號跨越橋(雙向)	03108917OORG	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
264	台一線穿越橋(北向)	03109165BORN	17.03	23.71	20.41	嚴重
			0.00	0.00	1.37	輕微
			6.82	11.43	12.49	中度
			24.69	32.97	26.76	嚴重
265	台一線穿越橋(南向)	03109165BORS	17.03	23.71	20.41	嚴重
			0.00	0.00	1.37	輕微
			6.82	11.43	12.49	中度
			21.16	28.53	23.97	嚴重
266	鹽水溪排水橋(北向)	03109478RORN	14.91	24.80	20.06	嚴重
			18.26	22.43	21.37	嚴重
			20.01	18.99	19.97	嚴重
			19.02	18.04	19.09	嚴重
			20.30	21.88	25.91	嚴重
267	鹽水溪排水橋(南向)	03109478RORS	22.59	33.25	26.19	嚴重
			15.77	19.06	18.67	嚴重
			20.01	18.99	19.97	嚴重

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			19.02	18.04	19.09	嚴重
			19.75	21.49	25.15	嚴重
268	台 13 線穿越橋(北向)	03109883BORN	0.14	0.07	0.37	輕微
			6.24	2.77	5.16	中度
			5.88	2.17	4.49	中度
			3.65	0.91	3.06	輕微
269	台 13 線穿越橋(南向)	03109883BORS	1.57	0.61	1.52	輕微
			6.68	3.23	5.86	中度
			6.22	2.74	5.14	中度
			3.64	0.91	3.06	輕微
270	茄苳 IC C/D 穿越橋	03103900PCS1	0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
271	彎崎溪河川橋(北)	03367878RORN	15.81	24.36	19.70	嚴重
			5.22	12.80	11.30	中度
			26.99	36.90	28.58	嚴重
			29.59	40.38	31.06	嚴重
			22.49	28.97	23.33	嚴重
			17.90	23.92	19.90	嚴重
			17.80	23.82	19.78	嚴重
			32.53	42.02	32.51	嚴重
			33.25	42.18	32.86	嚴重
			35.07	45.28	34.51	嚴重
			19.45	25.97	20.98	嚴重
			0.82	4.35	4.03	輕微
272	彎崎溪河川橋(南)	03367878RORS	23.82	33.03	25.86	嚴重
			5.22	12.80	11.30	中度
			33.94	47.05	35.36	嚴重
			31.62	43.23	32.94	嚴重
			12.18	17.77	15.72	嚴重
			12.14	17.72	15.67	嚴重
			17.89	23.91	19.89	嚴重
			32.65	42.14	32.67	嚴重
			33.41	42.34	33.05	嚴重
			35.04	45.24	34.46	嚴重
			19.45	25.97	20.98	嚴重

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			0.00	2.54	2.12	輕微
273	二仁溪 2 號河川橋(北)	03370455RORN	8.93	18.90	15.83	嚴重
			15.74	24.05	21.32	嚴重
			22.69	30.31	25.15	嚴重
			23.30	30.87	26.03	嚴重
			23.80	31.47	26.50	嚴重
			23.66	31.90	26.08	嚴重
			11.01	20.78	17.36	嚴重
			9.38	13.61	15.30	嚴重
			1.30	6.59	5.92	中度
			1.49	5.28	7.71	中度
			1.30	6.59	5.92	中度
			6.54	13.85	14.58	中度
			3.25	1.99	17.62	嚴重
			3.52	2.43	18.76	嚴重
			34.30	48.29	36.49	嚴重
			5.70	12.67	10.25	中度
			21.56	34.52	26.88	嚴重
			1.64	4.84	4.23	輕微
			1.64	4.84	4.23	輕微
			5.70	12.67	10.25	中度
			5.70	12.67	10.25	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
274	二仁溪 2 號河川橋(南)	03370455RORS	8.04	17.29	14.48	嚴重
			17.47	25.81	23.11	嚴重
			22.08	29.80	24.86	嚴重
			22.85	30.35	26.12	嚴重
			23.24	30.81	25.95	嚴重
			23.54	31.49	25.95	嚴重
			10.10	19.58	16.57	嚴重

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
			9.38	13.61	15.30	嚴重
			1.49	5.28	7.71	中度
			3.62	8.82	10.82	中度
			1.30	6.59	5.92	中度
			4.12	10.40	11.62	中度
			3.24	1.98	17.61	嚴重
			5.55	3.86	19.35	嚴重
			34.29	48.28	36.47	嚴重
			5.70	12.67	10.25	中度
			21.56	34.52	26.88	嚴重
			5.70	12.67	10.25	中度
			5.70	12.67	10.25	中度
			5.70	12.67	10.25	中度
			5.70	12.67	10.25	中度
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
275	里港洩洪橋(東)	10027518RORE	6.66	5.91	5.10	中度
			6.75	5.99	5.23	中度
276	里港洩洪橋(西)	10027518RORW	6.66	5.91	5.10	中度
			4.17	3.70	3.05	輕微
277	吉洋溪 1 號排水橋(東)	10029960RORE	15.46	13.54	12.12	嚴重
			6.54	5.79	4.91	中度
			2.35	2.10	1.70	輕微
			11.92	10.19	9.07	中度
278	吉洋溪 1 號排水橋(西)	10029960RORW	11.24	9.62	7.91	中度
			18.36	16.15	15.62	嚴重
			10.36	8.88	8.61	中度
			6.00	5.28	4.06	中度

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	PL (NJRA,1996)	PL (NCEER,1997)	PL (HBF,2011)	液化損害程度
279	屏 92 穿越兼排水橋(東)	10031086RORE	2.31	2.03	1.62	輕微
			2.31	2.04	1.63	輕微
280	屏 92 穿越兼排水橋(西)	10031086RORW	2.31	2.03	1.62	輕微
			2.31	2.04	1.63	輕微
281	美濃溪河川橋(東)	10032682RORE	1.87	1.50	0.87	輕微
			0.17	0.13	0.07	輕微
			2.48	2.22	1.91	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.18	0.15	0.08	輕微
			0.17	0.12	0.08	輕微
282	美濃溪河川橋(西)	10032682RORW	0.79	0.62	0.33	輕微
			2.01	1.65	1.12	輕微
			2.48	2.22	1.91	輕微
			0.00	0.00	0.00	輕微
			0.15	0.10	0.05	輕微
			3.88	3.16	2.55	輕微

基礎承載能力評估表

本工程既有基礎有淺基礎、基樁及井式基礎，經評估若承載力不足，有擴大基礎補強及增樁補強兩種方式因應。本附錄以表列出各橋既有基礎及補強基礎之承載力資料。

有關本附錄之既有基礎承載力說明如下：淺基礎、井式基礎之底面與承載層接觸，故附表之「下壓極限承載力」為與基礎接觸承載層之單位面積極限承載力，此兩型基礎並無拉拔極限承載力及水平阻抗之值。

而樁基礎之承載力係指單樁承載力，其中「下壓極限承載力」包含由樁周表面提供之摩擦阻力及由樁底端點提供之支承力，由標準貫入試驗方法推估求得；「拉拔極限承載力」為考量樁身表面之摩擦阻力計算及基樁自重而得；「水平阻抗」則為樁頭位移1cm時，樁頭所承受之水平力。

本工程之淺基礎若採擴大基礎補強時，其基礎承載力與既有基礎相同，故不予列出。而不論淺基礎或深基礎，若採用增樁補強，其承載力係指補強樁之單樁承載力，各項承載力之計算方式與既有樁相同。

A. 既有基礎

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
1	北側基隆河橋N	03010429RORN	AN1	7m x 13.7m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN1	7m x 10m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	120cmΦ	基樁	8	1281	t	325	t	191	t/cm
			PN3	120cmΦ	基樁	13	1281	t	338	t	147	t/cm
			PN4	120cmΦ	基樁	29	1376	t	448	t	43	t/cm
			PN5	120cmΦ	基樁	18	1291	t	357	t	59	t/cm
			PN6	10m x 14m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN7	10m x 12m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN8	10m x 12m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	7.6m x 20.95m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
2	北側基隆河橋S	03010436RORS	AS1	7m x 21m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS1	8m x 12m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2	120cmΦ	基樁	8	1356	t	378	t	206	t/cm
			PS3	120cmΦ	基樁	13	1288	t	343	t	148	t/cm
			PS4	120cmΦ	基樁	28	1400	t	463	t	44	t/cm
			PS5	120cmΦ	基樁	13	1285	t	342	t	70	t/cm
			PS6	14m x 14m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS7	12m x 14m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS8	6m x 10m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	120cmΦ	基樁	28	1397	t	460	t	44	t/cm
3	汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋	03010900PR62	A1	120cmΦ	基樁	26	1545	t	557	t	42	t/cm
			P1	120cmΦ	基樁	16	1518	t	512	t	55	t/cm
			P2	120cmΦ	基樁	14	1433	t	448	t	137	t/cm
			P3	120cmΦ	基樁	8	1418	t	421	t	201	t/cm
			P4	120cmΦ	基樁	8	1418	t	420	t	211	t/cm
			A2	120cmΦ	基樁	18	1503	t	506	t	52	t/cm
4	汐止系統交流道CDI-SB-RD	03010900PCS1	A3	120cmΦ	基樁	25	1053	t	209	t	43	t/cm
			P5	120cmΦ	基樁	9	931	t	82	t	78	t/cm
			P6	120cmΦ	基樁	8	921	t	72	t	198	t/cm
			P7	120cmΦ	基樁	10	949	t	97	t	169	t/cm
			A2	120cmΦ	基樁	14	1025	t	161	t	60	t/cm
5	汐止系統交流道CDI-NB-RD	03010900PCN1	A5	120cmΦ	基樁	26	1479	t	511	t	42	t/cm
			A6	120cmΦ	基樁	23	1474	t	501	t	44	t/cm
			P11	120cmΦ	基樁	13	1408	t	426	t	64	t/cm
			P12	120cmΦ	基樁	10	1383	t	401	t	73	t/cm
			P13	120cmΦ	基樁	12	1406	t	423	t	64	t/cm
			P14	120cmΦ	基樁	10	1379	t	397	t	75	t/cm
6	汐止系統交流	03010900PR73	A1	120cmΦ	基樁	16	1024	t	166	t	51	t/cm
			P1	120cmΦ	基樁	19	1106	t	232	t	118	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	道匝道7跨西側基隆河橋		P2	120cmΦ	基樁	20	1093	t	225	t	108	t/cm
			P3	120cmΦ	基樁	20	1093	t	225	t	115	t/cm
			P4	120cmΦ	基樁	20	1093	t	225	t	115	t/cm
			P5	120cmΦ	基樁	31	1160	t	300	t	32	t/cm
			P6	120cmΦ	基樁	28	1136	t	277	t	34	t/cm
			P7N	120cmΦ	基樁	25	1131	t	264	t	37	t/cm
			P8N	120cmΦ	基樁	23	1113	t	246	t	39	t/cm
			P9N	120cmΦ	基樁	21	1110	t	238	t	41	t/cm
			P10N	120cmΦ	基樁	20	1118	t	241	t	42	t/cm
			P11	120cmΦ	基樁	28	1147	t	285	t	34	t/cm
7	汐止系統交流道匝道3	03010900PR31	A2	120cmΦ	基樁	28	1102	t	254	t	37	t/cm
			P7S	120cmΦ	基樁	25	1068	t	219	t	40	t/cm
			P8S	120cmΦ	基樁	25	1068	t	221	t	39	t/cm
			P9S	120cmΦ	基樁	25	1068	t	221	t	39	t/cm
			P10S	120cmΦ	基樁	23	1065	t	214	t	41	t/cm
8	汐止系統交流道匝道1跨北側基隆河橋	03010900PR11	A1	4.6m x 11.379m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	8m x 8m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	8m x 8m	淺基礎	13	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3	120cmΦ	基樁	11	1380	t	401	t	171	t/cm
			P4	120cmΦ	基樁	13	1381	t	408	t	142	t/cm
			P5	120cmΦ	基樁	19	1396	t	435	t	115	t/cm
			P6	120cmΦ	基樁	28	1423	t	479	t	24	t/cm
			A2	120cmΦ	基樁	23	1415	t	460	t	27	t/cm
9	汐止系統交流道匝道2跨北側基隆河橋	03010900PR21	A1	120cmΦ	基樁	28	1076	t	234	t	34	t/cm
			A2	5m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	120cmΦ	基樁	20	1102	t	232	t	45	t/cm
			P2	120cmΦ	基樁	11	1036	t	161	t	59	t/cm
			P3	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4	11.5m x 11.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
10	汐止系統交流道匝道7跨北側基隆河橋	03010900PR71	A1	120cmΦ	基樁	16	1156	t	258	t	155	t/cm
			A2	5m x 12.2m	淺基礎	13	456	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	120cmΦ	基樁	16	1150	t	254	t	145	t/cm
			P2	120cmΦ	基樁	16	1093	t	214	t	133	t/cm
			P3	120cmΦ	基樁	15	1090	t	210	t	135	t/cm
			P4	12m x 12m	淺基礎		315	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5	12m x 12m	淺基礎		316	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
11	新台五路橋N	03012873BORN	AN1	7.6m x 66.3m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	7.6m x 65.8m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1L	7m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1R	7m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
12	新台五路橋 S	03012873BORS	AS1	7.6m x 66.3m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	7.6m x 65.8m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2L	7m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2M	7m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2R	7m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
13	新台五路交流道匝道3跨鐵路橋	03012700PR31	A1	60cmΦ	基樁	28	462	t	194	t	10	t/cm
			P1	60cmΦ	基樁	20	449	t	179	t	12	t/cm
			P2	6m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	5.5m x 9.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
14	新台五路交流道匝道4排水溝渠橋	03012700PR41	A1	4m x 8.721m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	8.5m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	60cmΦ	基樁	9	270	t	120	t	67	t/cm
			P3	60cmΦ	基樁	5	237	t	95	t	86	t/cm
			A2	60cmΦ	基樁	12	273	t	125	t	17	t/cm
15	新台五路交流道匝道7排水溝渠橋	03012700PR71	A1	60cmΦ	基樁	17	203	t	79	t	15	t/cm
			P1	8.5m x 10m	淺基礎		383	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	8.5m x 10m	淺基礎		393	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	80cmΦ	基樁	17	330	t	119	t	24	t/cm
16	新台五路交流道匝道7跨光復街橋	03012700PR72	A1	4.8m x 8.605m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4.8m x 8.605m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
17	新台五路交流道匝道7跨匝道1橋	03012700PR73	AB1	8m x 15.6m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	7m x 6m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	6m x 6m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AB2	8.5m x 10.6m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
18	貨櫃場通道跨越橋	03013650OORG	A1	3m x 9m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	5.6m x 9.3m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	7.8m x 9.3m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	3m x 9m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
19	橫科路橋 N	03014477BORN	A1	60cmΦ	基樁	27	260	t	52	t	7	t/cm
			P1	60cmΦ	基樁	16	249	t	37	t	10	t/cm
			P2	60cmΦ	基樁	16	249	t	37	t	10	t/cm
			A2	60cmΦ	基樁	27	260	t	52	t	7	t/cm
20	橫科路橋 S	03014477BORS	A1	60cmΦ	基樁	27	260	t	52	t	7	t/cm
			P1	60cmΦ	基樁	16	249	t	37	t	10	t/cm
			P2	60cmΦ	基樁	16	249	t	37	t	10	t/cm
			A2	60cmΦ	基樁	27	260	t	52	t	7	t/cm
21	南深路橋 N	03016111BORN	A3	7.5m x 20.38m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	12.5m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			A4	7.5m x 19.467m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
22	南深路橋 S	03016112 BORS	A3	4m x 17.39m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	11.5m x 13.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A4	4m x 16.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
23	南港系統交流道匝道 3 跨越橋	03016500 PR31	AD2	4.35m x 14.72m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PD4	60cmΦ	基樁	15	457	t	182	t	21	t/cm
			PD5	6m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AD3	8.5m x 16.532m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
24	匝道 6 橋 S(南港交流道)	03014657 BORS	AS1	60cmΦ	基樁	16	400	t	142	t	21	t/cm
			AS2	4.05m x 22.334m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
25	匝道 6 橋 N(南港交流道)	03014657 BORN	AN1	60cmΦ	基樁	16	400	t	142	t	21	t/cm
			AN2	300cmΦ	基樁	12	7811	t	1958	t	407	t/cm
26	南港系統交流道環道 5 跨越橋	03016500 PL51	AE1	3.35m x 15.718m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PE1	12m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PE2	6m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AE2	8.5m x 15.758m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
27	南港系統交流道匝道 3 跨南深路橋	03016500 PR32	AD1	4m x 12.98m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PD1	7m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PD2	10m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PD3	9m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A4	4m x 12.62m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
28	四分子一坑高架橋 N	03016611 BORN	PN1	11m x 14m	淺基礎		509	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	120cmΦ	基樁	7	1099	t	194	t	158	t/cm
			PN3	10m x 10m	淺基礎		545	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN1	7.86m x 17.4m	淺基礎		619	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	5.876m x 18.4m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
29	四分子一坑高架橋 S	03016612 BORS	PS1	12m x 16m	淺基礎		542	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2	120cmΦ	基樁	7	1099	t	194	t	158	t/cm
			PS3	10m x 14m	淺基礎		522	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS4	9m x 13m	淺基礎		585	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS1	7.86m x 22.25m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	5.5694m x 23.05m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
30	璋樹里高架橋 N	03011818 BORN	AB	60cmΦ	基樁	25	396	t	146	t	8	t/cm
			PN1	80cmΦ	基樁	17	656	t	216	t	16	t/cm
			PN2	80cmΦ	基樁	13	646	t	204	t	19	t/cm
			PN3	80cmΦ	基樁	19	657	t	219	t	15	t/cm
			PN4	80cmΦ	基樁	14	462	t	77	t	18	t/cm
			PN5	80cmΦ	基樁	23	469	t	92	t	13	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			PN6	80cmΦ	基樁	20	468	t	87	t	15	t/cm
			PN7	80cmΦ	基樁	21	468	t	89	t	14	t/cm
			PN8	80cmΦ	基樁	26	469	t	95	t	13	t/cm
			PN9	80cmΦ	基樁	11	431	t	51	t	21	t/cm
			PN10	13.5m x 13.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN11	10m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN12	10m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN	60cmΦ	基樁	31	269	t	61	t	7	t/cm
31	璋樹里高架橋S	03011847BORS	AB	60cmΦ	基樁	25	396	t	146	t	8	t/cm
			PS1	80cmΦ	基樁	13	648	t	205	t	19	t/cm
			PS2	80cmΦ	基樁	14	648	t	206	t	66	t/cm
			PS3	80cmΦ	基樁	22	658	t	222	t	14	t/cm
			PS4	80cmΦ	基樁	21	468	t	89	t	14	t/cm
			PS5	80cmΦ	基樁	26	470	t	96	t	12	t/cm
			PS6	80cmΦ	基樁	20	468	t	88	t	15	t/cm
			PS7	80cmΦ	基樁	23	469	t	92	t	14	t/cm
			PS8	80cmΦ	基樁	19	468	t	87	t	15	t/cm
			PS9	12m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS10	12m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS11	10m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS12	10m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS	60cmΦ	基樁	21	259	t	47	t	9	t/cm
32	舊莊高架橋N	03015096RORN	AN1	4.5m x 23.9m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN1	120cmΦ	基樁	10	1219	t	286	t	168	t/cm
			PN2	120cmΦ	基樁	10	1216	t	284	t	145	t/cm
			PN3	120cmΦ	基樁	10	1219	t	286	t	145	t/cm
			PN4	120cmΦ	基樁	10	1219	t	286	t	145	t/cm
			PN5	120cmΦ	基樁	17	1444	t	463	t	105	t/cm
			PN6	120cmΦ	基樁	17	928	t	624	t	145	t/cm
			PN7	120cmΦ	基樁	17	1584	t	561	t	145	t/cm
			PN8	120cmΦ	基樁	17	1593	t	567	t	145	t/cm
			PN9	120cmΦ	基樁	16	1544	t	530	t	151	t/cm
			PN10	120cmΦ	基樁	17	1593	t	567	t	145	t/cm
			PN11	120cmΦ	基樁	16	1544	t	530	t	151	t/cm
			PN12	120cmΦ	基樁	16	1544	t	530	t	151	t/cm
			PN13	120cmΦ	基樁	16	1544	t	530	t	151	t/cm
			PN14	120cmΦ	基樁	16	1544	t	530	t	151	t/cm
			PN15	10.5m x 10.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	6.5m x 29.9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
33	舊莊高	03015096	AS1	4.5m x 23.9m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	架橋 S	RORS	PS1	120cmΦ	基樁	10	1222	t	288	t	168	t/cm
			PS2	120cmΦ	基樁	10	1200	t	273	t	145	t/cm
			PS3	120cmΦ	基樁	10	1222	t	288	t	145	t/cm
			PS4	120cmΦ	基樁	16	1418	t	442	t	109	t/cm
			PS5	120cmΦ	基樁	17	1451	t	468	t	105	t/cm
			PS6	120cmΦ	基樁	17	936	t	630	t	145	t/cm
			PS7	9m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS8	120cmΦ	基樁	14	1434	t	448	t	167	t/cm
			PS9	120cmΦ	基樁	16	1544	t	530	t	152	t/cm
			PS10	120cmΦ	基樁	15	1489	t	489	t	157	t/cm
			PS11	120cmΦ	基樁	15	1489	t	489	t	157	t/cm
			PS12	120cmΦ	基樁	16	1544	t	530	t	151	t/cm
			PS13	120cmΦ	基樁	16	1544	t	530	t	151	t/cm
			PS14	120cmΦ	基樁	16	1544	t	530	t	151	t/cm
			PS15	10.5m x 10.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	6.5m x 20.15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
34	四分里坑高架橋 N	03017502 RORN	AN1	6.18m x 16.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN1	8.2m x 14.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	6.5m x 14.25m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN3	6.5m x 14.25m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN4	8.2m x 14.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN5	6.5m x 14.25m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN6	6.5m x 14.25m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN7	8.2m x 14.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN8	120cmΦ	基樁	8	858	t	325	t	233	t/cm
			AN2	60cmΦ	基樁	15	524	t	303	t	47	t/cm
35	四分里坑高架橋 S	03017528 RORS	AS1	7m x 16.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS1	8.2m x 14.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2	7m x 14.25m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS3	7m x 14.25m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS4	8.2m x 14.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS5	8.2m x 14.25m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS6	8.2m x 14.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS7	8.2m x 14.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS8	120cmΦ	基樁	8	858	t	325	t	233	t/cm
			AS2	60cmΦ	基樁	15	524	t	303	t	47	t/cm
36	富德橋 S	03020305 BORG	AS1	5m x 18.95m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS1	9m x 7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2L	6.5m x 6.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2R	6.5m x 6.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			PS3	9m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS4	9.5m x 9.5m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS5	10.5m x 9.5m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS6	10.5m x 10.5m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS7	10.5m x 10.5m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS8	11m x 9m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	5m x 27.666m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
37	景美溪北橋	03020408RORG	AN1	5.75m x 21.32m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN1W	7m x 7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN1E	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	11m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN3	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN4	11m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN5	13m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN6	13m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN7	9.8m x 15.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN8	13m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN9	11m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN10	11m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN11	11m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN12	970m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN13	14m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN14	14m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN15	12.5m x 15.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN16	14m x 15.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN17	12m x 11.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN18	12m x 11.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	9.5m x 16.55m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
38	景美溪南橋	03020633RORG	AS3	9.5m x 20.95m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS9	10m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS10	9.5m x 9.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS11	10m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS12	11m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS13	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS14	11m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS15	7m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS16E	6.5m x 7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS16W	8.5m x 6.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS17	11m x 14m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS18	12m x 14m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			PS19	13.5m x 14m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS20	13m x 13m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS21	14m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS22	17m x 17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS23	9m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS4	4.8m x 18.55m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS5	3.5m x 10.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
39	木柵交流道匝道一富德橋	03020800PR11	AA1	7.5m x 12.127m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PA1	8m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PA2	8m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AA2	4m x 14.42m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
40	木柵交流道匝道二景美溪橋	03020800PR21	AB1	10.74m x 30.652m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PB1	8.5m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PB2	8.5m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PB3	11m x 11m	淺基礎		442	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PB4	8.5m x 12m	淺基礎		442	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PB5	8.5m x 11m	淺基礎		442	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
41	木柵交流道匝道四猴山坑橋	03020800PR43	AD1	4.8m x 8.5m	淺基礎		442	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PD1	8.5m x 8.5m	淺基礎		442	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PD2	8.5m x 8.5m	淺基礎		442	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AD2	10.5414m x 11.6m	淺基礎		442	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
42	木柵交流道匝道四景美溪橋	03020800PR42	AD3	14.8m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PD3	6.5m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PD4	11m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PD5	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AD4	8m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
43	木柵交流道匝道四富德橋	03020800PR41	AD5	4.8m x 14.08m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PD6	7m x 8.5m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AD6	4m x 13.76m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
44	景美溪橋 W	03020800RORW	AT3	14.85m x 24.7m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PT3L	9m x 8m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PT3R	9m x 8m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PT4L	11.5m x 8m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PT4R	11.5m x 8m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PT5L	11.5m x 8m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PT5R	11.5m x 8m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PT6	12m x 18.4m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PT7	12m x 18.4m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AT4	11m x 24.7m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
45	景美溪橋 E	03020800RORE						-	-	-	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
46	指南路穿越橋N (無名溪橋 N)	03023780RORN	PN1	9m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	10m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN1	5.1314m x 18.35m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	8.1m x 18.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
47	指南路穿越橋S (無名溪橋 S)	03023743RORS	PS1	8.5m x 9.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2	10m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS3	10m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS1	4.8m x 18.95m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	7m x 17.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
48	新店高架橋 N	03025915BORN	NABT1	3m x 16.35m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP1	7m x 15.55m	淺基礎		561	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP2	7m x 15.55m	淺基礎		497	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP3L	12m x 5.5m	淺基礎		242	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP3R	8m x 6m	淺基礎		298	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP4L	12m x 8m	淺基礎		286	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP4R	10m x 8m	淺基礎		301	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP5	120cmΦ	基樁	16	1386	t	419	t	78	t/cm
			NP6L	12m x 8m	淺基礎		298	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP6R	10m x 8m	淺基礎		312	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP7	8m x 15m	淺基礎		496	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP8L	7m x 8.81m	淺基礎		303	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP8R	7m x 8.81m	淺基礎		312	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP9	15m x 15.6m	淺基礎		409	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP10	13m x 15.2m	淺基礎		440	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP11	6m x 17.1m	淺基礎		636	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP12	7m x 22.92m	淺基礎		668	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP13	6m x 15.55m	淺基礎		545	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP14	9.5m x 15.55m	淺基礎		430	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP15	8m x 15.55m	淺基礎		493	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP16	60cmΦ	基樁	10	413	t	147	t	62	t/cm
			NP17	8m x 17.4m	淺基礎		568	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP18	8.5m x 17m	淺基礎		498	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP19	8m x 16.6m	淺基礎		533	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NABT2	3m x 18.24m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
49	新店高架橋 S	03025922BORS	SABT1	5.5m x 16.35m	淺基礎		613	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP1	7m x 15.5m	淺基礎		555	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP2	6m x 15.5m	淺基礎		561	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP3L	12m x 8m	淺基礎		303	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP3R	10m x 7m	淺基礎		296	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP4L	60cmΦ	基樁	11	424	t	156	t	39	t/cm
			SP4R	60cmΦ	基樁	16	462	t	186	t	23	t/cm
			SP5L	60cmΦ	基樁	18	499	t	213	t	22	t/cm
			SP5R	60cmΦ	基樁	20	518	t	228	t	20	t/cm
			SP6L	11m x 11m	淺基礎		312	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP6R	120cmΦ	基樁	13	1350	t	386	t	130	t/cm
			SP7	7m x 15.55m	淺基礎		551	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			SP8L	8m x 7.775m	淺基礎		340	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP8R	8m x 7.775m	淺基礎		336	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP9	11m x 14.9m	淺基礎		424	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP10	8m x 15.6m	淺基礎		545	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP11	8m x 17.5m	淺基礎		550	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP12	9m x 16.7m	淺基礎		493	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP13	7m x 18.9m	淺基礎		526	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP14	120cmΦ	基樁	3	1030	t	136	t	398	t/cm
			SP15	10m x 15m	淺基礎		462	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP16	60cmΦ	基樁	9	392	t	132	t	65	t/cm
			SP17	120cmΦ	基樁	10	1227	t	291	t	180	t/cm
			SP18	8m x 15.5m	淺基礎		490	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP19	6m x 15.5m	淺基礎		535	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SABT2	3.3m x 16.35m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
50	新店交流道匝道 1	03026800PR11	SP14	120cmΦ	基樁	3	1027	t	134	t	396	t/cm
			SRP1	60cmΦ	基樁	11	505	t	212	t	58	t/cm
			SABT3	4.5m x 8.6m	淺基礎		458	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
51	新店交流道匝道 2	03026800PR21	NP12	7m x 22.92m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NABT3	3.5m x 8.6m	淺基礎		524	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
52	新店交流道環道 4	03026800PL41	NP16	60cmΦ	基樁	10	388	t	231	t	63	t/cm
			NRP1	6m x 6m	淺基礎		354	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NABT4	60cmΦ	基樁	10	402	t	241	t	61	t/cm
53	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	ABT1	50cmΦ	基樁	14	260	t	86	t	10	t/cm
			ABT2	60cmΦ	基樁	13	347	t	103	t	15	t/cm
			ABT3	60cmΦ	基樁	13	348	t	104	t	15	t/cm
			ABT4	120cmΦ	基樁	10	1147	t	237	t	56	t/cm
			P1L	60cmΦ	基樁	9	331	t	90	t	26	t/cm
			P1R	120cmΦ	基樁	8	1127	t	218	t	92	t/cm
			P2L	60cmΦ	基樁	9	331	t	90	t	26	t/cm
			P2R	120cmΦ	基樁	9	1132	t	222	t	90	t/cm
			P3L	60cmΦ	基樁	9	329	t	88	t	27	t/cm
			P3R	120cmΦ	基樁	9	1131	t	222	t	90	t/cm
			P4L	60cmΦ	基樁	9	331	t	90	t	26	t/cm
			P4R	120cmΦ	基樁	8	1128	t	218	t	92	t/cm
			P5L	60cmΦ	基樁	9	331	t	90	t	26	t/cm
			P5R	120cmΦ	基樁	8	1304	t	342	t	229	t/cm
			P6L	60cmΦ	基樁	5	365	t	111	t	87	t/cm
			P6R	120cmΦ	基樁	9	1332	t	362	t	221	t/cm
			P7L	120cmΦ	基樁	13	1535	t	515	t	179	t/cm
			P7R	120cmΦ	基樁	14	1596	t	560	t	170	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			P8L	60cmΦ	基樁	13	577	t	264	t	52	t/cm
			P8R	60cmΦ	基樁	13	569	t	258	t	53	t/cm
			P9L	120cmΦ	基樁	16	1645	t	601	t	89	t/cm
			P9R	120cmΦ	基樁	15	1651	t	601	t	43	t/cm
			P10L	120cmΦ	基樁	16	1643	t	598	t	42	t/cm
			P10R	120cmΦ	基樁	18	1648	t	607	t	39	t/cm
			P11L	120cmΦ	基樁	12	1517	t	501	t	48	t/cm
			P11R	120cmΦ	基樁	14	1593	t	558	t	171	t/cm
			P12	120cmΦ	基樁	14	1005	t	444	t	45	t/cm
			P13L	120cmΦ	基樁	10	974	t	412	t	54	t/cm
			P13R	120cmΦ	基樁	10	996	t	428	t	199	t/cm
			P14L	120cmΦ	基樁	7	994	t	121	t	248	t/cm
			P14R	120cmΦ	基樁	9	999	t	129	t	188	t/cm
			P15L	120cmΦ	基樁	8	996	t	125	t	192	t/cm
			P15R	120cmΦ	基樁	10	1004	t	135	t	163	t/cm
			P16L	120cmΦ	基樁	10	1229	t	195	t	183	t/cm
			P16R	120cmΦ	基樁	9	1001	t	132	t	168	t/cm
			P17L	120cmΦ	基樁	11	1033	t	160	t	158	t/cm
			P17R	120cmΦ	基樁	10	1003	t	135	t	169	t/cm
54	新店交流道聯絡道排水橋	03026800 TAT2	P1	6.5m x 5m	淺基礎		272	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	6.5m x 5m	淺基礎		297	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			ABT1	3.5m x 17.2m	淺基礎		669	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			ABT2	3.5m x 17.228m	淺基礎		672	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
55	檳榔坑橋 N	03028409 BORN	AN1	6.5m x 16.35m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	9m x 16.35m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN1	150cmΦ	基樁	10	2007	t	520	t	303	t/cm
			PN2	150cmΦ	基樁	12	2144	t	623	t	271	t/cm
56	檳榔坑橋 S	03028423 BORS	AS1	10.5m x 16.352m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	9m x 16.35m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS1	150cmΦ	基樁	14	2280	t	727	t	247	t/cm
			PS2	150cmΦ	基樁	12	2144	t	623	t	271	t/cm
57	碧潭橋 N	03029100 RORN	0S	7.5m x 17.875m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			1S	200cmΦ	基樁	7	4085	t	1262	t	620	t/cm
			2S	200cmΦ	基樁	30	5643	t	2528	t	144	t/cm
			3S	200cmΦ	基樁	31	5886	t	2705	t	141	t/cm
			4S	200cmΦ	基樁	28	6074	t	2809	t	152	t/cm
			5S	200cmΦ	基樁	24	6475	t	3062	t	166	t/cm
			6S	200cmΦ	基樁	27	6152	t	2858	t	155	t/cm
			7S	200cmΦ	基樁	35	5602	t	2536	t	131	t/cm
			8S	200cmΦ	基樁	25	5655	t	2494	t	163	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			9S	200cmΦ	基樁	26	5711	t	2545	t	157	t/cm
			10S	200cmΦ	基樁	25	5652	t	2491	t	163	t/cm
			PN11	150cmΦ	基樁	23	4396	t	2246	t	103	t/cm
			PN12	150cmΦ	基樁	23	4396	t	2246	t	103	t/cm
			A2	150cmΦ	基樁	23	4405	t	2254	t	102	t/cm
58	碧潭橋S	03029104RORS	1N	5.4m x 15.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			2N	200cmΦ	基樁	27	5538	t	2432	t	153	t/cm
			3N	200cmΦ	基樁	33	5932	t	2747	t	138	t/cm
			4N	200cmΦ	基樁	27	6036	t	2774	t	156	t/cm
			5N	200cmΦ	基樁	26	6531	t	3113	t	160	t/cm
			6N	200cmΦ	基樁	27	6152	t	2858	t	155	t/cm
			7N	200cmΦ	基樁	32	5469	t	2415	t	141	t/cm
			8N	200cmΦ	基樁	26	5690	t	2526	t	159	t/cm
			9N	200cmΦ	基樁	26	5711	t	2545	t	157	t/cm
			10N	200cmΦ	基樁	26	5291	t	2252	t	156	t/cm
			PS11	150cmΦ	基樁	23	4396	t	2246	t	103	t/cm
			PS12	150cmΦ	基樁	23	4396	t	2246	t	103	t/cm
			A2	150cmΦ	基樁	23	4405	t	2254	t	102	t/cm
59	安坑交流道匝道5跨越橋	03031100PR51	A1	60cmΦ	基樁	15	415	t	152	t	28	t/cm
			P1	60cmΦ	基樁	15	415	t	152	t	28	t/cm
			P2	60cmΦ	基樁	15	415	t	152	t	28	t/cm
			A2	60cmΦ	基樁	15	415	t	152	t	28	t/cm
60	安坑交流道匝道6跨越橋	03031100PR61	A1	60cmΦ	基樁	15	417	t	154	t	27	t/cm
			P1	60cmΦ	基樁	15	415	t	152	t	28	t/cm
			P2	60cmΦ	基樁	15	415	t	152	t	28	t/cm
			P3	60cmΦ	基樁	15	415	t	152	t	28	t/cm
			A2	60cmΦ	基樁	15	415	t	152	t	28	t/cm
61	安坑交流道連絡道跨越橋	03031100TAT1	A1	60cmΦ	基樁	15	415	t	152	t	28	t/cm
			P1	60cmΦ	基樁	15	415	t	152	t	28	t/cm
			P2	60cmΦ	基樁	15	415	t	152	t	28	t/cm
			A2	60cmΦ	基樁	15	415	t	152	t	28	t/cm
62	安坑溪橋N	03032138RORN	AN1	10.5m x 20.32m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN1	11m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	11m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN3L	6.6m x 6.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN3R	6.6m x 6.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN4L	6.6m x 6.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN4R	6.6m x 6.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN5L	120cmΦ	基樁	27	1656	t	639	t	102	t/cm
			PN5R	120cmΦ	基樁	27	1656	t	639	t	40	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			PN6L	120cmΦ	基樁	28	1593	t	597	t	39	t/cm
			PN6R	120cmΦ	基樁	28	1593	t	597	t	39	t/cm
			PN7L	120cmΦ	基樁	18	1314	t	376	t	51	t/cm
			PN7R	120cmΦ	基樁	18	1314	t	376	t	51	t/cm
			PN8L	120cmΦ	基樁	18	1298	t	364	t	51	t/cm
			PN8R	120cmΦ	基樁	18	1298	t	364	t	51	t/cm
			PN9L	120cmΦ	基樁	21	1419	t	455	t	130	t/cm
			PN9R	120cmΦ	基樁	21	1419	t	455	t	130	t/cm
			AN2	120cmΦ	基樁	10	1242	t	302	t	71	t/cm
63	安坑溪橋 S	03032145RORS	AS1	10.5m x 20.24m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS1	11m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2	11m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS3L	6.5m x 6.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS3R	6.5m x 6.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS4L	6.5m x 6.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS4R	6.5m x 6.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS5L	6.5m x 6.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS5R	6.5m x 6.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS6L	120cmΦ	基樁	20	1343	t	400	t	135	t/cm
			PS6R	120cmΦ	基樁	20	1343	t	400	t	135	t/cm
			PS7L	120cmΦ	基樁	12	1137	t	235	t	171	t/cm
			PS7R	120cmΦ	基樁	12	1137	t	235	t	170	t/cm
			PS8L	120cmΦ	基樁	8	1158	t	238	t	217	t/cm
			PS8R	120cmΦ	基樁	8	1327	t	357	t	203	t/cm
			AS2	10.5m x 17.56m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
64	安坑橋	03031100TAT2	A1	140cmΦ	基樁	46	4065	t	2204	t	108	t/cm
			P1	140cmΦ	基樁	43	3892	t	2074	t	112	t/cm
			P2	140cmΦ	基樁	42	3854	t	2045	t	113	t/cm
			P3	140cmΦ	基樁	38	3548	t	1813	t	121	t/cm
			P4	140cmΦ	基樁	36	3433	t	1726	t	125	t/cm
			P5	140cmΦ	基樁	35	1715	t	522	t	42	t/cm
			P6	140cmΦ	基樁	35	1712	t	519	t	42	t/cm
			P7	140cmΦ	基樁	35	1714	t	521	t	42	t/cm
			P8	140cmΦ	基樁	36	1716	t	523	t	42	t/cm
			P9S	140cmΦ	基樁	37	1727	t	535	t	41	t/cm
			P9N	140cmΦ	基樁	37	1727	t	535	t	41	t/cm
			P10S	140cmΦ	基樁	37	1729	t	537	t	41	t/cm
			P10N	140cmΦ	基樁	37	1729	t	537	t	41	t/cm
			A2	140cmΦ	基樁	48	1830	t	648	t	35	t/cm
65	安坑橋	03031100	P10R	140cmΦ	基樁	37	1467	t	354	t	38	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	A6匝道	PRA6	P12	140cmΦ	基樁	45	1499	t	407	t	33	t/cm
			A6	140cmΦ	基樁	47	1508	t	421	t	32	t/cm
66	安坑橋A5匝道	03031100PRA5	P9R	140cmΦ	基樁	37	1727	t	535	t	41	t/cm
			P11	140cmΦ	基樁	37	1729	t	537	t	41	t/cm
			A5	140cmΦ	基樁	50	1851	t	670	t	34	t/cm
67	安坑橋A3匝道	03031100PRA3	A3	140cmΦ	基樁	46	4065	t	2204	t	108	t/cm
			P14	140cmΦ	基樁	46	4065	t	2204	t	108	t/cm
68	安坑橋A4匝道	03031100PRA4	A4	140cmΦ	基樁	46	4065	t	2204	t	108	t/cm
			P15	140cmΦ	基樁	46	4065	t	2204	t	108	t/cm
69	安坑飛越橋	03031100PR23	P4R	140cmΦ	基樁	36	3433	t	1726	t	125	t/cm
			P21	150cmΦ	基樁	34	3675	t	1790	t	144	t/cm
			P22	150cmΦ	基樁	42	4221	t	2205	t	127	t/cm
			P23	150cmΦ	基樁	44	4320	t	2281	t	125	t/cm
			P24	140cmΦ	基樁	46	4065	t	2204	t	108	t/cm
			P25L	140cmΦ	基樁	46	4065	t	2204	t	108	t/cm
			P25R	150cmΦ	基樁	52	4903	t	2725	t	112	t/cm
			P26	150cmΦ	基樁	54	4978	t	2782	t	111	t/cm
			P27	150cmΦ	基樁	54	4986	t	2788	t	110	t/cm
			P28	150cmΦ	基樁	53	4969	t	2775	t	111	t/cm
			A7	120cmΦ	基樁	56	3948	t	2322	t	73	t/cm
M32標												
70	中和一號穿越橋S	03033812BORS	A1	150cmΦ	基樁	13	2531	t	897	t	265	t/cm
			A2	150cmΦ	基樁	13	2531	t	897	t	265	t/cm
71	中和五號穿越橋N	03033824BORN	A1	150cmΦ	基樁	13	2531	t	897	t	265	t/cm
			A2	150cmΦ	基樁	13	2531	t	897	t	265	t/cm
72	興南路南穿越橋S	03034051BORS	A1	120cmΦ	基樁	15	1913	t	786	t	159	t/cm
			P1L	120cmΦ	基樁	17	1981	t	838	t	152	t/cm
			P1M	120cmΦ	基樁	17	1981	t	838	t	152	t/cm
			P1R	120cmΦ	基樁	17	1981	t	838	t	152	t/cm
			A2	120cmΦ	基樁	15	1913	t	786	t	159	t/cm
73	興南路北穿越橋N	03034072BORN	A1	120cmΦ	基樁	12	1707	t	632	t	188	t/cm
			P1L	120cmΦ	基樁	17	1981	t	838	t	152	t/cm
			P1M	120cmΦ	基樁	17	1981	t	838	t	152	t/cm
			P1R	120cmΦ	基樁	17	1981	t	838	t	152	t/cm
			A2	120cmΦ	基樁	12	1707	t	632	t	188	t/cm
74	中和交流道北主線高架橋(一)	03035542BORN	AN1	100cmΦ	基樁	11	898	t	236	t	80	t/cm
			PN1	100cmΦ	基樁	8	852	t	199	t	145	t/cm
			PN2	100cmΦ	基樁	13	862	t	215	t	111	t/cm
			PN3	100cmΦ	基樁	13	862	t	215	t	111	t/cm
			PN4	120cmΦ	基樁	13	1246	t	313	t	149	t/cm
			PN5	120cmΦ	基樁	13	1233	t	304	t	148	t/cm
			PN6	120cmΦ	基樁	12	1229	t	298	t	159	t/cm
			PN7	100cmΦ	基樁	11	858	t	208	t	122	t/cm
			PN8	100cmΦ	基樁	8	852	t	199	t	145	t/cm
			PN9	6.4m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			PN10	6.4m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN11	6.4m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	8.6m x 20.27m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
75	中和交流道北主線高架橋(二)	03035913 BORN	AN3	4m x 16.85m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN12	6.4m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN13	100cmΦ	基樁	17	873	t	231	t	92	t/cm
			PN14	100cmΦ	基樁	18	893	t	246	t	41	t/cm
			PN15	100cmΦ	基樁	18	902	t	253	t	48	t/cm
			PN16	100cmΦ	基樁	18	896	t	249	t	41	t/cm
			PN17	100cmΦ	基樁	19	908	t	258	t	50	t/cm
			PN18	120cmΦ	基樁	19	1248	t	331	t	116	t/cm
			PN19	120cmΦ	基樁	19	1257	t	337	t	117	t/cm
			AN4	100cmΦ	基樁	23	913	t	270	t	41	t/cm
76	中和交流道南主線高架橋(一)	03035575 BORS	AS1	4m x 25m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS1	6.4m x 20.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2	6.4m x 24.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS3	6.4m x 13.2m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS4	6.4m x 13m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	5m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
77	中和交流道匝道 F	03035000 PRF1	PF1	6m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AF1	9m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
78	中和交流道南主線高架橋(二)	03035770 BORS	AS3	9.35m x 18.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS4	7m x 19.88m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
79	中和交流道南主線高架橋(三)	03035907 BORS	AS5	4m x 17.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS5	6.4m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS6	6.4m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS7	100cmΦ	基樁	17	873	t	231	t	92	t/cm
			PS8	100cmΦ	基樁	18	884	t	240	t	91	t/cm
			PS9	100cmΦ	基樁	18	886	t	241	t	90	t/cm
			PS10	100cmΦ	基樁	18	892	t	246	t	37	t/cm
			PS11	100cmΦ	基樁	19	909	t	259	t	52	t/cm
			PS12	120cmΦ	基樁	18	1545	t	536	t	121	t/cm
			PS13	120cmΦ	基樁	16	1319	t	374	t	129	t/cm
			AS6	100cmΦ	基樁	22	914	t	269	t	45	t/cm
80	中和交流道匝道 A(一)	03035000 PRA1	P8'L	100cmΦ	基樁	10	855	t	204	t	130	t/cm
			PA1	100cmΦ	基樁	12	862	t	214	t	112	t/cm
			PA2	100cmΦ	基樁	15	868	t	224	t	99	t/cm
			PA3	100cmΦ	基樁	18	875	t	233	t	90	t/cm
			PA4	100cmΦ	基樁	21	881	t	243	t	83	t/cm
			PA5	100cmΦ	基樁	21	881	t	243	t	83	t/cm
			PA6	120cmΦ	基樁	22	1255	t	343	t	110	t/cm
			PA7	120cmΦ	基樁	23	1257	t	348	t	107	t/cm
			PA8	120cmΦ	基樁	24	1260	t	352	t	105	t/cm
			PA9L	100cmΦ	基樁	25	890	t	257	t	74	t/cm
			PA10	100cmΦ	基樁	26	893	t	261	t	73	t/cm
			PA11	100cmΦ	基樁	27	895	t	264	t	71	t/cm
			PA12	100cmΦ	基樁	25	891	t	258	t	74	t/cm
			PA13	100cmΦ	基樁	24	888	t	254	t	76	t/cm
			AA1	100cmΦ	基樁	25	900	t	264	t	75	t/cm
81	中和交	03035000	AA2	3m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	流道匝道 A (二)	PRA2	PA14	5.4m x 5.4m	淺基礎		186	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PA15	5.4m x 5.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PA16	100cmΦ	基樁	9	853	t	201	t	141	t/cm
			PA17	100cmΦ	基樁	15	868	t	224	t	101	t/cm
			PA18	100cmΦ	基樁	14	865	t	218	t	107	t/cm
			PA19	100cmΦ	基樁	12	861	t	213	t	115	t/cm
			PA20	100cmΦ	基樁	11	862	t	211	t	124	t/cm
			PA21	120cmΦ	基樁	12	1232	t	300	t	160	t/cm
82	中和交流道匝道 B (一)	03035000 PRB1	AB1	100cmΦ	基樁	24	927	t	281	t	49	t/cm
			PB1	120cmΦ	基樁	18	1272	t	346	t	123	t/cm
			PB2	120cmΦ	基樁	18	1267	t	342	t	123	t/cm
			PB3	100cmΦ	基樁	18	893	t	246	t	40	t/cm
			PB4	100cmΦ	基樁	18	891	t	245	t	38	t/cm
			PB5	100cmΦ	基樁	9	868	t	212	t	136	t/cm
			AB2	4m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
83	中和交流道匝道 B (二)	03035000 PRB2	AB3	3m x 20m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PB6	120cmΦ	基樁	11	1228	t	296	t	165	t/cm
			PB7	120cmΦ	基樁	11	1228	t	296	t	164	t/cm
			PB8	120cmΦ	基樁	11	1228	t	296	t	164	t/cm
			PB9	120cmΦ	基樁	11	1228	t	296	t	164	t/cm
			PB10	6.4m x 12.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PB11	6.4m x 12.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PB12	120cmΦ	基樁	8	1248	t	302	t	201	t/cm
			PB13	120cmΦ	基樁	8	1220	t	282	t	201	t/cm
			PB14	120cmΦ	基樁	8	1220	t	282	t	201	t/cm
			PB15	120cmΦ	基樁	8	1220	t	282	t	201	t/cm
84	中和交流道匝道 C	03035000 PRC1	PA8	120cmΦ	基樁	24	1260	t	352	t	105	t/cm
			PA9R	100cmΦ	基樁	25	890	t	257	t	74	t/cm
			PC1	100cmΦ	基樁	26	893	t	261	t	73	t/cm
			PC2	100cmΦ	基樁	27	895	t	264	t	71	t/cm
			PC3	100cmΦ	基樁	27	895	t	265	t	71	t/cm
			PC4	100cmΦ	基樁	24	889	t	255	t	76	t/cm
			PC5	100cmΦ	基樁	21	883	t	246	t	81	t/cm
			PC6	100cmΦ	基樁	19	877	t	237	t	88	t/cm
			PC7	100cmΦ	基樁	16	871	t	227	t	96	t/cm
			PC8	100cmΦ	基樁	15	868	t	223	t	101	t/cm
			PC9	100cmΦ	基樁	14	865	t	218	t	107	t/cm
			PC10	100cmΦ	基樁	12	862	t	214	t	114	t/cm
			PC11	100cmΦ	基樁	11	981	t	295	t	121	t/cm
			PC12	120cmΦ	基樁	10	1225	t	290	t	178	t/cm
			AC1	100cmΦ	基樁	8	852	t	199	t	146	t/cm
85	中和交流道匝道 D	03035000 PRD1	PD1	120cmΦ	基樁	26	1265	t	362	t	100	t/cm
			PD2	100cmΦ	基樁	27	895	t	264	t	71	t/cm
			PD3	100cmΦ	基樁	27	895	t	264	t	71	t/cm
			PD4	100cmΦ	基樁	25	891	t	258	t	75	t/cm
			PD5	100cmΦ	基樁	23	886	t	250	t	79	t/cm
			PD6	100cmΦ	基樁	21	1003	t	328	t	84	t/cm
			PD7	100cmΦ	基樁	18	876	t	235	t	89	t/cm
			PD8	100cmΦ	基樁	16	871	t	227	t	97	t/cm
			PD9	100cmΦ	基樁	15	867	t	222	t	103	t/cm
			PD10	100cmΦ	基樁	14	865	t	219	t	106	t/cm
			PD11	100cmΦ	基樁	12	860	t	212	t	117	t/cm
			PD12	120cmΦ	基樁	11	1227	t	293	t	171	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			AD1	100cmΦ	基樁	8	852	t	199	t	147	t/cm
86	中和交流道匝道 E	03035000 PRE1	P8'R	100cmΦ	基樁	10	855	t	204	t	132	t/cm
			PE1	100cmΦ	基樁	12	984	t	300	t	114	t/cm
			PE2	100cmΦ	基樁	15	868	t	224	t	101	t/cm
			PE3	100cmΦ	基樁	18	875	t	233	t	91	t/cm
			PE4	100cmΦ	基樁	21	942	t	286	t	83	t/cm
			PE5	100cmΦ	基樁	22	1067	t	375	t	81	t/cm
			PE6	100cmΦ	基樁	23	886	t	250	t	79	t/cm
			PE7	100cmΦ	基樁	24	888	t	254	t	77	t/cm
			PE8	120cmΦ	基樁	24	1261	t	354	t	104	t/cm
			PE9	120cmΦ	基樁	26	1265	t	362	t	100	t/cm
			AE1	100cmΦ	基樁	28	903	t	273	t	69	t/cm
87	中和交流道聯絡道高架橋 W (一)	03035000 TAT1	P6	120cmΦ	基樁	29	1273	t	375	t	94	t/cm
			P4	120cmΦ	基樁	17	1243	t	322	t	129	t/cm
			P2L	120cmΦ	基樁	15	1238	t	313	t	139	t/cm
			P1L	120cmΦ	基樁	13	1231	t	302	t	155	t/cm
			P1'A	6.5m x 13m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2'-	6.5m x 33m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3'-	6.6m x 34m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4'-	120cmΦ	基樁	10	1225	t	291	t	177	t/cm
			P5'-	120cmΦ	基樁	10	1225	t	291	t	177	t/cm
			P6'-	120cmΦ	基樁	8	1220	t	282	t	203	t/cm
			P7'L	100cmΦ	基樁	10	855	t	204	t	132	t/cm
			P7'R	100cmΦ	基樁	10	855	t	204	t	132	t/cm
88	中和交流道聯絡道高架橋 E (一)	03035000 TAT2	P5	120cmΦ	基樁	18	1319	t	378	t	125	t/cm
			P3	120cmΦ	基樁	16	1240	t	317	t	134	t/cm
			P2R	120cmΦ	基樁	15	1238	t	313	t	139	t/cm
			P1R	120cmΦ	基樁	13	1231	t	302	t	155	t/cm
			P1'A	6.5m x 13m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2'-	6.5m x 33m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3'-	6.6m x 34m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4'-	120cmΦ	基樁	10	1372	t	394	t	177	t/cm
			P5'-	120cmΦ	基樁	10	1372	t	394	t	177	t/cm
89	中和交流道聯絡道高架橋 W (二)	03035000 TAT3	P'2W	120cmΦ	基樁	37	1996	t	902	t	81	t/cm
			P19W	120cmΦ	基樁	42	1305	t	432	t	75	t/cm
			P20W	120cmΦ	基樁	43	1308	t	439	t	73	t/cm
			P21W	120cmΦ	基樁	45	1313	t	447	t	71	t/cm
			P22W	120cmΦ	基樁	48	1320	t	459	t	69	t/cm
			P23W	120cmΦ	基樁	41	1302	t	427	t	76	t/cm
			P24W	120cmΦ	基樁	41	1302	t	428	t	76	t/cm
			P25W	120cmΦ	基樁	43	1307	t	436	t	74	t/cm
			P26W	120cmΦ	基樁	48	1320	t	459	t	69	t/cm
			P27W	120cmΦ	基樁	50	1325	t	468	t	67	t/cm
			P28W	120cmΦ	基樁	50	1325	t	468	t	67	t/cm
			P29W	120cmΦ	基樁	50	1325	t	468	t	67	t/cm
			P30W	120cmΦ	基樁	52	1329	t	475	t	66	t/cm
			P31W	120cmΦ	基樁	54	1334	t	485	t	64	t/cm
			P32W	120cmΦ	基樁	55	1338	t	491	t	63	t/cm
			P33W	120cmΦ	基樁	54	1334	t	485	t	64	t/cm
			P34W	120cmΦ	基樁	54	1334	t	485	t	64	t/cm
			P35W	120cmΦ	基樁	44	1310	t	442	t	73	t/cm
			P36W	120cmΦ	基樁	44	1310	t	442	t	73	t/cm
			P37W	120cmΦ	基樁	44	1311	t	443	t	72	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			P38W	120cmΦ	基樁	44	1311	t	443	t	72	t/cm
			P39W	120cmΦ	基樁	45	1312	t	445	t	72	t/cm
			P40W	120cmΦ	基樁	44	1309	t	440	t	73	t/cm
90	中和交流道聯絡道高架橋 E (二)	03035000 TAT4	P'1	120cmΦ	基樁	32	1281	t	390	t	87	t/cm
			P'2E	120cmΦ	基樁	37	1292	t	409	t	81	t/cm
			P19E	120cmΦ	基樁	42	1305	t	432	t	75	t/cm
			P20E	120cmΦ	基樁	43	1308	t	439	t	73	t/cm
			P21E	120cmΦ	基樁	45	1313	t	447	t	71	t/cm
			P22E	120cmΦ	基樁	48	1320	t	459	t	69	t/cm
			P23E	120cmΦ	基樁	41	1302	t	427	t	76	t/cm
			P24E	120cmΦ	基樁	41	1302	t	428	t	76	t/cm
			P25E	120cmΦ	基樁	43	1307	t	436	t	74	t/cm
			P26E	120cmΦ	基樁	48	1320	t	459	t	69	t/cm
			P27E	120cmΦ	基樁	50	1325	t	468	t	67	t/cm
			P28E	120cmΦ	基樁	50	1325	t	468	t	67	t/cm
			P29E	120cmΦ	基樁	50	1325	t	468	t	67	t/cm
			P30E	120cmΦ	基樁	52	1329	t	475	t	66	t/cm
			P31E	120cmΦ	基樁	54	1334	t	485	t	64	t/cm
			P32E	120cmΦ	基樁	55	1338	t	491	t	63	t/cm
			P33E	120cmΦ	基樁	54	1334	t	485	t	64	t/cm
			P34E	120cmΦ	基樁	54	1334	t	485	t	64	t/cm
			P35E	120cmΦ	基樁	44	1310	t	442	t	72	t/cm
			P36E	120cmΦ	基樁	44	1310	t	442	t	72	t/cm
			P37E	120cmΦ	基樁	44	1311	t	443	t	72	t/cm
			P38E	120cmΦ	基樁	44	1311	t	443	t	72	t/cm
			P39E	120cmΦ	基樁	45	1312	t	445	t	72	t/cm
			P40E	120cmΦ	基樁	44	1309	t	440	t	73	t/cm
91	中和交流道匝道 G	03035000 PRG1	P1-G	6.5m x 6.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1G	120cmΦ	基樁	11	1226	t	293	t	171	t/cm
			A3G	100cmΦ	基樁	13	884	t	231	t	51	t/cm
92	中和交流道匝道 H	03035000 PRH1	P1-H	120cmΦ	基樁	8	1219	t	280	t	203	t/cm
			P1H	120cmΦ	基樁	11	1226	t	293	t	166	t/cm
			A3H	100cmΦ	基樁	13	884	t	231	t	51	t/cm
93	中和交流道匝道 L	03035000 PRL1	P20L	120cmΦ	基樁	43	1308	t	439	t	71	t/cm
			P21L	120cmΦ	基樁	45	1313	t	447	t	69	t/cm
			P22L	120cmΦ	基樁	48	1320	t	459	t	67	t/cm
			P23L	120cmΦ	基樁	41	1302	t	427	t	74	t/cm
			P24L	120cmΦ	基樁	41	1302	t	428	t	74	t/cm
			P25L	120cmΦ	基樁	43	1307	t	436	t	72	t/cm
			P26L	120cmΦ	基樁	48	1320	t	459	t	68	t/cm
			P27L	120cmΦ	基樁	50	1325	t	468	t	66	t/cm
			P28L	120cmΦ	基樁	50	1325	t	468	t	66	t/cm
			P29L	120cmΦ	基樁	50	1325	t	468	t	66	t/cm
			P30L	120cmΦ	基樁	52	1329	t	475	t	65	t/cm
			P31L	120cmΦ	基樁	54	1334	t	485	t	63	t/cm
			P32L	120cmΦ	基樁	55	1338	t	491	t	62	t/cm
			P33L	120cmΦ	基樁	54	1334	t	485	t	63	t/cm
			P34L	120cmΦ	基樁	54	1334	t	485	t	63	t/cm
			P35L	120cmΦ	基樁	44	1310	t	442	t	71	t/cm
			P36L	120cmΦ	基樁	44	1310	t	442	t	71	t/cm
			P37L	120cmΦ	基樁	44	1311	t	443	t	71	t/cm
			P38L	120cmΦ	基樁	44	1311	t	443	t	71	t/cm
			P39L	120cmΦ	基樁	45	1312	t	445	t	71	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			P40L	120cmΦ	基樁	44	1309	t	440	t	72	t/cm
94	中和交流道匝道 R	03035000PRR1	P20R	120cmΦ	基樁	43	1308	t	439	t	72	t/cm
			P21R	120cmΦ	基樁	45	1313	t	447	t	70	t/cm
			P22R	120cmΦ	基樁	48	1320	t	459	t	68	t/cm
			P23R	120cmΦ	基樁	41	1302	t	427	t	75	t/cm
			P24R	120cmΦ	基樁	41	1302	t	428	t	75	t/cm
			P25R	120cmΦ	基樁	43	1307	t	436	t	73	t/cm
			P26R	120cmΦ	基樁	48	1320	t	459	t	68	t/cm
			P27R	120cmΦ	基樁	50	1325	t	468	t	66	t/cm
			P28R	120cmΦ	基樁	50	1325	t	468	t	66	t/cm
			P29R	120cmΦ	基樁	50	1325	t	468	t	66	t/cm
			P30R	120cmΦ	基樁	52	1329	t	475	t	65	t/cm
			P31R	120cmΦ	基樁	54	1334	t	485	t	64	t/cm
			P32R	120cmΦ	基樁	55	1338	t	491	t	63	t/cm
			P33R	120cmΦ	基樁	54	1334	t	485	t	64	t/cm
			P34R	120cmΦ	基樁	54	1334	t	485	t	64	t/cm
			P35R	120cmΦ	基樁	44	1310	t	442	t	72	t/cm
			P36R	120cmΦ	基樁	44	1310	t	442	t	72	t/cm
			P37R	120cmΦ	基樁	44	1311	t	443	t	72	t/cm
			P38R	120cmΦ	基樁	44	1311	t	443	t	72	t/cm
			P39R	120cmΦ	基樁	45	1312	t	445	t	71	t/cm
			P40R	120cmΦ	基樁	44	1309	t	440	t	72	t/cm
95	永豐路穿越橋S	03037899BORS	A1W	120cmΦ	基樁	14	4300	t	2452	t	171	t/cm
			A2W	120cmΦ	基樁	13	4094	t	2306	t	179	t/cm
96	永豐路穿越橋N	03037899BORN	A1E	120cmΦ	基樁	14	4300	t	2452	t	171	t/cm
			A2E	120cmΦ	基樁	13	4094	t	2306	t	179	t/cm
97	計劃路穿越橋N	03037979BORN	A1N	6.6m x 26.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	6.6m x 26.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
98	計劃路穿越橋S	03037979BORS	A1S	6.6m x 26.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	6.6m x 26.75m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
99	仁愛路穿越橋N	03038190BORN	A1E	120cmΦ	基樁	14	1831	t	724	t	171	t/cm
			A2E	120cmΦ	基樁	13	1776	t	683	t	179	t/cm
100	仁愛路穿越橋S	03038190BORS	A1W	120cmΦ	基樁	14	1831	t	724	t	171	t/cm
			A2W	120cmΦ	基樁	13	1776	t	683	t	179	t/cm
101	青雲路穿越橋N	03039057BORN	A1N	120cmΦ	基樁	16	1462	t	473	t	40	t/cm
			A2N	120cmΦ	基樁	16	1462	t	473	t	41	t/cm
102	青雲路穿越橋S	03039057BORS	A1S	120cmΦ	基樁	16	1462	t	473	t	41	t/cm
			A2S	120cmΦ	基樁	16	1462	t	473	t	41	t/cm
103	柑林埤排水橋S	03039193RORS	A1S	8.3m x 32.22m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1SL	8.4m x 5.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1SM	8.4m x 5.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1SR	8.4m x 5.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	8.3m x 30.03m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
104	柑林埤排水橋N	03039193RORN	A1N	8.3m x 32.22m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1NL	8.4m x 5.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1NM	8.4m x 5.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1NR	8.4m x 5.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	8.3m x 30.03m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
105	土城一號穿越橋 N	03039577 BORN	A1N	100cmΦ	基樁	20	1419	t	619	t	18	t/cm
			A2N	100cmΦ	基樁	20	887	t	246	t	28	t/cm
106	土城一號穿越橋 S	03039577 BORS	A1S	100cmΦ	基樁	20	1419	t	619	t	18	t/cm
			A2S	100cmΦ	基樁	20	887	t	246	t	28	t/cm
107	和平路穿越橋 N	03040626 BORN	A1E	120cmΦ	基樁	20	1424	t	457	t	113	t/cm
			A2E	120cmΦ	基樁	20	1424	t	457	t	113	t/cm
108	和平路穿越橋 S	03040626 BORS	A1W	120cmΦ	基樁	20	1424	t	457	t	114	t/cm
			A2W	120cmΦ	基樁	20	1424	t	457	t	114	t/cm
109	土城一號排水橋 S	03040892 RORS	A1N	7.3m x 30.05m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	100cmΦ	基樁	11	895	t	235	t	119	t/cm
110	土城一號排水橋 N	03040892 RORN	A1S	7.3m x 35.85m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	100cmΦ	基樁	11	870	t	218	t	120	t/cm
111	土城二號穿越橋 N	03041070 BORN	A1E	7.2m x 22.95m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	7.2m x 21.05m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
112	土城二號穿越橋 S	03041070 BORS	A1W	7.2m x 27.375m	淺基礎		695	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	7.2m x 21.05m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
113	忠義路穿越橋 S	03041495 BORS	A1W	7.5m x 23.672m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1S	11m x 26m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	7.5m x 23.608m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
114	忠義路穿越橋 N	03041495 BORN	A1E	7.5m x 20.35m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1N	11m x 26m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	7.5m x 20.05m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
115	承天路穿越橋 N	03041640 BORN	A1E	120cmΦ	基樁	16	1631	t	591	t	154	t/cm
			A2E	120cmΦ	基樁	16	1631	t	591	t	154	t/cm
116	承天路穿越橋 S	03041640 BORS	A1W	120cmΦ	基樁	16	1631	t	591	t	154	t/cm
			A2W	120cmΦ	基樁	16	1631	t	591	t	154	t/cm
117	永和街穿越橋(南向)	03042170 BORS	A1S	120cmΦ	基樁	18	1747	t	678	t	143	t/cm
			PSL	120cmΦ	基樁	20	1851	t	756	t	135	t/cm
			PSM	120cmΦ	基樁	20	1851	t	756	t	135	t/cm
			PSR	120cmΦ	基樁	20	1851	t	756	t	135	t/cm
			PS2L	120cmΦ	基樁	20	1851	t	756	t	135	t/cm
			PS2R	120cmΦ	基樁	20	1851	t	756	t	135	t/cm
			A2S	120cmΦ	基樁	18	1747	t	678	t	143	t/cm
118	永和街穿越橋(北向)	03042170 BORN	A1N	120cmΦ	基樁	18	1747	t	678	t	143	t/cm
			PNL	120cmΦ	基樁	20	1851	t	756	t	135	t/cm
			PNM	120cmΦ	基樁	20	1851	t	756	t	135	t/cm
			PNR	120cmΦ	基樁	20	1851	t	756	t	135	t/cm
			A2N	120cmΦ	基樁	18	1747	t	678	t	143	t/cm
119	土城 IC 穿越橋(北向)	03042446 BORN	A1N	100cmΦ	基樁	11	924	t	255	t	141	t/cm
			P1	120cmΦ	基樁	7	1218	t	278	t	209	t/cm
			P2	120cmΦ	基樁	7	1218	t	278	t	210	t/cm
			P5	120cmΦ	基樁	7	1218	t	278	t	211	t/cm
			P6	120cmΦ	基樁	7	1218	t	278	t	212	t/cm
			A2N	100cmΦ	基樁	11	924	t	255	t	122	t/cm
120	土城 IC	03042446	A1S	100cmΦ	基樁	11	924	t	255	t	123	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	穿越橋(南下)	BORS	P3	120cmΦ	基樁	7	1218	t	278	t	221	t/cm
			P4	120cmΦ	基樁	7	1218	t	278	t	221	t/cm
			P7	120cmΦ	基樁	7	1218	t	278	t	221	t/cm
			P8	120cmΦ	基樁	7	1218	t	278	t	220	t/cm
			A2S	100cmΦ	基樁	11	924	t	255	t	123	t/cm
121	永寧路穿越橋(北向)	03042775BORN	A1N	7m x 29.62m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	7m x 29.415m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
122	永寧路穿越橋(南向)	03042775BORS	A1S	7m x 28.815m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	7m x 29.235m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
123	海山排水橋(北向)	03042897RORN	A1E	120cmΦ	基樁	11	1198	t	273	t	50	t/cm
			A2E	120cmΦ	基樁	11	1198	t	273	t	50	t/cm
124	海山排水橋(南向)	03042897RORS	A1W	120cmΦ	基樁	11	1204	t	277	t	50	t/cm
			A2W	120cmΦ	基樁	11	1198	t	273	t	50	t/cm
125	土城交流道穿越橋匝道 A(永寧路)	03000183PRA1	A1	9.3m x 17.66m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	9.9m x 17.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
126	永安街穿越橋(西向)	03000174TATW	A1W	150cmΦ	基樁	17	2137	t	638	t	69	t/cm
			A2W	150cmΦ	基樁	17	2137	t	638	t	69	t/cm
127	永安街穿越橋(東向)	03000174TATE	A1E	150cmΦ	基樁	17	2137	t	638	t	69	t/cm
			A2E	150cmΦ	基樁	17	2137	t	638	t	69	t/cm
128	頂埔 30 號計劃路穿越橋(北向)	03042998BORN	A1E	120cmΦ	基樁	16	1282	t	345	t	42	t/cm
			A2E	120cmΦ	基樁	16	1282	t	345	t	41	t/cm
129	頂埔 30 號計劃路穿越橋(南向)	03042998BORS	A1W	120cmΦ	基樁	16	1282	t	345	t	41	t/cm
			A2W	120cmΦ	基樁	16	1282	t	345	t	41	t/cm
130	大暖路穿越橋(北向)	03043476BORN	A1E	7.5m x 30m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	7.5m x 32m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
131	大暖路穿越橋(南向)	03043476BORS	A1W	7.5m x 33.421m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	7.5m x 27.397m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
132	台三線中央路穿越橋(南向)	03045098RORS	A1S	12m x 35.61m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PW-1	8m x 6.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PW-2	8m x 6.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PW-3	8m x 6.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	7.5m x 42.06m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
133	台三線中央路穿越橋(北向)	03045098RORN	A1N	12m x 34.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PE-1	8m x 6.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PE-2	8m x 6.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PE-3	8m x 6.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	7.5m x 33.42m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
134	舊台三	03045235	A1N	6.6m x 21.05m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	線介壽路穿越橋(北向)	BORN	A2N	6.6m x 28.52m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
135	舊台三線介壽路穿越橋(南向)	03045235 BORS	A1S	6.6m x 27.88m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	6.6m x 31.86m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
136	三峽溪河川橋(北向)	03045475 RORN	A1W	9.9m x 39.95m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1WL	11.3m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2WL	11.3m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3WL	11.3m	井式基礎	18	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4WL	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5WL	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6WL	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7WL	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8WL	11.3m	井式基礎	18	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1WR	11.3m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2WR	11.3m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3WR	11.3m	井式基礎	18	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4WR	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5WR	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6WR	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7WR	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8WR	11.3m	井式基礎	18	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	7.2m x 31.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
137	三峽溪河川橋(南向)	03045475 RORS	A1E	9.9m x 36.435m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1EL	11.3m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2EL	11.3m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3EL	11.3m	井式基礎	18	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4EL	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5EL	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6EL	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7EL	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8EL	11.3m	井式基礎	18	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1ER	11.3m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2ER	11.3m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3ER	11.3m	井式基礎	18	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4ER	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5ER	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6ER	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7ER	11.3m	井式基礎	24	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8ER	11.3m	井式基礎	18	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	7.2m x 37.3m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
138	佳園路穿越橋(北向)	03047342 BORN	A1N	6.6m x 21.05m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	6.6m x 23.3m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
139	佳園路穿越橋(南向)	03047342 BORS	A1S	6.6m x 27.55m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	6.6m x 23.3m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
140	龍埔路穿越橋(北向)	03050180 RORN	A1E	9.4m x 41.44m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	9.4m x 35.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
141	龍埔路穿越橋(南向)	03050180RORS	A1W	9.4m x 29.16m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	9.4m x 34.01m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
142	三鶯交流道復興路穿越橋(北向)	03050596BORN	A1S	7m x 24.539m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1S1	7.2m x 6.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1S2	7.2m x 6.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2S1	7.2m x 6.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2S2	7.2m x 6.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	7m x 24.951m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
143	三鶯交流道復興路穿越橋(南向)	03050596BORS	A1N	7m x 28.464m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1N1	7.2m x 6.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1N2	7.2m x 6.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2N1	7.2m x 6.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2N2	7.2m x 6.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	7m x 28.968m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
144	大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	A1	7.65m x 47.73m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	16m	井式基礎	19	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	16m	井式基礎	14	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3	16m	井式基礎	19	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P9	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P10	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P11	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P12	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P13	16m	井式基礎	23	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P14	16m	井式基礎	19	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P15	16m	井式基礎	14	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P16	16m	井式基礎	14	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P17	16m	井式基礎	14	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P18	16m	井式基礎	14	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	7m x 32.72m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
145	大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN	A1	7.5m x 30.8m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	16m	井式基礎	19	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	16m	井式基礎	14	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3	16m	井式基礎	19	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P9	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P10	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P11	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P12	16m	井式基礎	27	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P13	16m	井式基礎	23	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P14	16m	井式基礎	19	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P15	16m	井式基礎	14	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P16	16m	井式基礎	14	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P17	16m	井式基礎	14	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P18	16m	井式基礎	14	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			A2	7m x 27.4m	淺基礎		750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
146	大溪一號排水橋(北向)	03057932RORN	A1N	60cmΦ	基樁	12	500	t	209	t	47	t/cm
			P1N	6.6m x 19.2m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2N	6.6m x 19.2m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	60cmΦ	基樁	13	528	t	230	t	44	t/cm
147	大溪一號排水橋(南向)	03057932RORS	A1S	60cmΦ	基樁	12	500	t	209	t	47	t/cm
			P1S	6.6m x 16.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2S	6.6m x 16.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	60cmΦ	基樁	13	528	t	230	t	44	t/cm
148	大溪二號排水橋(北向)	03059220RORN	A1N	60cmΦ	基樁	15	619	t	295	t	49	t/cm
			P1N	6.8m x 21m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2N	6.8m x 21m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	5.3m x 26.17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
149	大溪二號排水橋(南向)	03059220RORS	A1S	60cmΦ	基樁	15	619	t	295	t	49	t/cm
			P1S	6.8m x 19.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2S	6.8m x 19.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	5.3m x 31.69m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
150	大溪二號渡槽兼人行橋	03060191TORG	A1	7m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	6m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	7m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
151	大溪三號渡槽兼人行橋	03060904TORG	A1	7m x 19.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1W	8m x 5.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1E	8m x 9.2m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	7m x 19.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
152	112路跨越橋(雙向)	03061296OORG	A1	6m x 22m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1S	6.5m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1N	6.5m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	6m x 23.45m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
153	大溪交流道IC穿越橋(北向)	03062720BORN	AN1	7m x 18.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN1R	8.5m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN1L	8.5m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2R	8.5m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2L	8.5m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	7m x 18.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
154	大溪交流道IC穿越橋(南向)	03062720BORS	AS1	7m x 18.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS1R	8.5m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS1L	8.5m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2L	8.5m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2R	8.5m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	7m x 18.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
155	桃64路穿越橋(北向)	03063050BORN	A1E	6m x 24.521m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	6m x 23.105m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
156	桃64路穿越橋(南向)	03063050BORS	A1W	6m x 21.655m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	6m x 21.097m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
157	石門大圳穿越橋(北向)	03064550BORN	A1N	6.3m x 20.235m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	6.3m x 20.167m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
158	石門大圳穿越橋(南	03064550BORS	A1S	6.3m x 20.215m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	6.3m x 20.157m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	向)											
159	台三路跨越橋(雙向)	03064862OORG	A1	4m x 25m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1W	5.5m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1E	5.5m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	5m x 26m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
160	龍潭一號渡槽兼人行橋	03065165TORG	A1	7.8m x 24.186m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1R	6m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1L	6m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	7.8m x 22.9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
161	龍潭一號排水橋(南向)	03066575RORS	A1W	9m x 16.847m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	9m x 18.786m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
162	龍潭一號排水橋(北向)	03066575RORN	A1E	9m x 19.018m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	9m x 16.959m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
163	龍潭交流道 IC 穿越橋(南向)	03068234BORS	A1L	6.5m x 17.378m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1A	5.5m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1B	5.5m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2A	5.5m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2B	5.5m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2L	6.5m x 17.354m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
164	龍潭交流道 IC 穿越橋(北向)	03068234BORN	A1M	6.5m x 16.717m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1C	5.5m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1D	5.5m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2C	5.5m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2D	5.5m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2M	6.5m x 16.719m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
165	龍潭 IC C/D 穿越橋	03068234PCS1	A1R	6.5m x 13.905m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1E	5.5m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2E	5.5m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2R	6.5m x 13.927m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
166	龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	A1NB	8.5m x 20.74m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1NB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2NB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3NB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4NB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5NB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6NB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7NB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8NB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P9NB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P10NB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P11NB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P12NB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P13NB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P14NB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P15NB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P16NB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2NB	8.5m x 16.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
167	龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	A1SB	8.5m x 20.72m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1SB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2SB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			P3SB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4SB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5SB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6SB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7SB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8SB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P9SB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P10SB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P11SB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P12SB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P13SB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P14SB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P15SB	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P16SB	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2SB	8.5m x 16.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
168	龍潭二號排水橋(北向)	03069613RORN	A1N	60cmΦ	基樁	16	1252	t	739	t	46	t/cm
			P1N	8m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2N	8m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	60cmΦ	基樁	16	1252	t	739	t	46	t/cm
169	龍潭二號排水橋(南向)	03069613RORS	A1S	60cmΦ	基樁	16	1252	t	739	t	46	t/cm
			P1S	8m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2S	8m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	60cmΦ	基樁	16	1252	t	739	t	46	t/cm
170	台三線穿越橋(北向)	03070411BORN	A1E	60cmΦ	基樁	18	1274	t	755	t	43	t/cm
			P1EL	7.2m x 7.2m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1ER	7.2m x 7.2m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	7m x 40.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
171	台三線穿越橋(南向)	03070411BORS	A1W	60cmΦ	基樁	18	1274	t	755	t	43	t/cm
			P1WL	7.5m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1WR	7.5m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	7m x 40.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
172	桃67路跨越橋(高楊北路)雙向	03071444OORG	A1	7.2m x 19.41m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	9.5m x 16.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	9.5m x 16.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	7.2m x 19.41m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
173	龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)	03071710TORG	A1	3m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	6.5m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	6.5m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	3m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
174	桃68高原路跨越橋	03072975OORG	A1	11.5m x 16.1m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	11.5m x 16.1m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
175	龍潭三號排水橋(北向)	03074013RORN	A1E	60cmΦ	基樁	20	754	t	393	t	40	t/cm
			PE	10m x 16m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	4.8m x 20.55m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
176	龍潭三號排水橋(南向)	03074013RORS	A1W	60cmΦ	基樁	20	754	t	393	t	40	t/cm
			PW	10m x 15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	4.8m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
177	龍潭二號跨越橋(雙	03074285OORG	A1	5m x 8.9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	7m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	7m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	向)		A2	5m x 8.9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
178	牛欄河一號橋(南向)	03075110RORS	SA1	4.2m x 17.35m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP1	150cmΦ	基樁	24	2973	t	836	t	178	t/cm
			SP2	150cmΦ	基樁	20	2705	t	701	t	198	t/cm
			SP3	24m x 21m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP4	20m	井式基礎	20	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP5	20m	井式基礎	20	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SP6	24m x 21m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			SA2	7m x 18.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
179	牛欄河一號橋(北向)	03075110RORN	NA1	4.2m x 20.95m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP1	150cmΦ	基樁	24	2950	t	825	t	180	t/cm
			NP2	150cmΦ	基樁	21	2770	t	734	t	193	t/cm
			NP3	24m x 23m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP4	24m	井式基礎	20	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP5	24m	井式基礎	20	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NP6	24m x 23m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			NN2	5.7m x 19.55m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
180	關西一號跨越橋(東向)	03076175OORE	A1	12.5m x 15.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	12.5m x 15.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
181	關西一號跨越橋(西向)	03076175OORW	A1	12.5m x 15.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	12.5m x 15.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
182	牛欄河二號橋(南向)	03077649RORS	A1	60cmΦ	基樁	17	1611	t	661	t	44	t/cm
			P1	11m x 35.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	11m x 35.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3	11m x 35.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4	12m x 40m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5	11m x 40m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6	11m x 40m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7	12m x 40m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8	11m x 35.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P9	11m x 35.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	6m x 35.35m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
183	牛欄河二號橋(北向)	03077649RORN	A1	60cmΦ	基樁	17	1611	t	661	t	44	t/cm
			P1	11m x 35.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	11m x 35.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3	11m x 35.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4	12m x 40m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5	11m x 40m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6	11m x 40m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7	12m x 40m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8	11m x 35.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P9	11m x 35.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	6m x 35.35m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
184	竹18-2鄉道穿越橋(光明路)南向	03078360BORN	A1S	11.4m x 31.3m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	8m x 23.07m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
185	竹18-2鄉道穿	03078360BORS	A1N	11.4m x 20.65m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	6.8m x 22.15m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	越橋(光明路)北向											
186	關西 IC 穿越橋(北向)	03079210BORN	A1N	7.3m x 15.77m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1N1	1.7m x 3.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1N2	1.7m x 3.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2N1	1.7m x 3.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2N2	1.7m x 3.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	5.1m x 15.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
187	關西 IC 穿越橋(南向)	03079210BORS	A1S	5.1m x 16.31m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1S1	1.7m x 3.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1S2	1.7m x 3.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2S1	1.7m x 3.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2S2	1.7m x 3.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	5.1m x 16.34m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
188	關西 IC 穿越橋匝道 A 西向	03000199TATW	A1	60cmΦ	基樁	8	446	t	170	t	68	t/cm
			P1M	6.8m x 5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1R	6.8m x 5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2M	6.8m x 5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2R	6.8m x 5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	60cmΦ	基樁	11	530	t	230	t	56	t/cm
189	關西 IC 穿越橋匝道 A 東向	03000199TATE	A1	60cmΦ	基樁	8	446	t	170	t	68	t/cm
			P1L	6.8m x 5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2L	6.8m x 5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	60cmΦ	基樁	11	530	t	230	t	56	t/cm
190	94K+383 跨越橋(雙向)	03094383OORG		60cmΦ	基樁	6	662	t	319	t	64	t/cm
				5m x 9.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
191	雲南路跨越橋(雙向)	03096445OORG		60cmΦ	基樁	12	1075	t	612	t	46	t/cm
				4.5m x 13.17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
				634.6m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
				634.6m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
192	寶山三號跨越橋(雙向)	03102783OORG		4.5m x 13.17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
				5.2m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
				6.9m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
				6m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
193	新竹一號跨越橋(雙向)	03105288OORG		4.1m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
				4m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
				6.8m x 6.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
				4m x 19.5875m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
4	汐止系統交流道 CDI-SB-RD	03010900PCS1	P5-PL16	120cmΦ	基樁	16	1967	t	826	t	84	t/cm
第三標												
194	深坑排水橋(北向)	03080825RORN	A1N	10.7m x 19.352m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	9.5m x 19.312m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
195	深坑排水橋(南向)	03080825RORS	A1S	10.7m x 16.734m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	9.5m x 16.689m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
196	竹 16 道	03083048	A1S	60cmΦ	基樁	10	841	t	447	t	61	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均椿長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	穿越橋(南向)	BORS	A2S	10.5m x 19.23m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
197	竹16道穿越橋(北向)	03083048BORN	A1N	60cmΦ	基樁	10	841	t	447	t	61	t/cm
			A2N	10.5m x 19.21m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
198	大同里跨越橋(雙向)	03081468OORG	A1	4.5m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	8m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	8m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4.5m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
199	水坑排水橋(南向)	03081590RORS	AS1	3.8m x 17.21m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS1	9m x 16m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2	9m x 16m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	60cmΦ	基樁	16	1614	t	992	t	46	t/cm
200	水坑排水橋(北向)	03081590RORN	AN1	3.8m x 17.201m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN1	9m x 16m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	9m x 16m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	60cmΦ	基樁	16	1614	t	992	t	46	t/cm
201	鳳山溪河川橋(北向)	03082173RORN	A1N	60cmΦ	基樁	19	742	t	256	t	41	t/cm
			P1N	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2N	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3N	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4N	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5N	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6N	9m	井式基礎	22	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7N	9m	井式基礎	22	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8N	9m	井式基礎	22	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P9N	9m	井式基礎	22	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P10N	9m	井式基礎	22	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P11N	9m	井式基礎	22	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P12N	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P13N	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	60cmΦ	基樁	11	519	t	148	t	57	t/cm
202	鳳山溪河川橋(南向)	03082173RORS	A1S	60cmΦ	基樁	19	742	t	256	t	41	t/cm
			P1S	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2S	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3S	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4S	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5S	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6S	9m	井式基礎	22	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7S	9m	井式基礎	22	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8S	9m	井式基礎	22	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P9S	9m	井式基礎	22	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P10S	9m	井式基礎	22	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P11S	9m	井式基礎	22	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P12S	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P13S	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	60cmΦ	基樁	11	519	t	148	t	57	t/cm
203	下橫坑河川橋(南向)	03083566RORS	AS1	60cmΦ	基樁	15	1122	t	647	t	48	t/cm
			PS1	9.5m x 9.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2	7m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS3	7m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS4	7m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS5	7m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS6	7m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			PS7	9.5m x 9.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	60cmΦ	基樁	13	1010	t	567	t	52	t/cm
204	下橫坑河川橋(北向)	03083566RORN	AN1	60cmΦ	基樁	15	1122	t	647	t	48	t/cm
			PN1	9.5m x 9.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	7m	井式基礎	13	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN3	7m	井式基礎	13	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN4	7m	井式基礎	13	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN5	7m	井式基礎	13	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN6	7m	井式基礎	17	750	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN7	9.5m x 9.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	60cmΦ	基樁	13	1010	t	567	t	52	t/cm
205	竹21鄉道穿越橋(南向)	03085116BORS	AS1	60cmΦ	基樁	14	650	t	316	t	50	t/cm
			PS1	8m x 14.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2	8m x 14.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	60cmΦ	基樁	13	627	t	299	t	52	t/cm
206	竹21鄉道穿越橋(北向)	03085116BORN	AN1	60cmΦ	基樁	15	677	t	335	t	48	t/cm
			PN1	8m x 14.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	8m x 14.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	60cmΦ	基樁	14	659	t	322	t	50	t/cm
207	崁下排水橋(北向)	03089549RORN	AN1	60cmΦ	基樁	8	487	t	198	t	66	t/cm
			PN1	7m x 14.2m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	7m x 14.2m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	60cmΦ	基樁	12	605	t	283	t	51	t/cm
208	崁下排水橋(南向)	03089549RORS	AS1	60cmΦ	基樁	10	551	t	244	t	57	t/cm
			PS1	7m x 14.2m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2	7m x 14.2m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	60cmΦ	基樁	10	547	t	241	t	57	t/cm
209	120縣道文衡路穿越橋(北向)	03089711BORN	AN1	10.5m x 17.45m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	10.5m x 17.45m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
210	120縣道文衡路穿越橋(南向)	03089711BORS	AS1	10.5m x 17.45m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	10.5m x 17.45m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
211	竹林交流道穿越橋(北向)	03090326TATN	A1N	60cmΦ	基樁	9	520	t	221	t	65	t/cm
			P1N	6m x 14m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	60cmΦ	基樁	9	520	t	221	t	65	t/cm
212	竹林交流道穿越橋(南向)	03090326TATS	A1S	60cmΦ	基樁	9	520	t	221	t	65	t/cm
			P1S	6m x 14m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	60cmΦ	基樁	9	520	t	221	t	65	t/cm
213	竹林IC環道R/A穿越橋	03090326PCS1	A1A	60cmΦ	基樁	9	520	t	221	t	65	t/cm
			P1A	7m x 7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2A	60cmΦ	基樁	9	520	t	221	t	65	t/cm
214	赤柯窟排水橋(北向)	03087219RORN	AN1	60cmΦ	基樁	18	655	t	322	t	44	t/cm
			PN1	9.2m x 17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	9.2m x 17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	60cmΦ	基樁	18	655	t	322	t	44	t/cm
215	赤柯窟排水橋	03087219RORS	AS1	60cmΦ	基樁	18	655	t	322	t	44	t/cm
			PS1	9.2m x 17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	(南向)		PS2	9.2m x 17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	60cmΦ	基樁	18	655	t	322	t	44	t/cm
216	中坑排水橋(北向)	03088990RORN	AN1	60cmΦ	基樁	15	688	t	344	t	48	t/cm
			PN1	9.8m x 17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	9.8m x 17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	60cmΦ	基樁	17	753	t	390	t	44	t/cm
217	中坑排水橋(南向)	03088990RORS	AS1	60cmΦ	基樁	12	611	t	288	t	54	t/cm
			PS1	9.8m x 17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS2	9.8m x 17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	60cmΦ	基樁	19	801	t	425	t	41	t/cm
218	頭前溪河川橋(北向)	03091282RORN	A01N	9.5m x 15.05m	淺基礎		438	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P01N	120cmΦ	基樁	12	1734	t	435	t	184	t/cm
			P02N	120cmΦ	基樁	13	1789	t	462	t	175	t/cm
			P03N	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P04N	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P05N	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P06N	120cmΦ	基樁	18	2056	t	596	t	145	t/cm
			P07N	120cmΦ	基樁	16	1954	t	545	t	154	t/cm
			P08N	120cmΦ	基樁	18	2056	t	596	t	145	t/cm
			P09N	120cmΦ	基樁	18	2056	t	596	t	145	t/cm
			P10N	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P11N	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P12N	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P13N	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P14N	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P15N	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P16N	120cmΦ	基樁	14	1838	t	487	t	168	t/cm
			P17N	120cmΦ	基樁	13	1789	t	462	t	175	t/cm
			A02N	120cmΦ	基樁	13	1789	t	462	t	175	t/cm
219	頭前溪河川橋(南向)	03091282RORS	A01S	9.5m x 15.05m	淺基礎		438	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P01S	120cmΦ	基樁	12	1734	t	435	t	184	t/cm
			P02S	120cmΦ	基樁	13	1789	t	462	t	175	t/cm
			P03S	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P04S	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P05S	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P06S	120cmΦ	基樁	18	2056	t	596	t	145	t/cm
			P07S	120cmΦ	基樁	16	1954	t	545	t	154	t/cm
			P08S	120cmΦ	基樁	18	2056	t	596	t	145	t/cm
			P09S	120cmΦ	基樁	18	2056	t	596	t	145	t/cm
			P10S	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P11S	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P12S	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P13S	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P14S	150cmΦ	基樁	15	2694	t	680	t	238	t/cm
			P15S	120cmΦ	基樁	15	1893	t	514	t	161	t/cm
			P16S	120cmΦ	基樁	14	1838	t	487	t	168	t/cm
			P17S	120cmΦ	基樁	13	1789	t	462	t	175	t/cm
			A02S	120cmΦ	基樁	13	1789	t	462	t	175	t/cm
220	122縣道中興路跨越橋(雙向)	03091984OORG	A1E	4.6m x 10.51m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A1W	4.6m x 10.49m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1E	5.5m x 5.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1W	5.5m x 5.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2E	5.5m x 5.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			P2W	5.5m x 5.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3E	5.5m x 5.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3W	4.6m x 10.49m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	4.6m x 10.51m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	4.6m x 21m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
221	92K+542跨越渡槽兼人行橋(雙向)	03092542TORG	A1	60cmΦ	基樁	9	516	t	219	t	65	t/cm
			P1	6m x 5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	60cmΦ	基樁	10	533	t	231	t	63	t/cm
222	四重溪排水橋(北向)	03092698RORN	A1N	8.7m x 17.302m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	12m x 17.324m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
223	四重溪排水橋(南向)	03092698RORS	A1S	8.7m x 17.297m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	12m x 17.324m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
224	竹40鄉道穿越橋(北向)	03093688BORN	A1N	150cmΦ	基樁	17	2820	t	1117	t	222	t/cm
			A2N	150cmΦ	基樁	16	2771	t	1080	t	228	t/cm
225	竹40鄉道穿越橋(南向)	03093688BORS	A1S	150cmΦ	基樁	16	2796	t	1098	t	225	t/cm
			A2S	150cmΦ	基樁	16	2776	t	1083	t	228	t/cm
226	94K+383跨越橋(雙向)	03094383OORG	A1	60cmΦ	基樁	6	662	t	319	t	64	t/cm
			P1	5m x 9.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	60cmΦ	基樁	12	1075	t	612	t	43	t/cm
227	94K+612渡槽跨越橋(雙向)	03094612TORG	A1	4.8m x 4.82m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	9m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	9m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4.8m x 4.82m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
228	柯子湖排水橋(北向)	03095036RORN	A1N	60cmΦ	基樁	23	567	t	264	t	20	t/cm
			P1N	9.5m x 15m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2N	9.5m x 15m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	60cmΦ	基樁	14	466	t	187	t	27	t/cm
229	柯子湖排水橋(南向)	03095036RORS	A1S	60cmΦ	基樁	21	554	t	254	t	21	t/cm
			P1S	9.5m x 15m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2S	9.5m x 15m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	60cmΦ	基樁	15	480	t	197	t	26	t/cm
230	雲南路跨越橋(雙向)	03096445OORG	A1	4.5m x 13.17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	634.6m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	634.6m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4.5m x 13.17m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
231	竹45鄉道跨越橋(雙向)	03097428OORG	A1	4.1m x 16m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	8m x 14m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4.1m x 16m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
232	寶山IC雙溪排水橋(北向)	03098832RORN	AN1	60cmΦ	基樁	19	785	t	413	t	42	t/cm
			PN1	10.5m x 16.5m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	10.5m x 16.5m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN3	8.2m x 16.5m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	60cmΦ	基樁	10	542	t	237	t	62	t/cm
233	寶山IC雙溪排	03098832RORS	AS1	60cmΦ	基樁	19	785	t	413	t	42	t/cm
			PS1	10.5m x 16.5m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均椿長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	水橋(南向)		PS2	10.5m x 16.5m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PS3	8.2m x 16.5m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AS2	60cmΦ	基樁	10	542	t	237	t	62	t/cm
234	竹43鄉道跨越橋(雙向)	03099502OORG	A1	4.5m x 16.024m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	9m x 14.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	9m x 14.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4.5m x 16.024m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
235	水尾溪排水橋(北向)	03099804RORN	AN1	60cmΦ	基樁	18	770	t	403	t	43	t/cm
			PN1	10m x 20m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	10m x 20m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	60cmΦ	基樁	14	650	t	316	t	50	t/cm
236	水尾溪排水橋(南向)	03099804RORS	AN1	60cmΦ	基樁	18	770	t	403	t	43	t/cm
			PN1	10m x 20m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PN2	10m x 20m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AN2	60cmΦ	基樁	18	767	t	401	t	43	t/cm
237	新竹系統交流道匝道E(一)穿越橋	03100698PRE1	A1	10.7m x 15.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	150cmΦ	基樁	21	1885	t	479	t	60	t/cm
			P2	150cmΦ	基樁	22	1884	t	482	t	59	t/cm
			P3	150cmΦ	基樁	19	1891	t	474	t	64	t/cm
			P4	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	10.55m x 18.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
238	新竹系統交流道匝道A(二)跨越橋	03100698PRA2	A1	4.7m x 11.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	3.2m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	150cmΦ	基樁	15	2733	t	1050	t	233	t/cm
			P3	150cmΦ	基樁	16	2787	t	1092	t	226	t/cm
			P4	150cmΦ	基樁	16	2757	t	1068	t	230	t/cm
			A2	6m x 11.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A3	4.7m x 11.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5	8m x 11.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6	8m x 11.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A4	11.5m x 15.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
239	新竹系統交流道匝道E(二)跨越橋	03100698PRE2	A1	6.5m x 11.9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	6.5m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
240	新竹系統交流道匝道A(三)跨越橋	03100698PRA3	A1	6.5m x 16.47m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	6.5m x 15.22m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
241	新竹系統交流道匝道A(四)跨越橋	03100698PRA4	A1	7.2m x 7.1m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	7.2m x 7.1m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
242	新竹系統交流道匝道G排水橋	03100698PRG1	A1	7.5m x 11.78m	淺基礎		438	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	10m x 10m	淺基礎		438	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	10m x 10m	淺基礎		438	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	5.5m x 11.87m	淺基礎		438	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
243	新竹系	03100698	A1	200cmΦ	基樁	18	4285	t	1486	t	349	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	統交流道匝道E排水橋	PRE3	P1	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	200cmΦ	基樁	16	4121	t	1355	t	377	t/cm
244	寶山IC匝道六排水橋(一)	03098800PR61	A1L	7.5m x 14.7m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A1R	7.5m x 14.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1L	150cmΦ	基樁	25	3679	t	1752	t	175	t/cm
			P1R	150cmΦ	基樁	30	4020	t	2012	t	157	t/cm
			P2	150cmΦ	基樁	36	4429	t	2324	t	140	t/cm
			A2	5m x 18.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
245	寶山IC匝道六排水橋(二)	03098800PR62	A1L	5.4m x 14.4m	淺基礎	14	210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1L	150cmΦ	基樁	30	3725	t	1806	t	157	t/cm
			P2	150cmΦ	基樁	30	3725	t	1806	t	157	t/cm
			A2	5.4m x 16.8m	淺基礎	14	210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
246	寶山IC匝道七排水橋	03098800PR71	A1	120cmΦ	基樁	14	1844	t	735	t	167	t/cm
			P1	150cmΦ	基樁	30	3725	t	1806	t	157	t/cm
			P2	150cmΦ	基樁	36	4134	t	2118	t	140	t/cm
			A2	120cmΦ	基樁	14	1844	t	735	t	167	t/cm
247	寶山一號跨越橋(雙向)	03101448OORG	A1	4m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	6.2m x 6.2m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
248	崎林路高架橋(雙林路)北向	03101870BORN	A1E	3.85m x 20.85m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1E	8m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2E	9m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3E	9m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4E	9m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5E	8m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6E	8m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	8m x 19.85m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
249	崎林路高架橋(雙林路)南向	03101870BORS	A1W	4.6m x 19.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1W	8m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2W	8m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3W	9m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4W	9m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5W	8m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6W	8m x 18m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	8m x 19.85m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
250	寶山二號跨越橋(雙向)	03102183OORG	A1	4m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	6m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4m x 12.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
251	寶山三號跨越橋(雙向)	03102783OORG	A1	5.2m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			Aa1	6.9m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			Aa2	6m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4.1m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
252	茄冬IC117縣道穿越橋(北向)	03103888BORN	A1N	7.5m x 28.4m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1N	2m x 15.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2N	60cmΦ	基樁	13	447	t	247	t	38	t/cm
253	茄冬IC117縣道穿越橋(南	03103888BORS	A1S	7.5m x 24.72m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1S	2m x 19.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2S	60cmΦ	基樁	14	454	t	252	t	37	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	向)											
254	117縣道跨越橋(雙向)	03104324OORG	A1	4.6m x 18.64m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	6m x 13.3m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4.6m x 18.1m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
255	茄苳高架橋(北向)	03104869BORN	A1E	4.6m x 18.811m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1E	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2E	9.5m x 9.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3E	120cmΦ	基樁	15	1578	t	551	t	106	t/cm
			P4E	120cmΦ	基樁	15	1416	t	438	t	87	t/cm
			P5E	120cmΦ	基樁	15	1416	t	438	t	87	t/cm
			A2E	4.6m x 18.379m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
256	茄苳高架橋(南向)	03104869BORS	A1W	4.2m x 17.292m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1W	8.5m x 8.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2W	7.5m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3W	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4W	120cmΦ	基樁	15	1578	t	551	t	106	t/cm
			P5W	120cmΦ	基樁	15	1578	t	551	t	106	t/cm
			P6W	120cmΦ	基樁	15	1416	t	438	t	87	t/cm
			P7W	120cmΦ	基樁	15	1475	t	479	t	87	t/cm
			P8W	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P9W	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P10W	8.5m x 8.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	4.2m x 17.478m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
257	新竹一號跨越橋(雙向)	03105288OORG	A1	4m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	6.8m x 6.8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4m x 19.5875m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
258	117縣道(一)高架橋(北向)	03105882BORN	A1E	4.608m x 17.3m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1E	8.5m x 8.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2E	12m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3E	12m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4E	12m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5E	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6E	10m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7E	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2E	9.75m x 17.3m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
259	117縣道(一)高架橋(南向)	03105882BORS	A1W	4.612m x 17.3m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1W	7.5m x 7.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2W	8.5m x 8.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P3W	12m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P4W	12m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P5W	12m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P6W	10.5m x 10.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7W	9m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8W	9.5m x 9.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2W	8.45m x 17.3m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
260	新竹二號跨越橋(雙向)	03106418OORG	A1	4.5m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	6.2m x 6.2m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4.5m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
261	117縣道(二)高架橋	03107630BORN	A1E	7.4m x 20.259m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1E	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2E	120cmΦ	基樁	15	1607	t	572	t	90	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	(北向)		P3E	120cmΦ	基樁	15	1620	t	580	t	90	t/cm
			P4E	120cmΦ	基樁	15	1620	t	580	t	90	t/cm
			P5E	120cmΦ	基樁	15	1515	t	507	t	93	t/cm
			P6E	120cmΦ	基樁	15	1515	t	507	t	93	t/cm
			P7E	120cmΦ	基樁	15	1515	t	507	t	93	t/cm
			P8E	120cmΦ	基樁	15	1473	t	478	t	93	t/cm
			P9E	120cmΦ	基樁	15	1473	t	478	t	93	t/cm
			A2E	7.6m x 19.8975m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
262	117縣道(二)高架橋(南向)	03107630BORS	A1W	7.4m x 22.025m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1W	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2W	120cmΦ	基樁	15	1607	t	572	t	90	t/cm
			P3W	120cmΦ	基樁	15	1620	t	580	t	90	t/cm
			P4W	120cmΦ	基樁	15	1620	t	580	t	90	t/cm
			P5W	120cmΦ	基樁	15	1468	t	474	t	93	t/cm
			P6W	120cmΦ	基樁	15	1515	t	507	t	93	t/cm
			P7W	120cmΦ	基樁	15	1515	t	507	t	93	t/cm
			P8W	120cmΦ	基樁	15	1515	t	507	t	93	t/cm
			A2W	7.1m x 22.356m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
263	新竹三號跨越橋(雙向)	03108917OORG	A1	4.73m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1	8m x 8m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2	6m x 6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	4m x 8.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
264	台一線穿越橋(北向)	03109165BORN	A1L	7m x 17.3m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1L	8m x 8.4m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2L	8m x 8.4m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2L	9.2m x 17.3m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
265	台一線穿越橋(南向)	03109165BORS	A1R	7m x 17.3m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1R	8m x 8.4m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2R	8m x 8.4m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2R	9.2m x 17.3m	淺基礎		278	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
266	鹽水溪排水橋(北向)	03109478RORN	A1N	60cmΦ	基樁	20	542	t	163	t	16	t/cm
			P1L	120cmΦ	基樁	16	1538	t	351	t	62	t/cm
			P2L	120cmΦ	基樁	16	1708	t	431	t	98	t/cm
			P3L	120cmΦ	基樁	16	1708	t	431	t	98	t/cm
			A2N	60cmΦ	基樁	23	589	t	186	t	15	t/cm
267	鹽水溪排水橋(南向)	03109478RORS	A1S	60cmΦ	基樁	20	555	t	169	t	16	t/cm
			P1R	120cmΦ	基樁	16	1550	t	357	t	62	t/cm
			P2R	120cmΦ	基樁	16	1708	t	431	t	98	t/cm
			P3R	120cmΦ	基樁	16	1708	t	431	t	98	t/cm
			A2S	60cmΦ	基樁	24	589	t	186	t	15	t/cm
268	台13線穿越橋(北向)	03109883BORN	A1L	60cmΦ	基樁	20	549	t	250	t	24	t/cm
			P1L	120cmΦ	基樁	10	1412	t	421	t	122	t/cm
			P2L	120cmΦ	基樁	10	1411	t	420	t	113	t/cm
			A2L	60cmΦ	基樁	14	467	t	188	t	30	t/cm
269	台13線穿越橋(南向)	03109883BORS	A1R	60cmΦ	基樁	21	550	t	250	t	24	t/cm
			P1R	120cmΦ	基樁	10	1405	t	417	t	122	t/cm
			P2R	120cmΦ	基樁	10	1412	t	421	t	111	t/cm
			A2R	60cmΦ	基樁	14	476	t	194	t	29	t/cm
270	茄苳IC C/D穿越橋	03103900PCS1	A1	80cmΦ	基樁	15	1081	t	511	t	66	t/cm
			P1	10m x 15.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2	7.5m x 21.6m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
第四標												
271	彎崎溪	03367878	A1L	9.5m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	河川橋(北)	RORN	P1L	8m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2L	120cmΦ	基樁	10	1369	t	261	t	196	t/cm
			P3L	120cmΦ	基樁	10	1377	t	265	t	195	t/cm
			P4L	120cmΦ	基樁	10	1357	t	255	t	194	t/cm
			P5L	120cmΦ	基樁	10	1346	t	250	t	194	t/cm
			P6L	120cmΦ	基樁	10	1357	t	255	t	193	t/cm
			P7L	120cmΦ	基樁	16	1357	t	265	t	52	t/cm
			P8L	120cmΦ	基樁	11	1345	t	252	t	164	t/cm
			P9L	120cmΦ	基樁	16	1364	t	269	t	47	t/cm
			P10L	120cmΦ	基樁	10	1359	t	256	t	63	t/cm
			A2L	5.5m x 16.1m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
272	彎崎溪河川橋(南)	03367878RORS	A1R	9.5m x 11m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1R	8m x 12m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P2R	120cmΦ	基樁	10	1377	t	265	t	201	t/cm
			P3R	120cmΦ	基樁	10	1377	t	265	t	200	t/cm
			P4R	120cmΦ	基樁	10	1336	t	245	t	199	t/cm
			P5R	120cmΦ	基樁	10	1346	t	250	t	198	t/cm
			P6R	120cmΦ	基樁	10	1346	t	250	t	197	t/cm
			P7R	120cmΦ	基樁	16	1350	t	262	t	52	t/cm
			P8R	120cmΦ	基樁	11	1347	t	253	t	164	t/cm
			P9R	120cmΦ	基樁	16	1364	t	269	t	47	t/cm
			P10R	120cmΦ	基樁	10	1347	t	251	t	63	t/cm
			A2R	5.5m x 16.1m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
273	二仁溪2號河川橋(北)	03370455RORN	A1L	8.5m x 17.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1L	60cmΦ	基樁	8	335	t	61	t	32	t/cm
			P2L	150cmΦ	基樁	18	2049	t	388	t	95	t/cm
			P3L	150cmΦ	基樁	18	2049	t	388	t	95	t/cm
			P4L	150cmΦ	基樁	18	2049	t	388	t	95	t/cm
			P5L	150cmΦ	基樁	21	2047	t	396	t	83	t/cm
			P6L	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7L	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8L	6m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P9L	6m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P10L	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P11L	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P12L	150cmΦ	基樁	18	1862	t	301	t	108	t/cm
			P13L	150cmΦ	基樁	18	1862	t	301	t	108	t/cm
			P14L	150cmΦ	基樁	18	1755	t	251	t	76	t/cm
			P15L	6m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P16L	60cmΦ	基樁	8	345	t	66	t	25	t/cm
			P17L	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P18L	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P19L	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P20L	8m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P21L	8m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P22L	150cmΦ	基樁	13	2385	t	531	t	259	t/cm
			P23L	150cmΦ	基樁	24	3139	t	914	t	179	t/cm
			P24L	150cmΦ	基樁	24	3139	t	914	t	179	t/cm
			P25L	8m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P26L	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2L	8.1m x 17.1m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
274	二仁溪2號河	03370455RORS	A1R	6m x 9.5m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P1R	60cmΦ	基樁	8	335	t	61	t	32	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	川橋(南)		P2R	150cmΦ	基樁	18	2103	t	413	t	95	t/cm
			P3R	150cmΦ	基樁	18	2049	t	388	t	95	t/cm
			P4R	150cmΦ	基樁	19	2059	t	395	t	90	t/cm
			P5R	150cmΦ	基樁	21	2079	t	410	t	83	t/cm
			P6R	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P7R	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P8R	6m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P9R	6m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P10R	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P11R	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P12R	150cmΦ	基樁	18	1862	t	301	t	108	t/cm
			P13R	150cmΦ	基樁	18	1862	t	301	t	108	t/cm
			P14R	150cmΦ	基樁	18	1755	t	251	t	76	t/cm
			P15R	6m x 9m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P16R	60cmΦ	基樁	8	345	t	66	t	25	t/cm
			P17R	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P18R	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P19R	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P20R	8m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P21R	8m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P22R	150cmΦ	基樁	13	2385	t	531	t	259	t/cm
			P23R	150cmΦ	基樁	14	2457	t	567	t	247	t/cm
			P24R	150cmΦ	基樁	15	2521	t	600	t	238	t/cm
			P25R	8m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P26R	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P27R	13m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P28R	8m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			P29R	8m x 10m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2R	60cmΦ	基樁	9	520	t	148	t	65	t/cm
275	里港洩洪橋(東)	10027518RORE	A1R	6.2m x 18.64m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2R	6.2m x 16.37m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
276	里港洩洪橋(西)	10027518RORW	A1L	6.2m x 16.44m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2L	6.2m x 18.54m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
277	吉洋溪1號排水橋(東)	10029960RORE	AE1	4m x 20.64m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PE1	5m x 13m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PE2	5m x 13m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AE2	4m x 18.86m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
278	吉洋溪1號排水橋(西)	10029960RORW	AW1	4m x 18.86m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PW1	5m x 13m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			PW2	5m x 13m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			AW2	4m x 20.64m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
279	屏92穿越兼排水橋(東)	10031086RORE	A1R	6.4m x 13.77m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2R	6.4m x 14.56m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
280	屏92穿越兼排水橋(西)	10031086RORW	A1L	6.4m x 14.56m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
			A2L	6.4m x 13.77m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
281	美濃溪河川橋(東)	10032682RORE	AE1	60cmΦ	基樁	24	397	t	183	t	36	t/cm
			PE1	60cmΦ	基樁	20	374	t	171	t	40	t/cm
			PE2	60cmΦ	基樁	19	359	t	163	t	41	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	基礎型式		平均樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			PE3	60cmΦ	基樁	22	396	t	182	t	38	t/cm
			PE4	60cmΦ	基樁	20	374	t	171	t	40	t/cm
			AE2	7m x 13.85m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm
282	美濃溪河川橋(西)	10032682 RORW	AW1	60cmΦ	基樁	24	401	t	185	t	36	t/cm
			PW1	60cmΦ	基樁	20	366	t	167	t	40	t/cm
			PW2	60cmΦ	基樁	19	359	t	163	t	41	t/cm
			PW3	60cmΦ	基樁	22	396	t	182	t	38	t/cm
			PW4	60cmΦ	基樁	20	377	t	172	t	40	t/cm
			AW2	7m x 13.65m	淺基礎		210	t/m^2	-	t/m^2	-	t/cm

B. 補強椿基礎

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
1	北側基隆河橋 N	03010429RORN	PN2	100	10.5	1235	t	456	t	531	t/cm
			PN3	100	15.1	1242	t	466	t	531	t/cm
2	北側基隆河橋 S	03010436RORS	PS2	100	10.5	1299	t	501	t	594	t/cm
			PS3	100	15.1	1247	t	470	t	594	t/cm
			PS4	100	28.5	1107	t	387	t	212	t/cm
			PS5	100	13.3	990	t	287	t	212	t/cm
3	汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋	03010900PR62	P3	100	10	1352	t	537	t	528	t/cm
			P4	100	8	1095	t	355	t	547	t/cm
4	汐止系統交流道CDI-SB-RD	03010900PCS1	P6	100	18	1745	t	822	t	543	t/cm
			P7	100	16	1490	t	641	t	99	t/cm
5	汐止系統交流道CDI-NB-RD	03010900PCN1	P13	100	15	1347	t	538	t	183	t/cm
			P14	100	12	1320	t	517	t	183	t/cm
6	汐止系統交流道匝道7跨西側基隆河橋	03010900PR73	P2	100	22	1027	t	326	t	545	t/cm
			P3	100	22	1027	t	326	t	545	t/cm
			P4	100	22	1027	t	326	t	545	t/cm
			P5	100	32.5	1002	t	318	t	151	t/cm
			P6	100	30	978	t	298	t	151	t/cm
			P8N	100	22	952	t	270	t	524	t/cm
			P9N	100	22	952	t	270	t	524	t/cm
			P10N	100	22	952	t	270	t	524	t/cm
9	汐止系統交流道匝道2跨北側基隆河橋	03010900PR21	P1	100	24	1243	t	477	t	151	t/cm
			P3	100	8	1321	t	513	t	651	t/cm
10	汐止系統交流道匝道7跨北側基隆河橋	03010900PR71	P4	100	14	1385	t	558	t	584	t/cm
13	新台五路交流道匝道3跨鐵路橋	03012700PR31	P1	100	20	1017	t	314	t	151	t/cm
			A2	100	15	2394	t	1271	t	661	t/cm
14	新台五路交流道匝道4排水溝渠橋	03012700PR41	A1	100	15	1273	t	486	t	661	t/cm
18	貨櫃場通道跨越橋	03013650OORG	A1	100	15	2394	t	1271	t	661	t/cm
			A2	100	15	2394	t	1271	t	661	t/cm
23	南港系統交流道匝道3跨越橋	03016500PR31	PD4	24	21.12	342	t	342	t	66	t/cm
27	南港系統交流道匝道3跨南深路橋	03016500PR32	PD1	24	8.6	171	t	149	t	182	t/cm
			PD3	24	8.6	171	t	149	t	182	t/cm
28	四分子一坑高架橋 N	03016611BORN	PN3	24	8.6	119	t	93	t	121	t/cm
30	樟樹里高架橋 N	03011818BORN	PN1	61	14	430	t	155	t	306	t/cm
			PN2	61	18	738	t	373	t	303	t/cm
			PN3	61	28	903	t	492	t	54	t/cm
			PN4	24	35	313	t	278	t	18	t/cm
			PN5	24	38	228	t	228	t	18	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			PN6	24	31	228	t	228	t	18	t/cm
			PN7	24	36	270	t	229	t	18	t/cm
			PN8	61	34	733	t	375	t	54	t/cm
			PN9	24	25	294	t	259	t	18	t/cm
			PN10	24	17	144	t	130	t	120	t/cm
31	樟樹里高架橋 S	03011847BORS	PS1	61	14	430	t	155	t	306	t/cm
			PS2	61	18	738	t	373	t	303	t/cm
			PS3	61	28	903	t	492	t	54	t/cm
			PS4	24	35	313	t	278	t	18	t/cm
			PS5	24	38	228	t	228	t	18	t/cm
			PS6	24	31	228	t	228	t	18	t/cm
			PS7	24	36	270	t	229	t	18	t/cm
			PS8	24	31	228	t	226	t	18	t/cm
			PS9	24	9	171	t	171	t	121	t/cm
			PS10	24	17	144	t	130	t	120	t/cm
32	舊莊高架橋 N	03015096RORN	PN5	100	17	1129	t	389	t	642	t/cm
			PN6	100	17	1129	t	389	t	642	t/cm
			PN7	100	17	1129	t	389	t	642	t/cm
			PN9	100	16	1213	t	447	t	962	t/cm
			PN10	100	17	1129	t	389	t	642	t/cm
			PN11	100	16	1213	t	447	t	962	t/cm
33	舊莊高架橋 S	03015096RORS	PS5	100	17	1129	t	389	t	642	t/cm
			PS6	100	17	1129	t	389	t	642	t/cm
			PS9	100	16	1213	t	447	t	962	t/cm
			PS10	100	17	1129	t	389	t	642	t/cm
			PS11	100	17	1129	t	389	t	642	t/cm
34	四分里坑高架橋 N	03017502RORN	PN2	24	8.6	107	t	87	t	182	t/cm
			PN5	24	8.6	107	t	87	t	182	t/cm
			PN6	24	8.6	107	t	87	t	182	t/cm
35	四分里坑高架橋 S	03017528RORS	PS2	24	11.6	219	t	151	t	182	t/cm
			PS3	24	11.6	219	t	151	t	182	t/cm
			PS5	24	8.6	107	t	87	t	182	t/cm
			PS6	24	8.6	107	t	87	t	182	t/cm
			PS7	24	8.6	107	t	87	t	182	t/cm
36	富德橋 S	03020305BORG	PS1	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PS2L	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PS2R	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PS4	24	8.6	171	t	150	t	121	t/cm
			PS7	24	8.6	171	t	150	t	121	t/cm
			PS8	24	8.6	171	t	150	t	121	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
37	景美溪北橋	03020408RORG	PN1W	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PN1E	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PN9	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PN10	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PN11	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PN15	100	6	1369	t	545	t	661	t/cm
			PN16	100	6	1369	t	545	t	661	t/cm
			PN17	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PN18	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
38	景美溪南橋	03020633RORG	PS10	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PS16W	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PS17	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PS19	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PS20	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
			PS21	100	6	1369	t	545	t	661	t/cm
			PS23	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
39	木柵交流道匝道一富德橋	03020800PR11	PA1	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
40	木柵交流道匝道二景美溪橋	03020800PR21	PB2	24	8.6	171	t	154	t	121	t/cm
41	木柵交流道匝道四猴山坑橋	03020800PR43	PD1	24	8.6	171	t	171	t	121	t/cm
42	木柵交流道匝道四景美溪橋	03020800PR42	PD3	24	8.6	171	t	139	t	121	t/cm
43	木柵交流道匝道四富德橋	03020800PR41	AD5	100	15	2394	t	1271	t	661	t/cm
			AD6	100	15	2394	t	1271	t	661	t/cm
44	景美溪橋(W/E)	03020800RORW	PT4L	61	8	831	t	434	t	361	t/cm
			PT4R	61	8	831	t	434	t	361	t/cm
46	指南路穿越橋 N (無名溪橋 N)	03023780RORN	AN1	100	15	1972	t	976	t	661	t/cm
47	指南路穿越橋 S (無名溪橋 S)	03023743RORS	PS1	24	8.6	137	t	102	t	121	t/cm
48	新店高架橋 N	03025915BORN	NP2	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			NP3L	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			NP3R	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			NP4L	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			NP4R	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			NP6L	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			NP6R	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			NP8L	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			NP8R	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			NP14	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			NP16	24	13.15	106	t	106	t	180	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			NP18	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
49	新店高架橋 S	03025922BORS	SP2	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			SP3L	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			SP3R	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			SP4L	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			SP4R	24	14.55	106	t	106	t	78	t/cm
			SP5L	24	19.55	106	t	106	t	78	t/cm
			SP5R	24	23.35	106	t	106	t	78	t/cm
			SP6L	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			SP8L	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			SP8R	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			SP9	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
			SP16	24	12.4	106	t	106	t	178	t/cm
			SP18	24	8.6	171	t	145	t	182	t/cm
53	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	P1L	45	9	341	t	91	t	116	t/cm
			P1R	45	9	365	t	108	t	116	t/cm
			P2L	45	9	341	t	91	t	116	t/cm
			P2R	45	9	368	t	110	t	116	t/cm
			P3L	45	9	339	t	89	t	116	t/cm
			P3R	45	9	368	t	109	t	116	t/cm
			P4L	45	9	341	t	91	t	116	t/cm
			P4R	45	9	365	t	108	t	116	t/cm
			P5L	45	9	341	t	91	t	116	t/cm
			P5R	45	9	455	t	171	t	361	t/cm
			P6L	45	9	432	t	154	t	361	t/cm
			P6R	45	9	470	t	181	t	361	t/cm
			P7L	24	18	64	t	64	t	121	t/cm
			P7R	24	18	64	t	64	t	121	t/cm
			P8L	24	20	128	t	128	t	121	t/cm
			P8R	24	20	128	t	128	t	121	t/cm
			P14R	24	25	128	t	128	t	112	t/cm
			P15R	24	21	96	t	96	t	105	t/cm
			P16L	24	19	128	t	112	t	105	t/cm
			P16R	24	23	128	t	128	t	105	t/cm
			P17L	24	22	96	t	96	t	112	t/cm
			P17R	24	22	96	t	96	t	114	t/cm
59	安坑交流道匝道 5 跨越橋	03031100PR51	P1	100	15	956	t	266	t	333	t/cm
			P2	100	15	956	t	266	t	333	t/cm
60	安坑交流道匝道 6 跨越橋	03031100PR61	P1	100	15	956	t	266	t	333	t/cm
			P2	100	19	1148	t	405	t	333	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			P3	100	15	956	t	266	t	333	t/cm
64	安坑橋	03031100TAT2	P4	150	35.7	3923	t	1891	t	1070	t/cm
			P5	150	35.4	2047	t	576	t	271	t/cm
			P6	150	35.1	2043	t	573	t	271	t/cm
65	安坑橋 A6 匝道	03031100PRA6	P12	150	53.1	2410	t	875	t	245	t/cm
74	中和交流道北主線高架橋 (一)	03035542BORN	PN4	100	12	498	t	163	t	76	t/cm
			PN5	100	14	1201	t	437	t	536	t/cm
			PN6	100	12	940	t	250	t	537	t/cm
75	中和交流道北主線高架橋 (二)	03035913BORN	PN13	100	18	909	t	235	t	542	t/cm
76	中和交流道南主線高架橋 (一)	03035575BORS	PS1	24	12	256	t	237	t	45	t/cm
			PS2	24	12	256	t	237	t	45	t/cm
79	中和交流道南主線高架橋 (三)	03035907BORS	PS7	100	18	909	t	235	t	540	t/cm
83	中和交流道匝道 B (二)	03035000PRB2	PB10	24	8.6	172	t	172	t	101	t/cm
			PB11	24	8.6	172	t	172	t	101	t/cm
84	中和交流道匝道 C	03035000PRC1	PC3	100	28.15	1448	t	624	t	550	t/cm
			PC4	100	28.15	1448	t	624	t	550	t/cm
87	中和交流道聯絡道高架橋 W (一)	03035000TAT1	P1L	24	14.7	171	t	171	t	101	t/cm
88	中和交流道聯絡道高架橋 E (一)	03035000TAT2	P1R	24	14.7	171	t	171	t	101	t/cm
91	中和交流道匝道 G	03035000PRG1	P1'G	24	8.6	171	t	171	t	101	t/cm
			P1G	24	12.7	171	t	161	t	101	t/cm
92	中和交流道匝道 H	03035000PRH1	P1H	24	12.7	171	t	170	t	97	t/cm
136	三峽溪河川橋(北向)	03045475RORN	P4WL	150	17	1533	t	432	t	497	t/cm
			P5WL	150	17	1552	t	445	t	497	t/cm
			P6WL	150	17	1552	t	445	t	497	t/cm
			P7WL	150	17	1528	t	428	t	497	t/cm
			P4WR	150	17	1533	t	432	t	497	t/cm
			P5WR	150	17	1552	t	445	t	497	t/cm
			P6WR	150	17	1552	t	445	t	497	t/cm
			P7WR	150	17	1528	t	428	t	497	t/cm
137	三峽溪河川橋(南向)	03045475RORS	P4EL	150	17	1533	t	432	t	497	t/cm
			P5EL	150	17	1552	t	445	t	497	t/cm
			P6EL	150	17	1552	t	445	t	497	t/cm
			P7EL	150	17	1528	t	428	t	497	t/cm
			P4ER	150	17	1533	t	432	t	497	t/cm
			P5ER	150	17	1552	t	445	t	497	t/cm
			P6ER	150	17	1552	t	445	t	497	t/cm
			P7ER	150	17	1528	t	428	t	497	t/cm
142	三鶯交流道復興路穿	03050596BORN	P1S1	24	8.6	65	t	65	t	57	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
	越橋(北向)		P1S2	24	8.6	65	t	65	t	57	t/cm
			P2S1	24	8.6	65	t	65	t	57	t/cm
			P2S2	24	8.6	65	t	65	t	57	t/cm
143	三鶯交流道復興路穿越橋(南向)	03050596BORS	P1N1	24	8.6	65	t	65	t	57	t/cm
			P1N2	24	8.6	65	t	65	t	57	t/cm
			P2N1	24	8.6	65	t	65	t	57	t/cm
			P2N2	24	8.6	65	t	65	t	57	t/cm
151	大溪三號渡槽兼人行橋	03060904TORG	A1	100	15	1273	t	486	t	661	t/cm
			A2	100	15	1273	t	486	t	661	t/cm
163	龍潭交流道IC穿越橋(南向)	03068234BORS	P1A	24	12.2	97	t	90	t	122	t/cm
			P1B	24	12.2	97	t	90	t	122	t/cm
			P2A	24	12.2	97	t	90	t	122	t/cm
			P2B	24	12.2	97	t	90	t	122	t/cm
164	龍潭交流道IC穿越橋(北向)	03068234BORN	P1C	24	12.2	97	t	90	t	122	t/cm
			P1D	24	12.2	97	t	90	t	122	t/cm
			P2C	24	12.2	97	t	90	t	122	t/cm
			P2D	24	12.2	97	t	90	t	122	t/cm
165	龍潭IC C/D穿越橋	03068234PCS1	P1E	24	9.2	65	t	65	t	122	t/cm
			P2E	24	9.2	65	t	65	t	122	t/cm
166	龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	P6NB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P7NB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P8NB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P9NB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P10NB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P11NB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P12NB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P13NB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P14NB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P15NB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P16NB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
167	龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	P6SB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P7SB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P8SB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P9SB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P10SB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P11SB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P12SB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P13SB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P14SB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
167	龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	P15SB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			P16SB	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
173	龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)	03071710TORG	A1	100	15	1273	t	486	t	992	t/cm
			A2	100	15	1273	t	486	t	992	t/cm
177	龍潭二號跨越橋(雙向)	03074285OORG	P1	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
			P2	24	8.6	64	t	64	t	182	t/cm
186	關西 IC 穿越橋(北向)	03079210BORN	P1N1	24	8.6	64	t	64	t	121	t/cm
			P1N2	24	8.6	64	t	64	t	121	t/cm
			P2N1	24	8.6	64	t	64	t	121	t/cm
			P2N2	24	8.6	64	t	64	t	121	t/cm
187	關西 IC 穿越橋(南向)	03079210BORS	P1S1	24	8.6	64	t	64	t	121	t/cm
			P1S2	24	8.6	64	t	64	t	121	t/cm
			P2S1	24	8.6	64	t	64	t	121	t/cm
			P2S2	24	8.6	64	t	64	t	121	t/cm
197	鳳山溪河川橋(北向)	03082173RORN	P6N	150	15	3080	t	847	t	1605	t/cm
			P7N	150	19	3224	t	918	t	1605	t/cm
			P8N	150	19	3224	t	918	t	1605	t/cm
			P9N	150	19	3224	t	918	t	1605	t/cm
198	鳳山溪河川橋(南向)	03082173RORS	P6S	150	15	3080	t	847	t	1605	t/cm
			P7S	150	19	3224	t	918	t	1605	t/cm
			P8S	150	19	3224	t	918	t	1605	t/cm
			P9S	150	19	3224	t	918	t	1605	t/cm
199	下橫坑河川橋(南向)	03083566RORS	PS2	150	15	3570	t	1061	t	1605	t/cm
			PS3	150	15	3570	t	1061	t	1605	t/cm
			PS4	150	15	3570	t	1061	t	1605	t/cm
			PS5	150	12	3570	t	1058	t	1605	t/cm
			PS6	150	12	3570	t	1058	t	1605	t/cm
200	下橫坑河川橋(北向)	03083566RORN	PN2	150	11	3570	t	1058	t	1605	t/cm
			PN3	150	8	3570	t	1058	t	1605	t/cm
			PN4	150	8	3570	t	1058	t	1605	t/cm
			PN5	150	11	3570	t	1058	t	1605	t/cm
			PN6	150	12	3570	t	1058	t	1605	t/cm
214	頭前溪河川橋(北向)	03091282RORN	P07N	100	18	1817	t	581	t	661	t/cm
			P08N	100	18	1651	t	503	t	661	t/cm
			P09N	100	18	1651	t	503	t	661	t/cm
			P12N	100	15	1556	t	457	t	661	t/cm
			P13N	100	15	1556	t	457	t	661	t/cm
			P14N	100	15	1556	t	457	t	661	t/cm
215	頭前溪河川橋(南向)	03091282RORS	P07S	100	18	1817	t	581	t	661	t/cm
			P08S	100	18	1651	t	503	t	661	t/cm
			P09S	100	18	1651	t	503	t	661	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			P12S	100	15	1556	t	457	t	661	t/cm
			P13S	100	15	1556	t	457	t	661	t/cm
			P14S	100	15	1556	t	457	t	661	t/cm
217	92K+542 跨越渡槽兼人行橋(雙向)	03092542TORG	A1	100	10	1152	t	264	t	661	t/cm
			A2	100	10	1152	t	264	t	661	t/cm
222	94K+383 跨越橋(雙向)	03094383OORG	A1	150	15	3561	t	1051	t	1011	t/cm
			A2	150	15	3561	t	1051	t	1011	t/cm
244	崎林路高架橋(雙林路)北向	03101870BORN	P5E	24	8.6	171	t	115	t	121	t/cm
			P6E	24	8.6	171	t	115	t	121	t/cm
245	崎林路高架橋(雙林路)南向	03101870BORS	P5W	24	8.6	171	t	115	t	121	t/cm
			P6W	24	8.6	171	t	115	t	121	t/cm
251	茄苳高架橋(北向)	03104869BORN	P3E	100	21	2009	t	673	t	393	t/cm
			P4E	100	21	2009	t	673	t	393	t/cm
252	茄苳高架橋(南向)	03104869BORS	P2W	24	8.6	171	t	115	t	121	t/cm
			P4W	100	19	1753	t	552	t	393	t/cm
			P5W	100	19	1753	t	552	t	393	t/cm
			P6W	100	19	1753	t	552	t	393	t/cm
			P7W	100	19	1753	t	552	t	393	t/cm
			P8W	24	14.6	342	t	201	t	121	t/cm
			P9W	24	14.6	256	t	158	t	121	t/cm
253	新竹一號跨越橋(雙向)	03105288OORG	A1	150	15	3272	t	913	t	1070	t/cm
			A2	150	15	3272	t	913	t	1070	t/cm
254	117 縣道(一)高架橋(北向)	03105882BORN	P1E	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P2E	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P3E	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P4E	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P5E	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P6E	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P7E	24	8.6	172	t	116	t	119	t/cm
255	117 縣道(一)高架橋(南向)	03105882BORS	P1W	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P2W	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P3W	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P4W	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P5W	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P6W	24	8.6	172	t	116	t	119	t/cm
			P7W	24	8.6	172	t	116	t	119	t/cm
			P8W	24	8.6	172	t	116	t	119	t/cm
257	117 縣道(二)高架橋(北向)	03107630BORN	P1E	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P2E	61	19	388	t	85	t	175	t/cm
			P3E	100	15	1267	t	322	t	321	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			P4E	100	15	1267	t	322	t	321	t/cm
			P5E	100	15	1188	t	286	t	333	t/cm
			P6E	100	15	1149	t	267	t	333	t/cm
			P7E	100	15	1188	t	286	t	333	t/cm
258	117 縣道(二)高架橋(南向)	03107630BORS	P1W	24	8.6	172	t	116	t	122	t/cm
			P2W	61	19	388	t	85	t	175	t/cm
			P3W	100	15	1267	t	322	t	321	t/cm
			P4W	100	15	1267	t	322	t	321	t/cm
			P5W	100	15	1149	t	267	t	333	t/cm
			P6W	100	15	1149	t	267	t	333	t/cm
260	台一線穿越橋(北向)	03109165BORN	P1L	24	8.6	170	t	115	t	121	t/cm
			P2L	24	8.6	170	t	115	t	121	t/cm
261	台一線穿越橋(南向)	03109165BORS	P1R	24	8.6	170	t	115	t	121	t/cm
			P2R	24	8.6	170	t	115	t	121	t/cm
262	鹽水溪排水橋(北向)	03109478RORN	P2L	100	18	1352	t	363	t	381	t/cm
263	鹽水溪排水橋(南向)	03109478RORS	P2R	100	18	1352	t	363	t	381	t/cm
267	鸞崎溪河川橋(北)	03367878RORN	P4L	100	12	1302	t	336	t	620	t/cm
			P5L	100	12	1293	t	332	t	617	t/cm
			P6L	100	12	1302	t	336	t	615	t/cm
268	鸞崎溪河川橋(南)	03367878RORS	P4R	100	12	1284	t	328	t	637	t/cm
			P5R	100	12	1293	t	332	t	635	t/cm
			P6R	100	12	1293	t	332	t	632	t/cm
269	二仁溪 2 號河川橋(北)	03370455RORN	P1L	150	12	2420	t	519	t	412	t/cm
			P2L	150	18	2163	t	409	t	390	t/cm
			P3L	150	24	3261	t	932	t	390	t/cm
			P4L	150	25	3261	t	933	t	378	t/cm
			P5L	150	21	2108	t	389	t	367	t/cm
			P8L	150	15	4041	t	1279	t	1058	t/cm
			P9L	150	15	4041	t	1279	t	1058	t/cm
			P10L	150	15	4041	t	1279	t	1060	t/cm
			P11L	150	15	4041	t	1279	t	1058	t/cm
			P12L	150	22	2712	t	672	t	455	t/cm
			P13L	150	28	3865	t	1220	t	455	t/cm
			P14L	150	32	4105	t	1335	t	455	t/cm
			P15L	150	15	4041	t	1279	t	296	t/cm
			P16L	150	12	2460	t	537	t	296	t/cm
			P17L	150	15	4041	t	1279	t	296	t/cm
			P18L	150	15	4041	t	1279	t	296	t/cm
			P19L	150	15	4041	t	1279	t	296	t/cm
			P20L	150	15	4041	t	1279	t	296	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			P21L	150	15	4041	t	1279	t	1070	t/cm
			P22L	150	15	2464	t	541	t	1070	t/cm
270	二仁溪 2 號河川橋(南)	03370455RORS	P1R	150	12	2420	t	519	t	412	t/cm
			P2R	150	18	2163	t	409	t	390	t/cm
			P3R	150	24	3261	t	932	t	390	t/cm
			P4R	150	25	3261	t	933	t	378	t/cm
			P5R	150	21	2108	t	389	t	367	t/cm
			P8R	150	15	4041	t	1279	t	1058	t/cm
			P9R	150	15	4041	t	1279	t	1058	t/cm
			P10R	150	15	4041	t	1279	t	1060	t/cm
			P11R	150	15	4041	t	1279	t	1058	t/cm
			P12R	150	22	2712	t	672	t	455	t/cm
			P13R	150	28	3865	t	1220	t	455	t/cm
			P14R	150	32	4105	t	1335	t	455	t/cm
			P15R	150	15	4041	t	1279	t	296	t/cm
			P16R	150	12	2460	t	537	t	296	t/cm
			P17R	150	15	4041	t	1279	t	296	t/cm
			P18R	150	15	4041	t	1279	t	296	t/cm
			P19R	150	15	4041	t	1279	t	296	t/cm
			P20R	150	15	4041	t	1279	t	296	t/cm
			P21R	150	15	4041	t	1279	t	1070	t/cm
			P22R	150	15	2464	t	541	t	1070	t/cm
277	美濃溪河川橋(東)	10032682RORE	PE2	100	20	653	t	282	t	661	t/cm
			PE3	100	25	718	t	315	t	661	t/cm
278	美濃溪河川橋(西)	10032682RORW	PW2	100	20	653	t	282	t	661	t/cm
			PW3	100	25	718	t	315	t	661	t/cm
279	田寮 2 號高架橋(北)	03374445BORN	P3L	100	14	2394	t	847	t	992	t/cm
			P4L	100	18	2650	t	968	t	992	t/cm
			P7L	100	18	2650	t	968	t	992	t/cm
			P8L	100	18	2650	t	968	t	992	t/cm
			P9L	100	18	2650	t	968	t	992	t/cm
			P12L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P13L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P14L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P15L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P17L	100	16	2653	t	970	t	661	t/cm
			P20L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P21L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P22L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P24L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			P29L	100	23	3419	t	1332	t	661	t/cm
			P31L	100	21	3291	t	1271	t	661	t/cm
			P32L	100	21	3291	t	1271	t	661	t/cm
			P33L	100	21	3291	t	1271	t	661	t/cm
			P34L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P35L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P36L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P37L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P38L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P39L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P40L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P41L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P42L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P47L	100	21	5392	t	1921	t	1071	t/cm
			P51L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P53L	100	21	5392	t	1921	t	1071	t/cm
			P56L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P57L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P58L	100	21	5392	t	1921	t	1071	t/cm
			P62L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P63L	100	12	2124	t	720	t	661	t/cm
			P66L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P67L	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
280	田寮 2 號高架橋(南)	03374445BORS	P3R	100	14	2394	t	847	t	992	t/cm
			P4R	100	18	2650	t	968	t	992	t/cm
			P7R	100	18	2650	t	968	t	992	t/cm
			P8R	100	18	2650	t	968	t	992	t/cm
			P9R	100	18	2650	t	968	t	992	t/cm
			P12L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P13L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P14L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P15L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P17L	100	16	2653	t	970	t	661	t/cm
			P20R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P21R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P22R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P24L	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P29R	100	23	3547	t	1392	t	661	t/cm
			P31R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P33R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm

項次	橋梁名稱	橋梁編碼	橋墩編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平阻抗	
			P34R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P35R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P36R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P37R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P38R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P39R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P40R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P41R	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P42R	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P47R	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P51R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P53R	100	21	5392	t	1921	t	1071	t/cm
			P56R	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P57R	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P58R	100	21	5392	t	1921	t	1071	t/cm
			P62R	100	12	2140	t	728	t	661	t/cm
			P63R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P66R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
			P67R	100	12	2138	t	726	t	661	t/cm
281	高雄環線高架(三)橋(E)	10007979BORE	P1L	100	15	2393	t	847	t	661	t/cm
			P5L	100	18	2457	t	879	t	182	t/cm
			P44L	150	42	5595	t	2051	t	288	t/cm
			P45L	150	42	5541	t	2026	t	288	t/cm
			P46L	150	42	5544	t	2027	t	288	t/cm
			P49L	150	42	5483	t	1999	t	288	t/cm
			P50L	150	42	3222	t	944	t	258	t/cm
			P51L	150	42	3167	t	918	t	254	t/cm
			P54L	150	42	3209	t	937	t	257	t/cm
			P55L	150	42	3267	t	965	t	262	t/cm
			P56L	150	42	3213	t	939	t	258	t/cm
			P111L	150	23	4043	t	1295	t	271	t/cm
282	高雄環線高架(三)橋(W)	10007979BORW	P1R	100	15	2393	t	847	t	661	t/cm
			P5R	100	18	2457	t	879	t	182	t/cm
			P44R	150	42	5595	t	2051	t	288	t/cm
			P45R	150	42	5546	t	2028	t	288	t/cm
			P46R	150	42	5544	t	2027	t	288	t/cm
			P49R	150	42	5477	t	1996	t	288	t/cm
			P50R	150	42	3222	t	944	t	258	t/cm
			P51R	150	42	3216	t	941	t	258	t/cm
			P54R	150	42	3196	t	931	t	256	t/cm

項次	橋 梁 名 稱	橋 梁 編 碼	橋墩 編號	樁徑(cm)	樁長(m)	下壓極限承載力		拉拔極限承載力		水平 阻抗	
			P55R	150	42	3267	t	965	t	262	t/cm
			P56R	150	42	3249	t	956	t	260	t/cm
			P111R	150	23	4043	t	1295	t	271	t/cm
283	典寶溪過水橋(東)	10029960RORE	P2R	100	11	2010	t	666	t	661	t/cm
			P3R	100	15	2522	t	908	t	661	t/cm
			P4R	100	25	3803	t	1513	t	661	t/cm
			P5R	100	25	3803	t	1513	t	661	t/cm
284	典寶溪過水橋(西)	10014207RORW	P2L	100	11	2010	t	666	t	661	t/cm
			P3L	100	11	2010	t	666	t	661	t/cm
			P4L	100	20	3162	t	1211	t	661	t/cm
			P5L	100	25	3803	t	1513	t	661	t/cm

附錄六　專家學者座談會內容與會議紀錄

第一次專家學者座談會
簡報

交通部臺灣區國道高速公路局
Taiwan Area National Freeway Bureau

國道高速公路橋梁耐震補強
第2期工程(第1優先路段)規劃設計

第一次專家學者座談會

簡報

TYLIN INTERNATIONAL TAIWAN
林同棪工程顧問股份有限公司

簡報人：彭康瑜　計畫主持人

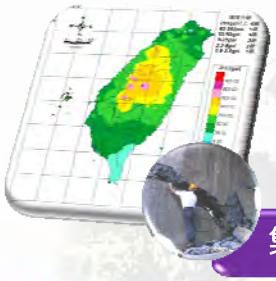
中 華 民 國 100 年 6 月 15 日

簡報大綱

1 前　言
2 橋梁資料蒐集整理
3 大地與水利工程
4 橋梁耐震詳細評估
5 橋梁耐震補強工程
6 重點議題討論

1 前　言

計畫緣起與目標



- 首度面對兩座特殊橋
  - 碧潭橋、新店高架橋
- 第一優先路段
  - 第二期耐震補強工程
- 第一期(中山高)耐震補強工程
- 集集地震：橋梁嚴重損壞

計畫緣起與目標

北台雙環・生命線路網

地震侵襲
減少損害、避免傷亡

高安全性
基礎交通建設

小震不壞、中震可修、大震不倒

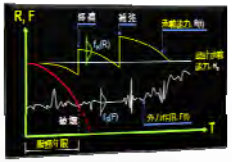
工程範圍與現況

永續思維與作法

全球氣候變遷

Safer Bridge
山-橋-河共治，確保安全

生命週期理念



Faster Bridge
補強更快速
施工更安全

Better Bridge
創新工程技術
友善生態環境

多重防災策略

「山・橋・河」共治理念

山 鄰近橋址順向邊坡
→ 與國道邊坡補強計畫整合

橋 橋梁耐震補強方案
→ 避免增加邊坡擾動與載重

河 高沖刷潛勢之河川
一般沖刷+束縮沖刷+局部沖刷
→ 地震力+50%最大沖刷深度

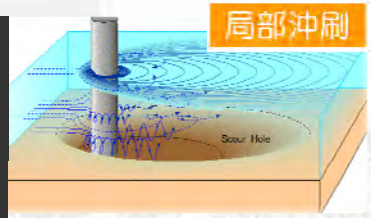
「山・橋・河」共治理念

預力地錨揚起試驗

鋼鍵內視鏡檢測

鋼鍵銹蝕狀況

莫拉克風災之啟示

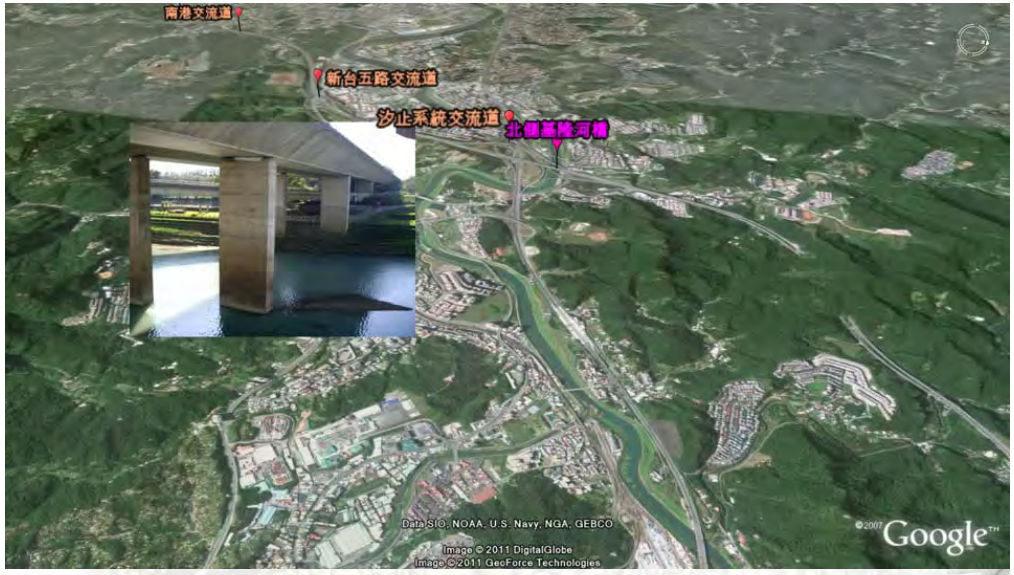


北二高主要橋梁現況(1/3)

北二高主要橋梁現況(2/3)

北二高主要橋梁現況(3/3)

工程範圍內主要橋梁現況



2 橋梁資料蒐集整理

橋梁資料蒐集整理

高公局
- 技術組
- 工程處(段)
- 橋梁管理資訊系統

國工局 + 河川管理單位 / 公共管線單位

橋梁資料
- 竣工圖
- 竣工報告
- 鑽探報告
- 近年檢測維修紀錄
- 設計施工文獻

橋梁耐震目視檢測－橋梁結構現況

■ 橋柱受不當束制，支承無防震設施

■ 基礎沖刷裸露，構件裂縫修補

橋梁耐震目視檢測－橋址環境現況

■ 橋下市場、公園、造景、廟宇

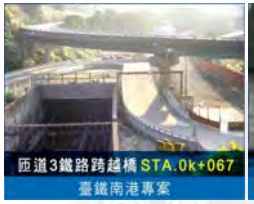
舊莊高架橋 STA.15k+097
橋下林森市場使用現況

RAMP7西側基隆河橋 STA.0k+067
橋下原住民運動公園

碧潭高架橋 STA. 29k+099
橋下當地藝術造景

中和交流道 STA.35k+575
橋下廟宇

■ 橋址緊鄰鐵路箱涵、建物、停車場


臣道3鐵路跨越橋 STA.0k+067
臺鐵南港專案

碧潭橋 STA.18k+162
房舍緊鄰兩橋墩

大漢溪河川橋 STA.51k+600
圍籬與橋墩連結

崎林路高架橋 STA.101k+735
橋下垃圾車停車場

北二高橋梁結構特色

上部結構系統、工法演進

中山高	北二高	二高後續
	約佔45%	

預力I型梁（吊裝工法）

連續預力箱型梁

場撐工法 | 引進歐洲自動化橋梁工法

開西大橋
場鑄懸臂工法

頭前溪橋
節塊推進工法

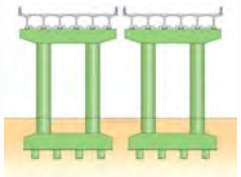
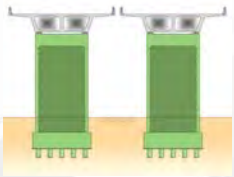
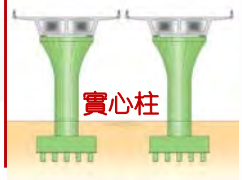
仁溪二號橋
支撐先進工法

北二高橋梁結構特色

下部結構橋墩型式演進

84年耐震規範

中山高	北二高	二高後續	二高後續
框架式橋墩	直柱式中空橋墩		擴頭式橋墩

PC箱型梁、施工性、節減材料、減輕自重 → 直柱式中空設計

- 基礎須滿足塑鉸發生後之彎矩
- 避免柱尺寸過大影響塑鉸發生
- 滿足承接上構尺寸之幾何需求

→ 縮小墩柱尺寸 採擴頭式設計

既有橋梁耐震課題初探

僅盤式支承傳力，無止震設施

震時邊坡穩定，影響橋梁安全

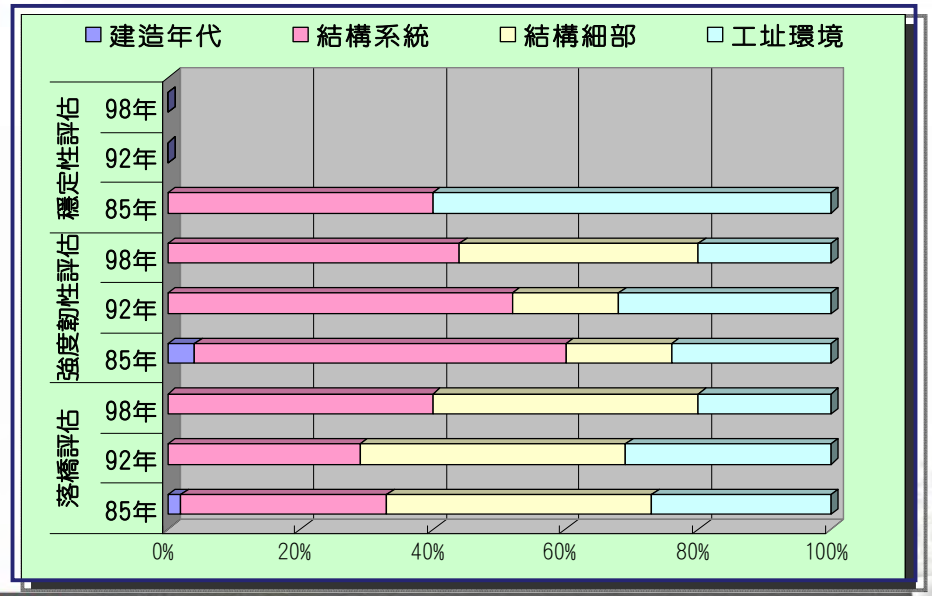
大斷面直柱式中空橋墩

部分橋址具中或高液化潛能

橋梁耐震初步評估

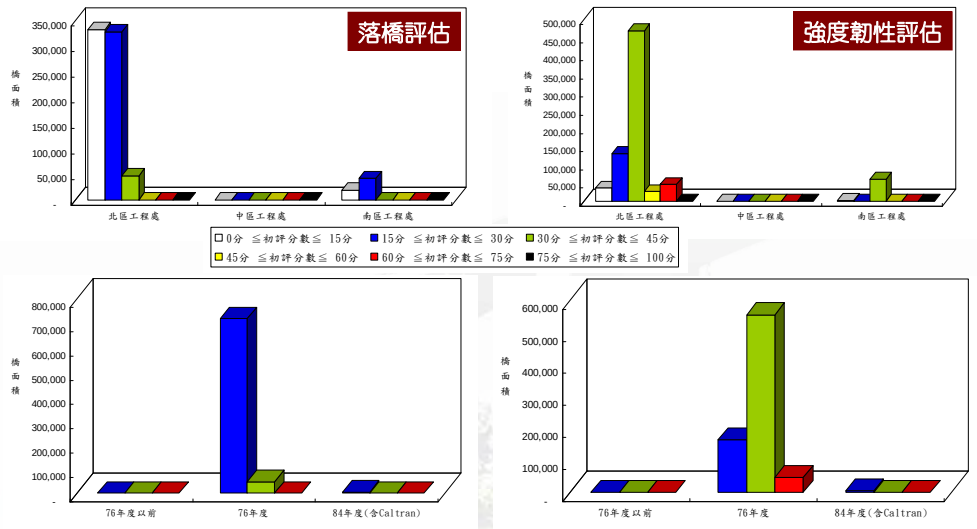
- 橋梁耐震初步評估表之選用
  - ❖ 「公路橋梁安全初步檢測及評估準則」 (85.7)
    - ➢ 落橋、強度韌性及穩定性評估
    - ➢ 可行性研究階段初評依據
  - ❖ 「橋梁耐震能力評估準則之建立」研究 (92.12)
    - ➢ 落橋、強度韌性評估
    - ➢ 第一期工程規劃階段初評依據
  - ❖ 「公路橋梁耐震評估及補強準則之研究」 (98.12)
    - ➢ 落橋、強度韌性評估
    - ➢ 本工程初步評估依據

橋梁耐震初步評估成果



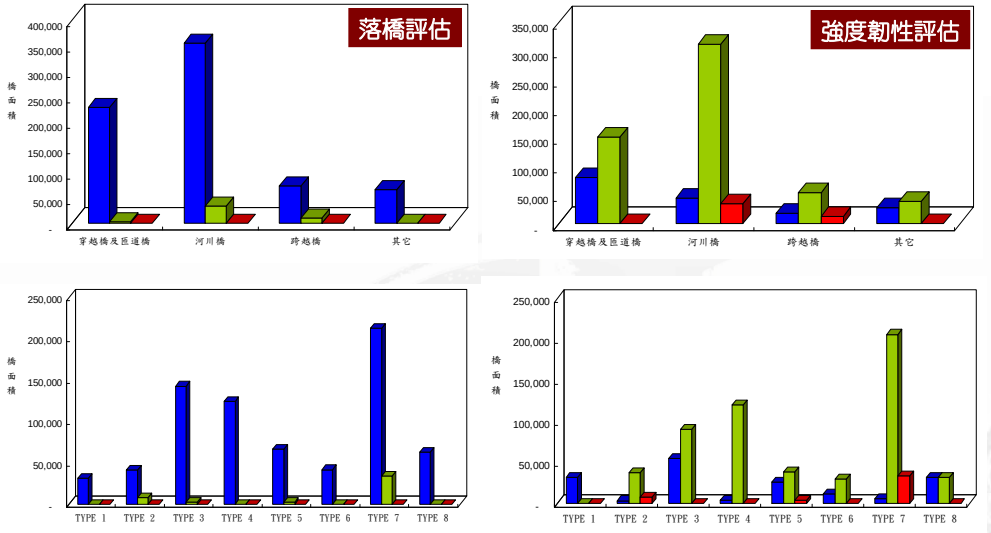
橋梁耐震初步評估

0分≦初評分數≦30分　30分＜初評分數≦60分　60分＜初評分數≦100分



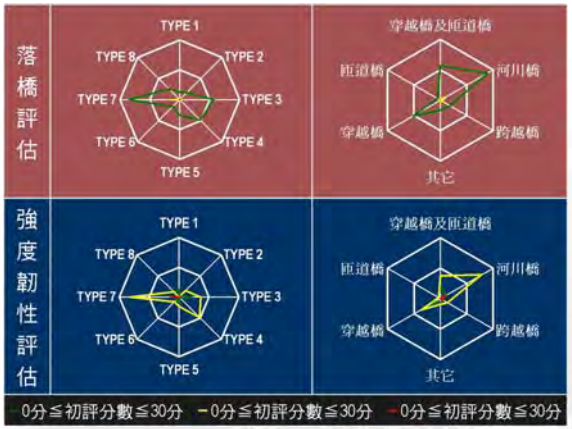
橋梁耐震初步評估

0分≦初評分數≦30分　30分＜初評分數≦60分　60分＜初評分數≦100分



橋梁資料蒐集整理

■ 耐震初評結果統計 (依據公路總局98年「公路橋梁耐震評估及補強準則草案」)



單跨			TYPE1
多跨	簡支梁	單柱式	TYPE2
		多柱式	TYPE3
		壁式	TYPE4
	連續梁	單柱式	TYPE5
		多柱式	TYPE6
		壁式	TYPE7
其他			TYPE8

本工程橋梁主要潛在課題 → 強度韌性 (較落橋嚴重)

3 大地工程

鄰近橋址地質敏感邊坡

依 貴局「32處順向坡體檢成果」：4處橋址屬地質敏感邊坡

新竹一號跨越橋 (南下側)

寶山三號跨越橋 (南下側)

跨越橋(南下側) (STA 94+383.2)

雲南路跨越橋 (北上、南下側)

敏感邊坡現況目視檢測

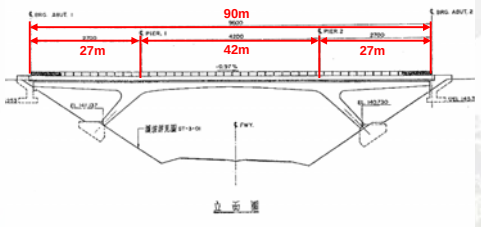
跨越橋STA.94+383	雲南路跨越橋	新竹一號跨越橋	寶山三號跨越橋
噴凝土坡面	格梁地錨＋監測系統	石　籠	格梁地錨＋監測系統
坡面空洞	邊坡無異樣	邊坡出水現象	邊坡縱向溝變形

補強策略：位移拘束工法、CFRP包覆補強

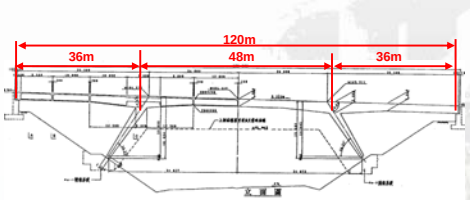
界面整合：與國道邊坡補強計畫整體考量

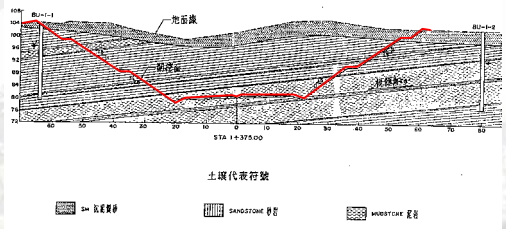
- π形橋屬剛性結構物，僅能容許微量之基礎變位
  - 若邊坡坍滑，斜撐墩柱受擠壓造成上構預力損失而影響結構安全
- 不適用先行施築跨越橋梁後，挖除其下土方工法
- π形橋建議施工程序
  - 依設計需要開挖路幅及施設邊坡穩定措施
  - 邊坡穩定措施完成後再進行跨越橋之施工

- 96K+445雲南路跨越橋 (B)
  - 兩側邊坡皆為順向坡，本區地下水位高，兩側邊坡經分析有坍滑之虞
  - 施工時先行完成橋梁後，再進行土方開挖
    - 為維橋梁安全，橋下土方開挖及地錨施作須分階段審慎進行



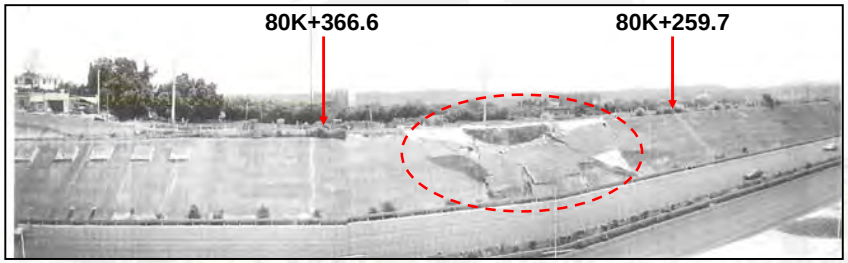
- 102K+783寶山三號跨越橋 (D)
  - 右側邊坡為順向坡，左側邊坡為逆向坡
  - 與新竹竹南、關西新竹段地質條件相似
    - 依關西竹南段邊坡坍滑整治案例，原設計泥岩參數可能高估
    - 施工前檢討於第二階邊坡加設三排預力地錨
  - 施工時先行完成邊坡地錨施工，再施築跨越橋





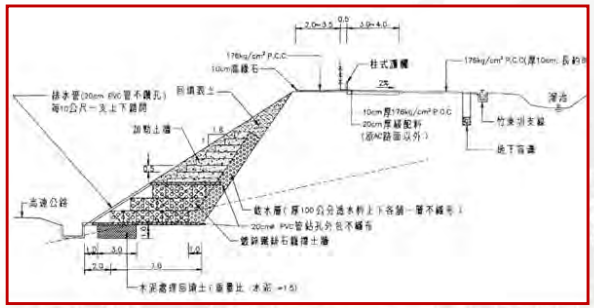
- 為順向坡，接近柑子崎向斜軸部，岩層傾角約12°
- 坡頂有一溜池，加上連續數日豪雨，地表水入滲；泥岩膠結不良，易於沖蝕且植生不易，泥岩材料吸水後，剪力強度急遽下降遂沿土、岩層間形成平面滑動

(A)



北二高關西新竹段設計里程80K+300右側邊坡坍滑簡介

- 採具相當柔性及透水性之石籠與加勁土牆為整治工法 (A)
  - ❖ 較具柔性，因而能承受較大之沉陷量
  - ❖ 具較高之阻尼，因而耐震較佳
  - ❖ 施工快速、開挖少、不需重型機械
  - ❖ 無排水不良之問題



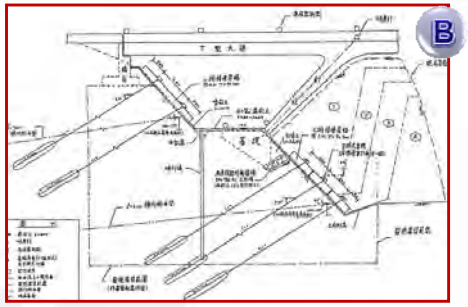
北二高關西新竹段設計里程82K+262兩側邊坡坍滑簡介

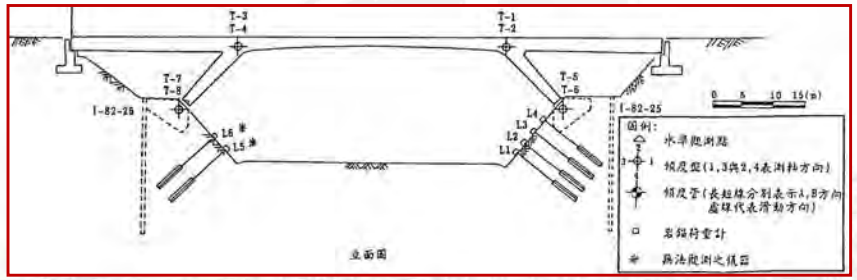
- 柑子崎向斜軸，兩側邊坡皆為順向坡，岩層於右側之傾角為8~12° S，左側傾角為5~10° N (B)
- 因向斜軸部係地下水匯集之處，故本區地下水位頗高
- 破壞模式主要為砂泥岩層面間之平面型滑動
- 原設計所採泥岩參數為C=5 T/m2，ψ=35° ；檢討後改採C=0，ψ=17°
  - ❖ 兩側邊坡均須加設地錨維持穩定性

北二高關西新竹段設計里程82K+262兩側邊坡坍滑簡介

- 邊坡穩定措施 (B)
  - ❖ 增設地錨
  - ❖ 岩層節理填縫固結灌漿
  - ❖ 橋梁及邊坡裝設監測儀器

以調整施工程序並作必要處理





橋梁鄰近敏感邊坡資料確立

- 中央地質調查所：地質災害潛勢圖

- 國道邊坡補強計畫之敏感邊坡評估成果

- 橋墩基礎承載能力依據規範
  - 公路橋梁耐震設計規範(98年6月修訂)
  - 國道新建工程局頒「大地工程設計注意事項」
  - AASHTO, “Standard Specification for Highway Bridges”(2002)
  - 日本「道路橋示方書」下部結構篇及耐震設計篇
- 工址液化潛能評估
  - 主要採用JRA(2002) 法，及NCEER之SPT-N簡易法(1997)、HBF評估法(陳、黃,2011)為輔
  - 根據Iwasaki et al.(1982)所提出之方法，求得地盤液化之損害程度

- 工址液化潛能評估

F_L範圍	地表面下深度z(m)	土壤參數折減係數 D_E			
		R≦0.3		0.3＜R	
		Level Ⅰ地震	Level Ⅱ地震	Level Ⅰ地震	Level Ⅱ地震
F_L≦1/3	0≦z≦10	1/6	0	1/3	1/6
	10＜z≦20	2/3	1/3	2/3	1/3
1/3＜F_L≦2/3	0≦z≦10	2/3	1/3	1	2/3
	10＜z≦20	1	2/3	1	2/3
2/3＜F_L≦1	0≦z≦10	1	2/3	1	1
	10＜z≦20	1	1	1	1

- 資料來源：
  - 陳正興 國立台灣大學土木工程學系
  - 黃俊鴻 國立中央大學土木工程學系
  - 莊長賢 美國Clemson University土木工程學系
- 說明大綱：

一、研究背景
二、地震案例與簡易評估法
三、分析模式不確定性之評估
四、HBF法與其他液化評估法性能之比較
五、結論與建議

- 地層反覆剪應力比(CSR)之半經驗反算公式
  - $CSR = 0.65 \times \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \times \left(\frac{\sigma_v}{\sigma_v'}\right) \times r_d$ (Seed, 1971)
  - 反算出M=7.5之臨界液化強度曲線CRR
  - 簡易法安全係數 $FS = CRR / CSR$
  - Seed法的演進：1971,1979,1985
  - NCEER法(1997)：將Seed法圖表公式化

各簡易評估方法之特性

- 中國大陸法：
  - 採用地震烈度、水位、土層深度與N值為參數，公式特殊，不適用台灣之耐震設計實務
- 日本JRA法：
  - 公式完整，不考慮地震規模影響，嚴重低估高N值土壤之CRR
- 日本T-Y法：公式完整，低估高N值土壤之CRR
- Seed法：準確度高，使用需查經驗圖表
- NCEER法：準確度高，經驗公式複雜，無物理意義
- HBF法：公式完整，準確度高，有物理意義

地震案例與簡易評估法

- 選用之地震案例：
  - 集集地震(1999)
  - 世界案例(Youd et al.,1997)，Cetin et al.(2000)
- 檢核的簡易評估法
  - Seed法
  - NCEER法
  - NJRA法
  - T-Y法
  - HBF法

交通部公路橋梁耐震設計規範

C8.1 地震時地盤可能產生不穩定狀態之耐震設計鑑於國內所採行之土壤液化評估方法眾多，各種評估方法各有所長，為顧及工程習慣，目前不宜強行統一，因此在條文中並未硬性規定土壤液化評估的方法，僅將日本道路協會1996年版之『道路橋示方書．V 耐震設計編』中有關土壤液化及Seed、T-Y簡易經驗法等相關規定列於解說中，供設計者參考。

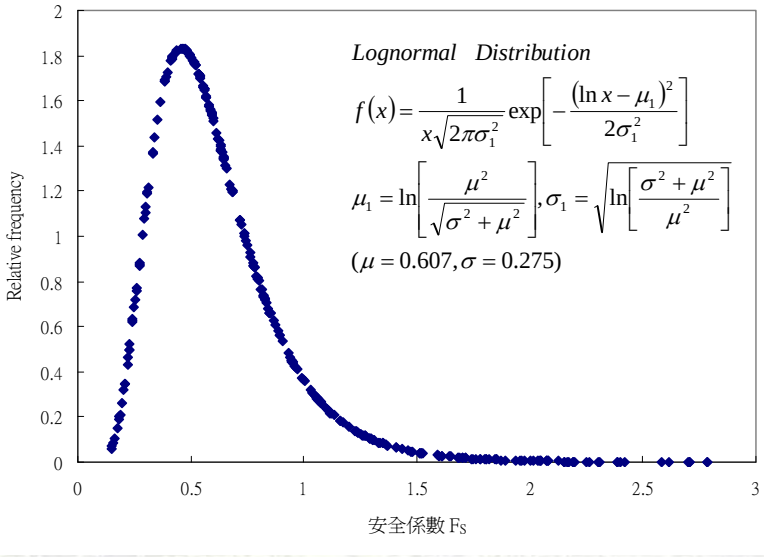
SPT-N案例資料數量之統計表

案例來源	液化案例數	非液化案例數	總案例數
台灣集集地震(1999)	178 (59%)	124 (41%)	302
Cetin et al.(2000)	91 (58%)	65 (42%)	156
Youd et al.(1997)	185 (59%)	131 (41%)	316
總　計	454	320	774

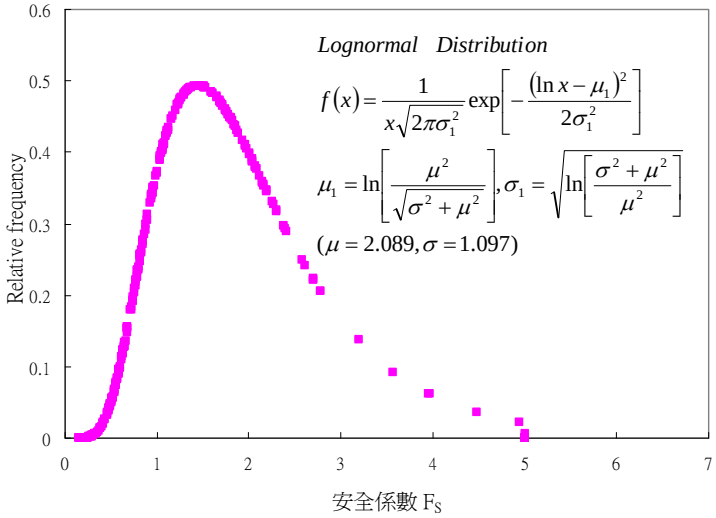
分析模式不確定性之評估

- 可靠度分析(Reliability Analysis)
  - 概念機率(Notional Probability)
- 貝氏定理(Bayes Theorem)
  - 貝氏機率(Bayesian probability)
- Notional v.s. Bayesian 機率圖(N-B 圖)
  - 量化模式不確定性
  - 求出模式修正因子
- 可靠度指標 $\beta = \min_{x \in F} \sqrt{\left[\frac{x_i^* - \mu_i}{\sigma_i}\right]^T [\rho]^{-1} \left[\frac{x_i^* - \mu_i}{\sigma_i}\right]}$
- 液化機率 $P_f = \phi(-\beta) = 1 - \phi(\beta)$

液化案例安全係數之機率分佈



非液化案例安全係數之機率分佈

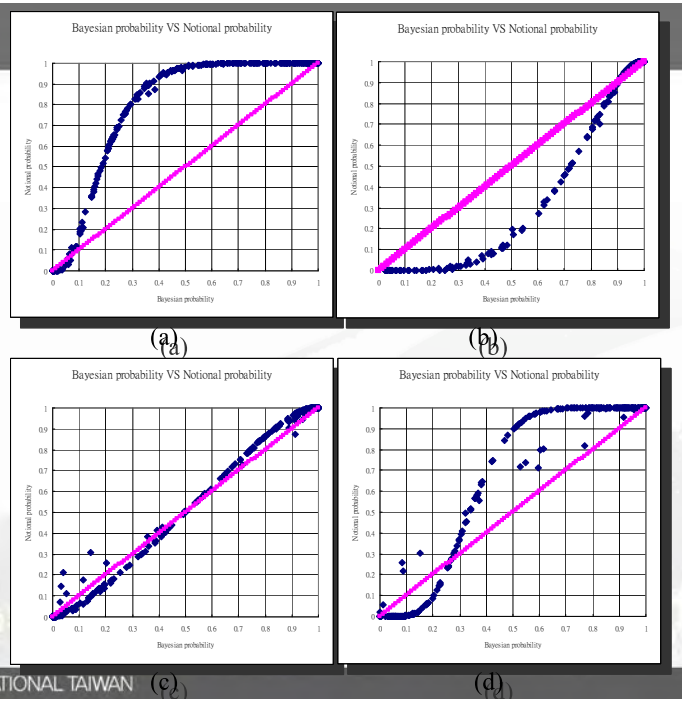


概念機率與貝氏機率

- 概念機率(Notional probability)
  - 屬理論上的土壤液化機率
- 貝氏機率 (Bayesian probability)
  - 可視為真實的機率
- Notional v.s. Bayesian 機率圖（N-B圖）
  - 量化模式不確定性
  - 不確定性修正因子
  - 機率均方根誤差：

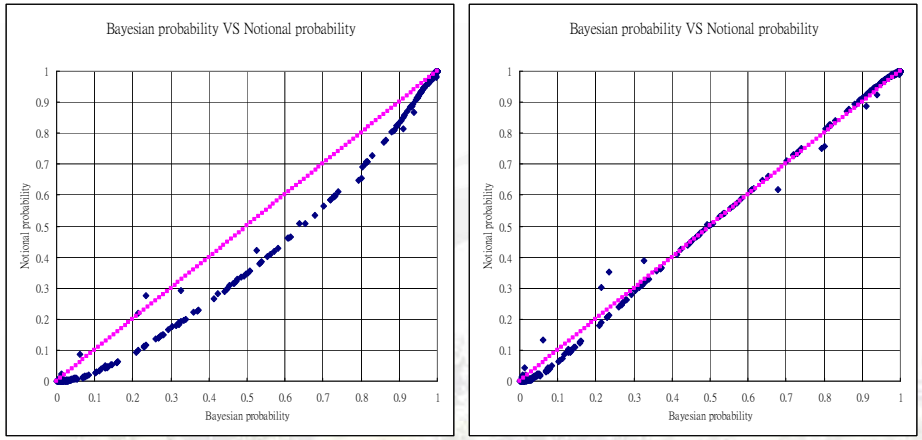
(root mean squared error, RMSE)

$$\mathrm{RMSE}=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left[(P_{LN})_i-(P_{LB})_i\right]^2}{N}}$$



經由C_1值修正後之N-B機率比較圖之差異

$$F_S = \frac{C_1 \times CRR}{CSR}$$



(a) (b)

HBF法與其他液化評估法性能比較

- HBF法介紹
  - ❖ 各液化評估方法性能之比較
- 建立正規化標準貫入阻抗：

$$(N_1)_{60} = C_N \times N \times \frac{E_m}{E_{60}} \qquad C_N = \frac{1}{\sqrt{\sigma_v'}} (\sigma_v' : kg/cm^2)$$

- 細粒料含量對貫入阻抗N值之影響

$$(N_1)_{60,CS} = K_S \times (N_1)_{60}$$

當FC(%)≦10 Ks=1.0

當FC(%)＞10 $K_s = 1 + 0.07 \times \sqrt{FC - 10}$

HBF法與其他液化評估法性能比較

- 計算反覆抗液化強度比CRR

$$CRR = A + \frac{B \times (N_1)_{60,CS}}{1 - (N_1)_{60,CS} / C}$$

- 其中

A=土壤抗液化強度之最低值，CRR_{lim}=0.08

B=強度隨$(N1)_{60,CS}$的增加程度，B=0.0035

C=可能發生液化的$(N1)_{60,CS}$上限值，約為39

若是$(N1)_{60,CS}$大於39，則直接判定為非液化

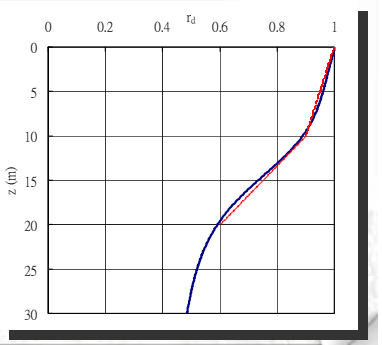
HBF法與其他液化評估法性能比較

- 計算地震反覆剪應力比CSR

$$CSR = 0.65 \times \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \times \left(\frac{\sigma_v}{\sigma_v'}\right) \times r_d(z)$$

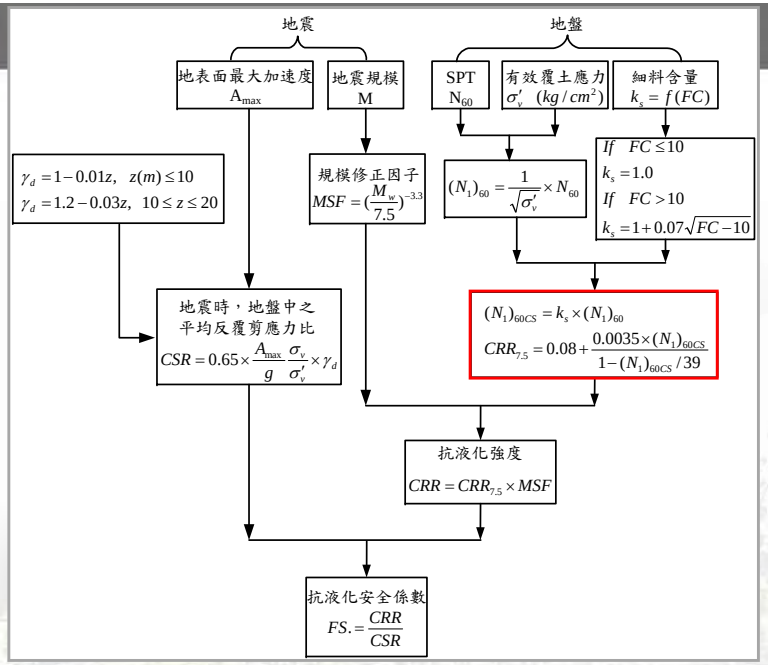
當$z(m) \le 10 \rightarrow r_d = 1 - 0.01z$

當$10 \le z(m) \le 20 \rightarrow r_d = 1.2 - 0.03z$



- 計算安全係數 $F_S = \frac{CRR}{CSR} \times MSF$

$$MSF = (7.5/M_W)^{-3.3}$$



各液化評估方法性能之比較

- 以Seed法分析各案例之結果

案例類別	Seed 法 (1985)		準確度
	C_1	RMSE	
集集地震	1.0	0.027	良好
集集地震	1.035	0.014(min)	最佳
Cetin et al.	1.0	0.283	過於保守
Youd et al.	1.0	0.206	偏不保守

各液化評估方法性能之比較

- 以NCEER法分析各案例之結果

案例類別	NCEER 法 (1997)		準確度
	C_1	RMSE	
集集地震	1.0	0.051	良好
集集地震	0.945	0.031(min)	最佳
Cetin et al.	1.0	0.224	偏不保守
Youd et al.	1.0	0.219	過於保守

各液化評估方法性能之比較

- 以NJRA法分析各案例之結果

案例類別	NJRA 法 (1996)		準確度
	C_1	RMSE	
集集地震	1.0	0.159	尚可
集集地震	1.17	0.126(min)	尚可
Cetin et al.	1.0	0.218	對稱於擬合線
Youd et al.	1.0	0.333	對稱於擬合線

各液化評估方法性能之比較

- 以T&Y法分析各案例之結果

案例類別	T&Y 法 (1983)		準確度
	C_1	RMSE	
集集地震	1.0	0.072	良好
集集地震	0.92	0.021(min)	最佳
Cetin et al.	1.0	0.218	偏不保守
Youd et al.	1.0	0.162	對稱於擬合線

各液化評估方法性能之比較

- 以HBF法分析各案例之結果

案例類別	HBF 法 (2005)		準確度
	C_1	RMSE	
集集地震	1.0	0.036	良好
集集地震	1.015	0.035(min)	最佳
Cetin et al.	1.0	0.379	過於不保守
Youd et al.	1.0	0.188	偏保守

各液化評估方法性能之比較

- 各評估法以集集地震案例校正之結果

評估方法	C_1	RMSE	準確度
Seed	1.035	0.014	良好
NCEER	0.945	0.031	良好
NJRA	1.17	0.126	普通
T&Y	0.92	0.021	普通
HBF	1.015	0.035	良好

HBF法與其他液化評估法性能比較

- 結論與建議（陳正興、黃俊鴻、莊長賢, 2011)
  - HBF法、Seed法與NCEER法有最少的模式不確定性與較小的誤差，明顯優於日本NJRA法與T&Y法
  - 各簡易評估法均可以模式修正因子C1修正，求得更準確的評估值
  - HBF法相較Seed法與NCEER法，有公式簡單易記，參數有明確物理意義等優點，便於工程實務應用

4 水利工程

河川水理與沖刷潛勢

河川橋沖刷深度初步評估

橋梁名稱	沖刷現況	斷面號數	重現期	洪峰流量 (cms)	水位 (m)	局部沖刷	束縮沖刷	保護工有效係數	沖刷深度
碧潭橋	迎水面積大	24.2	Q_{200}	9,100	21.56	17.32	0.95	0.4	10.68
安坑橋		22	Q_{200}	9,600	11.87	7.74	0.37	0.1	7.29
三峽溪河川橋	河床長期下降	4.2	Q_{200}	9,600	17.22	6.57	0.52	0.7	2.13
大漢溪河川橋		64.2	Q_{100}	11,500	50.05	11.01	2.99	0.7	4.20
頭前溪河川橋		38.2	Q_{100}	7,200	86.30	7.37	0.46	0.3	5.55
二仁溪二號河川橋		P10(淺基)	Q_{100}	1,835	17.85	2.45	0.25	0.1	2.43
		P16(樁基)	Q_{100}	1,835	17.85	3.51	0.81	0.1	3.89

基隆河橋、景美溪橋、鳳山溪橋、鹽港溪橋及美濃溪河川橋 ：沖刷深度約0.99~9.65m

大漢溪橋橋下鼎塊

安坑橋基礎裸露

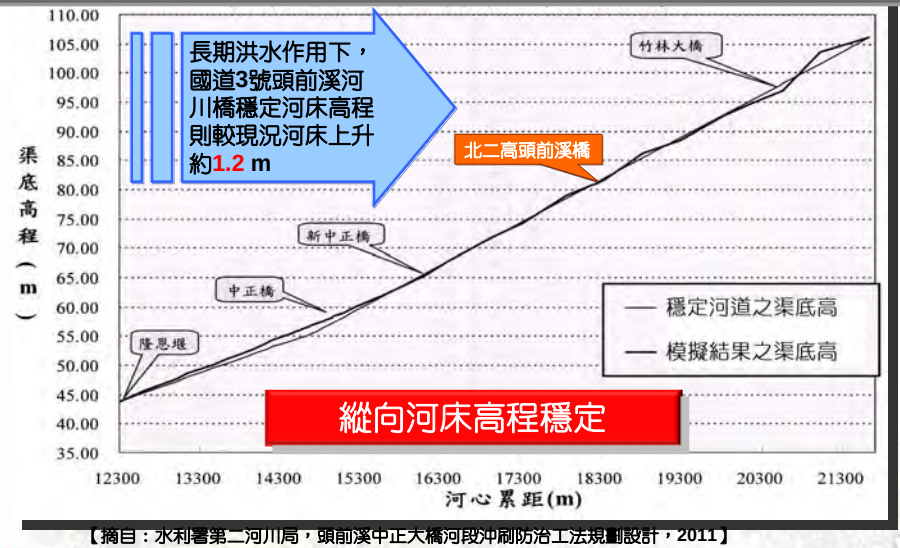
頭前溪橋墩前鼎塊

頭前溪橋潛在沖刷課題

頭前溪河川橋橋址處河道變化

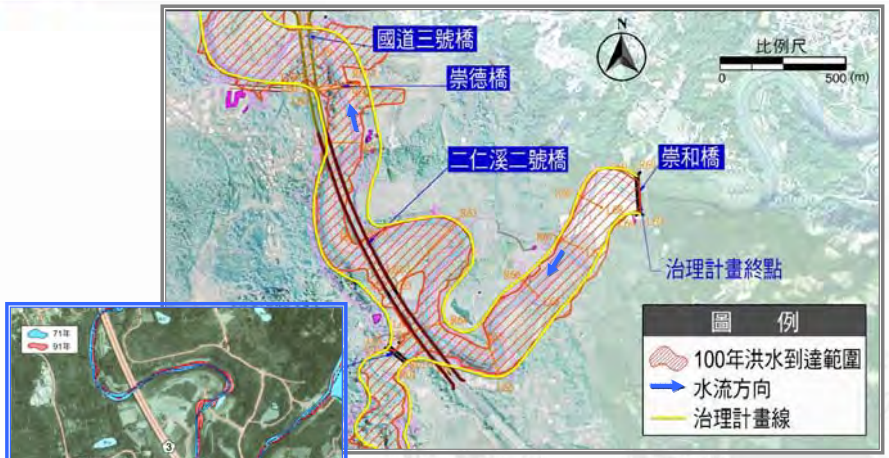
下游固床工移除渠底沖淤模擬

中正大橋下游固床工潰決之情形下，穩定河道長期流量作用向之一維動床水理模擬結果



【摘自：水利署第二河川局，頭前溪中正大橋河段沖刷防治工法規劃設計，2011】

二仁溪二號河川橋沖刷課題



河道蜿蜒，三處橫交

- 治理計畫線內
- 洪水到達範圍

洪水到達範圍含括整座橋梁

莫拉克颱洪現況淹沒範圍

- 二仁溪二號河川橋旁，於98年8月8日之莫拉克颱洪淹水痕跡高程分佈圖

莫拉克風災洪水現況

淺基礎洪水沖刷情勢

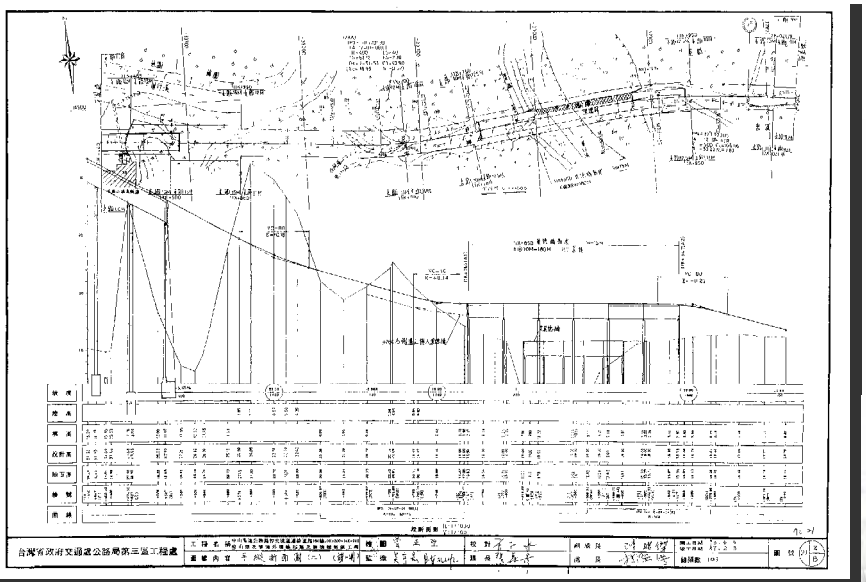
- 莫拉克颱洪時P20附近淹水痕跡平均高程為EL. 20.95 m，地面高程EL. 14.73 m，P20橋墩處平均淹水深度為6.22 m

二仁溪二號河川橋沖刷潛勢

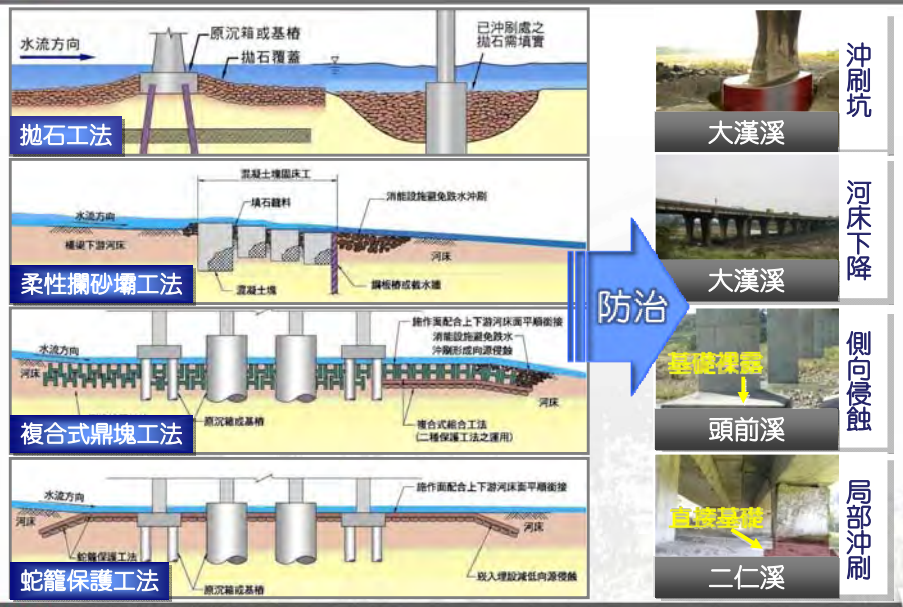
崇德橋通水斷面不足 → 漂流木掛淤、抬升上游水位 → 淺基礎周圍形成沖刷坑 → 全橋基礎均需考慮沖刷影響

橋墩編號	基礎形式	基礎頂部高程	基礎底部高程	莫拉克洪水高程痕跡	河床高程(88年)	河床高程(100年)
P3	樁基	10m	8m	19.96~20.12m	16.95m	11.43m
P4	樁基	11m	9m	16.20~17.58m	15.40m	11.49m
P12	樁基	15m	13m	19.92~20.11m	19.14m	16.95m
P15	擴展基腳(淺基)	11.8m	10m	18.90~21.06m	17.19m	15.20m
P17	擴展基腳(淺基)	14.5m	11.5m	19.28~20.06m	17.25m	15.40m
P19	擴展基腳(淺基)	13.5m	10.5m	20.43~21.34m	16.55m	15.72m

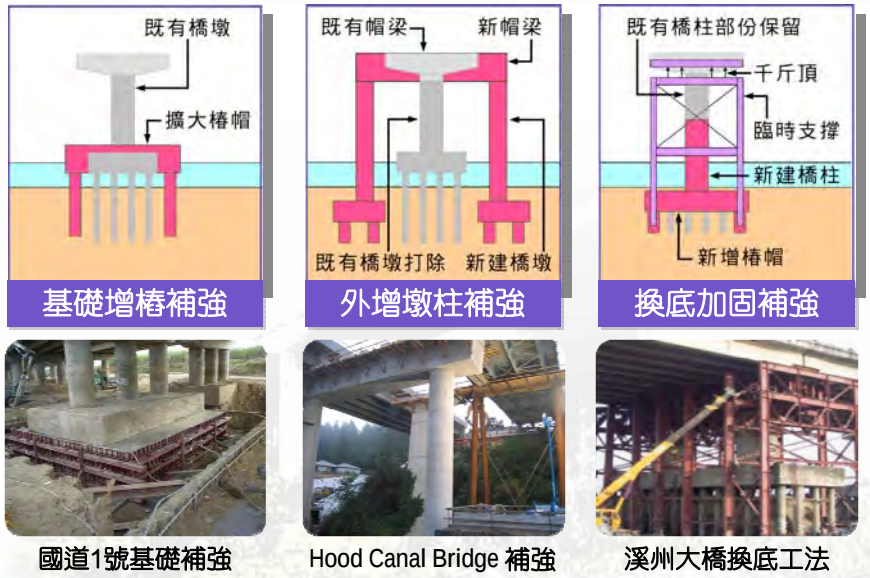
崇德橋竣工圖：結構平立面



橋基沖刷水理防治對策



橋基沖刷結構防治對策

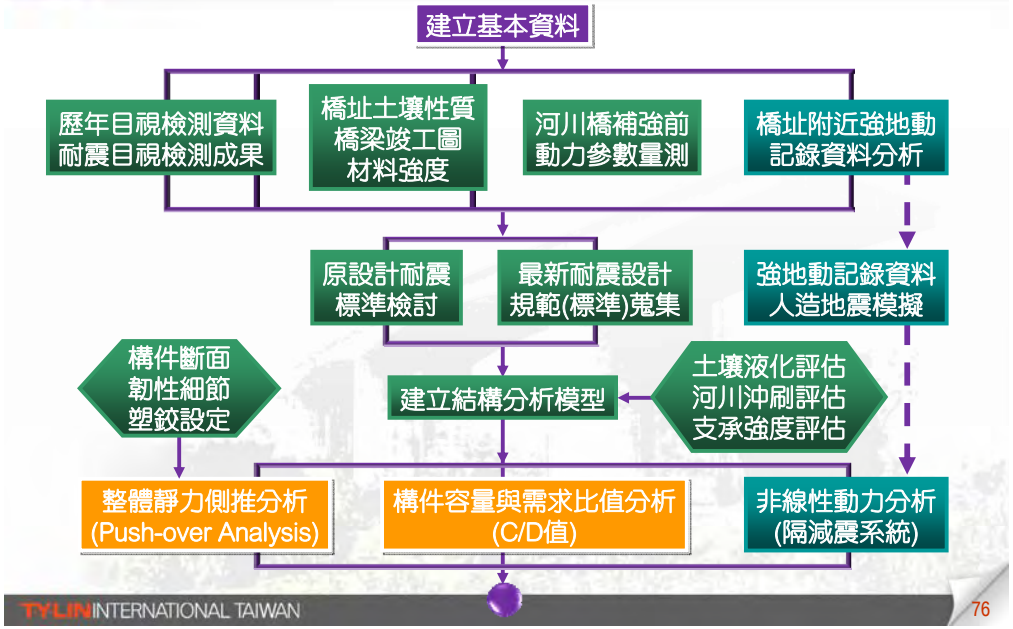


國道1號基礎補強　Hood Canal Bridge 補強　溪州大橋換底工法

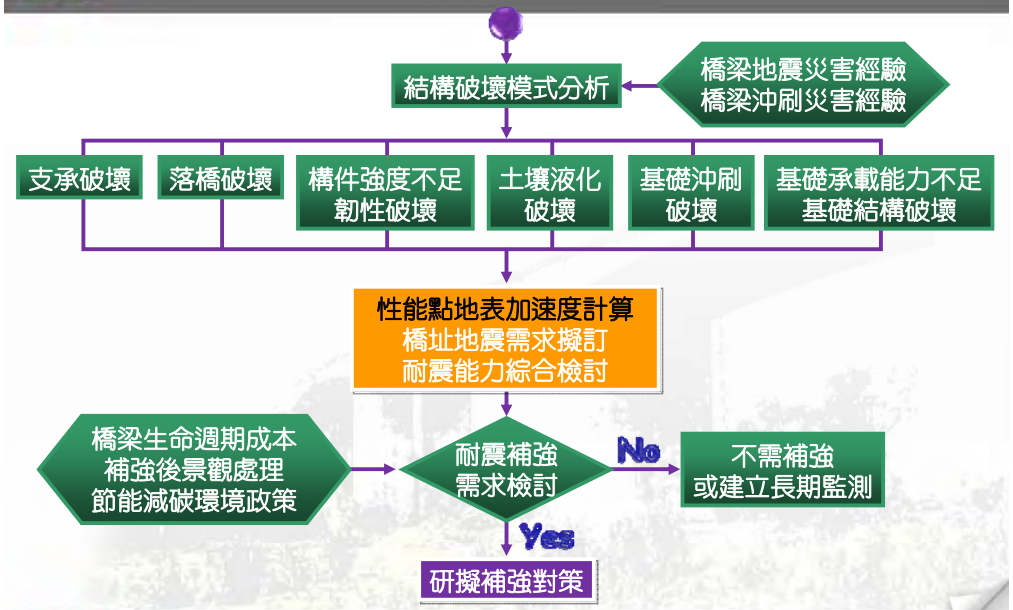
6 橋梁耐震詳細評估

國道橋梁之耐震補強策略

橋梁耐震評估流程(1/2)



橋梁耐震評估流程(2/2)



耐震補強設計基本原則

- 國道高速公路橋梁耐震補強設計基本原則
  - 確保設計之橋梁主結構體在發生中度地震時能保持在彈性限度內
  - 發生設計地震時(約475年回歸期)容許產生塑性變形及一些韌性損壞，但仍可修復
  - 發生最大考量地震時(約2500年回歸期)容許產生較大塑性變形，但須避免產生落橋或崩塌

耐震性能準則(Seismic Performance Criteria)

地震力等級	工址水平譜加速度係數		耐震理念	服務性能	損壞等級
中度地震	依行政區劃分 回歸期475年地震之1/3.25		結構保持彈性	震後 正常通行	輕 微
設計地震 回歸期：475年 50年超越機率: 10%	依行政區劃分		構件產生塑鉸 發揮容許韌性 容量	震後 有限通行	可修復
	S_S^D	0.80、0.70、0.60、0.50			
	S_1^D	0.45、0.40、0.35、0.30			
最大考量地震 回歸期：2500年 50年超越機率: 2%	依行政區劃分		結構韌性容量 完全發揮， 但橋梁避免 落橋、崩塌	震後 緊急通行	嚴 重
	S_S^M	1.00、0.90、0.80、0.70			
	S_1^M	0.55、0.50、0.45、0.40			

耐震性能準則(Seismic Performance Criteria)

- 服務性能 (Service Levels)
  - 震後正常通行(Immediate)
    - 地震後於24小時內，橋上交通可全面通行
  - 震後有限通行(Limited)
    - 地震後於幾天內，橋上可通行有限的交通(如車道縮減、輕型救災車輛等)；橋上全面通行則需數個月的時間復舊搶修
  - 震後緊急通行(Emergent)
    - 地震後於幾天內，利用緊急臨時支撐系統(可能需封閉局部交通搶修)，橋上可通行有限的交通(如車道縮減、輕型救災車輛等)；橋上全面通行則需數個月的時間復舊搶修

耐震性能準則(Seismic Performance Criteria)

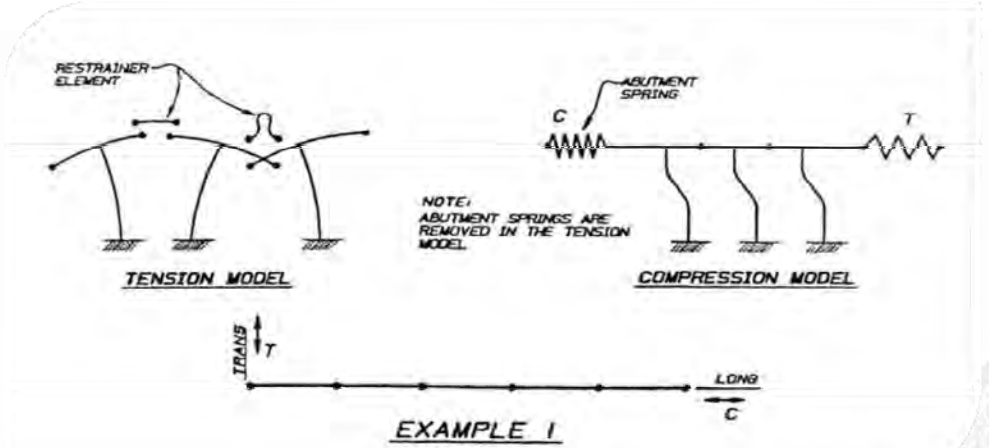
- 損壞等級 (Damage Levels)
  - 輕微(Minimal)：地震時，結構保持在彈性階段
  - 可修復(Repairable)：地震造成橋梁構件之損壞，可在不損失其主要功能下修復；如韌性構件產生塑鉸，發揮至容許韌性容量為限
  - 嚴重(Significant)：地震可能造成橋梁構件之嚴重損壞，但應避免崩塌(No Collapse)，需封閉局部交通復舊搶修；如韌性構件產生塑鉸，可發揮較大韌性容量

橋梁結構系統模擬

- 振動單元
  - Tension Model、Compression Model
- 基面之認定
  - 土壤液化深度 (NJRA法, 2002年)
  - 最大沖刷深度之50% (AASHTO 2002第4.4.5.2節)
- 土壤彈簧之認定
  - 依橋址現場條件與鑽探資料加以研判認定
  - 橋台於地震力作用時之等值土壤彈簧模擬應特別考量

橋梁結構系統模擬

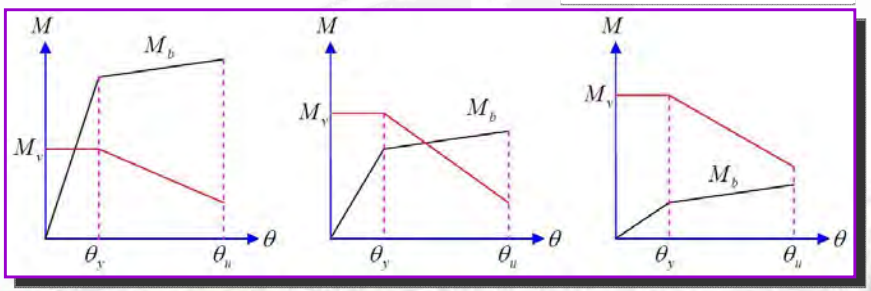
Tension Model、Compression Model



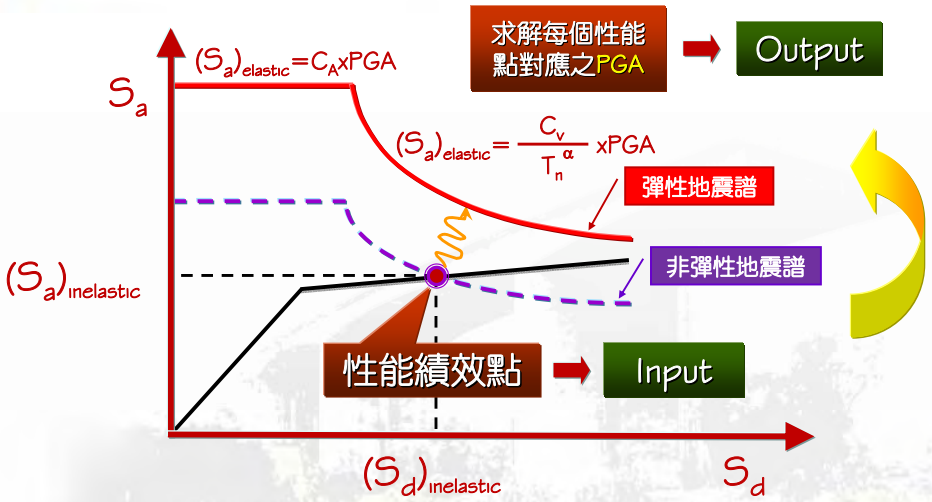
橋梁耐震能力分析評估方法

- 容量和需求比值法 (C/D比值法)
- 非線性側推評估法 (Push-Over Method)
  - 高速公路局「橋梁結構性能耐震評估法(93年)」
  - 國家地震中心「公路橋梁耐震評估及補強準則之研究成果報告(98年12月)」

M3塑鉸：考量破壞模式

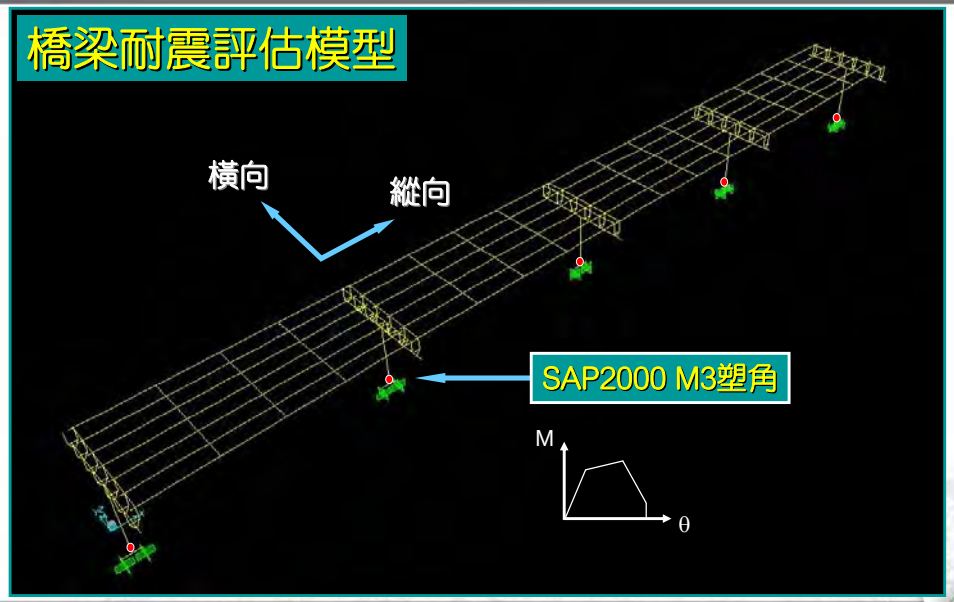


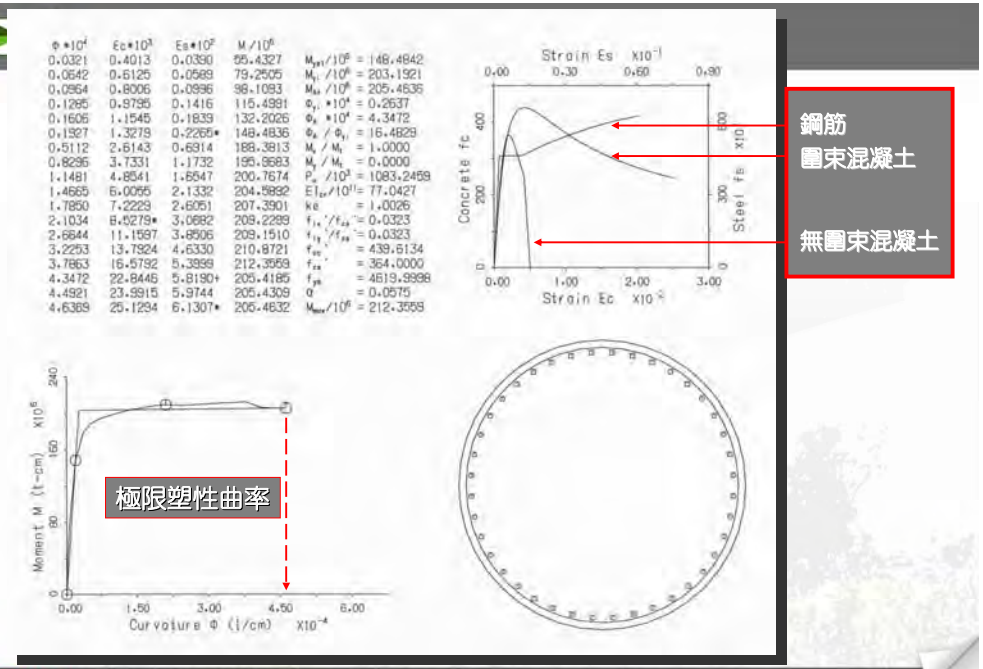
高公局「橋梁結構性能耐震評估法」



M3塑鉸：考量破壞模式

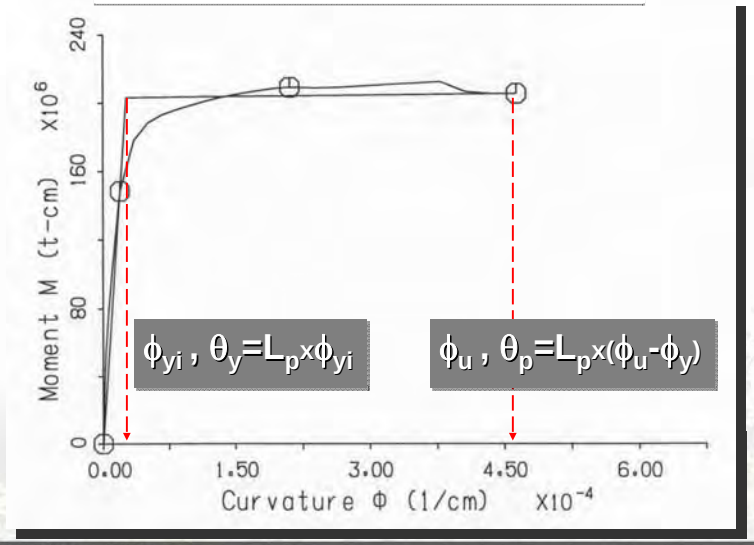
橋梁耐震詳細評估





橋梁耐震詳細評估

SAP2000 M3塑鉸(M-θ)之參數選用

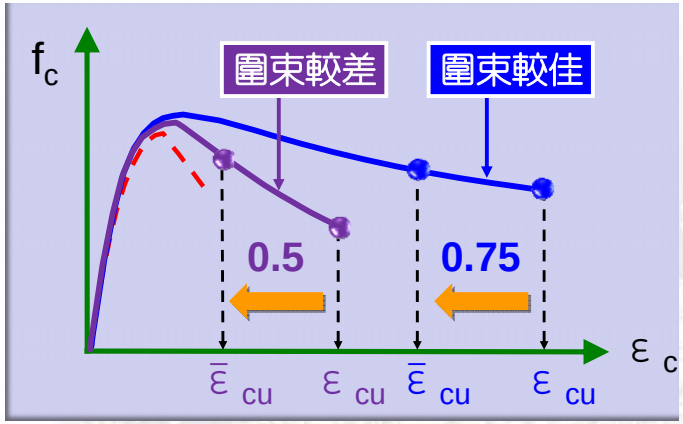


圍束混凝土組成律之探討

圍束混凝土組成律

Kawashima組成律：相對過於保守

Mander組成律：極限應變折減因子



考 量
補強前後一致性
建議本工程採用

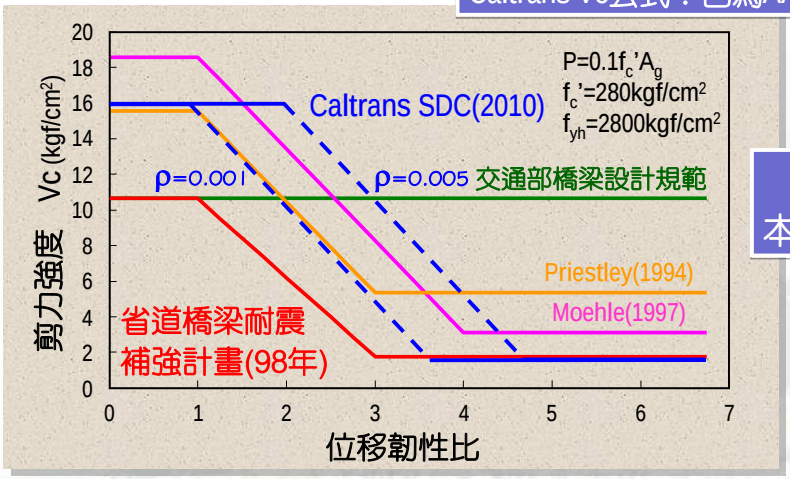
參考：
Caltrans SDC(2010)

混凝土剪力容量公式之探討

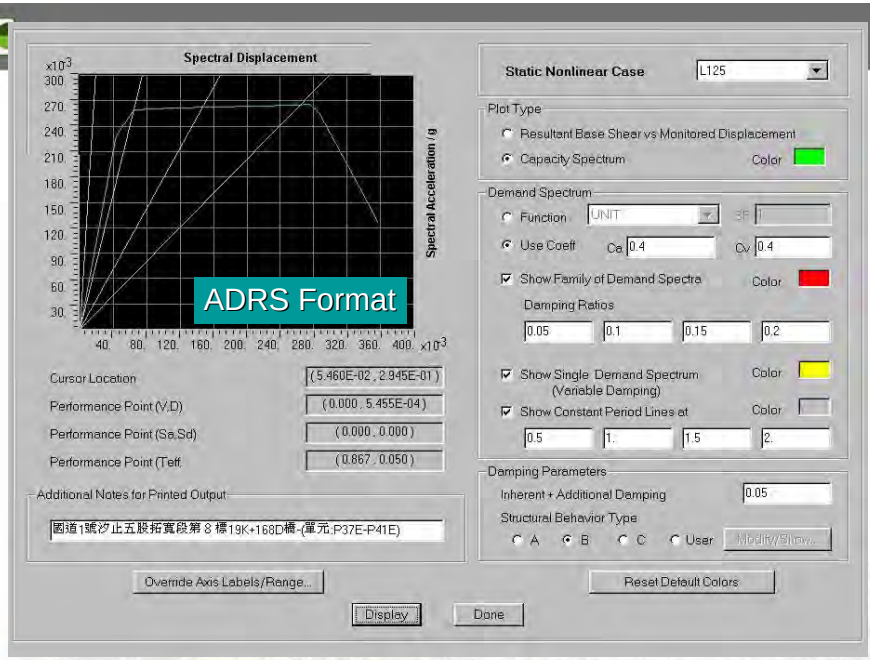
混凝土剪力容量公式

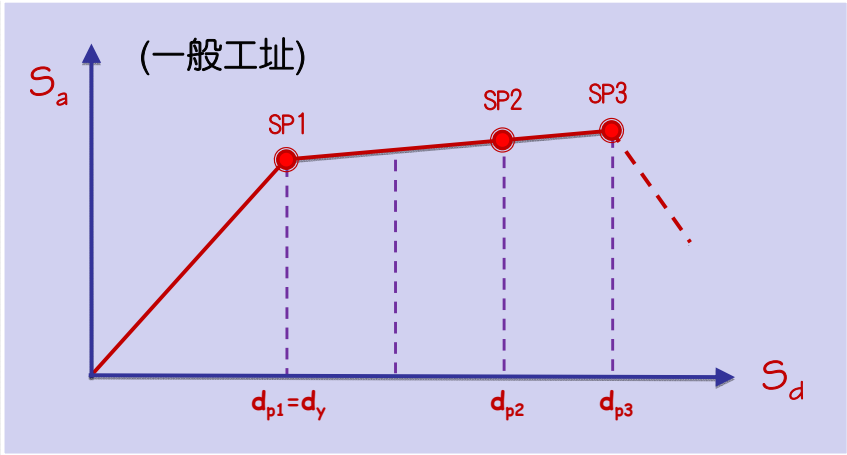
省道耐震補強計畫：相對比較保守

Caltrans Vc公式：已為AASHTO採用

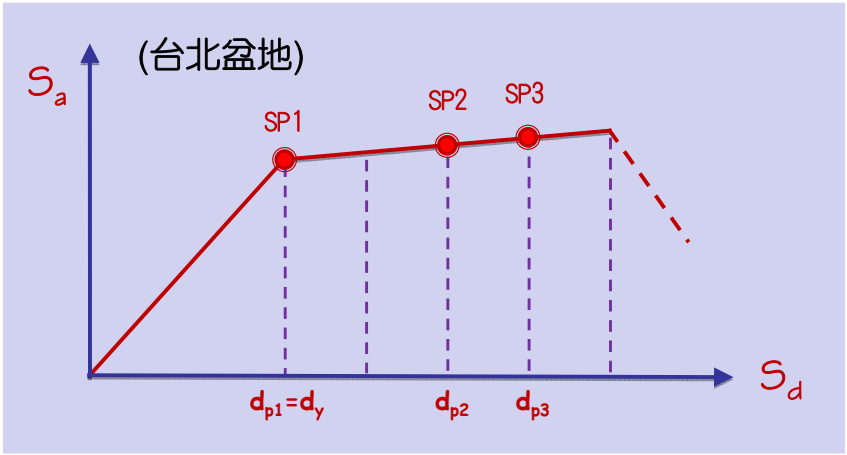


建 議
本工程採用





$$d_{p2}=d_y+\frac{d_{p3}-d_y}{\alpha} \quad ; \alpha = 1.5$$



$$d_{p2}=d_y+\frac{d_{p3}-d_y}{\alpha} \quad ; \alpha = 1.5$$

- 國道高速公路既有橋梁之耐震補強標準
  - 以再服務年限達50年為原則
- 本工程於進行橋梁之耐震評估與補強設計時，若其補強工程費超過同型式橋梁新建工程費之45%，則需進一步檢核評估補強設計之合理性
  - 若經詳細檢討各補強方案之工程實務性及經濟性後，仍造成不經濟或不合理的結果時，得檢討其再服務年限或性能標準與後續追縱檢測評估或監測等配套措施

- 美國FHWA橋梁耐震補強經費之統計資料

Table 1-10. Cost of various retrofit strategies as percentage of new construction costs [1,2].

RANGE	RETROFIT STRATEGY			TOTALS (weighted sum all retrofits in California, 1993 and 1994)
	Superstructure Only[3]	Superstructure and Substructure	Superstructure, Substructure and Foundations	
Low	1.3	0.7	2.3	0.7
Average	3.1	15.4	28.8	15.1
High	13.2	64.8	232.9	232.9

Notes: 1. Caltrans data for 165 bridges retrofitted in 1993 and 1994.
2. Costs expressed as percentage of new construction for same time frame.
3. Superstructure includes restrainers and seat width extensions.

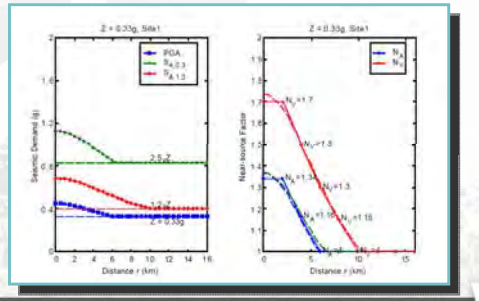
資料來源：FHWA Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures : Part I Bridges 2006

橋梁耐震補強之標準

- 橋址鄰近活動斷層之地震力考量
  - 部份橋梁距離曾經引致大規模地震之第一類活動斷層較近，依據交通部「公路橋梁耐震設計規範」第2.5節之規定，本工程部份橋梁將合理考量活動斷層之近域效應
  - 獅潭及神卓山斷層
  - 新城斷層
  - 旗山斷層

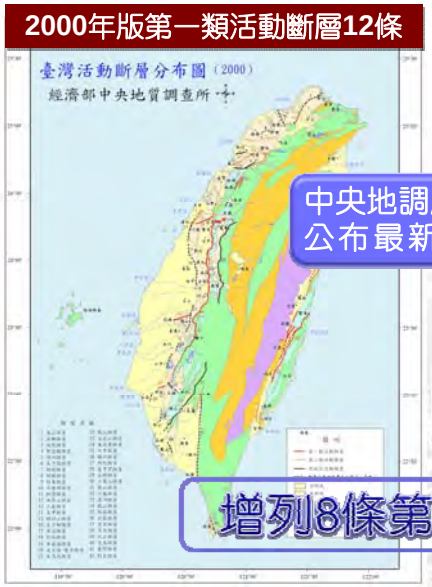
中央地調所2010/5/10公布最新活動斷層

斷層近域調整因子



2010年新增第一類活動斷層

2000年版第一類活動斷層12條

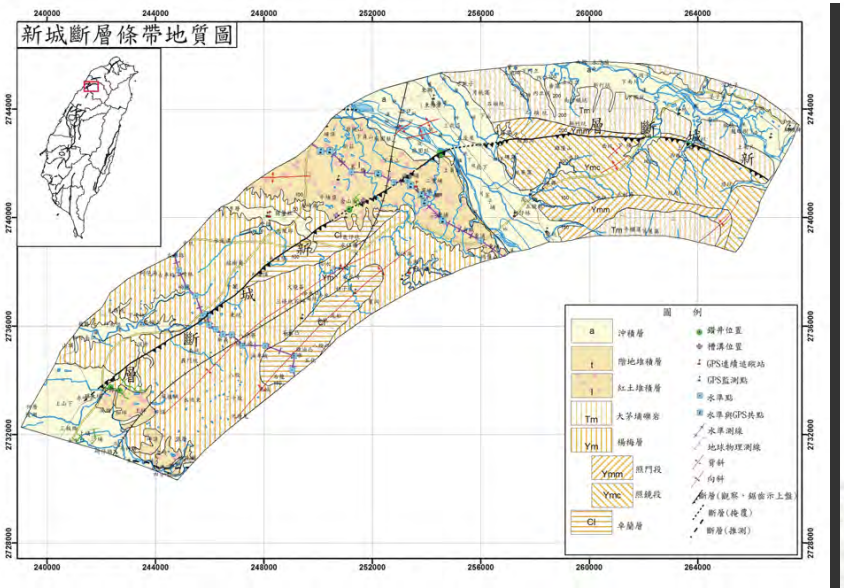


2010年版第一類活動斷層20條

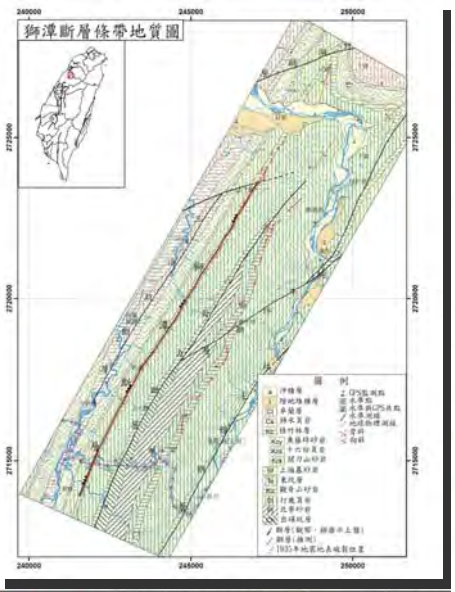
中央地調所2010/5/10公布最新活動斷層

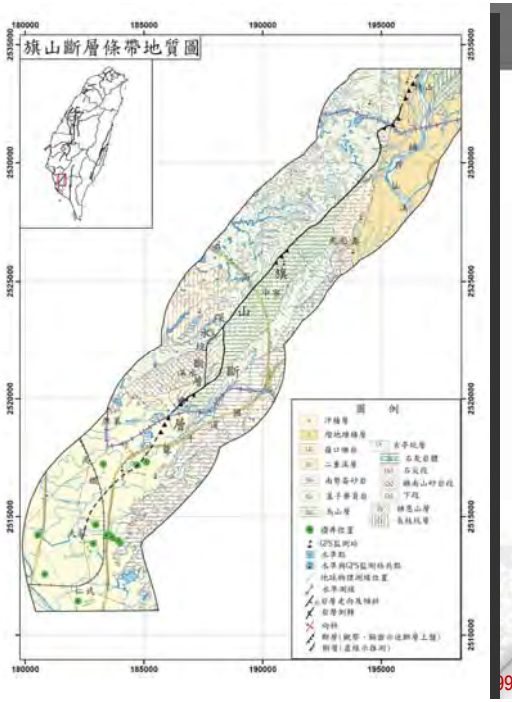
增列8條第一類活動斷層

新城斷層



獅潭斷層、旗山斷層





橋梁耐震補強之標準

斷層	距斷層200M內橋梁	近斷層橋梁
新城	1 座	95 座
旗山	0 座	10 座

考量橋梁近斷層效應
(N_A，N_V)

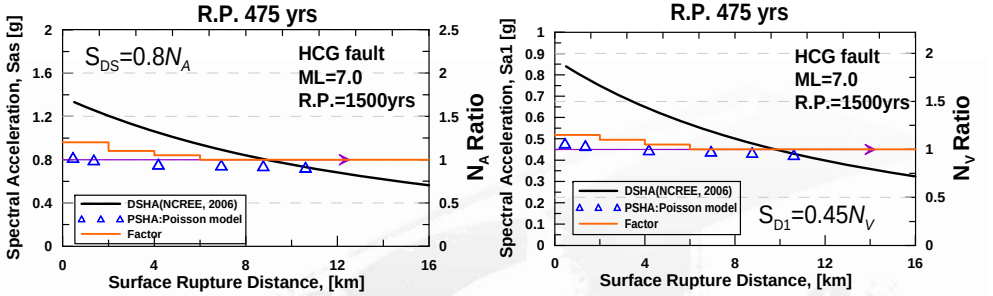
橋梁耐震補強之標準

- 橋址鄰近活動斷層之地震力考量
  - 設計地震等級：$Z_{475}=0.4S_S^D F_a N_A$ ， $N_A \geq 1$
  - 最大考量地震等級：$Z_{2500}=0.4S_S^M F_a N_A$ ， $N_A \geq 1$
  - S_S^D：震區短週期之設計水平加速度係數(=0.7、0.8)
  - S_S^M：震區短週期之最大考量水平加速度係數(=0.9、1.0)
  - F_a：反應譜等加速段之工址放大係數(=1.0、1.1)
  - N_A：反應譜等加速段之近域效應調整因子，隨工址與斷層之水平距離r而改變
- 獅潭及神卓山斷層：N_A=1.14 , N_V=1.17 (設計地震)

依行政分區規定 =1.13 , N_V=1.21 (最大考量地震)

橋址鄰近活動斷層之地震力考量 國震中心草案

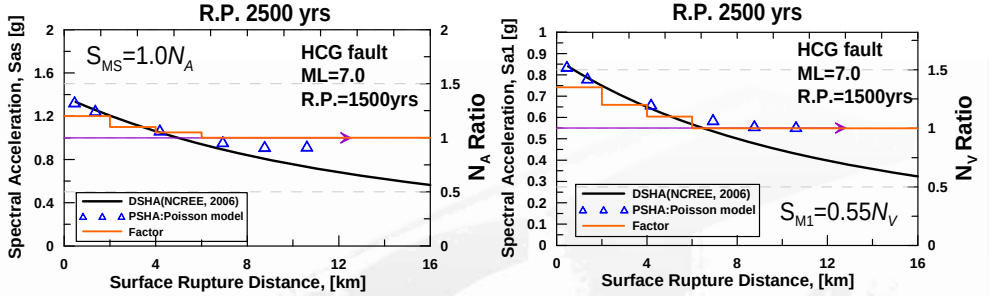
- 新城斷層(475年回歸期)



	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
N_A	1.10	1.05	1.00	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	1.15	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子

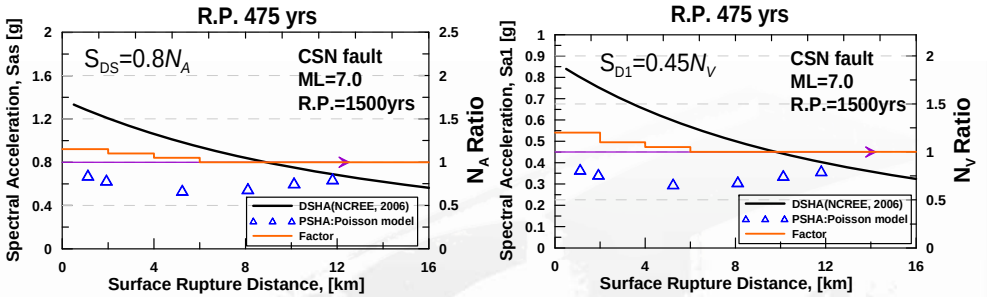
橋址鄰近活動斷層之地震力考量 國震中心草案

- 新城斷層(2500年回歸期)



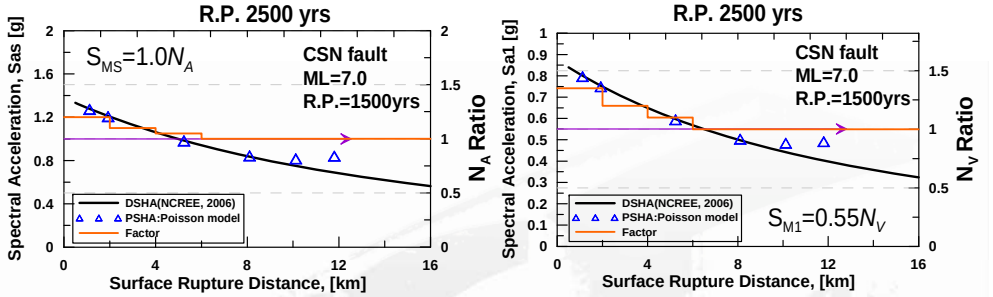
	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
N_A	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	1.35	1.20	1.10	1.00	不需考慮近斷層因子

旗山斷層(475年回歸期)



N_A	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.15	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子

旗山斷層(2500年回歸期)



N_A	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.35	1.20	1.10	1.00	不需考慮近斷層因子

7

橋梁耐震補強工程

耐震補強之基本策略

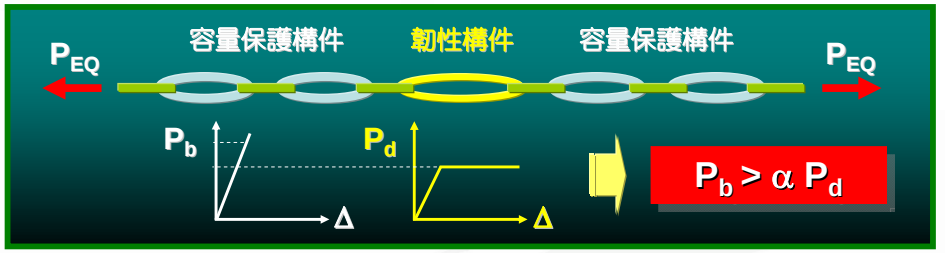
- 整體結構系統：耐震能力均衡提昇
- 藉由橋柱補強：增進橋梁強度、韌性
- 增設妥適的防止落橋裝置
  - 合理的位移控制，避免落橋
- 變更橋梁結構系統，減輕地震慣性力
  - 上部結構輕量化、連續化
  - 「系統變位拘束補強工法」之應用
  - 反力分散、隔減震裝置：延長周期、增加阻尼

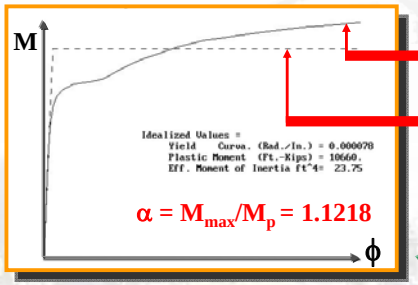
土壤液化、支承及落橋補強對策

容量設計理念
(1) 韌性構件
(2) 容量保護構件

開 始
土壤液化評估
NG
土壤改良
基礎擴大
增加基樁
OK
支承強度檢核
NG
支承抽換(嚴重劣化者)
功能性支承系統補強
OK
落橋評估
NG
增設防落裝置
帽梁端緣擴座
OK
下構評估
韌性不足
強度不足
A
B

容量設計理念

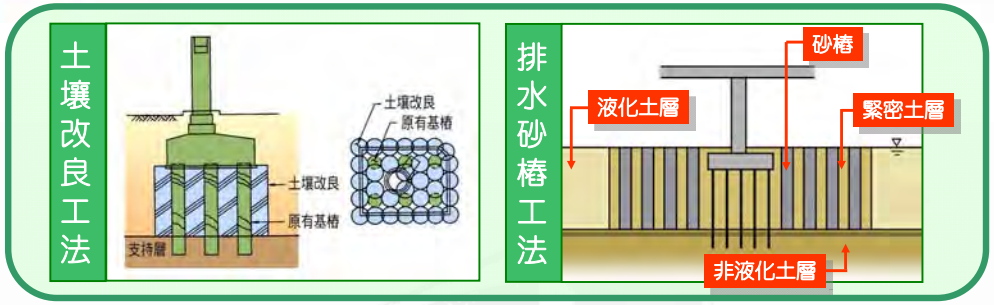




最大彎矩 M_{max}
塑鉸彎矩 M_p

◀ 中山高大林新營段評估案例

土壤改良、增設防落橋裝置

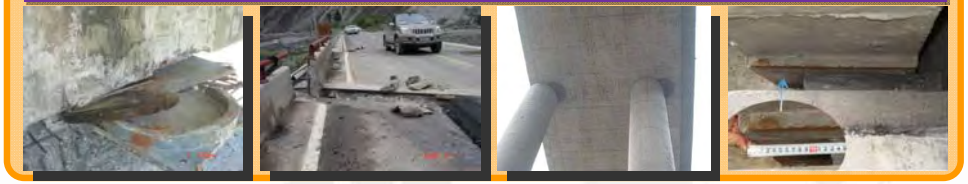


增設防落橋裝置

支承現況與橋梁耐震性能

支承現況
水平耐震能力不足
弱支承
應用「功能性支承」理念？

汶川地震：弱支承損壞或未回復，造成交通中斷，影響震後救災

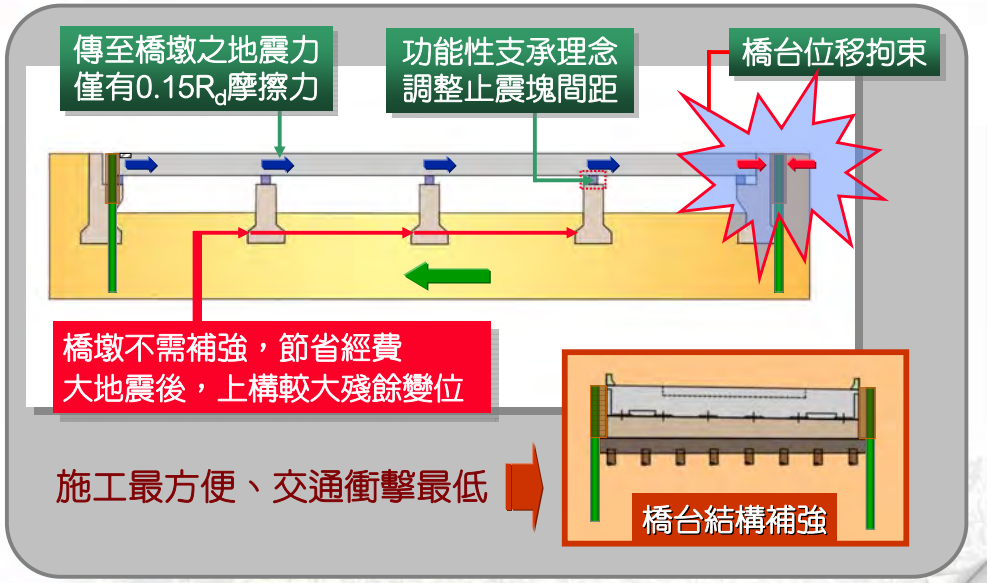


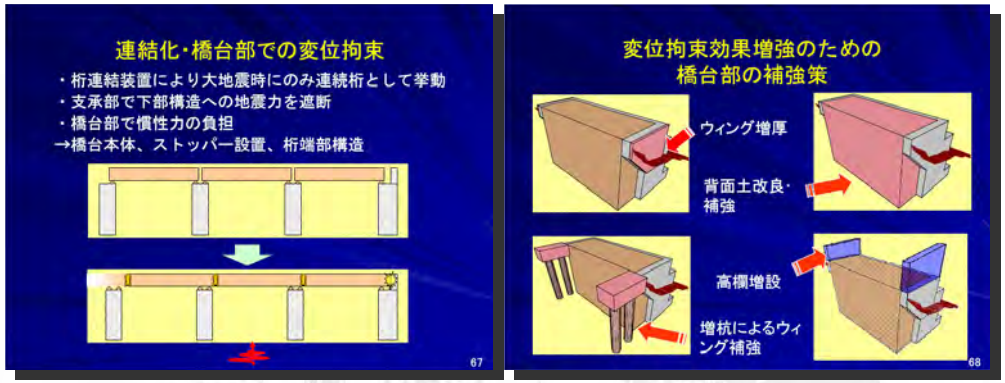
不符國道「生命線救災道路」之定位

適用於

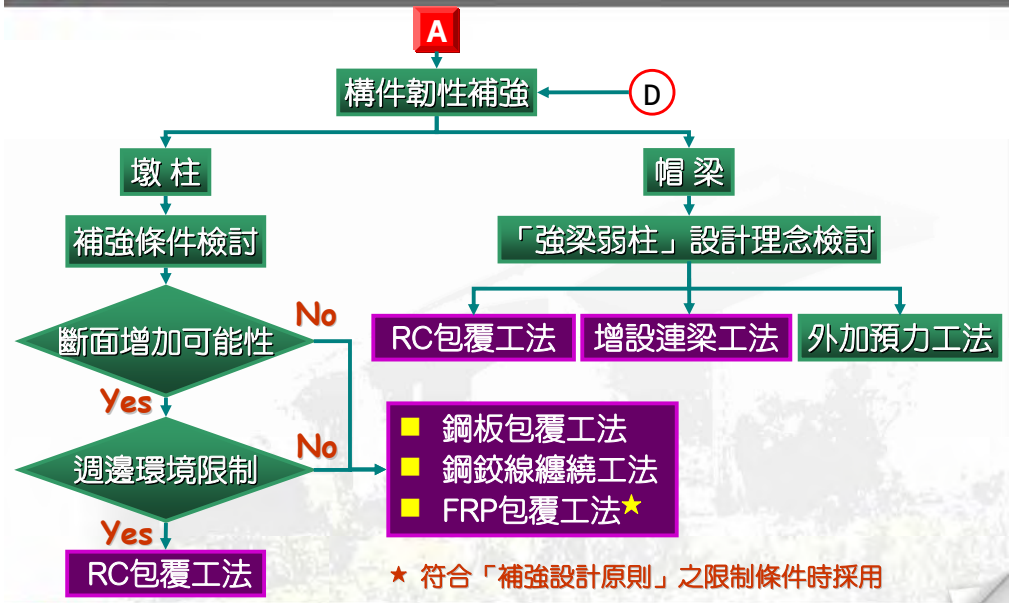
中、小規模橋梁、地方道路跨越橋

- 系統變位拘束工法之應用
  - 利用橋台勁度及背填土非線性彈簧，限制橋梁整體系統之振動變位量，以降低橋墩及基礎之地震力需求
- 適用橋梁類別：跨越橋、中小長度之穿越橋
  - 上部結構連續化(如增設鉸接版)
  - 調整墩頂各設施(廣義的支承系統)受力機能
  - 利用橋台消能或補強後承受大部份地震力
  - 合適的位移控制，確保震後正常通行



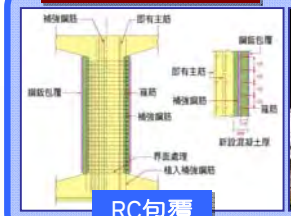


日本道路協會(2005)：最近の地震による橋梁被害と耐震性向上策



橋柱及帽梁補強工法

橋柱包覆工法



RC包覆

鋼板包覆

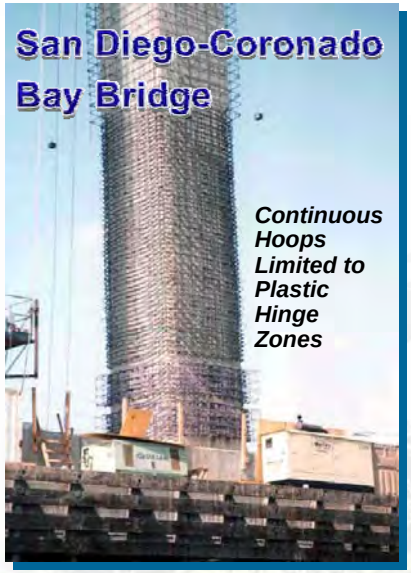
鋼鉸線纏繞

FRP包覆

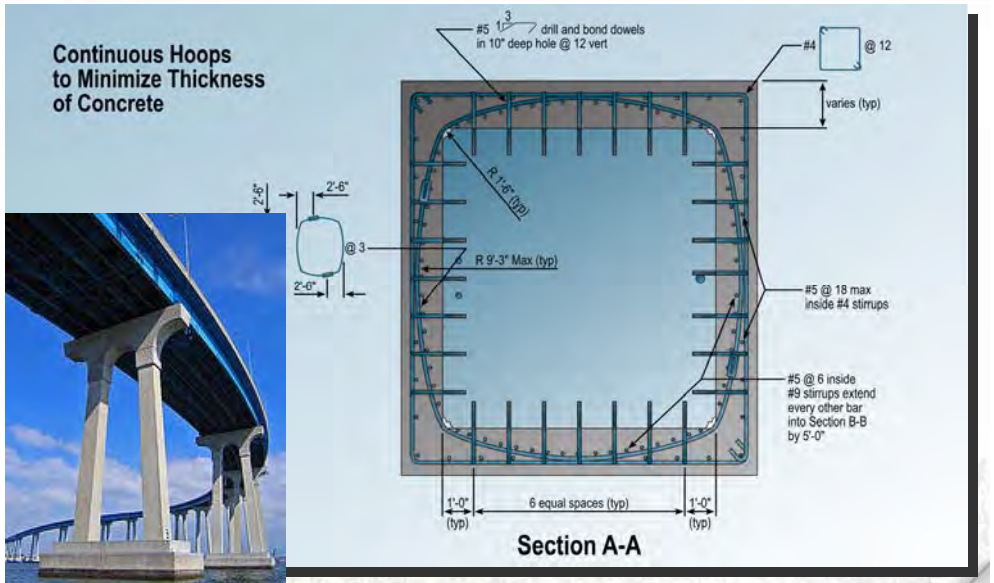
帽梁RC包覆

增設連梁工法

橋柱混凝土包覆補強 (Concrete Jacket)

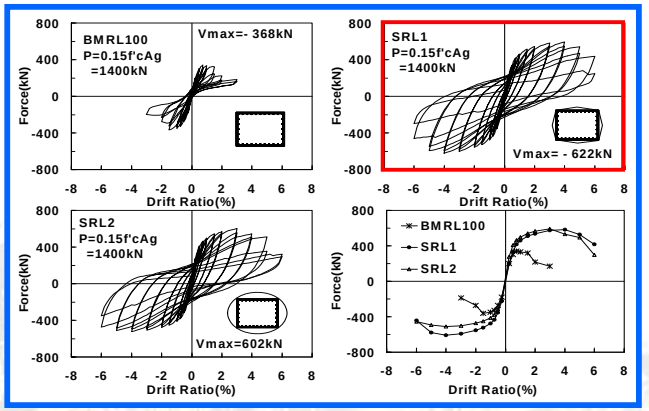


橋柱混凝土包覆補強 (Concrete Jacket)



鋼板包覆補強工法

八角鋼板包覆補強技術



資料來源：NCREE (Tsai et al)

FRP包覆補強工法之探討

FRP包覆補強工法

FRP包覆補強工法適用性之探討

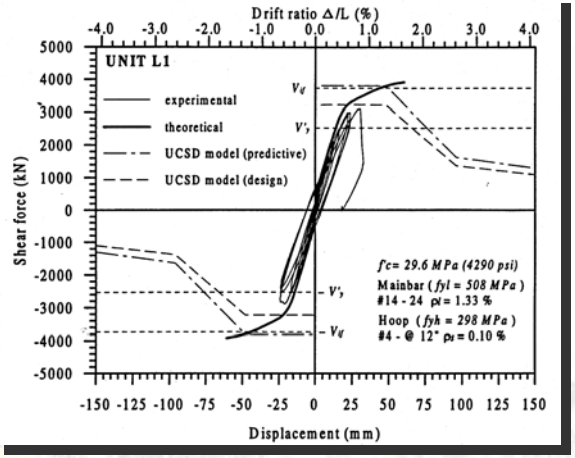
- 橋柱採用FRP包覆補強工法之適用性條件

參考Caltrans BDA-14-3 Fiber Reinforced Polymer (FRP) Composites Column Casing Systems, 2008

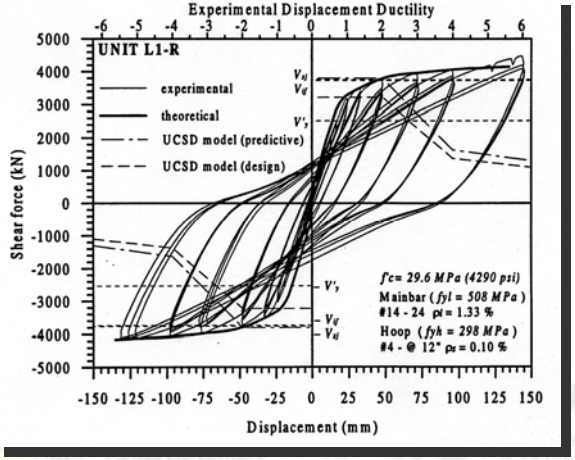
- 對於圓形橋柱及矩形橋柱，其位移韌性需求不得超過6及3
- 對於矩形橋柱，其長邊長度不得超過100cm，長短邊之比值不得超過1.5
- 對於圓形橋柱，其直徑不得超過250cm (6 feet /BDA14-3)
- 不得採用於橋柱之鋼筋搭接補強
- 單柱橋柱不得採用FRP包覆耐震補強
- 橋柱之軸壓應力不得超過$0.15f_c'A_g$及主筋比不得超過2.5%
- 橋柱變斷面處不得採用FRP包覆耐震補強
- 河川橋橋柱不得採用FRP包覆耐震補強

Full-Scale Column Test at UCSD

Full-Scale Column Test at UCSD

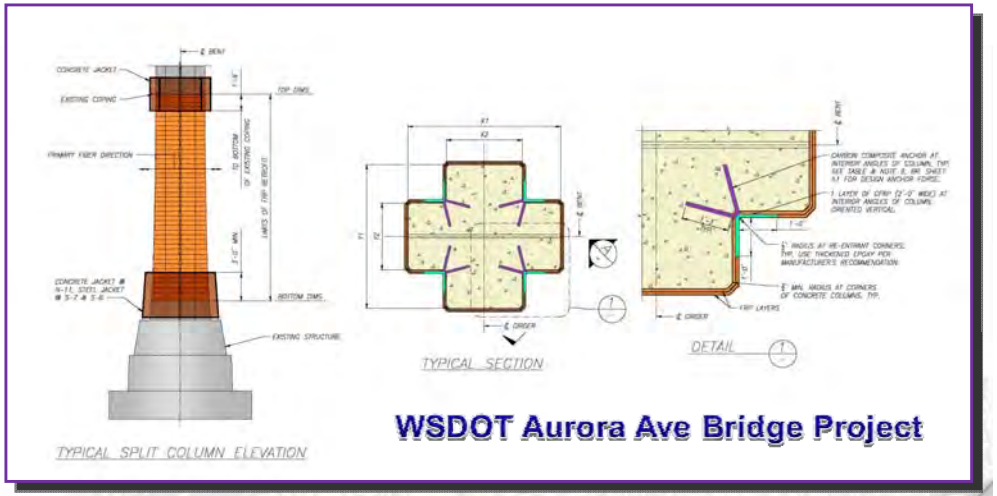


Full-Scale Column Test at UCSD



FRP包覆補強工法之探討

- 十字造形(Cruciformu shape)橋柱FRP Anchor錨碇技術



FRP包覆補強工法之探討

WSDOT Aurora Ave Bridge Project

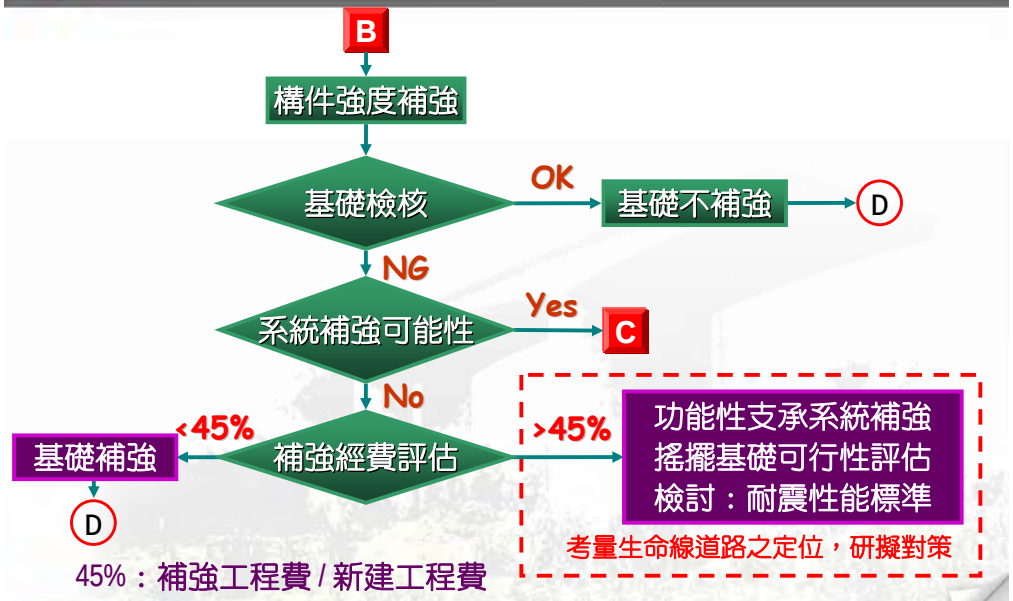
FRP包覆補強工法之探討

RC拱橋FRP補強施工(一)

FRP包覆補強工法之探討

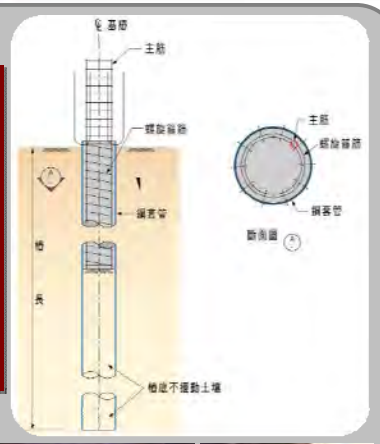
RC拱橋FRP補強施工(二)

基礎補強對策

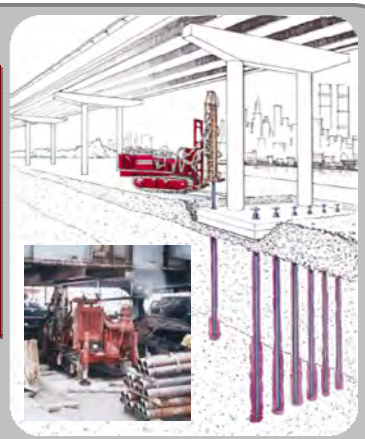


基礎增樁補強工法

內灌混凝土鋼管樁



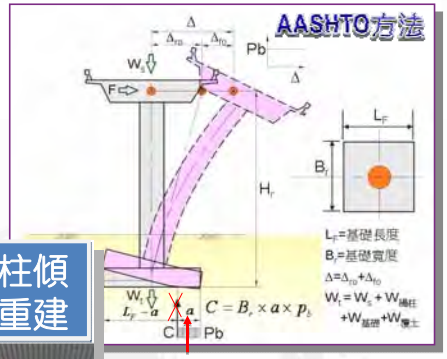
高強度微型樁



直接基礎搖擺分析之探討

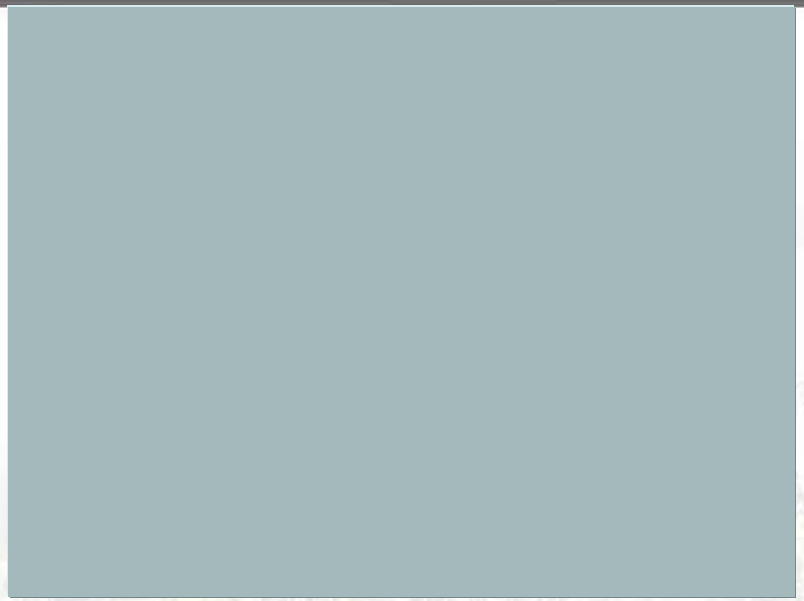
直接基礎搖擺分析

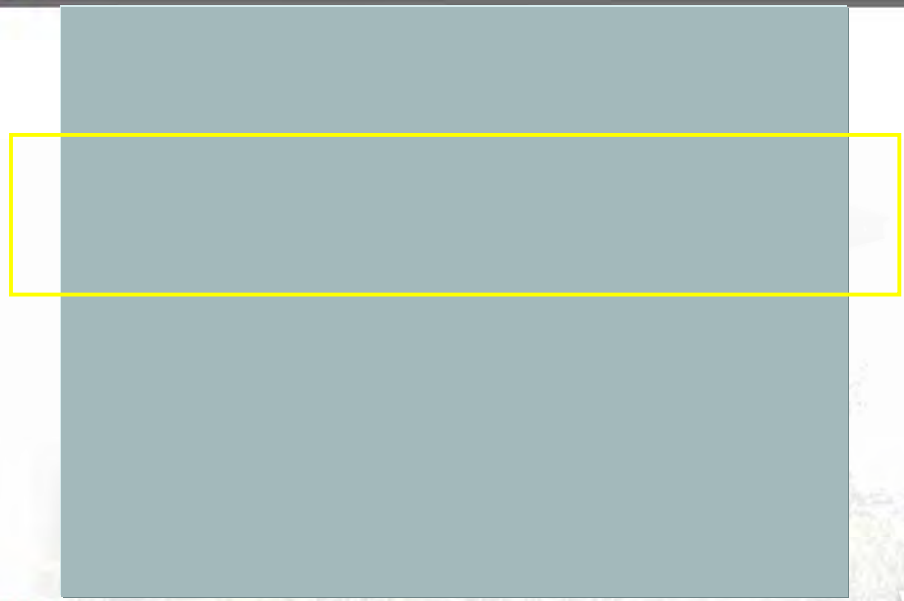
須考量：基礎可能產生永久沉陷、滑移與旋轉

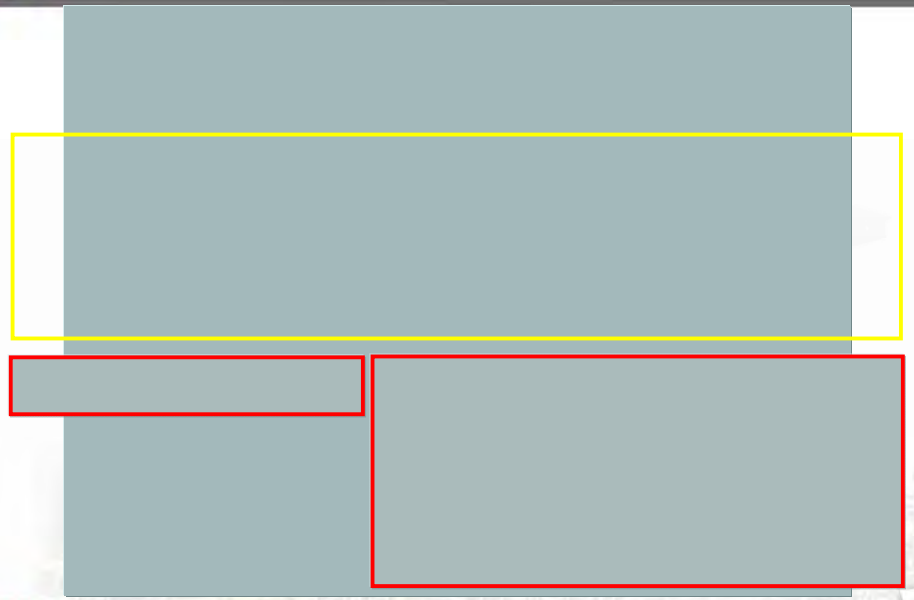


阪神地震後，約100根橋柱傾斜角度大於1.75%，拆除重建

經專家學者諮詢會議同意方納入設計







6.3.9 Foundation Rocking

~~Footings that do not satisfy the requirements of Eq. 6.3.4-1 are subjected to rocking and with the owner's approval.~~ **If permitted by the Owner,** foundation rocking, as specified in Appendix A, may be **explicitly modeled** ~~used~~ to accommodate seismic demands.

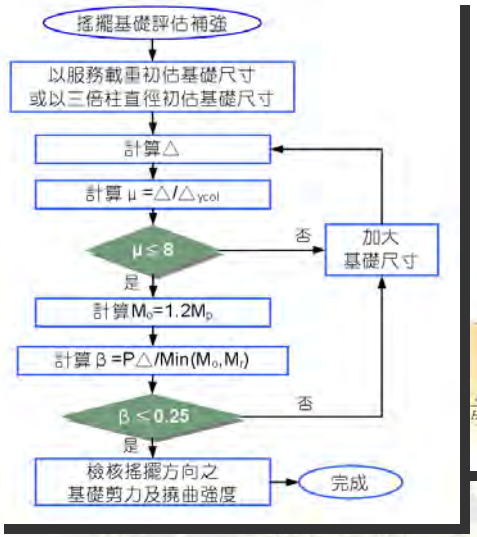
Where rocking is **allowed by the Owner** ~~considered~~ as an ERE, the impacts on system behavior shall be **evaluated**~~considered~~. Global (i.e., full bridge or frame system) dynamic effects of rocking, whether by individual piers or more, shall be considered. Geotechnical capacities of the foundations, including assessment of potential settlement, shall be **assessed** ~~undertaken~~ to ensure that undesirable system deformations do not jeopardize the resistance or stability of the bridge system (ERS).

C6.3.9

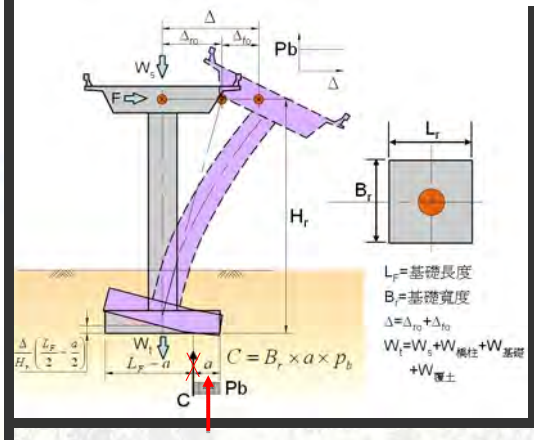
Foundation rocking may be used as an effective means of accommodating seismic demands in a manner similar to isolation bearings. **However, rocking may result in large permanent soil movement which may affect bridge performance during and following the seismic event. The amount of permanent movement may be sufficient to affect the ability for repairing the bridge after the earthquake. For this reason the decision to allow rocking beyond the limits in Eq. 6.3.4-1 must be made after careful consideration of the consequences of this approach.**

In general, r Research is ongoing **in the area of** foundation rocking. At this time, the state of the practice does not warrant the utilization of foundation rocking for typical highway bridge structures.

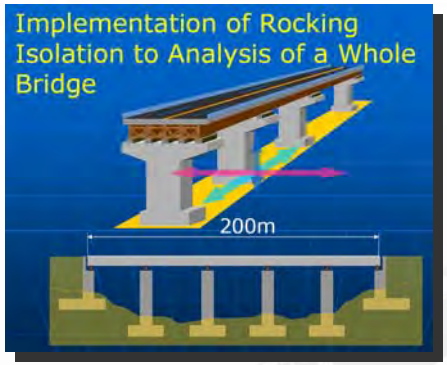
直接基礎搖擺分析之探討

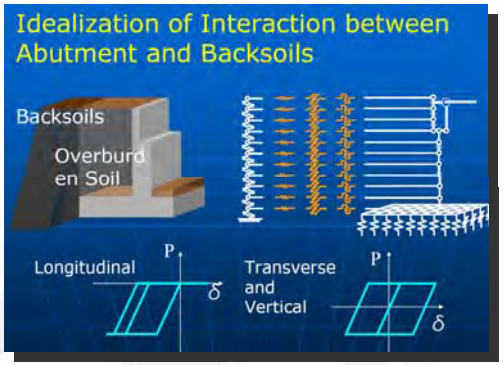


AASHTO方法 (Appendix A)



直接基礎搖擺分析之探討





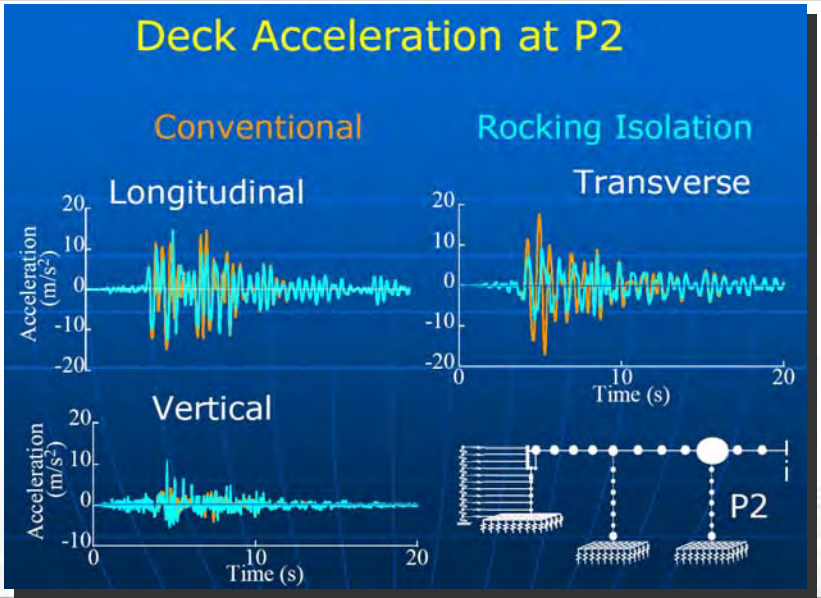
Caltrans-PEER Seismic Research Seminar Sacramento, CA, USA , 2009

“Rocking Seismic Isolation of Bridges Supported by Direct Foundations”

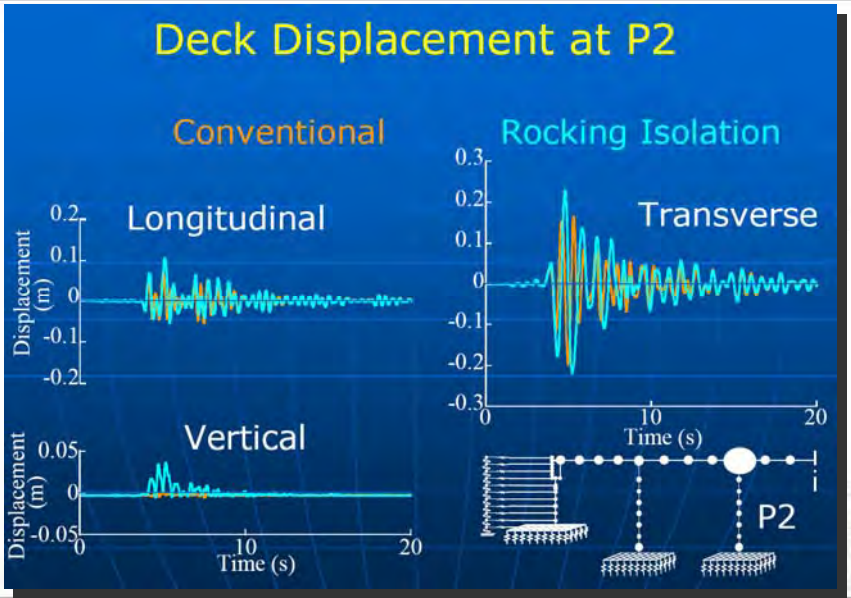
Prof. Kazuhiko Kawashima

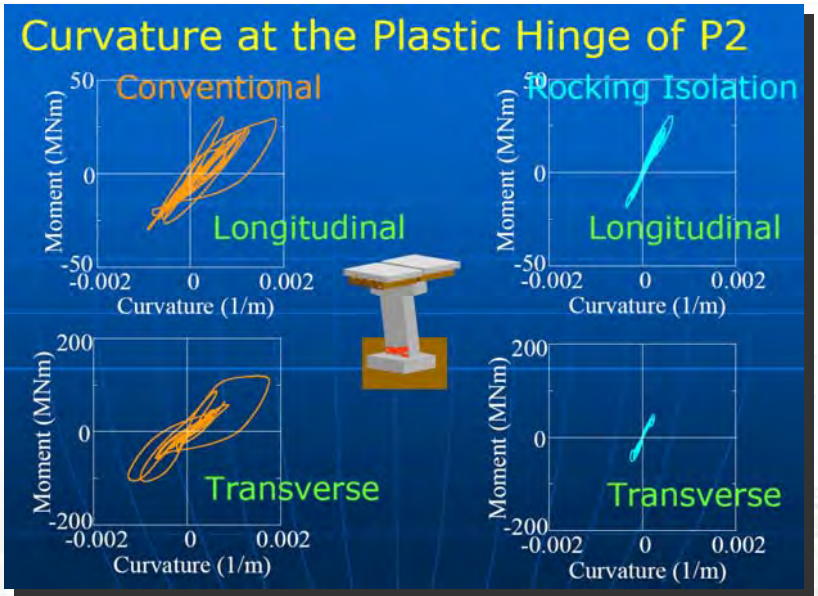
Tokyo Institute of Technology

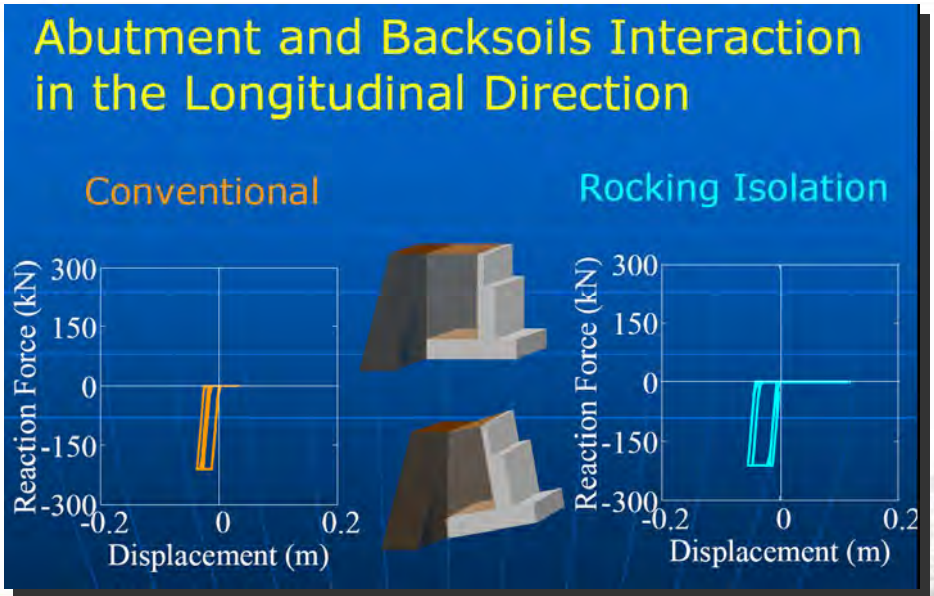
直接基礎搖擺分析之探討

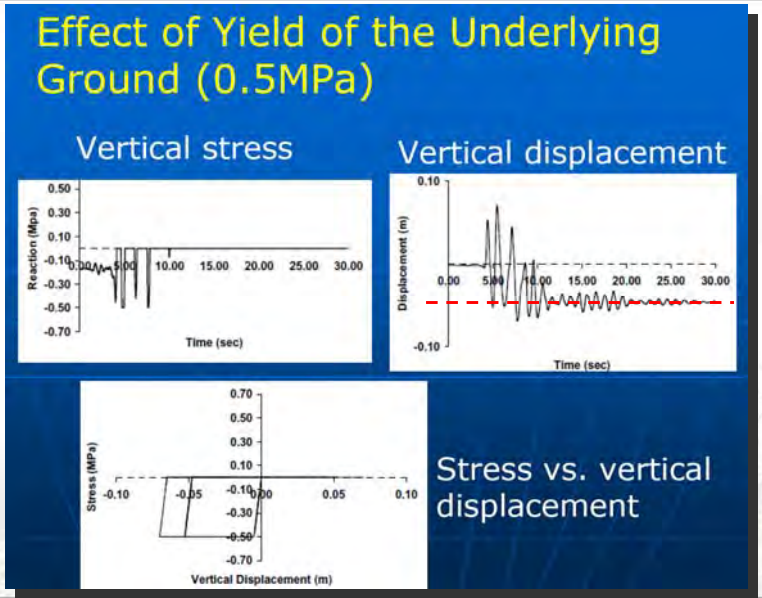


直接基礎搖擺分析之探討





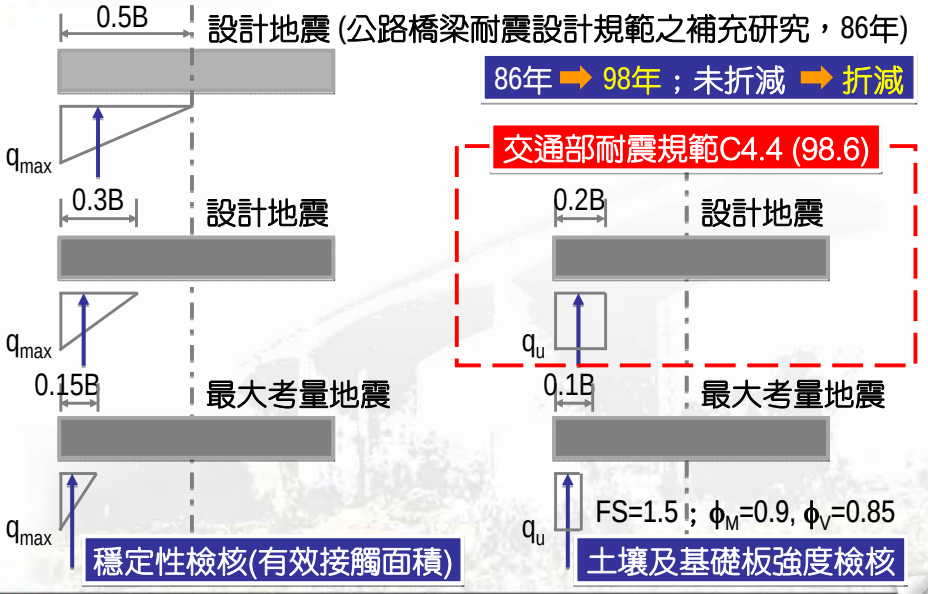




Prof. Kazuhiko Kawashima

- When separation of a footing from the underlying ground due to rocking response is included in analysis, the plastic deformation of a column significantly decreases as a result of softening of the moment vs. rotation hysteresis of the footing.
- If the underlying ground yields, it enhances the effect of rocking isolation, however it increases the deck response displacement and it can result in residual drift.
- Bridge response acceleration decreases under the seismic rocking isolation, however bridge response displacement increases.

直接基礎搖擺分析之探討 (公路橋梁耐震設計規範，98年)



直接基礎搖擺分析之探討

Washington State Department of Transportation

Bridge Design Manual

M 23-50.02
May 2009

Chapter 4 Seismic Design and Retrofit

4.1	General	4.1-1
4.2	WSDOT Modifications to AASHTO Guide specifications for LRFD Seismic Bridge Design	4.2-1
4.3	Seismic Analysis and Retrofit Design of Existing Bridges	4.3-1
4.3.1	General	4.3-1
4.3.2	Seismic Analysis Requirements	4.3-1
4.3.3	Seismic Retrofit Design	4.3-1
4.3.4	Computer Analysis Verification	4.3-6
4.3.5	Earthquake Restrainers	4.3-6

4.2.20 Foundation Rocking

Guide Specifications Article 6.3.9

Foundation rocking shall not be used for the design of WSDOT bridges.

4.2.21 Footing Joint Shear for SDCs C and D

Guide Specifications Article 6.4.5

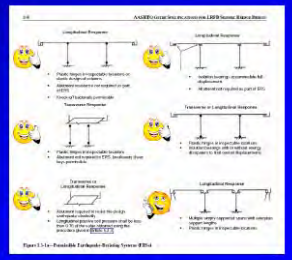
直接基礎搖擺分析之探討

ODOT Bridge Design Conference
May 20-21, 2009
BRIDGE ENGINEERING SECTION

1.1.10.3-2 - Revisions and Modifications

Earthquake Resisting Systems (ERS):

- Permissible
- Obtain Approval from Bridge Section HQ



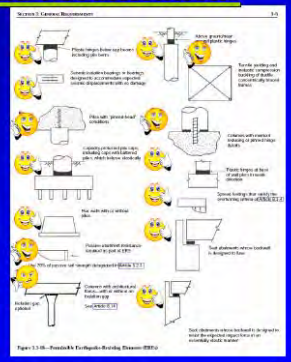
直接基礎搖擺分析之探討

ODOT Bridge Design Conference
May 20-21, 2009
BRIDGE ENGINEERING SECTION

1.1.10.3-2 - Revisions and Modifications

Earthquake Resisting Elements (ERE):

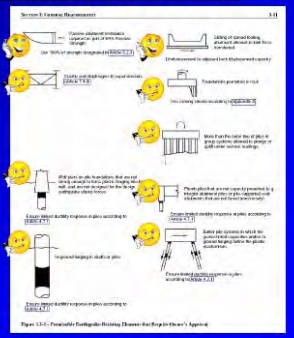
- Permissible
- Obtain Approval from Bridge Section HQ
- Not permissible



ODOT Bridge Design Conference
May 20-21, 2009
BRIDGE ENGINEERING SECTION

1.1.10.3-2 - Revisions and Modifications

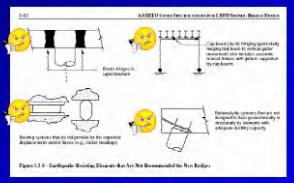
- Earthquake Resisting Elements (ERE):
  - - Obtain Approval from Bridge Section HQ
  - - Not permissible



ODOT Bridge Design Conference
May 20-21, 2009
BRIDGE ENGINEERING SECTION

1.1.10.3-2 - Revisions and Modifications

- Earthquake Resisting Elements (ERE):
  - - Not permissible



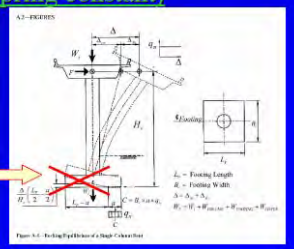
- Identify ERS for SDC B when: $0.25 \le S_{D1} < 0.30$

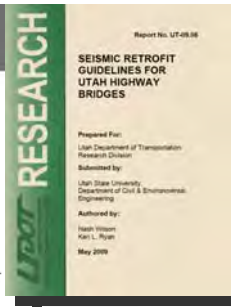
ODOT Bridge Design Conference
May 20-21, 2009
BRIDGE ENGINEERING SECTION

1.1.10.3-2 - Revisions and Modifications

- Select the Foundation Modeling Method (FMM) (GSA 5.3.1) according to Section 1.1.4 of BDDM. For spread footing, use 2*(spring constant)

Limit rocking of spread footing so no uplift will occur under the seismic loading (for all SDCs.)

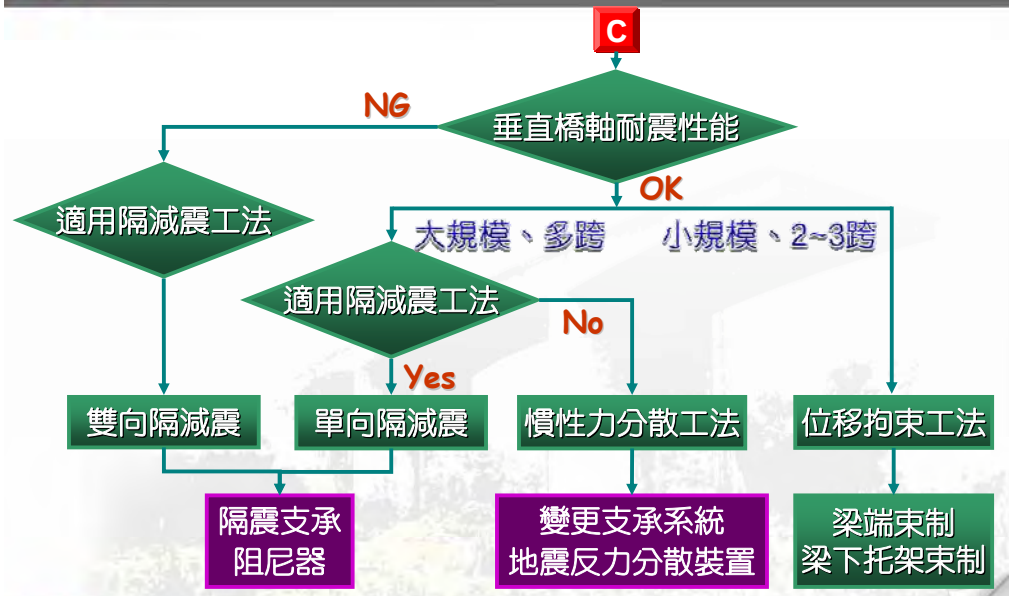




Question 12: Does Caltrans consider the effects of foundation rocking for bents on spread footings?

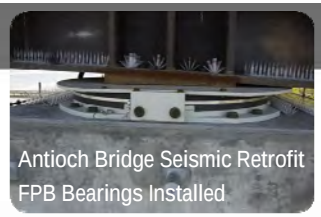
Response: Caltrans likes rocking as a way to reduce the costs of construction or retrofit and frequently allows rocking. Suggestions are to consider constraints and fairly evaluate whether the foundation can really rock, and to consider whether something will be built in the future to prevent rocking. A textbook on seismic retrofitting by Priestly has a simple way of dealing with rocking; the newer edition may have a more sophisticated procedure. Ultimately, the iterative procedure definitively evaluates whether the foundation will rock and the resultant forces in the structure. Caltrans uses software written by Steve McBride for rocking, which considers degradation of the soil due to bearing. Caltrans sometimes assumes poorly designed piles, such that the connections to the piles will break and the foundation can rock on the piles. However, a pile footing is much smaller and may not be able to rock as much.

系統補強對策



隔減震裝置之應用

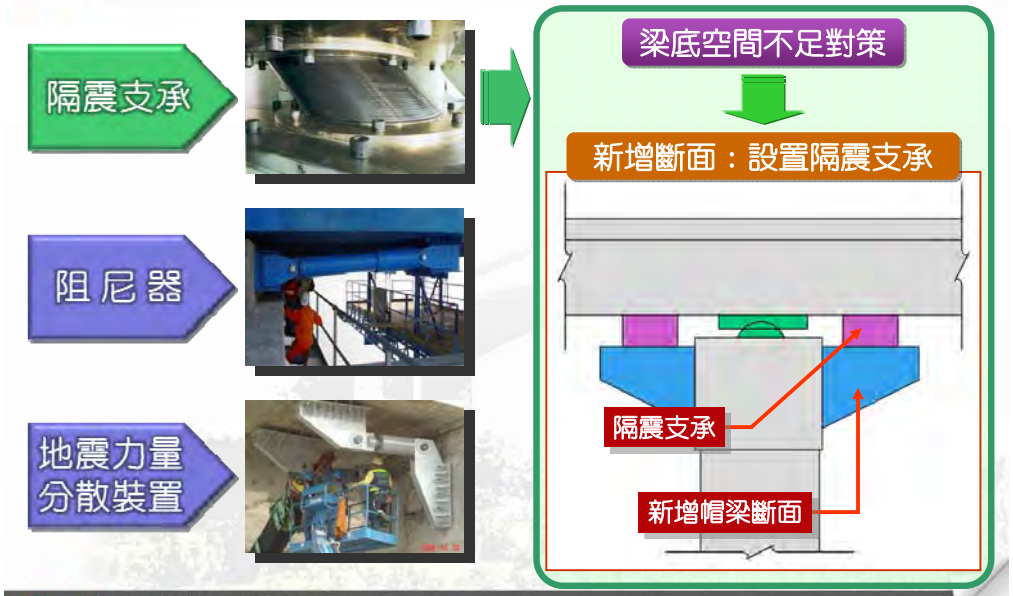
- 技術較成熟的隔減震裝置
  - ❖ 鉛心橡膠支承墊（LRB）
  - ❖ 高阻尼橡膠支承墊（HRB）
  - ❖ 摩擦單擺支承（FPB）
  - ❖ 金屬機械式阻尼器



不宜採用隔減震設計之條件

- 工址土壤具高液化潛能時
- 高橋墩或位於柔軟地盤時
- 周期延長、阻尼增加對防震無太大意義時
- 有損橋梁之使用性與經濟性時

系統補強工法



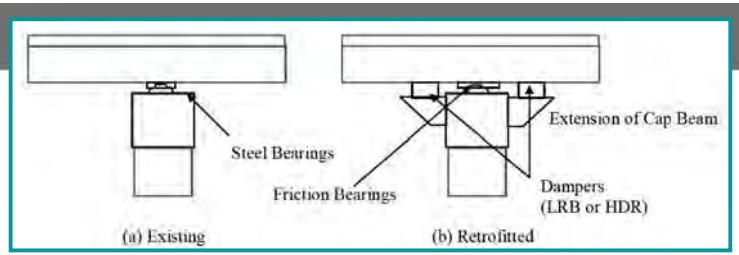


Fig. 10. 48 Seismic Retrofit using Seismic Isolation; (a) Installation of lead rubber bearings and sliding bearings, and (b) after retrofitted

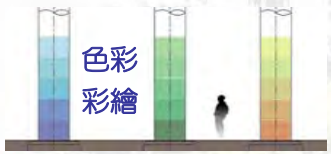
橋梁補強工程之景觀思維

強調工程美學，尊重人文歷史景觀

特色橋梁工程美學 → 保留原特色，不加多餘包覆

景觀美化補強手法 → 彩繪、拼貼、浮雕、綠美化

新型FRP工法



補強後景觀造型處理

橋梁補強工程之景觀思維

凝聚地方力量，定位環境特色

民眾參與，符合地方需求

橋下環境空間，景觀美化

→ 融入地方特色
營造地方自明性

透過民眾參與，更符地方需求

碧潭風景區環境復舊

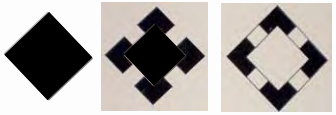
整體補強工程之景觀構想

工程量體突兀

結構比例美學

→ 輕量化手法柔化量體

掩飾厚重混凝土墩柱



橋梁墩柱的虛與實

1. 支承處做視覺造型的轉化
2. 分割手法勾勒出線條俐落
3. 延續橋體本身色彩

新店高架橋

整體補強工程之景觀構想

橋梁補強景觀美化處理 → 公共藝術、街道家具
植栽美化、舖面設計

公共藝術　國道邊坡綠美化　植栽舖面景觀

橋墩包覆補強之景觀考量

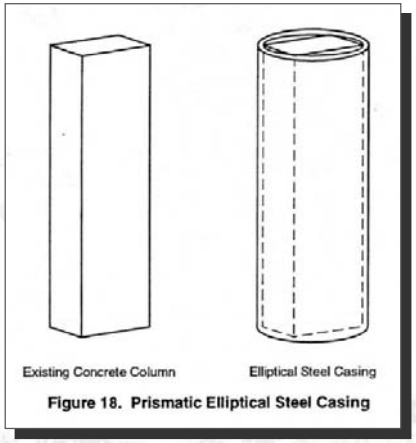
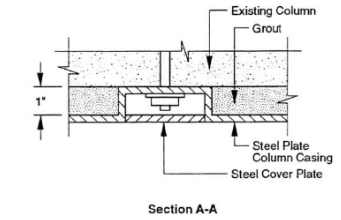
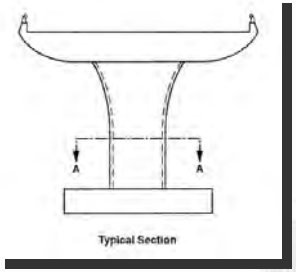


Figure 18. Prismatic Elliptical Steel Casing

橋墩包覆補強之景觀考量



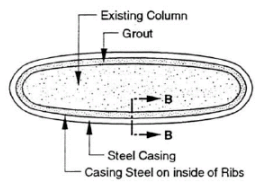
Section A-A



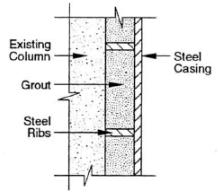
Typical Section

Caltrans Bridge Design Practice
Chapter 7 : Bridge Design Aesthetics

- 增加圍束之橫向繫桿—採隱藏式處理



Section A-A



Section B-B

- 增加圍束之橫向肋鈑—採隱藏式處理

橋墩包覆補強之景觀考量

- 全柱高包覆補強：建議採用
- 部份柱高包覆補強：不建議採用

施工計畫與交通維持

- 耐震補強工程之施工特性
  - 需維持高速公路通車情況下施工，工作空間及動線不良
  - 補強施工需修改原結構，安全措施及監測需謹慎與周延
  - 補強施工空間較小，無法使用較大工具，工法受到限制

施工特性 / 類別	圍堰	交通維持	管線遷移	施工便道
穿越橋(高架橋)	—	◎	◎	△
跨越橋	—	◎	△	△
排水橋	○	△	△	◎
河川橋	◎	△	△	◎

◎：極重要　○：重要　△：次重要　－：無需求

補強施工之注意事項分類表

類別 \ 施工考量		施工淨高	工址平面範圍	施工機具	重型支撐架	工程風險
增設防落橋設施	止震塊	◎	△	△	△	△
	防震拉條	○	△	○	△	△
	限制位移之突出物	○	△	△	△	△
	垂直防落裝置	○	△	○	△	△
增加防落橋長度	支承擴座	○	△	○	△	△
支承之更換	更換支承	◎	◎	◎	◎	◎
	帽梁及橋墩柱	○	○	○	○	△
	直接基礎	○	◎	○	△	○
下部結構補強	樁基礎	◎	◎	◎	△	◎
降低液化潛能	地質改良	◎	○	◎	△	○
改變橋梁結構系統	更換隔減震支承	◎	○	◎	◎	◎

◎：極重要　○：重要　△：次重要

12 重點議題討論

重點議題討論

- 議題一：橋梁耐震評估及補強設計原則(初稿)
  - 依據本工程之橋梁特性，擬訂三個性能等級之補強設計原則，各節規定與解說，請各位委員指正
- 議題二：活動斷層近域效應(N_A,N_V)之規定
- 議題三：本土化HBF液化評估方法之輔助應用
- 議題四：現階段直接基礎採搖擺分析(Rocking)之適用性
- 議題五：FRP包覆補強之適用性條件
- 議題六：國道3號二仁溪河川橋之沖刷課題

簡報完畢
敬請指教

第一次專家學者座談會
會議紀錄

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會會議紀錄

時間：100 年 5 月 15 日上午 9 時 30 分至中午 12 時

地點：林同棪工程顧問公司 12 樓 1205 會議室

會議主持人：彭康瑜副總工程師

討論議題：

一、國道橋梁耐震分析評估及補強設計原則(草案)

二、中央地質調查所新增「新城斷層」及「旗山斷層」近域效應

三、土壤液化評估之本土化課題

四、直接基礎搖擺分析評估之適用性

五、應用 FRP 耐震補強工法之適用條件

六、國道 3 號二仁溪河川橋之河川沖刷課題

記錄：邱志晃

指導單位出席人員：

交通部台灣區國道高速公路局

葉韓生副總工程司(請假)、林炳松組長、王吉杉科長、

陳添宇工程司

規劃設計單位出席人員：

林同棪工程顧問股份有限公司

戴忠董事長、陳忠明資深顧問、胡銘煌技術總監、

彭康瑜副總工程師、吳明興組長、邱志晃工程師

專家學者出席人員：

交通部台灣區國道新建工程局　陳國隆組長

交通部公路總局　何鴻文副組長

國家地震工程研究中心　張國鎮主任(劉光晏博士代表出席)

財團法人中華顧問工程司橋梁技術中心　王仲宇主任(請假)

國立台北科技大學土木工程系　宋裕祺主任、李有豐教授

國立中央大學土木工程系　黃俊鴻教授

國立中興大學土木工程系　林呈教授

會議流程：

時　　間	內　　容
09：30 ~ 10：30	規劃設計單位簡報
10：30 ~ 12：00	各專家學者發言討論
12：00 ~	散會

會議紀錄：

一、 主席報告：(略)

二、 規劃設計單位簡報：(略)

三、 討論及建議事項：(依發言順序)

1. 林炳松組長

(1) 碧潭橋及新店高架橋等兩座特殊橋，其耐震評估方法及補強設計有別於一般橋梁，應於補強原則內加以說明。

(2) 鄰近橋址地質敏感邊坡之π形跨越橋等，請補充耐震評估及邊坡保護之補強設計考量重點。

(3) 本計畫工作範圍內有鋼橋墩(新店高架橋)，應於補強原則相關章節增加鋼橋柱補強之考量重點。

(4) 新店高架橋之橋面板為鋼床板系統，經評估耐震能力若有不足而需以系統補強方式將支承置換為隔震支承時，原有伸縮縫需更換為伸縮量較大之型式，在既有通車路段中施工及如何克服交維課題等，應事先規劃因應，以免影響補強策略的成效。

(5) 補強原則(草案)中擬採用之預期混凝土強度(f_{ce}')訂為1.3f_c'，其材料預期強度係運用耐震評估那個性能點？另材料強度雖然隨著齡期有所增加，但請考量以不超過原設計強度過多為宜，且材料會受耐久性及服務性等因素而有所折減，增加 30%混凝土強度係沿用美國加州標準，是否適用在臺灣，請顧問公司再考量其合理性。

(6) FRP 在國外已有長久歷史與技術，國內 FRP 材料生產製造更是全世界主要供應來源，在符合本計畫補強原則下，或有受

特殊施工條件限制時，可適時採用 FRP 橋柱補強，以使國內補強技術能與國際接軌，並提升國內補強技術與應用的經驗。

(7) 現有北二高橋柱多以中空矩型柱為主，若以橢圓包覆工法進行補強勢必對通水斷面造成影響，此部分須與水利單位進行溝通瞭解。

(8) 補強工程費用若大於新建工程費用的 45%時，必須重新考慮檢討其設計原則及補強標準。因本計畫經行政院核定之總建設經費約為 62.41 億元(其中，規設作業費約 1.76 億、工程建造費約 58.18 億(含直接工程費、間接工程費及工程預備費)、物價調整費約 2.47 億)，若超過此費用時是否仍以 45%為標準，亦或需進行調降，此部分可再進行商討。設計原則及補強標準應考量行政院核定總建設經費之限制。

2. 宋裕祺主任

(1) 書面資料 P.6 第(五)項地表加速度的公式似有誤，請檢核。

(2) 書面資料 P.6 至 P.7 提及 Mander 組成律中混凝土極限應變量的部分，根據國震中心研擬中之耐震設計性能規範(草案)，認為極限應變量應可不必再進行折減，基本上採折減方式是比較保守的做法。

(3) 書面資料 P.21 剪力強度(V_c)使用 Caltrans 之規定，高於目前國內設計規範規定之值。由於國內設計規範規定之剪力強度(V_c)，在國內現地試驗中有進行探討，故建議 Caltrans 之規定是否適用於本計畫，應再考量。

(4) 書面資料 P.21 中因 V_c 有標註單位，建議其它值(A_e、f_c'等)也可同步標註單位。

(5) 書面資料 P.23 中 FRP 包覆補強工法有其限制，本計畫是否採用 FRP 補強工法，建議需再商議。如第 2 點，矩形柱中規定其長邊長度不可超過 100cm，而國內現有橋梁大多都超過此限制。第 3 點圓形柱中 Caltrans 之規定為圓柱直徑不得超過 183cm (6 feet)，草案簡報資料中擬調整至 250cm，建議應再考量。第 6 點主筋比不得超過 2.5%，而國內現有橋梁大多超

過此限制。雖然國內外 FRP 試驗報告已說明 FRP 包覆工法效果良好，但不良的施工品質會導致其成效不彰，故現場監造與施工需有良好的控管。

(6) 關於採用混凝土預期強度 $f_{ce}'=1.3f_c'$的部分，其理論背景為混凝土會隨時間持續的進行水化作用而提高其強度，但實際施工上品質難以控管，因此提高太多 f_c'似乎顯得不夠保守。

(7) 建議後續規劃設計時，應多注意補強設計相關細節之施工性。

3. 李有豐教授

(1) 有關 FRP 的補強應用，應根據不同橋梁補強需求及施工條件之限制，討論其適用的補強方法，而非制定一個大原則框限工程師對補強工法之選用，也恐阻礙了國內補強技術的提昇。

(2) 研擬 FRP 的補強應用原則時，是以價格為主要考量，或是施工性、交通維持、耐久性等，建議於初設時由高公局提出補強方案比較之主要考量因素，再據以合理探討採混凝土、鋼板或 FRP 包覆工法之優劣性，不宜太限制 FRP 補強工法的使用。

(3) FRP 對於圓柱有較佳的圍束效果，而矩形柱則因其含有方向性，故效果較著重於非圍束部分之剪力強度或彎矩強度。FRP 由力學的角度來看，其包覆厚度應無上限，然既有研究受限於實驗限制，故有上限之規定。但建議不應有太狹隘的規定，限制住工程師對補強工法之選用。至於鋼板包覆補強，個人建議包覆鋼板厚度原則應小於 2cm，鋼板厚度 2cm 以上則稱為鋼構而非鋼板補強。

(4) 補強工程中，FRP 之材料部份應不致有太大的問題。然而施工部份較不易控制，因此建議應研擬詳細的施工條款與驗收規定。

4. 黃俊鴻教授

(1) 由於目前國內規範上構的部分引用美國規範，下構及基礎部份則引用美國規範與部分日本規範，因此配合上仍有無法磨

合之處。對於基礎結構之性能設計規範，淺基礎、樁基礎、沉箱基礎皆有不同的設計理念，並無整體通用的觀念。因此建議國內基礎結構之性能設計規範，應交由大地工程相關人員參與研究。

(2) 有關經費限制問題，以早期中山高速公路中沙大橋之補強為例，經評估橋柱、基礎及支承墊皆須補強，然因工程經費不足無法同時施做，因此補強設計單位須建議補強之優先順序。由於洪水、地震等情況發生頻率不同，應以較常發生者為優先補強，而非一味的以耐震為主。另外，補強經費不足時，建議耐震部分應以防落橋為優先考量，其次為韌性等。

5. 陳國隆組長

(1) 橋梁安全評估除耐震以外，其它項目(上部結構承載能力)是否會另行評估？若有必要時，是否會另提補強之計畫？

(2) 耐震目標：「小震不壞，中震可修，大震不倒」是否正確？目前耐震規範已改為「中小震不壞、大震不倒」。

(3) 本計畫以新橋作為補強標準，是否亦須使用新的規範，使補強後的耐震能力達到新規範的需求。例如新規範中要求上部結構需納入垂直地震力的檢核。

(4) 橋柱作韌性補強後，基礎是否要以橋柱產生塑鉸後之力量來作補強標準(比照新橋之設計標準)，相關費用可容納否？補強設計原則宜有說明。

(5) 有經費上的考量時，韌性補強策略是否該與隔減震的策略進行比較。但並非每座橋都適用隔減震的方式，因此針對其適用條件建議定義出統一的設計原則。

(6) 基礎於受地震力後之土壤受壓面積，耐震設計規範修正後之規定建議應予以採用(避免直基尺寸過大)。

(7) 耐震設計規範之基礎設計部份已有所修正，受壓面積由原本的 50%改為 30%。以往 50%的受壓面積限制往往成為基礎尺寸設計的控制條件。考量以往發生過的地震，少有直接基礎發生嚴重破壞之情況；因此，直接基礎於受地震力後之土壤

受壓面積，耐震規範修正後之規定，建議本計畫仍予採用(避免直接基礎尺寸過大)。

(8) 二仁溪二號河川橋之直接基礎是否已落於洪沒區內，此部分需先與河川局確定治理計畫線，若確定位於治理計畫線範圍內，基礎應作適當之保護或補強。

(9) FRP 目前國內使用範圍不廣，對於老化情況是否有經過時間的驗證；國工局對於新材料與新工法之應用，以往係採用試辦累積經驗的方式推動，可為借鏡。

6. 何鴻文副組長

(1) 補強經費與新建工程之比例是否有訂定上限值，若超過此標準可考慮以新建代替補強。

(2) 鋼鉸線的纏繞工法，目前國內尚未使用，因此對於此工法是否有其限制，建議加以說明。

(3) 將原有支承改為隔震支承或功能性支承時，是否有些案例因其受到空間限制導致置換上的困難，若有此困難是否有適當的克服方法，建議於後續補強設計時加以探討。

(4) 需進行橋基補強之橋梁，多已發生橋基裸露之情況，若其有保護工是否影響後續補強之評估與設計，該如何處理。

(5) 國內耐震規範未來仍會持續修改，補強設計標準是否該同步更新？

7. 林呈教授

(1) 國道 3 號二仁溪二號河川橋 P14~P21 橋墩範圍內，於 98.08.08~98.08.09 被已發生之莫拉克颱洪洪峰(Q_P=1079.23cms Q_S=1035cms)溢淹沖蝕，其中 P15、P17~P21 均為淺基礎，P17 基礎頂部上方之覆土深度僅 0.9m，且其周邊亦已有沖蝕後之水潭坑洞(沖刷坑)，應予以特別注意。在 P15~P21 橋墩範圍內之表土植生大多已被沖蝕，與民國 88 年之河床高程比較顯示現況河床亦已下刷下降平均達 0.93~2.0m，致使屬泥頁岩地層之土壤出露，未來除了面臨溢淹洪水之再沖蝕與沖刷下降

外，降雨水經路面集水，再經附掛於橋墩上之洩水管而下，因而形成洩排水沖蝕泥頁岩土壤，極易形成沖蝕溝而有危害此等淺基礎之潛勢。因此，建議高公局在未來尚未採取任何補強措施前，應以觀察及管理方式先行妥善因應。

(2) 橋河共治界面協調：有關崇德橋部份，建議高公局先函請高雄市政府及相關管理權責機關，針對崇德橋橋下大量掛淤堆積、甚至阻塞河道之漂流木予以清除，以利擴大通水面積，並減緩國 3 二仁溪二號河川橋 P15~P21 之溢淹沖蝕潛勢。

(3) 承上，既使短期內能予清除崇德橋橋下之掛淤漂流物，惟崇德橋早已經水利署評估為通洪能力不佳(因梁底淹沒所造成之淨高不足)之橋梁，除非崇德橋改建採大跨徑、高淨高之方式處理(惟橋梁梁底與路面之大幅抬高，也可能導致縣 101 道路通過國 3 橋下之淨高相對不足)，方能大幅改善目前與未來之溢淹沖蝕潛勢。爰此，就長期之維修養護而言，二仁溪二號河川橋應採基礎加深補強之設計為優先考量。

8. 陳添宇工程司

(1) 新店高架橋為鋼床板，伸縮縫焊接在鋼床板上，本身空間不足，既有伸縮縫若壞損，置換上有許多困難，若該橋採隔震補強設計，對於伸縮縫之置換設計，應多考量其施工性。

9. 王吉杉科長

(1) 有關橋梁耐震補強與國道邊坡補強計畫之期程協調部份，初步檢視簡報資料所提之四處跨越橋附近邊坡，都不在國道邊坡補強計畫之優先路段裏，屬於「其餘與其它路段」，因此在時程上還有時間去做協調。

(2) 有關陳組長所提橋梁安全評估項目有很多項，因目前本計畫依據行政院核定建設計畫之規定，只考慮耐震補強部分。至於橋面板超載項目的考量，高公局已有良好的管控機制，根據以往例行的檢測報告判斷，暫時無此方面的顧慮。

10. 技術組書面意見

(1) 補強原則之目錄，建議可依照不同類型分為防落系統補強設計、結構系統、結構構件補強、地盤改良等標題，再分子標題描述其內容與設計考量與重點，可較讓讀者能一目瞭然。

(2) 補強設計原則已有相關規範者，建議儘量引用規範內容，如振動單元、基面之認定等。

(3) 因應政府組織再造，補強設計原則內容有「國道高速公路」等字眼建議修正為「高速公路」。

(4) 土壤彈簧之認定(解說)中，對於中小長度之橋梁(跨度<100m)，是跨度或長度請釐清。

(5) 混凝土圍束理論本計畫採用 Mander 之混凝土組成律及鋼筋應力應變曲線，惟解說除了 Mander 外尚有 Kawashima 兩種方法，請釐清。

(6) 橋梁耐震能力評估方法有 C/D 比值法及橋梁側推法，其中改良式的評估方法係應用於上述何種方法，建請補充說明。

(7) 公路橋梁耐震設計規範已有獅潭斷層近域調整因子，補強設計原則仍採用「公路橋梁耐震設計規範(草案)複審成果報告書(92 年)」之內容，建議於解說中加強說明應用之目的與理由。

(8) 耐震補強設計基本策略之解說中,「…施工時應禁止各補強位置同時進行作業」,在實務上是否能可行，請就第 1 期施工經驗檢討解說文字的合理性。另設計理念與施工有關之內容，應記載於發包相關文件內，以提供廠商遵循。

(9) RC 橋墩耐震補強工法之選定原則,其中 RC 橋墩有補強設計考量重點，而鋼板包覆工法、鋼鉸線纏繞工法等，其補強設計考量重點為何？

(10) 本計畫橋梁原設計橋墩多處採用直柱式中空橋墩,建議能補充其評估補強設計之考量重點。

(11) 液化潛能之評估應使用公路橋梁耐震規範所建議的方法,若須採用規範以外的方法，高公局在執行面有其困難度；建議仍以規範的方法為主，同時以雙曲線法評估方法作交叉驗

證，收集本土化的資訊，作為日後規範修正的參考依據。

11. 散會

座談會照片：

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)規劃設計
專家學者座談會簽到表

時　　間：100 年 6 月 15 日上午 9 時 30 分

地　　點：1205 會議室

討論議題：一、國道橋梁耐震分析評估及補強設計原則(草案)

二、中央地質調查所新增「新城斷層」及「旗山斷層」之近域效應

三、土壤液化評估之本土化課題

四、直接基礎搖擺分析評估之適用性

五、應用 FRP 耐震補強工法之適用條件

六、國道 3 號二仁溪河川橋之河川沖刷課題

出席人員單位、姓名	簽　名
林同棪工程顧問股份有限公司 戴忠董事長 陳忠明顧問 胡銘煌技術總監 彭康瑜副總工程師 吳明興組長 邱志晃工程師	戴忠 陳忠明 胡銘煌 彭康瑜 吳明興 邱志晃

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)規劃設計
專家學者座談會簽到表

時　　間：100 年 6 月 15 日上午 9 時 30 分

地　　點：1205 會議室

討論議題：一、國道橋梁耐震分析評估及補強設計原則(草案)

二、中央地質調查所新增「新城斷層」及「旗山斷層」之近域效應

三、土壤液化評估之本土化課題

四、直接基礎搖擺分析評估之適用性

五、應用 FRP 耐震補強工法之適用條件

六、國道 3 號二仁溪河川橋之河川沖刷課題

出席人員單位、姓名	簽　名
交通部臺灣區國道高速公路局 葉韓生副總工程司 林炳松組長 王吉杉科長 陳添宇工程司	林炳松 王吉杉 陳添宇
交通部國道新建工程局 陳國隆組長	陳國隆
交通部公路總局 何鴻文副組長	何鴻文
國家地震工程研究中心 張國鎮主任	劉光晏　代
財團法人中華顧問工程司橋梁技術中心 王仲宇主任	
台北科技大學土木工程系 宋裕祺主任 李有豐教授	宋裕祺 李有豐
中央大學土木工程系 黃俊鴻教授	黃俊鴻
中興大學土木系 林呈教授	林呈

第一次專家學者座談會
審查意見表

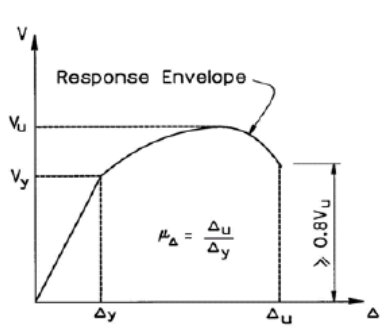
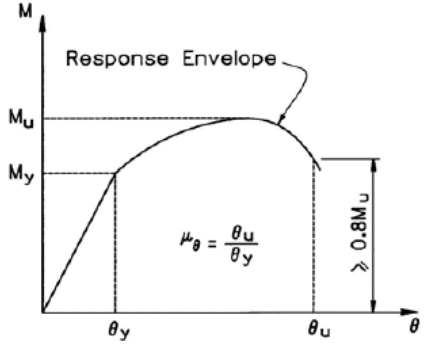
國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

<table>
<tr><th>項次</th><th>審　查　意　見</th><th>辦　理　情　形</th></tr>
<tr><td>1.</td><td>林炳松組長</td><td></td></tr>
<tr><td>(1)</td><td>碧潭橋及新店高架橋等兩座特殊橋，其耐震評估方法及補強設計有別於一般橋梁，應於補強原則內加以說明。</td><td>遵照辦理；考量碧潭橋及新店高架橋為耐震設計規範所定義之特殊橋，本計畫將採用非線性歷時分析法，進行耐震分析與評估工作，相關考量重點補充於補強原則第十五節第(八)項。</td></tr>
<tr><td>(2)</td><td>橋址鄰近地質敏感邊坡之π形跨越橋等，請補充耐震評估及邊坡保護之補強設計考量重點。</td><td>遵照辦理；本計畫橋址鄰近地質敏感邊坡之π形跨越橋等，其耐震補強之考量重點有：(1)對於補強工法之選擇，應儘避免對既有邊坡造成過大擾動及增加額外載重，現階段FRP包覆補強工法是考量的補強方案之一；(2)邊坡穩定分析評估：檢討可能的破壞模式(如圓弧破壞、平面破壞、楔形破壞、翻倒破壞或複合破壞模式)進行相應之穩定分析；岩石邊坡並應說明其為順向、逆向、斜交坡，及描述坡面之走向及傾角，必要時應以立體投影圖表示之；(3)黏性土層上方填土時，除應考量長期之穩定外，並應考量不排水(短期)狀態下之穩定性；(4)依據國工局「大地工程設計注意事項」之規定，邊坡之永久性或臨時性安全要求，其安全係數應符合下表規定值：
<table>
<tr><td rowspan="3">永久性</td><td>常時</td><td>FS ≧1.5</td></tr>
<tr><td>地震時</td><td>FS ≧1.1</td></tr>
<tr><td>高水位常時</td><td>FS ≧1.2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">臨時性</td><td>常時</td><td>FS ≧1.2</td></tr>
<tr><td>地震時</td><td>FS ≧1.0</td></tr>
</table>
(5)配合　貴局目前推動之國道邊坡補強計畫，進行界面整合。
上述相關考量重點，將補充於補強原則第十五節第(九)項。</td></tr>
</table>

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

<table>
<tr><th>項次</th><th>審　查　意　見</th><th>辦　理　情　形</th></tr>
<tr><td>(3)</td><td>本計畫工作範圍內有鋼橋墩(新店高架橋)，應於補強原則相關章節增加鋼橋柱補強之考量重點。</td><td>遵照辦理；考量本計畫唯一有鋼構橋墩之橋梁為新店高架橋，因其為耐震設計規範所定義之特殊橋，本計畫將採用非線性歷時分析法，進行耐震分析與評估工作，故對於此橋鋼橋墩之評估補強相關考量重點，整合補充於補強原則第十五節第(八)項。
對於鋼橋墩之非線性塑性鉸設定、性能要求與應力應變容許值，主要可參考下列規範：
1. Caltrans Guide Specifications for Seismic Design of Steel Bridges, 2001
2. ATC-32 Improved Seismic Design Criteria for California Bridges (1996)，Section 10 Structural Steel
3. 日本道路協會，「道路橋示方書・V耐震設計編」(2009)，第十一章鋼橋墩之反應值與容許值
參考Caltrans鋼橋耐震規範，鋼構材之耐震性能要求如下表：
<table>
<tr><th rowspan="2">損害程度</th><th>應　變</th><th colspan="2">韌　性</th></tr>
<tr><th>ε</th><th>μ_θ</th><th>μ_Δ</th></tr>
<tr><td>嚴重</td><td>ε_{sh}</td><td>8</td><td>4</td></tr>
<tr><td>可修復</td><td>取大值 $\begin{cases}0.008\\ 2\varepsilon_{sh}/3\end{cases}$</td><td>6</td><td>3</td></tr>
<tr><td>輕微</td><td>取大值 $\begin{cases}0.003\\ 1.5\varepsilon_{y}\end{cases}$</td><td>2</td><td>1.5</td></tr>
</table>
註：Caltrans Seismic Performance Criteria in the MTD 20-1 (2010)
上表中之符號說明如下：</td></tr>
</table>

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		ε_{sh} = 鋼材於應變硬化處之應變值； ε_y = 鋼材之降伏應變； μ_Δ = 鋼構材之位移韌性(Displacement ductility)，Δ_u/Δ_y ； μ_θ = 鋼構材之轉角韌性(Rotation ductility)，θ_u/θ_y ； Δ_y = 鋼構材產生第一個塑性鉸時之降伏位移，cm (mm)； θ_y = 鋼構材於最外邊拉力處(extreme tension fiber)產生降伏時之轉角； Δ_u = 鋼構材對應上表預期損害程度之極限位移容量，其值不應大於鋼構材最大側向抗力強度衰減至80%時所對應之位移量(如圖a)，cm (mm)； θ_u = 鋼構材最外邊拉力應變對應表6.5預期損害程度之極限轉角容量，其值不應大於鋼構材最大彎矩抗力強度衰減至80%時所對應之旋轉角(如圖b)。  (a)  (b)

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
(4)	新店高架橋之橋面板為鋼床板系統，經評估耐震能力若有不足而需以系統補強方式將支承置換為隔震支承時，原有伸縮縫需更換為伸縮量較大之型式，在既有通車路段中施工及如何克服交維課題等，應事先規劃因應，以免影響補強策略的成效。	新店高架橋之既有鋼製支承，經初步檢核規範之地震力需求，既有鋼製支承屬「弱支承」系統，其初步的補強策略有二：(1)補強加固既有鋼製支承為「強支承」系統，使其足以抵抗規範之地震力需求，此策略將配合進行橋墩及基礎之評估補強；(2)置換既有鋼製支承為「隔震支承」系統，考量本橋之規模較大且較重，初步建議可採「摩擦單擺隔震支承(Friction Pendulum Isolator System)」系統，此策略將配合進行橋梁伸縮縫之置換作業，考量本橋之橋面板為鋼床板系統，其置換伸縮縫施工法及國道主線交維課題，將於初步設計階段，依據交通維持需求、竣工圖細節及耐震評估結果，研提完整之施工方案及交維計畫。
(5)	補強原則(草案)中擬採用之預期混凝土強度(f_{ce}')訂為1.3f_c'，其材料預期強度係運用耐震評估那個性能點？另材料強度雖然隨著齡期有所增加，但請考量以不超過原設計強度過多為宜，且材料會受耐久性及服務性等因素而有所折減，增加30%混凝土強度係沿用美國加州標準，是否適用在臺灣，請顧問公司再考量其合理性。	補強原則(草案)中，對於混凝土橋墩之材料強度，係依據美國AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design(2009)、FHWA Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1-Bridges (2006)、ATC-32 Improved Seismic Design Criteria for California Bridges (1996)、Caltrans Seismic Design Criteria, Version 1.6 (2010)及歐盟規範Eurocode 8 Design of structures for earthquake resistance-Part 2: Bridges (EN1998-2:2005)之規定，除了計算韌性構件(橋墩)之剪力強度(V_c)及檢核容量保護構件(上部結構、帽梁及基礎)之強度，採用標稱設計強度(f_c')外，對於橋柱耐震評估之塑鉸分析(M-φ分析)，可採用材料之預期強度： 預期混凝土強度　　f_{ce}' =1.3f_c' 預期鋼筋降伏強度　　f_{ye}=1.1f_y 前述作法主要係考量國道高速公路橋梁之施工品管，在　貴局與國工局完

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		整的工程管理體系，與各路段監造單位的監督下，工程界對國道橋梁之混凝土品質，向有不錯的評價；此外，考量施工規範混凝土配比設計之保守特性，以及隨著混凝土齡期發展，強度隨之增加的材料特性，適度採用混凝土與鋼筋之預期材料強度與極限應變，已是目前美國AASHTO、FHWA、Caltrans及Eurocode進行韌性構件塑鉸分析的主要作法，本計畫參考上述各規範選用1.3倍，做為預期混凝土強度，進行韌性構件之塑鉸分析應是合理的作法。另蒐集國家地震工程研究中心辦理之牛門橋現地實驗報告，其對牛門橋之P2、P3、P4橋墩各鑽3孔進行抗壓試驗，將試驗成果整理如下表：

材 料	橋墩編號	試體編號			試驗平均值	標稱設計強度	**平均值/設計強度**
		1	2	3			
混凝土	P3	343.0	437.0	346.0	375.3	210	**1.787**
	P	309.0	349.0	302.0	320.0	210	**1.524**
	P2	261.0	343.0	339.0	314.3	210	**1.497**
主筋降伏強度	P3	3,618.8	4,811.4	3,995.9	4,142.0	2,800	**1.479**
	P4	3,629.0	3,445.5	4,454 6	3,843.0	2,800	**1.373**
	P2	3,730.9	3,720.7	5,779.8	4,410.5	2,800	**1.575**
箍筋降伏強度	P3	4,362.9	4,148.8	4,475.0	4,328.9	2,800	**1.546**
	P4	3,272.2	3,832.8	3,720.7	3,608.6	2,800	**1.289**
	P2	2,966.4	4,138.6	3,323.1	3,476.0	2,800	**1.241**

再者，本計畫橋梁耐震能力之側推評估，是採用位移法理念(Displacement-based Method)之耐震性能分析，配套必須利用韌性構件之可能最大強度，推導做為檢核容量保護構件之力量需求，所以，不同於傳統力量法

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		(Force-based Method)之耐震設計，若低估實際可能之韌性構件強度，將可能造成容量保護構件檢核之不保守。
(6)	FRP在國外已有長久歷史與技術，國內FRP材料生產製造更是全世界主要供應來源，在符合本計畫補強原則下，或有受特殊施工條件限制時，可適時採用FRP橋柱補強，以使國內補強技術能與國際接軌，並提升國內補強技術與應用的經驗。	遵照辦理；本計畫對於採用FRP包覆補強工法之選用，主要係考量部份橋梁受到特殊施工條件之嚴格限制，採用傳統鋼板或RC包覆補強工法，無法有效解決施工困難與交通衝擊的情況下，再審慎提出橋柱採用FRP包覆補強方案，本計畫並將參考國內外FRP包覆工法之材料與施工規範，研擬符合本計畫需求之施工特訂條款，做為施工品管與驗收之依據；此外，視補強設計之需要，亦可經　貴局同意後，進行專案之試驗研究(Mock-up Test)，以確認FRP補強設計之有效性。
(7)	現有北二高橋柱多以中空矩型柱為主，若以橢圓包覆工法進行補強勢必對通水斷面造成影響，此部分須與水利單位進行溝通瞭解。	遵照辦理；對於北二高河川橋之中空矩型橋柱，若採橢圓鋼板包覆工法的確對河川通水斷面之影響較大，為降低對河川通水斷面之影響，初步建議可採八角鋼板包覆工法(NCREE研發之補強技術)、矩型鋼板包覆工法(含高拉力錨栓)或矩型RC包覆工法，本公司將於各標初步設計階段，與水利單位溝通討論，以取得共識。
(8)	補強工程費用若大於新建工程費用的45%時，必須重新考慮檢討其設計原則及補強標準。因本計畫經行政院核定之總建設經費約為62.41億元(其中，規設作業費約1.76億、工程建造費約58.18億(含直接工程費、間接工程費及工程預備費)、物價調整費約2.47億)，若超過此費用時是否仍以45%為標準，亦或需進行調降，此部分可再進行商討。設計原則及補強標準應考量行政院核定總建設經費之限制。	本計畫補強原則(草案)中規定，於進行橋梁之耐震評估與補強設計時，若其補強工程費超過同型式橋梁新建工程費之45%，則需進一步檢核評估補強設計之合理性，即是希望透過此補強經費之控制機制，在行政院核定之計畫預算限制下，研擬合理的橋梁耐震補強方案。 此外，由於受到行政院核定總建設經費之限制，有別於新建橋梁之設計，對於既有橋梁耐震評估之材料強度或容量公式，在有國內外規範、手冊或研究報告等做為依據的前題下，適度降低部份較保守之因素，合理降低補

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		強經費，亦是可以考量的作法。
2	**宋裕祺主任**	
(1)	書面資料P.6第(五)項地表加速度的公式似有誤，請檢核。	經再次檢核比對，宋委員所指之公式並無誤植。
(2)	書面資料P.6至P.7提及Mander組成律中混凝土極限應變量的部分，根據國震中心研擬中之耐震設計性能規範(草案)，認為極限應變量應可不必再進行折減，基本上採折減方式是比較保守的做法。	本計畫補強原則(草案)中，參考台灣高鐵Seismic Capacity and Performance Evaluation Criteria(SCPE，2004)、美國Caltrans SFOBB East Span Seismic Safety Project-Skyway Structures: Design Criteria(2001)及Columbia River Crossing(CRC) Structural Design Criteria(2008)採用Mander混凝土組成律之規定，對常重混凝土橋柱塑鉸區之混凝土極限應變量及鋼筋極限應變量，分別採用不同的折減因子，從上述國內外各大型工程計畫的設計準則可知，本計畫所採用極限應變折減因子，應為合理且適度保守的作法。
(3)	書面資料P.21剪力強度(V_c)使用Caltrans之規定，高於目前國內設計規範規定之值。由於國內設計規範規定之剪力強度(V_c)，在國內現地試驗中有進行探討，故建議Caltrans之規定是否適用於本計畫，應再考量。	本計畫補強原則(草案)中，根據國家地震工程研究中心及其它學術單位多組試驗結果後，認為Aschhiem and Moehle(1992-1993)及Priestley、Verma and Xiao(1993-1994)之剪力強度公式與試驗資料較接近，而美國Caltrans SDC 2010之剪力強度公式則介於兩者間且較保守，故採用此剪力強度公式。目前，最新版 AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design(2009)，採用Caltrans SDC 2010之剪力強度公式(V_c)，僅將V_c之上限值，由$4\sqrt{f'_c}A_e(psi)$修改為$3.5\sqrt{f'_c}A_e(psi)$，此外，由國工局委託國家地震工程研究中心研擬之「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)，100年6月23日」，亦採用上述剪力強度公式。 由於AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design與「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」之剪力強度折減係數$\phi_V = 0.9$，而Caltrans

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		SDC之剪力強度折減係數$\phi_V = 0.85$，較能符合交通部公路橋梁設計規範之規定，故本計畫建議採用Caltrans SDC之剪力強度公式，應屬合理的作法。
(4)	書面資料P.21中因V_c有標註單位，建議其它值(A_e、f_c'等)也可同步標註單位。	遵照辦理。
(5)	書面資料P.23中FRP包覆補強工法有其限制，本計畫是否採用FRP補強工法，建議需再商議。如第2點，矩形柱中規定其長邊長度不可超過100cm，而國內現有橋梁大多都超過此限制。第3點圓形柱中Caltrans之規定為圓柱直徑不得超過183cm (6 feet)，草案簡報資料中擬調整至250cm，建議應再考量。第6點主筋比不得超過2.5%，而國內現有橋梁大多超過此限制。雖然國內外FRP試驗報告已說明FRP包覆工法效果良好，但不良的施工品質會導致其成效不彰，故現場監造與施工需有良好的控管。	本計畫考量FRP包覆工法雖具有材料輕、柔性、搬運容易及施工迅速等優點，但因此一工法對RC橋柱之圍束效果、韌性改善的成效及本土化施工條件是否成熟，仍有待證實，故現階段採用FRP包覆補強工法之選用原則，係參考Caltrans之規定，於補強原則(草案)中原則性要求，除因施工條件特殊，且經高公局同意外，必須滿足8點條件，方可採用。 補強原則(草案)中對於橋柱尺寸之限制，係考量國內外有關FRP補強工法之足尺寸試驗(Full Scale Test)報告並不多，雖然參考美國UCSD大學大尺寸直徑圓柱FRP試驗之研究成果，建議調整至250cm外，其它較大比例之縮尺寸試驗結果並不足以讓此工法大量應用於橋梁補強；故本計畫建議國道高速公路現階段採「逐步放寬、累積施工經驗與試驗驗證」之策略，待部份滿足上述條件之多柱式橋柱系統，採用FRP補強工法之實際成效得到具體驗證後再逐步修正上述條件。 本計畫部份橋梁於獲高公局同意採FRP補強後，將參考國內外FRP包覆工法之材料與施工規範，研擬符合本計畫需求之施工特訂條款，做為施工品管與驗收之依據；此外，視補強設計之需要，亦可經高公局同意後，進行專案之試驗研究(Mock-up Test)，以確認FRP補強設計之有效性。
(6)	關於採用混凝土預期強度f_{ce}'=1.3f_c'的部分，其理論背景為混	請參見前述第1、(5)點之回覆說明。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
	凝土會隨時間持續的進行水化作用而提高其強度，但實際施工上品質難以控管，因此提高太多f_c'似乎顯得不夠保守。	
(7)	建議後續規劃設計時，應多注意補強設計相關細節之施工性。	遵照辦理。
3	**李有豐教授**	
(1)	有關FRP的補強應用，應根據不同橋梁補強需求及施工條件之限制，討論其適用的補強方法，而非制定一個大原則框限工程師對補強工法之選用，也恐阻礙了國內補強技術的提昇。	遵照辦理；請參見前述第1、(6)點及第2、(5)之回覆說明。
(2)	研擬FRP的補強應用原則時，是以價格為主要考量，或是施工性、交通維持、耐久性等，建議於初設時由高公局提出補強方案比較之主要考量因素，再據以合理探討採混凝土、鋼板或FRP包覆工法之優劣性，不宜太限制FRP補強工法的使用。	遵照辦理；請參見前述第1、(6)點及第2、(5)之回覆說明。
(3)	FRP對於圓柱有較佳的圍束效果，而矩形柱則因其含有方向性，故效果較著重於非圍束部分之剪力強度或彎矩強度。FRP由力學的角度來看，其包覆厚度應無上限，然既有研究受限於實驗限制，故有上限之規定。但建議不應有太狹隘的規定，限制住工程師對補強工法之選用。至於鋼板包覆補強，個人建議包覆鋼板厚度原則應小於2cm，鋼板厚度2cm以上則稱為鋼構而非鋼板補強。	遵照辦理；請參見前述第1、(6)點及第2、(5)之回覆說明。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
(4)	補強工程中，FRP之材料部份應不致有太大的問題。然而施工部份較不易控制，因此建議應研擬詳細的施工條款與驗收規定。	遵照辦理；本計畫並將參考國內外FRP包覆工法之材料與施工規範，研擬符合本計畫需求之施工特訂條款，做為施工品管與驗收之依據；此外，視補強設計之需要，亦可經高公局同意後，進行專案之試驗研究(Mock-up Test)，以確認FRP補強設計之有效性。
4	**黃俊鴻教授**	
(1)	由於目前國內規範上構的部分引用美國規範，下構及基礎部份則引用美國規範與部分日本規範，因此配合上仍有無法磨合之處。對於基礎結構之性能設計規範，淺基礎、樁基礎、沉箱基礎皆有不同的設計理念，並無整體通用的觀念。因此建議國內基礎結構之性能設計規範，應交由大地工程相關人員參與研究。	本計畫既有橋梁之基礎耐震評估，土壤液化評估及邊坡穩定分析，主要係依據交通部頒「公路橋梁設計規範」、「公路橋梁耐震設計規範」，以及內政部頒「建築物基礎構造設計規範」辦理，另對於國道高速公路橋梁之設計需求，則依據國工局頒「大地工程設計注意事項」及「公路橋梁耐震設計規範之補充研究」。另考量上述國內現有之規範與規定，對既有橋梁之耐震評估，仍有不足之處，故本計畫亦將參考FHWA「Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1- Bridges (2006), & Part 2 - Retaining Structures, Slopes, Tunnels, Culverts, and Roadways(2004)」以及日本道路協會「道路橋示方書・同解說」之規定。 另黃委員所提國內基礎結構之性能設計規範，應交由大地工程相關人員參與研究，由於目前國工局正委託國家地震工程研究中心研擬「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」，黃委員之建議將轉達國工局參考。
(2)	有關經費限制問題，以早期中山高速公路中沙大橋之補強為例，經評估橋柱、基礎及支承墊皆須補強，然因工程經費不足無法同時施做，因此補強設計單位須建議補強之優先順序。由於洪水、地震等情況發生頻率不同，應以較常發生者	經查本計畫之橋梁耐震評估工程經費，於行政院核定總建設經費之建設計畫裏，已含括橋梁上構防落、橋墩及基礎補強等之費用，依據目前工程規劃階段之經費概估，本計畫之補強費用尚可控制在行政院核定總建設經費之預算內。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
	為優先補強，而非一味的以耐震為主。另外，補強經費不足時，建議耐震部分應以防落橋為優先考量，其次為韌性等。	另針對國道3號二仁溪河川橋之沖刷課題，考量其直接基礎之沖刷潛勢，對橋梁之安全風險不低，本計畫將一併對其基礎進行補強加固。
5	**陳國隆組長**	
(1)	橋梁安全評估除耐震以外，其它項目(上部結構承載能力)是否會另行評估？若有必要時，是否會另提補強之計畫？	本計畫為經行政院核定之橋梁耐震補強專案計畫，上部結構之承載能力評估與補強工程，不屬本計畫之工程範圍；另依據高公局長期的橋梁檢測報告，國道高速公路因於收費站區設有地磅站管制超載重車，故橋梁上部結構之承載能力課題，相對較低。
(2)	耐震目標：「小震不壞，中震可修，大震不倒」是否正確？目前耐震規範已改為「中小震不壞、大震不倒」。	依據交通部頒公路橋梁耐震設計規範「1.2 耐震設計基本要求：本規範耐震設計之基本要求，係確保設計之橋梁主結構體在中度地震時能維持原有功能；設計地震時容許產生損傷，但可修復；最大考量地震時避免產生落橋或崩塌。」「C1.2 耐震設計基本要求：耐震設計之基本原則為在設計地震作用下，橋梁能維持其應有的性能，即在設計地震作用下，允許橋梁產生可修復的損傷，因為在設計地震時若仍限制橋梁須保持彈性，殊不經濟，因此容許橋梁在一些特定位置產生塑性變形，但限制其容許值，藉以消散地震能量，並降低橋梁所受之地震力，惟產生塑性變形的位置最好在可檢視之處或容易修補的地方，以方便震後之修復。其他額外考量為在中度地震作用下，為避免常需修補之麻煩，所以要求橋梁保持在彈性限度內，使地震過後，橋梁結構沒有損壞，因此而有設計總橫力下限值之訂定；及在最大考量地震作用下，為避免造成嚴重的人命、財產損失，則要求橋梁不得產生落橋或崩塌。」，故本計畫之三等級耐震性能目標與交通部頒公路橋梁耐震設計規範之耐震基本要求基本相符。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
(3)	本計畫以新橋作為補強標準，是否亦須使用新的規範，使補強後的耐震能力達到新規範的需求。例如新規範中要求上部結構需納入垂直地震力的檢核。	遵照辦理；本計畫依據交通部公路橋梁耐震設計規範第2.9節或Caltrans SDC 7.2.2之規定，對水平懸臂構材(如L型偏心橋墩)及大跨徑預力梁，檢核其抵抗垂直地震力的強度。
(4)	橋柱作韌性補強後，基礎是否要以橋柱產生塑鉸後之力量來作補強標準(比照新橋之設計標準)，相關費用可容納否？補強設計原則宜有說明。	本計畫之橋梁基礎，因屬容量保護構件(Capacity Protected Element)，係由橋墩側推評估容量曲線性能點之彎矩容量(即橋柱產生塑鉸後引致之力量的理念)，做為檢核基礎之地震力需求。 另本計畫之橋梁耐震評估工程經費，於行政院核定總建設經費之建設計畫裏，已含括橋梁上構防落、橋墩及基礎補強等之費用，依據目前工程規劃階段之經費概估，本計畫之補強費用尚可控制在行政院核定總建設經費之預算內。
(5)	有經費上的考量時，韌性補強策略是否該與隔減震的策略進行比較。但並非每座橋都適用隔減震的方式，因此針對其適用條件建議定義出統一的設計原則。	遵照辦理；橋梁採橋墩韌性補強或隔減震系統補強，將於初設階段依個別橋梁之實際條件，進行補強方案之比較；另依據交通部頒公路橋梁耐震設計規範第7.1.3節-不適合採用隔震設計之橋梁：「當具有下列所述之情形時，橋梁不宜採用隔震設計：(1)基礎周圍之土層具有經由8.1.3節中判斷為耐震設計用土壤參數為零之土層。(2)橋梁採用隔震設計後，可能產生橋梁與周遭地盤共振。(3)橋梁採隔震設計時，其隔震後週期小於T_0^D，或隔震效益不彰者。」，將做為本計畫是否可採用隔減震系統補強之原則。
(6)	基礎於受地震力後之土壤受壓面積，耐震設計規範修正後之規定建議應予以採用(避免直基尺寸過大)。	遵照辦理；本計畫橋梁基礎之耐震能力檢核，即依據交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」第4.4及C4.4節的規定辦理，但因交通部耐震設計規範之基礎設計力，係採用「地震力為$1.2\alpha_y F_{uD} V_D$或橋墩產生塑鉸時地震力之較小值時，基礎版處之合力位置應依整體力平衡狀態計算，但距離基礎板邊緣

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		不得小於B/10，亦即基礎反力之合力位置必須作用在中央基礎寬度80%內，並根據該合力作用位置設計基礎版」，僅針對設計地震力等級(475年回歸期)有前述規定，故本計畫增加研擬最大考量地震力等級(2500年回歸期)之檢核規定，分述如下。 依照容量設計之理念進行直接基礎與沉箱基礎(井式基礎)之分析評估時，於橋柱產生塑鉸之極限狀態下，直接基礎與沉箱基礎(井式基礎)應符合下列檢核項目之規定： 1. 基礎底面最大反力≦極限承載力/FS (直接基礎FS=1.5、沉箱基礎FS=2.0) 2. 基礎底面之有效接觸面積≧30% (設計地震)、15% (最大考量地震) 3. 基礎底面水平力≦基礎底面之極限抗剪強度 4. 沉箱基礎結構體之斷面力≦斷面之降伏極限強度(彎矩強度折減係數ϕ_M=0.9；剪力強度折減係數ϕ_V=0.85) 5. 沉箱基礎(井式基礎)頂部土壤彈簧降伏比率≦30% (設計地震)、60% (最大考量地震) 依據AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design之規定，直接基礎若擬採搖擺分析(Rocking Analysis)進行耐震評估前，需先獲得業主的許可(Owner Approved)，經查美國西岸強震帶的各州交通廳(WSDOT、OregonDOT及Caltrans)之橋梁耐震設計手冊，前兩州均暫不予以採用(如下)，Caltrans則要求個案應進行審慎的評估，另依據日本Prof. Kawashima的研究，對於直接基礎搖擺分析後可能造成之永久沉陷與位移

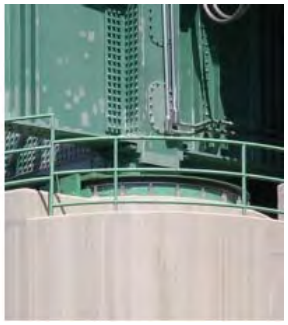
國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		仍有疑慮，故本計畫建議現階段直接基礎，暫不採用搖擺分析進行耐震評估。
(7)	耐震設計規範之基礎設計部份已有所修正，受壓面積由原本的50%改為30%。以往50%的受壓面積限制往往成為基礎尺寸設計的控制條件。考量以往發生過的地震，少有直接基礎發生嚴重破壞之情況；因此，直接基礎於受地震力後之土壤	遵照辦理；請參見前述第5、(6)點之回覆說明。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
	受壓面積，耐震規範修正後之規定，建議本計畫仍予採用(避免直接基礎尺寸過大)。	
(8)	二仁溪二號河川橋之直接基礎是否已落於洪沒區內，此部分需先與河川局確定治理計畫線，若確定位於治理計畫線範圍內，基礎應作適當之保護或補強。	遵照辦理；針對國道3號二仁溪河川橋之沖刷課題，考量其直接基礎之沖刷潛勢，對橋梁之安全風險不低，本計畫將一併對其基礎進行補強加固。
(9)	FRP目前國內使用範圍不廣，對於老化情況是否有經過時間的驗證；國工局對於新材料與新工法之應用，以往係採用試辦累積經驗的方式推動，可為借鏡。	遵照辦理；目前，美國Caltrans與TRB已有進行深入的FRP耐久性研究，例如： Caltrans「 The Application of Qualification Testing, Field Testing, and Accelerated Testing for Estimating Long-Term Durability of Composite Materials for Caltrans Applications (2005)」，以及TRB NCHRP 12-73 Report「 Design Guidelines for Durability of Bonded CFRP Repair/Strengthening of Concrete Beams (2011)」，可做為本計畫採用FRP補強工法之設計參考。 另外，國工局對於新材料與新工法之應用經驗，採用試辦累積經驗的方式來推動，亦值得做為本計畫之借鏡。
6	**何鴻文副組長**	
(1)	補強經費與新建工程之比例是否有訂定上限值，若超過此標準可考慮以新建代替補強。	本計畫補強原則(草案)中規定，於進行橋梁之耐震評估與補強設計時，若其補強工程費超過同型式橋梁新建工程費之45%，則需進一步檢核評估補強設計之合理性，即是希望透過此補強經費之控制機制，在行政院核定之計畫預算限制下，研擬合理的橋梁耐震補強方案。
(2)	鋼鉸線的纏繞工法，目前國內尚未使用，因此對於此工法是否有其限制，建議加以說明。	鋼鉸線的纏繞工法(External Pre-stressing Steel)，美國已有多座橋梁的應用實積，依據FHWA「Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1- Bridges (2006)」9.2.1.3(c)之說明，本工法可有效增加圓形橋柱的撓曲韌

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		性，但對增加剪力強度之效果則仍待試驗證實；另外，鋼鉸線錨碇與續接的好壞，對其補強效果影響較大，是應用本工法須特別注意之處。
(3)	將原有支承改為隔震支承或功能性支承時，是否有些案例因其受到空間限制導致置換上的困難，若有此困難是否有適當的克服方法，建議於後續補強設計時加以探討。	既有橋梁若採用隔震支承或功能性支承之系統補強方案時，現況梁端及墩頂之施工空間是否足夠，應依每座橋梁的現況與擬採用隔震支承之種類而定，例如LRB隔震支承之高度，一般比金屬摩擦單擺支承(FPS)為高(如下圖所示)，其受到空間的限制就較大。本計畫將於初步設計階段，對擬採用隔減震補強策略之橋梁，依據其現場實際空間限制，選用合適的隔震支承系統。 LRB Isolator Flat Sliding Isolator  FPS Isolator
(4)	需進行橋基補強之橋梁，多已發生橋基裸露之情況，若其有保護工是否影響後續補強之評估與設計，該如何處理。	本計畫各河川橋之既有保護工，主要為拋石鼎塊等，因其可臨時移除並予以復舊，故對基礎補強之施工影響有限，但須於研擬施工特訂條款與編列工程預算時，合理考量承包商應有之工作要求與費用。
(5)	國內耐震規範未來仍會持續修改，補強設計標準是否該同步更新？	目前，美國、日本之橋梁耐震補強技術，在面對一次又一次的大地震襲擊與考驗後，皆感仍有所不足而持續發展與改進，國內耐震規範勢必亦會持續修改，補強設計標準是否需同步調整，應視耐震規範修訂內容之深度與

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		幅度而定，建議應依實際狀況個案加以研究後，方能做合理的決策。
7	**林呈教授**	
(1)	國道3號二仁溪二號河川橋P14~P21橋墩範圍內，於98.08.08~98.08.09被已發生之莫拉克颱洪洪峰(Q_P=1079.23cms Q_S=1035cms)溢淹沖蝕，其中P15、P17~P21均為淺基礎，P17基礎頂部上方之覆土深度僅0.9m，且其周邊亦已有沖蝕後之水潭坑洞(沖刷坑)，應予以特別注意。在P15~P21橋墩範圍內之表土植生大多已被沖蝕，與民國88年之河床高程比較顯示現況河床亦已下刷下降平均達0.93~2.0m，致使屬泥頁岩地層之土壤出露，未來除了面臨溢淹洪水之再沖蝕與沖刷下降外，降雨水經路面集水，再經附掛於橋墩上之洩水管而下，因而形成洩排水沖蝕泥頁岩土壤，極易形成沖蝕溝而有危害此等淺基礎之潛勢。因此，建議高公局在未來尚未採取任何補強措施前，應以觀察及管理方式先行妥善因應。	遵照辦理；本計畫已於工程規劃期中報告審查會中，建議高公局南工處屏東工務段，對於國道3號二仁溪二號河川橋，在未來尚未採取任何補強措施前，於防汛期間，應以觀察及管理方式先行妥善因應。
(2)	橋河共治界面協調：有關崇德橋部份，建議高公局先函請高雄市政府及相關管理權責機關，針對崇德橋橋下大量掛淤堆積、甚至阻塞河道之漂流木予以清除，以利擴大通水面積，並減緩國3二仁溪二號河川橋P15~P21之溢淹沖蝕潛勢。	遵照辦理；本計畫將發文建請高公局函轉南工處屏東工務段，洽請高雄市政府之崇德橋養護單位，清除阻塞河道之漂流木，以利擴大通水面積，並減緩國3二仁溪二號河川橋P15~P21之溢淹沖蝕潛勢。
(3)	承上，既使短期內能予清除崇德橋橋下之掛淤漂流物，惟崇德橋早已經水利署評估為通洪能力不佳(因梁底淹沒所造成之淨高不足)之橋梁，除非崇德橋改建採大跨徑、高淨高之方	遵照辦理；本計畫針對國道3號二仁溪河川橋之沖刷課題，考量其直接基礎之沖刷潛勢，對橋梁之安全風險不低，本計畫將一併對其基礎進行補強加固。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
	式處理(惟橋梁梁底與路面之大幅抬高，也可能導致縣101道路通過國3橋下之淨高相對不足)，方能大幅改善目前與未來之溢淹沖蝕潛勢。爰此，就長期之維修養護而言，二仁溪二號河川橋應採基礎加深補強之設計為優先考量。	
8	**陳添宇工程司**	
(1)	新店高架橋為鋼床板，伸縮縫焊接在鋼床板上，本身空間不足，既有伸縮縫若壞損，置換上有許多困難，若該橋採隔震補強設計，對於伸縮縫之置換設計，應多考量其施工性。	請參見前述第1、(4)點之回覆說明。
9	**王吉杉科長**	
(1)	有關橋梁耐震補強與國道邊坡補強計畫之期程協調部份，初步檢視簡報資料所提之四處跨越橋附近邊坡，都不在國道邊坡補強計畫之優先路段裏，屬於「其餘與其它路段」，因此在時程上還有時間去做協調。	遵照辦理；本計畫將配合　貴局推動中之「國道邊坡補強計畫」，整合四處跨越橋之補強工程界面。
(2)	有關陳組長所提橋梁安全評估項目有很多項，因目前本計畫依據行政院核定建設計畫之規定，只考慮耐震補強部分。至於橋面板超載項目的考量，高公局已有良好的管控機制，根據以往例行的檢測報告判斷，暫時無此方面的顧慮。	敬悉。
10	**技術組書面意見**	
(1)	補強原則之目錄，建議可依照不同類型分為防落系統補強設計、結構系統、結構構件補強、地盤改良等標題，再分子標題描述其內容與設計考量與重點，可較讓讀者能一目瞭然。	考量本計畫之補強原則內容並不複雜，頁數僅39頁，採用比較扁平式的章節目錄編排方式，應比較容易閱讀與查詢，故建議維持原有之編排方式。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
(2)	補強設計原則已有相關規範者，建議儘量引用規範內容，如振動單元、基面之認定等。	遵照辦理。
(3)	因應政府組織再造，補強設計原則內容有「國道高速公路」等字眼建議修正為「高速公路」。	考量本計畫目前之辦理階段，　貴局全銜仍為「交通部台灣區國道高速公路局」，為與現階段各份報告書與正式文件相符，建議仍以採用「國道高速公路」之稱謂較合適。
(4)	土壤彈簧之認定(解說)中，對於中小長度之橋梁(跨度<100m)，是跨度或長度請釐清。	遵照辦理；修正為(長度<100m)。
(5)	混凝土圍束理論本計畫採用Mander之混凝土組成律及鋼筋應力應變曲線，惟解說除了Mander外尚有Kawashima兩種方法，請釐清。	依據國工局委託國家地震工程研究中心研擬「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」(100年6月23日)第5.3.1節之解說，混凝土組成律(應力-應變關係)以Prof. Mander與Prof. Kawashima所建議者最廣為工程界所使用，本計畫考量美國AASHTO、FHWA、Caltrans、歐盟Eurocode及中國大陸交通部之橋梁耐震設計規範，均採用Mander混凝土組成律，且依據國震中心牛鬥橋之現地實驗，已證實Mander混凝土組成律有較準確的表現，故本計畫建議採用Mander之混凝土組成律。
(6)	橋梁耐震能力評估方法有C/D比值法及橋梁側推法，其中改良式的評估方法係應用於上述何種方法，建請補充說明。	本計畫採用中華民國地震工程學會參考美國ATC-40的架構，研擬改良式的耐震能力評估方法，此處所謂的改良式耐震能力評估法，係應用在橋梁之側推評估法(Push-over Method)，屬於非線性靜力分析法(Nonlinear Static Analysis, NSA)。
(7)	公路橋梁耐震設計規範已有獅潭斷層近域調整因子，補強設計原則仍採用「公路橋梁耐震設計規範(草案)複審成果報告書(92年)」之內容，建議於解說中加強說明應用之目的與理	本計畫考量現行公路橋梁耐震設計規範之獅潭斷層近域調整因子，係採行政分區列出N_A及N_V之方式來規定，並非依橋址與活動斷層之距離來選取，但中央地質調查所99年5月新增加之新城斷層與旗山斷層，國震中心最新提

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
	由。	出之近域調整因子，是採用橋址與活動斷層之距離來選取，考量本計畫近域調整因子選用之一致性，故採用「公路橋梁耐震設計規範(草案)複審成果報告書(92年)」之獅潭斷層近域調整因子，另為符合現行規範之規定，故將其與現行規範之數值做比較，取其大值。 另考量國工局委託國家地震工程研究中心研擬「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」(100年6月23日)之獅潭斷層近域調整因子(表3-3-2)，與前述「公路橋梁耐震設計規範(草案)複審成果報告書(92年)」相同，故本計畫補強原則之獅潭斷層近域調整因子，將修改為採用國家地震工程研究中心「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」(100年6月23日)。
(8)	耐震補強設計基本策略之解說中，「…施工時應禁止各補強位置同時進行作業」，在實務上是否能可行，請就第1期施工經驗檢討解說文字的合理性。另設計理念與施工有關之內容，應記載於發包相關文件內，以提供廠商遵循。	本計畫耐震原則(草案)要求「…施工時應禁止各補強位置同時進行作業」，係考量降低補強施工時之橋梁結構安全風險，但為讓現場施工承包廠商有比較彈性的施工規劃，將修正為「…施工時應儘量避免各補強位置同時進行作業」。另對於承包商應瞭解之設計要求，將於補強設計圖說中註明，提供承包商做為施工之遵循。
(9)	RC橋墩耐震補強工法之選定原則，其中RC橋墩有補強設計考量重點，而鋼板包覆工法、鋼鉸線纏繞工法等，其補強設計考量重點為何？	本計畫耐震補強原則(草案)之第(八)項：RC橋墩耐震補強工法之選定原則，對於耐震能力不足之RC橋墩補強方式，提出下列四種方法(1)RC包覆工法(2)鋼板包覆工法(3)鋼鉸線纏繞工法(4)FRP包覆工法。但基於經濟性及維護上的考量，補強工法應以優先考量RC包覆工法為原則，若在空間受限或施工條件不適用RC包覆工法時，則採用鋼板包覆工法、鋼鉸線纏繞工法或FRP包覆工法。 考量各補強工法之詳細補強設計公式較為複雜，不建議在補強原則中詳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第一次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		述，請參見本計畫工程規劃報告書第七章及FHWA「Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1- Bridges (2006)」之相關章節。
(10)	本計畫橋梁原設計橋墩多處採用直柱式中空橋墩，建議能補充其評估補強設計之考量重點。	遵照辦理；相關考量重點補充於補強原則第十五節第(十)項。
(11)	液化潛能之評估應使用公路橋梁耐震規範所建議的方法，若須採用規範以外的方法，高公局在執行面有其困難度；建議仍以規範的方法為主，同時以雙曲線評估方法作交叉驗證，收集本土化的資訊，作為日後規範修正的參考依據。	遵照辦理；考量國家地震工程研究中心「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」(100年6月23日)已增列雙曲線評估方法(HBF)，故本計畫除將採用NJRA與Seed法外，亦同時比較HBF法之評估結果，做為耐震評估與補強設計時之參考。

第二次專家學者座談會
簡報

交通部臺灣區國道高速公路局
Taiwan Area National Freeway Bureau

國道高速公路橋梁耐震補強
第2期工程(第1優先路段)規劃設計

第二次專家學者座談會

簡 報

TYLIN INTERNATIONAL TAIWAN
林同棪工程顧問股份有限公司

簡報人：彭康瑜　計畫主持人

中 華 民 國 100 年 11 月 3 日

簡 報 大 綱

1 第M31標範圍與現況
2 耐震補強之初設方案
3 初步設計之價工研析
4 活動斷層之近域效應
5 地震與沖刷載重組合
6 議題與討論

1 第M31標範圍與現況

計畫緣起與目標

首度面對兩座特殊橋
碧潭橋、新店高架橋

第一優先路段
第二期耐震補強工程

第一期(中山高)耐震補強工程

集集地震：橋梁嚴重損壞

計畫緣起與目標

工程範圍與現況

北二高主要橋梁現況(1/3)

北二高主要橋梁現況(2/3)

北二高主要橋梁現況(3/3)

施工分標策略

工區界面 | 營建行政 | 施工品管 | 預算執行

探討施工分標策略

台北都會區+桃園航空城

配合國2拓寬補強工程
優先於第一、二標辦理

施工分標策略

營建行政及界面管理

施工規模及招標選商

預算執行及施工工期

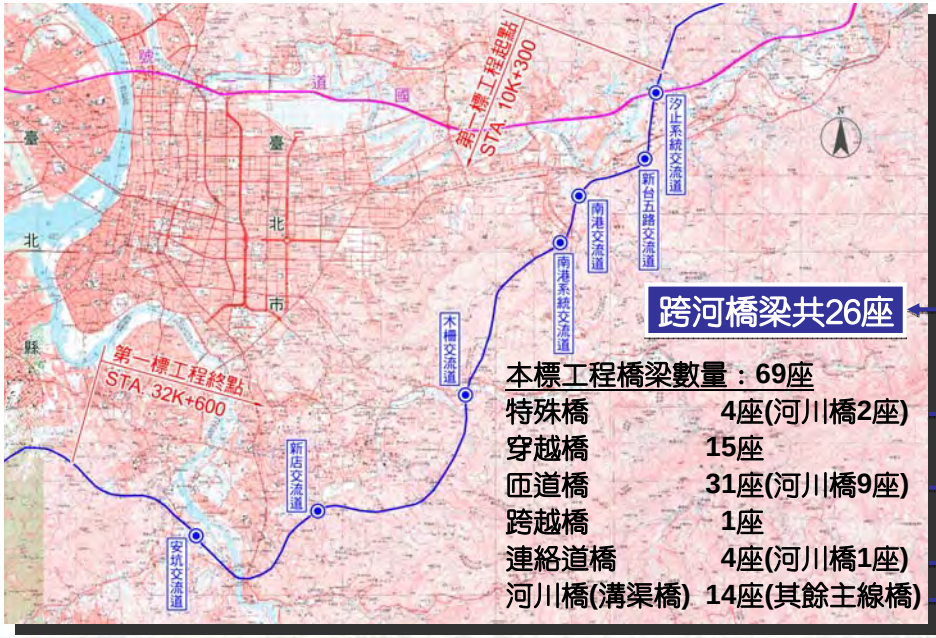
依100年7月21日「施工分標評估報告會議」結論：採方案一

- 方案一：・四個施工標
- 方案二：・六個施工標
- 方案三：・七個施工標

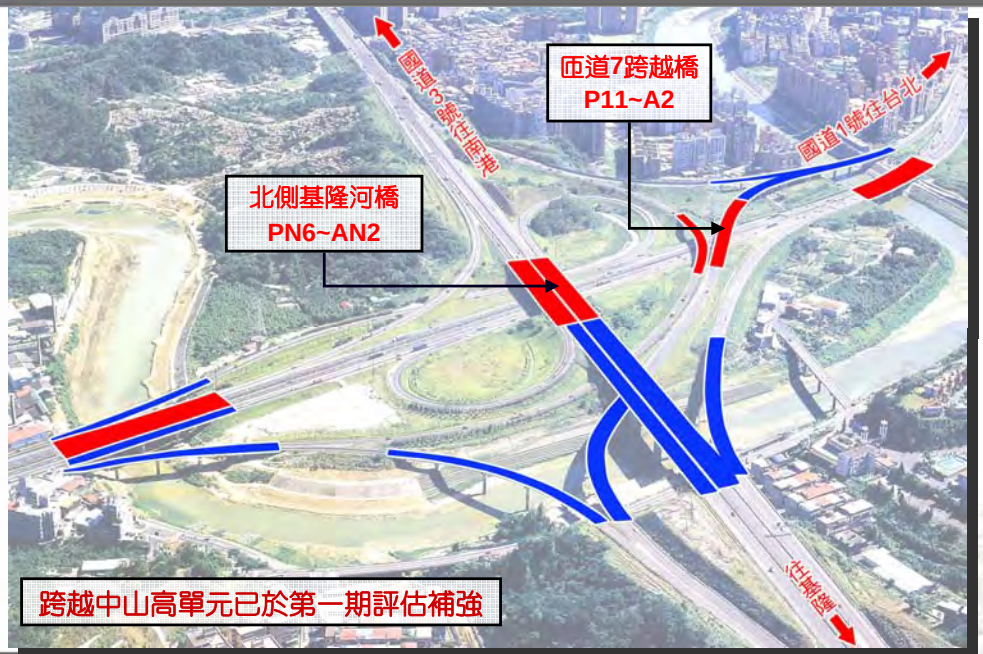
施工分標策略

方案一 | 方案二 | 方案三

第M31標工程範圍



汐止系統交流道之工程界面



第M31標主要橋梁現況 (1/11)

第M31標主要橋梁現況 (2/11)

汐止系統交流道

匝道7跨北側基隆河橋

CD1-SB-RD

第M31標主要橋梁現況 (3/11)

(節塊推進工法)

樟樹里高架橋 STA.11+847

(場鑄懸臂工法)

第M31標主要橋梁現況 (4/11)

新台五路橋 STA. 12+873

貨櫃場通道跨越橋 STA. 13+650

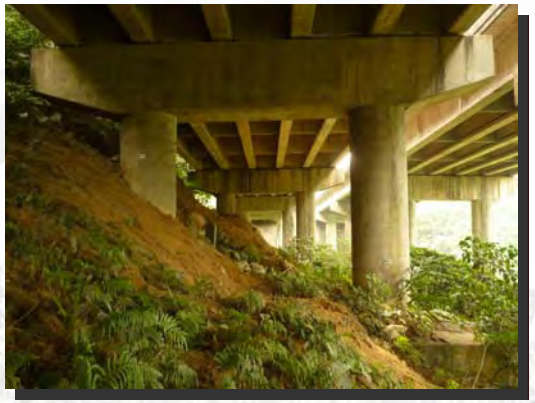
第M31標主要橋梁現況 (5/11)

舊莊高架橋 STA. 15+096

第M31標主要橋梁現況 (6/11)

四分子一坑高架橋 STA. 16+612

四分里坑高架橋 STA. 17+528



第M31標主要橋梁現況 (7/11)

(節塊推進工法)

景美溪南、北橋 STA. 20+408

(場鑄懸臂工法)

第M31標主要橋梁現況 (8/11)

聯絡道高架橋

新店交流道 STA. 26+800

匝道1

第M31標主要橋梁現況 (9/11)

安坑橋 STA. 31+100

安坑橋A3匝道 STA. 31+100

第M31標主要橋梁現況 (10/11)

安坑飛越橋 STA. 31+100

安坑溪橋 STA. 32+138

第M31標主要橋梁現況 (11/11)

新店高架橋
STA. 25+915

碧潭橋
STA. 29+104

第M31標河川橋概況

河川	橋梁名稱	斷面編號	計畫洪水位(m)	計畫堤頂(m)	河床值代表粒徑(cm)	河床坡度	保護工現況	橋墩現況
基隆河(汐止系統交流道)	北側基隆河橋	55.3	11.81(Q200)	13.62	0~5	1/4900	低水石籠護岸，混凝土護岸	無裸露
	匝道6跨東側基隆河橋	56.1	12.09(Q200)	14.27	0~5	1/4900	低水石籠護岸，混凝土護岸	無裸露
	CD1-NB-RD	57	12.13(Q200)	14.23	0~5	1/4900	低水石籠護岸，混凝土護岸	無裸露
	CD1- SB-RD	57	12.13(Q200)	14.38	0~5	1/4900	低水石籠護岸，混凝土護岸	無裸露
	匝道7跨西側基隆河橋	52.1	11.17(Q200)	13.01	0~5	1/4900	低水石籠護岸，混凝土護岸	無裸露
	匝道1跨北側基隆河橋	55.2	11.76(Q200)	13.4	0~5	1/4900	低水石籠護岸，混凝土護岸	P2基礎裸露
	匝道2跨北側基隆河橋	55.3	11.86(Q200)	13.9	0~5	1/4900	低水石籠護岸，混凝土護岸	無裸露
	匝道7跨北側基隆河橋	55.4	11.87(Q200)	13.86	0~5	1/4900	低水石籠護岸，混凝土護岸	無裸露
景美溪(木柵系統交流道)	景美溪北橋	26	25.27(Q200)	26.05	4.6	29/1000	混凝土護岸	尚無明顯裸露
	景美溪南橋	26	25.27(Q200)	25.53	4.6	29/1000	鼎塊保護，混凝土護岸	尚無明顯裸露
	匝道二景美溪橋	27.3	27.03(Q200)	27.12	4.6	29/1000	混凝土護岸	尚無明顯裸露
	匝道四景美溪橋	27.5	27.23(Q200)	27.12	4.6	29/1000	鼎塊保護，混凝土護岸	尚無明顯裸露
	台北聯絡線景美溪橋	27.1	27.63(Q200)	27.63	4.6	29/1000	鼎塊保護，混凝土護岸	無裸露
新店溪	碧潭橋	22	21.56(Q200)	26.45	2~6.4	1/1057	無保護	無裸露
	安坑橋	10	11.87(Q200)	16.48	4.4	1/1104	無保護	P6、P5基礎頂部略有裸露

河川橋沖刷深度評估(一)

橋梁名稱	墩號	洪峰流量 Q_{200}(cms)	局部沖刷	束縮沖刷	保護工有效係數	河床質移動厚度	長期沖刷	沖刷深度	依岩盤修正之沖刷深度
北側基隆河橋	P2	2380	8.68	0.95	0.1	2.08	0.82	11.57	11.57
匝道1跨北側基隆河橋	P3	2380	9.44	0.92	0.1	0.72	0.29	10.36	10.36
匝道2跨北側基隆河橋	P3	2380	8.12	0.82	0.1	0.92	0.50	9.47	9.47
匝道7跨北側基隆河橋	P4	2380	9.81	1.21	0.1	1.07	0.11	11.09	11.09

北側基隆河橋

基礎補強
石籠護岸復舊

匝道1跨北側基隆河橋

基礎補強
混凝土護岸復舊

匝道2跨北側基隆河橋

匝道7跨北側基隆河橋

河川橋沖刷深度評估(二)

橋梁名稱	墩號	洪峰流量 Q_{200}(cms)	局部沖刷	束縮沖刷	保護工有效係數	河床質移動厚度	長期沖刷	沖刷深度	依岩盤修正之沖刷深度
匝道7跨西側基隆河橋	P3	2380	6.57	0.77	0.1	0.75	0.50	7.86	7.86
匝道6跨東側基隆河橋	P2	2210	9.58	0.72	0.1	1.63	0.50	11.40	10.30
汐止系統交流道 CD-SB-RD	P5	2210	10.05	0.69	0.1	1.48	0.50	11.65	11.65
汐止系統交流道 CD-NB-RD	P12	2210	9.15	0.69	0.1	1.48	0.50	10.84	10.84

匝道7跨西側基隆河橋

基礎補強
石籠護岸復舊

匝道6跨東側基隆河橋

汐止系統交流道CD-SB-RD

基礎補強
石籠護岸復舊

汐止系統交流道CD-NB-RD

基礎補強
混凝土護岸復舊

河川橋沖刷深度評估(三)

橋梁名稱	墩號	洪峰流量 Q_{200}(cms)	局部沖刷	束縮沖刷	保護工有效係數	河床質移動厚度	長期沖刷	沖刷深度	依岩盤修正之沖刷深度
景美溪南橋	P16	1670	6.34	0.62	0.7	0.31	0.56	2.96	2.96
景美溪北橋	P21	1670	4.93	0.28	0.7	0.16	0.72	2.44	2.44
匝道2景美溪橋	P3	1670	4.46	0.47	0.1	0.04	0.40	4.87	4.87
匝道4景美溪橋	PD4	1670	4.53	0.39	0.7	0.25	0.40	2.12	2.12
台北聯絡線景美溪橋	P2	1670	5.86	0.28	0.7	0.02	0.40	2.26	2.26

景美溪南北橋

基礎補強
護岸及鼎塊復舊

匝道2景美溪橋

基礎補強
護岸及鼎塊復舊

匝道4景美溪橋

橋墩及基礎補強
護岸及鼎塊復舊

台北聯絡線景美溪橋

橋墩補強
護岸及鼎塊復舊

河川橋沖刷深度初步評估(四)

橋梁名稱	墩號	洪峰流量 Q_{200}(cms)	局部沖刷	束縮沖刷	保護工有效係數	河床質移動厚度	長期沖刷	沖刷深度	依岩盤修正之沖刷深度
碧潭橋	P4	9600	13.05	0.30	0.4	0.52	0.02	8.56	8.56
安坑橋	P5	9600	7.13	0.38	0.1	0.28	0.81	7.85	7.85

碧潭橋

安坑橋

安坑橋部份橋墩基礎裸露

土壤液化與基礎承載能力評估

- 橋墩基礎承載能力依據規範
  - 公路橋梁耐震設計規範(98年6月修訂)
  - 國道新建工程局頒「大地工程設計注意事項」
  - AASHTO Standard Specification for Highway Bridges
  - 「日本道路橋示方書」下部結構篇及耐震設計篇
- 工址液化潛能評估
  - 採用NJRA法(2002)、NCEER法(1996)及HBF法(黃俊鴻等人，2011)，取PL值保守者，並以NJRA法依FL值折減土壤強度與勁度
  - 根據Iwasaki et al.(1982)所提出之方法，求得地盤液化之損害程度

土壤液化與基礎承載能力評估

- 工址液化潛能評估

F_L範圍	地表面下深度z(m)	土壤參數折減係數 D_E			
		R≦0.3		0.3＜R	
		Level Ⅰ地震	Level Ⅱ地震	Level Ⅰ地震	Level Ⅱ地震
F_L≦1/3	0≦z≦10	1/6	0	1/3	1/6
	10＜z≦20	2/3	1/3	2/3	1/3
1/3＜F_L≦2/3	0≦z≦10	2/3	1/3	1	2/3
	10＜z≦20	1	2/3	1	2/3
2/3＜F_L≦1	0≦z≦10	1	2/3	1	1
	10＜z≦20	1	1	1	1

橋墩基礎承載能力安全係數

- 國道新建工程局頒「大地工程設計注意事項」
  - 安全係數： 97年12月版 ➡ 最大考量地震(2500年)
    100年3月版 ➡ 設計地震(475年)

	97年12月版		100年5月版	
	平常時	地震時	平常時	地震時
淺基礎承載力	≧3.0	≧1.0	≧3.0	≧1.5
單樁垂直承載力	≧3.0	≧1.0	≧3.0	≧1.25
單樁拉拔力	原則上應儘量避免	≧1.0	原則上應儘量避免	≧1.5

◎ 若進行基礎非線性分析，則檢核基礎頂之旋轉角及位移量

橋墩基礎承載能力安全係數

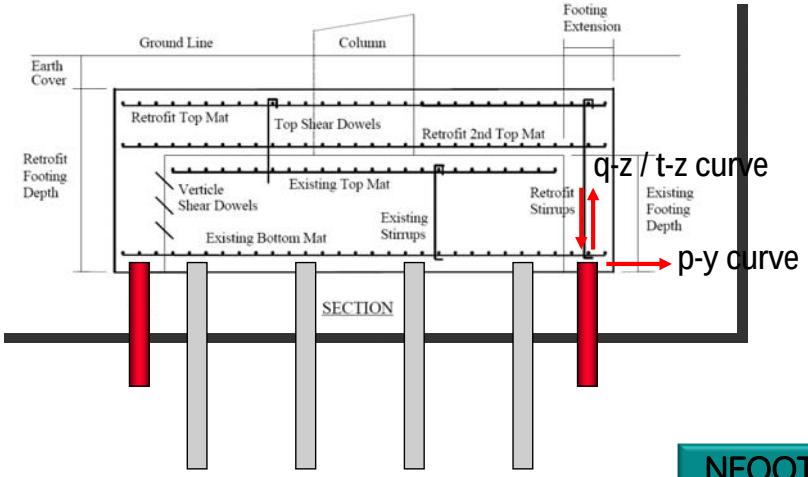
- 沉箱基礎(井式基礎)：

	97年12月版		100年5月版	
	平常時	地震時	平常時	地震時
垂直承載力	≧3.0	≧1.0	≧3.0	≧2.0
沉箱正前方及側邊地層之水平支承力	≧2.0	≧1.0	≧1.5	≧1.1
沉箱底面之摩擦阻力	≧1.5	≧1.0	≧1.5	≧1.0 (公路橋梁耐震設計規範)

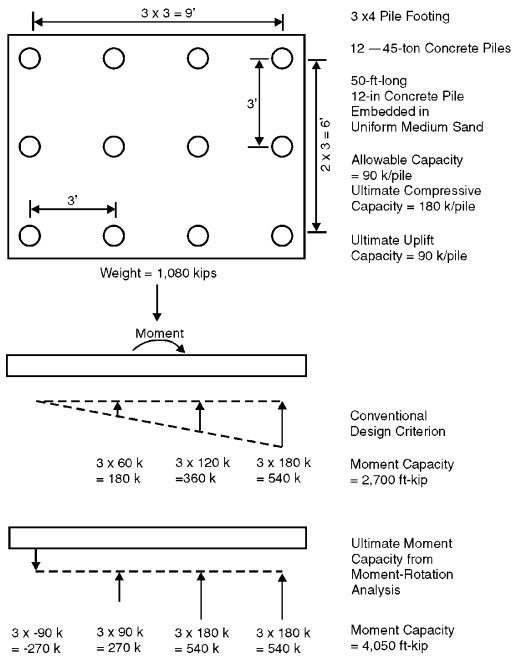
◎ 若進行基礎非線性分析，則檢核基礎頂之旋轉角及位移量

最大考量地震(2500年)　設計地震(475年)

基礎補強設計之非線性分析



NFOOT程式



3 x4 Pile Footing

12 —45-ton Concrete Piles

50-ft-long 12-in Concrete Pile Embedded in Uniform Medium Sand

Allowable Capacity = 90 k/pile
Ultimate Compressive Capacity = 180 k/pile

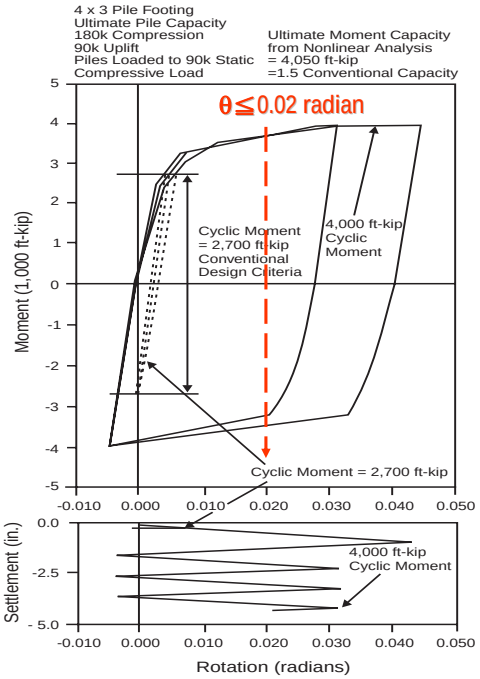
Ultimate Uplift Capacity = 90 k/pile

Conventional Design Criterion

Moment Capacity = 2,700 ft-kip

Ultimate Moment Capacity from Moment-Rotation Analysis

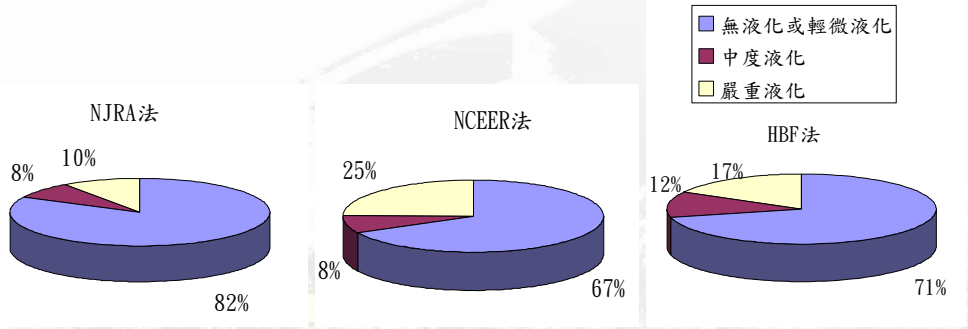
Moment Capacity = 4,050 ft-kip



第M31標液化評估統計

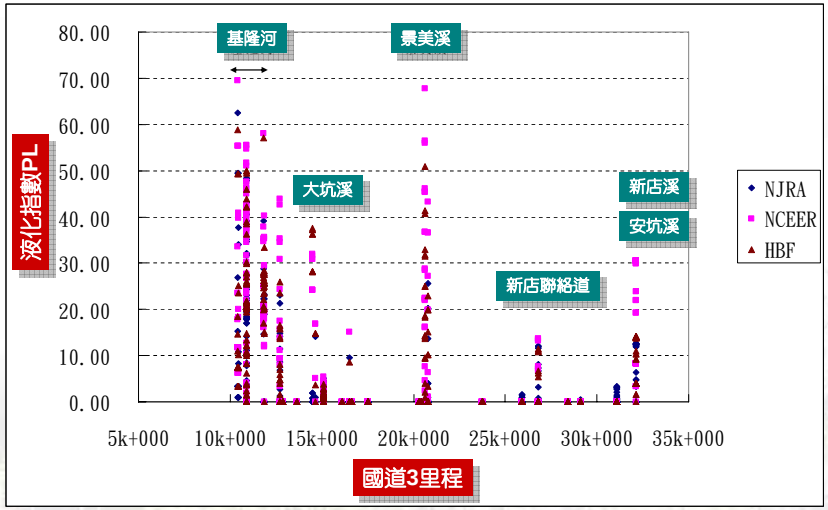
- 三種方法應用於本標段，大致而言以NCEER法最為保守，其次為HBF法與NJRA法

橋墩(台)數目	NJRA	NCEER	HBF
無液化或輕微液化	447	364	385
中度液化	42	43	65
嚴重液化	52	134	91



第M31標液化評估統計

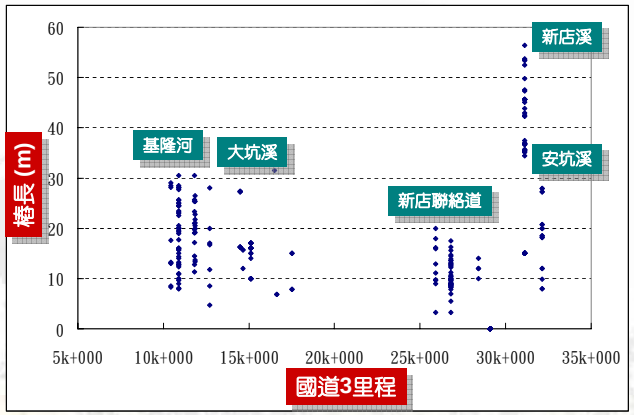
- 液化潛能指數較大者：主要分佈於基隆河、景美溪及新店溪之沖積層區域



第M31標基礎承載能力評估

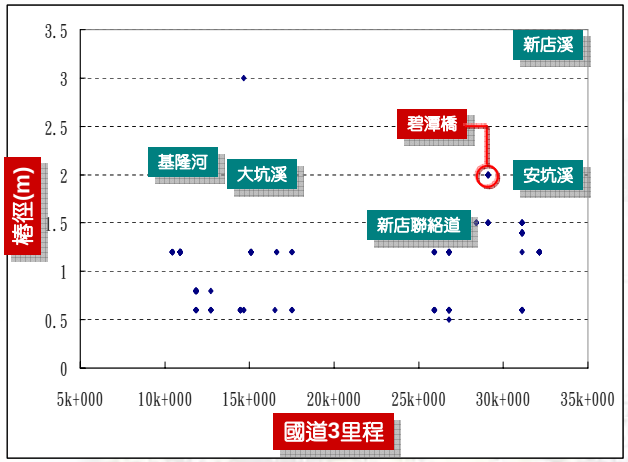
- 本標段直接基礎與樁基礎約各佔一半
- 樁長與承載層深度相關，最長約56m，位於安坑交流道附近
- 多數樁長：10~30m

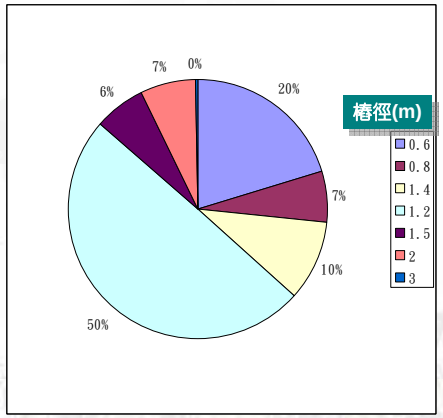
	墩數	百分比
直接基礎	267	49%
樁基礎	273	51%



第M31標基礎承載能力評估

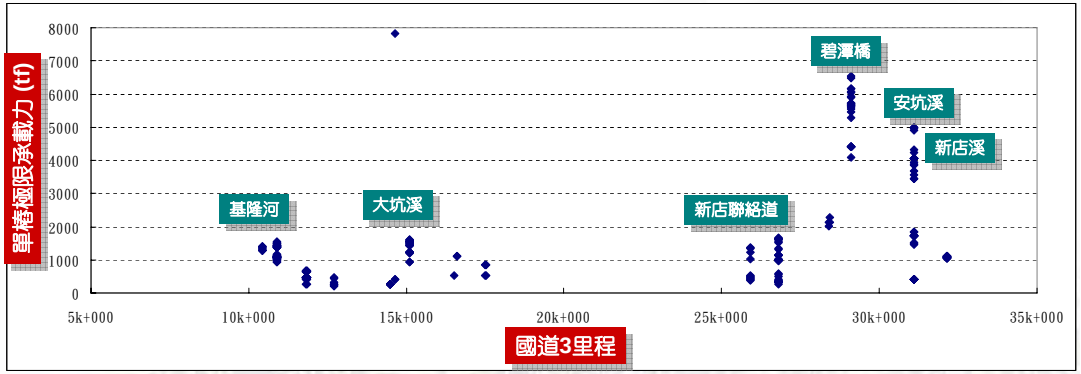
- 本標段大多數採用樁徑介於0.6m~1.5m之間
- 碧潭橋採2m樁徑之嵌岩樁





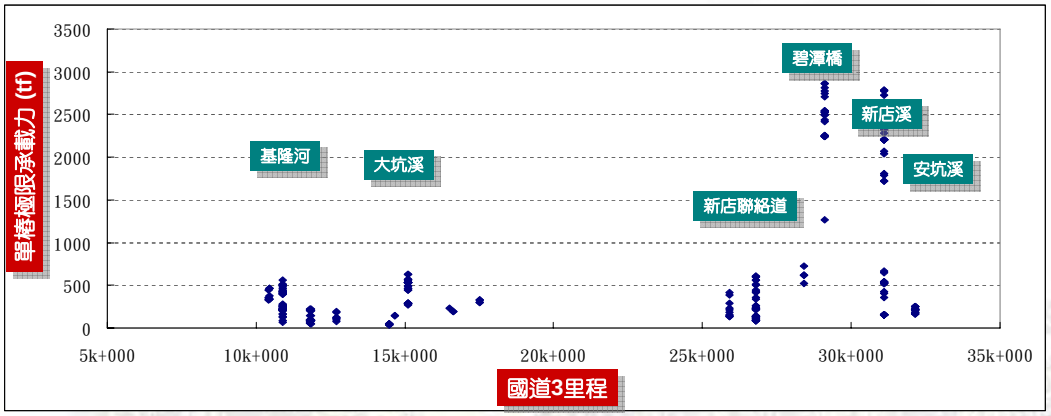
第M31標基礎承載能力評估：垂直承載力

- 單樁極限承載力大多數小於2000tf
- 新店安坑地區局部採大口徑長嵌岩樁，極限承載力達3500~6000tf，惟此時樁破壞行為由變形量與樁材料強度控制



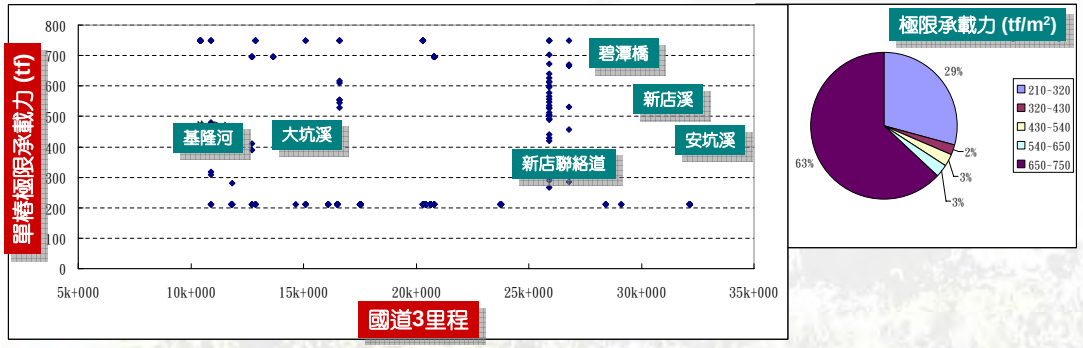
第M31標基礎承載能力評估：垂直承載力

- 單樁極限抗拉拔力大多數小於700tf
- 新店安坑地區局部採大口徑長樁，極限承載力達2000~3200tf，惟此時樁破壞行為由變形量與樁材強度控制



第M31標基礎承載能力評估：直接基礎

- 直接基礎單位極限承載力依座落於岩盤或卵礫石不同情況而定
- 座落於岩盤直接基礎單位極限承載力，約60%墩數可達考量最大岩盤單位承載力750tf/m^2



2 耐震補強之初設方案

耐震詳細評估之結果

主要評估項目

- 支承及防落橋設施
- 橋柱強度韌性
- RC帽梁強度
- 基礎強度與穩定
- 基礎極限承載力
- 工址液化評估
- 河川橋沖刷深度

表4.2-1　支承及防落橋設施評估結果一覽表

項次	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		防落橋評估					剪力鋼棒(支承)		止震塊剪力鋼筋		止震塊繞曲鋼筋	
			名稱	編號	落橋初評	實際 Le	規範 L_H	C/D		縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向
								L_H	$1.2L_H$	C/D	C/D	C/D	C/D	C/D	C/D
1	北側基隆河橋 S	03010436RORS	AS1~PS6	S01	9.7	140.0	196.9	0.71	0.59	0.41	0.24				
2	北側基隆河橋 N	03010429RORN	AN1~PN6	N01	20.7	140.0	162.9	0.86	0.72	0.35	0.12				
3	汐止系統交流道匝道 6 跨東側基隆河橋	03010900PR62	A1~P2	R01	17.8	82.0	66.9	1.23	1.02			0.68	0.23	0.53	0.40
4	汐止系統交流道匝道 6 跨東側基隆河橋	03010900PR62	P2~A5	R02	23.9	85.0	74.6	1.14	0.95			0.67	0.19	0.48	0.38
5	汐止系統交流道 CDI-SB-RD	03010900PCS1	A3~A2	R01	5.8	92.0	74.1	1.24	1.04			0.60	0.15	0.45	0.32
6	汐止系統交流道 CDI-NB-RD	03010900PCN1	A6~P12	R01	22.1	85.0	69.9	1.22	1.01			0.58	0.11	0.40	0.30
7	汐止系統交流道 CDI-NB-RD	03010900PCN1	P12~A5	R02	22.0	85.0	73.3	1.16	0.97						
8	汐止系統交流道匝道 7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	A1~P4	B01	22.4	90.0	77.6	1.16	0.97			1.09	0.69	0.31	0.83
9	汐止系統交流道匝道 7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	P4~P7N	B02	18.9	90.0	78.5	1.15	0.96			0.68	0.57	0.15	0.69
10	汐止系統交流道匝道 7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	P7N~P11	B03	18.2	120.0	89.5	1.34	1.12			1.67	0.84	0.52	1.02
11	汐止系統交流道匝道 3	03010900PR31	P7S~A2	B01	18.7	90.0	68.4	1.32	1.10				0.25		0.43
12	汐止系統交流道匝道 1 跨北側基隆河橋	03010900PR11	A1~P3	B01	23.8	105.0	83.4	1.26	1.05			0.71	0.20	0.51	0.41
13	汐止系統交流道匝道 1 跨北側基隆河橋	03010900PR11	P3~A2	B02	18.8	105.0	85.3	1.23	1.03			0.61	0.15	0.46	0.32
14	汐止系統交流道匝道 2 跨北側基隆河橋	03010900PR21	A1~P2	B01	18.7	105.0	81.6	1.29	1.07			0.60	0.11	0.41	0.30
15	汐止系統交流道匝道 2 跨北側基隆河橋	03010900PR21	P2~A2	B01	38.7	105.0	81.6	1.29	1.07			0.67	0.23	0.52	0.39
16	汐止系統交流道匝道 7 跨北側基隆河橋	03010900PR71	A1~P3	B01	12.2	105.0	80.3	1.31	1.09			0.65	0.19	0.47	0.37
17	汐止系統交流道匝道 7 跨北側基隆河橋	03010900PR71	P3~A2	B01	31.4	105.0	79.7	1.32	1.10			0.57	0.14	0.43	0.30
18	新台五路橋 N	03012873BORN	AN1~AN2	N01	16.8	110.0	123.5	0.89	0.74			1.00	0.39	5.07	0.44
19	新台五路橋 S	03012873BORS	AS1~AS2	S01	16.8	110.0	122.7	0.90	0.75			0.71	0.32	0.80	1.13
20	新台五路交流道匝道 3 跨鐵路橋	03012700PR31	A1~A2	B01	19.9	93.4	67.8	1.38	1.15	1.40	0.70				
21	新台五路交流道匝道 4 排水溝渠橋	03012700PR41	A1~A2	B01	11.0	95.0	70.9	1.34	1.12			0.83	0.28	0.41	0.22
22	新台五路交流道匝道 7 排水溝渠橋	03012700PR71	A1~A2	B01	8.9	93.0	74.8	1.24	1.04			0.73	0.25	0.76	0.29

表4.3-1　墩柱強度韌性評估結果一覽表

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		HAZ-Taiwan 橋梁類別	上構	下構			橋軸方向(C/D)			垂直橋軸方向(C/D)			韌性容量		剪力容量	破壞模式	
			名稱	編號			型式	斷面	基礎	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	中度地震 SP1	設計地震 SP2	最大地震 SP3	μ_x	μ_y	橋柱 (C/D)	軸向	橫向
1	北側基隆河橋 S	03010436RORS	AS1~PS6	S01	TYPE7	PC 箱型梁	單柱	矩形	直基、樁基	7.06	5.74	4.97	4.25	1.85	1.45	3.14	1.48	0.75	SFBY	SFBY
2	北側基隆河橋 N	03010429RORN	AN1~PN6	N01	TYPE7	PC 箱型梁	單柱	矩形	直基、樁基	4.29	2.42	1.94	3.72	1.39	1.04	1.83	1.30	0.48	SFBY	SFBY
3	汐止系統交流道匝道 6 跨東側基隆河橋	03010900PR62	A1~P2	R01	TYPE2	PCI 型梁	單柱、雙柱	圖形	樁基	4.89	2.34	1.92	3.34	1.78	1.49	1.92	2.34	1.55	SFAY	SFAY
4	汐止系統交流道匝道 6 跨東側基隆河橋	03010900PR62	P2~A5	R02	TYPE3	PCI 型梁	單柱	圖形	樁基	4.75	2.10	1.84	3.91	1.44	1.16	1.45	5.96	3.21	FF	FF
5	汐止系統交流道 CDI-SB-RD	03010900PCS1	A3~A2	R01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圖形	樁基	3.04	1.76	1.53	5.88	3.11	2.60	2.20	2.22	1.44	SFAY	SFAY
6	汐止系統交流道 CDI-NB-RD	03010900PCN1	A6~P12	R01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圖形	樁基	1.03	1.23	1.18	14.42	5.30	4.30	9.00	1.39	1.91	FF	FF
7	汐止系統交流道 CDI-NB-RD	03010900PCN1	P12~A5	R02	TYPE3	PCI 型梁	單柱	圖形	樁基	2.82	1.33	1.17	4.00	2.60	2.35	1.62	2.79	1.52	SFAY	SFAY
8	汐止系統交流道匝道 7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	A1~P4	B01	TYPE4	PCI 型梁	單柱、雙柱、壁式	圖形	樁基	2.68	3.63	3.25	1.36	1.10	0.99	7.13	3.44	1.60	FF	FF
9	汐止系統交流道匝道 7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	P4~P7N	B02	TYPE7	PCI 型梁	單柱、雙柱、壁式	圖形	樁基	2.55	3.56	3.13	4.86	4.07	3.49	7.01	3.40	0.75	FF	SFAY
10	汐止系統交流道匝道 7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	P7N~P11	B03	TYPE6	PCI 型梁	單柱、雙柱、壁式	圖形	樁基	3.55	4.59	3.88	5.06	4.83	3.99	10.08	5.30	1.96	FF	FF
11	汐止系統交流道匝道 3	03010900PR31	P7S~A2	B01	TYPE5	PCI 型梁	單柱	圖形	樁基	2.85	2.65	2.51	1.74	1.29	1.16	7.63	4.55	2.23	FF	FF
12	汐止系統交流道匝道 1 跨北側基隆河橋	03010900PR11	A1~P3	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圖形	樁基	2.00	4.00	3.64	3.10	2.40	2.01	13.54	2.49	1.54	SFAY	SFAY
13	汐止系統交流道匝道 1 跨北側基隆河橋	03010900PR11	P3~A2	B02	TYPE5	PCI 型梁	單柱	圖形	樁基	6.82	3.47	2.73	1.99	1.67	1.44	1.78	5.03	1.56	SFAY	SFAY
14	汐止系統交流道匝道 2 跨北側基隆河橋	03010900PR21	A1~P2	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圖形	樁基	8.98	4.32	3.35	2.13	1.19	1.01	1.70	1.83	1.53	SFAY	SFAY

表4.4-1　基礎與帽梁強度評估結果一覽表

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		下構			基礎評估		帽梁強度評估	
			名稱	編號	型式	斷面	基礎	穩定性	結構	左側	右側
1	北側基隆河橋 S	03010436RORS	AS1~PS6	S01	單柱	矩形	直基、樁基				
2	北側基隆河橋 N	03010429RORN	AN1~PN6	N01	單柱	矩形	直基、樁基				
3	汐止系統交流道匝道 6 跨東側基隆河橋	03010900PR62	A1~P2	R01	單柱、雙柱	圖形	樁基	1.29	1.27	0.21	
4	汐止系統交流道匝道 6 跨東側基隆河橋	03010900PR62	P2~A5	R02	單柱	圖形	樁基	1.49	1.41		
5	汐止系統交流道 CDI-SB-RD	03010900PCS1	A3~A2	R01	單柱	圖形	樁基	0.10	0.46		
6	汐止系統交流道 CDI-NB-RD	03010900PCN1	A6~P12	R01	單柱	圖形	樁基	1.87	0.81		
7	汐止系統交流道 CDI-NB-RD	03010900PCN1	P12~A5	R02	單柱	圖形	樁基	0.52	0.36		
8	汐止系統交流道匝道 7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	A1~P4	B01	單柱、雙柱、壁式	圖形	樁基	0.19	0.44		
9	汐止系統交流道匝道 7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	P4~P7N	B02	單柱、雙柱、壁式	圖形	樁基	0.39	0.58		
10	汐止系統交流道匝道 7 跨西側基隆河橋	03010900PR73	P7N~P11	B03	單柱、雙柱、壁式	圖形	樁基	0.58	0.47		
11	汐止系統交流道匝道 3	03010900PR31	P7S~A2	B01	單柱	圖形	樁基	1.56	1.10		
12	汐止系統交流道匝道 1 跨北側基隆河橋	03010900PR11	A1~P3	B01	單柱	圖形	樁基	1.33	1.22		
13	汐止系統交流道匝道 1 跨北側基隆河橋	03010900PR11	P3~A2	B02	單柱	圖形	樁基	0.75	1.04		
14	汐止系統交流道匝道 2 跨北側基隆河橋	03010900PR21	A1~P2	B01	單柱	圖形	樁基	1.23	1.13		
15	汐止系統交流道匝道 2 跨北側基隆河橋	03010900PR21	P2~A2	B01	單柱	圖形	樁基	0.87	1.08		
16	汐止系統交流道匝道 7 跨北側基隆河橋	03010900PR71	A1~P3	B01	單柱	圖形	樁基	1.27	1.06		
17	汐止系統交流道匝道 7 跨北側基隆河橋	03010900PR71	P3~A2	B01	單柱	圖形	直基	1.44	1.11		
18	新台五路橋 N	03012873BORN	AN1~AN2	N01	雙柱、多柱	圖形	直基	0.37	1.21	0.91	
19	新台五路橋 S	03012873BORS	AS1~AS2	S01	雙柱、多柱	圖形	直基		-	0.90	0.79
20	新台五路交流道匝道 3 跨鐵路橋	03012700PR31	A1~A2	B01	單柱	圖形	樁基	1.54	0.56		
21	新台五路交流道匝道 4 排水溝渠橋	03012700PR41	A1~A2	B01	單柱	圖形	直基、樁基	1.46	1.12		
22	新台五路交流道匝道 7 排水溝渠橋	03012700PR71	A1~A2	B01	單柱	圖形	直基	2.29	1.04		
23	新台五路交流道匝道 7 跨光復街橋	03012700PR72	A1~A2	B01	-	-	直基	-	-	-	-
24	新台五路交流道匝道 7 跨匝道 1 橋	03012700PR73	A1~A2	B01	單柱	圖形	直基				

表4.8-1　評估結果彙整表

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	擷取單元		基本資料					橋柱強度動性						支承及防落橋設施								帽梁強度		基礎評估		備註
			名稱	編號	HAZ-Taiwan橋梁類別	上構	下構			橋軸方向			垂直橋軸方向			防落橋長度	剪力鍵構		止震塊剪力		止震塊撓曲			左側帽梁	右側帽梁	穩定性	結構	
							型式	斷面	基礎	中度地震	設計地震	最大地震	中度地震	設計地震	最大地震				縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向					
										SP1	SP2	SP3	SP1	SP2	SP3	N	1.2N											
1	北側基隆河橋 S	03010436RORS	AS1~PS6	S01	TYPE7	PC箱型梁	單柱	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●							●	●	
2	北側基隆河橋 N	03010429RORN	AN1~PN6	N01	TYPE7	PC箱型梁	單柱	矩形	直基、樁基	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●							●	●	
3	匝1跨東側基隆河橋	03010900PR62	A1~P2	R01	TYPE2	PCI 型梁	單柱、雙柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●	●		○	○	
4	匝1跨東側基隆河橋	03010900PR62	P2~A5	R02	TYPE3	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●			○	○	
5	匝1跨交流道CDI-SB-RD	03010900PCS1	A3~A2	R01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			●	●	
6	匝1跨交流道CDI-NB-RD	03010900PCN1	A6~P12	R01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	●	
7	匝1跨交流道CDI-NB-RD	03010900PCN1	P12~A5	R02	TYPE3	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	●									●	●	
8	匝1跨西側基隆河橋	03010900PR73	A1~P4	B01	TYPE4	PCI 型梁	單柱、雙柱、壁式	圓形	樁基	○	○	○	○	○	●	○	●			○	●	●	●			●	●	
9	匝1跨西側基隆河橋	03010900PR73	P4~P7N	B02	TYPE7	PCI 型梁	單柱、雙柱、壁式	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	●			●	●	●	●			●	●	
10	匝1跨西側基隆河橋	03010900PR73	P7N~P11	B03	TYPE6	PCI 型梁	單柱、雙柱、壁式	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○			○	●	●	○			●	●	
11	匝1跨交流道匝道3	03010900PR31	P7S~A2	B01	TYPE5	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○				●		●			○	○	
12	匝1跨北側基隆河橋	03010900PR11	A1~P3	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
13	匝1跨北側基隆河橋	03010900PR11	P3~A2	B02	TYPE5	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			●	○	
14	匝2跨北側基隆河橋	03010900PR21	A1~P2	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
15	匝2跨北側基隆河橋	03010900PR21	P2~A2	B01	TYPE5	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			●	○	
16	匝7跨北側基隆河橋	03010900PR71	A1~P3	B01	TYPE2	PCI 型梁	單柱	圓形	樁基	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	
17	匝7跨北側基隆河橋	03010900PR71	P3~A2	B01	TYPE5	PCI 型梁	單柱	圓形	直基	○	○	○	○	○	○	○	○			●	●	●	●			○	○	

耐震補強之初設方案

本標工程採用主要補強工法

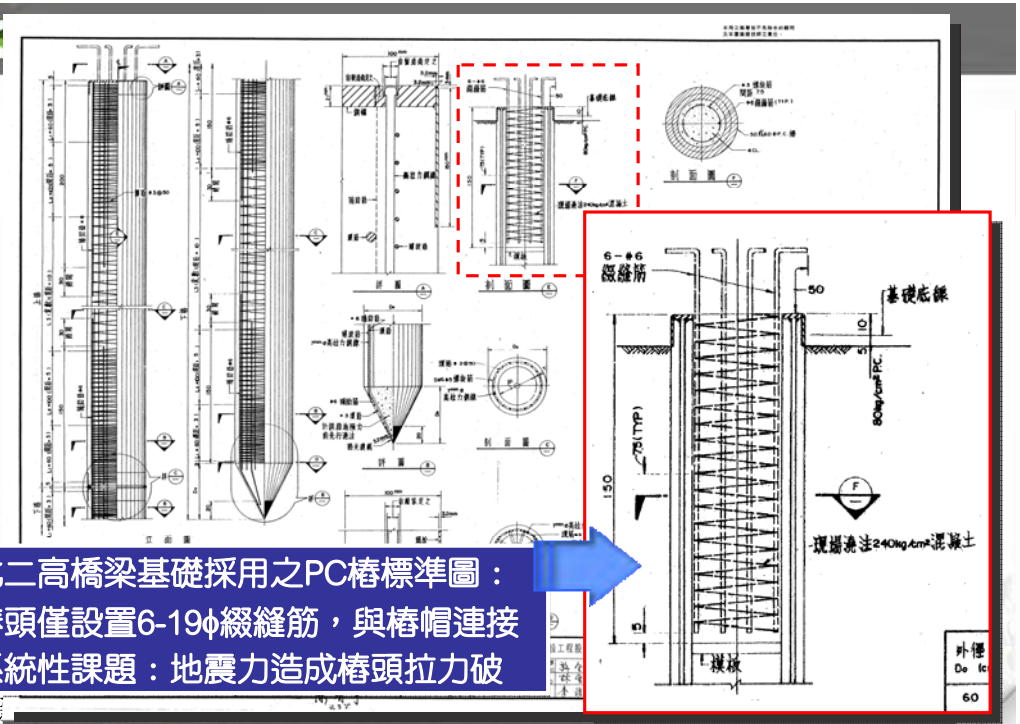
- 增設(抽換)防震拉條、防落長度
- 增設RC止震塊、鋼板止震裝置
- 端隔梁補強、增設剪力榫
- 帽梁RC包覆補強
- 橋柱RC、鋼板包覆補強
- 增設橋柱隔離套筒
- 橋墩(台)基礎補強

第M31標橋梁耐震補強設計成果彙整表（不包括碧潭橋及新店高架橋）

初步建議之補強工法		擬補強之墩(台)數量				合　計	佔總數(A)之比重(%)
		河川橋(溝渠橋)	穿越橋	跨越橋	匝道橋(環道橋)		
1	橋墩(台)基礎補強	49	49	2	52	152	37.35
2	橋墩鋼板包覆補強	24	5	0	7	36	8.85
3	橋墩混凝土包覆補強	33	12	0	7	52	12.78
4	橋墩帽梁補強	20	18	0	19	57	14.00
5	橋台軀體補強	0	0	0	0	0	0.00
6	增設混凝土剪力牆	0	0	0	0	0	0.00
7	增設混凝土止震塊	53	63	0	50	166	40.79
8	增設鋼鈑止震裝置	57	33	4	73	167	41.03
9	增設防落長度裝置	15	18	2	14	49	12.04
10	增設防震拉條	8	1	0	3	12	2.95
11	端隔版(梁)補強	6	0	0	2	8	1.97
12	伸縮縫更換	0	0	0	0	0	0.00
13	增設剪力榫	10	6	0	16	32	7.86
14	抽換防震拉條	0	3	0	3	6	1.47
15	增設隔離套筒	0	7	0	5	12	2.95
各類橋梁之橋墩(台)數量(含補強及未補強者)		橋梁種類				第M31標之橋墩(台)總數(含補強及未補強者)(A)	
		河川橋(溝渠橋)	穿越橋	跨越橋	匝道橋(環道橋)		
		115	118	4	170	407	

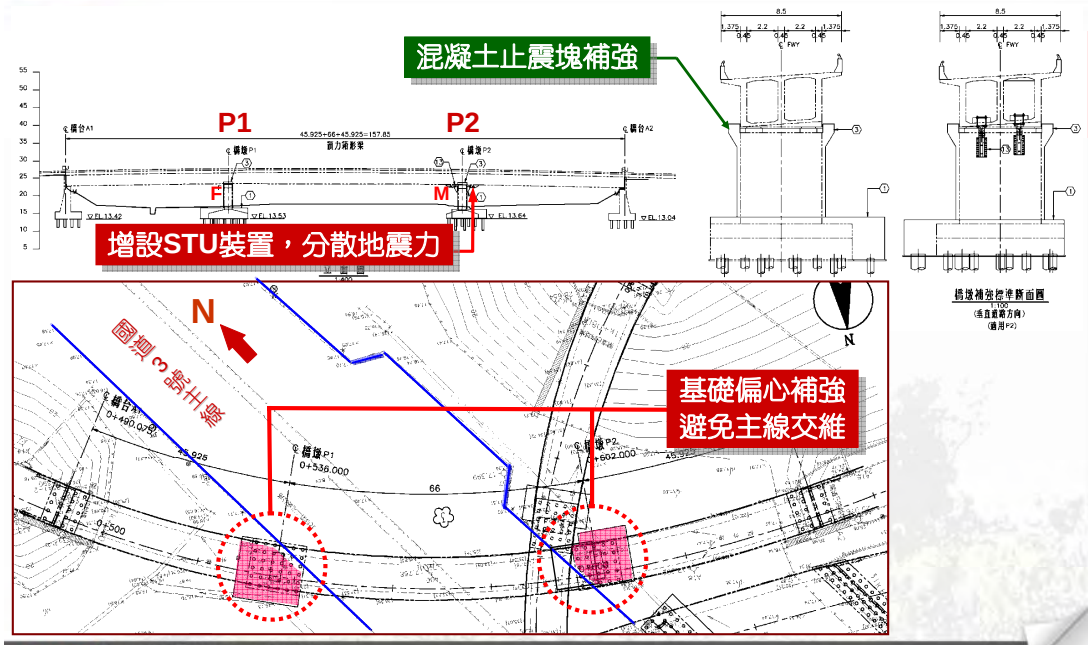
安坑交流道匝道5跨越橋

- 評估及補強內容
  - 橋柱強度韌性及剪力強度不足
    - → 混凝土包覆補強
  - 橋墩P1 基礎PC樁抗拉強度不足，且緊鄰國3主線
    - → 原縱向活動之橋墩P2增設地震力量分散裝置
      基礎偏心補強（增設100cmφ全套管基樁）
  - 橋墩P1、P2橫向止震塊強度不足
    - → 增設混凝土止震塊



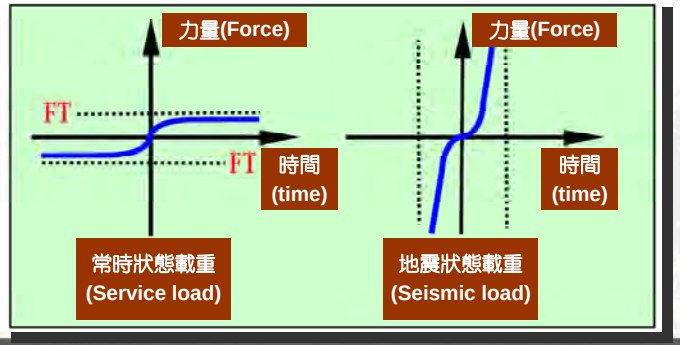
北二高橋梁基礎採用之PC樁標準圖：
樁頭僅設置6-19φ綴縫筋，與樁帽連接
系統性課題：地震力造成樁頭拉力破壞

安坑交流道匝道5跨越橋

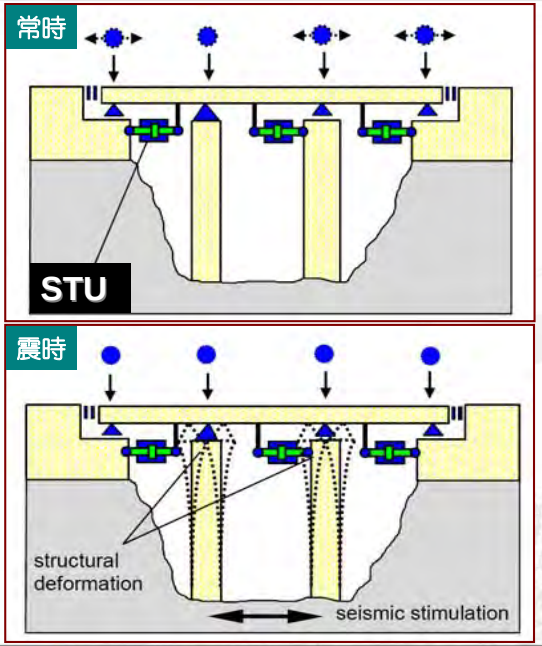


安坑交流道匝道5跨越橋

- **地震反力分散裝置(STU)**
  - 在常時狀態下(如溫差、潛變及乾縮等)所產生之小位移，可在小於最大拖曳力下產生緩慢移動，使得結構保持在活動狀態
  - 車輛煞車或是地表運動(地震)所引發的動態衝擊時，裝置完全鎖定使上、下構形成剛性連接

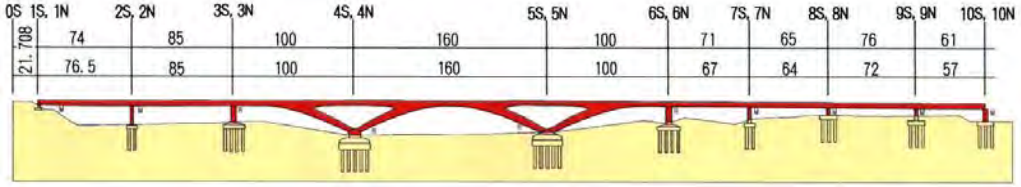


安坑交流道匝道5跨越橋



碧潭橋結構系統

- 南下線(0S~10S) ：橋長813.7公尺，橋寬16.25公尺
- 北上線(1N~10N)：橋長781.5公尺，橋寬16.25公尺
- 場鑄預力混凝土箱型梁，箱梁深：3.0~8.88公尺



橋梁耐震目視檢測及結果

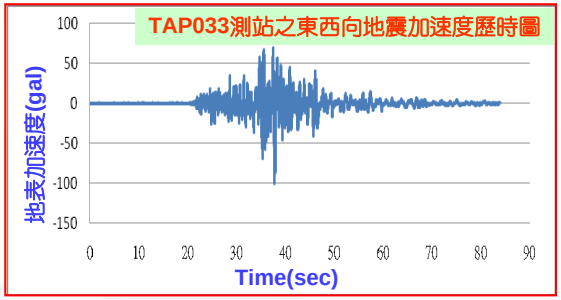
- 採ScanPrint橋梁目視檢測系統進行本橋之目視檢測
- 拱形主橋部份拱肋有混凝土裂縫
- 拱形主橋部份南北兩側箱梁懸臂板底板有白華水跡

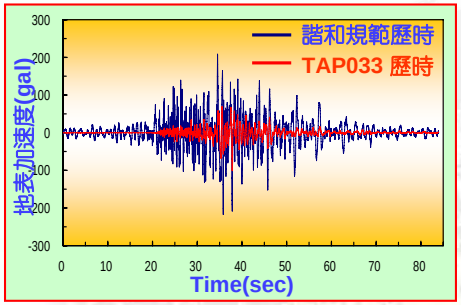
TCRI 無立即危險，避免影響耐久性，建議以阻絕有害物質進入為優先

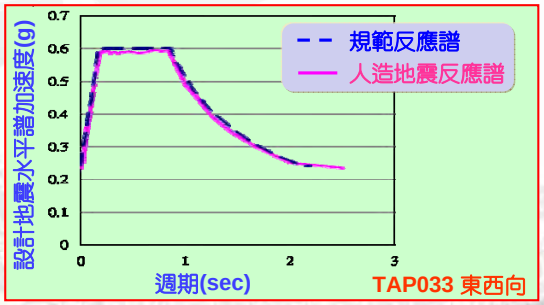
非線性地震歷時分析

- 規範：分析需使用至少三個設計反應譜相符地震紀錄
- 地表加速度由0.1g逐步增加至1.0g，檢核非線性反應
- 車行向採用東西向、垂直車行向採用南北向地震歷時

站 碼	站 名	站 址	331地震最大地表加速度(g)	
			東西向	南北向
TAP033	大豐國小	新北市新店區民族路108號	0.100664	0.085020
TAP034	新店國小	新北市新店區新店路2號	0.055327	0.055142
TAP053	氣象儀器檢校中心	新北市新店區莒光路29號	0.083500	0.091756



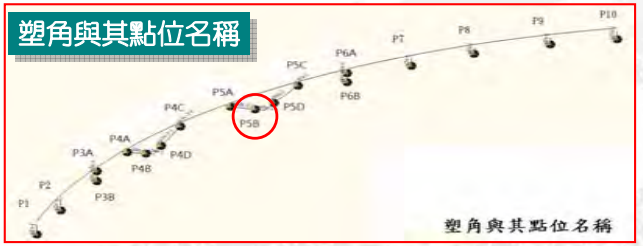




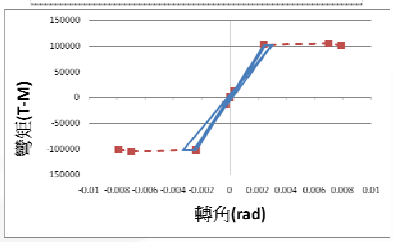
碧潭橋耐震補強之初設方案 — 結構分析模型

Midas Civil 分析模型

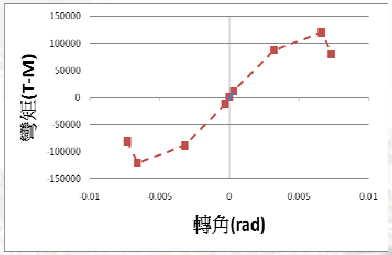
塑角與其點位名稱



P5B 車行向塑角與遲滯迴圈

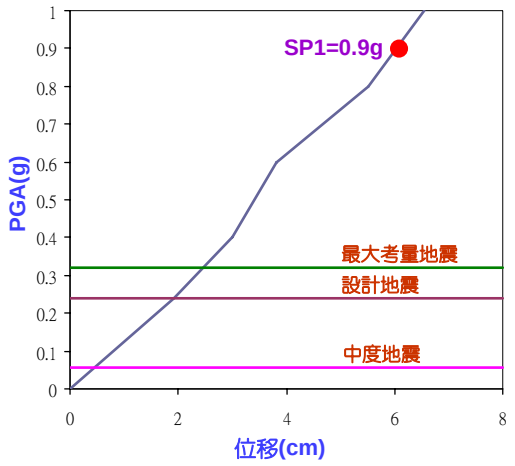


P5B 垂直車行向塑角與遲滯迴圈

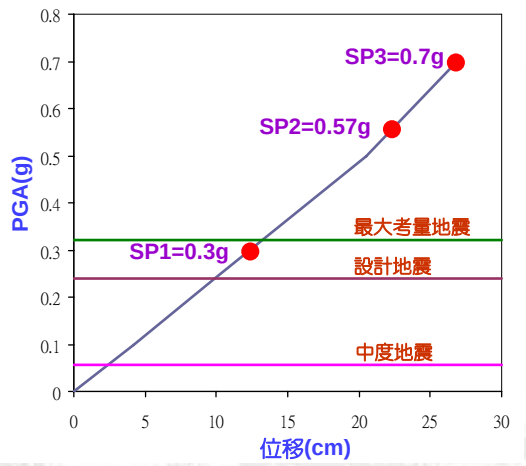


碧潭橋耐震補強之初設方案 — 強度韌性檢核

TAP033車行向地震歷時 PGA-位移



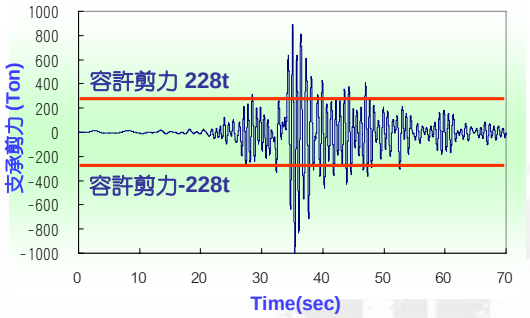
TAP033垂直車行向地震歷時 PGA-位移



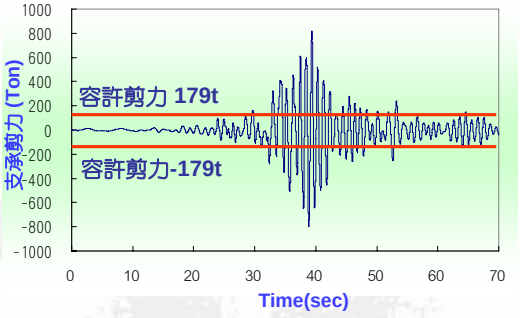
檢核中度、設計及最大考量地震之性能點：強度韌性符合要求

碧潭橋耐震補強之初設方案 — 橋墩盤式支承檢核

P2盤式支承垂直車行向水平力



P8盤式支承垂直車行向水平力



檢核

檢核橋墩2S(2N) 、7S~10S(7N~10N)盤式支承
垂直車行向水平剪力容量不足，需進行補強

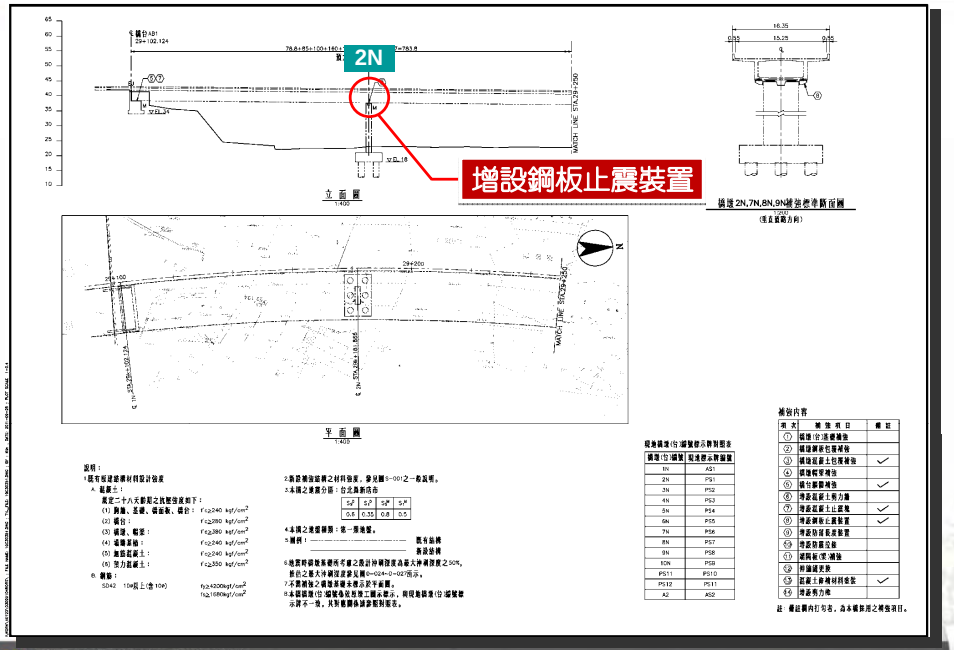
碧潭橋耐震補強之初設方案

基礎檢核：承載力及結構強度皆符合要求，無需補強

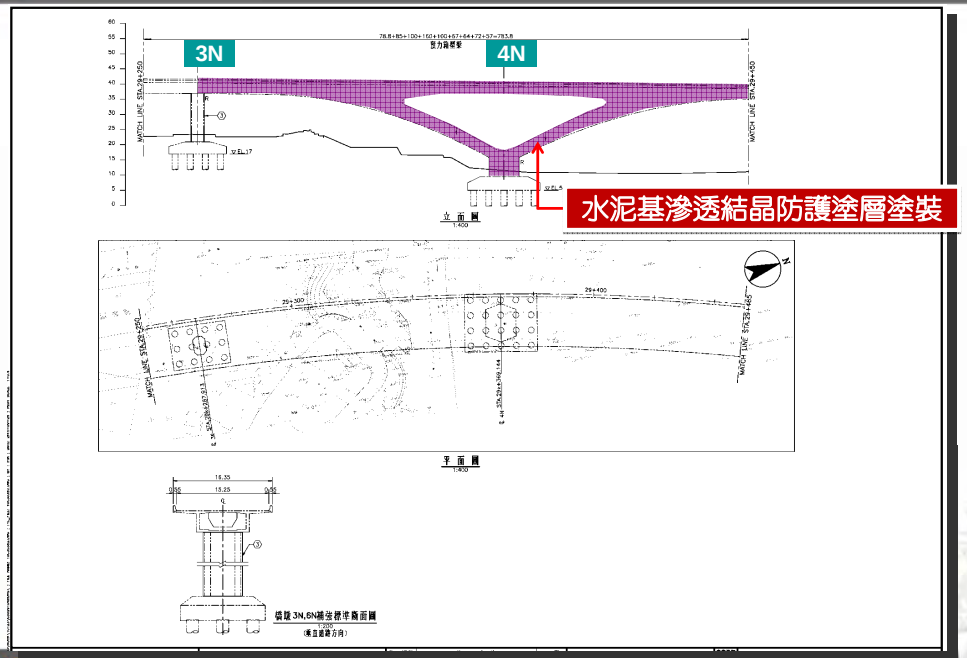
設計地震力 (C/D)	1S (1N)	2S (2N)	3S (3N)	4S (4N)	5S (5N)	6S (6N)	7S (7N)	8S (8N)	9S (9N)	10S (10N)
基樁承載力	4.32	3.26	5.30	1.77	1.91	3.44	4.76	4.88	4.71	6.49
基樁鋼筋量	2.05	2.05	2.05	1.22	1.30	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05
基樁箍筋量	39.96	39.96	39.96	1.25	1.30	39.96	39.96	39.96	39.96	39.96
樁帽撓曲鋼筋量	3.42	1.56	1.42	1.25	1.41	1.35	1.87	1.51	1.45	1.88
樁帽梁式剪力	21.61	6.62	2.30	2.01	2.25	1.95	2.18	2.09	1.92	3.12
樁帽穿孔剪力(橋柱)	2.07	1.31	1.57	1.53	1.61	1.68	1.10	1.46	1.37	2.21
樁帽穿孔剪力(橋樁)	3.34	2.01	4.82	2.02	2.36	3.41	2.09	3.36	3.14	4.47

最大考量地震 (C/D)	1S (1N)	2S (2N)	3S (3N)	4S (4N)	5S (5N)	6S (6N)	7S (7N)	8S (8N)	9S (9N)	10S (10N)
基樁承載力	3.86	2.77	4.49	1.74	1.61	2.89	4.45	4.65	4.52	6.10
基樁鋼筋量	2.05	2.05	2.05	1.41	1.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05
基樁箍筋量	39.96	39.96	39.96	1.05	1.10	39.96	39.96	39.96	39.96	39.96
樁帽撓曲鋼筋量	3.79	1.08	1.09	1.20	1.10	1.22	1.28	1.55	1.51	1.88
樁帽梁式剪力	29.25	7.09	2.54	1.04	1.19	2.22	2.69	2.64	2.45	3.93
樁帽穿孔剪力(橋柱)	2.78	1.76	2.10	1.41	1.38	2.26	1.48	1.96	1.84	2.96
樁帽穿孔剪力(橋樁)	4.01	2.29	5.47	1.56	1.42	3.84	2.62	4.29	4.04	5.66

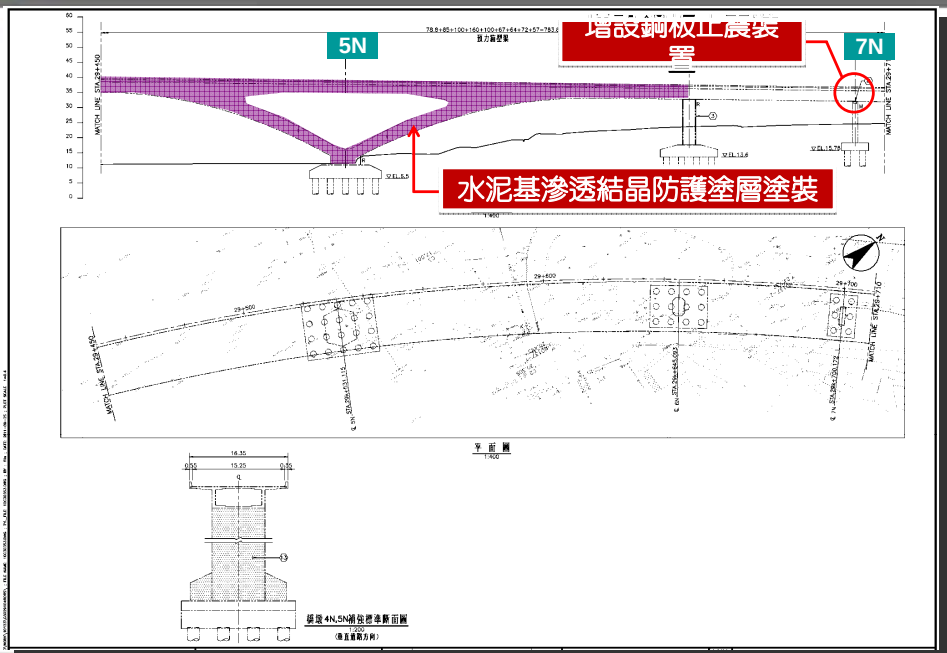
碧潭橋耐震補強之初設方案



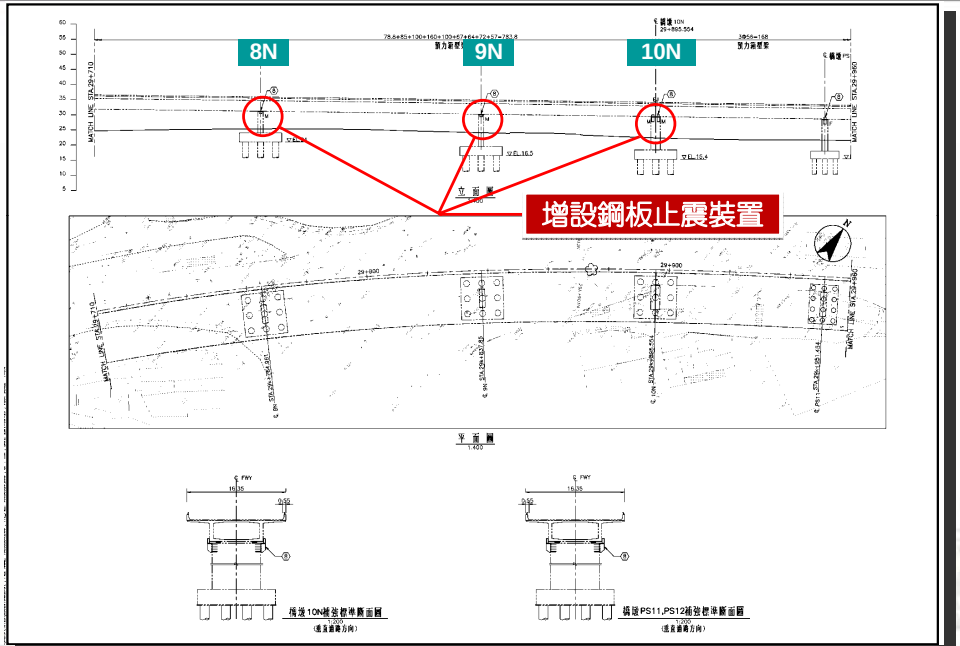
碧潭橋耐震補強之初設方案



碧潭橋耐震補強之初設方案

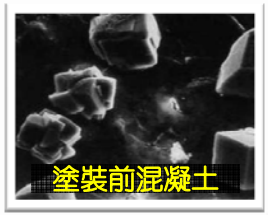


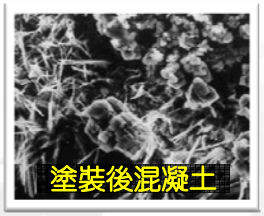
碧潭橋耐震補強之初設方案

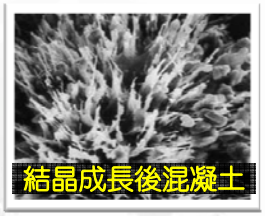


碧潭橋耐震補強之初設方案

- 主橋裂縫及白華水跡之修補工法
  - 採「水泥基滲透結晶防護塗層」塗裝修補
  - 工法特性：自動填充修補裂縫，提升主橋耐久性





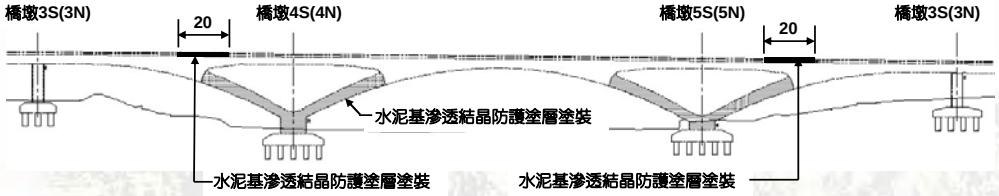


國內已施工完成之案例

碧潭橋耐震補強之初設方案

方案一 主橋全橋水泥基滲透結晶防護塗層塗裝

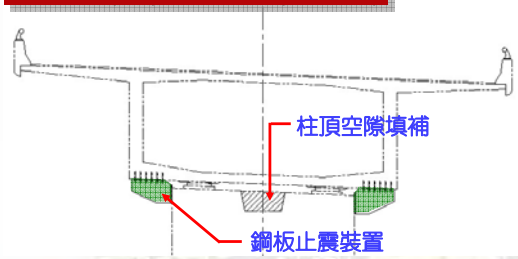
方案二 主橋局部水泥基滲透結晶防護塗層塗裝



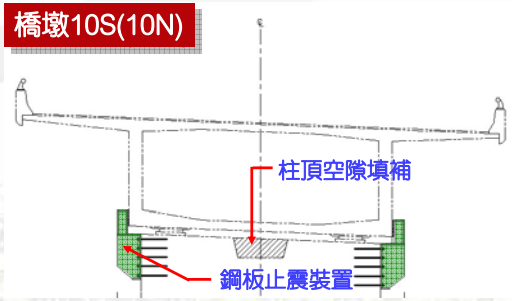
碧潭橋耐震補強之初設方案

- 支承強度補強
  - 橋墩2S(2N)、7S~10S (7N~10N)支承強度不足
  - 增設鋼板止震裝置補強

橋墩2S(2N) 、7S~9S(7N~9N)



橋墩10S(10N)



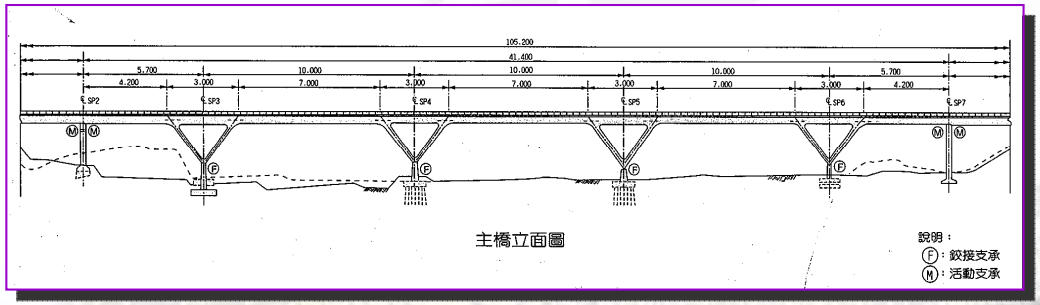
碧潭橋耐震補強之初設方案

評估項目	方案一 主橋全橋塗裝	方案二 主橋局部塗裝
長期維護成本	○：較佳	╳：較差
工程經費	△：尚可	○：較佳
施工工期	△：尚可	○：較佳
施工難易度	△：尚可	○：較佳
完工後橋梁景觀	○：較佳	△：尚可

建議

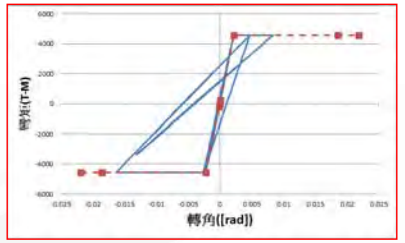
建議採用方案一：全橋塗裝方案
全面提升主橋耐久性・提昇碧潭風景區景觀
應用預防性維護策略・降低長期之維護成本

- 新店高架橋
  - 南下線(SBAT1~SBAT2)：橋長1,052公尺，橋寬16.35公尺
  - 北上線(NBAT1~NBAT2)：橋長1,078公尺，橋寬16.35公尺
  - 主橋為五孔連續之V型鋼橋墩、鋼箱型梁、鋼床板鋼構架橋
  - 中間三孔跨徑100公尺，兩側邊跨為57公尺，總長414公尺

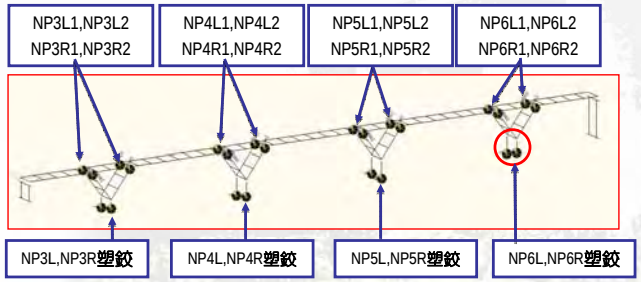


Midas Civil 分析模型

NP6R 車行向塑角與遲滯迴圈



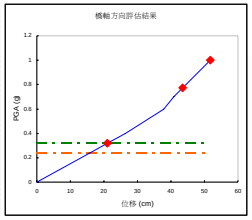
塑角與其點位名稱



NP6R 垂直車行向塑角與遲滯迴圈

- 評估：台北TAP033測站資料，進行非線性動力歷時分析

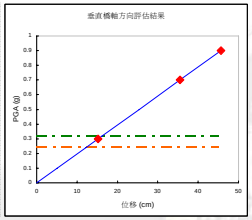
橋軸方向



耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.057	0.320	5.61
設計地震等級	SP2	0.240	0.542	2.26
最大考量地震等級	SP3	0.320	1.000	3.13

評估結果	降伏位移 δ y(cm)	降伏點 PGAy(g)	極限位移 δ u(cm)	極限點 PGAu(g)	位移韌性 μ
橋軸方向	21.05	0.32	51.70	1.00	3.13

垂直橋軸方向



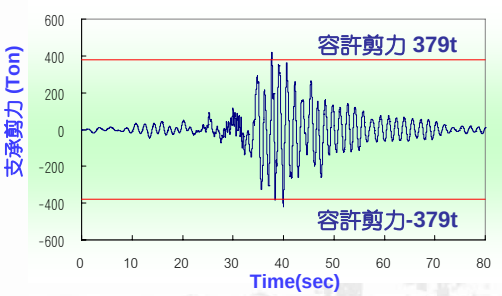
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.057	0.300	5.26
設計地震等級	SP2	0.240	0.500	2.08
最大考量地震等級	SP3	0.320	0.900	2.81

評估結果	降伏位移 δ y(cm)	降伏點 PGAy(g)	極限位移 δ u(cm)	極限點 PGAu(g)	位移韌性 μ
橋軸方向	15.20	0.30	45.68	0.90	3.00

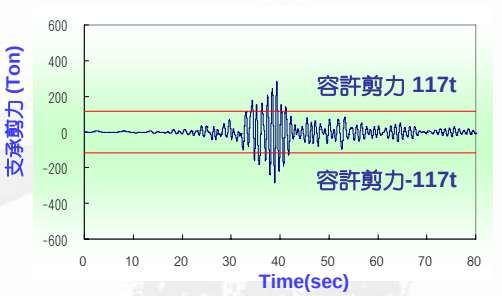
檢核中度、設計及最大考量地震之性能點：強度韌性符合要求

- 橋墩金屬樞軸支承(Rocker Bearing)檢核

NP4L支承車行方向水平力



NP4L支承垂直車行方向水平力



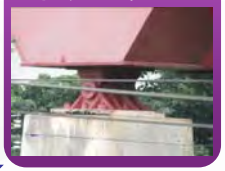
檢核

檢核橋墩NP2~NP7支承：
車行方向及垂直車行方向，水平力容量不足，需進行補強

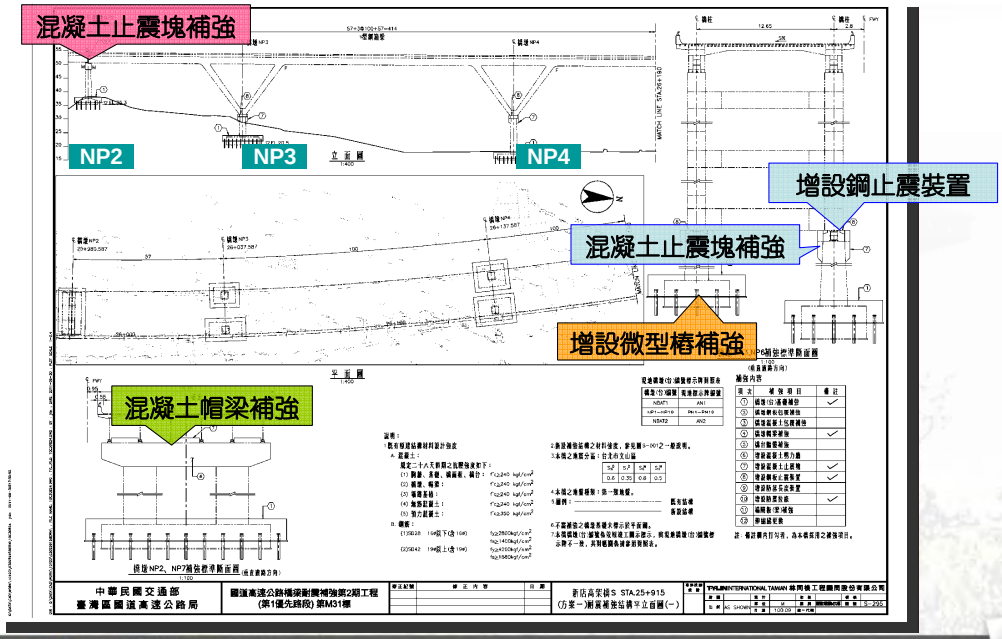
補強策略

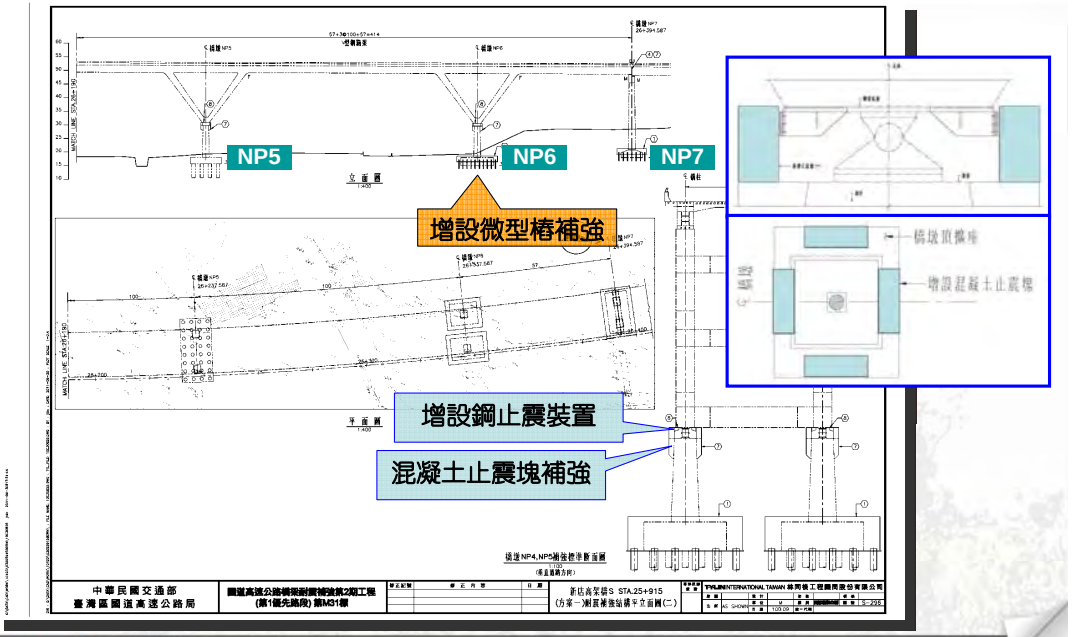
- 方案一　強支承補強方案
- 方案二　隔震支承補強方案

樞軸支承強度不足



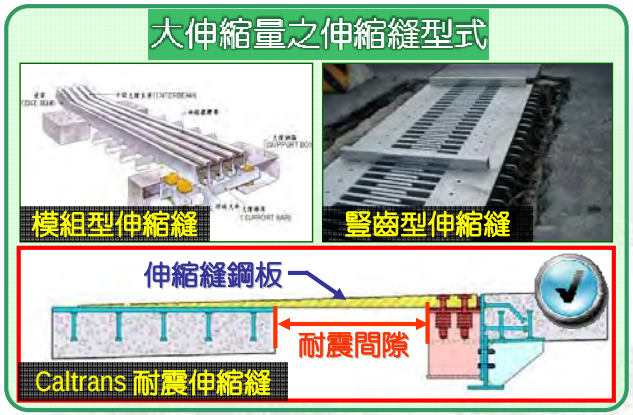
- 方案一：主要耐震補強內容
  - 支承強度不足：NP3~NP6橋墩增設縱、橫向止震裝置
  - 帽梁強度不足：NP2, NP7帽梁補強，增設橫向止震塊
  - NP3 、 NP4、NP6基礎穩定性：採高強度微型樁補強





方案二　隔震支承補強方案

- 採摩擦單擺支承(FP-Bearing)



金屬樞軸支承

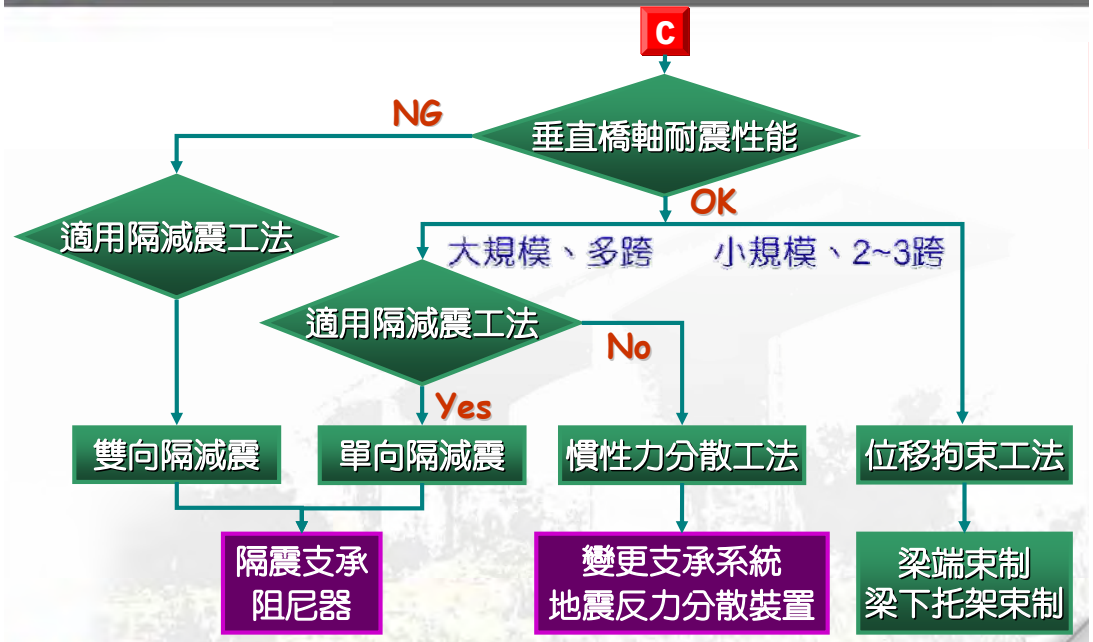
↓

置換為隔震支承

↓

伸縮量不足時須置換伸縮縫

系統補強對策



隔減震裝置之應用

- 技術較成熟的隔減震裝置
  - ❖ 鉛心橡膠支承墊（LRB）
  - ❖ 高阻尼橡膠支承墊（HRB）
  - ❖ 摩擦單擺支承（FPB）
  - ❖ 金屬機械式阻尼器

不宜採用隔減震設計之條件

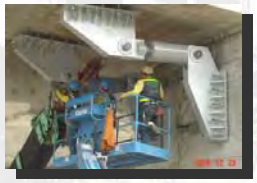
- 工址土壤具高液化潛能時
- 高橋墩或位於柔軟地盤時
- 周期延長、阻尼增加對防震無太大意義時
- 有損橋梁之使用性與經濟性時

系統補強工法

隔震支承

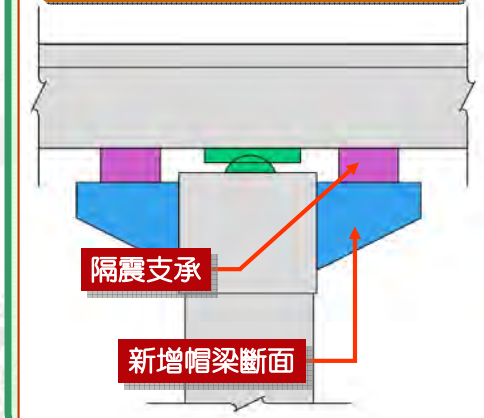
阻尼器

地震力量分散裝置



梁底空間不足對策

新增斷面：設置隔震支承



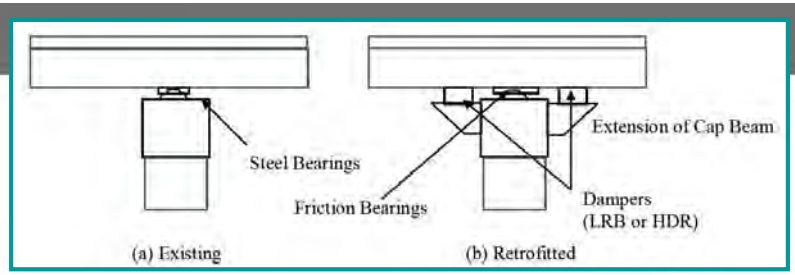
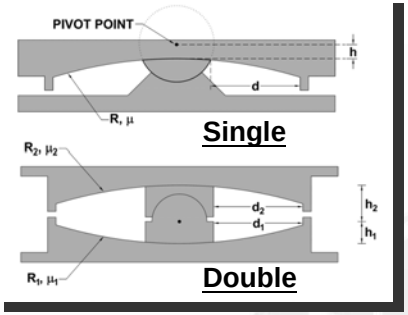
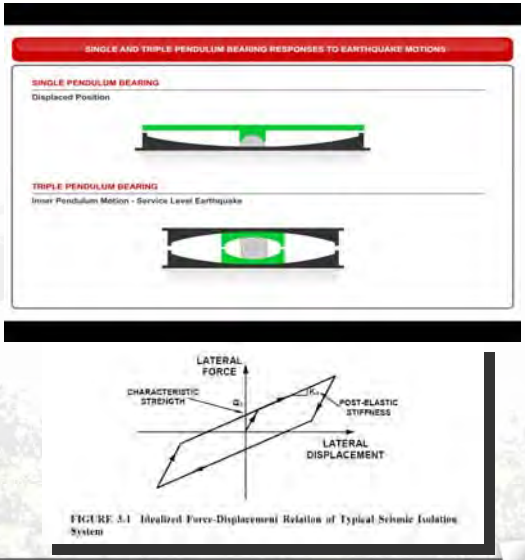


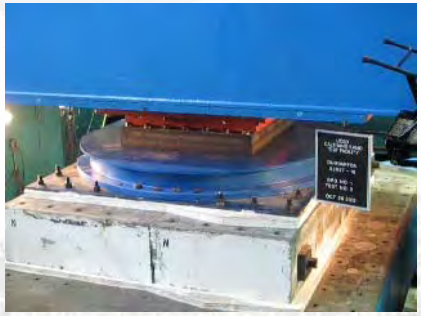
Fig. 10. 48 Seismic Retrofit using Seismic Isolation; (a) Installation of lead rubber bearings and sliding bearings, and (b) after retrofitted

■ 摩擦單擺支承（Friction Pendulum Bearing）





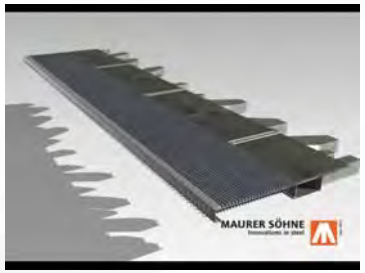
■ Aurora Avenue Bridge

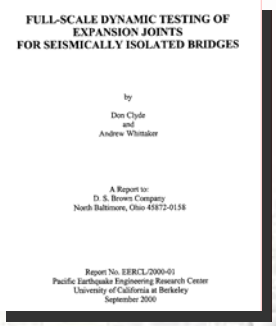


UCSD Test

Dumbarton Bridge Seismic Retrofit Project

MAURER Swivel-Joist Expansion Joint





FULL-SCALE DYNAMIC TESTING OF EXPANSION JOINTS FOR SEISMICALLY ISOLATED BRIDGES

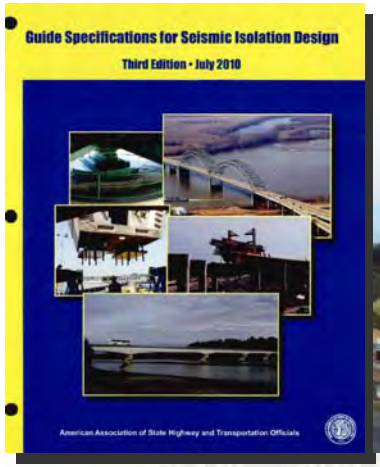
by

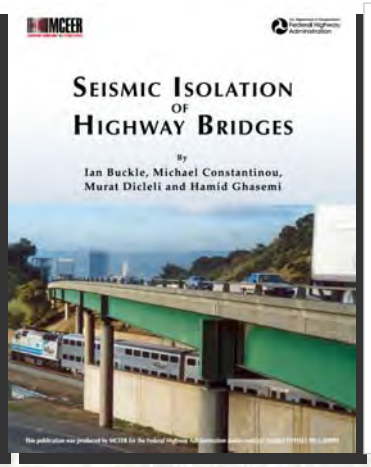
Don Clyde
and
Andrew Whittaker

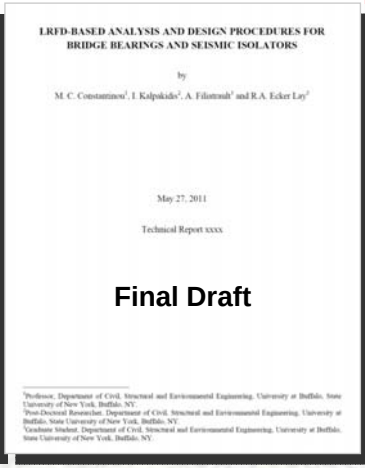
A Report to:
D. S. Brown Company
North Baltimore, Ohio 45872-0158

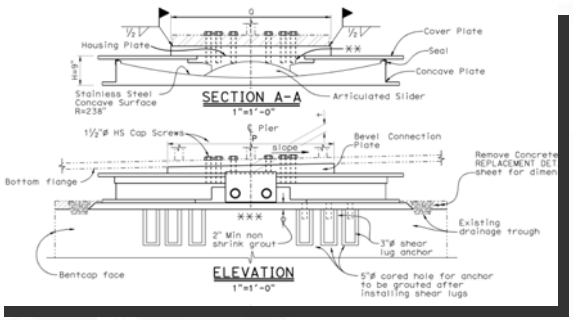
Report No. EERCL/2000-01
Pacific Earthquake Engineering Research Center
University of California at Berkeley
September 2000

摩擦單擺支承分析與評估之參考規範





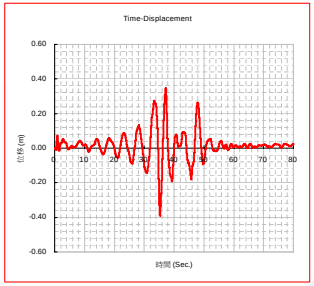


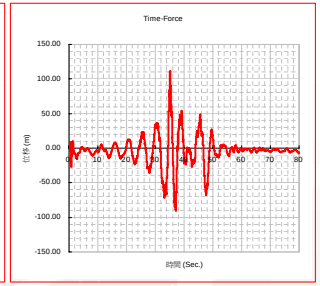


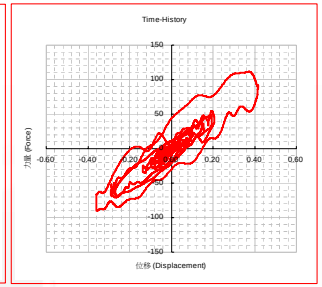
摩擦單擺支承系統系統參數設定表	
支承型式	FPB 摩擦單擺支承
支承位置	SP2~SP7,NP2~NP7
摩擦係數	6%
支承承受自重(DL+SDL)	738 (Ton)
支承有效週期	5.1 (秒)

摩擦單擺支承分析結果(NP4L支承)

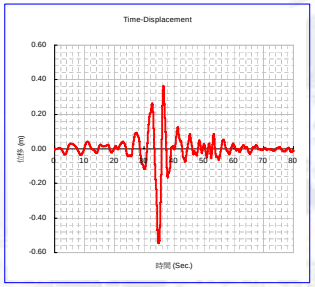
車行方向

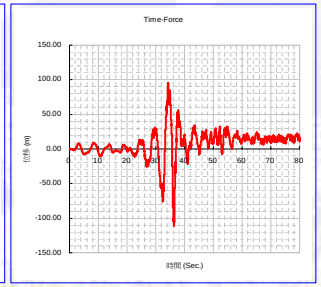


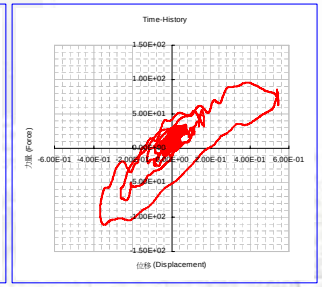




垂直車行方向





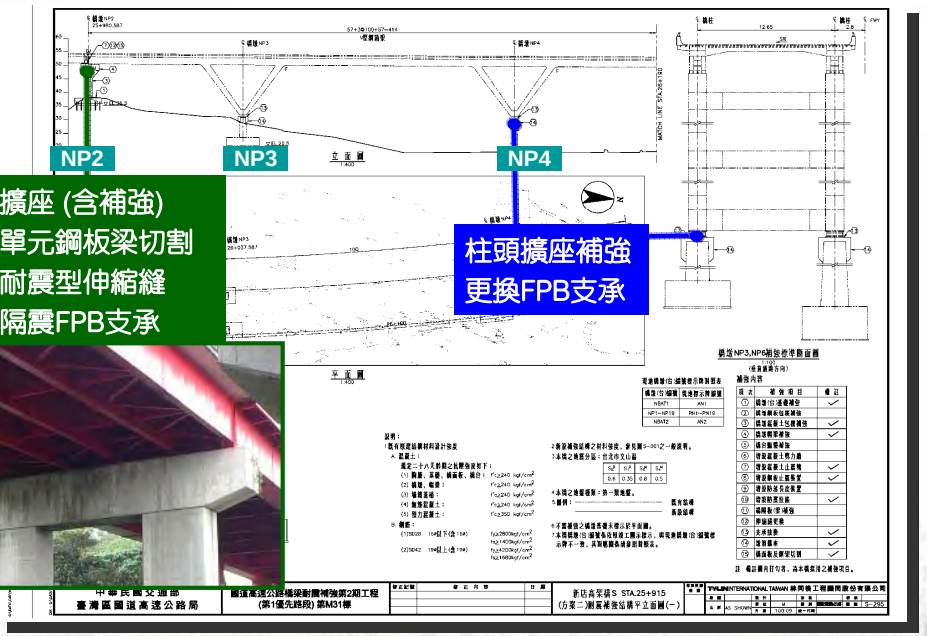


摩擦係數 6%		T=5.1sec (R=6.5)	
地震迴歸期	橋墩編號	最大位移(m)	
		軸向	橫向
475年	P2	0.36	0.37
	P3	**0.39**	0.38
	P4	0.30	0.40
	P5	0.32	**0.47**
	P6	0.33	0.42
	P7	0.36	0.45

摩擦係數 6%		T=5.1sec (R=6.5)	
地震迴歸期	橋墩編號	最大位移(m)	
		軸向	橫向
2500年	P2	0.48	0.52
	P3	**0.50**	0.52
	P4	0.40	0.55
	P5	0.42	0.58
	P6	0.41	0.58
	P7	0.47	**0.60**

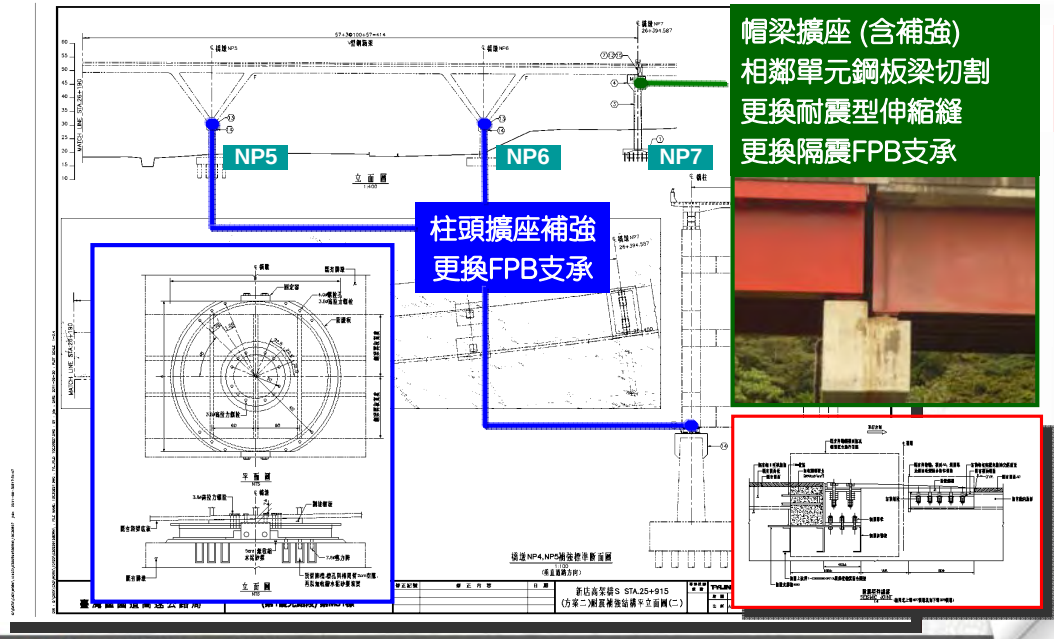
檢核

檢核橋墩NP2~NP7 支承位移量，如上表
往下部結構傳力皆小於原支承設計標準
檢核下部結構強度：下構無需進行補強



新店高架橋耐震補強之初設方案

方案二　隔震支承補強



交通維持策略：國道主線

隔震補強・伸縮縫更換 → 國道主線交通維持

- 維持國道車流需求
- 減少施工交通衝擊
- 確保施工安全品質

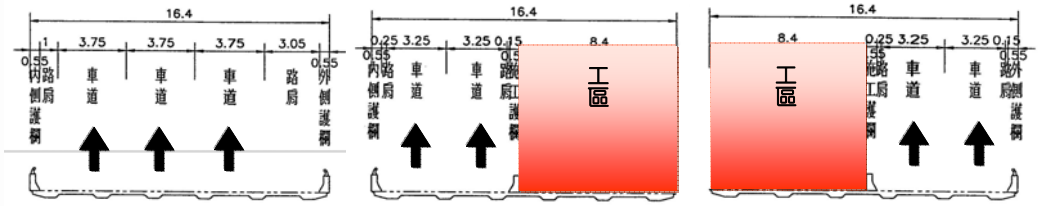
分兩階段，半半施工

配合路肩開放，維持單向最少雙車道

工區前後兩交流道間，規劃疏導動線

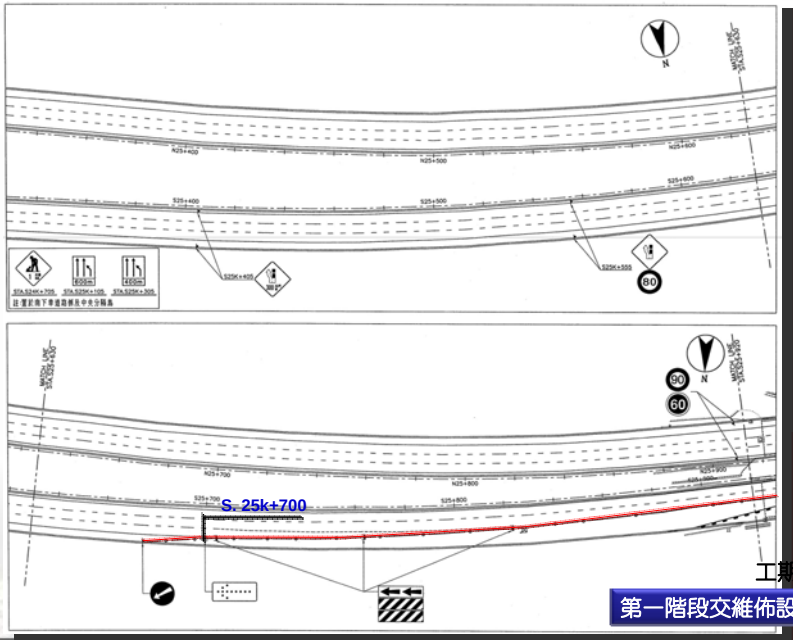
交通維持：新店高架橋隔震伸縮縫施工

- **新店高架橋**
  - 現況為南北分離之高架橋，雙向六車道配置
  - 施工分兩階段，採半半施工，工區速限80km/hr
  - 施工時南下線及北上線，各維持兩車道通行



現況車道配置	第一階段車道配置	第二階段車道配置
車道寬3.75m	車道寬3.25m	車道寬3.25m
內路肩寬1m	內路肩寬0.25m	內路肩寬0.25m
外路肩寬3.05m	外路肩寬0.15m	外路肩寬0.15m

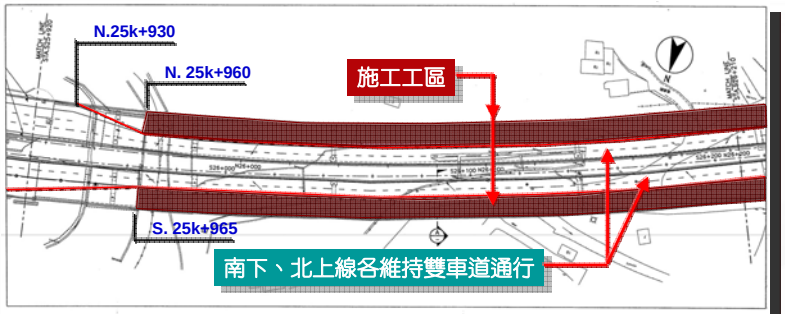
交通維持：新店高架橋隔震伸縮縫施工(1/6)

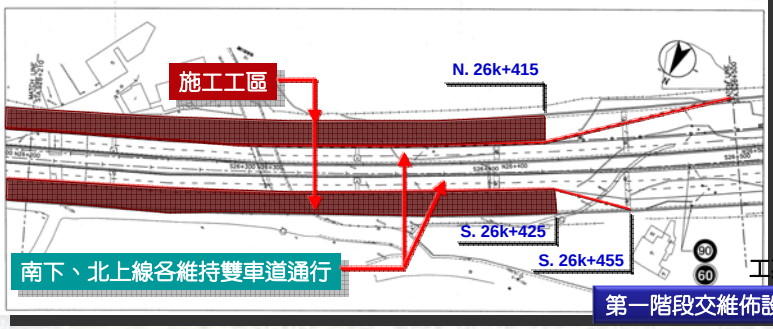


工期：約30日

第一階段交維佈設平面圖(一)

交通維持：新店高架橋隔震伸縮縫施工(2/6)

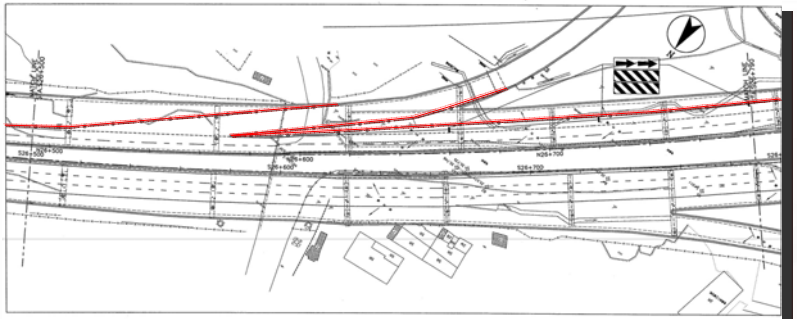


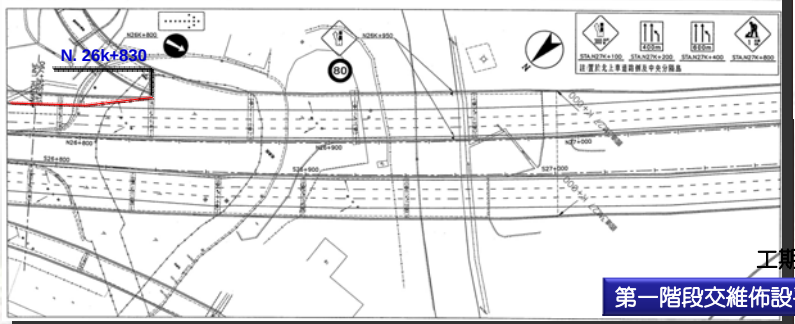


工期：約30日

第一階段交維佈設平面圖(二)

交通維持：新店高架橋隔震伸縮縫施工(3/6)

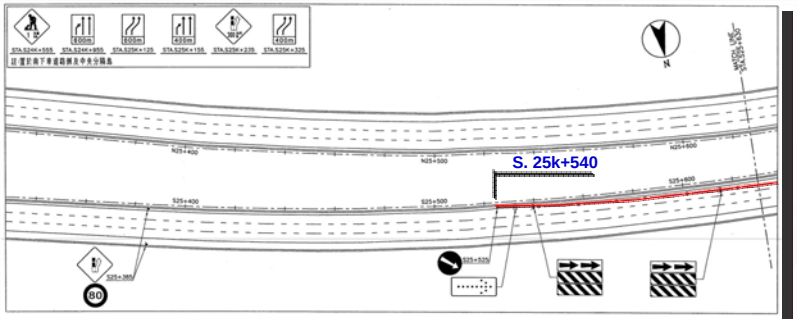


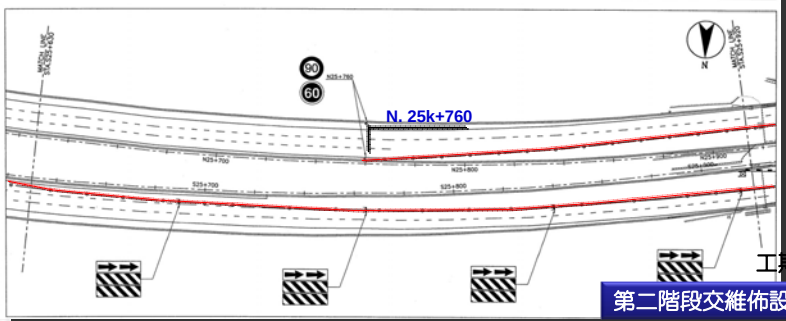


工期：約30日

第一階段交維佈設平面圖(三)

交通維持：新店高架橋隔震伸縮縫施工(4/6)

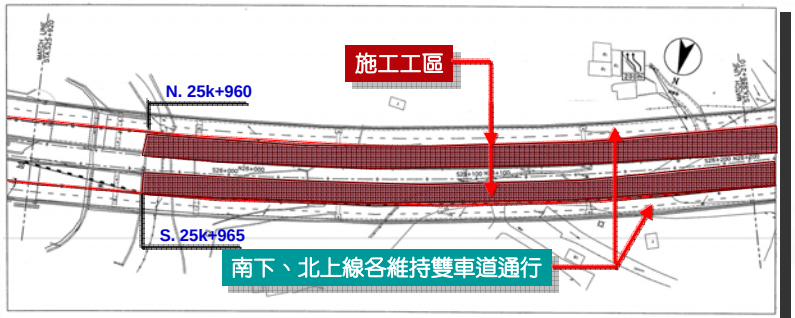


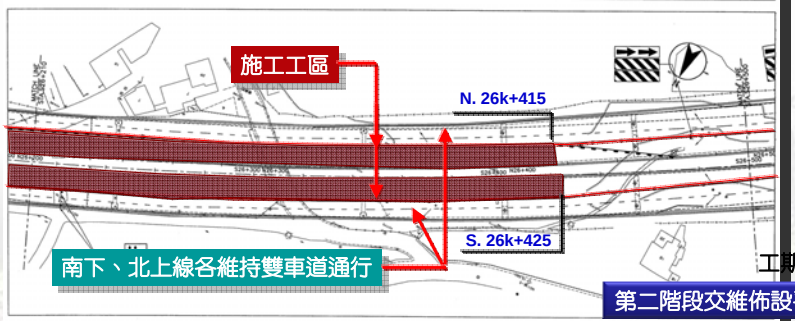


工期：約30日

第二階段交維佈設平面圖(一)

交通維持：新店高架橋隔震伸縮縫施工(5/6)

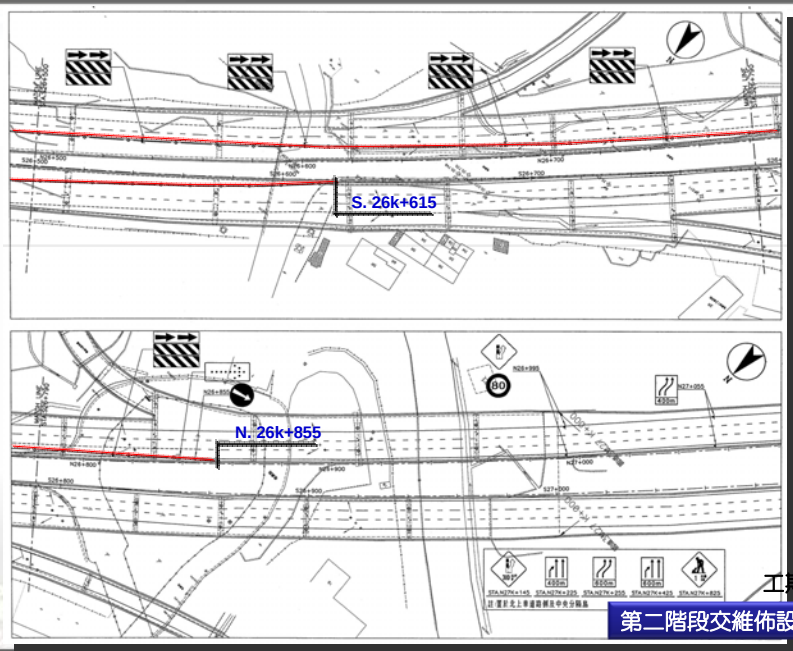




工期：約30日

第二階段交維佈設平面圖(二)

交通維持：新店高架橋隔震伸縮縫施工(6/6)



工期：約30日

第二階段交維佈設平面圖(三)

交通維持：新店高架橋隔震伸縮縫施工

- 交通衝擊分析
  - 服務水準 → 道路容量不堪負荷，服務水準下降至 F級

	尖峰時段	尖峰交通量 (pcu/hr)	現況道路容量 (pcu/hr)	現況 V/C	現況橋面服務水準	施工階段道路容量 (pcu/hr)	施工 V/C	施工階段服務水準
北上	0800-0900	5,322	6,600	0.81	D	4,300	1.24	F
南下	1700-1800	4,738	6,600	0.72	C	4,300	1.10	F

  - 用路人旅行成本增加
    - 平均每日交通量11.5萬PCU(雙向)，工期約２個月
    - 隔震伸縮縫施工：增加旅運成本約1.24億元

新店高架橋耐震補強之初設方案

評估項目	方案一 強支承補強方案	方案二 隔震支承補強方案
工程經費(直接施工費用)	△：尚可	○：較低
施工性及採購風險	○：較佳	╳：較高
施工工期	△：尚可	△：尚可
補強後之橋梁景觀	╳：尚可	○：較佳
補強設施維護成本	○：較低	╳：較高
施工交通衝擊 (間接社會成本)	◎：最佳	╳：嚴重

建議

建議採用方案一：強支承補強方案

全面提升主橋之耐震安全・降低補強設施之維護成本

減少交通衝擊及施工風險・FPB 採購試驗不確定性高

工程經費概估

方案一	方案二
☐ 碧潭橋主橋：全橋「水泥基滲透結晶防護塗層」塗裝	☐ 碧潭橋主橋：局部「水泥基滲透結晶防護塗層」塗裝
☐ 新店高架橋：採強支承補強	☐ 新店高架橋：採隔震支承補強
☐ 單位橋面積平均補強費用：約6,054元/m^2	☐ 單位橋面積平均補強費用：約5,778元/m^2
☐ 新建同型橋梁費用之24.22%	☐ 新建同型橋梁費用之23.11%

橋梁耐震補強之標準

- 美國FHWA橋梁耐震補強經費之統計資料

Table 1-10. Cost of various retrofit strategies as percentage of new construction costs [1,2].

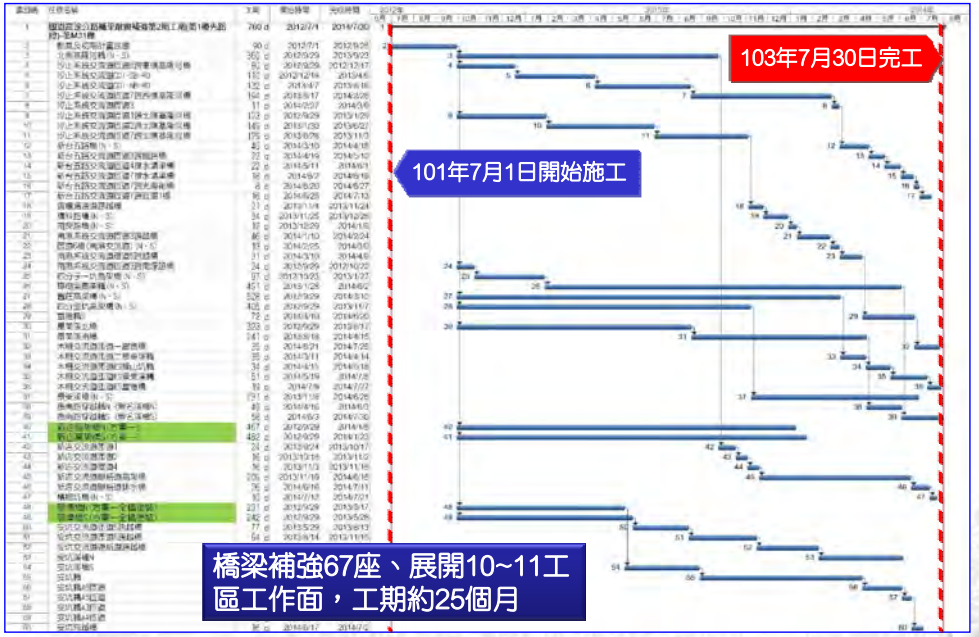
RANGE	RETROFIT STRATEGY			TOTALS (weighted sum all retrofits in California, 1993 and 1994)
	Superstructure Only[3]	Superstructure and Substructure	Superstructure, Substructure and Foundations	
Low	1.3	0.7	2.3	0.7
Average	3.1	15.4	28.8	15.1
High	13.2	64.8	232.9	232.9

Notes: 1. Caltrans data for 165 bridges retrofitted in 1993 and 1994.
2. Costs expressed as percentage of new construction for same time frame.
3. Superstructure includes restrainers and seat width extensions.

資料來源：**FHWA Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures : Part I Bridges 2006**

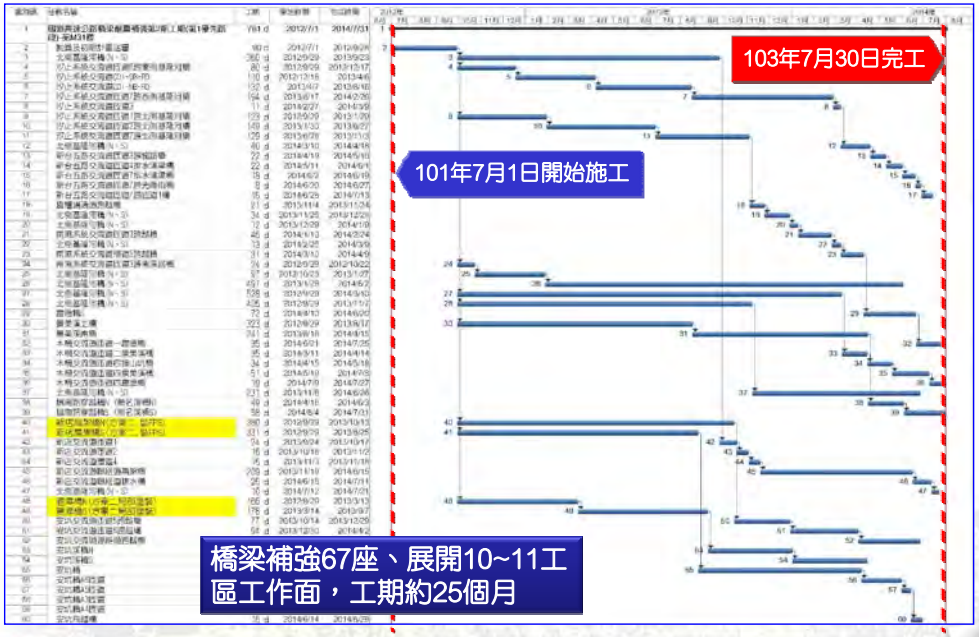
施工預定時程

方案一



施工預定時程

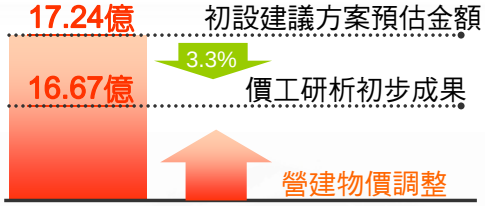
方案二



3 初步設計之價工研析

價工研析：樽節經費、縮短工期

領隊 張柏毅博士(CVS-Life)



- 價值工程研析小組：1位CVS、6位AVS +T.Y.Lin
- 價值工程研析會議：9月26日(一)~9月30日(五)
- 研提價工建議方案：4個價工建議、3個設計建議

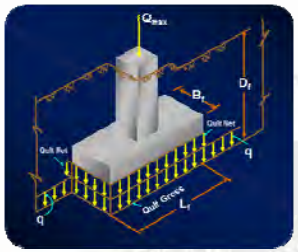
資料階段 → 機能階段 → 創意階段 → 判斷階段 → 發展階段 → 建議階段 → 業主核定 → 落實追蹤

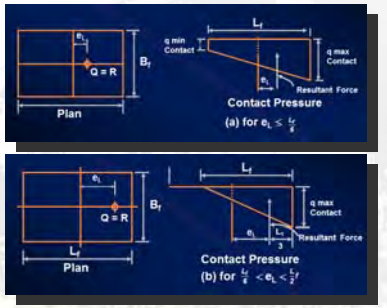
初步設計審查會

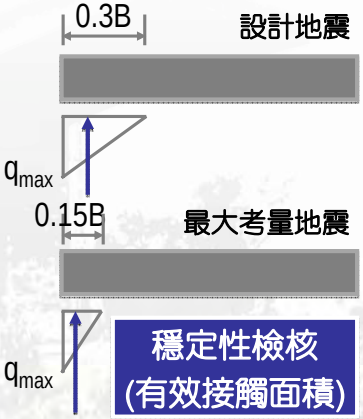
價值工程建議方案

- 價工建議(一)：基礎增設抗拉地錨之穩定性補強
- 原初設方案：基礎增設微型樁之穩定性補強
- 預估節省施工費：約3,468萬元

若僅有效接觸面積不足
補強細部設計建議採用

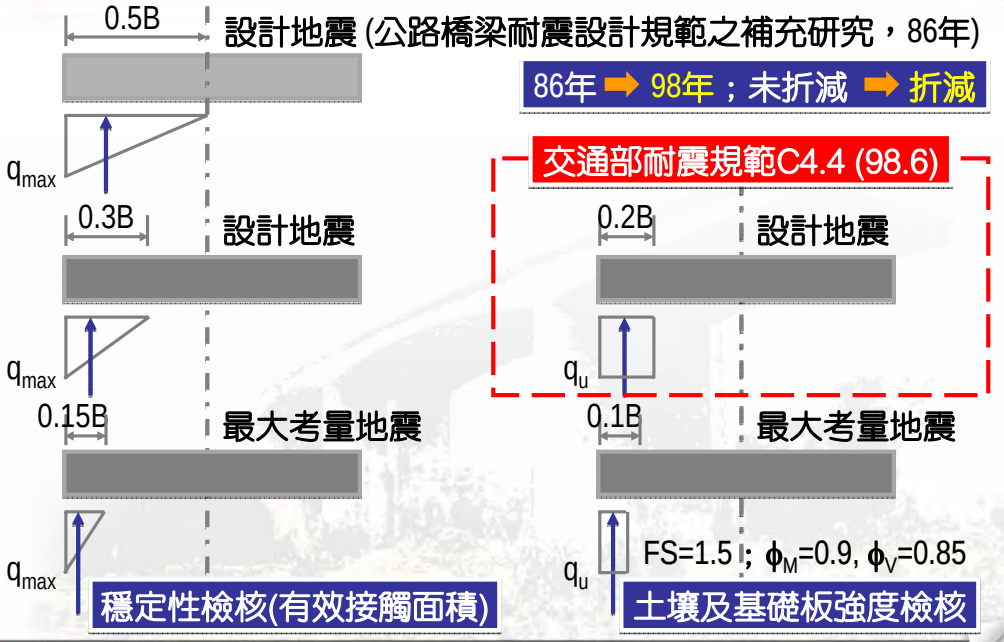






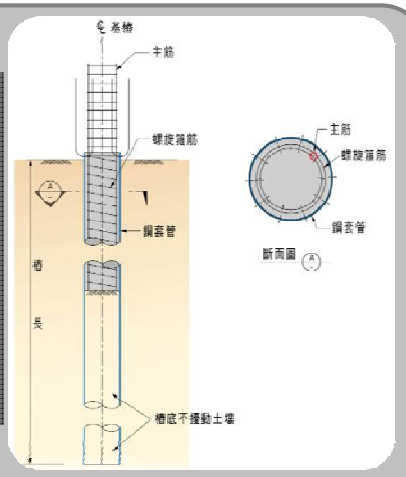
直接基礎穩定性檢核

(公路橋梁耐震設計規範，98年)

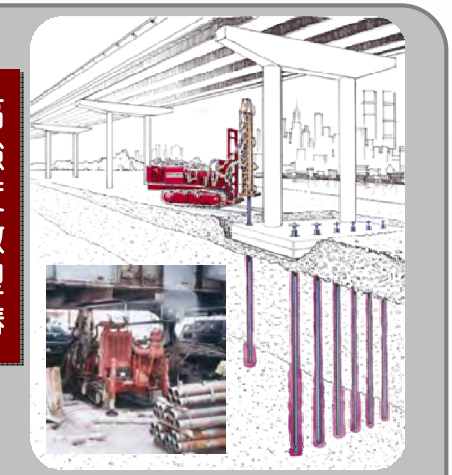


基礎增樁補強工法

內灌混凝土鋼管樁



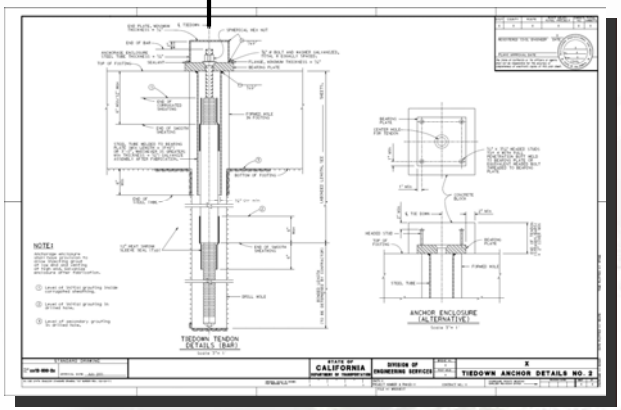
高強度微型樁



價值工程建議方案

僅承受地震時拉力

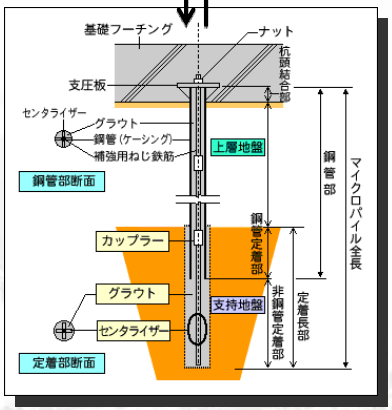
T



基礎抗拉地錨

承受地震時拉力及壓力

T & C

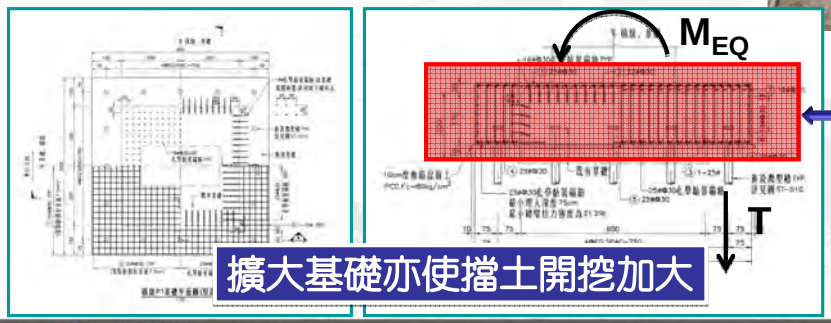


高強度微型樁

價值工程建議方案

- 價工建議(二)：擴大基礎自重之穩定性補強
- 原初設方案：基礎增設微型樁之穩定性補強
- 預估節省施工費：約1,928萬元

考量各橋補強需求及施工限制
本標之細部設計：不建議採用



利用增加基礎自重，取代微型樁承受地震拉力

擴大基礎亦使擋土開挖加大

價值工程建議方案

- 價工建議(三)：大口徑場鑄基樁之基礎補強
- 原初設方案：增設610mm φ鋼管樁之基礎補強
- 預估節省施工費：約1,545萬元

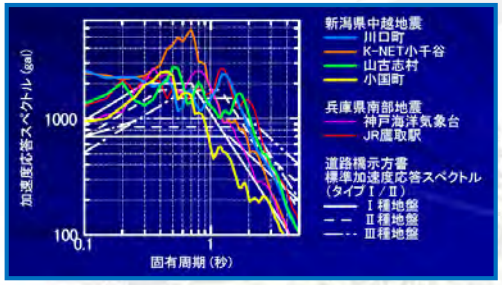
依各橋補強需求及施工限制
納入細部設計整體檢討考量

價值工程建議方案

- 價工建議(四)：橋柱採CFRP包覆補強
- 原初設方案：橋柱採鋼板包覆補強
- 預估節省施工費：約678萬元

對基本符合「補強設計原則」限制條件者
補強細部設計：建議適度採用、累積經驗

價值工程建議方案



由於CFRP 具快速施工特性
日本已運用在震後緊急補強
➡ 國道震後緊急防災借鏡

FRP包覆補強工法之探討

FRP包覆補強工法

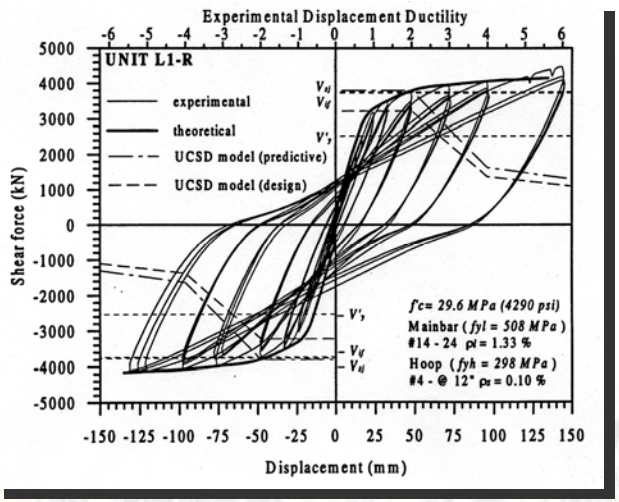
FRP包覆補強工法適用性之探討

- 橋柱採用FRP包覆補強工法之適用性條件

參考Caltrans BDA-14-3 Fiber Reinforced Polymer (FRP) Composites Column Casing Systems, 2008

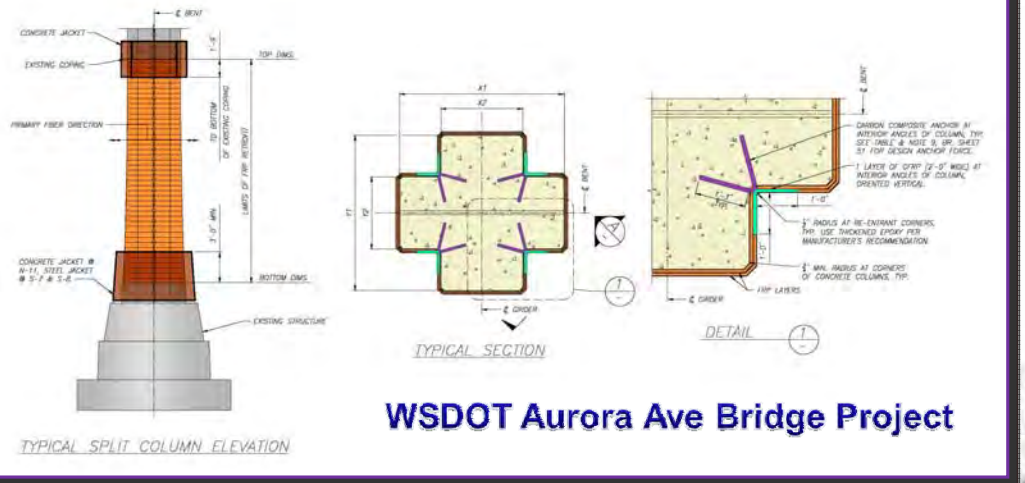
- 對於圓形橋柱及矩形橋柱，其位移韌性需求不得超過6及3
- 對於矩形橋柱，其長邊長度不得超過100cm，長短邊之比值不得超過1.5
- 對於圓形橋柱，其直徑不得超過250cm (6 feet /BDA14-3)
- 不得採用於橋柱之鋼筋搭接補強
- 單柱橋柱不得採用FRP包覆耐震補強
- 橋柱之軸壓應力不得超過$0.15f_c'A_g$及主筋比不得超過2.5%
- 橋柱變斷面處不得採用FRP包覆耐震補強
- 河川橋橋柱不得採用FRP包覆耐震補強

Full-Scale Column Test at UCSD



WSDOT Aurora Ave Bridge Project

- 十字造形(Cruciformu shape)橋柱FRP Anchor錨碇技術



- 設計建議(一)：河川橋基礎補強採移動式浮台
- 原初設方案：河川橋基礎補強採便橋、施工構台

➡ 考量本標基隆河水域，不適合移動式浮台施工條件
汐止系統交流道基礎補強：不建議採用移動式浮台

- 設計建議(二)：橋柱及基礎補強採高強度混凝土
- 原初設方案：橋柱及基礎補強採280kgf/cm²混凝土

➡ 依耐震規範5.2節，混凝土強度不宜高於420kgf/cm²
基礎補強：建議提高強度採350kgf/cm²自充填混凝土
帽梁補強：考量頂部超高變化與鋼筋綁紮施工限制
建議維持280kgf/cm²混凝土

5.2 混凝土與鋼筋之材質要求

抵抗地震力構材之混凝土，其規定抗壓強度 f'_c 不得低於 210kgf/cm² (20.6MPa)，但亦不宜高於 420kgf/cm² (41.2MPa)。

用以承受地震引致之彎矩與軸力之構材及壁式橋墩，其主筋應符合 CNS 560 中 SD 420W 及 SD 280W 之要求。

價值工程建議方案

- 設計建議(三)：橋柱及基礎補強採高強度鋼筋
- 原初設方案：橋柱及基礎補強採4200kgf/cm^{2}鋼筋

依耐震規範5.2節，鋼筋主要採用CNS 560 SD420W
提高強度，AASHTO要求測試Low-cycle fatigue性能
現階段本標不建議採用高強度鋼筋 (>4200kgf/cm^2)

8.4.1—Reinforcing Steel

Reinforcing bars, deformed wire, cold-drawn wire, welded plain wire fabric, and welded deformed wire fabric shall conform to the material standards as specified in the *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*.

Use of high-strength, high-alloy bars with an ultimate tensile strength of up to 250 ksi shall be permitted for longitudinal column reinforcement for seismic loading provided that it can be demonstrated through testing that the low-cycle fatigue properties are not inferior to normal reinforcing steels with yield strengths of 75 ksi or less.

C8.4.1 AASHTO LRFD Seismic 2010

High-strength reinforcement reduces congestion and cost, as demonstrated by Mander and Cheng (1999). However, it is important to ensure that the cyclic fatigue life is not inferior when compared with ordinary mild steel reinforcing bars. Mander, Panthaki, and Kasalanati, (1994) have shown that modern high-alloy prestressing threadbar steels can have sufficient ductility to justify their use in seismic design.

The modulus of toughness is defined as the area beneath the monotonic tensile stress–strain curve from initial loading (zero stress) to fracture.

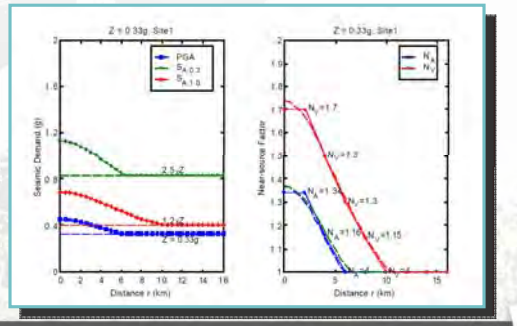
4 活動斷層之近域效應

活動斷層之近域效應

- 橋址鄰近活動斷層之地震力考量
  - 部份橋梁距離曾經引致大規模地震之第一類活動斷層較近，依據交通部「公路橋梁耐震設計規範」第2.5節之規定，本工程部份橋梁應考量活動斷層之近域效應
  - 獅潭及神卓山斷層
  - 新城斷層
  - 旗山斷層

中央地調所2010/5/10
公布最新活動斷層

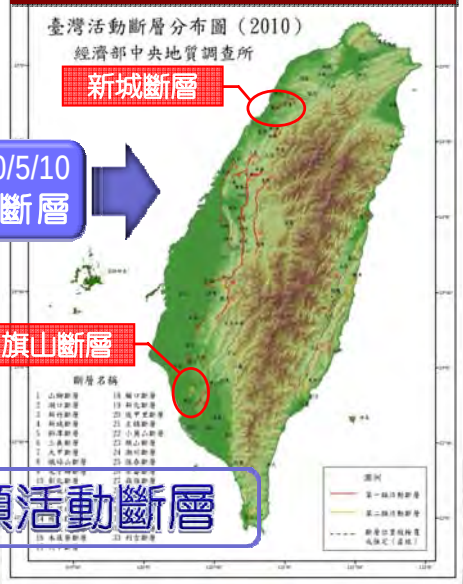
斷層近域調整因子



2010年新增第一類活動斷層

2000年版第一類活動斷層12條

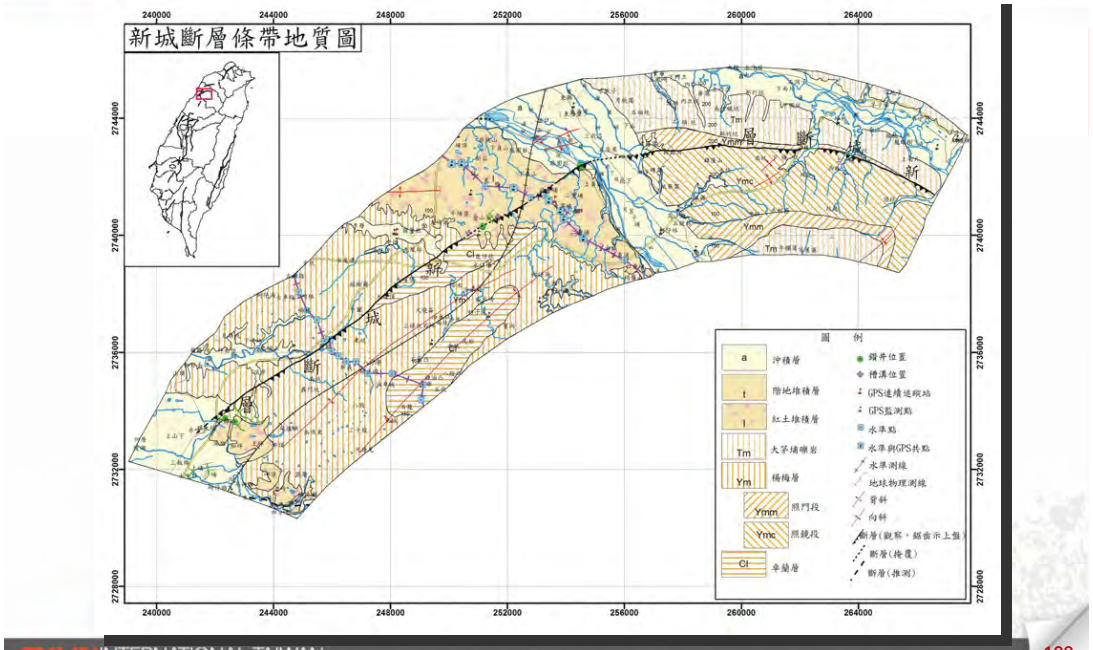
2010年版第一類活動斷層20條



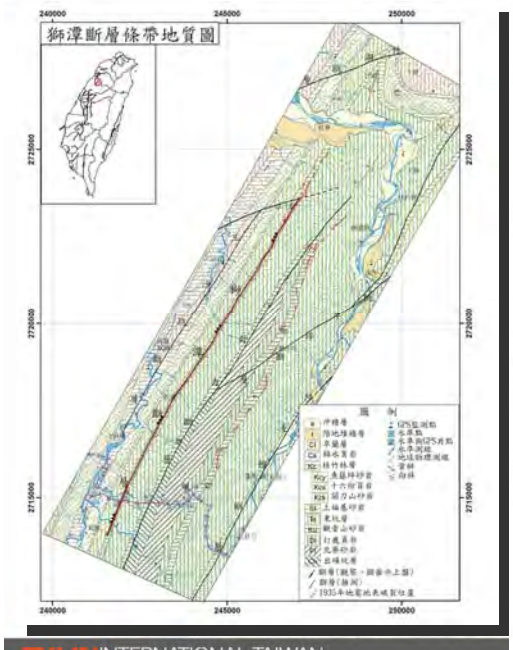
中央地調所2010/5/10
公布最新活動斷層

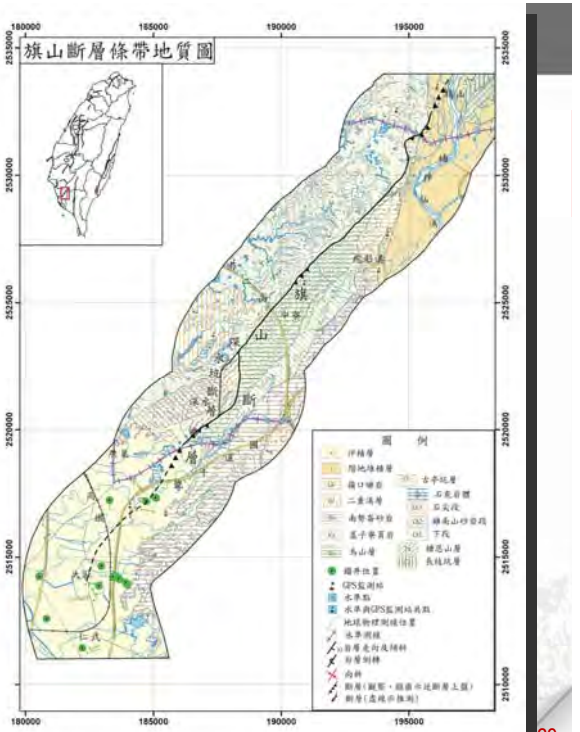
增列8條第一類活動斷層

新城斷層



獅潭斷層、旗山斷層





橋梁耐震補強之標準

斷層	距斷層200M內橋梁	近斷層橋梁
新城	1 座	95+12 座
旗山	0 座	10+2 座

考量橋梁近斷層效應
(N_A，N_V)

橋梁耐震補強之標準

- 橋址鄰近活動斷層之地震力考量
  - 設計地震等級：$Z_{475}=0.4S_S^D F_a N_A$ ， $N_A \geq 1$
  - 最大考量地震等級：$Z_{2500}=0.4S_S^M F_a N_A$ ， $N_A \geq 1$
  - S_S^D：震區短週期之設計水平加速度係數(0.8)
  - S_S^M：震區短週期之最大考量水平加速度係數(1.0)
  - F_a：反應譜等加速段之工址放大係數(1.0)
  - N_A：反應譜等加速段之近域效應調整因子，隨工址與斷層之水平距離r而改變
- 獅潭及神卓山斷層：N_A=1.14 , N_V=1.17 (設計地震)

現行規範：依行政分區 13 , N_V=1.21 (最大考量地震)

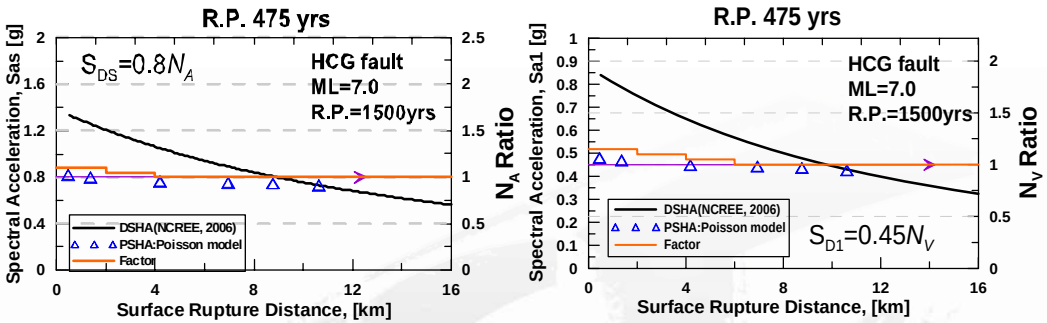
- 國震中心：建築物耐震設計規範近斷層地震力(草案)(100年9月)
- 獅潭(神卓山)斷層 (475年回歸期)

	r≦2km	2km<r≦5km	5km<r≦8km	8km<r≦10km	r>10km
N_A	1.28	1.20	1.10	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	1.33	1.27	1.10	1.00	不需考慮近斷層因子

- 獅潭(神卓山)斷層 (2500年回歸期)

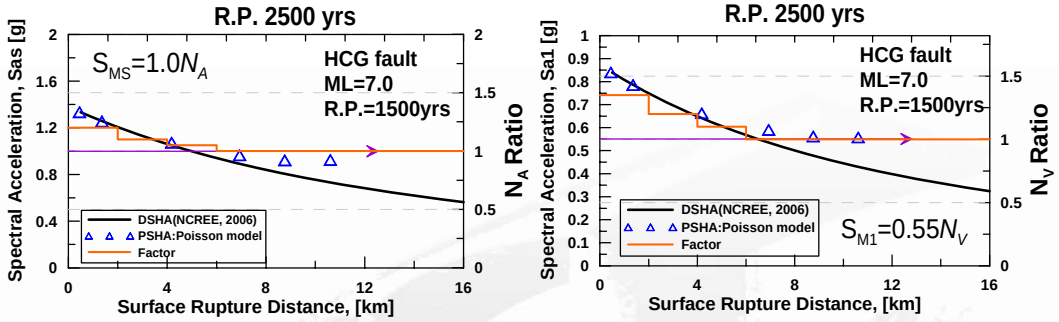
	r≦2km	2km<r≦5km	5km<r≦8km	8km<r≦10km	r>10km
N_A	1.26	1.18	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	1.42	1.32	1.15	1.00	不需考慮近斷層因子

- 新城斷層(475年回歸期)



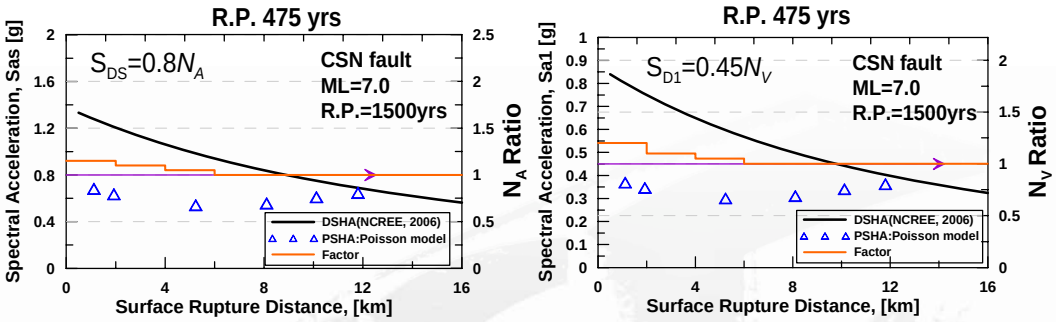
	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
N_A	1.10	1.05	1.00	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	1.15	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子

- 新城斷層(2500年回歸期)



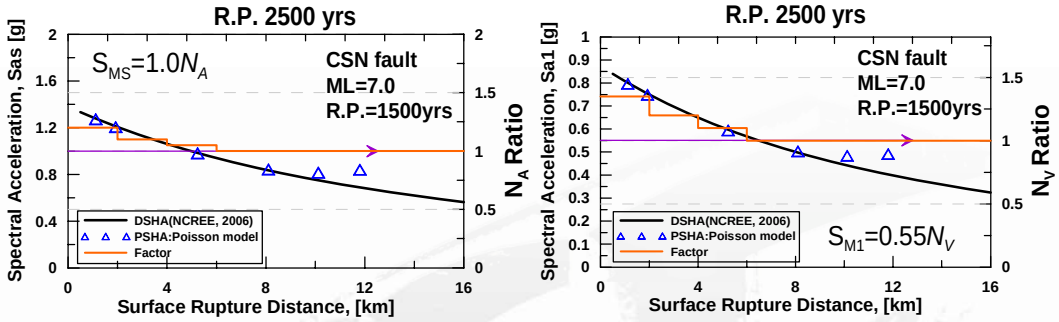
	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
N_A	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	1.35	1.20	1.10	1.00	不需考慮近斷層因子

- 旗山斷層(475年回歸期)



	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
N_A	1.15	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子

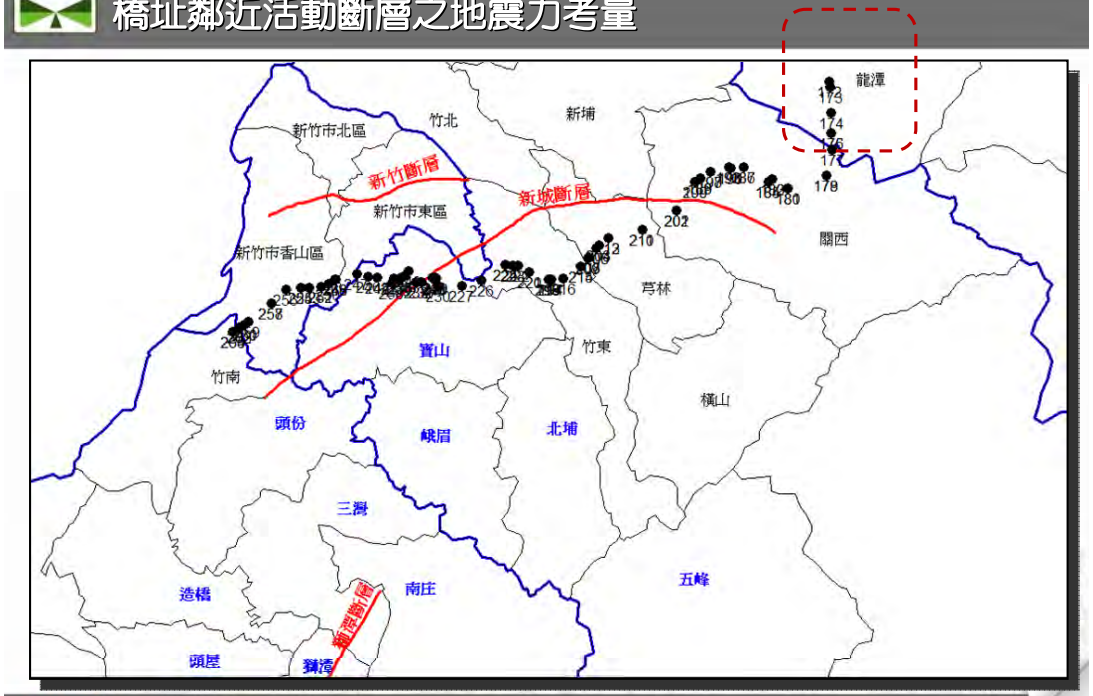
■ 旗山斷層(2500年回歸期)



	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
N_A	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	1.35	1.20	1.10	1.00	不需考慮近斷層因子

■ 國震中心：公路橋梁耐震設計規範近斷層地震力(草案)(100年9月)

第一類活動斷層名稱	設計地震		最大考量地震	
	N_A	N_V	N_A	N_V
1. 獅潭斷層	1.14	1.17	1.13	1.21
2. 屯子腳斷層	1.14	1.16	1.13	1.21
3. 車籠埔斷層	1.12	1.18	1.13	1.25
4. 梅山斷層	1.19	1.22	1.15	1.24
5. 大尖山斷層、觸口斷層	1.08	1.08	1.11	1.21
6. 新化斷層	1.12	1.08	1.15	1.15
7. 花東縱谷地區斷層 (米崙、瑞穗、玉里、池上與鹿野斷層)	1.21	1.29	1.16	1.29
8. 彰化、大甲、鐵砧山斷層	1.15	1.16	1.13	1.22
9. 大茅埔-雙冬斷層	1.15	1.16	1.11	1.23
10. 新城斷層	1.04	1.08	1.09	1.16
11. 三義斷層	1.04	1.08	1.09	1.16
12. 六甲斷層	1.05	1.08	1.05	1.12
13. 旗山斷層	1.08	1.09	1.09	1.16



■ 本計畫鄰近活動斷層之地震力

- ❖ 依據高公局技字第1006005961號函，工程規劃期末報告審查會議紀錄，七、結論：
  - ➢ 6. 關於「第一類活動斷層近域調整因子N_A與N_V」，請顧問公司參考目前研擬中最新的版本(草案)及現行規範行政區劃分法，兩者取較保守設值進行設計，以因應日後設計地震力之需求。」
- ❖ 現階段依據國震中心研擬「建築物耐震設計規範(依距離選定)與公路橋梁耐震設計規範(依行政分區單一值)」之草案建議值，採用兩者較保守值，進行耐震評估與補強設計，相關數值請參見附件一

5 地震與沖刷載重組合

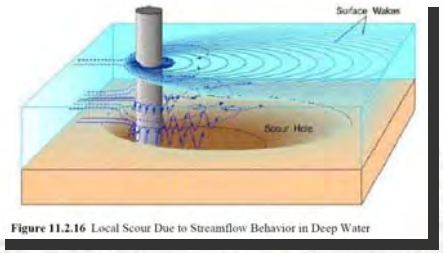


Figure 11.2.16 Local Scour Due to Streamflow Behavior in Deep Water

地震與沖刷載重組合

- 對於本計畫高速公路之河川橋，於耐震評估與補強設計時，就經濟性與安全性而言，如何考量地震力與最大沖刷深度兩種極端事件？
- 高公局「橋梁耐震評估及補強設計原則」(100年8月)
  - (二)基面之認定
  - 對會因洪水沖刷河床，其基面則設定於沖刷面之下
  - 依據AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges (2002)」第4.4.5.2節之規定，耐震評估時應考慮最大沖刷深度之50%

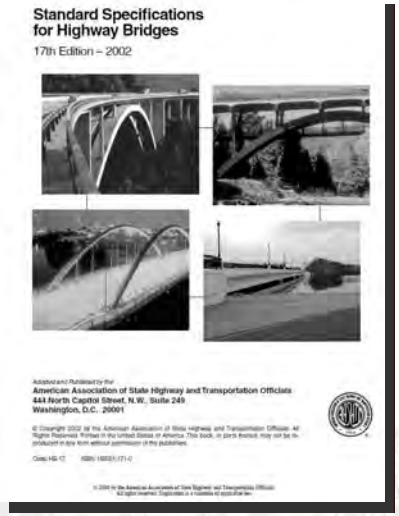
地震與沖刷載重組合

- 國工局「橋梁及結構工程設計注意事項」(91年3月)
  - 200年洪水頻率參數計算沖刷深度(地震載重取沖刷深度之1/2)
  - 長期沖刷深度應依橋梁壽齡合理考量
- 國工局「橋梁及結構工程設計注意事項」(97年12月)
  - 橋墩最大可能沖刷深度需依河川特性提出設計採用之洪水頻率參數計算，並經國工局同意後辦理。（地震載重取沖刷深度之1/2）
  - 橋墩最大可能沖刷深度並應依橋梁壽齡研判河道長期沖淤趨勢，酌予增加

地震與沖刷載重組合

- 國工局「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)2?1(100年8月)
  - C1.4 基面
  - 橋梁因沖刷或淤積，其基面會改變，設計時最好對基面可能的位置均檢核其安全性
  - 關於沖刷影響之考量，在設計地震時，除須考慮河床長期的沖刷外，局部沖刷部份，不必考慮最大洪水位之沖刷，但須考慮常水位之沖刷及最大洪水位沖刷後之回淤
  - 因沖刷與地震機率不同，原不應將其最大值相疊加。在台灣結構物受外力綜合影響之風險及其因子未能確立前，暫以局部沖刷值之一半考慮地震之影響

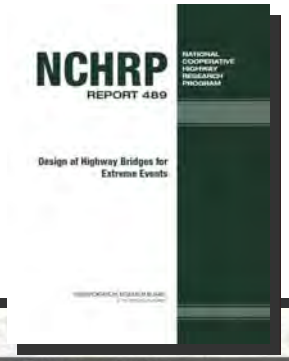
- AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges 」(2002)
  - 4.4.5.2 Scour Protection
  - …, Assume that only one-half of the maximum anticipated scour has occurred when designing for earthquake loading.



- NCHRP Report 489「Design of Highway Bridges for Extreme Events」(2003) (參見附件二)
  - Recommended Modifications To AASHTO LRFD BDS

- EXTREME EVENT VI

Load combination relating to earthquakes with scour.



This limit state includes water loads, WA and earthquakes in the presence of scour, SC. The probability of an earthquake occurring in the presence of the maximum scour depth is small. Therefore, consideration of using only 25% of design scour depth may be warranted. Similarly, consideration of basing water loads on mean discharges may be warranted.

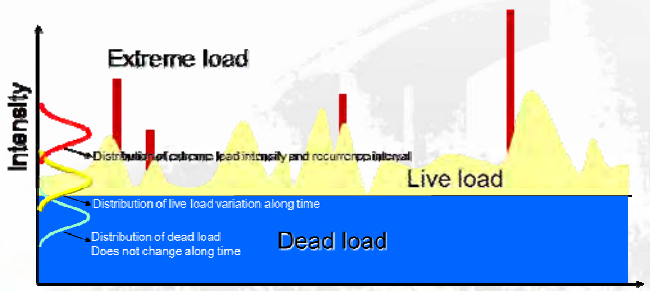
The presence of scour may increase the natural period of the bridge system and lead to lower inertial forces. Hence, the worst case scenario from Extreme Events I and VI should be utilized.

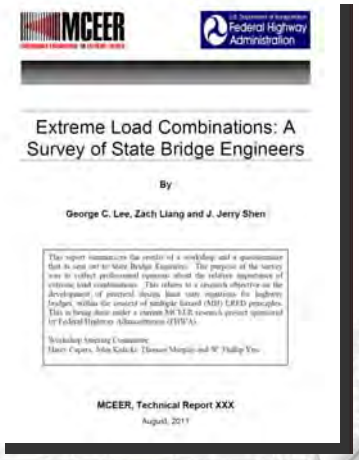
The calibration of the scour combination factors for Extreme Events III through VI has been performed by Ghosn, Moses and Wang (2003) for bridge foundations set in river channels assuming independence between scour and other extreme events.

Load Combination Limit State	DC DD DW EH EV ES	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU CR SH	TG	SE	EQ	IC	CT	CV	SC
STRENGTH-I	γ_P	1.75	1.00	-	-	1.00	0.50/ 1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
STRENGTH-II	γ_P	1.35	1.00	-	-	1.00	0.50/ 1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
STRENGTH-III	γ_P	-	1.00	1.40	-	1.00	0.50/ 1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
STRENGTH-IV EH, EV, ES, DW, DC ONLY	γ_P 1.5	-	1.00	-	-	1.00	0.50/ 1.20	–	–	-	-	-	-	-
STRENGTH-V	γ_P	1.00	1.00	1.20	1.20	1.00	0.50/ 1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
EXTREME EVENT -I	γ_P	0.25	1.00	-	-	1.00	-	–	–	1.00	-	-	-	-
EXTREME EVENT-II	γ_P	0.25	1.00	0.30	-	1.00	-	–	–	-	1.00	1.00	1.00	-
EXTREME EVENT-III	γ_P	1.75	1.00	-	-	1.00	-	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	1.80
EXTREME EVENT-IV	γ_P	-	1.00	1.40	-	1.00	-	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	0.70
EXTREME EVENT-V	γ_P	-	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	0.60
EXTREME EVENT-VI	γ_P	-	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	0.25
SERVICE-I	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00/ 1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
SERVICE-II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/ 1.20	-	-	-	-	-	-	-
SERVICE-III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/ 1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
FATIGUE – LL, IM & CE ONLY	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

MULTI-HAZARD LRFD: EXTREME LOAD LIMIT STATES

Jerry Shen, Zach Liang, and George C. Lee



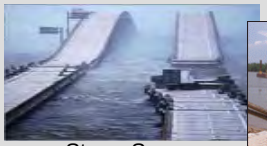


Currently considered extreme events

Scour

Earthquake

Wind


Storm Surge

Vessel collision

Vehicular collision

Fire John Huseby, Caltrans

Landslide/debris flow

Purpose

- Identifying significant extreme loads and corresponding limit states.
- Understanding the impact from extreme loads to bridge design.
- Assisting development of sensible design guidelines:
  - More reliable safety (risk) assessment — safety
  - No additional cost in general — economics
  - Avoid complex design procedure — simplicity

Extreme loads in current design

	Status in AASHTO LRFD
Dead Load	Calibrated
Live Load	Calibrated
Earthquake	Included (Guidespec), but not completely calibrated
Scour	Not in LRFD framework
Wind	Integrated in AASHTO LRFD strength limit state, not completely calibrated
Fire	New giudance information available from NCHRP study
Vessel Collision	Structurally consistent with LRFD, but not calibrated consistently
Vehicular Collision	Rough estimate based on limited data
Storm Surge	New Guidespec provide design procedures
Debris Flow	Provisions on debris raft (part of WA)

Limit states consisting of extreme loads

AASHTO LRFD

- Failure due to extreme wind and low traffic
- Failure due to moderately high wind with regular traffic
- Concrete stress control under moderately high wind with regular traffic
- Crack control under high wind and low traffic
- Failure due to earthquake with project-specific traffic
- Failure due to moderate earthquake, high wind, and low traffic
- Failure due to moderate earthquake, moderately high wind, and normal traffic
- …
- …

Potential MH limit states

Factors not calibrated
Further reduction in number expected in regional design procedures

- Large number of combinations with multiple extreme loads.
- Extreme events with different return period may require different limit states.
- Most extreme loads combine with dead load and live load (example of exceptions: fire, aerodynamic).
- Samples of potential limit states (from specifications, research recommendations, and other conceivable conditions):

Strength:

1.25DC+1.5DW+1.0WA+1.4WS	Wind (AASHTO LRFD Strength III)
1.25DC+1.5DW+1.0WA+1.33×1.35LL+0.4WS+1.0WL	Wind (AASHTO LRFD Strength V)
1.25DC+1.5DW+1.0WA+1.33×1.0LL+1.2WS+1.2WL	Wind (NCHRP 489 Strength V)

Extreme/Ultimate

1.25DC+1.5DW+1.0WA+1.33×1.75LL@1.8SC_{100}	Scour (NCHRP 489)
1.25DC+1.5DW@2.0SC_{100}	Scour (NCHRP 489)
γ_{pDC}DC+γ_{pDW}DW+1.0WA@1.0SC_{500}	Scour (HEC-18 superflood overtopping)
1.25DC+1.5DW+1.0WS_{100}	Wind (Aerodynamic evaluation)
1.0DC+1.0DW+1.0$WS_{10,000}$	Wind (flutter/galloping for cable-supported bridges)
1.25DC+1.5DW+1.33×0.5LL+1.0CT	Vehicular collision (AASHTO LRFD Extreme II)
0.9DC+0.65DW+1.0WA+1.33×1.75×0.4LL+EQ_{500}	Earthquake (corresponding to approx. mean truck load)
1.25DC+1.5DW+1.33×0.25LL+1.0EQ_{2500}	Earthquake (NCHRP 489 Extreme I)
1.25DC+1.5DW+1.33×γ_{LL}LL+1.0EQ_{100} at LA)	Earthquake ("expected earthquake" approx. 0.25g PGA

MH limit states (cont.)

1.25DC+1.5DW+1.33×0.5LL+1.0CV	Vessel collision (AASHTO LRFD Extreme II)
1.25DC+1.5DW+1.33×0.5LL+1.0DF	Debris flow
0.9DC+0.65DW+1.0WA+1.4WS@0.7SC_{100}	Scour+Wind (NCHRP 489)
1.25DC+1.5DW+1.0CV@0.6SC_{100}	Scour+Vessel collision (NCHRP 489)
1.25DC+1.5DW+1.0EQ2500@0.25SC_{100}	Scour+Earthquake (NCHRP 489)
1.25DC+1.5DW+1.33×0.5LL+1.0IC	Ice (AASHTO LRFD Extreme II)
1.25DC+1.5DW+1.33×1.35LL+0.5TG_{Fire}@Fire	Fire (starting of fire, low temperature)
1.25DC+1.5DW+1.33×0.4LL+1.0TG_{Fire}@Fire	Fire (early stage, low temperature)
1.25DC+1.5DW@Fire	Fire (late stage, high temperature)
1.25DC+1.5DW+1.0$WA_{1000-2500}$+1.0$WS_{1000-2500}$	Extreme wind+Surge (Transit NZ)
1.25DC+1.5DW+1.33×0.4LL+1.0CT+1.4WS_{50}	Wind+Vehicular collision
1.25DC+1.5DW+1.0WA+1.33×0.4LL+1.0CV+1.06WS_{50}	Wind+Vessel collision
1.25DC+1.5DW+1.0WA100+1.33×0.4LL+1.0WS50 @SC_{100}	Scour+Storm surge+Wind
1.25DC+1.5DW+1.0WA+1.33×0.4LL+1.0CV+1.0WS50 @SC_{100}	Scour+Vessel collision+Wind

Extreme/service

1.0DC+1.0DW+1.0WA+1.33×1.75LL@1.0SC_{10}	Scour (frequent flood)
1.0DC+1.0DW+1.0WA+0.7WS	Wind (AASHTO LRFD Service IV)
1.0DC+1.0DW+1.33×1.0LL+1.0EQ_{10} PGA at LA)	Earthquake (very frequent small earthquake, approx. 0.08g

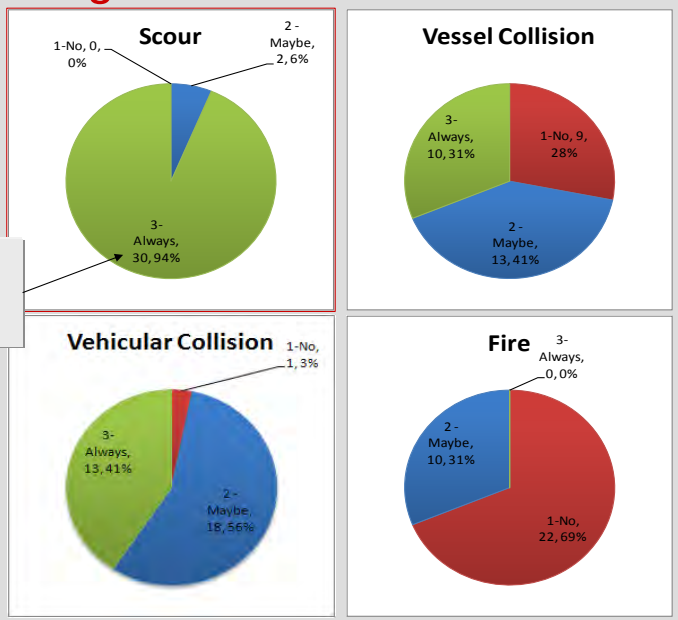
Reduction of design complexity

- Develop consistent design formulation for all considered extreme events under LRFD framework.
- Reduce the number of limit states and load combinations that required checking during bridge design.
  - Identify states or other geographic subsets of the nation that share similar patterns on bridge loads.
  - Identify critical (dominant) limit states in each region.
  - Experience from bridge owners is one of the important factors.

Multihazard Bridge Design Survey

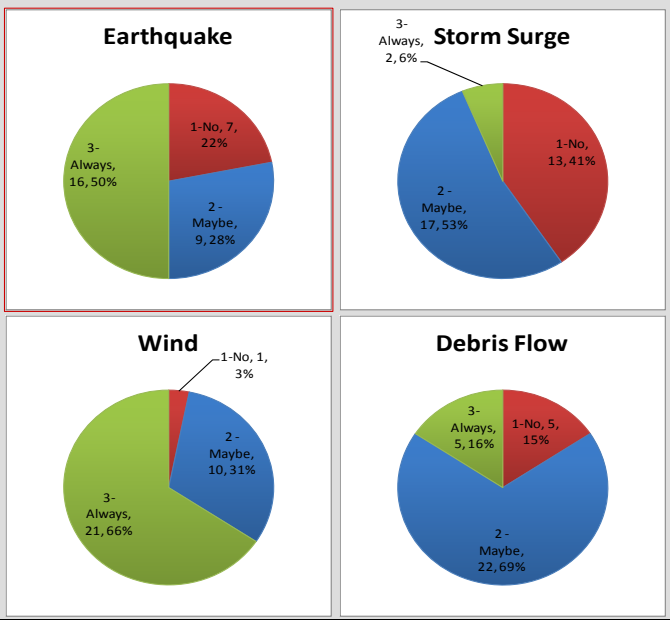
- Purpose
  - To identify significant extreme load combinations in practice.
  - To assist establishing and improving regional sets of limit states.
- Response
  - 34 states responded
  - 1: not considered = 0 point
  - 2: consider = 50 points
  - 3: always consider = 100 points

Typical bridges

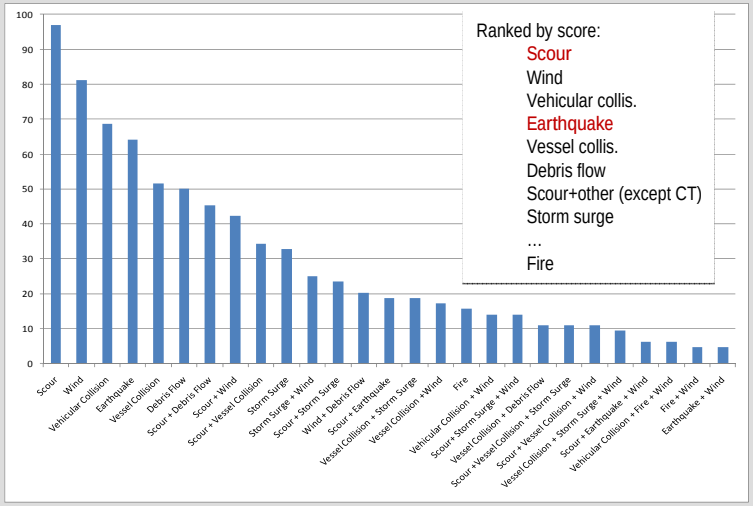


"30, 94%" means: 30 states (94% of respondent) gave this answer.

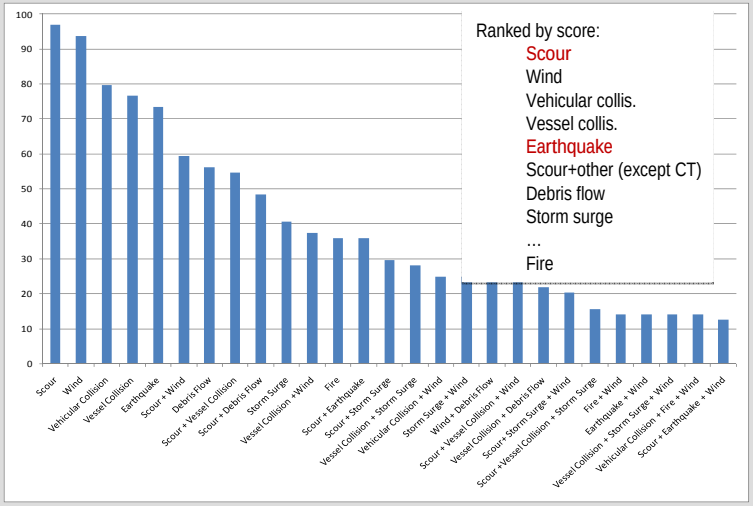
Typical bridges



Single/concurrent event, typical bridges

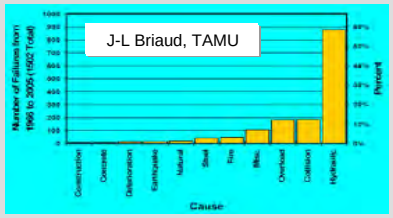


Single/concurrent event, special bridges



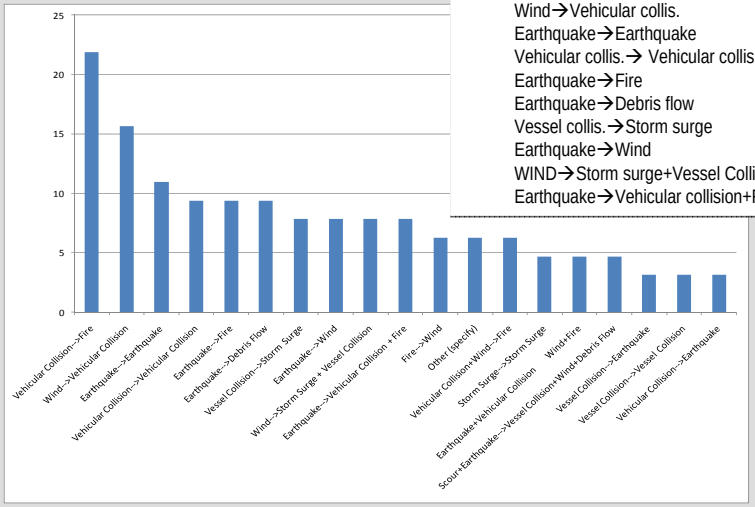
Causes of bridge collapse

- This survey--Typical
  - Scour
  - Wind
  - Vehicular Collision
  - Earthquake
  - Vessel Collision
  - Debris Flow
  - Scour + Debris Flow
  - Scour + Wind
  - Scour + Vessel Collision
  - Storm Surge
  - Storm Surge + Wind
  - Scour + Storm Surge
  - Wind + Debris Flow
  - Scour + Earthquake
  - Vessel Collision + Storm Surge
  - Vessel Collision +Wind
  - Fire
  - Vehicular Collision + Wind
  - Scour+ Storm Surge + Wind
  - Vessel Collision + Debris Flow
  - Scour +Vessel Collision + Storm Surge
  - Scour + Vessel Collision + Wind
  - Vessel Collision + Storm Surge + Wind
  - Scour + Earthquake + Wind
  - Vehicular Collision + Fire + Wind
  - Fire + Wind
  - Earthquake + Wind
- This survey--Special
  - Scour
  - Wind
  - Vehicular Collision
  - Vessel Collision
  - Earthquake
  - Scour + Storm Surge
  - Debris Flow
  - Scour + Wind
  - Storm Surge
  - Vessel Collision + Storm Surge
  - Fire
  - Scour + Vessel Collision
  - Scour + Earthquake
  - Scour + Debris Flow
  - Vessel Collision + Debris Flow
  - Scour + Vessel Collision + Wind
  - Storm Surge + Wind
  - Earthquake + Wind
  - Vessel Collision +Wind
  - Scour+ Storm Surge + Wind
  - Fire + Wind
  - Scour +Vessel Collision + Storm Surge
  - Scour + Earthquake + Wind
  - Vehicular Collision + Fire + Wind
  - Vehicular Collision + Wind
  - Vessel Collision + Storm Surge + Wind
  - Wind + Debris Flow
- 79 bridge failures during 1951-88 (Harik et al, 1990)
  - 19 by ship collision
  - 11 by truck collision
  - 8 by flood
  - 6 by scour/erosion
  - 6 by train collision
  - 6 by age
  - 4 by fuel-tanker trucks exploding or burning next to bridges
  - 4 by soil and debris
  - 3 by wind
  - 2 by freeze
  - 3 by multiple natural hazard
  - 2 by overweight
  - 1 by blasting
  - Short-span bridge failure not reported nationally:
    - 21/33 by overweight
    - 5/33 vehicular collision



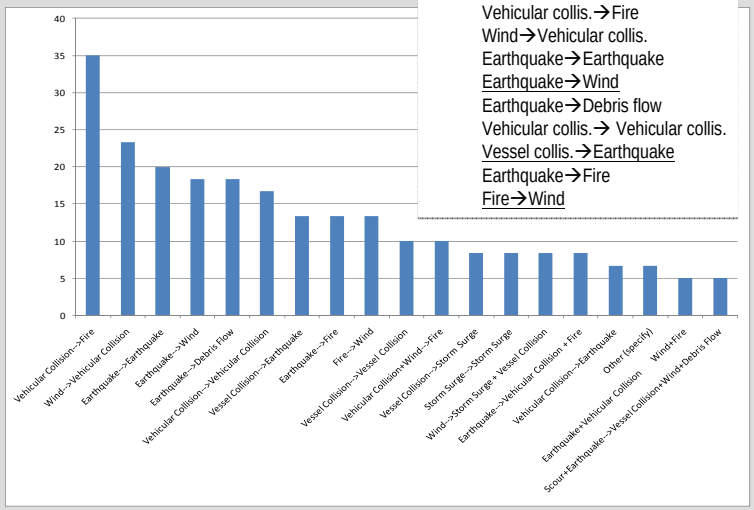
Cascading events, typical bridges

Ranked by score:
- Vehicular collis.→Fire
- Wind→Vehicular collis.
- Earthquake→Earthquake
- Vehicular collis.→ Vehicular collis.
- Earthquake→Fire
- Earthquake→Debris flow
- Vessel collis.→Storm surge
- Earthquake→Wind
- WIND→Storm surge+Vessel Collision
- Earthquake→Vehicular collision+Fire

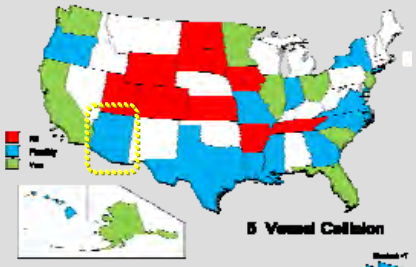


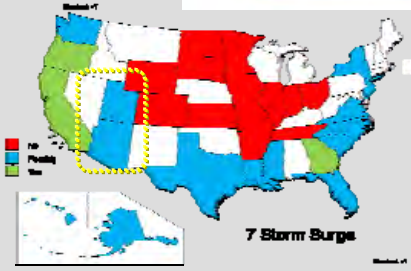
Cascading events, special bridges

Ranked by score:
- Vehicular collis.→Fire
- Wind→Vehicular collis.
- Earthquake→Earthquake
- Earthquake→Wind
- Earthquake→Debris flow
- Vehicular collis.→ Vehicular collis.
- Vessel collis.→Earthquake
- Earthquake→Fire
- Fire→Wind

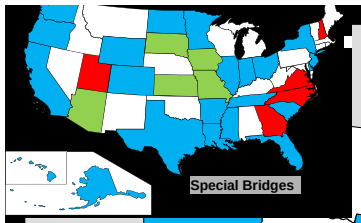


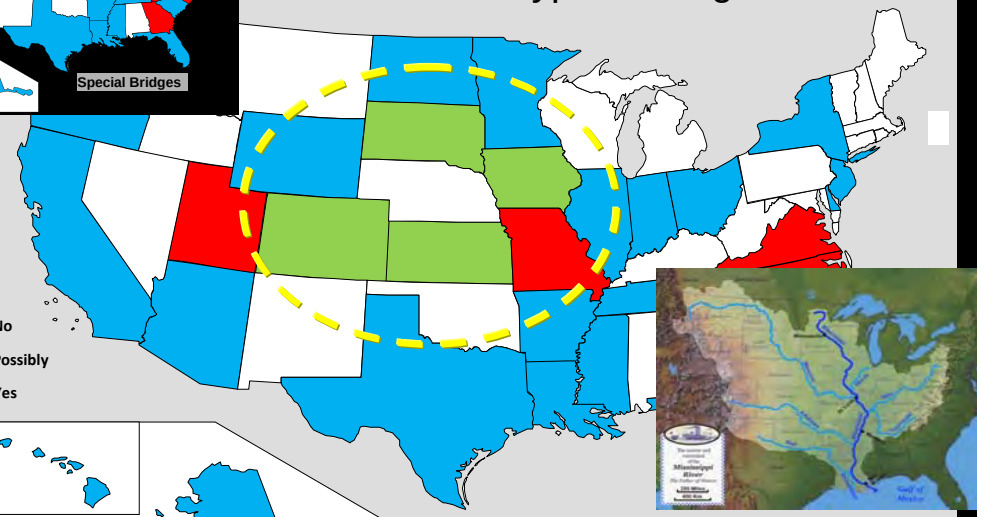
River and coastline





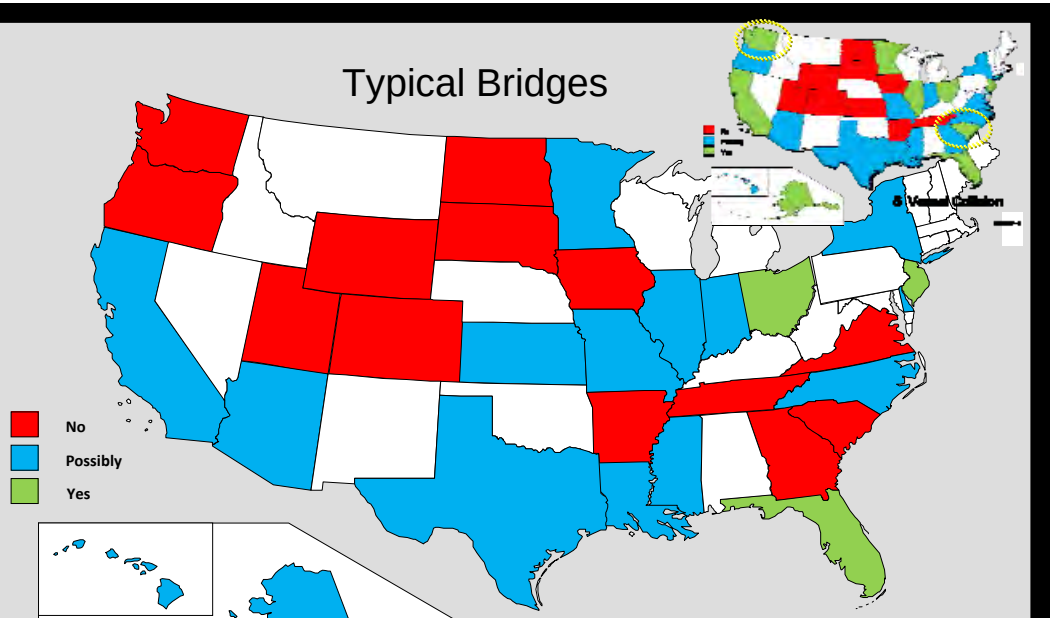
Typical Bridges





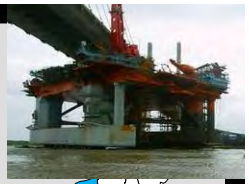
1 Scour + Debris Flow

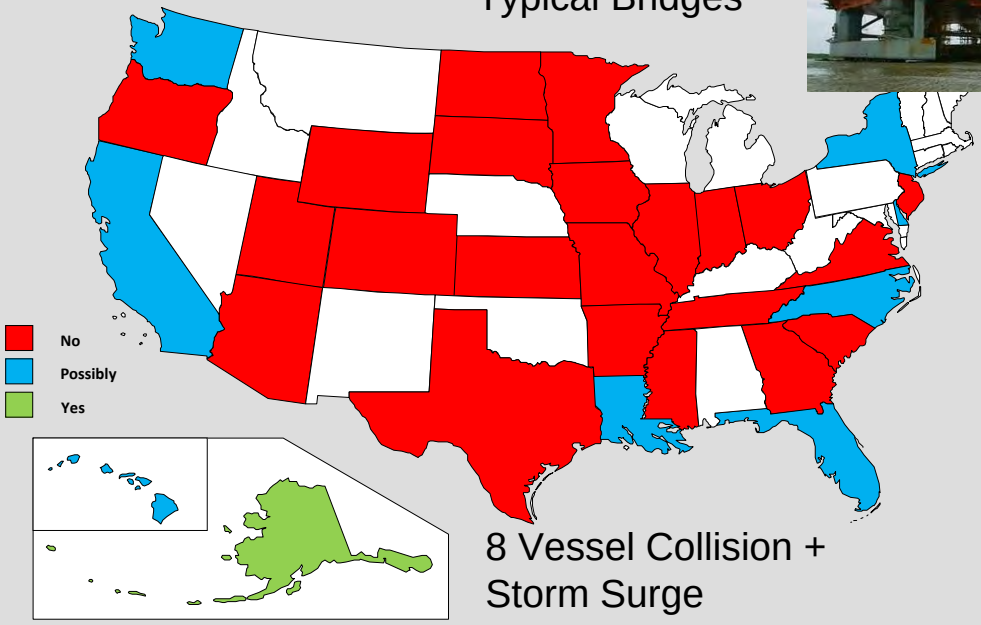
Typical Bridges



3 Scour + Vessel Collision

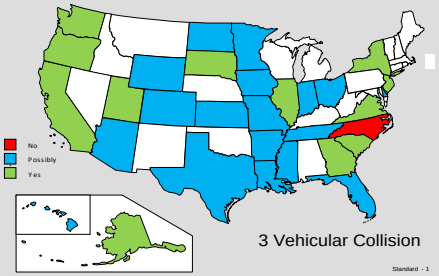
Typical Bridges



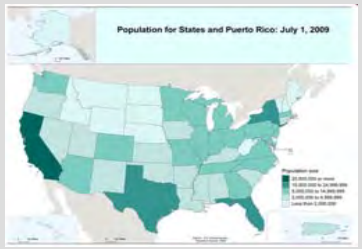


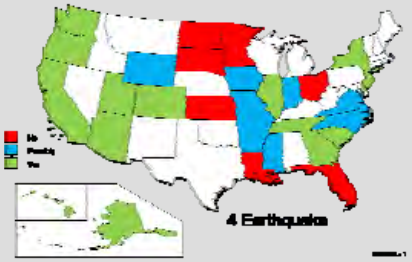
8 Vessel Collision + Storm Surge

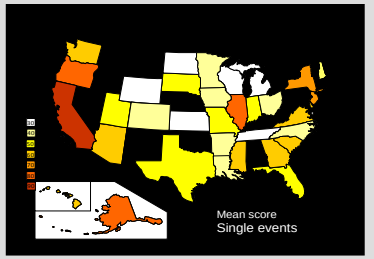
Potential effect from population (traffic volume)



3 Vehicular Collision





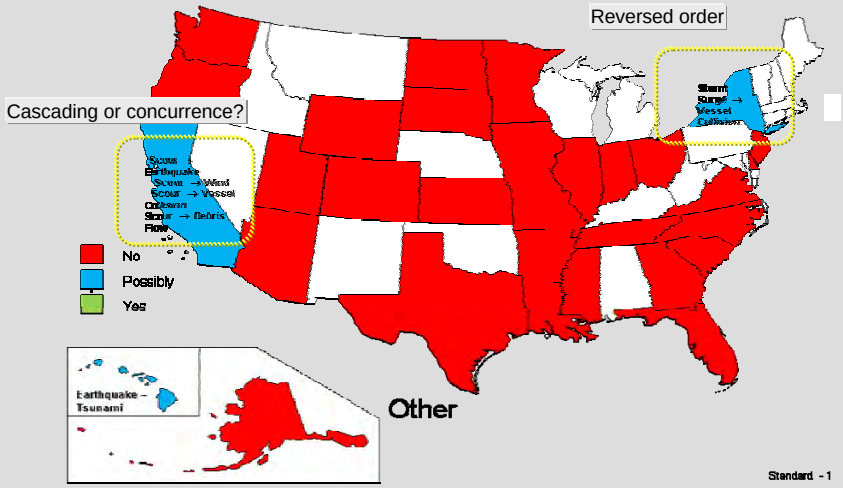


Exceptions: states with significant multiple hazards—OR, SC, MS)

Managing cascading effect

- Minor cascading effect can last through the remaining service life.
- Major cascading effect can last through an inspection or maintenance cycle.
- There is currently no clear provision on managing cascading effect.
- Significance of cascading effect and potential research approach will be further studied.

Cascading events



The questionnaire does not distinguish order of cascading events, but order may be important for some combinations.

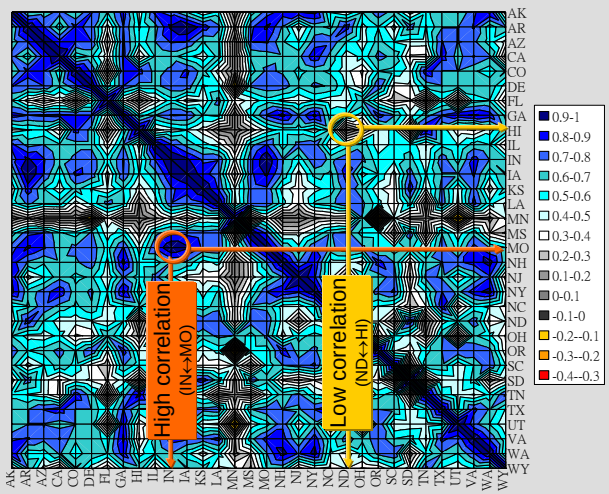
Brief summary for comments

- Extreme loads related to bridge type/function
  - Logical relation among the concurrent or cascading events is important.
  - Only long span bridges are subject to vessel collision.
  - Assume greater wind load than normal design (extreme vs $1.4WS_{50}$).
  - 2-span typical bridges CANNOT be over navigable water.
- Concerns of design complexity and cost
  - Avoid designing for very rare concurrent events.
  - Design guidance for scoured bridge is needed.
  - Normally, bridges only need to be designed for controlling event in the concurrent or cascading sets. One load often dominate design for concurrent loads.
  - Complexity in design specifications is undesirable.
  - Current scour design is too conservative. NCHRP 489 is helpful in reducing this effect.
  - In practice, multihazard design is sometimes only used for special bridges.
  - Concurrent or cascading events should be considered for high-price projects.

Brief summary for comments (cont.)

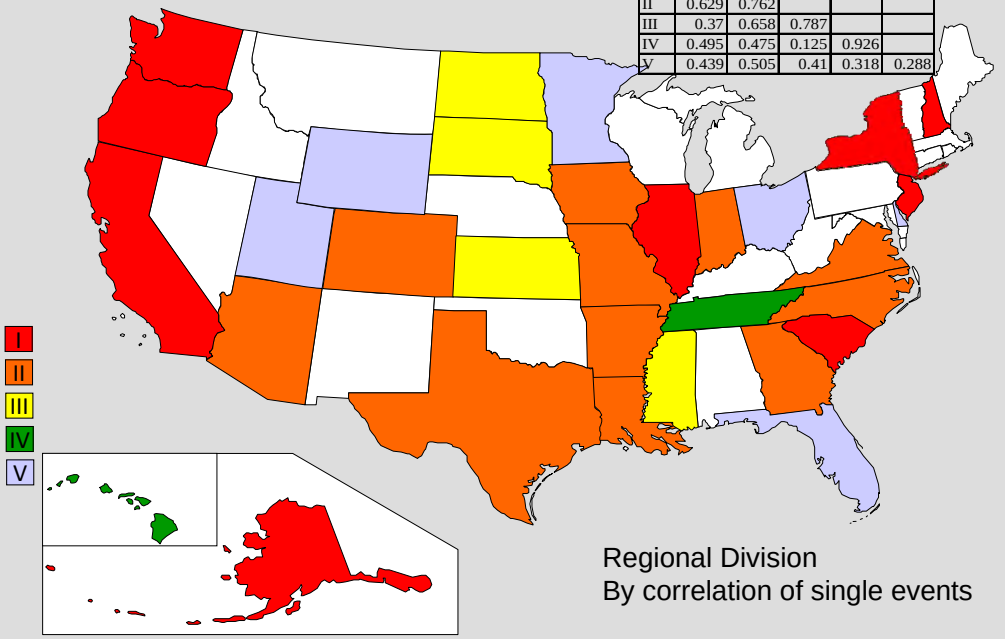
- Classification/definition
  - Regional boundaries may be different from state boundaries.
  - Short-medium vs. short and medium span (1 vs. 2 categories).
  - Scour is considered cascading in some responses.
  - Cascading: Initial event(s) weaken the bridge.
  - Cascading: occurrence of one load increases the likelihood of another.
  - Type, ADT, detour length are factors.
  - Special bridge life>75 yr.
  - How are wind, surge, tsunami, hurricane distinguished from each other.
- Mitigation methods that are not in design
  - Bridges are often closed, shored, or repaired between cascading events.
  - Some of the answers “2” mean the problem is eliminated by design or avoidance
- Recommended actions
  - A survey of actual multiple events should be undertaken.
  - Redundancy is an important factor in LRFD calibration.
  - Light rail on special bridges and train collision may be considered.
  - Blast is an important concern for several states.
  - More parameters need to be provided to vehicular collision.
  - Consider adjusting or reducing reliability index (beta) for concurrent/cascading events.

Correlation between states (single events)



Correlation between groups (national: 0.55)

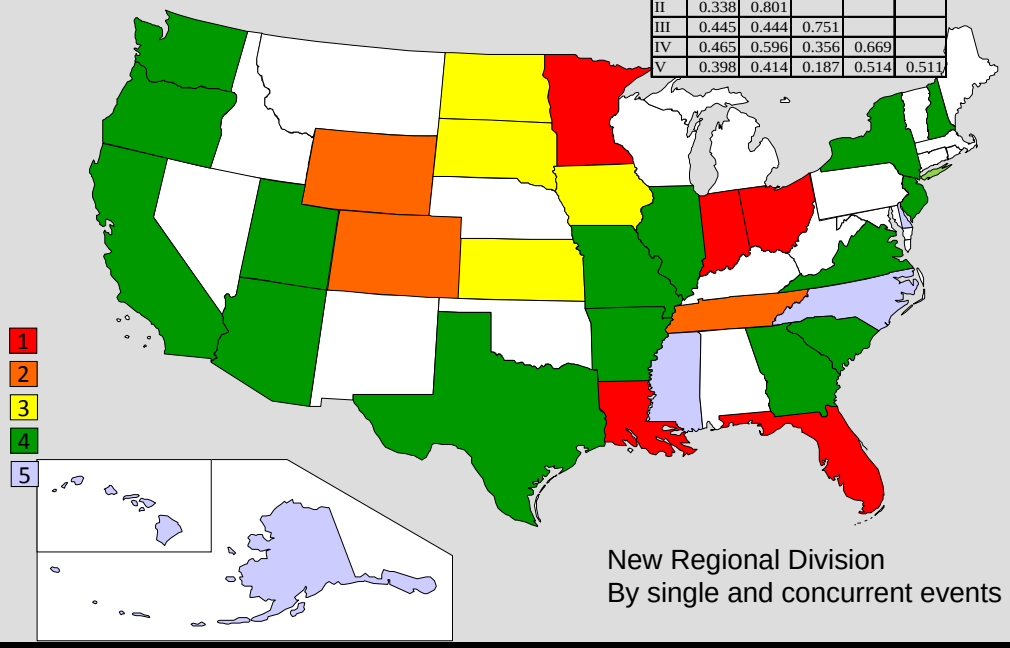
	I	II	III	IV	V
I	0.738				
II	0.629	0.762			
III	0.37	0.658	0.787		
IV	0.495	0.475	0.125	0.926	
V	0.439	0.505	0.41	0.318	0.288



Regional Division
By correlation of single events

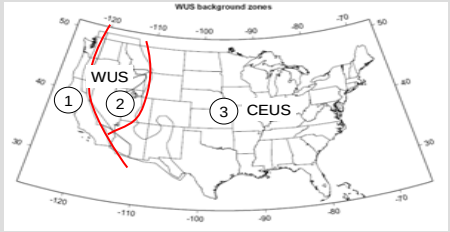
Correlation between groups (national: 0.50)

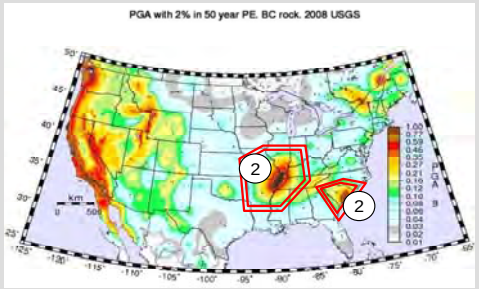
	I	II	III	IV	V
I	0.583				
II	0.338	0.801			
III	0.445	0.444	0.751		
IV	0.465	0.596	0.356	0.669	
V	0.398	0.414	0.187	0.514	0.511



New Regional Division
By single and concurrent events

Potential classification by seismicity





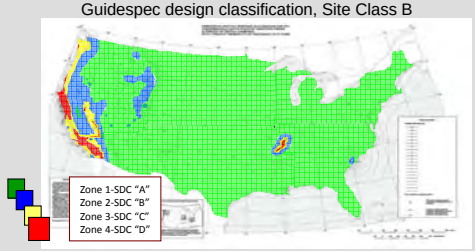
1 High seismicity

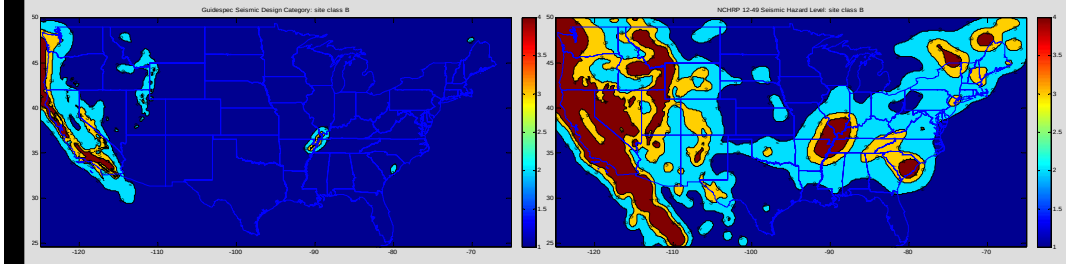
2 Special areas:
High long-term seismicity

3 Low seismicity

Short-term and long-term seismic risk

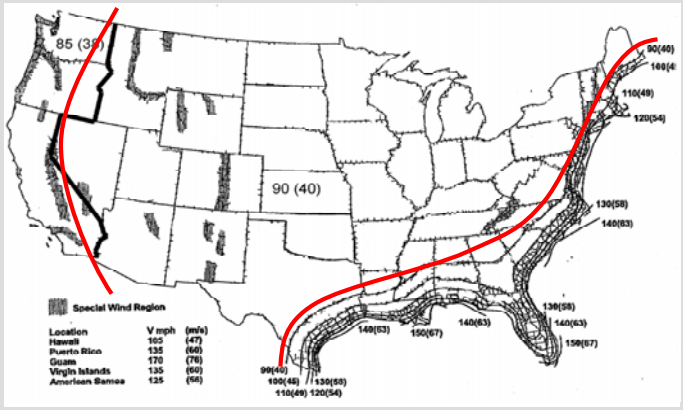
Guidespec design classification, Site Class B





Classification by basic wind speed

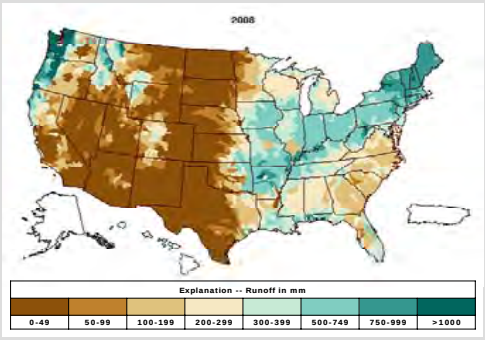
- The west-coastal 85-mph wind area roughly coincides with the seismicity area (1).
- East coast hurricane zone wind storms have different duration and recurrence parameters than those of inland wind zone.



Major Inland Waterways—high risk in significant bridge damage by vessel collision

Scour hazard

- Higher discharge potentially leads to more severe scour, but it also strongly depends on local conditions. Greater runoff does not directly translate to more severe scour.
- Probabilistic-based scour hazard assessment is not readily available.
- Live-bed scour hole refills within hours or days while clear-water scour hole may last very long (HEC18).



Potential regional simplification

- To make it practical in design using the large set of limit states, a procedure to choose dominant limit states by region may be developed.

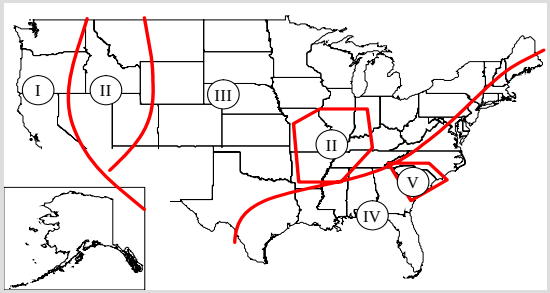
I: High seismicity, non-hurricane coastal wind

II: Long-term high seismicity, Inland wind

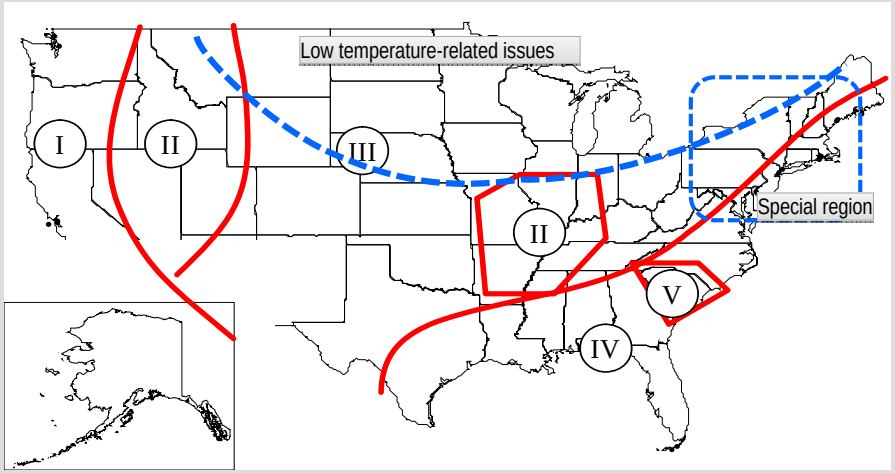
III: Inland wind

IV: Hurricane zone

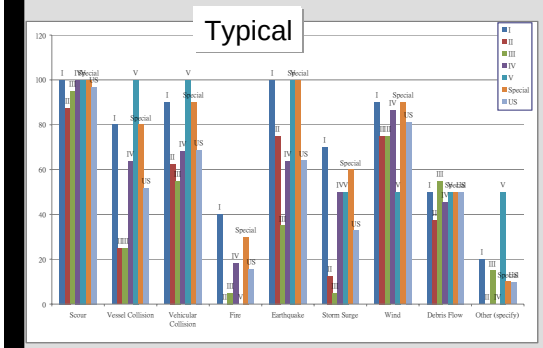
V: Long-term high seismicity, hurricane zone

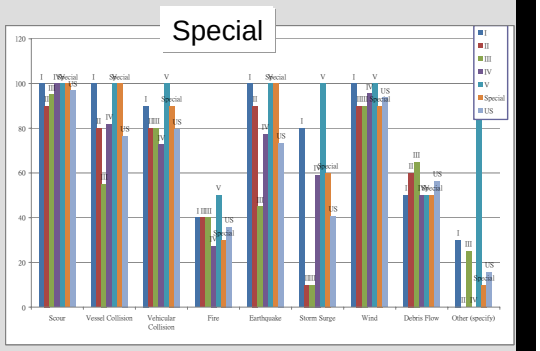


Potential additional boundaries



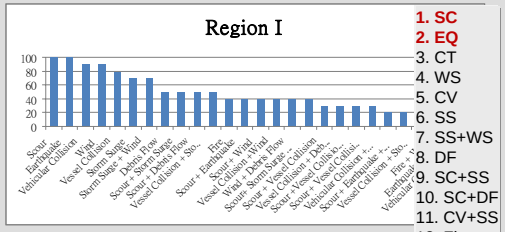
Regional comparison—single events



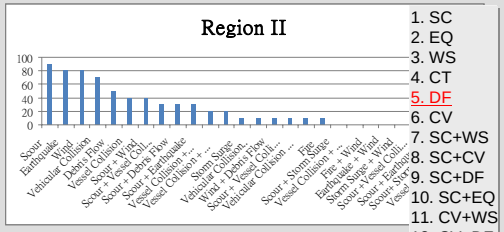


Typical bridges—Single/concurrent events

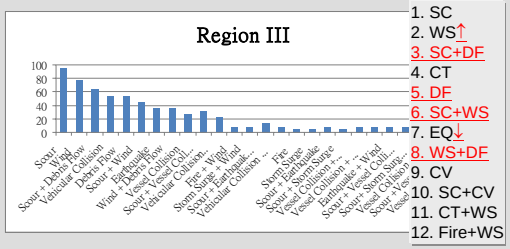
Common for all regions: SC, WS, CV, CT, EQ



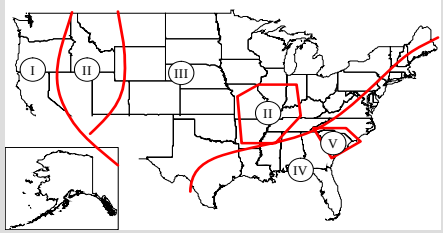
1. SC
2. EQ
3. CT
4. WS
5. CV
6. SS
7. SS+WS
8. DF
9. SC+SS
10. SC+DF
11. CV+SS
12. Fire



1. SC
2. EQ
3. WS
4. CT
5. DF
6. CV
7. SC+WS
8. SC+CV
9. SC+DF
10. SC+EQ
11. CV+WS
12. CV+DF

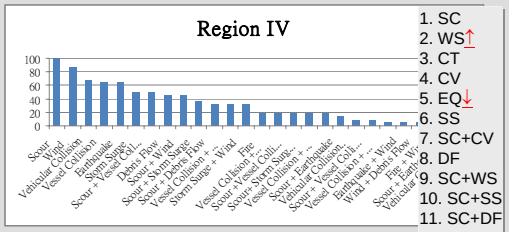


1. SC
2. WS↑
3. SC+DF
4. CT
5. DF
6. SC+WS
7. EQ↓
8. WS+DF
9. CV
10. SC+CV
11. CT+WS
12. Fire+WS

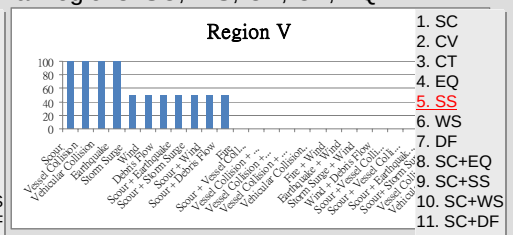


Typical bridges—
Single/concurrent events

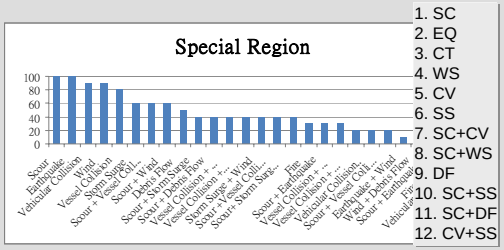
Common for all regions: SC, WS, CV, CT, EQ



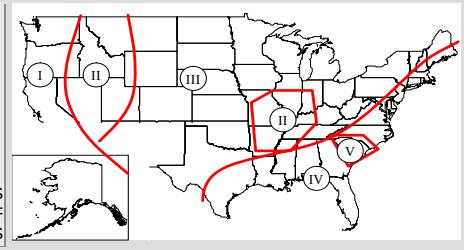
1. SC
2. WS↑
3. CT
4. CV
5. EQ↓
6. SS
7. SC+CV
8. DF
9. SC+WS
10. SC+SS
11. SC+DF
12. CV+SS



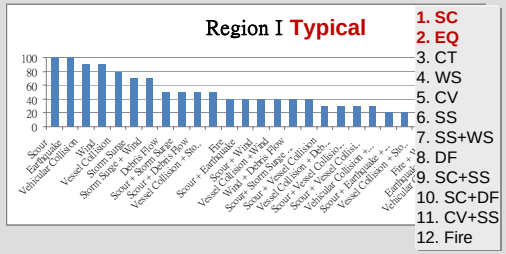
1. SC
2. CV
3. CT
4. EQ
5. SS
6. WS
7. DF
8. SC+EQ
9. SC+SS
10. SC+WS
11. SC+DF
12. Fire



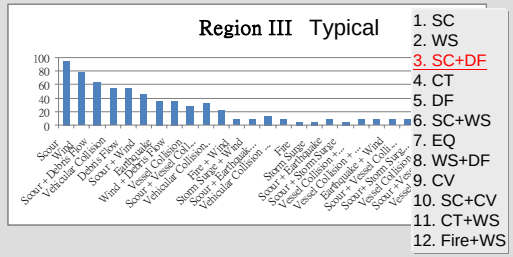
1. SC
2. EQ
3. CT
4. WS
5. CV
6. SS
7. SC+CV
8. SC+WS
9. DF
10. SC+SS
11. SC+DF
12. CV+SS



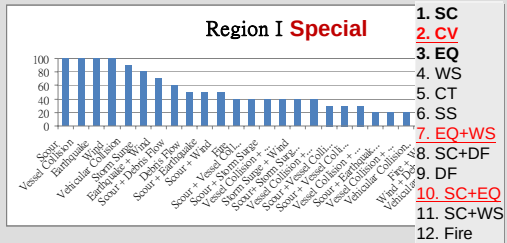
Typical vs. Special Bridges



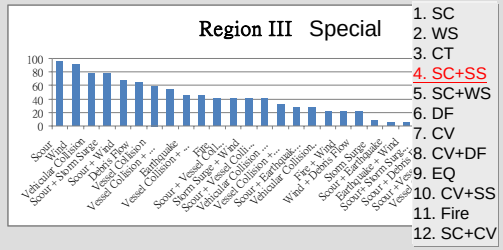
1. SC
2. EQ
3. CT
4. WS
5. CV
6. SS
7. SS+WS
8. DF
9. SC+SS
10. SC+DF
11. CV+SS
12. Fire



1. SC
2. WS
3. SC+DF
4. CT
5. DF
6. SC+WS
7. EQ
8. WS+DF
9. CV
10. SC+CV
11. CT+WS
12. Fire+WS



1. SC
2. CV
3. EQ
4. WS
5. CT
6. SS
7. EQ+WS
8. SC+DF
9. DF
10. SC+EQ
11. SC+WS
12. Fire



1. SC
2. WS
3. CT
4. SC+SS
5. SC+WS
6. DF
7. CV
8. CV+DF
9. EQ
10. CV+SS
11. Fire
12. SC+CV

Regional approach summary

- Region I: AK, CA, HI, OR, WA
- Region II: ID, IL, IN, KY, MO, MT, NV, TN, UT
- Region III: AR, AZ, CO, IA, KS, MI, MN, ND, NE, NM, OH, OK, PA, SD, VT, WI, WV, WY
- Region IV: AL, CT, DC, DE, FL, GA, LA, MA, MD, ME, MS, NC, NH, NJ, NY, PR, RI, TX, VA
- Region V: SC
- Special Region: NY, NH, NJ, DE, CA, ...
- Extreme loads shared by all regions (parameters/combinations may vary): SC, WS, CV, CT, EQ

Common Limit States:

Potential hazard include scour, wind, vessel collision, vehicular collision, and earthquake.

Factors not calibrated
Further reduction in number expected

Strength:

1. $1.25DC+1.5DW+1.0WA+1.33\times1.75LL$	Non-extreme (AASHTO LRFD Strength I)
2. $1.25DC+1.5DW+1.0WA+1.4WS$	Wind (AASHTO LRFD Strength III)
3. $1.25DC+1.5DW+1.0WA+1.33\times1.35LL+0.4WS+1.0WL$	Wind (AASHTO LRFD Strength V)
4. $1.25DC+1.5DW+1.0WA+1.33\times1.0LL+1.2WS+1.2WL$	Wind (NCHRP 489 Strength V)

Extreme/Ultimate

• $1.25DC+1.5DW+1.0WA+1.75LL@1.8SC_{100}$	Scour (NCHRP 489)
1. $1.25DC+1.5DW@2.0SC_{100}$	Scour (NCHRP 489)
2. $\gamma_{pDC}DC+\gamma_{pDW}DW+1.0WA@1.0SC_{500}$	Scour (HEC-18 superflood overtopping)
3. $1.25DC+1.5DW+1.0WS_{100}$	Wind (Aerodynamic evaluation)
4. $1.0DC+1.0DW+1.0WS_{10,000}$	Wind (flutter for cable-supported bridges)
5. $1.25DC+1.5DW+1.33\times0.5LL+1.0CT$	Vehicular collision (AASHTO LRFD Extreme II)
6. $1.25DC+1.5DW+ 0.25LL+1.0EQ_{2500}$	Earthquake (NCHRP 489 Extreme I)
7. $1.25DC+1.5DW+1.0EQ_{1000}$	Earthquake (AASHTO Guidespec 2007)
8. $1.25DC+1.5DW+1.33\times0.5LL+1.0CV$	Vessel collision (AASHTO LRFD Extreme II)
9. $DC+DW+LL+TG_{Fire}@Fire$	Fire (starting of fire, low temperature)
10. $DC+DW@Fire$	Fire (late stage, high temperature)

Extreme/service

1. $1.0DC+1.0DW+1.0WA+1.33\times1.75LL@1.0SC_{freq}$	Scour (frequent flood)
2. $1.0DC+1.0DW+1.0WA+0.7WS$	Wind (AASHTO LRFD Service IV)

Region I:

Potential hazard include earthquake, non-extreme wind, scour, fire, and vehicular collision. Vessel collision is possible in some area.

Factors not calibrated
Further reduction in number expected

Extreme/Ultimate

1.	DC+DW+SS	Storm Surge
2.	DC+DW+WA+SS+WS	Storm Surge+Wind
3.	DC+DW+LL+DF	Debris Flow
4.	DC+DW+SS+LL @SC	Scour+Storm Surge
5.	DC+DW+DF@SC	Scour+Debris Flow
6.	DC+DW+WA+LL+CV+SS	Storm Surge+Vessel collision
7.	1.25DC+1.5DW+1.0EQ2500@0.25SC_{100}	Scour+Earthquake (NCHRP 489)
8.	1.25DC+1.5DW+1.4WS@0.7SC	Scour+Wind (NCHRP 489)
9.	DC+DW+LL+WS+EQ	Earthquake+Wind
10.	DC+DW+LL+EQ_{100} 0.25g PGA at LA)	Earthquake ("expected earthquake" approx.

Extreme/service

1.	DC+DW+LL+EQ_{freq} with traffic)	Earthquake (very frequent small earthquake

Region II:

Potential hazard include earthquake (long-term), non-extreme wind, scour, fire, and vehicular collision.

Factors not calibrated
Further reduction in number expected

Extreme/Ultimate

1.	DC+DW+LL+DF	Debris Flow
2.	1.25DC+1.5DW+1.33×0.5LL+1.0CV Extreme II)	Vessel collision (AASHTO LRFD
3.	0.9DC+0.65DW+1.0WA+1.4WS@0.7SC_{100}	Scour+Wind (NCHRP 489)
4.	1.25DC+1.5DW+1.33×0.5LL+1.0CV@SC	Scour+Vessel collision
5.	DC+DW+DF@SC	Scour+Debris Flow
6.	1.25DC+1.5DW+1.0EQ_{2500}@0.25SC_{100}	Scour+Earthquake (NCHRP 489)
7.	DC+DW+LL+CV+WS	Wind+Vessel Collision
8.	DC+DW+LL+CV+DF	Debris Flow+Vessel Collision

Region III:

Potential hazard include non-extreme wind, scour, fire, and vehicular collision, and vessel collision.

Factors not calibrated
Further reduction in number expected

Extreme/Ultimate

1.	DC+DW+DF@SC	Scour+Debris Flow
2.	DC+DW+LL+DF	Debris flow
3.	0.9DC+0.65DW+1.0WA+1.4WS@0.7SC_{100}	Scour+Wind (NCHRP 489)
4.	DC+DW+LL+WS+DF	Wind+Debris Flow
5.	1.25DC+1.5DW+1.0CV@0.6SC_{100}	Scour+Vessel collision (NCHRP 489)
6.	1.25DC+1.5DW+1.33×0.4LL+1.0CT+1.4WS_{50}	Wind+Vehicular collision
7.	1.25DC+1.5DW+1.33×0.5LL+1.0IC	Ice (AASHTO LRFD Extreme II)
8.	DC+DW+LL+WS+TG_{Fire}@Fire	Fire+Wind
9.	DC+DW+WA+LL+CV+WS	Wind+Vessel collision
10.	DC+DW+CV+DF	Vessel Collision+Debris Flow

Region IV:

Potential hazard include extreme wind, scour, fire, and vehicular collision, and vessel collision.

Factors not calibrated
Further reduction in number expected

Extreme/Ultimate

1.	DC+DW+LL+SS	Storm Surge
2.	1.25DC+1.5DW+1.0WA_{2500}+1.0WS_{2500}	Extreme Wind+Surge (Transit NZ)
3.	1.25DC+1.5DW+1.0CV@0.6SC_{100}	Scour+Vessel collision (NCHRP 489)
4.	DC+DW+LL+DF	Debris flow
5.	0.9DC+0.65DW+1.0WA+1.4WS@0.7SC_{100}	Scour+Wind (NCHRP 489)
6.	1.25DC+1.5DW+1.0WA100+1.33×0.4LL@SC_{100}	Scour+Storm Surge
7.	DC+DW+DF@SC	Scour+Debris Flow
8.	DC+DW+CV+SS	Vessel Collision+Storm Surge

Region V:

Potential hazard include earthquake (long-term), extreme wind, scour, fire, and vehicular collision, and vessel collision.

Factors not calibrated
Further reduction in number expected

Extreme/Ultimate

1.	DC+DW+LL+SS	Storm Surge
2.	DC+DW+LL+DF	Debris flow
3.	1.25DC+1.5DW+1.0EQ_{2500}@0.25SC_{100}	Scour+Earthquake (NCHRP 489)
4.	DC+DW+SS+LL @SC	Scour+Storm Surge
5.	0.9DC+0.65DW+1.0WA+1.4WS@0.7SC100	Scour+Wind (NCHRP 489)
6.	DC+DW+DF@SC	Scour+Debris Flow
7.	1.25DC+1.5DW+1.0CV@0.6SC_{100}	Scour+Vessel collision (NCHRP 489)
8.	1.25DC+1.5DW+1.0WA_{2500}+1.0WS_{2500}	Extreme wind+Surge (Transit NZ)
9.	1.25DC+1.5DW+1.0WA+1.33×0.4LL+1.0CV+1.06WS_{50}	Wind+Vessel collision

Special Region (NY, NJ, NH, DE, CA, ...):

Potential hazard include earthquake, non-extreme wind, scour, fire, vehicular collision, vessel collision, and blast.

Factors not calibrated
Further reduction in number expected

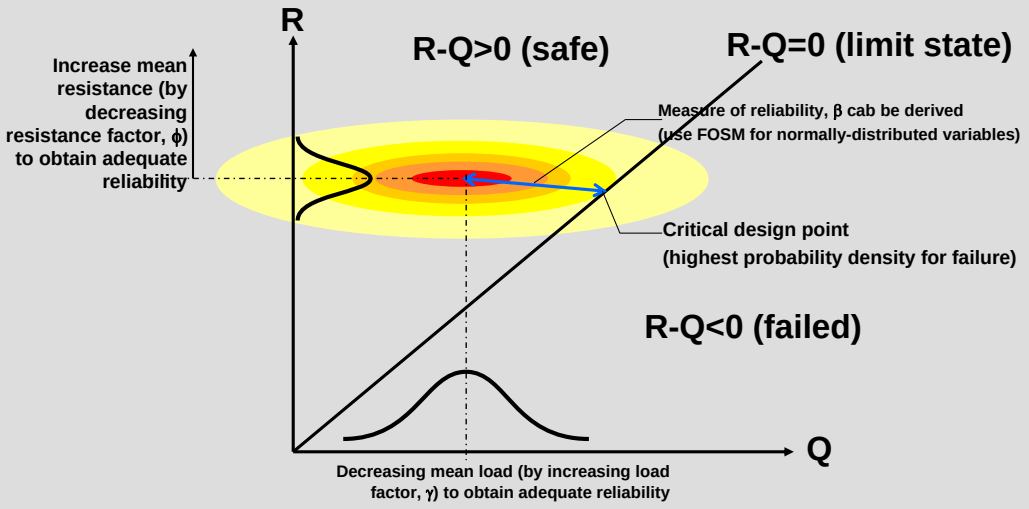
Extreme/Ultimate

1.	DC+DW+LL+SS	Storm Surge
2.	1.25DC+1.5DW+1.0CV@0.6SC_{100}	Scour+Vessel collision (NCHRP 489)
3.	0.9DC+0.65DW+1.0WA+1.4WS@0.7SC100	Scour+Wind (NCHRP 489)
4.	DC+DW+LL+DF	Debris flow
5.	DC+DW+SS+LL @SC	Scour+Storm Surge
6.	DC+DW+DF@SC	Scour+Debris Flow
7.	DC+DW+CV+SS	Vessel Collision+Storm Surge
8.	1.25DC+1.5DW+1.0EQ2500@0.25SC100	Scour+Earthquake (NCHRP 489)
9.	1.25DC+1.5DW+1.33×γ_{LL}LL+1.0EQ_{100}	Earthquake ("expected earthquake")
10.	DC+DW+WA+LL+BL	Blast

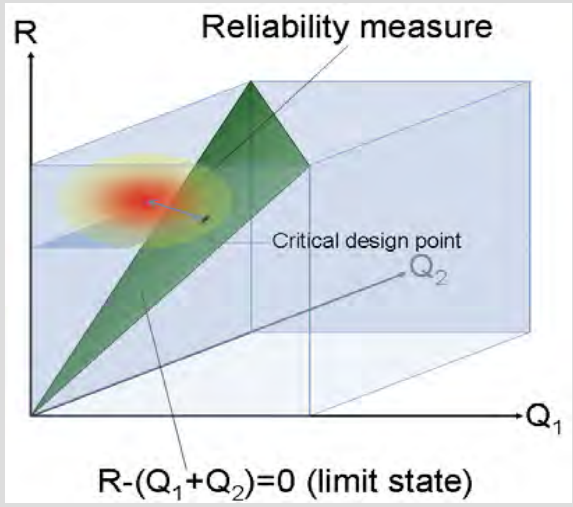
Extreme/service

1.	1.0DC+1.0DW+1.33×1.0LL+1.0EQ_{freq}	Earthquake (very frequent small earthquake)

Structural reliability



Reliability with two non-extreme loads



β	Prob. of exceedance	Rounded reciprocal (1 in n)
0.1	0.460172	2
0.5	0.308538	3
1	0.158655	6
1.5	0.066807	15
2	0.02275	50
2.5	0.00621	200
3	0.00135	1,000
3.5	0.000233	5,000
4	3.17E-05	30,000
4.5	3.4E-06	300,000
5	2.87E-07	3,500,000
5.5	1.9E-08	50,000,000

6 議題與討論

■ 議題一：第M31標耐震補強方案

- ❖ 北二高橋梁基礎採用很多PC樁，但因僅配置6-19ϕ的綴縫筋，地震力造成樁頭產生拉力破壞之對策

Port of Oakland, 1989 Loma Prieta Earthquake

1995 Hyogo Ken-Nambu earthquake

Pile head failure due to:

- **Inadequate confinement**
- **Inadequate connection capacity**
- **Inadequate moment capacity of batter piles**

■ 議題二：地震與沖刷載重組合

- ❖ 本計畫依據AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges (2002)」第4.4.5.2節之規定，耐震評估時，考慮最大沖刷深度之50%
- ❖ 但交通部規範之地震力等級有：設計地震力(475年)與最大考量地震力(2500年)，均考慮最大沖刷深度之50%，是否過於保守？
  - ➢ 設計地震力(475年)+0.5x最大沖刷深度
  - ➢ 最大考量地震力(2500年)+0.25x最大沖刷深度

美國FHWA、MCEER採用NCHRP 489之研究成果是否適合國內橋梁耐震設計考慮之河川特性？

簡報完畢
敬請指教

第二次專家學者座談會
會議紀錄

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會會議紀錄

時間：100 年 11 月 3 日上午 9 時 30 分至中午 12 時

地點：林同棪工程顧問股份有限公司　12 樓 1205 會議室

會議主持人：彭康瑜副總工程師

討論議題：

一、地震與沖刷之載重組合

二、活動斷層近域調整因子

三、第 M31 標耐震補強初步設計方案

記錄：林亞萱

指導單位出席人員：

交通部台灣區國道高速公路局

葉韓生副總工程司(請假)、林炳松組長、王吉杉科長、

陳添宇工程司

規劃設計單位出席人員：

林同棪工程顧問股份有限公司

戴忠董事長、陳忠明資深顧問、胡銘煌技術總監、

彭康瑜副總工程師、吳明興組長

專家學者出席人員：

交通部台灣區國道新建工程局 陳國隆組長

交通部公路總局　何鴻文副組長

國家地震工程研究中心　張國鎮主任(柴駿甫博士代表出席)

台灣省水利技師公會　陳賜賢榮譽理事長

財團法人中華顧問工程司橋梁技術中心　王仲宇主任(請假)

國立台北科技大學土木工程系 李有豐教授、宋裕祺主任(請假)

國立中央大學土木工程系　黃俊鴻教授

國立中興大學土木工程系　林呈教授

會議流程：

時　　間	內　　容
09：30～10：30	規劃設計單位簡報
10：30～12：00	各專家學者發言討論
12：00～	散會

會議紀錄：

一、 主席報告：(略)

二、 規劃設計單位簡報：(略)

三、 討論及建議事項：(依發言順序)

1. 黃俊鴻教授

(1) 建議碧潭橋採用全橋塗裝方案；

(2) 考量交通影響過大，建議新店高架橋採用強支承方案補強；

(3) 大部分的橋梁發生洪水淘刷的機率高於地震產生的機率，因此無法避免沖刷與地震同時產生，建議耐震補強應同時考慮地震與沖刷載重；

(4) 根據以往的經驗，在地震中因基礎破壞導致橋梁重大災害的案例較少，許多案例中落橋產生的原因也與基礎破壞無關，因此建議基礎補強可稍微放寬，不需太保守；

(5) 本人贊同淺基礎的補強方案採用高拉力拉桿(Tiedown Anchor)，可有效提供基礎拉力；

(6) 受限於早期施工品質，以往許多 PC 樁的樁頭部分施工時常有損壞的狀況，建議納入考量。

2. 林呈教授

(1) 建議碧潭橋採用全橋塗裝的方案施工；

(2) 使用外增阻尼器做為止震、防落橋設施時，須注意施工品質；根據以往經驗，許多的破壞產生在阻尼器與橋梁的接合處，而非阻尼器本身，因此建議在施工操作上多加詳述；

(3) 根據以往案例，由於施工不良導致 PC 樁的樁頭部分易有鋼筋外露之疑慮，建議納入考量；

(4) 由於現階段規範對於不同等級地震與沖刷組合之規定尚不明確，在無規範依據的情況下建議耐震評估補強應採用保守設計，避免後續施工因規範變更而一再更改；

(5) 建議各標建立相關紀錄，包含規劃設計階段以及施工過程等，另外施工特別之處亦可以錄影方式留存，完善建立此紀錄後，將可做為往後工程參考、學習之用。

3. 陳賜賢榮譽理事長

(1) 耐震補強的原意在於，地震發生時確保使用者生命安全，以及控制地震發生後的可修復性。故在此原則下建議採用 475 年回歸期與 50 %之沖刷考量；

(2) 由於碧潭橋型式特殊，在補強時須克服施工上的限制，特別是兩個三角拱肋中該如何搭置施工架，宜多做考量。而此部分是否會影響到工程單價亦須同時考慮；

(3) 碧潭橋的混凝土白華是否為橋面排水問題導致，建議檢討是否需改善橋面的排水系統；

(4) 參考日本的橋梁檢測方法，採用倒 L 形的檢測車，使人員與輕型機具可到達橋面底下，可參考此方法作為日後監造與維護檢測之用。

4. 李有豐教授

(1) 碧潭橋探討採用滲透結晶塗裝的同時並無封閉車道，因此車輛載重經過時的振動問題可能會影響結晶的形成，特別是接近橋面的部分，建議材料方面可多加考量；

(2) 新店高架橋補強方案一採強支承補強，使用混凝土止震塊與鋼止震裝置僅作為限制位移之用，支承本身是否再進行補強？建議在可行的情況下破壞的優先順序以止震塊(止震裝置)先行破壞，最後才是支承，使震後維修較容易進行；

(3) 地震與沖刷之載重組合，受限於外在影響因素有許多不確定性，因此建議採用保守態度。

5. 柴駿甫博士

(1) 新城斷層經過之震區在現行規範中 S_{DS} 皆為 0.7，而預計新規範中新增新城斷層後 S_{DS} 將提高為 0.8 乘上 N_A (1.04)，新舊相較之下新城斷層經過之震區地震力將高出許多。然而新規範尚未正式定案，建議多加留意此部分之相關訊息；

(2) 根據國家地震中心提供之斷層資料(簡報 p.138)，雖然斷層並非直接通過橋梁，然而仍需注意的是斷層資料的誤差可能達到數百公尺以上，因此建議接近此區的橋梁需加強考量防落橋裝置；

(3) 地震與沖刷為彼此獨立的事件，使用地震力 2500 年回歸期時並無法確定沖刷量不超過 25 %，建議還是維持與地震力 475 年回歸期相同的 50 %沖刷量；

(4) 高強度混凝土使用上雖能有效減少混凝土之使用量，但在施工上需特別注意。

6. 陳國隆組長

(1) 耐震補強要達到何種耐震標準(部頒規範何年版本)宜先說明，若有規範未提及的部分亦說明補述。特別是基礎之強度是否滿足該標準？

(2) 依「M31 標耐震補強設計成果表」，皆無採用隔減震系統，導致下構(含基礎)之補強費用及施工難度甚高。探討其原因可能是受限於橋下施工空間，以及考量雙向隔震系統，其橋面伸縮縫需做搭配處理，對國道交通影響甚大，故排除此法。建議可考慮伸縮縫採用橫向束制，其餘支承採雙向隔震系統之補強對策，即可避免更換現有伸縮縫，並有效的節省工程經費。

(3) 目前補強採用「強支承」模式，有無探討過「弱支承」模式(強震下支承先破壞而不落橋，易於震後損壞之修復作業)之可行性？有無先進國家之案例？「弱支承」模式在不落橋的前提之下，可有效的減少橋柱與基礎之補強數量。

(4) 碧潭橋針對材料弱化(裂縫、白華)進行修復，其它橋梁是否

亦針對材料劣化進行探討？

7. 何鴻文副組長

(1) 依交通部公路總局之耐震補強經驗，採用部頒規範之最大沖刷深度 50％，常導致基礎需進行補強，然補強基礎之費用超出原橋原型式改建費用之半，使得省道橋梁補強經費不足。故是否採用此標準可再研議。

(2) 碧潭橋之劣化原因是否歸咎為原設計活載重超載僅考慮 10％，現行為 25％以上(公路總局採用 30％)？建議除表面塗裝外可多做探討，例如是否須進行上構之補強等。

(3) 公路總局之基礎補強方案多用全套管基樁，少用地錨與微型樁。針對地錨部分，以長期來看該如何處理其預力損失與鏽蝕之情況？

(4) 關於功能性支承，如摩擦單擺支承傳統上使用少，是否會有專利等問題？宜多做說明。

8. 林炳松組長

(1) 碧潭橋採用滲透結晶材料，除應符合採購法相關規定外，關於材料的特質、耐久性及施工性等，皆請多方收集資料與研究，避免施工階段衍生不必要的問題，及日後工程處接管養護的困擾；

(2) 橋下設施的遷移復舊，施工前需進行規劃處理。

9. 高公局技術組書面意見

(1) 部分橋梁竣工圖未顯示基樁長度，其補強設計之原則為何？後續施工階段應編列探測基樁深度費用，以進一步檢核原補強設計之正確性；

(2) 液化評估 NCEER、HBF 及 NJRA 三種方法中，就一般工程經驗以 NJRA 較為保守，惟簡報中屬 NCREE 最保守，其原因為何？另目前評估係採用那種方法辦理，請說明；

(3) 既有基礎抗拉拔力不足，價工建議採用抗拉地錨方案，現階

段地錨屬永久性或臨時性設施，國內專家學者仍有不同看法，因此工法之選用，建議應以全生命週期管理思維評估，以確保抗拉拔力於地震發生時的可靠度；

(4) 地震與沖刷載重組合，有關 475 年或 2500 年，均考慮最大沖刷深度 50 %部分，建議仍應依據最新部頒規範辦理，以符合本局橋梁耐震補強設計原則的一致性；

(5) 請說明北二高山區路段施工便道之開闢；

(6) 儘早辦理河川公地許可、水保計畫。

10. 散會

座談會照片：

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)規劃設計
專家學者座談會簽到表

時　　間：100 年 11 月 3 日上午 9 時 30 分

地　　點：1205 會議室

討論議題：一、地震與沖刷之載重組合

二、活動斷層近域調整因子

三、第 M31 標耐震補強初步設計方案

出席人員單位、姓名	簽　名
交通部臺灣區國道高速公路局 葉韓生副總工程司 林炳松組長 王吉杉科長 陳添宇工程司	林炳松 王吉杉 陳添宇
交通部國道新建工程局 陳國隆組長	陳國隆
交通部公路總局 何鴻文副組長	何鴻文
國家地震工程研究中心 張國鎮主任	張國鎮
台灣省水利技師公會 陳賜賢理事長	陳賜賢
財團法人中華顧問工程司橋梁技術中心 王仲宇主任	
台北科技大學土木工程系 宋裕祺主任 李有豐教授	
中央大學土木工程系 黃俊鴻教授	黃俊鴻
中興大學土木系 林呈教授	林呈

國道高速公路橋梁耐震補強第 2 期工程(第 1 優先路段)規劃設計
專家學者座談會簽到表

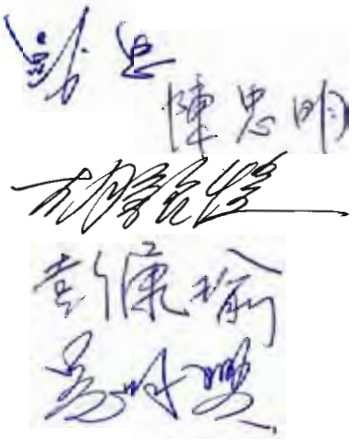
時　　間：100 年 11 月 3 日上午 9 時 30 分

地　　點：1205 會議室

討論議題：一、地震與沖刷之載重組合

二、活動斷層近域調整因子

三、第 M31 標耐震補強初步設計方案

出席人員單位、姓名	簽　名
林同棪工程顧問股份有限公司 戴忠董事長 陳忠明顧問 胡銘煌技術總監 彭康瑜副總工程師 吳明興組長	

第二次專家學者座談會
審查意見表

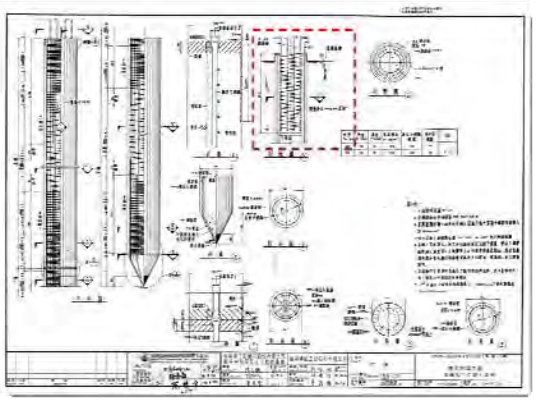
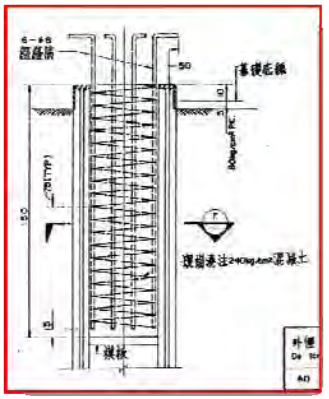
國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
1.	**黃俊鴻教授**	
(1)	建議碧潭橋採用全橋塗裝方案。	遵照辦理。
(2)	考量交通影響過大，建議新店高架橋採用強支承方案補強。	遵照辦理。
(3)	大部分的橋梁發生洪水淘刷的機率高於地震產生的機率，因此無法避免沖刷與地震同時產生，建議耐震補強應同時考慮地震與沖刷載重。	遵照辦理;依據本計畫「橋梁耐震評估及補強設計原則(定稿本)」(100年8月)第三條(二)之規定，本計畫橋梁耐震評估之基面，係指地震輸入於橋體之水平面，或可使其上之構造視為振動體之水平面。基面通常可訂在基腳下緣、樁帽下緣或沉箱上緣；對會產生液化之砂質土層，或極軟弱粘土層及粉土層，基面則通常設定在此些土層的下方；**對會因洪水沖刷之河床，其基面則設定於沖刷面之下。惟在大地震時，不必考慮最大洪水位之沖刷，但需考慮常水位之沖刷，依據AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges (2002)」第4.4.5.2節之規定，耐震評估時應考慮最大沖刷深度之50%。**
(4)	根據以往的經驗，在地震中因基礎破壞導致橋梁重大災害的案例較少，許多案例中落橋產生的原因也與基礎破壞無關，因此建議基礎補強可稍微放寬，不需太保守。	遵照辦理；依據本計畫「橋梁耐震評估及補強設計原則(定稿本)」(100年8月)第九條：基礎之補強設計考量重點之規定，基樁補強設計時，基樁的承載力可利用到土壤之極限承載力，另對於具多排的群樁而言，因群樁不會在第一根樁達到土壤極限承載力時就破壞，基樁在塑鉸產生後所需之設計強度可依據國工局頒行之「公路橋梁耐震設計規範之補充研究」中之「基礎土壤承載力設計準則補充研究」之規定檢核；至於其它直接基礎與沉箱基礎(井式基礎)之檢核，則參據交通部98年6月29日函頒修訂第4.4節「基礎之設計力」解說條文之規定檢核。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		對於特殊的情形，將進行詳細的非線性分析，求得群樁整體破壞時所能抵抗的外力作為群樁的極限強度時，只要補強後的群樁極限強度乘以適當的強度折減因數後，大於橋柱塑鉸產生時傳入基礎的力量，則基樁之補強設計應可接受。 此外，參考國家地震工程研究中心100年8月研擬「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」第8.6.1節基礎耐震性能要求之條文及解說，進行橋梁結構耐震性能檢核時，在中度地震與設計地震(475年回歸期)作用下，基礎耐震性能應保持彈性或可修復階段，在最大考量地震(2500年回歸期)作用下，基礎部分構件可進入非線性反應，但整體基礎反應仍應保持在第8.6.2節所定義之基礎降伏狀態以內為原則；**而對於橋墩強度遠大於基礎強度，或地層發生液化的情況下，得允許基礎超過降伏狀態，但仍應使基礎損害控制在可修復範圍。**
(5)	本人贊同淺基礎的補強方案採用高拉力拉桿(Tiedown Anchor)，可有效提供基礎拉力。	遵照辦理；本計畫考量基礎抗拉地錨(Tiedown Anchor)之長期耐久性，將僅於橋址直接基礎有良好之岩盤承載層，且地下水位低時，採用基礎抗拉地錨，做為直接基礎抗拉穩定性之補強方案。
(6)	受限於早期施工品質，以往許多PC樁的樁頭部分施工時常有損壞的狀況，建議納入考量。	遵照辦理；本計畫PC樁與樁帽之接合條件，已保守假設為鉸接(Pin Connection)，惟依據本計畫北二高橋梁基礎採用之PC樁標準圖，其樁頭僅設置6-19φ綴縫筋與樁帽連接，造成地震力作用時，PC樁頭拉力破壞之系統性耐震課題。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		 
2.	**林呈教授**	
(1)	建議碧潭橋採用全橋塗裝的方案施工。	遵照辦理。
(2)	使用外增阻尼器做為止震、防落橋設施時，須注意施工品質。根據以往經驗，許多的破壞產生在阻尼器與橋梁的接合處，而非阻尼器本身。因此建議在施工操作上多加詳述。	遵照辦理；本計畫採用地震力量分散裝置(Shock Transmission Unit)或液態黏滯性阻尼器(Viscous Damper)，其與既有橋梁之接合部，均於設計圖說內有詳細的規定，以確保承包商及其專業供應商之施工品質，另施工特訂條款亦將訂定施工程序之檢驗停留點及注意事項，以利品管控制。
(3)	根據以往案例，由於施工不良導致PC樁的樁頭部分易有鋼筋外露之疑慮，建議納入考量。	遵照辦理；請參見第1條第(6)點之回覆說明。
(4)	由於現階段規範對於不同等級地震與沖刷組合之規定尚不明確，在無規範依據的情況下建議耐震評估補強應採用保守設計，避免後續施工因規範變更而一再更改。	遵照辦理；請參見第1條第(3)點之回覆說明。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
(5)	建議各標建立相關紀錄，包含規劃設計階段以及施工過程等，另外施工特別之處亦可以錄影方式留存。完善建立此紀錄後，將可做為往後工程參考、學習之用。	遵照辦理；本計畫將參據工程會綱要規範第01321章施工照片及攝(錄)影之規定，就工程施工特性以能顯示施工過程(含施工前、中、後)，妥善規劃施工照相方式、位置及時程，施工攝(錄)影則從開工至完工拍攝完整之施工紀錄，影片應有紀錄性、連續性及宣導性，施工中遇有特殊狀況時亦應攝(錄)影，並於各標施工契約納入相關作業要求，再由監造單位彙整。
3.	**陳賜賢榮譽理事長**	
(1)	耐震補強的原意在於，地震發生時確保使用者生命安全，以及控制地震發生後的可修復性。故在此原則下建議採用475年回歸期與50%之沖刷考量。	遵照辦理；請參見第1條第(3)點之回覆說明。
(2)	由於碧潭橋型式特殊，在補強時須克服施工上的限制，特別是兩個三角拱肋中該如何搭置施工架，宜多做考量。而此部分是否會影響到工程單價亦須同時考慮。	遵照辦理；本計畫碧潭橋之全橋保護塗層施工，初步規劃擬採用橋梁檢測車進行主河道段箱梁與兩岸側跨自行車道上方之塗層施工，三角拱肋部份則局部施設施工構台，採用自走式高空作業車配合施工架施工，相關施工費用將於預算書中詳實考量編列。
(3)	碧潭橋的混凝土白華是否為橋面排水問題導致，建議檢討是否需改善橋面的排水系統。	依據本計畫委託臺灣營建研究院辦理「碧潭橋與新店高架橋全橋目視檢測及劣化評估研究」期末報告書，碧潭橋之橋面排水系統尚屬良好，故橋體之局部裂縫白華劣化現象應非橋面排水問題所導致。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
(4)	參考日本的橋梁檢測方法，採用倒L形的檢測車，使人員與輕型機具可到達橋面底下，可參考此方法作為日後監造與維護檢測之用。	高公局現已購買橋梁檢測車進行例行性橋梁檢測工作，針對本計畫之施工與監造需求，經訪查得知目前國內已有民間業者引進大型橋梁檢測車(如圖所示)，本計畫碧潭橋之全橋保護塗層施工，擬採用橋梁檢測車進行主河道段與兩岸側跨自行車道上方之箱梁塗層施工。
4.	**李有豐教授**	
(1)	碧潭橋探討採用滲透結晶塗裝的同時並無封閉車道，因此車輛載重經過時的振動問題可能會影響結晶的形成，特別是接近橋面的部分。建議材料方面可多加考量。	遵照辦理；本計畫碧潭橋之全橋保護塗層施工方案，初步設計階段原始主要考量兩種混凝土保護塗層系統，(1)水泥基滲透結晶防水塗層 (Cementitions Capillary Crystalline Water-proofing Materials, CCCW)、(2)符合歐盟最新混凝土修補規範EN1504-2之保護塗層系統(Protection Coating)；考量國道施工中交通維持之要求，碧潭橋全橋保護塗層施工時，橋面交通僅配合交維計畫有車道線之調整，並不封閉車道施工，但因碧潭橋之結構整體勁度高，車輛造成之振動影響相對有限；**本計畫將在施工特訂條款中對接近橋面的部分，具**

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		體規定必須進行現場抗拉拔測試，以確保施工之品質。
(2)	新店高架橋補強方案一採強支承補強，使用混凝土止震塊與鋼止震裝置僅作為限制位移之用，支承本身是否再進行補強？建議在可行的情況下破壞的優先順序以止震塊(止震裝置)先行破壞，最後才是支承，使震後維修較容易進行。	新店高架橋之補強方案一，採強支承補強策略，係利用增設之混凝土止震塊與鋼止震裝置，分擔上部結構(含V型鋼橋墩)透過金屬搖擺支承(Rocker Bearing)傳遞給下部結構(RC柱)之地震慣性力，使得金屬搖擺支承僅需承擔原設計之設計容量，故金屬搖擺支承本體部份無需進行補強。另若考量使地震力造成止震塊(止震裝置)先行破壞，其次才讓金屬搖擺支承破壞之作用力順序，將使混凝土止震塊與鋼止震裝置須先單獨承受之地震力過大，且既有支承之構件細節亦無法滿足此作用力順序，故建議採兩者同時分擔地震力之設計理念，進行補強設計。
(3)	地震與沖刷之載重組合，受限於外在影響因素有許多不確定性，因此建議採用保守態度。	遵照辦理；請參見第1條第(3)點之回覆說明。
5.	**柴駿甫博士**	
(1)	新城斷層經過之震區在現行規範中S_{DS}皆為0.7，而預計新規範中新增新城斷層後S_{DS}將提高為0.8乘上N_A (1.04)，新舊相較之下新城斷層經過之震區地震力將高出許多。然而新規範尚未正式定案，建議多加留意此部分之相關訊息。	遵照辦理；本計畫將密切注意國家地震工程研究中心之近斷層規範修訂成果，即時反應在耐震評估與補強設計中。
(2)	根據國家地震中心提供之斷層資料(簡報p.138)，雖然斷層並非直接通過橋梁，然而仍需注意的是斷層資料的誤差可能達到數百公尺以上，因此建議接近此區的橋梁需加強考量防落橋裝置。	遵照辦理；本計畫第M32、M34及M35標鄰近第一類活動斷層之橋梁，將加強考量防落橋裝置之補強設計。
(3)	地震與沖刷為彼此獨立的事件，使用地震力2500年回歸期時並無法	遵照辦理；請參見第1條第(3)點之回覆說明。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

<table>
<tr><th>項次</th><th>審　查　意　見</th><th>辦　理　情　形</th></tr>
<tr><td></td><td>確定沖刷量不超過25 %，建議還是維持與地震力475年回歸期相同的50 %沖刷量。</td><td></td></tr>
<tr><td>(4)</td><td>高強度混凝土使用上雖能有效減少混凝土之使用量，但在施工上需特別注意。</td><td>遵照辦理；本計畫現階段依據交通部「公路橋梁耐震設計規範」第5.2節混凝土與鋼筋之材質要求：「抵抗地震力構材之混凝土，其規定抗壓強度 不得低於210kgf/cm^2(20.6MPa)，但亦不宜高於420kgf/cm^2(41.2MPa)。用以承受地震引致之彎矩與軸力之構材及壁式橋墩，其主筋應符合CNS 560中SD 420W及SD 280W之要求」；僅考慮於基礎補強部份採用350kgf/cm^{2}自充填混凝土，此等級自充填混凝土於國內已有多個工程實例，在施工實務上已屬成熟的材料技術；另RC補強用鋼筋則採用CNS560-SD420W及SD280W鋼筋。</td></tr>
<tr><td>6.</td><td>陳國隆組長</td><td></td></tr>
<tr><td>(1)</td><td>耐震補強要達到何種耐震標準(部頒規範何年版本)宜先說明，若有規範未提及的部分亦說明補述。特別是基礎之強度是否滿足該標準？</td><td>依據本計畫「橋梁耐震評估及補強設計原則(定稿本)」(100年8月)第五條耐震補強之標準：國道高速公路既有橋梁之耐震補強標準應以再服務年限達50年為原則，並應考慮河川沖刷與邊坡穩定之影響；考量高速公路做為台灣最重要之生命線救災道路，本工程橋梁耐震補強性能準則(Seismic Performance Criteria)，如下表所示：
<table>
<tr><th>地震力等級</th><th>工址水平譜加速度係數</th><th>耐震理念</th><th>服務性能</th><th>損壞等級</th></tr>
<tr><td rowspan="2"><u>中度地震:</u>
設計地震/3.25</td><td>依行政區劃分</td><td rowspan="2">結構保持彈性</td><td rowspan="2">震後正常通行</td><td rowspan="2">輕微</td></tr>
<tr><td>回歸期475年地震之1/3.25</td></tr>
<tr><td><u>設計地震:</u></td><td>依行政區劃分</td><td>構 件 產 生 塑</td><td>震後</td><td>可修復</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形

回歸期：475年 50年超越機率： 10%	S_S^D	0.80、0.70、0.60、0.50	鉸，發揮容許韌性容量	有限通行	
	S_1^D	0.45、0.40、0.35、0.30			
最大考量地震: 回歸期：2500年 50年超越機率： 2%	依行政區劃分		結構韌性容量完全發揮，但橋梁避免落橋、崩塌	震後緊急通行	嚴重
	S_S^M	1.00、0.90、0.80、0.70			
	S_1^M	0.55、0.50、0.45、0.40			

上表中之**中度地震、設計地震及最大考量地震(MCE，Maximum Credible Earthquake)，係依據交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」(97年11月)之地震分區辦理**。另橋址鄰近活動斷層之地震力考量：依據經濟部中央地質調查所99年5月公布之斷層資料，本工程範圍內國道高速公路部份橋梁距離曾經引致大規模地震之第一類活動斷層較近，依據交通部「公路橋梁耐震設計規範」第2.4及2.5節之規定，此部份橋梁必須考量新城斷層、獅潭斷層與旗山斷層之活動斷層近域效應。

基礎之補強設計考量重點：(橋梁耐震評估及補強設計原則第九條)

依照容量設計之理念進行直接基礎與沉箱基礎(井式基礎)之分析評估時，於橋柱產生塑鉸之極限狀態下，直接基礎與沉箱基礎(井式基礎)應符合下列檢核項目之規定：

(一) 基礎底面最大反力≦極限承載力/FS (直接基礎FS=1.5、沉箱基礎FS=2.0)

(二) 基礎底面之有效接觸面積≧30% (設計地震)、15% (最大考量地震)

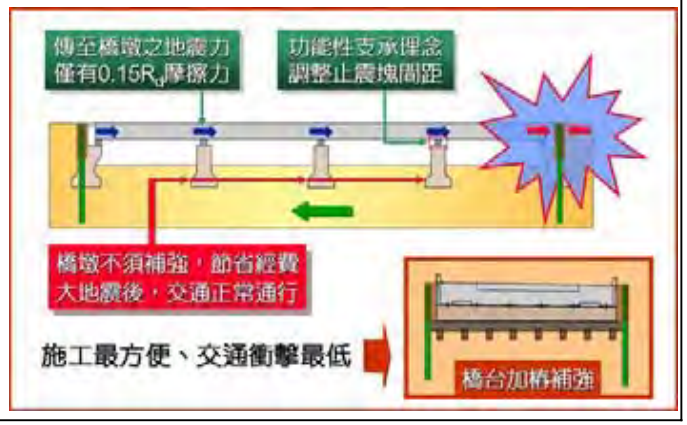
國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		(三) 基礎底面水平力≦基礎底面之極限抗剪強度 (四) 基礎結構體之斷面力≦斷面之極限強度(彎矩強度折減係數 ϕ_M =0.9；剪力強度折減係數 ϕ_V =0.85) (五) 沉箱基礎(井式基礎)頂部土壤彈簧降伏比率≦30% (設計地震)、60% (最大考量地震) 此外，本計畫亦參考國家地震工程研究中心100年8月研擬「公路橋梁耐震性能設計規範(草案)」第8.6.1節基礎耐震性能要求之條文及解說，進行橋梁結構耐震性能檢核時，在中度地震與設計地震(475年回歸期)作用下，基礎耐震性能應保持彈性或可修復階段，在最大考量地震(2500年回歸期)作用下，基礎部分構件可進入非線性反應，但整體基礎反應仍應保持在第8.6.2節所定義之基礎降伏狀態以內為原則；而對於橋墩強度遠大於基礎強度，或地層發生液化的情況下，得允許基礎超過降伏狀態，但仍應使基礎損害控制在可修復範圍。
(2)	依「M31標耐震補強設計成果表」，皆無採用隔減震系統，導致下構(含基礎)之補強費用及施工難度甚高。探討其原因可能是受限於橋下施工空間，以及考量雙向隔震系統，其橋面伸縮縫需做搭配處理，對國道交通影響甚大，故排除此法。建議可考慮伸縮縫採用橫向束制，其餘支承採雙向隔震系統之補強對策，即可避免更換現有伸縮縫，並有效的節省工程經費。	本計畫於第M31標初步設計階段，針對新店高架橋之金屬搖擺支承，研擬採用摩擦單擺支承(Friction Pendulum Bearing)隔震補強策略，依據詳細之非線性歷時分析，其設計位移需求約為50cm(橫向)及60cm(軸向)，隔震週期約為5.1秒，下部結構及基礎確可免除大規模之補強施工，但既有伸縮縫必須更換為大位移量之伸縮縫，如德國Maurer Swivel-Joint Expansion Joint，或Caltrans新發展之Seismic Joint，由於將既有小位移量伸縮縫更換為大位移量伸縮縫，必須拆除梁端橋面板及側跨主梁結構，爭取有效位移空間，對國道主線之

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		交通衝擊過大，故經高公局召開第M31標初步設計成果審查會之深入討論後，新店高架橋已決定不採用更換摩擦單擺支承之隔震補強策略。 至於其它PC箱型梁橋，考量既有盤式支承之更換十分困難(註：在橋面交通不封閉的條件下，無法頂昇大梁設置錨碇螺栓)，許多橋梁之橫向地震力評估已無法符合規範要求，僅單向隔震之效果有限，且相鄰梁端預力端錨頭間之有效空間不足，致使無法更換為大位移量伸縮縫，採用單向隔震補強策略確有其困難度，故本計畫第M31標之PC箱型梁橋，不建議採隔震補強策略。 另外，本計畫第M31標有多座橋梁規劃採用**地震力量分散裝置、液態黏滯性阻尼器(消能減震)與位移拘束工法**之系統補強策略，將可減少基礎補強之需求，降低補強工程經費。
(3)	目前補強採用「強支承」模式，有無探討過「弱支承」模式(強震下支承先破壞而不落橋，易於震後損壞之修復作業)之可行性？有無先進國家之案例？「弱支承」模式在不落橋的前提之下，可有效的減少橋柱與基礎之補強數量。	**有關「弱支承」模式，即所謂「功能性支承理念」**，依據國家地震工程研究中心98年12月研擬「公路橋梁耐震能力評估及補強準則(草案)」第5.1.2節之建議及說明，「功能性支承系統補強工法係使支承有適當摩擦力，強震下可產生摩擦滑動機制，並使用位移限制裝置限制滑動位移，允許其損壞避免傳遞過大地震力，且須提供足夠防落長度確保不落橋。 當支承產生滑動後產生隔震的效果，降低傳遞至下部結構之慣性力，因此下部結構受損輕微。**本補強工法雖在下部結構僅可能產生輕微損壞，但大地震時上部結構將有較大的殘餘變位與附屬設施損壞現象，宜使用於交通量不大之路段。**」

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		依據本計畫「橋梁耐震評估及補強設計原則(定稿本)」(100年8月)第八條之探討，功能性支承理念之應用說明如下： 國道高速公路跨越地方道路之穿越橋,其橋梁系統主要為三~五跨簡支預力I型梁及RC橋柱，並設有鉸接版將橋面予以連續化，參考美國Caltrans最新發展之補強策略，將上部結構連續化後，整體振動單元之地震慣性力，透過所謂「功能性支承」之理念傳導至兩側之橋台，使得中間橋墩所承受之地震力侷限在規範規定之最小摩擦力，再檢討兩側橋台是否需進行補強，茲將其重點說明如下： 1. 國道高速公路之穿越橋，其橋長平均在100~150公尺左右，且均大多已設有鉸接版將上部結構連續化，不需額外增加經費將其連續化。 2. 中間橋墩頂部與兩側橋台之支承、伸縮縫、防落橋長度與止震塊等可視為一整體系統，利用個別元件間之間隔大小與設計細節，調整整體系統之作用力順序，使得中間橋墩所承受之地震力侷限在規範規定之最小摩擦力(約0.15倍支承反力)，中間橋墩 

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		及其基礎將有可能大部份不需進行補強，或僅做橋墩之韌性補強，如上圖。 3. 由於兩側橋台將承受大部份之地震慣性力，可考慮利用橋台背牆後之土壤消能機制或將剪力榫(止震塊)設計做為保險性構件(Sacrificial Shear Keys) (Megally、Silva及Seible等，2002)，參見下圖；若仍無法符合本工程耐震補強之性能目標，則可採橋台兩側增樁工法予以補強，由於在橋台兩側施工無須使用低淨空樁機且交維容易。 止震塊「預期性」損壞模式　　止震塊「控制性」損壞模式 4. 利用上述「功能性支承」理念之應用，將可大幅降低此類橋梁之補強經費及減輕地方道路交通維持之壓力。 5. 綜合上述說明，國道高速公路應用「功能性支承」理念重點如下： ■ 將支承、止震塊、防震拉條等視為一整體系統(即廣義支承系統) ■ 調整墩頂各設施受力順序(機能)，容許既有支承局部損壞，但不可落橋 ■ 利用橋台消能或補強後承受大部份之上部結構地震力

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		■ 利用合適的位移控制，**使高速公路主線橋梁，仍滿足「生命線道路」之計畫目標** ■ **現階段適用之橋梁類別：跨越橋、中小長度之穿越橋及溝渠橋**
(4)	碧潭橋針對材料弱化(裂縫、白華)進行修復，其它橋梁是否亦針對材料劣化進行探討？	本計畫主要係針對橋墩、基礎等下部結構及相關地震力傳力構件進行耐震補強工程之設計與施工，對於將進行耐震補強之構件，若有混凝土之裂縫、白華、剝落、蜂窩及鋼筋鏽蝕等劣化現象，承包商均應依據特訂條款及設計圖(ST-030~ST-032)之規定予以修補。
7.	**何鴻文副組長**	
(1)	依交通部公路總局之耐震補強經驗，採用部頒規範之最大沖刷深度50％，常導致基礎需進行補強，然補強基礎之費用超出原橋原型式改建費用之半，使得省道橋梁補強經費不足。故是否採用此標準可再研議。	依據本計畫「橋梁耐震評估及補強設計原則(定稿本)」(100年8月)第三條(二)之規定，本計畫橋梁耐震評估之基面，**對會因洪水沖刷之河床，其基面則設定於沖刷面之下。惟在大地震時，不必考慮最大洪水位之沖刷，但需考慮常水位之沖刷，依據AASHTO「Standard Specifications for Highway Bridges (2002)」第4.4.5.2節之規定，耐震評估時應考慮最大沖刷深度之50%。**
(2)	碧潭橋之劣化原因是否歸咎為原設計活載重超載僅考慮10％，現行為25％以上(公路總局採用30％)？建議除表面塗裝外可多做探討，例如是否須進行上構之補強等。	依據本計畫委託臺灣營建研究院辦理「碧潭橋與新店高架橋全橋目視檢測及劣化評估研究」期末報告書，以及本公司之評估結果，考量高速公路對超載車輛之管制十分嚴格，碧潭橋之局部混凝土劣化現象，並非因車輛載重過大所致，故無需進行車輛承載能力之補強。
(3)	公路總局之基礎補強方案多用全套管基樁，少用地錨與微型樁。針對地錨部分，以長期來看該如何處理其預力損失與鏽蝕之情況？	本計畫河川橋因需考量沖刷之影響，亦均採用大口徑全套管基樁，僅於陸上高架橋視設計需求採用高強度微型樁，另考量基礎抗拉地錨(Tiedown Anchor)之長期耐久性，將僅於橋址直接基礎有良好之岩盤承載層，且地下水位低時，才採用基礎抗拉地錨，做為直接基礎

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		抗拉穩定性之補強方案。
(4)	關於功能性支承，如摩擦單擺支承傳統上使用少，是否會有專利等問題？宜多做說明。	摩擦單擺支承(Friction Pendulum Bearing)並無專利問題，但在國際上能生產大尺寸摩擦單擺支承之廠商比較有限，主要有美國Earthquake Protection Systems (EPS)公司、日本Oiles、Taisei公司與德國Maurer Söhne Group等。摩擦單擺支承之優點在其厚度較LRB低，更換所需空間較容易，且能承受較大之垂直力，故適合跨徑較大的特殊橋，目前，AASHTO已將摩擦單擺支承納入隔震設計規範中，現正委託美國MCEER編寫LRFD隔震設計規範，本計畫即依此LRFD隔震設計規範(草案)進行摩擦單擺支承之初步設計。
8.	**林炳松組長**	
(1)	碧潭橋採用滲透結晶材料，除應符合採購法相關規定外，關於材料的特質、耐久性及施工性等，皆請多方收集資料與研究，避免施工階段衍生不必要的問題，及日後工程處接管養護的困擾。	遵照辦理；本計畫碧潭橋之全橋保護塗層施工方案，初步設計階段原始主要考量兩種混凝土保護塗層系統，(1)水泥基滲透結晶防水塗層 (Cementitious Capillary Crystalline Water-proofing Materials, CCCW)、(2)符合歐盟最新混凝土修補規範EN1504-2之保護塗層系統(Protection Coating)；其中，水泥基滲透結晶防水塗層之廠商，經調查國際已有法國VANDEX、加拿大XYPEX、KRYSTOL、新加坡FORMDEX、美國PENETRON、德國KOESTER、BASF、法國DIPSEC及澳大利亞CRYSTAL等，此外，中國大陸亦因訂有**中國國家標準GB18445-2001「水泥基滲透結晶型防水材料」**後，已有數十家生產廠商，**日本則由建築學會訂定JASS-8「矽酸質系滲透結晶型防水材」**後，亦有如日本PANDEX及日本SIKA等多家廠商，故在材料採購供應上並無問題，但各國廠商所提材料規範對滲透結晶之檢驗，較無

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
		國際上較公認可接受之規定，國內的施工案例(如台北市新生高架橋改善工程)主要是參考加拿大XYPEX之建議，採用如SEM(Scanning Electron Microscope)掃描式電子顯微鏡及EDS(Energy Dispersive Spectrometer)能量散佈光譜儀及X射線(XRD)綜合分析法，確認結晶滲透深度>30mm的做法，雖可達到材料品管的要求，但此方法並未為中國大陸GB18445-2001與日本JASS-8所採用，**故現階段對滲透結晶深度檢驗之實務可行性，仍尚有多方不同的意見；此外，考量橋梁結構並未如地下結構或擋土壁結構，常需有抵抗負水壓的設計需求，故對滲透結晶之防水功能，一般不是必要的性能要求，綜上所述，本計畫碧潭橋之全橋保護塗層系統，應無需特別要求滲透結晶之特性，故建議以採用符合歐盟最新混凝土修補規範EN1504-2之保護塗層系統，依據EN1504-2初步擬訂之保護塗層性能規定有：** **1. 抗二氧化碳擴散能力(Permeability to CO_2)** **2. 水氣滲透能力(Permeability to water vapor)** **3. 抗水分滲透及毛細作用(Capillary absorption and permeability to water)** **4. 接著強度(Pull-off test，Flexible or Rigid System)** **5. 裂縫承載力(Crack bridging ability)** 6. **耐候能力(Artificial weathering test)**
(2)	橋下設施的遷移復舊，施工前需進行規劃處理。	遵照辦理；本計畫各標橋下防礙施工之各種設施，均將於設計階段配合高公局養管單位與租借使用單位協商，研擬可行之遷移復舊計畫，納入各標細部設計成果。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
9.	**高公局技術組書面意見**	
(1)	部分橋梁竣工圖未顯示基樁長度，其補強設計之原則為何？後續施工階段應編列探測基樁深度費用，以進一步檢核原補強設計之正確性。	遵照辦理；經查本計畫第M31標共有4座橋梁10個橋墩基礎之基樁深度，無法由竣工圖說加以判識，本計畫於設計階段先暫以基樁長度嵌入承載層1倍樁徑，進行既有基樁之承載能力評估與補強設計，並於第M31標設計圖與特訂條款中，註明承包商應辦理**「跨孔式三維地電阻影像法(3-D Cross-hole Electric Resistivity Tomography, ERT)」探測基樁深度**，並編列合理費用與施工規範，據以檢核原補強設計之正確性。
(2)	液化評估NCEER、HBF及NJRA三種方法中，就一般工程經驗以NJRA較為保守，惟簡報中屬NCREE最保守，其原因為何？另目前評估係採用那種方法辦理，請說明。	本計畫之液化分析結果，於本次專家會議簡報中所述NCREE較保守，係以液化潛能指數為「嚴重液化」之座數多寡而言，**對不同地層條件，三種方法液化潛能指數高低各有不同**。本計畫為保守計，目前各橋墩基礎皆採用三種方法中「液化潛能指數最高者」做為液化土壤強度及參數折減之依據，辦理後續補強設計工作。
(3)	既有基礎抗拉拔力不足，價工建議採用抗拉地錨方案，現階段地錨屬永久性或臨時性設施，國內專家學者仍有不同看法，因此工法之選用，建議應以全生命週期管理思維評估，以確保抗拉拔力於地震發生時的可靠度。	遵照辦理；本計畫既有基礎抗拉拔力不足之補強策略，原則上將以採用高強度微型樁(High Capacity Micropile)為主，基於全生命週期管理思維，**考量基礎抗拉地錨(Tiedown Anchor)之長期耐久性，將僅於橋址直接基礎有良好之岩盤承載層，且地下水位低時，才評估採用基礎抗拉地錨，做為直接基礎抗拉穩定性之補強方案**。
(4)	地震與沖刷載重組合，有關475年或2500年，均考慮最大沖刷深度50%部分，建議仍應依據最新部頒規範辦理，以符合本局橋梁耐震補強設計原則的一致性。	遵照辦理。

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計
第二次專家學者座談會 審查意見表

項次	審　查　意　見	辦　理　情　形
(5)	請說明北二高山區路段施工便道之開闢。	遵照辦理；，本計畫山區路段施工便道之闢設，將視工址條件，依地形高程規劃配置，**初步規劃以6M寬為原則，施工便道左右兩側配置臨時擋土工，土方挖填採平衡處理**，並於細部設計階段研擬相關圖說、特定條款與預算費用。
(6)	儘早辦理河川公地許可、水保計畫。	遵照辦理；為避免影響後續施工期程，本計畫將於設計階段即辦理所需河川公地使用申請及擬定水土保持相關書件送審，**惟為考量設計成熟度，儘量減少審查修正往返時程，本計畫擬於細部設計成果提出後一個月內提出上開書件送審**，以兼顧設計完整性及施工期程所需。

附錄七　橋梁耐震補強與國道邊坡補強計畫協調會會議紀錄

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)規劃設計」
橋梁耐震補強與國道邊坡補強計畫協調會議簽到單

一、時間： 100 年 8 月 12 日（星期五）上午 9 時 30 分

二、地點：交通部臺灣區國道高速公路局第一辦公室簡報室

三、主席：[illegible]　　記錄：陳添宇

四、出席單位及人員

技術組	王建國
工務組	高志鴻 [illegible] 王世豪 魏佳慧
北區工程處	劉汝親 陳達超 高育強 何翔能
台灣世曦工程顧問股份有限公司	陳俊宏
陸島工程顧問股份有限公司	羅承慶
世合工程技術顧問股份有限公司	朱志謙
永碁工程顧問股份有限公司	劉啓川
林同棪工程顧問股份有限公司	彭康瑞 [illegible] 邱志昇

五、結論

(一)、國道3號94K+383跨越橋南下側、96K+445雲南路跨越橋及102K+783新竹一號跨越橋(南下側)等邊坡，為整體考量邊坡補強一致性與有效性，並配合國道邊坡補強計畫的期程，儘量避免二次施工以降低對地質敏感邊坡的干擾與影響，請林同棪工程顧問公司將該地區現已完成的鑽探資料，及橋梁耐震評估後對橋址邊坡載重的影響與相關設計資料，於100年8月31日前提供北區工程處所委託的世合工程顧問公司納入後續邊坡補強設計之參考，由邊坡補強計畫範圍內辦理。亦請陸島、永碁公司一併納入詳細評估作業。

(二)、國道3號105K+288寶山三號橋跨越橋(南下側)邊坡，經永碁工程顧問公司詳細評估結果，為淺層破壞僅辦理表面修復，無須辦理邊坡補強工程且不涉及邊坡補強計畫期程。寶山三號橋跨越橋耐震補強評估工作對橋址邊坡的影響，將由林同棪工程顧問公司作整體評估與分析，並在橋梁耐震補強工程範圍內辦理。

(三)、國道邊坡補強評估與設計標準，地震力除應依相關規範至少採用設計地震外，對於鄰近第一類活動斷層地區應考慮近域調整因子，在目前相關規範尚未頒佈前，為確保邊坡補強計畫安全性並與橋梁補強工作之一致性，本局邊坡補強計畫之地震力，應參考交通部台灣區國道新建工程局辦理之「公路橋梁耐震性能設計規範」委託研究案(第一期)成果辦理。

(四)、北區工程處辦理關西路段邊坡評估與補強設計成果審查時，請林同棪工程顧問公司參加，並提供邊坡補強設計成果，據以辦理三座跨越橋耐震補強檢核工作。

(五)、本案辦理過程請參與之顧問公司團隊密切溝通合作，適時交換、分享階段結果資料，以確保各項工作成果。

附錄八　結構外審內容與審查意見回覆資料

第M32標

交通部臺灣區國道高速公路局
Taiwan Area National Freeway Bureau

國道高速公路橋梁耐震補強

第2期工程(第1優先路段)規劃設計

中國土木水利工程學會
Chinese Society of Structural Engineering

第M32標耐震補強設計

簡報

TY·LIN INTERNATIONAL TAIWAN
林同棪工程顧問股份有限公司

簡報人：陳建宏

中 華 民 國 101 年 4 月 7 日

簡報大綱

1. 各橋簡報內容概述
2. 大漢溪河川橋
3. 龍潭高架橋
4. 牛欄河一號橋
5. 牛欄河二號橋

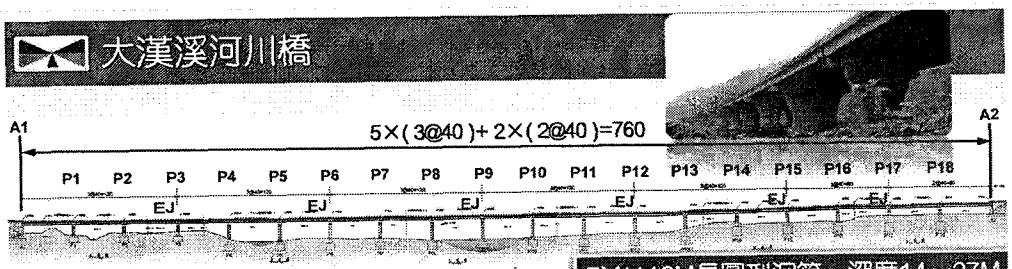
耐震補強第M32標結構外審之各橋簡報內容概述

各橋簡報內容概述

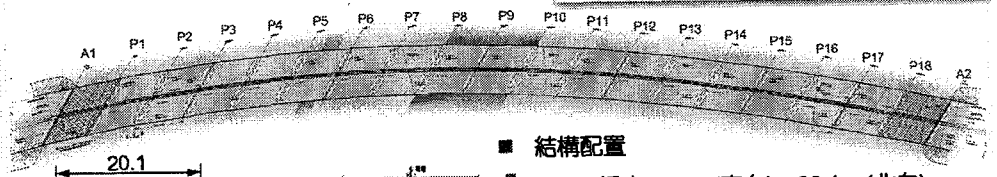
- 橋梁概述及結構配置
- 地質條件及反應譜
- 分析模型
- 韌性構件檢核結果
- 容量保護構件檢核結果
- 橋梁耐震補強策略
- 橋梁耐震補強設計

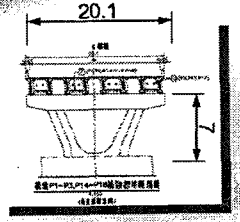
1 大漢溪河川橋

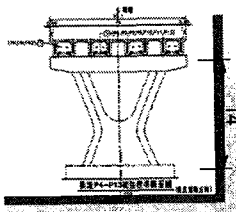
大漢溪河川橋



7M×16M長圓型沉箱，深度14~27M







■ 結構配置

- 橋寬20.1 m(南向)、20.1 m(北向)
- 全橋共7個單元
- 上構型式：預力I型梁
- 橋柱型式：壁式橋墩(寬度漸變)
- 橋墩與橋軸斜交角度：110° ~132°

大漢溪河川橋

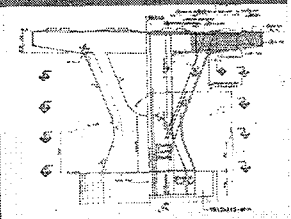
■ 既有構件尺寸及材料性質

鋼筋混凝土
- fc'=240 kgf/cm²

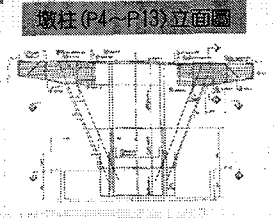
■ **預力混凝土**
- fc'=350 kgf/cm²
- fci'= 280 kgf/cm²

■ **鋼筋**
- 32φ以上：fy= 4200 kgf/cm²
- 29φ以下：fy= 2800 kgf/cm²

墩柱(P1~P3, P4~P18)立面圖



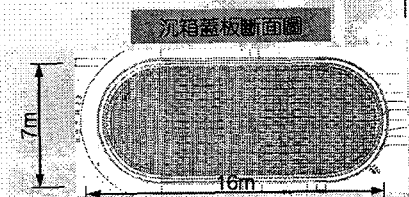
墩柱(P4~P13)立面圖



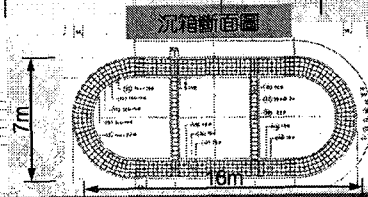
墩柱(P1~P3, P4~P18)斷面圖

墩柱(P4~P13)斷面圖

沉箱蓋板斷面圖



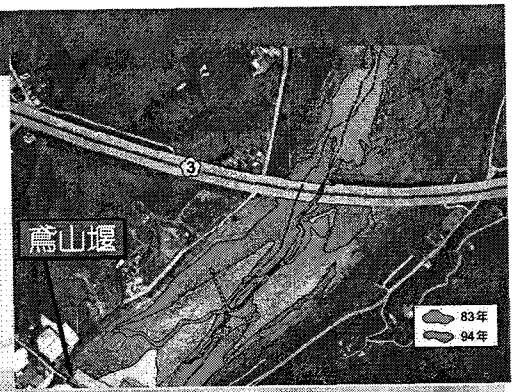
沉箱斷面圖



大漢溪河川橋

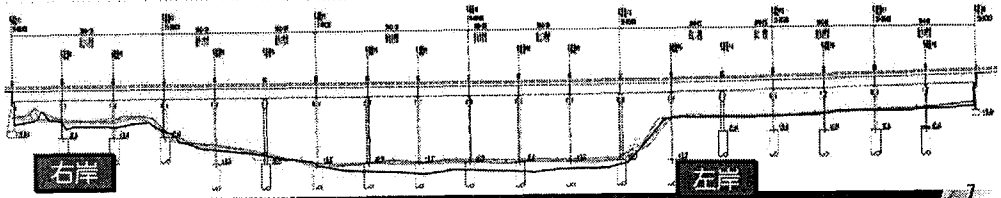
■ 大漢溪現況
- 鳶山堰位於上游700公尺，整體河道有下刷趨勢
- 由航照圖，本河段主河道偏左岸，因受固床工影響，河槽有寬廣化情形
- 河床質為卵礫石，其下為砂、頁岩

■ 既有保護工
- 左岸為蛇籠護坡
- P6~P12河床舖設鼎塊



大漢溪河川橋

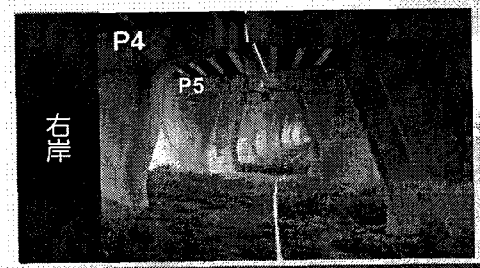
■ 大漢溪現況
- 由歷年斷面測量成果，本河段近年(93年以後)河槽位置及高程相當穩定
- 現況鼎塊固床工狀況良好，排列整齊，顯示河床變動極小

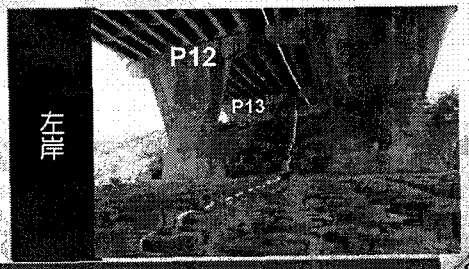


大漢溪河川橋

河川	橋梁名稱	斷面編號	計畫洪水位(m)	河寬(m)	河床值代表粒徑(cm)	河床坡度	保護工現況	橋墩現況
大漢溪	大漢溪河川橋	64.2	50.05(Q100)	494	12.1	1/341	鼎塊固床工	無明顯裸體

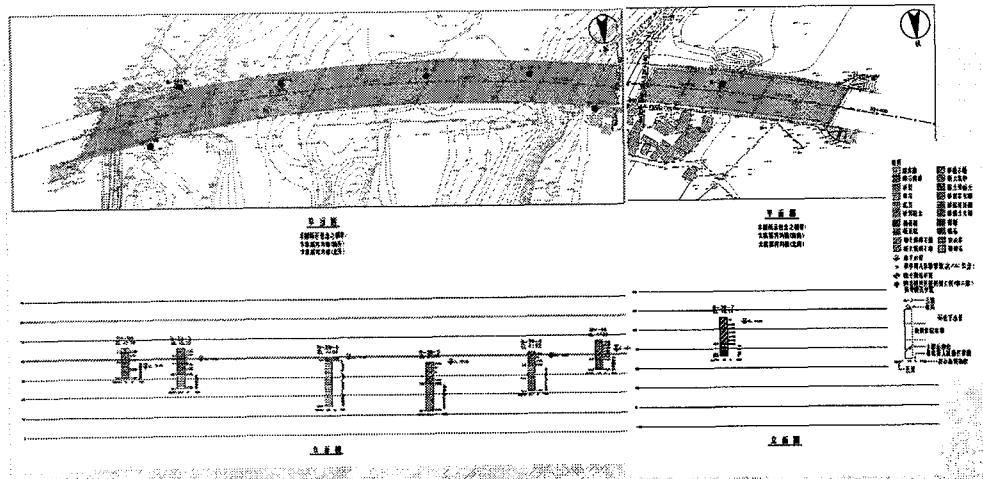
橋梁名稱	墩號	洪峰流量 Q_{100}(cms)	局部沖刷	束縮沖刷	保護工有效係數	河床質移動厚度	長期沖刷	沖刷深度	依岩盤修正之沖刷深度
大漢溪河川橋	P5	11500	4.99	0.59	0.4	3.42	0.28	7.05	7.05
大漢溪河川橋	P8	11500	7.67	0.81	0.7	3.42	0.28	6.24	6.24





大漢溪河川橋

■ 橋址地質資料



大漢溪河川橋

A1 BH-98 第一類地盤

土層分佈	深度 m	SPT N	rt t/m3	Vs m/s
GP	0.24	50	2	294.34
GP	3.3	50	2	294.34
SS	11.5	50	2.1	2000.00
SS	31.5	50	2.1	2000.00

Vs_{30}=1959m/s

P1 BH-98 第一類地盤

土層分佈	深度 m	SPT N	rt t/m3	Vs m/s
SF	17.2	50	1.9	294.34
GP	19.24	50	2	294.34
GP	22.3	50	2	294.34
SS	30.5	50	2.1	2000.00
SS	50.5	50	2.1	2000.00

Vs_{30}=396m/s

P2 BH-98 第一類地盤

土層分佈	深度 m	SPT N	rt t/m3	Vs m/s
SF	11.1	50	1.9	294.34
GP	13.14	50	2	294.34
GP	16.2	50	2	294.34
SS	24.4	50	2.1	2000.00
SS	44.4	50	2.1	2000.00

Vs_{30}=507m/s

$$V_{s30}=\frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{V_{si}}}=\frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i/V_{si}}$$

地盤分類

- 第一類地盤 $V_{S30} \geqq 270$m/s
- 270m/s > 第二類地盤 $V_{S30} \geqq 180$m/s
- 第三類地盤 $V_{S30} < 180$m/s

→ 採第一類地盤進行分析設計

大漢溪河川橋

BH98、BH99

橋墩編號	Vs_{30}(m/s)	地盤分類
P3	406.79	第一類地盤
P4	318.32	第一類地盤
P5	302.40	第一類地盤
P6	328.26	第一類地盤
P7	327.04	第一類地盤
P8	351.80	第一類地盤
P9	357.50	第一類地盤
P10	346.28	第一類地盤
P11	343.59	第一類地盤
P12	350.40	第一類地盤
P13	297.41	第一類地盤
P14	394.20	第一類地盤
P15	472.03	第一類地盤
P16	459.74	第一類地盤
P17	448.08	第一類地盤
P18	436.99	第一類地盤

$$V_{s30}=\frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{V_{si}}}=\frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i/V_{si}}$$

地盤分類

- 第一類地盤 $V_{S30} \geqq 270$m/s
- 270m/s > 第二類地盤 $V_{S30} \geqq 180$m/s
- 第三類地盤 $V_{S30} < 180$m/s

→ 採第一類地盤進行分析設計

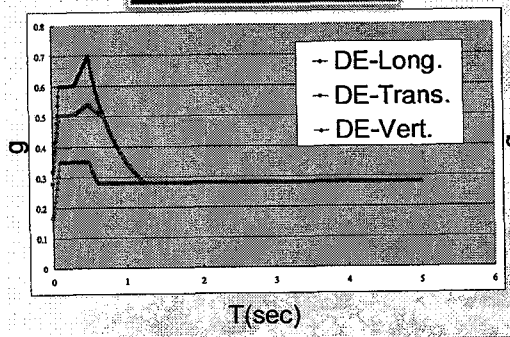
大漢溪河川橋

- 反應譜
  - ❖ 工址：台北縣三峽鎮
  - ❖ 地盤種類：第一類地盤
  - ❖ 韌性容量：Rx=3，Ry=2，Rz=2

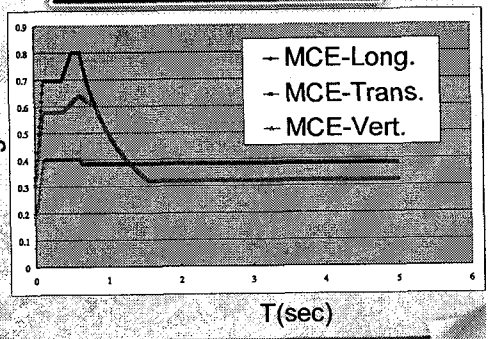
公路橋梁耐震設計規範(98年6月修訂)

S_S^D	T_0^D	S_S^M	T_0^M
0.7	0.5	0.8	0.625

設計地震力反應譜



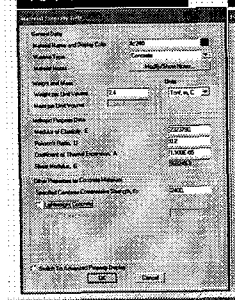
最大考量地震力反應譜



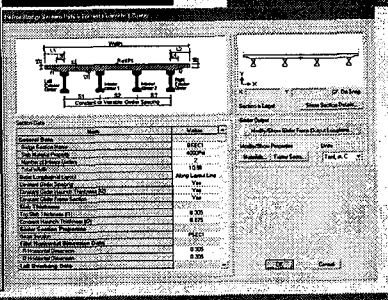
大漢溪河川橋

- 分析模型建立
  - ❖ 採用 CSI BRIDGE Ver.15
  - ❖ 採用 SAP2000 Ver.14

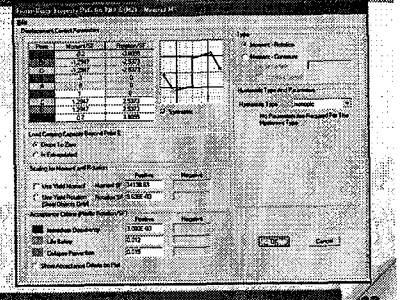
材料性質輸入



斷面性質輸入

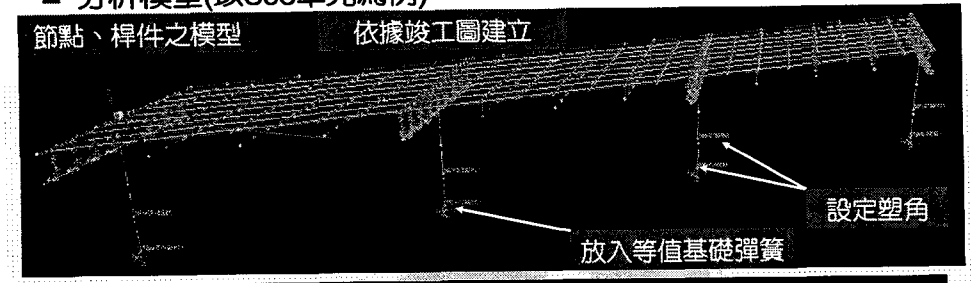


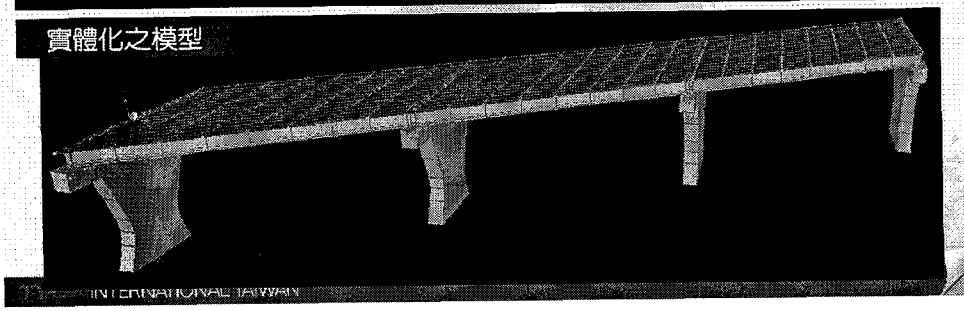
塑鉸輸入



大漢溪河川橋

- 分析模型(以S03單元為例)





大漢溪河川橋

- 顯著週期

軸向：1.11sec

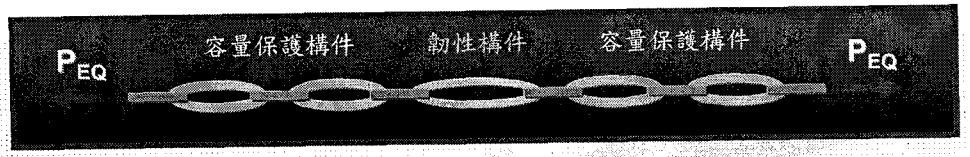
橫向：0.60sec

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1.10561	0.742029	0.001342	1.392E-07
MODAL	Mode	2	[illegible]	0.000059291	[illegible]	0.000016
MODAL	Mode	3	0.60345	0.080834	0.18764	0.000006821
MODAL	Mode	4	0.447759	0.00212	0.078826	0.001273
MODAL	Mode	5	0.417437	0.000148	0.007668	0.042835
MODAL	Mode	6	0.40303	0.000017	0.000246	0.019582
MODAL	Mode	7	0.399848	0.003218	0.087478	0.000361
MODAL	Mode	8	0.355858	0.000795	0.001834	0.000146
MODAL	Mode	9	0.296785	0.000231	0.003885	0.008139
MODAL	Mode	10	0.279703	0.000016	0.000419	0.413179
MODAL	Mode	11	0.274021	0.000661	0.042575	0.00367
MODAL	Mode	12	0.260571	0.000006642	0.255412	0.000497
MODAL	Mode	13	0.241869	0.000028	0.000445	0.000981
MODAL	Mode	14	0.232059	0.000016	0.000232	0.003228
MODAL	Mode	15	0.192629	0.000022	0.00002	0.039958
MODAL	Mode	16	0.173565	0.000714	0.004728	0.006234
MODAL	Mode	17	0.170884	0.000089	0.01666	0.012375
MODAL	Mode	18	0.166757	0.001011	0.078546	0.001252
MODAL	Mode	19	0.159859	0.000283	0.000942	0.00965
MODAL	Mode	20	0.150942	0.000000232	0.000044	0.006265
MODAL	Mode	21	0.149092	0.00017	0.0021	0.000356
MODAL	Mode	22	0.138968	0.000285	0.060285	0.000486
MODAL	Mode	23	0.137611	0.000119	0.007797	0.036217
MODAL	Mode	24	0.135692	0.000282	0.014294	0.019659
MODAL	Mode	25	0.133347	0.000233	0.003129	0.017616
MODAL	Mode	26	0.12773	0.0000002217	0.00016	0.059139
MODAL	Mode	27	0.121276	0.001109	0.000605	0.000512
MODAL	Mode	28	0.120257	0.0092	0.005728	0.002536
MODAL	Mode	29	0.116726	0.002351	0.006476	0.021692
MODAL	Mode	30	0.110694	0.005277	0.003239	0.009051

大漢溪河川橋

■ 容量設計理念



■ 韌性評估及檢核
- ❖ 韌性構件 => 墩柱

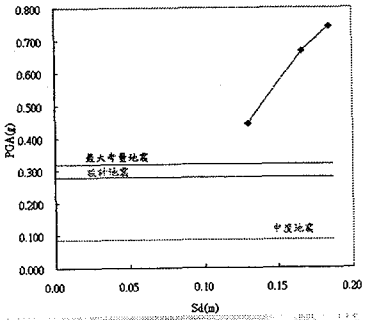
■ 強度評估及檢核
- ❖ 容量保護構件 => 止震塊、井式基礎

■ 其他耐震需求檢核
- ❖ 防落橋設施評估

大漢溪河川橋

■ 強度韌性評估及檢核
- ❖ 橋軸方向(以S03單元為例)

橋軸方向評估結果



無需補強

3.2大漢溪河川橋(南向)S03橋軸方向韌性強度韌性評估

	降伏點	SP1	SP	SP2	SP3	極限點
δ	0.0863	0.0863	0.1120	0.1376	0.1633	0.1633
V	3732.2	3732.2	3839.3	3946.4	4053.5	4053.5
S_d	0.1301	0.1301	0.1483	0.1664	0.1846	0.1846
S_a	0.5877	0.5877	0.6123	0.6369	0.6614	0.6614
T_{eff}	0.9437	0.9437	0.9871	1.0256	1.0599	1.0599
κ	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700
β_0	0.0000	0.0000	0.0526	0.0901	0.1173	0.1173
β_{eff}	0.0500	0.0500	0.0853	0.1104	0.1286	0.1286
B_1	1.0000	1.0000	1.1763	1.2760	1.3215	1.3215
B_s	1.0000	1.0000	1.2327	1.3580	1.4073	1.4073
F_U	1.0000	1.0000	1.2969	1.5939	1.8908	1.8908
$T_0^D // T_0^M$	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
T_0	0.5000	0.5000	0.5246	0.5322	0.5324	0.5324
S_{DS}/S_{MS}	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.8000	0.8000
S_{aD}/S_{aM}	0.3709	0.3709	0.3546	0.3413	0.3774	0.3774
PGA_{BdT}	0.4437	0.4437	0.6271	0.8328	1.0605	1.0605
PGA_{BdBI}	0.4437	0.4437	0.5688	0.6667	0.7412	0.7412

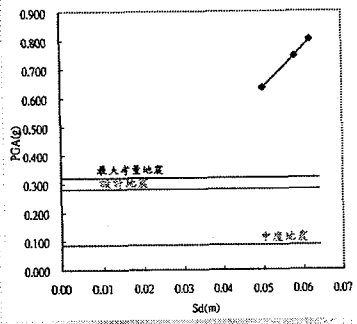
耐震性能指標		耐震安全性(地表加速度,g)	耐震容量(地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.086	0.444	5.15
設計地震等級	SP2	0.280	0.687	2.38
最大考量地震等級	SP3	0.320	0.741	2.32

評估結果	降伏位移 δ_y(cm)	降伏點 PGA_y(g)	極限位移 δ_u(cm)	極限點 PGA_u(g)	位移韌性 μ	V_u/W
橋軸方向	8.8347	0.444	16.327	0.741	1.39	0.422

大漢溪河川橋

■ 強度韌性評估及檢核
- ❖ 垂直橋軸方向(以S03單元為例)

垂直橋軸方向評估結果



無需補強

3.3大漢溪河川橋(南向)S03垂直橋軸方向韌性強度韌性評估

	降伏點	SP1	SP	SP2	SP3	極限點
δ	0.0122	0.0122	0.0130	0.0139	0.0147	0.0147
V	8512.8	8512.8	8732.9	8953.0	9173.0	9173.0
S_d	0.0499	0.0499	0.0540	0.0580	0.0620	0.0620
S_a	1.5891	1.5891	1.6193	1.6495	1.6798	1.6798
T_{eff}	0.3557	0.3557	0.3662	0.3761	0.3853	0.3853
κ	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700
β_0	0.0000	0.0000	0.0355	0.0648	0.0893	0.0893
β_{eff}	0.0500	0.0500	0.0738	0.0934	0.1098	0.1098
B_1	1.0000	1.0000	1.1188	1.2171	1.2748	1.2748
B_s	1.0000	1.0000	1.1568	1.2866	1.3565	1.3565
F_U	1.0000	1.0000	1.0656	1.1304	1.1948	1.1948
$T_0^D // T_0^M$	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
T_0	0.5000	0.5000	0.5170	0.5285	0.5322	0.5322
S_{DS}/S_{MS}	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.8000	0.8000
S_{aD}/S_{aM}	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.8000	0.8000
PGA_{BdT}	0.6356	0.6356	0.6902	0.7459	0.8028	0.8028
PGA_{BdBI}	0.6356	0.6356	0.7493	0.8489	0.9114	0.9114

耐震性能指標		耐震安全性(地表加速度,g)	耐震容量(地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.086	0.636	7.39
設計地震等級	SP2	0.280	0.745	2.66
最大考量地震等級	SP3	0.320	0.803	2.51

評估結果	降伏位移 δ_y(cm)	降伏點 PGA_y(g)	極限位移 δ_u(cm)	極限點 PGA_u(g)	位移韌性 μ	V_u/W
垂直橋軸方向	1.224	0.636	1.467	0.803	1.20	0.955

大漢溪河川橋

■ 止震塊強度評估(以S03單元為例)

設計地震

2.3 止震塊強度評估

橋墩編號		P6		P7		P8		P9			
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向		
止震塊需求挽曲鋼筋量	cm^2		2.53	20.33	7.37	20.33	7.28		2.99		
止震塊實際挽曲鋼筋量	cm^2		23.88	16.52	23.88	16.52	23.88		23.88		
C/D比值			9.42	0.81	3.24	0.81	3.26		8.00		
檢核			O.K.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.		O.K.		
止震塊需求剪力鋼筋量	cm^2		19.53	51.47	54.98	51.47	56.05		22.30		
止震塊實際剪力鋼筋量	cm^2		103.48	37.81	103.48	37.81	103.48		103.48		
C/D比值			5.30	0.73	1.88	0.73	1.85		4.64		
檢核			O.K.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.		O.K.		

最大考量地震

止震塊軸向強度N.G.

5.3 止震塊強度評估

橋墩編號		P6		P7		P8		P9			
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向		
實際承受之水平力	ton		72.99	158.52	209.19	158.52	212.47		81.96		
挽曲強度可承受之水平力	ton		1503.08	151.97	1457.18	151.97	1503.08		1457.18		
C/D比值			20.59	0.96	6.97	0.96	7.07		17.79		
檢核			O.K.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.		O.K.		
止震塊需求剪力鋼筋量	cm^2		23.70	51.47	67.52	51.47	68.99		26.61		
止震塊實際剪力鋼筋量	cm^2		103.48	37.81	103.48	37.81	103.48		103.48		
C/D比值			4.37	0.73	1.52	0.73	1.50		3.89		
檢核			O.K.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.		O.K.		

大漢溪河川橋

■ 沉箱基礎評估(以S03單元最大考量地震為例)

穩定性評估

O.K.無需補強

六. 基礎強度評估(最大考量地震)

6.3 沉箱基礎評估

6.3.1 沉箱基礎穩定評估

橋墩編號		P6M	P7M	P8M	P9M
土層最大承重反力	t/m²	82.34	87.56	87.58	81.86
土層容許承重承載力	t/m²	756.00	750.00	750.00	750.00
C/D比值		9.11	8.57	8.56	9.16
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
沉箱頂部轉角	rad	0.00	0.00	0.00	0.00
沉箱頂部容許轉角	rad	0.02	0.02	0.02	0.02
C/D比值		99.02	40.17	48.75	85.46
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

橋墩編號		P6M	P7M	P8M	P9M
承面有效抵抗面積比		1.00	1.00	1.00	1.00
承面容許抵抗面積比		0.15	0.15	0.15	0.15
C/D比值		6.67	6.67	6.67	6.67
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
側向土壓降伏比		0.11	0.26	0.26	0.13
側向土壓容許降伏比		0.60	0.60	0.60	0.60
C/D比值		5.45	2.31	2.31	3.16
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

箱體評估

O.K.無需補強

6.3.2 沉箱箱體評估

橋墩編號		P6M	P7M	P8M	P9M
箱體需求檢約鋼筋量	cm²	109.36	574.26	565.45	159.39
箱體實際檢約鋼筋量	cm²	558.98	560.89	560.89	560.89
C/D比值		3.44	0.95	0.97	3.44
檢核		O.K.	NG	NG	O.K.
底檔需求檢約鋼筋量	cm²	14.86	17.96	17.91	14.12
底檔實際檢約鋼筋量	cm²	38.71	38.71	38.71	38.71
C/D比值		2.60	2.16	2.17	2.74
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

Say O.K.

大漢溪河川橋

■ 沉箱基礎評估(以S03單元為例)

沉箱蓋板評估

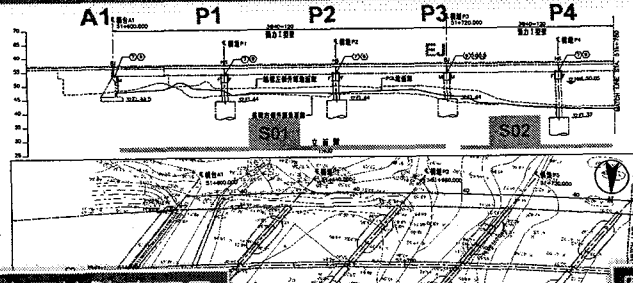
O.K.無需補強

6.3.3 沉箱蓋板評估

橋墩編號		P6M		P7M		P8M		P9M	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
蓋板需求頂層鋼筋量	cm²	325.60	0.00	325.60	122.10	325.60	122.10	325.60	122.10
蓋板實際頂層鋼筋量	cm²	398.86	237.22	398.86	237.22	398.86	237.22	398.86	237.22
C/D比值		1.23	-	1.23	1.94	1.23	1.94	1.23	1.94
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
蓋板需求底層鋼筋量	cm²	350.02	122.10	403.26	154.95	403.26	154.95	350.02	122.10
蓋板實際底層鋼筋量	cm²	1969.88	236.06	1969.88	236.06	1969.88	236.06	1969.88	236.06
C/D比值		5.63	1.93	4.65	1.53	4.65	1.53	5.63	1.93
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
蓋板最大剪式剪力	kg/cm²	2.42	2.45	2.67	2.70	2.67	2.70	2.67	2.70
蓋板容許剪式剪力	kg/cm²	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36
C/D比值		3.87	3.82	3.51	3.47	3.51	3.47	3.51	3.47
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

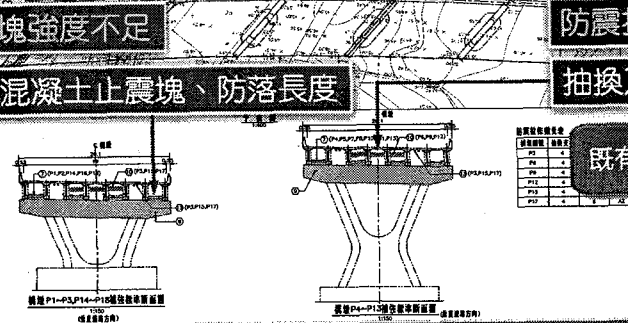
橋墩編號		P6M		P7M		P8M		P9M	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
蓋板最大負彎矩	t-m	1301.14	0.00	2629.77	791.59	2794.71	786.29	1309.54	54.36
蓋板開裂彎矩	t-m	7697.34	3209.68	7697.34	3209.68	7697.34	3209.68	7697.34	3209.68
C/D比值		5.87	-	2.79	4.05	2.83	4.07	5.83	59.02
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
蓋板最大正彎矩	t-m	9009.75	1348.73	9757.95	2432.77	6710.83	2424.02	4991.43	1524.55
蓋板開裂彎矩	t-m	7697.34	3209.68	7697.34	3209.68	7697.34	3209.68	7697.34	3209.68
C/D比值		1.58	2.38	1.17	1.32	1.18	1.32	1.58	2.11
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

大漢溪河川橋



止震塊強度不足

增設混凝土止震塊、防落長度

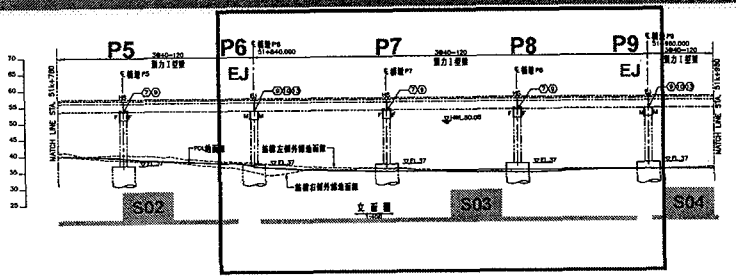


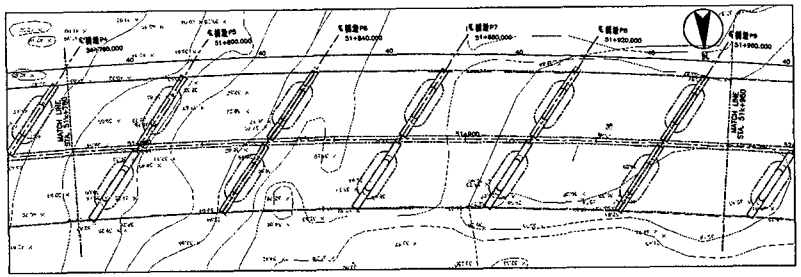
防震拉條強度不足

抽換及增設防震拉條

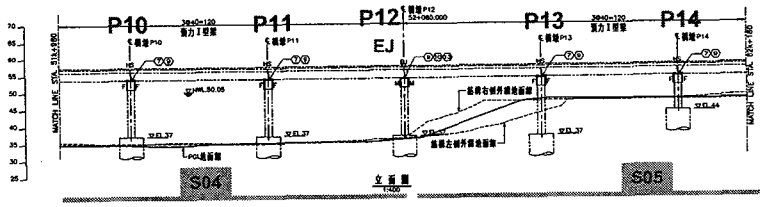
既有4支抽換，增設6支

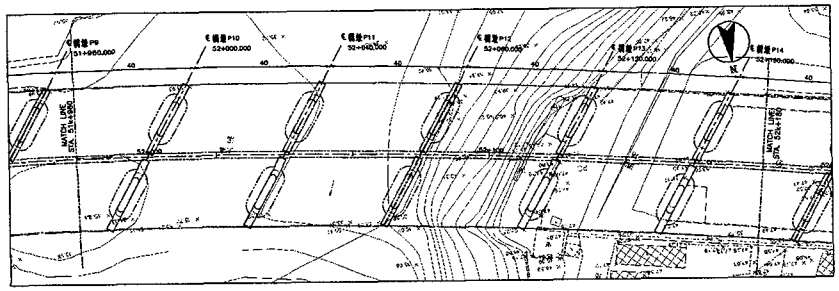
大漢溪河川橋



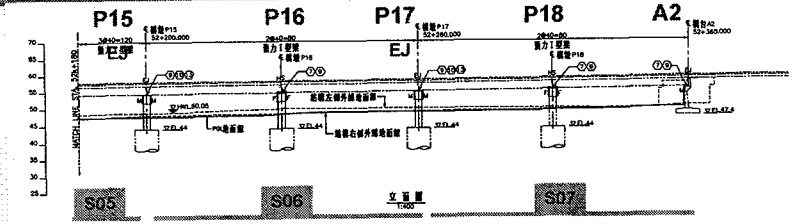


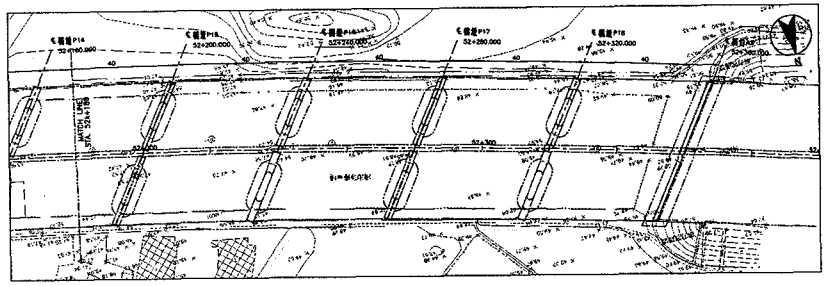
大漢溪河川橋





大漢溪河川橋



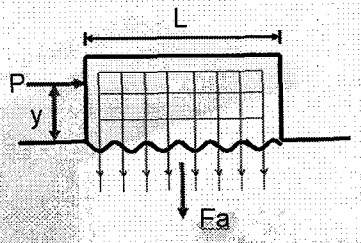


大漢溪河川橋

- 增設混凝土止震塊補強設計
- 設計依據：90年版「公路橋梁設計規範」第6.3.6D節剪力摩擦鋼筋之規定
  Priestley (P.424~P.425)
- 剪力設計及檢核 (容許剪力Va≧設計剪力Vd)

$V_a \geq V_d$
$V_d = P$
$V_a = \phi\mu Fa \leq 0.2\phi f_{ce}' A_{cv}$

◆其中
- Φ = 強度折減係數取1.0
- μ = 摩擦係數(μ=1.0λ，λ=1.0，常重混凝土)
- Fa = 化學黏著錨筋提供拉力強度；或鋼筋提供之拉力強度Asfy
- fce' = 預期混凝土抗壓強度
- Acv = 混凝土破壞面斷面積



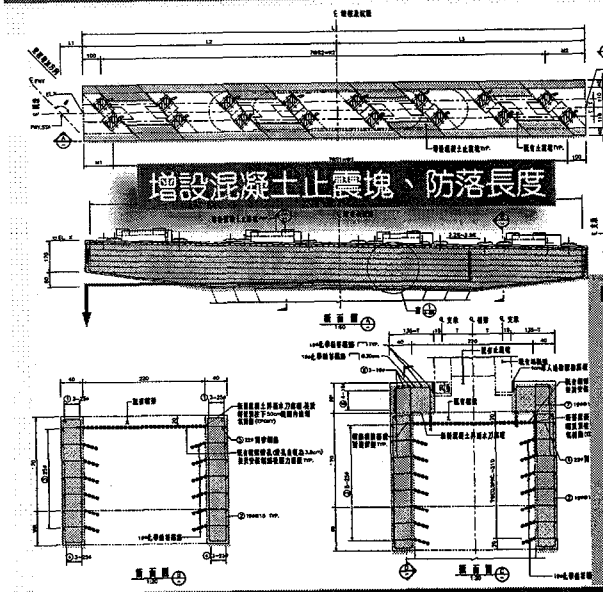
- 彎矩設計及檢核 (容許彎矩Ma≧設計彎矩Md)

$M_a \geq M_d$
$M_d = P \times y$
$M_a = \phi_f \times 0.9 \times Fa \times L/2$

◆其中
- Φ_f =撓曲折減係數取0.9

◆限制 $y \leq 0.45 \times \frac{\phi_f L}{\phi \mu} \approx 0.3L$

大漢溪河川橋



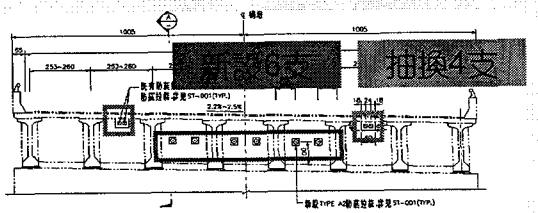
- 縱向作用力：
  1372tf→最大考量地震力
  (取C/D最小值P4橋墩=0.68設計)
  ◆原混凝土止震塊可承受：
  8顆x116.63tf=933.07tf
  ◆設計力(單顆)
  =(1372-933.07)/4顆=110tf
  ◆新設混凝土止震塊可承受：
  137.5tf>110tf O.K.

大漢溪河川橋

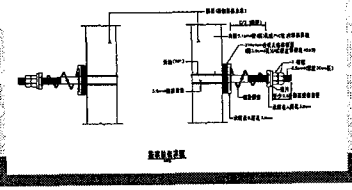
- 防震拉條計算
- 檢核依據：公路橋梁耐震設計規範(8.5節)
- 防止落橋裝置之降伏強度須大於支承靜載重反力Rd之1.5倍

$$N \times Asfy \geq 1.5Rd$$

其中
N=防震拉條支數
Rd=支承靜載重反力
Asfy=拉條之抗拉強度



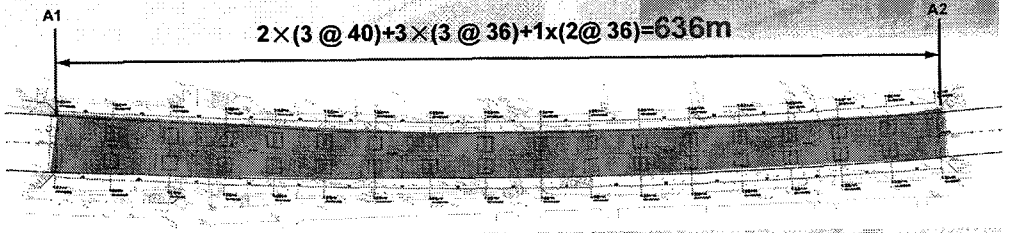
N*(0.85*101.3tf)>1.5*534tf
→N=10(新設6支，抽換4支)



2 龍潭高架橋

龍潭高架橋

- 結構配置
  - 預力箱型梁橋
  - 南北向橋寬20.74~16.4m
  - 南北橋各6個單元，各17跨，共32個橋墩
  - 下部結構：單柱式矩形橋墩、直接基礎



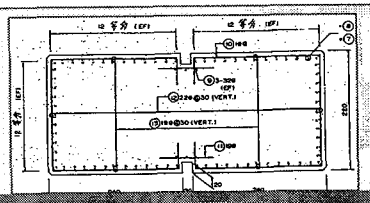
龍潭高架橋

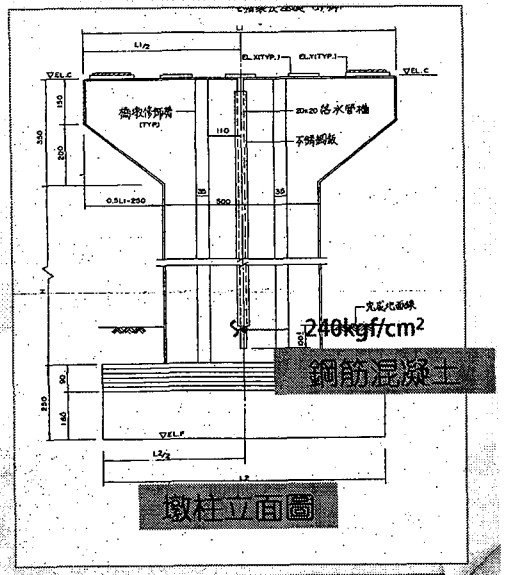
- 既有構件尺寸及材料性質

鋼筋混凝土
- fc'=240 kgf/cm²

預力混凝土
- fc'=350 kgf/cm²
- fci'= 280 kgf/cm²

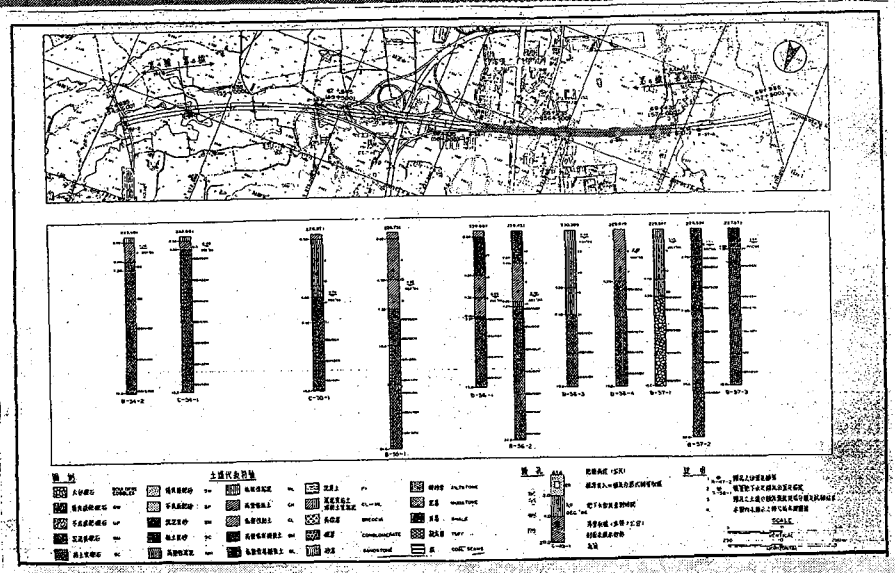
鋼筋
- 32φ以上：fy= 4200 kgf/cm²
- 29φ以下：fy= 2800 kgf/cm²


墩柱斷面圖



墩柱立面圖

龍潭高架橋（橋址地質資料）



龍潭高架橋

BH109、BH110、BH112

橋墩編號	Vs_{30}(m/s)	地盤分類
P1NB	446.39	第一類地盤
P2NB	455.13	第一類地盤
P3NB	443.92	第一類地盤
P4NB	453.96	第一類地盤
P5NB	453.73	第一類地盤
P6NB	454.90	第一類地盤
P7NB	458.20	第一類地盤
P8NB	459.63	第一類地盤
P9NB	420.15	第一類地盤
P10NB	427.47	第一類地盤
P11NB	435.14	第一類地盤
P12NB	450.88	第一類地盤
P13NB	465.18	第一類地盤
P14NB	486.08	第一類地盤
P15NB	487.73	第一類地盤
P16NB	496.17	第一類地盤

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{V_{si}}} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i / V_{si}}$$

地盤分類

- 第一類地盤 $V_{S30} \geq 270$m/s
- 270m/s > 第二類地盤 $V_{S30} \geq 180$m/s
- 第三類地盤 $V_{S30} < 180$m/s

→ 採第一類地盤進行分析設計

龍潭高架橋

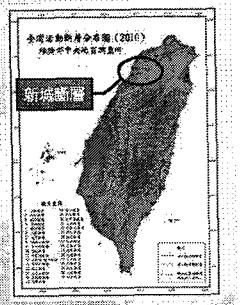
- 反應譜　國震中心：公路橋梁耐震設計規範近斷層地震力(草案)(100年9月)
  - 工址：桃園縣龍潭鄉
  - 地盤種類：第一類地盤
  - 斷層：考慮斷層近域效應(新城斷層)
  - 韌性容量：Rx=2，Ry=3，Rz=2

中央地調所2010/5/10公布最新活動斷層

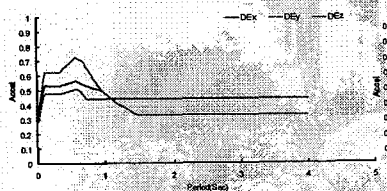
決定水平加速度係數、近域效應調整因子

S_S^D	T_1^D	S_S^M	T_1^M
0.8	0.45	1	0.55

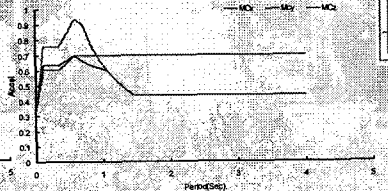
$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$
1.04	1.08	1.09	1.16



設計地震力



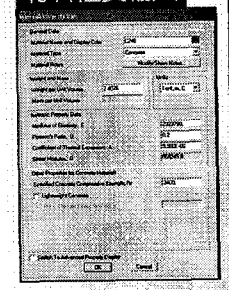
最大考量地震力



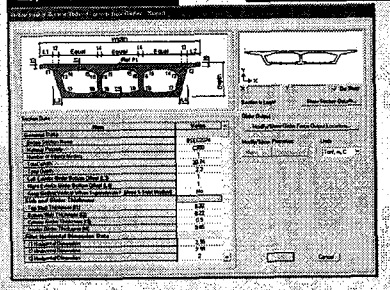
龍潭高架橋

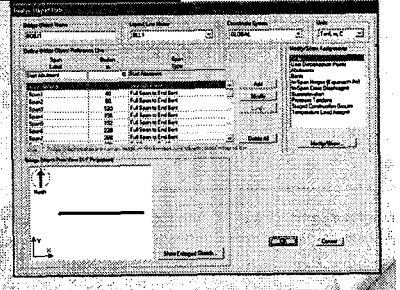
- 分析模型建立
  - 採用 CSI BRIDGE Ver.15
  - 採用 SAP2000 Ver.14

材料性質輸入



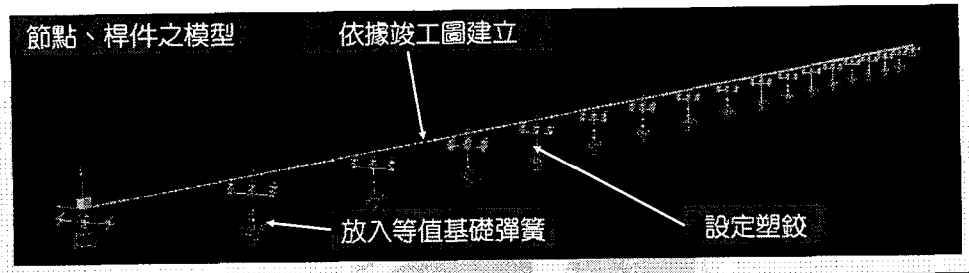
斷面性質輸入

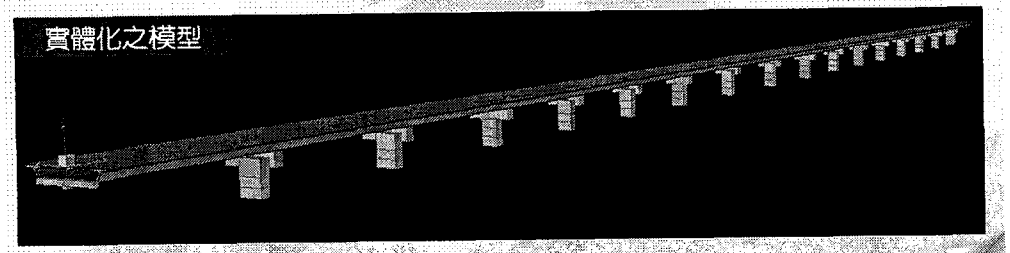




龍潭高架橋

■ 分析模型

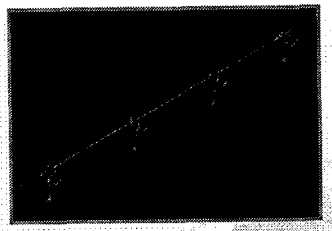




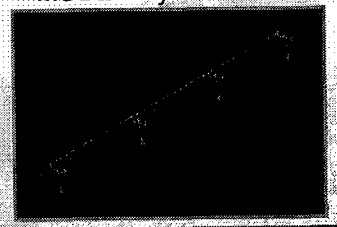
龍潭高架橋

■ 結構週期(以P6~P9單元為例)

MODE1 Tx=1.16



MODE2 Ty=0.90



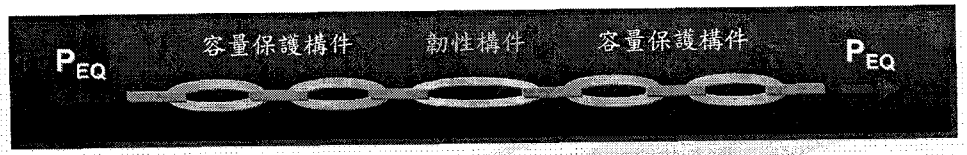
參與質量百分比

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1.159406	0.852758	0	3.362E-10
MODAL	Mode	2	0.90406	0	0.92402	0
MODAL	Mode	3	0.770168	9.231E-20	0.000816	3.842E-19
MODAL	Mode	4	0.405131	0.000000269	8.847E-19	0.068454
MODAL	Mode	5	0.375971	9.993E-19	0.011075	5.221E-18
MODAL	Mode	6	0.338201	0.002806	1.026E-15	2.574E-07
MODAL	Mode	7	0.286907	0.036444	1.038E-16	0.008822
MODAL	Mode	8	0.280893	0.059006	3.337E-17	0.009129
MODAL	Mode	9	0.26069	0.000046	2.381E-18	0.55362
MODAL	Mode	10	0.170342	6.57E-16	2.591E-08	2.245E-15
MODAL	Mode	11	0.149709	0.000171	2.682E-16	0.060896
MODAL	Mode	12	0.149437	0.000133	4.504E-17	0.080002
MODAL	Mode	13	0.127452	0.000015	5.677E-19	6.904E-07
MODAL	Mode	14	0.112059	1.181E-08	5.007E-19	0.202419
MODAL	Mode	15	0.108149	2.537E-19	0.028914	2.935E-18
MODAL	Mode	16	0.10189	0.00063	4.988E-19	0.000001261
MODAL	Mode	17	0.095436	1.683E-18	7.405E-07	2.455E-18
MODAL	Mode	18	0.082561	0.000002109	1.233E-17	0.000031
MODAL	Mode	19	0.079745	6.37E-17	0.030741	7.491E-16
MODAL	Mode	20	0.078509	1.257E-19	0.002122	5.323E-16
MODAL	Mode	21	0.077892	1.113E-16	0.000145	1.341E-16
MODAL	Mode	22	0.077393	0.000003501	1.423E-18	0.014157
MODAL	Mode	23	0.073704	0.026546	1.456E-18	0.000007517
MODAL	Mode	24	0.072792	9.563E-18	0.000027	1.488E-16
MODAL	Mode	25	0.072496	0.000388	1.013E-16	0.000252
MODAL	Mode	26	0.072477	1.274E-16	0.000106	1.088E-15
MODAL	Mode	27	0.065487	0.013911	2.17E-17	0.000047
MODAL	Mode	28	0.064381	0.001305	4.964E-17	0.000238
MODAL	Mode	29	0.062731	0.004828	3.429E-18	0.000006098
MODAL	Mode	30	0.054852	1.062E-16	2.298E-08	2.474E-16
MODAL	Mode	31	0.050311	6.259E-08	9.241E-18	0.00005

龍潭高架橋

■ 容量設計理念



■ 韌性評估及檢核

❖ 韌性構件 => 墩柱

■ 強度評估及檢核

❖ 容量保護構件 => 剪力榫、直接基礎

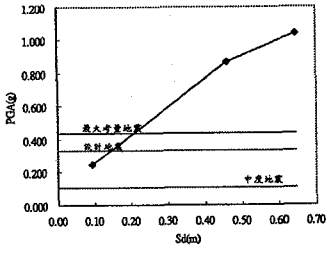
龍潭高架橋

■ 強度韌性評估及檢核

❖ 橋軸方向

(以P6~P9單元為例)

橋軸方向評估結果



無需補強

3.2龍潭高架橋03橋軸方向墩柱強度韌性評估

	降伏點	SP1	SP	SP2	SP3	極限點
δ	0.0788	0.0788	0.2376	0.3965	0.5553	0.5553
V	1501.4	1501.4	1612.9	1724.3	1835.7	1835.7
S_d	0.0945	0.0945	0.2776	0.4608	0.6439	0.6439
S_a	0.3294	0.3294	0.3545	0.3795	0.4046	0.4046
T_{eff}	1.0743	1.0743	1.7753	2.2104	2.5308	2.5308
κ	0.6700	0.6700	0.5823	0.5493	0.5473	0.5473
β_0	0.0000	0.0000	0.3752	0.4223	0.4252	0.4252
β_{eff}	0.0500	0.0500	0.2685	0.2820	0.2827	0.2827
B_1	1.0000	1.0000	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000
B_1	1.0000	1.0000	1.6000	1.6000	1.6000	1.6000
F_U	1.0000	1.0000	3.0165	5.0327	7.0490	7.0490
T_0^D // T_A^M	0.5800	0.5800	0.5800	0.5800	0.5900	0.5900
T_0	0.5800	0.5800	0.6187	0.6187	0.6293	0.6293
S_{DS}/S_{MS}	0.8320	0.8320	0.8320	0.8320	1.0900	1.0900
S_{D1}/S_{M1}	0.4492	0.4492	0.2718	0.2183	0.2541	0.2541
PGA_{BLE}	0.2440	0.2440	1.3090	2.9115	4.8931	4.8931
PGA_{BLE1}	0.2440	0.2440	0.6510	0.8678	1.0412	1.0412

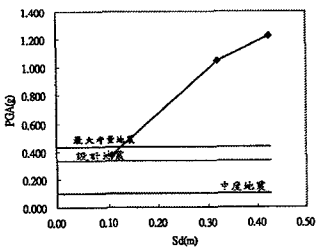
耐震性能概要		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.102	0.244	2.39
設計地震等級	SP2	0.333	0.868	2.61
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.041	2.39

評估結果	降伏位移 δ_y(cm)	降伏點 PGA_y(g)	極限位移 δ_u(cm)	極限點 PGA_u(g)	韌性容量 μ	V_u/W
橋軸方向	7.6784	0.244	55.535	1.041	7.06	0.307

■ 強度韌性評估及檢核

❖ 垂直橋軸方向 (以P6~P9單元為例)

垂直橋軸方向評估結果



3.3龍潭高架橋P3垂直橋軸方向塑性強度韌性評估

	降伏點	SP1	SP	SP2	SP3	極限點
δ	0.0806	0.0806	0.1603	0.2400	0.3197	0.3197
V	3421.4	3421.4	3662.7	3904.0	4145.4	4145.4
S_d	0.1062	0.1062	0.2126	0.3191	0.4255	0.4255
S_a	0.6895	0.6895	0.7403	0.7910	0.8417	0.8417
T_{eff}	0.7873	0.7873	1.0752	1.2741	1.4263	1.4263
κ	0.6700	0.6700	0.6523	0.6047	0.5909	0.5909
β_0	0.0000	0.0000	0.2752	0.3433	0.3629	0.3629
β_{eff}	0.0500	0.0500	0.2295	0.2576	0.2644	0.2644
B_1	1.0000	1.0000	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000
B_1	1.0000	1.0000	1.6000	1.6000	1.6000	1.6000
F_U	1.0000	1.0000	1.9893	2.9786	3.9679	3.9679
T_s^C // T_s^M	0.5800	0.5800	0.5800	0.5800	0.5900	0.5900
T_0	0.5800	0.5800	0.6187	0.6187	0.6293	0.6293
S_{DS}/S_{AS}	0.8320	0.8320	0.8320	0.8320	1.0900	1.0900
S_{aD}/S_{aM}	0.6129	0.6129	0.4488	0.3787	0.4509	0.4509
PGA_{DBT}	0.3744	0.3744	1.0919	2.0702	3.2295	3.2295
PGA_{DBE}	0.3744	0.3744	0.8234	1.0425	1.2209	1.2209

耐震性能檢核		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.102	0.374	3.68
設計地震等級	SP2	0.333	1.043	3.13
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.221	2.80

評估結果	降伏位移 δ_y(m)	降伏時 PGA_y(g)	極限位移 δ_u(m)	極限時 PGA_u(g)	位移韌性 μ	V_u/W
垂直橋軸方向	0.068	0.374	31.972	1.221	3.97	0.693

無需補強

■ 剪力鋼棒強度檢核(以P6~P9單元為例)

❖ 475年設計地震

橋墩編號		P6		P7		P8		P9	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
剪力鋼棒需求強度	ton		119.43	274.65	299.38	273.26	281.14		142.26
剪力鋼棒實際強度	ton		91.48	160.08	192.10	160.08	192.10		91.48
C/D比值			0.77	0.58	0.74	0.59	0.68		0.64
檢核			N.G.	N.G.	N.G.	N.G.	N.G.		N.G.

❖ 2500年最大考量地震

橋墩編號		P6		P7		P8		P9	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
剪力鋼棒需求強度	ton		146.22	274.65	317.41	273.26	343.97		151.78
剪力鋼棒實際強度	ton		146.16	255.78	306.94	255.78	306.94		146.16
C/D比值			1.00	0.93	0.97	0.94	0.89		0.96
檢核			N.G.	N.G.	N.G.	N.G.	N.G.		N.G.

剪力鋼棒強度不足 → 增設剪力榫

■ 直接基礎檢核(以P6~P9單元為例)

❖ 475年設計地震

橋墩編號		126pn6s	126pn7s	126pn8s	126pn9s
土層最大容重反力	t/m²	9999999.00	536.65	6686.61	9999999.00
土層容許容重承載力	t/m²	140.00	140.00	140.00	140.00
C/D比值		0.00	0.26	0.02	0.00
檢核		N.G.	N.G.	N.G.	N.G.
容許最小接觸面積比		0.30	0.30	0.30	0.30
最小接觸面積比		0.00	0.13	0.01	0.00
C/D比值		0.00	0.43	0.03	0.00
檢核		N.G.	N.G.	N.G.	N.G.
最大水平滑動力		887.79	985.64	1025.38	1038.49
容許水平滑動力		1076.07	1350.33	1333.00	1059.26
C/D比值		1.24	1.37	1.30	1.02
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

穩定性不足

❖ 2500年最大考量地震

橋墩編號		126pn6s	126pn7s	126pn8s	126pn9s
土層最大容重反力	t/m²	9999999.00	9999999.00	9999999.00	9999999.00
土層容許容重承載力	t/m²	210.00	210.00	210.00	210.00
C/D比值		0.00	0.00	0.00	0.00
檢核		N.G.	N.G.	N.G.	N.G.
容許最小接觸面積比		0.15	0.15	0.15	0.15
最小接觸面積比		0.00	0.00	0.00	0.00
C/D比值		0.00	0.00	0.00	0.00
檢核		N.G.	N.G.	N.G.	N.G.
最大水平滑動力		1091.22	1187.45	1269.53	1078.12
容許水平滑動力		1060.31	1341.82	1331.96	1059.06
C/D比值		0.99	1.13	1.05	0.98
檢核		N.G.	O.K.	O.K.	N.G.

增設微型樁

■ 柱剪力檢核

❖ 475年設計地震

	墩柱編號	縱向			橫向		
		容量 ϕ(Vc+Vs)	需求 V	檢核	容量 ϕ(Vc+Vs)	需求 V	檢核
F	P1	886.62	1009.40	N.G.**	1654.17	357.40	O.K.
F	P2	888.80	1021.70	N.G.**	1651.37	688.10	O.K.
M	P3	841.33	0.25	O.K.	1419.05	922.71	O.K.
F	P4	753.18	857.10	N.G.**	1324.46	775.35	O.K.
F	P5	749.62	837.90	N.G.**	1318.80	803.74	O.K.
M	P6	833.02	0.22	O.K.	1408.72	740.00	O.K.
F	P7	755.36	823.90	N.G.**	1326.94	797.19	O.K.
F	P8	755.82	819.80	N.G.**	1327.01	863.62	O.K.
M	P9	833.74	0.20	O.K.	1051.80	910.70	O.K.
F	P10	746.99	847.02	N.G.**	1318.32	845.75	O.K.
F	P11	746.99	839.98	N.G.**	1318.33	827.14	O.K.
M	P12	831.49	0.18	O.K.	1049.84	919.00	O.K.
F	P13	746.84	846.11	N.G.**	1318.19	709.67	O.K.
F	P14	746.72	877.19	N.G.**	1317.98	626.33	O.K.
M	P15	829.76	0.24	O.K.	1404.07	630.55	O.K.
F	P16	874.08	965.40	N.G.**	1254.79	408.49	O.K.

設計地震力下
固定端縱向柱
剪力容量不足

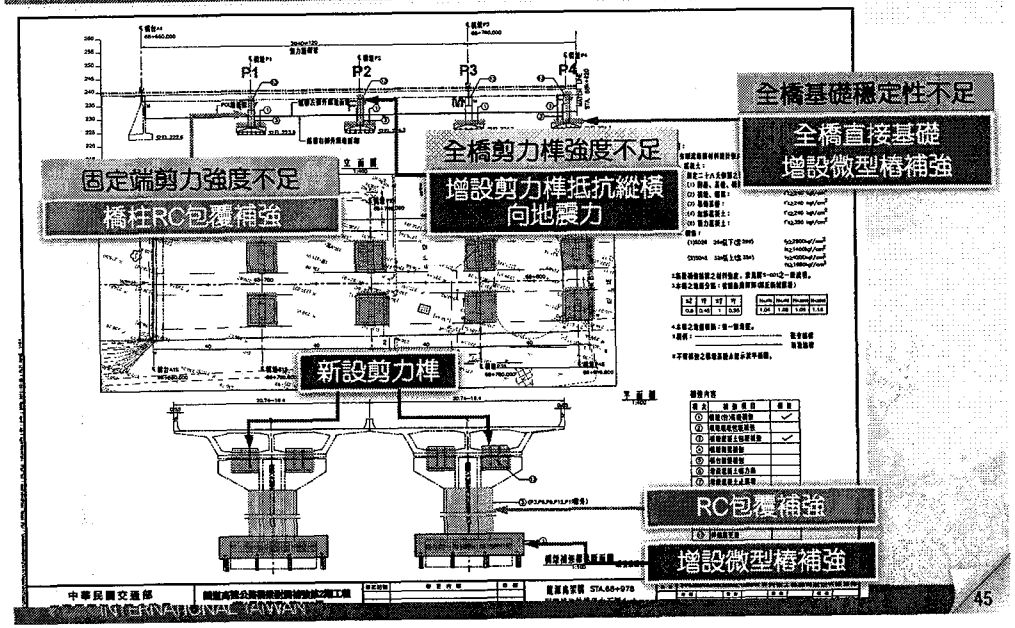
■ 柱剪力檢核

❖ 2500年最大考量地震

	墩柱編號	縱向 容量 ϕ(Vc+Vs)	縱向 需求 V	縱向 檢核	橫向 容量 ϕ(Vc+Vs)	橫向 需求 V	橫向 檢核
F	P1	716.48	1009.40	N.G.**	1946.09	438.00	O.K.
F	P2	554.29	1021.70	N.G.**	1942.78	843.30	O.K.
M	P3	551.71	0.32	O.K.	1072.59	992.60	O.K.
F	P4	492.00	857.10	N.G.**	1558.19	949.72	O.K.
F	P5	490.12	837.90	N.G.**	1551.53	984.11	O.K.
M	P6	547.19	0.28	O.K.	1067.30	923.80	O.K.
F	P7	493.15	823.90	N.G.**	1561.11	975.54	O.K.
F	P8	493.39	819.80	N.G.**	1561.19	1056.62	O.K.
M	P9	547.65	0.26	O.K.	1067.49	910.70	O.K.
F	P10	490.22	817.80	N.G.**	1550.97	1034.74	O.K.
F	P11	489.86	814.50	N.G.**	1550.98	1011.96	O.K.
M	P12	546.49	0.24	O.K.	1065.77	919.00	O.K.
F	P13	489.73	824.30	N.G.**	1550.81	868.39	O.K.
F	P14	489.72	837.70	N.G.**	1550.56	766.70	O.K.
M	P15	545.49	0.32	O.K.	1651.85	772.56	O.K.
F	P16	546.72	965.40	N.G.**	1286.95	500.40	O.K.

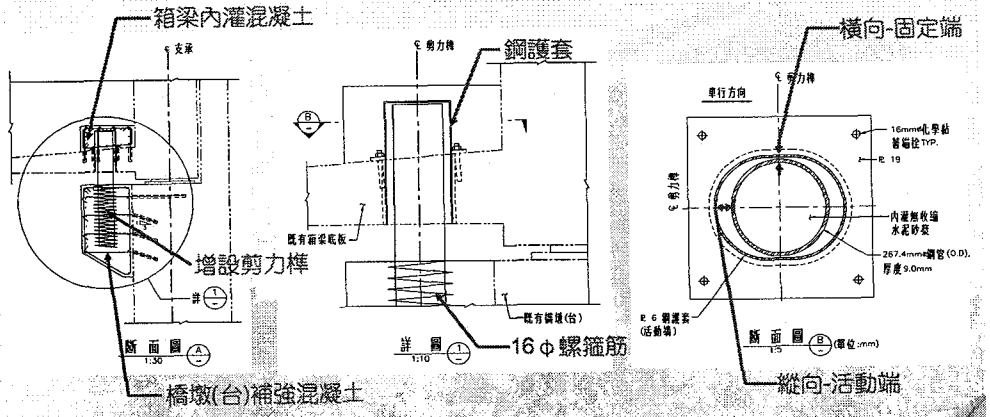
最大考量地震力下
固定端縱向柱剪力
容量不足

混凝土包覆補強



■ 增設剪力榫補強設計

■ 設計依據：日本鐵道構造物等設計標準同解說 (1999.10)



■增設剪力榫補強設計

■剪力鋼管強度檢核

❖剪力

實際剪力 V=Hd

容許剪力 Va=0.6 Ag fy

Ag=鋼管斷面積、fy=鋼管強度

❖彎矩

實際彎矩 M=0.5 e Hd (e=d0+0.5ϕ)

容許彎矩 Ma=S fy (S=鋼管的斷面模數)

■化學黏著錨筋檢核

❖縱向拉力、壓力

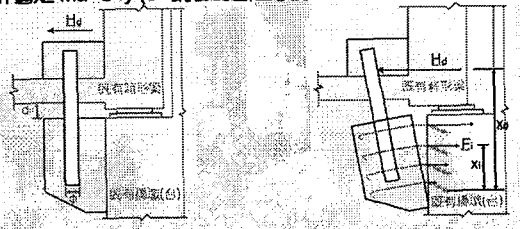
實際合力=Hd

容許合力=Σ錨筋抗拉強度

❖彎矩

實際彎矩=Hd Xd

容許彎矩= Σ Fi Xi



■混凝土強度檢核

❖承壓應力

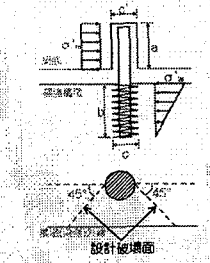
實際應力 $\sigma'_{2d}=\frac{2H_d}{b\cdot c}$ $\sigma'_{1d}=\frac{H_d}{a\cdot c'}$

容許應力 fc'=混凝土強度

❖水平合力(根據破壞面計算)

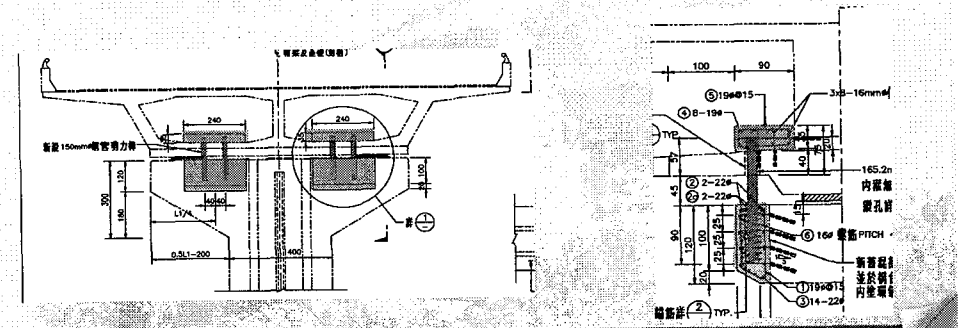
實際水平力=Hd

容許水平力=破壞面上Vc+Vs



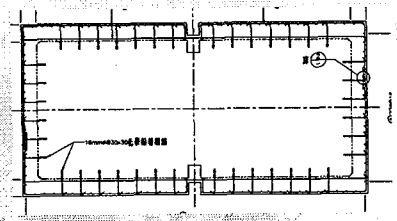
龍潭高架橋

- 容量保護構件補強-剪力鋼棒強度不足(以PN7橋墩為例)
- 縱向作用力: 832tf(設計地震力,MP控制)823tf(最大考量地震力,MP控制)
  - ❖ 原剪力鋼棒可承受: 465.9tf
  - ❖ 新設剪力棒可承受: 8支*47.71tf=381.68 tf
- 容許剪力Va=465.9+381.68=847.58tf≧設計剪力Vd = 823tf O.K.



龍潭高架橋

- 混凝土包覆補強
  - ❖ 設計依據
    - ➢ 參考日本高速道路株式會社設計要領第二集-橋梁保全篇
  - ❖ 設計方法
    - ➢ 容許剪力Φ (V_c+V_s)>需求剪力V



Φ_{475}=0.85, Φ_{2500}=1.00

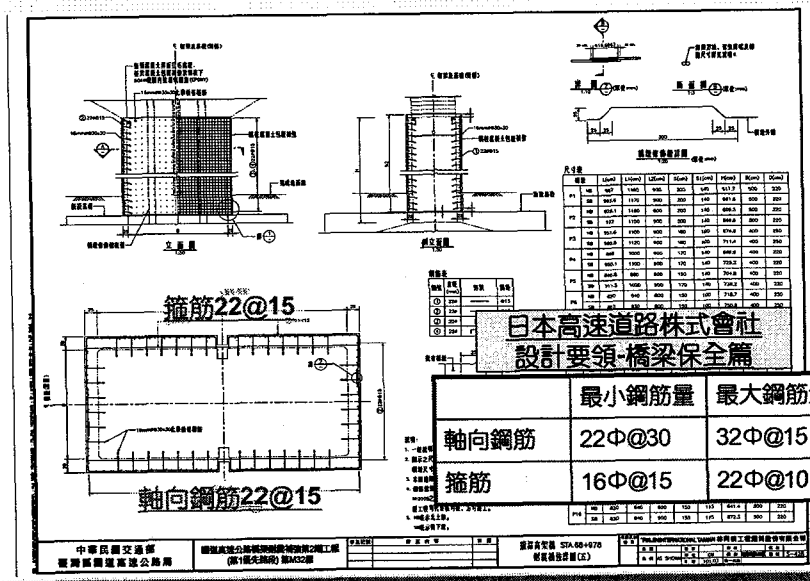
$V_s = n A_v f_y d/S$

$V_c = 0.796 f_c'^{0.5} * 0.8 A_g * F_1 * F_2$

F_1=韌性修正係數(0.1~1.0)

F_2=軸力修正係數(壓力F=1+N/140Ag ,拉力 F=1+N/35Ag)

龍潭高架橋混凝土包覆



日本高速道路株式會社
設計要領-橋梁保全篇

	最小鋼筋量	最大鋼筋量
軸向鋼筋	22Φ@30	32Φ@15
箍筋	16Φ@15	22Φ@10

龍潭高架橋

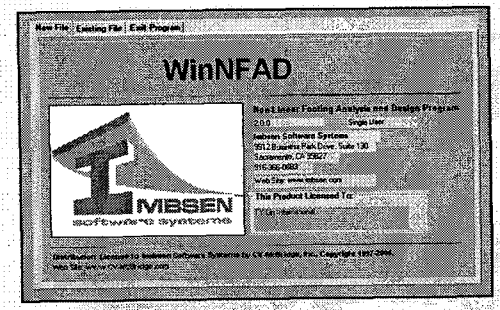
- 結果檢核

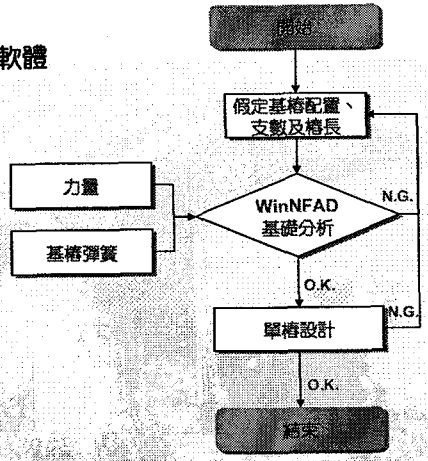
	475年設計地震力		2500年最大考量地震力	
	補強前(tf)	補強後(tf)	補強前(tf)	補強後(tf)
混凝土剪力Vc	429.26	832.61	381.82	697.44
剪力筋剪力Vs	172.47	804.71	172.47	804.71
容許剪力ϕ(Vc+Vs)	511.47	1391.72	554.29	1502.15
需求剪力V	1009.40	1009.40	1021.70	1021.70
C/D	0.51	1.38	0.54	1.47
檢核	N.G.**	O.K.	N.G.**	O.K.

混凝土補強後剪力容量可符合需求

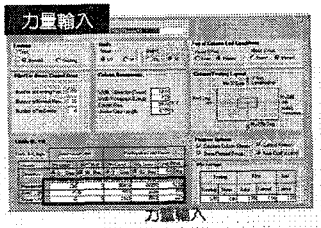
■ 增樁設計

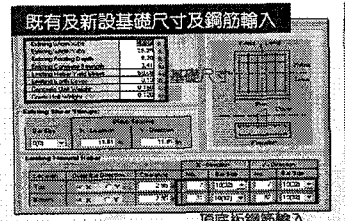
設計方法：採用WinNFAD非線性基礎設計軟體

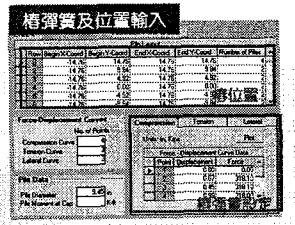




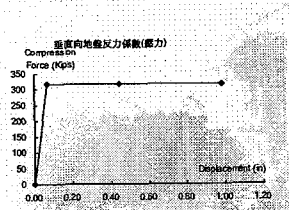
■ NFOOT參數輸入

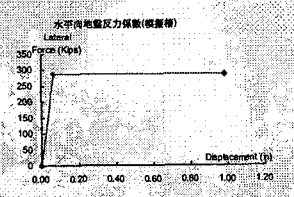


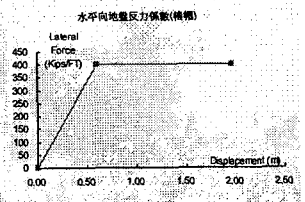




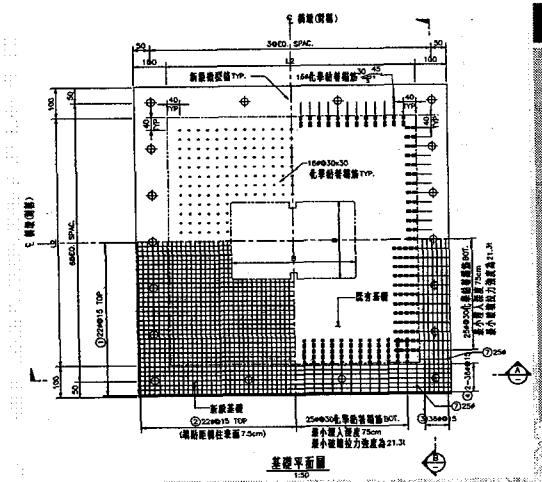
■ WinNFAD補強樁台彈簧設定（16m微型樁）



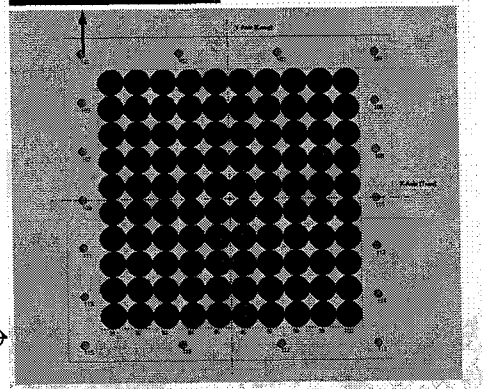




■ 既有基礎與補強樁基礎配置（以PN10為例）

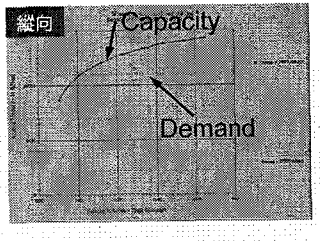


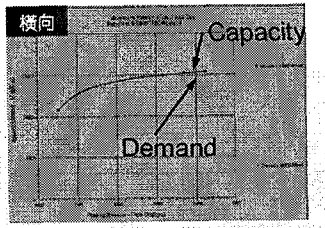
20支-16m微型樁

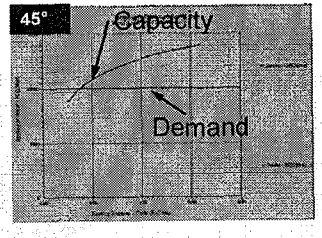


WinNFAD 基礎模擬

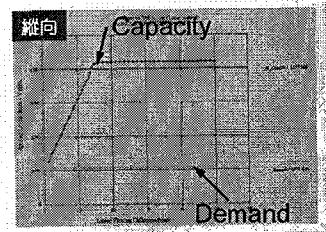
■ 分析結果:彎矩-轉角圖（以PN10為例）

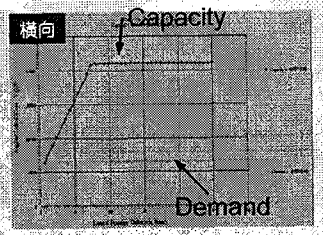






■ 分析結果:剪力-變位圖





Capacity>Demand

新設基樁配置O.K

基礎配筋 （以PN10為例）

1. Top Flexural Reinforcement：

頂層鋼筋							
縱向有效深度 (cm)	橫向有效深度 (cm)	需求縱向鋼筋面積 (cm^2)	需求橫向鋼筋面積 (cm^2)	設計縱向鋼筋面積 (cm^2)	設計橫向鋼筋面積 (cm^2)	設計縱向鋼筋根數	設計橫向鋼筋根數
268.810	271.350	249.761	220.676	5.07	5.07	50	50

設計縱向鋼筋面積 (cm^2)	設計橫向鋼筋面積 (cm^2)	縱向C/D CHECK	橫向C/D CHECK
253.5	253.5	(O.K.)	(O.K.)

2. Bottom Flexural Reinforcement：

底層鋼筋							
縱向有效深度 (cm)	橫向有效深度 (cm)	需求縱向鋼筋面積 (cm^2)	需求橫向鋼筋面積 (cm^2)	設計縱向鋼筋面積 (cm^2)	設計橫向鋼筋面積 (cm^2)	設計縱向鋼筋根數	設計橫向鋼筋根數
267.130	270.790	112.528	252.727	10.07	10.07	12	28

設計縱向鋼筋面積 (cm^2)	設計橫向鋼筋面積 (cm^2)	縱向C/D CHECK	橫向C/D CHECK
120.84	281.96	(O.K.)	(O.K.)

樁反力

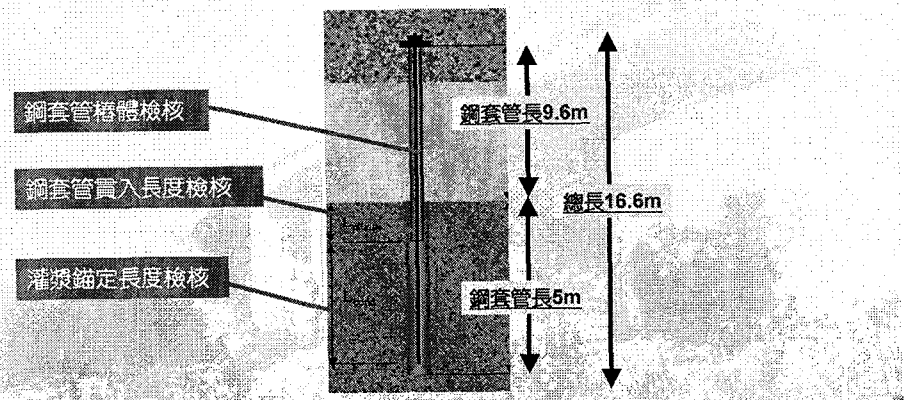
垂直壓力(t)	拉拔力(t)	水平側力(t)
144.24	130.18	4.44

單樁設計檢核

■ 設計依據:

- ❖ MICROPILE DESIGN AND CONSTRUCTION GUIDELINES(FEMA-SA-97-070)

■ 設計方法:



■ 鋼套管段鋼套管段樁體設計強度： ■ 灌漿錨碇段樁體設計強度: ■ 灌漿錨碇段握裹長度計算:

鋼套管設計抗拉強度
>震時需求抗拉強度

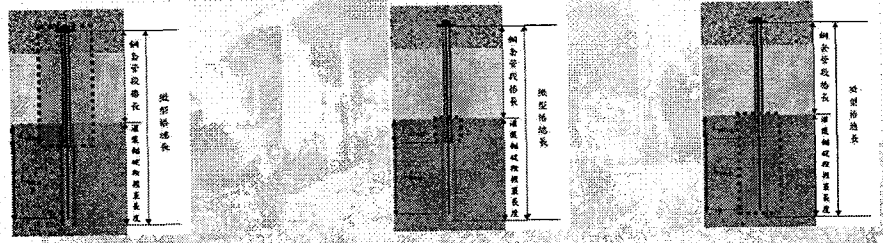
鋼套管設計抗壓強度
>震時需求抗壓強度

高拉力鋼棒抗拉強度
+鋼套管貫入段摩擦力
>震時需求抗拉強度

高拉力管設計抗壓強度
+灌漿體設計抗壓強度
+鋼套管摩擦力
>震時需求抗壓強度

灌漿段摩擦力
>震時需求抗拉強度

灌漿段摩擦力
>震時需求抗壓強度



■ 微型樁設計水平承載力

（參考MICROPILE DESIGN AND CONSTRUCTION GUIDELINES 第5.F.4節 ）

❖ $P=(\delta_p/F_\delta)^*[EI/(EI/f)^{1/5}]^3$

P=設計水平強度

δ_p=樁頂水平位移

f=水平地基反力模數

EI=微型樁斷面慣性矩

設計水平強度P>需求水平強度

■ 結果檢核（以PN10為例）

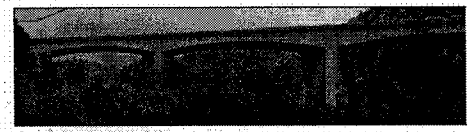
	垂直壓力(t)			拉拔力(t)			水平側力(t)
	鋼套管	灌漿錨定段樁體	灌漿錨定段摩擦力	鋼套管	灌漿錨定段樁體	灌漿錨定段摩擦力	
設計強度	588.76	303.27	145.90	548.68	166.96	145.90	82.89
需求強度	144.24			130.18			4.44
檢核	O.K.			O.K.			O.K.

3 牛欄河一號橋

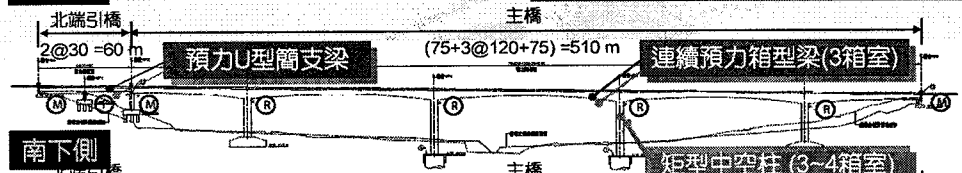
牛欄河一號橋

■ 橋梁概述及結構配置

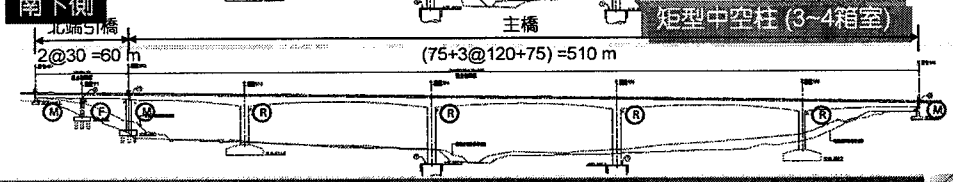
- ❖ 北上側里程STA. 74K+790. 00～STA. 75K+360. 00 ，橋寬18. 95m。
- ❖ 南下側里程STA. 74K+815. 00～STA. 75K+385. 00 ，橋寬16. 40m。
- ❖ 全長570m ，南北向結構系統分離
- ❖ 北端引橋基礎採用樁基礎，
- ❖ 主橋基礎採用直接基礎及沉箱基礎



北上側



南下側



牛欄河一號橋

■ 既有構件尺寸及材料性質

鋼筋混凝土

- ❖ fc'=240 kgf/cm²

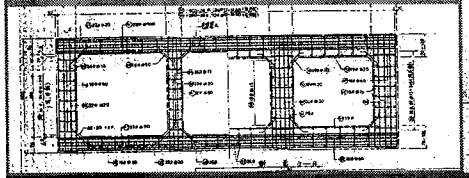
■ **預力混凝土**

- ❖ fc'=350 kgf/cm²
- ❖ fci'= 280 kgf/cm²

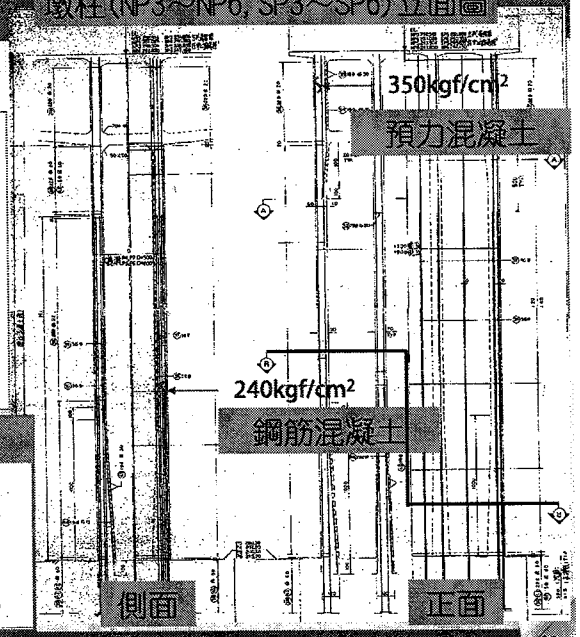
■ **鋼筋**

- ❖ **32φ以上**：fy= 4200 kgf/cm²
- ❖ **29φ以下**：fy= 2800 kgf/cm²

墩柱斷面圖B

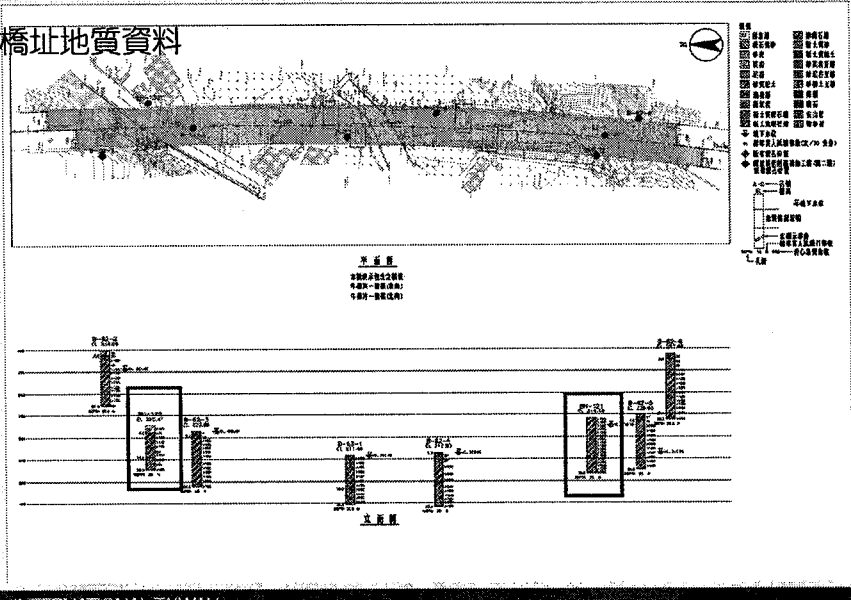


墩柱(NP3～NP6, SP3～SP6)立面圖



牛欄河一號橋

■ 橋址地質資料



牛欄河一號橋

BH120、BH121

橋墩編號	Vs_{30}(m/s)	地盤分類
NA1	488.66	第一類地盤
NP1	317.40	第一類地盤
NP2	310.81	第一類地盤
NP3	345.06	第一類地盤
NP4	373.21	第一類地盤
NP5	400.64	第一類地盤
NN2	349.43	第一類地盤

$$V_{s30}=\frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{V_{si}}}=\frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i/V_{si}}$$

地盤分類

- 第一類地盤 $V_{S30} \geq 270m/s$
- $270m/s >$ 第二類地盤 $V_{S30} \geq 180m/s$
- 第三類地盤 $V_{S30} < 180m/s$

→ 採第一類地盤進行分析設計

牛欄河一號橋

- 反應譜

國震中心，公路橋梁耐震設計規範近斷層地震力(草案)(100年9月)

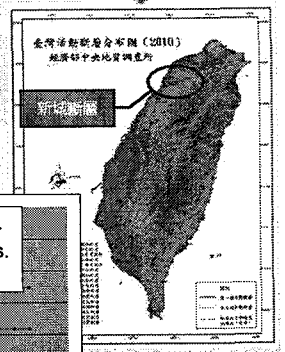
- 工址：新竹縣關西鎮
- 地盤種類：第一類地盤
- 斷層：考慮斷層近域效應(新城斷層)
- 韌性容量：Rx=4.2，Ry=3，Rz=2

決定水平加速度係數、近域效應調整因子

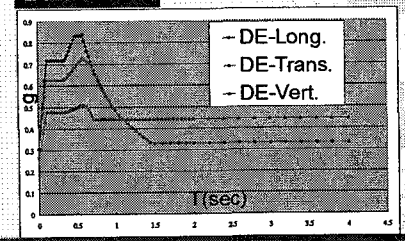
S_S^D	T_1^D	S_S^M	T_1^M
0.8	0.45	1	0.55

$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$
1.04	1.08	1.09	1.16

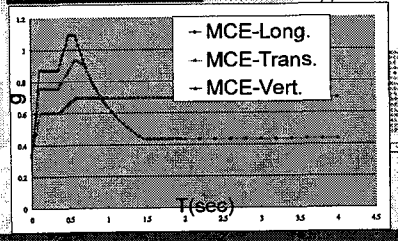
中央地調所2010/5/10公布最新活動斷層



設計地震力



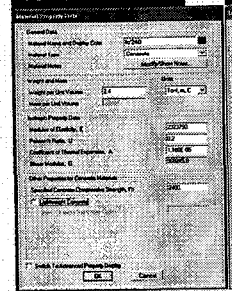
最大考量地震力



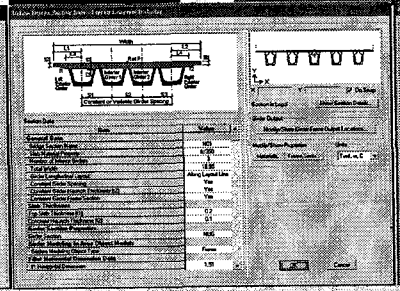
牛欄河一號橋

- 分析模型建立
  - 採用 CSI BRIDGE Ver.15
  - 採用 SAP2000 Ver.14

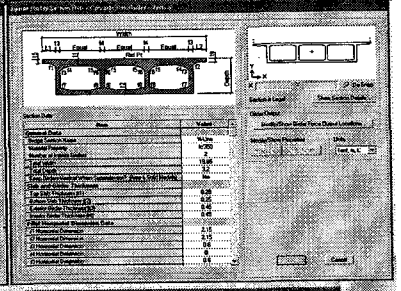
材料性質輸入



斷面性質輸入

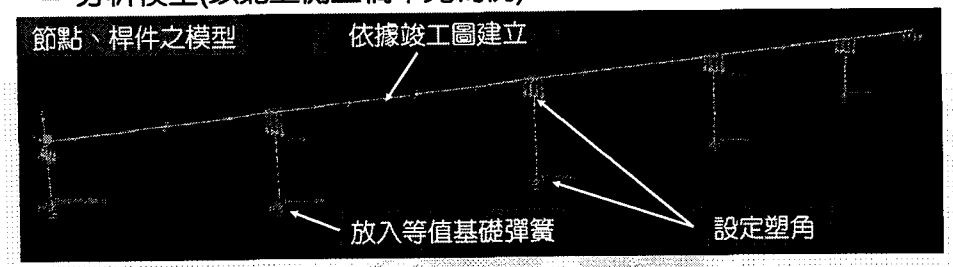


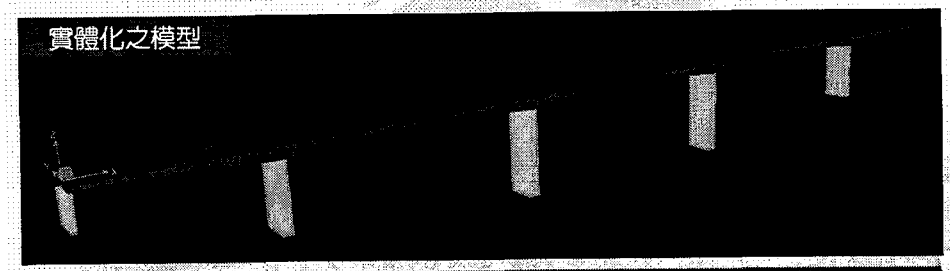
斷面性質輸入



牛欄河一號橋

- 分析模型(以北上側主橋單元為例)

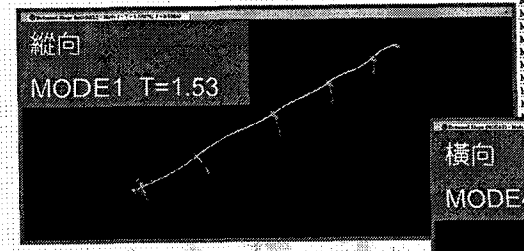


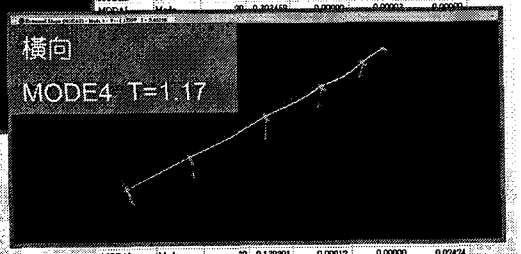


牛欄河一號橋

■ 顯著週期

- ❖ 縱向 =1.53sec
- ❖ 橫向 =1.17sec





OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1.532737	0.81261	0.00000	0.00034
MODAL	Mode	2	1.344497	0.00041	0.00000	0.03293
MODAL	Mode	3	1.184220	0.01659	0.00000	0.00385
MODAL	Mode	4	1.173569	0.00000	0.62365	0.00000
MODAL	Mode	5	1.120997	0.00000	0.04047	0.00000
MODAL	Mode	6	1.107758	0.00003	0.00000	0.28208
MODAL	Mode	7	1.033539	0.00000	0.00524	0.00000
MODAL	Mode	8	0.704498	0.00000	0.02341	0.00000
MODAL	Mode	9	0.640086	0.00000	0.06149	0.00000
MODAL	Mode	10	0.633184	0.00001	0.00000	0.00524
MODAL	Mode	11	0.56209	0.02719	0.00000	0.00056
MODAL	Mode	12	0.539018	0.00009	0.00014	0.00000
MODAL	Mode	13	0.529949	0.00005	0.00000	0.09696
MODAL	Mode	14	0.460538	0.00000	0.08274	0.00000
MODAL	Mode	15	0.447366	0.02558	0.00000	0.00011
MODAL	Mode	16	0.433992	0.00111	0.00000	0.00386
MODAL	Mode	17	0.412347	0.00006	0.00000	0.00011
MODAL	Mode	18	0.38829	0.00000	0.01242	0.00000
MODAL	Mode	19	0.318446	0.00003	0.00000	0.00000
MODAL	Mode	39	0.138901	0.00012	0.00000	0.02424
MODAL	Mode	40	0.132339	0.00000	0.00000	0.00000

牛欄河一號橋

■ 容量設計理念

■ 韌性評估及檢核

- ❖ 韌性構件 => 墩柱

■ 強度評估及檢核

- ❖ 容量保護構件 => 支承，止震塊，剪力榫
  樁基礎，井式基礎，直接基礎

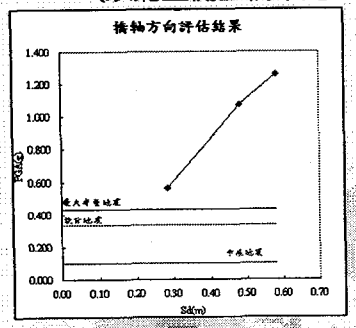
■ 其他耐震需求檢核

- ❖ 防落橋設施評估

牛欄河一號橋

■ 韌性評估及檢核

- ❖ 橋軸方向
- ❖ (以北上側主橋單元為例)



墩柱無需補強

3.2牛欄河一號橋橋軸方向墩柱強度韌性評估

	降伏點	SP1	SP	SP2	SP3	極限點
δ	0.2973	0.2973	0.3827	0.4681	0.5535	0.5535
V	21535.8	21535.8	25694.9	29853.9	34013.0	34013.0
S_d	0.2838	0.2838	0.3829	0.4821	0.5813	0.5813
S_a	0.5838	0.5838	0.7173	0.8508	0.9844	0.9844
T_{eff}	1.3986	1.3986	1.4657	1.5100	1.5415	1.5415
κ	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700
β_0	0.0000	0.0000	0.0464	0.0821	0.0668	0.0668
β_{eff}	0.0500	0.0500	0.0811	0.0916	0.0947	0.0947
B_1	1.0000	1.0000	1.1554	1.2081	1.2237	1.2237
B_1	1.0000	1.0000	1.2051	1.2747	1.2953	1.2953
F_U	1.0000	1.0000	1.2873	1.5745	1.8618	1.8618
T_0^D // T_0^M	0.5800	0.5800	0.5800	0.5800	0.5900	0.5900
T_0	0.5800	0.5800	0.6050	0.6120	0.6245	0.6245
$S_{DS}//S_{MS}$	0.8320	0.8320	0.8320	0.8320	1.0900	1.0900
$S_{aD}//S_{aM}$	0.3450	0.3450	0.3292	0.3196	0.4172	0.4172
PGA_{RsT}	0.5631	0.5631	0.9334	1.3951	1.9153	1.9153
PGA_{BsBI}	0.5631	0.5631	0.8377	1.0704	1.2589	1.2589

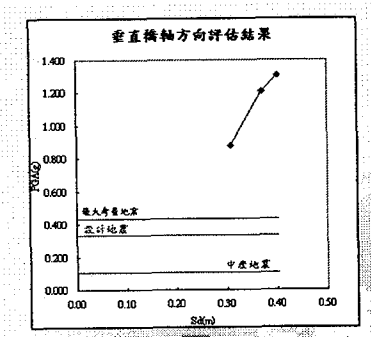
耐震性能指標		耐震容量 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.102	0.663	6.50
設計地震等級	SP2	0.333	1.070	3.22
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.259	2.89

評估結果	降伏位移 δ_y(cm)	降伏點 PGA_y(g)	極限位移 δ_u(cm)	極限點 PGA_u(g)	位移韌性 μ	V_y/W
橋軸方向	29.7309	0.563	56.353	1.259	1.86	0.959

牛欄河一號橋

■ 韌性評估及檢核

- ❖ 垂直橋軸方向



墩柱無需補強

3.3牛欄河一號橋垂直橋軸方向墩柱強度韌性評估

	降伏點	SP1	SP	SP2	SP3	極限點
δ	0.2075	0.2075	0.2425	0.2774	0.3124	0.3124
V	37500.6	37500.6	38727.0	39953.4	41179.8	41179.8
S_d	0.3087	0.3087	0.3397	0.3708	0.4019	0.4019
S_a	1.2942	1.2942	1.3404	1.3866	1.4328	1.4328
T_{eff}	0.9797	0.9797	1.0100	1.0374	1.0624	1.0624
κ	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700
β_0	0.0000	0.0000	0.0363	0.0643	0.0861	0.0861
β_{eff}	0.0500	0.0500	0.0743	0.0931	0.1077	0.1077
B_1	1.0000	1.0000	1.1216	1.2153	1.2692	1.2692
B_1	1.0000	1.0000	1.1605	1.2842	1.3508	1.3508
F_U	1.0000	1.0000	1.1684	1.3369	1.5053	1.5053
T_0^D // T_0^M	0.5800	0.5800	0.5800	0.5800	0.5900	0.5900
T_0	0.5800	0.5800	0.6001	0.6129	0.6279	0.6279
$S_{DS}//S_{MS}$	0.8320	0.8320	0.8320	0.8320	1.0900	1.0900
$S_{aD}//S_{aM}$	0.4926	0.4926	0.4778	0.4652	0.6053	0.6053
PGA_{RsT}	0.8744	0.8744	1.0909	1.3262	1.5535	1.5535
PGA_{BsBI}	0.8744	0.8744	1.0471	1.2056	1.3098	1.3098

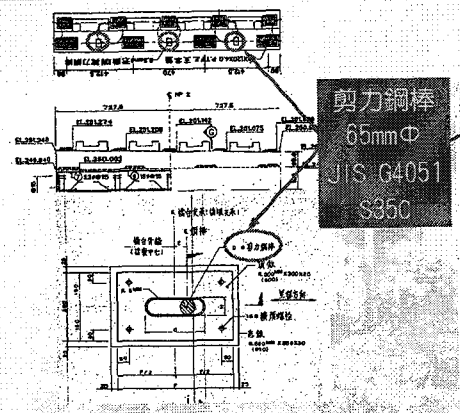
耐震性能指標		耐震容量 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.102	0.874	8.64
設計地震等級	SP2	0.333	1.206	3.62
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.310	3.00

評估結果	降伏位移 δ_y(cm)	降伏點 PGA_y(g)	極限位移 δ_u(cm)	極限點 PGA_u(g)	位移韌性 μ	V_y/W
垂直橋軸方向	20.753	0.874	31.240	1.310	1.51	1.161

牛欄河一號橋

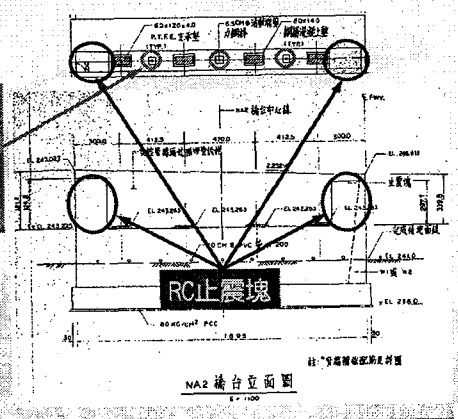
- 強度評估及檢核
  - ❖ 容量保護構件 => 止震塊，剪力鋼棒（以北上側主橋單元為例）

竣工資料(NP2)



剪力鋼棒
65mmΦ
JIS G4051
S35C

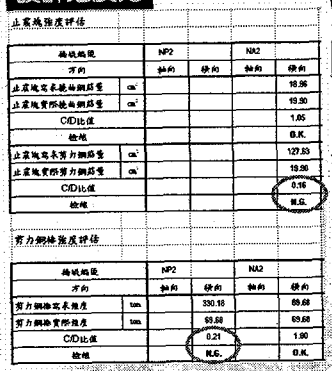
竣工資料(NA2)



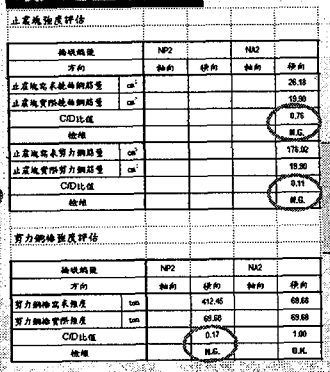
牛欄河一號橋

- 強度評估及檢核
  - ❖ 容量保護構件 => 止震塊，剪力鋼棒（以北上側主橋單元為例）續

設計地震力



最大考量地震力



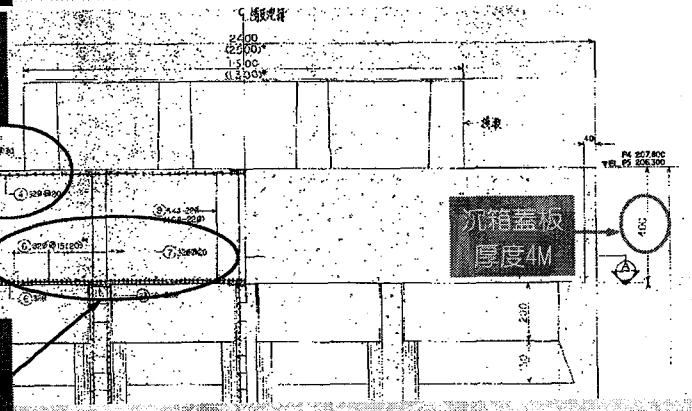
NP2橋墩及NA2橋台
增設止震塊、剪力棒
補強

牛欄河一號橋

- 強度評估及檢核
  - ❖ 容量保護構件 => 井式基礎（以北上側主橋單元為例）

竣工資料(NP4、NP5)

板頂
縱向 2-32Φ@30
橫向 32Φ@20

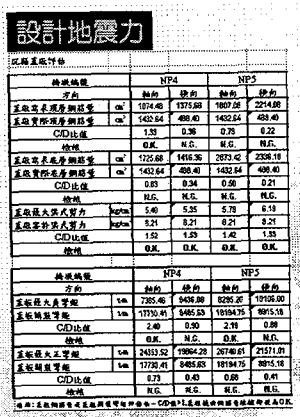


板底
縱向 2-32Φ@15
橫向 32Φ@20

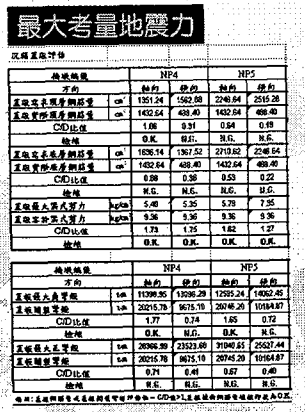
牛欄河一號橋

- 強度評估及檢核
  - ❖ 容量保護構件 => 井式基礎（以北上側主橋單元為例）續

設計地震力

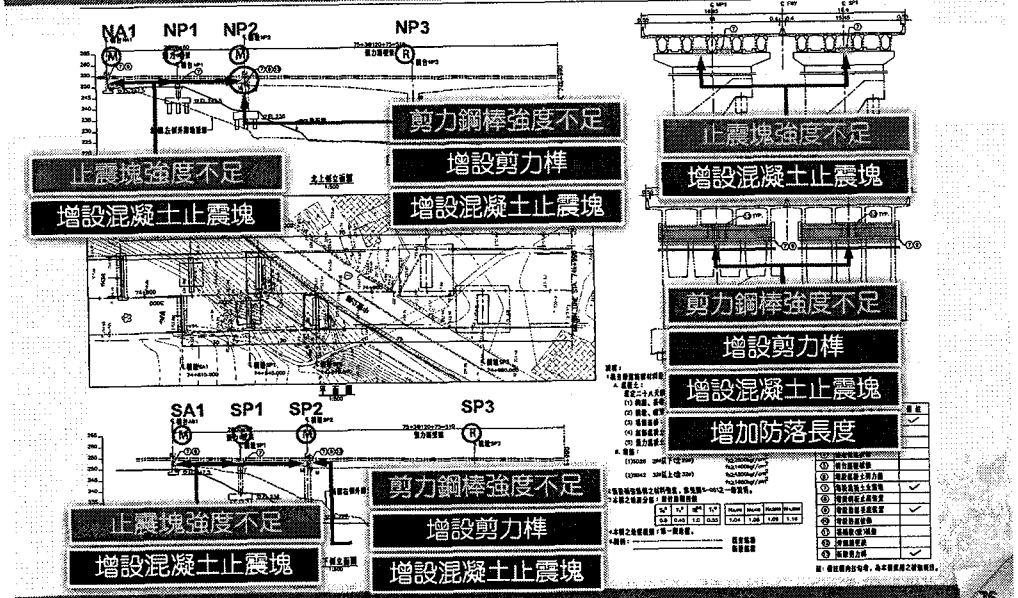


最大考量地震力

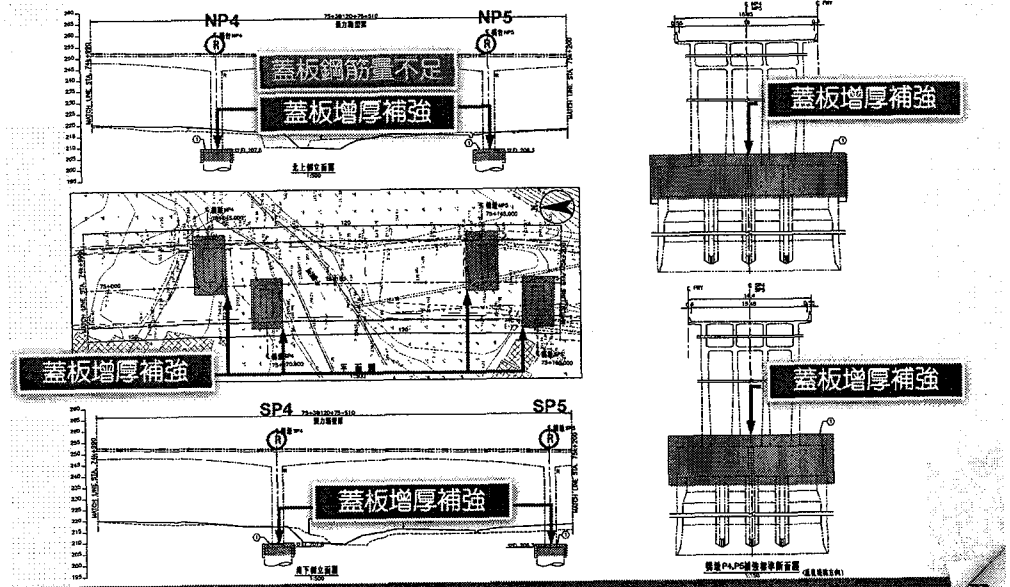


沉箱蓋板增厚
補強

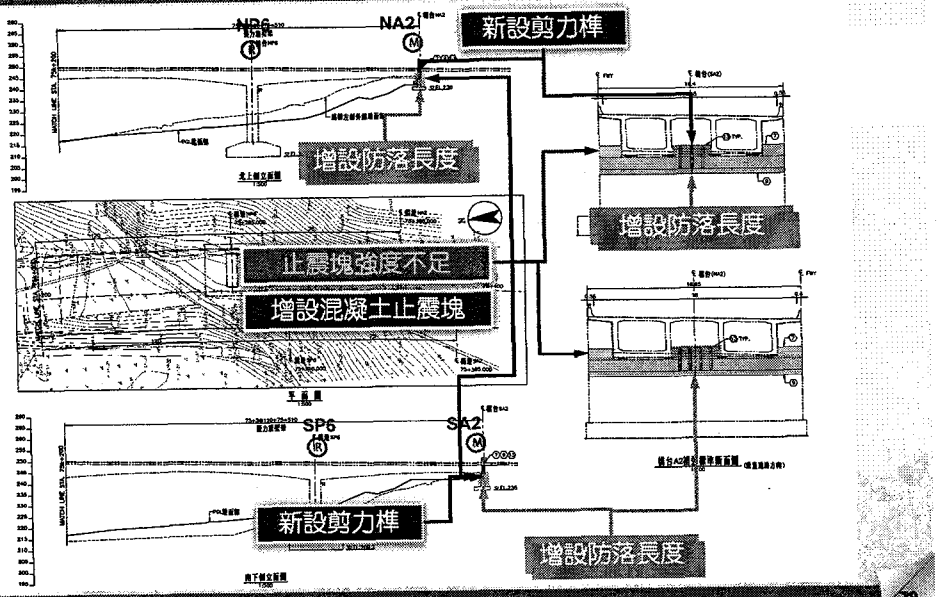
牛欄河一號橋



牛欄河一號橋

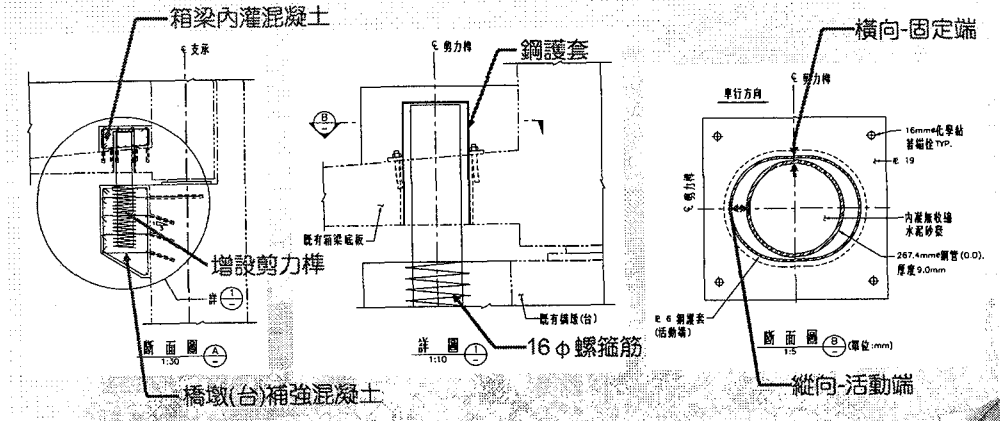


牛欄河一號橋



牛欄河一號橋

- 增設剪力榫補強設計
- 設計依據：日本鐵道構造物等設計標準同解說 (1999.10)



■增設剪力榫補強設計

■剪力鋼管強度檢核

❖剪力

實際剪力 V=Hd

容許剪力 Va=0.6 Ag fy

Ag=鋼管斷面積、fy=鋼管強度

❖彎矩

實際彎矩 M=0.5 e Hd (e=d0+0.5ϕ)

容許彎矩 Ma=S fy /S=鋼管的斷面模數

■化學黏著錨筋檢核

❖縱向拉力、壓力

實際合力=Hd

容許合力=Σ錨筋抗拉強度

❖彎矩

實際彎矩=Hd Xd

容許彎矩= Σ Fi Xi

■混凝土強度檢核

❖承壓應力

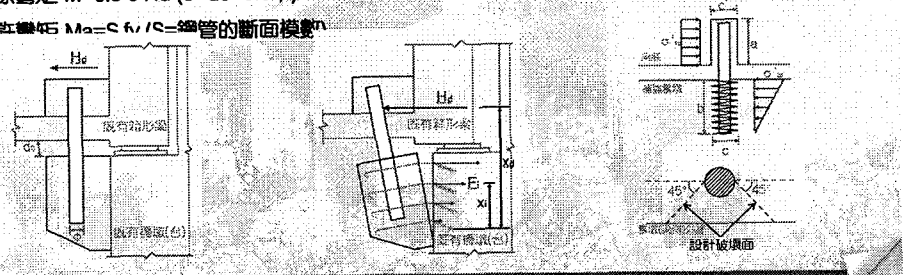
實際應力 $\sigma'_{2d}=\frac{2H_d}{b\cdot c}$ $\sigma'_{1d}=\frac{H_d}{a\cdot c'}$

容許應力 fc'=混凝土強度

❖水平合力(根據破壞面計算)

實際水平力=Hd

容許水平力=破壞面上Vc+Vs



■ 增設混凝土止震塊補強設計

■ 設計依據：90年版「公路橋梁設計規範」第6.3.6D節剪力摩擦鋼筋之規定

Priestley (P.424~P.425)

■ 剪力設計及檢核 (容許剪力Va≧設計剪力Vd)

$V_a \geq V_d$

$V_d = P$

$V_a = \phi\mu Fa \leq 0.2\phi f_{ce}' A_{cv}$

◆其中

Φ = 強度折減係數取1.0

μ = 摩擦係數(μ=1.0λ，λ=1.0，常重混凝土)

Fa = 化學黏著錨筋提供拉力強度；或鋼筋提供之拉力強度Asfy

fce' = 預期混凝土抗壓強度

Acv = 混凝土破壞面斷面積

■ 彎矩設計及檢核 (容許彎矩Ma≧設計彎矩Md)

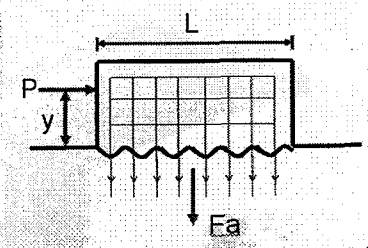
$M_a \geq M_d$

$M_d = P \times y$

$M_a = \phi_f \times 0.9 \times Fa \times L/2$

◆其中

Φ_f =撓曲折減係數取0.9

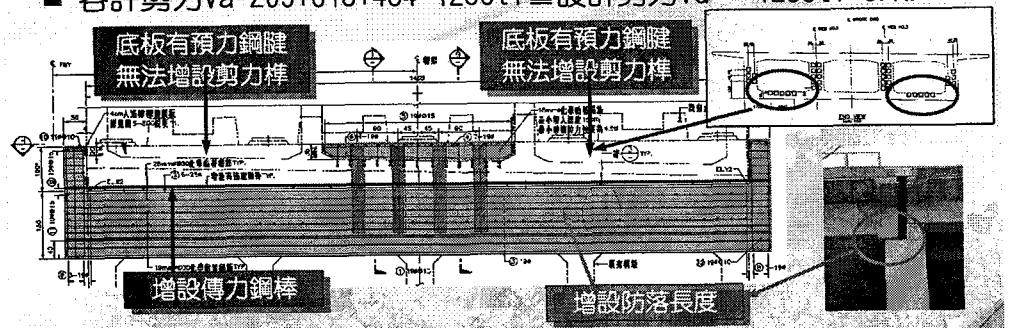


■ 容量保護構件補強-剪力鋼棒強度不足(以NP2橋墩為例)

■ 橫向作用力：991tf(設計地震力)1238tf(最大考量地震力)

- ❖ 原剪力鋼棒可承受：(3支*33.2cm²*0.6*3500kgf/cm²)/1000=209.16 tf
- ❖ 新設剪力榫可承受：4支*153.25tf=613 tf
- ❖ 新設混凝土止震塊可承受：2顆*217tf=434 tf (傳遞鋼棒控制)

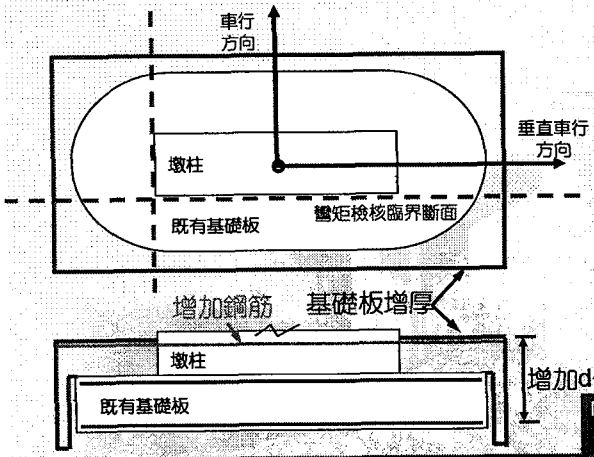
■ 容許剪力Va=209+613+434=1256tf≧設計剪力Vd = 1238tf O.K.

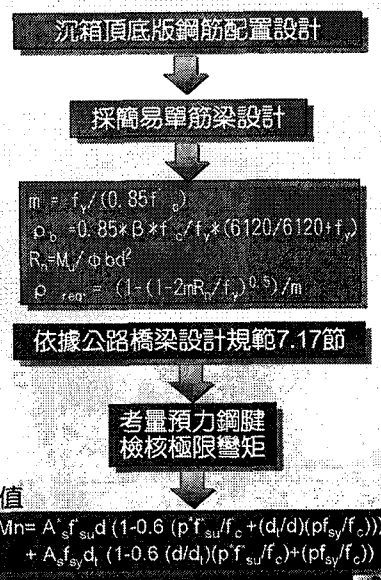


■基礎板增厚設計

❖藉由增加有效深度提升抗剪強度及抗彎強度

❖施加預力鋼鍵以增加抗彎容量

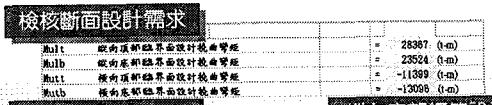




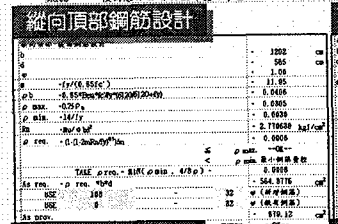
牛欄河一號橋

■容量保護構件補強-基礎縱橫頂底板鋼筋不足(以NP4橋墩為例)

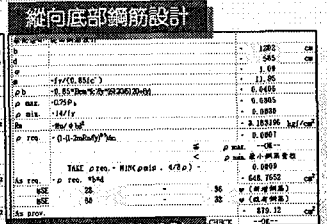
檢核斷面設計需求



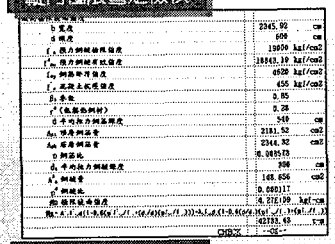
縱向頂部鋼筋設計



縱向底部鋼筋設計

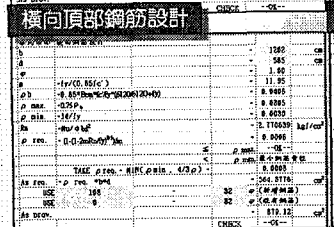


縱向極限彎矩檢核

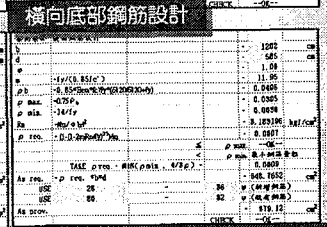


橫向極限彎矩檢核

橫向頂部鋼筋設計



橫向底部鋼筋設計

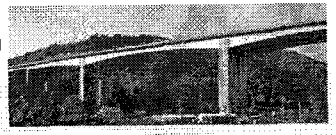


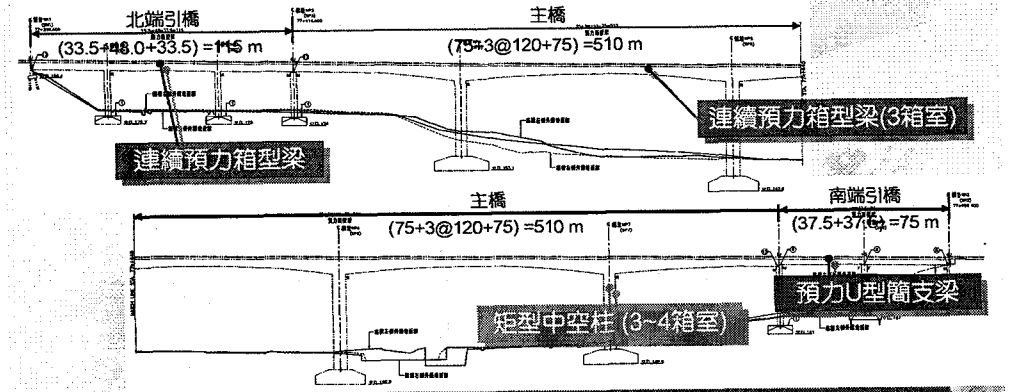
4 牛欄河二號橋

牛欄河二號橋

■ 結構配置

- ❖ 橋寬16.4 m(南向)、18.95 m(北向)，全長700m
- ❖ 橋墩為矩型中空柱斷面(3~4箱室)，基礎採用聯合基礎





牛欄河二號橋

■ 既有構件尺寸及材料性質

鋼筋混凝土

- ❖ fc'=240 kgf/cm²

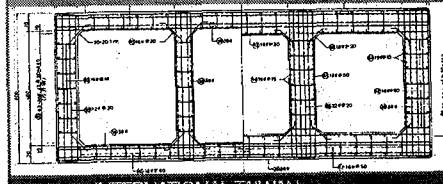
■ **預力混凝土**

- ❖ fc'=350 kgf/cm²
- ❖ fci'= 280 kgf/cm²

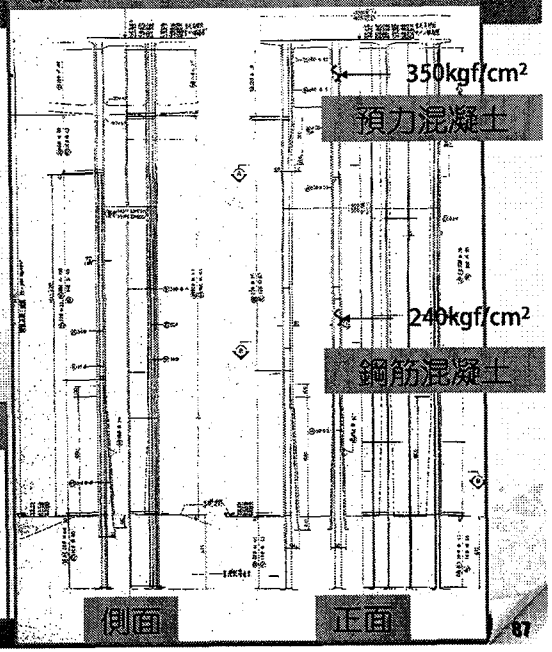
■ **鋼筋**

- ❖ 32φ以上：fy= 4200 kgf/cm²
- ❖ 29φ以下：fy= 2800 kgf/cm²

墩柱斷面圖B

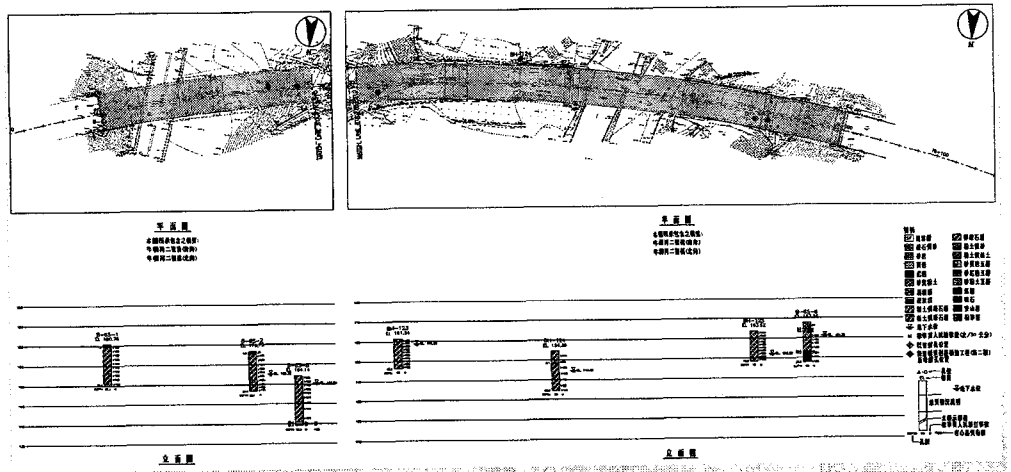


墩柱(NP4~NP7, SP3~SP6)立面圖



牛欄河二號橋

■ 橋址地質資料



橋址地質資料、地盤種類及反應譜

BH123、BH124、BH125

橋墩編號	Vs_{30}(m/s)	地盤分類
P1	465.23	第一類地盤
P2	461.35	第一類地盤
P3	355.48	第一類地盤
P4	328.01	第一類地盤
P5	322.74	第一類地盤
P6	296.61	第一類地盤
P7	332.21	第一類地盤
P8	400.82	第一類地盤
P9	423.71	第一類地盤

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{V_{si}}} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i / V_{si}}$$

地盤分類

- 第一類地盤 $V_{S30} \geq 270$m/s
- 270m/s > 第二類地盤 $V_{S30} \geq 180$m/s
- 第三類地盤 $V_{S30} < 180$m/s

→ 採第一類地盤進行分析設計

牛欄河二號橋

■ 反應譜　國震中心：公路橋梁耐震設計規範近斷層地震力(草案)(100年9月)

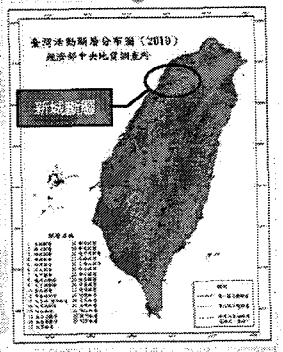
- ❖ 工址：新竹縣關西鎮
- ❖ 地盤種類：第一類地盤
- ❖ 斷層：考慮斷層近域效應(新城斷層)
- ❖ 韌性容量：Rx=4.2，Ry=3，Rz=2

決定水平加速度係數、近域效應調整因子

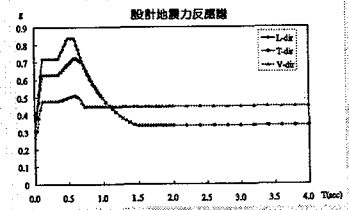
中央地調所2010/5/10公布最新活動斷層

S_S^D	T_1^D	S_S^M	T_1^M
0.8	0.45	1	0.55

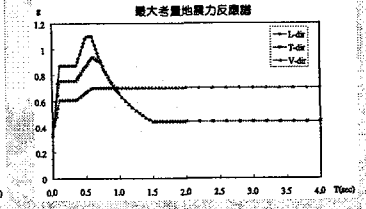
$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$
1.05	1.1	1.1	1.2



設計地震力



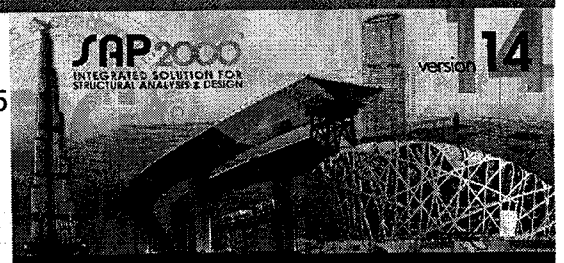
最大考量地震力



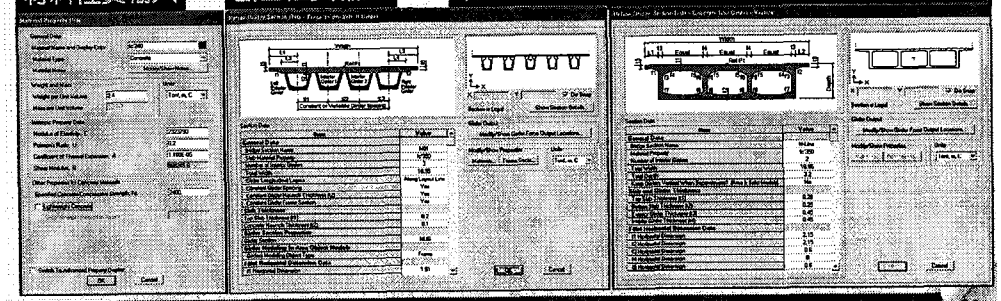
牛欄河二號橋

■ 分析模型建立

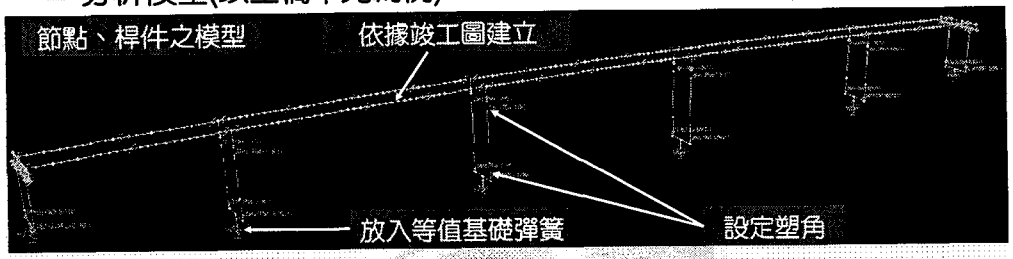
- ❖ 採用 CSI BRIDGE Ver.15
- ❖ 採用 SAP2000 Ver.14

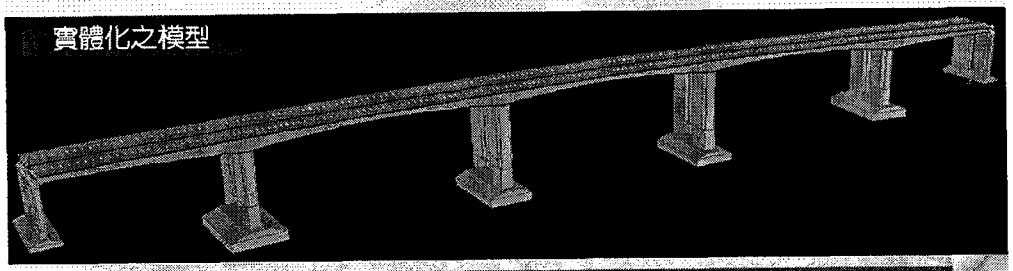


材料性質輸入　斷面性質輸入　斷面性質輸入



■ 分析模型(以主橋單元為例)



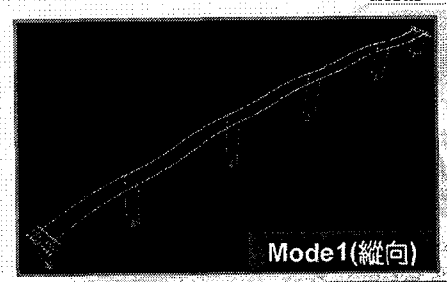


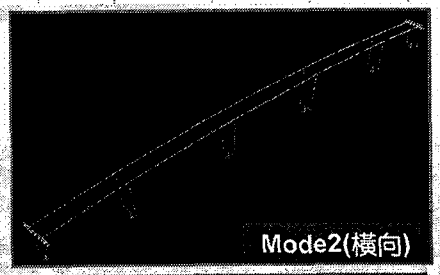
■ 顯著週期

- ❖ Tx=1. 59sec
- ❖ Ty=1. 45sec

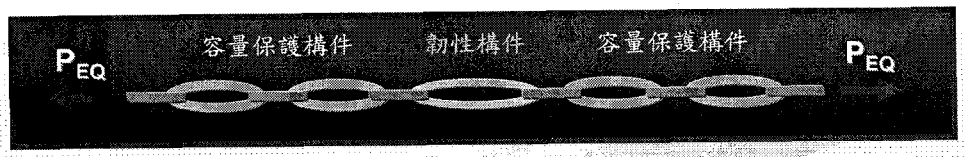
TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1.588941843	0.539624293	1.52E-05	3.81E-07
MODAL	Mode	2	1.453305792	3.88E-05	0.40437804	2.92E-06
MODAL	Mode	3	1.269932892	3.69E-05	4.22E-06	8.95E-10
MODAL	Mode	4	1.210247304	2.63E-03	5.52E-05	8.19E-10
MODAL	Mode	5	1.042745651	2.24E-07	8.83E-03	1.18E-06
MODAL	Mode	6	0.992757499	3.83E-06	3.10E-03	2.15E-03
MODAL	Mode	7	0.961667	2.04E-05	0.122156991	9.36E-05
MODAL	Mode	8	0.920749965	8.31E-06	1.60E-02	4.24E-06
MODAL	Mode	9	0.892270207	1.42E-04	8.41E-05	2.51E-09
MODAL	Mode	10	0.875326889	3.02E-03	2.06E-05	3.62E-07
MODAL	Mode	11	0.826549297	4.46E-04	7.75E-05	4.79E-09
MODAL	Mode	12	0.811791225	1.46E-02	2.89E-04	1.06E-05





■ 容量設計理念



■ 韌性評估及檢核

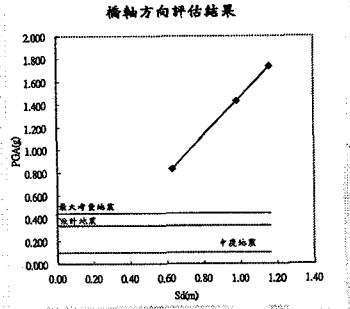
- ❖ 韌性構件 => 墩柱

■ 強度評估及檢核

- ❖ 容量保護構件 => 支承，止震塊，剪力榫
  樁基礎，井式基礎，直接基礎

■ 強度韌性評估及檢核

- ❖ 橋軸方向, (以主橋單元為例)



無需補強

3.2牛欄河二號橋橋軸方向墩柱強度韌性評估

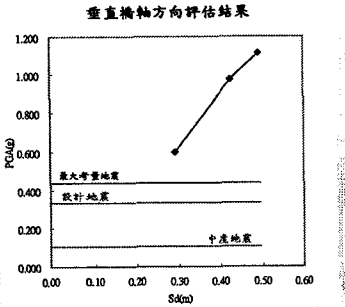
	降伏點	SP1	SP	SP2	SP3	極限點
δ	0.8300	0.8300	0.9261	1.0223	1.1184	1.1184
V	41319.1	41319.1	43002.5	44685.9	46369.2	46369.2
S_d	0.6286	0.6286	0.8067	0.9848	1.1628	1.1628
S_a	0.5988	0.5988	0.6715	0.7443	0.8171	0.8171
T_{eff}	2.0555	2.0555	2.1987	2.3075	2.3931	2.3931
κ	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700
β_0	0.0000	0.0000	0.0715	0.1058	0.1224	0.1224
β_{eff}	0.0500	0.0500	0.0980	0.1209	0.1320	0.1320
B_1	1.0000	1.0000	1.2398	1.3022	1.3300	1.3300
B_s	1.0000	1.0000	1.3165	1.3864	1.4165	1.4165
F_U	1.0000	1.0000	1.1158	1.2317	1.3475	1.3475
T_n^D // T_n^M	0.5900	0.5900	0.5900	0.5900	0.6000	0.6000
T_0	0.5900	0.5900	0.6265	0.6281	0.6390	0.6390
S_{DD}/S_{MS}	0.8400	0.8400	0.8400	0.8400	1.1000	1.1000
S_{aD}/S_{aM}	0.2411	0.2411	0.2254	0.2148	0.2758	0.2758
PGA_{PGT}	0.8344	0.8344	1.1170	1.4342	1.7566	1.7566
PGA_{PGU}	0.8344	0.8344	1.2410	1.5163	1.7339	1.7339

耐震性能標準		耐震容量 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.103	0.834	8.07
設計地震等級	SP2	0.336	1.434	4.27
最大考量地震等級	SP3	0.440	1.734	3.94

評估結果	降伏位移 δ_y(cm)	降伏點 PGA_y(g)	極限位移 δ_u(cm)	極限點 PGA_u(g)	位移韌性 μ	V_u/W
橋軸方向	82.9999	0.834	111.845	1.734	1.35	0.361

■ 強度韌性評估

❖ 垂直橋軸方向



無需補強

3.3牛欄河二號橋垂直橋軸方向墩柱強度韌性評估

	降伏點	SP1	SP	SP2	SP3	極限點
δ	0.0014	0.0014	0.0021	0.0028	0.0035	0.0035
V	34165.7	34165.7	37007.7	39849.6	42691.6	42691.6
S_d	0.2928	0.2928	0.3592	0.4257	0.4922	0.4922
S_a	0.6581	0.6581	0.7511	0.8441	0.9371	0.9371
T_{eff}	1.3379	1.3379	1.3873	1.4246	1.4538	1.4538
κ	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700
β_0	0.0000	0.0000	0.0390	0.0586	0.0685	0.0685
β_{eff}	0.0500	0.0500	0.0761	0.0893	0.0959	0.0959
B_1	1.0000	1.0000	1.1307	1.1963	1.2294	1.2294
B_s	1.0000	1.0000	1.1725	1.2591	1.3028	1.3028
F_U	1.0000	1.0000	1.5100	2.0200	2.5300	2.5300
T_0^D // T_0^M	0.5900	0.5900	0.5900	0.5900	0.6000	0.6000
T_0	0.5900	0.5900	0.6118	0.6210	0.6358	0.6358
S_{DE}/S_{ME}	0.8400	0.8400	0.8400	0.8400	1.1000	1.1000
S_{aD}/S_{aM}	0.3704	0.3704	0.3572	0.3479	0.4540	0.4540
PGA_{DoT}	0.5970	0.5970	1.0668	1.6469	2.2979	2.2979
PGA_{DoEl}	0.5970	0.5970	0.7988	0.9753	1.1166	1.1166

耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度.g)	耐震容量 (地表加速度.g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.103	0.597	5.77
設計地震等級	SP2	0.336	0.975	2.90
最大考量地震等級	SP3	0.440	1.117	2.54

評估結果	等效位移 δ_y(cm)	降伏點 PGA_y(g)	極限位移 δ_u(cm)	極限點 PGA_u(g)	位移韌性 μ	V_u/W
垂直橋軸方向	0.137	0.597	0.346	1.117	2.53	0.332

■ 剪力鋼棒評估(A1、P3、P8)

❖ 設計地震力

單元B01

橋墩編號			AN1		AS1		PN3		PS3			
方向			軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
剪力鋼棒需求強度		ton		163.90		132.12		290.17		236.39		
剪力鋼棒實際強度		ton		45.44		45.44		45.44		45.44		
C/D比值				0.28		0.34		0.16		0.19		
檢核				N.G.		N.G.		N.G.		N.G.		

單元B02

橋墩編號			P3N		P3S		P8N		P8S			
方向			軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
剪力鋼棒需求強度		ton		193.74		193.21		290.03		296.63		
剪力鋼棒實際強度		ton		76.79		76.79		76.79		76.79		
C/D比值				0.40		0.40		0.26		0.26		
檢核				N.G.		N.G.		N.G.		N.G.		

剪力鋼棒強度不足，需補強

增設止震塊、剪力棒補強

❖ 最大考量地震力

單元B01

橋墩編號			AN1		AS1		PN3		PS3			
方向			軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
剪力鋼棒需求強度		ton		198.91		160.25		340.84		287.56		
剪力鋼棒實際強度		ton		45.44		45.44		45.44		45.44		
C/D比值				0.23		0.28		0.13		0.16		
檢核				N.G.		N.G.		N.G.		N.G.		

單元B02

橋墩編號			P3N		P3S		P8N		P8S			
方向			軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
剪力鋼棒需求強度		ton		237.99		237.78		356.96		364.62		
剪力鋼棒實際強度		ton		76.79		76.79		76.79		76.79		
C/D比值				0.32		0.32		0.22		0.21		
檢核				N.G.		N.G.		N.G.		N.G.		

■ 止震塊評估(P8、P9、A2)

❖ 設計地震力

單元B03

橋墩編號			P8N		P8S		P9N		P9S		A2N		A2S	
方向			軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
止震塊需求挫曲鋼筋量		cm2		13.31		16.92	18.62	8.31	19.88	10.64		15.45		15.12
止震塊實際挫曲鋼筋量		cm2		12.93		12.93	13.93	12.93	13.93	12.93		15.92		15.92
C/D比值				0.97		0.76	0.75	1.56	0.70	1.21		1.03		1.05
檢核				N.G.		N.G.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.		O.K.		O.K.
止震塊需求剪力鋼筋量		cm2		78.05		99.13	38.58	59.00	41.05	75.54		98.41		85.89
止震塊實際剪力鋼筋量		cm2		65.92		65.92	15.92	65.92	15.92	65.92		55.72		55.72
C/D比值				0.84		0.66	0.41	1.12	0.39	0.87		0.57		0.65
檢核				N.G.		N.G.	N.G.	O.K.	N.G.	N.G.		N.G.		N.G.

擾曲、剪力鋼筋均不足，需補強

增設止震塊

❖ 最大考量地震力

單元B03

橋墩編號			P8N		P8S		P9N		P9S		A2N		A2S	
方向			軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
實際承受之水平力		ton		297.02		377.42	155.59	224.58	165.59	287.61		360.73		315.11
挫曲強度可承受之水平力		ton		735.49		735.49	53.62	884.41	53.62	884.41		673.43		602.38
C/D比值				2.48		1.95	0.34	3.94	0.32	3.08		1.87		1.91
檢核				O.K.		O.K.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.		O.K.		O.K.
止震塊需求剪力鋼筋量		cm2		96.44		122.54	50.52	72.91	59.76	99.38		117.12		102.31
止震塊實際剪力鋼筋量		cm2		65.92		65.92	15.92	65.92	15.92	65.92		55.72		55.72
C/D比值				0.68		0.54	0.32	0.90	0.30	0.71		0.48		0.54
檢核				N.G.		N.G.	N.G.	N.G.	N.G.	N.G.		N.G.		N.G.

■ 基礎強度評估(P1、P2、P3、P8)

❖ 設計地震力

4.2.2 基礎挫曲鋼筋量評估

橋墩編號			P1		P2		P3		P8	
方向			軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
需求張拉鋼筋量	cm2		375.39	646.29	393.13	646.29	356.04	274.77	302.76	545.67
實際張拉鋼筋量	cm2		451.50	136.74	451.50	136.74	451.50	136.74	451.50	136.74
C/D比值			1.20	0.21	1.15	0.21	1.27	0.50	1.24	0.25
檢核			O.K.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.	N.A.	O.K.	N.G.
需求張拉鋼筋量	cm2		1375.00	455.84	1307.52	455.84	936.10	211.64	908.66	211.64
實際張拉鋼筋量	cm2		2648.00	179.14	2648.00	179.14	2648.00	179.14	2648.00	179.14
C/D比值			2.07	0.39	2.09	0.39	3.04	0.85	2.94	0.85
檢核			O.K.	N.A.	O.K.	N.A.	O.K.	N.A.	O.K.	N.A.

橋墩編號			P1		P2		P3		P8	
方向			軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
基礎最大負彎矩	t-m		4041.00	7690.00	4130.00	7484.00	3622.00	3157.00	3690.00	6240.00
基礎開裂彎矩	t-m		1871922	5816.71	1871922	5816.71	1871922	5816.71	1871922	5816.71
C/D比值			4.63	0.76	4.53	0.76	5.17	1.84	5.07	0.93
檢核			O.K.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.	O.K.	O.K.	N.G.
基礎最大正彎矩	t-m		1585.00	5188.00	1824.00	5188.00	10085.00	924.00	11190.00	1676.00
基礎開裂彎矩	t-m		1871922	5816.71	1871922	5816.71	1871922	5816.71	1871922	5816.71
C/D比值			1.18	1.12	1.16	1.13	1.72	7.06	1.67	3.48
檢核			O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

4.2.3 基礎張式剪力(Beam Shear)評估

橋墩編號		P1		P2		P3		P8	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
基礎最大梁式剪力 kg/cm2		2.56	0.47	2.53	0.48	1.88	0.45	1.73	0.47
基礎容許梁式剪力 kg/cm2		8.21	8.21	8.21	8.21	8.21	8.21	8.21	8.21
C/D比值		3.21	0.97	3.25	0.97	4.69	3.35	4.75	1.94
檢核		O.K.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

基礎鋼筋量與梁式剪力不足，需補強

基礎版增厚補強

❖ 最大考量地震力

6.2.2 基礎挫曲鋼筋量評估

橋墩編號			P1-m		P2-m		P3-m		P8-m	
方向			軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
需求張拉鋼筋量	cm2		356.04	456.36	356.04	506.97	356.04	229.94	299.91	229.33
實際張拉鋼筋量	cm2		451.50	136.74	451.50	136.74	451.50	136.74	451.50	136.74
C/D比值			1.27	0.29	1.27	0.27	1.27	0.57	1.26	0.60
檢核			O.K.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.	N.A.	O.K.	N.A.
需求張拉鋼筋量	cm2		1473.34	537.24	1457.66	545.39	939.42	211.64	939.42	211.64
實際張拉鋼筋量	cm2		2648.00	179.14	2648.00	179.14	2648.00	179.14	2648.00	179.14
C/D比值			1.80	0.33	1.82	0.33	3.40	0.85	3.40	0.85
檢核			O.K.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.	N.A.	O.K.	N.A.

橋墩編號			P1-m		P2-m		P3-m		P8-m	
方向			軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
基礎最大負彎矩	t-m		4047.00	9377.00	4142.00	8527.00	4521.00	4074.00	5300.00	3646.00
基礎開裂彎矩	t-m		21343.19	6632.07	21343.19	6632.07	21343.19	6632.07	21343.19	6632.07
C/D比值			5.27	0.71	5.15	0.78	4.71	1.63	3.98	1.82
檢核			O.K.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
基礎最大正彎矩	t-m		25366.00	3039.00	24814.00	9000.00	14725.00	1712.00	13978.00	1503.00
基礎開裂彎矩	t-m		21343.19	6632.07	21343.19	6632.07	21343.19	6632.07	21343.19	6632.07
C/D比值			0.85	0.73	0.86	0.73	1.50	3.87	1.53	4.41
檢核			N.A.	N.G.	N.A.	N.G.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

6.2.3 基礎張式剪力(Beam Shear)評估

橋墩編號		P1-m		P2-m		P3-m		P8-m	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
基礎最大梁式剪力 kg/cm2		4.05	9.95	3.99	9.97	1.93	3.35	1.86	2.70
基礎容許梁式剪力 kg/cm2		9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36
C/D比值		2.31	0.95	2.38	0.94	4.85	2.79	5.03	3.47
檢核		O.K.	N.G.	O.K.	N.G.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

■基礎強度評估(P9)

設計地震力
最大考量地震力

4.2.1 橋梁式基礎檢定評估

橋墩編號		P9	P9-m
土層最大壓應力	t/m2	210.32	9999999.00
土層容許壓重承載力	t/m2	140.00	210.00
C/D比值		0.67	0.00
檢核		N.G.	N.G.
容許基小接觸面積比		0.30	0.15
最小接觸面積比		0.29	0.00
C/D比值		0.97	0.00
檢核		N.G.	N.G.
基大水平滑動力		2124.69	2877.03
容許水平滑動力		5120.50	5121.12
C/D比值		2.41	1.78
檢核		O.K.	O.K.

設計地震力
最大考量地震力

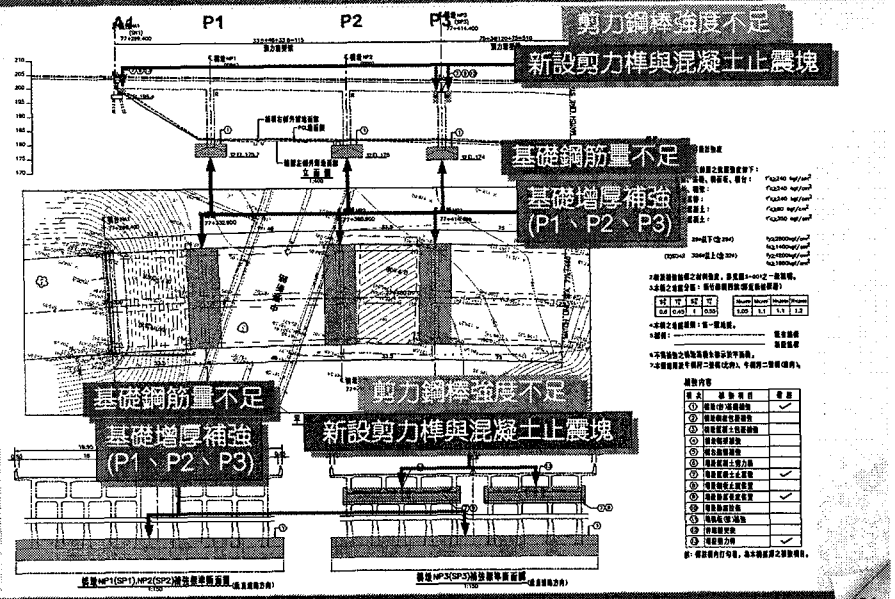
4.2.2 基礎挑曲鋼筋量評估

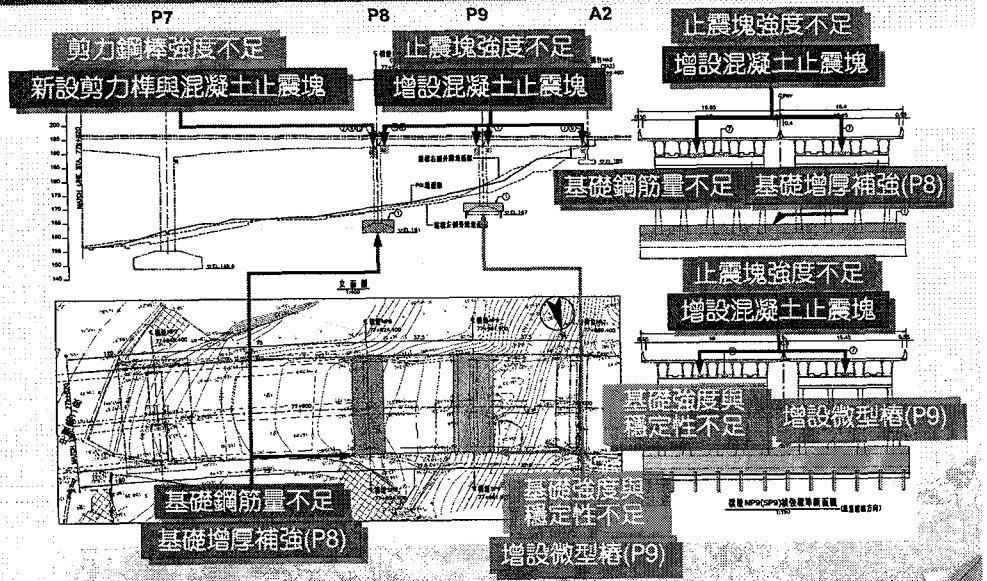
橋墩編號		P9		P9-m	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向
需求應有鋼筋量	cm2	441.18	259.23		
實際須有鋼筋量	cm2	451.50	136.74	451.50	136.74
C/D比值		1.02	0.53		
檢核		O.K.	N.A.	N.A.	N.A.
需求應有鋼筋量	cm2	2572.24	211.64	-	-
實際應有鋼筋量	cm2	2949.00	179.14	2949.00	179.14
C/D比值		1.11	0.85		
檢核		O.K.	N.A.	N.A.	N.A.

橋墩編號		P9		P9-m	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向
基礎最大負彎矩	t-m	5150.00	2982.00	-	-
基礎開裂彎矩	t-m	18719.22	5816.71	21343.19	8632.07
C/D比值		3.63	1.95		
檢核		O.K.	O.K.	N.A.	N.A.
基礎最大正彎矩	t-m	2930.00	2427.00	-	-
基礎開裂彎矩	t-m	18719.22	5816.71	21343.19	8632.07
C/D比值		6.64	2.40		
檢核		N.A.	O.K.	N.A.	N.A.

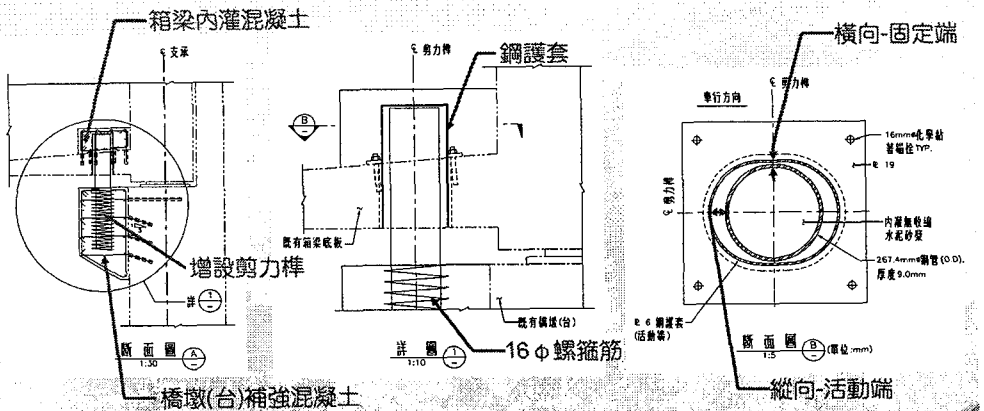
註1：基礎開裂彎矩為基礎開裂彎矩計算值(一)/(D值)1，基礎最小開裂彎矩計算值為0.0。

基礎強度與穩定性不足，需補強 → 增設微型樁





- ■ 增設剪力榫補強設計
- ■ 設計依據：日本鐵道構造物等設計標準同解說 (1999.10)



■增設剪力榫補強設計

■剪力鋼管強度檢核

❖剪力

實際剪力 V=Hd

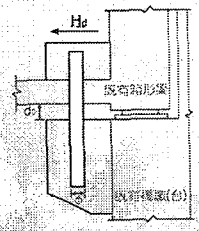
容許剪力 Va=0.6 Ag fy

Ag=鋼管斷面積、fy=鋼管強度

❖彎矩

實際彎矩 M=0.5 e Hd (e=d0+0.5φ)

容許彎矩 Ma=S fy (S=鋼管的斷面模數)



■化學黏著錨筋檢核

❖縱向拉力、壓力

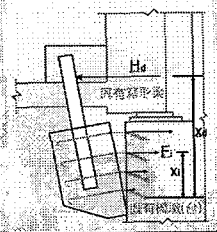
實際合力=Hd

容許合力=Σ錨筋抗拉強度

❖彎矩

實際彎矩=Hd Xd

容許彎矩= ΣFi Xi



■混凝土強度檢核

❖承壓應力

$\sigma'_{2d}=\frac{2H_d}{b\cdot c}$ $\sigma'_{1d}=\frac{H_d}{a\cdot c'}$

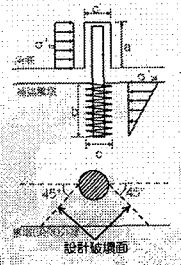
實際應力

容許應力 fc'=混凝土強度

❖水平合力(根據破壞面計算)

實際水平力=Hd

容許水平力=破壞面上Vc+Vs



- ■ 增設混凝土止震塊補強設計
- ■ 設計依據：90年版「公路橋梁設計規範」第6.3.6D節剪力摩擦鋼筋之規定
  Priestley (P.424~P.425)
- ■ 剪力設計及檢核 (容許剪力Va≧設計剪力Vd)

$V_a \geq V_d$

$V_d = P$

$V_a = \phi\mu Fa \leq 0.2\phi f_{ce}' A_{cv}$

◆其中

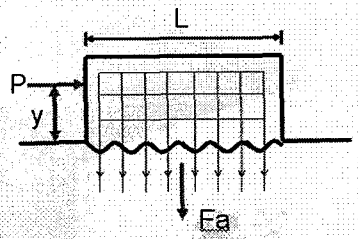
Φ = 強度折減係數取1.0

μ = 摩擦係數(μ=1.0λ，λ=1.0，常重混凝土)

Fa = 化學黏著錨筋提供拉力強度；
或鋼筋提供之拉力強度Asfy

fce' = 預期混凝土抗壓強度

Acv = 混凝土破壞面斷面積



- ■ 彎矩設計及檢核 (容許彎矩Ma≧設計彎矩Md)

$M_a \geq M_d$

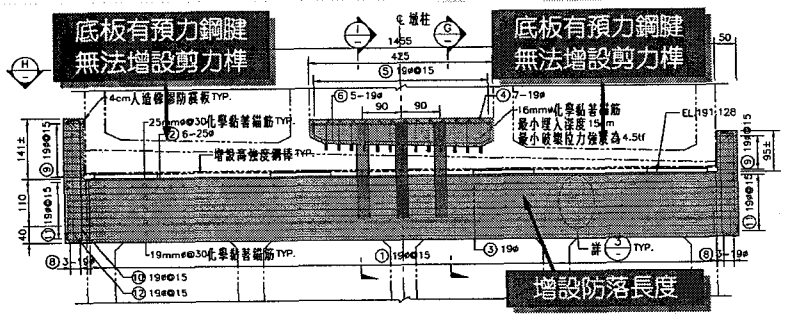
$M_d = P \times y$

$M_a = \phi_f \times 0.9 \times Fa \times L/2$

◆其中

Φ_f =撓曲折減係數取0.9

- ■ 容量保護構件補強-剪力鋼棒強度不足(以NP8橋墩為例)
- ■ 橫向作用力：640tf(設計地震力)837tf(最大考量地震力)
  - ❖ 原剪力鋼棒可承受：(3支*33.2cm²*0.6*3500kgf/cm²)/1000=209.16 tf
  - ❖ 新設剪力榫可承受：3支*153.25tf=460 tf
  - ❖ 新設混凝土止震塊可承受：2顆*211tf=422 tf (傳遞鋼棒控制)
- ■ 容許剪力Va=209+460+422=1091tf≧設計剪力Vd = 837tf O.K.

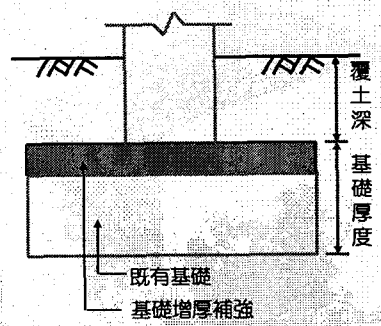


- ■ 基礎增厚補強(P1~P3,P8)

(DIN基礎評估與設計)

採用林聰悟老師之基礎評估程式進行分析，與詳細評估不同之處如下：

基礎厚度、覆土深、地表至基礎頂深度、地下水位



■ 基礎增厚補強結果檢核(P1~P3,P8)

❖ 設計地震力

1.1.2 基礎抗拔鋼筋量評估

檢核結果		P1		P2		P3		P8	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
需求理壓鋼筋量	cm2	356.04	302.79	356.04	259.91	356.04	261.55	356.04	263.16
實際理壓鋼筋量	cm2	396.73	450.49	396.73	450.49	396.73	450.49	396.73	450.49
C/D比值		1.09	1.35	1.09	1.35	1.09	1.95	1.09	1.86
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
需求張拉鋼筋量	cm2	1107.04	301.19	1090.76	263.04	797.72	211.64	805.66	211.64
實際張拉鋼筋量	cm2	2849.00	179.14	2849.00	179.14	2849.00	179.14	2849.00	179.14
C/D比值		2.57	0.59	2.61	0.61	3.57	0.85	3.54	0.85
檢核		O.K.	N.A.	O.K.	N.A.	O.K.	N.A.	O.K.	N.A.

檢核結果		P1		P2		P3		P8	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
基礎最大自壓值	t-m	4234.00	5835.00	4029.00	5776.00	4084.00	4005.00	4211.00	4239.00
基礎開裂彎矩	t-m	35391.02	10957.21	35391.02	10957.21	35391.02	10957.21	35391.02	10957.21
C/D比值		8.36	1.88	8.78	1.90	8.67	2.73	8.40	2.59
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
基礎最大正彎矩	t-m	17605.00	4770.00	17626.00	4591.00	11668.00	1514.00	12017.00	1339.00
基礎開裂彎矩	t-m	35391.02	10957.21	35391.02	10957.21	35391.02	10957.21	35391.02	10957.21
C/D比值		1.99	2.31	2.01	2.40	2.99	7.26	2.95	8.69
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

1.1.3 基礎張式剪力(Beam Shear)評估

檢核結果		P1		P2		P3		P8	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
基礎最大張式剪力	kg/cm2	0.16	5.38	0.16	5.29	0.10	3.03	0.10	3.32
基礎容許張式剪力	kg/cm2	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21
C/D比值		57.31	1.53	57.31	1.55	92.10	2.71	92.10	2.47
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

❖ 最大考量地震力

1.2.2 基礎抗拔鋼筋量評估

檢核結果		P1-m		P2-m		P3-m		P8-m	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
需求理壓鋼筋量	cm2	356.04	143.19	356.04	143.19	356.04	193.50	356.04	230.98
實際理壓鋼筋量	cm2	396.73	450.49	396.73	450.49	396.73	450.49	396.73	450.49
C/D比值		1.09	3.43	1.09	3.43	1.09	2.53	1.09	2.35
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
需求張拉鋼筋量	cm2	1104.07	276.76	1147.74	268.42	755.16	211.64	746.98	211.64
實際理壓鋼筋量	cm2	2849.00	179.14	2849.00	179.14	2849.00	179.14	2849.00	179.14
C/D比值		2.45	0.65	2.48	0.67	3.72	0.85	3.80	0.85
檢核		O.K.	N.A.	O.K.	N.A.	O.K.	N.A.	O.K.	N.A.

檢核結果		P1-m		P2-m		P3-m		P8-m	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
基礎最大自壓值	t-m	4234.00	3316.00	4529.00	3922.00	4742.00	4563.00	5756.00	4943.00
基礎開裂彎矩	t-m	40351.97	12538.75	40351.97	12538.75	40351.97	12538.75	40351.97	12538.75
C/D比值		9.53	3.78	9.32	3.77	8.51	2.75	7.01	2.54
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
基礎最大正彎矩	t-m	29475.00	6359.00	27058.00	6175.00	15450.00	2883.00	15227.00	2331.00
基礎開裂彎矩	t-m	40351.97	12538.75	40351.97	12538.75	40351.97	12538.75	40351.97	12538.75
C/D比值		1.47	1.97	1.49	2.03	2.56	4.20	2.65	5.38
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

1.2.3 基礎張式剪力(Beam Shear)評估

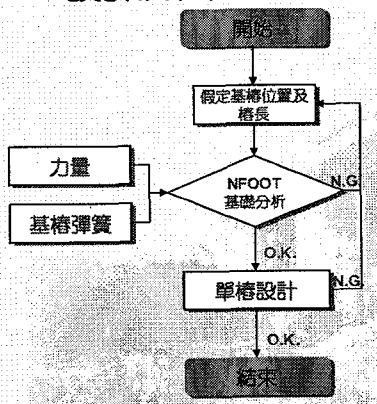
檢核結果		P1-m		P2-m		P3-m		P8-m	
方向		軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向	軸向	橫向
基礎最大張式剪力	kg/cm2	0.29	3.94	0.27	3.87	0.12	3.35	0.11	3.12
基礎容許張式剪力	kg/cm2	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36
C/D比值		33.43	2.38	34.67	2.42	78.00	2.79	85.09	2.99
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

補強後撓曲鋼筋與梁式剪力足夠

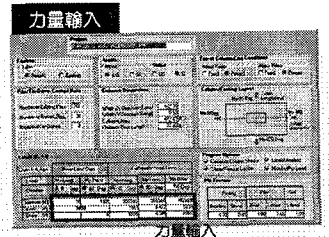
■ 增樁設計(橋墩P9)

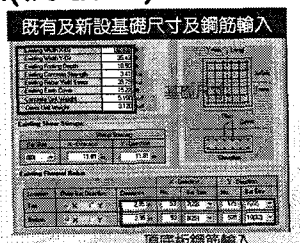
❖設計依據：採用WinNFAD非線性基礎設計軟體

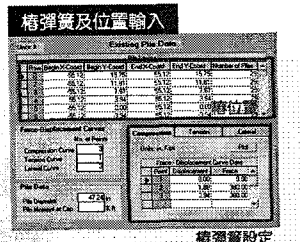
❖設計流程如下：



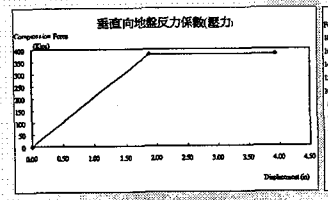
■ NFOOT參數輸入(橋墩P9)

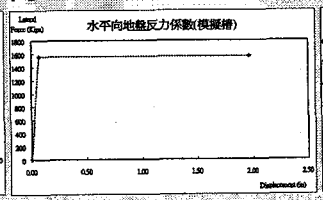


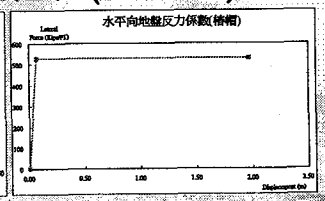




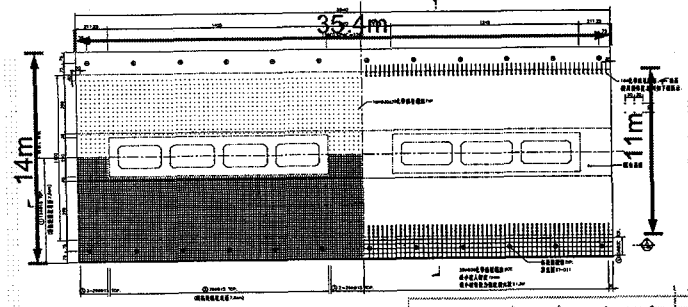
■ NFOOT補強樁彈簧設定（8m微型樁）(橋墩P9)



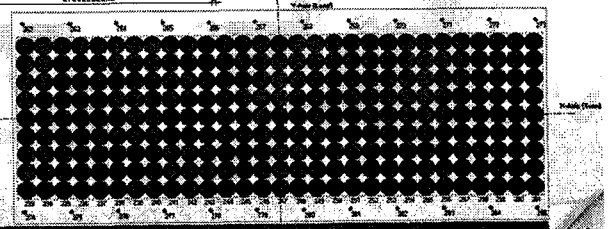




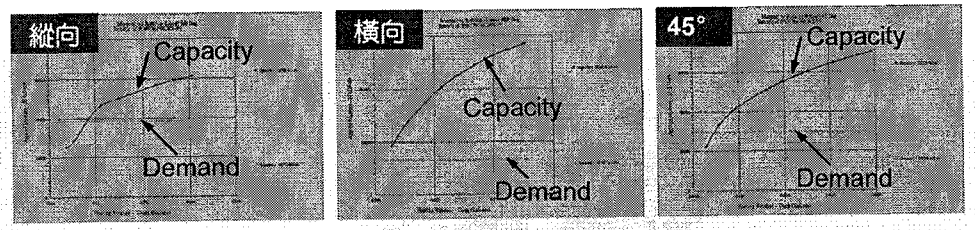
■ 既有基礎與補強樁基礎配置(橋墩P9)



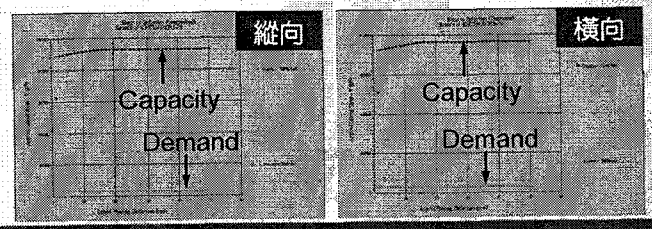
WinNFAD 基礎模擬



■ 分析結果:彎矩-轉角圖(橋墩P9)



■ 分析結果:剪力-位移圖(橋墩P9)



Capacity>Demand

新設基樁配置O.K

基礎配筋

1. Top Flexural Reinforcement :

頂層鋼筋							
縱向有效深度 (cm)	橫向有效深度 (cm)	需求縱向鋼筋面積 (cm^2)	需求橫向鋼筋面積 (cm^2)	設計縱向鋼筋面積 (cm^2)	設計橫向鋼筋面積 (cm^2)	設計縱向鋼筋根數	設計橫向鋼筋根數
338.610	341.150	659.118	0.000	6.47	2.87	110	76

設計縱向鋼筋面積 (cm^2)	設計橫向鋼筋面積 (cm^2)	縱向C/D CHECK	橫向C/D CHECK
711.7	218.12	(O.K.)	(O.K.)

2. Bottom Flexural Reinforcement :

底層鋼筋							
縱向有效深度 (cm)	橫向有效深度 (cm)	需求縱向鋼筋面積 (cm^2)	需求橫向鋼筋面積 (cm^2)	設計縱向鋼筋面積 (cm^2)	設計橫向鋼筋面積 (cm^2)	設計縱向鋼筋根數	設計橫向鋼筋根數
337.720	340.980	0.000	0.000	6.47	5.07	0	10

設計縱向鋼筋面積 (cm^2)	設計橫向鋼筋面積 (cm^2)	縱向C/D CHECK	橫向C/D CHECK
0	50.7	(O.K.)	(O.K.)

樁反力

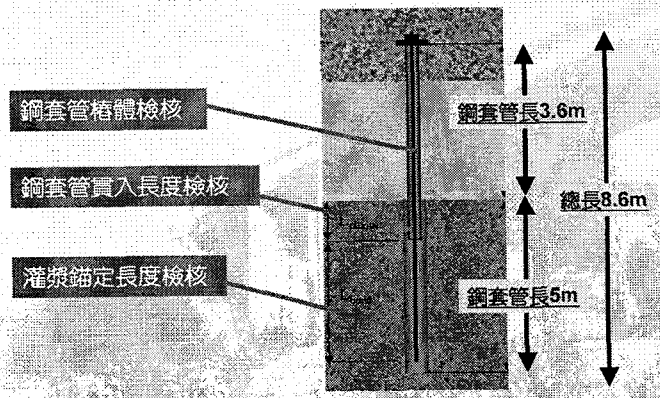
垂直壓力(t)	拉拔力(t)	水平側力(t)
288.4	140.5	9.2

單樁設計檢核

■ 設計依據:

- ❖ MICROPILE DESIGN AND CONSTRUCTION GUIDELINES(FEMA-SA-97-070)

■ 設計方法:



■ 鋼套管段鋼套管段樁體設計強度 : ■ 灌漿錨碇段樁體設計強度: ■ 灌漿錨碇段握裹長度計算:

鋼套管設計抗拉強度
>震時需求抗拉強度

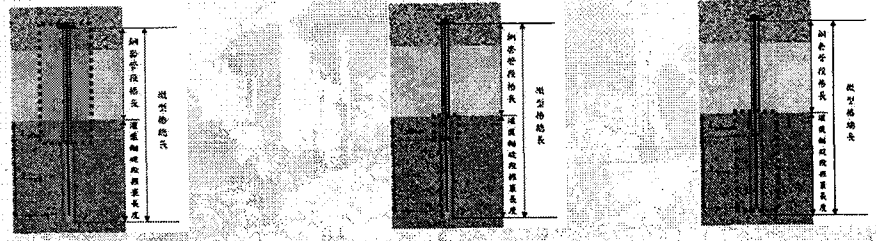
鋼套管設計抗壓強度
>震時需求抗壓強度

高拉力鋼棒抗拉強度
+鋼套管貫入段摩擦力
>震時需求抗拉強度

高拉力管設計抗壓強度
+灌漿體設計抗壓強度
+鋼套管摩擦力
>震時需求抗壓強度

灌漿段摩擦力
>震時需求抗拉強度

灌漿段摩擦力
>震時需求抗壓強度



■ 微型樁設計水平承載力

（參考MICROPILE DESIGN AND CONSTRUCTION GUIDELINES 第5.F.4節 ）

❖ $P=(\delta_p/F_\delta)*[EI/(EI/f)^{1/5}]^3$

P=容許水平強度

δ_p=樁頂水平位移

f=水平地基反力模數

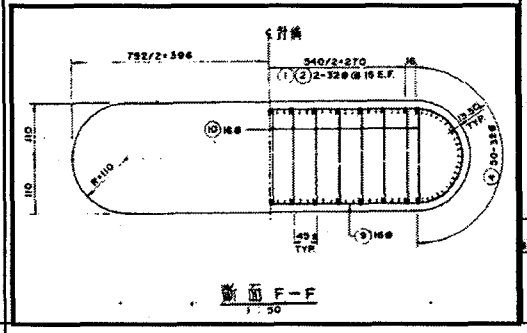
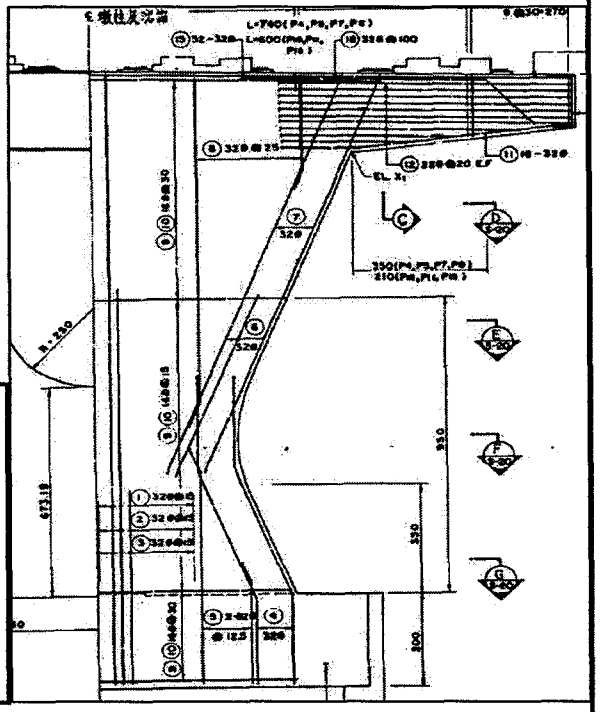
EI=微型樁斷面慣性矩

容許水平強度P>需求水平強度

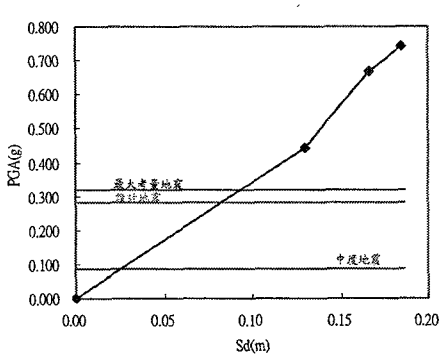
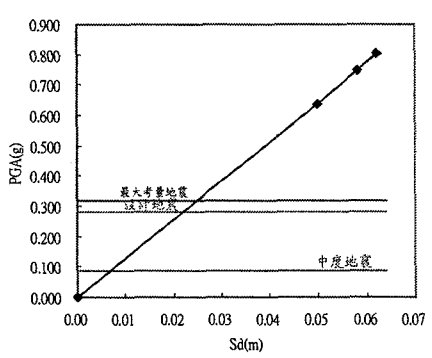
■ 結果檢核

	垂直壓力(t)			拉拔力(t)			水平側力(t)
	鋼套管	灌漿錨定段樁體	灌漿錨定段摩擦力	鋼套管	灌漿錨定段樁體	灌漿錨定段摩擦力	
設計強度	589	303	438	549	167	438	82.89
需求強度	288.43			140.54			9.22
檢核	O.K.			O.K.			O.K.

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
一、	**大漢溪河川橋**	
1	原設計計劃洪水位為多少請補充	依據竣工報告大漢溪河川橋原設計，係採用200年計畫洪水位EL.50.80為設計水位高程；惟根據民國82年大漢溪基本治理計畫，目前大漢溪河川治理計畫水位採用100年計畫洪水位EL.50.05治理。本工程依目前河川治理計畫水位進行耐震評估及補強設計，俾水利單位審核時有所依據。
2	變斷面處之塑性鉸如何考量？	本橋變斷面較細處塑性鉸計算，僅考量竣工圖示之1、2號鋼筋(2號鋼筋已遠離斷面較細之處)，於變斷面處搭接之4、6、7號鋼筋則不列入塑性鉸之計算。  
3	建議下次簡報應針對原設計基本資料作說明	遵照審查意見辦理，已於簡報中補充原橋梁之竣工資料，並增加現況照片說明。

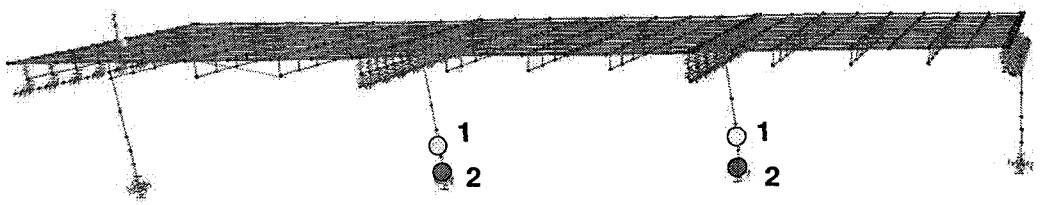
「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
4	為何PGA vs. PGD 曲線沒有從原點之連線？	橋軸方向評估結果  垂直橋軸方向評估結果  原簡報所示側推評估結果圖表係PGA－Sd關係圖，目的僅在顯示橋梁評估單元3個性能點對應之容量與需求關係，原點非評估之性能點，故沒有與原點之連線；該圖增加與原點連線後如圖所示。
5	為何設計地震之C/D比值比最大考量地震大？	本橋止震塊之縱向力於設計地震與最大考量地震時皆為產生塑鉸時之剪力控制，故需求(D)相同，但因所採用之容量(C)於最大考量地震等級較設計地震等級大，故C/D比值於最大考量地震時有較大之情形。
6	本橋有無鑽心強度資料？	國道高速公路橋梁之施工品管，在高公局與國工局完整的工程管理體系，與各路段監造單位的監督下，工程界對國道橋梁之混凝土品質，一向有不錯的評價。國道高速公路預力混凝土橋梁目前狀況良好且保持定期檢測，混凝土部份並無明顯裂化狀況；經查工務段年度檢測部分鑽心資料，顯示混凝土強度皆大於原設計強度，故採原設計強度為分析評估基準應屬合理。
7	容量保護構件有無使用強度折減因子？	設計地震作用下，容量保護構件評估，依規範採用強度折減因子，但最大考量地

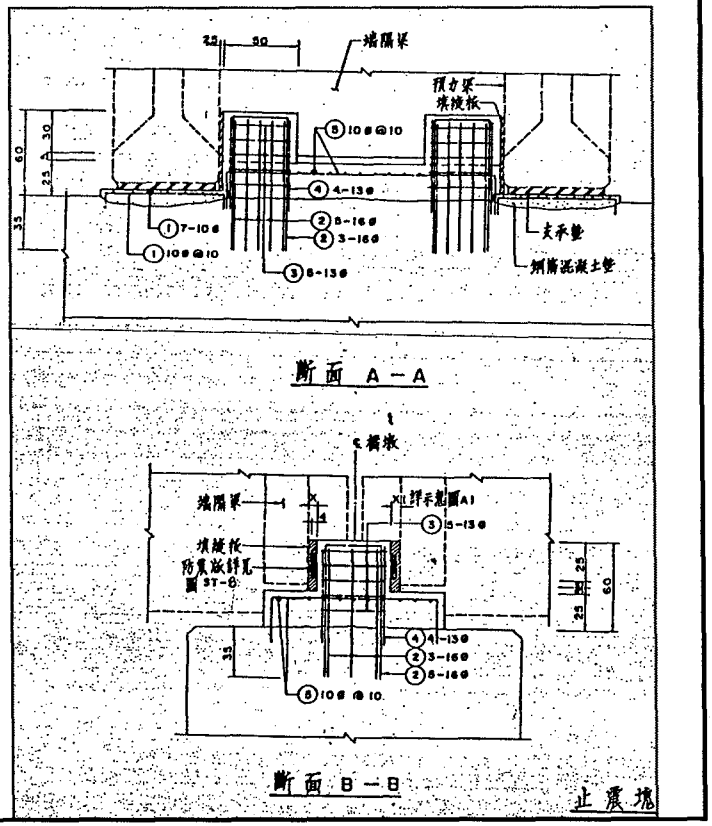
「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		震作用下時，則強度折減因子採用1.0，以反應不同性能點之差異。
8	防震拉條是否有放入模型中？強度如何計算？	本工程未將防震拉條放入模型中，係依據公路橋梁耐震設計規範(98 年 6 月) 8.5 節之規定進行防震拉條評估及補強設計，防震拉條之降伏強度大於支承靜載重反力 R_d 之 1.5 倍。
9	沉箱頂部轉角都為0，是否是因有效位數選取造成？	經查分析結果沉箱頂部轉角並非為0，的確是有效位數顯示不足之故。
10	容許轉角之根據為何？沉箱容許接觸面積之依據為何？	1. 日本道路協會於2002年3月修訂「道路橋示方書•V耐震設計篇」時，為考量避免橋梁基礎因變位過大，造成上部結構發生顯著殘餘變位，導致修復困難，因此基礎頂端或基礎底座底面的旋轉角以0.02rad(約1/60)為檢核標準。 2. 本工程耐震評估之容許轉角及沉箱容許接觸面積檢核，即依據公路橋梁耐震設計規範98年6月修訂內容及參照上述日本規範之規定辦理。
11	大漢溪橋之補強策略與機制有待澄清	大漢溪橋評估結果顯示止震塊強度及防落長度不足，故採用之補強策略為增設混凝土止震塊、增加防落長度及抽換既有防震拉條與增設防震拉條，使其符合耐震需求。
12	側推分析之塑鉸發展過程請逐步顯示	遵照審查意見辦理；後續審查會議報告內容，將以編號方式顯示側推分析之塑鉸發展過程。

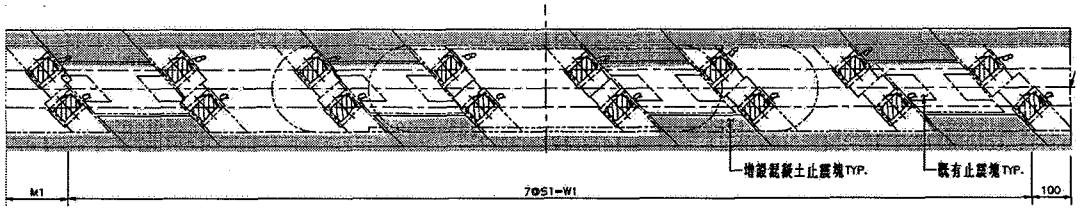
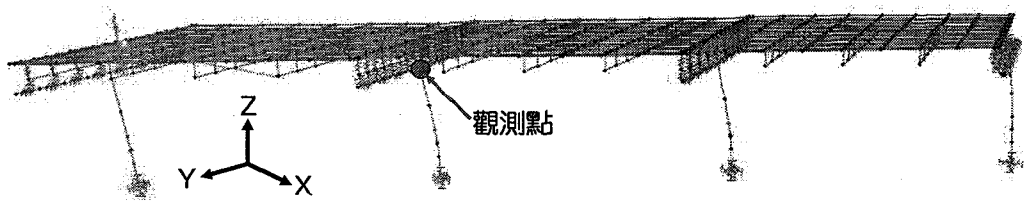
「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		
13	止震塊所提供之地震力如何計算？	止震塊所提供之抗剪強度之相關計算，依90年版「公路橋梁設計規範」第6.3.6D節剪力摩擦鋼筋之規定計算。剪力強度為摩擦係數乘以鋼筋剪力面積乘以鋼筋降符強度，公式為$V_n=\mu A_{vf}f_y$，其中摩擦係數取1.0進行檢核及設計。同時考量地震力作用高度，檢核止震塊是否可承受地震力造成撓曲彎矩作用。
14	支承摩擦力有無考慮？	依據交通部公路總局「公路橋梁耐震能力評估及補強準則草案」5.1.2解說之建議，本工法「大地震時上部結構將有較大的殘餘變位與附屬設施損壞現象，宜使用於交通量不大之路段」，考量國道3號(北二高)路段之交通量高達3萬PCU，故本橋耐震評估分析時採「強支承」策略補強，未考慮支承摩擦力(功能性支承耐震補強策略)。

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
15	止震塊與橡膠支承間距現況，以及力量傳遞機制應補充說明	依據竣工圖示，本橋橫向之力量傳遞機制是主梁透過2.5 cm厚之填縫板將力量傳遞至止震塊(如上圖斷面A-A所示)；縱向地震力則是經由隔梁透過防震板及填縫板，將力量傳遞至隔梁間的止震塊(如上圖斷面B-B所示)。填縫板、防震板與主梁、隔梁、止震塊間均無間隙存在。 

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
16	因製作止震塊造成帽梁全長範圍都包覆是否有必要？	如圖所示，每墩兩側各增設四個止震塊，因斜交角度甚大的關係，帽梁全寬包覆除可方便對拉鋼筋鑽孔施工外，亦可兼具降低補強對原橋墩造型之衝擊。  平面圖 1:50
17	斜橋之力量加載方式及觀測點請補充說明	1. 斜交橋之座標建立是以橋墩方向為全域座標，側推力量加載方式取全域座標之加速度加載方式與全域座標X與Y之主要模態加載方式評估結果取保守值；本橋側推之力量加載方式軸向由模態加載方式控制，橫向由全域Y向座標加速度加載方式控制。 2. 本橋觀測點選用該單元中間橋墩之墩頂，如圖所示。 
18	鋼筋搭接位在較細的斷面處 ，請問如何反映至塑鉸定義？	請參見第一項第2點審查意見說明。
19	左岸多處橋墩柱覆土很深，週遭土壤有無考慮？	除橋墩P4~P12須考慮沖刷影響外，其餘橋墩評估，已將覆土之影響納入考量。

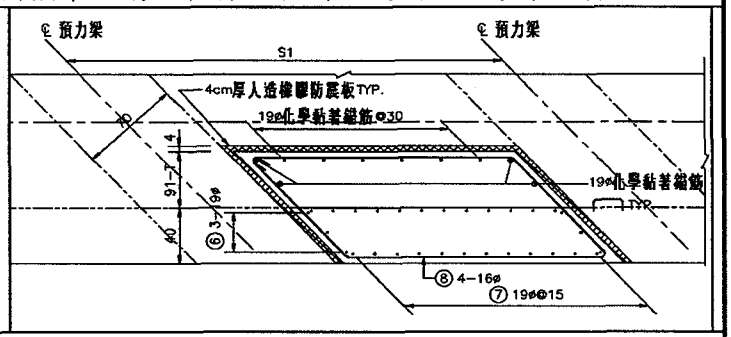
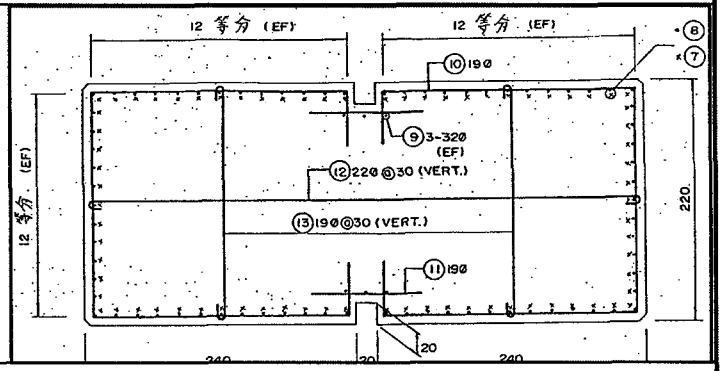
「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
20	第17頁簡報，475及2500年地震作用下橋梁是否為彈性行為？如為彈性為何韌性會大於1？	經查原簡報第17頁所示之單元於475及2500年地震作用下，橋梁仍為彈性行為。表中所示位移韌性，是側推評估結果極限點位移除以降伏點位移而得，為橋梁單元之整體韌性，不同地震力等級作用下之彈性與否行為，與該位移韌性無直接關連。
21	支承主軸方向與止震塊主軸方向請澄清？	本橋為斜交橋，依據竣工圖示支承與止震塊配置條件，支承活動方向與大梁平行，而非垂直橋墩帽梁方向，故分析模型支承與止震塊主軸方向與大梁方向相同。
22	每一振動單元是否作都有作側推分析？	本橋因南橋與北橋之結構型式相同，覆土深度亦相似，故以南橋進行模型建立與側推分析。而南橋的七個單元中，除S03單元(P6~P9)與S04單元(P9~P12)相似合併分析外，其餘六個振動單元皆獨立分析。
23	土壤彈簧的方向是否各方向都有考慮？	本工程分析模型建立，均依照既有基礎型式計算6個自由度之等值土壤彈簧係數，放於柱底進行分析評估。
24	有沖刷模型及回淤1/2模型是否都有作？	本計畫河川橋耐震評估，均依據交通部頒公路橋梁耐震設計規範C1.4節之規定，以局部沖刷值之一半考慮地震之影響。另於本計畫第二次專家學者座談會中，提出橋梁沖刷與地震載重組合方式之討論，會中專家學者均認為在缺乏本土化研究資料下，不建議修正前述作法，故考量臺灣河川沖刷課題之嚴重性，建議本計畫仍採用「地震力作用+0.5x沖刷深度」的多重防災策略。
25	補強設計邏輯採強支承，橫隔梁如何檢核？	本橋隔梁檢核，係使用剪力摩擦概念檢核隔梁與主梁之間破壞面強度。
26	設計反應譜在本案中有何用途？	設計反應譜在本案中之主要用途，係依據交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」及交通部公路總局「公路橋梁耐震能力評估及補強準則草案」6.4.2之規定，須分別求出設計地震力與最大考量地震力下，彈性分析所得之各構件力量。
27	為何採用規範設計地震力作基礎強度檢核？	本工程採用規範設計地震力作基礎強度評估，係依據交通部頒「公路橋梁耐震設

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		計規範」及交通部公路總局「公路橋梁耐震能力評估及補強準則草案」6.4.2之規定辦理。
28	針對老舊橋梁R值是否可用3	依據規範求得V_D乘以$1.2\alpha_y F_{uD}$時彈性分析所得之構件力時，因V_D與$\left(\frac{S_{aD}}{F_{uD}}\right)_m$有關，而$F_{uD}$與R有關，此處R值假設為3計算。
29	本案斷面EI折減0.5，但依據準則B點為開裂點應不用折減，請重新檢討	地震力作用下，斷面有效EI值是參考Caltrans(5.6.1.1 Ieff for Ductile Members) 及FEMA356(Table 6-5 Efffective Stiffness Values)等規定，採用0.5EI進行分析。
30	依據實測經驗約0.5~0.6秒，但本橋周期達1.1秒，似乎偏長	一般實測是在橋墩未開裂的前提下進行，而本案是假設在設計地震力(475年回歸期)與最大考量地震(2500年回歸期)作用下橋墩已開裂，故橋墩之斷面EI折減0.5倍，因而導致本橋之週期較實測經驗值大。若橋墩之斷面EI不折減，分析結果週期為0.83秒。
31	軸向週期1.1秒之振動方向朝哪個方向？	軸向週期1.1秒之振動方向是垂直橋墩的方向。
32	Mode12之有效參予質量比較前者高？	因大漢溪河川橋橋墩寬度達14m，橫向勁度甚大，故前25個振態較無顯著之橫向(平行橋墩方向)振態出現；雖Mode 12有效參與質量較高，但該模態振態為橋面板之扭動，故未採用。
33	基礎及止震塊之設計力 ，為何不採用側推分析之性能點所對應之力量作設計？	1. 基礎或止震塊屬於容量保護構件，本工程採用規範設計地震力作基礎強度評估，係依據交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」及交通部公路總局「公路橋梁耐震能力評估及補強準則草案」6.4.2之規定辦理。 2. 已遵照審查意見，採用側推分析之性能點所對應之力量進行評估，以與原評估結果比較。
34	側推分析之座標系統為何	請參見第一項第17點審查意見說明。

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
35	圖S331，Φ29化學錨栓之深度是否合理，可否施工？	設計圖S-331採用化學錨筋設計，原則上最小植入深度為化學錨筋(錨栓)直徑之15倍，國道高速公路橋梁耐震補強第一期工程採用相同之規定，目前均已順利完工。
36	止震塊邊側有無採用防震版	新設止震塊與主梁與隔梁接處面邊設置4 cm之防震板，如圖所示。 
二、	**龍潭高架橋**	
1	簡報第31頁圖所示之橫向鋼筋用量是否正確？	原簡報第 31 頁所示之斷面圖為竣工圖圖說，橫向鋼筋為該斷面之配置並無誤植。 
2	基礎檢核時有P+M就可獲得偏心距離	敬悉，本工程基礎評估，皆依此求得行車向及垂直行車向之偏心距離，進而求得對應之接觸面積。
3	直接基礎於側推時基礎是否產生搖擺 ？土壤彈簧是	1.本橋橋柱側推分析結果，對應至設計地震及最大考量地震之性能點，均有塑鉸

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
	否產生非線性，橋柱塑鉸有無產生？	產生。 2.本計畫參照交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」第4.4及C4.4節的規定，研擬直接基礎耐震評估補強原則，依照容量設計之理念進行直接基礎之分析評估時，於橋柱產生塑鉸之極限狀態下，應符合下列檢核項目之規定： a.基礎底面最大反力≦極限承載力1.5 b.基礎底面之有效接觸面積≧30% (設計地震)、15% (最大考量地震) c.基礎底面水平力≦基礎底面之極限抗剪強度 3.依據AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design之規定，直接基礎若擬採搖擺分析(Rocking Analysis)進行耐震評估前，需先獲得業主的許可(Owner Approved)，經查美國西岸強震帶的各州交通廳(WSDOT、OregonDOT及Caltrans)之橋梁耐震設計手冊，前兩州均暫不予以採用(如下)，Caltrans則要求個案應進行審慎的評估，另依據日本Prof. Kawashima的研究，對於直接基礎搖擺分析後可能造成之永久沉陷與位移仍有疑慮，故本計畫直接基礎未採用搖擺分析進行耐震評估。 4.已依審查意見補充增設土壤非線性彈簧之側推評估分析，以與原評估結果比較。

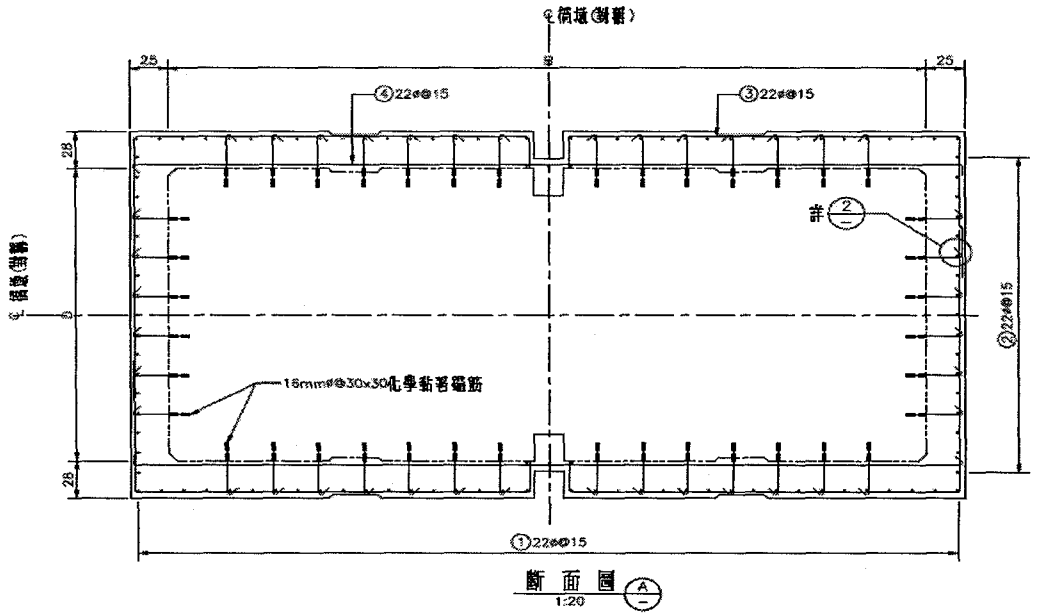
「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

<table>
<tr><th>項次</th><th>審查意見</th><th>辦理情形</th></tr>
<tr><td>4</td><td>微型樁之施工淨空是否足夠？</td><td>微型樁之施工機具較小，一般而言直徑30cmϕ的微型樁淨高僅需大於4.2m以上即可施作（日本「Strong-Tubfix微型樁設計施工手冊」表2-6.1）；本橋現況淨高由北往南約4~9公尺，配合開挖至既有基礎頂均可達8公尺以上淨高，可提供微型樁施工足夠之淨空。
表-2.6.1　削孔機械の標準仕様
<table><tr><th>削孔機種</th><th>適用杭径
φ (mm)</th><th>空頭制限（m）
施工必要高さ</th><th>使用鋼管長（m／本）</th></tr><tr><td>SM405</td><td>100～300</td><td>11．2m以上</td><td>6m／本</td></tr><tr><td>SM400</td><td>100～300</td><td>6．2m以上</td><td>3m／本</td></tr><tr><td>SM400-S</td><td>100～300</td><td>4．2m以上</td><td>1．5m／本</td></tr><tr><td>SM103HD</td><td>100～225</td><td>3．7m以上</td><td>1．5m／本</td></tr></table>(注) 1. 空頭制限3.5m未満は、1mの鋼管の使用を検討する。
2. SM400-Sは、空頭制限によっては2.0m/本の鋼管が利用可能。</td></tr>
<tr><td>5</td><td>本橋因需補強直接基礎，是否考慮過其他補強方案</td><td>依據詳細評估結果，本橋之基礎於橋軸方向及垂直橋軸方向皆有穩定性不足之情形，故需補強直接基礎。經評估下列方案之可行性後，建議採用強支承補強方案，並依需求進行基礎補強，而經評估後採增設較小之微型樁補強較具施工性及經濟性。
方案一（功能性支承系統補強工法）：依交通部公路總局「公路橋梁耐震能力評估及補強準則草案」5.1.2解說之建議，本工法「大地震時上部結構將有較大的殘餘變位與附屬設施損壞現象，宜使用於交通量不大之路段」，故未建議採用於本案國道高速公路橋梁。</td></tr>
</table>

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		方案二（於伸縮縫橋墩加裝阻尼器或地震力分散裝置）：由於垂直橋軸方向亦有基礎耐震能力不足情形，分散縱向地震力無法降低垂直橋軸方向之地震力需求；且原活動端剪力鋼箱平均僅留6公分活動空間，阻尼器衝程受限，恐影響其效果。
6	鋼箱強度如何計算？	本橋既有剪力鋼箱強度計算方式如下： 剪力鋼箱強度＝強度折剪因數(Φ)×剪力鋼箱抗剪強度×腹板斷面積 其中　Φ=0.9(設計地震力)，Φ=1.0(最大考量地震力)
7	微型樁之彎矩轉角有考慮抬起現象，此作法是否正確	基礎補強設計時，基樁的承載力可利用到土壤之極限承載力，另對於具多排的群樁而言，因群樁不會在第一根樁達到土壤極限承載力時就破壞。本計畫對於部份需進行補強之橋墩基礎，考量基礎補強施工之困難度，均採用美國Imbsen公司所發展之非線性基礎分析設計程式(WinNFAD)進行進一步的非線性分析，求得群樁整體破壞時所能抵抗的外力作為群樁的極限強度，只要補強後的群樁極限強度大於橋柱傳入基礎的力量，則基樁之補強設計應可接受，期使本工程之基礎補強能有較合理且較經濟的分析與設計。

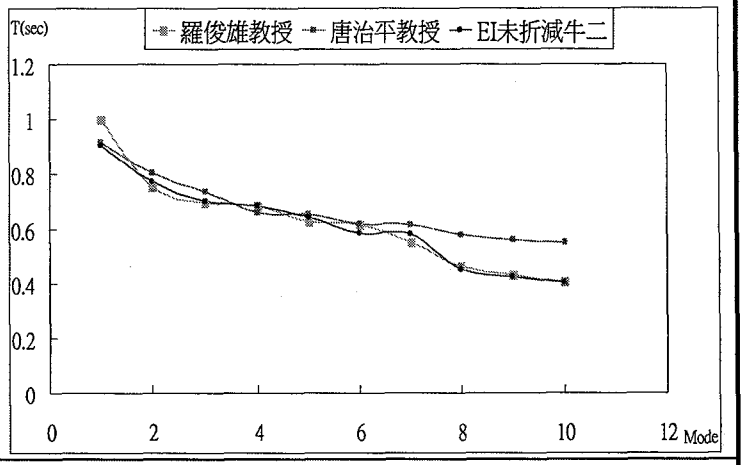
「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
8	混凝土包覆所用之剪力筋為何沒有貫穿斷面？	 斷面圖 A 1:20 圖中未貫穿斷面之鋼筋為植筋，用以傳遞剪力用，使新舊混凝土介面有良好之連結；本橋之混凝土包覆補強是由增厚之混凝土及(附圖)中鋼筋編號3、4提供剪力強度。
9	30cm微型樁下面7公尺沒有套管是否正確 ？砂礫石層施工性如何？	1. 高強度微型樁之高拉力螺紋鋼棒底端以灌漿錨碇，類似地錨可提供抗拉拔之功能，而鋼套鋼之設置主要功能為提供微型樁之抗壓強度；本工程高強度微型樁之設計 ，均依 FHWA ,MICROPILE DESIGN AND CONSTRUCTION GUIDELINES之規定辦理。

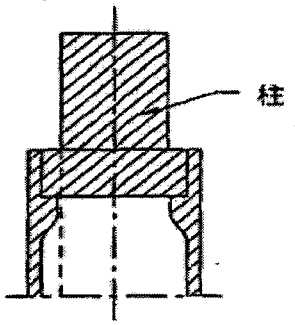
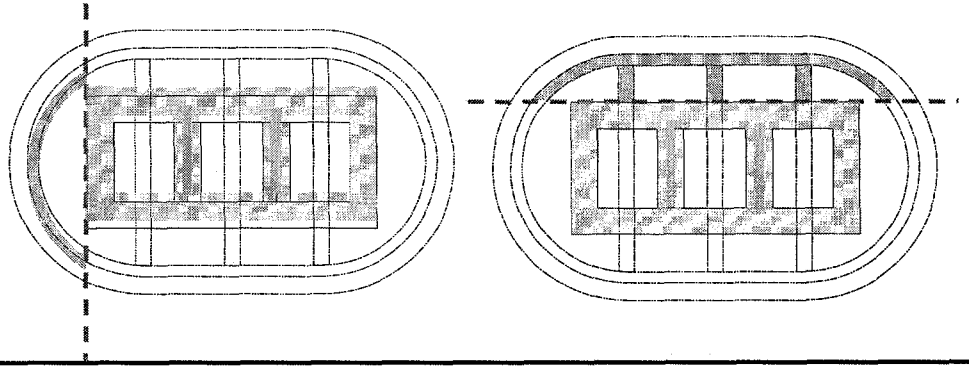
「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		2. 有關高強度微型樁在砂礫石層之施工性，高公局國道耐震補強第一期工程第M14標台中系統交流道已有相關施工經驗，故施工上應無太大問題。
10	簡報49頁，設計依據應用交通部為主，但採用美日資料作比較	本計畫原則上均依據交通部佈頒規範進行評估及補強設計，惟若無條文規定者，才引用美日資料作為參考。
11	活動端之基礎為何要補強？	1. 評估單元之活動支承端橋柱雖不需分擔縱向地震力，但該支承橫向為固定型式仍需共同分擔橫向地震力，故活動端之基礎仍可能因分擔橫向地震力且無法滿足需求而需補強。 2. 依審查意見採側推分析之性能點所對應之力量檢核評估結果顯示，本橋之活動端基礎仍有橫向地震力造成基礎接觸面積不足之情形，故仍有補強需求。
12	建議基礎檢核可採方法一：先考慮直接基礎含非線性土壤彈簧之模型，獲得基礎等效勁度後，再加回橋柱模型中，獲得柱底反力後再重新檢討基礎。方法二：分析模型中於直接基礎底面放置非線性土壤彈簧，檢討接觸面積亦可。	遵照審查意見辦理，已採方法二於分析模型直接基礎底面放置非線性土壤彈簧，與原評估結果比較檢討對接觸面積之影響。
三、	牛欄河一號橋	

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
1	氣象局在本橋有裝設強震儀，建議可查閱羅俊雄教授研究報告比對周期。	根據羅教授之研究報告，裝設強震儀者應為牛欄河二號橋。另外唐治平教授亦針對牛欄河二號橋進行過相關研究。比對本案之分析模型與羅教授、唐教授之模型，三者模態相當接近。 
2	考量橋墩高度，伸縮縫施工性是否可行？建議可於橫隔板加拉桿？	1. 依據公路橋梁耐震設計規範(98年6月)之8.5節及公路橋梁耐震評估及補強準則之研究成果報告(98年12月)附錄一5.2.2節防止落橋措施規定，相鄰主梁支承靜載重反力 R_d 之比值達2.0倍以上或相鄰主梁振動單元基本振動週期之比值達1.5倍以上時，應避免採用相鄰主梁互相連接型式之防止落橋裝置。 2. 牛欄河一號橋主橋與北側引橋支承靜載重反力約為2.7倍，單元縱向基本振動週期之比值約為3.0倍，因此於橫隔板處不宜加設拉桿，故補強方式採規範建議增加防落長度至需求之1.5倍。 3. 伸縮縫處之墩柱高度約為18~20公尺，可利用落地式支撐架或高拉力鋼棒鎖式支撐托架規劃施工空間，施工上應屬可行。
3	覆土深度有多深？基礎蓋版補強之施工是否可行？	覆土深度約為8M~9M深，開挖時可以採分階開挖或配合臨時預力地錨施作擋土設施，因此基礎蓋版補強施工應無問題。

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
4	報告中用井式基礎用語宜改為沉箱	遵照辦理；修正用語將井式基礎改為沉箱基礎。
5	沉箱蓋板之分析模型及檢核方式請澄清	本工程沉箱蓋板之評估方式，係依據「建築物基礎構造設計規範」第6章6.7節之規定進行沉箱蓋板結構檢核。沉箱蓋板評估時考量完工後柱與頂版連成一體，頂版承受側牆支承處之反力作用，得視頂版為固定於柱體之懸臂版分析，分析模型如右圖。依據柱底向下傳遞的軸力、剪力及彎矩，按沉箱拖架處之斷面幾何計算斷面慣性矩將力量換算成支撐蓋板托架處之拉壓應力，並依現況覆土計算承載蓋板托架處之壓應力，將應力加總後，再依照墩柱位置決定臨界面外作用面積及距離，計算臨界面的彎矩及剪力。本橋考量的作用面積及臨界面之關係如下圖，且判斷臨界面以外可能發生最大值之斷面是否存在。沉箱蓋板檢核時，按上揭計算結果對臨界面進行斷面配筋檢核及剪力檢核。  

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第一次會議審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
6	根據圖S56，請重新根據鋼筋數量重新基礎蓋版補強必要性	遵照審查意見辦理，已依據竣工圖示配筋，再次檢核沉箱蓋板補強需求，並依審查意見要求，增加考量土壤對柱側面水平摩擦及柱正面垂直摩擦，模擬非線性彈簧，並採側推分析之性能點所對應之力量檢核，以茲比較。
7	塑性鉸是否有用預期強度和超額強度因子？	本工程強度韌性評估側推分析塑性鉸未採用預期強度，並已依組成率推求橋柱塑鉸M-ϕ曲線，故不另加計超額強度因子。
四、	**牛欄河二號橋**	
1	本橋橋柱無需補強，但仍須進行大量基礎補強，其設計邏輯與策略為何？建議應將基礎補強列為最後方案，優先考慮土壤彈簧非線性及其他替代方案。	遵照審查意見辦理，已增加採用由PGA-Sd曲線與475年地震、2500年地震之交點決定補強之力量需求方式進行評估，與原評估結果比較為：北端引橋部分柱底力量下降約一成，但475年地震下仍較基礎之容許正彎矩大2.8倍，故需進行加厚補強。南端引橋之柱底力量於橫向減少約一成，使基礎P8之開裂彎矩/正彎矩值由0.93提升至1.06，柱底力量於縱向減少約二成，使基礎P9之穩定性由0.67提升至1.90。故本橋在原評估下需補強橋墩為四墩，經性能點評估後減少至兩墩。
2	根據簡報第95頁，建議補強之力量需求可由PGA-Sd曲線與2500年地震之交點決定。	請參見第四項第1點審查意見說明。

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第三次會議(M32標第二次細部設計審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
一、	**大漢溪河川橋**	
1	每一座橋墩是否都平行?	大漢溪河川橋各橋墩大致平行(相差僅約1度)，故於側推分析時選用之大域座標為橋墩方向。
2	第33頁第2點，針對性能點所對應之力量其比對結果為何。	本橋依據規範之設計地震力與柱產生塑鉸時之彎矩取小值進行基礎強度評估，結果顯示基礎強度及穩定性均符合規範耐震需求，因此評估方法較採用性能點所對應之力量評估保守，故未再使用性能點之力量做進一步評估，其它龍潭高架橋、牛欄河一號橋及牛欄河二號橋等3座橋，則均已針對性能點所對應之力量評估及比對其結果。
3	強支承或弱支承機制對震後通車之影響，應讓業主充分瞭解。	遵照審查意見辦理，已蒐集國內外震災資料，釐清強支承或弱支承機制對震後通車之影響，以供業主決策參考。
4	斜橋之防落長度及防落拉桿長度，應更謹慎檢核。	遵照審查意見辦理，已依據橋梁斜交角度再次檢核補強防落長度及防落拉桿長度，確認補強後防落長度可達規範防落長度之1.5倍。
5	防落拉桿是否配置於隔梁處。	本橋補強增設之防震拉條，係於既有隔梁鑽孔對拉，經檢核隔梁強度符合需求，無需增厚補強。
6	第38頁，三跨鉸接連續梁之填縫版厚度，應視各單元之溫度伸縮量而有所差異。	簡報第38頁為竣工圖，本橋增設止震塊補強之防震板厚度與原橋相同，故不影響原橋溫度伸縮量。
7	止震塊施工性是否可行。	簡報第38頁所示之止震塊為既有止震塊並非補強之止震塊，本橋新設止震塊係設置於隔梁外側，第1期工程已有相當多之施工經驗，應屬可行。
8	本橋橋柱及基礎均無需補強，目前依強支承補強策略必須進行止震塊補強，建議亦考量弱支承策略搭配防落設施補強之可行性，作通盤性檢討。	依據交通部公路總局「公路橋梁耐震能力評估及補強準則草案」5.1.2解說之建議，弱支承「大地震時上部結構將有較大的殘餘變位與附屬設施損壞現象，宜使用於交通量不大之路段」，考量國道3號(北二高)路段之交通量高達3萬PCU，

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第三次會議(M32標第二次細部設計審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		且增設之RC止震塊可與本橋帽梁支承座擴大補強一併施作，故建議維持止震塊補強策略。
二、	**龍潭高架橋**	
1	第93頁評估結果和地震大小有何關聯。	簡報93頁所列之「耐震容量」，為結構單元本身經由側推分析求得3個性能等級對應之地表加速度，「耐震需求」則為依橋梁耐震設計規範規定求得之地表加速度；本工程以其比值做為各性能等級強度韌性評估結果之C/D值。
2	土壤遲滯阻尼可考慮較保守的阻尼折減係數(如1/3)，重新比較。	遵照審查意見辦理，為避免過度高估土壤阻尼之效果，已將阻尼折減係數改為1/3計算，結果整理於附件。
3	基礎側邊是否有放置彈簧。	第三次會議(M32標第二次細部設計審查會議)報告之分析模型側向彈簧，係以一單點等值之線性彈簧模擬；已修正設置側向土壤非線性彈簧，重新分析，結果詳見附錄。
4	如基礎承壓面積已增加，是否仍須進行基礎補強。	請參見第8點審查意見說明。
5	因土壤彈簧為彈性，最大沉陷量應修正為最大變位量。	遵照審查意見辦理，雖本橋已依審查意見改採非線性土壤彈簧分析，後續報告將修正以「最大變位量」描述分析結果之土壤彈簧壓縮變位量。
6	第78頁，基礎底面之力量如何獲得？另應考慮基礎側邊抵抗的貢獻，始能獲得較合理的彎矩需求。	1.基礎底面之力量是先由模型分析獲得柱底力量，再考量基礎厚度及被動土壓因素，以推求獲得基礎底面之力量。簡報圖示直接引用文獻之附圖易生誤解，後續報告將予修正。 2.遵照審查意見辦理，已在模型中考量基礎側邊土壤摩擦之貢獻，設置側向非線性土壤彈簧。結果詳見附錄。
7	本橋補強後可能之破壞處位於何處，是否有可能出現橋梁翻覆傾倒的疑慮。	1.本工程容量保護構件評估，採用產生塑鉸時及規範需求設計地震力之彈性分析所得者取小值，係依據交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」及交通部公路

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第三次會議(M32標第二次細部設計審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		總局「公路橋梁耐震能力評估及補強準則草案」6.4.2之規定辦理，故補強後可符合規範之性能要求。 2.本橋補強後皆符合規範之性能要求，若過超過規範規定之地震力時，其破壞位置應會在補強後C/D值最小之處，目前本橋補強後C/D值最小之處位於基礎結構強度項目，故可能破壞處為基礎版結構。
8	第94頁，P6至P9橋墩依原分析模型尚屬輕微損壞，無補強需求。如基礎採用橋柱塑鉸剪力而需進行補強，此種設計邏輯是否合適。	已依據審查意見補充採側推分析結果性能點對應之橫向地震力需求進行評估，並整理實際模型反應之基礎接觸面積，以為決定基礎補強需求之參考。
9	圖S420，覆土深度達7公尺，橋柱側邊之土壤彈簧應適度模擬。	遵照審查意見辦理，已採橋柱側邊之非線性土壤彈簧模擬覆土之影響，結果詳見附錄。
10	基礎補強需挖除7公尺覆土，實際施工是否可行。	開挖時可以採配合臨時預力地錨施作擋土設施，因此基礎補強施工應無問題。
11	如因基礎承壓面積不足，可考慮其他工法，原建議增樁之適用時機不符合補強目的。	因考量擴大直接基礎尺寸補強開挖影響範圍較大，故原建議採增設高強度微型樁方式，以提供拉力將基礎板「扣住」補強，其配合補強加大之樁帽尺寸較小，開挖施工範圍也較小。
12	下部結構因非屬強度不足，可建議採用圍束包覆補強。	本橋橋柱混凝土包覆補強，垂直向包覆鋼筋並未植入基礎，且RC包覆下緣與基礎頂面以成型填縫板隔開5公分，固屬圍束及剪力包覆補強。
13	基礎穩定性應確實反應埋置深度(含基礎板厚)，以基礎底面進行分析檢核。	本工程基礎穩定性評估，均已考量埋置深度及基礎板厚等因素，並將柱底力量轉換至底面進行分析檢核。
三、	**牛欄河一號橋**	
1	第117頁，基礎版力量是否只考慮橋柱傳遞的力量。另應考慮沉箱內部的加勁版所提供的支承功能，應可適	1.作用於基礎板之力量除橋柱傳遞之力量外，原評估已考量覆土載重及基礎板自重，參照建築物基礎構造設計規範之規定，依基礎板支承處之反力作用於

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第三次會議(M32標第二次細部設計審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
	當減低彎矩需求。	基礎板，以檢核臨界面處之配筋。 2.遵照審查意見辦理，已將沉箱蓋板採連續梁型式建立模型，並考慮沉箱內部的加勁版，將所在位置設定成支承型式，經分析後蓋板彎矩變小，沉箱蓋板不需補強。
2	第123頁，請考慮用雙筋梁公式進行基礎板鋼筋量檢核。	遵照審查意見辦理，既有沉箱蓋板撓曲強度改採雙筋梁進行評估，結果顯示略有提升，惟增加幅度不大。以橋墩NP4、NP5為例，採雙筋梁計算後正負彎矩撓曲強度為7915.81 tf-m，約增加2%。
3	結構系統為五跨連續鋼構架式橋梁，橫向是否需進行剪力榫補強，請再檢討。	1.遵照審查意見辦理，已採側推分析結果性能點對應之橫向地震力需求進行止震鋼棒評估，評估結果以橋墩NP2為例，C/D值雖由0.17提升為0.24，但仍有補強需求。 2.已遵照會議中審查委員意見，檢討僅採用單一工法補強之可行性；評估結果可改採增設防落長度配合增設混凝土止震塊補強。
4	沉箱基礎應考慮覆土及內部回填情況分析。	本橋沉箱基礎原分析評估，確已考量覆土載重及對橋柱束制之影響。另依據竣工圖示沉箱內部有回填砂石，評估時已將砂石重量納入考量，惟該回填料非夯實土壤，故未考慮其對沉箱蓋板之支撐效果。
四、	**牛欄河二號橋**	
1	第133頁，基礎板彎矩檢核應依實際結構量體位置，建構合理的模型，取雙柱間之跨徑再行檢討。	1. 遵照審查意見辦理，基礎板彎矩經改採分佈之土壤彈簧分析(Winkler Model)後，考量實際柱寬及覆土之影響，雙柱間基礎板之正負彎矩分別降為4322 tf-m及2944 tf-m，剪力則為2427 tf，仍然大於既有基礎之正彎矩強度2420 tf-m、負彎矩強度1850 tf-m及剪力強度2346 tf，其容量需求比分別提升為0.56、0.63及0.97。另改採側推分析結果性能點對應之正彎矩為4070 tf-m、負彎矩為2800 tf-m、剪力為2023 tf，其容量需求比分別提升為0.59、0.66及

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第三次會議(M32標第二次細部設計審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		1.16，仍有補強需求。 2. 已遵照審查意見，僅針對兩橋柱間斷面強度不足之範圍進行基礎補強，以縮小補強範圍。
2	本橋為五跨連續剛構架式橋梁，邊跨如進行剪力榫補強，恐造成邊跨拉壞的疑慮。	本橋剪力榫補強於平行主梁方向是開設長孔，其容許位移量符合原設計於伸縮縫之位移量，應可避免提早將縱向力傳遞至下構而產生的破壞。另已遵照會議中審查委員意見，檢討僅採用單一工法補強之可行性；評估結果可改採增設防落長度配合增設混凝土止震塊補強。
3	北側橋台處採用剪力榫，但南側採用止震塊，其差異性之原因為何，是否可能採用相同補強工法。	1. 南側橋台處之上構分別為4支(南橋)及5支(北橋)預力U型梁，故利用預力U型梁間及兩側之空間增設止震塊，就可以符合耐震補強需求，無需再於梁底鑽孔設置剪力榫，因此僅採用增設止震塊補強工法。 2. 北側橋台處之上構為3室預力箱型梁，止震塊僅能設置於箱梁左右兩側狹小空間，且每個方向地震力作用時僅一側能發揮作用，無法符合耐震補強需求，故於預力箱型梁輔以增設剪力榫補強。現已遵照會議中審查委員意見，檢討僅採用單一工法補強之可行性；評估結果可改採增設防落長度配合增設混凝土止震塊補強。

非線性彈簧模型基礎評估結果

橋梁名稱：龍潭高架橋　　橋梁編碼：03068978BORS、03068978BORN

1.評估條件說明

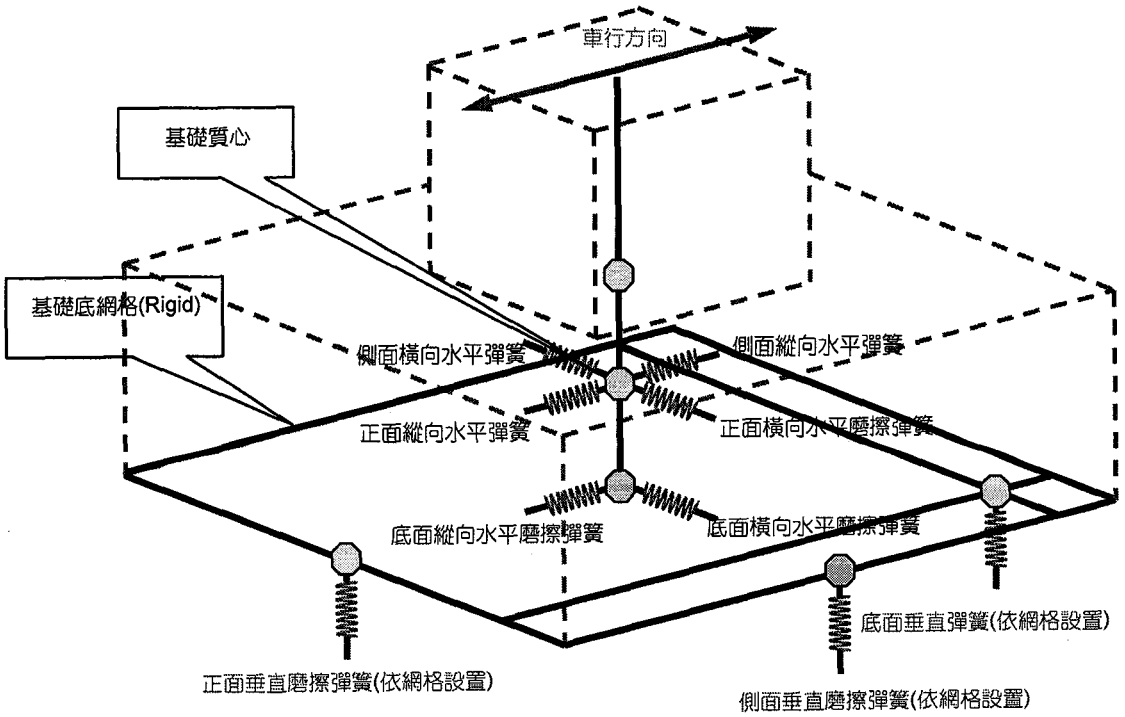
A. 採用非線性彈簧模擬直接基礎土壤行為，除考量底面垂直彈簧外，基礎底面摩擦彈簧、基礎側向被動土壓彈簧及基礎側向摩擦彈簧皆有考量於模型中。

B. 採用側推分析進行非線性分析，再回推性能點對應的地震力，其回推對應地震力之阻尼折減係數為避免過度高估土壤阻尼之效果，κ 採用 1/3，而 β_{eff} 採不大於 0.1 為原則。

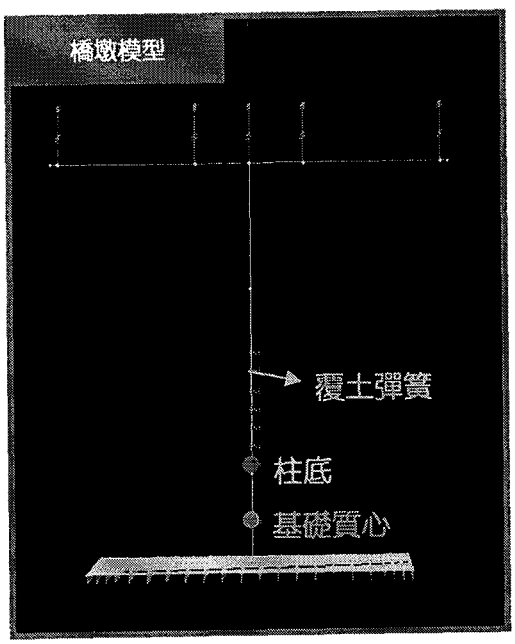
C. 考量覆土造成的影響，除了於模型中增加覆土的重量，並於橋柱依據覆土高度扣除 1m 餘裕量，每 0.5m 覆土即設置一處非線性土壤彈簧，考量覆土對橋柱造成正向力之影響。

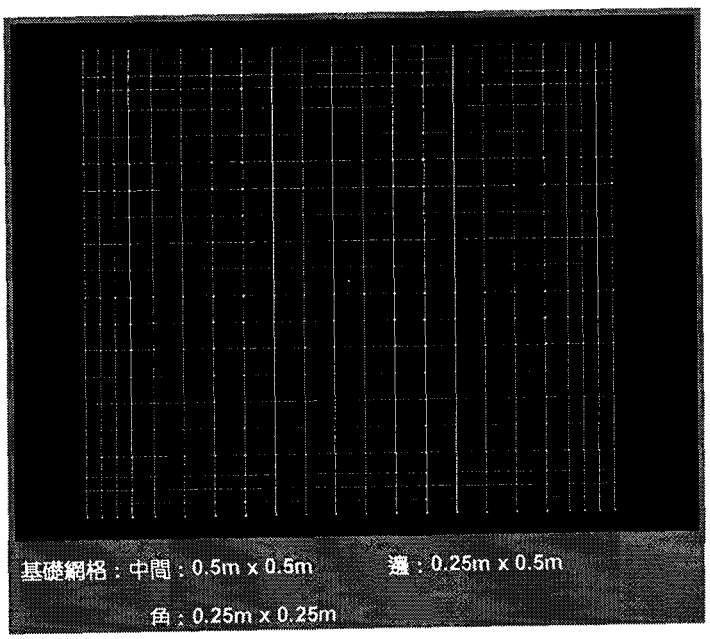
2.模型建立

A 彈簧設置.

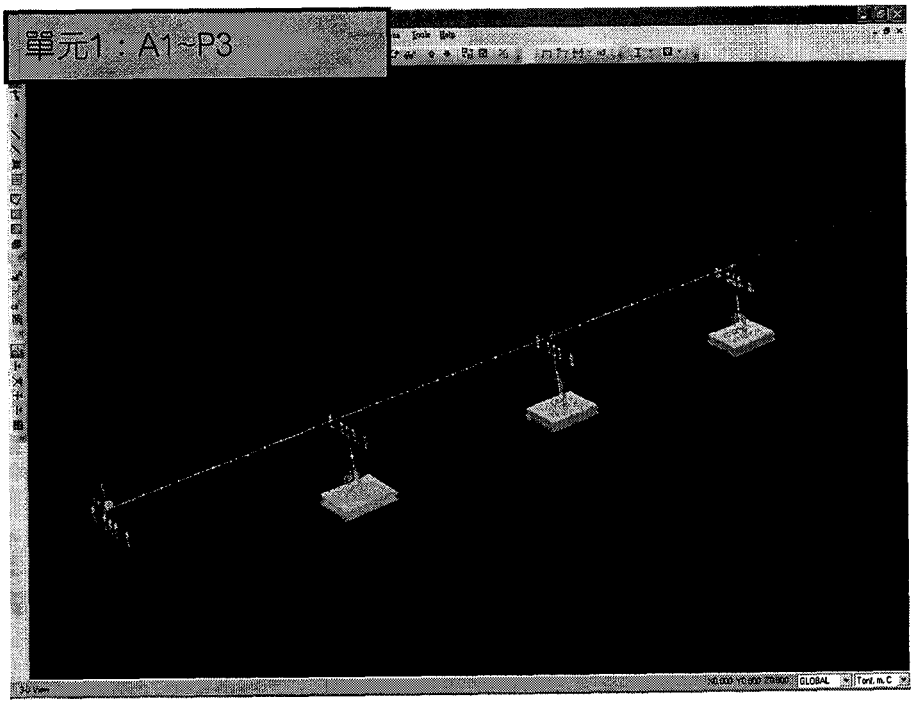


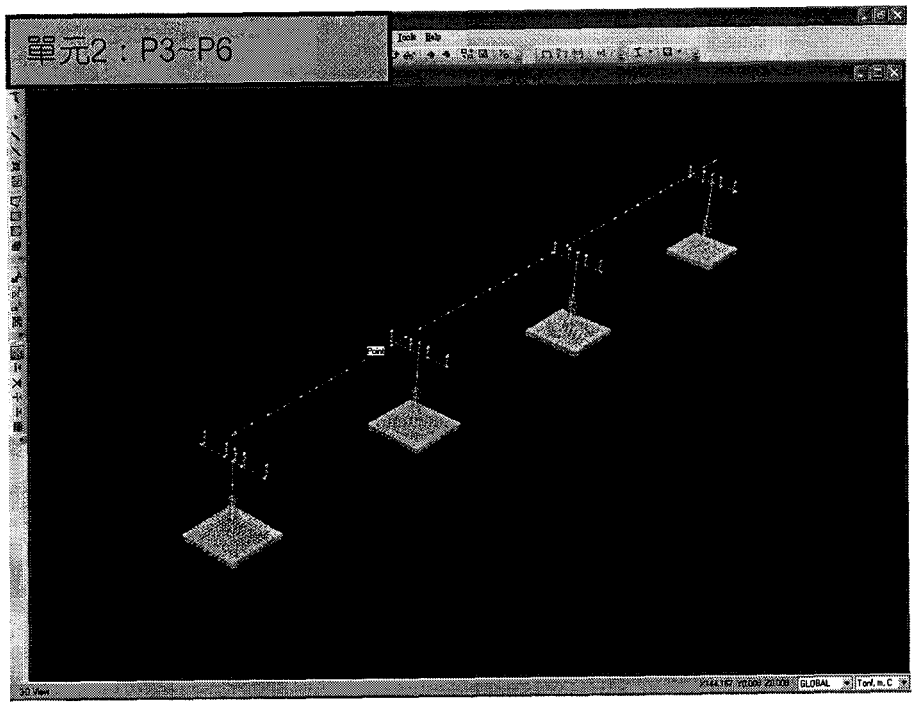
B.橋墩模型



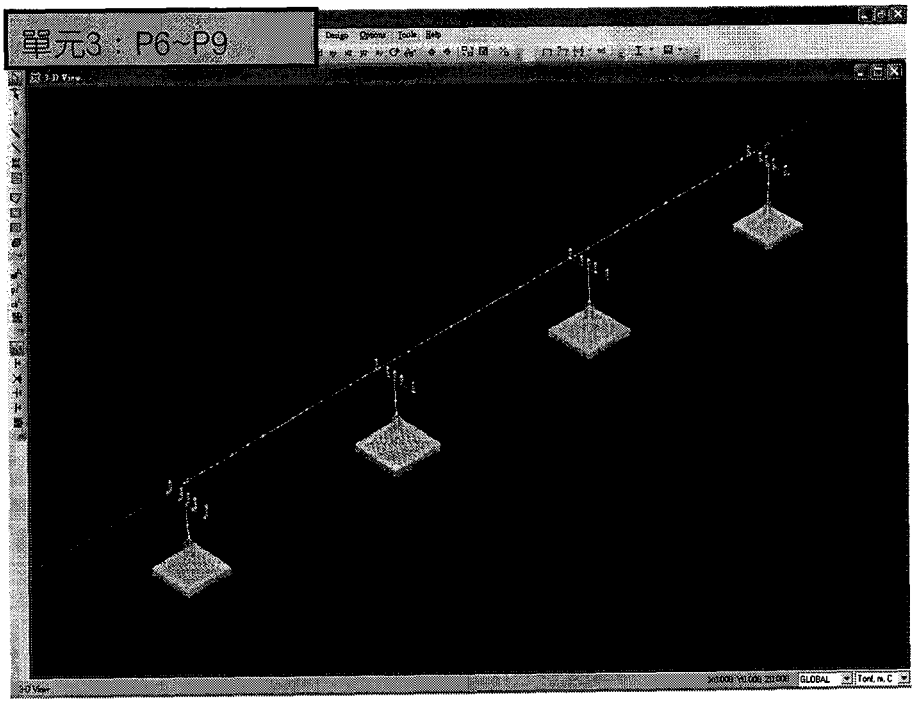


C.單元模型

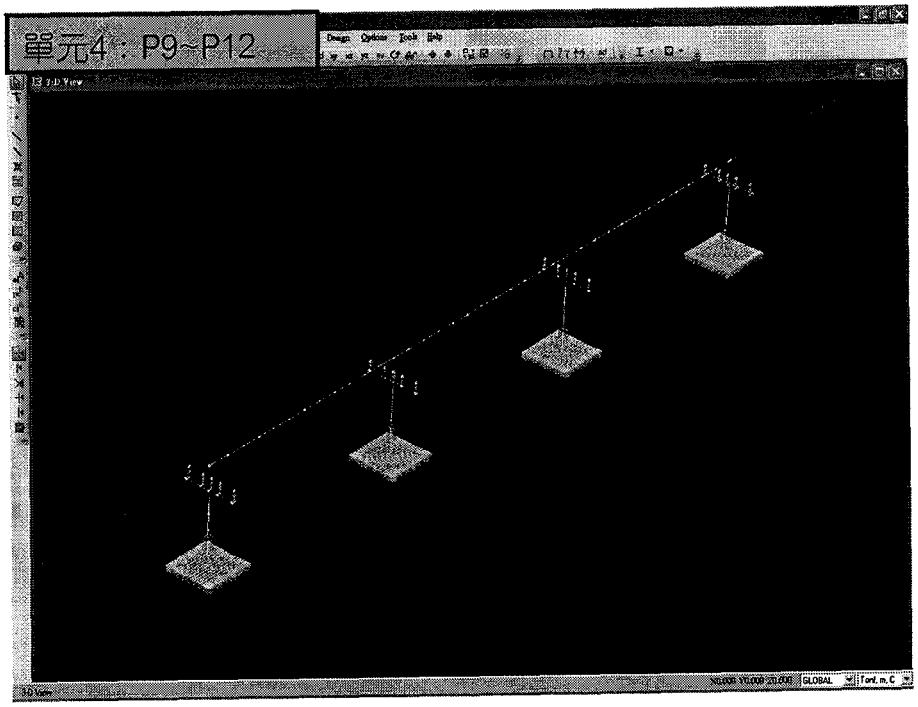




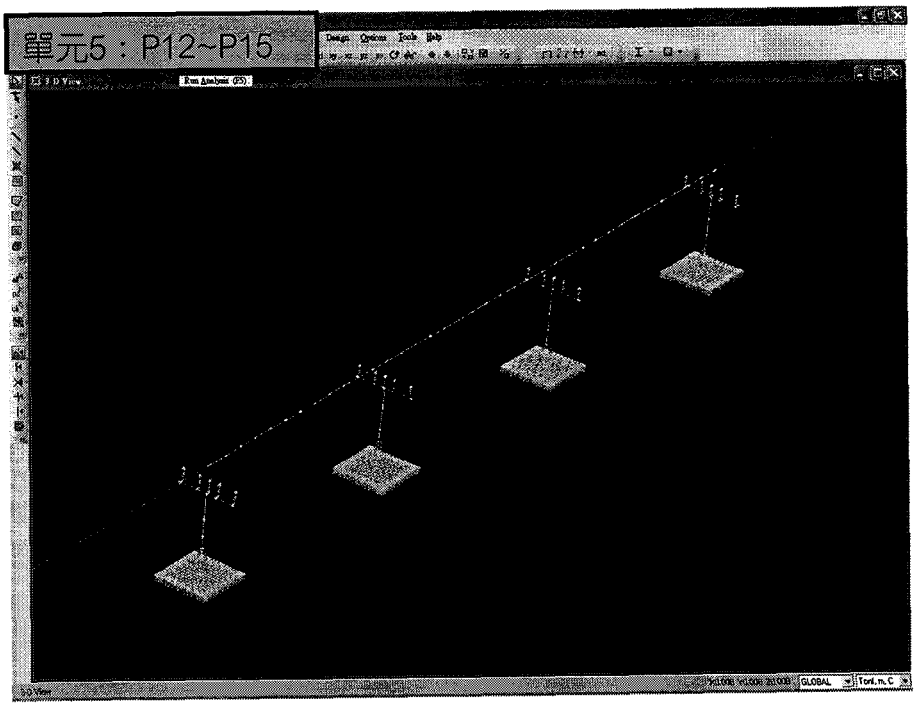
單元3：P6~P9



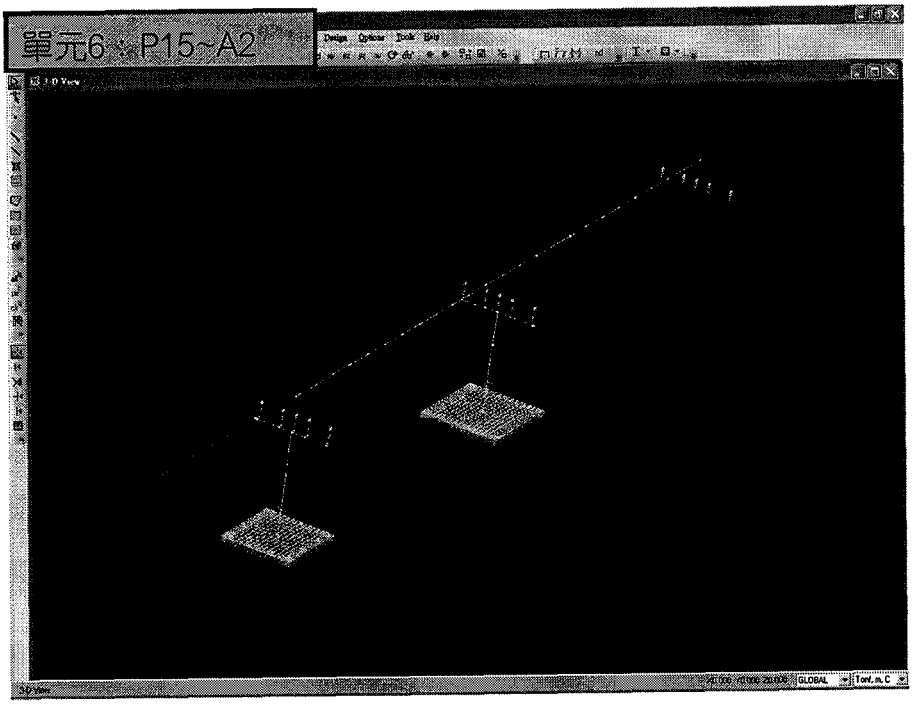
單元4：P9~P12



單元5：P12~P15



單元6：P15~A2



3.柱底力量比較

比較原始分析模型（單點線性等值土壤彈簧模型）反應譜分析與非線性彈簧模型性能點分析之柱底反力，結果顯示柱底彎矩最大可下降約 47%。

A.縱向柱底反力

A	原始模型2500反應譜分析			C	非線性彈簧模型 性能點		
橋墩	P	V	M	橋墩	P	V	M
編號	Tonf	Tonf	Tonf-m	編號	Tonf	Tonf	Tonf-m
P1	2085	1009	9762	P1	2115	736	7427
P2	2040	1022	9801	P2	2061	765	7415
P3	1669	158	1095	P3	1643	1	312
P4	1708	857	8485	P4	1736	614	6453
P5	1613	838	8419	P5	1630	597	6307
P6	1487	145	1023	P6	1477	1	280
P7	1749	824	8521	P7	1747	599	6483
P8	1751	820	8522	P8	1787	600	6527
P9	1491	145	1042	P9	1519	1	301
P10	1605	818	8411	P10	1650	551	5865
P11	1606	815	8408	P11	1623	529	5577
P12	1384	137	978	P12	1396	0	268
P13	1603	824	8406	P13	1647	532	5543
P14	1600	838	8407	P14	1621	527	5380
P15	1379	144	1071	P15	1353	0	248
P16	1829	965	9568	P16	1918	706	7104

B.橫向柱底反力

A	原始模型2500反應譜分析			C	非線性彈簧模型 性能點		
橋墩	P	V	M	橋墩	P	V	M
編號	Tonf	Tonf	Tonf-m	編號	Tonf	Tonf	Tonf-m
P1	2085	548	5810	P1	2087	533	6272
P2	2040	993	10658	P2	2061	635	7434
P3	1669	993	9676	P3	1683	767	6752
P4	1708	837	9392	P4	1699	597	7098
P5	1613	952	10682	P5	1652	608	7043
P6	1487	886	9064	P6	1502	589	5205
P7	1749	907	10568	P7	1760	550	6841
P8	1751	921	10768	P8	1763	557	6916
P9	1491	766	8316	P9	1505	476	5439
P10	1605	761	8681	P10	1616	472	5729
P11	1606	738	8489	P11	1618	452	5531
P12	1384	777	8389	P12	1398	443	4964
P13	1603	760	8642	P13	1613	453	5469
P14	1600	763	8529	P14	1614	451	5335
P15	1379	994	8974	P15	1392	611	4790
P16	1829	607	7008	P16	1814	528	6059

4.分析結果

擷取模型中最大考量地震性能點下非線性彈簧之內力及變形量即可得其最大垂直壓變位、接觸面積、土壤降伏比及土壤最大承壓，結果顯示橋墩 P6、P9~P16 皆有評估結果 N.G.（接觸面積在 30%以下或土壤已達降伏）之現象。

縱向	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
最大垂直壓變位(m)	-0.0319	-0.0344	-	-0.0278	-0.0288	-	-0.0270	-0.0266	-
接觸面積	0.37	0.33	-	0.35	0.32	-	0.38	0.39	-
土壤降伏比	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-
土壤最大承壓(tf/m)	-167.7	-180.4	-	-146.1	-151.0	-	-141.5	-139.5	-
評估結果	O.K.	O.K.	-	O.K.	O.K.	-	O.K.	O.K.	-

縱向	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
最大垂直壓變位(m)	-0.0337	-0.0329	-	-0.0326	-0.0328	-	-0.0365
接觸面積	0.27	0.26	-	0.27	0.26	-	0.29
土壤降伏比	0.04	0.04	-	0.04	0.04	-	0.00
土壤最大承壓(tf/m)	-210.0	-210.0	-	-210.0	-210.0	-	-191.7
評估結果	N.G.	N.G.	-	N.G.	N.G.	-	N.G.

橫向	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
最大垂直壓變位(m)	-0.0210	-0.0308	-0.0249	-0.0233	-0.0282	-0.0344	-0.0295	-0.0305	-0.0271
接觸面積	0.55	0.37	0.43	0.42	0.33	0.33	0.34	0.33	0.30
土壤降伏比	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
土壤最大承壓(tf/m)	-110.2	-161.5	-130.8	-122.1	-147.9	-210.0	-154.8	-160.1	-190.0
評估結果	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	N.G.	O.K.	O.K.	N.G.

橫向	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
最大垂直壓變位(m)	-0.0275	-0.0272	-0.0267	-0.0278	-0.0273	-0.0267	-0.0234
接觸面積	0.32	0.31	0.29	0.31	0.31	0.27	0.43
土壤降伏比	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
土壤最大承壓(tf/m)	-192.4	-190.7	-186.6	-194.7	-191.2	-186.7	-122.8
評估結果	N.G.	N.G.	N.G.	N.G.	N.G.	N.G.	N.G.

5.結論

龍潭高架橋橋墩覆土由橋墩 P1 至 P16 有漸漸遞減的趨勢，其覆土厚度大約由 4.5m 遞減至 1.8m，一般而言，橋墩穩定性於覆土厚之橋墩應有較好的結果，而分析結果也反應此現象。

依據分析結果，橋墩 P6、P9~P16 評估結果為 N.G.，穩定性不足需要予以補強；而考量 P6~P9 為同一單元，且橋墩 P7、P8 接觸面積位於下限值邊緣，故 P7、P8 於策略性上也予以補強。

牛欄河一號橋審查意見回覆1及審查意見回覆2 之附件

一. 說明

本計算書依M32標結構外審委員之審查意見，重新計算及檢核牛欄河一號橋之沉箱蓋版。

委員之審查意見

1. 第117頁，基礎版力量是否只考慮橋柱傳遞的力量。另應考慮沉箱內部的加勁版所提供的支承功能，
應可適當減低彎矩需求。
1.作用於基礎板之力量除橋柱傳遞之力量外，並考量覆土載重及基礎板自重，
參照建築物基礎構造設計規範之規定，依基礎板支承處之反力，反作用於基礎板，檢核臨界面處之配筋。
2.遵照審查意見辦理，已將沉箱蓋板採連續梁型式建立模型，並考慮沉箱內部的加勁版，
將所在位置設定成支承型式，經分析後蓋板彎矩變小，沉箱蓋板不需補強。

2.第123頁，請考慮用雙筋梁公式進行基礎板鋼筋量檢核。

遵照審查意見辦理，既有沉箱蓋板撓曲強度改採雙筋梁進行評估，結果顯示略有提升，惟增加幅度不大。
以橋墩NP4、NP5爲例，採雙筋梁計算後正負彎矩撓曲強度爲7915.81 tf-m，約增加2% ；
以橋墩SP4、SP5爲例，採雙筋梁計算後正負彎矩撓曲強度爲7340.32 tf-m，約增加2%；

二. 計算書內容說明

三-1. 斷面雙筋梁彎矩、斷面單筋梁彎矩及斷面開裂彎矩計算。

三-2. 沉箱蓋版模型。

三-3. 沉箱蓋版性能點作用力與分析結成果彙整。

三-4. 檢核承載處鋼筋C/D比值

三-5. 結論。

三-1. 斷面雙筋梁彎矩、斷面單筋梁彎矩及斷面開裂彎矩計算

橋墩編號		NP4、NP5		SP4、SP5	
矩形雙筋梁斷面		正彎矩	負彎矩	正彎矩	負彎矩
斷面性質					
b	cm	1080	1080	1002	1002
d	cm	377.79	377.79	377.79	377.79
d'	cm	22.21	22.21	22.21	22.21
H	cm	400	400	400	400
材料強度					
fc'	kg/cm^2	240	240	240	240
預期強度提高倍數		1.3	1.3	1.3	1.3
fce'	kg/cm^2	312	312	312	312
fy	kg/cm^2	4200	4200	4200	4200
預期強度提高倍數		1.1	1.1	1.1	1.1
fye	kg/cm^2	4620	4620	4620	4620
β_1		0.827142857	0.827142857	0.827142857	0.827142857
拉力筋					
N	支	55	55	51	51
D	mm	32	32	32	32
As	cm^2	447.70	447.70	415.14	415.14
ρ		0.001	0.001	0.001	0.001
壓力筋					
N	支	55	55	51	51
D	mm	32	32	32	32
As'	cm^2	447.70	447.70	415.14	415.14
ρ'		0.001	0.001	0.001	0.001
標稱彎矩強度					
ρ_b		0.027	0.027	0.027	0.027
As_{min}	cm^2	5094.40	5094.40	4726.24	4726.24
		(壓力筋未降伏)	(壓力筋未降伏)	(壓力筋未降伏)	(壓力筋未降伏)
Mn	t-m	7915.81	7915.81	7340.32	7340.32

(1)壓力筋未降伏					
A=0.85*β1*fce'*b		236906.9486	236906.9486	219797.0023	219797.0023
B=6120*As'-As*fye		671550	671550	622710	622710
C=-6120*As'*d'		-60853712.04	-60853712.04	-56427987.53	-56427987.53
X=MAX((-B+SQRT(B^2-4*A*C))/(2*A),(-B-SQRT(B^2-4*A*C))/(2*A))		14.67	14.67	14.67	14.67
Cs=As'*6120*(X-d')/X		-1407597.592	-1407597.592	-1306181.822	-1306181.822
Cc=0.85*β1*fce'*X*b		3475971.592	3475971.592	3224128.622	3224128.622
T=As*fye		2068374	2068374	1917946.8	1917946.8
IF (As<As,min) then Mna=Cs*(d-d')+Cc*(d-β1*X/2)	kg-cm	791581396.4	791581396.4	734032112	734032112

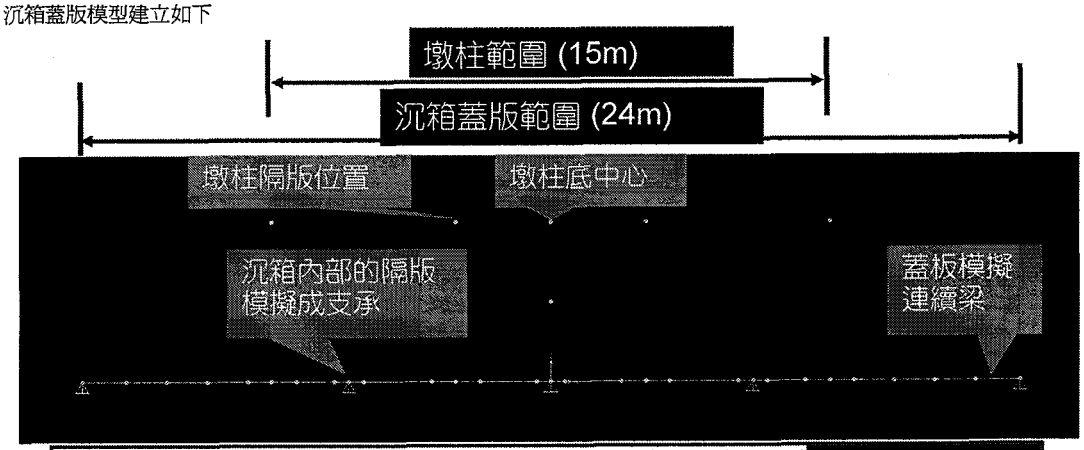
(2)壓力筋降伏					
Mn1=As'*fye*(d-d')	kg-cm	735472426.9	735472426.9	681983523.1	681983523.1
Mn2=(As-As')*fye*(d-0.5*(As-As')*fye/0.85/fce'/b)	kg-cm	0	0	0	0
IF (As>=As,min) then Mnb=Mn1+Mn2	kg-cm				

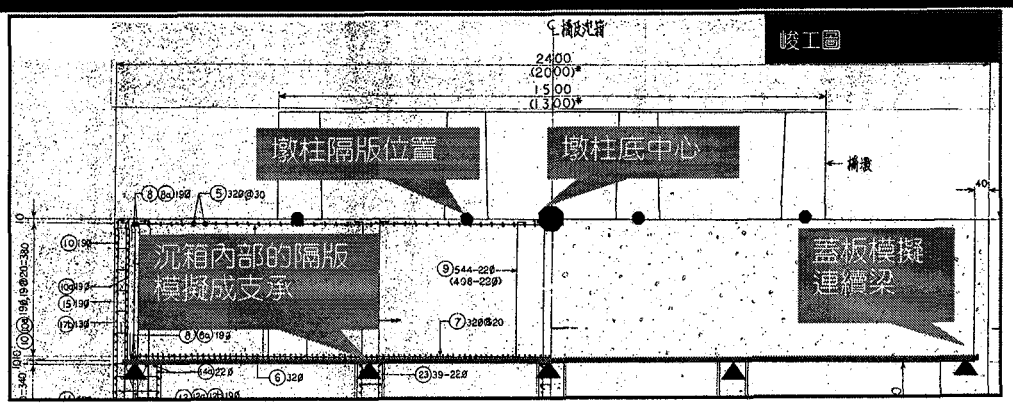
(3)以單筋梁計算					
Mnc=As*fye*d*(1-0.5*p0*fye/0.85/fce')/100000	kg-cm	7739.43	7739.43	7176.60	7176.60
雙筋梁彎矩與單筋梁彎矩比值		1.02	1.02	1.02	1.02

(4)斷面開裂彎矩計算					
I	cm^4	5760000000	5760000000	5344000000	5344000000
y	cm	200	200	200	200
Mnd=Mcr=I/y*2*(fce)^0.5	kg-cm	10174.19	10174.19	9439.39	9439.39
開裂彎舉與雙筋梁彎矩比值		1.29	1.29	1.29	1.29

三-2. 沉箱蓋版模型。

沉箱蓋版模型建立如下

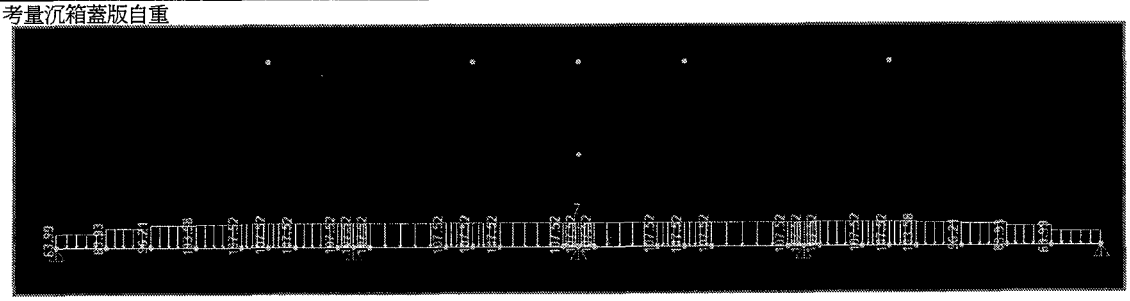




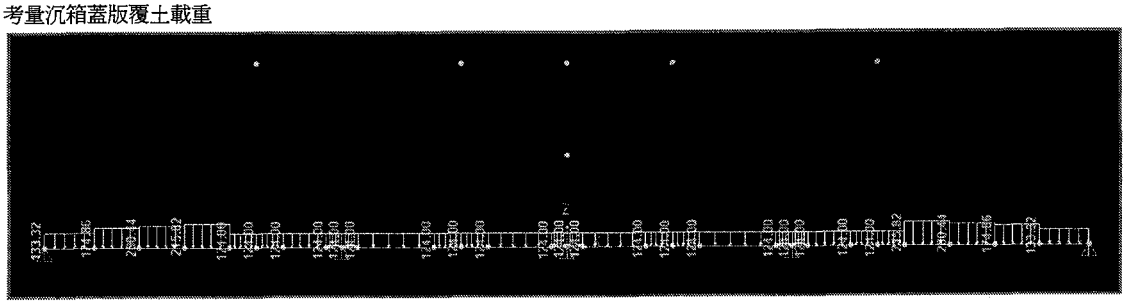
考量沉箱蓋版漸變段部份面積,覆土載重依蓋板面積分佈加載 (取1M長計算)

	寬度 (cm)	自重 (tf/m)	覆土重 (tf/m)
標準段	1120.0	107.52	
漸變段1 (圓頭蓋板區)	1079.1	103.59	215.82
漸變段2 (圓頭蓋板區)	1002.2	96.21	200.44
漸變段3 (圓頭蓋板區)	874.3	83.93	174.86
漸變段4 (圓頭蓋板區)	666.6	63.99	133.32
漸變段5 (墩柱區)	620.0		124.00

考量沉箱蓋版自重



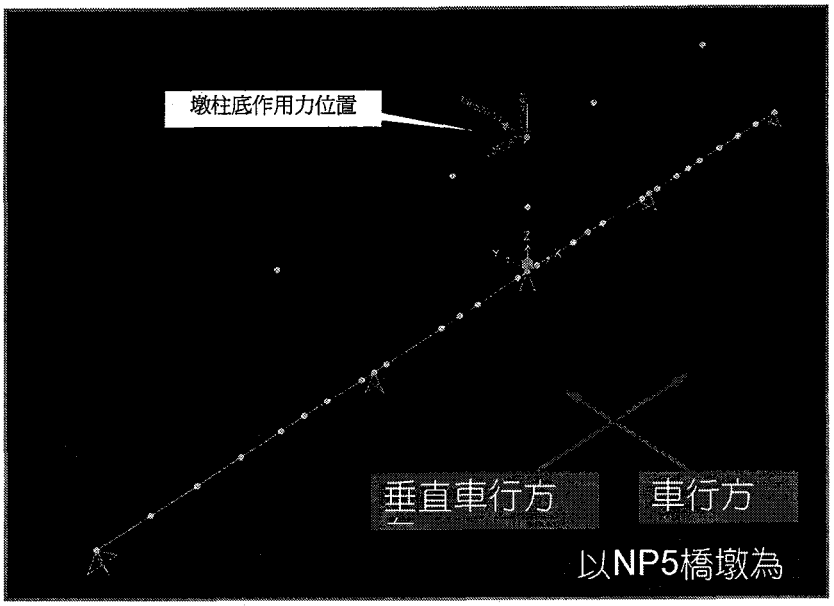
考量沉箱蓋版覆土載重



對應性能點橫向作用力(最大考量地震力)

	單位	NP4	NP5	SP4	SP5
軸力(P)	tf	8433.38	8539.61	8086.17	8116.15
水平剪力(V)	tf	1537.18	2241.41	1621.81	1606.02
彎矩(M)	tf-m	150874.43	156520.04	102569.77	101895.20

考量地震力作用



三-3. 沉箱蓋版性能點作用力與分析結成果彙整。

對應性能點橫向作用力(最大考量地震力)

	單位	NP4	NP5	SP4	SP5
軸力(P)	tf	8433.38	8539.61	8086.17	8116.15
水平剪力(V)	tf	1537.18	2241.41	1621.81	1606.02
彎矩(M)	tf-m	150874.43	156520.04	102569.77	101895.20

分析結果

	單位	NP4	NP5	SP4	SP5
臨界面正彎矩	tf-m	5810.21	6119.37	5745.86	5027.66
臨界面負彎矩	tf-m	5042.19	5351.35	3957.97	3922.89

檢核結果

	單位	NP4	NP5	SP4	SP5
容許正彎矩	tf-m	7915.81	7915.81	7340.32	7340.32
容許負彎矩	tf-m	7915.81	7915.81	7340.32	7340.32
正彎矩 CHECK		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
負彎矩 CHECK		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

三-4. 檢核承載處抗拉鋼筋C/D比值。

檢核結果

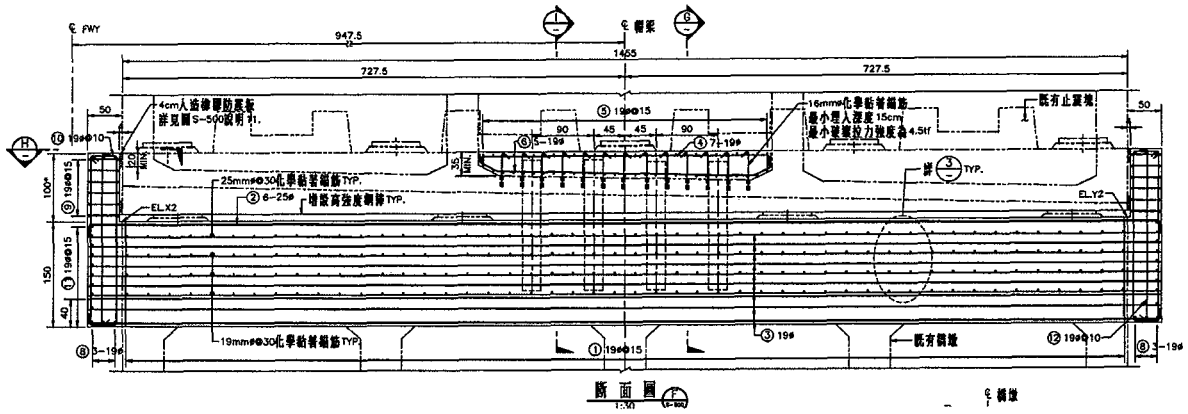
	單位	NP4	NP5	SP4	SP5
支承處拉力1	tf	7337.06	8008.37	5236.87	5160.59
支承處拉力2	tf	736.59	812.00	925.16	913.84
Σ拉力	tf	8073.65	8820.37	6162.03	6074.43
提供拉力	tf	9043.52	9043.52	8770.02	8770.02
CHECK		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

三-5. 結論

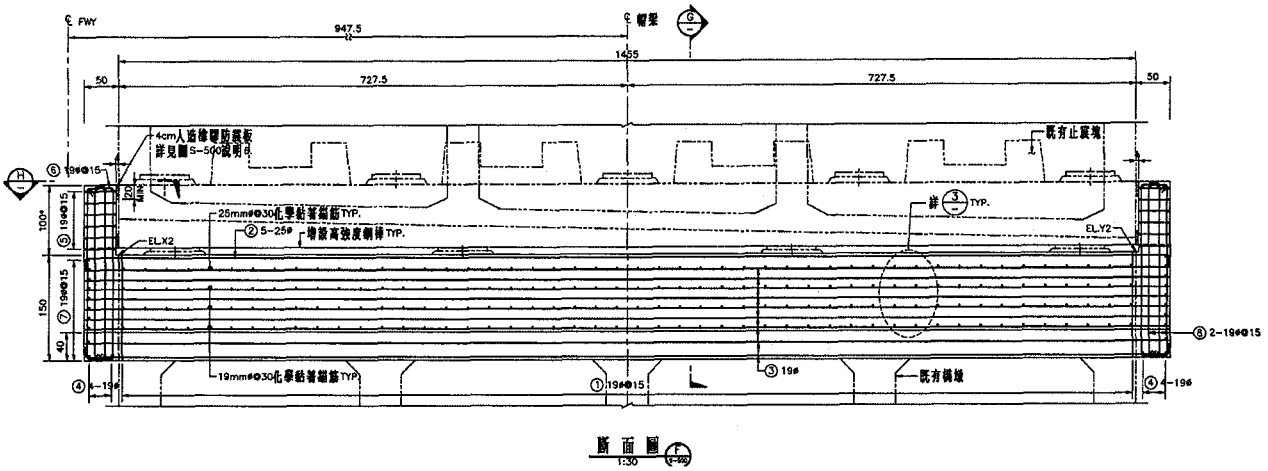
國內規範惟有建築物基礎構造物設計規範有明確規定沉箱蓋版之設計方法，
國內外沉箱計算例部份也以相同方式設計沉箱蓋板，應屬較保守之設計方式。
今採用沉箱蓋板以連續梁型式建立模型，並考慮沉箱內部的加勁版作爲支承，
爲滿足支承的設定條件，其伸入蓋板的鋼筋需能夠承擔分析之拉拔力。
經分析後，蓋板彎矩變小，整體抗拉鋼筋提供之抗拉力也大於支承拉拔力之總合。
因此沉箱蓋板可不需補強。

牛欄河一號橋審查意見回覆 3 之附件

原補強策略：止震塊+剪力榫補強



修改後之補強策略：止震塊補強



止震塊設計

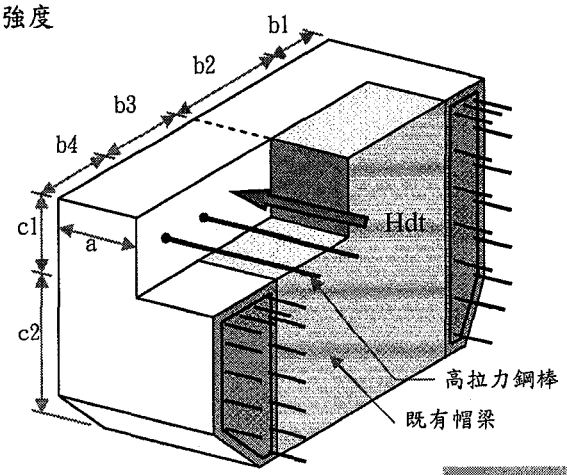
橋梁編號：　　橋墩(台)編號：　NP2, SP2

一、載重

橫向力 Hdt=　861.63 ton

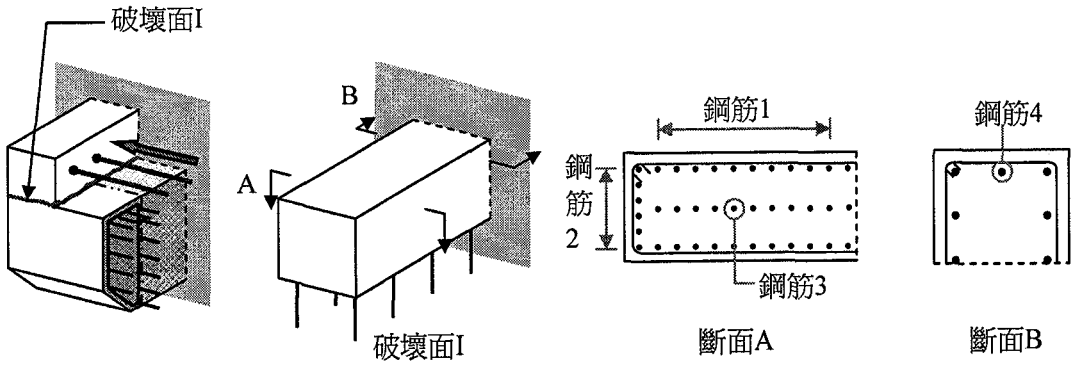
(性能點對應之作用力)

二、設計尺寸與材料強度



止震塊橫向長度 a=	50 cm
止震塊縱向長度 b1=	30 cm
止震塊縱向長度 b2=	120 cm
止震塊縱向長度 b3=	140 cm
止震塊縱向長度 b4=	50 cm
止震塊高度(左側) c1=	90 cm
止震塊高度(右側) c1=	45 cm
防落裝置高度 c2=	150 cm
橫向力作用位置(高)=	25 cm
橫向力作用位置(距帽梁中心)=	75 cm
補強鋼筋強度 fy=	4200 kgf/cm2
補強混凝土強度 fc'=	280 kgf/cm2
高強度鋼棒強度=	10500 kgf/cm2
高強度鋼棒面積=	12.19 cm2
高強度鋼棒垂直作用位置(距墩頂)=	10 cm

三、破壞面I容許水平力計算



合力計算

混凝土

止震塊橫向長度 a=	50.0	cm	
止震塊縱向長度 b=	190.0	cm	
止震塊高度 c1=	45.0	cm	
補強混凝土強度 fc'=	280	kgf/cm2	

鋼筋1

鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
單支鋼筋強度Fy=	4200.00	kgf/cm2	
排數=	2.00	排	
間距=	15.00	cm	
破壞面內支數(單排)=	13.00	支	
摩擦係數 μ =	1.00		
鋼筋1總容許強度=	313.40	ton	

鋼筋2

鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
單支鋼筋強度Fy=	4200.00	kgf/cm2	
排數=	1.00	排	
間距=	15.00	cm	
破壞面內支數(單排)=	3.00	支	
摩擦係數 μ =	1.00		
鋼筋2總容許強度=	36.16	ton	

鋼筋3

鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
單支鋼筋強度Fy=	4200.00	kgf/cm2	
排數=	2.00	排	
間距=	15.00	cm	
破壞面內支數(單排)=	13.00	支	
摩擦係數 μ =	1.00		
鋼筋2總容許強度=	313.40	ton	
斷面A上鋼筋總容許強度=	662.97	ton	>0.2fc'Acv
Vs1=	532.00	ton	=0.2fc'Acv

鋼筋4

鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
單支鋼筋強度Fy=	4200.00	kgf/cm2	
排數=	2.00	排	
破壞面內支數(單排)=	4.00	支	
摩擦係數 μ =	1.00		
鋼筋4總容許強度=	96.43	ton	

斷面B上鋼筋總容許強度=	96.43	ton	<0.2fc' Acv
Vs2=	96.43	ton	=As*fy*μ
高強度鋼棒強度=	10500.00	kgf/cm2	
高強度鋼棒面積=	12.19	cm2	
支數=	2.00		
Vs3=	255.99	ton	
破壞面I容許水平力Hspd=	884.42	ton	=Vc+Vs1+Vs2+Vs3

彎矩計算

止震塊橫向長度 a=	50.0	cm	
止震塊縱向長度 b=	190.0	cm	
止震塊高度 c=	45.0	cm	
混凝土強度 fc'=	280	kgf/cm2	
鋼筋強度 fy=	4200.00	kgf/cm2	
斷面A			
鋼筋1			
鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
破壞面內支數(單排)=	13.00	支	
鋼筋3			
鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
破壞面內支數(單排)=	13.00	支	
壓力筋面積 As'=	37.31	cm2	
壓力筋有效深度 d'=	5.95	cm	
拉力筋面積 As1=	37.31	cm2	
拉力筋有效深度 d1=	44.05	cm	
拉力筋面積 As2=	37.31	cm2	
拉力筋有效深度 d2=	31.35	cm	
拉力筋面積 As3=	37.31	cm2	
拉力筋有效深度 d3=	18.65	cm	
中性軸位置 x=	9.67	cm	
混凝土抗壓強度 Cc=	371.82	ton	
壓力鋼筋抗壓強度 Cs=	72.82	ton	壓力筋未降伏
拉力鋼筋抗拉強度 Ts1=	144.65	ton	拉力筋已降伏
拉力鋼筋抗拉強度 Ts2=	144.65	ton	拉力筋已降伏
拉力鋼筋抗拉強度 Ts3=	144.65	ton	拉力筋已降伏
強度折剪因數 φ=	0.90		
斷面A提供彎矩 M=	208.22	ton-m	

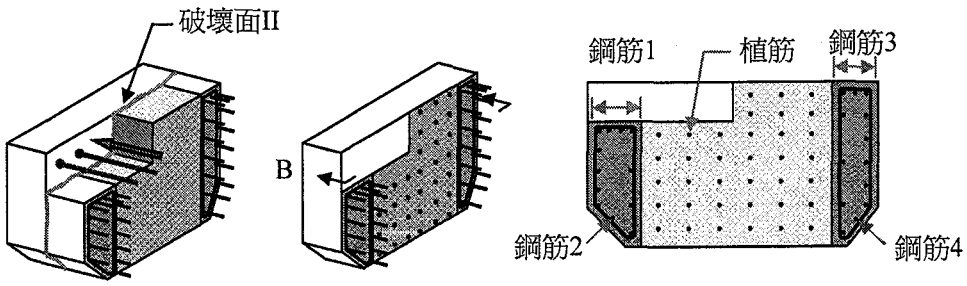
高拉力鋼棒合力=	255.99	ton	
高拉力鋼棒距離=	25.00	cm	
高拉力鋼棒彎矩=	64.00	ton-m	
以彎矩換算之水平力 Hspd=	1088.87	ton	

斷面B

鋼筋4

鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
破壞面內支數(單排)=	4.00	支	
壓力筋面積 As'=	11.48	cm2	
壓力筋有效深度 d'=	5.95	cm	
拉力筋面積 As1=	11.48	cm2	
拉力筋有效深度 d1=	44.05	cm	
中性軸位置 x=	5.80	cm	
混凝土抗壓強度 Cc=	52.79	ton	
壓力鋼筋抗壓強度 Cs=	(4.57)	ton	壓力筋未降伏
拉力鋼筋抗拉強度 Ts=	48.22	ton	拉力筋已降伏
強度折剪因數 φ=	0.90		
斷面A提供彎矩 M=	18.19	ton-m	
以彎矩換算之水平力 Hspd=	24.25	ton	
破壞面I容許水平力Hspd=	1113.12	ton	

三、破壞面II容許水平力計算



破壞面II　　斷面B

合力計算

鋼筋強度Fy=	4200.00	kgf/cm2

鋼筋1

直徑=	25.00	cm

面積=	5.07	cm2	
支數=	5.00	支	
強度折剪因數 φ=	0.90		
Vs1=	95.82	ton	
鋼筋2			
直徑=	19.00	cm	
面積=	2.87	cm2	
支數=	13.00	支	
強度折剪因數 φ=	0.90		
Vs2=	141.03	ton	
鋼筋3			
直徑=	32.00	cm	
面積=	8.14	cm2	
支數=	3.00	支	
強度折剪因數 φ=	0.90		
Vs3=	92.31	ton	
鋼筋4			
直徑=	19.00	cm	
面積=	2.87	cm2	
支數=	23.00	支	
強度折剪因數 φ=	0.90		
Vs4=	249.52	ton	
植筋			
直徑=	22.00	mm	
單支強度Fu=	13.50	ton	
安全係數S.F.=	1.50		
單支容許強度Fa=	9.00	ton	
排數1=	3.00	排	
破壞面內支數1(單排)=	4.00	支	
排數2=	4.00	排	
破壞面內支數2(單排)=	8.00	支	
Vs5=	396.00	ton	
高強度鋼棒強度=	10500.00	kgf/cm2	
高強度鋼棒面積=	12.19	cm2	
支數=	2.00		
Vs6=	255.99	ton	
破壞面II容許水平力Hspd=	1230.67	ton	=sum(Vs)

彎矩計算

鋼筋計算

提供彎矩(ton-m)	面積(cm2)	距離(cm)	強度(kgf/cm2)

149.06	25.35	140.00	4200.00
6.82	5.74	125.00	951.01
1.50	2.87	110.00	475.50
5.19	5.74	95.00	951.01
1.09	2.87	80.00	475.50
3.55	5.74	65.00	951.01
0.68	2.87	50.00	475.50
1.91	5.74	35.00	951.01
0.17	2.87	12.50	475.50
0.00	2.87	0.00	475.50
227.24	24.42	230.00	4045.92
11.74	5.74	215.00	951.01
2.73	2.87	200.00	475.50
10.10	5.74	185.00	951.01
2.32	2.87	170.00	475.50
8.46	5.74	155.00	951.01
1.91	2.87	140.00	475.50
6.82	5.74	125.00	951.01
1.50	2.87	110.00	475.50
5.19	5.74	95.00	951.01
1.09	2.87	80.00	475.50
3.55	5.74	65.00	951.01
0.68	2.87	50.00	475.50
1.91	5.74	35.00	951.01
0.17	2.87	12.50	475.50
0.00	2.87	0.00	475.50

強度折剪因數 φ= 0.90

鋼筋提供總彎矩 M= 409.85 ton-m

植筋計算

提供彎矩(ton-m)	支數	距離(cm)	強度(ton/支)
77.40	4.00	215.00	9.00
57.31	4.00	185.00	7.74
40.23	4.00	155.00	6.49
52.33	8.00	125.00	5.23
30.22	8.00	95.00	3.98
14.15	8.00	65.00	2.72
4.10	8.00	35.00	1.47

植筋提供總彎矩 M= 100.80 ton-m

高強度鋼棒距離= 155.00 cm

高強度鋼棒強度= 255.99 ton

高強度鋼棒提供彎矩= 396.78 ton-m

破壞面II提供總彎矩 M= 907.43 ton-m

以彎矩換算之水平力 Hspd= 955.19 ton

五、結果

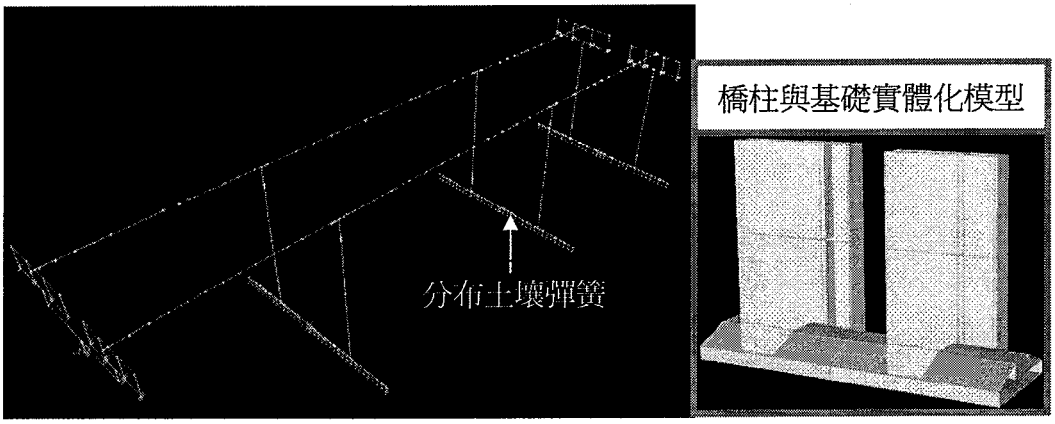
止震塊容許水平力 Hspd= 884.42 ton

橫向力(外力) Hdt=	861.63 ton	
C/D值=	1.03	O.K.

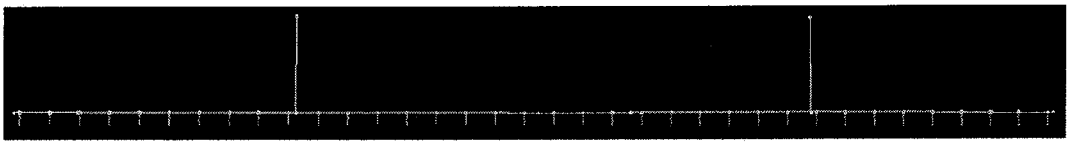
止震塊強度足夠

牛欄河二號橋審查意見回覆 1 之附件

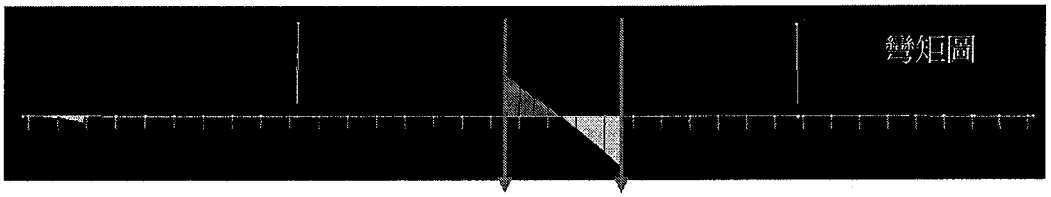
SAP2000 模型建立

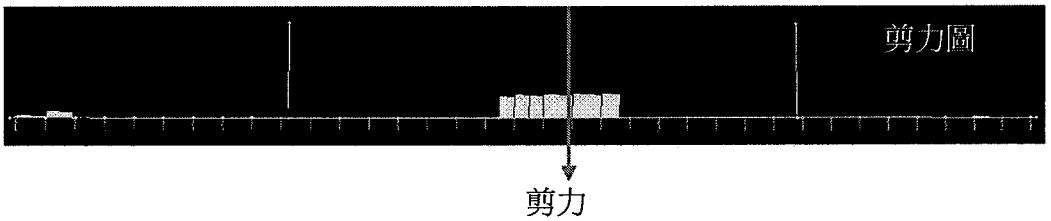


Rigid Zone 範圍建立



以 SAP2000 分析之彎矩圖、剪力圖





分析結果：

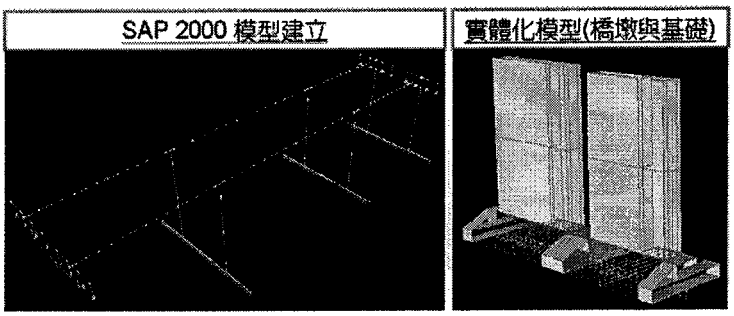
正負彎矩分別爲 4322 tf-m 及 2944 tf-m，剪力則爲 2427 tf。採側推分析結果性能點對應之正彎矩爲 4070 tf-m、負彎矩爲 2800 tf-m、剪力爲 2023 tf。

既有基礎之正彎矩強度 2420 tf-m、負彎矩強度 1850 tf-m 及剪力強度 2346 tf

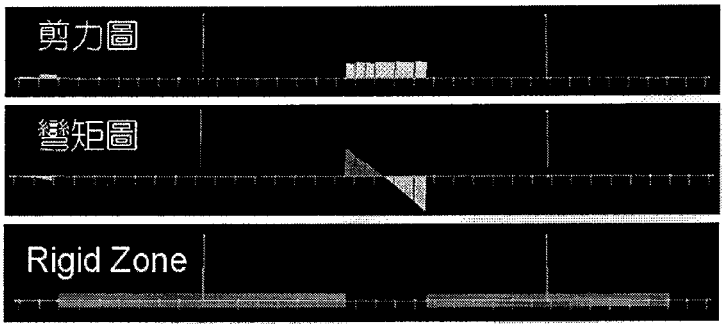
基礎增厚補強設計

橋梁編號： 03077649RORN(S)　　基礎編號： P1、P2、P3

一、載重計算



(根據SAP2000建立實體化模型，求取基礎載重。)



(根據分析結果，彎矩與剪力最大之處發生於兩柱之間。)

基礎需求正彎矩=	4322	ton-m
基礎需求負彎矩=	2944	ton-m
基礎需求剪力=	2427	ton

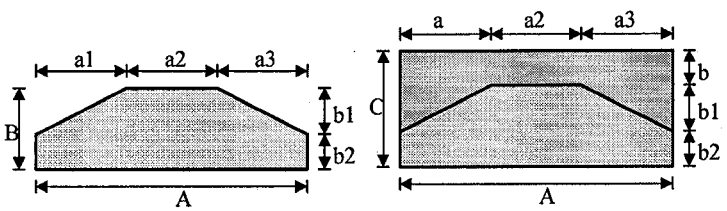
二、設計尺寸與材料強度

既有基礎材料強度：

混凝土強度 fc'=	240	kgf/cm2
鋼筋強度 fy=	2800	kgf/cm2
(適用範圍	29	φ以下)
鋼筋強度 fy=	4200	kgf/cm2
(適用範圍	32	φ以上)

新設基礎材料強度：

混凝土強度 fc'=	350	kgf/cm2
鋼筋強度 fy=	4200	kgf/cm2

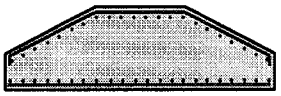


補強前基礎　　補強後基礎

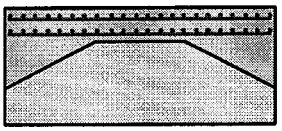
基礎尺寸：

a1=	390 cm
a2=	320 cm
a3=	390 cm
b1=	170 cm
b2=	150 cm
b3=	120 cm
A=	1100 cm
B=	320 cm
C=	440 cm
保護層厚度=	7.5 cm

既有基礎配筋：



補強前基礎



補強後基礎

橫向鋼筋號數(頂層)=	22 φ
橫向鋼筋直徑(頂層)=	2.22 mm
橫向鋼筋面積(頂層)=	3.87 cm2
橫向鋼筋間距(頂層)=	20 cm
橫向鋼筋支數(頂層)=	55 支
橫向鋼筋號數(底層)=	25 φ
橫向鋼筋直徑(底層)=	2.54 mm
橫向鋼筋面積(底層)=	5.07 cm2
橫向鋼筋間距(底層)=	20 cm
橫向鋼筋支數(底層)=	55 支
縱向鋼筋號數(頂層)=	22 φ
縱向鋼筋直徑(頂層)=	2.22 mm
縱向鋼筋號數(底層)=	32 φ
縱向鋼筋直徑(底層)=	3.22 mm

新設基礎配筋：

橫向鋼筋號數(第一層)=	22 φ
橫向鋼筋直徑(第一層)=	2.22 mm
橫向鋼筋面積(第一層)=	3.87 cm2
橫向鋼筋間距(第一層)=	15 cm
橫向鋼筋支數(第一層)=	73 支
橫向鋼筋號數(第二層)=	22 φ
橫向鋼筋直徑(第二層)=	2.22 mm
橫向鋼筋面積(第二層)=	3.87 cm2
橫向鋼筋間距(第二層)=	15 cm
橫向鋼筋支數(第二層)=	73 支
縱向鋼筋號數=	25 φ
縱向鋼筋直徑=	2.54 mm
第一層與第二層間距=	60 cm

四、剪力計算

需求剪力 Vu=	2427 ton

補強前：

受剪面積 b*d=	272511	cm2	
混凝土剪力 Vc=	2237.51	ton	
強度折剪係數 ϕ=	0.75		
容許剪力 Vu=	1678.13	ton	
C/D值=	0.69		N.G.

補強後：

新增受剪面積 b*d=	198300	cm2	
新增混凝土剪力 Vc=	1966.22	ton	
強度折剪係數 ϕ=	0.75		
容許剪力 Vu=	3152.80	ton	
C/D值=	1.30		O.K.

四、正彎矩計算

需求正彎矩 Mu= 4322 ton-m

補強前：

中性軸位置 x= 15.61 cm

混凝土強度 Cc= 1059.64 ton

既有頂層筋

面積 As' (cm2)	距離 d' (cm)	強度Cs (ton)	應變 ε s'
65.79	10.83	123.20	0.0009
7.74	19.55	-11.97	-0.0008
7.74	28.27	-21.67	-0.0024
7.74	36.98	-21.67	-0.0041
7.74	45.70	-21.67	-0.0058
7.74	54.42	-21.67	-0.0075
7.74	63.14	-21.67	-0.0091
7.74	71.86	-21.67	-0.0108
7.74	80.57	-21.67	-0.0125
7.74	89.29	-21.67	-0.0142
7.74	98.01	-21.67	-0.0158
7.74	106.73	-21.67	-0.0175
7.74	115.45	-21.67	-0.0192
7.74	124.16	-21.67	-0.0209
7.74	132.88	-21.67	-0.0225
7.74	141.60	-21.67	-0.0242
7.74	150.32	-21.67	-0.0259
7.74	159.04	-21.67	-0.0276
7.74	167.75	-21.67	-0.0292
7.74	176.47	-21.67	-0.0309

既有底層筋

面積 As (cm2)	距離 d (cm)	強度Ts (ton)	應變 ε s
278.85	308.01	780.78	0.0562

強度折剪係數 ϕ=	0.90		
容許正彎矩 Mu=	2450.64	ton-m	
C/D值=	0.57		N.G.

補強後：

中性軸位置 x= 9.96 cm

混凝土強度 Cc= 2770.13 ton

新設頂層筋

面積 As' (cm2)	距離 d' (cm)	強度Cs (ton)	應變 ε s'
282.51	11.15	-206.83	-0.0004
282.51	71.15	-1186.54	-0.0184

既有頂層筋

面積 As' (cm2)	距離 d' (cm)	強度Cs (ton)	應變 ε s'
65.79	130.83	-184.21	-0.0364
7.74	139.55	-21.67	-0.0390
7.74	148.27	-21.67	-0.0417
7.74	156.98	-21.67	-0.0443
7.74	165.70	-21.67	-0.0469
7.74	174.42	-21.67	-0.0495
7.74	183.14	-21.67	-0.0522
7.74	191.86	-21.67	-0.0548
7.74	200.57	-21.67	-0.0574
7.74	209.29	-21.67	-0.0600
7.74	218.01	-21.67	-0.0627
7.74	226.73	-21.67	-0.0653
7.74	235.45	-21.67	-0.0679
7.74	244.16	-21.67	-0.0706
7.74	252.88	-21.67	-0.0732
7.74	261.60	-21.67	-0.0758
7.74	270.32	-21.67	-0.0784
7.74	279.04	-21.67	-0.0811
7.74	287.75	-21.67	-0.0837
7.74	296.47	-21.67	-0.0863

既有底層筋

面積 As (cm2)	距離 d (cm)	強度Ts (ton)	應變 ε s
278.85	428.01	780.78	0.1259

強度折剪係數 ϕ= 0.90
容許正彎矩 Mu= 4707.50 ton-m
C/D值= 1.09 O.K.

五、負彎矩計算

需求負彎矩 Mu= 2944 ton-m

補強前：

中性軸位置 x= 3.04 cm

混凝土強度 Cc= 579.67 ton

既有頂層筋

面積 As (cm2)	距離 d (cm)	強度Ts (ton)	應變 ε s
65.79	309.17	184.21	0.3022
7.74	300.45	21.67	0.2936
7.74	291.73	21.67	0.2850
7.74	283.02	21.67	0.2764
7.74	274.30	21.67	0.2678
7.74	265.58	21.67	0.2592
7.74	256.86	21.67	0.2506
7.74	248.14	21.67	0.2420
7.74	239.43	21.67	0.2333
7.74	230.71	21.67	0.2247
7.74	221.99	21.67	0.2161
7.74	213.27	21.67	0.2075

7.74	204.55	21.67	0.1989
7.74	195.84	21.67	0.1903
7.74	187.12	21.67	0.1817
7.74	178.40	21.67	0.1731
7.74	169.68	21.67	0.1645
7.74	160.96	21.67	0.1559
7.74	152.25	21.67	0.1473
7.74	143.53	21.67	0.1387

既有底層筋

面積 As' (cm2)	距離 d' (cm)	強度Cs (ton)	應變 ε s'
278.85	3.01	16.31	0.0000

強度折剪係數 ϕ= 0.90
容許負彎矩 Mu= 1328.07 ton-m
C/D值= 0.45 N.G.

補強後：

中性軸位置 x= 14.18 cm

混凝土強度 Cc= 2705.22 ton

新設頂層筋

面積 As (cm2)	距離 d (cm)	強度Ts (ton)	應變 ε s
282.51	428.85	1186.54	0.0877
282.51	368.85	1186.54	0.0750

既有頂層筋

面積 As (cm2)	距離 d (cm)	強度Ts (ton)	應變 ε s
65.79	309.17	184.21	0.0624
7.74	300.45	21.67	0.0606
7.74	291.73	21.67	0.0587
7.74	283.02	21.67	0.0569
7.74	274.30	21.67	0.0550
7.74	265.58	21.67	0.0532
7.74	256.86	21.67	0.0513
7.74	248.14	21.67	0.0495
7.74	239.43	21.67	0.0476
7.74	230.71	21.67	0.0458
7.74	221.99	21.67	0.0440
7.74	213.27	21.67	0.0421
7.74	204.55	21.67	0.0403
7.74	195.84	21.67	0.0384
7.74	187.12	21.67	0.0366
7.74	178.40	21.67	0.0347
7.74	169.68	21.67	0.0329
7.74	160.96	21.67	0.0310
7.74	152.25	21.67	0.0292
7.74	143.53	21.67	0.0274

既有底層筋

面積 As' (cm2)	距離 d' (cm)	強度Cs (ton)	應變 ε s'
278.85	11.99	263.85	0.0005

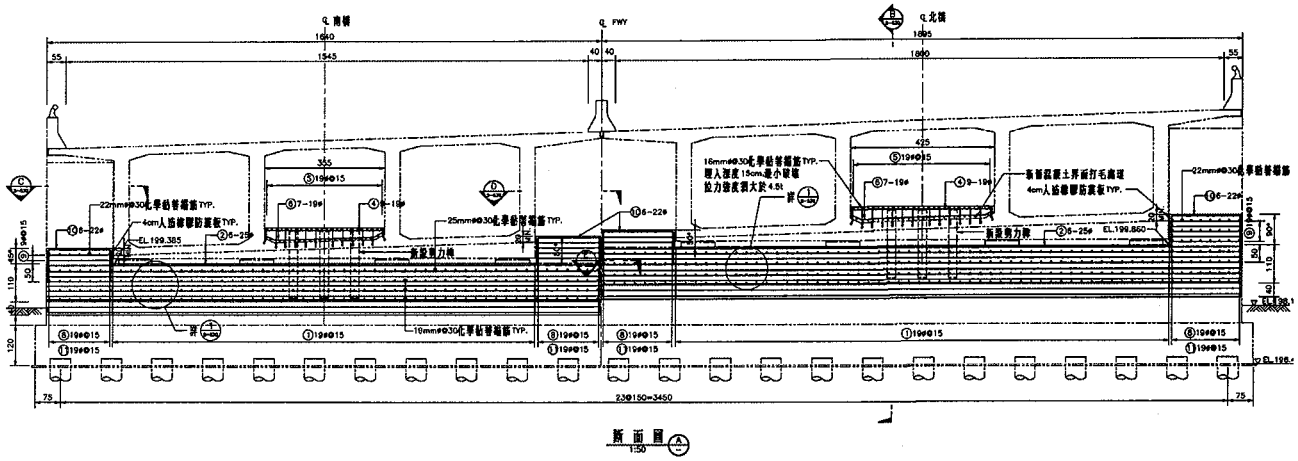
強度折剪係數 ϕ= 0.90
容許負彎矩 Mu= 9678.57 ton-m
C/D值= 3.29 O.K.

六、結果

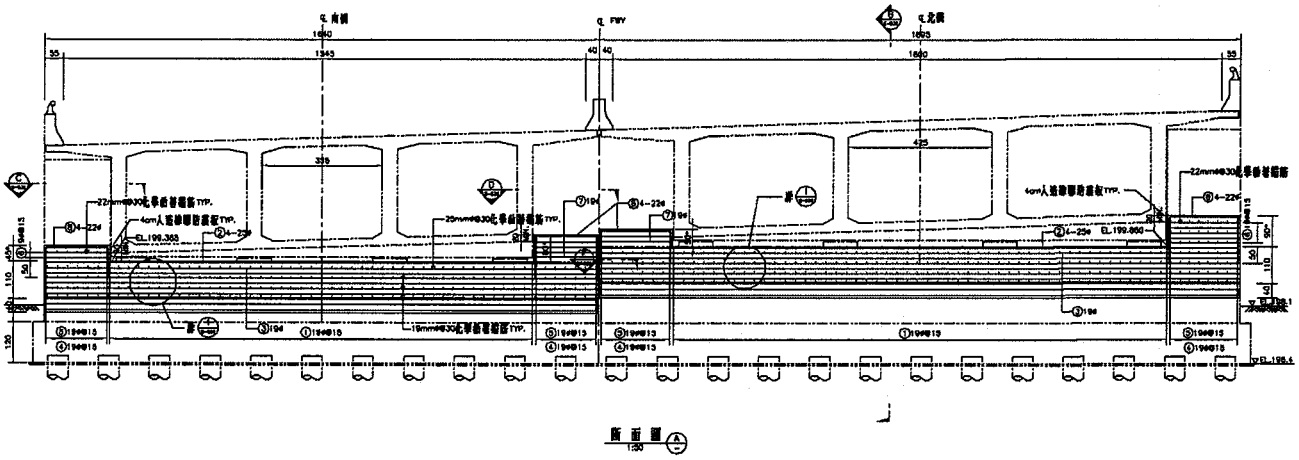
	需求值	補強前	補強後
剪力 (ton)	2427.00	1678.13	3152.80
C/D值	---	0.69	1.30
判斷	---	N.G.	O.K.
正彎矩 (ton-m)	4322.00	2450.64	4707.50
C/D值	---	0.57	1.09
判斷	---	N.G.	O.K.
負彎矩 (ton-m)	2944.00	1328.07	9678.57
C/D值	---	0.45	3.29
判斷	---	N.G.	O.K.

牛欄河二號橋審查意見回覆 3 之附件

原補強策略：止震塊+剪力榫補強



修改後之補強策略：止震塊補強



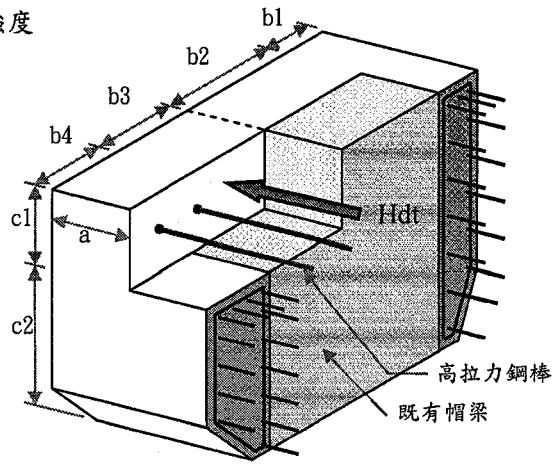
止震塊設計

橋梁編號：03077649RORN(S)　　橋墩(台)編號：　NP8,SP8

一、載重

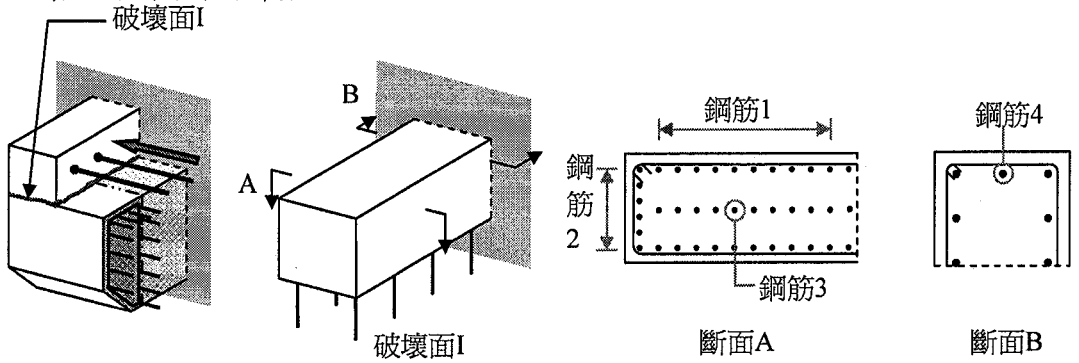
橫向力 Hdt=　　863 ton

二、設計尺寸與材料強度



止震塊橫向長度 a=	50 cm
止震塊縱向長度 b1=	30 cm
止震塊縱向長度 b2=	120 cm
止震塊縱向長度 b3=	140 cm
止震塊縱向長度 b4=	50 cm
止震塊高度(左側) c1=	90 cm
止震塊高度(右側) c1=	45 cm
防落裝置高度 c2=	150 cm
橫向力作用位置(高)=	25 cm
橫向力作用位置(距帽梁中心)=	75 cm
補強鋼筋強度 fy=	4200 kgf/cm2
補強混凝土強度 fc'=	280 kgf/cm2
高強度鋼棒強度=	10500 kgf/cm2
高強度鋼棒面積=	12.19 cm2
高強度鋼棒垂直作用位置(距墩頂)=	10 cm

三、破壞面I容許水平力計算



合力計算

混凝土

止震塊橫向長度 a=	50.0	cm	
止震塊縱向長度 b=	190.0	cm	
止震塊高度 c1=	45.0	cm	
補強混凝土強度 fc'=	280	kgf/cm2	

鋼筋1

鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
單支鋼筋強度Fy=	4200.00	kgf/cm2	
排數=	2.00	排	
間距=	15.00	cm	
破壞面內支數(單排)=	13.00	支	
摩擦係數 μ =	1.00		
鋼筋1總容許強度=	313.40	ton	

鋼筋2

鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
單支鋼筋強度Fy=	4200.00	kgf/cm2	
排數=	1.00	排	
間距=	15.00	cm	
破壞面內支數(單排)=	3.00	支	
摩擦係數 μ =	1.00		
鋼筋2總容許強度=	36.16	ton	

鋼筋3

鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
單支鋼筋強度Fy=	4200.00	kgf/cm2	
排數=	2.00	排	
間距=	15.00	cm	
破壞面內支數(單排)=	13.00	支	
摩擦係數 μ =	1.00		
鋼筋2總容許強度=	313.40	ton	

斷面A上鋼筋總容許強度=	662.97	ton	>0.2fc'Acv
Vs1=	532.00	ton	=0.2fc'Acv

鋼筋4

鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
單支鋼筋強度Fy=	4200.00	kgf/cm2	
排數=	2.00	排	
破壞面內支數(單排)=	7.00	支	
摩擦係數 μ =	1.00		
鋼筋4總容許強度=	168.76	ton	

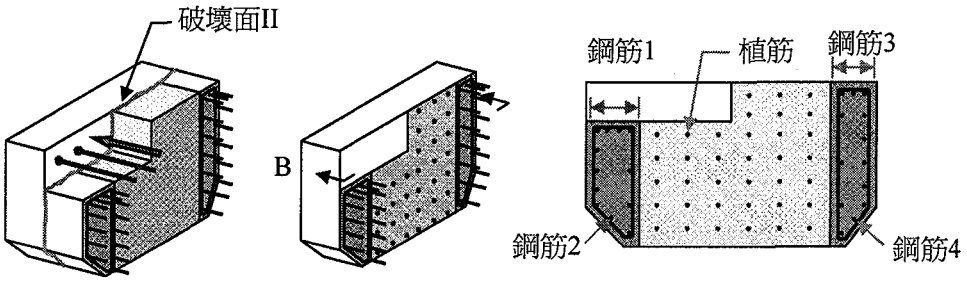
斷面B上鋼筋總容許強度=	168.76	ton	>0.2fc'Acv
Vs2=	126.00	ton	=0.2fc'Acv
高強度鋼棒強度=	10500.00	kgf/cm2	
高強度鋼棒面積=	12.19	cm2	
支數=	2.00		
Vs3=	255.99	ton	
破壞面I容許水平力Hspd=	956.75	ton	=Vc+Vs1+Vs2+Vs3

彎矩計算

止震塊橫向長度 a=	50.0	cm	
止震塊縱向長度 b=	190.0	cm	
止震塊高度 c=	45.0	cm	
混凝土強度 fc'=	280	kgf/cm2	
鋼筋強度 fy=	4200.00	kgf/cm2	
斷面A			
鋼筋1			
鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
破壞面內支數(單排)=	13.00	支	
鋼筋3			
鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
破壞面內支數(單排)=	13.00	支	
壓力筋面積 As'=	37.31	cm2	
壓力筋有效深度 d'=	5.95	cm	
拉力筋面積 As1=	37.31	cm2	
拉力筋有效深度 d1=	44.05	cm	
拉力筋面積 As2=	37.31	cm2	
拉力筋有效深度 d2=	31.35	cm	
拉力筋面積 As3=	37.31	cm2	
拉力筋有效深度 d3=	18.65	cm	
中性軸位置 x=	9.67	cm	
混凝土抗壓強度 Cc=	371.82	ton	
壓力鋼筋抗壓強度 Cs=	72.82	ton	壓力筋未降伏
拉力鋼筋抗拉強度 Ts1=	144.65	ton	拉力筋已降伏
拉力鋼筋抗拉強度 Ts2=	144.65	ton	拉力筋已降伏
拉力鋼筋抗拉強度 Ts3=	144.65	ton	拉力筋已降伏
強度折剪因數 φ=	0.90		
斷面A提供彎矩 M=	208.22	ton-m	

以彎矩換算之水平力 Hspd=	832.88	ton	
斷面B			
鋼筋4			
鋼筋直徑=	19.00	mm	
鋼筋面積=	2.87	cm2	
破壞面內支數(單排)=	7.00	支	
壓力筋面積 As'=	20.09	cm2	
壓力筋有效深度 d'=	5.95	cm	
拉力筋面積 As1=	20.09	cm2	
拉力筋有效深度 d1=	44.05	cm	
中性軸位置 x=	7.30	cm	
混凝土抗壓強度 Cc=	66.44	ton	
壓力鋼筋抗壓強度 Cs=	17.94	ton	壓力筋未降伏
拉力鋼筋抗拉強度 Ts=	84.38	ton	拉力筋已降伏
強度折剪因數 φ=	0.90		
斷面A提供彎矩 M=	30.64	ton-m	
以彎矩換算之水平力 Hspd=	40.85	ton	
破壞面I容許水平力Hspd=	873.73	ton	

三、破壞面II容許水平力計算



破壞面II　　斷面B

合力計算

鋼筋強度Fy=	4200.00	kgf/cm2
鋼筋1		
直徑=	32.00	cm
面積=	8.14	cm2
支數=	5.00	支
強度折剪因數 φ=	0.90	
Vs1=	153.85	ton

鋼筋2			
直徑=	19.00	cm	
面積=	2.87	cm2	
支數=	13.00	支	
強度折剪因數 φ=	0.90		
Vs2=	141.03	ton	
鋼筋3			
直徑=	32.00	cm	
面積=	8.14	cm2	
支數=	3.00	支	
強度折剪因數 φ=	0.90		
Vs3=	92.31	ton	
鋼筋4			
直徑=	19.00	cm	
面積=	2.87	cm2	
支數=	23.00	支	
強度折剪因數 φ=	0.90		
Vs4=	249.52	ton	
植筋			
直徑=	22.00	mm	
單支強度Fu=	13.50	ton	
安全係數S.F.=	1.50		
單支容許強度Fa=	9.00	ton	
排數1=	3.00	排	
破壞面內支數1(單排)=	4.00	支	
排數2=	4.00	排	
破壞面內支數2(單排)=	8.00	支	
Vs5=	396.00	ton	
高強度鋼棒強度=	10500.00	kgf/cm2	
高強度鋼棒面積=	12.19	cm2	
支數=	2.00		
Vs6=	255.99	ton	
破壞面II容許水平力Hspd=	1288.69	ton	=sum(Vs)

彎矩計算

鋼筋計算

提供彎矩(ton-m)	面積(cm2)	距離(cm)	強度(kgf/cm2)
239.32	40.70	140.00	4200.00
4.25	5.74	125.00	592.33
0.93	2.87	110.00	296.17
3.23	5.74	95.00	592.33
0.68	2.87	80.00	296.17

2.21	5.74	65.00	592.33
0.42	2.87	50.00	296.17
1.19	5.74	35.00	592.33
0.11	2.87	12.50	296.17
0.00	2.87	0.00	296.17
141.54	24.42	230.00	2520.00
7.31	5.74	215.00	592.33
1.70	2.87	200.00	296.17
6.29	5.74	185.00	592.33
1.44	2.87	170.00	296.17
5.27	5.74	155.00	592.33
1.19	2.87	140.00	296.17
4.25	5.74	125.00	592.33
0.93	2.87	110.00	296.17
3.23	5.74	95.00	592.33
0.68	2.87	80.00	296.17
2.21	5.74	65.00	592.33
0.42	2.87	50.00	296.17
1.19	5.74	35.00	592.33
0.11	2.87	12.50	296.17
0.00	2.87	0.00	296.17

強度折剪因數 φ= 0.90

鋼筋提供總彎矩 M= 387.10 ton-m

植筋計算

提供彎矩(ton-m)	支數	距離(cm)	強度(ton/支)
77.40	4.00	215.00	9.00
57.31	4.00	185.00	7.74
40.23	4.00	155.00	6.49
52.33	8.00	125.00	5.23
30.22	8.00	95.00	3.98
14.15	8.00	65.00	2.72
4.10	8.00	35.00	1.47

植筋提供總彎矩 M= 100.80 ton-m

高強度鋼棒距離= 155.00 cm

高強度鋼棒強度= 255.99 ton

高強度鋼棒提供彎矩= 396.78 ton-m

破壞面II提供總彎矩 M= 884.69 ton-m

以彎矩換算之水平力 Hspd= 931.25 ton

五、結果

止震塊容許水平力 Hspd= 873.73 ton

橫向力(外力) Hdt= 863.00 ton

C/D值= 1.01 O.K.

止震塊強度足夠

第M34標

交通部臺灣區國道高速公路局
Taiwan Area National Freeway Bureau

國道高速公路橋梁耐震補強
第2期工程(第1優先路段)規劃設計

Chinese Society of Structural Engineering

第M34標初步設計
簡報

TY·LIN INTERNATIONAL TAIWAN
林同棪工程顧問股份有限公司

簡報人：彭康瑜　計畫主持人
邱志晃　組長

中華民國101年4月13日

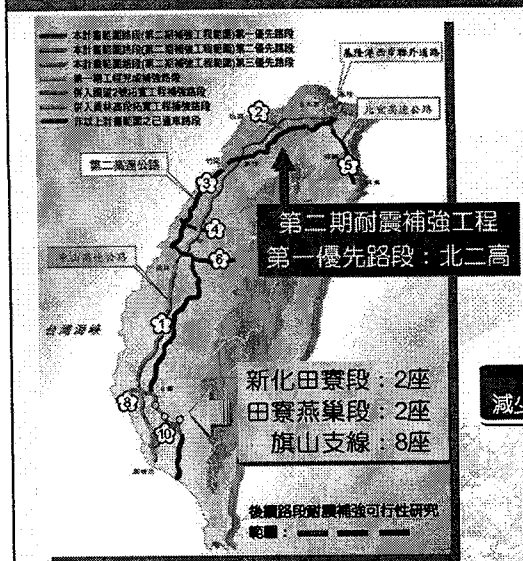
---

1 耐震補強性能標準

簡報大綱

1 耐震補強性能標準
2 鳳山溪河川橋
3 頭前溪河川橋
4 雲南路跨越橋
5 寶山三號跨越橋

國道橋梁之耐震補強性能標準



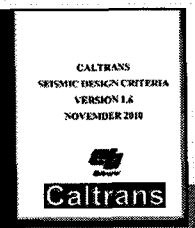
北台雙環，生命線路網

地震侵襲
減少損害、避免傷亡

高安全性
基礎交通建設

中度地震-不壞、設計地震-可修
、最大考量地震-不倒

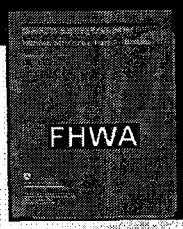
國道橋梁之耐震補強性能標準

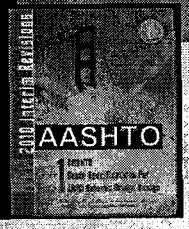


耐震補強標準
服務年限50年

Life

國道定位：生命線救災道路





補強基本對策

① 系統補強

② 構件補強

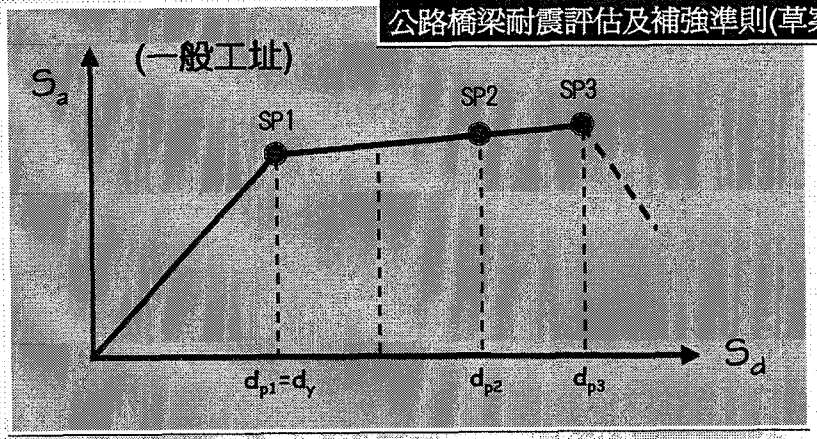
③ 增加構件

耐震性能準則(Seismic Performance Criteria)

地震力等級	工址水平譜加速度係數		耐震理念	服務性能	損壞等級
中度地震	依行政區劃分		結構保持彈性	震後正常通行	輕微
	回歸期475年地震之1/3.25				
設計地震	依行政區劃分		構件產生塑鉸發揮容許韌性容量	震後有限通行	可修復
回歸期：475年 50年超越機率: 10%	S_S^D	0.80、0.70、0.60、0.50			
	S_1^D	0.45、0.40、0.35、0.30			
最大考量地震	依行政區劃分		結構韌性容量完全發揮，但橋梁避免落橋、崩塌	震後緊急通行	嚴重
回歸期：2500年 50年超越機率: 2%	S_S^M	1.00、0.90、0.80、0.70			
	S_1^M	0.55、0.50、0.45、0.40			

耐震補強性能標準

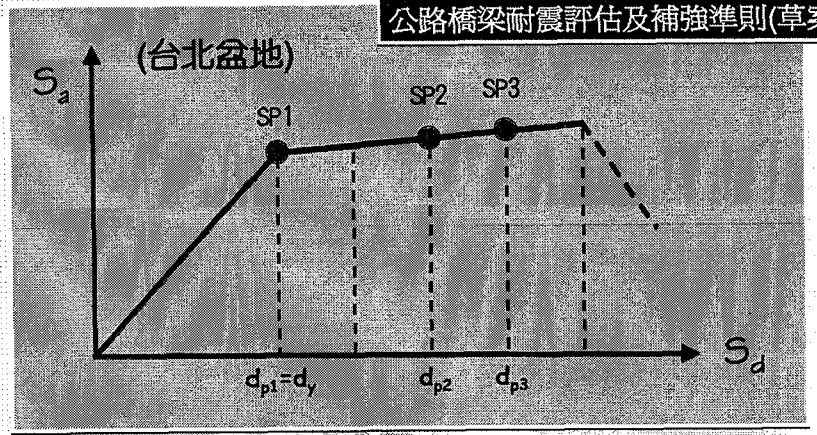
國家地震工程研究中心 (98年12月)
公路橋梁耐震評估及補強準則(草案)



$$d_{p2}=d_y+\frac{d_{p3}-d_y}{\alpha}\quad;\ \alpha=1.5$$

耐震補強性能標準

國家地震工程研究中心 (98年12月)
公路橋梁耐震評估及補強準則(草案)



$$d_{p2}=d_y+\frac{d_{p3}-d_y}{\alpha}\quad;\ \alpha=1.5$$

國道橋梁之耐震補強性能標準

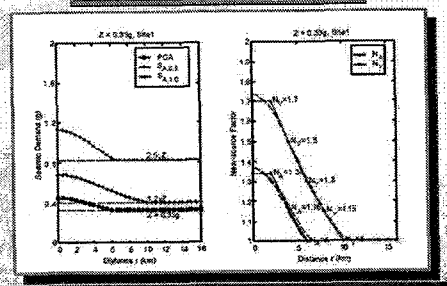
- **國道高速公路既有橋梁之耐震補強標準**
  - ❖ 以再服務年限達50年為原則
- **本工程於進行橋梁之耐震評估與補強設計時，若其補強工程費超過同型式橋梁新建工程費之45%，則需進一步檢核評估補強設計之合理性**
  - ❖ 若經詳細檢討各補強方案之工程實務性及經濟性後，仍造成不經濟或不合理的結果時，得檢討其再服務年限或性能標準與後續追縱檢測評估或監測等配套措施

國道橋梁之耐震補強性能標準

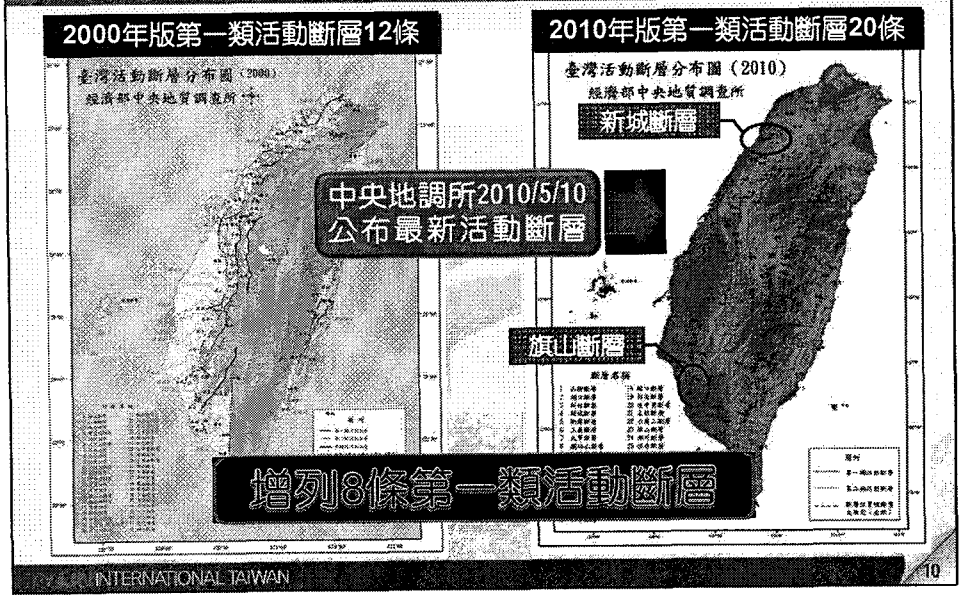
- **橋址鄰近活動斷層之地震力考量**
  - ❖ 部份橋梁距離曾經引致大規模地震之第一類活動斷層較近，依據交通部「公路橋梁耐震設計規範」第2.5節之規定，本工程部份橋梁將合理考量活動斷層之近域效應
  - ❖ 獅潭及神卓山斷層
  - ❖ 新城斷層
  - ❖ 旗山斷層

中央地調所2010/5/10公布最新活動斷層

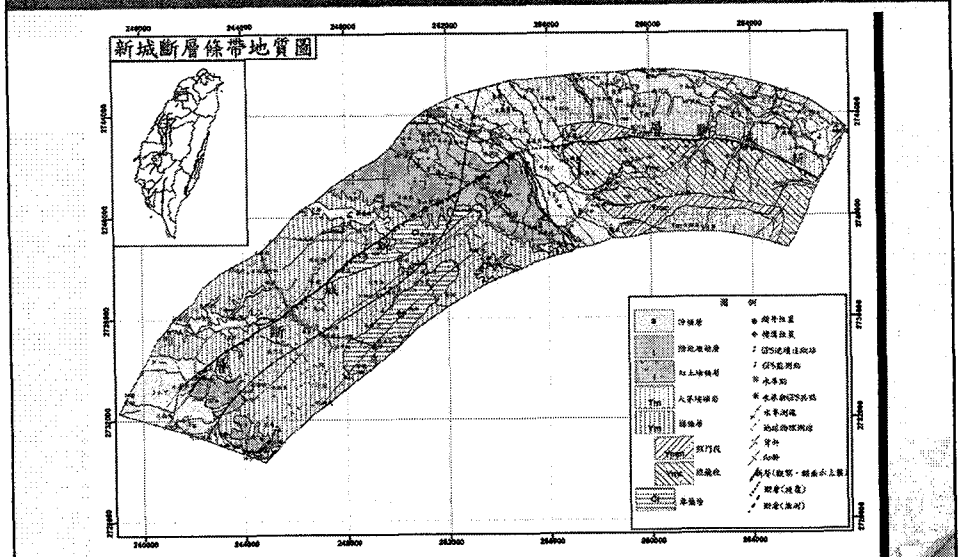
斷層近域調整因子



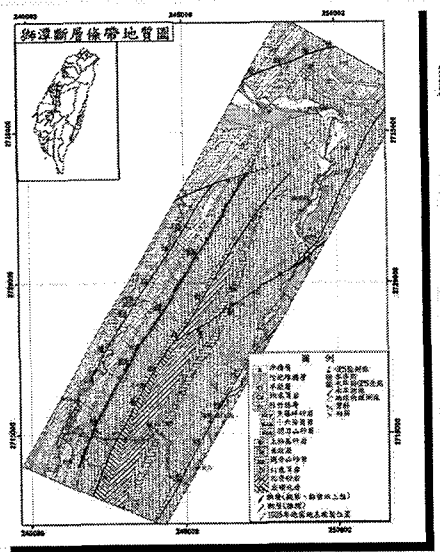
2010年新增第一類活動斷層

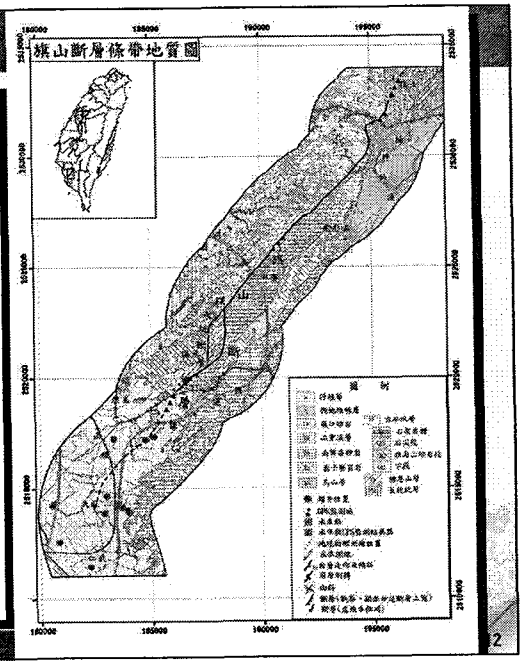


新城斷層



獅潭斷層、旗山斷層





橋梁耐震補強之標準

■ 橋址鄰近活動斷層之地震力考量

- 設計地震等級： $Z_{475}=0.4S_S^D F_a N_A$ ， $N_A \geq 1$
- 最大考量地震等級：$Z_{2500}=0.4S_S^M F_a N_A$ ， $N_A \geq 1$

- S_S^D：震區短週期之設計水平加速度係數(0.8)
- S_S^M：震區短週期之最大考量水平加速度係數(1.0)
- F_a：反應譜等加速段之工址放大係數(1.0)
- N_A：反應譜等加速段之近域效應調整因子，隨工址與斷層之水平距離r而改變

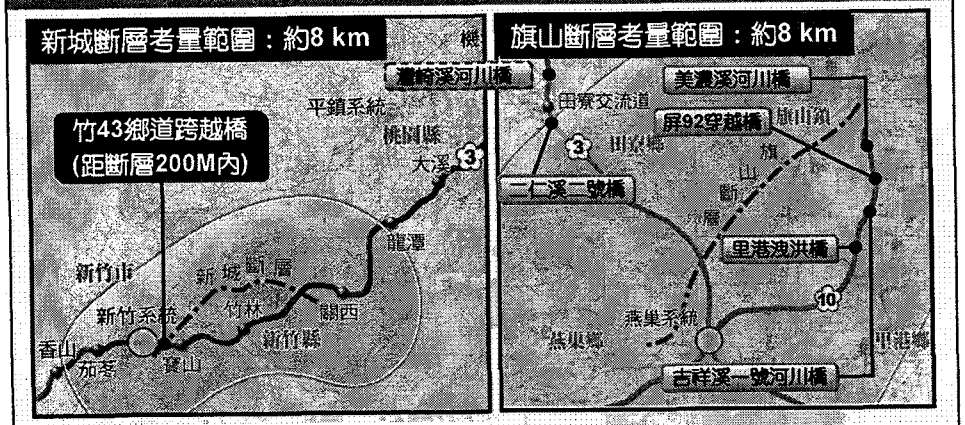
■ 獅潭及神卓山斷層：$N_A=1.14$, $N_V=1.17$ (設計地震)

現行規範：依行政分區 13 , $N_V=1.21$ (最大考量地震)

橋梁耐震補強之標準

新城斷層考量範圍：約8 km

旗山斷層考量範圍：約8 km



斷層	距斷層200M內橋梁	近斷層橋梁
新城	1 座	95+12 座
旗山	0 座	10+2 座

考量橋梁近斷層效應 (N_A , N_V)

橋址鄰近活動斷層之地震力考量

國震中心建築物草案

■ 國震中心：建築物耐震設計規範近斷層地震力(草案)(100年9月)

■ 獅潭(神卓山)斷層 (475年回歸期)

	r≦2km	2km<r≦5km	5km<r≦8km	8km<r≦10km	r>10km
N_A	1.28	1.20	1.10	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	1.33	1.27	1.10	1.00	不需考慮近斷層因子

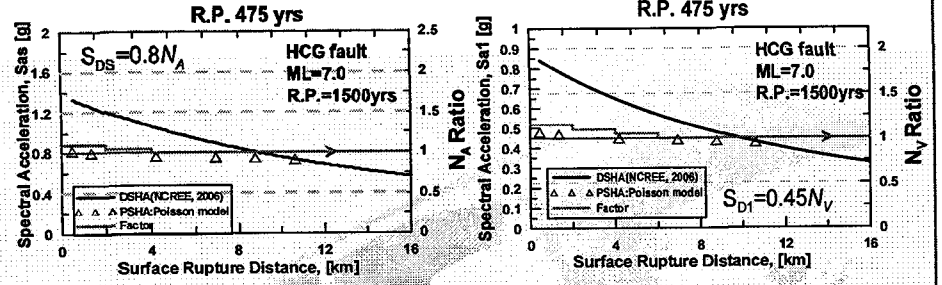
■ 獅潭(神卓山)斷層 (2500年回歸期)

	r≦2km	2km<r≦5km	5km<r≦8km	8km<r≦10km	r>10km
N_A	1.26	1.18	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	1.42	1.32	1.15	1.00	不需考慮近斷層因子

橋址鄰近活動斷層之地震力考量

國震中心建築物草案

■ 新城斷層(475年回歸期)

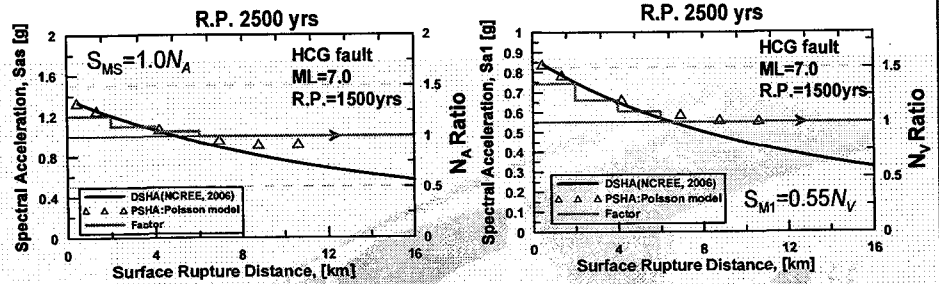


	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
N_A	1.10	1.05	1.00	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.15	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子

橋址鄰近活動斷層之地震力考量

國震中心建築物草案

■ 新城斷層(2500年回歸期)



	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
N_A	1.20	1.10	1.05	1.00	不需考慮近斷層因子
N_V	r≦2km	2km<r≦4km	4km<r≦6km	6km<r≦8km	r>8km
	1.35	1.20	1.10	1.00	不需考慮近斷層因子

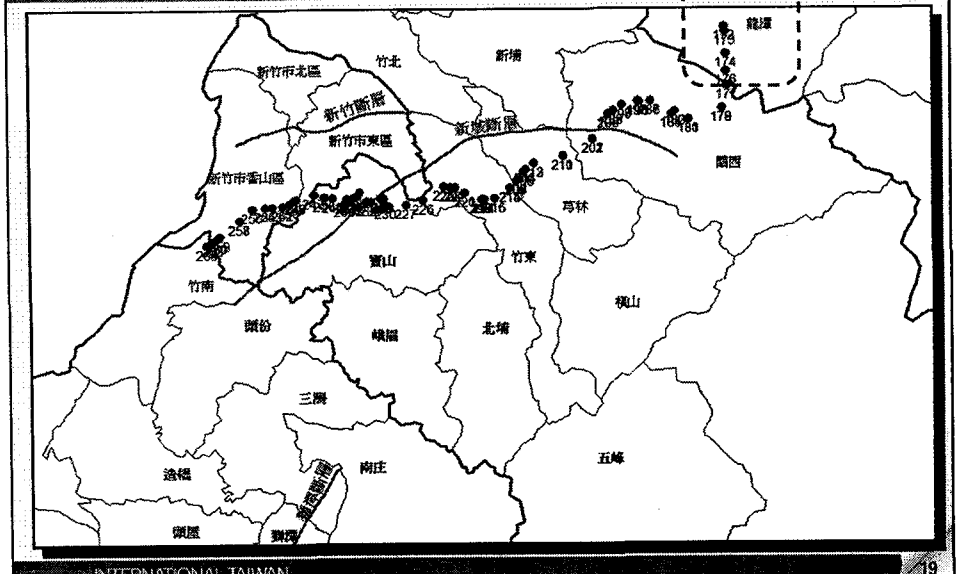
橋址鄰近活動斷層之地震力考量

國震中心公路橋梁草案

■ 國震中心：公路橋梁耐震設計規範近斷層地震力(草案)(100年9月)

第一類活動斷層名稱	設計地震		最大考量地震	
	N_A	N_V	N_A	N_V
1. 獅潭斷層	1.14	1.17	1.13	1.21
2. 屯子腳斷層	1.14	1.16	1.13	1.21
3. 車籠埔斷層	1.12	1.18	1.13	1.25
4. 梅山斷層	1.19	1.22	1.15	1.24
5. 大尖山斷層、觸口斷層	1.08	1.08	1.11	1.21
6. 新化斷層	1.12	1.08	1.15	1.15
7. 花東縱谷地區斷層 (米崙、瑞穗、玉里、池上與鹿野斷層)	1.21	1.29	1.16	1.29
8. 彰化、大甲、鐵砧山斷層	1.15	1.16	1.13	1.22
9. 大茅埔-雙冬斷層	1.15	1.16	1.11	1.23
10. 新城斷層	1.04	1.08	1.09	1.16
11. 三義斷層	1.04	1.08	1.09	1.16
12. 六甲斷層	1.05	1.08	1.05	1.12
13. 旗山斷層	1.08	1.09	1.09	1.16

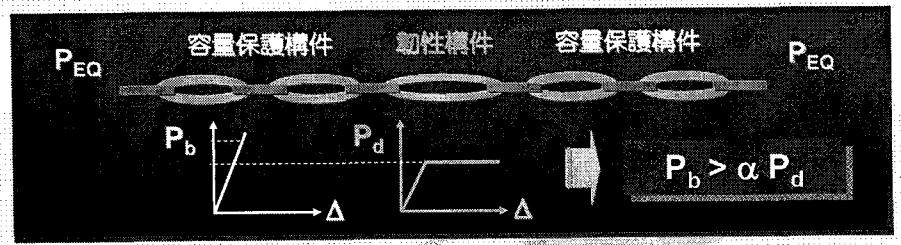
橋址鄰近活動斷層之地震力考量

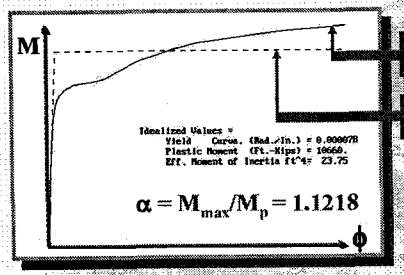


橋址鄰近活動斷層之地震力考量

- 本計畫鄰近活動斷層之地震力
  - 依據高公局技字第1006005961號函，工程規劃期末報告審查會議紀錄，七、結論：
    - 6. 關於「第一類活動斷層近域調整因子N_A與N_V」，請顧問公司參考目前研擬中最新的版本(草案)及現行規範行政區劃分法，兩者取較保守設值進行設計，以因應日後設計地震力之需求。」
  - 現階段依據國震中心研擬「建築物耐震設計規範(依距離選定)與公路橋梁耐震設計規範(依行政分區單一值)」之草案建議值，採用兩者較保守值，進行耐震評估與補強設計

容量保護構件之地震力需求





最大彎矩 M_{max}

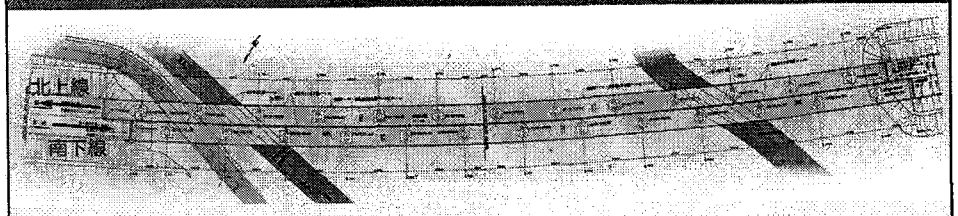
塑鉸彎矩 M_p

容量保護構件

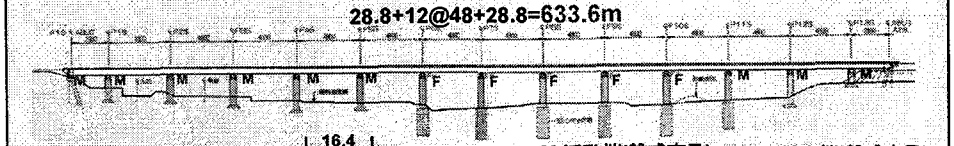
- 支承、止震塊
- 帽梁
- 墩柱剪力
- 基礎 (基樁、沉箱、直接基礎)

2 鳳山溪河川橋

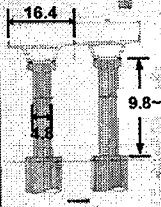
橋梁結構系統



28.8+12@48+28.8=633.6m



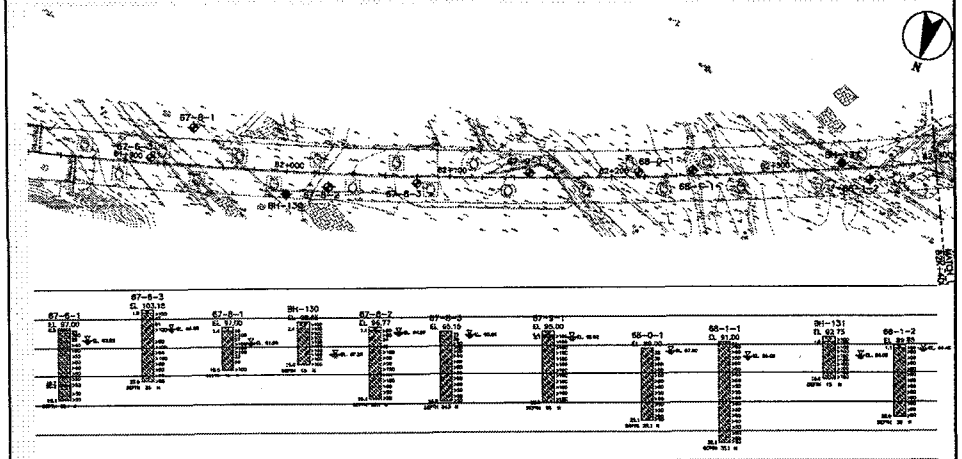
M:活動端(盤式支承) F:固定端(盤式支承)



- 採推進工法，南北橋各1個單元，13墩
- 下部結構：單柱式空心圓柱橋墩、直接基礎、沉箱基礎

橋梁現況照片

橋址地質資料、地盤種類



→ 橋址地質以卵礫石層為主

原設計標準及材料規格

- 設計規範：交通部76年版公路橋梁設計規範
- 設計地震力：Kh=0.12
- 混凝土設計強度
  - ❖ 上部結構 ：fc'=350kg/cm²
  - ❖ 橋柱及橋台軀體 ：fc'=240kg/cm²
  - ❖ 基礎 ：fc'=240kg/cm²
- 鋼筋設計強度
  - ❖ 29mmϕ (含)以下 ：fy=2800kg/cm²
  - ❖ 32mmϕ (含)以上 ：fy=4200kg/cm²

橋址地質資料、地盤種類及反應譜

BH130、BH131

橋墩編號	型式	V_{s30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
A1N	樁基	433.62	第一類地盤	0	無液化
P1N	直基	362.63	第一類地盤	0	無液化
P2N	直基	442.84	第一類地盤	0	無液化
P3N	直基	410.13	第一類地盤	0	無液化
P4N	直基	391.06	第一類地盤	0	無液化
P5N	直基	454.69	第一類地盤	0	無液化
P6N	沉箱	328.87	第一類地盤	0	無液化
P7N	沉箱	375.75	第一類地盤	0	無液化
P8N	沉箱	372.42	第一類地盤	0	無液化
P9N	沉箱	393.50	第一類地盤	0	無液化
P10N	沉箱	325.12	第一類地盤	0	無液化
P11N	沉箱	350.68	第一類地盤	0	無液化
P12N	直基	327.41	第一類地盤	0	無液化
P13N	直基	511.89	第一類地盤	0	無液化
A2N	樁基	489.56	第一類地盤	0	無液化

覆土層	0~2.4m	回填土石
承載層	2.4m以下	卵礫石

$$V_{s30}=\frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{V_{si}}}=\frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i/V_{si}}$$

地盤分類

- 第一類地盤 $V_{S30} \geq 270$m/s
- 270m/s > 第二類地盤 $V_{S30} \geq 180$m/s
- 第三類地盤 $V_{S30} < 180$m/s

→ 採第一類地盤進行分析設計

評估補強地震力標準

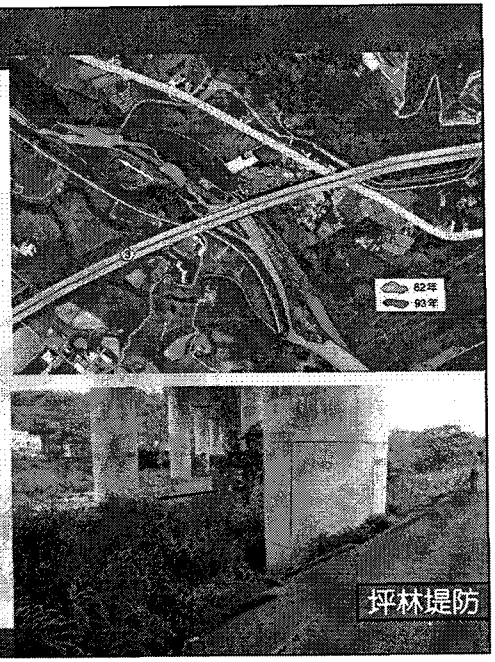
- 地震分區：新竹縣關西鎮
- 鄰近斷層：距新城斷層2公里內

S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M	F_V	F_A	$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
0.8	0.45	1	0.55	1.0	1.0	1.1	1.15	1.2	1.35	0.88	0.5175	1.20	0.7425

- 耐震性能標準
  - 中度地震等級　SP1：$0.4 \times S_{DS}/3.25 = 0.108$ g
  - 設計地震等級　SP2：$0.4 \times S_{DS} = 0.352$ g
  - 最大考量地震等級　SP3：$0.4 \times S_{MS} = 0.480$ g

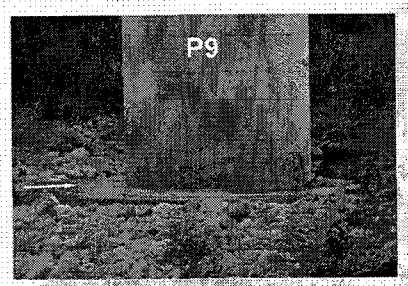
河川橋現況及評估

- 鳳山溪現況
  - 本河段河床質為砂、礫石，65、88年採樣結果相差無幾，判斷河床坡降、流速穩定
  - 礫石含量豐，河床因受盜採風險而有下降之可能
  - 由航照可知，本河段深槽有擺盪情形，治理線內橋墩皆應依深槽考量
- 保護工現況
  - 左岸有坪林堤防
  - 無河床保護工



河川橋現況及評估

- 鳳山溪河川橋現況
  - 由歷年斷面測量成果，本河段近年(93年以後)河槽位置及高程尚屬穩定
  - 除P9橋墩基礎頂出露外，其餘橋基覆土良好



M34標河川橋水位引用說明

- 水位比較

河川橋	竣工圖說 原設計水位	同時期水利單位 河川計畫水位	本補強工程設計水位 (目前河川治理計畫水位)
鳳山溪河川橋	91.997 (Q100)	92.72 (Q50,計畫水位) 鳳山溪治理基本計畫(70年)	92.72 (Q50,計畫水位) 鳳山溪治理基本計畫(70年)

- 比較說明
  - 鳳山溪河川橋之設計水位與原設計水位相近

建議依目前河川治理計畫水位進行檢核及設計

1.符合本「耐震補強」工程之適切考量

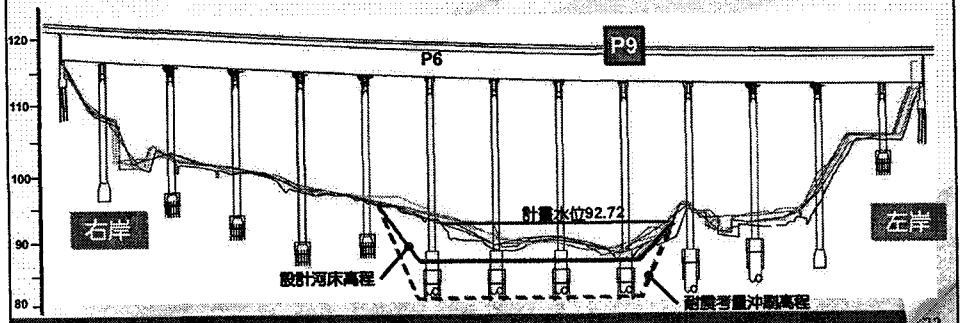
2.水利單位審核時有所依據

河川橋現況及評估

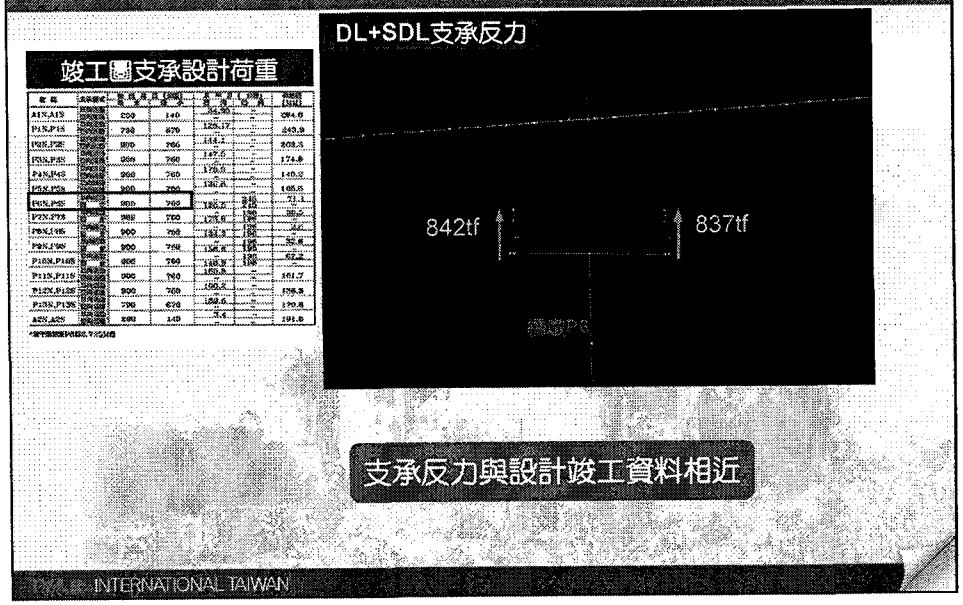
■ 沖刷評估成果

河川	橋梁名稱	斷面編號	計畫洪水位(m)	河寬(m)	河床值代表粒徑(cm)	河床坡度	保護工現況	橋墩現況
鳳山溪	鳳山溪河川橋	46	92.72(Q50)	150	16.0	1/178	左岸堤防	P6基礎頂部裸露

橋梁名稱	墩號	洪峰流量 Q(cms)	局部沖刷	束縮沖刷	保護工有效係數	河床質移動厚度	長期沖刷	沖刷深度	依岩盤修正之沖刷深度
鳳山溪河川橋	P6~P9	1330(Q50)	7.33	0.59	0.1	2.05	0.26	9.44	9.44

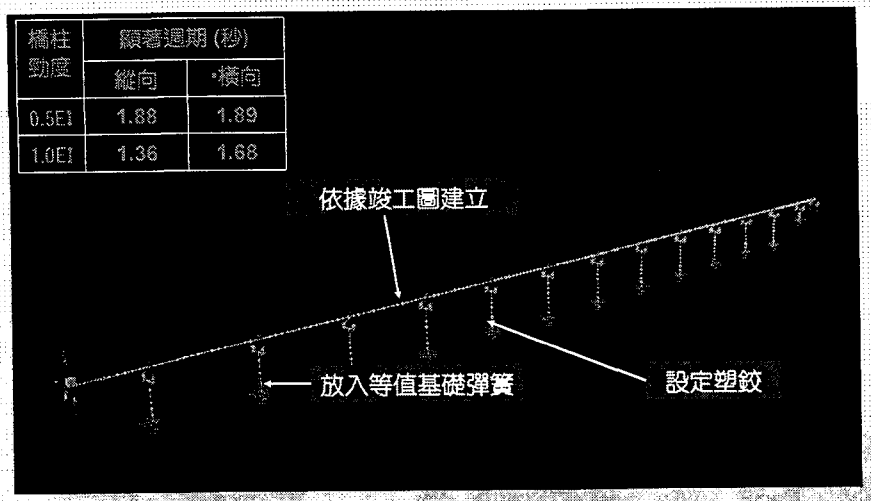


分析模型

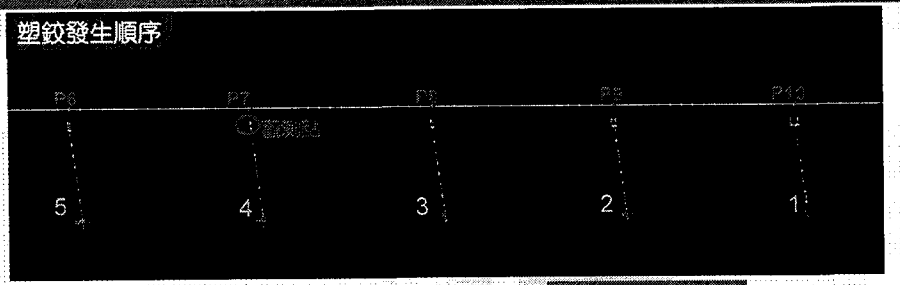


分析模型

橋柱勁度	顯著週期 (秒) 縱向	橫向
0.5EI	1.88	1.89
1.0EI	1.36	1.68

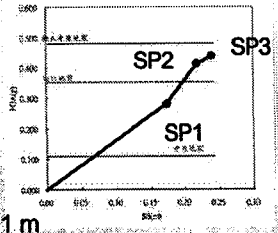


耐震能力評估結果-強度韌性分析（行車向）



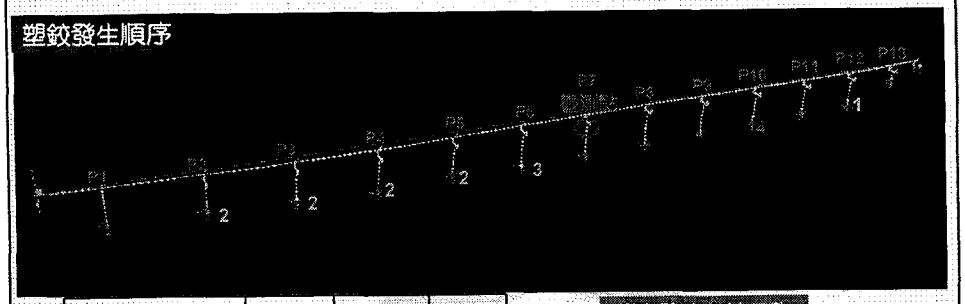
耐震性能標準		耐震需求(地表加速度,g)	耐震容量(地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.108	0.279	2.58
設計地震等級	SP2	0.352	0.411	1.17
最大考量地震等級	SP3	0.480	0.436	0.91

縱向強度韌性不足



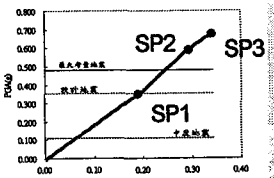
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.01 m

耐震能力評估結果-強度韌性分析（垂直行車向）



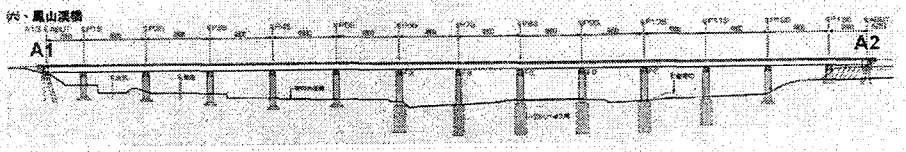
耐震性能標準		耐震需求(地表加速度,g)	耐震容量(地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.108	0.347	3.20
設計地震等級	SP2	0.352	0.585	1.66
最大考量地震等級	SP3	0.480	0.676	1.41

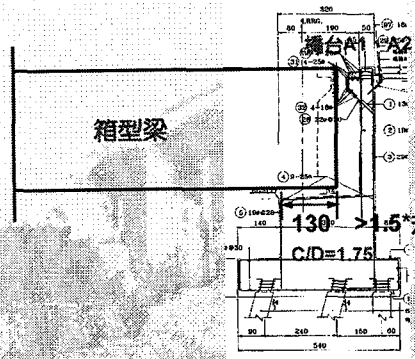
橫向強度韌性足夠



穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =3.39 m

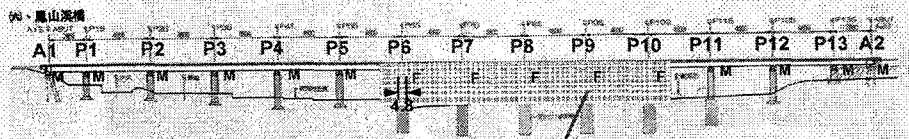
耐震能力評估結果-防落長度檢核



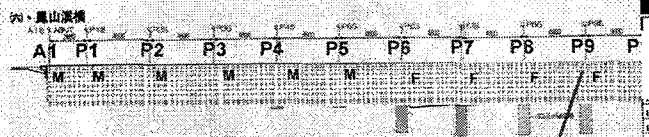


>1.5*規範值(規範值最大76.44cm)

耐震能力評估結果-柱剪力及支承檢核

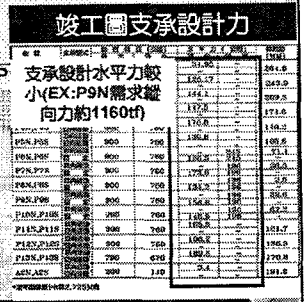


P6~P10柱縱向剪力容量不足，C/D=0.75

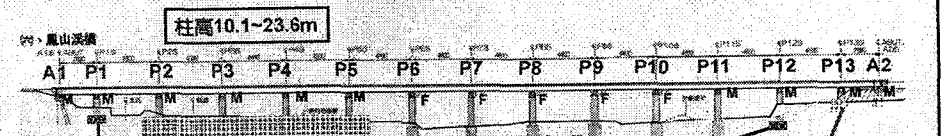


全橋盤式支承強度不足，
橋墩支承縱向C/D=0.34
橫向C/D=0.17

竣工圖支承設計力



耐震能力評估結果-直接基礎檢核

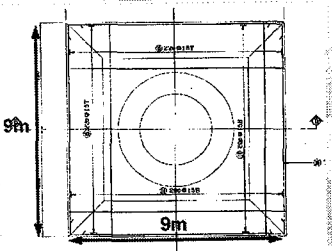


P1覆土較深，評估ok

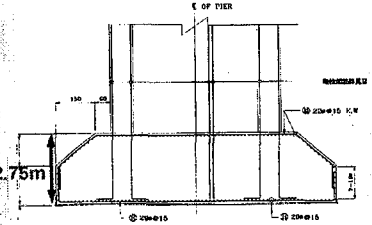
P2~P5直接基礎接觸面積不足(橫向)

P12覆土較深，評估ok

P13容許承載力不足
C/D=0.54(橫向)

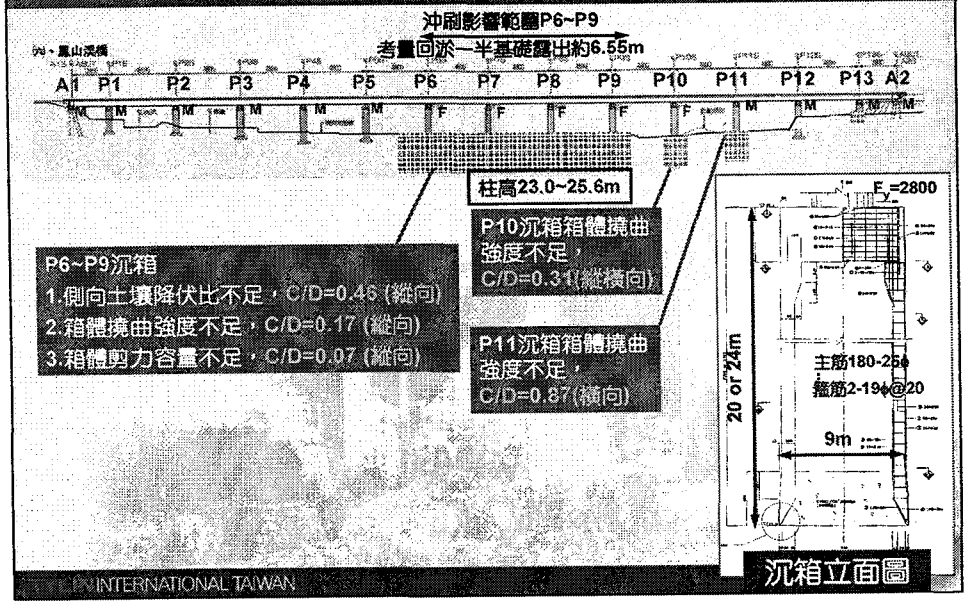


基礎平面圖

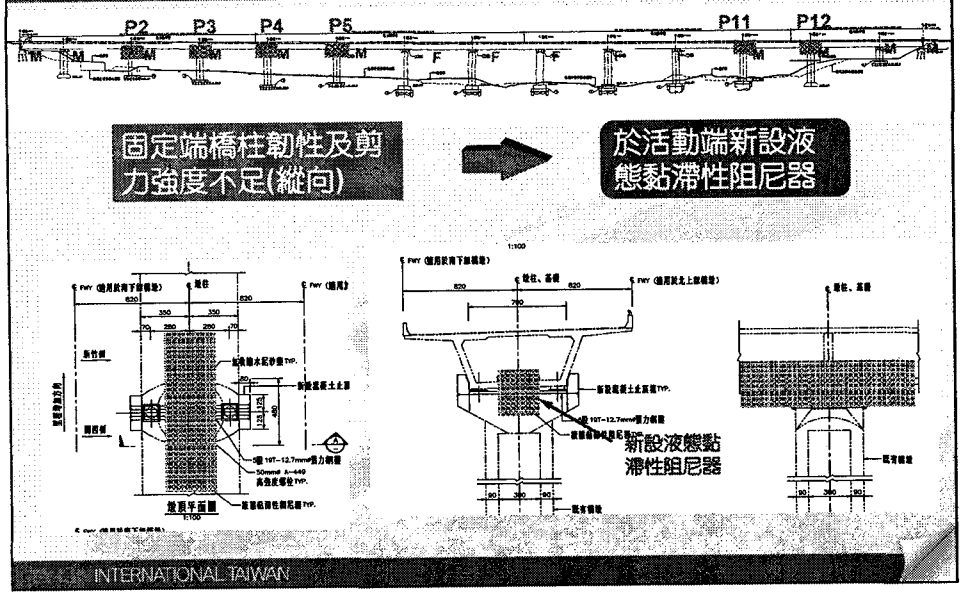


基礎立面圖

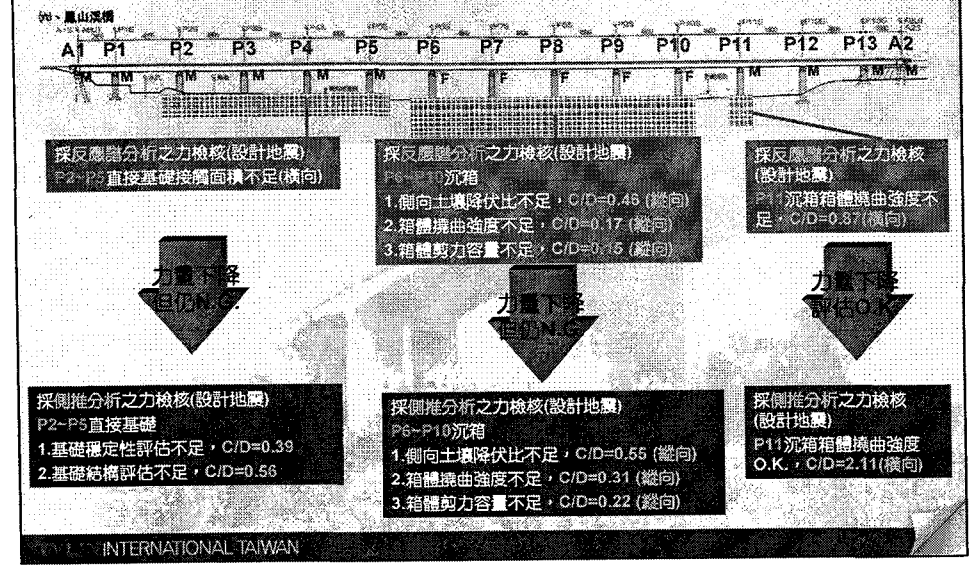
耐震能力評估結果-沉箱基礎檢核



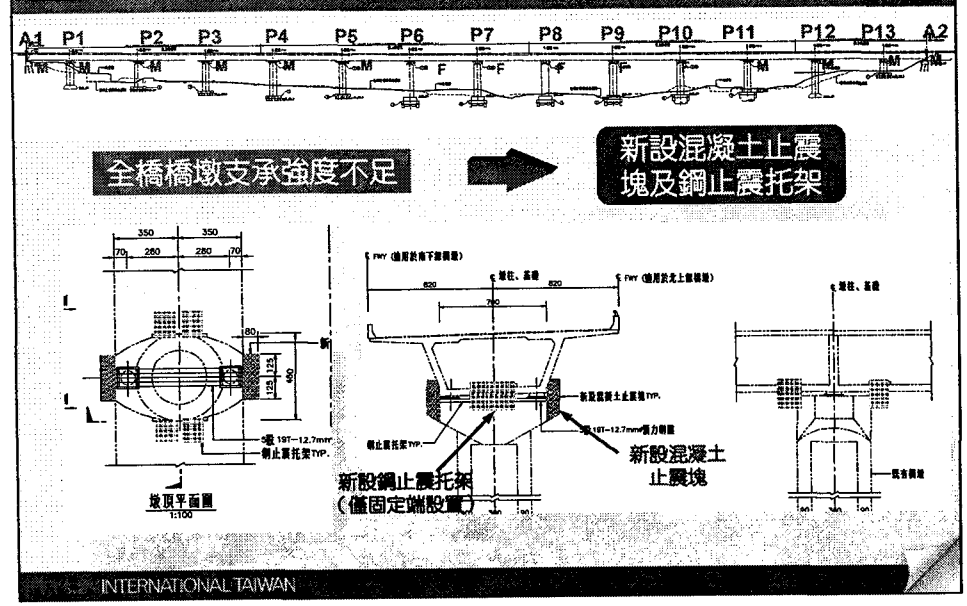
補強初設方案



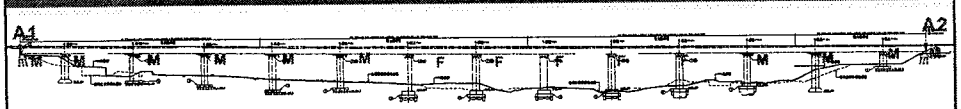
耐震能力評估結果-基礎檢核比較



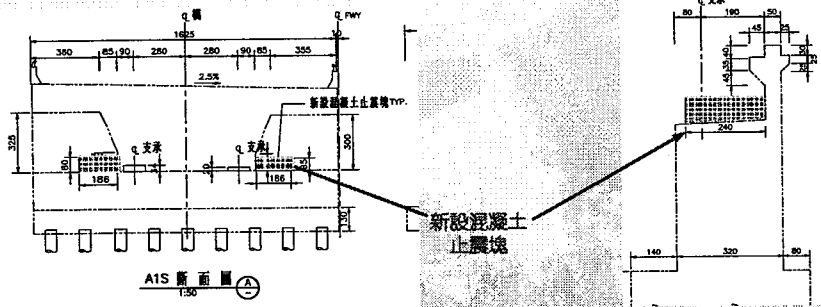
補強初設方案



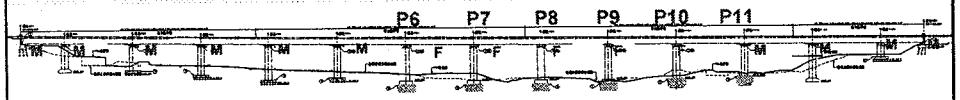
補強初設方案



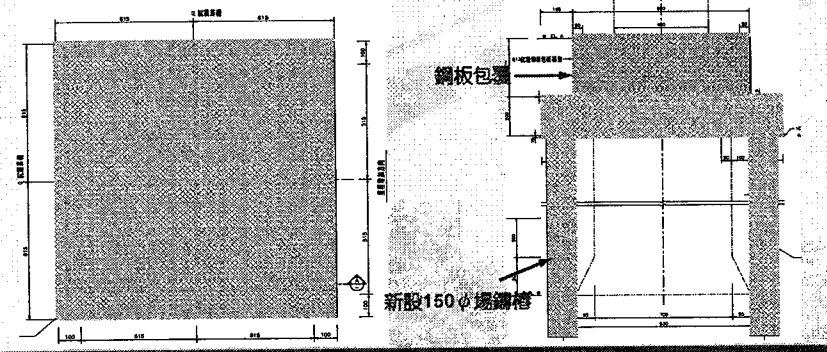
橋台支承強度不足 → 新設混凝土止震塊



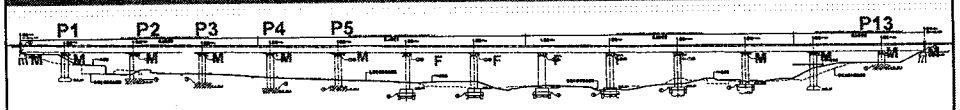
補強初設方案



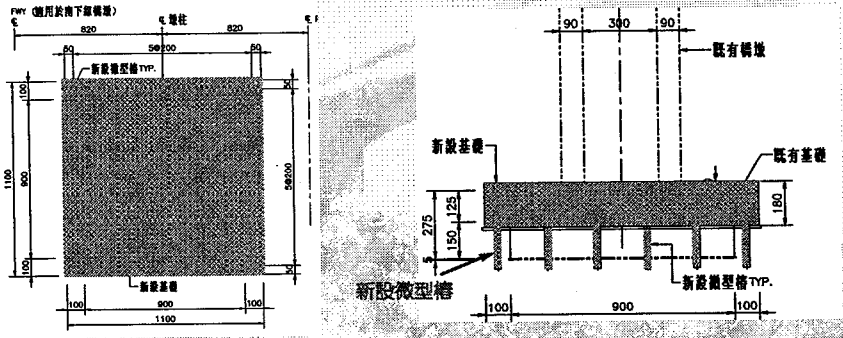
沉箱基礎穩定性及結構評估不足 → 新設150 φ場鑄樁+鋼板包覆



補強初設方案

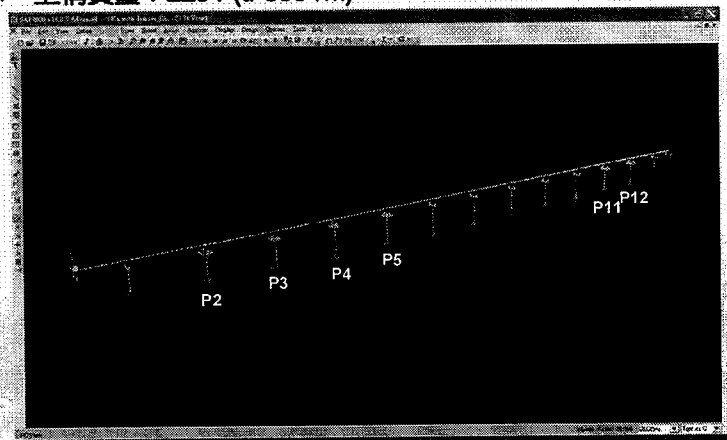


直接基礎接觸面積不足 → 新設微型樁補強



補強方案初步分析結果

- 裝置非線性黏滯阻尼器之SAP2000模型
  - 第一振態週期：1.88 (sec)
  - 上構質量：2291 (tf-sec^2/m)

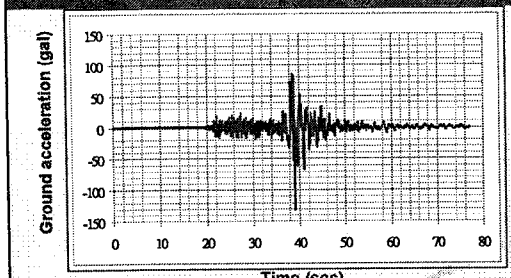


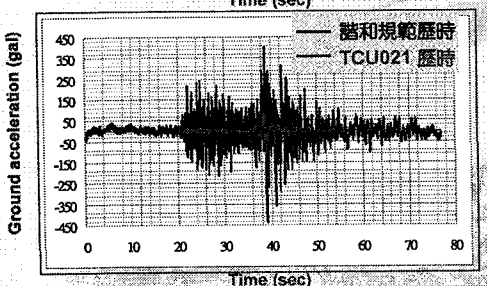
補強方案初步分析結果

- 非線性地震歷時分析
  - ❖ 三組地震紀錄之選擇(考量地盤種類、震度及事件)
    921地震紀錄-TCU026 ； 331地震紀錄-TCU021、TCU027
  - ❖ 人造地震與設計反應譜相符
  - ❖ 同時輸入垂直向、南北向及東西向之人造地震

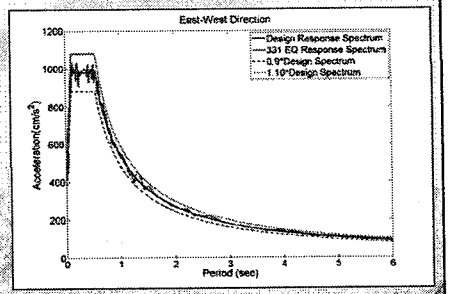
站 碼	站 名	站 址	最大地表加速度(gal)		
			東西向	南北向	垂直向
TCU021	關西國小	新竹縣關西鎮中山路125號	-131.13	-122.12	-30.174
TCU026	芎林國小	新竹縣芎林鄉文山路288號	-116.04	-89.44	-56.28
TCU027	新星國小	新竹縣新埔鎮民生街28號	-40.46	-52.53	-28.60

補強方案初步分析結果

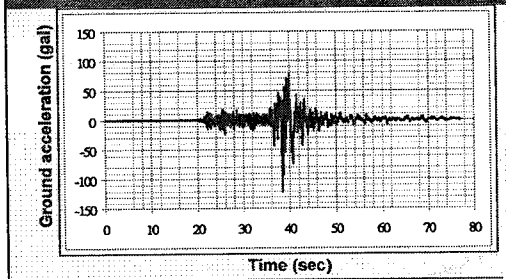


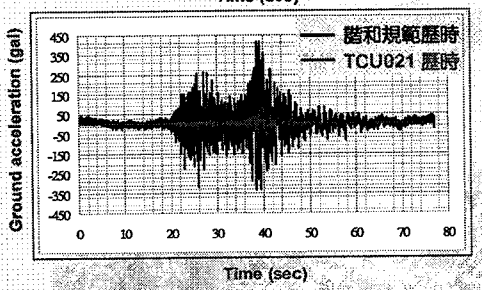


測站：TCU021
東西向地震加速度歷時
(最大考量地震)

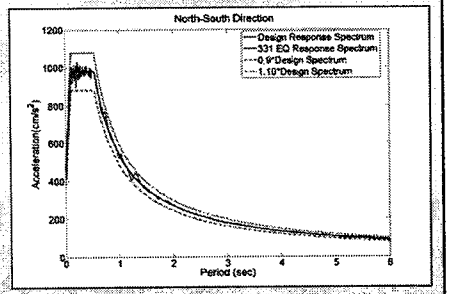


補強方案初步分析結果

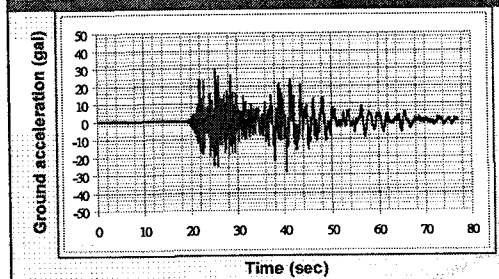


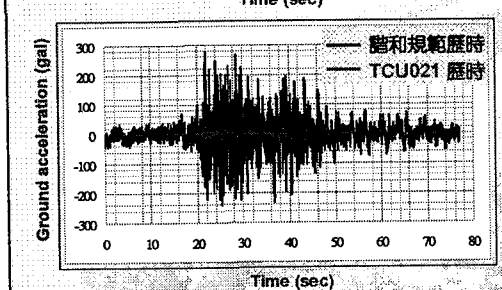


測站：TCU021
南北向地震加速度歷時
(最大考量地震)

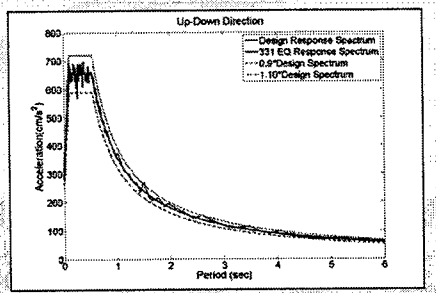


補強方案初步分析結果





測站：TCU021
垂直向地震加速度歷時
(最大考量地震)



補強方案初步分析結果

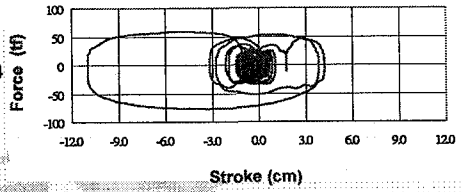
■ 液態黏滯性阻尼器迭代過程

迭代次數	結構 設計位移 (m)	液態黏滯性阻尼器 阻尼係數 (tf-(sec/m)$^{0.4}$)
1	0.1308	81.64
2	0.1833	99.99
3	0.1838	100.16
4	0.1838	100.16

補強方案初步分析結果

■ 液態黏滯性阻尼器

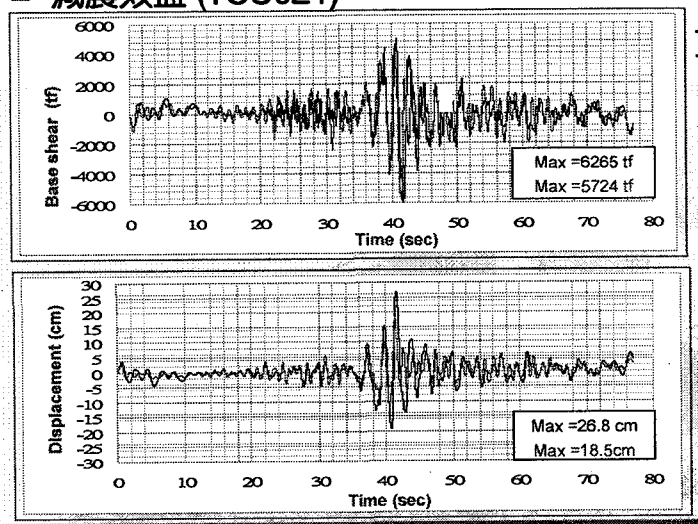
- ❖ 等效阻尼比：30%
- ❖ 組數：24 支
- ❖ 阻尼係數：100.16 tf-(sec/m)$^{0.4}$
- ❖ 阻尼指數： 0.4
- ❖ 設計上構位移：0.18 m



站 碼	液態黏滯性阻尼器 最大阻尼力 (tf)	衝程 (m)
TCU021 (331地震紀錄)	76.37	0.11

補強方案初步分析結果

■ 減震效益 (TCU021)



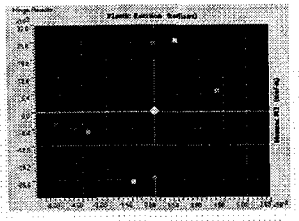
補強方案初步分析結果

■ 減震效益 (TCU021)

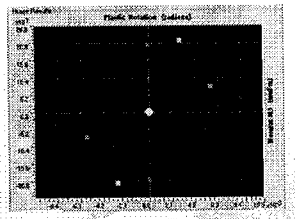
橋墩柱剪力 (tf)	P1	P2 (D)	P3 (D)	P4 (D)	P5 (D)	P6	P7	P8	P9	P10	P11 (D)	P12 (D)	P13
原始結構	431	477	445	391	439	1195	1179	1325	1279	1319	468	404	289
增設阻尼器	336	518	439	360	393	760	765	827	833	840	573	372	205
減少百分比	--	--	--	--	--	36%	35%	38%	35%	36%	--	--	--

補強方案初步分析結果

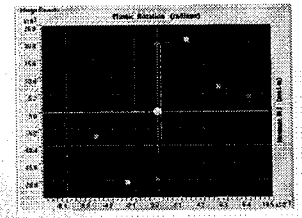
- 最大考量地震歷時分析塑鉸行為



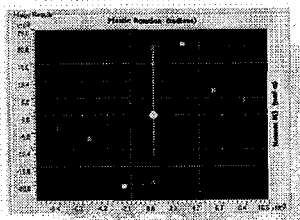
P6



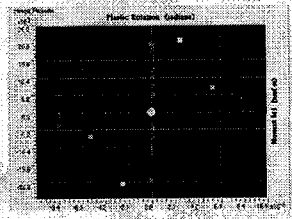
P7



P8



P9



P10

增設阻尼器後，
可符合耐震需求

補強方案經濟性初步檢討

橋面板面積(a)=	20,906 m^2
總補強經費(b)=	134,350,063 元
基礎補強經費(c)=	105,723,790 元
維修經費(d)=	0 元
拆除重建經費(e)=	699,601,008 元
單位面積補強費用= (b)/(a) =	6,426 元
基礎費用比= (c)/(e) =	78.7 %
不含基礎補強費用比= (b-c)/(e) =	22.3 %
維修費用比= (d)/(e) =	0 %

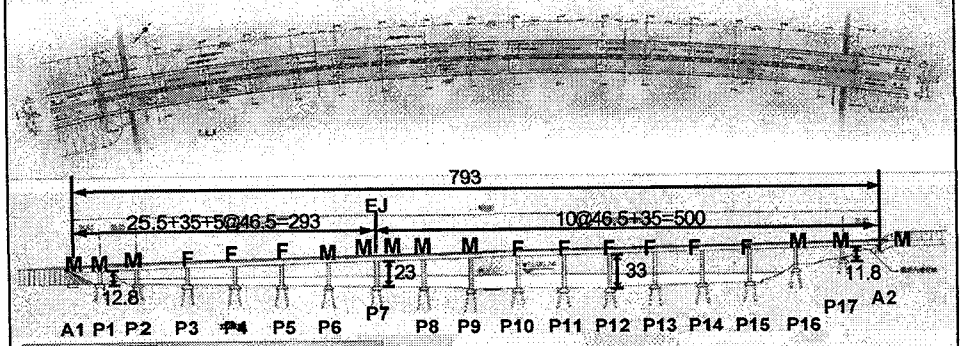
3 頭前溪河川橋

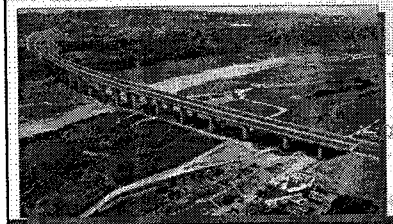
頭前溪河川橋

- 頭前溪河川橋概述

工法	節塊推進工法，預力混凝土箱梁節塊，由兩側橋台推進
結構配置	全橋長793 m，共18跨，第七橋墩設置伸縮縫，第1單元293 m，第2單元500 m
上部結構	南北雙向分離橋面設計，每一橋面各有三車道，寬度16.35 m
支承	支承型式為盤式支承，分為單向滑動、雙向滑動與固定支承
橋柱	橋墩設計方式採矩形中空柱，分為兩種斷面，除P7橋墩其餘斷面皆相同
基礎	橋梁基礎採基樁型式，每一基礎均配八根基樁，樁長12~18 m
地質	橋址河床質為礫石，其下為砂岩

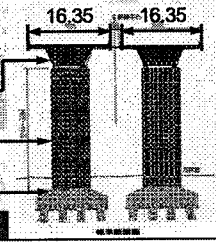
頭前溪河川橋－橋梁結構系統





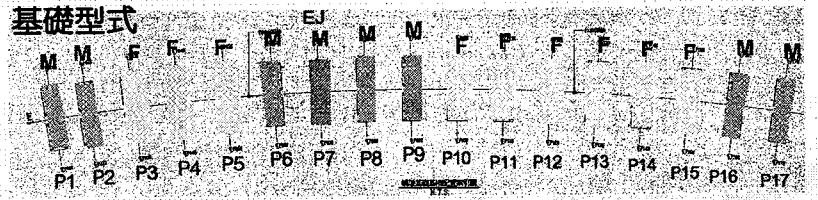
M:活動端(盤式支承)
F:固定端(盤式支承)

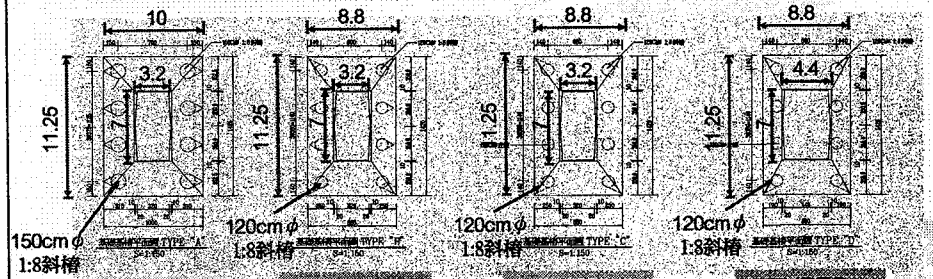
預力箱型梁
中空矩形柱
樁基礎



頭前溪河川橋－橋梁結構系統

■ 基礎型式



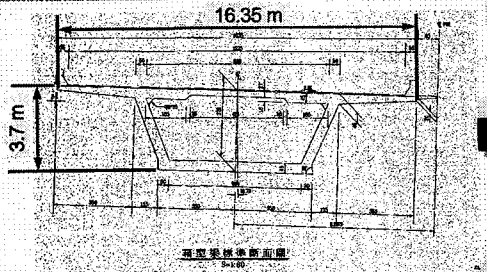


樁帽厚度3~4 m；平均樁長15 m

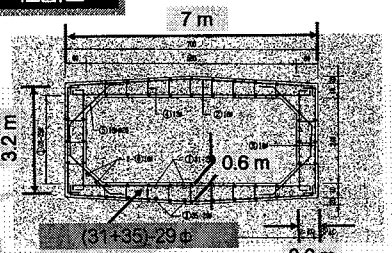
頭前溪河川橋

■ 上構、柱型式

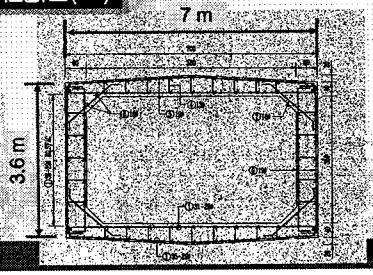
預力箱梁斷面



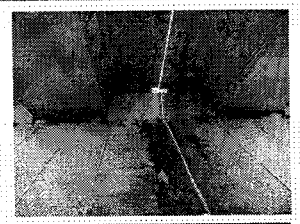
柱斷面



柱斷面(P7)

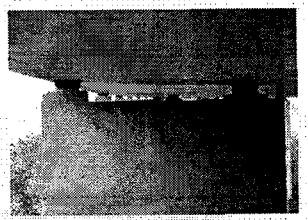


頭前溪河川橋－橋梁現況相片

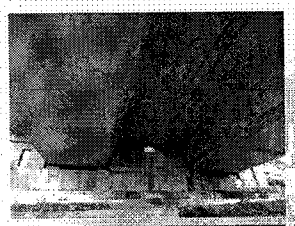


橋台A1

橋台A1箱梁底



橋墩盤式支承



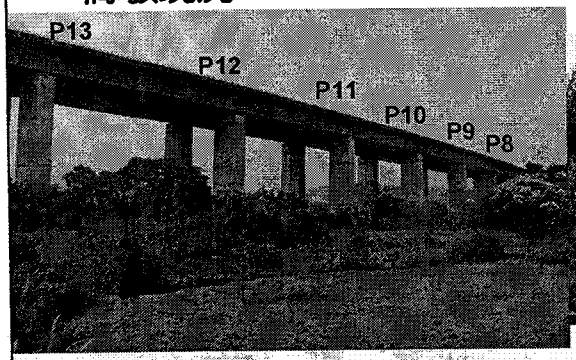
橋台A2

橋台盤式支承

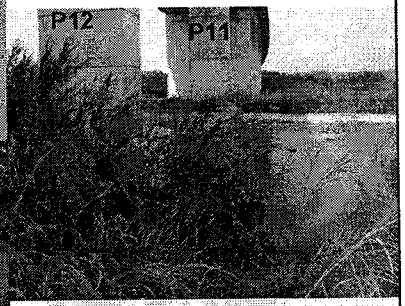
齒型伸縮縫

頭前溪河川橋－橋梁現況相片

■ 橋墩現況



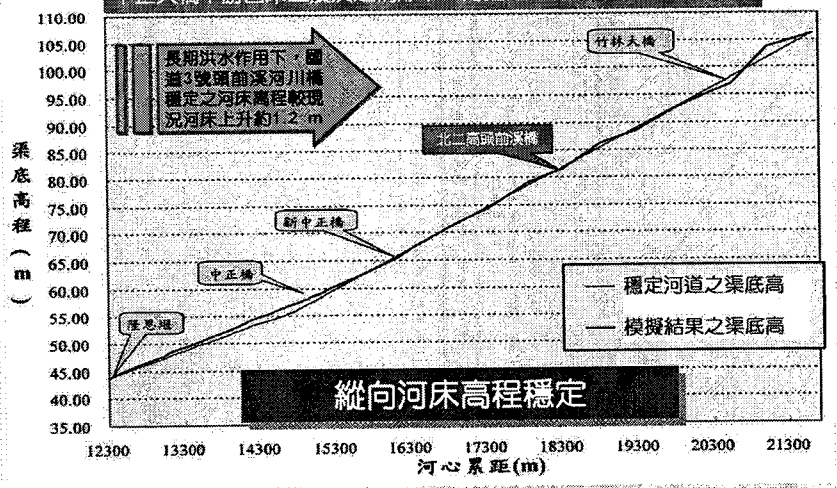
P8~P13橋墩現況



行水區現況

下游中正大橋固床工移除渠底沖淤模擬

中正大橋下游固床工潰決之情形下，河道之一維動床水理模擬結果



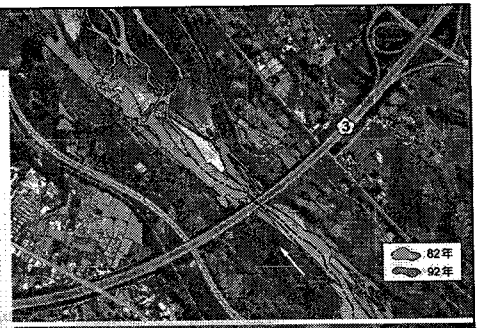
縱向河床高程穩定

【摘自：水利署第二河川局，頭前溪中正大橋河段沖刷防治工法規劃設計，2011】

頭前溪河川橋

■ 頭前溪現況

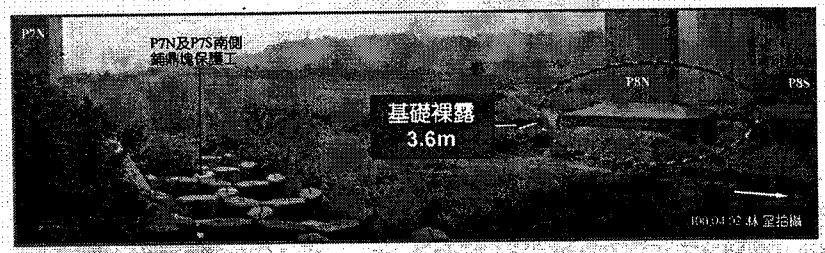
- ❖ 屬辮狀河川，有河槽擺盪特性
- ❖ 由航照圖，橋梁上下游皆有擺盪情形，惟流經本梁處之流路尚屬穩定
- ❖ 河床質為礫石，其下為砂岩
- ❖ 下游3300m中正大橋(竹中大橋)固床工落差達10m以上，惟其向源侵蝕對本工程橋梁河床穩定影響輕微



M34標河川橋現況及評估

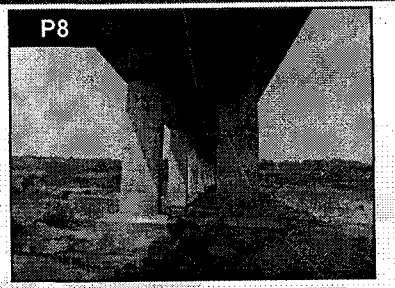
■ 頭前溪河川橋現況

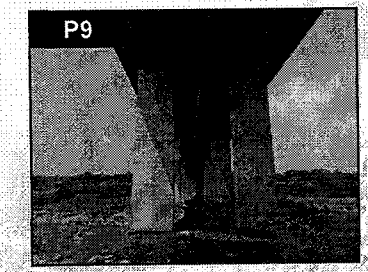
- ❖ 由歷年斷面測量成果，本河段近年(93年以後)除P8、P9處高程有變化外，其餘高程相當穩定，河槽位置變動亦不大
- ❖ P7、P8樁帽已裸露，其中P7有鼎塊保護，目前尚屬穩定

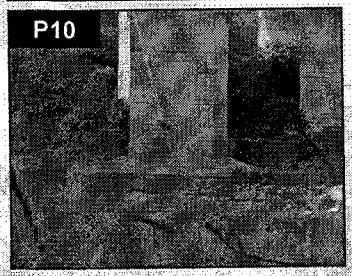


頭前溪河川橋－橋梁現況相片

■ 樁帽裸露現況







頭前溪河川橋－水位引用說明

■ 水位比較

河川橋	竣工圖說 原設計水位	同時期水利單位 河川計畫水位	本補強工程設計水位 (目前河川治理計畫水位)
頭前溪河川橋	90.16 (Q200)	87.76 (Q100,計畫水位) 頭前溪治理規劃報告(73年)	87.76 (Q100,計畫水位) 頭前溪治理規劃報告(73年)

■ 比較說明

❖ 頭前溪河川橋原設計水位與水利單位公告水位差距較大(竣工報告並無說明詳述其數據來源或計算依據)

建議依目前河川治理計畫水位進行檢核及設計

1.符合本「耐震補強」工程之適切考量

2.水利單位審核時有所依據

M34標河川橋沖刷評估

■ 沖刷評估成果

河川	橋梁名稱	斷面編號	計畫洪水位(m)	河寬(m)	河床值代表粒徑(cm)	河床坡度	保護工現況	橋墩現況
頭前溪	頭前溪河川橋	38.2	87.76(Q100)	541	21.3	1/141	右岸堤防、鼎塊固床工	P7、P8 基礎頂部裸露

橋梁名稱	墩號	洪峰流量 Q(cms)	局部沖刷	束縮沖刷	保護工有效係數	河床質移動厚度	長期沖刷	沖刷深度	依岩盤修正之沖刷深度
頭前溪河川橋	P2	7200(Q100)	5.42	0.11	0.1	0.15	0.26	5.57	5.57
	P3		5.24	0.11	0.1	0.15	0.45	5.41	5.41
	P4		5.44	0.11	0.1	0.15	0.45	5.59	5.59
	P5		9.26	0.68	0.1	0.15	0.45	9.55	4.27
	P6		8.50	0.68	0.1	0.15	0.45	8.86	4.27
	P7		8.42	0.68	0.7	0.15	0.45	3.33	3.33
	P8		8.17	0.68	0.1	0.15	0.45	8.57	1.61
	P9		7.57	0.68	0.1	0.15	0.45	8.02	1.61
	P10		8.06	0.68	0.1	0.15	0.45	8.47	1.61
	P11-P12		8.16	0.68	0.1	0.15	0.45	8.56	1.61
	P13-P15		3.45	0.11	0.1	0.15	0.45	3.80	3.80

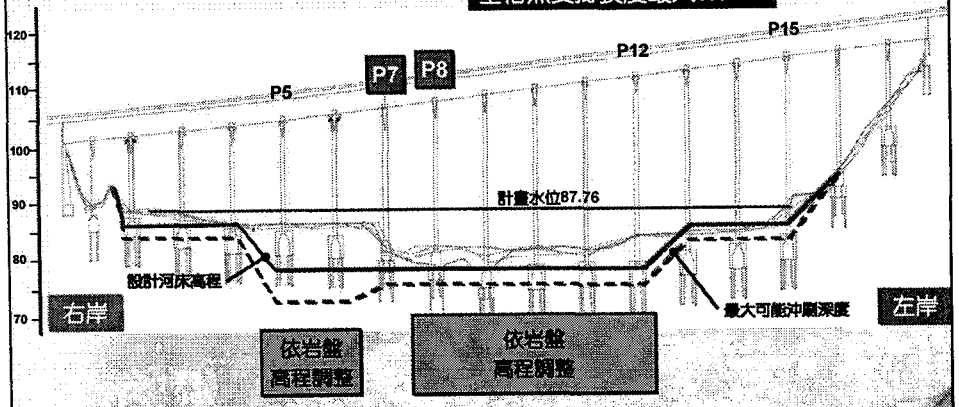
M34標河川橋沖刷評估

■ 沖刷評估成果

耐震考量沖刷評估

墩號	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
樁帽裸露(m)	3.84	2.76	1.85	9.05	8.06	7.09	4.73	1.23	1.23	1.73	1.73
樁無支撐長度(m)	9.84			5.06	4.45	3.49	1.13				

基樁無支撐長度最大5.06 m



頭前溪河川橋－既有橋梁設計載重及材料參數

- 設計規範：交通部76年版公路橋梁設計規範
- 設計地震力：K_h=0.12
- 混凝土設計強度
  - 上部結構箱型梁　：fc'=350kgf/cm²
  - 橋柱及橋台軀體　：fc'=240kgf/cm²
  - 基礎　　：fc'=240kgf/cm²
- 鋼筋設計強度
  - 29mmϕ (含)以下　：fy=2800kgf/cm²
  - 32mmϕ (含)以上　：fy=4200kgf/cm²

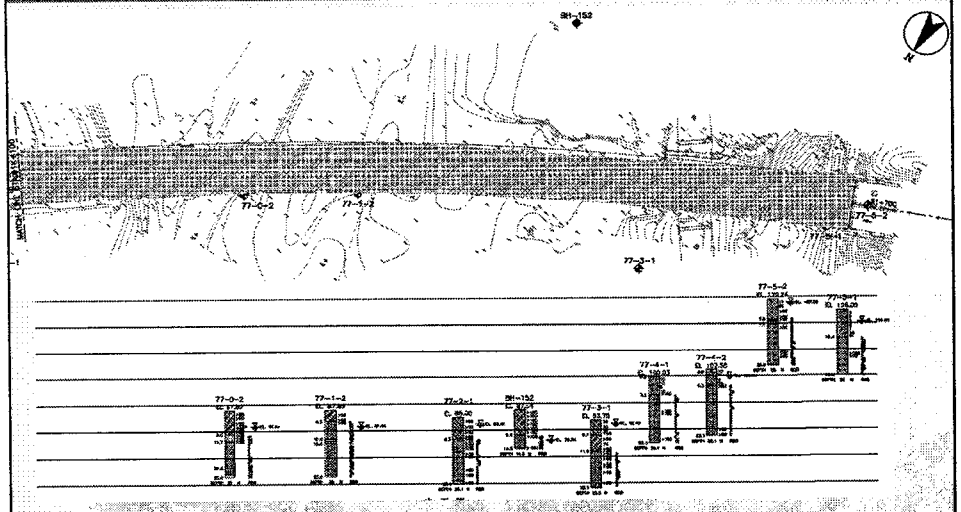
補強橋梁設計標準

- 地震分區：新竹縣竹東鎮
- 鄰近斷層：新城斷層

S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M	F_V	F_A	$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
0.8	0.45	1	0.55	1.0	1.0	1.05	1.1	1.1	1.2	0.84	0.495	1.1	0.66

- 耐震性能標準
  - 中度地震等級　SP1：$0.4\times S_{DS}/3.25$ =0.103 g
  - 設計地震等級　SP2：$0.4\times S_{DS}$ =0.336 g
  - 最大考量地震等級 SP3：$0.4\times S_{MS}$ =0.440 g

頭前溪河川橋－橋址地質資料、地盤種類及反應譜



橋址河床質為礫石，其下為砂岩

頭前溪河川橋－橋址地質資料、地盤種類及反應譜

BH130、BH131

橋墩編號	型式	Vs_{30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
A01N	直基	681.01	第一類地盤	0	無液化
P01N	樁基	583.76	第一類地盤	0	無液化
P02N	樁基	552.01	第一類地盤	0	無液化
P03N	樁基	484.37	第一類地盤	0	無液化
P04N	樁基	513.08	第一類地盤	0	無液化
P05N	樁基	496.63	第一類地盤	0	無液化
P06N	樁基	394.78	第一類地盤	0	無液化
P07N	樁基	602.48	第一類地盤	0	無液化
P08N	樁基	544.49	第一類地盤	0	無液化
P09N	樁基	474.81	第一類地盤	0	無液化
P10N	樁基	434.13	第一類地盤	0	無液化
P11N	樁基	489.48	第一類地盤	0	無液化
P12N	樁基	410.14	第一類地盤	0	無液化
P13N	樁基	440.63	第一類地盤	0	無液化
P14N	樁基	454.00	第一類地盤	0	無液化

覆土層	4.3~12m	卵礫石
承載層	12m以下	砂岩

$$V_{s30}=\frac{\sum_{i=1}^{n}d_i}{\sum_{i=1}^{n}\frac{d_i}{V_{si}}}=\frac{30}{\sum_{i=1}^{n}d_i/V_{si}}$$

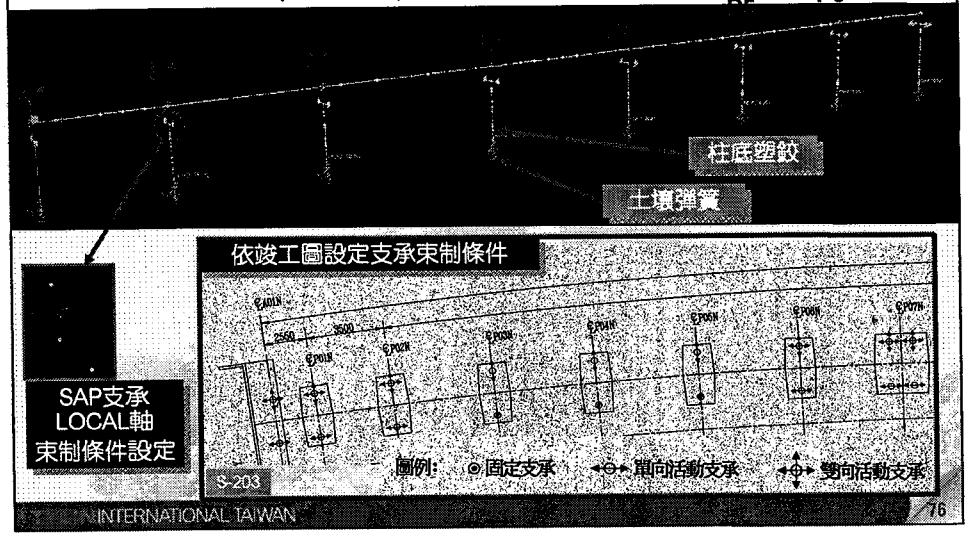
地盤分類

- 第一類地盤 $V_{S30}\geq 270$m/s
- 270m/s > 第二類地盤 $V_{S30}\geq 180$m/s
- 第三類地盤 $V_{S30}<180$m/s

→ 採第一類地盤進行分析設計

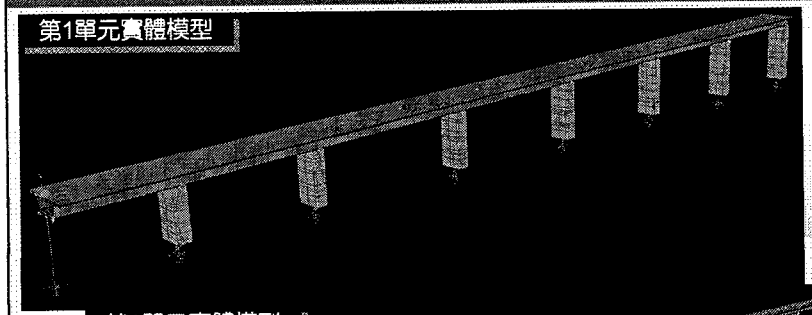
頭前溪河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型(第1單元)

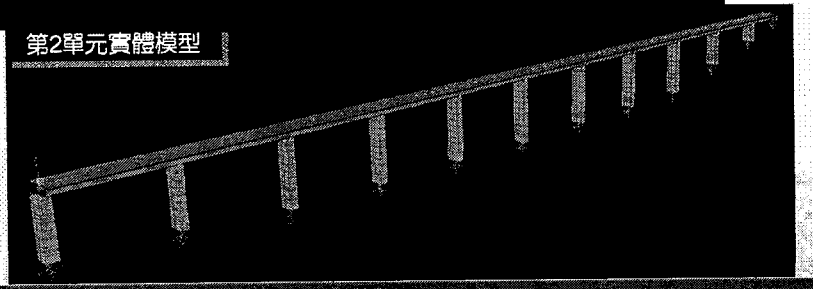


頭前溪河川橋－評估分析模擬

第1單元實體模型

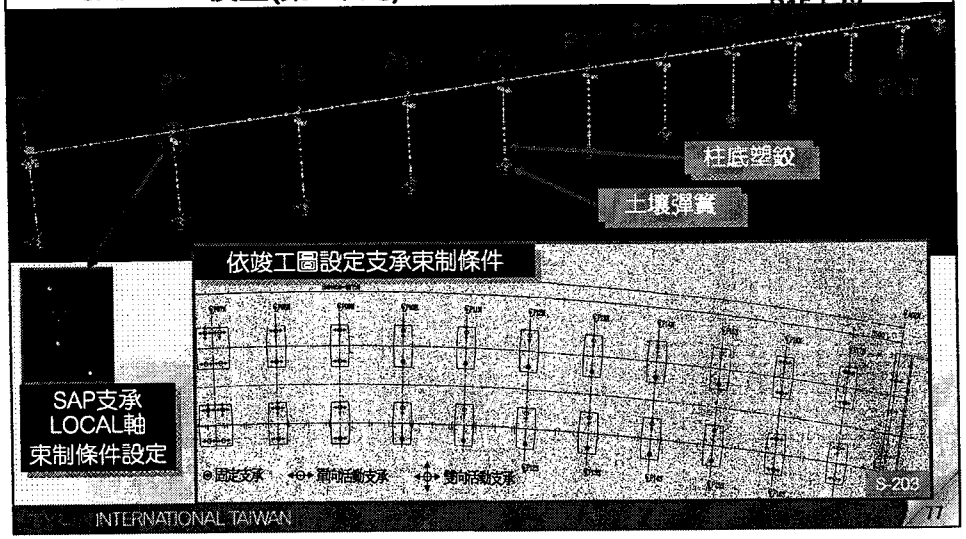


第2單元實體模型



頭前溪河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型(第2單元)

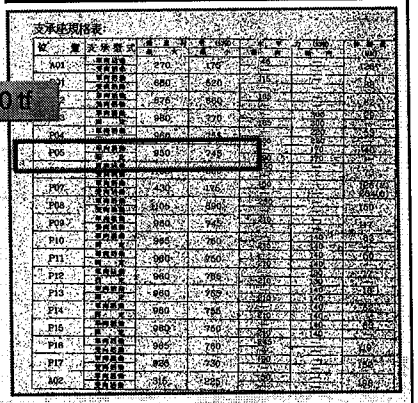


頭前溪河川橋

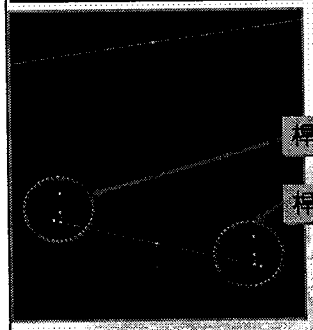
■ 支承反力檢核

以橋墩P5橋墩為例

竣工圖支承設計力表



靜載重=DEAD+SDL



設計力=745~950 tf

桿件軸力=808.5 tf

桿件軸力=808.5 tf

橋墩P5

支承反力與竣工圖相符

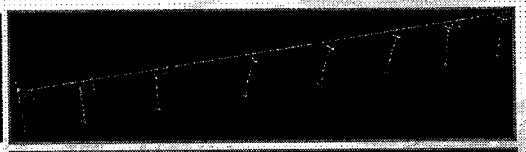
頭前溪河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

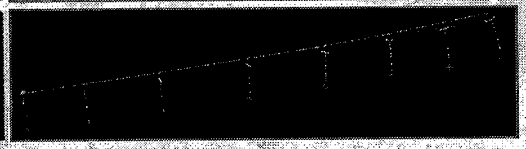
❖ 第1單元

方向	模態	顯著週期	
		橋柱勁度0.5EI	橋柱勁度EI
軸向	Mode1	1.22	0.88
橫向	Mode2	0.72	0.55

Mode1



Mode2



頭前溪河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

❖ 第2單元

方向	模態	顯著週期	
		橋柱勁度0.5EI	橋柱勁度EI
軸向	Mode1	2.68	1.91
橫向	Mode2	1.27	0.93

Mode1

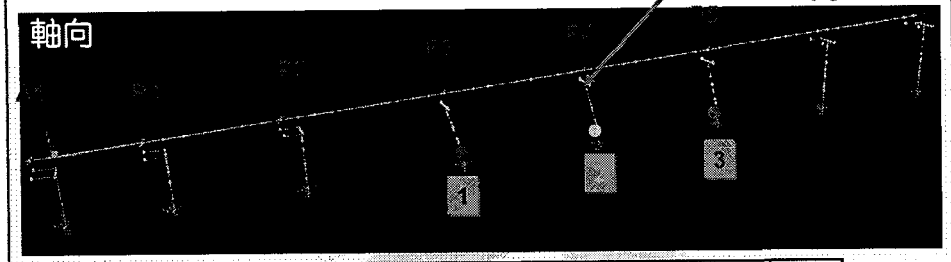
Mode2

頭前溪河川橋－評估分析模擬

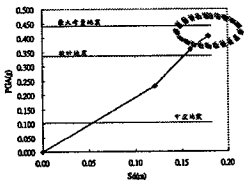
■ 塑性鉸發展順序示意圖(第1單元)

觀測點 P6 P7

軸向



橫軸方向評估結果



耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.103	0.231	2.24
設計地震等級	SP2	0.336	0.360	1.07
最大考量地震等級	SP3	0.440	0.404	0.92

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =0.954 m

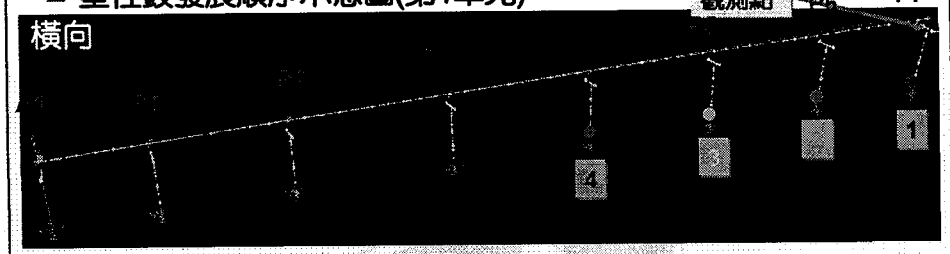
➡ 軸向韌性不足

頭前溪河川橋－評估分析模擬

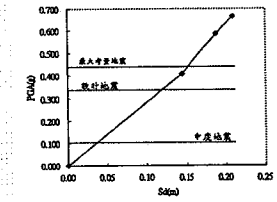
■ 塑性鉸發展順序示意圖(第1單元)

觀測點 P6 P7

橫向



垂直橫軸方向評估結果



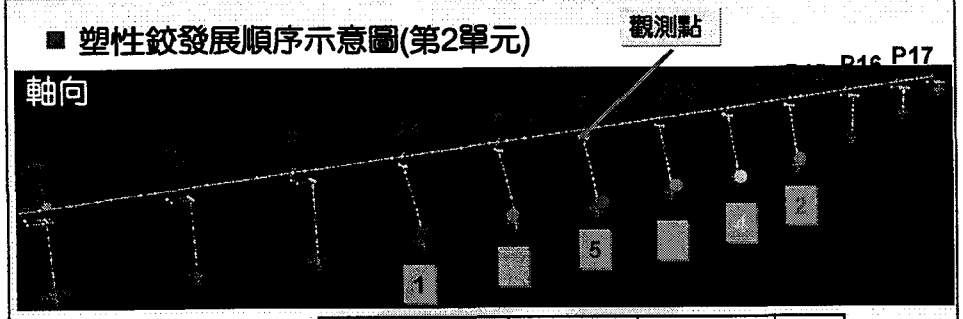
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.103	0.409	3.96
設計地震等級	SP2	0.336	0.586	1.74
最大考量地震等級	SP3	0.440	0.664	1.51

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =3.174 m

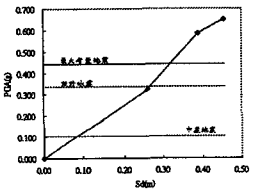
➡ 橫向韌性足夠

頭前溪河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第2單元)



橋軸方向評估結果



耐震性能標準		耐震需求（地表加速度, g）	耐震容量（地表加速度, g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.103	0.324	3.13
設計地震等級	SP2	0.336	0.587	1.75
最大考量地震等級	SP3	0.440	0.649	1.47

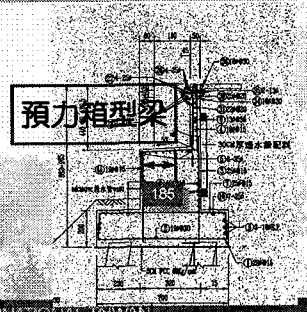
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.26 m

➡ 軸向韌性足夠

頭前溪河川橋

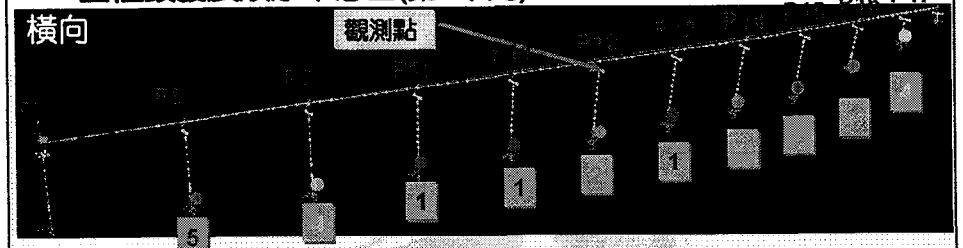
■ 防落橋長度檢核

	第1單元		第2單元	
	A1	P7	P7	A2
規訂最小防落橋長度	69.2	128.76	143.98	150.20
實際防落橋長度	185	200	200	185
C/D比值	2.67	1.55	1.39	1.23
檢核	O.K.	O.K.	N.G.(<1.5)	N.G.(<1.5)

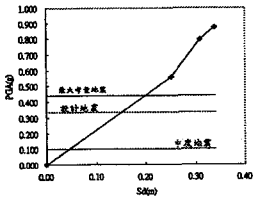


頭前溪河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第2單元)



垂直橋軸方向評估結果



耐震性能標準		耐震需求（地表加速度, g）	耐震容量（地表加速度, g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.103	0.558	5.39
設計地震等級	SP2	0.336	0.794	2.36
最大考量地震等級	SP3	0.440	0.875	1.99

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =4.2 m

➡ 橫向韌性足夠

頭前溪河川橋—容量保護構件檢核

■ 支承強度檢核(最大考量地震)

支承強度全部縱橫向N.G.

橫向C/D最差

橋墩編號		P7	
方向		軸向	橫向
支承需求強度	ton		1376.39
支承實際強度	ton		225.00
C/D比值			0.16
檢核			N.G.

橋墩P7 橫向 C/D=0.16

軸向C/D最差

橋墩編號		P10	
方向		軸向	橫向
支承需求強度	ton	1455.03	896.89
支承實際強度	ton	420.00	322.50
C/D比值		0.29	0.36
檢核		N.G.	N.G.

橋墩P10 縱向 C/D=0.29

■ 柱剪力檢核→O.K.

頭前溪河川橋—基礎檢核

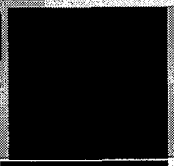
■ 基樁鋼筋量不足P2~P17

150cm φ
固定端橋墩
P3~P5,P10~P15

主筋32-32 φ
(fy=4200kgf/cm2)
As=260.576
ρ=0.0147

箍筋16 φ@15

120cm φ
活動端橋墩
P6~P9,P16



主筋16-32 φ
(fy=4200kgf/cm2)
As=130.288
ρ=0.0115

120cm φ
活動端橋墩
P1,P2,P17

主筋16-29 φ
(fy=2800kgf/cm2)
As=71.159
ρ=0.0063

2500年地震力檢核C/D比值

	撓曲強度		剪力強度	
樁號	縱向	橫向	縱向	橫向
P1	20.97	1.41	Mp	Mp
P2	20.97	0.54	Mp	Mp
P3	1.42	1.31	Mp	ZIC
P4	1.51	1.17	Mp	ZIC
P5	0.81	0.73	Mp	ZIC
P6	1.05	0.36	Mp	Mp
P7	0.92	0.26	Mp	Mp
P8	1.87	0.62	Mp	Mp
P9	2.39	0.67	Mp	Mp
P10	2.04	0.97	Mp	ZIC
P11	2.05	0.81	Mp	ZIC
P12	2.09	0.83	Mp	ZIC
P13	2.45	0.95	Mp	ZIC
P14	2.34	1.23	Mp	ZIC
P15	2.15	1.72	Mp	ZIC
P16	1.17	0.53	Mp	Mp
P17	20.97	0.74	Mp	ZIC

剪力強度
2.99
0.57
0.37
0.40
0.42
0.39
0.28
0.45
0.46
0.45
0.41
0.42
0.43
0.49
0.72
0.49
0.74

頭前溪河川橋—基礎檢核

■ 土壤承載力不足P5~P7,P11~P12

無支撐長度(沖刷)(m)	支承型式	樁號	容許軸壓(T)	容許軸拉(T)	最大軸壓C/D		最大軸拉C/D	
					縱向	橫向	縱向	橫向
		P1	1732.65	-653.7	3.49	2.40	-	8.07
		P2	1725.39	-651.5	2.91	1.66	-	1.93
0.84	F	P3	2702.07	-1031.29	1.97	1.84	2.05	1.68
	F	P4	2702.07	-1031.29	2.04	1.75	2.15	1.45
5.06	F	P5	2224.25	-696.81	1.40	1.26	0.97	0.77
4.46		P6	1754.84	-686.54	1.73	0.93	6.50	0.76
3.49		P7	1705.37	-646.14	1.47	0.74	3.33	0.45
		P8	1985.31	-847.87	2.10	1.34	9.81	1.32
		P9	2063.52	-902.62	2.24	1.38	10.09	1.35
	F	P10	2702.07	-1031.29	1.97	1.38	2.82	1.08
	F	P11	2702.07	-1031.29	2.07	1.28	3.53	0.88
	F	P12	2702.07	-1031.29	1.92	1.24	2.88	0.93
	F	P13	2702.07	-1031.29	1.99	1.32	3.86	1.07
	F	P14	2702.07	-1031.29	2.01	1.53	3.56	1.45
	F	P15	2702.07	-1031.29	1.91	1.75	3.06	2.19
		P16	1803.84	-720.84	2.06	1.36	9.29	1.33
		P17	1725.39	-651.5	3.20	1.88	-	3.47

■ 樁帽鋼筋量檢核→O.K.

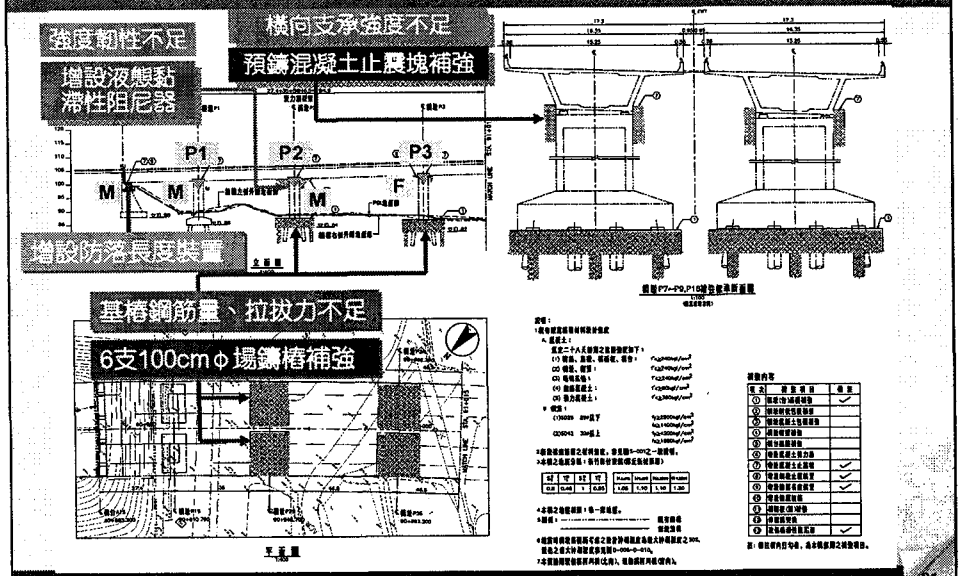
頭前溪河川橋—基礎檢核

■ 以側推所對應之力量檢核之比較

	撓曲強度C/D		剪力強度C/D		穩定性評估C/D	
樁號	min(ZIC,Mp)	採側推之力檢核	min(ZIC,Mp)	採側推之力檢核	min(ZIC,Mp)	採側推之力檢核
P7	0.34	0.43	0.36	0.40	0.43	0.86
P8	0.62	0.50	0.45	0.38	0.50	1.04
P9	0.67	0.57	0.46	0.40	0.57	1.14
P10	0.97	1.02	0.45	0.44	1.02	1.18
P11	0.81	0.98	0.43	0.43	0.98	1.12
P12	0.83	1.01	0.42	0.44	1.01	1.15
P13	0.95	1.06	0.43	0.43	1.06	1.24
P14	1.23	1.17	0.49	0.45	1.17	1.39
P15	1.72	1.36	0.72	0.49	1.36	1.66
P16	0.53	0.39	0.49	0.40	0.39	0.92
P17	0.74	0.44	0.74	0.41	0.44	1.62

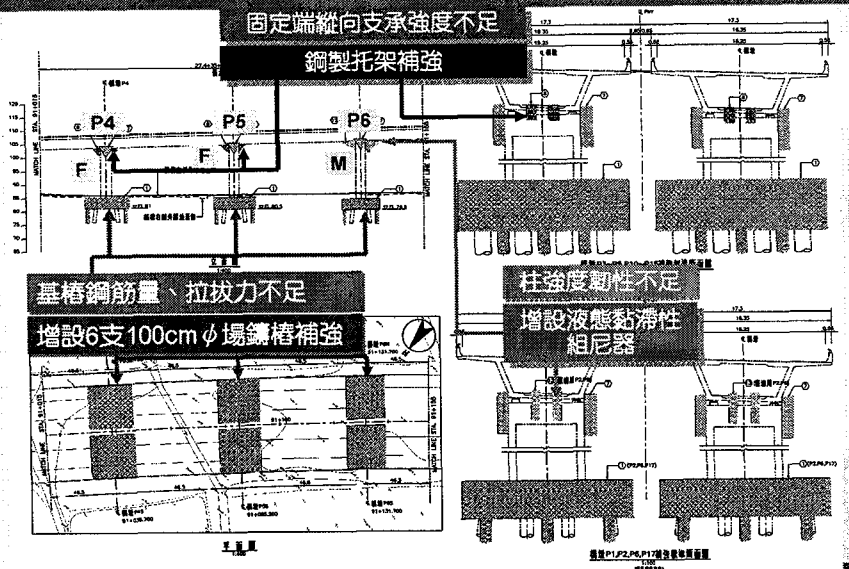
有提升　仍N.G.　有提升

頭前溪河川橋—耐震補強策略說明



頭前溪河川橋—耐震補強策略說明

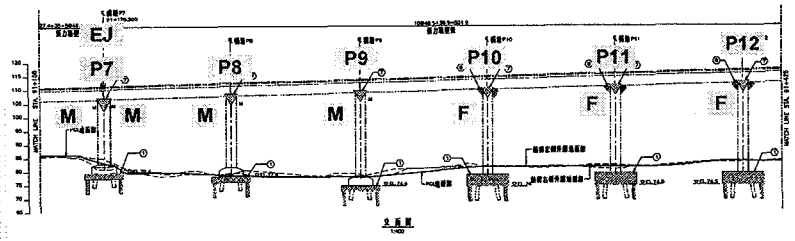
固定端縱向支承強度不足
鋼製托架補強

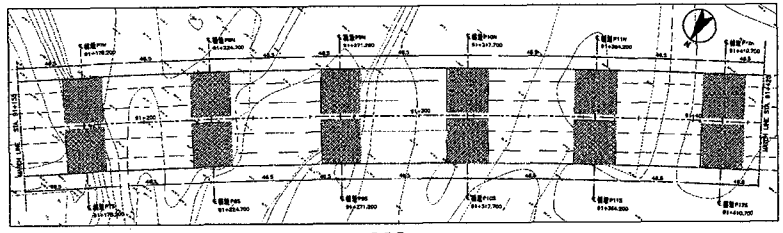


基樁鋼筋量、拉拔力不足
增設6支100cm φ場鑄樁補強

柱強度韌性不足
增設液態黏滯性阻尼器

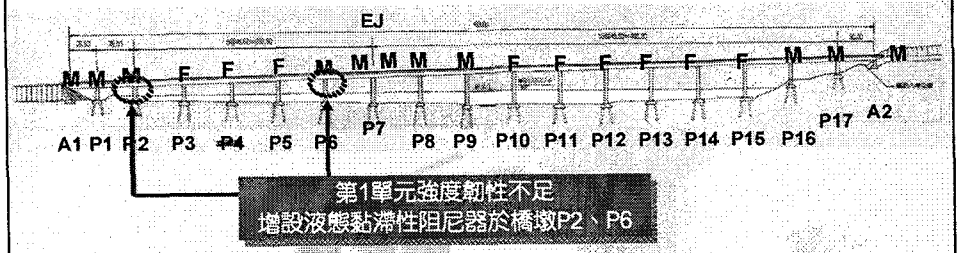
頭前溪河川橋—耐震補強策略說明





頭前溪河川橋—耐震補強策略說明

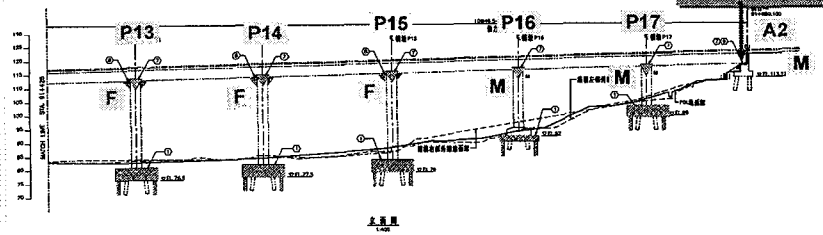
■ 增設液態黏滯性阻尼器示意圖

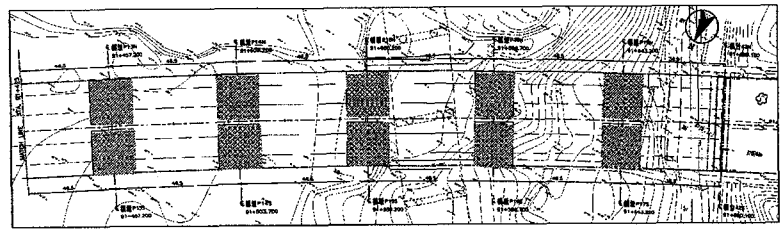


第1單元強度韌性不足
增設液態黏滯性阻尼器於橋墩P2、P6

頭前溪河川橋—耐震補強策略說明

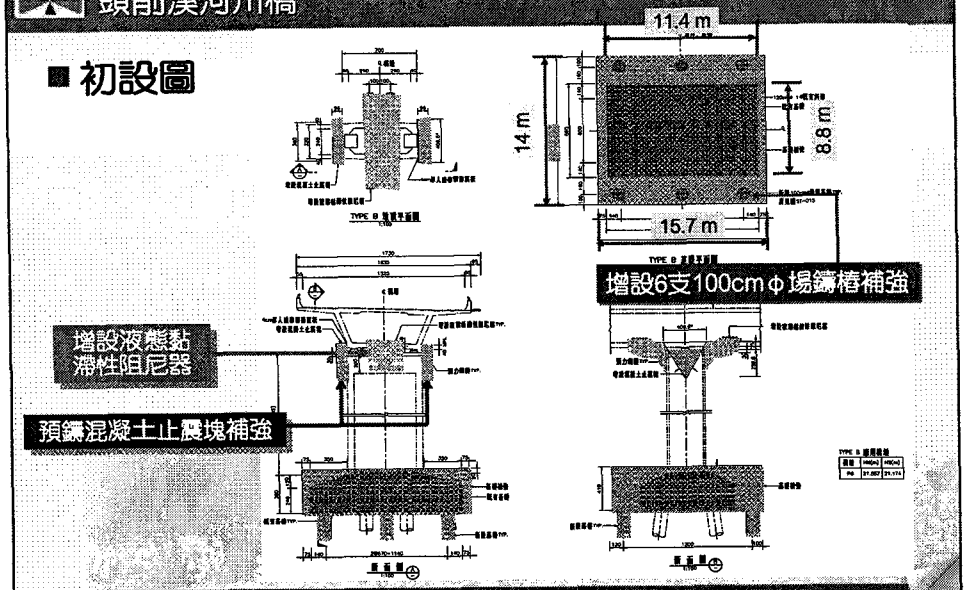
增設防落長度裝置





頭前溪河川橋

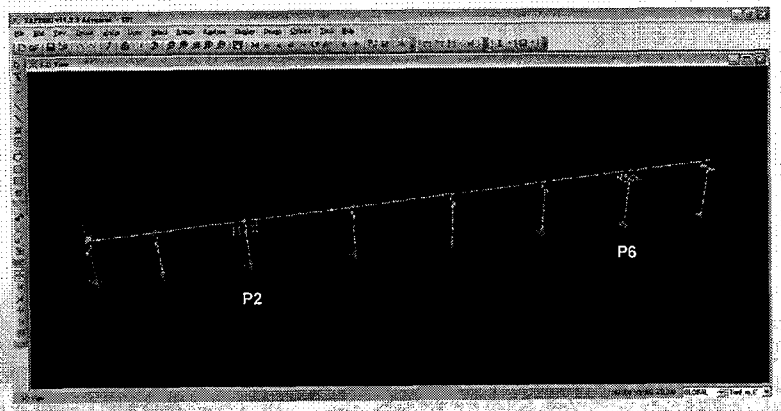
■ 初設圖



頭前溪橋耐震補強之初設方案

■ 裝置非線性黏滯阻尼器之SAP2000模型

- ❖ 第一振態週期：1.22 (sec)
- ❖ 上構質量：1048.42 (tf-sec^2/m)



頭前溪河川橋

■ 補強方案經濟性初步檢討

❖ 橋面板面積(a)	=26124	m^2
❖ 總補強經費(b)	=42304	萬元
❖ 基礎補強經費(c)	=36950	萬元
❖ 維修經費(d)	=0	萬元
❖ 拆除重建經費(e)	=98111	萬元
❖ 單位面積補強費用(b)/(a)	=1.619	萬元
❖ 基礎費用比(c)/(e)	=37.7	%
❖ 不含基礎補強費用比(b-c)/(e)	=5	%
❖ 維修費用比(d)/(e)	=0	%

補強方案初步分析結果

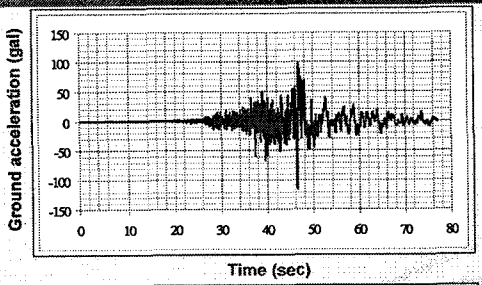
■ 非線性地震歷時分析

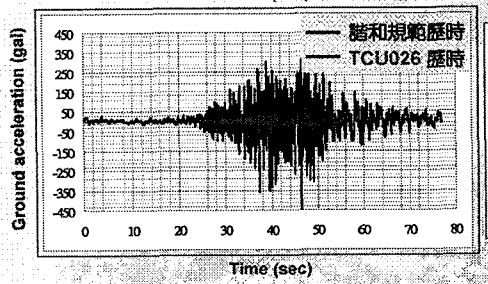
- ❖ 三組地震紀錄之選擇(考量地盤種類、震度及事件)

  921地震紀錄-TCU094、TCU026 ；331地震紀錄-TCU024
- ❖ 人造地震與設計反應譜相符
- ❖ 同時輸入垂直向、南北向及東西向之人造地震

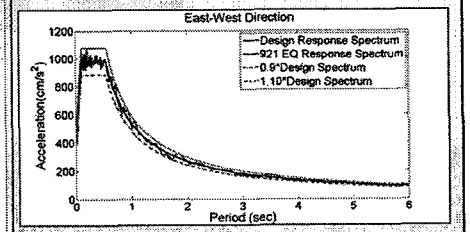
站碼	站名	站址	最大地表加速度(gal) 東西向	南北向	垂直向
TCU094	二重國小	新竹縣竹東鎮二重里光明路32號	70.81	-88.38	38.92
TCU026	竹林國小	新竹縣竹東鎮中正路20號	171.04	-154.47	52.14
TCU024	竹東國小	新竹縣竹東鎮康寧街1號	138.328	-135.35	50.292

補強方案初步分析結果

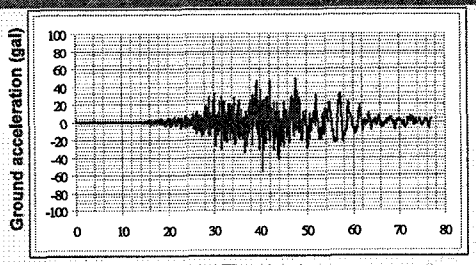


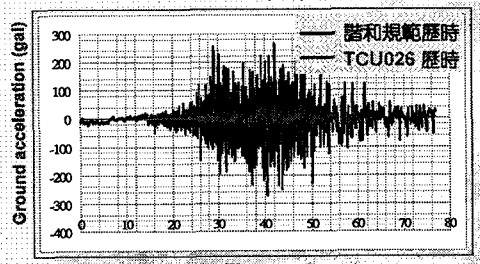


測站：TCU026
東西向地震加速度歷時
(最大考量地震)

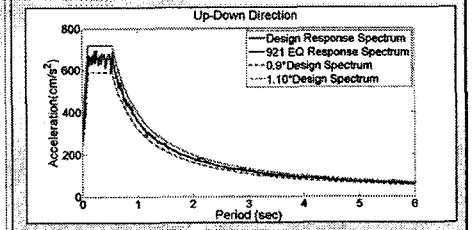


補強方案初步分析結果

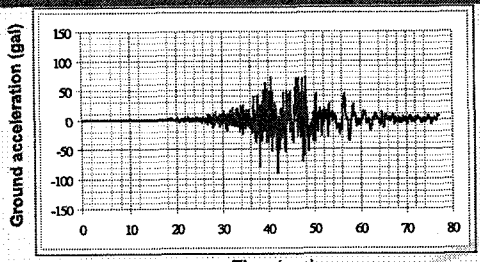


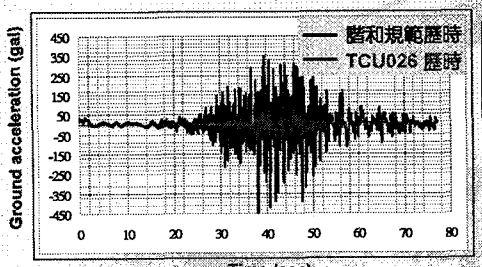


測站：TCU026
垂直向地震加速度歷時
(最大考量地震)

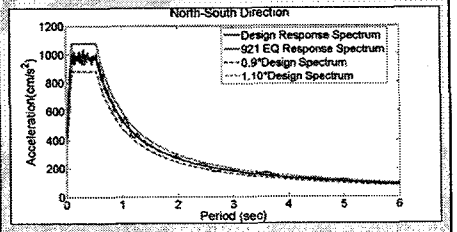


補強方案初步分析結果





測站：TCU026
南北向地震加速度歷時
(最大考量地震)



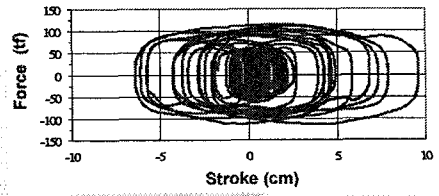
補強方案初步分析結果

■ 液態黏滯性阻尼器迭代過程

迭代次數	結構	液態黏滯性阻尼器
	設計位移 (cm)	阻尼係數 (tf-(sec/m)$^{0.4}$)
1	8.51	119.78
2	13.2	155.87
3	12.92	153.88
4	12.93	153.95

補強方案初步分析結果

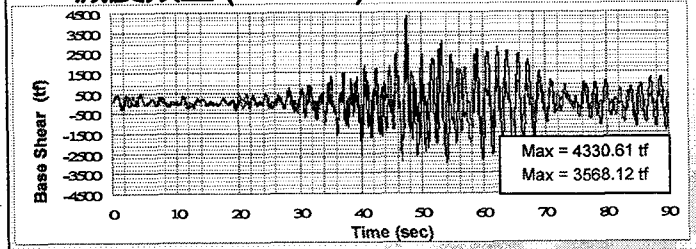
- **液態黏滯性阻尼器**
  - 等效阻尼比: 30 %
  - 組數: 8 支
  - 阻尼係數: 153.95 tf-(sec/m)$^{0.4}$
  - 阻尼指數: 0.4
  - 設計頂層位移: 0.12 m

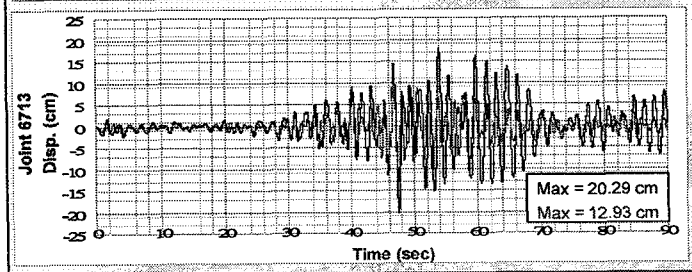


站 碼	液態黏滯性阻尼器	
	最大阻尼力 (tf)	衝程 (m)
TCU026 (921地震紀錄)	114.6	0.96

補強方案初步分析結果

- **減震效益 (TCU026)**





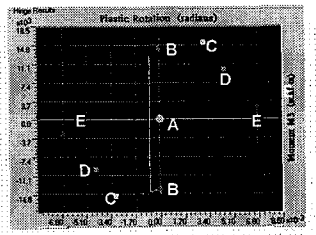
補強方案初步分析結果

- **減震效益**

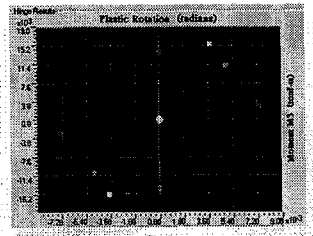
橋墩柱剪力 (tf)	P1	P2 (D)	P3	P4	P5	P6 (D)	P7
原始結構	301.69	353.04	1551.81	1210.44	1008.83	446.34	515.41
增設阻尼器	221.03	529.42	927.18	783.20	622.65	451.52	492.94
減少百分比	--	--	40%	35%	38%	--	--

補強方案初步分析結果

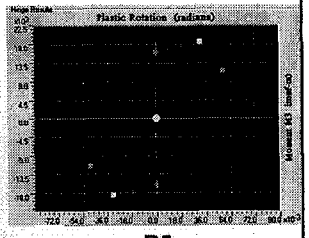
- **最大考量地震歷時分析塑鉸行為**



P3



P4



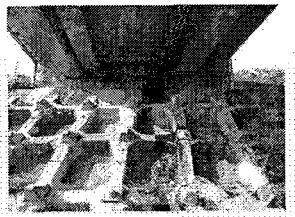
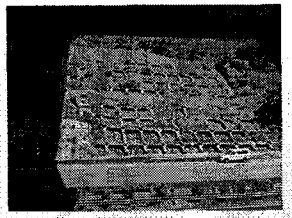
P5

➡ 增設阻尼器後，可符合耐震需求

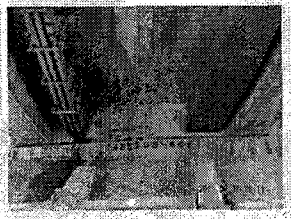
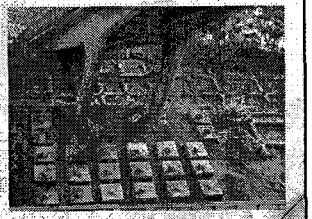
4 雲南路跨越橋

橋梁現況相片

■ 橋台A1

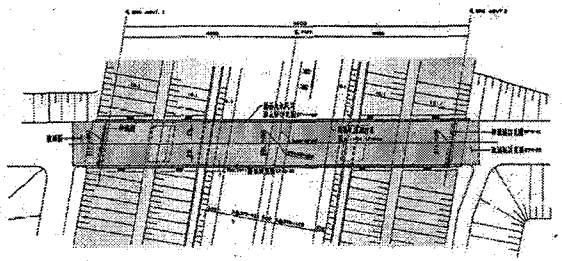



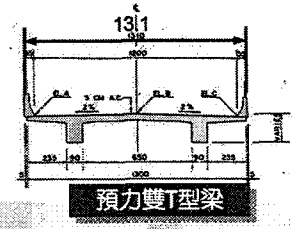
■ 橋台A2

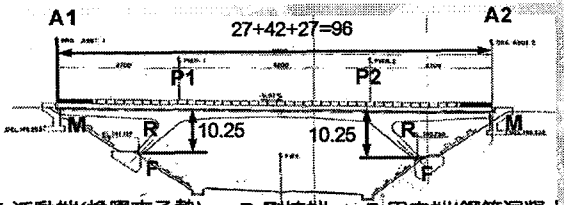
橋梁結構系統

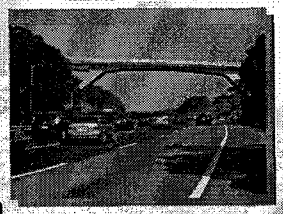
■ 三跨連續預力雙T型梁 π 型橋





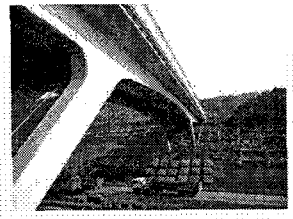
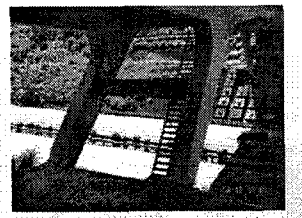
預力雙T型梁



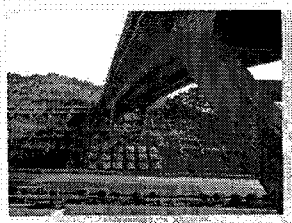


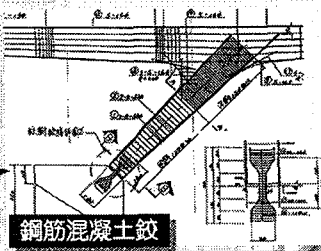
M:活動端(橡膠支承墊)　R:剛接端　F:固定端(鋼筋混凝土鉸)

■ 橋墩P1

■ 橋墩P2

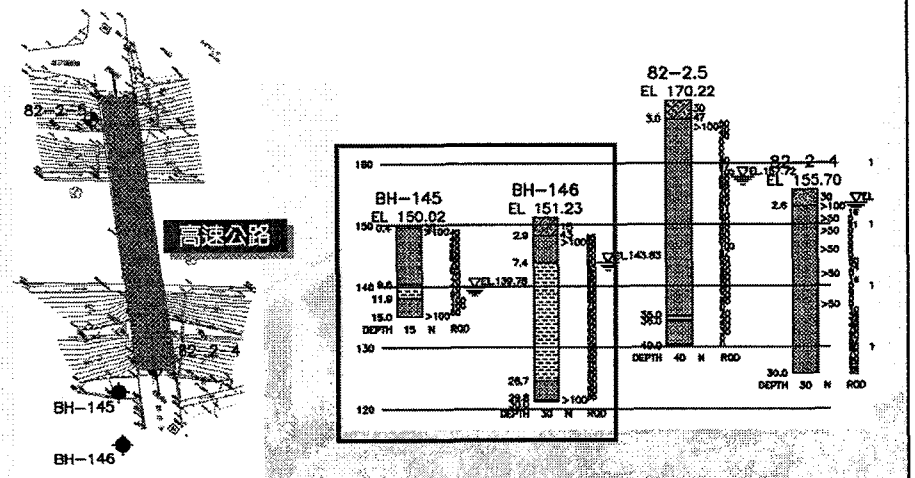




原設計標準及材料規格

- 設計規範：交通部76年版公路橋梁設計規範
- 設計地震力：中震區採靜重之12%(Kh=0.12)
- 混凝土設計強度
  - 上部結構雙T型梁：$fc'=350kg/cm^2$
  - 橋柱及橋台軀體：$fc'=240kg/cm^2$
  - 基礎：$fc'=240kg/cm^2$
- 鋼筋設計強度
  - 29mmϕ (含)以下：$fy=2800kg/cm^2$
  - 32mmϕ (含)以上：$fy=4200kg/cm^2$

土層條件與液化評估



評估補強地震力標準

- 地震分區：新竹縣竹東鎮
- 鄰近斷層：新城斷層

S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M	F_V	F_A	$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
0.8	0.45	1	0.55	1.0	1.0	1.1	1.15	1.2	1.35	0.88	0.5175	1.20	0.7425

- 耐震性能標準
  - 中度地震等級　SP1：$0.4*S_{DS}/3.25$ =0.108 g
  - 設計地震等級　SP2：$0.4*S_{DS}$ =0.352 g
  - 最大考量地震等級　SP3：$0.4*S_{MS}$ =0.480 g

土層條件與液化評估

BH145、BH146

橋墩編號	型式	Vs_{30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
A1	直基	2511.24	第一類地盤	0	無液化
P1	直基	955.21	第一類地盤	0	無液化
P2	直基	1131.17	第一類地盤	0	無液化
A2	直基	2458.00	第一類地盤	0	無液化

覆土層	0~3m	砂質粉土
承載層	3m以下	砂岩

$$V_{s30}=\frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{V_{si}}}=\frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i/V_{si}}$$

地盤分類

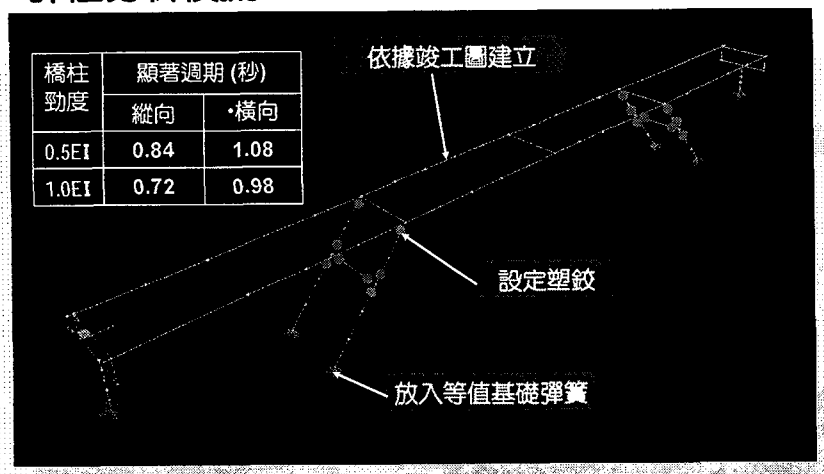
- 第一類地盤 $V_{S30} \geqq 270m/s$
- 270m/s > 第二類地盤 $V_{S30} \geqq 180m/s$
- 第三類地盤 $V_{S30} < 180m/s$

→ 採第一類地盤進行分析設計

耐震能力評估結果

■ 評估分析模擬

橋柱勁度	顯著週期 (秒)	
	縱向	橫向
0.5EI	0.84	1.08
1.0EI	0.72	0.98

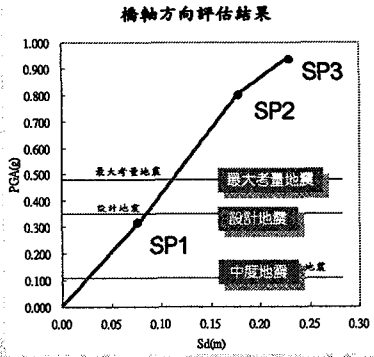


耐震能力評估結果

■ 強度韌性評估(行車向)

❖ 穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.68 m

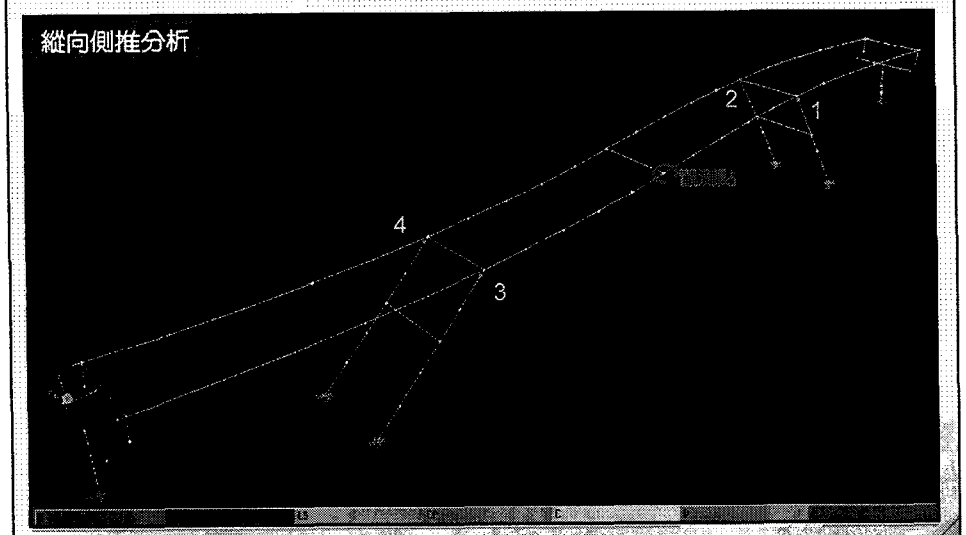
耐震性能標準		耐震需求 (g)	耐震容量 (g)	C/D
中度地震	SP1	0.108	0.313	2.89
設計地震	SP2	0.352	0.804	2.28
最大考量地震	SP3	0.480	0.937	1.95



➡ 行車向韌性足夠

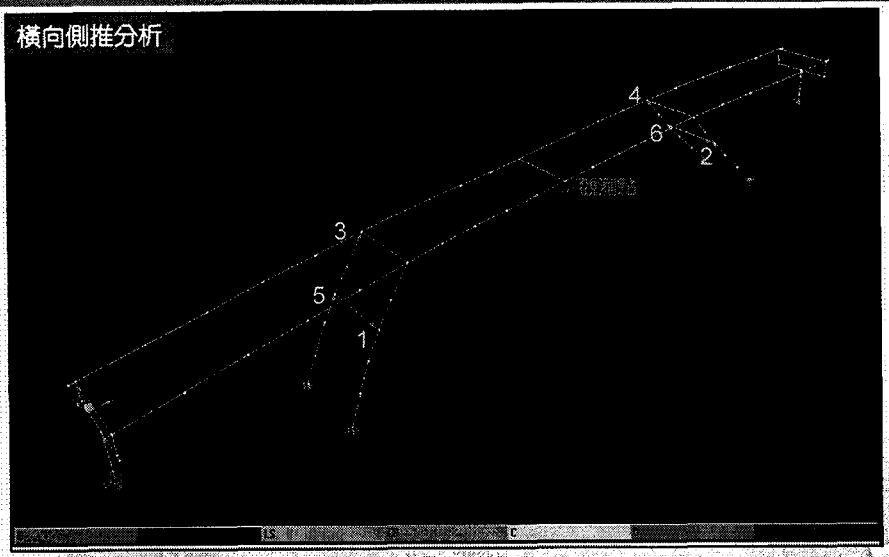
耐震能力評估結果

縱向側推分析



耐震能力評估結果

橫向側推分析

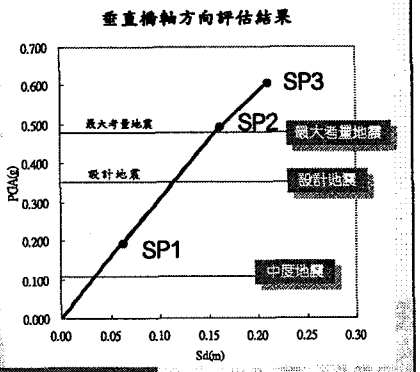


耐震能力評估結果

■ 強度韌性評估(垂直行車向)

❖ 穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.00 m

耐震性能標準		耐震需求 (g)	耐震容量 (g)	C/D
中度地震	SP1	0.108	0.191	1.76
設計地震	SP2	0.352	0.492	1.40
最大考量地震	SP3	0.480	0.605	1.26



➡ 垂直行車向韌性足夠

耐震能力評估結果

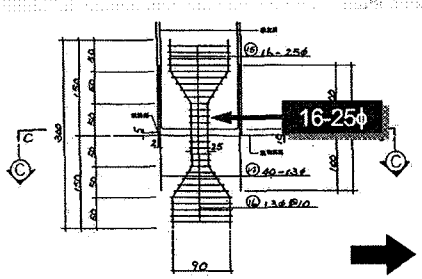
■ 容量保護構件檢核：橋柱底鋼筋混凝土鉸

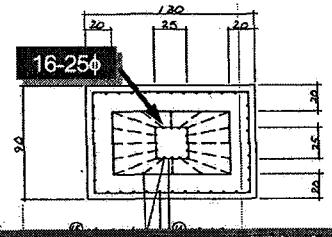
❖ 最大考量地震分析柱底剪力

➢ V(車行方向)=262.6t， V(垂直車行方向)=76.0t

❖ 容許剪力強度 Va=268.7t

➢ C/D (車行方向)=1.02， C/D (垂直車行方向)=3.54 O.K.





➡ 橋柱底鋼筋混凝土鉸強度足夠

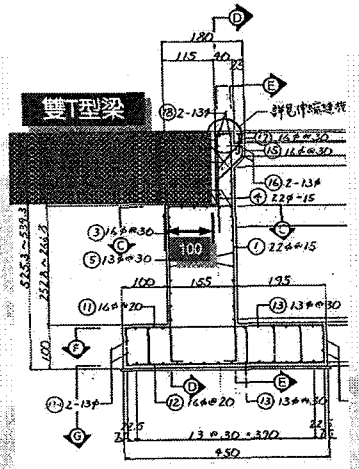
耐震能力評估結果

■ 防落橋長度檢核

❖ 防落橋長度 100cm

❖ 規範防落橋長度 L_N=66.12cm

❖ C/D 比值 =1.51 > 1.5 O.K.



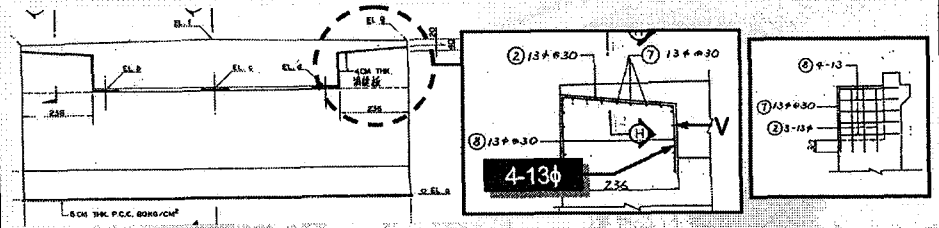
➡ 防止落橋長度足夠

耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋台止震塊

❖ 撓曲強度C/D=0.17 N.G.

❖ 剪力強度C/D=0.09 N.G.



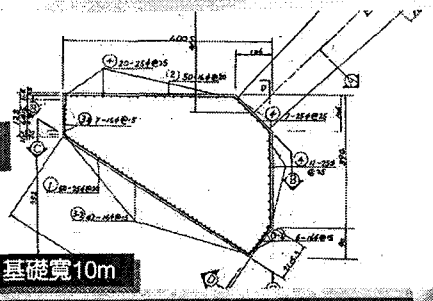
➡ 橋台垂直車行方向止震塊強度不足

耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋墩P1、P2基礎檢核

- ❖ 設計地震時接觸面積0.97 (C/D=3.23)
- ❖ 設計地震時基礎承載力66.35t/m2 (C/D=2.11)
- ❖ 設計地震時基礎結構強度 C/D=1.15
- ❖ 檢核 O.K.

➡ 橋墩P1、P2基礎無須補強



耐震補強策略說明

■ 強支承補強策略

- ❖ 橋台橫向抗水平力強度不足

➡ 增設RC止震塊

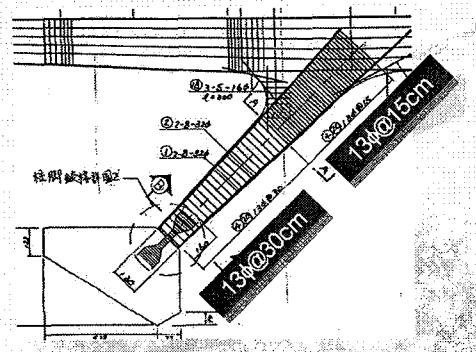
- ❖ 橋柱剪力強度不足
  - ➢敏感性邊坡，避免重機械施工擾動邊坡
  - ➢傾斜橋墩，考量施工彈性及對高速公路影響最小

➡ CFRP包覆補強

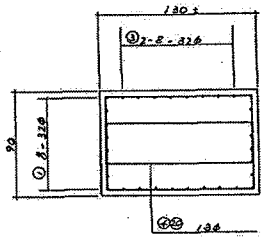
耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋柱P1、P2剪力檢核

- ❖ 設計地震時車行方向 C/D=0.84 N.G.
- ❖ 設計地震時垂直車行方向 C/D=2.42

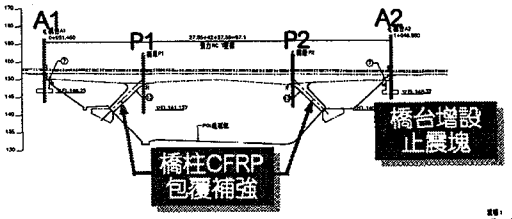


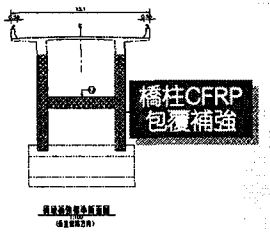
➡ 橋柱剪力強度不足

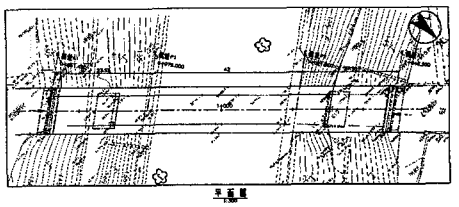


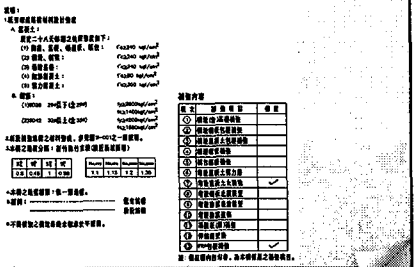
耐震補強策略說明

■ 強支承補強策略



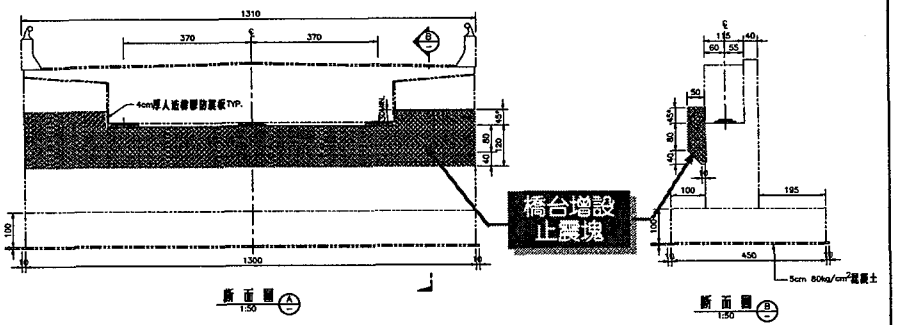






耐震補強策略說明

■ 橋台補強對策



補強經費初步探討

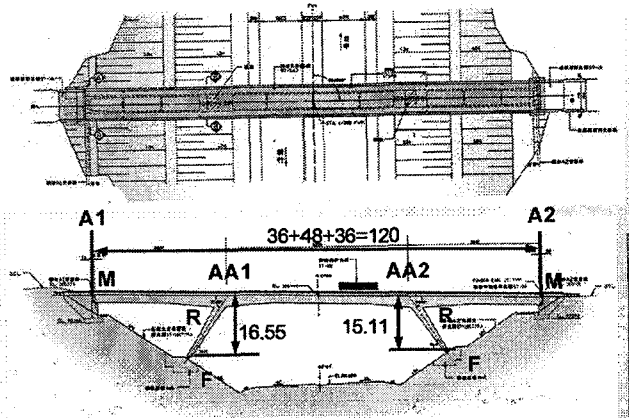
■ 補強方案經濟性初步檢討

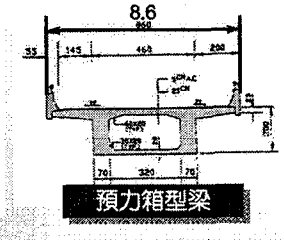
❖ 橋面板面積(a)=	1272	m^2
❖ 總補強經費(b)=	494.5	萬元
❖ 基礎補強經費(c)=	0	萬元
❖ 維修經費(d)=	0	萬元
❖ 拆除重建經費(e)=	4452	萬元
❖ 單位面積補強費用= (b)/(a) =	0.39	萬元
❖ 基礎費用比= (c)/(e) =	0	%
❖ 不含基礎補強費用比= (b-c)/(e) =	11.1	%
❖ 維修費用比= (d)/(e) =	0	%

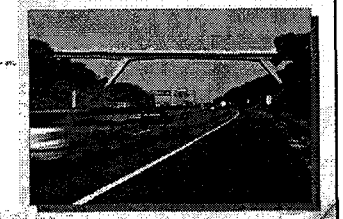
5 寶山三號跨越橋

寶山三號跨越橋

■ 三跨連續預力箱型梁 π 型橋

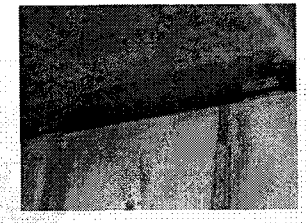






M:活動端(盤式支承) R:剛接端 F:固定端(盤式支承)

■ 橋台A1

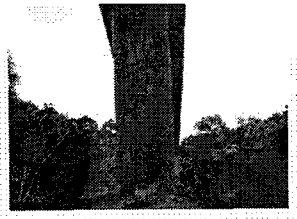


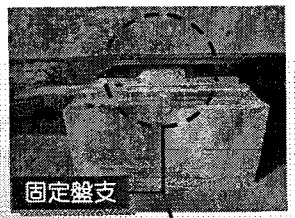
■ 橋台A2

既有橋梁設計載重及材料參數

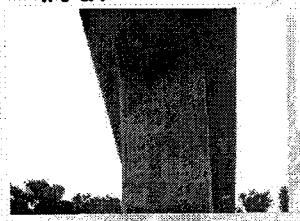
- 設計規範：交通部76年版公路橋梁設計規範
- 設計地震力：中震區採靜重之12%(Kh=0.12)
- 混凝土設計強度
  - ❖ 上部結構箱型梁：$fc'=350kg/cm^2$
  - ❖ 橋柱及橋台軀體：$fc'=240kg/cm^2$
  - ❖ 基礎：$fc'=240kg/cm^2$
- 鋼筋設計強度
  - ❖ 16mmϕ (含)以下：$fy=2800kg/cm^2$
  - ❖ 19mmϕ (含)以上：$fy=4200kg/cm^2$

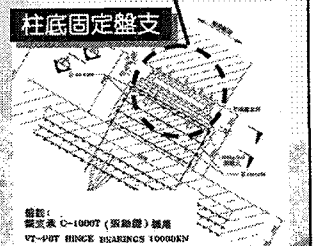
■ 橋墩AA1





■ 橋墩AA2





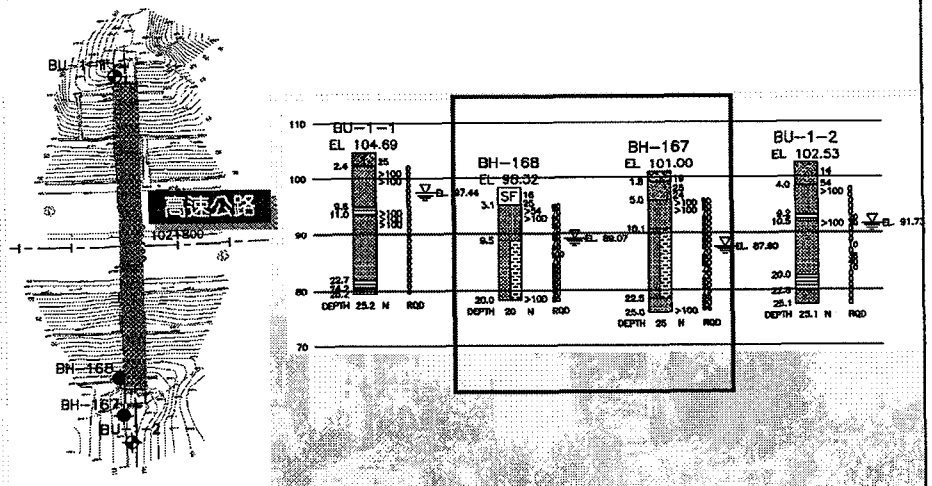
補強橋梁設計標準

- 地震分區：新竹縣寶山鄉
- 鄰近斷層：獅潭與神卓山斷層、新城斷層

S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M	F_V	F_A	$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
0.8	0.45	1	0.55	1.0	1.0	1.14	1.17	1.13	1.21	0.912	0.5265	1.13	0.6655

- 耐震性能標準
  - ❖ 中度地震等級　SP1：$0.4*S_{DS}/3.25$　=0.112 g
  - ❖ 設計地震等級　SP2：$0.4*S_{DS}$　=0.365 g
  - ❖ 最大考量地震等級 SP3：$0.4*S_{MS}$　=0.452 g

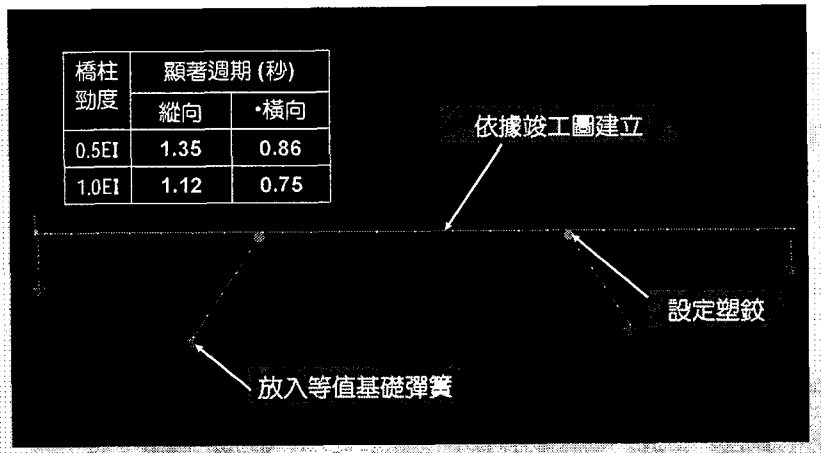
土層條件與液化評估



耐震能力評估結果

■ 評估分析模擬

橋柱勁度	顯著週期 (秒)	
	縱向	橫向
0.5EI	1.35	0.86
1.0EI	1.12	0.75



土層條件與液化評估

BH167、BH168

橋墩編號	型式	Vs_{30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
A1	直基	1467.77	第一類地盤	0	無液化
Aa1	直基	1132.96	第一類地盤	0	無液化
Aa2	直基	1232.22	第一類地盤	0	無液化
A2	直基	1465.32	第一類地盤	0	無液化

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{V_{si}}} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i / V_{si}}$$

覆土層	0~5m	礫石層或砂質粉土
承載層	5m以下	砂岩

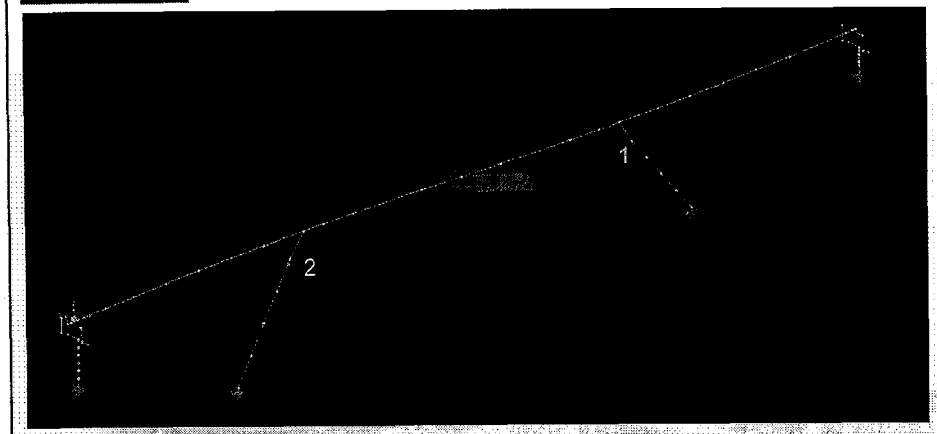
地盤分類

- 第一類地盤 $V_{S30} \geqq 270$m/s
- 270m/s > 第二類地盤 $V_{S30} \geqq 180$m/s
- 第三類地盤 $V_{S30} < 180$m/s

→ 採第一類地盤進行分析設計

耐震能力評估結果

縱向側推分析

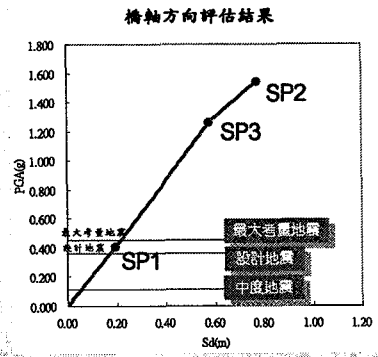


耐震能力評估結果

■ 強度韌性評估(行車向)

❖ 穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.62 m

耐震性能標準		耐震需求 (g)	耐震容量 (g)	C/D
中度地震	SP1	0.112	0.405	3.61
設計地震	SP2	0.365	1.259	3.45
最大考量地震	SP3	0.452	1.546	3.42



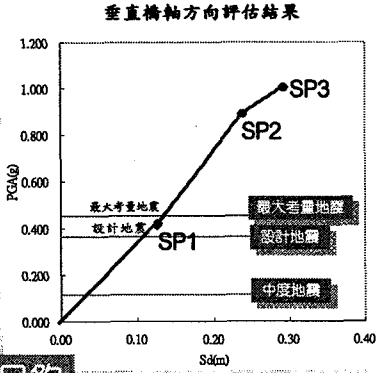
➡ 行車向韌性足夠

耐震能力評估結果

■ 強度韌性評估(垂直行車向)

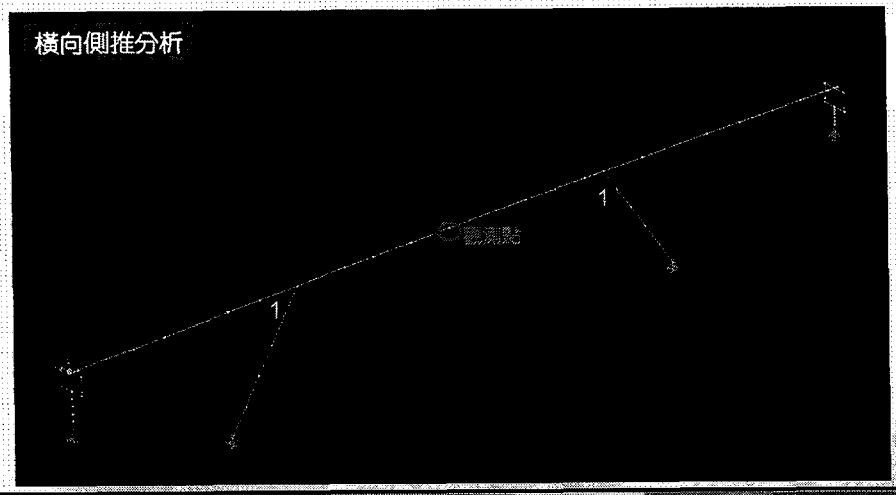
❖ 穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.99 m

耐震性能標準		耐震需求 (g)	耐震容量 (g)	C/D
中度地震	SP1	0.112	0.406	3.62
設計地震	SP2	0.365	0.893	2.45
最大考量地震	SP3	0.452	1.005	2.22



➡ 垂直行車向韌性足夠

耐震能力評估結果



耐震能力評估結果

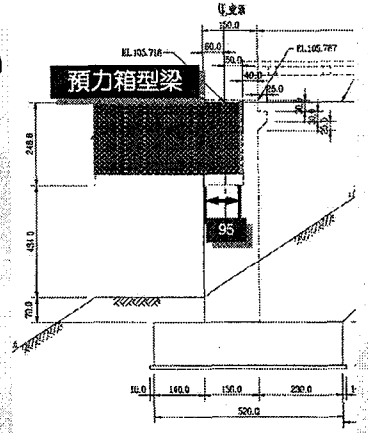
■ 防落橋長度檢核

❖ 防落橋長度 95cm

❖ 規範防落橋長度 L_N=71.88cm

❖ C/D 比值 =1.32 < 1.5 N.G.

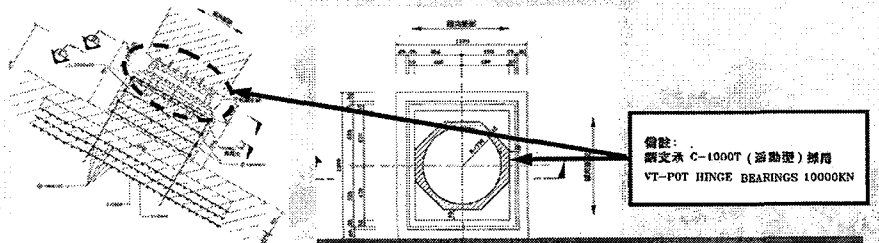
➡ 防止落橋長度不足夠



耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋柱底盤式支承

- ❖ 最大考量地震分析柱底剪力
  - ➢ V(車行方向)=217， V(垂直車行方向)=351t
- ❖ 容許剪力強度 Va=100t (以10%盤支垂直載重估計)
  - ➢ C/D (車行方向)=0.46， C/D (垂直車行方向)=0.28 N.G.

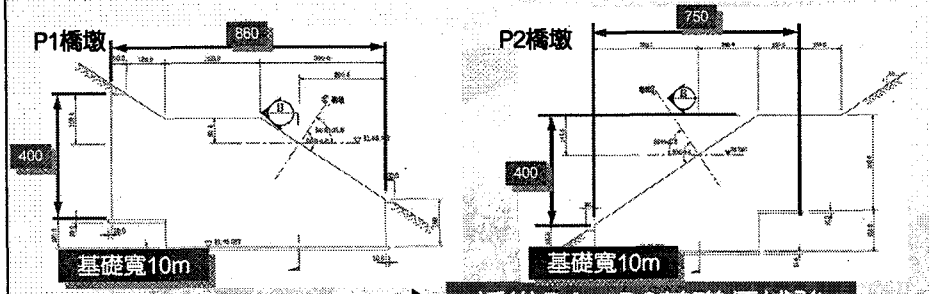


橋柱底盤式支承抗水平力強度不足

耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋墩P1、P2基礎檢核

- ❖ 最大考量地震時接觸面積0.14 (C/D=0.93) N.G.
- ❖ 設計地震時基礎承載力377.14t/m2 (C/D=0.56) N.G.
- ❖ 設計地震時基礎結構強度 C/D=2.15

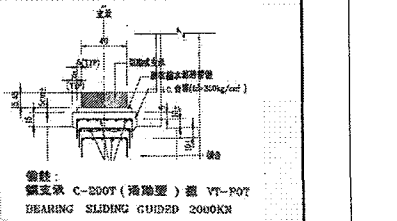


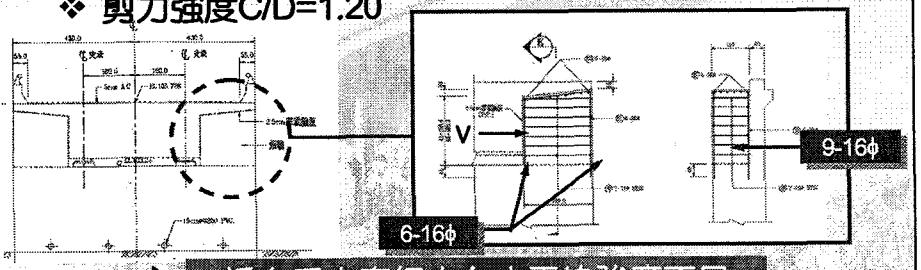
橋墩P1、P2基礎須補強

耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋台止震塊

- ❖ 200t活動型盤支Va=20t
  (以10%盤支垂直載重估計)
- ❖ 撓曲強度C/D=062 N.G.
- ❖ 剪力強度C/D=1.20



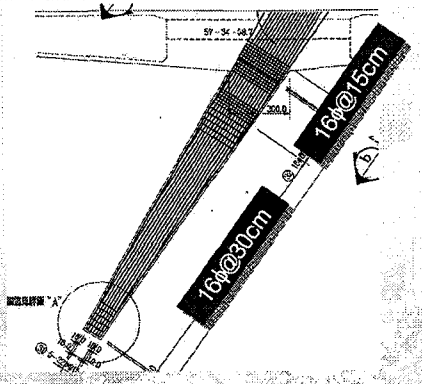


橋台垂直車行方向止震塊強度不足

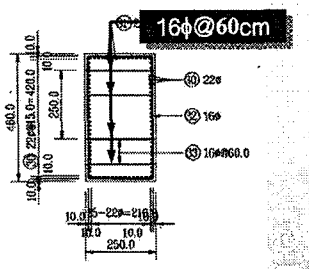
耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋柱P1、P2剪力檢核

- ❖ 最大考量地震時車行方向 C/D=1.45
- ❖ 設計地震時垂直車行方向 C/D=0.84 N.G.



橋柱剪力強度不足



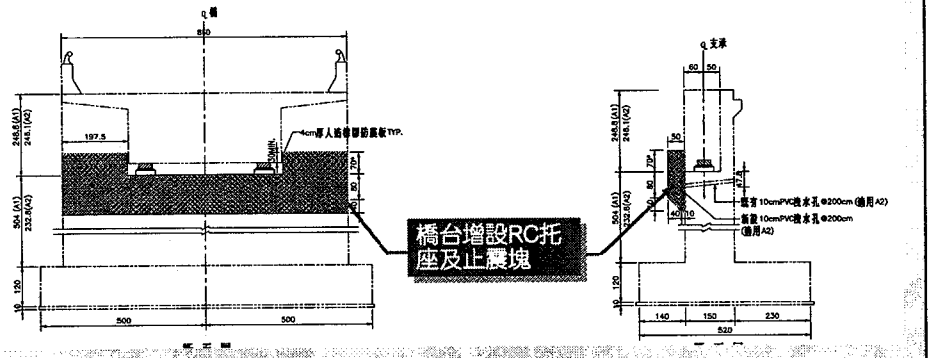
耐震補強策略說明

■ 強支承補強策略

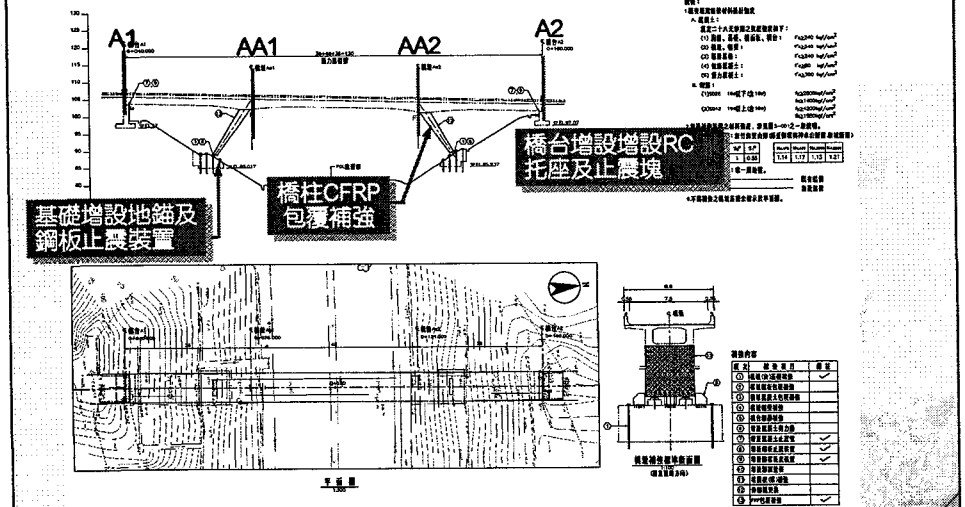
- ❖ 橋台防落橋長度不足 → 增設RC托座
- ❖ 橋台橫向抗水平力強度不足 → 增設RC止震塊
- ❖ 橋墩支承抗水平力強度不足 → 增設鋼板止震裝置
- ❖ 橋墩基礎穩定、承載能力不足 → 增設抗拉地錨
- ❖ 橋柱剪力強度不足 → CFRP包覆補強

耐震補強策略說明

■ 橋台補強對策

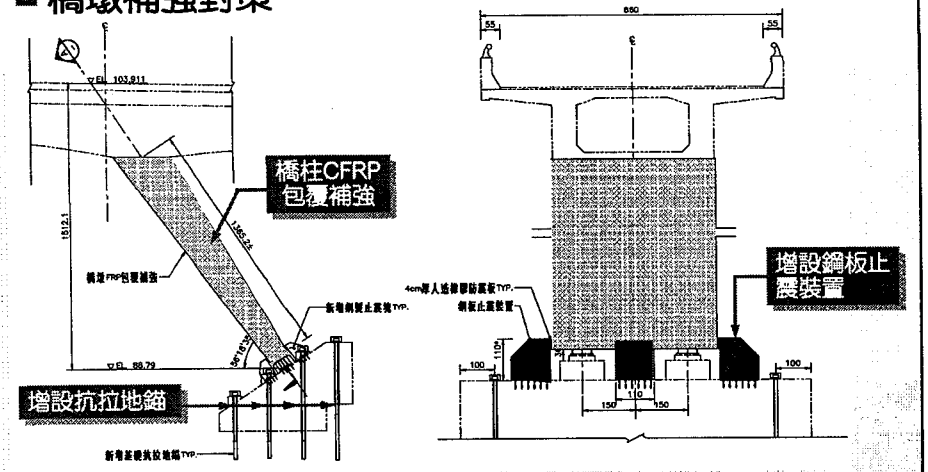


耐震補強策略說明



耐震補強策略說明

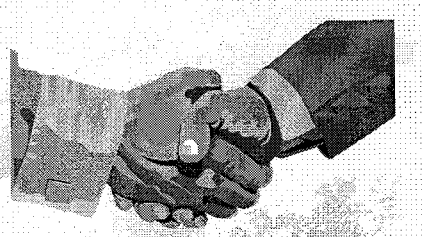
■ 橋墩補強對策



補強經費初步探討

- 補強方案經濟性初步檢討
  - 橋面板面積(a)= 1032 m^2
  - 總補強經費(b)= 574.5 萬元
  - 基礎補強經費(c)= 80.0 萬元
  - 維修經費(d)= 0 萬元
  - 拆除重建經費(e)= 3612 萬元
  - 單位面積補強費用= (b)/(a) = 0.56 萬元
  - 基礎費用比= (c)/(e) = 2.2 %
  - 不含基礎補強費用比= (b-c)/(e) = 13.7 %
  - 維修費用比= (d)/(e) = 0 %

簡報完畢
敬請指教



「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第二次會議(M34標初步設計審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
一、	**鳳山溪橋**	
1	沖刷深度是否有考量沖刷後回淤之影響?	本工程河川橋耐震評估之沖刷考量係依據公路橋梁耐震設計規範C. 1. 4節基面之規定採局部沖刷值之一半考慮地震影響。本橋兩岸堤防之防洪頻率為50年回歸期，而本橋之標準亦應與水利防洪標準一致，故本橋於2500年回歸期時地震時，沖刷深度為考量回淤，其值為50年回歸期頻率洪水局部沖刷值之一半。
2	考量之沖刷深度是否與原設計沖刷深度一致?	經查閱本橋設計及竣工書圖，並無原設計沖刷深度資料，故無從比較。惟依竣工圖，本橋之設計洪水位為EL. 91. 997 (100年重現期距)，而本補強工程之分析洪水位為EL. 92. 72 (鳳山溪治理基本計畫，50年重現期距)，兩者水位相近，故推斷兩者之沖刷考量可能相仿。
3	最大沖刷深度與2500年回歸期地震不需同時考量	請詳見第1點回覆。
4	高公局橋梁每年都有維護，所以不可能任其沖刷至200年標準之沖刷深度，故也不需以此極限狀態評估	請詳見第1點回覆。
5	200年洪水沖刷時，地震力如何考慮?	請詳見第1點回覆。。
6	橋梁之重要基本資料須詳列，請於細設審查時補充	遵照辦理，詳本標細部設計審查簡報資料P.3~P.10。
7	請於圖上標示河川治理線位置。	遵照辦理，詳本標細部設計審查簡報資料P.10。
8	請根據評估結果，說明鳳山溪橋之破壞模式與順序。	遵照辦理，詳本標細部設計審查簡報資料P.12,P.14。
9	根據日本311地震之橋梁破壞情況模性統計，其支承破壞很多，但橋墩損壞很少。鳳山溪橋上部結構為多跨連續，且勁度夠，地震下，上部結構應該不致會破壞。故請考量補強是否需達到強支承目標，而使得大地震	1. 本橋若維持既有弱支承，由於盤式之破壞方式相當複雜，以結構分析程式模擬其破壞模式進行分析，國內外亦無相關工程實績及大量研究以供參考。 2. 北二高定位為生命線救災道路，肩負大地震後大量救災車輛及物資運送功用，而本橋大地震後之支承修復及橋梁位置調整將影響高速公路主線交通，

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第二次會議(M34標初步設計審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
	下，上部結構應地震產上之慣性力透過支承傳至橋墩，而致橋墩產生嚴重破壞，或是維持弱支承，增強防落措施，使大地震下支承先破壞，但上構不致落橋，以避免大量地震力傳至橋墩，保護橋墩不致嚴重破壞。這是策略性問題，請適度考量，以避免過度補強。	將影響其生命線救災道路功用。 3. 另外本橋為推進工法橋梁，墩頂至箱梁底僅有50cm施工空間，且底版於支承上方有底板鋼腱通過，於大地震後更換盤式支承其施工風險及難度極高。 4. 本橋若採強支承補強，經採基礎非線性彈簧及採性能點力量進行檢核基礎後，僅剩深槽橋墩P6~P9因於震時考量局沖刷深度之一半分析後，沉箱穩定性不足須補強外，其餘橋墩基礎皆無須補強，補強經費已大幅下降。 5. 由1.及4.之比較建議採強支承之補強策略。
10	請重新檢討鳳山溪橋沉箱箱體剪力容量及撓曲強度偏低之原因。	遵照辦理，原分析模型之基礎彈簧為未考量沖刷之線性彈簧，且未採用性能點之力量，故剪力及彎曲需求皆較大。而沉箱箱體剪力及彎曲之C/D值係依橫向鋼筋間距與實際間距與分析之需求間距之比值或撓曲鋼筋與需求鋼筋面積之比值，而非實際需求之剪力、撓曲強度與實際需求之剪力、撓曲強度比值，故其C/D值偏低。
11	請以側推分析之性能點來重新評估橋墩的剪力強度。也請於細設審查時詳列詳細評估內容，其中包括直接基礎加入非線性彈簧之分析結果	遵照辦理，詳本標細部設計審查簡報資料P.17~P.22。
12	沉箱關鍵問題是沖刷深度，基礎一旦外露地震抵抗能力降低，請說明評估是否有將其效應納入考慮，如何考慮？	本橋沉箱基礎評估時，其裸露深度係依200年回歸期局部沖刷值之一半計算而得，並依此裸露深度進行地震時沉箱基礎評估。
13	請重新確認周期。鳳山溪橋為單柱式圓形橋墩，縱向支承多為滾支承，故其縱向週期應該比較長，但報告內容顯示其縱向周期和橫向周期相當。	遵照辦理，經以非線性彈簧模型重新分析後，縱向顯著週期為2.12秒，橫向顯著週期為1.69秒，縱向週期已較橫向週期為長。
14	請考量阻尼器之阻尼比30%太高，不容易達到。	考量伸縮縫及箱型梁至橋台背牆空間下，阻尼器之阻尼比降為25%，且從自由

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第二次會議(M34標初步設計審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		振動推估其等效阻尼比約為20%左右，時間歷時分析結果詳本標細部設計審查簡報資料。
15	有關以阻尼器補強橋梁之歷時分析，請補充以原始地震力為輸入之分析結果	針對三組原始地震，放大地表加速度至0.48g，並以其為輸入地震進行時間歷時分析，分析結果詳標細部設計審查簡報資料P.47~P.50。
16	第五頁所列之服務性能為設計地震震後有限通行，最大考量地震震後緊急通行。此項說明需和實際符合。	本工程之耐震評估及補強設計，主要依部頒「公路橋梁耐震設計規範」及國家地震中心「公路橋梁耐震評估及補強準則草案」辦理，應可符合設計地震「震後有限通行」，最大考量地震「震後緊急通行」之耐震服務性能。
二、	**頭前溪橋**	
1	請說明側推分析之觀測點位置、側推力分布。	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料P.111,P.113。
2	請補充斜樁效應	遵照辦理，已於結構分析模型模擬斜樁，詳簡報資料P.106,P.107。
3	本座橋與上一過橋評估結果都是行車向控制，故檢討行車向位移是否有大於橋台與梁端間距。若有，可以gap元素端與橋台碰撞後，力量重新分布之效應。	由於橋台與梁端間距為40cm，橋墩須水平位移達40cm後方能與箱梁橋台碰撞，此時大部分之力量皆已由橋墩承受，考量箱梁與橋台碰撞效果對橋墩力量之分擔效果應相當有限。
4	請說明設置鋼製托架之用意	經評估橋墩之盤式支承抗地震水平力強度不足，故鋼製托架係補強車行方向盤式支承之抗地震水平力能力。
5	請考量鼎形塊保護的影響	遵照辦理，本橋僅於橋墩P7處設有鼎形塊，該橋墩於沖刷深度分析時，已將鼎塊之保護作用之考量，納入沖刷計算中。
三、	**雲南路跨越橋**	

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第二次會議(M34標初步設計審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
1	請說明本座橋整體評估為滿足，但剪力強度需補強之原因。請再用性能點狀況下檢核剪力強度。	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料P.201。
2	止震塊之強度檢核應適度將混凝土強度納入考慮	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料P.202。
3	請說明是否有進行補強後之側推分析評估	遵照辦理，經評估剪力不足區域為橋柱之橫梁至柱底範圍，此範圍補強並未影響分析塑鉸強度，故無須進行補強後側推分析評估。
四、	**實山三號橋**	
1	請再確認周期之正確性	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料P.218~P.220。
2	本座橋兩邊都是橋台，不可能會落橋，請考量是否需補防落長度。	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料P.233。
3	請補性能點狀況下充橋柱剪力強度之檢核	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料P.232。
4	擬安裝之抗拉地錨是否與原始地錨衝突?	經採非線性彈簧模型進行評估後基礎無須增設地錨補強。
5	請說明基腳之地質狀況。地錨應盡量垂直於坡面，若地盤強度很高，請考量是否需裝設地錨。	基腳之地質係為於砂頁岩互層，經採非線性彈簧模型進行評估後基礎無須增設地錨補強。
五、	**綜合意見**	
1	請補充各座橋梁詳細評估方法，分析模型、塑鉸性質，塑性鉸於各主要性能點時之發展狀況。	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料。
2	補強設計請以盡量不要動到基礎為原則、基礎之模擬也請盡量真實模擬、以反應結構之實際行為。	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料。

交通部臺灣區國道高速公路局
Taiwan Area National Freeway Bureau

中華民國結構工程學會
Chinese Society of Structural Engineering

國道高速公路橋梁耐震補強
第2期工程(第1優先路段)規劃設計

第M34標耐震補強細部設計
簡報

TYLIN INTERNATIONAL TAIWAN
林同棪工程顧問股份有限公司

中 華 民 國 101 年 6 月 22 日

簡報大綱

1 鳳山溪河川橋

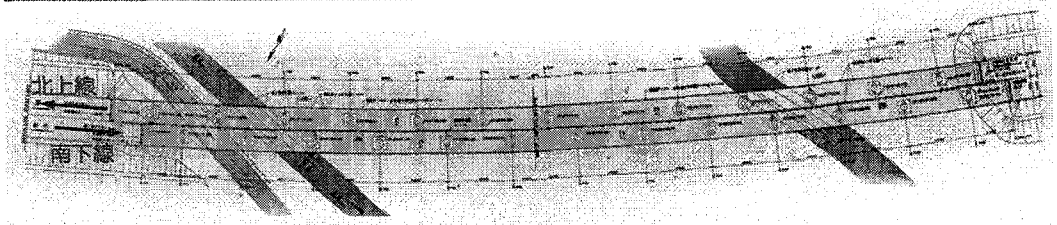
2 頭前溪河川橋

3 雲南路跨越橋

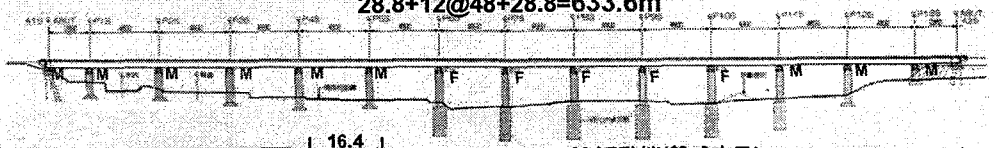
4 寶山三號路跨越橋

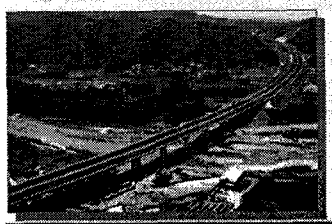
1 鳳山溪河川橋

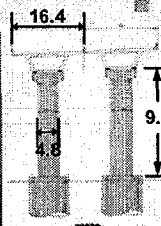
橋梁結構系統



28.8+12@48+28.8=633.6m

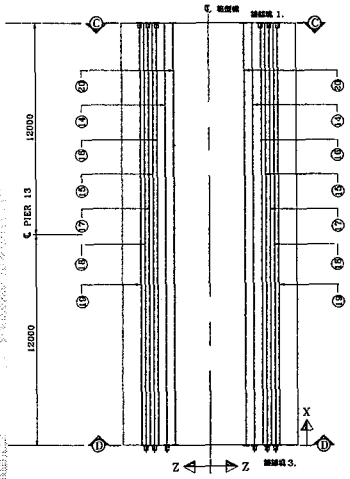






M:活動端(盤式支承) F:固定端(盤式支承)

- 採推進工法，南北橋各1個單元，13墩
- 下部結構：單柱式空心圓柱橋墩、直接基礎、沉箱基礎



節塊2.底版預力鋼腱平面圖 S=1/80

以里內

75	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
5	1.2	1.35	0.88	0.5175	1.20	0.7425

$0.4 \times S_{DS}/3.25 = 0.108$ g

$0.4 \times S_{DS} = 0.352$ g

: $0.4 \times S_{MS} = 0.480$ g

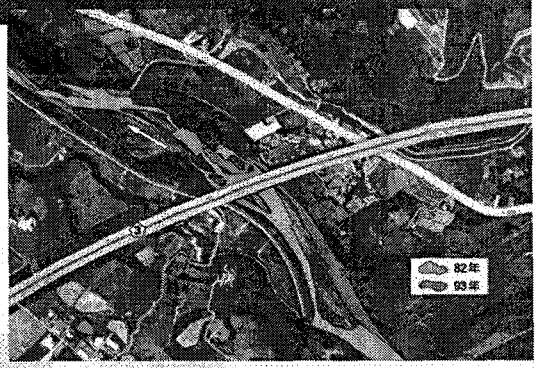
河川橋現況及評估

■ 鳳山溪現況

- ❖ 本河段河床質為砂、礫石，65、88年採樣結果相差無幾，判斷河床坡降、流速穩定
- ❖ 上游來砂短缺，屬下刷趨勢
- ❖ 由航照可知，本河段深槽有擺盪情形，治理線內橋墩皆應依深槽考量

■ 保護工現況

- ❖ 左岸有坪林堤防
- ❖ 無河床保護工



河川橋現況及沖刷評估

■ 鳳山溪河川橋現況

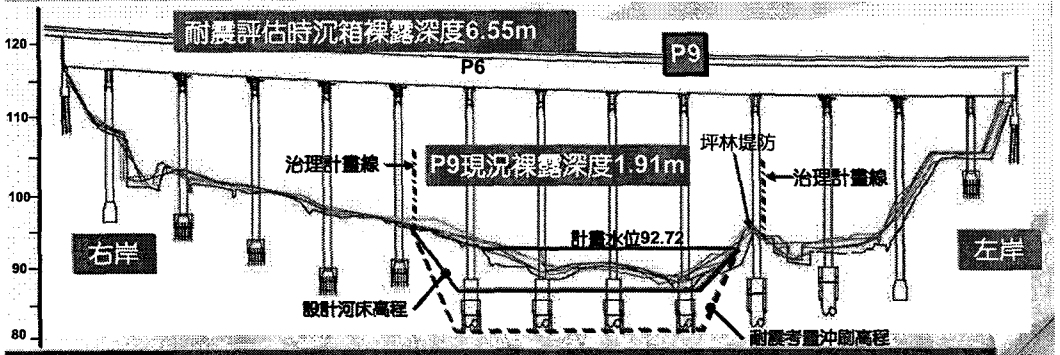
- ❖ 由歷年斷面測量比對結果，本河段近年(93年以後)河槽位置及高程尚屬穩定
- ❖ 除P9橋墩基礎頂出露外，其餘橋基無裸露情形

河川橋現況及評估

■ 沖刷評估成果

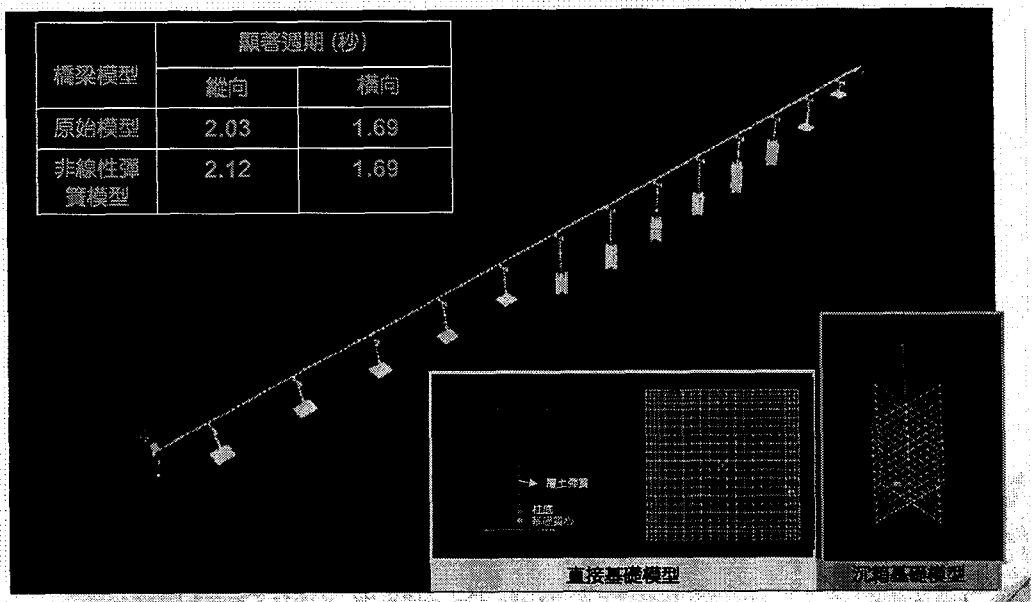
河川	橋梁名稱	斷面編號	計畫洪水位(m)	河寬(m)	河床值代表粒徑(cm)	河床坡度	保護工現況	橋墩現況
鳳山溪	鳳山溪河川橋	46	92.72(Q50)	150	16.0	1/178	左岸堤防	P9基礎頂部裸露

橋梁名稱	墩號	洪峰流量Q(cms)	局部沖刷	束縮沖刷	保護工有效係數	河床質移動厚度	長期沖刷	沖刷深度	依岩盤修正之沖刷深度
鳳山溪河川橋	P6~P9	1330(Q50)	7.33	0.59	0.1	2.05	0.26	9.44	—



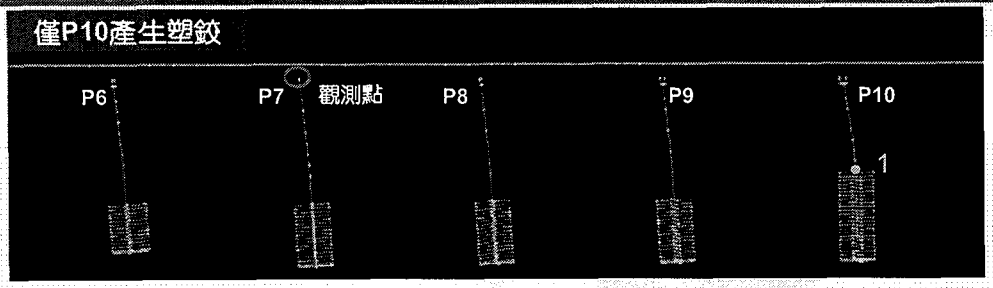
非線性彈簧分析模型

橋梁模型	顯著週期（秒）	
	縱向	橫向
原始模型	2.03	1.69
非線性彈簧模型	2.12	1.69



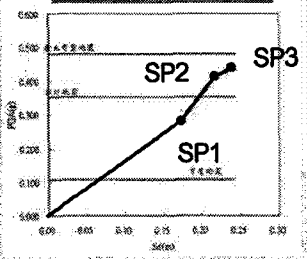
耐震能力評估結果-強度韌性分析（垂直行車向）

僅P10產生塑鉸



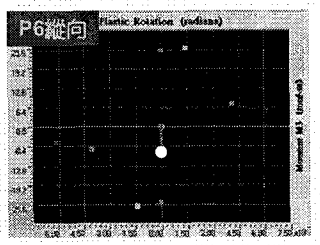
耐震性能標準		耐震需求(地表加速度,g)	耐震容量(地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.108	0.279	2.58
設計地震等級	SP2	0.352	0.411	1.17
最大考量地震等級	SP3	0.480	0.436	0.91

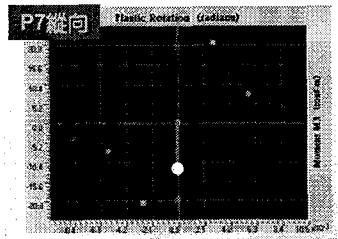
縱向強度韌性不足

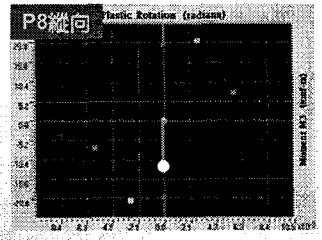


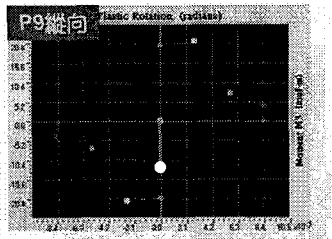
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.01 m

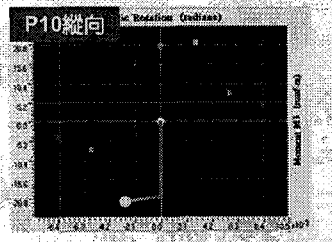
塑鉸狀態





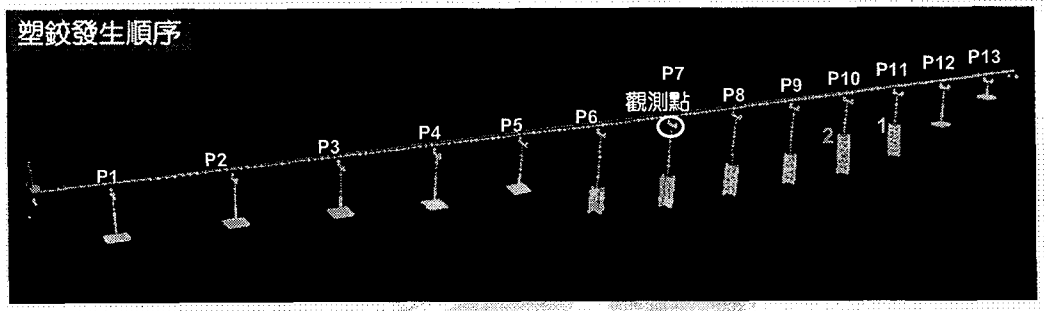






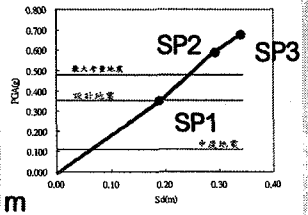
耐震能力評估結果-強度韌性分析（垂直行車向）

塑鉸發生順序



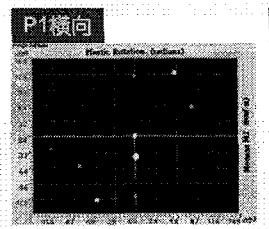
耐震性能標準		耐震需求(地表加速度,g)	耐震容量(地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.108	0.347	3.20
設計地震等級	SP2	0.352	0.585	1.66
最大考量地震等級	SP3	0.480	0.676	1.41

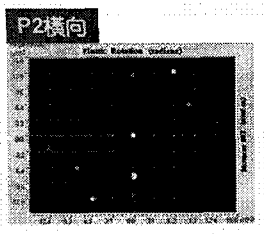
橫向強度韌性足夠

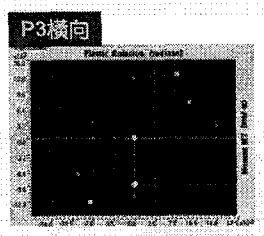


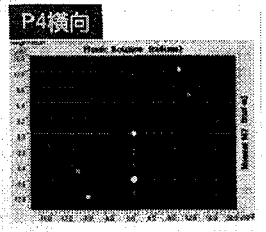
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =3.39 m

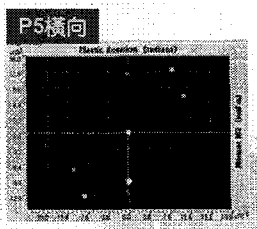
塑鉸狀態

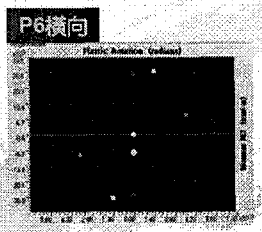


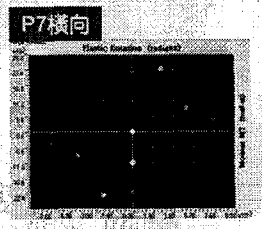


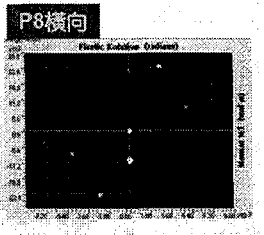






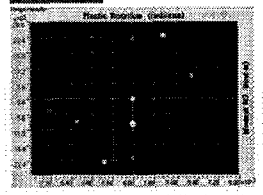




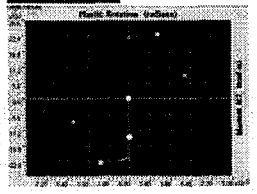


塑鉸狀態

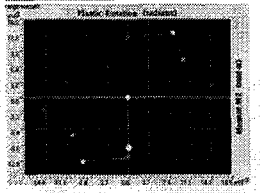
P9橫向



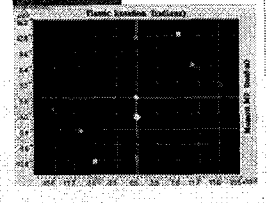
P10橫向



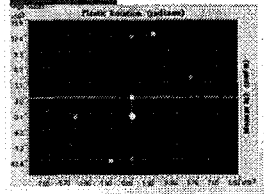
P11橫向



P12橫向

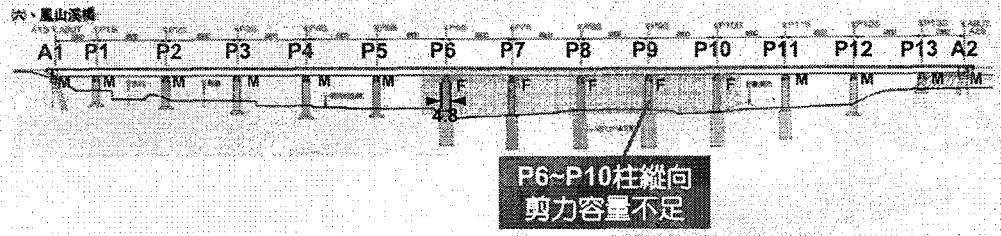


P13橫向

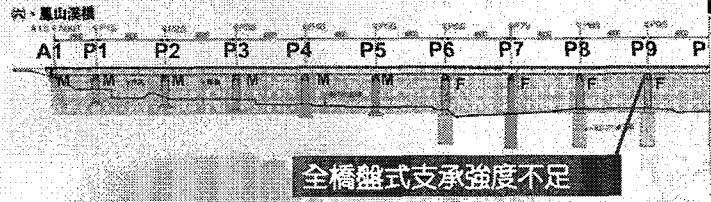


塑鉸皆在上升段

耐震能力評估結果-柱剪力及支承檢核

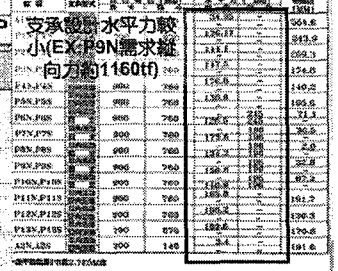


P6~P10柱縱向剪力容量不足



全橋盤式支承強度不足

竣工圖支承設計力

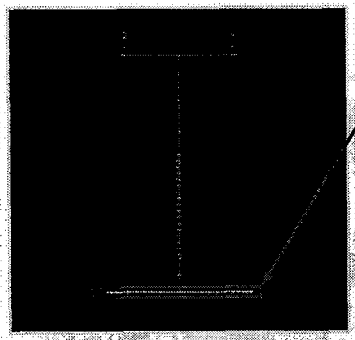


支承設計水平力較小(EX-P9N需求縱向力約1160tf)

耐震能力評估結果

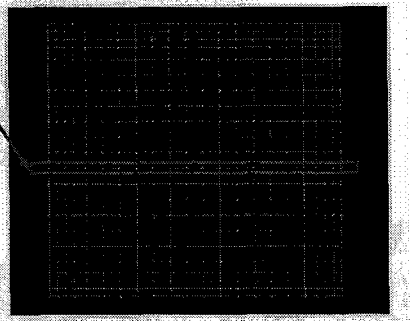
■ 直接基礎穩定性評估

橫向	P1	P2	P3	P4	P5	P12	P13
最大變位(m)	-0.015	-0.022	-0.026	-0.030	-0.037	-0.013	-0.011
接觸面積	1	0.764	0.597	0.533	0.445	1	1
土壤降伏比	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
評估結果	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.



直接擷取彈簧內力及變位計算而得

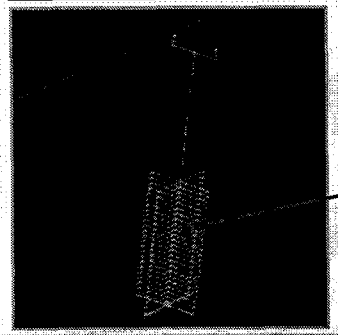
直接基礎毋需補強



耐震能力評估結果

■ 沉箱基礎穩定性評估（>0.6為N.G.）

沉箱評估	P6	P7	P8	P9	P10	P11
側面土壤降伏比（縱向）	0.85	0.82	0.82	0.82	0.59	-
側面土壤降伏比（橫向）	0.77	0.71	0.71	0.65	0.38	0.45
評估結果	N.G.	N.G.	N.G.	N.G.	O.K.	O.K.



直接擷取彈簧內力及變位計算而得

橋墩P6~P9受沖刷影響，穩定性不足

鳳山溪河川橋沉箱評估

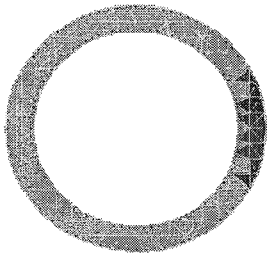
■ 縱向評估結果

橋墩	P6	P7	P8	P9	P10
沉箱最大轉角(rad)	0.0129	0.0112	0.0115	0.0116	0.0024
沉箱頂最大變位(m)	0.259	0.268	0.275	0.278	0.057

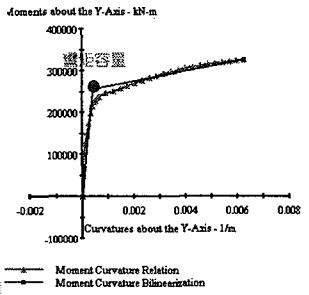
耐震能力評估結果

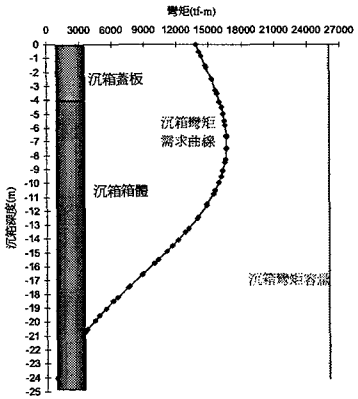
■ 沉箱結構強度評估

XTRACT斷面模型



XTRACT彎矩容量曲線





以P10橫向地震力為例

容量>需求=>O.K.

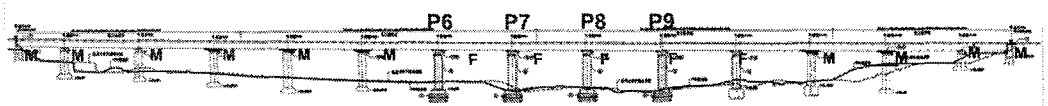
耐震能力評估結果

■ 沉箱結構強度評估

縱向	M demand(tf-m)	M capacity(tf-m)	C/D	評估結果
P6	13537	28491	2.10	O.K.
P7	19215	29276	1.52	O.K.
P8	19292	29001	1.50	O.K.
P9	19316	28848	1.49	O.K.
P10	27670	27700	1.01	O.K.
P11	-	-	-	-

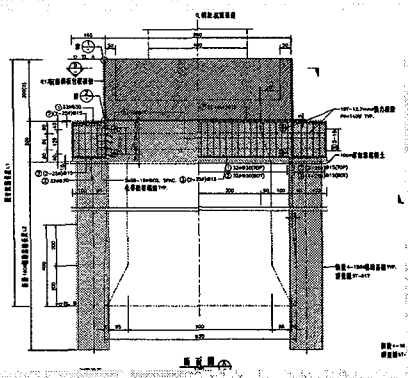
橫向	M demand(tf-m)	M capacity(tf-m)	C/D	評估結果
P6	10710	28491	2.66	O.K.
P7	16602	29276	1.76	O.K.
P8	15836	29001	1.83	O.K.
P9	14124	28838	2.04	O.K.
P10	16613	26096	1.57	O.K.
P11	12294	26585	2.16	O.K.

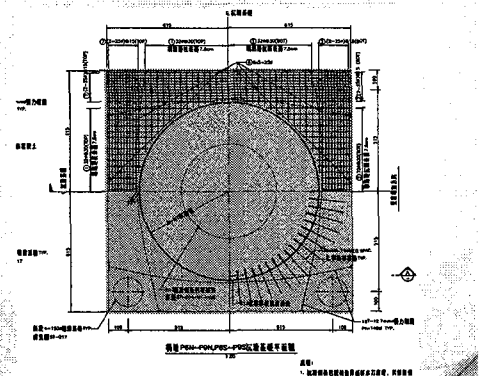
細設補強方案



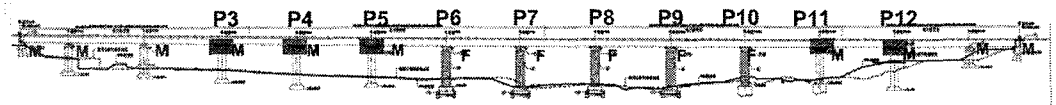
沉箱基礎穩定性不足

新設150 ϕ 場鑄樁+鋼板包覆



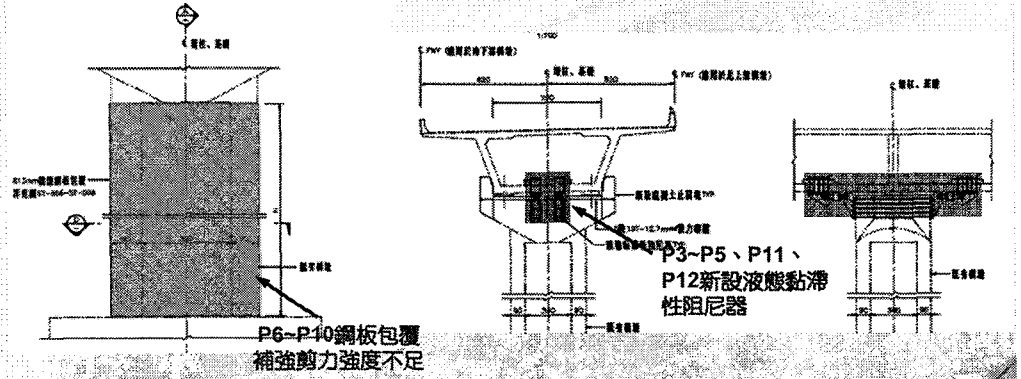


細設補強方案



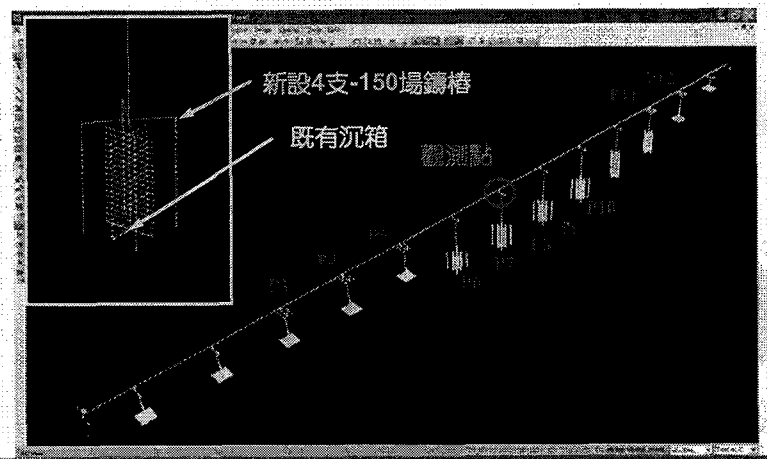
橋柱強度韌性及剪力容量不足

新設液態黏滯性阻尼器及鋼板包覆補強



補強方案分析結果

- 補強後模型
  - ❖ 第一振態週期：2.02 (sec)
  - ❖ 上構質量：2291 (tf-sec^2/m)



P3~P5, P11, P12 阻尼器採用nonlinear link _damper模擬

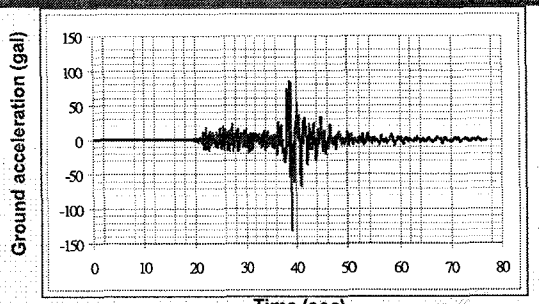
P6~P10: RC橋柱採用nonlinear link _multilinear plastic模擬，其非線性行為採用Takeda模式

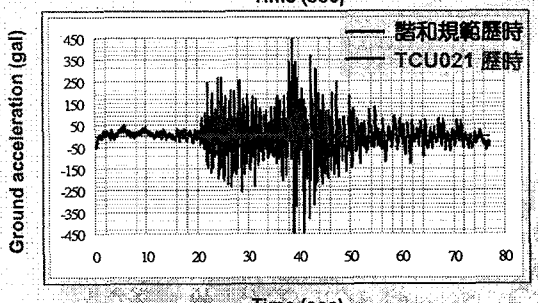
補強方案分析結果

- 非線性地震歷時分析
  - ❖ 三組地震紀錄之選擇(考量地盤種類、震度及事件)
    921地震紀錄-TCU026 ； 331地震紀錄-TCU021、TCU027
  - ❖ 人造地震與設計反應譜相符
  - ❖ 同時輸入垂直向、南北向及東西向之人造地震

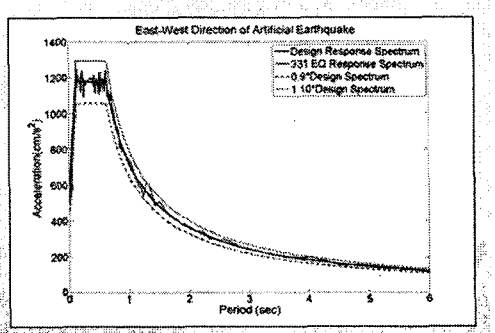
站碼	站名	站址	最大地表加速度(gal) 東西向	南北向	垂直向
TCU021	關西國小	新竹縣關西鎮中山路126號	-131.13	-122.12	30.174
TCU026	芎林國小	新竹縣芎林鄉文山路288號	-116.04	-89.44	-56.28
TCU027	新星國小	新竹縣新埔鎮民生街28號	-40.46	-52.53	-28.60

補強方案分析結果

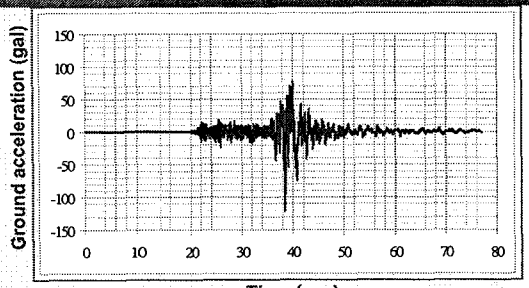


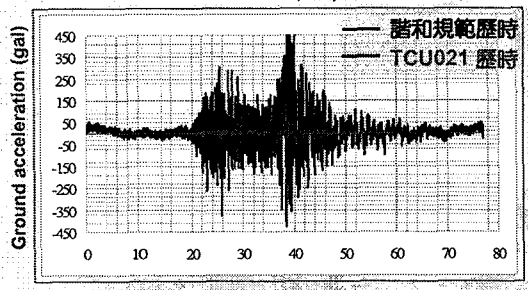


測站：TCU021
東西向地震加速度歷時
(最大考量地震)

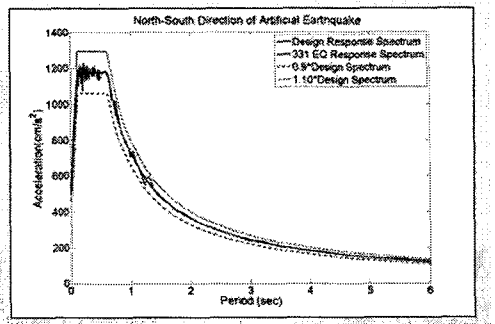


補強方案分析結果

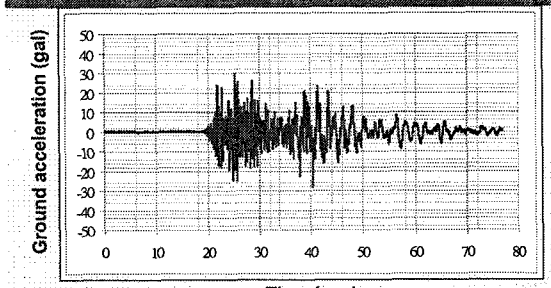


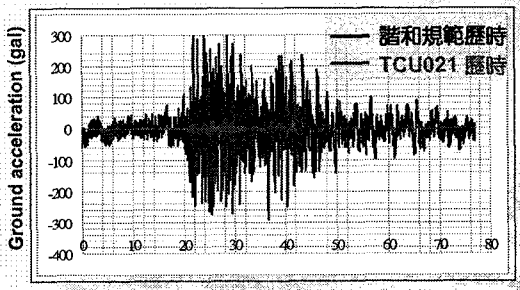


測站：TCU021
南北向地震加速度歷時
(最大考量地震)

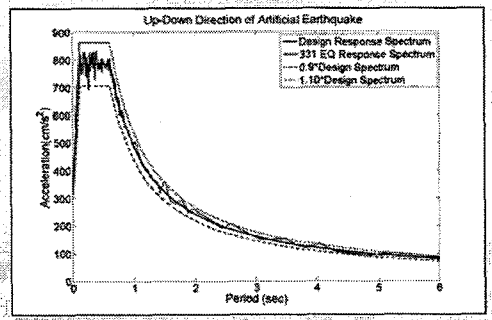


補強方案分析結果

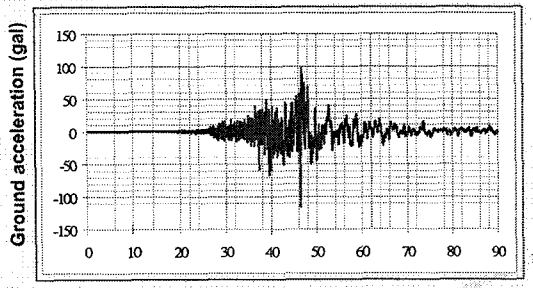


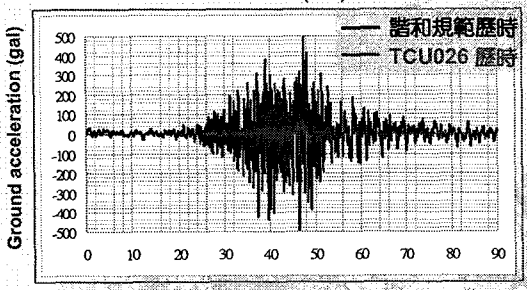


測站：TCU021
垂直向地震加速度歷時
(最大考量地震)

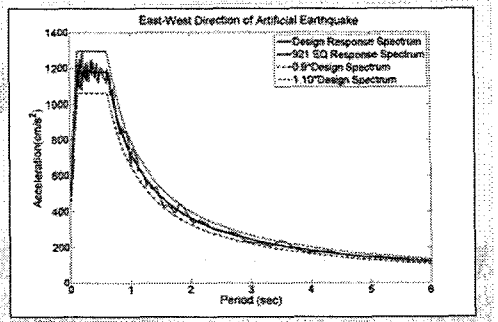


補強方案分析結果

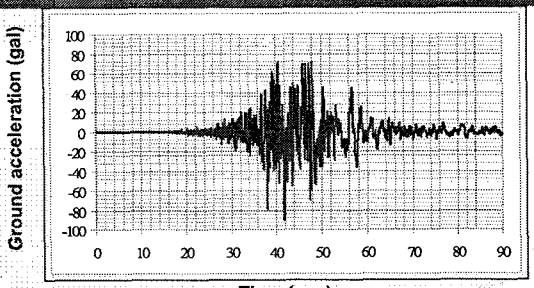


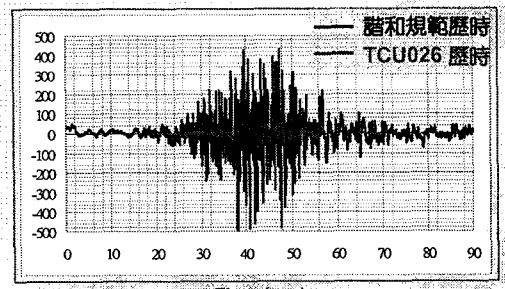


測站：TCU026
東西向地震加速度歷時
(最大考量地震)

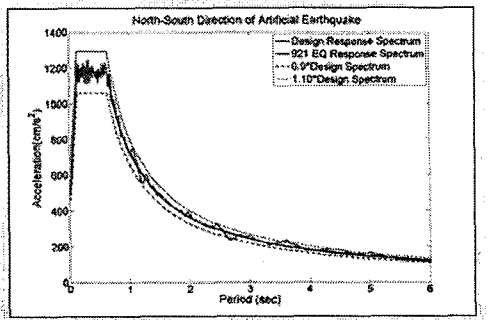


補強方案分析結果

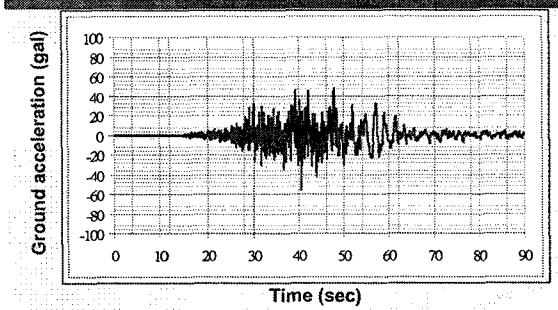


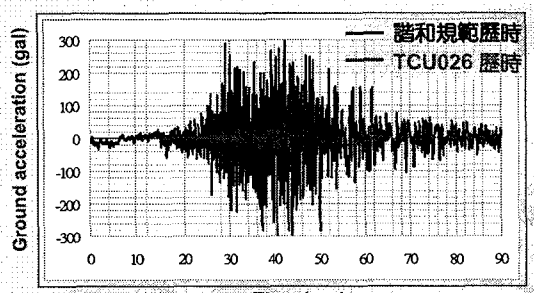


測站：TCU026
南北向地震加速度歷時
(最大考量地震)

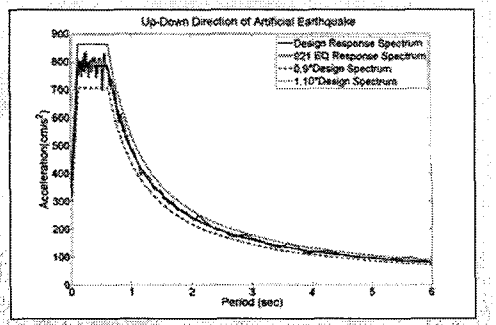


補強方案分析結果

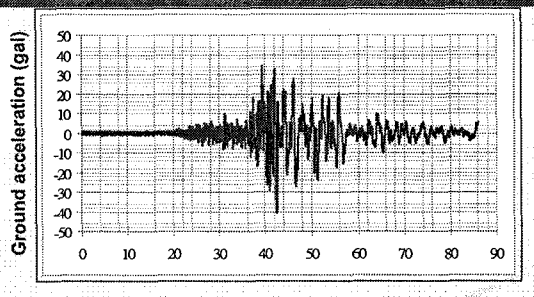


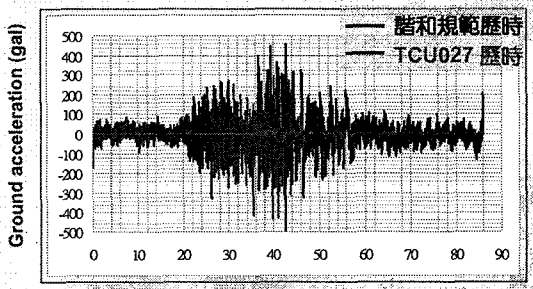


測站：TCU026
垂直向地震加速度歷時
(最大考量地震)

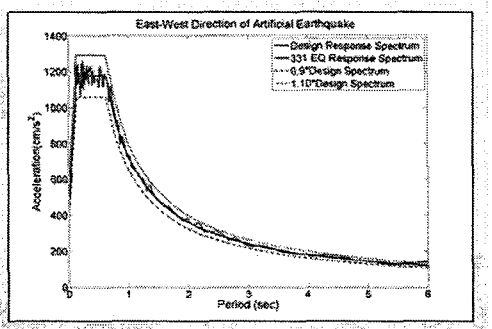


補強方案分析結果

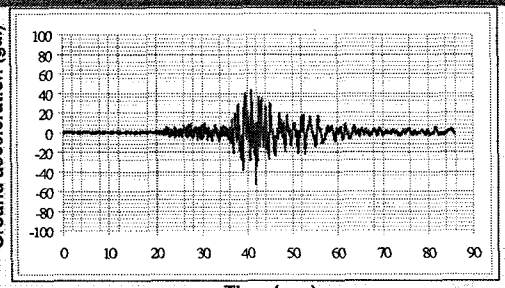


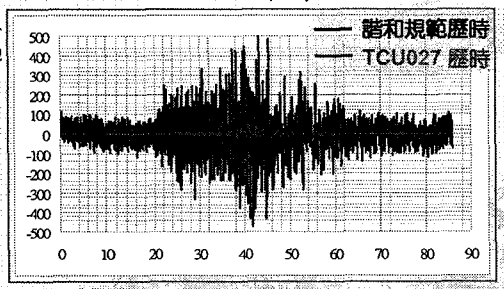


測站：TCU027
東西向地震加速度歷時
(最大考量地震)

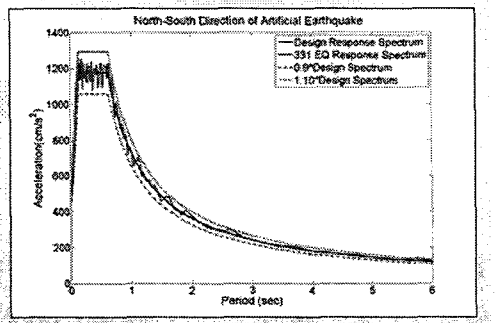


補強方案分析結果

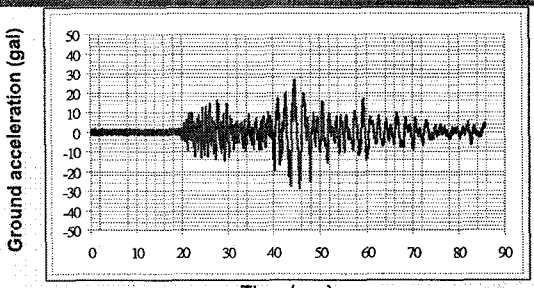


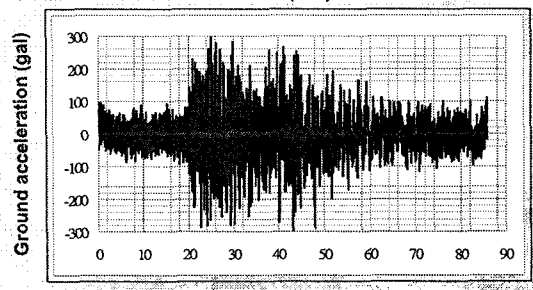


測站：TCU027
南北向地震加速度歷時
(最大考量地震)

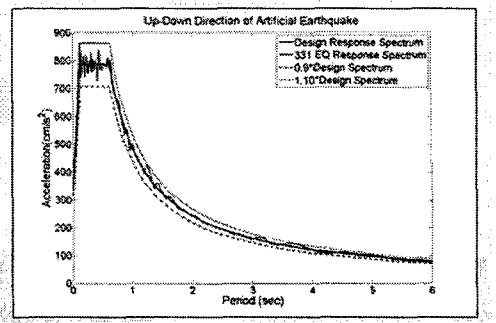


補強方案分析結果





測站：TCU027
垂直向地震加速度歷時
(最大考量地震)



補強方案分析結果

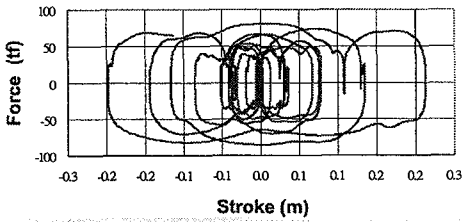
■ 液態黏滯性阻尼器迭代過程

迭代次數	結構	液態黏滯性阻尼器
	設計位移 (m)	阻尼係數 (tf-(sec/m)$^{0.4}$)
1	0.1966	86.5416
2	0.2136	90.9596
3	0.2323	95.6543
4	0.2263	94.1642
5	0.2282	94.6377
6	0.2276	94.4884
7	0.2278	94.5382
8	0.2277	94.5133

補強方案分析結果

■ 液態黏滯性阻尼器

- ❖ 等效阻尼比：25%
- ❖ 組數：20 支
- ❖ 阻尼係數：94.5133 tf-(sec/m)$^{0.4}$
- ❖ 阻尼指數： 0.4
- ❖ 設計上構位移：0.2277 m



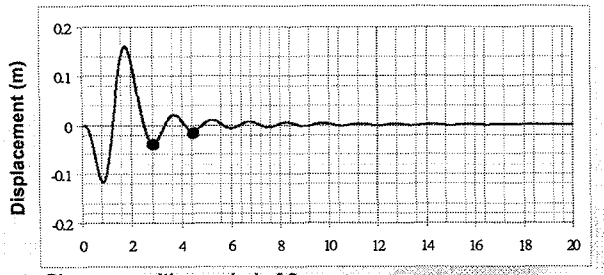
站 碼	液態黏滯性阻尼器	
	最大阻尼力 (tf)	衝程 (m)
331地震紀錄-TCU021	94.69	0.208
921地震紀錄-TCU026	85.22	0.212
331地震紀錄-TCU027	91.57	0.176

補強方案分析結果

■ 結構系統阻尼比評估 (1/2)

$$\delta = \ln\frac{u_n}{u_{n+1}} \qquad \xi_{\text{eff}} = \frac{\delta/2\pi}{\sqrt{1+(\delta/2\pi)^2}}$$

Sine wave with a period of 1.5 sec

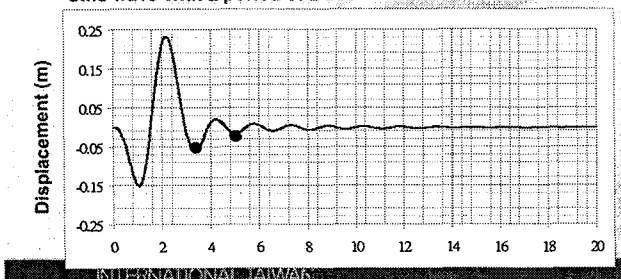


$u_1 = -0.03615\text{m}$

$u_2 = -0.01135\text{m}$

$\xi_{\text{eff}} = 0.1813$

Sine wave with a period of 2 sec



$u_1 = -0.0581\text{m}$

$u_2 = -0.01745\text{m}$

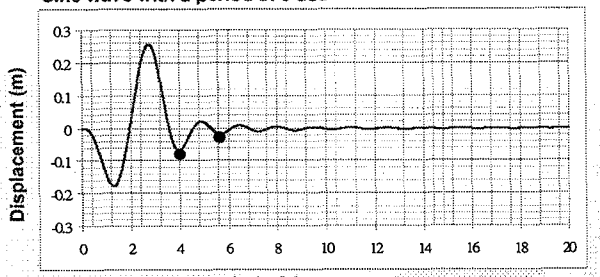
$\xi_{\text{eff}} = 0.1945$

補強方案分析結果

■ 結構系統阻尼比評估 (2/2)

$$\delta = \ln\frac{u_n}{u_{n+1}} \qquad \xi_{\text{eff}} = \frac{\delta/2\pi}{\sqrt{1+(\delta/2\pi)^2}}$$

Sine wave with a period of 3 sec

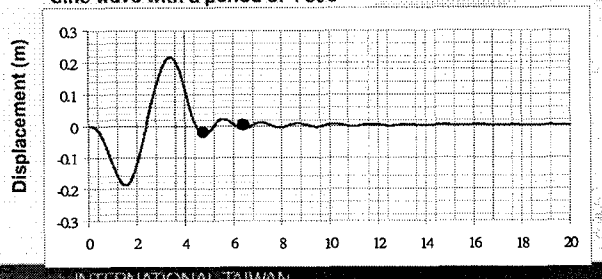


$u_1 = -0.06763\text{m}$

$u_2 = -0.01842\text{m}$

$\xi_{\text{eff}} = 0.2027$

Sine wave with a period of 4 sec



$u_1 = -0.0287\text{m}$

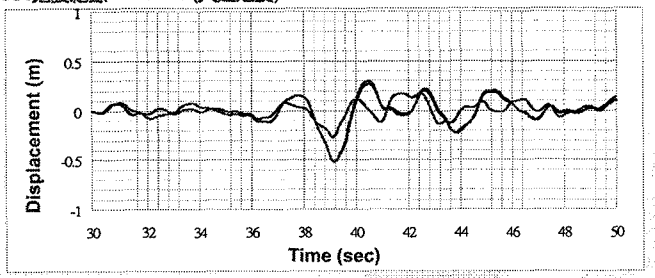
$u_2 = -0.00937\text{m}$

$\xi_{\text{eff}} = 0.1754$

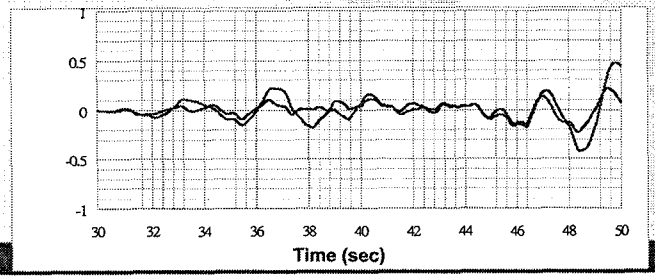
補強方案分析結果

■ 觀測點位移歷時

331地震紀錄-TCU021 (人造地震)



921地震紀錄-TCU026 (人造地震)



Structure
With steel jacket
With steel jacket and damper

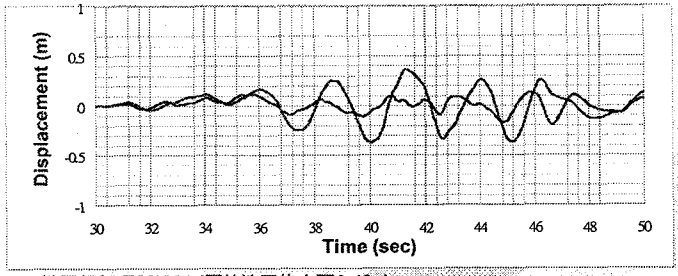
Max =0.519 m
Max =0.519 m
Max =0.227 m

Max =0.478 m
Max =0.477 m
Max =0.234 m

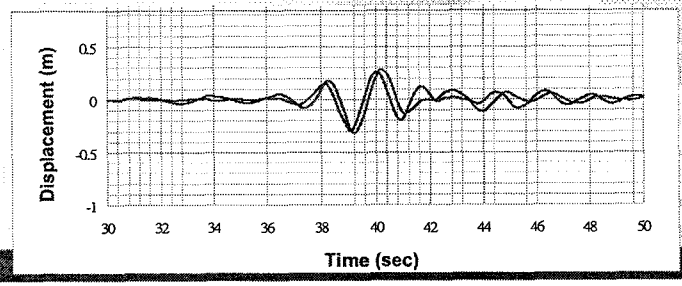
補強方案分析結果

■ 觀測點位移歷時

331地震紀錄-TCU027 (人造地震)



331地震紀錄-TCU021 (原始地震放大至0.48g)



Structure
With steel jacket
With steel jacket and damper

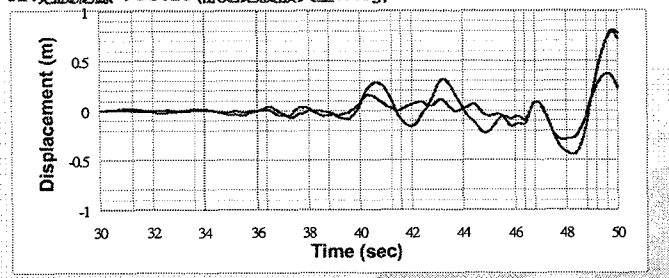
Max =0.370 m
Max =0.370 m
Max =0.191 m

Max =0.312 m
Max =0.312 m
Max =0.300 m

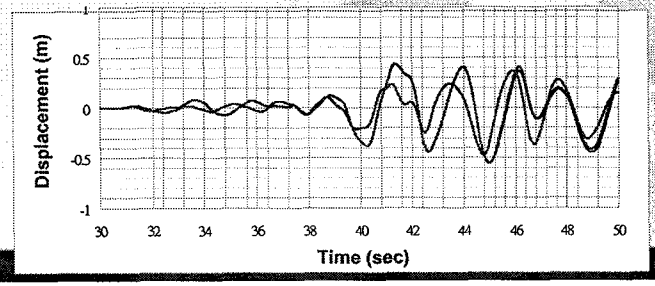
補強方案分析結果

■ 觀測點位移歷時

921地震紀錄-TCU026 (原始地震放大至0.48g)



331地震紀錄-TCU027 (原始地震放大至0.48g)



Structure
With steel jacket
With steel jacket and damper

Max =0.809 m
Max =0.786 m
Max =0.372 m

Max =0.557 m
Max =0.558 m
Max =0.475 m

補強方案分析結果

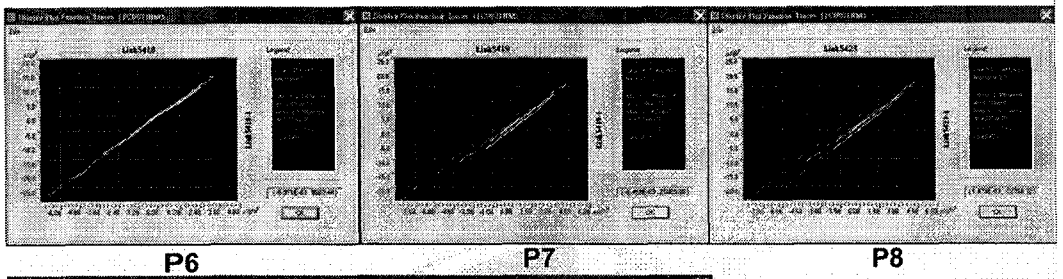
■ 柱底彎矩比較

331地震-TCU021 (人造地震)

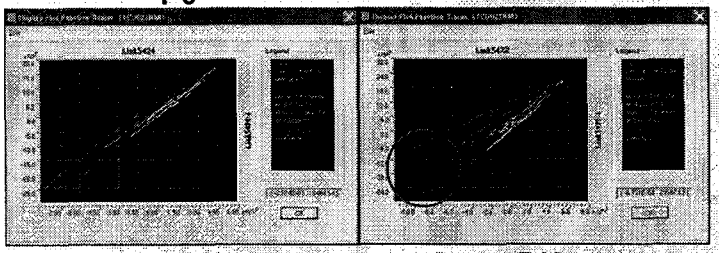
橋墩 柱底彎矩 (tf-m)	P6	P7	P8	P9	P10
原始結構 (a)	-28400	-24870	-24900	-25070	-
增設鋼板及阻尼器 (b)	-13760	-14130	-14680	-15050	-20000
減少百分比 ([a-b]/a)	51.55%	43.18%	41.04%	39.97%	-

補強方案分析結果

■ 柱塑鉸行為_原始結構(331地震-TCU021)



P6　P7　P8

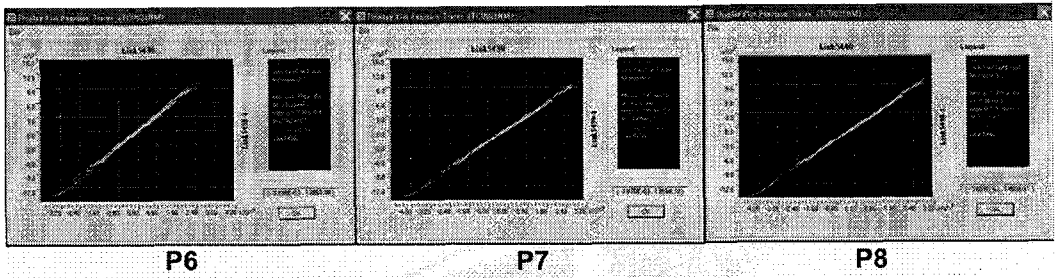


P9　P10

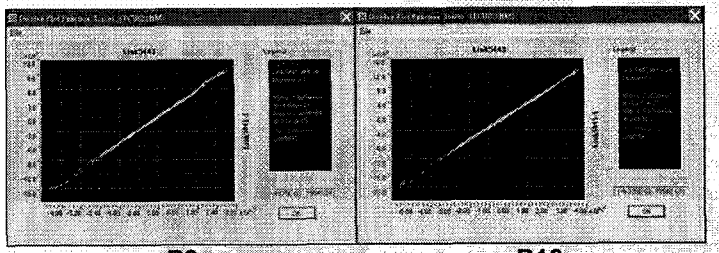
不符合耐震需求

補強方案分析結果

■ 柱塑鉸行為_增設鋼板及阻尼器補強(331地震-TCU021)



P6　P7　P8

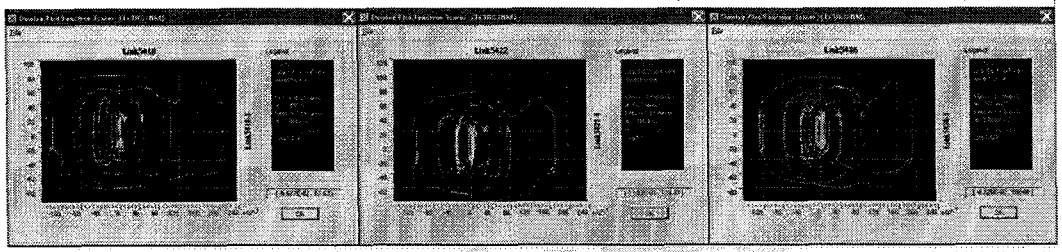


P9　P10

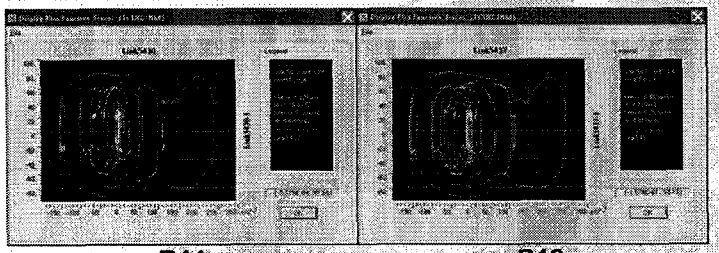
增設鋼板及阻尼器補強後，可符合耐震需求

補強方案分析結果

■ 阻尼器消能_增設鋼板及阻尼器補強(331地震-TCU021)



P3　P4　P5



P11　P12

阻尼器出力介於75.35至94.69噸

補強方案分析結果

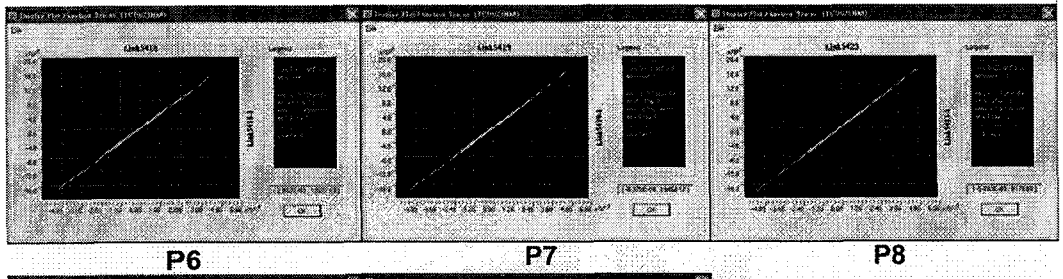
■ 柱底彎矩比較

331地震-TCU021 (原始地震放大至0.48g)

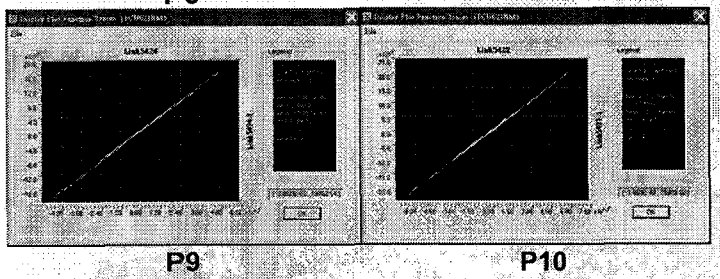
橋墩 柱底彎矩 (tf-m)	P6	P7	P8	P9	P10
原始結構 (a)	-17050	-17860	-18360	-18670	-22700
增設鋼板及阻尼器 (b)	-15350	-15730	-16330	-16770	-21490
減少百分比 ([a-b]/a)	9.97%	11.93%	11.06%	10.36%	5.33%

補強方案分析結果

■ 柱塑鉸行為_原始結構(原始地震放大至0.48g)



P6 P7 P8

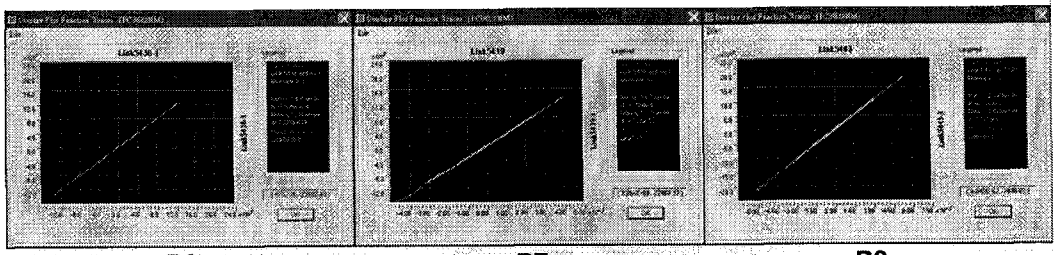


P9 P10

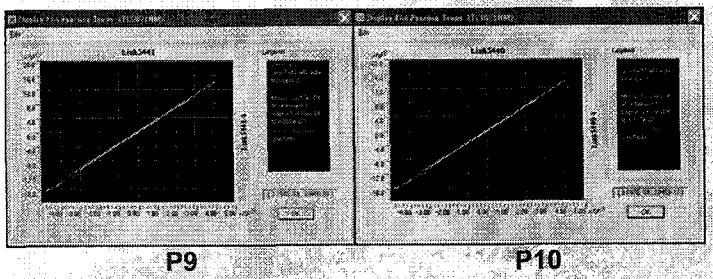
符合耐震需求

補強方案分析結果

■ 柱塑鉸行為_增設鋼板及阻尼器補強(原始地震放大至0.48g)



P6 P7 P8

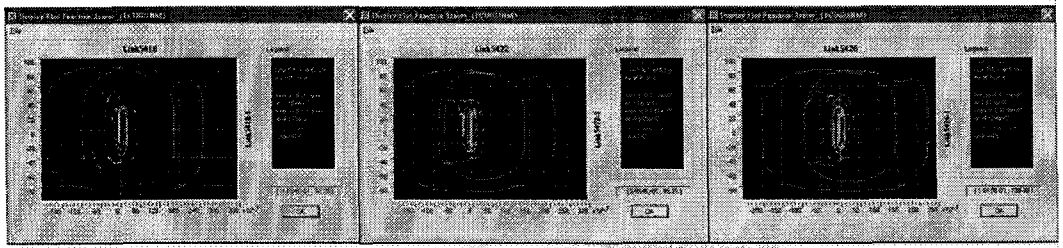


P9 P10

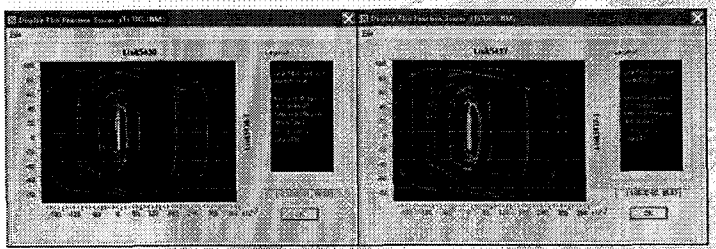
增設鋼板及阻尼器補強後，可符合耐震需求

補強方案分析結果

■ 阻尼器消能_增設鋼板及阻尼器補強(原始地震放大至0.48g)



P3 P4 P5



P11 P12

阻尼器出力介於83.43至94.53噸

補強方案分析結果

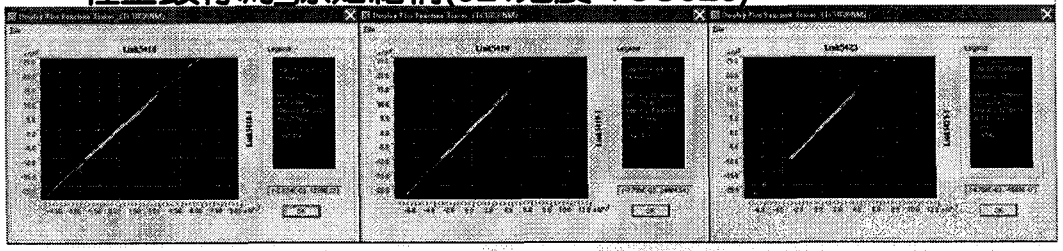
■ 柱底彎矩比較

921地震-TCU026 (人造地震)

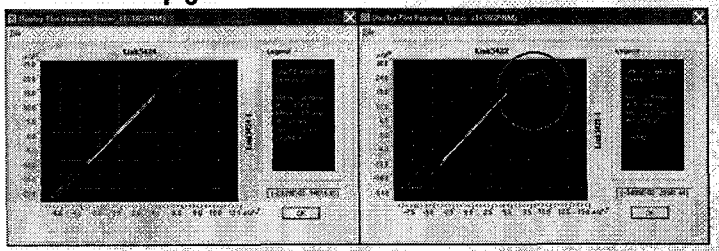
橋墩 柱底彎矩 (tf-m)	P6	P7	P8	P9	P10
原始結構 (a)	24470	24080	24220	24370	-
增設鋼板及阻尼器 (b)	-12150	-12600	-13010	-13270	-16810
減少百分比 ([a-b]/a)	50.35%	47.67%	46.28%	45.55%	-

補強方案分析結果

■ 柱塑鉸行為_原始結構(921地震-TCU026)



P6　P7　P8

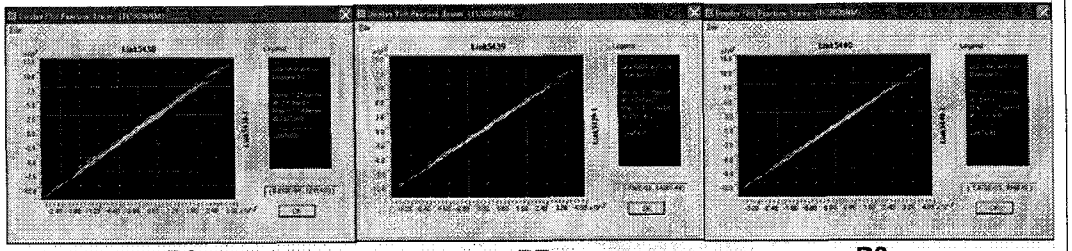


P9　P10

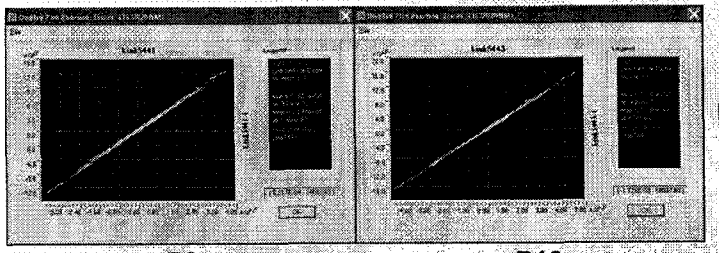
不符合耐震需求

補強方案分析結果

■ 柱塑鉸行為_增設鋼板及阻尼器補強(921地震-TCU026)



P6　P7　P8

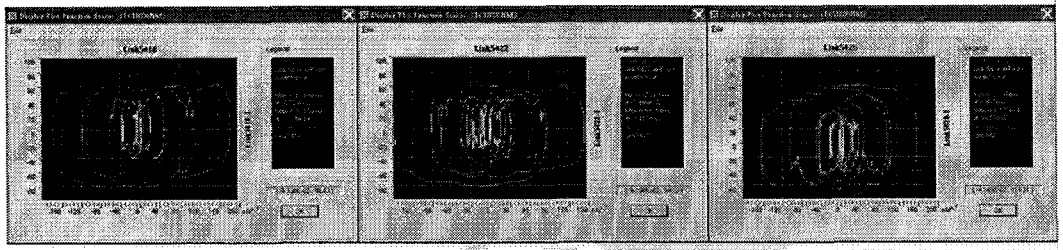


P9　P10

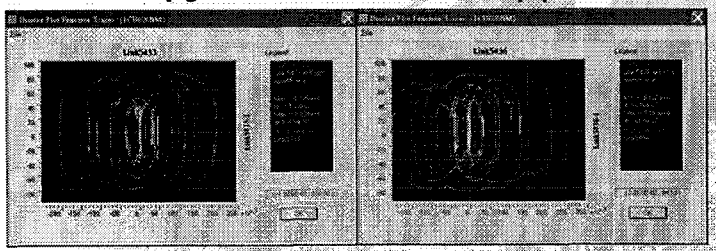
增設鋼板及阻尼器補強後，可符合耐震需求

補強方案分析結果

■ 阻尼器消能_增設鋼板及阻尼器補強(921地震-TCU026)



P3　P4　P5



P11　P12

阻尼器出力介於66.36至85.22噸

補強方案分析結果

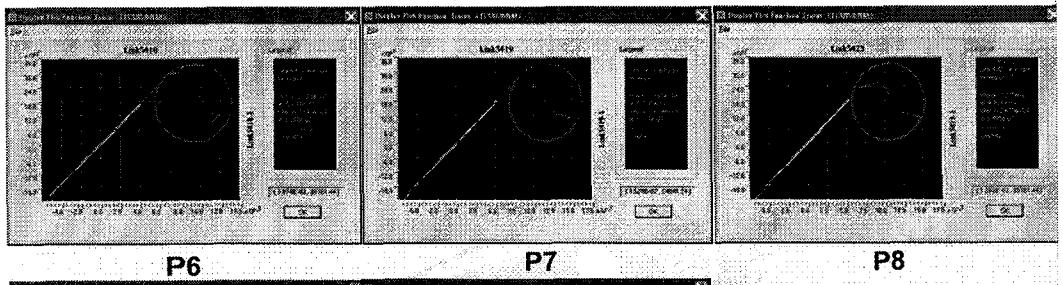
■ 柱底彎矩比較

921地震-TCU026 (原始地震放大至0.48g)

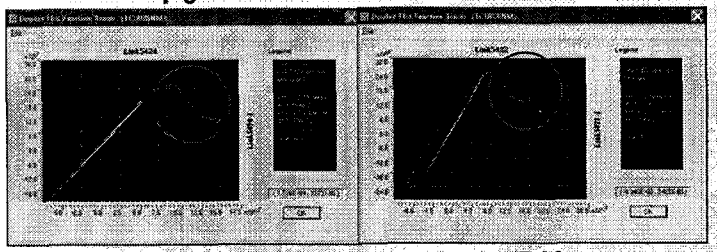
橋墩 柱底彎矩 (tf-m)	P6	P7	P8	P9	P10
原始結構 (a)	-	-	-	-	-
增設鋼板及阻尼器 (b)	17600	19180	19840	20190	24710
減少百分比 ([a-b]/a)	-	-	-	-	-

補強方案分析結果

■ 柱塑鉸行為_原始結構(原始地震放大至0.48g)



P6　P7　P8

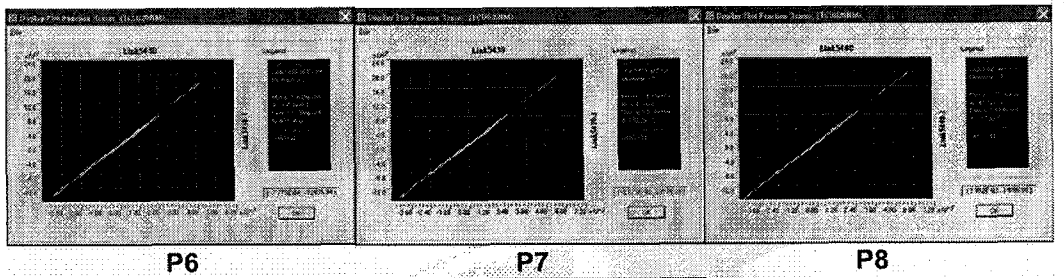


P9　P10

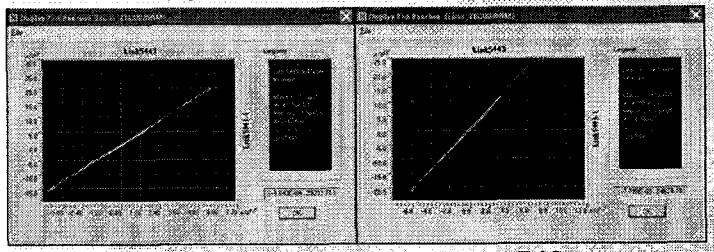
不符合耐震需求

補強方案分析結果

■ 柱塑鉸行為_增設鋼板及阻尼器補強(原始地震放大至0.48g)



P6　P7　P8

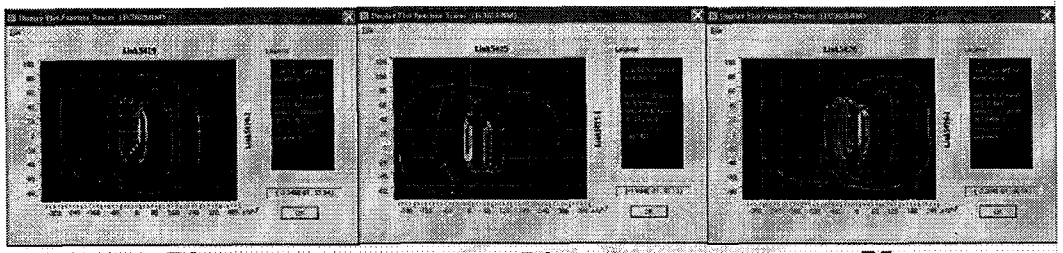


P9　P10

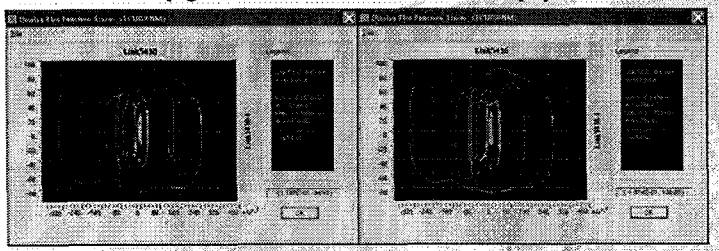
增設鋼板及阻尼器補強後，可符合耐震需求

補強方案分析結果

■ 阻尼器消能_增設鋼板及阻尼器補強(原始地震放大至0.48g)



P3　P4　P5



P11　P12

阻尼器出力介於73.1至89.6噸

補強方案分析結果

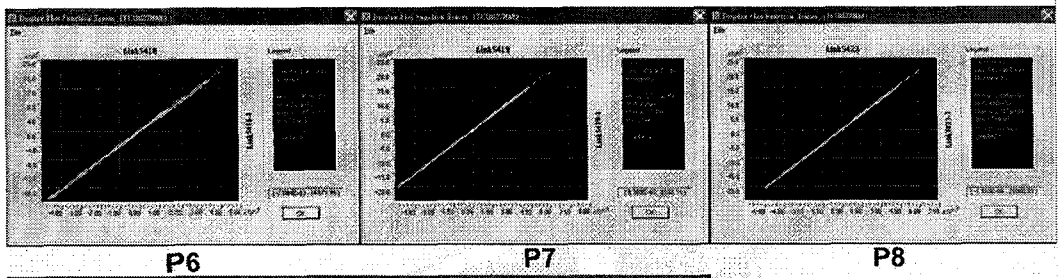
■ 柱底彎矩比較

331地震-TCU027 (人造地震)

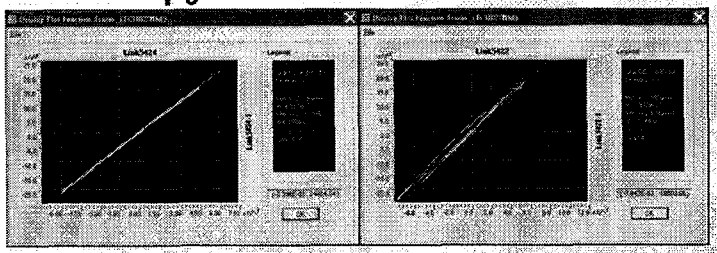
橋墩 柱底彎矩 (tf-m)	P6	P7	P8	P9	P10
原始結構 (a)	19700	20480	21110	21520	-24800
增設鋼板及阻尼器 (b)	10160	10490	10660	11010	14160
減少百分比 ([a-b]/a)	48.43%	48.78%	49.50%	48.84%	42.90%

補強方案分析結果

■ 柱塑鉸行為_原始結構(311地震-TCU027)



P6 P7 P8

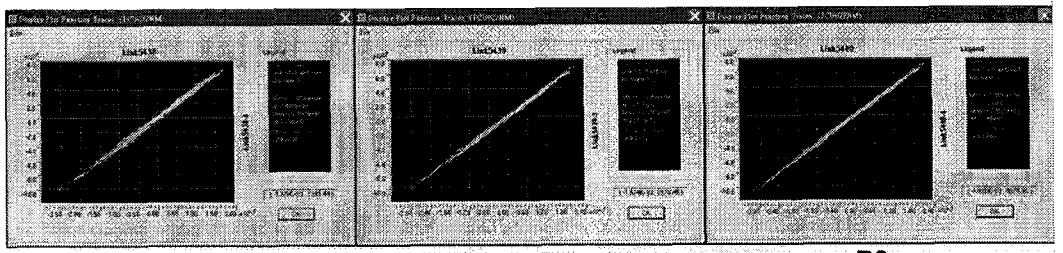


P9 P10

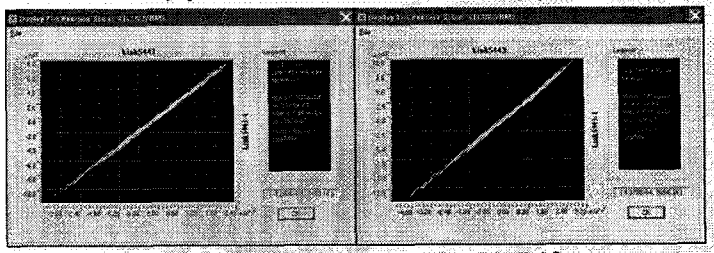
符合耐震需求

補強方案分析結果

■ 柱塑鉸行為_增設鋼板及阻尼器補強(331地震-TCU027)



P6 P7 P8

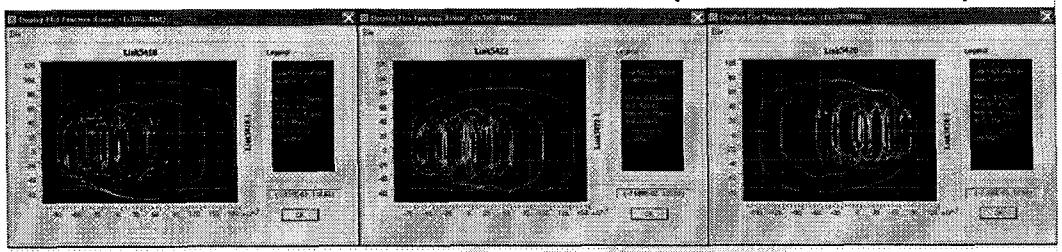


P9 P10

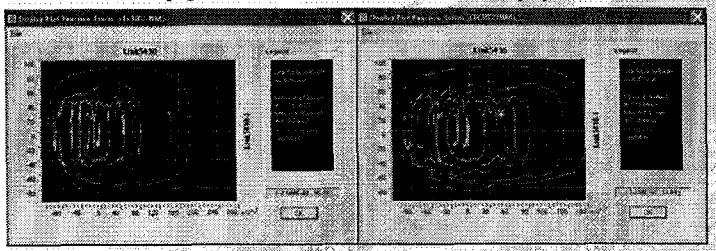
增設鋼板及阻尼器補強後，可符合耐震需求

補強方案分析結果

■ 阻尼器消能_增設鋼板及阻尼器補強(331地震-TCU027)



P3 P4 P5



P11 P12

阻尼器出力介於66.30至91.57噸

補強方案分析結果

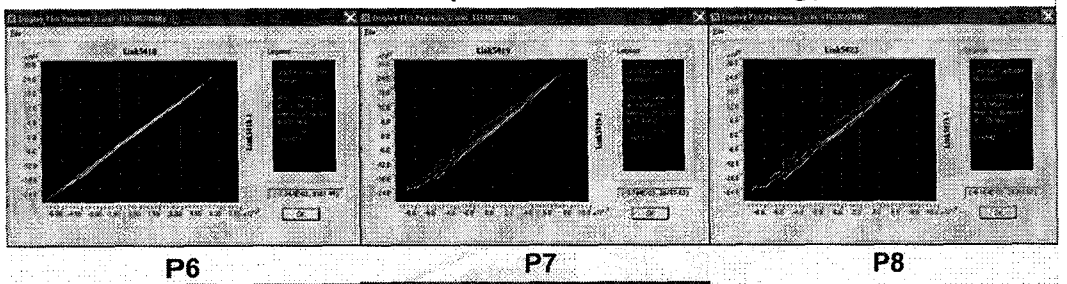
■ 柱底彎矩比較

331地震-TCU027 (原始地震放大至0.48g)

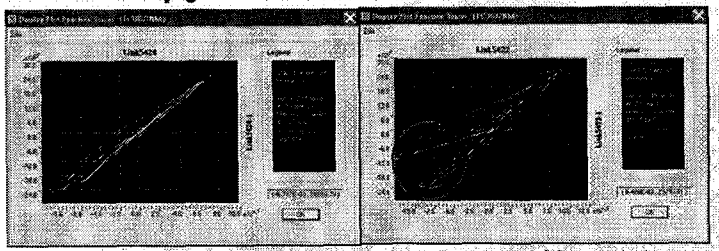
橋墩 柱底彎矩 (tf-m)	P6	P7	P8	P9	P10
原始結構 (a)	-29150	-25490	-25560	-25530	-
增設鋼板及阻尼器 (b)	-24420	-23820	-23890	-24010	-26670
減少百分比 ([a-b]/a)	16.22%	6.55%	6.53%	5.95%	-

補強方案分析結果

■ 柱塑鉸行為_原始結構(原始地震放大至0.48g)



P6　P7　P8

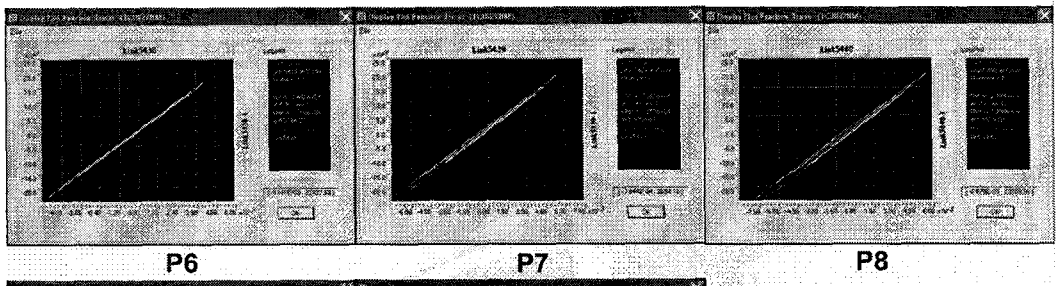


P9　P10

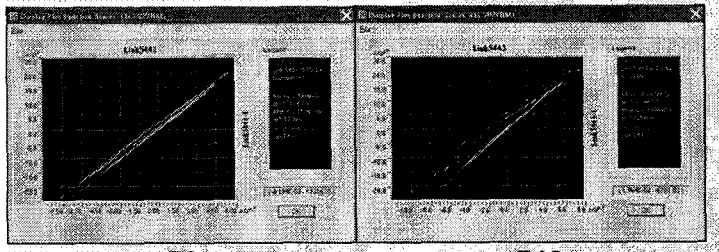
➡ 不符合耐震需求

補強方案分析結果

■ 柱塑鉸行為_增設鋼板及阻尼器補強(原始地震放大至0.48g)



P6　P7　P8

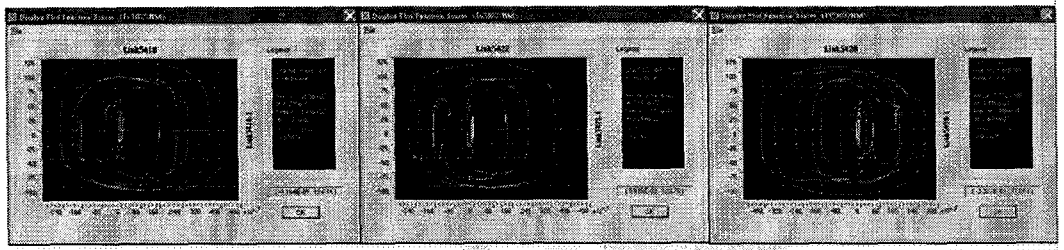


P9　P10

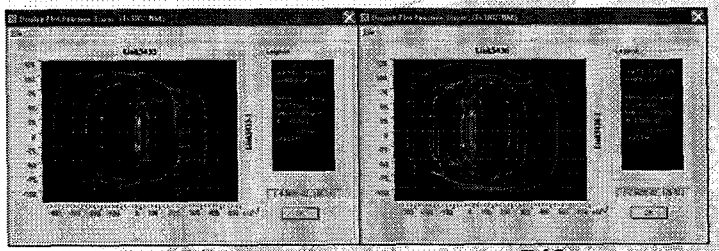
➡ 增設鋼板及阻尼器補強後，可符合耐震需求

補強方案分析結果

■ 阻尼器消能_增設鋼板及阻尼器補強(原始地震放大至0.48g)



P3　P4　P5



P11　P12

➡ 阻尼器出力介於106.2至120.9噸

補強方案分析結果

■ 耐震需求比較

	原始結構	增設鋼板及阻尼器
331地震紀錄-TCU021 (人造地震)	NG	OK
921地震紀錄-TCU026 (人造地震)	NG	OK
331地震紀錄-TCU027 (人造地震)	OK	OK
331地震紀錄-TCU021 (原始地震放大至0.48g)	OK	OK
921地震紀錄-TCU026 (原始地震放大至0.48g)	NG	OK
331地震紀錄-TCU027 (原始地震放大至0.48g)	NG	OK

補強方案分析結果

■ 柱底彎矩比較_增設鋼板及阻尼器補強

	P6	P7	P8	P9	P10
331地震紀錄-TCU021 (人造地震)	-13760	-14130	-14680	-15050	-20000
331地震紀錄-TCU027 (人造地震)	10160	10490	10660	11010	14160
331地震紀錄-TCU021 (原始地震放大至0.48g)	-15350	-15730	-16330	-16770	-21490
331地震紀錄-TCU026 (原始地震放大至0.48g)	-24420	-23820	-23890	-24010	-26670

補強方案分析結果

■ 阻尼器需求比較

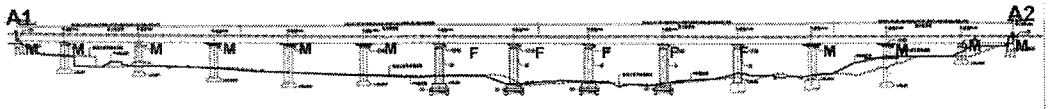
	最大阻尼力（tf）	衝程 (m)
331地震紀錄-TCU021 (人造地震)	94.69	0.208
921地震紀錄-TCU026 (人造地震)	85.22	0.212
331地震紀錄-TCU027 (人造地震)	91.57	0.176
331地震紀錄-TCU021 (原始地震放大至0.48g)	94.53	0.233
921地震紀錄-TCU026 (原始地震放大至0.48g)	89.60	0.331
331地震紀錄-TCU027 (原始地震放大至0.48g)	120.90	0.423

耐震能力補強結果

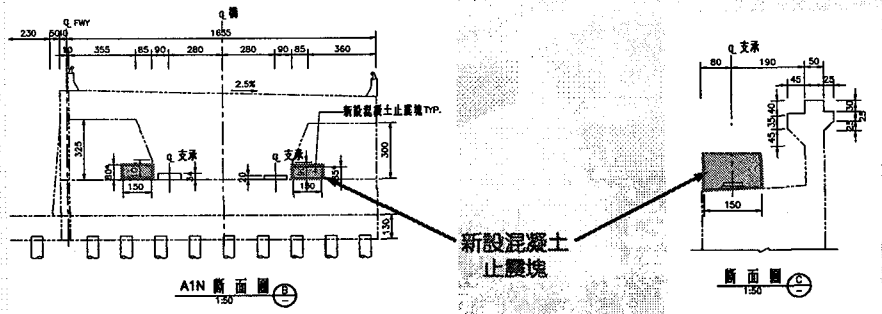
■ 補強後沉箱穩定性評估

沉箱評估	P6	P7	P8	P9
側面土壤降伏比	0.54	0.47	0.47	0.47
評估結果	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

細設補強方案



橋台支承強度不足 → 新設混凝土止震塊



耐震能力補強結果

■ 止震塊補強設計

❖ 橫向地震力性能點地震力V=862 t，彎矩M=497 t-m

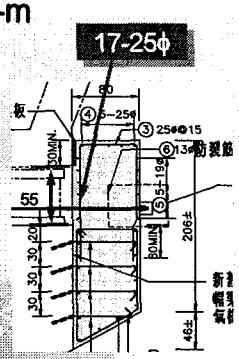
❖ 撓曲強度 $Mu=\phi Mn=\phi A_s f_y d(1-0.6\rho f_y / f_c')$

Mu=0.9*872.4 =785.2 t-m > M O.K.

❖ 剪力強度 Vu=ϕv*Vn =ϕv(0.8Av*fy+Ac*K1)

K1=28kg/cm2

Vu=0.85*(681+560)=1055 t > V O.K.



頭前溪河川橋—補強方案經濟性檢討

1.橋面版面積	(a)	26,124	m^2
2.經費統計	項目	費用（萬元）	百分比（%）
	(b)上部結構	0	0
	(c)支承(阻尼器)	4797.0	47.4%
	(d)伸縮縫	0	0
	(e)帽梁	0	0
	(f)橋墩	2373.2	23.5%
	(g)基礎	2942.9	29.1%
	(h)橋台	0	0
	(i)防落裝置	0	0
	(j)地盤改良	0	0
	(k)其他	0	0
	(l)修繕	0	0
	(m)總計	10113.0	100%
3.經濟性檢討	單位面積補強費用=(m)/(a)=	4837	元

■ 鳳山溪河川橋

編號	審查意見	意見回覆
1	沖刷深度是否有考量沖刷後回淤之影響?	本工程河川橋耐震評估之沖刷考量係依據公路橋梁耐震設計規範C.1.4節基面之規定採局部沖刷值之一半考慮地震影響。本橋兩岸堤防之防洪頻率為50年回歸期，而本橋之標準亦應與水利防洪標準一致，故本橋於2500年回歸期時地震時，沖刷深度為考量回淤，其值為50年回歸期頻率洪水局部沖刷值之一半。
3	最大沖刷深度與2500年回歸期地震不需同時考量	
4	高公局橋梁每年都有維護，所以不可能任其沖刷至200年標準之沖刷深度，故也不需以此極限狀態評估	
5	200年洪水沖刷時，地震力如何考慮?	

■ 鳳山溪河川橋

編號	審查意見	意見回覆
2	考量之沖刷深度是否與原設計沖刷深度一致?	經查閱本橋設計及竣工書圖，並無原設計沖刷深度資料，故無從比較。惟依竣工圖，本橋之設計洪水位為EL.91.997 (100年重現期距)，而本補強工程之分析洪水位為EL.92.72 (鳳山溪治理基本計畫，50年重現期距)，兩者水位相近，故推斷兩者之沖刷考量可能相仿。
6	橋梁之重要基本資料須詳列，請於細設審查時補充	遵照辦理，詳本標細部設計審查簡報資料。
7	請於圖上標示河川治理線位置。	遵照辦理，詳本標細部設計審查簡報資料。
8	請根據評估結果，說明鳳山溪橋之破壞模式與順序。	遵照辦理，詳本標細部設計審查簡報資料。

■ 鳳山溪河川橋

編號	審查意見	意見回覆
9	根據日本311地震之橋梁破壞情況模性統計，其支承破壞很多，但橋墩損壞很少。鳳山溪橋上部結構為多跨連續，且勁度夠，地震下，上部結構應該不致會破壞。故請考量補強是否需達到強支承目標，而使得大地震下，上部結構應地震產上之慣性力透過支承傳至橋墩，而致橋墩產生嚴重破壞，或是維持弱支承，增強防落措施，使大地震下支承先破壞，但上構不致落橋，以避免大量地震力傳至橋墩，保護橋墩不致嚴重破壞。還是策略性問題，請適度考量，以避免過度補強。	1.本橋若維持既有弱支承，由於盤式之破壞方式相當複雜，以結構分析程式模擬其破壞模式進行分析，國內外亦無相關工程實績及大量研究以供參考。 2.北二高定位為生命線救災道路，肩負大地震後大量救災車輛及物資運送功用，而本橋大地震後之支承修復及橋梁位置調整將影響高速公路主線交通，將影響其生命線救災道路功用。 3.另外本橋為推進工法橋梁，墩頂至箱梁底僅有50cm施工空間，且底版於支承上方有底板鋼腱通過，於大地震後更換盤式支承其施工風險及難度極高。 4.本橋若採強支承補強，經採基礎非線性彈簧及採性能點力量進行檢核基礎後，僅剩深槽橋墩P6~P9因於震時考量局沖刷深度之一半分析後，沉箱穩定性不足須補強外，其餘橋墩基礎皆無須補強，補強經費已大幅下降。 5.由1.及4.之比較建議採強支承之補強策略。

■ 鳳山溪河川橋

編號	審查意見	意見回覆
10	請重新檢討鳳山溪橋沉箱箱體剪力容量及撓曲強度偏低之原因。	遵照辦理，原分析模型之基礎彈簧為未考量沖刷之線性彈簧，且未採用性能點之力量，故剪力及彎曲需求皆較大。而沉箱箱體剪力及彎曲之C/D值係依橫向鋼筋間距與實際間距與分析之需求間距之比值或撓曲鋼筋與需求鋼筋面積之比值，而非實際需求之剪力、撓曲強度與實際需求之剪力、撓曲強度比值，故其C/D值偏低。
11	請以側推分析之性能點來重新評估橋墩的剪力強度。也請於細設審查時詳列詳細評估內容，其中包括直接基礎加入非線性彈簧之分析結果	遵照辦理，詳本標細部設計審查簡報資料。

■ 鳳山溪河川橋

編號	審查意見	意見回覆
12	沉箱關鍵問題是沖刷深度，基礎一旦外露地震抵抗能力降低，請說明評估是否有將其效應納入考慮，如何考慮？	本橋沉箱基礎評估時，其裸露深度係依200年回歸期局部沖刷值之一半計算而得，並依此裸露深度進行地震時沉箱基礎評估。
13	請重新確認周期。鳳山溪橋為單柱式圓形橋墩，縱向支承多為滾支承，故其縱向週期應該比較長，但報告內容顯示其縱向周期和橫向周期相當。	遵照辦理，經以非線性彈簧模型重新分析後，縱向顯著週期為2.12秒，橫向顯著週期為1.69秒，縱向週期已較橫向週期為長。

■ 鳳山溪河川橋

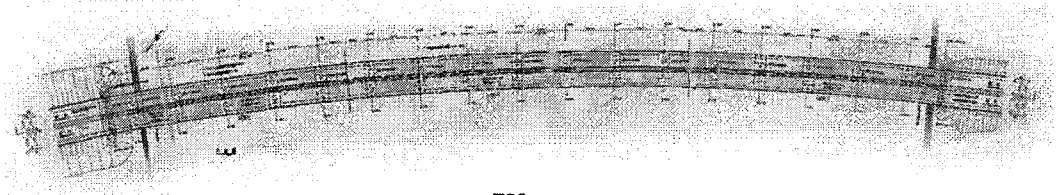
編號	審查意見	意見回覆
14	請考量阻尼器之阻尼比30%太高，不容易達到。	考量伸縮縫及箱型梁至橋台背牆空間下，阻尼器之阻尼比降為25%，且從自由振動推估其等效阻尼比約為20%左右，時間歷時分析結果詳本標細部設計審查簡報資料。
15	有關以阻尼器補強橋梁之歷時分析，請補充以原始地震力為輸入之分析結果	針對三組原始地震，放大地表加速度至0.48g，並以其為輸入地震進行時間歷時分析，分析結果詳標細部設計審查簡報資料。
16	第五頁所列之服務性能為設計地震震後有限通行，最大考量地震震後緊急通行。此項說明需和實際符合。	本工程之耐震評估及補強設計，主要依部頒「公路橋梁耐震設計規範」及國家地震中心「公路橋梁耐震評估及補強準則草案」辦理，應可符合設計地震「震後有限通行」，最大考量地震「震後緊急通行」之耐震服務性能。

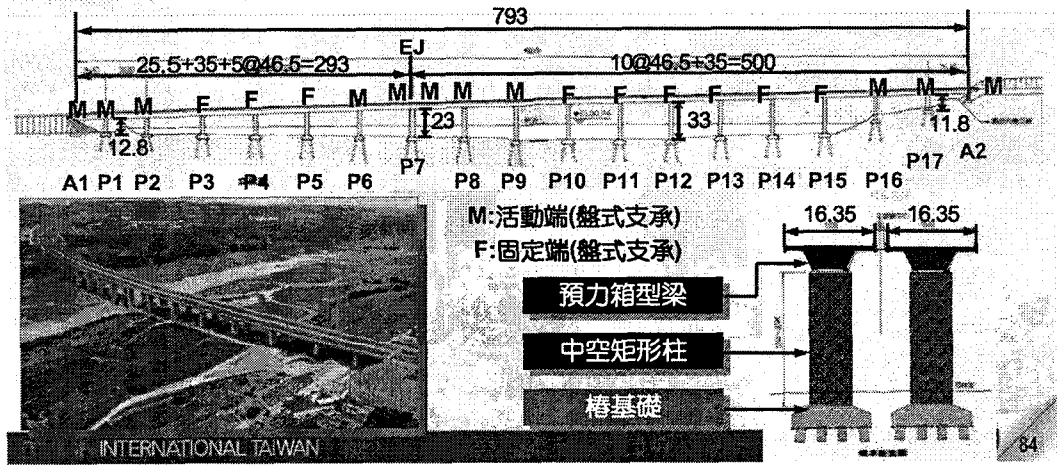
2 頭前溪河川橋

■ 頭前溪河川橋概述

- 工法 ➡ 節塊推進工法，預力混凝土箱梁節塊，由兩側橋台推進
- 結構配置 ➡ 全橋長793 m，共18跨，第七橋墩設置伸縮縫，第1單元293 m，第2單元500 m
- 上部結構 ➡ 南北雙向分離橋面設計，每一橋面各有三車道，寬度16.35 m
- 支承 ➡ 支承型式為盤式支承，分為單向滑動、雙向滑動與固定支承
- 橋柱 ➡ 橋墩設計方式採矩形中空柱，分為兩種斷面，除P7橋墩其餘斷面皆相同
- 基礎 ➡ 橋梁基礎採基樁型式，每一基礎均配八根基樁，樁長12~18 m
- 地質 ➡ 橋址河床質為礫石，其下為砂岩

頭前溪河川橋－橋梁結構系統

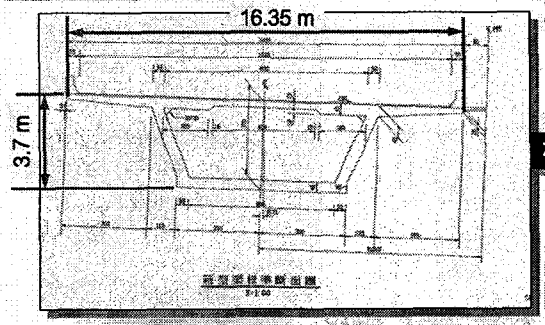




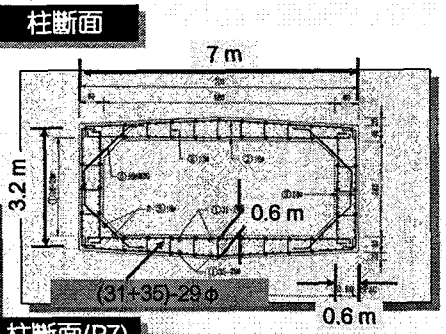
頭前溪河川橋

■ 上構、柱型式

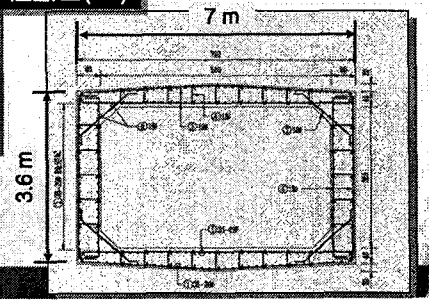
預力箱梁斷面



柱斷面

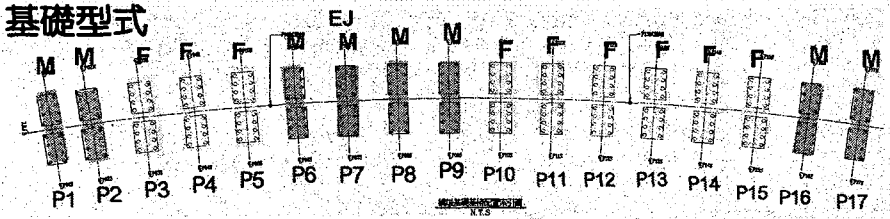


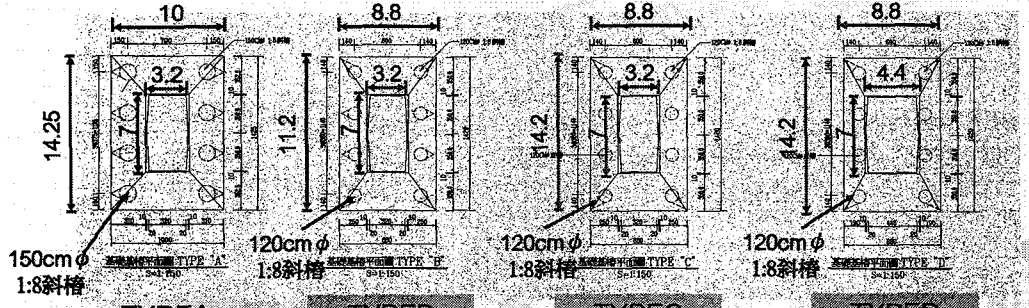
柱斷面(P7)



頭前溪河川橋－橋梁結構系統

■ 基礎型式

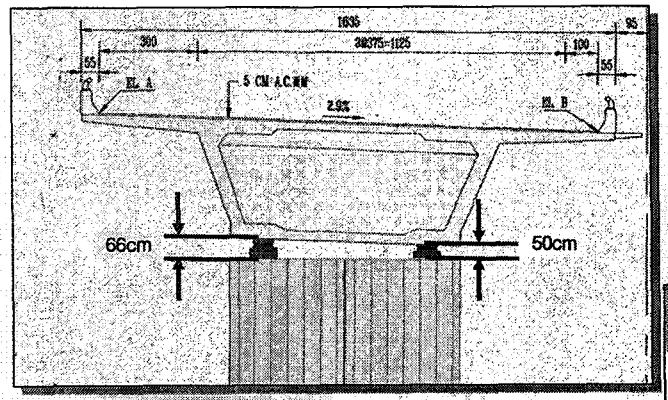


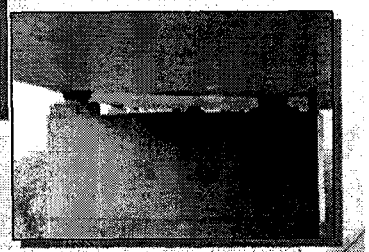


樁帽厚度3~4 m；平均樁長15 m

頭前溪河川橋－橋梁結構系統

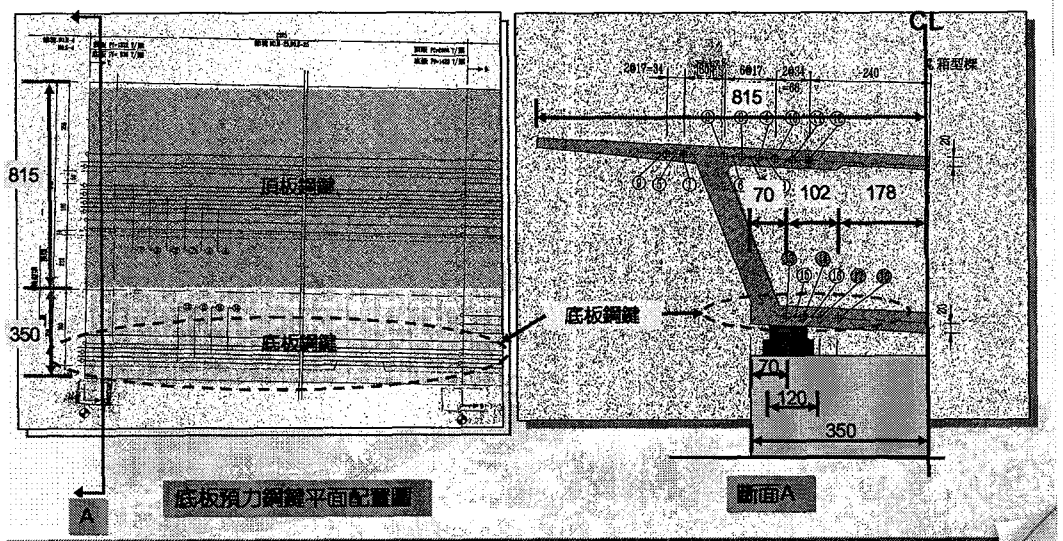
■ 支承空間



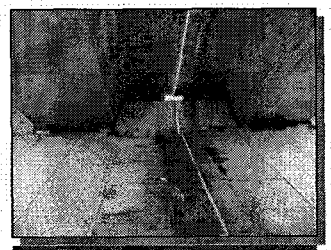


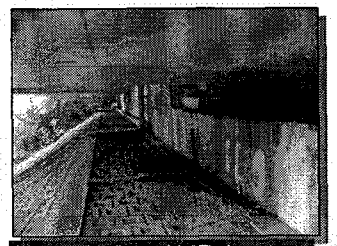
頭前溪河川橋－橋梁結構系統

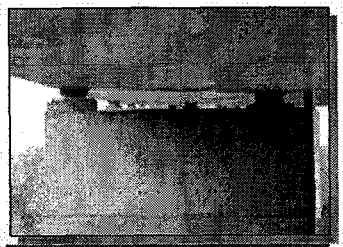
■ 底板鋼鍵分佈



頭前溪河川橋－橋梁現況相片


橋台A1


橋台A1箱梁底


橋墩盤式支承

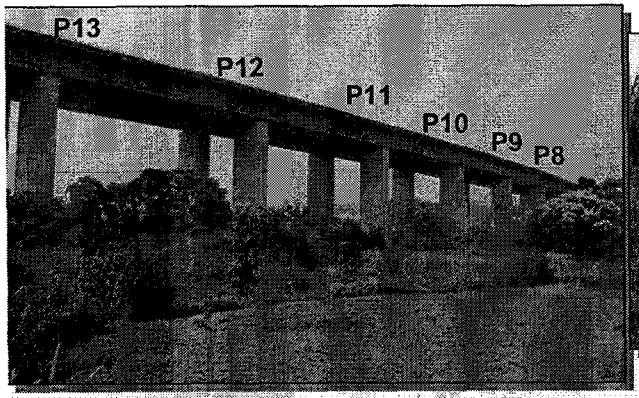
橋台A2

橋台盤式支承

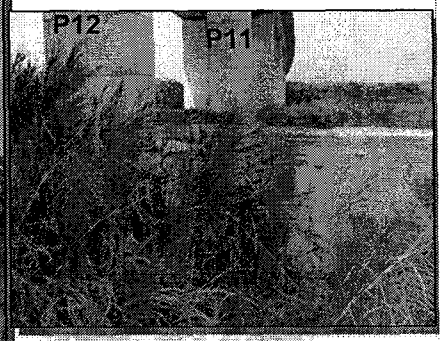
齒型伸縮縫

頭前溪河川橋－橋梁現況相片

■ 橋墩現況



P8~P13橋墩現況

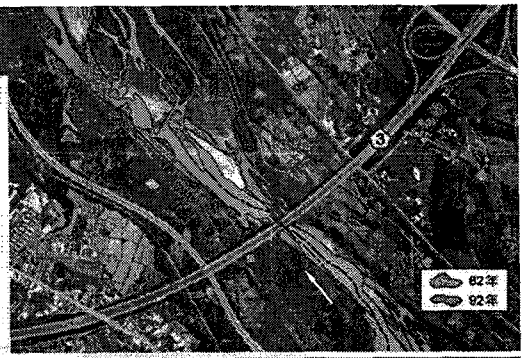


行水區現況

頭前溪河川橋

■ 頭前溪現況

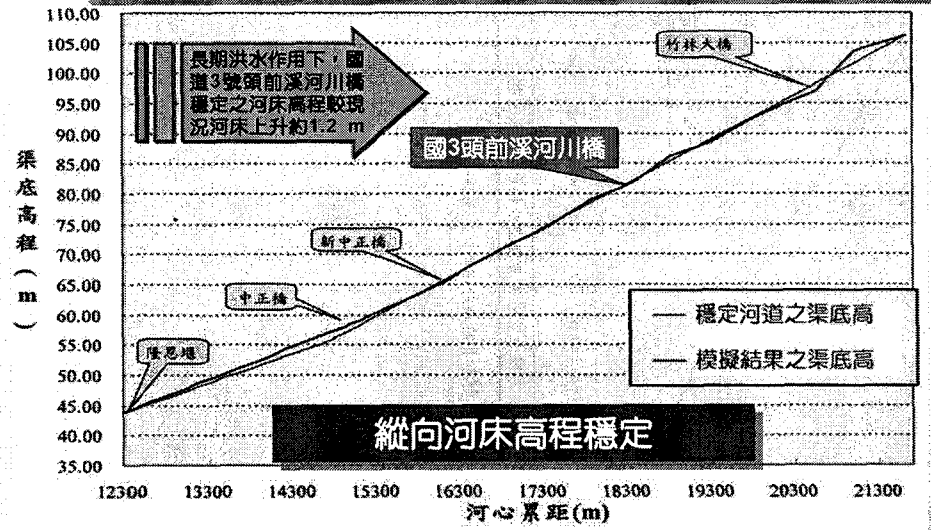
- ❖ 屬辮狀河川，有河槽擺盪特性
- ❖ 由航照圖，橋梁上下游皆有擺盪情形，惟流經本梁處之流路尚屬穩定
- ❖ 河床質為礫石，其下為砂岩
- ❖ 下游3300m中正大橋(竹中大橋)固床工落差達10m以上，惟其向源侵蝕對本工程橋梁河床穩定影響輕微



中正大橋固床工

下游中正大橋固床工移除渠底沖淤模擬

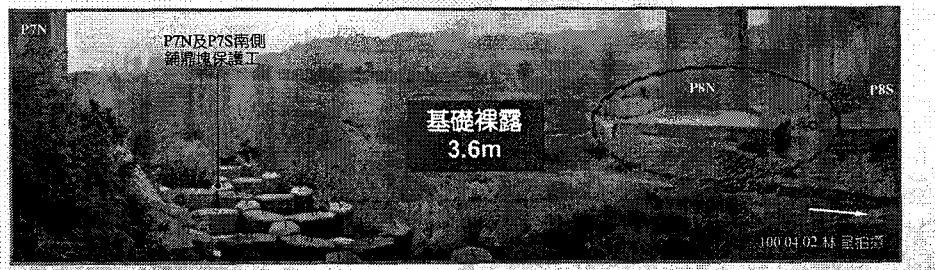
中正大橋下游固床工潰決情形下，河道之一維動床水理模擬結果



【摘自：水利署第二河川局，頭前溪中正大橋河段沖刷防治工法規劃設計，2011】

M34標河川橋現況及評估

- **頭前溪河川橋現況**
  - ❖ 由歷年斷面測量成果，本河段近年(93年以後)除P8、P9處高程有變化外，其餘高程相當穩定，河槽位置變動亦不大
  - ❖ P7、P8樁帽已裸露，其中P7有鼎塊保護，目前尚屬穩定



頭前溪河川橋沖刷評估成果

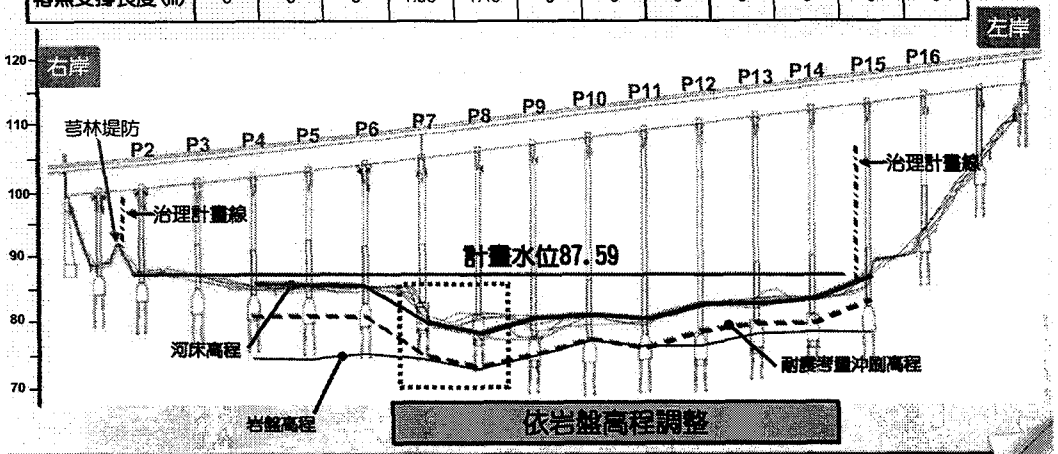
河川	橋梁名稱	斷面編號	計畫洪水位(m)	水面寬(m)	河床值代表粒徑(cm)	河床坡度	保護工現況	橋墩現況
頭前溪	頭前溪河川橋	38.2	87.59 (Q100)	504	21.3	1/141	右岸堤防、鼎塊固床工	P7、P8基礎頂部裸露

橋梁名稱	墩號	洪峰流量Q(cms)	局部沖刷	束縮沖刷	河床質移動厚度	長期沖刷	沖刷深度	依岩盤修正之沖刷深度
頭前溪河川橋	P4	7200(Q100)	6.03	0.88	1.09	0.47	8.47	8.47
	P5		6.01	0.88	1.09	0.47	8.45	8.45
	P6		5.33	0.88	1.09	0.47	7.77	7.77
	P7		8.22	0.88	2.17	1.64	12.91	7.76
	P8		7.34	0.88	2.17	1.64	12.03	6.72
	P9		7.04	0.88	2.17	1.64	11.73	7.97
	P10		6.47	0.88	2.17	1.64	11.16	7.46
	P11		7.19	0.88	2.17	1.64	11.88	7.21
	P12		5.85	0.88	2.17	1.64	10.54	7.69
	P13		6.54	0.88	1.09	0.47	8.98	6.82
	P14		6.22	0.88	1.09	0.47	8.66	7.11
	P15		4.03	0.88	1.09	0.47	6.47	6.47

頭前溪河川橋沖刷評估成果

考量50%回淤後之基礎裸露情形

墩號	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
沖刷距樁帽底(m)	0.13	0.54	1.58	-4.30	-4.48	1.19	3.95	2.37	4.43	3.26	3.01	4.63
樁無支撐長度(m)	0	0	0	4.30	4.48	0	0	0	0	0	0	0



M34標河川橋水位引用說明

■ 水位比較

河川橋	竣工圖說 原設計水位	同時期水利單位 河川計畫水位	本補強工程設計水位 (目前河川治理計畫水位)
鳳山溪河川橋	91.997 (Q100)	92.72 (Q50,計畫水位) 鳳山溪治理基本計畫(70年)	92.72 (Q50,計畫水位) 鳳山溪治理基本計畫(70年)
頭前溪河川橋	90.16 (Q200)	87.59 (Q100,計畫水位) 頭前溪治理規劃報告(73年)	87.59 (Q100,計畫水位) 頭前溪治理規劃報告(73年)

■ 比較說明

- ❖ 鳳山溪河川橋之設計水位與原設計水位相近
- ❖ 頭前溪河川橋原設計水位與水利單位公告水位差距較大(竣工報告並無說明詳述其數據來源或計算依據)

建議依目前河川治理計畫水位進行檢核及設計

1.符合本「耐震補強」工程之適切考量

2.水利單位審核時有所依據

頭前溪河川橋－既有橋梁設計載重及材料參數

■ 設計規範：交通部76年版公路橋梁設計規範

■ 設計地震力：K_h=0.12

■ 混凝土設計強度

- ❖ 上部結構箱型梁 ：fc'=350kgf/cm^2
- ❖ 橋柱及橋台軀體 ：fc'=240kgf/cm^2
- ❖ 基礎 ：fc'=240kgf/cm^2

■ 鋼筋設計強度

- ❖ 29mmϕ(含)以下 ：fy=2800kgf/cm^2
- ❖ 32mmϕ(含)以上 ：fy=4200kgf/cm^2

補強橋梁設計標準

■ 地震分區：新竹縣竹東鎮

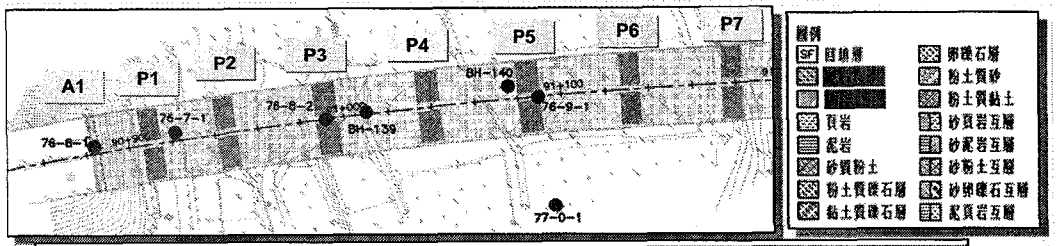
■ 鄰近斷層：新城斷層

S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M	F_V	F_A	$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
0.8	0.45	1	0.55	1.0	1.0	1.05	1.1	1.1	1.2	0.84	0.495	1.1	0.66

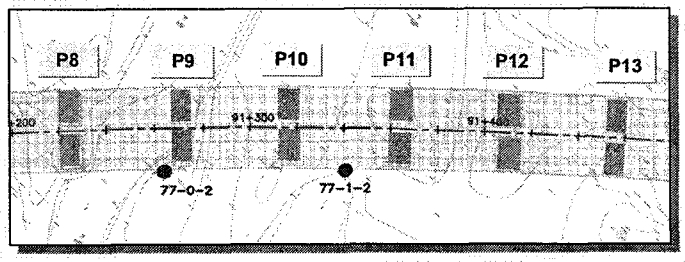
■ 耐震性能標準

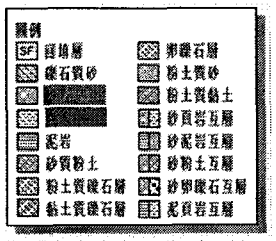
- ❖ 中度地震等級 SP1：$0.4\times S_{DS}/3.25$ =0.103 g
- ❖ 設計地震等級 SP2：$0.4\times S_{DS}$ =0.336 g
- ❖ 最大考量地震等級 SP3：$0.4\times S_{MS}$ =0.440 g

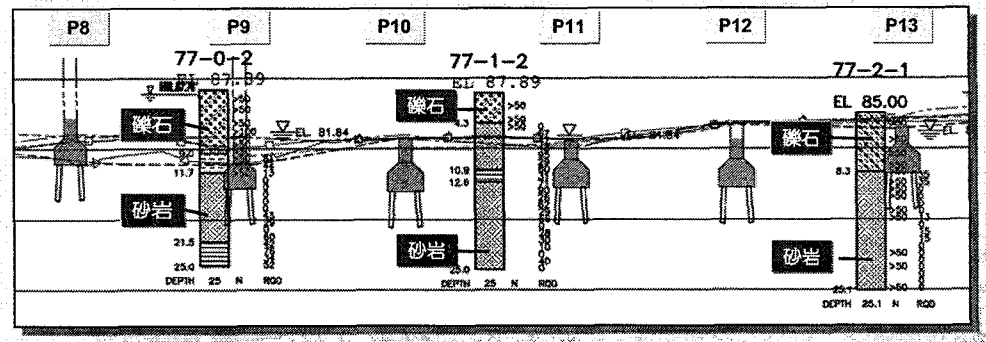
頭前溪河川橋－橋址地質資料、地盤種類及反應譜



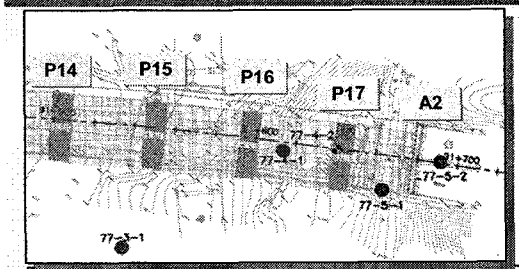
頭前溪河川橋－橋址地質資料、地盤種類及反應譜

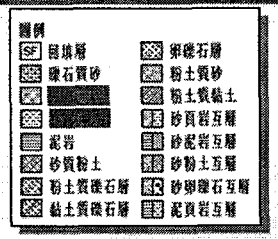


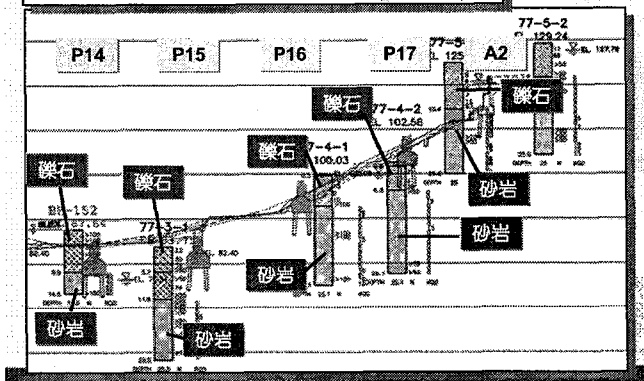




頭前溪河川橋－橋址地質資料、地盤種類及反應譜







頭前溪河川橋－橋址地質資料、地盤種類及反應譜

BH130、BH131

橋墩編號	型式	Vs_{30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
A01N	直基	681.01	第一類地盤	0	無液化
P01N	樁基	583.76	第一類地盤	0	無液化
P02N	樁基	552.01	第一類地盤	0	無液化
P03N	樁基	484.37	第一類地盤	0	無液化
P04N	樁基	513.08	第一類地盤	0	無液化
P05N	樁基	496.63	第一類地盤	0	無液化
P06N	樁基	394.78	第一類地盤	0	無液化
P07N	樁基	602.48	第一類地盤	0	無液化
P08N	樁基	544.49	第一類地盤	0	無液化
P09N	樁基	474.81	第一類地盤	0	無液化
P10N	樁基	434.13	第一類地盤	0	無液化
P11N	樁基	489.48	第一類地盤	0	無液化
P12N	樁基	410.14	第一類地盤	0	無液化
P13N	樁基	440.63	第一類地盤	0	無液化
P14N	樁基	454.00	第一類地盤	0	無液化

覆土層	4.3~12m	卵礫石
承載層	12m以下	砂岩

$$V_{s30}=\frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{V_{si}}}=\frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i/V_{si}}$$

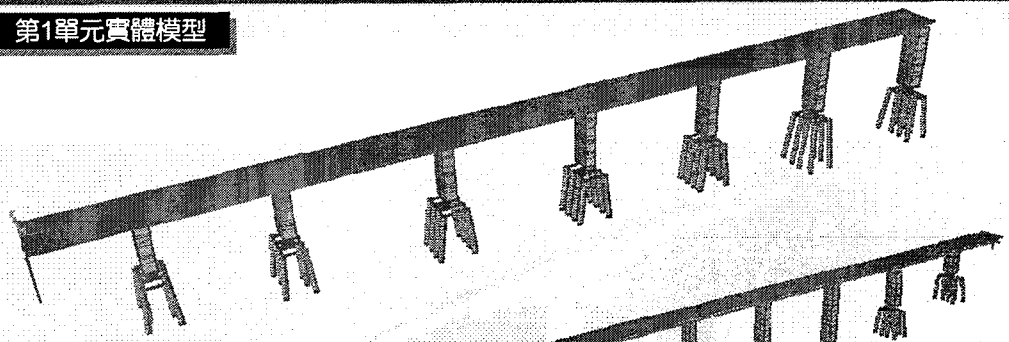
地盤分類

- 第一類地盤 $V_{S30} \geqq 270m/s$
- $270m/s > $ 第二類地盤 $V_{S30} \geqq 180m/s$
- 第三類地盤 $V_{S30} < 180m/s$

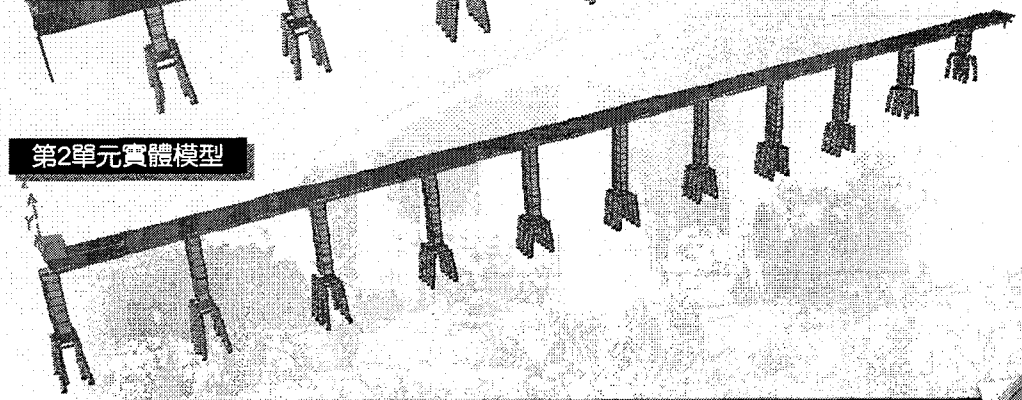
→ 採第一類地盤進行分析設計

頭前溪河川橋－評估分析模擬

第1單元實體模型

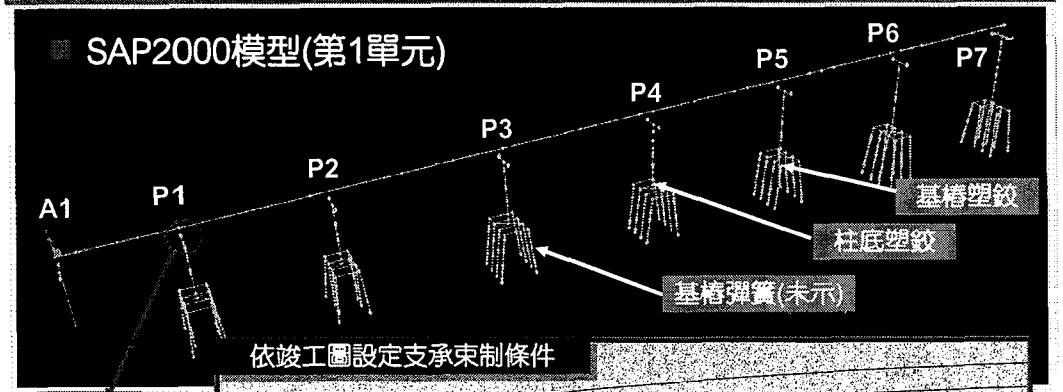


第2單元實體模型

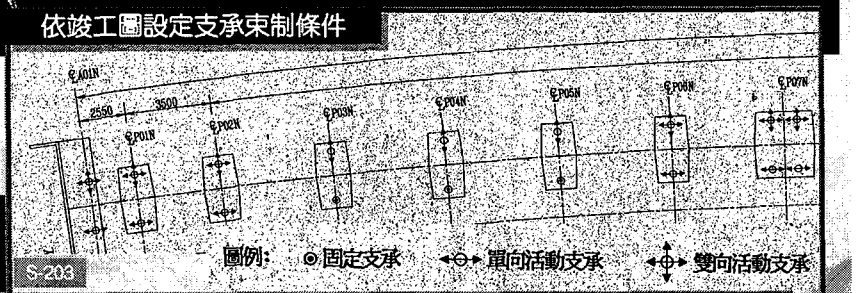


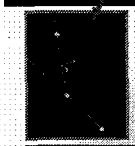
頭前溪河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型(第1單元)



依竣工圖設定支承束制條件

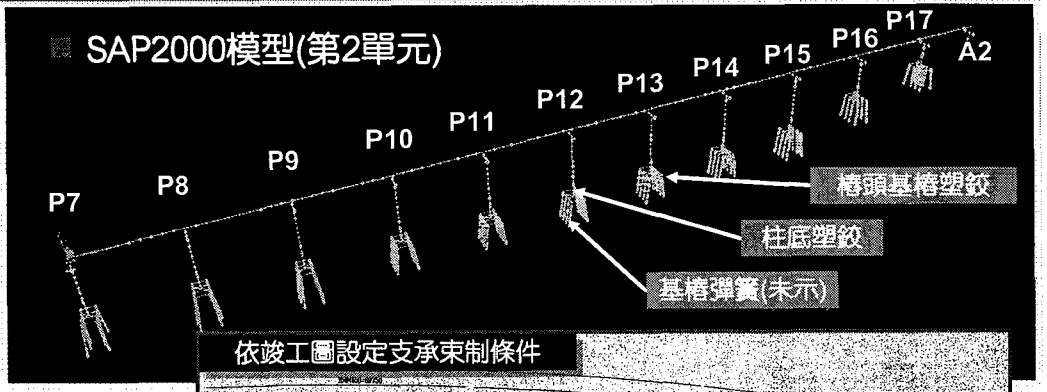




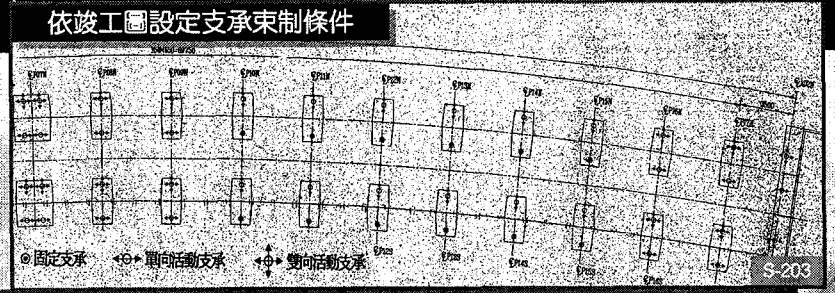
SAP支承
LOCAL軸
束制條件設定

頭前溪河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型(第2單元)

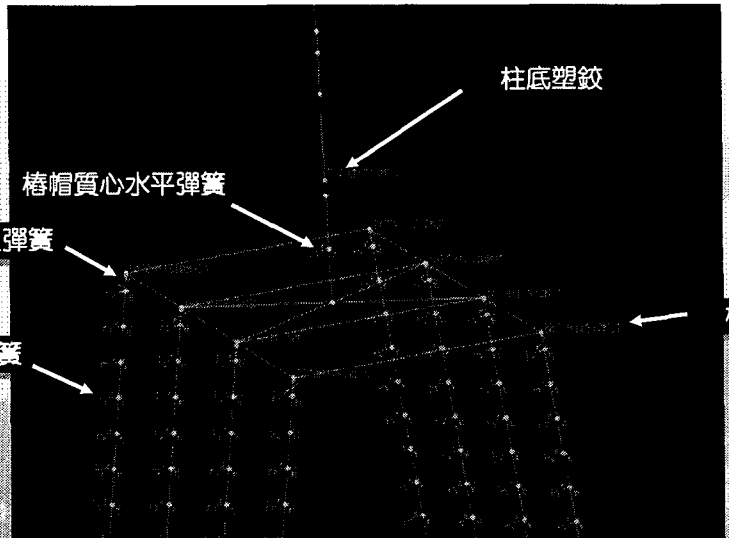


依竣工圖設定支承束制條件



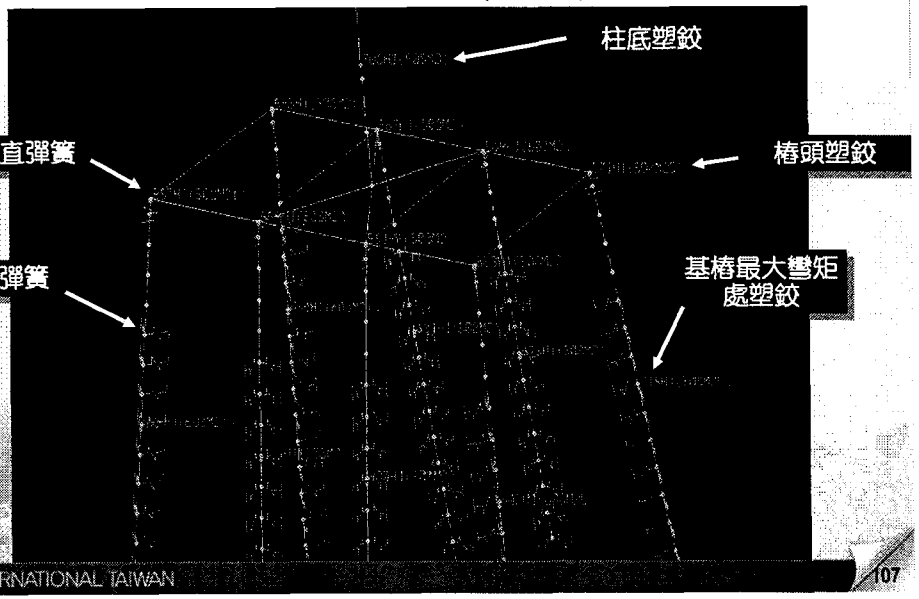
頭前溪河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型：基樁無裸露橋墩



頭前溪河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型：基樁沖刷裸露橋墩(P7,P8)

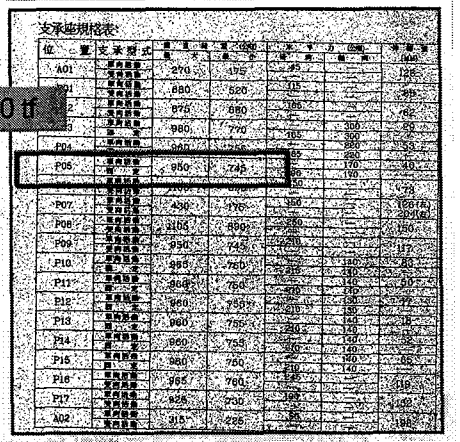


頭前溪河川橋

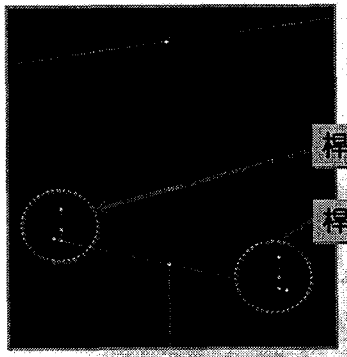
■ 支承反力檢核

以橋墩P5橋墩為例

竣工圖支承設計力表



靜載重=DEAD+SDL



設計力=745~950 tf

桿件軸力=808.5 tf

桿件軸力=808.5 tf

橋墩P5

支承反力與竣工圖相符

頭前溪河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

❖ 第1單元

方向	模態	顯著週期
		橋柱勁度0.5EI
軸向	Mode1	1.59
橫向	Mode2	1.21

Mode1

Mode2

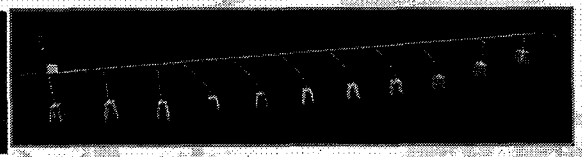
頭前溪河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

❖ 第2單元

方向	模態	顯著週期
		橋柱勁度0.5EI
軸向	Mode1	3.03
橫向	Mode2	1.68

Mode1

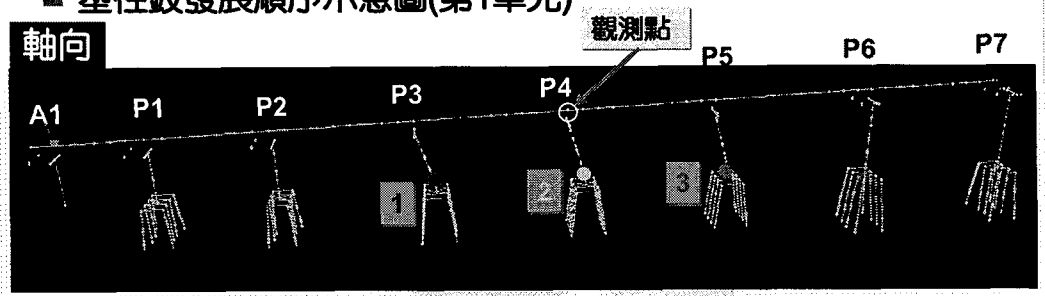


Mode2

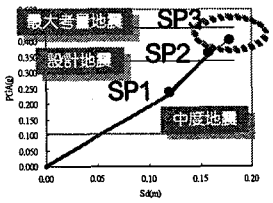
頭前溪河川橋－橋柱強度韌性評估

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第1單元)

軸向



橋軸方向評估結果

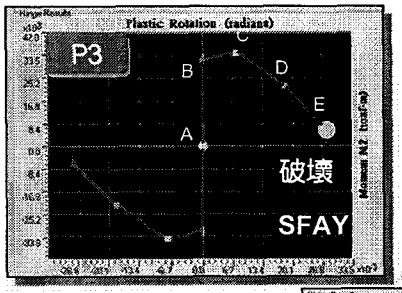


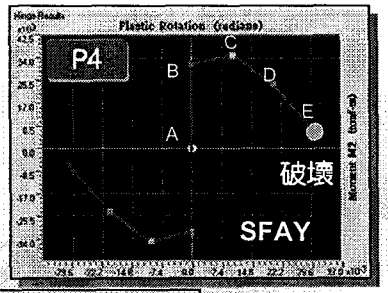
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.103	0.231	2.24
設計地震等級	SP2	0.336	0.360	1.07
最大考量地震等級	SP3	0.440	0.404	0.92

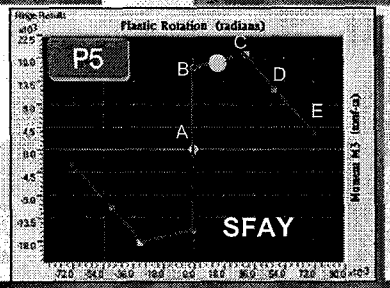
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =0.954 m

軸向強度韌性不足

頭前溪河川橋－橋柱強度韌性評估

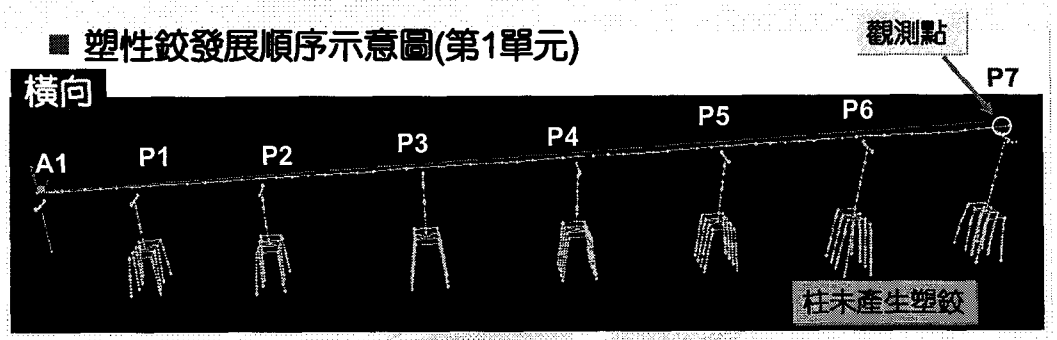


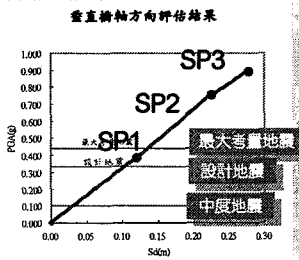




頭前溪河川橋－橋柱強度韌性評估

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第1單元)



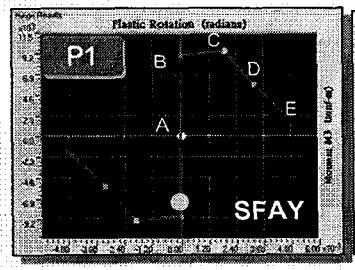


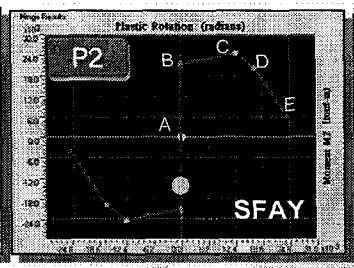
耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.103	0.390	3.77
設計地震等級	SP2	0.336	0.751	2.23
最大考量地震等級	SP3	0.440	0.900	2.05

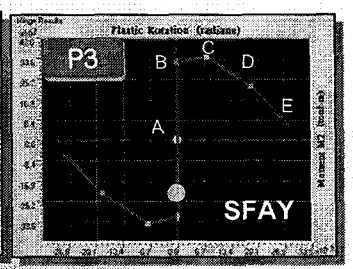
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =3.9 m

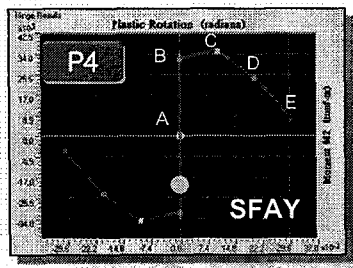
➡ 橫向強度韌性足夠

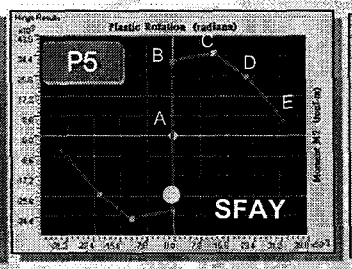
頭前溪河川橋－橋柱強度韌性評估

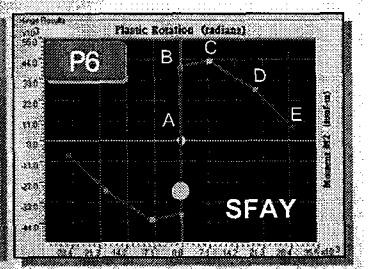






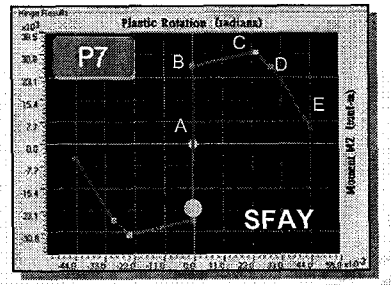






橋柱塑性鉸

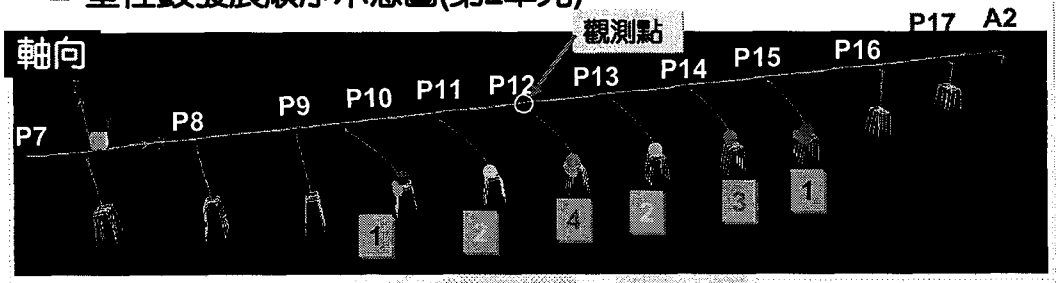
頭前溪河川橋－橋柱強度韌性評估



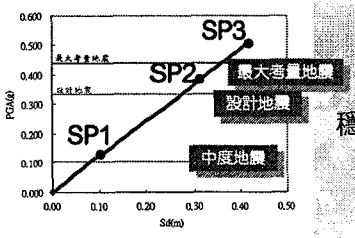
橋柱塑性鉸

頭前溪河川橋－橋柱強度韌性評估

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第2單元)



橋軸方向評估結果

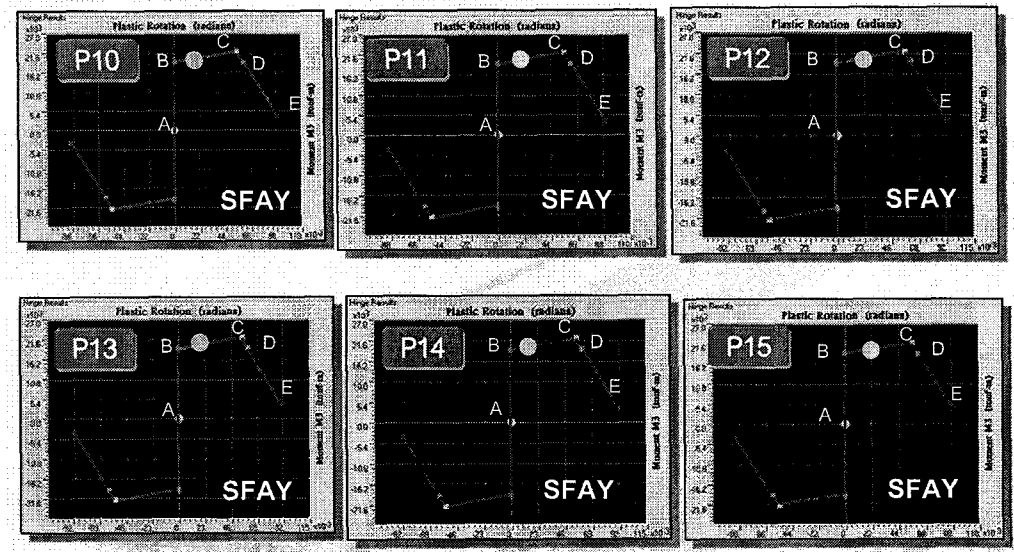


耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.103	0.126	1.22
設計地震等級	SP2	0.336	0.385	1.14
最大考量地震等級	SP3	0.440	0.511	1.16

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.74 m

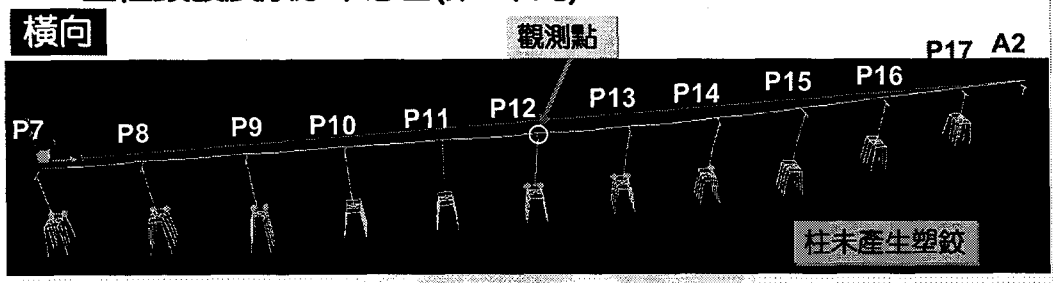
➡ 軸向強度韌性足夠

頭前溪河川橋－橋柱強度韌性評估

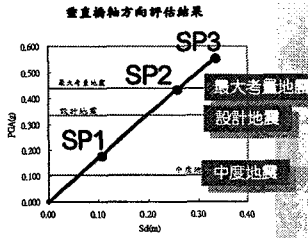


頭前溪河川橋－橋柱強度韌性評估

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第2單元)



垂直橋軸方向評估結果

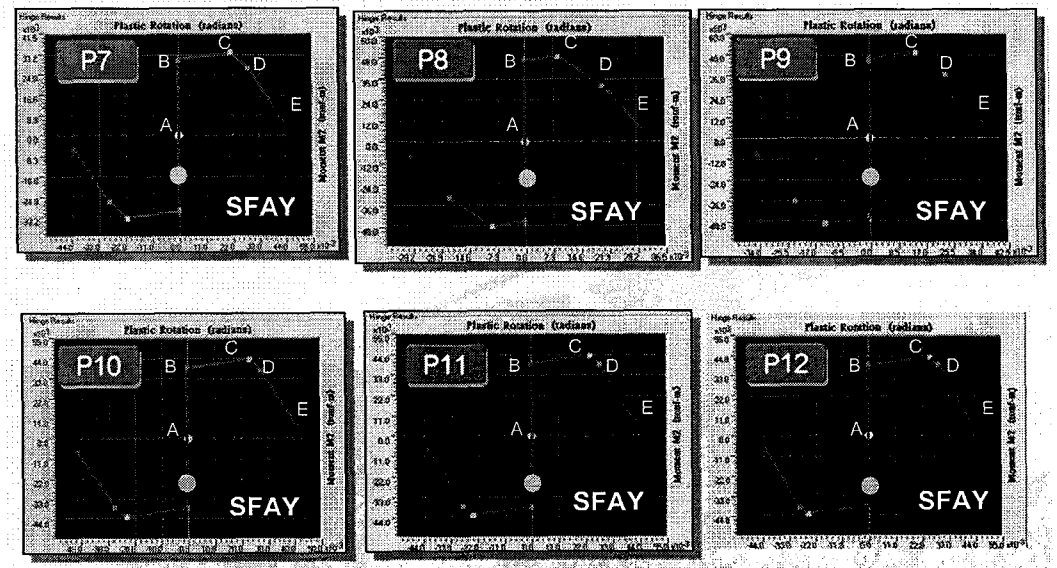


耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.103	0.181	1.75
設計地震等級	SP2	0.336	0.437	1.30
最大考量地震等級	SP3	0.440	0.555	1.26

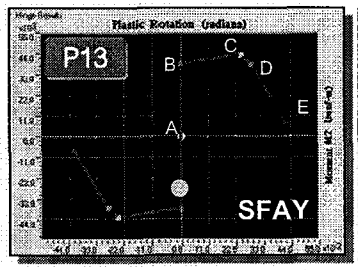
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.39 m

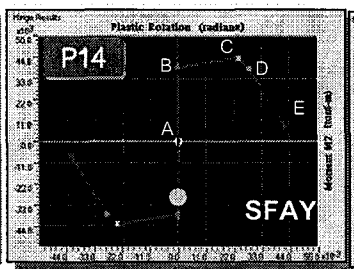
➡ 橫向強度韌性足夠

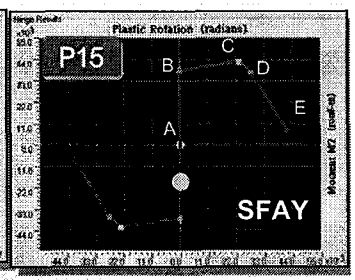
頭前溪河川橋－橋柱強度韌性評估

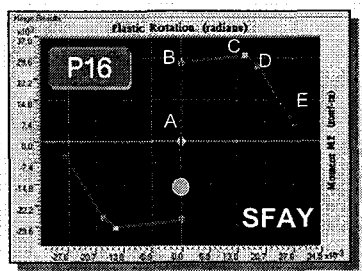


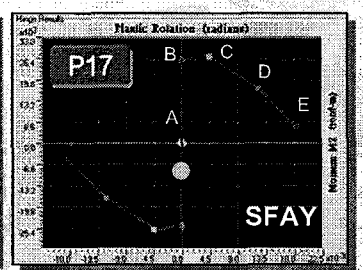
頭前溪河川橋－橋柱強度韌性評估







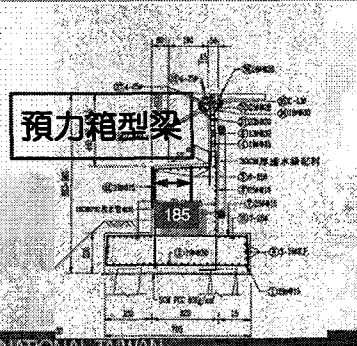




頭前溪河川橋－防落長度評估

■ 防落橋長度檢核

	第1單元		第2單元	
	A1	P7	P7	A2
規訂最小防落橋長度	69.2	128.76	143.98	150.20
實際防落橋長度	185	200	200	185
C/D比值	2.67	1.55	1.39	1.23
檢核	O.K.	O.K.	N.G.(<1.5)	N.G.(<1.5)



頭前溪河川橋—容量保護構件檢核

■ 支承強度檢核(最大考量地震)

支承形式	橋墩	2500地震力(Ton)		支承容許力(Ton)		C/D		設計需求(Ton)	
		Long	Trans	Long	Trans	Long	Trans	Long	Trans
M	A1	-	351	-	68	-	0.19	-	283
M	P1	-	416	-	173	-	0.41	-	244
M	P2	-	671	-	248	-	0.37	-	423
F	P3	1336	958	900	278	0.67	0.29	436	681
F	P4	1197	857	660	278	0.55	0.32	537	579
F	P5	1111	910	510	285	0.46	0.31	601	625
M	P6	-	967	-	375	-	0.39	-	592
M	P7	-	1116	-	450	-	0.40	-	666

頭前溪河川橋—容量保護構件檢核

■ 支承強度檢核(最大考量地震)

支承形式	橋墩	2500地震力(Ton)		支承容許力(Ton)		C/D		設計需求(Ton)	
		Long	Trans	Long	Trans	Long	Trans	Long	Trans
M	P8	-	630	-	375	-	0.59	-	255
M	P9	-	681	-	315	-	0.46	-	366
F	P10	704	903	420	323	0.60	0.36	284	581
F	P11	691	940	420	315	0.61	0.34	271	625
F	P12	670	894	390	315	0.58	0.35	280	579
F	P13	688	848	420	315	0.61	0.37	268	533
F	P14	687	673	420	315	0.61	0.47	267	358
F	P15	696	472	420	315	0.60	0.67	276	157
M	P16	-	671	-	368	-	0.55	-	304
M	P17	-	624	-	285	-	0.46	-	339
M	A2	-	413	-	75	-	0.18	-	338

頭前溪河川橋—容量保護構件檢核

■ 支承強度檢核(最大考量地震) **最大設計需求力整理**

橋墩

橫向設計力=681 tf → 所有橋墩增設混凝土止震塊

縱向設計力=601 tf → 於固定端橋墩增設鋼製止震托架

橋台

橫向設計力=338 tf → 於橋台上箱梁旁增設混凝土止震塊

頭前溪河川橋—基礎檢核

■ 單元1：土壤承載力檢核→O.K.

支承形式	橋墩	容許軸拉 (Ton)	軸拉 (Ton)	C/D	檢核	容許軸壓 (Ton)	軸壓 (Ton)	C/D	檢核
M	P1	654	0	-	O.K.	1733	500	3.46	O.K.
M	P2	652	75	8.72	O.K.	1725	721	2.39	O.K.
F	P3	1031	172	5.98	O.K.	2702	913	2.96	O.K.
F	P4	1031	314	3.28	O.K.	2702	1005	2.69	O.K.
F	P5	697	409	1.71	O.K.	2224	1101	2.02	O.K.
M	P6	687	514	1.33	O.K.	1755	1254	1.40	O.K.
M	P7	646	547	1.18	O.K.	1705	1278	1.33	O.K.

■ 樁帽鋼筋量檢核→O.K.

頭前溪河川橋—基礎檢核

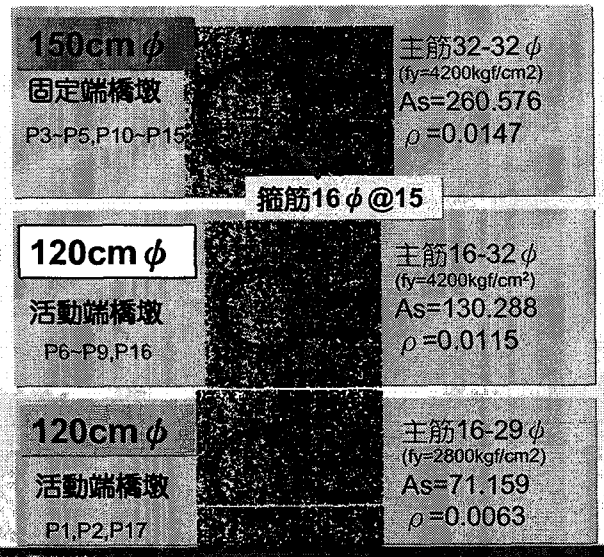
■ 單元2：土壤承載力檢核→O.K.

支承形式	橋墩	容許軸拉 (Ton)	軸拉 (Ton)	C/D	檢核	容許軸壓 (Ton)	軸壓 (Ton)	C/D	檢核
M	P7	646	501	1.29	O.K.	1705	1184	1.44	O.K.
M	P8	848	499	1.70	O.K.	1985	1242	1.60	O.K.
M	P9	903	418	2.16	O.K.	2064	1162	1.78	O.K.
F	P10	1031	319	3.23	O.K.	2702	1124	2.40	O.K.
F	P11	1031	455	2.27	O.K.	2702	1259	2.15	O.K.
F	P12	1031	503	2.05	O.K.	2702	1301	2.08	O.K.
F	P13	1031	635	1.62	O.K.	2702	1413	1.91	O.K.
F	P14	1031	534	1.93	O.K.	2702	1327	2.04	O.K.
F	P15	1031	254	4.06	O.K.	2702	1071	2.52	O.K.
M	P16	721	218	3.30	O.K.	1804	936	1.93	O.K.
M	P17	652	0	-	O.K.	1725	648	2.66	O.K.

■ 樁帽鋼筋量檢核→O.K.

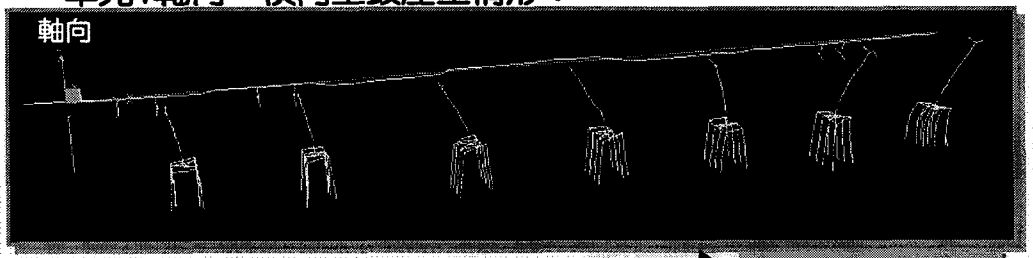
頭前溪河川橋—基樁檢核

■ 既有基樁鋼筋配置

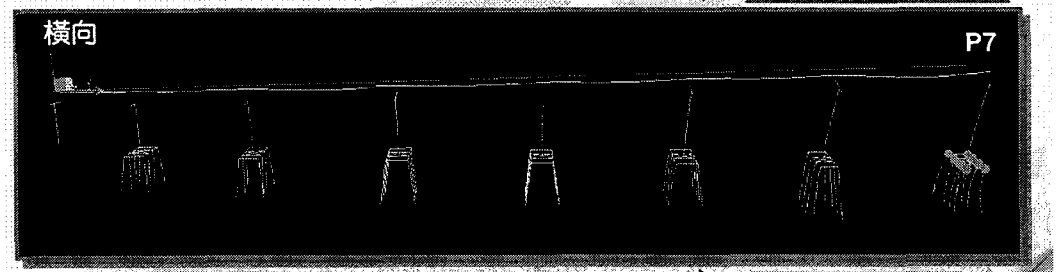


頭前溪河川橋—基樁檢核

■ 單元1軸向、橫向塑鉸產生情形：



基樁皆未產生塑鉸



P7樁頭產生塑鉸

頭前溪河川橋—基樁檢核

■ 單元1軸向、橫向

軸向　樁頭處

支承	墩號	軸拉	M	V	塑鉸My	C/D	檢核	軸壓	M	V	塑鉸My	C/D	檢核
F	P3	54	468	13	629	1.35	OK	-805	728	156	808	1.11	OK
F	P4	223	197	62	583	2.96	OK	-926	268	71	820	3.06	OK
F	P5	242	250	50	578	2.31	OK	-942	334	59	823	2.46	OK

軸向樁頭檢核OK

橫向　樁頭處

支承	墩號	軸拉	M	V	塑鉸My	C/D	檢核	軸壓	M	V	塑鉸My	C/D	檢核
M	P1	-24	80	29	194	2.42	OK	-500	183	58	278	1.52	OK
M	P2	75	122	46	185	1.52	OK	-721	239	52	319	1.33	OK
F	P3	172	348	35	606	1.74	OK	-913	338	62	829	2.45	OK
F	P4	314	121	124	572	4.73	OK	-1005	249	203	844	3.39	OK
F	P5	409	84	134	549	6.54	OK	-1101	224	224	861	3.85	OK
M	P6	514	161	19	204	1.26	OK	-1254	211	16	439	2.07	OK
M	P7	547	362	83	126	0.35	NG(達塑鉸)	-1278	481	136	444	0.92	NG(達塑鉸)

P7橫向樁頭檢核NG → 樁頭鋼板包覆補強

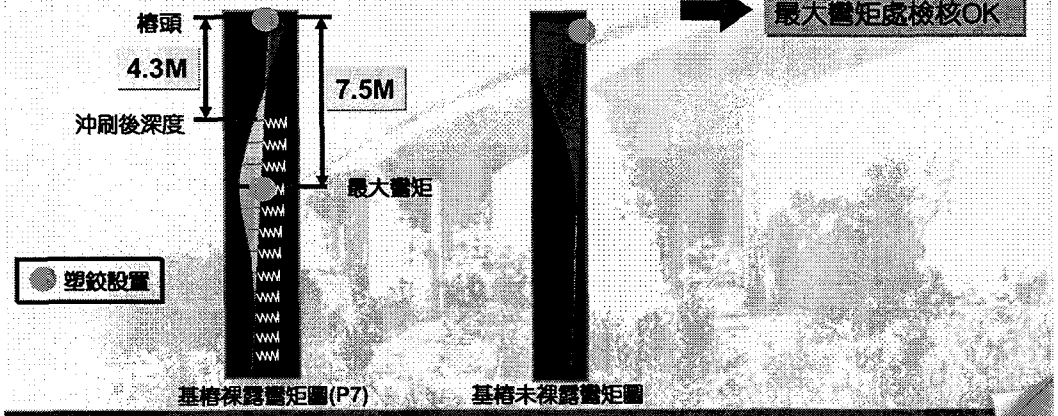
頭前溪河川橋—基樁檢核

■ 單元1橫向(2500年性能點力量)

最大彎矩處深7.5處(基樁裸露橋墩)

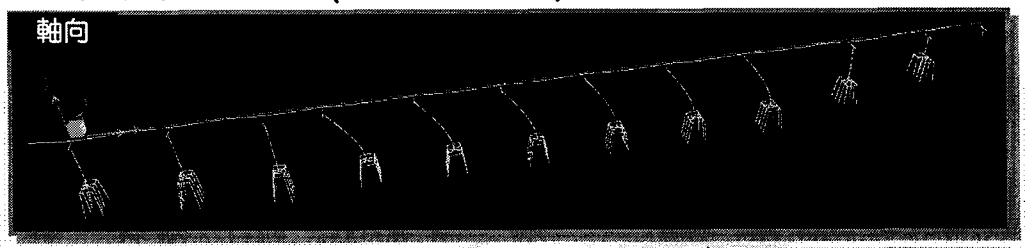
支承	墩號	軸拉	M	V	塑鉸My	C/D	檢核	軸壓	M	V	塑鉸My	C/D	檢核
M	P7	327	287	95	314	1.09	OK	-1086	320	98	377	1.18	OK

最大彎矩處檢核OK

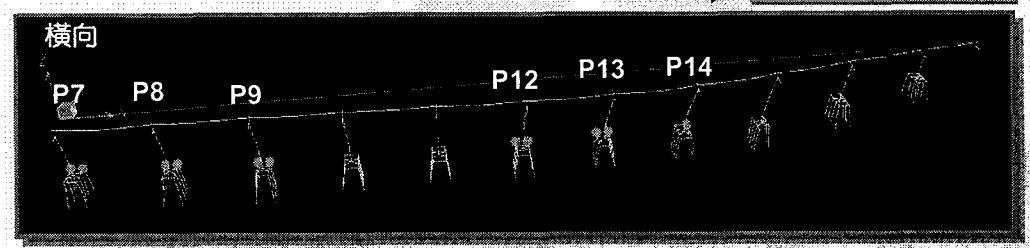


頭前溪河川橋—基樁檢核

■ 單元2軸向、橫向(2500年性能點)塑鉸產生情形：



基樁皆未產生塑鉸



P7~P9、P12~P14樁頭拉力側產生塑鉸

頭前溪河川橋—基樁檢核

■ 單元2軸向(2500年性能點力量)

樁頭處

支承	墩號	軸拉	M	V	塑鉸My	C/D	檢核	軸壓	M	V	塑鉸My	C/D	檢核
F	P10	6	432	34	667	1.54	OK	-780	678	84	741	1.09	OK
F	P11	48	381	32	657	1.72	OK	-824	591	35	837	1.42	OK
F	P12	29	393	38	652	1.66	OK	-765	653	98	715	1.09	OK
F	P13	37	392	38	660	1.68	OK	-812	620	47	763	1.23	OK
F	P14	53	381	40	656	1.72	OK	-833	599	29	806	1.35	OK
F	P15	37	401	55	638	1.59	OK	-824	652	61	731	1.12	OK

軸向樁頭檢核OK

頭前溪河川橋—基樁檢核

■ 單元2橫向(2500年性能點力量)

樁頭處

支承	墩號	軸拉	M	V	塑鉸My	C/D	檢核	軸壓	M	V	塑鉸My	C/D	檢核
M	P7	506	177	61	60	0.34	NG(達塑鉸)	-1184	218	74	444	2.04	OK
M	P8	520	135	49	63	0.47	NG(達塑鉸)	-1242	153	58	448	2.94	OK
M	P9	482	210	50	63	0.30	NG(達塑鉸)	-1162	317	16	444	1.40	OK
F	P10	443	503	33	570	1.13	OK	-1124	449	121	871	1.94	OK
F	P11	564	469	61	539	1.15	OK	-1259	397	160	887	2.23	OK
F	P12	620	590	39	522	0.88	NG(達塑鉸)	-1301	516	149	892	1.73	OK
F	P13	732	573	57	491	0.86	NG(達塑鉸)	-1413	489	169	901	1.84	OK
F	P14	628	563	43	521	0.93	NG(達塑鉸)	-1327	492	144	895	1.82	OK
F	P15	362	492	13	587	1.19	OK	-1071	471	63	864	1.83	OK
M	P16	325	108	58	235	2.18	OK	-936	85	88	430	5.09	OK
M	P17	-14	65	32	202	3.11	OK	-648	64	32	302	4.70	OK

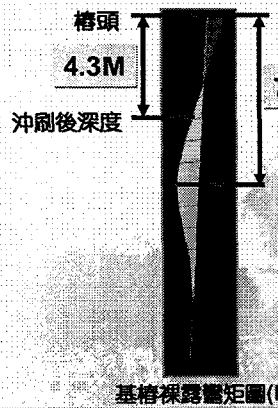
P7~P9、P12~P14橫向樁頭檢核NG → 樁頭鋼板包覆補強

頭前溪河川橋—基樁檢核

■ 單元2橫向(2500年性能點力量)

最大彎矩處深7.5處(基樁裸露橋墩)

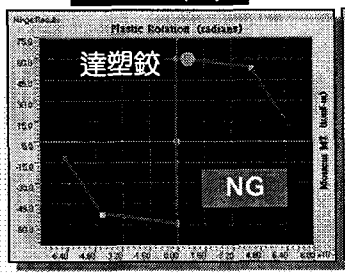
支承	墩號	軸拉	M	V	塑鉸My	C/D	檢核	軸壓	M	V	塑鉸My	C/D	檢核
M	P7	287	198	11	326	1.64	OK	-933	218	36	311	1.42	OK
M	P8	296	182	11	328	1.80	OK	-995	199	35	314	1.58	OK



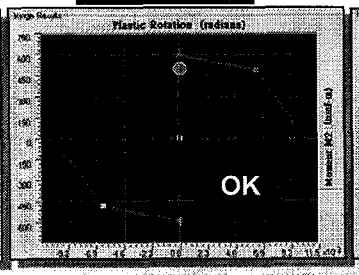
最大彎矩處檢核OK

頭前溪河川橋—基樁檢核—橫向

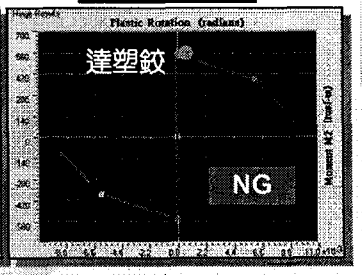
P7樁頭(拉)



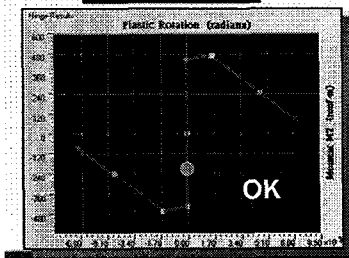
P10樁頭(拉)



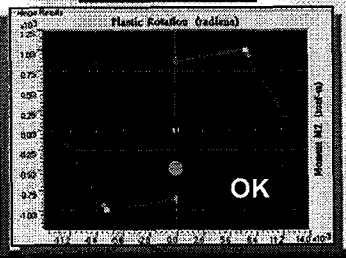
P12樁頭(壓)



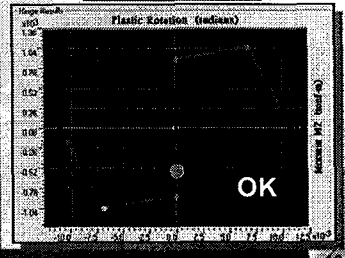
P7樁頭(壓)



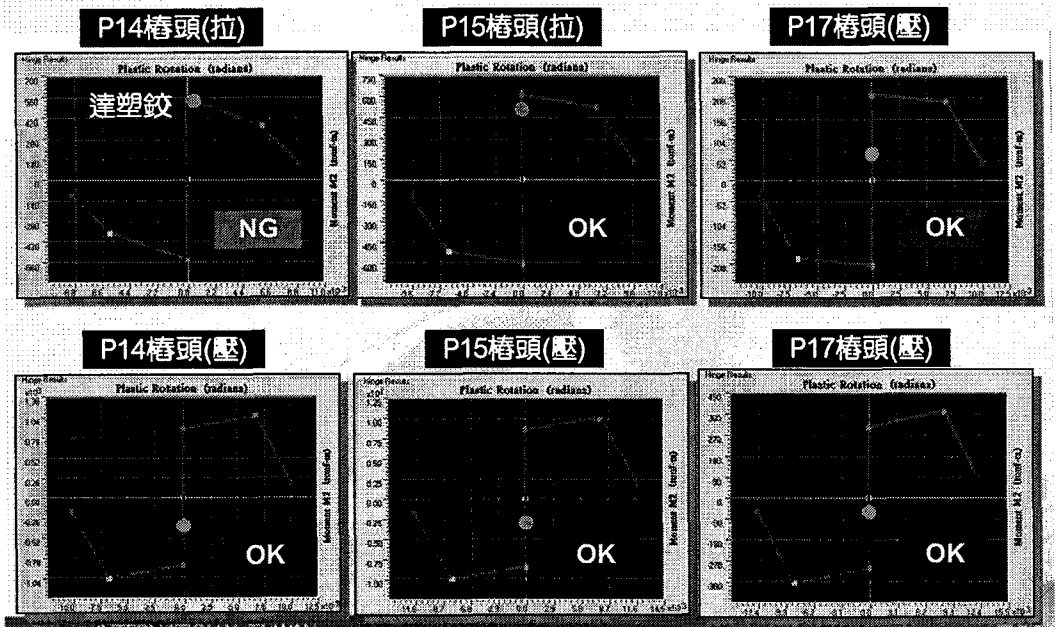
P10樁頭(壓)



P12樁頭(壓)



頭前溪河川橋—基樁檢核—橫向



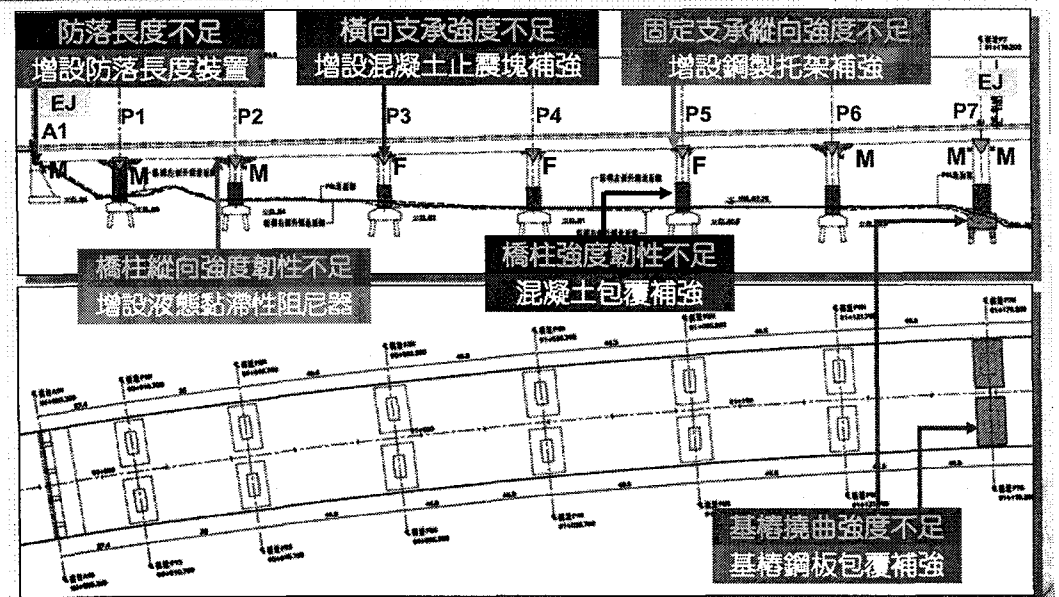
頭前溪河川橋—基樁檢核

■ 整理：基樁檢核結果

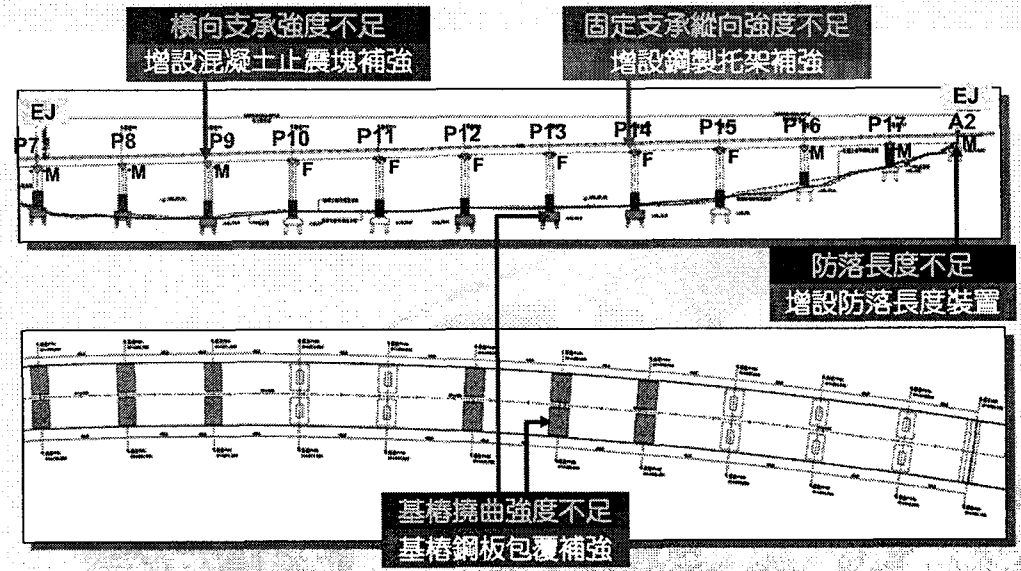
	軸向	橫向
單元1 (A1~P7)	O.K.	P7
單元2 (P7~A2)	O.K.	P7~P9、P12~P14

→ 樁頭鋼板包覆補強

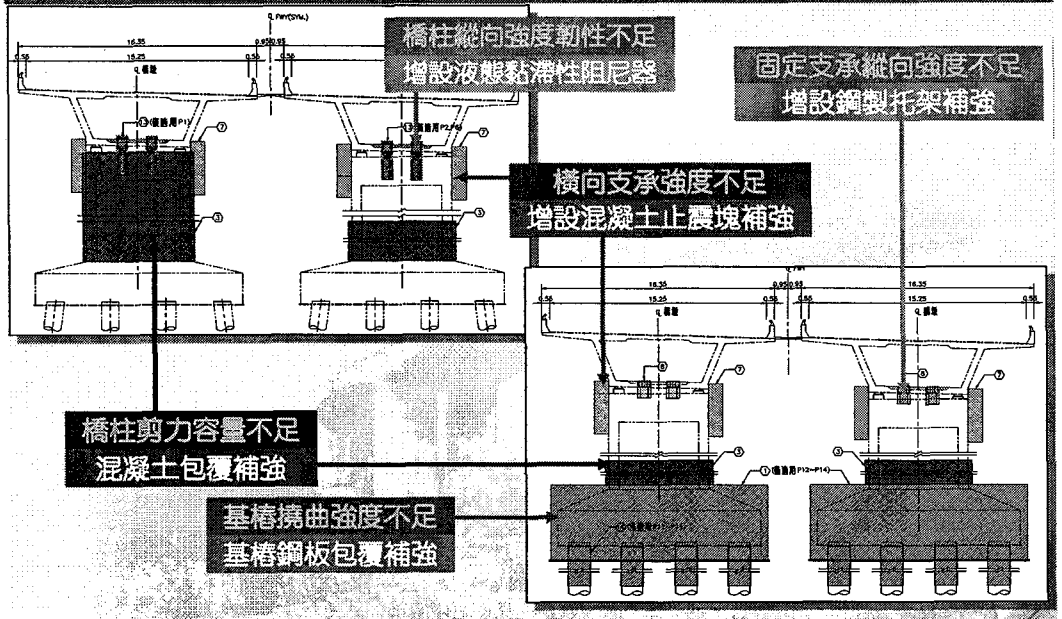
頭前溪河川橋—耐震補強策略說明



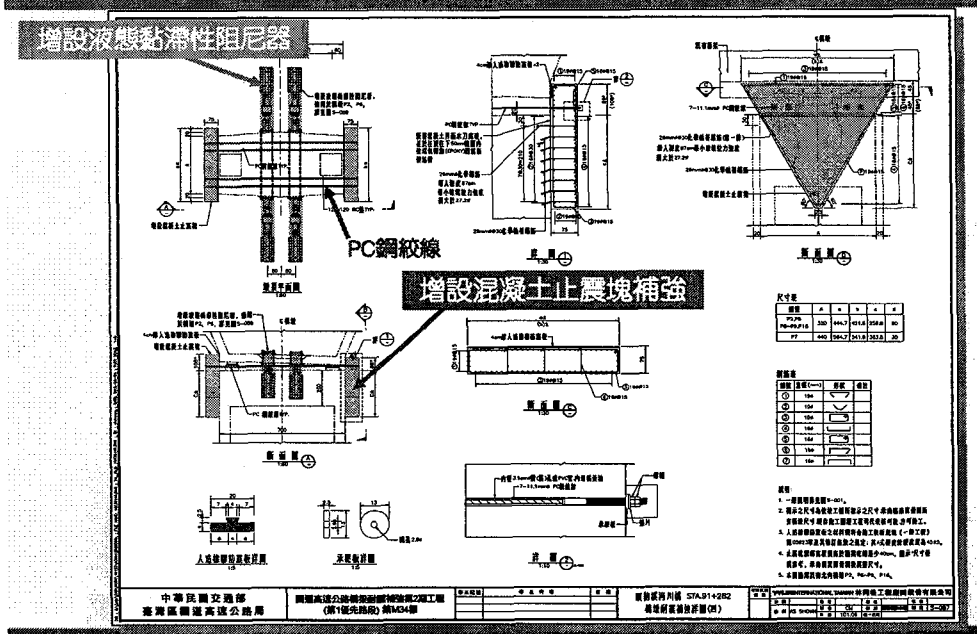
頭前溪河川橋—耐震補強策略說明



頭前溪河川橋—耐震補強策略說明



頭前溪河川橋—耐震補強策略說明



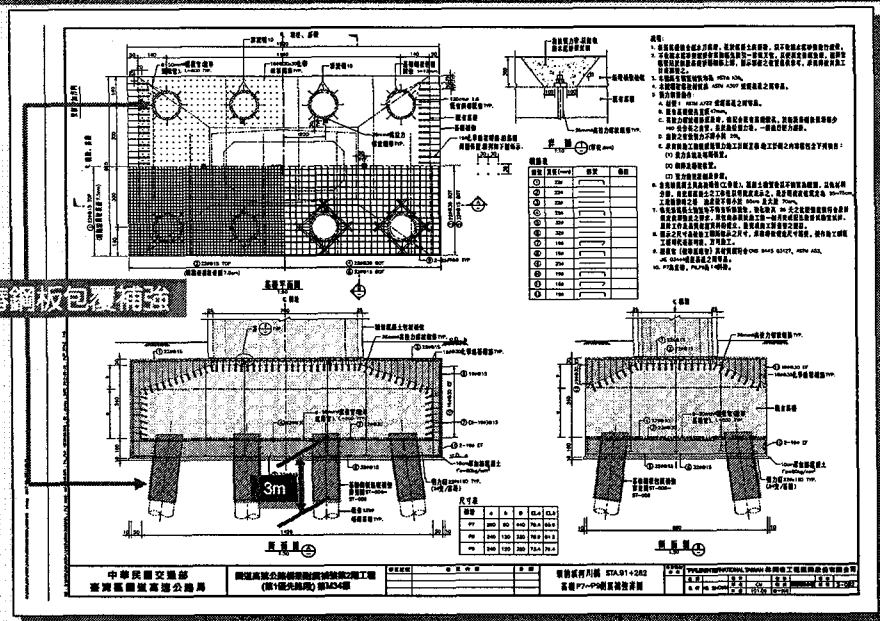
頭前溪河川橋—補強設計結果

■ 鋼板包覆補強

墩號	樁徑	地震力		補強前			補強後		
		軸拉	M	塑鉸My	C/D	檢核	塑鉸My	C/D	檢核
P7	120	506	177	43	0.24	NG(達塑鉸)	908	1.79	OK
P8	120	520	135	43	0.32	NG(達塑鉸)	877	1.69	OK
P9	120	482	210	63	0.30	NG(達塑鉸)	958	1.99	OK
P12	150	620	590	522	0.88	NG(達塑鉸)	1714	2.77	OK
P13	150	732	573	491	0.86	NG(達塑鉸)	1686	2.30	OK
P14	150	628	563	521	0.93	NG(達塑鉸)	1708	2.72	OK

樁頭(塑鉸區3m)鋼板包覆補強 → 檢核OK(不產生塑鉸)

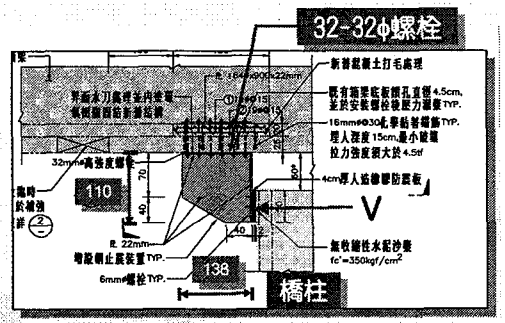
頭前溪河川橋—補強設計結果

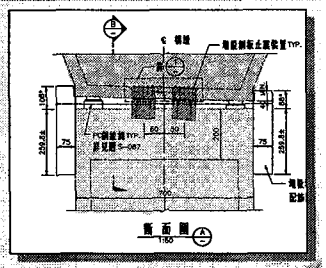


頭前溪河川橋—補強設計結果

■ 縱向橋墩鋼止震裝置

- ❖ 設計橫力 V=601/2顆=300.5t
  (扣除盤式支承容許水平力)
- ❖ A449化學錨栓檢核
  拉力 T=14.06 t，剪力 V=8.59 t
  (T/Ta)+(V/Va)
  =(14.06/29.63)+(3.84/17.95)=0.95 <1 O.K.
- ❖ 鋼托架鋼板(A709/A572 Gr.50)檢核
  $Pa= 0.6*Fy*A_P$
  =0.6*3500/1000*2*50*2.2=462t > V O.K.





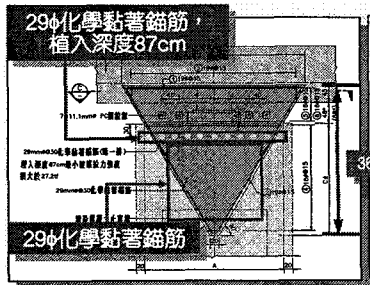
頭前溪河川橋—補強設計結果

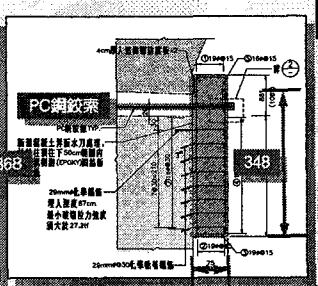
■ 橫向橋墩混凝土止震塊

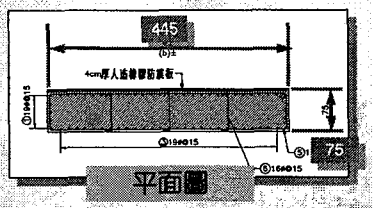
- ❖ 橫向地震力性能點地震力V=340t，彎矩M=1085.8 t-m
- ❖ 橋柱植筋提供彎矩
  Mu=1287.7 t-m > M O.K.
- ❖ 混凝土剪力強度
  Vu=φVn= φ(Vc+Vs)=0.9* (195+262)
  =411t > V O.K.

橋柱植筋提供彎矩強度

排數編號	化錨號數	支數	抗拉強度(t)	與底部距離(cm)	提供彎矩(t-m)
1	29	9	27.17	230	562.4
2	29	7	13.33	200	240.0
3	29	7	13.03	170	199.4
4	29	5	10.73	140	135.2
5	29	5	8.43	110	83.5
6	29	3	6.13	80	44.2
7	29	3	3.83	50	17.3
8	29	1	1.53	20	2.8
				SUM=	1284.7



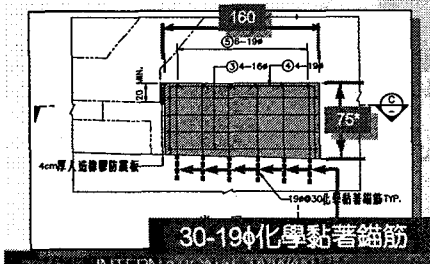


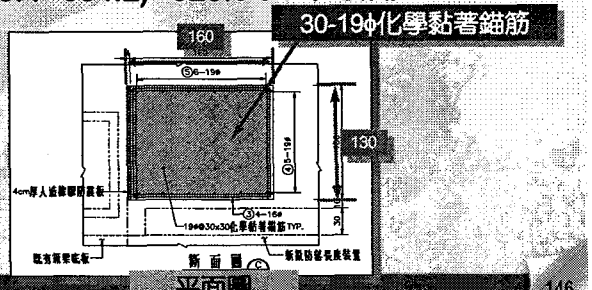


頭前溪河川橋—補強設計結果

■ 橋台止震塊補強設計

- ❖ 橫向地震力V=338 t，彎矩M=219.7 t-m
- ❖ 撓曲強度 $Mu=\phi*0.9*N*Fa*L/2$
  Mu=0.9*260.4=234.3 t-m > M O.K.
- ❖ 剪力強度 $Vu=\phi v*Vn=\phi v(0.8N*Fa+Ac*K1)$ ，K1=28kg/cm2
  Vu=0.85*(149.4+584.2)=623.6 t > V O.K.

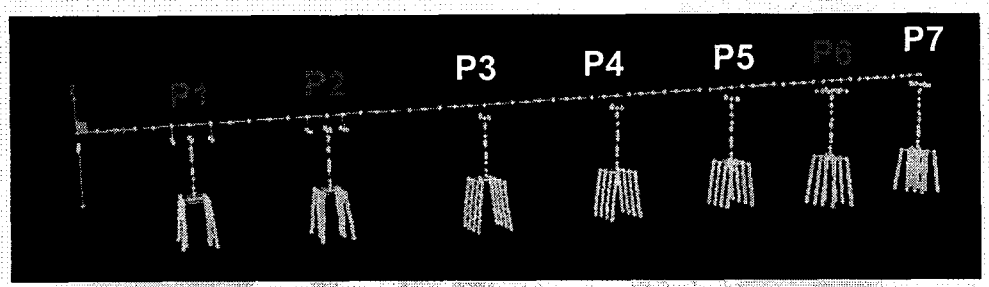




增設阻尼器補強分析結果

■ 裝置非線性黏滯阻尼器之SAP2000模型

- ❖ 第一振態週期：1.5955 (sec)
- ❖ 第二振態週期：1.2122 (sec)
- ❖ 上構質量：1048.42 (tf-sec²/m)



P1、P2、P6 橋墩
裝置阻尼器採用
nonlinear link _damper 模擬

P1~P7 柱底
採用 nonlinear link _ multilinear plastic 模擬
非線性行為採用Takeda模式

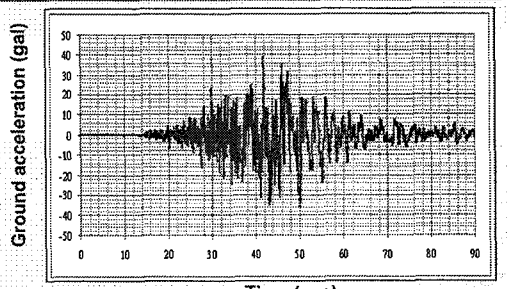
增設阻尼器補強分析結果

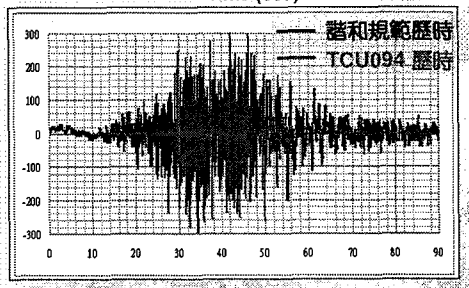
- 非線性地震歷時分析
  - ❖ 三組地震紀錄之選擇(考量地盤種類、震度及事件)

    921地震紀錄-TCU094、TCU026；331地震紀錄-TCU024
  - ❖ 人造地震與設計反應譜相符
  - ❖ 同時輸入垂直向、南北向及東西向之人造地震

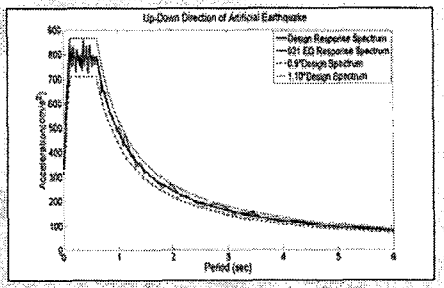
站 碼	站 名	站 址	最大地表加速度(gal)		
			東西向	南北向	垂直向
TCU094	二重國小	新竹縣竹東鎮二重里光明路32號	70.81	-88.38	38.92
TCU026	芎林國小	新竹縣芎林鄉文山路288號	-116.04	-89.44	-56.28
TCU024	竹東國小	新竹縣竹東鎮康寧街1號	138.328	-135.35	50.292

補強分析結果-人造地震歷時(1/9)

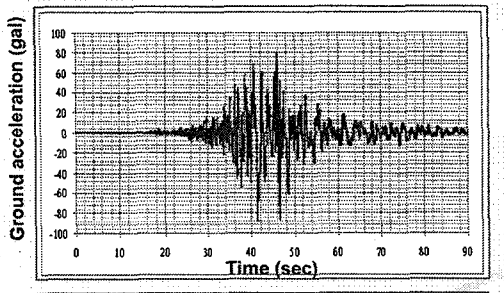


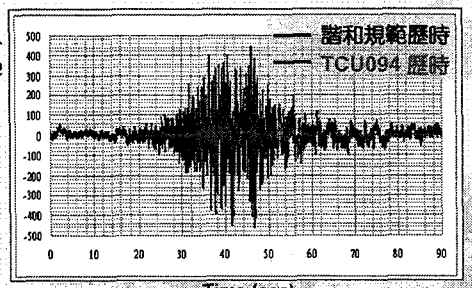


測站：TCU094
垂直向地震加速度歷時
(最大考量地震)

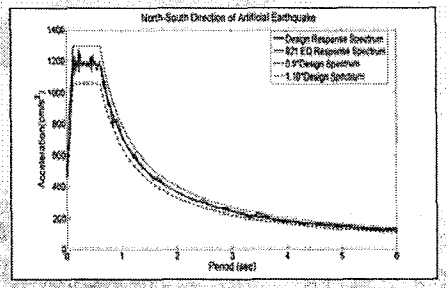


補強分析結果-人造地震歷時(2/9)

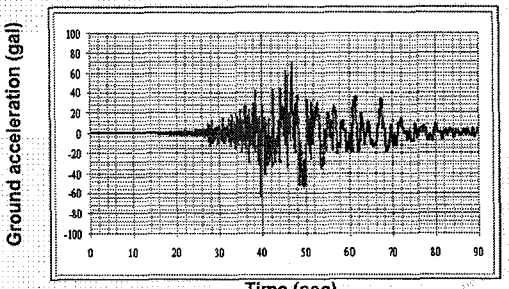


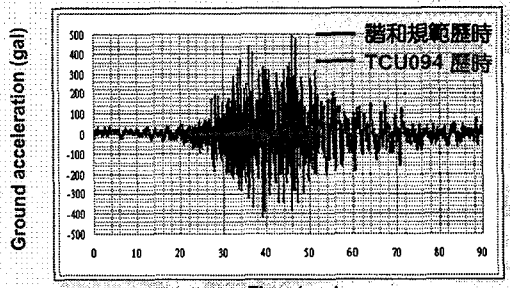


測站：TCU094
南北向地震加速度歷時
(最大考量地震)

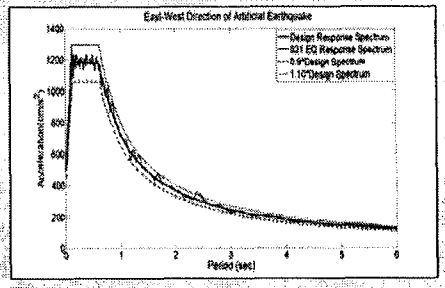


補強分析結果-人造地震歷時(3/9)

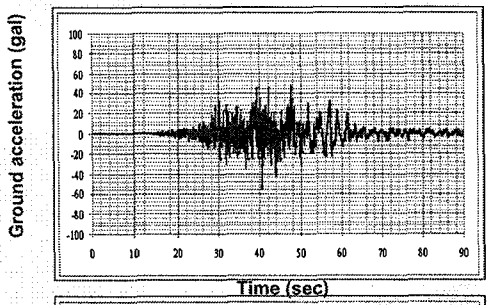


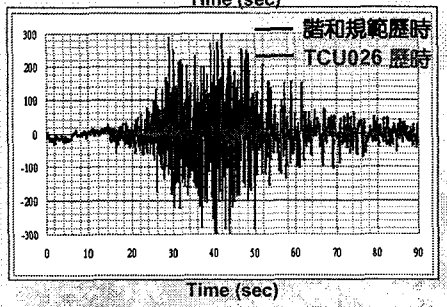


測站：TCU094
東西向地震加速度歷時
(最大考量地震)

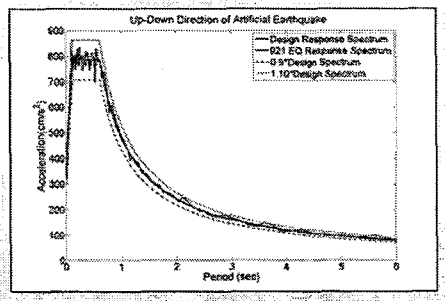


補強分析結果-人造地震歷時(4/9)

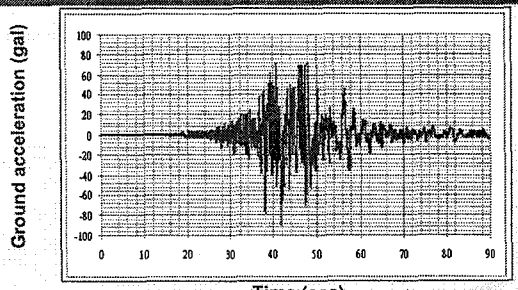


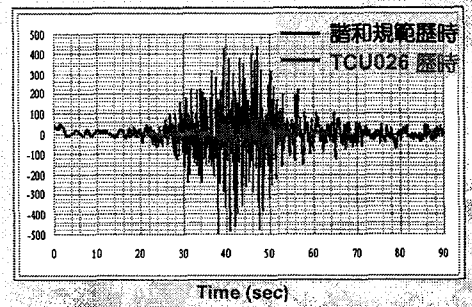


測站：TCU026
垂直向地震加速度歷時
(最大考量地震)

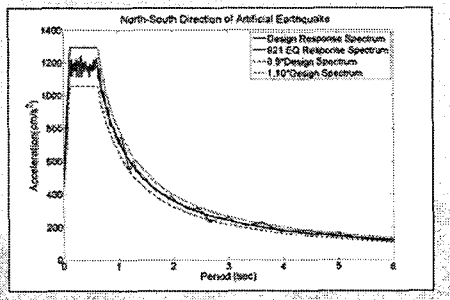


補強分析結果-人造地震歷時(5/9)

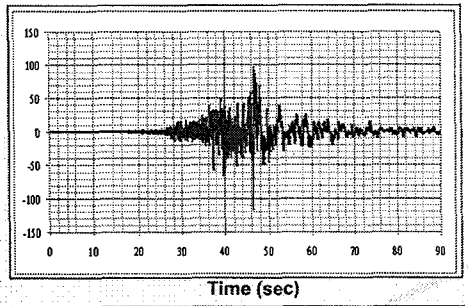


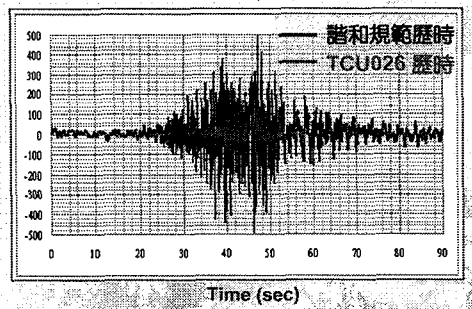


測站：TCU026
南北向地震加速度歷時
(最大考量地震)

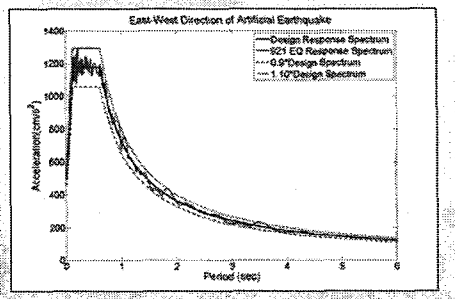


補強分析結果-人造地震歷時(6/9)

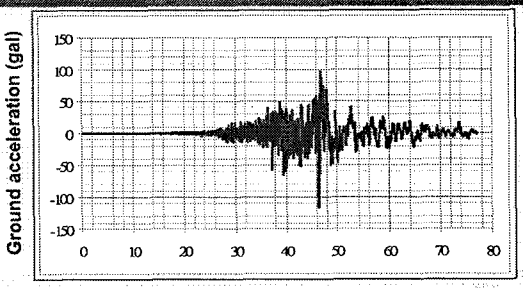


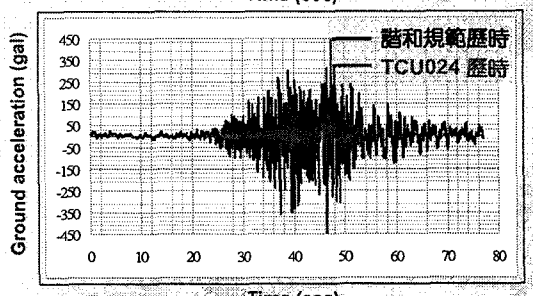


測站：TCU026
東西向地震加速度歷時
(最大考量地震)

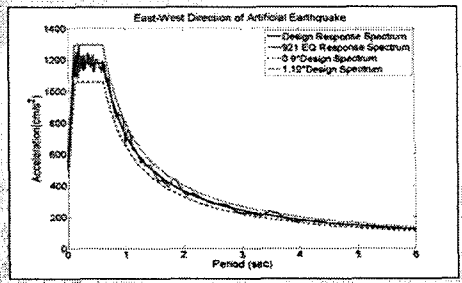


補強分析結果-人造地震歷時(7/9)

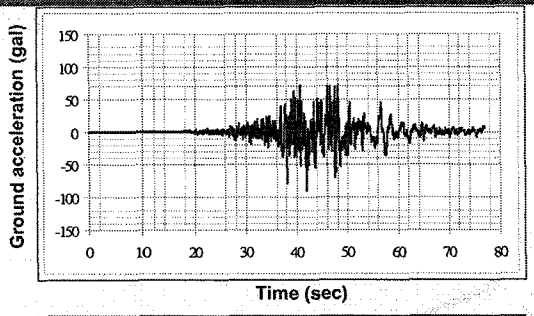




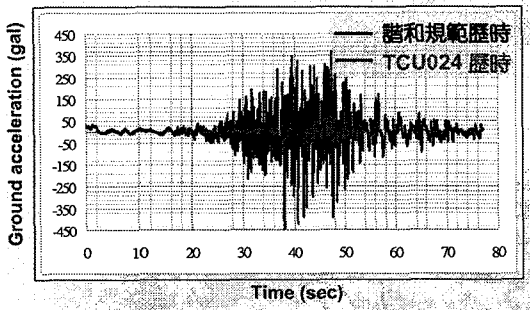
測站：TCU024
東西向地震加速度歷時
(最大考量地震)

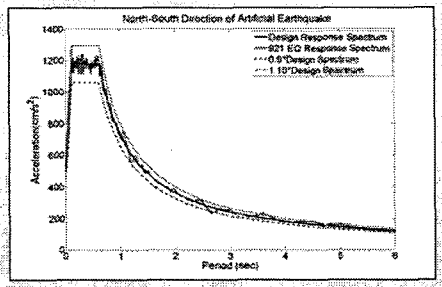


補強分析結果-人造地震歷時(8/9)

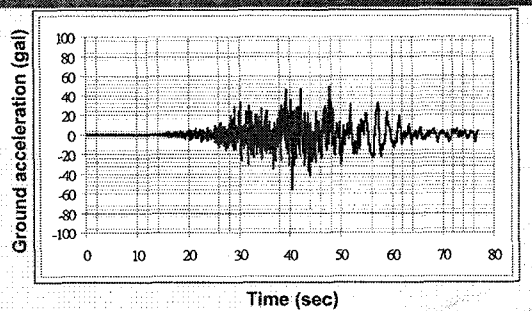


測站：TCU024
南北向地震加速度歷時
(最大考量地震)

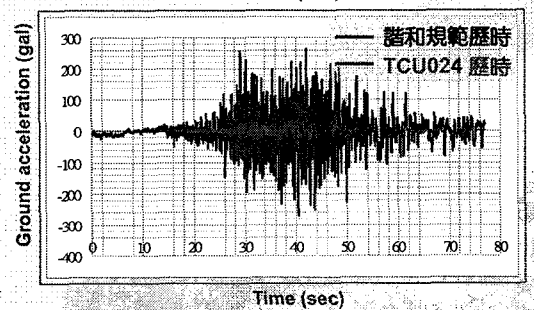


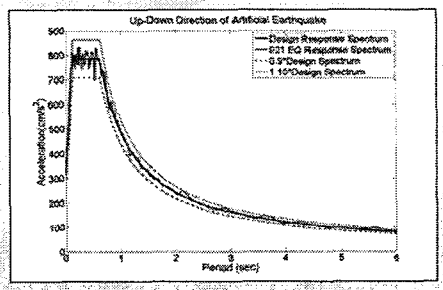


補強分析結果-人造地震歷時(9/9)



測站：TCU024
垂直向地震加速度歷時
(最大考量地震)





補強分析結果-設計參數

■ **液態黏滯性阻尼器迭代過程**

迭代次數	結構 設計位移 (cm)	液態黏滯性阻尼器 阻尼係數 (tf-(sec/m)$^{0.4}$)
1	19.17	101.97
2	20.32	105.60
3	20.18	105.16
4	20.31	105.57

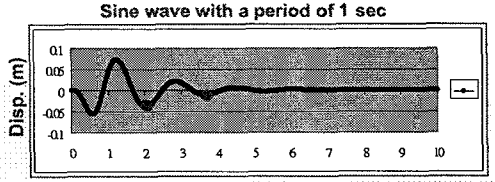
■ **液態黏滯性阻尼器設計參數**

- ❖ 等效阻尼比: 25 %
- ❖ 組數: 12 支
- ❖ 阻尼係數: 105.57 tf-(sec/m)$^{0.4}$
- ❖ 阻尼指數: 0.4
- ❖ 設計頂層位移: 20.31 cm

補強分析結果-阻尼比評估

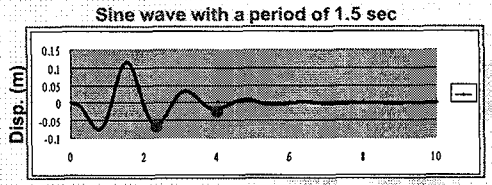
■ **結構系統阻尼比評估**

Sine wave with a period of 1 sec



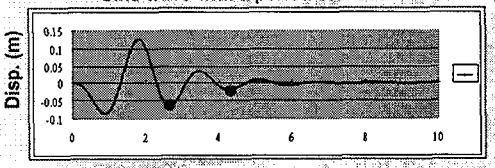
$u_1 = -0.0430\text{m}$
$u_2 = -0.0112\text{m}$
$\zeta_{eff} = 0.2087$

Sine wave with a period of 1.5 sec



$u_1 = -0.0594\text{m}$
$u_2 = -0.0148\text{m}$
$\zeta_{eff} = 0.2158$

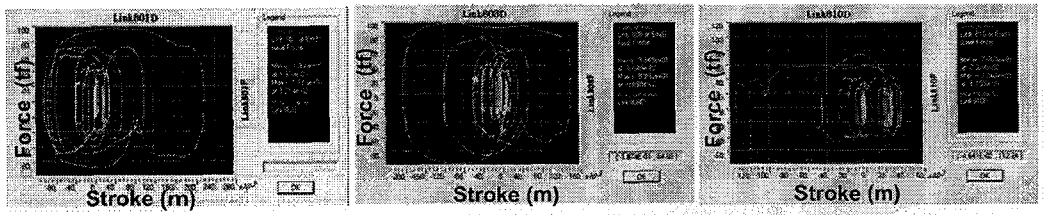
Sine wave with a period of 2 sec



$u_1 = -0.0654\text{m}$
$u_2 = -0.0177\text{m}$
$\zeta_{eff} = 0.2038$

補強分析結果-採人造地震分析(1/8)

■ TCU024液態黏滯性阻尼器遲滯迴圈結果



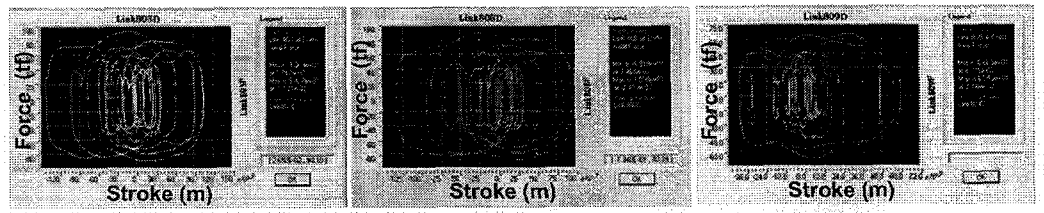
(a)P1　(b)P2　(c)P6

■ 液態黏滯性阻尼器最大阻尼力與衝程

橋 墩	液態黏滯性阻尼器	
	最大阻尼力（tf）	衝程 (m)
P1	97.13	0.219
P2	98.49	0.205
P6	97.12	0.134

補強分析結果-採人造地震分析(2/8)

■ TCU026液態黏滯性阻尼器遲滯迴圈結果



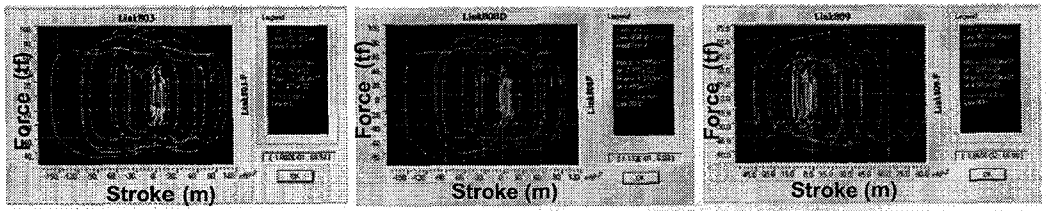
(a)P1　(b)P2　(c)P6

■ 液態黏滯性阻尼器最大阻尼力與衝程

橋 墩	液態黏滯性阻尼器	
	最大阻尼力（tf）	衝程 (m)
P1	94.27	0.143
P2	90.38	0.134
P6	66.63	0.060

補強分析結果-採人造地震分析(3/8)

■ TCU094液態黏滯性阻尼器遲滯迴圈結果



(a)P1　(b)P2　(c)P6

■ 液態黏滯性阻尼器最大阻尼力與衝程

橋 墩	液態黏滯性阻尼器	
	最大阻尼力（tf）	衝程 (m)
P1	98.43	0.160
P2	93.92	0.153
P6	70.03	0.090

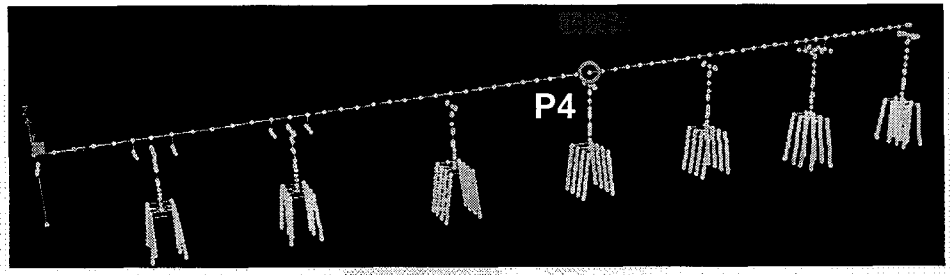
補強分析結果-採人造地震分析(4/8)

■ 人造地震歷時之減震效益

橋墩柱底彎矩(tf-m)		P1(D)	P2(D)	P3	P4	P5	P6(D)	P7
TCU024	原始結構	2599.66	3460.04	17970.45	17218.26	18133.95	9513.53	12675.16
	柱包覆及增設Damper	6484.83	7529.19	16914.24	15634.93	14214.31	10857.20	12662.84
	減少百分比	--	--	6%	9%	22%	--	--
TCU026	原始結構	2563.54	3800.84	17596.26	16032.50	16186.80	695.74	12095.53
	柱包覆及增設Damper	5755.73	6292.20	14631.16	10825.24	9838.39	7829.09	12171.06
	減少百分比	--	--	17%	32%	39%	--	--
TCU094	原始結構	3190.76	3272.54	17140.46	15800.08	14853.22	7671.47	13101.17
	柱包覆及增設Damper	6295.48	6872.93	15767.79	12208.08	11122.41	7977.90	13183.54
	減少百分比	--	--	8%	23%	25%	--	--

補強分析結果-採人造地震分析(5/8)

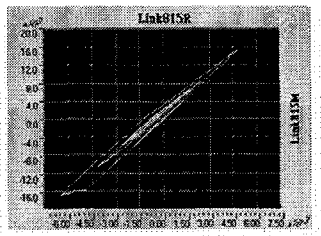
- 採人造地震歷時之上構位移比較結果



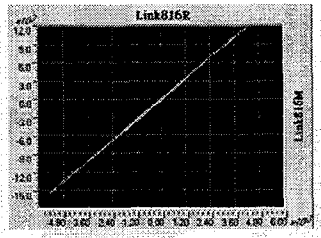
頂層位移 (cm)	TCU024	TCU026	TCU094
原始結構	34.79	27.47	25.16
柱包覆及增設阻尼器	23.90	16.53	18.28

補強分析結果-採人造地震分析(6/8)

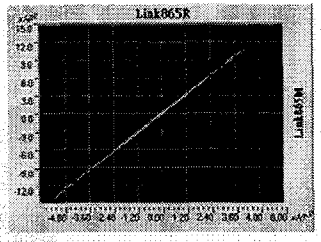
- TCU024最大地震考量之人造歷時分析塑鉸行為



P3



P4

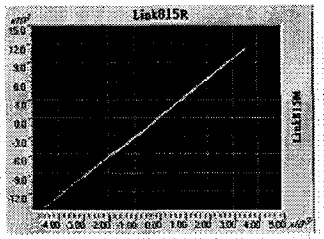


P5

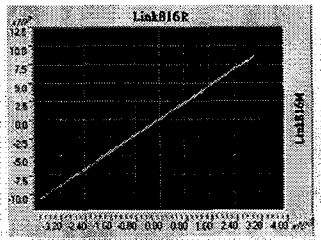
➡ 增設阻尼器後，可符合耐震需求

補強分析結果-採人造地震分析(7/8)

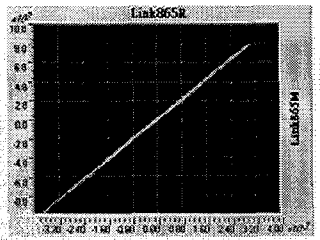
- TCU026最大地震考量之人造歷時分析塑鉸行為



P3



P4

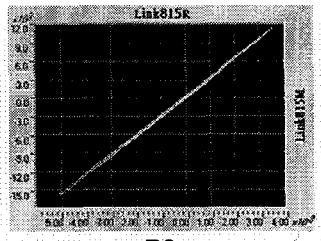


P5

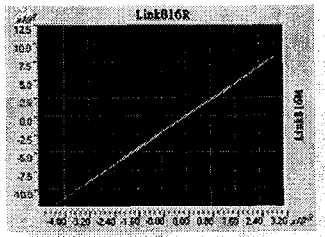
➡ 增設阻尼器後，可符合耐震需求

補強分析結果-採人造地震分析(8/8)

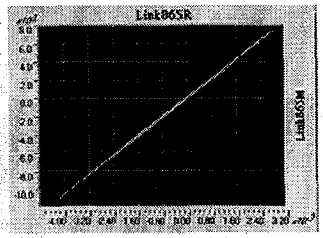
- TCU094最大地震考量之人造歷時分析塑鉸行為



P3



P4



P5

➡ 增設阻尼器後，可符合耐震需求

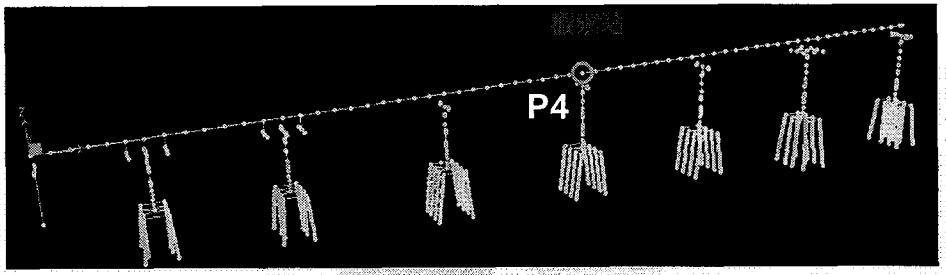
補強分析結果-採量測歷時放大分析(1/8)

■ 量測歷時放大至0.48g之減震效益

橋墩柱底彎矩(tf-m)		P1(D)	P2(D)	P3	P4	P5	P6(D)	P7
TCU024	原始結構	2461.42	2812.84	17982.10	17885.21	19940.80	5496.49	8001.35
	柱包覆及增設Damper	6439.30	7805.18	16831.80	16015.86	15950.80	12865.38	7887.55
	減少百分比	--	--	6%	10%	20%	--	--
TCU026	原始結構	1792.27	2251.50	17859.72	17251.59	18179.97	7847.51	8535.83
	柱包覆及增設Damper	5960.61	6899.36	16960.74	15626.98	14586.36	8891.79	8558.56
	減少百分比	--	--	5%	9%	20%	--	--
TCU094	原始結構	2629.90	3542.53	18020.81	17914.04	21839.91	8819.01	9848.11
	柱包覆及增設Damper	5989.04	7159.87	16951.25	16049.75	18140.51	10560.62	10106.35
	減少百分比	--	--	6%	10%	17%	--	--

補強分析結果-採量測歷時放大分析(2/8)

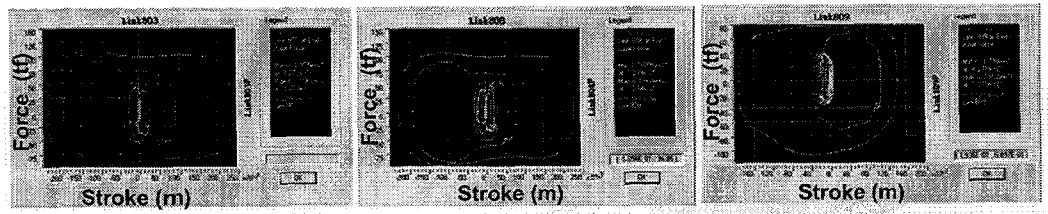
■ 量測歷時放大至0.48g之上構最大位移比較結果



頂層位移 (cm)	TCU024	TCU026	TCU094
原始結構	52.14	35.19	73.66
柱包覆及增設阻尼器	27.12	24.51	34.57

補強分析結果-採量測歷時放大分析(3/8)

■ TCU024液態黏滯性阻尼器遲滯迴圈結果



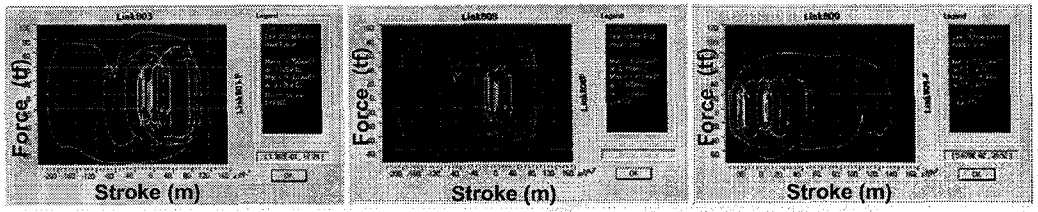
(a)P1 (b)P2 (c)P6

■ 液態黏滯性阻尼器最大阻尼力與衝程

橋 墩	液態黏滯性阻尼器	
	最大阻尼力 (tf)	衝程 (m)
P1	108.6	0.240
P2	106.3	0.233
P6	107.6	0.192

補強分析結果-採量測歷時放大分析(4/8)

■ TCU026液態黏滯性阻尼器遲滯迴圈結果



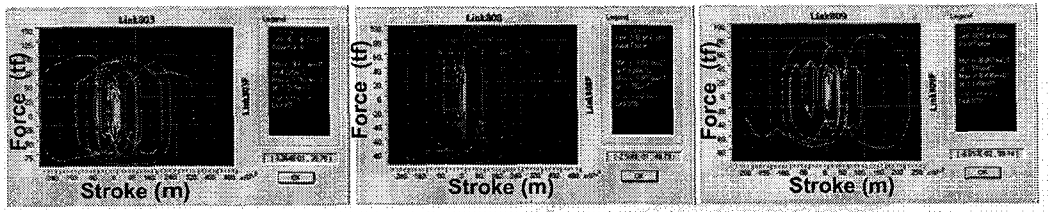
(a)P1 (b)P2 (c)P6

■ 液態黏滯性阻尼器最大阻尼力與衝程

橋 墩	液態黏滯性阻尼器	
	最大阻尼力 (tf)	衝程 (m)
P1	97.06	0.219
P2	98.71	0.210
P6	79.14	0.135

補強分析結果-採量測歷時放大分析(5/8)

- TCU094液態黏滯性阻尼器遲滯迴圈結果



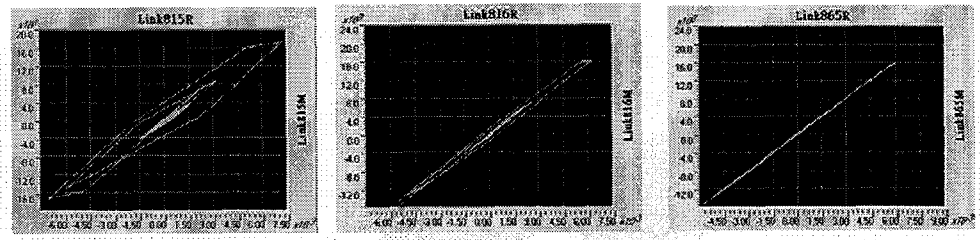
(a)P1 (b)P2 (c)P6

- 液態黏滯性阻尼器最大阻尼力與衝程

橋 墩	液態黏滯性阻尼器	
	最大阻尼力（tf）	衝程 (m)
P1	100.2	0.318
P2	99.73	0.313
P6	84.98	0.220

補強分析結果-採量測歷時放大分析(6/8)

- TCU024歷時放大至0.48g分析塑鉸行為
  - 柱包覆+阻尼器行為：

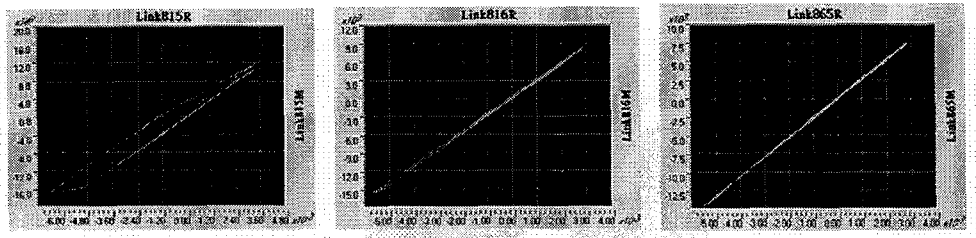


P3 P4 P5

➡ 增設阻尼器後，可符合耐震需求

補強分析結果-採量測歷時放大分析(7/8)

- TCU026歷時放大至0.48g分析塑鉸行為
  - 柱包覆+阻尼器行為：

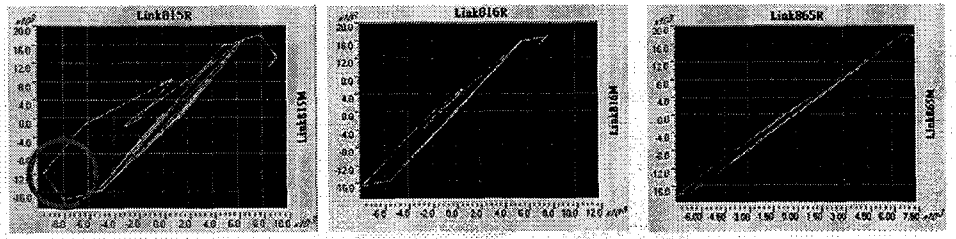


P3 P4 P5

➡ 增設阻尼器後，可符合耐震需求

補強分析結果-採量測歷時放大分析(8/8)

- TCU094歷時放大至0.48g分析塑鉸行為
  - 柱包覆+阻尼器行為：



P3 P4 P5

➡ 不符合耐震需求

補強分析結果-耐震需求(1/2)

■ 耐震需求比較

	原始結構	柱包覆及增設阻尼器
331地震紀錄-TCU024 (人造地震)	NG	OK
921地震紀錄-TCU026 (人造地震)	NG	OK
921地震紀錄-TCU094 (人造地震)	NG	OK
331地震紀錄-TCU024 (原始地震放大至0.48g)	NG	OK
921地震紀錄-TCU026 (原始地震放大至0.48g)	NG	OK
921地震紀錄-TCU094 (原始地震放大至0.48g)	NG	NG

補強分析結果-耐震需求(2/2)

■ 阻尼器需求比較

	最大阻尼力（tf）	衝程 (m)
331地震紀錄-TCU024 (人造地震)	98.49	0.219
921地震紀錄-TCU026 (人造地震)	94.27	0.143
921地震紀錄-TCU094 (人造地震)	98.43	0.160
331地震紀錄-TCU024 (原始地震放大至0.48g)	108.60	0.240
921地震紀錄-TCU026 (原始地震放大至0.48g)	98.70	0.219
921地震紀錄-TCU094 (原始地震放大至0.48g)	100.21	0.318

頭前溪河川橋—補強方案經濟性檢討

1.橋面版面積	(a) 26,124 m^2		
2.經費統計	項目	費用（萬元）	百分比（%）
	(b)上部結構	0	0
	(c)支承(阻尼器)	4436.6	32.2%
	(d)伸縮縫	0	0
	(e)帽梁	0	0
	(f)橋墩	3,626.7	26.32%
	(g)基礎	5,600.7	40.65%
	(h)橋台	0	0
	(i)防落裝置	112.7	0.82%
	(j)地盤改良	0	0
	(k)其他	0	0
	(l)修繕	0	0
	(m)總計	13776.7	100%
3.經濟性檢討	單位面積補強費用=(m)/(a)= 5273 元		

審查意見彙整與回覆

■ 頭前溪河川橋

編號	審查意見	意見回覆
1	請說明側推分析之觀測點位置、側推力分布。	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料。
2	請補充斜樁效應	遵照辦理，已於結構分析模型模擬斜樁，詳標細部設計審查簡報資料。
3	本座橋與上一過橋評估結果都是行車向控制，故檢討行車向位移是否有大於橋台與梁端間距。若有，可以gap元素端與橋台碰撞後，力量重新分布之效應。	由於橋台與梁端間距為40cm，橋墩須水平位移達40cm後方能與箱梁橋台碰撞，此時大部分之力量皆已由橋墩承受，考量箱梁與橋台碰撞效果對橋墩力量之分攤效果應相當有限

審查意見彙整與回覆

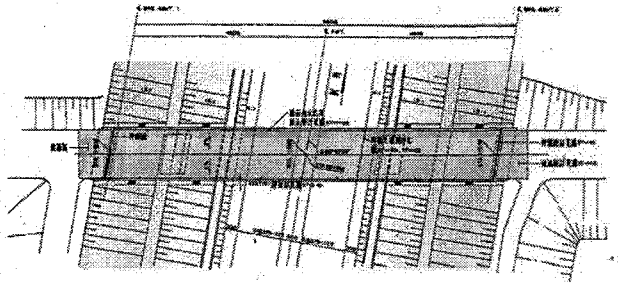
■ 頭前溪河川橋

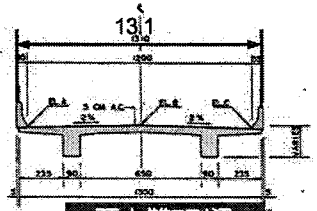
編號	審查意見	意見回覆
4	請說明設置鋼製托架之用意	經評估橋墩之盤式支承抗地震水平力強度不足，故鋼製托架係補強車行方向盤式支承之抗地震水平力能力。
5	請考量鼎形塊保護的影響	照辦理，本橋僅於橋墩P7處設有鼎形塊，該橋墩於沖刷深度分析時，已將鼎塊之保護作用之考量，納入沖刷計算中。

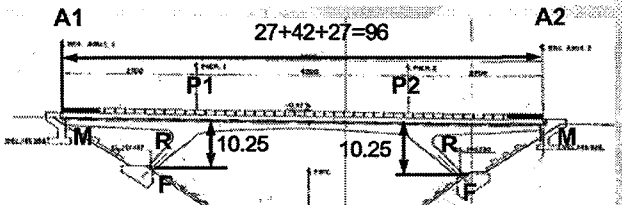
3 雲南路跨越橋

橋梁結構系統

■ 三跨連續預力雙T型梁 π 型橋



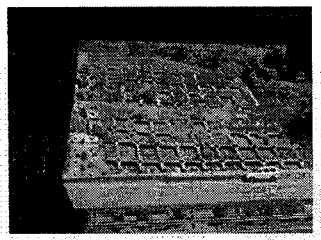


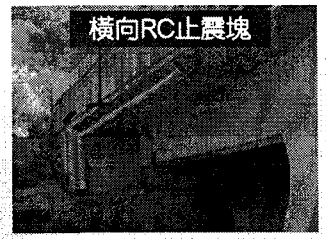


M:活動端(橡膠支承墊)　R:剛接端　F:固定端(鋼筋混凝土鉸)

橋梁現況相片

■ 橋台A1

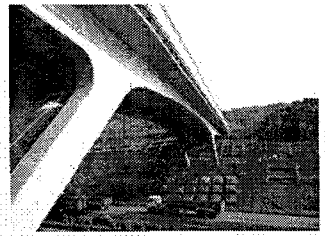
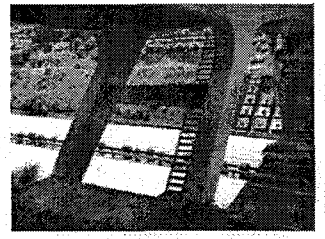




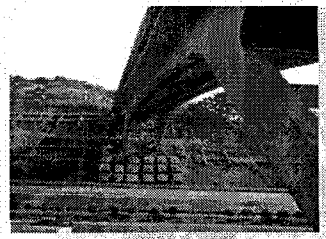
■ 橋台A2

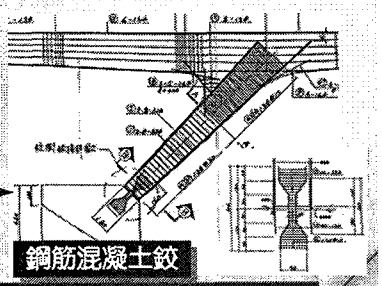
橋梁現況相片

■ 橋墩P1

■ 橋墩P2





原設計標準及材料規格

■ 設計規範：交通部76年版公路橋梁設計規範

■ 設計地震力：中震區採靜重之12%(Kh=0.12)

■ 混凝土設計強度

- ❖ 上部結構雙T型梁：fc'=350kg/cm^2
- ❖ 橋柱及橋台軀體 ：fc'=240kg/cm^2
- ❖ 基礎 ：fc'=240kg/cm^2

■ 鋼筋設計強度

- ❖ 29mmϕ (含)以下 ：fy=2800kg/cm^2
- ❖ 32mmϕ (含)以上 ：fy=4200kg/cm^2

評估補強地震力標準

■ 地震分區：新竹縣竹東鎮

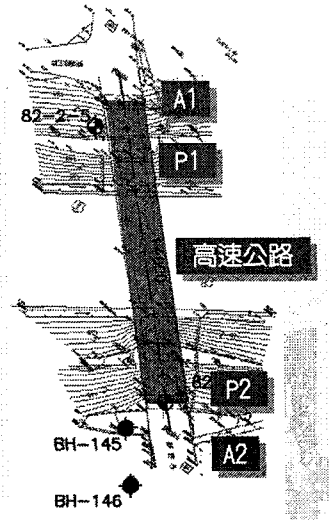
■ 鄰近斷層：新城斷層

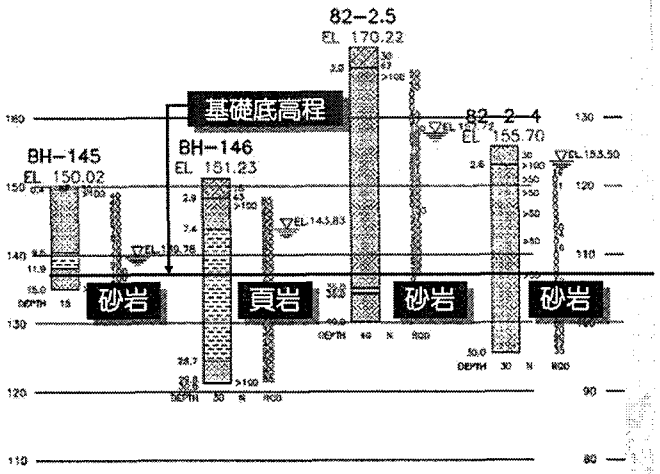
S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M	F_V	F_A	$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
0.8	0.45	1	0.55	1.0	1.0	1.1	1.15	1.2	1.35	0.88	0.5175	1.20	0.7425

■ 耐震性能標準

- ❖ 中度地震等級 SP1：0.4*S_{DS}/3.25 =0.108 g
- ❖ 設計地震等級 SP2：0.4*S_{DS} =0.352 g
- ❖ 最大考量地震等級 SP3：0.4*S_{MS} =0.480 g

土層條件與液化評估





土層條件與液化評估

BH145、BH146

橋墩編號	型式	Vs_{30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
A1	直基	2511.24	第一類地盤	0	無液化
P1	直基	955.21	第一類地盤	0	無液化
P2	直基	1131.17	第一類地盤	0	無液化
A2	直基	2458.00	第一類地盤	0	無液化

覆土層	0~3m	砂質粉土
承載層	3m以下	砂岩

$$V_{s30}=\frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{V_{si}}}=\frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i/V_{si}}$$

地盤分類

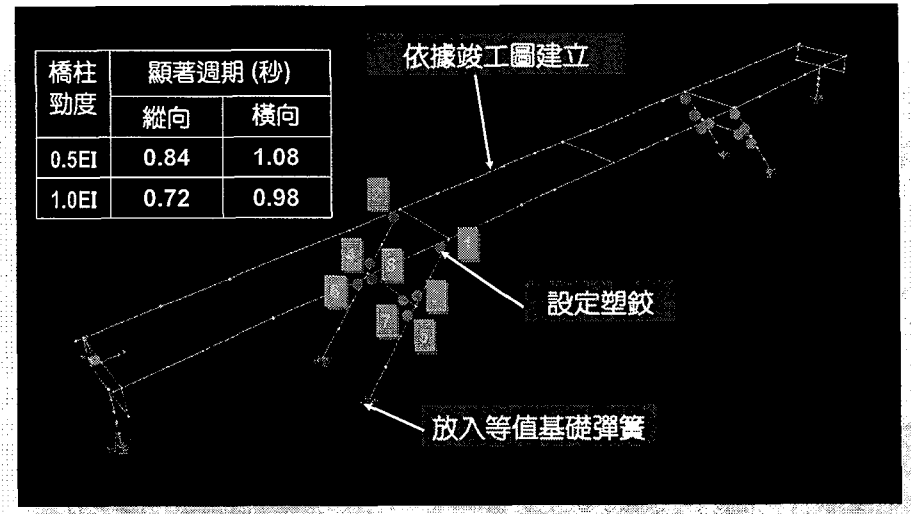
- 第一類地盤 $V_{S30} \geqq 270$m/s
- 270m/s > 第二類地盤 $V_{S30} \geqq 180$m/s
- 第三類地盤 $V_{S30} < 180$m/s

→ 採第一類地盤進行分析設計

結構分析模型

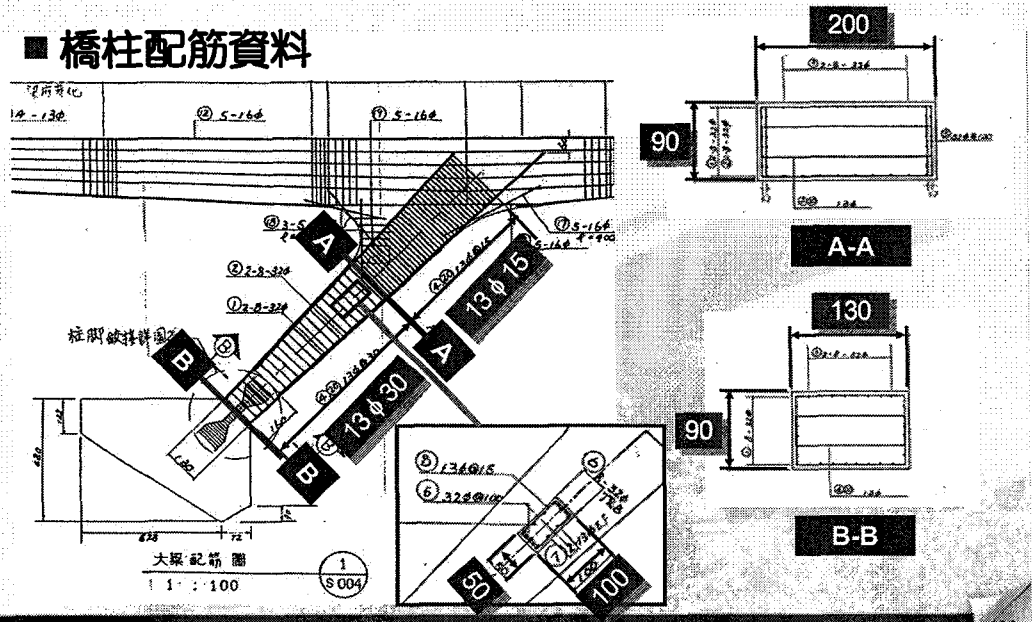
■ 評估分析模擬

橋柱勁度	顯著週期 (秒) 縱向	顯著週期 (秒) 橫向
0.5EI	0.84	1.08
1.0EI	0.72	0.98

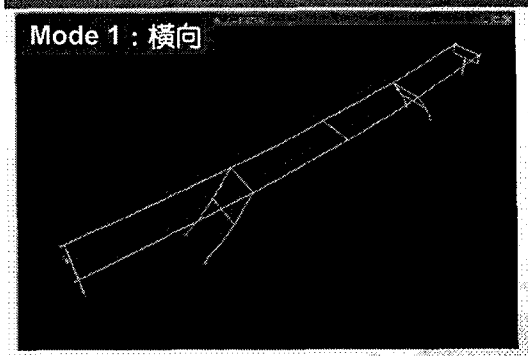


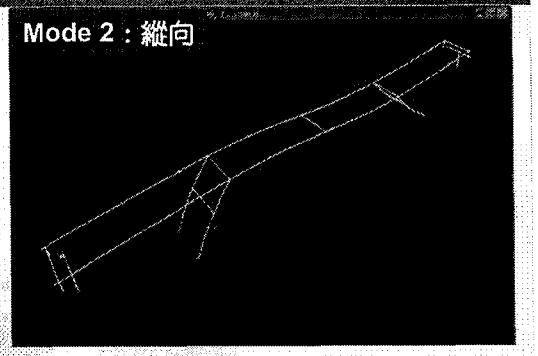
橋梁竣工圖

■ 橋柱配筋資料



橋梁主要模態

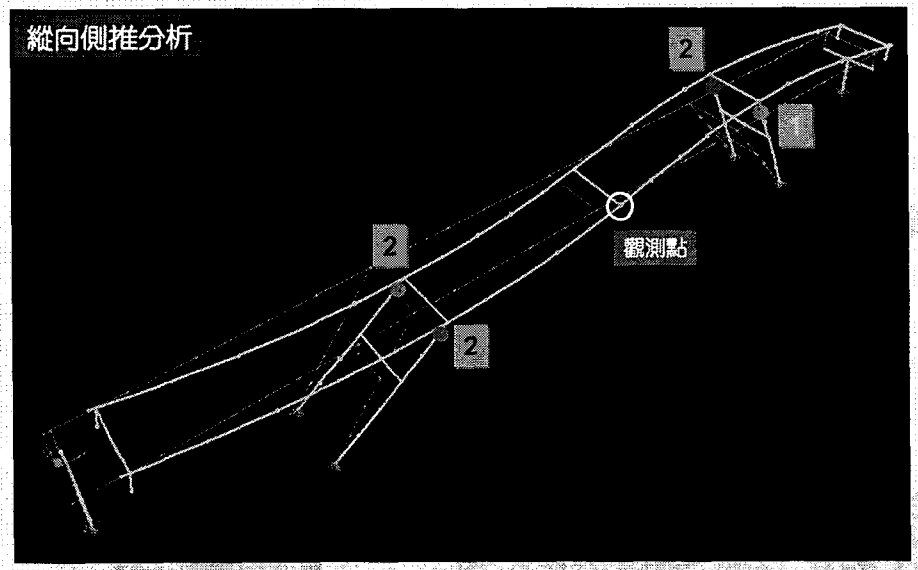




OutputCase Text	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless
EIGENMODES	Mode	1	1.083077	0.00043	0.705356	1.47E-14	0.00043	0.705356	1.47E-14
EIGENMODES	Mode	2	0.836891	0.6341	0.000509	1.06E-13	0.63453	0.705865	1.20E-13
EIGENMODES	Mode	3	0.462294	1.67E-14	6.77E-15	0.231373	0.63453	0.705865	0.231373
EIGENMODES	Mode	4	0.39674	0.000000005248	0.000000001376	0.00005	0.63453	0.705865	0.231423
EIGENMODES	Mode	5	0.27915	0.000000001315	0.000000002748	0.009008	0.63453	0.705865	0.240431
EIGENMODES	Mode	6	0.276061	0.002073	0.001685	0.000000009409	0.636603	0.707551	0.240431
EIGENMODES	Mode	7	0.243061	0.000000006511	0.000000002863	0.537231	0.636603	0.707751	0.777662
EIGENMODES	Mode	8	0.229851	0.013526	0.082845	0.000000001905	0.650129	0.790599	0.777662
EIGENMODES	Mode	9	0.225639	0.061513	0.019795	0.000000003323	0.711642	0.810394	0.777662
EIGENMODES	Mode	10	0.206852	0.000004889	0.127806	0.000000007567	0.711647	0.9382	0.777662

強度韌性評估及檢核

縱向側推分析

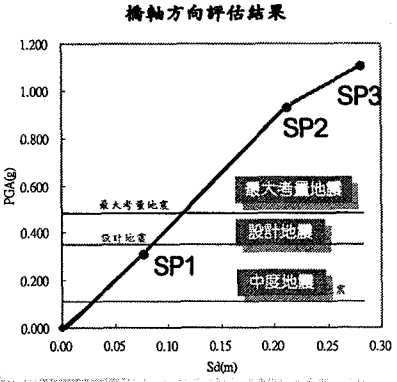


強度韌性評估及檢核

■ 強度韌性評估(行車向)

❖ 穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.68 m

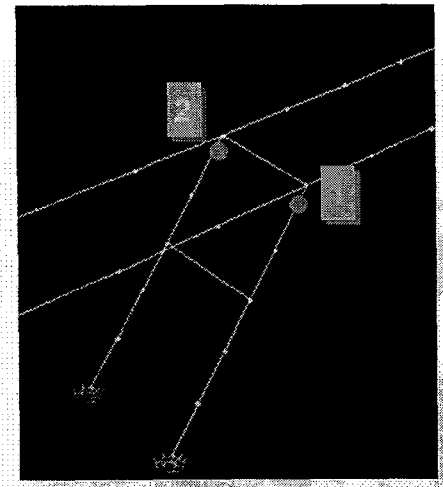
耐震性能標準		耐震需求 (g)	耐震容量 (g)	C/D
中度地震	SP1	0.108	0.314	2.90
設計地震	SP2	0.352	0.929	2.64
最大考量地震	SP3	0.480	1.103	2.30

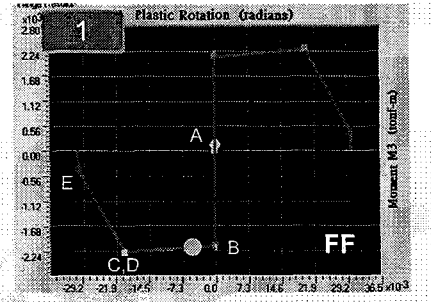


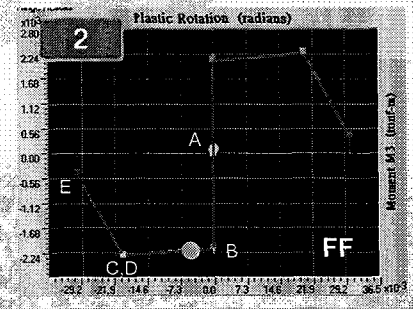
➡ 行車向韌性足夠

強度韌性評估及檢核

■ 縱向地震塑鉸發展情形

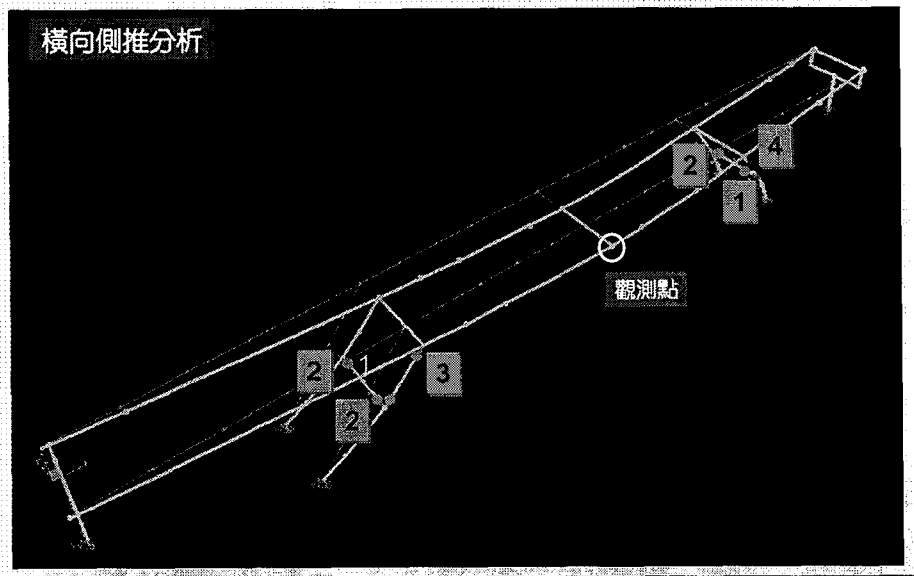






強度韌性評估及檢核

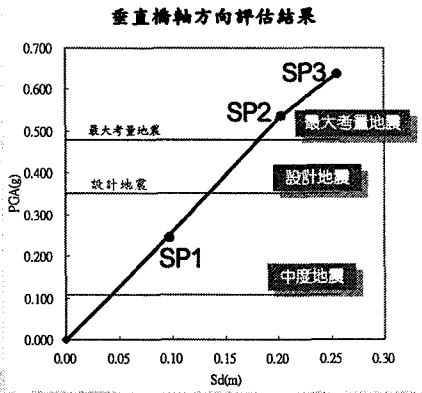
橫向側推分析



■ 強度韌性評估(垂直行車向)

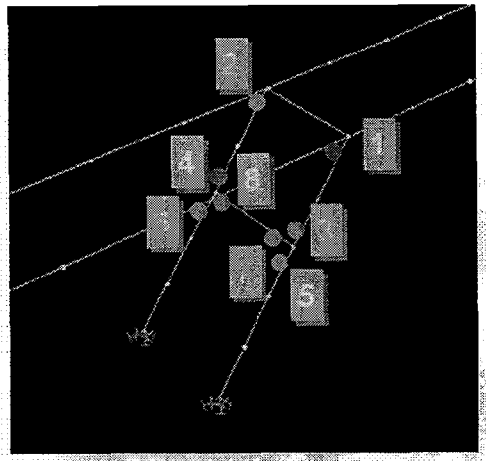
❖ 穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.00 m

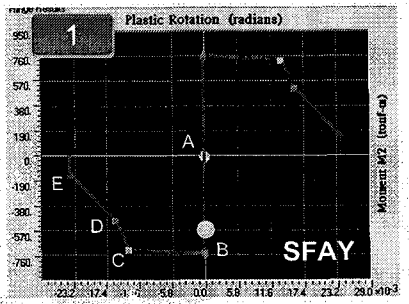
耐震性能標準		耐震需求 (g)	耐震容量 (g)	C/D
中度地震	SP1	0.108	0.248	2.29
設計地震	SP2	0.352	0.534	1.52
最大考量地震	SP3	0.480	0.635	1.32

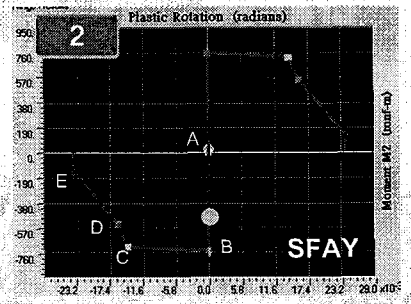


➡ 垂直行車向韌性足夠

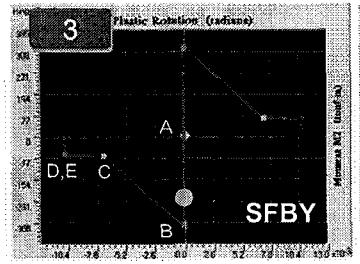
■ 橫向地震塑鉸發展情形

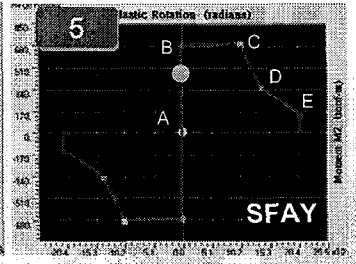


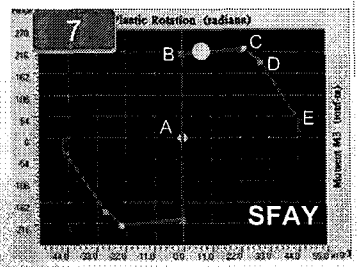


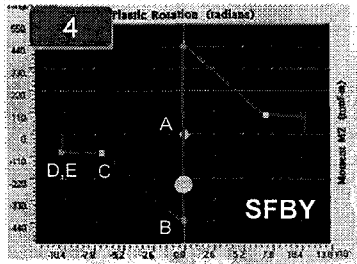


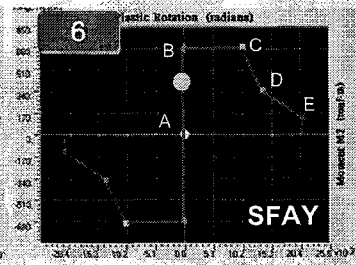
■ 橫向地震塑鉸發展情形

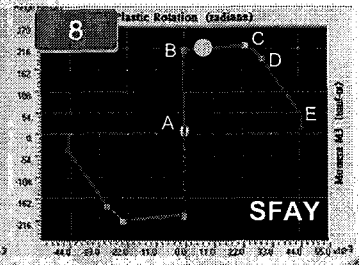










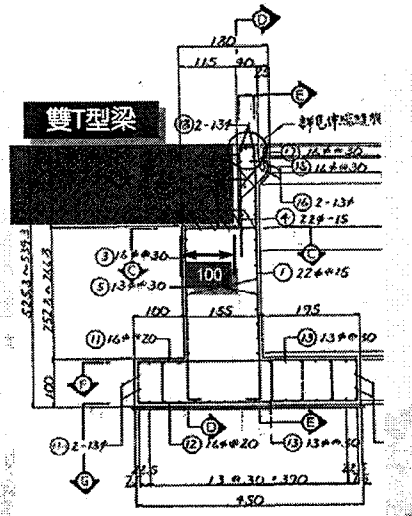


■ 防落橋長度檢核

❖ 防落橋長度 100cm

❖ 規範防落橋長度 L_N=66.12cm

❖ C/D 比值 =1.51 > 1.2 O.K.

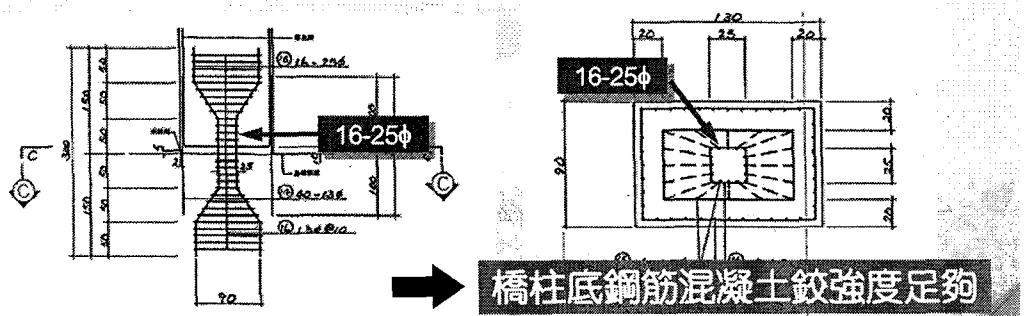


➡ 防止落橋長度足夠

耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋柱底鋼筋混凝土鉸

- ❖ 最大考量地震性能點柱底剪力
  - ➢ V(車行方向)=183.5 t， V(垂直車行方向)=63.3 t
- ❖ 容許剪力強度 Va=As*fy=81.12*2.8 =227.1 t
  - ➢ C/D (車行方向)=1.24， C/D (垂直車行方向)=3.59 O.K.

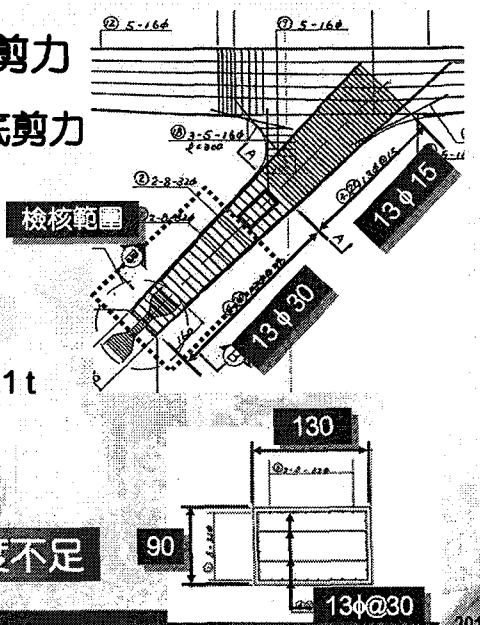


➡ 橋柱底鋼筋混凝土鉸強度足夠

耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋柱剪力

- ❖ 最大考量地震性能點柱底剪力
  - ➢ V(車行方向)=183.5 t
- ❖ 容許剪力強度
  - ➢ V=ϕ*(Vc+Vs)
    =0.85*(132.8+59.1) =163.1 t
- ❖ C/D = 0.89 N.G.

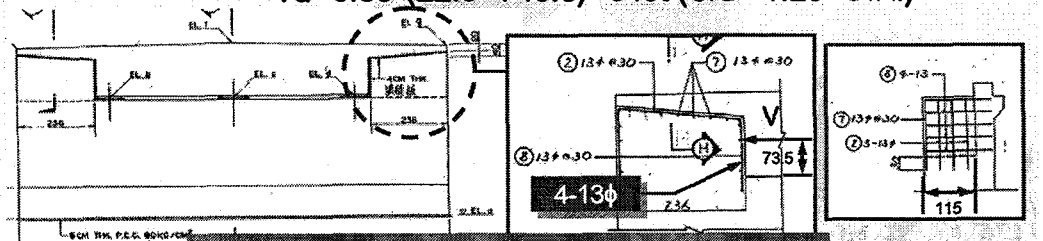


➡ 柱底至橫梁間橋柱剪力強度不足

耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋台止震塊

- ❖ 橫向地震力性能點地震力V=517 t，彎矩M=380 t-m
- ❖ 撓曲強度 $Mu=\phi Mn=\phi A_s f_y d(1-0.6\rho f_y / f_c')$
  Mu=0.9*63.5 =57.15 t-m (C/D=0.15 N.G.)
- ❖ 剪力強度 Vu=ϕv*Vn =ϕv(0.8Av*fy+Ac*K1) ，K1=28kg/cm2
  Vu=0.85*(22.8+740.6)=649t (C/D=1.26 O.K.)

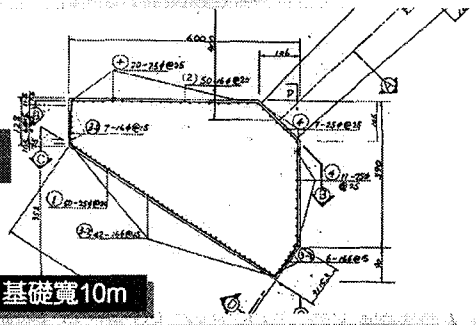


➡ 橋台垂直車行方向止震塊強度不足

耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋墩P1、P2基礎檢核

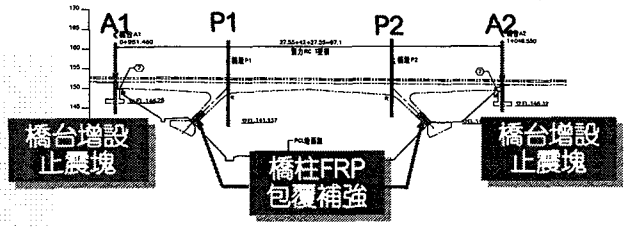
- ❖ 設計地震時接觸面積0.94 (C/D=3.13)
- ❖ 設計地震時基礎承載力73.05t/m2 (C/D=1.92)
- ❖ 設計地震時基礎結構強度 C/D=1.07
- ❖ 檢核 O.K.

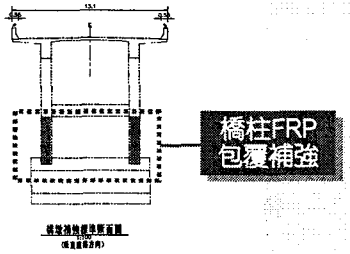


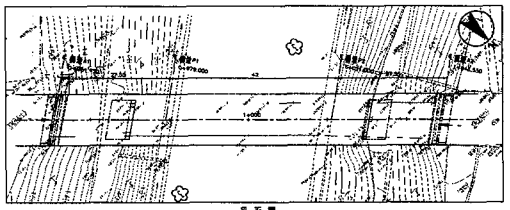
➡ 橋墩P1、P2基礎無須補強

耐震補強策略說明

■ 強支承補強策略



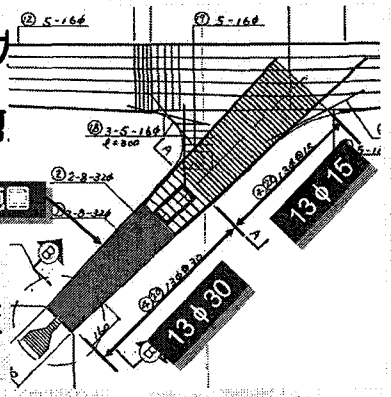


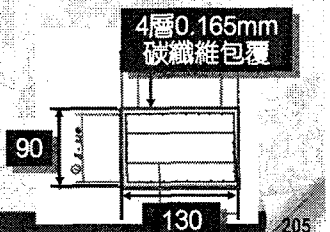


補強設計

■ 容量保護構件檢核：橋柱剪力

- ❖ 最大考量地震性能點柱底剪
  - ➢ V(車行方向)=183.5 t
- ❖ 容許剪力強度
  - ➢ 使用4層0.165mm碳纖維包覆
  - ➢ V=ϕ*(Vc+Vs+Vcf)
    =0.85*(132.8+59.1+80.7) =231.7 t
- ❖ C/D = 1.26 O.K.

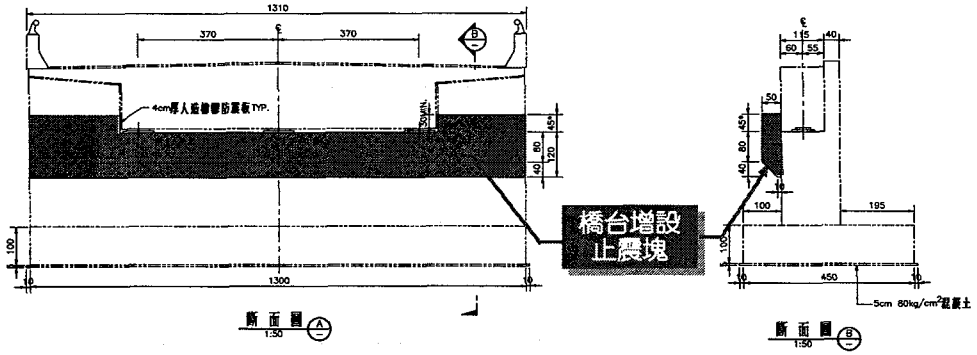




➡ 柱底至橫梁間橋柱以4層碳纖維包覆

耐震補強策略說明

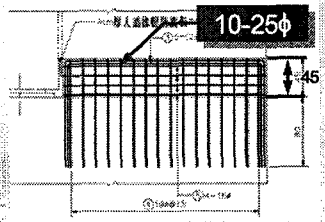
■ 橋台補強對策

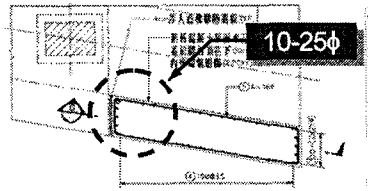


補強設計

■ 橋台止震塊補強設計

- ❖ 橫向地震力性能點地震力V=517 t，彎矩M=232.7 t-m
- ❖ 撓曲強度 $Mu=\phi Mn=\phi A_s f_y d(1-0.6\rho f_y / f_c')$
  Mu=0.9*470.3 =423.3 t-m > M O.K.
- ❖ 剪力強度 Vu=ϕv*Vn =ϕv(0.8Av*fy+Ac*K1) ，K1=28kg/cm2
  Vu=0.85*(340.7+322)=563.3 t > V O.K.





補強方案經濟性檢討

1.橋面版面積	(a)	1,272	m^2
2.經費統計	項目	費用（萬元）	百分比（%）
	(b)上部結構	0	0
	(c)支承	38	30.2%
	(d)伸縮縫	0	0
	(e)帽梁	0	0
	(f)橋墩	88	69.8%
	(g)基礎	0	0
	(h)橋台	0	0
	(i)防落裝置	0	0
	(j)地盤改良	0	0
	(k)其他	0	0
	(l)修繕	0	0
	(m)總計	126	100%
3.經濟性檢討	單位面積補強費用=(m)/(a)=	991	元

審查意見彙整與回覆

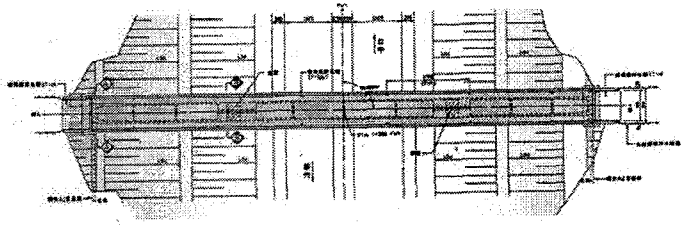
■ 雲南路跨越橋

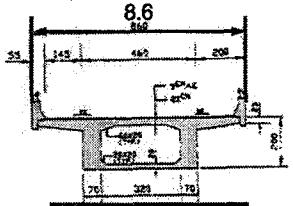
編號	審查意見	意見回覆
1	請說明本座橋整體評估為滿足，但剪力強度需補強之原因。請再用性能點狀況下檢核剪力強度。	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料。
2	止震塊之強度檢核應適度將混凝土強度納入考慮	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料。
3	請說明是否有進行補強後之側推分析評估	遵照辦理，經評估剪力不足區域為橋柱之橫梁至柱底範圍，此範圍補強並未影響分析塑鉸強度，故無須進行補強後側推分析評估。

4 寶山三號跨越橋

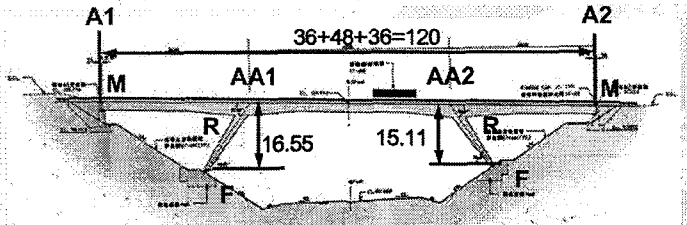
寶山三號跨越橋

■ 三跨連續預力箱型梁 π 型橋





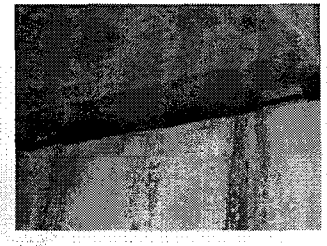
預力箱型梁



M:活動端(盤式支承)　R:剛接端　F:固定端(盤式支承)

橋梁現況照片

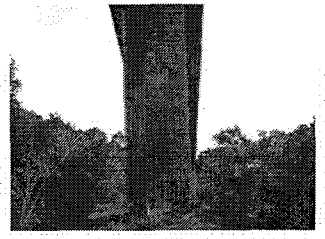
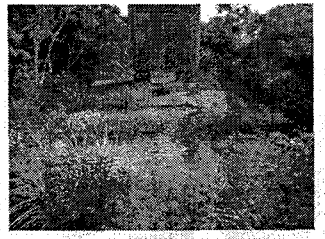
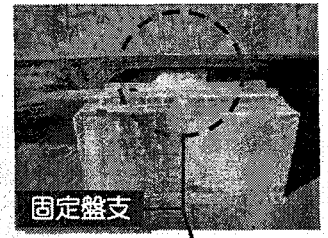
■ 橋台A1



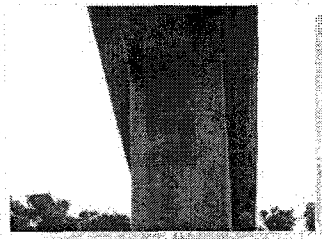
■ 橋台A2

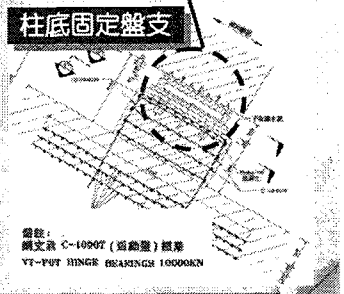
橋梁現況照片

■ 橋墩AA1

■ 橋墩AA2





既有橋梁設計載重及材料參數

- 設計規範：交通部76年版公路橋梁設計規範
- 設計地震力：中震區採靜重之12%(Kh=0.12)
- 混凝土設計強度
  - ❖ 上部結構箱型梁：fc'=350kg/cm^2
  - ❖ 橋柱及橋台軀體 ：fc'=240kg/cm^2
  - ❖ 基礎 ：fc'=240kg/cm^2
- 鋼筋設計強度
  - ❖ 16mmϕ (含)以下 ：fy=2800kg/cm^2
  - ❖ 19mmϕ (含)以上 ：fy=4200kg/cm^2

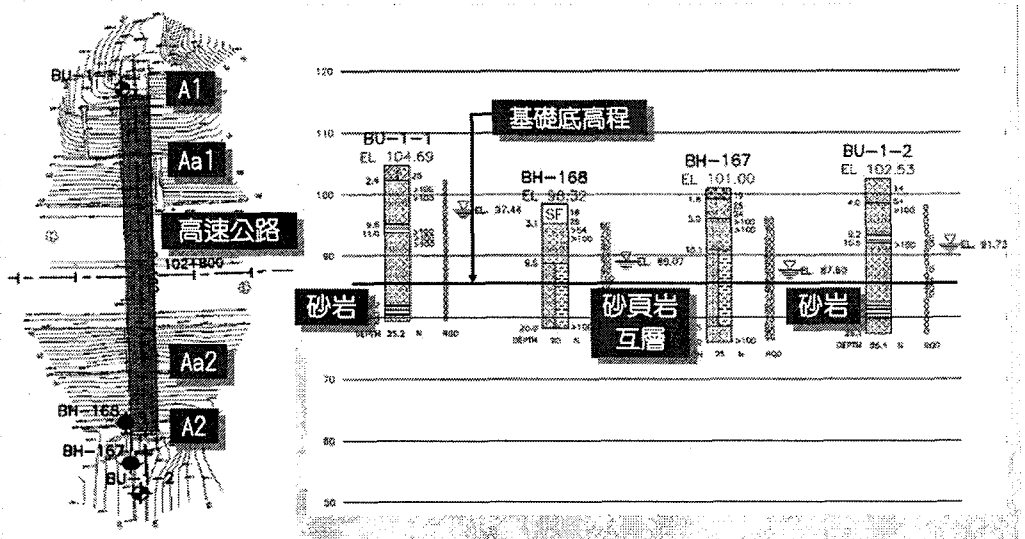
補強橋梁設計標準

- 地震分區：新竹縣寶山鄉
- 鄰近斷層：獅潭與神卓山斷層、新城斷層

S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M	F_V	F_A	$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
0.8	0.45	1	0.55	1.0	1.0	1.14	1.17	1.13	1.21	0.912	0.5265	1.13	0.6655

- 耐震性能標準
  - ❖ 中度地震等級 SP1：0.4*S_{DS}/3.25 =0.112 g
  - ❖ 設計地震等級 SP2：0.4*S_{DS} =0.365 g
  - ❖ 最大考量地震等級 SP3：0.4*S_{MS} =0.452 g

土層條件與液化評估



土層條件與液化評估

BH167、BH168

橋墩編號	型式	Vs_{30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
A1	直基	1467.77	第一類地盤	0	無液化
Aa1	直基	1132.96	第一類地盤	0	無液化
Aa2	直基	1232.22	第一類地盤	0	無液化
A2	直基	1465.32	第一類地盤	0	無液化

$$V_{s30}=\frac{\sum_{i=1}^{n}d_i}{\sum_{i=1}^{n}\frac{d_i}{V_{si}}}=\frac{30}{\sum_{i=1}^{n}d_i/V_{si}}$$

覆土層	0~5m	礫石層或砂質粉土
承載層	5m以下	砂岩

地盤分類

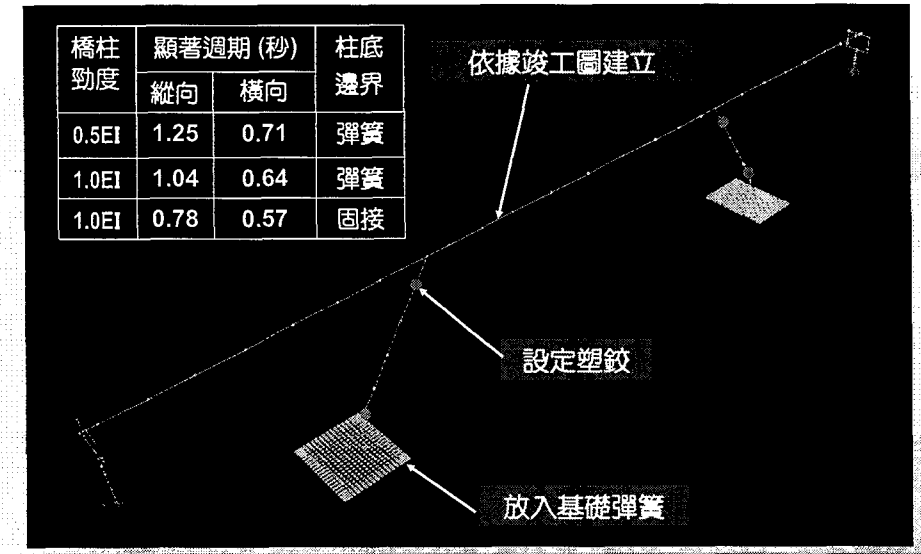
- 第一類地盤 V_{S30} ≧ 270m/s
- 270m/s > 第二類地盤 V_{S30} ≧ 180m/s
- 第三類地盤 V_{S30} < 180m/s

→ 採第一類地盤進行分析設計

結構分析模型

■ 評估分析模擬

橋柱勁度	顯著週期 (秒)		柱底邊界
	縱向	橫向	
0.5EI	1.25	0.71	彈簧
1.0EI	1.04	0.64	彈簧
1.0EI	0.78	0.57	固接



結構分析模型

■ 週期檢核(參考76年版公路橋梁規範)

方向	結構系統	基本振動週期
垂直橋軸方向	如圖2.20.6所示結構系統，當鋼橋墩之 L/b 小於 50 者	$T=2\pi\sqrt{\frac{0.3W_p+W_w}{4.5EI_g}h^3}$ …(2.20.6)
	其他情況	$T=2\pi\sqrt{\frac{0.3W_p+W_w}{3EIg}h^3}$ …(2.20.7)
橋軸方向	上部結構以連續梁爲主之橋梁，如圖2.20.7(b)所示結構系統，梁一端固定支承於剛性橋臺時，具有鉸接支承之橋墩者	$T=\frac{\pi}{8}\sqrt{\frac{W_e}{EIg}h^3}$ ……(2.20.8)
	上部結構以連續梁爲主之橋梁，如圖2.20.7(c)所示結構系統，梁兩端於剛性橋臺上均爲活動支承時，具有固定支承之橋墩者，或爲簡支梁之延伸者	$T=2\pi\sqrt{\frac{0.3W_p+W_w}{3EIg}h^3}$ …(2.20.9)
	僅有活動支承之橋墩者	$T=2\pi\sqrt{\frac{0.3W_t}{3EIg}h^3}$ ……(2.20.10)

結構分析模型

■ **縱向週期** $T = 2\pi\sqrt{\frac{0.3W_p + W_u}{3EIg}h^3}$

- ❖ 箱梁重量 Wu=2860 t，橋墩重量 Wp=856 t，橋柱高h=15.8m
- ❖ 橋柱寬 B=4.6m，橋柱深度 H=2.5m ，I=5.98*2=11.96 m^4

➡ **T=0.74 秒 (sap2000 分析為 0.78秒)**

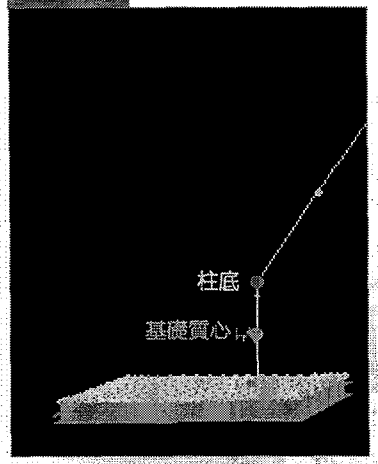
■ **橫向週期** $T = 2\pi\sqrt{\frac{0.3W_p + W_u}{3EIg}h^3}$

- ❖ 箱梁重量 Wu=2359 t，橋墩重量 Wp=856 t，橋柱高h=15.8m
- ❖ 橋柱寬 B=4.6m，橋柱深度 H=2.5m ，I=20.28*2=40.56 m^4

➡ **T=0.37 秒 (sap2000 分析為 0.57秒)**

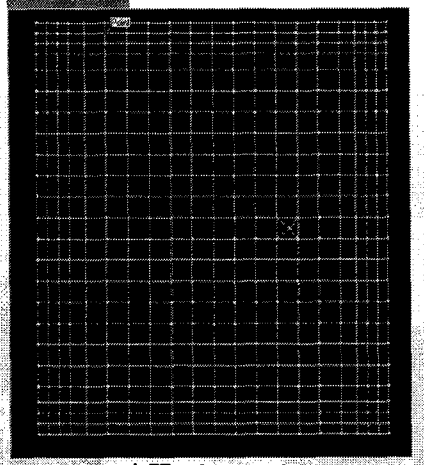
結構分析模型

橋墩彈簧



無覆土、地下水位位於基礎頂

基礎網格



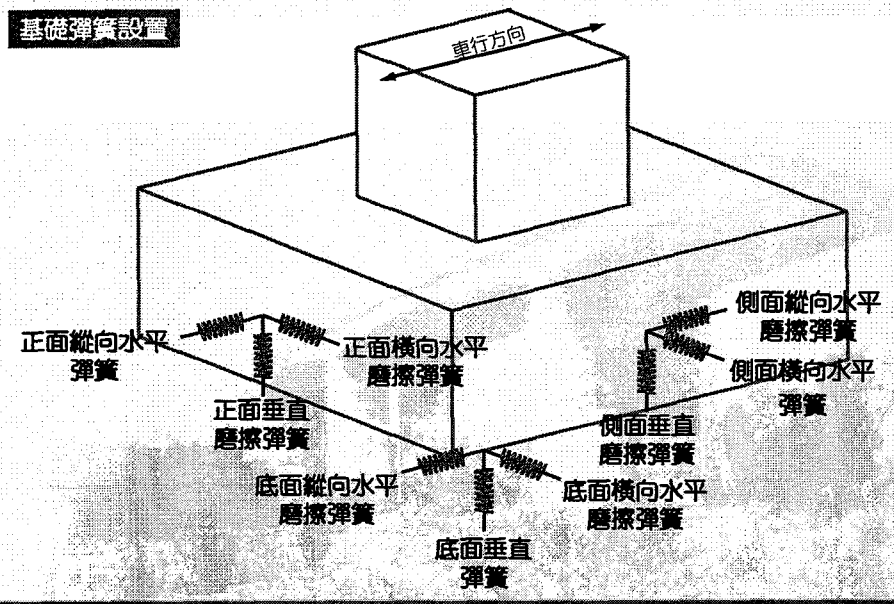
中間：0.5m x 0.5m

邊：0.25m x 0.5m

角：0.25m x 0.25m

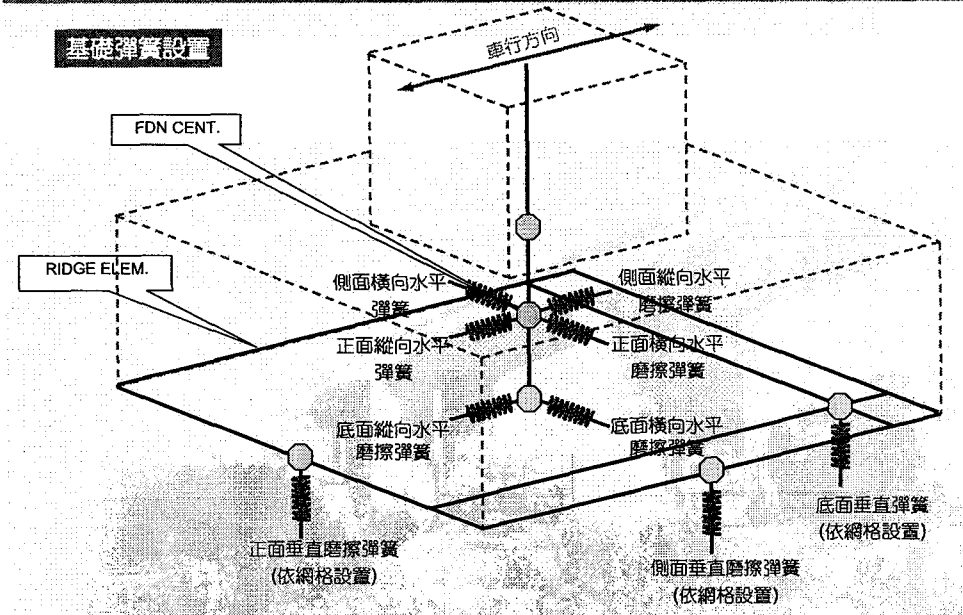
結構分析模型

基礎彈簧設置



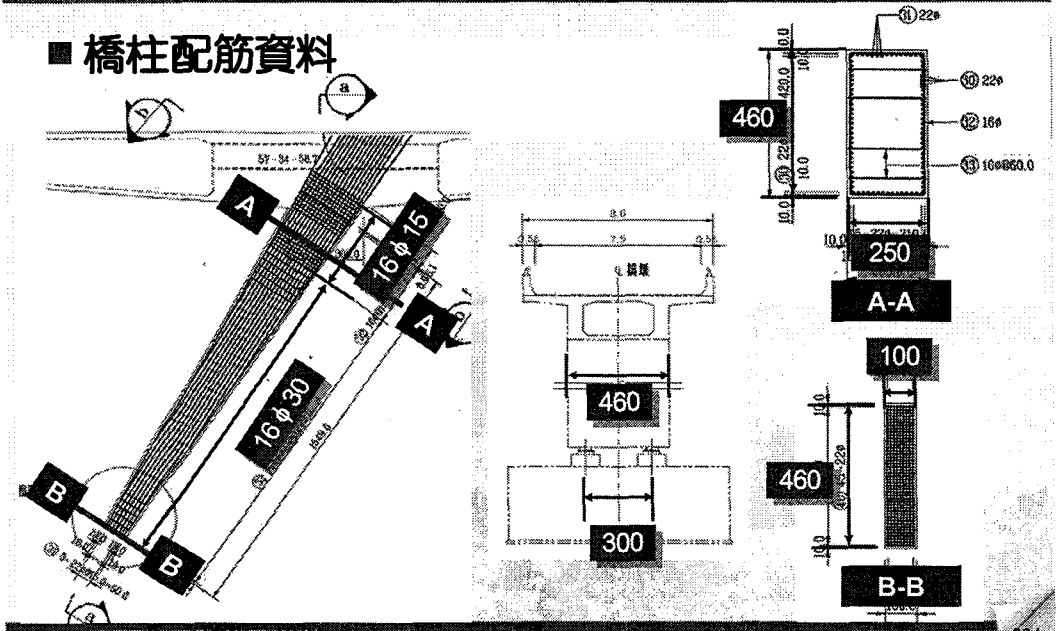
結構分析模型

基礎彈簧設置

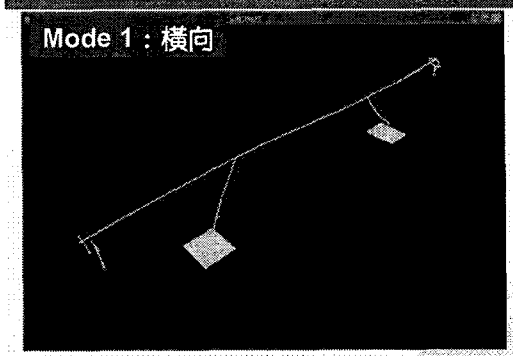


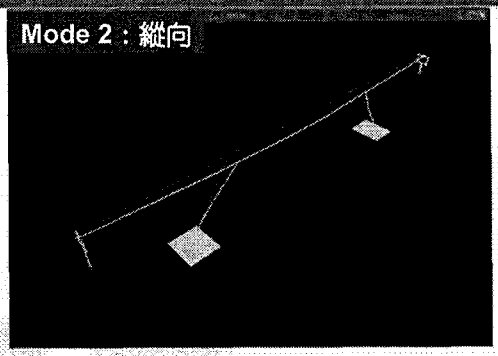
橋梁竣工圖

■ 橋柱配筋資料



橋梁主要模態

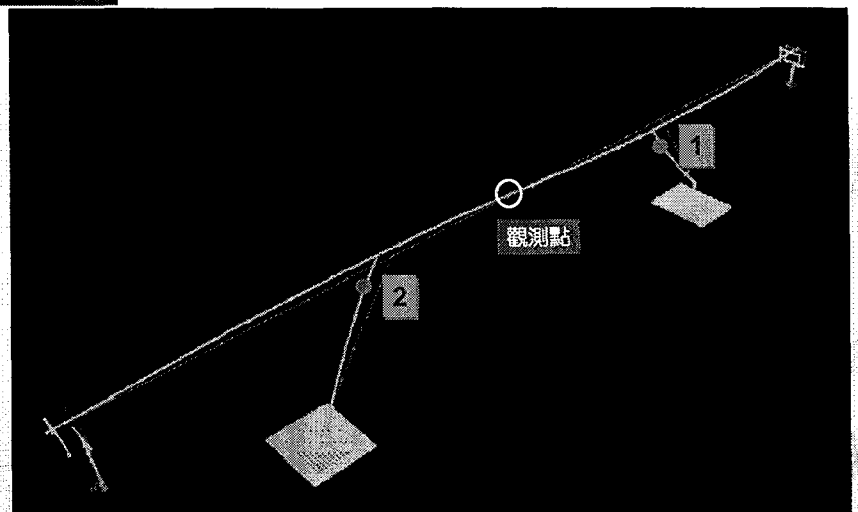




OutputCase Text	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless
EIGENMODES	Mode	1	1.255939	0.687967	000000002424	0.000061	0.687967	000000002424	0.000061
EIGENMODES	Mode	2	0.711553	000000009523	0.778901	000000003866	0.687967	0.778901	0.000061
EIGENMODES	Mode	3	0.397405	0.000151	000000003669	0.003695	0.688127	0.778901	0.003755
EIGENMODES	Mode	4	0.342892	000000003365	0.000011	000000002638	0.688127	0.778912	0.003755
EIGENMODES	Mode	5	0.253233	0.020412	000000008943	0.000404	0.708539	0.778912	0.004159
EIGENMODES	Mode	6	0.23233	0.04768	1.281E-13	2.627E-13	0.756219	0.778912	0.004159
EIGENMODES	Mode	7	0.226741	1.312E-13	0.106498	000000002651	0.756219	0.88541	0.004159
EIGENMODES	Mode	8	0.200911	0.000022	000000002207	0.599048	0.756241	0.88541	0.603207
EIGENMODES	Mode	9	0.161362	000000001794	0.004053	000000001142	0.756241	0.889463	0.603207
EIGENMODES	Mode	10	0.141016	0.019656	000000009736	0.00269	0.775897	0.889453	0.606057

強度韌性評估及檢核

縱向側推分析

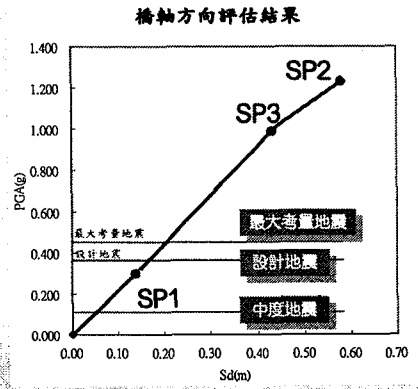


強度韌性評估及檢核

■ 強度韌性評估(行車向)

❖ 穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.62 m

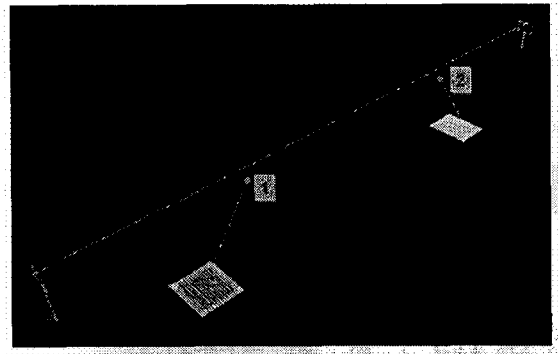
耐震性能標準		耐震需求 (g)	耐震容量 (g)	C/D
中度地震	SP1	0.112	0.299	2.66
設計地震	SP2	0.365	0.991	2.72
最大考量地震	SP3	0.452	1.235	2.73

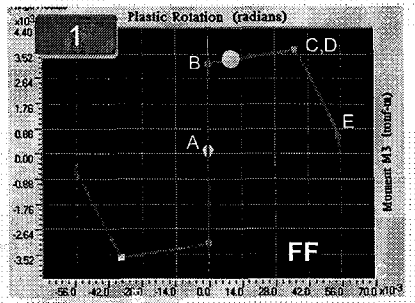


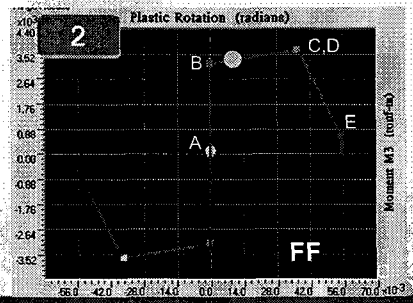
➡ 行車向韌性足夠

強度韌性評估及檢核

■ 橫向地震塑鉸發展情形

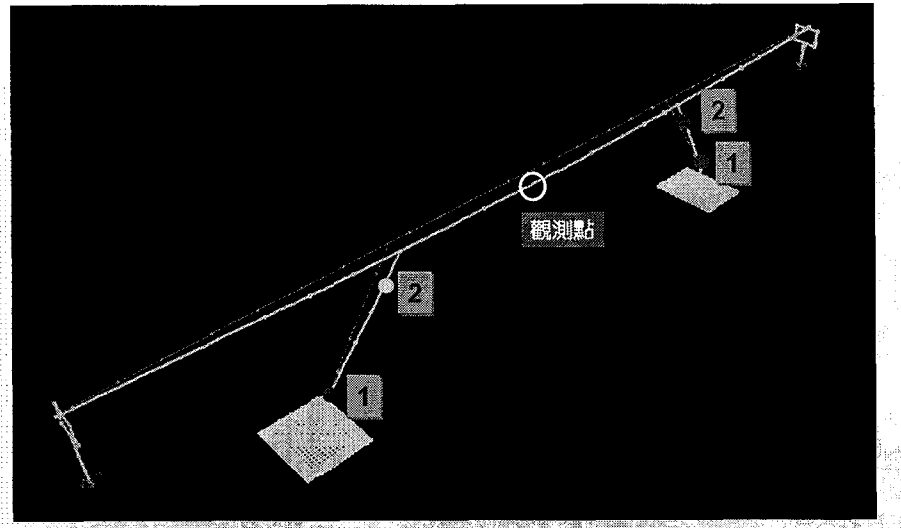






強度韌性評估及檢核

橫向側推分析

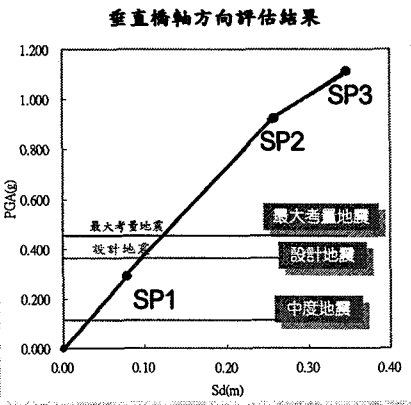


強度韌性評估及檢核

■ 強度韌性評估(垂直行車向)

❖ 穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.99 m

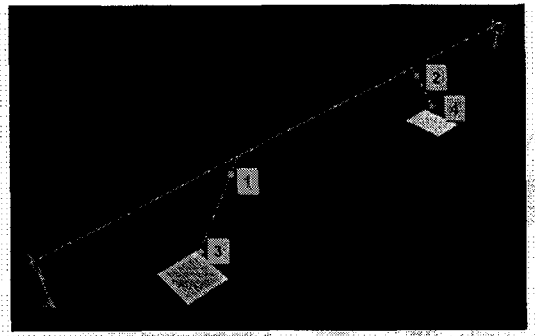
耐震性能標準		耐震需求 (g)	耐震容量 (g)	C/D
中度地震	SP1	0.112	0.292	2.60
設計地震	SP2	0.365	0.919	2.52
最大考量地震	SP3	0.452	1.113	2.46

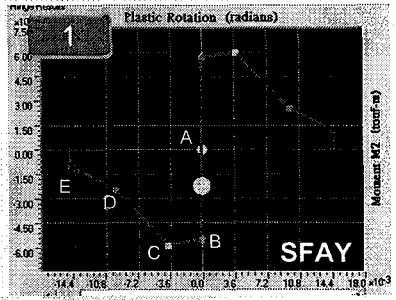


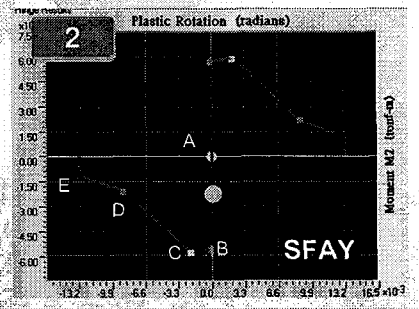
➡ 垂直行車向韌性足夠

強度韌性評估及檢核

■ 橫向地震塑鉸發展情形

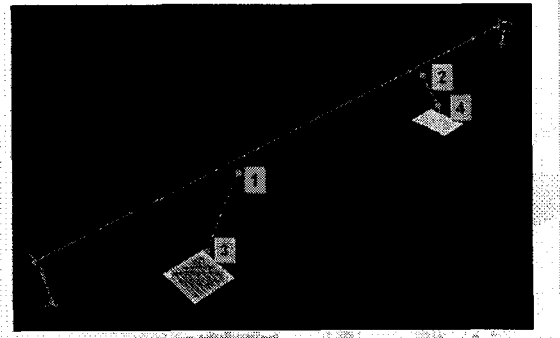


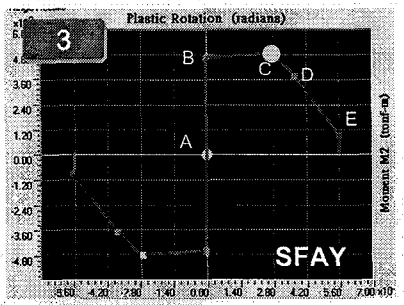


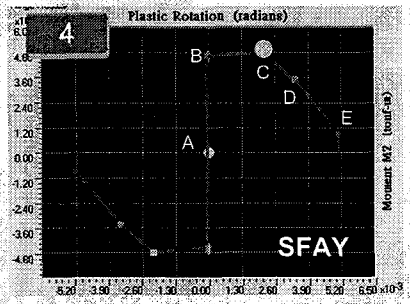


強度韌性評估及檢核

■ 橫向地震塑鉸發展情形





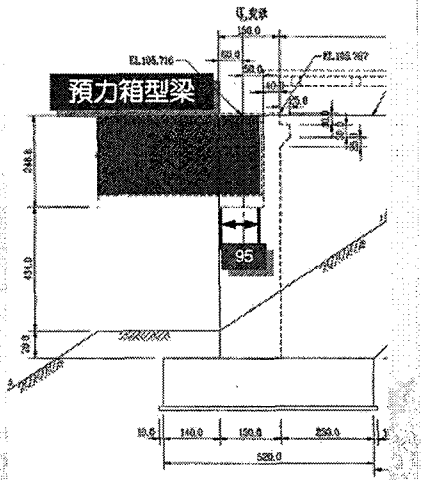


耐震能力評估結果

■ 防落橋長度檢核

- ❖ 防落橋長度 95cm
- ❖ 規範防落橋長度 L_N=71.88cm
- ❖ C/D 比值 =1.32 > 1.2 O.K.

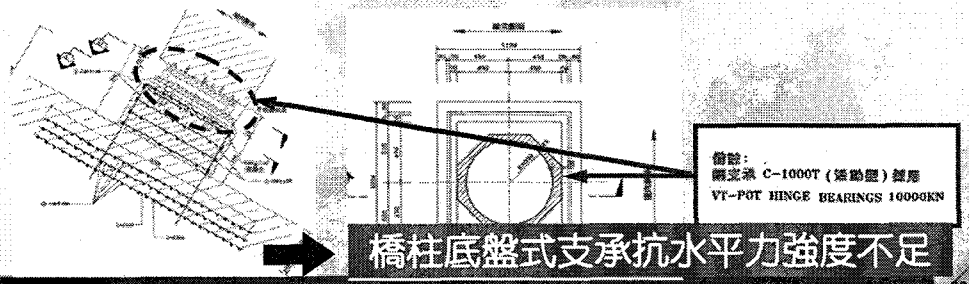
➡ 防止落橋長度足夠



耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋柱底盤式支承剪力

- ❖ 最大考量地震性能點分析柱底剪力
  - ➢ V(車行方向)=323 t， V(垂直車行方向)=491t
- ❖ 容許剪力強度 Va=2*100 t=200 t
  (以10%盤支垂直載重估計)
  - ➢ C/D (車行方向)=0.62， C/D (垂直車行方向)=0.41 N.G.



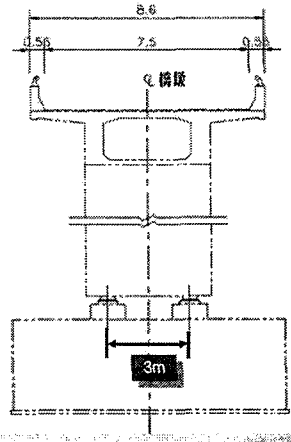
➡ 橋柱底盤式支承抗水平力強度不足

耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋柱底盤式支承上揚力

- ❖ 最大考量地震性能點橫向柱底剪力、彎矩
  - ➢ P(軸力)=1604 t， M(彎矩)=4588t-m
- ❖ 支承上揚力
  - ➢ T=1604 / 2-4588/3 = 727.3 (上揚力)

➡ 橋柱底盤式支承抗上揚力不足



耐震能力評估結果

■ 柱底縱向力比較

A原評估分析

橋墩	P (t)	V (t)	M (t-m)
Aa1	2175.0	358.7	0.0
Aa2	2180.0	423.5	0.0

B非線性彈簧模型分析

橋墩	P (t)	V (t)	M (t-m)
Aa1	2143.5	308.7	0.0
Aa2	2142.1	323.3	0.0

(B-A)/A

橋墩	P (t)	V (t)	M (t-m)
Aa1	1.4%	13.9%	0.0%
Aa2	1.7%	23.7%	0.0%

■ 柱底橫向力比較

A原評估分析

橋墩	P (t)	V (t)	M (t-m)
Aa1	1596.4	668.4	7086.2
Aa2	1581.8	710.1	6891.6

B非線性彈簧模型分析

橋墩	P (t)	V (t)	M (t-m)
Aa1	1603.9	464.4	4588.3
Aa2	1588.1	491.3	4349.2

(B-A)/A

橋墩	P (t)	V (t)	M (t-m)
Aa1	0.5%	30.5%	35.3%
Aa2	0.4%	30.8%	36.9%

耐震能力評估結果

縱向地震力

橋墩	P (t)	V (t)	M (t-m)	最大變位 (cm)	接觸面積 (%)	土壤降伏比	土壤承載力 (t/m2)
Aa1	1479.3	195.2	3423.7	0.80	69.3%	0	49.7
Aa2	1993.6	628.7	3951.2	1.22	61.7%	0	75.2

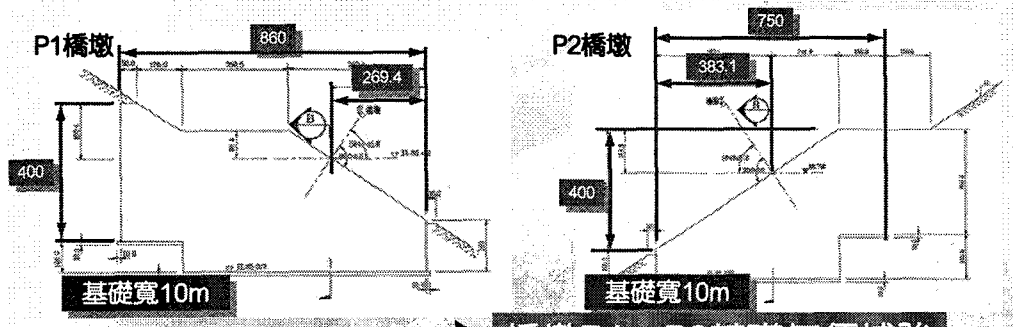
橫向地震力

橋墩	P (t)	V (t)	M (t-m)	最大變位 (cm)	接觸面積 (%)	土壤降伏比	土壤承載力 (t/m2)
Aa1	1795.1	184.2	5335.6	1.11	60.8%	0	68.6
Aa2	1669.8	200.7	5174.7	1.26	57.0%	0	78.1

耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋墩P1、P2基礎檢核

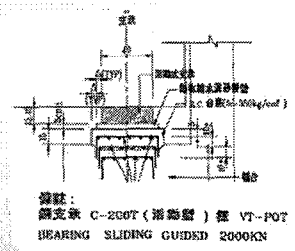
- ❖ 最大考量地震時接觸面積0.57 (C/D=1.9) O.K.
- ❖ 設計地震時基礎承載力78.1 t/m2 (C/D=2.69) O.K.

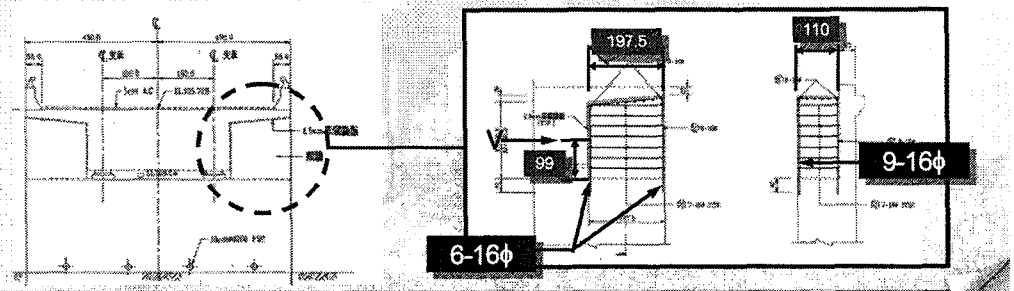


耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋台止震塊

- ❖ 最大考量地震性能點橋台剪力 222 t
  - ➢200t活動型盤支Va=20*2=40 t
  - (以10%盤支垂直載重估計)
- ❖ 止震塊承受水平力 V=182 t，M=180.2 t-m





耐震能力評估結果

■ 容量保護構件檢核：橋台止震塊

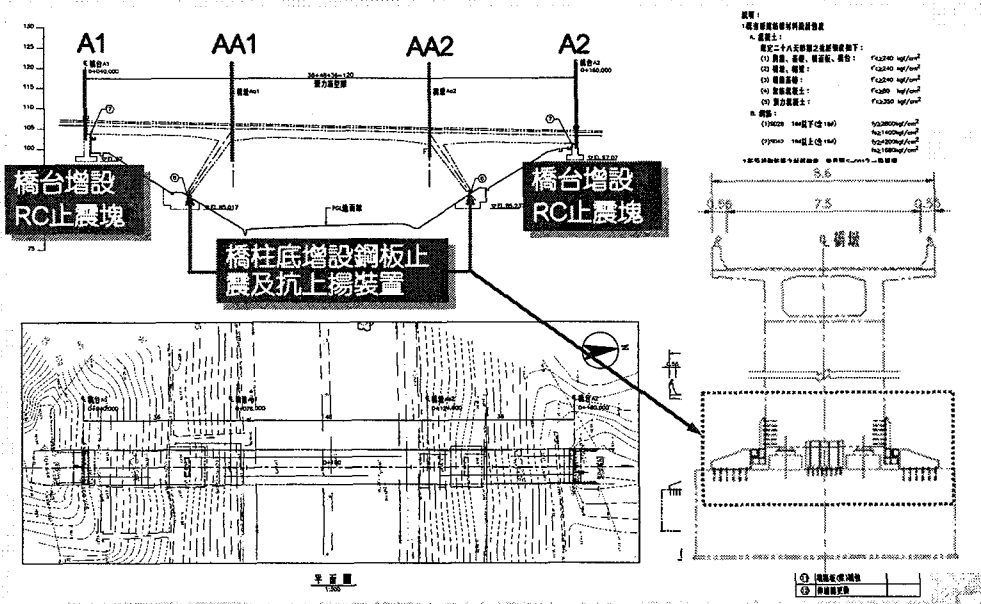
- ❖ 止震塊承受水平力 V=182 t，M=180.2 t-m
- ❖ 撓曲強度 $Mu=\phi Mn=\phi A_s f_y d(1-0.6\rho f_y / f_c')$

  Mu=0.9*63.8 =57.4 t-m (C/D=0.32 N.G.)
- ❖ 剪力強度 $Vu=\phi v*Vn=\phi v(0.8Av*fy+Ac*K1)$ ，K1=28kg/cm2

  Vu=0.85*(133.1+608.3)=630t (C/D=3.46 O.K.)

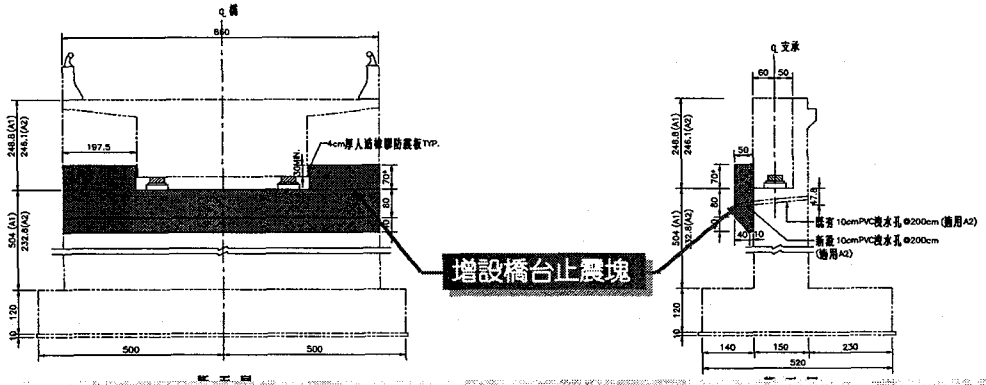
➡ 橋台垂直車行方向止震塊強度不足

耐震補強策略說明



耐震補強策略說明

■ 橋台補強對策



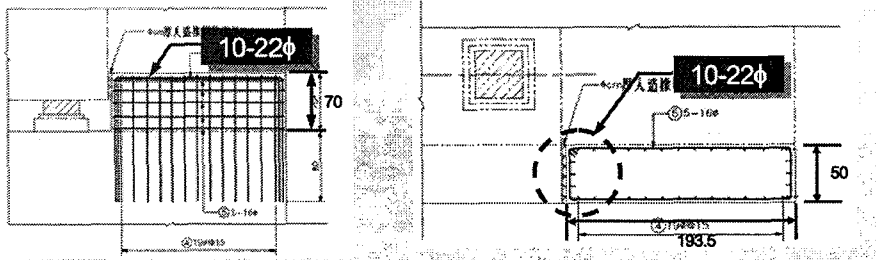
補強設計

■ 橋台止震塊補強設計

- ❖ 橫向地震力性能點地震力V=222 t，彎矩M=133.2 t-m
- ❖ 撓曲強度 $Mu=\phi Mn=\phi A_s f_y d(1-0.6\rho f_y / f_c')$

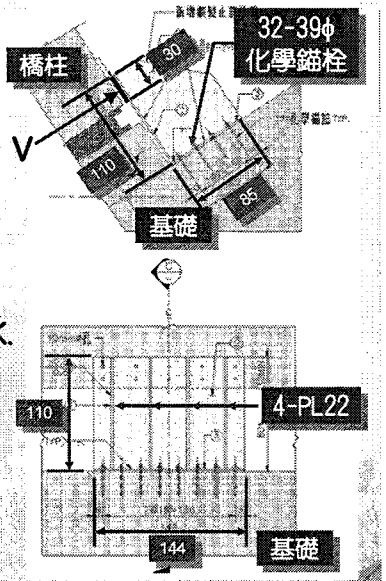
  Mu=0.9*295.8 =266.2 t-m > M O.K.
- ❖ 剪力強度 $Vu=\phi v*Vn=\phi v(0.8Av*fy+Ac*K1)$ ，K1=28kg/cm2

  Vu=0.85*(260.7+270.9)=451.9 t > V O.K.



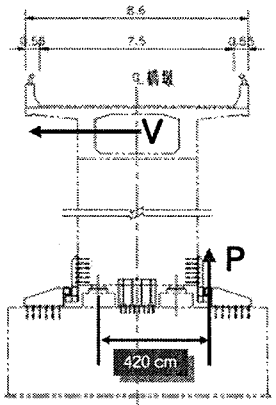
■ 橋柱底縱向鋼止震裝置

- ❖ 設計橫力 V=323-2*100=123 t
  (扣除盤式支承容許水平力)
- ❖ A449化學錨栓檢核
  拉力 T=19.5 t，剪力 V=3.84 t
  (T/Ta)+(V/Va)
  =(19.5/27.33)+(3.84/31.54)=0.8 <1 O.K.
- ❖ 鋼托架鋼板(A709/A572 Gr.50)檢核
  Pa= 0.6*Fy*A_P
  =0.6*3500*4*30*2.2=554t > V O.K.



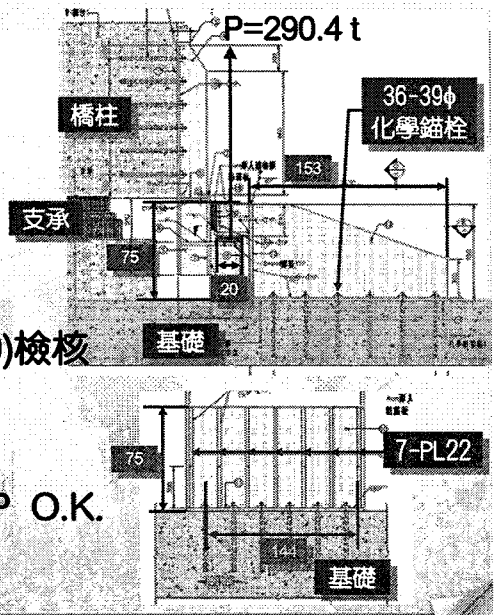
■ 橋柱底抗上揚裝置

- ❖ 最大考量地震性能點橫向柱底
  - ➢ P(軸力)=1604 t， M(彎矩)=4588t-m
- ❖ 支承上揚力
  - ➢ P=1604 / 2-4588/4.2 = 290.4 (上揚力)



➡ 抗上揚裝置須承受290.4 t

- ❖ 設計拉拔力 P=290.4 t
- ❖ A449化學錨栓檢核
  拉力 T=25.07 t
  < Ta=27.33 t O.K.
- ❖ 鋼托架鋼板(A709/A572 Gr.50)檢核
  Pa= 0.6*Fy*A_P
  =0.6*3500*7*20*2.2=647 t > P O.K.



1.橋面版面積	(a)	1,032	m^2
2.經費統計	項目	費用（萬元）	百分比（%）
	(b)上部結構	0	0
	(c)支承	188.8	100%
	(d)伸縮縫	0	0
	(e)帽梁	0	0
	(f)橋墩	0	0
	(g)基礎	0	0
	(h)橋台	0	0
	(i)防落裝置	0	0
	(j)地盤改良	0	0
	(k)其他	0	0
	(l)修繕	0	0
	(m)總計	188.8	100%
3.經濟性檢討	單位面積補強費用=(m)/(a)=	1830	元

審查意見彙整與回覆

■ 寶山三號跨越橋

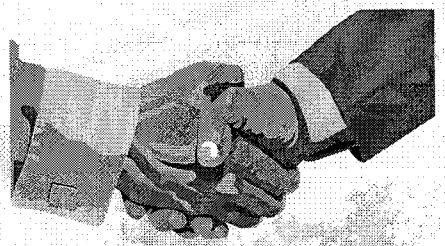
編號	審查意見	意見回覆
1	請再確認周期之正確性	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料。
2	本座橋兩邊都是橋台，不可能會落橋，請考量是否需補防落長度。	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料。
3	請補性能點狀況下充橋柱剪力強度之檢核	遵照辦理，經評估剪力不足區域為橋柱之橫梁至柱底範圍，此範圍補強並未影響分析塑鉸強度，故無須進行補強後側推分析評估。
4	擬安裝之抗拉地錨是否與原始地錨衝突?	經採非線性彈簧模型進行評估後基礎無須增設地錨補強。
5	請說明基腳之地質狀況。地錨應盡量垂直於坡面，若地盤強度很高，請考量是否需裝設地錨。	基腳之地質係為於砂頁岩互層，經採非線性彈簧模型進行評估後基礎無須增設地錨補強。

審查意見彙整與回覆

■ 綜合意見

編號	審查意見	意見回覆
1	補充各座橋梁詳細評估方法，分析模型、塑鉸性質，塑性鉸於各主要性能點時之發展狀況。	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料。
2	補強設計請以盡量不要動到基礎為原則、基礎之模擬也請盡量真實模擬、以反應結構之實際行為。	遵照辦理，詳標細部設計審查簡報資料。

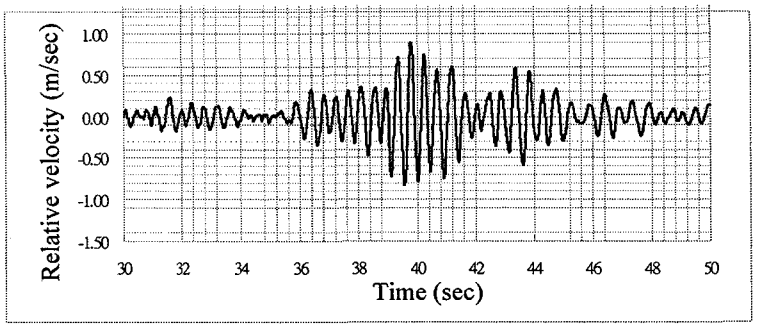
簡報完畢
敬請指教



「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第五次會議(M34標細部設計審查會議)審查意見

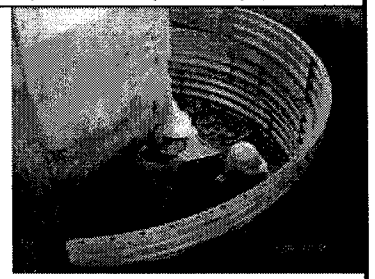
<table>
<tr><th>項次</th><th>審查意見</th><th>辦理情形說明</th></tr>
<tr><td>一、</td><td>鳳山溪橋</td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>依據簡報P.37，阻尼器設計速度偏高(40cm/sec)，實驗要做得到不容易，另請根據設計位移、週期、最大阻尼力、阻尼係數等確認分析是否恰當。</td><td>1.鳳山溪橋結構週期為2.02秒，阻尼係數為94.51 tf-(sec/m)$^{0.4}$，於三組人造地震下，其最大阻尼力及衝程如下表所示
<table>
<tr><th rowspan="2">站　碼</th><th colspan="2">液態黏滯性阻尼器</th></tr>
<tr><th>最大阻尼力（tf）</th><th>衝程（m）</th></tr>
<tr><td>331地震紀錄-TCU021</td><td>94.69</td><td>0.208</td></tr>
<tr><td>921地震紀錄-TCU026</td><td>85.22</td><td>0.212</td></tr>
<tr><td>331地震紀錄-TCU027</td><td>91.57</td><td>0.176</td></tr>
</table>
液態黏滯性阻尼器關係式為$F = C|V|^{\alpha}\,\mathrm{sgn}(V)$，其中$F$為液態黏滯性阻尼器之阻尼力（tf）；$C$為阻尼係數（tf-$(\mathrm{sec/m})^{\alpha}$）；$V$為液態黏滯性阻尼器之速度（m/sec）及$\alpha$為阻尼指數。假設阻尼器活塞運動之位移為一正弦函數$u(t) = u_0 \sin(\omega t)$，其速度為$\dot{u}(t) = \omega u_0 \cos(\omega t)$，因此可得阻尼器活塞運動下之阻尼力為$F = C|\omega u_0 \cos(\omega t)|^{\alpha}\,\mathrm{sgn}(\omega u_0 \cos(\omega t))$。令$\cos(\omega t)$為1.0，正弦函數下之阻尼器最大阻尼力為$F = C|\omega u_0|^{\alpha}$。
將阻尼係數C、結構角頻率ω（$2\pi(1/2.02)$）及u_0（三組人造地震之阻尼器衝程)代入$F = C|\omega u_0|^{\alpha}$，可得正弦函數下之阻尼器最大阻尼力，如下表所示
<table>
<tr><th rowspan="2">站　碼</th><th colspan="2">液態黏滯性阻尼器</th></tr>
<tr><th>衝程（m）</th><th>正弦函數下最大阻尼力</th></tr>
<tr><td>331地震紀錄-TCU021</td><td>0.208</td><td>79.40</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第五次會議(M34標細部設計審查會議)審查意見

<table>
<tr><th>項次</th><th>審查意見</th><th>辦理情形說明</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><td>921地震紀錄-TCU026</td><td>0.212</td><td>80.01</td></tr>
<tr><td>331地震紀錄-TCU027</td><td>0.176</td><td>74.27</td></tr>
</table>
雖然正弦函數下與最大考量地震下之阻尼器最大阻尼力比約介於0.81至0.93(tf)之間，但因橋梁為多自由度結構，其反應並非單一正弦反應，故其比值應屬合理。
2.另外更進一步確認於設計地震(331地震紀錄-TCU021)下，鳳山溪橋箱型梁與P2墩柱(縱向為活動端)之相對速度，其歷時如下圖所示，最大相對速度為0.899 m/sec，對應之最大阻尼力為90.58 (tf)，因此歷時分析結果應屬合理。


</td></tr>
<tr><td>2</td><td>本橋歷年來無沖刷且亦無設置保護工，可見以往該橋並無沖刷問題，但補強分析取沖刷深度6m。依現況，若本橋無沖刷，是否用6m會進行評估會過於保守？請確認。</td><td>1. 本橋過往並颱風過後回淤前之局部沖刷紀錄，惟依據二河局「中央管河川疏濬潛能及對河床變遷影響之評估研究」(99年12月)，中、上游(即本河段)因砂石來源短缺，屬下刷趨勢。</td></tr>
</table>

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第五次會議(M34標細部設計審查會議)審查意見

項次	審查意見	辦理情形說明
		2. 現況P9橋墩基礎常時已呈裸露，工務段已計畫部份橋墩增設保護工；且由航照圖可知深槽有擺盪情形，治理線內橋墩皆應依深槽考量。 3. 本橋梁河川沖刷深度分析，係依「公路排水設計規範」之規定，考量局部沖刷、束縮沖刷、河床質移動層及河道長期沖刷之和，再依「公路橋梁耐震設計規範」考量其50%深度作為耐震評估之依據。
3	止震塊之設計力如何決定，是否考慮增加阻尼器的影響。加了阻尼器後，支承所需強度應該可以降低，請確認還需補強支承嗎?。	1. 依據竣工圖示，P6縱向盤式支承之縱向強度為735 tf、P7至P10之縱向盤式支承的縱向強度皆為588 tf；增設阻尼器後，依據三組人造地震歷時分析取反應最大者，P6縱向盤式支承之縱向強度需求為783 tf、P7~P10之縱向盤式支承的縱向強度需求分別為790 tf、837 tf、831 tf及1034 tf，均大於其容量；因此，P6至P10支承於橋軸方向仍有補強需求。 2. 本橋支承於垂直橋軸方向屬固定支承型式，增設阻尼器僅降低支承縱向強度需求，無法降低橫向支承強度之需求，故垂直橋軸方向仍有補強需求。
4	P10設在堤防上，P10橋墩如要補強須破堤，施工如何進行?請考量。P10橋墩較短，受力較大，需補強鋼板較為合理，但p6~p9在加裝阻尼器後為何還需補強嗎?請確認。	1. 本橋墩鋼板包覆補強施工採用鋼板襯砌井式開挖工法，施工範圍僅需小範圍開挖，可對堤防的衝擊減到最小，如圖所示。 2. 本橋共有14橋跨，而車行方向地震力僅有P6~P10共5個橋墩承受，受力較大且集中，且原柱斷面韌性不佳，故雖已裝設阻尼器降低地震力，仍建議進行鋼板包覆以確保該5個橋墩於大地震下能發揮較佳之韌性行為。 

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第五次會議(M34標細部設計審查會議)審查意見

項次	審查意見	辦理情形說明
5	設計仍是依據規範反應譜之人工地震，原始地震只是作為檢核，無須當作設計標準。	遵照辦理，阻尼器設計及各構件評估設計，皆依據規範採三組人造地震進行歷時分析，取反應最大者當作設計標準。
6	沉箱穩定性評估會不會太保守?參考牛門橋現地實驗結果沉箱變形不明顯，本橋是否真有穩定性問題請檢討，另請確認分析採用之土壤參數。	1. 本橋之沉箱穩定性評估係依據內政部「建築物基礎構造設計規範」於結構模型中建立沉箱正前方、側面及底面之非線性彈簧模擬，土壤參數f值採37o，分析結果為垂直橋軸方向之穩定性不足，詳次頁。 2. 參考牛門橋之土層參數(f值採37o，C=1 t/m2) ，以「建築物基礎構造設計規範」進行沉箱正前方非線性彈簧計算，與牛門橋側推試驗模擬分析比較發現，側推試驗模擬分析採用之強度大於依規範計算之強度1.43~1.62倍，差異並未很大；而勁度則為0.11~0.56。 3. 鳳山溪橋與牛門橋址雖皆屬卵礫石層，惟兩工址相距甚遠，且本橋亦無大尺度現地實驗以供驗證土壤非線性彈簧，且經比對牛門橋之前方非線性彈簧之強度， 與規範差異不大，故建議仍依「建築物基礎構造設計規範」之規定進行相關彈簧之計算，並依其分析結果作為評估與補強之依據。
7	包覆之鋼板與加裝之阻尼器均需面對未來維修問題。高橋墩採用鋼板補強，日後油漆及碰撞後鏽蝕後之維修是否有困難?未來阻尼器維修手冊也須嚴格要求。	1. 遵照辦理，已於橋墩P3~P5、P11~P12皆設置維修平台，可供阻尼器檢測維修，同時亦規定承包商提供維修手冊，交由工務段落實維護管理，以確保地震時，阻尼器能充分發揮其功用。 2. 本工程河川橋鋼板包覆之防蝕採抗磨蝕、厚度不低於750mm之非金屬防蝕材料(PU 、EMA 、EAA) ，且於較易遭洪水夾帶物衝擊破壞之範圍另外包覆RC護座，可大幅降低未來維修之需求。日後維修，則與一般鋼橋墩相同，可採架設臨時施工平台(架)或高空作業車辦理。

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第五次會議(M34標細部設計審查會議)審查意見

項次	審查意見	辦理情形說明
8	尊重計算結果，但請確認沖刷深度，土壤深度是否過保守。	請詳見第2點回覆。
9	請高公局查看以前資料，鳳山溪橋在之前颱風過後是否有沖刷問題?	請詳見第2點回覆。
10	簡報p.48，p8、p10資料與p.46表格不合，請檢查。	遵照辦理，經檢核原簡報47頁之柱底彎矩比較表格內數值為正確，簡報49頁柱塑鉸行為(增設鋼板及阻尼器補強_原始地震放大至0.48g)之P8與P10橋墩的彎矩轉角關係圖應互為交換，參見簡報資料P.18。
二、	**頭前溪橋**	
1	本橋建議用樁頂鋼板補強，全世界針對未沖刷基樁樁頂作鋼板補強並沒有前例。目前基礎並無裸露，建議將其上土壤挖開再做補強，並不是很好的補強作法。建議重新考慮增樁補強。	遵照辦理，本橋原樁頭鋼板包覆補強改為增樁補強，於需補強橋墩基礎(P7~P9、P12~P14)增設6支100cm　場鑄基樁，以分攤既有基樁之地震力，補強既有樁頭撓曲強度之不足。
2	P37頁，裝置阻尼器後，增設防落長度之需求應可降低，請確認。	遵照辦理，第一單元增設阻尼器補強後，防落長度需求降低，且現況防落長度可達規範LN之1.5倍以上，故取消A1橋台增加防落長度補強。
3	梁底佈滿鋼鍵，在阻尼器之裝設上是否有影響。	本橋增設阻尼器之裝設位置為P1、P2及P6橋墩，此3橋墩處底板兩側(支承上方)配置有鋼鍵，但中央並無鋼鍵，故阻尼器裝設於底板中央處，以避開鋼鍵位置。
4	請說明加阻尼器最大目的為何?	本橋增加阻尼器補強之目的，為補強第一單元橋柱強度韌性之不足，同時可減小支承及基礎所承受之地震力，降低補強需求。
5	p.134、p.135樁頭塑鉸雖過最大點，但仍可發揮韌性，判定NG是否恰當?	1.依據基樁塑鉸之發展，基樁超過最大點開始進入下降段，雖此時基樁仍可發揮一定之韌性，然已有保護層開裂、剝落等情形，影響基樁耐久性。由於基樁

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第五次會議(M34標細部設計審查會議)審查意見

項次	審查意見	辦理情形說明
		較難於震後進行開挖檢測及修補，故判定該基礎需進行補強，以提升既有基樁之耐震能力及耐久性。 2.遵照審查意見修正NG字眼，改為已降伏，詳簡報資料P.24~P.25。
6	設計圖之阻尼器設計位移請重新檢核。	遵照辦理，經重新檢核阻尼器設計位移為21.71cm，設計圖上之相關數值已檢核修正。
三、	**雲南路跨越橋**	
1	Vc有無考量拉力，另依土木401-100強度折減因數應採用0.75。	1. .經查本橋Vc已依據規範按軸力值進行計算(本橋於2500年性能點時，橋柱皆未有軸拉力之情形)。 2. 由於98年版公路橋梁設計規範之剪力強度折減因數仍為0.85，故建議本計畫剪力強度折減因數維持採用0.85。
四、	**寶山三號橋**	
1	橋柱部分部位評估結果C/D接近1，可考慮一併進行包覆補強，所增加經費應該不高。	遵照辦理，已將橋柱底部進行鋼板包覆補強,詳簡報資料P.33。

第M35標

交通部臺灣區國道高速公路局
Taiwan Area National Freeway Bureau

中華民國結構工程學會
Chinese Society of Structural Engineering

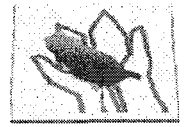
國道高速公路橋梁耐震補強
第2期工程(第1優先路段)規劃設計

第M35標耐震補強初步設計
簡報

TYLININTERNATIONAL TAIWAN
林同棪工程顧問股份有限公司

中 華 民 國 101 年 6 月 8 日

簡報大綱

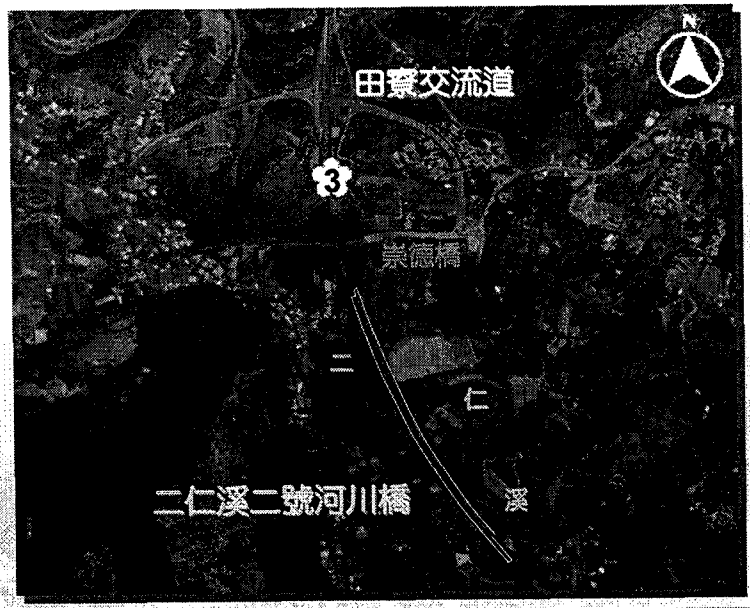


1 二仁溪二號河川橋

2 鸞崎溪河川橋

1 二仁溪二號河川橋

二仁溪二號河川橋



二仁溪二號河川橋

工法 ➡ 第1～3單元：支撐先進工法
第4單元　：場鑄懸臂工法
第5單元　：就地支撐工法

結構配置 ➡ 南下線：長1185 m，共30跨、5個振動單元
北上線：長1110 m，共27跨、5個振動單元

上部結構 ➡ 南北分離，雙向各16.1m寬，配置3車道

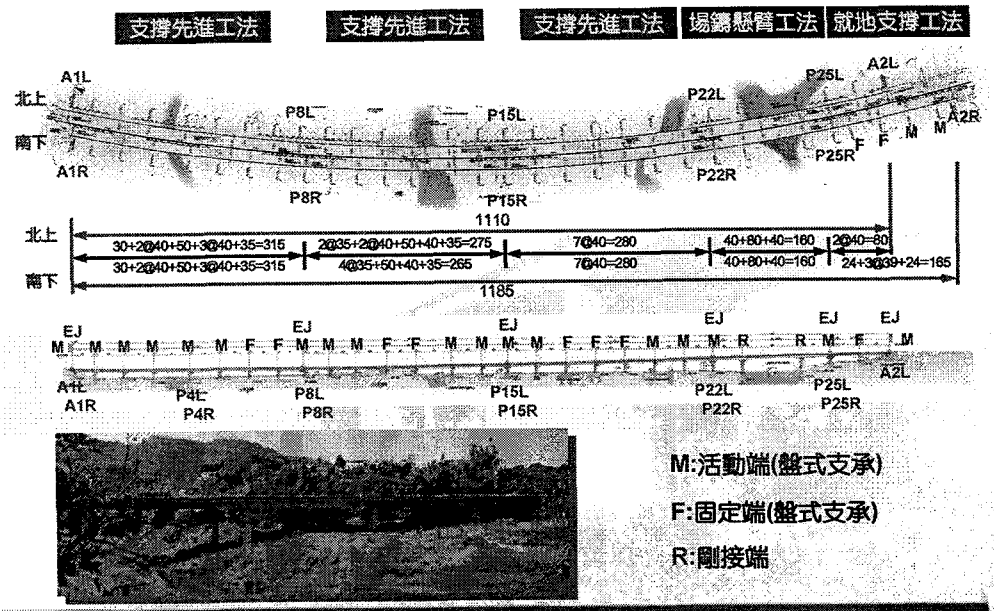
支承 ➡ 盤式支承（縱向滑動、橫向滑動、雙向滑動、固定支承）

橋柱 ➡ 扁六邊形中空單柱

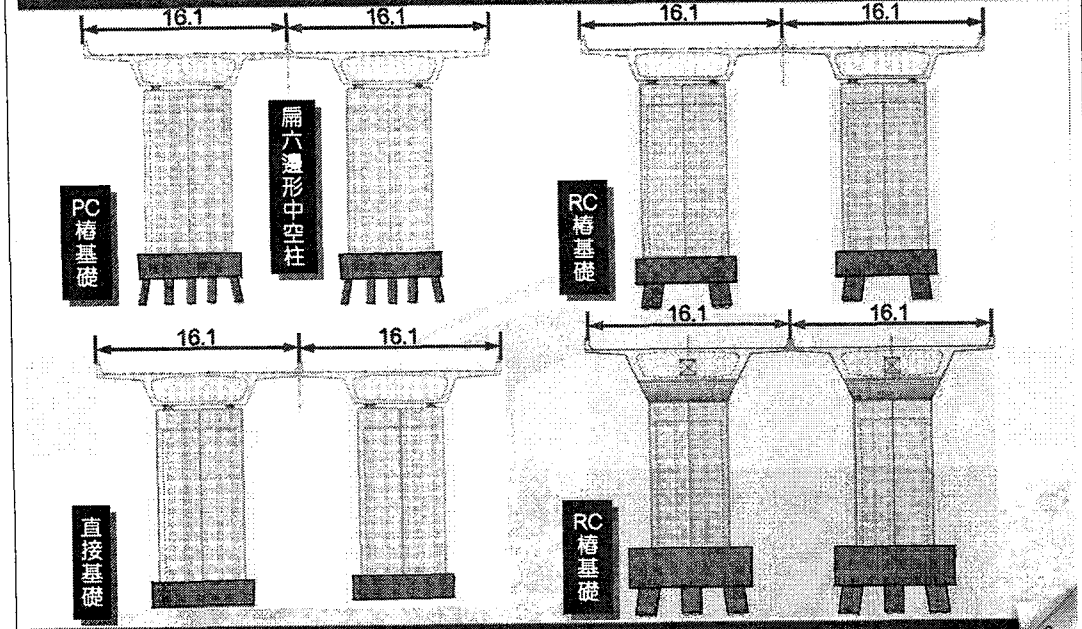
基礎 ➡ 直接基礎
樁基礎：60Ø長8m之PC樁、150Ø長13～21m全套管基樁

地質 ➡ 橋址河床質多為砂質粉土，其下為砂岩、泥岩

二仁溪二號河川橋－橋梁結構系統



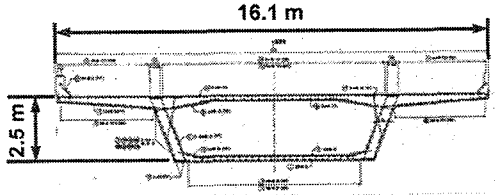
二仁溪二號河川橋－橋梁結構系統



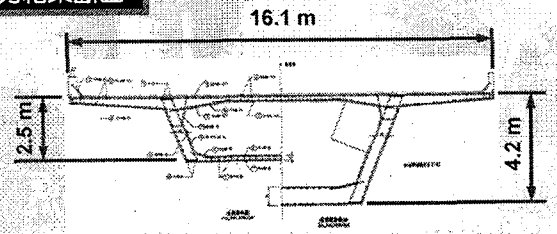
二仁溪二號河川橋－橋梁結構系統

■ 上構斷面型式

支撐先進及就地支撐工法預力箱梁斷面



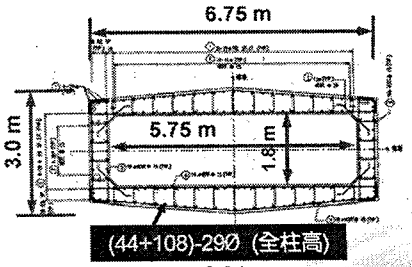
懸臂工法預力箱梁斷面



二仁溪二號河川橋－橋梁結構系統

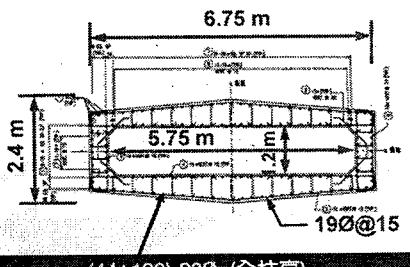
■ 柱斷面型式

柱斷面－伸縮縫橋墩



(44+108)-29Ø (全柱高)

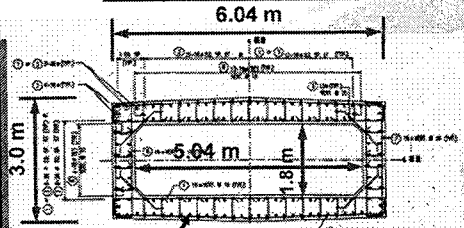
柱斷面－一般段橋墩



(44+108)-29Ø (全柱高)
P1~P5,P9,P12~P14,P16,P20,P21,P28R,P29R

(60+148)-29Ø (柱上段)、(60+148)-32Ø (柱下段)
固定端橋墩：P6,P7,P10,P11,P17~P19,P26,P27R

柱斷面－懸臂段橋墩

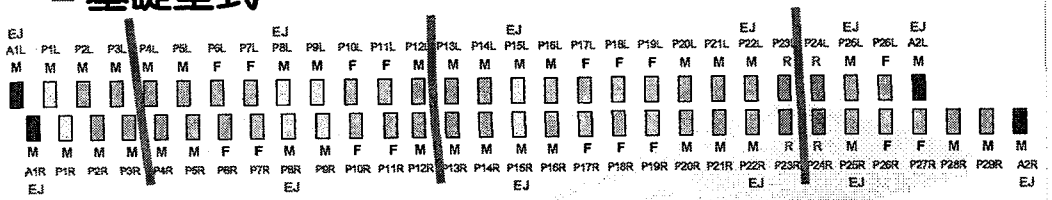


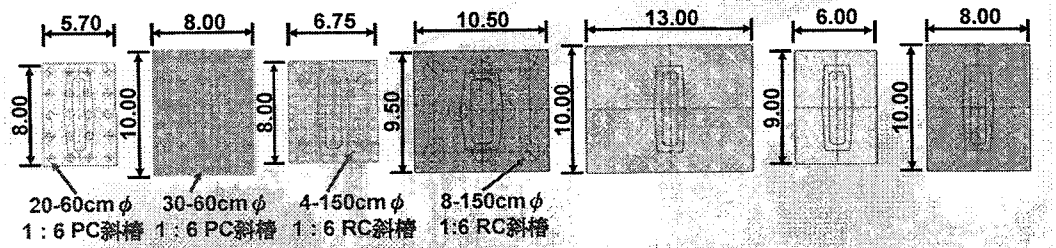
(80+160)-36Ø (柱上、下段)
(40+108)-36Ø (柱中段)

鋼筋材料：
16Ø (含)以下：SD28
19Ø (含)以上：SD42

二仁溪二號河川橋－橋梁結構系統

■ 基礎型式





20-60cmϕ 1：6 PC斜樁
30-60cmϕ 1：6 PC斜樁
4-150cmϕ 1：6 RC斜樁
8-150cmϕ 1:6 RC斜樁

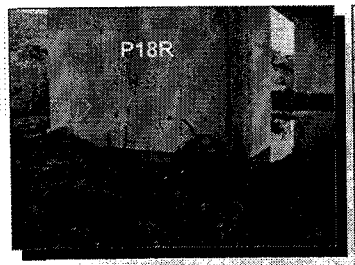
樁帽厚度1.8~3 m；樁長8~15 m

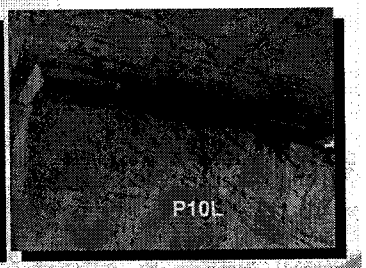
二仁溪二號河川橋－現況

P3~P4橋墩間河道現況

P12~P13橋墩間河道現況

P23~P24 橋墩間河道現況





二仁溪二號河川橋

■ 既有橋梁設計載重及材料參數

- ❖ 設計規範：交通部76年版公路橋梁設計規範
- ❖ 設計地震力：K_h=0.12
- ❖ 混凝土設計強度
  - ➢ 上部結構箱型梁 : f'c=350kgf/cm^2
  - ➢ 橋柱及橋台軀體、場鑄基樁 : f'c=280kgf/cm^2
  - ➢ 橋台、橋墩基礎 : f'c=240kgf/cm^2
  - ➢ 預力混凝土基樁 : f'c=800kgf/cm^2
- ❖ 鋼筋設計強度
  - ➢ 16mmϕ (含)以下：fy=2800kgf/cm^2
  - ➢ 19mmϕ (含)以上：fy=4200kgf/cm^2

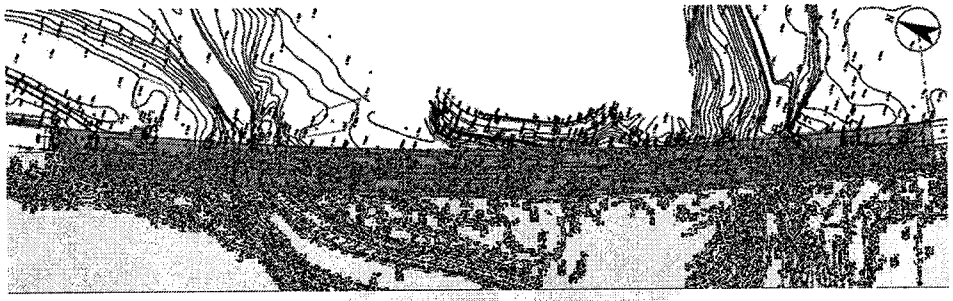
二仁溪二號河川橋

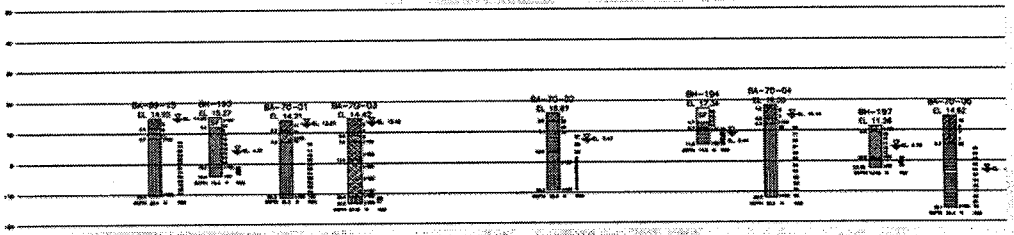
- **橋梁耐震評估及補強設計標準**
  - ❖ 地震分區：高雄市田寮區
  - ❖ 鄰近斷層：旗山斷層

S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M	F_V	F_A	$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
0.8	0.45	1	0.55	1.0	1.0	1.08	1.09	1.09	1.16	0.864	0.491	1.09	0.638

  - ❖ 耐震性能標準
    - ➢ 中度地震等級　SP1：$0.4\times S_{DS}/3.25 = 0.106$ g
    - ➢ 設計地震等級　SP2：$0.4\times S_{DS} = 0.346$ g
    - ➢ 最大考量地震等級 SP3：$0.4\times S_{MS} = 0.436$ g

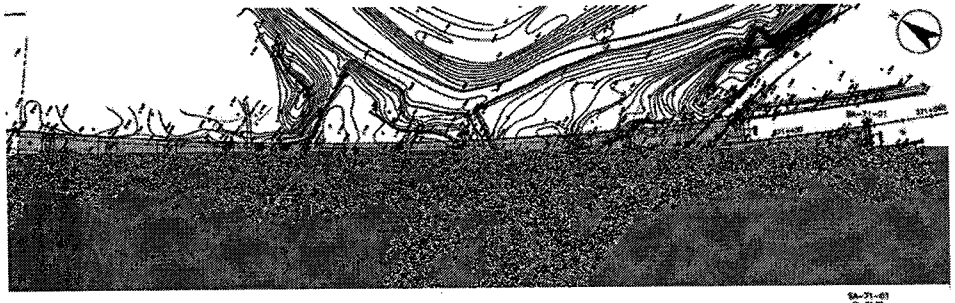
二仁溪二號河川橋－地盤種類及液化潛能評估

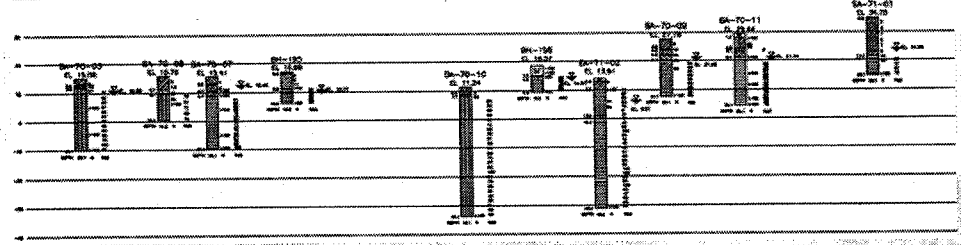




橋址河床質為砂質粉土，其下為泥岩、砂岩或粉砂岩(P1~P15)

二仁溪二號河川橋－地盤種類及液化潛能評估





橋址河床質為砂質粉土，其下為泥岩、砂岩或粉砂岩(P16~P29R)

二仁溪二號河川橋－地盤種類及液化潛能評估

覆土層	0~3.3m	回填土
	3.3~9.0m	粉土質砂
承載層	9m以下	泥岩夾砂岩

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{V_{si}}} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i / V_{si}}$$

地盤分類

- ●第一類地盤 $V_{S30} \geq 270$m/s
- ●270m/s > 第二類地盤 $V_{S30} \geq 180$m/s
- ●第三類地盤 $V_{S30} < 180$m/s

➡ 採第一類地盤進行分析設計

二仁溪二號河川橋－地盤種類及液化潛能評估

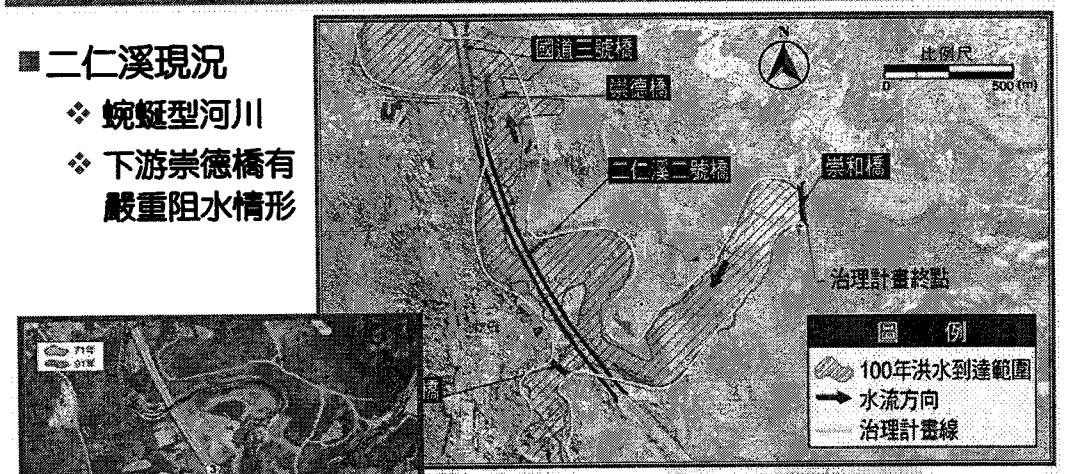
橋墩編號	型式	Vs_{30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
A1	直基	265.44	第二類地盤	18.9	嚴重
P1	樁基	411.67	第一類地盤	24.0	嚴重
P2	樁基	277.65	第一類地盤	30.3	嚴重
P3	樁基	275.42	第一類地盤	30.9	嚴重
P4	樁基	265.56	第二類地盤	31.5	嚴重
P5	樁基	229.12	第二類地盤	31.9	嚴重
P6	直基	572.28	第一類地盤	20.8	嚴重
P7	直基	541.77	第一類地盤	15.3	嚴重
P8	直基	280.84	第一類地盤	6.6	中度
P9	直基	274.87	第一類地盤	7.7	中度
P10	直基	280.56	第一類地盤	6.6	中度
P11	直基	601.29	第一類地盤	14.6	中度
P12	樁基	289.81	第一類地盤	17.6	嚴重
P13	樁基	300.77	第一類地盤	18.8	嚴重
P14	樁基	231.03	第二類地盤	48.3	嚴重

橋墩編號	型式	Vs_{30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
P15	直基	275.50	第一類地盤	12.7	中度
P16	樁基	393.35	第一類地盤	34.5	嚴重
P17	直基	277.75	第一類地盤	4.8	輕微
P18	直基	277.65	第一類地盤	4.8	輕微
P19	直基	668.51	第一類地盤	12.7	中度
P20	直基	272.78	第一類地盤	12.7	中度
P21	直基	821.41	第一類地盤	0.0	輕微
P22	樁基	399.20	第一類地盤	0.0	輕微
P23	樁基	245.28	第二類地盤	0.0	輕微
P24	樁基	258.19	第二類地盤	0.0	輕微
P25	直基	732.19	第一類地盤	0.0	輕微
P26	直基	300.52	第一類地盤	0.0	輕微
P27R	直基	299.01	第一類地盤	0.0	輕微
P28R	直基	299.01	第一類地盤	0.0	輕微
P29R	直基	299.01	第一類地盤	0.0	輕微
A2	直基	299.01	第一類地盤	0.0	輕微

二仁溪二號河川橋－沖刷評估

資料來源：二仁溪治理檢討報告(水利局，2009)

■ 二仁溪現況
- ❖ 蜿蜒型河川
- ❖ 下游崇德橋有嚴重阻水情形

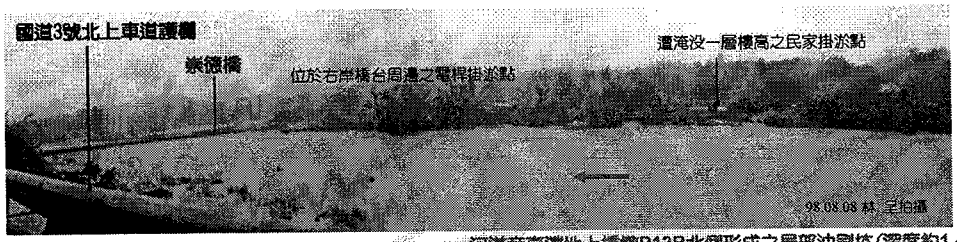


■ 治理計畫線內洪水到達範圍

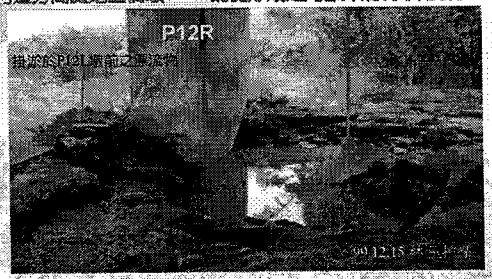
洪水到達範圍含括全橋

二仁溪二號河川橋－沖刷評估

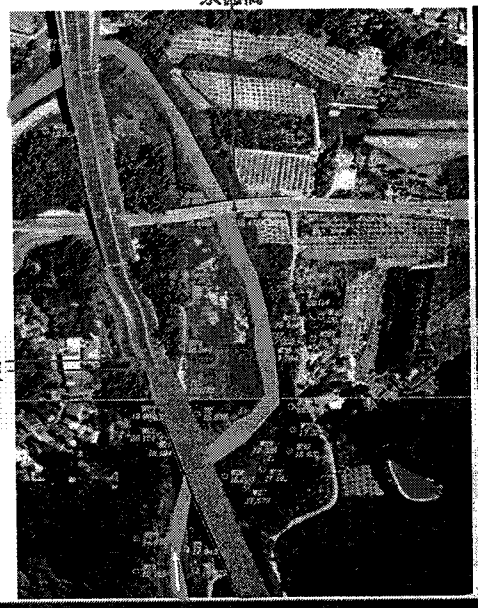
■ 99年莫拉克颱風期間淹水情形

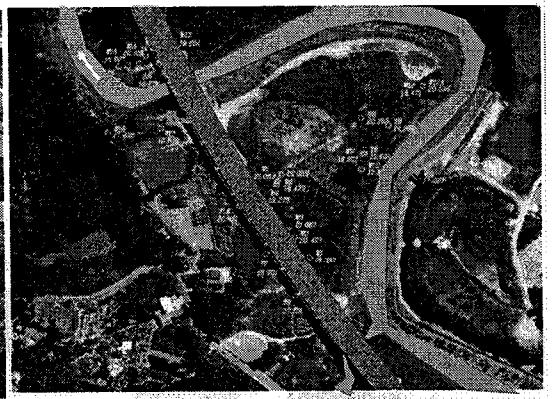


河道旁高灘地上橋墩P12R北側形成之局部沖刷坑(深度約1.4m)



二仁溪二號河川橋－沖刷評估



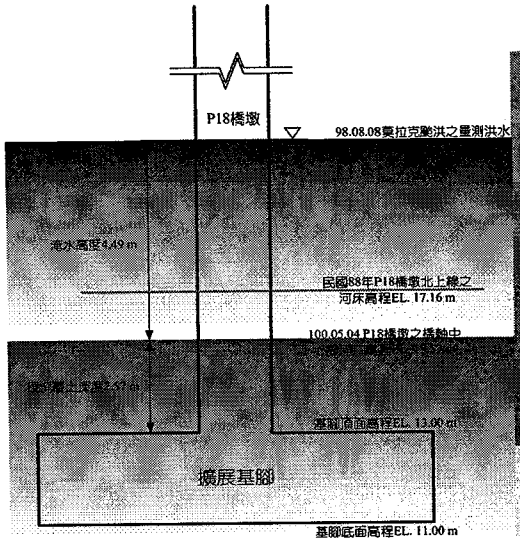


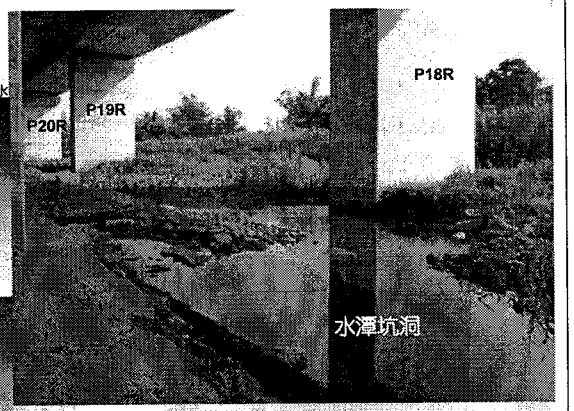
■ 99年莫拉克颱風期間淹水情形
- ❖ 流量約為Q_5 (崇德橋水位站紀錄)
- ❖ 現場量測掛淤點高程，證實洪水到達河道外灘地橋墩

二仁溪二號河川橋－沖刷評估

- 由現場掛淤及沖刷情形判斷，部份洪水流經灘地橋墩
- 河道外高灘地橋墩有受沖刷之虞 (相片中P17~20為直基)

二仁溪二號河川橋－沖刷評估





二仁溪二號河川橋－沖刷評估

- **水理分析模式**
  - ❖ 一維水理分析無法反映橋址複雜流況
  - ❖ 以二維水理分析 CCHE2D 模式，配合 LIDAR 掃瞄量測地形，進行 2D 水理分析
- **二維模式檢核**

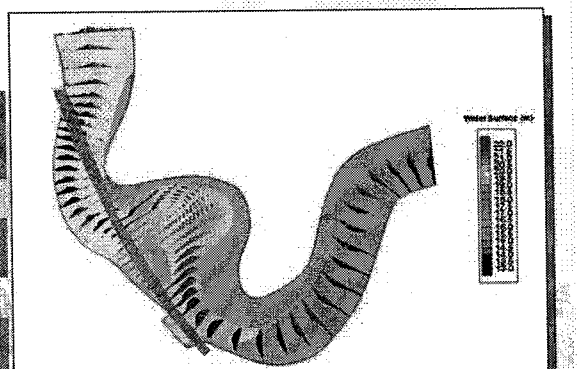
以莫拉克颱風之雨量及淹水範圍進行模式檢核

↓

與實測淹水範圍及高程相近

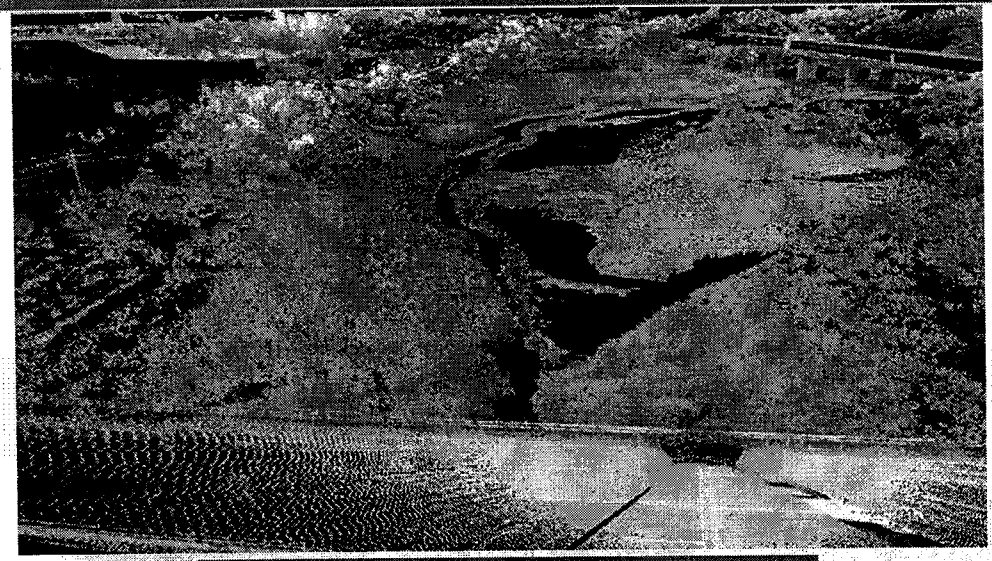
↓

本二維模式分析成果應足可作為本案沖刷分析依據



Q5流量、崇德橋掛淤情形下之模擬結果

二仁溪3D影像全區域高程掃描

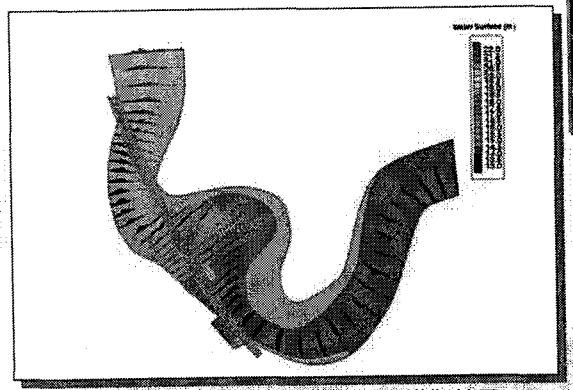


以LiDAR影像高程進行2維水理演算

二仁溪二號河川橋－沖刷評估

■ 流況分析

- ❖ 模擬環境：崇德橋阻水、二仁溪達計畫流量Q_{100}



Q_{100}流量、崇德橋掛淤情形下之模擬結果

水位、流速、攻角等分析成果

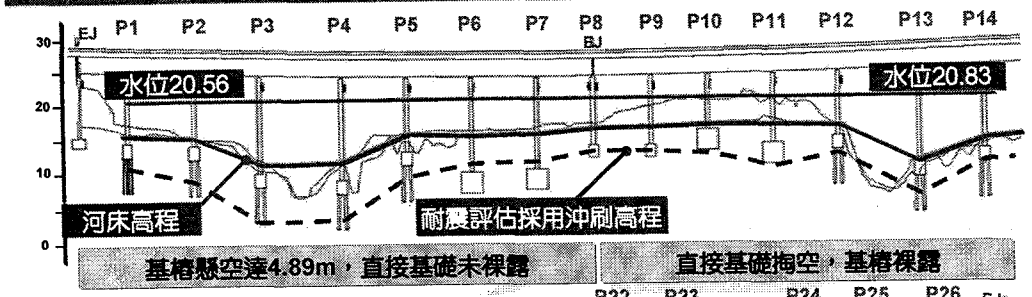
各橋墩沖刷評估

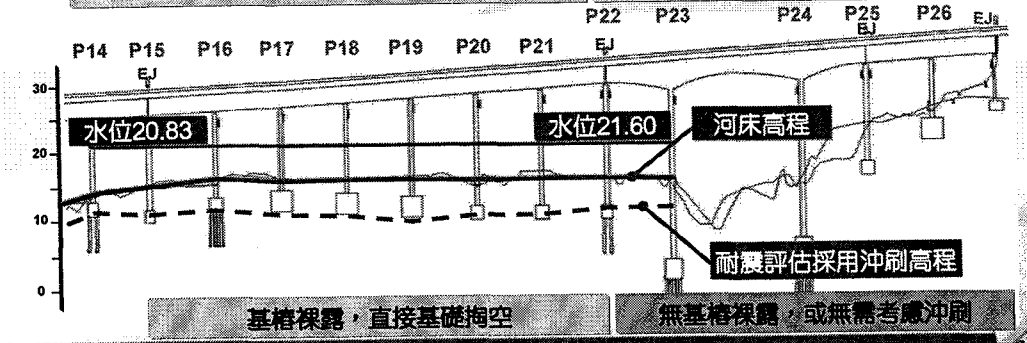
二仁溪二號河川橋－沖刷評估

沖刷分析成果

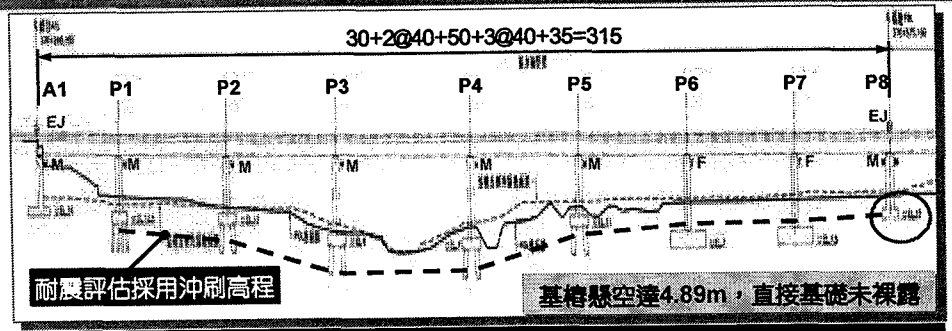
橋墩	樁帽或直基底高程 (m)	現況河床高程 (m)	基樁長度 (m)	基礎型式	墩前水位 (m)	墩前流速 (cm/s)	水流攻角 (°)	沖刷深度 (m)	沖刷後基礎裸露深度 (m)	沖刷後基礎埋入深度 (m)
P1	12.5	15.905	8.0	PC樁	20.56	1.23	45	5.47	2.07	5.93
P2	12.0	15.140	18.0	全套管基樁	20.63	1.57	45	6.18	3.04	14.96
P3	8.0	11.329	18.0	全套管基樁	20.68	2.20	50	8.32	4.89	13.11
P4	7.0	11.488	18.0	全套管基樁	20.69	2.10	50	8.21	3.72	14.28
P5	11.0	15.316	18.0	全套管基樁	20.63	1.21	30	5.84	1.52	16.48
P6	7.0	15.200	0.0	直接基礎	20.61	0.67	15	3.99	-4.21	4.21
P7	7.5	15.500	0.0	直接基礎	20.59	0.37	60	3.86	-4.14	4.14
P8	12.0	16.380	0.0	直接基礎	20.59	0.15	30	3.18	-1.20	1.20
P9	12.0	16.450	0.0	直接基礎	20.58	0.13	45	3.18	-1.27	1.27
P10	13.0	16.500	0.0	直接基礎	20.58	0.42	90	4.15	0.65	-0.65
P11	11.0	16.510	0.0	直接基礎	20.74	0.75	45	5.28	0.27	-0.27
P12	13.0	16.946	18.0	全套管基樁	20.85	2.62	5	4.19	0.25	17.75
P13	9.0	11.713	18.0	全套管基樁	20.85	3.29	0	4.95	-2.24	15.76
P14	11.0	15.161	18.0	全套管基樁	20.83	0.74	15	4.15	-0.01	18.01
P15	10.0	15.987	0.0	直接基礎	20.93	0.67	90	4.93	1.06	-1.06
P16	11.5	16.298	8.0	PC樁	20.88	0.78	90	4.99	0.19	7.81
P17	11.5	16.103	0.0	直接基礎	20.95	0.95	90	5.53	0.73	-0.73
P18	11.0	16.065	0.0	直接基礎	21.00	0.97	90	5.40	0.33	-0.33
P19	10.5	16.123	0.0	直接基礎	21.23	1.83	90	6.39	0.77	-0.77
P20	10.0	16.034	0.0	直接基礎	21.46	1.09	90	5.76	-0.28	0.28
P21	10.0	16.220	0.0	直接基礎	21.51	0.86	90	5.40	-0.82	0.82
P22	10.0	16.390	13.0	全套管基樁	21.58	0.56	80	5.02	-1.37	14.37
P23	1.0	16.328	14.0	全套管基樁	21.60	0.64	60	5.03	-10.29	24.29

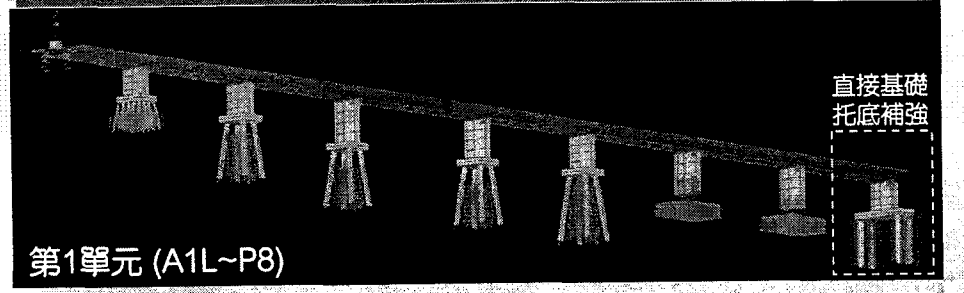
二仁溪二號河川橋－沖刷評估





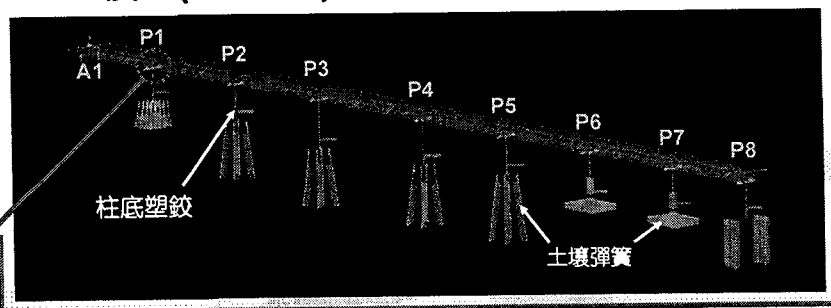
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

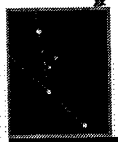




二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

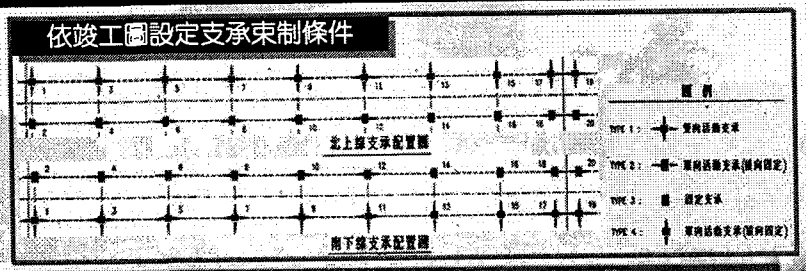
■ SAP2000模型(第1單元)





SAP支承
LOCAL軸
束制條件設定

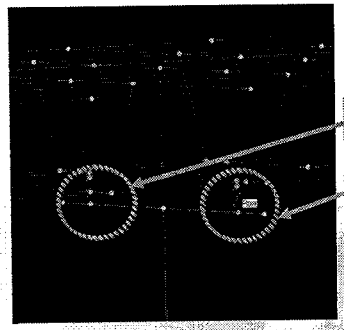
依竣工圖設定支承束制條件



二仁溪二號河川橋

■ 支承反力檢核：以橋墩P3R為例

靜載重



設計力=592 tf

桿件軸力=613.2 tf

桿件軸力=613.2tf

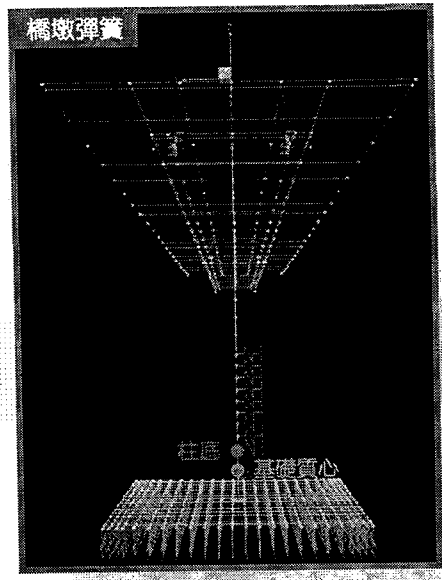
支承反力與竣工圖相近

竣工圖支承設計力表

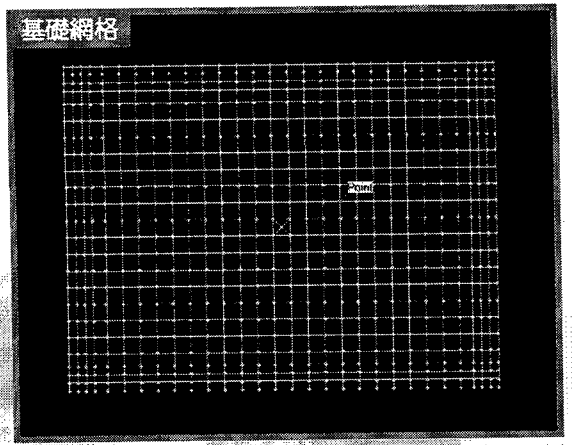
編號	位置	支承型式	反力 D.L+L.L.	反力 D.L.	水平力 橫向	水平力 縱向	容量 (tf)
1	A1R	TYPE 1	205	133	-	-	193
2	A1R	TYPE 2	203	133	21	-	193
3	P1R	TYPE 1	622	497	-	-	174
4	P1R	TYPE 2	622	497	126	-	174
5	P2R	TYPE 1	622	488	-	-	148
6	P2R	TYPE 2	622	488	71	-	148
7	P3R	TYPE 1	736	582	-	-	122
8	P3R	TYPE 2	736	582	196	-	122
9	P4R	TYPE 1	741	583	-	-	90
10	P4R	TYPE 2	741	583	196	-	90
11	P5R	TYPE 1	619	483	-	-	65
12	P5R	TYPE 2	619	483	73	-	65
13	P6R	TYPE 4	645	515	-	172	-
14	P6R	TYPE 3	648	513	124	172	-
15	P7R	TYPE 4	853	526	-	214	-
16	P7R	TYPE 3	853	526	91	214	-
17	P8R	TYPE 1	238	168	-	-	65

二仁溪二號河川橋

橋墩彈簧



基礎網格



中間：0.5m x 0.5m

邊：0.25m x 0.5m

角：0.25m x 0.25m

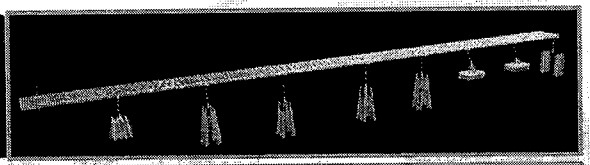
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

❖ 第1S單元(A1R~P8R)

方向	模態	顯著週期
		橋柱勁度0.5EI
軸向	Mode1	1.77
橫向	Mode2	1.22

Mode1

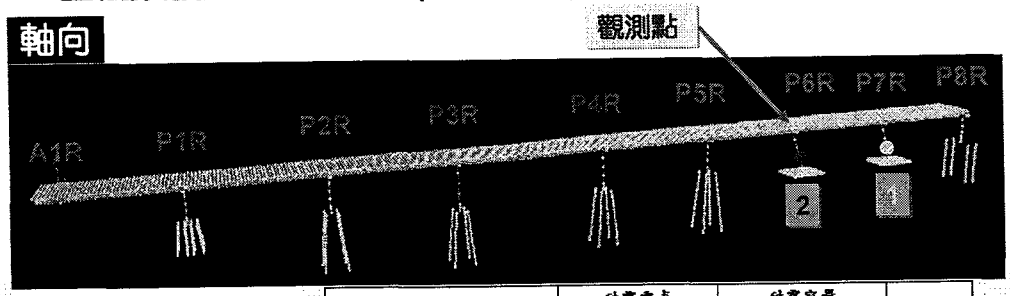


Mode2

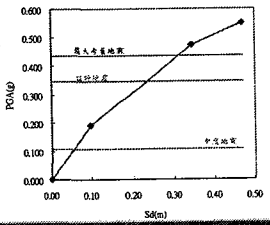
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第1S單元)

軸向



橋軸方向評估結果



耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.188	1.77
設計地震等級	SP2	0.346	0.474	1.37
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.549	1.26

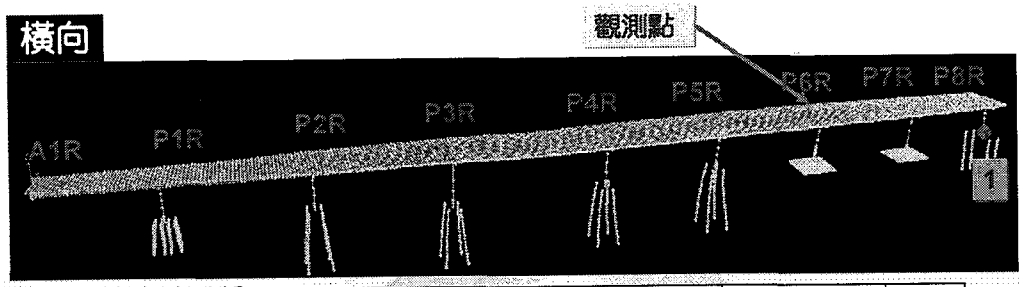
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =0.508 m

➡ 軸向強度韌性符合需求

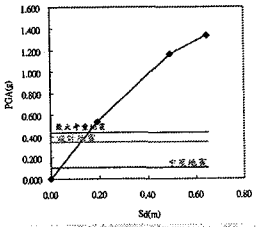
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第1S單元)

橫向



垂直橋軸方向評估結果



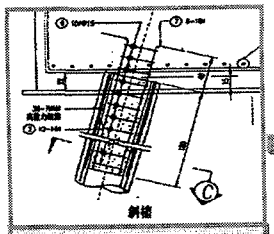
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.537	5.05
設計地震等級	SP2	0.346	1.167	3.38
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.334	3.06

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.41 m

➡ 橫向強度韌性符合需求

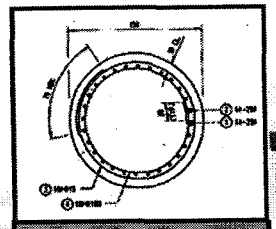
二仁溪二號河川橋—基樁檢核

■ 基樁強度評估結果



60cm ϕ PC樁

主筋8-16 ϕ
(fy=2800kgf/cm²)
As=15.92
ρ =0.0056



150cm ϕ RC樁

主筋28-29 ϕ
(fy=4200kgf/cm²)
As=181.16
ρ =0.0103

橋墩	撓曲強度C/D	剪力強度C/D
P1R	0.54	3.00
P2R	0.60	0.98
P3R	0.79	2.50
P4R	0.54	1.69
P5R	0.73	2.82

二仁溪二號河川橋—支承強度

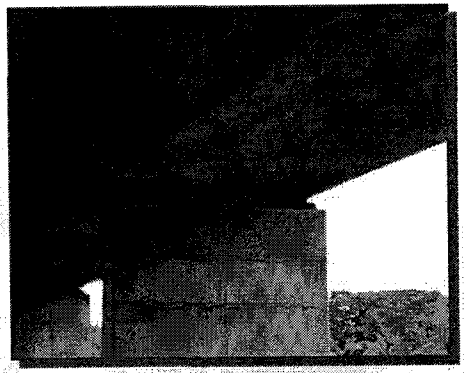
■ 支承強度檢核(最大考量地震)

例：橋墩P13R

橋墩編號		P13R	
方向		軸向	橫向
支承需求強度	ton		740.68
支承實際強度	ton		121.00
C/D比值			0.16
檢核			N.G.

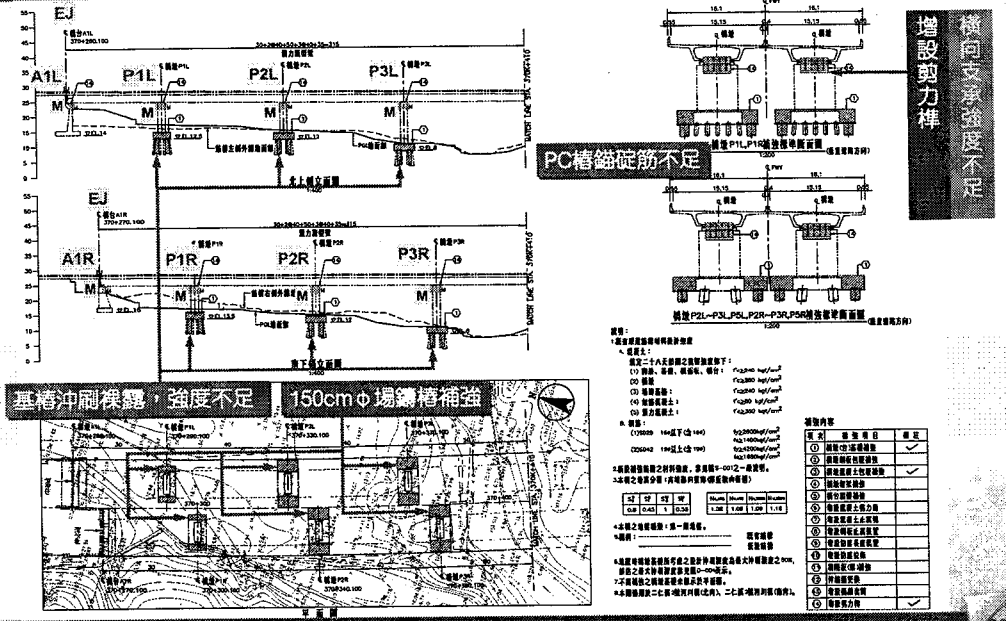
例：橋墩P11R

橋墩編號		P11R	
方向		軸向	橫向
支承需求強度	ton	922.24	661.60
支承實際強度	ton	320.00	120.00
C/D比值		0.35	0.18
檢核		N.G.	N.G.



支承縱橫向強度全部N.G.

二仁溪二號河川橋—補強策略



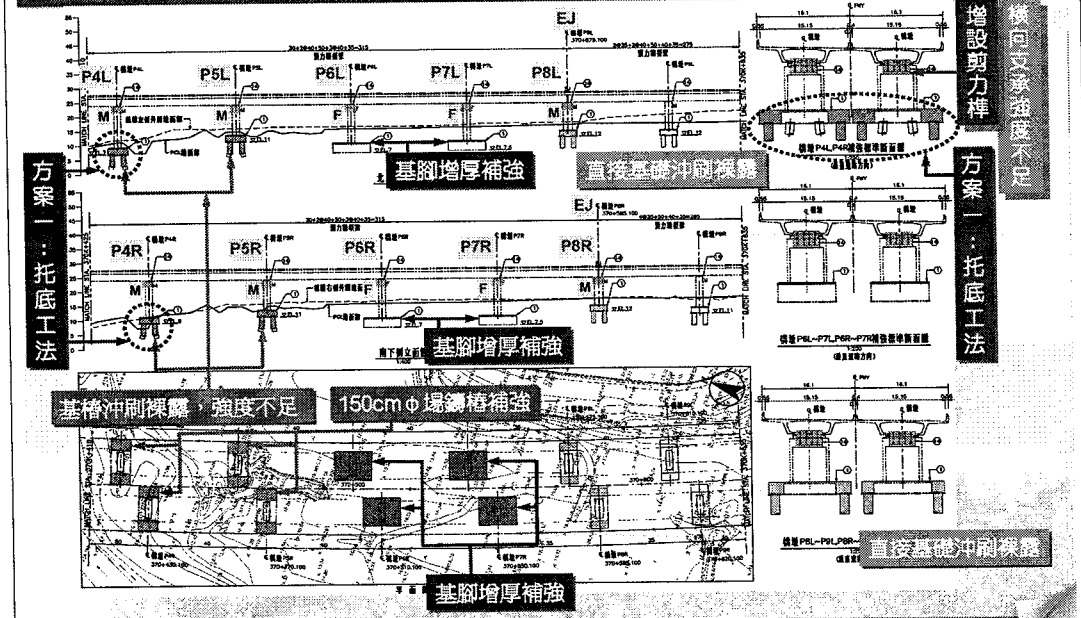
二仁溪二號河川橋

■ 直接基礎穩定性評估

橋墩編號	P6R		P7R	
	縱向	橫向	縱向	橫向
最大垂直變位(m)	-0.007	-0.016	-0.007	-0.012
接觸面積比	0.65	0.35	0.61	0.46
土壤降伏比	0.00	0.00	0.00	0.00

➡ 接觸面積均大於30%，但梁式剪力強度不足

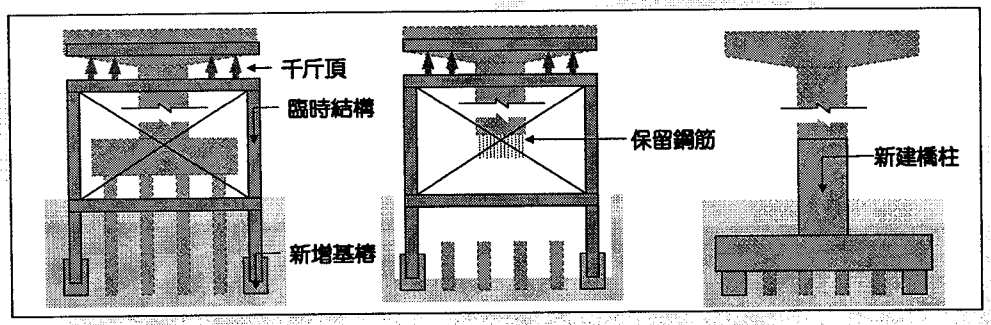
二仁溪二號河川橋—補強策略



二仁溪二號河川橋—補強策略

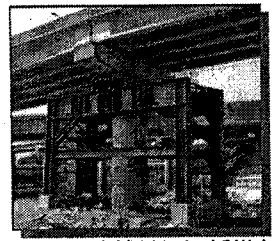
■ 橋墩P4基礎補強方案二：換底補強

- ❖ 橋墩P4處之岩盤面與沖刷均較深
- ❖ 新設基礎頂高程降至河床最低點以下
- ❖ 兩墩直接工程經費增加約3,290萬元

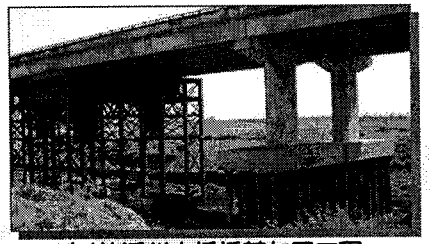


二仁溪二號河川橋－補強策略

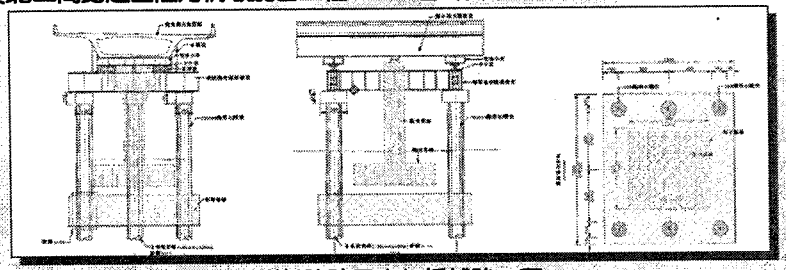
■ 橋墩P4基礎補強方案二：換底補強



中山高及北二高跨越基隆河橋墩加固工程

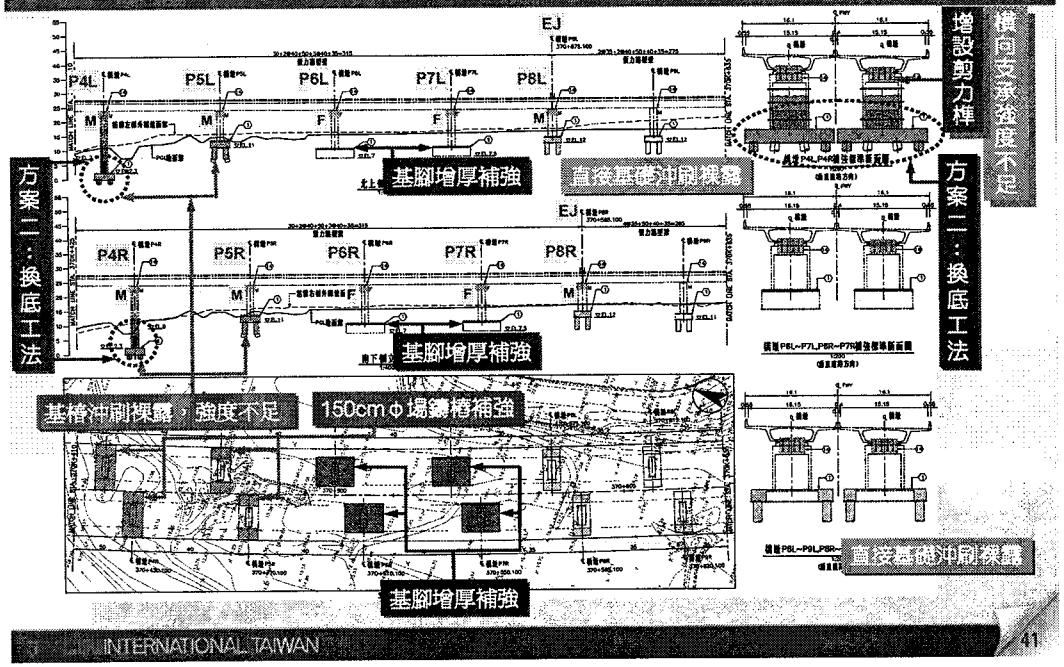


台1線溪州大橋橋基加固工程

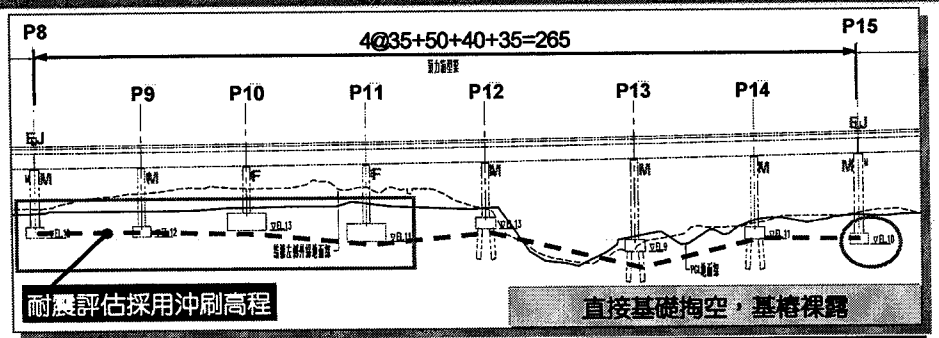


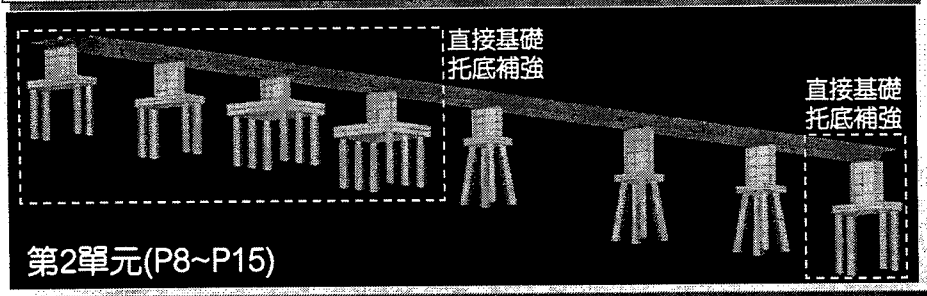
國道4號神岡高架橋補強工程

二仁溪二號河川橋－補強策略



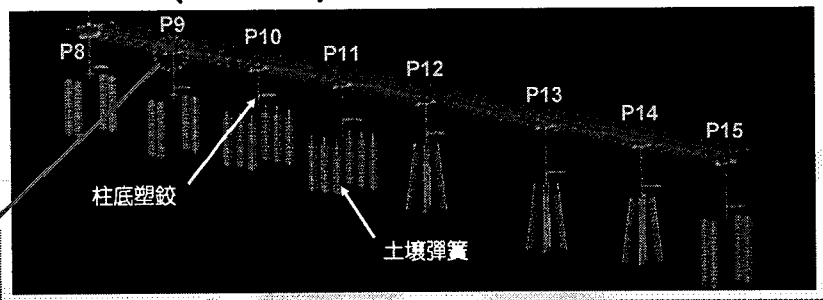
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

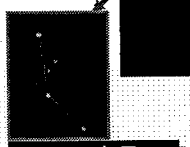




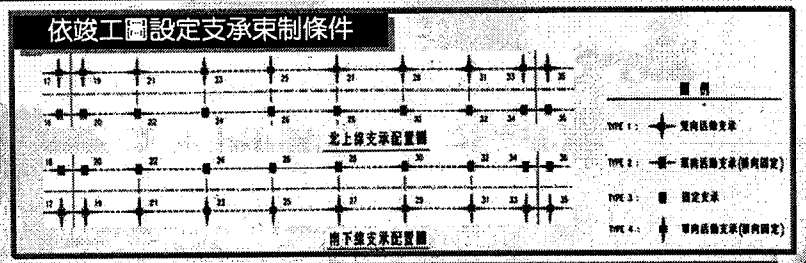
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型(第2單元)





SAP支承
LOCAL軸
束制條件設定



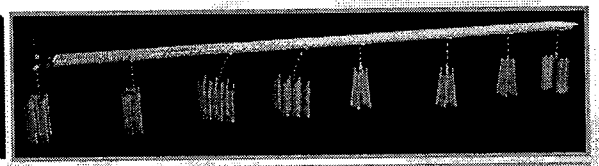
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

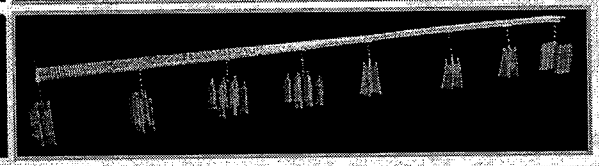
❖ 第2S單元(P8R~P15R)

方向	模態	顯著週期
		橋柱勁度0.5EI
縱向	Mode1	1.26
橫向	Mode2	0.89

Mode1



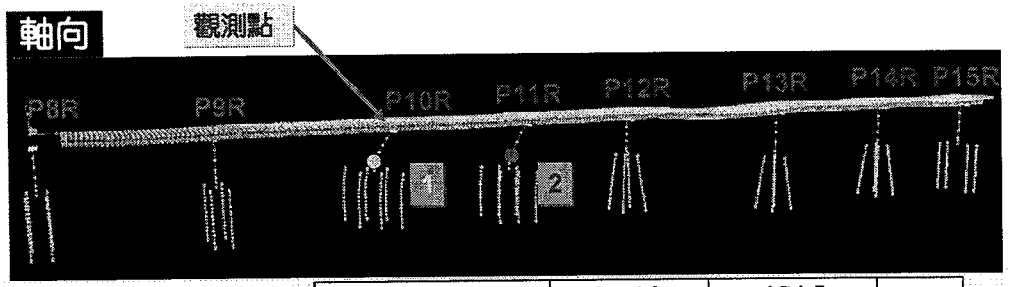
Mode2



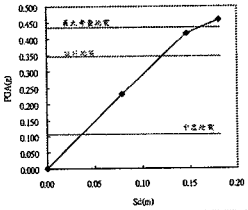
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第2S單元)

軸向



橋軸方向評估結果



耐震性能探準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.230	2.16
設計地震等級	SP2	0.346	0.417	1.21
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.459	1.05

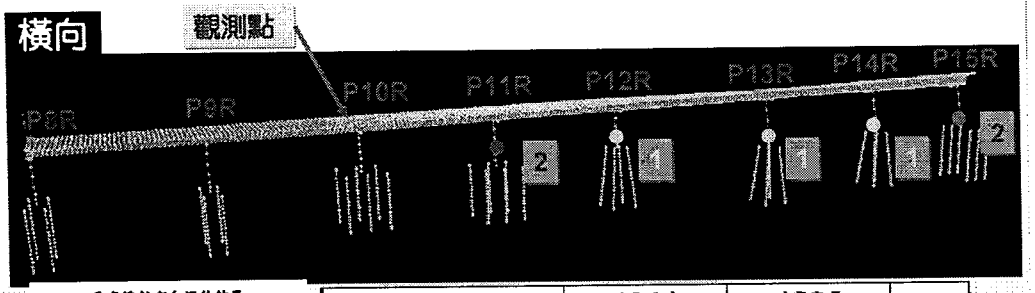
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =0.93 m

➡ 軸向強度韌性符合需求

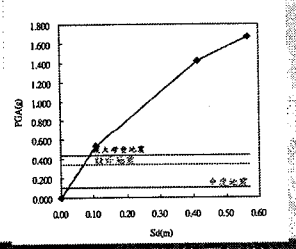
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第2S單元)

橫向



垂直橋軸方向評估結果



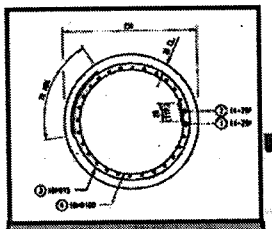
耐震性能探準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.534	5.02
設計地震等級	SP2	0.346	1.420	4.11
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.667	3.82

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =4.03m

➡ 橫向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋－基樁檢核

■ 基樁強度評估結果

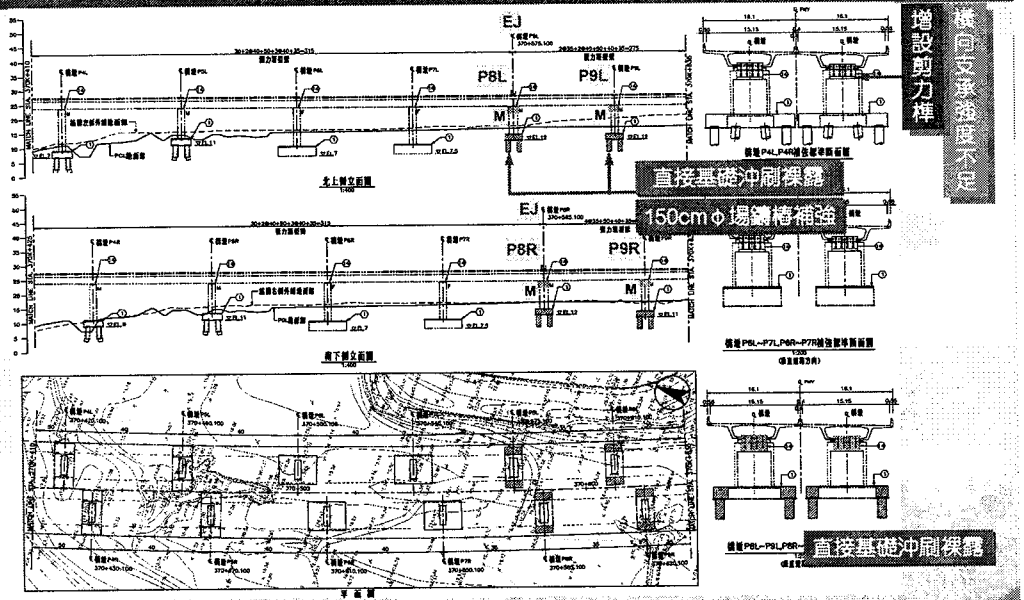


150cmφRC樁

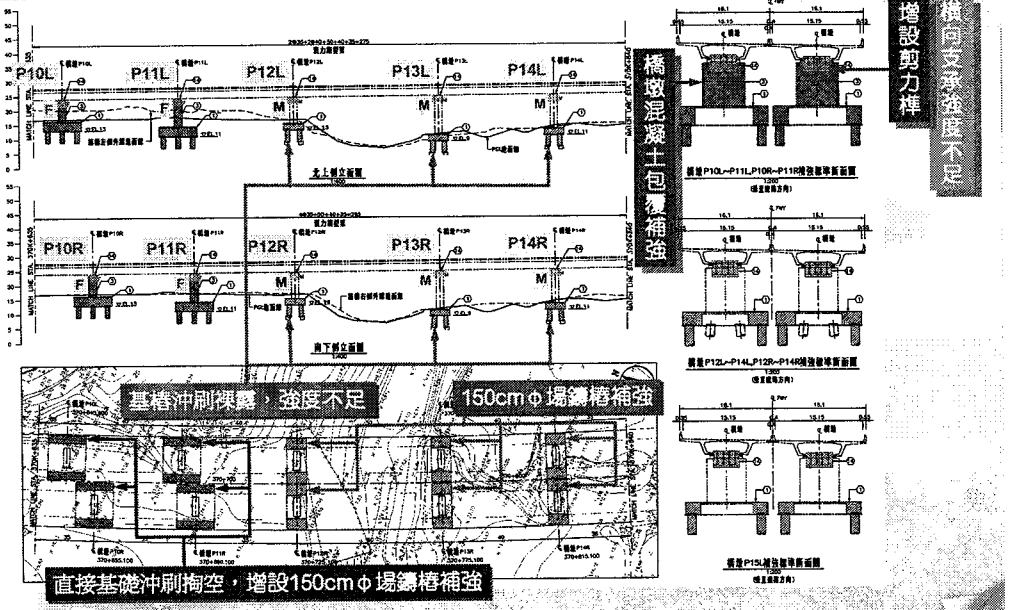
主筋28-29Φ
(fy=4200kgf/cm²)
As=181.16
ρ=0.0103

橋墩	撓曲強度C/D	剪力強度C/D
P12R	0.75	0.62
P13R	0.86	0.69
P14R	0.99	0.99

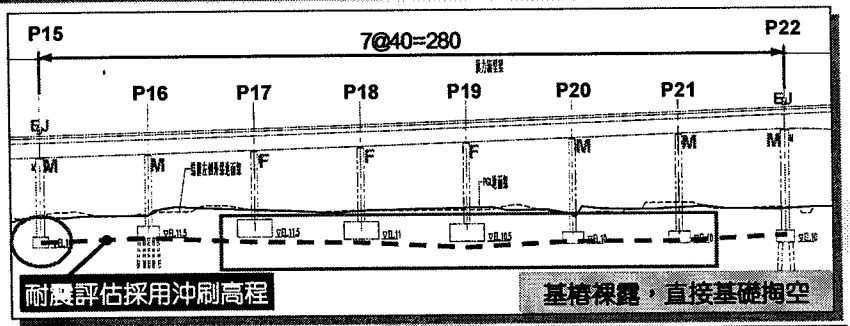
二仁溪二號河川橋—補強策略

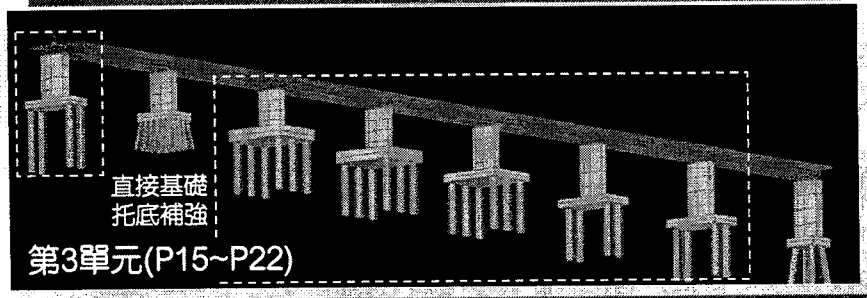


二仁溪二號河川橋—補強策略



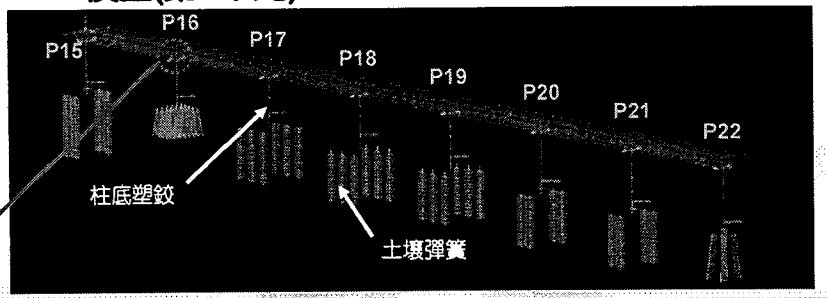
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬



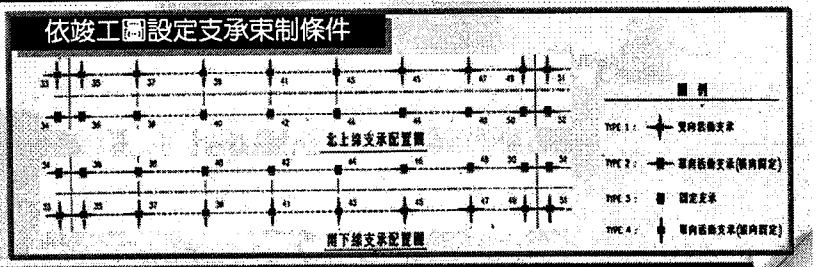


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型(第3單元)



SAP支承
LOCAL軸
束制條件設定

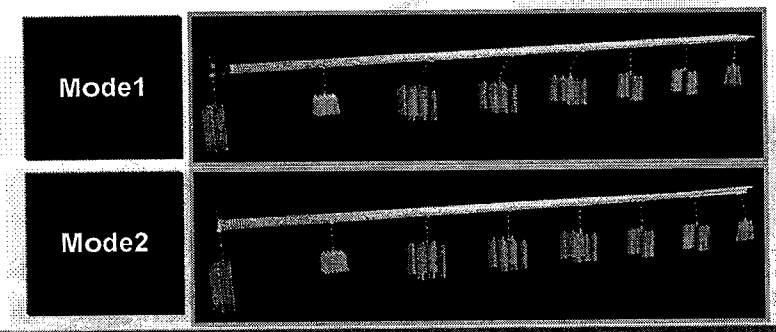


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

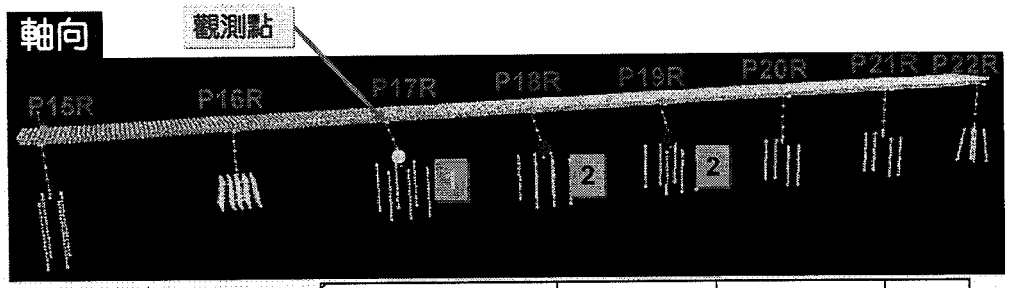
❖ 第3S單元(P15R~P22R)

方向	模態	顯著週期
		橋柱勁度0.5EI
縱向	Mode1	1.45
橫向	Mode2	0.97

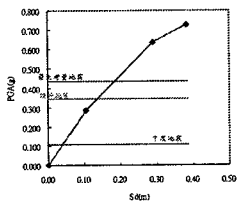


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第3S單元)



縱軸方向評估結果



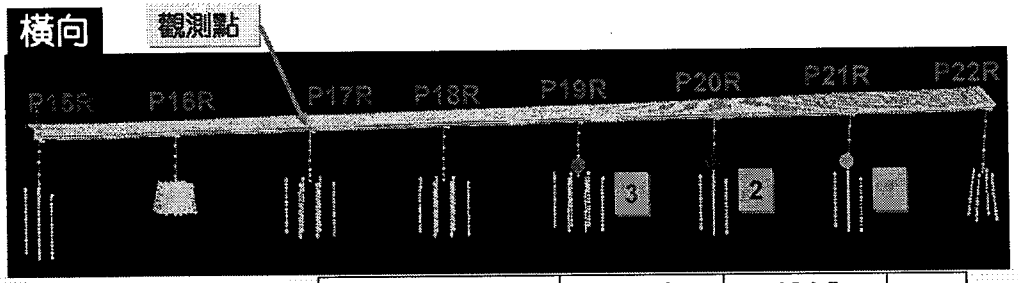
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.285	2.68
設計地震等級	SP2	0.346	0.636	1.84
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.728	1.67

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.30 m

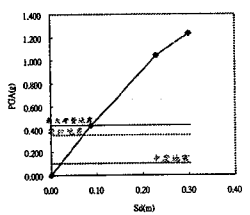
➡ 軸向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第3S單元)



垂直橋軸方向評估結果



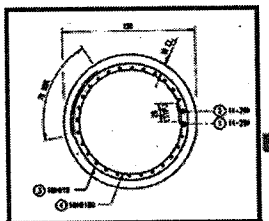
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.432	4.07
設計地震等級	SP2	0.346	1.042	3.01
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.234	2.83

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =5.13 m

➡ 橫向強度韌性符合需求

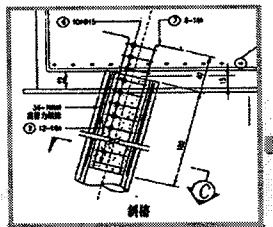
二仁溪二號河川橋—基樁檢核

■ 基樁強度評估結果



150cm ϕ RC樁

主筋28-29ϕ
(fy=4200kgf/cm²)
As=181.16
ρ=0.0103

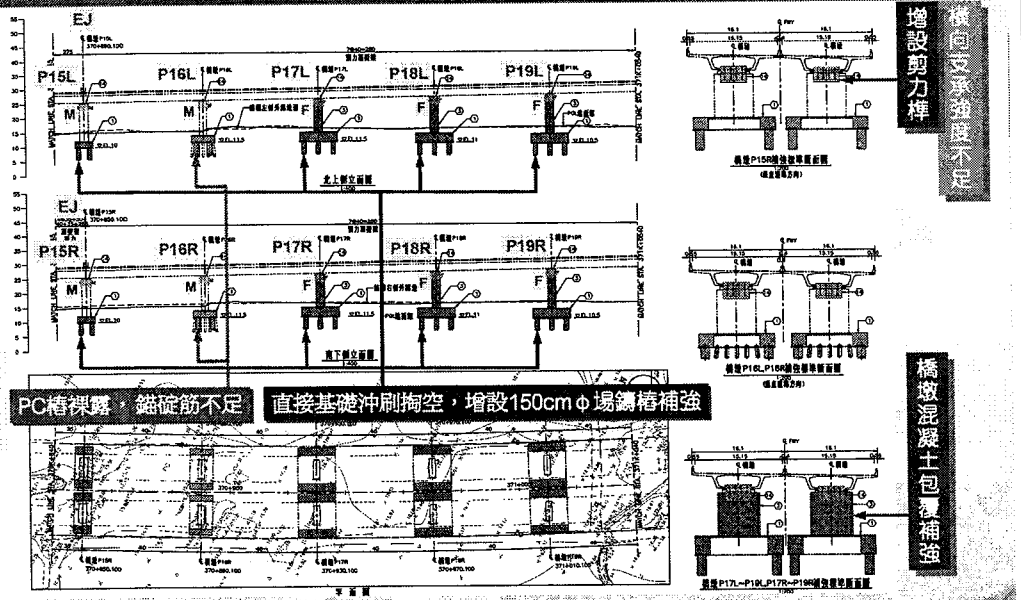


60cm ϕ PC樁

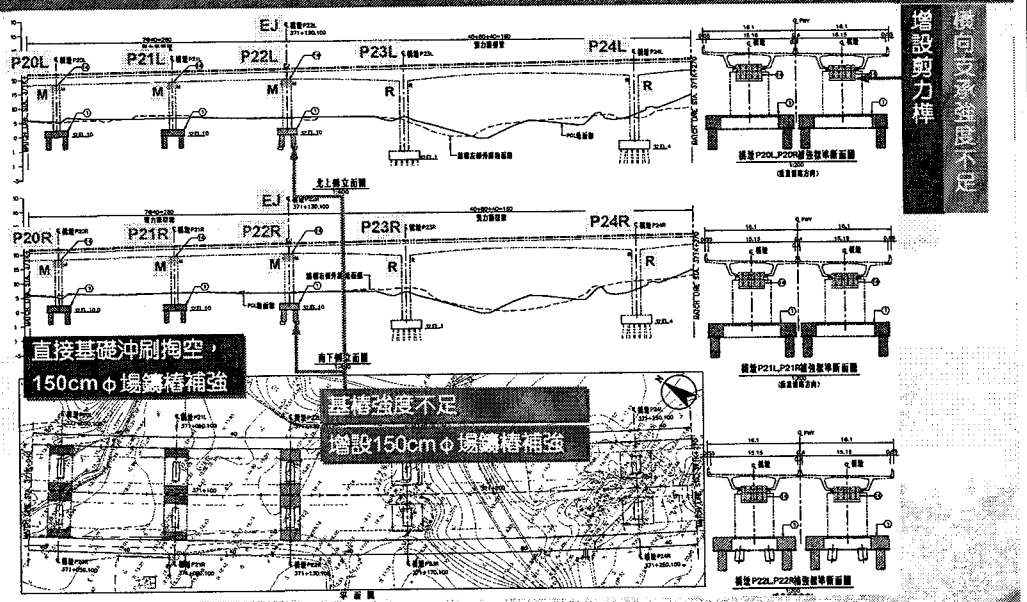
主筋8-16ϕ
(fy=2800kgf/cm²)
As=15.92
ρ=0.0056

橋墩	撓曲強度C/D	剪力強度C/D
P16R	0.54	3.00
P22R	0.81	0.67

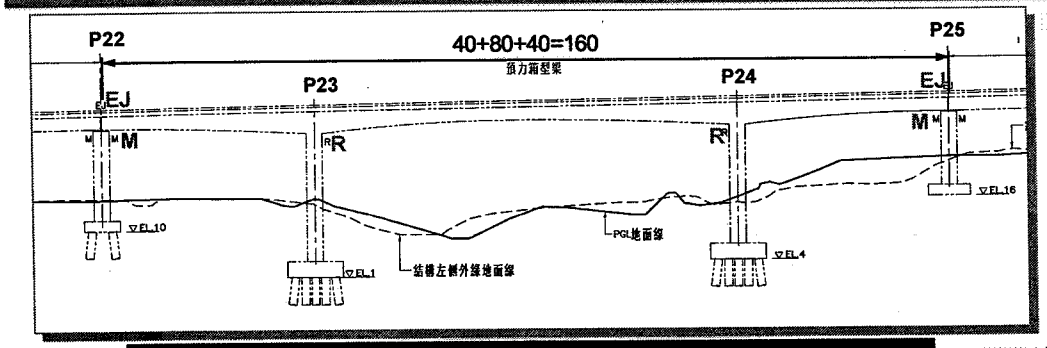
二仁溪二號河川橋—補強策略

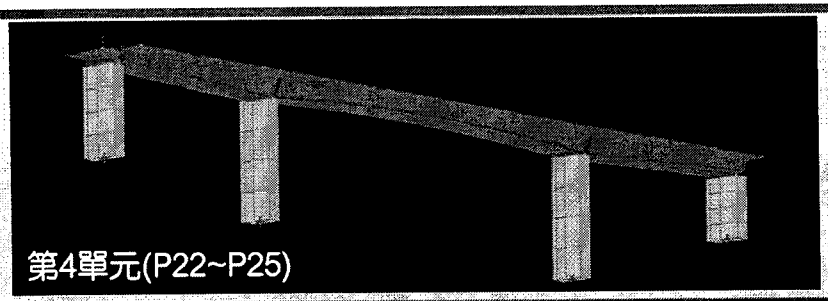


二仁溪二號河川橋—補強策略



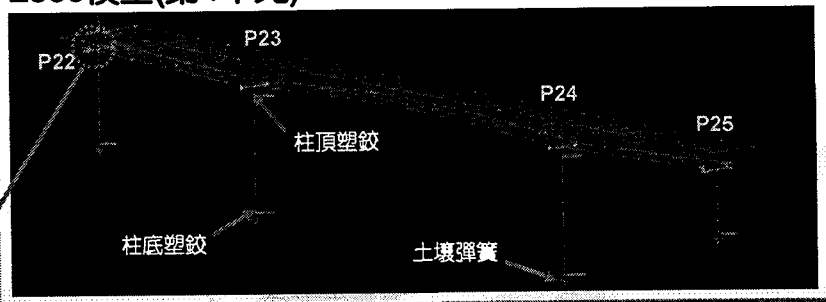
二仁溪二號河川橋—評估分析模擬





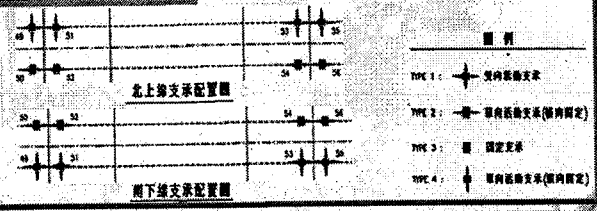
二仁溪二號河川橋—評估分析模擬

- SAP2000模型(第4單元)



SAP支承
LOCAL軸
束制條件設定

依竣工圖設定支承束制條件



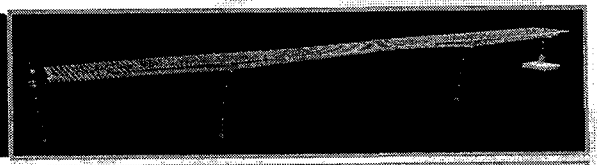
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

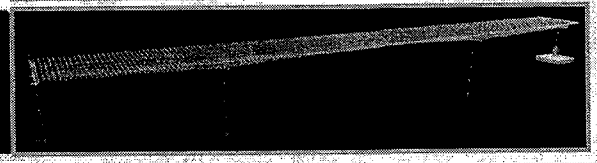
❖ 第4S單元(P22R~P25R)

方向	模態	顯著週期
		橋柱勁度0.5EI
軸向	Mode1	1.60
橫向	Mode2	1.38

Mode1



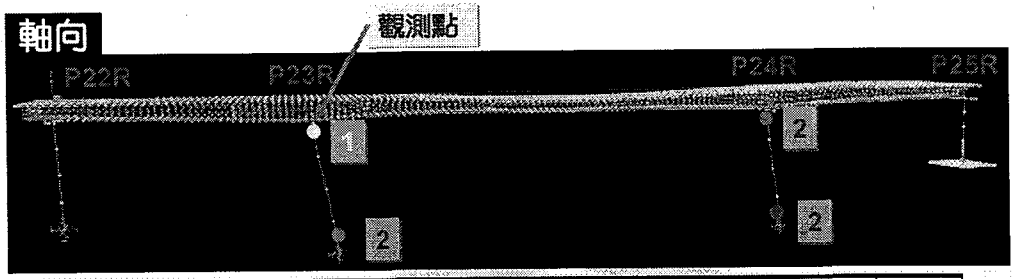
Mode2



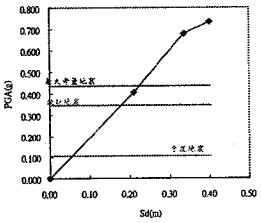
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第4S單元)

軸向



橋軸方向評估結果



耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.405	3.81
設計地震等級	SP2	0.346	0.679	1.97
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.734	1.68

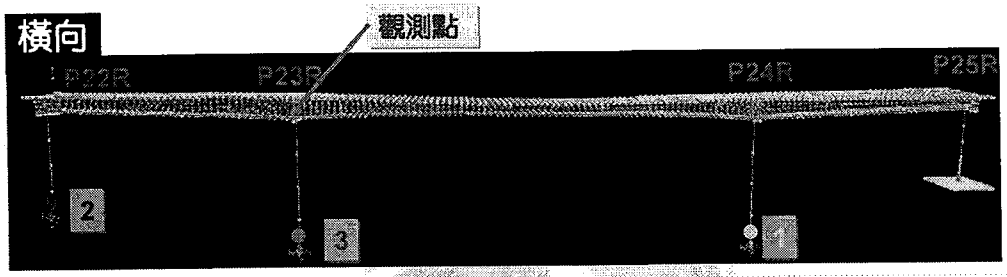
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.67 m

➡ 軸向強度韌性符合需求

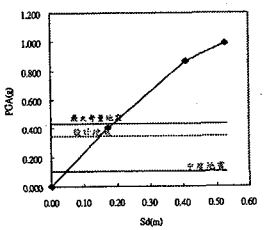
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第4S單元)

橫向



垂直橋軸方向評估結果



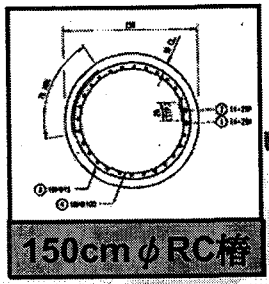
耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.405	3.81
設計地震等級	SP2	0.346	0.865	2.50
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.993	2.28

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.53 m

➡ 橫向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋—基樁檢核

■ 基樁強度評估結果

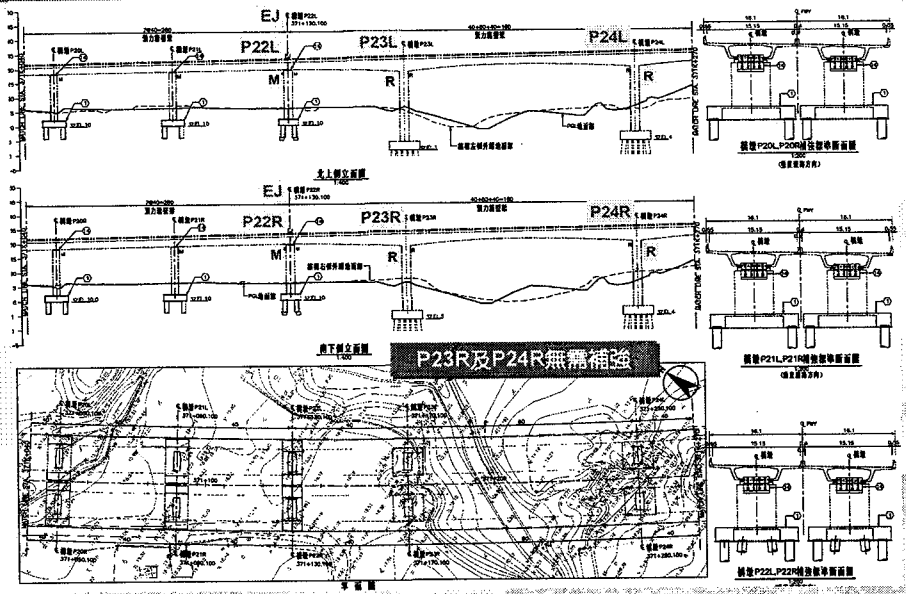


150cm φRC樁

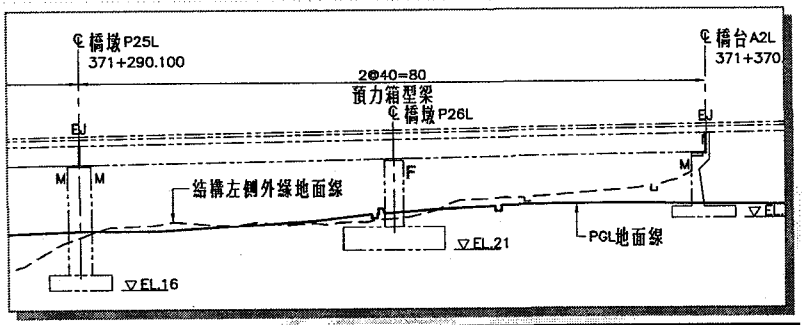
主筋28-29 φ
(fy=4200kgf/cm²)
As=181.16
ρ =0.0103

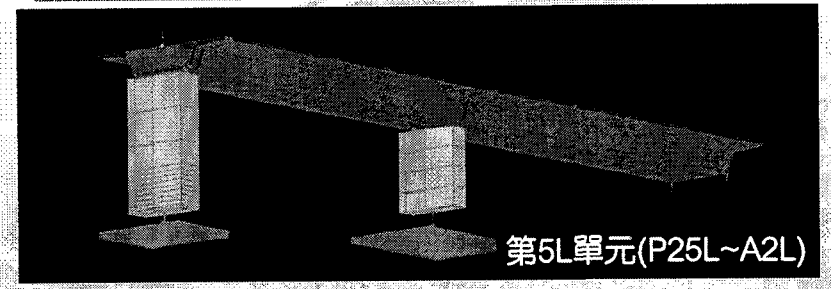
橋墩	撓曲強度C/D	剪力強度C/D
P23R	1.75	1.52
P24R	2.79	3.00

二仁溪二號河川橋－補強策略



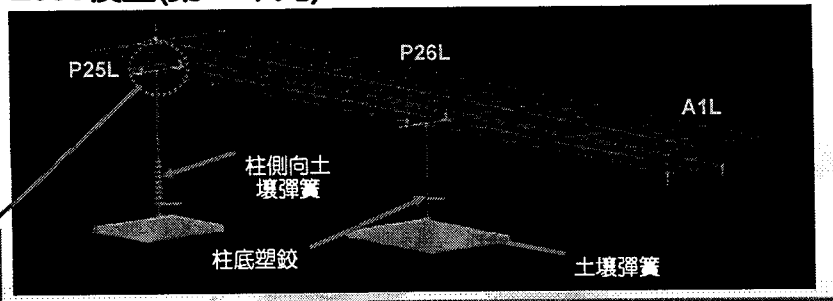
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬



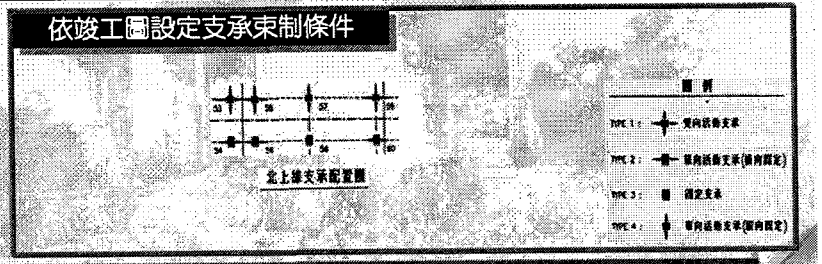


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型(第5L單元)



SAP支承
LOCAL軸
束制條件設定

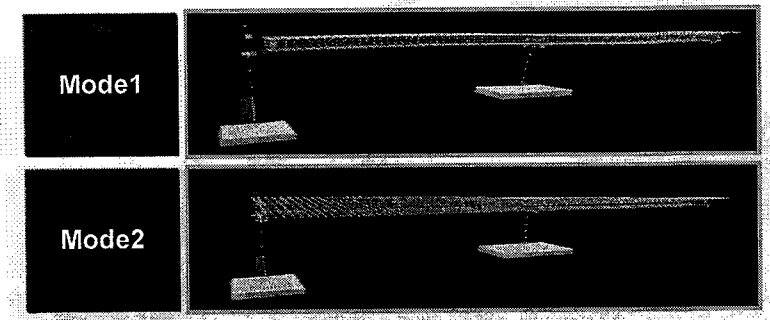


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

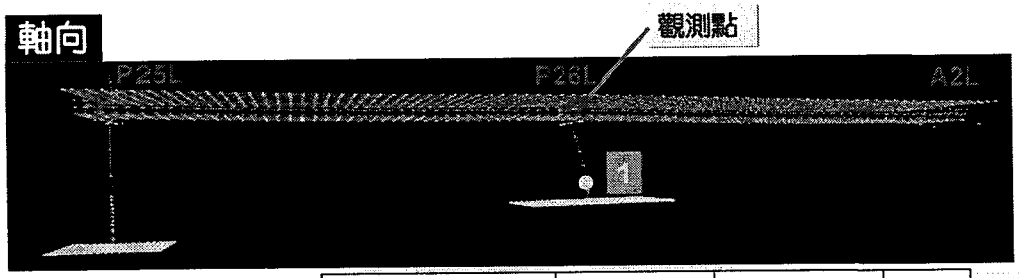
❖ 第5N單元(P25L~A2L)

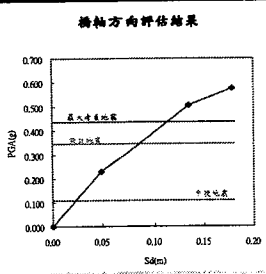
方向	模態	顯著週期
		橋柱勁度0.5EI
縱向	Mode1	0.68
橫向	Mode2	0.48



二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第5N單元)





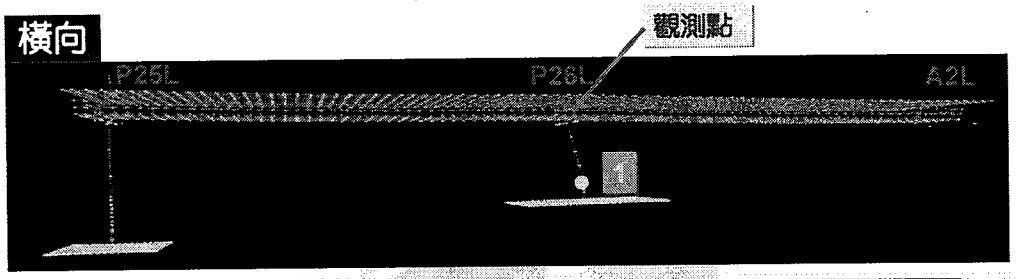
耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.229	2.16
設計地震等級	SP2	0.346	0.505	1.46
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.575	1.32

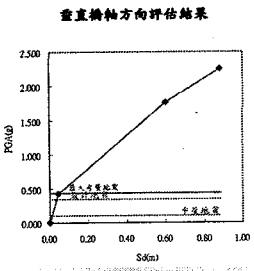
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.30 m

➡ 軸向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第5N單元)





耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.420	3.95
設計地震等級	SP2	0.346	1.767	5.11
最大考量地震等級	SP3	0.436	2.250	5.16

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =4.25 m

➡ 橫向強度韌性符合需求

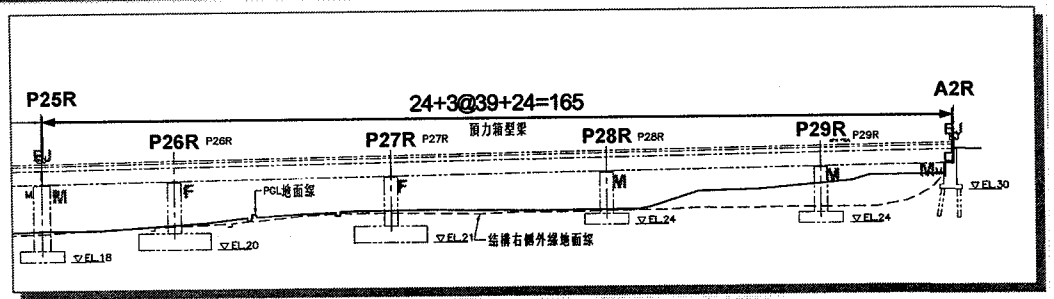
二仁溪二號河川橋

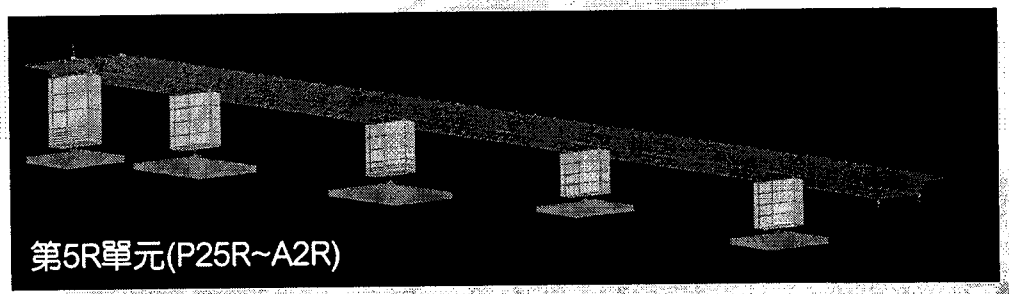
■ 直接基礎穩定性評估

橋墩編號	P25L		P26L	
	縱向	橫向	縱向	橫向
最大垂直變位(m)	-	-0.019	-0.006	-0.011
接觸面積比	-	0.28	0.44	0.46
土壤降伏比	-	0.00	0.00	0.00

➡ P25L接觸面積小於30%

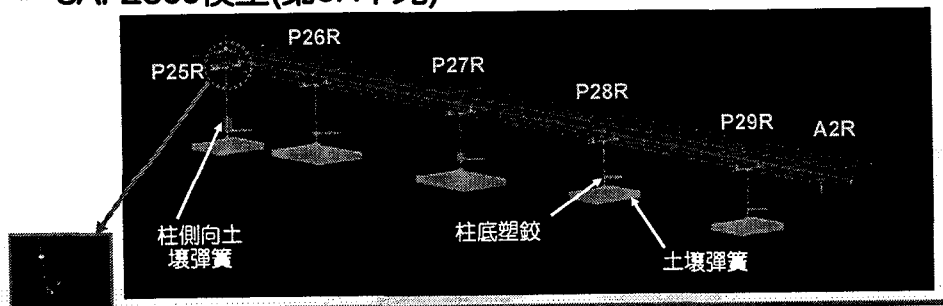
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬



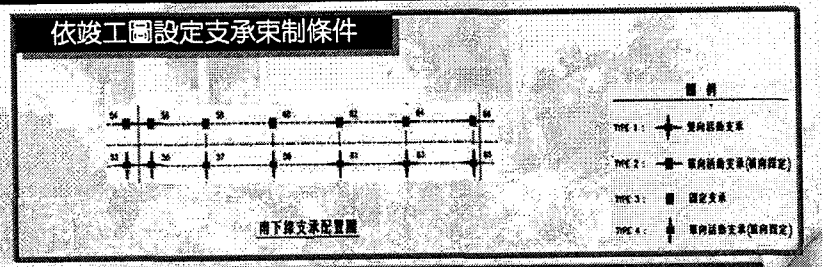


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型(第5R單元)



SAP支承
LOCAL軸
束制條件設定

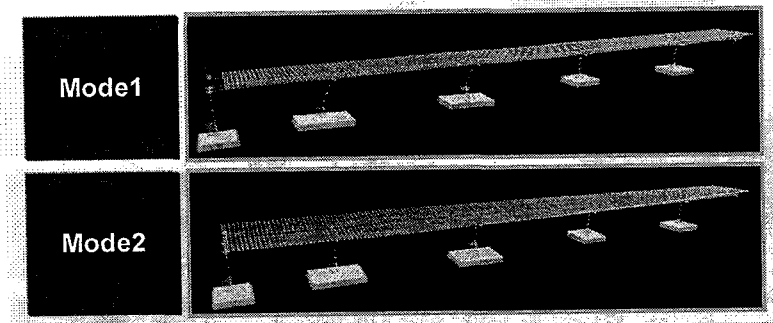


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

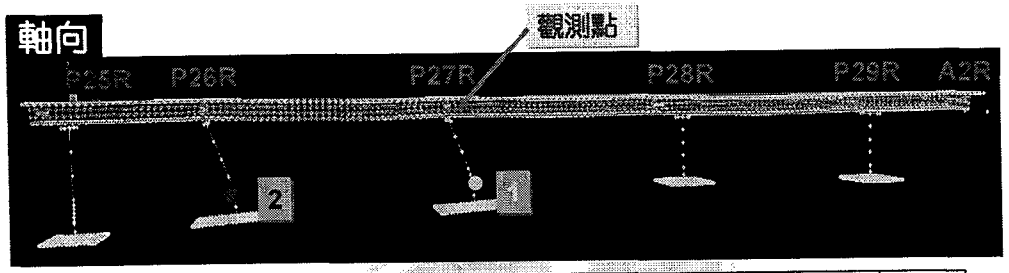
❖ 第5S單元(P25R~A2R)

方向	模態	顯著週期
		橋柱勁度0.5EI
縱向	Mode1	0.78
橫向	Mode2	0.45

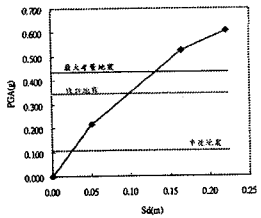


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第5S單元)



橋軸方向評估結果



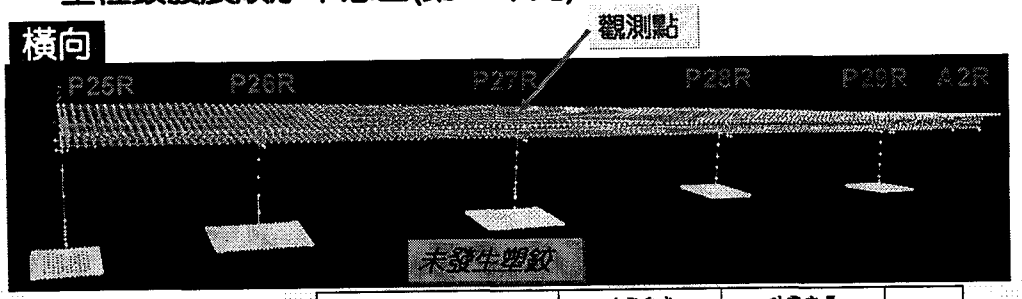
耐震性能標準		耐震需求(地表加速度,g)	耐震容量(地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.218	2.05
設計地震等級	SP2	0.346	0.525	1.52
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.606	1.39

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =0.85 m

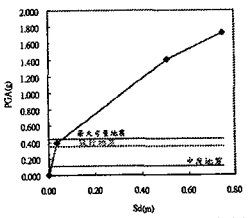
➡ 軸向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第5S單元)



垂直橋軸方向評估結果



耐震性能標準		耐震需求(地表加速度,g)	耐震容量(地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.390	3.67
設計地震等級	SP2	0.346	1.402	4.06
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.727	3.96

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.04m

➡ 橫向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋

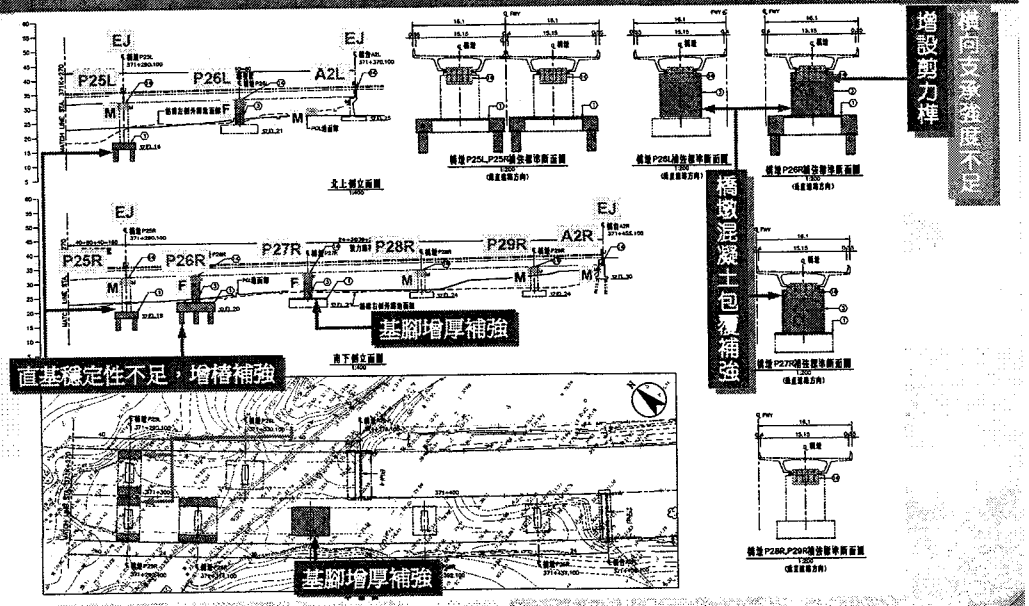
■ 直接基礎評估

橋墩編號	P25R		P26R		P27R		P28R		P29R	
	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向	縱向	橫向
最大垂直變位(m)	-	-0.019	-0.006	-0.014	-0.007	-0.014	-	-0.014	-	-0.009
接觸面積比	-	0.28	0.49	0.29	0.58	0.40	-	0.43	-	0.65
土壤降伏比	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	-	0.00

P25R、P26R接觸面積小於30%

P27R基礎梁式剪力強度不足

二仁溪二號河川橋—補強策略



二仁溪二號河川橋—防落橋長度

■ 防落橋長度評估

	第1S單元		第2S單元	
	A1R	P8R	P8R	P15R
規訂最小防落橋長度	118.11	68.36	77.11	102.85
實際防落橋長度	117.00	120.00	120.00	120.00
C/D比值	0.99	1.75	1.55	1.17
檢核	N.G.(<1.5)	O.K.	O.K.	N.G.(<1.5)

	第3S單元		第4S單元	
	P15R	P22R	P22R	R25R
規訂最小防落橋長度	82.85	97.13	77.13	71.70
實際防落橋長度	120.00	120.00	120.00	120.00
C/D比值	1.45	1.24	1.56	1.67
檢核	N.G.(<1.5)	N.G.(<1.5)	O.K.	O.K.

二仁溪二號河川橋—防落橋長度

■ 防落橋長度評估

	第5S單元		第1N單元	
	P25R	A2R	A1L	P8L
規訂最小防落橋長度	67.70	78.21	118.94	67.90
實際防落橋長度	120.00	117.00	117.00	120.00
C/D比值	1.77	1.50	0.98	1.77
檢核	O.K.	O.K.	N.G.(<1.5)	O.K.

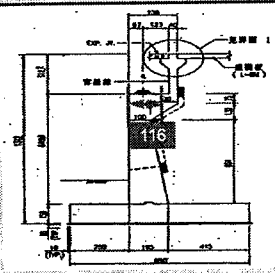
	第2N單元		第3N單元	
	P8L	P15L	P15L	P22L
規訂最小防落橋長度	76.65	104.10	82.85	96.69
實際防落橋長度	120.00	120.00	120.00	120.00
C/D比值	1.56	1.15	1.45	1.24
檢核	O.K.	N.G.(<1.5)	N.G.(<1.5)	N.G.(<1.5)

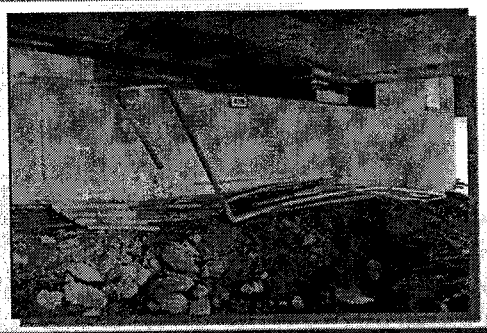
二仁溪二號河川橋—防落橋長度

■ 防落橋長度評估

	第4N單元		第5N單元	
	P22L	P25L	P25L	A2L
規訂最小防落橋長度	76.90	73.25	73.25	67.84
實際防落橋長度	120.00	120.00	120.00	117.00
C/D比值	1.56	1.64	1.64	1.72
檢核	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

橋台A1R





二仁溪二號河川橋

■ 補強方案經濟性初步檢討

- 橋面板面積(a) =36,950 m^2
- 總補強經費(b) =33,051 萬元
- 基礎補強經費(c) =26,705 萬元
- 維修經費(d) =0 萬元
- 拆除重建經費(e) =121,933 萬元
- 單位面積補強費用(b)/(a) =0.895 萬元
- 基礎費用比(c)/(e) =21.9 %
- 不含基礎補強費用比(b-c)/(e) =5.2 %
- 維修費用比(d)/(e) =0 %

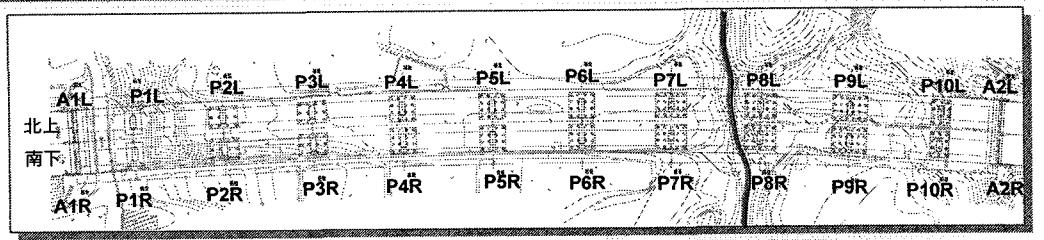
2 鸞崎溪河川橋

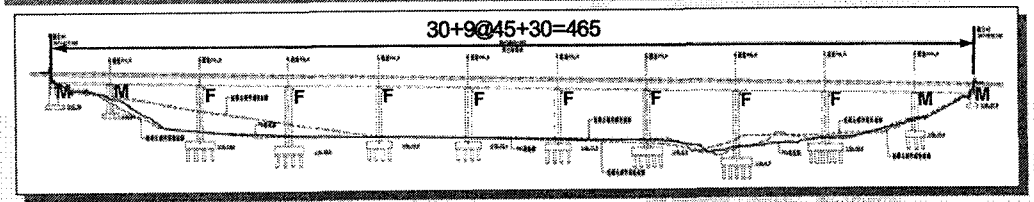
鸞崎溪河川橋

鸞崎溪河川橋

工法	節塊推進工法
結構配置	南下、北上線：各長465 m，11跨、1個振動單元
上部結構	南北分離，雙向各16.1m寬，配置3車道
支承	盤式支承（縱向滑動、橫向滑動、雙向滑動、固定支承）
橋柱	扁六邊形中空單柱
基礎	直接基礎 樁基礎：120Ø長12、15或18M之全套管基樁
地質	橋址地質多為粉土質黏土，其下為砂岩、泥岩

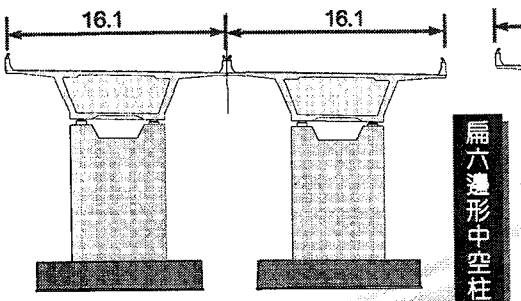
鸞崎溪河川橋－橋梁結構系統



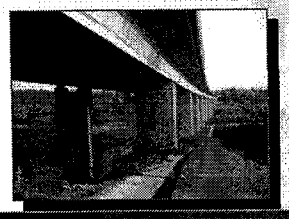


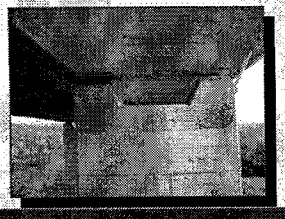
M：活動端 (盤式支承)
F：固定端 (盤式支承)

鸞崎溪河川橋－橋梁結構系統



直接基礎

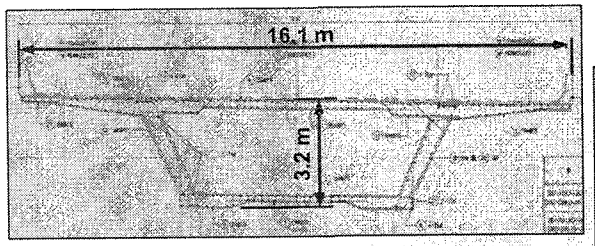


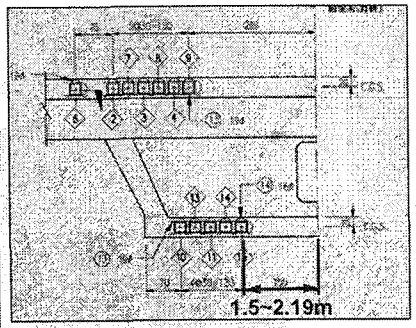


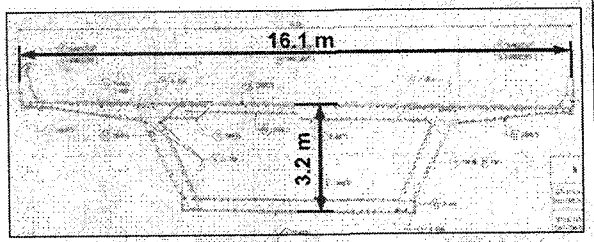
全套管樁基礎

鸞崎溪河川橋－橋梁結構系統

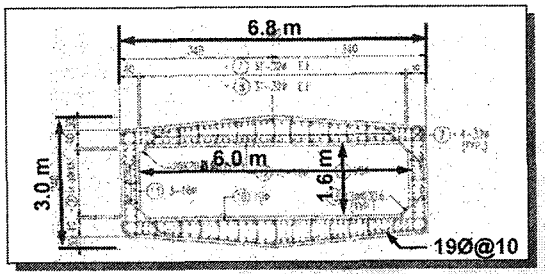
■ 上構斷面型式







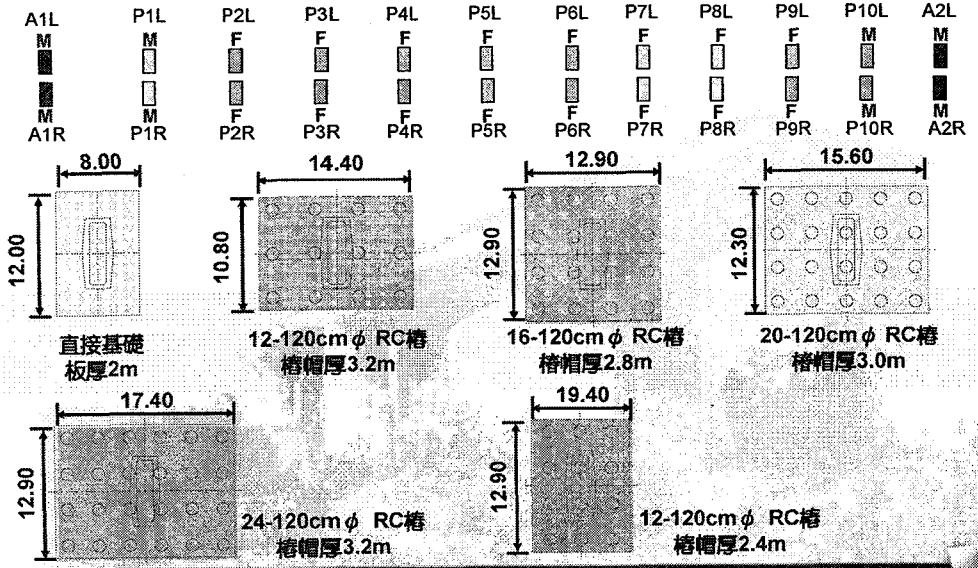
柱斷面型式



鋼筋材料：
16Ø (含)以下：SD28
19Ø (含)以上：SD42

P1	(44+108)-29Ø (全柱高)
P2、P3	(44+188)-32Ø (柱上段)、(44+360)-32Ø (柱下段)
P4~P6	(44+140)-32Ø (柱上段)、(44+264)-32Ø (柱下段)
P7、P8	(44+164)-36Ø (柱上段)、(88+344)-36Ø (柱下段)
P9	(44+188)-36Ø (柱上段)、(88+360)-36Ø (柱下段)
P10	(44+140)-32Ø (全柱高)

基礎型式



既有橋梁設計載重及材料參數

- 設計規範：交通部76年版公路橋梁設計規範
- 設計地震力：K_h=0.12
- 混凝土設計強度
  - 上部結構箱型梁 : $f'c=350kgf/cm^2$
  - 橋柱及橋台軀體、場鑄基樁 : $f'c=280kgf/cm^2$
  - 橋台、橋墩基礎 : $f'c=240kgf/cm^2$
  - 預力混凝土基樁 : $f'c=800kgf/cm^2$
- 鋼筋設計強度
  - 16mmϕ (含)以下：$fy=2800kgf/cm^2$
  - 19mmϕ (含)以上：$fy=4200kgf/cm^2$

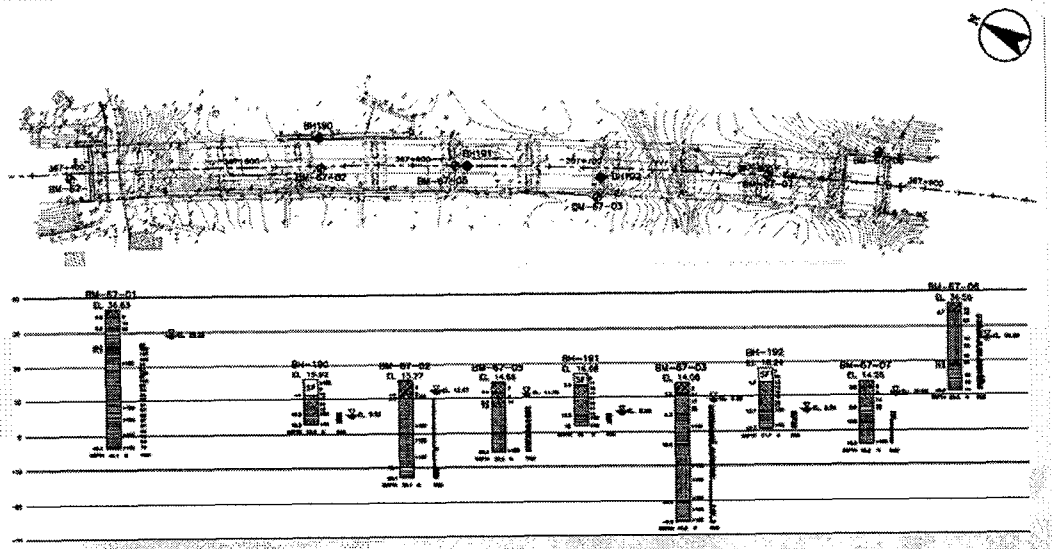
橋梁耐震評估及補強設計標準

- 地震分區：高雄市田寮區
- 鄰近斷層：旗山斷層

S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M	F_V	F_A	$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
0.8	0.45	1	0.55	1.0	1.0	1.08	1.09	1.09	1.16	0.864	0.491	1.09	0.638

- 耐震性能標準
  - 中度地震等級 SP1：$0.4\times S_{DS}/3.25 = 0.106$ g
  - 設計地震等級 SP2：$0.4\times S_{DS} = 0.346$ g
  - 最大考量地震等級 SP3：$0.4\times S_{MS} = 0.436$ g

鸞崎溪河川橋－地盤種類及液化潛能評估



橋址地質多為粉土質黏土，其下為砂岩、泥岩

鸞崎溪河川橋－地盤種類及液化潛能評估

橋墩編號	型式	Vs_{30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
A1L	直基	441.83	第一類地盤	24.4	嚴重
P1L	直基	593.13	第一類地盤	12.8	中度
P2L	樁基	326.04	第一類地盤	36.9	嚴重
P3L	樁基	281.51	第一類地盤	40.4	嚴重
P4L	樁基	355.43	第一類地盤	29.0	嚴重
P5L	樁基	405.63	第一類地盤	23.9	嚴重
P6L	樁基	372.55	第一類地盤	23.8	嚴重
P7L	樁基	248.98	第二類地盤	42.0	嚴重
P8L	樁基	226.00	第二類地盤	42.2	嚴重
P9L	樁基	215.33	第二類地盤	45.3	嚴重
P10L	樁基	262.64	第二類地盤	26.0	嚴重
A2L	直基	646.25	第一類地盤	4.4	輕微

覆土層	0~3.3m	回填土
	3.3~9.0m	粉土質砂
承載層	9m以下	泥岩夾砂岩

$$V_{s30}=\frac{\sum_{i=1}^{n}d_i}{\sum_{i=1}^{n}\frac{d_i}{V_{si}}}=\frac{30}{\sum_{i=1}^{n}d_i/V_{si}}$$

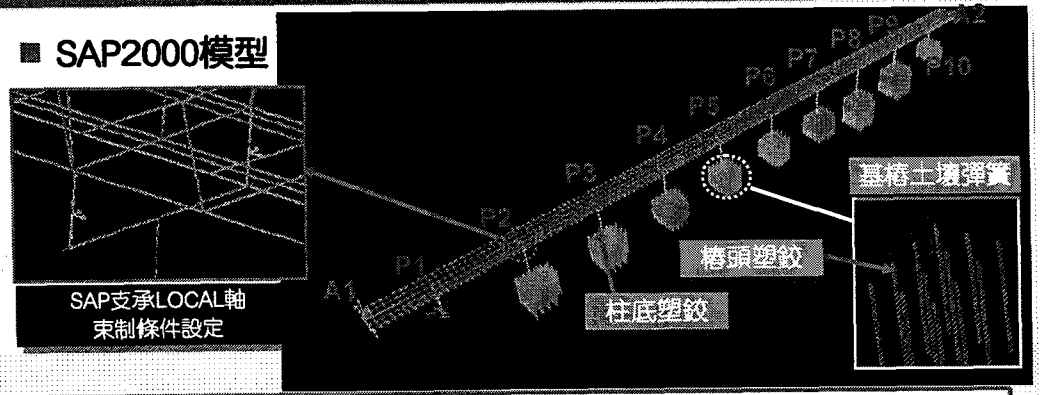
地盤分類

- 第一類地盤 $V_{S30} \geqq 270m/s$
- $270m/s > $ 第二類地盤 $V_{S30} \geqq 180m/s$
- 第三類地盤 $V_{S30} < 180m/s$

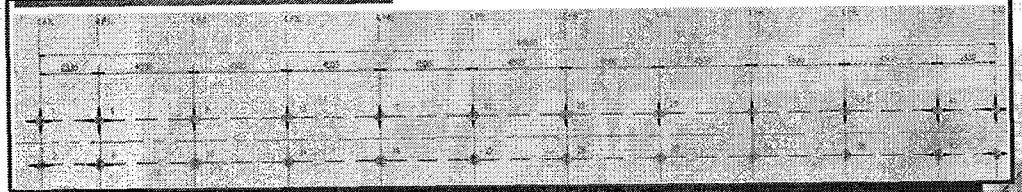
➡ 採第一類地盤進行分析設計

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型

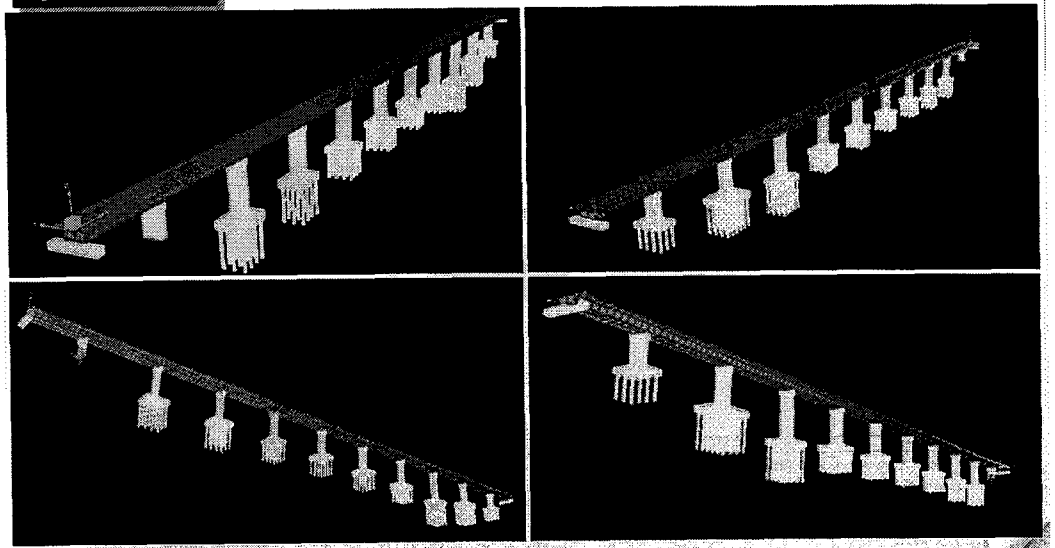


依竣工圖設定支承束制條件



鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

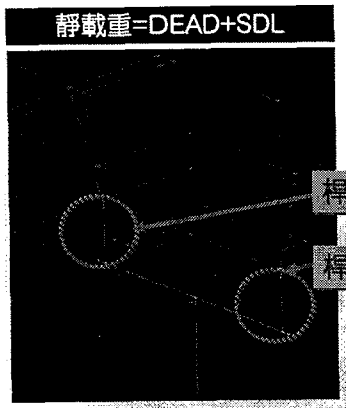
實體模型



彎崎溪河川橋

■ 支承反力檢核

以橋墩P5橋墩為例



設計力=620~760 tf

桿件軸力=751.4 tf

桿件軸力=780.1 tf

竣工圖支承設計力表

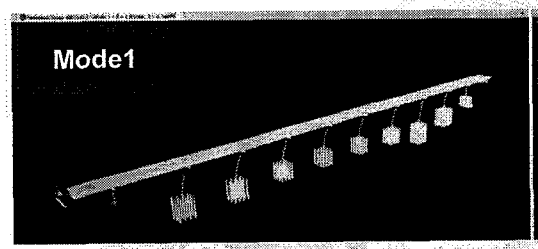
編號	位置	支承型式	常時 垂直載重 (t) 最大	常時 垂直載重 (t) 最小	地震時 垂直載重 (t) 最大	地震時 垂直載重 (t) 最小	水平力 (t) (地震時) 縱向	水平力 (t) (地震時) 橫向	軸向移動量 (mm)
17	P4L	TYPE3	760	620	740	540	-	110	-
18	P4L	TYPE2	760	620	740	540	180	110	-
19	P4R	TYPE2	760	620	740	540	180	110	-
20	P4R	TYPE3	760	620	740	540	-	110	-
21	P5L	TYPE3	760	620	740	540	-	120	-
22	P5L	TYPE2	760	620	740	540	180	120	-
23	P5R	TYPE2	760	620	740	540	180	120	-
24	P5R	TYPE3	760	620	740	540	-	120	-
25	P6L	TYPE3	770	620	740	540	-	130	-
26	P6L	TYPE2	770	620	740	540	180	130	-
27	P6R	TYPE2	770	620	740	540	180	130	-
28	P6R	TYPE3	770	620	740	540	-	130	-
29	P7L	TYPE3	760	620	740	540	-	120	-
30	P7L	TYPE2	760	620	740	540	180	120	-
31	P7R	TYPE2	760	620	740	540	180	120	-

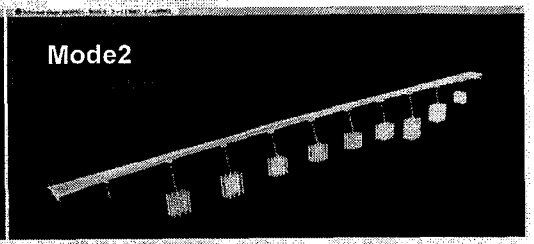
支承反力與竣工圖相符

彎崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

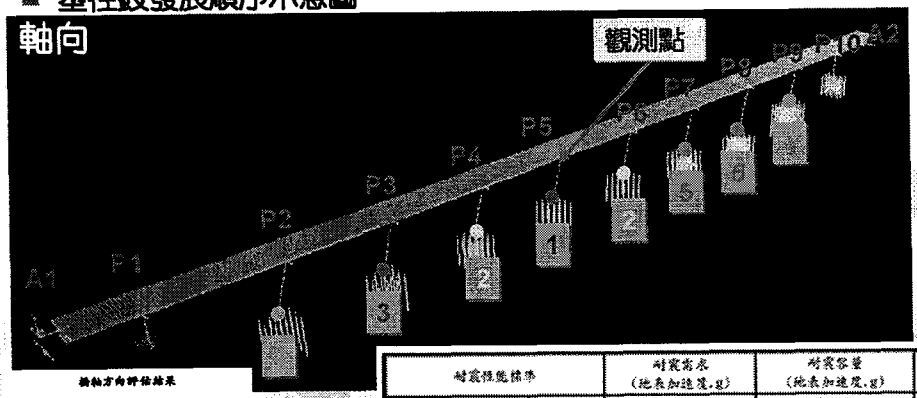
方向	模態	顯著週期	
		橋柱勁度0.5EI	橋柱勁度EI
軸向	Mode1	1.84	1.40
橫向	Mode2	1.14	0.99

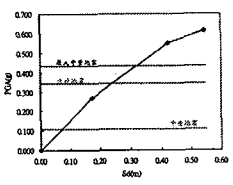




彎崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖





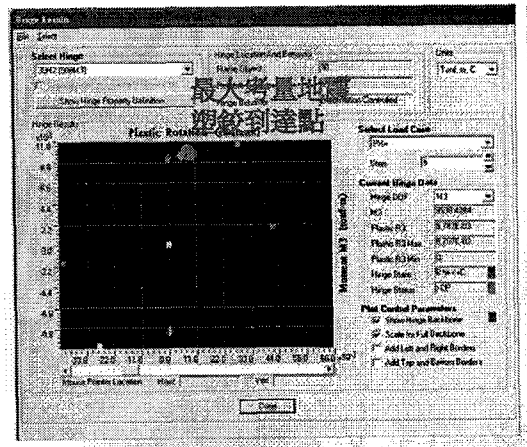
耐震性能指標		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.270	2.54
設計地震等級	SP2	0.346	0.547	1.58
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.614	1.41

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.30 m

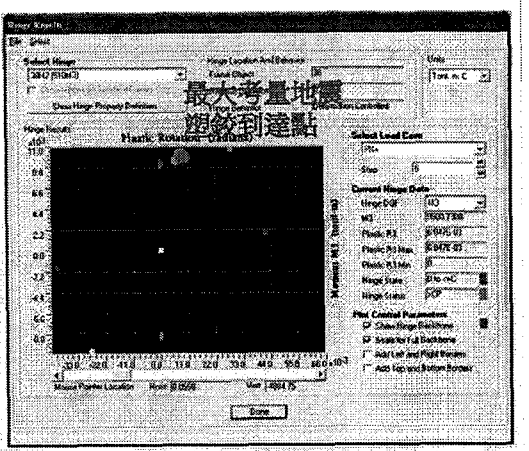
➡ 軸向強度韌性符合需求

補強方案初步分析結果

■ 軸向最大考量地震塑鉸行為



P4

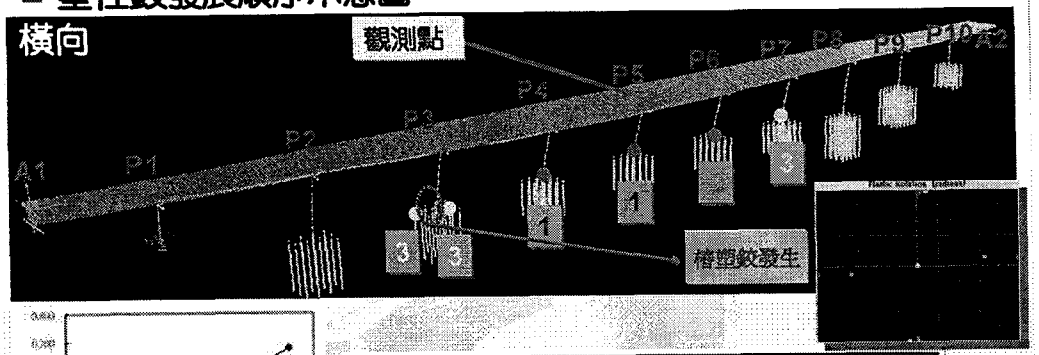


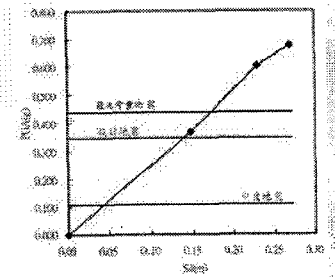
P5

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱塑鉸發揮至上升段。

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖





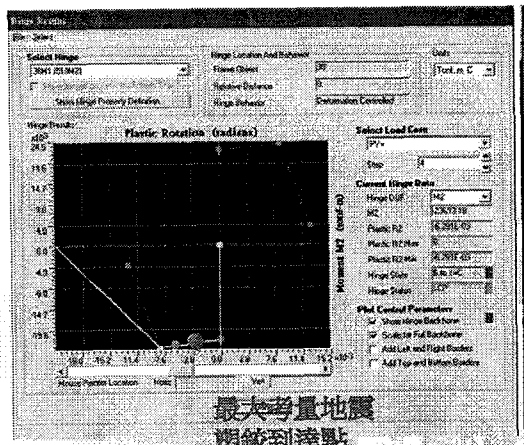
耐震性能標準		耐震容求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.367	3.45
設計地震等級	SP2	0.346	0.602	1.74
最大考量地震等級	SP3	0.438	0.676	1.55

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.623 m

➡ 橫向強度韌性符合需求

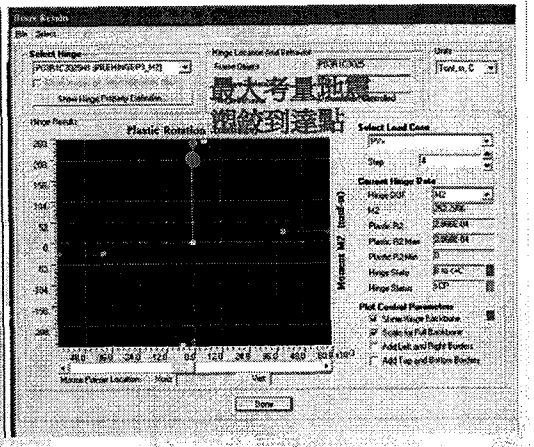
補強方案初步分析結果

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為



最大考量地震塑鉸到達點

P5



最大考量地震塑鉸到達點

P3基椿塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱及椿塑鉸尚位於上升段。

鸞崎溪河川橋—支承強度

■ 支承強度檢核(最大考量地震)

支承強度縱橫向全部N.G.

橫向C/D值最低位置

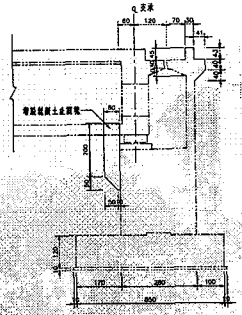
橋墩編號		P7
剪力鋼棒需求強度	Ton	1174
剪力鋼棒實際強度	Ton	270
C/D比值		0.23
檢核		N.G.

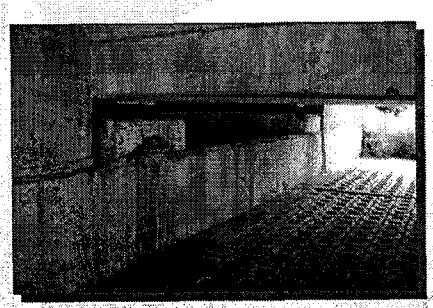
軸向C/D值最低位置

橋墩編號		P3
剪力鋼棒需求強度	Ton	244
剪力鋼棒實際強度	Ton	135
C/D比值		0.55
檢核		N.G.

鸞崎溪河川橋－防落橋長度

	北橋		南橋	
	A1	A2	A1	A2
規定最小防落橋長度	93.0	89.2	91.0	88.9
實際防落橋長度	110	110	110	110
C/D比值	1.18	1.23	1.21	1.24
檢核	N.G. (C/D<1.5)	N.G. (C/D<1.5)	N.G. (C/D<1.5)	N.G. (C/D<1.5)

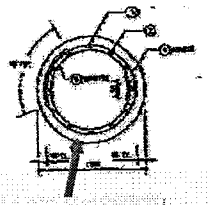




鸞崎溪河川橋—基礎檢核

■ 原評估：P3~P7基樁剪力強度不足

120cm ϕ



箍筋16 ϕ @15

主筋24-32 ϕ

(fy=4200kgf/cm²)

ρ =0.0173

橋墩編號	樁剪力強度 C/D		
	等值彈性彈簧		考慮樁塑鉸及非線性土壤彈簧
	原評估	以性能點評估	以性能點評估
P2	1.55	1.13	基樁未進入塑性行為
P3	0.79	0.60	基樁未進入塑性行為
P4	0.86	0.98	基樁未進入塑性行為
P5	0.79	0.88	基樁未進入塑性行為
P6	0.84	1.02	基樁未進入塑性行為
P7	0.91	0.89	基樁未進入塑性行為
P8	—	—	基樁未進入塑性行為
P9	—	—	基樁未進入塑性行為
P10	—	—	基樁未進入塑性行為

有提升　有提升

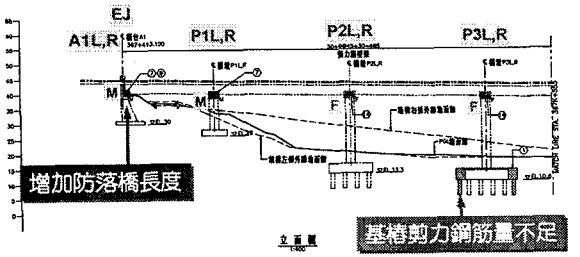
鸞崎溪河川橋—基礎檢核

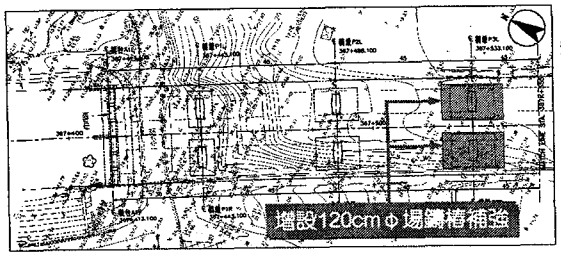
■ 土壤承載力→O.K.

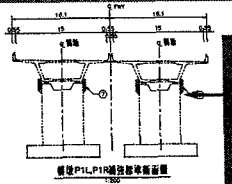
支承型式	樁號	容許軸壓力 (T)	容許軸拉力 (T)	最大軸壓力 (C/D)		最大軸拉力 (C/D)	
				縱向	橫向	縱向	橫向
F	P2	2010.130	-842.170	2.77	1.95	-	3.00
F	P3	2301.530	-1046.150	3.12	1.91	-	2.72
F	P4	1548.420	-518.970	2.94	1.80	70.51	1.51
F	P5	1317.970	-357.660	2.70	1.60	12.03	1.02
F	P6	1463.180	-459.310	2.89	1.74	41.16	1.33
F	P7	2405.360	-1134.690	4.90	2.73	41.60	2.72
F	P8	1657.190	-598.000	3.42	2.73	-	14.61
F	P9	1688.950	-634.650	3.87	3.53	22.71	8.96
F	P10	1509.260	-491.560	4.85	3.40	-	-

■ 樁帽鋼筋量檢核→O.K.

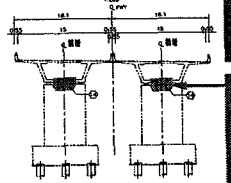
鸞崎溪河川橋—耐震補強策略



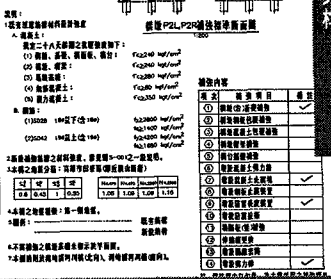




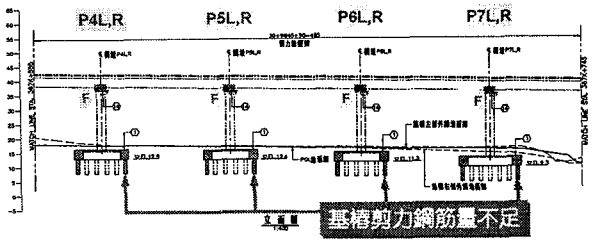
橫向支承強度不足 增設混凝土止震塊

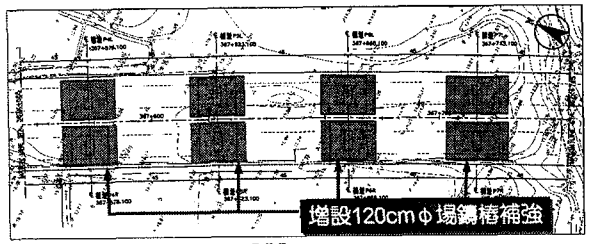


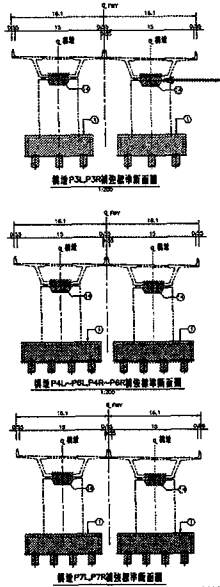
縱、橫向支承強度不足 增設剪力榫



鸞崎溪河川橋—耐震補強策略

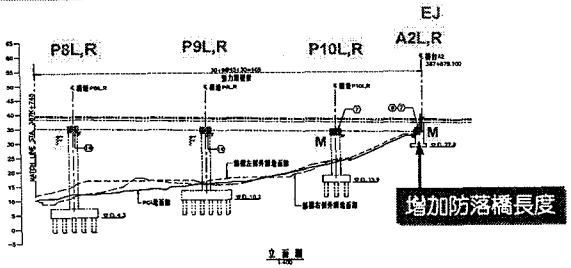


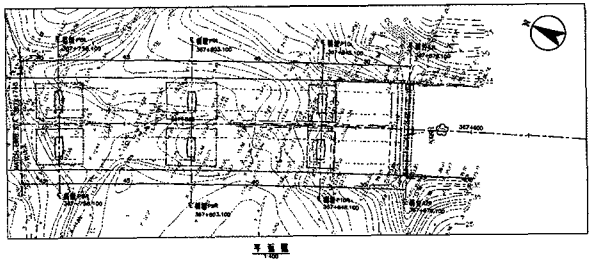


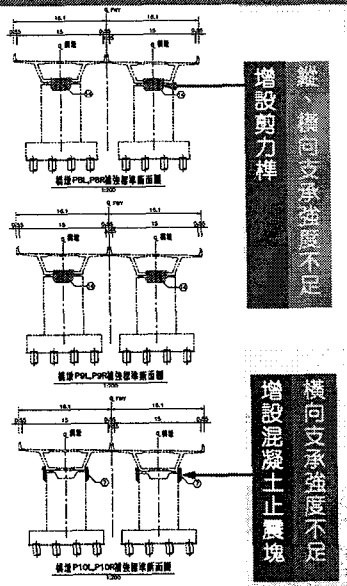


縱、橫向支承強度不足 增設剪力榫

鸞崎溪河川橋—耐震補強策略



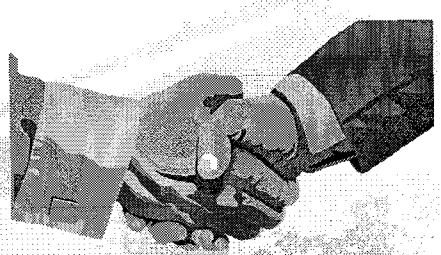




鸞崎溪河川橋

- 補強方案經濟性初步檢討
  - 橋面板面積(a) =14,973 m^2
  - 總補強經費(b) =9,966 萬元
  - 基礎補強經費(c) =8,941 萬元
  - 維修經費(d) =0 萬元
  - 拆除重建經費(e) =49,411 萬元
  - 單位面積補強費用(b)/(a) =0.666 萬元
  - 基礎費用比(c)/(e) =18.1 %
  - 不含基礎補強費用比(b-c)/(e) =2.07 %
  - 維修費用比(d)/(e) =0 %

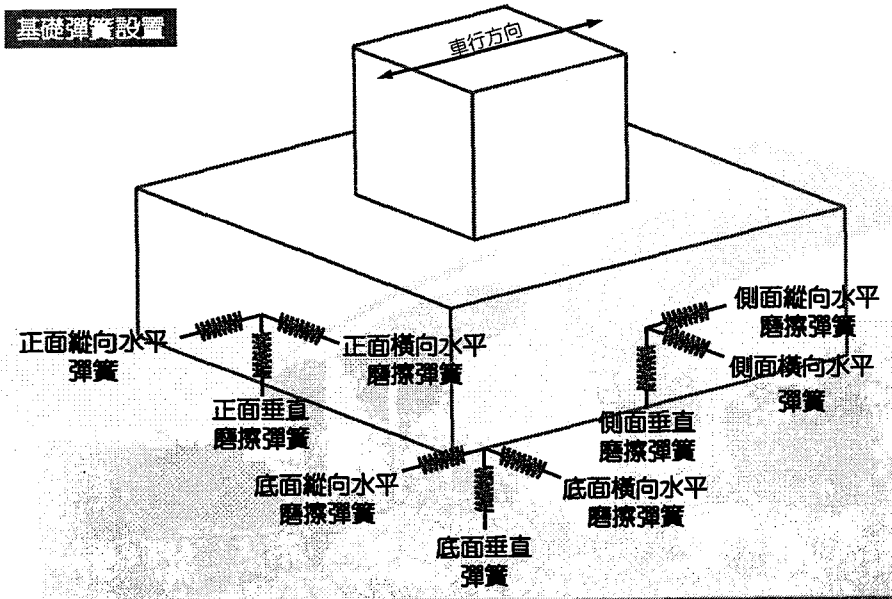
簡報完畢
敬請指教



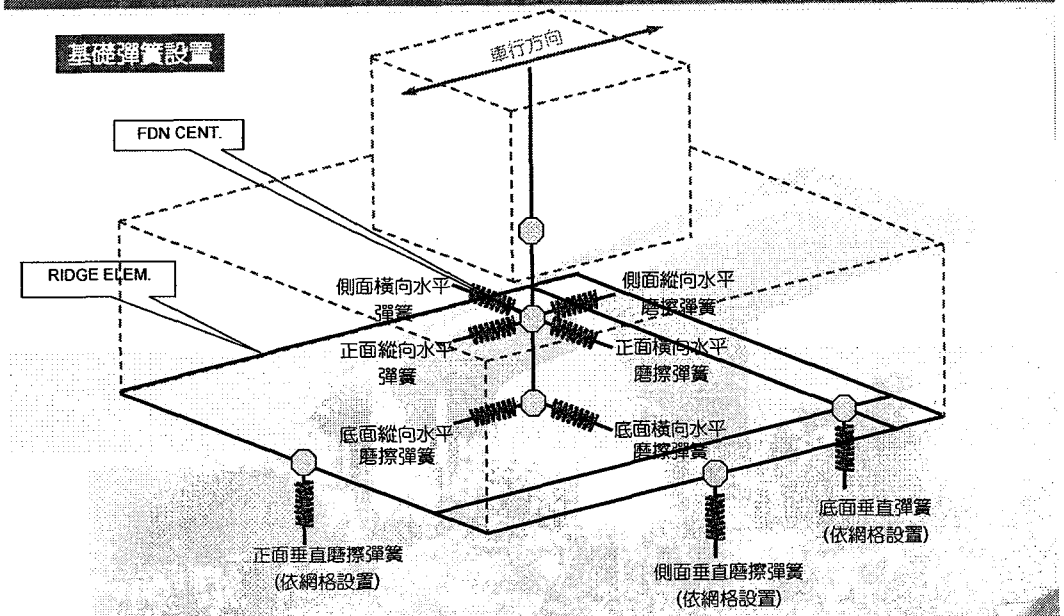
高公局細部設計成果審查會議結論

- 第二標(第M32標)細部設計成果(初稿)審查會議結論：
  - 關於「直接基礎搖擺分析」以降低直接基礎之地震力需求，經本局相關單位充分溝通討論後，考量對基礎可能產生永久沉陷、滑移與旋轉，可能造成橋柱傾斜，衍生上部結構較大之變形與位移及伸縮縫損壞等不確定性，在生命線救災道路、用路人安全性及全生命週期成本等前提考量下，以不採用為原則。
  - 關於「樁頂可容許產生塑性鉸」以降低樁基礎之地震力需求，於大地震後，基樁須以採開挖方式才能進行震後緊急檢測，以及震後修復基礎之困難度與成本較高，綜合考量全生命週期成本、維管作業需求，以不採用為原則。

基礎彈簧設置



基礎彈簧設置



■ 柱底縱向力比較

A原評估分析

橋墩編號	P Tonf	V Tonf	M Tonf-m
P1R	1439	167	1022
P2R	1432	161	1207
P3R	1748	189	2030
P4R	1745	195	1838
P5R	1482	188	1415
P6R	1531	553	8662
P7R	1596	605	8734
P23R	3324	1477	17189
P24R	3366	1590	16822
P25RL	1310	184	1872
P25RR	1249	184	1595
P26R	1338	1143	10415
P27R	1450	1202	10506
P28R	1456	125	736
P29R	1303	131	833
P25L	1442	197	2103
P26L	1707	1361	10668

B非線性彈簧模型分析

橋墩編號	P Tonf	V Tonf	M Tonf-m
P1R	1440	77	459
P2R	1421	85	569
P3R	1737	109	976
P4R	1720	135	1116
P5R	1409	103	722
P6R	1531	884	13859
P7R	1596	968	13974
P23R	3289	1328	14027
P24R	3325	1001	13199
P25RL	1339	90	516
P25RR	1205	85	844
P26R	1339	865	8129
P27R	1416	866	8275
P28R	1400	57	297
P29R	1291	73	405
P25L	1458	78	970
P26L	1718	1045	8556

(B-A)/A

橋墩編號	P -	V -	M -
P1R	0%	-54%	-55%
P2R	-1%	-48%	-53%
P3R	-1%	-43%	-52%
P4R	-1%	-31%	-39%
P5R	-5%	-45%	-49%
P6R	-3%	-27%	-15%
P7R	0%	-24%	-14%
P23R	-1%	-10%	-18%
P24R	-1%	-37%	-22%
P25RL	2%	-51%	-72%
P25RR	-3%	-54%	-47%
P26R	0%	-24%	-22%
P27R	-2%	-28%	-21%
P28R	-4%	-54%	-60%
P29R	-1%	-44%	-51%
P25L	1%	-60%	-54%
P26L	1%	-23%	-20%

■ 柱底橫向力比較

A原評估分析

橋墩編號	P Tonf	V Tonf	M Tonf-m
P1R	1437	223	4212
P2R	1428	969	11009
P3R	1738	1093	16090
P4R	1716	1168	16008
P5R	1430	711	10961
P6R	1553	1098	15444
P7R	1571	791	10196
P23R	3324	974	23314
P24R	3317	780	18895
P25RL	1068	794	11999
P25RR	1191	1048	13095
P26R	1314	1423	16208
P27R	1450	1060	12772
P28R	1426	803	7983
P29R	1286	323	3450
P25L	1442	1170	15204
P26L	1707	1259	12408

B非線性彈簧模型分析

橋墩編號	P Tonf	V Tonf	M Tonf-m
P1R	1440	102	3131
P2R	1421	670	5000
P3R	1736	679	9278
P4R	1726	705	9085
P5R	1398	488	5800
P6R	1585	671	9262
P7R	1554	503	7572
P23R	3348	717	16340
P24R	3264	689	17066
P25RL	1091	553	6561
P25RR	1181	532	6150
P26R	1323	694	6807
P27R	1431	714	7460
P28R	1436	681	5417
P29R	1271	435	3895
P25L	1440	568	7251
P26L	1712	726	6165

(B-A)/A

橋墩編號	P -	V -	M -
P1R	0%	-54%	-26%
P2R	0%	-31%	-55%
P3R	0%	-38%	-42%
P4R	1%	-40%	-43%
P5R	-2%	-31%	-47%
P6R	2%	-39%	-40%
P7R	-1%	-36%	-26%
P23R	1%	-26%	-30%
P24R	-2%	-12%	-10%
P25RL	2%	-30%	-45%
P25RR	-1%	-49%	-53%
P26R	1%	-51%	-58%
P27R	-1%	-33%	-42%
P28R	1%	-15%	-32%
P29R	-1%	35%	13%
P25L	0%	-51%	-52%
P26L	0%	-42%	-50%

二仁溪二號河川橋

■ 接觸面積檢核

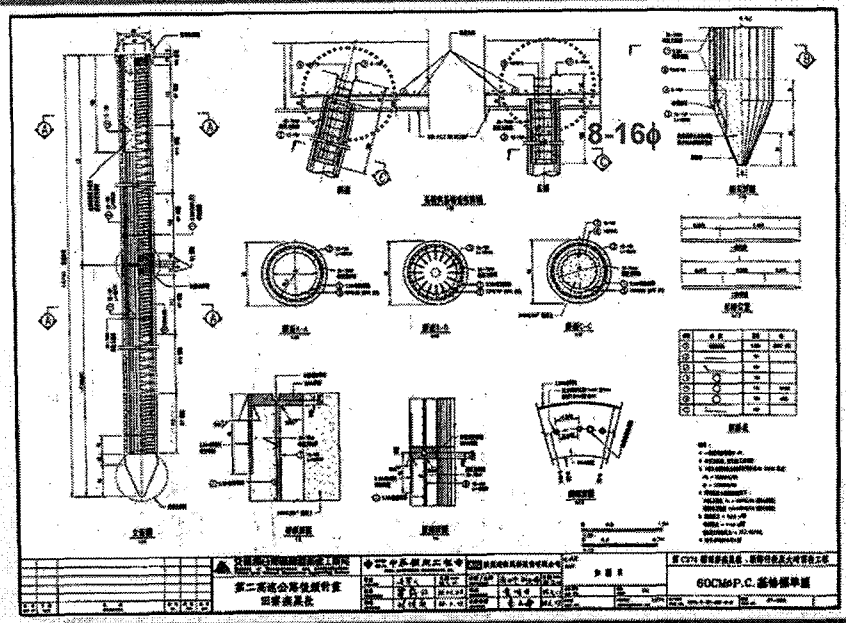
縱向 基礎底反力

橋墩編號	P Tonf	V Tonf	M Tonf-m	接觸面積 直接算	接觸面積 抓彈簧
P6R	2499	222	9743	0.60	0.65
P7R	2393	234	9913	0.54	0.61
P25RL	1728	93	990	-	-
P26R	2093	383	9501	0.45	0.49
P27R	2378	460	9765	0.55	0.58
P28R	1784	100	459	-	-
P29R	1675	104	508	-	-
P25LL	1728	93	990	-	-
P26L	2264	654	10616	0.42	0.44

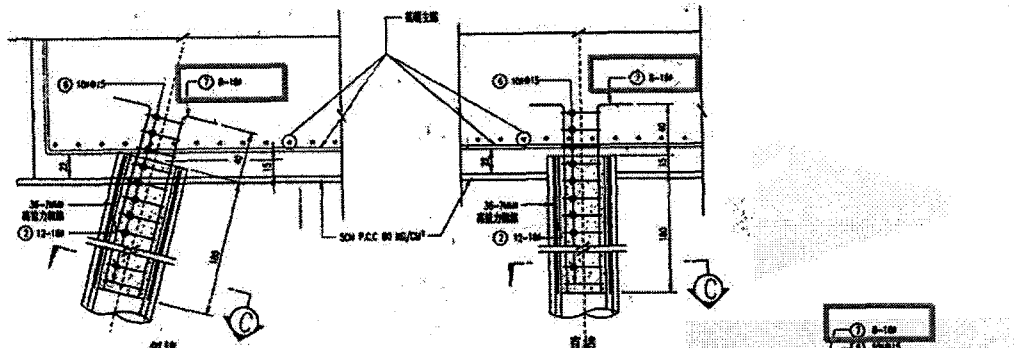
橫向 基礎底反力

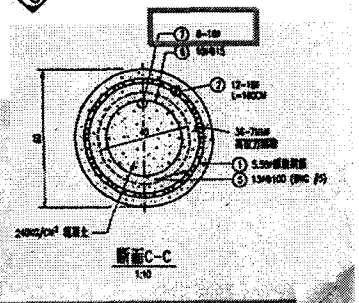
橋墩編號	P Tonf	V Tonf	M Tonf-m	接觸面積 (直接算)	接觸面積 (抓彈簧)
P6R	2510	77	9772	0.33	0.35
P7R	2393	171	8469	0.44	0.46
P25RL	1746	148	7287	0.25	0.28
P26R	2077	371	8407	0.29	0.34
P27R	2393	323	9017	0.37	0.40
P28R	1820	421	6528	0.42	0.43
P29R	1655	298	4637	0.66	0.65
P25LL	1746	148	7287	0.25	0.28
P26L	2258	411	7883	0.45	0.46

二仁溪二號河川橋—補強策略

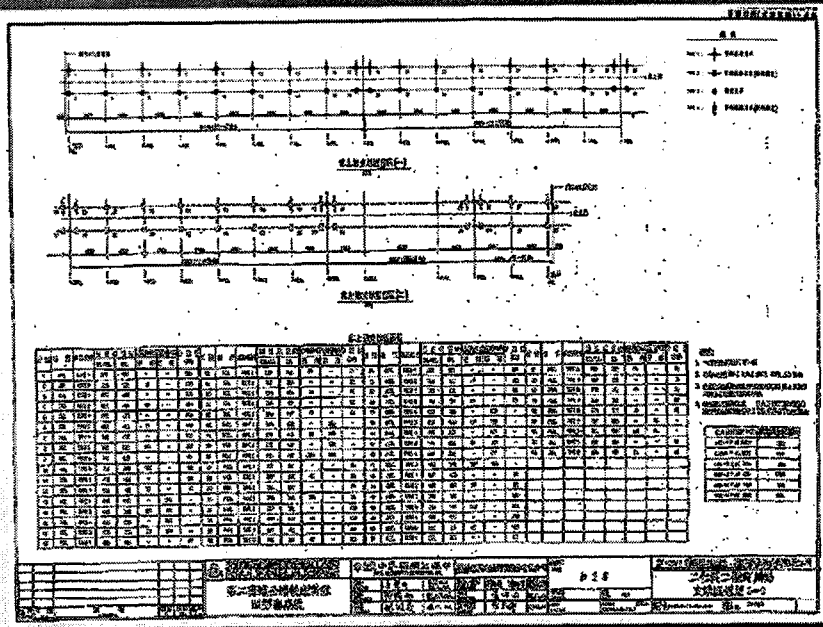


二仁溪二號河川橋—補強策略

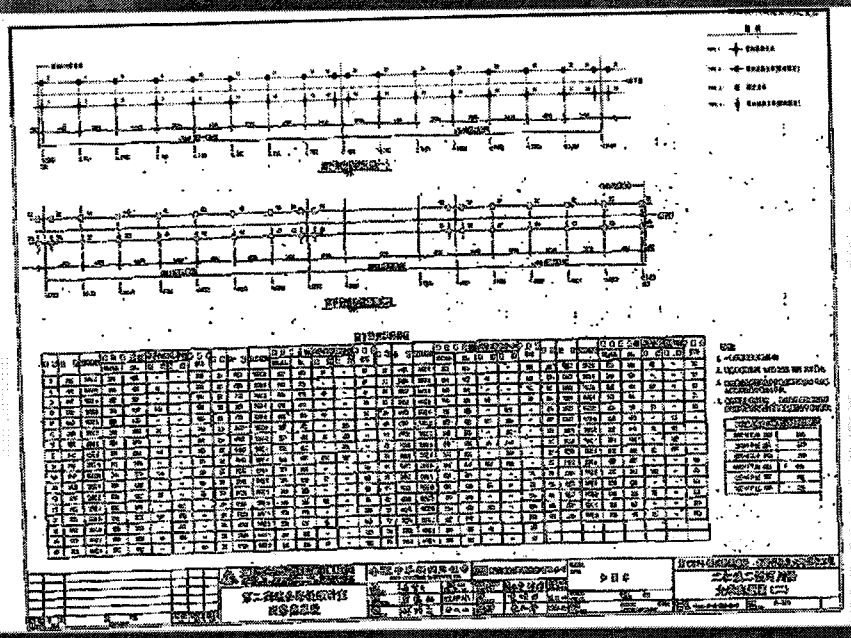




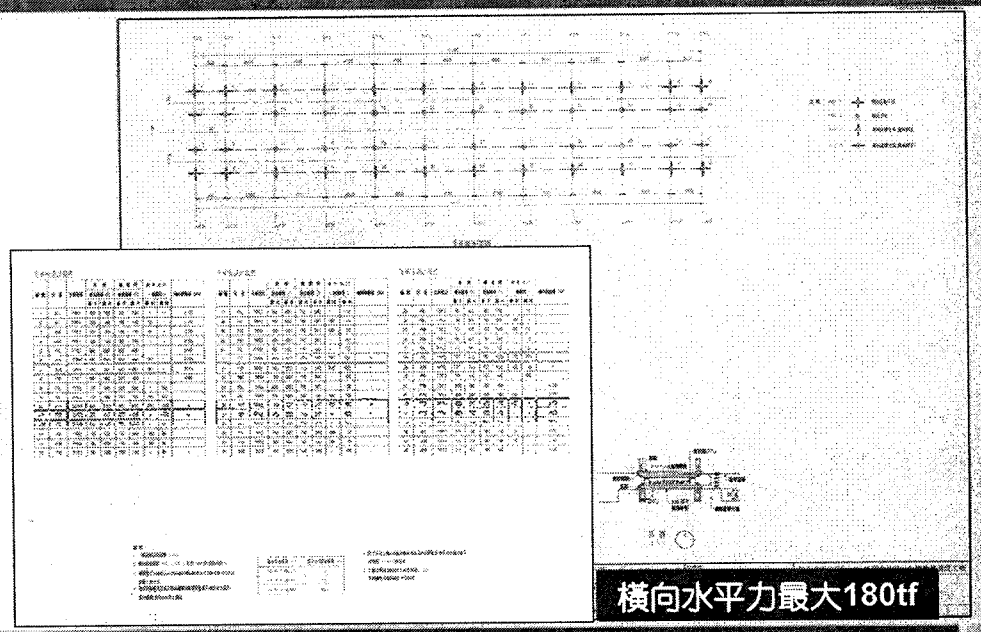
二仁溪二號河川橋



二仁溪二號河川橋



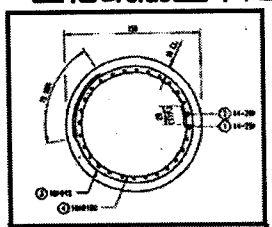
鸞崎溪河川橋



橫向水平力最大180tf

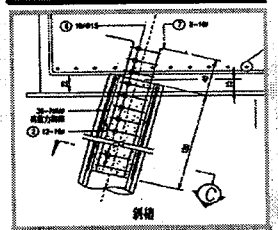
二仁溪二號河川橋—基樁檢核

■ 基樁鋼筋量不足



150cm ϕ RC樁

主筋28-29 ϕ
(fy=4200kgf/cm2)
As=181.16
ρ =0.0103



60cm ϕ PC樁

主筋8-16 ϕ
(fy=2800kgf/cm2)
As=15.92
ρ =0.0056

2500年地震力檢核C/D

橋墩	撓曲強度	剪力強度
P1R	0.54	-
P2R	0.69	0.98
P3R	0.79	2.50
P4R	0.54	1.69
P5R	0.73	2.82
P12R	0.75	0.62
P13R	0.80	0.69
P14R	0.99	0.99
P16R	0.54	-
P22R	0.81	0.67
P23R	1.75	1.52
P24R	2.79	-

二仁溪二號河川橋—基樁檢核

■ 基樁強度評估結果

橋墩	撓曲強度C/D		剪力強度C/D	
	min(ZIC,MP)	側推分析	min(ZIC,MP)	側推分析
P1R	0.30	0.54	-	-
P2R	0.36	0.69	0.34	0.98
P3R	0.42	0.79	0.30	2.50
P4R	0.27	0.54	0.28	1.69
P5R	0.33	0.73	0.44	2.82
P12R	0.56	0.75	0.41	0.62
P13R	0.48	0.80	0.39	0.69
P14R	0.38	0.99	0.46	0.99
P16R	0.11	0.54	0.34	-
P22R	0.49	0.81	0.28	0.67
P23R	0.94	1.75	0.41	1.52
P24R	1.18	2.79	0.60	-

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標初步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
一、	**二仁溪河川橋**	
1	請說明沖刷深度有考慮回淤一半嗎? 考慮之洪水回歸期為幾年?	本工程所考慮之沖刷深度，係以水利主管機關對於二仁溪所訂定之計畫流量作為分析依據，其重現期距為100年。另由於本橋與一般河川中之跨河橋梁情形不同，受沖刷補強之橋墩大多位於主要行水區外，而補強原因乃屬洪水平原淹水後造成橋墩周邊之局部沖刷，故該區為不具有一般河道內河床之推移載，故無河床質移動、補充及退水過程中之回淤機制，因此本橋並不考慮回淤情形。
2	請教高公局，若有沖刷疑慮之橋梁是否可以由河川局進行固床工?	1.本橋全橋幾乎均位於河川治理計畫線內，固床工或保護工設置涉及整體河川治理，且耐久性及可靠度較低。 2.考量時效性及固床工之可靠度，且原結構系統由少數直接基礎承受縱向地震力，耐震性能不佳，故建議採基礎結構補強策略。 3.由於固床工之設置必須置於一般具有輸砂能力之河道內，即透過改變流況、達到泥砂落淤及固床之功能，然本橋主要受沖刷補強之橋墩大多位於非主要行水區河道內，補強主因亦僅考量淺基礎橋墩周邊之局部沖刷現象，因此固床工之設置並不能有效改善此沖刷機制與橋墩本身穩定度不足之現象。除非河川管理單位進行大規模之河道整治，並保證洪水不會溢淹本橋於洪水平原上之橋墩，惟依據現行本河段之河川治理規劃結果，於重現期距100年洪水作用下本橋所在位置均為行水區，即允許水流溢淹至該區，若欲更改本河段治理規劃內容，將需投注極為可觀之成本與時間，且將維護橋梁安全所需之成本轉移至河川管理單位，似不合理。另河川管理單位主要考量為河防安全與維護，而橋梁之結構安全一

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標初步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		般仍由道路主管機關負責，基於權責，即使河川局進行相關工程，高公局仍需對河川橋可能的沖刷情形予以適切之考慮，方能確保橋梁之安全。
3	PC樁很多看起來配置一樣，但有的通過檢核，有的沒有，請補充說明原因?	本橋基礎僅於橋墩P1及P16設置60cmϕ之PC樁，評估檢核結果均有樁頭8-16ϕ錨碇鋼筋不足的問題，故均需補強。
4	莫拉克水位對應於多少年洪水水位? 若現場洪水水位高度超過Q100但無沖刷，但分析假設用Q100會裸露是否合理?	依崇德橋水位站資料顯示，莫拉克颱洪於本河段之流量約為5年重現期距之流量，但水位卻因崇德橋掛淤阻水而抬升。以二仁溪二號河川橋P12之水位為例，參考「二仁溪治理規劃檢討」(六河局，98.04)之計畫水位(100年)為EL. 18.08，200年水位為EL. 18.96，然而莫拉克颱洪後現場量測之淹水痕跡高程約為EL. 19.92~20.11，表示其洪水位已超過原計畫水位，而現場亦可觀察部份橋墩處之沖刷坑，顯然其洪水已產生沖刷情形。鑑於崇德橋有掛淤阻水前例，並考量河川治理之計畫標準，本工程乃採用崇德橋掛淤阻水情形下，於100年重現期距流量時之流況，作為本橋沖刷分析依據，應較為合理。 然有關Q100洪水作用下之水流沖刷分析，本計畫特以二維水理模擬進行本河段於洪水作用下之水理及沖刷特性分析，為確保分析結果之正確性，首先依上述莫拉克颱洪期間洪水量及漂流木掛淤情形進行驗證分析，模擬結果顯示無論於淹水範圍、高度與沖刷深度均相當接近，確認模式之正確性後再進行上述對Q100之水理及沖刷分析。
5	可動支承處增加剪力榫是否恰當?	可動支承處增加剪力榫，主要目的在補強支承橫向強度之不足，橋軸方向則保留原活動支承之可動空間，不增加額外之束制，但後續細部設計

強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
初步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

	辦理情形
	為了避免破壞箱梁底板，已改用混凝土止震塊方式補強。
有必要再提	本橋初步設計補強方案，僅在不適合增設防落拉桿之橋台處增加防落長度至部頒規範值之1.5倍；若橋墩處可採增設防落拉桿方式補強，則無需再提升至1.5倍。
那麼多嗎?	根據橋梁耐震設計規範第8.5節規定，無法設定符合規定防落橋裝置時，梁端防落長度應增加至1.2倍以上，但不需超過1.5倍。
可否承擔塑	本振動單元縱向只有兩個支承是固端，評估結果盤式支承無法承擔塑鉸剪力，故補強策略中增設縱向鋼止震裝置與力量分散裝置。
否過保守?	如前第1點所述，由於本橋與一般河川中之跨河橋梁情形不同，本橋橋墩大多非位於主要行水區之河道內，並無河床質移動、補充機制，故本橋並不考慮回淤情形，較能符合本橋實際情形。
效振態質量	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中，明列各振動單元雙向主要模態之有效振態質量比，以供參考。
古還是475年	依據前幾次外審委員意見，本橋補充採用非線性土壤彈簧進行分析結果，基樁評估均採用2500年性能點對應之地震力檢核。
為何是0，表	依本工程補充鑽探成果，本橋橋址為泥岩地質，遇水容易崩解，但是乾燥時又如同岩盤，故造就土壤並未降伏。
探資料可供	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中，補充標示每個不同橋墩所在地質條件。
補充說明。	根據林呈教授所提出沖刷後基礎裸露深度判斷，大部分直接基礎是呈現

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標初步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		懸空狀態，故分析上乃採取托底後模擬。
15	有的橋址液化潛能嚴重，但一般直接基礎並不會設置在液化潛能高的地方。故請確認評估結果。	本工程計算液化潛能係以現地地表面向下計算20m之FL按厚度加權加總計算所得，部份埋置較深之直接基礎，雖基礎底部座落於岩盤，惟其基礎底面以上之覆土層厚度較厚N值較低，其加總所得之液化潛能指數即可能>15而列入液化潛能嚴重橋址，其影響為基礎側向承載力之折減，但不影響直接基礎之承載力。永碁
16	一般直接基礎是設置在岩盤上，岩盤面不至於被沖刷，故請先確認地質條件。	依本工程補充鑽探成果，本橋橋址為泥岩地質，較易於崩解、剝蝕。以鄰近地質相近的田寮河二號橋作為借鏡，該橋P32、P37橋墩周邊之蝕溝已嚴重影響橋基安全，故建議本橋之沖刷深度無需依岩盤面進行調整。
17	高攤地用淺基礎，漫流後無回淤情形，漫流之流速應該不高，故是否可用保護工取代基礎結構補強?	如上述第2點說明，保護工主要是藉由河床質補充特性以穩定河床，而本橋橋墩多位於河灘地上，故施設效果不佳，且保護工的耐久性及可靠度不高，長遠來看仍應以基礎補強為佳。
18	Q5就會淹水，頻率很高。依照治理計畫線100年的流量為多少? 請澄清沖刷問題是因為流量高還是因為崇德橋阻水造所成? 若是因為崇德橋阻水後造成二仁溪河川橋會淹水，建議高公局報請交通部協調處理。	1.經查公路總局於87年2月完成崇德橋改建，拉大橋長並抬高橋面高程，改建後高速公路橋下限高4.6公尺，目前已交由高雄市政府管養。 2. 依據「二仁溪治理規劃檢討」(六河局，98.04)，本河段之計畫流量(100年)為1835cms，且於該報告中之檢核，崇德橋即為梁底高度低於洪水位之橋梁，其阻水情形應無庸置疑。另二仁溪二號河川橋沖刷所產生的問題，主要仍在於原認為不位於河道之橋梁直基，其實際情形卻是在計畫流量下仍可能因洪水淹沒產生沖刷，故建議無論崇德橋是否將進行改善，二仁溪二號河川橋仍應進行必要沖刷考量及補強。
19	P10、P11橋墩支承為固定式，其他可動之承的橋墩模型是如	可動支承乃利用SAP2000內建LINK模擬而成；上構傳下之剪力透過支承

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標初步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
	何建的? 只有兩個橋墩，如何承擔7跨的剪力? EPA如何算的?請確認。	傳至橋墩P10、P11 ，並利用其強度韌性抵抗之 ； 係利用側推分析求得側推容量曲線，並將容量曲線轉換成側推容量頻譜。接著利用阻尼比修正係數Bs與B1或結構系統地震力折減係數Fu以反應結構物進入非線性階段後之遲滯行為，並根據基本振動週期進而求算該橋梁結構之最大地表加速度，並取小值作為評估結果。
20	直接基礎之三個先決條件為(1)要有好的承載地層，(2)為無沖刷之虞，(3)為無液化可能，否則直接基礎需改建。故建議本案直接基礎補強應重新檢討改善，基礎補強經費估算也應再詳細計算。	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中，補充其詳細計算。
21	伸縮縫處才需考慮防落強度補強。	敬悉，本橋僅於伸縮縫處才評估防落長度，及研擬對應之補強方式。
22	本案評估所得之橫向耐震能力很好，這結果其實取決於參考點之選擇，請考慮不同參考點所得之結果。 目前因考慮土壤柔度使得周期提高，所以評估所得之耐震能力合乎要求，但最後若基礎補了之後會不會反而使耐震能力不足?請詳細確認。	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中，補充不同參考點所得之分析結果。
23	請補充現況之耐震能力(未考慮沖刷)如何?	遵照審查意見辦理，細部設計成果簡報中，補充現況之耐震能力(未考慮沖刷) 。
24	請補充梁式剪力不足之計算	遵照審查意見辦理，補充梁式剪力評估檢核說明。依分析模型柱底桿件力量(PVM) ，計算作用於基礎底之土壤反力，再取臨界斷面以外土壤反力總和作為作用於臨界斷面之剪力並檢核臨界斷面的剪力強度是否可以承受。

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標初步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
25	請補充土壤彈簧輸入方式	基樁土壤彈簧計算係參考「公路橋梁耐震性能設計規範與解說」及「建築基礎構造設計規範」，考慮土壤水平之勁度及上限值以及垂直之勁度及上限值，其計算參考公式及結果詳見附件。 基樁數值模擬使用SAP 2000軟體分析於基樁端部設定垂直向土壤彈簧，並於樁每單位長佈設水平土壤彈簧(行車向、垂直行車向)。
26	沖刷之基礎補強是必要，但長期而言，此流域附近沖刷問題仍需解決。	敬悉。
27	基礎補強經費請計算確實。	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中，補充其詳細計算。
28	依簡報P13,14所述的橋址河床質(橋址河川為砂質粉土，泥岩、砂岩或粉砂岩)，看起來不至於會有液化可能。請確認	本處橋址鄰近變動之沖刷河槽，沖積覆土層厚度約地表以下10m左右，其土壤分類屬砂質粉土，N值約1~13，故計算所得液化潛能較高。永碁
29	原為可動支承之橋墩應也可透過更改支承系統分擔部分地震力。	遵照審查意見辦理，後續細部設計將評估於活動支承增設地震力分散裝置之可行性，以增加結構系統震時之贅餘度。
30	中空橋柱橋柱塑鉸之設定與長度應與一般橋墩不同，請補充設定方式。	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中，補充中空橋柱橋柱塑鉸之設定方式。
31	樁塑鉸除樁頂也可能會產生在土內之基樁，請補充樁塑鉸設置位置。	遵照審查意見辦理，補充樁塑鉸設置位置。基樁塑鉸設置於樁頭及基樁彎矩發生最大點處。
32	斜樁會有較大側向阻抗，但是個應力集中點，所以Euro code並不建議採用斜樁。請仔細檢討斜樁之行為。	遵照審查意見辦理。斜樁除了檢核基樁之握裹長度，以確保基樁塑鉸產生，亦確認混凝土基礎板之穿破強度是否足夠。
二、	**彎崎溪河川橋**	
1	本橋多為固定端式支承，且兩邊都是橋台，請檢討防落長度補強是否需要？	遵照審查意見與本審查意見3一併辦理。

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標初步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
2	剪力榫之製作方式，請量不要動到上部結構	遵照審查意見辦理，後續細部設計將考慮採用不破壞箱梁下翼板的方式設計。
3	本座橋幾乎都固定支承，只有兩端是可動支承，請計算位移量，看是否需增加防落	據分析結果顯示，彎崎溪河川橋在極限地震狀態下，梁端與橋台頂位移量達56.17cm，地震引致相鄰橋墩間表層地盤之水平相對變位為23.44cm，根據公路橋梁耐震設計規範，防落橋長度需大於94.91cm。既有防落橋長度110cm已足夠。唯橋台支承仍有剪力強度不足之問題，維持原橋台混凝土止震裝置之設置。
4	製作剪力榫是否會改變原有結構系統	彎崎溪河川橋初步設計補強策略，於橋墩P1與P10(活動端)採橫向設置止震塊方式補強，縱向仍維持可自由滑動；新設剪力榫僅配置於原為固定支承之橋墩。故補強後原有結構系統並未改變。
5	基樁剪力鋼筋不足是否正確?請確認增加基樁之必要性?	剪力鋼筋不足乃因既有樁拉力引致混凝土無法提供剪力強度，使得基樁剪力強度降低。以增樁之方式補強除補強樁可共同分擔剪力外，亦可降低既有樁所承受拉拔力，增加既有樁之剪力容量。
6	中空橋柱之混凝土圍束強度比較無法確認，故建議橋柱彎矩曲率分析亦用未圍束混凝土條件重新分析，作為比較。	已採未圍束混凝土條件，評估結果於簡報中說明。
7	P85所示各基樁配置差不多，但p104之強度C/D值差很多是什麼原因?請補充說明	簡報稿P.104所示強度C/D值為垂直行車向之分析結果，等值彈性彈簧分析模型之原評估乃是以彈性地震力反應譜分析法與M_P兩者之小值檢核基樁剪力強度，性能點評估則是以側推分析到達2500年性能點之柱底內力檢核基樁剪力強度。在2500年之性能狀態下P4、P5與P6皆已進入塑性，力量再分配後P3進而承受較大力量。另就容量側而言，P4~P6配置4x4共16支基樁P7配置4x5共20支基樁，而P3橋墩僅配置3x4共12支基樁剪力容量

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標初步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		較低，因此造成C/D值有較大差異。
8	請補充基樁垂直行車向剪力不足之原因?垂直行車向剪力不足，為何補強行車向?	橋墩形式行車向為弱軸，垂直行車向為強軸。故柱底降伏狀態下垂直行車向之柱底剪力大於行車向之柱底剪力；另就基樁配置而言行車向之基樁排數≧垂直行車向之基樁排數，造成垂直行車向引致較大的基樁軸力，軸拉力過大時造成混凝土無法承受剪力，基樁因此剪力容量降低，造成強度不足。 主要剪力強度不足之橋墩為P3~P6，其中P4~P6樁帽之邊距僅3.8m，若於垂直行車向補強會使結構系統改變為聯合基礎，基礎勁度劇烈改變。考慮補強後基礎勁度變化最小、維持受力對稱性、不改變既有結構系統且有效提供剪力強度後，以於P4~P6橋墩縱向四角落增設基樁方式補強 。
9	本橋柱為壁式橋墩，垂直行車向柱塑鉸之模擬方式為何？和一般塑鉸之模擬相同嗎? 性能點時垂直行車向塑鉸會降伏嗎?	彎崎溪河川橋僅P1與P10因高寬比小於2.5故以公路橋梁耐震評估及補強準則草案4.5.1.3之鋼筋混凝土壁式橋墩之塑性鉸特性轉換為M3塑性鉸模擬之，除P1與P10外皆採用一般的方式模擬塑鉸行為。在2500年性能狀態下，P4~P6之垂直行車向塑鉸已降伏，P1與P10橋墩其所承受之剪力分別為118.79ton與603.5ton，不至於產生塑鉸。
10	地質之情況請於細設補充。	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中
11	拉力側樁剪力強度不足，是否有考慮覆土壓力？此處無沖刷之虞，應可將覆土壓力納入考量。	經確認已考量覆土之垂直壓力。
12	補充每一根橋墩側推塑鉸發展狀況。	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中，補充每一根橋墩側推塑鉸發展狀況。
13	基樁這麼深，P93所述之土壤液化還會是問題嗎?	依據土壤液化評估結果，橋址表土層約有4~8公尺液化潛能較高。因樁長

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標初步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		為10~15.5公尺長，基樁已進入岩盤或承載力較好的非液化土層中，故液化問題影響不大。分析模式中已考慮土壤液化折減土壤參數，分析結果顯示液化不致於引致基礎承載能力不足。

交通部臺灣區國道高速公路局
Taiwan Area National Freeway Bureau

中國結構工程學會
Chinese Society of Structural Engineering

國道高速公路橋梁耐震補強
第2期工程(第1優先路段)規劃設計

第M35標耐震補強細部設計
簡報

TY·LIN INTERNATIONAL TAIWAN
林同棪工程顧問股份有限公司

中 華 民 國 101 年 8 月 21 日

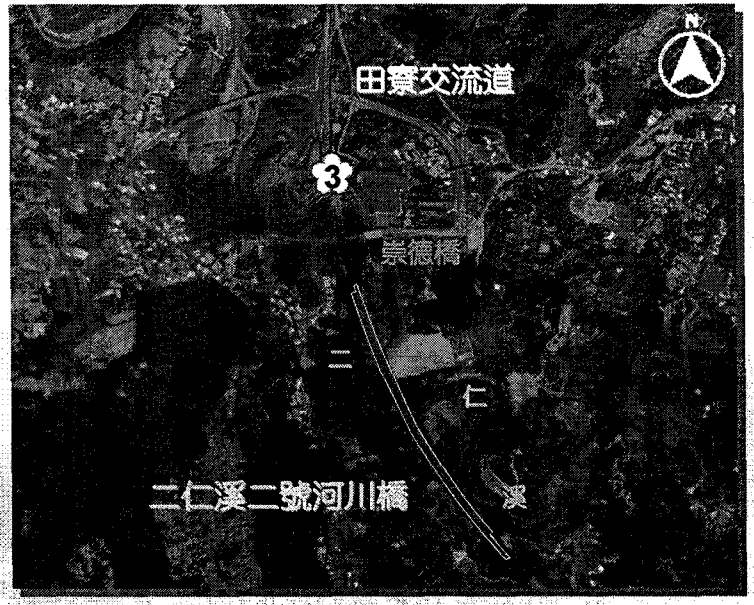
簡報大綱

1 二仁溪二號河川橋

2 鸞崎溪河川橋

1 二仁溪二號河川橋

二仁溪二號河川橋

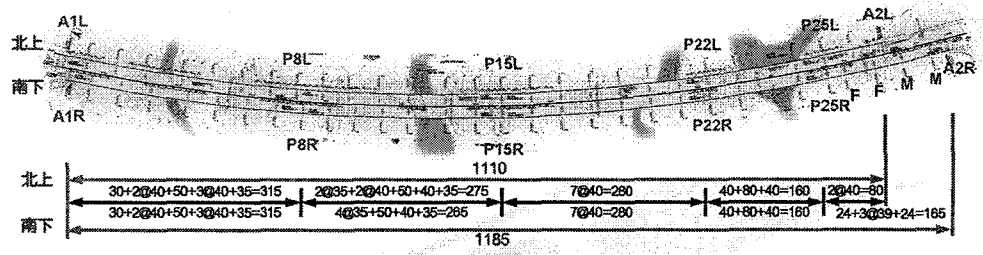


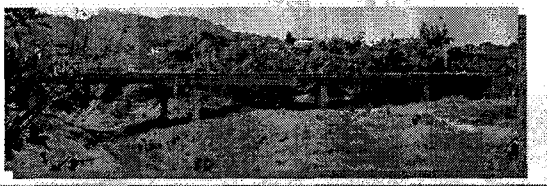
二仁溪二號河川橋

工法	第1～3單元：支撐先進工法 第4單元　：場鑄懸臂工法 第5單元　：就地支撐工法
結構配置	南下線：長1185 m，共30跨、5個振動單元 北上線：長1110 m，共27跨、5個振動單元
上部結構	南北分離，雙向各16.1m寬，配置3車道
支承	盤式支承（縱向滑動、橫向滑動、雙向滑動、固定支承）
橋柱	扁六邊形中空單柱
基礎	直接基礎 樁基礎：60Ø長8m之PC樁、150Ø長13～21m全套管基樁
地質	橋址河床質多為砂質粉土，其下為砂岩、泥岩

二仁溪二號河川橋－橋梁結構系統

支撐先進工法　支撐先進工法　支撐先進工法　場鑄懸臂工法　就地支撐工法



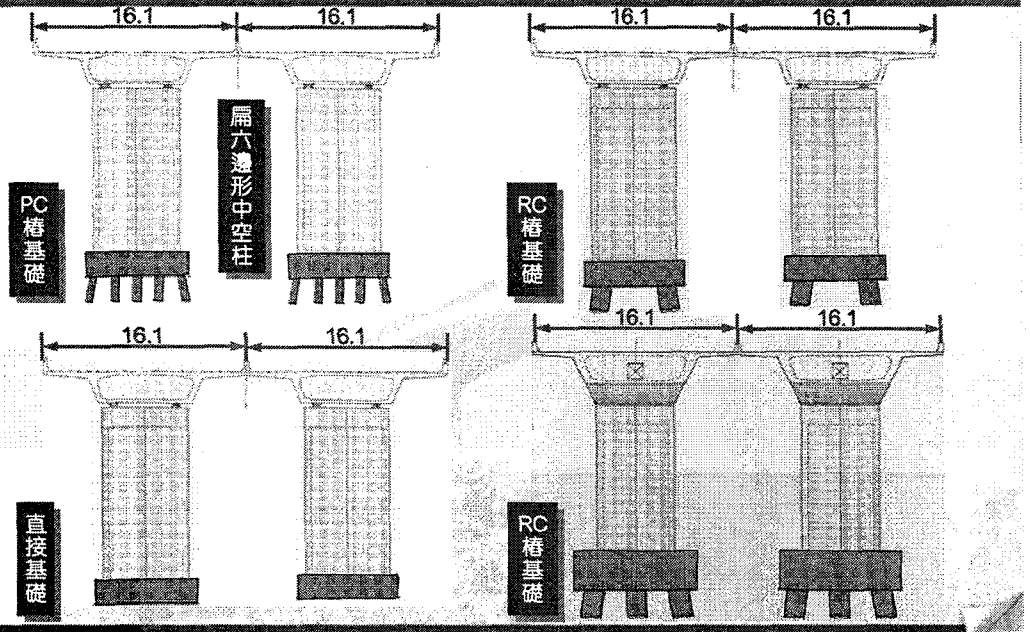


M:活動端(盤式支承)

F:固定端(盤式支承)

R:剛接端

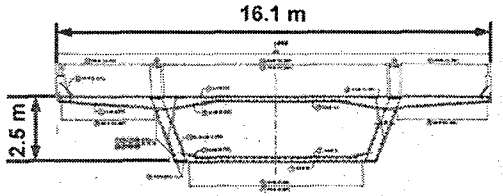
二仁溪二號河川橋－橋梁結構系統



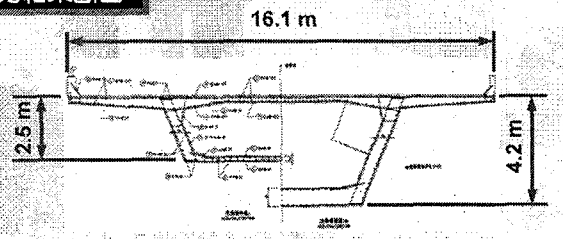
二仁溪二號河川橋－橋梁結構系統

■ 上構斷面型式

支撐先進及就地支撐工法預力箱梁斷面



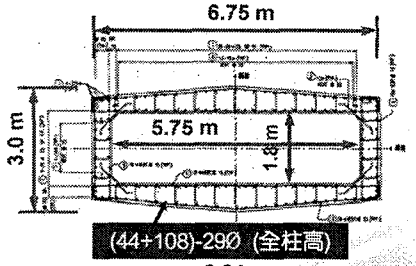
懸臂工法預力箱梁斷面



二仁溪二號河川橋－橋梁結構系統

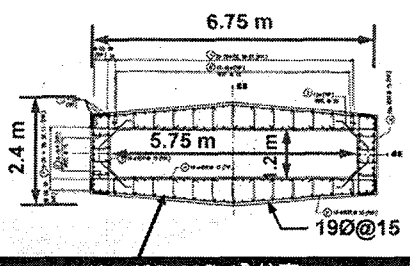
■ 柱斷面型式

柱斷面－伸縮縫橋墩



(44+108)-29Ø (全柱高)

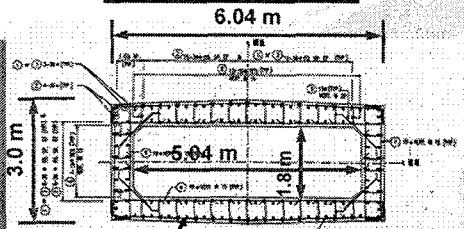
柱斷面－一般段橋墩



(44+108)-29Ø (全柱高)
P1~P5,P9,P12~P14,P16,P20,P21,P28R,P29R

(60+148)-29Ø (柱上段)、(60+148)-32Ø (柱下段)
固定端橋墩：P6,P7,P10,P11,P17~P19,P26,P27R

柱斷面－懸臂段橋墩

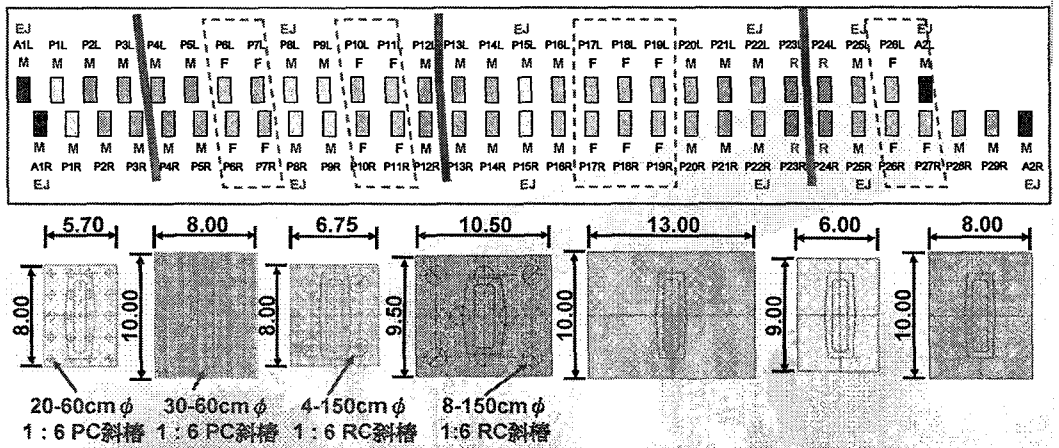


(80+160)-36Ø (柱上、下段)
(40+108)-36Ø (柱中段)

鋼筋材料：
16Ø (含)以下：SD28
19Ø (含)以上：SD42

二仁溪二號河川橋－橋梁結構系統

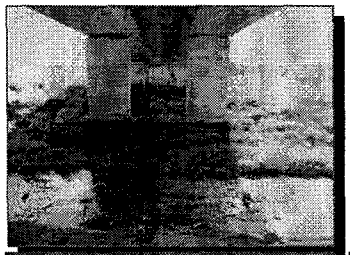
■ 基礎型式



樁帽厚度1.8~3 m；樁長8~15 m

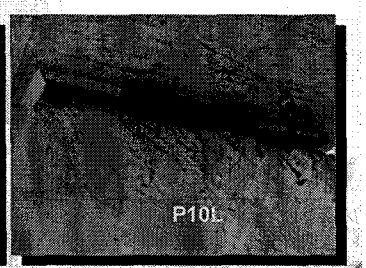
固定端橋墩採用直接基礎

二仁溪二號河川橋－現況


P3~P4橋墩間河道現況

P12~P13橋墩間河道現況

P23~P24 橋墩間河道現況



二仁溪二號河川橋

■ 既有橋梁設計載重及材料參數

- ❖ 設計規範：交通部76年版公路橋梁設計規範
- ❖ 設計地震力：K_h=0.12
- ❖ 混凝土設計強度
  - ➢ 上部結構箱型梁 ：f'c=350kgf/cm²
  - ➢ 橋柱及橋台軀體、場鑄基樁 ：f'c=280kgf/cm²
  - ➢ 橋台、橋墩基礎 ：f'c=240kgf/cm²
  - ➢ 預力混凝土基樁 ：f'c=800kgf/cm²
- ❖ 鋼筋設計強度
  - ➢ 16mmϕ (含)以下：fy=2800kgf/cm²
  - ➢ 19mmϕ (含)以上：fy=4200kgf/cm²

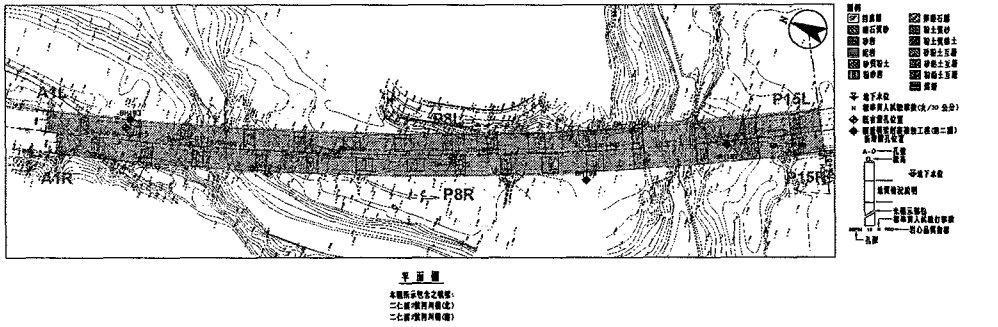
二仁溪二號河川橋

- **橋梁耐震評估及補強設計標準**
  - ❖ 地震分區：高雄市田寮區
  - ❖ 鄰近斷層：旗山斷層

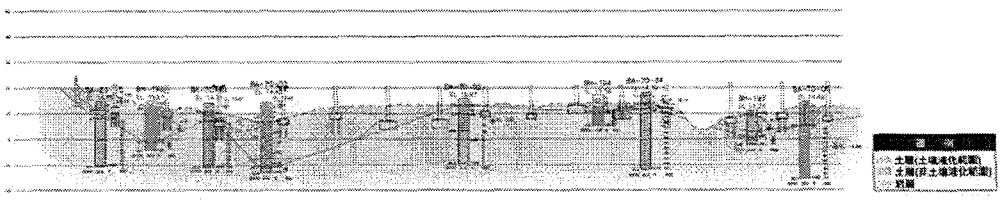
S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M	F_V	F_A	$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
0.8	0.45	1	0.55	1.0	1.0	1.08	1.09	1.09	1.16	0.864	0.491	1.09	0.638

  - ❖ 耐震性能標準
    - ➢ 中度地震等級　SP1：$0.4\times S_{DS}/3.25 = 0.106$ g
    - ➢ 設計地震等級　SP2：$0.4\times S_{DS} = 0.346$ g
    - ➢ 最大考量地震等級 SP3：$0.4\times S_{MS} = 0.436$ g

二仁溪二號河川橋－地盤種類及液化潛能評估



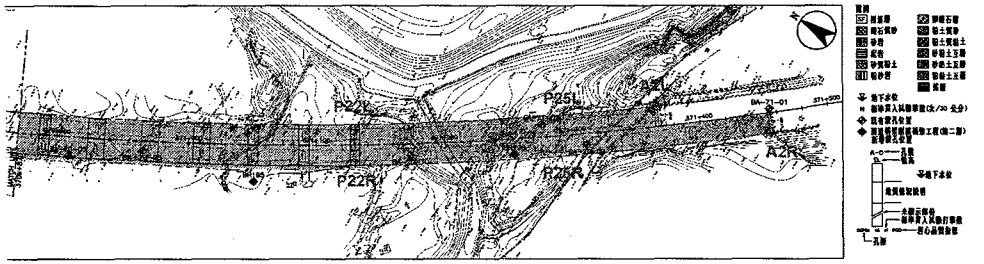
平面圖



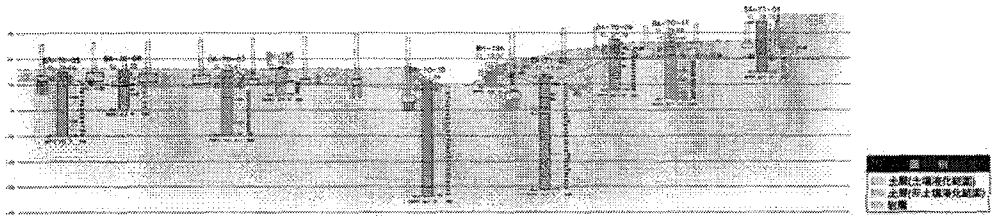
立面圖

橋址河床質為砂質粉土，其下為泥岩、砂岩或粉砂岩(P1~P15)

二仁溪二號河川橋－地盤種類及液化潛能評估



平面圖



立面圖

橋址河床質為砂質粉土，其下為泥岩、砂岩或粉砂岩(P16~P29R)

二仁溪二號河川橋－地盤種類及液化潛能評估

覆土層	0~3.3m	回填土
	3.3~9.0m	粉土質砂
承載層	9m以下	泥岩夾砂岩

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{V_{si}}} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} d_i / V_{si}}$$

地盤分類

- ●第一類地盤 $V_{S30} \geq 270$m/s
- ●270m/s > 第二類地盤 $V_{S30} \geq 180$m/s
- ●第三類地盤 $V_{S30} < 180$m/s

➡ 採第一類地盤進行分析設計

二仁溪二號河川橋－地盤種類及液化潛能評估

橋墩編號	型式	Vs_{30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
A1	直基	265.44	第二類地盤	18.9	嚴重
P1	樁基	411.67	第一類地盤	24.0	嚴重
P2	樁基	277.65	第一類地盤	30.3	嚴重
P3	樁基	275.42	第一類地盤	30.9	嚴重
P4	樁基	265.56	第二類地盤	31.5	嚴重
P5	樁基	229.12	第二類地盤	31.9	嚴重
P6	直基	572.28	第一類地盤	20.8	嚴重
P7	直基	541.77	第一類地盤	15.3	嚴重
P8	直基	280.84	第一類地盤	6.6	中度
P9	直基	274.87	第一類地盤	7.7	中度
P10	直基	280.56	第一類地盤	6.6	中度
P11	直基	601.29	第一類地盤	14.6	中度
P12	樁基	289.81	第一類地盤	17.6	嚴重
P13	樁基	300.77	第一類地盤	18.8	嚴重
P14	樁基	231.03	第二類地盤	48.3	嚴重

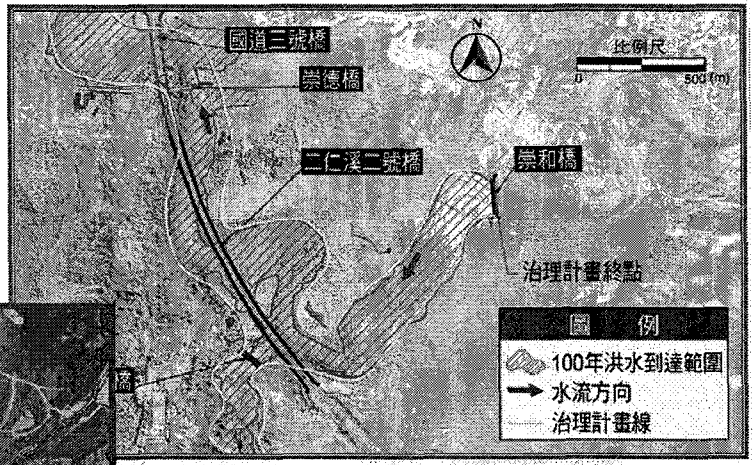
橋墩編號	型式	Vs_{30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
P15	直基	275.50	第一類地盤	12.7	中度
P16	樁基	393.35	第一類地盤	34.5	嚴重
P17	直基	277.75	第一類地盤	4.8	輕微
P18	直基	277.65	第一類地盤	4.8	輕微
P19	直基	668.51	第一類地盤	12.7	中度
P20	直基	272.78	第一類地盤	12.7	中度
P21	直基	821.41	第一類地盤	0.0	輕微
P22	樁基	399.20	第一類地盤	0.0	輕微
P23	樁基	245.28	第二類地盤	0.0	輕微
P24	樁基	258.19	第二類地盤	0.0	輕微
P25	直基	732.19	第一類地盤	0.0	輕微
P26	直基	300.52	第一類地盤	0.0	輕微
P27R	直基	299.01	第一類地盤	0.0	輕微
P28R	直基	299.01	第一類地盤	0.0	輕微
P29R	直基	299.01	第一類地盤	0.0	輕微
A2	直基	299.01	第一類地盤	0.0	輕微

液化潛能指數PL深度地表面下計算20m之內，考慮加權加總計算所得，液化潛能指數>15而列入嚴重液化。

二仁溪二號河川橋－沖刷評估

資料來源：二仁溪治理規劃報告(水利局，2009)

- 二仁溪現況
  - 蜿蜒型河川
  - 下游崇德橋有嚴重阻水情形



河道蜿蜒，三處橫交

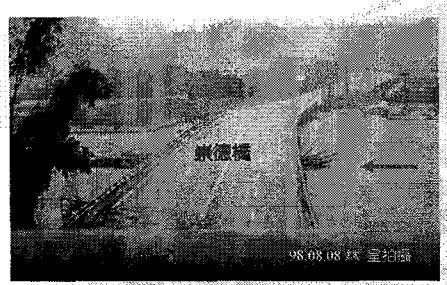
- 治理計畫線內
- 洪水到達範圍

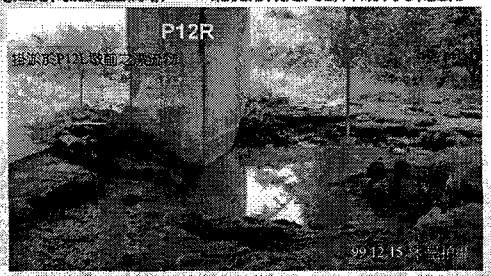
洪水到達範圍含括全橋

二仁溪二號河川橋－沖刷評估

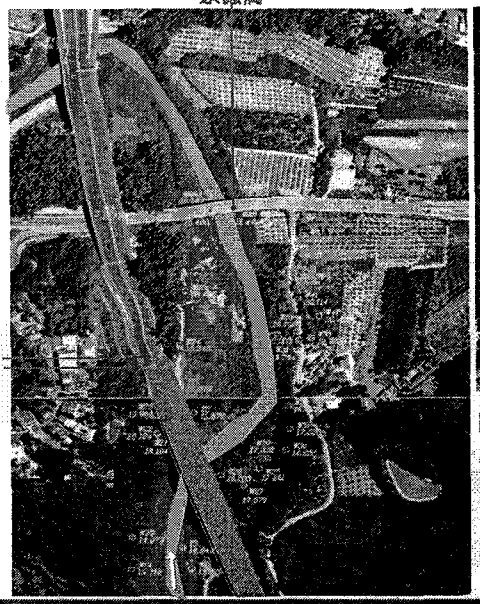
- 99年莫拉克颱風期間淹水情形

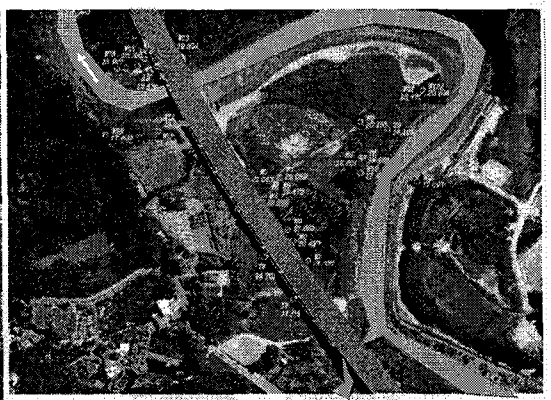
河道旁高灘地上橋墩P12R北側形成之局部沖刷坑(深度約1.4m)





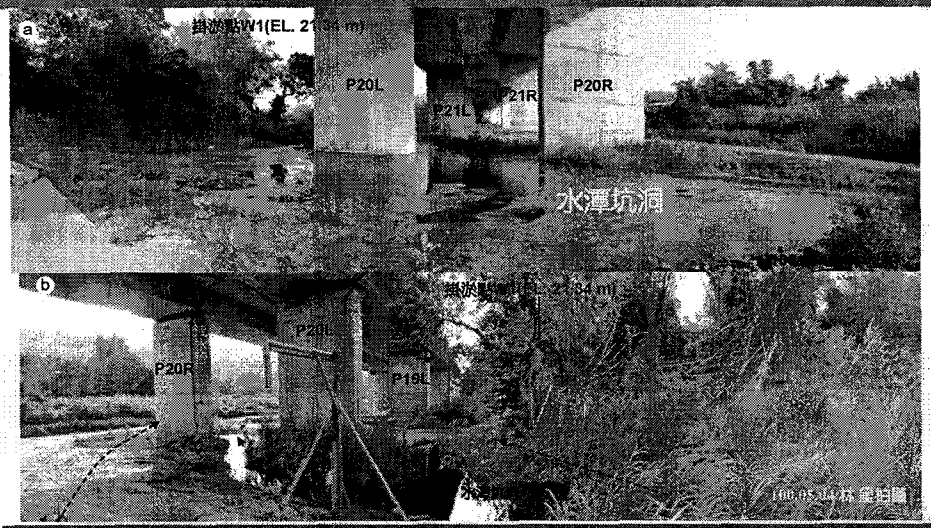
二仁溪二號河川橋－沖刷評估





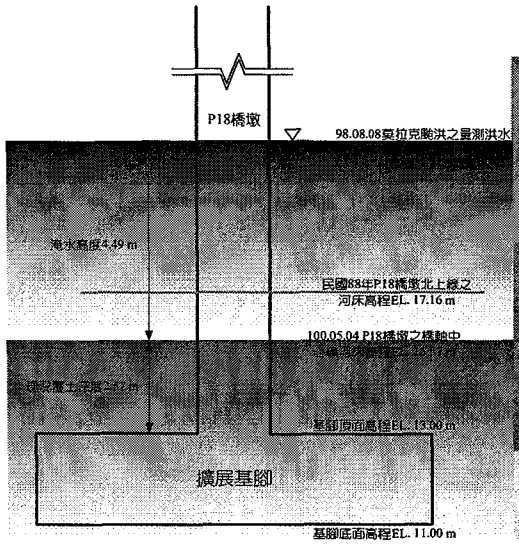
- 99年莫拉克颱風期間淹水情形
  - 流量約為Q_5 (崇德橋水位站紀錄)
  - 現場量測掛淤點高程，證實洪水到達河道外灘地橋墩

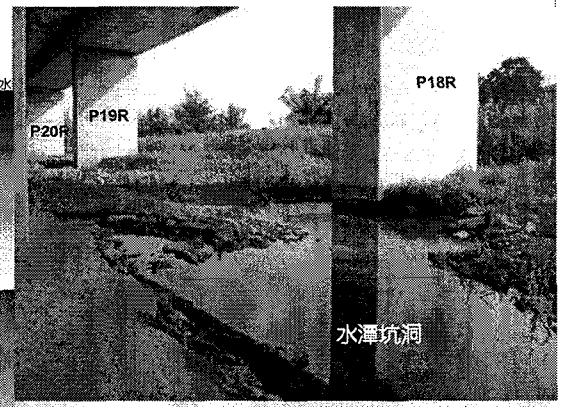
二仁溪二號河川橋－沖刷評估



- 由現場掛淤及沖刷情形判斷，部份洪水流經灘地橋墩
- 河道外高灘地橋墩有受沖刷之虞 (相片中P17~20為直基)

二仁溪二號河川橋－沖刷評估





二仁溪二號河川橋－沖刷評估

- **水理分析模式**
  - ❖ 一維水理分析無法反映橋址複雜流況
  - ❖ 以二維水理分析 CCHE2D 模式，配合 LIDAR 掃瞄量測地形，進行 2D 水理分析
- **二維模式檢核**

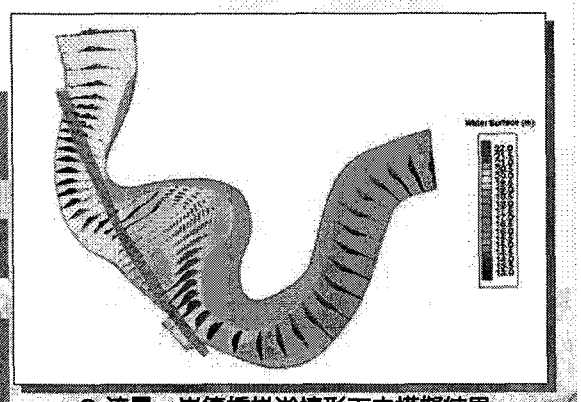
以莫拉克颱風之雨量及淹水範圍進行模式檢核

↓

與實測淹水範圍及高程相近

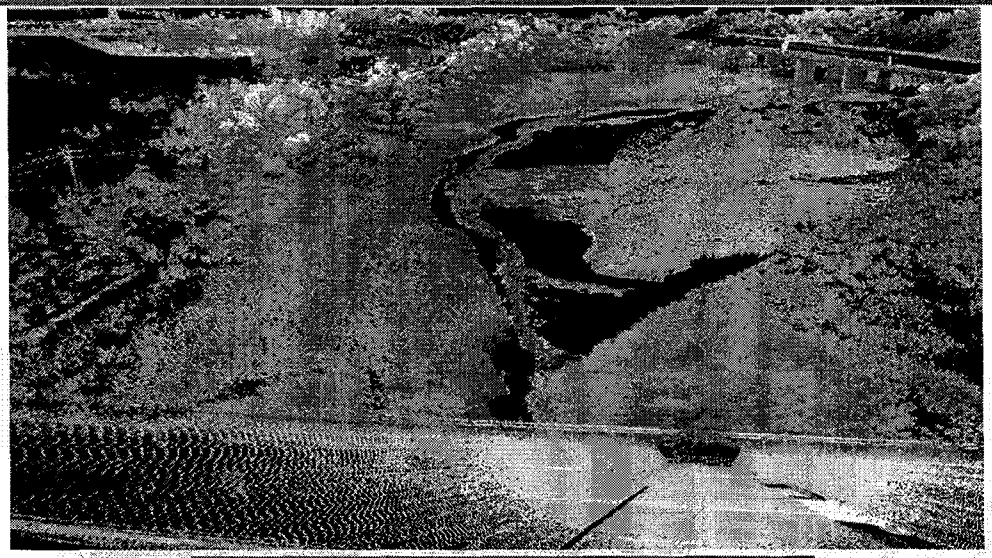
↓

本二維模式分析成果應足可作為本案沖刷分析依據



Q_5流量、崇德橋掛淤情形下之模擬結果

二仁溪3D影像全區域高程掃描

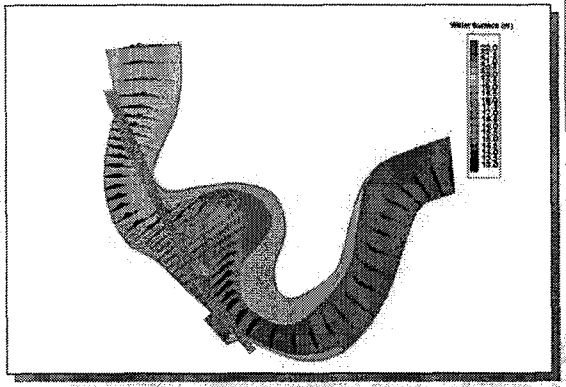


以LiDAR影像高程進行2維水理演算

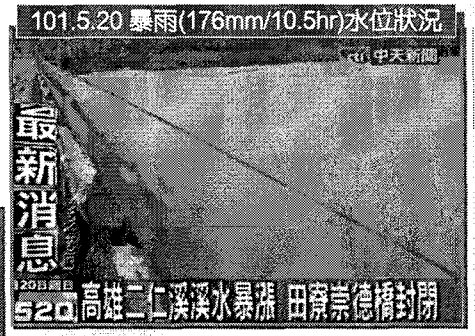
二仁溪二號河川橋－沖刷評估

流況分析

- 模擬環境：崇德橋阻水、二仁溪達計畫流量Q_{100}



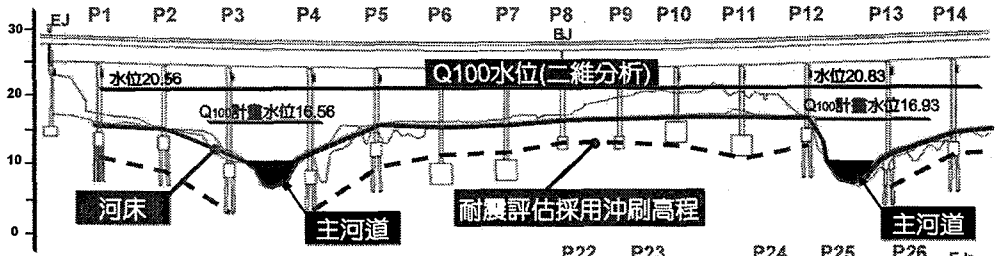
Q_{100}流量、崇德橋掛淤情形下之模擬結果

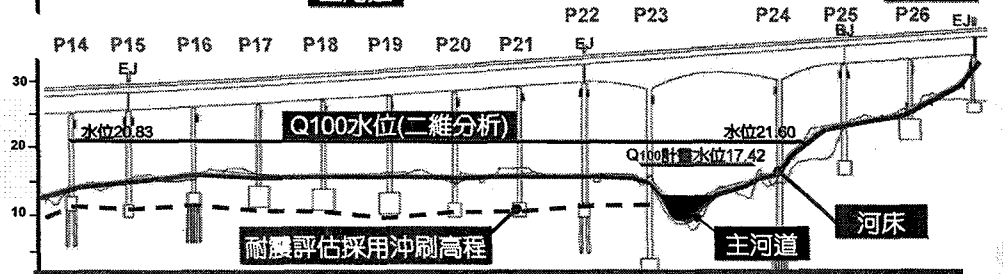


水位、流速、攻角等分析成果

各橋墩沖刷評估

二仁溪二號河川橋－沖刷評估

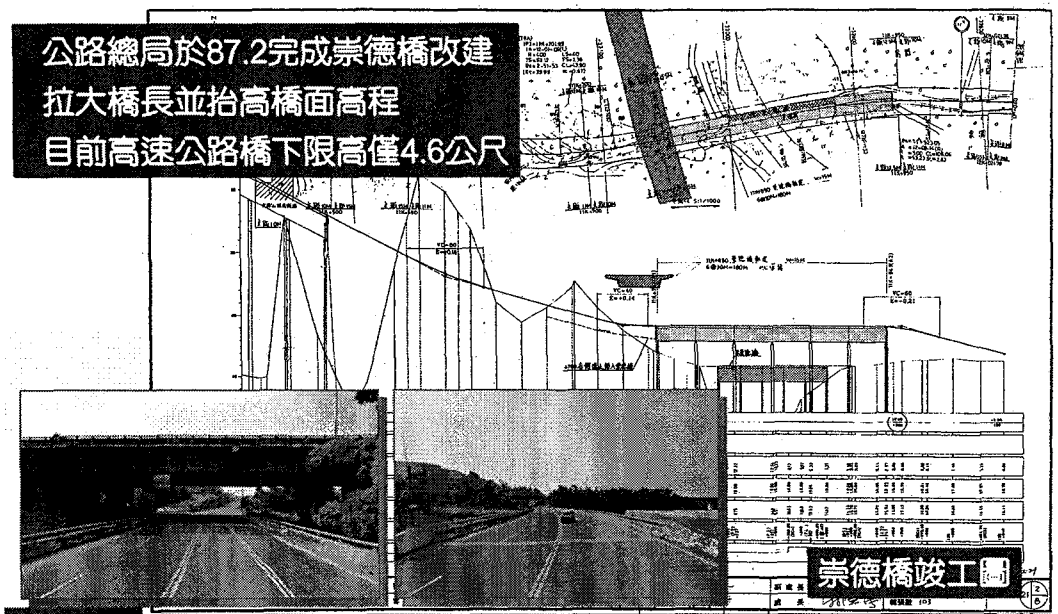




- 灘地無河床質移動、補充及回淤機制
- 無固床工設置條件

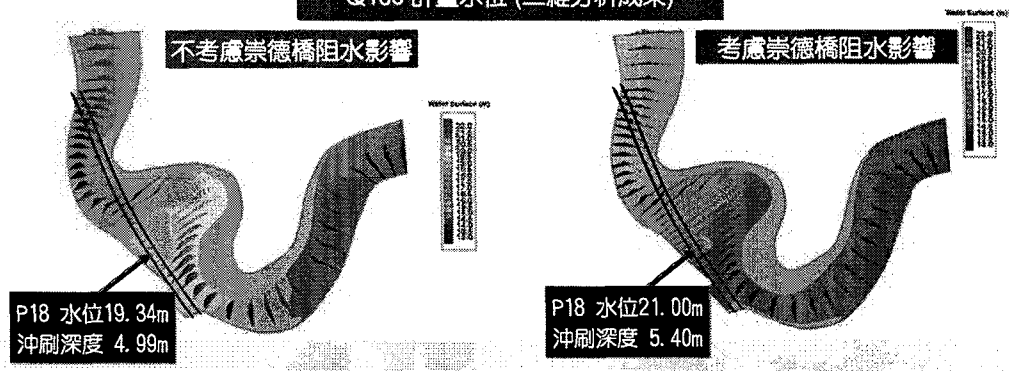
二仁溪二號河川橋－沖刷評估

公路總局於87.2完成崇德橋改建
拉大橋長並抬高橋面高程
目前高速公路橋下限高僅4.6公尺



二仁溪二號河川橋－沖刷評估

Q100 計畫水位 (二維分析成果)



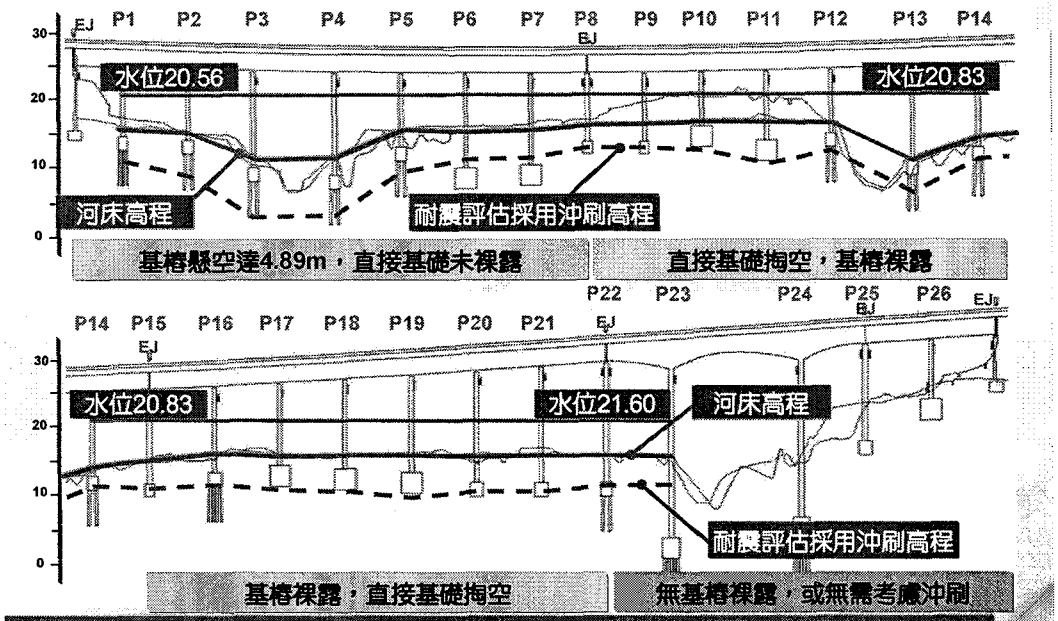
- 崇德橋阻水確實對本橋水位產生壅高影響
- 在崇德橋改善 (不考慮崇德橋阻水影響)情境下，仍有分洪水流會流經灘地橋墩，仍需考慮沖刷影響

二仁溪二號河川橋－沖刷評估

沖刷分析成果

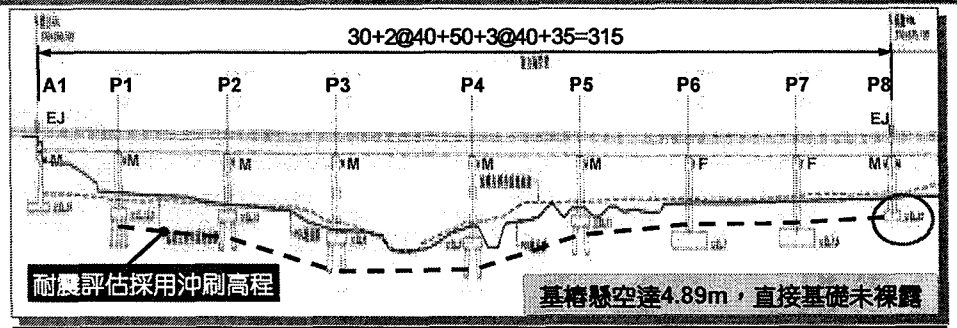
橋墩	樁帽或直基底高程 (m)	現況河床高程 (m)	基樁長度 (m)	基礎型式	墩前水位 (m)	墩前流速 (cm/s)	水流攻角 (°)	沖刷深度 (m)	沖刷後基礎裸露深度 (m)	沖刷後基礎埋入深度 (m)
P1	12.5	15.905	8.0	PC樁	20.56	1.23	45	5.47	2.07	5.93
P2	12.0	15.140	18.0	全套管基樁	20.63	1.57	45	6.18	3.04	14.96
P3	8.0	11.429	18.0	全套管基樁	20.68	2.20	50	8.32	4.89	13.11
P4	7.0	11.488	18.0	全套管基樁	20.69	2.10	50	8.21	3.72	14.28
P5	11.0	15.316	18.0	全套管基樁	20.63	1.21	50	5.84	1.52	16.48
P6	7.0	15.200	0.0	直接基礎	20.61	0.67	15	3.99	-4.21	4.21
P7	7.5	15.500	0.0	直接基礎	20.59	0.17	60	3.86	-4.14	4.14
P8	12.0	16.380	0.0	直接基礎	20.59	0.15	30	3.18	-1.20	1.20
P9	12.0	16.450	0.0	直接基礎	20.58	0.13	45	3.18	-1.27	1.27
P10	13.0	16.500	0.0	直接基礎	20.58	0.42	90	4.15	0.65	-0.65
P11	11.0	16.510	0.0	直接基礎	20.74	1.75	45	5.78	0.27	-0.27
P12	13.0	16.946	18.0	全套管基樁	20.85	2.62	5	4.19	0.25	17.75
P13	9.0	11.713	18.0	全套管基樁	20.85	2.29	0	4.95	2.24	15.76
P14	11.0	15.161	18.0	全套管基樁	20.83	0.74	15	4.15	-0.01	18.01
P15	10.0	15.987	0.0	直接基礎	20.83	0.67	90	4.93	-1.06	1.06
P16	11.5	16.298	8.0	PC樁	20.88	0.78	90	4.99	0.19	7.81
P17	11.5	16.108	0.0	直接基礎	20.95	0.95	90	5.33	0.73	-0.73
P18	11.0	16.065	0.0	直接基礎	21.00	0.97	90	5.40	0.33	-0.33
P19	10.5	16.123	0.0	直接基礎	21.23	1.83	90	6.39	0.77	-0.77
P20	10.0	16.034	0.0	直接基礎	21.46	1.09	90	5.76	-0.28	0.28
P21	10.0	16.220	0.0	直接基礎	21.51	0.86	90	5.49	-0.82	0.82
P22	10.0	16.390	13.0	全套管基樁	21.58	0.56	80	5.02	-1.37	14.37
P23	1.0	16.328	14.0	全套管基樁	21.60	0.64	60	5.04	-10.29	24.29

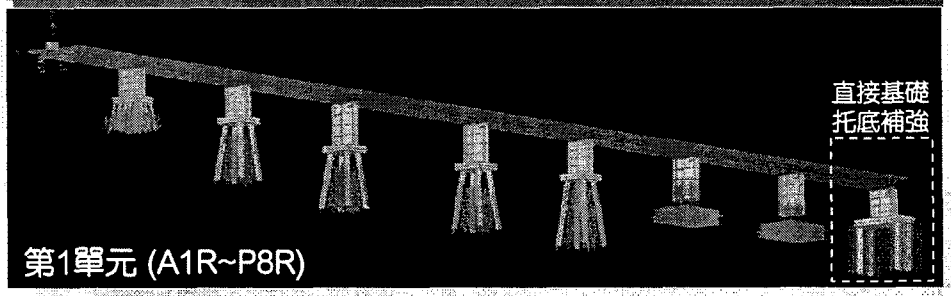
二仁溪二號河川橋－沖刷評估



1.A 第1單元

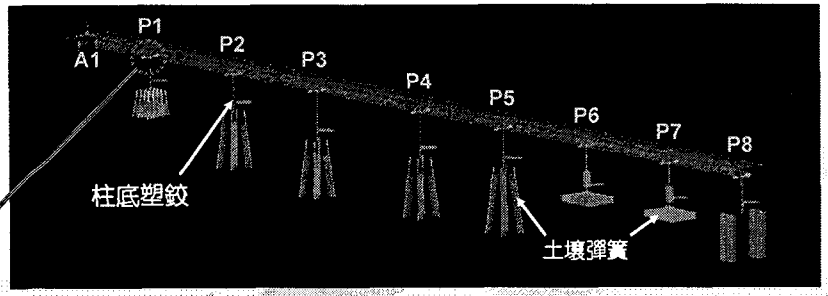
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

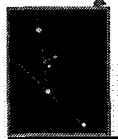




二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

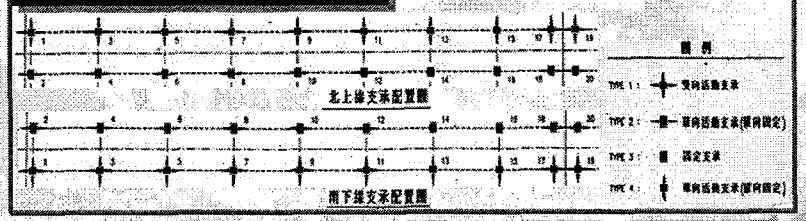
- SAP2000模型(第1S單元)





SAP支承
LOCAL軸
束制條件設定

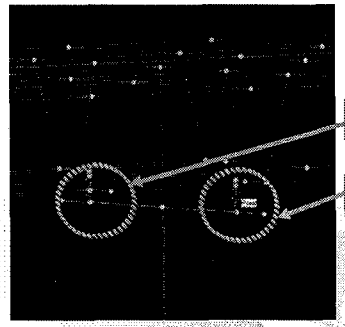
依竣工圖設定支承束制條件



二仁溪二號河川橋

- 支承反力檢核：以橋墩P3R為例

靜載重



設計力=592 tf

桿件軸力=613.2 tf

桿件軸力=613.2tf

竣工圖支承設計力表

編號	位置	支承型式	反力 D.L.+L.L.	反力 D.L.	水平力(地震時) 橫向	水平力(地震時) 縱向	重量 (kN)
1	A1R	TYPE 1	203	133	-	-	183
2	A1R	TYPE 2	203	133	21	-	183
3	P1R	TYPE 1	622	497	-	-	174
4	P1R	TYPE 2	622	497	126	-	174
5	P2R	TYPE 1	622	486	-	-	148
6	P2R	TYPE 2	622	486	71	-	148
7	P3R	TYPE 1	738	582	-	-	122
8	P3R	TYPE 2	738	582	116	-	122
9	P4R	TYPE 1	741	583	-	-	90
10	P4R	TYPE 2	741	583	116	-	90
11	P5R	TYPE 1	619	483	-	-	65
12	P5R	TYPE 2	619	483	73	-	65
13	P6R	TYPE 4	648	513	-	172	-
14	P6R	TYPE 3	648	513	124	172	-
15	P7R	TYPE 4	653	526	-	214	-
16	P7R	TYPE 3	653	526	91	214	-
17	P8R	TYPE 1	236	186	-	-	68

支承反力與竣工圖相近

二仁溪二號河川橋－支承強度

- 支承強度檢核(最大考量地震)

例：橋墩P13R

橋墩編號		P13R	
方向		軸向	橫向
支承需求強度	ton		740.68
支承實際強度	ton		121.00
C/D比值			0.16
檢核			N.G.

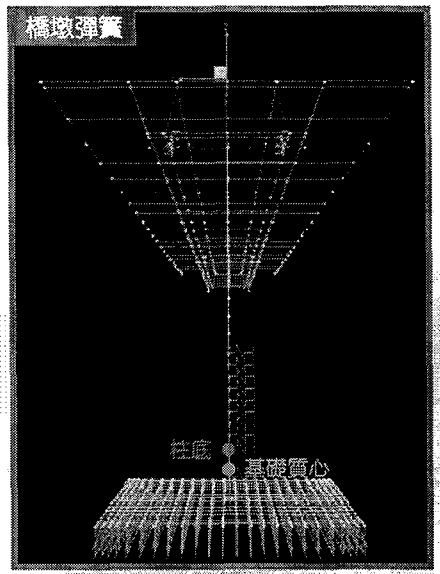
例：橋墩P11R

橋墩編號		P11R	
方向		軸向	橫向
支承需求強度	ton	922.24	661.60
支承實際強度	ton	320.00	120.00
C/D比值		0.35	0.18
檢核		N.G.	N.G.

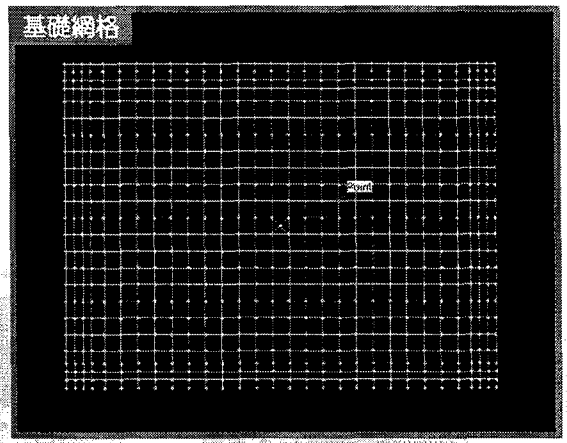
支承縱橫向強度全部N.G.

二仁溪二號河川橋

橋墩彈簧



基礎網格



中間：0.5m x 0.5m

邊：0.25m x 0.5m

角：0.25m x 0.25m

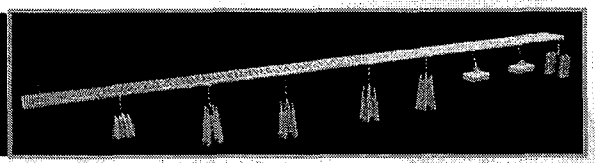
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **模型週期**

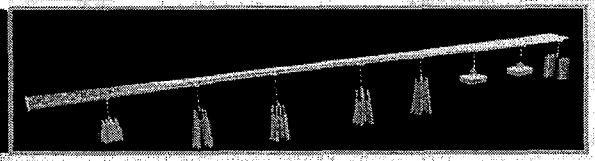
❖ **第1S單元(A1R~P8R)**

方向	模態	顯著週期	有效振態質量比
		橋柱勁度0.5EI	
軸向	Mode1	1.77	0.59
橫向	Mode2	1.22	0.46

Mode1



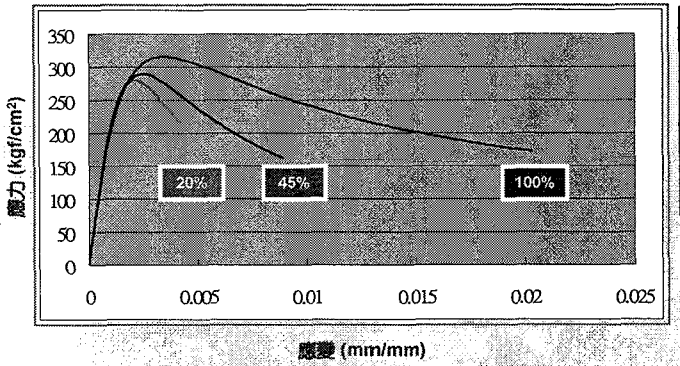
Mode2



二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

中空橋柱混凝土應力應變關係 → 中空橋柱彎矩曲率關係 → 中空橋柱彎矩轉角關係

非圍束　圍束(s=50cm)　圍束(s=15cm)　塑鉸長度L_p經驗公式:



學者	塑鉸長度L_p(cm)
Baker (1964)	$0.8\kappa_1\kappa_2(Z/d)c$
Sawyer (1964)	$0.25d+0.075Z$
Corley (1966)	$0.5d+0.2\sqrt{d}(Z/d)$
Mattock (1967)	$0.5d+0.05Z$
Priestley (1996)	$0.08L+0.022f_{ye}d_b$

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **中空橋柱塑鉸比較：以橋墩P6為例**

圍束混凝土應力應變關係 (s=15 cm)

P6縱向 Moment SF:7908.6 tf-m Rotation/SF:0.0082 rad.

Point	Moment/SF	Rotation/SF
A	0	0
B	1.0	0
C	1.17	3.35
D	1.17	3.35
E	0.2	5.02

P6橫向 Moment SF:26026 tf-m Rotation/SF:0.0026 rad.

Point	Moment/SF	Rotation/SF
A	0	0
B	1.0	0
C	1.13	3.10
D	1.13	3.10
E	0.2	4.65

圍束混凝土應力應變關係 (s=50 cm)

P6縱向 Moment SF:7585.3 tf-m Rotation/SF:0.0077 rad.

Point	Moment/SF	Rotation/SF
A	0	0
B	1.0	0
C	1.11	1.33
D	1.11	1.33
E	0.2	2.00

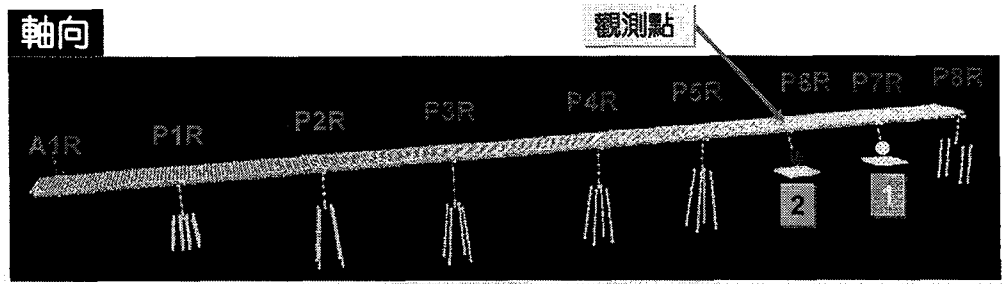
P6橫向 Moment SF:24947 tf-m Rotation/SF:0.0025 rad.

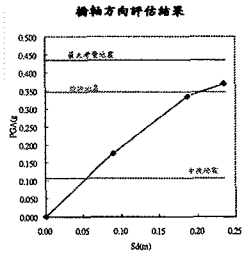
Point	Moment/SF	Rotation/SF
A	0	0
B	1.0	0
C	1.10	1.403
D	1.10	1.403
E	0.2	2.10

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **塑性鉸發展順序示意圖(第1S單元)** (以S=50cm 計算中空柱塑鉸)

軸向





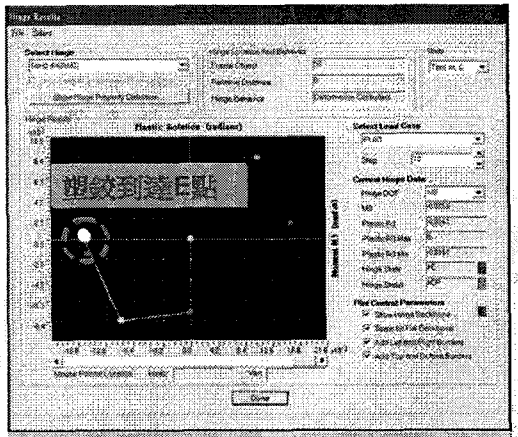
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.177	1.67
設計地震等級	SP2	0.346	0.333	0.96
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.369	0.85

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =0.4627 m

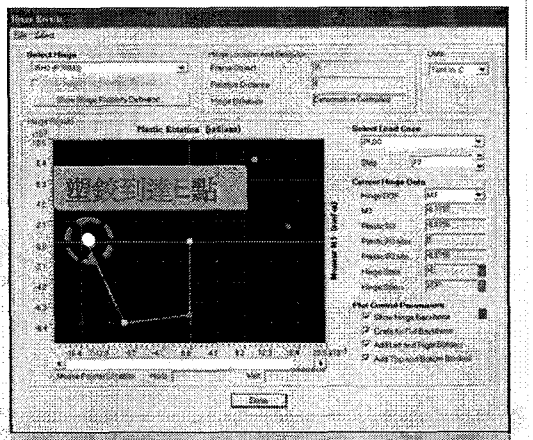
→ 軸向強度韌性不符合需求

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **最大考量地震柱塑鉸行為： (第1S單元)**



橋墩P6R(軸向)



橋墩P7R(軸向)

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **強度韌性之比較(第1S單元)**

箍筋間距15 cm及考慮沖刷　　初步評估結果

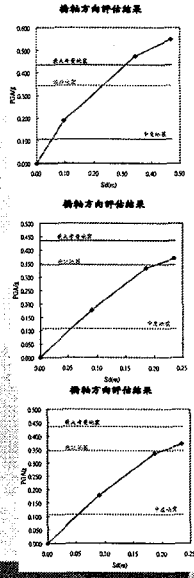
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.188	1.77
設計地震等級	SP2	0.346	0.474	1.37
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.549	1.26

箍筋間距50 cm及考慮沖刷

耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.177	1.67
設計地震等級	SP2	0.346	0.333	0.96
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.369	0.85

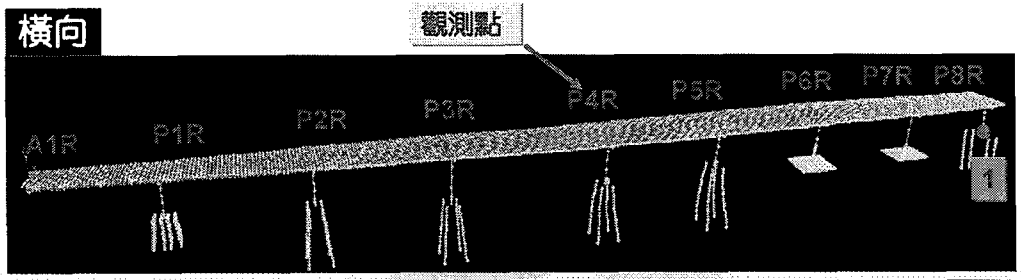
箍筋間距50 cm及不考慮沖刷

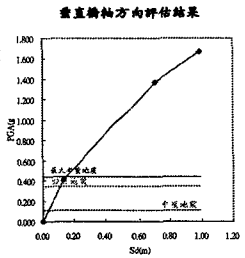
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.179	1.68
設計地震等級	SP2	0.346	0.335	0.97
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.371	0.85



二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **塑性鉸發展順序示意圖(第1S單元)** (以S=50cm 計算中空柱塑鉸)





耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.407	3.83
設計地震等級	SP2	0.346	1.369	3.96
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.668	3.83

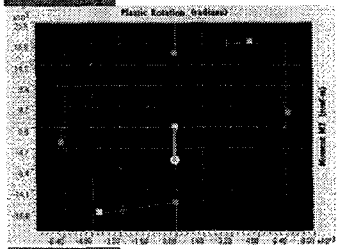
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.58 m

➡ **橫向強度韌性符合需求**

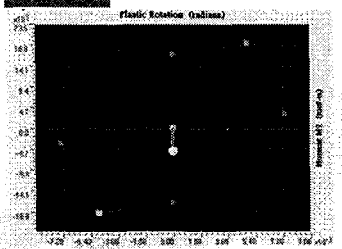
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■**最大考量地震柱塑鉸行為： (第1S單元)**

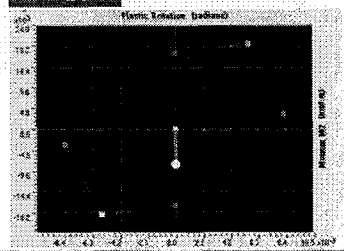
P1R橫向



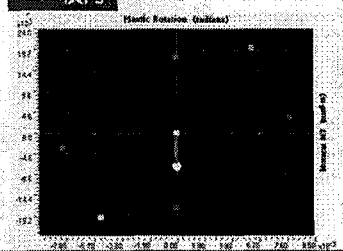
P2R橫向



P3R橫向



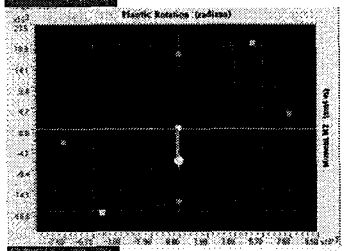
P4R橫向



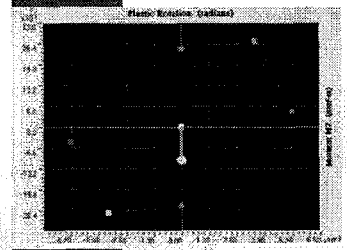
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■最大考量地震柱塑鉸行為：（第1S單元）

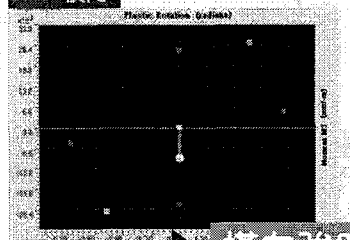
P5R橫向



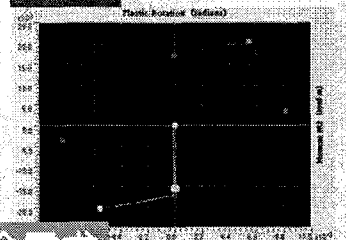
P6R橫向



P7R橫向



P8R橫向



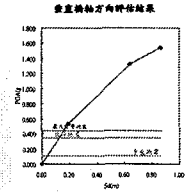
橫向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 強度韌性之比較(第1S單元) 觀測點設於P6R

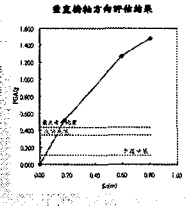
箍筋間距15 cm及考慮沖刷 (P6R) 初步評估結果

耐震性能標準		耐震需求（地表加速度, g）	耐震容量（地表加速度, g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.536	5.04
設計地震等級	SP2	0.346	1.324	3.83
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.541	3.53



箍筋間距50 cm及考慮沖刷 (P6R)

耐震性能標準		耐震需求（地表加速度, g）	耐震容量（地表加速度, g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.518	4.87
設計地震等級	SP2	0.346	1.274	3.69
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.483	3.40

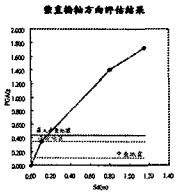


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 強度韌性之比較(第1S單元) 觀測點設於P4R

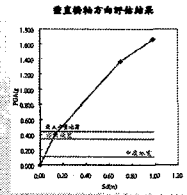
箍筋間距50 cm及不考慮沖刷 (P4R)

耐震性能標準		耐震需求（地表加速度, g）	耐震容量（地表加速度, g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.349	3.28
設計地震等級	SP2	0.346	1.406	4.07
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.727	3.96



箍筋間距50 cm及考慮沖刷 (P4R)

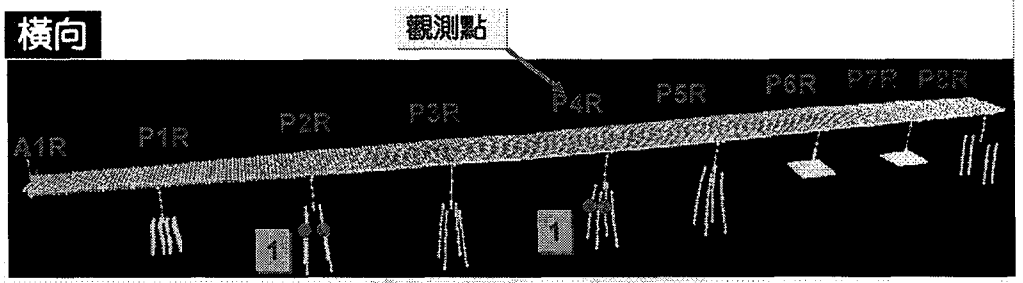
耐震性能標準		耐震需求（地表加速度, g）	耐震容量（地表加速度, g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.407	3.83
設計地震等級	SP2	0.346	1.369	3.96
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.668	3.83

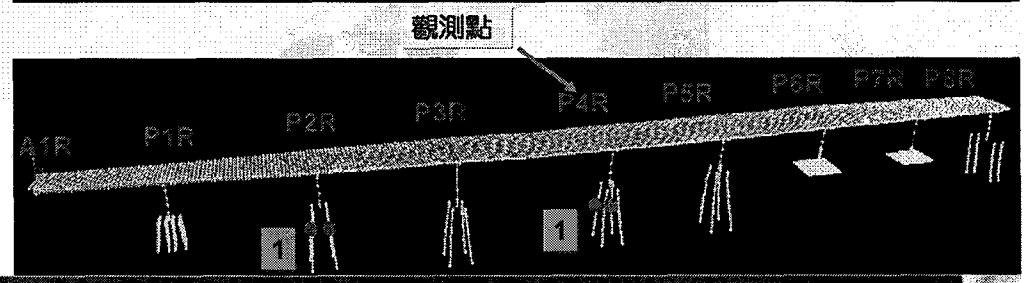


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 基樁塑性鉸發展順序示意圖(第1S單元)

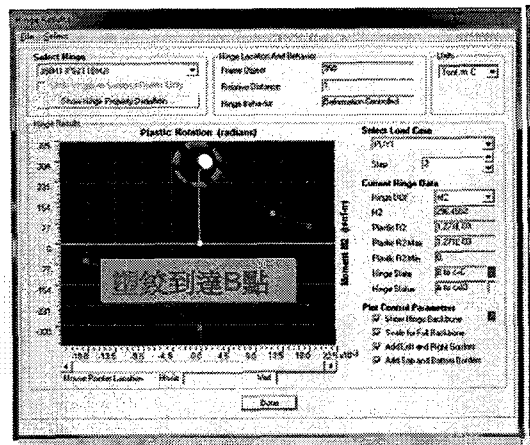
橫向



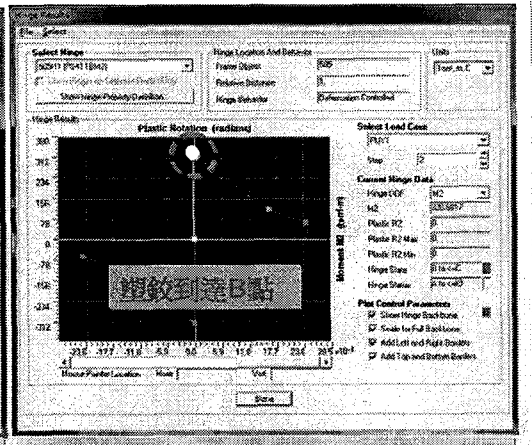


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **基樁塑鉸行為： (第1S單元)**



橋墩P2R(橫向)

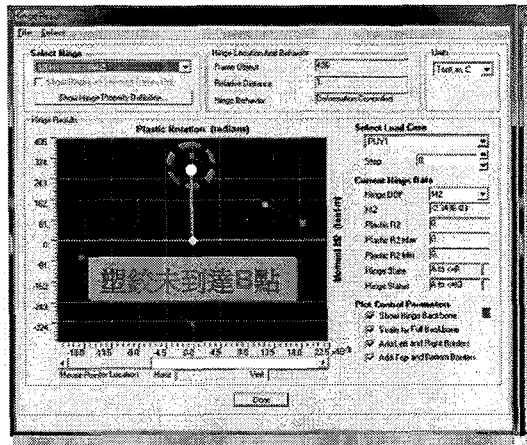


橋墩P4R(橫向)

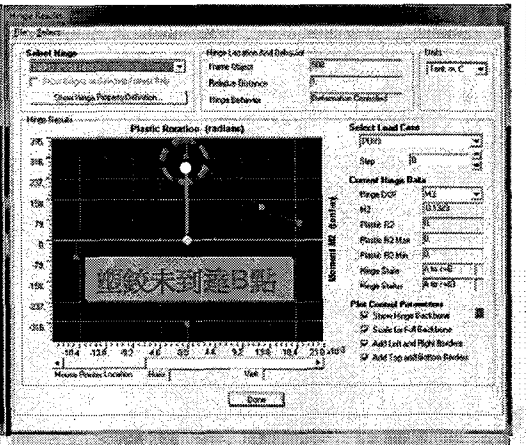
➡ 樁塑鉸發生破壞

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **基樁塑鉸行為： (第1S單元)**



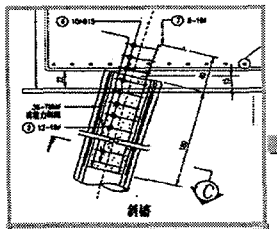
橋墩P3R(橫向)



橋墩P5R(橫向)

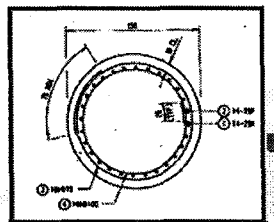
二仁溪二號河川橋—基樁檢核

■ **基樁強度評估結果**



60cm ϕ PC樁

主筋8-16 ϕ
(fy=2800kgf/cm²)
As=15.92
ρ=0.0056

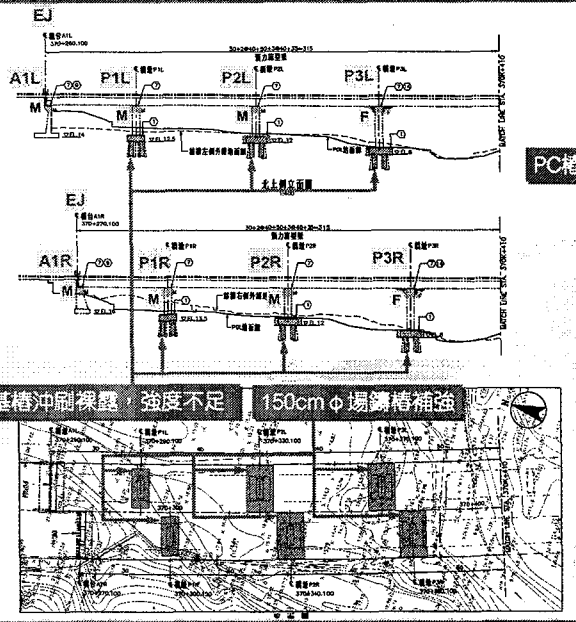


150cm ϕ RC樁

主筋28-29 ϕ
(fy=4200kgf/cm²)
As=181.16
ρ=0.0103

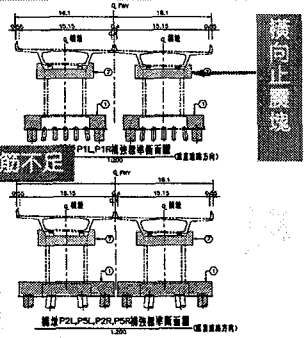
橋墩	撓曲強度C/D	剪力強度C/D
P1R	0.54	3.00
P2R	0.69	0.82
P3R	0.59	1.50
P4R	0.54	0.70
P5R	0.73	1.82

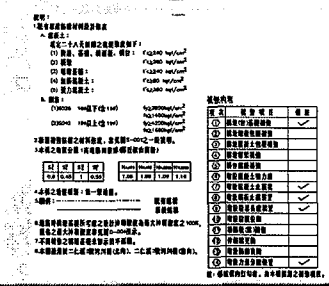
二仁溪二號河川橋—補強策略



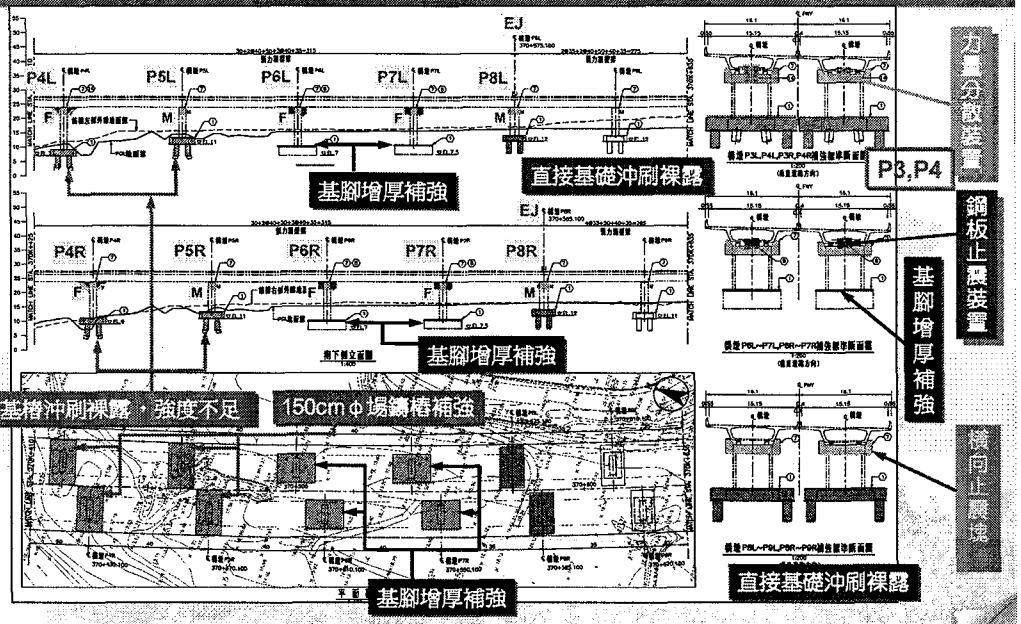
基樁沖刷裸露，強度不足

150cm φ 場鑄樁補強



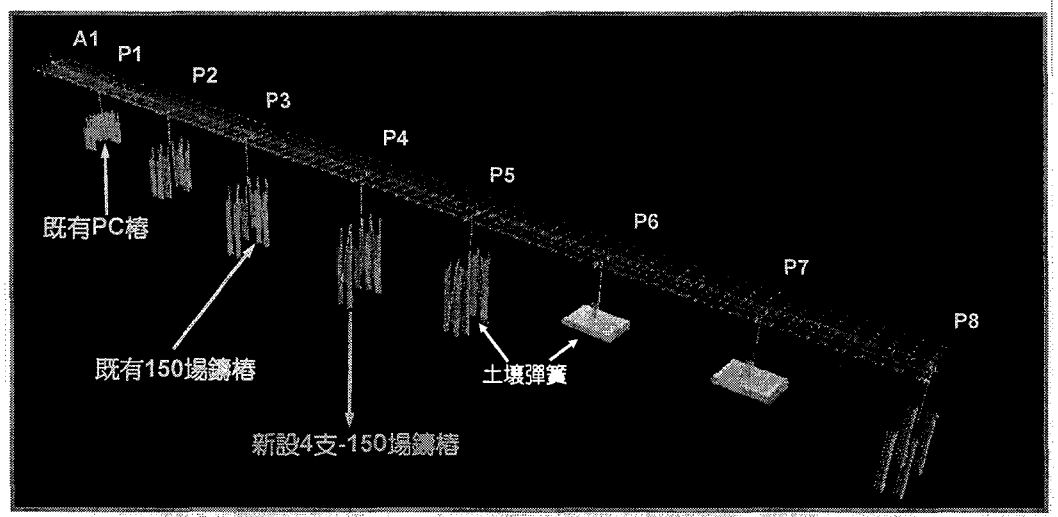


二仁溪二號河川橋—補強策略



二仁溪二號河川橋－補強策略

■ 補強模型

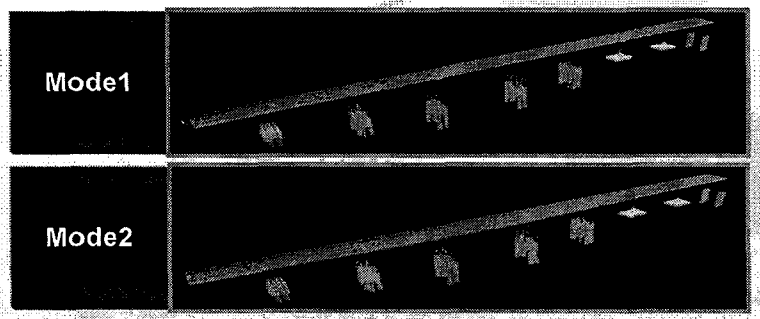


二仁溪二號河川橋－補強分析模擬

■ 模型週期

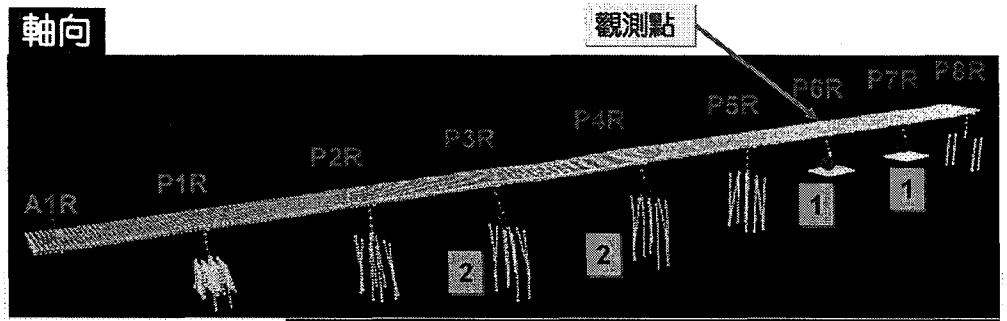
❖ 第1S單元(A1R~P8R)

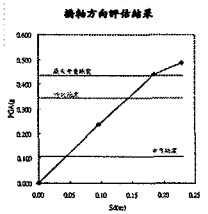
方向	模態	顯著週期 橋柱勁度0.5EI	有效振態質量比
軸向	Mode1	1.50	0.55
橫向	Mode2	0.69	0.43



二仁溪二號河川橋－補強分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第1S單元) (以S=50cm 計算中空柱塑鉸)





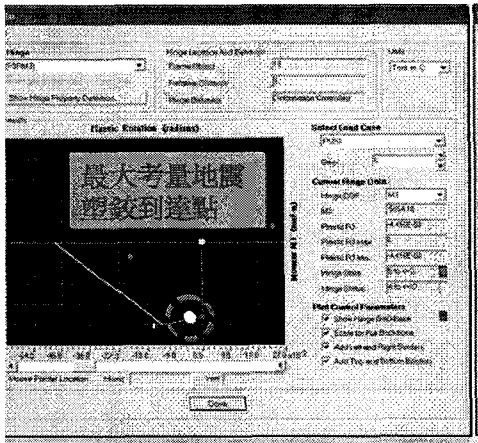
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.238	2.24
設計地震等級	SP2	0.346	0.439	1.27
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.487	1.12

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =0.908 m

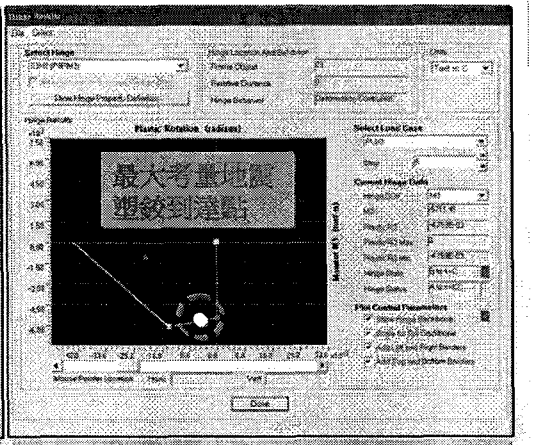
➡ 軸向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

最大考量地震柱塑鉸行為： (第1S單元)



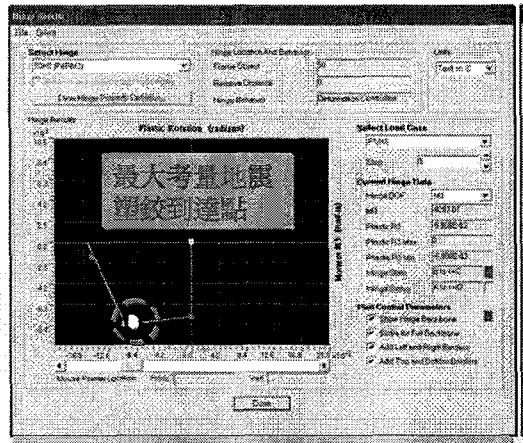
橋墩P3R(縱向)



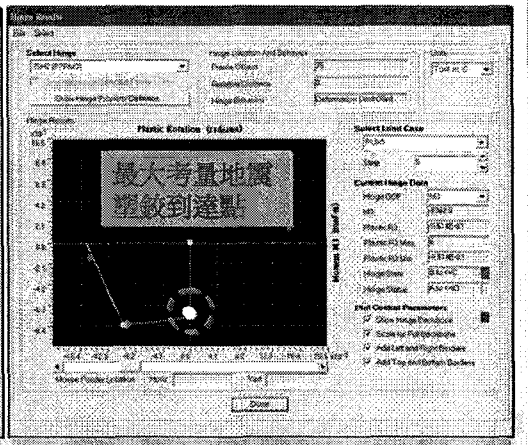
橋墩P4R(縱向)

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

最大考量地震柱塑鉸行為： (第1S單元)



橋墩P6R(縱向)



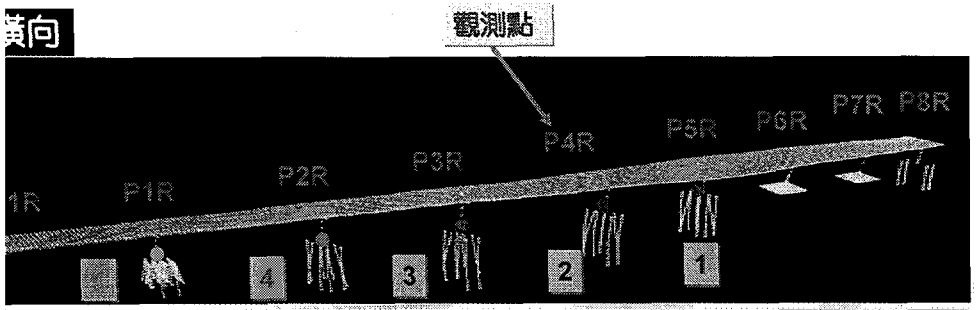
橋墩P7R(縱向)

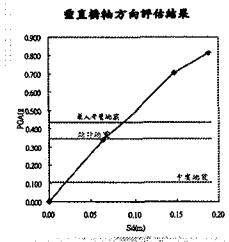
軸向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

塑性鉸發展順序示意圖(第1S單元) (以S=50cm 計算中空柱塑鉸)

橫向





耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.341	3.21
設計地震等級	SP2	0.346	0.707	2.05
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.815	1.87

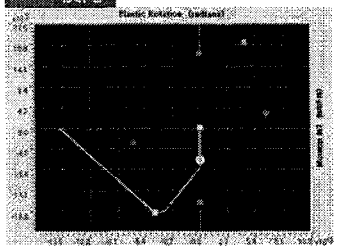
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =3.71 m

橫向強度韌性符合需求

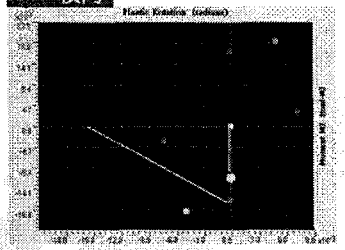
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

最大考量地震柱塑鉸行為： (第1S單元)

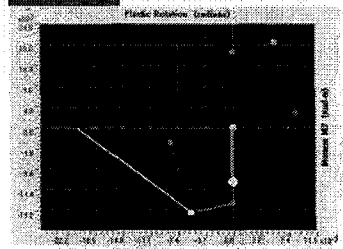
P1R橫向



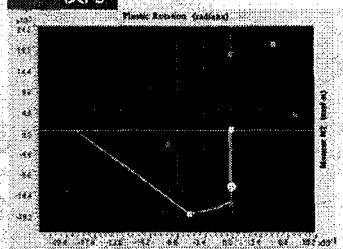
P2R橫向



P3R橫向

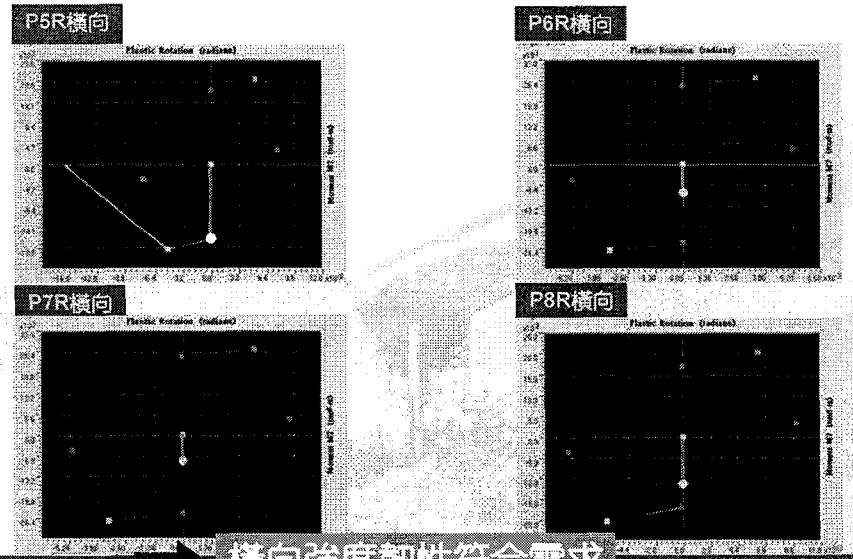


P4R橫向



二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

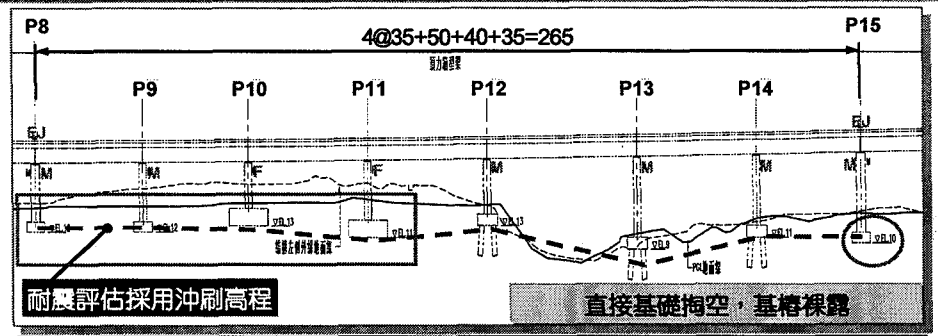
■最大考量地震柱塑鉸行為：（第1S單元）

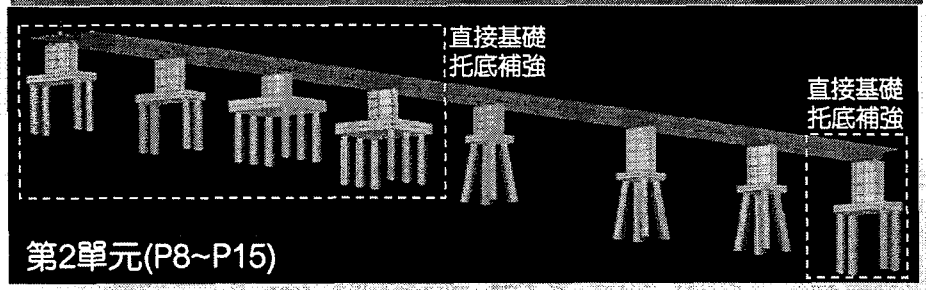


橫向強度韌性符合需求

1.B 第2單元

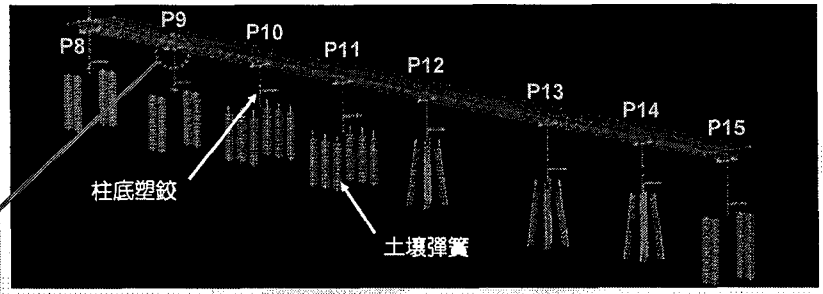
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

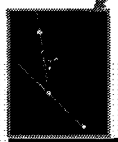




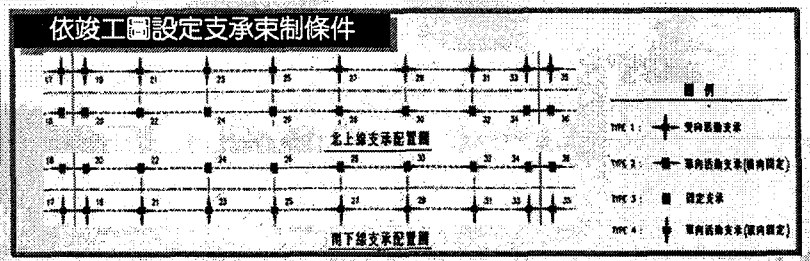
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型(第2S單元)





SAP支承
LOCAL軸
束制條件設定



二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

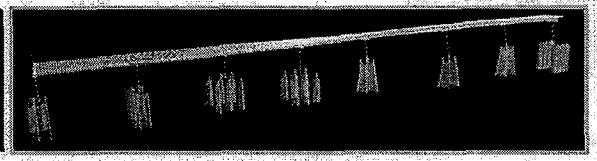
■ **模型週期**

❖ **第2S單元(P8R~P15R)**

方向	模態	顯著週期(sec) 橋柱勁度0.5EI	有效振態質量比
軸向	Mode1	1.26	0.53
橫向	Mode2	0.89	0.33

Mode1

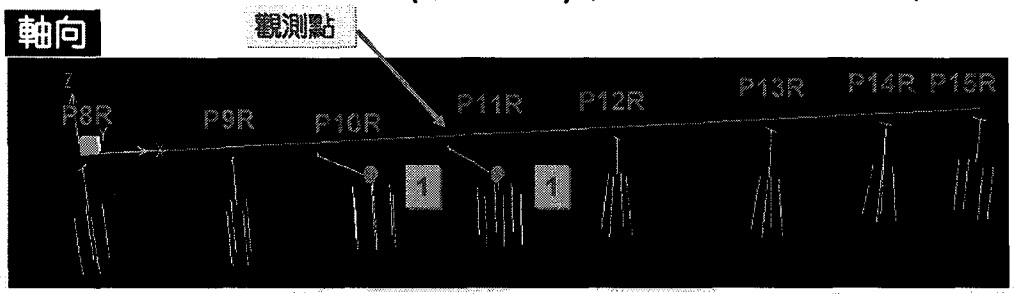
Mode2

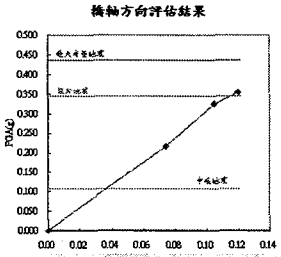


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **塑性鉸發展順序示意圖(第2S單元)** (以S=50cm 計算中空柱塑鉸)

軸向





耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.213	2.00
設計地震等級	SP2	0.346	0.327	0.95
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.356	0.82

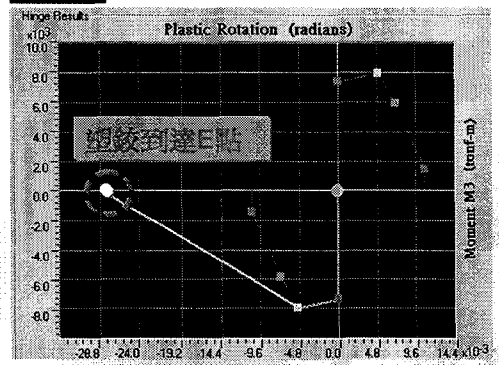
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =0.87 m

軸向強度韌性不符合需求

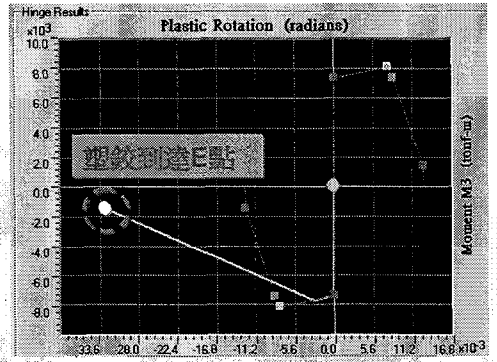
二仁溪二號河川橋—細設初稿補強耐震評估

■ **柱塑性鉸發生情形**

軸向



P10R



P11R

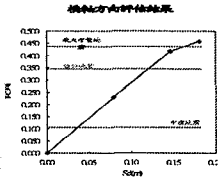
柱塑鉸行為產生破壞

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **強度韌性之比較**

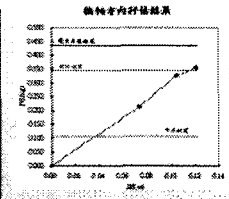
箍筋間距15 cm　初步評估結果

耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.230	2.16
設計地震等級	SP2	0.346	0.417	1.21
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.459	1.05



箍筋間距50 cm

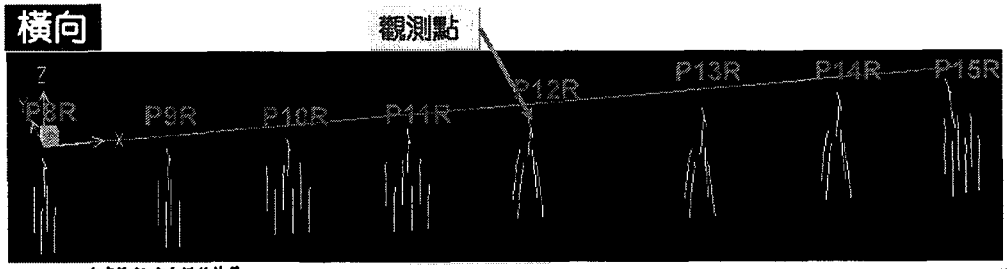
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.213	2.00
設計地震等級	SP2	0.346	0.327	0.95
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.356	0.82

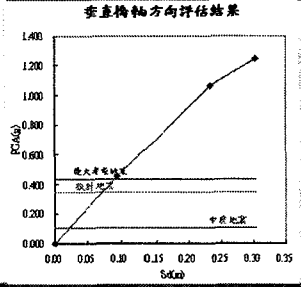


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(以S=50cm 計算中空柱塑鉸)

橫向





耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.457	4.30
設計地震等級	SP2	0.346	1.060	3.07
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.246	2.86

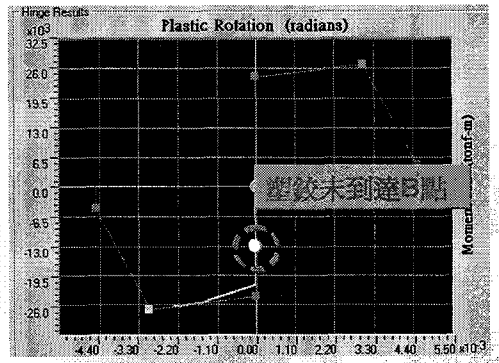
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =4.42m

➡ 橫向強度韌性需求足夠

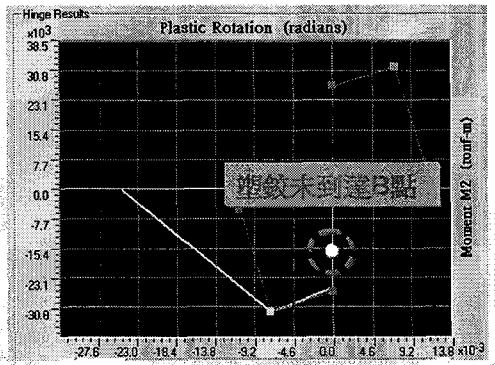
二仁溪二號河川橋—細設初稿補強耐震評估

■ 柱塑性鉸發生情形

橫向



P11R



P15R

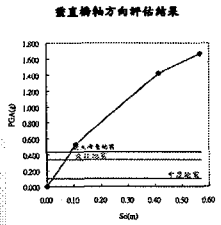
➡ 柱塑鉸行為在上升段

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 強度韌性之比較(第2S單元)

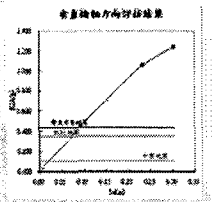
箍筋間距15 cm　初步評估結果

耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.534	5.02
設計地震等級	SP2	0.346	1.420	4.11
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.667	3.82



箍筋間距50 cm

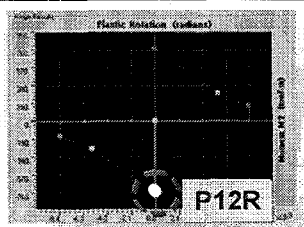
耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.457	4.30
設計地震等級	SP2	0.346	1.060	3.07
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.246	2.86

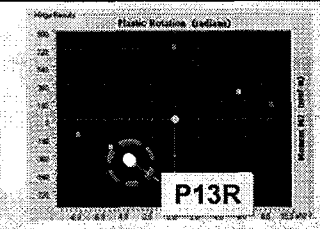


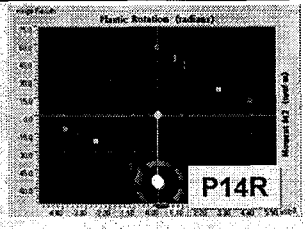
二仁溪二號河川橋—細設初稿補強耐震評估

■ 樁塑性鉸發生情形

橫向



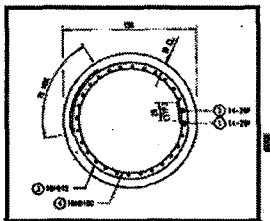




➡ 樁塑鉸發生破壞

二仁溪二號河川橋—基樁檢核

■ 基樁強度評估結果

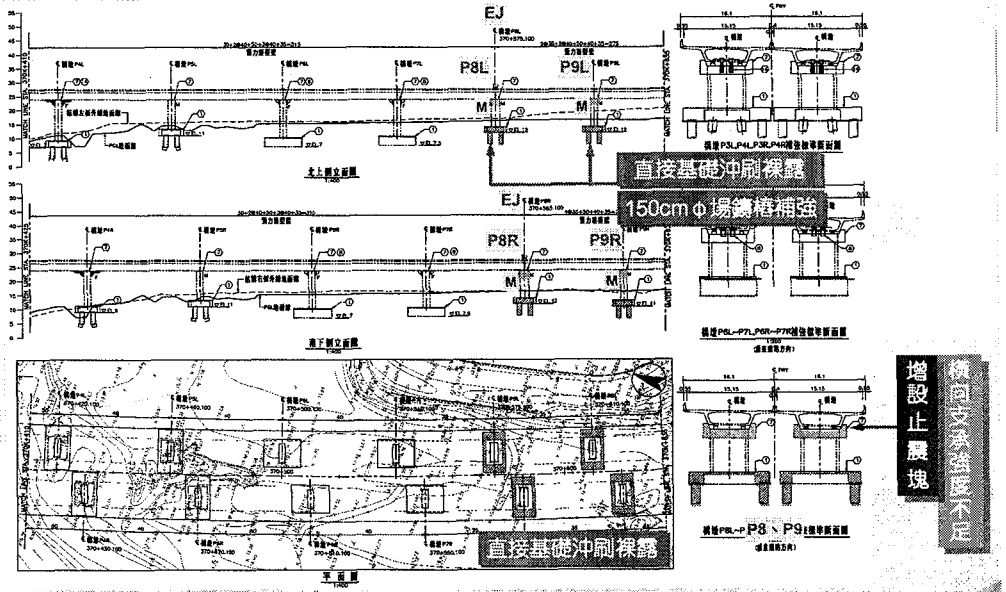


150cm φ RC樁

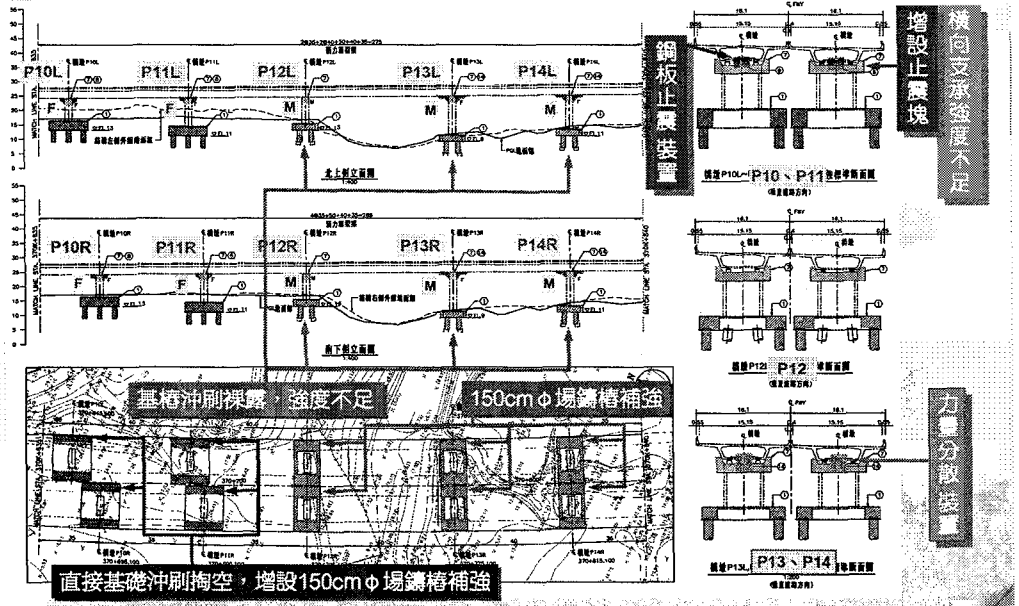
主筋28-29 φ
(fy=4200kgf/cm²)
As=181.16
ρ=0.0103

橋墩	撓曲強度C/D	剪力強度C/D
P12R	0.75	0.62
P13R	0.80	0.69
P14R	0.99	0.99

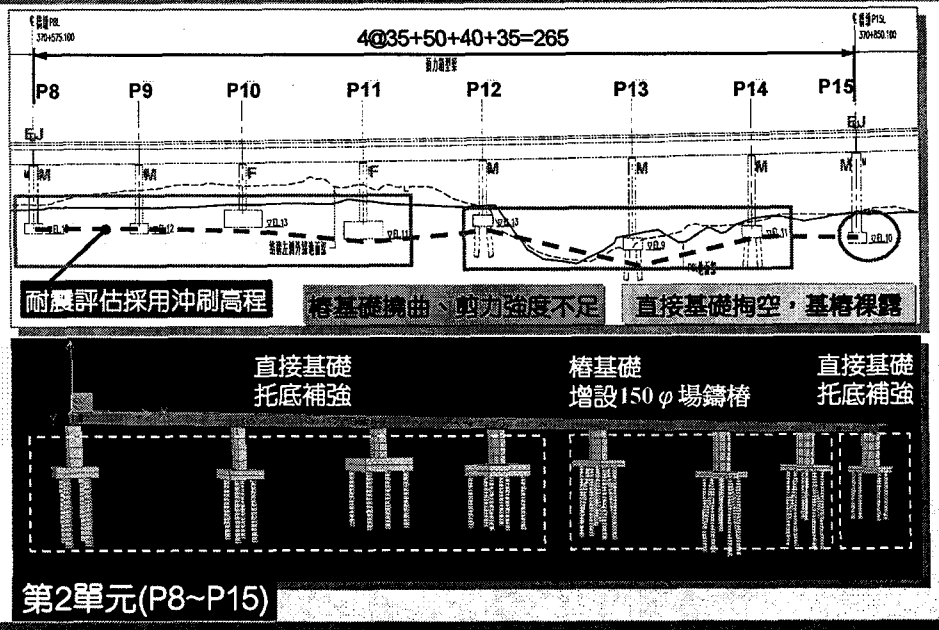
二仁溪二號河川橋—細設初稿補強策略



二仁溪二號河川橋—細設初稿補強策略



二仁溪二號河川橋—細設初稿分析模擬

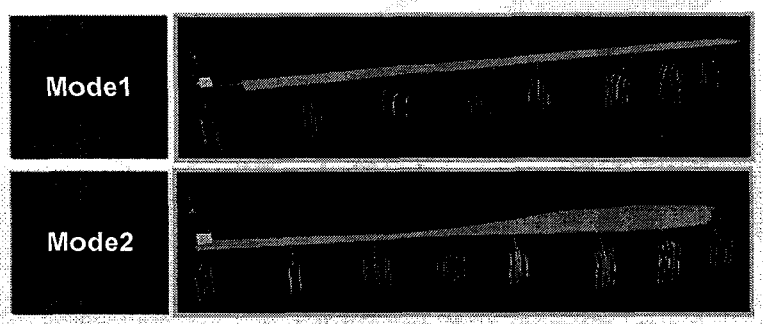


二仁溪二號河川橋－細設初稿分析模擬

■ 模型週期

❖ 第2S單元(P8R~P15R)

方向	模態	顯著週期 橋柱勁度0.5EI	有效振態質量比
軸向	Mode1	1.09	0.5
橫向	Mode2	0.59	0.31

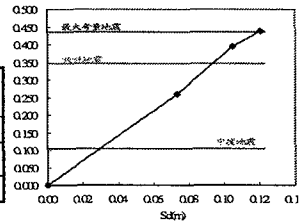


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 耐震評估結果

軸向 穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.44 m

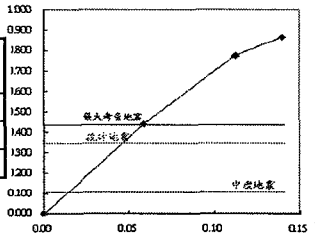
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.258	2.43
設計地震等級	SP2	0.346	0.396	1.15
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.439	1.01



橋軸方向評估

橫向 穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =5.53 m

耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.442	4.15
設計地震等級	SP2	0.346	0.774	2.24
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.867	1.99



垂直橋軸方向評估

➡ 軸向、橫向強度韌性均符合需求

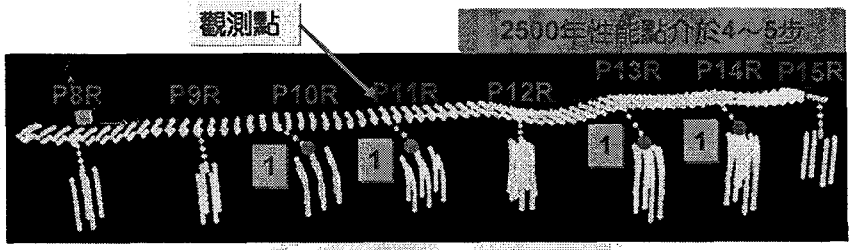
二仁溪二號河川橋—細設初稿補強耐震評估

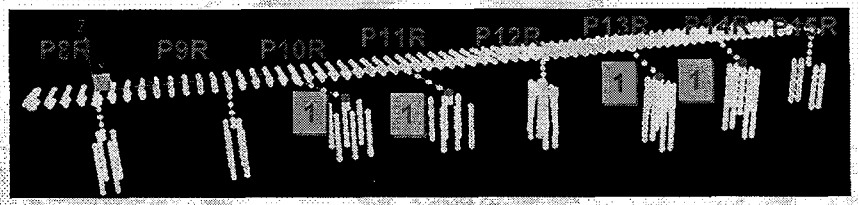
■ 塑性鉸發展順序示意圖

軸向

觀測點

2500年性能點介於4~5步

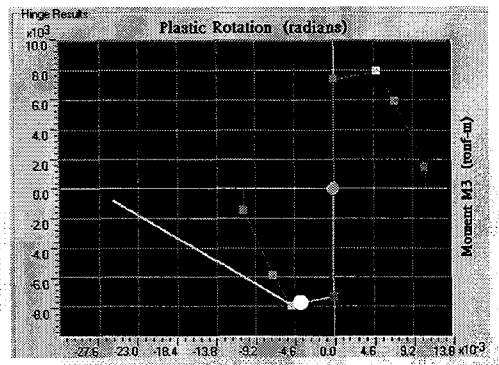




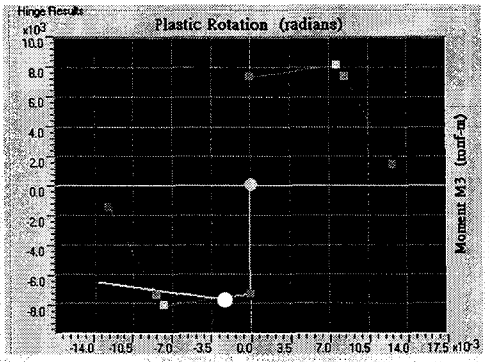
二仁溪二號河川橋—細設初稿補強耐震評估

■ 柱塑性鉸發生情形(第2S單元)

軸向



P10R



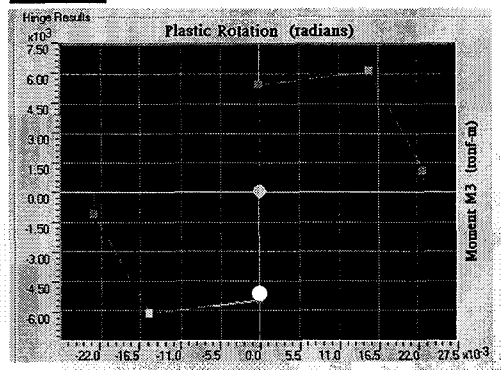
P11R

➡ 柱塑鉸行為均在上升段

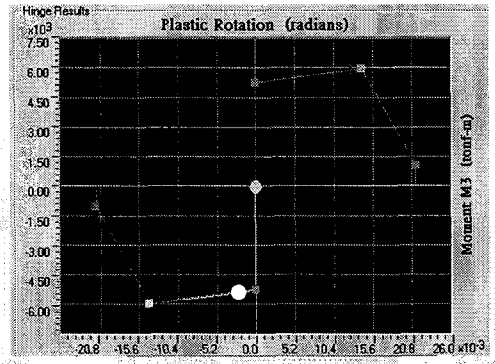
二仁溪二號河川橋—細設初稿補強耐震評估

■ 柱塑性鉸發生情形(第2S單元)

軸向



P13R



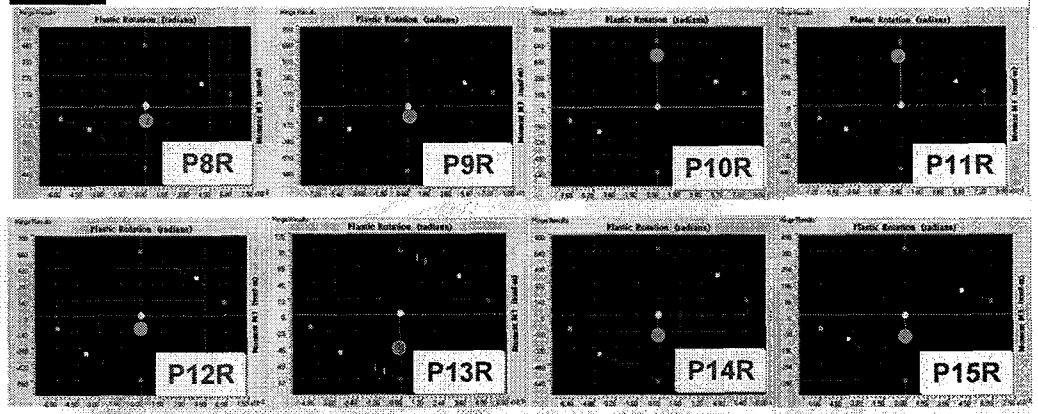
P14R

→ 柱塑鉸行為均在上升段 → 強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋—細設初稿補強耐震評估

■ 樁塑性鉸發生情形(第2S單元)

軸向

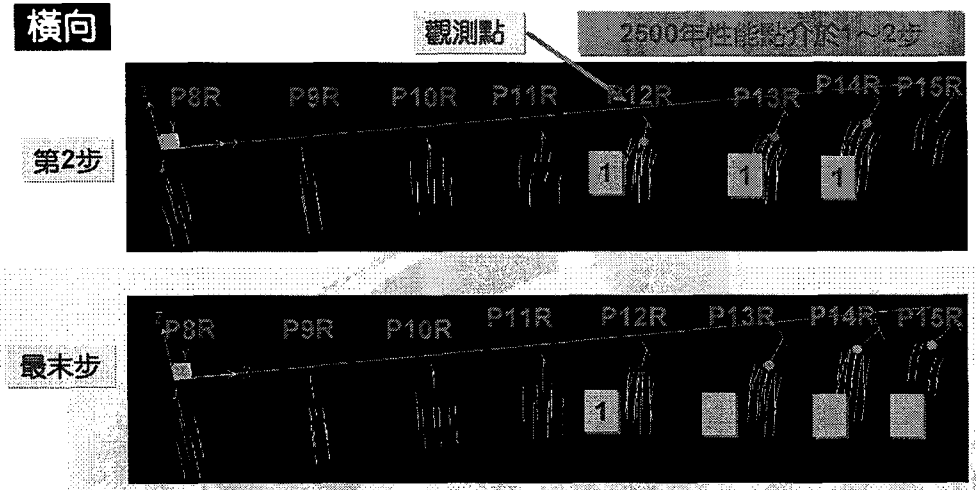


→ 樁塑鉸行為均在上升段

二仁溪二號河川橋—細設初稿補強耐震評估

■ 柱塑性鉸發展順序示意圖

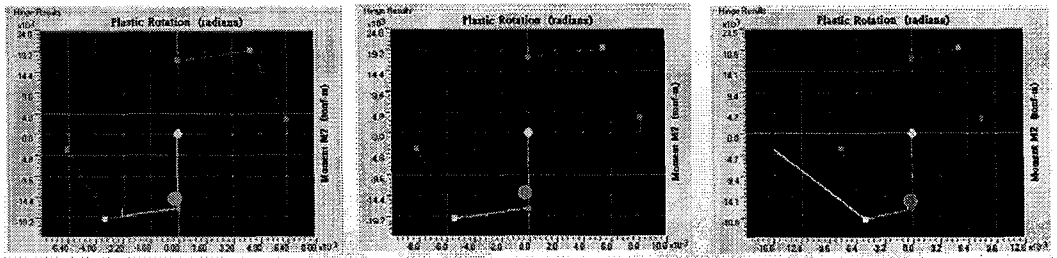
橫向



二仁溪二號河川橋—細設初稿補強耐震評估

■ 柱塑性鉸發生情形(第2S單元)

橫向



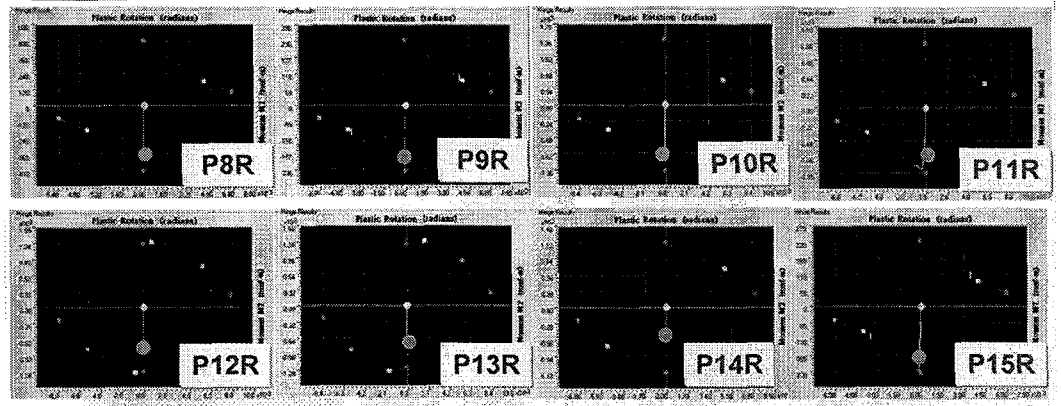
P12R P13R P14R

→ 柱塑鉸行為均在上升段 → 強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋—細設初稿補強耐震評估

■ 樁塑性鉸發生情形(第2S單元)

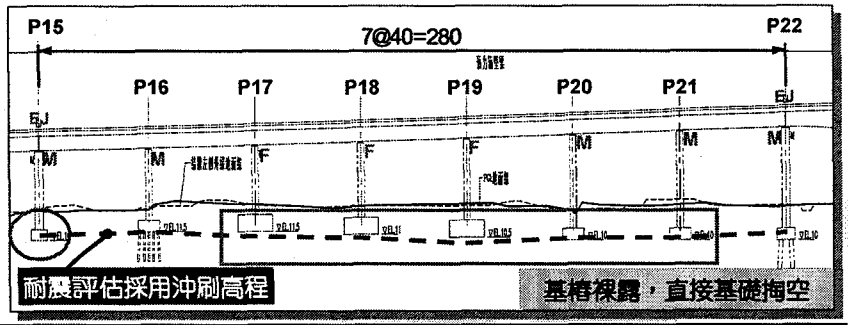
橫向

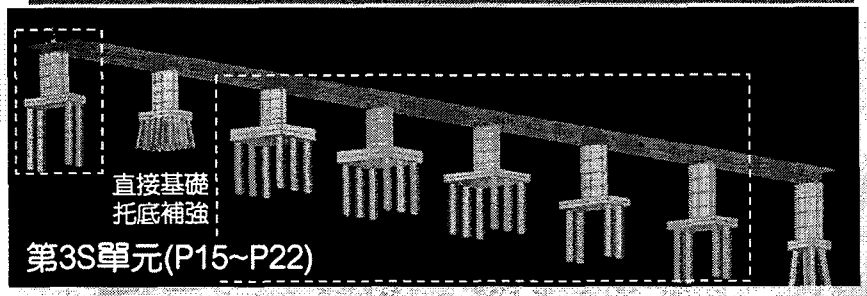


樁塑鉸行為均在上升段

1.C 第3單元

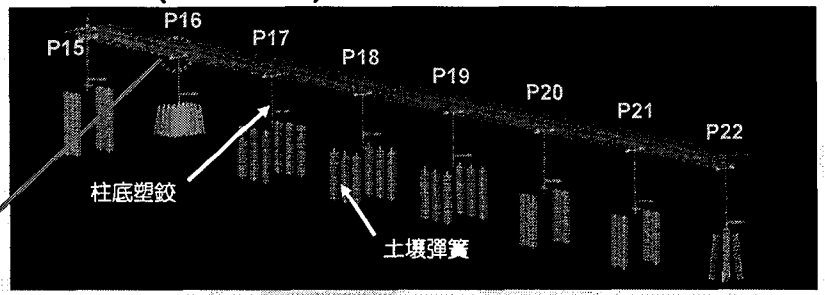
二仁溪二號河川橋—評估分析模擬

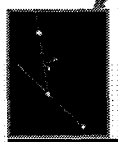




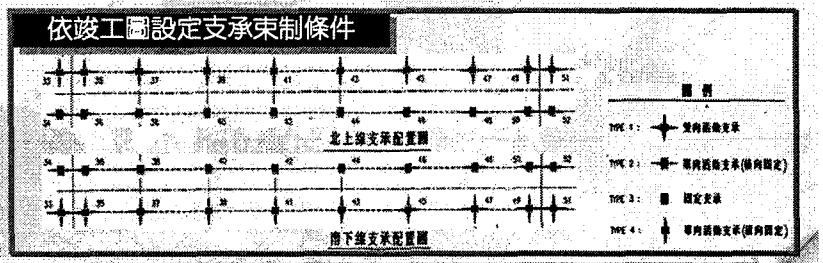
二仁溪二號河川橋—評估分析模擬

■ SAP2000模型(第3S單元)





SAP支承
LOCAL軸
束制條件設定



二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

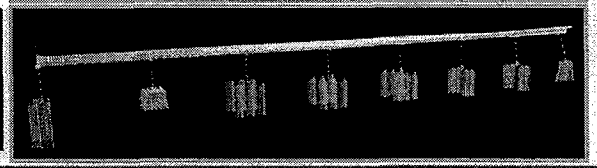
■ **模型週期**

❖ **第3S單元(P15R~P22R)**

方向	模態	顯著週期 橋柱勁度0.5EI	有效振態質量比
軸向	Mode1	1.45	0.48
橫向	Mode2	0.97	0.23

Mode1

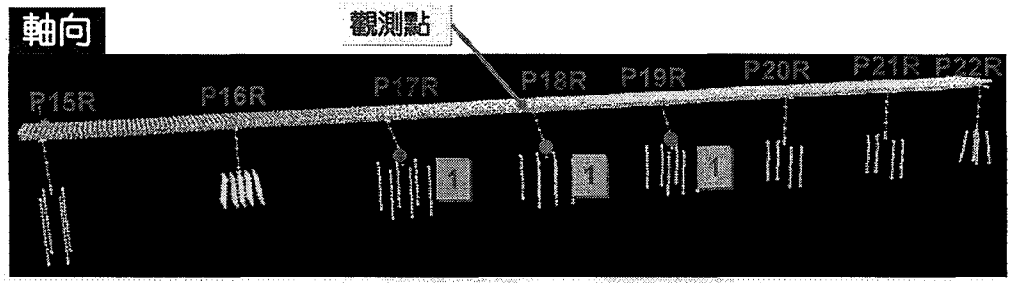
Mode2

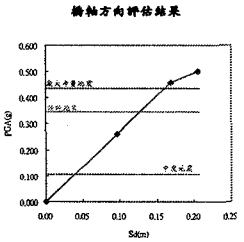


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **塑性鉸發展順序示意圖(第3S單元)** (以S=50cm 計算中空柱塑鉸)

軸向





耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.261	2.46
設計地震等級	SP2	0.346	0.458	1.33
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.501	1.15

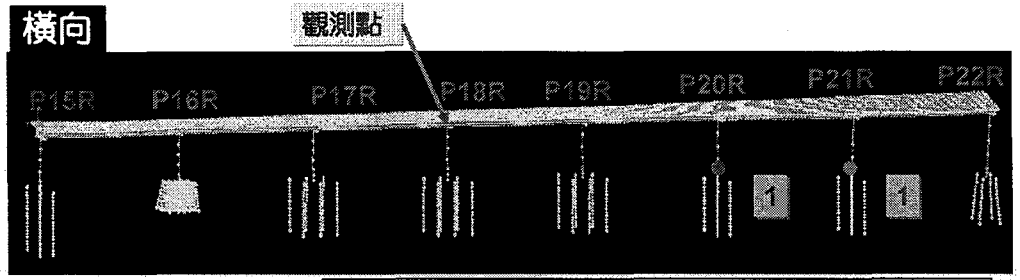
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.18m

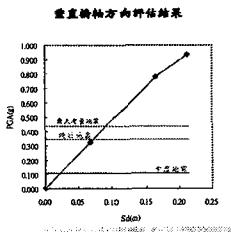
➡ **軸向強度韌性符合需求**

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **塑性鉸發展順序示意圖(第3S單元)** (以S=50cm 計算中空柱塑鉸)

橫向





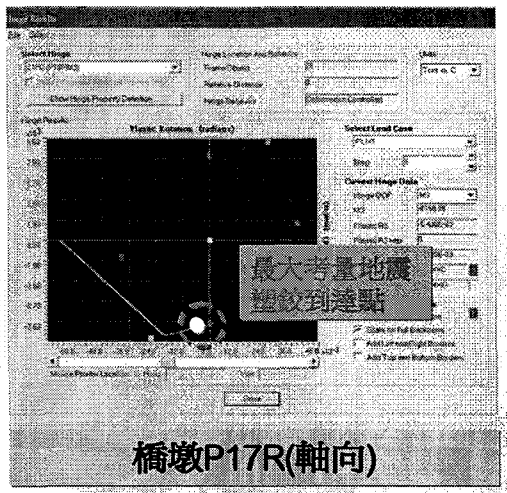
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.325	3.05
設計地震等級	SP2	0.346	0.782	2.26
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.934	2.14

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =4..35 m

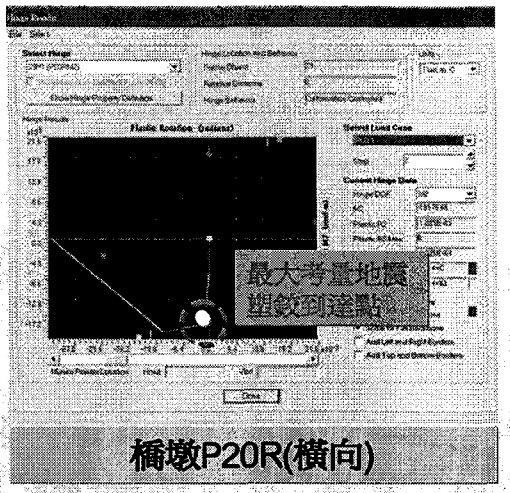
➡ **橫向強度韌性符合需求**

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ **最大考量地震塑鉸行為： (第3S單元)**



橋墩P17R(軸向)



橋墩P20R(橫向)

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 強度韌性之比較(第3S單元)

軸向

箍筋間距15 cm (P17R)　初步評估結果

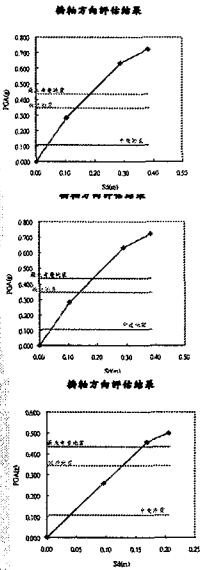
耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.283	2.67
設計地震等級	SP2	0.346	0.633	1.83
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.725	1.66

箍筋間距15 cm (P18R)　觀測點改設於P18R

耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.283	2.67
設計地震等級	SP2	0.346	0.633	1.83
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.725	1.66

箍筋間距50 cm (P18R)

耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.261	2.46
設計地震等級	SP2	0.346	0.458	1.33
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.501	1.15



二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 強度韌性之比較(第3S單元)

橫向

箍筋間距15 cm (P17R)　初步評估結果

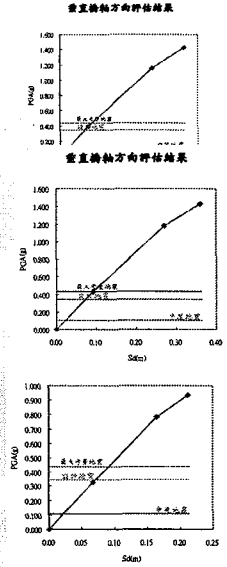
耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.390	3.67
設計地震等級	SP2	0.346	1.158	3.35
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.428	3.28

箍筋間距15 cm (P18R)　觀測點改設於P18R

耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.433	4.07
設計地震等級	SP2	0.346	1.178	3.41
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.431	3.28

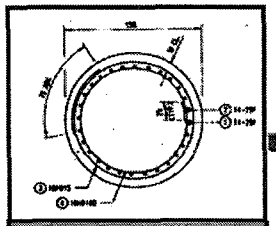
箍筋間距50 cm (P18R)

耐震性能標準		耐震需求（地表加速度,g）	耐震容量（地表加速度,g）	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.325	3.05
設計地震等級	SP2	0.346	0.782	2.26
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.934	2.14



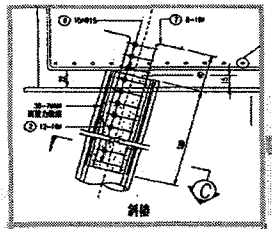
二仁溪二號河川橋—基樁檢核

■ **基樁強度評估結果**



150cm ϕ RC樁

主筋28-29 ϕ
(fy=4200kgf/cm²)
As=181.16
ρ =0.0103

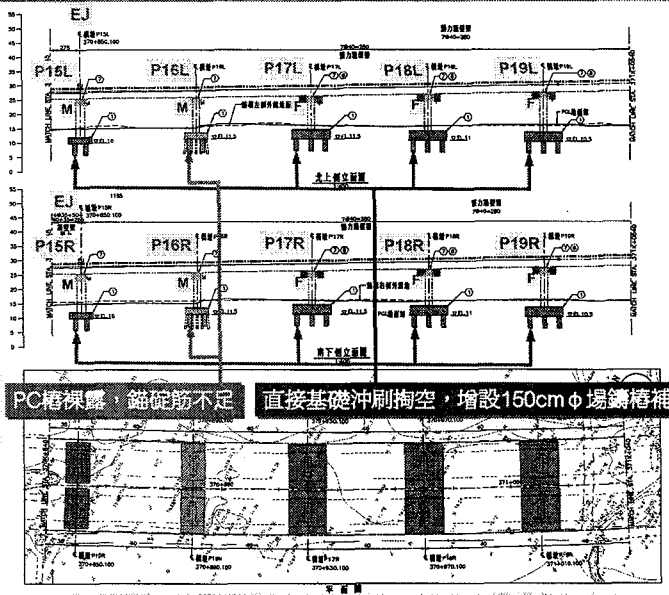


60cm ϕ PC樁

主筋8-16 ϕ
(fy=2800kgf/cm²)
As=15.92
ρ =0.0056

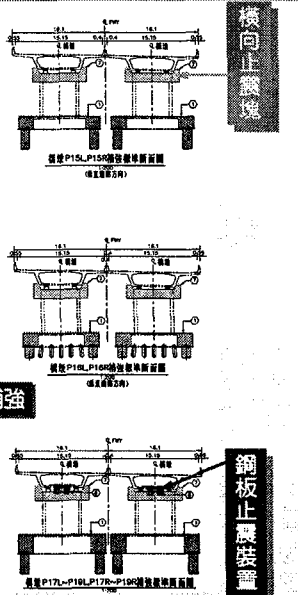
橋墩	撓曲強度C/D	剪力強度C/D
P16R	0.54	3.00
P22R	0.61	0.62

二仁溪二號河川橋—補強策略

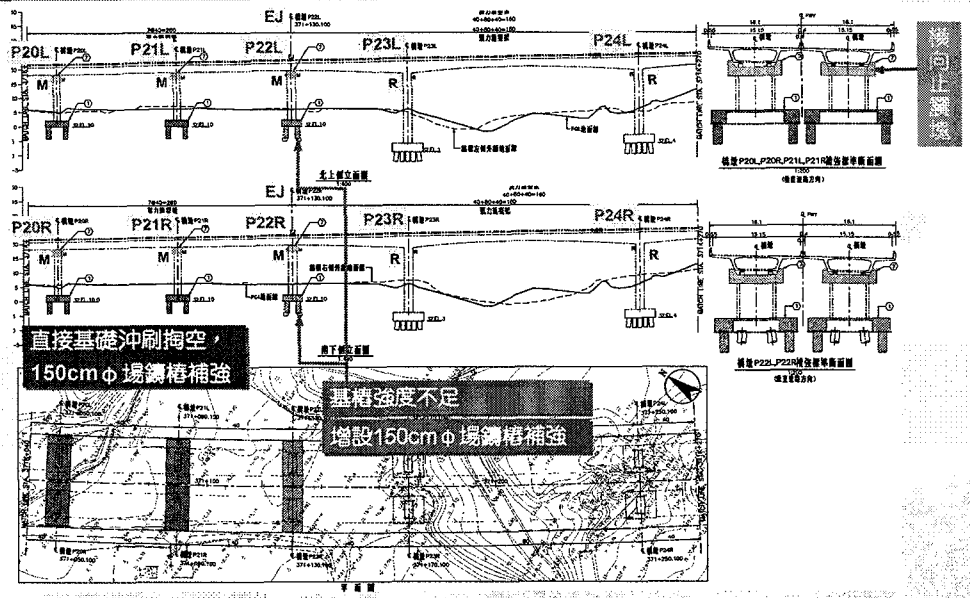


PC樁裸露，錨碇筋不足

直接基礎沖刷掏空，增設150cm ϕ 場鑄樁補強

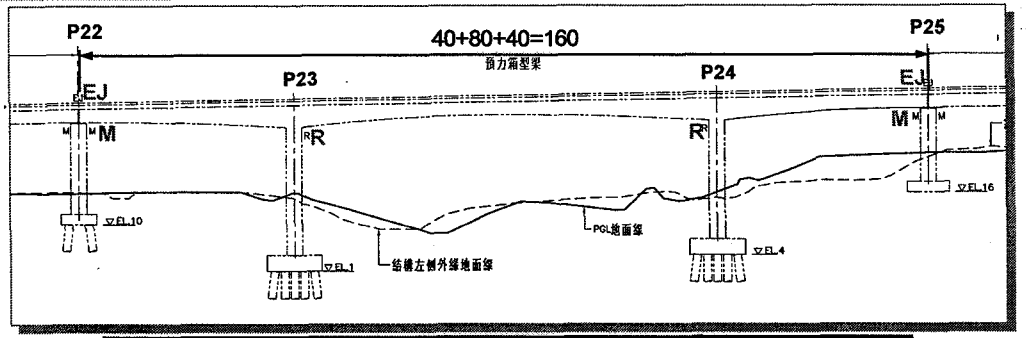


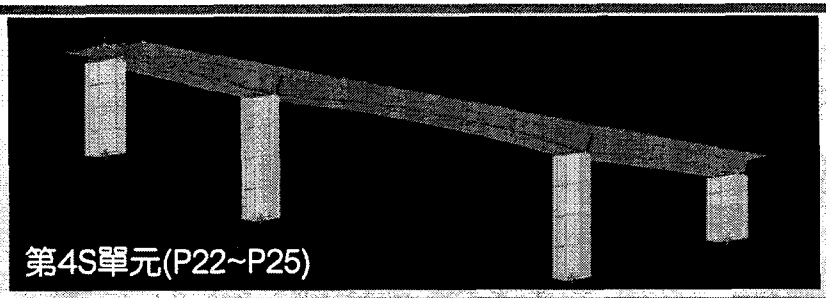
二仁溪二號河川橋—補強策略



1.D 第四單元

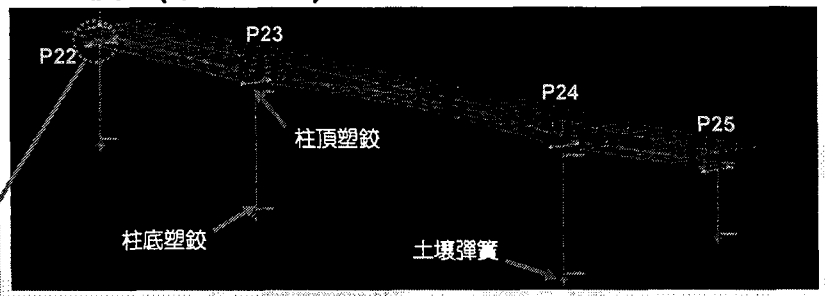
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬





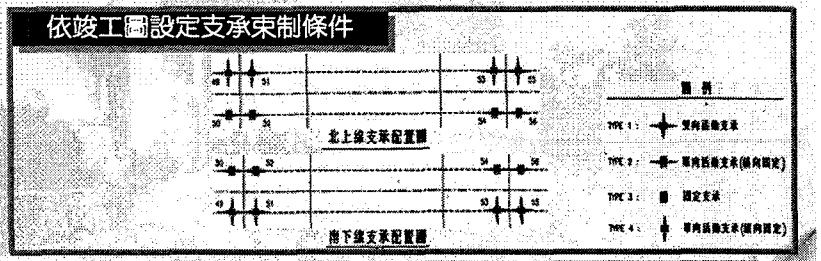
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型(第4S單元)



SAP支承
LOCAL軸
束制條件設定

依竣工圖設定支承束制條件

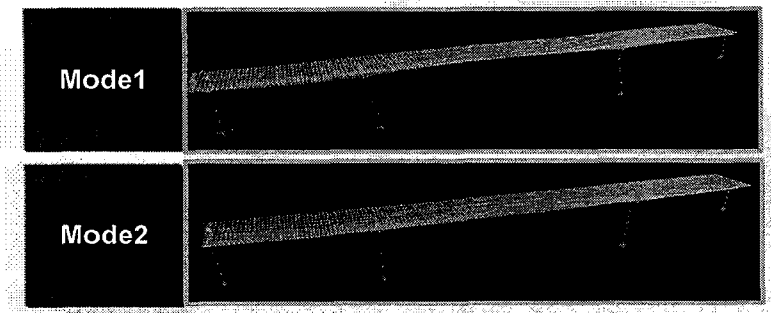


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

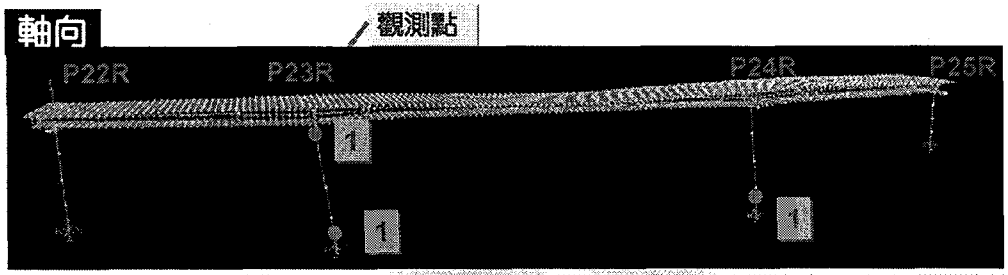
❖ 第4S單元(P22R~P25R)

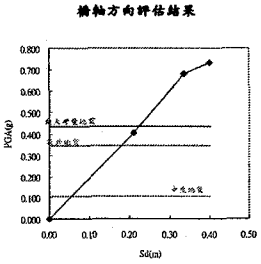
方向	模態	顯著週期 橋柱勁度0.5EI	有效振態質量比
軸向	Mode1	1.60	0.86
橫向	Mode2	1.38	0.79



二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第4S單元)





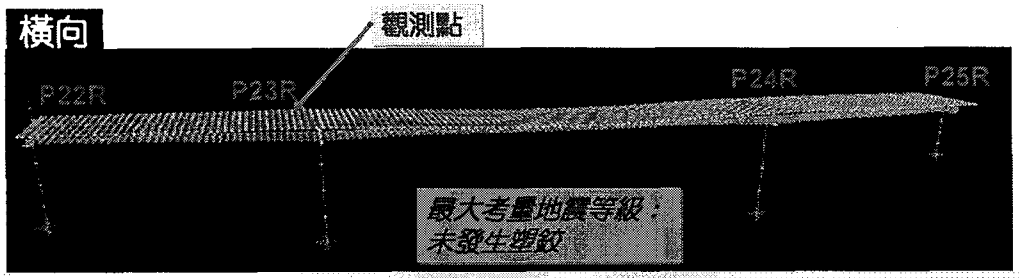
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.405	3.81
設計地震等級	SP2	0.346	0.679	1.97
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.734	1.68

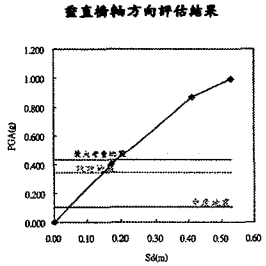
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.67 m

➡ 軸向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第4S單元)





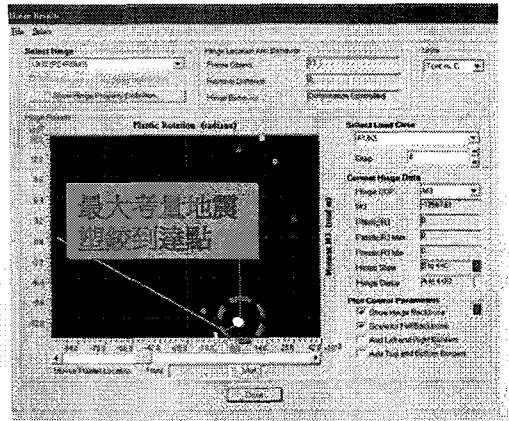
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.405	3.81
設計地震等級	SP2	0.346	0.865	2.50
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.993	2.28

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.53 m

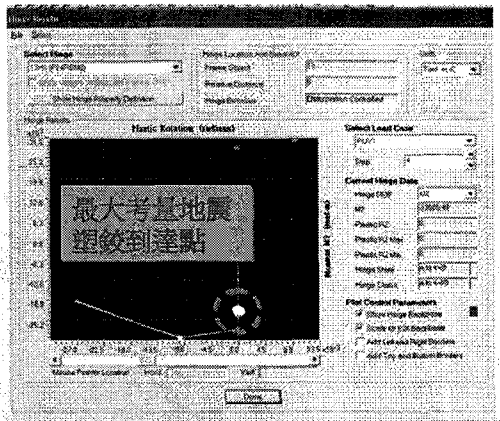
➡ 橫向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 最大考量地震塑鉸行為： (第4S單元)



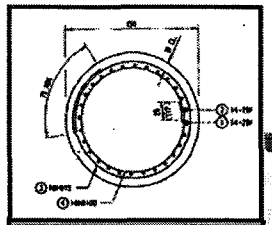
橋墩P24R(軸向)



橋墩P24R(橫向)

➡ 強度韌性符合需求

■ 基樁強度評估結果

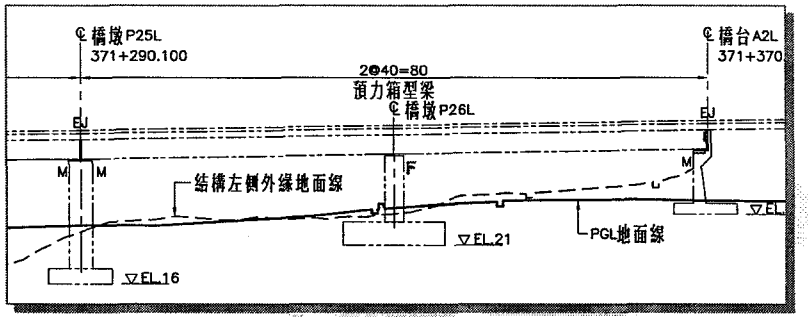


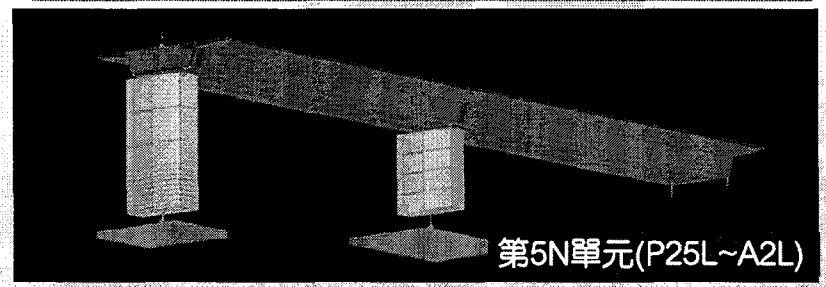
150cm φ RC樁

主筋28-29 φ
(fy=4200kgf/cm²)
As=181.16
ρ=0.0103

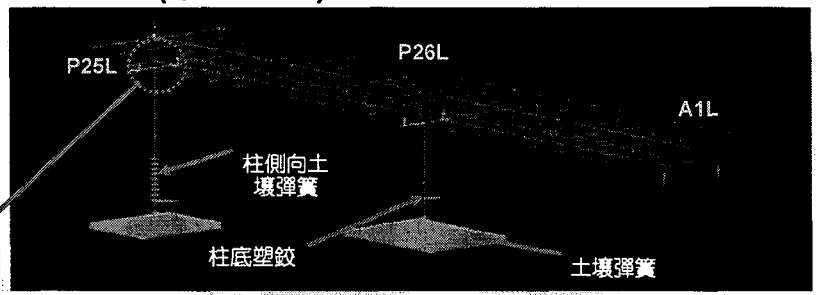
橋墩	撓曲強度C/D	剪力強度C/D
P23R	1.75	1.52
P24R	2.79	3.00

1.E 第5N單元

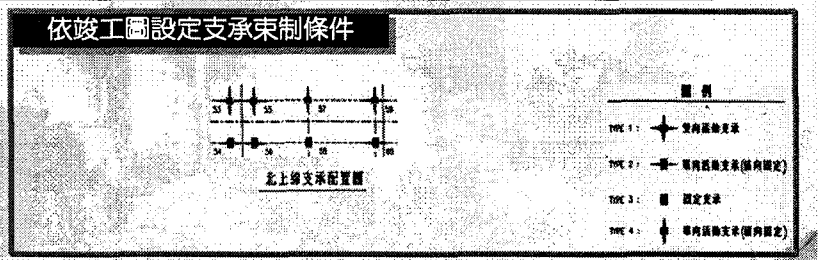




■ SAP2000模型(第5N單元)



SAP支承
LOCAL軸
束制條件設定

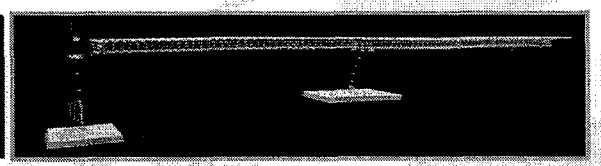


■ 模型週期

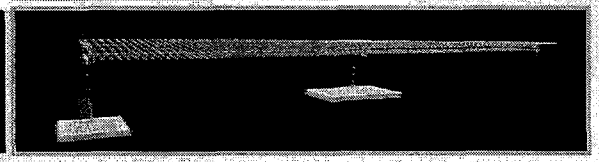
❖ 第5N單元(P25L~A2L)

方向	模態	顯著週期 橋柱勁度0.5EI	有效振態質量比
軸向	Mode1	0.68	0.63
橫向	Mode2	0.48	0.53

Mode1

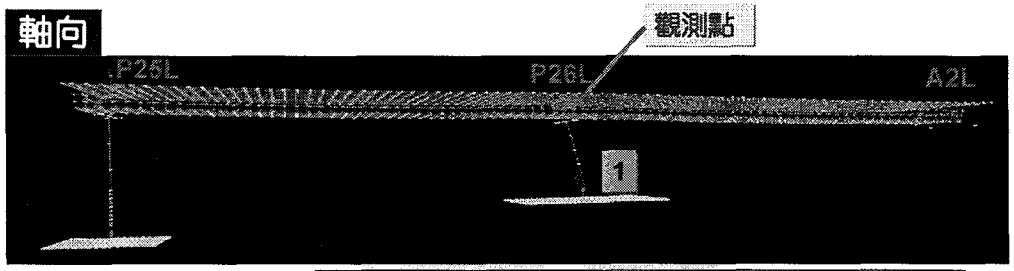


Mode2

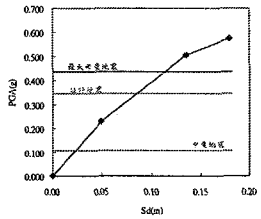


■ 塑性鉸發展順序示意圖(第5N單元)

軸向



橋軸方向評估結果



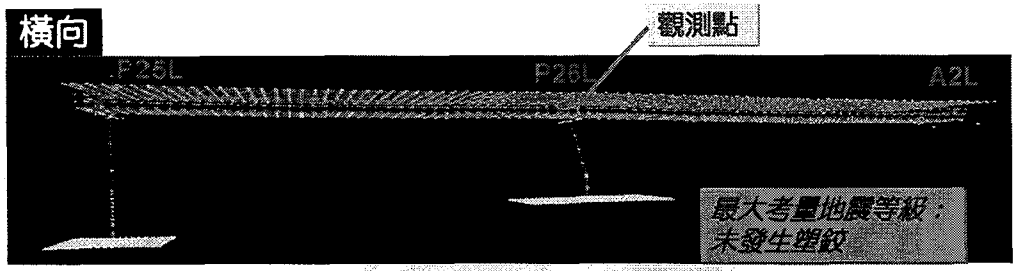
耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.229	2.16
設計地震等級	SP2	0.346	0.505	1.46
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.575	1.32

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.30 m

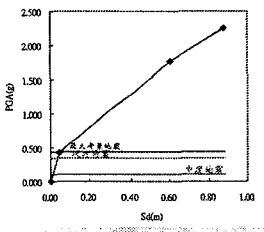
➡ 軸向強度韌性符合需求

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第5N單元)

橫向



垂直橋軸方向評估結果

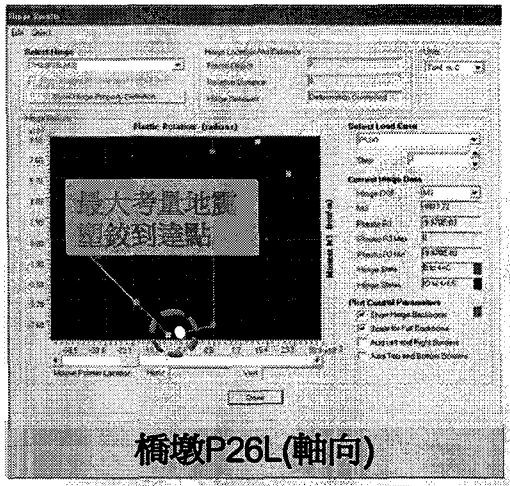


耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.420	3.95
設計地震等級	SP2	0.346	1.767	5.11
最大考量地震等級	SP3	0.436	2.250	5.16

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =4.25 m

➡ 橫向強度韌性符合需求

■ 最大考量地震塑鉸行為： (第5N單元)



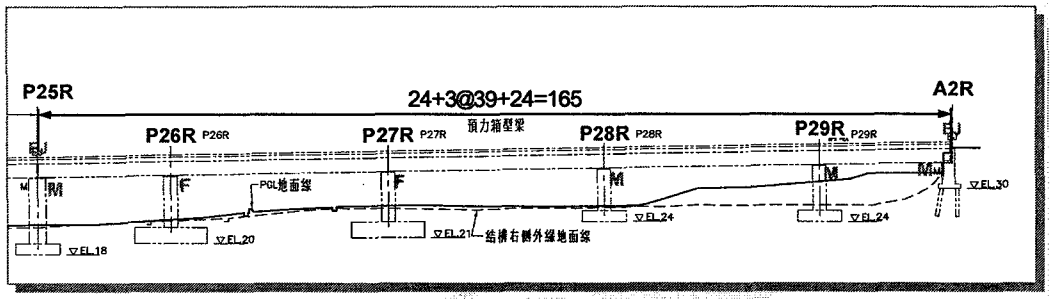
橋墩P26L(軸向)

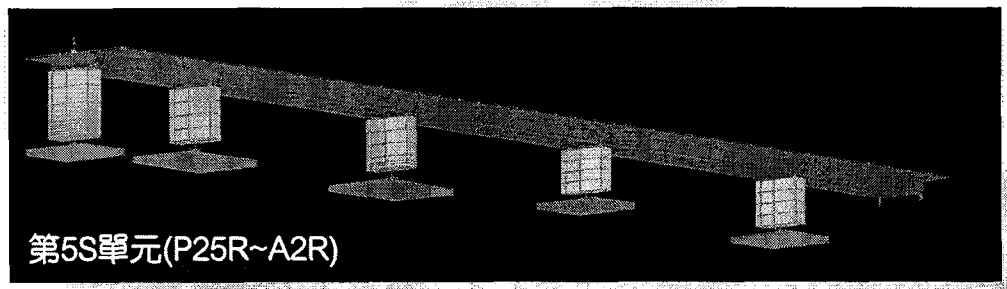
橋墩P26L(橫向)

➡ 強度韌性符合需求

1.F 第5S單元

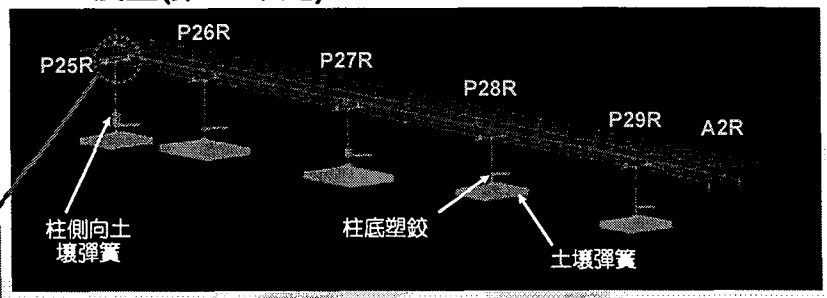
二仁溪二號河川橋－評估分析模擬



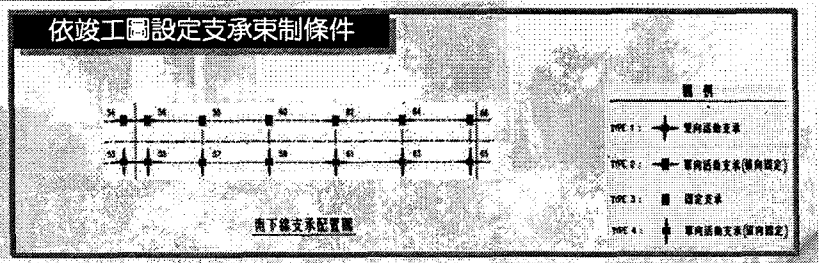


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

- SAP2000模型(第5S單元)



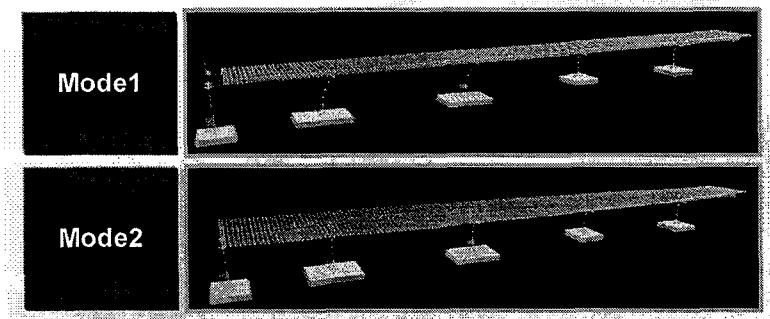
SAP支承LOCAL軸束制條件設定



二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

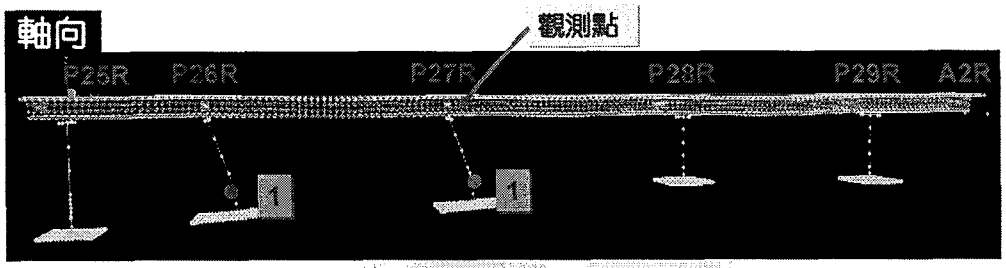
- 模型週期
  - ❖ 第5S單元(P25R~A2R)

方向	模態	顯著週期 橋柱勁度0.5EI	有效振態質量比
縱向	Mode1	0.79	0.60
橫向	Mode2	0.45	0.54

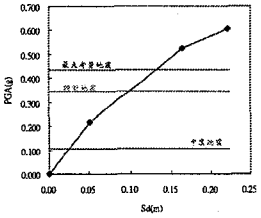


二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第5S單元)



橋軸方向評估結果



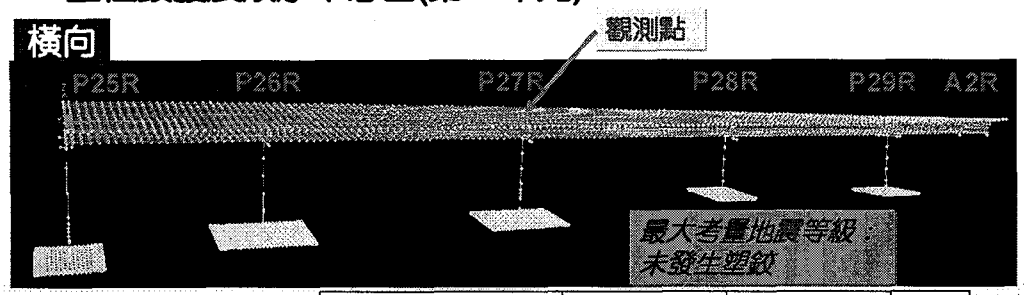
耐震性能探準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.218	2.05
設計地震等級	SP2	0.346	0.525	1.52
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.606	1.39

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =0.85 m

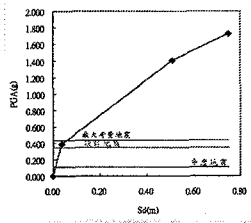
➡ 軸向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖(第5S單元)



垂直橋軸方向評估結果



耐震性能探準		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.390	3.67
設計地震等級	SP2	0.346	1.402	4.06
最大考量地震等級	SP3	0.436	1.727	3.96

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.04m

➡ 橫向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

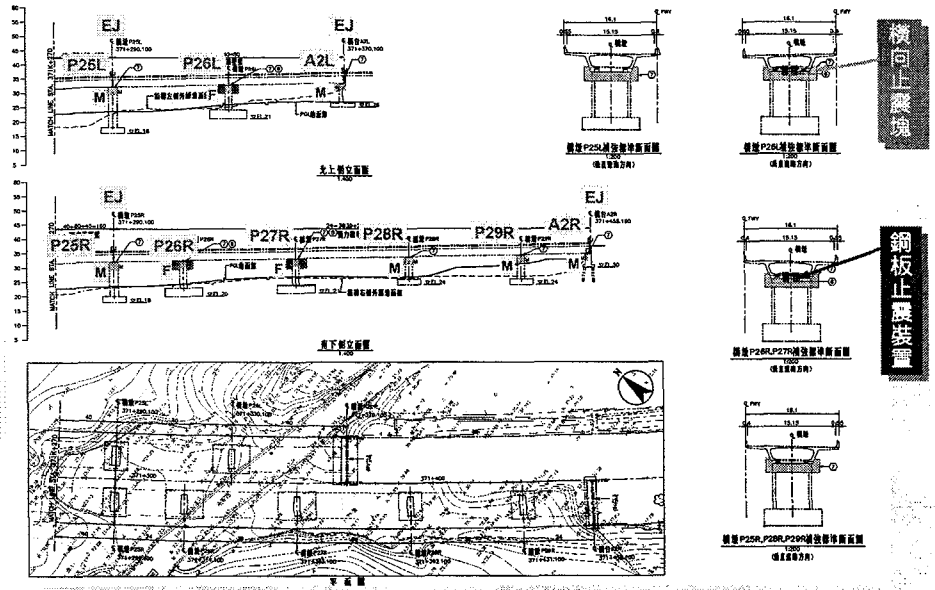
■ 最大考量地震塑鉸行為： (第5S單元)

橋墩P26R(軸向)

橋墩P26R(橫向)

➡ 軸向強度韌性符合需求

二仁溪二號河川橋—補強策略



二仁溪二號河川橋—防落橋長度

■ 防落橋長度評估

	第1S單元		第2S單元	
	A1R	P8R	P8R	P15R
規訂最小防落橋長度	118.11	68.36	77.11	102.85
實際防落橋長度	117.00	120.00	120.00	120.00
C/D比值	0.99	1.75	1.55	1.20
檢核	N.G.(<1.2)	O.K.	O.K.	O.K.

	第3S單元		第4S單元	
	P15R	P22R	P22R	R25R
規訂最小防落橋長度	82.85	97.13	77.13	71.70
實際防落橋長度	120.00	120.00	120.00	120.00
C/D比值	1.45	1.24	1.56	1.67
檢核	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

二仁溪二號河川橋—防落橋長度

■ 防落橋長度評估

	第5S單元		第1N單元	
	P25R	A2R	A1L	P8L
規訂最小防落橋長度	67.70	78.21	118.94	67.90
實際防落橋長度	120.00	117.00	117.00	120.00
C/D比值	1.77	1.50	0.98	1.77
檢核	O.K.	O.K.	N.G.(<1.2)	O.K.

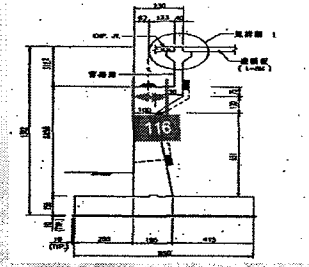
	第2N單元		第3N單元	
	P8L	P15L	P15L	P22L
規訂最小防落橋長度	76.65	104.10	82.85	96.69
實際防落橋長度	120.00	120.00	120.00	120.00
C/D比值	1.56	1.20	1.45	1.24
檢核	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

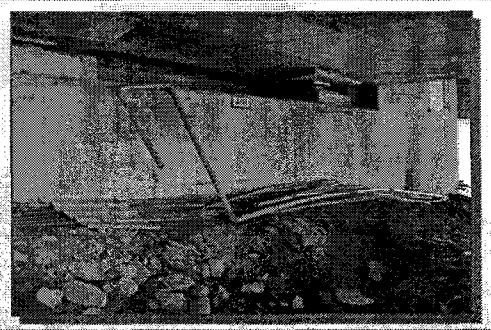
二仁溪二號河川橋—防落橋長度

■ 防落橋長度評估

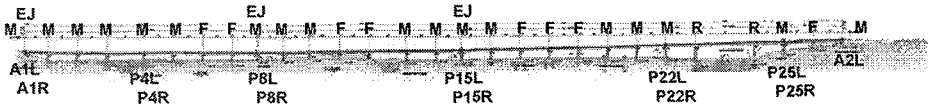
	第4N單元		第5N單元	
	P22L	P25L	P25L	A2L
規訂最小防落橋長度	76.90	73.25	73.25	67.84
實際防落橋長度	120.00	120.00	120.00	117.00
C/D比值	1.56	1.64	1.64	1.72
檢核	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

橋台A1R

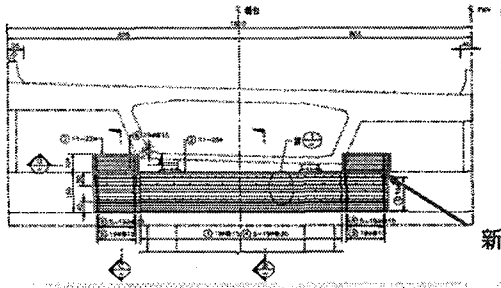




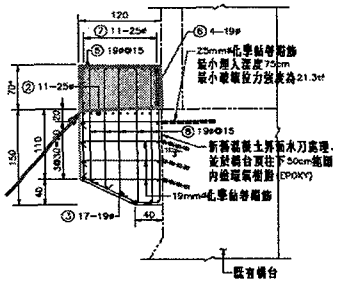
細設補強方案



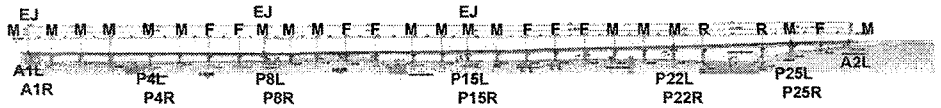
橋台支承強度不足 → 新設混凝土止震塊



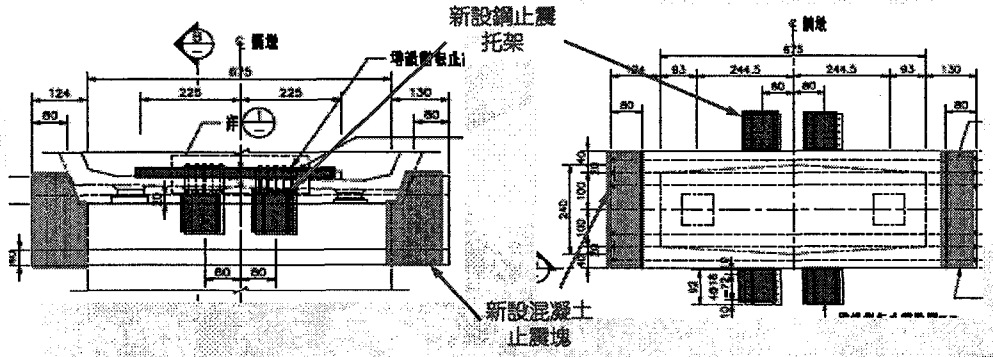
新設混凝土止震塊



細設補強方案



橋墩支承強度不足 → 新設混凝土止震塊及鋼止震托架



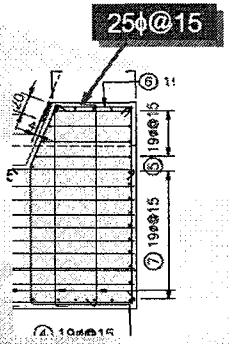
耐震能力補強結果

- **止震塊補強設計**
  - 橫向地震力V=350 t，彎矩M=231 t-m
  - 撓曲強度 $Mu=\phi Mn=\phi A_s f_y d(1-0.6\rho f_y / f_c')$

    Mu=0.9*812.71 =731.43 t-m > M O.K.
  - 剪力強度 Vu=ϕv*Vn =ϕv(0.8Av*fy+Ac*K1)

    K1=28kg/cm2

    Vu=0.85*781.68=664.43 t > V O.K.



耐震能力補強結果

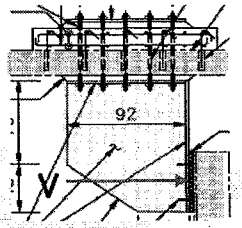
- **鋼止震裝置**
  - 設計橫力 V=364t

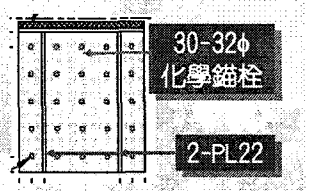
    (扣除盤式支承容許水平力)
  - A449化學錨栓檢核

    拉力 T=16.5 t，剪力 V=7.28 t

    拉剪應力檢核

    C/D=1.66 >1 O.K.





二仁溪2號河川橋

- **補強方案經濟性檢討**

橋面板面積(a)	=36,950	m^2
總補強經費(b)	=22,232	萬元
基礎補強經費(c)	=15,006	萬元
維修經費(d)	=0	萬元
拆除重建經費(e)	=121,933	萬元
單位面積補強費用(b)/(a)	=0.601	萬元
基礎費用比(c)/(e)	=12.31	%
不含基礎補強費用比(b-c)/(e)	=5.93	%
維修費用比(d)/(e)	=0	%

二仁溪2號河川橋

- **補強經費計算**
  - 基礎總價 =15,006 萬元
  - 支承 =4,101 萬元
  - 橋台 =269 萬元
  - 其他 =3,236 萬元

1.G 審查意見回覆

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
1	請說明沖刷深度有考慮回淤一半嗎? 考慮之洪水回歸期為幾年?	本工程所考慮之沖刷深度，係以水利主管機關對於二仁溪所訂定之計畫流量作為分析依據，其重現期距為100年。另由於本橋與一般河川中之跨河橋梁情形不同，受沖刷補強之橋墩大多位於主要行水區外，而補強原因乃屬洪水平原淹水後造成橋墩周邊之局部沖刷，故該區為不具有一般河道內河床之推移載，故無河床質移動、補充及退水過程中之回淤機制，因此本橋並不考慮回淤情形。
9	地震與洪水同時發生機率不高，但未考慮回淤是否過保守?	如前第一點意見回覆所述，由於本橋與一般河川中之跨河橋梁情形不同，本橋橋墩大多非位於主要行水區之河道內，並無河床質移動、補充機制，故本橋並不考慮回淤情形，較能符合本橋實際情形。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
2	請教高公局，若有沖刷疑慮之橋梁是否可以由河川局進行固床工?	1.本橋全橋幾乎均位於河川治理計畫線內，固床工或保護工設置涉及整體河川治理，且耐久性及可靠度較低。 2.考量時效性及固床工之可靠度，且原結構系統由少數直接基礎承受縱向地震力，耐震性能不佳，故建議採基礎結構補強策略。 3.由於固床工之設置必須置於一般具有輸砂能力之河道內，即透過改變流況、達到泥砂落淤及固床之功能，然本橋主要受沖刷補強之橋墩大多位於非主要行水區河道內，補強主因亦僅考量淺基礎橋墩周邊之局部沖刷現象，因此固床工之設置並不能有效改善此沖刷機制與橋墩本身穩定度不足之現象。除非河川管理單位進行大規模之河道整治，並保證洪水不會溢淹本橋於洪水平原上之橋墩，惟依據現行本河段之河川治理規劃結果，於重現期距100年洪水作用下本橋所在位置均為行水區，即允許水流溢淹至該區，若欲更改本河段治理規劃內容，將需投注極為可觀之成本與時間，且將維護橋梁安全所需之成本轉移至河川管理單位，似不合理。另河川管理單位主要考量為河防安全與維護，而橋梁之結構安全一般仍由道路主管機關負責，基於權責，即使河川局進行相關工程，高公局仍需對河川橋可能的沖刷情形予以適切之考慮，方能確保橋梁之安全。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
17	高灘地用淺基礎，漫流後無回淤情形，漫流之流速應該不高，故是否可用保護工取代基礎結構補強?	如前第二點意見回覆所述，保護工主要是藉由河床質補充特性以穩定河床，而本橋橋墩多位於河灘地上，故施設效果不佳，且保護工的耐久性及可靠度不高，長遠來看仍應以基礎補強為佳。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

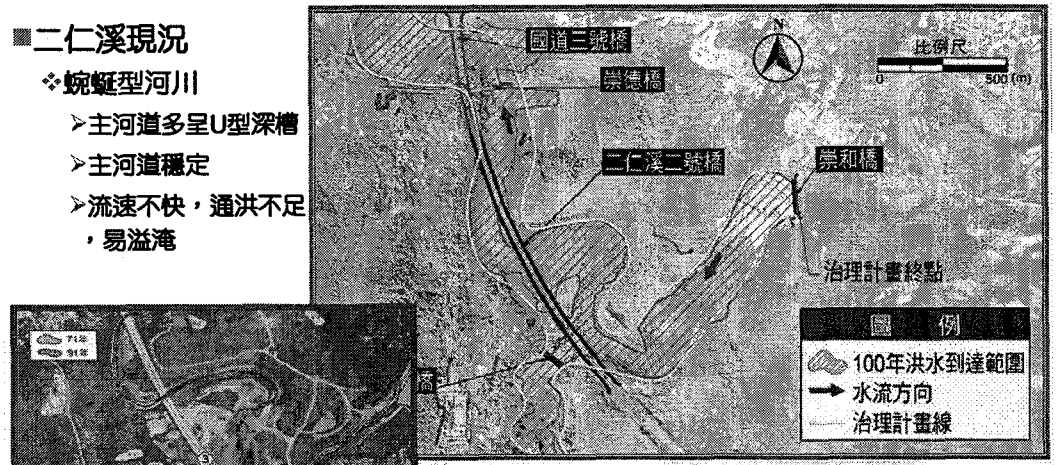
■二仁溪現況

❖蜿蜒型河川

➢主河道多呈U型深槽

➢主河道穩定

➢流速不快，通洪不足，易溢淹



■ 治理計畫線內
■ 洪水到達範圍

洪水到達範圍含括全橋

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

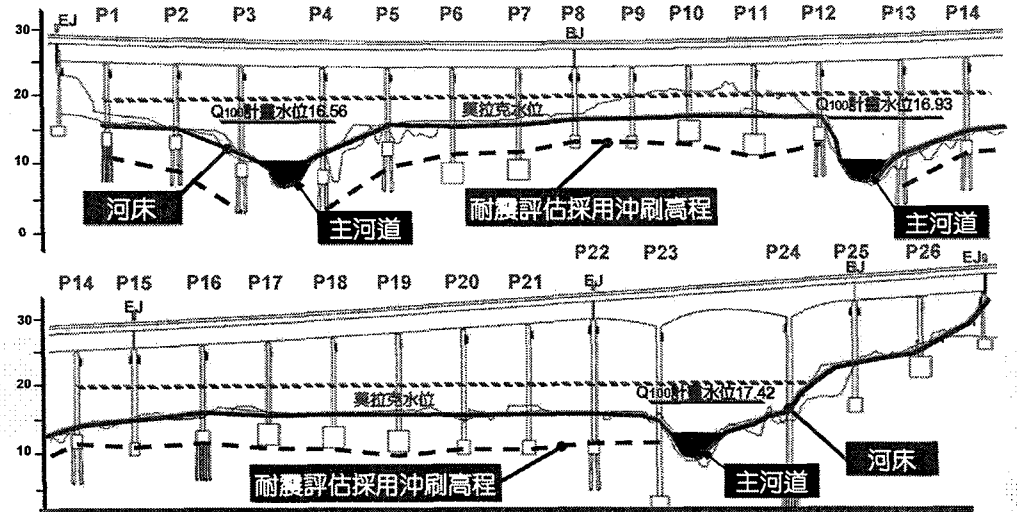
■ 由現場掛淤情形判斷，部份洪水確實流經灘地橋墩

■ 由現場地表坑洞情形判斷，洪水確實產生沖刷情形

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
4	莫拉克水位對應於多少年洪水水位? 若現場洪水水位高度超過Q100但無沖刷，但分析假設用Q100會裸露是否合理?	依崇德橋水位站資料顯示，莫拉克颱洪於本河段之流量約為5年重現期距之流量，但水位卻因崇德橋掛淤阻水而抬升。以二仁溪二號河川橋P12之水位為例，參考「二仁溪治理規劃檢討」(六河局，98.04)之計畫水位(100年)為EL.18.08，200年水位為EL.18.96，然而莫拉克颱洪後現場量測之淹水痕跡高程約為EL.19.92~20.11，表示其洪水位已超過原計畫水位，而現場亦可觀察部份橋墩處之沖刷坑，顯然其洪水已產生沖刷情形。鑑於崇德橋有掛淤阻水前例，並考量河川治理之計畫標準，本工程乃採用崇德橋掛淤阻水情形下，於100年重現期距流量時之流況，作為本橋沖刷分析依據，應較為合理。 然有關Q100洪水作用下之水流沖刷分析，本計畫特以二維水理模擬進行本河段於洪水作用下之水理及沖刷特性分析，為確保分析結果之正確性，首先依上述莫拉克颱洪期間洪水量及漂流木掛淤情形進行驗證分析，模擬結果顯示無論於淹水範圍、高度與沖刷深度均相當接近，確認模式之正確性後再進行上述對Q100之水理及沖刷分析。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆



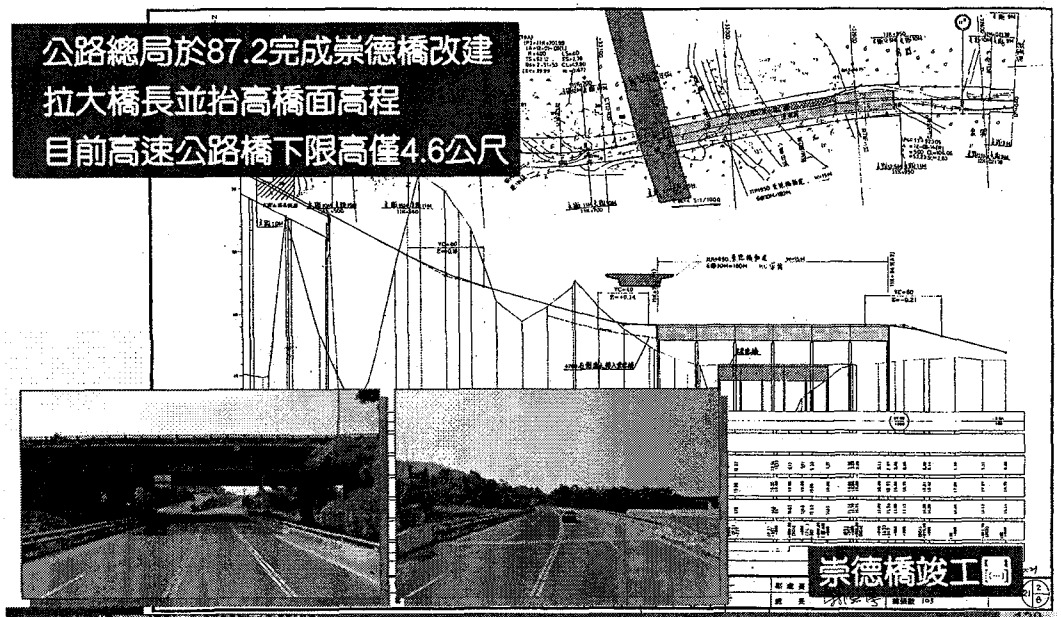
- 灘地無河床質移動、補充及回淤機制
- 無固床工設置條件

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
18	Q5就會淹水，頻率很高。依照治理計畫線100年的流量為多少？請澄清沖刷問題是因為流量高還是因為崇德橋阻水造所成？若是因為崇德橋阻水後造成二仁溪河川橋會淹水，建議高公局報請交通部協調處理。	1.經查公路總局於87年2月完成崇德橋改建，拉大橋長並抬高橋面高程 ，改建後高速公路橋下限高4.6公尺，目前已交由高雄市政府管養。 2.依據「二仁溪治理規劃檢討」(六河局，98.04)，本河段之計畫流量(100年)為1835cms，且於該報告中之檢核，崇德橋即為梁底高度低於洪水位之橋梁，其阻水情形應無庸置疑。另二仁溪二號河川橋沖刷所產生的問題，主要仍在於原認為不位於河道之橋梁直基，其實際情形卻是在計畫流量下仍可能因洪水淹沒產生沖刷，故建議無論崇德橋是否將進行改善，二仁溪二號河川橋仍應進行必要沖刷考量及補強。

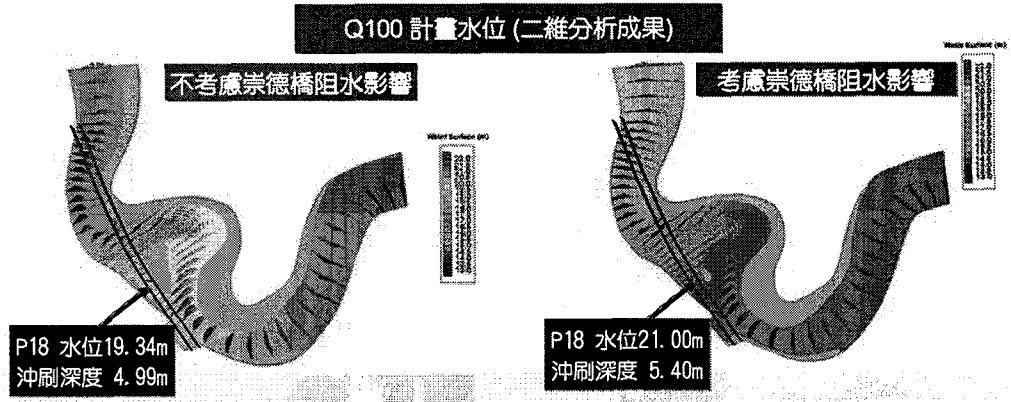
二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

公路總局於87.2完成崇德橋改建
拉大橋長並抬高橋面高程
目前高速公路橋下限高僅4.6公尺



二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

Q100 計畫水位 (二維分析成果)



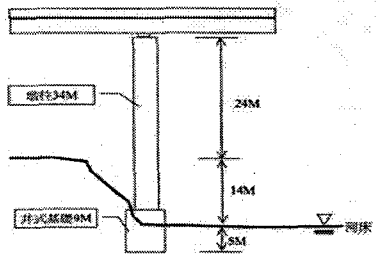
- 崇德橋阻水確實對本橋水位產生壅高影響
- 在崇德橋改善 (不考慮崇德橋阻水影響)情境下，仍有分洪水流會流經攤地橋墩，仍需考慮沖刷影響

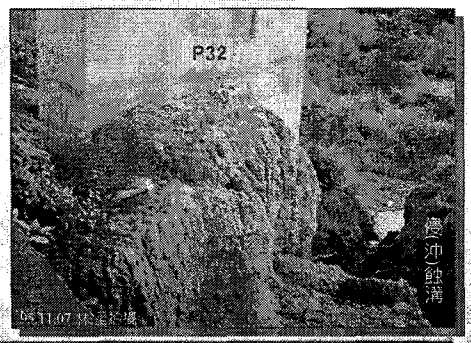
二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
16	一般直接基礎是設置在岩盤上，岩盤面不至於被沖刷，故請先確認地質條件。	依本工程補充鑽探成果，本橋橋址為泥岩地質，較易於崩解、剝蝕。以鄰近地質相近的田寮河二號橋作為借鏡，該橋P32、P37橋墩周邊之蝕溝已嚴重影響橋基安全，故建議本橋之沖刷深度無需依岩盤面進行調整。
26	沖刷之基礎補強是必要，但長期而言，此流域附近沖刷問題仍需解決。	敬悉。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

- **泥岩沖刷考量**
  - ❖ **以田寮二號橋為例**
    - ➢**位置：二仁溪二號橋南側約3km處**
    - ➢**岩盤：泥岩**
    - ➢**橋墩周邊沖蝕情形嚴重**

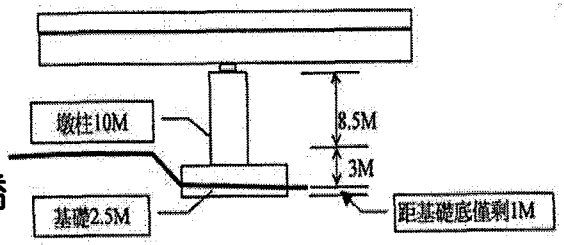




二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

- **泥岩沖刷考量**
  - ❖ **以田寮二號橋為例**
    - ➢**位置：二仁溪二號橋南側約3km處**
    - ➢**岩盤：泥岩**
    - ➢**橋墩周邊沖蝕造成基礎裸露**

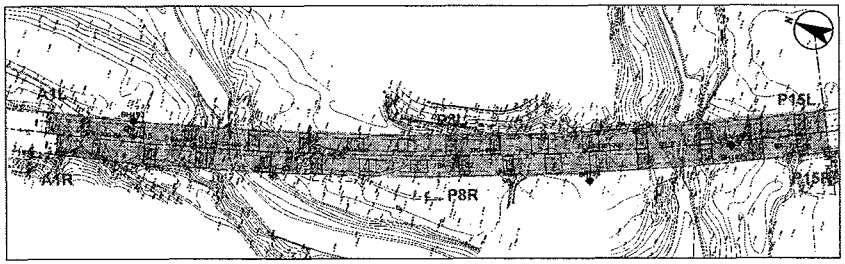
建議沖刷評估應考量泥岩易受沖蝕的特性

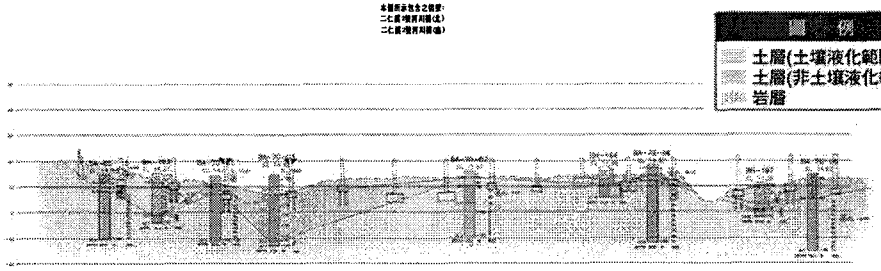


二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
13	每個不同橋墩是在哪個地質條件上，基礎有無鑽探資料可供參考?請於細設時補充 。	遵照審查意見辦理，簡報中補充標示每個不同橋墩所在地質條件。
15	有的橋址液化潛能嚴重，但一般直接基礎並不會設置在液化潛能高的地方。故請確認評估結果。	本工程計算液化潛能係以現地地表面向下計算20m之FL按厚度加權加總計算所得，部份埋置較深之直接基礎，雖基礎底部座落於岩盤，惟其基礎底面以上之覆土層厚度較厚N值較低，其加總所得之液化潛能指數即可能>15而列入液化潛能嚴重橋址，其影響為基礎側向承載力之折減，但不影響直接基礎之承載力。
28	依簡報P13,14所述的橋址河床質(橋址河川為砂質粉土，泥岩、砂岩或粉砂岩)，看起來不至於會有液化可能。請確認	本處橋址鄰近變動之沖刷河槽，沖積覆土層厚度約地表以下10m左右，其土壤分類屬砂質粉土，N值約1~13，故計算所得液化潛能較高。

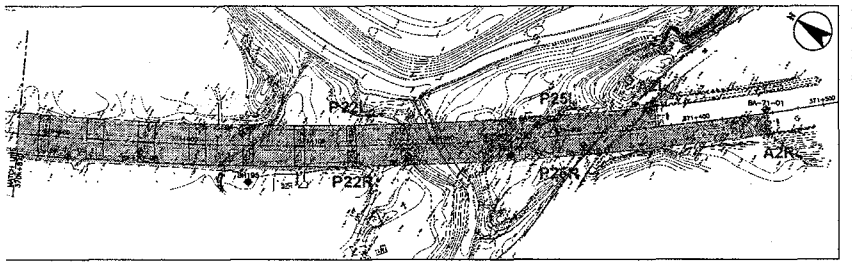
二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

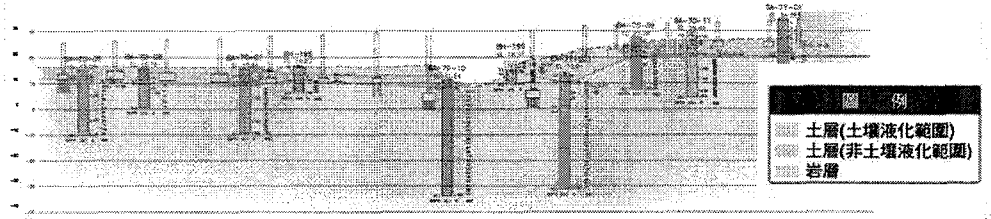




橋址河床質為砂質粉土，其下為泥岩、砂岩或粉砂岩(P1~P15)

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆





橋址河床質為砂質粉土，其下為泥岩、砂岩或粉砂岩(P16~P29R)

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
3	PC樁很多看起來配置一樣，但有的通過檢核，有的沒有，請補充說明原因?	本橋基礎僅於橋墩P1及P16設置60cmφ之PC樁，評估檢核結果均有樁頭8-16φ錨碇鋼筋不足的問題，故均需補強。
5	可動支承處增加剪力榫是否恰當?	可動支承處增加剪力榫，主要目的在補強支承橫向強度之不足，橋軸方向則保留原活動支承之可動空間，不增加額外之束制，但後續細部設計為了避免箱梁底板鑽孔，已改用混凝土止震塊方式補強。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
6	防落長度為部頒規範之1.5倍。若已有防落拉桿，有必要再提升至1.5倍嗎?	本橋初步設計補強方案，僅在不適合增設防落拉桿之橋台處增加防落長度至部頒規範值之1.5倍；若橋墩處可採增設防落拉桿方式補強，則無需再提升至1.5倍。
7	對連續橋而言，不易落橋，有需將防落長度增加那麼多嗎?	根據橋梁耐震設計規範第8.5節規定，無法設置符合規定防落橋裝置時，梁端防落長度應增加至1.2倍以上，但不需超過1.5倍。
8	振動單元只有兩個支承是固端，採用之盤式支承可否承擔塑鉸剪力?補強工法是否要增加止震塊?	本振動單元縱向只有兩個支承是固端，評估結果盤式支承無法承擔塑鉸剪力，故補強策略中增設縱向鋼止震裝置與力量分散裝置。

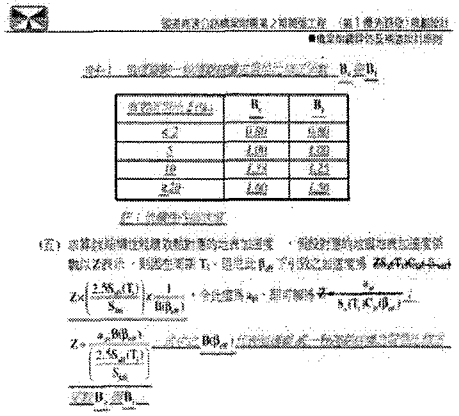
二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

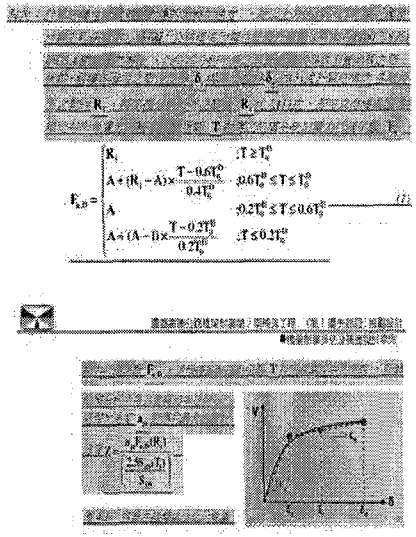
編號	審查意見	意見回覆
10	**振動單元垂直行車向是否為該向之第一模態?有效振態質量比為多少?**	遵照審查意見辦理，簡報中明列各振動單元雙向主要模態之有效振態質量比，以供參考。
11	**傳基樁強度不足，由上構傳下的力量是用性能點還是475年或2500年地震力?**	依據前幾次外審委員意見，本橋補充採用非線性土壤彈簧進行分析結果，基樁評估均採用2500年性能點對應之地震力檢核。
12	**接觸面積比已小於30，但直接基礎土壤降伏比為何是0，表示並未降伏，請確認此結果。**	依本工程補充鑽探成果，本橋橋址為泥岩地質，遇水容易崩解，但是乾燥時又如同岩盤，故造就土壤並未降伏。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
14	**直接基礎橋墩模型是依據現狀還是有托底後？請補充說明。**	根據林呈教授所提出沖刷後基礎裸露深度判斷，大部分直接基礎是呈現懸空狀態，故分析上乃採取托底後模擬。
19	**P10、P11橋墩支承為固定式，其他可動支承的橋墩模型是如何建的? 只有兩個橋墩，如何承擔7跨的剪力? EPA如何算的?請確認。**	可動支承乃利用SAP2000內建LINK模擬而成；上構傳下之剪力透過支承傳至橋墩P10、P11，並利用其強度韌性抵抗之；係利用側推分析求得側推容量曲線，並將容量曲線轉換成側推容量頻譜。接著利用阻尼比修正係數B_S與B_1或結構系統地震力折減係數Fu以反應結構物進入非線性階段後之遲滯行為，並根據基本振動週期進而求算該橋梁結構之最大地表加速度，並取小值作為評估結果。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

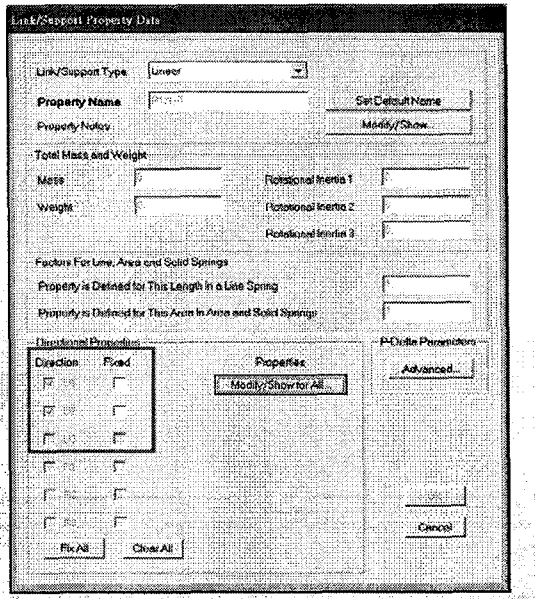




二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

SAP支承LOCAL軸
束制條件設定

U1：重力方向
U2：垂直行車向
U3：行車向



二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
20	**直接基礎之三個先決條件為(1)要有好的承載地層，(2)為無沖刷之虞，(3)為無液化可能，否則直接基礎需改建。故建議本案直接基礎補強應重新檢討改善，基礎補強經費估算也應再詳細計算。**	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中，補充其詳細計算。
27	**基礎補強經費請計算確實。**	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中，補充其詳細計算。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
21	**伸縮縫處才需考慮防落強度補強。**	敬悉，本橋僅於伸縮縫處才評估防落長度，及研擬對應之補強方式。
22	**本案評估所得之橫向耐震能力很好，這結果其實取決於參考點之選擇，請考慮不同參考點所得之結果。 目前因考慮土壤柔度使得周期提高，所以評估所得之耐震能力合乎要求，但最後若基礎補了之後會不會反而使耐震能力不足?請詳細確認。**	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中，補充不同參考點所得之分析結果。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
23	**請補充現況之耐震能力(未考慮沖刷)如何?**	遵照審查意見辦理，細部設計成果簡報中，補充現況之耐震能力(未考慮沖刷)。
24	**請補充梁式剪力不足之計算**	遵照審查意見辦理，補充梁式剪力評估檢核說明。依分析模型柱底桿件力量(PVM)，計算作用於基礎底之土壤反力，再取臨界斷面以外土壤反力總和作為作用於臨界斷面之剪力並檢核臨界斷面的剪力強度是否可以承受。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

■ 梁式剪力檢核

偏心e=M/P

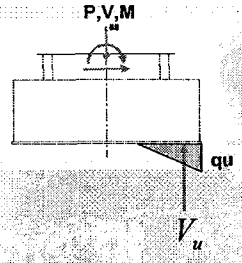
若偏心 e≤L/6

$$q_{u,\max}=\frac{P}{BL}(1+\frac{6e}{L})$$

$$q_{u,\min}=\frac{P}{BL}(1-\frac{6e}{L})$$

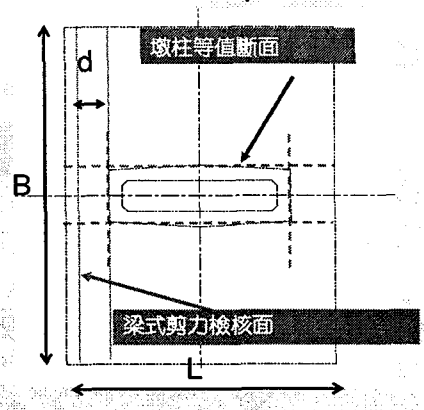
若偏心 e>L/6

$$q_{u\max}=\frac{2P_u}{3(\frac{L}{2}-e)B}$$



基礎剪力強度

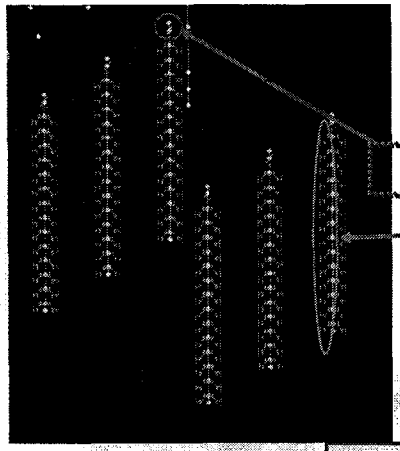
$$V_n=V_c=0.53\sqrt{f_c'}Bd$$



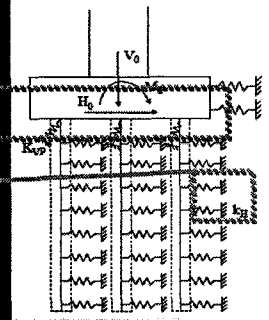
編號	審查意見	意見回覆
25	請補充土壤彈簧輸入方式	基樁土壤彈簧計算係參考「公路橋梁耐震性能設計規範與解說」及「建築基礎構造設計規範」，考慮土壤水平之勁度及上限值以及垂直之勁度及上限值，其計算參考公式及結果詳見附件。 基樁數值模擬使用SAP 2000軟體分析於基樁端部設定垂直向土壤彈簧，並於樁每單位長佈設水平土壤彈簧(行車向、垂直行車向)。

■ 土壤彈簧-彈塑性分析

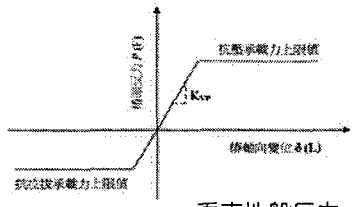
SAP 2000 模型



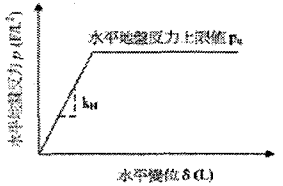
基礎彈簧分析模式



地盤反力上限



垂直地盤反力



水平地盤反力

「公路橋梁耐震性能設計規範與解說」

■ 土壤彈簧水平勁度 $K_H = k_H \cdot \Delta L \cdot D$

$$k_H = k_{H_0}(\frac{B_H}{30})^{-3/4} \Rightarrow k_H = 0.34(\alpha E_0)^{1.1} \cdot D^{-0.31} \cdot (EI)^{-0.103}$$

$$B_H = \sqrt{D/\beta}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_H \cdot D}{4EI}}$$

$$k_{H0} = \frac{1}{30}\alpha E_0$$

k_H: 基樁水平地盤反力係數
α: 土壤彈簧水平勁度
E_0: 變形模數
D: 直徑

係根據「公路橋梁耐震性能設計規範與解說」

■ 土壤彈簧水平極限值 $P_H = p_{Hu} \cdot \Delta L \cdot D$

$$p_{Ep} = \gamma \cdot x \cdot K_{Ep} + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_{EP}} \text{ (震時被動土壓)} \Rightarrow p_{Hu} = \eta_p \alpha_p p_{Ep}$$

$$K_{EP} = \frac{\cos^2\phi}{\cos\delta_E[1-\sqrt{\frac{\sin(\phi-\delta_E)\sin(\phi-\delta_E)}{\cos\delta_E\cos\alpha}}]^2} \text{ (被動土壓係數)}$$

γ: 土壤單位重
c: 土壤凝聚力
ϕ: 土壤摩擦角
α: 地表與水平面夾角
δ_E: 樁與摩土壤之間摩擦角
x: 深度

η_p: 考慮群樁效應修正係數
α_p: 單樁效應修正係數

係根據「公路橋梁耐震性能設計規範與解說」及「建築基礎構造設計規範」

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

■ 土壤彈簧垂直勁度：

$$K_{vp}=\frac{a\cdot A_p\cdot E_p}{L}$$

(樁頭等值彈簧常數)

$$a=0.031\cdot(\frac{L}{D})-0.15$$

(載重試驗經驗公式推估:場鑄樁)

A_p: 單樁截面積

E_p: 樁頭彈性模數

L: 樁長

■ 土壤彈簧垂直極限(壓、拉)

$$Q_a=(f_sA_s+Q_bA_b)/FS$$

(容許垂直承載力)

$$R_a=\frac{f_sA_s}{FS}+W_p$$

(單樁容許拉拔力)

係根據「公路橋梁耐震性能設計規範與解說」及「建築基礎構造設計規範」

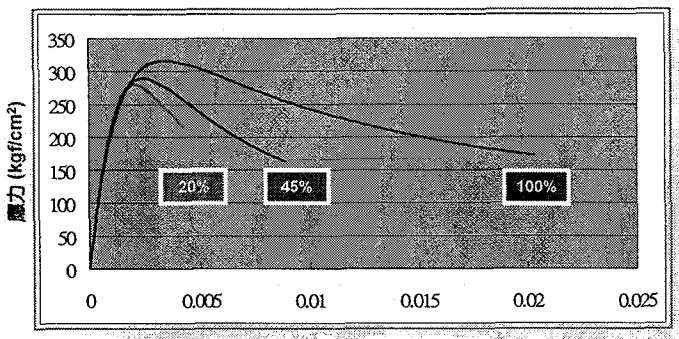
二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
29	**原為可動支承之橋墩應也可透過更改支承系統分擔部分地震力。**	遵照審查意見辦理，於細部設計中已在活動支承處增設地震力分散裝置，以增加結構系統震時之贅餘度。
30	**中空橋柱橋柱塑鉸之設定與長度應與一般橋墩不同，請補充設定方式。**	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中，補充中空橋柱橋柱塑鉸之設定方式。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

中空橋柱混凝土應力應變關係 → **中空橋柱彎矩曲率關係** → **中空橋柱彎矩轉角關係**

非圍束　圍束(s=50cm)　圍束(s=15cm)



塑鉸長度L_p經驗公式:

學者	塑鉸長度L_p (cm)
Baker (1964)	$0.8\kappa_1\kappa_2(Z/d)c$
Sawyer (1964)	$0.25d+0.075Z$
Corley (1966)	$0.5d+0.2\sqrt{d}(Z/d)$
Mattock (1967)	$0.5d+0.05Z$
Priestley (1996)	$0.08L+0.0022d_bf_{ye}$

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

■ 中空橋柱塑鉸比較：以橋墩P6為例

圍束混凝土應力應變關係 (s=15 cm)

P6縱向 Moment SF:7908.6 tf-m Rotation SF:0.0082 rad.

Point	Moment/SF	Rotation/SF
A	0	0
B	1.0	0
C	1.17	3.35
D	1.17	3.35
E	0.2	5.02

P6橫向 Moment SF:26026 tf-m Rotation SF:0.0026 rad.

Point	Moment/SF	Rotation/SF
A	0	0
B	1.0	0
C	1.13	3.10
D	1.13	3.10
E	0.2	4.65

圍束混凝土應力應變關係 (s=50 cm)

P6縱向 Moment SF:7585.3 tf-m Rotation SF:0.0077 rad.

Point	Moment/SF	Rotation/SF
A	0	0
B	1.0	0
C	1.11	1.33
D	1.11	1.33
E	0.2	2.00

P6橫向 Moment SF:24947 tf-m Rotation SF:0.0025 rad.

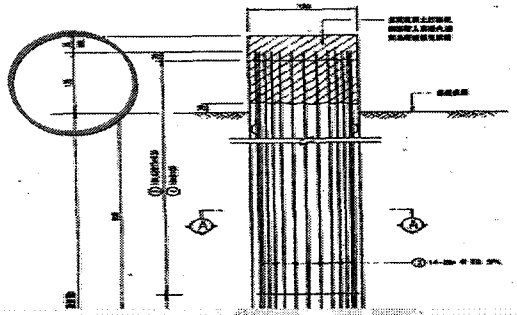
Point	Moment/SF	Rotation/SF
A	0	0
B	1.0	0
C	1.10	1.403
D	1.10	1.403
E	0.2	2.10

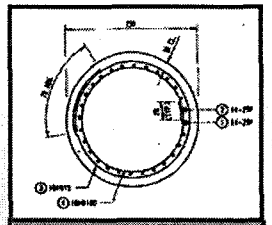
二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
31	樁塑鉸除樁頂也可能會產生在土內之基樁，請補充樁塑鉸設置位置。	遵照審查意見辦理，補充樁塑鉸設置位置。基樁塑鉸設置於樁頭及基樁彎矩發生最大點處。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

■ 竹節鋼筋伸展長度





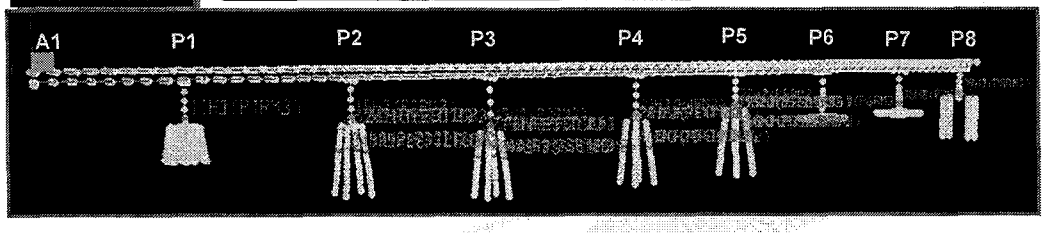
$$\frac{0.06\,A_b f_y}{\sqrt{f'_c}} = 105.23 * 1.25 = 131.53\,cm < 135\,cm$$

➡ O.K

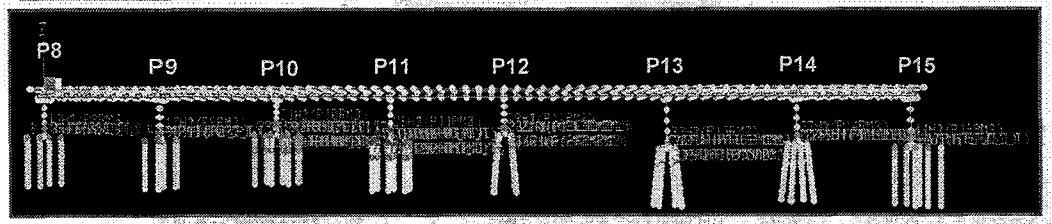
二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

二仁溪2號河川橋(既有樁塑鉸設置位置)

第1S單元



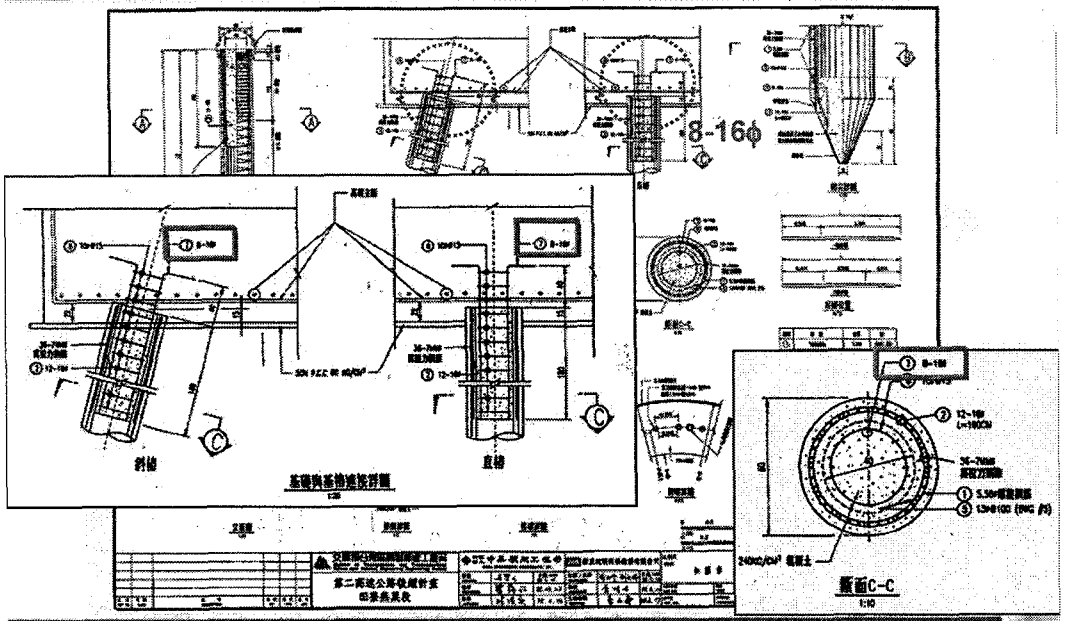
第2S單元



二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
32	斜樁會有較大側向阻抗，但是個應力集中點，所以Euro code並不建議採用斜樁。請仔細檢討斜樁之行為。	遵照審查意見辦理。斜樁除了檢核基樁之握裹長度，以確保基樁塑鉸產生，亦確認混凝土基礎板之穿破強度是否足夠。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆



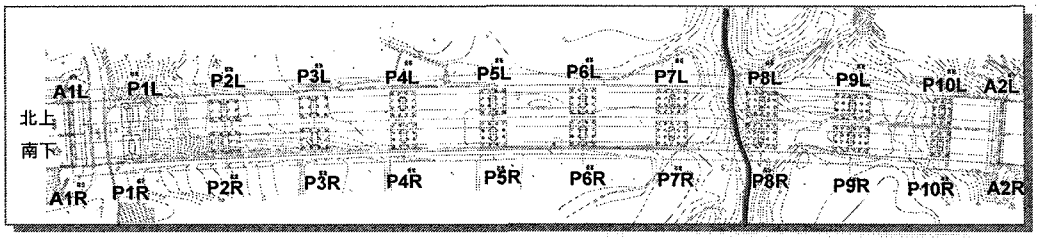
2 鸞崎溪河川橋

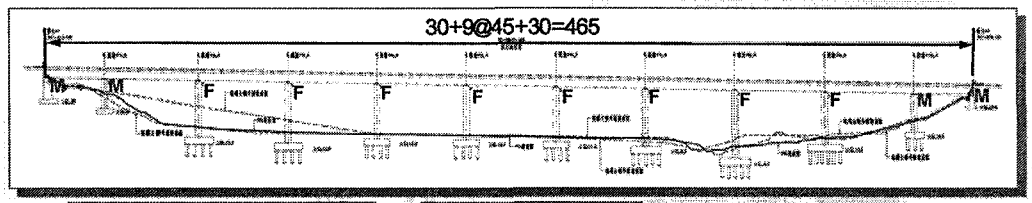
鸞崎溪河川橋

鸞崎溪河川橋

工法	節塊推進工法
結構配置	南下、北上線：各長465 m，11跨、1個振動單元
上部結構	南北分離，雙向各16.1m寬，配置3車道
支承	盤式支承（縱向滑動、橫向滑動、雙向滑動、固定支承）
橋柱	扁六邊形中空單柱
基礎	直接基礎 樁基礎：120Ø長10、11、15.5或16M之全套管基樁
地質	橋址地質多為粉土質黏土，其下為砂岩、泥岩

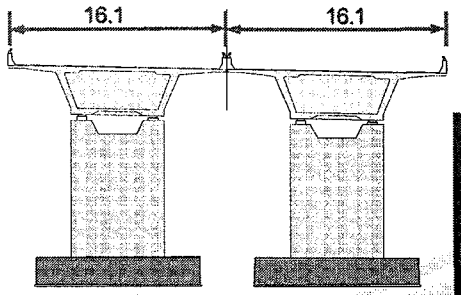
彎崎溪河川橋－橋梁結構系統



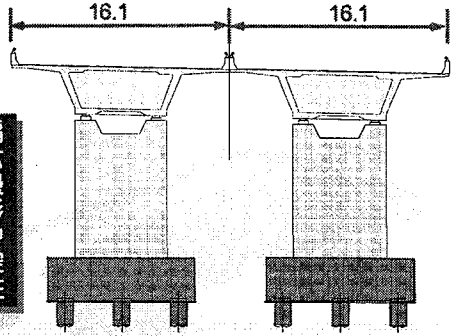


M：活動端 (盤式支承)
F：固定端 (盤式支承)

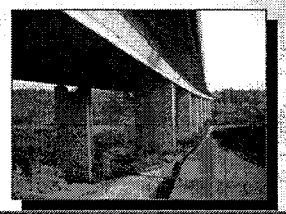
彎崎溪河川橋－橋梁結構系統



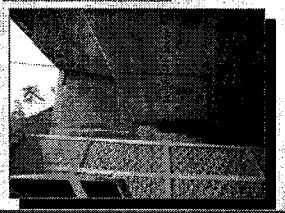
扁六邊形中空柱



直接基礎

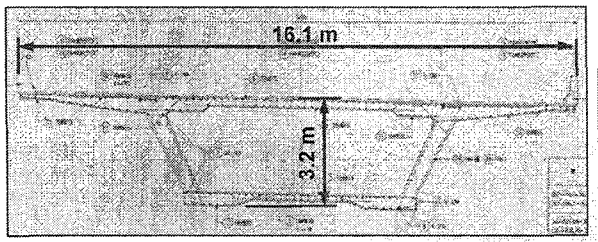


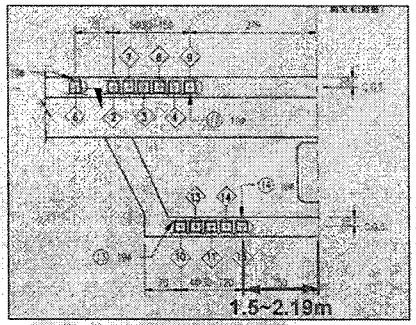
全套管樁基礎

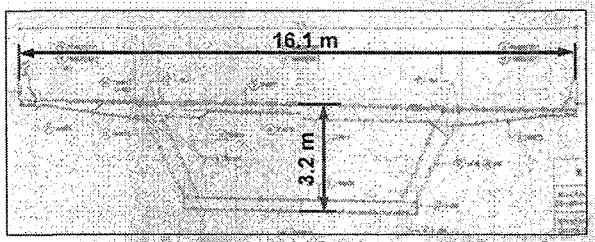


彎崎溪河川橋－橋梁結構系統

■ 上構斷面型式

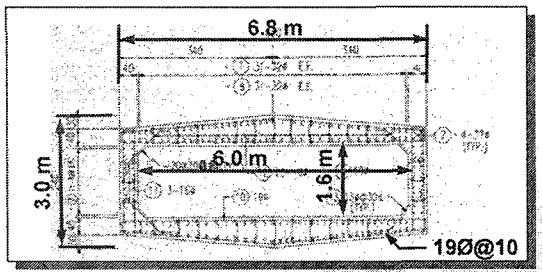






彎崎溪河川橋－橋梁結構系統

■ 柱斷面型式



鋼筋材料：
16Ø (含)以下：SD28
19Ø (含)以上：SD42

P1	(44+108)-29Ø (全柱高)
P2、P3	(44+188)-32Ø (柱上段)、(44+360)-32Ø (柱下段)
P4~P6	(44+140)-32Ø (柱上段)、(44+264)-32Ø (柱下段)
P7、P8	(44+164)-36Ø (柱上段)、(88+344)-36Ø (柱下段)
P9	(44+188)-36Ø (柱上段)、(88+360)-36Ø (柱下段)
P10	(44+140)-32Ø (全柱高)

鸞崎溪河川橋－橋梁結構系統

基礎型式

A1L	P1L	P2L	P3L	P4L	P5L	P6L	P7L	P8L	P9L	P10L	A2L
M	M	F	F	F	F	F	F	F	F	M	M
M	M	F	F	F	F	F	F	F	F	M	M
A1R	P1R	P2R	P3R	P4R	P5R	P6R	P7R	P8R	P9R	P10R	A2R

8.00 × 12.00	14.40 × 10.80	12.90 × 12.90	15.60 × 12.30	17.40 × 12.90	19.40 × 12.90
直接基礎 板厚2m	全套管基樁 12 - 120φ 樁帽厚 3.2m	全套管基樁 16 - 120φ 樁帽厚 2.8m	全套管基樁 20 - 120φ 樁帽厚 3.0m	全套管基樁 24 - 120φ 樁帽厚 3.2m	全套管基樁 12 - 120φ 樁帽厚2.4m

鸞崎溪河川橋

既有橋梁設計載重及材料參數

- 設計規範：交通部76年版公路橋梁設計規範
- 設計地震力：K_h=0.12
- 混凝土設計強度
  - 上部結構箱型梁 : f'c=350kgf/cm²
  - 橋柱及橋台軀體、場鑄基樁 : f'c=280kgf/cm²
  - 橋台、橋墩基礎 : f'c=240kgf/cm²
  - 預力混凝土基樁 : f'c=800kgf/cm²
- 鋼筋設計強度
  - 16mmφ (含)以下：fy=2800kgf/cm²
  - 19mmφ (含)以上：fy=4200kgf/cm²

鸞崎溪河川橋

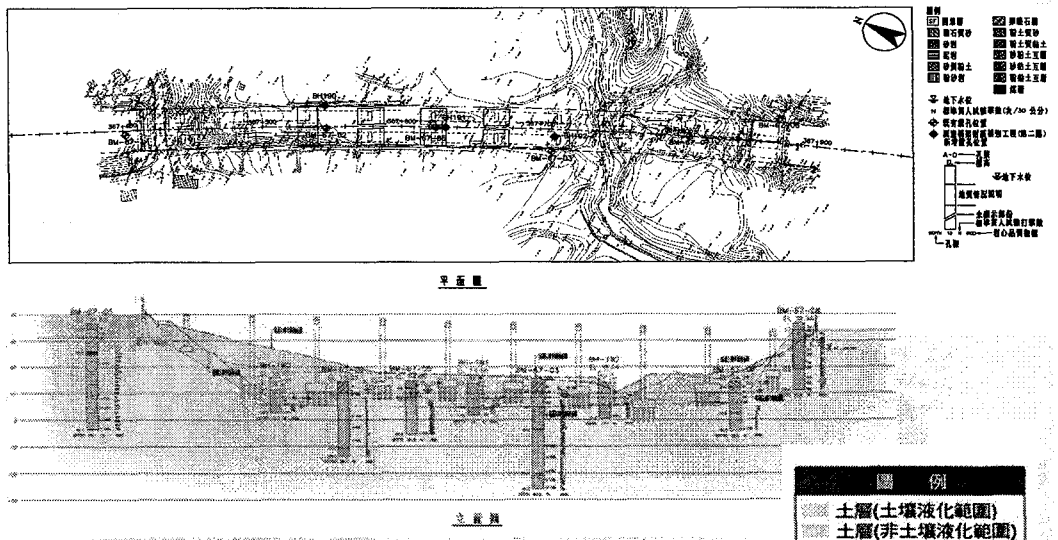
橋梁耐震評估及補強設計標準

- 地震分區：高雄市田寮區
- 鄰近斷層：旗山斷層

S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M	F_V	F_A	$N_{A,475}$	$N_{V,475}$	$N_{A,2500}$	$N_{V,2500}$	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
0.8	0.45	1	0.55	1.0	1.0	1.08	1.09	1.09	1.16	0.864	0.491	1.09	0.638

- 耐震性能標準
  - 中度地震等級 SP1：$0.4\times S_{DS}/3.25$ = 0.106 g
  - 設計地震等級 SP2：$0.4\times S_{DS}$ = 0.346 g
  - 最大考量地震等級 SP3：$0.4\times S_{MS}$ = 0.436 g

鸞崎溪河川橋－地盤種類及液化潛能評估



鸞崎溪河川橋－地盤種類及液化潛能評估

橋墩編號	型式	Vs_{30}(m/s)	地盤分類	PL	液化損害程度
A1L	直基	441.83	第一類地盤	24.4	嚴重
P1L	直基	593.13	第一類地盤	12.8	中度
P2L	樁基	326.04	第一類地盤	36.9	嚴重
P3L	樁基	281.51	第一類地盤	40.4	嚴重
P4L	樁基	355.43	第一類地盤	29.0	嚴重
P5L	樁基	405.63	第一類地盤	23.9	嚴重
P6L	樁基	372.55	第一類地盤	23.8	嚴重
P7L	樁基	248.98	第二類地盤	42.0	嚴重
P8L	樁基	226.00	第二類地盤	42.2	嚴重
P9L	樁基	215.33	第二類地盤	45.3	嚴重
P10L	樁基	262.64	第二類地盤	26.0	嚴重
A2L	直基	646.25	第一類地盤	4.4	輕微

覆土層	0~3.3m	回填土
	3.3~9.0m	粉土質砂
承載層	9m以下	泥岩夾砂岩

$$V_{s30}=\frac{\sum_{i=1}^{n}d_i}{\sum_{i=1}^{n}\frac{d_i}{V_{si}}}=\frac{30}{\sum_{i=1}^{n}d_i/V_{si}}$$

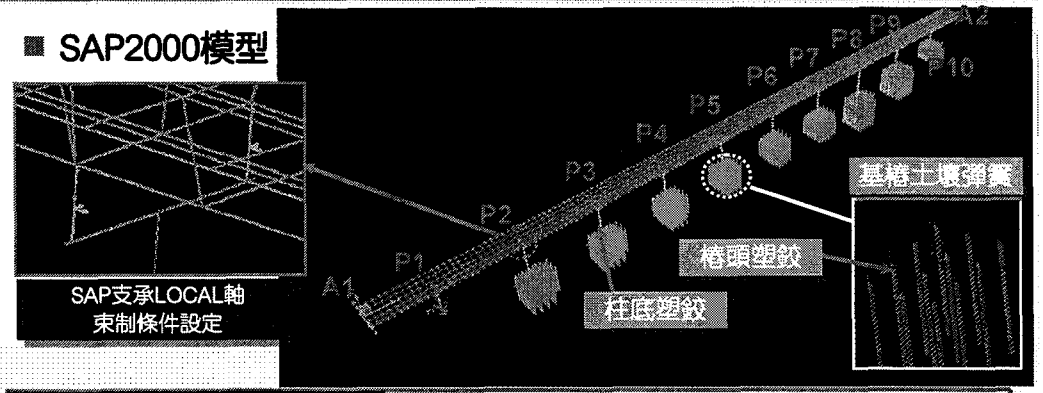
地盤分類

- 第一類地盤 $V_{S30} \geqq 270m/s$
- 270m/s > 第二類地盤 $V_{S30} \geqq 180m/s$
- 第三類地盤 $V_{S30} < 180m/s$

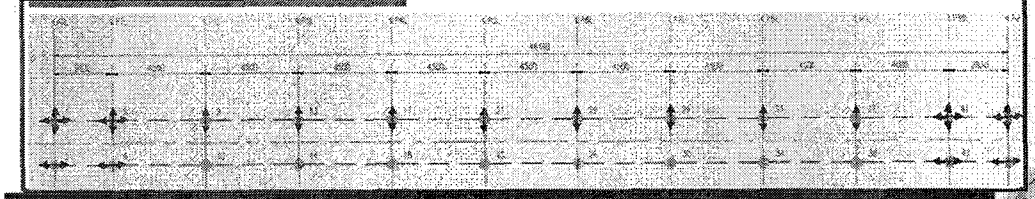
採第一類地盤進行分析設計

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ SAP2000模型

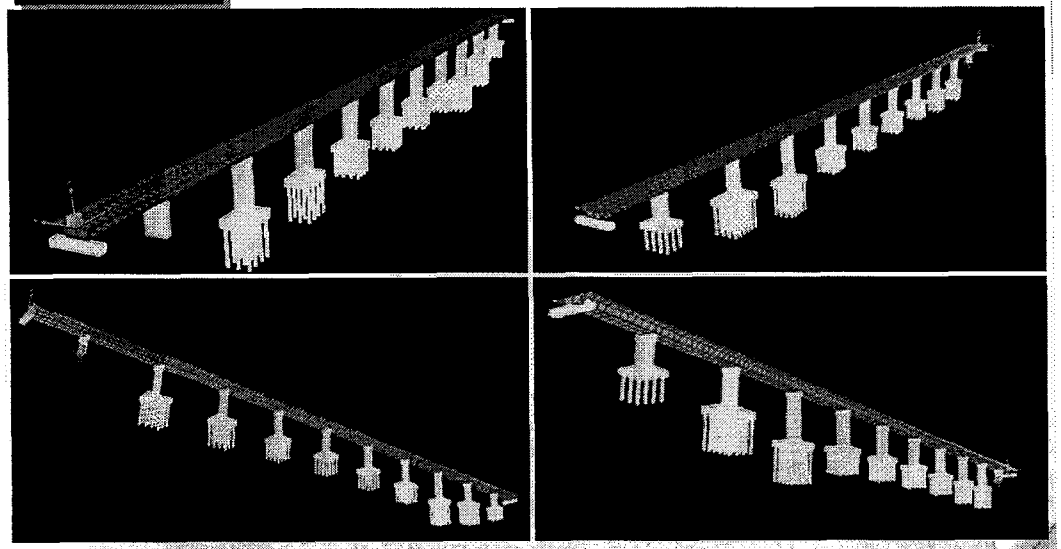


依竣工圖設定支承束制條件



鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

實體模型

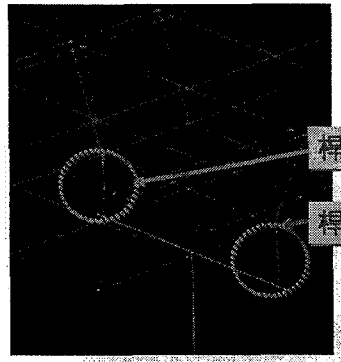


鸞崎溪河川橋

■ 支承反力檢核

以橋墩P5橋墩為例

靜載重=DEAD+SDL



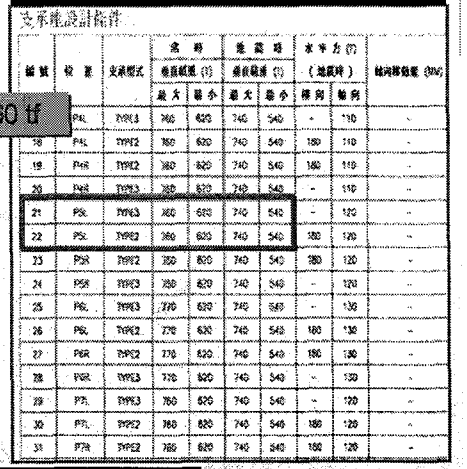
橋墩P5

設計力=620~760 tf

桿件軸力=751.4 tf

桿件軸力=780.1 tf

竣工圖支承設計力表

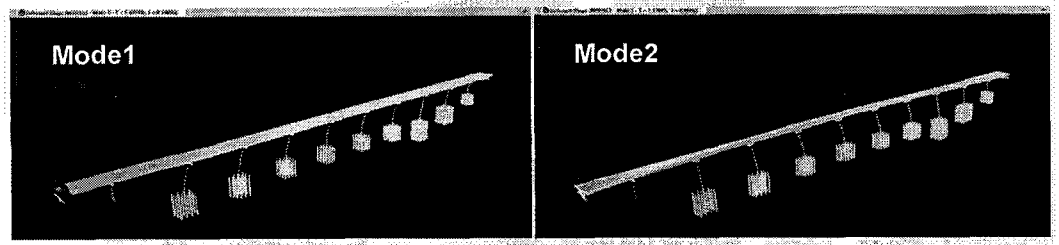


支承反力與竣工圖相符

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 模型週期

方向	模態	顯著週期	
		模態週期	模態質量
軸向	Mode1	1.723	0.414
橫向	Mode2	0.929	0.340

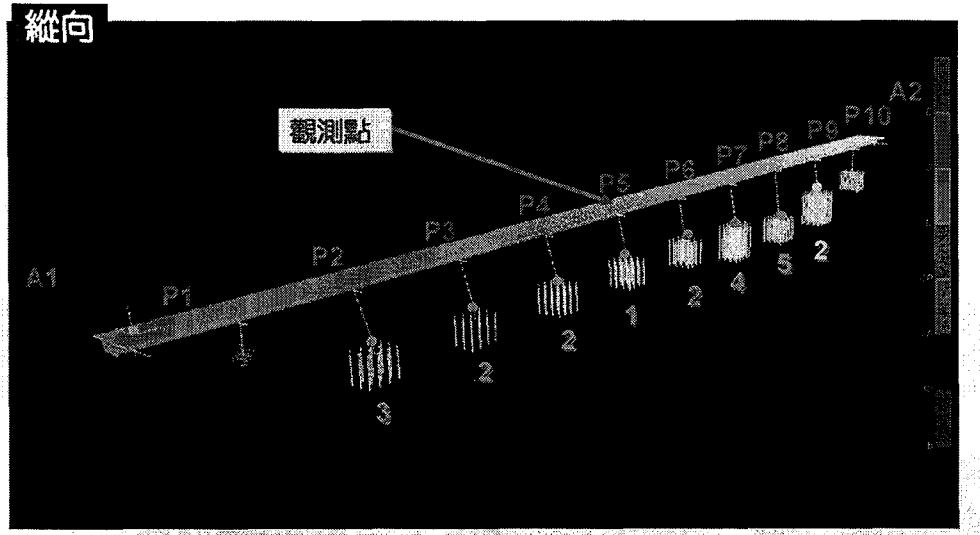


以0.5EI分析所得結果

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖

縱向

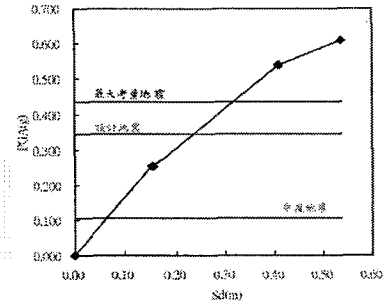


鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 強度韌性評估結果

縱向

橋軸方向評估結果



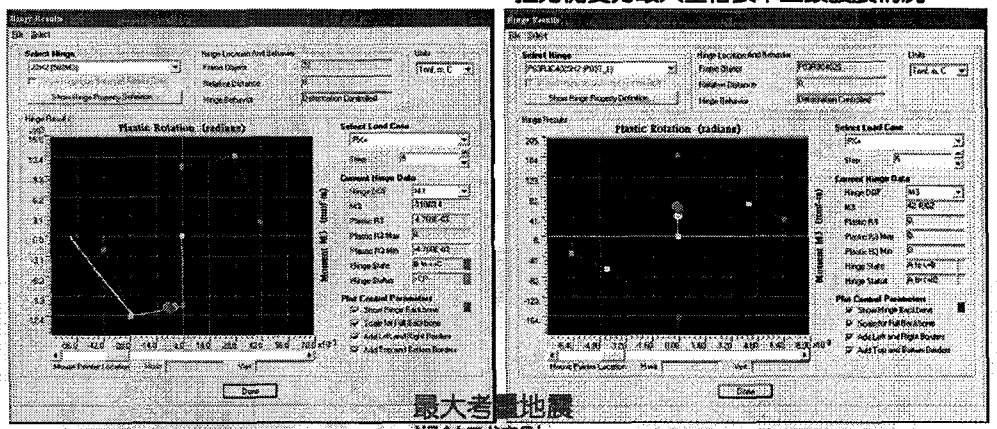
耐震性能檢核		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.254	2.39
設計地震等級	SP2	0.346	0.539	1.56
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.609	1.40

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =1.299 m

➡ 縱向強度韌性符合需求

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P2~P3) 基樁配置同為3×4支120Ø全套管基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況

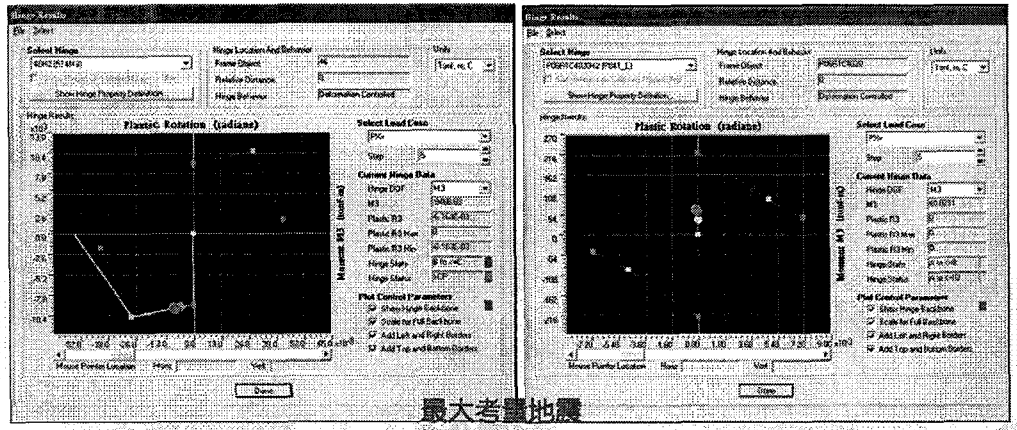


P3橋墩　最大考量地震塑鉸到達點　P3基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。
P1支承縱向可活動，縱向地震下不受額外外力。

彎崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P4~P6) 基樁配置同為4×4支120Ø全套管基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況

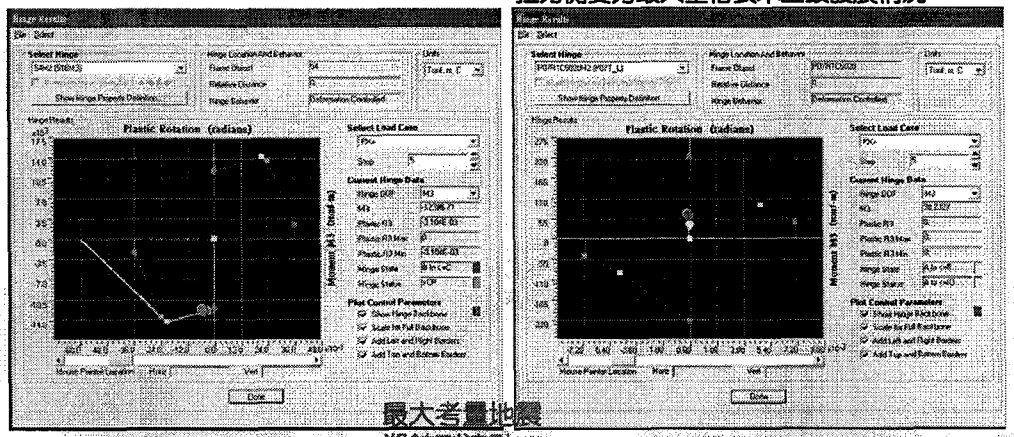


P6橋墩　最大考量地震塑鉸到達點　P6基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

彎崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P7~P8) 基樁配置同為4×5支120Ø全套管基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況

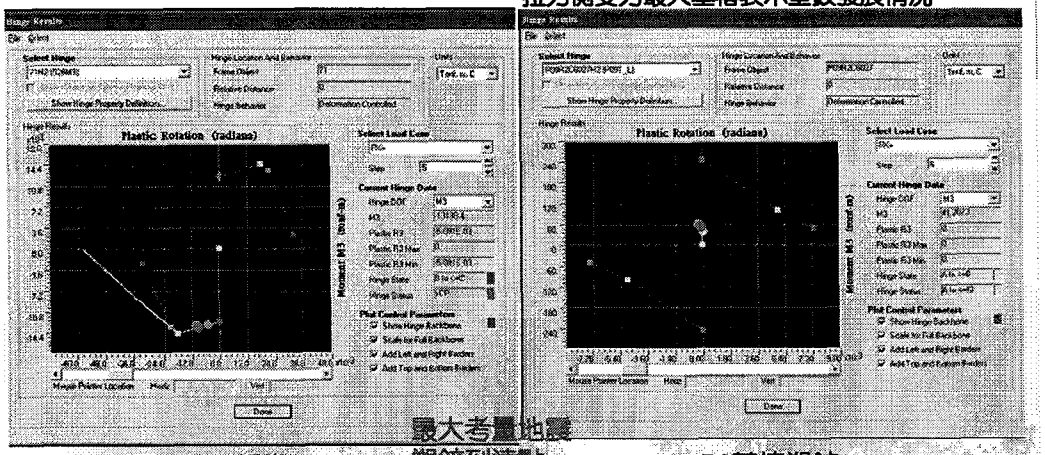


P7橋墩　最大考量地震塑鉸到達點　P7基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

彎崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P9) 基樁配置為4×6支120Ø全套管基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



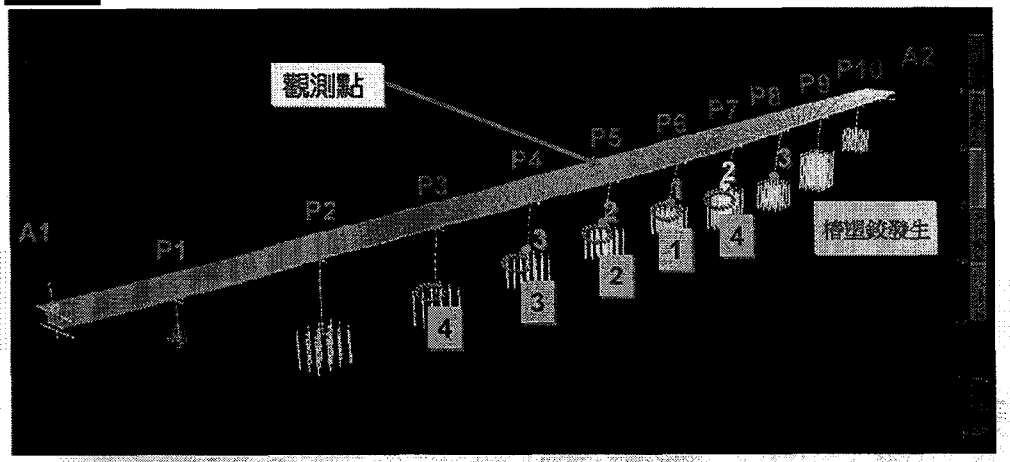
P9橋墩　最大考量地震塑鉸到達點　P9基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。
P10支承縱向可活動，縱向地震下不受額外外力。

彎崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖

橫向

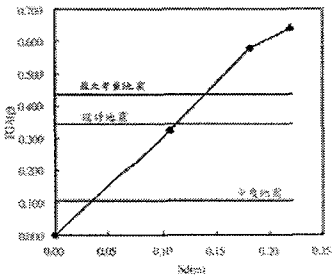


鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 強度韌性評估結果

橫向

垂直橋軸方向評估結果



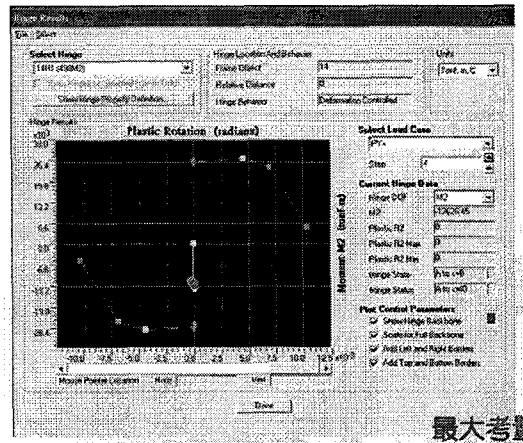
耐震性能檢核		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.196	0.324	3.04
強震地震等級	SP2	0.346	0.578	1.67
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.638	1.46

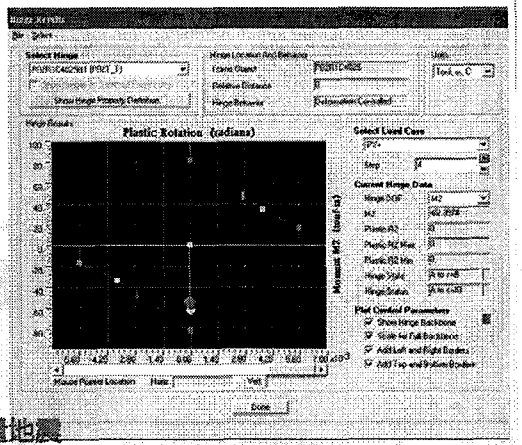
穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.596 m

➡ **橫向強度韌性符合需求**

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P2)





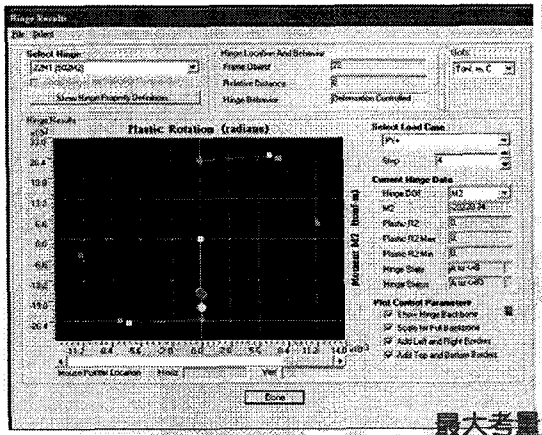
最大考量地震塑鉸到達點

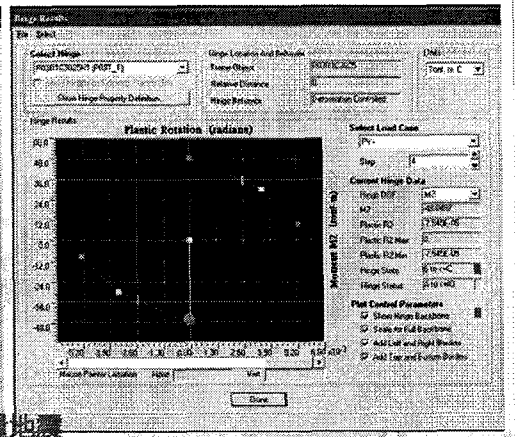
P2橋墩　　P2基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱及樁塑鉸位於上升段。

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P3)





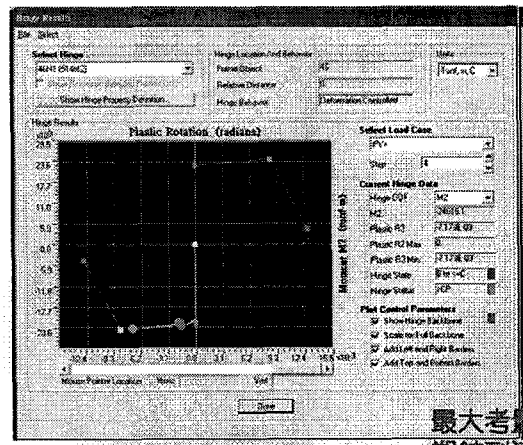
最大考量地震塑鉸到達點

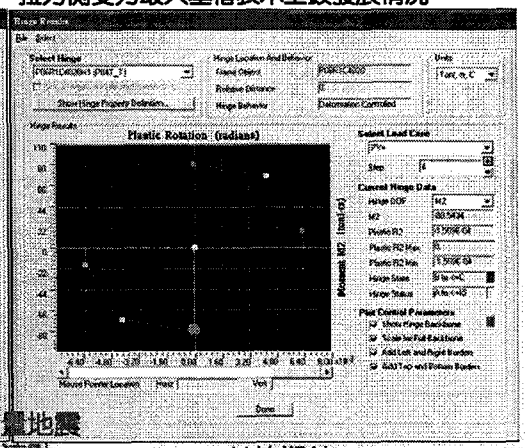
P3橋墩　　P3基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱塑鉸位於上升段、樁塑鉸已到達降伏點進入下降段。

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P4~P6) 基樁配置同為4×4支120Ø全套管基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況





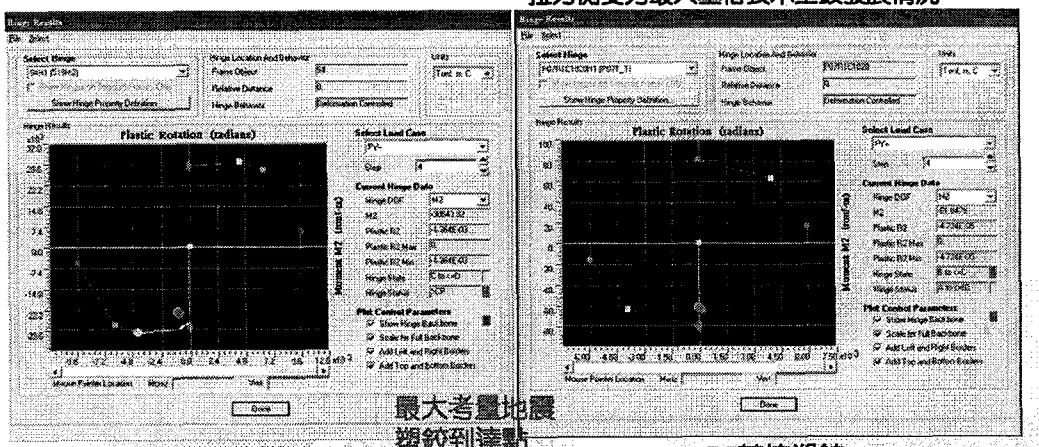
最大考量地震塑鉸到達點

P6橋墩　　P6基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱塑鉸位於上升段、樁塑鉸已到達降伏點開始進入下降段。

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P7~P8) 基樁配置同為4×5支120Ø全套管基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況

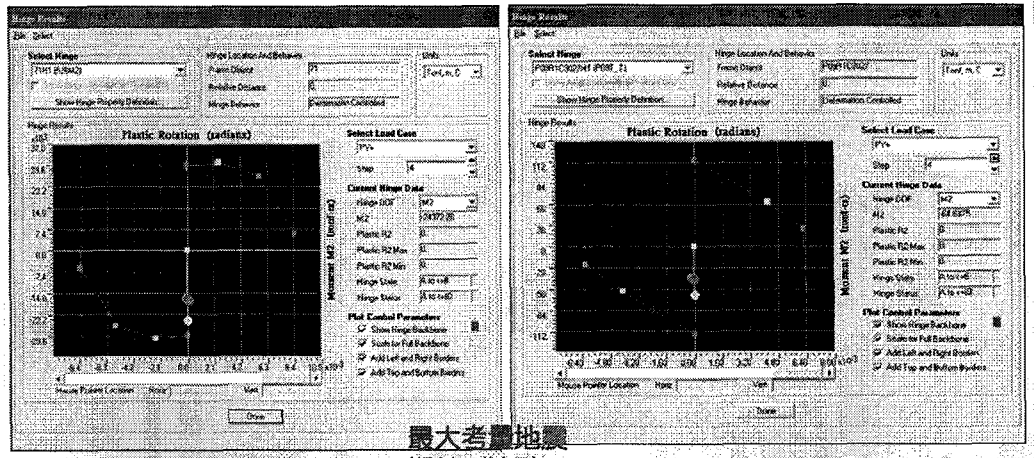


P7橋墩　最大考量地震塑鉸到達點　P7基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P9)

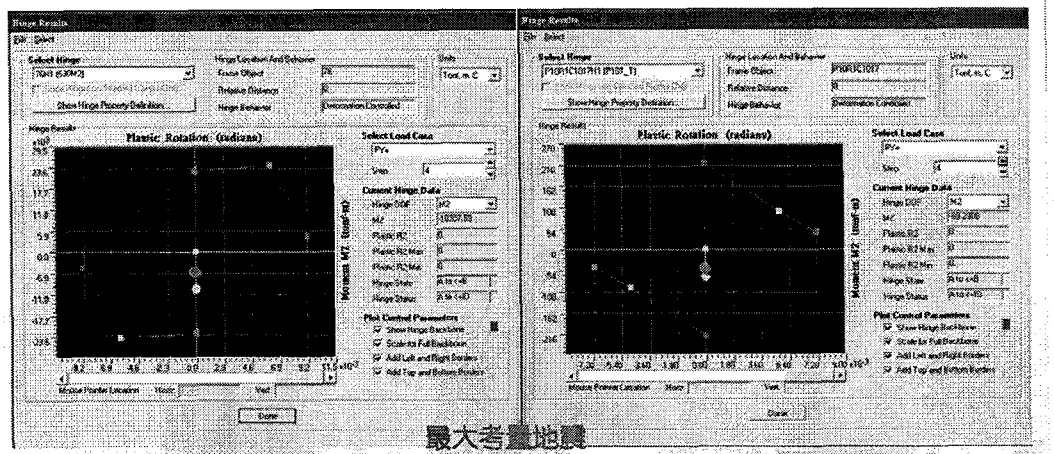


P9橋墩　最大考量地震塑鉸到達點　P9基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P10)



P10橋墩　最大考量地震塑鉸到達點　P10基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

鸞崎溪河川橋—支承強度

■ 支承強度檢核(最大考量地震)　支承強度縱橫向全部N.G.

橫向C/D值最低位置

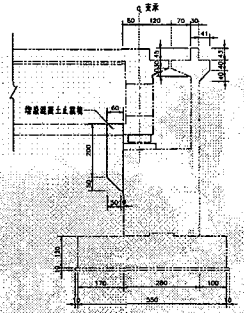
橋墩編號		P7
剪力鋼棒需求強度	Ton	1174
剪力鋼棒實際強度	Ton	270
C/D比值		0.23
檢核		N.G.

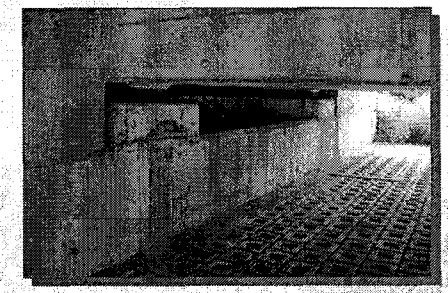
軸向C/D值最低位置

橋墩編號		P3
剪力鋼棒需求強度	Ton	244
剪力鋼棒實際強度	Ton	135
C/D比值		0.55
檢核		N.G.

鸞崎溪河川橋－防落橋長度

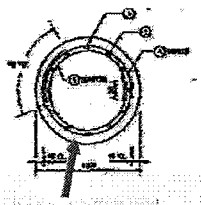
	北橋		南橋	
	A1	A2	A1	A2
規定最小防落橋長度	79.61	79.09	79.61	79.09
實際防落橋長度	110	110	110	110
C/D比值	1.38	1.39	1.38	1.39
檢核	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.





鸞崎溪河川橋—基礎檢核

■ 原評估：P3~P7基樁剪力強度不足



橋墩編號	樁剪力強度 C/D		
	等值彈性彈簧		考慮樁塑鉸及非線性土壤彈簧
	原評估	以性能點評估	以性能點評估
P2	1.55	1.13	基樁未進入塑性行為
P3	0.79	0.60	基樁降伏塑鉸產生進入下降段
P4	0.86	0.98	基樁降伏塑鉸產生進入下降段
P5	0.79	0.88	基樁降伏塑鉸產生進入下降段
P6	0.84	0.99	基樁降伏塑鉸產生進入下降段
P7	0.91	0.89	基樁未進入塑性行為
P8	—	—	基樁未進入塑性行為
P9	—	—	基樁未進入塑性行為
P10	—	—	基樁未進入塑性行為

有提升　有提升

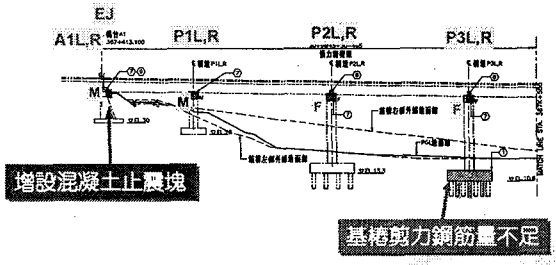
鸞崎溪河川橋—基礎檢核

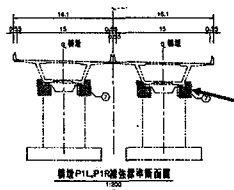
■ 土壤承載力→O.K.

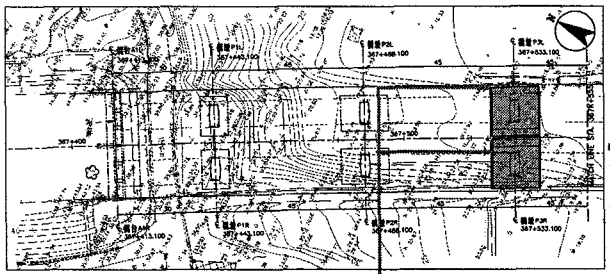
支承型式	樁號	容許軸壓力 (T)	容許軸拉力 (T)	最大軸壓力 (C/D)		最大軸拉力 (C/D)	
				縱向	橫向	縱向	橫向
F	P2	2010.130	-842.170	2.77	1.95	-	3.00
F	P3	2301.530	-1046.150	3.12	1.91	-	2.72
F	P4	1548.420	-518.970	2.94	1.80	70.51	1.51
F	P5	1317.970	-357.660	2.70	1.60	12.03	1.02
F	P6	1463.180	-459.310	2.89	1.74	41.16	1.33
F	P7	2405.360	-1134.690	4.90	2.73	41.60	2.72
F	P8	1657.190	-598.000	3.42	2.73	-	14.61
F	P9	1688.950	-634.650	3.87	3.53	22.71	8.96
F	P10	1509.260	-491.560	4.85	3.40	-	-

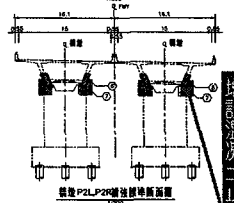
■ 樁帽鋼筋量檢核→O.K.

鸞崎溪河川橋—耐震補強策略

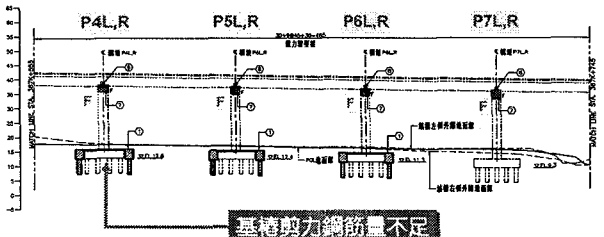




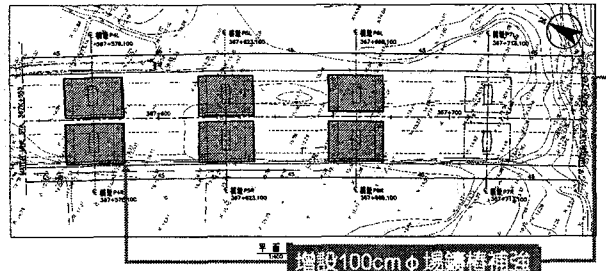




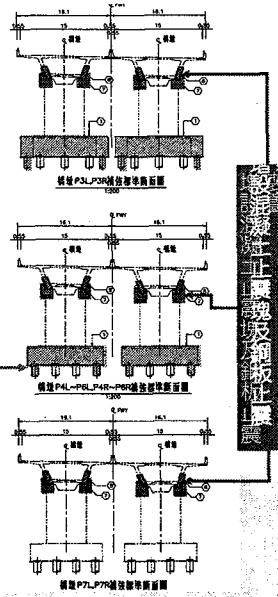
彎崎溪河川橋—耐震補強策略



基樁剪力鋼筋量不足



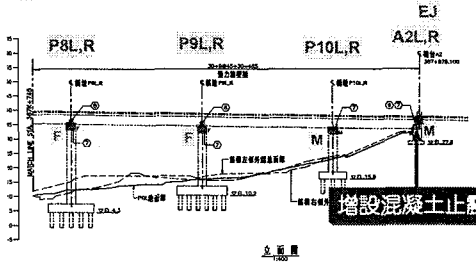
增設100cm φ場鑄樁補強



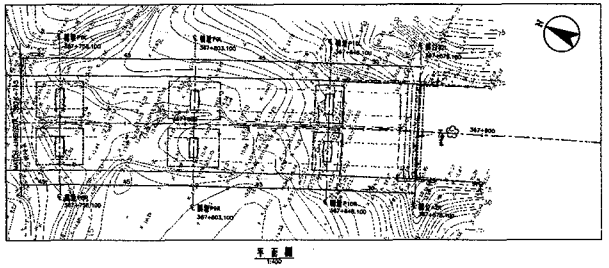
橫向支承強度不足

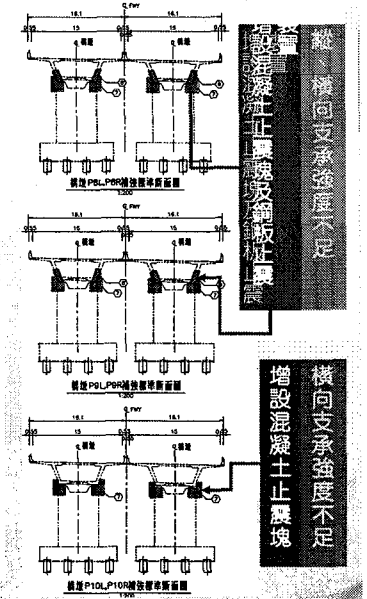
增設混凝土止震塊及鋼板止震裝置

彎崎溪河川橋—耐震補強策略



增設混凝土止震塊





橫向支承強度不足

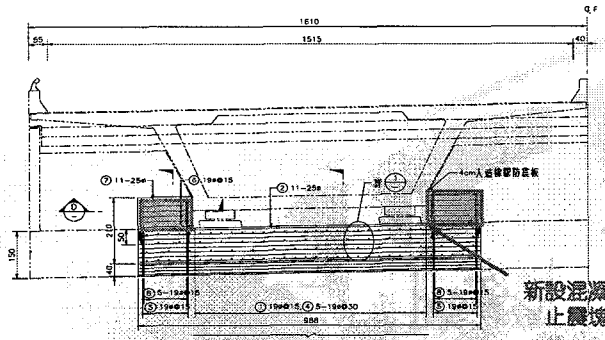
增設混凝土止震塊及鋼板止震裝置

橫向支承強度不足

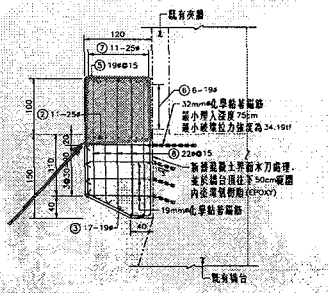
增設混凝土止震塊

細設補強方案

橋台支承強度不足 → 新設混凝土止震塊

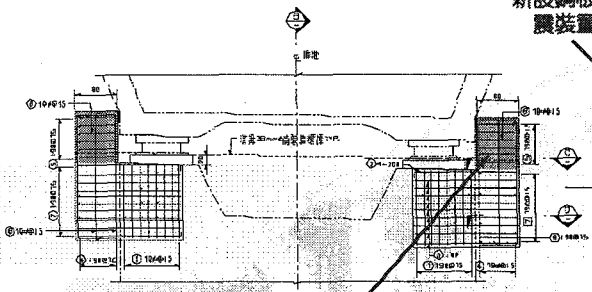


新設混凝土止震塊

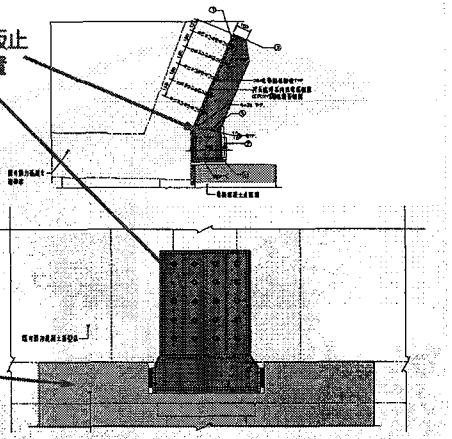


細設補強方案

橋墩支承強度不足 → 新設混凝土止震塊及鋼板止震裝置



新設混凝土止震塊



新設鋼板止震裝置

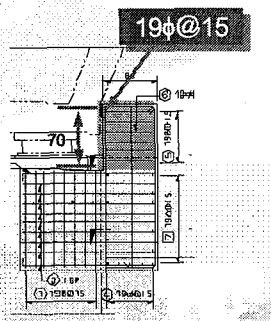
耐震能力補強結果

- 止震塊補強設計
  - 橫向地震力V=452 t，彎矩M=316.4 t-m
  - 撓曲強度 $Mu=\phi Mn=\phi A_s f_y d(1-0.6\rho f_y / f_c')$

    Mu=0.9*392.4 =353.2 t-m > M O.K.
  - 剪力強度 Vu=φv*Vn =φv(0.8Av*fy+Ac*K1)

    K1=28kg/cm2

    Vu=0.85*842.04=715.73 t > V O.K.



耐震能力補強結果

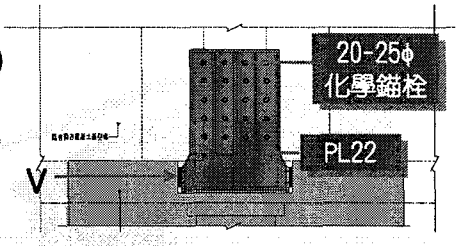
- 鋼止震裝置
  - 設計橫力 V=109t

    (扣除盤式支承容許水平力)
  - A449化學錨栓檢核

    剪力 V=10.36 t

    剪應力檢核

    C/D=1.30 >1 O.K.

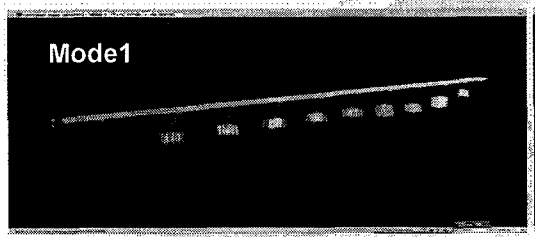


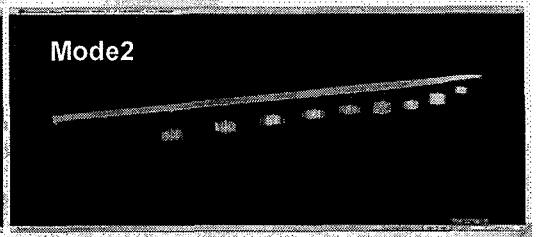
鸞崎溪河川橋－補強後結構評估分析

- 模型週期

方向	模態	顯著週期			
		模態週期(補強前)	模態質量(補強前)	模態週期(補強後)	模態質量(補強後)
軸向	Mode 1	1.723	0.414	1.717	0.386
橫向	Mode 2	0.929	0.340	0.921	0.301

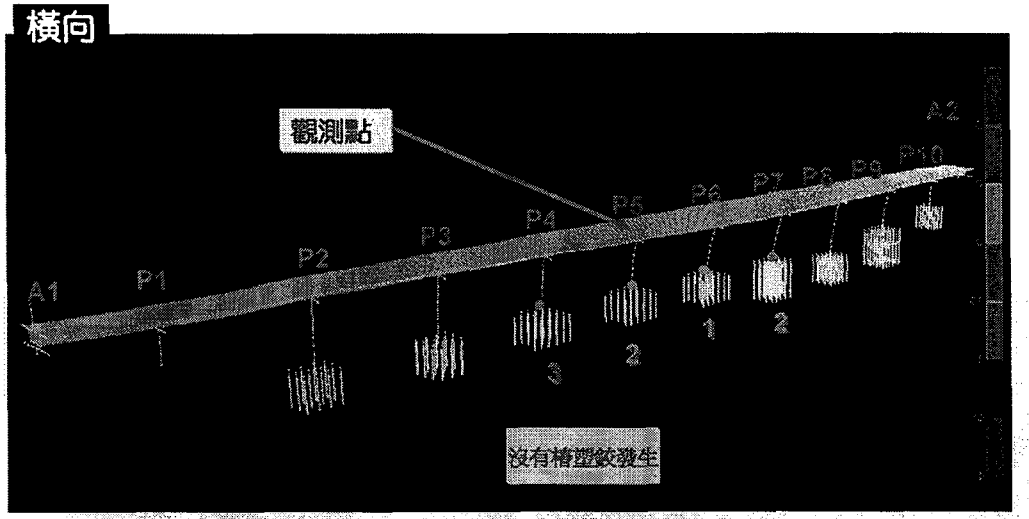
補強後週期略爲降低





鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

- 塑性鉸發展順序示意圖

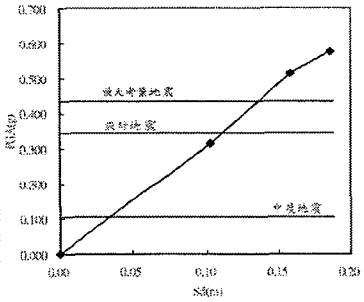


鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 強度韌性評估結果

橫向

垂直橋軸方向評估結果



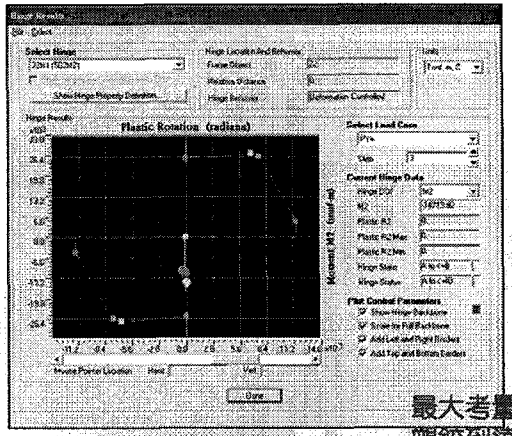
耐震性能指標		耐震需求 (地表加速度,g)	耐震容量 (地表加速度,g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.105	0.316	2.97
設計地震等級	SP2	0.346	0.514	1.49
最大考量地震等級	SP3	0.435	0.577	1.32

穩定性評估P-Delta Effect △=0.2*Mu/P =2.504 m

➡ **橫向強度韌性符合需求**

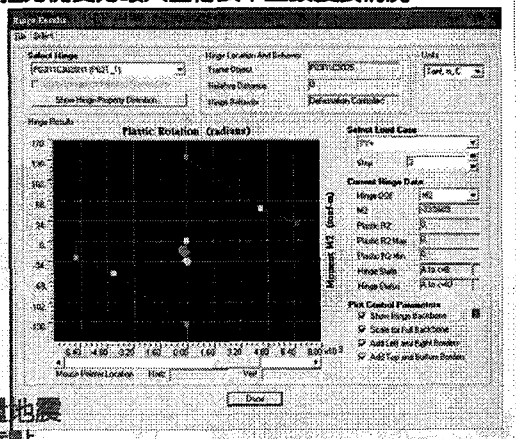
鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P2~P3) 基樁配置同為3×4支120Ø全套管基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



P3橋墩

最大考量地震塑鉸到達點

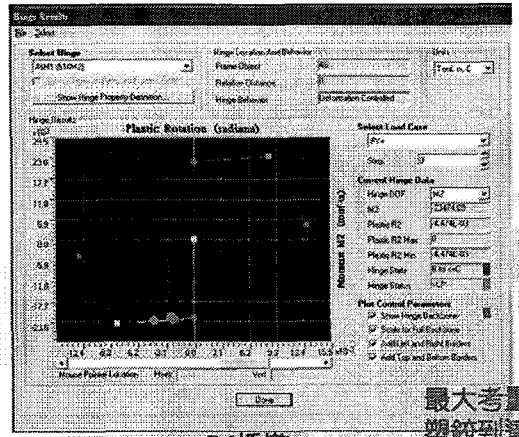


P3基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP2~STEP3間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

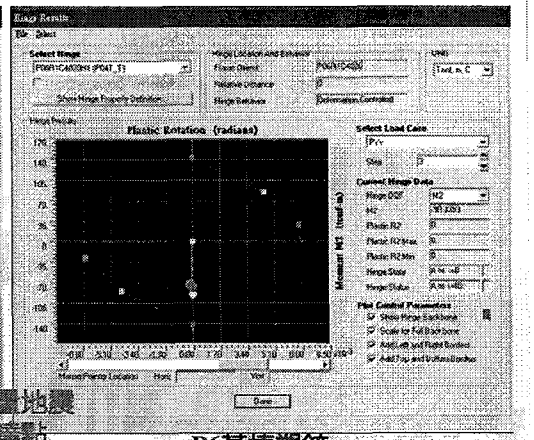
鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P4~P6) 基樁配置同為4×4支120Ø全套管基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



P6橋墩

最大考量地震塑鉸到達點

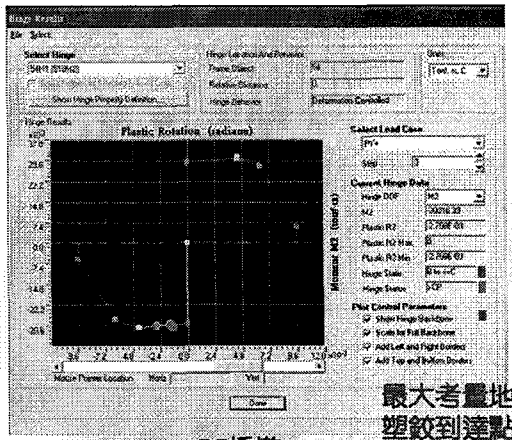


P6基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP2~STEP3間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

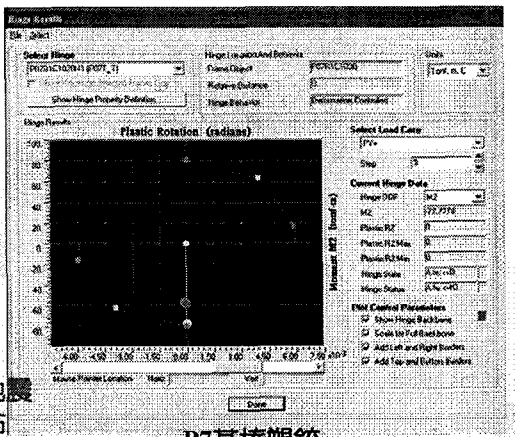
鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P7~P8) 基樁配置同為4×5支120Ø全套管基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



P7橋墩

最大考量地震塑鉸到達點

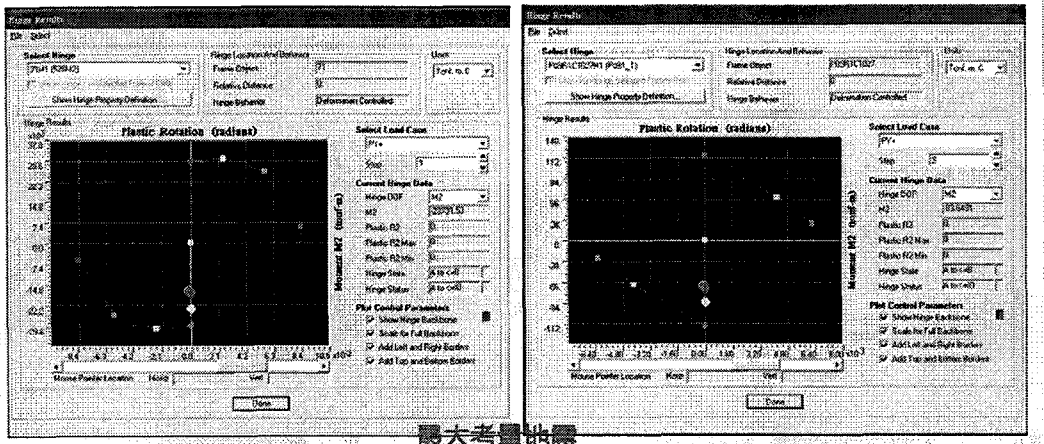


P7基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP2~STEP3間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P9)

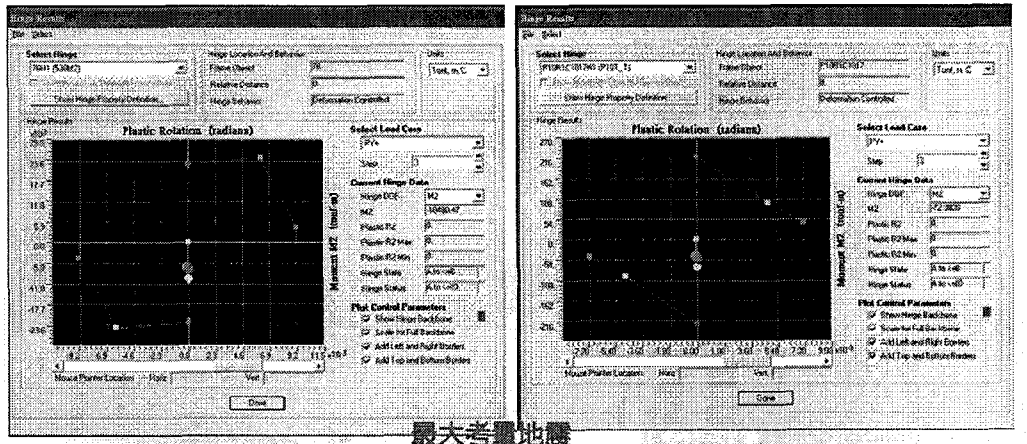


P9橋墩　　最大考量地震塑鉸到達點　　P9基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP2~STEP3間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

鸞崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P10)



P10橋墩　　最大考量地震塑鉸到達點　　P10基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP2~STEP3間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

鸞崎溪河川橋

■ 補強方案經濟性初步檢討

❖ 橋面板面積(a)	=14,973	m^2
❖ 總補強經費(b)	=4055.19	萬元
❖ 基礎補強經費(c)	=2766.099	萬元
❖ 維修經費(d)	=0	萬元
❖ 拆除重建經費(e)	=49,411	萬元
❖ 單位面積補強費用(b)/(a)	=0.271	萬元
❖ 基礎費用比(c)/(e)	=5.6	%
❖ 不含基礎補強費用比(b-c)/(e)	=2.61	%
❖ 維修費用比(d)/(e)	=0	%

審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
1	本橋多為固定端式支承，且兩邊都是橋台，請檢討防落長度補強是否需要？	遵照審查意見與本審查意見3一併辦理。
3	本座橋幾乎都固定支承，只有兩端是可動支承，請計算位移量，看是否需增加防落	據分析結果顯示，鸞崎溪河川橋在極限地震狀態下，梁端與橋台頂位移量達56.17cm，地震引致相鄰橋墩間表層地盤之水平相對變位為23.44cm，根據公路橋梁耐震設計規範，防落橋長度需大於94.91cm。既有防落橋長度110cm已足夠。唯橋台支承仍有剪力強度不足之問題，維持原橋台混凝土止震裝置之設置。

審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
5	基樁剪力鋼筋不足是否正確?請確認增加基樁之必要性?	遵照審查意見辦理，採用性能點評估結果以側推分析到達2500年性能點之對應力量檢核基樁剪力強度，基樁已發生撓剪破壞，因此增樁補強是有需要的。
6	中空橋柱之混凝土圍束強度比較無法確認，故建議橋柱彎矩曲率分析亦用未圍束混凝土條件重新分析，作為比較。	採箍筋間距50cm圍束之混凝土條件評估之，評估結果於簡報中說明。

審查意見6回覆(1/2)

橋墩強度韌性-縱向地震力

混凝土以竣工圖上箍筋配置考慮圍束

耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.254	2.39
設計地震等級	SP2	0.346	0.539	1.56
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.609	1.40

降低5%　降低26%

混凝土考慮箍筋間距50cm圍束效果

耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.241	2.27
設計地震等級	SP2	0.346	0.418	1.21
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.450	1.03

實際圍束效果介於兩者間，橋墩強度韌性已足夠。

審查意見6回覆(2/2)

橋墩強度韌性-橫向地震力

混凝土以竣工圖上箍筋配置考慮圍束

耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.308	2.90
設計地震等級	SP2	0.346	0.530	1.53
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.596	1.37

降低13%　降低26%

混凝土考慮箍筋間距50cm圍束效果

耐震性能標準		耐震需求 (地表加速度, g)	耐震容量 (地表加速度, g)	C/D
中度地震等級	SP1	0.106	0.267	2.51
設計地震等級	SP2	0.346	0.408	1.18
最大考量地震等級	SP3	0.436	0.444	1.02

實際圍束效果介於兩者間，橋墩強度韌性已足夠。

審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
7	P85所示各基樁配置差不多，但p104之強度C/D值差很多是什麼原因?請補充說明	初設簡報稿中P.104所示強度C/D值為垂直行車向之分析結果，等值彈性彈實分析模型之原評估乃是以彈性地震力反應譜分析法與MP兩者之小值檢核基樁剪力強度，性能點評估則是以側推分析到達2500年性能點之柱底內力檢核基樁剪力強度。在2500年之性能狀態下P4、P5與P6皆已進入塑性，力量再分配後P3進而承受較大力量。另就容量側而言，P4~P6配置4x4共16支基樁P7配置4x5共20支基樁，而P3橋墩僅配置3x4共12支基樁剪力容量較低，因此造成C/D值有較大差異。

審查意見回覆

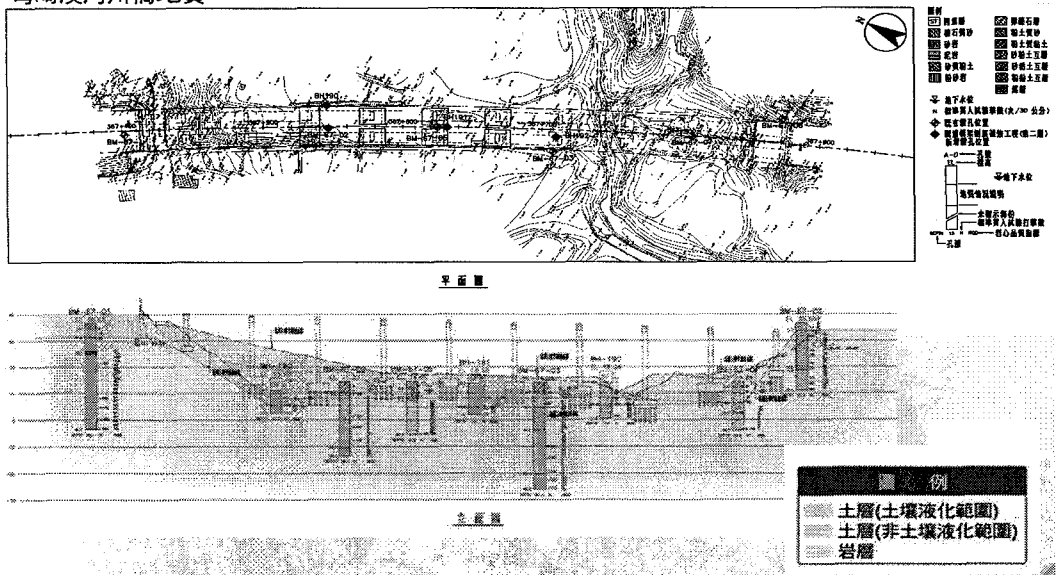
編號	審查意見	意見回覆
8	請補充基樁垂直行車向剪力不足之原因?垂直行車向剪力不足，為何補強行車向?	橋墩形式行車向為弱軸，垂直行車向為強軸。故柱底降伏狀態下垂直行車向之柱底剪力大於行車向之柱底剪力；另就基樁配置而言行車向之基樁排數≥垂直行車向之基樁排數，造成垂直行車向引致較大的基樁軸力，軸拉力過大時造成混凝土無法承受剪力，基樁因此剪力容量降低，造成強度不足。 主要剪力強度不足之橋墩為P3~P6，其中P4~P6樁帽之邊距僅3.8m，若於垂直行車向補強會使結構系統改變為聯合基礎，基礎勁度劇烈改變。考慮補強後基礎勁度變化最小、維持受力對稱性、不改變既有結構系統且有效提供剪力強度後，以於P4~P6橋墩縱向四角落增設基樁方式補強。

審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
9	本橋柱為壁式橋墩，垂直行車向柱塑鉸之模擬方式為何？和一般塑鉸之模擬相同嗎? 性能點時垂直行車向塑鉸會降伏嗎?	彎崎溪河川橋僅P1與P10因高寬比小於2.5故以公路橋梁耐震評估及補強準則草案4.5.1.3之鋼筋混凝土壁式橋墩之塑性鉸特性轉換為M3塑性鉸模擬之，除P1與P10外皆採用一般的方式模擬塑鉸行為。在2500年性能狀態下，P4~P6之垂直行車向塑鉸已降伏，P1與P10橋墩其所承受之剪力分別為118.79ton與603.5ton，不至於產生塑鉸。
10	地質之情況請於細設補充。	遵照審查意見辦理，將於細部設計成果簡報中，補充地質之情況。

審查意見(10)回覆

彎崎溪河川橋地質

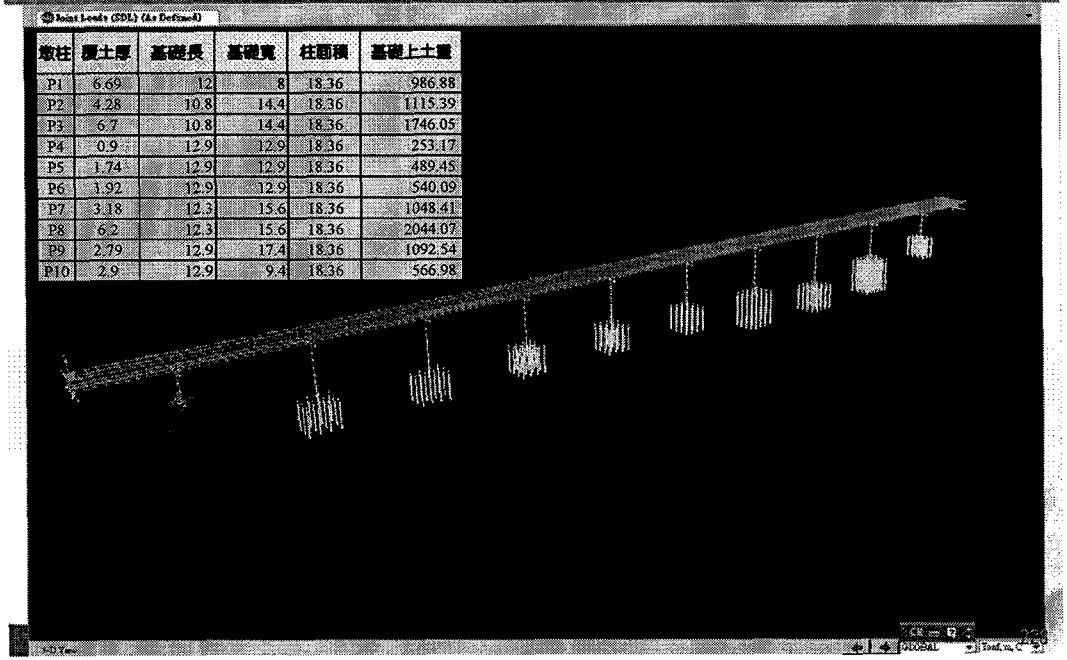


審查意見回覆

編號	審查意見	意見回覆
11	拉力側樁剪力強度不足，是否有考慮覆土壓力？此處無沖刷之虞，應可將覆土壓力納入考量。	經確認已考量覆土之垂直壓力。
12	補充每一根橋墩側推塑鉸發展狀況。	遵照審查意見辦理。
13	基樁這麼深，P93所述之土壤液化還會是問題嗎?	依據土壤液化評估結果，橋址表土層約有4~8公尺液化潛能較高。因樁長為10~15.5公尺長，基樁已進入岩盤或承載力較好的非液化土層中，故液化問題影響不大。分析模式中已考慮土壤液化折減土壤參數，分析結果顯示液化不致於引致基礎承載能力不足。

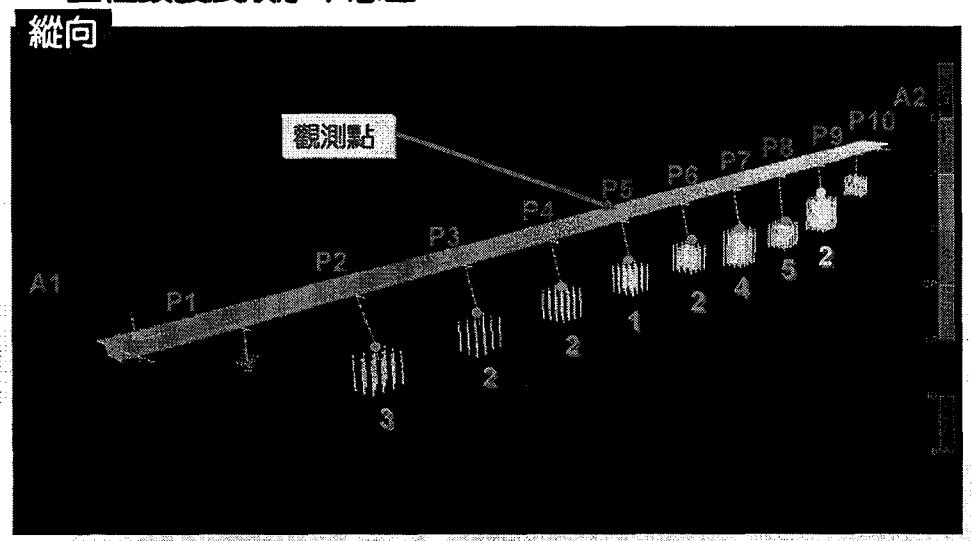
審查意見(11)回覆

墩柱	覆土厚	基礎長	基礎寬	柱面積	基礎上土重
P1	6.69	12	8	18.36	986.88
P2	4.28	10.8	14.4	18.36	1115.39
P3	6.7	10.8	14.4	18.36	1746.05
P4	0.9	12.9	12.9	18.36	253.17
P5	1.74	12.9	12.9	18.36	489.45
P6	1.92	12.9	12.9	18.36	540.09
P7	3.18	12.3	15.6	18.36	1048.41
P8	6.2	12.3	15.6	18.36	2044.07
P9	2.79	12.9	17.4	18.36	1092.54
P10	2.9	12.9	9.4	18.36	566.98



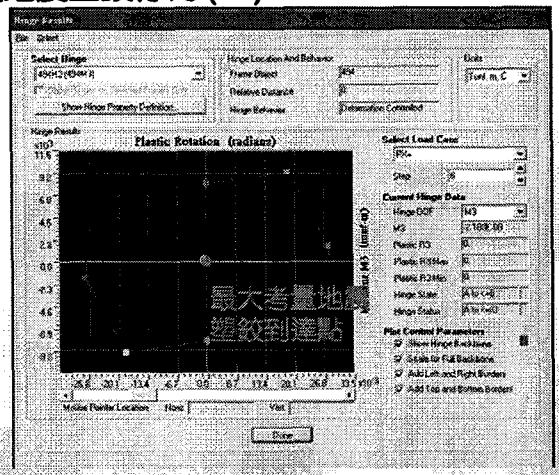
審查意見(12)回覆

- 塑性鉸發展順序示意圖



審查意見(12)回覆

- 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P1)

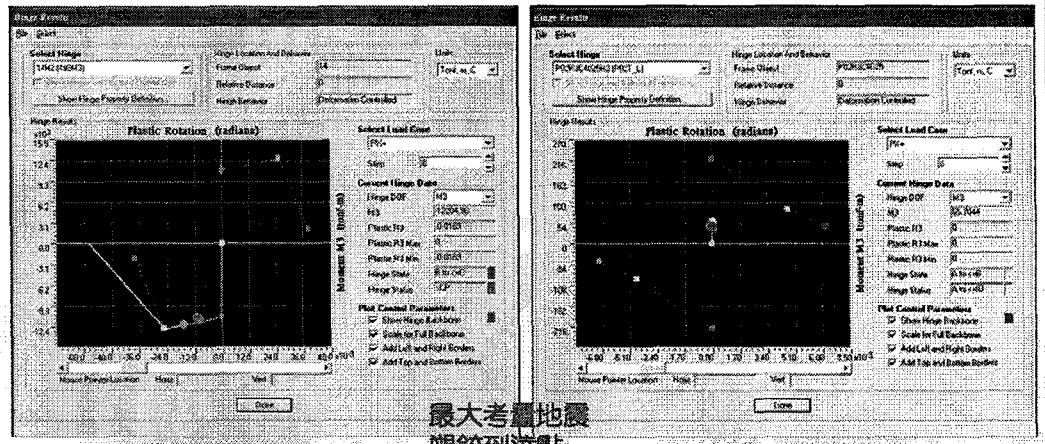


P1橋墩

P1支承縱向可活動，縱向地震下不受額外外力。因爲直接基礎，無基樁塑鉸。

審查意見(12)回覆

- 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P2) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況

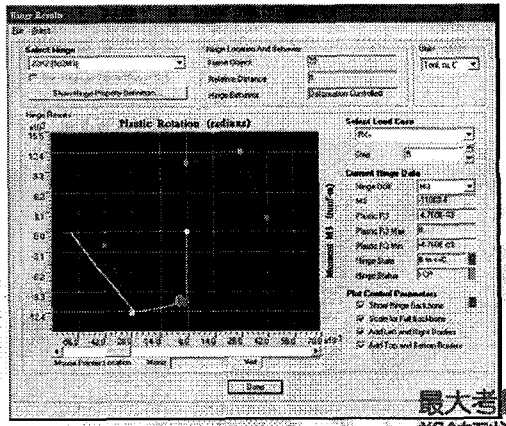


P2橋墩　　P2基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

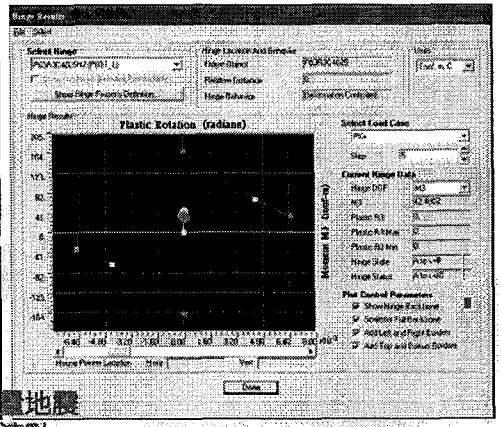
審查意見(12)回覆

■ 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P3) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



P3橋墩

最大考量地震塑鉸到達點

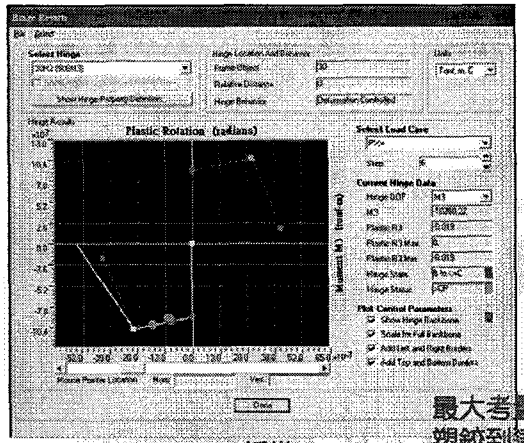


P3基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

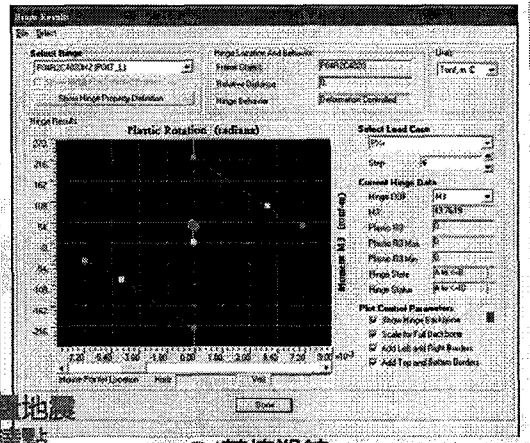
審查意見(12)回覆

■ 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P4) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



P4橋墩

最大考量地震塑鉸到達點

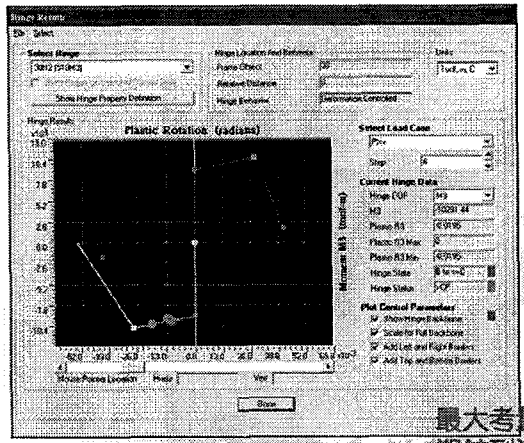


P4基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

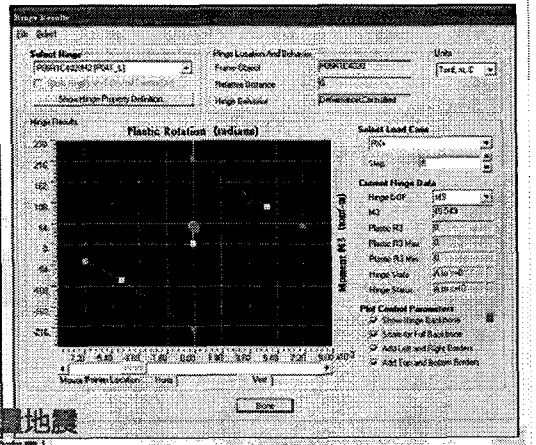
審查意見(12)回覆

■ 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P5) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



P5橋墩

最大考量地震塑鉸到達點

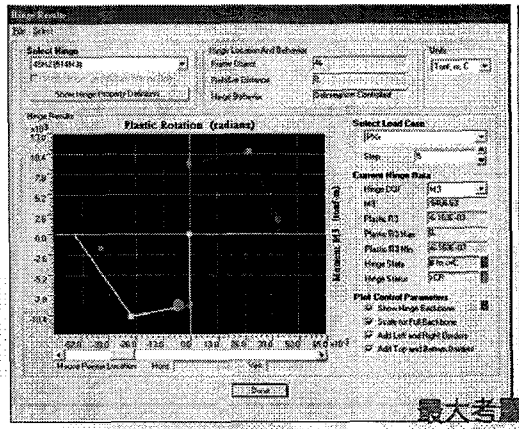


P5基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

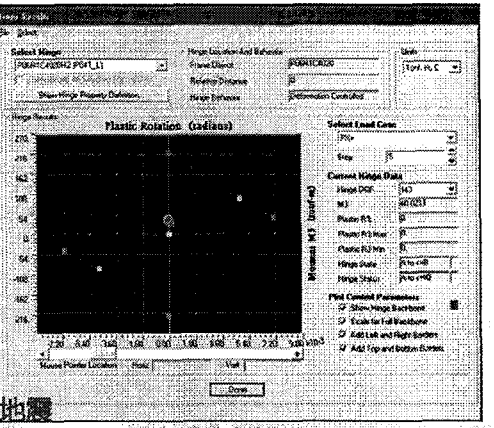
審查意見(12)回覆

■ 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P6) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



P6橋墩

最大考量地震塑鉸到達點

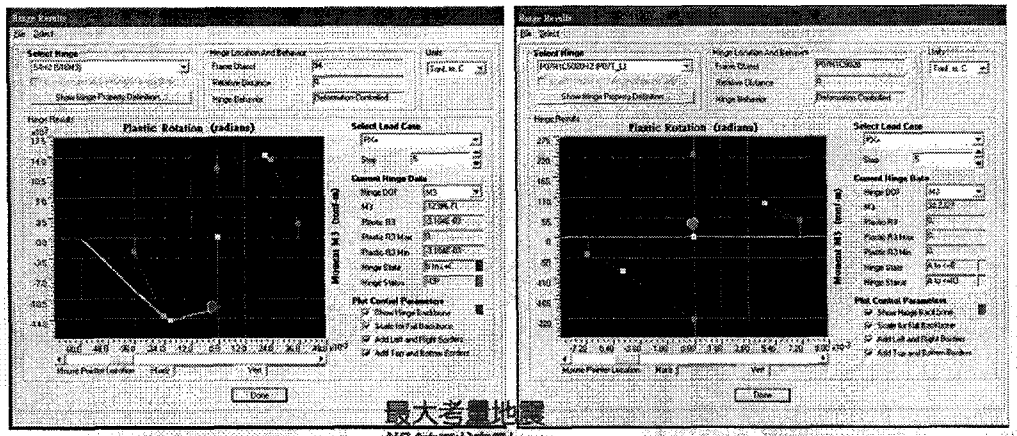


P6基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

審查意見(12)回覆

■ 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P7) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況

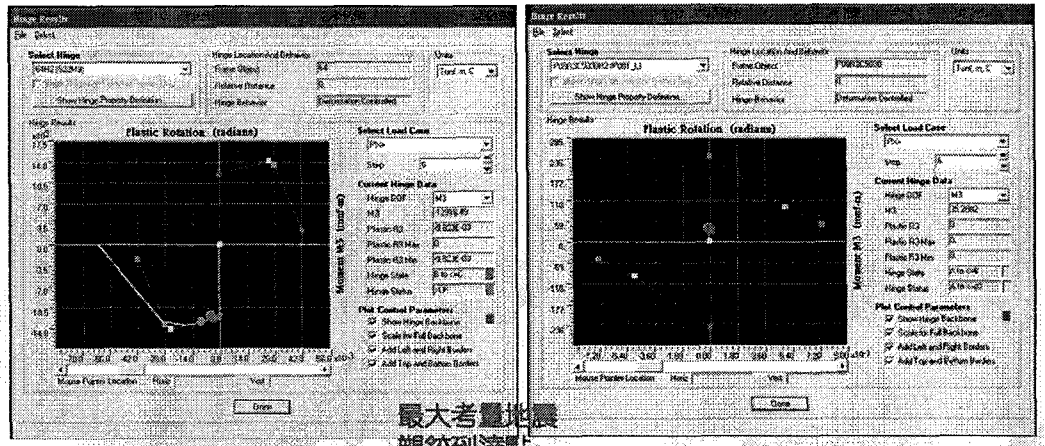


P7橋墩　最大考量地震塑鉸到達點　P7基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

審查意見(12)回覆

■ 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P8) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況

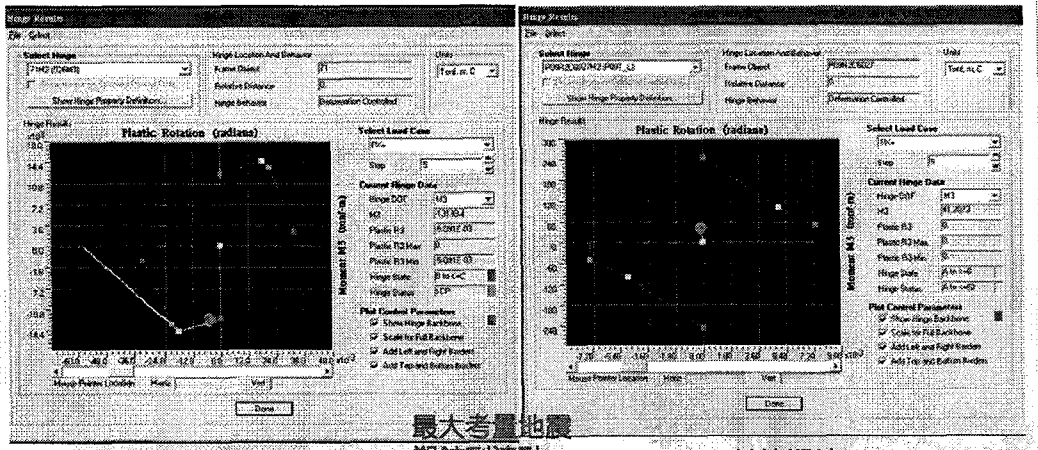


P8橋墩　最大考量地震塑鉸到達點　P8基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

審查意見(12)回覆

■ 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P9) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況

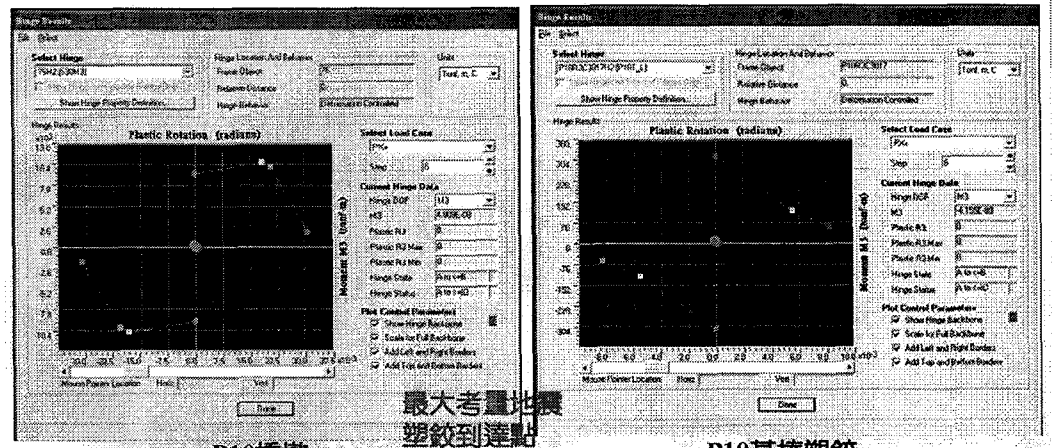


P9橋墩　最大考量地震塑鉸到達點　P9基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP5~STEP6間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

審查意見(12)回覆

■ 縱向最大考量地震塑鉸行為 (P10) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



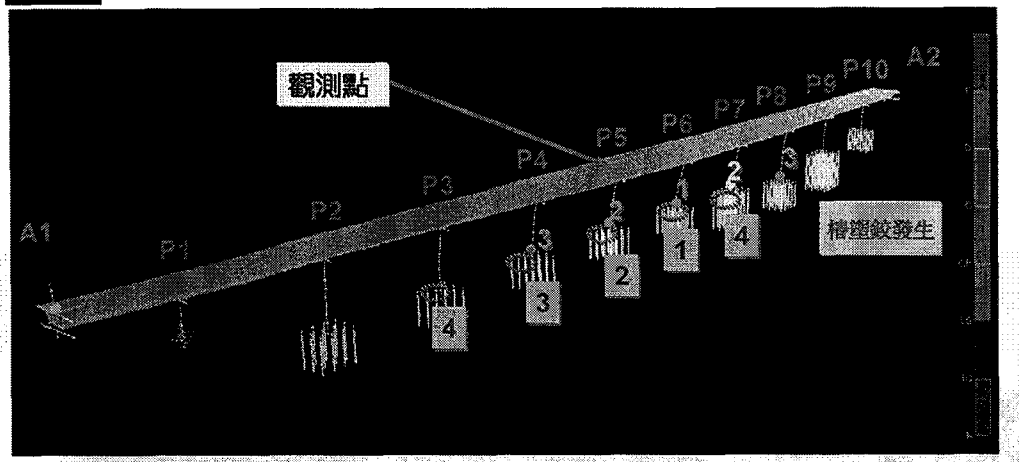
P10橋墩　最大考量地震塑鉸到達點　P10基樁塑鉸

P10支承縱向可活動，縱向地震下不受額外外力。

審查意見(12)回覆

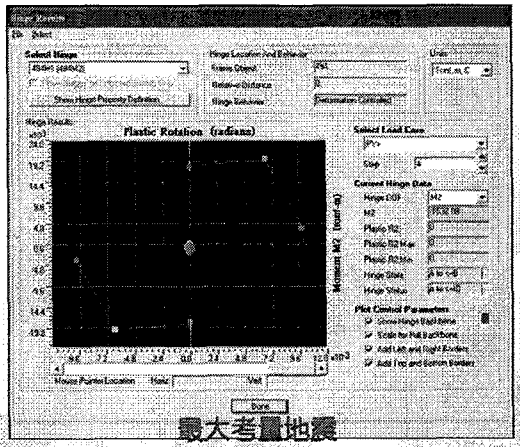
■ 塑性鉸發展順序示意圖

橫向



審查意見(12)回覆

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P1)



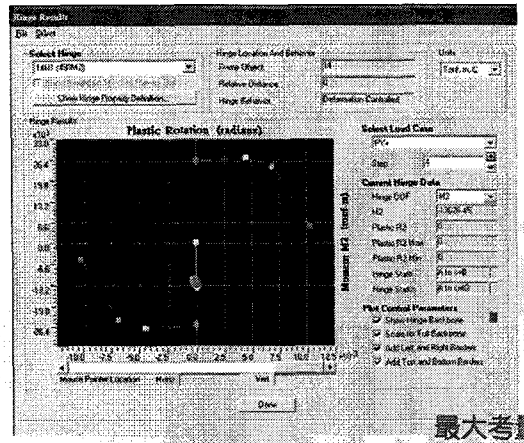
最大考量地震

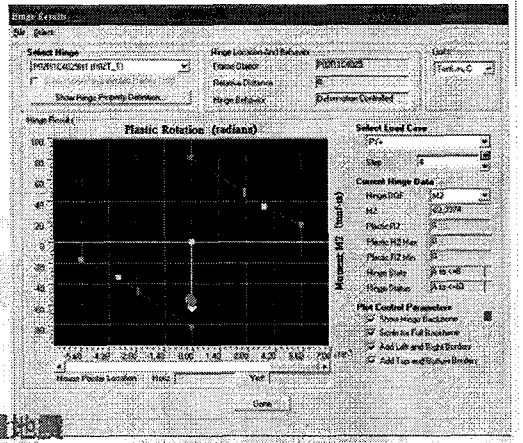
P1橋墩 塑鉸到達點

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱及樁塑鉸位於上升段。

審查意見(12)回覆

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P2) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況





最大考量地震

塑鉸到達點

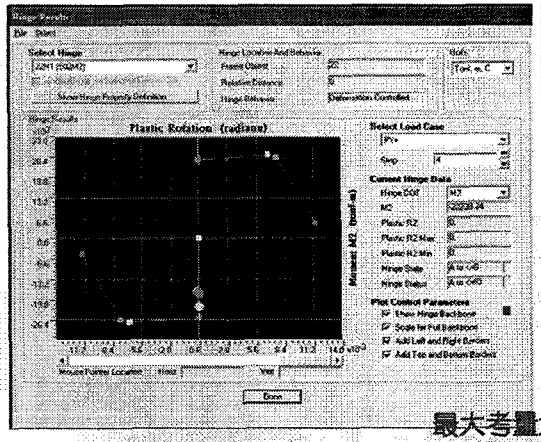
P2橋墩

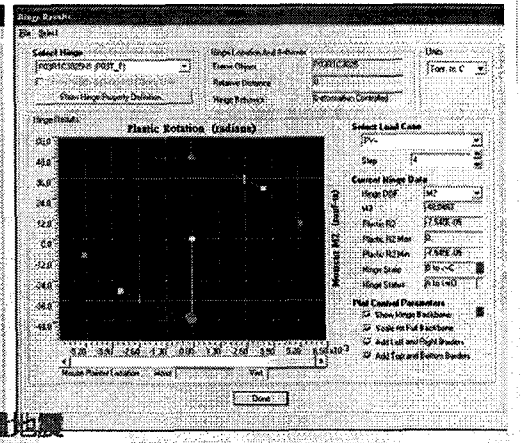
P2基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱及樁塑鉸位於上升段。

審查意見(12)回覆

■ 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P3) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況





最大考量地震

塑鉸到達點

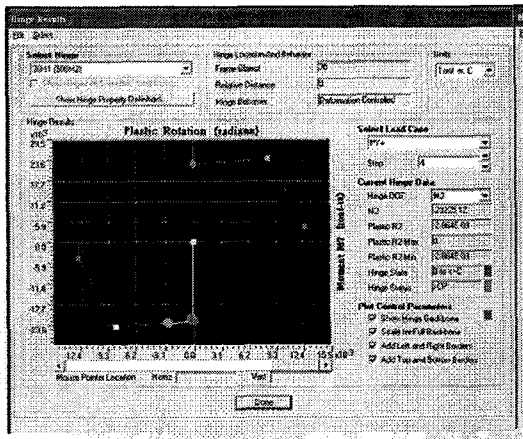
P3橋墩

P3基樁塑鉸

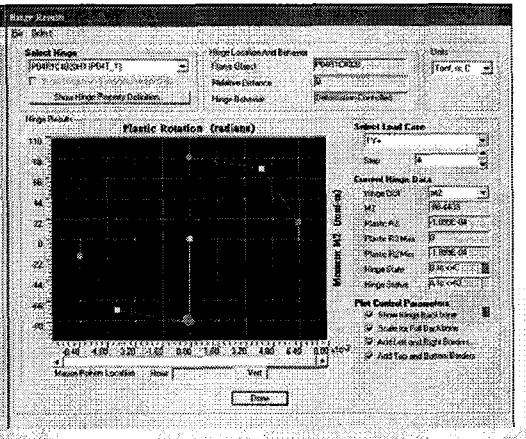
最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱塑鉸位於上升段、樁塑鉸已到達降伏點進入下降段。

審查意見(12)回覆

- 橫向最大考量地震塑鉸行為 P4 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



P4橋墩

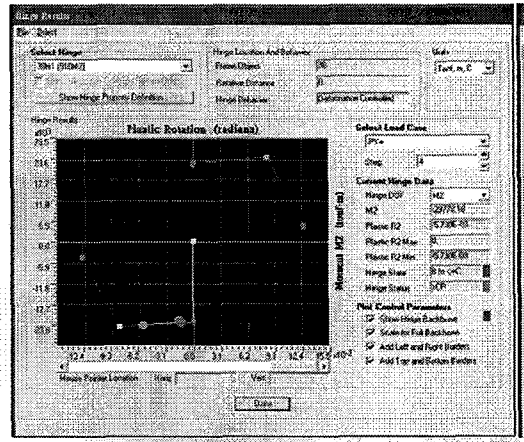


P4基樁塑鉸

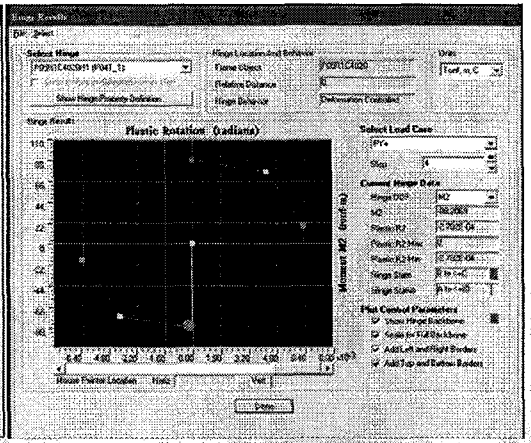
最大考量地震介於STEP3~STEP4間。

審查意見(12)回覆

- 橫向最大考量地震塑鉸行為 P5 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



P5橋墩

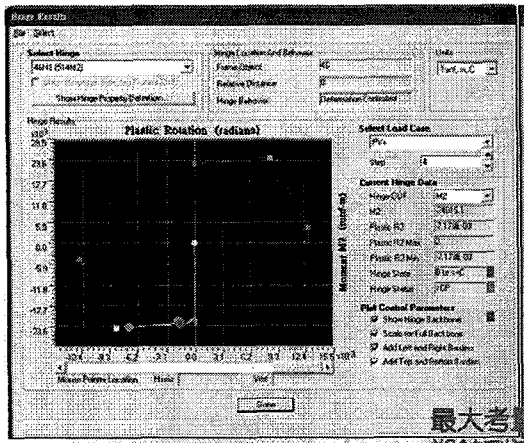


P5基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間。

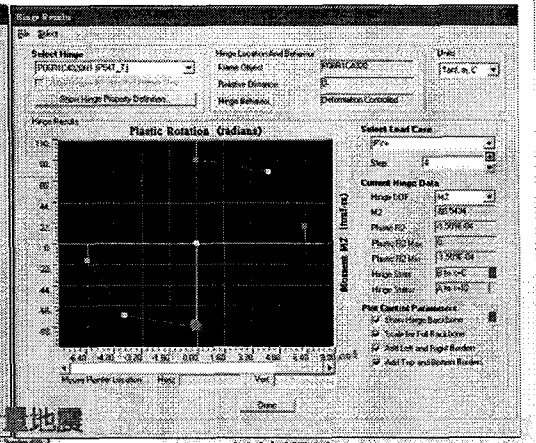
審查意見(12)回覆

- 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P6) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



P6橋墩

最大考量地震塑鉸到達點

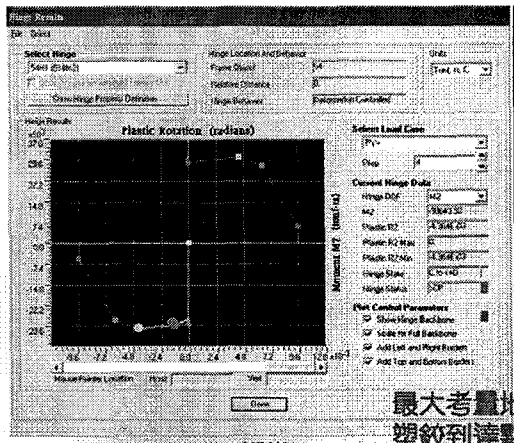


P6基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱塑鉸位於上升段、樁塑鉸已到達降伏點開始進入下降段。

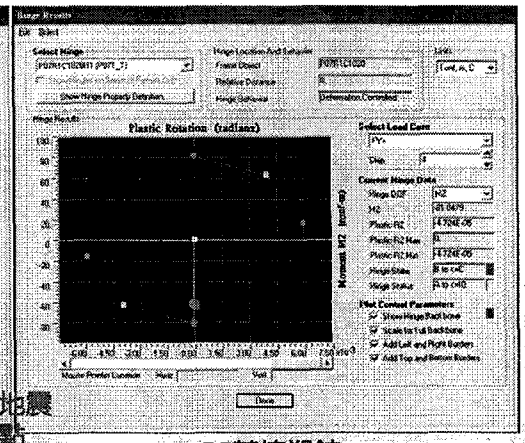
審查意見(12)回覆

- 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P7) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況



P7橋墩

最大考量地震塑鉸到達點

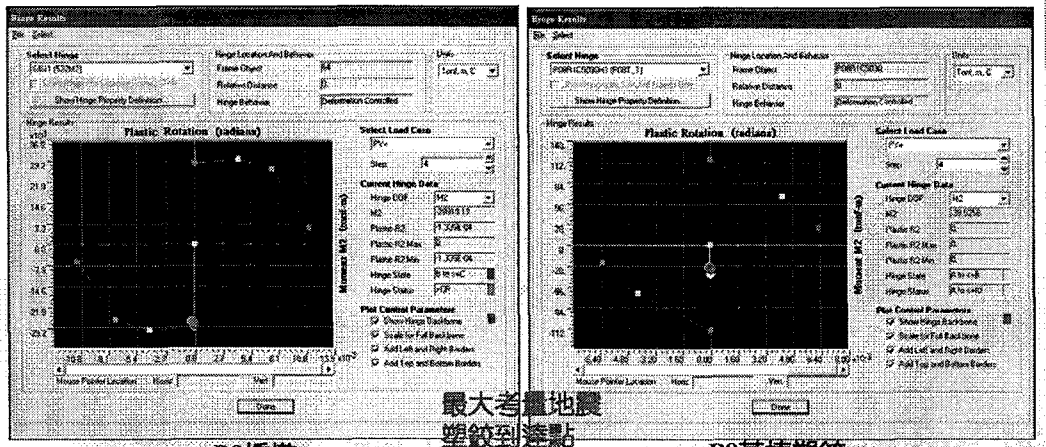


P7基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

審查意見(12)回覆

- 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P8) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況

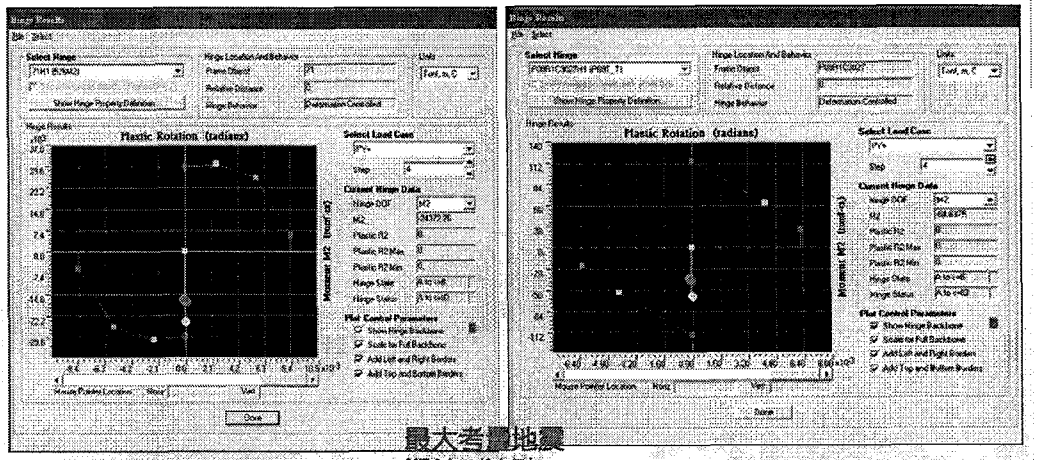


P8橋墩　　最大考量地震塑鉸到達點　　P8基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

審查意見(12)回覆

- 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P9) 基樁取拉力側受力最大基樁表示塑鉸發展情況

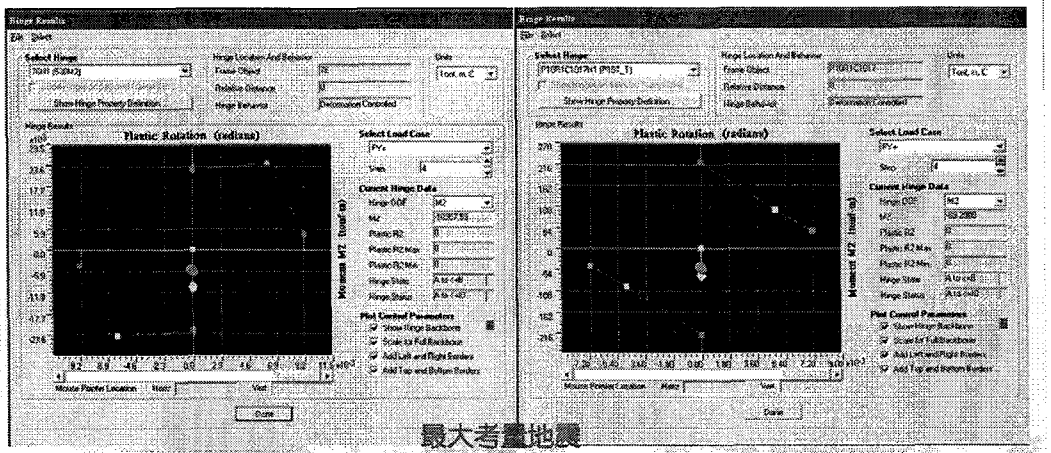


P9橋墩　　最大考量地震塑鉸到達點　　P9基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

審查意見(12)回覆

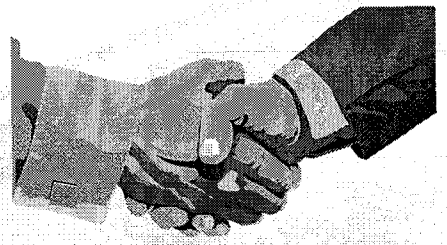
- 橫向最大考量地震塑鉸行為 (P10)



P10橋墩　　最大考量地震塑鉸到達點　　P10基樁塑鉸

最大考量地震介於STEP3~STEP4間，橋柱及樁塑鉸尚位於上升段。

簡報完畢
敬請指教



二仁溪二號河川橋－補強策略

- 力量分散裝置
  - ❖ 第1R單元(P1R~P8R)

	P1R	P2R	P3R	P4R	P5R
柱高	8.61	9.85	13.64	12.45	10.37
方案1 (鎖住位置)			v	v	v (Mp)
方案2 (鎖住位置)		v	v	v	v (Mp)
方案3 (鎖住位置)	v (Mp)		v	v	
方案4 (鎖住位置)		v	v	v	
方案5 (鎖住位置)			v	v	

➡ 選擇方案5

二仁溪二號河川橋－細設初稿分析模擬

- 力量分散裝置
  - ❖ 第2S單元

	P9R	P12R	P13R	P14R
長	10.68	8.99	13.36	11.72
方案1 (鎖住位置)	V(MP)		V	V(MP)
方案2 (鎖住位置)			V	V(MP)

➡ 選擇方案2

二仁溪二號河川橋－結構評估

- 水平彈簧計算示範(P1R基樁)

樁元件節點編號	節點深度 (m)	ΔHi (m)	N	B0 (kgf/cm2)	D (cm)	kHi (kgf/cm3)	KH (kgf/cm)	KEP	PH (kgf)	PHu (kgf)
1	0.5	1	14	392	60	10.31604	61896.27	3.419628	8863.68	0.00
2	1.5	1	12	336	60	8.707064	52242.38	3.246579	10168.29	10219.13
3	2.5	1	12	336	60	8.707064	52242.38	3.246579	11921.44	11981.05
4	3.5	1	12	336	60	8.707064	52242.38	3.246579	13674.59	13742.96
5	4.5	1	12	336	60	8.707064	52242.38	3.246579	15427.74	15504.88
6	5.5	1	12	336	60	8.707064	52242.38	3.246579	17180.90	17266.80
7	6.5	1	12	336	60	8.707064	52242.38	3.246579	18934.05	19028.72
8	7.5	1	50	1400	60	41.8446	251067.6	3.3393	39163.56	97908.91
9	8.5	1	50	1400	60	41.8446	251067.6	3.3393	41367.50	103418.76
10	9.5	1	50	1400	60	41.8446	251067.6	3.3393	43571.44	108928.60
11	10.5	1	50	1400	60	41.8446	251067.6	3.3393	45775.38	114438.44
12	11.5	1	50	1400	60	41.8446	251067.6	3.3393	47979.32	119948.29
13	12.5	1	50	1400	60	41.8446	251067.6	3.3393	50183.25	125458.13
14	13.5	1	50	1400	60	41.8446	251067.6	3.3393	52387.19	130967.98
15	14.5	1	50	1400	60	41.8446	251067.6	3.3393	54591.13	136477.82
16	15.5	1	50	1400	60	41.8446	251067.6	3.3393	56795.07	141987.67
17	16.5	1	50	1400	60	41.8446	251067.6	3.3393	58999.00	147497.51
18	17.5	1	50	1400	60	41.8446	251067.6	3.3393	61202.94	153007.35
							251067.6			158517.20

二仁溪二號河川橋－結構評估

- 垂直彈簧計算示範(P1R基樁)

a	Ap	Ep	Kvp	Qa	Ra
	(cm2)	(kgf/cm)	(kgf/cm)	(kgf)	(kgf)
0.90666	2827.433	234795.74	752385.2	-329792	85580.67

■ 第一單元補強樁評估

1 樁基礎評估

1.1 樁基礎穩定評估

橋墩編號		P1R-E	P1R-R	P2R-E	P2R-R	
基樁最大軸壓力	ton	193.03	446.91	1635.70	588.14	
基樁容許軸壓力	ton	286.07	2088.33	1963.21	1963.21	
C/D比值		1.48	4.67	1.20	3.34	
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	
基樁最大軸拉力	ton	-45.32	-337.20	-165.29	-421.06	
基樁容許軸拉力	ton	-57.58	-588.15	-527.61	-527.61	
C/D比值		1.27	1.74	3.19	1.25	
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	

1.2 基樁鋼筋量評估

橋墩編號		P1R-E	P1R-R	P2R-E	P2R-R	
基樁需求鋼筋量	cm^2	23.45	240.87	171.45	523.43	
基樁實際鋼筋量	cm^2	23.88	260.48	181.13	586.08	
C/D比值		1.02	1.08	1.06	1.12	
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	

1.3 基樁箍筋評估

橋墩編號		P1R-E	P1R-R	P2R-E	P2R-R	
圍束區需求箍筋量(間距A)	cm	127.37	205.93	999.00	999.00	
圍束區實際箍筋量(間距)	cm	5.00	15.00	15.00	15.00	
C/D比值		25.47	13.73	66.60	66.60	
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	
非圍束區需求箍筋量(間距A)	cm	999.00	999.00	999.00	999.00	
非圍束區實際箍筋量(間距)	cm	5.00	30.00	30.00	30.00	
C/D比值		199.80	33.30	33.30	33.30	
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	

備註:(間距A)為V計算所得之箍筋間距,(間距B)為耐震規範之規定,(間距C)為考量$S=2A_v f_y/(3.52b)$之規定

■ 第一單元補強樁評估

1 樁基礎評估

1.1 樁基礎穩定評估

橋墩編號		P3R-E	P3R-R	P4R-E	P4R-R	
基樁最大軸壓力	ton	1883.90	1247.30	1894.10	1238.47	
基樁容許軸壓力	ton	1939.03	2470.47	1983.89	2465.17	
C/D比值		1.03	1.98	1.05	1.99	
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	
基樁最大軸拉力	ton	-251.99	-943.56	-241.20	-951.13	
基樁容許軸拉力	ton	-440.68	-1125.03	-402.09	-1101.07	
C/D比值		1.75	1.19	1.67	1.16	
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	

1.2 基樁鋼筋量評估

橋墩編號		P3R-E	P3R-R	P4R-E	P4R-R	
基樁需求鋼筋量	cm^2	348.51	607.09	392.52	603.67	
基樁實際鋼筋量	cm^2	355.80	651.20	401.08	651.20	
C/D比值		1.02	1.07	1.02	1.08	
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	

1.3 基樁箍筋評估

橋墩編號		P3R-E	P3R-R	P4R-E	P4R-R	
圍束區需求箍筋量(間距A)	cm	999.00	999.00	999.00	999.00	
圍束區實際箍筋量(間距)	cm	15.00	15.00	15.00	15.00	
C/D比值		66.60	66.60	66.60	66.60	
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	
非圍束區需求箍筋量(間距A)	cm	999.00	999.00	999.00	999.00	
非圍束區實際箍筋量(間距)	cm	30.00	30.00	30.00	30.00	
C/D比值		33.30	33.30	33.30	33.30	
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	

備註:(間距A)為V計算所得之箍筋間距,(間距B)為耐震規範之規定,(間距C)為考量$S=2A_v f_y/(3.52b)$之規定

■ 第一單元補強樁評估

1 樁基礎評估

1.1 樁基礎穩定評估

橋墩編號		P5R-E	P5R-R			
基樁最大軸壓力	ton	1652.50	590.59			
基樁容許軸壓力	ton	2018.71	2018.71			
C/D比值		1.22	3.42			
檢核		O.K.	O.K.			
基樁最大軸拉力	ton	-160.47	-418.21			
基樁容許軸拉力	ton	-579.97	-579.97			
C/D比值		3.61	1.39			
檢核		O.K.	O.K.			

1.2 基樁鋼筋量評估

橋墩編號		P5R-E	P5R-R			
基樁需求鋼筋量	cm^2	139.04	366.75			
基樁實際鋼筋量	cm^2	181.13	390.72			
C/D比值		1.30	1.07			
檢核		O.K.	O.K.			

1.3 基樁箍筋評估

橋墩編號		P5R-E	P5R-R			
圍束區需求箍筋量(間距A)	cm	999.00	999.00			
圍束區實際箍筋量(間距)	cm	15.00	15.00			
C/D比值		66.60	66.60			
檢核		O.K.	O.K.			
非圍束區需求箍筋量(間距A)	cm	999.00	999.00			
非圍束區實際箍筋量(間距)	cm	30.00	30.00			
C/D比值		33.30	33.30			
檢核		O.K.	O.K.			

備註:(間距A)為V計算所得之箍筋間距,(間距B)為耐震規範之規定,(間距C)為考量$S=2A_v f_y/(3.52b)$之規定

■ 第二單元補強樁評估

1 樁基礎評估

1.1 樁基礎穩定評估

橋墩編號		P8R-R	P9R-R	P10R-R	P11R-R	P12R-E
基樁最大軸壓力	t/m	834.63	818.78	670.44	705.62	705.62
基樁容許軸壓力	t/m	2518.18	2518.18	2518.18	2518.18	2518.18
C/D比值		3.02	3.08	3.76	3.57	3.57
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
基樁最大軸拉力	t/m	-568.00	-507.96	-496.85	-391.81	-75.48
基樁容許軸拉力	t/m	-2018.96	-2018.96	-1803.89	-1873.82	-412.95
C/D比值		3.55	3.97	3.63	4.78	5.47
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

1.2 基樁鋼筋量評估

橋墩編號		P8R-R	P9R-R	P10R-R	P11R-R	P12R-E
基樁需求鋼筋量	cm^2	183.12	160.00	165.56	132.54	132.54
基樁實際鋼筋量	cm^2	260.48	260.48	244.20	244.20	181.16
C/D比值		1.42	1.63	1.48	1.84	1.37
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

1.3 基樁箍筋評估

橋墩編號		P8R-R	P9R-R	P10R-R	P11R-R	P12R-E
圍束區需求箍筋量(間距A)	cm	205.93	205.93	205.93	14.25	50.94
圍束區實際箍筋量(間距)	cm	15.00	15.00	15.00	14.00	14.00
C/D比值		13.73	13.73	13.73	1.02	3.64
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
非圍束區需求箍筋量(間距A)	cm	999.00	999.00	999.00	999.00	999.00
非圍束區實際箍筋量(間距)	cm	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
C/D比值		33.30	33.30	33.30	33.30	33.30
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

備註:(間距A)為V計算所得之箍筋間距,(間距B)為耐震規範之規定,(間距C)為考量$S=2A_v f_y/(3.52b)$之規定

■ 第二單元補強樁評估

1 樁基礎評估

1.1 樁基礎穩定評估

檢核編號		P12R-R	P13R-E	P13R-R	P14R-E	P14R-R
基樁最大軸壓力	ton	840.26	840.26	1467.59	1467.59	1739.40
基樁容許軸壓力	ton	2481.07	2481.07	2459.87	2459.87	2449.26
C/D比值		2.95	2.95	1.68	1.68	1.41
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
基樁最大軸拉力	ton	-457.57	-119.87	-582.46	-182.44	-532.51
基樁容許軸拉力	ton	-914.90	-403.87	-3196.06	-356.55	-1729.72
C/D比值		2.00	3.37	5.49	1.95	3.25
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

1.2 基樁鋼筋量評估

檢核編號		P12R-R	P13R-E	P13R-R	P14R-E	P14R-R
基樁需求鋼筋量	cm^2	467.81	132.54	481.05	132.54	497.38
基樁實際鋼筋量	cm^2	488.40	181.16	488.40	232.82	520.96
C/D比值		1.04	1.37	1.02	1.76	1.05
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

1.3 基樁箍筋評估

檢核編號		P12R-R	P13R-E	P13R-R	P14R-E	P14R-R
加密區箍筋鋼筋量(間距A)	cm	999.00	50.94	999.00	50.94	999.00
加密區箍筋間距(間距A)	cm	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00
C/D比值		71.36	3.40	66.60	3.40	66.60
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
非加密區箍筋鋼筋量(間距B)	cm	999.00	999.00	999.00	999.00	999.00
非加密區箍筋間距(間距B)	cm	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
C/D比值		33.30	33.30	33.30	33.30	33.30
檢核		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.

■ 第二單元補強樁評估

1 樁基礎評估

1.1 樁基礎穩定評估

檢核編號		P15R-R				
基樁最大軸壓力	ton	997.79				
基樁容許軸壓力	ton	2518.18				
C/D比值		2.52				
檢核		O.K.				
基樁最大軸拉力	ton	-680.10				
基樁容許軸拉力	ton	-2018.96				
C/D比值		2.97				
檢核		O.K.				

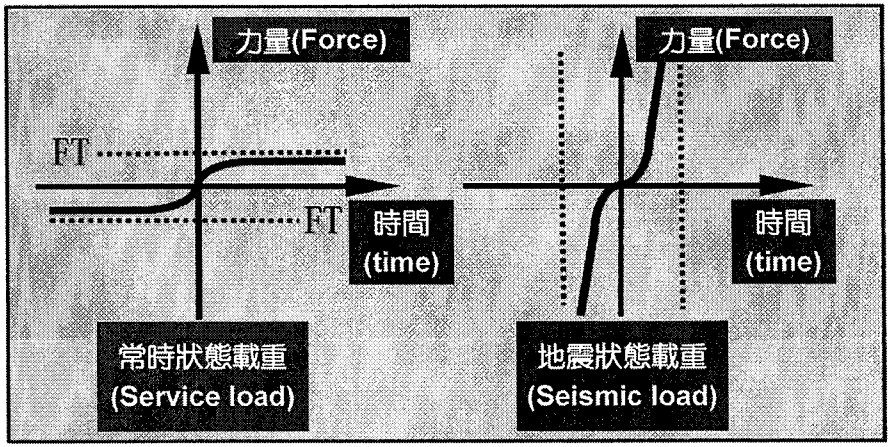
1.2 基樁鋼筋量評估

檢核編號		P15R-R				
基樁需求鋼筋量	cm	240.11				
基樁實際鋼筋量	cm^2	276.76				
C/D比值		1.15				
檢核		O.K.				

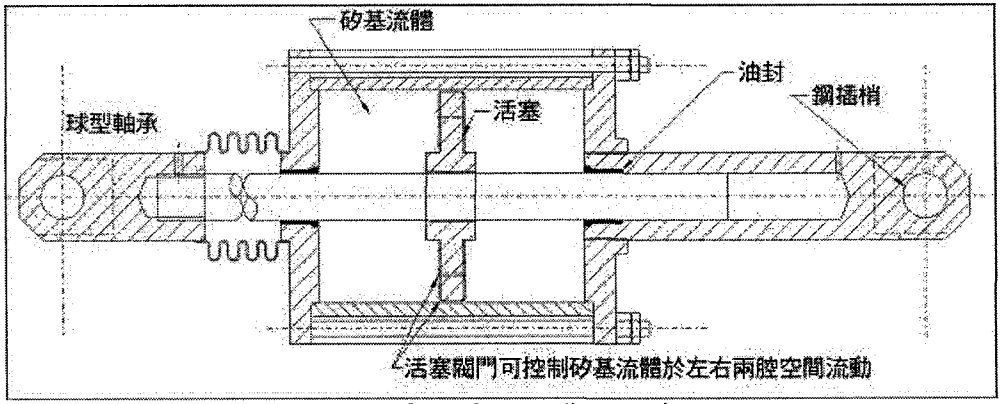
1.3 基樁箍筋評估

檢核編號		P15R-R				
加密區箍筋鋼筋量(間距A)	cm	205.33				
加密區箍筋間距(間距A)	cm	15.00				
C/D比值		13.73				
檢核		O.K.				
非加密區箍筋鋼筋量(間距B)	cm	999.00				
非加密區箍筋間距(間距B)	cm	30.00				
C/D比值		33.30				
檢核		O.K.				

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標細步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
一、	**二仁溪河川橋**	
1	增設力量分散裝置引致結構系統之改變會影響溫度收縮的影響嗎?	地震力量分散裝置主要包含內部流體(Internal Fluid)及錨碇設施，設置於橋梁上部結構與下部結構之間，其功能為藉由流體阻尼力吸收地震力引致之瞬間作用力，使得上部結構與下部結構間形成剛性連接(Rigid Link)，並產生鎖定效果(Lock-up Effect)。 對於當發生車輛煞車或是地表運動(地震)所引發的動態衝擊時，地震力量分散裝置可提供上、下構(STU 連結之兩端)完全鎖定(Lock-up)之效果以形成剛接(Rigid Link)，使上部結構力量得以傳遞至下部結構。然而地震力量分散裝置所連結之結構物間因溫差或乾縮、潛變等常時狀態所產生之相對緩慢位移發生時，裝置僅提供輕微阻力(≦裝置設計荷載10%)使結構得以自由伸展(圖1)。  圖 1 地震力量分散裝置於常時、地震時狀態之力量-時間曲線

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標細步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		地震力量分散裝置主要是由兩個腔室以及活塞所組成(圖2)，而腔室填滿了特殊矽基流體。此特殊矽基流體可經由活塞上的閥門控制於左右兩個腔室間流動，地震力量分散裝置所填充的特殊矽基流體性質相當穩定，其適用的工作溫度範圍從-40℃到+50℃。  圖 2 地震力量分散裝置示意圖 採用地震力量分散裝置之優點為於常時並未改變現有之支承水平束制條件，故此種補強方式對溫度及乾縮潛變載重之影響極小，且於地震時增加結構系統之靜不定度，降低本橋於地震下之損壞風險。
2	請力量分散裝置之機制是如何，其如何保證不會影響溫度收縮之影響?	地震力量分散裝置之機制已如上述，而針對二仁溪2號河川橋所採用之地震力量分散裝置的設計及試驗要求為： A. 設計溫度：0~50℃。 B. 最大拖曳力(Max. Drag Force)：10% 最大設計地震力。 C. 最大設計地震力(Max. EQ Force)：100 T/組(P3L(R)、P4L(R))及

項次	審查意見	辦理情形
		150 T/組(P13L(R)、P14L(R))。 D. 總位移量：±100mm。 E. 動力荷載最大位移量：±12mm (最大設計地震力)。 F. 慢速移動試驗中之速度(Slow Movement Velocity)：6.5 mm/hr。 G. 快速移動試驗中之速度(Fast Travel Rate)：2.0 mm/sec。 針對地震力量分散裝置進行品保試驗、原型試驗及驗證試驗，以確保地震時，其機制能充分發揮，相關試驗說明如下所示。 一、品保試驗(Prequalification Tests) 本項試驗又稱為系統特性試驗(System Characteristic Tests)，主要目的為測試地震力量分散裝置之基本性質與運作性能。 二、原型試驗(Prototype Tests) 本項試驗之目的為驗證地震力量分散裝置能符合設計圖說中所規定之設計要求，其試驗項目如下所述： A. 液壓試驗(Hydrostatic Pressure Test) 1. 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置內部流體於承受高壓情況下，裝置整體及油封系統之可靠度。 2. 測試方式：將STU加載至裝置內部流體最大設計壓力之150%至少三分鐘，試驗最初及最終之壓力讀數須記錄。 3. 合格標準：內部流體無滲漏情形，測試期間壓力下降不超過5%。 B. 慢速移動試驗(Slow Movement Test) 1. 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置於常時慢速位移情況

項次	審查意見	辦理情形
		下，裝置之阻力不致妨礙結構物之伸展。 2. 測試方式：將STU以 0.01mm/sec之速度往復±75mm)運作連續三個循環，並將負載及變位關係以曲線圖表顯示。 3. 合格標準：內部流體無滲漏情形，測試期間最大負載讀數不超過設計荷載10%且無鎖定(lock-up)情形產生。 C. 快速移動試驗(Fast Movement Test) 1. 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置於快速位移之情況下，裝置得達到鎖定(lock-up)之效果。 2. 測試方式：將STU於最大設計負載情況下快速作動(速率2mm/sec)，裝置之張拉及壓縮方向須各作動一次但不須循環運作，並將負載及變位關係以曲線圖表顯示。 3. 合格標準：裝置變位須在12mm以內即達成鎖定(lock-up)，內部流體無滲漏情形，測試期間由鎖定至達成最大負載時之勁度差異須在10%以內。 D. 模擬動態試驗(Simulated Dynamic Test) 1. 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置於模擬動態負載情況下，裝置之鎖定(lock-up)效果。 2. 測試方式：裝置於0.5秒內加拉持續5秒，完成後於一秒內加壓並持續5秒。拉、壓負載應相當且至少是上述快速移動測試所得鎖定力的三倍，但不大於設計最大負載。負載與變位之相對關係以曲線圖顯示。

項次	審查意見	辦理情形
		3. 合格標準：由零負載至達到最大負載期間，裝置變位須在12mm以內即達成鎖定(lock-up)，裝置於持壓(拉)期間之鎖定距離亦不超過12mm。 E. 超載試驗(Overload Test) 1. 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置於超出設計負載情況下，裝置整體之剛性。 2. 測試方式：以足以達成鎖定之速率對裝置加載至設計最大負載之1.5倍並持續30秒。 3. 合格標準：裝置內部流體不得滲漏或變形。 三、驗證試驗(Proof Tests) 本項試驗又稱為品管試驗(Quality Control Tests)，其主要目的為驗證使用於本工程中之每一組地震力量分散裝置的可靠性，承包商應依據前述AASHTO規範第32.4.3節之規定。本項試驗應就使用於本工程中之每一組地震力量分散裝置辦理，其試驗項目包含下列各項： A. 液壓試驗(Hydrostatic Pressure Test) B. 慢速移動試驗(Slow Movement Test) C. 快速移動試驗(Fast Movement Test)
3	力量分散裝置所需之強度是如何求得?	二仁溪2號河川橋地震力量分散裝置之設計乃是令裝置地震力量分散裝置之墩柱支承為固端，以此進行彈性地震力反應譜分析，擷取墩柱支承之力量反應，並與墩柱極限彎矩MP所對應剪力VP進行比較，取其小值為力量分散裝置之最大設計地震力(所需之強度)。地震力量分散裝置之設計

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標細步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		已如上述，以此設計為依據，二仁溪2號河川橋之地震力量分散裝置的最大設計地震力(所需之強度)為橋墩P3L(R)與P4L(R)為100 tonf/組(每處橋墩設置四組)；橋墩P13L(R)與P14L(R) 為150 tonf/組(每處橋墩設置四組)。
4	中空橋柱塑鉸之設定方式為何?剪力破壞是否有考慮?	中空橋柱塑鉸設定若考慮非圍束混凝土則會過於不保守，故本工程是採取箍筋間距50cm之圍束混凝土評估，其所得之應變為實際箍筋間距15cm之45%。橋柱塑鉸破壞模式是依據公路橋梁耐震評估及補強準則之研究成果報告，均有考慮剪力破壞、撓曲剪力破壞及撓曲破壞等三種破壞模式。
5	P6 P7基腳增厚之原因?請確認增設力量分散裝置後基礎還需增厚嗎?	增設力量分散裝置後P6L(R)& P7L(R)不需增厚補強。
6	計算之100年洪水位為何和河川管理單位公布結果不一致?	1. 水利主管機關所公告之計畫水位，係指該河川已完成治理的河道斷面狀態，在計畫流量情形下，以一維水理分析模式演算所得之水位，作為河川治理基準。在實際面上，河道水位其受河道狀態及河中構造物影響，會有所變動。 2. 參考「二仁溪治理規劃檢討」(六河局，98.04)之計畫水位(100年)為EL.18.08，200年水位為EL.18.96，然而莫拉克颱洪(Q5)後現場量測之淹水痕跡高程約為EL.19.92~20.11，表示其洪水位已超過原計畫水位。 3. 本計畫以二維水理模擬進行本河段於洪水作用下之水理及沖刷特性分析，並依莫拉克颱洪期間洪水量及漂流木掛淤情形進行驗證，結果顯示無論於淹水範圍、高度與沖刷深度均相當接近，確認模式之正確性後，才進行對Q100之水理及沖刷分析。 4. 充份考量本河段現況環境條件，故水位高於河川管理單位公布結果。

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標細步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
7	對連續橋而言，不易落橋，且又增設力量分散裝置，有需要增加防落長度嗎?	根據公路橋梁耐震設計規範，防落橋長度需大於94.91cm，既有防落橋長度110cm已足夠，不需增加防落長度。
8	振動單元只有兩個支承是固端，採用支盤式支承可否承擔塑鉸剪力?補強工法是否要增加止震塊?	於車行方向，二仁溪2號河川橋第一振動單元僅有橋墩P6L(R)與P7L(R)支承為固端，其盤式支承分別可承受344tonf及428tonf剪力，但橋墩P6L(R)與P7L(R)極限彎矩MP所對應剪力VP分別為762tonf與792tonf，均大於其容量。因此橋墩P6L(R)與P7L(R)支承於車行方向仍有補強需求。故採用鋼板止震裝置進行補強，以增加支承強度(車行方向)。
9	依計算結果本橋址沖刷嚴重(簡報P29)導致基礎強度不足，請慎重確認沖刷深度計算結果是否可靠?	1. 依據前述水理分析結果，並以各橋墩墩址之流況、水深、攻角等條件，檢討計算各別橋墩之沖刷行為。 2. 本橋水理分析及沖刷深度計算相關結果，已於專家學者座談會中邀請水利專家，中興大學土木工程系林呈教授及臺灣省水利技師公會陳賜賢理事長等人共同探討；後續分析成果並已納入初步設計報告，經審查委員及各相關單位完成審查。 3. 相關研究成果詳財團法人中興土木科技發展文教基金會「北二高頭前溪河川橋、南二高二仁溪二號河川橋之河川沖刷影響與相關水理課題研究」101.05。
10	請補充設計河床高程和現況高程之比較?	本工程計算沖刷所引用之「設計河床高程」，為本案於100年所測量之現況高程，故兩者為相同。
11	本段橋梁並非耐震問題控制，建議再找水利專家重新評估確認沖刷計算結果。	同第9點說明。
12	補強後P6P7仍是直接基礎，但液化分析顯示P6 P7為嚴重液	1. 計算液化潛能指數(PL)係以現地地表面向下計算20m之(1-FL)按深度

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標細步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
	化，但依設計規範，液化區不得設置直接基礎，請確認。	加權加總計算所得，其加總所得之液化潛能指數>15則列入嚴重液化。 2. P6 P7橋墩其基礎底面以上之覆土層厚度較厚N值較低，造成液化潛能指數>15被列入嚴重液化橋墩。 3. P6 P7基礎底部座落於岩盤，不影響直接基礎之承載力， 經評估結果P6L(R)& P7L(R)不需進行補強。
13	基樁塑鉸是剪力破壞或撓曲破壞，請確認。	以橋墩P2~P5基樁為例，於拉力側容量曲線皆屬剪力破壞模式，壓力側容量曲線皆屬撓剪破壞模式。
14	請確認本工址之問題為沖蝕或沖刷？	1. 本橋梁所探討的重點乃在二仁溪二號河川橋在計畫流量下，其橋基河床受橋墩與水流影響發生的河床變化，故其性質應為沖刷(scour) 。 2. 沖刷乃是在洪峰來臨時當下即可能產生的河床變化，並非佈設導排水設施或經由事後維護手段可以避免或補救，故仍應將沖刷深度適切地納入耐震評估補強考量。 3. 本橋基礎大部分均已由水利主管機關畫於河川治理計畫線內，且多處為直接基礎，附近於洪水後亦造成水潭坑洞，其風險確有考量之必要。
二、	**彎崎溪河川橋**	
1	P186與P192之評估結果都OK，請問該結果是補強前或補強後？若是補強前，為何還需補樁?請確認。	於耐震補強前，針對彎崎溪河川橋進行耐震評估，其縱向強度韌性(Page 186)與橫向強度韌性(Page 192)之評估結果皆符合需求。但橋墩基樁之拉力容量曲線皆屬剪力破壞模式，且橫向(垂直車行方向)側推分析結果顯示，P4~P6橋墩基樁於2500年性能點對應之塑鉸皆到達B點至C點之平台段，將進入下降段(剪力破壞)，故建議進行基礎補強。相關資料，於下次外審會議中向各委員說明。

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標細步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
2	本橋並無沖刷問題，但為補強基礎將需將基礎土壤挖開，請確認如此補強策略是否適當。	雖然彎崎溪河川橋縱向強度韌性(Page 186)與橫向強度韌性(Page 192)之評估結果皆符合需求。但橋墩基樁之拉力容量曲線皆屬剪力破壞模式，且橫向(垂直車行方向)側推分析結果顯示，P4~P6橋墩基樁於2500年性能點對應之塑鉸皆到達B點至C點之平台段，將進入下降段(剪力破壞)，故建議進行基礎補強。相關資料，於下次外審會議中向各委員說明。
3	建議採用可消能之鋼板裝置作為止震裝置，此止震裝置可止震也可消能，應可降低傳遞至下部結構之力量	遵照辦理，依據委員所建議，進行三角形鋼板消能器(Triangular steel-plate Added Damping And Stiffness, TADAS)設計，藉由消能器之添增阻尼，降低上構傳遞至下部結構之慣性力，以避免P4至P6橋墩之基礎補強。三角形鋼板消能器之設計流程如下: 1. 有效阻尼比β_{eff}估算: 橫向(垂直車行方向)側推分析結果顯示，P4~P6橋墩基樁於2500年性能點對應之塑鉸皆進入塑性段，因此利用等能量法，求得P4~P6橋墩基樁對應之彈性需求彎矩(P4=117.05tonf-m;P5=127.428tonf-m;P6=112.81tonf-m)。再由彈性需求彎矩與剪力強度對應之彎矩(P4=P5=P6=88.493tonf-m)的比值(P4=1.32; P5=1.45; P6=1.28)，取其大值為阻尼修正係數B_1。最後由規範表3-1及阻尼修正係數B_1內插求得有效阻尼比β_{eff}為18%。 2. 三角形鋼板消能器設計: 有效阻尼比β_{eff}為18%，其中結構系統之固有阻尼比β為5%，因此消能器需提供之阻尼比β_d為13%。由消能器阻尼比公式$\beta_d=\frac{\sum_j W_{Dj}}{4\pi W_k}$，反推消能器需提供之消能$\sum_j W_{Dj}$為1372.96 tonf-m，其中最大應變能$W_k$為840.45

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第四次會議(M35標細步設計第一次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		$W_k = \frac{1}{2} Fu$ tonf-m( )。在滿足既有空間下，進行三角形鋼板消能器設計。消能器鋼板為低降伏強度鋼板，尺寸高度H為1200mm、寬度B為1000mm、厚度t為50mm、片數N為50、降伏位移為14.31mm極限位移為214.70mm，10座消能器共能提供之消能為424.9 tonf-m，明顯低於需提供之消能，僅為31%。如其極限位移為40mm，10座消能器共能提供之消能為40.74 tonf-m更明顯低於需提供之消能，僅為2.97%。因此縱使支承破壞，提供消能裝置發揮阻尼消能所需之相對位移，但P4~P6橋墩基樁於2500年性能點對應之塑鉸仍到達B點至C點之平台段，故建議進行基礎補強。相關設計資料，於下次外審會議中向各委員說明。

交通部臺灣區國道高速公路局
Taiwan Area National Freeway Bureau

國道高速公路橋梁耐震補強
第2期工程(第1優先路段)規劃設計

中華民國結構工程學會
Chinese Society of Structural Engineering

第M35標耐震補強細部設計第2次審查
簡報

TYLIN INTERNATIONAL TAIWAN
林同棪工程顧問股份有限公司

中華民國 101 年 9 月 14 日

簡報大綱

1 二仁溪二號河川橋

2 鸞崎溪河川橋

---

1 二仁溪二號河川橋

二仁溪二號河川橋－審查意見

編號	審查意見
1	增設力量分散裝置引致結構系統之改變會影響溫度收縮的影響嗎?
2	力量分散裝置之機制是如何，其如何保證不會影響溫度收縮之影響?
3	力量分散裝置所需之強度是如何求得?
4	中空橋柱塑鉸之設定方式為合?剪力破壞是否有考慮?
5	P6 P7基腳增厚之原因?請確認增設力量分散裝置後基礎還需增厚嗎?
6	計算之100年洪水位為何和河川管理單位公布結果不一致?
7	對連續橋而言，不易落橋，且又增設力量分散裝置，有需要增加防落長度嗎?
8	振動單元只有兩個支承是固端，採用支盤式支承可否承擔塑鉸剪力?補強工法是否要增加止震塊?
9	依計算結果本橋址沖刷嚴重(簡報P29)導致基礎強度不足，請慎重確認沖刷深度計算結果是否可靠?
10	請補充設計河床高程和現況高程之比較?
11	本段橋梁並非耐震問題控制，建議再找水利專家重新評估確認沖刷計算結果。
12	補強後P6P7仍是直接基礎，但液化分析顯示P6 P7為嚴重液化，但依設計規範，液化區不得設置直接基礎，請確認。
13	基樁塑鉸是剪力破壞或撓曲破壞，請確認。
14	請確認本工址之問題為沖蝕或沖刷?

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見/意見回覆
6	計算之100年洪水位為何和河川管理單位公布結果不一致?
	1.水利主管機關所公告之計畫水位，係指該河川已完成治理的河道斷面狀態，在計畫流量情形下，以一維水理分析模式演算所得之水位，作為河川治理基準。在實際面上，河道水位其受河道狀態及河中構造物影響，會有所變動。 2.參考「二仁溪治理規劃檢討」(六河局，98.04)之計畫水位(100年)為EL.18.08，200年水位為EL.18.96，然而莫拉克颱洪(Q5)後現場量測之淹水痕跡高程約為EL.19.92~20.11，表示其洪水位已超過原計畫水位 3.本計畫以二維水理模擬進行本河段於洪水作用下之水理及沖刷特性分析，並依莫拉克颱洪期間洪水量及漂流木掛淤情形進行驗證，結果顯示無論於淹水範圍、高度與沖刷深度均相當接近，確認模式之正確性後，才進行對Q100之水理及沖刷分析。 4.充份考量本河段現況環境條件，故水位高於河川管理單位公布結果。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

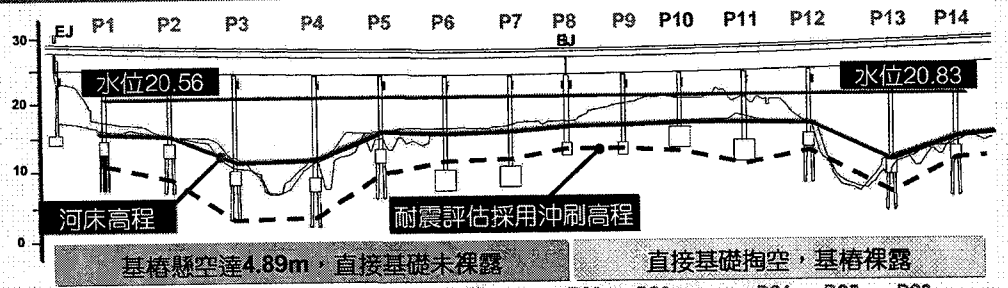
編號	審查意見/意見回覆
9	依計算結果本橋址沖刷嚴重(簡報P29)導致基礎強度不足，請慎重確認沖刷深度計算結果是否可靠?
	1.依據前述水理分析結果，並以各橋墩墩址之流況、水深、攻角等條件，檢討計算各別橋墩之沖刷行為。 2.本橋水理分析及沖刷深度計算相關結果，已於專家學者座談會中邀請水利專家，中興大學土木工程系林呈教授及臺灣省水利技師公會陳賜賢理事長等人共同探討；後續分析成果並已納入初步設計報告，經審查委員及各相關單位完成審查。 3. 相關研究成果詳財團法人中興土木科技發展文教基金會「北二高頭前溪河川橋、南二高二仁溪二號河川橋之河川沖刷影響與相關水理課題研究」101.05。

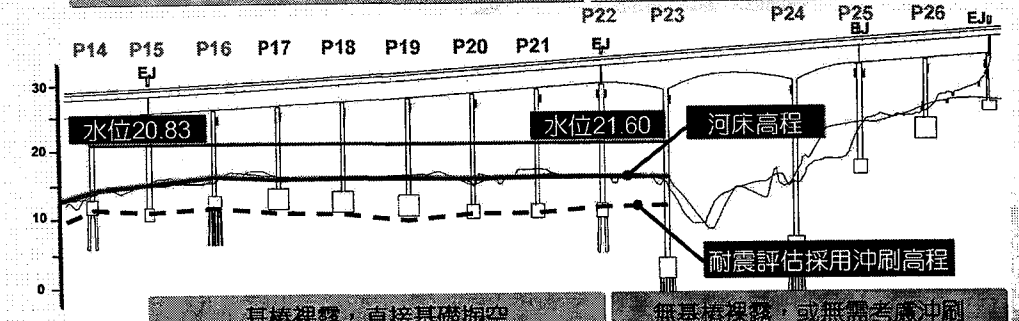
二仁溪二號河川橋－沖刷評估

沖刷分析成果

橋墩	樁帽或直基底高程 (m)	現況河床高程 (m)	基樁長度 (m)	基礎型式	墩前水位 (m)	墩前流速 (m/s)	水流攻角 (°)	沖刷深度 (m)	沖刷後基礎裸露深度 (m)	沖刷後基礎埋入深度 (m)
P1	12.5	15.905	8.0	PC樁	20.56	1.23	45	5.47	2.07	5.93
P2	12.0	15.140	18.0	全套管基樁	20.63	1.57	45	6.18	3.04	14.96
P3	8.0	11.429	18.0	全套管基樁	20.68	2.20	50	8.32	4.89	13.11
P4	7.0	11.488	18.0	全套管基樁	20.69	2.10	50	8.21	3.72	14.28
P5	11.0	15.316	18.0	全套管基樁	20.63	1.21	50	5.84	1.52	16.48
P6	7.0	15.200	0.0	直接基礎	20.61	0.67	15	3.99	-4.21	4.21
P7	7.5	15.500	0.0	直接基礎	20.59	0.17	60	3.86	-4.14	4.14
P8	12.0	16.380	0.0	直接基礎	20.59	0.15	30	3.18	-1.20	1.20
P9	12.0	16.450	0.0	直接基礎	20.58	0.13	45	3.18	-1.27	1.27
P10	13.0	16.500	0.0	直接基礎	20.58	0.42	90	4.15	0.65	-0.65
P11	13.0	16.510	0.0	直接基礎	20.74	1.75	45	5.78	0.27	-0.27
P12	13.0	16.946	18.0	全套管基樁	20.85	2.62	5	4.19	0.25	17.75
P13	9.0	11.713	18.0	全套管基樁	20.85	2.29	0	4.95	2.24	15.76
P14	11.0	15.161	18.0	全套管基樁	20.83	0.74	15	4.15	-0.01	18.01
P15	10.0	15.987	0.0	直接基礎	20.83	0.67	90	4.93	-1.06	1.06
P16	11.5	16.298	8.0	PC樁	20.88	0.78	90	4.99	0.19	7.81
P17	11.5	16.108	0.0	直接基礎	20.95	0.95	90	5.33	0.73	-0.73
P18	11.0	16.065	0.0	直接基礎	21.00	0.97	90	5.40	0.33	-0.33
P19	10.5	16.123	0.0	直接基礎	21.23	1.83	90	6.39	0.77	-0.77
P20	10.0	16.034	0.0	直接基礎	21.46	1.09	90	5.76	-0.28	0.28
P21	10.0	16.220	0.0	直接基礎	21.51	0.86	90	5.40	-0.82	0.82
P22	10.0	16.390	13.0	全套管基樁	21.58	0.56	80	5.02	-1.37	14.37
P23	10.0	16.328	14.0	全套管基樁	21.60	0.64	60	5.04	-10.29	24.29

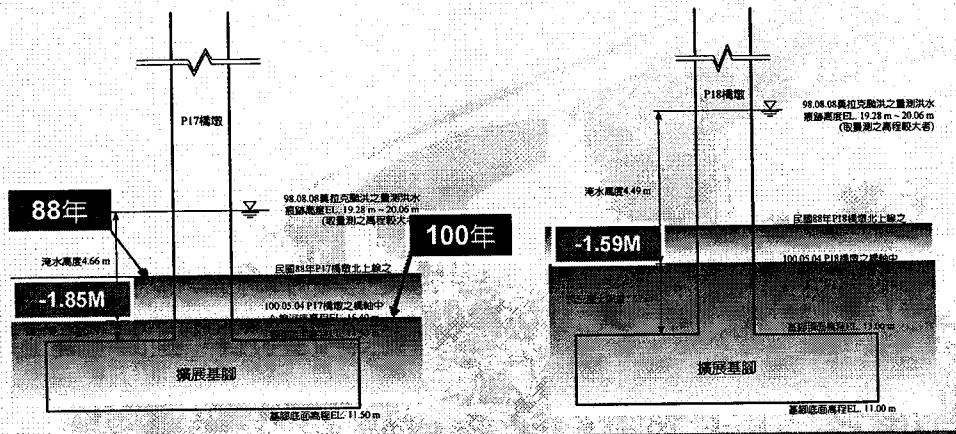
二仁溪二號河川橋－沖刷評估結果



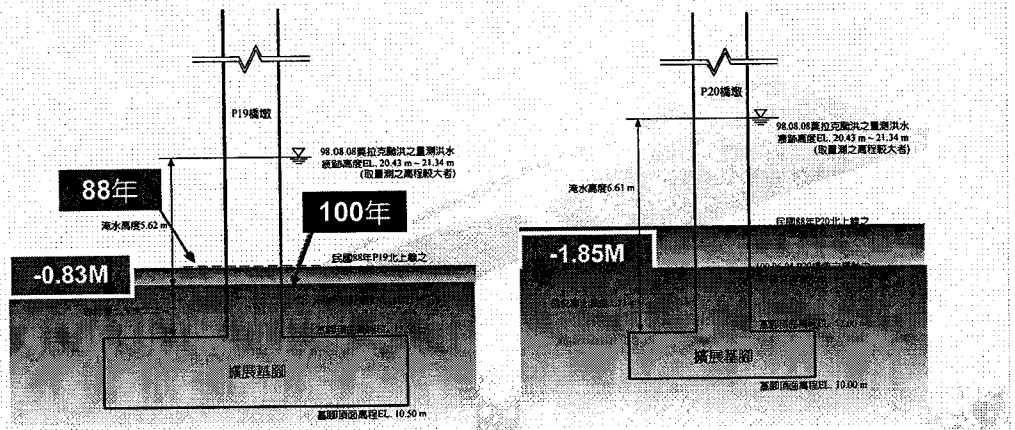


二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見/意見回覆
10	請補充設計河床高程和現況高程之比較?
	設計河床高程和現況高程相同之比較如圖所示。



二仁溪二號河川橋－審查意見回覆



二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見/意見回覆
11	本段橋梁並非耐震問題控制，建議再找水利專家重新評估確認沖刷計算結果。
	同第9點說明
14	請確認本工址之問題為沖蝕或沖刷？
	1.本橋梁所探討的重點乃在二仁溪二號河川橋在計畫流量下， 其橋基河床受橋墩與水流影響發生的河床變化，故其性質應為沖刷(scour)。 2.沖刷乃是在洪峰來臨時當下即可能產生的河床變化，並非佈設導排水設施或經由事後維護手段可以避免或補救，故仍應將沖刷深度適切地納入耐震評估補強考量。 3.本橋基礎大部分均已由水利主管機關畫於河川治理計畫線內， 且多處為直接基礎，附近於洪水後亦造成水潭坑洞，其風險確有考量之必要。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見/意見回覆
1	增設力量分散裝置引致結構系統之改變會影響溫度收縮的影響嗎?
	增設後在常時狀態下不會產生瞬間位移，因此不會產生鎖定效果， 所以不會改變原有結構系統，也不會影響溫度收縮。
2	力量分散裝置之機制是如何，其如何保證不會影響溫度收縮之影響?
	地震力量分散裝置進場前，依據AASHTO規範第32.4.1~3節之規定辦理試驗。 其中慢速移動試驗，旨在驗證地震力量分散裝置於常時慢速位移情況下， 裝置之阻力不致妨礙結構物之伸展。 因此通過慢速移動試驗，即可保證不會影響溫度收縮。
3	力量分散裝置所需之強度是如何求得?
	令有裝置地震力量分散裝置之墩柱支承為固端， 進行彈性地震力反應譜分析擷取墩柱支承之力量反應， 與墩柱極限彎矩MP所對應剪力VP進行比較， 取小值作為力量分散裝置之最大設計地震力。

地震力量分散裝置試驗

■ 依據AASHTO規範第32.4.1~3節之規定辦理

- ❖ 品保試驗(Prequalification Tests)
- ❖ 原型試驗(Prototype Tests)
  - ➢ 液壓試驗 (Hydrostatic Pressure Test)
  - ➢ 慢速移動試驗 (Slow Movement Test)
  - ➢ 快速移動試驗 (Fast Movement Test)
  - ➢ 模擬動態試驗 (Simulated Dynamic Test)
  - ➢ 超載試驗 (Overload Test)
- ❖ 驗證試驗(Prototype Tests)
  - ➢ 液壓試驗(Hydrostatic Pressure Test)
  - ➢ 慢速移動試驗(Slow Movement Test)
  - ➢ 快速移動試驗(Fast Movement Test)

測試目的：
旨在驗證地震力量分散裝置於常時慢速位移情況下，裝置之阻力不致妨礙結構物之伸展。
測試方式：
將STU以 0.01mm/sec之速度往復±75mm)運作連續三個循環，並將負載及變位關係以曲線圖表顯示。
合格標準：
內部流體無滲漏情形，測試期間最大負載讀數不超過設計荷載10%且無鎖定(lock-up)情形產生。

不會影響溫度收縮

二仁溪二號河川橋－地震力量分散裝置配置設計

■ 第1R單元(P1R~P8R)

v：鎖住位置

橋墩	P1R	P2R	P3R	P4R	P5R
柱高	8.61	9.85	13.64	12.45	10.37
方案1			v	v	v (Mp)
方案2		v	v	v	v (Mp)
方案3	v (Mp)		v	v	
方案4		v	v	v	
方案5			v	v	

P3L(R)& P4L(R)
100 tonf/組
(每墩設置四組)

P6L(R)& P7L(R)不需增厚補強

■ 第2S單元

	P9R	P12R	P13R	P14R
柱高	10.68	8.99	13.36	11.72
方案1	V(MP)		V	V
方案2			V	V

P13L(R)& P14L(R)
150 tonf/組
(每墩設置四組)

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見/意見回覆
5	P6 P7基腳增厚之原因?請確認增設力量分散裝置後基礎還需增厚嗎?
	增設力量分散裝置後P6L(R)& P7L(R)不需增厚補強。
7	對連續橋而言，不易落橋，且又增設力量分散裝置，有需要增加防落長度嗎?
	根據公路橋梁耐震設計規範，防落橋長度需大於94.91cm，既有防落橋長度110cm已足夠，不需增加防落長度。

二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

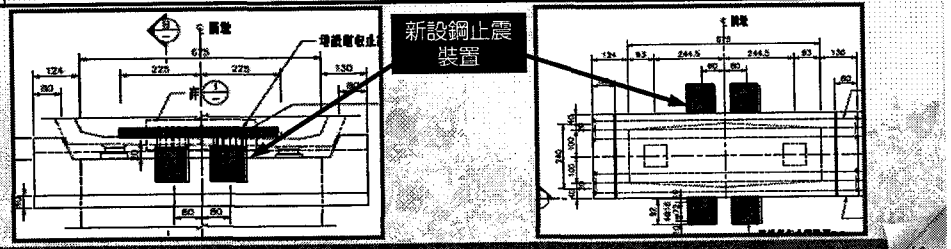
編號	審查意見/意見回覆
12	補強後P6P7仍是直接基礎，但液化分析顯示P6 P7為嚴重液化，但依設計規範，液化區不得設置直接基礎，請確認。
	1.計算液化潛能指數(P_L)係以現地地表面向下計算20m之(1-F_L) 按深度加權加總計算所得，其加總所得之液化潛能指數>15則列入嚴重液化。 2.P6 P7橋墩其基礎底面以上之覆土層厚度較厚N值較低， 造成液化潛能指數>15被列入嚴重液化橋墩。 3. P6 P7基礎底部座落於岩盤，不影響直接基礎之承載力， 經評估結果P6L(R)& P7L(R)不需進行補強。

$$P_L = \int_0^{20} F(z)W(z)dz$$

P_L ：液化潛能指數，介於0~100之間
z ：地盤深度(m)，考慮之深度為0~20m
F(z) ：抗液化係數，介於0~1之間，以下式計算
F(z) = 1-F_L 若F_L>1，則F(z) = 0
W(z)：深度權重係數，以下式計算
W(z) = 10 - 0.5z

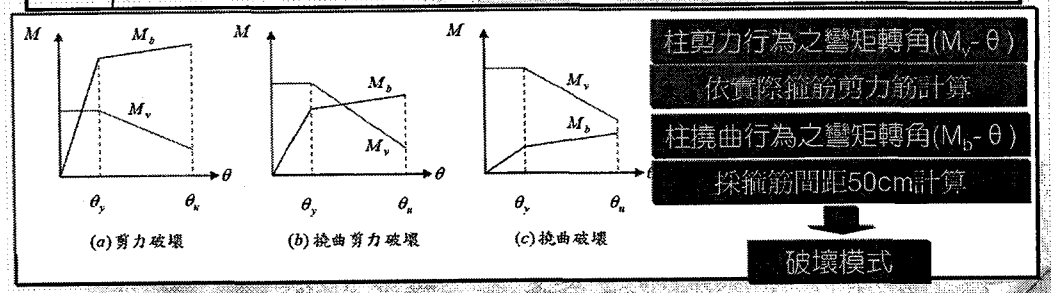
二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見/意見回覆
8	振動單元只有兩個支承是固端，採用支盤式支承可否承擔塑鉸剪力? 補強工法是否要增加止震塊?
	於車行方向，二仁溪2號河川橋第一振動單元僅有橋墩P6L(R)與P7L(R)支承為固端，其盤式支承分別可承受344tonf及428tonf剪力，但橋墩P6L(R)與P7L(R)極限彎矩MP所對應剪力VP分別為762tonf與792tonf，均大於其容量。 因此橋墩P6L(R)與P7L(R)支承於車行方向仍有補強需求。故採用鋼板止震裝置進行補強，以增加支承強度(車行方向)。



二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見/意見回覆
4	中空橋柱塑鉸之設定方式為何?剪力破壞是否有考慮?
	中空橋柱塑鉸設定採取箍筋間距50cm之圍束混凝土評估，其所得之應變約為實際箍筋間距15cm之45%。橋柱塑鉸破壞模式是依據公路橋梁耐震評估及補強準則之研究成果報告，考慮剪力破壞、撓曲剪力破壞及撓曲破壞等三種破壞模式。



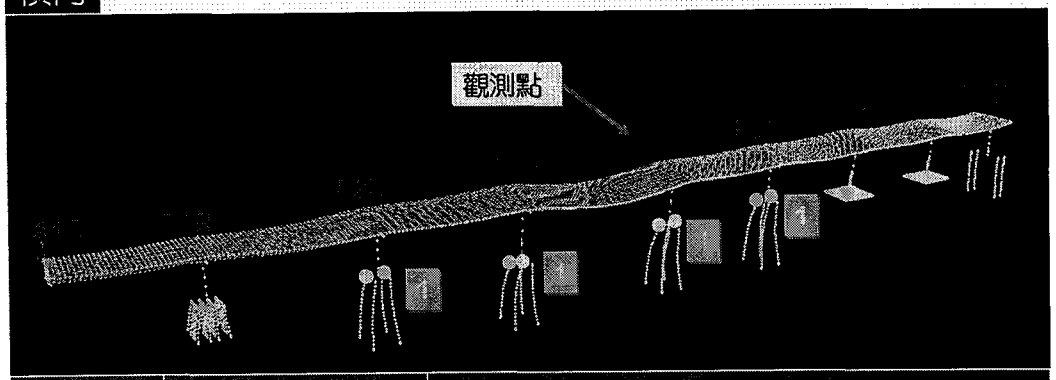
二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見/意見回覆
13	基樁塑鉸是剪力破壞或撓曲破壞，請確認。
	以橋墩P2~P5基樁為例，於拉力側容量曲線皆屬剪力破壞模式，壓力側容量曲線皆屬撓剪破壞模式。

二仁溪二號河川橋－評估分析模擬

■ 塑性鉸發展順序示意圖

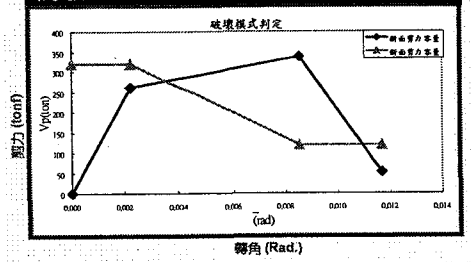
橫向



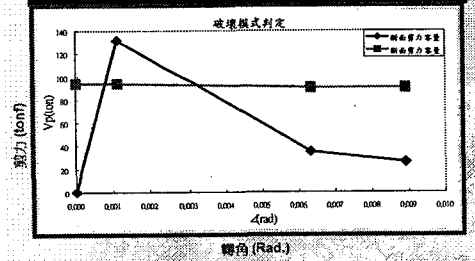
方向	模態	顯著週期	
		模態週期 (sec)	有效振態質量比
橫向	Mode2	0.863	0.463

二仁溪二號河川橋－壓力/拉力側基樁容量曲線

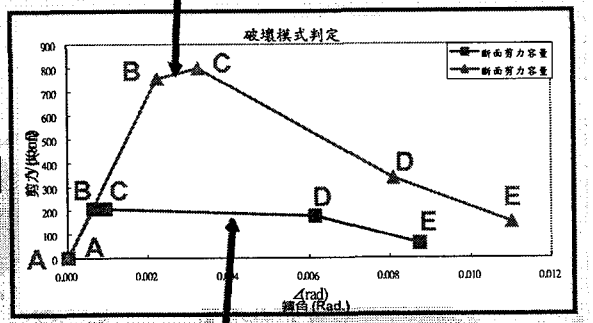
橋墩P2~P5壓力側基樁容量曲線



橋墩P2~P5拉力側基樁容量曲線



壓力側基樁容量曲線



拉力側基樁容量曲線

2 彎崎溪河川橋

彎崎溪河川橋河川橋－審查意見

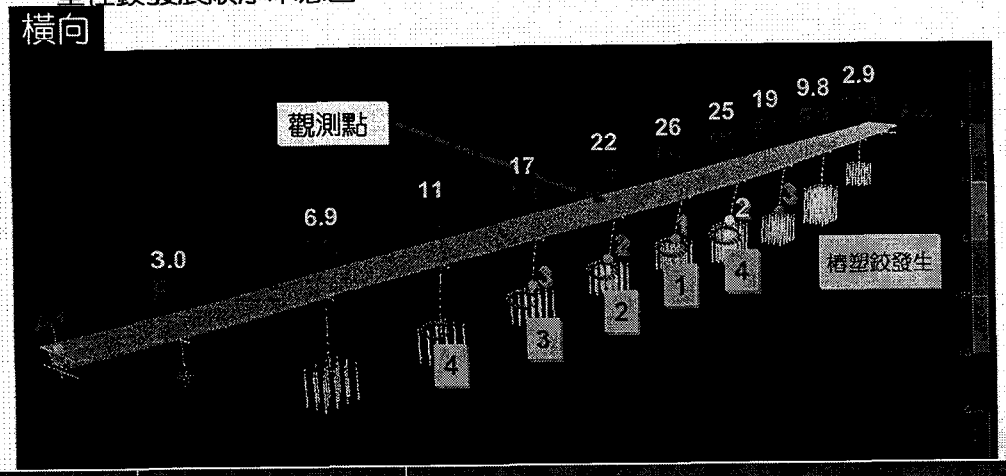
編號	審查意見
1	P186與P192之評估結果都OK，請問該結果是補強前或補強後？若是補強前，為何還需補樁?請確認。
2	本橋並無沖刷問題，但為補強基礎將需將基礎土壤挖開，請確認如此補強策略是否適當。
3	建議採用可消能之鋼板裝置作為止震裝置，此止震裝置可止震也可消能，應可降低傳遞至下部結構之力量。

彎崎溪河川橋河川橋－審查意見回覆

編號	
1	P186與P192之評估結果都OK，請問該結果是補強前或補強後？若是補強前，為何還需補樁?請確認
2	本橋並無沖刷問題，但為補強基礎將需將基礎土壤挖開，請確認如此補強策略是否適當。
意見回覆	於耐震補強前，針對彎崎溪河川橋進行耐震評估， 其縱向 (Page 186)與橫向(Page 192)強度韌性之評估結果皆符合需求。 基樁之容量曲線皆屬剪力破壞模式且橫向(垂直車行方向)側推分析結果顯示， P4~P6橋墩基樁於2500年性能點對應之塑鉸皆到達B點至C點之間， 屬剪力破壞，故採基礎補強。

彎崎溪河川橋－評估分析模擬

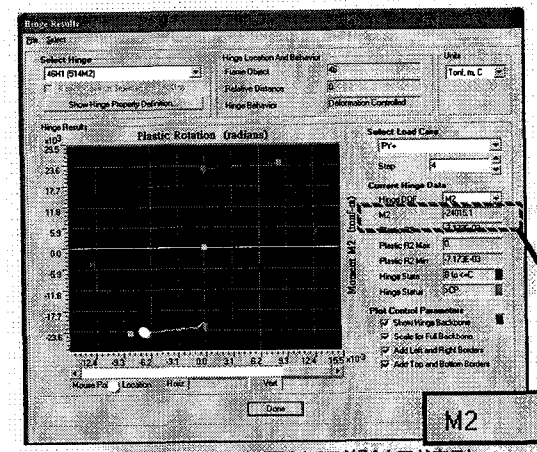
■ 塑性鉸發展順序示意圖



方向	模態	顯著週期	
		模態週期 (sec)	有效振態質量比
橫向	Mode2	0.929	0.340

彎崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震柱塑鉸行為 (P6)



P6橋墩　最大考量地震塑鉸到達點

■ 柱彎矩檢核

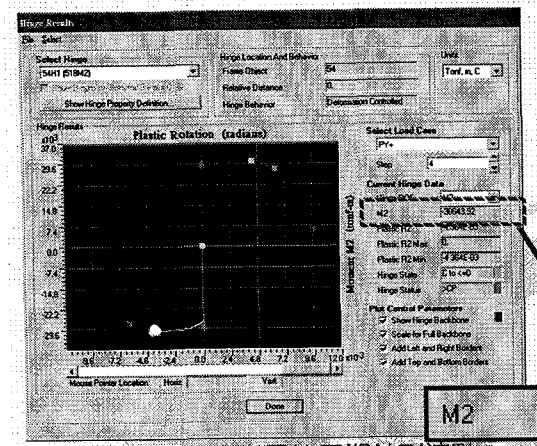
- 橫向模態週期 :0.929 sec
- 譜加速度:0.6187 g
- 上構質量:156.511 tonf-s²/m
- 慣性力:
  178.19*0.6187g=1081.51 tonf
- 柱高:21.86 m
- 慣性力引致之彎矩:23641 tonf-m

OK!

最大考量地震介於**STEP3~STEP4**間，橋柱塑鉸位於上升段

彎崎溪河川橋－評估分析模擬

■ 橫向最大考量地震柱塑鉸行為 (P7)



P7橋墩　最大考量地震塑鉸到達點

■ 柱彎矩檢核

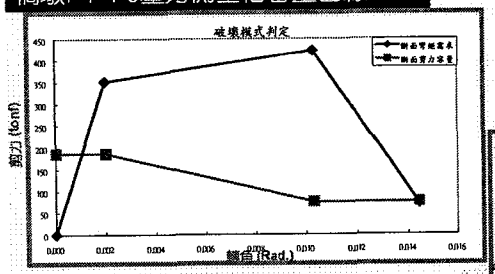
- 橫向模態週期 :0.929 sec
- 譜加速度:0.6187 g
- 上構質量:156.511 tonf-s²/m
- 慣性力:
  212.033*0.6187g=1286.93 tonf
- 柱高:22.97 m
- 慣性力引致之彎矩:29561 tonf-m

OK!

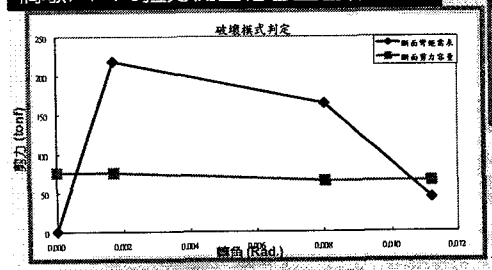
最大考量地震介於**STEP3~STEP4**間，橋柱塑鉸位於上升段

彎崎溪河川橋－壓力/拉力側基樁容量曲線

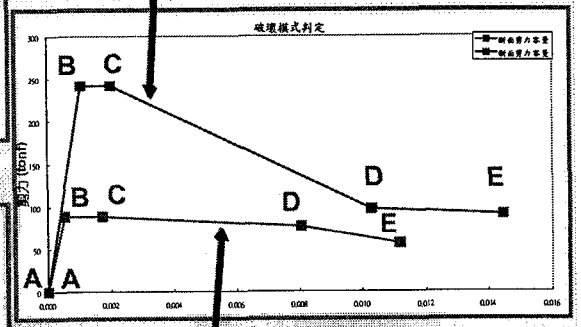
橋墩P4~P6壓力側基樁容量曲線



橋墩P4~P6拉力側基樁容量曲線



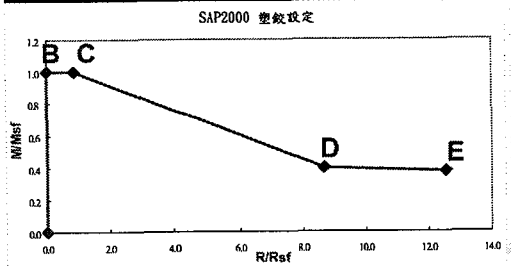
壓力側基樁容量曲線



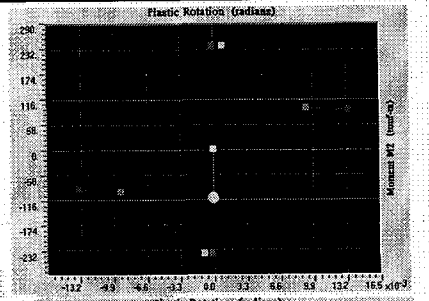
拉力側基樁容量曲線

彎崎溪河川橋－P6基樁塑鉸發展

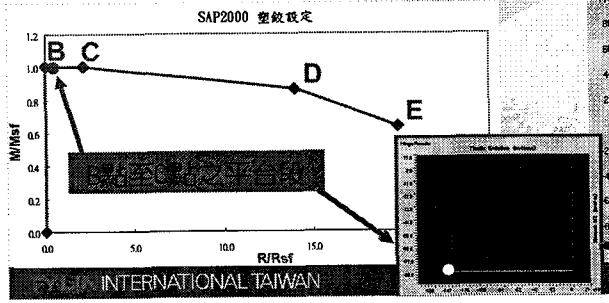
橋墩P6壓力側基樁正規化容量曲線

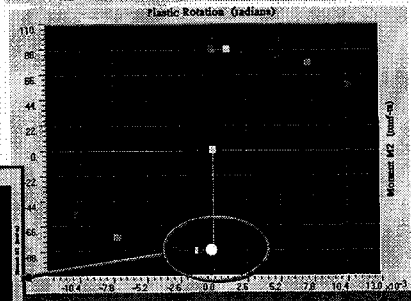


2500年性能狀態下橋墩P6基樁塑鉸發展



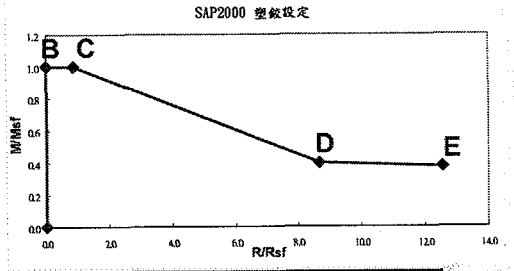
橋墩P6拉力側基樁正規化容量曲線



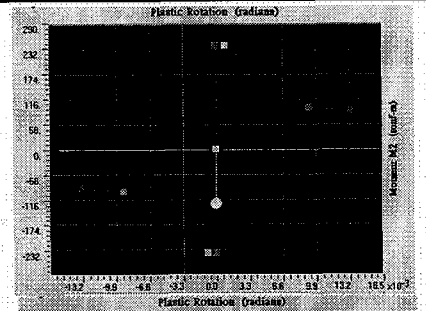


彎崎溪河川橋－P5基樁塑鉸發展

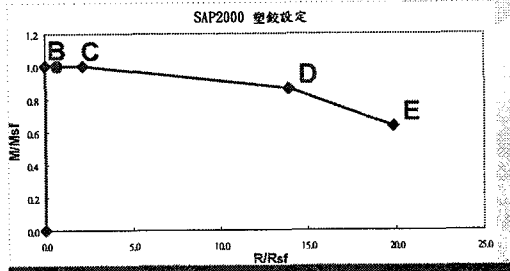
橋墩P5壓力側基樁正規化容量曲線

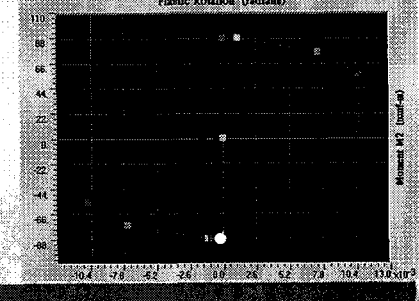


2500年性能狀態下橋墩P5基樁塑鉸發展



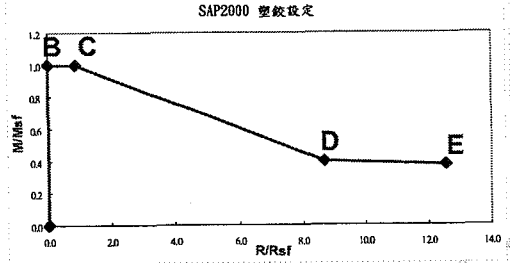
橋墩P5拉力側基樁正規化容量曲線



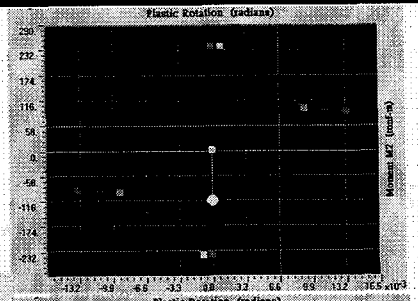


彎崎溪河川橋－P4基樁塑鉸發展

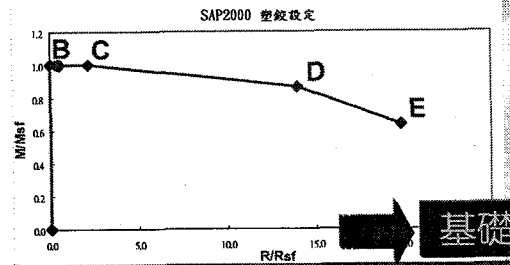
橋墩P4壓力側基樁正規化容量曲線

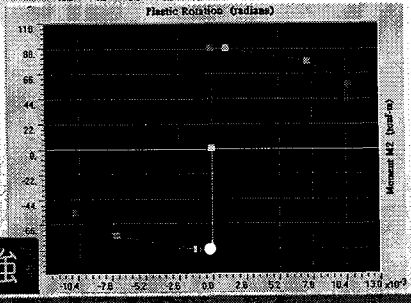


2500年性能狀態下橋墩P4基樁塑鉸發展



橋墩P4拉力側基樁正規化容量曲線

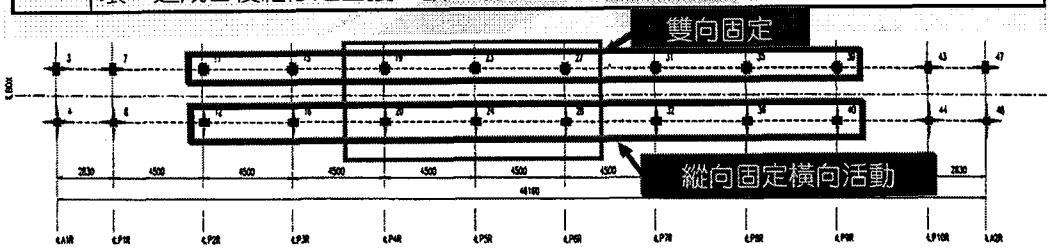




基礎補強

彎崎溪河川橋－審查意見回覆

編號	審查意見/意見回覆
3	建議採用可消能之鋼板裝置作為止震裝置，此止震裝置可止震也可消能，應可降低傳遞至下部結構之力量
	以TADAS等確實可藉由金屬鋼板之彎矩降伏，以遲滯阻尼消散地震輸入能量降低結構地震力需求。但本橋既有支承橫向為固定型式，無法提供消能裝置發揮阻尼消能所需之相對位移。加上支承處配有底板鋼鍵，因此不希望支承產生嚴重破壞，造成日後維修之困擾，故建議採強支承補強方式。

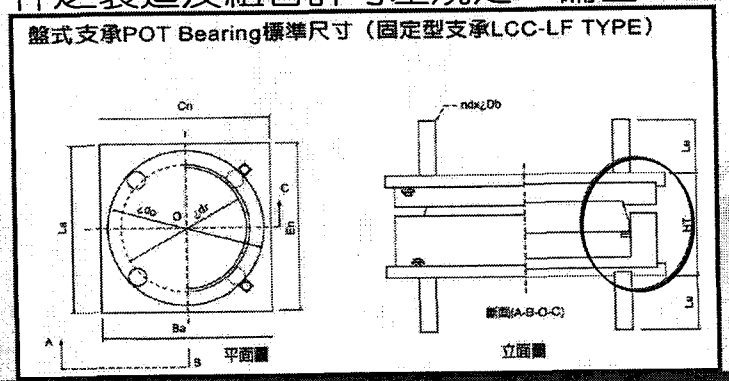


彎崎溪河川橋支承配置

支承座配置圖

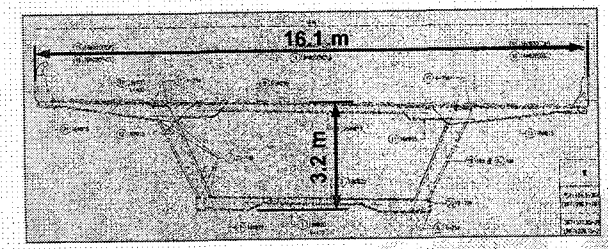
彎崎溪河川橋－審查意見回覆

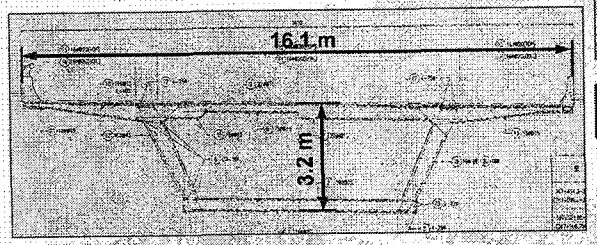
- 若採消能機置需相對位移空間
- 既有支承條件無法提供位移
- 依據高公局施工規範第05821章有關盤式支承構件之製造及組合許可差規定，偏差≦1mm 。

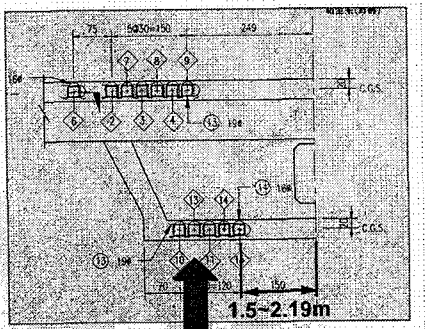


彎崎溪河川橋－審查意見回覆

■ 彎崎溪河川橋上構斷面型式

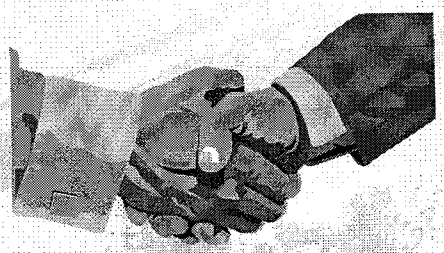






支承處配有底板鋼鍵

簡報完畢
敬請指教

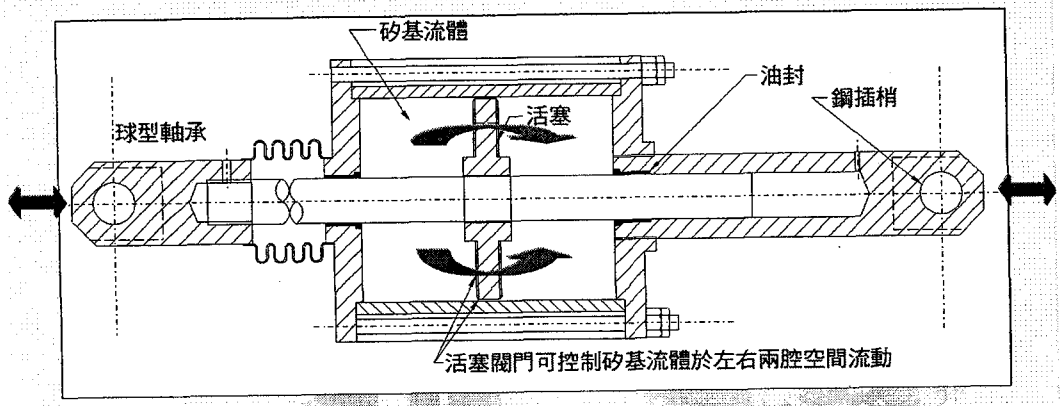


地震力量分散裝置說明

地震力量分散裝置

- 地震力量分散裝置
  - ❖ 國際上，常見之名稱有二：
    - ➢ Lock-Up Device，LUD
    - ➢ Shock Transmission Unit，STU
  - ❖ 主要包含內部流體(Internal Fluid)及錨碇設施
  - ❖ 設置於橋梁上部結構與下部結構之間，其功能為藉由流體阻尼力吸收地震力引致之瞬間作用力，使得上部結構與下部結構間形成剛性連接(Rigid Link)，並產生鎖定效果(Lock-up Effect)

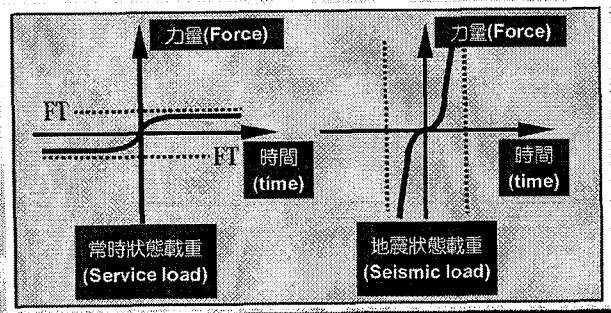
地震力量分散裝置



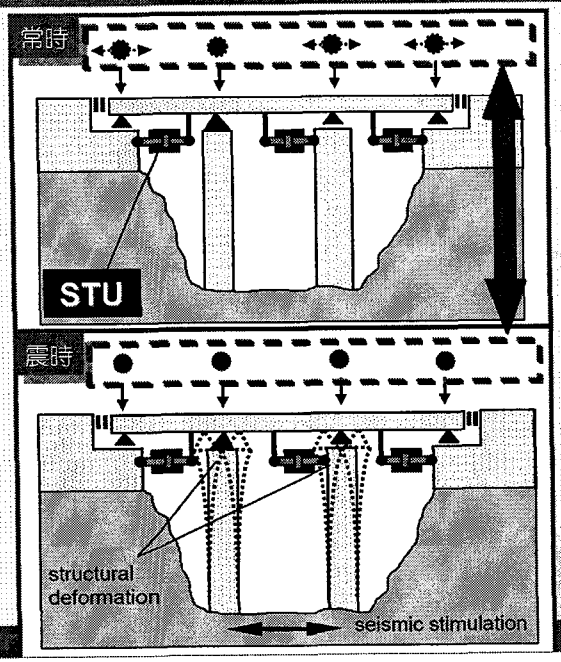
- 主要是由兩個腔室以及活塞所組成而腔室填滿了矽基流體
- 矽基流體可經由活塞上的閥門控制於左右兩個腔室間流動
- 當速度達到臨界值產生鎖定效果

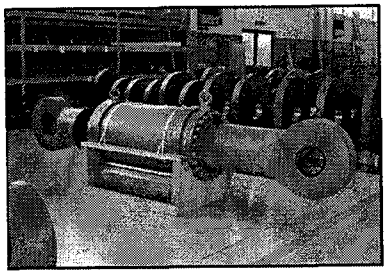
地震力量分散裝置

- 在常時狀態下(如溫差、潛變及乾縮等)所產生之小位移(非瞬間位移)，可在小於最大拖曳力下產生緩慢移動，使得結構保持在活動狀態，非鎖定狀態
- 車輛煞車或是地表運動(地震)所引發的動態衝擊時，裝置完全鎖定使上、下構形成剛性連接

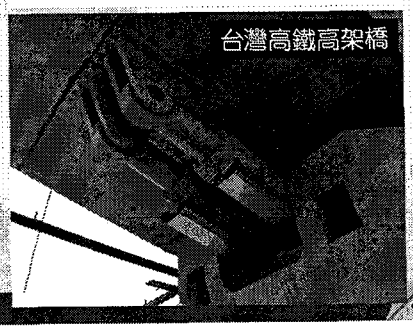


地震力量分散裝置



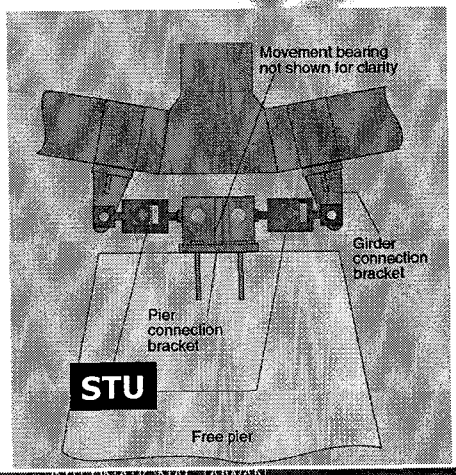


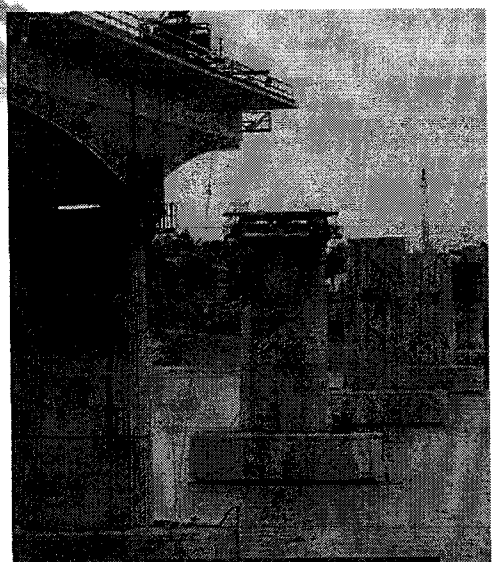
LUD for the Paksey Bridge
11500 kN capacity with 750 mm movement



地震力量分散裝置

Mekong River Bridge
The Mekong River Highway Bridge which links Thailand with Laos, is a multispan viaduct. LUD®s were installed to transmit earthquake forces into a free pier, thus significantly reducing the forces required to be taken by the fixed pier.





國外使用地震力量分散裝置案例

地震力量分散裝置

Neath Railway Bridge, Wales
The piers of this Victorian rail bridge were found to be unable to take the horizontal braking/traction forces of modern trains. The installation of CI LUD®s between the deck and the abutment was found to be a cost-effective solution. Due to the curvature of the bridge the LUD®s are connected to the brackets using ball joint connections rather than the conventional clevis arrangement.

國外使用地震力量分散裝置案例

地震力量分散裝置

Interstate 24, Illinois, USA. Seismic Retrofit
Re-assessment of an existing structure, which is near to the New Madrid fault system, required seismic retrofitting to meet current design specifications.
The bridge is a three span continuous steel girder structure with concrete abutments and piers. One line of fixed bearings resisted longitudinal seismic forces.
The seismic upgrading was achieved by the addition of four CI LUD®s which were retrofitted to the structure without any disruption to the traffic flow.

國外使用地震力量分散裝置案例

地震力量分散裝置試驗

- 依據AASHTO規範第32.4.1~3節之規定辦理
  - 品保試驗(Prequalification Tests)
  - 原型試驗(Prototype Tests)
    - 液壓試驗 (Hydrostatic Pressure Test)
    - 慢速移動試驗 (Slow Movement Test)
    - 快速移動試驗 (Fast Movement Test)
    - 模擬動態試驗 (Simulated Dynamic Test)
    - 超載試驗 (Overload Test)
  - 驗證試驗(Prototype Tests)
    - 液壓試驗(Hydrostatic Pressure Test)
    - 慢速移動試驗(Slow Movement Test)
    - 快速移動試驗(Fast Movement Test)

測試目的：
旨在驗證地震力量分散裝置於常時慢速位移情況下，裝置之阻力不致妨礙結構物之伸展。
測試方式：
將STU以 0.01mm/sec之速度往復±75mm)運作連續三個循環，並將負載及變位關係以曲線圖表顯示。
合格標準：
內部流體無滲漏情形，測試期間最大負載讀數不超過設計荷載10%且無鎖定(lock-up)情形產生。

不會影響溫度收縮

地震力量分散裝置試驗

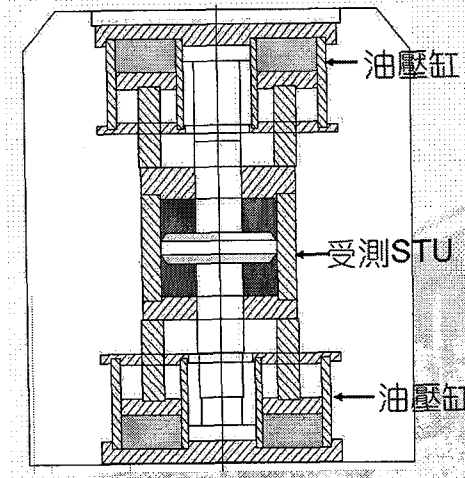
- 品保試驗(Prequalification Tests)
  - 本項試驗又稱為系統特性試驗(System Characteristic Tests)
  - 主要目的為測試地震力量分散裝置之基本性質與運作性能，承包商應依據AASHTO規範第32.4.1節之規定辦理，並提出符合該規定之試驗結果等相關書面資料，送請工程司代表審查核可
  - 採用ALGASISM STU，2001年之台灣高鐵C295標及2005年之台北內湖捷運等國內重要工程即採用與本案相同之裝置

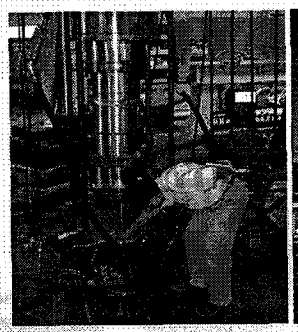
地震力量分散裝置試驗

- 原型試驗(Prototype Tests)
  - 目的為驗證地震力量分散裝置能符合設計圖說中所規定之設計要求，承包商應依據前述AASHTO規範第32.4.2節之規定，依據設計圖說中規定之最大設計能量為標準，辦理一組試驗
    - 液壓試驗 (Hydrostatic Pressure Test)
    - 慢速移動試驗 (Slow Movement Test)
    - 快速移動試驗 (Fast Movement Test)
    - 模擬動態試驗 (Simulated Dynamic Test)
    - 超載試驗 (Overload Test)

地震力量分散裝置試驗

- 測試機





地震力量分散裝置試驗

- 液壓試驗 (Hydrostatic Pressure Test)
  - 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置STU內部流體於承受高壓情況下，裝置整體及油封系統之可靠度。
  - 測試方式：將STU加載至裝置內部流體最大設計壓力之150%至少三分鐘，試驗最初及最終之壓力讀數須記錄。
  - 合格標準：內部流體無滲漏情形，測試期間壓力下降不超過5%。
  - 測試成果：本裝置於最大荷載時，其最大內部壓力為506 bar，經以150%之設計最大內壓力於測試期間仍保密封效果。

地震力量分散裝置試驗

- 慢速移動試驗(Slow Movement Test)
  - 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置STU於常時慢速位移情況下，裝置之阻力不致妨礙結構物之伸展。
  - 測試方式：將STU以 0.01mm/sec之速度往復±75mm)運作連續三個循環，並將負載及變位關係以曲線圖表顯示。
  - 合格標準：內部流體無滲漏情形，測試期間最大負載讀數不超過設計荷載10%且無鎖定(lock-up)情形產生。
  - 測試成果：
    - 測試時以0.01mm/sec移動速率來回完成三個+/-75mm位移之慢速循環測試
    - 最大正荷載為68KN，最大負荷載為-39KN，皆小於350KN
    - 測試過程裝置無鎖定現象。

地震力量分散裝置試驗

- 快速移動試驗(Fast Movement Test)
  - 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置STU於快速位移之情況下，裝置得達到鎖定(lock-up)之效果。
  - 測試方式：將STU於最大設計負載情況下快速作動(速率2mm/sec)，裝置之張拉及壓縮方向須各作動一次但不須循環運作，並將負載及變位關係以曲線圖表顯示。
  - 合格標準：裝置變位須在12mm以內即達成鎖定(lock-up)，內部流體無滲漏情形，測試期間由鎖定至達成最大負載時之勁度差異須在10%內。
  - 測試成果：
    - 於測試時以2秒內加載至標稱設計荷重3500KN
    - 於受壓時鎖定變位為3.64mm
    - 於張拉時鎖定變位為3.66mm
    - 測試過程皆無漏油或受制之情形。

地震力量分散裝置試驗

- 模擬動態試驗(Simulated Dynamic Test)
  - 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置STU於模擬動態負載情況下，裝置之鎖定(lock-up)效果。
  - 測試方式：裝置於0.5 秒內加拉持續5 秒，完成後於一秒內加壓並持續5秒。拉、壓負載應相當且至少是上述快速移動測試所得鎖定力的三倍，但不大於設計最大負載。負載與變位之相對關係以曲線圖顯示。
  - 合格標準：由零負載至達到最大負載期間，裝置變位須在12mm以內即達成鎖定(lock-up)，裝置於持壓(拉)期間之鎖定距離亦不超過12mm。
  - 測試成果：
    - 以0.5 秒內加載3500KN拉力持續5 秒，完成後於一秒內加載3500KN壓力並持續5秒
    - 於最大張拉負載時變位為3.26mm，持拉下變位為5.55mm
    - 於最大壓力負載時變位為4.22mm，持拉下變位為6.08mm
    - 且於測試過程皆無漏油或受制之情形。

地震力量分散裝置試驗

- 超載試驗(Overload Test)
  - ❖ 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置STU於超出設計負載情況下，裝置整體之剛性。
  - ❖ 測試方式：以足以達成鎖定之速率對裝置加載至設計最大負載之1.5 倍並持續30 秒。
  - ❖ 合格標準：裝置內部流體不得滲漏或變形。
  - ❖ 測試成果：於測試時在一秒加載至1.5倍之標稱設計5250KN後持續30秒，於測試過程無漏油或受制之情形

地震力量分散裝置試驗

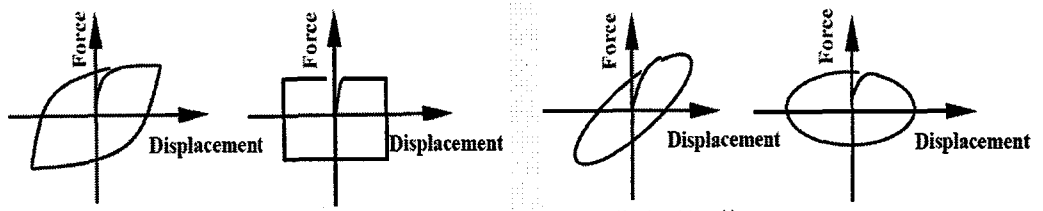
- 驗證試驗(Proof Tests)
  - ❖ 亦稱為品管試驗(Quality Control Tests)，其主要目的為驗證使用於本工程中之每一組地震力量分散裝置的可靠性，承包商應依據前述AASHTO規範第32.4.3節之規定，依據設計圖說中規定之最大設計能量為標準，就每一組地震力量分散裝置辦理
- 液壓試驗 (Hydrostatic Pressure Test)
- 慢速移動試驗 (Slow Movement Test)
- 快速移動試驗 (Fast Movement Test)

金屬阻尼器研究

減震裝置之應用

- 橋梁工程減震元件之遲滯行為

$$F_d = C|\dot{u}|^{\alpha}\,\mathrm{sgn}(\dot{u})$$

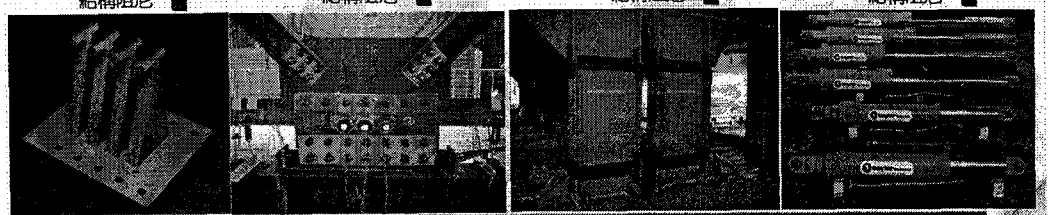


金屬降伏消能元件
藉由金屬鋼板之彎矩降伏，以遲滯阻尼消散地震輸入能量
結構勁度
結構阻尼

摩擦消能元件
藉由金屬間之摩擦，來消散地震輸入能量
結構勁度
結構阻尼

固態或液態黏彈性元件
藉由中間黏彈性材料之剪力變形，來消散地震輸入能量
結構勁度
結構阻尼

液態黏滯性元件
藉由活塞兩側之壓力差產生阻尼力，以此消散地震輸入能量
結構阻尼



■ TADAS(三角形鋼板消能器)

- ❖ 由數片三角形鋼板懸臂焊接到一塊底板
- ❖ 當受到側力，鋼板的彎曲曲率會在每一點均相同；而側向作用力大於鋼板容量時，整塊鋼板同時發生彎曲降伏，可提供較大的變形與消能容量
- ❖ 此一遲滯彎曲行為，可有效提昇阻尼能力，增加結構物的消能容量

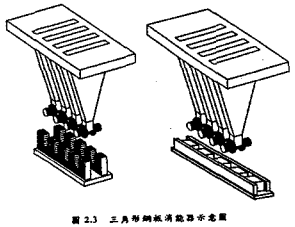
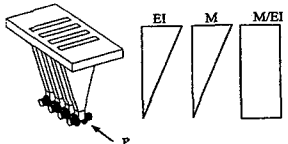
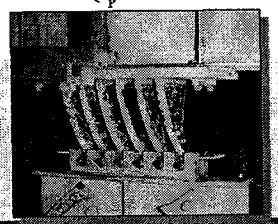


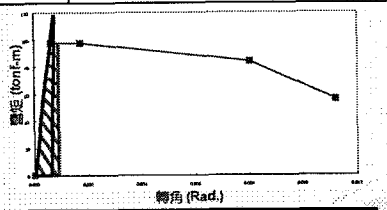
圖 2.3 三角形鋼板消能器示意圖





■ TADAS(三角形鋼板消能器)設計

步驟1 有效阻尼比估算



彈性需求彎矩 (tonf-m)		
P4	P5	P6
117.05	127.43	112.81
需求與容量彎矩比值		
P4	P5	P6
1.32	1.45	1.28

橫向(垂直車行方向)側推分析結果顯示，P4~P6橋墩基樁於2500年性能點對應之塑鉸皆進入塑性段，因此利用等能量法，求得P4~P6橋墩基樁對應之彈性需求彎矩(P4=117.05 tonf-m; P5=127.428 tonf-m; P6=112.81 tonf-m)。再由彈性需求彎矩與剪力強度對應之彎矩(P4=P5=P6=88.493 tonf-m)的比值(P4=1.32; P5=1.45; P6=1.28)，取其大值為阻尼修正係數。最後由規範表3-1及阻尼修正係數內插求得有效阻尼比為18%。

■ TADAS(三角形鋼板消能器)設計

步驟2 消能器需提供之消能

$$\xi_{eff} = \xi_0 + \xi_d$$

$$\xi_d = \frac{\sum_j W_{Dj}}{4\pi W_k}$$

$$W_k = \frac{1}{2} Fu$$

最大應變能

$$W_k = 0.5 \times 1940.91 \times 0.6187 \times 9.81 \times 0.1427 = 840.45 \text{ tonf} - \text{m}$$

消能器需提供之消能

$$\sum_j W_{Dj} = 0.13 \times 4\pi \times 840.45 = 1372.96 \text{ tonf} - \text{m}$$

有效阻尼比為18%，其中結構系統之固有阻尼比為5%，因此消能器需提供之阻尼比為13%。由消能器阻尼比公式，反推消能器需提供之消能為1372.96 tonf-m，其中最大應變能為840.45 tonf-m。

■ TADAS(三角形鋼板消能器)設計

步驟3 消能器設計

$$k_d = \frac{NEBt^3}{6H^3} \quad P_y = \frac{NF_yBt^2}{6H} \quad \Delta_y = \frac{P_y}{k_d}$$

$$P_u = \frac{NF_yBt^2}{4H} \quad \Delta_u = 15\Delta_y$$

TADAS 尺寸			
H (mm)	B (mm)	t (mm)	N
1200	1000	50	50

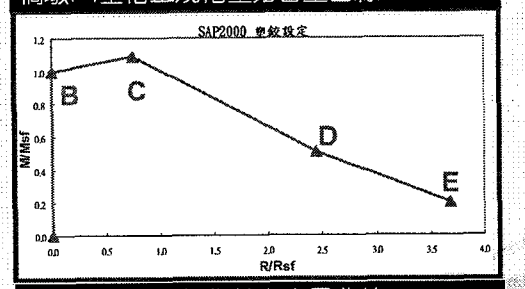
TADAS 參數			
k_d	P_y	P_u	Δy (mm)
12290	175	264	14

在滿足既有空間下，進行三角形鋼板消能器設計。消能器鋼板為低降伏強度鋼板，高度H為1200mm、寬度B為1000mm、厚度t為50mm、片數N為50、降伏位移為14.31mm極限位移為214.70mm，如其極限位移為20mm，10座消能器共能提供之消能為100.4 tonf-m明顯低於需提供之消能，僅為7.31%。因消能器之阻尼比為0.95%，縱使採用消能器，P4~P6橋墩基樁於2500年性能點對應之塑鉸仍到達B點至C點之平台段，故建議進行基礎補強。

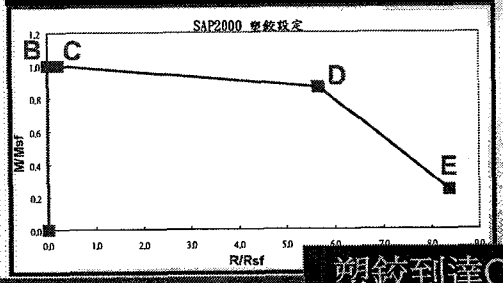
其它

二仁溪二號河川橋－P4基樁塑鉸發展

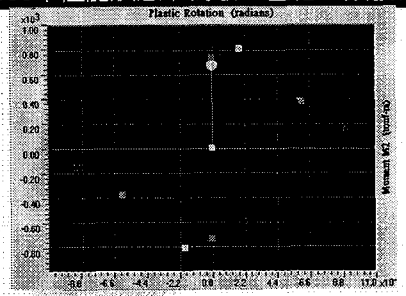
橋墩P4基樁正規化壓力容量曲線

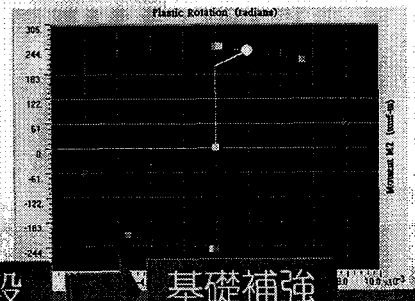


橋墩P4基樁正規化拉力容量曲線



2500年性能狀態下橋墩P4基樁塑鉸發展





塑鉸到達CD段

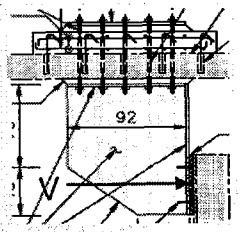
基礎補強

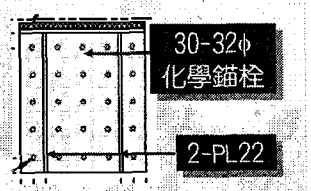
二仁溪二號河川橋－審查意見回覆

- 增設力量分散裝置，無需要增加防落長度
  - 二仁溪2號河川橋在最大考量地震下(回歸期2500年)
    - 梁端與橋台頂位移量達56.17cm
    - 地震引致相鄰橋墩間表層地盤之水平相對變位爲23.44cm
  - 根據公路橋梁耐震設計規範，防落橋長度需大於94.91cm
  - 既有防落橋長度110cm已足夠
- P6 P7嚴重液化問題
  - P6 P7屬於埋置較深之直接基礎
  - 計算液化潛能係以現地地表面向下計算20m之FL按厚度加權加總計算所得
  - P6 P7基礎底部座落於岩盤
  - 其基礎底面以上之覆土層厚度較厚N值較低，其加總所得之液化潛能指數>15而列入液化潛能嚴重橋址
  - 主要影響爲基礎側向承載力之折減，但不影響直接基礎之承載力
  - 評估結果P6L(R)& P7L(R)不需進行補強

耐震能力補強結果

- 鋼止震裝置
  - 設計橫力 V=364t
    (扣除盤式支承容許水平力)
  - A449化學錨栓檢核
    拉力 T=16.5 t，剪力 V=7.28 t
    拉剪應力檢核
    C/D=1.66 >1 O.K.





「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第七次會議(M35標細步設計第二次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
一、	**二仁溪河川橋**	
1	鑿除覆土來補強基樁之作法的效果尚待確認，故需慎重考量採用本工法之適當性。	本橋全橋位於河川治理計畫內，橋墩墩址受洪水影響，且近年淹水頻率升高，故其主要為直接基礎及樁基礎因沖刷裸露下，耐洪及耐震能力不足課題。考量河床保護工之耐久性及可靠度、河川橋基礎搶修補強經費籌措與施工之及時性等因素，建議將本橋基礎補強納入本計畫辦理。
2	沖刷深度與水流速相關，從簡報資料看流速並不大(0.15 m/s)，但評估所得之沖刷相當嚴重。請確認資料或評估之正確性，並建議慎重考量採用之方案。	1. 影響沖刷深度之因子甚多，其中之重要因子，除流速外尚包括水深、河床質粒徑及結構體寬度等。以本橋為例，雖多數橋墩流速並不快，但橋址為砂及粉土，易受水流而起動流失，另因二仁溪分洪現象，其水流攻角效應使橋墩迎水面寬度大，致各橋墩皆有相當之沖刷深度。 2. 本橋水理分析及沖刷深度計算相關結果，已於專家學者座談會中邀請水利專家，中興大學土木工程系林呈教授及臺灣省水利技師公會陳賜賢理事長等人共同探討；後續分析成果並已納入初步設計報告，經審查委員及各相關單位完成審查。高公局亦已依前次審查意見，將相關分析資料送請水利專家及主管單位協助審查。 3. 相關研究成果詳財團法人中興土木科技發展文教基金會「北二高頭

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第七次會議(M35標細步設計第二次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		前溪河川橋、南二高二仁溪二號河川橋之河川沖刷影響與相關水理課題研究」101.05。
3	此工址之水流特性屬慢速之漫流，保護工應不容易損壞，故請比較增設保護工與增樁補強所需費用之差異性，以作為補強方案選擇之參考。	1. 保護工的設置，無論剛性或柔性保護工，施設適當時，就其所施設區域在短期內確有其減少沖刷功效，惟探究保護工施設後之沖刷行為，對於保護工前、後端及周邊，因介質不同、摩擦力不同，常產生沖刷坑，後逐漸加劇沖刷(其沖刷行為與水頭高度、河床質粒徑有關)，進而淘刷保護工下方土壤，導致保護工破壞，最後對橋基產生不可預期的沖刷影響。另固床工之設置必須置於一般具有輸砂能力之河道內，即透過改變流況、達到泥砂落淤及固床之功能；然本橋主要受沖刷補強之橋墩大多位於非主要深槽河道內，因此固床工較難發揮泥砂落淤及固床之效果。 2. 本橋全橋幾乎均位於河川治理計畫線內，固床工或保護工設置須與水利單位整體河川治理整體考量，曠日廢時；初期費用雖較低，然耐久性及可靠度皆不足，長期維護累積之成本亦高。考量時效性及可靠度，且本橋原結構系統由少數直接基礎承受縱向地震力，耐震性能不佳，故建議採基礎補強策略。
4	建議若依據100洪水位評估，直接基礎在不考慮回淤狀態下會完全沖刷，則此基礎必須補強，至於其他情況之墩柱建議可採用保護工方式。	請參見第3點意見說明。
5	簡報P12 AASHTO測試規範僅涵蓋慢速測試，建議快速測試也需進行。	依據AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications (2010)第32章及本工程特訂條款第15070章之規定，要求承商針對地震力量分散裝置進行品保試驗、原型試驗及驗證試驗，以確保地震時，其機制能充分發揮。其

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第七次會議(M35標細步設計第二次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		中，原型試驗及驗證試驗均涵蓋慢速測試及快速測試，相關試驗說明如下： 一、原型試驗(Prototype Tests) 本項試驗之目的為驗證地震力量分散裝置能符合設計圖說中所規定之設計要求，其試驗項目如下所述： A.液壓試驗(Hydrostatic Pressure Test) 1. 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置內部流體於承受高壓情況下，裝置整體及油封系統之可靠度。 2. 測試方式：將STU加載至裝置內部流體最大設計壓力之150%至少三分鐘，試驗最初及最終之壓力讀數須記錄。 3. 合格標準：內部流體無滲漏情形，測試期間壓力下降不超過5%。 B.慢速移動試驗(Slow Movement Test) 1. 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置於常時慢速位移情況下，裝置之阻力不致妨礙結構物之伸展。 2. 測試方式：將STU以 0.01mm/sec之速度往復±75mm)運作連續三個循環，並將負載及變位關係以曲線圖表顯示。 3. 合格標準：內部流體無滲漏情形，測試期間最大負載讀數不超過設計荷載10%且無鎖定(lock-up)情形產生。 C.快速移動試驗(Fast Movement Test) 1. 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置於快速位移之情況下，裝置得達到鎖定(lock-up)之效果。

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第七次會議(M35標細步設計第二次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		2. 測試方式：將STU於最大設計負載情況下快速作動(速率2mm/sec)，裝置之張拉及壓縮方向須各作動一次但不須循環運作，並將負載及變位關係以曲線圖表顯示。 3. 合格標準：裝置變位須在12mm以內即達成鎖定(lock-up)，內部流體無滲漏情形，測試期間由鎖定至達成最大負載時之勁度差異須在10%以內。 D.模擬動態試驗(Simulated Dynamic Test) 1. 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置於模擬動態負載情況下，裝置之鎖定(lock-up)效果。 2. 測試方式：裝置於0.5秒內加拉持續5秒，完成後於一秒內加壓並持續5秒。拉、壓負載應相當且至少是上述快速移動測試所得鎖定力的三倍，但不大於設計最大負載。負載與變位之相對關係以曲線圖顯示。 3. 合格標準：由零負載至達到最大負載期間，裝置變位須在12mm以內即達成鎖定(lock-up)，裝置於持壓(拉)期間之鎖定距離亦不超過12mm。 E.超載試驗(Overload Test) 1. 測試目的：旨在驗證地震力量分散裝置於超出設計負載情況下，裝置整體之剛性。 2. 測試方式：以足以達成鎖定之速率對裝置加載至設計最大負載之1.5倍並持續30秒。 3. 合格標準：裝置內部流體不得滲漏或變形。 二、驗證試驗(Proof Tests)

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程橋梁結構補強設計安全性審查工作」
第七次會議(M35標細步設計第二次審查會議)審查意見回覆表

項次	審查意見	辦理情形
		本項試驗又稱為品管試驗(Quality Control Tests)，其主要目的為驗證使用於本工程中之每一組地震力量分散裝置的可靠性，其試驗項目包含下列各項： A. 液壓試驗(Hydrostatic Pressure Test) B. 慢速移動試驗(Slow Movement Test) C. 快速移動試驗(Fast Movement Test)
二、	**彎崎溪河川橋**	
1	公路橋梁耐震評估補強準則是以設計地震為基準，本案以2500年為基準，且不允許產生塑鉸，似乎過於保守。	1. 因依據審查意見要求將基樁元素、塑鉸及非線性土壤納入側推分析模型，為符合對應側推分析2500年之性能點需求，故基樁塑鉸設定亦考量2500年之基樁軸力狀態。 2. 本橋拉力側基樁塑鉸行為屬剪力破壞模式(非撓剪破壞模式)，橫向(垂直車行方向)側推分析結果顯示，P4~P6橋墩基樁不僅於2500年性能點對應之樁頭塑鉸皆已超過B點，由樁頭剪力強度控制，且P5及P6橋墩基樁在475年性能點對應之塑鉸已到達B點至C點(剪力破壞)。另外考量震後不易即時檢測基樁受損情形，影響其耐久性，故建議增設基礎補強。
2	請高公局確認補強設計原則是否維持基樁不產生塑鉸之要求。	針對上述之分析結果[P5及P6橋墩基樁於475年性能點對應之塑鉸已到達B點至C點(剪力破壞)]，本公司已於會後向業主高公局報告，高公局裁示尊重顧問公司判斷，故建議除橋墩P3及P7依審查意見詳細分析評估結果可無需補強，橋墩P4~P6維持增設基礎補強。

附錄九　管線協調資料與紀錄彙整

第M31標　管線協調資料與紀錄

交通部臺灣區國道高速公路局
Taiwan Area National Freeway Bureau

國道高速公路橋梁耐震補強
第2期工程(第1優先路段)規劃設計

第M31標公共管線遷移協調會

TYLIN INTERNATIONAL TAIWAN
林同棪工程顧問股份有限公司

簡報

簡報人：許繹俊

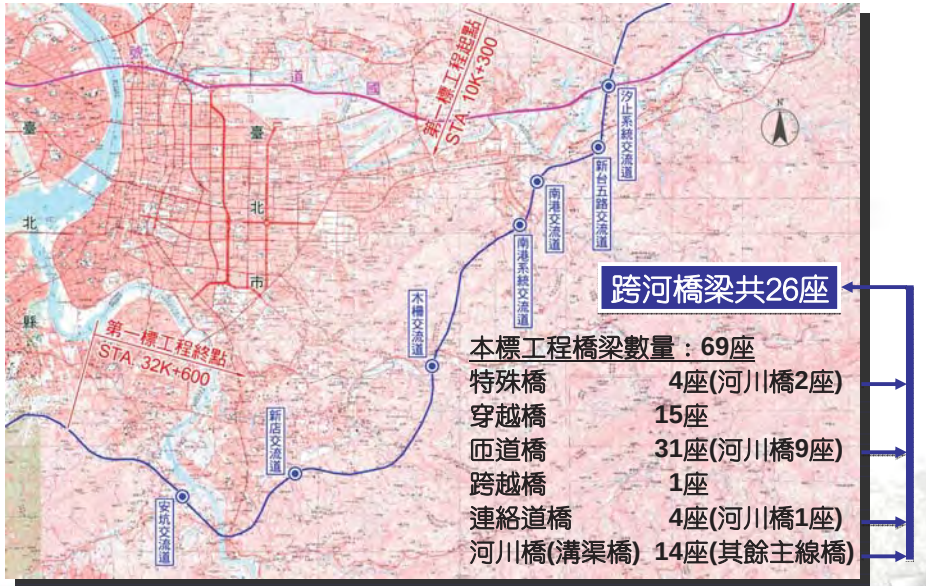
中 華 民 國 101 年 2 月 2 日

簡報大綱

1. 第M31標工程範圍
2. 妨礙施工管線處理原則
3. 管線現況及處理建議
4. 預定施工進度
5. 配合事項

1 第M31標工程範圍

第M31標工程範圍



2 妨礙施工管線處理原則

妨礙施工管線處理原則

- 管線處理原則：就地保護、永久遷移、臨時遷移
  - 就地保護（或吊掛保護）：優先考慮
    - 重大管線且遷移不易者
    - 單管管徑小於10公分或管群寬度小於10公分者
    - 小管徑管線無安全顧慮者
  - 永久遷移：
    - 可遷移至高公局路權內者
    - 可一次遷移至定位者
  - 臨時遷移：
    - 管線遷移後，礙於空間限制或其他因素，須於原地復舊或適當位置復舊者

妨礙施工管線處理原則

- 妨礙施工管線彙整
  - 第M31標妨礙施工之公共管線：共19項次 (詳妨礙施工管線一覽表)
    - 表中除包含直接衝突者，尚包含鄰近施工範圍，於施工中慎防破壞者，建議於施工階段再行確認
    - 需永久遷移者計14處；吊掛保護計7處；鄰近基礎補強，施工中須慎防破壞者的計3處

妨礙施工管線處理原則

妨礙施工管線一覽表(1/3)

項次	里程位置	縣市別	道路名稱	橋墩(台)編號	受影響管線	管線主管單位	建議處理方式	備註
1	S10k+510.01	新北市	康寧路	北側基隆河橋橋墩PS1	中油管群（Ø14",12",10",8",4"GØ,10"）	台灣中油公司天然氣事業部北區營業處台北供氣中心	施工慎防破壞	基礎擴大，鄰近管線
2	0k+076	新北市	康寧路	汐止系統交流道匝道1跨北側基隆河橋橋墩PN1	GØ8"	台灣中油公司天然氣事業部北區營業處台北供氣中心	永久遷移	基礎擴大
3	N12k+181.591	新北市	大同路二段	璋樹里高架橋N橋墩PN9	TØ3"X12D	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司基隆營運處	永久遷移	基礎擴大
					WØ300	台灣自來水公司第一區管理處汐止營運所	永久遷移	基礎擴大
4	N15k+255.091	新北市	林森路114巷	舊莊高架橋N橋墩PN5	EHØ6"X6D	台灣電力股份有限公司台北北區營業處	永久遷移	基礎擴大
5	S15k+277.911	新北市	林森路114巷	舊莊高架橋S橋墩PS5	WØ200	臺北自來水事業處	永久遷移	基礎擴大
6	N15k+442.591	新北市	林森路114巷	舊莊高架橋N橋墩PN10	WØ300	臺北自來水事業處	若有礙施工，採吊掛保護	基礎擴大
					TØ3"X4D	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司台北營運處	若有礙施工，採吊掛保護	基礎擴大

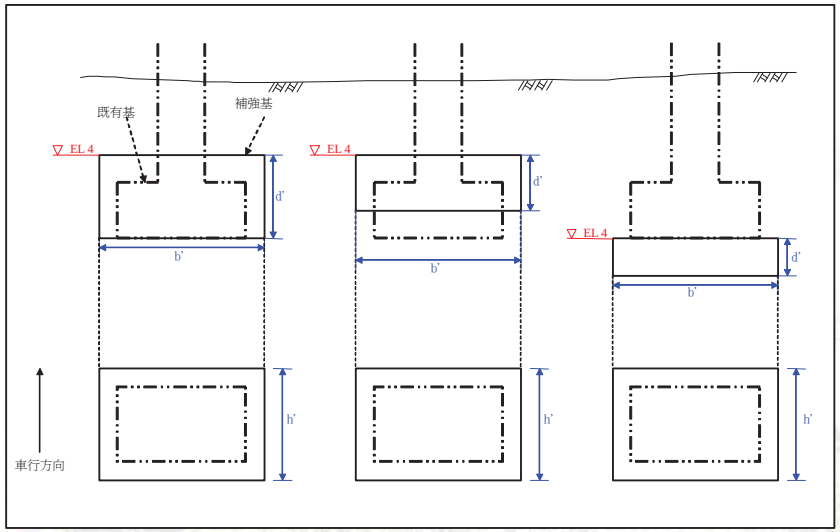
妨礙施工管線一覽表(2/3)

項次	里程位置	縣市別	道路名稱	橋墩(台)編號	受影響管線	管線主管單位	建議處理方式	備　註
7	N17k+621.641	新北市	研究院路28巷	四分里坑高架橋N橋墩PN8	T∮3"X2D	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司台北營運處	吊掛保護	基礎擴大
8	21+178.011	台北市	木柵路五段	景美溪南橋橋墩PS19	自來水設施管線	臺北自來水事業處	永久遷移	基礎擴大
9	0k+186.409	台北市	新光路三段	木柵交流道匝道四猴山坑橋橋墩PD1	EL∮3"X2D	台灣電力股份有限公司台北南區營業處	吊掛保護	基礎擴大
10	26k+145.093	台北市	老泉街	新店高架橋N橋墩SP4	G∮16"	台灣中油公司天然氣事業部北區營業處台北供氣中心	永久遷移後，施工中吊掛保護	基礎擴大
					EL∮3"X2D	台灣電力股份有限公司台北南區營業處	永久遷移後，施工中吊掛保護	基礎擴大
11	26k+245.093	台北市	老泉街	新店高架橋N橋墩SP5	G∮16"	台灣中油公司天然氣事業部北區營業處台北供氣中心	吊掛保護	基礎擴大
12	26k+828.587	台北市	老泉街	新店高架橋N橋墩NP16	T∮4"X6D	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司台北營運處	若有礙施工，採吊掛保護	基礎擴大
13	11k+387.000	新北市	中興路二段	新店交流道聯絡道高架橋橋墩P8	G∮16"	台灣中油公司天然氣事業部北區營業處台北供氣中心	永久遷移	基礎擴大，鄰近管線

妨礙施工管線一覽表(3/3)

項次	里程位置	縣市別	道路名稱	橋墩(台)編號	受影響管線	管線主管單位	建議處理方式	備　註
14	11k+681.406	新北市	寶高便道	新店交流道聯絡道高架橋橋墩P16	EP∮6"X8D(69KV)	台灣電力股份有限公司臺北供電區營運處	永久遷移	基礎擴大
					G∮16"	台灣中油公司天然氣事業部北區營業處台北供氣中心	永久遷移	基礎擴大
					T∮4"X6D	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司台北營運處	施工慎防破壞	基礎擴大，鄰近管線
15	11k+717.526	新北市	寶高便道	新店交流道聯絡道高架橋橋墩P17	EP∮6"X8D(69KV)	台灣電力股份有限公司臺北供電區營運處	永久遷移	基礎擴大
					G∮16"	台灣中油公司天然氣事業部北區營業處台北供氣中心	永久遷移	基礎擴大
16	0k+113.000	新北市	安業街	安坑橋A6匝道橋墩P12	EL∮5"X2D	台灣電力股份有限公司台北南區營業處	永久遷移	基礎擴大
17	32k+302.537	新北市	安民街	安坑溪橋N橋墩PN4	W∮300	臺北自來水事業處	施工慎防破壞	基礎擴大，鄰近管線
18	32k+483.543	新北市	祥和路	安坑溪橋N橋墩PS8	EL∮3"X4D	台灣電力股份有限公司台北南區營業處	吊掛保護	基礎擴大
19	0k+076.000	新北市	康寧路	汐止交流道匝道1跨北側基隆河橋橋墩P1	G∮10"	台灣中油公司天然氣事業部北區營業處台北供氣中心	請管線單位澄清位置	墩柱鋼板包覆

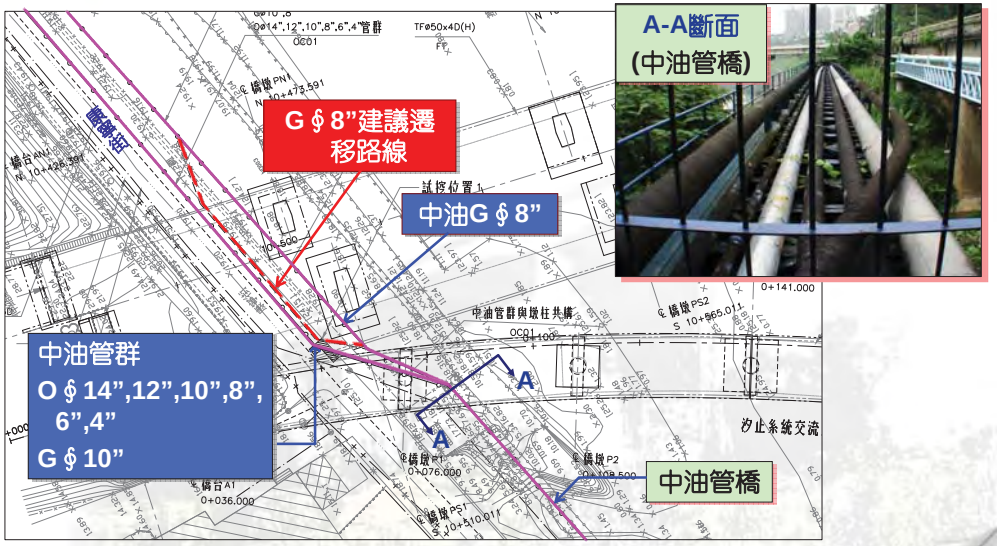
補強基礎型式說明（實線：補強基；虛線：既有基）



3 管線現況及處理建議

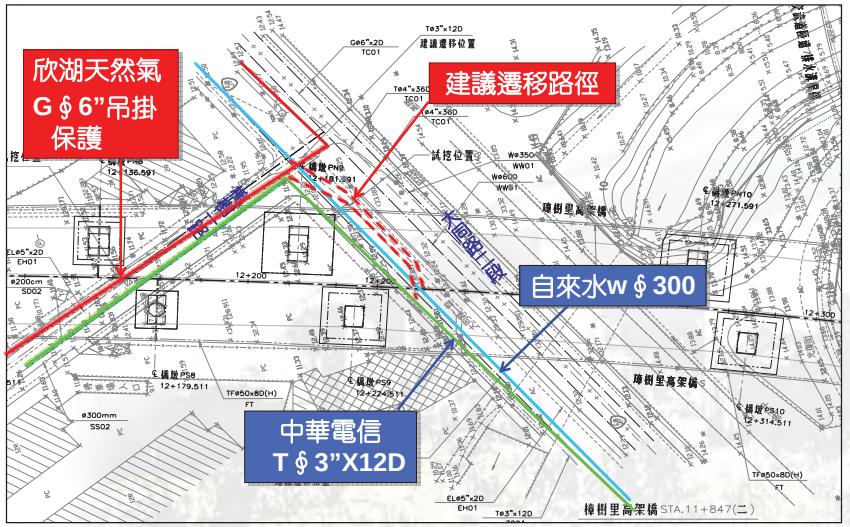
管線現況及處理建議

- 1.，2. 北側基隆河橋（橋墩PN1,PS1）



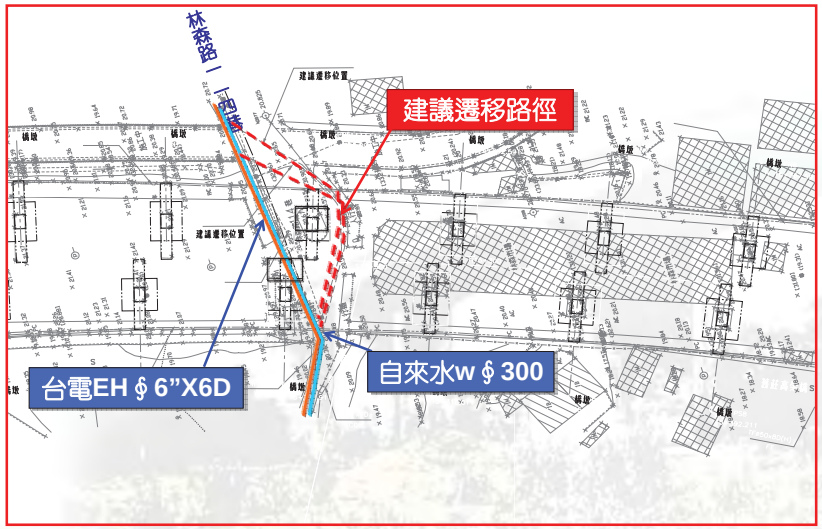
管線現況及處理建議

- 3. 樟樹里高架橋（橋墩PN9）



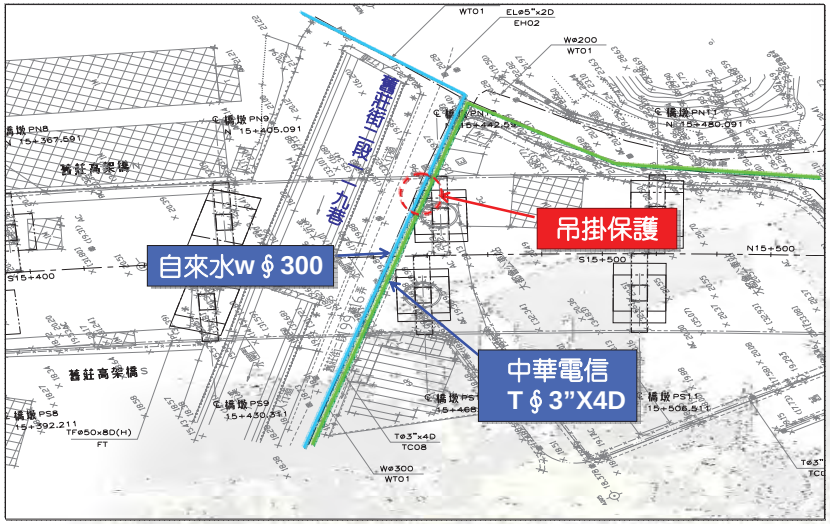
管線現況及處理建議

- 4.，5. 舊庄高架橋 （橋墩PN5,PS5）



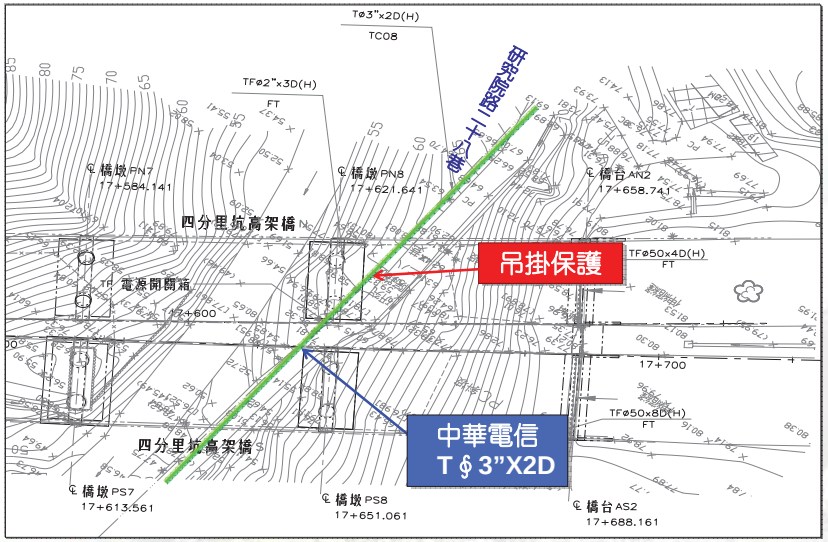
管線現況及處理建議

- 6. 舊莊高架橋（橋墩PN10）



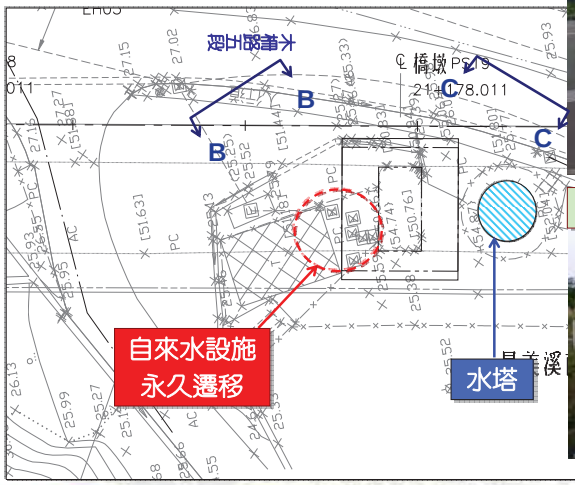
管線現況及處理建議

- 7. 四分里高架橋（橋墩PN8）



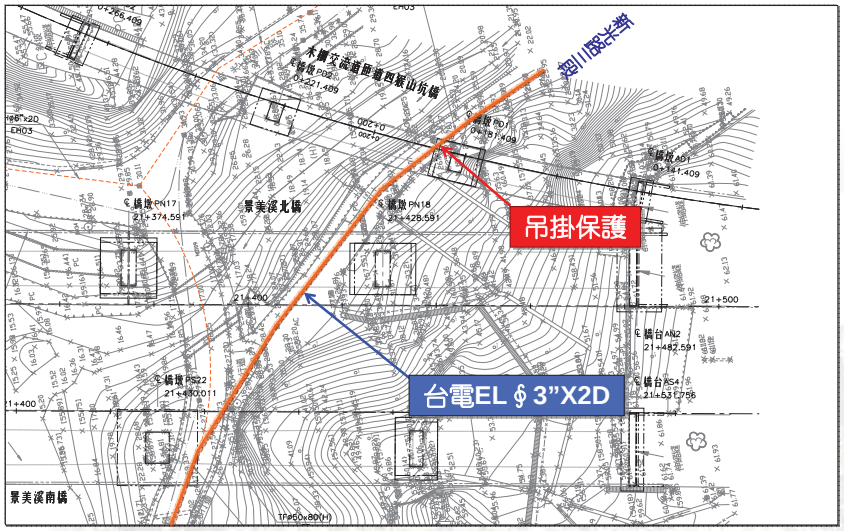
管線現況及處理建議

- 8. 景美溪南橋（橋墩PS19）



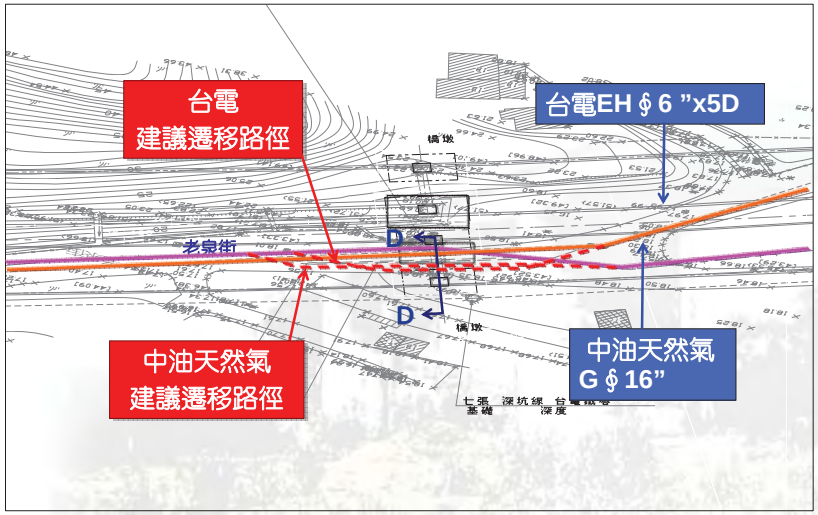
管線現況及處理建議

- 9.木柵交流道匝道四猴山坑橋（橋墩PD1）



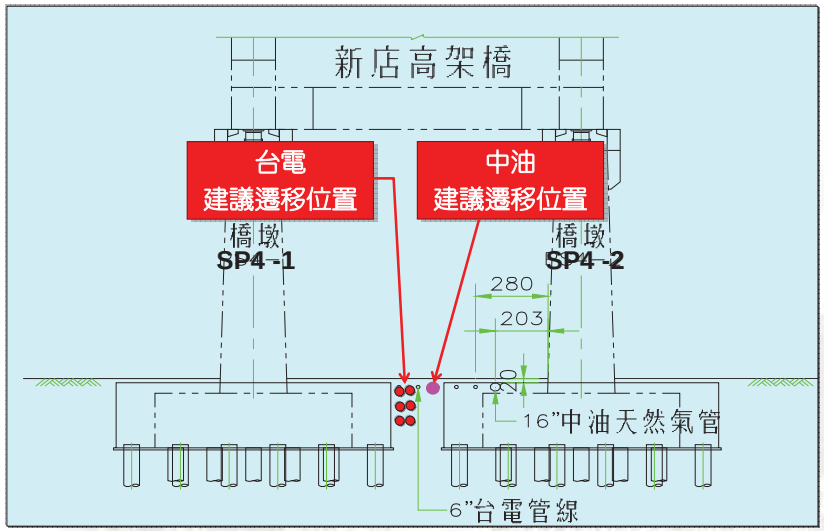
管線現況及處理建議

- 10. 新店高架橋 （橋墩SP4）



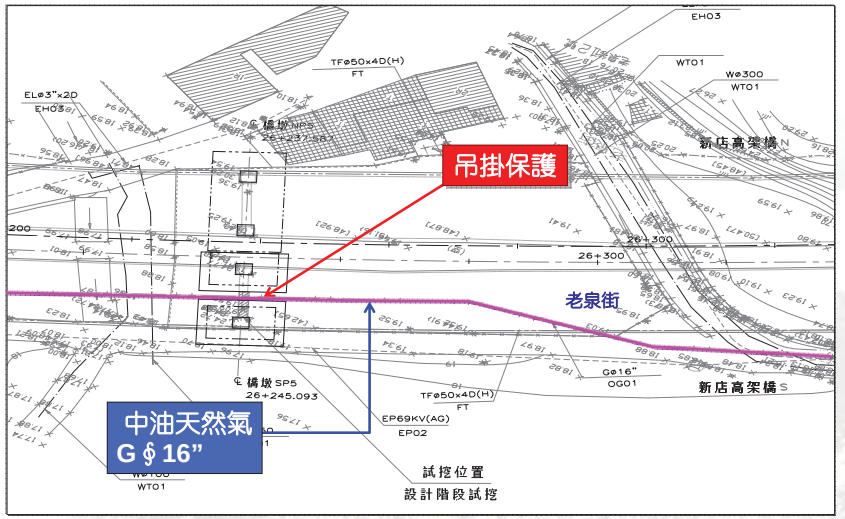
管線現況及處理建議

- D-D 斷面（新店高架橋）



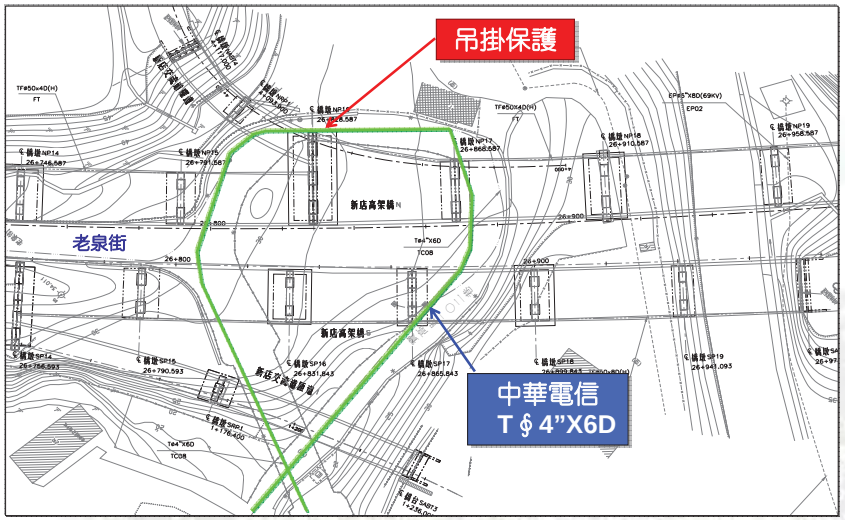
管線現況及處理建議

- 11. 新店高架橋（橋墩SP5）



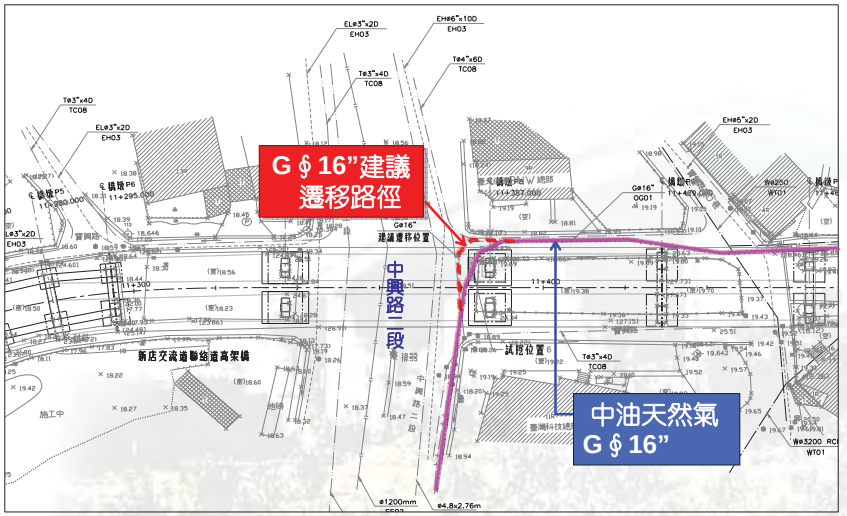
管線現況及處理建議

- 12. 新店高架橋（橋墩NP16）



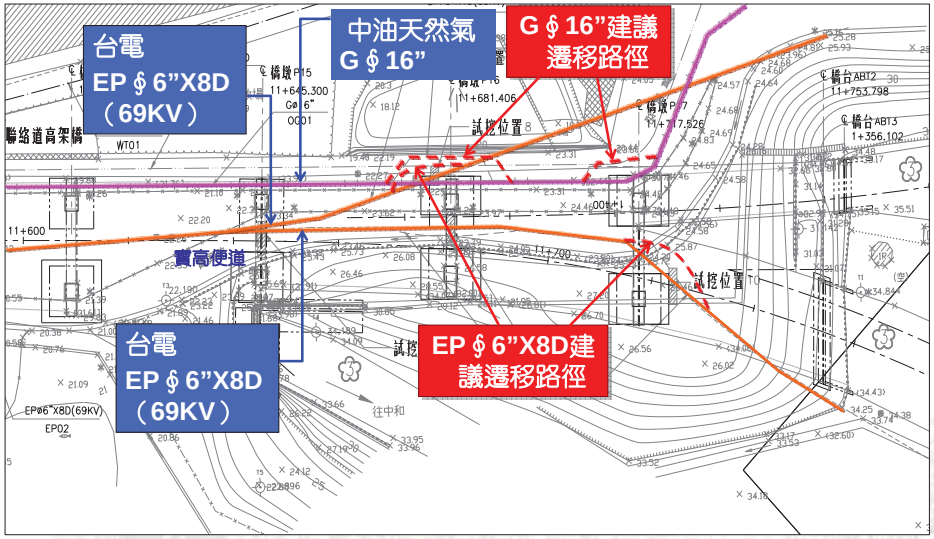
管線試挖位置及遷移建議

- 13. 新店高架橋（橋墩P8）



管線試挖位置及遷移建議

- 14.，15.新店交流道聯絡道高架橋（橋墩P16,P17）



管線試挖位置及遷移建議

- 16. 安坑橋A匝道橋墩（橋墩P12）

管線試挖位置及遷移建議

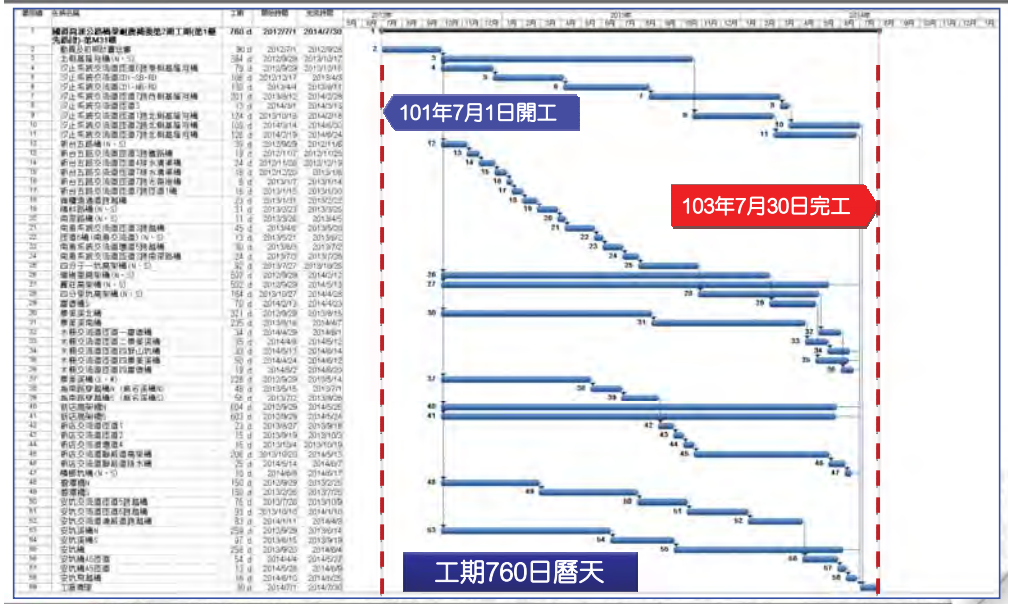
- 17. 安坑溪橋（橋墩PN4）

管線試挖位置及遷移建議

- 18. 安坑溪橋（橋墩PS8）

4 預定施工進度

預定施工進度



5 配合事項

配合事項

1. 請各管線單位協助確認並補正既有管線資料。
2. 管線遷移經費分攤辦法，依公路法第三十之一條規定：
   - 永久遷移：管線單位負擔全部遷移費用
   - 臨時遷移：在最後一次遷移之前的各次遷移，屬臨時遷移，遷移費用由開發單位(高公局)全額負擔，最後一次遷移屬永久遷移，費用由管線單位負責
3. 管線遷移時程：管線單位請依前述預定時程表於本工程進場前完成管線遷移作業

簡報完畢
敬請指教

電子公文
TY·LIN INTERNATIONAL TAIWAN
收文號 101020275
2012-02-07T11:26:26

檔　　號：
保存年限：

交通部臺灣區國道高速公路局　函

地址：24303新北市泰山區黎明里半山雅70號
承辦人：鄭印淞
電話：(02)29096141#2557
傳真：(02)29093218
電子信箱：napoleon@freeway.gov.tw

受文者：林同棪工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國101年2月7日
發文字號：路字第1016000913號
速別：速件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如文　請至附件下載區(http://www2.freeway.gov.tw/attch/)以文號：1016000913 及識別碼：56X8ZB 下載檔案

主旨：檢送本局101年2月2日召開「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程第M31標」公共管線遷移協調會會議紀錄1份，請查照。

說明：依據本局101年1月18日路字第1016000513號開會通知單(諒達)續辦。

正本：台灣中油股份有限公司天然氣事業部北區營業處台北供氣中心、中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司基隆營運處、台灣自來水股份有限公司第一區管理處汐止營運所、台灣電力股份有限公司台北北區營業處、中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司台北營運處、台灣電力股份有限公司台北南區營業處、台灣電力股份有限公司台北供電區營運處、台灣電力股份有限公司輸變電工程處北區施工處、臺北自來水事業處東區營業分處、臺北自來水事業處西區營業分處、本局技術組、工務組、路產組、拓建工程處、北區工程處、林同棪工程顧問股份有限公司

副本：電子公文交換章 2012/02/07 11:06:11

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程第M31標」

公共管線遷移協調會會議紀錄

一、 會議時間：101年2月2日(星期四)上午10時整

二、 會議地點：本局第一辦公室簡報室

三、 主持人：紀組長惟澤 紀惟澤 紀錄：鄭印淞

四、 出列席人員：

單位	職稱	姓名	職稱	姓名
台灣中油股份有限公司 天然氣事業部北區營業處 台北供氣中心		蕭沛欣 0921425209 27P62650	輸氣技術員	劉曜賢
中華電信股份有限公司 台灣北區電信分公司 基隆營運處	助2	蔡尚才 0921-805-404		
台灣自來水股份有限公司 第一區管理處汐止營運所	技術士	吳明生 82464635-29		
台灣電力股份有限公司 台北北區營業處		林文麟 093906285 28881678#704	(通信處) 朱金石	
臺北自來水事業處	西區分處 東區分處	許國治 邵立祥	33431683 33431686 2745-6146	
中華電信股份有限公司 台灣北區電信分公司 台北營運處	助工	許建隆 0937911034 (02)8751 6464		

單位	職稱	姓名	職稱	姓名
台灣電力股份有限公司 台北南區營業處		賴林賢 2959511#2712		
台灣電力股份有限公司 台北供電區營運處		賴林長 2367989-6706		
本局技術組	副工程司	陳添章		
本局工務組	幫工程司	李忠彥		
本局路產組	副北長 科長	陳再會 張善勳	工程員 幫工程司	鄭印淋 陳雅婷
本局拓建工程處	正工程司 工程司	鍾宗霖 趙冰雲		
本局北區工程處	~~幫工程司~~	郭雨冷	技佐	鍾明聖
林同棪工程顧問 股份有限公司		許繹修 陳康宏 江卓宏 2784088#602		

陳翰森電工程處
北區施工處

蔡文煜
林宗明 2322138
林志承

五、林同棪工程顧問有限公司報告（以下簡稱顧問公司）：略

六、各衝突點之衝突情形及各單位意見：

（一）、衝突點第 1、2 項(基隆河橋北側，橋墩 PS1 及 PN1)：

1、衝突情形及待釐清事項：

(1)、現場有天然氣管(8 英吋)與油管群，顧問公司建議沿康寧街路側永久遷移。

(2)、查 P1 基礎下方有 7 根管道，因墩柱需做鋼板包覆，需辦理局部開挖，故請管線單位協助釐清。

2、各單位意見：

(1)、台灣中油股份有限公司天然氣事部北區營業處台北供氣中心意見：

請高公局儘速將會議紀錄函送本中心，俾簽陳辦理遷管設計作業。並建議顧問公司辦理現場會勘。

(2)、本局技術組意見：

本案遷管作業，倘位於路權範圍外，請注意路證申請問題。

（二）、衝突點第 3 項(樟樹里高架橋，橋墩 PN9)：

1、衝突情形：

現場鄰汐止市大同路二段，橋墩基礎補強時會影響中華電信管(3 英吋管 12 支)與自來水管(300㎜管)，顧問公司建議往大同路側永久遷移。本案不影響欣湖天然氣之管線，該管線建議於施工時吊掛保護。

2、各管線單位意見

(1)、中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司基隆營運處意見：

本公司會配合遷移，惟仍建議採吊掛保護，並辦理現場會勘。

(2)、台灣自來水股份有限公司第一區管理處汐止營運所意見：

倘現場會勘結果不影響，建議不要遷移。

(三)、衝突點第 4、5 項(舊庄高架橋，橋墩 PN5，PS5)：

1、衝突情形：

現場位於林森路上之自來水管(300㎜)與電力管(6 英吋 6 支)，顧問公司建議往外側永久遷移。

2、各單位意見：

(1)、台灣電力股份有限公司台北北區營業處意見：

本處管線原則上可配合遷移，惟仍請辦現場會勘，俾確定現場之工程範圍。

(2)、臺北自來水事業處意見：

請貴局提供路證，並於施工前一個星期通知本處辦理停水公告並施工。

(3)、技術組意見：

i、 請各管線單位配合於 101 年 7 月 1 日前遷管完竣。

ii、 顧問公司建議遷移路線有部分坐落本局路權範圍外，辦理永久遷移可能使用路權範圍外土地。

iii、建議顧問公司於現場定出施工範圍、安全區域及建議路線。

(4)、路產組意見：

請顧問公司研議將管線遷移路線調整至路權範圍內，可避免使用路權範圍外之土地。

(5)、工務組意見：

希望事先規劃遷移方案，倘開工後再辦理規設，恐致工期延宕。

(四)、衝突點第 6 項(舊庄高架橋，橋墩 PN10)：

1、衝突情形：

現場位處舊庄街二段 119 巷,有自來水管(300㎜)與中華電信管(3 英吋 4 支)，顧問公司建議辦理吊掛保護，無需遷移。

2、各單位意見：

中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司台北營運處意見：

若需配合辦理臨時遷移時，請提前一個星期通知。

(五)、衝突點第 7 項(四分里高架橋，橋墩 PN8)：

1、衝突情形：

現場位處研究院路，有中華電信管(3 英吋 2 管)，顧問公司建議辦理吊掛保護，無需遷移。

2、各單位意見：

(1)、本局北工處交控中心意見：

經查本管為本局交控管線，另請將本局所有交控管線、路燈遷移一併考量。

(2)、中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司台北營運處

意見：

建議辦理現場會勘，倘經查屬本公司所有管線，遷移約需10個工作天，初步研判該位置應無本公司管線。

(六)、衝突點第8項(景美溪南橋，橋墩PS19)：

1、衝突情形：

現場之水塔設備將影響補強工程施作，顧問公司建議將前開設備辦理永久遷移。

2、各單位意見：

臺北自來水事業處西區營業分處意見：

本處設備非本分處管有設施，查屬本處南區營業分處轄管範圍。

(七)、衝突點第9項(木柵交流道匝道四猴山坑橋，橋墩PD1)：

1、衝突情形：

現場有低壓電力管(3英吋2支)，因其量體小，顧問公司建議辦理吊掛保護，無需遷移。

2、各單位意見：

台灣電力股份有限公司台北南區營業處意見：

有關吊掛保護，本處無意見；惟倘施工時不慎破壞相關設施，請電洽1911報本處搶修。

(八)、衝突點第10項(新店高架橋，橋墩SP4)：

1、衝突情形：

現場位處老泉街附近，有電力管(6英吋5支)、天然氣管(16

吋),顧問公司建議將其永久遷移至SP4-1與SP4-2中間位置(詳簡報P20)。

2、各單位意見：

(1)、台灣中油股份有限公司天然氣事部北區營業處台北供氣中心意見：

配合辦理。

(2)、台灣電力股份有限公司台北南區營業處意見：

原則上配合辦理,惟建請辦理現場會勘,以確定施工環境。

(3)、工務組意見：

建議預留施工空間。

(九)、衝突點第11項(新店高架橋，橋墩SP5)：

1、衝突情形：

現場有中油天然氣管(16英吋)，套繪結果接近施工區域，顧問公司建議辦理吊掛保護，無需遷移。

2、各單位意見：

(1)、台灣中油股份有限公司天然氣事部北區營業處台北供氣中心意見：

該處天然氣管目前為空管尚未使用，可配合工程辦理遷移。

(2)、台灣電力公司輸變電工程處北區施工處意見：

i、去年年底有新埋設8英吋16管從現有橋墩基礎經過，目前尚未供電，故可配合貴局辦理遷移。

ii、　請告知貴局加強基礎之型式，俾供未來復舊。

(十)、衝突點第 12 項(新店高架橋，橋墩 NP16)：

1、衝突情形：

現場有電信管線(4 英吋 6 支)，顧問公司建議辦理吊掛保護，無需遷移。

2、各單位意見：

中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司台北營運處意見：此處為中華電信新北市營運處轄管範圍，有關以吊掛保護方式辦理原則上沒意見，將移由主辦單位辦理。

(十一)、衝突點第 13 項(新店高架橋，橋墩 P8)：

1、衝突情形：

現場有天然氣管(16 英吋)，顧問公司依業務單位提供之坐標現場放樣，發現經過前揭橋墩，建議往橋墩外側沿中興路永久遷移。

2、各單位意見：

(1)、台灣中油股份有限公司天然氣事部北區營業處台北供氣中心意見：

經查中油天然氣管應無經過橋墩位置。

(2)、台灣電力公司輸變電工程處北區施工處意見：

i、 請顧問公司提供 P8 橋墩基礎型式供參。

ii、 查橋墩間有排水箱涵，貴局辦理施工時請注意。

(3)、技術組意見：

本工程範圍內之所有試挖工作將於 101 年 3 月底前完成，

建議俟試挖成果確認後再行辦理。

(十二)、衝突點第 14、15 項(新店交流道聯絡道高架橋，橋墩 P16、P17)：

1、衝突情形：

現場有高壓電力管線(6 英吋 8 支)、天然氣管線(16 英吋)，經查與 P16 橋墩衝突之電力管線為空管，顧問公司建議沿橋墩外側永久遷移。

2、各單位意見：

(1)、台灣電力股份有限公司台北供電區營運處意見：

i、 本處為高壓電力線，遷管期程至少需要 2 年。

ii、與 P16 衝突之電力線為輸電中之管線。

(2)、台灣中油股份有限公司天然氣事部北區營業處台北供氣中心意見：

配合辦理。

(3)、台灣電力公司輸變電工程處北區施工處意見：

本單位於該處有新埋設管線，建請辦理現場會勘。

(4)、路產組意見：

埋設於本局路權範圍內之管線，原則應配合本局工程辦理遷移。因台灣電力公司高壓管線無法配合施工期程遷移，造成本局需辦理變更設計因應時，增加之費用由該公司負擔。

(5)、技術組意見：

i、 因高壓電力管線遷移需時較久(至少 2 年)，無法配合本

局工程辦理遷移，請顧問公司研議變更設計方案，以避開該管線。

ii、 有關管線單位因遷移期程過於冗長無法配合施工遷移，致影響工程進行1節,本局日後將就相關部份加強審查。

(十三)、衝突點第16項(安坑溪橋A匝道橋墩，橋墩P12)：

1、衝突情形：

現場有電力管線(5英吋2支)，建議沿橋墩外側永久遷移。

2、各單位意見：

台灣電力股份有限公司台北南區營業處意見：

原則上可配合，惟考量施工安全，請辦理現場會勘。

(十四)、衝突點第17項(安坑溪橋，橋墩PN4)：

衝突情形：

現場附近有自來水管(300㎜)，未與本工程衝突，顧問公司提醒需慎防施工時破壞。

(十五)、衝突點第18項(安坑溪橋，橋墩PS8)：

1、衝突情形：

現場有電力管線(3英吋4支)，顧問公司建議辦理吊掛保護，無需遷移。

2、各單位意見：

台灣電力股份有限公司台北南區營業處意見：

以吊掛保護本處無意見。

（十六）、其他業務單位意見：（詳附影本）

1、台電輸變電工程處北區施工處意見：

(1)、本公司100年底於新店高架橋(橋墩SP5與NP5)中間設置8”*16管161kv輸電線路，請提供該橋墩之補強型式，並請擇期現場會勘釐清現況，俾本公司遷移管路。

(2)、本公司預計於橋墩P8~P17新設管路，請提供此三橋墩補強型式，供本公司設計參考。

(3)、本公司將於會後提供寶高便道相關試挖資料，供貴局設計參考。

(4)、請貴局於P16~P17處擇期會勘，以釐清各管線設置位置。

2、臺北自來水事業處東區營業分處意見：

(1)、提供圖資1份。

(2)、提供路證，施工前一星期通知配合辦理遷移管線，以利辦理停水相關事宜。

(3)、承辦人：邵立祥，電話：27456146；廠商：華益工程有限公司，電話：27048363；楊榮龍先生：0921894080。

(4)、施工時請小心挖掘，不慎挖損時請立即聯絡電話：87335678，挖損搶修費用並由貴單位全額負擔。

3、本局拓建工程處意見：

(1)、本案需遷移、就地保護、吊掛之管線，請各管線單位儘速釐訂實際作業時程，並辦妥規劃、設計、備料、招標及路證申請等前置作業。

(2)、本案各項管線遷移配合作業，將於本工程發包後由高公局

施工單位另再擇期邀集相關單位協調。

(3)、有關管線遷移相關規定請依「公路法」第 30 之 1 條，及「公路用地使用規則」第 10 條之 1 規定辦理。

4、本局北區工程處木柵工務段意見：

(1)、施工若造成路權圍籬破壞，施工完成請一併復原。

(2)、景美溪南橋自來水設施永久遷移，是否會影響橋墩另一側水塔供水。

(3)、請顧問公司評估施工是否影響木柵段路燈正常照明。

七、結論：

(一)、本案公共管線倘有影響工程施工，需辦理遷移者，請於 101 年 7 月 1 日前完成遷移。

(二)、各衝突位置後續需配合辦理事項，列明如后：

1、衝突點第 1、2 項(基隆河橋北側，橋墩 PS1 及 PN1)：

請顧問公司儘速擇期會同管線單位辦理現場勘查，並請台灣中油股份有限公司天然氣事部北區營業處台北供氣中心協助釐清各油氣管種類。

2、衝突點第 3 項(樟樹里高架橋，橋墩 PN9)：

(1)、請顧問公司於 101 年 2 月 3 日會同中華電信公司與自來水公司辦理現場會勘。

(2)、電信管線部分，則以永久遷移為原則。

(3)、自來水管部分，倘現場會勘結果不影響，以不遷為原則。

3、衝突點第 4、5 項(舊庄高架橋，橋墩 PN5，PS5)：

(1)、自來水管部分請顧問公司研議將遷移路徑全部調整至路權範圍內施作。

(2)、電力管線部分則需辦理現場會勘以確認遷移位置。

4、衝突點第 6 項(舊庄高架橋，橋墩 PN10)、第 9 項(木柵交流道匝道四猴山坑橋，橋墩 PD1)及第 18 項(安坑溪橋，橋墩 PS8)：依顧問公司建議以吊掛保護方式辦理。

5、衝突點第 7 項(四分里高架橋，橋墩 PN8)：

請顧問公司確認該管線究係屬中華電信公司管線或者本局交控管線。若為本局交控管線，則非屬本案協調範疇，請併規設案內辦理。

6、衝突點第 8 項(景美溪南橋，橋墩 PS19)：

請顧問公司洽臺北自來水事業處南區營業分處澄清，倘為其所有設備，儘速報局探討永久遷移事宜。

7、衝突點第 10 項(新店高架橋，橋墩 SP4)：

請顧問公司辦理現場會勘，並就工務組建議事項澄清是否已預留施工空間。

8、衝突點第 11 項(新店高架橋，橋墩 SP5)：

(1)、現場公共管線為空管，依施工作業所需辦理吊掛保護或遷移。

(2)、本處因台灣電力公司北區施工處埋設新管前，顧問公司已

辦竣管線調查作業，故請顧問公司提供相關地形圖及設計圖供台灣電力公司輸變電工程處北區施工處參考。

9、衝突點第12項(新店高架橋，橋墩NP16)：

依顧問公司建議以吊掛保護方式辦理，因本次會議未通知中華電信新北市營運處，請顧問公司於會後洽該處並留下聯絡窗口，以便日後施工聯繫。

10、衝突點第13項(新店高架橋，橋墩P8)：

(1)、本案俟試挖成果確認後再行辦理。

(2)、請台灣電力公司輸變電工程處北區施工處提供排水箱涵相關資料供參，並請顧問公司提供該施工處所需資料。

11、衝突點第14、15項(新店交流道聯絡道高架橋，橋墩P16、P17)：

(1)、高壓電力管部分，請顧問公司研議變更設計方案，並視需要辦理現場會勘。辦理變更設計若有新增費用，增加部分由台電公司負擔。

(2)、中油新埋設管線部分，請顧問公司依台灣電力公司輸變電工程處北區施工處建議事項辦理。

12、衝突點第16項：

請顧問公司依台灣電力股份有限公司台北南區營業處建議事項辦理。

13、衝突點第17項(安坑溪橋，橋墩PN4)：

本案請本局拓建工程處施工時列入注意事項。

八、臨時動議：無。

九、散會：中華民國 101 年 2 月 2 日上午 12 時 20 分

第M32標　管線協調資料與紀錄

交通部臺灣區國道高速公路局
Taiwan Area National Freeway Bureau

國道高速公路橋梁耐震補強
第2期工程(第1優先路段)規劃設計

第M32標公共管線遷移協調會

TYLIN INTERNATIONAL TAIWAN
林同棪工程顧問股份有限公司

簡報

簡報人：許繹俊

中 華 民 國 101 年 5 月 14 日

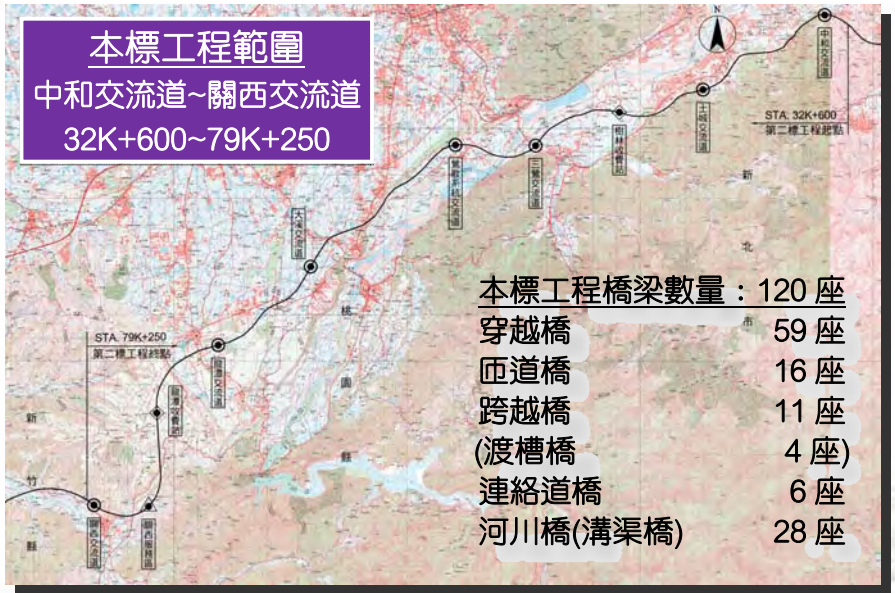
簡報大綱

1. 第M32標工程範圍
2. 妨礙施工管線處理原則
3. 管線現況及處理建議
4. 預定施工進度
5. 配合事項

1 第M32標工程範圍

第M32標工程範圍

本標工程範圍
中和交流道~關西交流道
32K+600~79K+250



本標工程橋梁數量：120 座

穿越橋	59 座
匝道橋	16 座
跨越橋	11 座
(渡槽橋	4 座)
連絡道橋	6 座
河川橋(溝渠橋)	28 座

2 妨礙施工管線處理原則

妨礙施工管線處理原則

- 管線處理原則：就地保護、永久遷移、臨時遷移
  - 就地保護（或吊掛保護）：優先考慮
    - 重大管線且遷移不易者
    - 單管管徑小於10公分或管群寬度小於10公分者
    - 小管徑管線無安全顧慮者
  - 永久遷移：
    - 可遷移至高公局路權內者
    - 可一次遷移至定位者
  - 臨時遷移：
    - 管線遷移後，礙於空間限制或其他因素，須於原地復舊或適當位置復舊者

妨礙施工管線處理原則

- 妨礙施工管線彙整
  - 第M32標妨礙施工之公共管線：共 5 項次 (詳妨礙施工管線一覽表)
    - 表中除包含直接衝突者，尚包含鄰近施工範圍，於施工中慎防破壞者，建議於施工階段再行確認
    - 永久遷移者計4處；鄰近基礎補強，施工中須慎防破壞者的計2處

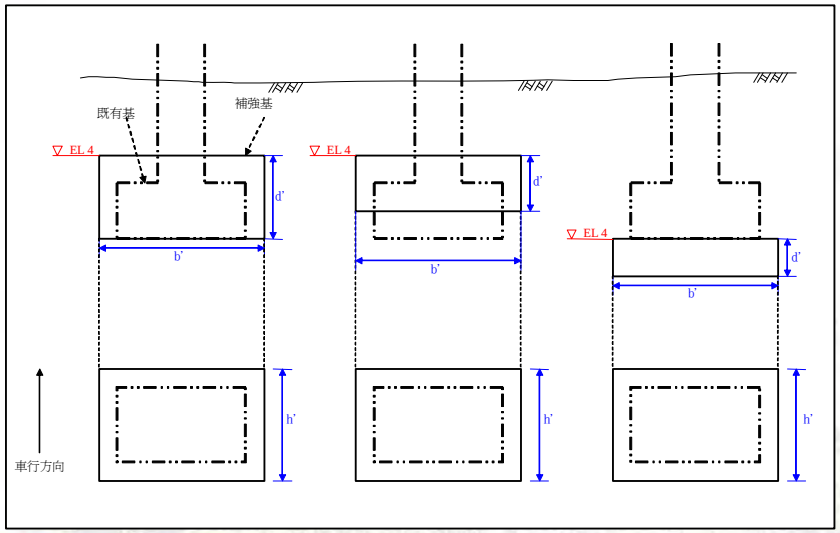
妨礙施工管線處理原則

妨礙施工管線一覽表

項次	里程位置	縣市別	道路名稱	橋墩(台)編號	受影響管線	管線主管單位	連絡人	聯絡電話	建議處理方式	備　註
1	35k+595.000	新北市	圓通路	中和交流道橋墩PS1	T∮3"X4D	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司新北營運處	林炎中	(02)8941-5679	永久遷移	基礎擴大
2	0k+148.93	新北市	連城路469巷81弄	中和交流道橋墩P1G	EL∮5"X4D	台灣電力股份有限公司台北南區營業處	廖佑賢	(02)2959-5111#2712	永久遷移	基礎擴大
3	0k+109.000	新北市	連城路469巷81弄	中和交流道橋墩P1	EL∮5"X4D	台灣電力股份有限公司台北南區營業處	廖佑賢	(02)2959-5111#2712	永久遷移	基礎擴大
4	0k+303.830	新北市	員山路	中和交流道橋墩PD12	T∮3"X4D	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司新北營運處	夏中良	(02)8941-5681	鄰近管線，施工慎防破壞	基礎擴大
					台電電氣設備及EL∮5"X2D,3"X1D	台灣電力股份有限公司台北南區營業處	廖佑賢	(02)2959-5111#2712	永久遷移	基礎擴大
5	77k+380.900	新竹縣	中豐新路	牛欄河二號橋橋墩NP2及SP2	關西配水池之進出水管W∮300	台灣自來水公司第三區管理處竹北營運所	陳銘琮股長	(03)551-6814#21	鄰近管線，施工階段試挖確認	基礎擴大

妨礙施工管線處理原則

補強基礎型式說明（實線：補強基；虛線：既有基）



3 管線現況及處理建議

管線現況及處理建議（1/4）

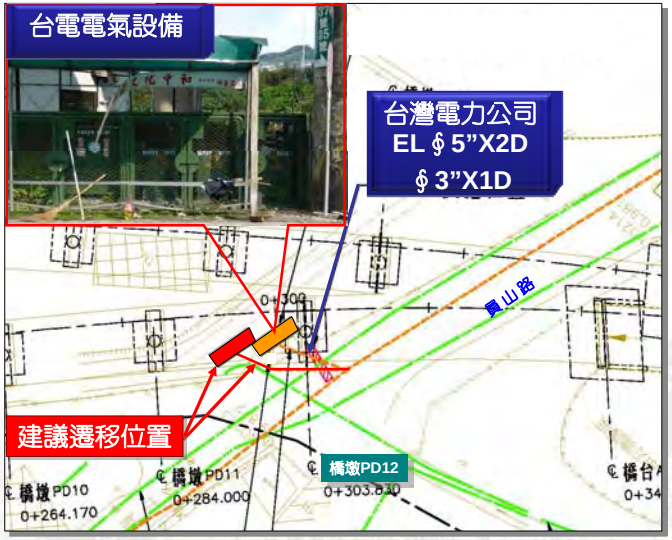
- 項次1.- 中和交流道

管線現況及處理建議（2/4）

- 項次2.,3.- 中和交流道匝道G,H

管線現況及處理建議（3/4）

- 項次4.- 中和交流道匝道D



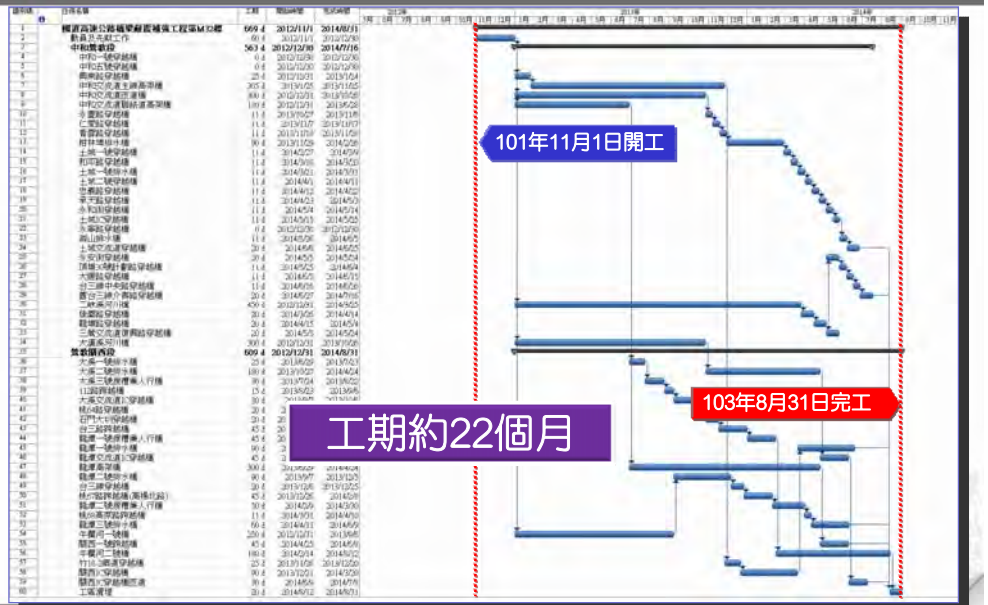
管線現況及處理建議（4/4）

- 項次5.- 牛欄河二號橋

4

預定施工進度

預定施工工期



5 配合事項

配合事項

1. 有關高公局101.04.30函文（路字第1010013619號）相關管線單位；請各管線單位協助確認並補正管線套繪資料（既有管線及建議遷移位置平面圖）。
2. 管線遷移經費分攤辦法，依「公路法」第三十之一條及「公共設施管線工程挖掘道路注意要點」第九點規定：
   - 永久遷移：管線單位負擔全部遷移費用
   - 臨時遷移：在最後一次遷移之前的各次遷移，屬臨時遷移，遷移費用由開發單位(高公局)全額負擔，最後一次遷移屬永久遷移，費用由管線單位負責
3. 管線遷移時程：管線單位請依前述預定時程表於本工程進場前完成管線遷移作業。

簡報完畢
敬請指教

電子公文
TYLIN INTERNATIONAL TAIWAN
收文號 101050812
2012-05-17T11:56:03

檔　　號：
保存年限：

交通部臺灣區國道高速公路局　函

地址：24303新北市泰山區黎明里半山雅70號
承辦人：鄭印淞
電話：(02)29096141#2557
傳真：(02)29093218
電子信箱：napoleon@freeway.gov.tw

裝

受文者：林同棪工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國101年5月17日
發文字號：路字第1016003904號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如文(6003904A00_ATTCH1.pdf)

主旨：檢送本局101年5月14日(星期一)召開「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程第M32標」公共管線遷移協調會會議紀錄1份，請查照。

訂

說明：依據本局101年4月30日路字第1010013619號開會通知單(諒達)續辦。

正本：紀組長惟澤、中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司新北營運處、台灣電力股份有限公司台北南區營業處、台灣自來水公司第三區管理處竹北營運所、本局技術組、工務組、路產組、拓建工程處、北區工程處、林同棪工程顧問股份有限公司

副本：電子成文交換章 2012/05/17 11:40:20

線

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程第M32標」

公共管線遷移協調會會議紀錄

一、 會議時間：101年5月14日(星期一)上午10時整

二、 會議地點：本局第一辦公室簡報室

三、 主持人：紀組長惟澤 紀惟澤 記錄：鄭印淞

四、 出列席人員：

單位	職稱	姓名	職稱	姓名
中華電信股份有限公司 台灣北區電信分公司 新北營運處	助工	林芳中 0911021958 潘慶 8245086、0910364005 林股長	領班	
台灣電力股份有限公司 台北南區營業處		陳森寶 2959111#3712		
台灣自來水股份有限公司 第三區管理處竹北營運所		邱建光科長 0921339306		
本局技術組		陳添宇代		
本局工務組		王世豪		
本局路產組		張善勳		鄭印淞

單位	職稱	姓名	職稱	姓名
本局拓建工程處	工程司	鄧[illegible]	正工程司	趙沈[illegible]
本局北區工程處		陳巧蓁 [illegible]		黃錦[illegible] 蔡[illegible]
林同棪工程顧問 股份有限公司		許[illegible] 何鎬[illegible]		
中華電信 新竹營運處		[illegible]		

五、林同棪工程顧問有限公司報告（以下簡稱顧問公司）：略

六、各衝突點之衝突情形及各單位意見：

（一）、衝突點第 1 項(中和交流道，橋墩 PS1)：

1、衝突情形：現場有中華電信管(4 英吋管 4 支)，顧問公司建議沿橋墩外側永久遷移。

2、各單位意見：

(1)、中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司新北營運處：

I、經查本單位於該處有 3 英吋配管 3 支，2 英吋配管 2 支，另有幹管 4 英吋管 8 支；經洽本公司同仁表示，該衝突管線應為 4 英吋幹管，施工前籌料作業就需 4 個月，故請顧問公司再次確認。

II、本公司原則上配合於時程內完成管線遷移作業，惟為確認現場之管線位置與種類，請於施工前辦理現場會勘，並於現場標示出遷移位置。

(2)、本局技術組：

I、請顧問公司再次確認現場之管線究係幹管或配管。

II、有關管線遷移現場會勘作業之權責問題，建議如后：

i、 工程發包(101 年 7 月 1 日)前之相關協調事宜，由本局與顧問公司辦理。

ii、工程發包(101 年 7 月 1 日)後之相關協調事宜，則請本局拓建處與承包商續辦。

(3)、顧問公司：

I、 依本公司現場試挖結果，判斷為配管，管線單位所稱之幹管位於道路外側，應不妨礙本工程施工。

II、 請中華電信公司提供更精確之資料予本公司參考，俾擇期辦理現場會勘。

(二)、衝突點第 2、3 項(中和交流道匝道 G、H，橋墩 P1、P1G)：

1、衝突情形：現場有電力管線管(5 英吋管 4 支)，顧問公司建議沿橋墩外側永久遷移。

2、各單位意見：

(1)、台灣電力公司：

I、可配合遷移，惟請顧問公司辦理現場辦理勘查，避免二次遷移。

II、管線試挖部分要向公所申請路證，新北市規定每年 3、4、7、8、9 月始可辦理挖掘，故請顧問公司儘速辦理現勘，俾本單位續辦申請路證、管線試挖及工程規劃等相關事宜。

(2)、本局工務組：請管線單位注意地方政府規定之禁挖時間，避免影響工期。

(3)、本局北區工程處交通控制中心：

I、本中心管有交控設施需由電力公司之管線提供電力，似有部分管線影響施工，請顧問公司辦理現勘時通知本中心會同辦理。

II、本中心將於會後提供電力管線供顧問公司參考。

(三)、衝突點第 4 項(中和交流道匝道 D，橋墩 PD12)：

1、衝突情形：現場有電力管線(5 英吋管 2 支，3 英吋管 1 支)，顧問公司建議沿橋墩外側永久遷移。

2、各單位意見：

(1)、台灣電力公司：該處管線原係民國 82 年由交通部臺灣區國道新建工程局(後簡稱國工局)第二區工程處，為二高中和交流道公路路燈用電需要，申請施設之供電設備；倘需變動，需請原申請機關赴本公司重新申辦。

(2)、本局北區工程處：該處設備(指路燈等設施)之產權業由國工局移交本局接管在案，應由本局申辦即可。

(四)、衝突點第 5 項(牛欄河二號橋，橋墩 PN2、SP2)：

1、衝突情形：現場有關西配水池 300㎜ 進水管，顧問公司建議沿橋墩外側永久遷移。

2、各單位意見：

臺灣自來水公司：該進水管之位置似與簡報資料劃設之位置不

符，建議辦理現勘以確認進水管之正確位置。

(五)、其他業務單位意見：

1、本局拓建工程處：因本處為未來現場施工單位，日後各次會勘，均請函知本處派員赴現場瞭解。

2、本局北區工程處交控中心：施工時仍請耐震補強之承包商辦理，本中心配合提供協助。

七、結論：

(一)、請各管線單位務必配合本局於開工（101 年 11 月 1 日）前辦竣管線遷移作業。

(二)、各處衝突情形請相關單位配合辦理：

1、衝突點第 1 項(中和交流道，橋墩 PS1)：據中華電信公司表示該處為幹管，遷移時程較久，會後請顧問公司儘速擇期辦理現場會勘，以確認管線之種類及位置。

2、衝突點第 2、3 項(中和交流道匝道 G、H，橋墩 P1、P1G)：

(1)、會後請顧問公司儘速擇期辦理現場會勘並確認管線位置。請台灣電力公司於會勘完成後，儘速辦理申請路證事宜。並配合於開工前完成遷移。

(2)、台灣電力公司、北工處交控中心及顧問公司三方共同辦理

現場會勘，以確定管線行經位置。

3、衝突點第 4 項(中和交流道匝道 D，橋墩 PD12)：

(1)、國道 3 號相關設施業移交本局接管，隸屬北區工程處管轄範圍，會後請本局北工處，逕洽臺灣電力公司臺北南區營運處規畫課協商申辦事宜。

(2)、請臺灣電力公司臺北南區營運處規畫課、北工處及顧問公司辦理現場會勘後協調申辦事宜，俾利管線遷移。

4、衝突點第 5 項(牛欄河二號橋，橋墩 PN2、SP2)：請自來水公司提供資料(如覆土深度)，並派員赴現場協助，配合顧問公司重新試挖以確定進水管之位置。

5、為利於期程內辦竣公共管線遷移事宜，工程顧問公司於協調時倘遇有困難，可隨時報局提供協助。

八、臨時動議：無。

九、散會：中華民國 101 年 5 月 14 日中午 12 時

第M34標　管線協調資料與紀錄

交通部臺灣區國道高速公路局
Taiwan Area National Freeway Bureau

國道高速公路橋梁耐震補強
第2期工程(第1優先路段)規劃設計

第M34標公共管線遷移協調會

TYLIN INTERNATIONAL TAIWAN
林同棪工程顧問股份有限公司

簡報

簡報人：許繹俊

中 華 民 國 101 年 7 月 25 日

簡報大綱

1. 第M34標工程範圍
2. 妨礙施工管線處理原則
3. 管線現況及處理建議
4. 預定施工進度
5. 配合事項

1 第M34標工程範圍

第M34標工程範圍

本標工程範圍
關西交流道~台13線穿越橋南側
79K+250~109K+900

本標工程橋梁數量：77 座

穿越橋	25 座
匝道橋	11 座
跨越橋	15 座
(渡槽橋	2 座)
河川橋(溝渠橋)	26 座

2

妨礙施工管線處理原則

妨礙施工管線處理原則

- 管線處理原則：就地保護、永久遷移、臨時遷移
  - 就地保護（或吊掛保護）：優先考慮
    - 重大管線且遷移不易者
    - 單管管徑小於10公分或管群寬度小於10公分者
    - 小管徑管線無安全顧慮者
  - 永久遷移：
    - 可遷移至高公局路權內者
    - 可一次遷移至定位者
  - 臨時遷移：
    - 管線遷移後，礙於空間限制或其他因素，須於原地復舊或適當位置復舊者

妨礙施工管線處理原則

- 妨礙施工管線彙整
  - 第M34標妨礙施工之公共管線：共 2 項次 (詳妨礙施工管線一覽表)
    - 表中除包含直接衝突者，尚包含鄰近施工範圍，於施工中慎防破壞者，建議於施工階段再行確認
    - 永久遷移者計3處；鄰近基礎補強，施工中須慎防破壞者的計2處

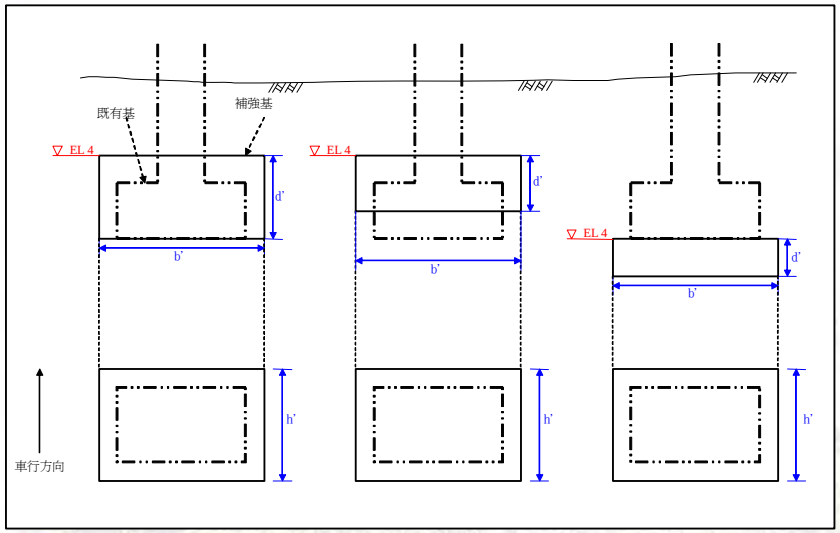
妨礙施工管線處理原則

妨礙施工管線一覽表

項次	里程位置	縣市別	道路名稱	橋墩(台)編號	可能受影響管線	管線主管單位	連絡人	聯絡電話	建議處理方式
1	STA.101K+922.200及101K+910.200	新竹縣	雙林路	崎林路高架橋橋墩P5E,P5W	G§6",§12"	台灣中油公司天然氣事業部管線處新竹供氣中心	鄭沐平	(03)5575-0918#21	施工慎防破壞
					EH§6"X6D	台灣電力公司新竹區營業處	吳建鋒	(03)523-0121#348	施工慎防破壞
					T§3"X4D	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司新竹營運處	蔡福星	(03)571-7644	永久遷移
2	STA.107K+509.200~107K+564.200	新竹市	五福路一段	117縣道(二)高架橋橋墩P2E.P2W.P3E.P3W	W§200	台灣自來水公司第三區管理處新竹給水廠	官友鏡	(03)573-3523	永久遷移
					T§3"X4D	中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司新竹營運處	蔡福星	(03)571-7644	永久遷移

妨礙施工管線處理原則

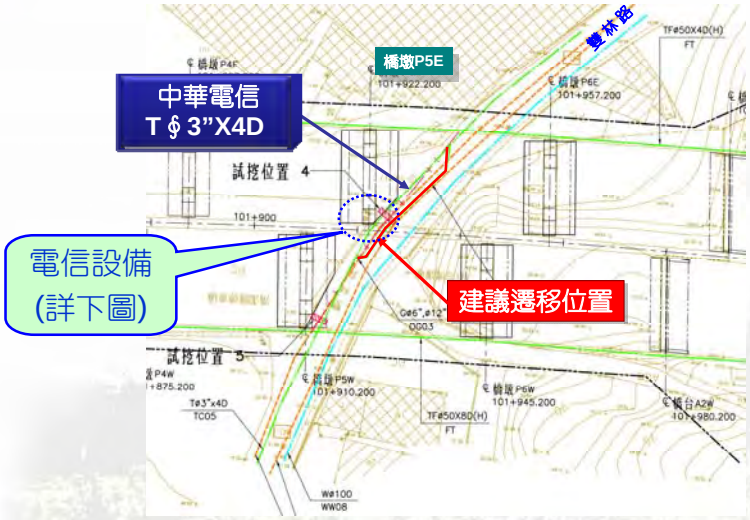
補強基礎型式說明（實線：補強基；虛線：既有基）



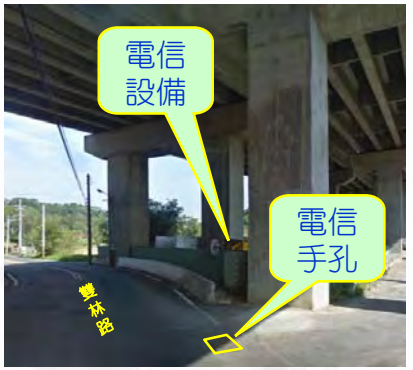
3 管線現況及處理建議

管線現況及處理建議（1/2）

- 項次1.- 崎林路高架橋



- 中華電信設備

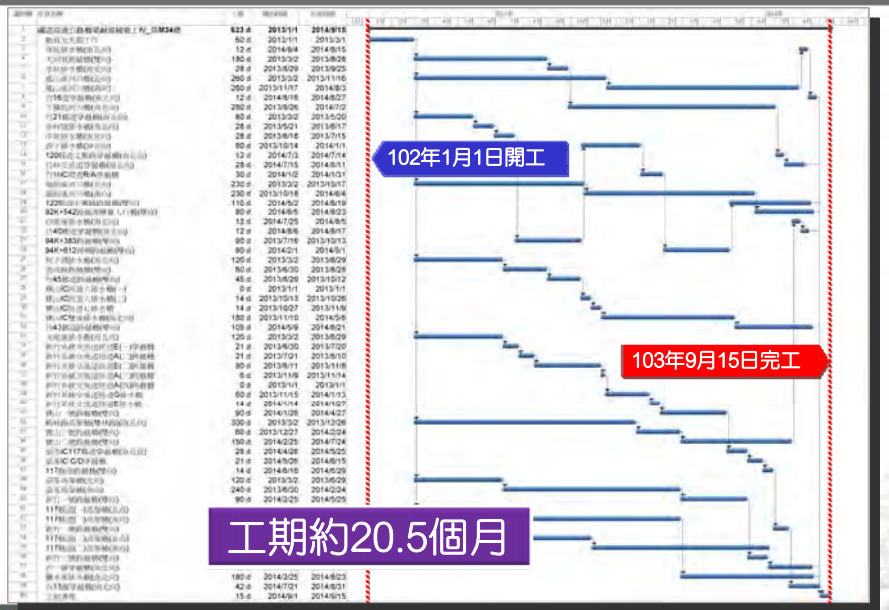


管線現況及處理建議（2/2）

- 項次2.- 117縣道（二）高架橋

4 預定施工進度

第M34標預定施工進度



5 配合事項

配合事項

1. 請各管線單位就高公局101.07.19函文（路字第1010024463號）內容，協助確認並補正管線套繪資料（既有管線及建議遷移位置平面圖）。
2. 管線遷移經費分攤辦法，依「公路法」第三十之一條及「公共設施管線工程挖掘道路注意要點」第九點規定：
   - 永久遷移：管線單位負擔全部遷移費用
   - 臨時遷移：在最後一次遷移之前的各次遷移，屬臨時遷移，遷移費用由開發單位(高公局)全額負擔，最後一次遷移屬永久遷移，費用由管線單位負責
3. 管線遷移時程：管線單位請依前述預定時程表於本工程進場前完成管線遷移作業。

簡報完畢
敬請指教

電子公文
TYLIN INTERNATIONAL TAIWAN
收文號10107018940
2012-07-30 15:05:40

檔　　號：
保存年限：

交通部臺灣區國道高速公路局　函

地址：24303新北市泰山區黎明里半山雅70號
承辦人：鄭印淞
電話：(02)29096141#2557
傳真：(02)29093218
電子信箱：napoleon@freeway.gov.tw

裝

受文者：林同棪工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國101年7月30日
發文字號：路字第1016006069號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如文(6006069A00_ATTCH1.pdf)

主旨：檢送本局101年7月25日(星期三)召開「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程第M34標」公共管線遷移協調會會議紀錄1份，請查照。

訂

說明：依據本局101年7月19日路字第1010024463號開會通知單(諒達)續辦。

正本：紀組長惟澤、中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司新竹營運處、台灣自來水股份有限公司第三區管理處新竹給水廠、台灣中油股份有限公司天然氣事業部管線處新竹供氣中心、台灣電力股份有限公司新竹區營業處、本局技術組、工務組、路產組、拓建工程處、北區工程處、林同棪工程顧問股份有限公司

副本：電子公文交換章 2012/07/30 14:46:48

線

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程第M34標」

公共管線遷移協調會會議紀錄

一、 會議時間：101年7月25日(星期三)下午2時整

二、 會議地點：本局第一辦公室簡報室

三、 主持人：紀組長惟澤 紀惟澤 記錄：鄭印淞

四、 出列席人員：

單位	職稱	姓名	職稱	姓名
中華電信股份有限公司 台灣北區電信分公司 新竹營運處		李享軒 0937-133696		
台灣自來水股份有限公司 第三區管理處新竹給水廠		陳水松-03-5714621 0935-158199		
台灣中油股份有限公司 天然氣事業部管線處 新竹供氣中心		鄭琳予 0932285583		
台灣電力股份有限公司 新竹區營業處	設計員	李建明 0937224894		
本局技術組			正工程司	林生長
本局工務組			工程員	羅漢澤

單位	職稱	姓名	職稱	姓名
本局路產組	科長	張善勳	工程員	鄭印彬
本局拓建工程處	正工程司	鍾寶薄	副主任	朱長君
本局北區工程處			工程員	曾錦綿
林同棪工程顧問 股份有限公司		許繹修 2784098#614		

五、林同棪工程顧問有限公司報告（以下簡稱顧問公司）：略

六、各衝突點之衝突情形及各單位意見：

（一）、衝突點第 1 項(崎林路高架橋，橋墩 P5E、P5W)：

1、衝突情形：現場有中華電信管(3 英吋管 4 支)，基座拓寬時已依截角作修正，惟仍距前開電信管太近，顧問公司建議沿簡報標示之紅色路徑永久遷移。

2、各單位意見：

(1)、台灣中油股份有限公司天然氣事業部管線處新竹供氣中心：經查該處附近有 6 英吋及 12 英吋高壓天然氣管，屬高敏感度之管線；為利施工安全，建議貴局施工中，先以開挖方式發現前開高壓管線後，再辦理打樁作業，屆時本處將派員全程配合現場施工。

(2)、台灣電力股份有限公司新竹區營業處：該處有本局管有 11.4KV 高壓電力管線，請貴局施工時多加注意，倘不慎挖斷電力管線，請撥打「1911」，本公司將儘速派員處理。

(3)、中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司新竹營運處：請辦理現場會勘確認，並於地面上明確標示擴基之位置，俾本處辦理後續永久遷移之相關設計事宜。

(4)、本局拓建處八德工務所：

I、請顧問公司評估中油公司所提之開挖方式，所需路權寬度為何。

II、本局辦理各項工程開挖前均會請管線單位派員就近監

勘，建議顧問公司將前開事項寫入設計圖說內，俾施工之承包商注意。

(5)、顧問公司：遵照辦理。

(二)、衝突點第 2 項(117 縣道【二】高架橋，橋墩 P2E、P2W、P3E、P3W)：

1、衝突情形：現場有電信管(3 英吋管 4 支)及自來水管(200mm 管)，顧問公司建議沿橋墩外側永久遷移。

2、各單位意見：

(1)、中華電信股份有限公司台灣北區電信分公司新竹營運處：

I、可配合遷移，惟請顧問公司提供該處相關圖資。

II、因本處管有之電信幹管位處五福路上，距路面僅 1.5 公尺，請貴局打樁時多加注意。

(2)、台灣自來水股份有限公司第三區管理處新竹給水廠：

I、沿五福路兩側行進之塑膠管係為廢管。

II、建議顧問公司於試挖回填時，可順便標示各管線與既有橋墩之距離。

(三)、其他業務單位意見：

1、工務組：有關特訂條款中第壹篇三、注意事項(十)公共管線遷移提到開挖範圍與管線位置衝突於實際施工日至少 10 日前通知管線單位配合辦理，所需時程是否足以供管線單位辦理，請

顧問公司斟酌。

2、路產組：本案公共管線衝突位置，中華電信即佔兩處，請管線單位確認可遷竣之時程。

3、本局拓建工程處：

(1)、請各管線單位將最新聯絡資訊通知本局規劃單位，俾列入設計圖說內供參。

(2)、後續施工時，請設計單位註明，要請承包商事先提出相關計畫，並事先通知管線單位施工時程。

七、結論：

(一)、請各管線單位務必配合本局於開工（102 年 1 月 1 日）前辦竣管線遷移作業。

(二)、各處衝突情形請相關單位配合辦理：

1、衝突點第 1 項(崎林路高架橋，橋墩 P5E、P5W)：

(1)、經中油公司表示,本衝突點附近有 6 英吋及 12 英吋高壓天然氣管，請拓建工程處施工時，先以開挖方式發現前開高壓管線後，再辦理打樁作業。

(2)、中華電信公司後續辦理永久遷移施工設計時，倘仍須赴現場確認相關位置，屆時請顧問公司配合辦理現場會勘，以利工進。

2、衝突點第2項(117縣道【二】高架橋，橋墩P2E、P2W、P3E、P3W)：請依中華電信公司與自來水公司代表建議內容辦理。

(三)、請依本局各業務單位建議事項辦理。

八、臨時動議：無。

九、散會：中華民國101年7月25日下午2時40分

第M36標　管線協調資料與紀錄

交通部臺灣區國道高速公路局
Taiwan Area National Freeway Bureau

國道高速公路橋梁耐震補強
第2期工程(第1優先路段)規劃設計

第M36標公共管線遷移協調會

TYLIN INTERNATIONAL TAIWAN
林同棪工程顧問股份有限公司

簡 報

簡報人：許繹俊

中 華 民 國 102 年 3 月 11 日

簡 報 大 綱

1. 第M36標工程範圍
2. 妨礙施工管線處理原則
3. 管線現況及處理建議
4. 預定施工進度
5. 配合事項

1 第M36標工程範圍

第M36標工程範圍

本標工程範圍：合計7座橋梁

2 妨礙施工管線處理原則

妨礙施工管線處理原則

- 管線處理原則：就地保護、永久遷移、臨時遷移
  - 就地保護（或吊掛保護）：優先考慮
    - 重大管線且遷移不易者
    - 單管管徑小於10公分或管群寬度小於10公分者
    - 小管徑管線無安全顧慮者
  - 永久遷移：
    - 可遷移至高公局路權內者
    - 可一次遷移至定位者
  - 臨時遷移：
    - 管線遷移後，礙於空間限制或其他因素，須於原地復舊或適當位置復舊者

妨礙施工管線處理原則

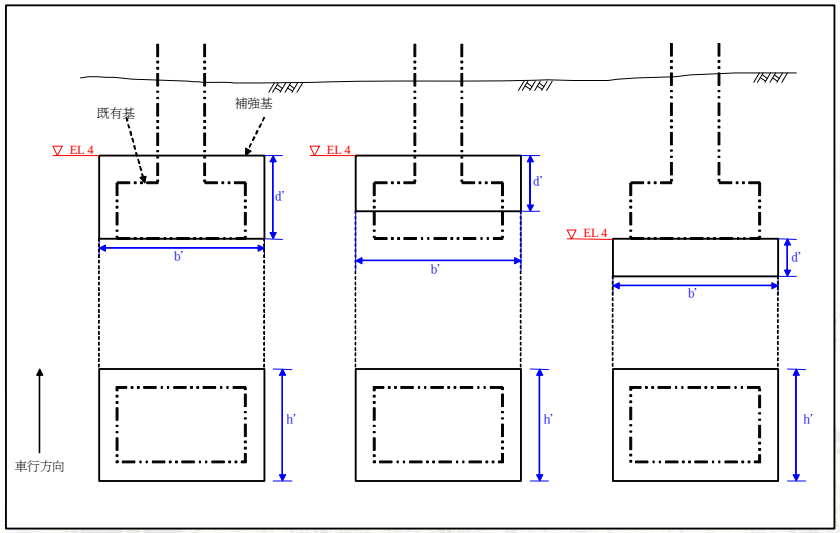
- 妨礙施工管線彙整
  - 第M36標妨礙施工之公共管線：共 2 項次 (詳統計表)
    - 表中除包含直接衝突者，尚包含鄰近施工範圍，於施工中慎防破壞者，建議於施工階段再行確認
    - 永久遷移者計4處

可能受影響之公共管線統計表

項次	里程位置	縣市別	道路名稱	橋墩(台)編號	可能受影響管線	管線主管單位	建議處理方式	備　註
1	STA.376K+770	高雄市	七星路	田寮2號高架橋橋墩P42	W§100	台灣自來水公司第七區管理處路竹服務所	永久遷移	基礎擴大
					T§3"X4D	中華電信高雄營運處	永久遷移	
2	STA.11K+445;STA.11K+405	高雄市	和平路一段	高雄環線高架橋橋墩P25R,P26R,P27	T§4"X8D	中華電信高雄營運處	永久遷移	基礎擴大
					W§300	台灣自來水公司第七區管理處大崗山給水廠	永久遷移	

妨礙施工管線處理原則

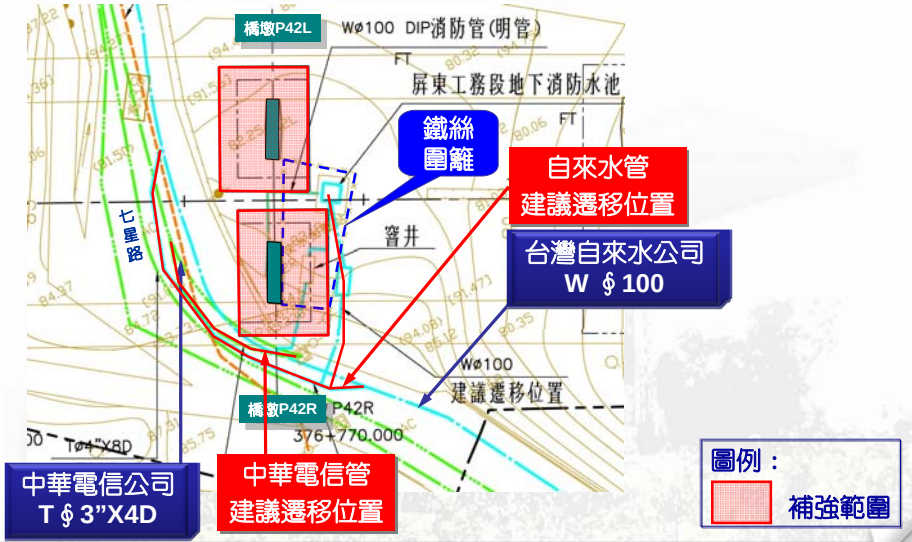
補強基礎型式說明（實線：補強基；虛線：既有基）



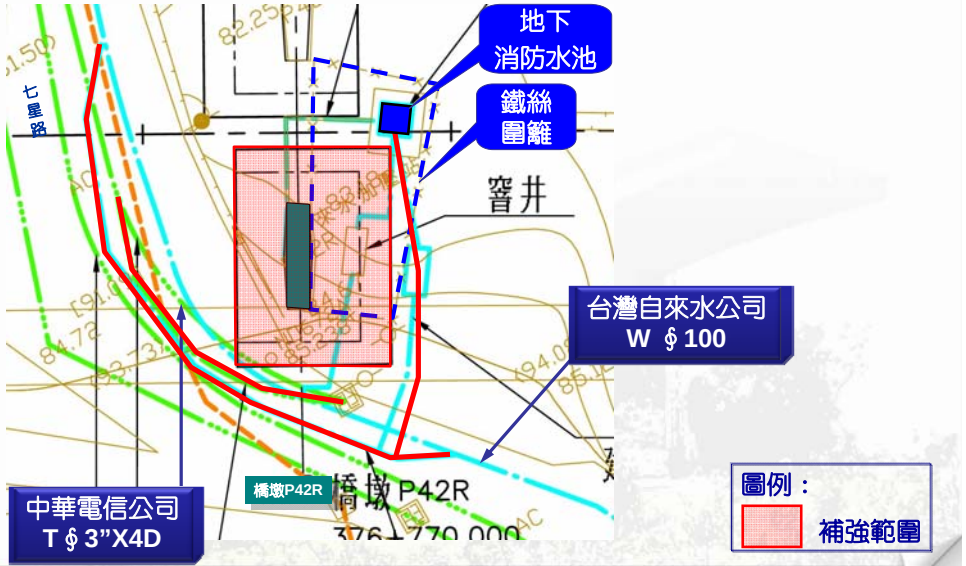
3 管線現況及處理建議

第M36標管線處理對策（1/2）

- 項次1. 田寮2號高架橋（七星路）

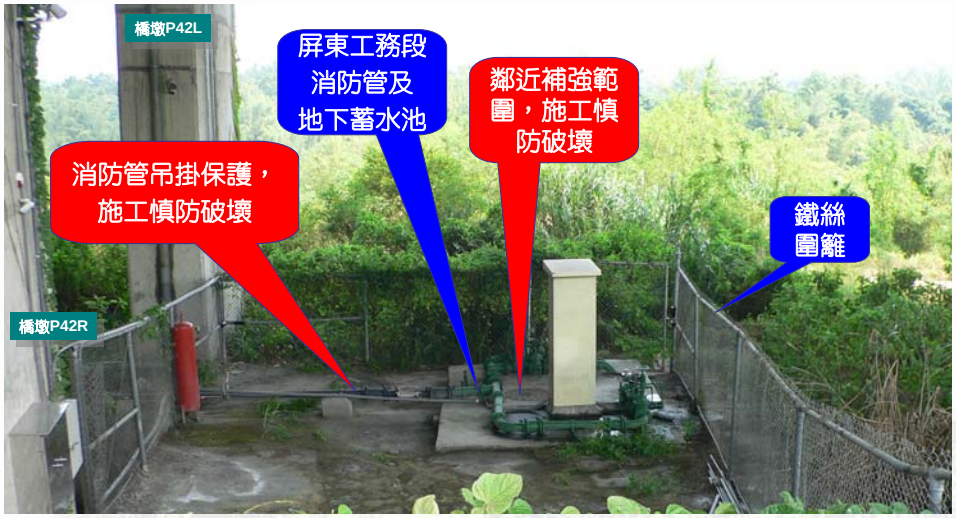


第M36標管線處理對策（1/2）



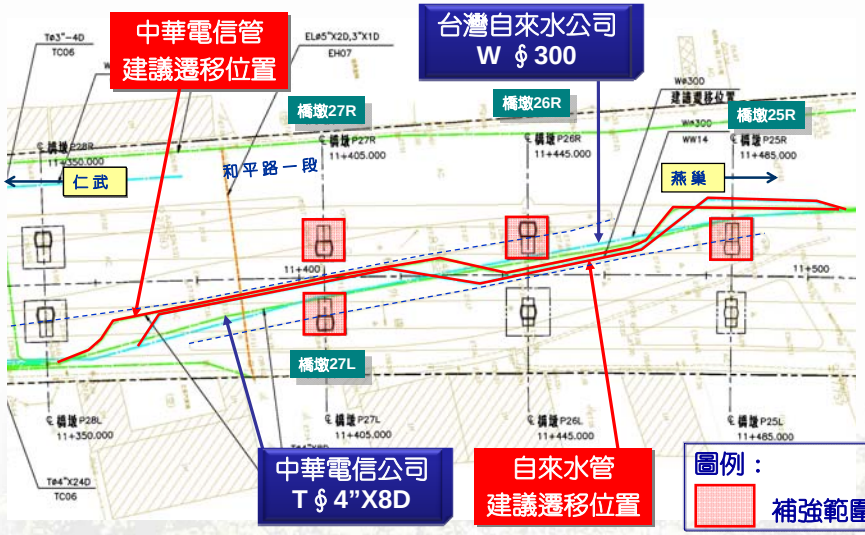
第M36標管線處理對策（1/2）

- 項次1.-田寮2號高架橋（七星路）



第M36標管線處理對策（2/2）

- 項次2.-高雄環線高架橋（和平路一段）

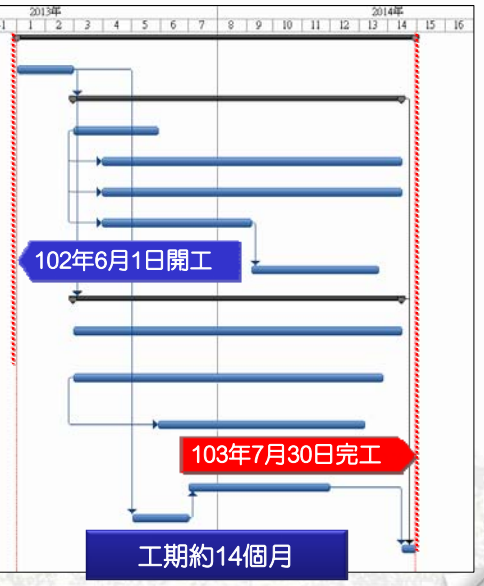


4

預定施工進度

第M36標預定施工進度

識別碼	任務名稱	工期	開始時間	完成時間
1	國道高速公路橋梁耐震補強工程第M36標	425 d	2013/6/1	2014/7/30
2	動員及先期工作	60 d	2013/6/1	2013/7/30
3	田寮2號高架橋	350 d	2013/7/31	2014/7/15
4	施工便道、便橋	90 d	2013/7/31	2013/10/28
5	P3、P4、P7、P8、P9、P12、P14、P15、P17、P20、P21、P22、P24、P28、P34	320 d	2013/8/30	2014/7/15
6	P35、P36、P37、P39、P40、P41、P42、P51、P56、P57、P58、P62、P63、P66、	320 d	2013/8/30	2014/7/15
7	A1、P1、P6、P10、P11、P16、P18、P19、P27、P43、P44、P45、P46、P47、P48、P54、P55、P59、P60、P61、P65	160 d	2013/8/30	2014/2/5
8	P13、P23、P25、P38、P52	135 d	2014/2/6	2014/6/20
9	高雄環線高架(三)橋	350 d	2013/7/31	2014/7/15
10	P111、P55、P54、P51、P50、P49、P56、P45、P44、P40、P39、P29、P28、P27、P26、P8、P5、P1	350 d	2013/7/31	2014/7/15
11	P109、P107、P103、P98、P96、P92、P90、P86、P84、P80、P78、P74、P72、P68、P65、P41、P38、P16、P15、P14、P10、P4	330 d	2013/7/31	2014/6/25
12	P109、P102、P101、P97、P91、P85、P79、P73、P67、P66、P60、P59、P57、P56、P34、P33、P32、P22、P21、P20、P11、P9、P7、P3、P2	220 d	2013/10/29	2014/6/5
13	典寶溪過水橋	150 d	2013/12/1	2014/4/29
14	高45跨越橋	60 d	2013/10/2	2013/11/30
15	工區清理	15 d	2014/7/16	2014/7/30



電子公文
TY-LIN INTERNATIONAL TAIWAN
收文號10203034970
2013-03-14 14:09:35

檔　　號：
保存年限：

交通部臺灣區國道高速公路局　函

地址：24303新北市泰山區黎明里半山雅70號
承辦人：鄭印淞
電話：(02)29096141#2557
傳真：(02)29093218
電子信箱：napoleon@freeway.gov.tw

裝

受文者：林同棪工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國102年3月14日
發文字號：路字第1026002017號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如文(6002017A00_ATTCH1.pdf)

主旨：檢送本局102年3月11日召開「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程第M36標」公共管線遷移協調會會議紀錄1份，請查照。

訂

說明：依據本局102年2月25日路字第1020005707號開會通知單(諒達)續辦。

正本：台灣自來水股份有限公司第七區管理處路竹服務所、中華電信股份有限公司高雄營運處、台灣自來水股份有限公司第七區管理處大崗山給水廠、本局技術組、路產組、工務組、拓建工程處、南區工程處、林同棪工程顧問股份有限公司
副本：高雄市政府交通局(含附件)、高雄市政府工務局養護工程處(含附件)、高雄市政府工務局工程企劃處(含附件) 電子公文交換章 2013/03/14 14:07:15

線

「國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程第M36標」

公共管線遷移協調會會議紀錄

一、 會議時間：102年3月11日(星期一)下午1時30分

二、 會議地點：本局南區工程處第一會議室

三、 主持人：紀組長惟澤 紀惟澤 記錄：鄭印淞 鄭印淞

四、 出列席人員：

單位	職稱	姓名	職稱	姓名
中華電信股份有限公司 台灣南區電信分公司 高雄營運處(楠梓局)		陳孝煜 (07)3441127		黃榮賓 (07)3441135
中華電信股份有限公司 台灣南區電信分公司 高雄營運處(田寮局)		胡震旺 k335741@cht.com.tw (02)6440821 鄭育昌		劉凱雄 07-3447143
台灣自來水股份有限公司 第七區管理處 路竹服務所		唐傳欽 07-6934819	lujhusc@yahoo.com.tw	
台灣自來水股份有限公司 第七區管理處 大崗山給水廠		許惠卿 07-6230952	1954@mail.water.gov.	
本局技術組		陳泰宇		
本局工務組		詹益銳		

單位	職稱	姓名	職稱	姓名
本局路產組				
本局拓建工程處				
本局南區工程處				
林同棪工程顧問 股份有限公司				

五、林同棪工程顧問有限公司報告（以下簡稱顧問公司）：略

六、各衝突點之衝突情形及各單位意見：

（一）、衝突項次1，田寮2號高架橋(七星路)：

1、衝突情形：現場有自來水管(100mm明管)供消防及民生用水，及中華電信管線(3英吋管4支)，基礎補強時考量高公局設施(地下消防水池)並作修正後，仍距前揭管線過近，顧問公司建議自來水管與電信管沿簡報標示之紅色路徑，辦理永久遷移。

2、各單位意見：

(1)、台灣自來水股份有限公司第七區管理處路竹服務所：

I、建議辦理現現場會勘，俾清楚掌握工區範圍。

II、永久遷移之試挖作業涉地方道路，是否需向地方政府申請挖掘？

III、依據套繪資料所示，管線遷移時會影響窨井及其前後段水管。經查窨井(含)至地下消防水池段工程當初係貴局施設，本單位當時僅負責水管銜接至窨井前之工程。建議各單位依前揭原則，於管線遷移完竣後辦理回復。

IV、依顧問公司建議遷移位置，**本處管線遷移期程約需1個星期。**

(2)、中華電信股份有限公司台灣南區電信分公司高雄營運處(田寮局)：

I、建議施工前先辦理會勘、試挖、放樣等步驟。

II、本公司通常將幹管布設於中間，兩側為配管。依圖面所

示，本單位所需永久遷移之管線應為配管。遷移時程則視幹管或者配管而定，倘為幹管，所需遷移時程較久；倘為配管，因該處目前未使用，俟貴局通知，**本處管線立即可作廢提供使用。**

III、建議將本次會議紀錄副知高雄市政府交通局、工程計畫處及養護工程處，俾本單位申辦路證，續辦施工時挖掘相關事宜。路面修護則依高雄市政府規定，由本公司自行修復。

3、顧問公司：

(1)、有關現場會勘1節，本案管線調查均依現場實際狀況施測，包含消防管(明管)、窨井、圍籬等，確認前揭設施在衝突範圍內；至管線單位之管線走向，除參考該等單位所提供之圖資，亦參酌現場人手孔位置加以確認。故本公司可辦理現場會勘，協助管線單位了解現場情形，並將建議遷移位置於現場放樣，俾供管線單位辦理規劃設計。

(2)、有關管線試挖1節，因本案衝突位置明確，原則上施工時才會辦理試挖。本案將編列管線試挖預算，請施工承包廠商配合辦理，並由高公局拓建工程處擇期召開施工前協調會，辦理相關挖掘作業以釐清各管線確切位置。

(3)、有關向地方政府申請挖掘1節，因本工程之交通維持或施工措施需與管線遷移之時程配合，故相關挖掘申請作業請管線單位辦理。

4、本局技術組：有關管線遷移時，窨井前後段設施之復舊問題，本局既有設施將併入本案工程一併完成。惟因本處屬消防管

線，為公共安全需維持水源供應，應採先建後拆原則，請本局南工處確認此設施之權屬機關。

(二)、衝突項次2，高雄環線高架橋(和平路一段)：

1、衝突情形：現場有自來水管(300mm管)及中華電信管線(4英吋管8支)沿現場8米道路布設，顧問公司建議沿補強後橋墩外側(簡報標示之紅色路徑)，辦理永久遷移。

2、各單位意見：

(1)、台灣自來水股份有限公司第七區管理處大崗山給水廠：

I、可否以包覆工法保護自來水管線，以替代永久遷移？

II、倘仍需永久遷移，建議先試挖，始可確認各管線之尺寸。永久遷移部分，本單位需先辦理停水，**遷移期程(含設計發包施工完竣)需3個半月可完成。**請顧問公司將建議遷移位置於現場放樣，供本單位參考。

(2)、中華電信股份有限公司台灣南區電信分公司高雄營運處(楠梓局)：

I、圖面標示衝突4英吋管8支，應修正為24支。

II、橋墩27L與27R間的間隔狹小，恐難有空間同時容納自來水管與電信管。

III、土木施工部分，設計、編列預算及發包約需2個月，施工約需1個月，布設電纜部分約需2個多月，**遷移期程寬估約需6個月。**

3、顧問公司：

(1)、有關自來水管部分：

I、有關以包覆工法替代永久遷移1節，查既有基礎距路面為1.7公尺，此處補強後，基礎距路面端會往上提升70公分，也就是說未來的覆土僅剩1公尺左右，故貴單位管線勢必會衝突。倘以包覆工法保護管線，將影響補強效果，故仍建議辦理永久遷移。

II、有關請本公司辦理試挖，並將建議遷移位置於現場放樣，供參1節，查現況國道橋墩間有8米寬道路施設，墩柱之基礎部分位於道路下方，墩柱之主體則位於道路兩旁，貴單位既有管線係從基礎上方通過，此係明確之衝突。故未來施工階段會編列試挖數量供施工廠商試挖；至建議赴現場放樣遷移位置，供貴單位參考1節，遵照辦理。

(2)、有關電信管部分：

I、有關修正原圖面標示衝突4英吋管8支，為24支1節，遵照辦理。

II、有關橋墩間隔狹小，恐難同時容納自來水管與電信管1節，施工前，本公司將先與2單位協調施工斷面問題，俾決定各類管線的施工順序及空間配置。

(三)、其他業務單位意見：

本局拓建工程處：

管線遷移衝突是造成工期展延的主要原因之一，為利工進，請各管線單位儘速辦理管線遷移的相關規劃設計。

七、結論：

(一)、**請顧問公司於會後提供更確切之管線遷移位置供管線單位參考，俾管線單位核對，倘管線單位仍有疑義，再請顧問公司擇期辦理現場會勘。**

(二)、**本案工程預計於102年6月開工，請各管線單位配合前開期程完成管線遷移作業。**

八、臨時動議：無。

九、散會：中華民國102年3月11日下午2時30分

5 配合事項

配合事項

1. 請各管線單位就高公局102.02.25函文（路字第1020025707號）內容，協助確認並補正管線套繪資料（既有管線及建議遷移位置平面圖）。
2. 管線遷移經費分攤辦法，依「公路法」第三十之一條及「公共設施管線工程挖掘道路注意要點」第九點規定：
   - 永久遷移：管線單位負擔全部遷移費用
   - 臨時遷移：在最後一次遷移之前的各次遷移，屬臨時遷移，遷移費用由開發單位(高公局)全額負擔，最後一次遷移屬永久遷移，費用由管線單位負責
3. 管線遷移時程：管線單位請依前述預定時程表於本工程進場前完成管線遷移作業。

簡報完畢
敬請指教

附錄十　用地清冊

第M31標　施工用地清冊

國道3號耐震補強（M31標）施工用地清冊

次序	橋名	縣、市	鄉鎮市區	段小段	地 號	面積(m2)	使用分區	使用地類別	所有權人	管理者	使用面積
1	新台五路橋	新北市	汐止區	同新段	335	11562.61	山坡地保育區		中華民國	交通部公路總局	400.0
2	樟樹里高架橋	新北市	汐止區	同新段	147	3.69			中華民國	交通部臺灣鐵路管理局	3.7
	樟樹里高架橋	新北市	汐止區	同新段	154	268.29			中華民國	交通部臺灣鐵路管理局	27.0
	樟樹里高架橋	新北市	汐止區	同新段	156	203.93			中華民國	交通部臺灣鐵路管理局	193.0
	樟樹里高架橋	新北市	汐止區	同新段	159	290.67			中華民國	交通部臺灣鐵路管理局	135.0
	樟樹里高架橋	新北市	汐止區	同新段	1188	1.73			中華民國	交通部臺灣鐵路管理局	1.7
	樟樹里高架橋	新北市	汐止區	同新段	150	205.45			中華民國	新北市政府工務局	22.0
	樟樹里高架橋	新北市	汐止區	同新段	151	124.98			中華民國	新北市政府工務局	68.0
	樟樹里高架橋	新北市	汐止區	同新段	166	36.62			中華民國	新北市政府工務局	36.6
	樟樹里高架橋	新北市	汐止區	同新段	226	892.41			中華民國	新北市政府工務局	38.0
3	匝道3跨鐵路橋	新北市	汐止區	同新段	155	21295.45			中華民國	交通部臺灣鐵路管理局	313.0
4	匝道4排水溝渠橋	新北市	汐止區	同新段	228-19	55.98	山坡地保育區	交通用地	中華民國	交通部高速鐵路工程局	5.0
	匝道4排水溝渠橋	新北市	汐止區	同新段	228-20	41.23	山坡地保育區	交通用地	中華民國	財政部國有財產局	17.0
	匝道4排水溝渠橋	新北市	汐止區	同新段	228-21	1.63	山坡地保育區	交通用地	中華民國	財政部國有財產局	1.6
5	匝道7跨光復街橋	新北市	汐止區	同新段	246	194.03	山坡地保育區	交通用地	中華民國	財政部國有財產局	12.0
	匝道7排水溝渠橋	新北市	汐止區	同新段	105	130.40	山坡地保育區	交通用地	中華民國	新北市政府工務局	68.0
	匝道7排水溝渠橋	新北市	汐止區	同新段	106	191.14	山坡地保育區	交通用地	中華民國	新北市政府工務局	29.0
	匝道7排水溝渠橋	新北市	汐止區	同新段	174	99.93			中華民國	新北市政府工務局	26.0
6	橫科路橋	新北市	汐止區	同新段	570	301.78	山坡地保育區		中華民國	財政部國有財產局	6.0
7	匝道6橋	新北市	汐止區	同新段	970	51.85	山坡地保育區		中華民國	財政部國有財產局	25.0
	匝道6橋	新北市	汐止區	同新段	971	367.11	山坡地保育區		中華民國	財政部國有財產局	54.0
	匝道6橋	新北市	汐止區	同新段	974	115.47	山坡地保育區		中華民國	財政部國有財產局	15.0
8	南港匝道3跨越橋	台北市	南港區	舊莊段一小段	11	6.00			中華民國	臺北市政府工務局新建工程處	6.0
9	四分子一坑高架橋	台北市	南港區	舊莊段二小段	46	761.00			臺北市	臺北市大地工程處	27.0
	四分子一坑高架橋	台北市	南港區	舊莊段二小段	47	2169.00			陳錦梅 等3人		50.0
	四分子一坑高架橋	台北市	南港區	舊莊段二小段	127	18551.00			楊壽郎 等13人		370.0

國道3號耐震補強（M31標）施工用地清冊

次序	橋名	縣、市	鄉鎮市區	段小段	地 號	面積(m2)	使用分區	使用地類別	所有權人	管理者	使用面積
10	四分里坑高架橋	台北市	南港區	舊莊段三小段	243	2740.00			潘梧桐 等25人		86.0
	四分里坑高架橋	台北市	南港區	舊莊段三小段	255	3334.00			祭祀公業潘宏達		86.0
	四分里坑高架橋	台北市	南港區	舊莊段三小段	256	2743.00			賴木生 等13人		48.0
11	R4猴山坑橋	台北市	文山區	頭廷段一小段	175	3306.00			望安鄉	澎湖縣望安鄉公所	158.0
	R4猴山坑橋	台北市	文山區	頭廷段一小段	174-2	59.00			高銘通 等5人		15.0
12	富德橋S	台北市	文山區	富德段二小段	576	154.20			花勝雄 等7人		6.0
13	新店高架橋及新店交流道	台北市	文山區	老泉段四小段	120	1562.00			高金葉 等6人		42.0
	新店高架橋及新店交流道	台北市	文山區	老泉段四小段	122	1518.00			高寶蓮		5.0
	新店高架橋及新店交流道	台北市	文山區	老泉段四小段	125	356.00			寰富開發有限公司		34.0
	新店高架橋及新店交流道	台北市	文山區	老泉段四小段	126	21.00			寰富開發有限公司		21.0
	新店高架橋及新店交流道	台北市	文山區	老泉段四小段	127	1917.00			高阿世 等13人		83.0
	新店高架橋及新店交流道	台北市	文山區	老泉段四小段	129	592.00			廖月瑞 等14人		7.0
	新店高架橋及新店交流道	台北市	文山區	老泉段四小段	319	2088.00			高伯卿		60.0
	新店高架橋及新店交流道	新北市	新店區	寶興段	165	775.01			中華民國	財政部國有財產局	168.0
	新店高架橋及新店交流道	新北市	新店區	寶興段	168	1849.97			中華民國	財政部國有財產局	500.0

註：
1. 本表格之內容僅供參考，實際座落地號及使用面積等數據仍應依地政事務所實際分割為準。
2. 本表格係依水保申請之施工便道及施工範圍予以調查及編製，後續實際施工階段若因故調整範圍，或與現地現況不符之處，應依現況為主並另行進行評估及調查。

第M32標　施工用地清冊

國道3號耐震補強（M32標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	地目	登記面積	所有權人	管理者	使用面積
1	興南路穿越橋	新北市	中和	烘爐地段	0602	水	1,026.55	中華民國	國有財產局	2.30
2	中和交流道南主線高架橋	新北市	中和	國道段	0007	水	1,768.49	中華民國	國有財產局	275.90
	中和交流道匝道F	新北市	中和	國道段	0016	道	728.88	中華民國	新北市政府工務局	43.00
	中和交流道北主線高架橋	新北市	中和	國道段	0022	水	192.77	中華民國	國有財產局	165.80
	中和交流道北主線高架橋	新北市	中和	國道段	0023	道	163.54	中華民國	新北市政府工務局	11.00
	中和交流道匝道E	新北市	中和	國道段	0526	道	898.54	中華民國	新北市政府工務局	18.00
	中和交流道匝道A	新北市	中和	國道段	0294	田	122.69	私		28.80
3	中和交流道聯絡道高架橋W	新北市	中和	國道段	0573	林	210.81	私		213.00
	中和交流道聯絡道高架橋W	新北市	中和	錦和段	560	道	143.64	中華民國	新北市政府工務局	42.00
	中和交流道聯絡道高架橋W	新北市	中和	錦和段	565	水	3.50	中華民國	國有財產局	全
	中和交流道聯絡道高架橋W	新北市	中和	錦和段	566	道	329.67	中華民國	新北市政府工務局	21.20
	中和交流道聯絡道高架橋W	新北市	中和	錦和段	570	道	49.25	中華民國	新北市政府工務局	10.20
	中和交流道聯絡道高架橋W	新北市	中和	錦和段	574	水	5.21	中華民國	交通部台灣區國道高速公路局	全
	中和交流道聯絡道高架橋W	新北市	中和	台貿段	1380	道	34.97	中華民國	新北市政府工務局	3.10
4	永豐路穿越橋	新北市	土城	延吉段	0431	雜	28.03	中華民國	國有財產局	7.60
	永豐路穿越橋	新北市	土城	延吉段	0432	道	70.66	中華民國	國有財產局	3.40
	永豐路穿越橋	新北市	土城	延吉段	0433	道	147.69	中華民國	國有財產局	66.70
	永豐路穿越橋	新北市	土城	延吉段	0434	水	43.06	中華民國	國有財產局	28.70
5	仁愛路穿越橋	新北市	土城	延寮段	0645	道	903.78	中華民國	新北市政府工務局	6.40
	仁愛路穿越橋	新北市	土城	延寮段	0679	道	3,120.66	中華民國	新北市政府工務局	22.40
	仁愛路穿越橋	新北市	土城	延寮段	0684	道	1,709.62	中華民國	新北市政府工務局	3.90
	仁愛路穿越橋	新北市	土城	冷水段	0189		332.04	中華民國	國有財產局	163.20
	仁愛路穿越橋	新北市	土城	冷水段	0190	道	344.87	中華民國	新北市政府工務局	5.30
6	青雲路穿越橋	新北市	土城	清水坑段外 冷水坑小段	0327-8	田	84.00	私		1.60
	青雲路穿越橋	新北市	土城	清水坑段外 冷水坑小段	0327-9	田	6.00	私		0.50
	青雲路穿越橋	新北市	土城	清水坑段外 冷水坑小段	0327-16	水	52.00	中華民國	國有財產局	22.10
	青雲路穿越橋	新北市	土城	清水坑段外 冷水坑小段	0327-20		3.00	中華民國	國有財產局	1.50

國道3號耐震補強（M32標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	地目	登記面積	所有權人	管理者	使用面積
6	青雲路穿越橋	新北市	土城	清水坑段外冷水坑小段	0327-21	水	14.00	中華民國	國有財產局	9.40
	青雲路穿越橋	新北市	土城	清水坑段外冷水坑小段	0327-31	田	3.00	私		0.30
	青雲路穿越橋	新北市	土城	清水坑段外冷水坑小段	0327-32		10.00	中華民國	國有財產局	1.40
	青雲路穿越橋	新北市	土城	清水坑段外冷水坑小段	0338-7	道	307.00	新北市	新北市政府工務局	4.30
	青雲路穿越橋	新北市	土城	清水坑段外冷水坑小段	0338-51	道	22.00	新北市	新北市政府工務局	9.10
	青雲路穿越橋	新北市	土城	清水坑段外冷水坑小段	0338-72	道	198.00	新北市	新北市政府工務局	51.20
	青雲路穿越橋	新北市	土城	清水坑段外冷水坑小段	0338-74	田	2.00	中華民國	新北市政府工務局	全
7	柑林埤排水橋	新北市	土城	清水坑段外冷水坑小段	0319-14	田	3,975.00	私		109.00
	柑林埤排水橋	新北市	土城	清水坑段外冷水坑小段	0319-35	道	1,293.00	中華民國	新北市政府工務局	66.30
	柑林埤排水橋	新北市	土城	清水坑段外冷水坑小段	0319-36	水	32.00	中華民國	國有財產局	17.30
	柑林埤排水橋	新北市	土城	清水坑段外冷水坑小段	0319-25	水	135.00	中華民國	國有財產局	99.80
	柑林埤排水橋	新北市	土城	柑林段	0135	水	739.81	中華民國	國有財產局	113.80
	柑林埤排水橋	新北市	土城	柑林段	0136	水	16.66	中華民國	國有財產局	5.10
	柑林埤排水橋	新北市	土城	柑林段	0137	林	14.83	中華民國	新北市政府工務局	3.70
	柑林埤排水橋	新北市	土城	石門段	0587	水	56.37	中華民國	國有財產局	8.30
	柑林埤排水橋	新北市	土城	石門段	0588	旱	228.61	中華民國	新北市政府工務局	1.50
8	台三線中央路穿越橋	新北市	土城	頂新段	0709		無地籍資料			1.00
	台三線中央路穿越橋	新北市	土城	頂新段	0711		無地籍資料			16.60
9	三峽溪河川橋	新北市	樹林區	石頭溪段田尾小段	0076	旱	2,086.00	公/私共有		33.90
	三峽溪河川橋	新北市	樹林區	石頭溪段田尾小段	0076-19	旱	312.00	中華民國	財政部國有財產局	4.50
	三峽溪河川橋	新北市	樹林區	石頭溪段田尾小段	0076-20	道	1,136.00	中華民國	新北市政府工務局	195.50

國道3號耐震補強（M32標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	地目	登記面積	所有權人	管理者	使用面積
9	三峽溪河川橋	新北市	樹林區	石頭溪段田尾小段	0076-27	旱	142.00	中華民國	財政部國有財產局	28.40
	三峽溪河川橋	新北市	樹林區	石頭溪段田尾小段	0076-28	道	166.00	中華民國	新北市政府工務局	98.10
10	三鶯交流道復興路穿越橋	新北市	三峽區	隆恩段	0159	道	6,896.08	中華民國	新北市政府工務局	90.10
	三鶯交流道復興路穿越橋	新北市	三峽區	隆恩段	0224	水	565.90	中華民國	財政部國有財產局	19.00
	三鶯交流道復興路穿越橋	新北市	三峽區	隆恩段	0225	道	2,188.11	新北市	新北市政府工務局	259.20
	三鶯交流道復興路穿越橋	新北市	三峽區	隆恩段	0230	道	1,768.01	中華民國	財政部國有財產局	103.20
11	大漢溪河川橋	新北市	三峽區	鳶山段	0218	堤	427.00	中華民國	經濟部水利署	18.50
	大漢溪河川橋	新北市	三峽區	鳶山段	0218-1	堤	981.00	中華民國	經濟部水利署	61.30
12	大溪一號排水橋	桃園縣	大溪鎮	缺字段缺字小段	0012-110	道	592.00	中華民國	桃園縣政府工務局	32.10
13	大溪三號渡槽兼人行橋	桃園縣	大溪鎮	埔頂段	0594-5	道	632.00	中華民國	桃園縣政府工務局	77.90
	大溪三號渡槽兼人行橋	桃園縣	大溪鎮	埔頂段	0611-11	道	81.00	中華民國	桃園縣政府工務局	44.00
	大溪三號渡槽兼人行橋	桃園縣	大溪鎮	埔頂段	0611-12	道	504.00	中華民國	桃園縣政府工務局	42.80
14	龍潭一號排水橋	桃園縣	龍潭鄉	九座寮段	0308-6	道	777.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	43.00
	龍潭一號排水橋	桃園縣	龍潭鄉	九座寮段	0312-3	道	1,904.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	4.50
15	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0171	道	78.34	中華民國	桃園龍潭鄉公所	12.30
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0415	道	21.66	中華民國	桃園龍潭鄉公所	4.90
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0428	道	769.20	中華民國	桃園龍潭鄉公所	20.40
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0429	道	121.12	中華民國	桃園龍潭鄉公所	9.70
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0438	道	543.17	中華民國	桃園龍潭鄉公所	62.00
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0447	道	104.89	中華民國	桃園龍潭鄉公所	13.40
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0447-3	道	23.30	中華民國	桃園龍潭鄉公所	2.90
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0459-1	道	207.74	中華民國	財政部國有財產局	99.70
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0459	道	134.16	中華民國	財政部國有財產局	6.20
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0597	道	70.67	中華民國	桃園龍潭鄉公所	3.70
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0596	道	495.99	中華民國	桃園龍潭鄉公所	3.70
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0679	田	808.31	中華民國	桃園龍潭鄉公所	16.10
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0769	道	307.62	中華民國	桃園龍潭鄉公所	40.30
	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0977-1	田	289.90	中華民國	桃園龍潭鄉公所	41.90

國道3號耐震補強（M32標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	地目	登記面積	所有權人	管理者	使用面積
15	龍潭高架橋	桃園縣	龍潭鄉	龍華段	0984-1	道	273.34	中華民國	桃園龍潭鄉公所	13.80
16	龍潭一號排水橋	桃園縣	龍潭鄉	四方林段四方林小段	240-60	道	206.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	35.00
	龍潭一號排水橋	桃園縣	龍潭鄉	四方林段四方林小段	0655-5	田	1,434.00	私		81.80
	龍潭一號排水橋	桃園縣	龍潭鄉	四方林段四方林小段	0659-1	道	419.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	172.90
	龍潭一號排水橋	桃園縣	龍潭鄉	四方林段四方林小段	0669-13	道	399.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	37.80
17	台三線穿越橋	桃園縣	龍潭鄉	四方林段四方林小段	0693-66	道	486.00	中華民國	交通部公路總局	121.70
	台三線穿越橋	桃園縣	龍潭鄉	四方林段四方林小段	0693-122	道	225.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	111.40
18	龍潭2號渡槽兼人行橋	桃園縣	龍潭鄉	銅鑼圈段	61-23	道	79.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	26.80
	龍潭2號渡槽兼人行橋	桃園縣	龍潭鄉	銅鑼圈段	61-25	道	1,251.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	63.50
	龍潭2號渡槽兼人行橋	桃園縣	龍潭鄉	銅鑼圈段	62-165	道	1,445.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	180.50
	龍潭2號渡槽兼人行橋	桃園縣	龍潭鄉	銅鑼圈段	62-166	道	910.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	51.70
19	龍潭3號排水橋	桃園縣	龍潭鄉	銅鑼圈段	1275-3	道	1,047.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	80.50
	龍潭3號排水橋	桃園縣	龍潭鄉	銅鑼圈段	1276-4	道	1,047.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	30.10
	龍潭3號排水橋	桃園縣	龍潭鄉	銅鑼圈段	954-44	道	624.00	中華民國	桃園龍潭鄉公所	52.70
20	牛欄河一號橋	新竹縣	關西鎮	仁安段	0294	道	163.36	私		2.20
21	牛欄河二號橋	新竹縣	關西鎮	東豐段	723	田	1,401.70	新竹縣關西鎮	交通部公路總局	70.50
22	關西IC穿越橋匝道A	新竹縣	關西鎮	店岡段	801		130.08	中華民國	財政部國有財產局	7.00
	關西IC穿越橋匝道A	新竹縣	關西鎮	店岡段	922	道	44.99	中華民國	財政部國有財產局	17.50
	關西IC穿越橋匝道A	新竹縣	關西鎮	店岡段	808	道	3,581.76	中華民國	新竹縣政府	145.00
	關西IC穿越橋匝道A	新竹縣	關西鎮	店岡段	924	道	100.93	中華民國	新竹縣政府	100.93
	關西IC穿越橋匝道A	新竹縣	關西鎮	店岡段	926	道	40.61	中華民國	新竹縣政府	26.30
	關西IC穿越橋匝道A	新竹縣	關西鎮	店岡段	930	道	195.78	中華民國	新竹縣政府	28.25

註：
1. 本表格之內容僅供參考，實際座落地號及使用面積等數據仍應依地政事務所實際分割為準。
2. 本表格係依水保申請之施工便道及施工範圍予以調查及編製，後續實際施工階段若因故調整範圍，或與現地現況不符之處，應依現況為主並另行進行評估及調查。

第M34標　施工用地清冊

國道3號耐震補強（M34標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	登記面積	使用分區	所有權人	管理者	使用面積
1	深坑排水橋(北向) 深坑排水橋(南向)	新竹縣	關西鎮	高橋段	0607	2,424.23	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	2,424.23
2	大同里跨越橋(雙向)	新竹縣	關西鎮	大同壹段	0519	470.51	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	35.90
		新竹縣	關西鎮	大同壹段	0520	52.30	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	17.80
		新竹縣	關西鎮	大同壹段	0551	5,854.99	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	5,854.99
		新竹縣	關西鎮	大同壹段	0685	5,976.92	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	99.50
3	水坑排水橋(北向) 水坑排水橋(南向)	新竹縣	關西鎮	大同壹段	0545	194.18	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	194.18
		新竹縣	關西鎮	大同壹段	0546	329.42	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	329.42
		新竹縣	關西鎮	大同壹段	0547	54.72	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	54.72
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0496	2,833.20	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	23.60
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0515	23.63	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	5.90
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0516	317.55	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	52.30
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0517	6,665.00	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	6,665.00
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0518	378.71	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	36.20
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0521	452.00	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	1.60
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0522	1,362.03	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	126.40
4	鳳山溪河川橋(北向) 鳳山溪河川橋(南向)	新竹縣	關西鎮	大同壹段	0710	433.24	特定農業區	中華民國	新竹縣政府	22.00
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0509	15,102.38	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	15,102.38
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0535	3,072.89	特定農業區	中華民國	財政部國有財產局	433.00
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0546	737.88	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	737.88
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0636	741.48	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	741.48
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0637	148.06	特定農業區	中華民國	新竹縣政府	91.90
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0643	142.25	特定農業區	中華民國	新竹縣政府	29.90
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0653	129.39	特定農業區	中華民國	財政部國有財產局	90.10
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0654	5,822.17	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	5,822.17
		新竹縣	關西鎮	大同貳段	0663	65.94	特定農業區	中華民國	財政部國有財產局	9.70

國道3號耐震補強（M34標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	登記面積	使用分區	所有權人	管理者	使用面積
4	鳳山溪河川橋(北向) 鳳山溪河川橋(南向)	新竹縣	關西鎮	大同貳段	0666	3,358.46	特定農業區	中華民國	財政部國有財產局	2,401.00
		新竹縣	關西鎮	坪林段	0183	19,886.00	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	19,886.00
		新竹縣	關西鎮	坪林段	0083-16	2,247.00	特定農業區	中華民國	經濟部水利署	67.10
		新竹縣	關西鎮	坪林段	0188-2	1,113.00	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	1,113.00
		新竹縣	關西鎮	坪林段	0188-4	1,204.00	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	1,204.00
		新竹縣	關西鎮	坪林段	0190-9	3,583.00	特定農業區	中華民國	經濟部水利署	255.30
5	下橫坑河川橋(北向) 下橫坑河川橋(南向)	新竹縣	關西鎮	坪林段	0257	3,283.00	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	3,283.00
		新竹縣	關西鎮	坪林段	0133	40,320.00	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	40,320.00
		新竹縣	關西鎮	下橫坑段	0585-3	4,050.00	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	4,050.00
		新竹縣	關西鎮	下橫坑段	0910	45,280.00	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	45,280.00
		新竹縣	關西鎮	下橫坑段	0912-3	695.00	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	695.00
		新竹縣	關西鎮	下橫坑段	0914-2	385.00	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	385.00
6	竹21鄉道穿越橋(北向) 竹21鄉道穿越橋(南向)	新竹縣	關西鎮	下橫坑段	0106-1	4,533.00	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	4,533.00
7	赤柯窟排水橋(北向) 赤柯窟排水橋(南向)	新竹縣	芎林鄉	中坑段赤柯寮小段	0041	146,175.00	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	146,175.00
		新竹縣	芎林鄉	中坑段赤柯寮小段	0104-13	1,080.00	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	9.80
8	中坑排水橋(北向) 中坑排水橋(南向)	新竹縣	芎林鄉	中坑段中坑小段	0129-5	99.00	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	99.00
		新竹縣	芎林鄉	大華段	0146-2	748.11	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	748.11
		新竹縣	芎林鄉	大華段	0147	197.44	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	197.44
		新竹縣	芎林鄉	大華段	0150	92.09		中華民國	財政部國有財產局	12.20
		新竹縣	芎林鄉	大華段	0150-1	6.76	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	6.50
		新竹縣	芎林鄉	大華段	0156	2,598.70		中華民國	新竹縣政府	26.60
		新竹縣	芎林鄉	大華段	0157	4,080.58		中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	4,080.58
		新竹縣	芎林鄉	大華段	0157-1	45.01	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	45.01
		新竹縣	芎林鄉	大華段	0160	1,301.26		中華民國	財政部國有財產局	94.00

國道3號耐震補強（M34標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	登記面積	使用分區	所有權人	管理者	使用面積
9	竹林交流道穿越橋	新竹縣	芎林鄉	新鳳段	0144	125,895.41	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	125,895.41
10	崁下排水橋(北向) 崁下排水橋(南向)	新竹縣	芎林鄉	大華段	0372	35,724.62		中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	35,724.62
		新竹縣	芎林鄉	大華段	0542	8,613.03		中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	8,613.03
		新竹縣	芎林鄉	大華段	0560-1	243.18		中華民國	新竹縣政府	4.30
		新竹縣	芎林鄉	大華段	0561-1	236.07		中華民國	新竹縣政府	12.60
		新竹縣	芎林鄉	大華段	0567	1,605.64		中華民國	財政部國有財產局	548.50
11	22縣道中興路跨越橋 (雙向)	新竹縣	竹東鎮	四重段	0393	20,360.20	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	20,360.20
		新竹縣	竹東鎮	四重段	0470-3	230.09	特定農業區	中華民國	新竹縣政府	5.50
		新竹縣	竹東鎮	國王段	0216	8,166.50	特定農業區	中華民國	新竹縣政府	129.50
		新竹縣	竹東鎮	國王段	0295	225.98	特定農業區	中華民國	財政部國有財產局	32.00
		新竹縣	竹東鎮	國王段	0296	459.70	特定農業區	中華民國	新竹縣政府	57.80
		新竹縣	竹東鎮	國王段	0297	379.99	特定農業區	中華民國	新竹縣政府	40.50
		新竹縣	竹東鎮	國王段	0298	46.67	特定農業區	中華民國	交通部公路總局	13.40
		新竹縣	竹東鎮	國王段	0301	46,621.59	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	46,621.59
12	92K+542跨越渡槽橋 兼人行橋	新竹縣	竹東鎮	國王段	0301	46,621.59	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	46,621.59
		新竹縣	竹東鎮	國王段	0966	658.01	特定農業區	中華民國	新竹縣政府	56.20
		新竹縣	竹東鎮	國王段	0968	411.24	特定農業區	中華民國	新竹縣政府	37.00
		新竹縣	竹東鎮	國王段	0974	603.73	特定農業區	中華民國	新竹縣政府	58.10
13	94K+383跨越橋 (雙向)	新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0225	91,833.00		中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	91,833.00
		新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0223-77	20.00		中華民國	新竹縣政府	7.10
		新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0223-78	7.00		中華民國	新竹縣政府	4.10
		新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0223-91	9.00		中華民國	新竹縣政府	10.50
		新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0223-98	332.00		中華民國	新竹縣政府	2.90
		新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0223-208	30.00		中華民國	新竹縣政府	15.00
		新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0223-209	96.00		中華民國	新竹縣政府	37.60
		新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0223-210	20.00		中華民國	新竹縣政府	3.10

國道3號耐震補強（M34標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	登記面積	使用分區	所有權人	管理者	使用面積
13	94K+383跨越橋 (雙向)	新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0228-9	1,518.00		中華民國	新竹縣政府	65.20
		新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0228-11	212.00		中華民國	新竹縣政府	37.00
14	94K+612渡槽跨越橋 (雙向)	新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0225	91,833.00		中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	91,833.00
		新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0221-24	154.00		中華民國	新竹縣政府	0.80
		新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0221-25	966.00		中華民國	新竹縣政府	23.20
		新竹縣	竹東鎮	二重埔段	0221-27	170.00		中華民國	新竹縣政府	7.20
15	柯子湖排水橋(北向) 柯子湖排水橋(南向)	新竹縣	竹東鎮	柯子湖段	0105	11,238.00		中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	11,238.00
		新竹縣	竹東鎮	柯子湖段	0106	40,821.00	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	40,821.00
		新竹縣	竹東鎮	柯子湖段	263-7	1,449.00	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	17.60
		新竹縣	竹東鎮	柯子湖段	474-11	476.00	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	49.50
16	竹45鄉道跨越橋	新竹縣	寶山鄉	龍居段	0215	61,040.31	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	61,040.31
		新竹縣	寶山鄉	洽水段	0031	198.86	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	13.00
		新竹縣	寶山鄉	洽水段	0006	19,017.20	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	19,017.20
17	雲南路跨越橋	新竹縣	寶山鄉	龍居段	0011	2,519.67	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	7.80
		新竹縣	寶山鄉	龍居段	0012	2240.06	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	2,240.06
		新竹縣	寶山鄉	龍居段	0015	975.09	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	975.09
18	寶山IC雙溪排水橋(北向) 寶山IC雙溪排水橋(南向)	新竹縣	寶山鄉	二坪段	0116	10,211.40	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	10,211.40
		新竹縣	寶山鄉	二坪段	0125	71.00	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	5.80
		新竹縣	寶山鄉	二坪段	0126	196.01	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	83.40
		新竹縣	寶山鄉	二坪段	0127	51.52	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	47.50
		新竹縣	寶山鄉	二坪段	0170	169.16	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	23.70
		新竹縣	寶山鄉	二坪段	0171	15.56	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	1.50
		新竹縣	寶山鄉	二坪段	0172	198.60	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	75.00
		新竹縣	寶山鄉	二坪段	1061	19.04	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	1.70
		新竹縣	寶山鄉	二坪段	1062	16.95	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	16.95
		新竹縣	寶山鄉	二坪段	1076	9,223.21	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	220.10

國道3號耐震補強（M34標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	登記面積	使用分區	所有權人	管理者	使用面積
18	寶山IC雙溪排水橋(北向) 寶山IC雙溪排水橋(南向)	新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0427	4,841.18	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	4,841.18
		新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0482	11,857.75	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	11,857.75
		新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0491	21.37	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	18.70
		新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0492	105.26	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	62.70
		新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0493	65.74	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	22.60
		新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0494	50.62	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	28.70
		新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0495	24.45	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	13.10
		新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0574	422.54	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	42.90
19	竹43鄉道跨越橋(雙向)	新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0462	995.23	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	45.70
		新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0464	762.17	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	31.20
		新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0469	38,502.82	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	38,502.82
		新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0535	650.89	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	17.60
		新竹縣	寶山鄉	雙龍段	0536	256.87	山坡地保育區	中華民國	新竹縣政府	1.20
		新竹縣	寶山鄉	寶中段	0914	23,709.50	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	23,709.50
20	水尾溪排水橋(北向) 水尾溪排水橋(南向)	新竹縣	寶山鄉	寶中段	0852	1,438.85		中華民國	新竹縣政府	51.90
		新竹縣	寶山鄉	寶中段	0936	778.77		中華民國	新竹縣政府	12.50
		新竹縣	寶山鄉	寶中段	0937	186.98		中華民國	新竹縣政府	18.80
		新竹縣	寶山鄉	寶中段	0914	23,709.50	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	23,709.50
21	新竹系統交流道 匝道E排水橋	新竹縣	寶山鄉	寶中段	0538	8,523.67	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	8,523.67
		新竹縣	寶山鄉	寶中段	0579	178.37		中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	178.37
		新竹縣	寶山鄉	寶中段	0581	1,281.95		中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	1,281.95
		新竹縣	寶山鄉	寶中段	0966	8,911.82		中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	8,911.82
22	新竹系統交流道 匝道E(一)跨越橋	新竹縣	寶山鄉	雙高段	0397	37,279.73	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	37,279.73
23	新竹系統交流道 匝道E(二)跨越橋	新竹縣	寶山鄉	寶中段	0540	110,481.17	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	110,481.17
		新竹縣	寶山鄉	雙高段	0397	37,279.73	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	37,279.73

國道3號耐震補強（M34標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	登記面積	使用分區	所有權人	管理者	使用面積
24	新竹系統交流道 匝道A(二)跨越橋	新竹縣	寶山鄉	雙高段	0265	137,265.59	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	137,265.59
25	新竹系統交流道 匝道G排水橋	新竹縣	寶山鄉	雙高段	0397	37,279.73	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	37,279.73
		新竹縣	寶山鄉	雙高段	0468	1,382.77	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	1,382.77
		新竹縣	寶山鄉	雙高段	0471	1,549.39	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	1,549.39
		新竹縣	寶山鄉	雙高段	0476	6,569.58	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	6,569.58
26	寶山一號跨越橋(雙向)	新竹縣	寶山鄉	雙高段	0712	61,713.13	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	61,713.13
27	崎林路高架橋(雙林路)北向	新竹縣	寶山鄉	雙高段	0712	61,713.13	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	61,713.13
		新竹縣	寶山鄉	雙高段	0883	586.23	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	178.10
		新竹縣	寶山鄉	雙高段	0889	592.11	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	149.30
		新竹縣	寶山鄉	雙林段	0298	155.55	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	46.90
		新竹縣	寶山鄉	雙林段	0299-1	4092.83	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	4,092.83
		新竹縣	寶山鄉	雙林段	0299-2	1074.82	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	1,074.82
		新竹縣	寶山鄉	雙林段	0317	146.14	山坡地保育區	私	黃燦耀等11人所有	1.50
		新竹縣	寶山鄉	雙林段	0321	174.23	山坡地保育區	私	黃燦耀等11人所有	3.80
28	寶山二號跨越橋(雙向)	新竹縣	寶山鄉	雙林段	0299	38,973.28	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	38,973.28
29	寶山三號跨越橋(雙向)	新竹縣	寶山鄉	雙林段	0350	36,417.82	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	36,417.82
		新竹市		明湖段	0939	88,886.33	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	88,886.33
30	茄冬IC117縣道穿越橋(北向) 茄冬IC117縣道穿越橋(南向)	新竹市		東香段	0375	56,959.53	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	56,959.53
31	茄苳IC C/D穿越橋	新竹市		東香段	0375	56,959.53	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	56,959.53
32	117縣道跨越橋(雙向)	新竹市		東香段	0375	56,959.53	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	56,959.53
		新竹市		茄苳段	0158	108,824.83	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	108,824.83
		新竹市		茄苳段	0200	376.09	山坡地保育區	新竹市	新竹市政府	46.90
33	茄苳高架橋(北向) 茄苳高架橋(南向)	新竹市		茄苳段	0158	108,824.83	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	108,824.83
34	新竹一號跨越橋(雙向)	新竹市		茄苳段	0158	108,824.83	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	108,824.83

國道3號耐震補強（M34標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	登記面積	使用分區	所有權人	管理者	使用面積
35	117縣道(一)高架橋(北向) 117縣道(一)高架橋(南向)	新竹市		大湖段	0292	41,120.37	一般農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	41,120.37
36	新竹二號跨越橋(雙向)	新竹市		大湖段	0381	108,303.29	一般農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	108,303.29
		新竹市		海山段	0244	21,191.13	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	21,191.13
37	117縣道(二)高架橋(北向) 117縣道(二)高架橋(南向)	新竹市		茄苳段	0158	108,824.83	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	108,824.83
		新竹市		大湖段	0381	108,303.29	一般農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	108,303.29
		新竹市		大湖段	0279	2,981.17	一般農業區	私	楊福彬	4.50
		新竹市		延壽段	0831	45,114.42	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	45,114.42
38	新竹三號跨越橋(雙向)	新竹市		麗園段	0055	95,992.54	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	95,992.54
39	台一線穿越橋(北向) 台一線穿越橋(南向)	新竹市		麗園段	0055	95,992.54	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	95,992.54
		新竹市		湖港段	0396	94.64	山坡地保育區	中華民國	交通部公路總局	18.80
		新竹市		湖港段	0417	328.77	特定農業區	中華民國	交通部公路總局	98.50
		新竹市		湖港段	0421	445.33	山坡地保育區	中華民國	交通部公路總局	67.30
		新竹市		湖港段	0431	410.07	特定農業區	中華民國	交通部公路總局	40.00
		新竹市		湖港段	0510	1,550.96	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	1,550.96

註：
1.本表格之內容僅供參考，實際座落地號及使用面積等數據仍應依地政事務所實際分割為準。
2.本表格係依規劃之施工便道及施工範圍予以調查及編製，後續實際施工階段若因故調整範圍，或與現地現況不符之處，應依現況為主並另行進行評估及調查。

第M35標　施工用地清冊

國道3號耐震補強（M35標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	地目	登記面積	使用分區	所有權人	管理者	使用面積
1	灣崎溪河川橋	台南市	關廟區	龜洞段	0221		74,355.00	一般農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	74,355.00
		台南市	關廟區	龜洞段	0281-5	旱	630.13	一般農業區	私人		29.00
		台南市	關廟區	龜洞段	0284-2	田	1,146.00	一般農業區	私人		7.00
		台南市	關廟區	龜洞段	0284-7	田	2,249.00	一般農業區	私人		59.00
		台南市	關廟區	龜洞段	0284-10	田	924.00	一般農業區	私人		58.00
		台南市	關廟區	龜洞段	0284-14	林	7,988.00	一般農業區	私人		77.00
		高雄市	田寮區	狗瘟氤段	0765-5		18,461.00	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	18,461.00
2	二仁溪2號河川橋	高雄市	田寮區	崇西段	0897		6,081.41		中華民國	財政部國有財產局	137.00
		高雄市	田寮區	崇西段	0906	旱	928.93	山坡地保育區	私人		9.00
		高雄市	田寮區	崇西段	0924	旱	246.79	山坡地保育區	中華民國	經濟部水利署	35.00
		高雄市	田寮區	崇西段	0925	田	463.19	山坡地保育區	中華民國	經濟部水利署	14.00
		高雄市	田寮區	崇西段	0926	林	9,307.66	山坡地保育區	中華民國	經濟部水利署	77.30
		高雄市	田寮區	崇西段	1053	旱	845.86	山坡地保育區	中華民國	經濟部水利署	10.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1054	旱	1,077.95	山坡地保育區	私人		127.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1055	旱	3,625.56	山坡地保育區	私人		106.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1066	旱	14,418.14	山坡地保育區	私人		158.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1069	旱	94.82	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	23.80
		高雄市	田寮區	崇西段	1070	田	248.46	山坡地保育區	私人		39.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1071	旱	3,189.14	山坡地保育區	私人		151.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1072		48,945.44	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	48,945.44
		高雄市	田寮區	崇西段	1080	林	856.57	山坡地保育區	中華民國	經濟部水利署	29.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1081	林	9,883.23	山坡地保育區	私人		92.90
		高雄市	田寮區	崇西段	1082	原	273.17	山坡地保育區	私人		25.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1669	旱	946.51	山坡地保育區	私人		179.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1679	旱	1,473.71	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	46.20
		高雄市	田寮區	崇西段	1684	旱	244.00	山坡地保育區	私人		46.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1685	旱	1,217.00	山坡地保育區	私人		37.00

國道3號耐震補強（M35標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	地目	登記面積	使用分區	所有權人	管理者	使用面積
2	二仁溪2號河川橋	高雄市	田寮區	崇西段	1688	旱	600.00	山坡地保育區	中華民國	經濟部水利署	23.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1691	旱	441.00	山坡地保育區	私人		63.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1692	旱	25.31	山坡地保育區	私人		19.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1693	旱	65.34	山坡地保育區	中華民國	經濟部水利署	25.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1694	旱	27.20	山坡地保育區	中華民國	財政部國有財產局	13.00
		高雄市	田寮區	崇西段	1696		4,708.50		中華民國	財政部國有財產局	101.00
		高雄市	田寮區	田寮段	0583-7		20,740.00	山坡地保育區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	20,740.00
3	美濃溪河川橋	高雄市	旗山區	旗尾段	2168-1	旱	2,082.00	特定專用區	中華民國	經濟部水利署	118.00
		高雄市	旗山區	旗尾段	2168-5	旱	723.00	特定專用區	中華民國	經濟部水利署	126.00
		高雄市	旗山區	廣福段	0551	原	3,287.57	一般農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	3,287.57
		高雄市	旗山區	廣福段	0555	旱	14,088.72	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	14,088.72
		高雄市	旗山區	十八份段	0001	原	2,806.74	一般農業區	中華民國	財政部國有財產局	395.00
		高雄市	旗山區	十八份段	0002	原	10,431.12	一般農業區	中華民國	財政部國有財產局	74.00
4	吉洋溪1號排水橋	高雄市	旗山區	半部段	0418	田	4,873.78	特定專用區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	4,873.78
		高雄市	旗山區	半部段	0420	原	591.27	特定農業區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	591.27
		高雄市	旗山區	半部段	0421	田	2,626.72	特定專用區	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	2,626.72
		高雄市	旗山區	半部段	0423	雜	171.44	特定專用區	高雄市	交通部臺灣區國道高速公路局	3.00
		高雄市	旗山區	半部段	0427		45.74		中華民國	財政部國有財產局	2.00
		高雄市	旗山區	半部段	0432	田	187.69	特定專用區	私人	台灣糖業公司	5.00

註：
1. 本表格之內容僅供參考，實際座落地號及使用面積等數據仍應依地政事務所實際分割為準。
2. 本表格係依規劃之施工便道及施工範圍予以調查及編製，後續實際施工階段若因故調整範圍，或與現地現況不符之處，應依現況為主並另行進行評估及調查。

第M36標　施工用地清冊

國道3號耐震補強（M36標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	使用分區	登記面積	所有權人	管理者	使用面積	備註
1	田寮二號高架橋	高雄市	田寮區	田寮段	0019-2	山坡地保育區	37,384.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	37,384.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0023-11	山坡地保育區	9,833.00	私		23.00	永久
		高雄市	田寮區	田寮段	0071	山坡地保育區	6.00	中華民國	財政部國有財產署	6.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0071-1	山坡地保育區	10,680.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	10,680.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0072-3	山坡地保育區	9,362.00	私		87.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0072-5	山坡地保育區	1,886.00	私		26.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0072-9	山坡地保育區	589.00	私		24.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0072-17	山坡地保育區	12,175.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	12,175.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0072-21	山坡地保育區	194.00	私		5.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0072-29	山坡地保育區	4,639.00	私		30.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0072-29	山坡地保育區	4,639.00	私		146.00	永久
		高雄市	田寮區	田寮段	0074-2	山坡地保育區	19.00	私		14.40	
		高雄市	田寮區	田寮段	0075-1	山坡地保育區	169.00	私		25.80	
		高雄市	田寮區	田寮段	0075-2	山坡地保育區	281.00	私		2.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0081	山坡地保育區	1,092.00	私		47.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0081-18	山坡地保育區	2,039.00	私		1.30	
		高雄市	田寮區	田寮段	0082	山坡地保育區	12,067.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	12,067.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0855-2	山坡地保育區	21,061.00	私		557.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0855-19	山坡地保育區	766.00	私		107.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	0855-23	山坡地保育區	2,551.00	私		160.10	
		高雄市	田寮區	田寮段	0856	山坡地保育區	13,816.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	13,816.00	
		高雄市	田寮區	田寮段	9500-6			中華民國	財政部國有財產署	52.40	永久
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0449-11	山坡地保育區	12,809.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	12,809.00	
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0450-4	山坡地保育區	71,032.00	私		277.00	
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0450-9	山坡地保育區	2,845.00	中華民國	財政部國有財產署	116.00	
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0451-10	山坡地保育區	7,586.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	7,586.00	
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0451-11	山坡地保育區	3,678.00	私		326.00	
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0451-13	山坡地保育區	95.00	私		31.00	

國道3號耐震補強（M36標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	使用分區	登記面積	所有權人	管理者	使用面積	備註
1	田寮二號高架橋	高雄市	田寮區	牛稠埔段	0452-23	山坡地保育區	296.00	中華民國	財政部國有財產署	43.00	
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0452-24	森林區	49,368.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	49,368.00	
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0452-42	森林區	6,005.00	中華民國	財政部國有財產署	37.00	
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	452-54	森林區	15,192.00	中華民國	財政部國有財產署	152.00	永久
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0452-63	森林區	7,784.00	中華民國	財政部國有財產署	159.00	
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0452-63	森林區	7,784.00	中華民國	財政部國有財產署	85.60	永久
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0452-243	森林區	8,160.00	中華民國	財政部國有財產署	3.00	
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0452-243	森林區	8,160.00	中華民國	財政部國有財產署	120.80	永久
		高雄市	田寮區	牛稠埔段	0452-245	森林區	2,234.00	中華民國	財政部國有財產署	158.00	
		高雄市	田寮區	水蛙潭段	9999-6			中華民國	財政部國有財產署	49.00	永久
		高雄市	田寮區	水蛙潭段	9999-8			中華民國	財政部國有財產署	133.60	永久
		高雄市	田寮區	水蛙潭段	0166	山坡地保育區	12,204.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	12,204.00	
		高雄市	田寮區	水蛙潭段	0183-1	山坡地保育區	11,458.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	11,458.00	
		高雄市	田寮區	水蛙潭段	0182-3	山坡地保育區	17,149.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	17,149.00	
		高雄市	田寮區	水蛙潭段	0184-17	空	1,286.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	1,286.00	
		高雄市	田寮區	水蛙潭段	0171-1	山坡地保育區	2,737.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	2,737.00	
		高雄市	田寮區	水蛙潭段	0175-5	山坡地保育區	6,178.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	6,178.00	
2	高45跨越橋	高雄市	大社區	嘉誠段	0032	特定專用區	29,916.17	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	29,916.17	
3	典寶溪過水橋	高雄市	大社區	嘉誠段	0080	一般農業區	24,993.43	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	24,993.43	
		高雄市	燕巢區	興龍段	0442	一般農業區	23,183.54	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	23,183.54	
		高雄市	燕巢區	興龍段	0447	一般農業區	2,623.48	私		67.00	
4	高雄環線高架(三)橋	高雄市	燕巢區	鳳雄段	0433	一般農業區	38,872.22	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	38,872.22	
		高雄市	燕巢區	鳳雄段	0469	空	1,603.10	中華民國	財政部國有財產署	164.00	
		高雄市	燕巢區	鳳雄段	0470	空	1,651.58	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	1,651.58	
		高雄市	燕巢區	鳳雄段	0472	一般農業區	281.50	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	281.50	
		高雄市	燕巢區	鳳雄段	0475	一般農業區	2,717.94	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	2,717.94	
		高雄市	燕巢區	鳳雄段	0476	空	304.29	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	304.29	
		高雄市	燕巢區	鳳雄段	0477-6	空	73.11	私		8.00	

國道3號耐震補強（M36標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	使用分區	登記面積	所有權人	管理者	使用面積	備註
4	高雄環線高架(三)橋	高雄市	大社區	保甲段	0003	空	3,930.90	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	3,930.90	
		高雄市	大社區	保甲段	0033	空	4,806.47	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	4,806.47	
		高雄市	大社區	保甲段	0064	空	3,997.66	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	3,997.66	
		高雄市	大社區	保甲段	0090	空	3,207.14	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	3,207.14	
		高雄市	大社區	保甲段	0181	空	462.00	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	113.00	
		高雄市	大社區	保甲段	0183	空	359.48	高雄市	高雄市政府工務局	27.30	
		高雄市	大社區	保甲段	0184	空	402.02	高雄市	高雄市政府工務局	105.00	
		高雄市	大社區	保甲段	0185	空	5,415.50	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	5,415.50	
		高雄市	大社區	保甲段	0209	空	661.48	高雄市	高雄市政府工務局	181.00	
		高雄市	大社區	保甲段	0212	空	957.57	高雄市	高雄市政府工務局	111.00	
		高雄市	大社區	保甲段	0214	空	742.59	高雄市	高雄市政府工務局	168.00	
		高雄市	大社區	保甲段	0233	空	1,397.37	高雄市	高雄市政府工務局	157.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0003	空	6,480.27	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	6,480.27	
		高雄市	大社區	圳觀段	0061	空	1,408.82	高雄市	高雄市政府工務局	18.50	
		高雄市	大社區	圳觀段	0062	空	289.00	高雄市	高雄市政府工務局	47.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0065	空	3,403.03	高雄市	高雄市政府工務局	1,099.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0066	空	31.33	高雄市	高雄市政府工務局	11.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0069	空	375.00	高雄市	高雄市政府工務局	17.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0084	空	188.54	高雄市	高雄市政府工務局	94.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0095	空	921.24	高雄市	高雄市政府工務局	349.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0102	空	667.73	高雄市	高雄市政府工務局	470.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0111	空	1,165.70	高雄市	高雄市政府工務局	615.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0112	空	51.71	高雄市	高雄市政府工務局	1.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0114	空	23.71	高雄市	高雄市政府工務局	3.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0115	空	655.25	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	655.25	
		高雄市	大社區	圳觀段	0116	空	169.01	高雄市	高雄市政府工務局	169.01	
		高雄市	大社區	圳觀段	0117	空	62.76	高雄市	高雄市政府工務局	62.76	
		高雄市	大社區	圳觀段	0119	空	133.90	高雄市	高雄市政府工務局	63.00	

國道3號耐震補強（M36標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	使用分區	登記面積	所有權人	管理者	使用面積	備註
4	高雄環線高架(三)橋	高雄市	大社區	圳觀段	0120	空	841.93	高雄市	高雄市政府工務局	291.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0153	空	36.73	高雄市	高雄市政府工務局	36.73	
		高雄市	大社區	圳觀段	0154	空	2,412.86	高雄市	高雄市政府工務局	2,303.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0166	空	533.79	高雄市	高雄市政府工務局	285.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0167	空	62.75	高雄市	高雄市政府工務局	39.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0415	空	668.13	高雄市	高雄市政府工務局	117.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0431	空	2,263.09	高雄市	高雄市政府工務局	1,995.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0435	空	252.62	高雄市	高雄市政府工務局	223.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0436	空	486.59	高雄市	高雄市政府工務局	390.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0454	空	2823.97	高雄市	高雄市政府工務局	384.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0453	空	2,141.64	高雄市	高雄市政府工務局	529.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0558	空	776.91	高雄市	高雄市政府工務局	247.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0559	空	314.68	高雄市	高雄市政府工務局	61.40	
		高雄市	大社區	圳觀段	0563	空	49.34	高雄市	高雄市政府工務局	17.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0564	空	62.57	高雄市	高雄市政府工務局	2.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0565	空	582.76	高雄市	高雄市政府工務局	273.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0595	空	500.07	高雄市	高雄市政府工務局	221.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0598	空	876.88	高雄市	高雄市政府工務局	198.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0599	空	967.16	高雄市	高雄市政府工務局	181.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0629	空	2,064.13	高雄市	高雄市政府工務局	539.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0630	空	89.33	高雄市	高雄市政府工務局	62.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0635	空	1,041.51	高雄市	高雄市政府工務局	300.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0681	空	1,912.63	高雄市	高雄市政府工務局	181.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0700	空	2,368.94	高雄市	高雄市政府工務局	670.30	
		高雄市	大社區	圳觀段	0730	空	1,286.53	高雄市	高雄市政府工務局	98.00	
		高雄市	大社區	圳觀段	0731	空	2,212.09	高雄市	高雄市政府工務局	481.40	
		高雄市	大社區	林邊段	0001	空	69.12	中華民國	財政部國有財產署	21.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0006	空	1,157.91	高雄市	高雄市政府工務局	287.00	

國道3號耐震補強（M36標）施工用地清冊

次序	橋名	縣市	鄉鎮	地段別	地號	使用分區	登記面積	所有權人	管理者	使用面積	備註
4	高雄環線高架(三)橋	高雄市	大社區	林邊段	0005	空	156.54	高雄市	高雄市政府工務局	13.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0026	空	1,883.64	高雄市	高雄市政府工務局	295.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0031	空	2,238.85	高雄市	高雄市政府工務局	305.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0111	空	146.83	高雄市	高雄市政府工務局	79.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0115	空	549.40	高雄市	高雄市政府工務局	221.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0118	空	662.01	高雄市	高雄市政府工務局	235.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0129	空	381.70	高雄市	高雄市政府工務局	65.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0135	空	446.21	高雄市	高雄市政府工務局	78.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0143	空	317.02	高雄市	高雄市政府工務局	185.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0148	空	280.01	高雄市	高雄市政府工務局	13.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0178	空	1,153.37	高雄市	高雄市政府工務局	38.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0188	空	1,579.94	高雄市	高雄市政府工務局	429.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0231	空	143.60	高雄市	高雄市政府工務局	29.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0236	空	837.32	高雄市	高雄市政府工務局	181.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0262	空	1,064.12	中華民國	高雄市大社區公所	297.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0263	空	348.12	中華民國	高雄市大社區公所	3.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0268	空	450.33	中華民國	高雄市大社區公所	48.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0271	空	241.97	高雄市	高雄市政府工務局	190.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0277	空	520.07	高雄市	高雄市政府工務局	67.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0280	空	411.26	高雄市	高雄市政府工務局	139.00	
		高雄市	大社區	林邊段	0282	空	427.47	中華民國	交通部臺灣區國道高速公路局	157.00	
		高雄市	仁武區	仁新段	1487	空	43.00	高雄市	高雄市政府工務局	6.00	
		高雄市	仁武區	仁新段	1486	空	2,718.00	高雄市	高雄市政府工務局	887.00	

註：
1. 本表格之內容僅供參考，實際座落地號及使用面積等數據仍應依地政事務所實際分割為準。
2. 本表格係依規劃之施工便道及施工範圍予以調查及編製，後續實際施工階段若因故調整範圍，或與現地現況不符之處，應依現況為主並另行進行評估及調查。
3. 備註欄加註"永久"二字，係表示該筆地號因需設置水保設施，且需辦理用地取得作業。

附錄十一　各橋補強成果彙整表

第M31標

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：北側基隆河橋N　　橋梁編號：03010429RORN

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.11					
	橫向	1.27					
橋柱剪力容量		0.68	橋柱剪力容量不足	1.14	3. 橋墩混凝土包覆補強 14. 中空柱灌注混凝土	混凝土包覆補強設計	
防落長度		0.71	<1.2　防落長度不足	1.47	9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.43	剪力鋼棒/支承強度不足	1.37	13. 增設剪力榫 7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置	剪力榫設計 混凝土止震裝置設計 鋼板止震裝置設計	
	橫向	0.14	剪力鋼棒/支承強度不足	1.11			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性	0.01	基礎接觸面積不足	1.13	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎補強設計	
	結構強度	0.01	基礎撓曲強度不足	1.14	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎補強設計	
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:邱志晃　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：北側基隆河橋S　　橋梁編號：03010436RORS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.29					
	橫向	2.13					
橋柱剪力容量		0.65	橋柱剪力容量不足	1.33	3. 橋墩混凝土包覆補強 14. 中空柱灌注混凝土	混凝土包覆補強設計	
防落長度		0.71	<1.2　防落長度不足	1.22	9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.38	剪力鋼棒/支承強度不足	1.37	13. 增設剪力榫 7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置	剪力榫設計 混凝土止震裝置設計 鋼板止震裝置設計	
	橫向	0.10	剪力鋼棒/支承強度不足	1.15			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性	0.01	基礎接觸面積不足	1.11	1. 橋墩(台)基礎補強 15. 力量分散裝置	基礎補強設計	
	結構強度	0.01	基礎撓曲強度不足	1.22	1. 橋墩(台)基礎補強 15. 力量分散裝置	基礎補強設計	
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:邱志晃　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋　　橋梁編號：03010900PR62

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.72	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.75	2.	橋墩鋼板包覆補強	鋼板包覆補強設計計算書	
	橫向	1.97						
橋柱剪力容量		1.01						
防落長度		1.14	<1.2　防落長度不足	2.09	9.	增設防落長度裝置	支承擴座補強設計計算書	
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.50	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.00	7.	增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計計算書	
	橫向	0.45	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	3.05	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估計算書	
帽梁		0.51	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足	1.03	4.	橋墩帽梁補強	帽梁設計計算書	
基礎	穩定性	0.44	基礎垂直承載能力不足,抗拉強度不足	1.05	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.69	基礎結構剪力強度不足	1.79				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:何依仁　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：汐止系統交流道匝道3　　橋梁編號：03010900PR31

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.47						
	橫向	1.24						
橋柱剪力容量		1.23						
防落長度		1.32						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.00	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.37	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計計算書	
	橫向	0.11	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.64	7.	增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計計算書	
帽梁								
基礎	穩定性	1.03						
	結構強度	1.08						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:何依仁　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新台五路橋N　　橋梁編號：03012873BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.44						
	橫向	2.65						
橋柱剪力容量		0.47	橋柱剪力容量不足					橋台位移拘束後檢核OK
防落長度		0.89	<1.2　防落長度不足	1.42	9.	增設防落長度裝置	支承擴座補強設計書	配合橋台止震塊補強 同時增設
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.96	止震塊剪力強度不足					橋台位移拘束後檢核OK
	橫向	0.42	止震塊剪力強度不足	1.24	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估計算書	
帽梁								
基礎	穩定性	0.39	基礎垂直承載能力不足	1.33			基礎強度評估	橋台位移拘束後檢核OK
	結構強度	1.21						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:何依仁　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：汐止系統交流道匝道7跨西側基隆河橋　　橋梁編號：03010900PR73

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.57					
	橫向	1.82					
橋柱剪力容量		1.02					
防落長度		0.82	<1.2　防落長度不足	1.37	9. 增設防落長度裝置	橋墩支承擴座補強	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.01	止震塊剪力強度不足, 止震塊撓曲強度不足	1.03	8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
	橫向	0.01	止震塊剪力強度不足, 止震塊撓曲強度不足	1.27	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度評估	
帽梁							
基礎	穩定性	0.19	基礎垂直承載能力不足	1.30	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎補強設計	
	結構強度	0.32	基礎撓曲強度不足	1.05	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎補強設計	
其他				1.01	10. 增設防震拉條 11. 端隔板(梁)補強	防震拉條設計 隔梁設計	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:邱志晃　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：樟樹里高架橋N、樟樹里高架橋S　　橋梁編號：03011818BORN、03011847BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.71	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.32	3.	橋墩混凝土包覆補強	強度韌性評估	
	橫向	0.89	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.32	13.	中空柱灌注混凝土	強度韌性評估	
橋柱剪力容量		0.15	橋柱剪力容量不足	1.01	3.	橋墩混凝土包覆補強	橋墩RC包覆補強設計	
防落長度		1.37						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.15	剪力鋼棒/支承強度不足	1.05	14.	增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.11	剪力鋼棒/支承強度不足	1.31	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震裝置檢核	
				1.05	7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
止震塊	縱向							
	橫向							
帽梁								
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足,抗水平強度不足,接觸面積不足,側向降伏比超過	1.25	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估、微型樁設計	
	結構強度	0.01	基礎撓曲強度不足	1.01	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估、微型樁設計	
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:何依仁

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新台五路交流道匝道3跨鐵路橋　　橋梁編號：03012700PR31

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.04						
	橫向	1.63						
橋柱剪力容量		0.76	橋柱剪力容量不足	2.11	2.	橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.38						
剪力鋼棒、支承	縱向	1.40			7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
	橫向	0.70	剪力鋼棒/支承強度不足	1.13				
止震塊	縱向							
	橫向							
帽梁								
基礎	穩定性	1.20			1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估 橋台強度檢核 基礎強度評估(夾樁)	位移拘束工法
	結構強度	0.56		2.95				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新台五路交流道匝道4排水溝渠橋　　橋梁編號：03012700PR41

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.12						
	橫向	1.32						
橋柱剪力容量		1.30						
防落長度		1.34						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.40	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.03	7. 7. 9.	增設混凝土止震塊 增設混凝土止震塊 增設防落長度裝置	增設橋墩止震塊設計 增設橋台止震塊設計 橋台擴座補強設計	
	橫向	0.19	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.28				橋台止震塊與防落設施一併補強
帽梁								
基礎	穩定性	1.53						
	結構強度	1.01						
其他		0.88	A1橋台強度不足	1.42	1. 13.	橋墩(台)基礎補強 增設隔離套筒	橋台強度檢核 基礎強度評估(夾樁)	 增設隔離套筒以符合分析模型(避免短柱效應)

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新台五路交流道匝道7排水溝渠橋　　橋梁編號：03012700PR71

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.05						
	橫向	1.53						
橋柱剪力容量		1.05						
防落長度		1.24						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.71	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	3.46	7.	增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.19	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.84	7. 9.	增設混凝土止震塊 增設防落長度裝置	增設橋台止震塊設計 橋台擴座補強設計	橋台止震塊與防落設施一併補強
帽梁								
基礎	穩定性	1.57						
	結構強度	1.02						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新台五路交流道匝道7跨光復街橋　　橋梁編號：03012700PR72

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向						
	橫向						
橋柱剪力容量							
防落長度		1.66					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向						
	橫向	0.90	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.50	8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
帽梁							
基礎	穩定性						
	結構強度						
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新台五路交流道匝道7跨匝道1橋　　橋梁編號：03012700PR73

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.78	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	N.A.				採用位移拘束工法補強，另柱以鋼板包覆
	橫向	2.24						
橋柱剪力容量		0.50	橋柱剪力容量不足	2.23	2.	橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.31						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.29	支承強度不足	1.11	13.	增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.11	支承強度不足					
止震塊	縱向							
	橫向							
帽梁								
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足,抗水平強度不足,接觸面積不足	3.38			基礎強度評估(含附件)	採用位移拘束工法後
	結構強度	0.01	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.91				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新台五路橋N　　橋梁編號：03012873BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.44						
	橫向	2.65						
橋柱剪力容量		0.47	橋柱剪力容量不足	1.34				橋台位移拘束後檢核OK
防落長度		0.89	<1.2　防落長度不足	1.42	9.	增設防落長度裝置	支承擴座補強設計書	配合橋台止震塊補強 同時增設
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.96	止震塊剪力強度不足	1.95				橋台位移拘束後檢核OK
	橫向	0.42	止震塊剪力強度不足	1.24	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估計算書	
帽梁								
基礎	穩定性	0.39	基礎垂直承載能力不足	1.33			基礎強度評估	橋台位移拘束後檢核OK
	結構強度	1.21						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:何依仁　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新台五路橋S　　橋梁編號：03012873B0RS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.34						
	橫向	1.98						
橋柱剪力容量		0.86	橋柱剪力容量不足	1.88				橋台位移拘束後檢核OK
防落長度		0.90	<1.2　防落長度不足		9.	增設防落長度裝置	支承擴座補強設計書	配合橋台止震塊補強 同時增設
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.71	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.87				橋台位移拘束後檢核OK
	橫向	0.32	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.74	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估計算書	
帽梁		1.48	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足					
基礎	穩定性	0.01	基礎接觸面積不足,接觸面積不足,抗水平強度不足	1.03			基礎強度評估	橋台位移拘束後檢核OK
	結構強度	0.01	基礎結構剪力強度不足	1.21				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:何依仁　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：貨櫃場通道跨越橋　　橋梁編號：0301365000RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.64					
	橫向	1.59					
橋柱剪力容量		1.01					
防落長度		1.18	<1.2　防落長度不足	1.37	9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.40	剪力鋼棒/支承強度不足	1.03	8. 增設鋼板止震裝置	箱梁橫向鋼止震塊設計	拘束位移工法後縱向強度O.K
	橫向	0.10	剪力鋼棒/支承強度不足	1.07			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足,抗水平強度不足,接觸面積不足	1.83	1. 橋墩(台)基礎補強 8. 增設鋼板止震裝置	橋墩基礎強度評估 橋台強度檢核 橋台夾樁補強塊設計 橋台夾樁檢核 鋼止震塊設計	拘束位移工法後橋墩P1、P2基礎穩定性評估
	結構強度	0.01	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.75			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：橫科路橋N(S)　　橋梁編號：03014477BORN(S)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.46						
	橫向	2.49						
橋柱剪力容量		1.75						
防落長度		1.20	<1.2　防落長度不足	2.19	9.	增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.48	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.44	7.	增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計 增設橋台止震塊設計	
	橫向	0.21	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.23				
帽梁		1.52						
基礎	穩定性	0.35	基礎垂直承載能力不足,抗拉強度不足	1.20			基礎強度評估 基礎強度評估計算(附件)	位移拘束工法
	結構強度	0.61	基樁強度不足	1.14				
其他				1.01	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

南港交流道匝道6橋　　橋梁編號：03014657B0RS

		補強前			補強後		備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向						
	橫向						
橋柱剪力容量							
防落長度							
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向				13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.73	止震塊撓曲強度不足	4.26			
帽梁							
基礎	穩定性						
	結構強度						
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李侑錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：舊莊高架橋N　　橋梁編號：03015096RORN

		補強前			補強後		備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.61					
	橫向	1.15					
橋柱剪力容量		0.41	橋柱剪力容量不足	1.09	3. 橋墩混凝土包覆補強	橋墩RC包覆補強設計	
防落長度		1.48			9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.42	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.18	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.12	止震塊撓曲強度不足	2.00			
帽梁							
基礎	穩定性	0.67	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.28	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.50	基礎結構撓曲強度不足	1.00			
其他					10. 增設防震拉條 11. 端隔板(梁)補強	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李佾錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：南深路橋N　　橋梁編號：03016111BORN

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.95					
	橫向	4.26					
橋柱剪力容量		1.46					
防落長度		1.42		1.81	9. 增設防落長度裝置	橋台擴做補強設計	防落與橋台止震塊一並補強
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.51	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.16	7. 增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.11	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.57	7. 增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁							
基礎	穩定性	1.92					
	結構強度	1.11					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：南深路橋S　　橋梁編號：03016112BORS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.53					
	橫向	3.61					
橋柱剪力容量		1.60					
防落長度		1.40		1.79	9. 增設防落長度裝置	橋台擴做補強設計	防落與橋台止震塊一並補強
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.62	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.94	7. 增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.14	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.02	7. 增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁							
基礎	穩定性	1.83					
	結構強度	1.02					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：南港系統交流道匝道3跨越橋　　橋梁編號：03016500PR31

		補強前			補強後		備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.40					
	橫向	1.55					
橋柱剪力容量		1.23					
防落長度		1.66					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.41	剪力鋼棒/支承強度不足	1.18	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.85	剪力鋼棒/支承強度不足	1.18			
止震塊	縱向				13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.85	止震塊撓曲強度不足	1.18			
帽梁							
基礎	穩定性	1.25			1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件) 微型樁設計	
	結構強度	0.34	基礎結構撓曲強度不足	1.09			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李俏錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：南港系統交流道匝道3跨南深路橋　　橋梁編號：03016500PR32

		補強前			補強後		備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.45					
	橫向	3.61					
橋柱剪力容量		2.98					
防落長度		1.46					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.62	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.28	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.48	止震塊撓曲強度不足	1.28			
帽梁							
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.12	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.01	基礎結構撓曲強度不足	1.09			
其他					13. 抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李俏錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：南港系統交流道環道5跨越橋　　橋梁編號：03016500PL51

		補強前			補強後		備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.88					
	橫向	3.97					
橋柱剪力容量		1.42					
防落長度		1.61					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.38	剪力鋼棒/支承強度不足	1.17	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.58	剪力鋼棒/支承強度不足	1.17			
止震塊	縱向				13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.75	止震塊撓曲強度不足	1.17			
帽梁							
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.26	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.01	基礎結構撓曲強度不足	1.10			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李俏錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：四分子一坑高架橋S(N)　　橋梁編號：03016612BORS(03016611BORN)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.61						
	橫向	3.67						
橋柱剪力容量		1.05						
防落長度		1.07	<1.2　防落長度不足	1.56	9. 13.	增設防落長度裝置 防震拉條抽換	橋台支承擴座補強設計 隔梁及拉條計算	
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.38	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.10	7.	增設混凝土止震塊	止震塊設計	
	橫向	0.06	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.15				
帽梁								
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足,基礎接觸面積不足	1.26	1.	橋墩(台)基礎補強	微型樁設計 新設帽梁配筋 附件：NFOOT強度計算	
	結構強度	0.01	基礎結構撓曲強度不足	1.20				
其他					14.	橋墩隔離套筒		增設隔離套筒之評估結果已列於詳細評估報告中

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：四分里坑高架橋N(S)　　橋梁編號：03017502RORN, 03017528RORS

		補強前			補強後		備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.30					
	橫向	1.23					
橋柱剪力容量		0.57	橋柱剪力容量不足	1.05	14. 橋墩FRP包覆補強	圓柱FRP包覆補強設計	
防落長度		1.13	<1.2　防落長度不足	1.51	9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.60	止震塊剪力強度不足, 止震塊撓曲強度不足	2.16	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.10	止震塊撓曲強度不足	4.08			
帽梁		0.27	帽梁撓曲強度不足, 帽梁剪力強度不足	1.03	4. 橋墩帽梁補強	橋墩帽梁補強設計	
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足, 接觸面積不足	1.11	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件) 微型樁設計	
	結構強度	0.01	基礎結構撓曲強度不足	1.05			
其他					13. 抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李俏錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：富德橋S　　橋梁編號：03020305B0RS

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.11					
	橫向	1.11					
橋柱剪力容量		1.19					
防落長度		1.14	<1.2　防落長度不足	1.50	9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.24	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.01	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置	增設混凝土止震塊設計 鋼板止震強度設計	
	橫向	0.36	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.49			
帽梁		1.00					
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足	1.11	1. 橋墩(台)基礎補強	微型樁設計(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.10			
其他					15. 抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：景美溪北橋　　橋梁編號：03020408RORN

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.95					
	橫向	1.30					
橋柱剪力容量		0.46	橋柱剪力容量不足	1.11	3. 橋墩混凝土包覆補強	混凝土包覆補強設計	
防落長度		1.86					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.53	剪力鋼棒/支承強度不足	1.13	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置 13. 增設剪力榫	止震塊強度設計 鋼板止震塊設計 剪力榫設計	
	橫向	0.53	剪力鋼棒/支承強度不足	1.02			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁		0.26	帽梁剪力強度不足, 帽梁撓曲強度不足	1.01	4. 橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足	1.13	1. 橋墩(台)基礎補強	微型樁設計(含附件) 基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.40			
其他					15. 力量分散裝置		將地震力分散至PN2~PN4及PN9 PN11，以減少基礎補強數量

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李易宣　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：景美溪南橋　　橋梁編號：03020633R0RS

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.46					
	橫向	1.33					
橋柱剪力容量		0.33	橋柱剪力容量不足	1.23	3. 橋墩混凝土包覆補強	包覆補強設計	
防落長度		2.30					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.42	剪力鋼棒/支承強度不足	1.25	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置 13. 增設剪力榫	止震塊強度設計 鋼板止震塊設計 剪力榫設計	
	橫向	0.11	剪力鋼棒/支承強度不足	1.01			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁		0.32	帽梁剪力強度不足, 帽梁撓曲強度不足	1.05	4. 橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足	1.13	1. 橋墩(台)基礎補強	微型樁設計(含附件) 基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.13			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：木柵交流道匝道一富德橋　　橋梁編號：03020800PR11

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.93					
	橫向	4.49					
橋柱剪力容量		1.63					
防落長度		2.10					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.28	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.26	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.33	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.06			
帽梁							
基礎	穩定性	0.07	基礎垂直承載能力不足	1.01	1. 橋墩(台)基礎補強	微型樁設計(含附件)	
	結構強度	0.06	基礎剪力強度不足	1.04			
其他					9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	搭配增設止震塊進行橋台擴座

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：木柵交流道匝道二景美溪橋　　橋梁編號：03020800PR21

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.02					
	橫向	1.66					
橋柱剪力容量		1.06					
防落長度		2.60					
剪力鋼棒、支承	縱向				7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置	增設混凝土止震塊設計 鋼板止震強度設計	
	橫向	0.18	剪力鋼棒/支承強度不足	1.24			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足	1.04	1. 橋墩(台)基礎補強	微型樁設計(含附件)	
	結構強度	0.01	基礎剪力強度不足	1.01			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：木柵交流道匝道四猴山坑橋　　橋梁編號：03020800PR43

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.84					
	橫向	3.83					
橋柱剪力容量		1.43					
防落長度		1.19	<1.2　防落長度不足	1.50	9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向				7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	原竣工圖無標示承強度，增設止震塊補強。
	橫向			1.01			
帽梁							
基礎	穩定性	0.10	基礎垂直承載能力不足	1.25	1. 橋墩(台)基礎補強	微型樁設計(含附件)	
	結構強度	1.40					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：木柵交流道匝道四景美溪橋　　橋梁編號：03020800PR42

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.38						
	橫向	1.58						
橋柱剪力容量		0.97	橋柱剪力容量不足	1.08	3.	橋墩混凝土包覆補強	混凝土包覆補強設計	
防落長度		1.20						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.30	剪力鋼棒/支承強度不足	2.39	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度設計 增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.10	剪力鋼棒/支承強度不足	1.60	15.	增設剪力榫	剪力榫設計	
止震塊	縱向							
	橫向							
帽梁								
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足,抗水平強度不足	1.25	1.	橋墩(台)基礎補強	微型樁設計(含附件) 新設樁帽配筋	
	結構強度	0.01	基礎結構撓曲強度不足	2.87	14.	力量分散裝置		分散地震力，以避免PD4及PD5基礎補強
其他					13.	增設隔離套筒		增設隔離套筒以符合分析模型(避免短柱效應)

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：木柵交流道匝道四富德橋　　橋梁編號：03020800PR41

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.03					
	橫向	2.52					
橋柱剪力容量		1.21					
防落長度		1.21					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.51	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.20	7. 增設混凝土止震塊 7. 增設混凝土止震塊 9. 增設防落長度裝置	增設橋墩止震塊設計 增設橋台止震塊設計 橋台擴座補強設計	橋台止震塊與防落設施一併補強
	橫向	0.33	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.32			
帽梁							
基礎	穩定性	0.87	基礎垂直承載能力不足,抗拉強度不足	3.23		基礎強度評估(含附件)	位移拘束工法後
	結構強度	1.19					
其他		0.81	AD5、AD6橋台強度不足	1.86	1. 橋墩(台)基礎補強	橋台強度檢核 基礎強度評估(夾樁)(含附件)	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：景美溪橋W(E)　　橋梁編號：03020800RORW(E)

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.60	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.40	13. 中空柱灌注混凝土	強度韌性評估	
	橫向	0.75	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.88			
橋柱剪力容量		0.30	橋柱剪力容量不足	1.14	2. 橋墩鋼板包覆補強	鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.23					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.50	剪力鋼棒/支承強度不足	1.10	7. 增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.10	剪力鋼棒/支承強度不足	1.10	7. 增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
止震塊	縱向						橋台止震塊與防落設施一併補強
	橫向						
帽梁		0.09	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足	1.02	4. 橋墩帽梁補強	帽梁補強設計	
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.38	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件) 新設樁帽配筋	PT4、PT5 PT4
	結構強度	0.01	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷基樁強度不足	1.42			
其他					14. 增設隔離套筒		增設隔離套筒以符合分析模型(避免短柱效應)

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：指南路穿越橋N（無名溪橋N）　　橋梁編號：03023780RORN

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.20					
	橫向	4.18					
橋柱剪力容量		1.47					
防落長度		1.01	<1.2　防落長度不足	1.19	9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.50	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.15	7. 增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.09	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.38	7. 增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁							
基礎	穩定性	0.44	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	2.68	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.57	基礎撓曲強度不足	1.91			
其他		0.84	AN1橋台強度不足	1.39	1. 橋墩(台)基礎補強	橋台強度檢核 基礎強度評估(夾樁)(含附件)	
				1.894	8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：指南路穿越橋S（無名溪橋S）　　橋梁編號：03023743RORS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.56					
	橫向	2.87					
橋柱剪力容量		0.72	橋柱剪力容量不足	1.66	3. 橋墩混凝土包覆補強	橋墩RC包覆補強設計	
防落長度		1.01	<1.2　防落長度不足	1.57	9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.45	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.25	7. 增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.11	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.14	7. 增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁							
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.10	1. 橋墩(台)基礎補強	微型樁設計(含設計) 新設樁帽配筋	
	結構強度	0.01	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷基樁強度不足	1.05			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新店高架橋N　　橋梁編號：03025915BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.39						
	橫向	2.48						
橋柱剪力容量		1.12						
防落長度		1.07	<1.2　防落長度不足	1.25	9.	增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.25	剪力鋼棒/支承強度不足	1.05	7. 8.	增設混凝土止震塊 增設鋼板止震裝置	止震塊強度設計 鋼止震橫梁設計	
	橫向	0.12	剪力鋼棒/支承強度不足	1.03				
止震塊	縱向							
	橫向							
帽梁		0.63	帽梁剪力強度不足,帽梁撓曲強度不足	1.00	4.	橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	0.01	基礎抗拉強度不足,接觸面積不足,抗水平強度不足	1.02	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件) 微型樁設計	
	結構強度	0.01	基礎結構撓曲強度不足	1.03				
其他					10.	增設防震拉條	第二道防線(無計算)	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：陳建宏　　檢核者：李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新店高架橋S　　橋梁編號：03025922BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.50						
	橫向	2.13						
橋柱剪力容量		1.19						
防落長度		1.09	<1.2　防落長度不足	1.25	9.	增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.42	剪力鋼棒/支承強度不足	1.05	7. 8.	增設混凝土止震塊 增設鋼板止震裝置	止震塊強度設計 鋼止震橫梁設計	
	橫向	0.12	剪力鋼棒/支承強度不足	1.03				
止震塊	縱向							
	橫向							
帽梁		0.38	帽梁剪力強度不足,帽梁撓曲強度不足	1.00	4.	橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	0.01	基礎抗拉強度不足,接觸面積不足,抗水平強度不足	1.26	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件) 微型樁設計	
	結構強度	0.01	基礎結構撓曲強度不足	1.02				
其他					10.	增設防震拉條	第二道防線(無計算)	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：　　檢核者：李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新店交流道匝道1　　橋梁編號：03026800PR11

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.35						
	橫向	5.20						
橋柱剪力容量		3.96						
防落長度		1.09	<1.2　防落長度不足	1.73	9.	增設防落長度裝置	橋台支承擴充補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.62	剪力鋼棒/支承強度不足	1.19	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震橫梁設計	
	橫向	0.19	剪力鋼棒/支承強度不足	1.18	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估	
止震塊	縱向							
	橫向							
帽梁								
基礎	穩定性	3.10						
	結構強度	1.18						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:何依仁

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新店交流道匝道2　　橋梁編號：03026800PR21

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	7.36					
	橫向	3.63					
橋柱剪力容量		1.58					
防落長度		1.17	<1.2　防落長度不足	1.25	9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.59	剪力鋼棒/支承強度不足	1.35	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置	止震塊強度設計 鋼止震橫梁設計	
	橫向	0.59	剪力鋼棒/支承強度不足	3.78			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁		0.93	帽梁撓曲強度不足	1.12	4. 橋墩帽梁補強	詳新店高架橋N計算書 NP12帽梁補強計算書	
基礎	穩定性	3.02					
	結構強度	1.26					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：　　檢核者：李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新店交流道環道4　　橋梁編號：03026800PL41

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	6.38					
	橫向	2.48					
橋柱剪力容量		1.37					
防落長度		0.87	<1.2　防落長度不足	1.17	9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.63	剪力鋼棒/支承強度不足	2.90	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置	止震塊強度設計 鋼止震橫梁設計	
	橫向	0.08	剪力鋼棒/支承強度不足	1.08			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁		0.63	帽梁剪力強度不足,帽梁撓曲強度不足	2.03	4. 橋墩帽梁補強	詳新店高架橋N計算書 NP16帽梁補強計算書	
基礎	穩定性	0.02	基礎垂直承載能力不足,抗水平強度不足,接觸面積不足,側向降伏比超過	2.12	1. 橋墩(台)基礎補強	詳新店高架橋N計算書 NP16基礎補強計算書	
	結構強度	0.02	基礎結構撓曲強度不足	1.04			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：　　檢核者：李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新店交流道聯絡道高架橋　　橋梁編號：03026800TAT1

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.32						
	橫向	1.92						
橋柱剪力容量		1.00						
防落長度		1.14	<1.2　防落長度不足	1.52	9.	增設防落長度裝置	橋台支承擴充補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.52	剪力鋼棒/支承強度不足	1.28	12.	增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.16	剪力鋼棒/支承強度不足	1.46	12.	增設剪力榫	剪力榫設計	
止震塊	縱向	0.66	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.47	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估	
	橫向	0.13	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.04	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估	
帽梁		0.28	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足	1.04	4.	橋墩帽梁補強	帽梁補強檢核	
基礎	穩定性	0.33	基礎垂直承載能力不足,抗水平強度不足,接觸面積不足,側向降伏比超過	1.23	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估、微型樁設計	
	結構強度	0.13	基礎撓曲強度不足	1.12	13.	增設混凝土連梁	連梁基礎檢核	
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:何依仁

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：檳榔坑橋N、S　　橋梁編號：03028409BORN、03028423BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.07						
	橫向	8.34						
橋柱剪力容量		2.84						
防落長度		1.24		1.92	9.	增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	增加至1.5N
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	1.17						
	橫向	1.17						
帽梁		1.00						
基礎	穩定性	2.87						
	結構強度	1.00						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:何依仁

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新店交流道聯絡道排水橋　　橋梁編號：03026800TAT2

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.07					
	橫向	3.38					
橋柱剪力容量		2.95					
防落長度		1.33		2.86	9. 增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	橋台止震塊與防落一並補強
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.48	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.12	7. 增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.21	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.36	7. 增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁		1.27					
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.60	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估 基礎強度檢核(附件)	
	結構強度	0.01	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷基樁強度不足	1.10			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：碧潭橋N　　橋梁編號：03029100RORN

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.99					
	橫向	1.00					
橋柱剪力容量		0.82	橋柱剪力容量不足	1.27	3. 橋墩混凝土包覆補強	混凝土包覆補強設計	
防落長度		1.03	<1.2　防落長度不足	1.64	9. 增設防落長度裝置	橋墩(台)擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.31	剪力鋼棒/支承強度不足	1.30	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置 14. 增設剪力榫	混凝土止震塊設計 鋼板止震裝置設計 剪力榫設計	
	橫向	0.15	剪力鋼棒/支承強度不足	1.31			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性	1.70					
	結構強度	1.00					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:邱志晃　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：碧潭橋S　　橋梁編號：03029104RORS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.99					
	橫向	1.00					
橋柱剪力容量		0.46	橋柱剪力容量不足	1.27	3. 橋墩混凝土包覆補強	混凝土包覆補強設計	
防落長度		1.19	<1.2　防落長度不足	1.60	9. 增設防落長度裝置	橋墩(台)擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.31	剪力鋼棒/支承強度不足	1.30	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置 14. 增設剪力榫	混凝土止震塊設計 鋼板止震裝置設計 剪力榫設計	
	橫向	0.15	剪力鋼棒/支承強度不足	1.31			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性	1.70					
	結構強度	1.00					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:邱志晃　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：安坑交流道匝道5跨越橋　　橋梁編號：03031100PR51

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.66	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.00	14.	液態黏滯性阻尼器		增加橋梁阻尼比，以降低縱向地震力。
	橫向	18.20						
橋柱剪力容量		0.52	橋柱剪力容量不足	1.40	3.	橋墩混凝土包覆補強	混凝土包覆補強設計	
防落長度		1.39						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.10	剪力鋼棒/支承強度不足	1.39	13.	增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.46	剪力鋼棒/支承強度不足	1.52				
止震塊	縱向							
	橫向	0.27	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.63	7.	增設混凝土止震塊	混凝土止震塊設計	
帽梁								
基礎	穩定性	0.74	基礎垂直承載能力不足,抗拉強度不足	2.39	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件) 新設樁帽配筋	增加橋梁阻尼比，以進行基礎局部補強
	結構強度	0.13	基礎結構剪力強度不足	1.41				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：安坑交流道匝道6跨越橋　　橋梁編號：03031100PR61

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.08						
	橫向	2.34						
橋柱剪力容量		2.85						
防落長度		1.18	<1.2　防落長度不足	1.20	13.	液態黏滯性阻尼器		增加橋梁阻尼比，降低結構反應
剪力鋼棒、支承	縱向	0.27	剪力鋼棒/支承強度不足	1.00	13.	液態黏滯性阻尼器		增加橋梁阻尼比，降低結構反應
	橫向	0.54	剪力鋼棒/支承強度不足	2.46	7.	增設混凝土止震塊	混凝土止震塊設計	
止震塊	縱向							
	橫向							
帽梁								
基礎	穩定性	0.65	基礎垂直承載能力不足,抗拉強度不足	1.00	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件) 新設樁帽配筋	增加橋梁阻尼比，以進行基礎局部補強
	結構強度	0.18	基礎結構剪力強度不足	1.28				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：安坑交流道連絡道跨越橋　　橋梁編號：03031100TAT1

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.61	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.00	14.	液態黏滯性阻尼器		增加阻尼比，降低結構縱向反應。
	橫向	1.03						
橋柱剪力容量		0.82	橋柱剪力容量不足	1.77	3.	橋墩混凝土包覆補強	混凝土包覆補強補強設計	
防落長度		1.49						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.20	剪力鋼棒/支承強度不足	1.47	13.	增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.16	剪力鋼棒/支承強度不足	2.16	7.	增設混凝土止震塊	混凝土止震塊設計	
止震塊	縱向							
	橫向	0.16	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.43	7.	增設混凝土止震塊	混凝土止震塊設計	
帽梁		0.77	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足	1.05	4.	橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	1.39			14.	液態黏滯性阻尼器		增加阻尼比，降低結構縱向反應。
	結構強度	0.59	基礎結構剪力強度不足	1.09				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：安坑橋　　橋梁編號：03031100TAT2

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.13						
	橫向	2.49						
橋柱剪力容量		0.56	橋柱剪力容量不足	1.08	3.	橋墩混凝土包覆補強	橋墩RC包覆補強設計	
防落長度		1.12	<1.2　防落長度不足	1.04	10.	增設防震拉條	防震拉條計算	本處無法增加防落長度。此C/D值為防震拉條之設計強度/需求強度，非防落長
剪力鋼棒、支承	縱向	1.80			7.	增設混凝土止震塊	橋墩止震塊化學黏著錨筋設計	
	橫向	0.36	剪力鋼棒/支承強度不足	1.01				
止震塊	縱向							
	橫向	1.22						
帽梁								
基礎	穩定性	0.85	基礎抗拉強度不足	1.19	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估 新設帽梁配筋 附件：NFOOT強度計算	
	結構強度	0.31	基礎結構剪力強度不足,基礎結構撓曲強度不足	4.02				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：安坑橋A5匝道　　橋梁編號：03031100PRA5

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.31						
	橫向	2.49						
橋柱剪力容量		0.60	橋柱剪力容量不足	1.55	3.	橋墩混凝土包覆補強	橋墩RC包覆補強設計	
防落長度		1.35						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向	1.00						
止震塊	縱向							
	橫向	2.68						
帽梁								
基礎	穩定性	2.60						
	結構強度	2.33						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：安坑橋A6匝道　　橋梁編號：03031100PRA6

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.31						
	橫向	2.49						
橋柱剪力容量		0.18	橋柱剪力容量不足	1.18	3.	橋墩混凝土包覆補強	橋墩RC包覆補強設計	
防落長度		1.35						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向	1.00						
止震塊	縱向							
	橫向							
帽梁								
基礎	穩定性	0.54	基礎抗拉強度不足	1.67	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估 新設帽梁配筋 附件：NFOOT強度計算	
	結構強度	0.64	基礎結構撓曲強度不足	1.03				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：安坑飛越橋　　橋梁編號：03031100PR23

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.01						
	橫向	2.00						
橋柱剪力容量		1.04						
防落長度		1.65						
剪力鋼棒、支承	縱向				7.	增設混凝土止震塊	橋墩止震塊化學黏著錨筋設計	
	橫向	0.27	剪力鋼棒/支承強度不足	1.08				
止震塊	縱向							
	橫向	2.23						
帽梁		0.67	帽梁剪力強度不足,帽梁撓曲強度不足	1.62	4.	橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	4.57						
	結構強度	1.65						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：安坑溪橋N　　橋梁編號：03032138RORN

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.03					
	橫向	1.42					
橋柱剪力容量		0.24	橋柱剪力容量不足	1.08	2. 橋墩鋼板包覆補強 14. 橋墩隔離套筒	鋼板包覆補強設計 FRP包覆補強設計	
防落長度		1.17	<1.2　防落長度不足	1.59	9. 增設防落長度裝置 10. 增設防震拉條	橋台擴座補強設計 防震拉條及隔梁計算	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.19	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.70	7. 增設混凝土止震塊 13. 防震拉條抽換	止震塊強度設計 剪力榫設計	
	橫向	0.05	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.84			
帽梁		0.11	帽梁剪力強度不足,帽梁撓曲強度不足	1.10	4. 橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,基礎抗水平強度不足	1.27	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.18			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：安坑溪橋S　　橋梁編號：03032145RORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.01						
	橫向	1.48						
橋柱剪力容量		0.24	橋柱剪力容量不足	1.08	2. 14.	橋墩鋼板包覆補強 橋墩隔離套筒	鋼板包覆補強設計 FRP包覆補強設計	
防落長度		1.05	<1.2　防落長度不足	1.50	9. 10.	增設防落長度裝置 增設防震拉條	橋台擴座補強設計 防震拉條及隔梁計算	
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.19	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.44	7. 13.	增設混凝土止震塊 防震拉條抽換	止震塊強度設計 剪力榫設計	
	橫向	0.05	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.17				
帽梁		0.24	帽梁剪力強度不足,帽梁撓曲強度不足	1.29	4.	橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,基礎抗水平強度不足	1.51	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.18				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

第M32標

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和一號穿越橋S　　橋梁編號：03033812BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.52						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.38	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.91	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
帽梁								
基礎	穩定性							
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和五號穿越橋N　　橋梁編號：03033824BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.52						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.38	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.91	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
帽梁								
基礎	穩定性							
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：興南路南穿越橋S　　橋梁編號：03034051BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	4.25						
	橫向	1.40						
橋柱剪力容量		1.23						
防落長度		1.23						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.36	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.49	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估	
	橫向	0.24	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.44	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估	
帽梁		1.10						
基礎	穩定性	5.23						
	結構強度	1.00						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：興南路北穿越橋N　　橋梁編號：03034072BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	4.25						
	橫向	1.40						
橋柱剪力容量		1.23						
防落長度		1.23						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.36	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.49	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估	
	橫向	0.24	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.44	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估	
帽梁		1.10						
基礎	穩定性	5.23						
	結構強度	1.00						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道A1　　橋梁編號：03035000PRA1

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.51	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.10	2. 橋墩鋼板包覆補強	鋼板包覆補強設計	
	橫向	0.73	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.56			
橋柱剪力容量							
防落長度		1.48					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.84	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	6.65	8. 增設鋼板止震裝置	止震塊強度設計	
	橫向	1.07					
帽梁		0.65	帽梁撓曲強度不足	1.58	4. 橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	1.06					
	結構強度	1.01					
其他					15. 抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道A2　　橋梁編號：03035000PRA2

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.64	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.12	2. 橋墩鋼板包覆補強	鋼板包覆補強設計	
	橫向	0.86	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.37			
橋柱剪力容量							
防落長度		1.40					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.62	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.09	8. 增設鋼板止震裝置	止震塊強度設計	
	橫向	1.02					
帽梁							
基礎	穩定性	1.33					
	結構強度	1.04					
其他					15. 抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道B1　　橋梁編號：03035000PRB1

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.00					
	橫向	1.29					
橋柱剪力容量		0.88	橋柱剪力容量不足	3.22	2. 橋墩鋼板包覆補強	鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.50					
剪力摩擦鋼筋	縱向	0.17	剪力摩擦鋼筋強度不足	1.10	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.00	剪力摩擦鋼筋強度不足	1.10			
止震塊	縱向	0.99	止震塊撓曲強度不足	1.10	7. 增設混凝土止震塊 13. 增設剪力榫	止震塊強度設計 剪力榫設計	
	橫向	0.75	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.10			
帽梁		1.01					
基礎	穩定性	1.02			1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.90	基礎剪力強度不足	1.12			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道B2　　橋梁編號：03035000PRB2

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.88	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.64	2. 橋墩鋼板包覆補強	鋼板包覆補強設計	
	橫向	1.39					
橋柱剪力容量							
防落長度		1.50					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	1.02			7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.34	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	4.72			
帽梁		0.48	帽梁撓曲強度不足	1.06	4. 橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	0.32	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	2.32	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.48	基礎剪力強度不足,基礎撓曲強度不足	1.22			
其他					15. 抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道C　　橋梁編號：03035000PRC1

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.82	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.42	2. 橋墩鋼板包覆補強	鋼板包覆補強設計	
	橫向	0.90	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.30			
橋柱剪力容量							
防落長度		1.31					
剪力摩擦鋼筋	縱向	0.57	剪力摩擦鋼筋強度不足	1.38	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.00	剪力摩擦鋼筋強度不足	3.38			
止震塊	縱向	1.19			7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.85	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	6.83			
帽梁		1.03					
基礎	穩定性	0.85	基礎抗拉強度不足	1.38	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.78	基礎剪力強度不足,基礎撓曲強度不足	1.37			
其他					15. 抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：三峽溪河川橋(北向)　　橋梁編號：03045475RORN

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	5.09					
	橫向	2.39					
橋柱剪力容量		0.68	橋柱剪力容量不足	1.51	2. 橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.11	<1.2　防落長度不足	1.29	9. 增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.15	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.16	7. 增設混凝土止震塊	增設止震塊強度評估	
	橫向	0.28	止震塊撓曲強度不足	1.69	7. 增設混凝土止震塊	增設止震塊強度評估	
帽梁		0.56	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足	1.02	4. 橋墩帽梁補強	橋墩帽梁補強設計	
基礎	穩定性	0.91	基礎側向降伏比超過	10.20	1. 橋墩(台)基礎補強	沉箱基礎增樁設計	
	結構強度	0.23	基礎撓曲強度不足	1.00	1. 橋墩(台)基礎補強	沉箱基礎增樁設計	
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:邱志晃　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：三峽溪河川橋(南向)　　橋梁編號：03045475RORS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	5.09					
	橫向	2.39					
橋柱剪力容量		0.68	橋柱剪力容量不足	1.51	2. 橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.11	<1.2　防落長度不足	1.29	9. 增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.15	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.16	7. 增設混凝土止震塊	增設止震塊強度評估	
	橫向	0.28	止震塊撓曲強度不足	1.69	7. 增設混凝土止震塊	增設止震塊強度評估	
帽梁		0.56	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足	1.02	4. 橋墩帽梁補強	橋墩帽梁補強設計	
基礎	穩定性	0.91	基礎側向降伏比超過	10.20	1. 橋墩(台)基礎補強	沉箱基礎增樁設計	
	結構強度	0.23	基礎撓曲強度不足	1.00	1. 橋墩(台)基礎補強	沉箱基礎增樁設計	
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:邱志晃　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道北主線高架橋（一）　　橋梁編號：03035542BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.01						
	橫向	1.90						
橋柱剪力容量		0.57	橋柱剪力容量不足	1.03	2.	橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.45						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	1.23						
	橫向	0.47	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	5.49 2.14	7. 13.	增設混凝土止震塊 增設剪力榫	止震塊強度評估 剪力榫設計	
帽梁		0.42	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足	1.04	4.	橋墩帽梁補強	帽梁補強檢核	
基礎	穩定性	1.05						
	結構強度	0.63	基礎撓曲強度不足	1.06	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估、場鑄樁設計	
其他				2.02	15.	抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道北主線高架橋（二）　　橋梁編號：03035913BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.00						
	橫向	1.49						
橋柱剪力容量		0.43	橋柱剪力容量不足	2.24	2.	橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.42						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.42	剪力鋼棒/支承強度不足	1.22	13.	增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.01	剪力鋼棒/支承強度不足	1.01	13.	增設剪力榫	剪力榫設計	
止震塊	縱向	2.30						
	橫向	0.49	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	8.16	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估	
帽梁		0.85	帽梁撓曲強度不足	1.25	4.	橋墩帽梁補強	帽梁補強檢核	
基礎	穩定性	1.15						
	結構強度	0.66	基礎剪力強度不足	1.15	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估、場鑄樁設計	
其他				3.61	15.	抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道南主線高架橋（一）　　橋梁編號：03035575BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.04						
	橫向	1.69						
橋柱剪力容量		0.62	橋柱剪力容量不足	1.72	2.	橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.43						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	1.15						
	橫向	0.28	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	3.90	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估	
帽梁		0.42	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足	1.22	4.	橋墩帽梁補強	帽梁補強檢核	
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.27	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎剪力強度不足,基礎撓曲強度不足	1.27	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
其他				2.86	15.	抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道F　　橋梁編號：03035000PRF1

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.19						
	橫向	2.95						
橋柱剪力容量		2.08						
防落長度		1.43						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	1.36						
	橫向	0.54	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	4.14	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估	
帽梁								
基礎	穩定性	1.00						
	結構強度	1.17						
其他				2.60	15.	抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道南主線高架橋（二）　　橋梁編號：03035770BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.85						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.63	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.69	13.	增設剪力榫	剪力榫設計	
帽梁								
基礎	穩定性							
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道南主線高架橋（三）　　橋梁編號：03035907BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.90	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.02	2.	橋墩鋼板包覆補強	強度韌性評估表	
	橫向	1.51						
橋柱剪力容量		0.43	橋柱剪力容量不足	2.39	2.	橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.47						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.42	剪力鋼棒/支承強度不足	1.22	13.	增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.01	剪力鋼棒/支承強度不足	1.01	13.	增設剪力榫	剪力榫設計	
止震塊	縱向	2.16						
	橫向	0.45	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	4.92	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度評估	
帽梁		0.68	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足	1.03	4.	橋墩帽梁補強	帽梁補強檢核	
基礎	穩定性	1.12						
	結構強度	0.76	基礎剪力強度不足,基礎撓曲強度不足	2.05	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估、場鑄樁設計	
其他				3.54	15.	抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道A1　　橋梁編號：03035000PRA1

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.51	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.10	2. 橋墩鋼板包覆補強	鋼板包覆補強設計	
	橫向	0.73	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.56			
橋柱剪力容量							
防落長度		1.48					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.84	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	6.65	8. 增設鋼板止震裝置	止震塊強度設計	
	橫向	1.07					
帽梁		0.65	帽梁撓曲強度不足	1.58	4. 橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	1.06					
	結構強度	1.01					
其他					15. 抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道A2　　橋梁編號：03035000PRA2

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.64	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.12	2. 橋墩鋼板包覆補強	鋼板包覆補強設計	
	橫向	0.86	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.37			
橋柱剪力容量							
防落長度		1.40			9. 增設防落長度裝置	橋墩擴座補強設計	1. 本案PA21無防震拉條，經評估應大於1.5，C/D值僅1.4，故增設防落長度裝置。
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.62	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.09	8. 增設鋼板止震裝置	止震塊強度設計	
	橫向	1.02					
帽梁							
基礎	穩定性	1.33					
	結構強度	1.04					
其他					15. 抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道B1　　橋梁編號：03035000PRB1

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.00					
	橫向	1.29					
橋柱剪力容量		0.88	橋柱剪力容量不足	3.22	2. 橋墩鋼板包覆補強	鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.50			9. 增設防落長度裝置	橋墩擴座補強設計	1. 本案PB3無防震拉條，經評估應大於1.5，C/D值僅1.496，故增設防落長度裝置。
剪力摩擦鋼筋	縱向	0.17	剪力摩擦鋼筋強度不足	1.10	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.00	剪力摩擦鋼筋強度不足	1.10			
止震塊	縱向	0.99	止震塊撓曲強度不足	1.10	7. 增設混凝土止震塊 13. 增設剪力榫	止震塊強度設計 剪力榫設計	
	橫向	0.75	止震塊剪力強度不足, 止震塊撓曲強度不足	1.10			
帽梁		1.01					
基礎	穩定性	1.02			1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.90	基礎剪力強度不足	1.12			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道B2　　橋梁編號：03035000PRB2

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.88	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.64	2. 橋墩鋼板包覆補強	鋼板包覆補強設計	
	橫向	1.39					
橋柱剪力容量							
防落長度		1.50					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	1.02			7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.34	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	4.72			
帽梁		0.48	帽梁撓曲強度不足	1.06	4. 橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	0.32	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	2.32	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.48	基礎剪力強度不足,基礎撓曲強度不足				
其他					15. 抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道C　　橋梁編號：03035000PRC1

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.82	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.42	2. 橋墩鋼板包覆補強	鋼板包覆補強設計	
	橫向	0.90	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.30			
橋柱剪力容量							
防落長度		1.31			9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	1. PC3無防震拉條，經評估應大於1.5，故增設防落長度裝置。
剪力摩擦鋼筋	縱向	0.57	剪力摩擦鋼筋強度不足	1.38	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.00	剪力摩擦鋼筋強度不足	3.38			
止震塊	縱向	1.19			7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.85	止震塊剪力強度不足, 止震塊撓曲強度不足	6.83			
帽梁		1.03					
基礎	穩定性	0.85	基礎抗拉強度不足	1.38	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.78	基礎剪力強度不足, 基礎撓曲強度不足	1.37			
其他					15. 抽換防震拉條	防震拉條及隔梁計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道D　　橋梁編號：03035000PRD1

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.66	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.30	2. 橋墩鋼板包覆補強	橋軸方向墩柱強度韌性評估 垂直橋軸方向墩柱強度韌性評估	
	橫向	0.54	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.83			
橋柱剪力容量		0.39	橋柱剪力容量不足	2.39	2. 橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.30					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.89	止震塊剪力強度不足	5.21	8. 增設鋼板止震裝置 7. 增設混凝土止震塊	鋼止震塊設計 增設橋台止震塊設計	
	橫向	0.93	止震塊剪力強度不足	16.02			
帽梁		1.32					
基礎	穩定性	1.98					
	結構強度	0.64	基礎結構撓曲強度不足	1.17	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估	
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道E　　橋梁編號：03035000PRE1

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.98	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.01	2. 橋墩鋼板包覆補強	橋軸方向墩柱強度韌性評估	
	橫向	1.07		2.09		垂直橋軸方向墩柱強度韌性評估	
橋柱剪力容量		0.38	橋柱剪力容量不足	2.39	2. 橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.38					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.98	止震塊撓曲強度不足	26.28	8. 增設鋼板止震裝置 7. 增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計 增設橋台止震塊設計	
	橫向	0.91	止震塊撓曲強度不足	28.23			
帽梁		0.89	帽梁撓曲強度不足	2.21	4. 橋墩帽梁補強	帽梁補強設計	
基礎	穩定性	1.06					
	結構強度	1.05					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道G　　橋梁編號：03035000PRG1

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.12					
	橫向	2.12					
橋柱剪力容量		0.64	橋柱剪力容量不足	2.27	2. 橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.47					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.36	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.14	8. 增設鋼板止震裝置	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	1.32					
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足	1.06	1. 橋墩(台)基礎補強	微型樁設計(含附件)	
	結構強度	-					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道匝道H　　橋梁編號：03035000PRH1

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.12					
	橫向	2.12					
橋柱剪力容量		0.90	橋柱剪力容量不足	2.27	2. 橋墩鋼板包覆補強	包覆補強設計	
防落長度		1.50					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.35	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.15	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	1.35					
帽梁							
基礎	穩定性	2.69			1. 橋墩(台)基礎補強	微型樁設計(含附件)	
	結構強度	0.72	基礎撓曲強度不足	1.23			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中和交流道聯絡道高架橋(一)　　橋梁編號：03035000TAT1

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.65	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	8.38	2. 橋墩鋼板包覆補強	包覆補強設計	
	橫向	1.51					
橋柱剪力容量		0.50	橋柱剪力容量不足	1.37	2. 橋墩鋼板包覆補強	包覆補強設計	
防落長度		1.37					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.27	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.04	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置	增設混凝土止震塊設計 鋼止震設計	
	橫向	1.22					
帽梁		0.28	帽梁剪力強度不足,帽梁撓曲強度不足	1.06	4. 橋墩帽梁補強	帽梁補強設計	
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足	1.04	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎補強設計(含附件) 微型樁設計(含附件)	
	結構強度	0.49	基礎剪力強度不足,基礎撓曲強度不足	1.15			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：永豐路穿越橋　　橋梁編號：03037899BORS

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向						
	橫向						
橋柱剪力容量							
防落長度		1.47					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向				7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.88	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.15			
帽梁							
基礎	穩定性						
	結構強度						
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：計劃路穿越橋　　橋梁編號：03037979BORS

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向						
	橫向						
橋柱剪力容量							
防落長度		1.70					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向				7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.92	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.15			
帽梁							
基礎	穩定性						
	結構強度						
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：仁愛路穿越橋　　橋梁編號：03038190BORS

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向						
	橫向						
橋柱剪力容量							
防落長度		1.42					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向				7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.90	止震塊剪力強度不足, 止震塊撓曲強度不足	1.15			
帽梁							
基礎	穩定性						
	結構強度						
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：青雲路穿越橋　　橋梁編號：03039057B0RS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向						
	橫向						
橋柱剪力容量							
防落長度		1.42					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向				7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.89	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.15			
帽梁							
基礎	穩定性						
	結構強度						
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：柑林埤排水橋 S　　橋梁編號：03039193R0RS

		補強前					備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.66	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.83	2. 橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
	橫向	2.76					
橋柱剪力容量		1.00					
防落長度		1.40					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.52	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.02	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.31	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.91			
帽梁		1.00					
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足	1.47	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎補強設計(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.03			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：土城一號穿越橋N　　橋梁編號：03039577BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.65						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.40	剪力強度不足,撓曲強度不足	1.34	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者: 連冠華　　檢核者: 林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：土城一號穿越橋S　　橋梁編號：03039577BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.65						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.40	剪力強度不足,撓曲強度不足	1.34	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：和平路穿越橋N　　橋梁編號：03040626BORN

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向						
	橫向						
橋柱剪力容量							
防落長度		1.47					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向						
	橫向	0.80	剪力強度不足,撓曲強度不足	12.85	8. 增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁							
基礎	穩定性						橋台強度檢核計算書
	結構強度						
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：和平路穿越橋S　　橋梁編號：03040626BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.47						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.80	剪力強度不足,撓曲強度不足	12.85	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：土城一號排水橋N　　橋梁編號：03040892RORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.46						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.78	剪力強度不足,撓曲強度不足	9.32	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：土城一號排水橋S　　橋梁編號：03040892RORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.46						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.78	剪力強度不足,撓曲強度不足	9.32	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：忠義路穿越橋N　　橋梁編號：03041495BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.00						
	橫向	7.87						
橋柱剪力容量		1.01						
防落長度		1.30						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	1.16						
	橫向	0.28	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.49	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性	2.82						橋台強度檢核計算書
	結構強度	1.19						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：忠義路穿越橋S　　橋梁編號：03041495B0RS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.00						
	橫向	1.02						
橋柱剪力容量		1.00						
防落長度		1.30						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	1.10						
	橫向	0.26	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.23	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性	2.82						橋台強度檢核計算書
	結構強度	1.04						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：承天路穿越橋N　　橋梁編號：03041640BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.54						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.81	剪力強度不足,撓曲強度不足	7.54	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：承天路穿越橋S　　橋梁編號：03041640BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.54						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.98	撓曲強度不足	107.71	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：永和街穿越橋(北向)　　橋梁編號：03042170BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.23						
	橫向	15.24						
橋柱剪力容量		1.04						
防落長度		1.29						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	1.37						
	橫向	0.16	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.00	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性	1.69						橋台強度檢核計算書
	結構強度	1.00						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：永和街穿越橋(南向)　　橋梁編號：03042170BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.28						
	橫向	7.21						
橋柱剪力容量		2.00						
防落長度		1.29						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	1.27						
	橫向	0.34	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.38	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性	3.48						橋台強度檢核計算書
	結構強度	1.13						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：土城IC穿越橋(北向)　　橋梁編號：03042446BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.13						
	橫向	2.60						
橋柱剪力容量		1.69						
防落長度		1.65						
剪力鋼棒、支承	縱向	1.14						
	橫向	1.05						
止震塊	縱向							
	橫向	0.46	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.10	13.	增設剪力榫	剪力榫設計	
帽梁								
基礎	穩定性	4.22						
	結構強度	0.78	基礎剪力強度不足	1.00	13.	增設剪力榫	基礎補強強度評估	橋台位移拘束工法
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：　　檢核者：

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：土城IC穿越橋(南下)　　橋梁編號：03042446BORS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.40					
	橫向	3.63					
橋柱剪力容量		1.24					
防落長度		1.66					
剪力鋼棒、支承	縱向	1.14					
	橫向	2.36					
止震塊	縱向						
	橫向	0.09	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.06	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
帽梁							
基礎	穩定性	3.60					
	結構強度	1.00					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：

檢核者：

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：永寧路穿越橋(北向)　　橋梁編號：03042775BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.49						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.64	剪力強度不足,撓曲強度不足	6.26	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：永寧路穿越橋(南向)　　橋梁編號：03042775BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.49						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.81	剪力強度不足,撓曲強度不足	14.04	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：海山排水橋(北向)　　橋梁編號：03042897RORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.69						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.51	剪力強度不足,撓曲強度不足	14.04	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：海山排水橋(南向)　　橋梁編號：03042897RORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.69						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.47	剪力強度不足,撓曲強度不足	3.16	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：永安街穿越橋(西向)　　橋梁編號：03000174TATW

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.53						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.47	剪力強度不足,撓曲強度不足	3.16	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：永安街穿越橋(東向)　　橋梁編號：03000174TATE

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.53						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.47	剪力強度不足,撓曲強度不足	1.13	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：頂埔30號計劃路穿越橋(北向)　　橋梁編號：03042998BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.66						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.91	撓曲強度不足	16.29	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：頂埔30號計劃路穿越橋(南向)　　橋梁編號：03042998BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.66						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.90	撓曲強度不足	13.85	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：大暖路穿越橋(北向)　　橋梁編號：03043476BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.65						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.91	撓曲強度不足	17.79	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：大暖路穿越橋(南向)　　橋梁編號：03043476BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.65						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.90	撓曲強度不足	15.03	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：台三線中央路穿越橋(北向)　　橋梁編號：03045098RORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.83	中度地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.00				橋台位移拘束工法
	橫向	1.08						
橋柱剪力容量		1.89						
防落長度		1.30						
剪力鋼棒、支承	縱向	3.62						橋台位移拘束工法
	橫向	1.05						
止震塊	縱向				7.	增設混凝土止震塊	增設止震塊設計	
	橫向	0.46	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.42				
帽梁								
基礎	穩定性	0.15	基礎垂直承載能力不足	1.34			基礎補強強度評估	橋台位移拘束工法
	結構強度	0.22	基礎剪力強度不足	2.20				
其他				1.19			鋼止震橫樑設計	橋台位移拘束工法

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：林紘揚　　檢核者：邱志昱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：台三線中央路穿越橋(南向)　　橋梁編號：03045098RORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.83						
	橫向	4.57						
橋柱剪力容量		3.02						
防落長度		1.39						
剪力鋼棒、支承	縱向	1.56						
	橫向	1.46						
止震塊	縱向							
	橫向	0.23	止震塊撓曲強度不足	1.31	7.	增設混凝土止震塊	增設止震塊強度評估	
帽梁								
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	3.54			基礎補強強度評估	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.34			基礎補強強度評估	
其他				1.62	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	橋台位移拘束工法

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：林鈺桐　　檢核者：

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：舊台三線介壽路穿越橋(北向)　　橋梁編號：03045235BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.60						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.76	剪力強度不足,撓曲強度不足	8..22	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：舊台三線介壽路穿越橋(南向)　　橋梁編號：03045235BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.60						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.76	剪力強度不足,撓曲強度不足	8..22	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：佳園路穿越橋(北向)　　橋梁編號：03047342BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.57						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.60	剪力強度不足,撓曲強度不足	1.91	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：佳園路穿越橋(南向)　　橋梁編號：03047342BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.57						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.60	剪力強度不足,撓曲強度不足	1.91	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：龍埔路穿越橋(北向)　　橋梁編號：03050180BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.50						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.54	剪力強度不足,撓曲強度不足	3.05	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：龍埔路穿越橋(南向)　　橋梁編號：03050180BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.50						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.53	剪力強度不足,撓曲強度不足	2.92	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性							橋台強度檢核計算書
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：三鶯交流道復興穿越橋　　橋梁編號：03050596BORN(S)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.36						
	橫向	4.57						
橋柱剪力容量		1.99						
防落長度		1.40						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.55	剪力鋼棒/支承強度不足	5.81	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震設計	
	橫向	1.70						
止震塊	縱向							
	橫向	0.10	止震塊撓曲強度不足	2.44	7.	增設混凝土止震塊	橋台橫向止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性	0.54	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.18	1.	橋墩(台)基礎補強	高強度微型樁設計	
	結構強度	1.03						
其他							橋台擴座設計 橋台基礎補強鋼筋檢核 補強基礎強度檢核(含附件)	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：林紘翔　檢核者：邱志昇

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：大漢溪河川橋(南、北向)　　橋梁編號：03051980R0RS(N)

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.09					
	橫向	1.46					
橋柱剪力容量		1.64					
防落長度		1.09	<1.2　防落長度不足	1.55	9. 增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.68	止震塊剪力強度不足, 止震塊撓曲強度不足	1.25	7. 增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計 橋墩止震塊化學黏著錨筋設計	
	橫向	0.23	止震塊剪力強度不足, 止震塊撓曲強度不足	2.88	7. 增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁							
基礎	穩定性	1.36					
	結構強度	1.00					
其他		0.25　防震拉條強度不足 1.09　隔梁檢核與計算		1.08	10. 增設防震拉條 13. 抽換防震拉條	隔梁及拉條計算	隔梁檢核與計算

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者: 王子紳　　檢核者: 林亞萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：大溪一號排水橋(北、南向)　　橋梁編號：03057932RORN(S)

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.69					
	橫向	1.23					
橋柱剪力容量		1.78					
防落長度		1.16	<1.2　防落長度不足	1.53	9. 增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.13	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.03	8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
	橫向	0.19	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.97	7. 增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁		1.66					
基礎	穩定性	1.95					
	結構強度	1.09					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：王子紳　　檢核者：林亞萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：大溪二號排水橋(北、南向)　　橋梁編號：03059220RORN(S)

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.26					
	橫向	2.08					
橋柱剪力容量		2.62					
防落長度		1.10	<1.2　防落長度不足	1.65	9. 增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.12	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.26	8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
	橫向	0.13	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.98	7. 增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁		1.18					
基礎	穩定性	2.15					
	結構強度	1.05					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：王子紳　　檢核者：林亞萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：大溪二號渡槽兼人行橋　　橋梁編號：03060191TORG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.57					
	橫向	2.84					
橋柱剪力容量		1.43					
防落長度		1.64					
剪力鋼棒、支承	縱向	1.18					
	橫向	2.09					
止震塊	縱向						
	橫向	1.12					
帽梁							
基礎	穩定性	0.35	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.14		基礎強度評估(位移拘束工法)(含附件)	位移拘束工法，基礎OK
	結構強度	0.51	基礎結構剪力強度不足,撓曲強度不足	1.17			
其他				1.04	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	位移拘束工法裝置

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：王子紳　　檢核者：林亞萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：大溪三號渡槽兼人行橋　　橋梁編號：03060904TORG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.47					
	橫向	4.48					
橋柱剪力容量		1.15					
防落長度		1.65					
剪力鋼棒、支承	縱向	1.78					
	橫向	6.08					
止震塊	縱向						
	橫向	0.19	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.17	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	位移拘束工法裝置
帽梁							
基礎	穩定性	0.29	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.07		基礎強度評估(位移拘束工法)(含附件)	位移拘束工法，基礎OK
	結構強度	0.40	基礎結構剪力強度不足,撓曲強度不足	1.01			
其他				3.53 1.88	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(補強樁)(含附件) 橋台夾樁連結座設計	夾樁設計(位移拘束工法)

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：王子紳　　檢核者：林亞萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：112路跨越橋(雙向)　　橋梁編號：0306129600RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.93					
	橫向	2.24					
橋柱剪力容量		1.54					
防落長度		1.52					
剪力鋼棒、支承	縱向	1.55					
	橫向	7.19					
止震塊	縱向						
	橫向	0.41	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.32	7. 增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁							
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足,抗水平強度不足	2.28		基礎強度評估(位移拘束工法)(含附件)	位移拘束工法，基礎OK
	結構強度	0.01	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.03			
其他				2.23	8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震托架設計	位移拘束工法裝置

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：王子紳　　檢核者：林亞萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：大溪交流道IC穿越橋　　橋梁編號：03062720BORS(N)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.40						
	橫向	2.56						
橋柱剪力容量		3.80						
防落長度		1.34						
剪力鋼棒、支承	縱向	1.07						
	橫向	2.13						
止震塊	縱向							
	橫向	0.11	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.49	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性	1.87		1.80	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計 基礎強度評估	採位移拘束工法
	結構強度	0.78	基礎剪力強度不足	1.21				
其他				1.1			橋台縱向力檢核 擴座補強設計	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者： 　檢核者：李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：桃64路穿越橋　　橋梁編號：03063050BORN(S)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.55						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.87	止震塊撓曲強度不足	14.67	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
帽梁								
基礎	穩定性							
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：石門大圳穿越橋　　橋梁編號：03064550BORN(S)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.48						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向				8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
	橫向	0.67	止震塊撓曲強度不足	5.32				
帽梁								
基礎	穩定性							
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：台三路跨越橋(雙向)　　橋梁編號：0306486200RG

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.20						
	橫向	1.31						
橋柱剪力容量		1.19						
防落長度		1.32			9.	增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	防落與橋台止震塊一並補強
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.77	止震塊剪力強度不足	2.55	7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	拘束位移工法後縱向強度O.K
	橫向	0.35	止震塊剪力強度不足	1.09				
帽梁		1.47	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足					
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	2.95	8.	增設鋼板止震裝置	橋墩基礎強度評估 橋台強度檢核 鋼止震塊設計	拘束位移工法後橋墩P1基礎穩定性評估O.K
	結構強度	0.00	基礎結構撓曲強度不足	1.46				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鈺桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：龍潭一號渡槽兼人行橋　　橋梁編號：03065165TORG

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.02						
	橫向	2.72						
橋柱剪力容量		0.50	橋柱剪力容量不足	10.23				採用位移拘束工法，因此不補強。
防落長度		1.34						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.54	剪力鋼棒/支承強度不足	1.40				採用位移拘束工法，因此不補強。
	橫向	2.83						
止震塊	縱向			-	13.	增設剪力榫	橋台剪力榫設計	縱向採用位移拘束工法
	橫向	0.18	止震塊撓曲強度不足	1.02				
帽梁								
基礎	穩定性	0.00	基礎接觸面積不足	2.97			基礎強度評估	採用位移拘束工法，因此不補強。
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.03				
其他				9.9			橋台縱向力檢核	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：林鈺桐　　檢核者：李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：龍潭一號排水橋　　橋梁編號：03066575RORN(S)

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向						
	橫向						
橋柱剪力容量							
防落長度		1.79					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向						
	橫向	0.47	止震塊撓曲強度不足	1.89	8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
帽梁							
基礎	穩定性						
	結構強度						
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：龍潭交流道IC穿越橋　　橋梁編號：03068234BORN(S)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.06						
	橫向	1.77						
橋柱剪力容量		0.72	橋柱剪力容量不足	2.14	3.		RC包覆補強設計	
防落長度		1.85						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.43	剪力鋼棒/支承強度不足	1.51	13.	增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	1.53						
止震塊	縱向							
	橫向	0.14	止震塊撓曲強度不足	1.15	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.01	1.	橋墩(台)基礎補強	微型樁強度設計 基礎鋼筋設計 基礎強度評估(附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.01				
其他							橋台擴座補強設計	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：　　檢核者：李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：龍潭交流道IC CD穿越橋　　橋梁編號：03068234PCSI

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.36	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.88	3. 橋墩混凝土包覆補強	強度韌性評估表	
	橫向	1.10					
橋柱剪力容量		2.49					
防落長度		1.72					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.83	剪力鋼棒/支承強度不足	1.15	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	2.54					
止震塊	縱向	1.50					
	橫向	0.22	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.71	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.39	1. 橋墩(台)基礎補強	微型樁強度設計 基礎鋼筋設計 基礎強度評估(附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.39			
其他						橋台擴座補強設計	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：林紘桐　檢核者：李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：龍潭高架橋　　橋梁編號：03068978BORN、03068978BORS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.75					
	橫向	2.61					
橋柱剪力容量		0.46	橋柱剪力容量不足	1.10		橋柱剪力容量評估	依側推分析結果重新評估過後剪力容量足
防落長度		1.26					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.78	剪力鋼棒/支承強度不足	1.72	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	1.02					
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.28	1. 橋墩(台)基礎補強	非線性彈簧模型基礎評估結果 NFOOT基礎強度計算結果(含附件) 微型樁設計 新設基礎配筋	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.02			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李佾錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：龍潭二號排水橋　　橋梁編號：03069613RORN、03069613RORS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.34					
	橫向	2.84					
橋柱剪力容量		2.74					
防落長度		1.36					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.52	止震塊撓曲強度不足	1.34	7. 增設混凝土止震塊	增設止震塊設計	
	橫向	0.07	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.13			
帽梁		1.00					
基礎	穩定性	1.81					
	結構強度	1.04					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李俏錩　　檢核者:李盈瑩

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：台三線穿越橋　　橋梁編號：03070411BORN、03070411BORS

		補強前		補強後(重新評估後)			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.96	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.53			
	橫向	3.30					
橋柱剪力容量		0.45	橋柱剪力容量不足	3.98	2. 橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.55					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.28	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.43	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.09	止震塊撓曲強度不足	1.98			
帽梁		0.70	帽梁剪力強度不足	1.10	4. 橋墩帽梁補強	構架式帽梁設計	
基礎	穩定性	1.00		2.24		基礎強度評估(設計地震力)	原評估僅設計地震力等級能力耐震能力不足，採位移拘束工法將力量分散置橋台而不對基礎補強。
	結構強度	0.55	基礎結構撓曲強度不足	1.42			
其他				2.04 2.31		橋台強度檢核 止震塊強度檢核	採位移拘束工法橋台強度檢核 採位移拘束工法橋台背牆止震塊檢核

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李俏錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：桃67路跨越橋(高楊北路)雙向　　橋梁編號：0307144400RG

		補強前		補強後(重新評估後)			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.80					
	橫向	6.23					
橋柱剪力容量		1.65					
防落長度		1.55					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.34	剪力鋼棒/支承強度不足	1.01	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.59	剪力鋼棒/支承強度不足	1.91			
止震塊	縱向				7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.11	止震塊撓曲強度不足,止震塊剪力強度不足	1.02			
帽梁							
基礎	穩定性	0.07	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	3.01		基礎強度評估(設計地震力) 基礎強度評估(最大考量地震力)	採位移拘束工法將力量分散至橋台而不補強基礎。
	結構強度	1.01					
其他				4.56	8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震裝置設計 橋台強度檢核	位移拘束工法用 位移拘束工法後橋台檢核

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李俏錩　　檢核者:李盈瑩

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)　　橋梁編號：03071710TORG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.53					
	橫向	8.50					
橋柱剪力容量		1.30					
防落長度		1.71					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.45	剪力鋼棒/支承強度不足	1.33	7. 增設混凝土止震塊		以位移拘束工法將力量分散至橋台評估O.K.
	橫向	0.91	剪力鋼棒/支承強度不足	1.82		止震塊強度設計	
止震塊	縱向						
	橫向	0.04	止震塊撓曲強度不足,止震塊剪力強度不足	1.65			
帽梁							
基礎	穩定性	0.48	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	2.36	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(設計地震) 基礎強度評估(最大考量地震) 含附件	採位移拘束工法將力量分散至橋台
	結構強度	0.19	基礎結構撓曲強度不足	1.03			
其他				2.76	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(夾樁)含附件	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李佾錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：龍潭三號排水橋　　橋梁編號：03074013RORN、03074013RORS

		補強前		補強後(重新評估後)			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.39					
	橫向	5.43					
橋柱剪力容量		0.91	橋柱剪力容量不足	1.52			
防落長度		1.31					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.26	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.07	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.06	止震塊撓曲強度不足,止震塊剪力強度不足	1.42			
帽梁		0.88	,帽梁剪力強度不足	1.50	4. 橋墩帽梁補強	構架式橋墩帽梁強度設計	
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.79		基礎強度評估	採位移拘束工法將力量分散至橋台後，基礎可毋須補強。
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.00			
其他				1.54 1.16		橋台強度檢核 止震塊強度檢核	採位移拘束工法橋台強度檢核 採位移拘束工法橋台背牆止震塊檢核

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李俏錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：龍潭二號跨越橋(雙向)　　橋梁編號：0307428500RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.62					
	橫向	3.47					
橋柱剪力容量		1.73					
防落長度		1.52					
剪力鋼棒、支承	縱向	1.35	剪力鋼棒/支承強度足夠		8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
	橫向	0.88	剪力鋼棒/支承強度不足	1.52			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.12	1. 橋墩(台)基礎補強	NFOOT基礎強度計算結果(含附件) 微型樁設計 新設基礎配筋	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.10			
其他					10. 增設防震拉條	隔梁及拉條計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李俏錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：牛欄河一號橋(南北向)　　橋梁編號：03075110RORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.01						
	橫向	2.02						
橋柱剪力容量		1.51						
防落長度		1.10	<1.2　防落長度不足	1.59	9.	增設防落長度裝置	橋墩(台)擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向				7.	增設混凝土止震塊	止震塊設計計算書	
	橫向	0.19	剪力鋼棒/支承強度不足	1.03				
止震塊	縱向	0.96	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.00	7.	增設混凝土止震塊	止震塊設計計算書	
	橫向	0.15	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.22				
帽梁		1.00						
基礎	穩定性	1.72						
	結構強度	1.00						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：　　檢核者：

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：牛欄河二號橋(南向)(北向)　　橋梁編號：03077649R0RS(N)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.17						
	橫向	1.87						
橋柱剪力容量		1.00						
防落長度		1.10	<1.2　防落長度不足	1.54	9.	增設防落長度裝置	橋墩(台)擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向				7.	增設混凝土止震塊	止震塊設計	適用於A1、P3、P8(主橋側)
	橫向	0.21	剪力鋼棒/支承強度不足	1.01				
止震塊	縱向	0.30	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.66	7.	增設混凝土止震塊	止震塊設計	適用於P8(引橋側)、P9、A2
	橫向	0.48	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.33				
帽梁								
基礎	穩定性	1.20			1.	橋墩(台)基礎補強	基礎增厚補強設計	
	結構強度	0.63	基礎結構撓曲強度不足	1.09				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：竹18-2鄉道穿越橋(光明路)北向(南向)　　橋梁編號：03078360BORN(S)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.86						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向				8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
	橫向	0.52	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	6.28				
帽梁								
基礎	穩定性							
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：關西IC穿越橋匝道A西向(東向)　　橋梁編號：03079185TATW(E)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.68						
	橫向	1.89						
橋柱剪力容量		1.06						
防落長度		1.43						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	1.37			7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度設計 橋台支承擴座補強設計	配合混凝土止震塊設置
	橫向	0.13	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.50				
帽梁		1.29						
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.71	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.12				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：關西IC穿越橋(北向)(南向)　　橋梁編號：03079210BORN(S)

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.23					
	橫向	4.05					
橋柱剪力容量		3.14					
防落長度		1.48					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.72	止震塊剪力強度不足	1.34	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.18	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.20			
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.15	1. 橋墩(台)基礎補強	微型樁設計(含附件) 新設帽梁配筋	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.70			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

第M34標

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：深坑排水橋　　橋梁編號：03080825RORS(N)

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向						
	橫向						
橋柱剪力容量							
防落長度							
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.91	止震塊剪力強度不足	1.21	8. 增設鋼板止震裝置	橫向鋼止震設計	
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性						
	結構強度						
其他				24		橋台縱向力檢核	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：林鉦桐　　檢核者：李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：大同里跨越橋　　橋梁編號：0308146800RG

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.02						
	橫向	3.30						
橋柱剪力容量		1.51						
防落長度		1.30						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.37	剪力鋼棒/支承強度不足	1.00				以弱支承方式，補強橋台，避免地震力傳遞至基礎。
	橫向	0.39	剪力鋼棒/支承強度不足	1.00				
止震塊	縱向			2.03	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震強度設計	
	橫向	0.14	止震塊剪力強度不足, 止震塊撓曲強度不足	2.08	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
帽梁								
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足, 接觸面積不足	2.50				縱向部分採位移拘束工法，利用橋台承受地震力；橫向利用橋台止震塊加強，避免落橋。
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	2.50				
其他		0.38	橋台軀體撓曲強度不足	1.14	5.	橋台軀體補強	橋台縱向力強度檢核	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：林鉦桐　　檢核者：李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：水坑排水橋　　橋梁編號：03081590RORS(N)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.20						
	橫向	8.39						
橋柱剪力容量		2.56						
防落長度		1.16	<1.2　防落長度不足	1.54	9.	增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.34	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.17	7.	增設混凝土止震塊	橋墩-止震塊強度設計	
	橫向	0.07	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.69	7.	增設混凝土止震塊	橋台-止震塊強度設計	
帽梁		0.48	帽梁剪力強度不足,帽梁撓曲強度不足	1.14	4.	橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	1.96						
	結構強度	1.01						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：　　檢核者：李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：鳳山溪河川橋　　橋梁編號：03082173R0RN

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.91	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.00	2. 橋墩鋼板包覆補強	橋軸方向墩柱強度韌性評估	
	橫向	1.41					
橋柱剪力容量		0.75	橋柱剪力容量不足	3.25	2. 橋墩鋼板包覆補強 13. 液態黏滯性阻尼器	圓柱鋼板包覆補強設計 液態黏滯性阻尼器設計	
防落長度		1.34					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.34	剪力鋼棒/支承強度不足	1.31	8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震裝置設計	
	橫向	0.01	剪力鋼棒/支承強度不足	1.11	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.01	1. 橋墩(台)基礎補強	非線性彈簧模型基礎評估結果(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎結構撓曲強度不足	1.01			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李佾錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：竹16道穿越橋　　橋梁編號：03083048BORS(N)

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向						
	橫向						
橋柱剪力容量							
防落長度							
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.90	止震塊剪力強度不足	1.62	8. 增設鋼板止震裝置	橫向鋼止震設計	
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性						
	結構強度						
其他				7.69		橋台縱向力檢核	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：林鉦桐　　檢核者：李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：下橫坑河川橋　　橋梁編號：03083566RORS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.91	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.21	2. 橋墩鋼板包覆補強	橋軸方向墩柱強度韌性評估	
	橫向	1.14					
橋柱剪力容量		0.31	橋柱剪力容量不足	1.53	2. 橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.20					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.40	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.57	7. 增設混凝土止震塊	增設止震塊設計	
	橫向	0.17	止震塊撓曲強度不足	1.13			
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.03	1. 橋墩(台)基礎補強	NFOOT基礎強度計算結果(含附件) 微型樁設計 新設基礎配筋 基樁強度評估(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎結構撓曲強度不足	1.03			
其他					10. 增設防震拉條	隔梁及拉條計算	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李俏錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：竹21鄉道穿越橋　　橋梁編號：03085116BORS、03085116BORN

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.56					
	橫向	4.47					
橋柱剪力容量		1.29					
防落長度		1.12	<1.2　防落長度不足	1.51	9. 增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.55	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	3.41	7. 增設混凝土止震塊	增設止震塊設計	
	橫向	0.06	止震塊撓曲強度不足	1.29			
帽梁		0.74	,帽梁剪力強度不足	1.15	4. 橋墩帽梁補強	橋墩帽梁補強設計	
基礎	穩定性	1.73				基礎強度評估(設計地震)	採位移拘束工法後可毋需補強，基礎原評估僅設計地震力容量不足。
	結構強度	0.76	基礎結構撓曲強度不足	1.37			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李俏錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：崁下排水橋　　橋梁編號：03089549RORN, 03089549RORS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.71					
	橫向	2.02					
橋柱剪力容量		2.61					
防落長度		1.18	<1.2　防落長度不足	1.60	9. 增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.81	止震塊剪力強度不足, 止震塊撓曲強度不足	1.90	7. 增設混凝土止震塊	增設止震塊設計	
	橫向	0.12	止震塊撓曲強度不足	4.05			
帽梁		0.90	, 帽梁剪力強度不足	1.15			
基礎	穩定性	1.92				基礎強度評估(設計地震) 基礎強度評估(最大考量地震)	採位移拘束工法後可毋需補強。
	結構強度	0.62	基礎結構撓曲強度不足	1.09			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:李俏錩　　檢核者:李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：120縣道文衡路穿越橋(北、南向)　　橋梁編號：03089711BORN(S)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.49						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.50	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.44	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
帽梁								
基礎	穩定性							
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:林亞萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：竹林交流道穿越橋(北、南向)　　橋梁編號：03090326TATN(S)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.67						
	橫向	5.52						
橋柱剪力容量		0.94	橋柱剪力容量不足	2.40				位移拘束工法，剪力OK
防落長度		1.26		1.71	9.	增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.70	止震塊撓曲強度不足	1.42	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
	橫向	0.34	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.36	7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁		1.48						
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	4.42			基礎強度評估(位移拘束工法)(含附件)	位移拘束工法，基礎OK
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.20				
其他				1.48			橋台、止震塊強度檢核	位移拘束工法

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:林亞萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：竹林IC環道R/A穿越橋　　橋梁編號：03090326PCS1

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.92						
	橫向	3.73						
橋柱剪力容量		0.73	橋柱剪力容量不足	4.13				位移拘束工法，剪力OK
防落長度		1.26		1.70	9.	增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.64	止震塊撓曲強度不足	2.04	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
	橫向	0.84	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.89	7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁								
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.55			基礎強度評估(位移拘束工法)(含附件)	位移拘束工法，基礎OK
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.00				
其他				1.82			橋台、止震塊強度檢核	位移拘束工法

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:林亞萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：赤柯窟排水橋(北、南向)　　橋梁編號：03087219RORN(S)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.41						
	橫向	1.59						
橋柱剪力容量		1.38						
防落長度		1.08	<1.2　防落長度不足	1.68	9.	增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.74	止震塊撓曲強度不足	1.64	7.	增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.19	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.12	7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁		0.58	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足	1.21	4.	橋墩帽梁補強	帽梁補強設計	
基礎	穩定性	2.07						
	結構強度	1.02						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:林亞萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：中坑排水橋(北、南向)　　橋梁編號：03088990RORN(S)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.22						
	橫向	1.29						
橋柱剪力容量		1.16						
防落長度		1.01	<1.2　防落長度不足	1.60	9.	增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.73	止震塊撓曲強度不足	1.86	7.	增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.22	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.42	7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁		0.39	帽梁撓曲強度不足,帽梁剪力強度不足	1.03	4.	橋墩帽梁補強	帽梁補強設計	
基礎	穩定性	1.23						
	結構強度	1.13						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:林亞萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：頭前溪河川橋(北、南向)　　橋梁編號：03091282RORN(S)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.92	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	2.41	13. 3.	液態黏滯性阻尼器 橋墩混凝土包覆補強	液態黏滯性阻尼器分析 橋墩RC包覆補強設計	
	橫向	1.51						
橋柱剪力容量		1.00						
防落長度		1.30		1.50	9.	增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.29	支承強度不足	1.72	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震托架設計	
	橫向	0.14	支承強度不足	1.05 1.07	7.	增設混凝土止震塊	橋墩混凝土止震塊設計 增設橋台止震塊設計	
止震塊	縱向							
	橫向							
帽梁								
基礎	穩定性	0.04	基礎垂直承載能力不足,抗拉強度不足	1.41	1.	橋墩(台)基礎補強	非線性彈簧模型基礎評估結果 基樁強度評估(含附件) 新設樁帽配筋(含附件)	
	結構強度	0.24	基樁撓曲強度不足	1.15				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:王子紳　　檢核者:林亞萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：122縣道中興路跨越橋　　橋梁編號：0309198400RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.62	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	3.81	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置 16. 橋台擴座	強度韌性評估	位移拘束工法
	橫向	1.52					
橋柱剪力容量							
防落長度		1.42					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.00					橋墩處Rigid 無止震塊設施
	橫向	0.00	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.14	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足,抗水平強度不足	1.02	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置 16. 橋台擴座	鋼托架設計 橋台強度檢核 基礎強度評估(含附件)	位移拘束工法
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷,基礎撓曲強度不足	1.38			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者: 連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：寶山IC雙溪排水橋　　橋梁編號：03098832RORS(N)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.89						
	橫向	3.56						
橋柱剪力容量		0.77	橋柱剪力容量不足	1.56	3.	橋墩混凝土包覆補強	RC包覆補強設計	
防落長度		1.19	<1.2　防落長度不足	1.57	9.	增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.45	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.51	7.	增設混凝土止震塊	橋墩-止震塊強度設計	
	橫向	0.07	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.36	7.	增設混凝土止震塊	橋台-止震塊強度設計	
帽梁		0.36	帽梁剪力強度不足,帽梁撓曲強度不足	1.01	4.	橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.65	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.42				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：林紘翔　　檢核者：李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：寶山IC匝道六排水橋(二)　　橋梁編號：03098800PR62

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.21					
	橫向	6.40					
橋柱剪力容量		1.02					
防落長度		1.47					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	1.23			8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
	橫向	0.56	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.11			
帽梁		2.75					
基礎	穩定性	4.25					
	結構強度	1.69					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：寶山IC匝道七排水橋　　橋梁編號：03098800PR71

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.24					
	橫向	16.68					
橋柱剪力容量		1.02					
防落長度		1.59					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	1.01			8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
	橫向	0.39	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.06			
帽梁		3.87					
基礎	穩定性	6.03					
	結構強度	1.38					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：竹43鄉道跨越橋　　橋梁編號：0309950200RG

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.50						
	橫向	3.50						
橋柱剪力容量		1.50						
防落長度		1.01	<1.2　防落長度不足	1.20				採位移拘束工法無防落問題。
剪力鋼棒、支承	縱向	0.60	剪力鋼棒/支承強度不足	1.00				採位移拘束工法無防落問題。
	橫向	2.56						
止震塊	縱向	0.00	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.12	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震裝置設計計算書	
	橫向	0.25	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.10	7.	增設混凝土止震塊	橋台-止震塊強度設計	
帽梁		0.90	帽梁剪力強度不足,帽梁撓曲強度不足	1.44	4.	橋墩帽梁補強	帽梁設計	
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	3.33			位移拘束工法之基礎評估(及附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.01				
其他				1.01 2.12	5.	橋台軀體補強	橋台縱向力檢核 橋台擴座補強	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：林鈺桐　檢核者：李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：水尾溪排水橋　　橋梁編號：03099804RORS(N)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.14						
	橫向	3.69						
橋柱剪力容量		2.01						
防落長度		0.96	<1.2　防落長度不足	1.20				位移拘束工法，無防落問題。
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.33	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.45	8.	增設鋼板止震裝置	鋼板止震裝置設計	
	橫向	0.43	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.10	7.	增設混凝土止震塊	橫向止震塊強度設計	
帽梁		1.17						
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	2.26			位移拘束工法基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.22				
其他				5.01 1.07			縱向力檢核 擴座補強強度設計	

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

林紘桐　　李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：92K+542跨越渡槽兼人行橋(雙向)　　橋梁編號：03092542TORG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.10					
	橫向	2.16					
橋柱剪力容量		2.18					
防落長度		1.12	<1.2　防落長度不足	1.83	9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.41	剪力鋼棒/支承強度不足	1.00			採弱支承設計，將橋墩力量降低，並於橋台增設基，補強橋台。
	橫向	0.47	剪力鋼棒/支承強度不足	1.00			
止震塊	縱向						
	橫向	1.13					
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足	1.10	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估	以位移拘束工法分析；惟經分析後，橋台仍須增設基樁補強。
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.10			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鈺桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：四重溪排水橋　　橋梁編號：03092698RORN(S)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.77						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.47	止震塊剪力強度不足	1.72	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
帽梁								
基礎	穩定性							
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：竹40鄉道穿越橋　　橋梁編號：03093688BORN(S)

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向						
	橫向						
橋柱剪力容量							
防落長度		1.65					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向						
	橫向	0.96	止震塊剪力強度不足	42.60	8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
帽梁							
基礎	穩定性						
	結構強度						
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：94K+383跨越橋(雙向)　　橋梁編號：0309438300RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.55					
	橫向	1.56					
橋柱剪力容量		2.42					
防落長度		1.31					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.41	剪力鋼棒/支承強度不足	1.07	13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	1.01					
止震塊	縱向				13. 增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.09	止震塊強度不足	2.00			
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎穩定性不足	1.20	1. 橋墩(台)基礎補強	橋台基礎設計	
	結構強度	0.00	基礎結構強度不足	1.57			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:邱志晃　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：94K+612渡槽跨越橋(雙向)　　橋梁編號：03094612TORG

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.76						
	橫向	1.83						
橋柱剪力容量		1.87						
防落長度		1.97			9.	增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	防落與橋台止震塊一並補強
剪力鋼棒、支承	縱向	0.73	剪力鋼棒/支承強度不足	1.00				採弱支承設計，將橋墩力量降低，並於橋台設止震塊，防止落橋。
	橫向	0.53	剪力鋼棒/支承強度不足	1.00				
止震塊	縱向				7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
	橫向	0.35	止震塊剪力強度不足	1.26				
帽梁								
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,抗水平強度不足,接觸面積不足,側向降伏比超過	1.80				以位移拘束工法分析；橋台橫向則增加止震塊加強，避免落橋。
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.80				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：柯子湖排水橋　　橋梁編號：03095036RORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.25						
	橫向	3.12						
橋柱剪力容量		2.04						
防落長度		0.51	<1.2　防落長度不足	1.20	9.	增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	已採位移拘束工法，故無落橋疑慮
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.40	止震塊剪力強度不足	7.56	7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	拘束位移工法後縱向強度O.K
	橫向	0.06	止震塊剪力強度不足	1.41				
帽梁		1.37						
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,抗水平強度不足,接觸面積不足,側向降伏比超過	2.94	8.	增設鋼板止震裝置	橋墩基礎強度評估 橋台強度檢核 鋼止震塊設計	拘束位移工法後橋墩基礎穩定性評估O.K
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.20				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：雲南路跨越橋(雙向)　　橋梁編號：0309644500RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.95					
	橫向	1.26					
橋柱剪力容量		0.89	橋柱剪力容量不足	2.32	13. 橋墩FRP包覆補強	FRP包覆補強	
防落長度		1.69					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向	1.63					
止震塊	縱向				7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.09	止震塊強度不足	1.67			
帽梁							
基礎	穩定性	1.67					
	結構強度	1.15					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:邱志晃　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：竹45鄉道跨越橋(雙向)　　橋梁編號：0309742800RG

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.34						
	橫向	23.58						
橋柱剪力容量		0.79	橋柱剪力容量不足	4.33				拘束位移工法後縱向強度O.K
防落長度		1.33						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.41	剪力鋼棒/支承強度不足	7.66				拘束位移工法後縱向強度O.K
	橫向	0.30	剪力鋼棒/支承強度不足	2.91				
止震塊	縱向				7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
	橫向	0.12	止震塊剪力強度不足	1.06				
帽梁								
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足,側向降伏比超過	3.09	8.	增設鋼板止震裝置	橋墩基礎強度評估 橋台強度檢核 鋼止震塊設計	拘束位移工法後橋墩基礎穩定性評估
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.47				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新竹系統交流道匝道A(二)跨越橋　　橋梁編號：03100698PRA2

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.66	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	3.50	8.	增設鋼板止震裝置	強度韌性檢核評估計算書 鋼止震裝置設計計算書 橋台強度檢核計算書 橋台括座檢核計算書	採位移拘束工法分擔力量
	橫向	3.63						
橋柱剪力容量		0.48	橋柱剪力容量不足	1.27			橋柱剪力檢核計算書	採位移拘束工法分擔力量
防落長度		1.43						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.18	剪力鋼棒/支承強度不足	2.17	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震裝置設計計算書	採位移拘束工法分擔力量
	橫向	0.09	剪力鋼棒/支承強度不足	2.17				
止震塊	縱向						既有止震塊檢核計算書	
	橫向	0.02	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.85				
帽梁								
基礎	穩定性	2.04						
	結構強度	1.34						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：　　檢核者：

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新竹系統交流道匝道A(三)跨越橋　　橋梁編號：03100698PRA3

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		2.11						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向				8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
	橫向	0.23	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.86				
帽梁								
基礎	穩定性							
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新竹系統交流道匝道E(一)穿越橋　　橋梁編號：03100698PRE1

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.08						
	橫向	2.09						
橋柱剪力容量		0.50	橋柱剪力容量不足	2.53			橋柱剪力檢核計算書	採位移拘束工法分擔力量
防落長度		1.43						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.31	剪力鋼棒/支承強度不足	5.93	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震裝置設計計算書	採位移拘束工法分擔力量
	橫向	0.09	剪力鋼棒/支承強度不足	5.93				
止震塊	縱向				13.	增設剪力榫	剪力榫設計計算書 既有止震塊檢核計算書	
	橫向	0.04	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.02				
帽梁								
基礎	穩定性	0.90	基礎接觸面積不足	3.33	13.	增設剪力榫	剪力榫設計計算書 橋台強度檢核計算書 基礎檢核計算書	採位移拘束工法分擔力量
	結構強度	0.50	基礎剪力強度不足	1.61				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：陳建宏　　檢核者：李盈萱

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新竹系統交流道匝道E(二)跨越橋　　橋梁編號：03100698PRE2

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.53	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.26			強度韌性評估	考量橋柱側向土壤彈簧之分析 (分析後無補強需求)
	橫向	0.40	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.96				
橋柱剪力容量		0.42	橋柱剪力容量不足	1.52			橋柱剪力容量評估	考量橋柱側向土壤彈簧之分析 (分析後無補強需求)
防落長度		1.27						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.33	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	4.15	7.	增設混凝土止震塊	既有止震塊評估 新設混凝土止震塊設計	考量橋柱側向土壤彈簧之分析 (分析後需進行補強)
	橫向	0.05	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.15				
帽梁								
基礎	穩定性	0.23	基礎垂直承載能力不足,抗拉強度不足	3.49			基礎強度評估	考量橋柱側向土壤彈簧之分析 (分析後無補強需求)
	結構強度	1.09						
其他				1.17			橋台支承擴座補強設計	配合新設止震塊使用

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新竹系統交流道匝道E排水橋　　橋梁編號：03100698PRE3

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.06					
	橫向	3.64					
橋柱剪力容量		1.45					
防落長度		1.83					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.83	止震塊撓曲強度不足	1.10	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置	增設混凝土止震塊設計 鋼止震塊設計	
	橫向	0.14	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.22			
帽梁							
基礎	穩定性	1.31					
	結構強度	1.24					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新竹系統交流道匝道G排水橋　　橋梁編號：03100698PRG1

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.77					
	橫向	6.27					
橋柱剪力容量		1.15					
防落長度		1.28					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.38	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.08	7. 增設混凝土止震塊	增設混凝土止震塊設計	
	橫向	0.10	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.16			
帽梁							
基礎	穩定性	6.67					
	結構強度	1.39					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：寶山一號跨越橋(雙向)　　橋梁編號：0310144800RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.69					
	橫向	18.72					
橋柱剪力容量		1.03					
防落長度		1.62					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.19	剪力鋼棒/支承強度不足	1.07		鋼止震塊設計 鋼止震拖架設計	
	橫向	0.25	剪力鋼棒/支承強度不足	1.42			
止震塊	縱向	1.09					
	橫向	1.05					
帽梁							
基礎	穩定性	2.16					
	結構強度	1.49					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：崎林路高架橋(雙林路)　　橋梁編號：03101870BORS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.26					
	橫向	1.55					
橋柱剪力容量		1.15					
防落長度		0.97	<1.2　防落長度不足	1.27	9. 增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.34	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.25	7. 增設混凝土止震塊	鋼止震塊設計	
	橫向	0.12	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.16			
帽梁		0.34	帽梁剪力強度不足,帽梁撓曲強度不足	1.04	4. 橋墩帽梁補強	帽梁補強設計	
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足	1.05	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度檢核(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.04			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：李盈萱　　檢核者：謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：寶山二號跨越橋(雙向)　　橋梁編號：0310218300RG

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.78	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.28			強度韌性評估	採用位移拘束工法(評估後無補強需求)
	橫向	5.06						
橋柱剪力容量		0.49	橋柱剪力容量不足	8.35			橋墩剪力評估	採用位移拘束工法(評估後無補強需求)
防落長度		1.68						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.21	剪力鋼棒/支承強度不足	1.03	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震托架設計 箱梁橫向鋼止震塊設計	配合位移拘束工法使用
	橫向	0.43	剪力鋼棒/支承強度不足	1.62				
止震塊	縱向				7.	增設混凝土止震塊	止震塊設計	配合位移拘束工法使用
	橫向	0.60	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.00				
帽梁								
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	2.36			基礎強度評估	採用位移拘束工法(評估後無補強需求)
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.28				
其他				1.42	5.	橋台軀體補強	橋台軀體補強設計	配合位移拘束工法使用

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：寶山三號跨越橋(雙向)　　橋梁編號：0310278300RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	3.42					
	橫向	2.22					
橋柱剪力容量		1.00					
防落長度		1.39					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.46	剪力鋼棒/支承強度不足	1.22	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置	止震塊強度設計 鋼板止震裝置設計	
	橫向	0.15	剪力鋼棒/支承強度不足	1.08			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性	1.90					
	結構強度	1.22					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:邱志晃　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：茄苳IC117縣道穿越橋(北向)　　橋梁編號：03103888BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	4.29						
	橫向	5.55						
橋柱剪力容量		1.27						
防落長度		1.46						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	1.46			7.	增設混凝土止震塊	混凝土止震塊強度設計	
	橫向	0.38	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	12.55				
帽梁								
基礎	穩定性	1.51						
	結構強度	1.01						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：茄苳IC117縣道穿越橋(南向)　　橋梁編號：03103888BORS

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.14						
	橫向	6.65						
橋柱剪力容量		2.24						
防落長度		1.48						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	1.42			7.	增設混凝土止震塊	混凝土止震塊強度設計	
	橫向	0.44	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	12.37				
帽梁								
基礎	穩定性	1.09						
	結構強度	1.18						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：117縣道跨越橋(雙向)　　橋梁編號：0310432400RG

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.77						
	橫向	8.74						
橋柱剪力容量		1.70						
防落長度		1.50						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.23	剪力鋼棒/支承強度不足	1.01	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震托架設計 鋼止震塊強度設計	
	橫向	0.50	剪力鋼棒/支承強度不足	1.08				
止震塊	縱向				7. 9.	增設混凝土止震塊 增設防落長度裝置	混凝土止震塊強度設計	
	橫向	0.55	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.19				
帽梁								
基礎	穩定性	0.39	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足,抗水平強度不足	3.31	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震托架設計	橋台強度檢核書 基礎檢核書
	結構強度	0.37	基礎結構剪力強度不足	1.56				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:謝崇偉

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：茄苳高架橋(北向)(南向)　　橋梁編號：03104869BORN(S)

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.54	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.40	3. 橋墩混凝土包覆補強	強度韌性評估(補強前) 強度韌性評估(補強後)	適用橋墩P1E、P2E、P9W、P10W
	橫向	1.28					
橋柱剪力容量		0.65	橋柱剪力容量不足	1.41	3. 橋墩混凝土包覆補強	橋墩RC包覆補強設計	適用橋墩P1W、P2W
防落長度		1.02	<1.2　防落長度不足	1.52	9. 增設防落長度裝置 13. 增設剪力榫	橋墩支承擴座補強設計 隔梁及拉條計算	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	2.55			7. 增設混凝土止震塊	混凝土止震塊設計 橋台支承擴座補強設計	配合增設止震塊補強
	橫向	0.07	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.84			
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,基礎抗拉強度不足,基礎接觸面積不足,基礎抗水平強度不	1.14	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(補強後) 新設樁帽配筋 基樁配筋檢核 (含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.05			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:林亞萱　　檢核者:王子紳

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新竹一號跨越橋(雙向)　　橋梁編號：0310528800RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.97					
	橫向	1.04					
橋柱剪力容量		2.01					
防落長度		1.22					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.25	剪力鋼棒/支承強度不足	1.31	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置	止震塊強度設計 鋼板止震托架設計	
	橫向	0.21	剪力鋼棒/支承強度不足	1.56			
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性	0.03	基礎穩定性不足	1.20	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎設計	
	結構強度	0.26	基礎結構強度不足	1.78			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:邱志晃　　檢核者:蔡宏裕

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：117縣道高架橋(一)　　橋梁編號：03105882BORG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.64	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.13	3. 橋墩混凝土包覆補強	強度韌性評估	
	橫向	0.93	中度地震等級下，橋柱韌性容量不足	3.22			
橋柱剪力容量							
防落長度		1.16	<1.2　防落長度不足		9. 增設防落長度裝置	防落補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.77	止震塊撓曲強度不足	3.31	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
	橫向	0.14	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.15	8. 增設鋼板止震裝置	鋼板止震設計	
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足	1.32	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷,基礎撓曲強度不足	1.78			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者: 連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新竹二號跨越橋　　橋梁編號：0310641800RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.51					
	橫向	2.44					
橋柱剪力容量							
防落長度		1.20			9. 增設防落長度裝置	橋台支承擴座強度檢核	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.25	剪力鋼棒/支承強度不足	1.66	8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震設計(橫向) 鋼托架設計	縱向因採位移拘束工法 橋墩力量降低
	橫向	0.13	剪力鋼棒/支承強度不足	1.21			
止震塊	縱向	0.00					
	橫向	0.00	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足			止震塊強度設計	
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足,抗水平強度不足	4.27	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置 9. 增設防落長度裝置	鋼托架設計 橋台強度檢核 基礎強度評估(含附件)	位移拘束工法
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷,基礎撓曲強度不足	3.44			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者: 連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：117縣道高架橋(二)　　橋梁編號：03107630BORG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.09					
	橫向	1.55					
橋柱剪力容量							
防落長度		1.29					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	1.00					
	橫向	0.23	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	3.60	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
帽梁							
基礎	穩定性	0.56	基礎垂直承載能力不足,抗拉強度不足	1.45	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.31	基礎剪力強度不足,基礎撓曲強度不足	1.06			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者: 連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：新竹三號跨越橋　　橋梁編號：0310891700RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.32					
	橫向	9.88					
橋柱剪力容量							
防落長度		1.20			9. 增設防落長度裝置	橋台支承擴座強度檢核	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.47	剪力鋼棒/支承強度不足	2.20	8. 增設鋼板止震裝置	剪力榫設計 鋼托架設計	縱向因採位移拘束工法 橋墩力量降低
	橫向	0.06	剪力鋼棒/支承強度不足	1.98			
止震塊	縱向	0.00					
	橫向	0.00	止震塊剪力強度不足, 止震塊撓曲強度不足			止震塊強度設計	
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足, 接觸面積不足, 抗水平強度不足	2.99	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置 9. 增設防落長度裝置	鋼托架設計 橋台強度檢核 基礎強度評估(含附件)	位移拘束工法
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷, 基礎撓曲強度不足	1.42			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:謝崇偉　　檢核者:連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：台一線穿越橋　　橋梁編號：03109165BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.14			3.	橋墩混凝土包覆補強	橋軸方向墩柱強度韌性評估 垂直橋軸方向墩柱強度韌性評估	
	橫向	0.93	中度地震等級下，橋柱韌性容量不足	4.66				
橋柱剪力容量		0.50	橋柱剪力容量不足	1.18	3.	橋墩混凝土包覆補強	橋墩RC包覆補強設計	
防落長度		1.61			9.	增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	防落與橋台止震塊一並補強
剪力鋼棒、支承	縱向	0.06	剪力鋼棒/支承強度不足	1.02	13.	增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.02	剪力鋼棒/支承強度不足	1.02				
止震塊	縱向				7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
	橫向	0.00	止震塊剪力強度不足	1.44				
帽梁								
基礎	穩定性	0.21	基礎垂直承載能力不足	1.35	1.	橋墩(台)基礎補強	微型樁設計	
	結構強度	0.39	基礎結構撓曲強度不足	1.35				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鈺桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：鹽水溪排水橋　　橋梁編號：03109478RORN

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	2.04					
	橫向	1.23					
橋柱剪力容量		2.23					
防落長度		1.53			9. 增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	防落與橋台止震塊一並補強
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.29	止震塊剪力強度不足	1.05	7. 增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計 增設橋台止震塊設計	
	橫向	0.14	止震塊剪力強度不足	1.78			
帽梁							
基礎	穩定性	0.41	基礎抗拉強度不足	2.74	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估 新設樁帽設計	
	結構強度	0.38	基礎結構撓曲強度不足	2.74			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：台13線穿越橋　　橋梁編號：03109883BORN

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.49	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	2.48	2.	橋墩鋼板包覆補強	橋軸方向墩柱強度韌性評估 垂直橋軸方向墩柱強度韌性評估	
	橫向	2.53		5.09				
橋柱剪力容量		1.70						
防落長度		1.56			9.	增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	防落與橋台止震塊一並補強
剪力鋼棒、支承	縱向	0.06	剪力鋼棒/支承強度不足	1.28	13.	增設剪力榫	剪力榫設計	
	橫向	0.02	剪力鋼棒/支承強度不足	1.28				
止震塊	縱向				7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
	橫向	0.22	止震塊剪力強度不足	1.37				
帽梁								
基礎	穩定性	1.99						
	結構強度	1.18						
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：茄苳IC C/D穿越橋　　橋梁編號：03103900PCS1

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.84					
	橫向	1.62					
橋柱剪力容量		5.12					
防落長度		1.53					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向	0.13	止震塊剪力強度不足	1.17	7. 增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.29	止震塊剪力強度不足	1.02	7. 增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁							
基礎	穩定性	1.11					
	結構強度	1.43					
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

第M35標

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：彎崎溪河川橋(北)、彎崎溪河川橋(南)　　橋梁編號：03367878RORN、03367878RORS

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.92					
	橫向	2.10					
橋柱剪力容量		1.90					
防落長度		1.20					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.52	剪力鋼棒/支承強度不足	1.07	8. 增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計計算書	
	橫向	0.12	剪力鋼棒/支承強度不足	1.32	7. 增設混凝土止震塊	止震塊設計計算書	
止震塊	縱向						
	橫向						
帽梁							
基礎	穩定性	0.87	基礎垂直承載能力不足,抗水平強度不足	1.27	1. 橋墩(台)基礎補強	補強基礎配筋計算書 基礎強度評估	NFOOT基礎強度計算
	結構強度	0.41	基礎結構剪力強度不足	1.12			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:連冠華　　檢核者:趙志強

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：二仁溪2號河川橋　　橋梁編號：03370455RORS(N)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.92	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.21	14.	增設力量分散裝置	強度韌性評估	依審查委員會意見，於縱向活動支承橋墩增設地震力量分散裝置，以增加結構系統贅餘度。
	橫向	2.48						
橋柱剪力容量		1.13						
防落長度		1.00	<1.2　防落長度不足	1.50	9.	增設防落長度裝置	橋台支承擴充補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向	0.16	剪力鋼棒/支承強度不足	1.32	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震托架設計	
	橫向	0.05	剪力鋼棒/支承強度不足	1.80	7.	增設混凝土止震塊	止震塊強度設計 (最大考量地震等級)	
止震塊	縱向							
	橫向							
帽梁								
基礎	穩定性	0.01	基礎垂直承載能力不足,抗水平強度不足,接觸面積不足,側向降伏比超過	1.31	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估、場鑄樁設計	
	結構強度	0.01	基礎撓曲強度不足	1.02	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估、場鑄樁設計	
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者:蔡宏裕　　檢核者:林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：吉洋溪1號排水橋　　橋梁編號：10029960RORE(W)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.39						
	橫向	1.12						
橋柱剪力容量		0.32	橋柱剪力容量不足	1.18	2.	橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.31			9.	增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	與橋台止震塊一並補強
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.25	止震塊剪力強度不足	1.48	7.	增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.46	止震塊剪力強度不足	1.44	7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁		0.54		1.05	4.	橋墩帽梁補強	橋墩帽梁補強設計	
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足	1.81			直接基礎強度評估(含附件)	以性能點分析結果，不需補強。
	結構強度	0.00	基礎結構撓曲強度不足	1.08				
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鈺桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：美濃溪河川橋　　橋梁編號：10032682RORE(W)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.20	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.30	2.	橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
	橫向	1.09						
橋柱剪力容量		0.25	橋柱剪力容量不足	1.50	2.	橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	
防落長度		1.27			9.	增設防落長度裝置	橋台支承擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	0.15	止震塊剪力強度不足	2.90	7.	增設混凝土止震塊	增設橋墩止震塊設計	
	橫向	0.38	止震塊剪力強度不足	1.08	7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	
帽梁								
基礎	穩定性	1.36			1.	橋墩(台)基礎補強	新設樁帽配筋 樁基礎強度計算(附件)	
	結構強度	0.45	基礎結構撓曲強度不足	1.84				
其他					8. 10.	增設鋼板止震裝置 增設防震拉條	鋼托架設計 隔梁及拉條計算	為避免破提補強，於橋墩P2裝設鋼托架裝置，將地震力分散。

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：里港洩洪橋　　橋梁編號：10027518RORE(W)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.40			9.	增設防落長度裝置	橋台擴座補強設計	
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向				7.	增設混凝土止震塊	增設橋台止震塊設計	原本止震塊強度已接近足夠，故以最小方式補強，C/D值相對來說偏高。
	橫向	0.93	止震塊強度不足	32.08				
帽梁								
基礎	穩定性							
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：穿越橋　　橋梁編號：10031086RORE(W)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值		補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向							
	橫向							
橋柱剪力容量								
防落長度		1.49						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向							
	橫向	0.94	止震塊強度不足	38.27	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	原本止震塊強度已接近足夠，故以最小方式補強，C/D值相對來說偏高。
帽梁								
基礎	穩定性							
	結構強度							
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：李偉翔　　檢核者：林鉦桐

第M36標

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：田寮2號高架　　橋梁編號：03374455B0RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.80	設計地震等級下，橋柱韌性容量不足	1.20	3. 橋墩混凝土包覆補強	強度韌性評估	
	橫向	1.12					
橋柱剪力容量		0.95	橋柱剪力容量不足				
防落長度		1.23					
剪力鋼棒、支承	縱向	0.10	剪力鋼棒/支承強度不足	1.02	8. 增設鋼板止震裝置	鋼托架設計	
	橫向	0.06	剪力鋼棒/支承強度不足	1.13	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
止震塊	縱向	0.00					
	橫向	0.33	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.20	7. 增設混凝土止震塊	止震塊強度設計	
帽梁							
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,接觸面積不足,抗水平強度不足	2.99	1. 橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估(含附件)	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷,基礎撓曲強度不足	1.42			
其他							

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。　　設計者：謝崇偉　　檢核者：連冠華

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：高雄環線高架(三)橋　　橋梁編號：10007979BORE(W)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.09						
	橫向	1.53						
橋柱剪力容量		0.75	橋柱剪力容量不足	1.76	2,3	橋墩鋼板包覆補強, 橋墩鋼板包覆補強	橋墩RC包覆補強設計， 鋼板包覆剪力設計	C/D由設計計算書取小值
防落長度		1.45						
剪力鋼棒、支承	縱向	0.48	剪力鋼棒/支承強度不足	2.84	8.	增設鋼板止震裝置	鋼止震塊設計	
	橫向	0.57	剪力鋼棒/支承強度不足	2.03	7.	增設混凝土止震塊	橋墩混凝土止震塊設計	
止震塊	縱向							
	橫向							
帽梁								
基礎	穩定性	0.00	基礎垂直承載能力不足,抗水平強度不足,接觸面積不足,側向降伏比超過	1.71	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估、場鑄樁設計	
	結構強度	0.00	基礎穩定性不足導致結構強度無法判斷	1.06	1.	橋墩(台)基礎補強	基礎強度評估、場鑄樁設計	
其他								

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者:蔡宏裕、林鉦桐　　檢核者:李偉翔

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：典寶溪過水橋(東、西)　　橋梁編號：10014207RORE(W)

		補強前		補強後				備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容		設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	1.95						
	橫向	1.84						
橋柱剪力容量		2.50						
防落長度		1.22						
剪力鋼棒、支承	縱向							
	橫向							
止震塊	縱向	1.00			7. 增設混凝土止震塊 9. 增設防落長度裝置		混凝土止震塊設計 橋台支承擴座補強設計	配合混凝土止震塊設置
	橫向	0.16	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	1.01				
帽梁								
基礎	穩定性	0.12	基礎垂直承載能力不足,基礎抗拉強度不足	1.82	1.	橋墩(台)基礎補強	新設樁帽配筋 基樁配筋檢核 附件：NFOOT分析結果	
	結構強度	0.19	基礎結構撓曲強度不足	1.02				
其他				1.26	10. 增設防震拉條 11. 端隔板(梁)補強		隔梁及拉條計算	考量橋址鄰近斷層，於活動端橋墩增設防震拉條，作為第二道防線。

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：林亞萱　　檢核者：王子綸

國道高速公路橋梁耐震補強第2期工程(第1優先路段)

橋梁名稱：跨越橋(高45)　　橋梁編號：1001486400RG

		補強前		補強後			備註
		C/D值	說明	C/D值	補強內容	設計計算書	
橋柱韌性容量	縱向	0.83	最大考量地震等級下，橋柱韌性容量不足	2.13		強度韌性評估	採用位移拘束工法
	橫向	1.31		1.34			
橋柱剪力容量		0.37	橋柱剪力容量不足	1.77	2. 橋墩鋼板包覆補強	圓柱鋼板包覆補強設計	採用位移拘束工法
防落長度		1.76					
剪力鋼棒、支承	縱向						
	橫向						
止震塊	縱向			1.16	7. 增設混凝土止震塊 8. 增設鋼板止震裝置 9. 增設防落長度裝置	止震塊設計 鋼止震托架設計 橋台支承擴座補強設計	配合位移拘束工法設置 配合混凝土止震塊設置
	橫向	0.42	止震塊剪力強度不足,止震塊撓曲強度不足	2.46			
帽梁							
基礎	穩定性	0.43	基礎垂直承載能力不足,基礎接觸面積不足,基礎抗水平強度不足	1.06		基礎強度評估	採用位移拘束工法
	結構強度	0.44	基礎結構撓曲強度不足	1.29			
其他				1.78		橋台強度檢核	採用位移拘束工法

※補強前C/D值空白者，表本橋無此項目。補強前說明空白者，表本橋於此項目無補強需求。

設計者：林西莒　　檢核者：王多綋

附錄十二　各單元之工址水平地表加速度係數

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(1/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
1	北側基隆河橋S	03010436RORS	AS1~PS6	S01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
2	北側基隆河橋N	03010429RORN	AN1~PN6	N01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
3	汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋	03010900PR62	A1~P2	R01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
4	汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋	03010900PR62	P2~A5	R02	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
5	汐止系統交流道CDI-SB-RD	03010900PCS1	A3~A2	R01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
6	汐止系統交流道CDI-NB-RD	03010900PCN1	A6~P12	R01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
7	汐止系統交流道CDI-NB-RD	03010900PCN1	P12~A5	R02	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
8	汐止系統交流道匝道7跨西側基隆河橋	03010900PR73	A1~P4	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
9	汐止系統交流道匝道7跨西側基隆河橋	03010900PR73	P4~P7N	B02	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
10	汐止系統交流道匝道7跨西側基隆河橋	03010900PR73	P7N~P11	B03	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
11	汐止系統交流道匝道3	03010900PR31	P7S~A2	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
12	汐止系統交流道匝道1跨北側基隆河橋	03010900PR11	A1~P3	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
13	汐止系統交流道匝道1跨北側基隆河橋	03010900PR11	P3~A2	B02	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
14	汐止系統交流道匝道2跨北側基隆河橋	03010900PR21	A1~P2	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
15	汐止系統交流道匝道2跨北側基隆河橋	03010900PR21	P2~A2	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
16	汐止系統交流道匝道7跨北側基隆河橋	03010900PR71	A1~P3	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
17	汐止系統交流道匝道7跨北側基隆河橋	03010900PR71	P3~A2	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
18	新台五路橋N	03012873BORN	AN1~AN2	N01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
19	新台五路橋S	03012873BORS	AS1~AS2	S01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
20	新台五路交流道匝道3跨鐵路橋	03012700PR31	A1~A2	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
21	新台五路交流道匝道4排水溝渠橋	03012700PR41	A1~A2	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
22	新台五路交流道匝道7排水溝渠橋	03012700PR71	A1~A2	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
23	新台五路交流道匝道7跨光復街橋	03012700PR72	A1~A2	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
24	新台五路交流道匝道7跨匝道1橋	03012700PR73	A1~A2	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
25	貨櫃場通道跨越橋	03013650OORG	A1~A2	B01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
26	橫科路橋N	03014477BORN	AN1~AN2	N01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
27	橫科路橋S	03014477BORS	AS1~AS2	S01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
28	南深路橋N	03016111BORN	AN1~AN2	N01	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
29	南深路橋S	03016112BORS	AS1~AS2	S01	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
30	南港系統交流道匝道3跨越橋	03016500PR31	AD2~AD3	B01	台北市南港區	無	0.081	0.264	0.320
31	匝道6橋S(南港交流道)	03014657BORS	AS1~AS2	S01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
32	匝道6橋N(南港交流道)	03014657BORN	AN1~AN2	N01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
33	南港系統交流道環道5跨越橋	03016500PL51	AE1~AE2	B01	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
34	南港系統交流道匝道3跨南深路橋	03016500PR32	AD1~PD2	B01	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
35	南港系統交流道匝道3跨南深路橋	03016500PR32	PD2~A4	B02	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
36	四分子一坑高架橋N	03016611BORN	AN1~PN2	N01	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
37	四分子一坑高架橋N	03016611BORN	PN2~AN2	N02	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(2/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
38	四分子一坑高架橋S	03016612BORS	AS1~PS2	S01	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
39	四分子一坑高架橋S	03016612BORS	PS2~AS2	S02	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
40	璋樹里高架橋N	03011818BORN	AB~PN8	N01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
41	璋樹里高架橋N	03011818BORN	PN8~PN11	N02	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
42	璋樹里高架橋N	03011818BORN	PN11~AN	N03	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
43	璋樹里高架橋S	03011847BORS	AB~PS8	S01	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
44	璋樹里高架橋S	03011847BORS	PS8~PS11	S02	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
45	璋樹里高架橋S	03011847BORS	PS11~AS	S03	新北市汐止區	無	0.074	0.240	0.320
46	舊莊高架橋N	03015096RORN	AN1~PN4	N01	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
47	舊莊高架橋N	03015096RORN	PN4~PN8	N02	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
48	舊莊高架橋N	03015096RORN	PN8~PN12	N03	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
49	舊莊高架橋N	03015096RORN	PN12~AN2	N04	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
50	舊莊高架橋S	03015096RORS	AS1~PS4	S01	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
51	舊莊高架橋S	03015096RORS	PS4~PS8	S02	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
52	舊莊高架橋S	03015096RORS	PS8~PS12	S03	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
53	舊莊高架橋S	03015096RORS	PS12~AS2	S04	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
54	四分里坑高架橋N	03017502RORN	AN1~PN3	N01	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
55	四分里坑高架橋N	03017502RORN	PN3~PN6	N02	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
56	四分里坑高架橋N	03017502RORN	PN6~AN2	N03	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
57	四分里坑高架橋S	03017528RORS	AS1~PS3	S01	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
58	四分里坑高架橋S	03017528RORS	PS3~PS6	S02	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
59	四分里坑高架橋S	03017528RORS	PS6~AS2	S03	台北市南港區	無	0.074	0.240	0.320
60	富德橋S	03020305BORS	AS1~PS3	B01	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
61	富德橋S	03020305BORS	PS3~PS6	B02	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
62	富德橋S	03020305BORS	PS6~AS2	B03	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
63	景美溪北橋	03020408RORN	AN1~PN1	B01	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
64	景美溪北橋	03020408RORN	PN1~PN12	B02	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
65	景美溪北橋	03020408RORN	PN12~PN17	B03	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
66	景美溪北橋	03020408RORN	PN17~AN2	B04	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
67	景美溪南橋	03020633RORS	AS3~PS16	B01	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
68	景美溪南橋	03020633RORS	PS16~PS18	B02	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
69	景美溪南橋	03020633RORS	PS18~AS4	B03	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
70	景美溪南橋	03020633RORS	AS5~PS16	B04	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
71	木柵交流道匝道一富德橋	03020800PR11	AA1~AA2	B01	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
72	木柵交流道匝道二景美溪橋	03020800PR21	AB1~PN1	B01	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
73	木柵交流道匝道四猴山坑橋	03020800PR43	AD1~AD2	B01	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
74	木柵交流道匝道四景美溪橋	03020800PR42	AD4~AD3	B01	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(3/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
75	木柵交流道匝道四富德橋	03020800PR41	AD6~AD5	B01	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
76	景美溪橋W	03020800RORW	AT3~AT4	S01	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
77	景美溪橋E	03020800RORE	AT3~AT4	N01	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
78	指南路穿越橋N (無名溪橋N)	03023780RORN	AN1~AN2	N01	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
79	指南路穿越橋S (無名溪橋S)	03023743RORS	AS1~AS2	S01	台北市文山區	無	0.074	0.240	0.320
80	新店高架橋N	03025915BORN	NABT1~NP2	S01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
81	新店高架橋N	03025915BORN	NP2~NP7	S02	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
82	新店高架橋N	03025915BORN	NP7~NP11	S03	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
83	新店高架橋N	03025915BORN	NP11~NP12	S04	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
84	新店高架橋N	03025915BORN	NP12~NP16	S05	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
85	新店高架橋N	03025915BORN	NP16~NP17	S06	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
86	新店高架橋N	03025915BORN	NP17~NABT2	S07	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
87	新店高架橋S	03025922BORS	SABT1~SP2	N01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
88	新店高架橋S	03025922BORS	SP2~SP7	N02	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
89	新店高架橋S	03025922BORS	SP7~SP11	N03	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
90	新店高架橋S	03025922BORS	SP11~SP14	N04	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
91	新店高架橋S	03025922BORS	SP14~SP17	N05	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
92	新店高架橋S	03025922BORS	SP17~SABT2	N06	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
93	新店交流道匝道1	03026800PR11	SP14~SABT3	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
94	新店交流道匝道2	03026800PR21	NP12~NABT3	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
95	新店交流道環道4	03026800PL41	NP16~NABT4	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
96	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	ABT1~P3	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
97	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	P3~P6	B02	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
98	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	P6~P9	B03	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
99	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	P9~P12	B04	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
100	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	P12~P15	B05	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
101	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	P15~P17	B06	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
102	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	P17~ABT2	S07	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
103	新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	P17~ABT3	N07	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
104	新店交流道聯絡道排水橋	03026800TAT2	ABT1~ABT2	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
105	檳榔坑橋N	03028409BORN	AN1~AN2	N01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
106	檳榔坑橋S	03028423BORS	AS1~AS2	S01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
107	碧潭橋N	03029100RORN	AN1~PN10	N01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
108	碧潭橋N	03029100RORN	PN10~AN2	N02	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
109	碧潭橋S	03029104RORS	AS1~PS10	S01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
110	碧潭橋S	03029104RORS	PS10~AS2	S02	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
111	安坑交流道匝道5跨越橋	03031100PR51	A1~A2	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(4/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
112	安坑交流道匝道6跨越橋	03031100PR61	A1~A2	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
113	安坑交流道連絡道跨越橋	03031100TAT1	A1~A2	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
114	安坑溪橋N	03032138RORN	AN1~PN3	N01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
115	安坑溪橋N	03032138RORN	PN3~PN5	N02	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
116	安坑溪橋N	03032138RORN	PN5~PN7	N03	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
117	安坑溪橋N	03032138RORN	PN7~AN2	N04	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
118	安坑溪橋S	03032145RORS	AS1~PS3	S01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
119	安坑溪橋S	03032145RORS	PS3~PS6	S02	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
120	安坑溪橋S	03032145RORS	PS6~AS2	S03	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
121	安坑橋	03031100TAT2	A1~P1	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
122	安坑橋	03031100TAT2	P1~P2	B02	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
123	安坑橋	03031100TAT2	P2~P8	B03	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
124	安坑橋	03031100TAT2	P8~A2	B03	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
125	安坑橋A6匝道	03031100PRA6	A6~P9R	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
126	安坑橋A5匝道	03031100PRA5	P10R~A5	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
127	安坑橋A3匝道	03031100PRA3	A3~P2	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
128	安坑橋A4匝道	03031100PRA4	A4~P2	B02	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
129	安坑飛越橋	03031100PR23	P4R~P23	B01	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
130	安坑飛越橋	03031100PR23	P23~P26	B02	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
131	安坑飛越橋	03031100PR23	P26~A7	B03	新北市新店區	無	0.074	0.240	0.320
132	中和一號穿越橋S	03033812BORS	A1~A2	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
133	中和五號穿越橋N	03033824BORN	A1~A2	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
134	興南路南穿越橋S	03034051BORS	A1~A2	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
135	興南路北穿越橋N	03034072BORN	A1~A2	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
136	中和交流道北主線高架橋 (一)	03035542BORN	AN1~PN4	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
137	中和交流道北主線高架橋 (一)	03035542BORN	PN4~PN6	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
138	中和交流道北主線高架橋 (一)	03035542BORN	PN6~PN8	B03	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
139	中和交流道北主線高架橋 (一)	03035542BORN	PN8~PN11	B04	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
140	中和交流道北主線高架橋 (一)	03035542BORN	PN11~AN2	B05	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
141	中和交流道北主線高架橋 (二)	03035913BORN	AN3~PN13	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
142	中和交流道北主線高架橋 (二)	03035913BORN	PN13~PN17	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
143	中和交流道北主線高架橋 (二)	03035913BORN	PN17~AN4	B03	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
144	中和交流道南主線高架橋 (一)	03035575BORS	AS1~PS3	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
145	中和交流道南主線高架橋 (一)	03035575BORS	PS3~AS2	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
146	中和交流道匝道F	03035000PRF1	PF1~AF1	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
147	中和交流道南主線高架橋 (二)	03035770BORS	AS3~AS4	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
148	中和交流道南主線高架橋 (三)	03035907BORS	AS5~PS7	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(5/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
149	中和交流道南主線高架橋 (三)	03035907BORS	PS7~PS11	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
150	中和交流道南主線高架橋 (三)	03035907BORS	PS11~AS6	B03	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
151	中和交流道匝道A (一)	03035000PRA1	P8'L~PA4	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
152	中和交流道匝道A (一)	03035000PRA1	PA4~PA8	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
153	中和交流道匝道A (一)	03035000PRA1	PA8~PA11	B03	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
154	中和交流道匝道A (一)	03035000PRA1	PA11~AA1	B04	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
155	中和交流道匝道A (二)	03035000PRA2	AA2~PA17	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
156	中和交流道匝道A (二)	03035000PRA2	PA17~PA21	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
157	中和交流道匝道B (一)	03035000PRB1	AB1~PB3	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
158	中和交流道匝道B (一)	03035000PRB1	PB3~AB2	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
159	中和交流道匝道B (二)	03035000PRB2	AB3~PB10	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
160	中和交流道匝道B (二)	03035000PRB2	PB10~PB15	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
161	中和交流道匝道C	03035000PRC1	PA8~PC2	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
162	中和交流道匝道C	03035000PRC1	PC2~PC5	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
163	中和交流道匝道C	03035000PRC1	PC5~PC9	B03	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
164	中和交流道匝道C	03035000PRC1	PC9~PC12	B04	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
165	中和交流道匝道C	03035000PRC1	PC12~AC1	B05	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
166	中和交流道匝道D	03035000PRD1	PD1~PD2	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
167	中和交流道匝道D	03035000PRD1	PD2~PD7	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
168	中和交流道匝道D	03035000PRD1	PD7~PD12	B03	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
169	中和交流道匝道D	03035000PRD1	PD12~AD1	B04	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
170	中和交流道匝道E	03035000PRE1	P8'R~PE4	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
171	中和交流道匝道E	03035000PRE1	PE4~PE8	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
172	中和交流道匝道E	03035000PRE1	PE8~AE1	B03	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
173	中和交流道聯絡道高架橋W (一)	03035000TAT1	P8'~P6'	B03	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
174	中和交流道聯絡道高架橋W (一)	03035000TAT1	P6'~P3'	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
175	中和交流道聯絡道高架橋W (一)	03035000TAT1	P3'~P1'	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
176	中和交流道聯絡道高架橋W (一)	03035000TAT1	P1'~P2	S01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
177	中和交流道聯絡道高架橋W (一)	03035000TAT1	P2~P6	N02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
178	中和交流道聯絡道高架橋E (一)	03035000TAT2	P6'~P3'	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
179	中和交流道聯絡道高架橋E (一)	03035000TAT2	P3'~P1'	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
180	中和交流道聯絡道高架橋E (一)	03035000TAT2	P1'~P2	S01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
181	中和交流道聯絡道高架橋E (一)	03035000TAT2	P2~P5	S02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
182	中和交流道聯絡道高架橋W (二)	03035000TAT3	AP6~P20	W01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
183	中和交流道聯絡道高架橋W (二)	03035000TAT3	P20~P23	W02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
184	中和交流道聯絡道高架橋W (二)	03035000TAT3	P23~P26	W03	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
185	中和交流道聯絡道高架橋E (二)	03035000TAT4	AP5~P20	E01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(6/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
186	中和交流道聯絡道高架橋E (二)	03035000TAT4	P20~P23	E02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
187	中和交流道聯絡道高架橋E (二)	03035000TAT4	P23~P26	E03	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
188	中和交流道匝道L	03035000PRL1	P20~P23	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
189	中和交流道匝道L	03035000PRL1	P23~P26	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
190	中和交流道匝道L	03035000PRL1	P26~P30	B03	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
191	中和交流道匝道L	03035000PRL1	P30~P34	B04	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
192	中和交流道匝道L	03035000PRL1	P34~P37	B05	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
193	中和交流道匝道L	03035000PRL1	P37~P40	B06	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
194	中和交流道匝道R	03035000PRR1	P20~P23	B01	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
195	中和交流道匝道R	03035000PRR1	P23~P26	B02	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
196	中和交流道匝道R	03035000PRR1	P26~P30	B03	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
197	中和交流道匝道R	03035000PRR1	P30~P34	B04	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
198	中和交流道匝道R	03035000PRR1	P34~P37	B05	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
199	中和交流道匝道R	03035000PRR1	P37~P40	B06	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
200	中和交流道匝道G	03035000PRG1	P1'G~A3G	S05	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
201	中和交流道匝道H	03035000PRH1	P1'H~A3H	N04	新北市中和區	無	0.074	0.240	0.320
202	永豐路穿越橋 S	03037899BORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
203	永豐路穿越橋 N	03037899BORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
204	計劃路穿越橋 N	03037979BORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
205	計劃路穿越橋 S	03037979BORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
206	仁愛路穿越橋 N	03038190BORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
207	仁愛路穿越橋 S	03038190BORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
208	青雲路穿越橋 N	03039057BORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
209	青雲路穿越橋 S	03039057BORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
210	柑林埤排水橋 S	03039193RORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
211	柑林埤排水橋 N	03039193RORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
212	土城一號穿越橋 N	03039577BORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
213	土城一號穿越橋 S	03039577BORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
214	和平路穿越橋N	03040626BORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
215	和平路穿越橋S	03040626BORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
216	土城一號排水橋S	03040892RORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
217	土城一號排水橋N	03040892RORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
218	土城二號穿越橋N	03041070BORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
219	土城二號穿越橋S	03041070BORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
220	忠義路穿越橋S	03041495BORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
221	忠義路穿越橋N	03041495BORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
222	承天路穿越橋N	03041640BORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(7/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
223	承天路穿越橋S	03041640BORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
224	永和街穿越橋(南向)	03042170BORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
225	永和街穿越橋(北向)	03042170BORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
226	土城IC穿越橋(北向)	03042446BORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
227	土城IC穿越橋(南下)	03042446BORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
228	永寧路穿越橋(北向)	03042775BORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
229	永寧路穿越橋(南向)	03042775BORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
230	海山排水橋(北向)	03042897RORN	A1~A2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
231	海山排水橋(南向)	03042897RORS	A1~A2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
232	土城交流道穿越橋匝道A(永寧路)	03000183PRA1	A1~A2	B01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
233	永安街穿越橋(西向)	03000174TATW	A1~A2	B01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
234	永安街穿越橋(東向)	03000174TATE	A1~A2	B01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
235	頂埔30號計劃路穿越橋(北向)	03042998BORN	AN1~AN2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
236	頂埔30號計劃路穿越橋(南向)	03042998BORS	AS1~AS2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
237	大暖路穿越橋(北向)	03043476BORN	AN1~AN2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
238	大暖路穿越橋(南向)	03043476BORS	AS1~AS2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
239	台三線中央路穿越橋(南向)	03045098RORS	AS1~AS2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
240	台三線中央路穿越橋(北向)	03045098RORN	AN1~AN2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
241	舊台三線介壽路穿越橋(北向)	03045235BORN	AN1~AN2	N01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
242	舊台三線介壽路穿越橋(南向)	03045235BORS	AS1~AS2	S01	新北市土城區	無	0.074	0.240	0.320
243	三峽溪河川橋(北向)	03045475RORN	AN1~PN3	N01	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
244	三峽溪河川橋(北向)	03045475RORN	PN3~PN6	N02	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
245	三峽溪河川橋(北向)	03045475RORN	PN6~AN2	N03	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
246	三峽溪河川橋(南向)	03045475RORS	AS1~PS3	S01	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
247	三峽溪河川橋(南向)	03045475RORS	PS3~PS6	S02	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
248	三峽溪河川橋(南向)	03045475RORS	PS6~AS2	S03	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
249	佳園路穿越橋(北向)	03047342BORN	AN1~AN2	N01	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
250	佳園路穿越橋(南向)	03047342BORS	AS1~AS2	S01	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
251	龍埔路穿越橋(北向)	03050180RORN	AN1~AN2	N01	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
252	龍埔路穿越橋(南向)	03050180RORS	AS1~AS2	S01	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
253	三鶯交流道復興路穿越橋(北向)	03050596BORN	AN1~AN2	N01	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
254	三鶯交流道復興路穿越橋(南向)	03050596BORS	AS1~AS2	S01	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
255	大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	AS1~PS3	S01	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
256	大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	PS3~PS6	S02	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
257	大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	PS6~PS9	S03	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
258	大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	PS9~PS12	S04	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
259	大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	PS12~PS15	S05	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(8/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
260	大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	PS15~PS17	S06	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
261	大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	AS17~AS2	S07	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
262	大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN	AN1~PN3	N01	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
263	大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN	PN3~PN6	N02	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
264	大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN	PN6~PN9	N03	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
265	大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN	PN9~PN12	N04	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
266	大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN	PN12~PN15	N05	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
267	大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN	PN15~PN17	N06	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
268	大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN	AN17~AN2	N07	新北市三峽區	無	0.086	0.280	0.320
269	大溪一號排水橋(北向)	03057932RORN	AN1~AN2	N01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
270	大溪一號排水橋(南向)	03057932RORS	AS1~AS2	S01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
271	大溪二號排水橋(北向)	03059220RORN	AN1~AN2	N01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
272	大溪二號排水橋(南向)	03059220RORS	AS1~AS2	S01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
273	大溪二號渡槽兼人行橋	03060191TORG	A1~A2	B01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
274	大溪三號渡槽兼人行橋	03060904TORG	A1~A2	E01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
275	大溪三號渡槽兼人行橋	03060904TORG	A1~A2	W01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
276	112路跨越橋(雙向)	03061296OORG	A1~A2	B01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
277	大溪交流道IC穿越橋(北向)	03062720BORN	AN1~AN2	N01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
278	大溪交流道IC穿越橋(南向)	03062720BORS	AS1~AS2	S01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
279	桃64路穿越橋(北向)	03063050BORN	AN1~AN2	N01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
280	桃64路穿越橋(南向)	03063050BORS	AS1~AS2	S01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
281	石門大圳穿越橋(北向)	03064550BORN	A1~A2	N01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
282	石門大圳穿越橋(南向)	03064550BORS	A1~A2	S01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
283	台三路跨越橋(雙向)	03064862OORG	AE1~AE2	E01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
284	台三路跨越橋(雙向)	03064862OORG	AW1~AW2	W01	桃園縣大溪鎮	無	0.086	0.280	0.320
285	龍潭一號渡槽兼人行橋	03065165TORG	AE1~AE2	E01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
286	龍潭一號渡槽兼人行橋	03065165TORG	AW1~AW2	W01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
287	龍潭一號排水橋(南向)	03066575RORS	AS1~AS2	S01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
288	龍潭一號排水橋(北向)	03066575RORN	AN1~AN2	N01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
289	龍潭交流道IC穿越橋(南向)	03068234BORS	AS1~AS2	S01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
290	龍潭交流道IC穿越橋(北向)	03068234BORN	AN1~AN2	N01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
291	龍潭IC C/D穿越橋	03068234PCS1	A1~A2	B01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
292	龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	AN1~PN3	N01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
293	龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	PN3~PN6	N02	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
294	龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	PN6~PN9	N03	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
295	龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	PN9~PN12	N04	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
296	龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	PN12~PN15	N05	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(9/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
297	龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	PN15~AN2	N06	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
298	龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	AS1~PS3	S01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
299	龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	PS3~PS6	S02	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
300	龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	PS6~PS9	S03	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
301	龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	PS9~PS12	S04	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
302	龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	PS12~PS15	S05	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
303	龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	PS15~AS2	S06	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
304	龍潭二號排水橋(北向)	03069613RORN	AN1~AN2	N01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
305	龍潭二號排水橋(南向)	03069613RORS	AS1~AS2	S01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
306	台三線穿越橋(北向)	03070411BORN	AN1~AN2	N01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
307	台三線穿越橋(南向)	03070411BORS	AS1~AS2	S01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
308	桃67路跨越橋(高楊北路)雙向	03071444OORG	A1~A2	B01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
309	龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)	03071710TORG	A1~A2	B01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
310	桃68高原路跨越橋	03072975OORG	A1~A2	B01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
311	龍潭三號排水橋(北向)	03074013RORN	AN1~AN2	N01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
312	龍潭三號排水橋(南向)	03074013RORS	AS1~AS2	S01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
313	龍潭二號跨越橋(雙向)	03074285OORG	A1~A2	B01	桃園縣龍潭鄉	新城斷層	0.102	0.333	0.436
314	牛欄河一號橋(南向)	03075110RORS	SA1~SP2	S01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.102	0.333	0.436
315	牛欄河一號橋(南向)	03075110RORS	SP2~SA2	S02	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.102	0.333	0.436
316	牛欄河一號橋(北向)	03075110RORN	NA1~NP2	N01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.102	0.333	0.436
317	牛欄河一號橋(北向)	03075110RORN	NP2~NA2	N02	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.102	0.333	0.436
318	關西一號跨越橋(東向)	03076175OORE	A1~A2	B01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
319	關西一號跨越橋(西向)	03076175OORW	A1~A2	B01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
320	牛欄河二號橋(南向)	03077649RORS	AS1~PS3	S01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
321	牛欄河二號橋(南向)	03077649RORS	PS3~PS8	S02	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
322	牛欄河二號橋(南向)	03077649RORS	PS8~AS2	S03	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
323	牛欄河二號橋(北向)	03077649RORN	AN1~PN3	N01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
324	牛欄河二號橋(北向)	03077649RORN	PN3~PN8	N02	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
325	牛欄河二號橋(北向)	03077649RORN	PN8~AN2	N03	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
326	竹18-2鄉道穿越橋(光明路)南向	03078360BORN	AN1~AN2	N01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
327	竹18-2鄉道穿越橋(光明路)北向	03078360BORS	AS1~AS2	S01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
328	關西IC穿越橋(北向)	03079210BORN	AN1~AN2	N01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
329	關西IC穿越橋(南向)	03079210BORS	AS1~AS2	S01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
330	關西IC穿越橋匝道A西向	03000199TATW	A1~A2	B01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
331	關西IC穿越橋匝道A東向	03000199TATE	A1~A2	B01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
332	深坑排水橋(北向)	03080825RORN	AN1~AN2	N01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
333	深坑排水橋(南向)	03080825RORS	AS1~AS2	S01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(10/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
334	竹16道穿越橋(南向)	03083048BORS	AS1~AS2	S01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
335	竹16道穿越橋(北向)	03083049BORN	AN1~AN2	N01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
336	大同里跨越橋(雙向)	03081468OORG	A1~A2	B01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
337	水坑排水橋(南向)	03081590RORS	AS1~AS2	S01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
338	水坑排水橋(北向)	03081590RORN	AN1~AN2	N01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
339	鳳山溪河川橋(北向)	03082173RORN	AN1~AN2	N01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
340	鳳山溪河川橋(南向)	03082173RORS	AS1~AS2	S01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
341	下橫坑河川橋(南向)	03083566RORS	AS1~PS3	S01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
342	下橫坑河川橋(南向)	03083566RORS	PS3~PS6	S02	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
343	下橫坑河川橋(南向)	03083566RORS	PS6~AS2	S03	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
344	下橫坑河川橋(北向)	03083566RORN	AN1~PN3	N01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
345	下橫坑河川橋(北向)	03083566RORN	PN3~PN6	N02	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
346	下橫坑河川橋(北向)	03083566RORN	PN6~AN2	N03	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
347	竹21鄉道穿越橋(南向)	03085116BORS	AS1~AS2	S01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
348	竹21鄉道穿越橋(北向)	03085116BORN	AN1~AN2	N01	新竹縣關西鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
349	崁下排水橋(北向)	03089549RORN	AN1~AN2	N01	新竹縣芎林鄉	新城斷層	0.103	0.336	0.440
350	崁下排水橋(南向)	03089549RORS	AS1~AS2	S01	新竹縣芎林鄉	新城斷層	0.103	0.336	0.440
351	120縣道文衡路穿越橋(北向)	03089711BORN	AN1~AN2	N01	新竹縣芎林鄉	新城斷層	0.103	0.336	0.440
352	120縣道文衡路穿越橋(南向)	03089711BORS	AS1~AS2	S01	新竹縣芎林鄉	新城斷層	0.103	0.336	0.440
353	竹林交流道穿越橋(北向)	03090326TATN	AN1~AN2	N01	新竹縣芎林鄉	新城斷層	0.103	0.336	0.440
354	竹林交流道穿越橋(南向)	03090326TATS	AS1~AS2	S01	新竹縣芎林鄉	新城斷層	0.103	0.336	0.440
355	竹林IC環道R/A穿越橋	03090326PCS1	AR1~AR2	B01	新竹縣芎林鄉	新城斷層	0.103	0.336	0.440
356	赤柯窟排水橋(北向)	03087219RORN	AN1~AN2	N01	新竹縣芎林鄉	新城斷層	0.108	0.352	0.480
357	赤柯窟排水橋(南向)	03087219RORS	AS1~AS2	S01	新竹縣芎林鄉	新城斷層	0.108	0.352	0.480
358	中坑排水橋(北向)	03088990RORN	AN1~AN2	N01	新竹縣芎林鄉	新城斷層	0.108	0.352	0.480
359	中坑排水橋(南向)	03088990RORS	AS1~AS2	S01	新竹縣芎林鄉	新城斷層	0.108	0.352	0.480
360	頭前溪河川橋(北向)	03091282RORN	AN1~PN7	N01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
361	頭前溪河川橋(北向)	03091282RORN	PN7~AN2	N02	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
362	頭前溪河川橋(南向)	03091282RORS	AS1~PS7	S01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
363	頭前溪河川橋(南向)	03091282RORS	PS7~AS2	S02	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
364	122縣道中興路跨越橋(雙向)	03091984OORG	A1E~A2E	S01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
365	122縣道中興路跨越橋(雙向)	03091984OORG	A1W~A2W	N01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
366	92K+542跨越渡槽兼人行橋(雙向)	03092542TORG	A1~A2	B01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
367	四重溪排水橋(北向)	03092698RORN	AN1~AN2	N01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
368	四重溪排水橋(南向)	03092698RORS	AS1~AS2	S01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
369	竹40鄉道穿越橋(北向)	03093688BORN	AN1~AN2	N01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
370	竹40鄉道穿越橋(南向)	03093688BORS	AS1~AS2	S01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(11/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
371	94K+383跨越橋(雙向)	03094383OORG	A1~A2	B01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
372	94K+612渡槽跨越橋(雙向)	03094612TORG	A1~A2	B01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
373	柯子湖排水橋(北向)	03095036RORN	AN1~AN2	N01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
374	柯子湖排水橋(南向)	03095036RORS	AS1~AS2	S01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
375	雲南路跨越橋(雙向)	03096445OORG	A1~A2	B01	新竹縣竹東鎮	新城斷層	0.108	0.352	0.480
376	竹45鄉道跨越橋(雙向)	03097428OORG	A1~A2	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
377	寶山IC雙溪排水橋(北向)	03098832RORN	AN1~AN2	N01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
378	寶山IC雙溪排水橋(南向)	03098832RORS	AS1~AS2	S01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
379	竹43鄉道跨越橋(雙向)	03099502OORG	A1~A2	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
380	水尾溪排水橋(北向)	03099804RORN	AN1~AN2	N01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
381	水尾溪排水橋(南向)	03099804RORS	AS1~AS2	S01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
382	新竹系統交流道匝道E(一)穿越橋	03100698PRE1	P2~A2	B02	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
383	新竹系統交流道匝道A(二)跨越橋	03100698PRA2	A3~A4	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
384	新竹系統交流道匝道E(二)跨越橋	03100698PRE2	A1~P3	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
385	新竹系統交流道匝道E(二)跨越橋	03100698PRE2	P3~A2	B02	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
386	新竹系統交流道匝道A(三)跨越橋	03100698PRA3	A1~A2	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
387	新竹系統交流道匝道A(四)跨越橋	03100698PRA4	A1~A2	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
388	新竹系統交流道匝道G排水橋	03100698PRG1	A1~A2	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
389	新竹系統交流道匝道E排水橋	03100698PRE3	A1~A2	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
390	寶山IC匝道六排水橋(一)	03098800PR61	A1~A2	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
391	寶山IC匝道六排水橋(一)	03098800PR61	A1R~P1R	B02	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(12/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
392	寶山IC匝道六排水橋(二)	03098800PR62	A1~A2	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
393	寶山IC匝道七排水橋	03098800PR71	A1~A2	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
394	寶山一號跨越橋(雙向)	03101448OORG	A1~A2	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
395	崎林路高架橋(雙林路)北向	03101870BORN	A1W~P3W	W01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
396	崎林路高架橋(雙林路)北向	03101870BORN	P3W~A2W	W02	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
397	崎林路高架橋(雙林路)南向	03101870BORS	A1E~P3E	E01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
398	崎林路高架橋(雙林路)南向	03101870BORS	P3E~A2E	E02	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
399	寶山二號跨越橋(雙向)	03102183OORG	A1~A2	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.480
400	寶山三號跨越橋(雙向)	03102783OORG	A1~A2	B01	新竹縣寶山鄉	獅潭斷層、新城斷層	0.112	0.365	0.452
401	茄冬IC117縣道穿越橋(北向)	03103888BORN	AN1~AN2	N01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
402	茄冬IC117縣道穿越橋(南向)	03103888BORS	AS1~AS2	S01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
403	117縣道跨越橋(雙向)	03104324OORG	A1~A2	B01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
404	茄苳高架橋(北向)	03104869BORN	A1E~P3E	N01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
405	茄苳高架橋(北向)	03104869BORN	P3E~A2E	N02	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
406	茄苳高架橋(南向)	03104869BORS	A1W~P4W	S01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
407	茄苳高架橋(南向)	03104869BORS	P4W~P8W	S02	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
408	茄苳高架橋(南向)	03104869BORS	P8W~A2W	S03	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
409	新竹一號跨越橋(雙向)	03105288OORG	A1~A2	B01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
410	117縣道(一)高架橋(北向)	03105882BORN	A1E~P4E	N01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
411	117縣道(一)高架橋(北向)	03105882BORN	P4E~A2E	N02	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
412	117縣道(一)高架橋(南向)	03105882BORS	A1W~P3W	S01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
413	117縣道(一)高架橋(南向)	03105882BORS	P3W~P6W	S02	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
414	117縣道(一)高架橋(南向)	03105882BORS	P6W~A2W	S03	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
415	新竹二號跨越橋(雙向)	03106418OORG	A1~A2	B01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
416	117縣道(二)高架橋(北向)	03107630BORN	A1E~P3E	N01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
417	117縣道(二)高架橋(北向)	03107630BORN	P3E~P6E	N02	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
418	117縣道(二)高架橋(北向)	03107630BORN	P6E~A2E	N03	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
419	117縣道(二)高架橋(南向)	03107630BORS	A1W~P3W	S01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(13/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
420	117縣道(二)高架橋(南向)	03107630BORS	P3W~P6W	S02	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
421	117縣道(二)高架橋(南向)	03107630BORS	P6W~A2W	S03	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
422	新竹三號跨越橋(雙向)	03108917OORG	A1~A2	B01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
423	台一線穿越橋(北向)	03109165BORN	A1L~A2L	N01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
424	台一線穿越橋(南向)	03109165BORS	A1R~A2R	S01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
425	鹽水溪排水橋(北向)	03109478RORN	AN1~AN2	N01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
426	鹽水溪排水橋(南向)	03109478RORS	AS1~AS2	S01	新竹市香山區	新城斷層	0.103	0.336	0.440
427	台13線穿越橋(北向)	03109883BORN	A1L~A2L	N01	苗栗縣竹南鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
428	台13線穿越橋(南向)	03109883BORS	A1R~A2R	S01	苗栗縣竹南鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
429	茄苳IC C/D穿越橋	03103900PCS1	A1~A2	B01	苗栗縣竹南鎮	新城斷層	0.103	0.336	0.440
430	彎崎溪河川橋(北)	03367878RORN	A1L~A2L	N01	高雄市田寮區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
431	彎崎溪河川橋(南)	03367878RORS	A1R~A2R	S01	高雄市田寮區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
432	二仁溪2號河川橋(北)	03370455RORN	A1L~P8L	N06	高雄市田寮區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
433	二仁溪2號河川橋(北)	03370455RORN	P8L~P15L	N07	高雄市田寮區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
434	二仁溪2號河川橋(北)	03370455RORN	P15L~P22L	N08	高雄市田寮區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
435	二仁溪2號河川橋(北)	03370455RORN	P22L~P25L	N09	高雄市田寮區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
436	二仁溪2號河川橋(北)	03370455RORN	P25L~A2L	N10	高雄市田寮區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
437	二仁溪2號河川橋(南)	03370455RORS	A1R~P8R	S01	高雄市田寮區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
438	二仁溪2號河川橋(南)	03370455RORS	P8R~P15R	S02	高雄市田寮區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
439	二仁溪2號河川橋(南)	03370455RORS	P15R~P22R	S03	高雄市田寮區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
440	二仁溪2號河川橋(南)	03370455RORS	P22R~P25R	S04	高雄市田寮區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
441	二仁溪2號河川橋(南)	03370455RORS	P25R~A2R	S05	高雄市田寮區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
442	里港洩洪橋(東)	10027518RORE	AE1~AE2	E02	高雄市旗山區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
443	里港洩洪橋(西)	10027518RORW	AW1~AW2	W01	高雄市旗山區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
444	吉洋溪1號排水橋(東)	10029960RORE	AE1~AE2	E02	高雄市旗山區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
445	吉洋溪1號排水橋(西)	10029960RORW	AW1~AW2	W01	高雄市旗山區	旗山斷層	0.106	0.346	0.436
446	屏92穿越兼排水橋(東)	10031086RORE	AE1~AE2	E02	高雄市旗山區	旗山斷層	0.108	0.352	0.440
447	屏92穿越兼排水橋(西)	10031086RORW	AW1~AW2	W01	高雄市旗山區	旗山斷層	0.108	0.352	0.440
448	美濃溪河川橋(東)	10032682RORE	AE1~PE2	E01	高雄市旗山區	旗山斷層	0.108	0.352	0.440
449	美濃溪河川橋(東)	10032682RORE	PE2~AE2	E02	高雄市旗山區	旗山斷層	0.108	0.352	0.440
450	美濃溪河川橋(西)	10032682RORW	AW1~PW2	W01	高雄市旗山區	旗山斷層	0.108	0.352	0.440
451	美濃溪河川橋(西)	10032682RORW	PW2~AW2	W02	高雄市旗山區	旗山斷層	0.108	0.352	0.440
452	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	A1L~P6L	N14	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
453	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	P3L~P10L	N15	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
454	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	P10L~P17L	N16	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
455	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	P17L~P22L	N17	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
456	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	P22L~P28L	N18	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(14/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
457	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	P28L~P31L	N19	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
458	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	P31L~P36L	N20	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
459	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	P36L~P41L	N21	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
460	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	P41L~P48L	N22	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
461	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	P48L~P51L	N23	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
462	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	P51L~P57L	N24	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
463	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	P57L~P63L	N25	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
464	田寮2號高架橋(北)	03374455BORN	P63L~A2L	N26	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
465	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	A1R~P6R	S01	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
466	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	P3R~P10R	S02	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
467	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	P10R~P17R	S03	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
468	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	P17R~P22R	S04	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
469	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	P22R~P28R	S05	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
470	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	P28R~P31R	S06	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
471	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	P31R~P36R	S07	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
472	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	P36R~P41R	S08	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
473	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	P41R~P48R	S09	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
474	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	P48R~P51R	S10	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
475	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	P51R~P57R	S11	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
476	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	P57R~P63R	S12	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
477	田寮2號高架橋(南)	03374455BORS	P63R~A2R	S13	高雄縣田寮區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
478	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	A1L~P6L	E20	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
479	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P6L~P12L	E21	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
480	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P12L~P18L	E22	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
481	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P18L~P24L	E23	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
482	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P24L~P31L	E24	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
483	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P31L~P36L	E25	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
484	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P36L~P43L	E26	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
485	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P43L~P48L	E27	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
486	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P48L~P53L	E28	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
487	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P53L~P58L	E29	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
488	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P58L~P63L	E30	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
489	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P63L~P70L	E31	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
490	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P70L~P76L	E32	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
491	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P76L~P82L	E33	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
492	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P82L~P88L	E34	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
493	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P88L~P94L	E35	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480

國道高速公路橋梁耐震補強第２期工程(第一優先路段)各單元之工址水平地表加速度係數(15/15)

評估單元	橋梁名稱	橋梁編號	振動單元		區域	鄰近斷層	耐震需求 (地表加速度,g)		
			範圍	編號			耐震需求 (地表加速度,g)	設計地震等級	最大考量地震等級
494	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P94L~P100L	E36	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
495	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P100L~P105L	E37	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
496	高雄環線高架(三)橋(東)	10007979BORE	P105L~P111L	E38	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
497	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	A1R~P6R	W01	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
498	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P6R~P12R	W02	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
499	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P12R~P18R	W03	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
500	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P18R~P24R	W04	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
501	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P24R~P31R	W05	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
502	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P31R~P36R	W06	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
503	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P36R~P43R	W07	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
504	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P43R~P48R	W08	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
505	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P48R~P53R	W09	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
506	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P53R~P58R	W10	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
507	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P58R~P63R	W11	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
508	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P63R~P70R	W12	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
509	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P70R~P76R	W13	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
510	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P76R~P82R	W14	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
511	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P82R~P88R	W15	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
512	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P88R~P94R	W16	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
513	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P94R~P100R	W17	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
514	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P100R~P105R	W18	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
515	高雄環線高架(三)橋(西)	10007979BORW	P105R~P111R	W19	高雄縣大社區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
516	過水橋(典寶溪)(東)	10014207RORE	A1R~P3R	E01	高雄縣燕巢區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
517	過水橋(典寶溪)(東)	10014207RORE	P3R~A2R	E02	高雄縣燕巢區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
518	過水橋(典寶溪)(西)	10014207RORW	A1L~P3L	W01	高雄縣燕巢區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
519	過水橋(典寶溪)(西)	10014207RORW	P3L~A2L	W02	高雄縣燕巢區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480
520	跨越橋(高45)	10014864OORG	A1~A2	B01	高雄縣燕巢區	旗山斷層	0.113	0.368	0.480

附録十三　補強内容統計表

補強內容統計表(1/9)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設防震拉條TYPE A	增設防震拉條TYPE C	抽換防震拉條TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台翼體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
1	木柵工務段	M31	北側基隆河橋N	03010429RORN	S-002~S-031	PN6	AN1,PN1,PN2,PN3	AN1	PN4,PN5					PN1,PN2,PN3,PN4,PN5			PN1	PN2,PN3	PN2,PN3													
2			北側基隆河橋S	03010436RORS	S-002~S-031		AS1,PS1,PS2,PS3	AS1	PS5					PS1,PS2,PS3,PS4,PS5			PS1	PS2,PS3,PS4,PS5	PS2,PS3,PS4,PS5										PS4			PS4
3			汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋	03010900PR62	S-035~S-043	A1,P1,P2,P3,P4,A2		A1,A2					P1		P2		P3,P4		P3,P4				P1									
4	內湖工務段		汐止系統交流道CDI-SB-RD	03010900PCS1	S-045~S-049	A3,P5,P6,P7,A2		A3,A2									P6,P7		P6,P7													
5			汐止系統交流道CDI-NB-RD	03010900PCN1	S-050~S-055	A5,A6,P11,P12,P13,P14		A5,A6				P12					P13,P14		P13,P14													
6	木柵工務段		汐止系統交流道匝道7跨西側基隆河橋	03010900PR73	S-060~S-072	A1,P4,P7N,P11	P2,P3,P5,P6,P8N,P9N,P10N	A1,P4,P7N,P11		P4,P7N								P2,P3,P4,P5,P6,P8N,P9N,P10N	P2,P3,P4,P5,P6,P8N,P9N,P10N					P4,P7N									
7			汐止系統交流道匝道3	03010900PR31	S-080~S-083	A2	P8S,P9S,P10S																									
8			汐止系統交流道匝道1跨北側基隆河橋	03010900PR11	S-090~S-096	A1,A2		A1,A2		P3		P3	P1,P2				P2									P2						
9			汐止系統交流道匝道2跨北側基隆河橋	03010900PR21	S-100~S-105	A1,A2		A1,A2				P2	P1				P1,P3		P1,P3							P1						
10			汐止系統交流道匝道7跨北側基隆河橋	03010900PR71	S-110~S-117	A1,A2	P1,P2,P4,P5	A1,A2				P3					P4		P4													
11			新台五路橋N	03012873BORN	S-180~S-182	AN1,AN2		AN1,AN2																								
12			新台五路橋S	03012873BORS	S-180~S-182	AS1,AS2		AS1,AS2																								
13			新台五路交流道匝道3跨鐵路橋	03012700PR31	S-150~S-156	A1,A2							P1,P2				A2	P1	P1,A2													
14			新台五路交流道匝道4排水溝渠橋	03012700PR41	S-160~S-165	A1,P1,P2,P3,A2		A1,A2									A1		A1						P1							
15			新台五路交流道匝道7排水溝渠橋	03012700PR71	S-170~S-172	A1,P1,P2,A2		A1,A2																								
16			新台五路交流道匝道7跨光復街橋	03012700PR72	S-173~S-174		A1,A2																									
17			新台五路交流道匝道7跨匝道1橋	03012700PR73	S-175~S-177				AB1,AB2				P1,P2																				
18			貨櫃場通道跨越橋	03013650OORG	S-190~S-193		A1,P1,P2,A2	A1,A2									A1,A2		A1,A2													
19			橫科路橋N	03014477BORN	S-195~S-198	AN1,PN1,PN2,AN2	AN1,AN2	AN1,AN2																								
20			橫科路橋S	03014477BORS	S-195~S-198	AS1,PS1,PS2,AS2	AS1,AS2	AS1,AS2																								
21			南深路橋N	03016111BORN	S-230~S-234	A3,P1,A4		A3,A4																								
22			南深路橋S	03016112BORS	S-230~S-234	A3,P1,A4		A3,A4																								
23	頭城工務段		南港系統交流道匝道3跨越橋	03016500PR31	S-240~S246				AD2,PD4,PD5,AD3									PD4		PD4													
24	木柵工務段		匝道6橋S(南港交流道)	03014657BORS	S-200~S202				AS1,AS2																							
25			匝道6橋N(南港交流道)	03014657BORN	S-200~S202				AN1,AN2																							
26	頭城工務段		南港系統交流道環道5跨越橋	03016500PL51	S-261~S266				AE1,PE1,PE2,AE2								PE1															
27			南港系統交流道匝道3跨南深路橋	03016500PR32	S-250~S-253	AD1,PD1,PD3,A4						PD2					PD1,PD3			PD1,PD3												
28	木柵工務段		四分子一坑高架橋N	03016611BORN	S-270~S-284	PN1,PN3,AN1,AN2		AN1,AN2		PN2		PN2					PN3			PN3					PN3							
29			四分子一坑高架橋S	03016612BORS	S-270~S-284	PS1,PS3,PS4,AS1,AS2		AS1,AS2		PS2		PS2													PS3,PS4							
30			璋樹里高架橋N	03011818BORN	S-120~S-146	AB,AN	PN1,PN2,PN3,PN8		PN4,PN5,PN6,PN7,PN11,PN12					PN9,PN10			PN10	PN1,PN2,PN3,PN4,PN5,PN6,PN7,PN8,PN9		PN4,PN5,PN6,PN7,PN9,PN10	PN1,PN2,PN3,PN8						PN9,PN10						
31			璋樹里高架橋S	03011847BORS	S-120~S-146	AB,AS	PS1,PS2,PS3,PS8		PS4,PS5,PS6,PS7,PS11,PS12					PS9,PS10			PS9,PS10	PS1,PS2,PS3,PS4,PS5,PS6,PS7,PS8		PS4,PS5,PS6,PS7,PS8,PS9,PS10	PS1,PS2,PS3						PS9,PS10						
32			舊莊高架橋N	03015096RORN	S-210~S-226	AN1,PN1,PN2,PN3,PN5,PN6,PN7,PN9,PN10,PN11,PN13,PN14,PN15,AN2		AN1,AN2		PN4,PN8,PN12					PN1,PN2,PN3				PN5,PN6,PN7,PN9,PN10,PN11	PN5,PN6,PN7,PN9,PN10,PN11					PN4,PN8,PN12									
33			舊莊高架橋S	03015096RORS	S-210~S-226	AS1,PS1,PS2,PS3,PS5,PS6,PS7,PS9,PS10,PS11,PS13,PS14,PS15,AS2		AS1,AS2		PS4,PS8,PS12					PS1,PS2,PS3			PS1,PS7	PS5,PS6,PS9,PS10,PS11	PS5,PS6,PS9,PS10					PS4,PS8,PS12									
34			四分里坑高架橋N	03017502RORN	S-290~S-302	AN1,PN1,PN2,PN4,PN5,PN7,PN8,AN2		AN1,AN2				PN3,PN6			PN1,PN2,PN3,PN4,PN5,PN6,PN7,PN8	PN2,PN3,PN5	PN2,PN5,PN6	PN8		PN2,PN5,PN6													
35			四分里坑高架橋S	03017528RORS	S-290~S-302	AS1,PS1,PS2,PS4,PS5,PS7,PS8,AS2		AS1,AS2				PS3,PS6			PS1,PS2,PS3,PS4,PS5,PS6,PS7,PS8	PS3,PS6	PS2,PS3,PS5,PS6,PS7	PS8		PS2,PS3,PS5,PS6,PS7													
36			富德橋S	03020305BORS	S-310~S-323	AS1,AS2	PS1,PS2,PS8	AS1,AS2		PS3,PS6		PS3,PS6					PS1,PS2,PS4,PS7,PS8			PS1,PS2,0,PS4,PS7,PS8												

補強內容統計表(2/9)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設防震拉條TYPE A	增設防震拉條TYPE C	抽換防震拉條TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台翼體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
37			景美溪北橋	03020408RORN	S-330~S-351	PN1,AN2	PN2,PN3,PN4,PN5,PN6,PN7,PN8,PN9,PN10,PN11,PN12,PN17,PN18		AN1					PN1,PN13,PN14,PN15,PN16	PN1		PN1,PN3,PN9,PN10,PN11,PN15,PN16,PN17,PN18		PN15,PN16	PN1,0,PN9,PN10,PN11,PN17,PN18									PN2,PN3,PN4,PN9,PN10,PN11			PN2,PN3,PN4,PN9,PN10,PN11
38			景美溪南橋	03020633RORS	S-360~S-381	AS3,PS12,PS13,PS14,PS16,AS4	PS9,PS10,PS11,PS12,PS13,PS14,PS15,PS17,PS18,PS23		AS5					PS12,PS13,PS14,PS16	PS16		PS10,PS12,PS13,PS14,PS16,PS17,PS19,PS20,PS21,PS23		PS21	PS10,PS17,PS19,PS20												
39			木柵交流道匝道一富德橋	03020800PR11	S-390~S-394	AA1,PA1,AA2		AA1,AA2									PA1			PA1												
40			木柵交流道匝道二景美溪橋	03020800PR21	S-395~S-400	AB1	PB1,PB5										PB2			PB2												
41			木柵交流道匝道四猴山坑橋	03020800PR43	S-401~S-403	AD1,AD2		AD1,AD2									PD1			PD1												
42			木柵交流道匝道四景美溪橋	03020800PR42	S-405~S-412	AD3,PD3,AD4			PD4,PD5					PD3			PD3			PD3					PD5	PD3			PD3			PD4
43			木柵交流道匝道四富德橋	03020800PR41	S-420~S-427	AD5,PD6,AD6		AD5,AD6									AD5,AD6		AD5,AD6													
44			景美溪橋W	03020800RORW	S-430~S-439	AT3W,PT3W,PT4W,PT5W,PT6W,PT7W,AT4W							PT3W,PT4W,PT5W,PT6W,PT7W		PT3W,PT4W,PT5W,PT6W,PT7W		PT4W,PT5W				PT4W				PT3W,PT7W	PT3W,PT4W,PT5W,PT6W,PT7W						
45			景美溪橋E	03020800RORE	S-430~S-439	AT3E,PT3E,PT4E,PT5E,PT6E,PT7E,AT4E							PT3E,PT4E,PT5E,PT6E,PT7E		PT3E,PT4E,PT5E,PT6E,PT7E		PT4E,PT5E				PT4E				PT3E,PT7E	PT3E,PT4E,PT5E,PT6E,PT7E						
46			指南路穿越橋N (無名溪橋N)	03023780RORN	S-450~S-455	PN1,PN2,AN1,AN2	AN1,AN2	AN1,AN2									AN1		AN1													
47			指南路穿越橋S (無名溪橋S)	03023743RORS	S-456~S-462	PS1,PS2,PS3,AS1,AS2		AS1,AS2						PS1			PS1			PS1												
48			新店高架橋N	03025915BORN	S-470~S-512	NABT1,NP1,NP2,NP3,NP4,NP5,NP6,NP7,NP8,NP9,NP10,NP11,NP12,NP13,NP14,NP15,NP16,NP17,NP18,NP19,NABT2	NABT1,NP9,NP12,NP14,NP16,NP18	NABT2		NP11,NP17					NP1,NP2,NP7,NP8,NP9,NP10,NP11,NP12,NP13,NP14,NP15,NP16,NP17,NP18,NP19		NP2,NP3,NP4,NP6,NP8,NP14,NP18	NP16		NP2,NP3,0,NP4,0,NP6,0,NP8,0,NP14,NP16,NP18												
49	木柵工務段		新店高架橋S	03025922BORS	S-518~S-555	SABT1,SP1,SP2,SP3,SP4,SP5,SP6,SP7,SP8,SP9,SP10,SP11,SP12,SP13,SP14,SP15,SP16,SP17,SP18,SP19,SABT2	SABT1,SP9,SP12,SP15,SP18	SABT2	SP18	SP11,SP17					SP1,SP2,SP7,SP8,SP9,SP10,SP11,SP12,SP13,SP14,SP15,SP16,SP17,SP18,SP19		SP2,SP3,SP6,SP8,SP9	SP4,SP5,SP16		SP2,SP3,0,SP4,0,SP5,0,SP6,0,SP8,0,SP9,SP16,SP18												
50			新店交流道匝道1	03026800PR11	S-560~S-562	SRP1,SABT3	SRP1	SABT3																								
51			新店交流道匝道2	03026800PR21	S-565~S566	NP12,NABT3	NP12,NABT3								NP12																	
52			新店交流道環道4	03026800PL41	S-570~S-572	NP16,NRP1,NABT4	NABT4	NP16												NP16													
53			新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	S580~~S-603	ABT2,ABT3,P11,P13,P14,P15,P16,P17		ABT2,ABT3,P9,P15	P6,P7,P8,P9						P1,P2,P3,P4,P5,P9,P11,P13,P14,P15,P16,P17			P7,P8,P14,P15,P16,P17			P7,P8,P14,P15,P16,P17								P1,P2,P3,P4,P5,P6				
54			新店交流道聯絡道排水橋	03026800TAT2	S-610~S-614	P1,P2,ABT1,ABT2		ABT1,ABT2									P1																
55			橫榔坑橋N	03028409BORN	S620~~S-621			AN1,AN2																								
56			橫榔坑橋S	03028423BORS	S620~~S-621			AS1,AS2																								
57			碧潭橋N	03029100RORN	S-630~S-646	1S,A2	1S,2S,7S,8S,9S,10S	1S,10S	0S,PN11,PN12					3S,6S												4S,5S						
58			碧潭橋S	03029104RORS	S-650~S-663	A2	1N,2N,7N,8N,9N,10N	10N	PS11,PS12					3N,6N								1N				4N,5N						
59			安坑交流道匝道5跨越橋	03031100PR51	S-670~S-678	A1,A2			P1,P2					P1,P2				P1,P2	P1,P2											A1,A2		
60			安坑交流道匝道6跨越橋	03031100PR61	S-680~S-689	A1,P1,P2,P3,A2												P1,P2,P3	P1,P2,P3											P3		P3
61			安坑交流道連絡道跨越橋	03031100TAT1	S-690~S-694	A1,P2,A2			P1					P1,P2	P1,P2															A1,P2,A2		
62			安坑溪橋N	03032138RORN	S-730~S-744	PN3,PN4,PN5,PN6,PN7,PN8,PN9,AN2		AN1,AN2	AN1,PN3	PN5			PN1,PN2		PN3,PN4,PN5,PN6,PN7,PN8,PN9	PN3,PN4,PN5,PN6,PN7,PN8,PN9	PN3,PN4	PN6,PN9														
63			安坑溪橋S	03032145RORS	S-745~S-758	PS3,PS4,PS5,PS6,PS7,PS8,AS2		AS1,AS2	AS1,PS3	PS6			PS1,PS2		PS3,PS4,PS5,PS6,PS7,PS8	PS3,PS4,PS5,PS6,PS7,PS8	PS3,PS4,PS5	PS6,PS8														
64			安坑橋	03031100TAT2	S-700~S-709	P2,P3,P7,P8					P1			P4,P5,P6				P4,P5,P6	P4,P5,P6													
65			安坑橋A6匝道	03031100PRA6	S-715~S-717									P12				P12	P12													
66			安坑橋A5匝道	03031100PRA5	S-710~S-711									P11																		
67			安坑橋A3匝道	03031100PRA3	--																											
68			安坑橋A4匝道	03031100PRA4	--																											
69			安坑飛越橋	03031100PR23	S-720~S-724	P4R,P23,P26									P25																	

補強內容統計表(3/9)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設防震拉條TYPE A	增設防震拉條TYPE C	抽換防震拉條TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台翼體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
70	木柵工務段	M32	中和一號穿越橋S	03033812BORS	S-002~S-003		A1,A2																									
71			中和五號穿越橋N	03033824BORN	S-005~S-006		A1,A2																									
72			興南路南穿越橋S	03034051BORS	S-010~S-012	P1R,A2,P1M,P1L,A1		A2,A1																								
73			興南路北穿越橋N	03034072BORN	S-015~S-017	P1R,A2,P1M,P1L,A1		A2,A1																								
74			中和交流道北主線高架橋 (一)	03035542BORN	S-020~S-030	PN5,AN1			PN11,AN2	PN4,PN6,PN8		PN8,PN6,PN4	PN11,PN10,PN9,PN8,PN7,PN6,PN5,PN4		PN11,PN10,PN9,PN8,PN7,PN6,PN5,PN4,PN3,PN2,PN1			PN6,PN5,PN4	PN4,PN5,PN6													
75			中和交流道北主線高架橋 (二)	03035913BORN	S-035~S-041	AN3		AN3	PN19,AN4,PN18,PN17	PN15		PN13	PN17,PN16,PN15,PN14,PN13		PN13			PN13	PN13													
76			中和交流道南主線高架橋 (一)	03035575BORS	S-045~S-052	AS2,AS1		AS2,AS1		PS3		PS3	PS3		PS4,PS3,PS2,PS1		PS2,PS1			PS1,PS2												
77			中和交流道匝道F	03035000PRF1	S-135~S-137	AF1		AF1		PF1		PF1																				
78			中和交流道南主線高架橋 (二)	03035770BORS	S-055~S-056				AS3,AS4																							
79			中和交流道南主線高架橋 (三)	03035907BORS	S-060~S-067	AS5		AS5	PS13,AS6,PS12,PS11	PS7		PS7	PS11,PS10,PS9,PS8,PS7		PS7			PS7	PS7													
80			中和交流道匝道A (一)	03035000PRA1	S-070~S-076		PA13,AA1,PA12,PA10,PA9L			P8'L,PA4,PA8,PA11		PA11,PA8,PA4,P8'L	PA13,PA12,PA11,PA10,PA9L,PA8,PA7,PA6,PA5,PA4,PA3,PA2,PA1,P8'L		PA8,PA7,PA6,PA5,PA4,PA3,PA2,PA1,P8'L															
81			中和交流道匝道A (二)	03035000PRA2	S-080~S-082		PA20,PA19,PA18,PA14	PA21		PA18		PA17	PA20,PA21,PA19,PA18,PA17,PA16,PA15,PA14																				
82			中和交流道匝道B (一)	03035000PRB1	S-085~S-090	AB2		AB2,PB3	PB3,PB2,PB1,AB1				PB3					PB5														
83			中和交流道匝道B (二)	03035000PRB2	S-095~S-102	AB3		AB3		PB10		PB15,PB10	PB14,PB15,PB13,PB12,PB11,PB10,PB9,PB8,PB7,PB6		PB14,PB15,PB13,PB12,PB11,PB10,PB9,PB8,PB7,PB6		PB11,PB10			PB10,PB11												
84			中和交流道匝道C	03035000PRC1	S-105~S-114	AC1		AC1,PC5,PC2	PC5,PC4,PC3,PC2	PA8,PC5,PC9,PC12		PC12,PC9	PC12,PC9,PC8,PC7,PC6,PC5,PC2					PC12,PC4,PC3	PC3,PC4													
85			中和交流道匝道D	03035000PRD1	S-115~S-121	AD1	PD8,PD3	AD1		PD2,PD7,PD11		PD12,PD7,PD2	PD12,PD11,PD10,PD9,PD8,PD7,PD6,PD5,PD4,PD3,PD2,PD1					PD12					PD7									
86			中和交流道匝道E	03035000PRE1	S-125~S131	AE1,PE7		AE1		P8'R,PE4		PE8,PE4,P8'R	PE9,PE7,PE3,PE2,PE1		PE8,PE2,PE1,P8'R																	
87			中和交流道聯絡道高架橋W (一)	03035000TAT1	S-155~S-167	P5',P4',P2',P1	P7'L,P7'R,P4					P3'	P2',P1'A,P1,P2,P4		P5',P4',P2',P1'A,P1,P2		P2'	P1														
88			中和交流道聯絡道高架橋E (一)	03035000TAT2	S-155~S-167	P4',P5',P2',P1	P3					P3'	P2',P1'A,P1,P2,P3		P4',P5',P2',P1'A,P1,P2		P2'	P1														
89			中和交流道匝道G	03035000PRG1	S-140~S-143		P1G						P1G					P1G,P1'G		P1'G,P1G											
90			中和交流道匝道H	03035000PRH1	S-150~S-152		P1H						P1H					P1H		P1H											
91			中和交流道聯絡道高架橋W (二)	03035000TAT3	--																										
92			中和交流道聯絡道高架橋E (二)	03035000TAT4	--																										
93			中和交流道匝道L	03035000PRL1	--																										
94			中和交流道匝道R	03035000PRR1	--																										
95			永豐路穿越橋 S	03037899BORS	S-175~S-176	A1W,A2W																									
96			永豐路穿越橋 N	03037899BORN	S-175~S-176	A1E,A2E																									
97			計劃路穿越橋 N	03037979BORN	S-180~S-181	A1N,A2N																									
98			計劃路穿越橋 S	03037979BORS	S-180~S-181	A1S,A2S																									
99			仁愛路穿越橋 N	03038190BORN	S-185~S-186	A1E,A2E																									
100			仁愛路穿越橋 S	03038190BORS	S-185~S-186	A1W,A2W																									
101			青雲路穿越橋 N	03039057BORN	S-190~S-191	A1N,A2N																									
102			青雲路穿越橋 S	03039057BORS	S-190~S-191	A1S,A2S																									
103			柑林埤排水橋 S	03039193RORS	S-195~S-198	P1SR,A2S,P1SM,P1SL,A1S		A2S,A1S					P1SR,P1SM,P1SL				P1SR,P1SM,P1SL															
104			柑林埤排水橋 N	03039193RORN	S-195~S-198	P1NR,A2N,P1NM,P1NL,A1N		A2N,A1N					P1NR,P1NM,P1NL				P1NR,P1NM,P1NL															
105			土城一號穿越橋 N	03039577BORN	S-205~S-206		A1N,A2N																								
106			土城一號穿越橋 S	03039577BORS	S-205~S-206		A1S,A2S																								
107			和平路穿越橋N	03040626BORN	S-210~S-211		A1E,A2E																								

補強內容統計表(4/9)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設防震拉條TYPE A	增設防震拉條TYPE C	抽換防震拉條TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台翼體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
108	木柵工務段		和平路穿越橋S	03040626BORS	S-210~S-211		A1W,A2W																									
109			土城一號排水橋S	03040892RORS	S-215~S-216		A1N,A2N																									
110			土城一號排水橋N	03040892RORN	S-215~S-216		A1S,A2S																									
111			土城二號穿越橋N	03041070BORN	--																											
112			土城二號穿越橋S	03041070BORS	--																											
113			忠義路穿越橋S	03041495BORS	S-220~S-221		A1W,A2W																									
114			忠義路穿越橋N	03041495BORN	S-220~S-221		A2E,A1E																									
115			承天路穿越橋N	03041640BORN	S-225~S-227		A1E,A2E																									
116			承天路穿越橋S	03041640BORS	S-225~S-227		A1W,A2W																									
117	關西工務段		永和街穿越橋(南向)	03042170BORS	S-230~S-232		A2S,A1S																									
118			永和街穿越橋(北向)	03042170BORN	S-230~S-232		A2N,A1N																									
119			土城IC穿越橋(北向)	03042446BORN	--				A2N,A1N																								
120			土城IC穿越橋(南下)	03042446BORS	--				A2S,A1S																								
121			永寧路穿越橋(北向)	03042775BORN	S-240~S-241		A1N,A2N																									
122			永寧路穿越橋(南向)	03042775BORS	S-240~S-241		A1S,A2S																									
123			海山排水橋(北向)	03042897RORN	S-245~S-247		A1E,A2E																									
124			海山排水橋(南向)	03042897RORS	S-245~S-247		A1W,A2W																									
125			土城交流道穿越橋匝道A(永寧路)	03000183PRA1	--																											
126			永安街穿越橋(西向)	03000174TATW	S-250~S-251		A1W,A2W																									
127			永安街穿越橋(東向)	03000174TATE	S-250~S-251		A1E,A2E																									
128			頂埔30號計畫路穿越橋(北向)	03042998BORN	S-255~S-257		A1E,A2E																									
129			頂埔30號計畫路穿越橋(南向)	03042998BORS	S-255~S-257		A1W,A2W																									
130			大暖路穿越橋(北向)	03043476BORN	S-260~S-262		A1E,A2E																									
131			大暖路穿越橋(南向)	03043476BORS	S-260~S-262		A1W,A2W																									
132			台三線中央路穿越橋(南向)	03045098RORS	--	A2W,A1N	A2W,A1N																									
133			台三線中央路穿越橋(北向)	03045098RORN	--	A2E,A1S	A2E,A1S																									
134			舊台三線介壽路穿越橋(北向)	03045235BORN	S-280~S-281		A1N,A2N																									
135			舊台三線介壽路穿越橋(南向)	03045235BORS	S-280~S-281		A1S,A2S																									
136			三峽溪河川橋(北向)	03045475RORN	S-285~S-297	A1W,P1W,P2W,P3W,P4W,P5W,P6W,P7W,P8W,A2W		A1W,A2W				P1W,P2W,P3W,P4W,P5W,P6W,P7W,P8W		P1W,P2W,P3W,P4W,P5W,P6W,P7W,P8W			P1W,P2W,P3W,P4W,P5W,P6W,P7W,P8W	P4W,P5W,P6W,P7W													
137			三峽溪河川橋(南向)	03045475RORS	S-285~S-297	A1E,P1E,P2E,P3E,P4E,P5E,P6E,P7E,P8E,,A2E		A1E,,A2E				P1E,P2E,P3E,P4E,P5E,P6E,P7E,P8E,		P1E,P2E,P3E,P4E,P5E,P6E,P7E,P8E,			P1E,P2E,P3E,P4E,P5E,P6E,P7E,P8E,	P4E,P5E,P6E,P7E													
138			佳園路穿越橋(北向)	03047342BORN	S-305~S-306		A1N,A2N																									
139			佳園路穿越橋(南向)	03047342BORS	S-305~S-306		A1S,A2S																									
140			龍埔路穿越橋(北向)	03050180RORN	S-310~S-311		A1E,A2E																									
141			龍埔路穿越橋(南向)	03050180RORS	S-310~S-311		A1W,A2W																									
142			三鶯交流道復興路穿越橋(北向)	03050596BORN	--	A2N,A1N	P2N,P1N										P2N,P1N			P1N,P1N2,P2N,P2N2												
143			三鶯交流道復興路穿越橋(南向)	03050596BORS	--	A2S,A1S	P2S,P1S										P2S,P1S			P1S,P1S2,P2S,P2S2												
144			大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	S-320~S-331	P18,A2,P16,P14,P13,P11,P10,P8,P7,P5,P4,P2,P1,A1		P18,A2,P17,P16,P15,P14,P13,P12,P11,P10,P9,P8,P7,P6,P5,P4,P3,P2,P1,A1		P3,P6,P9,P12,P15,P17		P17,P15,P12,P9,P6,P3																					
145			大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN	S-320~S-331	P18,A2,P16,P14,P13,P11,P10,P8,P7,P5,P4,P2,P1,A1		P18,A2,P17,P16,P15,P14,P13,P12,P11,P10,P9,P8,P7,P6,P5,P4,P3,P2,P1,A1		P3,P6,P9,P12,P15,P17		P17,P15,P12,P9,P6,P3																					
146			大溪一號排水橋(北向)	03057932RORN	S-335~S-340	A2N,A1N	P2N,P1N	A2N,A1N																									
147			大溪一號排水橋(南向)	03057932RORS	S-335~S-340	A2S,A1S	P2S,P1S	A2S,A1S																									
148			大溪二號排水橋(北向)	03059220RORN	S-345~S-350	A2N,A1N	P2N,P1N	A2N,A1N																									

補強內容統計表(5/9)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設防震拉條TYPE A	增設防震拉條TYPE C	抽換防震拉條TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台翼體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
149			大溪二號排水橋(南向)	03059220RORS	S-345~S-350	A2S,A1S	P2S,P1S	A2S,A1S																							
150			大溪二號渡槽兼人行橋	03060191TORG	S-355~S-356				A2,A1																							
151			大溪三號渡槽兼人行橋	03060904TORG	S-360~S-363				A2,A1								A2,A1		A1,A2													
152			112路跨越橋(雙向)	03061296OORG	S-365~S-367	A2,A1	A2,A1																									
153			大溪交流道IC穿越橋(北向)	03062720BORN	--	AN2,AN1	AN2,AN1																									
154			大溪交流道IC穿越橋(南向)	03062720BORS	S-375~S-376	AS2,AS1	AS2,AS1																									
155			桃64路穿越橋(北向)	03063050BORN	S-375~S-376		A1E,A2E																									
156			桃64路穿越橋(南向)	03063050BORS	S-380~S-381		A1W,A2W																									
157			石門大圳穿越橋(北向)	03064550BORN	S-380~S-381		A1N,A2N																									
158			石門大圳穿越橋(南向)	03064550BORS	S-385~S-387		A1S,A2S																									
159			台三路跨越橋(雙向)	03064862OORG	--	A2,A1	A2,A1	A2,A1																								
160			龍潭一號渡槽兼人行橋	03065165TORG	S-400~S-401				A2,A1																							
161			龍潭一號排水橋(南向)	03066575RORS	S-400~S-401		A1W,A2W																									
162			龍潭一號排水橋(北向)	03066575RORN	--		A1E,A2E																									
163			龍潭交流道IC穿越橋(南向)	03068234BORS	--	A2L,A1L			P2B,P2A,P1B,P1A					P2B,P2A,P1B,P1A			P2B,P2A,P1B,P1A			P1A,P1B,P2A,P2B											
164			龍潭交流道IC穿越橋(北向)	03068234BORN	--	A2M,A1M			P2D,P2C,P1D,P1C					P2D,P2C,P1D,P1C			P2D,P2C,P1D,P1C			P1C,P1D,P2C,P2D											
165			龍潭IC C/D穿越橋	03068234PCS1	--	A2R,A1R			P2E,P1E					P2E,P1E			P2E,P1E			P1E,P2E											
166			龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	S-420~S-426				P16NB,P14NB,P13NB,P11NB,P10NB,P8NB,P7NB,P5NB,P4NB,P2NB,P1NB								P16NB,P15NB,P14NB,P13NB,P12NB,P11NB,P10NB,P9NB,P8NB,P7NB,P6NB			P6NB,P7NB,P8NB,P9NB,P10NB,P11NB,P12NB,P13NB,P14NB,P15NB,P16NB											
167			龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	S-420~S-426				P16SB,P14SB,P13SB,P11SB,P10SB,P8SB,P7SB,P5SB,P4SB,P2SB,P1SB								P16SB,P15SB,P14SB,P13SB,P12SB,P11SB,P10SB,P9SB,P8SB,P7SB,P6SB			P6SB,P7SB,P8SB,P9SB,P10SB,P11SB,P12SB,P13SB,P14SB,P15SB,P16SB											
168			龍潭二號排水橋(北向)	03069613RORN	S-435~S-437	P2N,A2N,P1N,A1N																										
169			龍潭二號排水橋(南向)	03069613RORS	S-435~S-437	P2S,A2S,P1S,A1S																										
170			台三線穿越橋(北向)	03070411BORN	S-440~S-445	P1ER,A2E,P1EL,A1E							P1ER,P1EL		P1ER,P1EL																	
171			台三線穿越橋(南向)	03070411BORS	S-440~S-445	P1WR,A2W,P1WL,A1W							P1WR,P1WL		P1WR,P1WL																	
172			桃67路跨越橋(高楊北路)雙向	03071444OORG	S-455~S-458	A2,A1	A2,A1		P2,P1																							
173			龍潭二號渡槽兼人行橋(雙向)	03071710TORG	S-465~S-468	P2,P1											P2,A2,P1,A1		A1,A2													
174			桃68高原路跨越橋	03072975OORG	--																											
175			龍潭三號排水橋(北向)	03074013RORN	S-475-S-479	PE,A2E,A1E										PE																
176			龍潭三號排水橋(南向)	03074013RORS	S-475-S-479	PW,A2W,A1W										PW																
177			龍潭二號跨越橋(雙向)	03074285OORG	S-485~S-489		P2,P1			P2							P2,P1			P1,P2											
178			牛欄河一號橋(南向)	03075110RORS	--	SA2,SP2,SP1,SA1		SA2,SP2,SA1																								
179			牛欄河一號橋(北向)	03075110RORN	--	NA2,NP2,NP1,NA1		NA2,NP2,NA1																								
180			關西一號跨越橋(東向)	03076175OORE	--																											
181			關西一號跨越橋(西向)	03076175OORW	--																											
182			牛欄河二號橋(南向)	03077649RORS	S-520~S-533	P9,A2,P8,P3,A1		A2,P8,P3,A1									P3,P2,P1															
183			牛欄河二號橋(北向)	03077649RORN	S-520~S-533	P9,A2,P8,P3,A1		A2,P8,P3,A1																								
184			竹18-2鄉道穿越橋(光明路)南向	03078360BORN	S-545~S-547		A1S,A2S																									
185			竹18-2鄉道穿越橋(光明路)北向	03078360BORS	S-545~S-547		A1N,A2N																									
186			關西IC穿越橋(北向)	03079210BORN	S-550~S-554				A2S,P2S,P1S,A1S								P2S,P1S			P1S,P1S2,P2S,P2S2												
187			關西IC穿越橋(南向)	03079210BORS	S-550~S-554				A2N,P2N,P1N,A1N								P2N,P1N			P1N,P1N2,P2N,P2N2												
188			關西IC穿越橋匝道A西向	03000199TATW	S-560~S-562	A2,A1											P2,P1															
189			關西IC穿越橋匝道A東向	03000199TATE	S-560~S-562																											
190		M34	深坑排水橋(北向)	03080825RORN	--		A1N,A2N																									

補強內容統計表(6/9)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設防震拉條TYPE A	增設防震拉條TYPE C	抽換防震拉條TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台翼體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
191			深坑排水橋(南向)	03080825RORS	--		A1S,A2S																								
192			竹16道穿越橋(南向)	03083048BORS	--		A1S,A2S																								
193			竹16道穿越橋(北向)	03083049BORN	--		A1N,A2N																								
194			大同里跨越橋(雙向)	03081468OORG	S-005~S007	A1,A2	A1,A2															A1,A2								A1,A2	
195			水坑排水橋(南向)	03081590RORS	S-010~S-013	AS1,PS1,PS2,AS2		AS1,AS2							PS1,PS2																
196			水坑排水橋(北向)	03081590RORN	S-010~S-013	AN1,PN1,PN2,AN2		AN1,AN2							PN1,PN2																
197			鳳山溪河川橋(北向)	03082173RORN	S-015~S-027	A1N,P1N,P2N,P3N,P4N,P5N,P6N,P7N,P8N,P9N,P10N,P11N,P12N,P13N,A2N	P6N,P7N,P8N,P9N,P10N						P6N,P7N,P8N,P9N,P10N					P6N,P7N,P8N,P9N	P6N,P7N,P8N,P9N										P3N,P4N,P5N,P11N,P12N		P3N,P4N,P5N,P11N,P12N
198			鳳山溪河川橋(南向)	03082173RORS	S-015~S-027	A1S,P1S,P2S,P3S,P4S,P5S,P6S,P7S,P8S,P9S,P10S,P11S,P12S,P13S,A2S	P6S,P7S,P8S,P9S,P10S						P6S,P7S,P8S,P9S,P10S					P6S,P7S,P8S,P9S	P6S,P7S,P8S,P9S										P3S,P4S,P5S,P11S,P12S		P3S,P4S,P5S,P11S,P12S
199			下橫坑河川橋(南向)	03083566RORS	S-035~S-042	AS1,PS1,PS2,PS4,PS5,PS7,AS2		AS1,AS2		PS3,PS6		PS3,PS6	PS1,PS2,PS3,PS4,PS5,PS6,PS7				PS7	PS2,PS3,PS4,PS5,PS6	PS2,PS3,PS4,PS5,PS6	PS7					PS3,PS6		PS7					
200			下橫坑河川橋(北向)	03083566RORN	S-035~S-042	AN1,PN1,PN2,PN4,PN5,PN7,AN2		AN1,AN2		PN3,PN6		PN3,PN6	PN1,PN2,PN3,PN4,PN5,PN6,PN7				PN7	PN2,PN3,PN4,PN5,PN6	PN2,PN3,PN4,PN5,PN6	PN7					PN3,PN6		PN7					
201			竹21鄉道穿越橋(南向)	03085116BORS	S-045~S047	AS1,PS1,PS2,AS2		AS1,AS2							PS1,PS2																
202			竹21鄉道穿越橋(北向)	03085116BORN	S-045~S047	AN1,PN1,PN2,AN2		AN1,AN2							PN1,PN2																
203			崁下排水橋(北向)	03089549RORN	S-060~S-062	AN1,PN1,PN2,AN2		AN1,AN2							PN1,PN2																
204			崁下排水橋(南向)	03089549RORS	S-060~S-062	AS1,PS1,PS2,AS2		AS1,AS2							PS1,PS2																
205			120縣道文衡路穿越橋(北向)	03089711BORN	S-065~S-066		AN1,AN2																								
206			120縣道文衡路穿越橋(南向)	03089711BORS	S-065~S-066		AS1,AS2																								
207			竹林交流道穿越橋(北向)	03090326TATN	S-070~S-073	A1N,A2N	P1N	A1N,A2N																								
208			竹林交流道穿越橋(南向)	03090326TATS	S-070~S-073	A1S,A2S	P1S	A1S,A2S																								
209			竹林IC環道R/A穿越橋	03090326PCS1	S-075~S-077	A1A,A2A	P1A	A1A,A2A																								
210	關西工務段		赤柯窟排水橋(北向)	03087219RORN	S-050~S-053	AN1,PN1,PN2,AN2		AN1,AN2							PN1,PN2																
211			赤柯窟排水橋(南向)	03087219RORS	S-050~S-053	AS1,PS1,PS2,AS2		AS1,AS2							PS1,PS2																
212			中坑排水橋(北向)	03088990RORN	S-055~S-058	AN1,PN1,PN2,AN2		AN1,AN2							PN1,PN2																
213			中坑排水橋(南向)	03088990RORS	S-055~S-058	AS1,PS1,PS2,AS2		AS1,AS2							PS1,PS2																
214			頭前溪河川橋(北向)	03091282RORN	S-080~S-095	A01N,P01N,P02N,P03N,P04N,P05N,P06N,P07N,P08N,P09N,P10N,P11N,P12N,P13N,P14N,P15N,P16N,P17N,A02N	P03N,P04N,P05N,P10N,P11N,P12N,P13N,P14N,P15N	A02N						P01N,P02N,P03N,P04N,P05N,P06N,P07N,P08N,P09N,P10N,P11N,P12N,P13N,P14N,P15N,P16N,P17N				P07N,P08N,P09N,P12N,P13N,P14N	P07N,P08N,P09N,P12N,P13N,P14N										P01N,P02N,P06N		P01N,P02N,P06N
215			頭前溪河川橋(南向)	03091282RORS	S-080~S-095	A01S,P01S,P02S,P03S,P04S,P05S,P06S,P07S,P08S,P09S,P10S,P11S,P12S,P13S,P14S,P15S,P16S,P17S,A02S	P03S,P04S,P05S,P10S,P11S,P12S,P13S,P14S,P15S	A02S						P01S,P02S,P03S,P04S,P05S,P06S,P07S,P08S,P09S,P10S,P11S,P12S,P13S,P14S,P15S,P16S,P17S				P07S,P08S,P09S,P12S,P13S,P14S	P07S,P08S,P09S,P12S,P13S,P14S										P01S,P02S,P06S		P01S,P02S,P06S
216			122縣道中興路跨越橋(雙向)	03091984OORG	--	A1E,A1W,A2E,A2W	A1E,A1W,A2E,A2W	A1E,A1W,A2E,A2W																								
217			92K+542跨越渡槽兼人行橋(雙向)	03092542TORG	S-105~S-108			A1,A2										A1,A2	A1,A2												
218			四重溪排水橋(北向)	03092698RORN	S-110~S-111		A1N,A2N																								
219			四重溪排水橋(南向)	03092698RORS	S-110~S-111		A1S,A2S																								
220			竹40鄉道穿越橋(北向)	03093688BORN	S-115~S-116		A1N,A2N																								
221			竹40鄉道穿越橋(南向)	03093688BORS	S-115~S-116		A1S,A2S																								
222			94K+383跨越橋(雙向)	03094383OORG	S-120~S-123				A1,A2									A1,A2	A1,A2												
223			94K+612渡槽跨越橋(雙向)	03094612TORG	S-125~S127	A1,A2		A1,A2																								
224			柯子湖排水橋(北向)	03095036RORN	S-130~S-132	A1N,A2N	A1N,A2N	A1N,A2N																								
225			柯子湖排水橋(南向)	03095036RORS	S-130~S-132	A1S,A2S	A1S,A2S	A1S,A2S																								
226			雲南路跨越橋(雙向)	03096445OORG	S-135~S-137	A1,A2										P1,P2															
227			竹45鄉道跨越橋(雙向)	03097428OORG	S-140~S-142	A1,A2	A1,A2																							A1,A2	

補強內容統計表(7/9)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設防震拉條TYPE A	增設防震拉條TYPE C	抽換防震拉條TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台翼體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
228			寶山IC雙溪排水橋(北向)	03098832RORN	S-155~S-160	AN1,PN1,PN2,PN3,AN2		AN1,AN2						PN3	PN1,PN2,PN3		PN3					A1,A2										
229			寶山IC雙溪排水橋(南向)	03098832RORS	S-155~S-160	AS1,PS1,PS2,PS3,AS2		AS1,AS2						PS3	PS1,PS2,PS3		PS3															
230			竹43鄉道跨越橋(雙向)	03099502OORG	S-165~S-168	A1,A2	A1,A2								P1,P2							A1,A2									A1,A2	
231			水尾溪排水橋(北向)	03099804RORN	S-170~S~172	AN1,AN2	AN1,AN2	AN1,AN2																							
232			水尾溪排水橋(南向)	03099804RORS	S-170~S~172	AS1,AS2	AS1,AS2	AS1,AS2																							
233			新竹系統交流道匝道E(一)穿越橋	03100698PRE1	--		P3		A2																						
234			新竹系統交流道匝道A(二)跨越橋	03100698PRA2	--		A3,P4,P5,A4	A3,A4																							
235			新竹系統交流道匝道E(二)跨越橋	03100698PRE2	S-185~S-188	A1,P1,P2,P4,P5,A2				P3		P3																			
236			新竹系統交流道匝道A(三)跨越橋	03100698PRA3	S-190~S-191		A1,A2																							
237			新竹系統交流道匝道A(四)跨越橋	03100698PRA4	--																										
238			新竹系統交流道匝道G排水橋	03100698PRG1	S-195~S-197	A1,P1,P2,A2		A1,A2																							
239			新竹系統交流道匝道E排水橋	03100698PRE3	S-200~S-202	A1,A2	P1,P2	A1,A2																							
240			寶山IC匝道六排水橋(一)	03098800PR61	--																										
241			寶山IC匝道六排水橋(二)	03098800PR62	S-145~S-147		A1L,A2																								
242			寶山IC匝道七排水橋	03098800PR71	S-150~S-152		A1,A2																								
243			寶山一號跨越橋(雙向)	03101448OORG	S-205~S-207		A1,P1,A2																								
244			崎林路高架橋(雙林路)北向	03101870BORN	S-210~S-218	A1E,P1E,P5E,P6E,A2E		A1E,A2E							P1E,P2E,P3E,P4E,P5E,P6E		P1E,P3E,P5E,P6E			P5E,P6E											
245			崎林路高架橋(雙林路)南向	03101870BORS	S-210~S-218	A1W,P1W,P5W,P6W,A2W		A1W,A2W							P1W,P2W,P3W,P4W,P5W,P6W		P1W,P3W,P5W,P6W			P5W,P6W											
246			寶山二號跨越橋(雙向)	03102183OORG	S-225~S-227	A1,A2	A1,P1,A2															A1,A2									A1,A2	
247	關西工務段		寶山三號跨越橋(雙向)	03102783OORG	S-230~S-234	A1,A2	Aa1,Aa2						Aa1,Aa2																		
248			茄冬IC117縣道穿越橋(北向)	03103888BORN	S-240~S-244	A1N,A2N																									
249			茄冬IC117縣道穿越橋(南向)	03103888BORS	S-240~S-244	A1S,A2S																									
250			117縣道跨越橋(雙向)	03104324OORG	S-255~S-259	A1,A2	A1,P1,A2	A1,A2																							
251			茄苳高架橋(北向)	03104869BORN	S-265~S-279	A1E,A2E		P3E		P3E		P3E		P1E,P2E			P1E,P2E	P3E,P4E	P3E,P4E												
252			茄苳高架橋(南向)	03104869BORS	S-265~S-279	A1W,A2W		P4W,P8W		P4W,P8W		P4W,P8W		P1W,P2W,P9W,P10W			P2W,P3W,P8W,P9W	P4W,P5W,P6W,P7W	P4W,P5W,P6W,P7W	P2W,P8W,P9W											
253			新竹一號跨越橋(雙向)	03105288OORG	S-285~S-289	A1,A2	A1,A2										A1,A2		A1,A2												A1,A2	
254			117縣道(一)高架橋(北向)	03105882BORN	--	A1E,A2E	P1E,P7E	A1E,A2E				P4E		P1E,P2E,P3E,P4E,P5E,P6E,P7E			P1E,P2E,P3E,P4E,P5E,P6E,P7E														
255			117縣道(一)高架橋(南向)	03105882BORS	--	A1W,A2W	P1W,P7W	A1W,A2W				P3W,P6W		P1W,P2W,P4W,P5W,P7W,P8W			P1W,P2W,P3W,P4W,P5W,P6W,P7W,P8W														
256			新竹二號跨越橋(雙向)	03106418OORG	--	A1,A2	A1,P1,A2	A1,A2																							
257			117縣道(二)高架橋(北向)	03107630BORN	--	A1E,A2E		A1E,A2E				P3E,P6E					P1E	P2E,P3E,P4E,P5E,P6E,P7E													
258			117縣道(二)高架橋(南向)	03107630BORS	--	A1W,A2W		A1W,A2W				P3W,P6W					P1W	P2W,P3W,P4W,P5W,P6W													
259			新竹三號跨越橋(雙向)	03108917OORG	--	A1,A2	A1,A2	A1,A2	P1,P2																						
260			台一線穿越橋(北向)	03109165BORN	S-350~S354	A1L,A2L		A1L,A2L	P1L,P2L					P1L,P2L			P1L,P2L			P1L,P2L					P1L,P2L					
261			台一線穿越橋(南向)	03109165BORS	S-350~S354	A1R,A2R		A1R,A2R	P1R,P2R					P1R,P2R			P1R,P2R			P1R,P2R					P1R,P2R					
262			鹽港溪排水橋(北向)	03109478RORN	S-360~S-364	A1N,P1L,P2L,P3L,A2N		A1N,A2N										P2L		P2L											
263			鹽港溪排水橋(南向)	03109478RORS	S-360~S-364	A1S,P1R,P2R,P3R,A2S		A1S,A2S										P2R		P2R											
264			台13線穿越橋(北向)	03109883BORN	S-370~S-374	A1L,A2L		A1L,A2L	P1L,P2L					P1L,P2L											P1L,P2L					
265			台13線穿越橋(南向)	03109883BORS	S-370~S-374	A1R,A2R		A1R,A2R	P1R,P2R					P1R,P2R											P1R,P2R					
266			茄苳IC C/D穿越橋	03103900PCS1	S-250~S-252	A1,P1,A2		A1,A2																							
267	屏東工務段	M35	巒崎溪河川橋(北)	03367878RORN	S-002~S-010	A1L,P1L,P2L,P3L,P4L,P5L,P6L,P7L,P8L,P9L,P10L,A2L	P2L,P3L,P4L,P5L,P6L,P7L,P8L,P9L											P4L,P5L,P6L	P4L,P5L,P6L													
268			巒崎溪河川橋(南)	03367878RORS	S-002~S-010	A1R,P1R,P2R,P3R,P4R,P5R,P6R,P7R,P8R,P9R,P10R,A2R	P2R,P3R,P4R,P5R,P6R,P7R,P8R,P9R											P4R,P5R,P6R	P4R,P5R,P6R													

補強內容統計表(8/9)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設防震拉條TYPE A	增設防震拉條TYPE C	抽換防震拉條TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台翼體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
269	屏東工務段		二仁溪2號河川橋(北)	03370455RORN	S-011~S-035	A1L,P1L,P2L,P3L,P4L,P5L,P6L,P7L,P8L,P9L,P10L,P11L,P12L,P13L,P14L,P15L,P16L,P17L,P18L,P19L,P20L,P21L,P22L,P25L,P26L,A2L	P6L,P7L,P10L,P11L,P17L,P18L,P19L,P26L	A1L										P8L,P9L,P10L,P11L,P15L,P17L,P18L,P19L,P20L,P21L	P1L,P2L,P3L,P4L,P5L,P12L,P13L,P14L,P16L,P22L	P1L,P2L,P3L,P4L,P5L,P8L,P9L,P10L,P11L,P12L,P13L,P14L,P15L,P16L,P17L,P18L,P19L,P20L,P21L,P22L											P3L,P4L,P13L,P14L			P3L,P4L,P13L,P14L
270			二仁溪2號河川橋(南)	03370455RORS	S-011~S-035	A1R,P1R,P2R,P3R,P4R,P5R,P6R,P7R,P8R,P9R,P10R,P11R,P12R,P13R,P14R,P15R,P16R,P17R,P18R,P19R,P20R,P21R,P22R,P25R,P26R,P27R,P28R,P29R,A2R	P6R,P7R,P10R,P11R,P17R,P18R,P19R,P26R,P27R	A1R										P8R,P9R,P10R,P11R,P15R,P17R,P18R,P19R,P20R,P21R	P1R,P2R,P3R,P4R,P5R,P12R,P13R,P14R,P16R,P22R	P1R,P2R,P3R,P4R,P5R,P8R,P9R,P10R,P11R,P12R,P13R,P14R,P15R,P16R,P17R,P18R,P19R,P20R,P21R,P22R											P3R,P4R,P13R,P14R			P3R,P4R,P13R,P14R
271			里港洩洪橋(東)	10027518RORE	S-036~S-038	A1R,A2R		A1R,A2R																								
272			里港洩洪橋(西)	10027518RORW	S-036~S-038	A1L,A2L		A1L,A2L																								
273			吉洋溪1號排水橋(東)	10029960RORE	S-039~S-043	AE1,PE1,PE2,AE2		AE1,AE2					PE1,PE2		PE1,PE2																	
274			吉洋溪1號排水橋(西)	10029960RORW	S-039~S-043	AW1,PW1,PW2,AW2		AW1,AW2					PW1,PW2		PW1,PW2																	
275			穿越橋(東)	10031086RORE	S-044~S-045		A1R,A2R																									
276			穿越橋(西)	10031086RORW	S-044~S-045		A1L,A2L																									
277			美濃溪河川橋(東)	10032682RORE	S-046~S-055	AE1,PE1,PE3,PE4,AE2	PE2	AE1,AE2		PE2			PE1,PE4					PE2,PE3	PE2,PE3													
278			美濃溪河川橋(西)	10032682RORW	S-046~S-055	AW1,PW1,PW3,PW4,AW2	PW2	AW1,AW2		PW2			PW1,PW4					PW2,PW3	PW2,PW3													
279		M36	田寮2號高架橋(北)	03374445BORN	S-002~S-076	A1L,P1L,P5L,P6L,P9L,P10L,P11L,P12L,P13L,P14L,P15L,P16L,P17L,P18L,P19L,P20L,P21L,P22L,P23L,P24L,P25L,P26L,P27L,P28L,P31L,P32L,P33L,P34L,P35L,P36L,P37L,P38L,P39L,P40L,P41L,P42L,P43L,P44L,P45L,P46L,P47L,P48L,P51L,P52L,P53L,P54L,P55L,P56L,P57L,P58L,P59L,P60L,P61L,P62L,P63L,P64L,P65L,P66L,P67L,A2L	P13L,P14L,P15L,P20L,P21L,P23L,P24L,P25L,P34L,P35L,P37L,P38L,P45L,P46L,P47L,P52L,P53L,P54L,P59L,P60L,P61L,P66L,P67L							P3L,P7L,P8L,P13L,P14L,P15L,P20L,P21L,P23L,P24L,P25L,P34L,P35L,P37L,P38L,P66L,P67L			P3L,P4L,P7L,P8L,P9L,P12L,P13L,P14L,P15L,P17L,P20L,P21L,P22L,P24L,P29L,P31L,P32L,P33L,P34L,P35L,P36L,P37L,P38L,P39L,P40L,P41L,P42L,P51L,P53L,P56L,P58L,P62L,P63L,P66L,P67L	P2L,PE3	P3L,P4L,P7L,P8L,P9L,P12L,P13L,P14L,P15L,P17L,P20L,P21L,P22L,P24L,P29L,P31L,P32L,P33L,P34L,P35L,P36L,P37L,P38L,P39L,P40L,P41L,P42L,P47L,P51L,P53L,P56L,P57L,P58L,P62L,P63L,P66L,P67L						P3L,P7L,P8L,P13L,P14L,P15L,P20L,P23L,P24L,P25L,P34L,P35L,P37L,P38L			
280			田寮2號高架橋(南)	03374445BORS	S-002~S-076	A1R,P1R,P5R,P6R,P9R,P10R,P11R,P12R,P13R,P14R,P15R,P16R,P17R,P18R,P19R,P20R,P21R,P22R,P23R,P24R,P25R,P26R,P27R,P28R,P31R,P32R,P33R,P34R,P35R,P36R,P37R,P38R,P39R,P40R,P41R,P42R,P43R,P44R,P45R,P46R,P47R,P48R,P51R,P52R,P53R,P54R,P55R,P56R,P57R,P58R,P59R,P60R,P61R,P62R,P63R,P64R,P65R,P66R,P67R,A2R	P13R,P14R,P15R,P20R,P21R,P23R,P24R,P25R,P34R,P35R,P37R,P38R,P45R,P46R,P47R,P52R,P53R,P54R,P59R,P60R,P61R,P66R,P67R							P3R,P7R,P8R,P13R,P14R,P15R,P20R,P21R,P23R,P24R,P25R,P34R,P35R,P37R,P38R,P66R,P67R			P3R,P4R,P7R,P8R,P9R,P12R,P13R,P14R,P15R,P17R,P20R,P21R,P22R,P24R,P29R,P31R,P33R,P34R,P35R,P36R,P37R,P38R,P39R,P40R,P41R,P42R,P51R,P53R,P56R,P58R,P62R,P63R,P66R,P67R		P3R,P4R,P7R,P8R,P9R,P12R,P13R,P14R,P15R,P17R,P20R,P21R,P22R,P24R,P29R,P31R,P33R,P34R,P35R,P36R,P37R,P38R,P39R,P40R,P41R,P42R,P47R,P51R,P53R,P56R,P57R,P58R,P62R,P63R,P66R,P67R						P3R,P7R,P8R,P13R,P14R,P15R,P20R,P23R,P24R,P25R,P34R,P35R,P37R,P38R			

補強內容統計表(9/9)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設防震拉條TYPE A	增設防震拉條TYPE C	抽換防震拉條TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台翼體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
281	屏東工務段		高雄環線高架(三)橋(E)	10007979BORE	S-089~S-121	P1L,P2L,P3L,P4L,P5L,P7L,P8L,P9L,P10L,P11L,P14L,P15L,P16L,P20L,P21L,P22L,P25L,P26L,P27L,P28L,P29L,P30L,P32L,P33L,P34L,P38L,P39L,P40L,P41L,P44L,P45L,P46L,P49L,P50L,P51L,P54L,P55L,P56L,P59L,P60L,P61L,P65L,P66L,P67L,P68L,P72L,P73L,P74L,P78L,P79L,P80L,P84L,P85L,P86L,P90L,P91L,P92L,P96L,P97L,P98L,P101L,P102L,P103L,P107L,P108L,P109L	P1L,P2L,P3L,P4L,P8L,P9L,P10L,P14L,P15L,P16L,P20L,P21L,P22L,P26L,P27L,P28L,P29L,P32L,P33L,P34L,P38L,P39L,P40L,P41L,P44L,P45L,P46L,P49L,P50L,P51L,P54L,P55L,P56L,P59L,P60L,P61L,P65L,P66L,P67L,P68L,P72L,P73L,P74L,P78L,P79L,P80L,P84L,P85L,P86L,P90L,P91L,P92L,P96L,P97L,P98L,P101L,P102L,P103L,P107L,P108L,P109L						P26L,P27L,P28L,P29L	P1L,P4L,P5L,P8L,P9L,P10L,P14L,P15L,P16L,P38L,P39L,P40L,P41L,P44L,P45L,P46L,P49L,P50L,P51L,P54L,P55L,P56L,P59L,P60L,P61L,P65L,P66L,P67L,P68L,P72L,P73L,P74L,P78L,P79L,P80L,P84L,P85L,P86L,P90L,P91L,P92L,P96L,P97L,P98L,P101L,P102L,P103L,P107L,P108L,P109L			P1L,P5L,P27L,P28L,P39L,P40L,P44L,P45L,P46L,P49L,P50L,P51L,P54L,P55L,P56L,P111L		P5L,P44L,P45L,P46L,P49L,P50L,P51L,P54L,P55L,P56L,P111L															
282			高雄環線高架(三)橋(W)	10007979BORW	S-089~S-121	P1R,P2R,P3R,P4R,P5R,P7R,P8R,P9R,P10R,P11R,P14R,P15R,P16R,P20R,P21R,P22R,P25R,P26R,P27R,P28R,P29R,P30R,P32R,P33R,P34R,P38R,P39R,P40R,P41R,P44R,P45R,P46R,P49R,P50R,P51R,P54R,P55R,P56R,P59R,P60R,P61R,P65R,P66R,P67R,P68R,P72R,P73R,P74R,P78R,P79R,P80R,P84R,P85R,P86R,P90R,P91R,P92R,P96R,P97R,P98R,P101R,P102R,P103R,P107R,P108R,P109R	P1R,P2R,P3R,P4R,P8R,P9R,P10R,P14R,P15R,P16R,P20R,P21R,P22R,P26R,P27R,P28R,P29R,P32R,P33R,P34R,P38R,P39R,P40R,P41R,P44R,P45R,P46R,P49R,P50R,P51R,P54R,P55R,P56R,P59R,P60R,P61R,P65R,P66R,P67R,P68R,P72R,P73R,P74R,P78R,P79R,P80R,P84R,P85R,P86R,P90R,P91R,P92R,P96R,P97R,P98R,P101R,P102R,P103R,P107R,P108R,P109R						P26R,P27R,P28R,P29R	P1R,P4R,P5R,P8R,P9R,P10R,P14R,P15R,P16R,P38R,P39R,P40R,P41R,P44R,P45R,P46R,P49R,P50R,P51R,P54R,P55R,P56R,P59R,P60R,P61R,P65R,P66R,P67R,P68R,P72R,P73R,P74R,P78R,P79R,P80R,P84R,P85R,P86R,P90R,P91R,P92R,P96R,P97R,P98R,P101R,P102R,P103R,P107R,P108R,P109R			P1R,P5R,P25R,P26R,P27R,P28R,P44R,P45R,P46R,P49R,P50R,P51R,P54R,P55R,P56R,P111R		P5R,P44R,P45R,P46R,P49R,P50R,P51R,P54R,P55R,P56R,P111R															
283			高45跨越橋	10014864OORG	S-130~S-133	A1,A2	A1,A2	A1,A2					P1,P2																		A1,A2	
284			典寶溪過水橋(E)	10014207RORE	S-039~S-043	A1R,A2R		A1R,A2R									P2R,P3R,P4R,P5R							P3R								
285			典寶溪過水橋(W)	10014207RORW	S-039~S-043	A1L,A2L		A1L,A2L									P2L,P3L,P4L,P5L							P3L								

附錄十四　補強內容數量統計表

補強內容數量統計表 (1/4)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設 防震拉條 TYPE A	增設 防震拉條 TYPE C	抽換 防震拉條 TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台軀體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
1	木柵工務段	M31	北側基隆河橋N	03010429RORN	S-002~S-031	1	4	1	2					5			1	2	2												
2			北側基隆河橋S	03010436RORS	S-002~S-031		4	1	1					5			1	4	4										1			1
3			汐止系統交流道匝道6跨東側基隆河橋	03010900PR62	S-035~S-043	6		2					1		1		2		2				1								
4	內湖工務段		汐止系統交流道CDI-SB-RD	03010900PCS1	S-045~S-049	5		2									2		2												
5			汐止系統交流道CDI-NB-RD	03010900PCN1	S-050~S-055	6		2				1					2		2												
6	木柵工務段		汐止系統交流道匝道7跨西側基隆河橋	03010900PR73	S-060~S-072	4	7	4		2								8	8					2							
7			汐止系統交流道匝道3	03010900PR31	S-080~S-083	1	3																								
8			汐止系統交流道匝道1跨北側基隆河橋	03010900PR11	S-090~S-096	2		2		1		1	2				1								1						
9			汐止系統交流道匝道2跨北側基隆河橋	03010900PR21	S-100~S-105	2		2				1	1				2		2						1						
10			汐止系統交流道匝道7跨北側基隆河橋	03010900PR71	S-110~S-117	2	4	2				1					1		1												
11			新台五路橋N	03012873BORN	S-180~S-182	2		2																							
12			新台五路橋S	03012873BORS	S-180~S-182	2		2																							
13			新台五路交流道匝道3跨鐵路橋	03012700PR31	S-150~S-156	2							2				1	1	2												
14			新台五路交流道匝道4排水溝渠橋	03012700PR41	S-160~S-165	5		2									1		1						1						
15			新台五路交流道匝道7排水溝渠橋	03012700PR71	S-170~S-172	4		2																							
16			新台五路交流道匝道7跨光復街橋	03012700PR72	S-173~S-174		2																								
17			新台五路交流道匝道7跨匝道1橋	03012700PR73	S-175~S-177				2				2																		
18			貨櫃場通道跨越橋	03013650OORG	S-190~S-193		4	2									2		2												
19			橫科路橋N	03014477BORN	S-195~S-198	4	2	2																							
20			橫科路橋S	03014477BORS	S-195~S-198	4	2	2																							
21			南深路橋N	03016111BORN	S-230~S-234	3		2																							
22			南深路橋S	03016112BORS	S-230~S-234	3		2																							
23	頭城工務段		南港系統交流道匝道3跨越橋	03016500PR31	S-240~S246				4									1		1											
24	木柵工務段		匝道6橋S(南港交流道)	03014657BORS	S-200~S202				2																						
25			匝道6橋N(南港交流道)	03014657BORN	S-200~S202				2																						
26	頭城工務段		南港系統交流道環道5跨越橋	03016500PL51	S-261~S266				4								1														
27			南港系統交流道匝道3跨南深路橋	03016500PR32	S-250~S-253	4						1					2			2											
28	木柵工務段		四分子一坑高架橋N	03016611BORN	S-270~S-284	4		2		1		1					1			1					1						
29			四分子一坑高架橋S	03016612BORS	S-270~S-284	5		2		1		1													2						
30			瑯樹里高架橋N	03011818BORN	S-120~S-146	2	4		6					2			1	9		6	4				2						
31			瑯樹里高架橋S	03011847BORS	S-120~S-146	2	4		6					2			2	8		7	3				2						
32			舊莊高架橋N	03015096RORN	S-210~S-226	14		2		3				3				6	6					3							
33			舊莊高架橋S	03015096RORS	S-210~S-226	14		2		3				3			2	5	4					3							
34			四分里坑高架橋N	03017502RORN	S-290~S-302	8		2				2			8	3	3	1		3											
35			四分里坑高架橋S	03017528RORS	S-290~S-302	8		2				2			8	2	5	1		5											
36			富德橋S	03020305BORS	S-310~S-323	2	3	2		2		2					5			6											
37			景美溪北橋	03020408RORN	S-330~S-351	2	13		1					5	1		9		2	7										6		6
38			景美溪南橋	03020633RORS	S-360~S-381	6	10		1					4	1		10		1	4												
39			木柵交流道匝道一富德橋	03020800PR11	S-390~S-394	3		2									1			1											
40			木柵交流道匝道二景美溪橋	03020800PR21	S-395~S-400	1	2										1			1											
41			木柵交流道匝道四猴山坑橋	03020800PR43	S-401~S-403	2		2									1			1											
42			木柵交流道匝道四景美溪橋	03020800PR42	S-405~S-412	3			2					1			1			1					1	1			1			1
43			木柵交流道匝道四富德橋	03020800PR41	S-420~S-427	3		2									2		2												
44			景美溪橋W	03020800RORW	S-430~S-439	7							5		5		2				1				2	5					
45			景美溪橋E	03020800RORE	S-430~S-439	7							5		5		2				1				2	5					
46			指南路穿越橋N (無名溪橋N)	03023780RORN	S-450~S-455	4	2	2									1		1												
47			指南路穿越橋S (無名溪橋S)	03023743RORS	S-456~S-462	5		2						1			1			1												
48			新店高架橋N	03025915BORN	S-470~S-512	21	6	1		2					15		7	1		12												
49			新店高架橋S	03025922BORS	S-518~S-555	21	5	1	1	2					15		5	3		14												
50			新店交流道匝道1	03026800PR11	S-560~S-562	2	1	1																							
51			新店交流道匝道2	03026800PR21	S-565~S566	2	2								1																
52			新店交流道環道4	03026800PL41	S-570~S-572	3	1	1												1											
53			新店交流道聯絡道高架橋	03026800TAT1	S580~S-603	8		4	4						12			6		6							6					
54			新店交流道聯絡道排水橋	03026800TAT2	S-610~S-614	4		2									1														
55			橫樑坑橋N	03028409BORN	S620~S-621			2																							
56			橫樑坑橋S	03028423BORS	S620~S-621			2																							
57			碧潭橋N	03029100RORN	S-630~S-646	2	6	2	3					2												2					
58			碧潭橋S	03029104RORS	S-650~S-663	1	6	1	2					2								1				2					
59			安坑交流道匝道5跨越橋	03031100PR51	S-670~S-678	2			2					2				2	2										2		
60			安坑交流道匝道6跨越橋	03031100PR61	S-680~S-689	5												3	3										1		1
61			安坑交流道連絡道跨越橋	03031100TAT1	S-690~S-694	3			1					2	2														3		
62			安坑溪橋N	03032138RORN	S-730~S-744	8		2	2	1			2		7	7	2	2													
63			安坑溪橋S	03032145RORS	S-745~S-758	7		2	2	1			2		6	6	3	2													
64			安坑橋	03031100TAT2	S-700~S-709	4					1			3				3	3												
65			安坑橋A6匝道	03031100PRA6	S-715~S-717									1				1	1												
66			安坑橋A5匝道	03031100PRA5	S-710~S-711									1																	
67			安坑橋A3匝道	03031100PRA3	--																										
68			安坑橋A4匝道	03031100PRA4	--																										
69			安坑飛越橋	03031100PR23	S-720~S-724	3									1																
70			中和一號穿越橋S	03033812BORS	S-002~S-003		2																								
71			中和五號穿越橋N	03033824BORN	S-005~S-006		2																								
72	木柵工務段		興南路南穿越橋S	03034051BORS	S-010~S-012	5		2																							
73			興南路北穿越橋N	03034072BORN	S-015~S-017	5		2																							
74			中和交流道北主線高架橋 (一)	03035542BORN	S-020~S-030	2			2	3		3	8		11			3	3												
75			中和交流道北主線高架橋 (二)	03035913BORN	S-035~S-041	1		1	4	1		1	5		1			1	1												
76			中和交流道南主線高架橋 (一)	03035575BORS	S-045~S-052	2		2		1		1	1		4		2			2												
77			中和交流道匝道F	03035000PRF1	S-135~S-137	1		1		1		1																			
78			中和交流道南主線高架橋 (二)	03035770BORS	S-055~S-056				2																						
79			中和交流道南主線高架橋 (三)	03035907BORS	S-060~S-067	1		1	4	1		1	5		1			1	1												
80			中和交流道匝道A (一)	03035000PRA1	S-070~S-076		5			4		4	14		9																
81			中和交流道匝道A (二)	03035000PRA2	S-080~S-082		4	1		1		1	8																		
82			中和交流道匝道B (一)	03035000PRB1	S-085~S-090	1		2	4				1					1													
83			中和交流道匝道B (二)	03035000PRB2	S-095~S-102	1		1		1		2	10		10		2			2												
84			中和交流道匝道C	03035000PRC1	S-105~S-114	1		3	4	4		2	7					3	2												
85			中和交流道匝道D	03035000PRD1	S-115~S-121	1	2	1		3		3	12					1						1							
86			中和交流道匝道E	03035000PRE1	S-125~S131	2		1		2		3	5		4																
87			中和交流道聯絡道高架橋W (一)	03035000TAT1	S-155~S-167	4	3					1	5		6		1	1													
88			中和交流道聯絡道高架橋E (一)	03035000TAT2	S-155~S-167	4	1					1	5		6		1	1													

補強內容數量統計表 (2/4)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設 防震拉條 TYPE A	增設 防震拉條 TYPE C	抽換 防震拉條 TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台軀體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
89			中和交流道匝道G	03035000PRG1	S-140~S-143		1						1					2		2											
90			中和交流道匝道H	03035000PRH1	S-150~S-152		1						1					1		1											
91			中和交流道聯絡道高架橋W (二)	03035000TAT3	--																										
92			中和交流道聯絡道高架橋E (二)	03035000TAT4	--																										
93			中和交流道匝道L	03035000PRL1	--																										
94			中和交流道匝道R	03035000PRR1	--																										
95			永豐路穿越橋 S	03037899BORS	S-175~S-176	2																									
96			永豐路穿越橋 N	03037899BORN	S-175~S-176	2																									
97			計劃路穿越橋 N	03037979BORN	S-180~S-181	2																									
98			計劃路穿越橋 S	03037979BORS	S-180~S-181	2																									
99			仁愛路穿越橋 N	03038190BORN	S-185~S-186	2																									
100			仁愛路穿越橋 S	03038190BORS	S-185~S-186	2																									
101			青雲路穿越橋 N	03039057BORN	S-190~S-191	2																									
102			青雲路穿越橋 S	03039057BORS	S-190~S-191	2																									
103			柑林埤排水橋 S	03039193RORS	S-195~S-198	5		2					3				3														
104			柑林埤排水橋 N	03039193RORN	S-195~S-198	5		2					3				3														
105			土城一號穿越橋 N	03039577BORN	S-205~S-206		2																								
106			土城一號穿越橋 S	03039577BORS	S-205~S-206		2																								
107			和平路穿越橋N	03040626BORN	S-210~S-211		2																								
108			和平路穿越橋S	03040626BORS	S-210~S-211		2																								
109			土城一號排水橋S	03040892RORS	S-215~S-216		2																								
110			土城一號排水橋N	03040892RORN	S-215~S-216		2																								
111			土城二號穿越橋N	03041070BORN	--																										
112			土城二號穿越橋S	03041070BORS	--																										
113			忠義路穿越橋S	03041495BORS	S-220~S-221		2																								
114			忠義路穿越橋N	03041495BORN	S-220~S-221		2																								
115			承天路穿越橋N	03041640BORN	S-225~S-227		2																								
116			承天路穿越橋S	03041640BORS	S-225~S-227		2																								
117			永和街穿越橋(南向)	03042170BORS	S-230~S-232		2																								
118			永和街穿越橋(北向)	03042170BORN	S-230~S-232		2																								
119			土城IC穿越橋(北向)	03042446BORN	--				2																						
120			土城IC穿越橋(南下)	03042446BORS	--				2																						
121			永寧路穿越橋(北向)	03042775BORN	S-240~S-241		2																								
122			永寧路穿越橋(南向)	03042775BORS	S-240~S-241		2																								
123			海山排水橋(北向)	03042897RORN	S-245~S-247		2																								
124			海山排水橋(南向)	03042897RORS	S-245~S-247		2																								
125			土城交流道穿越橋匝道A(永寧路)	03000183PRA1	--																										
126			永安街穿越橋(西向)	03000174TATW	S-250~S-251		2																								
127			永安街穿越橋(東向)	03000174TATE	S-250~S-251		2																								
128			頂埔30號計劃路穿越橋(北向)	03042998BORN	S-255~S-257		2																								
129			頂埔30號計劃路穿越橋(南向)	03042998BORS	S-255~S-257		2																								
130			大暖路穿越橋(北向)	03043476BORN	S-260~S-262		2																								
131			大暖路穿越橋(南向)	03043476BORS	S-260~S-262		2																								
132		M32	台三線中央路穿越橋(南向)	03045098RORS	--	2	2																								
133			台三線中央路穿越橋(北向)	03045098RORN	--	2	2																								
134			蒼台三線介壽路穿越橋(北向)	03045235BORN	S-280~S-281		2																								
135			蒼台三線介壽路穿越橋(南向)	03045235BORS	S-280~S-281		2																								
136			三峽溪河川橋(北向)	03045475RORN	S-285~S-297	10		2					8		8				8	4												
137			三峽溪河川橋(南向)	03045475RORS	S-285~S-297	11		3					9		9				9	4												
138			佳園路穿越橋(北向)	03047342BORN	S-305~S-306		2																								
139			佳園路穿越橋(南向)	03047342BORS	S-305~S-306		2																								
140			龍埔路穿越橋(北向)	03050180RORN	S-310~S-311		2																								
141			龍埔路穿越橋(南向)	03050180RORS	S-310~S-311		2																								
142			三鶯交流道復興路穿越橋(北向)	03050596BORN	--	2	2										2			4											
143			三鶯交流道復興路穿越橋(南向)	03050596BORS	--	2	2										2			4											
144			大漢溪河川橋(南向)	03051980RORS	S-320~S-331	14		20		6		6																			
145			大漢溪河川橋(北向)	03051980RORN	S-320~S-331	14		20		6		6																			
146			大溪一號排水橋(北向)	03057932RORN	S-335~S-340	2	2	2																							
147			大溪一號排水橋(南向)	03057932RORS	S-335~S-340	2	2	2																							
148			大溪二號排水橋(北向)	03059220RORN	S-345~S-350	2	2	2																							
149			大溪二號排水橋(南向)	03059220RORS	S-345~S-350	2	2	2																							
150			大溪二號渡槽衆人行橋	03060191TORG	S-355~S-356				2																							
151			大溪三號渡槽衆人行橋	03060904TORG	S-360~S-363				2								2		2												
152			112路跨越橋(雙向)	03061296OORG	S-365~S-367	2	2																								
153			大溪交流道IC穿越橋(北向)	03062720BORN	--	2	2																								
154			大溪交流道IC穿越橋(南向)	03062720BORS	S-375~S-376	2	2																								
155			桃64路穿越橋(北向)	03063050BORN	S-375~S-376		2																								
156			桃64路穿越橋(南向)	03063050BORS	S-380~S-381		2																								
157			石門大圳穿越橋(北向)	03064550BORN	S-380~S-381		2																								
158			石門大圳穿越橋(南向)	03064550BORS	S-385~S-387		2																								
159			台三路跨越橋(雙向)	03064862OORG	--	2	2	2																							
160			龍潭一號渡槽衆人行橋	03065165TORG	S-400~S-401				2																							
161			龍潭一號排水橋(南向)	03066575RORS	S-400~S-401		2																								
162			龍潭一號排水橋(北向)	03066575RORN	--		2																								
163			龍潭交流道IC穿越橋(南向)	03068234BORS	--	2			4					4			4			4											
164			龍潭交流道IC穿越橋(北向)	03068234BORN	--	2			4					4			4			4											
165			龍潭IC C/D穿越橋	03068234PCS1	--	2			2					2			2			2											
166			龍潭高架橋(北向)	03068978BORN	S-420~S-426				11								11			11											
167			龍潭高架橋(南向)	03068978BORS	S-420~S-426				11								11			11											
168			龍潭二號排水橋(北向)	03069613RORN	S-435~S-437	4																									
169			龍潭二號排水橋(南向)	03069613RORS	S-435~S-437	4																									
170			台三線穿越橋(北向)	03070411BORN	S-440~S-445	4							2		2																
171			台三線穿越橋(南向)	03070411BORS	S-440~S-445	4							2		2																
172			桃67路跨越橋(高楊北路)雙向	03071444OORG	S-455~S-458	2	2		2																						
173			龍潭二號渡槽衆人行橋(雙向)	03071710TORG	S-465~S-468	2											4		2											
174			桃68高原路跨越橋	03072975OORG	--																										
175			龍潭三號排水橋(北向)	03074013RORN	S-475~S-479	3									1																
176			龍潭三號排水橋(南向)	03074013RORS	S-475~S-479	3									1																
177			龍潭二號跨越橋(雙向)	03074285OORG	S-485~S-489		2			1							2			2											
178			牛欄河一號橋(南向)	03075110RORS	--	4		3																							
179			牛欄河一號橋(北向)	03075110RORN	--	4		3																							
180			關西一號跨越橋(東向)	03076175OORE	--																										
181			關西一號跨越橋(西向)	03076175OORW	--																										

補強內容數量統計表 (3/4)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設 防震拉條 TYPE A	增設 防震拉條 TYPE C	抽換 防震拉條 TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台襯體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
182			牛欄河二號橋(南向)	03077649RORS	S-520~S-533	5		4									3														
183			牛欄河二號橋(北向)	03077649RORN	S-520~S-533	5		4																							
184			竹18-2鄉道穿越橋(光明路)南向	03078360BORN	S-545~S-547		2																								
185			竹18-2鄉道穿越橋(光明路)北向	03078360BORS	S-545~S-547		2																								
186			關西IC穿越橋(北向)	03079210BORN	S-550~S-554				4								2			4											
187			關西IC穿越橋(南向)	03079210BORS	S-550~S-554				4								2			4											
188			關西IC穿越橋匝道A西向	03000199TATW	S-560~S-562	2											2														
189			關西IC穿越橋匝道A東向	03000199TATE	S-560~S-562																										
190			深坑排水橋(北向)	03080825RORN	--		2																								
191			深坑排水橋(南向)	03080825RORS	--		2																								
192			竹16道穿越橋(南向)	03083048BORS	--		2																								
193			竹16道穿越橋(北向)	03083049BORN	--		2																								
194			大同里跨越橋(雙向)	03081468OORG	S-005~S007	2	2															2								2	
195			水坑排水橋(南向)	03081590RORS	S-010~S-013	4		2							2																
196			水坑排水橋(北向)	03081590RORN	S-010~S-013	4		2							2																
197			鳳山溪河川橋(北向)	03082173RORN	S-015~S-027	15	5						5					4	4										5		5
198			鳳山溪河川橋(南向)	03082173RORS	S-015~S-027	15	5						5					4	4										5		5
199			下橫坑河川橋(南向)	03083566RORS	S-035~S-042	7		2		2		2	7				1	5	5	1			2		1						
200			下橫坑河川橋(北向)	03083566RORN	S-035~S-042	7		2		2		2	7				1	5	5	1			2		1						
201			竹21鄉道穿越橋(南向)	03085116BORS	S-045~S047	4		2							2																
202			竹21鄉道穿越橋(北向)	03085116BORN	S-045~S047	4		2							2																
203			崁下排水橋(北向)	03089549RORN	S-060~S-062	4		2							2																
204			崁下排水橋(南向)	03089549RORS	S-060~S-062	4		2							2																
205			120縣道文衡路穿越橋(北向)	03089711BORN	S-065~S-066		2																								
206			120縣道文衡路穿越橋(南向)	03089711BORS	S-065~S-066		2																								
207			竹林交流道穿越橋(北向)	03090326TATN	S-070~S-073	2	1	2																							
208			竹林交流道穿越橋(南向)	03090326TATS	S-070~S-073	2	1	2																							
209			竹林IC環道R/A穿越橋	03090326PCS1	S-075~S-077	2	1	2																							
210			赤柯窟排水橋(北向)	03087219RORN	S-050~S-053	4		2							2																
211			赤柯窟排水橋(南向)	03087219RORS	S-050~S-053	4		2							2																
212			中坑排水橋(北向)	03088990RORS	S-055~S-058	4		2							2																
213			中坑排水橋(南向)	03088990RORS	S-055~S-058	4		2							2																
214			頭前溪河川橋(北向)	03091282RORN	S-080~S-095	19	9	1						17				6	6										3		3
215			頭前溪河川橋(南向)	03091282RORS	S-080~S-095	19	9	1						17				6	6										3		3
216			122縣道中興路跨越橋(雙向)	03091984OORG	--	4	4	4																							
217			92K+542跨越渡槽景人行橋(雙向)	03092542TORG	S-105~S-108			2										2	2												
218			四重溪排水橋(北向)	03092698RORN	S-110~S-111		2																								
219			四重溪排水橋(南向)	03092698RORS	S-110~S-111		2																								
220			竹40鄉道穿越橋(北向)	03093688BORN	S-115~S-116		2																								
221			竹40鄉道穿越橋(南向)	03093688BORS	S-115~S-116		2																								
222			94K+383跨越橋(雙向)	03094383OORG	S-120~S-123				2									2	2												
223			94K+612渡槽跨越橋(雙向)	03094612TORG	S-125~S127	2		2																							
224			柯子湖排水橋(北向)	03095036RORN	S-130~S-132	2	2	2																							
225			柯子湖排水橋(南向)	03095036RORS	S-130~S-132	2	2	2																							
226			雲南路跨越橋(雙向)	03096445OORG	S-135~S-137	2										2															
227			竹45鄉道跨越橋(雙向)	03097428OORG	S-140~S-142	2	2																							2	
228		M34	寶山IC雙溪排水橋(北向)	03098832RORN	S-155~S-160	5		2						1	3		1														
229			寶山IC雙溪排水橋(南向)	03098832RORS	S-155~S-160	5		2						1	3		1														
230			竹43鄉道跨越橋(雙向)	03099502OORG	S-165~S-168	2	2								2							2							2		
231			水尾溪排水橋(北向)	03099804RORN	S-170~S~172	2	2	2																							
232			水尾溪排水橋(南向)	03099804RORS	S-170~S~172	2	2	2																							
233			新竹系統交流道匝道B(一)穿越橋	03100698PRE1	--		1		1																						
234			新竹系統交流道匝道A(二)跨越橋	03100698PRA2	--		4	2																							
235			新竹系統交流道匝道E(二)跨越橋	03100698PRE2	S-185~S-188	6				1		1																			
236			新竹系統交流道匝道A(三)跨越橋	03100698PRA3	S-190~S-191		2																								
237			新竹系統交流道匝道A(四)跨越橋	03100698PRA4	--																										
238			新竹系統交流道匝道G排水橋	03100698PRG1	S-195~S-197	4		2																							
239			新竹系統交流道匝道E排水橋	03100698PRE3	S-200~S-202	2	2	2																							
240			寶山IC匝道六排水橋(一)	03098800PR61	--																										
241			寶山IC匝道六排水橋(二)	03098800PR62	S-145~S-147		2																								
242			寶山IC匝道七排水橋	03098800PR71	S-150~S-152		2																								
243			寶山一號跨越橋(雙向)	03101448OORG	S-205~S-207		3																								
244			崎林路高架橋(雙林路)北向	03101870BORN	S-210~S-218	5		2							6		4			2											
245			崎林路高架橋(雙林路)南向	03101870BORS	S-210~S-218	5		2							6		4			2											
246			寶山二號跨越橋(雙向)	03102183OORG	S-225~S-227	2	3															2								2	
247			寶山三號跨越橋(雙向)	03102783OORG	S-230~S-234	2	2						2																		
248			茄苳IC117縣道穿越橋(北向)	03103888BORN	S-240~S-244	2																									
249			茄苳IC117縣道穿越橋(南向)	03103888BORS	S-240~S-244	2																									
250			117縣道跨越橋(雙向)	03104324OORG	S-255~S-259	2	3	2																							
251			茄苳高架橋(北向)	03104869BORN	S-265~S-279	2		1		1		1		2			2	2	2												
252			茄苳高架橋(南向)	03104869BORS	S-265~S-279	2		2		2		2		4			4	4	4	3											
253			新竹一號跨越橋(雙向)	03105288OORG	S-285~S-289	2	2										2		2											2	
254			117縣道(一)高架橋(北向)	03105882BORN	--	2	2	2				1		6			7														
255			117縣道(一)高架橋(南向)	03105882BORS	--	2	2	2				2		6			8														
256			新竹二號跨越橋(雙向)	03106418OORG	--	2	3	2																							
257			117縣道(二)高架橋(北向)	03107630BORN	--	2		2				2					1	6													
258			117縣道(二)高架橋(南向)	03107630BORS	--	2		2				2					1	5													
259			新竹三號跨越橋(雙向)	03108917OORG	--	2	2	2	2																						
260			台一線穿越橋(北向)	03109165BORN	S-350~S354	2		2	2					2			2			2					2						
261			台一線穿越橋(南向)	03109165BORS	S-350~S354	2		2	2					2			2			2					2						
262			鹽港溪排水橋(北向)	03109478RORN	S-360~S-364	5		2										1		1											
263			鹽港溪排水橋(南向)	03109478RORS	S-360~S-364	5		2										1		1											
264			台13線穿越橋(北向)	03109883BORN	S-370~S-374	2		2	2					2											2						
265			台13線穿越橋(南向)	03109883BORS	S-370~S-374	2		2	2					2											2						
266			茄苳IC C/D穿越橋	03103900PCS1	S-250~S-252	3		2																							
267			彎崎溪河川橋(北)	03367878RORN	S-002~S-010	12	8											3	3												
268			彎崎溪河川橋(南)	03367878RORS	S-002~S-010	12	8											3	3												
269			二仁溪2號河川橋(北)	03370455RORN	S-011~S-035	23	8	1									10	10	20										4		4
270			二仁溪2號河川橋(南)	03370455RORS	S-011~S-035	23	9	1									10	10	20										4		4
271			里港洩洪橋(東)	10027518RORE	S-036~S-038	2		2																							
272		M35	里港洩洪橋(西)	10027518RORW	S-036~S-038	2		2																							
273			吉洋溪1號排水橋(東)	10029960RORE	S-039~S-043	4		2					2		2																
274			吉洋溪1號排水橋(西)	10029960RORW	S-039~S-043	4		2					2		2																

補強內容數量統計表 (4/4)

項次	管養單位	標別	橋梁名稱	橋梁編碼	設計圖圖號	增設混凝土止震塊	增設鋼板止震裝置	增設防落長度裝置	增設剪力榫	增設 防震拉條 TYPE A	增設 防震拉條 TYPE C	抽換 防震拉條 TYPE A	橋墩鋼板包覆補強	橋墩混凝土包覆補強	橋墩帽梁補強	橋墩FRP包覆補強	直基基礎補強	樁基基礎補強	全套管基樁補強	微型樁補強	鋼管樁補強	橋台軀體補強	增設隔離裝置	端隔板(梁)補強	增設隔離套筒	中空柱灌混凝土	混凝土條補材料塗裝	增設混凝土連梁	力量分散裝置	液態黏滯性阻尼器	新增設人孔	新設維修平台
275			穿越橋(東)	10031086RORE	S-044~S-045		2																								
276			穿越橋(西)	10031086RORW	S-044~S-045		2																								
277	屏東工務段		美濃溪河川橋(東)	10032682RORE	S-046~S-055	5	1	2		1			2					2	2												
278			美濃溪河川橋(西)	10032682RORW	S-046~S-055	5	1	2		1			2					2	2												
279			田寮2號高架橋(北)	03374445BORN	S-002~S-076	22	21							17			22	1	22							14					
280			田寮2號高架橋(南)	03374445BORS	S-002~S-076	22	21							17			22	1	22							14					
281			高雄環線高架(三)橋(E)	10007979BORE	S-089~S-121	22	22						4	22			16	1	11												
282		M36	高雄環線高架(三)橋(W)	10007979BORW	S-089~S-121	22	22						4	22			16	1	11												
283			高45跨越橋	10014864OORG	S-130~S-133	2	2	2					2					1												2	
284			典寶溪過水橋(E)	10014207RORE	S-039~S-043	2		2									4	1						1							
285			典寶溪過水橋(W)	10014207RORW	S-039~S-043	2		2									4	1						1							