



## 4

# 工作心得及研究報告

## 高速公路橋梁耐震補強工程簡介

技術課 李雅惠

### 一、前言

1999年9月21日九二一集集大地震造成國內許多橋樑嚴重損壞或斷裂，並造成鉅大的社會經濟損失，橋樑結構物之耐震安全已成為國家防災計畫中非常重要之課題。由於國道高速公路為臺灣地區南北交通之大動脈，對於國家整體經濟發展及民生生活影響甚鉅，為防範於未然，交通部依國家地震工程中心建議，於89年4月7日交技字第003577號函修正「公路橋樑耐震設計規範」部分有關章節，重新調整震區劃分，高公局針對中山高速公路及第二高速公路等已完工通車之其橋樑結構物以交通部頒之「公路橋樑耐震設計範」及其函頒修正之各章節，重新檢核及評估，對於不符最新耐震設計規範之橋樑進行耐震補強，期能於日後大地震後發生時能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。

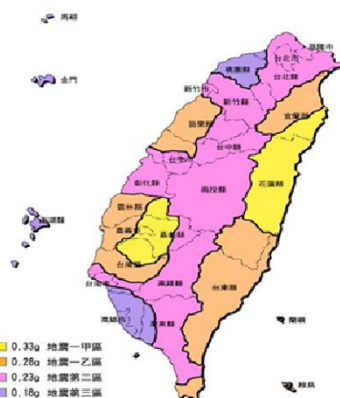
#### 原設計規範

地震甲區 (z=0.33)

地震乙區 (z=0.28)

地震二區 (z=0.23)

地震三區 (z=0.18)



84年公路橋梁耐震設計規範

#### 修正之設計規範

地震甲區 (z=0.33)

地震乙區 (z=0.23)



89年4月交通部頒佈震區調整

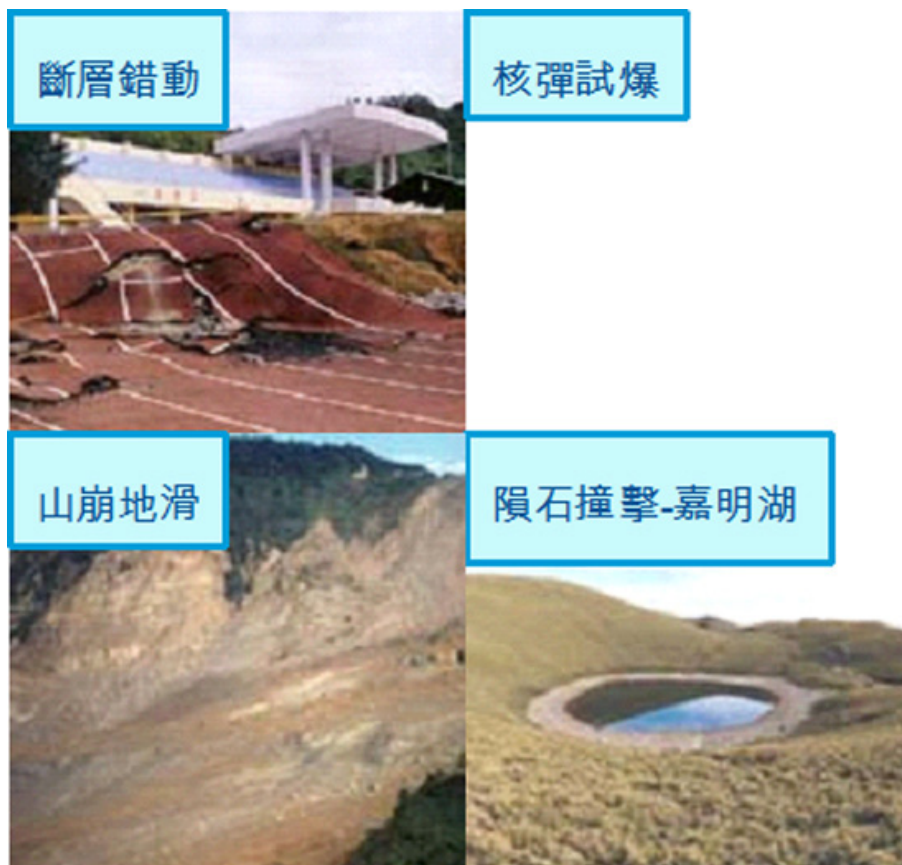




## 二、地震概述

### (一)、地震成因

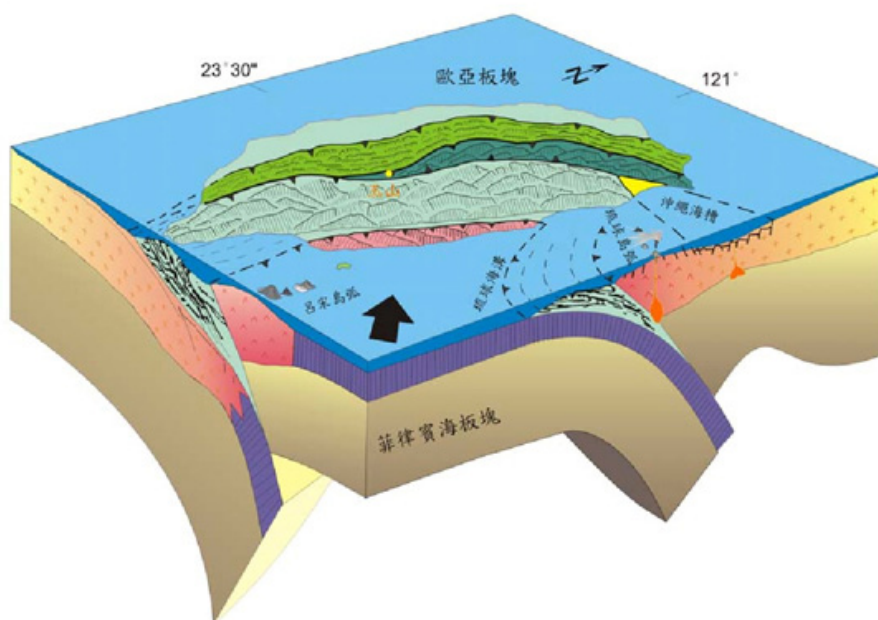
自古以來世界各地都有不同傳說。而地震發生的原因包括：斷層錯動、火山活動、隕石撞擊、山崩、地下核爆、水庫建設及其它人爲因素。





## (二)、台灣的地質特色

台灣地處環太平洋地震帶上，在歐亞板塊與菲律賓海板塊互相擠壓下，將堆積在海洋地殼上的沉積物、火山物質等擠高，造成台灣島逐漸上升、增大，形成西部濱海平原、中央山脈、台東縱谷及海岸山脈。目前菲律賓海板塊正以每年七公分之速度，向西北方向隱沒到歐亞板塊之下。



台灣的活斷層：台灣地區地處活動造山帶，地質變動頻繁，斷層活動經常造成地震災害。但經過許多年的努力，許多專家學者的參與，台灣的活斷層面貌終於出現。

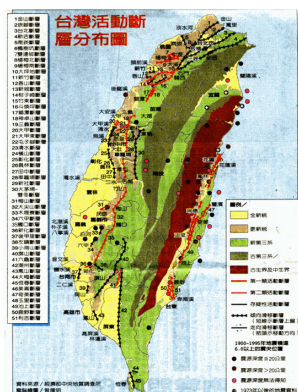




台灣活斷層定義：經濟部中央地質調查所為出版臺灣活動斷層分佈圖，將活動斷層區分為二類，並說明其分類準則如下：

A、第一類活動斷層(全新世活動斷層)：符合下列任一項者：

1. 全新世(10,000年內)以來曾經發生錯移之斷層。
2. 錯移(或潛移)現代結構物之斷層。
3. 與地震相伴生之斷層(地震斷層)。
4. 錯移現代沖積層之斷層。
5. 地形監測證實具潛移活動性之斷層。



B、第二類活動斷層(更新世晚期活動斷層)：未符合第一類活動斷層之分類準則，但符合下列任一項者：

1. 過去十萬年以來曾經發生錯移之斷層。
2. 錯移階地堆積物或台地堆積層之斷層。

C、對於一些資料尚未充足而無法歸類之活動斷層，則暫被劃分為存疑性活動斷層，包括：

1. 將第四紀地層錯移之斷層。
  2. 將紅土緩起伏面錯移之斷層。
- 具活動斷層地形特徵，但缺乏地質資料佐證者。





### 三、計畫概述

國道高速公路（通車路段）橋梁耐震補強工作計畫」（以下簡稱「前期計畫」）業經行政院93年1月30日院臺交字第0930002589號指示，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，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，另就經費、效益及財務計畫重新檢核修正後，再行提報行政院審議。本工程之工程範圍主要係針對國道一號高速公路員林交流道以北之所有一般橋梁（含跨越國道一號高速公路之跨越橋、基隆港西岸聯外道路橋梁）及代辦地方政府財產之跨越國道一號高公路橋梁，員林以南不在員林~高雄拓寬段辦理耐震補強之橋梁亦屬本工程範圍如圖2-1及表2.1。





圖2-1國道高速公路（通車路段）橋梁耐震補強工程（第一期）

表2.1工作範圍表

國道編號	段別名稱	說明
1	基隆內湖段、內湖台北段、台北三重段、三重中壢段、中壢楊梅段、楊梅新竹段、新竹苗栗段、苗栗台中段、台中彰化段	
1	彰化西螺段	員林交流道以北
1	新營台南段	安定交流道
1	台南鳳山段	岡山積水路段及SAT.366k+500以南
1	汐止五股拓寬段	全段高架拓寬
1	林口楊梅拓寬、楊梅新竹拓寬段	
1	新竹員林拓寬段	王田交流道路段局部高架分離拓寬
-	基隆港西岸聯外道路	高速公路局養管





#### 四、耐震補強之標準

1. 國道中山高速公路既有橋梁之補強將以再服務年限達50年為原則。
2. 進行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45%時，則需進一步檢核評估補強之合理性。
3. 若經詳細檢討各種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結果時，得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。



#### 五、耐震補強之基本策略

1. 整體結構系統:耐震能力均衡提昇。
2. 藉由墩柱補強:增進橋梁強度、韌性。
3. 增設妥適的防落橋裝置:合理的位移控制，避免落橋。
4. 變更橋梁結構系統，減輕地震慣性力:
  - (1) 上部結構輕量化，連續化。
  - (2) 功能性支承理念之應用。
  - (3) 反力分散、隔減震裝置:延長周期，增加阻尼。





## 六、國道高速公路（通車路段）橋梁耐震補強項目：

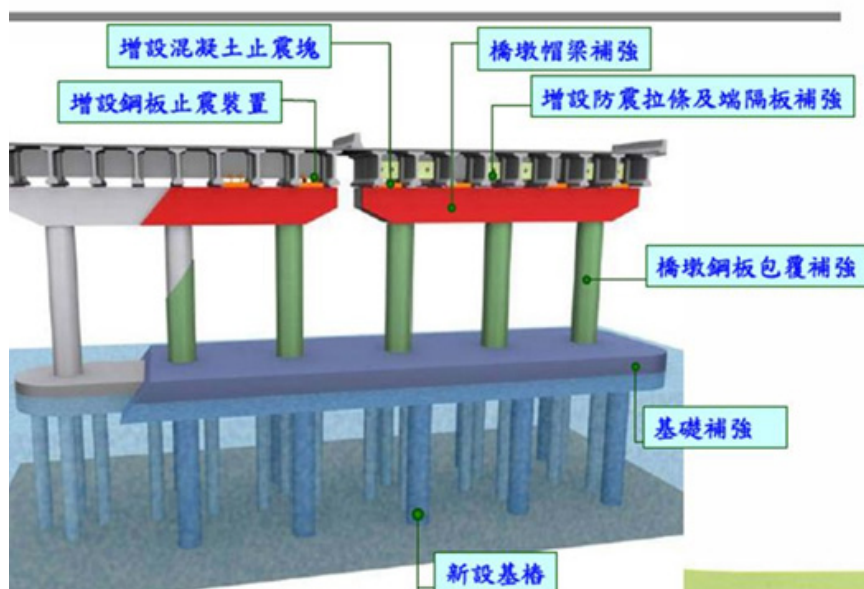
1. 橋墩（台）基礎補強
2. 橋墩鋼板包覆補強
3. 橋墩混凝土包覆補強
4. 橋墩帽梁補強
5. 橋台軀體補強
6. 增設混凝土剪力牆
7. 增設混凝土止震塊
8. 增設鋼板止震裝置
9. 增設防落長度裝置
10. 增設防落拉條
11. 端隔板（梁）補強
12. 抽換防震拉條
13. 基樁鋼板包覆補強
14. 沉箱鋼板包覆補強
15. 增設地震力分散裝置







橋梁補強主要型式與標準示意圖





## 七、國道橋梁數量統計

南北向國道橋梁數量及百分比

國道系統	高速公路長度 (公里)	橋梁 數量	橋梁長度 (公里)	橋梁百分比 (%)
國道1號 中山高速公路	374.0	343	33.9	9
國道3號 北部路段	117.8	107	25	21
國道3號 中南部路段	387.1	297	185.4	48
國道5號	54.5	27	29.7	54

## 八、新舊耐震規範地震力比較

1. 中山高原有橋梁設計地震力 $0.1W \sim 0.15W$ ，以工作應力方法設計。
2. 新規範設計地震力，以地震甲區單柱橋墩而言，考慮橋柱之韌性後，以韌性設計法設計。
3. 若以同樣 $0.2W$ 進行橋柱設計，新規範之橋柱主筋比舊耐震規範設計之橋柱主筋為少，故對大部分評估之橋梁其橋柱主筋為足夠。
4. 新規範塑鉸產生後構件設計針對之構件橋墩基礎、橋柱剪力箍筋、構架式橋墩帽梁、橋墩頂部防落設施、（止震塊、剪力樑）。
5. 檢核之力量為塑鉸產生及彈性地震力兩者小者。彈性地震力之值以地震甲區單柱橋墩而言最大為 $ZIC=0.33*1.2*2.5=0.99W$





## 九、工程特色

1. 本工程為國內第一次大規模有系統全面性進行橋梁耐震能力評估及補強工程，並依據個別橋梁系統特性及補強限制，採用不同補強設計，可大幅提昇對橋梁結構耐震補強之觀念及技術水準。
2. 考量橋下施工限制及國內施工能力，引用鋼管樁及高強度微型樁，並運用地震力量分散裝置於耐震補強。
3. 既有橋梁耐震補強工區分散，且施工淨空、交通維持、管線處理、地上設施保護復舊，施築施工構台、圍堰及防汛期施工限制等，均考驗現場施工管理能力。

## 十、結論

國道高速公路（通車路段）耐震補強工程第一期工程，除M12標因承商因素導致進度嚴重落後，且其改善情形無法預期，至改善期屆滿，未見承商改善成效，高公局已於99年3月與承商終止契約，未完成部份將另立計畫方式辦理外，其餘標案皆已於99年4月份全部完成。

在地震中橋梁之損壞除了造成人員傷亡外，同時也使得交通中斷，如最近中國的汶川地震、日本岩手縣及台灣集集921大地震等案例，均造成網擔任原本交重要角色無法發揮。因此對於既有橋梁進行耐震補強之緊迫性值得納入政府積極推動事項。

