
目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	V
表目錄.....	XII
第一章 緒論.....	20
1.1 計畫緣由與動機.....	20
1.2 研究主題.....	21
1.3 計畫流程.....	24
1.4 具體成效.....	30
第二章 國內橋梁延壽現況探討與國內外相關研究	33
2.1 國內橋梁維護現況問題	33
2.2 橋梁延壽策略回顧.....	39
2.3 小結.....	46
第三章 高速公路橋梁延壽策略建立	47
3.1 生命週期維護管理概念	47
3.2 資料建檔.....	60
3.3 序選分析.....	61
3.4 策略規劃.....	64
3.5 執行驗效.....	67
3.6 橋梁延壽評估概念.....	68
3.6.1 橋梁分級分類.....	71

3.6.2 災損分析.....	72
3.6.3 提出方案.....	75
3.6.4 橋梁延壽在維護工程上的定位.....	77
第四章 高速公路橋梁延壽評估系統建立	81
4.1 基本理念與假設.....	81
4.2 高速公路橋梁分類編碼原則	82
4.2.1 橋梁所在位置分類編碼	85
4.2.2 橋梁結構基本資料編碼	91
4.2.3 橋梁劣化狀況與災害潛勢分類編碼	100
4.3 高速公路延壽評估系統架構說明	104
4.3.1 系統特色.....	105
4.3.2 系統模組介紹與評估流程	108
4.3.2.1 基本資料模組介紹	111
4.3.2.3 構件劣化程度模組介紹.....	120
4.3.2.4 修復補強建議模組介紹.....	124
4.3.2.5 服務功能性模組介紹 (附錄二).....	128
4.3.2.6 模組資料回饋.....	129
4.4 建立整體橋梁綜合指標	132
第五章 最佳化建議策略分析	139
5.1 緣由.....	139
5.2 可靠度評估最佳化分析	140
5.3 計算流程與步驟.....	152
5.4 例題說明.....	157

第六章 高速公路橋梁延壽評估案例	170
6.1 草擬橋梁延壽評估作業程序	170
6.1.1 工作目標界定.....	170
6.1.2 評估步驟.....	171
6.2 圓山橋.....	182
6.2.1 資料建檔.....	183
6.2.2 序選分析.....	198
6.3 淡水河橋.....	205
6.3.1 資料建檔.....	206
6.3.2 序選分析.....	220
6.4 中沙大橋.....	228
6.4.1 資料建檔.....	229
6.4.2 序選分析.....	253
6.5 竹田系統交流道.....	264
6.5.1 資料建檔.....	266
6.5.2 序選分析.....	271
6.6 策略規劃.....	283
6.6.1 橋梁綜合性指標.....	283
6.6.2 橋梁最佳化分析.....	286
6.5.3 最佳化分析小結.....	297
6.7 執行驗效.....	299
6.8 小結.....	306
第七章 延壽在維護工程中的定位	309

7.1 現行橋梁維護執行現況	309
7.2 主動定期式維護管理策略	315
7.3 主動預防式維護管理策略	319
7.4 橋梁維護管理系統架構建立	322
7.4.1 軟硬體需求規格規劃.....	322
7.4.2 資料庫架構規劃設計.....	324
7.4.3 系統架構與模組說明.....	326
第八章 結論與建議.....	335
8.1 結論.....	335
8.2 建議.....	337
參考文獻.....	342
附錄一.....	A-1
附錄二.....	B-1
附錄三.....	C-1
附錄四.....	D-1
附錄五.....	E-1
期中、末專家座談會議紀錄	F-1
期中審查委員意見處理情形	G-1

圖目錄

圖 1.1 本研究計畫之研究主軸	23
圖 1.2 計畫流程(第一階段).....	25
圖 1.3 計畫流程(第二階段).....	26
圖 2.1 高公局歷年交通量統計	33
圖 2.2 高公局歷年車輛成長率	34
圖 2.3 策略規劃流程.....	41
圖 2.4 策略目標、資產管理及性能量測關聯圖	43
圖 3.1 升級式維護管理示意圖	50
圖 3.2 反應式維護管理示意圖	50
圖 3.3 預防式維護管理示意圖	52
圖 3.4 積極式維護管理示意圖	53
圖 3.5 橋梁延壽生命週期維護管理流程圖	59
圖 3.6 橋梁劣化曲線示意圖.....	63
圖 3.7 道路管理成本與道路狀況 (OECD 1994)	65
圖 3.8 RAMS 關聯圖	66
圖 3.9 本計畫橋梁延壽概念.....	70
圖 3.10 第二階段流程圖	75
圖 3.11 第三階段流程圖.....	76
圖 4.1 編碼層級示意圖.....	84
圖 4.2 國道位置圖(國道新建工程局提供).....	88
圖 4.3 橋梁上部結構型式	94

圖 4.4 橋梁上部結構伸縮縫型式	96
圖 4.5 橋梁上部結構支承型式	97
圖 4.6 下部結構橋墩型式	98
圖 4.7 下部結構橋台型式	99
圖 4.8 橋梁下部基礎型式	100
圖 4.9 橋梁構件編碼示意圖	103
圖 4.10 (A) 各模組功能與資料需求	106
圖 4.11 構件潛勢分析與構件劣化分析模組劣化曲線示意圖	109
圖 4.12 基本模組架構示意圖	111
圖 4.13 橋梁結構型式欄位表	112
圖 4.14 構件潛勢模組架構示意圖	113
圖 4.15 地震潛勢模組評估流程	115
圖 4.16 沖刷潛勢模組評估流程	116
圖 4.17 耐久性模組評估流程	119
圖 4.18 構件劣化模組架構示意圖	120
圖 4.19 詳細檢測評估架構流程示意圖	122
圖 4.20 結構剩餘使用年限示意圖 ^[36]	123
圖 4.21 工法建議模組架構示意圖	125
圖 4.22 決策模組架構示意圖	128
圖 4.23 模組評流程	131
圖 4.24 各模組之間的回饋分析示意圖	131
圖 4.25 充分率計算表	133
圖 4.26 橋梁綜合性指標架構	134
圖 5.1 離散型強度-負荷圖	142
圖 5.2 分佈型強度-負荷圖	143

圖 5.3 干擾型強度-負荷圖	143
圖 5.4 FZ(Z)機率密度曲線.....	145
圖 5.5 B 和 P_F 的關係	147
圖 5.6 橋梁迴歸趨勢方程式示意圖	148
圖 5.7 串聯系統示意圖.....	149
圖 5.8 並聯系統示意圖.....	150
圖 5.9 串-並聯系統示意圖	151
圖 5.10 並-串聯系統示意圖	151
圖 5.11 並-串聯混合系統示意圖	152
圖 5.12 分析橋群歷年對數常態分布密度曲線	160
圖 5.13 歷年對數函數值迴歸曲線	161
圖 5.14 修正後歷年對數常態分佈示意圖	161
圖 5.15 歷年可靠度指標方程式	162
圖 5.16 迴歸橋梁綜合性指標分數方程式	163
圖 5.17 分析橋群歷年下不同門檻值之失效機率	163
圖 5.18 分析橋梁在第三、四、五年之最佳化維修成本	165
圖 5.19 門檻值=70 生命週期曲線	166
圖 5.20 門檻值=80 時之生命週期曲線	167
圖 5.21 門檻值=90 時之生命週期曲線	167
圖 5.22 分析橋梁界定不同門檻時歷年累積成本	168
圖 6.1 案例評估流程步驟圖.....	172
圖 6.2 圓山橋平面、立面圖.....	182
圖 6.3 圓山橋歷年 D=1 上部構件統計圖	186
圖 6.4 圓山橋歷年 D=1 下部構件統計圖	187
圖 6.5 圓山橋歷年 D=2 上部構件統計圖	187

圖 6.6 圓山橋歷年 D=2 下部構件統計圖	188
圖 6.7 圓山橋歷年 D=3 上部構件統計圖	188
圖 6.8 圓山橋歷年 D=3 下部構件統計圖	189
圖 6.9 圓山橋歷年 D=4 上部構件統計圖	189
圖 6.10 圓山橋歷年 D=4 下部構件統計圖	190
圖 6.11 圓山橋歷年構件例行性維修統計	191
圖 6.12 構件潛勢模組示意圖	199
圖 6.13 地震潛勢評估流程	200
圖 6.14 沖刷潛勢評估流程	201
圖 6.15 耐久性評估流程	202
圖 6.16 構件劣化模組	204
圖 6.17 淡水河橋平面、立面圖	206
圖 6.18 淡水河橋歷年 D=1 上部構件統計圖	209
圖 6.19 淡水河橋歷年 D=1 下部構件統計圖	209
圖 6.20 淡水河橋歷年 D=2 上部構件統計圖	210
圖 6.21 淡水河橋歷年 D=2 下部構件統計圖	210
圖 6.22 淡水河橋歷年 D=3 上部構件統計圖	211
圖 6.23 淡水河橋歷年 D=3 下部構件統計圖	211
圖 6.24 淡水河橋歷年 D=4 上部構件統計圖	212
圖 6.25 淡水河橋歷年 D=4 下部構件統計圖	212
圖 6.26 淡水河橋歷年構件例行性維修統計	214
圖 6.27 構件潛勢模組評估流程	221
圖 6.28 地震潛勢評估流程	222
圖 6.29 沖刷潛勢評估流程	223
圖 6.30 耐久性評估流程	224
圖 6.31 構件劣化模組	226

圖 6.32 中沙大橋平面、立面圖	229
圖 6.33 中沙大橋南向歷年 D=1 上部構件統計圖	232
圖 6.34 中沙大橋南向歷年 D=1 下部構件統計圖	232
圖 6.35 中沙大橋南向歷年 D=2 上部構件統計圖	233
圖 6.36 中沙大橋南向歷年 D=2 下部構件統計圖	233
圖 6.37 中沙大橋南向歷年 D=3 上部構件統計圖	234
圖 6.38 中沙大橋南向歷年 D=3 下部構件統計圖	234
圖 6.39 中沙大橋南向歷年 D=4 上部構件統計圖	235
圖 6.40 中沙大橋南向歷年 D=4 下部構件統計圖	235
圖 6.41 中沙大橋北向歷年 D=1 上部構件統計圖	236
圖 6.42 中沙大橋北向歷年 D=1 下部構件統計圖	237
圖 6.43 中沙大橋北向歷年 D=2 上部構件統計圖	237
圖 6.44 中沙大橋北向歷年 D=2 下部構件統計圖	238
圖 6.45 中沙大橋北向歷年 D=3 上部構件統計圖	238
圖 6.46 中沙大橋北向歷年 D=3 下部構件統計圖	239
圖 6.47 中沙大橋北向歷年 D=4 上部構件統計圖	239
圖 6.48 中沙大橋北向歷年 D=4 下部構件統計圖	240
圖 6.49 中沙大橋北向歷年構件例行性維修統計	241
圖 6.50 中沙大橋南向歷年構件例行性維修統計	242
圖 6.51 中沙大橋歷年因風災受損及補強工程示意圖	252
圖 6.52 中沙大橋下游潛堰沖毀情形	253
圖 6.53 構件潛勢模組評估流程	254
圖 6.54 地震潛勢評估流程	255
圖 6.55 沖刷潛勢評估流程	256
圖 6.56 耐久性評估流程	257
圖 6.57 構件劣化模組	259

圖 6.58 賀伯颱風造成下游攔砂堰因未合攏引至河道束縮沖刷，並造成 向源侵蝕之受災情形(林呈提供).....	261
圖 6.59 保護工未合攏受損機制示意圖(林呈提供).....	262
圖 6.60 潛堰工受災示意圖(林呈提供).....	263
圖 6.61 竹田系統交流道幾何圖	265
圖 6.62 竹田系統橋 2004 年 D=1 上部構件統計圖.....	268
圖 6.63 竹田系統橋 2004 年 D=1 下部構件統計圖.....	268
圖 6.64 竹田系統橋 2004 年 D=2 上部構件統計圖.....	269
圖 6.65 竹田系統橋 2004 年 D=2 下部構件統計圖.....	269
圖 6.66 匝道 6 上部結構受損情形.....	273
圖 6.67 匝道 8 上部結構受損情形.....	274
圖 6.68 匝道 6 及 8 下部結構受損情形.....	275
圖 6.69 本系統交流道物受損原因可能特性要因圖	279
圖 6.70 本系統交流道物受損原因	282
圖 6.71 橋梁上、下部結構變形示意圖	282
圖 6.72 鋼橋變位示意圖.....	283
圖 6.73 圓山橋歷年迴歸曲線.....	287
圖 6.74 圓山橋 2006 年最佳維修成本.....	288
圖 6.75 圓山橋生命週期曲線.....	289
圖 6.76 淡水河橋歷年迴歸曲線	290
圖 6.77 淡水河橋 2006 年最佳維修成本.....	291
圖 6.78 淡水河橋生命週期曲線	292
圖 6.79 中沙大橋歷年迴歸曲線	293
圖 6.80 中沙大橋 2006 年最佳維修成本.....	294
圖 6.81 中沙大橋生命週期曲線	295
圖 6.82 竹田系統橋歷年迴歸曲線	296

圖 6.83 竹田系統橋 2006 年最佳維修成本.....	297
圖 6.84 四座橋梁 2006 年最佳化分析.....	298
圖 6.85 各座橋梁生命週期累積成本曲線.....	298
圖 7.1 橋梁延壽的維護等級分類.....	310
圖 7.2 圓山橋歷年維護等級分類圖.....	312
圖 7.3 淡水河橋歷年維護等級分類圖.....	313
圖 7.4 中沙大橋歷年維護等級分類圖.....	314
圖 7.5 92 年度國道各項養護經費統計圖.....	318
圖 7.6 92 年度國道各項養護經費直方圖.....	318
圖 7.7 軟、硬體需求規格規劃.....	323
圖 7.8 資料庫設計架構(SCHEMA)範例格式-巡查基本資料表.....	324
圖 7.9 資料庫整合規劃架構.....	325
圖 7.10 橋梁維護管理系統各模組功能解說.....	328
圖 8.1 維護管理工程各單位定位示意圖.....	341

表目錄

表 2.1 高公局各大工務段面臨問題總整	36
表 3.1 維護策略比較表.....	54
表 3.2 維護工程與橋梁延壽工作項目比較	78
表 3.3 本研究案在維護管理工程內之定位	79
表 3.4 本研究案例分析在維護工程之定位	80
表 4.1 橋梁延壽編碼分類架構圖	84
表 4.2 管理機關代碼.....	86
表 4.3 設施資料代碼.....	86
表 4.4 高速公路橋梁編碼等級一總表	87
表 4.5 所在位置編碼表.....	90
表 4.6 地盤種類編碼.....	91
表 4.7 橋梁等級二編碼總表.....	92
表 4.8 橋梁上部結構編碼表.....	93
表 4.9 橋梁下部結構編碼.....	97
表 4.10 橋梁基礎型式編碼.....	99
表 4.11 等級三災害潛勢編碼表格	102
表 4.12 BMS 橋梁構件編號表(本文之後所提及構件編號以此表為準)	110
表 4.13 結構預測模型 ^[36]	123
表 4.14 無立即危害之構件修補工法編碼	126
表 4.15 各構件修補工法之編碼方式	127
表 4.16 結構性指標評估表格.....	136

表 4.17 次要構件修選指標評估表格	137
表 4.18 橋梁綜合性評估表格.....	138
表 5.1 假設橋群自然劣化因子篩選	158
表 5.2 分析橋群綜合性指標分數資料筆數	159
表 5.3 分析橋群歷年參數計算	159
表 6.1 本研究橋梁延壽評估專案工作項目表	170
表 6.2 基本資料檢定表.....	173
表 6.3 歷史資料檢定表.....	174
表 6.4 橋梁問題檢定表.....	175
表 6.5 現況評估檢定表.....	177
表 6.6 災損原因檢定表.....	178
表 6.7 策略分析檢定表.....	178
表 6.8 延壽執行檢定表.....	179
表 6.9 橋梁延壽評估總表.....	180
表 6.10 D.E.R 評等法目視檢測項目	185
表 6.11 D.E.R 評等法之評估準則	185
表 6.12 橋梁管理系統構件編碼敘述	191
表 6.13 圓山橋 1997~2004 年維修工統計	192
表 6.14 圓山橋生命週期大事紀要表	197
表 6.15 圓山橋 2004 年目視檢測表.....	203
表 6.16 橋梁管理系統構件編碼敘述	213
表 6.17 淡水河橋 1996~2004 年維修工統計	215
表 6.18 淡水河橋生命週期史.....	219
表 6.19 淡水河橋 2004 年目視檢測表.....	225
表 6.20 橋梁管理系統構件編碼敘述	241

表 6.21 中沙大橋北向 1996~2004 年維修工統計	243
表 6.22 中沙大橋南向 1996~2004 年維修工統計	244
表 6.23 中沙大橋生命週期史.....	248
表 6.24 中沙大橋 2004 年目視檢測表	257
表 6.25 本系統交流道物之各版核定工期	270
表 6.26 本系統交流道物各項結構物施工工期程紀錄	271
表 6.27 重要紀事表.....	271
表 6.28 圓山橋綜合性指標.....	284
表 6.29 淡水河橋綜合性指標.....	284
表 6.30 中沙大橋綜合性指標.....	285
表 6.31 竹田系統橋綜合性指標	285
表 6.32 圓山橋延壽評估總表.....	300
表 6.33 淡水河橋延壽評估總表	302
表 6.34 中沙大橋延壽評估總表	304
表 7.1 圓山橋歷年維修補強工作	311
表 7.2 淡水河橋歷年維修補強工作	312
表 7.3 中沙大橋歷年補強工作	313
表 7.4 高速公路養護經費(來源：92 年高速公路年報) 單位：千元.....	316
表 7.5 各年度高速公路通行費收入表	316
表 7.6 92 年度高公局作業收支執行狀況表 單位：千元.....	317
表 7.7 92 年度台灣地區公路災害修復經費統計(交通部公路總局).....	320
表 7.8 「九二一震災重建區辦理災後橋梁復建工程補助專案」總實施 進度與請款情形。(來源：交通部公路總局網站) (單位：仟元)	320
表 7.9 921 大地震國家編列重建預算統計	321
表 7.10 使用者功能模組需求說明	327

表 7.11 基本資料模組功能說明	329
表 7.12 巡檢養護模組功能說明	330
表 7.13 構件潛勢模組功能說明	330
表 7.14 構件劣化程度模組功能說明	331
表 7.15 優選排列模組功能說明	332
表 7.16 修復補強工法建議模組功能說明	333
表 7.17 緊急通報模組功能說明	334