100-161-7579
MOTC-IOT-99-H1EB006

橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

交 通 部 運 輸 研 究 所

中 華 民 國 100 年 12 月

100-161-7579
MOTC-IOT-99-H1EB006

橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

著 者：邱永芳、謝明志、林雅雯、鄭明淵、歐昱辰
邱建國、廖國偉、吳育偉、張于漢、陳家豪
黃進國、羅冠顯、蔡明邑

交 通 部 運 輸 研 究 所

中 華 民 國 100 年 12 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

橋梁通阻檢測分析模式建立之研究
/邱永芳等著. --初版.-- 臺北市：交通部運輸研究所，
民 100.12
面 ； 公分
ISBN 978-986-03-1320-8 (平裝)

1. 橋樑工程 2. 檢驗

441.8 100027976

橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

著 者：邱永芳、謝明志、林雅雯、鄭明淵、歐昱辰、邱建國、廖國偉、吳育偉
張于漢、陳家豪、黃進國、羅冠顯、蔡明邑

出版機關：交通部運輸研究所
地 址：10548 台北市敦化北路 240 號
網 址：www.ihmt.gov.tw (中文版>中心出版品)
電 話：(04) 26587176
出版年月：中華民國 100 年 12 月
印 刷 者：彩霖股份有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 150 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所港灣技術研究中心網站
定 價：450 元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880
國家書店松江門市：10485 台北市中山區松江路 209 號 F1・電話：(02)25180207
五南文化廣場：40042 台中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

GPN：1010004952 ISBN：978-986-03-1320-8 (平裝)
著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)
本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

100

橋梁通阻檢測分析模式之研究

交通部運輸研究所

GPN：1010004952
定價: 450 元

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
ISBN978-986-03-1320-8（平裝）</td><td>政府出版品統一編號
1010004952</td><td>運輸研究所出版品編號
100-161-7579</td><td>計畫編號
99-H1EB006</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：港研中心
主管：邱永芳
計畫主持人：謝明志
研究人員：林雅雯
聯絡電話：04-26587192
傳真號碼：04-26564418</td><td colspan="2">合作研究單位：國立臺灣科技大學生態與防災工程研究中心
計畫主持人：鄭明淵、歐昱辰、邱建國、廖國偉
研究人員：吳育偉、張于漢、黃進國、羅冠顯
蔡明邑
地址：106 台北市基隆路 4 段 43 號
聯絡電話：02-27376663</td><td>研究期間
自 99 年 10 月
至 100 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：橋梁損壞健康診斷、非破壞性振動檢測、材料劣化評估、地震破壞潛勢</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
橋梁為臺灣地區用來連絡河流兩岸之重要交通工程設施，然而臺灣屬季風型氣候夏季多雨，每年洪水來襲皆造成橋梁重大威脅，由於河水沖刷將導致河床降低，致使橋梁基礎裸露，因此影響橋梁的安全性能。且臺灣為多地震的國家，一旦發生地震等大規模天然災害時，橋梁倒塌或斷裂的機率極高。此外，為避免災害發生時，造成橋梁損壞導致交通中斷、居民受困或是人員傷亡等事件的發生，對現有橋梁進行全面檢測勢在必行。然而國內橋梁數量高達數萬座，若對所有橋梁進行破壞性檢測或全面性結構分析，將花費許多時間與經費。有鑑於此，此研究將發展建置一套「橋梁通阻檢測分析模式」，透過「非破壞性振動檢測」、「材料劣化評估」、「地震破壞潛勢」、「人工智慧橋梁耐震推論」等方法之結合，依橋梁現況診斷推估在不同地震強度下之損壞機率，並應用地表震動分析，進行地震模擬，求得臺灣各區域地表加速度分布情形。預期成果可在不同地震強度下，迅速對現有橋梁安全程度進行診斷，得到不同橋梁之損壞機率，再結合自動通報機制將結果，以簡訊和電子郵件等方式提供相關主管機關決策輔助。主管機關即可依橋梁破壞潛勢順序，排出橋梁在災前與災時維護處置優先方案，大幅提升公路系統震後應變效能（包含橋梁巡查、封閉、替代道路規劃等），減輕不必要的生命財產損失。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本出版品取得方式</td></tr>
<tr><td>100 年 12 月</td><td>586</td><td>450</td><td>凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。</td></tr>
<tr><td colspan="4">機密等級：
□密□機密 □極機密 □絕對機密
（解密條件：□ 年 月 日解密，□公布後解密，□附件抽存後解密，
□工作完成或會議終了時解密，□另行檢討後辦理解密）
■普通</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</td></tr>
</table>

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS

INSTITUTE OF TRANSPORTATION

MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Development of A Bridge Blockage Detection and Analysis Model

ISBN (OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN978-986-03-1320-8 (pbk)	1010004952	100-161-7579	99-H1EB006

DIVISION: Harbor & Marine Technology Center
DIVISION DIRECTOR: Yung-fang Chiu
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ming-jyh Hsieh
PROJECT STAFF: Ya-wen Lin
PHONE: (04) 26587192
FAX: (04) 26564418

PROJECT PERIOD

FROM: October 2010

TO: December 2011

RESEARCH AGENCY: National Taiwan University of Science and Technology, Ecological and Hazard Mitigation Engineering Research Center
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Min-Yuan Cheng, Yu-Chen Ou, Chien-Kuo Chiu, Guo-Wei Liao
PROJECT STAFF: Yu-Wei Wu,Yu-Han Chang , Chin-Kuo Huang , Guan-Suan Luo , Ming-I Tsai
ADDRESS: #43, Sec.4, Keelung Rd., Taipei 106, Taiwan, R.O.C
PHONE: (02) 27376663

KEY WORDS:

Bridge Blockage, Seismic Capacity, Deterioration of Materials

ABSTRACT:

Due to the location and environment of Taiwan, the frequency of nature disasters high and the caused damages to the human life, properties and highways are serious. The decision-making is significant for the bridge disaster prevention and rescuing in Taiwan. Considering the bridge disaster prevention and rescuing decision support mechanism, a survey of the bridge disaster detection models is fulfilled in this project. Besides, based on the automatic data exchange platform technique and disaster warning mechanism of the Computer-Aided Decision Support System for Hazard Prevention of Transportation Bridges developed in the previous project, this project further develop the Bridge Blockage Detection and Analysis Model (BBDAM) to automatically integrate distributed information of the current bridge disaster prevention systems and also to provide the appropriate actions for assisting managers in disaster decision-making.

The software agent technology is applied to develop the BBDAM. Several data exchange agents in the BBDAM can autonomously retrieve the announced disaster information from the distributed transportation system databases. Therefore, the BBDAM can determine the bridge blockage actions based on the vibration data, material degradation assessment and earthquake damage potential detection.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
December 2011	586	450	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ■UNCLASSIFIED

The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.

橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

目錄

中文摘要 I

英文摘要 II

目錄 III

圖目錄 X

表目錄 XXI

第一章 研究計畫之背景及目的 1-1

1.1 計畫背景分析 1-1

1.2 計畫目的 1-5

1.3 研究範圍與對象 1-5

1.4 研究內容與工作項目 1-5

第二章 文獻回顧 2-1

2.1 地表震動分析相關文獻 2-1

2.1.1 內容背景與場址修正函數分析 2-1

2.1.2 測站地盤分類 2-2

2.1.3 衰減模式的比較 2-2

2.1.4 參考衰減模式所選取之地震資料 2-4

2.2 橋梁振動檢測儀器介紹 2-4

2.3 鋼筋混凝土結構之材料劣化 2-7

2.3.1 中性化劣化模式 2-7

2.3.2 塩害劣化模式 2-9

2.3.3 耐久性能評估 2-12
2.4 側推分析相關理論介紹 2-14
2.4.1 混凝土材料模型 2-14
2.4.2 鋼筋材料模型 2-17
2.4.3 鋼筋腐蝕對鋼筋混凝土構件力學性質之影響 2-18
2.4.4 鋼筋腐蝕程度與服務時間及環境之關係 2-19
2.4.5 鋼筋腐蝕對保護層混凝土之影響 2-20
2.4.6 鋼筋腐蝕對鋼筋材料性質之影響 2-22
2.4.7 鋼筋腐蝕對核心混凝土之影響 2-23
2.4.8 鋼筋腐蝕對鋼筋握裹性質之影響 2-24
2.4.9 斷面破壞模式 2-27
2.4.10 塑鉸破壞模式之判定 2-30
2.4.11 容量曲線與容量震譜曲線 2-34
2.4.12 位移-加速度曲線 2-35
第三章 橋梁通阻檢測分析模式架構說明 3-1
3.1 研究方法及進行步驟 3-1
3.2 工作項目及內容 3-3
第四章 地表震動分析模式 4-1
4.1 建立地表震動分析模式 4-2
4.2 模式測試 4-6
4.2.1 地表震動分析模式測試 4-6
4.2.2 歷年各地真實地震之驗證 4-6
4.2.3 整合評估資料 4-7

4.2.4 港研中心地震站實測值與預測值整合 4-10
4.3 模式整合 4-12
第五章 振動檢測與分析模式初擬 5-1
5.1 基本資料蒐集 5-4
5.1.1 儀器測試 5-8
5.1.2 確立試驗對象 5-8
5.2橋梁試驗分析 5-13
5.2.1 頻譜分析方法 5-13
5.2.2 濾波器設計 5-14
5.2.3 宜蘭牛鬥橋橋梁試驗與分析 5-18
5.2.3.1 牛鬥橋試驗計劃 5-18
5.2.3.2 牛鬥橋試驗結果分析 5-20
5.2.3.3 牛鬥橋試驗結果小結 5-24
5.2.4新店思源橋橋梁試驗與分析 5-25
5.2.4.1 思源橋試驗計畫 5-25
5.2.4.2 思源橋現地試驗量測頻率 5-26
5.2.4.3 思源橋結果分析 5-29
5.2.4.4 思源橋試驗結果小結 5-31
5.2.5 宜蘭執信橋橋梁試驗與分析(第一次) 5-31
5.2.5.1 執信橋試驗計劃 5-31
5.2.5.2 執信橋現地試驗量測頻率 5-33
5.2.5.3 執信橋結果分析 5-35
5.2.5.4 執信橋試驗結果小結 5-43

5.2.6 宜蘭執信橋橋梁試驗與分析(第二次) 5-44
5.2.6.1 執信橋試驗目的與計劃 5-44
5.2.6.2 執信橋結果分析 5-44
5.2.6.3 兩次試驗結果比較 5-48
5.2.6.4 執信橋試驗結果小結 5-49
5.2.7 南投集集橋橋梁試驗與分析 5-49
5.2.7.1 集集橋試驗目的與計劃 5-49
5.2.7.2 集集橋結果分析 5-51
5.2.8 小自客及小拖車之動力特性 5-55
5.3 貝氏定理分析 5-57
5.4 封橋分析 5-63
5.4.1 封橋臨界頻率之決定 5-63
5.4.2 適用於臺灣地區之移動式振動檢測模式之建議 5-66
第六章 材料劣化與殘餘強度分析模式 6-1
6.1 劣化環境資料蒐集 6-2
6.1.1 鹽害環境資料收集 6-2
6.1.2 中性化環境資料收集 6-6
6.2 鋼筋腐蝕時間預測 6-7
6.2.1 鹽害 6-9
6.2.1.1 飛來鹽衰減公式選用 6-9
6.2.1.2 飛來鹽衰減公式修正 6-9
6.2.1.3 混凝土氯離子滲透分析 6-16
6.2.2 中性化 6-18
6.3 建置材料劣化模式 6-27

6.3.1 鋼筋腐蝕速率時間分析 6-27
6.3.2 材料強度折減 6-33
第七章 側推分析與殘餘能力評估 7-1
7.1 本章介紹 7-1
7.2 橋梁側推分析模式 7-5
7.2.1 橋梁側推分析流程圖 7-5
7.2.2 橋梁側推分析範例 7-9
7.2.3 材料強度與結構模型 7-10
7.2.4 橋柱斷面強度 7-16
7.2.5 塑性鉸之計算破壞模式判定 7-18
7.2.6 SAP2000塑性絞之輸入及計算 7-22
7.2.7 容量曲線與容量震譜曲線 7-25
7.2.7.1 行車向(X向)側推曲線 7-25
7.2.7.2 垂直行車向(Y向)側推曲線 7-26
7.2.8 位移-加速度曲線(Ac、Ay 之求取) 7-27
7.3 橋梁殘餘能力側推分析討論 7-31
7.4 結論 7-46
第八章 人工智慧橋梁耐震能力推論模式 8-1
8.1 確認耐震影響因子與案例庫 8-3
8.1.1 第一階段因子篩選 8-5
8.1.1.1 篩選因子-問卷設計 8-6
8.1.1.2 問卷填寫 8-8
8.1.1.3 橋梁簡易調查因子耐震能力問卷統計量計算 .. 8-8

8.1.1.4 第一階段因子篩選 8-10
8.1.2 建立案例資料庫 8-10
8.1.2.1 FPR問卷調查 8-11
8.1.2.2 定性選項量化 8-14
8.1.2.3 正規化 8-15
8.1.3 建立模型因子 8-16
8.1.3.1 主成分分析法 8-16
8.1.3.2 橋梁簡易調查因子耐震相關矩陣分析 8-20
8.1.3.3 橋梁簡易調查因子耐震相關之因素萃取 8-22
8.1.3.4 計算因素載荷矩陣 8-23
8.1.3.5 因素轉軸 8-24
8.1.3.6 篩選橋梁耐震影響因子 8-26
8.1.3.7 相關係數分析法 8-26
8.1.3.8 類神經分析之多層感知法 8-27
8.1.3.9 因子初步確立 8-27
8.2 建置人工智慧橋梁耐震能力推論模式 8-29
8.2.1 模式規劃與設計 8-30
8.2.2 模式驗證 8-32
8.2.2.1 模式訓練與測試 8-33
8.2.2.2 影響因子敏感度分析 8-38
8.2.2.3 橋梁耐震能力診斷模式建立 8-39
8.2.2.4 模式驗證 8-44
8.3 橋梁耐震能力推論 8-45

8.3.1 模式訓練與測試 8-45
8.3.2 模式應用 8-50
第九章 建立橋梁通阻檢測分析模式 9-1
9.1 橋梁通阻檢測分析模組之建置 9-1
9.1.1 模式機制說明 9-6
9.1.2 人機介面建立 9-7
9.2 橋梁封橋管制及開放通行決策輔助 9-9
9.3 模式可行性分析與後續研究方向研擬 9-10
第十章 結論與建議 10-1
10.1 結論 10-1
10.2 建議 10-2
參考文獻 參-1
附錄一 期中期末報告審查意見處理情形表 附錄1-1
附錄二 研究團隊會議 附錄2-1
附錄三 橋梁簡易調查因子耐震能力問卷調查 附錄3-1
附錄四 定性選項量化表 附錄4-1
附錄五 歷史案例正規化後數據 附錄5-1
附錄六 相關係數分析過程詳細內容表 附錄6-1
附錄七 全臺灣省縣道耐震能力預測結果 附錄7-1
附錄八 期末報告簡報資料 附錄8-1

圖目錄

圖2.1 加速度計 2-4

圖2.2 速度計 2-5

圖2.3 加速度計內部構造 2-5

圖2.4 速度計內部構造 2-5

圖2.5 速度計之單獨(左)或多台(右)使用 2-6

圖2.6 中性化前後混凝土抗壓應力–應變曲線比較圖 2-8

圖2.7 中性化前後混凝土梁的載重–變位曲線比較圖 2-9

圖2.8 擴散係數與相對濕度關係 2-12

圖2.9 劣化RC橋梁之生命週期曲線 2-14

圖2.10 鋼筋混凝土中鋼筋的腐蝕模式 2-19

圖2.11 混凝土受壓軟化模型：(A)受壓應力應變曲線；(B)混凝土主應力元素 2-21

圖2.12 腐蝕裂縫寬度與腐蝕深度的關係 2-22

圖2.13 MF與MP模型正規化握裹強度 2-25

圖2.14 握裹強度與滑移量之關係曲線 2-26

圖2.15 典型塑鉸斷面曲率與彎矩之關係 2-28

圖2.16 剪力強度與韌性容量之關係 2-30

圖2.17 剪力強度對應彎矩與轉角之關係 2-31

圖2.18 撓曲破壞模式 2-32

圖2.19 撓曲剪力破壞模式 2-32

圖2.20 剪力破壞模式 2-32

圖2.21 考慮軸力變化極限狀態塑鉸定義方式.....2-34
圖3.1 研究內容架構圖.....3-1
圖3.1 研究內容架構圖(續).....3-2
圖3.2 橋梁通阻檢測分析模式架構圖.....3-4
圖3.3 團隊與作業關連圖.....3-9
圖3.4 各階段資料表關係圖.....3-11
圖4.1 地表振動分析模式流程.....4-1
圖4.2 中央氣象局強震站及中央研究院山區強震站位置圖.....4-3
圖4.3 臺灣Vs30分佈精確圖檔.....4-3
圖4.4 臺灣規模4.0~7.0地震與(Campbell，1997)衰減曲線關係.....4-5
圖4.5 為集集地震的(a)實測值與(b)衰減模式預測值PGA分佈.....4-6
圖4.6 修正函數校正後的預測與其觀測值之誤差殘值分佈.....4-7
圖4.7 臺灣歷年大地震: 集集地震之實測值與預測值比較.....4-8
圖4.8 臺灣歷年大地震:嘉義地震之實測值與預測值比較.....4-9
圖4.9 臺灣歷年大地震:花蓮地震之實測值與預測值比較.....4-9
圖5.1 振動檢測與分析模式初擬流程圖.....5-3
圖5.2 臺7線端之牛鬥橋.....5-9
圖5.3 牛鬥橋(左橋與右橋).....5-10
圖5.4 思源橋.....5-10
圖5.5 思源橋下觀.....5-11
圖5.6 執信橋(左橋與右橋).....5-11
圖5.7 執信橋.....5-12

圖5.8　集集橋與相鄰之攔河堰.....5-12
圖5.9　集集橋.....5-13
圖5.10 牛鬥橋現地試驗濾波前之歷時資料.....5-17
圖5.11 濾波器頻率響應圖.....5-17
圖5.12 牛鬥橋現地試驗濾波後之歷時資料.....5-17
圖5.13 牛鬥橋能量反應譜(濾波前).....5-18
圖5.14 牛鬥橋能量反應譜(濾波後).....5-18
圖5.15 牛鬥橋現地試驗.....5-19
圖5.16 新牛鬥橋與牛鬥橋下河床.....5-20
圖5.17 牛鬥橋橋跨中點能量反應譜 (港研儀器、橋上).....5-21
圖5.18 牛鬥橋橋跨中點能量反應譜 (國震儀器、橋上).....5-21
圖5.19 牛鬥橋橋跨中點能量反應譜 (港研儀器，小自客上)　5-22
圖5.20 牛鬥橋橋墩能量反應譜 (港研儀器、橋上).....5-23
圖5.21 牛鬥橋橋墩能量反應譜 (國震儀器、橋上).....5-23
圖5.22 牛鬥橋橋墩能量反應譜 (港研儀器，小自客上).....5-23
圖5.23 牛鬥橋移動式量測法之歷時震動圖 (港研速度計,小自客上)
.....5-24
圖5.24 思源橋上以速度計量測.....5-27
圖5.25 儀器架設及檢測與電腦監控操作.....5-27
圖5.26 思源橋上等速動態載重法量測.....5-28
圖5.27 以自用小型車進行靜載重法.....5-28
圖5.28 思源橋第一跨 (z方向) power spectral density 儀器置於橋上5-29

圖5.29 思源橋第二跨 (z方向) power spectral density 儀器置於橋上5-30

圖5.30 思源橋 (z方向)歷時震動圖 儀器置於行進車中(10 km/h) 5-30

圖5.31 思源橋(z方向) power spectral density 儀器置於行進車中(10 km/h).....5-30

圖5.32 重車實施等速動態載重法(每小時10、20、40公里).....5-33

圖5.33 自用小型車實施靜載重法.....5-33

圖5.34 儀器置於自用小型車後車廂固定.....5-34

圖5.35 自用小型車上研究人員以電腦連線監測.....5-34

圖5-36 無動力小拖車上架設儀器 5-34

圖5.37 廂型車以等速動態載重法拖小拖車.....5-35

圖5.38 無動力小拖車實施靜載重法.....5-35

圖5.39 執信橋 (z方向)能量反應譜 儀器置於橋中點處 (微震) 5-36

圖5.40 執信橋 (z方向) 能量反應譜圖，儀器置於小托車 (微震) ...5-36

圖5.41 執信橋 (z方向) 能量反應譜圖儀器置於小托車(外力來源：港研重車 20km/h).....5-37

圖5.42 執信橋 (z方向) 能量反應譜圖儀器置於小型自用5車 (微震).....5-37

圖5.43 執信橋 (z方向) 能量反應譜圖 儀器置於小型自用車(外力來源：港研重車 20km/h).....5-37

圖5.44 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖,儀器置於橋墩處 (微震) 5-38

圖5.45 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於無動力小托車托車於橋墩處 (微震).....5-38

圖5.46 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於無動力小托車托車於橋墩處 (外力來源：港研重車 20km/h).....5-39

圖5.47 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於小型自用車，車於橋墩處 (微震).....5-39

圖5.48 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於小型自用車，車於橋墩處 (港研重車20km/h).....5-39

圖5.49 執信橋 (z方向) 能量反應譜圖 (港研重車 10km/h).....5-40

圖5.50 執信橋 (z方向) 能量反應譜圖 (港研重車 20km/h).....5-41

圖5.51 執信橋 (z方向) 能量反應譜圖 (港研重車 40km/h).....5-41

圖5.52 執信橋 (z方向) 能量反應譜圖 儀器置於小型自用車(車以20km/h前進).....5-42

圖5.53 執信橋 (z方向) 能量反應譜圖 儀器置於托車(托車以20km/h前進).....5-42

圖5.54 執信橋 (z方向) 能量反應譜圖 儀器置於小型自用車(車以20km/h與重車同時前進).....5-43

圖5.55執信橋 (z方向) 能量反應譜圖 儀器置於托車(托車以20km/h與重車同時前進).....5-43

圖5.56 執信橋 (z方向)能量反應譜 儀器置於橋中點處 (微震).....5-45

圖5.57 執信橋 (z方向) 能量反應譜圖，儀器置於小自客 (微震、方式六).....5-45

圖5.58 執信橋 (z方向) 能量反應譜圖，儀器置於小拖車 (微震、方式七).....5-46

圖5.59 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖,儀器置於橋墩處 (微震).....5-47

圖5.60 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於小型自用車，車於橋墩處 (微震、方式六).....5-47

圖5.61 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於無動力小托車托車於橋墩處 (微震、方式七).....5-48

圖5.62 集集橋 (z方向)能量反應譜 儀器置於橋中點處 (微震) 5-51

圖5.63 集集橋 (z方向)能量反應譜 儀器置於橋中點處 (微震) 5-52

圖5.64 集集橋 (z方向)能量反應譜 儀器置於橋中點處 (微震) 5-52

圖5.65 集集橋 (z方向) 能量反應譜圖，儀器置於小自客 (微震、方式六) 5-53

圖5.66 集集橋 (z方向) 能量反應譜圖，儀器置於小拖車 (微震、方式七) 5-53

圖5.67 集集橋 (水流方向) 能量反應譜圖,儀器置於橋墩處 (微震) 5-54

圖5.68 集集橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於小型自用車，車於橋墩處 (微震、方式六) 5-54

圖5.69 集集橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於無動力小托車 托車於橋墩處 (微震、方式七) 5-55

圖5.70 小自客之垂直向自由振動歷時圖 5-55

圖5.71 小自客之水平向自由振動歷時圖 5-56

圖5.72 小拖車之垂直向自由振動歷時圖 5-56

圖5.73 小拖車之水平向自由振動歷時圖 5-56

圖5.74 以貝式定理與量測頻率預測受損構件之桁架結構.....5-62

圖5.75 執信橋塑性鉸模型 5-64

圖5.76 執信橋之側推分析結果 5-64

圖5.77 執信橋之PGA分析結果 5-65

圖5.78 橋墩折減率與臨界頻率比值(Rc)關係圖 5-66

圖5.79 臺灣地區建議之移動式振動檢測模式流程圖 5-70

圖6.1 耐久性能評估流程 6-1

圖6.2 濕燭法燭心構造示意圖(CNS 13754) 6-2
圖6.3 飛來鹽公式修正程序圖 6-12
圖6.4 桃園飛來鹽迴歸公式圖 6-13
圖6.5 蘇澳飛來鹽迴歸公式圖 6-13
圖6.6 臺中飛來鹽迴歸公式圖 6-14
圖6.7 花蓮飛來鹽迴歸公式圖 6-14
圖6.8 臺塑六輕飛來鹽迴歸公式圖 6-15
圖6.9 高雄飛來鹽迴歸公式圖 6-15
圖6.10 核三廠飛來鹽迴歸公式圖 6-16
圖6.11 橋梁時間與鋼筋表面氯離子量關係圖 6-18
圖6.12 相對溼度與溼度係數β2關係圖 6-21
圖6.13 區域畫分圖 6-23
圖6.14 橋梁時間與平均中性化深度之關係圖 6-23
圖6.15 鹽害蒙地卡羅計算流程圖(以蘇澳為例) 6-25
圖6.16 橋梁時間與鋼筋腐蝕機率曲線圖(鹽害) 6-26
圖6.17 中性化蒙地卡羅計算流程圖 6-27
圖6.18 橋梁時間與鋼筋腐蝕機率曲線圖(中性化) 6-27
圖6.19 橋梁時間與鋼筋直徑變化量關係圖 6-28
圖6.20 橋梁時間與鋼筋斷面減少率關係圖 6-29
圖6.21 海岸距離與裸鋼腐蝕速率關係圖(北部) 6-30
圖6.22 海岸距離與裸鋼腐蝕速率關係圖(中部) 6-31
圖6.23 海岸距離與裸鋼腐蝕速率關係圖(南部) 6-31

圖6.24 海岸距離與裸鋼腐蝕速率關係圖(東部).....6-31
圖6.25 中性化腐蝕量計算圖.....6-32
圖6.26 橋梁時間與鋼筋直徑腐蝕累積量關係圖.....6-32
圖6.27 龍門橋時間與鋼筋腐蝕機率之關係圖.....6-35
圖6.28 龍門橋時間與鋼筋腐蝕斷面減少率之關係圖.....6-35
圖6.29 蘭陽大橋時間與鋼筋腐蝕機率之關係圖.....6-35
圖6.30 蘭陽大橋時間與鋼筋腐蝕斷面減少率之關係圖.....6-35
圖6.31 萬大大橋時間與鋼筋腐蝕機率之關係圖.....6-35
圖6.32 萬大大橋時間與鋼筋腐蝕斷面減少率之關係圖.....6-35
圖6.33 西湖橋時間與鋼筋腐蝕機率之關係圖.....6-36
圖6.34 西湖橋時間與鋼筋腐蝕斷面減少率之關係圖.....6-36
圖6.35 豐源大橋時間與鋼筋腐蝕機率之關係圖.....6-36
圖6.36 豐源大橋時間與鋼筋腐蝕斷面減少率之關係圖.....6-36
圖6.37 枋山大橋時間與鋼筋腐蝕機率之關係圖.....6-36
圖6.38 枋山大橋時間與鋼筋腐蝕斷面減少率之關係圖.....6-36
圖7.1 目前臺灣地區各類型橋梁分類及數量統計圖（交通部公路總局 2009）.....7-2
圖7.2 本計畫每個階段之工作內容.....7-4
圖7.3 本計畫所建置側推分析模式流程圖(1).....7-6
圖7.4 本計畫所建置側推分析模式流程圖(2).....7-7
圖7.5 本計畫所建置側推分析模式流程圖(3).....7-8
圖7.6 下部結構橋柱尺寸及配筋圖.....7-9

圖7.7 橋梁結構分析模型 7-11

圖7.8 A型 保護層混凝土應力應變曲線 7-12

圖7.9 B型保護層混凝土應力應變曲線 7-12

圖7.10 A型 核心混凝土應力應變曲線 7-13

圖7.11 B型核心混凝土應力應變曲線 7-13

圖7.12 A型握裹條件未修正下鋼筋之應力應變曲 7-14

圖7.13 B型握裹條件未修正下鋼筋之應力應變曲 7-14

圖7.14 A型握裹條件修正後鋼筋之應力應變曲(只舉腐蝕重量損失率0%(未腐蝕)、10%為例) 7-15

圖7.15 B型握裹條件修正後鋼筋之應力應變曲(只舉腐蝕重量損失率0%(未腐蝕)、10%為例) 7-15

圖7.16 A型柱斷面彎矩與曲率關係曲線 7-16

圖7.17 B型柱斷面彎矩與曲率關係曲線 7-17

圖7.18 A型柱斷面彎矩與轉角關係曲線 7-17

圖7.19 B型柱斷面彎矩與轉角關係曲線 7-18

圖7.20 A型柱斷面破壞模式(x向) (未腐蝕) 7-19

圖7.21 A型柱斷面破壞模式(x向) (腐蝕重量損失率10%) 7-19

圖7.22 B型柱斷面破壞模式(x向) (未腐蝕) 7-20

圖7.23 B型柱斷面破壞模式(x向) (腐蝕重量損失率10%) 7-20

圖7.24 A型柱斷面考慮軸力變化之破壞模式(y向)(未腐蝕) 7-21

圖7.25 B型柱斷面考慮軸力變化之破壞模式(y向)(未腐蝕) 7-21

圖7.26 A型柱斷面SAP2000塑性鉸輸入畫面(重量損失率0%) 7-23

圖7.27 B型柱斷面SAP2000塑性鉸輸入畫面(重量損失率0%) 7-23

圖7.28 A型柱斷面SAP2000塑性鉸輸入畫面(重量損失率10%) 7-24
圖7.29 B型柱斷面SAP2000塑性鉸輸入畫面(重量損失率10%) 7-24
圖7.30 行車向(X向)側推振態模型示意圖 7-25
圖7.31 行車向(X向)側推結果曲線 7-25
圖7.32 行車向(X向)側推結果塑鉸分佈示意圖 7-26
圖7.33 垂直行車向(Y向)側推振2振態模型示意圖 7-26
圖7.34 垂直行車向(Y向)側推結果曲線 7-27
圖7.35 垂直行車向(Y向)側推結果塑鉸分佈示意圖 7-27
圖7.36 整體橋梁行車向(X向)PGA值與位移關係圖 7-29
圖7.37 整體橋梁垂直行車向(Y向)PGA值與位移關係圖 7-29
圖7.38 新潮州橋腐蝕程度與地表加速度之關係圖 7-30
圖8.1 人工智慧橋梁耐震能力推論模式流程圖 8-2
圖8.2 橋梁耐震能力評估主成分因素陡坡圖 8-23
圖8.3 演化式支持向量機推論模式圖 8-30
圖8.4 橋梁耐震能力預測模式訓練案例測試Ay比較-主要影響因子 8-37
圖8.5 橋梁耐震能力預測模式訓練案例測試Ay比較-主要影響因子
結合2項次要影響因子 8-43
圖8.6 訓練結果推論輸出與實際值散佈圖 8-49
圖8.7 測試結果推論輸出與實際值散佈圖 8-50
圖8.8 橋梁地震易損曲線範例圖 8-51
圖9.1 資料交換平台架構圖 9-2
圖9.2 系統整合架構 9-5

圖9.3 橋梁通阻檢測分析模組架構圖.....9-7
圖9.4 「橋梁地震破壞潛勢」人機介面(一).....9-8
圖9.5 「橋梁地震破壞潛勢」人機介面(二).....9-8
圖9.6 (續)橋梁地震災害處理通報流程(2/2).....9-10
圖9.7 公路防救災決策支援系統架構與後續擴充圖.....9-11
圖9.8 橋梁生命週期成本(整理陳屏甫，2005).....9-12
圖9.9 橋梁健康度曲線.....9-13

表目錄

表2.1 鋼筋腐蝕重量百分比與鋼筋材料特性參數關係方程式 2-23

表2.2 鋼筋與混凝土握裹強度與滑移量之參數..... 2-26

表2-3 一般工址或活動斷層近域最大地表加速度(PGA)之計算 2-35

表2-4 臺北盆地最大地表加速度(PGA)之計算.....2-36

表2-5 較短及短週期與中長週期結構之阻尼比修正係數表 2-38

表2-6 一般工址或活動斷層近域之設計水平譜加速度係數表 2-38

表2-7 臺北盆地設計水平譜加速度係數表 2-38

表3-1 團隊組成表.....3-8

表3-2 各作業關連表.....3-10

表4-1 各港地震實測值與預測值比較(發生日期99/03/04) 4-10

表4-2 各港地震實測值與預測值比較(發生日期95/12/26) 4-11

表4-3 各港地震實測值與預測值比較(發生日期95/04/01) 4-11

表5-1 各橋梁試驗之目的及關係 5-7

表5.2 兩次試驗結果之頻率(基本振態)比較(Hz).....5-48

表5-3 執信橋之沖刷潛勢評量結果 5-50

表5-4 小自客小拖車之頻率與阻尼 5-57

表5-5 以貝式定理與量測頻率預測受損構件之桁架結構 5-62

表6-1 測站試驗線氯鹽沉積量與碳鋼腐蝕速率 6-3

表6-1 測站試驗線氯鹽沉積量與碳鋼腐蝕速率(續).....6-4

表6-1 測站試驗線氯鹽沉積量與碳鋼腐蝕速率(續).....6-5

表6-2 平均溫度(統計時間1981-2010) 6-6
表6-3 平均相對溼度(統計時間1981-2010) 6-7
表6-4 各國氯鹽量限制標準 6-8
表6-5 中央氣象局2004-2010風速平均值、標準差、變異係數..... 6-10
表6-6 飛來鹽迴歸公式..... 6-11
表6-7 日本氯離子擴散係數公式 6-17
表6-8 日本建築學會中性化速度係數參考表 6-20
表6-9 臺灣橋梁下部結構中性化速度係數平均值、標準差與中性化深度變異係數 6-21
表6-10 臺灣各縣市中性化速度係數平均值 6-22
表6-11 鹽害不確定因素(蘇澳)..... 6-24
表6-12 鹽害參數設定..... 6-25
表6-13 中性化不確定因素 6-26
表6-14 裸鋼腐蝕速率迴歸公式 6-30
表6-15 橋梁強度折減係數 6-33
表6-16 分析橋梁資料..... 6-34
表7-1 “公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究”之12種代表性橋 7-3
表7-2 公路總局所提供之另外12座橋梁 7-3
表7-3 鋼筋腐蝕評估環境參數型態及參數大小 7-10
表7-4 A型、B型塑性鉸輸入資料(重量損失率0%)..... 7-22
表7-5 A型、B型塑性鉸輸入資料(重量損失率10%)..... 7-22
表7-6 新潮州橋側推分析結果 7-30

表7-7 龍門橋側推分析結果 7-32
表7-8 平和橋側推分析結果 7-32
表7-9 蘭陽大橋側推分析結果 7-33
表7-10 三星橋側推分析結果 7-33
表7-11 千鳥橋側推分析結果 7-34
表7-12 新潮州大橋側推分析結果 7-34
表7-13 西湖橋側推分析結果 7-35
表7-14 豐源大橋側推分析結果 7-35
表7-15 急水溪橋側推分析結果 7-36
表7-16 松山大橋側推分析結果 7-36
表7-17 虎尾溪橋側推分析結果 7-37
表7-18 頭屋大橋側推分析結果 7-37
表7-19 南勝橋側推分析結果 7-38
表7-20 都威橋側推分析結果 7-38
表7-21 中隘橋側推分析結果 7-39
表7-22 東華大橋側推分析結果 7-39
表7-23 福同橋側推分析結果 7-40
表7-24 牛鬥橋側推分析結果 7-40
表7-25 富林橋側推分析結果 7-41
表7-26 尖山大橋側推分析結果 7-41
表7-27 老坑溪橋側推分析結果 7-42
表7-28 執信側推分析結果 7-42

表7-29 中彰大橋側推分析結果 7-43

表7-30 朴子溪橋側推分析結果 7-43

表7-31 本計畫在未考慮腐蝕情況下與”公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究”12種代表性側推分析結果之比較 7-44

表7-32 距海遠近與保護層厚度對腐蝕程度之影響 7-45

表7-33 各橋梁10%Ac折損時間及Ac低於設計值時間表 7-46

表8-1 橋梁屬性資料調查表 8-4

表8-2 TELES簡易調查因子 8-5

表8-3 橋梁簡易調查因子耐震能力問卷調查 8-7

表8-4 有效問卷填寫背景 8-8

表8-5 橋梁簡易調查因子耐震能力問卷統計量計算 8-9

表8-6 第一階段篩選因子 8-10

表8-7 計算定性選項權重語意變數表 8-11

表8-8 專家問卷表 8-12

表8-9 定性選項量化範例表 8-15

表8-10 橋梁簡易調查因子耐震相關矩陣 8-21

表8-11 橋梁簡易調查因子耐震能力評估之主成份表 8-22

表8-12 橋梁簡易調查因子耐震能力評估之因素載荷矩陣 8-24

表8-13 橋梁簡易調查因子耐震能力評估轉軸後之因素載荷矩陣 8-25

表8-14 主成份分析之橋梁耐震重要性因子 8-26

表8-15 相關係數分析之橋梁耐震重要性因子 8-26

表8-16 多層感知法之橋梁耐震重要性因子 8-27

表8-17 重要性影響因子彙整表 8-28

表8-18 模型初擬因子..... 8-29

表8-19 材料劣化影響因子 8-29

表8-20 ESIM系統架構參數設定..... 8-32

表8-21 訓練案例-主要影響因子 8-33

表8-22 測試案例-主要影響因子 8-35

表8-23 橋梁耐震能力預測模式搜尋結果-主要影響因子..... 8-36

表8-24 模式訓練案例測試Ay比較-主要影響因子 8-36

表8-25 橋梁耐震能力預測模式測試案例Ay比較-主要影響因子..... 8-37

表8-26 橋梁耐震能力預測模式搜尋Ay、Ac結果-主要影響因子結合次要影響因子 8-38

表8-27 訓練案例-主要影響因子結合2項次要影響因子..... 8-39

表8-28 測試案例-主要影響因子結合2項次要影響因子..... 8-41

表8-29 橋梁耐震能力預測模式搜尋結果-主要影響因子結合兩項次要影響因子 8-41

表8-30 模式訓練案例測試Ay比較-主要影響因子結合2項次要影響因子 8-42

表8-31 橋梁耐震能力預測模式測試案例Ay比較-主要影響因子結合2項次要影響因子 8-43

表8-32 各種橋梁耐震能力預測模式搜索Ay、Ac結果..... 8-44

表8-33 考量劣化因素訓練案例庫 8-45

表8-34 十組交叉驗證結果 8-49

第一章 研究計畫之背景及目的

1.1 計畫背景分析

橋梁為臺灣地區用來連絡河流兩岸之重要交通工程設施，然而臺灣屬季風型氣候夏季多雨，每年洪水來襲皆造成橋梁重大威脅，由於河水沖刷將導致河床降低，致使橋梁基礎裸露，因此影響橋梁的安全性能。且臺灣為多地震的國家，一旦發生地震等大規模天然災害時，橋梁倒塌或斷裂的機率很高。交通部運輸研究所提出之「跨河橋梁安全預警系統之建立研究」整合計畫案，對橋梁洪水災害預警各項課題做深入之探討。然而此系統仍缺少一套有效評估現況橋梁耐震之通阻檢測模式。再者，為避免災害發生時，造成橋梁損壞導致交通中斷、居民受困甚或是人員傷亡等事件的發生，對現有橋梁進行全面檢測勢在必行。然而國內橋梁數量高達數萬座，若對所有橋梁進行破壞性檢測或全面性結構分析，將花費許多時間與經費。有鑑於此，此研究將參考目前國內外相關文獻，評估「移動式非破壞性振動檢測」、「材料劣化評估」、「地震破壞潛勢」、「人工智慧(Artificial Intelligence，AI)橋梁耐震推論」與「地表震動分析」之可行性與後續之整合應用，進而發展建置一符合臺灣地區特性之「橋梁通阻檢測分析模式」。模式中移動式非破壞性檢測、材料劣化評估與地震破壞潛勢分析所需之輸入(Input)與輸出(Output)資料，將應用港研中心「交通工程防災預警系統建立之研究」中所建置之「災害預警資料交換機」，進行資料交換整合，並匯入港灣研究中心已建置之「公路防救災決策支援系統(Taiwan Road Early Nature Disaster prevention System，TRENDS)」中，進行後續之分析預警與通報。

移動式非破壞性振動檢測方面，由於橋梁受損時橋柱的自然頻率會隨之降低，因此本計畫案擬以橋柱的自然頻率變化作為橋梁損壞健康診斷之依據。透過移動式振動檢測儀器比較平時與災害後橋柱自然頻率的變化，以及伴隨頻率變化之各種結構參數改變，作為判定橋梁

安全與否之標準；量測頻率時之誤差及結構參數之不確定性應納入上述損壞通阻診斷之程序中。同時，本研究將評估適合於國內採用之振動頻率檢測方式，並探討港灣技術研究中心既有儀器適用性，計畫後半段則導入儀器與分析模式進行現場實際測試與驗證。此階段振動頻率資料分析之結果，將作為後續地震破壞潛勢分析之輸入及結果驗證比較之依據。

材料劣化評估方面，殘餘容量(Residual capacity，亦即橋梁劣化現況)是影響耐震能力之關鍵因素，因此本研究將考量臺灣地區環境因素，應用「災害預警資料交換機」，擷取港灣研究中心大氣腐蝕實驗室所量測建置之臺灣地區大氣腐蝕資料，再應用材料實驗方式分析，求得大氣環境對橋梁RC材料之影響，據此初步繪製橋梁劣化曲線圖，以求得較精確之橋梁殘餘容量，並作為後續推估地震破壞潛勢分析之依據。

地震破壞潛勢方面，將評估橋梁於不同地震強度下的安全等級，提供公路橋梁管理單位能透過「地表震動分析」模擬，於災前依照橋梁破壞潛勢分析結果，進行檢測與擬定維護優先順序策略。災時，則依所分析之橋梁損壞機率高低，藉由自動通報機制，依序通知橋梁管理人員至現場進行檢測。因此本研究將建置不同典型橋梁型態之地震健康度曲線，找出在不同地震強度下之損壞狀況機率。地震造成橋梁損壞原因主要由地表震動(PGA)與永久位移(PGD)二項所造成。本研究將非破壞性振動檢測結果，及材料劣化評估所求得知橋梁殘餘容量納入考量，探討在地表震動(PGA)下所造成之橋梁損壞。而橋梁受損程度又可分為降服加速度(Ay)與完全損壞加速度(Ac)。有鑑於Ay、Ac與橋梁損壞潛勢之關係，可由橋梁耐震等影響因子歸納計算求得。因此，本研究將發展一側推分析模式，本模式根據橋梁設計或竣工圖，結合現地環境、橋梁現況(移動式非破壞振動檢測結果)、殘餘容量(材料劣化評估結果)等資料，兼顧計算準確與操作簡易的特性，透過地震損壞影響因子求算Ay及Ac值。為驗證該分析模式的準確性，本研究將取得公路總局「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」計畫成果

中，針對132座橋梁細部分析的資料，選擇其中12種代表性的橋梁型式，以本研究所開發的側推分析模式求得之橋梁Ay與Ac值。與「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」計畫132座橋梁分析結果進行比對，驗證本研究所開發的側推分析之準確性。並考量材料劣化之因素，另選擇132座以外12座橋梁(與上述12座合計24座)，計算分析五種材料劣化程度(0%,5%,10%,20%,35%)影響下之橋梁Ay與Ac值。

然而，國內其他較小型橋梁數量眾多，若應用簡易評估方式以目視進行調查，雖然快速但其結果較不準確。如皆採用細部評估，其結果雖然較準確，但需耗費時間及成本，且僅能由具備專業經驗之人員評估，在有限經費與專業人力下，將無法對每座橋梁做詳細結構分析。若能針對同樣橋梁案例找出簡易評估因子與細部評估Ay、Ac之映射關係，據此推論其他橋梁之Ay、Ac值，如此可求得在容許誤差內之Ay、Ac值，將大幅節省人力成本。因此，本研究擬應用先前一階段橋梁細部評估結果(考量材料劣化之24筆案例)，應用人工智慧推論模式透過案例(橋梁耐震能力評估結果)學習，找出輸入(簡易目視調查耐震能力影響因子)與輸出(細評Ay、Ac值)之映射關係。目前，人工智慧推論模式多採用類神經網路、支持向量機等學習模式，但這些模式均有參數設定與初始化問題。考量尋優速度與推論準確性，因此本研究將應用快速混雜基因演算法融合支持向量機，發展一「人工智慧機械學習推論模式」，透過快速混雜基因演算法搜尋模式最適參數值，應用支持向量機分析迴歸輸入(簡易調查耐震能力影響因子)與輸出(細部評估Ay、Ac)之映射關係，進而發展出一最佳化推論模式。此推論模式之優點為可藉由案例資料庫之更新與新增案例數，提升模式預測準確率。

本計畫首先以24座經細部評估求得五種鋼筋劣化程度之橋梁Ay、Ac值為輸出(Output)，並同樣以24座橋梁簡易調查之資料與材料劣化因素為輸入因子(Input)，共計120筆案例(24座橋x5種劣化程度=120筆)，建立資料庫。然後再應用「人工智慧機械學習推論模式」進行案例訓練學習，以提高預測準確率。最後，全台省縣道三千多座橋梁即可根據上述推論模式求得Ay與Ac值，繪製出地表震動影響下橋梁地震健康

度曲線，並定義出不同地表震動下橋梁可能的損壞機率。

地表震動分析模式可推估臺灣不同地區之地表震動強度。首先根據中央氣象局所發布之地震規模與震源等資料，利用震動強度衰減率修正地震規模和距離之關係，並以格網方式將臺灣地區切割成不同格狀區域，再依各地區的地盤種類和距離之不同，分別求算其地表加速度。據此，本模式可以情境方式，模擬不同地區所發生之地震，推估臺灣地區不同格網內之地震強度，然後再進行地震破壞潛勢分析，求得此地震強度下，各橋梁可能的損壞機率，以提供公路橋梁管理單位作為擬定維修補強策略之參考。

災後，由於橋梁受損或沖刷深度加大時，橋柱的振動頻率將會改變，因此本計畫將以非破壞性振動檢測方式量測振動頻率之變化值，藉此解析沖刷深度或橋梁破壞所造成頻率的影響，判斷橋梁之安全狀態，進而做為橋梁封橋管制後是否開放通行之依據。

本研究整合上述非破壞性振動檢測、材料劣化評估與地震破壞潛勢、人工智慧機械學習推論及地表震動分析等五種方法，建置一橋梁通阻檢測分析模式，本模式擬經由與「公路橋梁地震早期損失評估資料庫建立與模組開發之研究」132座橋細評結果比對，驗證模式之可行性與優缺點，進而修正，提出適用於臺灣地區之橋梁通阻檢測分析模式。然後再將「公路橋梁地震早期損失評估資料庫建立與模組開發之研究」調查所得之公路總局管轄下省道與縣道三千多座橋梁基本資料，透過災害預警資料交換機，匯入港灣研究中心已建置之「公路防救災決策支援系統(TRENDS)」，做為橋梁通阻檢測分析模式之基礎，最後結合自動通報機制提供災害預警通報。

1.2 計畫目的

本研究將透過非破壞性振動檢測、材料劣化評估與地震破壞潛勢、人工智慧機械學習推論模式及地表震動分析模式等方法之結合，進而發展一符合臺灣地區特性之「橋梁通阻檢測分析模式」。評估橋梁於不同地震強度下的安全等級，進而輔助公路橋梁管理單位於災前能依照橋梁破壞潛勢分析結果，進行檢測與擬定維護優先順序策略。災時能迅速對現有橋梁安全程度進行診斷，並得到不同橋梁之損壞機率，當超過橋梁破壞潛勢門檻值時，將啟動自動通報機制，依損壞機率排出橋梁處置優先順序，以簡訊方式通知橋梁管理人員，可大幅提升公路系統災時應變效率。災後，則透過本模式分析橋梁頻率之變化，判斷橋梁之安全狀態，作為橋梁封橋管制後是否開放通行之參考依據，以減輕不必要的生命財產損失。

1.3 研究範圍與對象

根據統計，臺灣橋梁以鋼筋混凝土結構為應用最廣的類型，其中，95%以上為混凝土橋梁，且75%以上橋齡均在二十年以上，橋梁強度堪慮。為保障用路人安全，混凝土橋梁的維護管理為公路管理單位未來重要課題，故本計畫以鋼筋混凝土橋梁為研究範疇。

1.4 研究內容與工作項目

本計畫工作項目如下所述：

1. 國內橋梁振動檢測文獻之收集，探討國內外現有橋梁振動檢測應用與儀器。
2. 運用港灣技術研究中心既有之振動檢測設備（速度計及加速度計各1組），建置並提出振動檢測模式。
3. 進行振動儀器測試與校正，並完成人員訓練。

4. 評估分析可適用於臺灣地區之移動式振動檢測模式，作為耐震能力推估之依據。

5. 應用「災害預警資料交換機」擷取與整合港灣研究中心大氣腐蝕資料。

6. 實驗分析繪製橋梁劣化曲線，求得橋梁殘餘容量，作為耐震能力推估之依據。

7. 國內外相關文獻回顧，確立橋梁地震損壞因子。

8. 分析橋梁損壞因子與地震損壞之關係。

9. 發展兼顧操作簡單、迅速與計算準確之側推分析模式，以求得橋梁之Ay與Ac值。

10. 根據授權取得公路總局「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」計畫成果的132座橋梁細部分析的資料，針對其中12種較代表性之橋梁型式，藉由本研究所開發側推分析，求得橋梁Ay與Ac值，並與「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」所得的資料加以比對，以驗證本研究所開發的側推分析之準確性。在驗證完本研究簡易側推模式之準確性後，以此12座用作比對之橋梁，再另選擇132座以外12座橋梁合計24座將材料劣化之因素納入考量，重新分析計算影響下之橋梁Ay與Ac值。

11. 以(10)中之24座側推分析橋梁案例每座分別分析五種不同鋼筋劣化程度，共計得120個橋梁案例，建立資料庫。然後結合快速混雜基因演算法與支持向量機發展一『人工智慧機械學習推論模式』，找出輸入(10)中120個橋梁案例地震損壞影響因子-橋梁初評項目與劣化影響因素)與輸出(細部評估之Ay、Ac)之映射關係，據此推論公路總局轄下省縣道三千座橋梁在不同地表加速度（PGA）下之Ay與Ac值。

12. 建置地表震動分析模式，可推估不同震源所造成之地震強度分布，

進而模擬可能災害，提早預防與進行橋梁維護工作。

13. 建立橋梁通阻檢測分析模式，利用移動式非破壞振動檢測，藉由橋梁量測到的頻率變化，解析橋梁之安全狀態，作為橋梁封橋管制後，是否開放通行之參考依據。

14. 原定計畫中移動式非破壞振動檢測僅選擇2座橋梁做現地檢測與驗證，為比較不同振動檢測方式組合之優缺點，研究團隊增加橋梁對象至4座，現地檢測實驗共計5次，分別為牛鬥橋、思源橋、執信橋(汛期前)、執信橋(汛期後)、集集橋。

第二章 文獻回顧

2.1 地表震動分析相關文獻

本研究地震強度衰減模式採用中央大學(張毓文，2002)與(詹皓凱，2008)碩士論文為主要參考文獻。根據文獻中衰減模式之研究，發現影響其預測結果的因素，主要包括震源規模和破裂過程的震源效應（source effect），地震波的傳遞路徑效應（path effect）及地震波因局部地質所引起的場址效應（site effect）。場址效應的探討於(Campbel，1981），將測站場址分為岩盤及軟弱地盤土層，分析不同的衰減模式，此結果反映出在相同規模及距離下，沖積層於地表震動分析上衰減模式所預估的值皆大於岩盤，與同年Joyner et al.的結果相似。而對於測站場址特性的分類， (Boore and Joyner et al，1997）則將北美西部的測站場址以地表下30公尺剪力波速之平均值為分類之依據，分為軟弱地盤及岩盤的衰減模式。在臺灣方面(郭鎧紋，1992，1993，1994）將臺灣部分測站依場址特性分類，(Lee et al，2001）綜合地質、工程鑽探資料及標準貫入試驗之N值和頻譜分析等方法，將全臺灣自由場強震站的場址分為B、C、D、E四類。而臺灣集集地震發生後，(趙曉玲，2001）使用集集地震資料，利用二水平向及垂直向最大加速度值剩餘值分佈，分析出各測站的場址放大因子，其結果與Wu et al.相似，場址放大較高的區域為臺北盆地、宜蘭平原、嘉南平原及高屏地區。

2.1.1 內容背景與場址修正函數分析

詹皓凱(2008)主要是利用中央氣象局強地動觀測網（TSMIP）及速報系統在1995至2006收到的地震資料，跟中研院山區強震站1994至2005年的地震資料，為參考之衰減模式分析時所使用地震資料。而臺灣地表最大加速度衰減模式則參考簡文郁(2001)研究成果，此模式尚未考慮到場址因素所造成的影響。因為臺灣目前對於測站場址還沒有完整的分類，無法完成分析所有測站場址的放大效應。所以先未考慮場址因素的衰減模式，來進行二階段步驟的計算。因為第一階段的計算

並未考慮到場址特性的影響，為了要得到較可靠的預估結果，將第一階段計算的結果考慮場址特性的影響，進行第二階段的修正計算。利用各測站紀錄的觀測值與第一階段計參考的衰減模式所算得到的預測值，進行迴歸分析的計算，而得到各測站本身對於參考的衰減模式之修正場址特性的函數。

2.1.2 測站地盤分類

Boore等人(1993)以近地表30公尺以內之地層的S波平均速度作為場址分類的依據，將場址分成四類：(A)S波平均速度大於每秒750公尺；(B)S波平均速度於每秒360 至750 公尺之間；(C)S波平均速度介於每秒180至360公尺；(D)S波平均速度小於每秒180公尺，美國加州地區工程界所採用的建築技術規範(ICBO，1991)將地盤分為S1、S2、S3、S4 四類。郭鎧紋(1992、1993、1994)於中央氣象局的專題研究中，分別對臺北地區、桃竹苗地區及嘉南地區部份自由場強震站進行分類，其分類依據即是以ICBO(1991)為分類標準。 1997年UBC 將地盤分類分為A、B、C、D、E 和F 六類(ICBO， 1997)。另外在工程方面亦有研究加入 (Lee et al，2001)以綜合地質、工程鑽探資料及標準貫入誌驗之N值和頻譜分析等方法將全臺灣自由場強震站的場址分為B、C、D、E四類。

2.1.3 衰減模式的比較

Campbell於1981年為了研究近場水平向PGA的衰減情形，利用1993至1980年共28個淺源地震，震源深度在25公里以內之地震事件。其中，依據震源距離20、30及50公里以內，並將震矩規模以6.0為界，MW≧6.0時，取MS為分析的地震參數，反之，當MW<6.0時，則取ML為震源參數。分析時採用兩水平方向紀錄的平均值進行最小平方法迴歸分析得到最大加速度衰減式為：

$$PGA=0.0185e^{1.28M}(R+0.147e^{0.732M})^{-1.75} \quad \text{..... (2.1)}$$

上式中M為地震規模，R為測站與地表斷層破裂(fault rupture)間之

距離。

Joyner and Boore，於1981年利用北美西部規模5.0~7.7的淺源地震之強地動資料建立地表震動加速度衰減式如下：

$$\log(PGA) = -1.02 + 0.249M - \log R - 0.00255R + 0.26P \quad \text{.....(2.2)}$$

$$R = (d2 + 7.32)1/2 \quad 5.0 \le M \le 7.7 \quad \text{.....(2.3)}$$

上式中，M為地震矩規模，d為測站到斷層破裂面地表投影的最短距離，P=0 for 50 % value ， P=1 for 84% value，P是一個假設的值用來預測誤差的正常分佈情形。

Chang et al. (2001) 選取了中央氣象局45 個淺部地殼地震及19 個隱沒板塊地震，以二階段迴歸分析的方式分別建立了適用於淺部地殼地震與隱沒帶地震地動衰減式如下：

1. 對淺部地殼地震：

$$\ln(PGA) = 2.8096 + 0.8993M - 0.4381 \ln Dp - (1.0954 - 0.0079\,Dp) \ln De$$

.....(2.4)

2. 對隱沒帶地震：

$$\ln(PGA) = 4.7151 + 0.8468M - 0.1745 \ln Dp - 1.2972 \ln Dh \quad \text{..... (2.5)}$$

上式中，De、Dh、Dp 分別為震央距、震源距與震源深度。

趙曉玲於2001年之研究選取集集地震及其餘震共9 個地震所觸發之地震記錄，以震矩規模為震源參數，距離採用震源距離，利用Boore and Joyner(1997)的迴歸分析方式並依據Lee et al.(2001)的測站分類標準建立臺灣地區二類場址的地表最大加速度衰減模式：

3. 對堅硬岩盤：

$$\ln(PGA) = -1.3412\ln(d) - 0.0017d + 0.8942MW - 3.1881 - 0.1865 \quad \text{..... (2.6)}$$

4. 對軟弱土層：

$$\ln(PGA) = -1.3412\ln(d) - 0.0017d + 0.8942MW - 3.1881 + 0.0863 \quad \text{..... (2.7)}$$

2.1.4 參考衰減模式所選取之地震資料

張毓文於2002年之研究所參考的衰減模式簡文郁(2001)所使用的地震資料主要是針對芮式規模5.0以上及震源深度35公里以內，對工程結構物較有危害的地震。並且排除臺北盆地(Wen et al，1998)及宜蘭盆地有明顯場址放大效應的測站。最後選取符合條件的59個地震，所有測站所收到的地震紀錄為了避免權重不一的現象產生，在進行迴歸分析時使用了所有速報系統即時站的紀錄。

2.2 橋梁振動檢測儀器介紹

港灣技術研究中心目前既有之振動檢測設備為速度計及加速度計各1組，如圖2.1及圖2.2所示，並有資料集錄系統擷取軟(硬)體1套。以下對(加)速度計及資料集錄系統擷取軟(硬)體性能(或功能)之描述內容係根據港研所採購時之規範(規定)，本研究團隊將針對下述功能逐一進行評估。

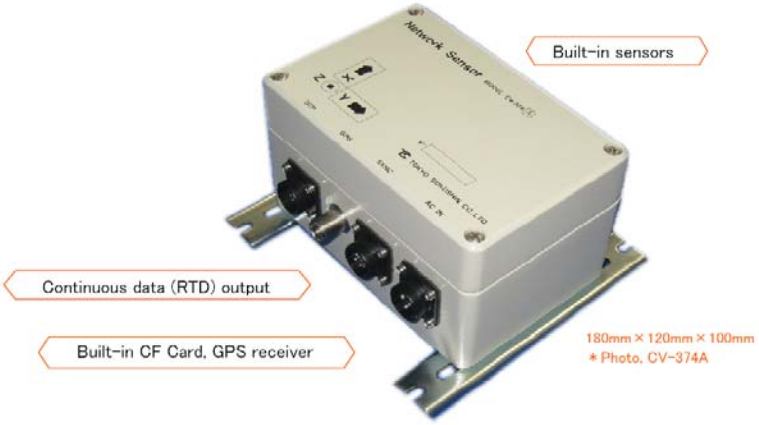


圖 2.1 加速度計

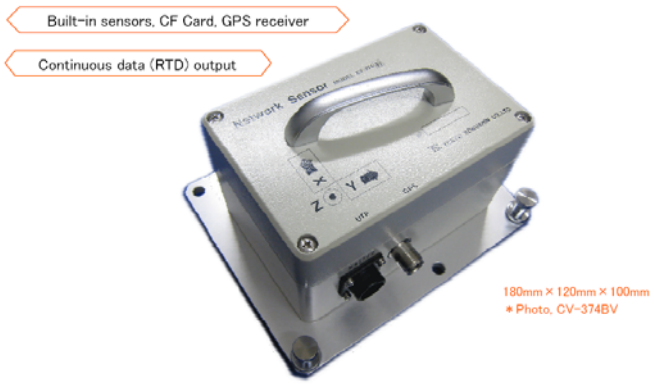


圖 2.2 速度計

(加)速度計之內部構造如圖 2.3 及圖 2.4 所示。其中，速度計為伺服器型三軸速度計，可進行一般微動測量，地震觀測與健康檢查；並可記錄大量波形資料，可觀察一般地震至中小型地震，可保存 30 天之連續量測紀錄(一張 CF 卡)及 160 小時的觸發紀錄，可單獨或數台使用，如圖 2.5 所示。

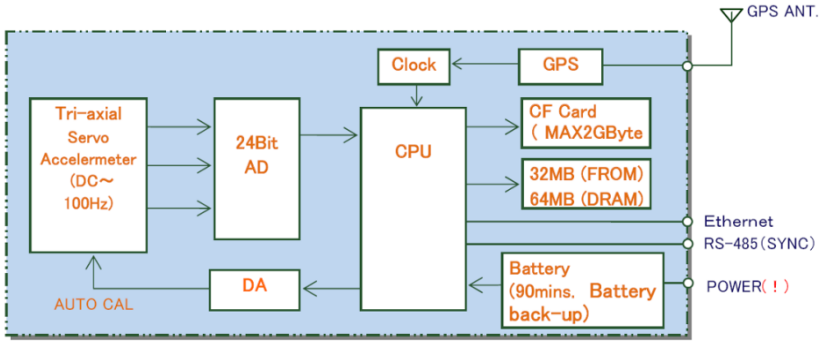


圖 2.3 加速度計內部構造

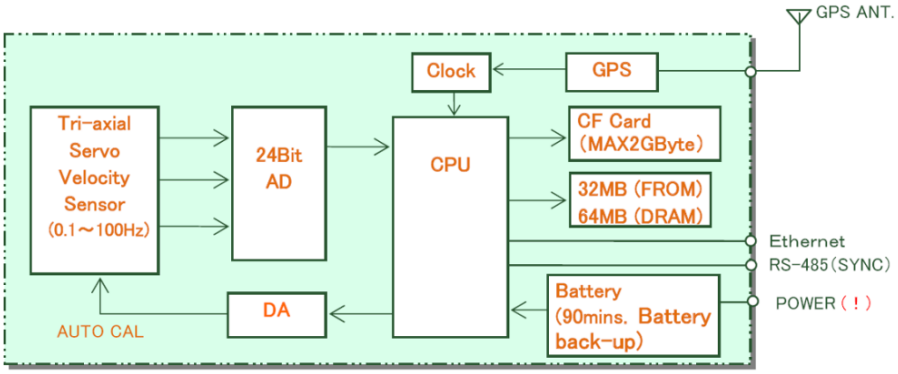


圖 2.4 速度計內部構造

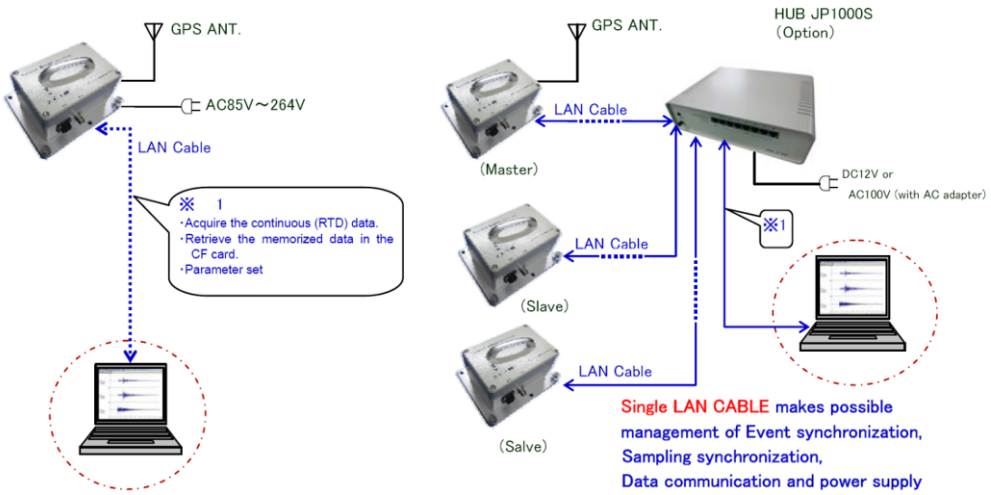


圖 2.5 速度計之單獨(左)或多台(右)使用

加速度計之功能略同速度計，惟加速度計可觀測之地表震動範圍為自微震至強震。

資料集錄系統擷取軟(硬)體具有以下功能：

1. 可供系統佈放設定、資料存取格式轉換、即時連線資料顯示及圖形資料顯示。

2. Binary資料轉換為ASCII資料檔輸出。

3. 自記式資料下載、資料格式轉換。

4. 即時回傳資料顯示及歷史資料顯示。

5. 感應器時間序列資料顯示。

因港研中心目前僅有兩組量測頻率儀器，為驗證工具車中之儀器確實能夠量測到橋梁相關頻率，兩組儀器必須各自安裝於工具車及橋梁相對應的測點中，並於載重試驗時分別讀取兩組儀器之相關數據，進行判定。惟進行上述試驗之前，應先將兩組儀器放置於橋梁相同測點處，並使橋梁承受車行載重，量測並校正兩組儀器所測得之試驗數據。

2.3 鋼筋混凝土結構之材料劣化

本研究主要考量之劣化原因分為「中性化」與「塩害」二類，其機理分述如下：

2.3.1 中性化劣化模式

當外在環境中(空氣、土壤、地下水)的酸性氣體或液體侵入混凝土中，與水泥中的鹼性物質發生反應，使混凝土中pH值下降的現象稱為混凝土中性化(Neutralization)。其中，由一般大氣環境中的CO2引起的中性化過程稱為混凝土的「碳化(Carbonation)」。混凝土能保護鋼筋不銹蝕的最主要原因在於其內部孔隙水溶液維持著一個高鹼性(pH＝12～13)的環境。然而，混凝土中性化將使鋼筋表面的鈍態膜(Passive Film)趨向不穩定，若加以適當之環境(如氧氣及水)的存在，鋼筋即會發生銹蝕。因此，研究混凝土中性化深度為瞭解鋼筋銹蝕時機的重要課題，亦是衡量鋼筋混凝土結構物耐久性的必要指標之一。

普通混凝土的水泥熟料經水化反應生成的$Ca(OH)_2$(簡稱CH)和水化矽酸鈣$3CaO.2SiO_2 \cdot 3H_2O$(簡稱C－S－H)，兩者是可被碳化。通常普通波特蘭水泥(Ordinary Portland Cement)所產生之CH 為水泥量的1/3，其pH 值高達12～13，呈強鹼特性。環境中若含有0.03%弱酸性的CO_2，當其通過混凝土未完全充滿水的毛細孔道並向內部氣態擴散並溶解在孔隙水中時，CH 和C－S－H 會與其發生碳化反應，生成碳酸鈣：

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \quad \text{.....(2.8)}$$

$$Ca(OH)_2 + H_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 + 2H_2 \quad \text{.....(2.9)}$$

$$3CaO \bullet 2SiO_2 \bullet 3H_2O + 3H_2CO_3 \rightarrow 3CaCO_3 + 2SiO_2 + 6H_2O \quad \text{.....(2.10)}$$

混凝土碳化反應產生的CaCO3，其pH 值約在8.5～10 之間，遠低於CH 之pH值，此即稱為中性化。$CaCO_3$ 屬於非溶解性鈣塩，比原來水化反應物的體積膨脹約17%，能使混凝土的孔隙率降低以充實混凝土的緻密性，進而減緩CO_2的擴散速率。但是，其亦會引發鋼筋脫鈍，在

有足夠水和氧氣的條件下即產生自然電化學銹蝕。鋼筋銹蝕會使本身有效斷面積縮減，其銹蝕產物會引致體積膨脹造成混凝土保護層脹裂甚至脫落，鋼筋與混凝土的握裹作用因而下降甚至喪失，進而嚴重影響混凝土結構物的安全性和正常使用性能。

由於中性化使混凝土本身的物理性質會產生變化，因此鋼筋混凝土構件的力學特性會產生某種程度上地改變。中性化使混凝土的抗壓強度、劈裂強度及彈性模數皆有所提高，抗壓應力－應變曲線上升段和下降段斜率變大，混凝土的脆性增加，極限應力提高，極限應變改變不顯著(如圖 2.6 所示)(唐岱新、李興民，2000)。另外，朱伯龍等人(朱伯龍、肖建庄，1998)以鋼筋未腐蝕為前提，對已中性化與未中性化混凝土梁進行載重試驗，並將研究結果繪製如圖 2.7 所示。由圖可知，混凝土中性化後，梁的極限承載力雖有所提升，但極限變位與構件韌性卻相對地降低。但是，部份學者(紀茂傑，2002；黃然，1998；張譽等，2003)亦指出，水泥的水化產物 $Ca(OH)_2$ 若和大量 CO2 反應，會產生溶解性較高的碳酸氫鈣($Ca(HCO3)_2$)，反而會增加混凝土的孔隙率，造成更多有害物質入侵混凝土內部的機會，使混凝土抗壓強度不升反降。所以，一般大氣環境下導致的混凝土中性化效應，對鋼筋混凝土結構物的負面影響，主要還是來自於其引起的鋼筋銹蝕問題。

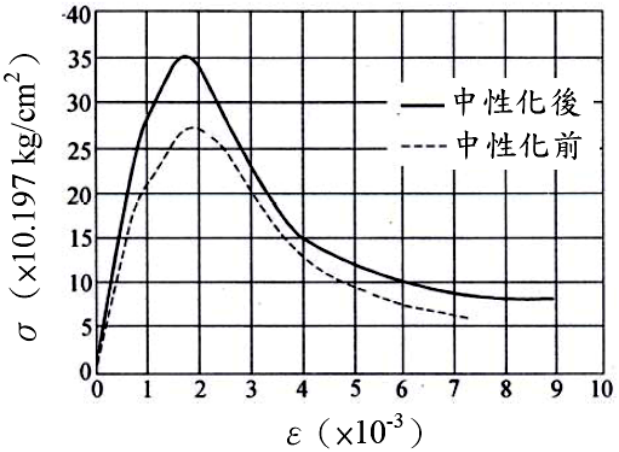


圖 2.6 中性化前後混凝土抗壓應力－應變曲線比較圖

(資料來源：唐岱新、李興，2000)

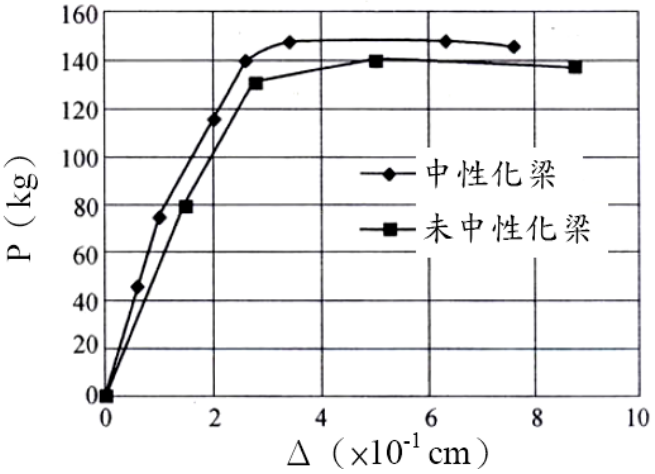


圖 2.7 中性化前後混凝土梁的載重－變位曲線比較圖

(資料來源：朱伯龍、肖建庄等，1998)

影響混凝土中性化的因素很多，包括二氧化碳濃度、溫度、溼度、混凝土的材料特性如滲透性、強度及養護條件等。但主要的因素是混凝土的密實度(孔隙率)，即抗擴散性能。混凝土愈密實，即抗擴散性能愈高，則外界的氣體只能作用於混凝土表面，向內部擴散比較困難。從碳化機理可知，影響混凝土中性化的因素有：屬於材料本身的因素，如水灰比、水泥種類、水泥用量、骨材種類與粒徑、摻和劑、養護條件與齡期、混凝土強度等；屬於環境條件的因素，如相對濕度、CO_2 濃度、溫度；以及混凝土保護層厚度、混凝土的應力狀態、施工品質等。

本研究將收集或利用現有之相對濕度、CO_2濃度及溫度等環境條件資料，配合既有橋梁現地採樣之中性化深度結果，以建立符合臺灣地區適用之分析模式。分析模式除考量CO_2濃度擴散論理外，並考慮環境條件與材料性質之隨機特性，以提升其預測準確度。

2.3.2 塩害劣化模式

鋼筋混凝土塩害主要來自於氯離子滲透造成鋼筋表面鈍態膜的破壞，進而造成鋼筋腐蝕。氯離子來源主要有：1.含氯化鈣之速凝劑；2.去冰塩；3.拌合水；4.高塩氣候環境等。目前臺灣地區結構物受塩害之原因主要為後二者。目前國內規範對於新拌混凝土及拌合水已有氯離子含量的限制，因此新建結構物塩害發生主要源自所處之環境條件，

如沿海地區，而既有結構物發生塩害之部份原因為當初使用材料含塩量過高，如以海水當拌和水、使用海砂等，隨著齡期增加，孔隙水中游離氯離子持續破壞鋼筋鈍態膜所致。

造成鋼筋鈍態模消失所需的氯離子量往往又與孔隙水溶液中之鹼量有關，大致可歸納為pH值越高則越不容易受氯離子影響。根據既有研究可知，影響鋼筋鈍態模消失之原因更可細分為：1.鋼筋周圍孔隙水溶液中所含自由氯離子(Cl-)與氫氧根離子(OH-)之濃度比、2.鋼筋與混凝土之密合度、3.氧之供給量、4.鋼筋電位等，若將鋼筋放入含有氯離子之鹼性溶液中時，則[Cl-]/ [OH-]=0.6時為鋼筋鈍態膜消失之臨界值。然而，材料劣化往往不僅限於單一因素，誠如上一節所言，混凝土亦會受二氧化碳影響而中性化，進而加速氯離子對鋼筋的破壞。文獻對於單一因子的影響已有相當的研究，然而對於其複合影響則卻沒有令人滿意的答案。實際現地環境下，橋梁同時往往承受多重破壞因子，如果僅依單一因子來類推實際橋梁的劣化模式通常誤差極大。

鋼筋腐蝕發生之氯離子臨界量並不容易藉由目前試驗設備或程序獲得，而必須由現地結構物之調查結果歸納根據日本建築學會資料可知，依鋼筋表面所含之氯離子量可將劣化潛能分為：

1.劣化潛能低：0.3 kg/m^3~0.6 kg/m^3

2.劣化潛能中：0.6 kg/m^3~1.2 kg/m^3

3.劣化潛能高：1.2 kg/m^3 以上

一般而言，若缺法實際資料則其鋼筋腐蝕發生之氯離子臨界量可定於0.6 kg/m^3。

氯離子移動主要包含毛細管現象、濃度差擴散、電荷運動及與水泥水化物之吸附・解離等，若電荷驅動力或乾濕輸送等作用不明顯時，則可用濃度差之擴散現象來表示外部氯離子入侵混凝土之過程。近年來所發展之氯離子擴散方程式除能考慮混凝土表面之氯離子濃度變化外，各類不同環境影響下所造成之擴散係數變化亦有所研究成果，但實際分析上仍以Fick擴散原理為基礎之單純氯離子擴散方程式式

(2.11)為主，亦可利用式(2.22)及式(2.13)進行推估。

$$Cl = (C_o - C_{init})\left\{1 - erf\left[\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right]\right\} + C_{init} \quad \text{.....(2.11)}$$

$$Cl = (C_o - C_{init})\left\{1 - \frac{x}{2\sqrt{3Dt}}\right\}^2 + C_{init} \quad \text{.....(2.12)}$$

$$Cl = (C_o - C_{init})\left\{1 - \sqrt{1 - exp(-\frac{x^2}{\pi Dt})}\right\}^2 + C_{init} \quad \text{.....(2.13)}$$

其中，Cl：鋼筋位置之氯離子量(kg/m3)；C0：混凝土表面之氯離子量(kg/m3)；Cinit：混凝土內部之初期氯離子量(kg/m3)；x：混凝土保護層厚度(cm)；D：混凝土中之氯離子擴散係數(cm2/年)；t：材齡(年)。

混凝土表面之氯離子量因受季節風、台風、地形等因素所影響，即使同一地區之橋梁也會因方位不同而有不同之氯離子附著量，且依目前研究成果也難以利用數值分析進行模擬。氯離子擴散係數主要受環境條件(溫度及濕度)、水化反應程度(材齡及水泥種類)及配比(單位細骨材量、單位粗骨材量、單位水量及水泥種類等)等因素所影響，大略為10-7～10-8cm2/sec。其溫度依存性可由Arrhenius評估式表示，且稀釋溶液中之基本擴散係數與絕對溫度關係則如式(2.14)所示，清楚可知擴散係數與溫度成正比關係。

$$D_p = 1.43 \times 10^{-6}\, exp\left(-1.76 \times 10^3 / T\right) \quad \text{.....(2.14)}$$

擴散係數與相對濕度關係則如圖2.8所示，混凝土中之氯離子移動須於各孔隙內皆存在足夠水份方能進行，若存在一乾燥環境則擴散路徑將受阻礙。因此，周圍環境之相度濕度60-80%以滿足擴散所需之水量，且以飽水狀態時之擴散係數為最大值。水化反應進行時，因孔隙率逐漸降低而擴散係數下降。粗骨材所佔之比率如果增加，骨材界面所形成之遷移帶亦會增加而使擴散運動加快，但也可能造成擴散路徑之阻礙。依日本土木學會資料所示，混凝土中之氯離子擴散係數可由下式進行推估：

1. 普通波特蘭水泥

$$\log D_p = -3.9(W/C)^2 + 7.2(W/C) - 2.5 \quad \text{.....} \quad (2.15)$$

2. 爐石水泥

$$\log D_p = -3.0(W/C)^2 + 5.4(W/C) - 3.2 \quad \text{.....} \quad (2.16)$$

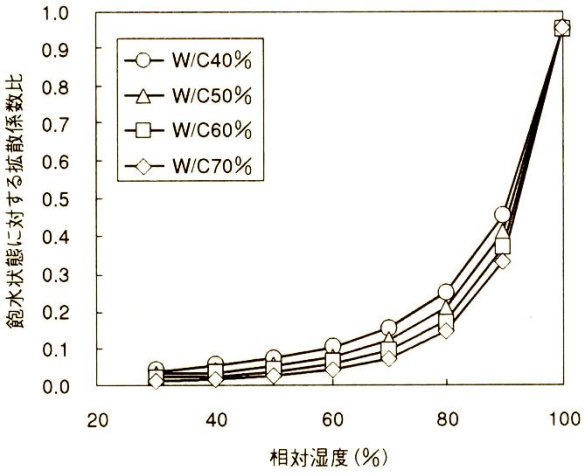


圖 2.8 擴散係數與相對濕度關係

（資料來源：日本建築學會）

由於氯離子於混凝土中之擴散實驗不易進行，也不容易採集現有橋梁之氯離子擴散範圍以進行分析模型建立與驗證。因此，本研究將先收集並檢討國內外已提出適用於混凝土之氯離子擴散模型，並考慮環境與材料條件之隨機特性，以建立機率型氯離子擴散預測模型。

2.3.3 耐久性能評估

鋼筋混凝土構件之耐久性能評估於國內外已廣泛被研究，就劣化預測模型而言，由於中性化及塩害所造成之鋼筋腐蝕為時間變數，除潛伏期外，鋼筋腐蝕量會隨時間而增加，且腐蝕形態或環境條件等所造成之腐蝕量不確定性亦會上升，因此依上述計算程序可進一步評估求得橋梁或構件之耐震性能生命週期曲線。

一般之耐震設計方法，主要針對設計地震荷重與設計耐力值二者

之大小關係進行比較驗證及設計，然而於耐震性能或損傷評估時，則以地震荷重下之變形反應是否超越橋梁或構件之極限變形為指標進行判斷，二者之差異主要因為採用變形為評估指標之耐震性能或損傷評估結果，不但能確實且合理反應橋梁或構件之極限狀態或損傷程度，亦能建立與損傷後補強或補修量之關係。基於以上因素，多數國內外研究均以能代表變形或變位之塑性率為指標，以原設計斷面或尺寸下之塑性率容量為需求，配合結構物或構件於鋼筋腐蝕後之極限塑性率以進行耐震性能或損傷程度評估。此外，結構物或構件於鋼筋腐蝕後之性能評估中，因腐蝕形態或環境條件等所伴隨之不確定性非常的高，因此須於塑性率評估模型中加入隨機條件以考慮結構物或構件極限塑性率之可能變動，最後再以單位時間內之破壞機率或可靠度值表示耐震性能或損傷程度。

本研究將建立 RC 橋梁於鋼筋腐蝕發生後之耐震行為分析模式，依過去研究經驗可見，腐蝕發生後之鋼筋斷面雖會減少，但為分析方便各項材料性質於劣化評估時仍參照原始斷面，因此混凝土與鋼筋間之極限握裹強度(Ultimate bonding stress)與鋼筋之彈性模數、降伏強度及極限強度等均有所變化，如參照日本混凝土協會建議可用下列數學式表示:

$$\frac{\sigma_y}{\sigma_{yo}} = 1 - 2.17 \times r / 100 \quad \text{.....(2.17)}$$

$$\frac{\tau_{bu}}{\tau_{buo}} = exp(-0.0607 \times r) \quad \text{.....(2.18)}$$

$$\frac{E_s}{E_{so}} = 1 - 1.13 \times r / 100 \quad \text{.....(2.19)}$$

其中，式(2.17)為鋼筋降伏強度之殘存率；式(2.88)為極限握裹強度之殘存率；式(2.19)為鋼筋彈性模數之殘存率；r：鋼筋重量減少率。

由於上述試驗結果與實驗條件設定(如：鋼筋尺寸與強度、混凝土強度及腐蝕方法等)息息相關，若直接應用於條件差異太大之 RC 構件

時，則會存在相當程度之差異，因此各歸納式於使用上須特別注意其適用範圍。依本階段所建立之材料劣化分析模型所得結果，包含：腐蝕鋼筋降伏強度殘存曲線，腐蝕鋼筋彈性模數殘存曲線及極限握裹強度殘存曲線等，可將其提供給側推分析與耐震能力評估之用，配合上述之鋼筋腐蝕量預測模式即可建立如圖 2.9 所示之生命週期曲線；各性能點評估方式則如下所述：

A 點：外層鋼筋開始腐蝕時間(同上述潛伏期時間)。

B 點：鋼筋腐蝕伴隨之混凝土保護層剝離或剝落發生時間 (同上述加速期前期時間)。

C 點：鋼筋腐蝕所引致之結構安全性能喪失時間。

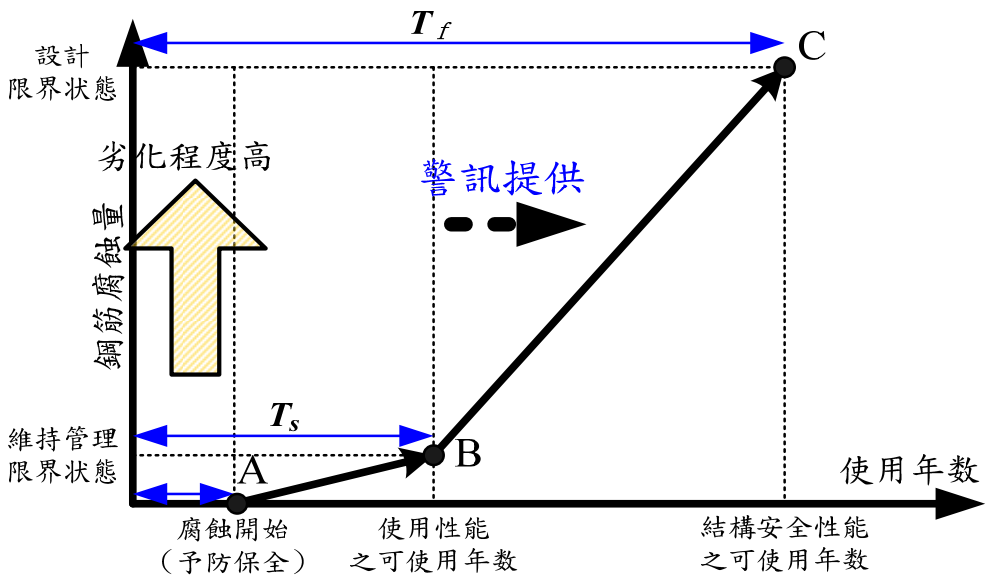


圖 2.9 劣化 RC 橋梁之生命週期曲線

2.4 側推分析相關理論介紹

2.4.1 混凝土材料模型

進行柱體中混凝土的應力-應變分析時，其斷面的混凝土將分成：1.圍束區；與2.無圍束區，以下分述擬採用的行為模型。

1. 圍束區內之混凝土

即核心混凝土，指受橫向箍筋所包圍之區域。有關圍束混凝土之應力－應變曲線的理論於近三十年來發展的相當多，一般有關受箍筋圍束混凝土的應力-應變曲線， Mander 等人所發展之圍束混凝土組成律（Mander et al. 1984與Mander et al. 1988）為國內學者常採用的分析模式之一，本階段計畫針對試體構架特性亦採用此理論進行分析，其方法敘述如下：

Mander等人（1988）提出之適用於矩形及圓形RC 斷面之圍束混凝土組成律，係假設在一緩慢應變速率(slow strain rate)與單向載重(monotonic loading)條件下，由橫向鋼筋圍束之混凝土軸向壓應力 f_c 隨著圍束混凝土壓應變 ε_c 之增加而遞增，於 f_c 到達一最高值 f'_{cc} 後開始遞減，最終到達一極限應變 ε_{cu} 後才產生破壞。對於矩形斷面之圍束應力-應變曲線，其中圍束混凝土之縱向壓應力強度 f_c 計算如下：

當圍束混凝土應變在 $0 \le \varepsilon_c \le \varepsilon_{cu}$ 時，

$$f_c = \frac{f'_{cc}\, xr}{r - 1 + x^r} \quad \text{.....(2.20)}$$

式中：

$$x = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{cc}} \quad \text{.....(2.21)}$$

$$\varepsilon_{cc} = \varepsilon_{c0}\left[1 + 5\left(\frac{f'_{cc}}{f'_c} - 1\right)\right] \quad \text{.....(2.22)}$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{\sec}} \quad \text{.....(2.23)}$$

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c} \quad {}^{kgf}\!/_{cm^2} \quad \text{.....(2.24)}$$

$$E_{\sec} = \frac{f'_{cc}}{\varepsilon_{cc}} \quad \text{.....(2.25)}$$

式中：f'_{cc}=圍束混凝土之抗壓強度；x=正規化之混凝土應變；ε_c=圍束混凝土之壓應變；ε_{cc}=圍束混凝土於應力f'_{cc}時之壓應變；ε_{c0}=無圍束之混凝土在抗壓強度f'_c時之壓應變（Mander 建議ε_{c0}可取為0.002）；r=參數；E_c=混凝土之彈性模數；E_{sec}=圍束混凝土之割線模數。其中f'_{cc}值與圍束應力f'_1有關，考量橫向鋼筋並非對所有的核心混凝土均能產生圍束作用。因此在計算圍束應力時，對於不同的橫向鋼筋配置方式，必須乘上其有效圍束係數k_e來進行折減：

$$k_e = \frac{\left(1-\sum_{i=1}^{n}\frac{(w'_i)^2}{6B'D'_h}\right)\left(1-\frac{s'}{2B'}\right)\left(1-\frac{s'}{2D'_h}\right)}{1-\rho_{cc}} \quad \text{.....(2.26)}$$

式中：w'_i=相鄰軸向鋼筋之淨間距；S'=橫向鋼筋之淨間距；ρ_{cc}=縱向鋼筋之斷面積總合與圍束區域內混凝土斷面面積之比值；D'_h=混凝土斷面受圍束部分之x 向長度；B'=混凝土斷面受圍束部分之y 向長度。由於矩形斷面一般均採用矩形橫向鋼筋配置，因此圍束應力f'_1在x 向和y 向不一定相同，x 向及y 向之有效圍束應力f'_{1x}與f'_{1y}可由下列計算方式而得：

$$f'_{1x} = k_e f_{1x} \quad \text{.....(2.27)}$$

$$f'_{1y} = k_e f_{1y} \quad \text{.....(2.28)}$$

其中，f_{1x}及f_{1y}分別為斷面之橫向鋼筋圍束應力，計算如下：

$$f_{1x} = \frac{A_{sx}}{sB'} f_{yh} = \rho_x f_{yh} \quad \text{.....(2.29)}$$

$$f_{1y} = \frac{A_{sy}}{sD'_h} f_{yh} = \rho_y f_{yh} \quad \text{.....(2.30)}$$

式中：ρ_x， ρ_y=矩形斷面在x 向及y 向之橫向鋼筋體積比；f_{yh}=橫向鋼筋之降伏強度；A_{sx}，A_{sy}=矩形斷面在長向及短向之橫向鋼筋總面積；s =橫向鋼筋之間距。根據上式可分別求出兩個不同方向之有效圍束應力，再比較f'_{1x}/f'_c與之f'_{1y}/f'_c大小，大者為最大圍束應力比，小者則為最小圍束應力比，經由查表，可得到圍束抗壓強

度比 f'_{cc}/f'_c，即可進而求得矩型斷面中圍束區域內的混凝土抗壓強度。而圍束混凝土之極限壓應變 ε_{cu} 可由下式表示：

$$\varepsilon_{cu} = 0.004 + \frac{1.4 \times \rho_s \times f_{yh} \times \varepsilon_{su}}{1 - \rho_{cc}} \quad \text{.....(2.31)}$$

式中：ρ_s=橫向鋼筋量比；ε_{hu}=橫向鋼筋之極限應變。

2. 無圍束之混凝土

指橫向箍筋外未受任何圍束之混凝土。只要針對前述圍束混凝土相關計算公式令圍束應力 $f'_1 = 0$，並改變下列之參數，代入圍束混凝土的公式計算即可：

$$f'_{cc} = f'_c \ ; \ \varepsilon_{cc} = \varepsilon_{c0} \ ; \ x = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c0}} \quad E_{\sec} = \frac{f'_c}{\varepsilon_{c0}} \quad \text{.....(2.32)}$$

上述僅適用於 $\varepsilon_c < 2\varepsilon_{c0}$，但當混凝土應變增加至 $\varepsilon_c > 2\varepsilon_{c0}$ 時，則混凝土之應力-應變曲線會呈現線性減少至混凝土剝落應變 ε_{sp}，一般採用混凝土剝落應變 $\varepsilon_{sp} = 0.005$。因此無圍束混凝土應力 f_c 與應變 ε_c 之關係如下所示：

(1). 當 $\varepsilon_c < 2\varepsilon_{c0}$ 時

$$f_c = \frac{f'_c \, xr}{r - 1 + x^r} \quad \text{.....(2.33)}$$

(2). 當 $\varepsilon_c > 2\varepsilon_{c0}$ 時

$$f_c = f'_c \left(\frac{2r}{r - 1 + x^r} \right) \left(1 - \frac{\varepsilon_c - 2\varepsilon_{c0}}{\varepsilon_{sp} - 2\varepsilon_{c0}} \right) \quad \text{.....(2.34)}$$

(3). 當 $\varepsilon_{sp} < \varepsilon_c$ 時

$$f_c = 0 \quad \text{.....(2.35)}$$

2.4.2 鋼筋材料模型

鋼筋初始的材料模型可分成三個階段：1.彈性階段、2.塑性階段和

3.應變硬化階段，而三個階段之鋼筋應力與應變之關係如下所示：

1.彈性階段：當 $0 \le \varepsilon_s \le \varepsilon_y$ 時，$f_s = E_s \varepsilon_s$

式中：ε_y=鋼筋之降伏應變；E_s=鋼筋之彈性模數。

2.塑性階段：當 $\varepsilon_y \le \varepsilon_s \le \varepsilon_{sh}$ 時，$f_s = f_y$

式中：f_y=鋼筋之降伏強度

3.應變硬化階段：當 $\varepsilon_{sh} \le \varepsilon_s \le \varepsilon_{su}$ 時，

$$f_s = f_y \left[\frac{f_u}{f_y} - \left(\frac{f_u - f_y}{f_y} \right) \times \left(\frac{\varepsilon_u - \varepsilon_s}{\varepsilon_u - \varepsilon_{sh}} \right)^2 \right] \quad \text{..... (2.36)}$$

2.4.3 鋼筋腐蝕對鋼筋混凝土構件力學性質之影響

在進行橋梁生命週期間服務性能之評估分析時，鋼筋腐蝕對於鋼筋混凝土構件力學性質的影響，是必須要被考慮的。因為鋼筋的腐蝕會使得材料劣化，進而造成鋼筋混凝土構件材料間之組成模式及材料性質的改變，最後影響其力學行為。其中鋼筋腐蝕會影響鋼筋混凝土構件力學行為的原因歸納如下：1.由於鋼筋的腐蝕生成物，會使得鋼筋體積膨脹而擠壓到混凝土，而造成混凝土保護層的脫落(詳述於2.4.5節)。2.由於鋼材的孔蝕，及鋼筋斷面積的減少，而造成鋼筋材料性質的改變，影響構件斷面強度(詳述於2.4.6節)。3.當鋼筋材料性質的改變後,也會影響其對核心混凝土之圍束效果,因而降低構件之斷面強度(詳述於2.1.7節)。4. 由於鋼筋的腐蝕生成物，會使得鋼筋體積膨脹而擠壓到混凝土，當擠壓造成混凝土之環拉應力大於混凝土之開裂強度時，混凝土即產生開裂破壞，此時鋼筋與混凝土間之握裹力將會迅速降低(詳述於2.4.8節)。

由Lee 等人，2009所提出，鋼筋腐蝕之行為模式可分成下列兩種型式：1.均勻腐蝕，主要是由碳化造成的。碳化是因為混凝土本身就含有二氧化碳，故易造成鋼筋之氧化作用。2.點滲透腐蝕，主要是因為混凝土遭受到鹽份的侵入，以至於氯離子滲透到鋼筋表面而造成鋼筋的

腐蝕。如圖2.10所示，即為因氯離子滲透到鋼筋表面而造成鋼筋的腐蝕模式。

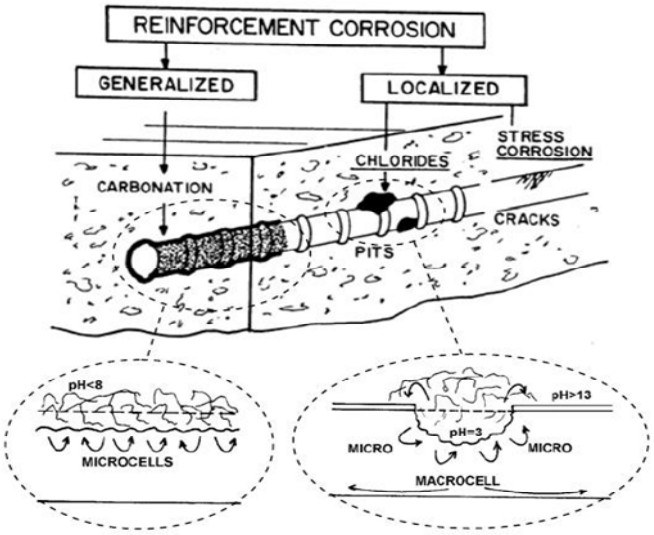


圖 2.10 鋼筋混凝土中鋼筋的腐蝕模式

無論是均勻腐蝕或是點滲透腐蝕都會造成鋼筋斷面的減少。但，通常均勻腐蝕造成鋼筋斷面的減少會較點滲透腐蝕來的少。這是因為通常均勻腐蝕行為模式要在很高濃度的二氧化碳環境下才會產生，而且通常二氧化碳的環境是均勻分佈的。因此，其腐蝕造成局部鋼筋斷面積減少效率會較點滲透腐蝕來的低。而本計畫所定義之鋼筋腐蝕程度，是以鋼筋之重量損失百分比來表示，而鋼筋之面積(重量)損失百分比定義及其計算方式將在2.4.4節有所描述。

2.4.4 鋼筋腐蝕程度與服務時間及環境之關係

腐蝕對材料的老劣化影響通常是依據鋼筋的腐蝕程度來進行評估，而腐蝕程度是以一定量來表示，例如主筋之腐蝕程度為5%、10%、15%、20%。其中百分比，代表鋼筋因腐蝕而造成的斷面損失百分比，如2.37式所示。

$$\Delta w = \frac{\left(d_{bo}{}^2 - d_{bi}{}^2\right)}{d_{bo}{}^2} \quad (\%) \qquad (2.37)$$

其中：

d_{bo}：鋼筋初始之直徑

d_{bi}：鋼筋於腐蝕後所殘留之直徑

Choe等，2008年指出，腐蝕程度之評估，也就是鋼筋腐蝕後直徑之計算。是要從混凝土構件表面之氯離子滲透到鋼筋表面後，當鋼筋表面之氯離子含量到達一含量時開始計算。如2.38式所示，其中，C_s表示混凝土構件表面之氯離子含量(kgf/cm^2)，x表示鋼筋與混凝土構件表面間之距離，D_c表示滲透係數，t表示服務時間，C表示鋼筋表面之氯離子含量(kgf/cm^2)。根據Kumar等， 2009年指出，當$C=C_r$，也就是當鋼筋表面之氯離子含量達到一C_r值時，鋼筋表面會開始腐蝕。國內規範規定C_r=0.3。因此，將C=0.3以及將依據構件之現地狀況條件所得到之C_s、D_c、x值代入2.28式中，即可得到一t值。此時之t值即代表鋼筋之開始腐蝕時間，即$t=T_{corr}$。

$$C(x,t)=C_s\left[1-erf\left(\frac{x}{2\sqrt{D_c\times t}}\right)\right] \quad \text{.....(2.38)}$$

然後，再依據Choe等，2008年所提出之公式(2.29式)，將構件之水灰比w/c，鋼筋之保護層厚度d_c，起始腐蝕時間T_{corr}，服務時間t，鋼筋初始之直徑d_{bo}，代入2.39式中即可得到腐蝕後之鋼筋直徑d_{bo}。最後，再將d_{bi}及d_{bo}值代入2.37式中即可得到鋼筋腐蝕面積(重量)百分比。本計畫在進行鋼筋面積(重量)損失百分比之評估時，除了考慮腐蝕所造成之鋼筋面積損失外，同時也將混凝土中性化造成之鋼筋面積損失之影響考慮進去。如2.2節所描述。

$$d_{bi}(t,T_{corr})=d_{bo}-\frac{1.0508(1-w/c)^{-1.64}}{d_c}(t-T_{corr})^{0.71} \quad \text{.....(2.39)}$$

2.4.5 鋼筋腐蝕對保護層混凝土之影響

腐蝕將造成鋼筋體積膨脹，擠壓四周混凝土，對壓力區混凝土產生垂直受壓方向上的拉應力，此拉應力將降低混凝土強度，以及混凝

土抗壓應力應變曲線下降段消能能力，此效應可由Belarbi與Hsu所提出混凝土受壓軟化模型來模擬，該模型定義如下。

應力應變曲線上升段 ($\varepsilon_d / \zeta\varepsilon_0 \le 1$)

$$\sigma_d = \zeta f_c' \left[2\left(\frac{\varepsilon_d}{\zeta\varepsilon_0}\right) - \left(\frac{\varepsilon_d}{\zeta\varepsilon_0}\right)^2 \right] \quad \text{.....(2.40)}$$

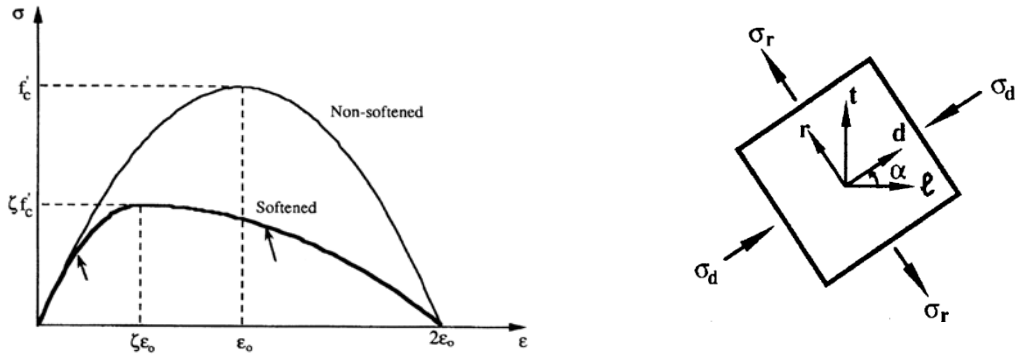
應力應變曲線下降段 ($1 < \varepsilon_d / \zeta\varepsilon_0 \le 1.5/\zeta$)

$$\sigma_d = \zeta f_c' \left[1 - \left(\frac{\varepsilon_d / \zeta\varepsilon_0 - 1}{2/\zeta - 1}\right)^2 \right] \quad \text{.....(2.41)}$$

混凝土受壓軟化係數ζ為

$$\zeta = \frac{0.9}{\sqrt{1 + 600\varepsilon_r}} \quad \text{.....(2.42)}$$

其中f_c'=標準混凝土試體單軸抗壓強度；σ_d=混凝土主應力元素d方向應力；ε_d與ε_r=分別為混凝土主應變元素d與r方向應變（受拉為正）；ε_0=原始混凝土受壓最大應力所對應的應變，可取0.002。圖2.11(a)顯示軟化受壓曲線（softened曲線）與混凝土原始受壓曲線（non-softened曲線）之關係，圖2.11(b)顯示混凝土主應力元素之符號定義。



(a) (b)

圖 2.11 混凝土受壓軟化模型：(a)受壓應力應變曲線；(b)混凝土主應力元素

因腐蝕導致垂直受壓方向的拉應力可由下式估計(Molina等；Coronelli and Gambarova)。

$$\varepsilon_r = \left(b_f - b_0\right)/b_0 \quad \text{.....(2.43)}$$

其中 b_0=鋼筋未腐蝕構材寬度；b_f=鋼筋腐蝕後構材寬度

$$b_f - b_0 = n_{bars} w_{cr} \quad \text{.....(2.44)}$$

其中 n_{bars}=鋼筋數目；w_{cr}=某鋼筋某腐蝕程度X所造成的總裂縫寬度，其值可由下式估計

$$w_{cr} = \sum_i u_{icorr} = 2\pi\left(\upsilon_{rs} - 1\right)X \quad \text{.....(2.45)}$$

其中 υ_{rs}=腐蝕氧化物相對於未腐蝕狀態體積膨脹比例，可取為2 (Molina等)；X=腐蝕穿入鋼筋深度；u_{icorr}=單一腐蝕造成裂縫之寬度。圖2.12說明腐蝕裂縫寬度與腐蝕深入鋼筋距離的關係。

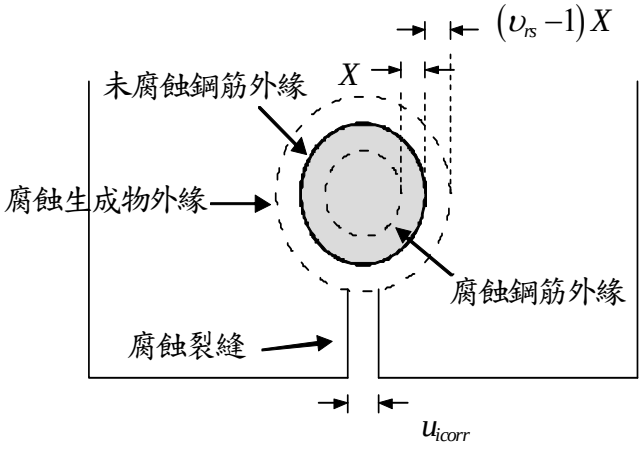


圖 2.12 腐蝕裂縫寬度與腐蝕深度的關係

2.4.6 鋼筋腐蝕對鋼筋材料性質之影響

腐蝕將造成鋼筋斷面積減少，降低強度；腐蝕亦可能造成局部孔蝕，因孔蝕區的斷面積較無孔蝕區小，應變因此較高，當孔蝕區達斷裂應變時，無孔蝕區的應變將小於斷裂應變，甚至未達降伏，因此含孔蝕的鋼筋的平均極限應變，將小於同樣長度但無孔蝕的鋼筋的平均極限應變。因此，鋼筋的腐蝕將造成鋼筋材料機械性能參數的改變。

Lee 提出，當鋼筋腐蝕後可透過改變鋼筋的降伏應力f_y，極限應力

強度f_u，彈性模數E_s以及斷裂伸長率δ，來改變鋼筋之機械性能參數。這個改變降低了鋼筋的降伏應力f_y，同時也降低了鋼筋應變值ϵ_s。該模型是在鋼筋鏽蝕且不除鏽蝕時進行鋼筋拉伸強度測試。這個模型同時也與日本另外一位著名學著Yamamoto在 2006年所提出的實驗結果相符。

Lee 所提出的鋼筋材料劣化評估方法是針對均勻腐蝕和點腐蝕。本計畫只採用點腐蝕條件方法進行橋梁評估分析，因為臺灣橋梁所處的環境較易產生點滲透腐蝕狀態。因此，若採用點腐蝕條件方法進行橋梁評估分析，將會比用均勻腐蝕的條件來評估降低鋼材的使用參數更為準確。而Lee 所提出的鋼筋材料劣化力學性能模型方程式如表2-1所示，其中Δw為鋼筋腐蝕重量百分比，而σ_{sy}、σ_{su}，E_{ss}，δ_s，是鋼筋相關參數的初始條件。

表 2-1 鋼筋腐蝕重量百分比與鋼筋材料特性參數關係方程式

腐蝕型式	材料特性參數	材料參數修正方程式
點滲透腐蝕	降伏強度	$\sigma_{cy} = (1- 1.98(\Delta w/100))\sigma_{sy}$
	極限強度	$\sigma_{cu} = (1- 1.57(\Delta w/100))\sigma_{su}$
	楊氏係數	$E_{cs}=(1- 1.15(\Delta w/100))E_{ss}$
	伸長率	$\delta_c = (1- 2.59(\Delta w/100))\ \delta_s$

2.4.7 鋼筋腐蝕對核心混凝土之影響

圍束區內之混凝土：即核心混凝土，指受橫向箍筋所包圍之區域。有關圍束混凝土之應力－應變曲線的理論於近三十年來發展的相當多，一般有關受箍筋圍束混凝土的應力-應變曲線， Mander 等人所發展之圍束混凝土組成律（Mander et al. 1984與Mander et al. 1988）為國內學者常採用的分析模式之一，本階段計畫針對試體構架特性亦採用此理論進行分析，其方法敘述如2.4.1節所述：

根據Mander組成律公式，核心混凝土之強度受到主筋及圍束箍筋

的影響。如公式2.21所示，當鋼筋腐蝕後，根據2.4.6節所述，鋼筋之材料性質會有所改變。故縱向鋼筋之斷面積總合與圍束區域內混凝土斷面面積之比值ρ_{cc}；橫向鋼筋量比ρ_s；橫向鋼筋之降伏強度f_{yh}；以及橫向鋼筋之極限應變ε_{hu}皆有所改變。因而降低圍束混凝土之極限壓應變ε_{cu}。最後將會造成核心混凝土之強度也會有所改變。因此，上述Mander組成律公式中，所有與鋼筋材料性質有關之係數，將採用2.4.6節中修正後之鋼筋材料性質，來修正鋼筋腐蝕後核心混凝土的強度。

2.4.8 鋼筋腐蝕對鋼筋握裹性質之影響

鋼筋腐蝕，除了會造成鋼筋周圍混凝土的強度軟化，同時也會造成鋼筋與混凝土之間的握裹強度降低，進而造成鋼筋混凝土結構強度的劣化。而根據一些專家學者的研究指出，鋼筋腐蝕造成握裹強度降低的程度，與鋼筋腐蝕重量損失百分比具有一定的關係。

鋼筋腐蝕生成物會導致鋼筋體積膨脹而擠壓周圍的混凝土而造成混凝土開裂，在加上腐蝕生成物的摩擦係數較低，以致造成握裹強度的降低。根據Al-Sulaimani等，1990; Almusallam，1996年; Chung等，2004，所做的研究指出，鋼筋與混凝土之間的握裹力，在腐蝕初期，腐蝕重量百分比在1-4%時，會因腐蝕物質填充孔隙而造成握裹力的上升，而後隨腐蝕程度增加而下降。而根據Al-Sulaimani等，1990; Rodriguez等人，1994年; Stanish等，1999; Chung等，2004，所做的研究指出，在較高的腐蝕程度下，當鋼筋體積膨脹對周圍混凝土的擠壓所產生的環拉應力，大於混凝土的開裂強度時，混凝土將會開裂。最後，將導致鋼筋與混凝土間之摩擦機制降低而造成握裹力的喪失。

Bhargava 等人, 2008年提出了鋼筋腐蝕造成混凝土握裹力劣化的實證模型，來計算鋼筋腐蝕後鋼筋混凝土的剩餘強度。而Bhargava 等人是根據之前幾位學者所做的實驗數據去迴歸出兩個握裹強度劣化的模型。其中一個模型是根據鋼筋拉拔實驗數據推導出的NP-模型。另一個是根據彎曲試驗數據所推導出的MF -模型。以下為這兩種強度劣化模型之迴歸公式：

MP Model

$$R = 1 \ for \ X \le 1.5\%$$
$$R = 1.192e^{-0.117X} \ for \ X > 1.5\% \quad \text{.....(2.46)}$$

MF Model

$$R = 1 \ for \ X \le 1.5\%$$
$$R = 1.346e^{-0.198X} \ for \ X > 1.5\% \quad \text{.....(2.47)}$$

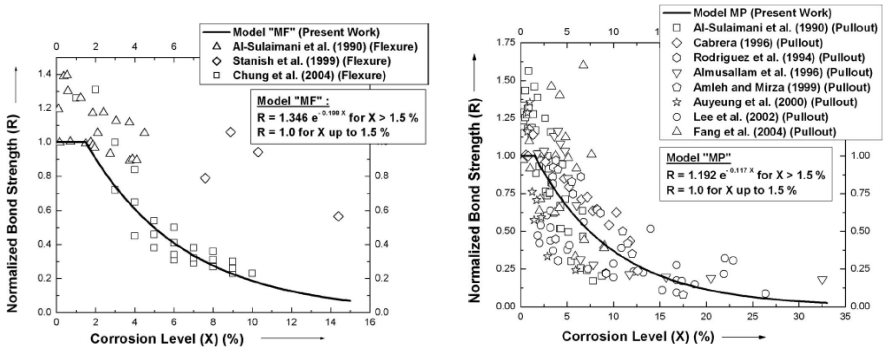


圖 2.13 MF 與 MP 模型正規化握裹強度

由圖2.13中所示，在相同的腐蝕程度下MF模型比 MP的模型所剩餘的握裹強度較少，而且鋼筋(主筋)主要是控制構件斷面之撓曲(彎曲)行為。因此，在進行橋梁老劣化評估分析時，若用MF模型來評估鋼筋腐蝕後混凝土所剩餘之握裹強度的大小，應該可以獲得較可靠的評估分析結果。

由於在進行橋梁老劣化評估分析時所使用的分析軟體是SAP和Xtract，這兩個分析軟體在進行結構斷面強度分析時，是假設鋼筋與混凝土之間之握裹狀態良好。然而當鋼筋腐蝕混凝土握裹強度降低時，鋼筋之應力應變發展應該不會按照初始之應力應變曲線進行發展。因此，為了在使用SAP和Xtract進行結構斷面強度分析時，可以考慮鋼筋腐蝕造成混凝土握裹強度的降低而對混凝土結構物強度的影響。我們將利用CEB FIP, 1990 握裹滑移量的觀念，將鋼筋與混凝土間握裹強度降低時對混凝土斷面強度的影響反應在鋼筋之應力應變曲線。如此，即可利用SAP和Xtract進行鋼筋腐蝕後結構斷面之強度分析。

CEB-FIP規範(1990)所建議的鋼筋與混凝土握裹強度與滑移量之

關係，如圖2.14及表2.2與式2.48、2.49所示。其中2.48式中之f_c'若需考慮鋼筋之腐蝕效應時，則須乘上R值。本計畫將利用此觀念去推導，因握裹強度降低使得鋼筋應力應變曲線折減的係數ϕ值。

表 2.2 鋼筋與混凝土握裹強度與滑移量之參數

	非圍束混凝土		圍束混凝土	
	握裹良好	其他握裹條件	握裹良好	其他握裹條件
S_1	0.6 mm	0.6 mm	1.0 mm	0.6 mm
S_2	0.6 mm	0.6 mm	3.0 mm	0.6 mm
S_3	1.0 mm	2.5 mm	Clear rib spacing	Clear rib spacing
τ_{max}	$2\sqrt{f_c'}$	$\sqrt{f_c'}$	$2.5\sqrt{f_c'}$	$1.25\sqrt{f_c'}$
τ_f	$0.15\tau_{max}$	$0.15\tau_{max}$	$0.40\tau_{max}$	$0.40\tau_{max}$

$$\tau_{max} = \sqrt{f_c'} \quad \text{.....(2.48)}$$

$$\tau_f = 0.15\tau_{max} \quad \text{.....(2.49)}$$

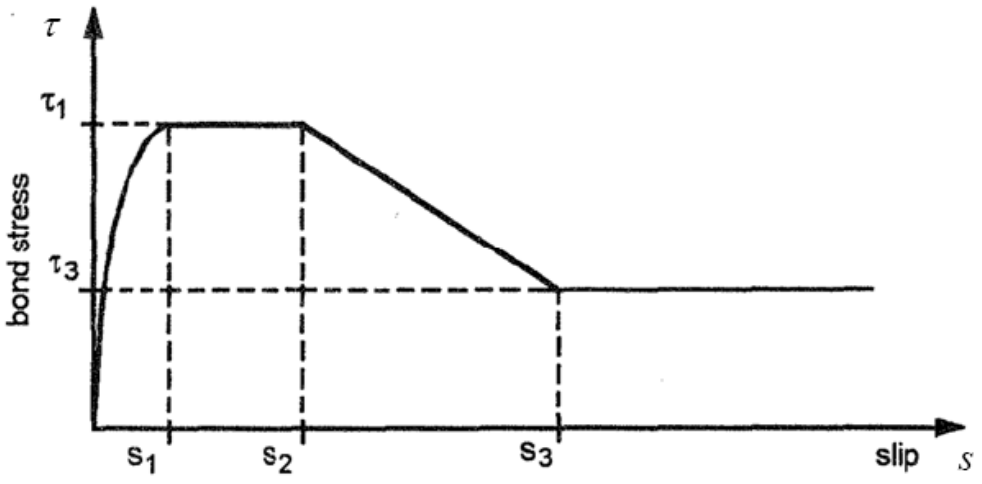


圖 2.14 握裹強度與滑移量之關係曲線

其中Ø值的推導如下所示：

$$L_{d1}=\frac{f_s\times d_b}{4\tau_{\max}} \quad \text{.....(2.50)}$$

$$L_{d2}=\frac{\left(f_s-f_y\right)d_b}{4\tau_f} \quad \text{.....(2.51)}$$

$$S_E=\varepsilon_s\left(L_{d1}\right) \quad ; \epsilon_s < \epsilon_y \quad \text{.....(2.52)}$$

$$S_E=\varepsilon_y\left(L_{d1}\right)+\left(\varepsilon_s+\varepsilon_y\right)L_{d2} \quad ; \epsilon_s \geq \epsilon_y \quad \text{.....(2.53)}$$

$$L_{eu}=\frac{S_E}{\varepsilon_s} \quad \text{.....(2.54)}$$

$$\Phi=\frac{L_{eu}(\text{未腐蝕})}{L_{eu}(\text{考慮腐蝕})} \quad \text{.....(2.55)}$$

其中:

L_{d1}: 當 $f_{sm}\le f_y$ 鋼筋所需之發展長度

L_{d2}: $f_{sm}\ge f_y$ 鋼筋所需之發展長度

f_s: 鋼筋之應力

d_b : 鋼筋直徑

S_E : 鋼筋之滑移量

L_{eu}: 鋼筋所需之發展長度

最後，將初始鋼筋應力應變曲線除上Ø值後，即可作為考慮腐蝕後鋼筋之應力應變曲線。進而將此應力應變曲線輸入SAP和Xtract程式中進行結構斷面強度分析。即可獲得較可靠之橋梁老劣化評估分析結果。

2.4.9 斷面破壞模式

本計畫擬採用Sung et al (2005)與陳彥豪(2005)所提出的方法模擬塑鉸受聯合撓曲與剪力作用的行為，根據該模式，塑鉸受撓剪行為，依破壞模式不同，可區分為三種：(1)撓曲破壞；(2)撓剪破壞；以及(3)

剪力破壞。以下先詳述預測撓曲行為的彎矩與曲率分析，接著闡述剪力強度的預測模式，最終詳述撓剪各自獨立或交互作用的三種破壞模式。

1. 撓曲行為

本計畫擬採斷面彎矩與曲率分析求取撓曲行為，該分析藉由漸增斷面曲率值，在滿足材料組成率（式2.10至2.26）、變形諧和（平面在撓曲旋轉後仍保持平面）與力平衡三大條件下，逐步求得相對應的彎矩值，最終建立完整斷面彎矩與曲率關係。圖2.15顯示典型彎矩與曲率關係。由圖可知，該關係在達開裂彎矩M_{cr}與曲率ϕ_{cr}前保持線性，開裂後中性軸移動，受壓區縮減，勁度下降，但彎矩與曲率關係仍近似線性，直至第一根縱向鋼筋降伏，所對應之彎矩與曲率分別為降伏彎矩M_y與降伏曲率ϕ_y，降服後彎矩與曲率關係開始軟化，呈現顯著轉折，隨著曲率進一步增加，最終材料達其極限應變，其定義如前節所述，此時彎矩與曲率分別為極限彎矩M_u與極限曲率ϕ_u。

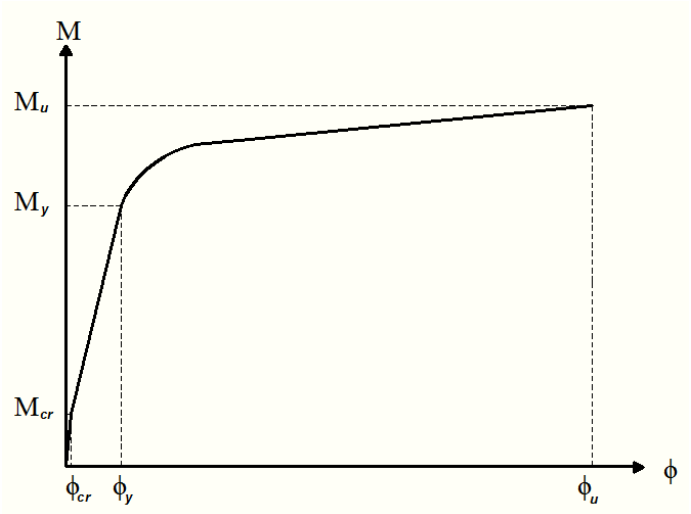


圖 2.15 典型塑鉸斷面曲率與彎矩之關係

2. 剪力行為

塑鉸剪力行為之求取，本計畫擬採用「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」（交通部公路總局 2009）之模式，該模式

乃參考Priestley等人（1994）與Aschhiemand等人（1992）之研究，考慮鋼筋混凝土柱在承受地震力作用時，混凝土的剪力強度會隨柱韌性之增大而呈現遞減的現象。該模式規定橋墩之標稱剪力強度V_n (kgf)計算如下：

$$V_n = V_c + V_s \quad \text{.....(2.56)}$$

箍筋提供之剪力強度V_s (kgf)計算如下，但不得超過$2.12\sqrt{f'_c}A_e$ (kgf)：

$$V_s = \frac{\pi}{2}\frac{A_h f_{yh} D}{\alpha} \quad \text{(圓形斷面)} \quad \text{.....(2.57)}$$

$$V_s = A_{sh} f_{yh} \frac{d}{a} \quad \text{(矩形斷面)} \quad \text{.....(2.58)}$$

橋柱塑鉸區混凝土剪力強度V_c (kgf)依下式計算：

$$V_c = 0.53(k + F)\sqrt{f'_c}A_e \quad \text{.....(2.59)}$$

$$k = \frac{R-1}{R_{\max}-1} \quad \text{.....(2.60)}$$

$$R = \frac{\theta}{\theta_y} \quad \text{.....(2.61)}$$

$$R_{\max} = \frac{\theta_u}{\theta_y} \quad \text{.....(2.62)}$$

式中：A_{sh}=沿剪力方向箍筋之總斷面積(含輔助繫筋)(cm^2)；d=沿剪力方向柱之有效深度(cm)；a=剪力鋼筋之垂直間距(cm)；A_e=有效剪力面積，可取為 0.8Ag (cm^2)；F =與軸力有關之調整係數，$F=\frac{N}{140A_g}$（軸力為壓力時），$F=\frac{N}{35A_g}$（軸力為拉力時）；N=軸力(kgf)，壓力時取正值，拉力時取負值；k=混凝土剪力強度折減因子；A_g=柱之全斷面積(cm^2)；D=圓柱圍束區域之直徑(cm)。根據前述定義，圖2.16顯示剪力強度V_n與韌性容量R之關係。由圖可知，在韌

性尚未發揮前，剪力強度保持定值，韌性發揮後，剪力強度隨韌性呈線性遞減直至韌性容量R_{max}。

另外，由2.56式、2.58式、2.59式得知，鋼筋混凝土斷面剪力強度與混凝土強度及剪力筋強度有關。因此，當剪力(箍)筋受腐後會造成保護層混凝土軟化、強度降低(2.4.5節)，以及剪力(箍)筋受腐後鋼筋斷面積減小亦會造成鋼筋強度降低(2.4.6節)。以上兩種原因皆會使得鋼筋混凝土構件斷面剪力強度，在剪力(箍)筋受腐後會有所降低。

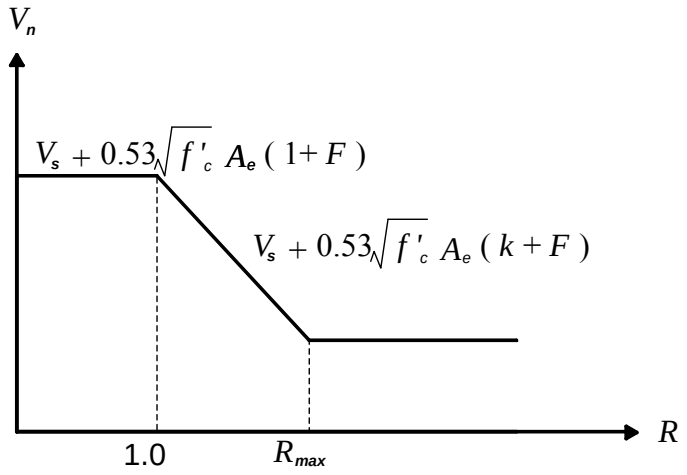


圖 2.16 剪力強度V_n與韌性容量R之關係

2.4.10 塑鉸破壞模式之判定

塑鉸破壞模式之決定，需先將剪力行為（圖 2.16）以塑鉸斷面彎矩與曲率關係表達，再與撓曲行為相互比較（圖 2.15），詳述如下。

1. 以塑鉸斷面彎矩與曲率關係表達剪力行為

假設柱固定端至自由端或反曲點之長度為l，在其自由端受一水平的集中力V，則固定端彎矩M 與剪力V 的關係如下：

$$M = V \times l \quad \text{..... (2.63)}$$

而韌性R的定義為：

$$R=\frac{\theta_u}{\theta_y}=1+\frac{\theta_p}{\theta_y} \quad \text{..... (2.64)}$$

式中：θ_u=構材最大總轉角；θ_y=構材降伏轉角；θ_p=最大塑性轉角，其值為θ_u與θ_y之差。透過上式，可分別將剪力強度V_n與韌性容量R之關係，轉換成彎矩與轉角之關係，如圖2.17所示：

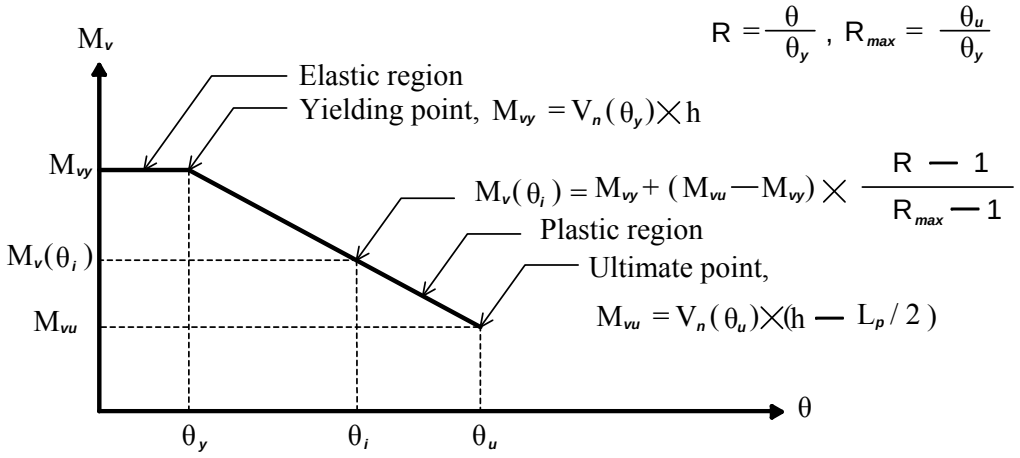


圖 2.17 剪力強度對應彎矩與轉角之關係

2. 建立塑鉸特性

塑鉸破壞模式可由撓曲行為（圖2.15）與剪力行為（圖2.16）之比較獲得，破壞模式確認後，塑鉸特性即可建立：塑鉸特性於載重施加之初由撓曲曲線表示，若達最大轉角前皆不與剪力曲線交會，如圖2.18所示，則其行為為構件韌性充分發揮的撓曲破壞模式，其特性可由撓曲曲線表達，如圖中黑線所示；若在降服轉角與最大轉角之間與剪力曲線交會，如圖2.19所示，則其破壞模式為韌性部分發揮的撓剪破壞，其特性在交會後由剪力曲線表達。而斷面分析之破壞點，則定義在剪力曲線(黑線)與撓曲修正曲線(紅線)之交點(E點)。若在轉角小於降服轉角前與剪力曲線交會，如圖2.20所示，則為突然無預警的剪力破壞模式，其特性在交會後亦由剪力曲線表達。而斷面分析之破壞點，同樣的定義在剪力曲線(黑線)與撓曲修正曲線(紅線)之交點(E點)。

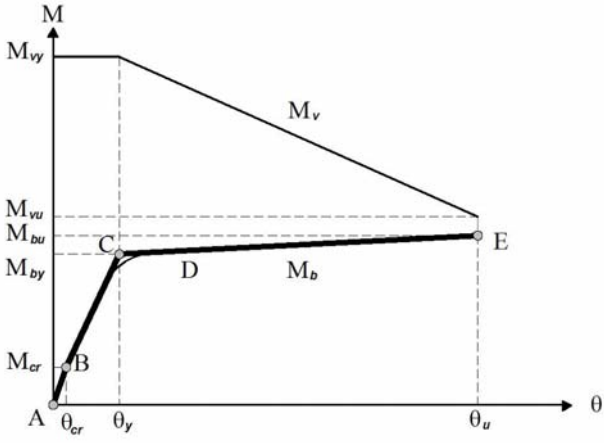


圖 2.18 撓曲破壞模式

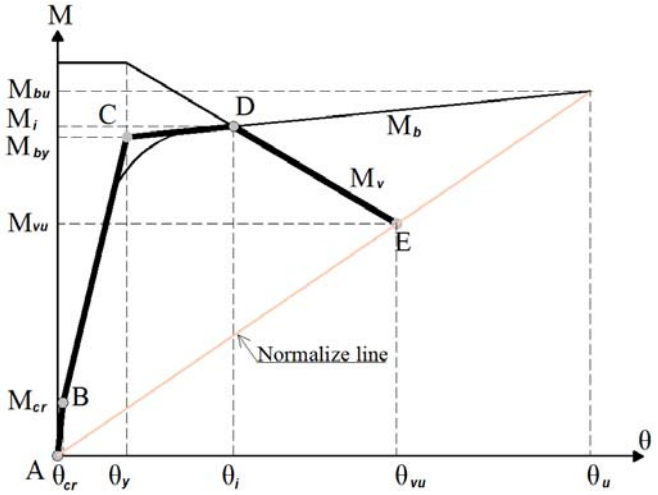


圖 2.19 撓曲剪力破壞模式

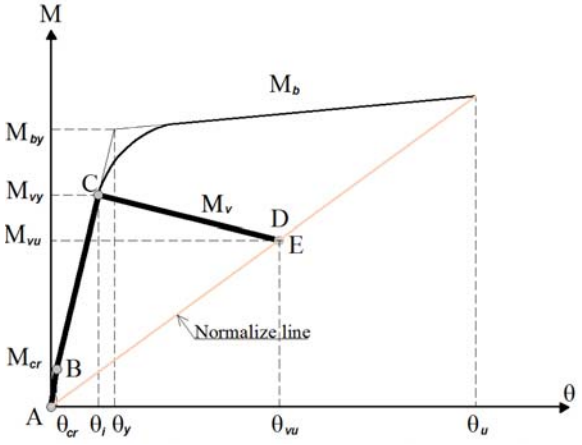


圖 2.20 剪力破壞模式

3. 構架式鋼筋混凝土橋墩柱塑性鉸特性之設定

在構架式鋼筋混凝土柱的側推分析中，隨著水平推力的增大，柱軸力與反曲點高度亦會隨之改變，若依據單柱條件所輸入之固定軸力與反曲點所得到的塑性鉸將無法完全反應此現象。有關軸力變化對構架式鋼筋混凝土橋墩柱塑性鉸特性的影響可依以下步驟考量之：

步驟1：先以柱構材靜載重軸力 P_d 為基準，以構材反曲點間之距離設為各構材之柱高(通常假設為柱高之一半)，並依前述方法設定「靜重狀態塑性鉸」。

步驟2：進行側推分析，找出各單柱受側向力作用產生塑鉸後的反曲點高度，以及此時所受之軸向力(設為 P_u)。並以此軸向力及引致構材反曲點間之距離設為各構材之柱高，重新依前述方法設定「極限狀態塑性鉸」。

步驟3：內插步驟1 與步驟2 所得之二塑性鉸特性，如圖2.21所示。其原則為初期係以「靜重狀態塑性鉸」特性為基準，俟構材初始降伏後即開始向「極限狀態塑性鉸」特性逼近，直到最終點完全相同為止。圖2.21當中，下標DL 代表靜重狀態、下標UL 代表極限狀態。A 點為原點；B 點為靜重狀態混凝土開裂點；C點靜重狀態之鋼筋初始降伏點；D點為靜重狀態之雙線性降伏點 D` $(\theta_{y,DL}, M_{y,DL})$ 與極限狀態之雙線性降伏點D`` $(\theta_{y,UL}, M_{y,UL})$ 的平均值 $[\frac{1}{2}(\theta_{y,DL}, M_{y,DL}), \frac{1}{2}(\theta_{y,UL}, M_{y,UL})$；E``點為極限狀態時 $M_{y,UL}$, 與 $\theta_{y,UL}$ 之座標點。依據A~E等五點即可設定出塑性鉸特性。

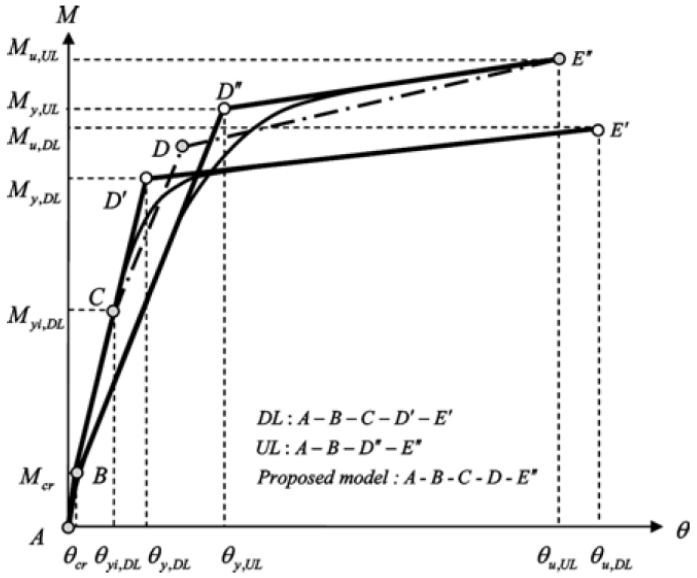


圖 2.21 考慮軸力變化極限狀態塑鉸定義方式

2.4.11 容量曲線與容量震譜曲線

對於容量曲線(Capacity Curve)之求取，本計畫擬在受分析橋梁上加上一組，按照該橋梁主要震動型態分配之水平力，然後照比例增加該水平力直到橋梁極限狀態，以求橋梁由初始線性至非線性階段，完整水平位移與總橫力的關係，該關係稱為容量曲線(Capacity Curve)。獲得容量曲線後，再以下述公式將其轉換成加速度與位移譜格式(Acceleration-Displacement Response Spectra, ADRS)，轉換後容量曲線稱為容量震譜(Capacity spectrum)，震譜的橫軸代表譜位移 S_d ，縱軸代表譜加速度 S_a 。

$$S_a = \frac{V/W}{\alpha_1} \quad \text{..... (2.65)}$$

$$S_d = \frac{\Delta_{deck}}{(PF_1 \times \phi_{deck,1})} \quad \text{..... (2.66)}$$

$$\alpha_1 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{N}(w_i\phi_{i1})/g\right]^2}{\left[\sum_{i-1}^{N} w_i/g\right]\left[\sum_{i=1}^{N}(w_i\phi_{i1}^2)/g\right]} \quad \text{..... (2.67)}$$

$$PF_1 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{N}(w_i\phi_{i1})/g\right]}{\left[\sum_{i=1}^{N}(w_i\phi_{i1}^2)/g\right]} \quad \text{..... (2.68)}$$

式中：S_a=譜加速度值；V=基底剪力；W=重力載重；α_1 =第一振態的振態質量係數(modal mass coefficient)；S_d =譜位移值；Δ_{deck}=上部結構(superstructure)質心位移；PF_1=第一振態的參與因子(Participation factor)；$\phi_{deck,1}$=第一振態振形在上部結構質心的振幅；w_i=第 i 層的結構重量；$\phi_{i,1}$=第一振態振形在第 i 層的振幅；g=重力加速度。

2.4.12 位移-加速度曲線

根據國內目前最新公路橋梁耐震設計規範，將側推分析所得容量震譜中任一點處譜加速度a_{pi}，所對應最大地表加速度(PGA)，與所在工址之地震需求特性S_{aD}、S_{DS}、橋梁結構物等效振動週期T、等值黏滯性阻尼β_{eff}，與阻尼比異於 5%加速度修正係數B_1、B_s等有關，其計算公式如表 2-3、2-4 所示：其中：S_{aD}：設計地震水平譜加速度係數。為工址設計地震水平譜加速度與重力加速度 g 之比值，S_{DS}：工址短週期之設計地震水平譜加速度係數，B_1：一秒週期結構之阻尼比修正係數，B_s：短週期結構之阻尼比修正係數。

表 2-3 一般工址或活動斷層近域最大地表加速度(PGA)之計算

較短及短週期	中週期	長週期
$T \le T_0$	$T_0 < T \le 2.5T_0$	$2.5T_0 < T$
$PGA = \frac{a_{pi} \times B_s}{2.5}$	$PGA = \frac{a_{pi} \times B_1}{\left(\frac{2.5S_{aD}(T)}{S_{DS}}\right)}$	$PGA = \frac{a_{pi} \times B_1}{\left(\frac{2.5S_{D1}(T)}{S_{DS}T}\right)}$

表 2-4 臺北盆地最大地表加速度(PGA)之計算

較短及短週期	中週期	長週期
$T \le T_0$	$T_0 < T \le 2.5T_0$	$2.5T_0 < T$
$PGA = \frac{a_{pi} \times B_s}{2.5}$	$PGA = \frac{a_{pi} \times B_1}{\left(\frac{2.5S_{aD}(T)}{S_{DS}}\right)}$	$PGA = \frac{a_{pi} \times B_1}{\left(\frac{2.5T_0^D}{T}\right)}$

其中，

B_1 或 $B_s = \frac{(S_a)_{elastic}}{(S_a)_{inelastic}}$ =非彈性反應譜與彈性反應譜之比值.....(2.69)

$(S_a)_{elastic} = (S_{aD})$ .....(2.60)

$(S_a)_{inelastic} = (a_{pi})$ .....(2.71)

a_{pi}、T 可由 SAP2000(Computer and Structures 2009)求得，S_{aD}、S_{DS}、B_1、B_s 可依公路橋梁耐震設計規範求得：其中：a_{pi}：為容量震譜中任一點處譜加速度。

橋梁阻尼比異於 5%時，可依橋梁等值黏滯性阻尼比 β_{eff}，由表 2.5 內插得較短及短週期與中長週期結構之阻尼比調整係數 B_s 與 B_1，將水平譜加速度係數 S_{DS} 與 S_{D1} 調整為 $\frac{S_{DS}}{B_s}$ 與 $\frac{S_{D1}}{B_1}$，其中 S_{DS}、S_{D1} 之定義可依公路橋梁耐震設計規範第二章(2-9a)、(2-9b)式求得。其中：S_{D1}：為工址一秒週期之設計地震水平譜加速度係數。

一般工址、活動斷層近域以及臺北縣市一般震區之設計水平譜加速度係數 S_{aD}，隨橋梁振動週期 T 與工址短週期與一秒週期之設計水平譜加速度係數 $\frac{S_{DS}}{B_s}$ 與 $\frac{S_{D1}}{B_1}$ 而改變，如表 2.6 所示。其中，經阻尼比調整係數調整後之短週期與中週期的分界 T_0 由下式計算：

$T_0 = \frac{S_{D1}B_S}{S_{DS}B_1}$ .....(2.72)

臺北盆地之設計水平譜加速度係數S_{aD}，隨橋梁振動週期T與工址短週期與一秒週期之設計水平譜加速度係數$\frac{S_{DS}}{B_S}$與$\frac{S_{D1}}{B_1}$而改變，如表 2-7 所示。其中，經阻尼比調整係數調整後之短週期與中週期的分界T_0由下式計算：

$$T_0 = \frac{T_0^D B_S}{B_1} \quad \text{.....(2.73)}$$

$T_0^D = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$為未經阻尼比調整係數調整之短週期與中週期的分界。

另外，耐震能力評估時分析模型是理想化的假設，難以完全考慮實際存在的狀況。既有老舊橋梁，常有主筋在柱底塑鉸區搭接施工、主筋搭接長度或埋置長度不足、箍筋採搭接施工致圍束能力不足、箍筋細部彎鉤設計不良、混凝土材齡老化等問題而影響遲滯消能迴圈發展，本計畫研究擬採 ATC40 利用阻尼折減係數 κ 值來考量此種問題。以地震延時及結構物新舊將結構行為分為三類，TYPE A：結構具良好的消能能力此時符合(耐震規定)κ=1.0；TYPE B：結構具中等消能能力(部分符合耐震規定)κ=2/3；TYPE C：結構消能能力不佳(不符合耐震規定)(嚴重 pinching)κ=1/3。若 κ 採 Type C(κ=0.33)，以計算總有效黏滯性阻尼比與阻尼比異於 5%之修正係數，可求得橋軸向韌性發揮時之最大地表加速度值。此時修正等值黏滯性阻尼β_{eff}計算公式如下：

$$\beta_{eff} = \frac{63.7\kappa\left(a_y d_{pi} - d_y a_{pi}\right)}{a_{pi} d_{pi}} + \beta_{basic} \quad \text{.....} \quad (2.74)$$

其中：a_y：為容量震譜中譜降伏加速度，d_{pi}：為容量震譜中任一點處譜位移，d_y：為容量震譜中譜降伏位移，a_{pi}：為容量震譜中任一點處譜加速度。β_{basic}：為結構內含阻尼比=5%。

表 2-5 較短及短週期與中長週期結構之阻尼比修正係數表

有效阻尼 β_{eff} (%)	B_s	B_1
<2	0.80	0.80
5	1.00	1.00
10	1.33	1.25
≥20	1.60	1.50

表 2-6 一般工址或活動斷層近域之設計水平譜加速度係數表

較短週期	短週期	中長週期
$T \le 0.2T_0$	$0.2T < T \le T_0$	$T_0 < T$
$S_{aD} = S_{DS}\left[0.4 + \left(\frac{1}{B_S} - 0.4\right)\frac{T}{0.2T_0}\right]$	$S_{aD} = \frac{S_{DS}}{B_S}$	$S_{aD} = \frac{S_{D1}}{B_1 T}$

表 2-7 臺北盆地設計水平譜加速度係數表

較短週期	短週期	中長週期
$T \le 0.2T_0$	$0.2T < T \le T_0$	$T_0 < T$
$S_{aD} = S_{DS}\left[0.4 + \left(\frac{1}{B_S} - 0.4\right)\frac{T}{0.2T_0}\right]$	$S_{aD} = \frac{S_{DS}}{B_S}$	$S_{aD} = \frac{T_0^D S_{DS}}{B_1 T}$

第三章 橋梁通阻檢測分析模式架構說明

3.1 研究方法及進行步驟

依據本研究目的，本研究擬定研究內容，共計九個研究階段，分述如圖3.1所示：

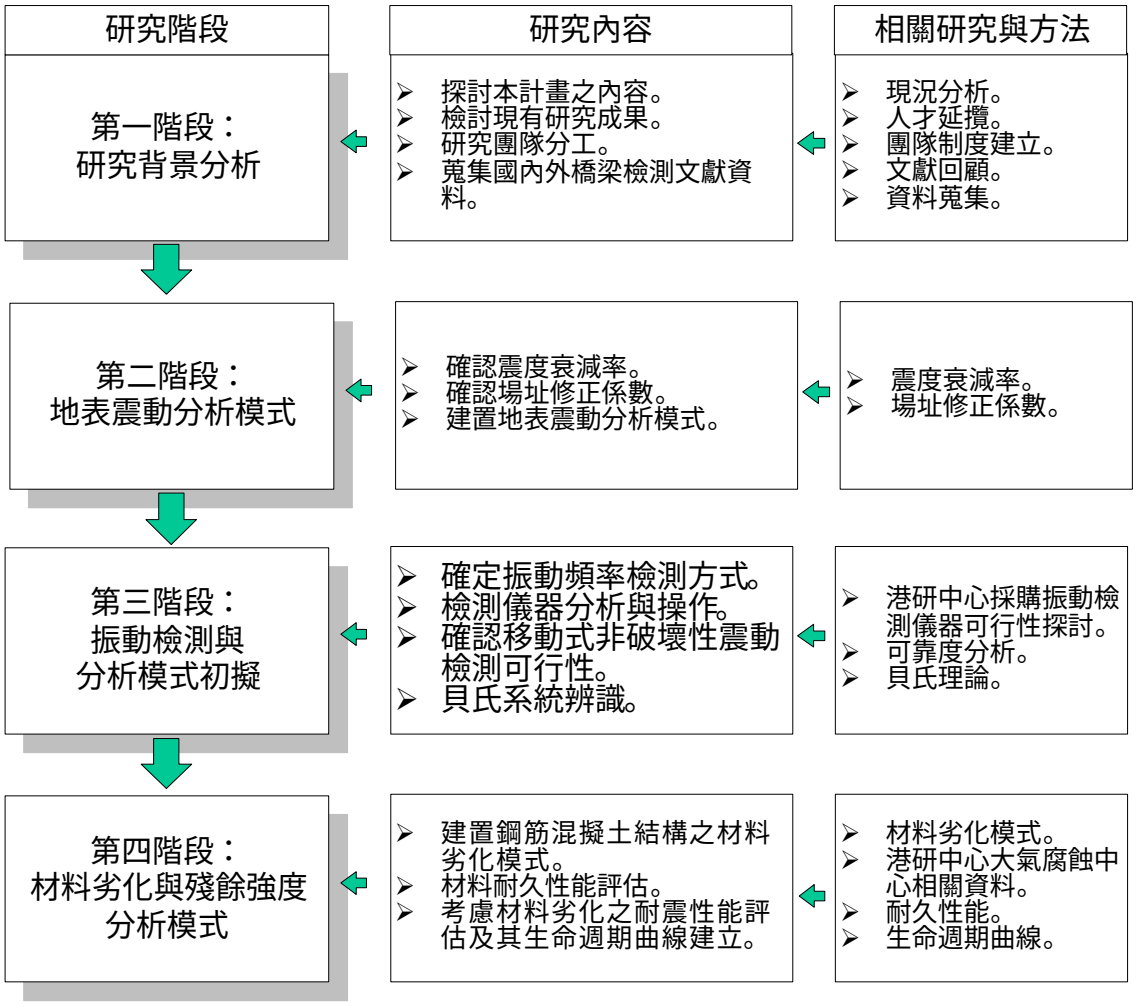


圖 3.1 研究內容架構圖

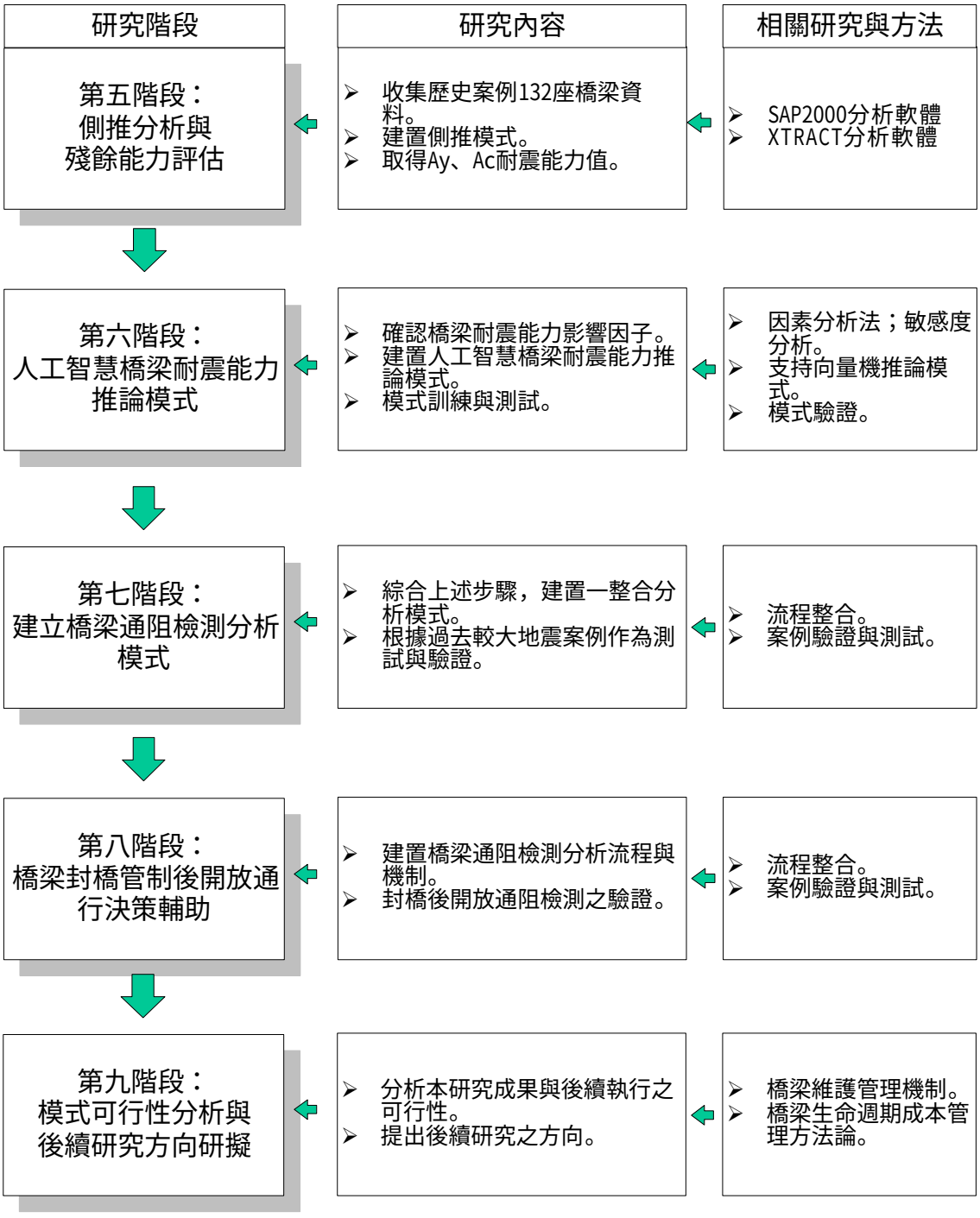


圖 3.1　研究內容架構圖(續)

3.2 工作項目及內容

橋梁為臺灣地區之重要交通工程設施，但臺灣屬季風型氣候夏季多雨，每年洪水來襲皆造成橋梁重大威脅，由於河水沖刷將導致河床降低，致使橋梁基礎裸露，因此影響橋梁的安全性能。且臺灣為多地震的國家，一旦發生地震等大規模天然災害時，橋梁倒塌或斷裂的機率很高。為避免災害發生時，造成橋梁損壞導致交通中斷、居民受困甚或是人員傷亡等事件的發生，對現有橋梁進行全面檢測勢在必行。然而國內橋梁數量高達數萬座，若對所有橋梁進行破壞性檢測或全面性結構分析，將花費許多時間與經費。有鑑於此，此研究將發展建置一套橋梁通阻檢測分析模式，本模式應用移動式非破壞性振動檢測、材料劣化評估橋梁現況與殘餘容量，再整合地震破壞潛勢分析詳細計算橋梁Ay(降伏加速度)、Ac(完全損壞加速度)，最後應用人工智慧橋梁耐震能力推論模式推論其他橋梁之Ay、Ac，預期成果可迅速對現有橋梁安全程度進行診斷，得到不同橋梁之損壞機率，並作為災後橋梁封橋管制後是否開放通行之依據。其流程與架構如下圖所示:

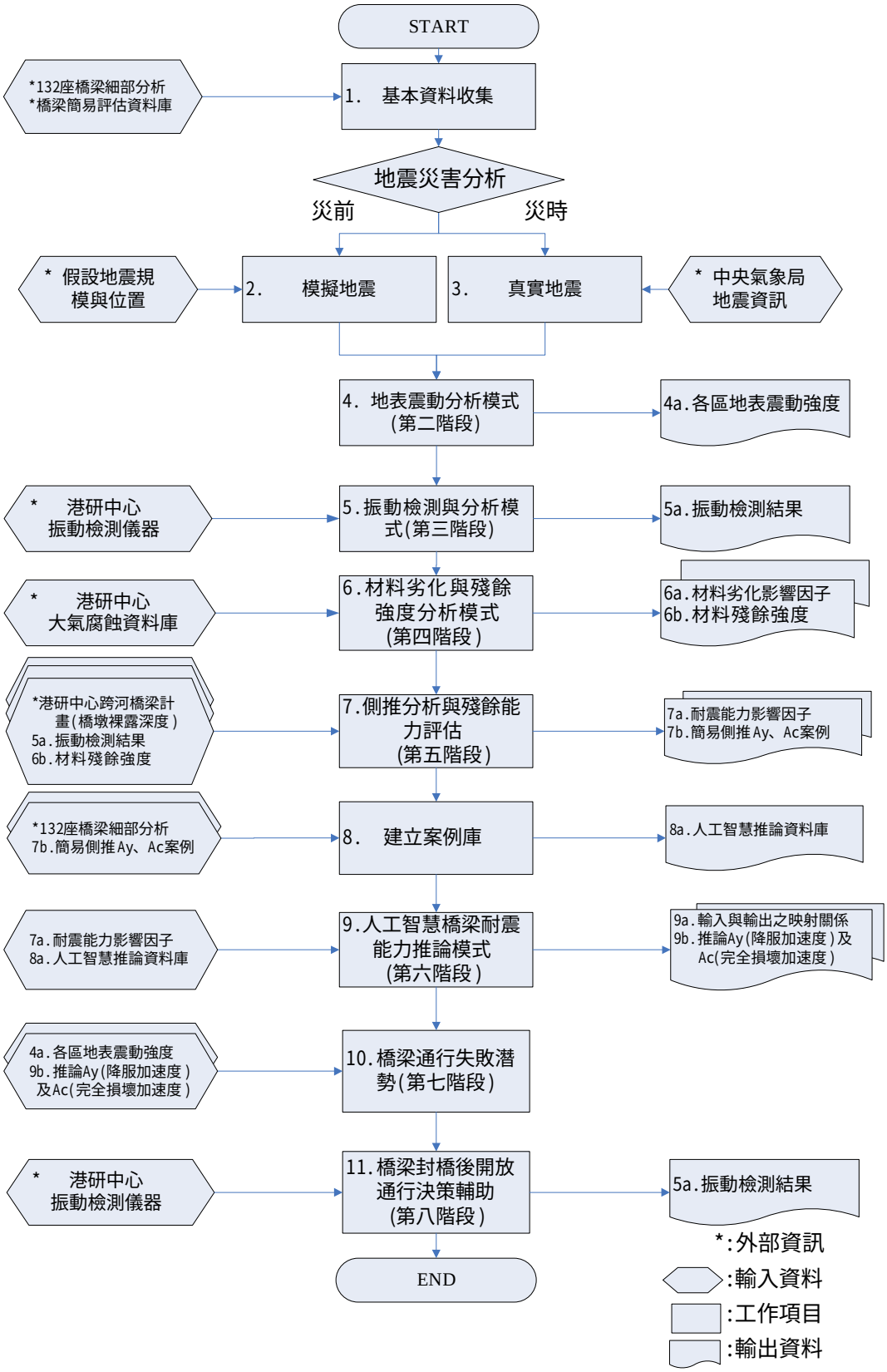


圖 3.2 橋梁通阻檢測分析模式架構圖

如圖3.2所示，本研究將取得公路總局計畫成果中，132座橋梁細部分析與簡易評估資料庫。並根據中央氣象局公佈之地震資訊、或人為假設地震規模與位置，運用地表震動分析模式推估各地區之地表加速度。以材料劣化評估方式求取橋梁殘餘強度，將分析之結果結合橋墩裸露深度等橋梁現況做為側推分析之輸入，進行橋梁耐震能力評估分析。最後運用人工智慧方式學習輸入(簡易調查之資料與材料劣化因素為輸入因子)與輸出(降伏加速度Ay、損壞加速度Ac)之映射關係，並依此結果得到不同地震強度下之橋梁損壞機率。模式中外部資料將藉由「災害預警資料交換機」取得，各階段概要步驟如下所述:

1. 基本資料收集

本計畫取得公路總局「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」計畫成果中，針對132座橋梁細部分析的資料，以及「公路橋梁地震早期損失評估資料庫建置與模組開發之研究」計畫中所建置三千多座簡易評估資料，建立資料庫。

2. 模擬地震

地震災害分析可分為災前與災時，災前將應用模擬震源方式，假設地震規模與位置。

3. 真實地震

災時將應用港研中心「交通工程防災預警系統建立之研究」中所建置之「災害預警資料交換機」，與中央氣象局連結，透過資料交換整合取得即時地震資訊。

4. 地表震動分析模式

根據前2,3階段中獲得之災前與災時地震資訊(如地震規模與震源等資料)。利用震動強度衰減率修正地震規模和距離之關係，推估臺灣不同地區之地表震動強度。並以格網方式將臺灣地區切割成不同格狀區域，再依各地區的地盤種類和距離之不同，分別求算其地表加速度，應用GIS繪製地表加速度分佈圖。

5. 振動檢測與分析模式

本計畫將評估並建置適合於國內採用之震動頻率檢測方式。排定實驗計畫, 運用港研中心既有之振動檢測設備(速度計及加速度計各1組)，初步考量配合「跨河橋梁安全預警系統建立之研究」，再經與業主討論選定二座橋梁，利用移動式非破壞性振動檢測，針對車行方向、水流方向等進行量測，分析不同水位、流速、車行振動及橋梁劣化等狀況，解析沖刷深度或橋梁破壞所造成頻率的影響，進行儀器測試與校正。其結果可作為側推分析與殘餘能力分析模式中之輸入及結果驗證比對之依據。

6. 材料劣化與殘餘強度分析模式

本研究考量臺灣地區環境因素, 應用「災害預警資料交換機」，擷取港灣研究中心大氣腐蝕實驗室所量測建置之臺灣地區大氣腐蝕資料, 再應用材料實驗方式分析, 求得大氣環境對橋梁RC材料之影響，據此初步繪製橋梁劣化曲線圖，以求得較精確之橋梁殘餘容量，並作為後續推估地震破壞潛勢分析之依據。

7. 側推分析與殘餘能力分析模式

本研究根據橋梁設計或竣工圖, 結合現地環境、橋梁現況(移動式非破壞振動檢測結果)、殘餘容量(材料劣化評估結果)等資料，兼顧計算準確與操作簡易的特性，透過地震損壞影響因子求算Ay及Ac值。為驗證該分析模式的準確性，針對132座橋梁細部分析的資料，選擇其中12種代表性的橋梁型式，以本研究所開發的側推分析模式求得之橋梁Ay與Ac值。與「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」計畫132座橋梁分析結果進行比對，驗證本研究所開發的側推分析之準確性。並考量材料劣化之因素，另選擇132座以外12座橋梁(與上述12座合計24座)，計算分析五種材料劣化程度(0%,5%,10%,20%,35%)影響下之橋梁Ay與Ac值。

8. 建立案例庫:

本計畫首先以24座經細部評估求得五種鋼筋劣化程度之橋梁

Ay、Ac值為輸出(Output)，並同樣以24座橋梁簡易調查之資料與材料劣化因素為輸入因子(Input)，共計120筆案例(24座橋x5種劣化程度=120筆)，建立資料庫。

9. 人工智慧橋梁耐震能力推論模式

本階段將應用快速混雜基因演算法融合支持向量機發展建置「人工智慧機械學習推論模式」。採用前一階段中所建置公路總局120筆橋梁細部評估結果資料庫，透過案例學習，找出輸入(簡易調查耐震能力影響因子)與輸出(細部評估Ay、Ac)之映射關係。

10.橋梁通行失敗潛勢

綜合上述步驟，針對公路總局轄下三千多座省縣道橋梁進行AI推論，求得各橋梁之Ay與Ac值，並據此繪製出地表震動影響下橋梁地震健康度曲線，定義出不同地表震動下橋梁可能的損壞機率。

11.橋梁封橋管制後開放通行評估

本研究擬應用非破壞性振動檢測分析模式，使用港研中心既有振動檢測儀器，針對災後橋梁所量測到之頻率主頻偏移，解析沖刷深度或橋梁破壞所造成頻率的影響，判斷橋梁之安全狀態，進而做為橋梁封橋管制後是否開放通行之依據。

由於上述之橋梁通阻檢測分析模式由不同領域研究所構成，因此本研究團隊將由具備材料、結構、訊號與可靠度分析、人工智慧應用、資訊等專長之教授組成，其成員如下表3-1所示。

各階段中，不同團隊與所負責作業之關連性如下圖3.3所示。

表 3-1 團隊組成表

計畫成員	名稱	服務機構/系所	專長	負責事項
主持人	鄭明淵教授	國立臺灣科技大學/營建工程系/管理組	資訊管理系統、營建業流程再造、人工智慧、營建知識管理、地理資訊系統、營建自動化與電子商務	第一階段與協調整合事項 第六階段 第七階段
協同主持人	李維峰副教授級專家	台科大創新育成中心/執行長	維護工程、大地地震工程、地質改良工程、地下構造物設計與分析、地工合成材料工程、大地鑑識工程	第三階段
協同主持人	歐昱辰助理教授	國立臺灣科技大學/營建工程系/結構組	結構分析、鋼筋混凝土結構、預鑄預力混凝土結構、地震工程、橋梁工程	第五階段
協同主持人	邱建國助理教授	國立臺灣科技大學/營建工程系/結構組	RC 建築物劣化分析、RC 建築物耐久性設計與維持管理、劣化風險管理	第二階段 第四階段
協同主持人	廖國偉助理教授	國立臺灣科技大學/營建工程系/資訊組	系統工程、可靠度分析、最佳化設計、結構力學	第三階段 第八階段
研究人員	吳育偉博士	國立臺灣科技大學/營建工程系/博士後研究員	系統整合、資料交換平台、線上地理資訊系統	系統功能整合與測試
諮詢顧問	羅啟源總經理	東源科技工程有限公司	振動檢測儀器操作	非破壞性振動檢測儀器諮詢

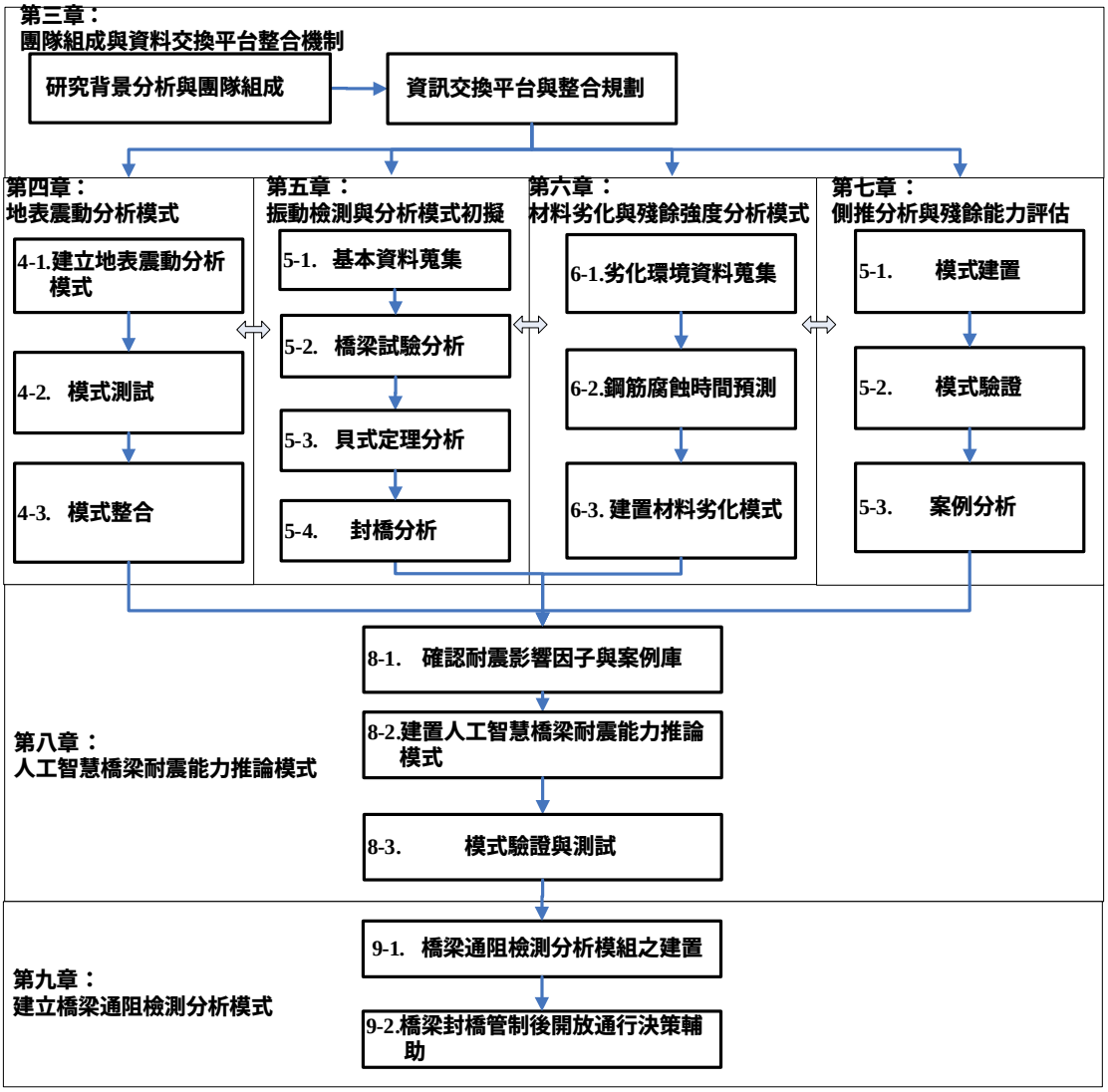


圖 3.3 團隊與作業關連圖

根據上述關連圖，可將各作業之輸入與輸出之關連性整理成表3-2。

表 3-2 各作業關連表

階段	作業項目	輸入	研究方法	輸出
1	團隊組成與資料交換平台整合機制	1.橋梁資料庫(公路總局) 2.地震快報(中央氣象局) 2.大氣腐蝕資料庫(港研中心)	●資料交換平台	1-a.橋梁屬性資料 1-b.地震快報 1-c.大氣腐蝕資料庫
2	地表震動分析模式	1.地震快報(1-b)	●地表震動衰減分析	2-a.地表震動強度
3	振動檢測與分析模式初擬	1.橋梁屬性資料(1-a)	●移動式震動檢測分析模式 ●可靠度分析	2-a.振動檢測結果
4	材料劣化與殘餘強度分析模式	1.橋梁屬性資料(1-a) 2.大氣資料庫(1-c)	●材料實驗與驗證	4-a.材料劣化影響因子 4-b.材料殘餘強度
5	側推分析與殘餘能力評估	1.橋梁屬性資料(1-a) 2.振動檢測結果(2-a) 2.材料殘餘強度(4-b)	●側推分析	5-a.橋梁耐震影響因子 5-b.橋梁耐震評估案例
6	人工智慧橋梁耐震能力推論模式	1.地表震動強度(2-a) 2.振動檢測結果(2-a) 2.材料劣化影響因子(4-a) 4.橋梁耐震影響因子(5-a) 5.橋梁耐震評估案例(5-b)	●支持向量機推論模式	6-a.全台省縣道橋梁耐震能力推估值
7	橋梁通阻檢測分析模式	上述資料(1-6)	●系統整合	7-a.橋梁通阻檢測結果
8	橋梁封橋管制後開放通行評估	1.振動檢測結果(2-a) 2.橋梁通阻檢測結果(7-a)	●移動式震動檢測分析模式 ●可靠度分析	8-a.橋梁開放通行建議

根據上表3-2，整理各作業將採用之資料表單繪製圖3.4，後續步驟中將進行橫向整合，運用資料交換平台提供資料分享介面。並以此架構圖為基礎，利用實體-關係模型(Entity-Relationship Data Model，ER-model) 規劃與建置資料庫格式與儲存項目，以避免資料重複建置。

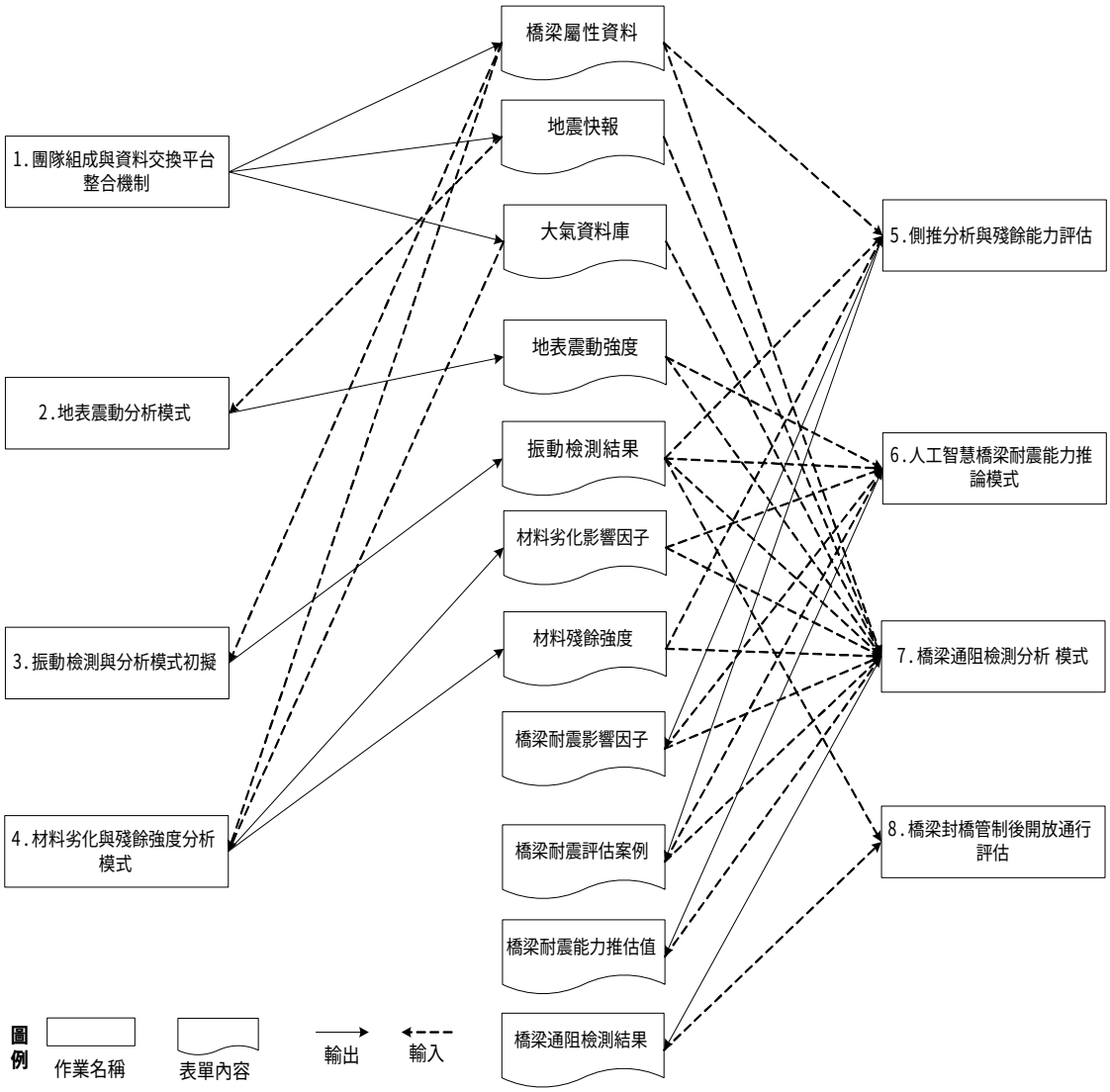


圖 3.4 各階段資料表關係圖

本研究依據各協同主持人之專長特性，負責不同研究領域之工作，以下詳細說明各階段之工作內容。

第四章 地表震動分析模式

臺灣是地震活動頻繁國家，而都會區人口與建築結構物位置大都集中在地質較鬆軟的平原、盆地上，因此受地震災害的威脅也相對提高，地震模擬器目的主要於當地震發生時，藉由中央氣象局提供的臺灣地震速報系統資訊，可獲得地震位置、規模、深度等參數，輸入地震模擬器作為全臺地震強地動分析，以提供快速完整的地震測報資訊給相關單位及橋梁損壞評估之依據，以利救災與補強的進行。圖4.1為本章研究流程，本計畫對於地表震動分析模式部分將依循此流程進行研究探討。

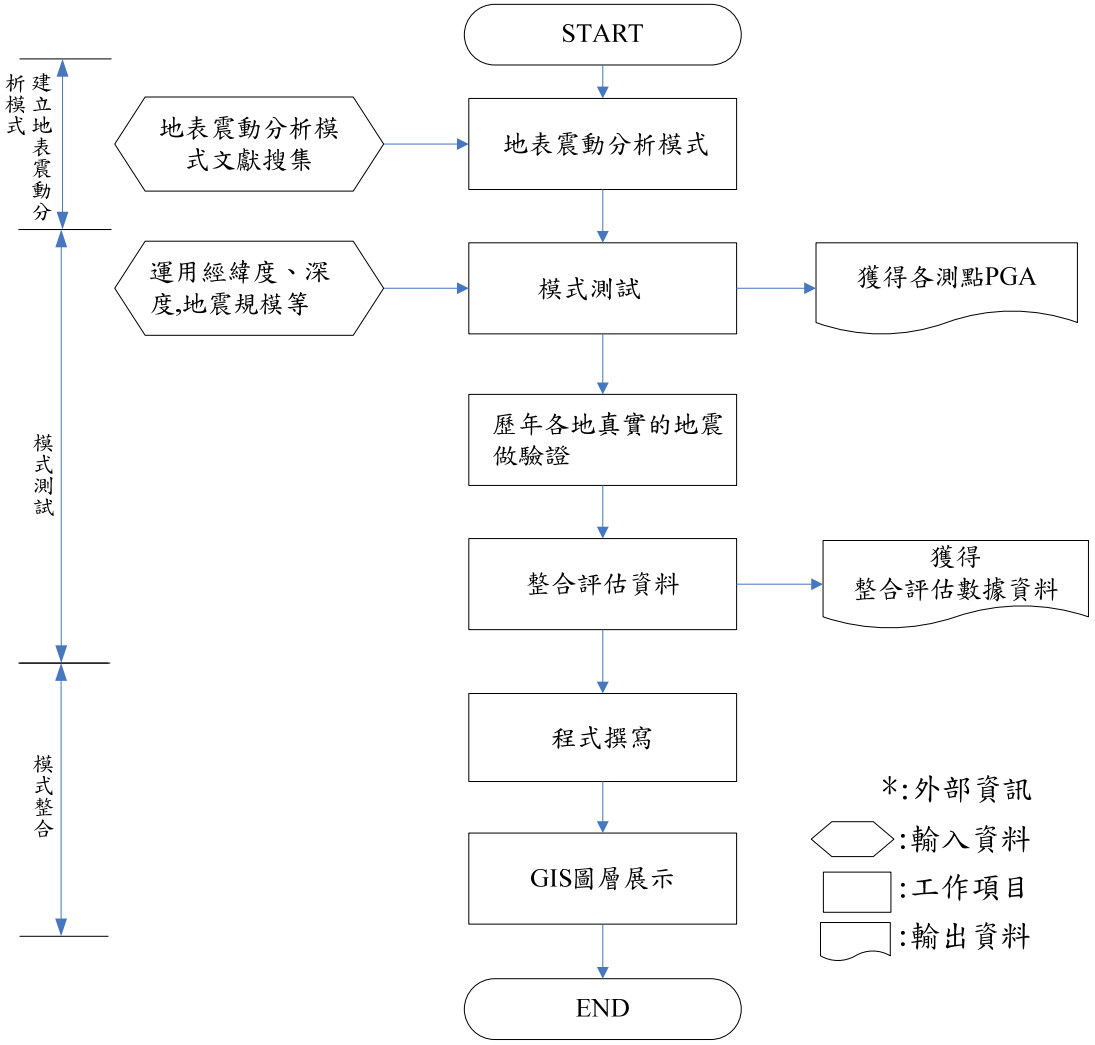


圖 4.1 地表振動分析模式流程

4.1 建立地表震動分析模式

臺灣地質構造複雜，震源傳遞過程經由地形、地層、地質構造影響差異極大，可能會影響地震波的振幅、頻譜等特性。過去學者使用中央氣象局自由場強地動觀測網(TSMIP）之強震紀錄，根據氣象局測站名稱編號將全省測站分為七區，涵蓋範圍包括臺北地區(TAP）、臺中地區(TCU）、嘉南地區(CHY）、高屏地區(KAU）、臺東地區(TTN）、花蓮地區(HWA）及宜蘭地區(ILA），除中央山脈外，各測站平均間距約為5公里，並加入了中央研究院地球科學研究所之山區強震站(CMA)的強震紀錄。圖4.2為中央氣象局強震站及中央研究院山區強震站位置圖(張毓文，2002)三角形符號表示使用的臺灣自由場強地動觀測網之測站分佈位置，正方形符號表示了中央研究院山區強震站之測站分佈位置。場址的分類主要依測站的地質狀況及其土層的剪力波速而定，美國加州地區所採用的建築技術規範(ICBO，1991)將地盤分為S1、S2、S3、S4 四類。(郭鎧紋，1992， 1993，1994)於中央氣象局的專題研究中，以ICBO為分類標準，分別對臺北地區、桃竹苗地區及嘉南地區部份自由場強震站進行分類。另外，為工程應用考量有研究 (Lee et al，2001)以綜合地質、工程鑽探資料及標準貫入試驗之N值和頻譜分析等方法將全臺灣自由場強震站的場址分為B、C、D、E四類。中央大學地球科學學院應用地質研究所將臺灣Vs30製作更精確圖檔，如圖4.3所示。

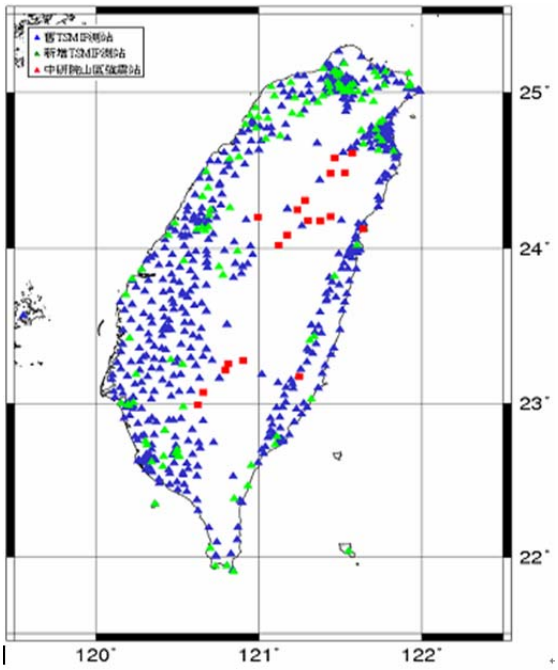


圖 4.2 中央氣象局強震站及中央研究院山區強震站位置圖

(資料來源：張毓文，2002)

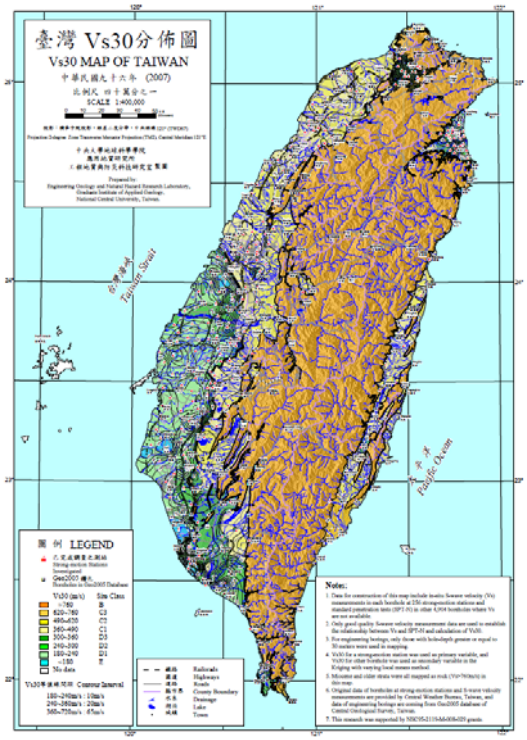


圖 4.3 臺灣 Vs30 分佈精確圖檔

(資料來源: 中央大學地質與防災科技研究室製圖)

就衰減原理而言，簡易來說就是地表震動會隨距離增加而衰減，但地震波從震源傳遞到接收測站之間的過程卻十分複雜，涉及諸多變數，即接收測站所收到的地動值受到震源、路徑以及場址效應的影響，另外當地震規模越大時，地表震動強度越強，而衰減模式較為緩慢；反之，規模小地震，能量消逝較快速。而場址效應參考之衰減模式，採用地表下30公尺剪力波速之平均值為分類之依據，並分為軟弱地盤及岩盤的衰減模式，另外由於衰減公式是使用所有測站的平均場址特性，只適用於一般性地盤，因此在岩盤地區其地動預測值可能會有高估的情形，反之沖積層會低估。臺灣地區之淺源地震，除了集集地震為斷層破裂型態外，其餘地震之震源型態多不明顯，以最大加速度值來看，測站的場址特性對於地震紀錄之影響是衰減模式分析過程中誤差的主要來源之一。一般而言，位於沖積層的測站所記錄到的振幅值會比位於岩盤的測站所記錄到的振幅值高。(溫和葉，1986）研究SMART-1 陣列所記錄三大地震指出：沖積層測站的主要共振頻率較岩盤為低，且振幅較大，由地震紀錄可發現位於沖積層測站收到之水平最大加速度與速度值，與位於岩盤測站紀錄相比，分別大了二到三倍，此差異會間接影響到衰減模式對於地震危害度評估的準確性。張毓文(2002)使用不同顏色的實線來代表規模4.0~7.0的衰減曲線(如圖4.4所示)，由不同規模的實測值分佈顯示，在岩盤測站隨規模越大，地震紀錄偏差的現象越大，也就是說，Campbell的衰減區線在規模愈大時，預測值會有偏低的現象，同樣地，在沖積層的衰減曲線也有低估的情形出現。

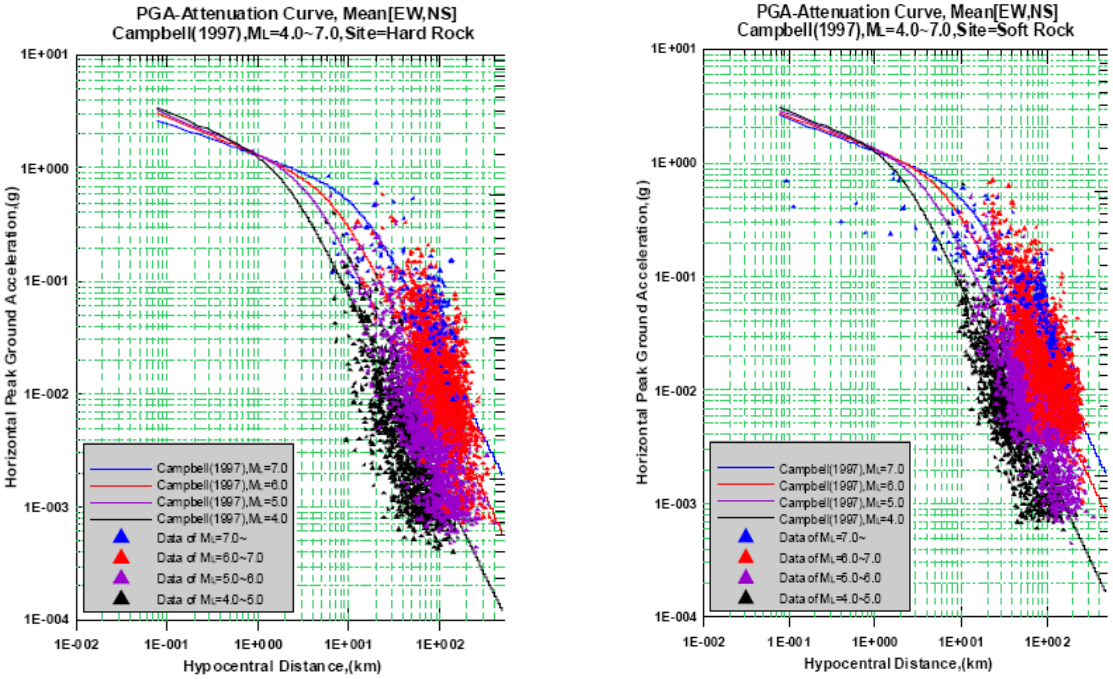


圖 4.4 臺灣規模 4.0~7.0 地震與(Campbell，1997)衰減曲線關係

資料來源: 張毓文，2002

本研究之地震模擬器採用分析模式為 Chien(2001)對(Campbell，1981)之衰減模式迴歸分析如下：

$$PGA(g)=f(M,R)=0.02938e^{1.1995M}[\,R+0.14667\exp(0.69689M)\,]^{-1.73413} \quad \ldots\ldots (4.1)$$

其中，PGA：震度強度值；M:芮氏規模；R:場址到斷層線最短距離。

第一階段，利用上式參考之衰減模式得到各測站預測初步之 PGA 值，由於其分析時並未對測站場址特性加以分類，因此所得結果為一般性場址適用；而第二階段分析時，則將其對各測站實際觀測值的系統偏差量作校正分析。第二階段分析之目的，係將第一階段參考之衰減模式的預估結果與實測值作迴歸分析；由迴歸分析可得到各測站的場址修正係數 C0、C1 值。其間之關係式為：

$$\ln(Y_0) = C_0 + C_1 \times \ln(Y_a) \quad \ldots\ldots (4.2)$$

其中，Ya ：參考衰減模式的預測值；Y0：實測地震動值；C0 及 C1：各測站之場址修正係數。

4.2 模式測試

4.2.1 地表震動分析模式測試

詹皓凱(2008)根據式(4.2)為基礎，對於前述地震模擬器運算方法進行測試，此測試對於地震模擬器程式所需要輸入資料條件為震央經緯度座標、震源深度(Km) 、地震規模(ML)等參數，而地震模擬器模式測試過程，需考量震源效應(Source Effect)、地震波傳遞的路徑效應(Path Effect）、及局部地質特性所引起的場址效應(Site Effect）。依據地震模擬器程式分佈全臺灣的地動強度參數 PGA，評估程式是否符合該研究探討衰減模式與場址放效應，而詹皓凱(2008)之第一階段測試結果只參考地震動衰減律與實測值的全臺灣地表加速度，比較結果如圖 4.5 所示。

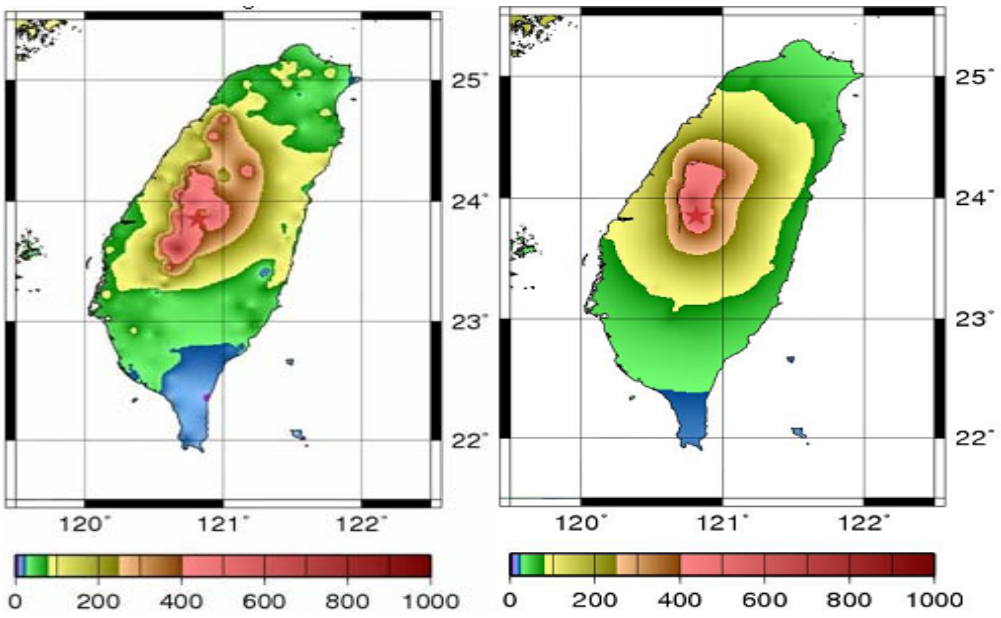


圖 4.5 為集集地震的(a)實測值與(b)衰減模式預測值 PGA 分佈
(資料來源:詹皓凱，2008)

4.2.2 歷年各地真實地震之驗證

詹皓凱(2008)於第二階段測試中在衰減模式中加入場址效應，新增

TSMIP 與 CMA 測站場址特性，而使用兩階段步驟對各測站之場址效應進行分析，來得到更可靠的場址修正函數。針對新增之 TSMIP 與 CMA 測站的正規化誤差殘值，故於分析場址特性時，採用即時站地震紀錄及自由場強震站之地震紀錄，在資料的選取分析上增加了芮氏規模 5.0 以上的地震資料來增強分析之準確性(如圖 4.6 所示)，經由場址函數修正過後的二階段預測結果明顯的更接近實際觀測值，得到較為可靠的預測結果。由此可知，測站之場址特性對衰減模式造成的影響可藉由測站之場址函數修正其效應，以降低其系統標準偏差，並提升系統準確性獲取更加可靠之預測結果。

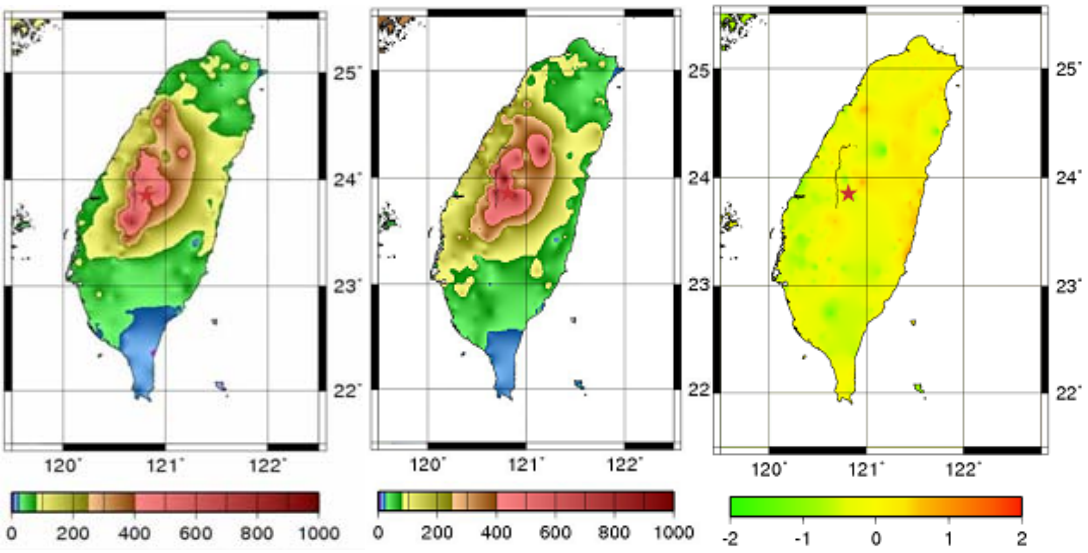


圖 4.6 修正函數校正後的預測與其觀測值之誤差殘值分佈

(資料來源:詹皓凱，2008)

4.2.3 整合評估資料

本研究參考張毓文(2002)及詹皓凱(2008)對於地震衰減模式的研究與修正結果，而修正後之地震衰減模式能預測出較可靠的 PGA 結果。因此本研究採用此模式結果，再把歷年地震(集集地震、花蓮地震與嘉義地震)資料帶入地震衰減模式之中，預測全臺 PGA 分佈，並取中央氣象局地震測站之量測資料加以驗證，其驗證結果請參考圖 4.7 至圖 4.9 所示。由圖 4.7 可知，地震模擬器與測站量測 PGA 結果趨勢相近，但尚有局部誤差值較高或低的情形，而造成此誤差來源有三點：

1.迴歸誤差：是採用多數歷年地震迴歸分析而非單一地震特性，所以會有所誤差。

2.場址資料不完整：由於中央氣象局測站多集中架設於都會區屬於沖積層，使得場址特性並無完整的參考資料。

3.衰減曲線之限制：由於參考的衰減曲線之場址特性，只適用於第二類場址及第三類場址，故場址效應在第一類及第四類會有所誤差。

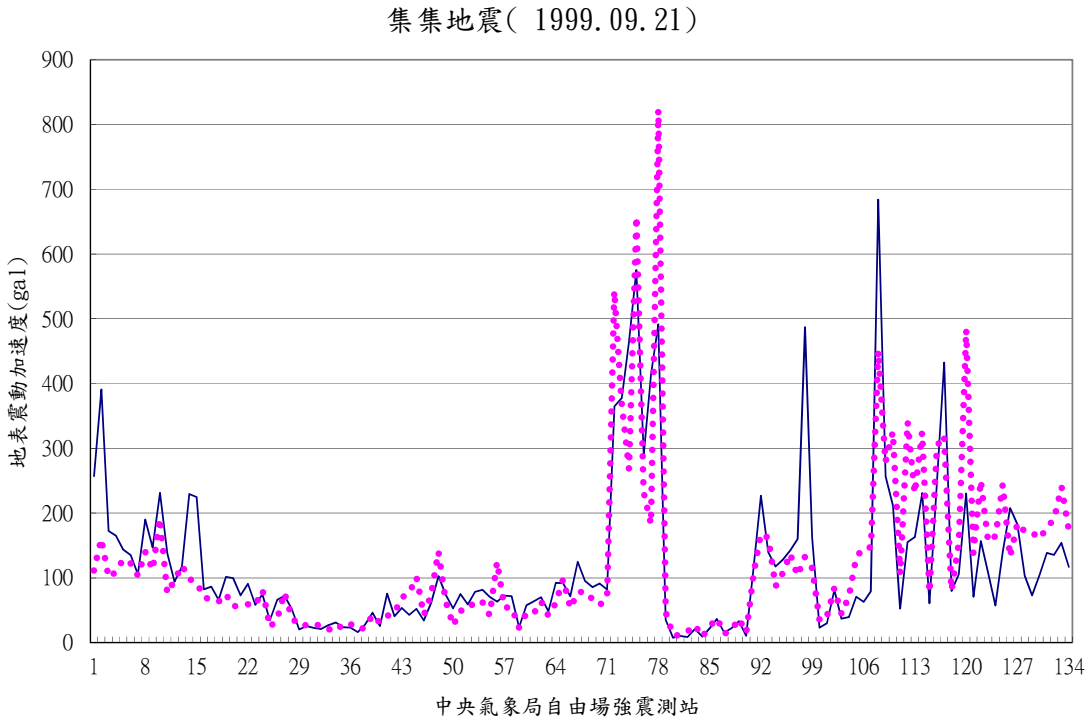


圖 4.7 臺灣歷年大地震：集集地震之實測值與預測值比較

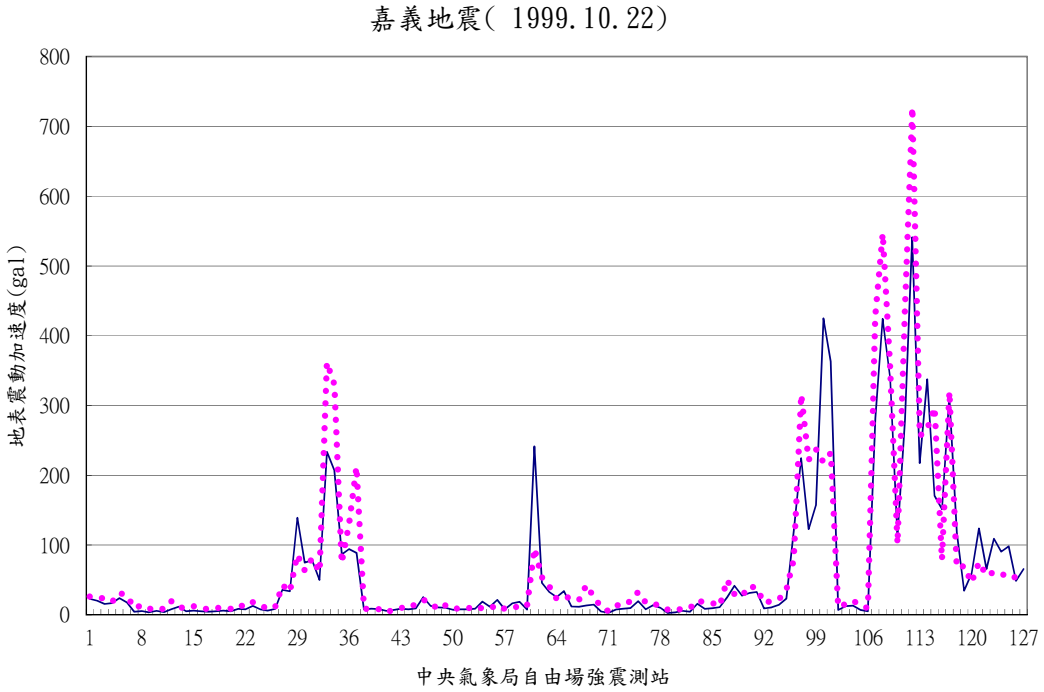


圖 4.8 臺灣歷年大地震:嘉義地震之實測值與預測值比較

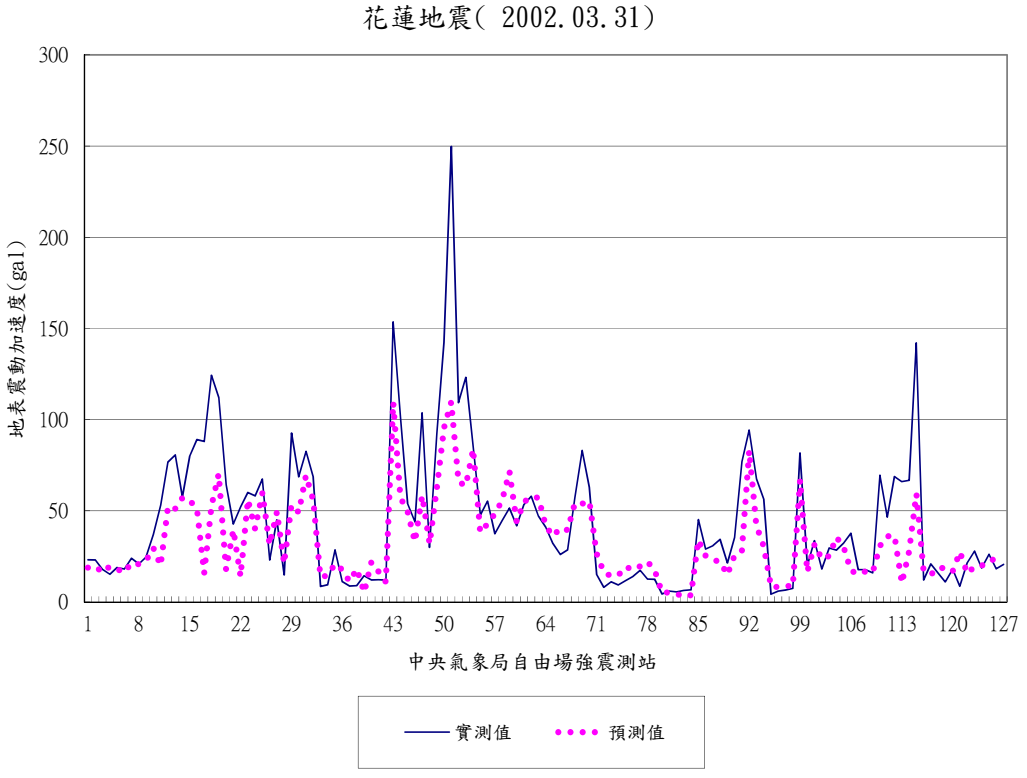


圖 4.9 臺灣歷年大地震:花蓮地震之實測值與預測值比較

4.2.4 港研中心地震站實測值與預測值整合

交通部運輸研究所港研中心提供「蘇澳港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港」之測站。經由歷年地震測站數據資料與地震模擬器預測值做整合，而各港的測點位為地震模擬器中尚未輸入的測站資料，故需要在程式的文字檔裡新增新測站點、場址分類種類與場址係數修正因子等條件再進行分析。而分析結果的預測值相當符合探討的衰減模式與場址放大效應之研究，如表 4-1~4-4。但是表中仍有局部誤差值的測站點，乃因場址分類資料與修正係數因子是未知的，須以目前現有的相關數據資料和場址權重分配等方法評估以推斷未知的參數因子，也因此可能造成部分誤差的來源。

表4-1 各港地震實測值與預測值比較(發生日期99/03/04)

測站	緯度(°N) (TWD97)	經度(°E) (TWD97)	測站高程(m)	實測值 PGA(g)	預測值 PGA(g)	地震資料
蘇澳港	24.591	121.863	-	0.01	0.002	
臺北港	24.151	121.393	-	0.007	0.009	
臺中港	24.273	120.520	-	0.038	0.016	發生日期：99年03月04日 發生時間：8時18分 震源位置：北緯22.97度、東經120.71度。 震源深度：22.6公里 芮氏規模：6.4
布袋港	23.375	120.133	2.7	0.127	0.06	
安平港	22.980	120.177	-	0.083	0.082	
高雄港	22.598	120.283	-	0.073	0.047	

表4-2 各港地震實測值與預測值比較(發生日期95/12/26)

測站	緯度(°N) (TWD97)	經度(°E) (TWD97)	測站高程(m)	實測值 PGA(g)	預測值 PGA(g)	地震資料
蘇澳港	24.591	121.863	-	-	2E-04	
臺北港	24.151	121.393	-	-	8E-04	
臺中港	24.273	120.520	-	0.002	0.003	發生日期：95年12月26日 發生時間：23時41分 震源位置：北緯22.07度、東經120.3度。 震源深度：41.2公里 芮氏規模：5.5
布袋港	23.375	120.133	2.7	-	0.004	
安平港	22.980	120.177	-	0.007	0.006	
高雄港	22.598	120.283	-	0.016	0.011	

表4-3 各港地震實測值與預測值比較(發生日期95/04/01)

測站	緯度(°N) (TWD97)	經度(°E) (TWD97)	測站高程(m)	實測值 PGA(g)	預測值 PGA(g)	地震資料
蘇澳港	24.591	121.863	-	0.004	0.002	
臺北港	24.151	121.393	-	0.004	0.007	
臺中港	24.273	120.520	-	-	0.011	發生日期：95年04月01日 發生時間：18時02分 震源位置：北緯22.88度、東經121.08度。 震源深度：7.2公里 芮氏規模：6.2
布袋港	23.375	120.133	2.7	0.025	0.024	
安平港	22.980	120.177	-	0.023	0.027	
高雄港	22.598	120.283	-	0.025	0.021	

4.3 模式整合

本研究所採用之地震模擬器所參考的衰減模式，係根據(簡文郁，2001)所使用的地震資料為主要對象，範圍針對芮式規模 5.0 以上及震源深度 35 公里以內，對工程結構物較有危害的地震。並且排除臺北盆地(Wen et al，1998)及宜蘭盆地有明顯場址放大效應的測站紀錄為原則進行挑選，選取的條件如下：

1. 選取芮式規模5.0~7.5的地震，包含集集主震及其餘震。
2. 採用符合上述條件地震所觸發的測站歷時紀錄，包含全部即時站的地震紀錄及25公里以內的自由場強震站之地震紀錄，以避免迴歸分析時權重不一的現象。
3. 使用地震紀錄中兩水平方向(EW，NS)地表最大加速度值的幾何平均值來進行迴歸分析，求得參考衰減公式之係數。
4. 在進行分析時，為了避免進行分析時有過大的誤差，故先排除有明顯場址放大效應的臺北盆地與宜蘭盆地的測站紀錄，來取得精確度較佳的衰減模式。

根據上述內容予以程式化，完成地震模擬器。未來只需獲得氣象局地震速報獲得地震位置、規模及深度，就可以計算全臺灣各地地表加速度，詳細人機介面建立，請參考第九章內容。

第五章 振動檢測與分析模式初擬

橋梁結構物自竣工通車使用，在長時間的營運過程中，因受到環境改變及本身劣化等因素的影響，局部構件的損傷為無可避免之現象，影響的程度視損害規模而定；規模小者僅影響局部結構性能，橋梁整體功能不受影響，規模大者將導致結構無法發揮正常功能，進而影響交通運作甚至造成人命的損失。為確保用路人行車安全與延長橋梁使用年限，例行性之維修成為必要的工作；橋梁結構之檢測結果，可為維修的時間點、範圍與程度之重要依據。因此，檢測的目的在於即時掌握橋梁結構之現況，包含發掘橋梁結構之損傷程度，用以評定橋梁之承載能力。評估橋梁之安全承載能力時，通常必須在合理的成本下，取得精確之檢測數據，橋梁檢測種類眾多，如鋼筋腐蝕、橋墩沖刷深度、橋面板完整性等項目；其中，自然振動頻率，一般均認為可做橋梁健康與否的指標，因為若橋基受到嚴重的沖刷，則橋墩的振動頻率將隨之下降，因此，若檢測過程中偵測到上述情形時 ，表示該橋梁極有可能無法達到原設計之目標強度，據此，相關措施可以適時適地施作於該橋梁，防止橋梁非預期性之破壞、確保行車及用路人之安全，進而降低社會經濟成本。

沖刷問題之重要性可從公路總局委託臺大團隊於民國 95 年「橋梁監測預警系統及沖刷保護措施及補強等策略之研究」中，提出的耐洪能力評估表窺見，該表中共有 16 個評分項目，總分為 100 分，其中有 9 項共 60 分與橋梁沖刷潛勢具有高度之相關。再者，近年臺灣因沖刷導致橋基裸露破壞並使橋梁喪失去其設計功能的事件，時有所聞；因此，洪水淘刷河床之議題廣受各界關注；使得橋梁震動頻率檢測受到許多學者注意並針對洪水前後之橋墩頻率變化率進行研究，冀能藉由此參數之變動，判斷橋梁健康之依據；例如李維峰與陳正興(2009)嘗試從頻率的下降程度診斷出結構是否安全或結構破壞的原因。不過，多數研究所採取的量測方法一般稱為直接量測法，所謂直接量測法係指

將量測儀器安裝於橋梁之上，直接讀取橋梁的振動頻率；不同於直接量測法，非直接量測法(如移動式非破壞性振動檢測)並不嘗試讀取橋梁的振動資訊，而是將量測儀器裝置於具有行動能力的車輛中，藉由量測車輛的振動結果反推橋梁之振動特性;非直接量測法，無論讀取資料時，車輛為行進中或靜止，均較傳統之直接量測法具有機動性。

據此，本章將針對橋梁震動頻率之檢測進行研究，然而，因臺灣地區之橋梁數量高達數萬座，逐一設置固定式頻率監測儀器之成本可能過高，因此在不影響現有交通之前提下，研究快速量測橋梁頻率(如移動式非破壞性振動檢測)遂成為本計畫研究目的之一，本計畫針對多種橋梁頻率量測法(包含直接與非直接量測)進行試驗，分析並比較其間差異，探討非直接量測法應用於實際橋梁之可行性。

目前本計畫共進行 4 座橋梁試驗，分別為宜蘭舊牛門橋、新店思源橋、宜蘭執信橋及南投集集橋。每座橋梁試驗因時間不同，各具有不同的階段性目的，因此，每座橋梁進行的試驗項目均不同，其重點觀察項目亦不同。圖 5.1 為本章研究流程，本計畫對於振動檢測與分析模式部分將依循此流程進行研究探討。由圖可知，振動檢測與分析模式可再細分四個主要課題，分別為基本資料蒐集、橋梁試驗分析、貝氏定理分析及封橋分析，以下將就此四個主要課題分別說明。

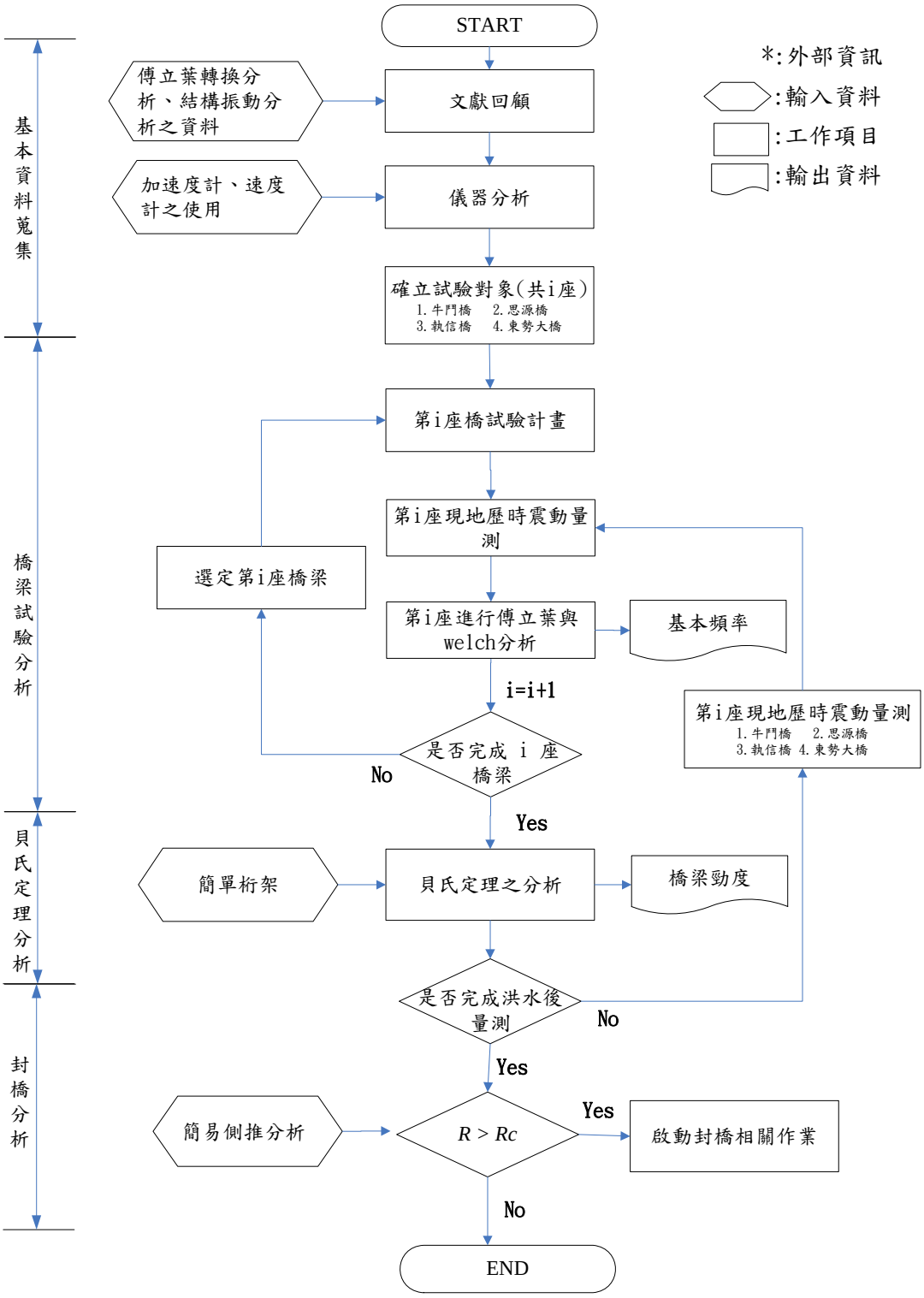


圖 5.1　振動檢測與分析模式初擬流程圖

5.1 基本資料蒐集

本計畫運用港研中心既有之振動檢測設備(速度計及加速度計各 1 組)，選定符合目標之試驗橋梁，利用多種振動檢測方法，針對橋面版中間跨處垂直方向、橋墩處水流方向進行頻率量測，依據試驗結果，評估並建置國內橋梁震動頻率檢測方式。

本計畫檢測方式說明如下；

1.有無外力作用於橋梁：可分為兩類:(1)等速動態載重試驗(有)及(2)微震量測(無)。其中、外力來源又可分為大型卡車(6噸)、小型休旅車(1.5噸)及小型自用車(1.5噸)三種；外力作用於橋梁之速度有10公里/小時、20公里/小時及40公里/小時等。

2.儀器是否直接置於橋梁結構體上，則可分為以下兩類；(1)直接量測(有)及(2)間接量測(無)；直接量測係指量測儀器直接置於橋梁結構體上，非直接量測係指量測儀器置於小自客或無動力拖車(斗)中。

3.量測儀器移動與否，則可以分為移動式與靜止式量測；其中，移動式量測中，儀器可能設置於小型自用車之行李箱中或小拖車上。靜止式量測時，儀器可能設置於橋面板中央跨處、橋面板橋墩上方處、小自客後行李箱中及小拖車中。

綜合上述，本試驗進行的試驗項目計有：

(1) <等速動態載重法 - 非直接量測 - 移動>

(2) <等速動態載重法 - 非直接量測 - 靜止>

(3) <等速動態載重法 - 直接量測 - 靜止>

(4) <微震法 - 非直接量測 - 靜止>

(5) <微震法 - 直接量測 - 靜止>

另、根據定義，以下三種組合為不可能實現之情形：

(6)<等速動態載重法 - 直接量測 - 移動>：若為直接量測，表示儀器係直接設置於橋梁結構體上，則儀器自然不可能為移動狀態。

(7)<微震法 - 非直接量測 - 移動>：既然是微震法，表示沒有外力來源，如此，沒有具移動性之車輛可提供儀器放置。

(8)<微震法 - 直接量測 - 移動>：理由同第七個量測法。

本計畫將評估上述各方法之可行性，若均為可行，最佳選擇之優先順序為：1、4、2、5、3。第一個量測法為最優先選擇主因為其符合機動性佳、儀器可以設置於車上不須搬動，滿足利用單一儀器快速量測多個橋梁的目的；第四個量測法相較於第一個量測法，其量測過程中，除機動性稍為不理想(因試驗車輛必須短暫停止)，需時較第一個量測方法稍久，但有相當程度的機動性，且同樣地，儀器設置於車上不須搬動，故為第二優先；第二個量測法與第四個量測法類似，唯一不同處在於需要額外的外力來源，增加試驗成本與複雜度，故優先順序在第四個量測法之後；第五個量測法則因需將量測儀器放置於橋梁結構體上，耗時較久，且此方式並非全新的量測法，相關技術發展相對成熟，故為第四優先選擇；第三個量測法與第五個量測法類似，唯一不同處在於需要額外的外力來源，同樣地，增加試驗成本與複雜度，故為最後之選擇。

綜合上述，下文中提及量測方法時，將依尋以下之名稱，各名稱所代表之意義則如上所述：

(1) <移動式量測法>

(2) <等速動態載重法 - 非直接量測>

(3) <等速動態載重法 - 直接量測>

(4) <微震法 - 非直接量測>

(5) <微震法 - 直接量測>

以上名稱與先前相近，目的在於精簡各試驗名稱，增加本報告之閱讀性；其中，經觀察知，在五個試驗法中，僅有第一個量測法其儀器為移動形式，故精簡為<移動式量測法>；而第二個至第五個試驗則其儀器均為靜止狀態，故省略。

本計畫至目前為止所有橋梁試驗之試驗方式如下表:

試驗方式	量測方式	儀器位置	橋梁振動外力來源	試驗代碼
移動式量測法	非直接量測	小自客	小自客	1
	非直接量測	拖車	休旅車	2
	非直接量測	小自客	小自客重車	3
	非直接量測	拖車	休旅車＋重車	4
微震法	直接量測	橋面版	無	5
	非直接量測	小自客(車靜止)	無	6
	非直接量測	拖車(車靜止)	無	7
等速動態載重法	直接量測	橋面版	重車	8
	非直接量測	小自客(車靜止)	重車	9
	非直接量測	拖車(車靜止)	重車	10

截至目前為止，本團隊共針對四座橋梁進行五次試驗，各個試驗之目的及關係如下表所示：

表 5-1 各橋梁試驗之目的及關係

橋梁名稱	試驗重點	試驗結果	相對應措施
1. 牛鬥橋	(1)測試將量測儀器置於車內的可行性(移動式量測法之可行性評估) (2)確認港研提供之儀器與本團隊操作該儀器之準確性	(1)<移動式量測法>之可行性尚無法由此次試驗結果驗證。 (2)本團隊操作港研儀器之準確性已確認	(1)於思源橋試驗中再次測試<移動式量測法>之可行性，並改用加速度計作為量測儀器
2. 思源橋	驗證<移動式量測法>之準確性	以加速度置於車內確可量測橋梁震動，準確性尚待驗證	於執信橋試驗之<移動式量測法>中，增加無動力小拖車之試驗，並加大外力來源(卡車)以增加試驗成功之機率
3. 執信橋(第一次)	(1)非直接量測法可行性探討 (2)外加載重(等速動態載重法)對量測結果影響之探討 (3) <移動式量測法>可行性再探討	(1)非直接量測法確實可行(橋面板)，橋墩方面，仍有改善空間 (2)外加載重對量測結果有正面效果，以車速20公里/小時最佳 (3)因一般小自客之高阻尼特性，不適用於<移動式量測法>中，加設無動力小拖車，為較可行之方案	(1)先行估算東勢大橋之震動頻率，若仍與現租用之小托車相近，應另行設計或尋找其他小拖車
4. 執信橋(第二次)	沖刷前後頻率之比較(前提為今年的雨量對執信橋確有沖刷的事實)	兩次量得之頻率並無明顯之不同，原因為今年的降雨量並未對執信橋造成顯著之沖刷	
5. 集集橋	增加試驗案例之資料數	順利完成資料收集	

本計畫針對四座橋梁進行多種測試，因試驗項目眾多且彼此間存有關係，以下將先提供相關背景資料，輔助了解相關背景，以下內容包括:(一)儀器測試、(二)確立試驗對象；分別敘述如下:

5.1.1 儀器測試

以下步驟詳細說明現地試驗進行前，(加)速度計之設定流程。

<**步驟 1.**> 前置作業：使用(加)速度計前，需先於電腦中裝置相關軟體，方可連接儀器，進行測試。

<**步驟 2.**> 設定參數：使儀器軟體連接到儀器 IP。

<**步驟 3.**> 即時監測：確認連接上儀器 IP 後，即可「即時監測」。

<步驟 4> 測試：試驗前，須先進行測試，例如以人工輕搖儀器，並檢查筆電上程式的監測畫面是否有反應，若有，則儀器裝置完成，可進行現地量測。

進行量測時需別留意儀器安置的方向，譬如 x 與 y 可為水流或車行方向(z 一般均為垂直方向)，因本計畫對於橋墩水流方向之震動頻率特別關注，故各方向所代表的意涵必須小心釐清。

5.1.2 確立試驗對象

臺灣全國橋梁逾萬座，本計畫依據以下幾點選擇試驗對象：

1. 因非直接量測技術於國內尚未成熟，為專注於技術開發，以簡支直線型橋梁為優先。
2. 為配合整體計畫規劃，試驗橋梁需有竣工圖，以利相關子計畫進行側推分析。
3. 為使量測資訊可以與其他子計畫進行整合，所選橋梁以具有中性化或鹽害潛勢者為優先。

上述三點僅為選擇橋梁時之原則，因配合計畫時程，有時無法全面兼顧，譬如新店思源橋並無竣工圖，惟因該橋具離臺灣科技大學不遠，具有地理上的優勢，且該橋平時之交通量並不大，不須封橋即可進行試驗，故仍選擇該橋為試驗橋梁。另如執信橋雖具有沖刷的可能，

為其橋址距海甚遠，可能並無鹽害問題，惟因該橋實為兩座單向通車之橋梁，一旦封橋對當地交通量之影響並不大，故仍選為試驗橋梁。至於牛鬥橋，則因恰逢新牛鬥橋已經啟用，舊牛鬥橋已停用並將拆除，若針對舊牛鬥橋進行試驗，則無須考慮封橋所帶來之交通衝擊等不便因素，且目前已有國家地震中心及朝陽科技大學等研究團隊針對該橋之震動頻率進行檢測，各團隊所使用之儀器與方法均不相同，其量測結果可提供本研究團隊檢測結果之參考與比較，故選為試驗橋梁。

所以，本計畫目前共針對「宜蘭舊牛鬥橋」、「新店思源橋」、「宜蘭執信橋」進行試驗，以下為此四座橋梁之基本介紹:

1. 宜蘭舊牛鬥橋:

牛鬥橋位於宜蘭縣大同鄉蘭陽溪河流上，為 7 跨預力混凝土 I 型梁橋，行車兩向分別為獨立之橋梁結構。右橋建於民國 50 年，全長約 259 公尺，大梁跨徑約 37 公尺，橋梁淨寬約 4.6 公尺，總寬約 5.4 公尺，橢圓形變斷面橋墩，墩柱底長 4.4 公尺寬 2 公尺，基礎採沉箱基礎，直徑 4 公尺；左橋建於民國 84 年，全長約 256.2 公尺，大梁跨徑約 36.6 公尺，橋梁淨寬約 5 公尺，總寬約 5.7 公尺，圓形單柱橋墩，墩柱直徑 1.8 公尺，採直徑 4 公尺、長 12 公尺沉箱基礎。兩橋中心線間距約 10 公尺，橋面版淨間距約 4.5 公尺。此次實驗操作選擇右橋。實際照片如圖 5.2、圖 5.3 所示。



圖 5.2　臺 7 線端之牛鬥橋



圖 5.3　牛鬥橋(左橋與右橋)

2. 新店思源橋:

思源橋位於新北市新店區，為 8 跨預力混凝土 I 型梁橋，行車兩向為同一條橋梁結構。建於民國 72 年，全長約 240 公尺，大梁跨徑約 30 公尺，橋梁淨寬約 7.7 公尺，總寬約 9.2 公尺，橫梁型式為矩形梁，單柱式橋墩型式，基礎採樁基礎。實際照片如圖 5.4、圖 5.5 所示。



圖 5.4　思源橋



圖 5.5　思源橋下觀

3. 宜蘭執信橋:

執信橋位於宜蘭縣大同鄉，為 6 跨預力混凝土 I 型梁橋，行車兩向分別為獨立之橋梁結構。右橋建於民國 78 年，全長約 143.4 公尺，最大跨距約 25.6 公尺，橋梁淨寬約 5 公尺，總寬約 5 公尺，基礎採直接基礎，單柱式橋墩型式；左橋建於民國 86 年，全長約 143.4 公尺，最大跨距約 25.6 公尺，橋梁淨寬約 5 公尺，總寬約 5 公尺，基礎採直接基礎，單柱式橋墩型式。實際照片如圖 5.6、圖 5.7 所示。



圖 5.6　執信橋(左橋與右橋)



圖 5.7　執信橋

4. 南投集集橋:

集集橋位於南投集集鎮，為預力混凝土 I 型梁橋，該橋建於民國 68 年，最大跨距約 25.0 公尺，橋梁寬度約 5 公尺，採單柱式橋墩型式，該橋與之後興建的集集攔河壩採共構基礎，現場照片如圖 5.8、圖 5.9 所示。



圖 5.8　集集橋與相鄰之攔河堰



圖 5.9　集集橋

5.2 橋梁試驗分析

本節主要內容包括: (一)說明取得歷時振動資料後所需的分析；例如頻譜分析與濾波計之設計、(二)說明各橋梁之試驗結果。上述各點分別敘述如下:

5.2.1 頻譜分析方法

試驗所得為非連續的數位訊號，一般進行頻譜分析時，經常採用快速傅立葉轉換分析，本團隊目前採用 welch 法執行歷時振動資料及能量譜(Power Spectrum Density， PSD)之間的轉換。

信號之頻率域分析，主要基於傅立葉轉換(Fourier Transform)，而傅立葉轉換源自傅立葉級數(Fourier series)。傅立葉級數為週期性函數的解析式，即任何具有基本週期之函數均可表示成傅立葉級數。假設基本週期趨近於無限長時，則可由傅立葉級數得到傅立葉轉換之公式。因為傅立葉轉換假設函數之基本週期為無限長，然實務上之量測及信號分析，通常為有限時間區間，因此一般採用離散傅立葉轉換。離散傅立葉轉換之數值分析，須較長的計算時間，因此，快速傅立葉轉換隨之發展，但時間域分割點數必須是 2^n 個。

信號頻譜估測的方法有很多種，如 Periodogram、Bartlett、Welch 等，本計畫目前採用 Welch 法進行信號頻譜的分析。因所收集之訊號具有隨機性，相對應的傅立葉轉換也應具有隨機性。Welch 法的特徵即為，將資料依一定的時間分段，將各段資料進行傅立葉轉換，再將轉換後的振幅或振幅平方平均，以得到傅立葉轉換的平均值。換言之，Welch 法將信號區分為若干子序列並容許子序列間有部分重疊，並將離散傅立葉轉換應用到每一個子序列，以求取頻率分佈的平均值以減低訊號隨機性之影響程度。

5.2.2 濾波器設計

濾波器的數學基礎為摺積計算；例如，數位濾波器的輸出 *y(n)*，是它的輸入 *x(n)*與它的脈衝響應 *h(n)*的摺積，如下所示：

$$y(n) = h(n) * x(n) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} h(n-m)x(m) \quad \text{.....(5.1)}$$

若數位濾波器的脈衝響應與輸入均為有限長度之向量，則其輸出可以一維摺積計算。一般而言，數位濾波器的輸出 *y(n)*的 z-轉換 *Y(z)*，與輸入 *x(n)*的 z-轉換 *X(z)*，存在以下之關係：

$$Y(z) = H(z)X(z) = \frac{b(1) + b(2)z^{-1} + ... + b(nb+1)z^{-nb}}{a(1) + a(2)z^{-1} + ... + b(na+1)z^{-na}} X(z) \quad \text{...(5.2)}$$

其中，*H(z)*為濾波器的轉移函數(transfer function)或系統函數(system function)，*a(i)*、*b(i)*為濾波器之係數； *na* 與 *nb* 中之最大值為濾波器的階次。z-轉換可視為傅立葉轉換之一般式，傅立葉轉換之公式如下；

$$X(e^{jw}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]e^{-jwn} \quad \text{.....(5.3)}$$

而 z-轉換為

$$X(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]z^{-n} \quad \text{.....(5.4)}$$

其中，z 為一個複數變數。

濾波器係數(*a(i)*、*b(i)*)與濾波器的分類有密切的關係，例如：

1. 若 *nb = 0*，此時的脈衝響應長度是無限的，故稱為無限脈衝響應濾波器(Infinite Impulse Response Filter, IIR)；理論上，IIR 濾波器的脈衝響應 *h(n)*之長度為無限，但在實際計算過程中，無限大的階數基本上是無法達成的，通常採用遞迴的方式來解決此一問題；因計算過程中具有回饋機制，因此，輸出訊號不僅受輸入訊號影響，也同時與前一筆輸出訊號有關連。

2. 若 *na = 0*，此時的脈衝響應長度是有限的，故稱為有限脈衝響應濾波器(finite Impulse Response Filter, FIR)；FIR 的脈衝響應會在有限的取樣時間內衰減，而對於有限的輸入，其輸出響應必為有限，因此，FIR 可視為是輸入值的加權平均，故又可稱為移動平均（Moving Average）濾波器，簡稱 MA 濾波器。FIR 濾波器的運算量跟濾波器階數有很大的相關性，階數越大，運算量越大。

若 5.2 式中之 *a(1) = 1*，則 5.2 式進行逆 z-轉換後，可得

$$y(n)+a_2y(n-1)+...+a_{na+1}(n-na)=b_1x(n)+b_2x(n-1)+... \quad (5.5)$$

整理可得

$$y(n)=b_1x(n)+b_2x(n-1)+...+b_{nb+1}(n-nb)-a_2y(n-1)-...-a_{na+1}(n-na)$$

上式可以逐一計算出各別時間點之輸出，如下所示

$$\begin{aligned} y(1)&=b_1x(1)\\ y(2)&=b_1x(2)+b_2x(1)-a_2y(1)\\ y(3)&=b_1x(3)+b_2x(2)+b_3x(1)-a_2y(2)-a_3y(1)\\ &\vdots \end{aligned} \quad .....(5.6)$$

亦即，現在的輸出(*y(3)*)為目前與過去的輸入(*x(1), x(2)*及 *x(3)*)，以及過去的輸出之函數(*y(1)*及 *y(2)*)。

濾波器一般可以分類為帶通、帶阻、高通與低通濾波器。以下分別簡述：

帶通濾波器係指僅有某一頻率範圍內的頻率分量可以通過濾波器、而其他範圍的頻率分量將被濾波器衰減到極低水平。理想的濾波器係指訊號經濾波之後，具有完全平坦的通帶、阻帶的頻率被完全衰減以及通帶與阻帶間的轉換頻率範圍極小。實際上，理想的帶通濾波器並無法實現；濾波器無法將阻帶的所有頻率完全衰減至極低水平，尤其是在通帶與阻帶間之過渡範圍，此為濾波器的滾降現象，通常以每十倍頻的衰減幅度 dB 來表示。滾降範圍越窄，濾波器的性能越接近設計目標。然而，滾降範圍越窄，響應將出現「漣波」現象，特別是在通帶及阻帶的邊緣，稱為 Gibbs 現象。

帶阻濾波器與帶通濾波器係相對的概念，其目的為僅有某一頻率範圍內的頻率分量無法通過濾波器。高(低)通濾波器則是指濾波器容許高(低)頻信號通過、但減弱（或減少）頻率低(高)於截止頻率信號之訊號的濾波器。明顯的，截止頻率定義了何謂高(低)頻率。

鑑於量測數據可能受到外界干擾，本計畫設計一個 FIR 數位帶通濾波器，將不必要的雜訊濾除，此濾波器係藉由 kaiser 窗函數之設計，達到通帶範圍由 1.5Hz 到 10.0Hz，過渡頻率範圍則為 1.0Hz 到 1.5Hz 與 10.0Hz 到 10.5Hz；且阻帶漣波為 1%，而通帶漣波為 5%，訊號的取樣頻率為 100 Hz。以牛門橋之量測數據為例，圖 5.10 為原始取得之歷時紀錄，圖 5.11 則為所設計之濾波器頻率響應圖，圖 5.12 則為濾波後之歷時紀錄，圖 5.13 與圖 5.14 則為濾波前後經 welch 轉換後之能量反應譜，主要頻率在濾波後，相對明顯而容易判讀；其中，能量的單位為$(m/s)^2/Hz$。

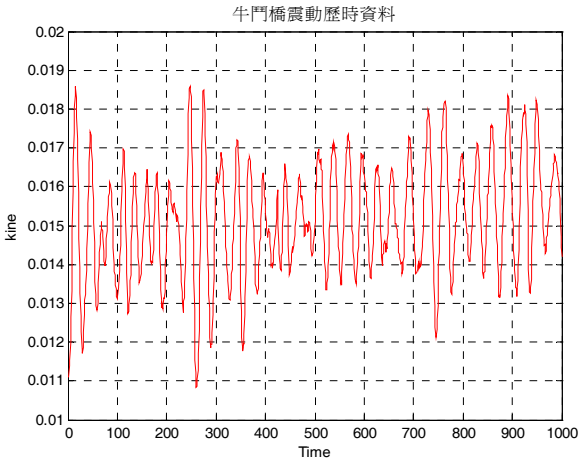


圖 5.10 牛門橋現地試驗濾波前之歷時資料

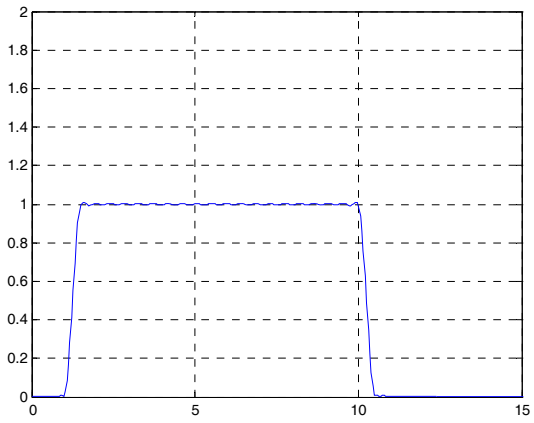


圖 5.11 濾波器頻率響應圖

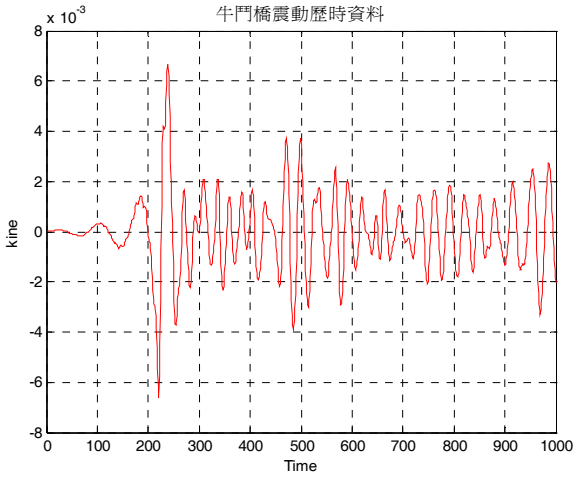


圖 5.12 牛門橋現地試驗濾波後之歷時資料

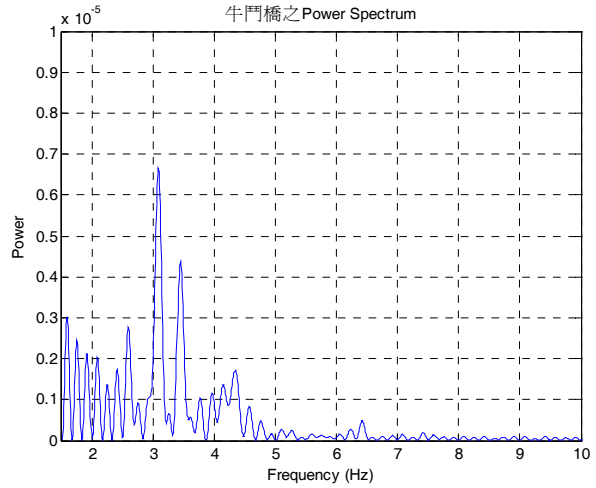


圖 5.13 牛鬥橋能量反應譜(濾波前)

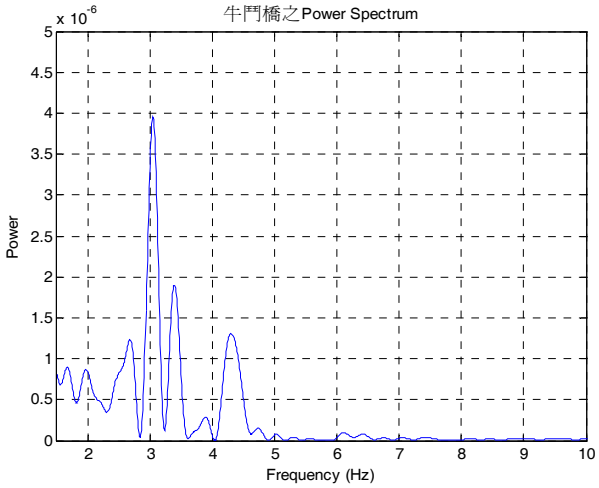


圖 5.14 牛鬥橋能量反應譜(濾波後)

5.2.3 宜蘭牛鬥橋橋梁試驗與分析

本節主要內容包括:(一)牛鬥橋試驗計畫(二)牛鬥橋試驗結果分析(三)牛鬥橋試驗結果小結，上述三點分別敘述如下:

5.2.3.1 牛鬥橋試驗計劃

牛鬥橋試驗重點在於(1)測試將量測儀器置於車內的可行性(移動式量測法之可行性評估)、(2)確認港研提供之儀器與本團隊操作該儀器之準確性；準確性之判斷係藉由(a)本團隊<微震法 - 直接量測>與國家

地震中心<微震法 - 直接量測>之結果比較、(b)本團隊<微震法 - 直接量測>之結果與朝陽科技大學鄭家齊教授運用遠距微波動態位移測量儀之量測結果比較。故、本試驗重點在評估(1)最優先的量測法<移動式量測法>之可行性與最成熟的量測法<微震法 - 直接量測>準確度之確認。牛門橋現地試驗照片如圖 5.15、圖 5.16 所示。

本次試驗中自用小型車為唯一之外力輸入(無港研中心之重車)，僅以速度計置於橋面板上、橋墩上方及自用小型車上，量測震動頻率；當速度計設置於小型車上時，速度計係裝設於客製化之壓克力框架上，此框架可固定於後行李廂中。本次檢測橋跨距離為 37 m(右橋)，共以四種不同方式進行橋梁之震動量測，分述如下：

試驗方式	量測方式	儀器位置	橋梁振動外力來源	試驗代碼	方式
移動式量測法	非直接量測	小自客	小自客	1	一
微震法（港研儀器）	直接量測	橋面版	無	5	五
微震法（國震儀器）	直接量測	橋面版	無	5	五
微震法	非直接量測	小自客（車靜止）	無	6	六

非靜止之車速及外力來源作用於橋梁之車速均以三種車速試驗之，分別為 10 公里/小時、20 公里/小時及 40 公里/小時。



圖 5.15　牛門橋現地試驗



圖 5.16　新牛鬥橋與牛鬥橋下河床

5.2.3.2 牛鬥橋試驗結果分析

由於試驗項目眾多，譬如以量測點的位置而言；有橋面版跨距中央點及橋墩上方點兩個位置，且各點均有三個方向之量測結果。而若以儀器分類，則有港研儀器及國震儀器兩類。故以下並未將上述四項試驗結果逐一列出，僅列出重要觀察項目之結果並加以說明。

本計畫之目的為量測橋梁頻率並具以判斷洪水時是否需要封橋，據此，一般觀察重點在橋墩沖刷前後之頻率變化，惟目前本計畫各項試驗均未將量測儀器直接設置於橋墩上(因若儀器設置於橋墩上，則勢必無法快速進行檢測)，橋墩之震動訊號係透過支承墊、小自客或小托車後才被儀器擷取，因此，是否可以成功取得橋墩頻率，事實上，具有相當的挑戰性。取得橋墩頻率的目的係希望其可作為橋梁沖刷潛勢的指標，若可藉由橋面板的頻率推估沖刷潛勢，亦不失為另一個可能途徑，當然，橋面板的頻率與沖刷潛勢兩者間亦非簡單的數學關係可以描述。

根據上述，試驗觀察重點整理為：橋面板中央點之垂直向震動頻率量測、橋墩之水流方向震動頻率量測、將速度計置於移動車中所量測橋梁頻率，分述如下。

1. 橋面板中央點之垂直向震動頻率量測

圖 5.17 為港研儀器<試驗方式二>之試驗結果，圖 5.18 為國震儀器<試驗方式三>之試驗結果，圖 5.19 為港研儀器<試驗方式四>之試驗結果。其中，橋上與小自客上表示儀器放置的位置。

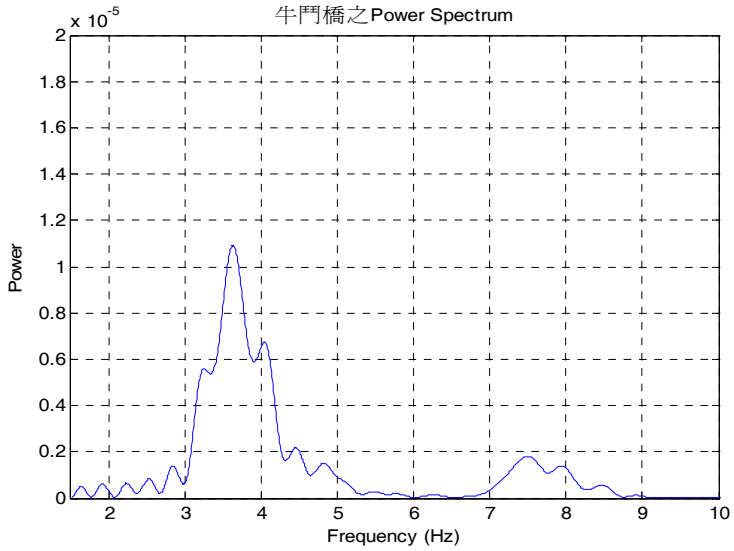


圖 5.17 牛鬥橋橋跨中點能量反應譜 (港研儀器、橋上)

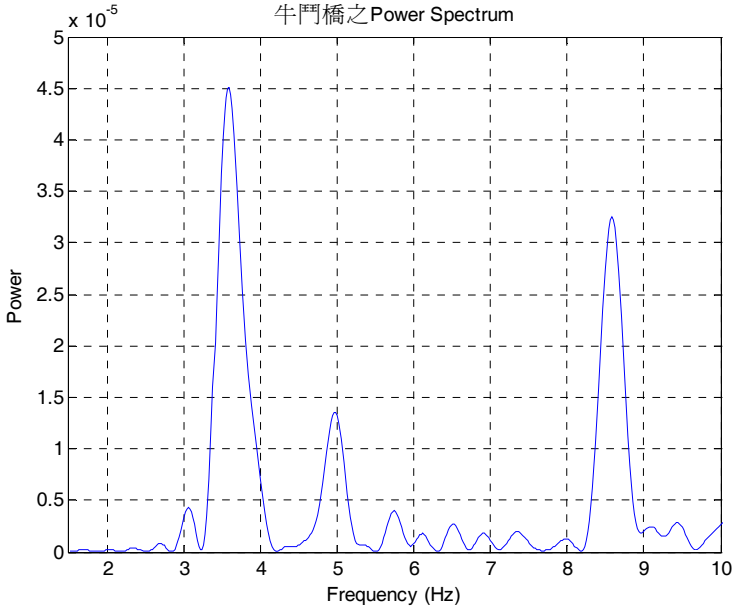


圖 5.18 牛鬥橋橋跨中點能量反應譜 (國震儀器、橋上)

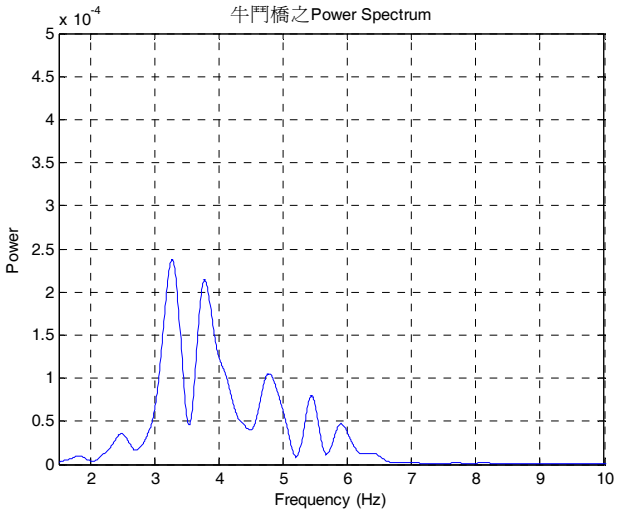


圖 5.19 牛門橋橋跨中點能量反應譜 (港研儀器，小自客上)

由以上各圖可知，經由國震或港研儀器所量得之第一振態頻率約 3.7Hz 左右(微震法)，另依據朝陽科技大學鄭家齊教授利用遠距微波動態位移測量儀結果顯示，牛門橋的第一振態頻率應在 3.34 至 4.89 Hz 之間，且主要集中點為 3.63 Hz 附近，與本次試驗結果相近。以上數據顯示，當採用<微震法 - 直接量測>時，不同儀器對橋面板第一振態頻率的影響並不大。然而，不同儀器對橋面板第二振態之推測值則明顯有差距。

另、<微震法 - 非直接量測>之結果不盡理想，由圖 5.19 中並無法明確地判斷出正確的第一振態頻率，雖然如此，<微震法 - 非直接量測>之結果與直接量測的結果相差並非十分巨大，表示仍有機會透過此量測法求的橋面板的振動頻率。

2. 橋墩之水流方向震動頻率量測

圖 5.20 為港研儀器<試驗方式二>之試驗結果，圖 5-21 為國震儀器<試驗方式三>之試驗結果，圖 5-22 為港研儀器<試驗方式四>之試驗結果

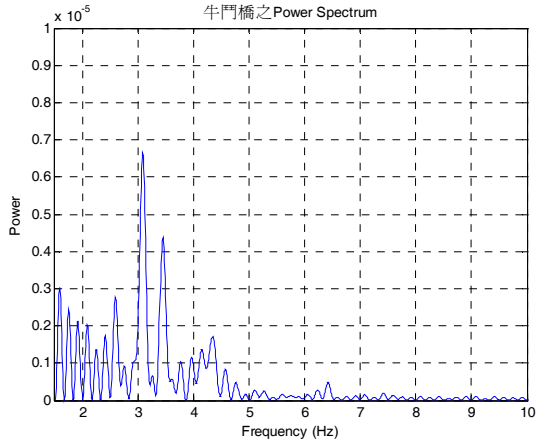


圖 5.20 牛門橋橋墩能量反應譜 (港研儀器、橋上)

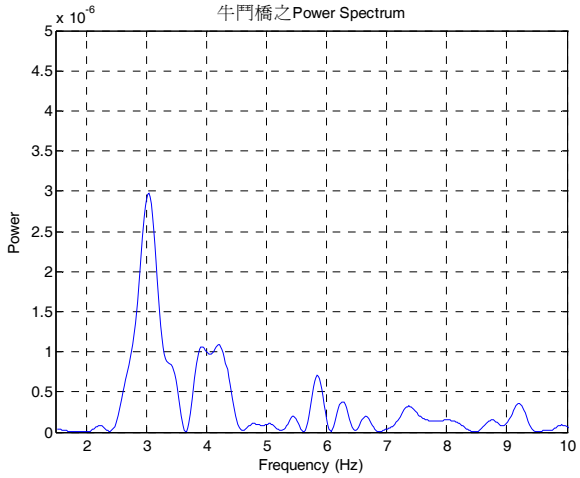


圖 5.21 牛門橋橋墩能量反應譜 (國震儀器、橋上)

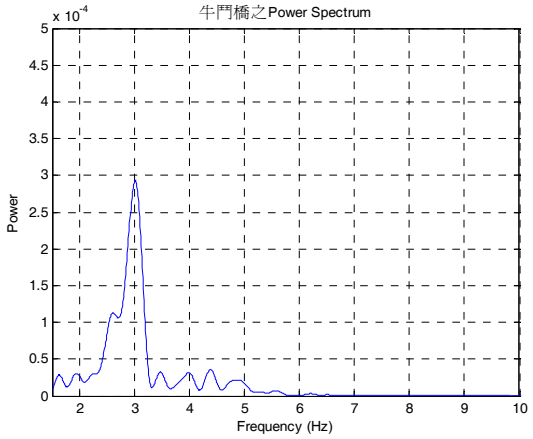


圖 5.22 牛門橋橋墩能量反應譜 (港研儀器，小自客上)

由以上各圖，在假設港研儀器結果的低頻部分可忽略的情形下(視為雜訊)，則直接與非直接量測，無論何種儀器，均一致地指出橋墩第一振態頻率為 3.0 Hz。然而、以上的假設實際上代表者現場量測的難題，如何有規則性地定義雜訊?此點將於後續章節說明。

3. 將速度計置於移動車中量測橋梁頻率

圖 5.23 所示為車行速度為 10km/hour 時之震動歷時結果，由圖中明顯看出震動幅度遠大於儀器的最大容許震動範圍(2 kine)，故此次試驗無法進行頻譜轉換分析。鑑此，本研究團隊將<移動式量測法>中之速度計更改為加速度計，並應用於下一座橋梁之試驗(思源橋)，詳細試驗結果描述於下一節中。

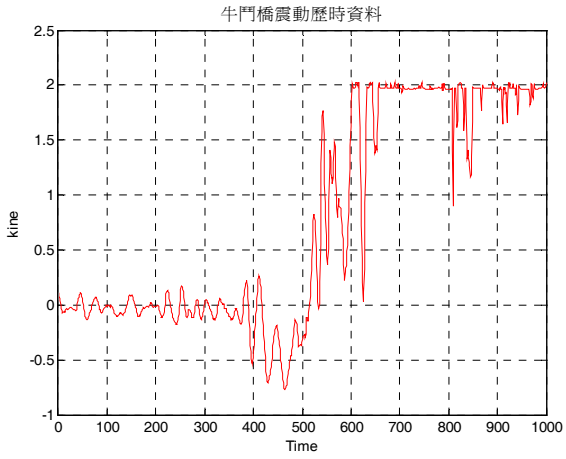


圖 5.23　牛門橋移動式量測法之歷時震動圖 (港研速度計，小自客上)

5.2.3.3 牛門橋試驗結果小結

1.於牛門橋試驗中得知，量測儀器中之速度計因震幅限制，不適合置於車中；且直接量測經常是在無振動源(微震法)下進行試驗，量測儀器需要較高的靈敏度，速度計相較於加速度計，比較符合此項要求；故在以下的試驗中(思源橋及執信橋)，直接量測之量測儀器均指速度計，而非直接量測之量測儀器均指加速度計。本次試驗重點中的第一項 – 測試<移動式量測法>的可行性評估，尚無法由此次試驗結果驗證。

2.經與國家地震中心及朝陽科技大學所提供之量測數據比較，第一振態之頻率，基本上，各數據間並無明顯差異(直接量測法)，代表本團隊試驗結果應為合理。因此，本次試驗重點中的第二項 - 確認港研提供之儀器與本團隊操作該儀器(<微震法 - 直接量測>)之準確性已由本次試驗結果確認。至於<微震法 - 非直接量測>的部分，以下的試驗將繼續進行探討。

5.2.4 新店思源橋橋梁試驗與分析

本節主要內容包括:(一)思源橋試驗計畫(二)思源橋現地試驗量測頻率(三)思源橋結果分析、與(四)思源橋試驗結果小結，上述四點分別敘述如下:

5.2.4.1 思源橋試驗計畫

此次試驗重點在於測試將加速度計置於車內並據以量測頻率的可行性<移動式量測法>；可行性之判斷依據為比較<微震法 - 直接量測>(其準確性已經牛門橋試驗驗證)與<移動式量測法>之量測結果，若兩者之差異不大，則<移動式量測法>即可視為有效之量測方式。本次試驗中自用小型車為唯一之外力輸入(無港研中心之重車)，速度計置於橋面板上、橋墩上方及自用小型車上，以量測震動頻率；因試驗重點在於驗證<移動式量測法>之準確性，以下僅針對橋面板垂直向頻率之結果進行討論。加速度計係設置於小型自用車內，本次試驗之橋跨距離為30 m，共以兩種不同方式進行橋梁之震動量測，分述如下：

試驗方式	量測方式	儀器位置	橋梁振動外力來源	試驗代碼	方式
移動式量測法	非直接量測	小自客	小自客	1	一
微震法	直接量測	橋面版	無	5	五

非靜止之車速及外力來源作用於橋梁之車速均以三種車速試驗之，分別為 10 公里/小時、20 公里/小時及 40 公里/小時。

5.2.4.2 思源橋現地試驗量測頻率

試驗過程包含儀器架設及檢測與電腦監控操作、以速度計量測、等速動態載重法量測以及以自用小型車進行靜載重法；上述過程可參考圖 5.24~圖 5.27 所示，其他相關細節如下所述：

1. 速度計：

量測點:選定兩個橋跨共五個測點，以速度計量測，其中，第一、第三及第五個測點的位置在橋墩正上方之橋面板上，第二與第四個測點的位置在兩橋墩中間之橋面板上。

量測方式:每個測點均量測三次，第 1、2 次為無車狀態，量測時間為一分鐘；第 3 次為有車通行之狀態，時間為兩分鐘。

2. 加速度計：

加速度計裝置於自用小型車上以等速動態載重法進行量測；由於加速度計量測振幅容量較速度計容量為大，故量測到之結果較牛門橋為佳。

另、由於當日並未進行封橋作業，當試驗需求為橋上為無車狀態時，因需等待橋面淨空而稍為費時。



圖 5.24 思源橋上以速度計量測



圖 5.25 儀器架設及檢測與電腦監控操作



圖 5.26 思源橋上等速動態載重法量測



圖 5.27 以自用小型車進行靜載重法

5.2.4.3 思源橋結果分析

圖 5.28 及圖 5.29 所示為兩個橋跨經<微震法 - 直接量測>所得之垂直向(z 方向)振動頻率，因兩個橋跨之各項結構條件均相同(如均為簡支承，跨距亦相同)，故所求得之振動頻率相近(3.7 Hz)應屬合理。圖 5.30 所示為<移動式量測法>的震動歷時圖，因此次試驗對象為兩個橋跨，由圖中可以清楚看到三個振幅高峰處，分別表示試驗車正經過伸縮縫；由此圖可知，加速度相對於速度計而言，已可以截取完整的震動訊息。圖 5.31 所示為<移動式量測法>之能量反應譜，由此圖與圖 5.28 及圖 5.31 比較，可知此法經改用加速度後，雖已可完整地將振動過程記錄下來，惟所得之第一振態頻率(~1.8 Hz)與預期(~3.8 Hz)仍有差距，有待進一步澄清，此點將於執信橋試驗結果中說明。

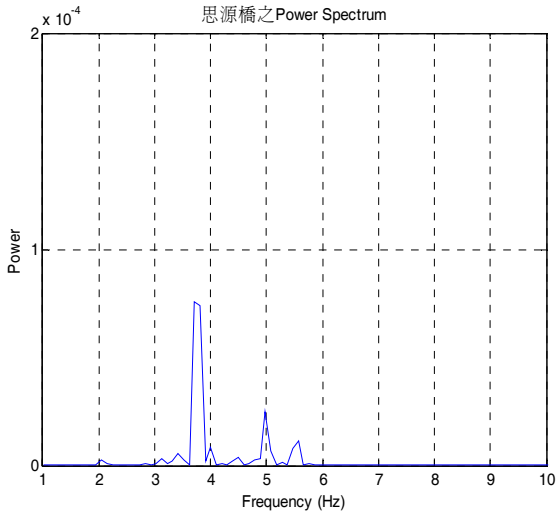


圖 5.28 思源橋第一跨 (z 方向) power spectral density 儀器置於橋上

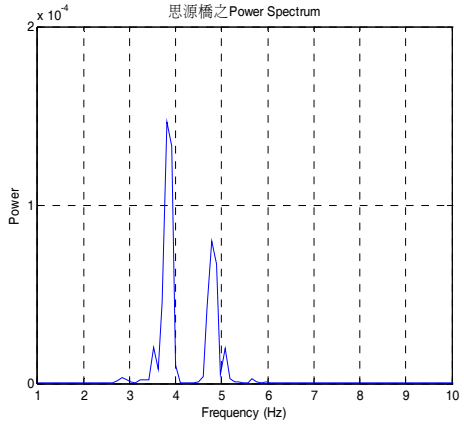


圖 5.29 思源橋第二跨 (z 方向) power spectral density 儀器置於橋上

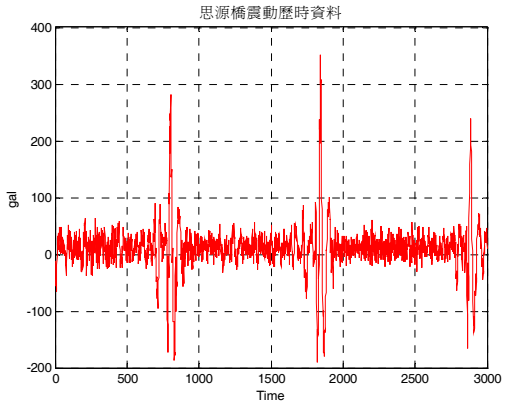


圖 5.30 思源橋 (z 方向)歷時震動圖 儀器置於行進車中(10 km/h)

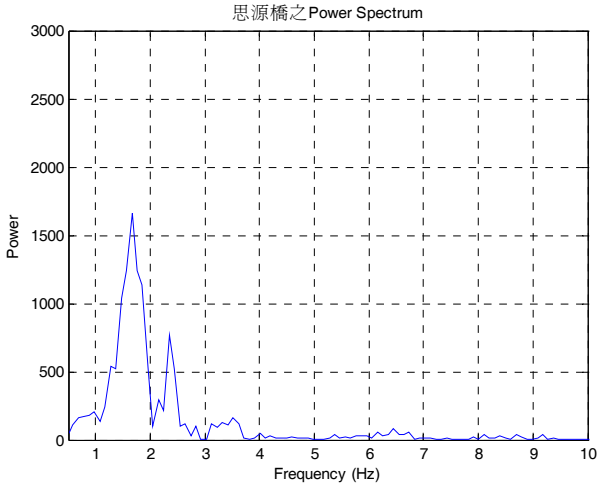


圖 5.31 思源橋(z 方向) power spectral density 儀器置於行進車中(10 km/h)

5.2.4.4 思源橋試驗結果小結

移動中車輛的動態反應主要受到以下因素之影響：1.車行速度、2.車輛自身頻率及 3.橋梁頻率。經由思源橋之試驗已確認加速度計可運用於<移動式量測法>中，惟並無法由所得之結果與上述三個因素建立關係；此點將於後續試驗與分析中討論。

5.2.5 宜蘭執信橋橋梁試驗與分析(第一次)

本節主要內容包括:(一)執信橋試驗計畫(二)執信橋現地試驗量測頻率(三)執信橋結果分析(四)執信橋試驗結果小結，上述四點分別敘述如下:

5.2.5.1 執信橋試驗計劃

執信橋試驗重點在於 1.非直接量測法可行性探討、2.外加載重(等速動態載重法)對量測結果影響之探討及 3. <移動式量測法>可行性再探討。以下分別說明之。執信橋現地試驗照片如圖 5.32~圖 5.38 所示。

1.非直接量測法可行性探討：

本計畫之目的在於快速量測橋梁頻率，若<移動式量測法>可準確求得震動頻率，則該法應為最理想之量測方法。唯鑒於先前試驗結果及橋梁頻率量測之複雜度，在不違反快速量測的原則下，經由短時間(1~2 分鐘)的非直接量測，若可精準地求得橋梁頻率，亦為一可行方式(包含<微震法 - 非直接量測>、<等速動態載重法 - 非直接量測>)。因小自客具有高度阻尼特性，恐影響量測訊號，故本次試驗增加量測儀器(速度計)設置於小拖車(斗)上一項試驗。速度計無論置於小自客或小拖車上(斗)上，其量測結果均需與直接量測法之結果相似，方為有效之量測方法。

2.外加載重(等速動態載重法)對量測結果影響之探討：

理論上，訊號來源愈強，訊號接收成果愈佳；惟重型卡車試驗

成本過高，若微震法可得相似結果，則可減少成本。故此項之觀察重點為等速動態載重法與微震法結果之比較。

3.移動式量測法可行性再探討：

根據思源橋試驗結果，移動式量測的結果不盡理想，因考量該試驗量測儀器係設置於小型自用車內，自用車之設計具有高阻尼特性(增加乘客乘坐舒適度)，此特性有可能導致試驗結果不理想，故如同前述，於執信橋試驗中擬於行進車後加掛一小拖車(斗)，並將量測儀器(加速度計)置於其上(小拖車之阻尼小於小自客，詳見 5.1.5 小自客及小拖車之動力特性)，並觀察試驗結果。另、思源橋試驗結果不理想的另一可能原因為施加於橋上的振動源不夠強烈，故本次試驗增加港研重車作為外力來源，並觀察試驗結果。

- 據此，執信橋試驗中所使用的車輛計有自用小型車、港研中心之重車(約 10 噸)、休旅車(小拖車之動力來源)；另、根據上述 3 個試驗重點項目，擬定試驗計劃如下：

試驗方式	量測方式	儀器位置	橋梁振動 外力來源	試驗 代碼	方式
移動式量測法	非直接量測	小自客	小自客	1	一
	非直接量測	拖車	休旅車	2	二
	非直接量測	小自客	小自客重車	3	三
	非直接量測	拖車	休旅車＋重車	4	四
微震法	直接量測	橋面版	無	5	五
	非直接量測	小自客 (車靜止)	無	6	六
	非直接量測	拖車 (車靜止)	無	7	七
等速動態載重法	直接量測	橋面版	重車	8	八
	非直接量測	小自客 (車靜止)	重車	9	九
	非直接量測	拖車 (車靜止)	重車	10	十

非靜止之車速及外力來源作用於橋梁之車速均以三種車速試驗之，分別為 10 公里/小時、20 公里/小時及 40 公里/小時。

5.2.5.2 執信橋現地試驗量測頻率

為使試驗之進行更為流暢，以上所列之10個試驗項目的試驗順序如下：(9)、(8)、(3)、(4)、(2)、(10)、(7)、(5)、(1)、(6)。



圖 5.32 重車實施等速動態載重法(每小時 10、20、40 公里)



圖 5.33 自用小型車實施靜載重法

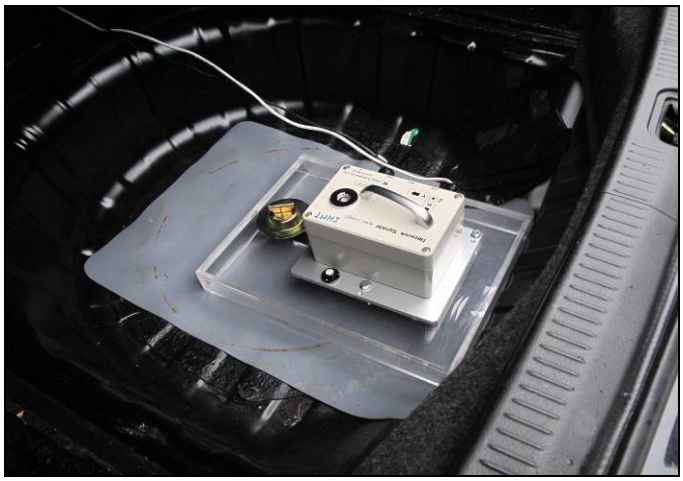


圖 5.34 儀器置於自用小型車後車廂固定

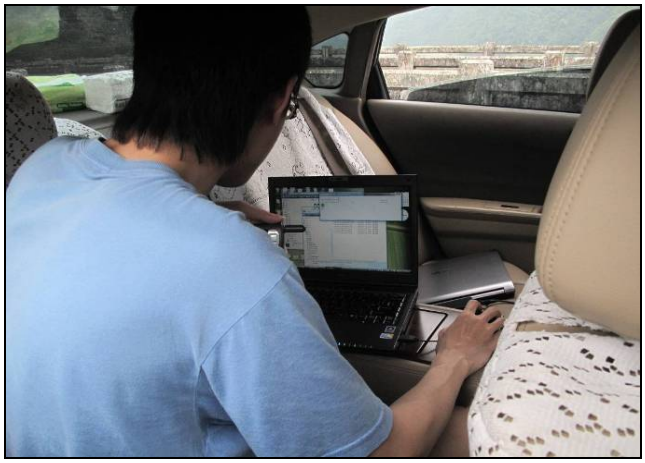


圖 5.35 自用小型車上研究人員以電腦連線監測



圖 5-36 無動力小拖車上架設儀器



圖 5.37 廂型車以等速動態載重法拖小拖車



圖 5.38　無動力小拖車實施靜載重法

5.2.5.3 執信橋結果分析

雖然執信橋的試驗項目共有 10 項，不過，各項試驗的目的在於求證先前 3 個試驗重點的結果，故以下將依試驗重點依序說明試驗結果。

1.非直接量測法可行性探討

已下將就橋面板處垂直向與橋墩處水流向之結果分別說明。

(1) 橋面板處垂直向之結果

如前述，直接量測的結果將做為判斷非直接量測結果是否可

行的依據，圖5.39為直接量測的結果，由該圖可知，橋面板第一振態約在5.2 Hz附近，第二振態約在6.8 Hz附近。

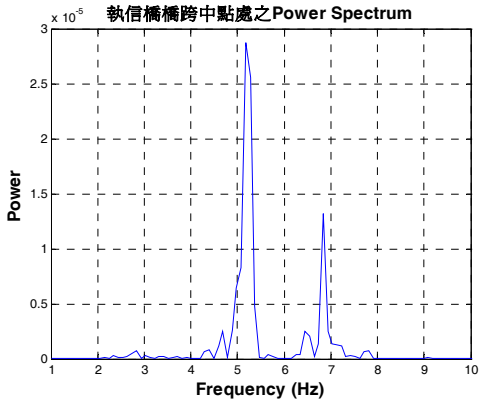


圖 5.39 執信橋 (z 方向)能量反應譜 儀器置於橋中點處 (微震)

非直接量測可一有無外力再細分為<微震法 - 非直接量測>與<等速動態載重法 - 非直接量測>。圖 5-40 與圖 5-42 為<微震法 - 非直接量測>之結果，圖 5-41 及圖 5-43 為<等速動態載重法 - 非直接量測>之結果，上述四圖均顯示第一振態頻率約為 5Hz，由以上結果可知，橋面板之垂直向振頻率確實可由非直接量測確實量測得到，不過，上述結論僅限於第一振態。值得注意的是，經自由震動分析(詳見 5.1.5)，小拖車之第一振態頻率在 5.2Hz 附近，表示圖 5.41 及圖 5.42 所得之頻率並不全由橋梁震動所貢獻，雖然如此，小自客的結果(圖 5.42 及圖 5.43)仍說明非直接量測可以得到近似直接量測的結果。

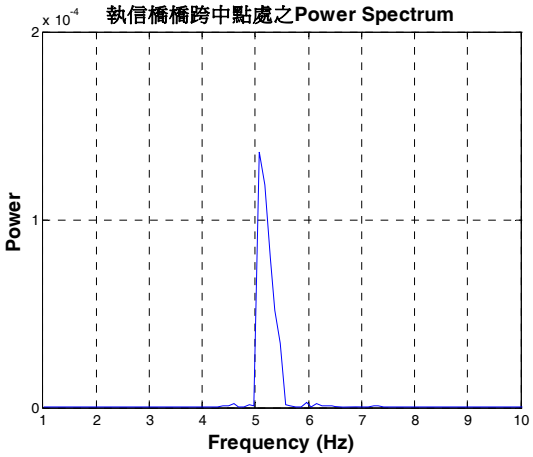


圖 5.40 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖，儀器置於小托車 (微震)

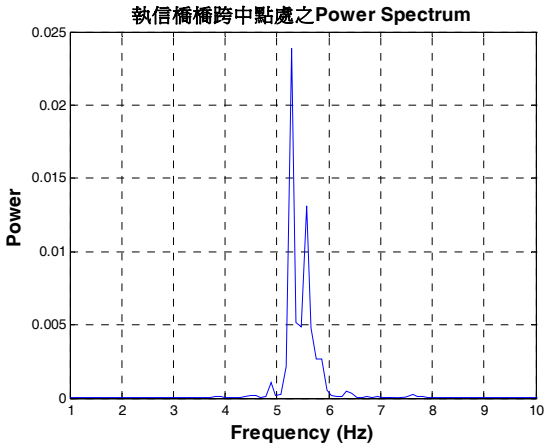


圖 5.41 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖儀器置於小托車 (外力來源：港研重車 20km/h)

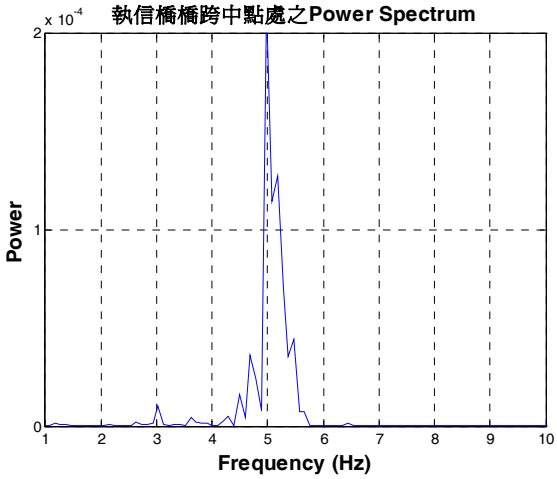


圖 5.42 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖儀器置於小型自用車 (微震)

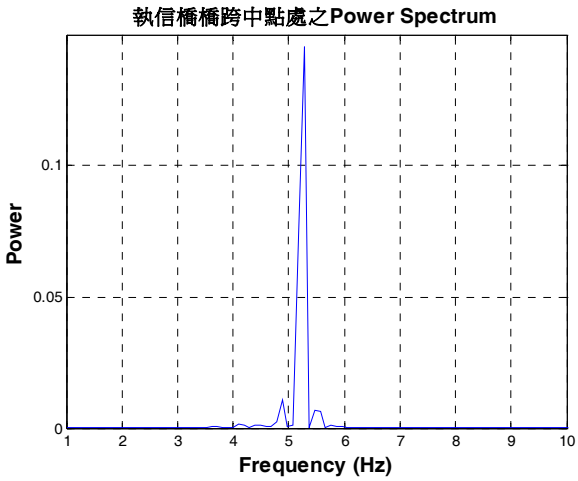


圖 5.43 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖 儀器置於小型自用車 (外力來源：港研重車 20km/h)

(2) 橋墩水流向之結果

同橋面板垂直向之結果，直接量測的結果將做為判斷非直接量測結果是否可行的依據，圖 5.44 為直接量測的結果，由該圖可知，橋墩水流方向第一振態約在 3.3 Hz 附近，第二振態約在 4.2 Hz 附近。圖 5.45 與圖 5.47 為<微震法 - 非直接量測>之結果，圖 5.46 及圖 5.48 為<等速動態載重法 - 非直接量測>之結果，上述各圖的趨勢一致，由其能量譜結果，第二振態的頻率，均可明顯判讀，為第一振態的頻率並不明顯，此點有待後續研究繼續討論。

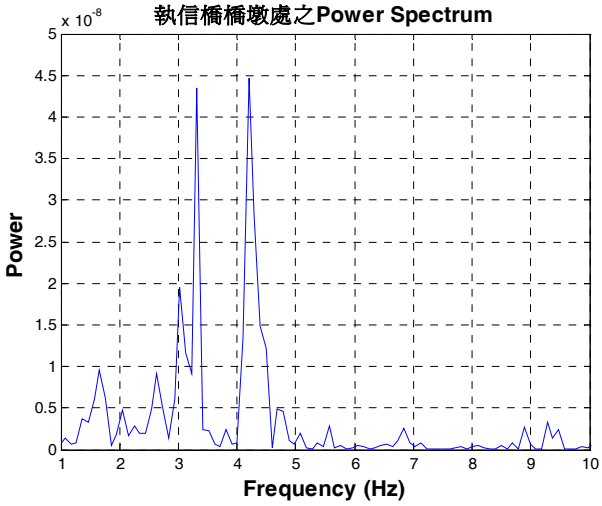


圖 5.44 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖，儀器置於橋墩處 (微震)

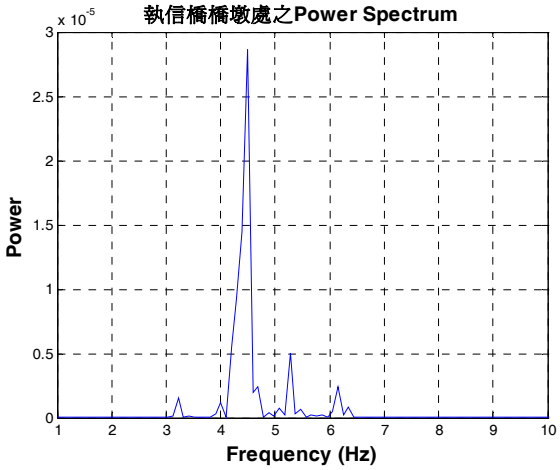


圖 5.45 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於無動力小托車托車於橋墩處 (微震)

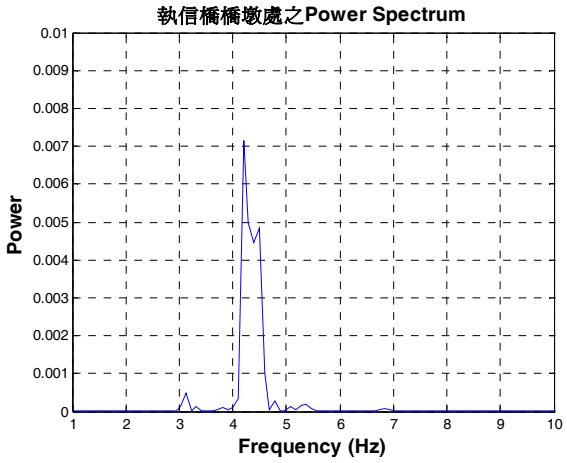


圖 5.46 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於無動力小托車托車於橋墩處 (外力來源：港研重車 20km/h)

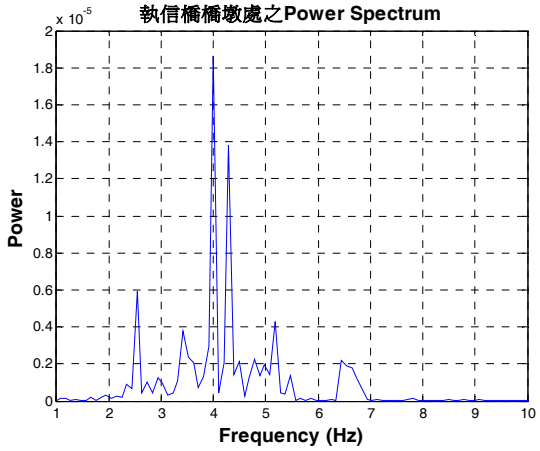


圖 5.47 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於小型自用車，車於橋墩處 (微震)

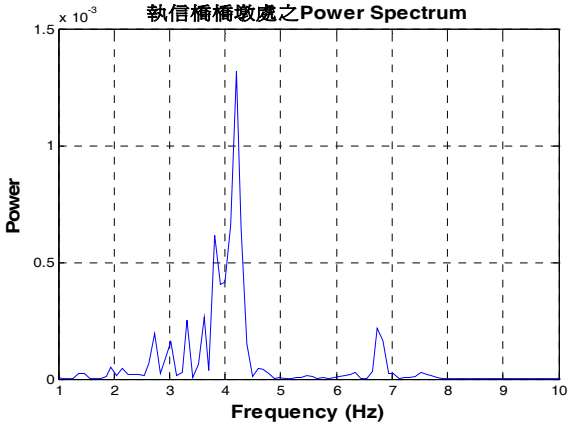


圖 5.48 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於小型自用車，車於橋墩處 (港研重車 20km/h)

1.外加載重(等速動態載重法)對量測結果影響之探討

圖 5.49~ 圖 5.51 均為直接量測法之橋面板中央之能量譜在不同車行速度下之結果，各圖均明確顯示第一振態約為 5.2Hz， 與圖 5.39 相近。此節觀察重點在於各圖之能量，圖 5.39 之最大能量約為 3x10-5，而圖 5.49 之最大能量約為 7x10-3，顯示當增加外力來源(港研重車，10 km/hour)時，所得之能量明顯上升，此點由圖 5.50(港研重車，20 km/hour)之最大能量約為 1x10-2，再次驗證。然而，圖 5.51(港研重車，40 km/hour)之最大能量約僅為 9x10-4，其能量並未維持續增加。推究原因，在於 40 km/hour 的車速過快，試驗車輛停留於橋上的時間相對而言較短，資料收集的長度亦較短，故能量未如先前的結果繼續增加。因此，不能儘憑車行速度大小判斷能量結果之大小，資料數目亦扮演重要角色。由上可知，增加外來載重，確可使訊號強度增加。依試驗當時情況，欲維持車行速度 10 公里/小時並不容易，因此速度過慢不易控制，事實上，有些車子的刻度表並未清楚標出 10 公里/小時；而 40 公里/小時可能過快，除了車速太快資料筆數較少外，當橋跨徑不長時(三座橋之跨徑分別 30、30 與 22.5 公尺)，此距離並無法讓試驗車量順利加速到指定速度;據此,車行速度 20km/hour 可能為最佳之試驗速度(當橋跨為 30m 左右，共約 5 跨時)。

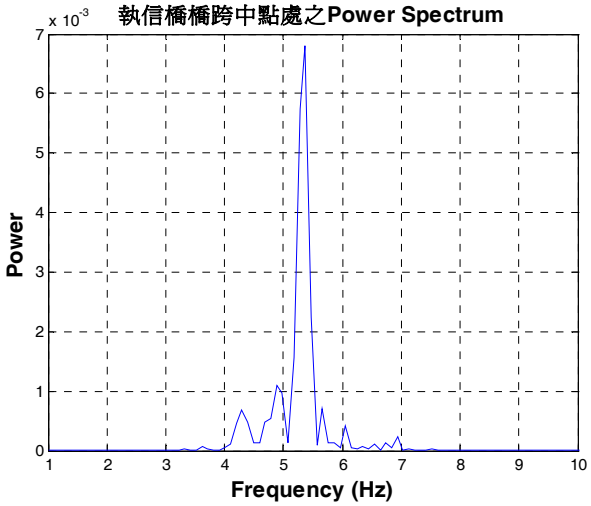


圖 5.49 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖 (港研重車 10km/h)

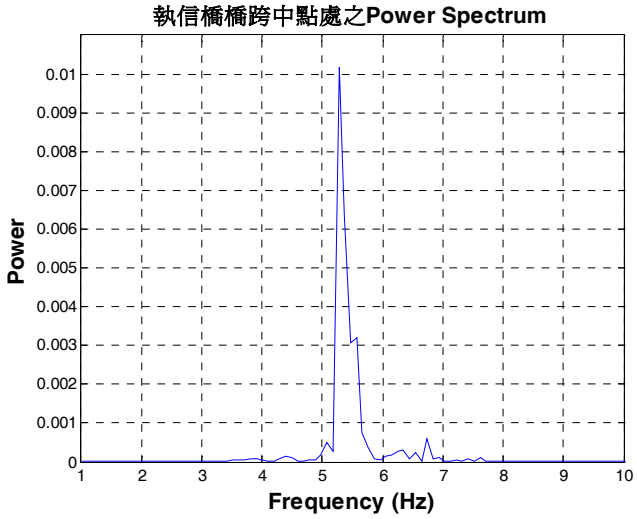


圖 5.50 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖 (港研重車 20km/h)

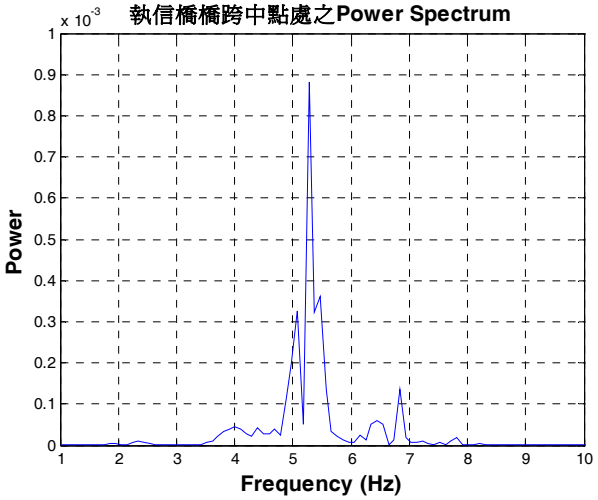


圖 5.51 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖 (港研重車 40km/h)

2.移動式量測法可行性再探討

圖 5.52~圖 5.55 所示為<移動式量測法>橋面板垂直向振動頻率之結果，其中，圖 5.52 係將加速度計置於小自客中，圖 5.53 係將加速度計置於小拖車中。由上二圖中發現，當加速度計置於小自客時，所得結果並不理想，而當加速度計置於小拖車時，雖第一振態頻率可清楚地判斷，但如前述，此頻率值亦可能係小拖車本身之震動頻率，關於此疑慮，詳見圖 5.66 之試驗結果與相關討論。

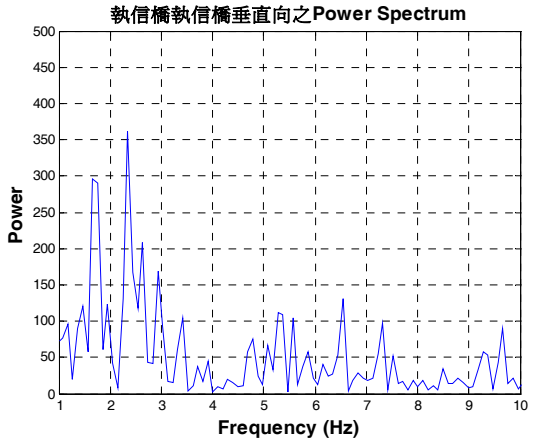


圖 5.52 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖 儀器置於小型自用車 (車以 20km/h 前進)

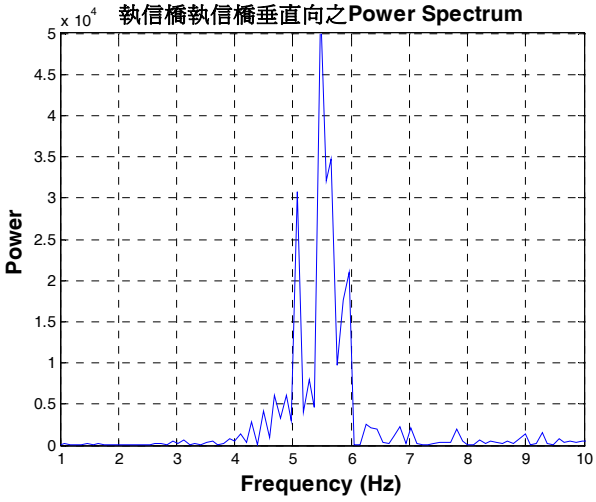


圖 5.53 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖 儀器置於托車 (托車以 20km/h 前進)

圖 5.54~圖 5.55 所示為<移動式量測法>橋面板垂直向振動頻率之結果，與上二圖不同處為，此二圖試驗時，為使訊號更為強烈，增加港研港車為外加載重，不過，此項措施並未改善圖 5.52 之結果，如圖 5.54 所示，該圖訊號雜亂，難以判讀。而當加速度計置於小拖車中時，試驗結果與無重車載重時類似，唯一明顯的差異為圖 5.55 具有較高的之能量(7x10-4 對 5x10-4)，同先前之觀察。另一個觀察的重點為當儀器置於小拖車上時的能量遠高於至於小自客上，此點亦可說明小自客高阻尼對於置於其上儀器的振動反應之影響。

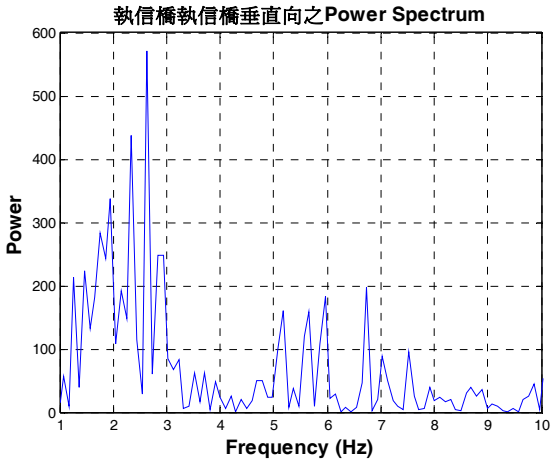


圖 5.54 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖 儀器置於小型自用車 (車以 20km/h 與重車同時前進)

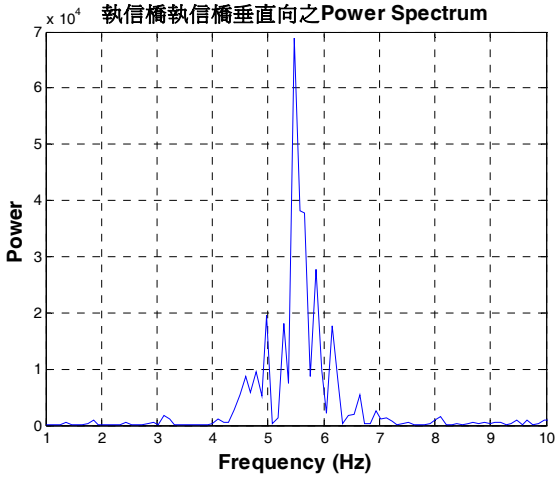


圖 5.55 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖 儀器置於托車 (托車以 20km/h 與重車同時前進)

5.2.5.4 執信橋試驗結果小結

非直接量測法於橋面板的震動頻率量測確實可行，於橋墩方面，則仍有改善空間：外加載重(等速動態載重法)對量測結果具有正面的加分效果，以車速 20 公里/小時時具有最佳之效果；因一般小自客具有非常高的阻尼特性，吸收大量的振動能量，較不適用於<移動式量測法>中，於車後另加設一無動力小拖車，為較可行之方案，惟設計此無動力小拖車時，應盡量避免其震動頻率近似待測橋梁之頻率。

5.2.6 宜蘭執信橋橋梁試驗與分析(第二次)

本節主要內容包括:(一)執信橋試驗目的與計畫(二)執信橋結果分析(三)兩次試驗結果之比較(四)執信橋試驗結果小結，上述四點分別敘述如下:

5.2.6.1 執信橋試驗目的與計劃

執信橋第二次試驗的重點在於檢驗今年夏季前後之橋梁振動頻率是否有明顯的差異，故此次試驗結果應與 5.2.5 節進行比較。

另、根據以上之試驗結果可知，移動式量測法目前仍無法得到較令人滿意的結果，等速動態載重法則成本較高，而微震法為目前可以兼顧結果與成本的量測方法，故在第二次執信橋的試驗中，將只進行微震法之量測，詳細的試驗計畫如下所述：

試驗方式	量測方式	儀器位置	橋梁振動外力來源	試驗代碼	方式
微震法	直接量測	橋面版	無	5	五
	非直接量測	小自客(車靜止)	無	6	六
	非直接量測	拖車(車靜止)	無	7	七

5.2.6.2 執信橋結果分析

以下依橋面版垂直向與橋墩水流向之試驗結果分別說明。

1. 橋面版垂直向分析結果

圖5.56為直接量測的結果，由該圖可知，橋面板第一振態約在5.1 Hz附近，第二振態約在7.4 Hz附近。

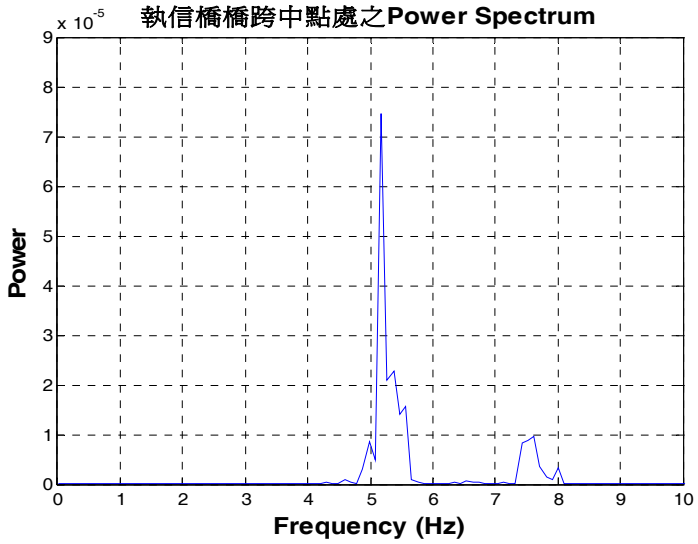


圖 5.56 執信橋 (z 方向)能量反應譜 儀器置於橋中點處 (微震)

<微震法 - 非直接量測>可再細分為方式六或方式七。**圖 5-57** 為<微震法 - 非直接量測>方式六之結果，**圖 5-58** 為<微震法 - 非直接量測>方式七之結果，上述三圖除方式六外(4.5Hz)，均顯示第一振態頻率約為 5Hz，以上結果可知，再次驗證橋面板之垂直向振頻率確實可由非直接量測確實量測得到，且將儀器置於小托車為較理想之設計。

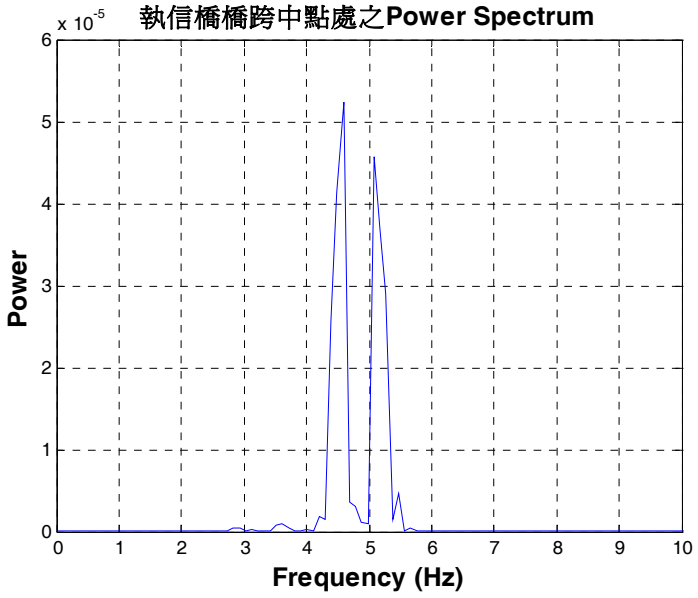


圖 5.57 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖，儀器置於小自客 (微震、方式六)

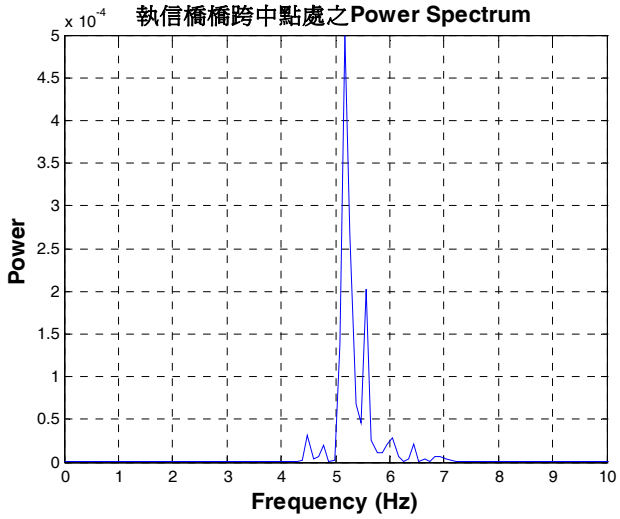


圖 5.58 執信橋 (z 方向) 能量反應譜圖，儀器置於小拖車 (微震、方式七)

2. 橋墩水流方向分析結果

圖 5.59 為直接量測的結果，由該圖可知，橋墩水流方向第一振態約在 3.3 Hz 附近，第二振態約在 4.2 Hz 附近(事實上在 2.0Hz 左右，其能量亦相對較高，惟其能量並不如 3.3Hz 處，故此處將第一振態頻率判讀為 3.3Hz)。圖 5-60 為<微震法 - 非直接量測>方式六之結果，此為經過濾波之後的結果，原能量譜之頻率分佈相當混雜，不易看出主要振態之頻率分佈，故經濾波器處理，濾波器之帶通之範圍則參考方式五及方式六之結果，如此雖可得到相近之結果，但無法確保所原資料中的重要資訊仍在能量譜中，故將儀器置於小自客並非理想的設計；圖 5-61 為<微震法 - 非直接量測>方式七之結果，此圖於 2.4Hz、3.0Hz 與 4.2Hz 均為能量(單位：(m/s)2/Hz) 較高之處，雖然能量最大位於 4.2Hz 處，不同於圖 5.59；然而前三個高峰值之頻率值與圖 5.59 仍相當接近，顯示，方式七確實有較高的機會量測到橋墩的頻率，其結果明顯優於方式六，惟各能量高峰值之判讀仍存在不確定性。

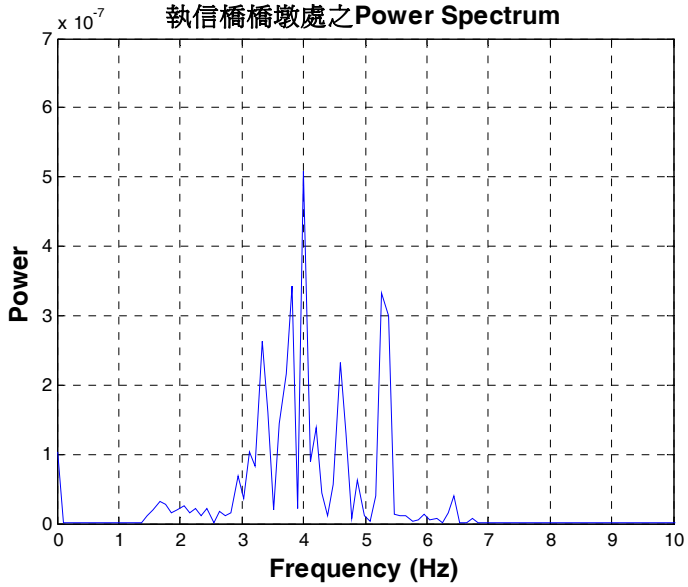


圖 5.59 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖，儀器置於橋墩處 (微震)

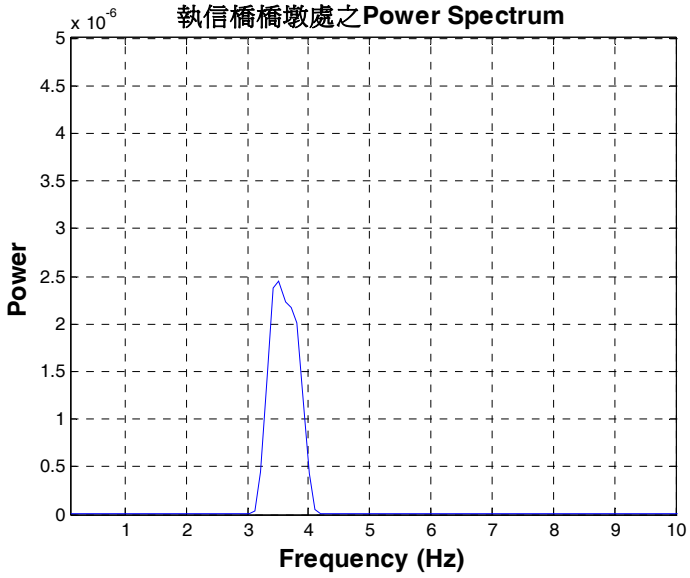


圖 5.60 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於小型自用車，車於橋墩處 (微震、方式六)

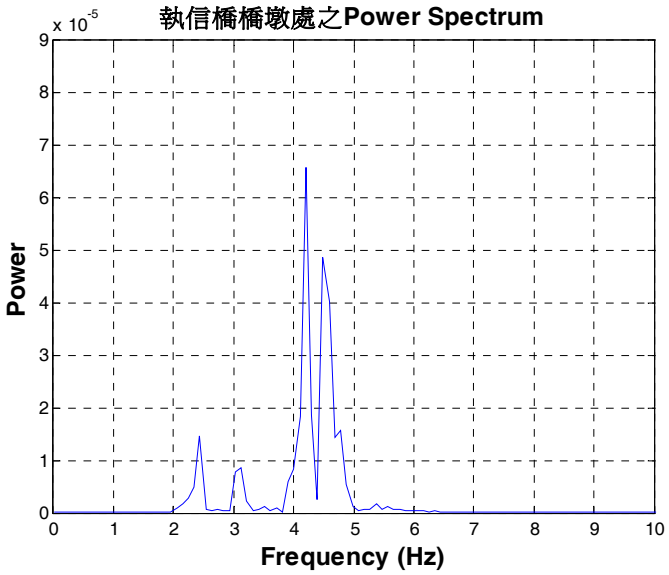


圖 5.61 執信橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於無動力小托車 托車於橋墩處 (微震、方式七)

5.2.6.3 兩次試驗結果比較

表 5-2 為此次試驗與前次試驗結果之比較，此表可觀察出以下幾點：1. 藉由能量譜判讀基本振態之頻率，並非易事，因此，表中多項數值均以一個範圍表示；2. 上述顯示，現地振動量測所得為一隨機變數，綜合多次量測結果可信度較高，綜合的方式可為平均或以信賴區間表示；3. 根據表中數據，除了方式六外(儀器置於小自客)，夏季前後之各項振動頻率數值並沒有明顯的差異，表示夏季雨量並未對執信橋造成顯著的沖刷影響，此點與現地觀察相符。

表 5-2 兩次試驗結果之頻率(基本振態)比較(Hz)

	橋墩振動頻率			橋面版振動頻率		
	方式五	方式六	方式七	方式五	方式六	方式七
夏季前	3.3	4.0	4.2-4.5	5.2	5.0	5.1
夏季後	3.3-4.0	3.5	4.0-4.2	5.1	4.5	5.1

5.2.6.4 執信橋試驗結果小結

以實驗的結果顯示，藉由夏季前後所量得之振動頻率可知，目前執信橋並無明顯的沖刷潛勢，此結論可由以下兩點佐證(1)由現場觀測，執信橋並無明顯的沖刷事實、(2)由沖刷潛勢表(中華顧問工程司版本，如表 5-3)的分數(28 分)，顯示執信橋目前的沖刷潛勢並不高。故若依單一橋梁(執信橋)的結果而言，藉由振動頻率檢測橋梁的沖刷潛勢，是可行的方法，惟需要更多的橋樑試驗結果驗證此結論。

5.2.7 南投集集橋橋梁試驗與分析

本節主要內容包括: (一)集集橋試驗目的與計畫(二)集集橋結果分析，上述各點分別敘述如下:

5.2.7.1 集集橋試驗目的與計劃

集集橋試驗的重點在於增加橋梁振動頻率資料之收集，同樣地，根據以上之試驗結果，集集橋將只進行微震法之量測，詳細的試驗計畫如下所述：

試驗方式	量測方式	儀器位置	橋梁振動外力來源	試驗代碼	方式
微震法	直接量測	橋面版	無	5	五
	非直接量測	小自客（車靜止）	無	6	六
	非直接量測	拖車(車靜止)	無	7	七

表 5-3 執信橋之沖刷潛勢評量結果

橋梁名稱：宜蘭執信橋	檢測單位：台灣科技大學營建系	檢測人員： 呂胡忠
路線名稱及里程：	檢測日期：100/10/7	

	項次	項目	記錄內容
(A)資料紀錄項目	1	橋梁竣工圖	橋墩基礎型式:直接基礎_____ 橋台基礎型式:_____ 基礎灌入深度 H_f: 5 公尺 容許沖刷深度 H_m:_____ □H_f 未知，需進行非破壞性檢測
	2	結構穩定度分析成果	臨界沖刷深度 SI:_____ ■尚未分析 臨界水位高度 WI:_____ ■尚未分析
	3	衛星影像或航照圖	橋梁是否位於河川彎曲處: □是 ■否 上游攔河堰或水庫等設施與橋址距離: 1000 以內 公尺
	4	河床斷面測量結果或相關報告	三年內河床降低幅度:_____ 主河道寬度: 150 公尺
	5	歷史災損情形及沖刷最嚴重情形	災損位置及原因:_____ ◆是否已改善:_____

(B)室內評估項目	項次	項目	配分	評估內容	權數	得分
	6	上游攔河堰或水庫等設施	7	■1000m 以內(1.0) □1000m-3000m(0.5) □3000m 以上或無(0)	1	7
	7	基礎型式	7	■淺基礎或擴展基腳(1.0) □沉箱基礎(0.5) □樁基礎(0)［請參閱橋梁管理系統或竣工圖資］	1	7
	8	橋梁是否位於河川彎曲處或束縮處	6	□是(1.0) ■否(0)［請參閱衛星影像或航照圖］	0	0
	9	河床下降情形 h= _____m	8	◆(1.0)≥ζ=1-0.75(4-h)/3.5≥(0.25); h<0.5m, ζ=0［請參閱河床斷面測量結果或相關報告］	0	0
	10	河床材料	2	□泥、砂(1.0) □砂礫混合(0.75) ■卵礫石(0.5) □軟弱岩盤(泥岩、頁岩等) □堅硬岩盤(0)	0.5	1
	11	主河道位置	5	□◆離橋台5m 以內 □離橋台10m 以內(0.5) □此河為辮狀河道，不易判定主河道(0.3) ■離橋台 10 公尺以上或橋台基礎為非直接基礎(0)	0	0
(B)小計			35		15	
(C)現地評估項目	12	跌水效應 (高程差 D_h= m)	5	(1.0)≥ζ=Dh/3≥(0)	0	0
	13	橋墩(基)方向與河川流向間之角度 θ*=_____	7	(1.0)≥ ζ=(θ-5°)/25°≥(0); θ<5°, ζ=0; θ≥30°, ζ=1	0	0
	14	阻水面積比 RA	5	□極嚴重(RA>12%)(1.0) □嚴重(9%≤RA≤12%)(0.5) □輕微(RA<9%)(0.2) □無(RA<3%)(0)	0	0
	15	基礎裸露程度 H_R(基礎裸露深度) H_S(初始基礎深度) S=H_R/H_S	20	沉箱或樁基礎：□◆Hs≥1.5Hss 或 S≥40%(1.0) □1.5Hss>Hs>1.0Hss 或 40%>S>25%(0.5-0.9) □Hs≤1.0Hss 或 S≤25%(0.2) □無(0) 橋墩編號 / H_R(公尺) / H_S(公尺) / 權數 / 分數 淺基礎：□置於砂礫層或◆已有裸露情形(1.0) ■至於岩盤表層(0.5) □深入岩盤(0)	0.5	10
	16	橋墩阻水情形 be:橋墩等值寬度	13	當b_e>8, w=1.0; 當2≤b_e<8, w=[-1/3+(1/6) b_e]; 當 b_e<2，w=0 橋墩編號 / be (3.4) / 權數 (0.23) / 分數		3.0
	17	護岸工現況	5	□不具保護作用(1.0) □僅具部分保護作用(0.3) ■河岸無須保護(0) □護岸工良好(-0.2)		0
	18	護床工現況	10	□不具保護作用(1.0) □僅具部分保護作用(0.3) ■河床無須保護(0) □護床工良好(-0.2)		0
(C)小計			65			13
(B)+(C)總計						28

5.2.7.2 集集橋結果分析

以下依橋面版垂直向與橋墩水流向之試驗結果分別說明。

1. 橋面版垂直向分析結果

圖5.62-5.64為直接量測的結果，此三圖係來自三次不同試驗之結果，藉以顯示量測結果之不確定性；此三圖中，橋面板第一振態均約為3.6Hz，第二振態約為4.2Hz，圖5.62與圖5.64的第三振態約為5.4Hz，圖5-65雖在5.4Hz亦存有高峰值，然而在4.4Hz另有一相對明顯的高峰值，因此，圖5.65的第三振態頻率極有可能被判讀為4.4Hz，此值明顯不同於前兩個圖之結果，結果顯示，橋梁頻率判讀的結果存有一定程度的不確定性。

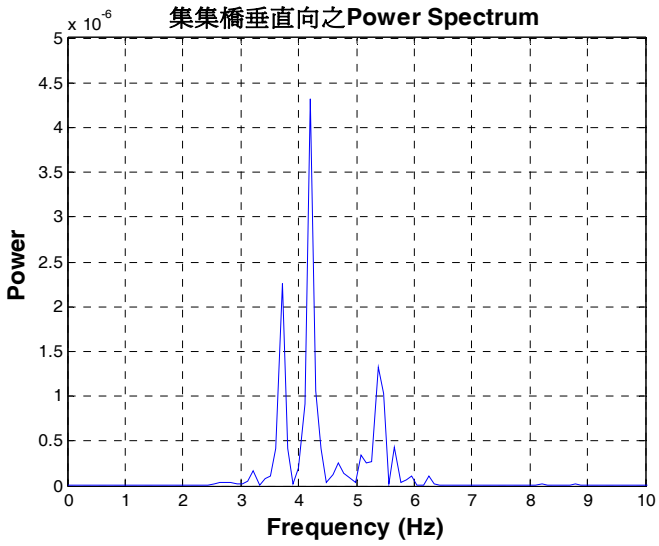


圖 5.62 集集橋 (z 方向)能量反應譜 儀器置於橋中點處 (微震)

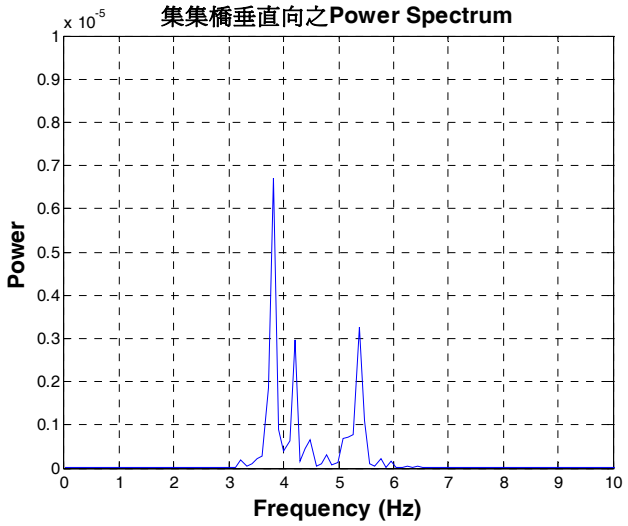


圖 5.63 集集橋 (z 方向)能量反應譜 儀器置於橋中點處 (微震)

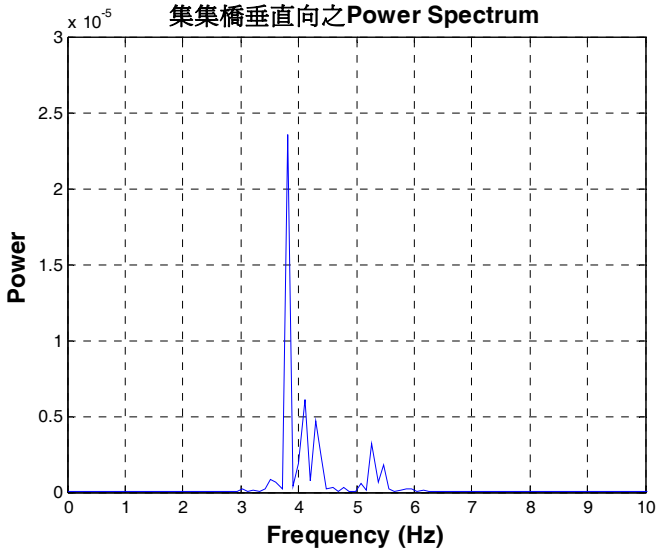


圖 5.64 集集橋 (z 方向)能量反應譜 儀器置於橋中點處 (微震)

圖 5-65 為<微震法 - 非直接量測>方式六之結果，圖 5.65 之第一與第二振態頻率約為 4.2Hz 與 4.8Hz；在此圖中並無法發現直接量測法中之第一振態頻率(3.6Hz)，**圖 5-66** 為<微震法 - 非直接量測>方式七之結果，圖 5.66 之第一與第二振態頻率約為 2.4Hz 與 4.1Hz，此圖在 3.6Hz 雖亦有一相對高峰值，但不若它處明顯。以上結果顯示，不同的量測法雖有共通的振態頻率值，但有時亦會發現不同的頻率值；量測結果本身具有一定程度的不確定性。另外、由圖 5.66 可知，雖然小

拖車本身之自然振動頻率約為 5Hz，此一結構性質並不會影響取得其它振動頻率值(如 2.4Hz 與 4.1Hz)。

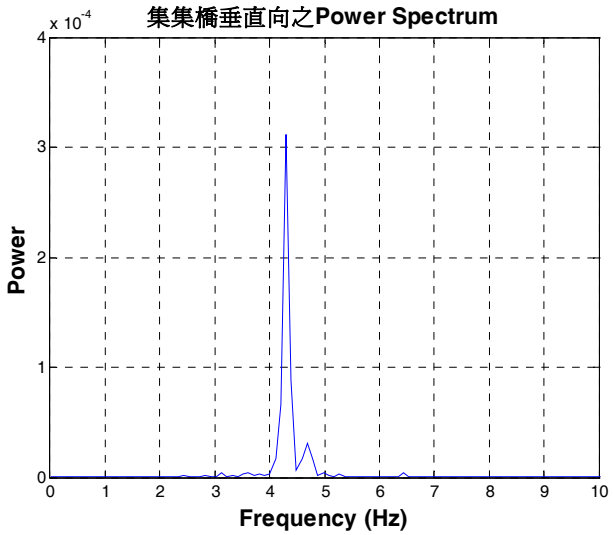


圖 5.65 集集橋 (z 方向) 能量反應譜圖，儀器置於小自客 (微震、方式六)

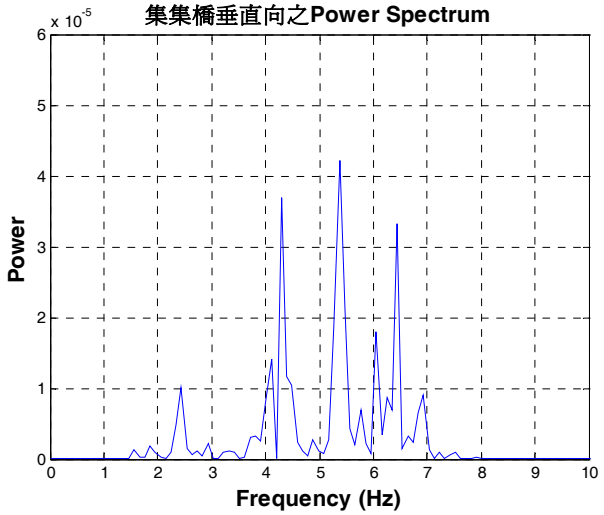


圖 5.66 集集橋 (z 方向) 能量反應譜圖，儀器置於小拖車 (微震、方式七)

2. 橋墩水流方向分析結果

圖 5.67、圖 5-68 與圖 5-69 為直接量測、方式六及方式七之結果，由該圖可知，直接量測最顯著的頻率約在 5.1Hz 附近，其他兩個非直接量測之最顯著頻率均約在 4.2Hz 附近；可知以水流方向而言，儀器置於小自客或小拖車，與直接量測法比較，均存有些微的差異，

兩者對取得頻率的影響並不大，值得一提的是，方式六的結果與執信橋第一次的試驗結果相近，但與執信橋第二次試驗的結果並不同；執信橋第二次試驗時，儀器置於小自客時，所取得的訊息十分雜亂，原因可能為取得訊號時(試驗時)，有非預期的外力來源干擾，例如非試驗橋梁上有重車經過(執信橋有左右兩橋，試驗時僅封閉一橋，另一橋仍開放通行，且兩橋相距不遠)，因試驗係採取微振法，受到外力干擾的機會較大。

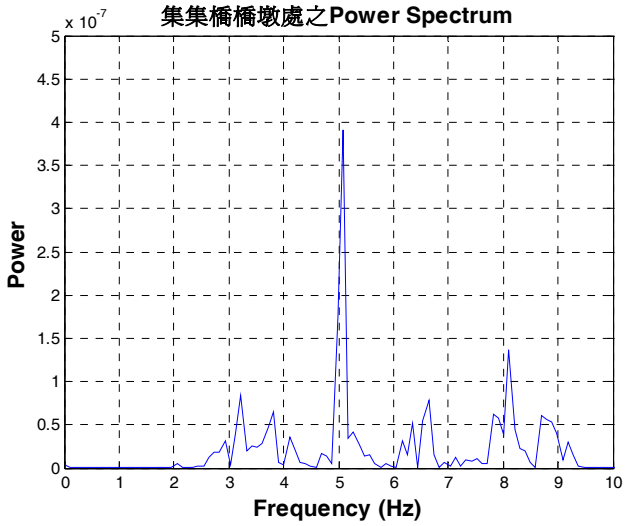


圖 5.67 集集橋 (水流方向) 能量反應譜圖，儀器置於橋墩處 (微震)

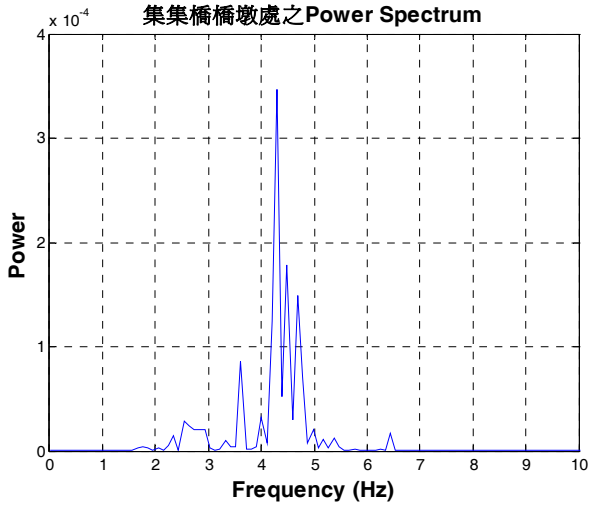


圖 5.68 集集橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於小型自用車，車於橋墩處 (微震、方式六)

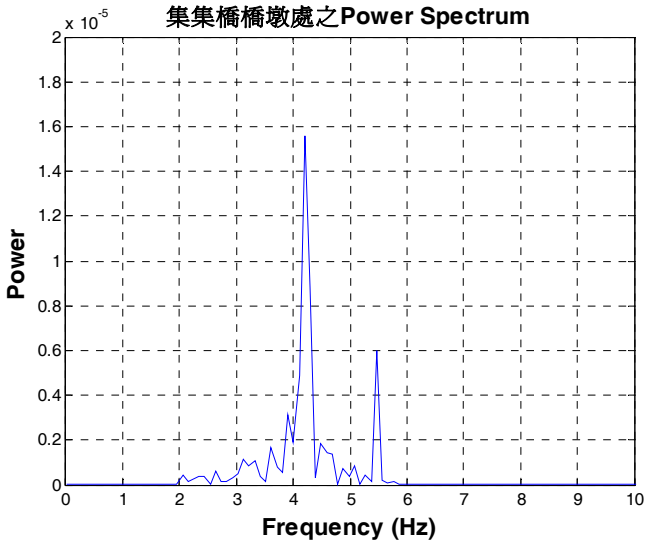


圖 5.69 集集橋 (水流方向) 能量反應譜圖儀器置於無動力小托車 托車於橋墩處 (微震、方式七)

5.2.8 小自客及小拖車之動力特性

圖 5.70-圖 5.73 所示為本計畫試驗中所使用之小自客及小拖車之自由振動歷時圖，根據上圖可推估小自客與小拖車之震動頻率與阻尼如表 5-4 所示。

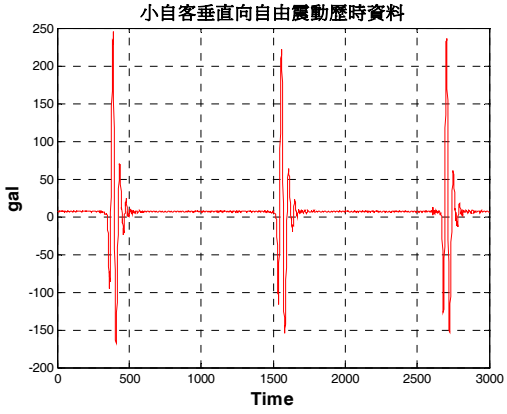


圖 5.70 小自客之垂直向自由振動歷時圖

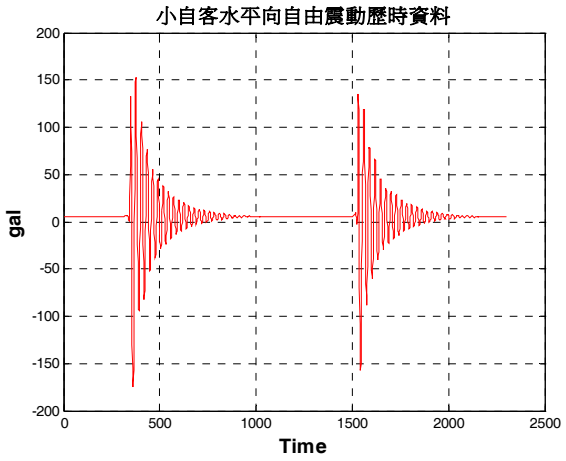


圖 5.71 小自客之水平向自由振動歷時圖

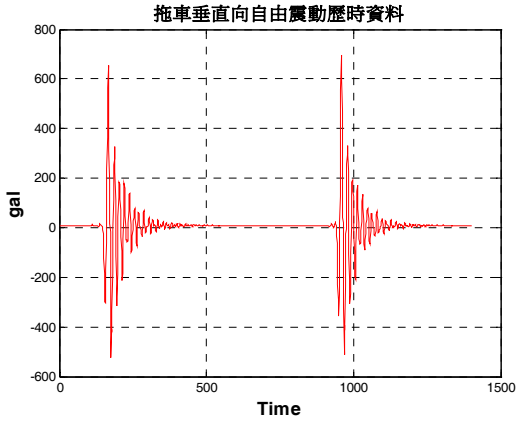


圖 5.72 小拖車之垂直向自由振動歷時圖

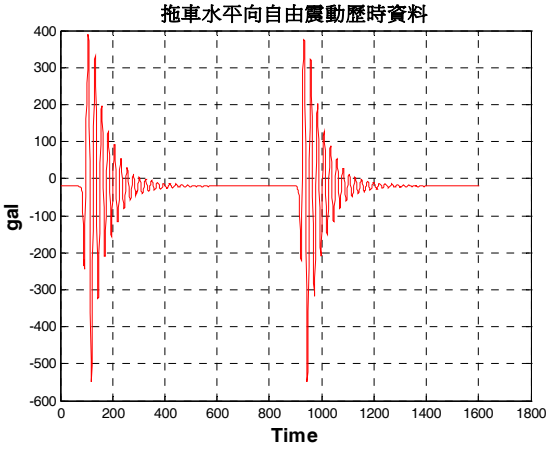


圖 5.73 小拖車之水平向自由振動歷時圖

表 5-4 小自客小拖車之頻率與阻尼

	小自客		小拖車	
	頻率	阻尼	頻率	阻尼
水流方向	2.76 Hz	4.2 %	3.55 Hz	5.2 %
垂直方向	1.67 Hz	16 %	5.2 Hz	7.3 %

上表中阻尼係依據以下之公式計算得之。

$$\xi = \frac{\ln(v_n / v_{n+m})}{2m\pi} \qquad \text{……(5.7)}$$

其中，v_n 表示為第 n 次振動時之振幅，v_{n+m} 表示為第 $n+m$ 次振動時之振幅。

5.3 貝氏定理分析

本計畫第五階段擬發展簡易側推分析模式，求得準確之地震損壞影響因子與 Ay 及 Ac 之關係，據以評估橋梁之承載力；而本章之檢測結果(或依據檢測結果所計算之數值)可作為側推分析之輸入值，例如 EI 值。目前本計畫擬以貝氏理論結合實際量測資料，以推估結構系統參數(如 EI 值)，作為側推分析之輸入參數，以判定橋梁基礎的完整性。

在進行橋梁振動試驗之前，由初步的檢測資料可得橋梁的各項資料如設計圖或竣工圖、材料強度、斷面尺寸、基礎及地盤型式等。震動試驗完成後，可得橋梁之各項反應如頻率及振態。貝式定理可以系統性地整合上述兩種資料並更新各結構參數(如 EI 值)的機率分佈函數，更新後之參數平均值可視為結構系統識別之結果，此結果可以應用於本研究第五階段「側推分析」中，以求得橋梁之承載力。

以下為貝氏定理之簡介，若所量得之參數為不連續的變數，則依貝式定理其機率分佈的更新公式如下(Ang，1984)：

$$P(\Delta=\delta_i \mid \varepsilon)=\frac{P(\varepsilon \mid \Delta=\delta_i)P(\Delta=\delta_i)}{\sum_{i=1}^{n} P(\varepsilon \mid \Delta=\delta_i)P(\Delta=\delta_i)} \qquad i=1,2,...,n \quad \text{…. ….} \ (5.8)$$

其中，$P(\Delta=\delta_i)$ 為事前機率(prior probability)；$P(\varepsilon \mid \Delta=\delta_i)$ 為一條件機率，即在以事前機率的參數為前提下，觀察到事件 ε 的機率；$P(\Delta=\delta_i \mid \varepsilon)$ 為事後機率(posterior probability)。若為連續參數，則依貝式定理其機率分佈的更新公式如下：

$$f''(\Delta)=\frac{P(\varepsilon \mid \Delta) f'(\Delta)}{\int_{-\infty}^{\infty} P(\varepsilon \mid \Delta) f'(\Delta) d\Delta} \text{ ……} \ (5.9)$$

同理，$f'(\Delta)$ 為事前機率(prior probability)；$P(\varepsilon \mid \Delta)$ 為一條件機率，即在以事前機率的參數為前提下，觀察到事件 ε 的機率；$f'(\Delta)$ 為事後機率(posterior probability)。

雖然各項橋梁的檢測技術(如非破壞檢測)已大幅改善，但因自然界中本質上的隨機特性(randomness)及量測技術的不確定性(uncertainties)，使得許多物理量多以機率的形式呈現；譬如現今臺灣氣象預報中的降雨機率即為一例。貝式理論可以將原本工程師的知識與後續由實驗或觀察而得的資料加以整合，因此該理論於工程界的應用層面十分廣泛；譬如 Tang(1973)利用貝式定理與非破壞性檢測的結果，決定焊接裂縫的大小及機率分佈；Liu 及 Yu(2004)利用靜載重試驗與貝式定理於結構參數之識別；Hoon(1998)利用振動頻率與模態預測最有可能發生破壞的事件(the most probable damage event)；劉佩玲(2004)延伸文獻(Liu，2004)之研究，將檢測的資料由靜荷重的位移，擴增為振動頻率與模態。再者，因沖刷導致的橋基裸露已被視為危害橋梁安全最嚴重的現象，橋基裸露所引發的基礎側移或甚至翻轉，而使得橋梁承載力下降的問題，便顯得相對重要。因此，橋基的基礎承載力(包含抗翻轉及側移勁度)將納入有限元素模型中，亦即，此二參數(抗翻轉及側移勁度)為系統識別的辨識結構參數之一，如此，所建構的數值分析模型(如有限元素模型)將可充分地反映出實際的橋梁結構狀況。

上述過程說明橋梁受損部位可不經人力檢測而得，經貝氏定理判定的結果在驗證有其難度，譬如，實際橋梁結構的受損部位及勁度折減率，並不容易取得。鑒於計畫時程，本研究擬將建立上述演算法之運算模式，演算對象為假定之理想結構物(如桁架結構)，該假定結構物受損前後之各項資料均為已知，故可作為檢驗貝氏定理計算後之結果。

依據上述之貝式定理，事後機率可以表示為

$$f_v^{''}(\boldsymbol{v}) = k f_{t|v}(\boldsymbol{t} \mid \boldsymbol{v})\, f_v^{'}(\boldsymbol{v}) \quad \text{.....(5.10)}$$

其中，v為結構性質，如勁度，以桁架結構而言，則為 EA/l 值, $\boldsymbol{t}$ 為所觀察到的事件, 於此例中,$\boldsymbol{t}$ 為所量測到的頻率(振態)。根據結構性質(EA/l)的事前機率與所量測的頻率結果，事後機率如下所示

$$\begin{aligned} \boldsymbol{t} = \Lambda &= [\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_N]^T = [\omega_1^2, \omega_2^2, ..., \omega_N^2]^T \\ \sum\nolimits_{\lambda} &= diag[\sigma_{\lambda_1}^2, \sigma_{\lambda_2}^2, ..., \sigma_{\lambda_N}^2] \end{aligned} \quad \text{.....(5.11)}$$

$$f_{\Lambda|v} = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{N}{2}} \mid \Sigma_{\lambda} \mid^{0.5}} \exp[-\frac{1}{2}(\Lambda - \bar{\Lambda})^T \Sigma_{\lambda}^{-1} (\Lambda - \bar{\Lambda})] = N(\bar{\Lambda}, \Sigma_{\lambda})$$

.....(5.12)

其中，$f_{\Lambda|v}$ 為多變數之常態分佈函式，$\bar{\Lambda}$ 則為頻率之平均值，亦即，頻率本身為一隨機變數，$\bar{\Lambda}$ 之一階泰勒展開式(Taylor's expansion)為

$$\bar{\Lambda}(v) = \Lambda_0 + \frac{\partial \Lambda}{\partial v} \mid v_0 \Delta v \text{.....} \quad \text{.....(5.13)}$$

其中，Λ_0 為結構未受損前之頻率,$\Delta v = v - v_0$，若令 $H = -\frac{\partial \Lambda}{\partial v} \mid v_0$，則 $\bar{\Lambda} = \Lambda_0 - Hv + Hv_0$

除此之外，若令 $G = Hv_0 + \Lambda_0 - \Lambda$,則

$$f_{\Lambda|v} = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{N}{2}} \mid \Sigma_{\lambda} \mid^{0.5}} \exp[-\frac{1}{2}(v - \mu_{\lambda})^T H^T \Sigma_{\lambda}^{-1} H (v - \mu_{\lambda})] \cdot \exp[-\frac{1}{2} G^T \Sigma_{\lambda}^{-1} G + \frac{1}{2} \mu_{\lambda}{}^T H^T \Sigma_{\lambda}^{-1} H \mu_{\lambda}]$$

.....(5.14)

上式經正規化後可得

$$f_{\Lambda|\nu} = \exp[-\frac{1}{2}(\nu-\mu_\lambda)^T C_\lambda^{-1}(\nu-\mu_\lambda)] \quad \cdots\cdots(5.15)$$

其中，

$\mu_\lambda = G_\lambda H^T \Sigma_\lambda^{-1} G$

$C_\lambda = (H^T \Sigma_\lambda^{-1} H)^{-1}$

若未受損前之頻率分佈為常態分佈，如下所示

$$f_\nu'(\nu) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{m}{2}} |C_\nu'|^{0.5}} \exp[-\frac{1}{2}(\nu-\mu_\nu')^T C_\nu'^{-1}(\nu-\mu_\nu')]$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots(5.16)$$

則受損後之頻率分佈為

$$f_\nu''(\nu) = N(\mu_\nu'', C_\nu'') = \exp[-\frac{1}{2}(\nu-\mu_\nu'')^T C_\nu''^{-1}(\nu-\mu_\nu'')]\cdots\cdots(5.17)$$

其中

$\mu_\nu'' = (C_\nu'^{-1} + C_\lambda^{-1})^{-1}(C_\nu'^{-1}\mu_\nu' + C_\lambda^{-1}\mu_\lambda)$
$C'' = C_\nu'^{-1} + C_\lambda^{-1})^{-1}$

其中 $C_\nu'^{-1}$ 為多變數之標準差，式 5.17 即可用來預測一結構物中之受損桿件。以下例作一簡單的說明：

一桁架結構如圖 5.74 所示，其相關性質如下：各桿件斷面積(A)= $0.001m^2$,其標準差為 0.1，彈性模數(E)=7×10^7(kN/m^2)，桿件密度(ρ) =2.7 (ton/m^3)，未受損頻率之標準差為 0.03。

根據以上資料，貝式定理中各相關參數可計算如下：

$$\boldsymbol{\mu}_v' = \begin{bmatrix} 70000 \\ 70000 \\ 70000 \end{bmatrix} \quad (\text{kN})$$

其中,μ_v'為每根桿件 EA/l 值之平均數，

$$\mathbf{C}_v' = 10^6 \times \begin{bmatrix} 49 & 0 & 0 \\ 0 & 49 & 0 \\ 0 & 0 & 49 \end{bmatrix} \quad (\text{kN}^2)$$

其中，C_v'為 EA/l 之共變異矩陣，

$$\boldsymbol{\Lambda}_0 = 10^6 \times \begin{bmatrix} 5.3690 \\ 33.244 \\ 72.451 \end{bmatrix} \quad (\text{rad}^2/\text{sec}^2)$$

Λ_0為未受損結構之頻率，

$$\Sigma_\lambda = 10^3 \times \begin{bmatrix} 4.8321 & 0 & 0 \\ 0 & 29.919 & 0 \\ 0 & 0 & 65.206 \end{bmatrix} \quad (\text{rad}^2/\text{sec}^2)$$

Σ_λ未受損結構頻率之共變異數。若假設此一桁架結構中的某一桿件受損(未知)，且其受損後之勁度為受損前勁度之 90%與 80%(未知)。則利用以上所推導之公式，推估受損後之各桿件勁度如表 5-5 所示，由此表可之，以上推導之貝式公式確可準確地預測桁架結構中何者為受損元件，此推導公式目前僅由簡單桁架結構驗證其可行性，未來希望可以推廣至真實的結構(如橋梁)，如此，根據現地量測的頻率輔以貝式定理，工程師便可推估橋梁的健康狀態。當然，此一推廣存在著某些技術尚待克服，例如，本推導公式中，若量測的頻率數目需要不小於結構桿件數目，而實際結構物的桿件數通常均為龐大的數值，實務上，不可能取得對等的頻率數目值；此為其中一個瓶頸，此問題或可由振態取代頻率而加以克服，然而，現地量測要取得振態形狀亦非易事；此點則有待後續研究克服。

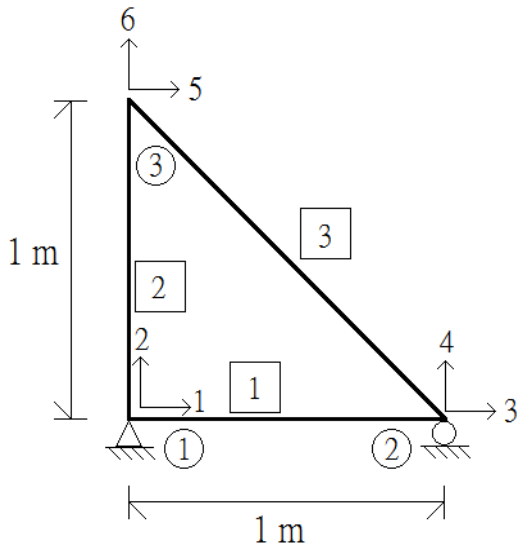


圖 5.74 以貝式定理與量測頻率預測受損構件之桁架結構

表5-5 以貝式定理與量測頻率預測受損構件之桁架結構

No.	預設的損壞率 (%)	真實的EA值 (kN)	推估的EA值 (kN)
1	$\begin{bmatrix}0.9\\1\\1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}63000\\70000\\70000\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}63442\\70919\\70870\end{bmatrix}$
2	$\begin{bmatrix}1\\0.9\\1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}70000\\63000\\70000\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}70602\\63532\\70803\end{bmatrix}$
3	$\begin{bmatrix}1\\1\\0.9\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}70000\\70000\\63000\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}69810\\70049\\62593\end{bmatrix}$
4	$\begin{bmatrix}0.8\\1\\1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}56000\\70000\\70000\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}52228\\68278\\68056\end{bmatrix}$
5	$\begin{bmatrix}1\\0.8\\1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}70000\\56000\\70000\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}66864\\52690\\67767\end{bmatrix}$
6	$\begin{bmatrix}1\\1\\0.8\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}70000\\70000\\56000\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}63123\\64219\\48258\end{bmatrix}$

5.4 封橋分析

5.4.1 封橋臨界頻率之決定

誠然工程師可以針對同一座橋梁之頻率進行洪水前後之比較，若欲將比較的結果作為封橋與否的參考，尚須界定明確的臨界值，洪水前後之頻率比值如下所示

$$R = \frac{f_{ma}}{f_{mb}} \quad \text{.....(5.18)}$$

其中，f_{ma} 為洪水後橋墩的量測震動頻率(第一振態)，f_{mb} 為洪水前橋墩的量測震動頻率(第一振態)，R 為兩者之比值。若 $R > R_c$ 則應考慮進行封橋，R_c 定義如下

$$R_c = \frac{f_{aa}}{f_{ab}} \quad \text{.....(5.19)}$$

其中，其中，f_{aa} 為橋墩受損後的震動頻率(第一振態)，f_{ab} 為橋墩受損前的震動頻率(第一振態)。受損之定義為某一橋樑的結構狀態對等於側推分析中 A_y 或 A_c 的結構狀態，亦即，當任一橋梁抵抗橫向力的能力等於該橋梁降伏(A_y)或崩塌(A_c)時抵抗橫向力的能力時，視為受損狀態。以執信橋為例，受損橋梁的模擬方式為對其橋墩的相關結構性質(如 EI 值)進行折減，以下為三種可能的折減方法：

1.將橋墩之結構性質依塑性鉸行為進行折減

執信橋橋墩經斷面分析後，其塑性鉸之破壞模式(撓剪破壞)如圖 5.75 所示，當橋樑降伏時，其抗彎矩能力之折減比例為圖 5.75 中線段 BC 與線段 AB 的斜率比，根據圖 5.75 可計算此比值為 1%，亦即，橋墩之下方斷面(接近基礎的地方)之結構性質將折減為原強度之 1%；結構完成修正後，則進行結構振態分析，以取得結構修正前與修正後之頻率比，經分析得若以此方式決定結構性質之折減，其 R_c 為 30%。

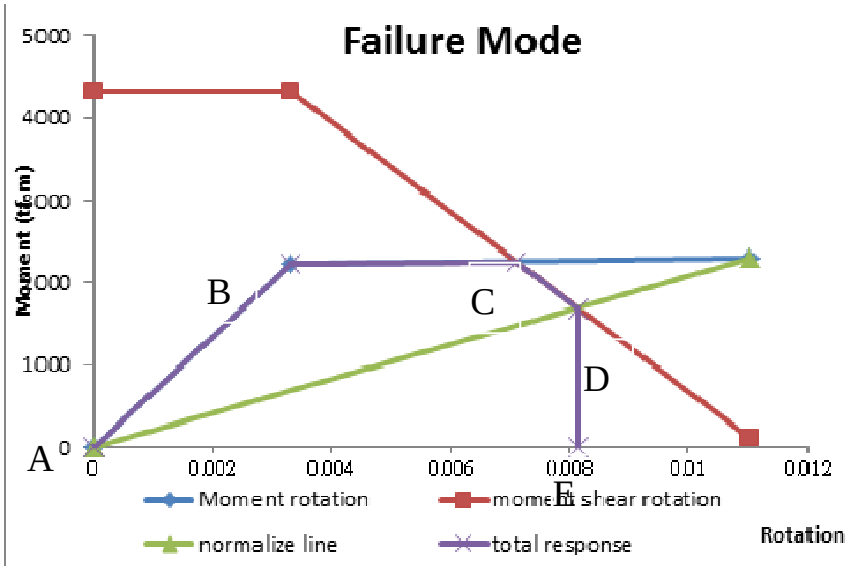


圖 5.75 執信橋塑性鉸模型

2.將橋墩之結構性質依側推分析中之外力與位移關係進行折減

執信橋橋墩經側推分析後，其基底總剪力與位移之關係如圖 5.76 所示，當橋樑降伏時，橋墩之下方斷面(接近基礎的地方)之結構性質可依圖 5.76 中線段 BC 與線段 AB 的斜率比值進行折減，根據圖 5.76 計算此比值為 18%；同樣地，結構完成修正後，則進行結構振態分析，以取得結構修正前與修正後之頻率比，經分析得若以此方式決定結構性質之折減，其 R_c 為 60%。

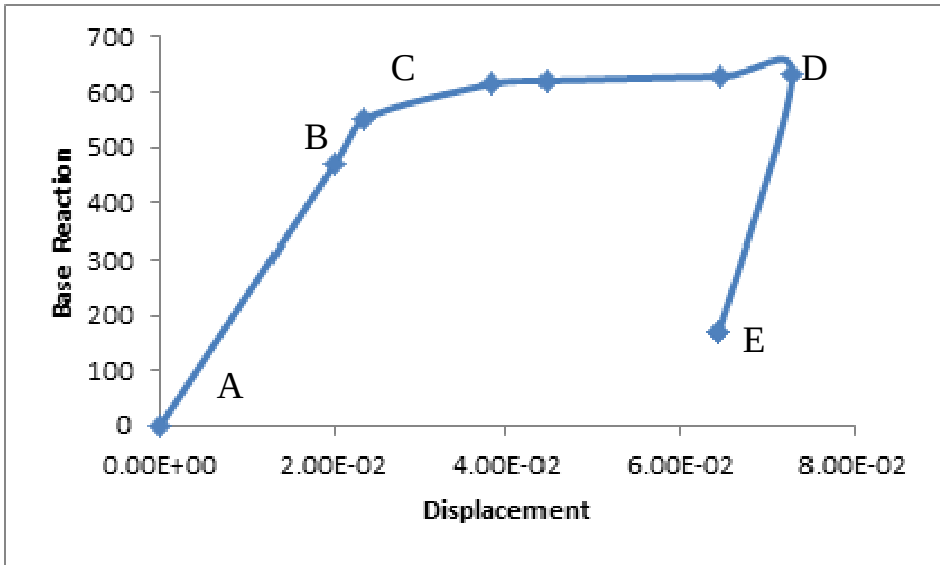


圖 5.76 執信橋之側推分析結果

3.將橋墩之結構性質依側推分析中之PGA與位移關係進行折減

由側推分析之結果，進行 PGA 分析後可得 PGA 與位移之關係如圖 5.77 所示；當橋樑降伏時，橋墩之下方斷面(接近基礎的地方)之結構性質可依圖 5.77 中線段 BC 與線段 AB 的斜率比值進行折減，根據圖 5.77 計算此比值為 67%；同樣地，結構完成修正後，則進行結構振態分析，以取得結構修正前與修正後之頻率比，經分析得若以此方式決定結構性質之折減，其 R_c 為 87%。

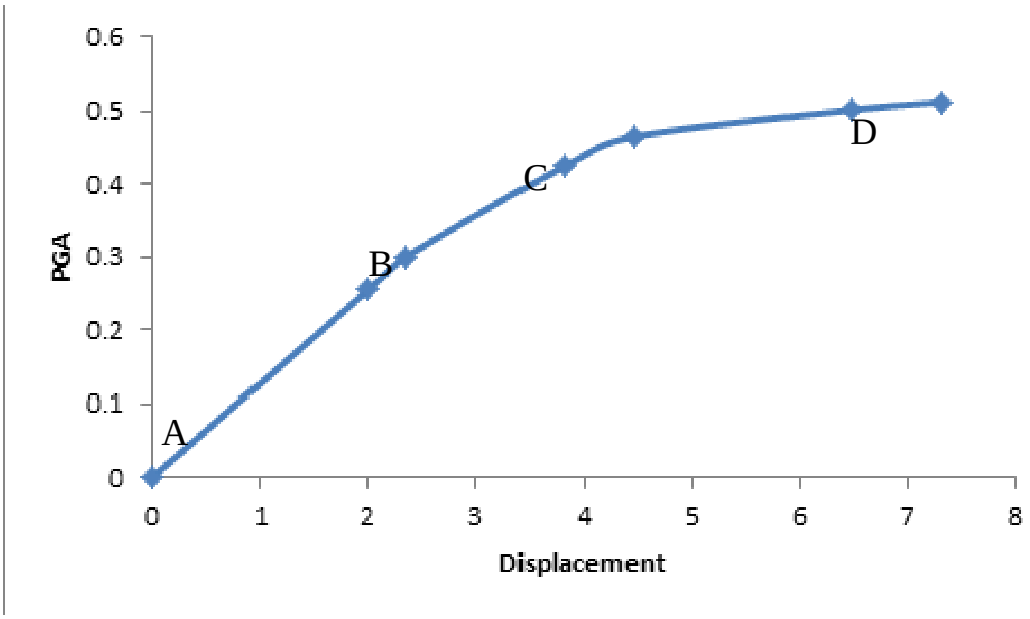


圖 5.77 執信橋之 PGA 分析結果

由以上可知，R_c 深受結構強度折減模式影響，以執信橋為例，R_c 的範圍為 1% - 87%。因本計畫所考量之外力為水流造成之沖刷力，此物理現象應與折減模式二較相近，故 R_c 值取 60%應屬合理。另、圖 5.78 所示為不同折減比率下之 R_c 值，由圖可看出，折減率與 R_c 值間並非線性關係。

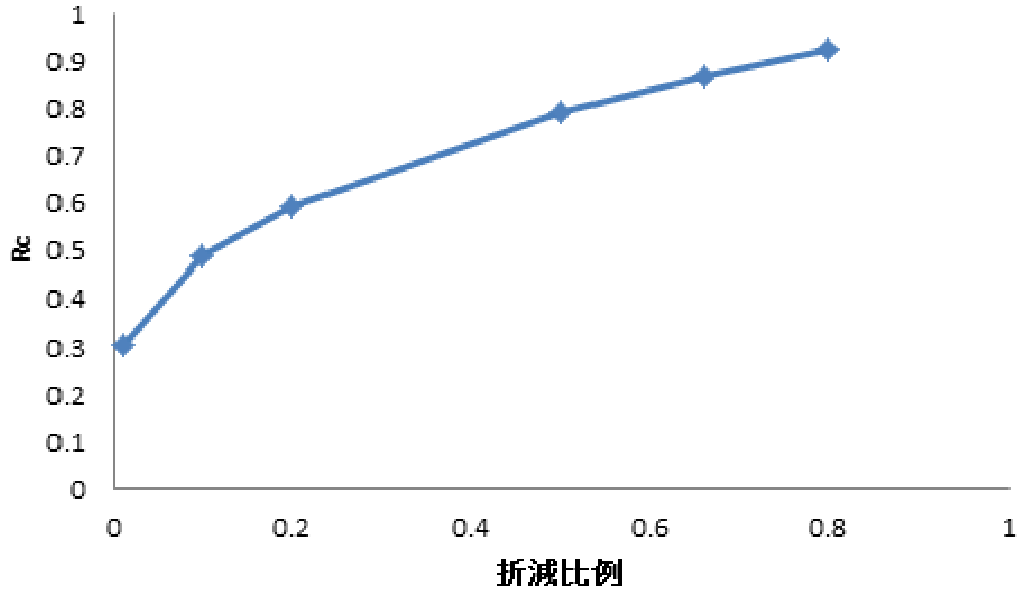


圖 5.78 橋墩折減率與臨界頻率比值(Rc)關係圖

另、由上述之計算過程可知，當考慮的橋梁不同時，其 R_c 值亦將變動，此節僅以宜蘭執信橋做為範例說明，本節所推導之 R_c 值理論上僅適用於執信橋，其他橋梁之 R_c 值應再進行個別的評估。

5.4.2 適用於臺灣地區之移動式振動檢測模式之建議

根據本章報告內容，以下說明本研究團隊所建議的臺灣地區之移動式振動檢測模式，如圖 5.79 所示，詳細內容說明如下；圖中之流程除步驟(6)封橋判斷、與步驟(7)系統通報為當量測時間為洪水後才需執行之步驟，其餘步驟(1)至步驟(5)則為進行洪水前或洪水後量測時，共同需要執行之步驟。

1. 目的：此振動檢測模式旨在提供一個可以相對快速、經濟且正確地量測橋面版與橋墩之振動頻率(第一振態)。

2. 移動式震動檢測之定義：本計畫所規畫之移動式震動檢測係指量測儀器(速度計)置於具移動性之拖車上，量測時，裝載儀器的拖車係靜止狀態，每次量測時間約 2 分鐘。

3.檢測流程：

(1)儀器準備：

<1.1>震動儀器：建議使用速度計作為量測儀器，且其可量測範圍至少應為±2 kine (±0.02 m/s)；以可同時取得三個方向之歷時振動之儀器為優先考量。

<1.2>拖車設計：托車之自然震動頻率不宜介於 2.0Hz-8Hz 之間、且其各向(x 與 y 方向)之阻尼比不宜大於 5%，上述托車之結構性能可以由自由振動之歷時反應取得。

<1.3>電源設備：必須確保現場量測時筆記型電腦及速度計之電源無虞，不建議採用汽車之電力，以蓄電池(如電匠)提供電力較為理想。

<1.4>儀器測試：現場試驗前，各儀器(如筆電及速度計)應先整合並測試是否可以正常讀取振動訊息。

(2)頻率量測流程：

<2.1>將儀器固定於托車上

<2.2>將拖車固定於具移動性之車輛上

<2.3>整合各項儀器

<2.4>以汽車將拖車與量測儀器運送至某一橋墩上方

<2.5>進行訊號收集

<2.6>以汽車將拖車與量測儀器運送至某一橋面版跨度中央處

<2.7>進行訊號收集

<2.8>重複<2.4>至<2.7>直至每個橋墩與橋面版中央處均有三筆資料(每筆兩分鐘)

(3)量測資料分析

<3.1>若量測資料為二位元檔案，應先將該檔案轉換為文字檔，以利後續分析

<3.2>以數位過濾器濾除不必要的雜訊

<3.3>對每一筆量測資料進行 welch 分析

<3.4>取得每一個橋墩與橋面版之基本振動頻率

(4)橋梁側推分析

<4.1>建立斷面破壞模式

<4.2>建立整體橋梁之有限元素模型

<4.3>進行側推分析以建立容量曲線

<4.4>進行 PGA 分析以建立 PGA 曲線

(5)橋梁受損前後之結構振態分析

<5.1>由容量曲線與 PGA 曲線取得橋墩折減係數

<5.2>進行橋梁受損前後之振態分析

<5.3>計算 R_c 值

(6)封橋判斷

<6.1>計算洪水前後之頻率比(R 值)

<6.2>若 $R > R_c$ 則建議封橋，反之，則不建議封橋

(7)系統通報

將封橋與否之決定以簡訊或電郵通報港灣研究中心已建置之「公路防救災決策支援系統(Taiwan Road Early Nature Disaster prevention System，TRENDS)」中，進行後續之相關措施。

上述建議檢測流程之理由說明如下：

本計畫共進行 10 種不同橋梁頻率之量測方式，評估的結果係建議採用方式七的量測方式，理由說明如下：移動式量測法(方式一~方式四)的優點為機動性佳、儀器可以設置於車上不須搬動，滿足利用單一儀器快速量測多個橋梁的目的，缺點則有量測結果受路面粗糙度、車速影響過大，且行車經過收縮縫時(通常即為橋墩正上方)，路面不平經常造成巨大的震動，因此，欲藉由行車經過橋墩上方時所取得之極短的震動訊號，且經常伴有巨大的非預期振動來源，正確判讀出橋墩頻率的困難度過高，故上述量測方式不列入建議。

微震-非直接量測法(方式六與方式七)，相較於移動式量測法，缺點為機動性稍不理想(因試驗車輛必須短暫停止)，需時較移動式量測法稍久，優點則為儀器設置於車上，不須搬動，具有相當程度的機動性，經檢查上述兩個量測方式之結果，以方式七更為理想，故為建議之振動檢測模式。

等速動態載重法(方式八、方式九與方式十)，基本上與所建議之震動檢測模式相近，不同處在於需要額外的外力來源，如此，增加試驗成本與複雜度，故不列入建議。

微震法-直接量測法(方式五)則因需將量測儀器放置於橋梁結構體上，耗時較久，且此方式並非全新的量測法，故不列入建議。

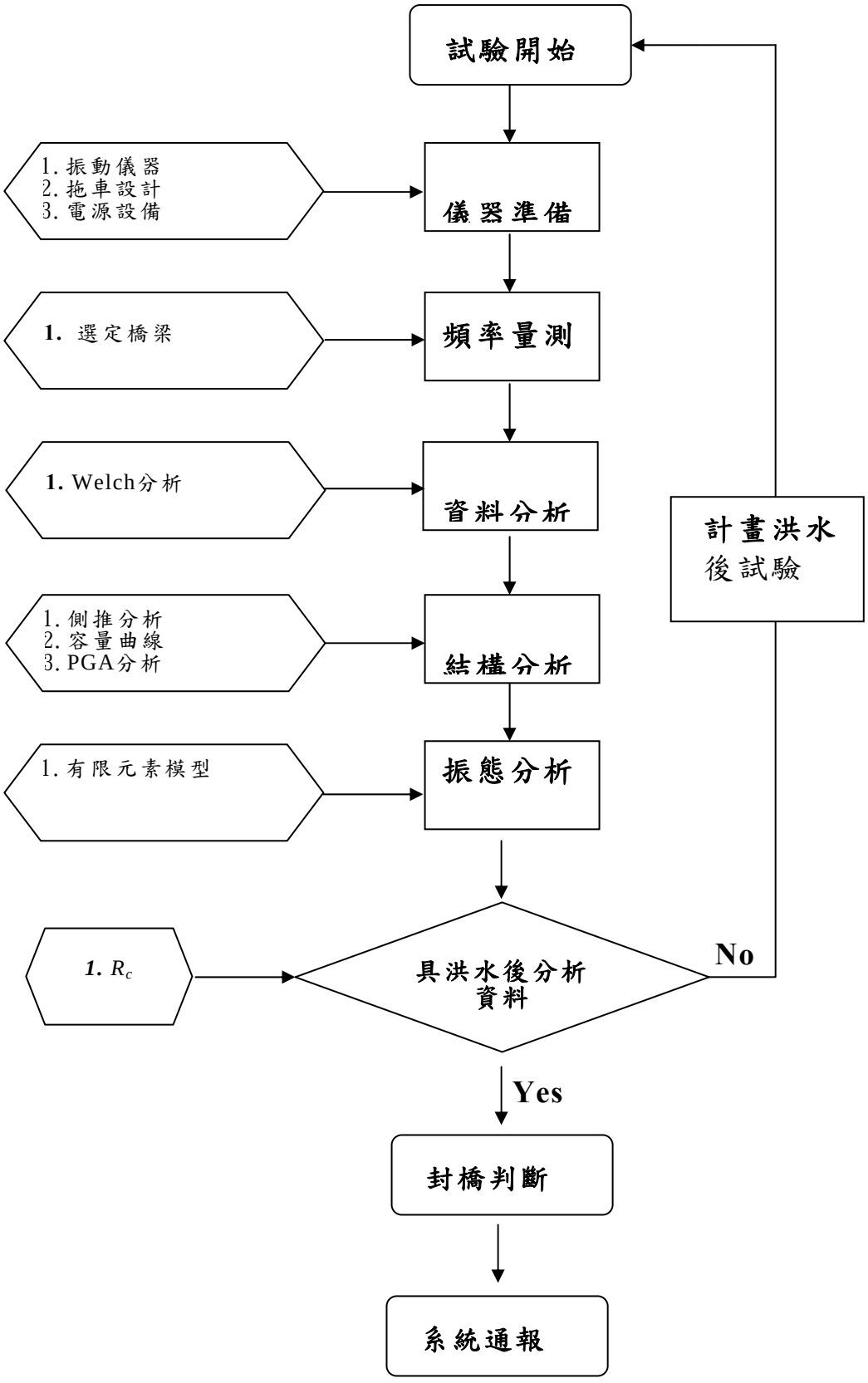


圖 5.79 臺灣地區建議之移動式振動檢測模式流程圖

第六章 材料劣化與殘餘強度分析模式

本研究之材料劣化評估除推定橋梁各構件之腐蝕發生時間外，主要依圖 6.1 所示之計算流程，進行各劣化材料性質預測，並將所得結果回饋至橋梁耐震能力評估階段。換言之，本章將依橋梁所處劣化環境條件以建立鋼筋腐蝕曲線，進而推估其鋼筋降伏強度折減曲線、極限握裹強度折減曲線與鋼筋彈性模數折減曲線等，並歸納其隨機特性。

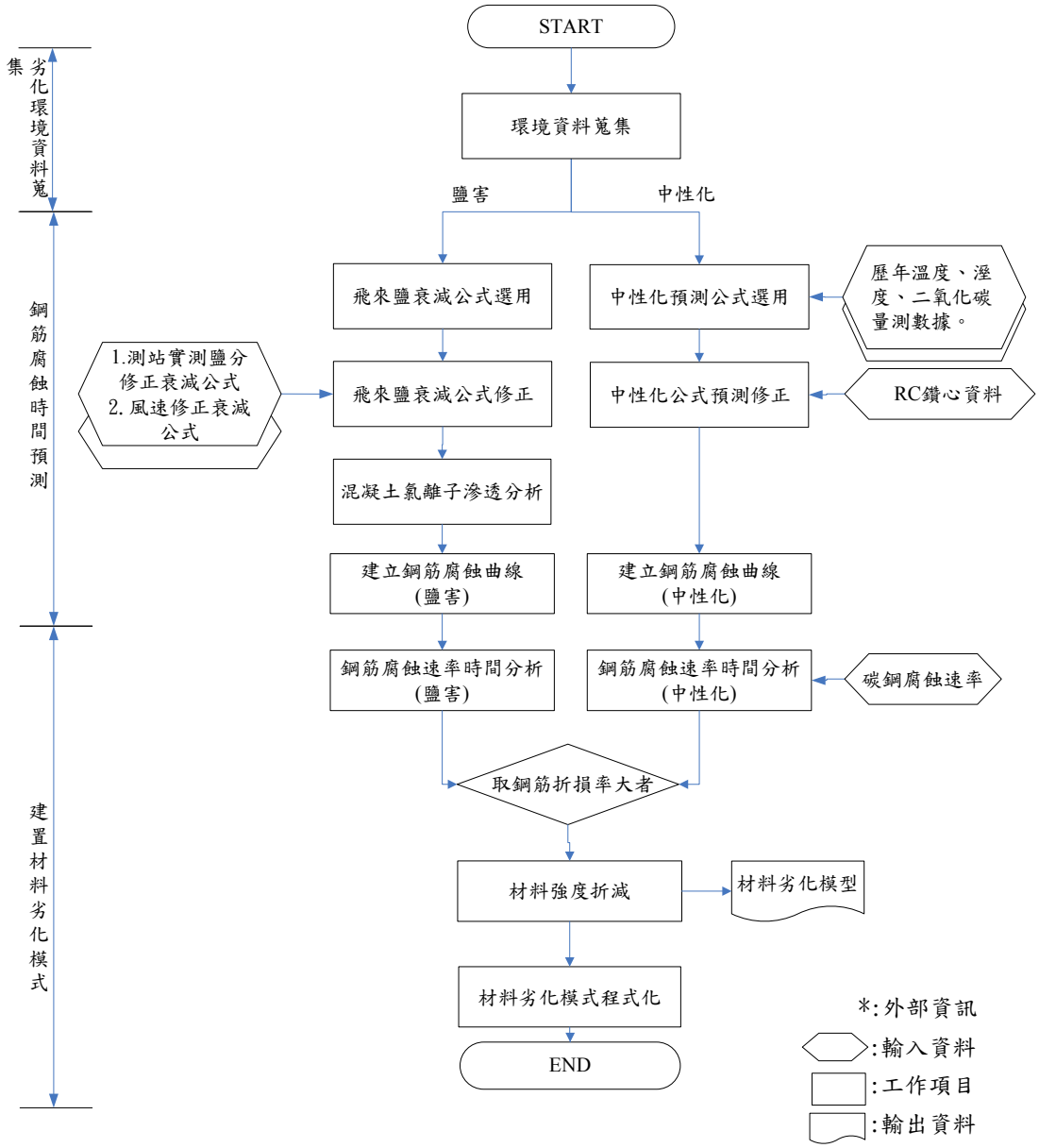


圖 6.1 耐久性能評估流程

6.1 劣化環境資料蒐集

劣化環境資料除選定劣化因子外，須依混凝土性質與其狀態設定由所須之劣化模型參數，如氯離子擴散係數、中性化速度係數等；若能配合現地資料收集補正劣化因子含量，如構件表面附著之氯離子量等，更可提升劣化預測之準確性。本研究之環境因素考量部份，將應用「災害預警資料交換機」擷取港灣研究中心大氣腐蝕資料，如：氯鹽沉積量及 SO_2 沉積量，並分析其統計特性以考量環境條件於各劣化因子含量中所造成之不確定性影響。另外，劣化預測模式中所須之溫濕度等條件，將利用既有之氣象資料與以補足。

6.1.1 鹽害環境資料收集

氯鹽沉積量採集裝置是以濕燭法進行如圖 6.2 所示，其原理為使用一濕纖維織物表面，在已知面積條件下暴露一段時間，再以化學分析法測定其沉積量，並以 $mg/m^2/day$ 表示。 距海遠近對於鹽害所造成的影響相當大，因此在針對有試驗線的測站，向港灣研究中心取得 98 年 8 月到 99 年 12 月氯鹽沉積量與碳鋼腐蝕速率資料如表 6-1 所示，風速也會對於鹽害造成不同影響，如 6.2.1.1 節飛來衰減鹽公式需考慮風速，因此也向中央氣象局網站取得 2004-2010 年平均風速資料。

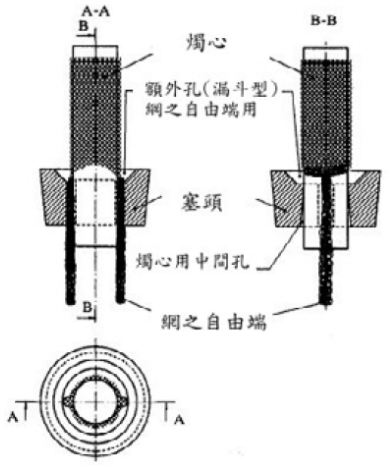


圖 6.2 濕燭法燭心構造示意圖(CNS 13754)

（資料來源：交通部運輸研究所）

表 6-1 測站試驗線氯鹽沉積量與碳鋼腐蝕速率

（資料來源：交通部運輸研究所）

項次	試驗地點	座標(E)	座標(N)	98年8月~98年11月					98年11月~99年03月				
				安裝日期	採樣日期	天數	氯鹽沉積量	碳鋼腐蝕速率	安裝日期	採樣日期	天數	氯鹽沉積量	碳鋼腐蝕速率
1	基隆試驗線 0m	121° 46’ 14.0”	25° 08’ 43.7”	8月3日	11月9日	98	8.19	237	11月9日	3月9日	120	30.81	364
2	基隆試驗線 100m	121° 46’ 53.3”	25° 09’ 0.8”	8月3日	11月9日	98	26.62	417	11月9日	3月9日	120	39	435
3	基隆試驗線 3Km	121° 46’ 38.1”	25° 08’ 17.4”	8月4日	11月9日	97	25.54	183.8	11月9日	3月9日	120	未安裝	228.2
4	花蓮港試驗線 0m	121° 38’ 8.6”	23° 59’ 48.3”	7月22日	10月28日	98	4.54	158.5	10月28日	3月3日	126	23.78	113.1
5	花蓮港試驗線 100m	121° 38’ 5.5”	23° 59’ 52.3”	7月22日	10月28日	98	11.43	128.7	10月28日	3月3日	126	18.78	88.2
6	花蓮港試驗線 300m	121° 37’ 53.0”	23° 59’ 51.0”	7月22日	10月28日	98	6.21	122.5	10月28日	3月3日	126	15.97	81
7	核三廠試驗線 0m	120° 45’ 16.6”	21° 57’ 23.1”	7月20日	10月26日	98	18.21	178.1	10月26日	3月1日	126	10.03	66.9
8	核三廠試驗線 100m	120° 45’ 14.6”	21° 57’ 26.3”	7月20日	10月26日	98	6.46	117.3	10月26日	3月1日	126	2.97	56.8
9	核三廠試驗線 300m	120° 45’ 17.0”	21° 57’ 39.1”	7月20日	10月26日	98	2.46	305.3	10月26日	3月1日	126	2.16	91
10	核三廠試驗線 1Km	120° 45’ 18.7”	21° 58’ 4.80”	7月20日	10月26日	98	1.31	26.1	10月26日	3月1日	126	2.01	53.5
11	高雄港試驗線 0m	120° 18’ 54.5”	22° 33’ 53.6”	7月29日	11月4日	98	遺失	188.4	11月4日	3月2日	118	3.93	57
12	高雄港試驗線 100m	120° 18’ 56.8”	22° 33’ 53.1”	7月29日	11月4日	98	0.98	164.2	11月4日	3月2日	118	6.23	83.4
13	高雄港試驗線 300m	120° 19’ 2.8”	22° 33’ 57.1”	7月29日	11月4日	98	1.3	197	11月4日	3月2日	118	2.78	58
14	高雄港試驗線 1Km	120° 19’ 13.5”	22° 34’ 2.3”	7月29日	11月4日	98	9.39	146.4	11月4日	3月2日	118	2.85	47.7
15	高雄港試驗線 3Km	120° 19’ 18.4”	22° 34’ 5.8”	未安裝	-	-	-	-	11月4日	3月2日	118	1.93	35.7
16	臺中港試驗線 0m	120° 31’ 14.4”	24° 16’ 25”	7月6日	10月8日	98	24.27	210.9	10月8日	2月12日	127	60.64	234.7
17	臺中港試驗線 100m	120° 31’ 46.4”	24° 16’ 15.2”	7月14日	10月8日	86	14.19	170.2	10月8日	2月12日	127	6.6	114
18	臺中港試驗線 1Km	120° 32’ 1.6”	24° 14’ 55.2”	7月6日	10月8日	94	12.88	134.4	10月8日	2月11日	126	11.43	98

表 6-1 測站試驗線氯鹽沉積量與碳鋼腐蝕速率(續)

（資料來源：交通部運輸研究所）

99 年 03 月~99 年 06 月					99 年 06 月~99 年 09 月				
安裝日期	採樣日期	天數	氯鹽沉積量	碳鋼腐蝕速率	安裝日期	採樣日期	天數	氯鹽沉積量	碳鋼腐蝕速率
3 月 9 日	6 月 8 日	91	5.19	176.4	6 月 8 日	9 月 7 日	91	13.89	80.7
3 月 9 日	6 月 8 日	91	22.79	218.2	6 月 8 日	9 月 7 日	91	16.6	7907
3 月 9 日	6 月 8 日	91	未安裝	103	6 月 8 日	9 月 7 日	91	未安裝	42.7
3 月 3 日	6 月 2 日	91	19.94	143.5	6 月 2 日	8 月 31 日	90	6.19	128.5
3 月 3 日	6 月 2 日	91	6.57	93.3	6 月 2 日	8 月 31 日	90	0.51	92.6
3 月 3 日	6 月 2 日	91	2.91	89.4	6 月 2 日	8 月 31 日	90	10.84	83.4
3 月 1 日	5 月 31 日	91	10.62	85.8	5 月 31 日	8 月 30 日	91	3.36	99
3 月 1 日	5 月 31 日	91	5.09	67.7	5 月 31 日	8 月 30 日	91	13.99	51.1
3 月 1 日	5 月 31 日	91	1.5	85.2	5 月 31 日	8 月 30 日	91	3.95	84.3
3 月 1 日	5 月 31 日	91	8.29	36.6	5 月 31 日	8 月 30 日	91	2.27	48.1
3 月 2 日	6 月 1 日	91	3.94	98.3	6 月 1 日	8 月 31 日	91	10.51	169.3
3 月 2 日	6 月 1 日	91	3.75	97.9	6 月 1 日	8 月 31 日	91	2.26	142.2
3 月 2 日	6 月 1 日	91	1.8	92.9	6 月 1 日	8 月 31 日	91	3.3	166.2
3 月 2 日	6 月 1 日	91	3.76	72.6	6 月 1 日	8 月 31 日	91	1.73	84
3 月 2 日	6 月 1 日	91	2.78	80.6	6 月 1 日	8 月 31 日	91	1.39	71.2
2 月 12 日	5 月 11 日	88	13.07	144.3	5 月 11 日	8 月 11 日	92	16.04	39.7
2 月 12 日	5 月 11 日	88	7.93	82.7	5 月 11 日	8 月 24 日	105	2.46	40.5
2 月 11 日	5 月 11 日	89	6.38	75.5	5 月 11 日	8 月 10 日	91	4.87	39.7

表 6-1 測站試驗線氯鹽沉積量與碳鋼腐蝕速率(續)

（資料來源：交通部運輸研究所）

99 年 09 月~99 年 12 月					98 年 08 月~99 年 09 月				
安裝日期	採樣日期	天數	氯鹽沉積量	碳鋼腐蝕速率	安裝日期	採樣日期	天數	氯鹽沉積量	碳鋼腐蝕速率
9 月 7 日	12 月 14 日	98	12.6	360.8	8 月 3 日	9 月 7 日	400	3.07	159.6
9 月 7 日	12 月 14 日	98	84.88	649	8 月 3 日	9 月 7 日	400	2.53	317.4
9 月 7 日	12 月 14 日	98	未安裝	233.4	8 月 4 日	9 月 7 日	399	未安裝	115.6
8 月 31 日	11 月 30 日	91	8.11	204.1	7 月 22 日	8 月 31 日	405	2.72	82.4
8 月 31 日	11 月 30 日	91	5.19	142	7 月 22 日	8 月 31 日	405	5.47	59.5
8 月 31 日	11 月 30 日	91	9.39	142.9	7 月 22 日	8 月 31 日	405	4.14	56
8 月 30 日	11 月 29 日	91	48.91	262.8	7 月 20 日	8 月 30 日	406	2.42	108.6
8 月 30 日	11 月 29 日	91	16.35	171.2	7 月 20 日	8 月 30 日	406	1.31	56.8
8 月 30 日	11 月 29 日	91	11.94	180.1	7 月 20 日	8 月 30 日	406	0.39	72.2
8 月 30 日	11 月 29 日	91	11.72	148.9	7 月 20 日	8 月 30 日	406	1	64.8
8 月 31 日	12 月 14 日	105	8.5	134.5	7 月 29 日	8 月 31 日	398	1.75	80
8 月 31 日	12 月 14 日	105	3.89	99.9	7 月 29 日	8 月 31 日	398	0.57	75.5
8 月 31 日	12 月 14 日	105	8.39	110.4	7 月 29 日	8 月 31 日	398	0.78	79.8
8 月 31 日	12 月 14 日	105	5.45	97.9	7 月 29 日	8 月 31 日	398	0.51	60
8 月 31 日	12 月 14 日	105	9.17	94.5	遺失	遺失	遺失	1.01	41.8
8 月 11 日	11 月 15 日	96	21.64	39.7	7 月 6 日	8 月 11 日	401	3.35	116.1
8 月 24 日	11 月 16 日	84	22.22	40.5	7 月 14 日	8 月 24 日	406	4.73	70
8 月 10 日	12 月 6 日	118	16.32	39.7	8 月 10 日	8 月 10 日	40	0.59	67.3

6.1.2 中性化環境資料收集

影響混凝土中性化的因素很多，包括二氧化碳濃度、溫度、溼度、混凝土的材料特性如滲透性、強度及養護條件等。因此需要收集環境相關資料，如溫度、溼度等會影響中性化速度之環境資料，透過這些資料可以加以修正臺灣的中性化速度公式。表 6-2、表 6-3 為中央氣象局 1981-2010 平均溫度、相對溼度等資料。

表 6-2 平均溫度(統計時間 1981-2010)

(資料來源：中央氣象局)

地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均
淡水	15.2	15.6	17.4	21.1	24.5	26.9	28.8	28.6	26.7	23.7	20.6	16.9	22.2
鞍部	10.1	10.9	13	16.4	19.4	21.8	23.2	22.9	21	17.9	14.9	11.4	16.9
臺北	16.1	16.5	18.5	21.9	25.2	27.7	29.6	29.2	27.4	24.5	21.5	17.9	23
竹子湖	11.8	12.5	14.7	18	21	23.3	24.8	24.6	22.7	19.8	16.8	13.3	18.6
基隆	16	16.2	17.9	21.3	24.5	27.3	29.3	28.9	27	24.1	21.2	17.7	22.6
彭佳嶼	15.7	15.9	17.5	20.4	23.4	26	28	27.9	26.3	23.7	20.7	17.4	21.9
花蓮	18	18.4	20.2	22.7	25.1	27.1	28.5	28.2	26.8	24.8	22.2	19.3	23.4
蘇澳	16.4	16.9	18.8	21.6	24.4	26.9	28.6	28.2	26.6	23.8	20.9	17.7	22.6
宜蘭	16.3	16.9	18.9	21.7	24.4	26.8	28.6	28.3	26.5	23.6	20.6	17.5	22.5
東吉島	17.8	18.2	20.3	23.3	25.7	27.4	28.4	28.2	27.3	25.3	22.7	19.6	23.7
澎湖	16.9	17.1	19.5	23	25.7	27.6	28.7	28.6	27.8	25.4	22.4	18.9	23.5
臺南	17.6	18.6	21.2	24.5	27.2	28.5	29.2	28.8	28.1	26.1	22.8	19.1	24.3
高雄	19.3	20.3	22.6	25.4	27.5	28.5	29.2	28.7	28.1	26.7	24	20.6	25.1
嘉義	16.5	17.3	19.7	23	25.8	27.8	28.6	28.2	27	24.5	21.3	17.7	23.1
臺中	16.6	17.3	19.6	23.1	26	27.6	28.6	28.3	27.4	25.2	21.9	18.1	23.3
阿里山	6.2	7.2	9.3	11.4	12.9	14.2	14.6	14.4	13.7	12.3	10.3	7.3	11.2
大武	20.3	20.9	22.6	24.7	26.5	28	28.6	28.2	27.2	26	24	21.3	24.9
玉山	-1.1	-0.5	1.1	3.4	5.7	7.1	7.9	7.8	7.1	6.5	4	0.8	4.2
新竹	15.5	15.9	17.9	21.7	24.9	27.4	29	28.7	27.1	24.2	21.2	17.7	22.6
恆春	20.7	21.4	23.2	25.2	27	27.9	28.4	28.1	27.4	26.3	24.3	21.7	25.1
成功	18.9	19.4	21	23.2	25.3	27.1	28.1	27.9	26.8	25.2	22.7	20	23.8
蘭嶼	18.5	19	20.5	22.4	24.3	25.7	26.3	26.1	25.2	23.8	21.7	19.4	22.7
日月潭	14.2	15.1	16.9	19.2	21	22.2	23	22.7	22.1	20.7	18.3	15.2	19.2
臺東	19.5	20	21.8	24.1	26.2	27.8	28.9	28.7	27.5	25.7	23.3	20.5	24.5
梧棲	16	16.3	18.5	22.4	25.5	27.8	29	28.8	27.4	24.6	21.4	17.7	23

表 6-3 平均相對溼度(統計時間 1981-2010)

（資料來源：中央氣象局）

地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均
淡水	82.1	84.1	83.4	81.7	80.3	81.1	76.9	77.1	77.7	78.1	78.8	79.5	80.1
鞍部	92.2	92.6	90.4	88.7	87.6	87.7	85.8	87.6	89.7	91.2	91.7	91.3	89.7
臺北	78.5	80.6	79.5	77.8	76.6	77.3	73	74.1	75.8	75.3	75.4	75.4	76.6
竹子湖	88.6	89.3	87.9	86.4	85.2	86.2	83.3	84.3	85.7	87.4	88	87.8	86.7
基隆	80	81.2	80.9	79.1	78.1	77.6	73.5	75.1	77.2	77.7	77.5	76.7	77.9
彭佳嶼	79	81.2	82.8	83.8	85.6	88.1	86.3	86.2	84.1	79	78.2	76.1	82.5
花蓮	76	78.3	78.8	79.6	80.3	81.2	77.9	78.2	79.2	76.2	74.8	73.2	77.8
蘇澳	80.3	81.8	81.1	81.5	82.3	81.9	77.6	78.4	79.6	80.6	81.3	79.4	80.5
宜蘭	81.3	82.9	81.8	82.6	83.7	83.4	79.1	80.1	81.7	82.9	83.5	81.3	82
東吉島	79.5	82	81.9	82.6	84	86.2	84.4	85.1	83.3	79.1	78.3	77.3	82
澎湖	79.7	82.2	82.1	82.7	83.6	85.9	84.8	85	80.9	76.8	77.3	77.4	81.5
臺南	76.9	78.1	76.3	76.8	76.8	78.9	77.5	79.7	78.2	75.8	76	75.5	77.2
高雄	72.7	73.5	73.2	75.1	76.9	80.1	78.7	80.5	78.9	75.5	73.3	71.9	75.9
嘉義	79	81.5	81.5	82.2	82	79.6	78.7	81.5	82.6	81.4	79.6	77.5	80.6
臺中	74.6	76.8	76.6	77.3	77.1	77.9	75.6	77.6	75.8	72.6	72.7	72.3	75.6
阿里山	81	84.3	81.9	85.3	89.1	90.2	90.3	92.2	91.1	87.6	82.4	78.9	86.2
大武	71.6	73.1	73.5	75.3	77.5	78.2	77.9	78.7	78.7	73.1	70.6	69.3	74.8
玉山	64.2	73.8	78.5	82	80.9	82.1	77	81	79.9	70	65.5	61.2	74.7
新竹	78.1	80.4	80.2	79.6	78	77.6	75.5	76.5	75.1	74.3	75.1	75.5	77.2
恆春	71	72.3	72.5	73.7	76.5	82.2	81.6	82.4	78.9	72.3	69.8	69.2	75.2
成功	75.7	77.8	79.1	80.6	81.9	83	80.3	80.1	80	75.6	74.7	73.4	78.5
蘭嶼	86.3	88.3	88.6	90.2	90.3	92.1	91	90.8	90.3	87.3	86.6	84.9	88.9
日月潭	76.7	79.7	81.1	83.7	84.6	85.7	84.7	85.7	84.9	82.8	79.1	76.1	82.1
臺東	71.4	73.1	73.7	75.2	76.7	77.7	75.8	76	76.5	72.5	70.8	69.3	74.1
梧棲	77.5	80.1	78.7	78.4	78.8	79	77	77.7	77	74.6	74.9	75	77.4

6.2 鋼筋腐蝕時間預測

對鹽害而言，鋼筋腐蝕可定義為最外層鋼筋之氯鹽量大於鋼筋腐蝕臨界氯鹽量，依內政部營建署結構混凝土施工規範 CNS3090 氯鹽量限制為 0.3kg/m^3，各國氯鹽量限制標準如表 6-4 所示。中性化深度大於等於保護層厚度之機率大於 10%也可視為鋼筋腐蝕(日本建築學会)，且由於氣候環境條件與混凝土條件皆具不確定性，須利用可靠度理論及蒙地卡蘿運算進行評估。

表 6-4 各國氯鹽量限制標準

（資料來源：日本建築學會、內政部營建署結構混凝土施工規範 CNS3090)

國名	規範	氯離子量的規定值
英國	BS 8110-85Part1	全鹽化物量對水泥重量 (CaCl2) 一般RC　　：0.4% 耐硫酸鹽水泥使用　：0.2% PC（高溫養護RC）　：0.1% （參料：參料的2%同時水泥的0.03%）
法國	DTU 21.4	對於無鋼筋細骨材混凝土及保護層厚度4cm的RC，水泥重量的2%（CaCl2） 保護層厚度2cm的RC其水泥重量的1%(CaCl2) RC用拌合水中的氯離子量0.25g/l（Cl-）
德國	DIN	骨材中可溶性鹽化物量 先拉預力混凝土(PC)、PC填充材(DIN 4227)：0.02%（Cl-） RC（DIN 1045），後拉預力混凝土PC（DIN 4227）：0.04%（Cl-）
美國	ACI 301-72	CaCl2氯化鈣佔水泥重量的2%以下
	ACI 318-83	對於水泥重量可溶性的氯離子量（Cl-） （1）PC　　：0.06% （2）RC（鹽分影響下）　：0.15% RC（一般環境下）　：0.30%（相當於0.9kg/m3，每立方公尺水泥，0.9公斤Cl-） RC（乾燥狀態下）　：1.00%
	ACI 222R-85	對於水泥重量硬化後的氯離子量（Cl-） （1）PC　　：0.08% （2）RC　　：0.20%
日本	日本建築學會（JASS 5-1991）	混凝土氯離子含量0.3kg/m3以下，若在不得不超越的情況，即使有防止劣化的方法，氯離子含量也不得超過0.6 kg/m3。
	土木學會	混凝土所含有的氯離子 一般RC，後拉預力混凝土PC：0.6 kg/m3 特別要求耐久性之RC，在後拉預力混凝土PC憂慮鹽害腐蝕的情況下以及先拉預力混凝土PC0.3 kg/m3
臺灣	內政部營建署結構混凝土施工規範CNS3090	新拌混凝土中最大水溶性氯離子含量(依水溶法) （1）預力混凝土0.15 kg/m3 （2）鋼筋混凝土0.30 kg/m3

6.2.1 鹽害

鹽害造成鋼筋腐蝕時間預測須利用飛來鹽衰減公式、混凝土表面附著氯鹽公式、以及氯離子擴散方程式等，其不確定性都會對腐蝕機率造成影響，因為上述公式參考日本(土木研究所，1988)，且臺灣的氣候條件與日本不同，因此需考慮臺灣氣候環境對於飛來鹽衰減公式之影響，加以修正以符合臺灣現地狀況。

6.2.1.1 飛來鹽衰減公式選用

鹽害對於橋梁的影響與距海遠近有一定關係，港灣研究中心根據試驗線的測站依海岸線距離不同得知飛來鹽量 Cair，但橋梁位置未必有實測飛來鹽量數據，因此須以飛來鹽衰減公式預估橋梁所在位置之氯鹽量。當得知橋梁附近環境之氯鹽量時，因其未必完全殘留於混凝土表面，須利用混凝土表面附著氯鹽量公式，計算出混凝土表面附著氯鹽量 C_0，而目前國內學者也在進行迴歸得知飛來氯鹽公式，在此參考日本(土木研究所，1988)之飛來鹽衰減公式 6.1 以及混凝土表面附著氯鹽公式 6.2。

$$C_{air} = 1.29 \times r \times u^{0.386} \times d^{-0.952} \quad \text{..... (6.1)}$$

$$C_0 = 0.988 \times C_{air}^{0.379} \quad \text{..... (6.2)}$$

C_{air}：飛來氯鹽量(mdd)

C_0：表面氯鹽濃度(kg/m^3)

r：風比率(海風吹拂時間比率)

u：平均風速(m/s)

d：海岸線距離(km)

6.2.1.2 飛來鹽衰減公式修正

影響飛來鹽衰減公式修正之參數包括測站實測資料、海風比 r、平均風速 u、海岸線距離 d。根據交通部運輸研究於 2002 年進行臺灣 203

座橋梁檢測結果顯示，距海岸線愈遠，氯離子附著量愈少；當結構物與海岸距離超過 3 公里以上時，陸地側(背海風面)與靠海側(迎海風面)混凝土表面的氯離子附著量相當且較低，幾乎可忽略氯離子對鋼構或鋼筋混凝土結構之影響。因此交通部運輸研究所於垂直海岸線落鹽量之調查將以距離海岸線 3 km 為邊界，即垂直海岸線試驗點的佈設以離海岸線距離，朝內陸沿一條直線設置，每條測線以離海岸線算起，分別約於臨海、100m、300m、1 km、3 km 之距離處設置試驗點。海風比中央氣象局並沒有實測值，因此修正公式的過程中將海風比併入修正誤差，而風速資料則透過中央氣象局網站取得，風速的平均值、標準差、變異係數如表 6-5 所示 。

表 6-5 中央氣象局 2004-2010 風速平均值、標準差、變異係數

	鞍部	竹子湖	基隆	臺北	新竹
平均值 m/s)	3.00	2.04	3.08	2.53	2.15
標準差(m/s)	0.81	0.82	0.85	0.70	0.72
變異系數	0.27	0.40	0.28	0.28	0.34
	梧棲	臺中	日月潭	澎湖	阿里山
平均值(m/s)	4.68	1.61	1.28	3.97	1.19
標準差(m/s)	1.36	0.31	0.33	1.47	0.27
變異系數	.2	0.19	0.25	0.37	0.23
	嘉義	大武	高雄	恆春	宜蘭
平均值(m/s)	1.98	2.44	.18	3.46	2.06
標準差(m/s)	0.45	0.65	0.44	1.26	0.45
變異系數	0.23	0.27	0.20	0.36	0.22
	花蓮	成功	臺東	南區氣象中心	
平均值(m/s)	3.17	3.43	1.88	3 1	
標準差(m/s)	0.52	0.99	0.35	0.68	
	.16	0.29	0.18	0.21	

變異系數

資料來源：中央氣象局

根據上述資料，對飛來鹽衰減公式進行修正以符合臺灣氣候狀況，因中央氣象局並沒有海風比相關資料，因此須將他併入修正誤差，將公式 6.3 簡化為公式 6.4，在修正的過程已知數為氯鹽量 C_{air}、海岸線最近測站氯鹽量 C_{star}、平均風速 u、海岸線距離 d，而未知數為 a、b 係數。對簡化公式取 log 如公式 6.5，迴歸得知 a、b 係數，各試驗線迴歸公式如表 6-6 所示，修正程序如圖 6.3 所示，圖 6.4 到圖 6.10 為迴歸

公式圖。

$$C_{air} = C_{star} \times r \times u^{a} \times d^{b} \quad \text{.....(6.3)}$$

$$C_{air} = C_{star} \times u^{a} \times d^{b} \quad \text{.....(6.4)}$$

$$\log C_{air} = \log C_{star} \times a \log u \times b \log d \quad \text{.....(6.5)}$$

C_{air}：飛來氯鹽量(mdd)

C_{star}：離海岸線最近的測站飛來氯鹽量(mdd)

r：風比率(海風吹拂時間比率)

u：平均風速(m/s)

d：海岸線距離(km)

a：風速係數

b：距離係數

表 6-6 飛來鹽迴歸公式

測站	飛來鹽衰減公式	修正係數	修正係數
桃園	$C_{air} = 46.06 \times u^{-3.273} \times d^{-1.2757}$	1.020	1.210
蘇澳	$C_{air} = 5.53 \times u^{-2.962} \times d^{-0.7627}$	0.884	0.914
臺中	$C_{air} = 15.88 \times u^{-5.3642} \times d^{-0.7633}$	2.759	3.489
花蓮	$C_{air} = 9.92 \times u^{-1.9426} \times d^{-0.8479}$	1.698	1.522
臺塑	$C_{air} = 30.89 \times u^{-3.1714} \times d^{-0.9896}$	2.621	3.549
高雄	$C_{air} = 5.93 \times u^{-2.2506} \times d^{-0.6349}$	2.344	2.968
核三	$C_{air} = 11.11 \times u^{-1.8909} \times d^{-0.7106}$	2.007	2.203

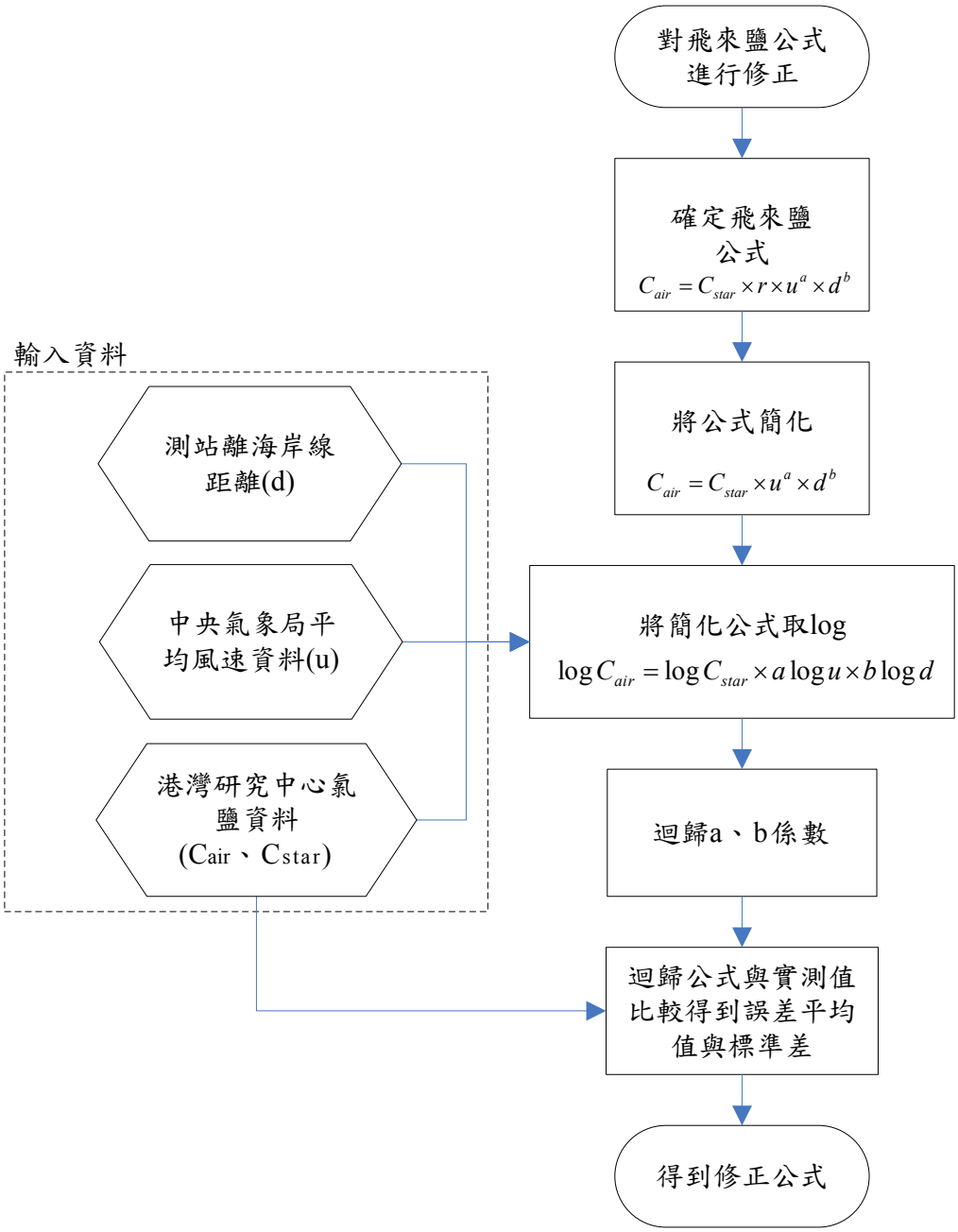


圖 6.3 飛來鹽公式修正程序圖

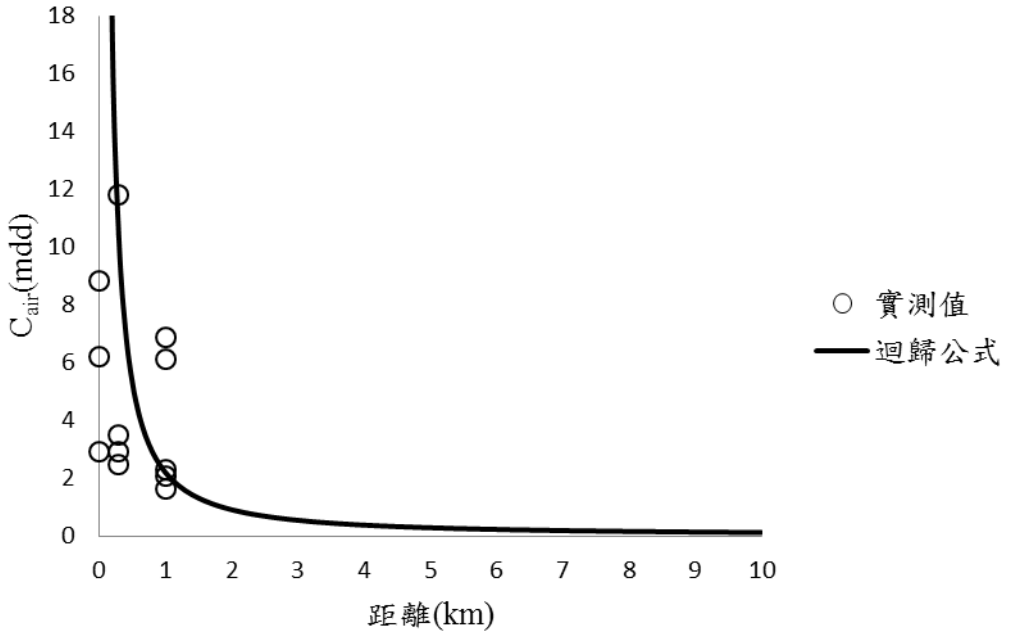


圖 6.4 桃園飛來鹽迴歸公式圖

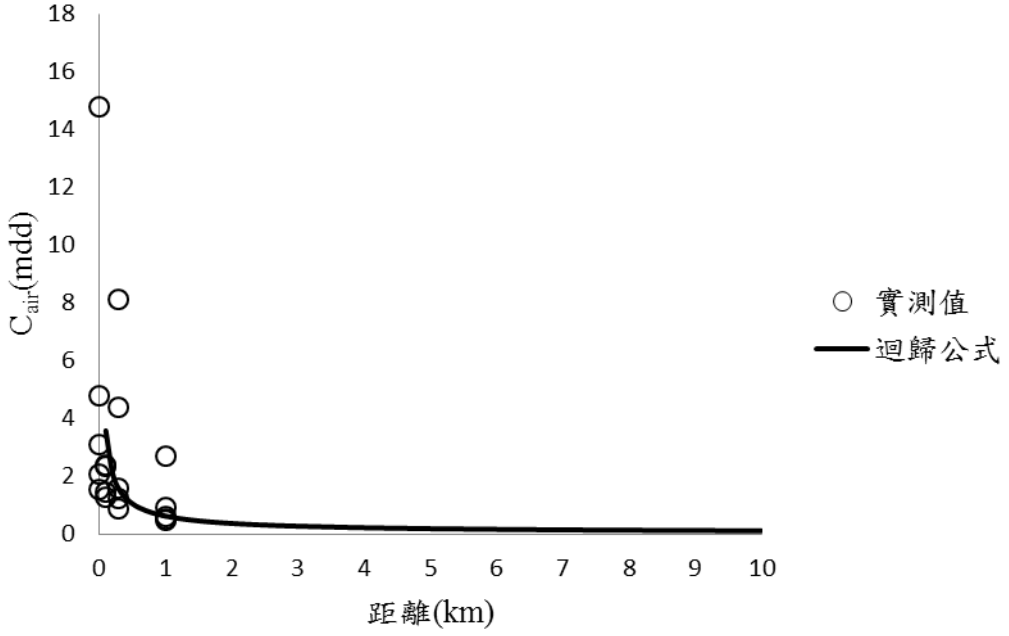


圖 6.5 蘇澳飛來鹽迴歸公式圖

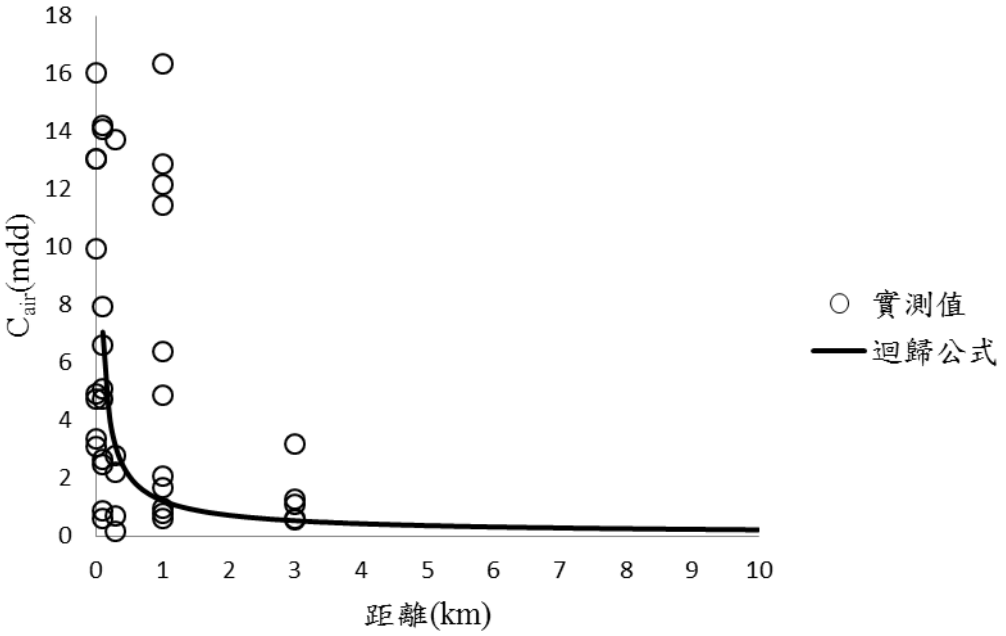


圖 6.6 臺中飛來鹽迴歸公式圖

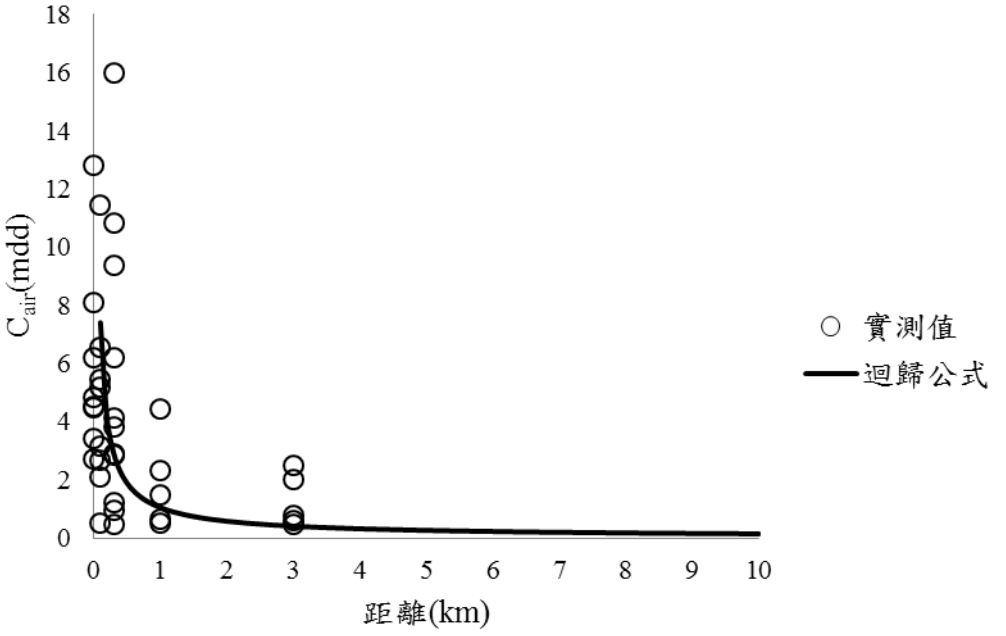


圖 6.7 花蓮飛來鹽迴歸公式圖

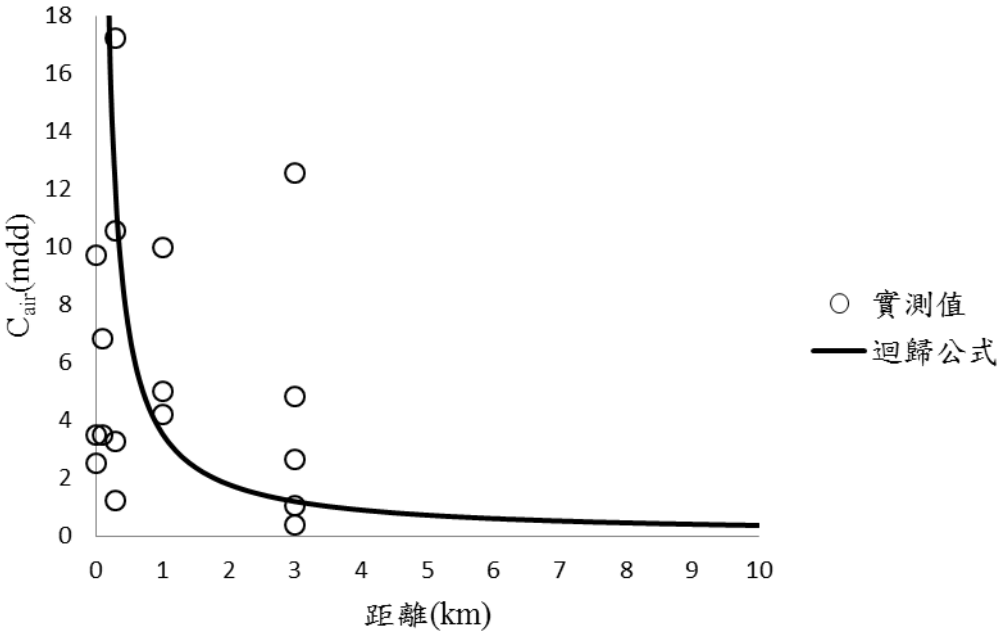


圖 6.8 臺塑六輕飛來鹽迴歸公式圖

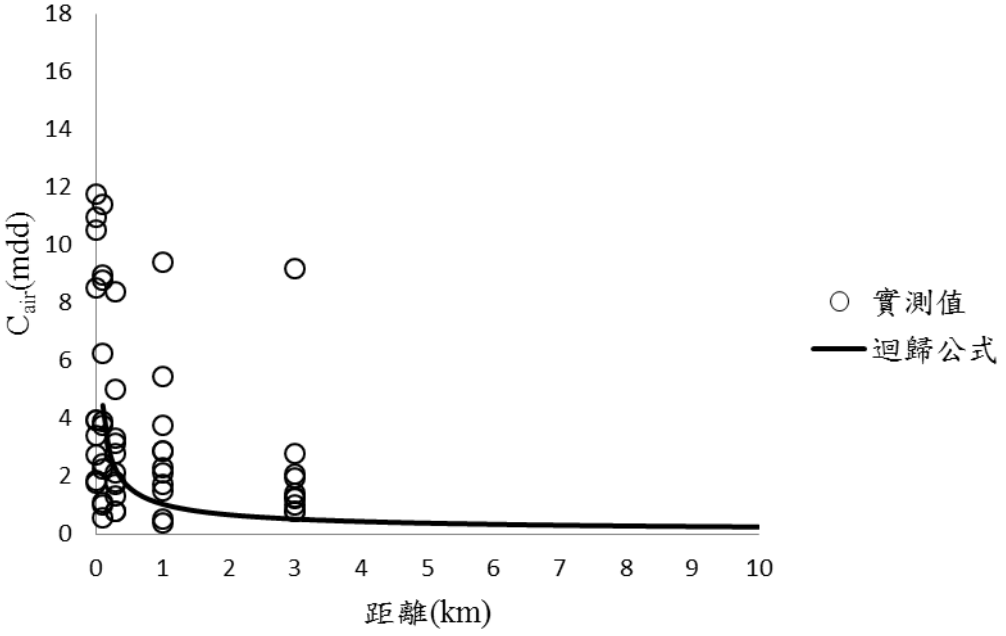


圖 6.9 高雄飛來鹽迴歸公式圖

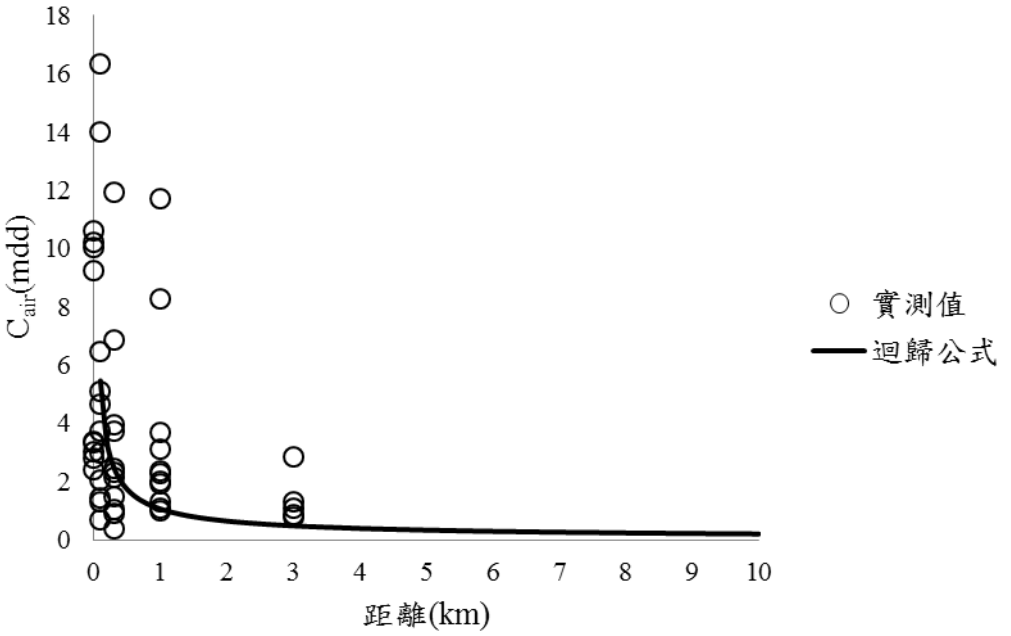


圖 6.10 核三廠飛來鹽迴歸公式圖

6.2.1.3 混凝土氯離子滲透分析

得知飛來鹽衰減公式後，就可以得知某做橋梁的飛來鹽量 C_{air}，將飛來鹽量帶入公式 6.2 得到混凝土表面附著氯鹽量 C_0。

當混凝土處於腐蝕的環境下，外界的有害因子經由混凝土內部之連通孔隙，藉由擴散的方式，逐漸到達鋼筋表面，當氯離子滲透進入混凝土內部孔隙，其所累積的氯離子濃度與時間之關係，可以從 Fick's 定律為基礎(公式 6.6 氯離子擴散方程式)來推估氯離子從混凝土表面擴散至鈍化膜間的時間 t，其中 D_c 為氯離子擴散係數，表 6-7 為日本不同材料之氯離子擴散係數公式，在此參考日本土木學會論文集(NO.670/V-63，pp.109-120，2004)純水泥擴散係數公式。

$$Cl = C_0\left[1 - erf\left(\frac{0.1\times c}{2\sqrt{D_c t}}\right)\right] \quad \text{..... (6.6)}$$

Cl：鋼筋位置氯鹽量(kg/m^3)

C_o：混凝土表面氯鹽量(kg/m^3)

c：擴散距離，為混凝土保護層厚度(mm)

D_c：氯離子擴散係數

$$\log D_c = -6.77(W/C)^2 + 10.1(W/C) - 3.14 \ (\text{cm}^2/\text{年}) \quad \text{..... (6.7)}$$

t：材齡(年)

erf：誤差函數

表 6-7 日本氯離子擴散係數公式

資料來源	材料	公式
日本建築學會耐久性施工指針(案)・同解說	純水泥	$\log D_p = -3.9(W/C)^2 + 7.2(W/C) - 2.5$
	添加爐石	$\log D_p = -3.0(W/C)^2 + 5.4(W/C) - 2.2$
日本土木學會混凝土標準示方書	純水泥	$\log D = \left[4.5(W/C)^2 + 0.14(W/C) - 8.47\right] + \log\left(3.15\times10^7\right)$
	添加爐石	$\log D = \left[19.5(W/C)^2 - 13.8(W/C) - 5.74\right] + \log\left(3.15\times10^7\right)$
土木學會論文集(NO.670/V-63，pp.109-120，2004)	純水泥	$\log D_c = -6.77(W/C)^2 + 10.1(W/C) - 3.14$

資料來源：日本建築學會、日本土木學會

藉由上述公式可以預測時間與鋼筋表面氯鹽量之關係，若某橋梁位於蘇澳，海岸距離 0.9km，平均風速 2.1m/sec，由表 6-6 蘇澳飛來鹽衰減公式計算得 0.63mdd，再由式 6.2 得混凝土表面氯鹽量 C_0 為 1.25kg/cm^3，若保護層厚度為 50mm，水灰比 0.55 得到 D_c 擴散係數 2.328，得知所有參數後即可帶入氯離子擴散方程式，圖 6.11 為時間與鋼筋表面氯鹽量關係圖。

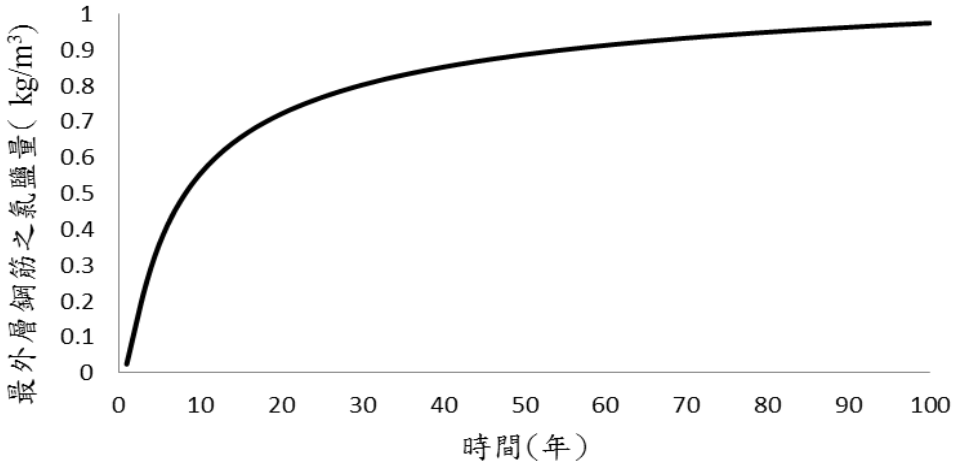


圖 6.11 橋梁時間與鋼筋表面氯離子量關係圖

6.2.2 中性化

通常普通波特蘭水泥（Normal Portland Cement）其 PH 值高達 12～13，呈強鹼特性。環境中若含有 0.03%弱酸性的 CO_2 通過混凝土未完全充滿水的毛細孔道向內部氣態擴散並溶解在孔隙水裏，此時發生碳化反應，生成碳酸鈣混凝土碳化反應產生的 $CaCO_3$(碳酸鈣)，其 PH 值約在 8.5～10 之間(中性)，遠低於原本之 PH 值，此即稱為中性化。中性化能使混凝土的孔隙率降低以充實混凝土的緻密性，進而減緩 CO_2 的擴散速率，但是亦會引發鋼筋脫鈍，在有足夠水和氧氣的條件下即產生自然電化學銹蝕。

6.2.2.1 中性化預測公式選用

混凝土中性化是環境中的 CO_2 利用擴散的方式侵入混凝土內部，並與混凝土中的可碳化物質發生化學反應的過程，中性化速度主要受混凝土中的 CO_2 濃度梯度所控制。因此，應用 Fick's 第一擴散定律研究混凝土中性化規律之基本假設，公式如下：

$$C = A \times S \times \sqrt{t} \quad \text{..... (6.8)}$$

C：中性化深度(cm)

S：中性化減低係數(外層塗裝等)

t：時間(年)

公式中 A 為中性化速度係數，在此參考日本建築學會中性化速度係數公式，影響中性化的因子包括骨材種類影響係數 α_1、水泥種類影響係數 α_2、水灰比影響係數 α_3、氣溫之影響係數 β_1、溼度之影響係數 β_2、二氧化碳濃度之影響係數 β_3，其係數計算公式如下，表 6-8 為日本建築學會中性化速度係數參考表。

A：中性化速度係數(cm/$\sqrt{}$年)

$$A = 1.72 \times \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \beta_1 \times \beta_2 \times \beta_3 \quad \text{.....(6.9)}$$

α_1: 混凝土種類(骨材種類)之影響係數

α_2: 水泥之影響係數

α_3: 水灰比之影響係數

$$\alpha_3 = W/C - 0.38 \quad \text{.....(6.10)}$$

β_1: 氣溫之影響係數

$$\beta_1 = 0.017T + 0.48 \quad \text{.....(6.11)}$$

T：溫度(℃)

β_2: 溼度之影響係數

$$\beta_2 = H_u \cdot (100 - H_u) \cdot (140 - H_u)/192000 \quad \text{.....(6.12)}$$

H_u：相對溼度(%)

β_3: 二氧化碳濃度之影響係數

$$\beta_3 = \sqrt{CO_2/5.0} \quad \text{.....(6.13)}$$

CO_2：CO_2濃度(%)

表 6-8 日本建築學會中性化速度係數參考表

混凝土種類	α1	水凝種類	α2
普通混凝土	1.0	普通波特蘭水泥	1
輕量 1 型	1.2	早強波特蘭水泥	0.85
輕量 2 型	1.4	高爐水泥 B 型	1.4
		飛灰水泥 B 型	1.8

都市	年平均溫度 (℃)	β1	年平均濕度 (%)	β2
東京	15.9	1	63	1
札幌	8.5	0.83	70	0.82
仙臺	12.1	0.91	71	0.79
大阪	16.5	1.01	64	0.98
鹿兒島	18.3	1.05	71	0.79

屋內外	二氧化碳濃度(%)	$\beta 3$
屋外	0.05	1
屋內	0.2	2

資料來源：日本建築學會

6.2.2.2 中性化預測公式修正

由於橋梁無外層塗裝，因此不需考慮中性化減低係數 S，而決定中性化速度係數的方法參考日本建築學會，所以需要對中性化速度係數做修正，以符合臺灣氣候環境狀況，若直接使用日本建築學會所提供的方法來決定中性化速度係數 A 的話，會導致中性化速度係數過小，其原因為臺灣平均相對濕度過高，濕度影響中性化速度係數如圖 6.12 所示。

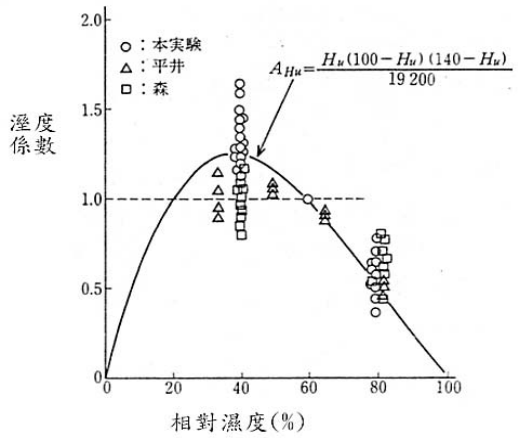


圖 6.12 相對溼度與溼度係數 $\beta 2$ 關係圖

(資料來源：日本建築學會)

可以發現相對溼度在 50%左右中性化溼度之影響係數 β_2 將會是最大的，相對溼度過大或過小反而會降低中性化溼度之影響係數 β_2，臺灣因為平均溼度在 75%以上因此會大幅降低中性化速度係數，所得到的中性化速度係數會和臺灣實測得到的中性化速度係數相差許多，在此參考臺灣地區鋼筋混凝土橋中性化效應之耐久性評估(王傳輝，94)對二十二座鋼筋混凝土橋梁之中性化檢測資料[摘自交通部公路總局及臺北市政府八十六年度至八十八年度橋梁安全檢測報告書]進行迴歸分析後所得到的中性化速度係數平均值、標準差，再經過換算後便可得知中性化深度變異係數，如表 6-9 所示：

表 6-9 臺灣橋梁下部結構中性化速度係數平均值、標準差與中性化深度變異係數

八十六年度至八十八年度橋梁安全檢測報告書			
	北部	中部	南部
中性化速度係數平均值	0.467	0.316	0.27
中性化速度係數標準差	0.177	0.145	0.102
中性化深度變異係數	0.379	0.459	0.378

資料來源：交通部公路總局及臺北市政府

北部以臺北為基礎，修正臺北的中性化速度係數平均值為 0.467，其餘北部其他地方則因為溫溼度與臺北略有不同，中性化速度係數也會有所差別，中部以臺中為基礎，修正臺中的中性化速度係數為 0.316，南部則以高雄為基礎，修正高雄的中性化速度係數為 0.27，所有縣市修正過後的中性化速度係數如表 6-10 所示，地區畫分如圖 6.13 所示：

表 6-10 臺灣各縣市中性化速度係數平均值

區域	地點	中性化速度係數平均值(cm/√年)
北部	臺北	0.467
	宜蘭	0.345
	桃園	0.463
	新竹	0.447
中部	苗栗	0.316
	臺中	0.29
	南投	0.209
	彰化	0.316
	雲林	0.246
南部	嘉義	0.206
	臺南	0.251
	高雄	0.27
	屏東	0.278
東部	花蓮	0.199
東南部	臺東	0.248

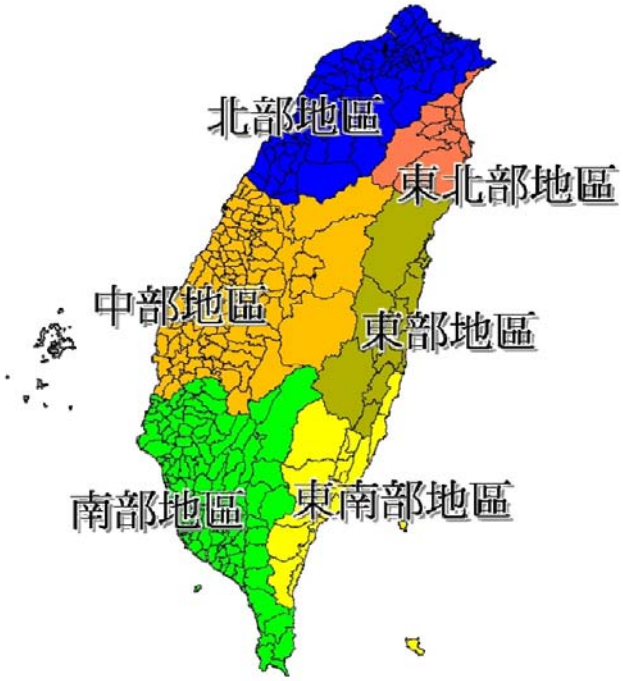


圖 6.13 區域畫分圖

(資料來源：中央氣象局)

若某橋梁年平均溫度 23.5℃、平均相對濕度 76.6%，根據上述參數可以計算出時間與中性化深度之關係圖(圖 6.14)。

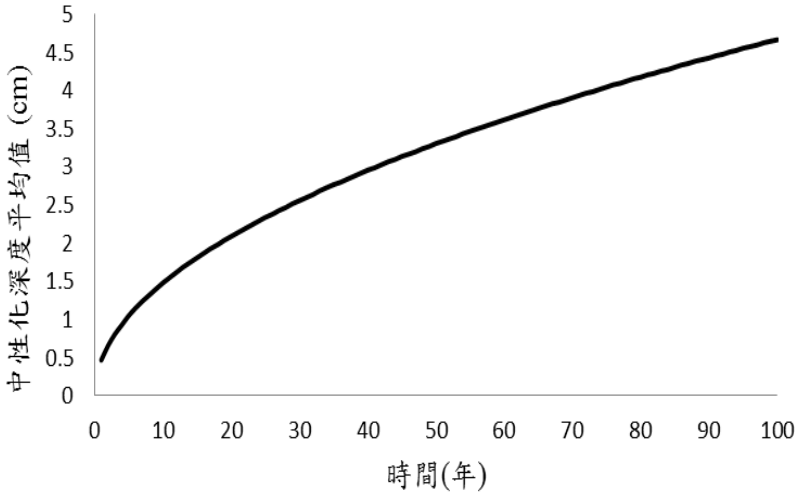


圖 6.14 橋梁時間與平均中性化深度之關係圖

6.2.2.3 建立鋼筋腐蝕機率曲線

1. 鹽害鋼筋腐蝕機率曲線：

由於鋼筋腐蝕存在許多不確定性因素，因此本研究使用蒙地卡羅法模擬以評估其可能之腐蝕機率，對鹽害而言其不確定因素包含風速、飛來鹽衰減公式修正係數、氯離子擴散係數之修正係數、混凝土表面附著氯鹽量修正係數、保護層厚度、擴散方程式修正係數、鋼筋腐蝕臨界氯鹽量等。風速由中央氣象局資料統計而得，飛來鹽衰減公式修正係數則經交通部運輸研究所港灣技術研究中心之大氣腐蝕資料與本研究迴歸之公式分析而得，其餘隨機變數則參考日本土木學會建議，各隨機變數之統計特性如表 6-11 所示。本研究定義鋼筋腐蝕臨界氯鹽量為 1.0~1.2kg/m3 之均勻分佈(日本建築學會建議)，根據 Fick 第二定律隨著時間 t 增加混凝土表面氯鹽量也隨之增加，經由蒙地卡羅模擬當腐蝕機率 Pf 大於 10%時視為腐蝕(ATST C876)。圖 6.15 為蒙地卡羅模擬流程，表 6-11、表 6-12 為蒙地卡羅模擬時所需之參數，經由上述參數模擬可得到圖 6.16 橋梁時間與鋼筋腐蝕機率曲線圖。

表 6-11 鹽害不確定因素(蘇澳)

不確定因素		機率分佈	平均值	變異係數
X_1	蘇澳風速(m/s)	常態	2.06	0.22
X_2	C_{air}修正係數(蘇澳)	對數常態	0.84	1.03
X_3	D_c修正係數	對數常態	1.89	1.84
X_4	C_0修正係數	對數常態	1.43	1.08
X_5	保護層厚度(m/s)	常態	依施工圖	0.2
X_6	擴散方程式修正係數	對數常態	1.24	0.91
X_7	鋼筋腐蝕臨界氯鹽量	均勻	1.0~1.2kg/m^3	

註：修正係數定義為(實測值)/(計算值)之統計

表 6-12 鹽害參數設定

輸入參數	
地區	蘇澳飛來鹽衰減公式
海岸距離(km)	0.9
平均風速(m/sec)	2.1
風速標準差(m/sec)	0.45
水灰比	0.55
輸出參數	
飛來氯鹽量(mdd)	0.63
混凝土表面氯鹽量(kg/m3)	1.25
擴散係數Dc(mm2/year)	2.328

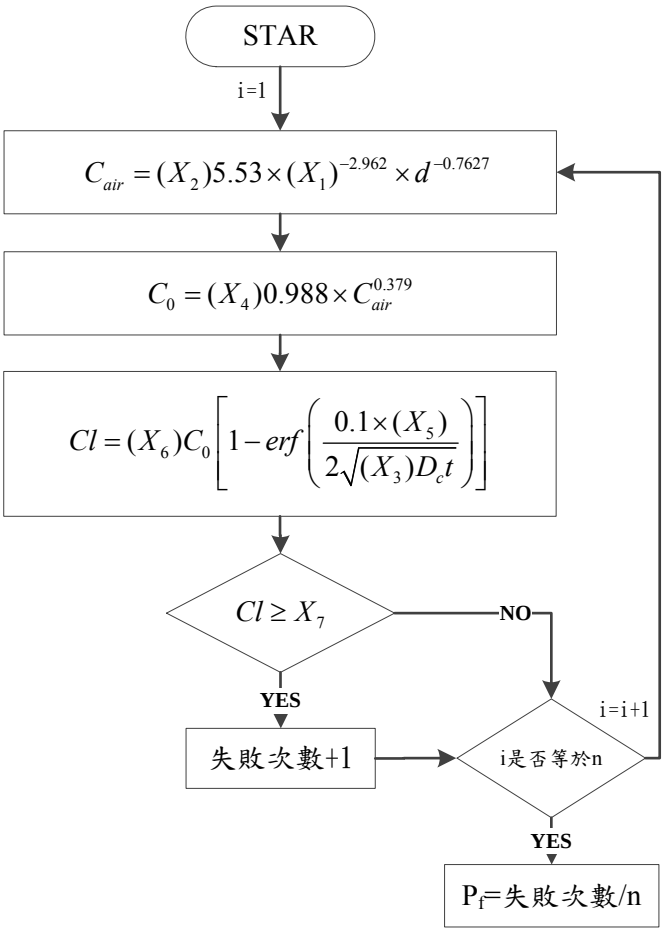


圖 6.15 鹽害蒙地卡羅計算流程圖(以蘇澳為例)

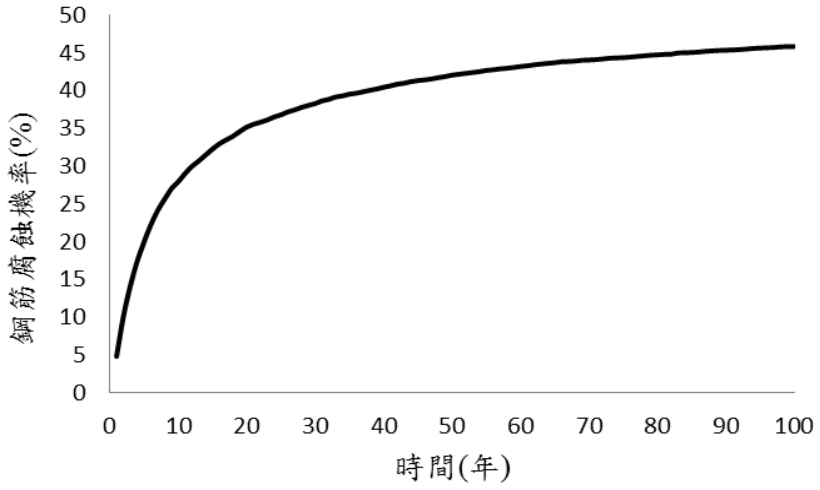


圖 6.16 橋梁時間與鋼筋腐蝕機率曲線圖(鹽害)

2. 中性化鋼筋腐蝕機率曲線：

對中性化而言，鋼筋開始腐蝕時間可定義為中性化殘餘深度 10mm 為開始腐蝕時間點(コンクリート標準示方書維持管理篇)，且由於氣候環境條件與混凝土條件皆具不確定性，須利用可靠度理論及蒙地卡蘿運算進行評估，如圖 6.17 所示。使用蒙地卡羅評估腐蝕機率時，首先需要了解各參數的分布情形及平均值、變異係數等，中性化評估其不確定因素有混凝土保護層厚度以及中性化深度，中性化深度與混凝土保護層厚度皆為常態分布如表 6-12 所示。若發生機率達 10%以上(ASTM C876 1991)時，該時間點可認定為腐蝕發生點。若橋梁保護層厚度為 50mm，年平均溫度 23.5℃、平均相對濕度 76.6%，可計算出中性化腐蝕機率如圖 6.18 所示。

表 6-13 中性化不確定因素

不確定因素		機率分佈	平均值	變異係數
X_1	中性化速度係數 (cm/$\sqrt{}$年)	常態	表 6-10	表 6-9
X_2	保護層厚度(cm)	常態	表 6-10	表 6-9

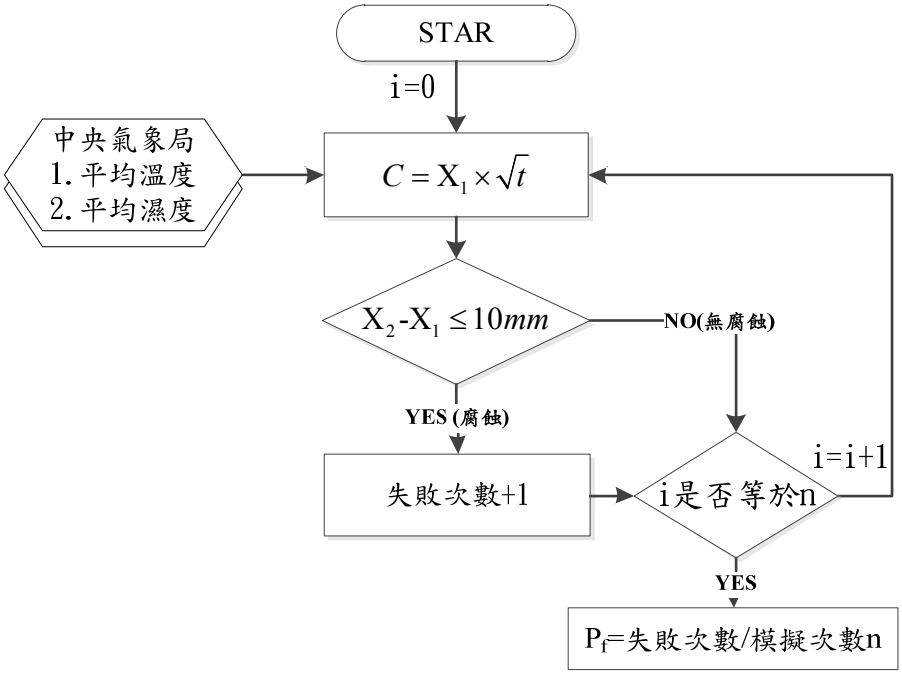


圖 6.17 中性化蒙地卡羅計算流程圖

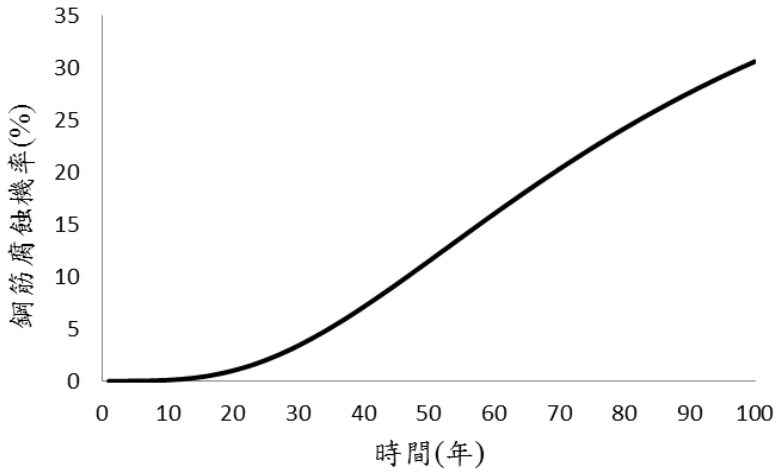


圖 6.18 橋梁時間與鋼筋腐蝕機率曲線圖(中性化)

6.3 建置材料劣化模式

6.3.1 鋼筋腐蝕速率時間分析

鋼筋腐蝕發生機率 Pf 之關係，若其發生機率達 10%以上時[8]，該時間點可認定為腐蝕發生點，計算出鋼筋腐蝕量。

1. 鹽害腐蝕量計算方法如下(Choe，2008)：

由圖 6.16 確定開始腐蝕時間為橋梁竣工完成後第 3 年(腐蝕機率大於 10%)，則可以依下式計算鋼筋直徑變化量，鋼筋直徑變化量與時間之關係如圖 6.19 所示，而鋼筋腐蝕斷面漸少率 α 與時間之關係如圖 6.20 所示。

$$d_b(t,T_{corr})=\begin{cases} d_{bi}, t \le T_{corr} \\ d_b(t)=d_{bi}-\dfrac{1.0508(1-(w/c))^{-1.64}}{d_c}(t-T_{corr})^{0.71}, T_{corr}<t\le T_f \\ 0, t>T_f \end{cases} \quad \cdots\cdots (6.14)$$

w/c：水灰比(龍門橋為 0.55)。

d_{bi}：原始鋼筋直徑量(mm)。

d_b：折減鋼筋直徑量(mm)。

T：材齡(年)。

T_{corr}：開始腐蝕時間。

T_f：鋼筋完全折減時間(年)。

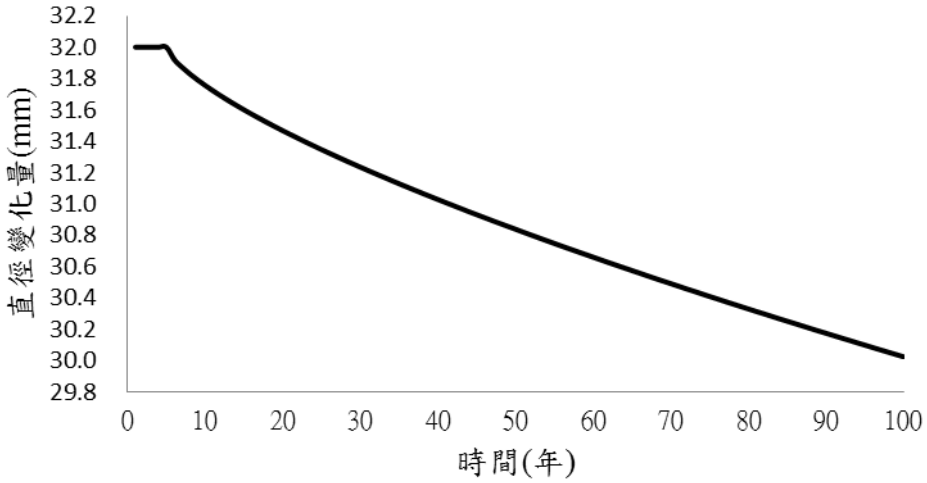


圖 6.19 橋梁時間與鋼筋直徑變化量關係圖

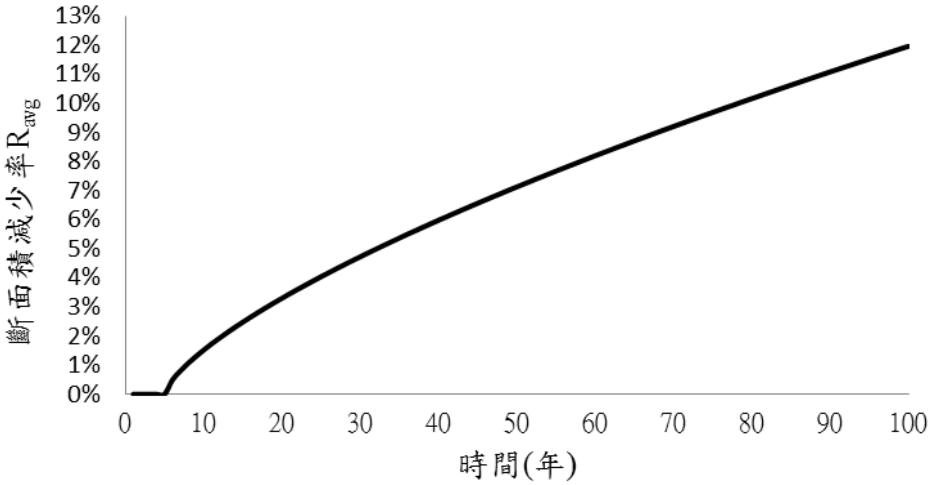


圖 6.20 橋梁時間與鋼筋斷面減少率關係圖

2. 中性化腐蝕量計算方法如下(土木學會論文集 No.767/V64,35-46, 2004.8)：

(1)潛伏期：

當鋼筋腐蝕機率超過 10%之時間點視為"鋼筋腐蝕發生點(日本建築學會)。

(2)進展期：

平均腐蝕量約 3×10^{-3} (mm/year)

腐蝕裂縫產生之臨界量: $\Delta r_{cr} = 13(c/\varphi)\times10^{-3}$ (mm)..... (6.15)

c: 保護層厚度(mm)

ϕ: 鋼筋直徑(mm)

(3)加速度前期:

平均腐蝕量約 3×10^{-3} (mm/year)

保護層剝落或剝離發生之臨界量: $\Delta r_{cr} = 52(c/\varphi)\times10^{-3}$ (mm)(6.16)

c: 保護層厚度(mm)

ϕ: 鋼筋直徑(mm)

(4)加速期後期:

根據文獻研究，中性化加速後期混凝土對鋼筋完全無保護作用，呈現裸鋼的狀態，因此本研究根據港灣研究中心試驗線測站裸鋼腐蝕速率資料，迴歸出海岸距離與腐蝕速率之關係，公式模型依照文獻(牛荻濤，混凝土結構耐久性與壽命預測，2003)腐蝕速率公式，再利用中央氣象局各地區溫度與濕度迴歸公式，如表 6-14 所示、圖 6.21、圖 6.22、圖 6.23、圖 6.24 為海岸距離與腐蝕速率關係圖，圖 6.25 為中性化腐蝕量計算圖。

表 6-14 裸鋼腐蝕速率迴歸公式

地區分類	迴歸地區	迴歸公式
北部	桃園、蘇澳	$R_i^{cr} = e^{-0.0809T} \times (RH - 0.45)^{0.2288} \times d^{-0.0374}$
中部	臺中、臺塑六輕	$R_i^{cr} = e^{-0.0513T} \times (RH - 0.45)^{0.938} \times d^{-0.0522}$
南部	高雄、核三廠	$R_i^{cr} = e^{-0.0169T} \times (RH - 0.45)^{1.765} \times d^{-0.0601}$
東部	花蓮	$R_i^{cr} = e^{-0.0934T} \times (RH - 0.45)^{0.28} \times d^{-0.0875}$

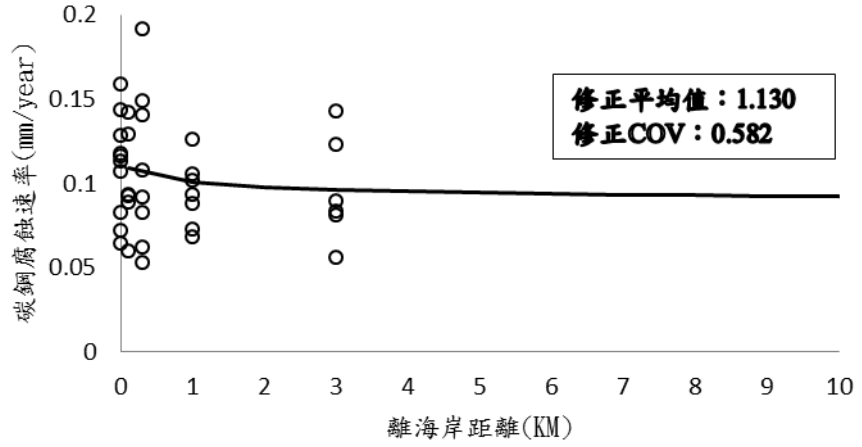


圖 6.21 海岸距離與裸鋼腐蝕速率關係圖(北部)

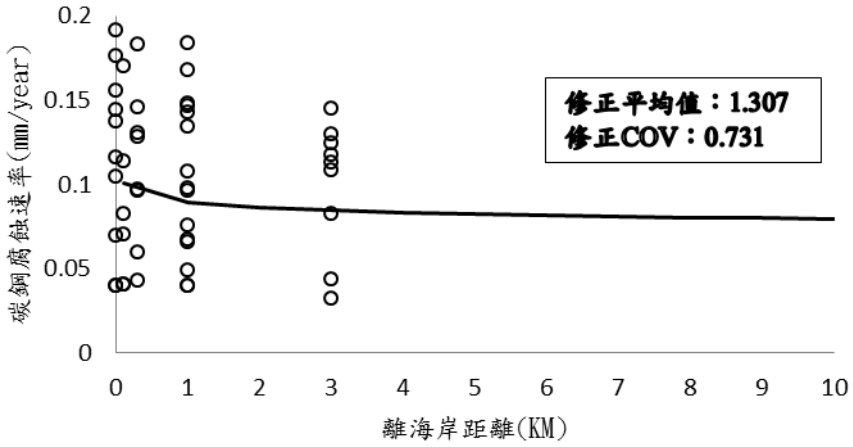


圖 6.22 海岸距離與裸鋼腐蝕速率關係圖(中部)

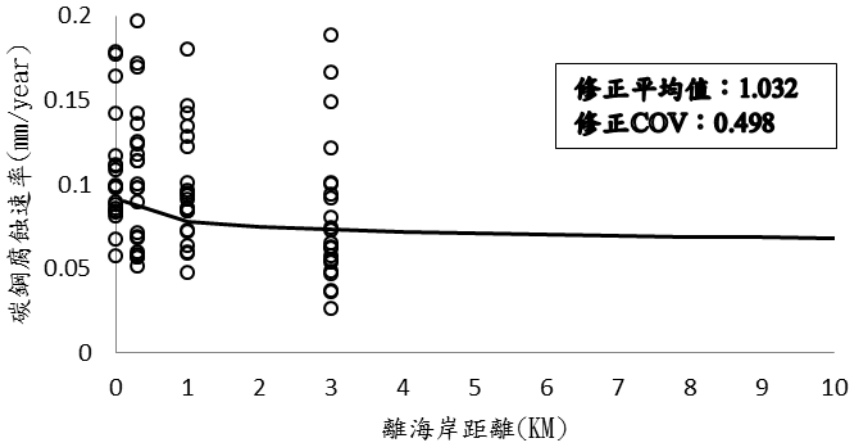


圖 6.23 海岸距離與裸鋼腐蝕速率關係圖(南部)

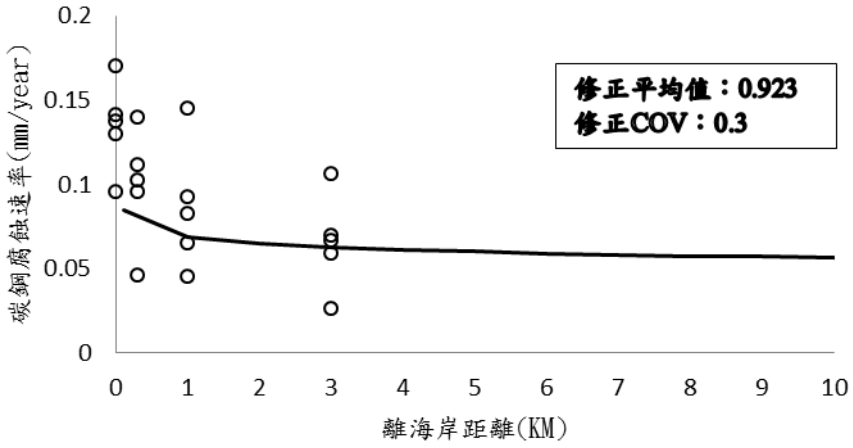


圖 6.24 海岸距離與裸鋼腐蝕速率關係圖(東部)

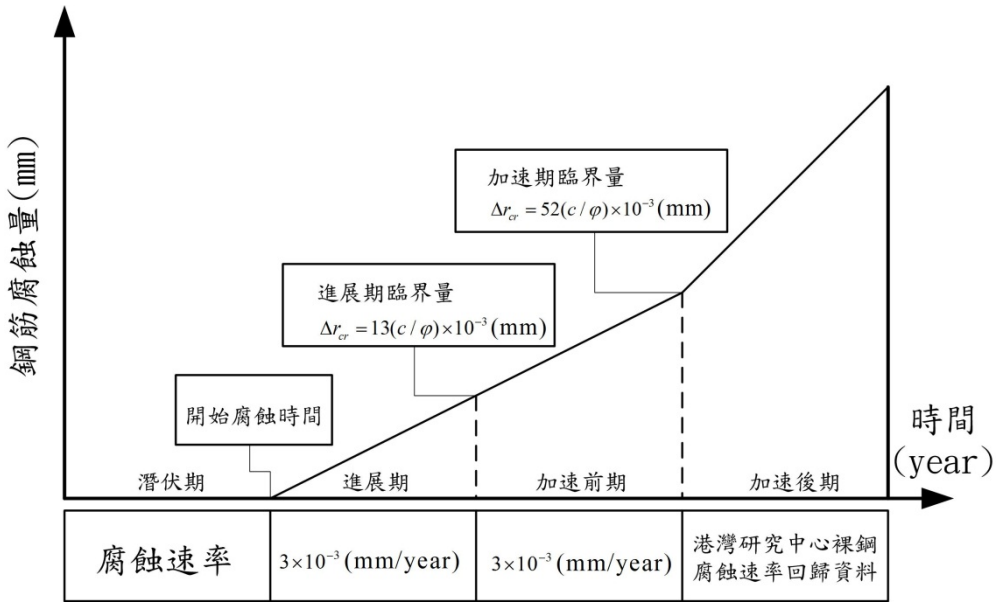


圖 6.25 中性化腐蝕量計算圖

由上圖 6.18 得知約在 47 年腐蝕發生機率 P_f 才會大於 10%(ASTM C876 1991)，也就是說這個時間點才會發生腐蝕，因此可以計算出時間與鋼筋直徑腐蝕累積量關係圖(圖 6.26)。

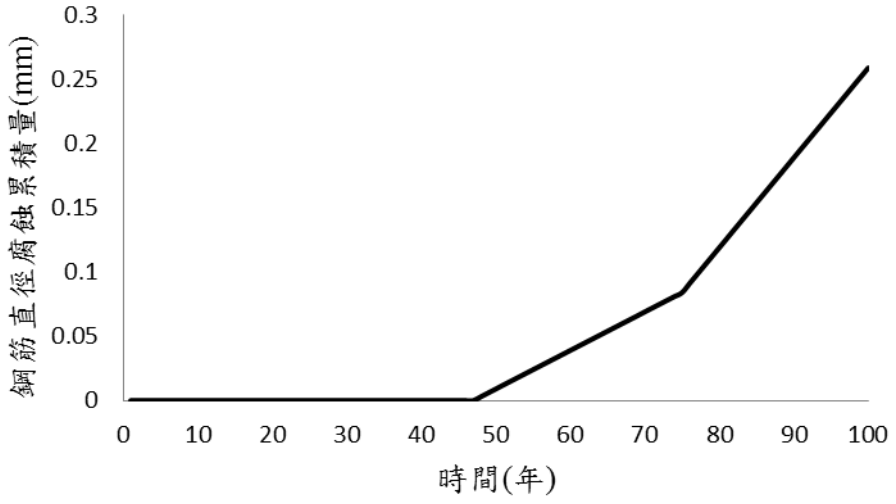


圖 6.26 橋梁時間與鋼筋直徑腐蝕累積量關係圖

6.3.2 材料強度折減

若某橋於鹽害環境下，已知橋齡為 18 年，由圖 6.20 可得知橋梁在竣工後第 18 年時鋼筋斷面減少率 R_{avg} 為 3.3%，帶入式 6.12 可得知楊氏係數 E_{ss} 的折減係數、降伏強度 F_{sy} 的折減係數等[9]，橋梁強度折減係數如表 6-15 所示。

$$E_{cs} = (1 - 1.14(\alpha \times R_{avg}))E_{ss} \quad \text{..... (6.17)}$$

$$F_{cu} = (1 - 1.00(\alpha \times R_{avg}))F_{su} \quad \text{..... (6.18)}$$

$$F_{cy} = (1 - 1.14(\alpha \times R_{avg}))F_{sy} \quad \text{..... (6.19)}$$

$$F'_{cy} = (1 - 0.98\alpha^{-0.5412}(\alpha \times R_{avg}))F'_{sy} \quad \text{..... (6.20)}$$

$$\varepsilon_{cu} = (1 - 1.73(\alpha \times R_{avg}))\varepsilon_{su} \text{ - 鋼筋之極限應變} \quad \text{..... (6.21)}$$

E_{ss}: 鋼筋腐蝕前之楊氏係數 (N/mm^2)。

F_{sy}: 鋼筋腐蝕前之降伏強度(N/mm^2)。

F_{su}: 鋼筋腐蝕前之極限強度(N/mm^2)。

$F_{sy'}$: 鋼筋腐蝕前之硬變硬化開始點強度(N/mm^2)。

$R_{avg:}$ 平均斷面減少率(%)。

α: 局部化倍率(最大斷面減少率/平均斷面減少率，可取2)。

表 6-15 橋梁強度折減係數

楊氏係數折減係數	0.925
降伏強度折減係數	0.925
極限強度折減係數	0.986
應變硬化開始點之強度折減係數	0.934
極限應變折減係數	0.886

分析得結果可以發現當保護層厚度超過 70mm 時，中性化腐蝕機率非常小，橋梁於使用年限 50 年後也不會大於 10%，幾乎可忽略中性化產生鋼筋腐蝕對於橋梁的影響。而鹽害則因海岸距離大於 10km 不考慮其影響，因此在表 6-16 分析橋梁資料中，只繪出腐蝕量較大的橋梁，如圖 6.27～圖 6.38，且產生鋼筋腐蝕多以鹽害為主。

表 6-16 分析橋梁資料

地區,橋名			海岸距離 (km)	橋齡 (年)	主筋直徑 (mm)	箍筋直徑 (mm)	風速 (m/sec)	保護層厚度 (mm)	開始腐蝕時間 (year)
新北市貢寮區	臺 2 線	龍門橋	0.2	20	32	16	3.08	75	5
臺南	臺 20 線	平和橋	21	17	32	16	3.19	75	※
宜蘭	臺 9 線	蘭陽大橋	6.5	20	29	16	2.06	75	14
宜蘭	臺 7 丙線	三星橋	17	25	29	16	2.06	75	※
高雄	臺 88 線	萬大大橋	10	19	32	16	2.18	75	10
臺南	臺 20 線	千鳥橋	22	17	32	16	3.19	75	※
西湖	臺 1 線	西湖橋	4.9	19	25	16	2.15	100	24
臺東	臺 11 線	豐源大橋	2	19	32	16	1.89	75	4
臺南	臺 0 線	急水橋	20	26	32	16	3.19	75	※
屏東	臺 1 線	枋山大橋	6.13	33	29	13	2.18	75	7
苗栗	臺 13 線	頭屋橋	11	20	32	16	2.15	75	※
雲林	臺 1 線	虎尾溪橋	27	20	32	16	1.98	75	※
宜蘭	臺 7 丙線	牛鬥橋	27	16	32	16	2.06	50	※
屏東	臺 1 線	新潮州大橋	15	30	32	13	2.18	50	※
高雄	臺 21 線	南勝橋	19	28	19	13	2.18	70	※

※海岸距離10km以外不考慮鹽害腐蝕

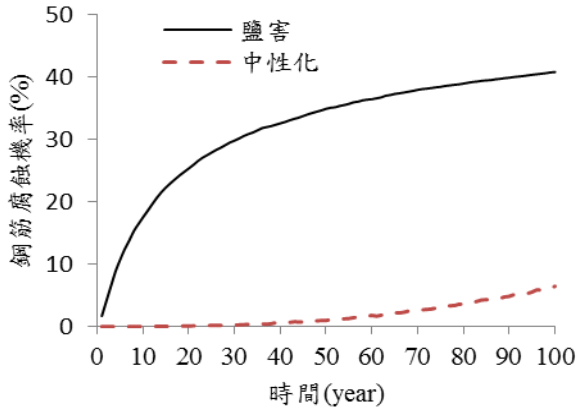


圖 6.27 龍門橋時間與鋼筋腐蝕機率之關係圖

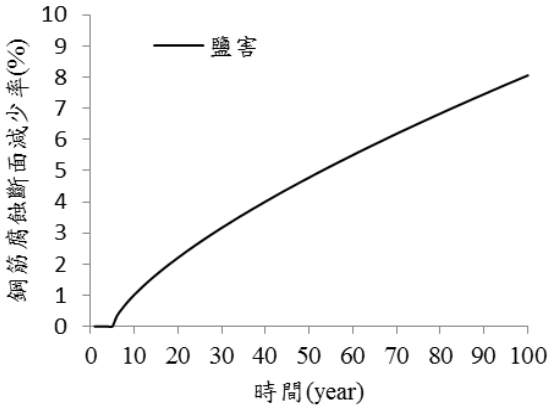


圖 6.28 龍門橋時間與鋼筋腐蝕斷面減少率之關係圖

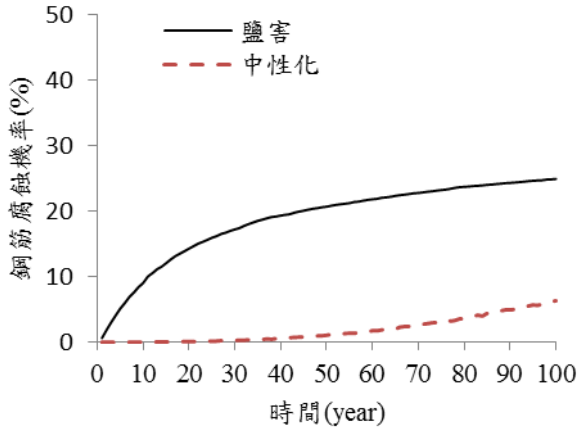


圖 6.29 蘭陽大橋時間與鋼筋腐蝕機率之關係圖

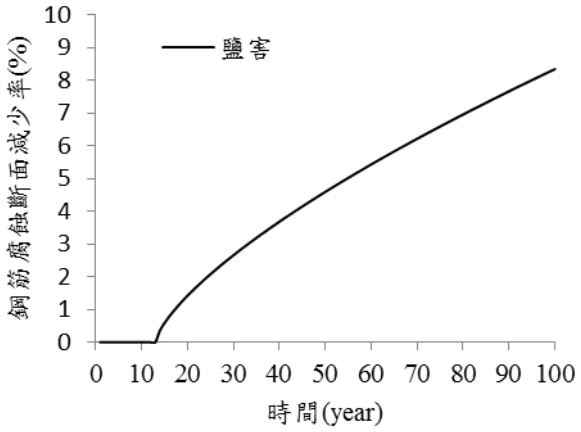


圖 6.30 蘭陽大橋時間與鋼筋腐蝕斷面減少率之關係圖

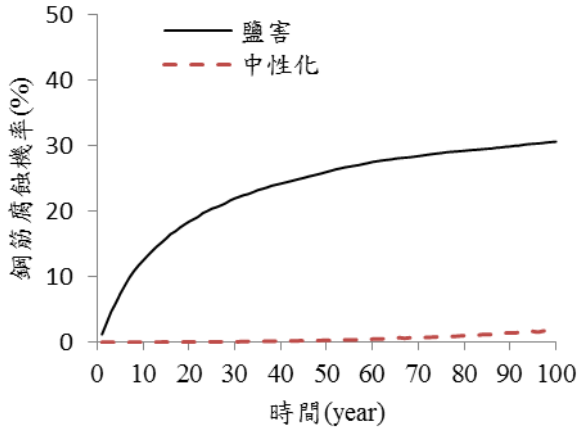


圖 6.31 萬大大橋時間與鋼筋腐蝕機率之關係圖

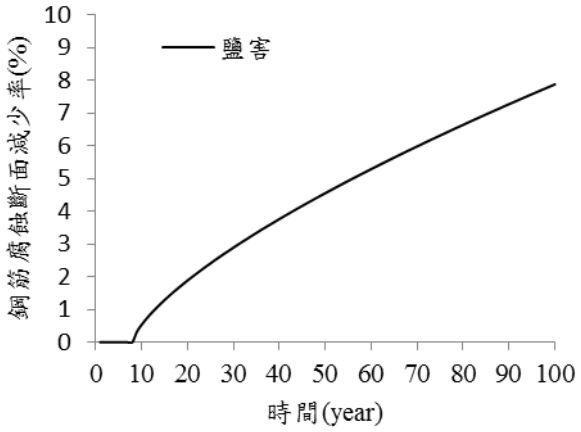


圖 6.32 萬大大橋時間與鋼筋腐蝕斷面減少率之關係圖

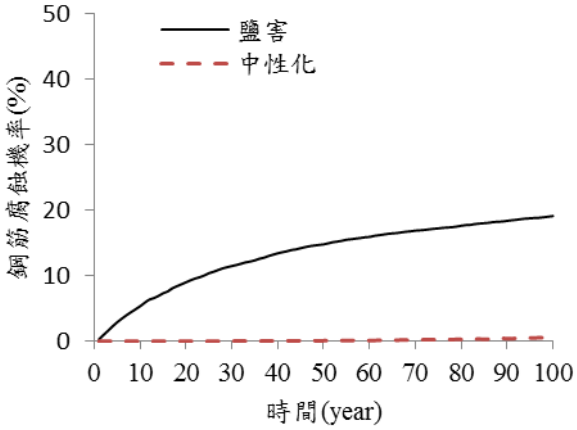


圖 6.33 西湖橋時間與鋼筋腐蝕機率之關係圖

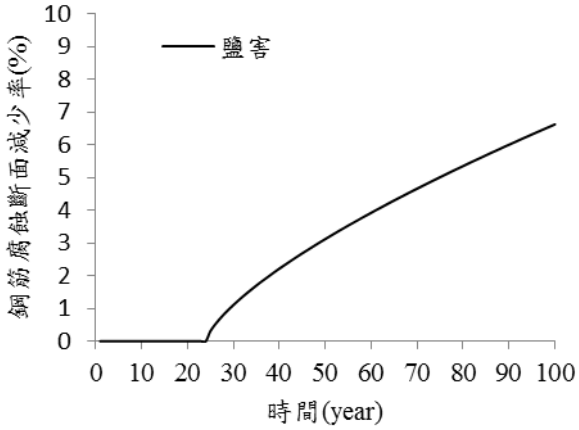


圖 6.34 西湖橋時間與鋼筋腐蝕斷面減少率之關係圖

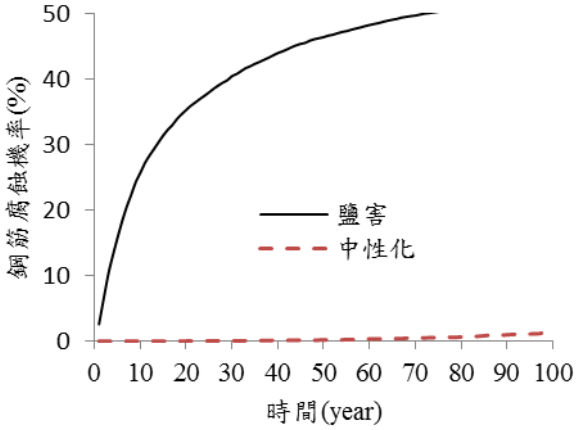


圖 6.35 豐源大橋時間與鋼筋腐蝕機率之關係圖

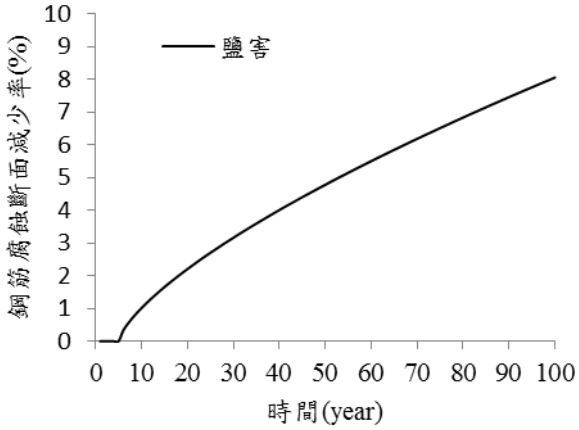


圖 6.36 豐源大橋時間與鋼筋腐蝕斷面減少率之關係圖

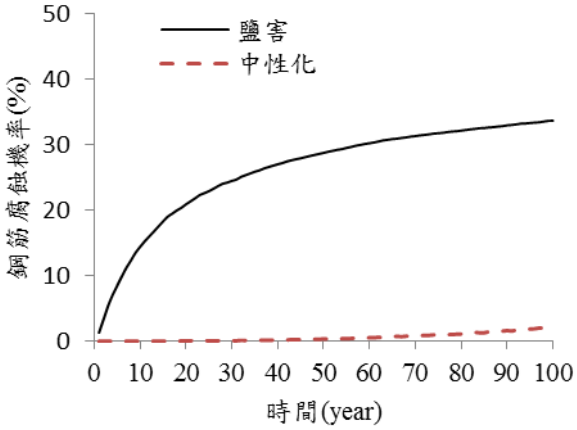


圖 6.37 枋山大橋時間與鋼筋腐蝕機率之關係圖

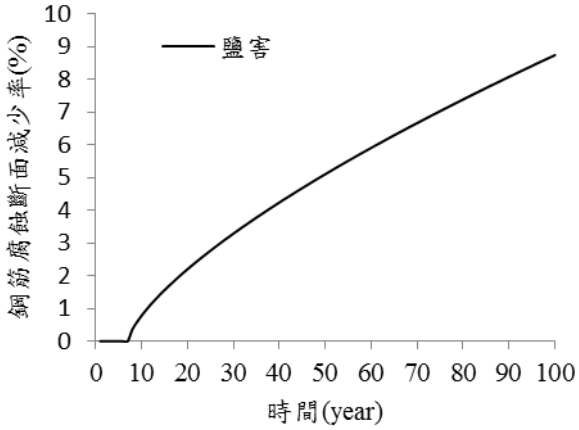


圖 6.38 枋山大橋時間與鋼筋腐蝕斷面減少率之關係圖

第七章 側推分析與殘餘能力評估

7.1 本章介紹

臺灣地區多山及河流，公路系統中往往需藉助橋梁來跨越自然之阻礙，良好之公路運輸系統對於經濟發展之關係極大。臺灣位處環太平洋地震帶，地震對國內各項結構設施之安全造成嚴重威脅，1999 年 9 月21 日九二一集集大地震造成國內許多橋梁嚴重損壞或斷裂，並造成巨大的社會經濟損失。

由於橋梁建造時間不同，以致採用之耐震設計規範有所不同，或經年累月受環境影響而造成之劣化現象，均可能使部分橋梁無法承受地震之需求而導致破壞之情形。有鑑於此，本計畫乃將公路總局轄管之部份省道橋梁進行耐震能力評估，希望能藉由先期之評估及後續之檢討與管理，以有效掌握省道橋梁之通阻能力，減少大地震發生時造成國家、人民重大的損失。

本計畫自「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」（交通部公路總局 2009）之132座橋梁中，選取12座涵蓋多數型式之橋梁，再向公路總局索取另12座涵蓋多數型式之橋梁，分別如表7-1、7-2所示，總共24座橋梁，進行考慮材料劣化之側推耐震能力評估。橋梁型式涵蓋簡支單柱式、簡支構架式、簡支壁式、連續單柱式、連續構架式、連續壁式等。單跨橋雖然數量眾多（圖7.1），但因其上構直接由橋臺支承，故不易落橋，又國內外震害經驗顯示單跨橋不易於地震中產生損壞，故不列入本計畫範疇。

橋梁的選擇並考慮儘可能的涵蓋不同距海遠近以及分布於全台不同縣市，以考慮不同劣化環境之影響。距海距離涵蓋0公里~58公里。所在縣市北部地區包含龍門橋、蘭陽大橋、三星橋牛鬥橋、富林橋、老坑溪橋、值信橋；中部地區包含西湖橋、頭屋大橋、虎尾溪橋、中隘橋、尖山大橋、福同橋、中彰大橋；南部地區包含平和橋、千鳥橋、新潮州大橋、急水溪橋、枋山大橋、南勝橋、朴子溪橋；花東部地區包含豐源大橋都威橋東華大橋。又由表可知，保護層厚度一般介於5公

分至10公分之間。

本計畫分為模型建置、模型驗證、案例分析三大部分，本計畫在每個階段之工作內及流程如圖7.2所示。第一部分所發展的側推模式之建置，乃依據橋梁竣工圖中所提供之橋梁資料，例如；橋梁材料強度、斷面尺寸、基礎及地盤型式、鋼筋混凝土構材配筋等細節資料進行側推分析，以求取整體結構之水平側力及水平位移關係，並求得橋梁的降服地表加速度Ay與崩塌地表加速度Ac。本計畫側推模式之特點：1.材料劣化採用第四階段所建立之材料劣化分析模型，進行鹽害與中性化之影響評估。2.考慮腐蝕劣化，對橫向、縱向鋼筋、保護層與核心混凝土強度與韌性之影響。3. 考慮腐蝕劣化對鋼筋與混凝土握裹行為之影響。

本計畫側推模型建置完成後，接著從「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」（交通部公路總局 2009）中所選取之12座橋梁，進行未考慮腐蝕情況之側推分析。並將求取之Ay、Ac值與（交通部公路總局 2009）該研究同樣12座橋梁之Ay、Ac值比較，以驗證本計畫所建置之側推模型之可靠性。

最後，依據本計畫所建立之側推分析模式，再選公路總局所提供另12座橋梁，共24座橋梁，每座橋皆包含初始狀態與4種劣化程度，進行側推分析，共得到120次側推分析結果。而這120次側推分析所得到之Ay、Ac值則作為第六階段橋梁Ay、Ac案例庫使用。

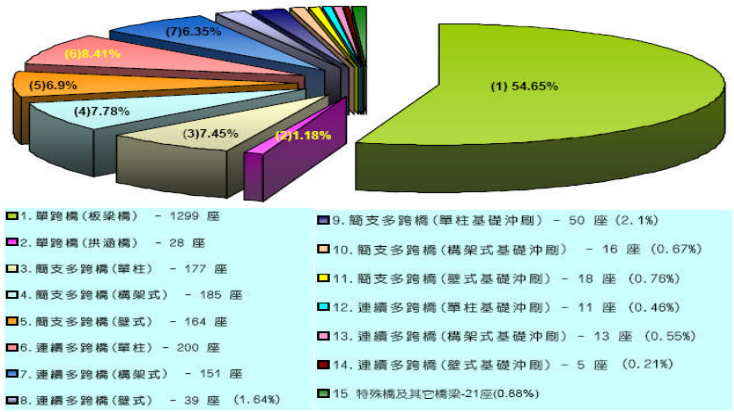


圖 7.1 目前臺灣地區各類型橋梁分類及數量統計圖
(交通部公路總局 2009)

表 7-1 ”公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究”之 12 種代表性橋

編號	工區	工務段	路線名稱	橋名	結構類別	結構類別(名稱)	距海距離(公里)	保護層(cm)
1	1區	景美	台2線	龍門橋	3C	簡支單柱	0k	7.5
2	5區	新化	台20線	平和橋	4C	簡支構架式	21k	7.5
3	4區	頭城	台9線	蘭陽大橋	5C	簡支壁式	6.5k	7.5
4	4區	南澳	台7丙線	三星橋	6C	連續單柱式	17k	7.5
5	5區	新化	台20線	千鳥橋	7C	連續構架式	22k	7.5
6	3區	台東	台1線	新潮州大橋	7C	連續構架式	15k	5
7	2區	苗栗	台1線	西湖橋	8C	連續壁式	4.5k	10.0
8	3區	台東	台11線	豐源大橋	9C	簡支單柱式(橋基礎沖刷)	2k	7.5
9	5區	新營	台1線	急水溪橋	10C	簡支構架式(橋基礎沖刷)	20k	7.5
10	3區	楓港	台1線	枋山大橋	11C	簡支壁式(橋基礎沖刷)	6k	7.5
11	2區	苗栗	台13線	頭屋大橋	12C	連續單柱式(橋基礎沖刷)	11k	7.5
12	5區	斗南	台1線	虎尾溪橋	14C	連續壁式(橋基礎沖刷)	27k	7.5

表 7-2 公路總局所提供之另外 12 座橋梁

編號	工區	工務段	路線名稱	橋名	結構類別	結構類別(名稱)	距海距離(公里)	保護層(cm)
1	3區	高雄	台21線	南勝橋	3C	簡支單柱	6.5k	7
2	3區	台東	台11線	都威橋	4C	簡支構架式	0k	10
3	1區	新竹	台1線	中隘橋	5C	簡支壁式	3k	7.5
4	3區	台東	台11丙線	東華大橋	6C	連續單柱式	2k	7.5
5	2區	埔里	台21線	福同橋	7C	連續構架式	58k	7.5
6	4區	獨立山	台7丙線	牛鬥橋	9C	簡支單柱式(橋基礎沖刷)	27k	5
7	1區	中壢	台15線	富林橋	9C	簡支單柱式(橋基礎沖刷)	3.5k	7.5
8	2區	苗栗	台1線	尖山大橋	10C	簡支構架式(橋基礎沖刷)	4.5k	7.5
9	1區	中壢	台1線	老坑溪橋	11C	簡支壁式(橋基礎沖刷)	16k	7.5
10	4區	獨立山	台7線	執信橋	12C	連續單柱式(橋基礎沖刷)	29k	7.5
11	2區	台中	台17線	中彰大橋	13C	連續構架式(橋基礎沖刷)	2.5k	6
12	5區	水上	台61線	朴子溪橋	14C	連續壁式(橋基礎沖刷)	1.5k	7.5

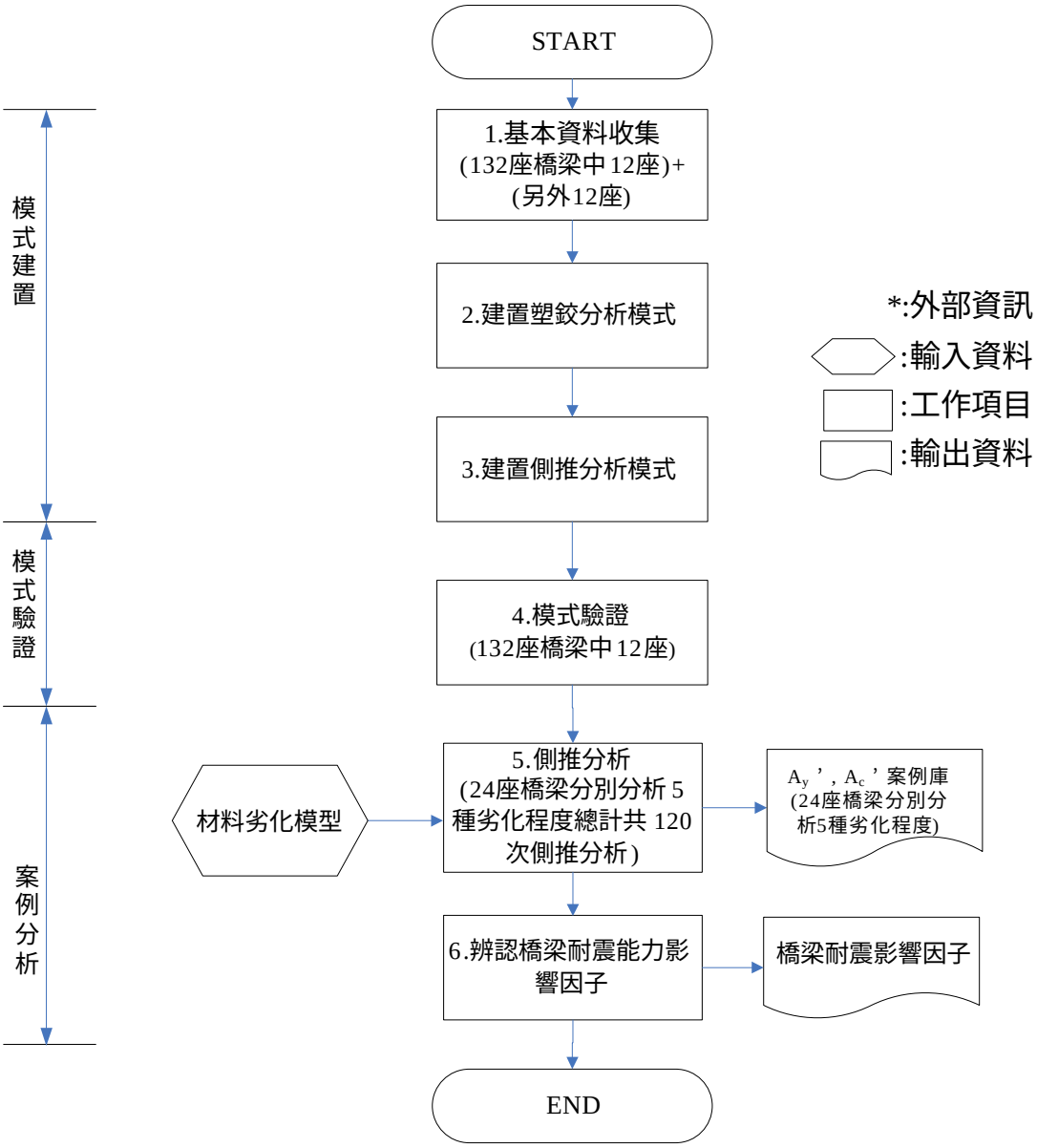


圖 7.2 本計畫每個階段之工作內容

7.2 橋梁側推分析模式

7.2.1 橋梁側推分析流程圖

本計畫之橋梁側推分析模式，可以區分成三個主要步驟流程。首先，根據2.4.4~2.2.8節所描述之理論基礎，進行橋梁構件之腐蝕程度評估。將鋼筋及混凝土之材料參數加以修正，而得到鋼筋及混凝土新的材料性質參數，如圖7.3所示。

其次，將此上述之參數輸入至軟體中(Xtract)進行分析(初次輸入之柱軸力以靜力分析求得)，以求取鋼筋受腐後構件之斷面強度。並將根據Xtract軟體分析所得到之構件斷面強度加以分析，並進行斷面破壞模式之判定，以得到在利用SAP2000側推分析時所需之塑鉸資料。然後，將SAP2000所需之資料輸入SAP2000後進行側推分析，如圖7.4所示。

在進行側推分析時，要檢核橋梁橋柱構件之軸向力是否會收斂。若橋柱構件之軸向力不會收斂，則必須將前一次側推分析所得到之新的柱軸向受力，重輸新入Xtract中，然後重複圖7.4之步驟，直到柱構件之軸向力收斂為止，如圖7.5所示。

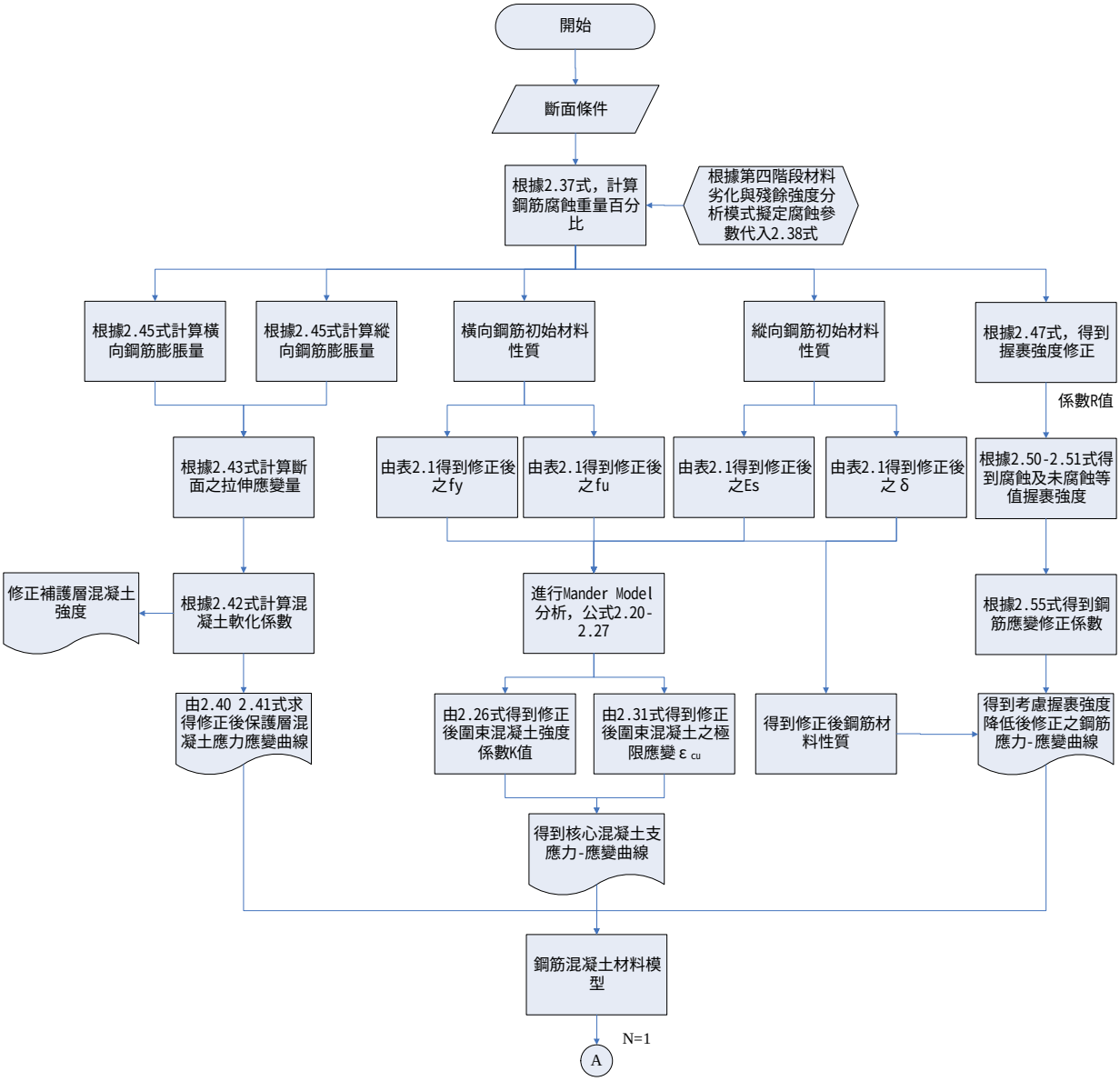


圖 7.3 本計畫所建置側推分析模式流程圖(1)

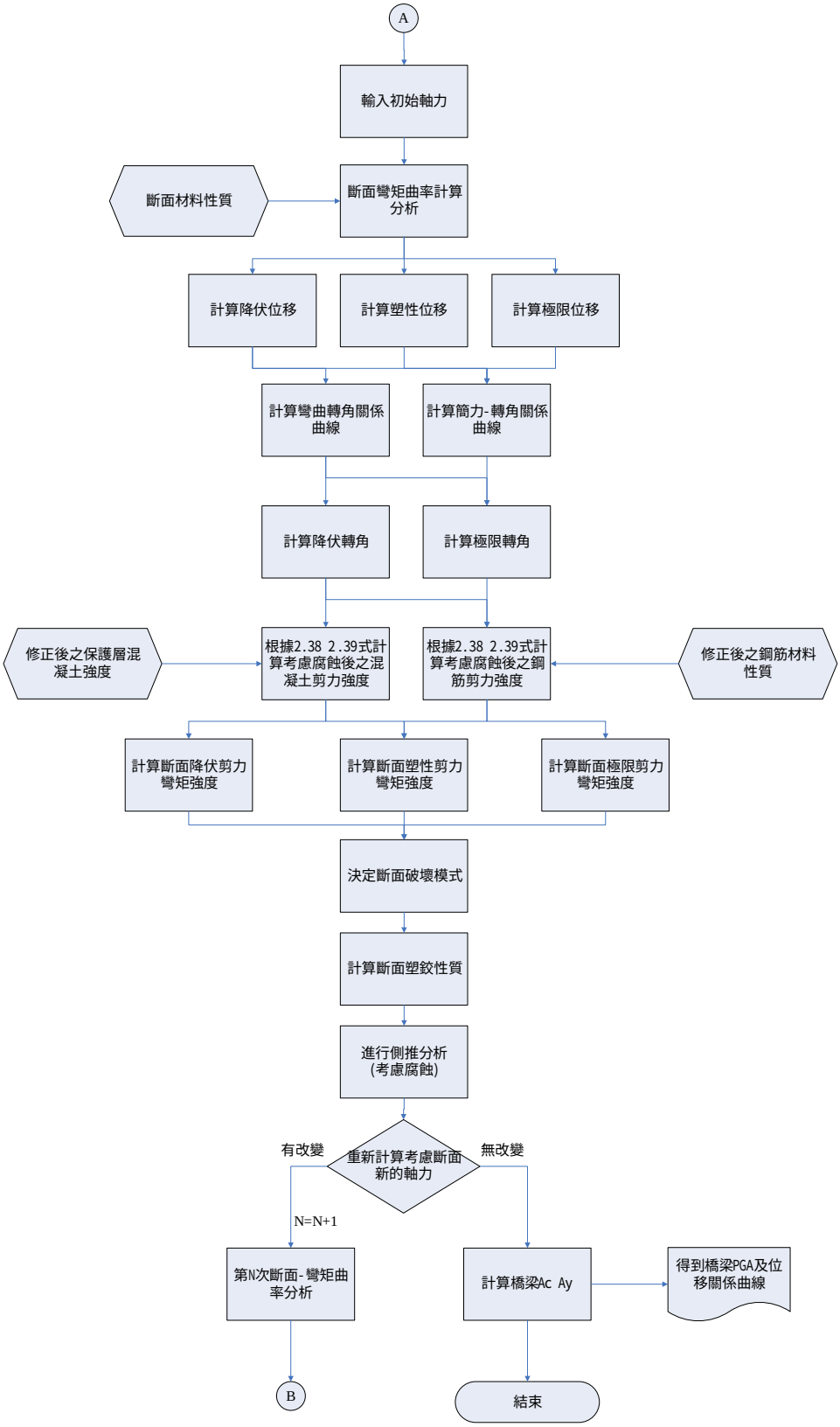


圖 7.4 本計畫所建置側推分析模式流程圖(2)

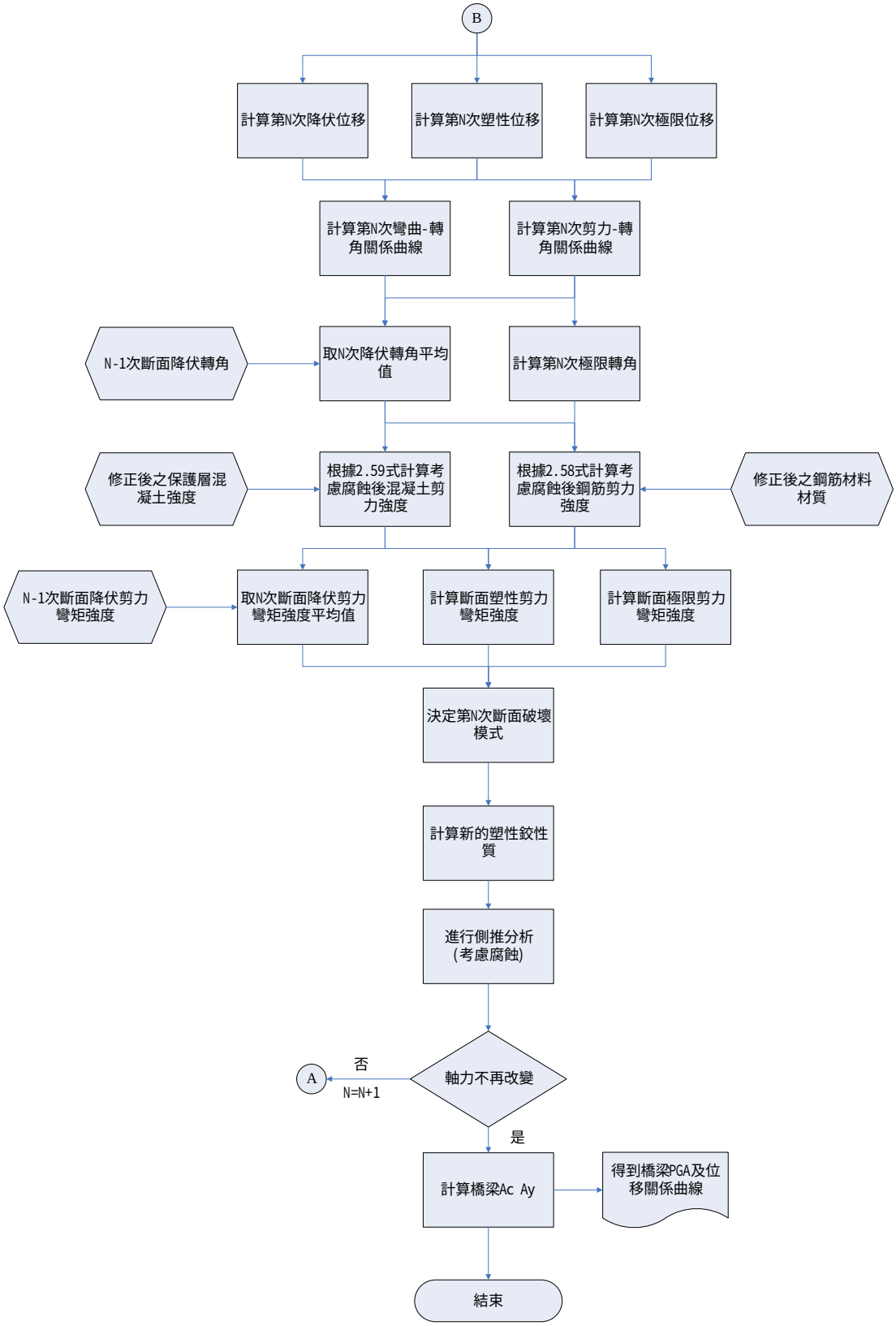


圖 7.5 本計畫所建置側推分析模式流程圖(3)

7.2.2 橋梁側推分析範例

本計畫選取屏東新潮洲大橋進行實例分析。耐震能力詳細評估係依照規範規定選取一標準橋梁振動單元進行行車向及橋橫向分析。其橋梁基本資料如下：

1. 橋梁結構上部結構為預力I形梁橋，橋單元跨徑長20.3m，橋面總寬為25.2m(南北雙向分離各12.6m)。每跨包含6根預力I形大梁，每6跨橋單元設置1處橋面伸縮縫。
2. 橋址震區：本橋梁工址假設位於屏東縣潮州鎮，第三類地盤，無斷層經過。

   $S_S^D = 0.6$、$S_1^D = 0.3$、$F_a = 1.1$、$F_v = 1.8$

   $S_{DS} = F_a S_S^D = 0.66$、$S_{D1} = F_v S_1^D = 0.54$

3. 結構斷面：如圖7.6所示。下部結構橋墩為雙柱式框架橋墩，依橋墩型態可分為A、B兩型:深潮區假設柱高為9.0m(A型)，高灘地區假設柱高為6.0m(B型)。墩柱尺寸為φ1.5m。本橋每跨大梁行車向兩端支承各為鉸接(hinge)與滾接(roller)、橋橫向則皆為鉸接。分析單元為P06~P12橋墩，除P06及P12設置橋面伸縮縫外，其餘橋面版連續。基礎則假設為60cmφ之PC樁。

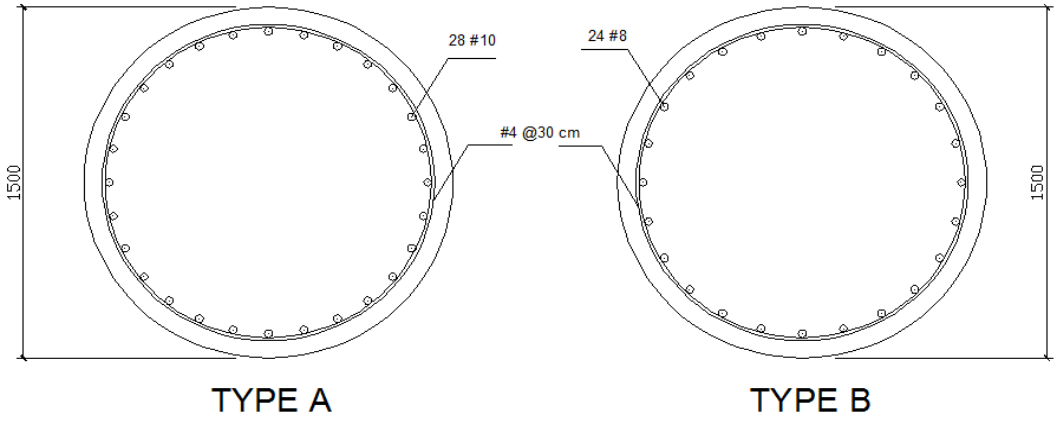


圖 7.6 下部結構橋柱尺寸及配筋圖

4. 環境因子：根據2.4.4~2.2.8節所述，本範例在進行構件受腐後，材料性質評估分析時所需之評估參數，如表7-3所示。

表 7-3 鋼筋腐蝕評估環境參數型態及參數大小

環境參數型態	輸入參數大小
橋齡	30年
工址距海距離	16.5公里
規範規定臨界腐蝕含鹽參數	0.3
水灰比	0.55
風速	2.175 m/s
飛來鹽比	30 %

7.2.3 材料強度與結構模型

本工程採用預力大梁混凝土 28 天抗壓強度 f'_c 為 350 kgf/cm^2，橋面板 隔梁與墩柱混凝土 28 天抗壓強度 f'_c 為 210 kgf/cm^2，竹節鋼筋 fy 為 2800 kgf/cm^2。至於下部結構相關材料性質等耐評分析所需基本資料，則依據竣工圖說、現場量測尺寸、基礎時間域電磁探勘法(TEM)、鋼筋探測試驗取得。所有構件均以梁元素（beam element）模擬之桿件斷面性質，包含桿件斷面積 A 、極慣性矩（J）、慣性矩（I_y 與 I_z），並考慮桿件交接處剛性域之模擬。下部結構基礎設定則依據地質鑽探資料及基礎型式及尺寸用彈簧模擬，以符合實際構件配置的情況。定義各桿件第 1 軸為沿桿件軸向、第 2 軸為斷面深度方向（鉛直軸）、第 3 軸為斷面寬度方向（水平軸）。結構分析模型取一標準單跨橋為振動單元進行耐震能力評估，如圖 7.7 所示。並將上述橋梁斷面材料之基本強度資料，依據 2.4.4~2.4.8 節之理論進行分析，以求得考慮材料劣化後鋼筋及混凝土之材料性質。如圖 7.8~圖 7.15 所示，即為考慮材料劣化後橋梁構件鋼筋及混凝土之材料性質。由圖 7.8~圖 7.15 可得到下列幾項分析結果：

1.保護層混凝土在鋼筋受腐蝕後，因未受到其他鋼筋的圍束作用，因

此其強度下降趨勢較核心混凝土明顯。

核心混凝土在主筋及箍筋受腐蝕後，除了強度降低外，其極限應變也有顯著降低之趨勢。

2.圖 7.12~圖 7.13 只考慮主筋及箍筋在受腐後應力及應變之變化情形，而無將握裹條件之影響考慮進去。由圖 7.12~圖 7.13 顯示，主筋及箍筋在受腐後，應力及應變會有顯著的降低。

3.圖 7.14~圖 7.15 是同時考慮主筋及箍筋之腐蝕，以及受腐後混凝土軟化造成握裹強度降低，對鋼筋應力及應變之影響。由圖 7.14~圖 7.15 顯示，當鋼筋受腐後若將握裹強度降低影響因素考慮進去鋼筋之極限應變反而變大，如圖 7.14~圖 7.15 藍線部分所示。其原因為握裹強度隨腐蝕程度增加而降低，因此，當鋼筋要達到未受腐前之相同的應力，其所需之伸展長度需要更長。本計畫將鋼筋受腐後所需之伸展長度，模擬等效成達到其應力所需之應變長度，此為造成鋼筋受腐後極限應變變大的原因。如此，也才能在利用 XTRACT 進行斷面強度分析時，將鋼筋受腐後對握裹強度降低之影響考慮進去。

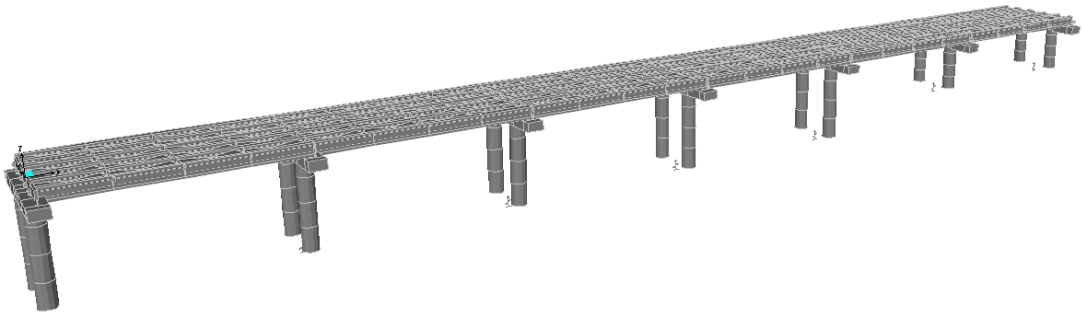


圖 7.7 橋梁結構分析模型

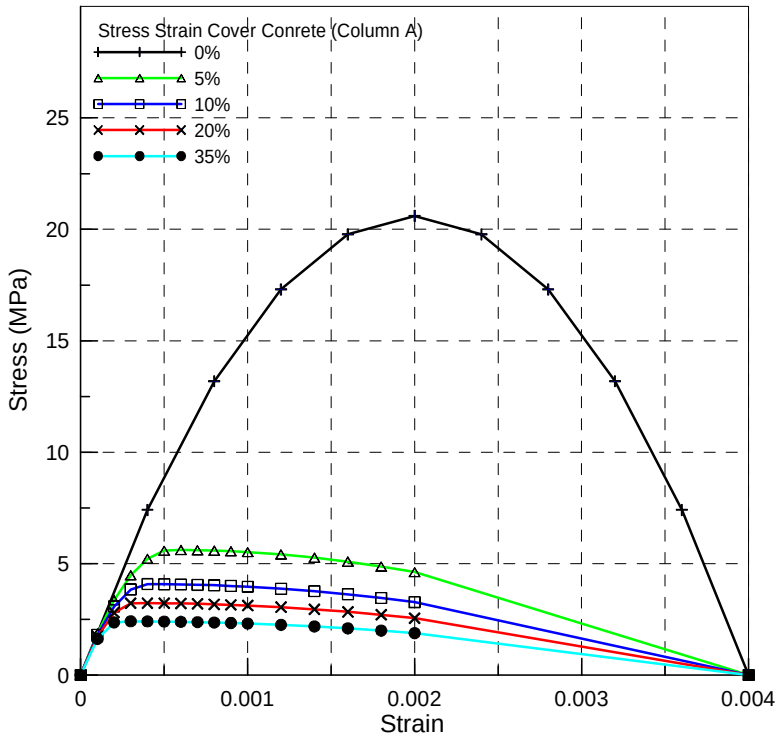


圖 7.8 A 型 保護層混凝土應力應變曲線

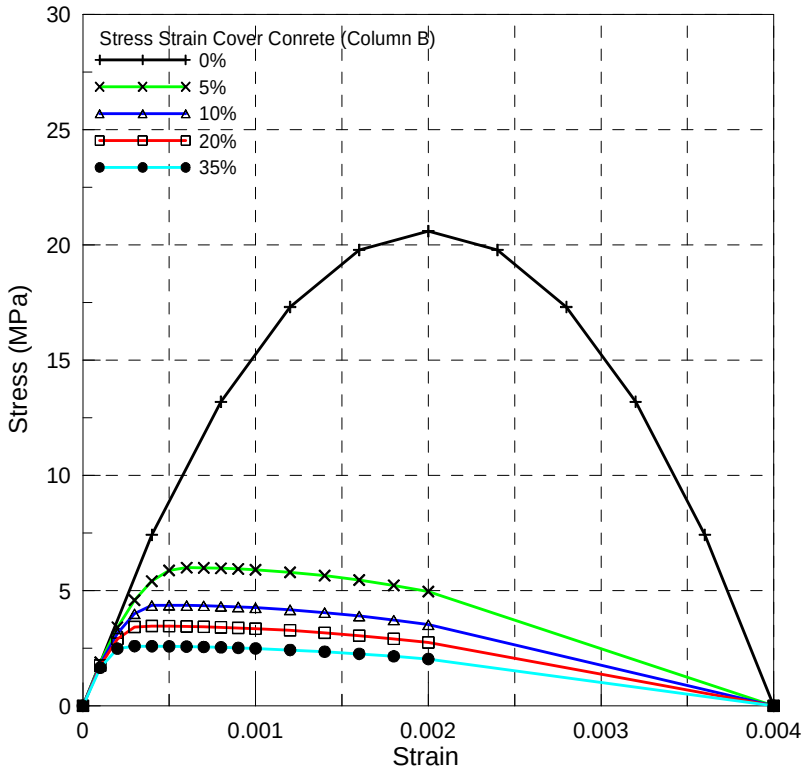


圖 7.9 B 型保護層混凝土應力應變曲線

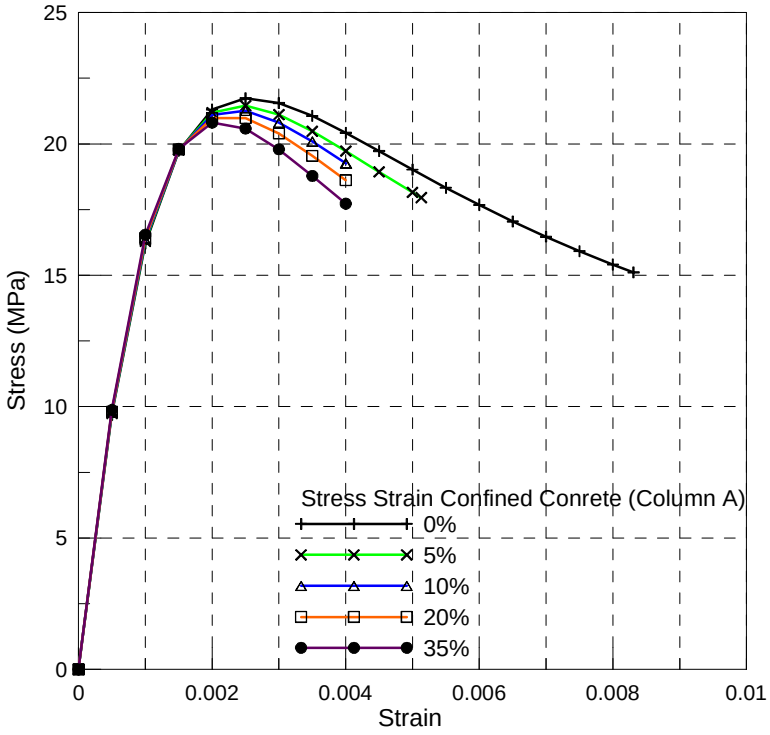


圖 7.10 A 型 核心混凝土應力應變曲線

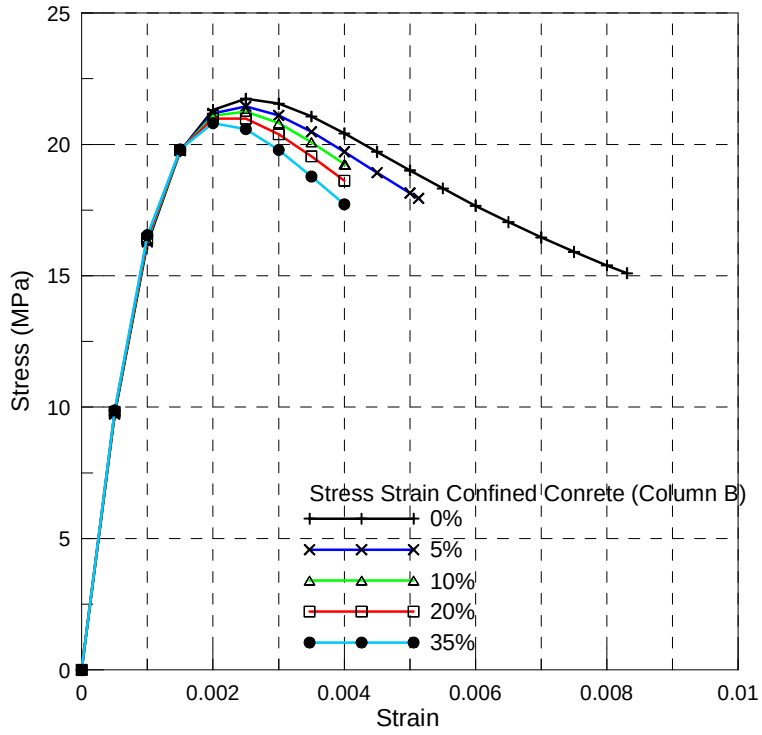


圖 7.11 B 型核心混凝土應力應變曲線

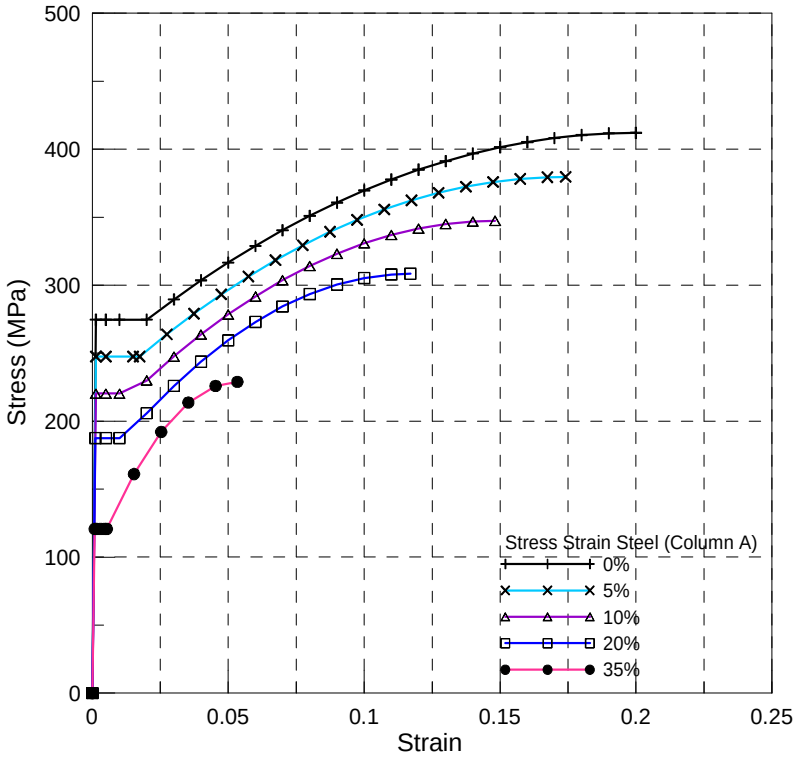


圖 7.12 A 型握裹條件未修正下鋼筋之應力應變曲

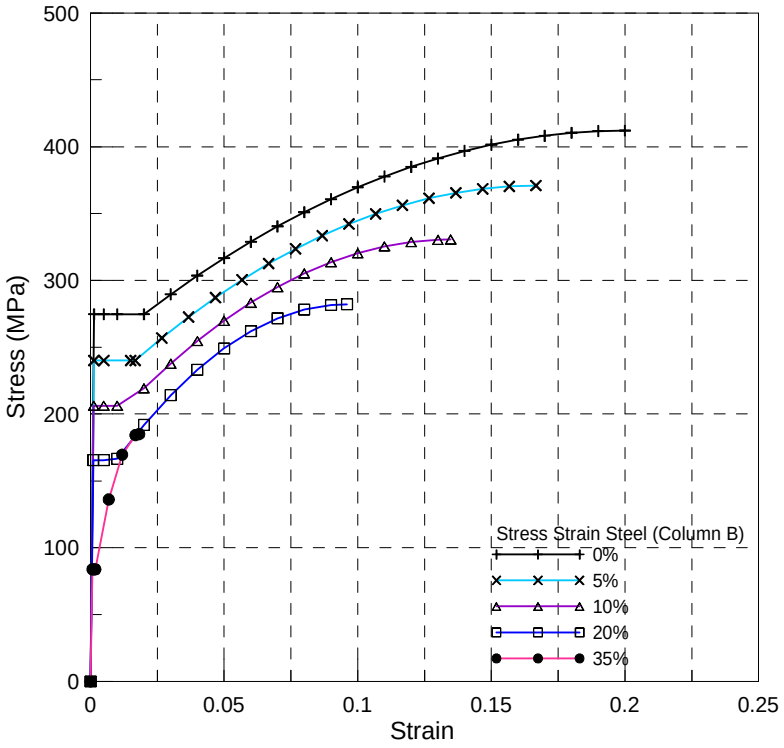


圖 7.13 B 型握裹條件未修正下鋼筋之應力應變曲

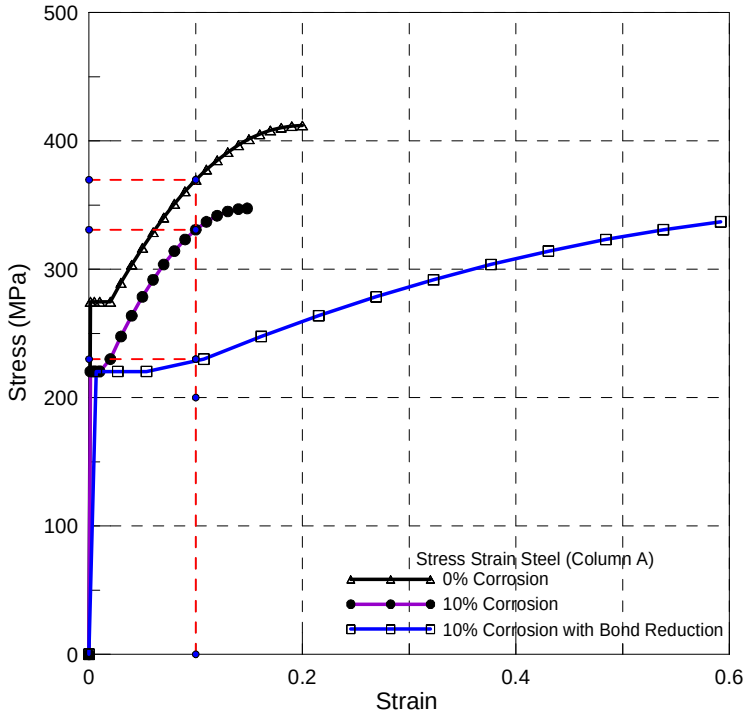


圖 7.14 A 型握裹條件修正後鋼筋之應力應變曲線(只舉腐蝕重量損失率 0%(未腐蝕)、10%為例)

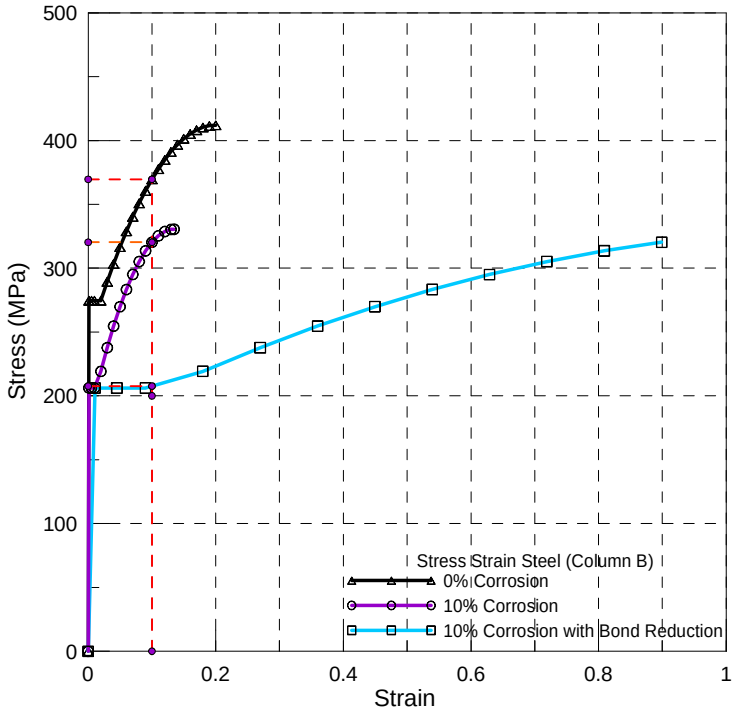


圖 7.15 B 型握裹條件修正後鋼筋之應力應變曲線(只舉腐蝕重量損失率 0%(未腐蝕)、10%為例)

7.2.4 橋柱斷面強度

將上述橋梁考慮材料劣化後之材料強度及斷面尺寸資料，利用 XTRACT 程式(Imbsen 2009)進行墩柱斷面強度分析，其計算結果如下所示，圖 7.16~圖 7.19 分別為 A 型柱斷面彎矩與曲率關係曲線、B 型柱斷面彎矩與曲率關係曲線、A 型柱斷面彎矩與轉角關係曲線、B 型柱斷面彎矩與轉角關係曲線。由圖 7.16~圖 7.19 顯示，隨著腐蝕程度的增加，因斷面材料強度的降低，因而也造成橋柱彎矩強度的降低。

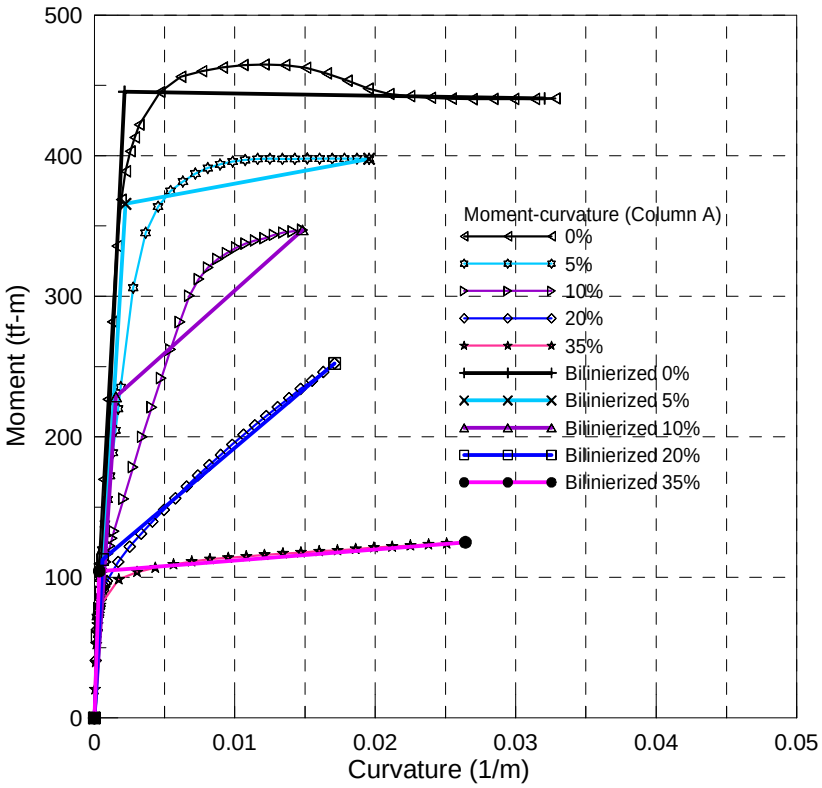


圖 7.16 A 型柱斷面彎矩與曲率關係曲線

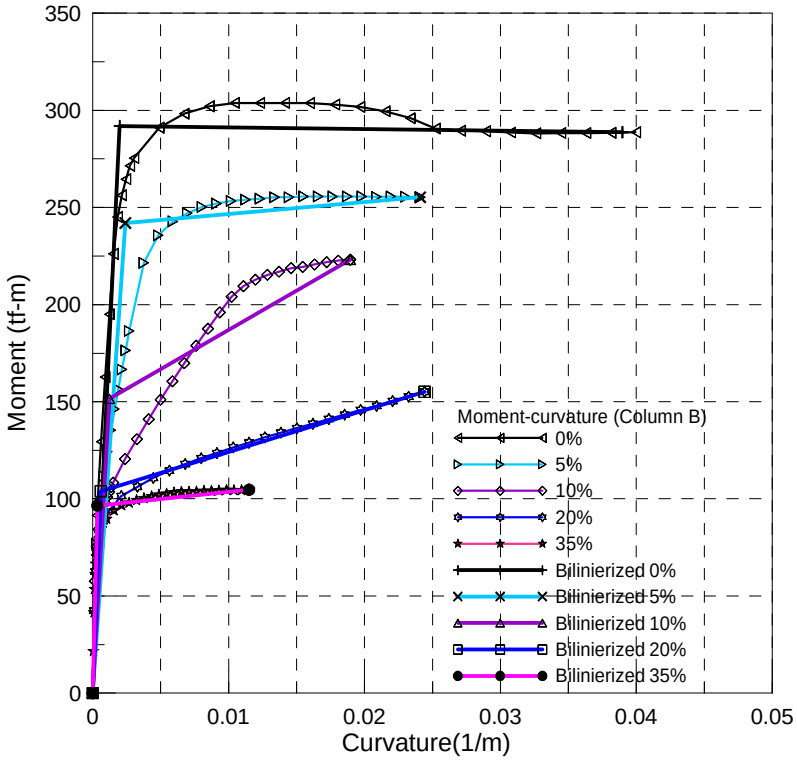


圖 7.17 B 型柱斷面彎矩與曲率關係曲線

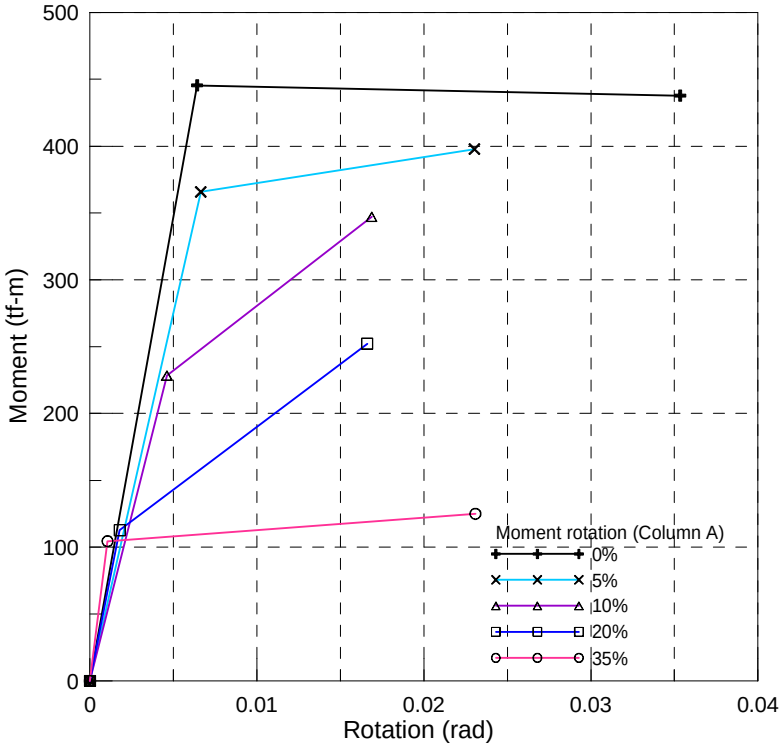


圖 7.18 A 型柱斷面彎矩與轉角關係曲線

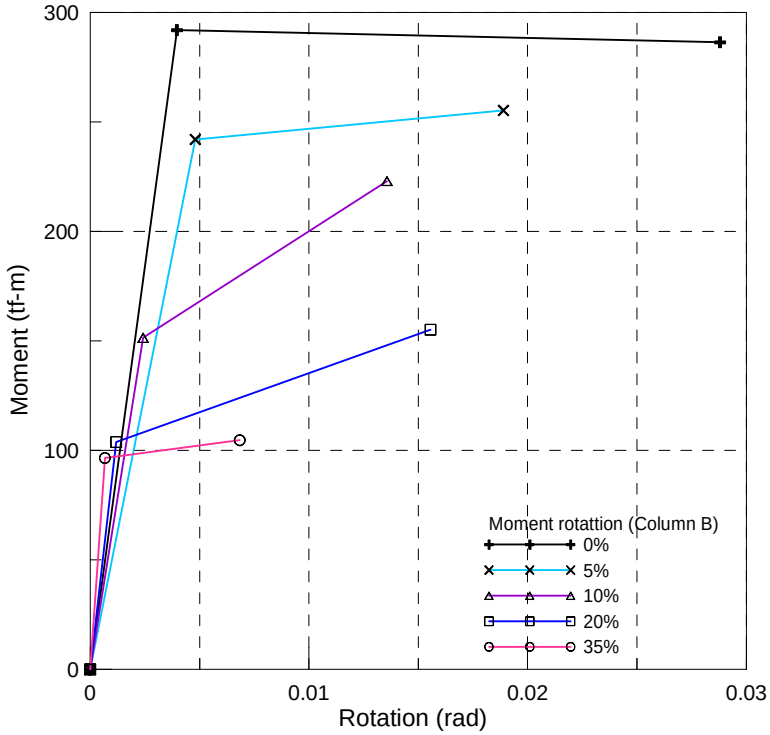


圖 7.19 B 型柱斷面彎矩與轉角關係曲線

7.2.5 塑性鉸之計算破壞模式判定

利用 7.2.3 節之計算結果，並根據 2.4.9、2.4.10 節之理論進行塑性鉸之計算及破壞模式之判定，其分析結果如下。圖 7.20~圖 7.23 分別為 A 型柱斷面破壞模式(x 向)、B 型柱斷面破壞模式(x 向)。而圖 7.24、圖 7.25 分別為 A 型柱斷面考慮軸力變化之破壞模式(y 向)及 B 型柱斷面考慮軸力變化之破壞模式(y 向)。本節只舉腐蝕重量損失率 0%(未腐蝕)、10%為例。

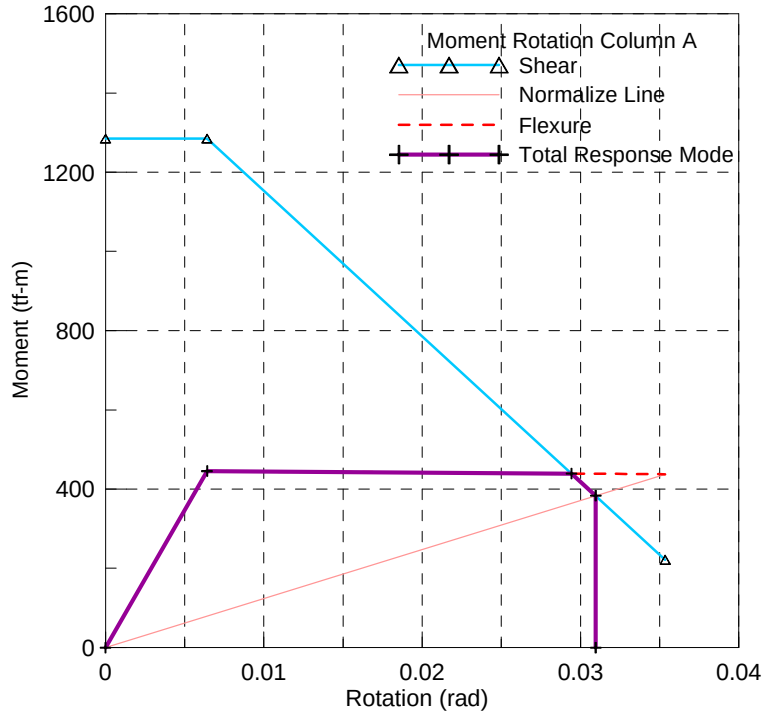


圖 7.20 A 型柱斷面破壞模式(x 向) (未腐蝕)

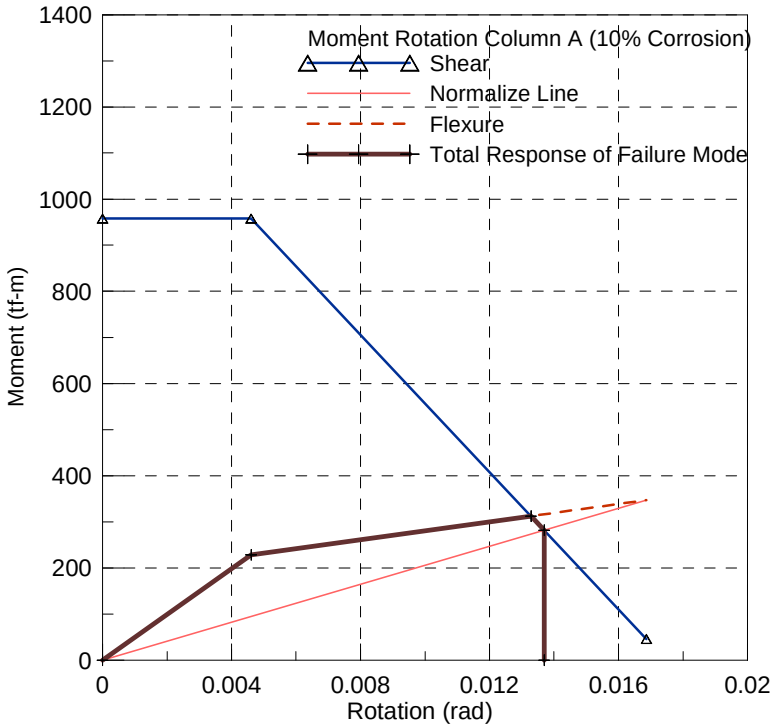


圖 7.21 A 型柱斷面破壞模式(x 向) (腐蝕重量損失率 10%)

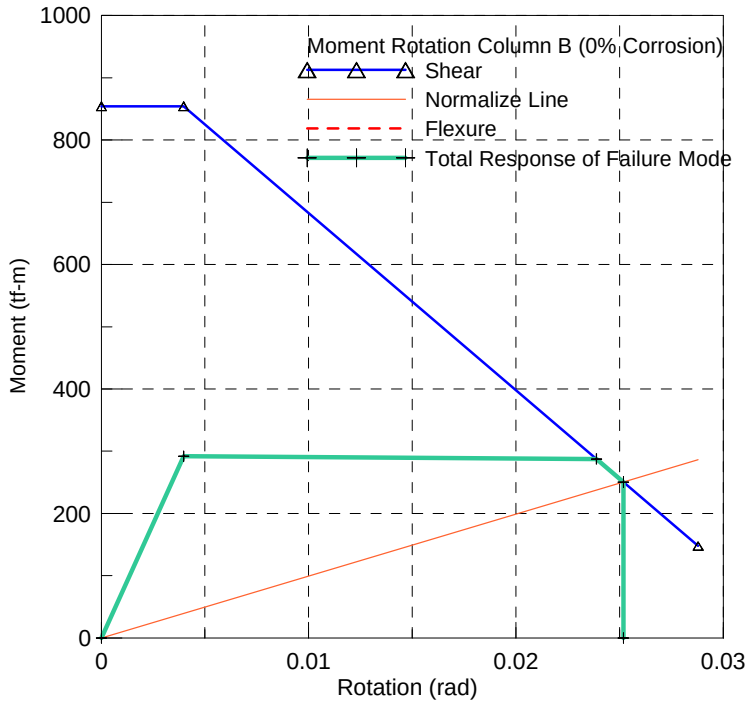


圖 7.22 B 型柱斷面破壞模式(x 向) (未腐蝕)

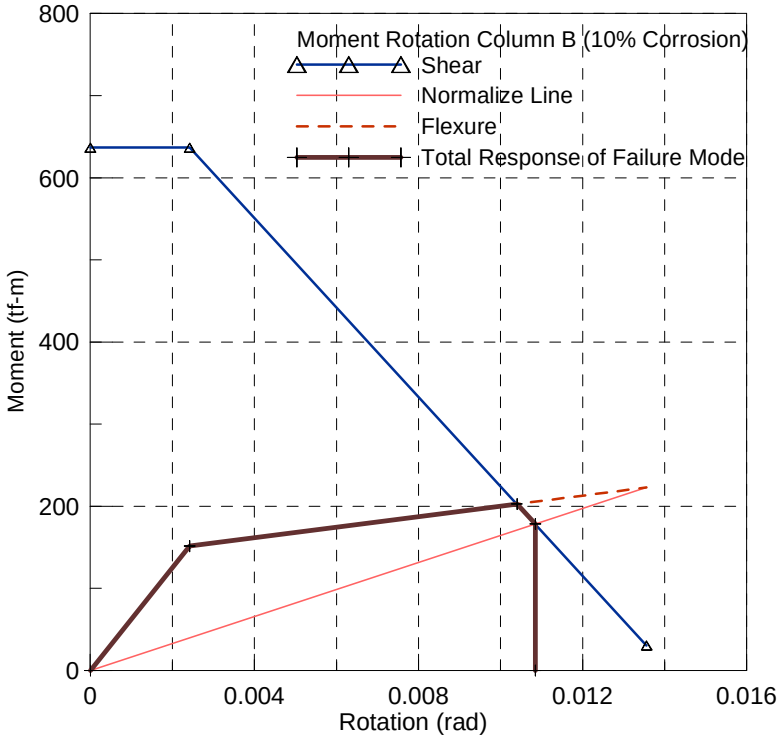


圖 7.23 B 型柱斷面破壞模式(x 向) (腐蝕重量損失率 10%)

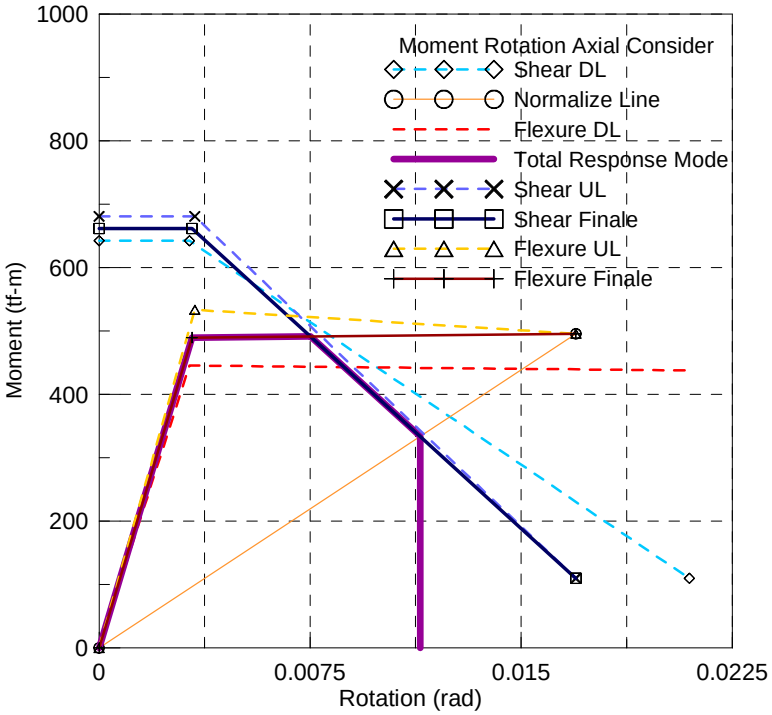


圖 7.24 A 型柱斷面考慮軸力變化之破壞模式(y 向)(未腐蝕)

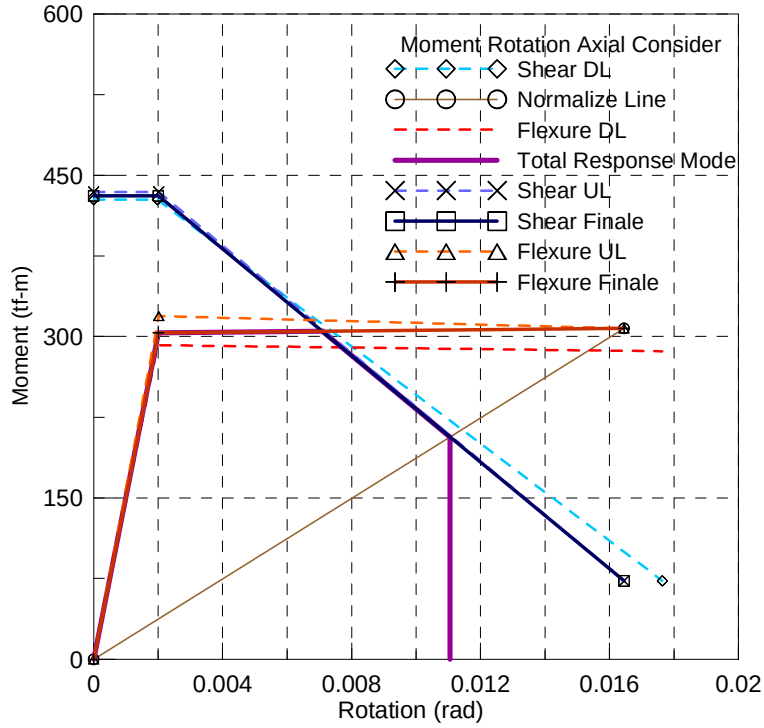


圖 7.25 B 型柱斷面考慮軸力變化之破壞模式(y 向)(未腐蝕)

7.2.6 SAP2000 塑性鉸之輸入及計算

根據7.2.4節之判斷結果，做為SAP2000塑性鉸輸入資料，其計算及設定結果如下表7-4及表7-5，柱斷面SAP2000塑性鉸輸入畫面如圖7.26~圖7.29。本節只舉腐蝕重量損失率0%(未腐蝕)、10%為例。

表 7-4 A 型、B 型塑性鉸輸入資料(重量損失率 0%)

Column A 0% Corosion		
Point	M/SF	R/SF
-E	0.000	-3.712
-D	-0.918	-3.712
-C	-0.985	-3.585
-B	-1.000	0.00
A	0.000	0.00
B	1.000	0.00
C	0.985	3.585
D	0.918	3.712
E	0.000	3.712
MSF	445.46 ton-m	
RSF	0.0064	

Column B 0% Corosion		
Point	M/SF	R/SF
-E	0.000	-5.183
-D	-0.920	-5.183
-C	-0.983	-5.021
-B	-1.000	0.00
A	0.000	0.00
B	1.000	0.00
C	0.983	5.021
D	0.920	5.183
E	0.000	5.183
MSF	291.95 ton-m	
RSF	0.004	

表 7-5 A 型、B 型塑性鉸輸入資料(重量損失率 10%)

Column A 10% Corosion		
Point	M/SF	R/SF
-E	0.000	-1.923
-D	-1.306	-1.923
-C	-1.403	-1.859
-B	-1.000	0.00
A	0.000	0.00
B	1.000	0.00
C	1.403	1.859
D	1.306	1.923
E	0.000	1.923
MSF	228.44 ton-m	
RSF	0.0046	

Column B 10% Corosion		
Point	M/SF	R/SF
-E	0.000	-3.385
-D	-1.256	-3.385
-C	-1.371	-3.253
-B	-1.000	0.00
A	0.000	0.00
B	1.000	0.00
C	1.371	3.253
D	1.256	3.385
E	0.000	3.385
MSF	151.48 ton-m	
RSF	0.0024	

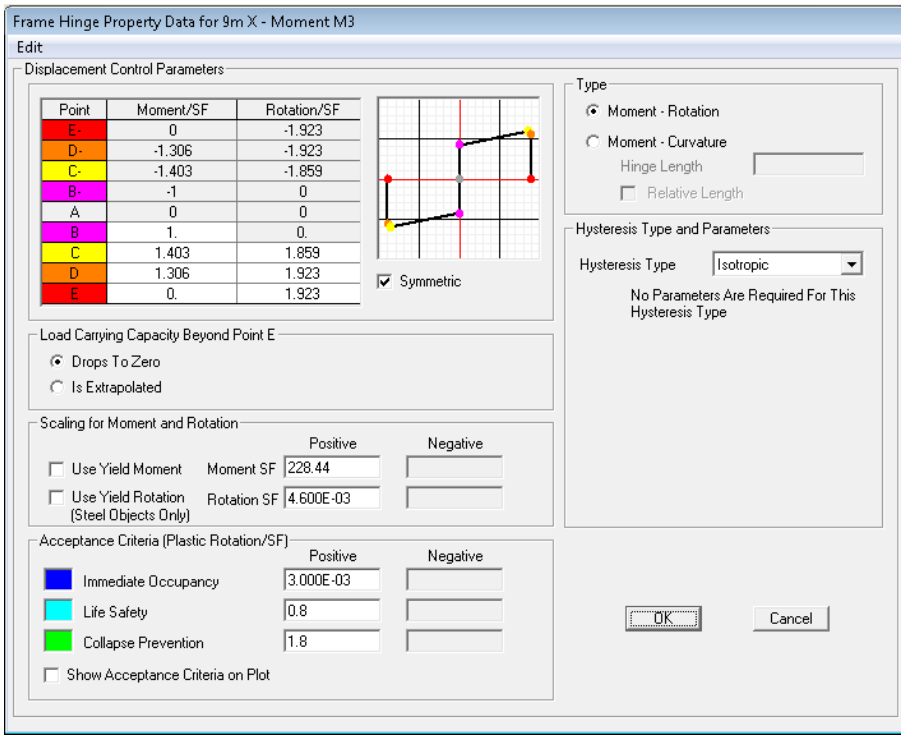


圖 7.26 A 型柱斷面 SAP2000 塑性鉸輸入畫面(重量損失率 0%)

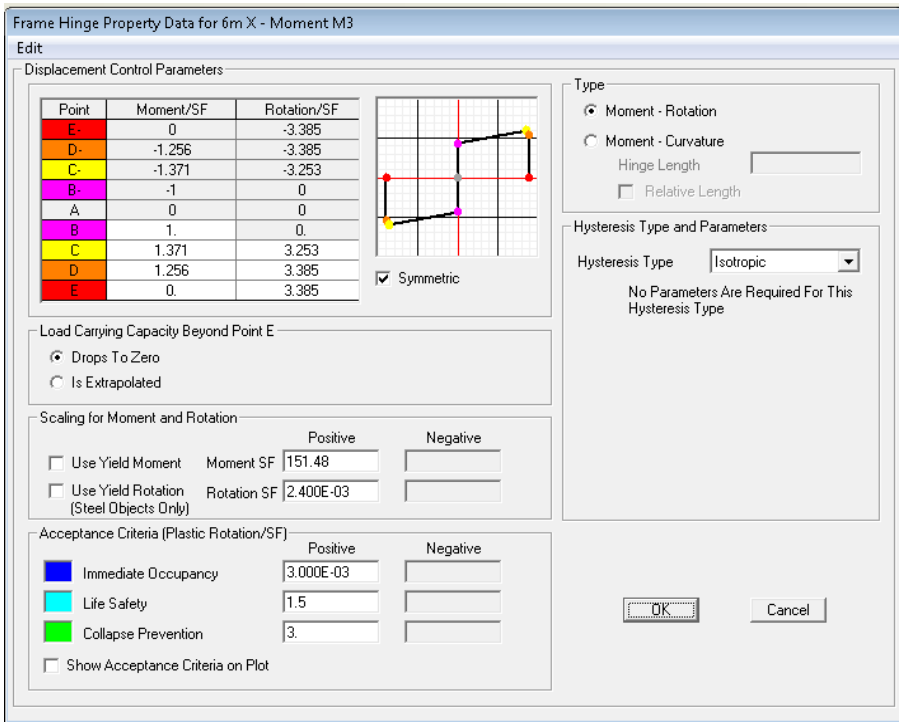


圖 7.27 B 型柱斷面 SAP2000 塑性鉸輸入畫面(重量損失率 0%)

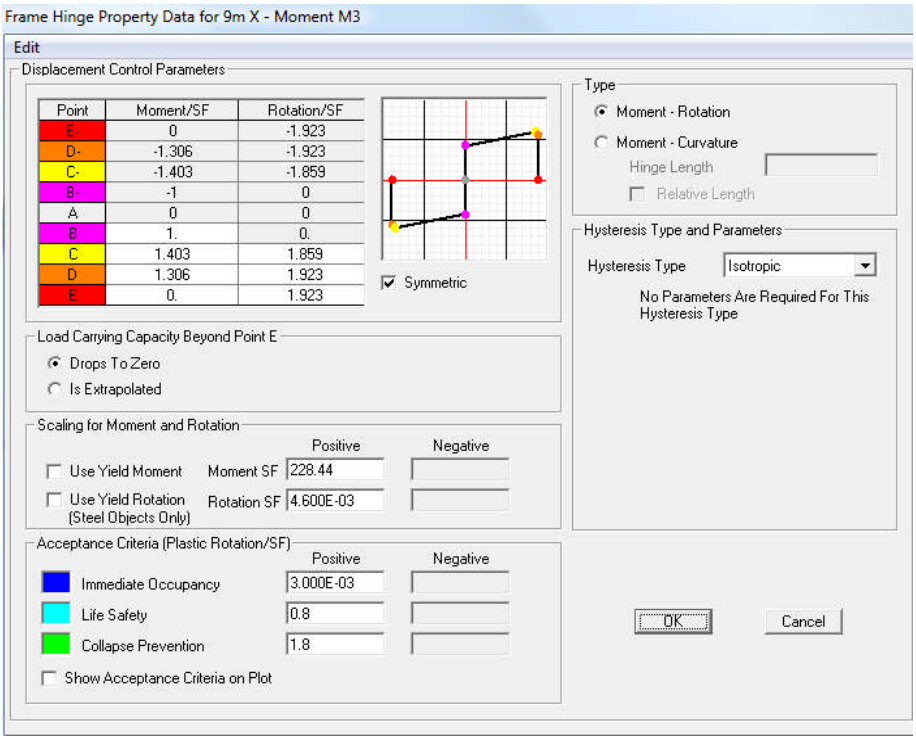


圖 7.28 A 型柱斷面 SAP2000 塑性鉸輸入畫面(重量損失率 10%)

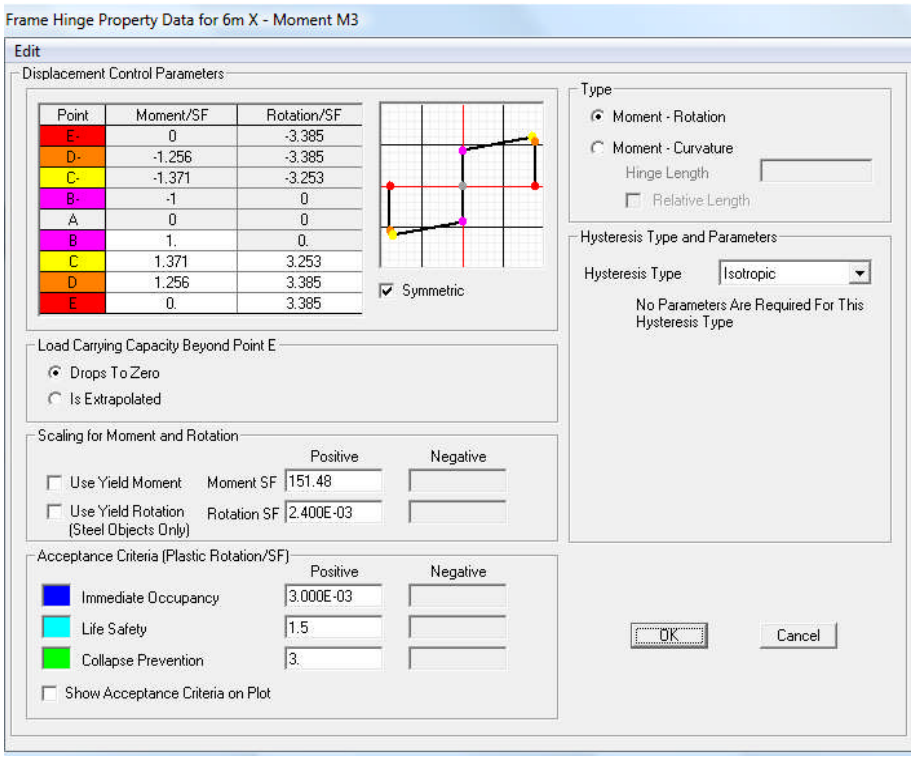


圖 7.29 B 型柱斷面 SAP2000 塑性鉸輸入畫面(重量損失率 10%)

7.2.7 容量曲線與容量震譜曲線

7.2.7.1 行車向(X 向)側推曲線

依據2.4.11節之理論進行側推分析，側推分析首先以力量控制施加自重，接續前一階段的內力資料，再進行位移控制之側推分析。本計畫側推模式設定，當斷面強度用盡時，則視為整體結構破壞，分析運算即告終止。

因結構型式單純，側推力量分佈以第一模態為基準如圖7.30所示，位移觀測點選擇橋面板中心點。側推分析結果如圖7.31所示，最大側力時之塑性鉸分佈如圖7.32所示。

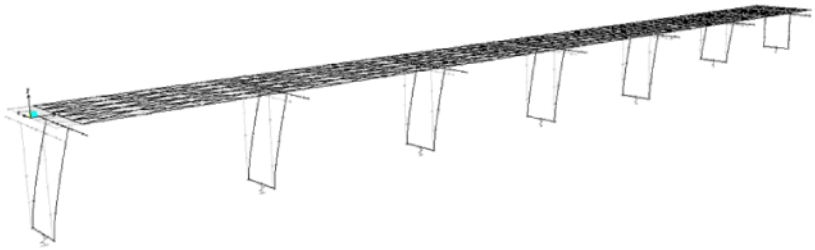


圖 7.30 行車向(X 向)側推振態模型示意圖

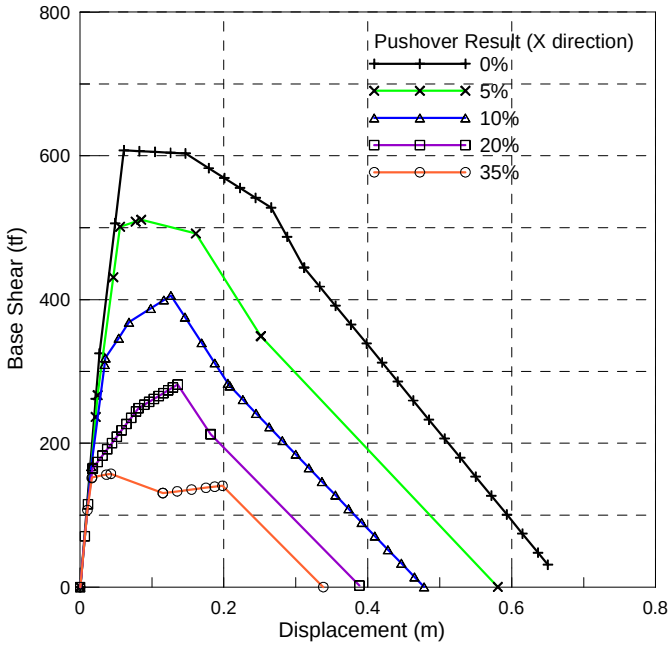


圖 7.31 行車向(X 向)側推結果曲線

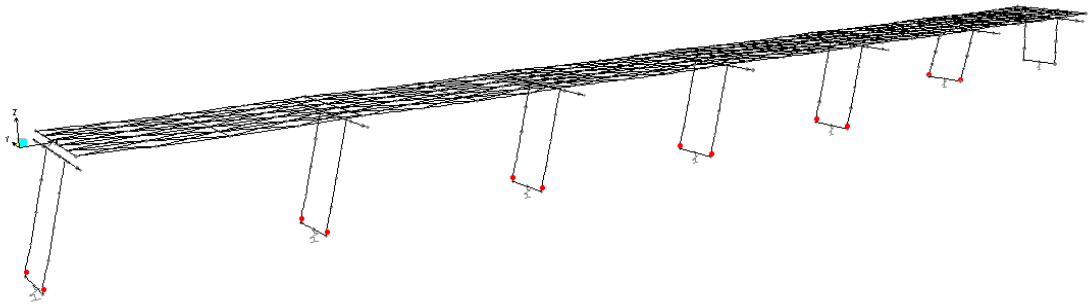


圖 7.32 行車向(X 向)側推結果塑鉸分佈示意圖

7.2.7.2 垂直行車向(Y 向)側推曲線

依據2.4.11節之理論進行側推分析，側推分析側推分析首先以力量控制施加自重，接續前一階段的內力資料，再進行位移控制之側推分析。本計畫側推模式設定，當斷面強度用盡時，則視為整體結構破壞，分析運算即告終止。

因結構型式單純，側推力量分佈以第一模態為基準如圖7.33所示，位移觀測點選擇橋面板中心點。側推分析結果如圖7.34所示，最大側力時之塑性鉸分佈如圖7.35所示。

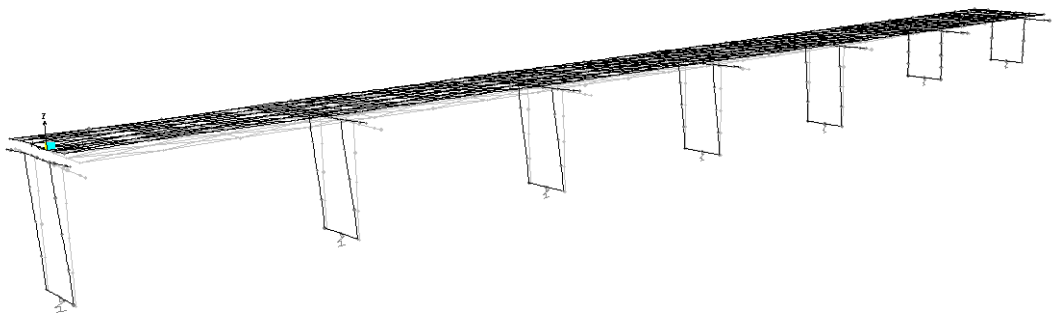


圖 7.33 垂直行車向(Y 向)側推振態模型示意圖

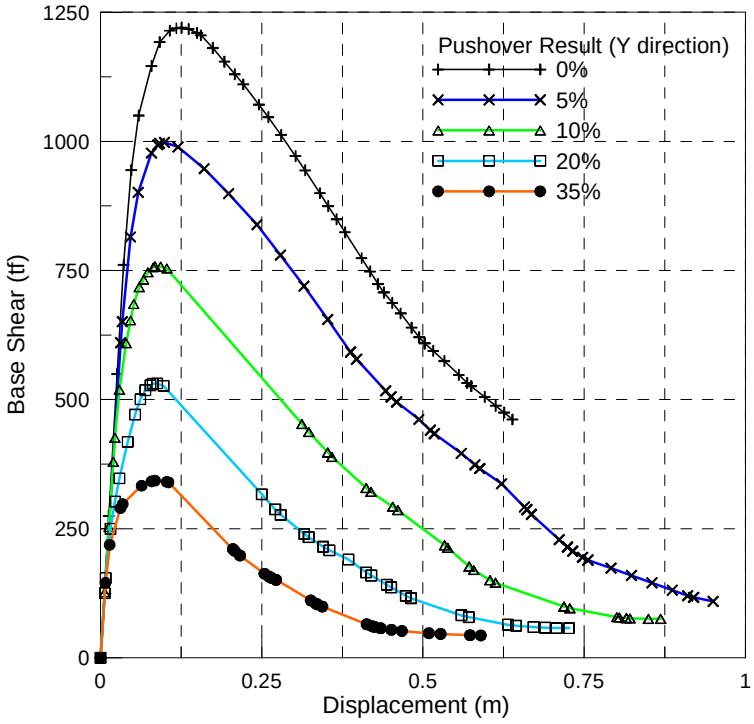


圖 7.34 垂直行車向(Y 向)側推結果曲線

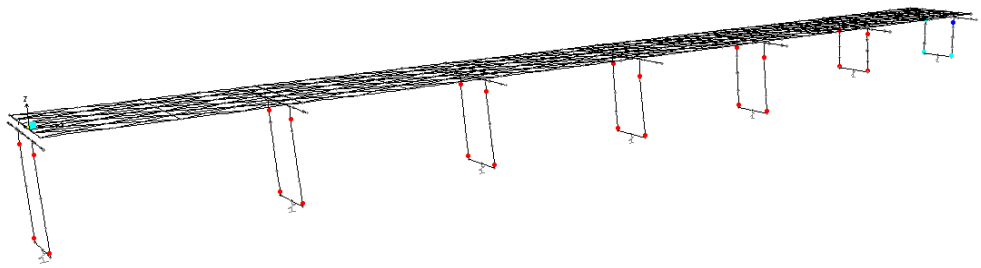


圖 7.35 垂直行車向(Y 向)側推結果塑鉸分佈示意圖

7.2.8 位移-加速度曲線(Ac、Ay 之求取)

本橋梁工址假設位於屏東縣潮州鎮，第三類地盤，無斷層經過。

$S_S^D = 0.6$、 $S_1^D = 0.3$、 $F_a = 1.1$、 $F_v = 1.8$、

$S_{DS} = F_a S_S^D = 0.66$、 $S_{DS} = F_v S_1^D = 0.54$。

另外，依據2.4.9、2.4.10節之理論進行分析計算可得知，此橋柱斷面屬於撓剪破壞型式，其柱剪力強度尚屬足夠。但，經由圖7.6 下部結

構橋柱尺寸及配筋圖判斷，此橋柱圍束箍筋間距只有30公分，遠小於目前規範規定；柱圍束箍筋間距不得超過15公分、柱短邊尺寸之四分之一及主筋直徑的6倍之規定。因此，依據2.4.12節之理論可判定此橋柱受壓力時容易產生挫屈，故此斷面屬於TYPE C：結構消能能力不佳，不符合耐震規定，會有嚴重pinching現象。因此，判定其κ=1/3。

最後，將行車向(X向)及垂直行車向(Y向)側推曲線，依據2.4.12節之理論進行分析及計算，可求得整體橋梁行車向(X向)及垂直行車向(Y向)側推曲線上各位移所對應之PGA值，如圖7.36、7.37及表7-6所示。圖7.38則顯示，以新潮州橋為例，不同的腐蝕程度對地表加速度的影響。

由圖7.37、7.38顯示，整體而言，結構物之最大PGA值有隨著鋼筋重量損失比增加而降低之趨勢。但圖7.36顯示，重量損失百分比為5%之最大PGA確比10%、20%之最大PGA值低，其原因可由觀察圖7.31得知。由圖7.31中重量損失百分比為5%、10%、20%的側推結果曲線顯示，5%的側推結果曲線，當在最大基底剪力前為單一線性。而10%、20%的側推結果曲線為雙線性，其中第二段之斜率較小。也就是當重量損失百分比為10%、20%的橋梁要破壞前，橋梁的等效勁度顯著變小，換言之，橋梁的等效周期顯著變長。當橋梁之等效週期變長時，要將橋梁震壞之PGA值也就變大。此為重量損失百分比為10%、20%較重量損失百分比為5%的最大PGA值高的原因。

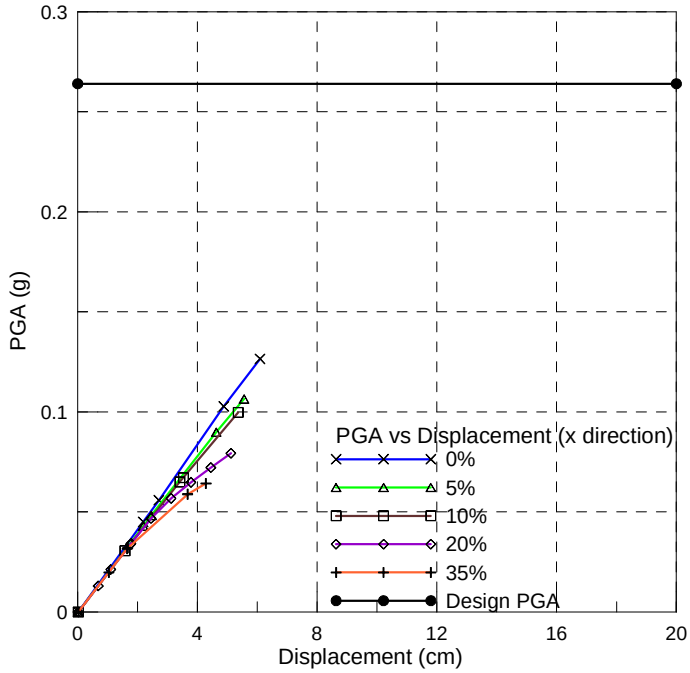


圖 7.36 整體橋梁行車向(X 向)PGA 值與位移關係圖

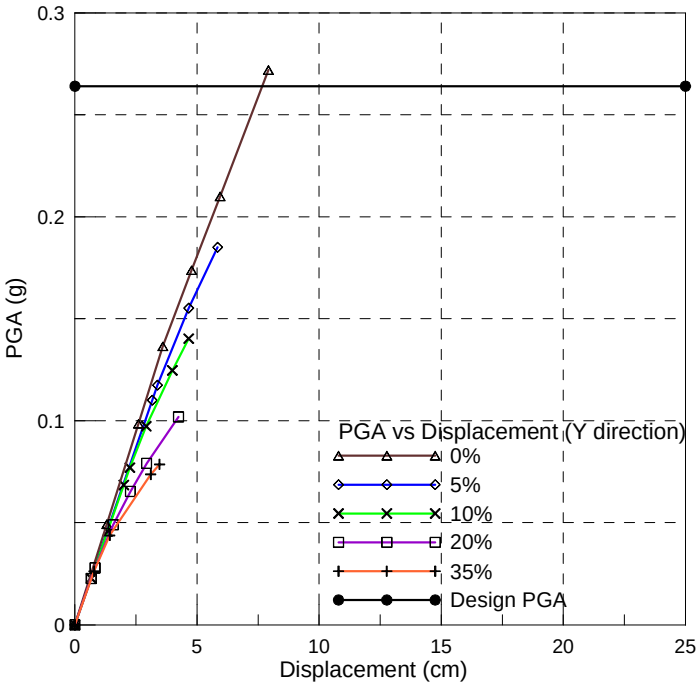


圖 7.37 整體橋梁垂直行車向(Y 向)PGA 值與位移關係圖

表 7-6 新潮州橋側推分析結果

新潮州大橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	6.093	605.48	0.056	2.710	0.131	6.093	0	0.264
5%損失百分比	5.557	511.01	0.048	2.463	0.114	5.557	133	0.264
10%損失百分比	5.362	405.82	0.031	1.579	0.104	5.362	200	0.264
20%損失百分比	5.115	281.72	0.021	1.105	0.084	5.115	285	0.264
35%損失百分比	4.283	157.60	0.020	1.041	0.064	4.283	430	0.264
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	7.922	1220.40	0.137	3.601	0.272	7.922	0	0.264
5%損失百分比	5.852	997.76	0.117	3.379	0.193	5.852	133	0.264
10%損失百分比	4.676	758.28	0.077	2.247	0.140	4.676	200	0.264
20%損失百分比	4.384	531.17	0.028	0.823	0.103	4.384	285	0.264
35%損失百分比	3.468	343.04	0.026	0.780	0.082	3.468	430	0.264

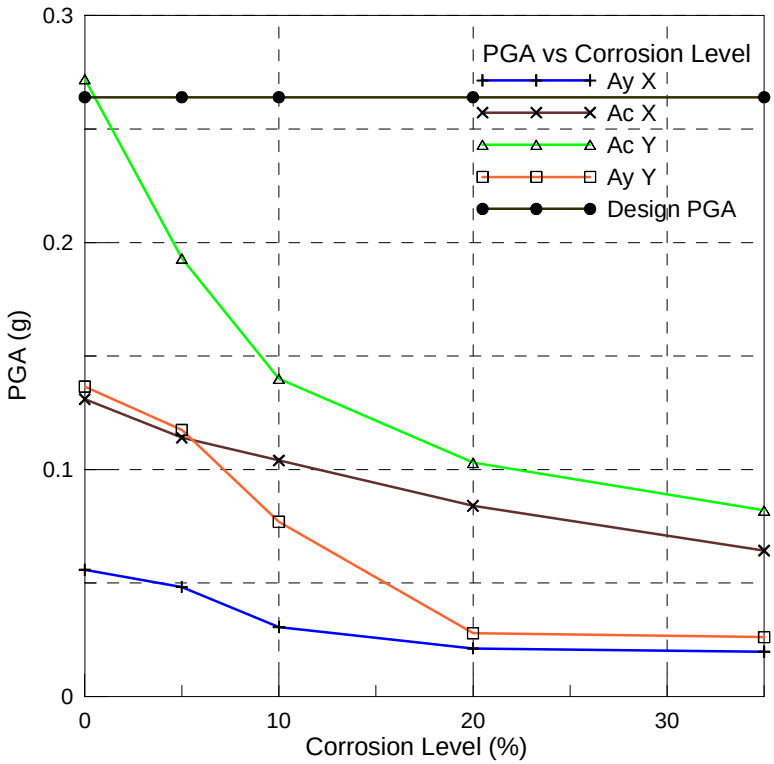


圖 7.38 新潮州橋腐蝕程度與地表加速度之關係圖

7.3 橋梁殘餘能力側推分析討論

表7-7~7-30顯示所有24座橋梁，初始狀態與4種劣化程度之側推分析結果。表7-31比較本計畫側推分析模型在未考慮腐蝕情況下，其分析結果與”公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究”分析結果之差異，由表可知，大部分結果差異不大，但部分分析結果差異較大，可能原因歸納有：

(1).壁式橋柱型(西湖橋、枋山大橋、蘭陽大橋)，因目前國內在壁式橋柱側推分析時其斷面破壞模式之判定，尚未有較明確之定義。因此，本計畫所採用之破壞模式與公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究”之破壞模式不同，因而造成分析結果有所差異。

(2).在垂直型車向(Y向)，兩計畫在一些橋型上Ac值差異頗大。其原因主要可能在於在建置橋梁模型時期橋梁上構部分與橋台之連接邊界條件設定上的不同而造成分析結果有所不同。

根據本計畫研究結果，橋梁所在位置距海遠近及橋柱混凝土保護層厚度，與鋼筋腐蝕程度有顯著關係，如表7-32所示，距海越近腐蝕程度越明顯。表7-33顯示各橋梁10%Ac折損時間及Ac低於設計值時間。由表中可知10%Ac折損時間介於50年至280年之間。所調查之24座橋梁中共有10座橋梁(龍門橋、千鳥橋、枋山橋、虎尾溪橋、都威橋、中隘橋、東華大橋、牛鬥橋、執信僑、中彰大橋)，在一般設計使用年限50年內，橋梁之Ac值縱使有腐蝕之影響，X向與Y向均高於規範設計值。所調查之橋梁中計有2座橋(西湖橋、頭屋大橋，頭屋大橋X向初始之Ac值，同時小於規範設計值)，初始Ac值滿足規範設計值，但於使用年限50年內，因腐蝕之關係減低至規範設計值以下。所調查之橋梁中，共13座橋梁(平和橋、蘭陽大橋、三星橋、新潮州大橋、豐源大橋、急水溪橋、頭尾大橋、南勝橋、福同橋、富林橋、尖山大橋、老坑溪橋、朴子溪橋)初始Ac值小於規範設計值，代表初始設計即無法滿足規範耐震需求。

表 7-7 龍門橋側推分析結果

龍門橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	16.917	611.06	0.117	0.850	0.325	16.917	0	0.280
5%損失百分比	16.277	531.80	0.113	0.798	0.297	16.277	78	0.280
10%損失百分比	11.513	477.15	0.098	0.695	0.280	11.513	185	0.280
20%損失百分比	10.313	288.41	0.035	0.253	0.174	10.313	331	0.280
35%損失百分比	4.366	169.73	0.032	0.231	0.116	4.366	563	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	8.032	2437.99	0.126	0.571	0.460	8.032	0	0.280
5%損失百分比	2.503	1754.83	0.141	0.537	0.322	2.503	78	0.280
10%損失百分比	2.390	1573.78	0.133	0.512	0.291	2.390	185	0.280
20%損失百分比	1.186	898.32	0.027	0.169	0.178	1.186	331	0.280
35%損失百分比	1.008	427.85	0.021	0.149	0.115	1.008	563	0.280

表 7-8 平和橋側推分析結果

平和橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	9.000	584.82	0.078	4.500	0.149	9.000	0	0.280
5%損失百分比	8.222	495.44	0.065	3.722	0.132	8.222	290	0.280
10%損失百分比	6.569	312.29	0.036	2.069	0.094	6.569	398	0.280
20%損失百分比	5.210	122.01	0.012	0.710	0.053	5.210	698	0.280
35%損失百分比	5.174	94.14	0.0117	0.674	0.048	5.174	1334	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	9.815	10384	0.528	2.21	1.684	9.815	0	0.280
5%損失百分比	8.586	9828	0.453	1.89	1.588	8.586	290	0.280
10%損失百分比	8.106	9046	0.259	1.09	1.403	8.106	398	0.280
20%損失百分比	7.323	7675	0.069	0.29	1.131	7.323	698	0.280
35%損失百分比	6.772	6832	0.062	0.26	1.010	6.772	1334	0.280

表 7-9 蘭陽大橋側推分析結果

蘭陽大橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	11.872	867.52	0.171	1.422	0.302	11.872	0	0.320
5%損失百分比	10.608	714.55	0.140	1.163	0.260	10.608	101	0.320
10%損失百分比	12.436	628.77	0.124	1.036	0.266	12.436	168	0.320
20%損失百分比	8.928	291.67	0.044	0.370	0.148	8.928	281	0.320
35%損失百分比	2.991	84.51	0.015	0.132	0.048	2.991	411	0.320
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	1.115	2321.81	0.314	0.288	0.548	1.115	0	0.320
5%損失百分比	1.449	2153.99	0.291	0.268	0.551	1.449	101	0.320
10%損失百分比	1.653	2102.69	0.284	0.261	0.483	1.653	168	0.320
20%損失百分比	0.544	872.18	0.087	0.080	0.191	0.544	281	0.320
35%損失百分比	1.127	576.14	0.072	0.066	0.132	1.127	411	0.320

表 7-10 三星橋側推分析結果

三星橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	0.816	471.54	0.134	0.416	0.193	0.816	0	0.320
5%損失百分比	1.236	421.86	0.124	0.392	0.189	1.236	173	0.320
10%損失百分比	1.561	347.58	0.096	0.305	0.158	1.561	248	0.320
20%損失百分比	2.072	215.70	0.050	0.160	0.117	2.072	425	0.320
35%損失百分比	1.279	169.12	0.048	0.154	0.084	1.279	632	0.320
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	0.708	1066.10	0.220	0.346	0.347	0.708	0	0.320
5%損失百分比	1.230	961.22	0.209	0.322	0.359	1.230	173	0.320
10%損失百分比	1.556	796.68	0.162	0.257	0.307	1.556	248	0.320
20%損失百分比	2.060	504.30	0.084	0.135	0.200	2.060	425	0.320
35%損失百分比	1.276	397.94	0.081	0.130	0.159	1.276	632	0.320

表 7-11 千鳥橋側推分析結果

千鳥橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	20.74	364	0.157	2.597	0.394	20.74	0	0.320
5%損失百分比	15.92	321	0.140	2.311	0.324	15.92	164	0.320
10%損失百分比	12.36	267	0.108	1.778	0.255	12.36	272	0.320
20%損失百分比	8.17	113	0.034	0.556	0.129	8.17	572	0.320
35%損失百分比	5.04	73	0.031	0.504	0.087	5.04	1208	0.320
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	16.654	19808	0.214	1.401	1.671	16.654	0	0.320
5%損失百分比	11.688	14289	0.191	1.246	1.205	11.688	164	0.320
10%損失百分比	9.630	11783	0.150	0.981	0.991	9.630	272	0.320
20%損失百分比	9.783	11104	0.044	0.209	0.874	9.783	572	0.320
35%損失百分比	4.637	5437	0.040	0.262	0.433	4.637	1208	0.320

表 7-12 新潮州大橋側推分析結果

新潮州大橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	6.093	605.48	0.056	2.710	0.131	6.093	0	0.264
5%損失百分比	5.557	511.01	0.048	2.463	0.114	5.557	133	0.264
10%損失百分比	5.362	405.82	0.031	1.579	0.104	5.362	200	0.264
20%損失百分比	5.115	281.72	0.021	1.105	0.084	5.115	285	0.264
35%損失百分比	4.283	157.60	0.020	1.041	0.064	4.283	430	0.264
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	7.922	1220.40	0.137	3.601	0.272	7.922	0	0.264
5%損失百分比	5.852	997.76	0.117	3.379	0.193	5.852	133	0.264
10%損失百分比	4.676	758.28	0.077	2.247	0.140	4.676	200	0.264
20%損失百分比	4.384	531.17	0.028	0.823	0.103	4.384	285	0.264
35%損失百分比	3.468	343.04	0.026	0.780	0.082	3.468	430	0.264

表 7-13 西湖橋側推分析結果

西湖橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	19.431	449.56	0.134	3.329	0.650	19.431	0	0.320
5%損失百分比	17.350	397.63	0.125	3.077	0.577	17.350	125	0.320
10%損失百分比	15.259	313.98	0.083	2.055	0.513	15.259	219	0.320
20%損失百分比	9.708	179.32	0.042	1.055	0.347	9.708	422	0.320
35%損失百分比	2.033	134.08	0.041	1.025	0.127	2.033	646	0.320
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	2.308	754.67	0.153	3.331	0.801	2.308	0	0.320
5%損失百分比	2.241	663.24	0.143	3.079	0.728	2.241	125	0.320
10%損失百分比	2.497	521.30	0.095	2.057	0.670	2.497	219	0.320
20%損失百分比	2.136	298.62	0.049	1.056	0.441	2.136	422	0.320
35%損失百分比	0.777	224.63	0.047	1.025	0.318	0.777	646	0.320

表 7-14 豐源大橋側推分析結果

豐源大橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	3.330	732.9443	0.143	0.927	0.218394	3.330	0	0.320
5%損失百分比	2.343	638.90	0.116	0.749	0.193	2.343	80	0.320
10%損失百分比	2.037	458.88	0.077	0.497	0.139	2.037	162	0.320
20%損失百分比	1.061	233.80	0.036	0.230	0.070	1.061	236	0.320
35%損失百分比	1.040	194.65	0.034	0.217	0.058	1.040	404	0.320
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	2.686	2914.09	0.305	0.678	0.560	2.686	0	0.320
5%損失百分比	2.273	2332.37	0.257	0.571	0.481	2.273	80	0.320
10%損失百分比	1.613	1673.46	0.160	0.356	0.337	1.613	162	0.320
20%損失百分比	1.608	1063.77	0.084	0.187	0.213	1.608	236	0.320
35%損失百分比	1.508	808.16	0.072	0.160	0.168	1.508	404	0.320

表 7-15 急水溪橋側推分析結果

急水溪橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	21.858	1458.31	0.068	3.858	0.234	21.858	0	0.280
5%損失百分比	12.236	1244.60	0.057	3.236	0.158	12.236	191	0.280
10%損失百分比	11.107	963.16	0.037	2.107	0.130	11.107	343	0.280
20%損失百分比	9.786	437.34	0.014	0.775	0.081	9.786	770	0.280
35%損失百分比	5.251	298.48	0.013	0.740	0.052	5.251	1147	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	5.703	5284	0.123	1.625	0.329	5.703	0	0.280
5%損失百分比	6.391	5275	0.108	1.424	0.327	6.391	191	0.280
10%損失百分比	5.655	4436	0.078	1.031	0.261	5.655	343	0.280
20%損失百分比	3.786	2619	0.029	0.385	0.143	3.786	770	0.280
35%損失百分比	3.644	2417	0.029	0.367	0.134	3.644	1147	0.280

表 7-16 枋山大橋側推分析結果

枋山大橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	16.741	331.50	0.110	0.512	0.477	16.741	0	0.200
5%損失百分比	15.506	283.53	0.101	0.506	0.444	15.506	98	0.200
10%損失百分比	13.610	243.65	0.092	0.471	0.390	13.610	190	0.200
20%損失百分比	9.024	174.90	0.048	0.252	0.254	9.024	447	0.200
35%損失百分比	2.457	80.57	0.031	0.167	0.093	2.457	714	0.200
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	0.342	960.97	0.360	0.099	0.462	0.342	0	0.200
5%損失百分比	0.379	902.05	0.361	0.099	0.479	0.379	98	0.200
10%損失百分比	0.306	890.25	0.355	0.099	0.468	0.306	190	0.200
20%損失百分比	0.325	730.46	0.253	0.072	0.380	0.325	447	0.200
35%損失百分比	0.278	596.43	0.231	0.066	0.316	0.278	714	0.200

表 7-17 虎尾溪橋側推分析結果

虎尾溪橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	20.052	611.06	0.064	0.330	0.377	20.052	0	0.280
5%損失百分比	17.083	541.68	0.060	0.322	0.344	17.083	191	0.280
10%損失百分比	14.406	481.48	0.055	0.304	0.298	14.406	343	0.280
20%損失百分比	9.102	322.62	0.035	0.199	0.200	9.102	770	0.280
35%損失百分比	1.912	181.53	0.027	0.157	0.075	1.912	1252	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	0.665	2437.99	0.200	0.136	0.395	0.665	0	0.280
5%損失百分比	0.636	2123.52	0.213	0.136	0.421	0.636	191	0.280
10%損失百分比	0.536	1890.96	0.213	0.138	0.388	0.536	343	0.280
20%損失百分比	0.745	1159.90	0.119	0.078	0.236	0.745	770	0.280
35%損失百分比	0.248	566.44	0.112	0.075	0.193	0.248	1252	0.280

表 7-18 頭屋大橋側推分析結果

頭屋大橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	7.933	449.56	0.134	3.329	0.296	7.933	0	0.320
5%損失百分比	6.539	397.63	0.125	3.077	0.257	6.539	125	0.320
10%損失百分比	5.901	313.98	0.083	2.055	0.216	5.901	219	0.320
20%損失百分比	5.928	179.32	0.042	1.055	0.170	5.928	422	0.320
35%損失百分比	4.285	134.08	0.041	1.025	0.128	4.285	646	0.320
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	7.933	754.67	0.153	3.331	0.329	7.933	0	0.320
5%損失百分比	6.555	663.24	0.143	3.079	0.289	6.555	125	0.320
10%損失百分比	5.910	521.30	0.095	2.057	0.243	5.910	219	0.320
20%損失百分比	5.945	298.62	0.049	1.056	0.190	5.945	422	0.320
35%損失百分比	4.290	224.63	0.047	1.025	0.144	4.290	646	0.320

表 7-19 南勝橋側推分析結果

南勝橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	1.74	239	0.05	0.89	0.1	1.74	0	0.280
5%損失百分比	1.53	211	0.04	0.78	0.09	1.53	144	0.280
10%損失百分比	2.39	187	0.03	0.66	0.09	2.39	205	0.280
20%損失百分比	2.51	134	0.02	0.45	0.08	2.51	314	0.280
35%損失百分比	0.84	116	0.02	0.43	0.05	0.84	457	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	3.21	13659	1.71	1.01	2.4	3.21	0	0.280
5%損失百分比	2.69	11473	1.51	0.89	2.2	2.69	144	0.280
10%損失百分比	2.6	11084	1.27	0.75	1.9	2.6	205	0.280
20%損失百分比	2.7	11458	0.85	0.5	1.6	2.7	314	0.280
35%損失百分比	2.68	11307	0.82	0.48	1.6	2.68	457	0.280

表 7-20 都威橋側推分析結果

都威橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	4.63	531	0.12	2.01	0.28	4.63	0	0.280
5%損失百分比	4.95	388	0.12	2.01	0.29	4.95	101	0.280
10%損失百分比	5.04	272	0.08	1.34	0.26	5.04	194	0.280
20%損失百分比	5.8	158	0.06	0.98	0.21	5.8	344	0.280
35%損失百分比	5.4	129	0.05	0.93	0.18	5.4	604	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	3.19	1461	0.78	1.64	1.55	3.19	0	0.280
5%損失百分比	2.7	1112	0.52	1.1	1.16	2.7	101	0.280
10%損失百分比	3.19	799	0.24	0.51	0.83	3.19	194	0.280
20%損失百分比	3.78	504	0.18	0.37	0.53	3.78	344	0.280
35%損失百分比	3.53	429	0.17	0.36	0.44	3.53	604	0.280

表 7-21 中隘橋側推分析結果

中隘橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	7.6	375	0.09	0.5	0.35	7.6	0	0.280
5%損失百分比	6.7	311	0.08	0.43	0.3	6.7	70	0.280
10%損失百分比	6.1	268	0.06	0.35	0.27	6.1	136	0.280
20%損失百分比	6.9	205	0.03	0.14	0.25	6.9	245	0.280
35%損失百分比	8.5	104	0.02	0.13	0.2	8.5	417	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	19.5	6742	0.34	0.28	1.13	19.5	0	0.280
5%損失百分比	19.5	6711	0.29	0.24	1.06	19.5	70	0.280
10%損失百分比	19.5	6689	0.22	0.19	0.96	19.5	136	0.280
20%損失百分比	19.5	6680	0.09	0.07	0.85	19.5	245	0.280
35%損失百分比	19.2	6556	0.08	0.07	0.49	19.2	417	0.280

表 7-22 東華大橋側推分析結果

東華大橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	13	938	0.09	3.7	0.34	13	0	0.280
5%損失百分比	9.8	660	0.09	3.7	0.27	9.8	89	0.280
10%損失百分比	10.1	458	0.06	2.5	0.22	10.1	195	0.280
20%損失百分比	11.5	273	0.04	1.6	0.19	11.5	341	0.280
35%損失百分比	11.6	228	0.04	1.6	0.17	11.6	577	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	15.6	1029	0.09	4.3	0.36	15.6	0	0.280
5%損失百分比	12.1	719	0.09	4.3	0.3	12.1	89	0.280
10%損失百分比	11.9	500	0.06	3.1	0.25	11.9	195	0.280
20%損失百分比	12.9	304	0.05	2.6	0.2	12.9	341	0.280
35%損失百分比	12.8	257	0.05	2.5	0.19	12.8	577	0.280

表 7-23 福同橋側推分析結果

福同橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	2.9	1222	0.13	1.3	0.25	2.9	0	0.320
5%損失百分比	2.9	1115	0.11	1.1	0.22	2.9	153	0.320
10%損失百分比	2.3	771	0.06	0.6	0.15	2.3	211	0.320
20%損失百分比	4.2	408	0.03	0.3	0.11	4.2	331	0.320
35%損失百分比	5.2	301	0.03	0.3	0.1	5.2	545	0.320
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	4.78	4873	0.46	1.54	1.26	4.78	0	0.320
5%損失百分比	4.9	4368	0.37	1.25	1.09	4.9	153	0.320
10%損失百分比	3.7	3185	0.22	0.75	0.78	3.7	211	0.320
20%損失百分比	3.7	2353	0.14	0.47	0.57	3.7	331	0.320
35%損失百分比	3.4	2199	0.14	0.47	0.53	3.4	545	0.320

表 7-24 牛鬥橋側推分析結果

牛鬥橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	11.3	90	0.13	3.3	0.37	11.3	0	0.280
5%損失百分比	8.6	77	0.11	2.7	0.3	8.6	159	0.280
10%損失百分比	7.2	64	0.09	2.4	0.25	7.2	221	0.280
20%損失百分比	4.8	35	0.04	1.1	0.15	4.8	329	0.280
35%損失百分比	15	24	0.04	0.9	0.22	15	518	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(ccm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	45	183	0.18	4.5	1.09	45	0	0.280
5%損失百分比	45	155	0.15	3.7	1	45	159	0.280
10%損失百分比	45	132	0.13	3.3	0.93	45	221	0.280
20%損失百分比	19	70	0.06	1.4	0.44	19	329	0.280
35%損失百分比	9	58	0.06	1.35	0.25	9	518	0.280

表 7-25 富林橋側推分析結果

富林橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	1.26	547	0.12	0.66	0.19	1.26	0	0.280
5%損失百分比	1.56	407	0.08	0.44	0.14	1.56	98	0.280
10%損失百分比	1.93	319	0.04	0.22	0.12	1.93	202	0.280
20%損失百分比	2.95	181	0.03	0.18	0.11	2.95	346	0.280
35%損失百分比	2.82	157	0.03	0.18	0.1	2.82	581	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	2.5	14525	1.2	0.6	2.4	2.5	0	0.280
5%損失百分比	1.8	10462	0.8	0.42	1.7	1.8	98	0.280
10%損失百分比	1.53	8794	0.38	0.2	0.8	1.53	202	0.280
20%損失百分比	1.5	8500	0.31	0.17	0.6	1.5	346	0.280
35%損失百分比	1.5	8452	0.31	0.16	0.6	1.5	581	0.280

表 7-26 尖山大橋側推分析結果

尖山大橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	7.76	2640	0.1	2.77	0.32	7.76	0	0.280
5%損失百分比	7.11	2227	0.1	2.77	0.3	7.11	112	0.280
10%損失百分比	6.9	1612	0.09	2.6	0.27	6.9	187	0.280
20%損失百分比	10.2	710	0.04	0.9	0.22	10.2	334	0.280
35%損失百分比	12.6	469	0.03	0.7	0.19	12.6	592	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	3.3	9653	0.34	1.16	0.91	3.3	0	0.280
5%損失百分比	3.2	8903	0.31	1.06	0.84	3.2	112	0.280
10%損失百分比	2.8	6952	0.21	0.73	0.66	2.8	187	0.280
20%損失百分比	3.2	4705	0.23	0.88	0.37	3.2	334	0.280
35%損失百分比	3.3	3794	0.18	0.86	0.29	3.3	592	0.280

表 7-27 老坑溪橋側推分析結果

老坑溪橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	2.7	151.7	0.2	0.125	0.234	2.7	0	0.280
5%損失百分比	2.7	140	0.18	0.12	0.22	2.7	115	0.280
10%損失百分比	2.7	119.8	0.15	0.10	0.18	2.7	137	0.280
20%損失百分比	2.7	102.7	0.13	0.08	0.17	2.7	193	0.280
35%損失百分比	2.7	82.4	0.11	0.07	0.15	2.7	278	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	0.41	1450	2.58	0.22	3.24	0.41	0	0.280
5%損失百分比	0.40	1363	2.4	0.21	3.0	0.40	115	0.280
10%損失百分比	0.39	1293	2.32	0.21	2.87	0.39	137	0.280
20%損失百分比	0.36	1066	1.86	0.16	2.33	0.36	193	0.280
35%損失百分比	0.33	885	1.56	0.14	1.91	0.33	278	0.280

表 7-28 執信側推分析結果

執信橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	21	253	0.12	2.4	0.52	21	0	0.280
5%損失百分比	18	219	0.09	1.9	0.45	18	152	0.280
10%損失百分比	17	189	0.07	1.4	0.4	17	208	0.280
20%損失百分比	24	113	0.03	0.5	0.37	24	333	0.280
35%損失百分比	28	62	0.02	0.4	0.3	28	558	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	9.1	442	0.18	2	0.51	9.1	0	0.280
5%損失百分比	8.5	388	0.18	2	0.46	8.5	152	0.280
10%損失百分比	8	328	0.14	1.5	0.4	8	208	0.280
20%損失百分比	8.8	202	0.11	1.1	0.33	8.8	333	0.280
35%損失百分比	10.7	137	0.05	0.6	0.3	10.7	558	0.280

表 7-29 中彰大橋側推分析結果

中彰大橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	7.9	2143	0.25	3.38	0.63	7.9	0	0.32
5%損失百分比	5.75	1850	0.25	3.38	0.5	5.75	83	0.32
10%損失百分比	5.91	1191	0.14	1.92	0.38	5.91	155	0.32
20%損失百分比	2.5	711	0.09	1.26	0.2	2.5	274	0.32
35%損失百分比	2.44	669	0.09	1.19	0.2	2.44	485	0.32
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	7.53	4929	0.76	3.68	1.7	7.53	0	0.32
5%損失百分比	5.82	4177	0.66	3.18	1.37	5.82	83	0.32
10%損失百分比	5.10	2849	0.34	1.62	0.98	5.10	155	0.32
20%損失百分比	4.68	1915	0.25	1.2	0.70	4.68	274	0.32
35%損失百分比	4.91	1680	0.24	1.17	0.63	4.91	485	0.32

表 7-30 朴子溪橋側推分析結果

朴子溪橋

行車向(X)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	1.71	657	0.14	1.1	0.24	1.71	0	0.280
5%損失百分比	1.27	590	0.13	0.96	0.2	1.27	86	0.280
10%損失百分比	1.77	409	0.06	0.47	0.15	1.77	169	0.280
20%損失百分比	2.8	205	0.02	0.11	0.2	2.8	301	0.280
35%損失百分比	3.8	129	0.01	0.11	0.11	3.8	534	0.280
垂直型車向(Y)	側推結果 (tf-m)		降伏地表加速度(Ay)		崩塌地表加速度(Ac)		腐蝕所需年數	設計地表加速度
	位移(cm)	基底剪力	PGA	位移(cm)	PGA	位移(cm)		
0%損失百分比	0.97	528	0.13	0.5	0.22	0.97	0	0.280
5%損失百分比	0.83	480	0.12	0.48	0.2	0.83	86	0.280
10%損失百分比	0.59	465	0.12	0.48	0.17	0.59	169	0.280
20%損失百分比	0.99	325	0.07	0.29	0.14	0.99	301	0.280
35%損失百分比	1.11	310	0.07	0.28	0.13	1.11	534	0.280

表 7-31 本計畫在未考慮腐蝕情況下與”公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究”12 種代表性側推分析結果之比較

龍門橋	X向		Y向	
	Ay	Ac	Ay	Ac
本計畫	0.12	0.51	0.17	0.54
公路局	0.28	0.51	0.43	0.84

西湖橋	X向		Y向	
	Ay	Ac	Ay	Ac
本計畫	0.16	0.65	0.44	0.8
公路局	0.18	0.27	0.46	0.5

頭屋大橋	X向		Y向	
	Ay	Ac	Ay	Ac
本計畫	0.14	0.3	0.15	0.33
公路局	0.32	0.37	0.38	0.42

虎尾溪橋	X向		Y向	
	Ay	Ac	Ay	Ac
本計畫	0.06	0.38	0.2	0.4
公路局	0.12	0.17	0.44	0.51

三星橋	X向		Y向	
	Ay	Ac	Ay	Ac
本計畫	0.13	0.19	0.22	0.35
公路局	0.19	0.22	0.26	0.32

急水溪大橋	X向		Y向	
	Ay	Ac	Ay	Ac
本計畫	0.07	0.23	0.123	0.207
公路局	0.338	0.394	0.353	0.413

豐源大橋	X向		Y向	
	Ay	Ac	Ay	Ac
本計畫	0.143	0.22	0.31	0.56
公路局	0.185	0.191	0.271	0.279

千鳥橋	X向		Y向	
	Ay	Ac	Ay	Ac
本計畫	0.16	0.39	0.22	1.67
公路局	0.183	0.227	0.32	0.4

蘭陽大橋	X向		Y向	
	Ay	Ac	Ay	Ac
本計畫	0.17	0.3	0.31	0.55
公路局	0.686	0.773	0.914	1.227

枋山大橋	X向		Y向	
	Ay	Ac	Ay	Ac
本計畫	0.11	0.48	0.36	0.46
公路局	0.157	0.175	0.962	0.962

平和大橋	X向		Y向	
	Ay	Ac	Ay	Ac
本計畫	0.08	0.15	0.53	1.68
公路局	0.318	0.324	0.33	0.367

新潮州大橋	X向		Y向	
	Ay	Ac	Ay	Ac
本計畫	0.08	0.2	0.16	0.39
公路局	0.07	0.21	0.15	0.39

表 7-32 距海遠近與保護層厚度對腐蝕程度之影響

橋名	距海距離(公里)	保護層(cm)	5%重量損失之服務年度
龍門橋	0k	7.5	78
平和橋	21k	7.5	290
蘭陽大橋	6.5k	7.5	101
三星橋	17k	7.5	173
千鳥橋	22k	7.5	164
新潮州大	15k	5	133
西湖橋	4.5k	10.0	125
豐源大橋	2k	7.5	80
急水溪橋	20k	7.5	191
枋山大橋	6k	7.5	98
頭屋大橋	11k	7.5	191
虎尾溪橋	27k	7.5	125

橋名	距海距離(公里)	保護層(cm)	5%重量損失之服務年度
南勝橋	6.5k	7	144
都威橋	0k	10	101
中隘橋	3k	7.5	70
東華大橋	2k	7.5	89
福同橋	58k	7.5	153
牛鬥橋	27k	5	159
富林橋	3.5k	7.5	98
尖山大橋	4.5k	7.5	112
老坑溪橋	16k	7.5	115
執信橋	29k	7.5	152
中彰大橋	2.5k	6	83
朴子溪橋	1.5k	7.5	86

表 7-33 各橋梁 10%Ac 折損時間及 Ac 低於設計值時間表

橋名	(X向)10%Ac折損時間(年)	(Y向)10%Ac折損時間(年)	(X向)Ac低於設計值時間(年)	(Y向)Ac低於設計值時間(年)
龍門橋	150	65	350	300
平和橋	280	280	0,*	1334
蘭陽大橋	90	90	0,*	200
三星橋	200	248	0,*	200
千鳥橋	100	90	164	208
新潮州大橋	100	100	0,*	133
西湖橋	125	125	20	125
豐源大橋	80	70	0,*	190
急水溪橋	60	300	0,*	191
枋山大橋	150	400	500	714
頭屋大橋	100	100	0,*	30
虎尾溪橋	191	343	200	500

0,*代表該橋梁Ac低於初始設計值

橋名	(X向)10%Ac折損時間(年)	(Y向)10%Ac折損時間(年)	(X向)Ac低於設計值時間(年)	(Y向)Ac低於設計值時間(年)
南勝橋	144	144	0,*	457
都威橋	200	70	101	604
中隘橋	70	70	70	417
東華大橋	50	50	70	70
福同橋	153	100	0,*	545
牛門橋	140	140	190	400
富林橋	70	140	0,*	130
尖山大橋	187	112	0,*	350
老坑溪橋	110	115	0,*	278
執信橋	130	152	558	558
中彰大橋	70	50	200	485
朴子溪橋	86	86	0,*	0,*

0,*代表該橋梁Ac低於初始設計值

7.4 結論

本計畫建立一考慮材料劣化之橋梁側推模式。利用該模式，本計畫完成24座不同橋梁型式、考慮初始與4種劣化程度，共120次之側推分析，求得對應之Ay與Ac值。側推分析結果顯示，鋼筋腐蝕將造成鋼筋、混凝土、與握裹強度之降低，導致橋梁柱斷面彎矩與剪力強度之下降。由於前述強度之降低，在多數情況下，Ay與Ac隨著腐蝕程度之增加而下降，但某些案例顯示，腐蝕可能造成橋梁勁度也產生顯著下降，導致橋梁等效週期之顯著延長，反而造成Ay與Ac之增加。橋梁距海遠近以及混凝土保護層厚度，與鋼筋腐蝕程度有顯著相關。本計畫

所分析之24座橋梁中，計有10座橋梁(龍門橋、千鳥橋、枋山橋、虎尾溪橋、都威橋、中隘橋、東華大橋、牛鬥橋、執信僑、中彰大橋)，在一般設計使用年限50年內，橋梁之Ac值縱使有腐蝕之影響，但仍高於規範設計值；計有2座橋(西湖橋、頭屋大橋，頭屋大橋X向初始之Ac值，同時小於規範設計值)，初始Ac值滿足規範設計值，但於使用年限50年內，因腐蝕之關係減低至規範設計值以下；計有13座橋梁(平和橋、蘭陽大橋、三星橋、新潮州大橋、豐源大橋、急水溪橋、頭尾大橋、南勝橋、福同橋、富林橋、尖山大橋、老坑溪橋、朴子溪橋)初始Ac值小於規範設計值。又前述24座橋梁Ac值(X向)因腐蝕而下降10%所需時間介於50年至280年之間。

第八章 人工智慧橋梁耐震能力推論模式

國內橋梁數量高達數萬座，若應用簡易評估方式以目視進行調查，雖然快速但其結果較不準確。如皆採用細部評估，其結果雖然較準確，但需耗費時間及成本，且僅能由具備專業經驗之人員評估，在有限經費與專業人力下，將無法對每座橋梁做詳細結構分析。若能針對同樣橋梁歷史案例找出簡易評估因子與細部評估Ay、Ac之映射關係，據此推論其他橋梁之Ay、Ac值，如此可求得在容許誤差內之Ay、Ac值，將大幅節省人力成本。

因此，本研究擬先採用公路總局「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」中橋梁細部評估結果，應用人工智慧推論模式透過案例(橋梁耐震能力評估結果)學習，找出輸入(簡易調查耐震能力影響因子)與輸出(Ay、Ac)之映射關係。

目前，人工智慧推論模式多採用類神經網路、支持向量機等學習模式，但這些模式均有參數設定與初始化問題。考量尋優速度與推論準確性，因此本研究將應用快速混雜基因演算法融合支持向量機發展一「人工智慧機械學習推論模式」，透過快速混雜基因演算法搜尋模式最適參數值，應用支持向量機分析迴歸輸入(簡易調查耐震能力影響因子)與輸出(細部評估Ay、Ac)之映射關係，進而發展出一最佳化推論模式。此推論模式之優點為可藉由案例資料庫之更新與新增案例數，提升模式預測準確率。

本計畫先以「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」中橋梁121筆細部評估結果(不含劣化因素)作為模式輸出值，「公路橋梁地震早期損失評估資料庫建置與模組開發之研究」中簡易調查耐震能力影響因子作為模式輸入，應用「人工智慧機械學習推論模式」進行案例訓練學習，找出其映射關係，並與「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」中計算方法進行比較與驗證，評估本模式之可行性。

經過模式之驗證後，再以前一階段24座經細部評估(含劣化因素)求得之橋梁Ay、Ac值為輸出(Output)，並同樣以120筆(24座橋梁各五種劣化程度)橋梁簡易調查之資料與材料劣化因素為輸入因子(Input)，建立案例庫。再應用「人工智慧機械學習推論模式」進行案例訓練學習，以提高預測準確率。最後，全台省縣道三千多座橋梁即可根據上述推論模式求得Ay與Ac值，繪製出地表震動影響下橋梁地震易損度曲線，並定義出不同地表震動下橋梁可能的損壞機率。

本階段流程如圖8.1所示，分別為「確認耐震影響因子與案例庫」、「建置人工智慧橋梁耐震能力推論模式」及「模式驗證與測試」。以下將分階段詳細說明各流程。

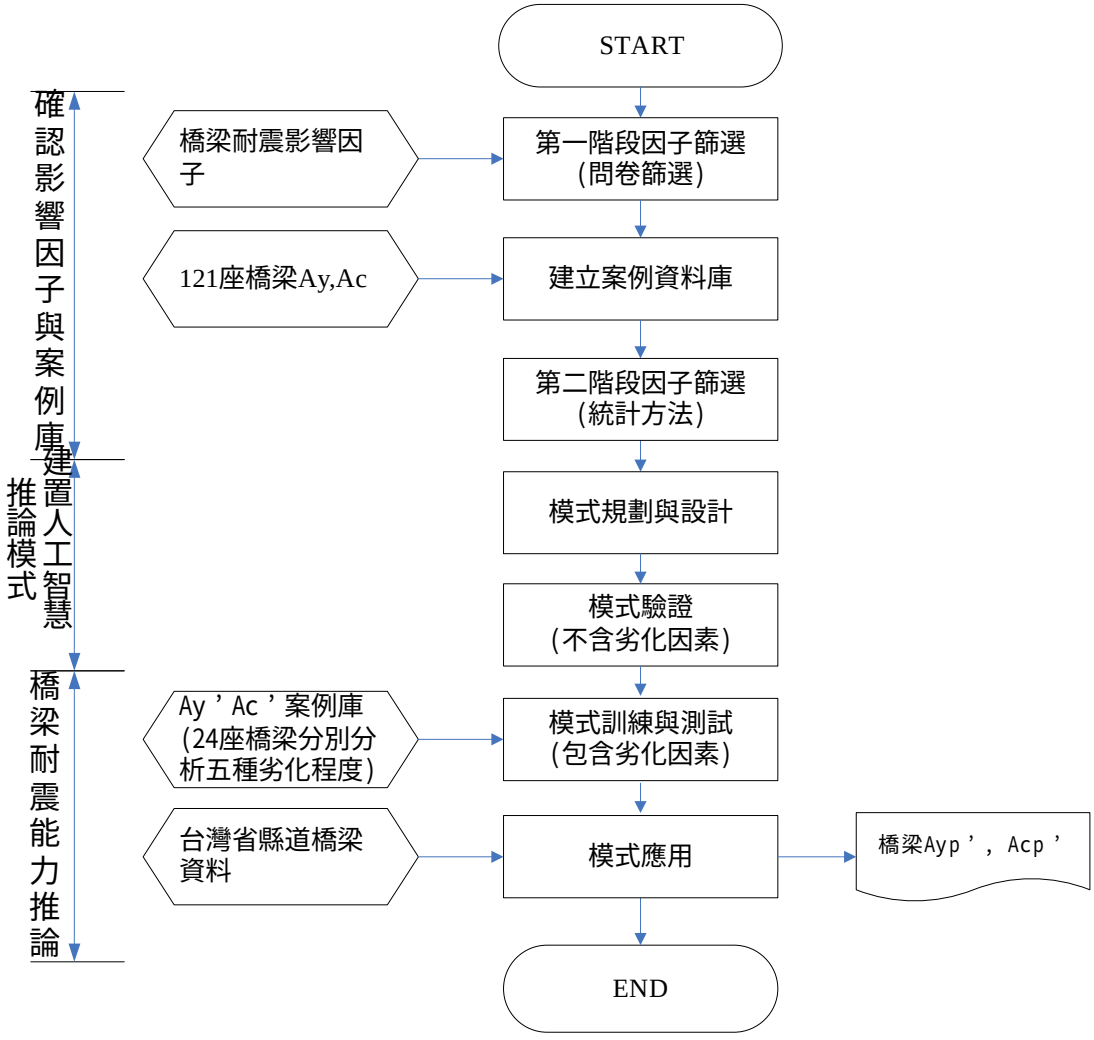


圖 8.1 人工智慧橋梁耐震能力推論模式流程圖

8.1 確認耐震影響因子與案例庫

本計畫首先收集文獻「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」中RC橋梁細部評估結果(未考慮劣化因素)共計121筆。再從「公路橋梁地震早期損失評估資料庫建置與模組開發之研究」中，找出對應調查資料，資料調查項目如表8-1所示，並以此121筆案例為基礎，分別進行因子篩選與案例驗證，在不考慮劣化因素下與「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」中推估方法進行比較與驗證，證明本模式之可行性。

表 8-1 橋梁屬性資料調查表

<table>
<tr><td colspan="2">路線名/里程數/橋梁名稱/管理單位</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">道路等級</td><td colspan="4">□1 省道 □2 縣道 □3 鄉道 □4 市區道路</td></tr>
<tr><td colspan="2">跨越河川/道路</td><td colspan="2">□1 河川 □2 道路 □3 橋梁 □4 無</td><td>附掛維生管線</td><td>□1 有 □2 無</td></tr>
<tr><td rowspan="2">座標</td><td>橋頭座標</td><td colspan="4">N_____ E_____（經緯度，均填至小數點以下 6 位）</td></tr>
<tr><td>橋尾座標</td><td colspan="4">N_____ E_____（經緯度，均填至小數點以下 6 位）</td></tr>
<tr><td rowspan="8">橋梁主體狀況</td><td>結構型式</td><td colspan="4">□1 梁橋（簡支式） □2 梁橋（連續式） □3 桁架橋 □4 拱橋
□5 斜張橋 □6 吊橋 □7 其他_____</td></tr>
<tr><td>主梁型式</td><td colspan="4">□1 I 型梁 □2 T 型梁 □3 U 型梁 □4 箱型梁 □5 版梁 □6 其他_____</td></tr>
<tr><td>橋墩型式</td><td colspan="4">□1 無橋墩（單跨） □2 單柱式 □3 架構式 □4 壁式
□5 其他_____</td></tr>
<tr><td>橋墩基礎</td><td colspan="4">□1 無橋墩基礎 □2 直接基礎 □3 樁基礎 □4 沉箱基礎
□5 其他_____</td></tr>
<tr><td>橋台型式</td><td colspan="4">□1 無橋台 □2 重力式 □3 懸臂式 □4 扶壁式 □5 鋼構式
□6 樁排架式 □7 其他_____</td></tr>
<tr><td>橋台基礎</td><td colspan="4">□1 無橋台基礎 □2 直接基礎 □3 樁基礎 □4 沉箱基礎
□5 其他_____</td></tr>
<tr><td>支承裝置</td><td colspan="4">□1 無支承 □2 合成橡膠支承 □3 鋼製支承 □4 盤式支承
□5 其他_____</td></tr>
<tr><td>防落設施</td><td colspan="4">□1 無 □2 鋼製止震塊 □3 RC 止震塊 □4 防震拉桿 □5 剪力鋼棒
□6 其他_____</td></tr>
<tr><td colspan="2">橋 長：_____ 公尺</td><td colspan="2">橋 寬：_____ 公尺</td><td colspan="2">歪斜角：_____ 度</td></tr>
<tr><td colspan="2">跨 數：_____ 跨</td><td colspan="2">振動單元數：_____ 個</td><td colspan="2">單跨最大跨度：_____ 公尺</td></tr>
<tr><td colspan="2">橋墩防落長度：_____ CM</td><td colspan="2">橋台防落長度：_____ CM</td><td colspan="2">基樁裸露：_____ 公尺</td></tr>
<tr><td colspan="3">車道數：___ □ 另有慢車道</td><td colspan="3">竣工年代：____ 年 ____ 月</td></tr>
<tr><td rowspan="2">TELES
橋梁分類</td><td rowspan="2">□1 單跨橋
□2 多跨簡支橋—單柱橋墩
□3 多跨簡支橋—架構式橋墩
□4 多跨簡支橋—壁式橋墩
□5 多跨連續橋—單柱橋墩
□6 多跨連續橋—架構式橋墩
□7 多跨連續橋—壁式橋墩
□8 其他橋梁</td><td>橋墩尺寸</td><td>高：___ m
寬：___ m
厚：___ m
最高橋墩：___ m</td><td>地盤類別</td><td>□1 堅實地盤
□2 中等地盤
□3 軟弱地盤
□4 台北盆地</td></tr>
<tr><td>設計水準</td><td>□1 傳統設計
□2 耐震設計
□3 經耐震補強</td><td>線型</td><td>□1 直
□2 曲</td></tr>
<tr><td>調查日期</td><td colspan="2">年 月 日</td><td>填寫人員</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

8.1.1 第一階段因子篩選

本研究將以橋梁屬性資料調查表(表 8-1)為基礎，並結合文獻中所收集之影響因子，運用敏感度分析、相關係數及問卷調查等方式進行篩選，找出影響橋梁耐震能力較高之因子，並作為人工智慧推論模式之輸入，根據文獻 121 座經細部評估求得之橋梁 Ay、Ac 值為模式之輸出。

首先，本研究依據公路總局橋梁屬性資料調查表及收集之橋梁案例列出 33 項因子，再將其分為三類，分別為定量因子、定性因子及其他因子，如表 8-2 所示。

表 8-2 TELES 簡易調查因子

定量因子	1.單跨最大跨距	6. 橋長
	2.橋寬	7. 橋梁座標
	3.震動單元數	8. 土壤液化類別
	4.基樁裸露深度	9. 歪斜角
	5.設計水平加速度	10.跨數
定性因子	11.結構型態	17.橋墩基礎
	12.橋墩型式	18.橋台基礎
	18.橋台型式	19.防落設施
	14.支承裝置	20.地盤種類
	15.橋梁分類	21.設計年代
	16.主梁型式	
其他因子	22.橋梁名稱	28.公路總局橋梁編號
	28.工程處	29.竣工年
	24.工務段	30.竣工月
	25.道路等級	31.ID
	26.路線名稱	32.跨越河川或道路
	27.里程數	33.附設維生管線

8.1.1.1 篩選因子-問卷設計

本研究設計「橋梁簡易調查因子耐震能力問卷」，問卷內容包括以下三大部份：

1.問卷填寫例示範。

2.「橋梁簡易調查因子耐震能力」相關性調查。

3.填寫個人資料。

本問卷對以上33項因子做橋梁耐震問卷調查，填寫人以自身主觀的認知勾選各項因子對於橋梁耐震的強弱關係，本問卷分為五個等級分別為無關、微相關、相關、極為相關以及絕對相關。而各等級間再進一步細分折衷值，有助於專家學者勾填，再量化計算時由0到10分成九等份，每往右一間格則相關性提高1.25，依序計算之，主要問卷內容如表8-3所示。

表 8-3 橋梁簡易調查因子耐震能力問卷調查

		無關		微相關		相關		極為相關		絕對相關
定量因子	1. 單跨最大跨距									
	2. 橋寬									
	3. 震動單元數									
	4. 基樁裸露深度									
	5. 設計水平加速度									
	6. 橋長									
	7. 橋梁座標									
	8. 土壤液化類別									
	9. 歪斜角									
	10. 跨數									
定性因子	11. 結構型態									
	12. 橋墩型式									
	13. 橋台型式									
	14. 支承裝置									
	15. 橋梁分類									
	16. 主梁型式									
	17. 橋墩基礎型式									
	18. 橋台基礎型式									
	19. 防落設施									
	20. 地盤種類									
	21. 設計年代									
其他因子	22. 橋梁名稱									
	23. 工務處									
	24. 工務段									
	25. 道路等級									
	26. 路線名稱									
	27. 里程數									
	28. 公路總局橋梁編號									
	29. 竣工年									
	30. 竣工月									
	31. ID（橋梁標號）									
	32. 跨越河川或道路									
	33. 附設維生管線									

8.1.1.2 問卷填寫

本問卷之發放對象為國內四家與橋梁設計與維護相關公司，問卷內容包括部門主管與工程師員工。問卷調查總數共發放35份，回收有效問卷共31份, 有效問卷回收率為88.5%, 受訪者之平均工作年資為11.7年，有效問卷填寫者背景彙整如表8-4所示。

表8-4 有效問卷填寫者背景

公司	人數	學歷	平均工作年資
TYLIN	11	大專 5 名，碩士 6 名	11.7 年
世曦	14	大專 1 名，碩士 10 名，博士 3 名	
萬鼎	5	大專 1 名，碩士 4 名	
邑昌	1	博士 1 名	

8.1.1.3 橋梁簡易調查因子耐震能力問卷統計量計算

回收與整理「橋梁簡易調查因子耐震能力問卷」，將問卷勾選結果，轉換成分數，然後計算每一指標之平均值與標準差，以做為後續相關分析之基礎，如**表8-5**所示。

表 8-5 橋梁簡易調查因子耐震能力問卷統計量計算

橋梁因子	N	Min	Max	Mean	Std.
1. 單跨最大跨距	31	0	10	6.77	2.37
2. 橋寬	31	0	10	5.44	2.67
8. 震動單元數	31	0	10	5.00	2.28
4. 基樁裸露深度	31	0	10	7.60	2.55
5. 設計水平加速度	31	0	10	8.06	2.48
6. 橋長	31	0	10	5.60	2.76
7. 橋梁座標	31	0	7.5	1.57	2.19
8. 土壤液化類別	31	2.5	10	7.50	2.21
9. 歪斜角	31	0	10	5.74	2.14
10.跨數	31	0	10	5.02	2.20
11.結構型態	31	2.5	10	7.31	2.11
12.橋墩型式	31	2.5	10	7.23	2.36
18.橋台型式	31	0	7.5	4.23	2.01
14.支承裝置	31	0	10	6.37	2.59
15.橋梁分類	31	0	10	5.32	2.46
16.主梁型式	31	0	10	5.12	2.80
17.橋墩基礎型式	31	0	10	6.39	2.65
18.橋台基礎型式	31	0	10	4.98	2.64
19.防落設施	31	0	10	6.31	2.84
20.地盤種類	31	2.5	10	7.34	2.21
21.設計年代	31	2.5	10	7.42	2.21
22.橋梁名稱	31	0	2.5	0.08	0.45
28.工務處	31	0	5	1.05	1.52
24.工務段	31	0	7.5	1.25	1.91
25.道路等級	31	0	10	8.91	2.62
26.路線名稱	31	0	5	0.40	1.31
27.里程數	31	0	5	0.28	1.01
28.公路總局橋梁編號	31	0	5	0.40	1.31
29.竣工年	31	0	10	4.68	2.79
30.竣工月	31	0	6.25	1.85	2.11
31.ID（橋梁標號）	31	0	2.5	0.24	0.75
32.跨越河川或道路	31	0	10	8.79	8.24
33.附設維生管線	31	0	10	2.70	2.74

8.1.1.4 第一階段因子篩選

根據統計結果，先將其以平均值高至低作排序，再移除平均值低於3分以下的因子，將剩餘的因子做為第一階段篩選過後因子(如表8-6)，再進行下一階段的統計分析。然而由於本研究121筆案例之「道路等級」皆相同，故在此也一併移除、不列入下一階段進行統計分析，避免干擾計算。

表 8-6 第一階段篩選因子

1. 設計水平加速度	12.歪斜角
2. 土壤液化類別	18.橋長
8. 基樁裸露深度	14.橋寬
4. 設計年代	15.橋梁分類
5. 地盤種類	16.主梁型式
6. 結構型態	17.跨數
7. 橋墩型式	18.震動單元數
8. 單跨最大跨距	19.橋台基礎型式
9. 橋墩基礎型式	20.竣工年
10.支承裝置	21.橋台型式
11.防落設施	22.跨越河川或道路

8.1.2 建立案例資料庫

由於定性因子並非以數字呈現，無法明確表示出與橋梁耐震能力之關係，故本階段需先將各定性因子做量化動作，以便後續應用AI軟體作訓練。

本研究採用問卷調查的方式，結合模糊偏好關係(FPR)對定性因子進行調查，找出各不同屬性之因子對於耐震能力的高低關係，以便量化。

8.1.2.1 FPR 問卷調查

確定定性因子中定性選項權眾共分為七個步驟：

Step 1. 定義語意變數：

本研究沿用E. Herrera.Viedma等人 (2004) [20] 、Tien.Chin Wang等人 (2007) [21] 研究成果，將語意變數定義為$\left[\frac{1}{9},9\right]$，如表8-7所示。

表 8-7 計算定性選項權重語意變數表

定義	重要性程度
絕對重要(Absolutely more Important)	9
極為重要(Very strongly more Important)	7
重要(Strongly more Important)	5
稍為重要(Weakly more Important)	3
一樣重要(Equally Important)	1
稍為不重要(Weakly less Important)	1/3
不重要(Strongly less Important)	1/5
極為不重要(Very strongly less Important)	1/7
絕對不重要(Absolutely less Important)	1/9

Step 2. 專家問卷：

本階段之目的在於找出進行橋梁耐震因子評估時，下列定性因子彼此之相對重要性關係，如表8-8所示其詳細之填寫方式可參考<附錄A>。

表8-8 專家問卷表

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
$Bf_{A.1}$										$Bf_{A.2}$
$Bf_{A.2}$										$Bf_{A.3}$
$Bf_{A.3}$										$Bf_{A.4}$
$Bf_{A.4}$										$Bf_{A.5}$
$Bf_{A.5}$										$Bf_{A.6}$
$Bf_{A.6}$										$Bf_{A.7}$

代號	橋梁種類
Bf_{A-1}	單跨橋
Bf_{A-2}	多跨簡支橋－單柱橋墩
Bf_{A-3}	多跨簡支橋－架構式橋墩
Bf_{A-4}	多跨簡支橋－壁式橋墩
Bf_{A-5}	多跨連續橋－單柱橋墩
Bf_{A-6}	多跨連續橋－架構式橋墩
Bf_{A-7}	多跨連續橋－壁式橋墩

Step 3. 建置成對比較矩陣：

依據橋梁耐震評估的影響因子(Fi， i = 1，2，. . . ，n)，讓每一位受測者(Ek， k = 1，2，. . . ，m; k:受測者編號)針對兩兩選項間進行成對比較，即F1比F2、F2比F3、F3比F4…以此類推，得知相關的正倒值乘積偏好關係A=(a_{ij})，其中$a_{ij} \in \left[\frac{1}{9},9\right]$，如式(8.1)所示。

$$A^k = \begin{array}{c} \\ F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ \vdots \\ F_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} F_1 & F_2 & F_3 & \cdots & F_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & a_{12}^k & \times & \times & \times \\ \times & 1 & a_{23}^k & \times & \times \\ \times & \times & 1 & a_{34}^k & \times \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & a_{n-1n}^k \\ \times & \times & \times & \times & 1 \end{bmatrix} \end{array} \quad \text{..... (8.1)}$$

從成對比較偏好關係值a_{ij}，透過$p_{ij} = g(a_{ij}) = \frac{1}{2}(1+\log_9 a_{ij})$求得與A之相對應的正倒值模糊偏好關係$P = (p_{ij})$，其中$P_{ij} \in [0,1]$，如式8.2所示。

$$A^k \xrightarrow{\frac{1}{2}(1+\log_9 a_{ij}^k)} P^k = \begin{array}{c} \\ F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ \vdots \\ F_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} F_1 & F_2 & F_3 & \cdots & F_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0.5 & p_{12}^k & \times & \times & \times \\ 1-p_{12}^k & 0.5 & p_{23}^k & \times & \times \\ \times & 1-p_{23}^k & 0.5 & p_{34}^k & \times \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & p_{n-1n}^k \\ \times & \times & \times & \times & 0.5 \end{bmatrix} \end{array} \quad \text{.... (8.2)}$$

Step 4. 計算一致性模糊偏好關係（FPR）：

透過轉換函數公式(2.26)，求得n-1個模糊偏好關係值$\{p_{12}, p_{23}, ..., p_{n-1n}\}$，此n-1個模糊偏好關係值再透過式(2.25)、(2.27)、(2.28)之觀念，可得式(8.3)，利用式(8.3)求得矩陣P之其他各個元素的模糊偏好關係值。

$$p_{ji} = \frac{j-i+1}{2} - p_{ii+1} - p_{i+1i+2} \cdots - p_{j-1j} \quad \text{.....(8.3)}$$

其中$P_{ij} \in [0,1]$矩陣P的數值必須在0與1之間，若其中有一數值未介於0與1之間，需透過式(8.4)加以轉換獲得一致性模糊偏好關係P確保整個矩陣一致性。

$$f(x) = \frac{x+a}{1+2a} \quad \text{..... (8.4)}$$

其中 $a = \left|\min\left\{B \cup \left\{p_{12}, p_{23}, \cdots, p_{n-1n}\right\} \cup \neg B \cup \left\{1-p_{12}, 1-p_{23}, \cdots, 1-p_{n-1n}\right\}\right\}\right|$

Step 5. 將受測者之成對矩陣FPR進行平均：

將各個決策者做出的 p_{ij}^{k} 值，加權平均求出 p_{ij}。如式(8.5)所示。

$$p_{ij} = \frac{1}{m}\left(p_{ij}^{1} + p_{ij}^{2} + \ldots + p_{ij}^{m}\right) \quad \text{..... (8.5)}$$

Step 6. 正規化step5.所得之FPR矩陣：

正規化第五步驟所求出平均的模糊偏好關係，依據式(8.6)所示，表示各個選項因子的模糊偏好值。

$$r_{ij} = \frac{p_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} p_{ij}}, \quad i, j = 1,2,\cdots,n \quad \text{..... (8.6)}$$

Step 7. 求取各橋梁耐震因子之權重：

最後依據式(8.7)所示, 則可找到議題中各個影響因子的權重 $\overline{w_i}$。

$$\overline{w_i} = \frac{\sum_{j-1}^{n} r_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j-1}^{n} r_{ij}} \quad \text{..... (8.7)}$$

8.1.2.2 定性選項量化

本階段係根據前節Step 6所求出的模糊偏好值, 即為各定性選項的量化值，在此以橋梁結構型態為例，其量化結果如表8-9所示，詳細內容請參考<附錄B>：

表 8-9　定性選項量化範例表

橋梁結構型態定性選項	模糊偏好值 Total	Weight
梁橋（簡支式）	0.527	0.088
梁橋（連續式）	1.099	0.183
桁架橋	1.033	0.172
拱橋	1.284	0.214
斜張橋	1.145	0.191
吊橋	0.912	0.152
總和	6	1

8.1.2.3　正規化

ESIM 模式雖然可以處理大量的數據資料，並且找出輸入變數與輸出值之間的非線性映射關係，但若是各個參數間數值的範圍呈現差額頗大的不一致性時，則 ESIM 模式學習的精確度與速度便會受到很大的影響。因此在模式訓練之前，為了防止模式產生暫時性的不穩定以致收斂困難之情形，設定各輸入與輸出的數值預處理是必要的方式。

本模式輸入變數為「橋梁耐震影響因子」，輸出為「Ay、Ac」，經由線性調整（Linear Scaling）進行正規化，使輸出值介於 0　1 之間，參數正規化之過程如式(8.8)，詳細內容請參考<附錄 C>：

$$X_{norm} = (X - X_{Min}) / (X_{Max} - X_{Min}) \quad \text{.....(8.8)}$$

其中

X_{norm}：X 正規化後的值

X　：實際值

X_{Max} ：訓練案例中，變數最大值

X_{Min} ：訓練案例中，變數最小值

8.1.3 建立模型因子

本階段使用 SPSS17.0 版，應用主成份分析法、類神經分析之多層感知法及相關係數分析法，對 121 筆案例裡的 22 項因子與 Ay、Ac 做相關性分析，找出各輸入(因子)與輸出(Ay、Ac)的重要性程度，最後再依據結果，挑選出部分重要性因子，做為本研究之模型參數。

8.1.3.1 主成分分析法

Step1. 橋梁簡易調查因子耐震能力問卷統計計算

採用**表8-5**統計計算求得各因子之平均值與標準差，作為後續相關矩陣分析之基礎。

Step2. 橋梁簡易調查因子耐震能力相關矩陣分析

根據n份回收問卷中，假設某一評估構面有p個指標，則第一份問卷之量化方法以 x_{11} x_{21} x_{31} …… x_{p1} 表示，第二份問卷則以 x_{12} x_{22} x_{32} …… x_{p2} 表示，依此類推，則會形成一個原始數據矩陣，如公式(8.9)所示

$$x=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & .. & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & .. & x_{2n} \\ .. & .. & .. & .. \\ .. & .. & .. & .. \\ x_{p1} & x_{p1} & x_{p1} & x_{p1} \end{bmatrix} \quad \text{.....(8.9)}$$

$$x_{ij}^{'}=\frac{x_{ij}-\bar{x}_i}{S_i}\left(i=1,2....p;\ j=1,2,.....n\right) \quad \text{.....(8.10)}$$

$$\bar{x}_i=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}x_{ij} \qquad S_i^2=\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(x_{ij}-\bar{x}_i)^2 \quad \text{.....(8.11)}$$

其中 x_{ij} 為原始變量，$\bar{x}_i$ 為變量平均值，S_i 為變量標準差，以及 $x_{ij}^{'}$ 為標準化後之變量。利用皮爾森（Pearson）相關係數計算公式，如式(8.12)，將原始數據矩陣轉化成皮爾森相關係數矩陣R，如式(8.13)

$$r_{ij}=\frac{\left(\sum_{k=1}^{n} x_{ij}^{'}\bullet x_{ji}^{'}\right)}{n-1}\qquad (i,j=1,2,3.....p)\qquad\text{.....(8.12)}$$

$$R=\begin{bmatrix}1 & r_{12} & .... & r_{1p}\\ r_{21} & 1 & .... & r_{2p}\\ .. & .. & .... & ..\\ .. & .. & .... & ..\\ r_{p1} & r_{p2} & .... & 1\end{bmatrix}\qquad\text{.....(8.13)}$$

Step3. 橋梁簡易調查因子耐震相關之因素萃取

本研究之因素萃取採用主成份分析法，假設對於式(8.12)相關係數矩陣之相對應特徵值為 λ_1、λ_2 .....λ_p、特徵向量為C_{ij}，則有以下行列式(8.14)關係存在

$$CRC'=\Lambda\qquad\text{.....(8.14)}$$

由$\boldsymbol{C}'$左乘式(8.14)，可得

$$RC'=C'\Lambda\qquad\text{.....(8.15)}$$

其中$\boldsymbol{R}=\boldsymbol{xx}^{'}$為相關係數，特徵向量$C_{ij}$為正交矩陣，滿足$\boldsymbol{C}\bullet\boldsymbol{C}'=\boldsymbol{I}$，而$\Lambda$定義為：

$$\Lambda=\begin{bmatrix}\lambda_1 & 0 & 0 & .... & 0\\ 0 & \lambda_2 & 0 & .... & 0\\ .. & .. & .. & .... & ..\\ .. & .. & .. & .... & ..\\ 0 & .. & .. & .... & \lambda_p\end{bmatrix}\qquad\text{.....(8.16)}$$

λ_i稱為主成份特徵值，因此式(8.15)可寫成：

$$\begin{bmatrix}r_{11} & r_{12} & ...r_{1p}\\ ..... & & \\ ..... & & \\ r_{p1} & r_{p2} & ...r_{pp}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}C_{11} & C_{21} & ..C_{p1}\\ ..... & & \\ ..... & & \\ C_{1p} & C_{2p} & ..C_{pp}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}C_{11} & C_{21} & ...C_{p1}\\ ..... & & \\ ..... & & \\ C_{1P} & C_{2P} & ...C_{pp}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\lambda_1 & 0 & .....0\\ 0 & \lambda_2 & .....\\ ..... & & \\ 0 & ..... & \lambda_P\end{bmatrix}\qquad\text{.....(8.17)}$$

將式(8.17)展開可得 p^2 個方程式，在此考慮在該矩陣乘積中由第一行所得之p個方程為：

$$\begin{cases}(r_{11}-\lambda_1)C_{11}+r_{12}C_{12}+...+r_{1p}C_{1p}=0\\ r_{21}C_{11}+(r_{22}-\lambda_1)C_{12}+...+r_{2p}C_{1p}=0\\ .....\\ r_{p1}C_{11}+r_{p2}C_{12}+...+(r_{pp}-\lambda_1)C_{1p}=0\end{cases} \quad \text{……..……..(8.18)}$$

為得到齊次方程式(8.18)的非零解，要求關於C_{ij}的係數行列式為零，即為：

$$\begin{bmatrix}(r_{11}-\lambda_1) & r_{12} & .... & r_{1P}\\ r_{21} & (r_{22}-\lambda_1) & .... & r_{2P}\\ .. & .. & .... & r_{21}\\ .. & .. & ..... & ..\\ r_{p1} & r_{p2}C_{p2} & .... & r_{p1}\end{bmatrix}=0 \quad \text{…….……(8.19)}$$

依此類推寫成矩陣式可得式(8.20)：

$$|R-\lambda \mathrm{I}|=0 \quad \text{……...…… (8.20)}$$

其中矩陣Ｉ稱為單位矩陣，由此矩陣行列式可解出特徵值λ_1、λ_2.....λ_p，而特徵值相對應之特徵向量C_{ij}也可依式(8.21)求出。

$$C=\begin{bmatrix}c_{11} & c_{12} & .... & c_{1p}\\ c_{21} & c_{22} & .... & c_{2p}\\ .. & .. & .... & ..\\ c_{p1} & c_{p1} & .... & c_{p1}\end{bmatrix}=(C_1 \quad C_2 \quad .. \quad ...C_p) \quad \text{……..…...(8.21)}$$

可求得主成份之特徵向量矩陣如式(8.22)所示：

$$y=\begin{Bmatrix}y_1=c_{11}x_1+c_{12}x_2+....c_{1p}x_p\\ y_2=c_{21}x_1+c_{22}x_2+....c_{2p}x_p\\ .....\\ y_p=c_{p1}x_1+c_{p2}x_2+....c_{pp}x_p\end{Bmatrix} \quad \text{……(8.22)}$$

所得到之y_i主成份量ｐ個，即是對於樣本事件具有解釋能力之互相獨立之變量，其累積解釋能力為100%。而針對其ｐ個主成份篩選以簡化相對變量之方法為累積解釋變異比門檻值大約定為80%且特徵值大於1。

Step4.計算因素載荷矩陣

假設依STEP6篩選出之主成份為m個，則此m個主成份經由特徵向量與特徵值方根相乘積所形成之變數矩陣為 $\boldsymbol{Y}_{m*p}=\boldsymbol{C}'_{m*p}\boldsymbol{X}_{m*p}$，對此矩陣兩端同乘以 $\boldsymbol{C}'$ 的正交矩陣 $\boldsymbol{C}$ 之後得出 $\boldsymbol{X}_{m*p}=\boldsymbol{C}_{m*p}\boldsymbol{Y}_{m*p}$ 之矩陣。此矩陣稱為「因素模型」，代表原始變量與主成份間之相對關係大小。而將因素模型進行規格化計算後得出一 X 矩陣稱為因素載荷矩陣，如式(8.23)所示矩陣。

$$X=\begin{Bmatrix} x_1=a_{11}y_1+ & a_{12}y_2+ & ..a_{1p}y_m \\ x_2=a_{21}y_1+ & \cdots & \cdots \quad \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots \quad \cdots \\ x_p=a_{p1}y_1+ & a_{p2}y_2 & \cdots+ \quad a_{pm}y_m \end{Bmatrix} \quad \text{.....(8.23)}$$

在因素載荷矩陣中：

(1) $y_1, y_2, y_3, \cdots, y_m$ 稱為公共因子(主成份)，它是在各個變量中共 同出的因子，公共因子是高維空間中所張起的互相垂直的m個坐標軸。

(2) a_{ij} 為因子載荷，它是第i個變量在第j個主成份上的負荷，或者為第i個變量在第j個主成份上的權，它反映了第i個變量在第j個主成分上的相對重要性。如果把看作高維因子空間上的一個向量，則因子荷載量即表示在坐標軸上的投影。

Step5.進行因素轉軸

本步驟是利用各主成份矩陣之特性進行空間軸之旋轉。即是說，若第i個變量在第j個主成份上經過旋轉後其值增大或縮小，意味著該變量在另一些主成份上的荷載要縮小或增大。所以因素轉軸是使因素荷載按列向0、1二極分化。進一步使各變量對主成份之關係能夠被明顯表現出來。

Step6.篩選橋梁耐震能力影響因子

為了有效篩選橋梁耐震能力影響因子，對於各主成份之指標

篩選原則為每一主成份選取最重要的因子，若該主成份中重要因子極顯著接近，則依該因子群之特性一起選取。將經過因素分析法篩選後所得到之橋梁耐震能力影響因子予彙整。

8.1.3.2 橋梁簡易調查因子耐震相關矩陣分析

本節利用公式(8.12)、(8.13)求得橋梁簡易調查因子耐震之相關矩陣，如表 8-10 所示。

表 8-10　橋梁簡易調查因子耐震相關矩陣

橋梁因子	單跨	橋寬	振動	基樁	設計	橋長	土壤	歪斜	跨數	結構	橋墩	橋台	支承	橋梁	主梁	橋墩	橋台	防落	地盤	設計	竣工	跨越
單跨最大跨距	1.00	0.60	0.35	0.42	0.61	0.61	0.40	0.43	0.44	0.36	0.11	.0.08	0.58	0.27	0.42	0.42	0.30	0.31	0.56	0.25	0.50	0.36
橋寬	0.60	1.00	0.37	0.33	0.37	0.64	0.29	0.36	0.37	0.11	0.02	0.30	0.56	0.35	0.08	0.11	0.19	0.08	0.41	0.33	0.33	0.37
振動單元數	0.35	0.37	1.00	.0.03	0.17	0.35	0.28	0.17	0.33	0.19	0.21	0.23	0.32	0.36	0.07	0.16	0.38	0.20	0.40	0.52	0.16	0.27
基樁裸露深度	0.42	0.33	.0.03	1.00	0.45	0.49	0.47	0.53	0.38	0.32	0.15	0.19	0.53	0.40	0.36	0.64	0.41	0.53	0.46	0.18	0.55	0.39
設計水平加速	0.61	0.37	0.17	0.45	1.00	0.42	0.46	0.36	0.37	0.33	.0.03	.0.06	0.48	0.14	0.44	0.33	0.35	0.55	0.59	0.29	0.51	0.41
橋長	0.61	0.64	0.35	0.49	0.42	1.00	0.44	0.27	0.61	0.22	0.06	0.24	0.54	0.51	0.40	0.50	0.46	0.25	0.57	0.40	0.57	0.24
土壤液化類別	0.40	0.29	0.28	0.47	0.46	0.44	1.00	0.44	0.29	0.68	0.39	0.42	0.66	0.44	0.24	0.54	0.43	0.56	0.79	0.46	0.48	0.28
歪斜角	0.43	0.36	0.17	0.53	0.36	0.27	0.44	1.00	0.31	0.38	0.06	0.10	0.62	0.49	0.24	0.46	0.37	0.55	0.43	0.28	0.57	0.50
跨數	0.44	0.37	0.33	0.38	0.37	0.61	0.29	0.31	1.00	0.09	.0.16	.0.02	0.23	0.22	0.38	0.29	0.36	0.26	0.40	0.13	0.25	0.32
結構型態	0.36	0.11	0.19	0.32	0.33	0.22	0.68	0.38	0.09	1.00	0.62	0.11	0.66	0.37	0.21	0.53	0.17	0.57	0.52	0.26	0.43	0.00
橋墩型式	0.11	0.02	0.21	0.15	.0.03	0.06	0.39	0.06	.0.16	0.62	1.00	0.22	0.30	0.28	0.21	0.25	.0.01	0.19	0.18	0.37	0.15	.0.07
橋台型式	.0.08	0.30	0.23	0.19	.0.06	0.24	0.42	0.10	.0.02	0.11	0.22	1.00	0.31	0.26	0.07	0.36	0.61	0.04	0.25	0.13	0.15	.0.07
支承裝置	0.58	0.56	0.32	0.53	0.48	0.54	0.66	0.62	0.23	0.66	0.30	0.31	1.00	0.58	0.21	0.60	0.41	0.58	0.61	0.24	0.56	0.20
橋梁分類	0.27	0.35	0.36	0.40	0.14	0.51	0.44	0.49	0.22	0.37	0.28	0.26	0.58	1.00	0.35	0.53	0.33	0.38	0.61	0.53	0.52	0.37
主梁型式	0.42	0.08	0.07	0.36	0.44	0.40	0.24	0.24	0.38	0.21	0.21	0.07	0.21	0.35	1.00	0.53	0.39	0.38	0.37	0.14	0.30	0.22
橋墩基礎型式	0.42	0.11	0.16	0.64	0.33	0.50	0.54	0.46	0.29	0.53	0.25	0.36	0.60	0.53	0.53	1.00	0.67	0.49	0.49	0.11	0.58	0.14
橋台基礎型式	0.30	0.19	0.38	0.41	0.35	0.46	0.43	0.37	0.36	0.17	.0.01	0.61	0.41	0.33	0.39	0.67	1.00	0.45	0.45	0.14	0.44	0.12
防落設施	0.31	0.08	0.20	0.53	0.55	0.25	0.56	0.55	0.26	0.57	0.19	0.04	0.58	0.38	0.38	0.49	0.45	1.00	0.48	0.14	0.48	0.23
地盤種類	0.56	0.41	0.40	0.46	0.59	0.57	0.79	0.43	0.40	0.52	0.18	0.25	0.61	0.61	0.37	0.49	0.45	0.48	1.00	0.65	0.59	0.36
設計年代	0.25	0.33	0.52	0.18	0.29	0.40	0.46	0.28	0.13	0.26	0.37	0.13	0.24	0.53	0.14	0.11	0.14	0.14	0.65	1.00	0.54	0.49
竣工年	0.50	0.33	0.16	0.55	0.51	0.57	0.48	0.57	0.25	0.43	0.15	0.15	0.56	0.52	0.30	0.58	0.44	0.48	0.59	0.54	1.00	0.41
跨越河川或道	0.36	0.37	0.27	0.39	0.41	0.24	0.28	0.50	0.32	0.00	.0.07	.0.07	0.20	0.37	0.22	0.14	0.12	0.23	0.36	0.49	0.41	1.00

8.1.3.3 橋梁簡易調查因子耐震相關之因素萃取

求得相關矩陣後，利用公式(8.22)，將相關矩陣計算出各主成份之特徵值，如表8-11所示，以及畫出相對之因素陡坡圖(Scree Plot)如圖8.2所示。由於前五個主成份對總體解釋能力已達85.78%，且特徵值大於1，故萃取特徵值大於1之前五個主成份。

表 8-11 橋梁簡易調查因子耐震能力評估之主成份表

元件	初始特徵值			平方和負荷量萃取			轉軸平方和負荷量		
	總數	變異數的%	累積%	總數	變異數的%	累積%	總數	變異數的%	累積%
1	10.872	49.419	49.419	10.872	49.419	49.419	8.287	37.667	37.667
2	8.252	14.783	64.202	8.252	14.783	64.202	8.639	16.542	54.208
3	2.029	9.224	78.426	2.029	9.224	78.426	2.361	10.732	64.940
4	1.682	7.646	81.072	1.682	7.646	81.072	2.330	10.589	75.530
5	1.035	4.704	85.776	1.035	4.704	85.776	2.254	10.247	85.776
6	.855	8.885	89.661						
7	.710	8.228	92.890						
8	.440	1.999	94.889						
9	.252	1.145	96.034						
10	.221	1.006	97.040						
11	.188	.855	97.895						
12	.164	.747	98.641						
13	.124	.562	99.203						
14	.060	.273	99.476						
15	.044	.201	99.677						
16	.026	.117	99.794						
17	.018	.083	99.876						
18	.013	.058	99.934						
19	.010	.043	99.978						
20	.003	.014	99.991						
21	.001	.005	99.997						
22	.001	.003	100.000						

萃取法：主成份分析。

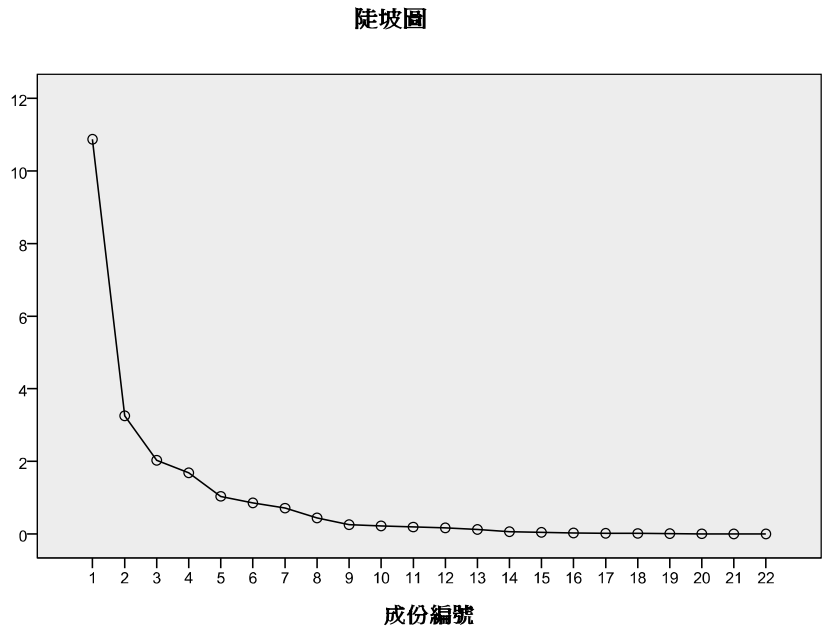


圖 8.2 橋梁耐震能力評估主成分因素陡坡圖

8.1.3.4 計算因素載荷矩陣

由於前節中所篩選出之前五個主成份量，已經足以解釋評估指標之變異程度的85.78%。因此進一步對前五個主成份量進行因素篩選步驟，此步驟係利用公式(8.18)中所提出之計算模式，將原本五個主成份所形成之特徵向量矩陣進行正交矩陣運算，獲得因素載荷矩陣，此矩陣意義在於描述各別評估因子與主成份間相互關係大小，如表8-12所示。從表8-12之因素載荷矩陣中，可以看出各橋梁耐震因子評估指標對於主成份之重要關係，但由於其相關性差異區別並不明顯，在進行篩選時可能造成困擾，故必需進一步針對因素載荷矩陣進行因素轉軸之計算，以利本研究進行篩選之工作。

表 8-12 橋梁簡易調查因子耐震能力評估之因素載荷矩陣

	元件				
	1	2	3	4	5
單跨最大跨距	0.762	0.448	.0.025	0.07	0.122
橋寬	0.263	0.639	0.385	0.283	.0.403
振動單元數	0.252	0.162	0.752	0.178	0.355
基樁裸露深度	0.808	0.029	.0.436	.0.016	.0.24
設計水平加速度	0.854	0.272	.0.168	.0.039	0.18
橋長	0.764	0.332	0.135	0.379	.0.071
土壤液化類別	0.898	.0.285	0.137	.0.087	.0.023
歪斜角	0.731	0.193	.0.224	.0.252	.0.263
跨數	0.559	0.602	.0.087	0.351	0.255
結構型態	0.781	.0.479	0.057	.0.241	0.054
橋墩型式	0.392	.0.696	0.311	.0.289	0.176
橋台型式	0.191	.0.607	0.312	0.562	.0.287
支承裝置	0.887	.0.19	0.037	.0.003	.0.263
橋梁分類	0.75	.0.167	0.28	.0.164	.0.129
主梁型式	0.641	.0.006	.0.372	0.191	0.487
橋墩基礎型式	0.834	.0.38	.0.26	0.18	.0.026
橋台基礎型式	0.717	.0.208	.0.08	0.525	0.049
防落設施	0.84	.0.237	.0.252	.0.158	0.126
地盤種類	0.939	0.043	0.219	.0.051	0.058
設計年代	0.533	0.183	0.628	.0.378	0.086
竣工年	0.895	0.089	.0.076	.0.177	.0.167
跨越河川或道路	0.312	0.72	.0.023	.0.442	.0.068

8.1.3.5 因素轉軸

為使得各評估指標對主成份之差異關係被明顯區別，因此將針對因素轉軸後之因素荷載矩陣進行因素篩選，橋梁簡易調查因子耐震能力評估之因素載荷矩陣如表8-13所示。

表 8-13 橋梁簡易調查因子耐震能力評估轉軸後之因素載荷矩陣

	元件				
	1	2	3	4	5
單跨最大跨距	0.452	**0.898**	0.36	.0.255	0.211
橋寬	0.045	0.063	**0.893**	.0.062	0.248
振動單元數	.0.055	0.197	0.172	0.129	**0.851**
基樁裸露深度	0.784	0.388	0.187	.0.078	.0.309
設計水平加速度	0.608	0.625	0.152	.0.258	0.126
橋長	0.44	0.542	0.555	0.105	0.233
土壤液化類別	**0.866**	0.238	.0.027	0.159	0.288
歪斜角	0.737	0.199	0.253	.0.306	.0.11
跨數	0.11	0.78	0.439	.0.186	0.148
結構型態	**0.854**	0.13	.0.295	0.144	0.225
橋墩型式	0.548	.0.153	.0.531	0.279	0.407
橋台型式	0.229	.0.096	0.096	**0.906**	0.095
支承裝置	**0.884**	0.191	0.185	0.174	0.098
橋梁分類	0.754	0.052	0.092	0.072	0.357
主梁型式	0.355	**0.809**	.0.206	.0.004	.0.02
橋墩基礎型式	0.784	0.444	.0.086	0.33	.0.113
橋台基礎型式	0.49	0.582	0.133	0.494	0.028
防落設施	**0.805**	0.415	.0.211	.0.027	0.003
地盤種類	0.762	0.387	0.175	.0.02	0.42
設計年代	0.444	.0.044	0.153	.0.269	0.754
竣工年	**0.842**	0.288	0.218	.0.168	0.078
跨越河川或道路	0.215	0.108	0.383	.0.773	0.117

旋轉方法：旋轉方法：含 Kaiser 常態化的 Varimax 法。

8.1.3.6 篩選橋梁耐震影響因子

本研究中對於各主成份之因素篩選原則為每一主成份指標分數超過0.8以上的因子，以第一主成份為例，其中「土壤液化類別」、「結構型態」、「支承裝置」、「防落設施」、「竣工年」5指標，明顯影響第一主成份，故選擇之，依此類推篩選第二、三、四、五主成分因子，篩選結果如表8-14所示。

表 8-14 主成份分析之橋梁耐震重要性因子

1.土壤液化類別	6.主梁型式
2.結構型態	7.橋寬
8.支承裝置	8.橋台型式
4.單跨最大跨距	9.振動單元數
5.竣工年	

8.1.3.7 相關係數分析法

本階段將正規化後的歷史案例數據<附錄C>應用SPSS17.0版進行分析，以Pearson分析法、Kendall's tau_b 統計量數分析法及Spearman's rho 係數法、對132筆案例的22項因子與Ay、Ac進行相關係數分析，在三個結果中取聯集找出顯著水準低於0.05的橋梁影響因子，作為本階段橋梁耐震影響因子，其分析結果如表8-15，詳細內容請參考<附錄D>。

表 8-15 相關係數分析之橋梁耐震重要性因子

1. 橋長	7. 橋梁主梁型式
2. 振動單元數	8. 橋台基礎型式
8. 基樁裸露深度	9. 設計水平加速度
4. 歪斜角	10.竣工年
5. 設計年代	11.跨越河川或道路
6. 橋梁結構型態	

8.1.3.8 類神經分析之多層感知法

本研究階段一樣將正規化後的歷史案例數據<附錄C>應用SPSS17.0版進行分析，以類神經分析之多層感知法，對132筆案例的22項因子與Ay、Ac進行分析，對22項橋梁影響因子作重要性排序，其分析結果如表8-16。

表 8-16 多層感知法之橋梁耐震重要性因子

因子	重要性	正規化重要性	因子	重要性	正規化重要性
橋長	.074	100.0%	支承裝置	.047	68.5%
跨數	.072	97.1%	橋台型式	.040	54.5%
基樁裸露	.067	91.4%	橋墩基礎型式	.039	52.3%
橋寬	.066	89.4%	設計年代	.038	50.9%
單跨最大跨距	.062	84.5%	防落設施	.033	45.0%
竣工年	.061	88.2%	土壤液化類別	.031	42.4%
設計水平加速度	.060	81.8%	橋梁主梁型式	.026	34.7%
振動單元數	.056	75.9%	橋梁分類	.023	30.6%
歪斜角	.055	74.7%	橋墩型式	.022	30.1%
地盤種類	.054	72.6%	跨越河川或道路	.015	20.4%
橋台基礎型式	.047	64.2%	橋梁結構型態	.012	16.8%

再根據表 8-16 的結果，挑選正規化重要性 50%以上的各項因子作為本階段的橋梁耐震重要性影響因子。

8.1.3.9 因子初步確立

首先先將以上各階段挑選出的橋梁重要性影響因子作彙整，如表8-17所示。

表 8-17 重要性影響因子彙整表

專家問卷重要性排序	因素分析法	相關係數	類神經(NN)
1. 設計水平加速度		V	V
2. 土壤液化類別	V		
8. 基樁裸露深度		V	V
4. 設計年代		V	V
5. 地盤種類			
6. 結構型態	V	V	V
7. 橋墩型式			
8. 單跨最大跨距	V		V
9. 橋墩基礎型式			V
10.支承裝置	V		
11.防落設施			
12.歪斜角		V	V
18.橋長		V	V
14.橋寬	V		V
15.橋梁分類			
16.主梁型式	V	V	V
17.跨數			V
18.振動單元數	V	V	V
19.橋台基礎型式		V	
20.竣工年	V	V	V
21.橋台型式	V		V
22.跨越河川或道路		V	

最後對前18項因子(專家問卷5分以上)進行最後篩選， 在三種統計方法中出現兩次(含)以上的因子，即選為本模型主要影響因子，其餘為次要影響因子 (如表8-18所示)，由於設計水平加速度及設計年代屬性相同，故只取一項代表。

表 8-18 模型初擬因子

主要影響因子	次要影響因子
1.設計水平加速度	10.土壤液化類別
2.基樁裸露深度	11.設計年代
3.結構型態	12.地盤種類
4.單跨最大跨距	13.橋墩型式
5.歪斜角	14.橋墩基礎型式
6.橋長	15.支承裝置
7.橋寬	16.防落設施
8.主梁型式	17.橋梁分類
9.振動單元數	18.跨數

根據第六章材料劣化分析之結果，初步整理影響橋梁耐震之影響因素如下表所示：

表 8-19 材料劣化影響因子

劣化類別	鹽害	中性化
劣化影響因子	1.總鋼筋腐蝕量(氯離子造成鋼筋腐蝕量+中性化造成鋼筋腐蝕量)	
	2.橋齡	

此階段建置了人工智慧橋梁耐震能力推論模式之影響因子。並根據「振動檢測與分析」、「材料劣化與殘餘強度分析」、「側推分析與殘餘能力評估」等模式研究成果，加入材料劣化影響因子建置案例庫，其中總鋼筋腐蝕量將同時考量氯離子與中性化之效應。

8.2 建置人工智慧橋梁耐震能力推論模式

傳統上橋梁耐震能力評估的缺點主要分為1.依賴人員專業知識、2.繁雜的結構計算。在依賴人員專業知識方面：由於橋梁耐震能力評估領域的問題具有複雜、不確定與隨環境變動的特性，因此，在解決相關問題時多依賴該領域專家經驗與知識進行決策。然而這些屬於專家的經驗與知識會隨著專家記憶淡忘與離職或退休而失去，因此如何傳遞有用的專業知識非常困難。在繁雜的結構計算方面：解決橋梁耐震能力問題多是依賴複雜結構軟體計算，如第五階段過程，然而臺灣橋

梁數量龐大，計算過程耗時與費力，將影響決策的時效性與有效性。

為了改善上述橋梁耐震能力評估之缺點，目前文獻中以人工智慧模擬人類決策行為來解決問題的方法陸續被提出。其中，支持向量機（Support Vector Machine，SVM）為結合統計學VC維度理論（Vapnik－Chervonenks Dimension）與結構風險最小化原理（Structure Risk Minimization Theory）所發展之一種機械學習演算法，SVM在Vapnik等人提出後發展迅速，目前已成功的應用在決策輔助及預測中(Cheng & Wu，2009)。然而此模式必須先決定其參數的數值，才能使模式的結果最佳化。

8.2.1 模式規劃與設計

為解決 SVM 推論模式最佳化問題，Cheng 與 Wu 於 2009 年提出一最佳化決策模式「演化式支持向量機推論模式」(Evolutionary Support Vector Machine Inference Model，ESIM) (Cheng & Wu，2009)，此模式融合 SVM 與快速混雜基因演算法(Fast Messy GA)，模式中 SVM 用於歸納輸入變數與輸出變數間複雜的關係；而快速混雜基因演算法(fmGA)搜尋 SVM 所需的最佳參數(C 與 γ)，藉此提高 SVM 的預測準確度。本研究冀望藉由此模式透過過去案例與經驗學習，歸納出結構分析之邏輯，以提昇橋梁耐震評估分析的時效性。模式架構如圖 8.3 所示。

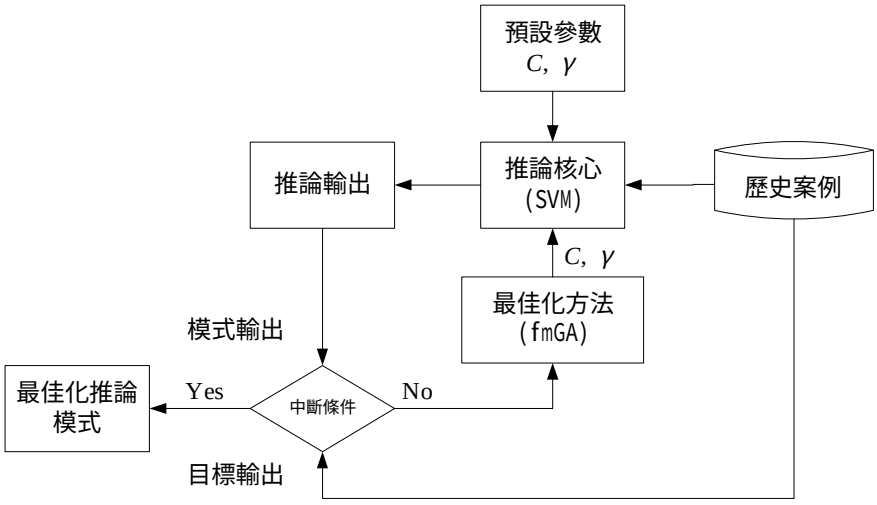


圖 8.3 演化式支持向量機推論模式圖

本研究將依循 ESIM 之運作流程，進行以下步驟:(1)收集歷史案例庫(121 座經細部評估結果及第五階段中所計算分析之耐震評估結果)包含橋梁之降伏加強度(Ay)與崩塌加速度(Ac)作為輸出，上一步驟所確認之橋梁耐震能力影響因子為輸入。(2)運用 ESIM 進行模式之訓練與學習，找出最佳化之 C 與 γ，及輸入與輸出之映射關係。(3)根據所得到之最佳化推論模式，進行模式驗證與測試，其步驟說明如下：

預設參數 C 與 γ：C 與 γ 值可能依案例與問題特性而有不同設定，本研究建議其預設值 C 與 γ 可分別設定為 1 及 1/M，其中 M 為變數個數。

歷史案例：首先在預測模式之前，必須先尋找影響因素，並且建立影響因子集合(本研究採用橋梁耐震能力影響因子)作為預測的輸入變數。

推論核心(SVM)：在此步驟中，本研究以 121 座經細部評估結果及第五階段中所計算分析之耐震評估結果做為歷史案例，並以案例影響因子(上一步驟所確立之橋梁耐震能力影響因子)作為輸入因子，細部評估耐震值(Ay 及 Ac)作為輸出。將此輸入與輸出數值輸入 SVM 中進行模式的初始訓練，SVM 將以預設之 C 與 γ 值作為模式中第一次訓練設定值。

推論輸出：此步驟將求算模式輸出值與實際值之誤差，再以誤差倒數為適應函式，其適存度越大表示此模式架構越佳。

中斷條件：此流程將持續運作，直到符合某些條件，如達到符合的適存度或數世代演算中適存度無明顯增加(表示已達收斂)。

最佳化方法(fmGA)：此步驟中，應用快速混雜基因演算法尋找下一世代中較適合之 C 與 γ 參數值。

最佳化推論模式：根據上述最佳化演算，可留下最佳之基因組合。將基因解碼為支持向量機模式之 C 與 γ 值，即可求得最佳之推論模式，後續階段即可應用此模式進行橋梁耐震能力推論。

8.2.2 模式驗證

為了驗證與測試模式之準確度，本研究將先與交通部公路總局「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」文獻中 121 座經細部評估求得之橋梁 Ay、Ac 進行比較，驗證本模式之可行性。

採用均方根誤差(Root Mean Square Error，RMSE)作為衡量公式，如式(8.24)所示。

$$RMSE = \left(\frac{\sum_{i=1}^{M} e_i^2}{M} \right)^{1/2} \quad \text{.....(8.24)}$$

RMSE：均方根誤差。

M：測試案例數。

ei：實際值與預測值之差。

橋梁耐震能力預測模式中共有 9 個輸入變數(影響因子)，2 個輸出變數(Ay、Ac)。為了找出這其中的映射關係，ESIM 需設定之模式架構變數範圍與模式學習參數，模式架構參數設定如表 8-20 所示。

表 8-20 ESIM 系統架構參數設定

設定項目	設定值/方法
SVM 學習設定	regression
SVM 核心函數(kernel function)	radial base function $k(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \lvert x_i - x_j \rvert^2)$
fmGA 執行迴圈內外迴圈(EPOCH*ERA)	100
SVM 容錯參數 C	0~200
SVM 核心函數參數(gamma)γ	0.0001~1
fmGA 切割機率(Cut)	0.02
fmGA 結合機率(Splice)	0.02
fmGA 突變機率(Mutation)	0

8.2.2.1 模式訓練與測試

系統建構完成後，依前節所述 ESIM 使用步驟建構橋梁耐震能力預測模式，並對訓練案例進行模式訓練(Training)及測試(Testing)，以下以 Ay 部分為例作說明。

步驟一、案例輸入

將表8-21之109筆案例資料輸入ESIM之Training File案例資料庫中，而後再將表8-22之12筆案例資料以測試案例輸入TestFile案例資料庫。

表 8-21 訓練案例-主要影響因子

案例編號	Ay	橋長	橋寬	振動單元數	設計水平加速度	歪斜角	基樁裸露	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式
1	0.279	0.992	0.535	0.024	0.000	0.000	1.000	0.962	0.000	0.300
2	0.025	0.990	0.558	0.048	0.000	0.000	0.787	0.974	0.000	0.300
3	0.259	1.000	0.130	0.000	0.058	0.000	1.000	0.986	0.000	0.300
4	0.019	0.984	0.488	0.071	0.361	0.000	1.000	0.971	0.000	0.300
5	0.164	0.960	0.558	0.190	0.361	0.000	1.000	0.974	0.000	0.300
6	0.025	0.990	0.116	0.048	0.361	0.000	1.000	0.998	1.000	0.300
7	0.378	0.978	0.349	0.119	0.000	0.522	1.000	0.974	0.000	0.300
8	0.259	0.971	0.233	0.119	0.000	0.000	0.967	0.962	0.000	0.300
9	0.019	0.971	0.326	0.095	0.058	0.444	1.000	0.949	0.000	0.300
10	0.265	0.251	0.660	0.452	0.476	0.000	1.000	0.821	1.000	1.000
11	0.090	0.986	0.198	0.071	0.000	0.000	1.000	0.974	0.000	0.300
12	0.065	0.863	0.163	0.500	0.058	0.078	0.733	0.949	0.000	0.300
13	0.199	0.906	0.244	0.071	0.361	0.000	0.867	0.923	1.000	0.300
14	0.842	0.887	0.163	0.024	0.000	0.000	1.000	0.718	1.000	1.000
15	0.455	0.889	0.698	0.214	0.058	0.000	0.800	0.872	1.000	0.300
16	0.847	0.872	0.223	0.071	0.058	0.000	1.000	0.641	1.000	0.300
17	0.173	0.576	0.186	0.095	0.000	0.000	1.000	0.923	1.000	1.000
18	0.004	0.872	0.093	0.476	0.058	0.000	0.920	0.949	0.000	0.300
19	0.234	0.788	0.395	0.262	0.000	0.756	1.000	0.923	1.000	0.300
20	0.323	0.959	0.386	0.143	0.476	0.178	1.000	0.923	0.000	0.300
21	0.622	0.791	0.558	0.214	0.000	0.111	1.000	0.933	1.000	1.000
22	0.465	0.930	0.519	0.095	0.476	0.000	1.000	0.910	1.000	1.000
23	0.176	0.952	0.035	0.190	0.000	0.067	1.000	0.949	0.000	0.300
24	0.174	0.842	0.209	0.143	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.300
25	0.105	0.921	0.302	0.143	1.000	0.000	0.540	0.936	0.000	0.300
26	0.222	0.879	0.451	0.095	0.476	0.089	1.000	0.846	1.000	1.000
27	0.379	0.999	0.098	0.000	0.476	0.000	1.000	0.976	0.000	0.300
28	0.619	0.982	0.084	0.000	0.476	0.000	1.000	0.872	1.000	0.000
29	0.501	0.978	0.295	0.000	0.361	0.333	1.000	0.922	1.000	0.300
30	0.115	0.980	0.153	0.119	0.361	0.000	1.000	0.940	0.000	0.300
31	1.000	0.995	0.051	0.024	0.361	0.000	1.000	0.981	0.000	0.300
32	0.217	0.952	0.328	0.048	0.361	0.000	1.000	0.949	1.000	0.300
33	0.141	0.905	0.391	0.048	0.738	0.000	1.000	0.872	1.000	1.000

案例編號	Ay	橋長	橋寬	振動單元數	設計水平加速度	歪斜角	基樁裸露	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式
34	0.119	0.969	0.256	0.071	0.361	0.000	0.947	0.923	0.000	0.300
35	0.443	0.810	0.488	0.190	0.476	0.244	1.000	0.936	1.000	0.300
36	0.324	0.920	0.267	0.071	0.361	0.000	1.000	0.947	1.000	1.000
37	0.121	0.971	0.465	0.095	0.738	0.000	0.867	0.923	0.000	0.300
38	0.092	0.910	0.558	0.071	0.058	0.707	1.000	0.903	1.000	0.300
39	0.058	0.424	0.274	0.595	0.058	0.000	1.000	0.936	1.000	0.300
40	0.070	0.974	0.249	0.095	0.058	0.333	1.000	0.923	0.000	0.300
41	0.092	0.808	0.279	0.524	0.361	0.000	0.800	0.923	0.000	0.300
42	0.153	0.959	0.244	0.143	0.058	0.111	0.600	0.944	0.000	0.300
43	0.097	0.723	0.419	0.762	0.361	0.000	1.000	1.000	0.000	0.300
44	0.124	0.920	0.291	0.048	0.361	0.000	0.733	0.915	1.000	0.300
45	0.052	0.978	0.312	0.048	0.361	0.000	1.000	0.923	0.000	0.300
46	0.323	0.983	0.228	0.000	0.361	0.000	1.000	0.944	1.000	0.000
47	0.497	0.854	0.302	0.167	0.058	0.000	0.720	0.897	1.000	0.300
48	0.230	0.931	0.791	0.190	0.058	0.000	0.933	0.923	0.000	0.300
49	0.257	0.359	0.465	0.667	0.058	0.000	0.900	0.936	1.000	1.000
50	0.174	0.950	0.233	0.143	0.476	0.000	0.833	0.933	0.000	0.300
51	0.308	0.995	0.270	0.071	0.476	0.000	1.000	1.000	0.000	0.300
52	0.094	0.906	0.326	0.095	0.000	0.000	1.000	0.947	0.000	0.300
53	0.125	0.977	0.223	0.119	0.000	0.000	1.000	0.962	0.000	0.300
54	0.154	0.932	0.302	0.095	0.445	0.000	1.000	0.922	0.000	0.300
55	0.090	0.929	0.186	0.095	0.361	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300
56	0.221	0.867	0.302	0.119	0.445	0.000	0.947	0.923	0.000	0.300
57	0.153	0.965	0.442	0.024	0.058	0.444	1.000	0.933	0.000	0.300
58	0.084	0.947	0.444	0.214	0.000	0.000	0.867	0.954	0.000	0.300
59	0.076	0.493	1.000	0.571	0.000	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300
60	0.185	0.951	0.163	0.048	0.361	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300
61	0.156	0.951	0.186	0.143	0.361	0.000	0.800	0.936	0.000	0.300
62	0.174	0.920	0.209	0.286	0.000	0.244	1.000	0.938	0.000	0.300
63	0.392	0.965	0.163	0.024	0.445	0.000	1.000	0.949	0.000	0.300
64	0.020	0.944	0.349	0.167	0.000	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300
65	0.125	0.903	0.302	0.262	0.361	0.000	0.820	0.923	0.000	0.300
66	0.051	0.896	0.049	0.071	0.361	0.000	0.733	0.920	1.000	0.300
67	0.182	0.959	0.721	0.119	0.361	0.000	0.767	0.936	0.000	0.300
68	0.065	0.970	0.442	0.024	0.738	0.000	1.000	0.959	1.000	0.300
69	0.185	0.000	0.386	0.357	0.476	0.000	1.000	0.862	1.000	1.000
70	0.129	0.660	0.465	1.000	0.000	0.000	0.800	0.923	0.000	0.300
71	0.047	0.753	0.049	0.238	0.000	0.000	0.733	0.935	1.000	0.300
72	0.068	0.951	0.444	0.190	0.000	0.000	0.920	0.954	0.000	0.300
73	0.331	0.969	0.256	0.024	0.445	0.444	1.000	0.944	1.000	0.300
74	0.932	0.912	0.233	0.476	0.738	0.444	1.000	0.973	0.000	0.340
75	0.129	0.978	0.163	0.024	0.000	1.000	1.000	0.949	1.000	0.300
76	0.153	0.977	0.000	0.119	0.058	0.000	1.000	0.974	0.000	0.300
77	0.188	0.973	0.000	0.024	0.058	0.000	1.000	0.974	1.000	0.300
78	0.349	0.981	0.035	0.048	0.058	0.000	0.667	0.936	0.000	0.300
79	0.263	0.981	0.058	0.048	0.000	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300
80	0.853	0.837	0.233	0.262	0.058	0.000	1.000	0.967	1.000	0.300
81	0.254	0.990	0.156	0.024	0.000	0.000	1.000	0.946	0.000	0.300
82	0.318	0.987	0.149	0.143	0.000	0.000	1.000	0.999	0.000	0.300
83	0.208	0.986	0.163	0.071	0.361	0.000	0.933	0.974	0.000	0.300
84	0.103	0.988	0.163	0.024	0.361	1.000	0.933	0.936	0.000	0.300
85	0.228	0.993	0.163	0.071	0.361	0.000	0.867	0.995	0.000	0.300
86	0.006	0.881	0.035	0.381	0.361	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300
87	0.166	0.981	0.035	0.048	0.361	0.400	0.933	0.936	0.000	0.300

案例編號	Ay	橋長	橋寬	振動單元數	設計水平加速度	歪斜角	基樁裸露	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式
88	0.103	0.936	0.035	0.190	0.361	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300
89	0.219	0.965	0.058	0.024	0.058	0.000	1.000	0.931	1.000	0.300
90	0.228	0.944	0.005	0.167	0.058	0.000	1.000	0.931	0.000	0.300
91	0.122	0.969	0.326	0.167	0.000	0.000	0.967	0.974	0.000	0.300
92	0.372	0.933	0.035	0.071	0.361	0.000	0.933	0.949	1.000	0.300
93	0.172	0.908	0.035	0.310	0.361	0.000	0.933	0.944	0.000	0.300
94	0.160	0.914	0.047	0.381	0.000	0.000	1.000	0.949	0.000	0.300
95	0.179	1.000	0.144	0.000	0.000	0.000	1.000	0.988	0.000	0.300
96	0.240	0.937	0.035	0.071	0.361	0.000	1.000	0.923	1.000	0.300
97	0.134	0.951	0.135	0.167	0.000	0.244	1.000	0.951	0.000	0.300
98	0.376	0.978	0.140	0.167	0.361	0.000	1.000	0.987	0.000	0.300
99	0.122	0.972	0.349	0.024	0.058	0.000	1.000	0.949	1.000	0.300
100	0.374	0.995	0.140	0.024	0.251	0.000	1.000	0.979	0.000	0.300
101	0.166	0.981	0.163	0.000	0.251	0.000	1.000	0.938	0.000	0.300
102	0.016	0.904	0.442	0.167	0.361	0.000	0.900	0.962	1.000	0.300
103	0.291	0.987	0.442	0.000	0.058	0.000	1.000	0.962	0.000	0.300
104	0.089	0.996	0.188	0.000	0.361	0.000	1.000	0.937	0.000	0.300
105	0.000	0.988	0.163	0.000	0.251	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300
106	0.135	0.992	0.326	0.024	0.251	0.000	1.000	0.959	0.000	0.300
107	0.318	0.988	0.344	0.024	0.058	0.000	1.000	0.923	0.000	0.300
108	0.020	0.990	0.395	0.048	0.058	0.000	1.000	0.974	0.000	0.300
109	0.215	0.963	0.209	0.048	0.738	0.000	1.000	0.923	0.000	0.300

表 8-22 測試案例-主要影響因子

案例編號	Ay	橋長	橋寬	振動單元數	設計水平加速度	歪斜角	基樁裸露	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式
110	0.134	0.894	0.314	0.500	0.361	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300
111	0.144	0.876	0.302	0.143	0.738	0.000	1.000	0.949	0.000	0.300
112	0.131	0.969	0.233	0.071	0.361	0.000	1.000	0.923	0.000	0.300
113	0.567	0.914	0.437	0.048	0.476	0.000	1.000	0.872	1.000	1.000
114	0.047	0.964	0.279	0.143	0.058	0.000	1.000	0.962	0.000	0.300
115	0.240	0.927	0.326	0.071	0.361	0.667	1.000	0.949	1.000	0.300
116	0.036	0.987	0.442	0.000	0.058	0.000	1.000	0.962	0.000	0.300
117	0.128	0.736	0.581	0.310	0.058	0.000	0.000	0.949	1.000	0.300
118	0.206	0.947	0.372	0.000	0.251	0.000	1.000	0.877	1.000	1.000
119	0.347	0.939	0.419	0.214	0.361	0.000	1.000	0.949	0.000	0.300
120	0.068	0.966	0.302	0.095	0.251	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300
121	0.423	0.971	0.302	0.095	0.251	0.822	1.000	0.949	0.000	0.300

步驟二、模式訓練

案例推論模式經參數設定後，ESIM系統即進行最佳模式搜尋。在fmGA搜尋了100個世代後，其最佳化SVM模式誤差均方根為0.128，搜尋結果列於表8-23。

表 8-23 橋梁耐震能力預測模式搜尋結果-主要影響因子

ESIM 模式執行結果	
執行迴圈(EPOCH*ERA)	100 (Iterations)
搜尋時間	6~8(mins)
容錯參數 C	0~200
核心函數參數 γ	0.0001~1
最佳適合度染色體-模式均方根誤差(RMSE)	0.128

步驟三、模式[WI]測試

模式訓練完成後，ESIM會將最後搜尋出之最佳染色體解碼為橋梁耐震能力診斷推論模式，經由模式測試可瞭解此推論模式之推論誤差與學習精度。

1.訓練案例誤差測試

表8-23中顯示出表各筆專案之推論輸出(預測之Ay、Ac)與目標輸出(實際Ay、Ac)之比對，將表8-24繪成圖8.4後可清楚的看出各筆案例推論輸出與目標輸出間之差距。為了瞭解模式訓練後之模式準確度，本研究以誤差均方根（RMSE），計算公式如式8.24所示，來衡量模式學習精度，測試結果可發現訓練案例之推論輸出與案例之目標輸出之誤差均方根為「0.128」。

表 8-24 模式訓練案例測試 Ay 比較-主要影響因子

案例編碼	預測 Ay	實際 Ay	案例編碼	預測 Ay	實際 Ay	案例編碼	預測 Ay	實際 Ay	案例編碼	預測 Ay	實際 Ay
1	0.222	0.291	29	0.273	0.444	56	0.228	0.251	83	0.238	0.242
2	0.208	0.116	30	0.241	0.178	57	0.224	0.204	84	0.237	0.170
3	0.235	0.277	31	0.246	0.787	58	0.208	0.157	85	0.233	0.256
4	0.233	0.112	32	0.270	0.248	59	0.158	0.151	86	0.228	0.103
5	0.225	0.212	33	0.328	0.196	60	0.241	0.226	87	0.242	0.213
6	0.276	0.116	34	0.236	0.181	61	0.225	0.206	88	0.239	0.170
7	0.221	0.359	35	0.254	0.404	62	0.217	0.219	89	0.271	0.250
8	0.224	0.277	36	0.322	0.322	63	0.245	0.369	90	0.231	0.256
9	0.225	0.112	37	0.237	0.182	64	0.220	0.113	91	0.219	0.183
10	0.259	0.281	38	0.250	0.162	65	0.217	0.185	92	0.270	0.355
11	0.229	0.161	39	0.208	0.139	66	0.255	0.134	93	0.229	0.217
12	0.194	0.144	40	0.228	0.147	67	0.211	0.224	94	0.218	0.209
13	0.260	0.236	41	0.201	0.162	68	0.277	0.144	95	0.233	0.222
14	0.324	0.678	42	0.202	0.204	69	0.243	0.226	96	0.275	0.264
15	0.238	0.412	43	0.193	0.166	70	0.160	0.188	97	0.225	0.191
16	0.270	0.682	44	0.253	0.184	71	0.230	0.131	98	0.238	0.358
17	0.288	0.218	45	0.239	0.135	72	0.212	0.146	99	0.265	0.183
18	0.208	0.102	46	0.253	0.321	73	0.273	0.327	100	0.240	0.356
19	0.236	0.260	47	0.238	0.441	74	0.239	0.740	101	0.241	0.213
20	0.237	0.321	48	0.206	0.257	75	0.257	0.188	102	0.254	0.110

案例編碼	預測 Ay	實際 Ay	案例編碼	預測 Ay	實際 Ay	案例編碼	預測 Ay	實際 Ay	案例編碼	預測 Ay	實際 Ay
21	0.296	0.527	49	0.247	0.276	76	0.234	0.204	103	0.227	0.299
22	0.321	0.419	50	0.230	0.219	77	0.271	0.228	104	0.245	0.160
23	0.227	0.220	51	0.242	0.311	78	0.217	0.339	105	0.241	0.099
24	0.288	0.219	52	0.219	0.164	79	0.234	0.280	106	0.236	0.192
25	0.225	0.171	53	0.226	0.185	80	0.250	0.686	107	0.230	0.318
26	0.321	0.252	54	0.237	0.205	81	0.233	0.274	108	0.226	0.113
27	0.250	0.360	55	0.237	0.161	82	0.227	0.318	109	0.253	0.247
28	0.262	0.525									

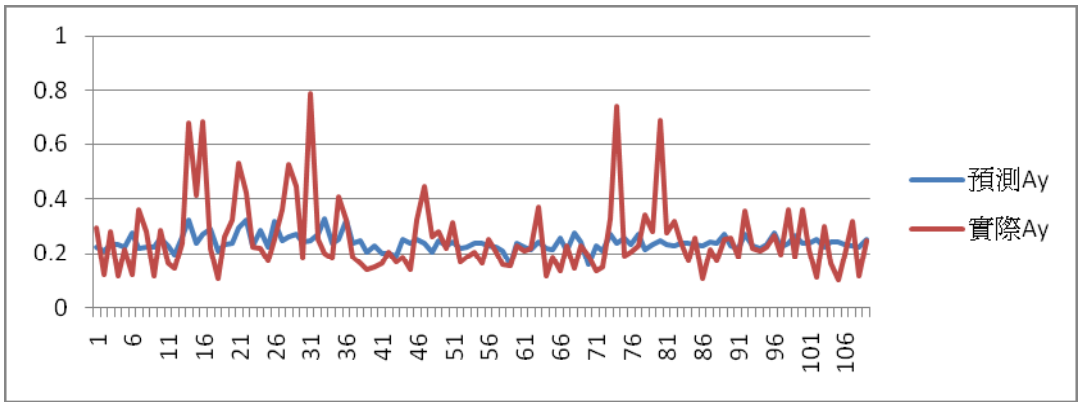


圖 8.4 橋梁耐震能力預測模式訓練案例測試 Ay 比較-主要影響因子

2.測試案例驗證

12筆測試案例之測試結果如表8-25所列，測試案例的推論輸出與目標輸出間之均方根誤差為「0.0932」。

表 8-25 橋梁耐震能力預測模式測試案例 Ay 比較-主要影響因子

模式	案例編號	推論輸出	目標輸出	均方根誤差 (RMSE)
主要影響因子	110	0.2196	0.1912	0.0932
	111	0.2403	0.1980	
	112	0.2399	0.1891	
	113	0.3240	0.4891	
	114	0.2248	0.1313	
	115	0.2627	0.2641	
	116	0.2266	0.1238	
	117	0.1746	0.1871	
	118	0.3239	0.2407	
	119	0.2279	0.3377	
	120	0.2331	0.1458	
	121	0.2298	0.3900	

步驟四、模式檢討與修正

由表8-25中得知，僅考量重要影響因子下，12筆測試案例Ay的預測值平均誤差(RMSE)約為0.0932，但是從模式訓練案例測試Ay比較圖(圖8.4)中可以看出，預測值與實際值的曲線分佈差異性過大，結果不甚理想，其發生原因有可能是採用較少輸入因子的關係，因此，本模式將進一步以重要影響因子結合次要影響因子作敏感度分析，以各種不同組合的因子對Ay與Ac進行ESIM模式訓練與測試，期望藉此提高本模式預測的準確率。

8.2.2.2 影響因子敏感度分析

步驟一、案例輸入

同樣將109筆案例資料輸入ESIM之Training File案例資料庫中，12筆案例資料以測試案例輸入TestFile案例資料庫，只不過輸入因子由原本的9項主要影響因子增加為9項主要影響因子結合1項次要影響因子，以不同的組合方式對Ay、Ac應用ESIM做訓練與測試。

步驟二、 模式訓練

應用ESIM進行模式學習，表8-26將呈現各種組合預測後的RMSE與平均誤差率結果。

表 8-26 橋梁耐震能力預測模式搜尋 Ay、Ac 結果-主要影響因子結合次要影響因子

RMSE(單位：g)/平均誤差率(%)		
	Ay	Ac
1. 主要影響因子(9 項因子)	**0.093(35%)**	**0.142(40%)**
2. 主要影響因子+土壤液化類別	0.088(36%)	**0.118(38%)**
3. 主要影響因子+設計年代	0.096(36%)	0.142(43%)
4. 主要影響因子+地盤種類	0.087(32%)	0.133(36%)
5. 主要影響因子+橋墩型式	0.094(33%)	0.147(43%)
6. 主要影響因子+橋墩基礎型式	0.096(38%)	0.143(40%)
7. 主要影響因子+支承裝置	**0.079(25%)**	0.139(40%)
8. 主要影響因子+防落設施	0.091(34%)	0.149(43%)
9. 主要影響因子+橋梁分類	0.093(35%)	0.146(43%)
10.主要影響因子+垮數	0.093(35%)	0.143(40%)

依照表8-26的結果來看，不同組合因子確實是有機會降低模式的誤差均方根(RMSE)與平均誤差率，但是最好的結果並非存在於同一個組合，故本階段決定再取Ay及Ac最好的結果作因子結合，於下一階段做最後的模式訓練與測試。

8.2.2.3 橋梁耐震能力診斷模式建立

步驟一、案例輸入

將表8-27之109筆案例資料輸入ESIM之Training File案例資料庫中，表8-28之12筆案例資料以測試案例輸入TestFile案例資料庫，輸入因子由原本的9項重要影響因子增加為9項重要影響因子結合2項次要影響因子(土壤液化類別、支承裝置)，對Ay、Ac應用ESIM做訓練與測試。

表 8-27 訓練案例-主要影響因子結合 2 項次要影響因子

案例編號	Ay	橋長	橋寬	振動單元數	設計水平加速度	歪斜角	基樁裸露	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式	土壤液化類別	支承裝置
1	0.279	0.992	0.535	0.024	0.000	0.000	1.000	0.962	0.000	0.300	1.000	0.651
2	0.025	0.990	0.558	0.048	0.000	0.000	0.787	0.974	0.000	0.300	1.000	0.904
3	0.259	1.000	0.130	0.000	0.058	0.000	1.000	0.986	0.000	0.300	0.750	0.000
4	0.019	0.984	0.488	0.071	0.361	0.000	1.000	0.971	0.000	0.300	0.750	0.651
5	0.164	0.960	0.558	0.190	0.361	0.000	1.000	0.974	0.000	0.300	1.000	0.651
6	0.025	0.990	0.116	0.048	0.361	0.000	1.000	0.998	1.000	0.300	0.750	0.000
7	0.378	0.978	0.349	0.119	0.000	0.522	1.000	0.974	0.000	0.300	0.750	0.651
8	0.259	0.971	0.233	0.119	0.000	0.000	0.967	0.962	0.000	0.300	0.750	0.651
9	0.019	0.971	0.326	0.095	0.058	0.444	1.000	0.949	0.000	0.300	1.000	0.000
10	0.265	0.251	0.660	0.452	0.476	0.000	1.000	0.821	1.000	1.000	0.250	1.000
11	0.090	0.986	0.198	0.071	0.000	0.000	1.000	0.974	0.000	0.300	1.000	0.651
12	0.065	0.863	0.163	0.500	0.058	0.078	0.733	0.949	0.000	0.300	0.750	0.651
13	0.199	0.906	0.244	0.071	0.361	0.000	0.867	0.923	1.000	0.300	1.000	0.651
14	0.842	0.887	0.163	0.024	0.000	0.000	1.000	0.718	1.000	1.000	1.000	0.410
15	0.455	0.889	0.698	0.214	0.058	0.000	0.800	0.872	1.000	0.300	0.750	1.000
16	0.847	0.872	0.223	0.071	0.058	0.000	1.000	0.641	1.000	0.300	0.750	0.651
17	0.173	0.576	0.186	0.095	0.000	0.000	1.000	0.923	1.000	1.000	0.750	0.651
18	0.004	0.872	0.093	0.476	0.058	0.000	0.920	0.949	0.000	0.300	0.750	0.651
19	0.234	0.788	0.395	0.262	0.000	0.756	1.000	0.923	1.000	0.300	1.000	0.651
20	0.323	0.959	0.386	0.143	0.476	0.178	1.000	0.923	0.000	0.300	1.000	0.651
21	0.622	0.791	0.558	0.214	0.000	0.111	1.000	0.933	1.000	1.000	0.750	0.651
22	0.465	0.930	0.519	0.095	0.476	0.000	1.000	0.910	1.000	1.000	0.750	0.651
23	0.176	0.952	0.035	0.190	0.000	0.067	1.000	0.949	0.000	0.300	0.750	0.651
24	0.174	0.842	0.209	0.143	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.300	1.000	0.651
25	0.105	0.921	0.302	0.143	1.000	0.000	0.540	0.936	0.000	0.300	0.500	0.651
26	0.222	0.879	0.451	0.095	0.476	0.089	1.000	0.846	1.000	1.000	1.000	0.651
27	0.379	0.999	0.098	0.000	0.476	0.000	1.000	0.976	0.000	0.300	0.500	0.651
28	0.619	0.982	0.084	0.000	0.476	0.000	1.000	0.872	1.000	0.000	1.000	1.000
29	0.501	0.978	0.295	0.000	0.361	0.333	1.000	0.922	1.000	0.300	0.500	0.651
30	0.115	0.980	0.153	0.119	0.361	0.000	1.000	0.940	0.000	0.300	0.500	0.904
31	1.000	0.995	0.051	0.024	0.361	0.000	1.000	0.981	0.000	0.300	1.000	0.651
32	0.217	0.952	0.328	0.048	0.361	0.000	1.000	0.949	1.000	0.300	0.500	0.651
33	0.141	0.905	0.391	0.048	0.738	0.000	1.000	0.872	1.000	1.000	0.500	1.000
34	0.119	0.969	0.256	0.071	0.361	0.000	0.947	0.923	0.000	0.300	1.000	0.651
35	0.443	0.810	0.488	0.190	0.476	0.244	1.000	0.936	1.000	0.300	0.250	0.651

案例編號	Ay	橋長	橋寬	振動單元數	設計水平加速度	歪斜角	基樁裸露	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式	土壤液化類別	支承裝置
36	0.324	0.920	0.267	0.071	0.361	0.000	1.000	0.947	1.000	1.000	0.750	0.651
37	0.121	0.971	0.465	0.095	0.738	0.000	0.867	0.923	0.000	0.300	0.750	0.651
38	0.092	0.910	0.558	0.071	0.058	0.707	1.000	0.903	1.000	0.300	0.500	0.651
39	0.058	0.424	0.274	0.595	0.058	0.000	1.000	0.936	1.000	0.300	0.750	0.651
40	0.070	0.974	0.249	0.095	0.058	0.333	1.000	0.923	0.000	0.300	1.000	0.651
41	0.092	0.808	0.279	0.524	0.361	0.000	0.800	0.923	0.000	0.300	0.250	0.000
42	0.153	0.959	0.244	0.143	0.058	0.111	0.600	0.944	0.000	0.300	0.500	0.651
43	0.097	0.723	0.419	0.762	0.361	0.000	1.000	1.000	0.000	0.300	0.500	0.651
44	0.124	0.920	0.291	0.048	0.361	0.000	0.733	0.915	1.000	0.300	0.750	0.904
45	0.052	0.978	0.312	0.048	0.361	0.000	1.000	0.923	0.000	0.300	0.500	0.651
46	0.323	0.983	0.228	0.000	0.361	0.000	1.000	0.944	1.000	0.000	0.750	0.651
47	0.497	0.854	0.302	0.167	0.058	0.000	0.720	0.897	1.000	0.300	0.500	0.651
48	0.230	0.931	0.791	0.190	0.058	0.000	0.933	0.923	0.000	0.300	0.000	0.651
49	0.257	0.359	0.465	0.667	0.058	0.000	0.900	0.936	1.000	1.000	0.250	0.651
50	0.174	0.950	0.233	0.143	0.476	0.000	0.833	0.933	0.000	0.300	0.750	0.651
51	0.308	0.995	0.270	0.071	0.476	0.000	1.000	1.000	0.000	0.300	0.500	0.000
52	0.094	0.906	0.326	0.095	0.000	0.000	1.000	0.947	0.000	0.300	0.750	0.651
53	0.125	0.977	0.223	0.119	0.000	0.000	1.000	0.962	0.000	0.300	0.500	0.651
54	0.154	0.932	0.302	0.095	0.445	0.000	1.000	0.922	0.000	0.300	0.500	0.651
55	0.090	0.929	0.186	0.095	0.361	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300	0.500	0.651
56	0.221	0.867	0.302	0.119	0.445	0.000	0.947	0.923	0.000	0.300	0.500	0.651
57	0.153	0.965	0.442	0.024	0.058	0.444	1.000	0.933	0.000	0.300	1.000	0.651
58	0.084	0.947	0.444	0.214	0.000	0.000	0.867	0.954	0.000	0.300	1.000	0.904
59	0.076	0.493	1.000	0.571	0.000	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300	0.750	0.651
60	0.185	0.951	0.163	0.048	0.361	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300	0.750	0.651
61	0.156	0.951	0.186	0.143	0.361	0.000	0.800	0.936	0.000	0.300	0.750	0.651
62	0.174	0.920	0.209	0.286	0.000	0.244	1.000	0.938	0.000	0.300	0.750	0.651
63	0.392	0.965	0.163	0.024	0.445	0.000	1.000	0.949	0.000	0.300	0.500	0.651
64	0.020	0.944	0.349	0.167	0.000	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300	1.000	0.651
65	0.125	0.903	0.302	0.262	0.361	0.000	0.820	0.923	0.000	0.300	0.750	0.651
66	0.051	0.896	0.049	0.071	0.361	0.000	0.733	0.920	1.000	0.300	1.000	0.904
67	0.182	0.959	0.721	0.119	0.361	0.000	0.767	0.936	0.000	0.300	0.750	0.651
68	0.065	0.970	0.442	0.024	0.738	0.000	1.000	0.959	1.000	0.300	0.750	0.651
69	0.185	0.000	0.386	0.357	0.476	0.000	1.000	0.862	1.000	1.000	1.000	1.000
70	0.129	0.660	0.465	1.000	0.000	0.000	0.800	0.923	0.000	0.300	0.500	0.904
71	0.047	0.753	0.049	0.238	0.000	0.000	0.733	0.935	1.000	0.300	1.000	0.651
72	0.068	0.951	0.444	0.190	0.000	0.000	0.920	0.954	0.000	0.300	0.750	0.651
73	0.331	0.969	0.256	0.024	0.445	0.444	1.000	0.944	1.000	0.300	0.750	0.651
74	0.932	0.912	0.233	0.476	0.738	0.444	1.000	0.973	0.000	0.340	1.000	0.651
75	0.129	0.978	0.163	0.024	0.000	1.000	1.000	0.949	1.000	0.300	0.500	0.651
76	0.153	0.977	0.000	0.119	0.058	0.000	1.000	0.974	0.000	0.300	1.000	0.651
77	0.188	0.973	0.000	0.024	0.058	0.000	1.000	0.974	1.000	0.300	0.500	0.651
78	0.349	0.981	0.035	0.048	0.058	0.000	0.667	0.936	0.000	0.300	1.000	0.651
79	0.263	0.981	0.058	0.048	0.000	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300	0.500	0.651
80	0.853	0.837	0.233	0.262	0.058	0.000	1.000	0.967	1.000	0.300	0.750	0.651
81	0.254	0.990	0.156	0.024	0.000	0.000	1.000	0.946	0.000	0.300	1.000	0.651
82	0.318	0.987	0.149	0.143	0.000	0.000	1.000	0.999	0.000	0.300	1.000	0.000
83	0.208	0.986	0.163	0.071	0.361	0.000	0.933	0.974	0.000	0.300	1.000	0.651
84	0.103	0.988	0.163	0.024	0.361	1.000	0.933	0.936	0.000	0.300	1.000	0.651
85	0.228	0.993	0.163	0.071	0.361	0.000	0.867	0.995	0.000	0.300	0.500	0.651
86	0.006	0.881	0.035	0.381	0.361	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300	1.000	0.651
87	0.166	0.981	0.035	0.048	0.361	0.400	0.933	0.936	0.000	0.300	0.750	0.651
88	0.103	0.936	0.035	0.190	0.361	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300	0.750	0.651
89	0.219	0.965	0.058	0.024	0.058	0.000	1.000	0.931	1.000	0.300	1.000	0.651
90	0.228	0.944	0.005	0.167	0.058	0.000	1.000	0.931	0.000	0.300	1.000	0.651
91	0.122	0.969	0.326	0.167	0.000	0.000	0.967	0.974	0.000	0.300	0.500	0.651
92	0.372	0.933	0.035	0.071	0.361	0.000	0.933	0.949	1.000	0.300	0.500	0.651
93	0.172	0.908	0.035	0.310	0.361	0.000	0.933	0.944	0.000	0.300	0.750	0.651
94	0.160	0.914	0.047	0.381	0.000	0.000	1.000	0.949	0.000	0.300	1.000	0.651
95	0.179	1.000	0.144	0.000	0.000	0.000	1.000	0.988	0.000	0.300	1.000	0.651
96	0.240	0.937	0.035	0.071	0.361	0.000	1.000	0.923	1.000	0.300	1.000	0.651
97	0.134	0.951	0.135	0.167	0.000	0.244	1.000	0.951	0.000	0.300	0.500	0.651
98	0.376	0.978	0.140	0.167	0.361	0.000	1.000	0.987	0.000	0.300	0.750	0.651
99	0.122	0.972	0.349	0.024	0.058	0.000	1.000	0.949	1.000	0.300	0.750	0.651

案例編號	Ay	橋長	橋寬	振動單元數	設計水平加速度	歪斜角	基樁裸露	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式	土壤液化類別	支承裝置
100	0.374	0.995	0.140	0.024	0.251	0.000	1.000	0.979	0.000	0.300	0.750	0.651
101	0.166	0.981	0.163	0.000	0.251	0.000	1.000	0.938	0.000	0.300	1.000	0.651
102	0.016	0.904	0.442	0.167	0.361	0.000	0.900	0.962	1.000	0.300	1.000	0.651
103	0.291	0.987	0.442	0.000	0.058	0.000	1.000	0.962	0.000	0.300	0.750	0.651
104	0.089	0.996	0.188	0.000	0.361	0.000	1.000	0.937	0.000	0.300	0.500	0.651
105	0.000	0.988	0.163	0.000	0.251	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300	0.750	0.651
106	0.135	0.992	0.326	0.024	0.251	0.000	1.000	0.959	0.000	0.300	0.750	0.651
107	0.318	0.988	0.344	0.024	0.058	0.000	1.000	0.923	0.000	0.300	0.750	0.651
108	0.020	0.990	0.395	0.048	0.058	0.000	1.000	0.974	0.000	0.300	0.500	0.651
109	0.215	0.963	0.209	0.048	0.738	0.000	1.000	0.923	0.000	0.300	0.750	0.651

表 8-28 測試案例-主要影響因子結合 2 項次要影響因子

案例編號	Ay	橋長	橋寬	振動單元數	設計水平加速度	歪斜角	基樁裸露	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式	土壤液化類別	支承裝置
110	0.134	0.894	0.314	0.500	0.361	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300	1.000	0.651
111	0.144	0.876	0.302	0.143	0.738	0.000	1.000	0.949	0.000	0.300	0.750	0.651
112	0.131	0.969	0.233	0.071	0.361	0.000	1.000	0.923	0.000	0.300	0.750	0.651
113	0.567	0.914	0.437	0.048	0.476	0.000	1.000	0.872	1.000	1.000	0.500	1.000
114	0.047	0.964	0.279	0.143	0.058	0.000	1.000	0.962	0.000	0.300	1.000	0.651
115	0.240	0.927	0.326	0.071	0.361	0.667	1.000	0.949	1.000	0.300	1.000	0.651
116	0.036	0.987	0.442	0.000	0.058	0.000	1.000	0.962	0.000	0.300	0.750	0.651
117	0.128	0.736	0.581	0.310	0.058	0.000	0.000	0.949	1.000	0.300	1.000	0.651
118	0.206	0.947	0.372	0.000	0.251	0.000	1.000	0.877	1.000	1.000	1.000	0.904
119	0.347	0.939	0.419	0.214	0.361	0.000	1.000	0.949	0.000	0.300	0.750	0.651
120	0.068	0.966	0.302	0.095	0.251	0.000	1.000	0.936	0.000	0.300	0.750	0.651
121	0.423	0.971	0.302	0.095	0.251	0.822	1.000	0.949	0.000	0.300	1.000	0.775

步驟二、模式訓練

案例推論模式經參數設定後，ESIM系統即進行最佳模式搜尋。模式誤差均方根為0.087，搜尋結果列於表8-29。

表 8-29 橋梁耐震能力預測模式搜尋結果-主要影響因子結合兩項次要影響因子

ESIM 模式訓練過程	
執行迴圈(EPOCH*ERA)	100 (Iterations)
搜尋時間	6~8(mins)
容錯參數 C	0~200
核心函數參數 γ	0.0001~1
最佳適合度染色體-模式均方根誤差(RMSE)	0.087

步驟三、模式[WI]測試

模式訓練完成後，ESIM會將最後搜尋出之最佳染色體解碼為

橋梁耐震能力診斷推論模式，經由模式測試可瞭解此推論模式之推論誤差與學習精度。

1.訓練案例誤差測試

訓練結果彙整如表8-30所示，將表8-30繪成圖8.5後，可清楚的看出各筆案例推論輸出與目標輸出間之差距。為了瞭解模式訓練後之模式準確度，同樣以誤差均方根（RMSE）衡量模式學習精度，訓練案例之推論輸出與案例之目標輸出之誤差均方根為「0.087」。

表 8-30 模式訓練案例測試 Ay 比較-主要影響因子結合 2 項次要影響因子

案例編碼	預測 Ay	實際 Ay	案例編碼	預測 Ay	實際 Ay	案例編碼	預測 Ay	實際 Ay	案例編碼	預測 Ay	實際 Ay
1	0.222	0.291	29	0.375	0.444	56	0.182	0.251	83	0.260	0.242
2	0.185	0.116	30	0.212	0.178	57	0.233	0.204	84	0.239	0.170
3	0.269	0.277	31	0.294	0.787	58	0.149	0.157	85	0.258	0.256
4	0.200	0.112	32	0.317	0.248	59	0.149	0.151	86	0.191	0.103
5	0.186	0.212	33	0.265	0.196	60	0.234	0.226	87	0.283	0.213
6	0.185	0.116	34	0.215	0.181	61	0.227	0.206	88	0.239	0.170
7	0.289	0.359	35	0.416	0.404	62	0.225	0.219	89	0.288	0.250
8	0.223	0.277	36	0.353	0.322	63	0.249	0.369	90	0.186	0.256
9	0.181	0.112	37	0.222	0.182	64	0.182	0.113	91	0.213	0.183
10	0.342	0.281	38	0.231	0.162	65	0.189	0.185	92	0.335	0.355
11	0.231	0.161	39	0.207	0.139	66	0.202	0.134	93	0.224	0.217
12	0.200	0.144	40	0.215	0.147	67	0.156	0.224	94	0.140	0.209
13	0.200	0.236	41	0.211	0.162	68	0.213	0.144	95	0.257	0.222
14	0.609	0.678	42	0.266	0.204	69	0.157	0.226	96	0.281	0.264
15	0.343	0.412	43	0.226	0.166	70	0.168	0.188	97	0.225	0.191
16	0.462	0.682	44	0.253	0.184	71	0.200	0.131	98	0.265	0.358
17	0.286	0.218	45	0.204	0.135	72	0.214	0.146	99	0.298	0.183
18	0.150	0.102	46	0.340	0.321	73	0.352	0.327	100	0.258	0.356
19	0.191	0.260	47	0.372	0.441	74	0.672	0.740	101	0.237	0.213
20	0.272	0.321	48	0.188	0.257	75	0.120	0.188	102	0.178	0.110
21	0.458	0.527	49	0.344	0.276	76	0.228	0.204	103	0.222	0.299
22	0.350	0.419	50	0.233	0.219	77	0.297	0.228	104	0.236	0.160
23	0.202	0.220	51	0.242	0.311	78	0.270	0.339	105	0.240	0.099
24	0.287	0.219	52	0.189	0.164	79	0.214	0.280	106	0.222	0.192
25	0.240	0.171	53	0.210	0.185	80	0.316	0.686	107	0.217	0.318
26	0.320	0.252	54	0.203	0.205	81	0.235	0.274	108	0.211	0.113
27	0.291	0.360	55	0.212	0.161	82	0.249	0.318	109	0.316	0.247
28	0.456	0.525									

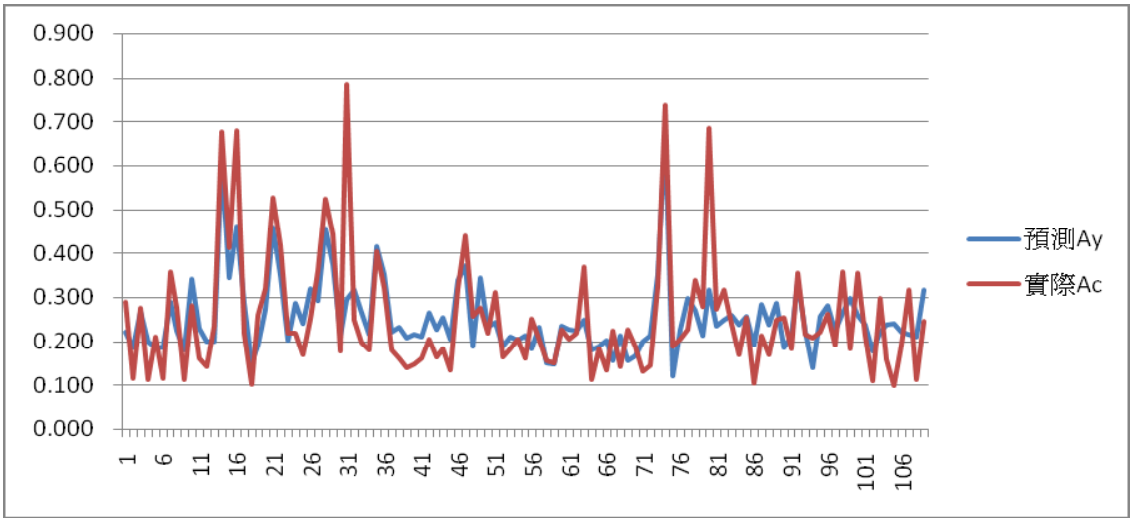


圖 8.5 橋梁耐震能力預測模式訓練案例測試 Ay 比較-主要影響因子結合 2 項次要影響因子

2.測試案例驗證

12筆測試案例進行測試，測試結果如表8-31所列，測試案例的推論輸出與目標輸出間之均方根誤差為「0.0869」。

表 8-31 橋梁耐震能力預測模式測試案例 Ay 比較-主要影響因子結合 2 項次要影響因子

模式	案例編號	推論輸出 (Actual Output)	目標輸出 (Desired output)	均方根誤差 (RMSE)
重要影響因子+2 項次要影響因子	110	0.191	0.191	0.0869
	111	0.281	0.198	
	112	0.224	0.189	
	113	0.302	0.489	
	114	0.200	0.131	
	115	0.247	0.264	
	116	0.222	0.124	
	117	0.173	0.187	
	118	0.283	0.241	
	119	0.197	0.338	
	120	0.205	0.146	
	121	0.303	0.390	

步驟四、模式檢討與修正

由表8-32中得知，主要影響因子結合2項次要影響因子，12筆測試案例Ay的預測值平均誤差(RMSE)約為0.0869，且從模式訓練案例測試Ay比較圖(圖8.5)中可以看出，預測值與實際值的曲線密合度比起圖8.4有明顯的提升，結果較為可接受，故進行下一階段模式驗證。

8.2.2.4 模式驗證

本研究階段將與公路總局於2008年報告(公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究)之橋梁耐震預測方法做比較，以驗證本模式的可行性。

本研究階段將以誤差均方根(RMSE)及平均誤差率，來驗證相同的12筆測試案例，將於表8-32中加入公路總局以及主要影響因子結合2項次要影響因子對於Ay、Ac預測的結果，。

表 8-32 各種橋梁耐震能力預測模式搜索 Ay、Ac 結果

RMSE(單位：g)/平均誤差率(%)		
	Ay	Ac
1. 主要影響因子(9 項因子)	**0.093(35%)**	**0.142(40%)**
2. 主要影響因子+土壤液化類別	0.088(36%)	**0.118(38%)**
3. 主要影響因子+設計年代	0.096(36%)	0.142(43%)
4. 主要影響因子+地盤種類	0.087(32%)	0.133(36%)
5. 主要影響因子+橋墩型式	0.094(33%)	0.147(43%)
6. 主要影響因子+橋墩基礎型式	0.096(38%)	0.143(40%)
7. 主要影響因子+支承裝置	**0.079(25%)**	0.139(40%)
8. 主要影響因子+防落設施	0.091(34%)	0.149(43%)
9. 主要影響因子+橋梁分類	0.093(35%)	0.146(43%)
10.主要影響因子+垮數	0.093(35%)	0.143(40%)
11.公路總局預測結果	**0.108(47%)**	**0.19(56%)**
12.主要影響因子+土壤液化類別+支承裝置	**0.087(30%)**	**0.127(37%)**

從表8-32得知，本研究所應用之ESIM預測方法與既有方法(公路總局報告)比較後，可得到較佳之預測準確度。且依據各階段的實驗，可知本研究模型的輸入因子為11項時可獲得最佳的結果，故以此結果建

立本研究模型。下一階段根據「材料劣化與殘餘強度分析」、「側推分析與殘餘能力評估」等模式研究成果，加入材料劣化影響因子建置案例庫(24座橋梁各五種劣化程度)，其中總鋼筋腐蝕量將同時考量氯離子與中性化之效應。

8.3 橋梁耐震能力推論

根據前一階段之成果，可得知本研究所建置之推論模式可提升預測準確性，相較於既有公路總局採用方法亦較為可行。以下將應用側推分析與殘餘能力評估所針對 24 座橋梁側推分析結果(含五種劣化程度)120 筆資料作為模式訓練案例，進一步提升模式對於橋梁劣化後耐震能力之推論能力。與前一小節中模式應用模式步驟相同，以下分別將針對模式訓練與模式預測進行介紹。

8.3.1 模式訓練與測試

本階段以11項影響因子加上總鋼筋腐蝕量(氯離子造成鋼筋腐蝕量+中性化造成鋼筋腐蝕量)與橋齡共13項作為輸入因子，考量劣化下側推分析Ay、Ac為輸出因子，建立訓練案例庫，如下表8-33所示。

表 8-33 考量劣化因素訓練案例庫

案例編號	輸出因子		輸入因子												
	Ay	Ac	設計水平加速度	基樁裸露深度	結構型態	單垮最大垮距	歪斜角	橋長	橋寬	主梁型式	振動單元數	土壤液化類別	支承裝置	鋼筋斷面腐蝕率	橋齡
1	0.126	0.537	0.000	0.026	0.000	0.034	1.000	0.009	0.171	0.325	43.860	0.200	0.673	0.000	0.209
2	0.141	0.468	0.000	0.026	0.000	0.034	1.000	0.009	0.171	0.325	43.860	0.200	0.673	0.580	0.209
3	0.133	0.422	0.000	0.026	0.000	0.034	1.000	0.009	0.171	0.325	43.860	0.200	0.673	1.160	0.209
4	0.027	0.257	0.000	0.026	0.000	0.034	1.000	0.009	0.171	0.325	43.860	0.200	0.673	2.320	0.209
5	0.021	0.122	0.000	0.026	0.000	0.034	1.000	0.009	0.171	0.325	43.860	0.200	0.673	4.060	0.209
6	2.580	3.240	0.000	0.000	0.000	0.017	1.000	0.001	0.349	0.325	8.772	0.200	0.000	0.000	0.483
7	2.400	3.000	0.000	0.000	0.000	0.017	1.000	0.001	0.349	0.325	8.772	0.200	0.000	0.580	0.483
8	2.320	2.870	0.000	0.000	0.000	0.017	1.000	0.001	0.349	0.325	8.772	0.200	0.000	1.160	0.483
9	1.860	2.330	0.000	0.000	0.000	0.017	1.000	0.001	0.349	0.325	8.772	0.200	0.000	2.320	0.483
10	1.560	1.910	0.000	0.000	0.000	0.017	1.000	0.001	0.349	0.325	8.772	0.200	0.000	4.060	0.483
11	1.200	2.400	0.000	0.105	0.000	0.041	1.000	0.003	0.209	0.325	8.772	0.200	0.673	0.000	0.209
12	0.800	1.700	0.000	0.105	0.000	0.041	1.000	0.003	0.209	0.325	8.772	0.200	0.673	0.580	0.209
13	0.380	0.800	0.000	0.105	0.000	0.041	1.000	0.003	0.209	0.325	8.772	0.200	0.673	1.160	0.209

案例編號	輸出因子		輸入因子												
	Ay	Ac	設計水平加速度	基樁裸露深度	結構型態	單垮最大垮距	歪斜角	橋長	橋寬	主梁型式	振動單元數	土壤液化類別	支承裝置	鋼筋斷面腐蝕率	橋齡
14	0.310	0.600	0.000	0.105	0.000	0.041	1.000	0.003	0.209	0.325	8.772	0.200	0.673	2.320	0.209
15	0.310	0.600	0.000	0.105	0.000	0.041	1.000	0.003	0.209	0.325	8.772	0.200	0.673	4.060	0.209
16	0.340	1.130	0.058	0.000	0.000	0.031	1.000	0.003	0.336	0.325	8.772	0.200	0.000	0.000	0.483
17	0.290	1.060	0.058	0.000	0.000	0.031	1.000	0.003	0.336	0.325	8.772	0.200	0.000	0.580	0.483
18	0.220	0.960	0.058	0.000	0.000	0.031	1.000	0.003	0.336	0.325	8.772	0.200	0.000	1.160	0.483
19	0.090	0.850	0.058	0.000	0.000	0.031	1.000	0.003	0.336	0.325	8.772	0.200	0.000	2.320	0.483
20	0.080	0.490	0.058	0.000	0.000	0.031	1.000	0.003	0.336	0.325	8.772	0.200	0.000	4.060	0.483
21	0.340	0.910	0.058	0.089	0.000	0.083	1.000	0.025	0.285	0.325	78.947	0.200	0.673	0.000	0.483
22	0.310	0.840	0.058	0.089	0.000	0.083	1.000	0.025	0.285	0.325	78.947	0.200	0.673	0.580	0.483
23	0.210	0.660	0.058	0.089	0.000	0.083	1.000	0.025	0.285	0.325	78.947	0.200	0.673	1.160	0.483
24	0.230	0.370	0.058	0.089	0.000	0.083	1.000	0.025	0.285	0.325	78.947	0.200	0.673	2.320	0.483
25	0.180	0.290	0.058	0.089	0.000	0.083	1.000	0.025	0.285	0.325	78.947	0.200	0.673	4.060	0.483
26	0.153	0.359	0.738	0.105	0.000	0.055	1.000	0.009	0.298	0.325	35.088	0.200	0.673	0.000	0.748
27	0.143	0.321	0.738	0.105	0.000	0.055	1.000	0.009	0.298	0.325	35.088	0.200	0.673	0.580	0.748
28	0.095	0.272	0.738	0.105	0.000	0.055	1.000	0.009	0.298	0.325	35.088	0.200	0.673	1.160	0.748
29	0.049	0.207	0.738	0.105	0.000	0.055	1.000	0.009	0.298	0.325	35.088	0.200	0.673	2.320	0.748
30	0.047	0.153	0.738	0.105	0.000	0.055	1.000	0.009	0.298	0.325	35.088	0.200	0.673	4.060	0.748
31	0.153	0.329	0.361	0.000	0.754	0.042	1.000	0.023	0.190	1.000	26.316	0.200	0.673	0.000	0.209
32	0.143	0.289	0.361	0.000	0.754	0.042	1.000	0.023	0.190	1.000	26.316	0.200	0.673	0.580	0.209
33	0.095	0.243	0.361	0.000	0.754	0.042	1.000	0.023	0.190	1.000	26.316	0.200	0.673	1.160	0.209
34	0.049	0.190	0.361	0.000	0.754	0.042	1.000	0.023	0.190	1.000	26.316	0.200	0.673	2.320	0.209
35	0.047	0.144	0.361	0.000	0.754	0.042	1.000	0.023	0.190	1.000	26.316	0.200	0.673	4.060	0.209
36	0.760	1.700	0.361	0.000	0.000	0.097	1.000	0.102	0.161	0.325	219.298	0.400	0.673	0.000	0.209
37	0.660	1.370	0.361	0.000	0.000	0.097	1.000	0.102	0.161	0.325	219.298	0.400	0.673	0.580	0.209
38	0.340	0.980	0.361	0.000	0.000	0.097	1.000	0.102	0.161	0.325	219.298	0.400	0.673	1.160	0.209
39	0.250	0.700	0.361	0.000	0.000	0.097	1.000	0.102	0.161	0.325	219.298	0.400	0.673	2.320	0.209
40	0.240	0.630	0.361	0.000	0.000	0.097	1.000	0.102	0.161	0.325	219.298	0.400	0.673	4.060	0.209
41	0.460	1.260	0.361	0.000	-	-	1.000	0.005	0.169	-	0.000	0.000	-	0.000	0.209
42	0.370	1.090	0.361	0.000	-	-	1.000	0.005	0.169	-	0.000	0.000	-	0.580	0.209
43	0.220	0.780	0.361	0.000	-	-	1.000	0.005	0.169	-	0.000	0.000	-	1.160	0.209
44	0.140	0.570	0.361	0.000	-	-	1.000	0.005	0.169	-	0.000	0.000	-	2.320	0.209
45	0.140	0.530	0.361	0.000	-	-	1.000	0.005	0.169	-	0.000	0.000	-	4.060	0.209
46	1.710	2.400	0.361	0.000	0.000	0.025	1.000	0.002	0.247	0.325	8.772	0.200	0.673	0.000	0.209
47	1.510	2.200	0.361	0.000	0.000	0.025	1.000	0.002	0.247	0.325	8.772	0.200	0.673	0.580	0.209
48	1.270	1.900	0.361	0.000	0.000	0.025	1.000	0.002	0.247	0.325	8.772	0.200	0.673	1.160	0.209
49	0.850	1.600	0.361	0.000	0.000	0.025	1.000	0.002	0.247	0.325	8.772	0.200	0.673	2.320	0.209
50	0.820	1.600	0.361	0.000	0.000	0.025	1.000	0.002	0.247	0.325	8.772	0.200	0.673	4.060	0.209

案例編號	輸出因子		輸入因子												
	Ay	Ac	設計水平加速度	基樁裸露深度	結構型態	單垮最大垮距	歪斜角	橋長	橋寬	主梁型式	振動單元數	土壤液化類別	支承裝置	鋼筋斷面腐蝕率	橋齡
51	0.137	0.301	0.000	0.000	0.000	0.028	0.692	0.021	0.272	0.325	17.544	0.400	0.673	0.000	0.209
52	0.117	0.261	0.000	0.000	0.000	0.028	0.692	0.021	0.272	0.325	17.544	0.400	0.673	0.580	0.209
53	0.077	0.205	0.000	0.000	0.000	0.028	0.692	0.021	0.272	0.325	17.544	0.400	0.673	1.160	0.209
54	0.028	0.155	0.000	0.000	0.000	0.028	0.692	0.021	0.272	0.325	17.544	0.400	0.673	2.320	0.209
55	0.026	0.131	0.000	0.000	0.000	0.028	0.692	0.021	0.272	0.325	17.544	0.400	0.673	4.060	0.209
56	0.780	1.550	0.738	0.000	0.000	0.034	1.000	0.003	0.205	0.325	8.772	0.400	0.673	0.000	0.748
57	0.520	1.160	0.738	0.000	0.000	0.034	1.000	0.003	0.205	0.325	8.772	0.400	0.673	0.580	0.748
58	0.240	0.830	0.738	0.000	0.000	0.034	1.000	0.003	0.205	0.325	8.772	0.400	0.673	1.160	0.748
59	0.180	0.530	0.738	0.000	0.000	0.034	1.000	0.003	0.205	0.325	8.772	0.400	0.673	2.320	0.748
60	0.170	0.440	0.738	0.000	0.000	0.034	1.000	0.003	0.205	0.325	8.772	0.400	0.673	4.060	0.748
61	0.305	0.560	0.361	0.142	0.000	0.055	1.000	0.027	0.209	0.325	96.491	0.200	0.673	0.000	0.209
62	0.257	0.481	0.361	0.142	0.000	0.055	1.000	0.027	0.209	0.325	96.491	0.200	0.673	0.580	0.209
63	0.160	0.337	0.361	0.142	0.000	0.055	1.000	0.027	0.209	0.325	96.491	0.200	0.673	1.160	0.209
64	0.084	0.213	0.361	0.142	0.000	0.055	1.000	0.027	0.209	0.325	96.491	0.200	0.673	2.320	0.209
65	0.072	0.168	0.361	0.142	0.000	0.055	1.000	0.027	0.209	0.325	96.491	0.200	0.673	4.060	0.209
66	0.360	0.462	0.000	0.105	0.000	0.039	1.000	0.015	0.286	0.325	78.947	0.200	-	0.000	0.209
67	0.361	0.479	0.000	0.105	0.000	0.039	1.000	0.015	0.286	0.325	78.947	0.200	-	0.580	0.209
68	0.355	0.468	0.000	0.105	0.000	0.039	1.000	0.015	0.286	0.325	78.947	0.200	-	1.160	0.209
69	0.253	0.380	0.000	0.105	0.000	0.039	1.000	0.015	0.286	0.325	78.947	0.200	-	2.320	0.209
70	0.231	0.316	0.000	0.105	0.000	0.039	1.000	0.015	0.286	0.325	78.947	0.200	-	4.060	0.209
71	0.314	0.548	0.058	0.000	0.754	0.032	1.000	0.045	0.171	0.325	96.491	0.400	0.673	0.000	0.483
72	0.291	0.551	0.058	0.000	0.754	0.032	1.000	0.045	0.171	0.325	96.491	0.400	0.673	0.580	0.483
73	0.284	0.483	0.058	0.000	0.754	0.032	1.000	0.045	0.171	0.325	96.491	0.400	0.673	1.160	0.483
74	0.087	0.191	0.058	0.000	0.754	0.032	1.000	0.045	0.171	0.325	96.491	0.400	0.673	2.320	0.483
75	0.072	0.132	0.058	0.000	0.754	0.032	1.000	0.045	0.171	0.325	96.491	0.400	0.673	4.060	0.483
76	0.220	0.347	0.000	0.000	0.754	0.041	0.308	0.007	0.133	0.325	8.772	0.200	0.673	0.000	0.209
77	0.209	0.359	0.000	0.000	0.754	0.041	0.308	0.007	0.133	0.325	8.772	0.200	0.673	0.580	0.209
78	0.162	0.307	0.000	0.000	0.754	0.041	0.308	0.007	0.133	0.325	8.772	0.200	0.673	1.160	0.209
79	0.084	0.200	0.000	0.000	0.754	0.041	0.308	0.007	0.133	0.325	8.772	0.200	0.673	2.320	0.209
80	0.081	0.159	0.000	0.000	0.754	0.041	0.308	0.007	0.133	0.325	8.772	0.200	0.673	4.060	0.209
81	0.090	0.360	1.000	0.000	0.000	0.055	1.000	0.120	0.141	0.325	456.140	0.200	0.673	0.000	1.000
82	0.090	0.300	1.000	0.000	0.000	0.055	1.000	0.120	0.141	0.325	456.140	0.200	0.673	0.580	1.000
83	0.060	0.250	1.000	0.000	0.000	0.055	1.000	0.120	0.141	0.325	456.140	0.200	0.673	1.160	1.000
84	0.050	0.200	1.000	0.000	0.000	0.055	1.000	0.120	0.141	0.325	456.140	0.200	0.673	2.320	1.000
85	0.050	0.190	1.000	0.000	0.000	0.055	1.000	0.120	0.141	0.325	456.140	0.200	0.673	4.060	1.000
86	0.180	0.510	0.058	0.000	0.754	0.028	1.000	0.008	0.044	0.325	8.772	0.000	0.673	0.000	0.483
87	0.180	0.460	0.058	0.000	0.754	0.028	1.000	0.008	0.044	0.325	8.772	0.000	0.673	0.580	0.483

案例編號	輸出因子		輸入因子												
	Ay	Ac	設計水平加速度	基樁裸露深度	結構型態	單垮最大垮距	歪斜角	橋長	橋寬	主梁型式	振動單元數	土壤液化類別	支承裝置	鋼筋斷面腐蝕率	橋齡
88	0.140	0.400	0.058	0.000	0.754	0.028	1.000	0.008	0.044	0.325	8.772	0.000	0.673	1.160	0.483
89	0.110	0.330	0.058	0.000	0.754	0.028	1.000	0.008	0.044	0.325	8.772	0.000	0.673	2.320	0.483
90	0.050	0.300	0.058	0.000	0.754	0.028	1.000	0.008	0.044	0.325	8.772	0.000	0.673	4.060	0.483
91	0.180	1.090	0.361	0.158	0.000	0.051	1.000	0.015	0.038	0.325	52.632	0.200	0.673	0.000	0.209
92	0.150	1.000	0.361	0.158	0.000	0.051	1.000	0.015	0.038	0.325	52.632	0.200	0.673	0.580	0.209
93	0.130	0.930	0.361	0.158	0.000	0.051	1.000	0.015	0.038	0.325	52.632	0.200	0.673	1.160	0.209
94	0.060	0.440	0.361	0.158	0.000	0.051	1.000	0.015	0.038	0.325	52.632	0.200	0.673	2.320	0.209
95	0.060	0.250	0.361	0.158	0.000	0.051	1.000	0.015	0.038	0.325	52.632	0.200	0.673	4.060	0.209
96	0.200	0.395	0.251	0.105	0.000	0.048	0.871	0.020	0.298	0.325	35.088	0.400	0.673	0.000	0.483
97	0.213	0.421	0.251	0.105	0.000	0.048	0.871	0.020	0.298	0.325	35.088	0.400	0.673	0.580	0.483
98	0.213	0.388	0.251	0.105	0.000	0.048	0.871	0.020	0.298	0.325	35.088	0.400	0.673	1.160	0.483
99	0.119	0.236	0.251	0.105	0.000	0.048	0.871	0.020	0.298	0.325	35.088	0.400	0.673	2.320	0.483
100	0.112	0.193	0.251	0.105	0.000	0.048	0.871	0.020	0.298	0.325	35.088	0.400	0.673	4.060	0.483
101	0.130	0.220	1.000	0.000	-	0.083	1.000	0.018	0.344	-	61.404	0.400	0.673	0.000	1.000
102	0.120	0.200	1.000	0.000	-	0.083	1.000	0.018	0.344	-	61.404	0.400	0.673	0.580	1.000
103	0.120	0.170	1.000	0.000	-	0.083	1.000	0.018	0.344	-	61.404	0.400	0.673	1.160	1.000
104	0.070	0.140	1.000	0.000	-	0.083	1.000	0.018	0.344	-	61.404	0.400	0.673	2.320	1.000
105	0.070	0.130	1.000	0.000	-	0.083	1.000	0.018	0.344	-	61.404	0.400	0.673	4.060	1.000
106	0.123	0.207	0.361	0.000	0.000	0.041	1.000	0.017	0.272	0.325	78.947	0.400	0.673	0.000	0.209
107	0.108	0.327	0.361	0.000	0.000	0.041	1.000	0.017	0.272	0.325	78.947	0.400	0.673	0.580	0.209
108	0.078	0.261	0.361	0.000	0.000	0.041	1.000	0.017	0.272	0.325	78.947	0.400	0.673	1.160	0.209
109	0.029	0.143	0.361	0.000	0.000	0.041	1.000	0.017	0.272	0.325	78.947	0.400	0.673	2.320	0.209
110	0.029	0.134	0.361	0.000	0.000	0.041	1.000	0.017	0.272	0.325	78.947	0.400	0.673	4.060	0.209
111	0.214	1.671	0.058	0.000	0.754	0.041	1.000	0.009	0.234	0.325	8.772	0.200	0.673	0.000	0.483
112	0.191	1.205	0.058	0.000	0.754	0.041	1.000	0.009	0.234	0.325	8.772	0.200	0.673	0.580	0.483
113	0.150	0.991	0.058	0.000	0.754	0.041	1.000	0.009	0.234	0.325	8.772	0.200	0.673	1.160	0.483
114	0.044	0.874	0.058	0.000	0.754	0.041	1.000	0.009	0.234	0.325	8.772	0.200	0.673	2.320	0.483
115	0.040	0.433	0.058	0.000	0.754	0.041	1.000	0.009	0.234	0.325	8.772	0.200	0.673	4.060	0.483
116	0.528	1.684	0.058	0.000	0.000	0.055	1.000	0.004	0.232	0.325	8.772	0.000	0.673	0.000	0.483
117	0.453	1.588	0.058	0.000	0.000	0.055	1.000	0.004	0.232	0.325	8.772	0.000	0.673	0.580	0.483
118	0.259	1.403	0.058	0.000	0.000	0.055	1.000	0.004	0.232	0.325	8.772	0.000	0.673	1.160	0.483
119	0.069	1.131	0.058	0.000	0.000	0.055	1.000	0.004	0.232	0.325	8.772	0.000	0.673	2.320	0.483
120	0.062	1.010	0.058	0.000	0.000	0.055	1.000	0.004	0.232	0.325	8.772	0.000	0.673	4.060	0.483

根據上述之120筆案例，以十組交叉驗證(10 fold Cross-validation)方式分別進行案例訓練與測試，其概念為將資料集分成十組，輪流將

其中9組當作訓練集，1組當作測試集，並將10次的結果進行平均以驗證此方法之可行性。Ay(g)的訓練RMSE為0.0788、Ac(g)的訓練RMSE為0.0839，其訓練結果散佈圖如圖8.6所示。

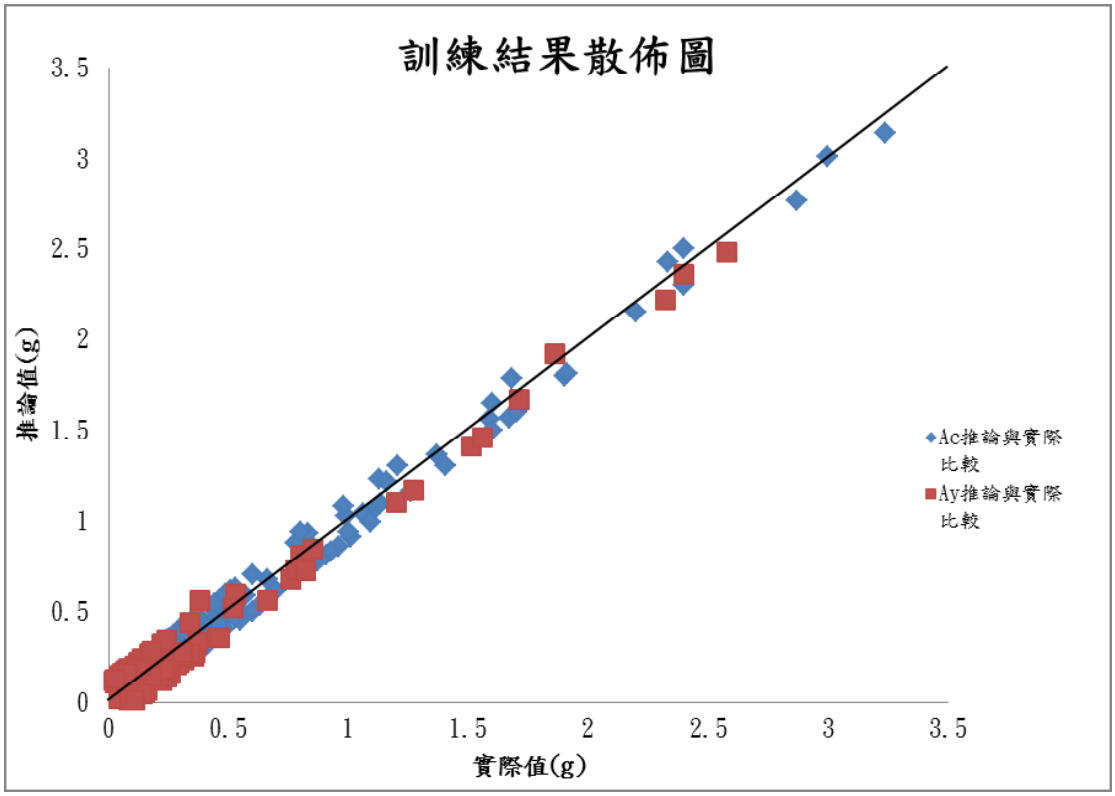


圖 8.6 訓練結果推論輸出與實際值散佈圖

10組交叉驗證結果如表8-34所示，預測Ay(g)的平均RMSE為0.09、預測Ac(g)的平均RMSE為0.013。並繪製其測試結果散佈圖如圖8.7，如圖所示其推論值與實際值可落於對角趨勢線上，初步證明人工智慧推論模式已可學習側推分析模式(考慮劣化因素下)輸入與輸出之關係，後續將以此模式應用於全國省縣道橋梁耐震能力之推估。

表 8-34 十組交叉驗證結果

群組編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
Ay(g) RMSE	0.085	0.144	0.058	0.066	0.071	0.143	0.090	0.071	0.054	0.117	0.09
Ac(g) RMSE	0.170	0.194	0.065	0.059	0.071	0.189	0.084	0.110	0.144	0.214	0.13

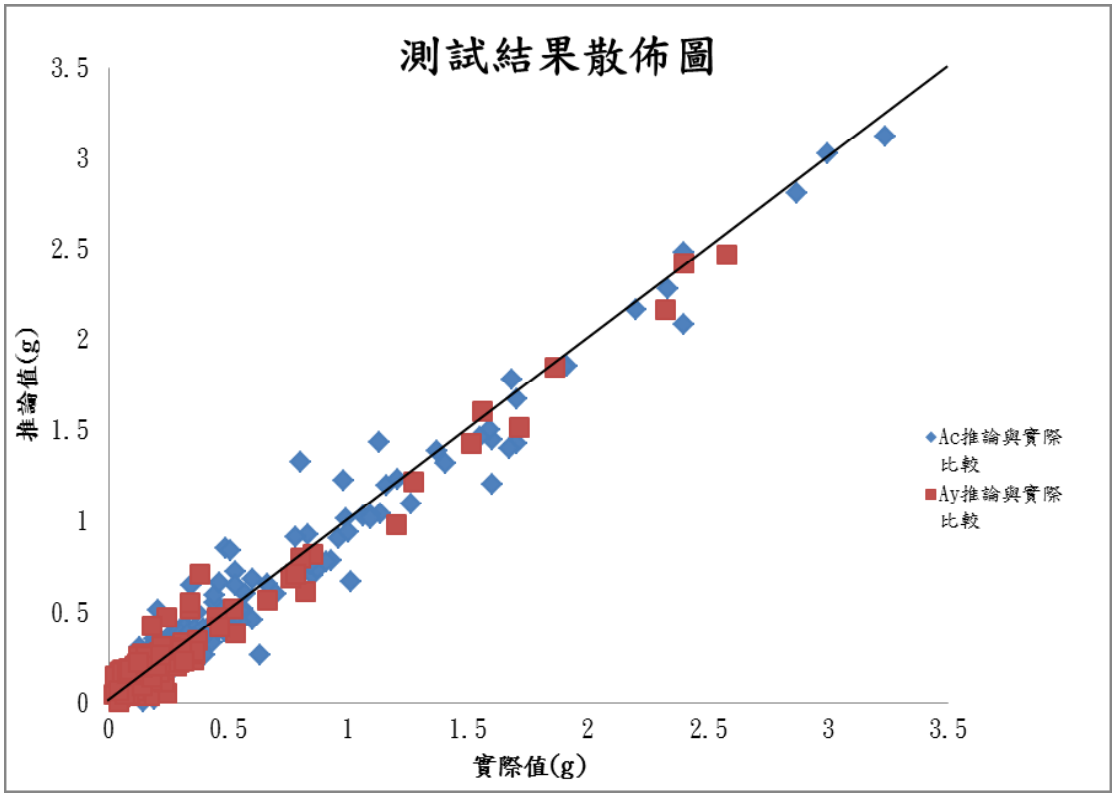


圖 8.7 測試結果推論輸出與實際值散佈圖

8.3.2 模式應用

根據上一階段所得之推論模式，匯入臺灣省縣道橋梁13項影響因子，進行預測得到各橋梁之Ay、Ac推論值，其分析結果與詳細資料請參考附錄H。

根據所推論之Ay及Ac值繪製橋梁地震易損曲線，易損曲線主要用來描述橋梁在地震作用下超越不同損害程度的機率，本研究參考文獻交通部公路總局(2008)、劉季宇、葉錦勳、張國鎮等人(2010)所定義，易損性曲線常以對數常態分佈(log-normal distribution)之機率分布函數表示，此方法僅需兩個參數(平均值與變異數)即可繪製。其橫軸為地表加強度(PGA)，縱軸則為超越不同損害狀態的機率，其值介於0至1之間。易損曲線包含四條曲線，如圖8.8所示。分別描述在不同地表加速度下，超越輕微損害(由Ay繪製)、完全損害的機率(由Ac繪製)，並在此範圍內均分繪製超越中度損害、超越嚴重損害曲線。例如PGA為0.8g

時，完全損壞機率為25%，嚴重破壞機率48%，中度損壞機率70%，輕微損壞機率92%。

橋梁通行失敗機率亦參考劉季宇、葉錦勳、張國鎮等人(2010)做法，其計算方法如下:失敗機率(P)=0.01(輕微損壞機率-中度損壞機率)+0.2(中度損壞機率-嚴重破壞機率)+0.8(嚴重破壞機率-完全損害的機率)+完全損害的機率。根據此公式計算案例之失敗機率P=0.01(92-70)+0.2(70-48)+0.8(48-25)+25=47%，本研究預設通行失敗機率超過百分之五十時為通報標準，其通行失敗機率大小可作為震後橋梁管理人員巡檢之優先順序，橋梁管理人員可優先巡檢失敗機率較高之橋梁，避免用路人使用高破壞機率之橋梁並造成人員傷亡損失。

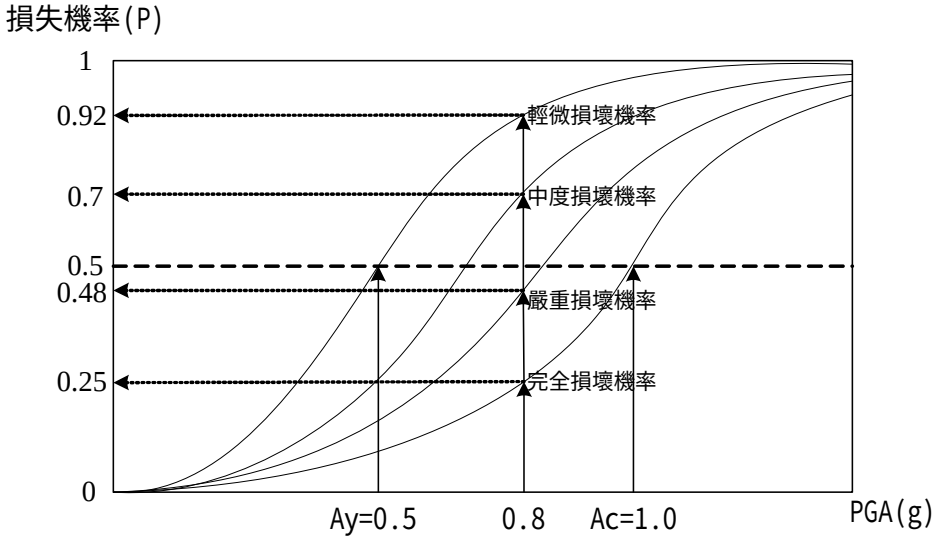


圖 8.8 橋梁地震易損曲線範例圖

第九章 建立橋梁通阻檢測分析模式

本階段綜合上述各階段成果，建立一整合性橋梁通阻檢測分析模式，並整合至「公路防救災決策支援系統」防救災機制。未來公路管理單位在地震發生時，即可透過該功能了解橋梁地震破壞潛勢，並配合通報系統發送簡訊或E-mail給工程師進行巡檢依據。後續當公路管單位決定執行封橋後，則可藉由本計畫「振動檢測與分析模式初擬」之成果作為開放通行之參考。以下詳細說明本計畫案各項研究成果並完成系統化及自動化，得以讓公路管理單位直接觀看分析結果，協助公路管理人員進行決策。

9.1 橋梁通阻檢測分析模組之建置

本計畫利用交通部運輸研究所-「交通工程防災預警系統」(鄭明淵，2006、2007)一案所開發之資料交換平台(「災害預警資料交換機」)為基礎進行資料彙整工作。資料交換平台由各個智慧型代理人組成，並根據任務項目不同，指派特定智慧型代理人定期執行任務，最後針對不同階段資料輸出方式，將資料格式轉換為標準XML文件，供其他階段利用。以下簡單介紹資料交換平台機制及流程。

軟體代理人為各系統聯繫之窗口，各代理人之間會以確立之XML資料格式交換資訊。此資料交換平台由多軟體代理人構成一群組，代理人具備自動溝通特性，取得所需之資料或提供資料。經由此架構，各服務使用者可經由資料交換平台，找到可以交換之資料格式與來源位置，在設定軟體代理人之初始值後(資料之輸出、輸入)，即可連結各系統，整合各項資訊。

資料交換平台依運作範圍分為(一)既有系統連結與(二)新增系統連結。架構如圖9.1所示，以下分別介紹其內容。

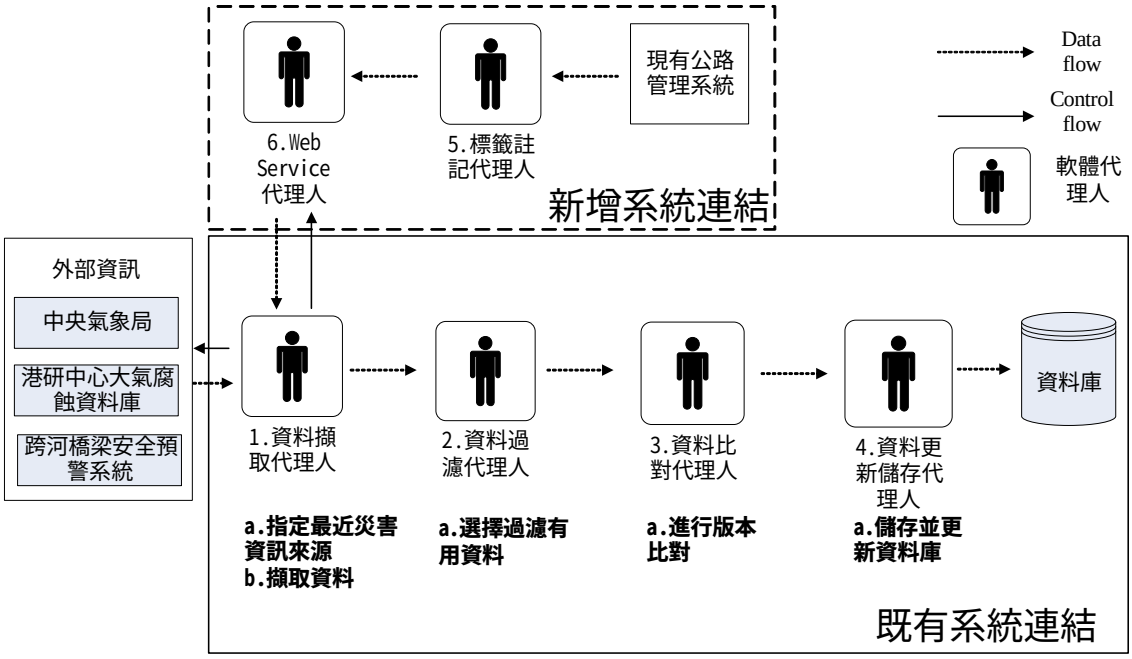


圖 9.1 資料交換平台架構圖

1.既有系統連結:

既有系統連結中，資料交換平台由四個軟體代理人所組成，分別是(1)資料擷取代理人、(2)資料過濾代理人、(3)資料比對代理人及(4)資料更新儲存代理人。各代理人功能簡述如下：

(1)資料擷取代理人

能夠在使用者指定的目標網站中，擷取網站的內容。

(2)資料過濾代理人

能夠將資料擷取代理人所擷取之內容自動分析過濾，僅留下所需的資料內容。

(3)資料比對代理人

能夠比對擷取的資料與資料庫中現有的資料是否相同。

(4)資料更新儲存代理人

能夠將新的資料依照資料庫欄位之設計儲存或更新資料庫中

之資料。

除具有XML文件的資料交換，對於非XML文件的一般網頁，資料交換平台會，加入另外兩個智慧型代理人於新增系統中(5)標籤註記代理人與(6)Web Service代理人，此兩個代理人能夠將非XML文件轉換為XML文件，以利資料交換平台運作，其說明如下。

2.新增系統連結

新增系統連結中，資料交換平台由(5)標籤註記代理人及(6) Web Service代理人所組成。新增系統網頁通常是以HTML標準撰寫，標簽註記方式較為自由，輸出表單以使用者可簡單閱讀為目的。但在此架構下，輸出網頁無法讓一些自動化軟體(如軟體代理人)所判讀，因此為了讓無法提供格式文件之系統提供XML文件，此階段藉由標籤註記代理人先行對舊有系統網頁進行註記，在進行註記動作前，須針對該領域知識建置XML Schema資料庫，標籤註記理人可輔助使用者由資料庫選取合適標籤對資料欄位進行註解，以<tag></tag>方式在欄位左右處進行標記，使得網頁可以XML Schema格式進行資料輸出。Web Service代理人再根據需求，由網頁或是資料庫中，擷取資料建置Web Service功能。新增系統運作模式步驟說明如下:

(5)標籤註記代理人

主要功能是替原本無 XML 標準註記之系統網頁加入標籤，藉由標籤註記代理人由 XML Schema 資料庫中尋找合適之標籤加註於舊有系統產出文件中。其流程如下所示：

a.索取 XML Schema 格式標準

由資料庫中索取事先定義之 XML 格式。

b.取得網頁 html 文件

經由網路連結取得目標網頁 Html 文件檔。

c.進行標籤註記

標籤註記理人產生標籤對原有資料欄位進行註記。

d.產生 XML 文件

根據標籤註記產生對應之 XML 文件。

(6)Web Service代理人

可將已加註標籤之網頁內容發佈為 Web Service，在註冊服務器中登錄此模組功能服務，之後就可提供資料擷取代理人擷取其網頁內容。其流程如下所示：

a.取得 XML 文件

Web Service 代理人藉由標簽註記代理人取得 XML 文件。

b.發佈服務

Web Service 代理人提供符合 XML 格式之資訊。

根據上述步驟，發展建置完成「橋梁通阻檢測分析模組」後，整合至公路防救災決策支援系統(TRENDS)中，其架構如下圖9.2所示。



圖9.2 系統整合架構

圖 9.2 中係以 95-96 年港研中心「交通工程防災預警系統建立之研究」中所建置之預警系統及「災害預警資料交換機」為基礎(圖中△符

號表示)，然後納入邊坡及道路相關災害，擴增建置為「公路防救災決策支援系統(TRENDS)」(96-99 年)(圖中●符號表示)，並在 98-100 年，考量颱風、洪水對河川及橋梁結構物沖刷之影響，新增建置「跨河橋梁安全預警系統」 (圖中□符號表示)，而本計畫所建置之通阻檢測分析功能模組(99-100 年)與既有系統之整合規劃如圖中★符號表示。

雖然跨系統整合常發生資料傳遞落差等問題，然而透過本系統資料交換平台協助資料傳遞及整理，使用者則可透過單一人機介面操作，減少多系統之維護人力及反覆操作多套系統之繁雜作業。以下將針對「橋梁通阻檢測分析模組」建置進行說明。

9.1.1 模式機制說明

由於本計畫涉及許多不同專業領域難以單一模式來完成本計畫目的。故本計畫模式由各自團隊自行開發，再藉由軟體代理人負責連結各模式進行運算及分析。

模式運作架構如圖 9.3 所示。首先根據「材料劣化與殘餘強度分析模式」及「側推分析與殘餘能力分析模式」分析台灣 24 座橋梁(考慮橋梁劣化)側推分析成果。並將成果建置成人工智慧學習所需資料庫，進而建立「人工智慧橋梁耐震能力推論模式」，即可根據全台灣鋼筋混擬土橋橋齡、結構形式、環境狀態等屬性推論 Ay、Ac 值，進而建置全台省縣道橋梁耐震資料庫。

當平時未有災害發生時，公路管理單位可根據未來可能發生之地震位置、規模及深度，作為地震模擬器參數，模擬全台灣各地地表加速度，進而評估各橋梁耐震能力。該成果可作為公路管理單位橋樑維護策略之參考。

當地震災害發生時，資料交換平台(以港研中心專利:災害預警資料交換機為核心)會自動擷取地震速報(取自中央氣象局)。接著自動開啟本研究所開發之軟體代理人，將地震速報中地震位置、規模及深度輸入「地表震動分析模式」，計算出全台灣各地地表加速度，以 ArcGIS

Server 的 Geoprocess Service 找尋各橋梁所在地震 PGA，結合全台省縣道橋梁耐震資料庫，計算各橋梁通行失敗機率。故當地震發生，公路管理單位可利用通行失敗機率作為巡檢優先順序之標準。

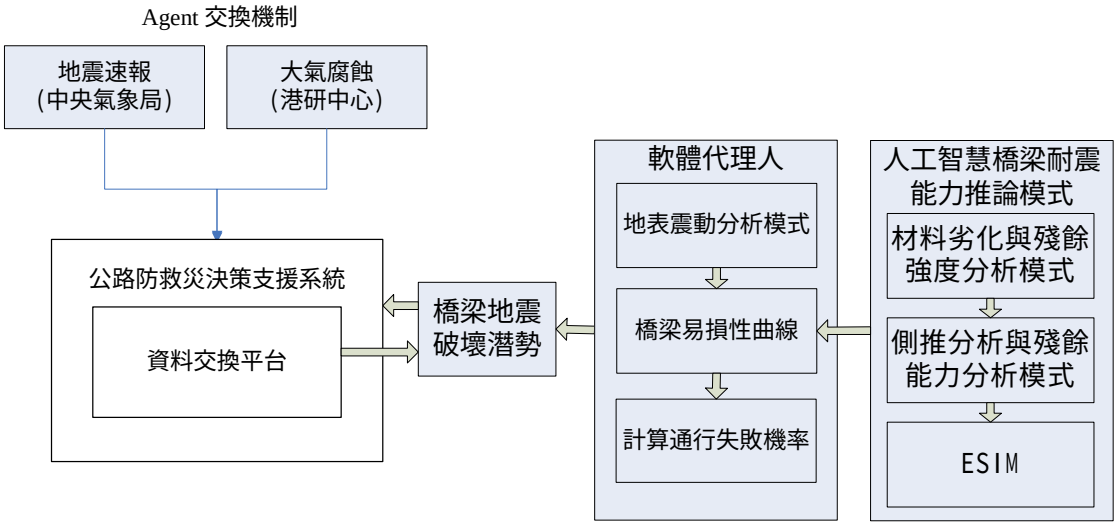


圖9.3 橋梁通阻檢測分析模組架構圖

9.1.2 人機介面建立

上述之成果整合到「公路防救災決策支援系統」(TRENDS)。該功能放置於「災害資訊管理模組」的「橋梁地震破壞潛勢」功能，如圖 9.4 所示，此功能以 Google Map 作為底圖，並利用 GIS Server 的 Geoprocess Service 畫出震度分級圖並套疊在 Google Map 上。同時系統將通行失敗機率大於 50%橋梁視為危險橋梁，頁面左方表格分別列出橋名、工程處、工務段、PGA、P__T(TELES 計算通行失敗機率)、P_E(本研究計算通行失敗機率)、P(P_T 及 P_E 取大值)，並會在 Google Map 上點繪出危險橋梁位置。圖 9.4 以 921 地震為模擬事件，紅色星星為地震震央，暗紅色點即為在 921 地震通行失敗機率大於 50%之橋梁所在位置，地圖上各顏色則依中央氣象局分級方式，將各地震度分為八個等級，可參考頁面右方圖例。

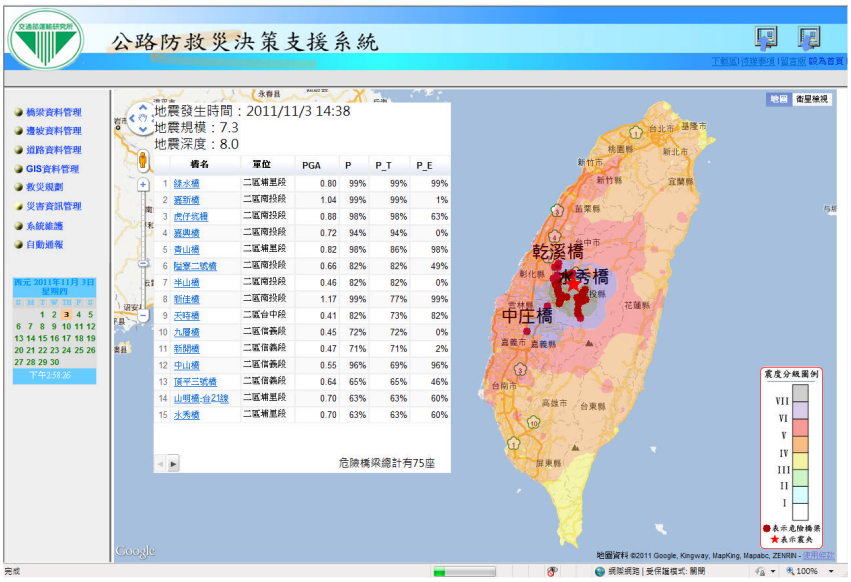


圖 9.4 「橋梁地震破壞潛勢」人機介面(一)

本系統為了讓使用者能夠快速了解橋梁地震破壞潛勢狀況，提供「文查圖」及「圖查文」的功能。「文查圖」功能可以應用右邊表格，點選所要查詢橋梁，即能夠快速找到橋梁所在位置；「圖查文」的功能則可由圖片找尋到橋梁基本資料。如圖 9.5 所示，使用者想查詢「新街橋」，點擊橋名，則地圖能夠快速幫你找到「新街橋」位置，並且放置一個標籤，讓使用者馬上知道橋梁所在位置。



圖 9.5 「橋梁地震破壞潛勢」人機介面(二)

9.2 橋梁封橋管制及開放通行決策輔助

本計畫之目的期望提供公路管理單位地震災害的決策輔助，讓公路管理單位面臨地震災害有所依據及參考，得以短時間做出最佳決策。故本階段參考公路防救災決策支援系統(TRENDS)之地震災害處理通報機制，並加入本研究「橋梁通阻檢測分析模組」及「振動檢測」成果，得以強化 TRENDS 原本地震災害處理通報流程之效果，提升公路系統震後應變效能（包含橋梁巡查、封閉、替代道路規劃等），減輕不必要的生命財產損失。

修正之地震災害處理通報機制，如圖 9.6 中。當地震災害發生後，藉由資料交換平台擷取中央氣象局地震速報。「橋梁通阻檢測分析模組」則會自動啟動運作，將通行失敗機率大於 50%橋梁列出，並建立異常狀況橋梁清單。接著，TRENDS 自動啟動指派機制通知公路總局值班人員進行巡檢。巡檢人員接獲通報後，則至現場利用 PDA 進行巡檢表單填寫並回傳系統。系統經評估若無危險則回復正常狀態，如具危險之橋梁後，通知段長核決後，採取緊急措施。

當採行緊急措施時，如圖 9.6(續)所示，實施指派相關人員進行通行管制，TRENDS 則會執行替代道路規劃建議，提供段長參考。橋梁封橋管制後，公路管理單位可以配合本計畫 5.4.2 節所建議移動式非破壞振動檢測流程，藉此解析沖刷深度或橋梁破壞時所造成頻率的影響，判斷橋梁之安全狀態，進而作為橋梁封橋管制後是否開放通行之決策參考。

上述中詳細指派機制、替代道路規劃等，請參考鄭明淵等「公路防救災決策支援系統建立之研究 4/4」之成果。

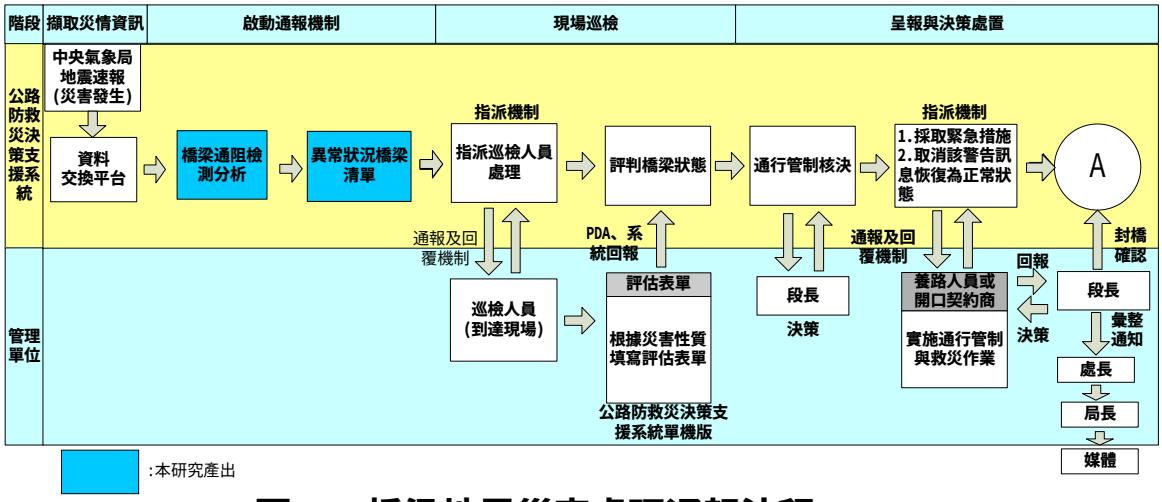


圖 9.6 橋梁地震災害處理通報流程(1/2)

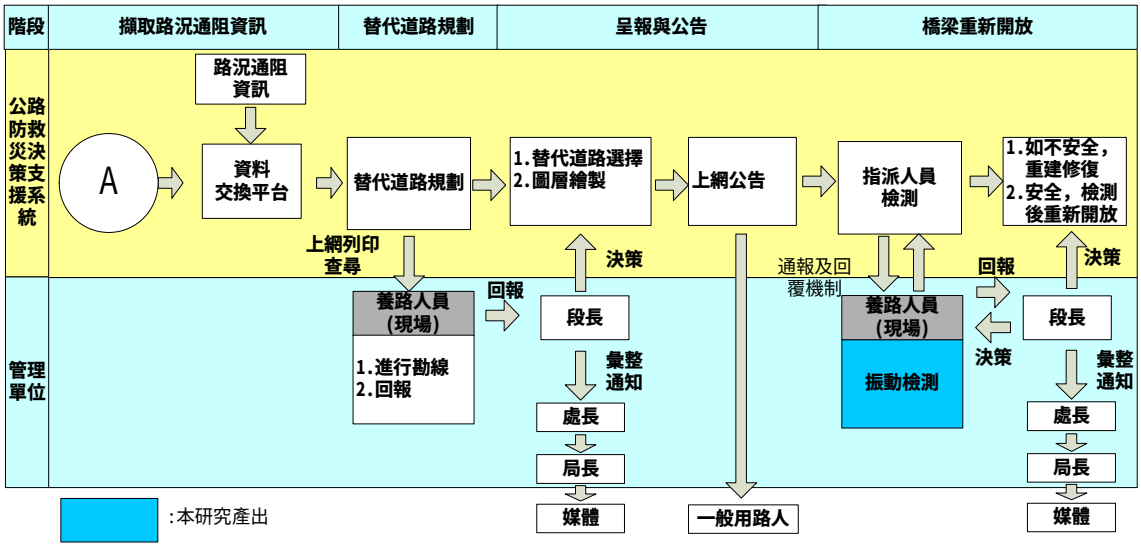


圖 9.6 (續)橋梁地震災害處理通報流程(2/2)

9.3 模式可行性分析與後續研究方向研擬

本階段根據上述步驟，分別確認橋梁通阻檢測分析模式之可行性與提出後續研究方向。目前港灣技術研究中心所建置之公路防救災決策支援系統(TRENDS)，對於橋梁防災方面考量了地震、洪水與土石流等災害(如下圖 9.7 示)。

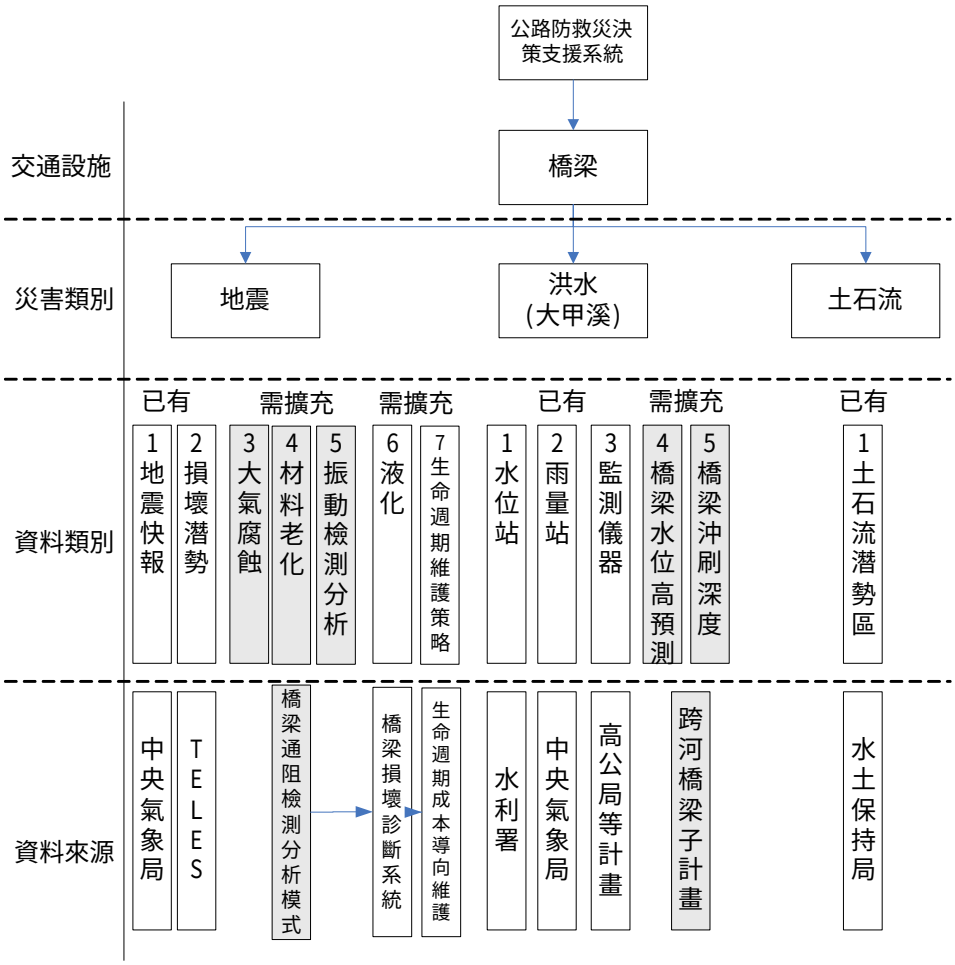


圖 9.7 公路防救災決策支援系統架構與後續擴充圖

洪水災害中，已完成水位站、雨量站及監測儀器之資訊整合，可有效監控橋梁狀況，然而對於未設置儀器之橋梁，仍無法有效監控。因此目前針對大甲溪流域橋梁，主持人所執行之「跨河橋梁安全預警系統之建立及整合作業」計畫案，即整合一維及二維水理分析模式，即時計算橋梁沖刷深度並加強洪水沖刷預警之時效性，其中橋墩沖刷深度可作為本研究耐震潛勢評估之輸入參數。

土石流災害中，可藉由水土保持局所發布之土石流潛勢區進行圖層套疊，找出位於土石流影響範圍內之危險橋梁。

地震預警方面，目前僅結合地震快報與損壞潛勢等因素，忽略考量橋梁既有強度可能因為大氣腐蝕、材料劣化所造成橋梁既有強度降低的因素。本研究針對此項問題提出「橋梁通阻檢測模式」進行解決，

應用「地表震動分析」、「非破壞性振動檢測」、「材料劣化評估」、「地震破壞潛勢」及「人工智慧橋梁耐震推論」等方法，提升既有地震損壞之預測準確性與時效性。

建置非破壞性振動檢測模式過程中，本研究針對不同微振量測方法進行比較，提出最為可行之量測方法，並以橋墩折減率與臨界頻率比值 Rc 為橋梁通行之決策依據。然而，各橋梁 Rc 值須由側推分析過程中求得，若對全台省縣道橋梁進行側推分析將花費龐大的人力與經費，因此未來可應用人工智慧推論方式找出不同橋梁類型及影響振動頻率之因子(輸入)與 Rc(輸出)之映射關係，並建置資料庫。後續即可應用移動式檢測車輛分別量測並比較災前與災後頻率之比值，作為橋梁開放通行決策之依據。

橋梁維護管理方面，由於本研究成果能夠隨時間預測材料劣化狀況，進而推估橋梁耐震能力。故後續研究方法可延續本研究成果，導入橋梁生命週期成本之營運管理概念進行深入探討，如圖 9.8 所示。因為台灣地區橋梁飽受地震、土石流及河川沖刷的侵害，為維持橋梁的服務性及安全性，故公路管理單位每年需要編列龐大經費進行維護補強工作，嚴重造成管理單位財政的負擔。若能有效預測橋梁狀況，並找出最佳維護時機，將有效減少經費支出，且能夠維持橋梁服務水準。

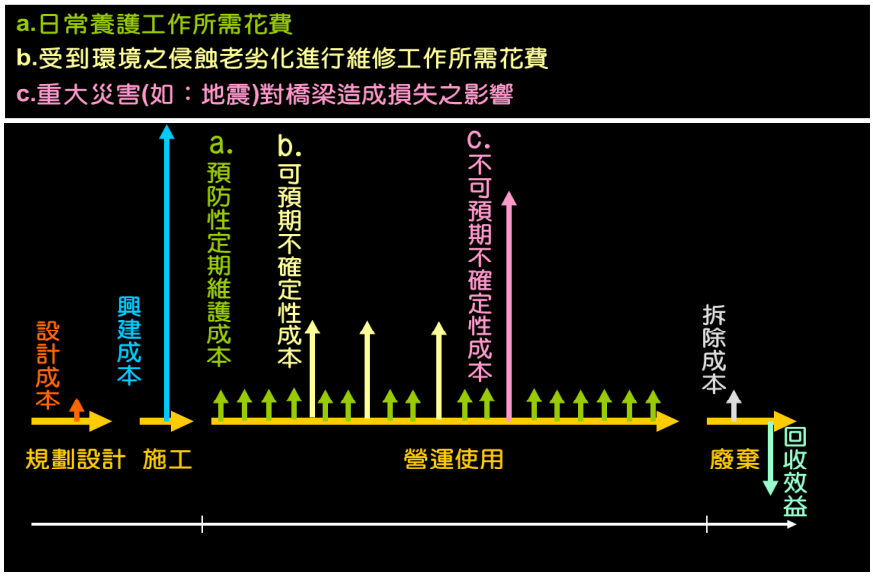


圖 9.8 橋梁生命週期成本(整理陳屏甫，2005)

因此，根據本研究成果所繪製之健康度曲線，如圖 9.9 所示，針對單一橋梁求得殘餘能力，依健康度狀況分析決定橋梁因年限、外力影響受損之維修時機與工法，進一步求得所需工期、成本。此外，在考量公路橋梁管理單位橋梁現況且維護經費有限情形下，管理單位無法同時對所有橋梁進行全面檢測與修復之工作。因此，將有限資源做最有效運用更顯重要。此模式將同時考量各橋梁所評估之健康度現況、所需維修工法成本與工期，輔助公路管理單位針對群體橋梁進行預算分配及經費估計，依不同橋梁現況有效投入經費進行維護與補強工作。

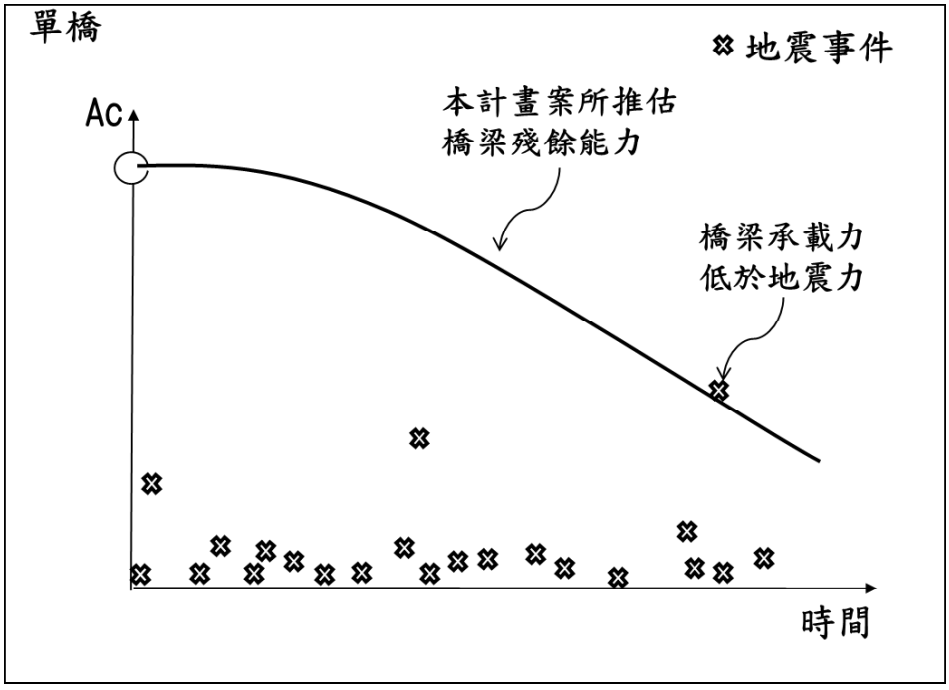


圖 9.9 橋梁健康度曲線

第十章 結論與建議

本研究在考量橋梁材料劣化下，進行24座鋼筋混凝土橋梁側推分析，並彙整成案例資料庫提供人工智慧學習，進而推論全台灣公路總局轄下之鋼筋混凝土橋，建立全台省縣道橋梁耐震資料庫。該成果有效降低大量進行結構計算的時間，即能在短時間推測全台灣約三千多座橋梁耐震能力。故當地震來臨時，透過地震模擬器計算全台各地地表加速度，配合全台省縣道橋梁耐震資料庫，即能計算各橋梁通行失敗機率。然後本研究將上述成果系統化後，建置為Web-GIS展示，讓橋梁管理單位能夠在地震來臨時，快速找出具高危險潛勢橋梁，將有助橋梁管理單位能夠快速進行災中搶救應變，減少生命財產的損失。

另外，本研究所發展移動式非破壞性振動檢測，經多次試驗後，建議採取試驗方式七(微震法 - 非直接量測)，即將量測儀器(速度計)置於具移動性之拖車上，量測時，裝載儀器的拖車係靜止狀態，每次量測時間約2分鐘。未來於災前知悉健康橋梁振動頻率，即能夠在災害發生後，使用該量測法快速了解橋梁損害程度，做為封橋或開放封橋決策輔助避免二次災害或災情擴大之情況。以下針對本研究成果提出結論與建議。

10.1 結論

災害處理首重於對災害資訊的彙整，決策者如能於短時間掌握完整災害資訊及相關參考資料，將有助決策者之判斷，進而避免或減輕災害損失。故鄭明淵等所發展「公路防救災決策支援系統」(TRENDS)期望有系統地協助公路管理單位災害資訊收集，輔助決策者進行災害處理。然而TRENDS中地震災害處理通報流程的評估機制部分較不足地方，包含異常橋梁狀況推測及橋梁封閉後開放通行輔助決策機制等，可透過本研究成果補足，並提升災前(維護)、災時(破壞潛勢)與災後(是否開放通行)不同階段之決策參考依據。以下為本研究成果效益之說明：

1. 災前

可應用地表震動分析模式(由文獻中0.5°精度提高到0.02°)，模擬橋梁於不同地震強度下的安全等級，提供公路總局於災前能依照橋梁破壞潛勢分析結果，進行檢測與擬定維護優先順序策略。

2. 災時

(1) 迅速診斷橋梁安全程度及橋梁通行失敗機率(國內首度考慮材料劣化因素)。

(2) 超過橋梁通行失敗機率門檻值時，系統自動啟動通報機制，降低災情傳遞時間落差。

(3) 依損壞機率排出橋梁巡檢處置優先順序，使用者不須操作系統，以invisable computer之概念為運作理念，降低人為操作之行為。

(4) 以簡訊方式通知橋梁管理人員

3. 災後

創新移動式振動檢測分析方法，可快速診斷橋梁狀況，作為是否封橋或開放通行之依據。

10.2 建議

1. 本研究礙於經費與時間限制僅利用24座鋼筋混凝土橋梁作為人工學習案例資料庫，推論精準度仍有改善空間，未來可擴充更多橋梁案例，將有助於本研究推論精準度提升，有利公路管理單位應用。
2. 本研究應用移動式振動檢測模式於橋梁開放通行之判斷，僅以宜蘭執信橋做為範例。當考慮的橋梁不同時，其橋墩折減率與臨界頻率比值Rc值亦將變動，建議未來可建置省縣道橋梁Rc值資料庫，作為災害開放通行決策之依據。
3. 未來可將本研究成果導入橋梁生命週期概念，並考量地震、洪水等災害對橋梁影響，建立健康度曲線，進而做成本導向之橋樑最佳維護管理策略。

參考文獻

1. H. S. Ang and W. H. Tang, “Probability Concepts in Engineering Planning and Design”, Volumes I, Basic Principles, Wily, 1984.
2. Aschheim, M., Moehle, J.P. and Werner, S.D., “ Deformability of Concrete Columns“, Project report under contract No.59Q122, California Department of Transportation, Div. of structures, Sacramento, Calif., June, 1992.
3. Almusallam，A. A.，Al-Gahtani，A. S.，Aziz，A. R.，and Rasheeduzzafar. (1996b). “ Effect of reinforcement corrosion on bond strength. ” Constr. Build. Mater.， 10(2)， 123－129.
4. Almusallam，A. A.，Al-Gahtani，A. S.，Aziz，A. R.，Dakhil，F. H.，and Rasheeduzzafar. (1996a). “ Effect of reinforcement corrosion on flexural behavior of concrete slabs. ” J. Mater. Civ. Eng.， 8(3)， 123－127.
5. Al-Sulaimani，G. J.，Kaleemullah，M.，Basunbul，I. A.，and Rasheeduzzafar. (1990). “ Influence of corrosion and cracking on bond behavior and strength of reinforced concrete members. ” ACI Struct. J.， 87(2)， 220－231.
6. Aschheim, M., Moehle, J.P. and Werner, S.D., “ Deformability of Concrete Columns“, Project report under contract No.59Q122, California Department of Transportation, Div. of structures, Sacramento, Calif., June, 1992.
7. ATC 40， “ Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings ”， Volume 1， Applied Technology Council，Redwood City， California， 1996.
8. Bhargacva，K.，Ghosh，A. K.，Yasuhiro，M.，and Ramanujam，S. (2008). “ Suggested empirical model for corrosion-induced bond degradation in reinforced concrete. ” Journal of Structure Engineering ASCE.， 134(2)， 221-230.

9. Bryant G. Nielson and Reginald DesRoches, Seismic fragility methodology for highway bridges using a component level approach, Earthquake Engng Struct. Dyn, pp.823.839, 2007.

10. S. Yang1, R. DesRoches2, and J. E. Padgett3, Fragility Curves for a Typical California Box Girder Bridge, Lifeline Earthquake Engineering in a Multihazard Environment ©ASCE, pp.47.58, 2009.

11. Campbell， K. W.， “Empirical near-source attenuation relationships for horizontal and vertical components of peak ground acceleration， peak ground velocity， and pseudo-absolute acceleration response spectra”， Seism. Res. Lett.， 68， 1， 154-179， 1997.

12. Choe， D-E.， Gardoni， P.， Rosowsky， D.， and Haukaas， T. (2008). “Probabilistic capacity models and seismic fragility estimares for RC columns.” Reliability Engineering and System Safety.， 93， 383-393.

13. Chung， L.， Cho， S. H.， Kim， J. H. J.， and Yi， S. T. (2004). “Correction factor suggestion for ACI development length provisions based on flexural testing of RC slabs with various levels of corroded reinforcing bars.” Eng. Struct.， 26(8)， 1013－1026.

14. Computer and Structures， Inc.， SAP2000：Integrated finite element analysis and design of structures， Version 14， Berkeley， California，USA， 2010.

15. Computer and Structures， Inc.，SAP2000：Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures， Version 7.0， Berkeley， California， USA， 1998.

16. Coronelli， D.， and Gambarova， P. (2004). “Structural assessment of corroded reinforcement concrete beams: Modeling guidelines.” Journal of Structure Engineering ASCE.， 138(8)， 1214-1224.

17.Knjazew, G.A. Ome, A Competent Genetic Algorithm for Solving Permutation and Scheduling Problems, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2003.

18.FEMA 273，“NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings”，Federal Emergency Management Agency，Washington，D.C.，1997.

19.H. Ping Tserng; Samuel Yen.Liang Yin; and Chin.Lung Chung, P.E, Maintenance Strategy for Bridge Components, JOURNAL OF PERFORMANCE OF CONSTRUCTED FACILITIES © ASCE / JULY/AUGUST, pp.234.243, 2009.

20.Hsu，Thomas T. C. (1993).“Unified theory of reinforced concrete.”CRC Press，Inc.，2000 Corporate Blvd.，N.W.，Boca Raton，Florida，334.

21.H. S. Ang and W. H. Tang，“Probability Concepts in Engineering Planning and Design”，Volumes I，Basic Principles，Wily，1984

22.J.B. Mander，M.J.N. Priestly，and R. Park，“Seismic Design of Bridge Piers”，Report 84-2，Department of Civil Engineering，University of Canterbury，Christ-church，New Zealand，1984.

23.J.B. Mander，M.J.N. Priestly，and R. Park，“Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete”，Journal of Structural Engineering，ASCE，Vol. 114，NO. 8，pp. 1804-1826，August 1988.

24.Lee，H-S.，and Cho，Y-S. (2009).”Evaluation of mechanical properties of steel reinforcement embedded in concrete speciment as a function of the degree of reinforced corrosion.”International Journal Fract.，157，81-88.

25.M.J.N. Priestly, F. Seible, and G.M. Calvi, "Seismic Design and Retrofit of Bridge", John Wiley & Sons, Inc, New York, 1996.

26.Mander, J.B., Priestly, M.J.N., and Park, R., "Seismic design of bridge piers", Report 84-2, Department of Civil Engineering, University of Canterbury, Christ-church, New Zealand, 1984.

27.Mander, J.B., Priestly, M.J.N., and Park, R., "Theoretical stress-strain model for confined concrete", Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 114, NO. 8, pp. 1804-1826, 1988.

28.Min-Yuan Cheng and Yu-Wei Wu, "Evolutionary Support Vector Machine Inference System for Construction Management", Automation in Construction, 18(5), pp.597-604, UK, SCI, EI, 2009.

29.Mirza, S.A. and MacGregor, J.G., "Variability of mechanical propertiesof reinforcing bars." Jour. Struct. Div., ASCE, 105(ST5)：921-937, 1979.

30.Molina, F. J., Alonsoc, C., and Andrade, C. (1993). "Cover concrete as a fuction of rebar corrosion II: Numerical mode." Mater. Struct., 26, 532－548..

31.P. L. Liu and C. Y. Yu, "Damage Detection of Structures with Bayesian Approach using Static Test Data", Journal of the Institute of Civil and Hydraulic Engineering, Special Issue, pp. 831-838, 2004.

32.Priestley, M.J.N., Verma, R. and Xiao, Y., "Seismic shear strength of reinforced concrete columns," Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 120(8), pp. 2310-2329, 1994.

33.Rodriguez, J., Ortega, L. M., and Casal, J. (1997). "Load carrying capacity of concrete structures with corroded reinforcement." Constr. Build. Mater., 11(4), 239－248.

34.S. Hoon， “A Bayesian Probabilistic Approach to Damage Detection for Civil Structures”， PhD. Dissertation， Department of Civil and Environmental Engineering， Stanford University， U.S.A.， 1998.

35.S.A. Mirza and J.G. MacGregor. Variability of mechanical propertiesof reinforcing bars. Jour. Struct. Div.， ASCE， 105(ST5)：921-937， May 1979.

36.S.Hoon， “A Bayesian Probabilistic Approach to Damage Detection for Civil Structures”， PhD. Dissertation， Department of Civil and Environmental Engineering， Stanford University， U.S.A.， 1998.

37.Stein， Alfred， Igor Staritsky， Johan Bouma， and Jan Willem van Groenigen， " Interactive GIS for environmental risk assessment "， International Journal of Geographical Information Systems， 9(5): pp.509-525， 1995.

38.Sung， Y.C.， Liu， K.Y.， Su， C.K.， Tsai， I.C.， and Chang， K.C.， ， “A Study on pushover analyses of reinforced concrete columns，” Journal of Structural Engineering and Mechanics ， Vol. 21， No. 1， pp. 35－52， 2005.

39.The MathWorks.， “MATLAB user’s guide，” the MathWorks Inc， 2010.W. H. Tang， “Probabilistic Updating of Flaw Information”， Journal of Testing and Evaluation， Volumes 1， No. 6， pp. 459-467， 1973.

40.W. H. Tang， “Probabilistic Updating of Flaw Information”， Journal of Testing and Evaluation， Volumes 1， No. 6， pp. 459-467， 1973.

41.Wen， K. L. and H. Y. Peng， “Site effect analysis in the Taipei Basin : Resultes from TSMIP network data”， TAO， 9， 691-704， 1998.

42.Wu， Y. M.， C. C. Chen， T. C. Shin， Y. B. Tsai， W. H. K. Lee， T. L. Teng，1997. Taiwan Rapid Earthquake Information Release System， Seism.Res. Lett.， 68， 931-943.

43.Wu， Y. M.， T. C. Shin and C. H. Chang， 2001.Near Real-Time Mapping of Peak Ground Acceleration and Peak Ground Velocity Following a Strong Earthquake， Bull. Seism. Soc. Am.， 91， 1218-1228.

44.XTRACT User Manual， Imbsen and Associates， Inc.， Berkeley， CA， USA， 2006.

45.Yamamoto， T.， and Kobayashi， K. (2006). ” Report of research project on structural performance deteriorated concrete structure by JSCE 331 － Review of experimental study-.” Proc of Int Workshop on Life Cycle Management of Costal Concrete Structure.， 171-176.， Nagaoka， Japan.

46.日本土木學會，コソクリート構造物の信賴性設計法に関する研究小委員会(336 委員会)成果報告書，第三篇 耐久性信賴評價，2008。

47.日本土木學會，コンクリート標準示方書－維持管理篇，第 14 章鹽害維持管理標準， pp. 101，2001。

48.日本建築學會，鉄筋コソクリート造建築物の耐久性調查．診斷および補修指針(案)同解說，丸善株式會社。1997。

49.日本建築學會，鉄筋コソクリート造建築物の耐久設計施工指針（案）．同解說，丸善株式會社。2004。

50.島取成一、宮川豊章，「中性化の影響を受ける場合の鉄筋腐蝕に関する劣化予測」，土木學會論文集 No.767/V64，35-46，2004.8。

51.牛荻濤，混凝土結構耐久性與壽命預測，科學出版社，2003。

52.王仲宇、陳振華，「橋梁結構之檢測、監測與評定作業」，土木技術，第四卷，第四期，2001。

53.王傳輝、宋裕祺、林至聰，「利用非線性迴歸法進行鋼筋混凝土結構物中性化影響之研究」，中華民國第八屆結構工程研討會論文集，桃園，2004。

54.交通部公路總局，「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」，台北市，台灣，2009。

55.交通部技術標準規範公路類公路工程部，「公路橋梁耐震設計規範」，交通部頒佈，幼獅文化事業公司出版，民國九十七年十一月。

56.交通部技術標準規範公路類公路工程部，「公路橋梁耐震設計規範」，交通部頒佈，幼獅文化事業公司出版，民國八十四年四月。

57.吳宗桂，「營造廠專業協力廠商評鑑模式之建立與應用」，國立台灣科技大學碩士論文， 2001。

58.吳慶芳，「專案成功度動態預測-應用演化式支持向量機推論模式(ESIM)」，國立台灣科技大學碩士論文，2008。

59.林家年，「智慧型代理人在工程爭議處理決策支援系統之應用」，碩士論文，國立台灣科技大學營建工程研究所，2005。

60.林詠彬、張國鎮、陳俊仲、吳信宏與李路生，「光纖監測於橋梁沖刷安全之研發」，結構工程，第二十卷，第一期，2005。

61.邱讚如，「建立混凝土橋梁耐久性評估方法之研究」，國立中央大學碩士論文，2003。

62.姚乃嘉、蔣偉寧，「台灣區橋梁管理系統之建立」，交通部運輸研究所，2000。

63.徐耀賜，「既有橋梁損壞相關影響因素之研究-以台中縣為例」，逢甲大學碩士論文，2003。

64.翁明全，「震後橋梁補強方案經濟效益評估模式之研究」，國立台灣科技大學碩士論文，2005。

65.康瑞騰，「建立混凝土橋梁安全性指標及評估方法之研究」，國立中央大學碩士論文，2003。

66.張毓文，場址特性分析及最大加速度衰減模式校正。國立中央大學碩士論文，2002。

67.張嘉峰、簡臣佑，「目測檢測紀錄數位化，橋梁全方位管理」，營建資訊，第 315 期，2009。

68.許文政，「橋梁生命週期成本評估構件劣化預測模式之研究」，國立中央大學碩士論文，2005。

69.許淑婷，「利用快速混雜基因演算法與模擬機制建立設計專案作業程序最佳化之研究」，國立成功大學碩士論文，2006。

70.陳正興、李維峰與梅興泰，「公路橋梁振動量測與分析」，第六屆公共工程非破壞檢測技術研討會，2009。

71.陳正興、張森源、胡邵源、周公台、鍾毓東，建築技術規則建築構造編基礎構造設計規範（含解說），內政部建築研究所，民國八十七年六月。

72.陳冠霖，「演化式風險偏好支持向量機推論模式-以道路邊坡坍塌預測為例」，國立台灣科技大學碩士論文，2009。

73.陳彥豪，基礎裸露橋梁耐震能力評估，國立台灣大學土木工程研究所碩士論文，蔡益超教授指導，民國九十四年六月。

74.陳屏甫，國道預力混凝土橋與鋼橋生命週期成本評估個案之研究，中央大學碩士論文，2005

75.陳桂清、柯正龍、羅建明、羅俊雄，臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究，交通部運輸研究所出版，民國 98 年 4 月。

76.陳弼宏，「建立專案成功度動態預測模式-演化式模糊類神經模式推論模式」， 國立台灣科技大學碩士論文，2003。

77.陳鴻震，「營造廠專業協力廠商評鑑模式之建立-應用演化式支持向量機推論模式」，國立台灣科技大學碩士論文，2008。

78.黃志評，「省、縣道橋梁檢測及評鑑制度之探討-以交通部公路總局為例」，國立中央大學碩士論文，2008。

79.楊振翰，「台灣地區橋梁維護管理現況與未來發展策略之研究」，國立中央大學碩士論文，2005。

80.楊智民，劉廣利，「不確定性支持向量機原理及應用」，科學出版社，中國，2006。

81.詹皓凱， 加速度地動潛勢預估。國立中央大學碩士論文，2008。

82.趙曉玲。利用 921 地震序列之強地動資料對台灣強地動衰減模式與反應譜速估之研究，國立中央大學碩士論文，2001。

83.劉佩玲，「貝氏統計在結構系統模態與動態識別之應用」，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，2004。

84.簡文郁，考慮特徵地震與場址效應的地震危害度分析，國家地震工程研究中心報告，NCREE-01-036，台北，2001。

85.簡文郁、張毓文、溫國樑、羅俊雄，台北盆地地盤效應分析，結構工程，第十七卷，第三期，2002。

86.簡崑棋，馮重偉，「結合模糊類神經模式與快速混雜基因演算法於專案工期之預測」，國立成功大學碩士論文，2003。

87.國家地震中心全國強震測站場址工程地質資料庫 http://geo.ncree.org.tw/info.htm。

88.交通部中央氣象局，http://www.cwb.gov.tw/V4/index.htm。

89.中央氣象局歷年各大地震資料 http://www.cwb.gov.tw/。

附錄一

期中期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫
第1次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
一、大同大學黃維信教授		
1.P.3 門檻值的訂定是否與結構有關，標準為何？如何建立？	1.本計畫不直接設定門檻值，僅地表加速度模擬器獲得各地PGA值，藉此進行地震破壞潛勢分析，得到Ay、Ac值，並對應其通行失敗機率，依據機率的大小值加以排列，提供相關封橋單位選擇巡檢的優先順序。	同意。
2.一座橋梁的檢測處理時間多久？	2.橋梁振動檢測部分現階段尚在進行實驗，依目前規劃，若採用微震法-非直接量測，每座橋梁有兩個測點，每個測點約取樣2分鐘，共約4分鐘；更詳細的檢測流程與規劃將於計畫之完成時提出。	同意。
3.文中的圖編號不一致，請修改。	3.感謝委員建議，將予以修改。	同意。
4.P.176 的架構圖與"跨河橋梁安全預警系統之建立研究"P.9-50 有何差異？	4.本計畫與「跨河橋梁安全預警系統之建立研究」之關係在於，我們整個大架構是逐年開發的系統，本計畫主要著重於地震潛勢分析，各年度成果以不同符號表示，最後皆整合至公路防救災決策支援系統(TRENDS)中。	同意。
5.文中所引用的Ref應加註於文獻清單中，並檢視Ref中的正確性。	5.感謝委員建議，將予以修改。	同意。
6.P.178，TRENDS 的推估運行時間為何？	6.P178.為本團隊初擬之TRENDS之運行架構圖，未來政府若能實際運用本通報機制，也將因不同之政府運作機制，有不同的運行時間，如流程中工程師至災害現場時間不確性高，故難以確切規範運行時間，目前僅就系統運算時間計算，可在半小時內完成。	同意。
7.3 分析結果應可考慮更積極的作為，如 LBS。	7.本計畫系統機制皆是以簡訊方式通知使用者。其發展理念是儘量以積極主動方式讓電腦通知使用者，而不是被動方式讓使用者來操作電腦。	同意。
二、逢甲大學徐耀賜教授：		
1.最小養護、免維修橋梁之概念	1.對於橋梁最小養護、免維修部分，	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫
第1次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
或可列入參考。(與生命週期之概念呼應)。	這是一個具有啟發性的課題，後續可提供業主做為研究課題之參考，但對於目前本計劃之執行內容有相當之差異，宜不在此研究範圍中。	
2.或應與最新橋梁耐震規範之內容相比較，以了解研究方向是否有改進之處。	2.感激徐耀賜教授之經驗分享與指教，提供本團隊許多巨觀的思考方向，讓本團隊對於計劃之發展更有助益。對於現階段臺灣耐震設計規範部分，並非一時之間靠本團隊能影響改變的，故現階段也僅能採用目前臺灣現行之耐震設計規範來研究。	同意。
3.材料劣化模式之研究範圍甚廣，宜注意勿發散(剩餘壽命宜與機率配合)。	3.感謝委員建議，後續研究將會注意發散之可能。	同意。
4.以人工智慧引入橋梁評估，宜注意其可行性。	4.因傳統迴歸分析方法已不足以滿足我們預期的精度，故採用人工智慧模式來加以分析以推求更高的精度與可靠度，因人在做任何決定時常依據以前的經驗來判斷推測作決定，人工智慧推論的原理與人類思考模式相似，即藉由以前的經驗加以學習後再推論。且經本團隊多年人工智慧研究成果顯示，人工智慧推求之結果，確實可獲得比傳統迴歸分析更好之精度及運算速度，本團隊後續會加入相關文獻並佐證。	同意。
5.影響橋梁耐震能力之主因乃結構系統之良窳(簡報 P.57)。	5.耐震因子部分，請委員參考原期中報告內容表8-5，其表中是採用「公路橋梁地震早期損失資料庫建置與模組開發之研究(1/2)」調查全臺灣2千多座橋梁所獲得之33項影響因子。若本計畫再去調查橋梁並建立其他影響因子，那就跟「公路橋梁地震早期損失資料庫建置與模組開發之研究(1/2)」的執行內容一樣了，對於後續研究及發展助益將相當有限。本計畫執行方式主要是針對「公路橋梁地震早期損失資料庫建置與模組開發之研究(1/2)」之	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫
第1次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
	33項影響因子中，再萃取出關鍵的影響橋梁Ay、Ac最大之因子。	
6.跨距(Span)在報告中有誤打為"垮"，宜修正之。	6.感謝委員指正，將予以修改。	同意。
三、成功大學黃進坤教授：		
1.不清文字請重新書寫，如表2-2、表2-3、圖2-8。	1.感謝委員指正，將予以修改。	同意。
2.不同橋梁的時間不同，現在檢測的資料是否可以做為基本背景來評估未來受災時的判斷？	2.因振動檢測受橋齡影響，若可累積多年計劃之成果，建立同一橋梁不同時期之檢測資料，則相關成果將可提供未來受災封橋決策之參考。	同意。
3.是否可以在洪水時的通阻狀態，評估橋梁的安全性？	3.謝謝委員建議，未來TRENDS系統如有後續計畫可考納入複合性災害分析。	同意。
4.不同橋梁之結構特性不同，其通阻是否會產生極大的變動，本計畫是否需要分類？	4.本計畫僅針對RC橋進行評估分析，故其特性皆為相近。	同意。
5.P.82中之「迴水效應」之名稱請確認。	5.原文增修如下...橋墩或橋台完成後，佔據之河寬部分形成阻水效應，造成水流之通水斷面束縮，因而導致迴水(backwater)效應，使得通過橋墩附近的水流流速加快，進而對橋墩附近的河床造成沖刷，稱為束制沖刷。	同意。
6.由140個資料要應用到四仟多座橋梁，其選取的基準如何才具有代表性？	6.本研究依據「公路橋梁耐震評估及補強工程可行性研究」計畫成果中，所挑選142座重要橋梁，作為學習之案例。其代表性已被公路總局認可。	同意。
7.表8-5中之因子有些和耐震能力無關，是否需要再修改一下，以更能顯示其成果。	7.此「公路橋梁地震早期損失資料庫建置與模組開發之研究(1/2)」之橋梁調查表單欄位，後續步驟中將篩選與耐震有關之因子。	同意。
四、臺灣大學陳正興教授 (書面審查意見)		
1.本研究規劃的研究內容架構圖（圖3-1，P.62～63）具有九個階段，而預定工作項目包含14項（P.8～9），整個研究架	1.本研究計畫加入研究期程與預期進度，以利後續追蹤考核。詳如本文圖10.1所示。	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫
第1次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
構相當龐大與完整。建議報告書中應加列研究期程與預定進度表，以利追蹤考核。		
2.研究內容架構人之部份研究項目（如第二與第四階段等）可參考或引用國內已有之研究成果，加以整合應用，以節省人力與時間。	2.感謝委員建議，未來參考既有之研究，納入本研究計劃之考量。	同意。
3.本研究第五章振動檢測選定為新店思源橋與宜蘭牛鬥橋，而第七章耐震能力評估則選屏東新潮洲大橋，至於工作項目(14)中現地檢測與驗證之二座橋梁則尚未選定。建議研究中之各項測試應針對同一橋梁作完整之研究，並將各成果連結起來，以作為示範案例。	3.宜蘭牛鬥橋將進行橋梁耐震能力評估；新店思源橋因缺乏竣工圖，另加入宜蘭執信橋之試驗，執信橋亦將進行橋梁耐震能力評估。	同意。
4.表 10-2（P.187）所列已完成工作項目過於簡略，建議應歸納出已有的研究成果或結論。	4.感謝委員建議，本團隊已修正並規劃出各階段工作項目期程，如表所示，可利於表現各階段研究之成果。	同意。
五、中央大學李釗教授 (書面審查意見)：		
1. 本計畫的內容可補足另案橋梁安全預警系統之建立研究對地震損害的不足。	1.感謝委員鼓勵。	同意。
2. 地震對橋梁的損壞屬瞬間或短時間造成的傷害，材料劣化屬隨時間緩慢的變化傷害，殘餘強度分析要較長時間才看出差異，短時的敏感度不明顯。橋梁材料會年	2.感謝委員建議，目前材料劣化分析採用目前已於國際論文學刊所發表之公式進行分析，再搭配耐震能力評估，目前已有部分橋梁受材料劣化影響下，耐震能力下降曲線。後續會謹慎考量敏感度、誤差、驗證等問題。	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫

第1次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
年劣化但速度慢，劣化橋梁的耐震能力年和年的差異可能有限。若要結合二者可能地震的損害會主導結果，預測材料劣化後的耐震能力，可能有敏感度不足、預測差異大、和不易驗證的問題。		
3. 在本研究的架構和資源下，建議利用現有的設備，在檢測的橋梁上選擇適當數量的關鍵位置，每年或定期量測關鍵位置的振動行為，以作為災害前的基礎資料，如此材料劣化的程度可在振動行的改變上顯現，並可評估現存的橋梁耐震和承重能力。若有災害發生，可及時量測各關鍵位置的振動行為，以作為初步的損害評估，判斷是否可通車。	3.感謝委員建議，目前本計畫已選定宜蘭牛鬥橋及執信橋進行試驗(已完成)，並以橋面版中央及橋墩上方兩個測點進行檢測；未來另計畫針對東勢大橋進行檢測，檢測之時間點為洪水前後(若今年內有發生)之振動頻率，作為橋梁耐震和承重能力評估之參考。	同意。
4. 建議主辦和承辦單位，評估材料劣化與殘餘強度分析在本計畫中的位階和可能獲致的成果，做適當的調整。	4.感謝委員建議，未來報告內文中會詳述材料劣化與殘餘強度欲其所獲得知結果，並作為後續研究之調整依據。	同意。
5. 建議主辦和承辦單位，建立驗證本計畫成果的方法。	5.本研究預計以實測三座橋梁(宜蘭牛鬥橋、新店思源橋與宜蘭執信橋)之結論，加以驗證本計畫成果。	同意。
六、科技顧問室陳文婷：		
1.由於第一次期中報告，大部分	1.後續相關報告將會依據研究流程編排相關章節，以彰顯其研究項目	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫
第1次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
內容似屬文獻回顧資料，未能清楚顯示各章節的相互關連性，且研究項目範圍廣泛，未能清楚聚焦，建議衡酌計畫時程及研究項目之必要性，予下次期中報告加強內容相互關連性。	之關聯性。	
2.請於往後報告補充敘明各年度工作內容與時程(含期中、末報告等)，並附上甘特圖。	2.將遵照委員之建議於後續報告中檢附甘特圖，詳如本文圖10.1所示。	同意。
3.報告部分圖表含日文文字，請加入引用出處。	3.感謝委員之建議，將予以修改。	同意。
4.P.39、40 提及速度計與加速度計可觀測一般地震、微震、強震等，建議敘明各種地震之明確定義。	4.速度計通常使用於微動測量，譬如此計畫所使用的速度之量測範圍為±2 kine (±0.02 m/s)；而加速計因其可量測範圍較大(±2000 gal)，使用範圍可擴大至強震。微震與強震根據中央氣象局之定義如下：微震係指人靜止時可感覺微小搖晃，其相對應之加速度值為0.8~2.5 gal；強震係指大多數人會感到驚嚇恐慌，其相對應之加速度值為80~250 gal。	同意。
5.4.2 節採用的震度衰減結果迴歸式，請說明採用理由為何。	5.本研究採用國家地震中心，現行預測方法，其回歸是為目前較為可行之公式。未來可藉由震度衰減結果迴歸式預測地震發生時各地之PGA之大小，其結果可作為後續分析橋梁受地震災後時之振動分析探討。	同意。
6.P.76 地震動衰減律對地震動的預測可由原1.2倍差降至60%內，請說明何處可見。	6.可參閱文獻：張毓文，簡文郁.2010.”災害地震強地動參數分佈評估與應用”，第十屆中華民國結構工程研究討會。	同意。
7.建議 5.2.1 節試驗計畫宜先說明新舊牛鬥橋之地理位置等資料於5.2.1.1節之第二段文字前。	7.感謝委員之建議。	同意。
8.P.115 自 132 座橋梁中選取潮	8.本研究之對象為普遍性RC橋型，新潮州大橋符合此一條件。	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫
第1次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
州大橋的理由，請說明。		
9.P.117 新潮州大橋結構斷面 P06 及 P12 之位置，建議於圖中標示位置。	9.請委員參照期中報告P119中圖7-3，由圖中可得知 P06及P12橋墩位置。	同意。
10.7.24 節建議宜敘明塑性鉸計算破壞模式判定的分析結果之意義，不宜僅以圖略過，另報告若有類似情形亦請修正。	10.感謝委員之建議，將予以補充與說明。	同意。
11.8.1.1.2 有效問卷 31 份，然因子有 33 個，請衡酌樣本數量是否具代表性。	11.統計裡樣本數N為30，統計本次問卷內所有問卷對象之工程經歷皆有10年以上，故本問卷樣本已具代表性，且問卷變數多寡不影響分析樣本數。	同意。
12.屆時請於系統通報工務段人員時，考量人員之應變時間。	12.感謝委員之建議，本團隊將會依循委員之建議納入探討。	同意。
13 文獻參考請統一格式及年份表達方式。	13.感謝委員之建議，將予以修改。	同意。
七、公路總局翟慰宗工程司		
1.移動式非破壞性振動檢測之橋梁數及橋梁標的建議於期中報告中說明。	1.依據合約，移動式非破壞性振動檢測之橋梁數量為2座，目前已完成3座試驗，未來計畫至少再完成一座試驗。	同意。
2.振動量測可得橋梁勁度值，如何由構件勁度值是否須維修補強請補充說明。	2.若橋梁目前勁度值可藉由檢測資料求得，則可參考側推分析之臨界勁度值作為是否需要維修補強之依據。	同意。
3.材料老劣化因子可考量交通流量大小。	3.交通量分析在運輸工程領域占有極大之研究範圍，再者本團隊之領域並不在此，若多加考量交通量因素，將可能導致執行資源大大轉移，有礙於本計劃之執行成果。	同意。
4.建議以不同地震帶分類，評估各地震發生上橋梁之安全性及耐震能力。	4.結構之震害，與地震規模、距離、震度及PGA相關，同樣的地震帶可能引發不同的地震規模與震度，所採用公式已考量此效應。	同意。
5.塑鉸分析模式，請參考側推軟體說明手冊。	5.感謝委員之建議，後續研究遵照委員建議辦理。	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫
第1次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
八、港研中心賴瑞應研究員		
1.本研究以移動式非破壞性振動檢測橋梁振動相關數據,以提供將來研判橋梁結構安全評估之參考，若未來研發成果能落實,相信對未來橋梁防災會有很大的助益。	1.感謝委員之鼓勵。	同意。
2.本研究擬以小型車或 24 噸卡車為震動來源,震源能量是否滿足需求？另外,因車體本身之振動及其他環境雜訊,如何成功的過濾雜訊保留所需訊號,相信為本研究成功的關鍵,研究團隊目前檢測成果如何請補充說明。	2.(1) 震動來源越強越有利於檢測之進行，但成本亦較高，依目前檢測結果，微震量測結果與有卡車震動源之試驗結果近似，故震動能量不致仿礙試驗之進行。 (2) 目前工作重點在於震動資料之取得及後續頻譜分析，期中報告後將進行濾波器之設計，以過濾不必要的雜訊。	同意。
3.未來如果能成功過慮雜訊並檢測到橋梁振動訊號,依報告書提示將以分析所得結構頻率之改變來推估橋基沖刷深度,相關分析模式之可靠度如何驗證。另外，每座橋梁特性(斷面型式、材料等)及環境(水理及地質條件等)均不同，未來模式是否能直接應用於其它橋梁，請說明。	3.(1) 本計畫擬以頻率變化推估結構之勁度變化，進而推測結構元件受損程度(如橋墩沖刷深度)。惟橋梁結構相當複雜，本計畫第一年之執行目標在於建立完整的分析流程，分析對象為簡化之結構，希望後續計畫(若有)可以將本年度開發之演算流程推廣至實際的橋梁結構中。至於可靠度之驗證，因簡化的結構係自行設計，故結構受損部位及程度，事實上為已知(即結構受損後之結構勁度已知)。但當以頻率變化進行推測時，相關勁度資訊並不含於計算過程中，藉由比較推測所得之勁度與已知勁度之異同，可知演算法之精確度。 (2) 上述演算法係根據貝氏定理建立而得，故需要各重要參數之機率分佈；若此項資料完整，則所建立之演算法應可推廣至其他橋梁。	同意。
4.本研究成果能提供本計畫相關研究項目未來應用於何處,未來研究成果未能如預期是否會	4.(1)所推測而得之橋梁勁度可與側推分析所得之結果進行交叉比對。	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫
第1次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
影響相關研究成果及本計畫模式的可靠度。		
5.報告中提及應用貝氏理論進行系統識別需有位移、應變、頻率及振態等資料,本研究是否也有相關檢測資料，請說明。	5.如3中之回覆，本年度之計畫當以貝氏定理建立演算法時,係自行假設一簡化之結構,分析時所需之輸入資料均為理論或假設之數值,雖然如此，並不影響模式之建立。	同意。
6.報告中提及將以有限元素模型分析結構基礎承載力(包含抗翻轉及側移徑度)，但是基礎承載力的評估是否應包括垂直向承載力，請說明「側推分析」部分。	6.感謝委員之提醒,垂直承載力會納入評估中。	同意。
7.第 116 頁圖 7-2 側推分析模式流程圖中,未何側推分析過程僅檢核軸力，請說明。	7.感謝委員指導，側推分析過程中，一開始並不知道橋梁軸力大小,故分析初始階段僅能假設為靜力狀態之的橋梁軸力。依據分析過後之結果再回頭修正初始假設之軸力。	同意。
8.側推分析以新潮州橋為案例,建議後續可增加牛鬥橋及思源橋以供相關研究項目比對。	8.感謝委員指導,振動頻率量測之橋梁,後續皆會納入側推分析中之案例對象。	同意。
九、港研中心黃進國博士：		
1.於現地量測時,頻率如何率定出來，如：橋梁振動頻率、卡車振動頻率...等。	1.因檢測儀器未設置於卡車上,在率定橋梁頻率的過程中，不需此項資料;惟卡車車速對橋梁振動頻率應有影響，此項因素將於之後納入討論。另、因儀器裝置係於小型自用車及小拖斗上,此二裝載工具之振動特性(如阻尼與頻率)將由其自由振動歷時資料進行判讀。	同意。
十、港研中心邱永芳主任：		
1.本計畫為公路防救災決策系支援系統(TRENDS)一部分，系統基本上包含五組模組：地震、颱風、土石流及邊坡管災害理系統,並以展示、通阻為支援系統	1.感謝委員指導。	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫
第1次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
模組。此模組為潛勢分析及機率分析，與 TELES 系統作為地震預損曲線作為救災有所差異在於本計畫加入材料劣損、大氣腐蝕...等資料。當地震後本系統將計算出橋梁受損機率，並決定優先檢查之順序。		
2.本計畫之振動檢測利用移動式檢測，於颱洪前建立基本資料，颱洪後再檢測得出橋梁損壞機率，決定橋梁封橋與否。	2.感謝委員指導。	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫
第2次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
一、逢甲大學運輸科技與管理系-徐耀賜教授		
1.報告 P.17、圖 2.7 似有誤。？	1.此圖直接摘錄於朱伯龍、肖建庄(1998)文獻，引用其研究成果。	同意。
2.一座橋梁的檢測處理時間多久？	2.橋梁振動檢測部分現階段尚在進行實驗，依目前規劃，若採用微震法-非直接量測，每座橋梁有兩個測點，每個測點約取樣2分鐘，共約4分鐘；更詳細的檢測流程與規劃將於計畫完成時提出。	同意。
3.橋梁地震易損性曲線或可考量不同之橋梁種類。	3.本研究「橋梁耐震推論模式」可推論全台橋梁易損性曲線，故已考量不同橋梁種類之因素。	同意。
4.橋跨之“跨”有錯字。	4.感謝委員指正，將予以修正。	同意。
5.P.173 之圖 7.20 為何？	5.感謝委員指正，將予以修正。	同意。
6.小客車測振動似不適合。	6.依目前試驗結果，小客車確實並不適用於移動式量測法。但惟其它多種非直接量測法均可提供理想的量測結果，符合本計畫的主要目的之一：快速量測橋梁震動頻率。	同意。
二、成功大學水利系黃進坤教授		
1.文中一些不清楚的圖示請重新標示，如圖 7.23 等。	1.感謝委員指正，將予以修正。	同意。
2.圖 5.39 多圖中之 power 是否具有單位。	2.單位為(m/s)2/Hz，期末報告時將補上各圖表之單位。	同意。
3.各選擇橋梁的基本設計和本研究的成果是否有所變化，是否可以相互驗證？	3.本研究共分析24座橋梁，預計採9成案例作為AI學習之用，1成案例做為驗證之用。	同意。
4.所選擇的橋梁的類型如何？不同類型的震動是否相同，本研究中有必要加以分類，以得到不同類型的代表性。	4.本計畫檢測部分僅針對直線簡支承橋梁進行試驗，未來若有機會針對不同橋型進行檢測，分類確有其必要性。	同意。

三、本所港研中心-賴瑞應研究員		
1.計畫摘要第三行「致使橋梁基礎深度變淺」，建議修正為「致使橋梁基礎裸露」，P.55 也請修正。	1.感謝委員建議，將予以修正。	同意。
2.P.7 第 10 項內容提及「藉由本研究所開發側推分析」，側推分析似乎是既有的結構分析方法，建議語意做適當修正。P.58 也請修正。	2.本研究所建置之側推分析模式與過往文獻之主要差異，為充分考量材料劣化對於橋梁耐震能力之影響，考量層面包括混凝土、握裹以及鋼筋的劣化。	同意。
3.P.10 公式(2.3)請加強編排。	3.感謝委員建議，將予以修正。	同意。
4.P.67 第 4 行「當地震規模越大時地表震動強度越強而衰減模式較為緩慢反之規模小地震能量消逝較快速」，何謂衰減模式較為緩慢，建議做適當的修改。另外第六行語意也怪怪的，也建議做適當的修改。	4.而衰減原理，簡易來說就是地表震動會隨距離增加而衰減，但地震波從震源傳遞到接收測站之間的過程卻十分複雜，涉及諸多變數，即接收測站所收到的地動值受到震源、路徑以及場址效應的影響，另外當地震規模越大時地表震動強度越強而衰減較為緩慢反之規模小地震能量消逝較快速。考慮場址效應之衰減模式，採用地表下30公尺剪力波速之平均值為分類依據，而分為軟弱地盤及岩盤之衰減模式，另外由於衰減公式是使用所有測站之平均場址特性，只適用於一般性地盤，因此在岩盤地區其地動預測值可能會有高估的情形反之沖積層會會低估。台灣地區之淺源地震，除集集地震為斷層破裂型態外，其餘地震之震源型態多不明顯，以最大加速度值而言，測站場址特性對於地震紀錄之影響是衰減模式分析過程中誤差主要來源之一。	同意。
5.P.68 圖 4.4 看不出來岩盤衰減率有高估現象，沖積層有低估現象。	5.因黑白印刷無法看出其差異，但可發現實測值大多位於預測值上方，故有低估現象。	同意。
6.P.73 及 P.74 表 4-1~表 4-4 各港地震實測值與預測值比較，似乎誤差很大，故本研究研提之場址修正公式(4.2)是否可行，是否應再研提較佳的	6.誤差較大之原因在於港區測站之場址修正係數不明，乃採用臨近區域之係數，未來可以利用規模較大地震之歷時資料確立場址修正係數，則可獲取較佳之預測結果．若無法確立場址修正係數，則考慮刪除此一部份模擬．	同意。

公式。如果是因為港區地震樣本數少導致偏差大，建議將此部份內容刪除。		
7.第五章振動檢測的結果，因自小客車有高阻尼，故將儀器放在自小客車之量測結果較難求得橋梁之振動頻率，但 P.111 圖 5.35 及圖 5.36 執信橋的量測為何可以得到不錯的結果，請說明。	7.儀器置於小自客在<移動式量測法>中，並未有理想的結果，然而於<微震法 - 非直接量測>與<等速動態載重法 - 非直接量測>量測法中卻有不錯的結果(圖5.35及圖5.36)；此點的確值得詳細探討；本團隊將持續探討此現象並於期末報告中提出說明。	同意。
8.橋梁耐震影響因子是否應該就過去的破壞案例以人工智慧的方式來篩選影響因子並建立其分析模式，為何要以問卷方式來篩選因子，如此是否會不客觀。	8.本研究共以問卷及統計方式篩選因子。第一階段篩選以問卷篩調查、相關係數及敏感度分析找出耐震能力較高之因子。第二階篩選以類神經分析之多層感知法、主成分分析法及相關係數分析法綜合篩選最適宜因子，如表8-16。希望以多種人工智慧方法客觀找出重要影響因子。	同意。
9.P.44 步驟 3 圖 2.12 請修正為圖 2.21，P.161 利用 7.2.3 節應修正為 7.1.3 節，P.163 中 7.15 根據 7.2.4 節應修正為 7.1.4 節。	9.感謝委員指正，將予以修正	同意。
四、本所港研中心-林雅雯研究員		
1.簡報 P.17、18，歷年各地真實地震 PGA 較大之測站 PGA 值及港研測站 PGA 值，實測值與預測值有落差，請說明後續如何修正、調整。	1.若港研測站目前有多筆規模大於4的地震資料，可利用這些地震資料針對該測站進行場指修正，未來即可預測較加之PGA結果。	同意。
2.振動檢測，小自客、拖車、重車、移動式量測法等 1-10 方式請列表說明	2.期末報告時將針對各種量測方法之可行性及適用性詳細列表說明，最後並建議適用於台灣地區之震動檢測方式。	同意。

頻率量測結果、可行性、適用情形，並建議適用於臺灣地區之移動式振動檢測模式。		

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

專家意見	意見回覆	本所計畫承辦單位審查意見
一、逢甲大學運輸科技與管理系-徐耀賜教授		
1.瞬間造成大數目橋梁損壞與漸進式破壞之情況或可分別考量。災前或災時封橋	1.感謝委員意見，本研究於災前可透過橋梁通阻檢測分析模式，並利用地震模擬器進行地震模擬，預測橋梁破壞潛勢，據此建議橋梁管理單位橋梁維修補強優先順序；災時，則配合實際地震發生，利用橋梁通阻檢測分析模式，建議橋梁管理單位具危險潛勢之橋梁進行巡檢。	同意。
2.簡報 P.16，是否可用比例為之？	2.因有些測站之實測PGA值非常小，若以比例方法比較誤差則會有差異過大之情況，會有誤導讀者讀者之餘。因此，本研究仍保有原使用之方法進行比較。	同意。
3.橋梁因車輛載重本身即會有振動行為，故宜探討其是否會影響”微震法”之正確性(P22)。	3.微震法中車輛並不移動，且其質量與橋梁比較相對較小，故對橋梁振動頻率影響不大。	同意。
4.簡報 P.35，R>Rc 即應封橋，工務段人員如何應用此原則？另 R、Rc 值應是持續變化之值。	4.經計算後之RC值，為固定數值；然而，R值確實為持續變化之值，故須定期對橋梁進行頻率量測以更新R值，定期對橋梁健康狀態進行檢查為本計畫目的與精神之一。	同意。
1.梁式橋可能由數單元構成，損壞模式不見得與全橋長有關。	1.本研究取最容易破壞之單元檢視之。	同意。
2.中性化、鹽害造成之鋼筋腐蝕曲線是否造成構件之行為趨向更高度之非線性？	2.是有此疑慮，然而本研究已將鋼筋材料性質改變納入結構分析之中。	同意。
3.簡報 P.67 某些橋梁以	3.本研究之FEM採用 stick	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

專家意見	意見回覆	本所計畫承辦單位審查意見
FEM 分析之可行性宜評估，小規模 RC、PC 或可，大型結構可否？	單元，非以實體單元建模，故可應用於大型橋梁結構。此種FEM也廣泛被橋梁顧問公司採用，應用於橋梁分析與設計。	
二、成功大學水利系黃進坤教授		
1.結論中應歸納出本研究成果，可以提供事務單位的應用及使用。	1.感謝委員建議，已於結論中分別針對不同階段補充說明，本研究成果可供橋梁管理單位於災前(維護)、災時(破壞潛勢)與災後(是否開放通行)不同階段之決策參考依據。	同意。
2.是否有一章節來說明一橋的檢測流程及使用方法如何加以說明。	2.相關說明請參照第5.4.2節之說明。	同意。
3.P.167 頁中的迴歸公式為何沒有以最小誤差值來做迴歸。	3.本研究主要參考過去研究之基本公式以進行各參數迴歸，並非以最小誤差值方式歸納公式。	同意。
4.P.143 頁之 5.4 節標題以另頁開頭。	4.期末報告已針對委員意見進行修正。	同意。
5.P.92 頁圖 5.11 中的標題及單位如何？	5.期末報告已針對委員意見進行修正。	同意。
三、公路總局陳進發執行秘書		
1.第三章橋梁通阻檢測分析模式架構立意甚佳，有無兵棋推演實例可供驗證。	1.感謝委員意見，由於本計畫為首次採用此模式進行分析，故主要工作內容為可行性評估，並無規劃兵棋推演工作項目。未來期望有此機會配合公路總局進行兵棋推演，有利於驗證本研究之成果。	同意。
2.P.59 材料劣化分析模式可參考臺灣營建研究院之「苗栗以北腐蝕環境」之研究成果。該研究係公務總局所委託，	2.感謝委員意見，本研究已參考臺灣營建研究院之「苗栗以北腐蝕環境」之研究成果。	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

專家意見	意見回覆	本所計畫承辦單位審查意見
係實際置於戶外之實體模型，事實上腐蝕程度與材料及形狀具有直接關係。		
3.請增加本研究與國震中心之 TELES 系統所評估之橋梁通阻異同宜比較分析。	3.國震中心尚未公開其TELES橋梁耐震評估模組，故無法進行比較分析。	同意。
4.P.259 系統整合架構複雜難瞭解，是否整理一簡單易懂之論述，便於推薦論述，如非本研究應加強來源出處，避免誤解「跨河橋梁安全預警系統」為本研究範圍。	4.將查核，系統整合架構圖置於P.289，此架構圖中以不同符號代表各階段與研究計畫成果，本研究為「跨河橋梁安全預警系統」經費下之子計畫，研究成果以★號表示。	同意。
5.P.294，9.2 節提供了快速檢測橋梁通阻之系統工具，惟應有快速可行之複檢排除機制，否則難以推薦使用，公路管理單位之任何決策，均直接影響用路人權益，有進場機制，亦應有退場機制。	5.本研究針對封橋(進場)與開放通橋(退場)決策問題，已建置振動檢測模式，此方法可快速診斷橋梁狀況，作為是否封橋或開放通行之依據。其購置成本亦不高，可推薦用於公路管理單位。	同意。
6.強震過後，橋梁通組之最大功用係快速輔助公路單位快速擬定全國交通管制策略，俾利指揮救災機具之物資進出，恢復交通秩序，其次才	6.感謝委員寶貴的實務經驗。	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

專家意見	意見回覆	本所計畫承辦單位審查意見
為搶修復建。		
7.P.301 以簡訊通知橋管人員，惟應注意，歷次強震過後，通訊常失效或塞車，簡訊通報較不可行，應再循備援系統。	7.感謝委員意見，如發生如此嚴重之地震，基礎建設皆發生破壞，然而，前進指揮所皆會於通訊暢通處設立，建議橋管人員回到通訊正常處進行回報。且本研究分別於臺中與臺北建置兩系統，可盡量避免系統通訊中斷問題。	同意。
四、港研中心-謝明志科長		
1.本研究內容豐富，包含現地試驗與室內分析，利用側推分析及人工智慧方法來評估橋梁耐震，最後應用於橋梁通阻之檢測，成果及團隊的努力值得肯定。	1.感謝委員意見，本團隊未來將持續努力。	同意。
2.表 7-7 到表 7-30 為各橋梁側推分析結果，其中有一欄名稱為服務年度，是否指達到該腐蝕程度所需年數，因此名稱較難了解其本意，建議可改為服役年數或腐蝕所需年數，盼研究團隊斟酌。	2.已修正成腐蝕所需年數。	同意。
3.表 8-17 中挑選重要性因子納入分析，只針對前 18 項，而第 20 項(竣工年)及 21 頁(橋台型式)，都有 2 種方法以上	3.本研究僅採用專家問卷5分以上進行篩選，如表8-5竣工年僅得4.68分；橋台型式4.23分，故皆不採用。	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

專家意見	意見回覆	本所計畫承辦單位審查意見
被勾選，為何採用，請補充說明。		
4.表 8-21 訓練例有 109 筆，表 8-22 測試例有 12 筆，表內的參數數值如何得到？亦請說明。	4.案例庫來自於「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」，各參數乃根據該計畫案成果進行正規化所得之數值(包含語意變數轉變為數值)。	同意。
五、港研中心-賴瑞應研究員		
1.P.75「表 4-4 各港地震實測值與預測值比較」之實測值並無資料漏列，還是本所當時尚未設置監測站故無實測值，若屬後者，因無實測資料可供比較，故建議刪除本表。	1.感謝委員意見，遵照辦理。	同意。
2.P.145 與 P146 之圖 5.75、圖 5.76 及圖 5.77 請標示 AB 與 BC 線段。	2.期末報告已針對委員意見進行修正。	同意。
3.第(5)項橋梁受損前後之結構振態分析之<5.1>由容量曲線與 PGA 曲線取得橋墩折減係數，但 5.4.1 節提到橋墩折減方法有三種，且每一種方法折減的結果差異很大，此部分為何僅以容量曲線與 PGA 曲線取得橋墩折減係數，請補充說明。未來如何選取適當的折減方法，建議應	3.三種方法中，以容量曲線之外力行為與橋梁受沖刷時最相近，故本計畫建議採用容量曲線法進行橋梁受損後之勁度折減，報告中之相關內容亦進行修正。	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

專家意見	意見回覆	本所計畫承辦單位審查意見
補充說明。		
4.P.212 圖 7.30 是否為本研究側推分析的分析單元，如果不是，建議補充繪製及說明本研究橋梁分析單元的決定方式。	4.此圖為本研究所採用行車向(X向)側推振態模型。	同意。
5.P.217「表 7-6 新潮州橋側推分析結果」之 y 向腐蝕 20%之崩塌 PGA 比腐蝕 10%之崩塌 PGA 小，但位移為何較大，請確認。	5.遵照辦理,已修正。	同意。
6.〈附錄 F〉部分橋梁之崩塌 Ac 較降伏 Ay 小，請檢核或補充說明。	6.附錄F為歷史案例正規化後數據，正規化可將各屬性範圍轉換為0-1，故不代表實據數值，建議參考引用文獻「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」之案例數據。	同意。
7.〈附錄 H〉全臺灣省縣道橋梁耐震能力預測結果，部分橋梁之 Ay、Ac 值達到 1g 以上甚至到達 2g，是否合理，請再檢核。若檢核結果無誤，建議針對這些耐震能力超過 1g 以上之橋梁，針對其結構系統做探討，或許能對未來如何建造成本經濟又超級耐震的橋梁結構提供很好的建	7.感謝委員建議。此結果根據第七章側推分析模式之案例學習及推論，而24筆訓練案例中部分橋梁其測推分析結果亦有超過2g之情形，其原因可能為部分橋梁結構型態較為耐震，未來課題亦可探討此相關方向。	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

專家意見	意見回覆	本所計畫承辦單位審查意見
議。		
8.P.47 文中之圖 2.12 應修正為圖 2.21，請確認。P.84 第十二行，請增列「南投集集橋」。P193 圖 7.3~圖 7.5 不清楚，請修正。P.192、P196 文中根據 2.4.4~2.2.8 節應修正為 2.4.4~2.4.8。	8.遵照辦理,已修正。	同意。
9.報告目錄字體及報告頁碼似乎不合本所出版品格式，請加強報告格式的檢核。	9.感謝委員意見，於報告定稿修正。	同意。
10.本研究成果如同報告之說明未來尚有許多改善空間，但本研究確實具有相當的創新與挑戰性，研究團隊能在有限的期程下，如期完成所有工作項目，並提出初步成果，研究團隊的努力值得肯定。	10.感謝委員意見，本團隊未來將持續努力。	同意。
六、港研中心-林雅雯研究員		
1.P.145 圖 5.75、圖 5.76、圖 5.77 未標示 A、B、C、D 位置。	1.期末報告已針對委員意見進行修正。	同意。
2.建議將執信橋試驗 R、fma、fmb 及 faa、fab、Rc 列表說明，折減方式有三種方式，建議說明	2.(1) R、fma、fmb及faa、fab、Rc於報告中已改為列表說明。 (2)三種方法中，以容量曲線之外力行為與橋梁受沖刷時最相近，故本計畫建議採用容量曲線法進	同意。

交通部運輸研究所合作研究計畫
期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

合作研究單位：國立臺灣科技大學

專家意見	意見回覆	本所計畫承辦單位審查意見
三者之適用情形。	行橋梁受損後之勁度折減，報告中之相關內容亦進行修正。	

附錄二

研究團隊會議

研究團隊會議

本計畫固定進行兩次研究團隊工作進度會議，以使計畫案的內容能夠周詳的被考慮及適切的掌握進度。其個別開會概述如下表：

會議名稱	橋梁通阻檢測分析模式教授會議
開會時間	每週五上午9點~10點30分。
主　　席	鄭明淵教授
出席人員	相關計畫人員、其他相關人員
開會次數	39次
會議名稱	橋梁通阻檢測分析模式工作會議
開會時間	每週四，上午10點~12點(99/12~100/7)。 每週三，上午10點~12點(100/7~100/11)。
主　　席	吳育偉博士
出席人員	相關計畫人員、其他相關人員
開會次數	27次

附錄三

橋梁簡易調查因子耐震能力問卷調查

本問卷分為以下幾個部分：

一.橋梁簡易調查因子耐震能力之調查

二.填寫個人資料

一、橋梁簡易調查因子耐震能力之調查

本階段研究之目的在於找出若要以AI軟體進行橋梁檢測時，下列**不同屬性之因子對於耐震能力的**相互關係為何。

本研究將橋梁檢測定性因子分類為Bf_A**橋梁種類、** Bf_B**橋梁結構型態、** Bf_C**橋梁主梁型式、**Bf_D**橋墩型式、**Bf_E**橋墩基礎型式、**Bf_F**橋台型式、**Bf_G**橋台基礎、**Bf_H**支撐裝置、**Bf_I**防落設施、**Bf_J**地盤種類、**Bf_K**設計年代**數個構面探討:

1-1 範例說明

EX:進行Bf_A橋梁種類評比時，Bf_{A-1} <單跨橋>與

Bf_{A-2} <多跨簡支橋—單柱橋墩>

二屬性因子何者耐震能力較佳呢?請依您主觀認知進行比較，並於該欄位中劃記。

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
Bf_{A-1}	V									Bf_{A-2}

若您覺得 Bf_{A-1} <單跨橋> 和 Bf_{A-2} <多跨簡支橋—單柱橋墩> 比較下，Bf_{A-1}對於 Bf_{A-2}之耐震能力較高，其程度為”非常高”，請於”非常高”欄位內劃記。(如上圖)

EX:進行Bf_B橋梁結構型態評比時，Bf_{B-3} <桁架橋>與

Bf_{B-4} <拱橋>

二屬性因子何者耐震能力較佳呢?請依您主觀認知進行比較，並於該欄位中劃記。

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
Bf_{B-3}		V								Bf_{B-4}

若您覺得 Bf_{B-3} <桁架橋> 和 Bf_{B-4} <拱橋> 比較下，Bf_3對於 Bf_4 之耐震能力較高，其程度介於為 ” 非常高 ” 與 ” 高 ” 間，請於 ” 非常高 ” 與 ” 高 ” 間欄位內劃記。(如上圖)

Bf_A橋梁種類：

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
Bf_{A-1}										Bf_{A-2}
Bf_{A-2}										Bf_{A-3}
Bf_{A-3}										Bf_{A-4}
Bf_{A-4}										Bf_{A-5}
Bf_{A-5}										Bf_{A-6}
Bf_{A-6}										Bf_{A-7}

代號	橋梁種類
Bf_{A-1}	單跨橋
Bf_{A-2}	多跨簡支橋—單柱橋墩
Bf_{A-3}	多跨簡支橋—架構式橋墩
Bf_{A-4}	多跨簡支橋—壁式橋墩
Bf_{A-5}	多跨連續橋—單柱橋墩
Bf_{A-6}	多跨連續橋—架構式橋墩
Bf_{A-7}	多跨連續橋—壁式橋墩

Bf_B橋梁結構型態：

	非常高		**高**		**相等**		**弱**		**非常弱**	
BfB-1										*BfB-2*
BfB-2										*BfB-3*
BfB-3										*BfB-4*
BfB-4										*BfB-5*
BfB-5										*BfB-6*

代號	橋梁結構型態
Bf_{B-1}	梁橋（簡支式）
Bf_{B-2}	梁橋（連續式）
Bf_{B-3}	桁架橋
Bf_{B-4}	拱橋
Bf_{B-5}	斜張橋
Bf_{B-6}	吊橋

Bf_C橋梁主梁型式：

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
BfC-1										*BfC-2*
BfC-2										*BfC-3*
BfC-3										*BfC-4*
BfC-4										*BfC-5*

代號	橋梁主梁型式
Bf_{C-1}	I型梁
Bf_{C-2}	T型梁
Bf_{C-3}	U型梁
Bf_{C-4}	箱型梁
Bf_{C-5}	版梁

Bf_D橋墩型式：

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
BfD-1										*BfD-2*
BfD-2										*BfD-3*
BfD-3										*Bf-4*

代號	橋墩型式
Bf_{D-1}	無橋墩（單垮）
Bf_{D-2}	單柱式
Bf_{D-3}	架構式
Bf_{D-4}	壁式

Bf_E橋墩基礎：

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
BfE-1										*BfE-2*
BfE-2										*BfE-3*
BfE-3										*BfE-4*

代號	橋墩基礎
Bf_{E-1}	無橋墩基礎
Bf_{E-2}	直接基礎
Bf_{E-3}	樁基礎
Bf_{E-4}	沉箱基礎

Bf_F橋台型式：

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
BfF-1										*BfF-2*
BfF-2										*BfF-3*
BfF-3										*BfF-4*
BfF-4										*BfF-5*
BfF-5										*BfF-6*

代號	橋台型式
Bf_{F-1}	無橋台
Bf_{F-2}	重力式
Bf_{F-3}	懸臂式
Bf_{F-4}	扶壁式
Bf_{F-5}	鋼構式
Bf_{F-6}	樁排架式

Bf_G橋台基礎：

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
BfG-1										*BfG-2*
BfG-2										*BfG-3*
BfG-3										*BfG-4*

代號	橋台基礎
Bf_{G-1}	無橋台基礎
Bf_{G-2}	直接基礎
Bf_{G-3}	樁基礎
Bf_{G-4}	沉箱基礎

Bf_H支承裝置：

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
BfH-1										*BfH-2*
BfH-2										*BfH-3*
BfH-4										*BfH-4*

代號	支承裝置
Bf_{H-1}	無支承
Bf_{H-2}	合成橡膠支承
Bf_{H-3}	鋼製支承
Bf_{H-4}	盤式支承

Bf_I防落設施：

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
BfI-1										*BfI-2*
BfI-2										*BfI-3*
BfI-3										*BfI-4*
BfI-4										*BfI-5*

代號	防落設施
Bf_{I-1}	無防落設施
Bf_{I-2}	鋼製止震塊
Bf_{I-3}	RC止震塊
Bf_{I-4}	防震拉桿
Bf_{I-5}	剪力鋼棒

Bf_J地盤種類：

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
BfJ-1										*BfJ-2*
BfJ-2										*BfJ-3*
BfJ-4										*BfJ-4*

代號	支承裝置
Bf_{J-1}	堅實地盤
Bf_{J-2}	中等地盤
Bf_{J-3}	軟弱地盤
Bf_{J-4}	臺北盆地

Bf_K設計年代

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
BfK-1										*BfK-2*
BfK-2										*BfK-3*
BfK-3										*BfK-4*
BfK-4										*BfK-5*

代號	防落設施
Bf_{K-1}	民國49年之前設計
Bf_{K-2}	民國49~76年之間設計
Bf_{K-3}	民國76~84年之間設計
Bf_{K-4}	民國84~89年之間設計
Bf_{K-5}	民國89年之後設計

二、填寫個人資料

1.請問您的工作內容是：

_____

2.請問您的工作資歷是：_____年

3.請問您的居住地是：_____

4.請問您的學歷是：

□A.高中以下

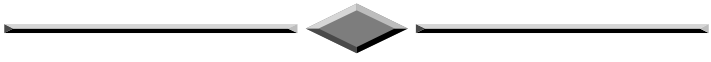
□B.高中

□C.大專

□D.碩士

□E.博士

本問卷到此全部結束，再次謝謝您的合作！



附錄四

定性選項量化表

定性選項量化表

A.橋梁種類定性選項	模糊偏好值 Total	Weight
單跨橋	0.802	0.115
多跨簡支橋－單柱橋墩	0.653	0.093
多跨簡支橋－架購式橋墩	1.140	0.163
多跨簡支橋－壁式橋墩	0.730	0.104
多跨連續橋－單柱橋墩	1.005	0.144
多跨連續橋－架構式橋墩	1.510	0.216
多跨連續橋－壁式橋墩	1.161	0.166
	7	1

B.橋梁結構型態定性選項	模糊偏好值 Total	Weight
梁橋（簡支式）	0.527	0.088
梁橋（連續式）	1.099	0.183
桁架橋	1.033	0.172
拱橋	1.284	0.214
斜張橋	1.145	0.191
吊橋	0.912	0.152
	6	1

C.橋梁主梁型式定性選項	模糊偏好值 Total	Weight
Ｉ型梁	0.955	0.191
Ｔ型梁	0.955	0.191
Ｕ型梁	0.771	0.154
箱型梁	1.340	0.268
版梁	0.979	0.196
	5	1

D.橋墩型式定性選項	模糊偏好值 Total	Weight
無橋墩（單跨）	1.349	0.337
單柱式	0.639	0.160
架構式	1.370	0.343
壁式	0.642	0.161
	4	1

E.橋墩基礎定性選項	模糊偏好值 Total	Weight
無橋墩基礎	0.920	0.230
直接基礎	0.816	0.204
樁基礎	1.321	0.330
沉箱基礎	0.943	0.236
	4	1

F.橋台型式定性選項	模糊偏好值 Total	Weight
無橋台	1.014	0.169
重力式	1.014	0.169
懸臂式	1.115	0.186
扶壁式	1.115	0.186
鋼構式	0.855	0.142
樁排架式	0.886	0.148
	6	1

G.橋台基礎定性選項	模糊偏好值 Total	Weight
無橋台基礎	0.751	0.188
直接基礎	0.877	0.219
樁基礎	1.324	0.331
沉箱基礎	1.048	0.262
	4	1

H.支承裝置定性選項	模糊偏好值 Total	Weight
無支承	0.464	0.116
合成橡膠支承	1.024	0.256
鋼製支承	1.217	0.304
盤式支承	1.295	0.324
	4	1

I.防落設施定性選項	模糊偏好值 Total	Weight
無防落設施	0.318	0.064
鋼製止震塊	1.173	0.235
ＲＣ止震塊	1.173	0.235
防震拉桿	1.260	0.252
剪力鋼棒	1.076	0.215
	5	1

J.地盤種類定性選項	模糊偏好值 Total	Weight
堅實地盤	1.488	0.372
中等地盤	1.256	0.314
軟弱地盤	0.795	0.199
臺北盆地	0.462	0.115
	4	1

K.設計年代定性選項	模糊偏好值 Total	Weight
民國４９年前設計	0.429	0.086
民國４９～７６年	0.677	0.135
民國７６～８４年	0.993	0.199
民國８４～８９年	1.303	0.261
民國８９年後設計	1.599	0.320
	5	1

附錄五

歷史案例正規化後數據

歷史案例正規化後數據

表E歷史案例正規化後數據

項次	橋名	橋長	橋寬	跨數	振動單元數	橋梁分類	竣工年	設計年代	設計水平加速度	地盤種類	土壤液化類別	歪斜角	基樁裸露	跨越河川或道路	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式	橋墩型式	橋墩基礎型式	橋台型式	橋台基礎型式	支承裝置	防落設施	PGA 橋軸向		PGA 橋橫向	
																								現況		現況	
																								柱降伏Ay	柱崩塌Ac	柱降伏Ay	柱崩塌Ac
1	南崁溪 1 號橋	0.992	0.535	0.011	0.024	0.000	0.659	0.337	0.000	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.962	0.000	0.300	0.000	0.177	1.000	0.659	0.651	1.000	0.279	0.262	0.059	0.072
2	南華橋	0.990	0.558	0.022	0.048	0.000	0.659	0.337	0.000	1.000	1.000	0.000	0.787	0.000	0.974	0.000	0.300	1.000	0.387	0.545	0.758	0.904	1.000	0.025	0.096	0.160	0.242
3	第 31 號橋	1.000	0.130	0.000	0.000	0.000	0.614	0.337	0.058	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.986	0.000	0.300	0.973	0.323	1.000	0.659	0.000	0.000	0.259	0.607	0.164	0.345
4	豆子埔橋	0.984	0.488	0.033	0.071	0.000	0.273	0.000	0.361	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.971	0.000	0.300	1.000	0.387	0.545	0.659	0.651	1.000	0.019	0.034	0.177	0.458
5	鳳山溪橋	0.960	0.558	0.088	0.190	0.000	0.000	0.000	0.361	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.974	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.659	0.651	1.000	0.164	0.125	0.143	0.176
6	誠仁橋	0.990	0.116	0.055	0.048	0.000	0.341	0.000	0.361	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.998	1.000	0.300	0.000	0.177	1.000	0.659	0.000	0.000	0.025	0.040	0.098	0.108
7	竹圍大橋	0.978	0.349	0.055	0.119	1.000	0.250	0.000	0.000	0.767	0.750	0.522	1.000	0.000	0.974	0.000	0.300	1.000	0.387	0.545	0.758	0.651	1.000	0.378	0.199	0.612	0.650
8	龍門橋	0.971	0.233	0.055	0.119	0.000	0.341	0.000	0.000	0.767	0.750	0.000	0.967	0.000	0.962	0.000	0.300	0.000	0.177	1.000	0.659	0.651	0.000	0.259	0.275	0.134	0.282
9	茄苳一號橋	0.971	0.326	0.044	0.095	0.000	0.614	0.337	0.058	1.000	1.000	0.444	1.000	0.000	0.949	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.758	0.000	1.000	0.019	0.040	0.059	0.051
10	高架橋 WH07-1	0.251	0.660	1.000	0.452	0.500	0.955	1.000	0.476	0.767	0.250	0.000	1.000	0.898	0.821	1.000	1.000	1.000	0.177	1.000	0.659	1.000	0.800	0.265	0.401	0.184	0.549
11	老街溪橋	0.986	0.198	0.033	0.071	1.000	0.455	0.000	0.000	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.974	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.659	0.651	1.000	0.090	0.059	0.098	0.091
12	貨櫃專用道 1K+030	0.863	0.163	0.231	0.500	0.000	0.659	0.337	0.058	0.767	0.750	0.078	0.733	0.000	0.949	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	0.000	0.065	0.051	0.003	0.006
13	竹東大橋	0.906	0.244	0.121	0.071	1.000	0.500	0.000	0.361	0.767	1.000	0.000	0.867	0.000	0.923	1.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.758	0.651	0.000	0.199	0.109	0.214	0.216
14	溪洲大橋	0.887	0.163	0.066	0.024	1.000	0.545	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.718	1.000	1.000	1.000	0.387	1.000	0.659	0.410	0.000	0.842	0.480	0.404	0.382
15	華江大橋	0.889	0.698	0.220	0.214	1.000	0.750	0.337	0.058	0.767	0.750	0.000	0.800	0.000	0.872	1.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.455	0.241	0.102	0.102
16	王公橋	0.872	0.223	0.121	0.071	0.000	0.705	0.337	0.058	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.641	1.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.847	0.454	1.000	1.000

項次	橋名	橋長	橋寬	跨數	振動單元數	橋梁分類	竣工年	設計年代	設計水平加速度	地盤種類	土壤液化類別	歪斜角	基樁裸露	跨越河川或道路	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式	橋墩型式	橋墩基礎型式	橋台型式	橋台基礎型式	支承裝置	防落設施	PGA 橋軸向		PGA 橋橫向	
																								現況		現況	
																								柱降伏Ay	柱崩塌Ac	柱降伏Ay	柱崩塌Ac
17	中山高架橋	0.576	0.186	0.560	0.095	1.000	0.432	0.000	0.000	0.000	0.750	0.000	1.000	0.898	0.923	1.000	1.000	0.000	0.177	0.545	0.568	0.651	0.000	0.173	0.097	0.200	0.203
18	北山大橋	0.872	0.093	0.220	0.476	0.000	0.636	0.337	0.058	0.767	0.750	0.000	0.920	0.000	0.949	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.004	0.000	0.000	0.071
19	中山橋	0.788	0.395	0.264	0.262	1.000	0.568	0.000	0.000	0.000	1.000	0.756	1.000	0.000	0.923	1.000	0.300	1.000	1.000	0.545	0.568	0.651	0.000	0.234	0.164	0.246	0.309
20	高架橋-9	0.959	0.386	0.066	0.143	0.500	0.795	0.674	0.476	0.767	1.000	0.178	1.000	0.000	0.923	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.659	0.651	1.000	0.323	0.236	0.199	0.317
21	重新大橋	0.791	0.558	0.330	0.214	1.000	0.500	0.000	0.000	0.320	0.750	0.111	1.000	0.000	0.933	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	0.000	0.622	0.296	0.185	0.171
22	國門陸橋	0.930	0.519	0.110	0.095	0.500	0.795	0.674	0.476	0.767	0.750	0.000	1.000	0.898	0.910	1.000	1.000	1.000	0.177	1.000	0.659	0.651	1.000	0.465	0.213	0.139	0.124
23	下龜山橋	0.952	0.035	0.088	0.190	1.000	0.227	0.000	0.000	0.767	0.750	0.067	1.000	0.000	0.949	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.659	0.651	1.000	0.176	0.084	0.053	0.044
24	武嶺橋	0.842	0.209	0.198	0.143	1.000	0.523	0.000	0.000	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.659	0.651	1.000	0.174	0.079	0.053	0.041
25	油羅溪橋	0.921	0.302	0.066	0.143	0.500	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	0.000	0.540	0.000	0.936	0.000	0.300	1.000	0.387	0.000	0.758	0.651	1.000	0.105	0.086	0.032	0.045
26	台 68 線跨國 1 橋梁	0.879	0.451	0.165	0.095	0.500	0.841	1.000	0.476	0.767	1.000	0.089	1.000	1.000	0.846	1.000	1.000	1.000	0.387	1.000	0.659	0.651	1.000	0.222	0.132	0.116	0.142
27	郡平橋	0.999	0.098	0.000	0.000	0.500	0.773	0.337	0.476	1.000	0.500	0.000	1.000	0.000	0.976	0.000	0.300	0.973	0.323	0.545	1.000	0.651	1.000	0.379	0.432	0.106	0.237
28	新興橋	0.982	0.084	0.022	0.000	0.500	0.773	0.337	0.476	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.872	1.000	0.000	0.000	1.000	0.545	1.000	1.000	1.000	0.619	0.430	0.295	0.361
29	晉安二號橋	0.978	0.295	0.022	0.000	0.000	0.523	0.000	0.361	1.000	0.500	0.333	1.000	0.000	0.922	1.000	0.300	1.000	0.177	0.545	0.659	0.651	1.000	0.501	0.282	0.535	0.617
30	銅鑼陸橋	0.980	0.153	0.055	0.119	0.000	0.409	0.000	0.361	0.767	0.500	0.000	1.000	0.000	0.940	0.000	0.300	1.000	0.387	0.545	1.000	0.904	1.000	0.115	0.059	0.033	0.031
31	新山橋	0.995	0.051	0.011	0.024	1.000	0.409	0.000	0.361	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.981	0.000	0.300	0.000	0.177	0.545	1.000	0.651	0.000	1.000	1.000	0.492	0.626
32	軍功橋	0.952	0.328	0.077	0.048	1.000	0.273	0.000	0.361	1.000	0.500	0.000	1.000	1.000	0.949	1.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.000	0.651	1.000	0.217	0.515	0.332	0.496
33	後汶線 E307-5 號橋	0.905	0.391	0.110	0.048	0.500	0.864	0.674	0.738	0.767	0.500	0.000	1.000	1.000	0.872	1.000	1.000	0.000	0.387	1.000	0.659	1.000	0.000	0.141	0.229	0.077	0.233
34	仙人橋	0.969	0.256	0.033	0.071	0.000	0.500	0.000	0.361	1.000	1.000	0.000	0.947	0.000	0.923	0.000	0.300	0.000	0.177	1.000	0.659	0.651	1.000	0.119	0.068	0.063	0.062
35	CT009 標高架橋	0.810	0.488	0.308	0.190	0.500	0.795	0.674	0.476	0.767	0.250	0.244	1.000	0.898	0.936	1.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.443	0.541	0.166	0.349
36	頭屋大橋	0.920	0.267	0.132	0.071	0.000	0.568	0.000	0.361	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.947	1.000	1.000	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	0.000	0.324	0.175	0.113	0.113

項次	橋名	橋長	橋寬	跨數	振動單元數	橋梁分類	竣工年	設計年代	設計水平加速度	地盤種類	土壤液化類別	歪斜角	基樁裸露	跨越河川或道路	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式	橋墩型式	橋墩基礎型式	橋台型式	橋台基礎型式	支承裝置	防落設施	PGA 橋軸向		PGA 橋橫向	
																								現況		現況	
																								柱降伏Ay	柱崩塌Ac	柱降伏Ay	柱崩塌Ac
37	西湖橋	0.971	0.465	0.044	0.095	0.500	0.773	0.337	0.738	0.767	0.750	0.000	0.867	0.000	0.923	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.121	0.097	0.146	0.145
38	龍田陸橋	0.910	0.558	0.132	0.071	0.000	0.682	0.337	0.058	0.767	0.500	0.707	1.000	0.898	0.903	1.000	0.300	1.000	0.177	1.000	0.659	0.651	1.000	0.092	0.055	0.068	0.073
39	西濱大橋	0.424	0.274	0.846	0.595	1.000	0.636	0.337	0.058	0.320	0.750	0.000	1.000	0.000	0.936	1.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.058	0.037	0.016	0.012
40	峨嵋橋	0.974	0.249	0.044	0.095	0.000	0.705	0.337	0.058	1.000	1.000	0.333	1.000	0.000	0.923	0.000	0.300	1.000	0.387	0.545	1.000	0.651	1.000	0.070	0.064	0.040	0.053
41	南雲大橋	0.808	0.279	0.242	0.524	0.000	0.341	0.000	0.361	0.767	0.250	0.000	0.800	0.000	0.923	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.758	0.000	0.682	0.092	0.052	0.020	0.015
42	中港溪橋	0.959	0.244	0.066	0.143	0.000	0.705	0.337	0.058	0.767	0.500	0.111	0.600	0.000	0.944	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.153	0.088	0.065	0.072
43	大甲溪橋	0.723	0.419	0.352	0.762	0.000	0.295	0.000	0.361	0.767	0.500	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.659	0.651	1.000	0.097	0.087	0.566	0.549
44	北勢大橋	0.920	0.291	0.099	0.048	1.000	0.318	0.000	0.361	0.767	0.750	0.000	0.733	0.000	0.915	1.000	0.300	1.000	1.000	1.000	0.659	0.904	1.000	0.124	0.097	0.068	0.082
45	觀音橋	0.978	0.312	0.022	0.048	0.000	0.523	0.000	0.361	1.000	0.500	0.000	1.000	0.000	0.923	0.000	0.300	1.000	1.000	0.545	1.000	0.651	1.000	0.052	0.031	0.029	0.024
46	福同橋	0.983	0.228	0.022	0.000	0.000	0.545	0.000	0.361	1.000	0.750	0.000	1.000	1.000	0.944	1.000	0.000	1.000	0.387	0.545	1.000	0.651	1.000	0.323	0.211	0.154	0.153
47	名竹大橋	0.854	0.302	0.253	0.167	1.000	0.614	0.337	0.058	1.000	0.500	0.000	0.720	0.000	0.897	1.000	0.300	1.000	0.387	1.000	1.000	0.651	1.000	0.497	0.242	0.138	0.148
48	後龍溪橋	0.931	0.791	0.088	0.190	0.000	0.727	0.337	0.058	0.767	0.000	0.000	0.933	0.000	0.923	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	0.000	0.230	0.131	0.065	0.069
49	溪州大橋	0.359	0.465	0.945	0.667	1.000	0.705	0.337	0.058	0.320	0.250	0.000	0.900	0.000	0.936	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.257	0.123	0.083	0.073
50	牛眠橋	0.950	0.233	0.066	0.143	0.500	0.818	0.674	0.476	0.767	0.750	0.000	0.833	0.000	0.933	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.174	0.104	0.057	0.062
51	聖力橋	0.995	0.270	0.033	0.071	0.500	0.773	0.337	0.476	0.767	0.500	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.300	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.308	0.174	0.158	0.169
52	林邊大橋	0.906	0.326	0.154	0.095	0.000	0.295	0.000	0.000	0.320	0.750	0.000	1.000	0.000	0.947	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	0.800	0.094	0.054	0.033	0.024
53	東港陸橋	0.977	0.223	0.055	0.119	0.000	0.432	0.000	0.000	0.320	0.500	0.000	1.000	0.898	0.962	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.125	0.059	0.069	0.061
54	知本陸橋	0.932	0.302	0.110	0.095	0.000	0.682	0.337	0.445	0.767	0.500	0.000	1.000	0.898	0.922	0.000	0.300	1.000	0.177	1.000	0.659	0.651	1.000	0.154	0.102	0.058	0.209
55	鹿鳴橋	0.929	0.186	0.099	0.095	1.000	0.455	0.000	0.361	1.000	0.500	0.000	1.000	0.000	0.936	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.090	0.057	0.068	0.077
56	新知本大橋	0.867	0.302	0.165	0.119	0.000	0.727	0.337	0.445	0.767	0.500	0.000	0.947	0.000	0.923	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.221	0.119	0.067	0.069

項次	橋名	橋長	橋寬	跨數	振動單元數	橋梁分類	竣工年	設計年代	設計水平加速度	地盤種類	土壤液化類別	歪斜角	基樁裸露	跨越河川或道路	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式	橋墩型式	橋墩基礎型式	橋台型式	橋台基礎型式	支承裝置	防落設施	PGA 橋軸向		PGA 橋橫向	
																								現況		現況	
																								柱降伏Ay	柱崩塌Ac	柱降伏Ay	柱崩塌Ac
57	旗南橋	0.965	0.442	0.044	0.024	0.000	0.659	0.337	0.058	0.767	1.000	0.444	1.000	0.000	0.933	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.659	0.651	1.000	0.153	0.107	0.080	0.091
58	枋山大橋	0.947	0.444	0.099	0.214	1.000	0.364	0.000	0.000	0.767	1.000	0.000	0.867	0.000	0.954	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.904	0.800	0.084	0.040	0.353	0.330
59	萬大大橋	0.493	1.000	0.747	0.571	1.000	0.659	0.337	0.000	0.767	0.750	0.000	1.000	0.898	0.936	0.000	0.300	1.000	1.000	0.545	0.568	0.651	1.000	0.076	0.035	0.038	0.028
60	月眉橋	0.951	0.163	0.066	0.048	0.000	0.568	0.000	0.361	1.000	0.750	0.000	1.000	0.000	0.936	0.000	0.300	1.000	0.000	0.545	0.682	0.651	1.000	0.185	0.100	0.057	0.055
61	崁頂溪橋	0.951	0.186	0.066	0.143	0.000	0.455	0.000	0.361	0.767	0.750	0.000	0.800	0.000	0.936	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.156	0.086	0.120	0.123
62	竹湖陸橋	0.920	0.209	0.132	0.286	0.000	0.500	0.000	0.000	0.767	0.750	0.244	1.000	0.898	0.938	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.174	0.090	0.139	0.132
63	鹿野橋	0.965	0.163	0.055	0.024	0.000	0.636	0.337	0.445	0.767	0.500	0.000	1.000	0.000	0.949	0.000	0.300	1.000	0.387	0.091	0.758	0.651	1.000	0.392	0.215	0.154	0.167
64	枋寮陸橋	0.944	0.349	0.077	0.167	1.000	0.568	0.000	0.000	0.767	1.000	0.000	1.000	0.898	0.936	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.020	0.005	0.022	0.017
65	豐源大橋	0.903	0.302	0.121	0.262	1.000	0.500	0.000	0.361	0.767	0.750	0.000	0.820	0.000	0.923	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.125	0.052	0.069	0.056
66	臺東大橋	0.896	0.049	0.132	0.071	1.000	0.068	0.000	0.361	0.767	1.000	0.000	0.733	0.000	0.920	1.000	0.300	1.000	1.000	0.545	0.659	0.904	1.000	0.051	0.021	0.024	0.016
67	南太麻里橋	0.959	0.721	0.055	0.119	1.000	0.477	0.000	0.361	0.767	0.750	0.000	0.767	0.000	0.936	0.000	0.300	1.000	0.387	0.000	0.758	0.651	1.000	0.182	0.131	0.081	0.109
68	新豐里橋	0.970	0.442	0.055	0.024	0.500	0.795	0.674	0.738	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.959	1.000	0.300	1.000	0.387	0.545	0.758	0.651	1.000	0.065	0.154	0.115	0.155
69	台88(0K+500~5K+070)高架橋	0.000	0.386	0.923	0.357	0.500	0.932	1.000	0.476	0.767	1.000	0.000	1.000	0.898	0.862	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.682	0.185	0.273	0.096	0.211
70	里港大橋	0.660	0.465	0.462	1.000	1.000	0.318	0.000	0.000	0.767	0.500	0.000	0.800	0.000	0.923	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	0.659	0.904	1.000	0.129	0.091	0.043	0.053
71	南華大橋	0.753	0.049	0.363	0.238	0.000	0.455	0.000	0.000	0.767	1.000	0.000	0.733	0.000	0.935	1.000	0.300	1.000	1.000	0.545	0.758	0.651	0.682	0.047	0.023	0.017	0.011
72	枋寮大橋	0.951	0.444	0.088	0.190	1.000	0.364	0.000	0.000	0.767	0.750	0.000	0.920	0.000	0.954	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.068	0.033	0.024	0.017
73	玉興橋	0.969	0.256	0.044	0.024	1.000	0.614	0.337	0.445	0.767	0.750	0.444	1.000	0.000	0.944	1.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.331	0.214	0.172	0.173
74	壯圍大橋	0.912	0.233	0.220	0.476	0.500	0.773	0.674	0.738	0.320	1.000	0.444	1.000	0.000	0.973	0.000	0.340	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.932	0.526	0.274	0.362

項次	橋名	橋長	橋寬	跨數	振動單元數	橋梁分類	竣工年	設計年代	設計水平加速度	地盤種類	土壤液化類別	歪斜角	基樁裸露	跨越河川或道路	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式	橋墩型式	橋墩基礎型式	橋台型式	橋台基礎型式	支承裝置	防落設施	PGA 橋軸向		PGA 橋橫向	
																								現況		現況	
																								柱降伏Ay	柱崩塌Ac	柱降伏Ay	柱崩塌Ac
75	三星橋	0.978	0.163	0.033	0.024	0.000	0.545	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	1.000	0.000	0.949	1.000	0.300	1.000	0.387	0.545	0.659	0.651	1.000	0.129	0.071	0.067	0.070
76	英士橋(右)	0.977	0.000	0.055	0.119	0.000	0.705	0.337	0.058	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.974	0.000	0.300	0.000	0.387	0.545	0.659	0.651	1.000	0.153	0.129	0.087	0.101
77	執信橋(右)	0.973	0.000	0.055	0.024	1.000	0.591	0.337	0.058	1.000	0.500	0.000	1.000	0.000	0.974	1.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.659	0.651	1.000	0.188	0.124	0.143	0.217
78	碧水橋	0.981	0.035	0.022	0.048	1.000	0.591	0.337	0.058	1.000	1.000	0.000	0.667	0.000	0.936	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.758	0.651	0.000	0.349	0.186	0.143	0.161
79	新澳橋	0.981	0.058	0.022	0.048	0.000	0.409	0.000	0.000	1.000	0.500	0.000	1.000	0.000	0.936	0.000	0.300	1.000	0.387	0.545	0.758	0.651	0.682	0.263	0.171	0.122	0.216
80	蘭陽大橋 R	0.837	0.233	0.363	0.262	0.000	0.636	0.337	0.058	0.320	0.750	0.000	1.000	0.000	0.967	1.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.853	0.462	0.334	0.436
81	金馬橋	0.990	0.156	0.011	0.024	0.000	0.409	0.000	0.000	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.946	0.000	0.300	1.000	1.000	0.000	1.000	0.651	0.682	0.254	0.143	0.155	0.137
82	福德坑橋	0.987	0.149	0.066	0.143	0.000	0.409	0.000	0.000	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.999	0.000	0.300	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.318	0.212	0.201	0.231
83	富池橋	0.986	0.163	0.033	0.071	1.000	0.545	0.000	0.361	0.767	1.000	0.000	0.933	0.000	0.974	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.659	0.651	0.000	0.208	0.156	0.246	0.253
84	縣界橋	0.988	0.163	0.011	0.024	1.000	0.545	0.000	0.361	0.767	1.000	1.000	0.933	0.000	0.936	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.659	0.651	1.000	0.103	0.083	0.246	0.253
85	北清水溪橋	0.993	0.163	0.033	0.071	0.000	0.386	0.000	0.361	0.767	0.500	0.000	0.867	0.000	0.995	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.659	0.651	0.000	0.228	0.175	0.067	0.096
86	玉里大橋(北上)	0.881	0.035	0.176	0.381	1.000	0.318	0.000	0.361	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.936	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.006	0.018	0.014	0.010
87	九岸溪橋(南下)	0.981	0.035	0.022	0.048	1.000	0.205	0.000	0.361	0.767	0.750	0.400	0.933	0.000	0.936	0.000	0.300	1.000	0.387	0.000	0.758	0.651	1.000	0.166	0.085	0.081	0.087
88	卓樂橋	0.936	0.035	0.088	0.190	1.000	0.455	0.000	0.361	1.000	0.750	0.000	1.000	0.000	0.936	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.103	0.056	0.051	0.068
89	繼光橋	0.965	0.058	0.066	0.024	1.000	0.636	0.337	0.058	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.931	1.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.659	0.651	0.000	0.219	0.143	0.002	0.000
90	家源橋(左)	0.944	0.005	0.077	0.167	1.000	0.614	0.337	0.058	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.931	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.659	0.651	1.000	0.228	0.139	0.164	0.313
91	龍德大橋(左)	0.969	0.326	0.077	0.167	0.000	0.386	0.000	0.000	0.767	0.500	0.000	0.967	0.000	0.974	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	0.000	0.122	0.090	0.095	0.139
92	萬里溪橋(拓寬)	0.933	0.035	0.110	0.071	0.000	0.295	0.000	0.361	0.767	0.500	0.000	0.933	0.000	0.949	1.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.372	0.211	0.141	0.207
93	馬太鞍溪橋	0.908	0.035	0.143	0.310	0.000	0.318	0.000	0.361	1.000	0.750	0.000	0.933	0.000	0.944	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.659	0.651	0.682	0.172	0.121	0.054	0.071
94	西門橋	0.914	0.047	0.176	0.381	0.000	0.568	0.000	0.000	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.949	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.160	0.071	0.045	0.041

項次	橋名	橋長	橋寬	跨數	振動單元數	橋梁分類	竣工年	設計年代	設計水平加速度	地盤種類	土壤液化類別	歪斜角	基樁裸露	跨越河川或道路	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式	橋墩型式	橋墩基礎型式	橋台型式	橋台基礎型式	支承裝置	防落設施	PGA 橋軸向		PGA 橋橫向	
																								現況		現況	
																								柱降伏Ay	柱崩塌Ac	柱降伏Ay	柱崩塌Ac
95	東港橋	1.000	0.144	0.000	0.000	0.000	0.432	0.000	0.000	0.320	1.000	0.000	1.000	0.898	0.988	0.000	0.300	0.973	0.323	1.000	1.000	0.651	0.000	0.179	0.090	0.051	0.072
96	木瓜溪橋(拓一)	0.937	0.035	0.077	0.071	0.000	0.409	0.000	0.361	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.923	1.000	0.300	0.000	0.387	1.000	1.000	0.651	1.000	0.240	0.120	0.069	0.065
97	竹安橋	0.951	0.135	0.077	0.167	0.000	0.409	0.000	0.000	0.767	0.500	0.244	1.000	0.000	0.951	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	0.000	0.134	0.080	0.129	0.111
98	竹崎大橋	0.978	0.140	0.077	0.167	0.000	0.273	0.000	0.361	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.987	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.376	0.257	0.268	0.272
99	千鳥橋	0.972	0.349	0.044	0.024	0.000	0.750	0.337	0.058	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.949	1.000	0.300	1.000	1.000	1.000	0.659	0.651	1.000	0.122	0.077	0.092	0.105
100	同仁橋	0.995	0.140	0.011	0.024	0.000	0.659	0.337	0.251	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.979	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	0.000	0.374	0.194	0.106	0.105
101	中埔橋	0.981	0.163	0.022	0.000	1.000	0.659	0.337	0.251	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.938	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.166	0.314	0.129	0.170
102	北港大橋	0.904	0.442	0.209	0.167	1.000	0.091	0.000	0.361	0.320	1.000	0.000	0.900	0.000	0.962	1.000	0.300	1.000	1.000	0.000	1.000	0.651	1.000	0.016	0.008	0.028	0.030
103	新虎尾溪橋(南)	0.987	0.442	0.022	0.000	0.000	0.659	0.337	0.058	0.320	0.750	0.000	1.000	0.000	0.962	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.291	0.228	0.090	0.123
104	大南橋	0.996	0.188	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.361	0.767	0.500	0.000	1.000	0.000	0.937	0.000	0.300	0.973	0.323	0.545	1.000	0.651	1.000	0.089	0.411	0.024	0.225
105	忠興橋	0.988	0.163	0.011	0.000	0.000	0.636	0.337	0.251	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.936	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.000	0.014	0.115	0.161
106	海豐崙橋	0.992	0.326	0.011	0.024	0.000	0.614	0.337	0.251	0.320	0.750	0.000	1.000	0.000	0.959	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.659	0.651	0.000	0.135	0.060	0.035	0.034
107	平和橋	0.988	0.344	0.011	0.024	0.000	0.750	0.337	0.058	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.923	0.000	0.300	1.000	1.000	0.545	1.000	0.651	1.000	0.318	0.145	0.094	0.091
108	莿桐第一號	0.990	0.395	0.022	0.048	1.000	0.750	0.337	0.058	0.320	0.500	0.000	1.000	0.000	0.974	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.020	0.023	0.111	0.165
109	鰲鼓橋	0.963	0.209	0.066	0.048	0.500	0.795	0.674	0.738	0.320	0.750	0.000	1.000	0.000	0.923	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.215	0.102	0.127	0.126
110	厚生橋	0.894	0.314	0.231	0.500	1.000	0.364	0.000	0.361	0.320	1.000	0.000	1.000	0.000	0.936	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	0.000	0.134	0.085	0.069	0.077
111	五王大橋	0.876	0.302	0.209	0.143	0.500	0.795	0.674	0.738	0.320	0.750	0.000	1.000	0.000	0.949	0.000	0.300	0.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.144	0.171	0.087	0.159
112	吳鳳橋	0.969	0.233	0.033	0.071	0.000	0.409	0.000	0.361	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.923	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	1.000	0.651	1.000	0.131	0.074	0.026	0.024
113	22 號橋	0.914	0.437	0.099	0.048	0.500	0.818	0.674	0.476	0.767	0.500	0.000	1.000	0.898	0.872	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.567	0.497	0.166	0.288
114	新岑橋	0.964	0.279	0.066	0.143	0.000	0.705	0.337	0.058	0.320	1.000	0.000	1.000	0.000	0.962	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.047	0.034	0.022	0.024

項次	橋名	橋長	橋寬	跨數	振動單元數	橋梁分類	竣工年	設計年代	設計水平加速度	地盤種類	土壤液化類別	歪斜角	基樁裸露	跨越河川或道路	單跨最大跨距	橋梁結構型態	橋梁主梁型式	橋墩型式	橋墩基礎型式	橋台型式	橋台基礎型式	支承裝置	防落設施	PGA 橋軸向		PGA 橋橫向	
																								現況		現況	
																								柱降伏 Ay	柱崩塌 Ac	柱降伏 Ay	柱崩塌 Ac
115	新榮橋	0.927	0.326	0.121	0.071	1.000	0.523	0.000	0.361	0.320	1.000	0.667	1.000	0.000	0.949	1.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.240	0.146	0.390	0.410
116	新虎尾溪橋(南)	0.987	0.442	0.022	0.000	0.000	0.659	0.337	0.058	0.320	0.750	0.000	1.000	0.000	0.962	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.036	0.040	0.140	0.148
117	國姓橋	0.736	0.581	0.451	0.310	0.000	0.659	0.337	0.058	0.320	1.000	0.000	0.000	0.000	0.949	1.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	0.000	0.128	0.070	0.046	0.047
118	後壁陸橋	0.947	0.372	0.055	0.000	1.000	0.705	0.337	0.251	0.320	1.000	0.000	1.000	0.898	0.877	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.904	0.000	0.206	0.099	0.060	0.060
119	急水溪橋	0.939	0.419	0.099	0.214	0.000	0.455	0.000	0.361	0.320	0.750	0.000	1.000	0.000	0.949	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.347	0.195	0.103	0.110
120	石榴班橋	0.966	0.302	0.044	0.095	0.000	0.614	0.337	0.251	0.320	0.750	0.000	1.000	0.000	0.936	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.068	0.052	0.045	0.043
121	南林內陸橋	0.971	0.302	0.044	0.095	1.000	0.614	0.337	0.251	0.320	1.000	0.822	1.000	0.898	0.949	0.000	0.300	1.000	0.177	1.000	0.659	0.775	1.000	0.423	0.222	0.123	0.148

附錄六

相關係數分析過程詳細內容表

相關係數分析過程詳細內容表

附錄6-1 Pearson 分析法相關係數表(1)

Pearson 分析		柱軸向 Ay	柱軸向 Ac	柱橫向 Ay	柱橫向 Ac
橋長	Pearson 相關	-.018	.041	-.019	.052
	顯著性(單尾)	.423	.330	.420	.287
	個數	121	121	121	121
橋寬	Pearson 相關	-.060	-.023	-.007	.029
	顯著性(單尾)	.255	.401	.471	.375
	個數	121	121	121	121
跨數	Pearson 相關	-.005	.026	-.039	.027
	顯著性(單尾)	.477	.390	.334	.382
	個數	121	121	121	121
振動單元數	Pearson 相關	-.102	-.135	-.067	-.075
	顯著性(單尾)	.133	.071	.233	.207
	個數	121	121	121	121
橋梁分類	Pearson 相關	.085	.102	.089	.062
	顯著性(單尾)	.178	.133	.166	.249
	個數	121	121	121	121
竣工年	Pearson 相關	.180*	.199*	-.044	.036
	顯著性(單尾)	.024	.015	.314	.348
	個數	121	121	121	121
設計年代	Pearson 相關	.140	.209*	-.060	.072
	顯著性(單尾)	.063	.011	.258	.217
	個數	121	121	121	121

附錄6-1 Pearson 分析法相關係數表(2)

Pearson 分析		柱軸向 Ay	柱軸向 Ac	柱橫向 Ay	柱橫向 Ac
設計水平加速度	Pearson 相關	.084	.217**	.011	.106
	顯著性(單尾)	.179	.008	.450	.123
	個數	121	121	121	121
地盤種類	Pearson 相關	.014	.121	.046	.084
	顯著性(單尾)	.440	.093	.307	.181
	個數	121	121	121	121
土壤液化類別	Pearson 相關	-.013	.068	-.043	.056
	顯著性(單尾)	.442	.230	.321	.272
	個數	121	121	121	121
歪斜角	Pearson 相關	-.058	-.003	-.176*	-.138
	顯著性(單尾)	.263	.488	.027	.066
	個數	121	121	121	121
基樁裸露	Pearson 相關	-.137	-.173*	-.168*	-.206*
	顯著性(單尾)	.067	.029	.033	.012
	個數	121	121	121	121
跨越河川或道路	Pearson 相關	.129	.276**	.027	.129
	顯著性(單尾)	.079	.001	.386	.080
	個數	121	121	121	121
單跨最大跨距	Pearson 相關	.136	.073	.109	.083
	顯著性(單尾)	.069	.213	.118	.184
	個數	121	121	121	121

附錄6-1 Pearson 分析法相關係數表(3)

Pearson 分析		柱軸向 Ay	柱軸向 Ac	柱橫向 Ay	柱橫向 Ac
橋梁結構型態	Pearson 相關	.267**	.233**	.189*	.196*
	顯著性(單尾)	.002	.005	.019	.016
	個數	121	121	121	121
橋梁主梁型式	Pearson 相關	.200*	.189*	.031	.085
	顯著性(單尾)	.014	.019	.369	.178
	個數	121	121	121	121
橋墩型式	Pearson 相關	.018	-.053	.045	.038
	顯著性(單尾)	.424	.283	.312	.341
	個數	121	121	121	121
橋墩基礎型式	Pearson 相關	.063	-.037	.006	-.074
	顯著性(單尾)	.247	.343	.474	.210
	個數	121	121	121	121
橋台型式	Pearson 相關	.013	-.026	-.022	-.032
	顯著性(單尾)	.445	.387	.405	.364
	個數	121	121	121	121
橋台基礎型式	Pearson 相關	.190*	.080	-.029	-.091
	顯著性(單尾)	.018	.190	.376	.160
	個數	121	121	121	121
支承裝置	Pearson 相關	.039	.122	-.002	.070
	顯著性(單尾)	.336	.091	.491	.223
	個數	121	121	121	121

附錄6-1 Pearson 分析法相關係數表(4)

Pearson 分析		柱軸向 Ay	柱軸向 Ac	柱橫向 Ay	柱橫向 Ac
防落設施	Pearson 相關	-.145	-.104	-.012	.004
	顯著性(單尾)	.056	.128	.447	.483
	個數	121	121	121	121

附錄6-2 Kendall's tau_b 統計量數法相關係數表(1)

Kendall's tau_b 統計量數		柱軸向 Ay	柱軸向 Ac	柱橫向 Ay	柱橫向 Ac
橋長	相關係數	-.012	-.050	-.107*	-.118*
	顯著性(單尾)	.420	.209	.042	.028
	個數	121	121	121	121
橋寬	相關係數	-.050	.016	.040	.033
	顯著性(單尾)	.212	.397	.261	.297
	個數	121	121	121	121
跨數	相關係數	-.016	-.050	-.086	-.095
	顯著性(單尾)	.397	.213	.085	.065
	個數	121	121	121	121
振動單元數	相關係數	-.109*	-.156**	-.148*	-.168**
	顯著性(單尾)	.043	.007	.010	.004
	個數	121	121	121	121
橋梁分類1	相關係數	.063	.060	.116	.078
	顯著性(單尾)	.191	.199	.052	.138
	個數	121	121	121	121
竣工年	相關係數	.133*	.186**	.035	.077
	顯著性(單尾)	.017	.001	.288	.110
	個數	121	121	121	121

附錄6-2 Kendall's tau_b 統計量數法相關係數表 (2)

Kendall's tau_b 統計量數		柱軸向 Ay	柱軸向 Ac	柱橫向 Ay	柱橫向 Ac
設計年代	相關係數	.121*	.199**	.030	.089
	顯著性(單尾)	.046	.003	.339	.108
	個數	121	121	121	121
設計水平加速度	相關係數	.104	.197**	.090	.154*
	顯著性(單尾)	.060	.002	.089	.011
	個數	121	121	121	121
地盤種類	相關係數	.030	.082	.018	.045
	顯著性(單尾)	.336	.124	.402	.266
	個數	121	121	121	121
土壤液化類別	相關係數	.036	.059	-.028	.047
	顯著性(單尾)	.305	.201	.345	.250
	個數	121	121	121	121
歪斜角	相關係數	-.087	-.051	-.150*	-.105
	顯著性(單尾)	.112	.240	.019	.071
	個數	121	121	121	121
基樁裸露	相關係數	-.143*	-.155*	-.163*	-.184**
	顯著性(單尾)	.021	.014	.010	.004
	個數	121	121	121	121
跨越河川或道路	相關係數	.131*	.153*	.093	.127*
	顯著性(單尾)	.037	.019	.103	.042
	個數	121	121	121	121
單跨最大跨距	相關係數	.074	.051	-.088	-.090
	顯著性(單尾)	.121	.213	.082	.077
	個數	121	121	121	121

附錄6-2 Kendall's tau_b 統計量數法相關係數表 (3)

Kendall's tau_b 統計量數		柱軸向 Ay	柱軸向 Ac	柱橫向 Ay	柱橫向 Ac
橋梁結構型態	相關係數	.214**	.218**	.163*	.133*
	顯著性(單尾)	.002	.002	.015	.038
	個數	121	121	121	121
橋梁主梁型式	相關係數	.173*	.190**	.104	.118
	顯著性(單尾)	.010	.005	.080	.055
	個數	121	121	121	121
橋墩型式	相關係數	.029	-.004	.039	-.010
	顯著性(單尾)	.349	.480	.300	.445
	個數	121	121	121	121
橋墩基礎型式	相關係數	-.035	-.066	-.004	-.086
	顯著性(單尾)	.310	.176	.479	.113
	個數	121	121	121	121
橋台型式	相關係數	.025	-.013	-.016	-.033
	顯著性(單尾)	.367	.428	.415	.328
	個數	121	121	121	121
橋台基礎型式	相關係數	.068	.040	-.029	-.049
	顯著性(單尾)	.166	.282	.340	.242
	個數	121	121	121	121
支承裝置	相關係數	.002	.080	-.017	.037
	顯著性(單尾)	.492	.136	.405	.307
	個數	121	121	121	121
防落設施	相關係數	-.132*	-.099	-.052	-.040
	顯著性(單尾)	.035	.086	.238	.293
	個數	121	121	121	121

附錄6-3 Spearman's rho 係數法相關係數表(1)

Spearman's rho 係數		柱軸向 Ay	柱軸向 Ac	柱橫向 Ay	柱橫向 Ac
橋長	相關係數	-.026	-.070	-.149	-.170*
	顯著性(單尾)	.387	.224	.052	.031
	個數	121	121	121	121
橋寬	相關係數	-.069	.028	.057	.058
	顯著性(單尾)	.227	.382	.266	.262
	個數	121	121	121	121
跨數	相關係數	-.028	-.070	-.117	-.139
	顯著性(單尾)	.381	.222	.101	.064
	個數	121	121	121	121
振動單元數	相關係數	-.158*	-.225**	-.205*	-.237**
	顯著性(單尾)	.042	.007	.012	.004
	個數	121	121	121	121
橋梁分類1	相關係數	.079	.074	.141	.091
	顯著性(單尾)	.194	.211	.062	.161
	個數	121	121	121	121
竣工年	相關係數	.190*	.269**	.046	.105
	顯著性(單尾)	.018	.001	.309	.126
	個數	121	121	121	121
設計年代	相關係數	.158*	.254**	.034	.111
	顯著性(單尾)	.042	.002	.357	.113
	個數	121	121	121	121
設計水平加速度	相關係數	.143	.272**	.126	.208*
	顯著性(單尾)	.059	.001	.084	.011
	個數	121	121	121	121

附錄6-3 Spearman's rho 係數法相關係數表(2)

Spearman's rho 係數		柱軸向 Ay	柱軸向 Ac	柱橫向 Ay	柱橫向 Ac
地盤種類	相關係數	.037	.105	.023	.058
	顯著性(單尾)	.344	.125	.400	.264
	個數	121	121	121	121
土壤液化類別	相關係數	.047	.074	-.033	.058
	顯著性(單尾)	.303	.211	.359	.265
	個數	121	121	121	121
歪斜角	相關係數	-.112	-.067	-.190*	-.135
	顯著性(單尾)	.110	.233	.019	.069
	個數	121	121	121	121
基樁裸露	相關係數	-.180*	-.198*	-.211*	-.236**
	顯著性(單尾)	.024	.015	.010	.005
	個數	121	121	121	121
跨越河川或道路	相關係數	.161*	.191*	.115	.157*
	顯著性(單尾)	.039	.018	.105	.043
	個數	121	121	121	121
單跨最大跨距	相關係數	.098	.065	-.129	-.133
	顯著性(單尾)	.143	.238	.080	.072
	個數	121	121	121	121
橋梁結構型態	相關係數	.260**	.266**	.198*	.162*
	顯著性(單尾)	.002	.002	.015	.038
	個數	121	121	121	121
橋梁主梁型式	相關係數	.214**	.237**	.128	.147
	顯著性(單尾)	.009	.004	.080	.054
	個數	121	121	121	121

附錄6-3 Spearman's rho 係數法相關係數表(3)

Spearman's rho 係數		柱軸向 Ay	柱軸向 Ac	柱橫向 Ay	柱橫向 Ac
橋墩型式	相關係數	.036	-.004	.049	-.013
	顯著性(單尾)	.349	.482	.298	.446
	個數	121	121	121	121
橋墩基礎型式	相關係數	-.040	-.085	-.006	-.110
	顯著性(單尾)	.333	.177	.472	.115
	個數	121	121	121	121
橋台型式	相關係數	.029	-.018	-.021	-.041
	顯著性(單尾)	.378	.421	.408	.326
	個數	121	121	121	121
橋台基礎型式	相關係數	.096	.057	-.036	-.066
	顯著性(單尾)	.148	.269	.346	.236
	個數	121	121	121	121
支承裝置	相關係數	.004	.103	-.022	.049
	顯著性(單尾)	.485	.131	.407	.297
	個數	121	121	121	121
防落設施	相關係數	-.166*	-.126	-.065	-.052
	顯著性(單尾)	.035	.085	.238	.284
	個數	121	121	121	121

附錄七

全台灣省縣道耐震能力預測結果

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A01-0020-001A	竹圍橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	3.19	0.00	0.21	0.49
A01-0020-003A	外北橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	3.29	0.00	0.21	0.49
A01-0020-003B	高厝橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	3.39	0.00	0.21	0.49
A01-0020-004A	合山橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	2.14	0.00	0.25	0.61
A01-0020-005A	後田橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	2.14	0.00	0.25	0.61
A01-0020-005B	米蘭橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	2.25	0.00	0.25	0.59
A01-0020-006A	水原橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	2.36	0.00	0.24	0.57
A01-0020-006B	水碓橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	2.36	0.00	0.24	0.57
A01-0020-006C	金龍橋	一區	景美	HWB6C	台 2	台北縣	淡水	2.36	0.00	0.24	0.57
A01-0020-006D	三塊厝橋	一區	景美	HWB1S	台 2	台北縣	淡水	1.90	0.00	0.27	0.65
A01-0020-007A	商工橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	2.47	0.00	0.24	0.56
A01-0020-009A	集應橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	2.89	0.00	0.22	0.51
A01-0020-010A	興仁橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	3.00	0.00	0.21	0.50
A01-0020-010B	福德橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	3.00	0.00	0.22	0.50
A01-0020-011A	新埔橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	3.00	0.00	0.19	0.50
A01-0020-012A	賢孝橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	淡水	3.00	0.00	0.22	0.50
A01-0020-013A	大屯橋	一區	景美	HWB4C	台 2	台北縣	淡水	2.89	0.00	0.32	0.99
A01-0020-014A	北勢橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	三芝	3.10	0.00	0.21	0.50
A01-0020-015A	淺水灣橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	三芝	3.10	0.00	0.19	0.50
A01-0020-016A	芝蘭橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	三芝	3.10	0.00	0.22	0.50
A01-0020-016B	智成橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	三芝	3.10	0.00	0.21	0.50
A01-0020-018A	福成橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	三芝	2.89	0.00	0.19	0.51
A01-0020-021A	新庄子橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	三芝	2.79	0.00	0.22	0.52
A01-0020-021B	大龍橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	三芝	2.69	0.00	0.23	0.53
A01-0020-021C	三和橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	三芝	2.79	0.00	0.22	0.52
A01-0020-023A	白沙灣橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	三芝	3.10	0.00	0.19	0.50
A01-0020-023B	海灣橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	三芝	3.10	0.00	0.21	0.49
A01-0020-024A	崁子腳橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	三芝	3.19	0.00	0.21	0.49
A01-0020-025A	富貴橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	三芝	3.10	0.00	0.19	0.50
A01-0020-025B	楓林橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	石門	2.79	0.00	0.20	0.52
A01-0020-026A	老梅橋	一區	景美	HWB4C	台 2	台北縣	石門	3.10	0.00	0.22	0.81
A01-0020-026B	傍山橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	石門	3.10	0.00	0.21	0.49
A01-0020-027A	第 25 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	石門	3.29	0.00	0.21	0.48
A01-0020-028A	第 26 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	石門	3.29	0.00	0.19	0.49
A01-0020-029A	第 27 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	石門	5.66	0.00	0.21	0.52
A01-0020-030A	王公橋	一區	景美	HWB6C	台 2	台北縣	石門	2.79	0.00	0.16	0.33
A01-0020-031A	第 29 號橋	一區	景美	HWB4C	台 2	台北縣	石門	3.94	0.00	0.39	0.92
A01-0020-032A	第 31 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	石門	3.19	0.00	0.21	0.49
A01-0020-033A	第 30 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	石門	3.94	0.00	0.18	0.48
A01-0020-036A	第 32 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	石門	3.94	0.00	0.20	0.47
A01-0020-037A	第 33 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	金山	3.94	0.00	0.20	0.47
A01-0020-037B	第 34 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	金山	3.39	0.00	0.21	0.49
A01-0020-038A	第 35 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	金山	3.39	0.00	0.21	0.49

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A01-0020-039A	第 36 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	金山	3.39	0.00	0.20	0.48
A01-0020-039B	第 37 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	金山	3.76	0.00	0.20	0.47
A01-0020-039C	第 38 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	金山	3.76	0.00	0.20	0.47
A01-0020-040A	清水橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	金山	2.79	0.00	0.22	0.52
A01-0020-040B	三界橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	金山	2.79	0.00	0.19	0.52
A01-0020-041A	新磺溪橋	一區	景美	HWB4C	台 2	台北縣	金山	2.79	0.00	0.13	0.32
A01-0020-043A	第 42 號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	金山	2.58	0.00	0.23	0.54
A01-0020-045A	臨海橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	金山	3.00	0.00	0.21	0.50
A01-0020-046A	國聖橋	一區	景美	HWB3C	台 2	台北縣	萬里	3.00	0.00	0.16	0.33
A01-0020-052A	萬里橋	一區	景美	HWB2S	台 2	台北縣	萬里	2.47	0.00	0.14	0.35
A01-0020-075A	深澳橋	一區	景美	HWB1R	台 2	台北縣	瑞芳	4.20	0.00	0.22	0.51
A01-0020-076A	瑞濱橋	一區	景美	HWB8C	台 2	台北縣	瑞芳	4.20	0.00	0.23	0.51
A01-0020-076B	明德一號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	瑞芳	4.20	0.00	0.20	0.48
A01-0020-076C	明德二號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	瑞芳	4.20	0.00	0.20	0.48
A01-0020-077A	海濱橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	瑞芳	4.20	0.00	0.20	0.48
A01-0020-081A	安和橋(2S)	一區	景美	HWB4C	台 2	台北縣	瑞芳	2.89	0.00	1.93	2.18
A01-0020-081B	樂利橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	瑞芳	3.29	0.00	0.20	0.48
A01-0020-082A	瑞能橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	瑞芳	4.29	0.00	0.18	0.48
A01-0020-083A	水南橋(原忠孝橋)	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	瑞芳	4.29	0.00	0.20	0.48
A01-0020-084A	仁愛橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	瑞芳	4.29	0.00	0.18	0.49
A01-0020-085A	信義橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	瑞芳	4.29	0.00	0.20	0.48
A01-0020-087A	和平橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.29	0.00	0.19	0.48
A01-0020-088A	龍洞一號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.20	0.00	0.20	0.48
A01-0020-088B	龍洞二號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.20	0.00	0.20	0.48
A01-0020-088C	龍洞三號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.20	0.00	0.20	0.48
A01-0020-093A	和美一號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.20	0.00	0.19	0.48
A01-0020-094A	和美二號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.38	0.00	0.18	0.49
A01-0020-094B	和美三號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.38	0.00	0.20	0.48
A01-0020-094C	和美四號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.38	0.00	0.20	0.48
A01-0020-096A	澳底一號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	3.58	0.00	0.20	0.48
A01-0020-098A	澳底二號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	3.58	0.00	0.20	0.48
A01-0020-099A	鹽寮一號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.38	0.00	0.20	0.48
A01-0020-099B	鹽寮二號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.38	0.00	0.19	0.48
A01-0020-099C	鹽寮三號橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.38	0.00	0.20	0.48
A01-0020-101A	龍門橋	一區	景美	HWB2C	台 2	台北縣	貢寮	4.12	0.00	0.12	0.22
A01-0020-103A	隆隆橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.46	0.00	0.20	0.48
A01-0020-109A	卯沃北橋(1)	一區	景美	HWB1S	台 2	台北縣	貢寮	2.36	0.00	0.26	0.57
A01-0020-109B	卯沃北橋(3)	一區	景美	HWB5C	台 2	台北縣	貢寮	2.89	0.00	0.21	0.51
A01-0020-109C	卯沃北橋(2)	一區	景美	HWB7C	台 2	台北縣	貢寮	2.89	0.00	0.21	0.51
A01-0020-109D	卯澳北橋	一區	景美	HWB1C	台 2	台北縣	貢寮	4.29	0.00	0.20	0.48
A01-002A-002B	第二南勢湖橋	一區	景美	HWB1C	台 2 甲	台北縣	金山	2.79	0.00	0.20	0.52
A01-002A-002C	南湖村橋	一區	景美	HWB1C	台 2 甲	台北縣	金山	2.69	0.00	0.20	0.53
A01-002A-003A	三和橋	一區	景美	HWB1C	台 2 甲	台北縣	金山	2.58	0.00	0.22	0.54
A01-002A-005A	三重橋	一區	景美	HWB1C	台 2 甲	台北縣	金山	5.28	0.02	0.21	0.51

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A01-002A-007A	二重橋	一區	景美	HWB1C	台 2 甲	台北縣	金山	3.94	0.00	0.20	0.47
A01-002A-009A	上磺溪橋	一區	景美	HWB1C	台 2 甲	台北縣	金山	3.76	0.00	0.20	0.47
A01-002B-015A	竿蓁橋	一區	景美	HWB1C	台 2 乙	台北縣	淡水	2.25	0.00	0.24	0.59
A01-002B-015B	鼻頭橋	一區	景美	HWB1C	台 2 乙	台北縣	淡水	2.25	0.00	0.24	0.59
A01-002B-015C	鶯歌橋	一區	景美	HWB1C	台 2 乙	台北縣	淡水	2.25	0.00	0.24	0.59
A01-002B-016A	淡水橋	一區	景美	HWB1C	台 2 乙	台北縣	淡水	2.36	0.00	0.23	0.57
A01-002B-018A	中心橋	一區	景美	HWB1C	台 2 乙	台北縣	淡水	2.47	0.00	0.23	0.56
A01-002B-018B	松濤橋	一區	景美	HWB1C	台 2 乙	台北縣	淡水	2.47	0.00	0.23	0.56
A01-002C-009A	平湖二號橋	一區	景美	HWB2S	台 2 丙	台北縣	平溪	1.09	0.00	2.70	2.99
A01-002C-010B	平湖三號橋	一區	景美	HWB1S	台 2 丙	台北縣	平溪	0.00	0.00	0.33	0.98
A01-002C-010C	平湖四號橋	一區	景美	HWB2S	台 2 丙	台北縣	平溪	1.38	0.00	0.53	1.14
A01-002C-010D	平湖五號橋	一區	景美	HWB2S	台 2 丙	台北縣	平溪	1.77	0.00	0.43	0.95
A01-002C-010E	平湖六號橋	一區	景美	HWB2S	台 2 丙	台北縣	平溪	2.02	0.00	0.17	0.37
A01-002C-011A	平湖七號橋	一區	景美	HWB2S	台 2 丙	台北縣	平溪	1.65	0.00	0.35	0.93
A01-002C-011B	平湖八號橋	一區	景美	HWB1S	台 2 丙	台北縣	平溪	1.24	0.00	0.27	0.74
A01-002C-017A	上林橋	一區	景美	HWB2S	台 2 丙	台北縣	雙溪	0.00	0.00	1.18	2.29
A01-002C-017B	平林壹號橋	一區	景美	HWB2S	台 2 丙	台北縣	雙溪	1.24	0.00	0.21	0.37
A01-002C-022A	坤溪橋	一區	景美	HWB2S	台 2 丙	台北縣	雙溪	0.93	0.00	0.18	0.41
A01-002C-022B	丁蘭橋	一區	景美	HWB2S	台 2 丙	台北縣	雙溪	0.35	0.00	0.21	0.44
A01-002C-022C	公館橋	一區	景美	HWB2S	台 2 丙	台北縣	雙溪	1.09	0.00	0.19	0.41
A01-002C-023A	八股橋	一區	景美	HWB2S	台 2 丙	台北縣	雙溪	1.24	0.00	0.19	0.40
A01-002C-023B	長潭橋	一區	景美	HWB2S	台 2 丙	台北縣	雙溪	1.38	0.00	0.18	0.40
A01-002D-003A	楓林橋	一區	景美	HWB1C	台 2 丁	台北縣	瑞芳	3.39	0.00	0.20	0.48
A01-002D-005A	瑞楓陸橋	一區	景美	HWB1C	台 2 丁	台北縣	瑞芳	3.76	0.00	0.20	0.48
A01-002D-006A	上天橋	一區	景美	HWB1C	台 2 丁	台北縣	瑞芳	3.48	0.00	0.21	0.48
A01-002D-009A	魚桀魚坑橋	一區	景美	HWB1C	台 2 丁	台北縣	瑞芳	3.67	0.00	0.20	0.48
A01-002D-010A	瑞芳橋	一區	景美	HWB4C	台 2 丁	台北縣	瑞芳	3.67	0.00	0.16	0.32
A01-002D-010B	爪鋒橋	一區	景美	HWB1C	台 2 丁	台北縣	瑞芳	3.67	0.00	0.20	0.48
A01-002D-010C	子平陸橋	一區	景美	HWB4C	台 2 丁	台北縣	瑞芳	3.67	0.00	0.12	0.23
A01-0050-011A	北山大橋	一區	景美	HWB2C	台 5	台北縣	汐止	0.93	0.00	0.29	0.54
A01-0050-011B	南港片橋	一區	景美	HWB2C	台 5	台北縣	汐止	0.93	0.00	0.22	0.38
A01-0050-011C	橫科橋	一區	景美	HWB1C	台 5	台北縣	汐止	2.47	0.00	0.23	0.56
A01-0050-013A	樟樹灣陸橋	一區	景美	HWB2C	台 5	台北縣	汐止	0.93	0.00	0.44	1.30
A01-0050-013B	白匏湖橋	一區	景美	HWB3C	台 5	台北縣	汐止	0.93	0.00	0.20	0.36
A01-0050-014A	康誥坑橋	一區	景美	HWB1C	台 5	台北縣	汐止	1.09	0.00	0.30	0.68
A01-0050-015A	新昌橋	一區	景美	HWB1C	台 5	台北縣	汐止	1.09	0.00	0.30	0.85
A01-0050-016A	茄苳一號橋	一區	景美	HWB2C	台 5	台北縣	汐止	1.24	0.00	0.18	0.40
A01-0050-017A	茄苳二號橋	一區	景美	HWB2C	台 5	台北縣	汐止	1.24	0.00	0.29	0.54
A01-0050-017B	新保長坑溪橋	一區	景美	HWB2C	台 5	台北縣	汐止	1.24	0.00	0.29	0.54
A01-005A-002A	街後橋	一區	景美	HWB1C	台 5 甲	台北縣	汐止	5.82	0.34	0.22	0.52
A01-005A-002B	下寮橋	一區	景美	HWB1C	台 5 甲	台北縣	汐止	2.79	0.00	0.11	0.54
A01-005A-003A	汐止橋	一區	景美	HWB1C	台 5 甲	台北縣	汐止	5.89	0.34	0.22	0.52
A01-005A-006A	保長坑橋	一區	景美	HWB2C	台 5 甲	台北縣	汐止	1.38	0.00	0.21	0.37

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A01-005B-000A	貨櫃連絡道橋 -0K+238m	一區	景美	HWB3C	台 5 乙	台北縣	汐止	1.24	0.00	0.18	0.32
A01-005B-000B	貨櫃連絡道橋 -0K+570m	一區	景美	HWB3C	台 5 乙	台北縣	汐止	0.76	0.00	0.18	0.48
A01-005B-000C	貨櫃專用道 0K+524	一區	景美	HWB1C	台 5 乙	台北縣	汐止	0.93	0.00	0.28	0.77
A01-005B-001A	貨櫃連絡道橋-1K+30m	一區	景美	HWB2C	台 5 乙	台北縣	汐止	0.93	0.00	0.29	0.54
A01-005B-001BL	貨櫃專用道引道左	一區	景美	HWB5C	台 5 乙	台北縣	汐止	0.76	0.00	0.19	0.43
A01-005B-001BR	貨櫃專用道引道右	一區	景美	HWB2C	台 5 乙	台北縣	汐止	0.57	0.00	0.23	0.59
A01-0620-000AE	第一標東行線 0K+131.5-360	一區	景美	HWB3S	台 62	基隆市	七堵區	0.93	0.00	0.19	0.34
A01-0620-000AW	第一標西行線 0K+046-480	一區	景美	HWB3S	台 62	基隆市	七堵區	0.93	0.00	0.19	0.35
A01-0620-000B	18K+667~18K+760 匝道 2	一區	景美	HWB3S	台 62	台北縣	瑞芳	1.90	0.00	0.16	0.43
A01-0620-002A	2K+957 跨越橋	一區	景美	HWB2S	台 62	基隆市	七堵區	0.57	0.00	0.19	0.40
A01-0620-003A	3K+060	一區	景美	HWB3S	台 62	基隆市	七堵區	0.57	0.00	0.19	0.50
A01-0620-003B	3K+410	一區	景美	HWB3S	台 62	基隆市	七堵區	0.00	0.00	0.21	0.42
A01-0620-014AE	14K+950~15K+480 東行線	一區	景美	HWB3C	台 62	台北縣	瑞芳	2.02	0.00	0.29	0.54
A01-0620-014AW	14K+950~15K+480 西行線	一區	景美	HWB3C	台 62	台北縣	瑞芳	2.02	0.00	0.29	0.54
A01-0620-015A	15K+815	一區	景美	HWB3S	台 62	台北縣	瑞芳	1.38	0.00	0.38	1.07
A01-0620-016A	16K+142~16K+278	一區	景美	HWB3C	台 62	台北縣	瑞芳	2.25	0.00	0.16	0.33
A01-0620-018A	18K+565~18K+667 東西行線	一區	景美	HWB3S	台 62	台北縣	瑞芳	2.25	0.00	0.49	1.30
A01-1010-000	埔頭橋	一區	景美	HWB1C	縣 101	新北市	三芝	3.19	0.00	0.19	0.50
A01-1010-001	第二埔頭橋	一區	景美	HWB1C	縣 101	新北市	三芝	3.39	0.00	0.19	0.49
A01-1010-004	土地公埔橋	一區	景美	HWB7C	縣 101	新北市	三芝	3.10	0.00	0.19	0.50
A01-1010-007A	龜仔山橋	一區	景美	HWB1C	縣 101	新北市	三芝	3.48	0.00	0.19	0.49
A01-1010-007B	龜仔山小橋	一區	景美	HWB1C	縣 101	新北市	三芝	3.00	0.00	0.19	0.51
A01-1010-010	大溪橋	一區	景美	HWB1C	縣 101	新北市	三芝	2.36	0.00	0.21	0.57
A01-1010-012	水源橋	一區	景美	HWB1C	縣 101	新北市	淡水	4.46	0.00	0.19	0.50
A01-1010-015	北投橋	一區	景美	HWB1C	縣 101	新北市	淡水	4.46	0.00	0.19	0.50
A01-1020-007	龍潭１號橋	一區	景美	HWB1C	縣 102	新北市	瑞芳	2.58	0.00	0.20	0.54
A01-1020-008	龍潭２號橋	一區	景美	HWB1C	縣 102	新北市	瑞芳	2.58	0.00	0.20	0.54
A01-1020-010	瑞龍橋	一區	景美	HWB2C	縣 102	新北市	瑞芳	3.48	0.00	0.16	0.31
A01-1020-011A	瑞柑陸橋	一區	景美	HWB4C	縣 102	新北市	瑞芳	3.67	0.00	0.13	0.30
A01-1020-011B	柑坪橋	一區	景美	HWB1C	縣 102	新北市	瑞芳	3.67	0.00	0.19	0.49
A01-1020-014	大竿林橋	一區	景美	HWB1C	縣 102	新北市	瑞芳	4.03	0.00	0.18	0.49
A01-1020-027A	武丹坑橋	一區	景美	HWB4C	縣 102	新北市	瑞芳	4.20	0.00	0.31	0.88
A01-1020-027B	下坑北橋	一區	景美	HWB1C	縣 102	新北市	瑞芳	3.39	0.00	0.19	0.49
A01-1020-028	下坑橋	一區	景美	HWB1C	縣 102	新北市	瑞芳	2.58	0.00	0.20	0.54
A01-1020-031A	平林橋	一區	景美	HWB4S	縣 102	新北市	雙溪	0.35	0.00	0.80	1.73
A01-1020-031B	雙谷橋	一區	景美	HWB1C	縣 102	新北市	雙溪	2.25	0.00	0.21	0.58
A01-1020-033	蘭溪橋	一區	景美	HWB4C	縣 102	新北市	雙溪	3.85	0.00	0.28	0.98
A01-1020-037	貢寮橋	一區	景美	HWB1C	縣 102	新北市	貢寮	4.03	0.00	0.18	0.49
A01-1020-039	新社橋	一區	景美	HWB1S	縣 102	新北市	貢寮	1.65	0.00	0.24	0.67

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A01-1020-041	控子陸橋	一區	景美	HWB1C	縣 102	新北市	貢寮	3.76	0.00	0.19	0.49
A01-102A-000	新基大橋	一區	景美	HWB1C	縣 102 甲	新北市	雙溪	1.52	0.00	0.24	0.70
A01-102A-002A	三港橋	一區	景美	HWB1S	縣 102 甲	新北市	雙溪	1.52	0.00	0.25	0.69
A01-102A-002B	竹林橋	一區	景美	HWB1C	縣 102 甲	新北市	雙溪	4.29	0.00	0.19	0.49
A01-1060-042A	萬福橋	一區	景美	HWB1S	縣 106	新北市	深坑	1.65	0.00	0.25	0.65
A01-1060-042B	萬安橋	一區	景美	HWB1S	縣 106	新北市	深坑	1.65	0.00	0.24	0.66
A01-1060-043	新光橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	深坑	2.69	0.00	0.20	0.53
A01-1060-047A	雙溪橋	一區	景美	HWB2C	縣 106	新北市	石碇	3.00	0.00	0.17	0.72
A01-1060-047B	新興橋	一區	景美	HWB2C	縣 106	新北市	深坑	3.00	0.00	0.13	0.27
A01-1060-049	石碇子城橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	石碇	3.00	0.00	0.19	0.51
A01-1060-050A	中民橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	石碇	2.89	0.00	0.20	0.52
A01-1060-050B	番子坑橋	一區	景美	HWB2C	縣 106	新北市	石碇	2.14	0.00	0.17	0.36
A01-1060-052	長昇橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	石碇	0.35	0.00	0.30	0.91
A01-1060-054	永定橋	一區	景美	HWB2C	縣 106	新北市	石碇	2.47	0.00	0.17	0.35
A01-1060-055	臺陽橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	石碇	2.14	0.00	0.21	0.60
A01-1060-058	薯榔寮橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	石碇	1.52	0.00	0.24	0.70
A01-1060-059A	一坑橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	石碇	2.58	0.00	0.20	0.54
A01-1060-059BN	平菁橋(新橋)	一區	景美	HWB2C	縣 106	新北市	石碇	1.90	0.00	0.15	0.31
A01-1060-059BO	平菁橋(舊橋)	一區	景美	HWB2C	縣 106	新北市	平溪	2.89	0.00	0.13	0.28
A01-1060-059C	復興橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	平溪	4.38	0.13	0.20	0.49
A01-1060-062	石底橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	平溪	0.35	0.00	0.30	0.90
A01-1060-063	白鶯橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	平溪	2.25	0.00	0.21	0.58
A01-1060-065	慶和橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	平溪	3.00	0.00	0.19	0.51
A01-1060-067	十分寮橋	一區	景美	HWB2C	縣 106	新北市	平溪	0.57	0.00	0.19	0.38
A01-1060-080	瑞祥橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	瑞芳	2.69	0.00	0.20	0.53
A01-1060-081	坑仔內橋	一區	景美	HWB1C	縣 106	新北市	瑞芳	2.79	0.00	0.20	0.52
A01-106B-002AE	喜樂橋(東)	一區	景美	HWB5S	縣 106 乙	新北市	石碇	1.09	0.00	0.27	0.40
A01-106B-002AW	喜樂橋(西)	一區	景美	HWB5S	縣 106 乙	新北市	石碇	1.09	0.00	0.18	0.39
A01-106B-002B	平安橋	一區	景美	HWB3S	縣 106 乙	新北市	深坑	1.09	0.00	2.38	2.69
A01-106B-007	華梵橋	一區	景美	HWB1C	縣 106 乙	新北市	石碇	3.48	0.00	0.19	0.49
A01-106B-008	豐田一號橋	一區	景美	HWB1C	縣 106 乙	新北市	石碇	3.85	0.00	0.18	0.49
A01-106B-010	豐田二號橋	一區	景美	HWB1S	縣 106 乙	新北市	石碇	1.52	0.00	0.25	0.69
A01-106B-013	豐田三號橋	一區	景美	HWB1C	縣 106 乙	新北市	石碇	3.48	0.00	0.18	0.49
A02-0010-001A	忠孝大橋	一區	中和	HWB5R	台 1	台北縣	三重	0.76	0.00	0.20	0.44
A02-0010-002A	中山高架橋	一區	中和	HWB7R	台 1	台北縣	三重	1.52	0.00	0.18	0.41
A02-0010-003A	中山橋	一區	中和	HWB5R	台 1	台北縣	三重	0.00	0.00	0.24	0.50
A02-0010-007A	台一線高架橋	一區	中和	HWB5S	台 1	台北縣	新莊	0.00	0.00	0.30	0.54
A02-0010-008A	臺 1 線高架橋 (8K+219.5~9K+578.5)	一區	中和	HWB6S	台 1	台北縣	泰山	0.00	0.00	0.21	0.38
A02-001A-003A	臺北大橋	一區	中和	HWB2R	台 1 甲	台北縣	三重	2.58	0.00	0.29	0.54
A02-001A-006A	重新大橋	一區	中和	HWB6R	台 1 甲	台北縣	三重	0.76	0.00	0.20	0.53
A02-001A-007A	二重埔橋	一區	中和	HWB1C	台 1 甲	台北縣	三重	2.58	0.00	0.23	0.54
A02-001A-011A	新莊橋	一區	中和	HWB1C	台 1 甲	台北縣	新莊	2.69	0.00	0.23	0.53
A02-001A-013A	十八份橋	一區	中和	HWB1C	台 1 甲	台北縣	新莊	3.67	0.00	0.23	0.51

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A02-001A-014A	頂坡角橋	一區	中和	HWB1C	台 1 甲	台北縣	新莊	2.89	0.00	0.22	0.51
A02-001A-014B	哂口橋	一區	中和	HWB4C	台 1 甲	台北縣	新莊	3.00	0.00	1.22	1.35
A02-0030-004A	華江大橋	一區	中和	HWB6R	台 3	台北縣	板橋	0.00	0.00	0.22	0.58
A02-0030-011A	四汴頭橋	一區	中和	HWB1C	台 3	台北縣	板橋	3.58	0.00	0.21	0.48
A02-0030-011B	柑林橋	一區	中和	HWB1C	台 3	台北縣	板橋	1.38	0.00	0.29	0.75
A02-0030-014A	無名橋-台 3 線 14K+910	一區	中和	HWB1C	台 3	台北縣	土城	3.76	0.00	0.18	0.49
A02-0030-016A	大安寮橋	一區	中和	HWB4C	台 3	台北縣	土城	4.29	0.00	0.15	0.31
A02-0030-018A	媽祖田橋	一區	中和	HWB1C	台 3	台北縣	土城	3.00	0.00	0.23	0.51
A02-0030-021A	橫溪橋	一區	中和	HWB4R	台 3	台北縣	三峽	4.03	0.00	0.17	0.37
A02-0030-022A	礁溪橋	一區	中和	HWB1C	台 3	台北縣	三峽	1.77	0.00	0.23	0.67
A02-0030-024A	大同橋	一區	中和	HWB3C	台 3	台北縣	三峽	0.93	0.00	0.21	0.37
A02-0030-026A	無名橋	一區	中和	HWB4C	台 3	台北縣	三峽	3.39	0.00	1.76	2.29
A02-0030-027A	二鬮橋	一區	中和	HWB1C	台 3	台北縣	三峽	2.79	0.00	0.22	0.52
A02-0030-027B	五鬮橋	一區	中和	HWB1C	台 3	台北縣	三峽	2.36	0.00	0.24	0.57
A02-0080-000B	關渡橋	一區	中和	HWB8R	台 8	台北縣	淡水	3.10	0.00	0.21	0.50
A02-0090-007A	鳴遠橋	一區	中和	HWB1C	台 9	台北縣	新店	0.76	0.00	0.32	0.69
A02-0090-014A	美山橋	一區	中和	HWB1C	台 9	台北縣	新店	0.57	0.00	0.33	0.71
A02-0090-037A	坪林橋	一區	中和	HWB7C	台 9	台北縣	坪林	0.76	0.00	1.41	1.57
A02-0090-046A	青山橋	一區	中和	HWB3C	台 9	台北縣	坪林	3.48	0.00	0.24	0.49
A02-0090-047A	碧湖橋	一區	中和	HWB2C	台 9	台北縣	坪林	2.69	0.00	0.24	0.49
A02-0090-054A	湖底橋	一區	中和	HWB1C	台 9	台北縣	坪林	2.69	0.00	0.25	0.53
A02-009A-000A	青潭橋	一區	中和	HWB1R	台 9 甲	台北縣	新店	3.94	0.00	0.21	0.48
A02-009A-001A	小粗坑橋	一區	中和	HWB1R	台 9 甲	台北縣	新店	2.25	0.00	0.25	0.58
A02-009A-003A	永盛橋	一區	中和	HWB1C	台 9 甲	台北縣	新店	4.55	0.00	0.21	0.49
A02-009A-006A	屈尺橋	一區	中和	HWB4R	台 9 甲	台北縣	新店	2.69	0.00	0.19	0.35
A02-009A-006B	下龜山橋	一區	中和	HWB2R	台 9 甲	台北縣	新店	2.36	0.00	0.29	0.54
A02-009A-008A	上龜山橋	一區	中和	HWB2R	台 9 甲	台北縣	烏來	2.47	0.00	0.17	0.35
A02-009A-013A	二號橋	一區	中和	HWB1C	台 9 甲	台北縣	烏來	4.29	0.00	0.20	0.48
A02-009A-014A	烏來橋	一區	中和	HWB4R	台 9 甲	台北縣	烏來	5.20	0.11	0.18	0.37
A02-009A-014B	烏玉橋	一區	中和	HWB1R	台 9 甲	台北縣	烏來	3.39	0.00	0.20	0.48
A02-0150-001A	艋舺橋	一區	中和	HWB1C	台 15	台北縣	八里	3.19	0.00	0.21	0.49
A02-0150-002A	龍形橋	一區	中和	HWB1C	台 15	台北縣	八里	3.19	0.00	0.21	0.49
A02-0150-004A	米倉橋	一區	中和	HWB1C	台 15	台北縣	八里	3.58	0.00	0.21	0.48
A02-0150-004B	烏山頭橋	一區	中和	HWB1C	台 15	台北縣	八里	3.58	0.00	0.20	0.48
A02-0150-008A	雷公橋	一區	中和	HWB1C	台 15	台北縣	八里	2.89	0.00	0.19	0.51
A02-0150-010A	八仙橋	一區	中和	HWB4C	台 15	台北縣	八里	3.29	0.00	0.14	0.29
A02-0150-019A	林口高架橋	一區	中和	HWB5S	台 15	台北縣	林口	2.47	0.00	0.17	0.51
A02-0640-010A	八里新店線第 C805 標五股高架橋(二)鋼梁段(四)(西行線)	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.28	0.52
A02-0640-010B	八里新店線第 2-3A 標高架橋	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.25	0.48
A02-0640-011A	八里新店線-五股二交流道-匝道 2	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.29	0.54
A02-0640-011B	八里新店線-五股二交流道-匝道 1	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.35	0.00	0.27	0.51

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A02-0640-011C	八里新店線-五股二交流道-匝道 3	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.25	0.63
A02-0640-011D	八里新店線-五股二交流道-匝道 4	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.34	0.77
A02-0640-011E	八里新店線-五股二交流道-匝道 5	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.35	0.00	0.24	0.51
A02-0640-011F	八里新店線-五股二交流道-匝道 6	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.28	0.52
A02-0640-011G	八里新店線-五股二交流道-匝道 9	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.28	0.52
A02-0640-011H	八里新店線-五股二交流道-環道 7	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.25	0.52
A02-0640-011I	八里新店線-五股二交流道-環道 8	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.25	0.52
A02-0640-011J	八里新店線-五股二交流道-機車道 1	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.28	0.52
A02-0640-011K	八里新店線-五股二交流道-機車道 2	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.25	0.52
A02-0640-011L	八里新店線-五股二交流道-集散道	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.24	0.48
A02-0640-011M	八里新店線-五股二交流道-匝道 10	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.34	0.77
A02-0640-011N	八里新店線-五股二交流道-A/R-2	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	1.09	0.00	0.21	0.51
A02-0640-011O	八里新店線-五股二交流道-A/R-1	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.23	0.53
A02-0640-011P	八里新店線-五股二交流道	一區	中和	HWB6S	台 64	台北縣	五股	0.00	0.00	0.26	0.53
A02-0640-013A	八里新店線 2-2 標五工一路~二重疏洪道口	一區	中和	HWB6S	台 64	台北縣	三重	0.00	0.00	0.25	0.49
A02-0640-013B	八里新店線 2-2 標五工一路~二重疏洪道口	一區	中和	HWB6S	台 64	台北縣	三重	0.00	0.00	1.20	1.33
A02-0640-013C	八里新店線 2-2 標五工一路~二重疏洪道口	一區	中和	HWB6S	台 64	台北縣	三重	0.00	0.00	1.20	1.33
A02-0640-013D	八里新店線 2-2 標五工一路~二重疏洪道口	一區	中和	HWB6S	台 64	台北縣	三重	0.00	0.00	0.25	0.49
A02-0640-016A	八里新店線 4 標二重疏洪道口~華江橋頭段	一區	中和	HWB6S	台 64	台北縣	板橋	0.00	0.00	0.27	0.51
A02-0640-016B	八里新店線 4 標二重疏洪道口~華江橋頭段	一區	中和	HWB6S	台 64	台北縣	板橋	0.00	0.00	0.27	0.51
A02-0640-018A	八里新店線 2-1 標板橋重翠橋頭~板橋民生路三段文化路口	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	板橋	0.00	0.00	1.29	1.43
A02-0640-018B	八里新店線 2-1 標板橋重翠橋頭~板橋民生路三段文化路口	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	板橋	0.00	0.00	1.29	1.43
A02-0640-018C	八里新店線 2-1 標板橋重翠橋頭~板橋民生路三段文化路口	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	板橋	0.00	0.00	0.34	0.76
A02-0640-018D	八里新店線 2-1 標板橋重翠橋頭~板橋民生路三段文化路口	一區	中和	HWB6S	台 64	台北縣	板橋	0.00	0.00	0.34	0.78
A02-0640-019B	東西向快速公路八里新店線-1	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	板橋	1.52	0.00	0.29	0.54

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A02-0640-021	八里新店線 1 標板橋民生路中山路口~中和中正路中山路口	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	中和	0.76	0.00	0.29	0.54
A02-0640-021B	臺 64 線中和中正路立體交叉工程	一區	中和	HWB6S	台 64	台北縣	中和	1.52	0.00	0.29	0.54
A02-0640-022A	東西向快速公路八里新店線-2	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	中和	1.09	0.00	0.29	0.54
A02-0640-022B	八里新店線 1 標板橋民生路中山路口~中和中正路中山路口	一區	中和	HWB6S	台 64	台北縣	板橋	0.00	0.00	0.34	0.78
A02-0640-022C	八里新店線 1 標板橋民生路中山路口~中和中正路中山路口	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	中和	0.93	0.00	0.31	0.69
A02-0640-022D	八里新店線 1 標板橋民生路中山路口~中和中正路中山路口	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	中和	1.38	0.00	0.30	0.64
A02-0640-023	八里新店線立叉(二)中和中正路立言街口~中和中正路民樂路	一區	中和	HWB6S	台 64	台北縣	中和	1.52	0.00	0.23	0.50
A02-0640-024A	東西向快速公路八里新店線-3	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	中和	1.09	0.00	0.29	0.54
A02-0640-024B	八里新店線立叉(一)中和中正路民樂路口~中和中正路錦和路	一區	中和	HWB5C	台 64	台北縣	中和	0.35	0.00	0.29	0.54
A02-0640-024C	八里新店線立叉(一)中和中正路民樂路口~中和中正路錦和路	一區	中和	HWB6C	台 64	台北縣	中和	0.57	0.00	0.27	0.51
A02-0640-024D	八里新店線立叉(一)中和中正路民樂路口~中和中正路錦和路	一區	中和	HWB6C	台 64	台北縣	中和	0.35	0.00	0.27	0.51
A02-0640-025A	八里新店線 3-1 標中和中正路平和路口~中和中正路景平路口	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	中和	0.00	0.00	0.34	0.76
A02-0640-025B	八里新店線 3-1 標中和中正路平和路口~中和中正路景平路口	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	中和	0.00	0.00	0.29	0.54
A02-0640-026	八里新店線 3-2 標中和景平路平正路口~中和景平路秀郎橋頭	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	中和	0.57	0.00	0.32	0.72
A02-0640-027	八里新店線 3-2 標中和景平路平正路口~中和景平路秀郎橋	一區	中和	HWB5S	台 64	台北縣	中和	0.76	0.00	0.29	0.54
A02-1030-000A	成蘆大橋 D 匝道	一區	中和	HWB5S	縣 103	新北市	蘆洲	0.76	0.00	0.06	0.82
A02-1030-000B	成蘆大橋 C 匝道	一區	中和	HWB5S	縣 103	新北市	蘆洲	0.76	0.00	0.19	0.42
A02-1030-001	獅子頭橋	一區	中和	HWB1C	縣 103	新北市	五股	3.00	0.00	0.20	0.51
A02-1030-002A	獅子橋	一區	中和	HWB1C	縣 103	新北市	五股	2.58	0.00	0.21	0.54
A02-1030-002B	成蘆大橋	一區	中和	HWB4S	縣 103	新北市	蘆洲	0.00	0.00	0.29	0.54
A02-1040-000A	重新大橋 B 匝道橋	一區	中和	HWB5C	縣 104	新北市	三重	0.93	0.00	0.17	0.36
A02-1040-000B	重新大橋 E 匝道橋	一區	中和	HWB5C	縣 104	新北市	三重	1.09	0.00	0.17	0.35
A02-1040-000C	重新大橋 F 匝道橋	一區	中和	HWB5C	縣 104	新北市	三重	0.93	0.00	0.19	0.40
A02-1040-000D	重新大橋 C 匝道橋	一區	中和	HWB5C	縣 104	新北市	三重	1.09	0.00	0.19	0.43
A02-1040-002A	中興大橋 I 匝道	一區	中和	HWB2R	縣 104	新北市	三重	0.00	0.00	0.23	0.42
A02-1040-002B	中興大橋 J 匝道	一區	中和	HWB2R	縣 104	新北市	三重	0.00	0.00	0.23	0.42
A02-1040-003	中興大橋	一區	中和	HWB3R	縣 104	新北市	三重	0.00	0.00	0.29	0.54

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A02-1050-003	自強橋	一區	中和	HWB1C	縣 105	新北市	八里	3.58	0.00	0.21	0.49
A02-1050-005	長道坑二號	一區	中和	HWB4C	縣 105	新北市	八里	3.94	0.00	0.24	0.74
A02-1060-000A	秀朗橋匝道 3	一區	中和	HWB5S	縣 106	新北市	新店	0.93	0.00	0.31	0.76
A02-1060-000B	秀朗橋匝道 4(機車專用)	一區	中和	HWB5S	縣 106	新北市	新店	0.93	0.00	0.31	0.74
A02-1060-000C	秀朗橋匝道 5(機車專用)	一區	中和	HWB5S	縣 106	新北市	新店	0.93	0.00	0.31	0.76
A02-1060-000D	秀朗橋匝道 1	一區	中和	HWB5S	縣 106	新北市	新店	0.93	0.00	0.31	0.76
A02-1060-000E	秀朗橋匝道 2	一區	中和	HWB5S	縣 106	新北市	新店	0.93	0.00	1.95	2.17
A02-1060-001	下福橋	一區	中和	HWB1S	縣 106	新北市	林口	1.65	0.00	0.24	0.66
A02-1060-008	寶福橋	一區	中和	HWB2C	縣 106	新北市	林口	4.12	0.00	0.37	0.80
A02-1060-014A	黎明二號橋	一區	中和	HWB1C	縣 106	新北市	泰山	5.04	0.02	0.20	0.51
A02-1060-014B	黎明一號橋	一區	中和	HWB1C	縣 106	新北市	泰山	5.12	0.04	0.20	0.51
A02-1060-015	橫窠橋	一區	中和	HWB1C	縣 106	新北市	泰山	4.03	0.00	0.19	0.49
A02-1060-016	山腳溪橋	一區	中和	HWB3C	縣 106	新北市	泰山	4.03	0.00	0.14	0.31
A02-1060-022	新海大橋	一區	中和	HWB4R	縣 106	新北市	板橋	1.65	0.00	0.29	0.54
A02-1060-032	秀朗大橋	一區	中和	HWB3R	縣 106	新北市	中和	2.02	0.00	0.29	0.54
A02-1060-033	萬壽橋	一區	中和	HWB1C	縣 106	新北市	新店	3.00	0.00	0.23	0.51
A02-106A-004A	大漢橋	一區	中和	HWB6R	縣 106 甲	新北市	板橋	1.24	0.00	0.29	0.54
A02-106A-004B	大漢橋 A 匝道	一區	中和	HWB2R	縣 106 甲	新北市	新莊	0.93	0.00	0.18	0.47
A02-106A-004C	大漢橋 B 匝道	一區	中和	HWB2R	縣 106 甲	新北市	新莊	1.24	0.00	0.17	0.46
A02-1070-002	洲子橋	一區	中和	HWB1C	縣 107	新北市	五股	1.90	0.00	0.26	0.63
A02-1070-004	大窠橋	一區	中和	HWB7C	縣 107	新北市	泰山	1.38	0.00	0.25	0.73
A02-1070-012	營盤橋	一區	中和	HWB1C	縣 107	新北市	新莊	3.85	0.02	0.19	0.49
A02-1070-016	十三公橋	一區	中和	HWB7C	縣 107	新北市	樹林	3.39	0.00	0.19	0.49
A02-1080-000A	永安大橋-匝道 5	一區	中和	HWB5S	縣 108	新北市	五股	0.00	0.00	0.31	0.82
A02-1080-000B	永安大橋-匝道 E	一區	中和	HWB5S	縣 108	新北市	五股	0.00	0.00	0.46	1.38
A02-1080-000C	永安大橋-匝道 D	一區	中和	HWB5S	縣 108	新北市	五股	0.00	0.00	0.45	1.37
A02-1080-000D	永安大橋-匝道 6	一區	中和	HWB5S	縣 108	新北市	五股	0.00	0.00	0.31	0.82
A02-1080-023	隆德橋	一區	中和	HWB1C	縣 108	新北市	五股	3.48	0.00	0.19	0.49
A02-1080-025	冷水坑橋	一區	中和	HWB1C	縣 108	新北市	五股	3.10	0.00	0.22	0.50
A02-1080-027	永安大橋	一區	中和	HWB3S	縣 108	新北市	五股	0.00	0.00	0.29	0.54
A02-1080-033	中正陸橋	一區	中和	HWB2R	縣 108	新北市	三重	1.77	0.00	0.19	0.34
A02-1100-023	南靖橋	一區	中和	HWB1C	縣 110	新北市	鶯歌	3.39	0.00	0.20	0.49
A02-1100-024E	三鶯大橋(東)	一區	中和	HWB2C	縣 110	新北市	鶯歌	1.52	0.00	0.29	0.54
A02-1100-024W	三鶯大橋(西)	一區	中和	HWB2R	縣 110	新北市	鶯歌	1.52	0.00	0.29	0.54
A02-1100-026	三峽大橋	一區	中和	HWB4C	縣 110	新北市	三峽	2.69	0.00	0.18	0.33
A02-1100-034	德安一號橋	一區	中和	HWB2C	縣 110	新北市	三峽	1.52	0.00	0.73	1.49
A02-1100-035	德安二號橋	一區	中和	HWB2C	縣 110	新北市	三峽	1.52	0.00	0.73	1.49
A02-1100-036	雲森橋	一區	中和	HWB1C	縣 110	新北市	三峽	3.00	0.00	0.22	0.51
A02-1100-037	忠誠橋	一區	中和	HWB1R	縣 110	新北市	新店	4.03	0.00	0.21	0.49
A02-1100-038	天山橋	一區	中和	HWB1C	縣 110	新北市	新店	4.63	0.00	0.21	0.50
A02-1100-041	大第埔橋	一區	中和	HWB1C	縣 110	新北市	新店	2.58	0.00	0.23	0.54
A02-1100-042	安坑橋	一區	中和	HWB1S	縣 110	新北市	新店	2.14	0.00	0.25	0.59
A02-1100-046E	碧潭大橋(東)	一區	中和	HWB3S	縣 110	新北市	新店	0.00	0.00	0.27	0.49

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A02-1100-046W	碧潭大橋(西)	一區	中和	HWB3S	縣 110	新北市	新店	0.00	0.00	0.27	0.49
A02-1110-005	景安橋	一區	中和	HWB1C	縣 111	新北市	中和	0.35	0.00	0.33	0.94
A02-1110-007	挖子橋	一區	中和	HWB2C	縣 111	新北市	新店	1.77	0.00	0.46	0.83
A02-1140-038	鶯歌橋	一區	中和	HWB1C	縣 114	新北市	鶯歌	3.10	0.00	0.21	0.50
A02-1140-041	建德橋	一區	中和	HWB1S	縣 114	新北市	鶯歌	1.38	0.00	0.25	0.70
A02-1140-043A	誇仙橋	一區	中和	HWB1C	縣 114	新北市	鶯歌	0.76	0.00	0.32	0.83
A02-1140-043B	山佳橋	一區	中和	HWB1C	縣 114	新北市	鶯歌	1.52	0.00	0.28	0.71
A02-1140-047	珠廉橋	一區	中和	HWB1C	縣 114	新北市	樹林	1.65	0.00	0.27	0.68
A02-1140-048A	沙崙橋	一區	中和	HWB7C	縣 114	新北市	板橋	2.02	0.00	0.25	0.63
A02-1140-048B	浮洲橋 B 匝道	一區	中和	HWB2S	縣 114	新北市	板橋	0.00	0.00	0.20	0.51
A02-1140-048C	浮洲橋 A 匝道	一區	中和	HWB2S	縣 114	新北市	板橋	0.00	0.00	0.20	0.51
A02-1140-049A	浮洲橋	一區	中和	HWB5S	縣 114	新北市	板橋	0.00	0.00	0.29	0.54
A02-1140-049B	浮洲橋 C 匝道	一區	中和	HWB2S	縣 114	新北市	板橋	0.35	0.00	0.23	0.48
A02-1140-051	南興橋	一區	中和	HWB3R	縣 114	新北市	板橋	3.10	0.00	0.15	0.34
A02-1140-056	光復大橋	一區	中和	HWB8R	縣 114	新北市	板橋	0.93	0.00	0.29	0.54
A02-1160-000	三龍橋	一區	中和	HWB1C	縣 116	新北市	樹林	1.38	0.00	0.26	0.71
A02-1160-002	樹林陸橋	一區	中和	HWB4R	縣 116	新北市	樹林	0.57	0.00	0.29	0.54
A02-1160-004	新興橋	一區	中和	HWB4R	縣 116	新北市	板橋	0.57	0.00	0.19	0.49
A02-1160-005	新浦橋	一區	中和	HWB1C	縣 116	新北市	板橋	0.35	0.00	0.34	0.90
A03-0010-015A	光華橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	龜山	2.02	0.00	0.25	0.64
A03-0010-015B	福慧橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	龜山	1.77	0.00	0.26	0.69
A03-0010-016A	全真橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	龜山	1.52	0.00	0.24	0.73
A03-0010-016B	自強橋	一區	中壢	HWB1R	台 1	桃園縣	龜山	1.77	0.00	0.26	0.69
A03-0010-016C	莊敬橋	一區	中壢	HWB4C	台 1	桃園縣	龜山	1.90	0.00	2.39	2.87
A03-0010-017A	龍壽橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	龜山	1.90	0.00	0.26	0.66
A03-0010-018A	嶺頂橋	一區	中壢	HWB4C	台 1	桃園縣	龜山	1.65	0.00	0.17	0.37
A03-0010-020A	半嶺橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	龜山	0.76	0.00	0.31	0.93
A03-0010-021A	南崁溪 1 號橋	一區	中壢	HWB4C	台 1	桃園縣	龜山	0.00	0.00	0.87	1.84
A03-0010-021B	南崁溪 2 號橋	一區	中壢	HWB4C	台 1	桃園縣	龜山	0.00	0.00	0.28	0.98
A03-0010-023A	南崁溪 3 號橋	一區	中壢	HWB4C	台 1	桃園縣	龜山	0.00	0.00	0.21	0.45
A03-0010-023B	成功路橋	一區	中壢	HWB4C	台 1	桃園縣	桃園	0.00	0.00	0.29	0.54
A03-0010-025A	三民橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	桃園	2.89	0.00	0.22	0.51
A03-0010-026A	桃園陸橋	一區	中壢	HWB3R	台 1	桃園縣	龜山	3.10	0.00	0.17	0.43
A03-0010-029A	永安橋	一區	中壢	HWB4C	台 1	桃園縣	桃園	2.02	0.00	0.17	0.35
A03-0010-030A	第一崁子橋	一區	中壢	HWB4C	台 1	桃園縣	八德	2.14	0.00	2.23	2.75
A03-0010-030B	永世橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	八德	2.02	0.00	0.25	0.64
A03-0010-030C	永世南橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	八德	1.77	0.00	0.27	0.69
A03-0010-031A	桃圳橋	一區	中壢	HWB4C	台 1	桃園縣	八德	1.52	0.00	0.61	0.93
A03-0010-031B	崁子腳橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	八德	1.65	0.00	0.27	0.72
A03-0010-034A	埔頂橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	中壢	1.90	0.00	0.26	0.66
A03-0010-034B	新街橋	一區	中壢	HWB3R	台 1	桃園縣	中壢	1.65	0.00	2.45	2.78
A03-0010-036A	老街溪橋	一區	中壢	HWB4R	台 1	桃園縣	中壢	1.24	0.00	0.18	0.39
A03-0010-042A	埔心陸橋	一區	中壢	HWB1R	台 1	桃園縣	楊梅	2.69	0.00	0.20	0.53
A03-0010-043A	石圳橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	楊梅	2.36	0.00	0.24	0.57

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論Ay(g)	推論Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率(%)			
A03-0010-045A	頭重溪橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	楊梅	0.00	0.00	0.35	1.08
A03-0010-046A	大金山橋	一區	中壢	HWB1R	台 1	桃園縣	楊梅	0.00	0.00	0.32	1.02
A03-0010-047A	老坑溪橋	一區	中壢	HWB4R	台 1	桃園縣	楊梅	0.00	0.00	2.48	3.14
A03-0010-048A	楊梅橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	楊梅	0.00	0.00	0.36	1.05
A03-0010-048B	昇平橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	楊梅	0.00	0.00	0.35	1.08
A03-0010-049A	瓦?橋	一區	中壢	HWB1C	台 1	桃園縣	楊梅	2.69	0.00	0.22	0.53
A03-001A-016A	第二尖山橋	一區	中壢	HWB1C	台 1 甲	桃園縣	龜山	2.69	0.00	0.22	0.53
A03-001A-017A	大坑溪橋	一區	中壢	HWB1C	台 1 甲	桃園縣	龜山	2.79	0.00	0.22	0.52
A03-001A-025A	莒光橋	一區	中壢	HWB1C	台 1 甲	桃園縣	桃園	3.00	0.00	0.22	0.50
A03-0040-001A	環東橋	一區	中壢	HWB4C	台 4	桃園縣	大園	2.89	0.00	1.83	1.98
A03-0040-003A	福德橋	一區	中壢	HWB1C	台 4	桃園縣	大園	2.14	0.00	0.21	0.60
A03-0040-003B	果林橋	一區	中壢	HWB1C	台 4	桃園縣	大園	3.58	0.00	0.20	0.48
A03-0040-005A	徐厝橋	一區	中壢	HWB1C	台 4	桃園縣	蘆竹	3.39	0.00	0.21	0.48
A03-0040-007A	南崁橋	一區	中壢	HWB3C	台 4	桃園縣	桃園	1.65	0.00	0.17	0.36
A03-0040-009A	國門陸橋	一區	中壢	HWB6S	台 4	桃園縣	桃園	0.00	0.00	0.20	0.44
A03-0040-011A	水汴頭一號	一區	中壢	HWB1C	台 4	桃園縣	桃園	3.29	0.00	0.21	0.48
A03-0040-011C	林投橋	一區	中壢	HWB1C	台 4	桃園縣	桃園	0.76	0.00	0.31	0.93
A03-0040-012A	會稽橋	一區	中壢	HWB1C	台 4	桃園縣	桃園	3.10	0.00	0.21	0.49
A03-0040-013A	新會稽橋	一區	中壢	HWB3C	台 4	桃園縣	桃園	0.76	0.00	2.32	3.09
A03-0040-016AO	三民陸橋	一區	中壢	HWB5C	台 4	桃園縣	桃園	2.58	0.00	0.29	0.54
A03-0040-019A	無名橋	一區	中壢	HWB1C	台 4	桃園縣	八德	3.00	0.00	0.22	0.50
A03-0150-000A	海口橋	一區	中壢	HWB1S	台 15	桃園縣	大園	2.25	0.00	0.22	0.58
A03-0150-024A	海闊橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	蘆竹	3.29	0.00	0.21	0.49
A03-0150-025A	海湖一號橋	一區	中壢	HWB2C	台 15	桃園縣	蘆竹	3.29	0.00	0.14	0.30
A03-0150-026A	竹圍大橋	一區	中壢	HWB4R	台 15	桃園縣	大園	4.46	0.00	0.13	0.27
A03-0150-027A	竹圍一號橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	大園	3.10	0.00	0.21	0.49
A03-0150-028A	竹圍二號橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	大園	2.89	0.00	0.22	0.51
A03-0150-029A	下坡堵橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	大園	2.89	0.00	0.22	0.51
A03-0150-029B	坡堵橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	大園	3.48	0.00	0.20	0.48
A03-0150-030A	后厝橋	一區	中壢	HWB4C	台 15	桃園縣	大園	2.89	0.00	1.90	2.39
A03-0150-030B	第十號橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	大園	2.89	0.00	0.22	0.51
A03-0150-030C	后厝溪橋	一區	中壢	HWB4C	台 15	桃園縣	大園	2.89	0.00	2.09	2.36
A03-0150-031A	埔心溪橋	一區	中壢	HWB2C	台 15	桃園縣	大園	2.25	0.00	1.82	2.02
A03-0150-032A	新街溪橋	一區	中壢	HWB2R	台 15	桃園縣	大園	2.69	0.00	0.16	0.33
A03-0150-033A	老街溪橋	一區	中壢	HWB2R	台 15	桃園縣	大園	2.58	0.00	0.16	0.34
A03-0150-034A	洽溪橋	一區	中壢	HWB4C	台 15	桃園縣	大園	3.48	0.00	0.31	0.85
A03-0150-035A	雙溪一號橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	大園	2.79	0.00	0.20	0.52
A03-0150-035B	雙溪二號橋	一區	中壢	HWB4C	台 15	桃園縣	大園	2.79	0.00	0.12	0.56
A03-0150-036A	汐見橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	大園	2.79	0.00	0.22	0.52
A03-0150-036B	崙頂橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	大園	2.79	0.00	0.22	0.52
A03-0150-040A	安和橋	一區	中壢	HWB4R	台 15	桃園縣	觀音	3.39	0.00	0.13	0.26
A03-0150-041A	樂利橋	一區	中壢	HWB1S	台 15	桃園縣	觀音	1.65	0.00	0.24	0.70
A03-0150-042A	富林橋	一區	中壢	HWB2R	台 15	桃園縣	觀音	3.39	0.00	0.22	0.75
A03-0150-042B	廣興橋	一區	中壢	HWB1S	台 15	桃園縣	大園	1.90	0.00	0.26	0.65

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A03-0150-045A	三和橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	觀音	2.36	0.00	0.24	0.57
A03-0150-047A	武威橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	觀音	2.58	0.00	0.23	0.54
A03-0150-049A	大潭橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	觀音	2.58	0.00	0.23	0.54
A03-0150-050A	過溪橋	一區	中壢	HWB4C	台 15	桃園縣	觀音	3.58	0.00	0.17	0.33
A03-0150-050B	埔頂橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	觀音	3.29	0.00	0.21	0.48
A03-0150-053A	新興橋	一區	中壢	HWB4C	台 15	桃園縣	新屋	2.69	0.00	0.16	0.33
A03-0150-054A	永安橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	新屋	3.48	0.00	0.18	0.48
A03-0150-055A	笨子港橋	一區	中壢	HWB2C	台 15	桃園縣	新屋	3.76	0.00	0.13	0.26
A03-0150-055B	新安橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	新屋	2.89	0.00	0.22	0.51
A03-0150-057A	深圳橋	一區	中壢	HWB1C	台 15	桃園縣	新屋	3.94	0.00	0.20	0.47
A03-0150-060A	深坑橋	一區	中壢	HWB4R	台 15	桃園縣	新屋	3.00	0.00	0.15	0.29
A03-0610-024A	高架橋 WH06-1	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	大園	1.52	0.00	0.17	0.45
A03-0610-025A	高架橋 WH06-2	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	大園	1.24	0.00	0.29	0.54
A03-0610-026AL	左側平面 1 號橋	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	大園	1.52	0.00	0.17	0.37
A03-0610-026AR	右側平面 1 號橋	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	大園	1.52	0.00	0.17	0.37
A03-0610-031A	高架橋 WH07-1	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	大園	1.24	0.00	0.29	0.54
A03-0610-031BL	左側平面 2 號橋	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	大園	1.24	0.00	0.18	0.39
A03-0610-031BR	右側平面 2 號橋	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	大園	1.24	0.00	0.18	0.39
A03-0610-031CL	左側平面 3 號橋	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	大園	0.57	0.00	0.24	0.51
A03-0610-031CR	右側平面 3 號橋	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	大園	0.35	0.00	0.24	0.51
A03-0610-034DL	左側平面 4 號橋	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	大園	0.57	0.00	0.24	0.63
A03-0610-034DR	右側平面 4 號橋	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	大園	0.57	0.00	0.24	0.63
A03-0610-038A	高架橋 WH07-2	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	大園	1.24	0.00	0.29	0.54
A03-0610-039AL	左側平面 5 號橋	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	觀音	0.76	0.00	1.42	1.58
A03-0610-039AR	右側平面 5 號橋	一區	中壢	HWB5S	台 61	桃園縣	觀音	0.00	0.00	1.26	1.40
A03-0660-003A	小飯瀝溪橋	一區	中壢	HWB6S	台 66	桃園縣	觀音	0.93	0.00	0.27	0.83
A03-0660-004A	115 線高架橋	一區	中壢	HWB6S	台 66	桃園縣	觀音	0.57	0.00	0.29	0.54
A03-0660-006A	觀音溪橋	一區	中壢	HWB1S	台 66	桃園縣	觀音	0.00	0.00	0.33	0.97
A03-0660-009A	大崛溪一號橋	一區	中壢	HWB6S	台 66	桃園縣	新屋	0.57	0.00	0.29	0.89
A03-0660-010A	大崛溪二號橋	一區	中壢	HWB3S	台 66	桃園縣	新屋	0.93	0.00	0.19	0.41
A03-0660-010B	桃園大圳橋	一區	中壢	HWB1S	台 66	桃園縣	新屋	0.00	0.00	0.33	0.98
A03-0660-010C	114 線跨越橋	一區	中壢	HWB5S	台 66	桃園縣	新屋	0.93	0.00	0.27	0.79
A03-0660-013A	高架橋 E101-1	一區	中壢	HWB6S	台 66	桃園縣	楊梅	0.93	0.00	0.19	0.40
A03-0660-014A	六古溝溪橋	一區	中壢	HWB1S	台 66	桃園縣	楊梅	0.00	0.00	0.33	0.99
A03-0660-016A	桃 78 跨越橋	一區	中壢	HWB1S	台 66	桃園縣	楊梅	0.00	0.00	0.32	0.96
A03-0660-017A	跨越一號橋	一區	中壢	HWB1S	台 66	桃園縣	楊梅	0.00	0.00	0.32	0.92
A03-0660-017B	跨越二號橋	一區	中壢	HWB1S	台 66	桃園縣	楊梅	0.00	0.00	0.32	0.92
A03-0660-017C	高架橋 E102	一區	中壢	HWB6S	台 66	桃園縣	平鎮	0.93	0.00	0.29	0.54
A03-0660-019A	大坑炭溪排水橋	一區	中壢	HWB1S	台 66	桃園縣	平鎮	0.00	0.00	0.32	0.98
A03-0660-020A	高架橋 E103	一區	中壢	HWB6S	台 66	桃園縣	平鎮	1.38	0.00	0.29	0.54
A03-0660-020B	龍南幹線排水橋	一區	中壢	HWB3S	台 66	桃園縣	平鎮	0.00	0.00	0.66	1.12
A03-0660-023A	高架橋 E104	一區	中壢	HWB6S	台 66	桃園縣	平鎮	1.24	0.00	0.29	0.54
A03-0660-023B	新街溪橋	一區	中壢	HWB1S	台 66	桃園縣	平鎮	0.00	0.00	0.32	0.97
A03-0660-024A	石門大圳橋	一區	中壢	HWB1S	台 66	桃園縣	平鎮	0.00	0.00	0.32	0.97

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A03-0660-025A	東崙橋	一區	中壢	HWB1S	台 66	桃園縣	平鎮	0.00	0.00	0.32	0.99
A03-0660-025B	洪圳一號橋	一區	中壢	HWB1S	台 66	桃園縣	平鎮	0.00	0.00	0.32	0.97
A03-0660-025C	洪圳二號橋	一區	中壢	HWB1S	台 66	桃園縣	平鎮	0.00	0.00	0.32	0.99
A03-0660-026A	平面高架橋	一區	中壢	HWB5S	台 66	桃園縣	大溪	1.24	0.00	0.17	0.37
A04-0010-053A	長安橋	一區	新竹	HWB4C	台 1	新竹縣	湖口	2.79	0.00	2.09	2.27
A04-0010-054A	鹿鳴橋-台 1 線	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹縣	湖口	3.10	0.00	0.20	0.50
A04-0010-055A	羊喜橋	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹縣	湖口	3.29	0.00	0.21	0.48
A04-0010-056A	湖東橋	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹縣	湖口	3.10	0.00	0.21	0.50
A04-0010-057A	湖口橋	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹縣	湖口	3.10	0.00	0.21	0.49
A04-0010-058A	湖南橋	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹縣	湖口	3.76	0.00	0.20	0.47
A04-0010-061A	山崎陸橋	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹縣	湖口	4.71	0.00	0.20	0.49
A04-0010-062A	番子湖橋	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹縣	新豐	3.76	0.00	0.20	0.47
A04-0010-064A	圓山橋	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹縣	新豐	3.85	0.00	0.20	0.47
A04-0010-066A	阪下橋	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹縣	竹北	2.58	0.00	0.24	0.54
A04-0010-067A	鳳山溪橋	一區	新竹	HWB3C	台 1	新竹縣	竹北	4.80	0.00	0.29	0.54
A04-0010-067B	番子坡北橋	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹縣	竹北	2.25	0.00	0.22	0.59
A04-0010-068A	新社橋	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹縣	竹北	2.25	0.00	0.25	0.59
A04-0010-068B	番子坡南橋	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹縣	竹北	2.47	0.00	0.24	0.56
A04-0010-069A	豆子埔橋	一區	新竹	HWB4C	台 1	新竹縣	竹北	3.58	0.00	0.16	0.31
A04-0010-070A	頭前溪橋	一區	新竹	HWB6S	台 1	新竹縣	竹北	0.00	0.00	0.22	0.44
A04-0010-085A	內湖橋	一區	新竹	HWB1C	台 1	新竹市	新竹	2.36	0.00	0.24	0.57
A04-0010-087A	中隘橋	一區	新竹	HWB2C	台 1	新竹市	新竹	2.36	0.00	0.02	0.86
A04-0030-056A	無名橋 1	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	關西	2.58	0.00	0.23	0.54
A04-0030-057A	無名橋 2	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	關西	2.58	0.00	0.23	0.54
A04-0030-057B	關西一號橋	一區	新竹	HWB7C	台 3	新竹縣	關西	1.24	0.00	0.30	0.67
A04-0030-059A	關西二號橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	關西	1.38	0.00	0.29	0.65
A04-0030-061A	南華橋	一區	新竹	HWB2C	台 3	新竹縣	關西	1.24	0.00	0.16	0.36
A04-0030-061B	竿子園橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	關西	1.24	0.00	0.29	0.82
A04-0030-062A	新城橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	關西	1.38	0.00	0.28	0.78
A04-0030-063A	太平橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	橫山	1.24	0.00	0.29	0.80
A04-0030-065A	北沙坑橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	橫山	3.19	0.00	0.21	0.49
A04-0030-067A	大林橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	竹東	2.89	0.00	0.22	0.51
A04-0030-067B	南沙坑橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	橫山	3.94	0.00	0.18	0.48
A04-0030-073A	油羅溪橋	一區	新竹	HWB2S	台 3	新竹縣	橫山	0.00	0.00	0.21	0.93
A04-0030-073B	頭份林橋	一區	新竹	HWB2C	台 3	新竹縣	橫山	1.24	0.00	0.47	0.89
A04-0030-074A	尚武橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	橫山	2.02	0.00	0.25	0.64
A04-0030-075A	東興橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	竹東	2.89	0.00	0.22	0.51
A04-0030-075B	竹東大橋	一區	新竹	HWB7R	台 3	新竹縣	竹東	2.58	0.00	0.15	0.28
A04-0030-082A	北埔橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	北埔	0.00	0.00	0.36	1.05
A04-0030-083A	社官橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	北埔	0.76	0.00	0.29	0.88
A04-0030-085A	中興橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	峨眉	2.14	0.00	0.21	0.61
A04-0030-089A	石井橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	峨眉	0.00	0.00	0.32	1.00
A04-0030-091A	大塘橋	一區	新竹	HWB3S	台 3	新竹縣	峨眉	0.00	0.00	0.69	0.95
A04-0030-091B	大窩橋	一區	新竹	HWB1S	台 3	新竹縣	峨眉	0.00	0.00	0.32	0.83

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A04-0030-092A	庚寮坑橋	一區	新竹	HWB1C	台 3	新竹縣	峨眉	0.35	0.00	0.34	1.03
A04-0130-000A	誠仁橋	一區	新竹	HWB7C	台 13	新竹市	新竹	3.94	0.00	0.17	0.34
A04-0150-001A	竹港大橋	一區	新竹	HWB7C	台 15	新竹市	新竹	2.89	0.00	0.29	0.54
A04-0150-066A	池和橋	一區	新竹	HWB3C	台 15	新竹縣	新豐	2.58	0.00	0.13	0.34
A04-0150-072A	鳳岡橋	一區	新竹	HWB1S	台 15	新竹縣	新豐	1.90	0.00	0.24	0.64
A04-0150-072B	牛埔溪橋	一區	新竹	HWB4S	台 15	新竹縣	新豐	2.25	0.00	0.55	1.31
A04-0150-072C	鳳山溪橋	一區	新竹	HWB6S	台 15	新竹縣	新豐	2.25	0.00	0.15	0.31
A04-0150-076A	港北橋	一區	新竹	HWB4S	台 15	新竹市	新竹	2.02	0.00	0.20	0.35
A04-0150-082A	華江溪橋	一區	新竹	HWB3S	台 15	新竹市	新竹	2.02	0.00	0.15	0.30
A04-0610-000A	S-16A 跨越鐵路高架橋	一區	新竹	HWB3C	台 61	新竹市	新竹	2.36	0.00	0.18	0.31
A04-0610-001A	S-15 高架橋	一區	新竹	HWB3C	台 61	新竹市	新竹	2.14	0.00	0.16	0.35
A04-0610-076A	浸水橋	一區	新竹	HWB3S	台 61	新竹市	新竹	2.02	0.00	0.16	0.35
A04-0610-076B	大庄橋	一區	新竹	HWB1S	台 61	新竹市	新竹	2.02	0.00	0.26	0.62
A04-0610-083A	鹽港溪橋	一區	新竹	HWB6C	台 61	新竹市	新竹	2.14	0.00	0.17	0.76
A04-0680-000B	新中正橋 1	一區	新竹	HWB1S	台 68	新竹縣	芎林	0.00	0.00	0.33	0.98
A04-0680-000C	新中正橋 2	一區	新竹	HWB3S	台 68	新竹縣	竹東	0.93	0.00	0.29	0.54
A04-0680-000D	高架橋-1	一區	新竹	HWB3S	台 68	新竹市	新竹	1.90	0.00	0.30	0.72
A04-0680-003A	高架橋-2	一區	新竹	HWB3S	台 68	新竹市	新竹	1.52	0.00	0.18	0.73
A04-0680-005A	高架橋-3(E202 標)	一區	新竹	HWB3S	台 68	新竹市	新竹	0.93	0.00	0.29	0.54
A04-0680-009A	高架橋-4	一區	新竹	HWB6S	台 68	新竹縣	竹北	0.57	0.00	0.19	0.43
A04-0680-010A	高架橋匝道	一區	新竹	HWB6S	台 68	新竹縣	竹北	0.35	0.00	0.30	0.52
A04-0680-010B	高架橋-5	一區	新竹	HWB3S	台 68	新竹縣	竹北	0.35	0.00	0.29	0.54
A04-0680-015A	高架橋-7	一區	新竹	HWB5S	台 68	新竹縣	竹東	0.35	0.00	0.31	0.86
A04-0680-017A	高架橋-8	一區	新竹	HWB3S	台 68	新竹縣	竹東	0.35	0.00	0.20	0.93
A04-0680-018A	高架橋-9	一區	新竹	HWB3S	台 68	新竹縣	竹東	0.35	0.00	0.20	0.93
A04-0680-019A	高架橋-6	一區	新竹	HWB5S	台 68	新竹縣	竹東	1.65	0.00	0.29	0.54
A04-068A-018A	高架橋-10	一區	新竹	HWB3S	台 68 甲	新竹縣	竹東	0.00	0.00	0.65	1.47
A05-0030-034A	旭橋	一區	復興	HWB1R	台 3	桃園縣	復興	1.65	0.00	0.23	0.70
A05-0030-035A	第一預力橋	一區	復興	HWB3R	台 3	桃園縣	大溪	1.65	0.00	0.19	0.33
A05-0030-037A	武嶺橋	一區	復興	HWB5R	台 3	桃園縣	大溪	2.79	0.00	0.16	0.46
A05-0030-043A	番子寮橋	一區	復興	HWB1R	台 3	桃園縣	大溪	4.29	0.00	0.20	0.48
A05-0030-045A	九座寮橋	一區	復興	HWB1R	台 3	桃園縣	大溪	4.29	0.00	0.20	0.48
A05-0030-051A	上林一橋	一區	復興	HWB1R	台 3	桃園縣	龍潭	3.67	0.00	0.20	0.47
A05-0030-051B	上林二橋	一區	復興	HWB1R	台 3	桃園縣	龍潭	1.38	0.00	0.25	0.76
A05-0030-055A	第一牛欄橋	一區	復興	HWB1C	台 3	桃園縣	龍潭	1.90	0.32	0.26	0.65
A05-0030-055B	銅鑼圈橋	一區	復興	HWB1C	台 3	桃園縣	龍潭	1.38	0.00	0.28	0.79
A05-003B-005A	石門一號橋	一區	復興	HWB1R	台 3 乙	桃園縣	龍潭	1.38	0.00	0.28	0.78
A05-003B-005B	水圳橋	一區	復興	HWB1R	台 3 乙	桃園縣	龍潭	1.52	0.00	0.27	0.75
A05-003B-006A	石門二號橋	一區	復興	HWB1R	台 3 乙	桃園縣	龍潭	1.38	0.00	0.28	0.78
A05-003B-008A	無名橋	一區	復興	HWB1R	台 3 乙	桃園縣	龍潭	0.00	0.00	0.35	1.08
A05-003B-009A	打鐵坑橋	一區	復興	HWB1R	台 3 乙	桃園縣	龍潭	0.00	0.00	0.35	1.08
A05-003B-009B	無名橋	一區	復興	HWB1R	台 3 乙	桃園縣	龍潭	0.00	0.00	0.35	1.08
A05-003B-011A	無名橋	一區	復興	HWB1R	台 3 乙	桃園縣	龍潭	0.00	0.00	0.35	1.08
A05-0040-001A	崁津大橋	一區	復興	HWB6S	台 4	桃園縣	大溪	0.76	0.00	0.19	0.43

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A05-0040-036A	石門二號橋	一區	復興	HWB1R	台 4	桃園縣	龍潭	0.00	0.00	0.31	1.02
A05-0040-036B	溪洲橋	一區	復興	HWB1R	台 4	桃園縣	大溪	0.00	0.00	0.35	1.08
A05-0040-037A	石門橋	一區	復興	HWB1R	台 4	桃園縣	大溪	0.00	0.00	0.31	1.02
A05-0040-038A	溪洲大橋(後池堰橋)	一區	復興	HWB5R	台 4	桃園縣	大溪	2.69	0.00	1.61	1.92
A05-0040-038B	二坪橋	一區	復興	HWB1R	台 4	桃園縣	龍潭	0.00	0.00	0.36	1.04
A05-0070-001A	旭橋(無名橋)	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	大溪	0.00	0.00	0.36	1.09
A05-0070-001B	水口橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	大溪	2.47	0.00	0.23	0.56
A05-0070-005A	頭寮橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	大溪	3.94	0.00	0.18	0.48
A05-0070-008A	湳仔溝一號橋	一區	復興	HWB2R	台 7	桃園縣	大溪	0.00	0.00	0.22	0.52
A05-0070-008B	湳仔溝二號橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	大溪	0.00	0.09	0.36	1.08
A05-0070-008C	湳仔溝三號	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	大溪	0.00	0.00	0.36	1.09
A05-0070-008D	湳仔溝四號橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	大溪	0.00	0.00	0.36	1.09
A05-0070-008E	百吉一號橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	大溪	0.00	0.00	0.36	1.09
A05-0070-009A	百吉二號橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	大溪	0.00	0.00	0.36	1.09
A05-0070-010A	百吉三號橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	大溪	0.00	0.00	0.36	1.09
A05-0070-010B	百吉四號橋	一區	復興	HWB1C	台 7	桃園縣	大溪	0.00	0.00	0.36	1.09
A05-0070-012A	東安橋	一區	復興	HWB2R	台 7	桃園縣	大溪	3.85	0.00	0.31	0.81
A05-0070-013B	員山一號橋	一區	復興	HWB1S	台 7	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.32	1.02
A05-0070-013C	員山二號橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.36	1.09
A05-0070-015A	無名橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	3.39	0.00	0.20	0.48
A05-0070-015B	三民橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.36	1.09
A05-0070-015C	無名橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	1.77	0.00	0.26	0.69
A05-0070-016A	無名橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	3.67	0.00	0.20	0.47
A05-0070-016B	水源橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	5.04	0.00	0.20	0.50
A05-0070-017A	澤仁橋	一區	復興	HWB1S	台 7	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.36	1.08
A05-0070-021A	霞雲橋	一區	復興	HWB4R	台 7	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.25	0.43
A05-0070-022A	羅浮橋	一區	復興	HWB8R	台 7	桃園縣	復興	2.14	0.00	0.24	0.60
A05-0070-024A	拉號橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.36	1.09
A05-0070-025A	半面橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	4.88	0.00	0.18	0.50
A05-0070-027A	高坡橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.36	1.09
A05-0070-028A	過水橋	一區	復興	HWB4R	台 7	桃園縣	復興	5.04	0.00	0.18	0.38
A05-0070-033A	無名橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	3.85	0.00	0.20	0.47
A05-0070-034A	榮華橋	一區	復興	HWB8R	台 7	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.35	1.00
A05-0070-035A	無名橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	4.96	0.00	0.20	0.50
A05-0070-038A	高義橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.35	1.09
A05-0070-041	蘇樂橋	一區	復興	HWB3S	台 7	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.28	0.52
A05-0070-046A	巴陵大橋	一區	復興	HWB8S	台 7	桃園縣	復興	0.76	0.00	0.32	0.81
A05-0070-051A	大漢橋	一區	復興	HWB8R	台 7	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.34	1.00
A05-0070-051B	無名橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	4.96	0.00	0.20	0.50
A05-0070-056A	無名橋	一區	復興	HWB1R	台 7	桃園縣	復興	2.47	0.00	0.23	0.56
A05-007B-000A	大埔一號橋	一區	復興	HWB1R	台 7 乙	台北縣	三峽	5.66	0.07	0.21	0.51
A05-007B-001A	大埔二號橋	一區	復興	HWB1R	台 7 乙	台北縣	三峽	4.63	0.06	0.20	0.49
A05-007B-002A	互助橋	一區	復興	HWB2R	台 7 乙	台北縣	三峽	0.00	0.00	2.93	3.36
A05-007B-003A	合作橋	一區	復興	HWB1S	台 7 乙	台北縣	三峽	0.00	0.00	0.34	0.77

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
A05-007B-005A	增產橋	一區	復興	HWB1S	台 7 乙	台北縣	三峽	0.00	0.00	0.35	1.05
A05-007B-007A	明禮橋	一區	復興	HWB1R	台 7 乙	台北縣	三峽	0.00	0.00	0.35	1.09
A05-007B-008A	尚義橋	一區	復興	HWB1S	台 7 乙	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.32	1.02
A05-007B-010A	自力橋	一區	復興	HWB1S	台 7 乙	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.36	1.08
A05-007B-014A	更生橋	一區	復興	HWB1S	台 7 乙	桃園縣	復興	0.00	0.00	0.36	1.07
B01-0010-010A	大庄橋-苗栗	二區	苗栗	HWB6C	台 1	苗栗縣	後龍	4.46	0.00	0.19	0.49
B01-0010-091A	山下橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	頭份	4.55	0.00	0.21	0.49
B01-0010-092A	蟠桃橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	頭份	3.76	0.00	0.19	0.48
B01-0010-097A	尖山大橋	二區	苗栗	HWB3C	台 1	苗栗縣	頭份	2.47	0.00	0.17	0.45
B01-0010-097B	後龍溪橋	二區	苗栗	HWB3C	台 1	苗栗縣	後龍	2.36	0.00	0.29	0.54
B01-0010-097C	尖山陸橋	二區	苗栗	HWB3R	台 1	苗栗縣	頭份	2.36	0.00	0.21	0.57
B01-0010-098A	尖山下橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	頭份	4.96	0.00	0.21	0.50
B01-0010-098B	公館仔橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	頭份	2.47	0.00	0.21	0.55
B01-0010-099A	南港溪橋	二區	苗栗	HWB2C	台 1	苗栗縣	頭份	2.47	0.00	0.16	0.33
B01-0010-101A	談文橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	造橋	2.47	0.00	0.20	0.56
B01-0010-103A	九重籠橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	造橋	2.47	0.00	0.20	0.56
B01-0010-108A	後壁厝橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	後龍	2.58	0.00	0.23	0.54
B01-0010-112A	南社橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	後龍	2.47	0.00	0.23	0.56
B01-0010-116A	大埔橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	西湖	2.47	0.00	0.21	0.55
B01-0010-117A	西湖橋	二區	苗栗	HWB3S	台 1	苗栗縣	西湖	2.14	0.00	0.15	0.31
B01-0010-118A	二福橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	西湖	2.47	0.00	0.24	0.56
B01-0010-125A	內湖島橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	通霄	2.58	0.00	0.23	0.54
B01-0010-126A	新埔橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	通霄	2.58	0.00	0.21	0.54
B01-0010-131A	番社橋	二區	苗栗	HWB3C	台 1	苗栗縣	通霄	2.25	0.00	0.09	0.92
B01-0010-132A	竹林橋	二區	苗栗	HWB3C	台 1	苗栗縣	通霄	2.36	0.00	0.10	0.91
B01-0010-132B	竹平橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	通霄	2.36	0.00	0.21	0.57
B01-0010-134A	通宵梅南橋	二區	苗栗	HWB4C	台 1	苗栗縣	通霄	2.25	0.00	0.14	0.31
B01-0010-135A	番子寮橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	通霄	2.36	0.00	0.21	0.57
B01-0010-136A	五福橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	通霄	2.36	0.00	0.21	0.57
B01-0010-138A	苑裡橋	二區	苗栗	HWB3C	台 1	苗栗縣	苑裡	2.69	0.00	0.17	0.37
B01-0010-141A	枕山橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	苑裡	2.58	0.00	0.23	0.54
B01-0010-141B	房裡橋	二區	苗栗	HWB6C	台 1	苗栗縣	苑裡	2.58	0.00	0.20	0.54
B01-0010-142A	山柑尾橋	二區	苗栗	HWB1C	台 1	苗栗縣	苑裡	2.58	0.00	0.20	0.54
B01-001F-000A	射流溝排水橋	二區	苗栗	HWB2S	台 1 己	苗栗縣	竹南	1.77	0.00	2.39	2.87
B01-001F-002A	蚋子溝排水橋	二區	苗栗	HWB2S	台 1 己	苗栗縣	竹南	1.65	0.00	0.20	0.37
B01-001F-002B	灰寮溪排水橋	二區	苗栗	HWB2S	台 1 己	苗栗縣	竹南	1.65	0.00	2.54	3.12
B01-0030-010B	中港溪橋	二區	苗栗	HWB3C	台 3	苗栗縣	三灣	2.14	0.00	0.17	0.58
B01-0030-094A	珊瑚橋	二區	苗栗	HWB3C	台 3	苗栗縣	頭份	2.25	0.00	0.16	0.78
B01-0030-096A	峨嵋橋	二區	苗栗	HWB2C	台 3	苗栗縣	三灣	2.25	0.00	0.16	0.33
B01-0030-100A	員林一橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	三灣	2.25	0.00	0.22	0.58
B01-0030-100B	員林二橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	三灣	2.25	0.00	0.24	0.59
B01-0030-101A	無名橋	二區	苗栗	HWB3C	台 3	苗栗縣	三灣	2.14	0.00	0.24	0.73
B01-0030-102A	錫隘橋	二區	苗栗	HWB3C	台 3	苗栗縣	三灣	1.90	0.00	0.08	0.95
B01-0030-102B	養正一橋	二區	苗栗	HWB3S	台 3	苗栗縣	三灣	1.65	0.00	0.45	1.21

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B01-0030-103A	養正二橋	二區	苗栗	HWB3S	台 3	苗栗縣	三灣	1.65	0.00	0.16	0.34
B01-0030-103B	養正三橋	二區	苗栗	HWB3S	台 3	苗栗縣	三灣	1.77	0.00	0.18	0.64
B01-0030-104A	大河底一橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.90	0.00	0.23	0.64
B01-0030-105B	伯公崑二橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.90	0.00	0.26	0.66
B01-0030-105C	大河底二橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.90	0.00	0.23	0.64
B01-0030-106A	閂門棍橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.90	0.00	0.23	0.64
B01-0030-106B	三合坑一橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.90	0.00	0.23	0.64
B01-0030-106C	三合坑二橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.90	0.00	0.23	0.64
B01-0030-106D	三合坑三橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.77	0.00	0.23	0.67
B01-0030-107A	新庄橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.90	0.00	0.26	0.66
B01-0030-109A	百壽橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.90	0.00	0.26	0.66
B01-0030-110A	永興一號橋	二區	苗栗	HWB3C	台 3	苗栗縣	獅潭	2.02	0.00	0.17	0.35
B01-0030-111A	永興二號橋-台 3 線-苗栗	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	2.02	0.00	0.25	0.63
B01-0030-111C	永興三號橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.90	0.00	0.26	0.66
B01-0030-112A	鹽水坑橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.77	0.00	0.27	0.69
B01-0030-113A	新店一號橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	2.02	0.00	0.25	0.64
B01-0030-114A	獅潭橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	2.02	0.00	0.26	0.63
B01-0030-115A	石洞橋	二區	苗栗	HWB1S	台 3	苗栗縣	獅潭	1.77	0.00	0.25	0.66
B01-0030-115B	大東勢一橋	二區	苗栗	HWB1S	台 3	苗栗縣	獅潭	1.65	0.00	0.25	0.68
B01-0030-115C	大東勢二橋	二區	苗栗	HWB3S	台 3	苗栗縣	獅潭	1.77	0.00	0.47	1.24
B01-0030-115D	新店二號橋	二區	苗栗	HWB3C	台 3	苗栗縣	獅潭	2.02	0.00	0.12	1.13
B01-0030-115E	新和橋	二區	苗栗	HWB1S	台 3	苗栗縣	獅潭	1.77	0.00	0.28	0.67
B01-0030-117A	中興橋-台 3 線	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.90	0.00	0.23	0.65
B01-0030-117B	和興一橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.77	0.00	0.27	0.68
B01-0030-118A	和興二橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.77	0.00	0.24	0.67
B01-0030-120A	大坡塘橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.77	0.00	0.27	0.69
B01-0030-122A	八角林橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	3.39	0.00	0.21	0.48
B01-0030-124A	北庄橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.90	0.00	0.26	0.66
B01-0030-125A	桂竹林橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.77	0.00	0.26	0.69
B01-0030-126A	三寮坑橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	1.77	0.00	0.23	0.67
B01-0030-128A	富興橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	大湖	1.77	0.00	0.24	0.67
B01-0030-131A	湖忠橋	二區	苗栗	HWB3S	台 3	苗栗縣	大湖	1.65	0.00	0.16	0.43
B01-0030-131B	湖安橋	二區	苗栗	HWB3S	台 3	苗栗縣	大湖	1.65	0.00	2.15	2.25
B01-0030-131C	開明橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	大湖	1.77	0.00	0.27	0.69
B01-0030-132A	三寮村橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	大湖	1.77	0.00	0.27	0.69
B01-0030-133A	南湖一橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	大湖	1.77	0.00	0.27	0.69
B01-0030-133B	忠義橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	大湖	1.77	0.00	0.24	0.67
B01-0030-136A	義和一橋	二區	苗栗	HWB3C	台 3	苗栗縣	大湖	1.77	0.00	0.13	1.12
B01-0030-136B	義和二橋	二區	苗栗	HWB3C	台 3	苗栗縣	大湖	1.90	0.00	0.26	0.66
B01-0030-136C	義和三橋	二區	苗栗	HWB6C	台 3	苗栗縣	大湖	1.77	0.00	0.23	0.65
B01-0030-136D	復興一號橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	大湖	1.77	0.00	0.23	0.67
B01-0030-136E	復興二號橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	大湖	1.90	0.00	0.23	0.64
B01-0030-136F	復興三號橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	大湖	1.90	0.00	0.23	0.64

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B01-0030-140A	栗林橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	大湖	1.77	0.00	0.24	0.67
B01-0030-142A	景山橋	二區	苗栗	HWB7C	台 3	苗栗縣	卓蘭	1.90	0.00	0.26	0.63
B01-0030-143A	西坪橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	卓蘭	1.90	0.00	0.23	0.64
B01-0030-147A	埔尾三橋	二區	苗栗	HWB3S	台 3	苗栗縣	卓蘭	1.52	0.00	0.48	1.13
B01-0030-149A	蘭勢大橋	二區	苗栗	HWB2S	台 3	苗栗縣	卓蘭	0.00	0.00	0.28	0.78
B01-0030-240B	伯公崑一橋	二區	苗栗	HWB1C	台 3	苗栗縣	獅潭	2.02	0.00	0.27	0.58
B01-0060-002A	南勢溪橋	二區	苗栗	HWB1C	台 6	苗栗縣	後龍	2.36	0.00	0.21	0.57
B01-0060-003A	後龍底橋	二區	苗栗	HWB1C	台 6	苗栗縣	後龍	2.36	0.00	0.23	0.57
B01-0060-004A	三通橋	二區	苗栗	HWB1C	台 6	苗栗縣	後龍	2.25	0.00	0.24	0.59
B01-0060-012A	龜山橋	二區	苗栗	HWB4S	台 6	苗栗縣	苗栗	0.00	0.00	0.21	0.91
B01-0060-017A	永通橋	二區	苗栗	HWB4C	台 6	苗栗縣	公館	3.76	0.00	0.16	0.31
B01-0060-021A	打鹿坑橋	二區	苗栗	HWB1C	台 6	苗栗縣	公館	3.00	0.00	0.22	0.50
B01-0060-023A	福德橋-台 6 線	二區	苗栗	HWB1C	台 6	苗栗縣	公館	3.00	0.00	0.22	0.50
B01-0060-023B	橫坑橋	二區	苗栗	HWB1C	台 6	苗栗縣	獅潭	3.00	0.00	0.19	0.50
B01-0060-025A	竹木橋	二區	苗栗	HWB4C	台 6	苗栗縣	獅潭	4.88	0.00	1.45	1.51
B01-0060-025B	汶水橋	二區	苗栗	HWB4S	台 6	苗栗縣	獅潭	1.09	0.00	0.18	0.83
B01-0060-029A	茂林橋	二區	苗栗	HWB1C	台 6	苗栗縣	獅潭	2.58	0.00	0.23	0.54
B01-0130-004A	大埔橋-台 13 線	二區	苗栗	HWB1S	台 13	苗栗縣	竹南	2.14	0.00	0.23	0.60
B01-0130-011A	福壽橋	二區	苗栗	HWB1S	台 13	苗栗縣	造橋	1.90	0.00	0.23	0.64
B01-0130-013B	尖豐橋	二區	苗栗	HWB1S	台 13	苗栗縣	造橋	1.90	0.00	0.24	0.65
B01-0130-015A	錦水橋=>大坪橋	二區	苗栗	HWB1C	台 13	苗栗縣	造橋	5.36	0.00	0.18	0.37
B01-0130-020A	茄冬坑橋	二區	苗栗	HWB1C	台 13	苗栗縣	頭屋	5.28	0.00	0.21	0.51
B01-0130-021A	茄冬坑二橋	二區	苗栗	HWB1C	台 13	苗栗縣	頭屋	3.48	0.00	0.21	0.48
B01-0130-021B	老田寮橋	二區	苗栗	HWB2C	台 13	苗栗縣	頭屋	2.58	0.00	0.11	1.07
B01-0130-022A	響隆橋	二區	苗栗	HWB1C	台 13	苗栗縣	頭屋	3.67	0.00	0.21	0.48
B01-0130-025A	雙龍橋	二區	苗栗	HWB1C	台 13	苗栗縣	頭屋	2.79	0.00	0.22	0.52
B01-0130-025B	頭屋大橋	二區	苗栗	HWB5C	台 13	苗栗縣	頭屋	2.89	0.00	0.14	0.25
B01-0130-038A	銅鑼陸橋	二區	苗栗	HWB3C	台 13	苗栗縣	銅鑼	3.58	0.00	0.14	0.31
B01-0130-042A	樟樹陸橋	二區	苗栗	HWB2S	台 13	苗栗縣	銅鑼	0.35	0.00	0.29	0.54
B01-0130-046A	三義陸橋	二區	苗栗	HWB7C	台 13	苗栗縣	三義	3.67	0.00	0.13	0.28
B01-0130-047A	三義一橋	二區	苗栗	HWB1S	台 13	苗栗縣	三義	0.57	0.00	0.31	0.87
B01-0130-048A	三義二橋	二區	苗栗	HWB1S	台 13	苗栗縣	三義	0.76	0.00	0.30	0.84
B01-0130-055B	新義里大橋	二區	苗栗	HWB2S	台 13	苗栗縣	三義	1.52	0.00	0.29	0.54
B01-013A-011A	北勢大橋	二區	苗栗	HWB5R	台 13 甲	苗栗縣	苗栗	4.03	0.00	0.14	0.31
B01-013A-011B	無名橋	二區	苗栗	HWB1C	台 13 甲	苗栗縣	造橋	3.94	0.00	0.20	0.47
B01-013A-011C	新生橋	二區	苗栗	HWB1R	台 13 甲	苗栗縣	造橋	3.94	0.00	0.21	0.48
B01-013A-011D	豐湖橋	二區	苗栗	HWB1R	台 13 甲	苗栗縣	造橋	3.94	0.00	0.21	0.48
B01-013A-012A	新蓮橋	二區	苗栗	HWB1R	台 13 甲	苗栗縣	造橋	3.94	0.00	0.21	0.48
B01-013A-012B	彼岸橋	二區	苗栗	HWB1R	台 13 甲	苗栗縣	造橋	3.85	0.00	0.21	0.48
B01-0610-094A	玄寶大橋	二區	苗栗	HWB7C	台 61	苗栗縣	頭份	2.47	0.00	0.18	0.31
B01-0610-103A	後龍觀海大橋	二區	苗栗	HWB6C	台 61	苗栗縣	後龍	2.47	0.00	0.19	0.33
B01-0610-106A	西湖溪橋	二區	苗栗	HWB6C	台 61	苗栗縣	西湖	2.47	0.00	0.15	0.31
B01-0610-121A	西濱快速公路 WH33-4 標工程	二區	苗栗	HWB6S	台 61	苗栗縣	通霄	1.24	0.00	0.29	0.54

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B01-0610-122A	西濱快速公路 WH33-3 標新建工程	二區	苗栗	HWB5S	台 61	苗栗縣	通霄	1.38	0.00	0.21	0.43
B01-0610-124A	西濱快速公路 WH33-2 標工程高架橋	二區	苗栗	HWB5S	台 61	苗栗縣	通霄	1.65	0.00	0.29	0.54
B01-0610-126A	西濱快速公路 WH33-1 標新建工程	二區	苗栗	HWB3S	台 61	苗栗縣	苑裡	1.38	0.00	0.29	0.54
B01-0610-128A	出水至房裡段高架橋	二區	苗栗	HWB5S	台 61	苗栗縣	苑裡	1.52	0.00	0.29	0.54
B01-0720-002A	後汶線 E310 二號連絡道橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	公館	0.35	0.00	0.20	0.45
B01-0720-003A	後汶線 E310 三號連絡道橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	獅潭	0.35	0.00	0.31	0.83
B01-0720-005A	後汶線 E302-1 號橋	二區	苗栗	HWB6S	台 72	苗栗縣	造橋	1.77	0.00	0.16	0.35
B01-0720-006A	後汶線 E302-2 號橋	二區	苗栗	HWB6S	台 72	苗栗縣	造橋	1.52	0.00	0.55	1.15
B01-0720-006B	後汶線 E302-3 號橋	二區	苗栗	HWB6S	台 72	苗栗縣	造橋	1.65	0.00	0.25	0.69
B01-0720-006C	後汶線 E302-4 號橋	二區	苗栗	HWB6S	台 72	苗栗縣	造橋	1.65	0.00	0.25	0.65
B01-0720-006D	後汶線 E302-5 號橋	二區	苗栗	HWB6S	台 72	苗栗縣	造橋	1.65	0.00	0.17	0.36
B01-0720-007A	後汶線 E303-1 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	頭屋	1.24	0.00	0.28	0.71
B01-0720-007B	後汶線 E303-2 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	頭屋	1.09	0.00	1.22	1.42
B01-0720-008A	後汶線 E303-3 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	頭屋	1.09	0.00	0.20	0.40
B01-0720-008B	後汶線 E303-4 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	頭屋	1.09	0.00	0.18	0.41
B01-0720-009A	後汶線 E303-5 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	頭屋	1.09	0.00	0.18	0.40
B01-0720-010A	後汶線 E303-6 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	頭屋	1.09	0.00	0.94	1.39
B01-0720-011A	後汶線 E304-1 號橋	二區	苗栗	HWB6S	台 72	苗栗縣	頭屋	1.38	0.00	0.66	1.32
B01-0720-012A	後汶線 E304-2 號橋	二區	苗栗	HWB6S	台 72	苗栗縣	公館	1.38	0.00	0.17	0.38
B01-0720-013A	後汶線 E305-1 號橋	二區	苗栗	HWB6S	台 72	苗栗縣	苗栗	1.38	0.00	0.26	0.74
B01-0720-014A	後汶線 E305-2 號橋	二區	苗栗	HWB3S	台 72	苗栗縣	苗栗	1.38	0.00	0.29	0.54
B01-0720-015A	後汶線 E305-3 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	苗栗	1.38	0.00	0.29	0.74
B01-0720-015B	後汶線 E305-4 號橋	二區	苗栗	HWB3S	台 72	苗栗縣	苗栗	1.24	0.00	0.29	0.54
B01-0720-016A	後汶線 E306-1 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	銅鑼	1.90	0.00	0.16	0.34
B01-0720-018A	後汶線 E307-1 號橋	二區	苗栗	HWB1S	台 72	苗栗縣	銅鑼	1.38	0.00	0.26	0.73
B01-0720-018B	後汶線 E307-2 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	銅鑼	1.38	0.00	0.17	0.38
B01-0720-019A	後汶線 E307-3 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	銅鑼	1.38	0.00	0.26	0.67
B01-0720-019B	後汶線 E307-4 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	銅鑼	1.24	0.00	0.67	1.02
B01-0720-020A	後汶線 E307-5 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	公館	1.38	0.00	0.22	0.39
B01-0720-022A	後汶線 E308-1 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	公館	1.65	0.00	0.20	0.37
B01-0720-024A	後汶線 E309-1 號橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	公館	0.76	0.00	0.18	0.49
B01-0720-026A	後汶線 E310 一號排水橋	二區	苗栗	HWB6S	台 72	苗栗縣	公館	0.57	0.00	0.30	0.88
B01-0720-026B	後汶線 E310 一號高架橋-1	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	公館	0.57	0.00	0.22	0.39
B01-0720-028A	後汶線 E310 一號高架橋-2	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	公館	0.35	0.00	0.21	0.42
B01-0720-028B	後汶線 E310 一號高架橋-3	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	公館	0.35	0.00	0.74	0.82
B01-0720-029A	後汶線 E310 二號排水橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	公館	0.35	0.00	0.31	0.85
B01-0720-029B	後汶線 E310 二號高架橋	二區	苗栗	HWB5S	台 72	苗栗縣	公館	0.35	0.00	0.20	0.43

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B01-0720-030A	後汶線 E310 後龍溪河川橋	二區	苗栗	HWB8S	台 72	苗栗縣	獅潭	0.35	0.00	1.90	2.12
B02-0010-146A	日南橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	大安	4.20	0.00	0.20	0.48
B02-0010-147A	孟春橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	大安	4.20	0.00	0.20	0.48
B02-0010-148A	大安溪橋	二區	台中	HWB3C	台 1	台中縣	大安	4.20	0.00	0.29	0.54
B02-0010-153A	育德橋	二區	台中	HWB4C	台 1	台中縣	大甲	3.00	0.00	0.14	0.26
B02-0010-153B	第三番子寮橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	大甲	2.58	0.00	0.23	0.54
B02-0010-153C	第一番子寮橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	大甲	2.58	0.00	0.23	0.54
B02-0010-154A	大甲溪橋	二區	台中	HWB3C	台 1	台中縣	大甲	4.12	0.00	0.29	0.54
B02-0010-154B	第一後厝子	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	大甲	7.11	0.00	0.24	0.53
B02-0010-155A	第三後厝子橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	大甲	5.97	0.00	0.22	0.52
B02-0010-158A	甲南陸橋	二區	台中	HWB6C	台 1	台中縣	大甲	2.58	0.00	0.14	0.30
B02-0010-159A	一號版橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	清水	2.69	0.00	0.23	0.53
B02-0010-161A	二號版橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	清水	2.69	0.00	0.23	0.53
B02-0010-162A	美田橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	清水	2.79	0.00	0.20	0.52
B02-0010-163A	清秀橋	二區	台中	HWB4C	台 1	台中縣	清水	2.79	0.00	0.18	0.34
B02-0010-164A	中華陸橋-台一線	二區	台中	HWB6C	台 1	台中縣	梧棲	2.47	0.00	0.18	0.32
B02-0010-167A	大庄橋-台 1 線 167.250km	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	清水	2.79	0.00	0.22	0.52
B02-0010-169A	安良橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	龍井	2.69	0.00	0.22	0.53
B02-0010-170A	山腳橋	二區	台中	HWB4C	台 1	台中縣	龍井	2.58	0.00	0.16	0.33
B02-0010-171A	龍田陸橋	二區	台中	HWB6C	台 1	台中縣	龍井	2.47	0.00	0.16	0.33
B02-0010-175A	山陽橋	二區	台中	HWB4C	台 1	台中縣	大肚	4.03	0.00	0.16	0.32
B02-0010-178A	第一新興橋	二區	台中	HWB4C	台 1	台中縣	大肚	3.29	0.00	2.02	2.71
B02-0010-179A	第五社腳橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	大肚	5.74	0.00	0.22	0.51
B02-0010-180A	第四社腳橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	大肚	5.74	0.00	0.22	0.51
B02-0010-181A	新民橋	二區	台中	HWB4C	台 1	台中縣	大肚	4.63	0.00	1.57	1.86
B02-0010-181B	第三社腳橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	大肚	5.74	0.00	0.22	0.52
B02-0010-183A	新生橋	二區	台中	HWB1C	台 1	台中縣	大肚	4.63	0.00	0.20	0.49
B02-0010-183B	王田陸橋	二區	台中	HWB1S	台 1	台中縣	大肚	0.35	0.00	0.32	0.84
B02-0010-184	大度橋	二區	台中	HWB6S	台 1	彰化縣	彰化	0.00	0.00	0.23	0.53
B02-001B-014A	大雅橋	二區	台中	HWB4C	台 1 乙	台中縣	大雅	2.69	0.00	0.23	0.79
B02-001B-015A	精忠橋	二區	台中	HWB3C	台 1 乙	台中縣	烏日	4.38	0.00	0.17	0.36
B02-001B-017A	烏日橋	二區	台中	HWB3R	台 1 乙	台中縣	烏日	3.94	0.00	0.14	0.28
B02-001B-018A	集泉橋	二區	台中	HWB6S	台 1 乙	台中縣	烏日	0.35	0.00	0.31	0.85
B02-001B-019A	三和橋	二區	台中	HWB4S	台 1 乙	台中縣	烏日	1.09	0.00	0.23	0.42
B02-001B-021A	榮泉橋	二區	台中	HWB1S	台 1 乙	台中縣	烏日	0.76	0.00	0.33	0.89
B02-0030-154A	石圍橋	二區	台中	HWB3S	台 3	台中縣	東勢	1.09	0.00	0.59	1.82
B02-0030-158A	東勢大橋	二區	台中	HWB6S	台 3	台中縣	東勢	0.76	0.00	0.20	0.44
B02-0030-164A	登峰橋	二區	台中	HWB3R	台 3	台中縣	石岡	2.89	0.00	0.15	0.29
B02-0030-165A	輝光橋	二區	台中	HWB1C	台 3	台中縣	石岡	2.89	0.00	0.23	0.51
B02-0030-166A	朴子橋	二區	台中	HWB4C	台 3	台中縣	石岡	2.58	0.00	0.41	1.04
B02-0030-169A	和平橋	二區	台中	HWB1C	台 3	台中縣	豐原	4.20	0.00	0.20	0.48
B02-0030-174A	校栗林橋	二區	台中	HWB1C	台 3	台中縣	豐原	3.67	0.00	0.21	0.48
B02-0030-177A	櫻橋	二區	台中	HWB1C	台 3	台中縣	潭子	3.85	0.00	0.20	0.47

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B02-0030-186A	頭家厝橋	二區	台中	HWB1C	台 3	台中縣	潭子	3.85	0.00	0.20	0.47
B02-0030-193A	天時橋	二區	台中	HWB4C	台 3	台中縣	霧峰	3.10	0.00	0.18	0.32
B02-0030-194A	林森橋	二區	台中	HWB1C	台 3	台中縣	霧峰	3.19	0.00	0.21	0.49
B02-0030-198	萬豐橋	二區	台中	HWB1S	台 3	台中縣	霧峰	0.00	0.00	0.35	0.75
B02-0030-200A	大里橋	二區	台中	HWB6S	台 3	台中縣	大里	0.35	0.00	0.26	0.43
B02-0030-200B	舊正橋	二區	台中	HWB1C	台 3	台中縣	霧峰	3.19	0.00	0.22	0.49
B02-0030-202A	草湖橋	二區	台中	HWB5C	台 3	台中縣	霧峰	3.48	0.00	0.15	0.28
B02-0030-203A	聖賢橋	二區	台中	HWB1C	台 3	台中縣	霧峰	3.19	0.00	0.21	0.49
B02-0030-205A	人和橋	二區	台中	HWB1S	台 3	台中縣	霧峰	0.00	0.00	0.36	1.02
B02-0030-206A	乾溪橋	二區	台中	HWB7C	台 3	台中縣	霧峰	3.10	0.00	0.20	0.50
B02-0030-208A	豐營橋	二區	台中	HWB1C	台 3	台中縣	霧峰	3.10	0.00	0.22	0.49
B02-0030-209A	溪北橋	二區	台中	HWB1C	台 3	台中縣	霧峰	3.10	0.00	0.22	0.49
B02-0100-003A	台 10 線高架橋	二區	台中	HWB5S	台 10	台中縣	沙鹿	1.09	0.00	0.29	0.54
B02-0100-013A	第二大雅橋	二區	台中	HWB2C	台 10	台中縣	大雅	4.29	0.00	0.18	0.34
B02-0100-014A	榮橋	二區	台中	HWB1C	台 10	台中縣	大雅	2.79	0.00	0.20	0.52
B02-0100-015A	楓橋	二區	台中	HWB1C	台 10	台中縣	大雅	2.69	0.00	0.20	0.53
B02-0100-018A	社口橋	二區	台中	HWB1C	台 10	台中縣	神岡	2.89	0.00	0.22	0.51
B02-0120-003A	沙鹿大橋	二區	台中	HWB1C	台 12	台中縣	沙鹿	3.76	0.00	0.21	0.48
B02-0120-003B	沙鹿陸橋-主道	二區	台中	HWB6C	台 12	台中縣	沙鹿	3.67	0.00	0.16	0.32
B02-0120-009A	六路厝橋	二區	台中	HWB1R	台 12	台中縣	龍井	4.63	0.00	0.21	0.49
B02-0120-009B	長城橋	二區	台中	HWB1R	台 12	台中縣	龍井	5.43	0.00	0.22	0.51
B02-0130-059A	中社橋	二區	台中	HWB1S	台 13	台中縣	后里	1.90	0.00	0.28	0.59
B02-0130-059B	公館橋	二區	台中	HWB1S	台 13	台中縣	后里	1.90	0.00	0.28	0.59
B02-0130-059C	向上橋	二區	台中	HWB1C	台 13	台中縣	后里	2.02	0.00	0.27	0.58
B02-0130-061A	第四后里橋	二區	台中	HWB1R	台 13	台中縣	后里	5.36	0.00	0.21	0.51
B02-0130-061B	營前橋	二區	台中	HWB1C	台 13	台中縣	后里	5.89	0.00	0.22	0.52
B02-0130-062A	牛稠坑橋	二區	台中	HWB1C	台 13	台中縣	后里	5.89	0.00	0.22	0.52
B02-0130-063A	后興橋	二區	台中	HWB1S	台 13	台中縣	后里	1.52	0.00	0.29	0.74
B02-0130-063B	枋寮橋	二區	台中	HWB1R	台 13	台中縣	豐原	5.89	0.00	0.22	0.52
B02-0130-063C	枋圳橋	二區	台中	HWB1R	台 13	台中縣	后里	5.97	0.00	0.22	0.52
B02-0130-064A	北雙連橋	二區	台中	HWB1R	台 13	台中縣	豐原	5.89	0.00	0.22	0.52
B02-0130-064B	南雙連橋	二區	台中	HWB1R	台 13	台中縣	豐原	5.89	0.00	0.22	0.52
B02-0130-065A	觀埔橋	二區	台中	HWB2C	台 13	台中縣	豐原	5.89	0.00	0.22	0.52
B02-0130-066A	豐里橋	二區	台中	HWB4C	台 13	台中縣	豐原	3.48	0.00	0.15	0.30
B02-0130-068A	怡然橋	二區	台中	HWB1C	台 13	台中縣	豐原	3.39	0.00	0.19	0.49
B02-0170-004A	鎮平橋	二區	台中	HWB3R	台 17	台中縣	清水	2.69	0.00	0.13	0.28
B02-0170-011A	草湳橋	二區	台中	HWB3C	台 17	台中縣	梧棲	3.76	0.00	0.17	0.39
B02-0170-013A	臨港一號橋	二區	台中	HWB1C	台 17	台中縣	梧棲	3.94	0.00	0.19	0.48
B02-0170-015A	臨港二號橋	二區	台中	HWB1R	台 17	台中縣	梧棲	4.03	0.00	0.19	0.49
B02-0170-160A	中彰大橋-台 17 線	二區	台中	HWB5C	台 17	台中縣	龍井	3.94	0.00	0.14	0.52
B02-0610-000AL	WH36(南下)平面側車道排水橋 2	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大甲	2.14	0.00	0.23	0.60
B02-0610-000AR	WH36(北上)平面側車道排水橋 2	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大甲	2.02	0.00	0.24	0.62
B02-0610-132A	WH35 排水橋-2	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大甲	2.14	0.00	0.26	0.60

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B02-0610-133A	WH35 排水橋-3	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大甲	2.14	0.00	0.26	0.60
B02-0610-134A	WH35 排水橋-4	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大甲	2.14	0.00	0.26	0.60
B02-0610-134B	WH36 高架路段橋	二區	台中	HWB6S	台 61	台中縣	大甲	2.14	0.00	0.18	0.57
B02-0610-134CN	WH36(北上線)平面側車道排水橋	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大甲	2.02	0.00	0.26	0.63
B02-0610-134CS	WH36(南下線)平面側車道排水橋	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大甲	2.02	0.00	0.26	0.63
B02-0610-134D	大安溪橋 WH37	二區	台中	HWB7C	台 61	台中縣	大安	2.47	0.00	0.29	0.54
B02-0610-136A	WH38-田尾路跨越橋	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大安	2.02	0.00	0.27	0.62
B02-0610-136B	WH38 東西一路跨越橋	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大安	2.02	0.00	0.27	0.63
B02-0610-137A	WH38-東西二路跨越橋	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大安	2.02	0.00	0.27	0.62
B02-0610-137B	WH38 排水橋-4	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大安	2.02	0.00	0.27	0.63
B02-0610-137C	WH38 西安路跨越橋	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大安	2.02	0.00	0.27	0.63
B02-0610-137D	WH38 排水橋-6	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大安	2.02	0.00	0.27	0.62
B02-0610-138A	WH38 排水橋-7	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	大安	2.02	0.00	0.27	0.62
B02-0610-139A	溫寮溪橋 WH38	二區	台中	HWB6S	台 61	台中縣	大安	2.02	0.00	0.23	0.59
B02-0610-139B	溫寮溪南端引道橋 WH38	二區	台中	HWB6S	台 61	台中縣	大安	2.02	0.00	0.09	0.71
B02-0610-143A	大甲溪橋 WH40	二區	台中	HWB6C	台 61	台中縣	大甲	2.47	0.00	0.18	0.29
B02-0610-145A	大甲溪橋南端高架路段 WH41	二區	台中	HWB5S	台 61	台中縣	大甲	2.14	0.00	0.29	0.54
B02-0610-148AN	WH42 平面橋(北上)	二區	台中	HWB2S	台 61	台中縣	清水	2.14	0.00	0.15	0.40
B02-0610-148AS	WH42 平面橋(南下)	二區	台中	HWB2S	台 61	台中縣	清水	2.14	0.00	0.15	0.40
B02-0610-151A	甲南-梧棲南端高架路段 WH42	二區	台中	HWB5S	台 61	台中縣	大甲	2.14	0.00	0.29	0.54
B02-0610-151CN	WH43 平面橋(北上)	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	梧棲	1.90	0.00	0.24	0.64
B02-0610-151CS	WH43 平面橋(南下)	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	梧棲	1.90	0.00	0.24	0.64
B02-0610-153A	梧棲-台中港高架路段 WH43	二區	台中	HWB6S	台 61	台中縣	梧棲	1.77	0.00	0.29	0.54
B02-0610-157A	台中港-龍井高架路段 WH44	二區	台中	HWB6S	台 61	台中縣	沙鹿	1.90	0.00	0.30	0.71
B02-0610-158AL	WH45 忠和大排(南下)	二區	台中	HWB3S	台 61	台中縣	龍井	1.77	0.00	0.26	0.64
B02-0610-158AR	WH45 忠和大排(北上)	二區	台中	HWB1S	台 61	台中縣	龍井	1.77	0.00	0.27	0.67
B02-0610-159AL	WH45 山腳大排橋(南下)	二區	台中	HWB3S	台 61	台中縣	龍井	1.77	0.00	1.89	2.05
B02-0610-159AR	WH45 山腳大排橋(北上)	二區	台中	HWB3S	台 61	台中縣	龍井	1.77	0.00	1.89	2.05
B02-0610-159BL	WH45 龍井大排橋(南下)	二區	台中	HWB3S	台 61	台中縣	龍井	1.77	0.00	1.77	1.80
B02-0610-159BR	WH45 龍井大排橋(北上)	二區	台中	HWB3S	台 61	台中縣	龍井	1.77	0.00	1.77	1.80
B02-0610-160A	龍井-大度高架路段 WH45	二區	台中	HWB6S	台 61	台中縣	龍井	1.77	0.00	0.29	0.54
B02-0610-160B	中彰大橋-台 61 線	二區	台中	HWB6C	台 61	台中縣	龍井	2.36	0.00	0.29	0.54
B02-1250-000A	橫山橋	二區	台中	HWB1C	縣 125	台中市	大雅	5.36	0.00	0.21	0.51
B02-1250-000B	大山橋	二區	台中	HWB1S	縣 125	台中市	大雅	0.57	0.00	0.30	0.82
B02-1250-012	接松橋	二區	台中	HWB1C	縣 125	台中市	烏日	5.66	0.00	0.22	0.52
B02-1250-013A	學田四號橋	二區	台中	HWB1C	縣 125	台中市	烏日	2.36	0.00	0.23	0.57

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B02-1250-013B	學田三號橋	二區	台中	HWB1C	縣 125	台中市	烏日	2.36	0.00	0.23	0.57
B02-1250-013C	學田二號橋	二區	台中	HWB1C	縣 125	台中市	烏日	2.36	0.00	0.20	0.57
B02-1270-014	自治橋	二區	台中	HWB2C	縣 127	台中市	烏日	2.69	0.00	0.15	0.30
B02-1270-015	溪南橋	二區	台中	HWB6S	縣 127	台中市	烏日	1.65	0.00	0.18	0.39
B02-1270-018	第二溪南橋	二區	台中	HWB4S	縣 127	台中市	烏日	1.52	0.00	2.48	3.17
B02-1270-020	新太明橋	二區	台中	HWB1S	縣 127	台中市	烏日	1.52	0.00	0.27	0.72
B02-1270-021A	第二明里橋	二區	台中	HWB1S	縣 127	台中市	霧峰	1.52	0.00	0.27	0.72
B02-1270-021B	明里橋	二區	台中	HWB1S	縣 127	台中市	霧峰	1.38	0.00	0.28	0.74
B02-1270-021C	德里橋	二區	台中	HWB1S	縣 127	台中市	霧峰	1.09	0.00	0.26	0.78
B02-1270-022	四德橋	二區	台中	HWB4C	縣 127	台中市	霧峰	2.58	0.00	2.00	2.10
B02-1270-023	平溪橋	二區	台中	HWB1C	縣 127	台中市	霧峰	3.10	0.00	0.22	0.50
B02-1290-000A	和盛橋	二區	台中	HWB1C	縣 129	台中市	新社	3.85	0.00	0.21	0.48
B02-1290-000B	南眉橋	二區	台中	HWB1C	縣 129	台中市	新社	2.58	0.00	0.24	0.54
B02-1290-004A	新社橋	二區	台中	HWB1C	縣 129	台中市	新社	2.79	0.00	0.23	0.52
B02-1290-004B	復盛橋	二區	台中	HWB1C	縣 129	台中市	新社	2.79	0.00	0.23	0.52
B02-1290-024	和平橋	二區	台中	HWB1S	縣 129	台中市	新社	0.57	0.00	0.33	0.86
B02-1290-025	一江橋	二區	台中	HWB3S	縣 129	台中市	太平	0.93	0.00	0.20	0.79
B02-1290-027	福星橋	二區	台中	HWB1S	縣 129	台中市	太平	1.52	0.00	0.28	0.70
B02-1290-028	光隆橋	二區	台中	HWB1S	縣 129	台中市	太平	1.38	0.00	0.29	0.74
B02-1290-029	牛角坑橋	二區	台中	HWB1R	縣 129	台中市	大里	1.77	0.00	0.23	0.65
B02-1320-002A	國中橋	二區	台中	HWB1S	縣 132	台中市	大甲	1.77	0.00	0.24	0.64
B02-1320-002B	松腳橋	二區	台中	HWB1S	縣 132	台中市	大甲	1.77	0.00	0.27	0.66
B02-1320-003	橫圳橋	二區	台中	HWB1S	縣 132	台中市	大甲	1.77	0.00	0.24	0.64
B02-1320-006	甘泉橋	二區	台中	HWB1C	縣 132	台中市	大甲	4.20	0.00	0.21	0.49
B02-1320-015A	眾福橋	二區	台中	HWB1C	縣 132	台中市	外埔	4.20	0.00	0.20	0.48
B02-1320-015B	月眉二橋	二區	台中	HWB1C	縣 132	台中市	后里	5.04	0.00	0.21	0.50
B02-1320-017	屯子腳橋	二區	台中	HWB1S	縣 132	台中市	后里	1.38	0.00	0.29	0.73
B02-1320-019A	榮里橋	二區	台中	HWB1C	縣 132	台中市	后里	3.58	0.00	0.21	0.48
B02-1320-019B	光復橋	二區	台中	HWB1C	縣 132	台中市	后里	3.58	0.00	0.21	0.48
B02-1360-032	龍寶橋	二區	台中	HWB2C	縣 136	台中市	太平	2.25	0.00	0.16	0.35
B02-1360-033	福利橋	二區	台中	HWB1C	縣 136	台中市	太平	2.89	0.00	0.22	0.51
B02-1360-034	中埔二橋	二區	台中	HWB4C	縣 136	台中市	太平	2.36	0.00	0.16	0.34
B02-1360-035	中埔三橋	二區	台中	HWB4C	縣 136	台中市	太平	3.76	0.00	0.18	0.34
B02-1360-036	中埔四橋	二區	台中	HWB4C	縣 136	台中市	太平	2.36	0.00	0.14	0.33
B02-1360-037	中埔五橋	二區	台中	HWB1S	縣 136	台中市	太平	0.00	0.00	0.32	0.90
B02-1360-038	中埔六橋	二區	台中	HWB1C	縣 136	台中市	太平	2.36	0.00	0.24	0.57
B02-1360-039A	中埔七橋	二區	台中	HWB1C	縣 136	台中市	太平	2.25	0.00	0.24	0.59
B02-1360-039B	中埔八橋	二區	台中	HWB4C	縣 136	台中市	太平	2.14	0.00	0.13	0.35
B02-1360-041A	中埔九橋	二區	台中	HWB1C	縣 136	台中市	太平	2.25	0.00	0.24	0.58
B02-1360-041B	中埔十橋	二區	台中	HWB4C	縣 136	台中市	太平	2.25	0.00	0.15	0.32
B02-1360-046	中埔十一橋	二區	台中	HWB1C	縣 136	台中市	太平	2.36	0.00	0.24	0.57
B02-1360-047A	中埔十三橋	二區	台中	HWB1C	縣 136	台中市	太平	2.14	0.00	0.25	0.60
B02-1360-047B	中埔十四橋	二區	台中	HWB1C	縣 136	台中市	太平	2.25	0.00	0.24	0.58
B02-1360-047C	中埔十五橋	二區	台中	HWB1C	縣 136	台中市	太平	3.10	0.00	0.20	0.50

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B03-0010-186A	國聖橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	彰化	2.79	0.00	0.23	0.52
B03-0010-186B	洩洪橋	二區	彰化	HWB4C	台 1	彰化縣	彰化	2.69	0.00	0.25	0.96
B03-0010-188A	下牛稠橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	彰化	2.69	0.00	0.22	0.53
B03-0010-189A	第三牛稠橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	彰化	2.79	0.00	0.22	0.52
B03-0010-192A	南興橋-彰化	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	彰化	3.19	0.00	0.20	0.50
B03-0010-194A	第二口庄橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	彰化	3.29	0.00	0.21	0.48
B03-0010-195A	蓬萊橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	彰化	7.25	0.00	0.25	0.53
B03-0010-195B	第三口庄橋	二區	彰化	HWB1S	台 1	彰化縣	彰化	1.65	0.00	0.27	0.71
B03-0010-198A	南中庄橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	彰化	3.19	0.00	0.21	0.49
B03-0010-199A	過溝橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	大村	7.38	0.00	0.25	0.53
B03-0010-200A	員林陸橋	二區	彰化	HWB6C	台 1	彰化縣	員林	2.36	0.00	0.14	0.29
B03-0010-201A	隈元橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	彰化	6.83	0.00	0.23	0.53
B03-0010-202A	港尾橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	彰化	6.97	0.00	0.24	0.53
B03-0010-202B	第一三條圳橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	彰化	6.40	0.00	0.22	0.53
B03-0010-205A	第二田中央	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	員林	2.58	0.00	0.20	0.54
B03-0010-205B	第三田中央橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	員林	2.47	0.00	0.23	0.56
B03-0010-206A	功垂橋	二區	彰化	HWB3S	台 1	彰化縣	員林	1.38	0.00	0.55	1.38
B03-0010-206B	太平三橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	員林	4.20	0.00	0.20	0.48
B03-0010-208A	五汴頭橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	員林	6.83	0.00	0.23	0.53
B03-0010-209A	第一永靖橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	永靖	3.94	0.00	0.19	0.48
B03-0010-209B	第二永靖橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	永靖	3.94	0.00	0.20	0.47
B03-0010-211A	第一打廉橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	田尾	3.94	0.00	0.20	0.47
B03-0010-214A	第一北勢寮橋	二區	彰化	HWB4C	台 1	彰化縣	北斗	2.25	0.00	2.03	2.11
B03-0010-216A	北斗橋	二區	彰化	HWB4C	台 1	彰化縣	北斗	2.25	0.00	0.20	0.71
B03-0010-217A	第一溪洲橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	溪州	2.25	0.00	0.21	0.59
B03-0010-217B	第三溪洲橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	溪州	2.25	0.00	0.24	0.59
B03-0010-218A	第四溪洲橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	溪州	2.14	0.00	0.21	0.60
B03-0010-219A	第五溪州橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	溪州	2.89	0.00	0.22	0.51
B03-0010-220A	溪州大橋	二區	彰化	HWB5R	台 1	彰化縣	溪州	0.00	0.00	0.29	0.54
B03-0010-220B	第二溪乾厝橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	溪州	2.25	0.00	0.24	0.59
B03-0010-221A	第三溪墘厝橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	溪州	2.25	0.00	0.25	0.59
B03-0010-222A	水尾一橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	溪州	2.25	0.00	0.24	0.59
B03-0010-222B	水尾二橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	溪州	2.25	0.00	0.21	0.59
B03-0010-223A	水尾三橋	二區	彰化	HWB1C	台 1	彰化縣	溪州	2.25	0.00	0.24	0.59
B03-001C-000A	金馬路橋	二區	彰化	HWB7C	台 1 丙	彰化縣	彰化	0.35	0.00	0.18	0.39
B03-001C-000B	新興橋	二區	彰化	HWB1C	台 1 丙	彰化縣	彰化	3.39	0.00	0.24	0.51
B03-001C-001A	新柴坑橋	二區	彰化	HWB1S	台 1 丙	彰化縣	彰化	0.35	0.00	0.35	0.95
B03-0140-000A	中庄橋-台 14 線	二區	彰化	HWB1C	台 14	彰化縣	彰化	6.76	0.00	0.24	0.53
B03-0140-001A	大竹橋	二區	彰化	HWB4C	台 14	彰化縣	彰化	3.00	0.00	1.77	2.52
B03-0140-002A	博愛橋	二區	彰化	HWB4C	台 14	彰化縣	彰化	2.89	0.00	0.22	0.51
B03-0140-002B	大竹圍橋	二區	彰化	HWB1C	台 14	彰化縣	彰化	5.36	0.00	0.21	0.51
B03-0140-003A	三籽橋	二區	彰化	HWB1C	台 14	彰化縣	彰化	3.00	0.00	0.22	0.50
B03-0140-005A	快官橋	二區	彰化	HWB1C	台 14	彰化縣	彰化	3.29	0.00	0.21	0.48
B03-0140-006A	上快官橋	二區	彰化	HWB7C	台 14	彰化縣	彰化	3.29	0.00	0.21	0.49

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B03-0140-006B	無名橋	二區	彰化	HWB1C	台 14	彰化縣	彰化	3.19	0.00	0.22	0.49
B03-0140-008A	境橋	二區	彰化	HWB4C	台 14	彰化縣	芬園	3.29	0.00	0.16	0.31
B03-0140-009A	新厝橋-台 14 線	二區	彰化	HWB4C	台 14	彰化縣	芬園	3.29	0.00	2.05	2.80
B03-0140-009B	彌陀橋	二區	彰化	HWB4C	台 14	彰化縣	芬園	3.29	0.00	2.05	2.80
B03-0140-010A	舊社橋	二區	彰化	HWB3C	台 14	彰化縣	芬園	3.48	0.00	0.17	0.31
B03-0140-011A	竹林橋	二區	彰化	HWB4C	台 14	彰化縣	彰化	3.29	0.00	2.05	2.80
B03-014C-001A	香山橋	二區	彰化	HWB1C	台 14 丙	彰化縣	彰化	3.19	0.00	0.22	0.49
B03-014C-002A	福德橋	二區	彰化	HWB4C	台 14 丙	彰化縣	彰化	3.29	0.00	2.06	2.81
B03-014C-002B	牛埔橋	二區	彰化	HWB1C	台 14 丙	彰化縣	彰化	3.29	0.00	0.21	0.48
B03-0170-019A	定興橋	二區	彰化	HWB1C	台 17	彰化縣	伸港	4.03	0.00	0.20	0.47
B03-0170-021A	海尾橋	二區	彰化	HWB4C	台 17	彰化縣	伸港	4.12	0.00	1.71	2.19
B03-0170-024A	頂庄橋	二區	彰化	HWB1C	台 17	彰化縣	線西	3.10	0.00	0.21	0.50
B03-0170-027A	溫仔橋	二區	彰化	HWB7C	台 17	彰化縣	線西	3.19	0.00	0.21	0.49
B03-0170-027B	番雅溝橋	二區	彰化	HWB4C	台 17	彰化縣	鹿港	3.19	0.00	0.62	1.51
B03-0170-027C	第二頂庄橋	二區	彰化	HWB1C	台 17	彰化縣	線西	2.89	0.00	0.22	0.51
B03-0170-029A	第三草港橋	二區	彰化	HWB2C	台 17	彰化縣	鹿港	3.19	0.00	2.01	2.66
B03-0170-031A	浮景橋	二區	彰化	HWB1C	台 17	彰化縣	鹿港	3.29	0.00	0.21	0.48
B03-0170-032A	洋子厝橋	二區	彰化	HWB3C	台 17	彰化縣	鹿港	3.19	0.00	0.13	0.27
B03-0170-033A	顏厝橋	二區	彰化	HWB1C	台 17	彰化縣	鹿港	3.19	0.00	0.19	0.49
B03-0170-038A	二鹿橋	二區	彰化	HWB3C	台 17	彰化縣	鹿港	3.00	0.00	0.12	0.27
B03-0170-041A	管嶼厝橋	二區	彰化	HWB4C	台 17	彰化縣	福興	3.10	0.00	2.04	2.69
B03-0170-042A	第一麥嶼厝橋	二區	彰化	HWB1C	台 17	彰化縣	福興	2.89	0.00	0.22	0.51
B03-0170-042B	麥厝橋	二區	彰化	HWB4C	台 17	彰化縣	福興	2.89	0.00	1.63	2.10
B03-0170-044A	麥嶼厝橋	二區	彰化	HWB3C	台 17	彰化縣	福興	2.89	0.00	0.16	0.34
B03-0170-046A	第一漢寶橋	二區	彰化	HWB3C	台 17	彰化縣	芳苑	2.89	0.00	1.73	1.95
B03-0170-047A	十戶橋	二區	彰化	HWB1C	台 17	彰化縣	芳苑	2.79	0.00	0.22	0.52
B03-0170-047B	烏溪橋	二區	彰化	HWB3C	台 17	彰化縣	芳苑	2.79	0.00	0.20	0.64
B03-0170-053A	福海橋	二區	彰化	HWB3C	台 17	彰化縣	芳苑	3.00	0.00	0.20	0.60
B03-0170-056A	永興橋	二區	彰化	HWB3C	台 17	彰化縣	芳苑	3.19	0.00	0.16	0.33
B03-0170-057A	新街橋	二區	彰化	HWB1C	台 17	彰化縣	芳苑	3.29	0.00	0.20	0.49
B03-0170-060A	新寶二號橋	二區	彰化	HWB3C	台 17	彰化縣	芳苑	2.89	0.00	0.16	0.33
B03-0170-060B	三豐橋	二區	彰化	HWB1C	台 17	彰化縣	大城	2.89	0.00	0.22	0.51
B03-0170-061A	豐美橋	二區	彰化	HWB1C	台 17	彰化縣	大城	2.89	0.00	0.22	0.51
B03-0170-071A	西港橋	二區	彰化	HWB4C	台 17	彰化縣	大城	2.89	0.00	0.13	0.26
B03-0170-076A	西濱大橋	二區	彰化	HWB6R	台 17	彰化縣	大城	2.58	0.00	0.25	0.54
B03-0190-001A	中華陸橋-台 19 線	二區	彰化	HWB3C	台 19	彰化縣	彰化	4.03	0.00	0.29	0.54
B03-0190-002A	彰水橋	二區	彰化	HWB3C	台 19	彰化縣	彰化	3.67	0.00	0.16	0.30
B03-0190-005A	秀水橋	二區	彰化	HWB3C	台 19	彰化縣	秀水	2.14	0.00	1.59	1.91
B03-0190-008A	埔姜崙橋	二區	彰化	HWB1C	台 19	彰化縣	秀水	4.55	0.00	0.19	0.49
B03-0190-009A	三汴頭橋	二區	彰化	HWB1C	台 19	彰化縣	秀水	4.63	0.00	0.20	0.49
B03-0190-010A	萬豐橋	二區	彰化	HWB4S	台 19	彰化縣	秀水	1.90	0.00	0.19	0.34
B03-0190-010B	光明橋	二區	彰化	HWB1R	台 19	彰化縣	福興	3.39	0.00	0.21	0.48
B03-0190-013A	崑崙橋	二區	彰化	HWB1R	台 19	彰化縣	埔鹽	3.10	0.00	0.22	0.50
B03-0190-014A	頂寮橋	二區	彰化	HWB1S	台 19	彰化縣	北斗	1.38	0.00	0.25	0.75

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B03-0190-017A	平安橋	二區	彰化	HWB1R	台 19	彰化縣	溪湖	3.29	0.00	0.19	0.49
B03-0190-020A	鹿島橋	二區	彰化	HWB3R	台 19	彰化縣	永靖	3.48	0.00	0.17	0.35
B03-0190-025A	庄子橋	二區	彰化	HWB1S	台 19	彰化縣	埤頭	1.24	0.00	0.26	0.78
B03-0190-025B	無名橋	二區	彰化	HWB1C	台 19	彰化縣	埤頭	3.58	0.00	0.21	0.48
B03-0190-027A	合興橋	二區	彰化	HWB1C	台 19	彰化縣	埤頭	3.67	0.00	0.19	0.48
B03-0190-028A	大湖厝一橋	二區	彰化	HWB1C	台 19	彰化縣	埤頭	3.67	0.00	0.21	0.47
B03-0190-028B	大湖厝二橋	二區	彰化	HWB1C	台 19	彰化縣	埤頭	3.67	0.00	0.21	0.47
B03-0190-029A	五庄子橋	二區	彰化	HWB1C	台 19	彰化縣	埤頭	3.76	0.00	0.18	0.48
B03-0190-032A	崙子橋	二區	彰化	HWB1C	台 19	彰化縣	竹塘	3.85	0.00	0.20	0.47
B03-0190-033A	土庫橋	二區	彰化	HWB1C	台 19	彰化縣	竹塘	3.76	0.00	0.20	0.47
B03-0190-034A	自強大橋	二區	彰化	HWB6R	台 19	彰化縣	竹塘	1.90	0.00	0.29	0.54
B03-0610-163A	台 61 線 163k+300~180k+500	二區	彰化	HWB6S	台 61	彰化縣	鹿港	1.65	0.00	0.29	0.54
B03-0610-174A	崙尾灣橋	二區	彰化	HWB5S	台 61	彰化縣	鹿港	1.77	0.00	0.29	0.54
B03-0610-180A	西快高架橋 WH48-2	二區	彰化	HWB5S	台 61	彰化縣	彰化	1.24	0.00	0.29	0.54
B03-0610-182A	西快高架橋 WH48-3A	二區	彰化	HWB5S	台 61	彰化縣	彰化	1.65	0.00	0.15	0.28
B03-074A-000A	台 74 甲線一號橋	二區	彰化	HWB6S	台 74 甲	彰化縣	彰化	0.57	0.00	0.31	0.87
B03-074A-001A	台 74 甲線二號橋	二區	彰化	HWB6S	台 74 甲	彰化縣	彰化	0.00	0.00	0.33	0.95
B03-074A-002A	台 74 甲線三號橋	二區	彰化	HWB3S	台 74 甲	彰化縣	彰化	0.76	0.00	1.36	1.83
B03-074A-002B	台 74 甲線四號橋	二區	彰化	HWB6S	台 74 甲	彰化縣	彰化	0.00	0.00	0.22	0.43
B03-074A-003A	台 74 甲線五號橋	二區	彰化	HWB6S	台 74 甲	彰化縣	彰化	0.00	0.00	1.56	1.72
B03-074A-003B	台 74 甲線六號橋	二區	彰化	HWB3S	台 74 甲	彰化縣	彰化	0.76	0.00	2.97	3.30
B03-074A-003C	台 74 甲線七號橋	二區	彰化	HWB6S	台 74 甲	彰化縣	彰化	1.24	0.00	0.28	0.75
B03-074A-003D	台 74 甲線八號橋	二區	彰化	HWB3S	台 74 甲	彰化縣	彰化	0.76	0.00	1.54	1.97
B03-074A-003E	台 74 甲線九號橋	二區	彰化	HWB6S	台 74 甲	彰化縣	彰化	1.24	0.00	0.18	0.45
B03-074A-007A	台 74 甲線十一號橋	二區	彰化	HWB6S	台 74 甲	彰化縣	花壇	0.76	0.00	0.30	0.86
B03-074A-008A	台 74 甲線十號橋	二區	彰化	HWB6S	台 74 甲	彰化縣	花壇	0.76	0.00	0.30	0.84
B03-1340-000	什股橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	伸港	3.29	0.00	0.21	0.49
B03-1340-002A	建新橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	伸港	3.39	0.00	0.21	0.49
B03-1340-002B	和港橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	伸港	3.29	0.00	0.21	0.49
B03-1340-003	民享橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	伸港	2.89	0.00	0.20	0.52
B03-1340-004A	民治橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	和美	3.19	0.00	0.20	0.50
B03-1340-004B	民有橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	和美	3.19	0.00	0.22	0.50
B03-1340-005	平安橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	和美	2.47	0.00	0.24	0.55
B03-1340-007A	第二頂山寮	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	和美	3.19	0.00	0.22	0.50
B03-1340-007B	頂山寮橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	和美	3.10	0.00	0.22	0.50
B03-1340-007C	上頂山寮橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	和美	3.10	0.00	0.22	0.50
B03-1340-009	嘉犁橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	彰化	2.36	0.00	0.21	0.56
B03-1340-010	詔安橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	彰化	2.02	0.00	0.25	0.62
B03-1340-011A	西勢橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	彰化	2.36	0.00	0.23	0.57
B03-1340-011B	第二民生橋	二區	彰化	HWB1C	縣 134	彰化縣	彰化	3.48	0.00	0.21	0.48
B03-134A-001	無名橋_134 甲_1K	二區	彰化	HWB1C	縣 134 甲	彰化縣	和美	3.48	0.00	0.19	0.49
B03-134A-003A	無名橋_134 甲_3K	二區	彰化	HWB1C	縣 134 甲	彰化縣	彰化	3.48	0.00	0.19	0.49
B03-134A-003B	線東橋	二區	彰化	HWB3C	縣 134 甲	彰化縣	彰化	3.48	0.00	0.13	0.27

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B03-1350-001	番雅溝橋	二區	彰化	HWB1S	縣 135	彰化縣	和美	1.38	0.00	0.26	0.69
B03-1350-002A	無名橋_135_2K	二區	彰化	HWB7C	縣 135	彰化縣	和美	2.89	0.00	0.21	0.51
B03-1350-002B	埤頭橋	二區	彰化	HWB1S	縣 135	彰化縣	和美	1.38	0.00	0.29	0.72
B03-1350-002C	新溝橋	二區	彰化	HWB1S	縣 135	彰化縣	和美	1.38	0.00	0.29	0.72
B03-1350-003	人和橋	二區	彰化	HWB3S	縣 135	彰化縣	鹿港	0.76	0.00	0.48	0.86
B03-1350-005	廖厝橋	二區	彰化	HWB1S	縣 135	彰化縣	鹿港	1.52	0.00	0.25	0.68
B03-1350-006	學子橋	二區	彰化	HWB1S	縣 135	彰化縣	鹿港	1.38	0.00	0.28	0.74
B03-1350-007	港後橋	二區	彰化	HWB1S	縣 135	彰化縣	鹿港	1.38	0.00	0.28	0.74
B03-1350-008	南分圳橋	二區	彰化	HWB1C	縣 135	彰化縣	鹿港	3.39	0.00	0.21	0.49
B03-1350-010	福鹿橋	二區	彰化	HWB3S	縣 135	彰化縣	鹿港	1.65	0.00	0.16	0.35
B03-1350-016	好修橋	二區	彰化	HWB1C	縣 135	彰化縣	埔鹽	2.89	0.00	0.19	0.52
B03-1350-017	埔鹽橋	二區	彰化	HWB1C	縣 135	彰化縣	埔鹽	1.90	0.00	0.23	0.63
B03-1350-018	長萬橋	二區	彰化	HWB7C	縣 135	彰化縣	埔鹽	4.46	0.00	0.19	0.50
B03-1350-020	頂寮橋	二區	彰化	HWB1C	縣 135	彰化縣	埔鹽	3.19	0.00	0.21	0.49
B03-135A-000A	無名橋_135 甲_0K_A	二區	彰化	HWB1C	縣 135 甲	彰化縣	鹿港	2.36	0.00	0.23	0.57
B03-135A-000B	無名橋_135 甲_0K_B	二區	彰化	HWB1C	縣 135 甲	彰化縣	鹿港	2.36	0.00	0.23	0.57
B03-135A-002	外崙腳橋	二區	彰化	HWB4C	縣 135 甲	彰化縣	鹿港	2.89	0.00	0.07	0.57
B03-135A-004	石碑腳橋	二區	彰化	HWB3C	縣 135 甲	彰化縣	鹿港	3.48	0.00	0.25	1.04
B03-135A-010	河騰橋	二區	彰化	HWB1C	縣 135 甲	彰化縣	溪湖	4.80	0.00	0.20	0.50
B03-1370-000	第一大埔橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	花壇	5.43	0.00	0.21	0.51
B03-1370-001	第三大埔橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	彰化	3.10	0.00	0.22	0.50
B03-1370-003	白沙坑橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	花壇	3.19	0.00	0.20	0.50
B03-1370-004A	汐泉橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	花壇	3.39	0.00	0.21	0.49
B03-1370-004B	魚苗橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	花壇	4.55	0.00	0.20	0.49
B03-1370-005A	橋仔頭橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	花壇	2.02	0.00	0.25	0.62
B03-1370-005B	內庄橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	花壇	3.39	0.00	0.21	0.49
B03-1370-006	灣雅橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	花壇	3.39	0.00	0.19	0.50
B03-1370-007A	三家春橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	花壇	3.10	0.00	0.20	0.50
B03-1370-007B	永春橋	二區	彰化	HWB7C	縣 137	彰化縣	花壇	3.39	0.00	0.21	0.48
B03-1370-008	長春橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	花壇	3.10	0.00	0.20	0.50
B03-1370-009A	長平橋	二區	彰化	HWB7C	縣 137	彰化縣	花壇	3.58	0.00	0.21	0.48
B03-1370-009B	炭坑橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	花壇	2.58	0.00	0.20	0.54
B03-1370-010	福興橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	大村	3.58	0.00	0.19	0.49
B03-1370-011A	青雲橋	二區	彰化	HWB1S	縣 137	彰化縣	大村	0.00	0.00	0.35	0.96
B03-1370-011B	福德大橋	二區	彰化	HWB7C	縣 137	彰化縣	大村	3.29	0.00	0.21	0.48
B03-1370-011C	黃厝橋	二區	彰化	HWB1S	縣 137	彰化縣	大村	0.00	0.00	0.35	0.96
B03-1370-012	大樹坑一號	二區	彰化	HWB7C	縣 137	彰化縣	大村	3.29	0.00	0.21	0.48
B03-1370-013A	福德橋	二區	彰化	HWB7C	縣 137	彰化縣	大村	3.39	0.00	0.21	0.48
B03-1370-013B	中東橋	二區	彰化	HWB1S	縣 137	彰化縣	大村	1.65	0.00	0.27	0.69
B03-1370-013C	中南橋	二區	彰化	HWB1C	縣 137	彰化縣	大村	3.10	0.00	0.20	0.51
B03-1380-005A	第一頂犁橋	二區	彰化	HWB1C	縣 138	彰化縣	線西	4.38	0.00	0.21	0.49
B03-1380-005B	第二頂犁橋	二區	彰化	HWB1C	縣 138	彰化縣	線西	4.20	0.00	0.20	0.48
B03-1380-009	大霞北橋	二區	彰化	HWB1C	縣 138	彰化縣	和美	2.89	0.00	0.22	0.51
B03-1380-010A	大霞橋	二區	彰化	HWB1C	縣 138	彰化縣	和美	2.79	0.00	0.20	0.52

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B03-1380-010B	大嘉橋	二區	彰化	HWB1C	縣 138	彰化縣	和美	2.79	0.00	0.20	0.52
B03-138A-002	內埔橋	二區	彰化	HWB1C	縣 138 甲	彰化縣	線西	3.67	0.00	0.21	0.48
B03-138A-004	中興橋	二區	彰化	HWB1C	縣 138 甲	彰化縣	彰化	2.47	0.00	0.23	0.55
B03-1390-000A	新港橋	二區	彰化	HWB7S	縣 139	彰化縣	伸港	2.02	0.00	0.25	0.63
B03-1390-000B	草埔橋	二區	彰化	HWB1S	縣 139	彰化縣	伸港	2.02	0.00	0.25	0.62
B03-1390-004	塗厝橋	二區	彰化	HWB1S	縣 139	彰化縣	和美	1.09	0.00	0.30	0.78
B03-1390-006	和竹橋	二區	彰化	HWB1S	縣 139	彰化縣	和美	1.24	0.00	0.29	0.75
B03-1390-007	竹子腳橋	二區	彰化	HWB4S	縣 139	彰化縣	和美	1.38	0.00	1.06	1.66
B03-1390-008	中圍橋	二區	彰化	HWB1S	縣 139	彰化縣	和美	1.24	0.00	0.29	0.75
B03-1390-009	新庄橋	二區	彰化	HWB1C	縣 139	彰化縣	和美	4.03	0.00	0.19	0.49
B03-1390-013	龍泉橋	二區	彰化	HWB1C	縣 139	彰化縣	彰化	2.69	0.00	0.21	0.53
B03-1390-014	福壽橋	二區	彰化	HWB1C	縣 139	彰化縣	彰化	2.25	0.00	0.24	0.59
B03-1390-022	瑩光橋	二區	彰化	HWB2S	縣 139	彰化縣	芬園	0.57	0.00	0.20	0.31
B03-1390-023A	楓月橋	二區	彰化	HWB2S	縣 139	彰化縣	芬園	0.57	0.00	1.49	1.75
B03-1390-023B	長春橋	二區	彰化	HWB2S	縣 139	彰化縣	芬園	0.00	0.00	0.23	0.43
B03-1390-024A	虹禧橋	二區	彰化	HWB2S	縣 139	彰化縣	芬園	0.35	0.00	1.54	1.66
B03-1390-024B	伍豐橋	二區	彰化	HWB1S	縣 139	彰化縣	芬園	0.35	0.00	0.31	0.86
B03-139A-002A	月潭三重橋	二區	彰化	HWB1C	縣 139 甲	彰化縣	和美	5.66	0.00	0.22	0.52
B03-139A-002B	月眉橋	二區	彰化	HWB1C	縣 139 甲	彰化縣	和美	3.10	0.00	0.20	0.51
B03-139A-002C	中興橋	二區	彰化	HWB1C	縣 139 甲	彰化縣	和美	5.74	0.00	0.22	0.52
B03-139A-004	四張犁橋	二區	彰化	HWB1C	縣 139 甲	彰化縣	和美	4.20	0.00	0.20	0.48
B03-139A-006	下犁橋	二區	彰化	HWB4C	縣 139 甲	彰化縣	和美	2.25	0.00	0.11	0.52
B03-139A-007	三和橋	二區	彰化	HWB1C	縣 139 甲	彰化縣	鹿港	3.19	0.00	0.21	0.49
B03-139A-009A	頭崙橋	二區	彰化	HWB1S	縣 139 甲	彰化縣	鹿港	1.65	0.00	0.27	0.68
B03-139A-009B	頭崙埔橋	二區	彰化	HWB1C	縣 139 甲	彰化縣	和美	3.58	0.00	0.21	0.48
B03-139A-010A	港墘一橋	二區	彰化	HWB1S	縣 139 甲	彰化縣	鹿港	1.65	0.00	0.27	0.69
B03-139A-010B	港墘二橋	二區	彰化	HWB1S	縣 139 甲	彰化縣	鹿港	1.65	0.00	0.27	0.69
B03-1420-005A	第二大崙橋	二區	彰化	HWB1C	縣 142	彰化縣	福興	3.29	0.00	0.21	0.49
B03-1420-005B	第四馬鳴橋	二區	彰化	HWB1C	縣 142	彰化縣	福興	3.29	0.00	0.21	0.49
B03-1420-006	第三馬鳴橋	二區	彰化	HWB1C	縣 142	彰化縣	福興	3.29	0.00	0.21	0.49
B03-1420-007A	第二馬鳴橋	二區	彰化	HWB1C	縣 142	彰化縣	福興	3.19	0.00	0.20	0.50
B03-1420-007B	第一馬鳴橋	二區	彰化	HWB4C	縣 142	彰化縣	福興	5.36	0.00	0.69	0.72
B03-1430-000	東寶二號橋	二區	彰化	HWB1C	縣 143	彰化縣	芳苑	3.00	0.00	0.21	0.51
B03-1430-001	漢草橋	二區	彰化	HWB1C	縣 143	彰化縣	芳苑	3.00	0.00	0.21	0.51
B03-1430-002A	新生橋	二區	彰化	HWB3C	縣 143	彰化縣	芳苑	3.10	0.00	0.17	0.35
B03-1430-002B	東寶橋	二區	彰化	HWB1C	縣 143	彰化縣	芳苑	3.00	0.00	0.21	0.51
B03-1430-009	舊趙甲橋	二區	彰化	HWB1C	縣 143	彰化縣	芳苑	3.29	0.00	0.21	0.49
B03-1430-011	十三戶橋	二區	彰化	HWB1C	縣 143	彰化縣	二林	2.47	0.00	0.23	0.56
B03-1430-013	建興橋	二區	彰化	HWB1C	縣 143	彰化縣	二林	3.29	0.00	0.19	0.50
B03-1430-014	仁愛橋	二區	彰化	HWB3S	縣 143	彰化縣	二林	1.24	0.00	0.23	0.51
B03-1430-019A	力行橋	二區	彰化	HWB1C	縣 143	彰化縣	大城	4.80	0.00	0.20	0.50
B03-1430-019B	魚寮橋	二區	彰化	HWB4C	縣 143	彰化縣	大城	4.71	0.00	0.17	0.35
B03-1430-020	新圳橋	二區	彰化	HWB1C	縣 143	彰化縣	大城	3.00	0.00	0.22	0.51
B03-143A-002	民靖橋	二區	彰化	HWB3C	縣 143 甲	彰化縣	竹塘	3.48	0.00	0.16	0.31

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B03-1440-000	社尾橋	二區	彰化	HWB3S	縣 144	彰化縣	福興	1.38	0.00	0.16	0.34
B03-1440-003A	外中橋	二區	彰化	HWB1C	縣 144	彰化縣	福興	3.39	0.00	0.21	0.49
B03-1440-003B	湳底橋	二區	彰化	HWB1C	縣 144	彰化縣	福興	3.39	0.00	0.21	0.49
B03-1440-005A	三汴橋	二區	彰化	HWB1C	縣 144	彰化縣	福興	3.00	0.00	0.22	0.51
B03-1440-005B	吳厝橋	二區	彰化	HWB1C	縣 144	彰化縣	福興	5.97	0.00	0.22	0.52
B03-1440-007A	金陵橋	二區	彰化	HWB1C	縣 144	彰化縣	福興	2.58	0.00	0.20	0.54
B03-1440-007B	新興橋	二區	彰化	HWB1C	縣 144	彰化縣	福興	2.58	0.00	0.22	0.54
B03-1440-008A	板本橋	二區	彰化	HWB1C	縣 144	彰化縣	福興	3.39	0.00	0.19	0.50
B03-1440-008B	金興橋	二區	彰化	HWB1C	縣 144	彰化縣	福興	2.47	0.00	0.23	0.56
B03-1440-008C	正興橋	二區	彰化	HWB1C	縣 144	彰化縣	福興	2.58	0.00	0.22	0.54
B03-1440-009	華歡橋	二區	彰化	HWB2C	縣 144	彰化縣	花壇	0.35	0.00	0.76	2.06
B03-1440-011A	燕霧橋	二區	彰化	HWB1C	縣 144	彰化縣	花壇	2.69	0.00	0.22	0.53
B03-1440-011B	有成橋	二區	彰化	HWB1C	縣 144	彰化縣	花壇	2.47	0.00	0.23	0.56
B03-1440-011C	進學橋	二區	彰化	HWB1S	縣 144	彰化縣	花壇	0.35	0.00	0.34	0.92
B03-1450-000	連交橋	二區	彰化	HWB1C	縣 145	彰化縣	埤頭	2.36	0.00	0.24	0.57
B03-1450-005A	田頭橋	二區	彰化	HWB1C	縣 145	彰化縣	埤頭	3.00	0.00	0.22	0.51
B03-1450-005B	水尾橋	二區	彰化	HWB1C	縣 145	彰化縣	埤頭	2.89	0.00	0.20	0.52
B03-1450-007	西螺大橋	二區	彰化	HWB8C	縣 145	彰化縣	溪州	5.74	0.00	0.29	0.54
B03-1460-000	中山橋	二區	彰化	HWB1S	縣 146	彰化縣	埔心	0.35	0.00	0.34	0.89
B03-1460-002	高速公路陸橋	二區	彰化	HWB7C	縣 146	彰化縣	埔心	2.47	0.00	0.21	0.55
B03-1460-003A	中竹橋	二區	彰化	HWB1C	縣 146	彰化縣	埔心	2.36	0.00	0.23	0.57
B03-1460-003B	第一梧鳳橋	二區	彰化	HWB4C	縣 146	彰化縣	埔心	2.58	0.00	0.13	0.27
B03-1460-004	梧鳳橋	二區	彰化	HWB3C	縣 146	彰化縣	埔心	2.69	0.00	0.12	0.28
B03-1460-006A	新興橋	二區	彰化	HWB1C	縣 146	彰化縣	埔心	3.00	0.00	0.20	0.51
B03-1460-006B	埤霞橋	二區	彰化	HWB1C	縣 146	彰化縣	埔心	3.00	0.00	0.20	0.51
B03-1460-009	146 線湳橋	二區	彰化	HWB1C	縣 146	彰化縣	大村	2.47	0.00	0.20	0.55
B03-1460-011A	村上橋	二區	彰化	HWB1C	縣 146	彰化縣	大村	2.89	0.00	0.20	0.52
B03-1460-011B	中溝橋	二區	彰化	HWB1C	縣 146	彰化縣	大村	5.59	0.00	0.21	0.51
B03-1460-012	平和橋	二區	彰化	HWB7S	縣 146	彰化縣	大村	1.52	0.00	0.27	0.73
B03-1480-000	東王功橋	二區	彰化	HWB3C	縣 148	彰化縣	溪湖	3.19	0.00	0.13	0.27
B03-1480-002A	新華橋	二區	彰化	HWB1S	縣 148	彰化縣	溪湖	1.90	0.00	0.26	0.64
B03-1480-002B	新興橋	二區	彰化	HWB1S	縣 148	彰化縣	溪湖	1.90	0.00	0.26	0.64
B03-1480-003A	崙腳一號橋	二區	彰化	HWB1S	縣 148	彰化縣	溪湖	1.24	0.00	0.29	0.74
B03-1480-003B	崙腳二號橋	二區	彰化	HWB1S	縣 148	彰化縣	溪湖	1.24	0.00	0.26	0.73
B03-1480-003C	火燄溝橋	二區	彰化	HWB1S	縣 148	彰化縣	溪湖	1.24	0.00	0.29	0.75
B03-1480-006A	新草湖橋	二區	彰化	HWB1S	縣 148	彰化縣	溪湖	0.76	0.00	0.32	0.84
B03-1480-006B	新湖東橋	二區	彰化	HWB1S	縣 148	彰化縣	溪湖	1.09	0.00	0.27	0.72
B03-1480-008A	萬興二號橋	二區	彰化	HWB1S	縣 148	彰化縣	溪湖	1.09	0.00	0.27	0.74
B03-1480-008B	永興橋	二區	彰化	HWB1S	縣 148	彰化縣	溪湖	1.09	0.00	0.28	0.74
B03-1480-009	柳子溝二號橋	二區	彰化	HWB1S	縣 148	彰化縣	溪湖	0.93	0.00	0.31	0.80
B03-1480-011A	溪湖橋	二區	彰化	HWB3S	縣 148	彰化縣	溪湖	0.76	0.00	0.20	0.44
B03-1480-011B	河東橋	二區	彰化	HWB1C	縣 148	彰化縣	溪湖	5.28	0.00	0.21	0.51
B03-1480-011C	外四塊厝橋	二區	彰化	HWB1C	縣 148	彰化縣	溪湖	3.19	0.00	0.21	0.49
B03-1480-018	溪子橋	二區	彰化	HWB1C	縣 148	彰化縣	埔心	7.11	0.00	0.24	0.53

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B03-1480-019A	芎蕉橋	二區	彰化	HWB1C	縣 148	彰化縣	埔心	3.39	0.00	0.19	0.49
B03-1480-019B	舊館橋	二區	彰化	HWB1C	縣 148	彰化縣	埔心	3.29	0.00	0.19	0.50
B03-1480-020	坡心橋	二區	彰化	HWB1C	縣 148	彰化縣	埔心	0.00	0.00	0.33	0.94
B03-1480-022A	義民橋	二區	彰化	HWB3C	縣 148	彰化縣	埔心	3.10	0.00	0.24	1.04
B03-1480-022B	柳溝橋	二區	彰化	HWB1S	縣 148	彰化縣	埔心	0.76	0.00	0.29	0.79
B03-1480-023	員林橋	二區	彰化	HWB3C	縣 148	彰化縣	員林	2.25	0.00	0.38	1.21
B03-1500-004	中正橋	二區	彰化	HWB6S	縣 150	彰化縣	二林	0.57	0.00	0.29	0.78
B03-1500-012	清水橋	二區	彰化	HWB1S	縣 150	彰化縣	北斗	1.09	0.00	0.27	0.74
B03-1500-018A	埔尾橋	二區	彰化	HWB1S	縣 150	彰化縣	北斗	0.93	0.00	0.28	0.79
B03-1500-018B	高速公路陸橋	二區	彰化	HWB1S	縣 150	彰化縣	北斗	1.09	0.00	0.27	0.72
B03-1500-019	中寮橋	二區	彰化	HWB1S	縣 150	彰化縣	北斗	0.35	0.00	0.31	0.85
B03-1520-000	巷溝橋	二區	彰化	HWB1C	縣 152	彰化縣	大城	4.03	0.00	0.20	0.48
B03-1520-003	安東寮橋	二區	彰化	HWB1C	縣 152	彰化縣	大城	2.79	0.00	0.20	0.52
B03-1520-004	溝子墘橋	二區	彰化	HWB1C	縣 152	彰化縣	大城	2.79	0.00	0.19	0.52
B03-1520-006	尤厝橋	二區	彰化	HWB1C	縣 152	彰化縣	鹿港	2.36	0.00	0.23	0.57
B03-1520-007	竹城橋	二區	彰化	HWB1C	縣 152	彰化縣	大城	2.36	0.00	0.23	0.57
B03-1520-016	無名橋_152 線_16K	二區	彰化	HWB1C	縣 152	彰化縣	竹塘	3.19	0.00	0.20	0.50
B04-0030-206A	林子頭橋	二區	南投	HWB1C	台 3	南投縣	草屯	6.48	0.00	0.23	0.53
B04-0030-208A	溪洲橋-台 3 線	二區	南投	HWB1C	台 3	南投縣	草屯	1.77	0.00	0.23	0.66
B04-0030-212A	南崗一橋	二區	南投	HWB1C	台 3	南投縣	南投	3.48	0.00	0.19	0.48
B04-0030-212B	南崗二橋	二區	南投	HWB1C	台 3	南投縣	南投	3.39	0.00	0.21	0.48
B04-0030-213A	成功橋	二區	南投	HWB3C	台 3	南投縣	草屯	2.25	0.00	0.13	0.83
B04-0030-213B	南崗三橋	二區	南投	HWB1C	台 3	南投縣	南投	3.48	0.00	0.21	0.48
B04-0030-214A	南崗四橋	二區	南投	HWB1C	台 3	南投縣	南投	3.48	0.00	0.21	0.48
B04-0030-215A	嘉興橋	二區	南投	HWB4C	台 3	南投縣	南投	3.19	0.00	1.97	2.59
B04-0030-217A	嘉新橋	二區	南投	HWB4C	台 3	南投縣	名間	3.67	0.00	2.03	2.76
B04-0030-217B	貓羅溪橋(主橋)	二區	南投	HWB6S	台 3	南投縣	草屯	1.38	0.00	0.17	0.38
B04-0030-217C	新佳橋	二區	南投	HWB1C	台 3	南投縣	名間	5.12	0.00	0.21	0.50
B04-0030-217D	新街橋	二區	南投	HWB3S	台 3	南投縣	名間	0.00	0.00	0.22	0.43
B04-0030-220A	虎仔坑橋	二區	南投	HWB4C	台 3	南投縣	名間	5.20	0.00	0.70	0.80
B04-0030-221A	名間橋	二區	南投	HWB1C	台 3	南投縣	名間	5.36	0.00	0.21	0.51
B04-0030-227A	溫水橋	二區	南投	HWB1S	台 3	南投縣	竹山	0.00	0.00	0.33	0.95
B04-0030-228A	外埔橋	二區	南投	HWB1C	台 3	南投縣	竹山	2.36	0.00	0.24	0.58
B04-0030-233A	育英橋	二區	南投	HWB1C	台 3	南投縣	竹山	1.90	0.00	0.23	0.64
B04-0030-235A	名竹大橋	二區	南投	HWB6R	台 3	南投縣	名間	2.02	0.00	0.19	0.32
B04-0030-240A	藤湖橋	二區	南投	HWB1C	台 3	南投縣	竹山	2.36	0.00	0.22	0.57
B04-0030-240C	延平橋	二區	南投	HWB4S	台 3	南投縣	竹山	0.00	0.00	0.23	0.44
B04-0030-242A	江埔橋	二區	南投	HWB1C	台 3	南投縣	竹山	6.76	0.00	0.24	0.53
B04-0030-245A	南雲大橋	二區	南投	HWB2C	台 3	南投縣	竹山	3.39	0.00	0.29	0.54
B04-003A-000A	第一太平橋	二區	南投	HWB1C	台 3 甲	南投縣	草屯	4.12	0.00	0.20	0.48
B04-003A-004A	第二太平橋	二區	南投	HWB1C	台 3 甲	南投縣	草屯	4.03	0.00	0.20	0.47
B04-003A-006A	南崗大橋	二區	南投	HWB3C	台 3 甲	南投縣	草屯	3.58	0.00	0.13	0.27
B04-003A-007A	南興橋-台 3 甲	二區	南投	HWB1C	台 3 甲	南投縣	南投	3.67	0.00	0.21	0.47
B04-003A-008A	平山橋	二區	南投	HWB1C	台 3 甲	南投縣	南投	3.76	0.00	0.20	0.47

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B04-003A-008B	半山橋	二區	南投	HWB4C	台 3 甲	南投縣	南投	2.02	0.00	1.97	2.42
B04-003A-009A	和興橋	二區	南投	HWB1C	台 3 甲	南投縣	南投	4.12	0.00	0.20	0.47
B04-003A-009B	漳和橋	二區	南投	HWB1C	台 3 甲	南投縣	南投	5.28	0.00	0.21	0.50
B04-003A-011A	南投橋	二區	南投	HWB1C	台 3 甲	南投縣	南投	5.89	0.00	0.21	0.52
B04-003C-001A	社寮橋	二區	南投	HWB1C	台 3 丙	南投縣	竹山	6.76	0.00	0.23	0.53
B04-003C-001B	中圳橋	二區	南投	HWB1C	台 3 丙	南投縣	竹山	3.19	0.00	0.19	0.49
B04-003C-006A	集集大橋	二區	南投	HWB7R	台 3 丙	南投縣	集集	3.19	0.00	0.15	0.28
B04-013A-000A	博愛橋-台 13 甲線	二區	南投	HWB4C	台 13 甲	南投縣	草屯	4.12	0.00	0.16	0.30
B04-0140-013A	利民橋	二區	南投	HWB3C	台 14	彰化縣	芬園	3.00	0.00	0.28	0.54
B04-0140-013B	炎峰橋	二區	南投	HWB3R	台 14	南投縣	草屯	2.89	0.00	0.29	0.54
B04-0140-013C	茄苳橋	二區	南投	HWB3C	台 14	彰化縣	芬園	5.04	0.00	0.71	0.94
B04-0140-014A	芬草橋	二區	南投	HWB1C	台 14	彰化縣	芬園	5.43	0.00	0.21	0.51
B04-0140-016A	新庄橋-台 14 線	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	3.19	0.00	0.22	0.49
B04-0140-016B	水汴頭橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	3.10	0.00	0.22	0.49
B04-0140-022A	隘寮橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.69	0.00	0.24	0.53
B04-0140-026A	土城橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.89	0.00	0.22	0.51
B04-0140-027A	新興橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.89	0.00	0.22	0.51
B04-0140-029A	雙冬橋	二區	南投	HWB4R	台 14	南投縣	草屯	2.79	0.00	0.18	0.31
B04-0140-029B	臨溪橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.79	0.00	0.23	0.52
B04-0140-031A	食水橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.69	0.00	0.20	0.53
B04-0140-031B	望峰橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.69	0.00	0.21	0.53
B04-0140-032A	鱸鰻潭橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.79	0.00	0.23	0.52
B04-0140-032B	鹽土橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.79	0.00	0.23	0.52
B04-0140-032C	光復橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.79	0.00	0.23	0.52
B04-0140-033A	粗坑橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.69	0.00	0.21	0.53
B04-0140-033B	三條橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.69	0.00	0.23	0.53
B04-0140-033C	豐崙橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.69	0.00	0.23	0.53
B04-0140-034A	福壽橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	草屯	2.47	0.00	0.24	0.56
B04-0140-034B	福德橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	國姓	2.58	0.00	0.23	0.54
B04-0140-034C	福成橋	二區	南投	HWB1C	台 14	南投縣	國姓	2.47	0.00	0.24	0.56
B04-014B-004A	碧興橋	二區	南投	HWB1C	台 14 乙	南投縣	草屯	2.36	0.00	0.21	0.57
B04-014B-010A	中正一橋	二區	南投	HWB1C	台 14 乙	南投縣	南投	5.36	0.00	0.21	0.51
B04-014B-011A	中正二橋	二區	南投	HWB1C	台 14 乙	南投縣	南投	5.28	0.00	0.21	0.50
B04-014B-012A	內轆橋	二區	南投	HWB3C	台 14 乙	南投縣	南投	4.63	0.00	0.49	0.78
B04-014B-013A	內轆一橋	二區	南投	HWB1C	台 14 乙	南投縣	南投	3.39	0.00	0.21	0.48
B04-014B-013B	內轆二橋	二區	南投	HWB1C	台 14 乙	南投縣	南投	3.48	0.00	0.21	0.48
B04-014B-014A	小溪橋	二區	南投	HWB3S	台 14 乙	南投縣	南投	0.00	0.00	0.77	1.26
B04-014B-015A	軍功橋	二區	南投	HWB6R	台 14 乙	南投縣	南投	3.76	0.00	0.13	0.26
B04-014B-016A	中興橋	二區	南投	HWB1C	台 14 乙	南投縣	南投	4.03	0.00	0.20	0.47
B04-014B-018A	頭前厝橋	二區	南投	HWB1C	台 14 乙	南投縣	草屯	2.02	0.00	0.26	0.63
B04-014D-000A	芬園橋	二區	南投	HWB3C	台 14 丁	彰化縣	芬園	2.02	0.00	1.87	2.47
B04-014D-000B	第五芬園橋	二區	南投	HWB1S	台 14 丁	彰化縣	芬園	1.09	0.00	0.30	0.85
B04-014D-001A	第四芬園橋	二區	南投	HWB1S	台 14 丁	彰化縣	芬園	1.38	0.00	0.29	0.78
B04-014D-002A	縣安橋	二區	南投	HWB1S	台 14 丁	彰化縣	芬園	1.09	0.00	0.30	0.85

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B04-014D-002B	第二縣庄橋	二區	南投	HWB1S	台 14 丁	彰化縣	芬園	0.00	0.00	0.36	1.07
B04-014D-005A	第二溪頭橋	二區	南投	HWB1S	台 14 丁	南投縣	南投	0.93	0.00	0.31	0.88
B04-014D-006A	碧山橋	二區	南投	HWB1C	台 14 丁	南投縣	南投	2.47	0.00	0.23	0.56
B04-014D-007A	碧安橋	二區	南投	HWB1C	台 14 丁	南投縣	南投	2.02	0.00	0.22	0.63
B04-014D-008A	碧和橋	二區	南投	HWB1C	台 14 丁	南投縣	南投	1.90	0.00	0.22	0.65
B04-014D-008B	福興橋	二區	南投	HWB1C	台 14 丁	南投縣	南投	2.69	0.00	0.23	0.53
B04-014D-009A	永豐橋	二區	南投	HWB1C	台 14 丁	南投縣	南投	3.58	0.00	0.18	0.48
B04-0160-000A	濁水橋	二區	南投	HWB1C	台 16	南投縣	名間	2.36	0.00	0.24	0.57
B04-0160-001A	磨坑一號橋	二區	南投	HWB1S	台 16	南投縣	名間	0.93	0.00	0.28	0.83
B04-0160-002A	磨坑二號橋	二區	南投	HWB1C	台 16	南投縣	名間	1.38	0.00	0.25	0.74
B04-0160-003A	隘寮一號橋	二區	南投	HWB1C	台 16	南投縣	名間	1.38	0.00	0.25	0.74
B04-0160-003B	隘寮二號橋	二區	南投	HWB3C	台 16	南投縣	名間	1.38	0.00	0.01	1.02
B04-0160-004A	田寮橋	二區	南投	HWB6S	台 16	南投縣	集集	0.93	0.00	0.32	0.74
B04-0160-005A	龍泉橋	二區	南投	HWB3S	台 16	南投縣	集集	1.24	0.00	0.13	0.91
B04-0160-007A	林尾大橋	二區	南投	HWB5S	台 16	南投縣	集集	0.76	0.00	1.87	2.08
B04-063A-002A	藏願橋	二區	南投	HWB1S	台 63 甲	南投縣	草屯	1.24	0.00	0.27	0.77
B04-1370-015	振興橋	二區	南投	HWB1C	縣 137	彰化縣	員林	3.67	0.00	0.21	0.48
B04-1370-017	柴頭井橋	二區	南投	HWB7C	縣 137	彰化縣	員林	3.10	0.00	0.22	0.49
B04-1370-019	湳雅橋	二區	南投	HWB1C	縣 137	彰化縣	社頭	3.00	0.00	0.22	0.51
B04-1370-021A	朝興橋	二區	南投	HWB1C	縣 137	彰化縣	社頭	3.00	0.00	0.22	0.51
B04-1370-021B	水源橋	二區	南投	HWB7C	縣 137	彰化縣	社頭	2.89	0.00	0.22	0.51
B04-1370-022A	山湖橋	二區	南投	HWB1C	縣 137	彰化縣	社頭	2.89	0.00	0.22	0.51
B04-1370-022B	永通橋	二區	南投	HWB1C	縣 137	彰化縣	社頭	2.36	0.00	0.23	0.57
B04-1370-023A	芋仔坑橋	二區	南投	HWB1C	縣 137	彰化縣	社頭	3.00	0.00	0.22	0.51
B04-1370-023B	清水源橋	二區	南投	HWB4C	縣 137	彰化縣	社頭	2.89	0.00	0.71	1.60
B04-1370-024	太平坑橋	二區	南投	HWB7C	縣 137	彰化縣	社頭	2.47	0.00	0.23	0.56
B04-1370-026	復興橋	二區	南投	HWB7C	縣 137	彰化縣	田中	2.69	0.00	0.23	0.53
B04-1370-029	大樹坑橋	二區	南投	HWB1C	縣 137	彰化縣	田中	2.14	0.00	0.22	0.59
B04-1370-030	坑內坑一號橋	二區	南投	HWB1C	縣 137	彰化縣	二水	2.02	0.00	0.22	0.61
B04-1370-031	豐和橋	二區	南投	HWB7C	縣 137	彰化縣	二水	1.24	0.00	0.26	0.79
B04-1370-032A	拔仔坑橋	二區	南投	HWB1C	縣 137	彰化縣	二水	2.14	0.00	0.22	0.59
B04-1370-032B	三聖橋	二區	南投	HWB1C	縣 137	彰化縣	二水	3.39	0.00	0.21	0.49
B04-1370-032C	有水坑橋	二區	南投	HWB1C	縣 137	彰化縣	二水	2.79	0.00	0.21	0.52
B04-1370-033	柳坑橋	二區	南投	HWB7C	縣 137	彰化縣	二水	3.00	0.00	0.22	0.50
B04-1370-034	惠民橋	二區	南投	HWB1C	縣 137	彰化縣	二水	5.66	0.00	0.22	0.52
B04-1390-042	蓮光寺橋	二區	南投	HWB1C	縣 139	南投縣	南投	2.02	0.00	0.25	0.62
B04-1390-044	清水橋_139 線_44K	二區	南投	HWB4C	縣 139	南投縣	南投	4.12	0.00	1.61	1.91
B04-1390-045	振興橋	二區	南投	HWB2C	縣 139	南投縣	南投	2.89	0.00	0.16	0.32
B04-1390-046	南勢橋	二區	南投	HWB1C	縣 139	南投縣	南投	2.89	0.00	0.22	0.51
B04-1390-048	中山橋	二區	南投	HWB2C	縣 139	南投縣	中寮	2.89	0.00	0.16	0.43
B04-1390-050A	達仔彎一號橋	二區	南投	HWB1C	縣 139	南投縣	中寮	2.89	0.00	0.22	0.51
B04-1390-050B	撻仔彎二號橋	二區	南投	HWB4C	縣 139	南投縣	中寮	4.88	0.00	1.57	1.64
B04-1390-053	中正橋	二區	南投	HWB2S	縣 139	南投縣	中寮	0.35	0.00	0.21	0.44
B04-1390-054A	八仙橋	二區	南投	HWB4C	縣 139	南投縣	中寮	2.02	0.00	0.15	0.33

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B04-1390-054B	八仙二號橋	二區	南投	HWB1C	縣 139	南投縣	中寮	2.02	0.00	0.22	0.61
B04-1390-055	羽衣橋	二區	南投	HWB1C	縣 139	南投縣	中寮	2.36	0.00	0.25	0.57
B04-1390-061A	和平二號橋	二區	南投	HWB1C	縣 139	南投縣	集集	2.89	0.00	0.22	0.51
B04-1390-061B	無名橋_139 線_61K	二區	南投	HWB1C	縣 139	南投縣	集集	5.43	0.00	0.21	0.51
B04-1390-061C	清水橋_139 線_62K	二區	南投	HWB2C	縣 139	南投縣	集集	4.96	0.00	0.17	0.36
B04-1390-063	集鹿大橋	二區	南投	HWB8S	縣 139	南投縣	集集	0.00	0.00	0.29	0.54
B04-139B-013	名松橋	二區	南投	HWB1C	縣 139 乙	南投縣	名間	1.38	0.00	0.28	0.75
B04-1410-002A	員林南橋	二區	南投	HWB1C	縣 141	彰化縣	員林	3.29	0.00	0.21	0.49
B04-1410-002B	大饒橋	二區	南投	HWB1C	縣 141	彰化縣	員林	3.29	0.00	0.21	0.49
B04-1410-003	饒明橋	二區	南投	HWB1S	縣 141	彰化縣	員林	0.35	0.00	0.31	0.85
B04-1410-006	新枋橋頭橋	二區	南投	HWB1C	縣 141	彰化縣	員林	3.10	0.00	0.22	0.50
B04-1410-007	綠橋	二區	南投	HWB1C	縣 141	彰化縣	社頭	3.00	0.00	0.20	0.51
B04-1410-012	田中橋	二區	南投	HWB1C	縣 141	彰化縣	田中	2.79	0.00	0.20	0.52
B04-1410-022	彰雲大橋	二區	南投	HWB2S	縣 141	彰化縣	二水	0.35	0.00	0.29	0.54
B04-1480-024	東門橋	二區	南投	HWB1C	縣 148	彰化縣	員林	3.10	0.00	0.22	0.50
B04-1480-025	三條橋	二區	南投	HWB1C	縣 148	彰化縣	員林	5.89	0.00	0.22	0.52
B04-1480-026	東三條圳橋	二區	南投	HWB1C	縣 148	彰化縣	員林	2.25	0.00	0.21	0.58
B04-1480-034	溪頭二橋	二區	南投	HWB7C	縣 148	彰化縣	芬園	1.52	0.00	0.28	0.74
B04-1480-035A	無名橋_148 線_35K	二區	南投	HWB1C	縣 148	彰化縣	芬園	1.38	0.00	0.28	0.75
B04-1480-035B	溪頭橋	二區	南投	HWB3R	縣 148	彰化縣	芬園	1.24	0.00	0.20	0.34
B04-1480-036	義成橋	二區	南投	HWB4C	縣 148	南投縣	草屯	3.39	0.00	2.03	2.74
B04-1490-000	圍瑤橋	二區	南投	HWB1C	縣 149	南投縣	竹山	5.89	0.00	0.22	0.52
B04-1490-001	無名橋_149 線_1K	二區	南投	HWB1C	縣 149	南投縣	竹山	3.00	0.00	0.22	0.50
B04-1490-003	福興橋	二區	南投	HWB4C	縣 149	南投縣	竹山	2.02	0.00	0.16	0.34
B04-1490-004	無名橋_149 線_4K	二區	南投	HWB7C	縣 149	南投縣	竹山	2.89	0.00	0.22	0.51
B04-1490-005	彎坑橋	二區	南投	HWB4C	縣 149	南投縣	竹山	1.65	0.00	0.22	0.41
B04-1490-006	黃杞林橋	二區	南投	HWB1C	縣 149	南投縣	竹山	1.65	0.00	0.23	0.67
B04-1490-007A	無名橋_149 線_7K	二區	南投	HWB1C	縣 149	南投縣	竹山	4.55	0.00	0.20	0.49
B04-1490-007B	茄冬橋	二區	南投	HWB1C	縣 149	南投縣	竹山	1.77	0.00	0.23	0.65
B04-1490-008	百家春橋	二區	南投	HWB1C	縣 149	南投縣	竹山	1.52	0.00	0.24	0.69
B04-1490-009A	瑞福橋	二區	南投	HWB1C	縣 149	南投縣	竹山	4.88	0.00	0.19	0.50
B04-1490-009B	猿洞一號橋	二區	南投	HWB1C	縣 149	南投縣	竹山	1.52	0.00	0.27	0.71
B04-1490-009C	猿洞二號橋	二區	南投	HWB1C	縣 149	南投縣	竹山	4.71	0.00	0.19	0.50
B04-1490-009D	猿洞三號橋	二區	南投	HWB1C	縣 149	南投縣	竹山	2.69	0.00	0.20	0.53
B04-1490-010A	乾坑橋	二區	南投	HWB1S	縣 149	南投縣	竹山	0.00	0.00	0.32	0.83
B04-1490-010B	瑞興橋	二區	南投	HWB7S	縣 149	南投縣	竹山	0.00	0.00	0.21	0.44
B04-1490-011A	瑞興一號橋	二區	南投	HWB3S	縣 149	南投縣	竹山	0.00	0.00	0.22	0.45
B04-1490-011B	瑞竹橋	二區	南投	HWB1S	縣 149	南投縣	竹山	0.00	0.00	0.35	0.96
B04-1490-012A	瑞竹三號橋	二區	南投	HWB7S	縣 149	南投縣	竹山	0.00	0.00	0.35	1.02
B04-1490-012B	瑞南橋	二區	南投	HWB1C	縣 149	南投縣	竹山	1.90	0.00	0.23	0.63
B04-1490-013	桶頭橋	二區	南投	HWB6S	縣 149	南投縣	竹山	0.76	0.00	0.27	0.79
B04-149A-015	利通橋	二區	南投	HWB4C	縣 149 甲	南投縣	竹山	1.77	0.00	0.27	0.52
B04-149B-000A	番仔潭埔橋	二區	南投	HWB1C	縣 149 乙	南投縣	竹山	2.58	0.00	0.21	0.54
B04-149B-000B	瑞草橋	二區	南投	HWB4R	縣 149 乙	南投縣	竹山	3.10	0.00	0.16	0.31

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B04-1500-024	中圳橋	二區	南投	HWB1S	縣 150	彰化縣	北斗	0.76	0.00	0.29	0.80
B04-1500-029	田中橋	二區	南投	HWB1C	縣 150	彰化縣	田中	4.20	0.00	0.20	0.49
B04-1500-030	中南陸橋	二區	南投	HWB3C	縣 150	彰化縣	田中	2.47	0.00	0.29	0.54
B04-1500-031A	內灣橋	二區	南投	HWB4C	縣 150	彰化縣	田中	2.47	0.00	2.43	3.21
B04-1500-031B	無名橋_150 線_31K	二區	南投	HWB1C	縣 150	彰化縣	田中	2.47	0.00	0.24	0.56
B04-1500-037	大庄一號橋	二區	南投	HWB1C	縣 150	南投縣	名間	2.79	0.00	0.21	0.52
B04-1500-038	大庄二號橋	二區	南投	HWB1C	縣 150	南投縣	名間	2.79	0.00	0.21	0.52
B04-1500-041A	無名橋_150 線_41K_A	二區	南投	HWB1C	縣 150	南投縣	名間	2.69	0.00	0.23	0.53
B04-1500-041B	無名橋_150 線_41K_B	二區	南投	HWB1C	縣 150	南投縣	名間	2.69	0.00	0.23	0.53
B04-1500-042	牛食水橋	二區	南投	HWB1C	縣 150	南投縣	名間	5.36	0.00	0.21	0.51
B04-1510-001	初鄉橋	二區	南投	HWB4S	縣 151	南投縣	竹山	0.93	0.00	0.19	0.40
B04-1510-008	廣益橋	二區	南投	HWB1S	縣 151	南投縣	鹿谷	0.76	0.00	0.31	0.89
B04-1510-010	青年橋	二區	南投	HWB1C	縣 151	南投縣	鹿谷	3.48	0.00	0.21	0.48
B04-1510-011	和平橋	二區	南投	HWB1S	縣 151	南投縣	鹿谷	0.93	0.00	0.28	0.78
B04-1510-012	奮鬥橋	二區	南投	HWB1S	縣 151	南投縣	鹿谷	0.35	0.00	0.31	0.86
B04-1510-013A	尚進橋	二區	南投	HWB1S	縣 151	南投縣	鹿谷	0.00	0.00	0.32	0.90
B04-1510-013B	達觀橋	二區	南投	HWB1C	縣 151	南投縣	鹿谷	3.39	0.00	0.21	0.49
B04-1510-014	正義橋	二區	南投	HWB1R	縣 151	南投縣	鹿谷	3.29	0.00	0.21	0.49
B04-1510-016A	大忠橋	二區	南投	HWB1C	縣 151	南投縣	鹿谷	3.29	0.00	0.21	0.49
B04-1510-016B	大孝橋	二區	南投	HWB1S	縣 151	南投縣	鹿谷	0.00	0.00	0.32	0.90
B04-1510-017A	大德橋	二區	南投	HWB1S	縣 151	南投縣	鹿谷	0.93	0.00	0.30	0.85
B04-1510-017B	大仁橋	二區	南投	HWB1S	縣 151	南投縣	鹿谷	0.00	0.00	0.32	0.90
B04-1510-017C	大智橋	二區	南投	HWB1C	縣 151	南投縣	鹿谷	3.19	0.00	0.21	0.49
B04-1510-018	大勇橋	二區	南投	HWB1C	縣 151	南投縣	鹿谷	3.39	0.00	0.21	0.49
B04-1510-019	無名橋_151 線_19K	二區	南投	HWB1C	縣 151	南投縣	鹿谷	3.39	0.00	0.21	0.49
B04-1520-023	排水橋	二區	南投	HWB1C	縣 152	彰化縣	溪州	2.58	0.00	0.22	0.54
B04-1520-031	大庄橋	二區	南投	HWB1C	縣 152	彰化縣	溪州	2.89	0.00	0.22	0.51
B04-1520-037	二水橋	二區	南投	HWB1C	縣 152	彰化縣	二水	7.18	0.00	0.25	0.53
B04-1520-038	裕民陸橋	二區	南投	HWB3R	縣 152	彰化縣	二水	2.69	0.00	0.19	0.32
B04-1520-040	隆興橋	二區	南投	HWB7C	縣 152	彰化縣	二水	7.58	0.00	0.25	0.53
B04-1520-041	八寶橋	二區	南投	HWB1C	縣 152	彰化縣	二水	3.29	0.00	0.19	0.50
B04-1520-047A	第二名間橋	二區	南投	HWB1C	縣 152	南投縣	名間	7.11	0.00	0.24	0.53
B04-1520-047B	名間一號橋	二區	南投	HWB1C	縣 152	南投縣	名間	1.77	0.00	0.23	0.65
B04-1520-051A	丘園橋	二區	南投	HWB1C	縣 152	南投縣	集集	7.04	0.00	0.24	0.53
B04-1520-051B	樂園橋	二區	南投	HWB1C	縣 152	南投縣	集集	7.04	0.00	0.24	0.53
B04-1520-052A	耀宗橋	二區	南投	HWB8C	縣 152	南投縣	集集	7.04	0.00	0.24	0.53
B04-1520-052B	寮埔橋	二區	南投	HWB1C	縣 152	南投縣	集集	7.04	0.00	0.24	0.53
B04-1520-052C	隘寮橋	二區	南投	HWB1C	縣 152	南投縣	集集	7.04	0.00	0.24	0.53
B04-1520-053	龍泉橋	二區	南投	HWB4C	縣 152	南投縣	集集	7.04	0.00	0.22	0.47
B04-1520-054	草嶺橋	二區	南投	HWB1C	縣 152	南投縣	集集	7.11	0.00	0.24	0.53
B04-158A-050	割菜園四號	二區	南投	HWB1C	縣 158 甲	南投縣	竹山	3.39	0.00	0.21	0.49
B04-158A-051	割菜園一號橋	二區	南投	HWB2S	縣 158 甲	南投縣	竹山	0.00	0.00	1.26	1.40
B04-158A-053	無名橋_158 甲線_53K	二區	南投	HWB1C	縣 158 甲	南投縣	竹山	3.48	0.00	0.21	0.48
B05-007A-045A	思源二橋	二區	谷關	HWB1C	台 7 甲	台中縣	和平	4.96	0.00	0.23	0.52

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B05-007A-046A	思源三橋	二區	谷關	HWB1C	台 7 甲	台中縣	和平	4.96	0.00	0.23	0.52
B05-007A-046B	思源四橋	二區	谷關	HWB1C	台 7 甲	台中縣	和平	4.96	0.00	0.23	0.52
B05-007A-049A	張良橋	二區	谷關	HWB2C	台 7 甲	台中縣	和平	4.46	0.00	0.16	0.32
B05-007A-049B	馬鯖橋	二區	谷關	HWB2C	台 7 甲	台中縣	和平	4.63	0.00	0.58	0.79
B05-007A-051A	香菇橋	二區	谷關	HWB1C	台 7 甲	台中縣	和平	4.96	0.00	0.23	0.52
B05-007A-052A	蘭花橋	二區	谷關	HWB1C	台 7 甲	台中縣	和平	5.04	0.00	0.23	0.52
B05-007A-063A	清泉橋	二區	谷關	HWB1S	台 7 甲	台中縣	和平	0.00	0.00	0.33	0.87
B05-0080-003A	詒福橋	二區	谷關	HWB1S	台 8	台中縣	東勢	1.38	0.00	0.29	0.77
B05-0080-004A	福安橋-台 8 線	二區	谷關	HWB1S	台 8	台中縣	東勢	1.24	0.00	0.30	0.81
B05-0080-005A	成功橋	二區	谷關	HWB1S	台 8	台中縣	東勢	0.76	0.00	0.30	0.86
B05-0080-006A	慶東橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	東勢	5.20	0.00	0.20	0.51
B05-0080-008A	永安橋	二區	谷關	HWB1S	台 8	台中縣	東勢	0.00	0.00	0.33	0.95
B05-0080-008B	劉勇橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	東勢	5.20	0.00	0.21	0.50
B05-0080-009A	友朋橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	東勢	5.20	0.00	0.20	0.51
B05-0080-010A	復興橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	東勢	4.80	0.00	0.20	0.49
B05-0080-011A	重慶橋	二區	谷關	HWB3C	台 8	台中縣	和平	5.66	0.00	0.34	0.38
B05-0080-012A	天冷橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	東勢	4.80	0.00	0.19	0.49
B05-0080-013A	大同橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	東勢	4.80	0.00	0.19	0.50
B05-0080-014A	和合二橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	和平	2.58	0.00	0.23	0.54
B05-0080-014B	和合橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	東勢	5.51	0.00	0.20	0.51
B05-0080-015A	德樹橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	和平	5.20	0.00	0.20	0.51
B05-0080-016A	長元橋	二區	谷關	HWB4C	台 8	台中縣	和平	2.25	0.00	0.13	0.28
B05-0080-016B	國生橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	和平	5.20	0.00	0.21	0.50
B05-0080-017A	實踐橋	二區	谷關	HWB2C	台 8	台中縣	和平	2.14	0.00	0.14	0.30
B05-0080-020A	銘傳橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	和平	3.29	0.00	0.21	0.48
B05-0080-021A	沙蓮溪橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	和平	5.59	0.00	0.21	0.51
B05-0080-022A	天輪橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	和平	3.85	0.00	0.20	0.47
B05-0080-023A	東卯橋	二區	谷關	HWB5S	台 8	台中縣	和平	1.24	0.00	1.08	1.55
B05-0080-026A	裡冷橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	和平	4.63	0.00	0.19	0.49
B05-0080-032A	元霄橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	和平	5.04	0.00	0.20	0.50
B05-0080-033A	篤銘橋	二區	谷關	HWB2C	台 8	台中縣	和平	4.46	0.00	0.18	0.35
B05-0080-034A	上谷關橋	二區	谷關	HWB3S	台 8	台中縣	和平	0.00	0.00	0.25	0.45
B05-0080-070A	成武橋	二區	谷關	HWB4C	台 8	台中縣	和平	2.58	0.00	0.73	1.65
B05-0080-071A	德明橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	和平	4.38	0.00	0.20	0.48
B05-0080-076A	學德橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	和平	3.19	0.00	0.19	0.49
B05-0080-079A	海清橋	二區	谷關	HWB1C	台 8	台中縣	和平	4.63	0.00	0.20	0.49
B05-0080-092A	木蘭橋	二區	谷關	HWB3C	台 8	南投縣	仁愛	4.55	0.00	0.18	0.37
B05-0210-000A	天福大橋	二區	谷關	HWB2C	台 21	台中縣	東勢	3.00	0.00	0.15	0.30
B05-0210-001B	自強橋	二區	谷關	HWB1C	台 21	台中縣	新社	3.19	0.00	0.19	0.49
B05-0210-012A	二櫃橋	二區	谷關	HWB4C	台 21	台中縣	新社	3.29	0.00	2.15	2.96
B05-0210-014A	永興橋-台 21 線	二區	谷關	HWB1C	台 21	台中縣	新社	4.03	0.00	0.20	0.48
B05-0210-015A	豐埔 14 橋	二區	谷關	HWB1C	台 21	台中縣	新社	4.03	0.00	0.20	0.48
B05-0210-016A	豐埔 15 橋	二區	谷關	HWB1C	台 21	台中縣	新社	3.39	0.00	0.21	0.48
B05-0210-017A	豐埔 16 橋	二區	谷關	HWB1C	台 21	台中縣	新社	3.48	0.00	0.21	0.48

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B05-0210-017B	長福橋	二區	谷關	HWB4C	台 21	台中縣	新社	4.12	0.00	1.81	2.36
B06-0140-040A	清德橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	國姓	2.47	0.00	0.24	0.56
B06-0140-042A	土牛橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	國姓	2.47	0.00	0.21	0.56
B06-0140-043A	大石橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	國姓	2.47	0.00	0.22	0.56
B06-0140-045A	茗山橋	二區	埔里	HWB6C	台 14	南投縣	國姓	2.58	0.00	0.21	0.54
B06-0140-045B	頭溪橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	國姓	2.58	0.00	0.21	0.54
B06-0140-045C	青山橋-台 14 線	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	國姓	2.58	0.00	0.23	0.54
B06-0140-045D	綠水橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	國姓	2.58	0.00	0.23	0.54
B06-0140-046A	長壽橋	二區	埔里	HWB2C	台 14	南投縣	國姓	2.58	0.00	0.13	0.33
B06-0140-046B	茅埔橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	國姓	3.19	0.00	0.24	0.51
B06-0140-047A	仙人橋	二區	埔里	HWB4C	台 14	南投縣	國姓	2.69	0.00	0.16	0.32
B06-0140-048A	育樂橋	二區	埔里	HWB2C	台 14	南投縣	國姓	2.58	0.00	0.16	0.49
B06-0140-048B	晉安一號橋	二區	埔里	HWB2C	台 14	南投縣	國姓	3.10	0.00	0.22	0.49
B06-0140-048C	晉安二號橋	二區	埔里	HWB7C	台 14	南投縣	國姓	3.10	0.00	0.24	0.52
B06-0140-049A	觀音橋	二區	埔里	HWB3C	台 14	南投縣	國姓	2.36	0.00	0.14	0.27
B06-0140-050A	南平橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	埔里	3.48	0.00	0.19	0.49
B06-0140-050B	南和橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	埔里	2.36	0.00	0.24	0.58
B06-0140-051A	南康橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	埔里	2.47	0.00	0.24	0.56
B06-0140-051B	南村橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	埔里	2.47	0.00	0.24	0.56
B06-0140-052A	南興橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	埔里	2.47	0.00	0.24	0.56
B06-0140-053A	南隆橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	埔里	2.47	0.00	0.24	0.56
B06-0140-054A	愛蘭橋	二區	埔里	HWB3S	台 14	南投縣	埔里	0.00	0.00	1.42	1.65
B06-0140-059A	大湳橋	二區	埔里	HWB4C	台 14	南投縣	埔里	2.36	0.00	0.13	0.34
B06-0140-064A	觀音瀧橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	埔里	3.67	0.00	0.21	0.47
B06-0140-064B	獅子頭橋-台 14 線	二區	埔里	HWB4C	台 14	南投縣	埔里	3.67	0.00	0.18	0.34
B06-0140-067A	本部溪橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	埔里	3.67	0.00	0.21	0.48
B06-0140-067B	南豐橋	二區	埔里	HWB2C	台 14	南投縣	仁愛	2.02	0.00	0.21	0.49
B06-0140-070A	楓子林橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	仁愛	3.76	0.00	0.20	0.47
B06-0140-071A	南山橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	仁愛	3.48	0.00	0.21	0.48
B06-0140-071B	下眉橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	仁愛	3.76	0.00	0.20	0.47
B06-0140-072A	上眉橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	仁愛	3.67	0.00	0.21	0.47
B06-0140-074A	大觀橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	仁愛	2.79	0.00	0.21	0.52
B06-0140-074B	仁愛橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	仁愛	2.69	0.00	0.21	0.53
B06-0140-075A	小櫻橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	仁愛	2.69	0.00	0.23	0.53
B06-0140-075B	忠勇橋	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	仁愛	3.29	0.00	0.21	0.48
B06-0140-086A	雲龍橋	二區	埔里	HWB8C	台 14	南投縣	仁愛	2.69	0.00	0.23	0.53
B06-0140-097A	萬年橋-台 14 線	二區	埔里	HWB1C	台 14	南投縣	仁愛	2.02	0.00	0.22	0.63
B06-0210-017A	長源橋	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	國姓	2.69	0.00	0.20	0.53
B06-0210-018A	長榮橋	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	國姓	2.58	0.00	0.21	0.54
B06-0210-018B	東福橋	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	國姓	2.47	0.00	0.21	0.56
B06-0210-019A	長福一號橋	二區	埔里	HWB2S	台 21	南投縣	國姓	0.00	0.00	1.56	1.58
B06-0210-019B	長青橋	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	國姓	2.89	0.00	0.22	0.51
B06-0210-020A	長春橋-埔里	二區	埔里	HWB2S	台 21	南投縣	國姓	0.00	0.00	1.56	1.58
B06-0210-023A	埔尾橋	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	國姓	3.76	0.00	0.20	0.47

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B06-0210-024A	民族橋-埔里	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	國姓	3.85	0.00	0.20	0.47
B06-0210-025A	北港溪橋	二區	埔里	HWB5C	台 21	南投縣	國姓	2.36	0.00	0.22	0.57
B06-0210-025B	復興橋-埔里	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	國姓	2.25	0.00	0.25	0.59
B06-0210-028A	北梅橋	二區	埔里	HWB1S	台 21	南投縣	國姓	0.93	0.00	0.31	0.89
B06-0210-029A	無名橋	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	國姓	8.62	0.00	0.27	0.54
B06-0210-030A	無名橋	二區	埔里	HWB7C	台 21	南投縣	國姓	8.62	0.00	0.27	0.54
B06-0210-030B	無名橋	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	國姓	4.63	0.00	0.23	0.51
B06-0210-031A	長流橋	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	國姓	3.29	0.00	0.21	0.48
B06-0210-036A	冷水坑橋-台 21 線	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	埔里	2.47	0.00	0.24	0.56
B06-0210-038A	廣成橋	二區	埔里	HWB4C	台 21	南投縣	埔里	3.39	0.00	2.11	2.89
B06-0210-038C	小埔社橋	二區	埔里	HWB4C	台 21	南投縣	埔里	2.36	0.00	0.16	0.33
B06-0210-038D	筏埔橋	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	埔里	4.20	0.00	0.18	0.48
B06-0210-040A	史港橋	二區	埔里	HWB4C	台 21	南投縣	埔里	2.47	0.00	2.26	2.90
B06-0210-043A	牛眠橋	二區	埔里	HWB3S	台 21	南投縣	埔里	0.57	0.00	0.20	0.91
B06-0210-051A	福同橋	二區	埔里	HWB6C	台 21	南投縣	埔里	3.00	0.00	0.24	0.52
B06-0210-055A	新城橋-台 21 線	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	魚池	2.02	0.00	0.23	0.62
B06-0210-058A	田螺橋	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	魚池	2.36	0.00	0.25	0.57
B06-0210-059A	受福橋	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	魚池	2.02	0.00	0.26	0.64
B06-0210-062AN	朝霧橋(拓寬)	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	魚池	3.58	0.00	0.19	0.48
B06-0210-062AO	朝霧橋(舊橋)	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	魚池	3.48	0.00	0.21	0.48
B06-0210-065A	水秀橋	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	魚池	1.09	0.00	0.27	0.81
B06-0210-066A	山明橋-台 21 線	二區	埔里	HWB1C	台 21	南投縣	魚池	1.09	0.00	0.27	0.81
B06-0210-067A	青山橋	二區	埔里	HWB2S	台 21	南投縣	魚池	0.76	0.00	0.19	0.39
B06-0210-068A	頭社橋	二區	埔里	HWB1S	台 21	南投縣	魚池	1.24	0.00	0.30	0.79
B06-0210-068B	綠水橋	二區	埔里	HWB2C	台 21	南投縣	魚池	1.09	0.00	0.17	0.36
B06-1310-001	中正橋	二區	埔里	HWB3C	縣 131	南投縣	埔里	2.58	0.00	0.51	1.62
B06-1310-005A	無名橋_131 線_5K	二區	埔里	HWB1C	縣 131	南投縣	埔里	0.93	0.00	0.26	0.82
B06-1310-005B	鹽土坑橋	二區	埔里	HWB1C	縣 131	南投縣	埔里	0.93	0.00	0.26	0.82
B06-1310-005C	加道二號橋	二區	埔里	HWB1S	縣 131	南投縣	埔里	0.00	0.00	0.31	0.96
B06-1310-005D	加道一號橋	二區	埔里	HWB1C	縣 131	南投縣	埔里	0.93	0.00	0.27	0.81
B06-1310-008	加道三號橋	二區	埔里	HWB1S	縣 131	南投縣	魚池	0.00	0.00	0.31	0.96
B06-1310-009N	新東光橋	二區	埔里	HWB1C	縣 131	南投縣	魚池	1.52	0.00	0.24	0.70
B06-1310-009O	舊東光橋	二區	埔里	HWB2C	縣 131	南投縣	魚池	1.38	0.00	0.01	0.62
B06-1310-011	大林橋	二區	埔里	HWB1C	縣 131	南投縣	魚池	1.65	0.00	0.23	0.68
B06-1310-014	無名橋_131 線_14K	二區	埔里	HWB1C	縣 131	南投縣	魚池	2.79	0.00	0.20	0.52
B06-1310-018A	乾溪橋	二區	埔里	HWB1S	縣 131	南投縣	魚池	0.00	0.00	0.35	0.95
B06-1310-018B	十三哩橋	二區	埔里	HWB1C	縣 131	南投縣	魚池	3.94	0.00	0.18	0.49
B06-1310-019	五城三號橋	二區	埔里	HWB1C	縣 131	南投縣	魚池	4.71	0.00	0.19	0.50
B06-1310-020A	無名橋_131 線_20K_A	二區	埔里	HWB1C	縣 131	南投縣	魚池	2.89	0.00	0.20	0.51
B06-1310-020B	無名橋_131 線_20K_B	二區	埔里	HWB4C	縣 131	南投縣	魚池	2.89	0.00	0.75	1.70
B06-1310-021	大潭岩橋	二區	埔里	HWB1S	縣 131	南投縣	魚池	0.35	0.00	0.30	0.90
B06-1310-022	鹿寮橋	二區	埔里	HWB1C	縣 131	南投縣	魚池	2.25	0.00	0.22	0.58
B06-1330-000	葉厝橋	二區	埔里	HWB1C	縣 133	南投縣	國姓	2.14	0.00	0.21	0.60
B06-1330-001	長順橋	二區	埔里	HWB1C	縣 133	南投縣	國姓	2.69	0.00	0.20	0.53

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B06-1330-002	福興橋	二區	埔里	HWB2C	縣 133	南投縣	國姓	2.02	0.00	0.15	0.34
B06-1330-005A	竹坑橋	二區	埔里	HWB1S	縣 133	南投縣	國姓	0.93	0.00	0.28	0.80
B06-1330-005BN	新國姓橋	二區	埔里	HWB3S	縣 133	南投縣	國姓	0.35	0.00	0.23	0.49
B06-1330-005BO	國姓橋	二區	埔里	HWB4C	縣 133	南投縣	國姓	2.25	0.00	0.16	0.34
B06-1360-050A	清景橋	二區	埔里	HWB1C	縣 136	南投縣	國姓	2.36	0.00	0.20	0.57
B06-1360-050B	清峰橋	二區	埔里	HWB1S	縣 136	南投縣	國姓	0.00	0.00	0.32	0.86
B06-1360-052	平和橋	二區	埔里	HWB1S	縣 136	南投縣	國姓	0.00	0.00	0.33	0.90
B06-1360-053A	乾坤橋	二區	埔里	HWB1C	縣 136	南投縣	國姓	2.89	0.00	0.20	0.51
B06-1360-053B	和平橋	二區	埔里	HWB1C	縣 136	南投縣	國姓	2.89	0.00	0.20	0.51
B06-1360-053C	信義橋	二區	埔里	HWB1C	縣 136	南投縣	國姓	3.00	0.00	0.20	0.51
B06-1360-054A	仁愛橋	二區	埔里	HWB1C	縣 136	南投縣	國姓	2.79	0.00	0.20	0.52
B06-1360-054B	忠孝橋	二區	埔里	HWB1C	縣 136	南投縣	國姓	2.89	0.00	0.20	0.51
B06-1360-055	八鄰橋	二區	埔里	HWB1S	縣 136	南投縣	國姓	0.00	0.00	0.32	0.89
B06-1360-057	乾峰橋	二區	埔里	HWB4S	縣 136	南投縣	國姓	0.00	0.00	0.20	0.45
B06-1470-000	北山橋	二區	埔里	HWB2C	縣 147	南投縣	國姓	4.46	0.00	0.58	0.97
B06-1470-001	南港一號橋	二區	埔里	HWB4C	縣 147	南投縣	國姓	4.96	0.00	0.57	0.64
B06-1470-002	三民橋	二區	埔里	HWB1S	縣 147	南投縣	國姓	0.00	0.00	0.32	0.92
B06-1470-003	南港二號橋	二區	埔里	HWB2C	縣 147	南投縣	國姓	1.24	0.00	0.41	0.66
B06-1470-004	榮興橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	國姓	1.77	0.00	0.22	0.66
B06-1470-005A	鹿寮橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	國姓	1.77	0.00	0.22	0.66
B06-1470-005B	林厝橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	國姓	4.46	0.00	0.19	0.49
B06-1470-005C	山羊橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	國姓	2.58	0.00	0.20	0.54
B06-1470-006A	盧厝橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	國姓	1.90	0.00	0.22	0.63
B06-1470-006B	港源一號橋	二區	埔里	HWB4C	縣 147	南投縣	國姓	4.29	0.00	0.17	0.33
B06-1470-007A	港源二號橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	國姓	4.03	0.00	0.18	0.49
B06-1470-007B	無名橋_147 線_7K	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	國姓	2.58	0.00	0.20	0.54
B06-1470-008A	存光橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	國姓	3.94	0.00	0.18	0.49
B06-1470-008B	富山二號橋	二區	埔里	HWB1S	縣 147	南投縣	國姓	0.00	0.00	0.32	0.90
B06-1470-009A	樟湖橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	國姓	4.03	0.00	0.18	0.49
B06-1470-009B	三合橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	國姓	3.85	0.00	0.18	0.48
B06-1470-011	車坪崙五號橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	水里	3.58	0.00	0.19	0.49
B06-1470-012A	車坪崙四號橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	水里	3.58	0.00	0.19	0.49
B06-1470-012B	車坪崙三號橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	水里	3.67	0.00	0.19	0.49
B06-1470-013A	車坪崙二號橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	水里	3.76	0.00	0.19	0.49
B06-1470-013B	車坪崙一號橋	二區	埔里	HWB1C	縣 147	南投縣	水里	3.85	0.00	0.18	0.49
B07-0160-013A	風坑橋	二區	信義	HWB1C	台 16	南投縣	水里	1.24	0.00	0.26	0.77
B07-0160-013B	天水橋	二區	信義	HWB1C	台 16	南投縣	水里	1.24	0.00	0.29	0.82
B07-0160-014A	清山橋	二區	信義	HWB1C	台 16	南投縣	水里	1.38	0.00	0.28	0.78
B07-0160-014B	新城橋-台 16 線	二區	信義	HWB1C	台 16	南投縣	水里	1.24	0.00	0.26	0.77
B07-0160-015A	中山橋	二區	信義	HWB3C	台 16	南投縣	水里	2.69	0.00	0.14	0.31
B07-0160-016A	社子橋	二區	信義	HWB1C	台 16	南投縣	水里	1.90	0.00	0.26	0.66
B07-0160-019A	圳頭橋	二區	信義	HWB1C	台 16	南投縣	水里	2.89	0.00	0.22	0.51
B07-0160-023A	松柏橋	二區	信義	HWB1C	台 16	南投縣	水里	2.36	0.00	0.22	0.57
B07-0160-026A	民和橋	二區	信義	HWB1C	台 16	南投縣	水里	3.48	0.00	0.19	0.48

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B07-0160-029A	無名橋	二區	信義	HWB1S	台 16	南投縣	信義	0.00	0.00	0.33	0.93
B07-0210-072A	頂平一號橋	二區	信義	HWB1S	台 21	南投縣	魚池	1.09	0.00	0.27	0.80
B07-0210-073A	頂平二號橋	二區	信義	HWB1S	台 21	南投縣	魚池	0.93	0.00	0.28	0.83
B07-0210-074A	頂平三號橋	二區	信義	HWB5S	台 21	南投縣	魚池	0.76	0.00	0.32	0.85
B07-0210-074B	頂平四號橋	二區	信義	HWB1S	台 21	南投縣	水里	0.76	0.00	0.29	0.87
B07-0210-080B	新山橋	二區	信義	HWB4R	台 21	南投縣	水里	2.79	0.00	2.30	2.63
B07-0210-081B	郡平橋	二區	信義	HWB1S	台 21	南投縣	水里	0.57	0.00	0.30	0.90
B07-0210-082A	新郡橋	二區	信義	HWB1S	台 21	南投縣	水里	0.00	0.00	0.33	0.95
B07-0210-082B	郡坑口橋	二區	信義	HWB1S	台 21	南投縣	水里	0.00	0.00	0.32	0.97
B07-0210-082C	龍神橋	二區	信義	HWB2R	台 21	南投縣	水里	2.89	0.00	0.16	0.43
B07-0210-083A	郡坑橋	二區	信義	HWB1S	台 21	南投縣	水里	0.00	0.00	0.32	0.97
B07-0210-084A	上安橋	二區	信義	HWB1S	台 21	南投縣	水里	0.00	0.00	0.33	0.95
B07-0210-086A	郡坑溪橋	二區	信義	HWB1C	台 21	南投縣	水里	2.79	0.00	0.23	0.52
B07-0210-087A	郡安橋	二區	信義	HWB1S	台 21	南投縣	水里	0.00	0.00	0.33	0.95
B07-0210-089A	新開橋	二區	信義	HWB4C	台 21	南投縣	信義	2.79	0.00	0.61	1.44
B07-0210-090A	九層橋	二區	信義	HWB2C	台 21	南投縣	信義	2.69	0.00	2.38	2.79
B07-0210-090B	信義橋-台 21 線	二區	信義	HWB2R	台 21	南投縣	信義	2.79	0.00	0.13	0.32
B07-0210-091A	沙里凍橋	二區	信義	HWB2S	台 21	南投縣	信義	0.00	0.00	0.29	0.54
B07-0210-093A	豐丘橋	二區	信義	HWB2S	台 21	南投縣	信義	0.00	0.00	0.24	0.50
B07-0210-093B	陳有蘭溪橋	二區	信義	HWB5S	台 21	南投縣	信義	0.93	0.00	0.19	0.39
B07-0210-095A	筆石橋	二區	信義	HWB5S	台 21	南投縣	信義	0.00	0.00	0.33	0.91
B07-0210-097A	庫坑橋	二區	信義	HWB2C	台 21	南投縣	信義	2.69	0.00	2.51	3.00
B07-0210-098A	望美橋	二區	信義	HWB1C	台 21	南投縣	信義	2.69	0.00	0.23	0.53
B07-0210-099A	望鄉橋	二區	信義	HWB5S	台 21	南投縣	信義	0.00	0.00	0.31	0.87
B07-0210-103A	上和隆橋	二區	信義	HWB1S	台 21	南投縣	信義	0.57	0.00	0.33	0.97
B07-0210-104B	玉平橋	二區	信義	HWB1C	台 21	南投縣	信義	1.90	0.00	0.23	0.65
B07-0210-106A	民和橋	二區	信義	HWB1S	台 21	南投縣	信義	0.35	0.00	0.34	1.02
B07-0210-107A	玉泉橋	二區	信義	HWB1C	台 21	南投縣	信義	2.47	0.00	0.24	0.56
B07-0210-107B	松泉橋	二區	信義	HWB5S	台 21	南投縣	信義	0.93	0.00	0.29	0.75
B07-0210-108A	愛玉橋	二區	信義	HWB5S	台 21	南投縣	信義	0.00	0.00	0.37	1.02
B07-0210-108B	神和橋	二區	信義	HWB5S	台 21	南投縣	信義	1.38	0.00	0.83	1.54
B07-0210-109A	草坪橋	二區	信義	HWB1C	台 21	南投縣	信義	2.25	0.00	0.26	0.59
B07-0210-110A	新興橋	二區	信義	HWB7S	台 21	南投縣	信義	0.35	0.00	0.30	0.87
B07-0210-130A	大勇橋	二區	信義	HWB2R	台 21	南投縣	信義	2.25	0.00	0.16	0.32
B07-1310-023	石觀音橋	二區	信義	HWB1C	縣 131	南投縣	水里	4.63	0.00	0.19	0.50
B07-1310-024A	明湖六號橋	二區	信義	HWB1S	縣 131	南投縣	水里	0.76	0.00	0.28	0.83
B07-1310-024B	明湖五號橋	二區	信義	HWB2C	縣 131	南投縣	水里	2.79	0.00	0.15	0.31
B07-1310-025A	明湖四號橋	二區	信義	HWB1S	縣 131	南投縣	水里	0.76	0.00	0.28	0.83
B07-1310-025B	明湖三號橋	二區	信義	HWB1C	縣 131	南投縣	水里	2.89	0.00	0.20	0.52
B07-1310-026	明湖二號橋	二區	信義	HWB1S	縣 131	南投縣	水里	0.76	0.00	0.28	0.83
B07-1310-027A	明湖一號橋	二區	信義	HWB2C	縣 131	南投縣	水里	2.89	0.00	0.75	1.68
B07-1310-027B	明潭七號橋	二區	信義	HWB1C	縣 131	南投縣	水里	3.00	0.00	0.20	0.51
B07-1310-028A	明潭六號橋	二區	信義	HWB1S	縣 131	南投縣	水里	0.76	0.00	0.28	0.83
B07-1310-028B	明潭五號橋	二區	信義	HWB1S	縣 131	南投縣	水里	0.57	0.00	0.29	0.86

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B07-1310-028C	明潭四號橋	二區	信義	HWB1C	縣 131	南投縣	水里	2.79	0.00	0.20	0.52
B07-1310-028D	明潭三號橋	二區	信義	HWB1C	縣 131	南投縣	水里	2.89	0.00	0.20	0.52
B07-1310-028E	明德橋	二區	信義	HWB1C	縣 131	南投縣	水里	1.09	0.00	0.26	0.78
B07-1310-028F	明潭二號橋	二區	信義	HWB1S	縣 131	南投縣	水里	0.00	0.00	0.32	0.90
B07-1310-029	明潭一號橋	二區	信義	HWB1C	縣 131	南投縣	水里	2.89	0.00	0.20	0.52
B07-1310-031A	新渭橋	二區	信義	HWB1S	縣 131	南投縣	水里	0.00	0.00	0.36	0.94
B07-1310-031B	新瀧橋	二區	信義	HWB1S	縣 131	南投縣	水里	0.00	0.00	0.35	0.97
B07-1310-032	無名橋_131 線_32K	二區	信義	HWB1C	縣 131	南投縣	水里	3.00	0.00	0.22	0.50
B07-1310-033	玉峰大橋	二區	信義	HWB4C	縣 131	南投縣	水里	1.52	0.00	0.29	0.54
B07-1310-036	玉瑞橋	二區	信義	HWB1C	縣 131	南投縣	鹿谷	3.67	0.00	0.20	0.48
B07-1310-038	瑞峰橋	二區	信義	HWB4C	縣 131	南投縣	鹿谷	3.19	0.00	2.08	2.77
B07-1310-040	無名橋_131 線_40K	二區	信義	HWB1C	縣 131	南投縣	鹿谷	2.36	0.00	0.24	0.57
B07-1310-041A	清瑞一號橋	二區	信義	HWB1S	縣 131	南投縣	鹿谷	0.00	0.00	0.32	0.90
B07-1310-041B	清水橋	二區	信義	HWB1S	縣 131	南投縣	鹿谷	0.00	0.00	0.32	0.90
B07-1310-042	清秀橋	二區	信義	HWB4C	縣 131	南投縣	鹿谷	4.63	0.00	0.16	0.35
B07-1310-044	秀峰橋	二區	信義	HWB1S	縣 131	南投縣	鹿谷	0.93	0.00	0.28	0.78
B07-1310-046	水尾橋	二區	信義	HWB1S	縣 131	南投縣	鹿谷	0.00	0.00	0.32	0.90
B08-0630-001A	中投公路 CT003A 標	二區	員林	HWB1S	台 63	台中縣	大里	1.52	0.00	0.25	0.70
B08-0630-002A	中投公路 CT003C 標	二區	員林	HWB5S	台 63	台中縣	大里	1.38	0.00	0.17	0.36
B08-0630-002B	CT002 標高架橋-1	二區	員林	HWB5S	台 63	台中縣	大里	1.38	0.00	0.68	1.37
B08-0630-002C	CT002 標高架橋-2	二區	員林	HWB5S	台 63	台中縣	大里	1.38	0.00	0.18	0.75
B08-0630-003A	中投公路大里溪橋 (CT003C 標)	二區	員林	HWB6S	台 63	台中縣	大里	1.52	0.00	0.32	1.37
B08-0630-003B	中投公路 CT005 標	二區	員林	HWB5S	台 63	台中縣	霧峰	1.52	0.00	0.20	0.38
B08-0630-004B	中投公路 CT006 標	二區	員林	HWB5S	台 63	台中縣	霧峰	1.52	0.00	0.29	0.54
B08-0630-007AL	中投公路 CT007-1 標左線	二區	員林	HWB5S	台 63	台中縣	霧峰	1.52	0.00	0.16	0.34
B08-0630-007AR	中投公路 CT007-1 標右線	二區	員林	HWB5S	台 63	台中縣	霧峰	1.52	0.00	0.16	0.33
B08-0630-008A	中投公路 CT007-2 標	二區	員林	HWB5S	台 63	台中縣	霧峰	1.38	0.00	0.62	1.31
B08-0630-010AL	中投公路 CT008 標左線	二區	員林	HWB5S	台 63	台中縣	霧峰	1.24	0.00	0.38	0.84
B08-0630-010AR	中投公路 CT008 標右線	二區	員林	HWB5S	台 63	台中縣	霧峰	1.38	0.00	0.37	0.86
B08-0630-011A	中投公路 CT009 標	二區	員林	HWB5S	台 63	台中縣	霧峰	1.38	0.00	0.29	0.54
B08-0630-012A	中投公路 CT010 標	二區	員林	HWB5S	台 63	南投縣	草屯	1.38	0.00	0.29	0.54
B08-0630-013B	中投公路 CT011 標	二區	員林	HWB6S	台 63	南投縣	草屯	1.38	0.00	0.29	0.54
B08-0630-016A	CT012A 標高架橋-1	二區	員林	HWB5S	台 63	南投縣	草屯	1.24	0.00	0.16	0.44
B08-0630-017A	CT012A 標高架橋-2	二區	員林	HWB5S	台 63	南投縣	草屯	1.24	0.00	0.30	0.76
B08-0630-017B	CT012A 標高架橋-3	二區	員林	HWB6S	台 63	南投縣	草屯	1.24	0.00	0.61	1.40
B08-0740-000A	中彰快速公路 EW310	二區	員林	HWB5S	台 74	彰化縣	彰化	1.65	0.00	0.18	0.66
B08-0740-001A	中彰快速公路 EW309	二區	員林	HWB6S	台 74	彰化縣	彰化	1.38	0.00	0.29	0.54
B08-0740-001B	EW308-1 標高架橋-1	二區	員林	HWB6S	台 74	台中縣	烏日	1.52	0.00	0.16	0.34
B08-0740-001C	EW308-2 標高架橋-1	二區	員林	HWB1S	台 74	台中縣	烏日	1.52	0.00	0.29	0.73
B08-0740-002B	EW308-2 標高架橋-2	二區	員林	HWB6S	台 74	台中縣	烏日	1.52	0.00	2.57	2.60
B08-0740-002C	EW308-2 標高架橋-3	二區	員林	HWB6S	台 74	台中縣	烏日	1.52	0.00	0.75	1.28

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B08-0740-002D	EW308-1 標高架橋-2	二區	員林	HWB6S	台 74	台中縣	烏日	1.52	0.00	2.32	2.58
B08-0740-004A	中彰快速公路 EW307-1	二區	員林	HWB5S	台 74	台中市	南屯區	1.38	0.00	0.29	0.54
B08-0740-005A	EW307 標高架橋-2	二區	員林	HWB6S	台 74	台中市	南屯區	1.38	0.00	0.21	0.37
B08-0740-005B	EW307 標高架橋-3	二區	員林	HWB6S	台 74	台中市	南屯區	1.38	0.00	2.24	2.49
B08-0740-007A	中彰快速公路 EW306	二區	員林	HWB5S	台 74	台中市	南屯區	1.52	0.00	0.29	0.54
B08-0740-009A	中彰快速公路 EW305	二區	員林	HWB6S	台 74	台中市	西屯區	1.65	0.00	0.21	0.40
B08-0740-010	EW303 標高架橋	二區	員林	HWB6S	台 74	台中市	西屯區	1.65	0.00	0.29	0.54
B08-0740-010A	中彰快速公路 EW304	二區	員林	HWB6S	台 74	台中市	西屯區	1.38	0.00	0.29	0.54
B08-0740-011	EW302 標高架橋	二區	員林	HWB6S	台 74	台中市	西屯區	1.52	0.00	0.29	0.54
B08-0740-057A	EW307 標高架橋-4	二區	員林	HWB6S	台 74	台中市	南屯區	1.38	0.00	2.35	2.62
B08-074A-000A	C329A 增設台 14 丙匝道 1	二區	員林	HWB5S	台 74 甲	彰化縣	彰化	0.00	0.00	1.41	1.61
B08-0760-000A	漢寶草屯 E408 標 -P101R-AR2(匝道 2)	二區	員林	HWB5S	台 76	南投縣	草屯	0.57	0.00	0.19	0.40
B08-0760-000D	漢寶草屯 E408 標 -P301-AR3(匝道 3)	二區	員林	HWB5S	台 76	南投縣	草屯	0.57	0.00	0.33	0.83
B08-0760-000I	漢寶草屯線 E401-1 標匝道	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	埔鹽	1.77	0.00	0.27	0.64
B08-0760-000L	漢寶草屯 E408 標 -AR4-P101L(匝道 4)	二區	員林	HWB5S	台 76	南投縣	草屯	0.57	0.00	0.19	0.40
B08-0760-011A	漢寶草屯線 E401-2 標	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	福興	1.65	0.00	0.29	0.54
B08-0760-011B	漢寶草屯線 E401-1 標	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	埔鹽	1.77	0.00	0.29	0.54
B08-0760-011C	漢寶草屯線 E401-2 標匝道	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	福興	1.65	0.00	0.27	0.66
B08-0760-013A	漢寶草屯線 E401-1 標迴車道橋	二區	員林	HWB1S	台 76	彰化縣	埔鹽	1.77	0.00	0.26	0.66
B08-0760-014AL	漢寶草屯 E402 標-左線	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	埔鹽	1.65	0.00	0.20	0.37
B08-0760-014AR	漢寶草屯 E402 標-右線	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	埔鹽	1.65	0.00	0.29	0.54
B08-0760-016A	漢寶草屯 E402 標-迴車道橋	二區	員林	HWB1S	台 76	彰化縣	埔鹽	1.65	0.00	0.27	0.68
B08-0760-016BL	漢寶草屯 E403 標-左線	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	員林	1.77	0.00	0.29	0.54
B08-0760-016BR	漢寶草屯 E403 標-右線	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	埔鹽	1.77	0.00	0.29	0.54
B08-0760-018CL	漢寶草屯 E404 標-左線	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	員林	1.77	0.00	0.19	0.63
B08-0760-018CR	漢寶草屯 E404 標-右線	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	員林	1.77	0.00	0.19	0.63
B08-0760-020AL	漢寶草屯 E405 標-左線	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	員林	1.24	0.00	0.29	0.54
B08-0760-020AR	漢寶草屯 E405 標-右線	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	員林	1.09	0.00	0.29	0.54
B08-0760-023AL	漢寶草屯 E406 標-左線	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	員林	0.57	0.00	0.29	0.54
B08-0760-023AR	漢寶草屯 E406 標-右線	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	員林	0.35	0.00	0.29	0.54
B08-0760-026A	漢寶草屯 E406 標-匝道橋 1	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	員林	0.35	0.00	1.04	1.39
B08-0760-026B	漢寶草屯 E406 標-匝道橋 4	二區	員林	HWB5S	台 76	彰化縣	員林	0.57	0.00	0.99	1.32
B08-0760-032A	漢寶草屯 E408 標-鋼拱塔斜張橋	二區	員林	HWB8S	台 76	南投縣	南投	0.76	0.00	0.33	0.80
B08-0760-032B	漢寶草屯 E408 標 -P101-P105	二區	員林	HWB6S	台 76	南投縣	草屯	0.57	0.00	1.88	2.08
B08-0760-032C	漢寶草屯 E408 標-半穿越式鋼拱橋	二區	員林	HWB6S	台 76	南投縣	草屯	0.57	0.00	0.33	0.85
B08-0760-032D	漢寶草屯 E408 標 -P108-P114	二區	員林	HWB6S	台 76	南投縣	草屯	0.35	0.00	2.06	2.29

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
B08-0760-032E	漢寶草屯 E408 標 -P114-AL1-2(引道 1)	二區	員林	HWB5S	台 76	南投縣	草屯	0.35	0.00	0.25	0.45
B08-0760-033A	漢寶草屯 E408 標 -P114-AR1-2(匝道 1)	二區	員林	HWB5S	台 76	南投縣	草屯	0.57	0.00	1.96	2.18
C01-0010-259A	岡山橋	三區	高雄	HWB3S	台 1	高雄縣	岡山	1.38	0.00	0.38	1.10
C01-0010-346A	圳溝橋	三區	高雄	HWB1C	台 1	高雄縣	湖內	3.76	0.00	0.20	0.47
C01-0010-348A	第五號橋	三區	高雄	HWB1C	台 1	高雄縣	路竹	4.12	0.00	0.20	0.48
C01-0010-364A	阿公店橋	三區	高雄	HWB3C	台 1	高雄縣	岡山	2.14	0.00	0.03	0.36
C01-0010-364B	橋子頭橋	三區	高雄	HWB3C	台 1	高雄縣	橋頭	5.04	0.00	0.18	0.39
C01-0010-367A	青埔橋	三區	高雄	HWB1C	台 1	高雄縣	仁武	5.59	0.00	0.21	0.51
C01-0010-368A	中埔橋	三區	高雄	HWB1S	台 1	高雄縣	仁武	1.90	0.00	0.23	0.63
C01-0010-370A	竹仔門橋	三區	高雄	HWB1C	台 1	高雄縣	仁武	4.38	0.00	0.19	0.49
C01-0010-379A	大智陸橋	三區	高雄	HWB3C	台 1	高雄縣	鳳山	3.85	0.00	0.29	0.54
C01-0010-381A	高鳳橋	三區	高雄	HWB1C	台 1	高雄縣	鳳山	3.94	0.00	0.20	0.48
C01-0010-386A	建國橋	三區	高雄	HWB3C	台 1	高雄縣	鳳山	3.94	0.00	0.17	0.33
C01-001E-007A	山仔頂橋	三區	高雄	HWB1C	台 1 戊	高雄縣	鳳山	3.10	0.00	0.19	0.50
C01-001E-008A	後庄橋	三區	高雄	HWB1C	台 1 戊	高雄縣	大寮	6.62	0.00	0.23	0.53
C01-0030-393A	火燒莊橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	內門	1.77	0.00	0.26	0.69
C01-0030-394A	椰樹橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	內門	1.90	0.00	0.26	0.66
C01-0030-395A	木柵橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	內門	1.90	0.00	0.26	0.66
C01-0030-397A	新中橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	內門	1.77	0.00	0.26	0.69
C01-0030-397B	內湖橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	內門	1.77	0.00	0.26	0.69
C01-0030-399A	東勢埔橋	三區	高雄	HWB2C	台 3	高雄縣	內門	1.65	0.00	0.17	0.36
C01-0030-400A	東平橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	內門	1.77	0.00	0.26	0.69
C01-0030-400B	內門橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	旗山	1.77	0.00	0.26	0.69
C01-0030-401A	內埔橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	旗山	1.65	0.00	0.27	0.72
C01-0030-401B	觀音橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	旗山	1.65	0.00	0.27	0.72
C01-0030-402A	九芎橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	內門	1.77	0.00	0.26	0.69
C01-0030-402B	觀亭橋	三區	高雄	HWB3C	台 3	高雄縣	旗山	1.77	0.00	0.18	0.31
C01-0030-404A	第四號橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	旗山	2.14	0.00	0.24	0.61
C01-0030-404B	第三號橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	旗山	2.14	0.00	0.22	0.60
C01-0030-411A	手巾寮二號橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	旗山	1.90	0.00	0.26	0.65
C01-0030-412A	手巾寮一號橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	旗山	1.38	0.00	0.28	0.78
C01-0030-412B	吉洋三號橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	旗山	1.65	0.00	0.27	0.71
C01-0030-413A	吉洋橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	旗山	1.77	0.00	0.26	0.69
C01-0030-413B	吉祥二號橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	旗山	3.67	0.00	0.21	0.47
C01-0030-414A	土庫一號橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	旗山	3.76	0.00	0.20	0.47
C01-0030-419A	旗南橋	三區	高雄	HWB7C	台 3	高雄縣	旗山	2.02	0.00	0.12	0.54
C01-0030-432A	二層橋	三區	高雄	HWB1C	台 3	高雄縣	內門	2.14	0.00	0.25	0.60
C01-0170-200A	保安橋	三區	高雄	HWB1C	台 17	高雄縣	永安	2.36	0.00	0.23	0.57
C01-0170-203A	維仁橋	三區	高雄	HWB6S	台 17	高雄縣	永安	2.02	0.00	0.30	0.33
C01-0170-204A	二號橋	三區	高雄	HWB1C	台 17	高雄縣	路竹	2.89	0.00	0.22	0.51
C01-0170-205A	彌陀橋	三區	高雄	HWB1C	台 17	高雄縣	彌陀	6.69	0.00	0.23	0.53
C01-0170-208A	下甲橋	三區	高雄	HWB1C	台 17	高雄縣	路竹	4.55	0.00	0.20	0.49
C01-0170-210A	典寶橋	三區	高雄	HWB3C	台 17	高雄縣	梓官	2.79	0.00	0.13	0.26

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C01-0170-211A	維新橋	三區	高雄	HWB4C	台 17	高雄縣	梓官	2.69	0.00	1.88	1.93
C01-0170-211B	過埤橋	三區	高雄	HWB2C	台 17	高雄縣	梓官	2.79	0.00	1.73	2.19
C01-0170-214A	刺溝橋	三區	高雄	HWB1C	台 17	高雄縣	彌陀	3.48	0.00	0.20	0.48
C01-0170-243A	中門橋	三區	高雄	HWB1C	台 17	高雄縣	林園	2.69	0.00	1.67	2.04
C01-0170-246A	五塊厝橋	三區	高雄	HWB1C	台 17	高雄縣	林園	4.20	0.00	0.20	0.48
C01-0170-247A	石化二橋	三區	高雄	HWB6C	台 17	高雄縣	林園	4.29	0.00	1.07	1.44
C01-0170-254A	頂厝橋	三區	高雄	HWB1C	台 17	高雄縣	林園	4.20	0.00	0.22	0.51
C01-0170-257A	石化五橋	三區	高雄	HWB1C	台 17	高雄縣	林園	4.20	0.00	0.21	0.50
C01-017A-007A	湖內橋	三區	高雄	HWB1C	台 17 甲	高雄縣	湖內	2.89	0.00	0.22	0.51
C01-017A-027A	添志橋	三區	高雄	HWB1C	台 17 甲	高雄縣	茄萣	3.00	0.00	0.21	0.50
C01-017A-027B	海埔一號橋	三區	高雄	HWB1C	台 17 甲	高雄縣	湖內	3.58	0.00	0.20	0.48
C01-017A-027C	海浦橋	三區	高雄	HWB1C	台 17 甲	高雄縣	湖內	4.38	0.00	0.20	0.48
C01-019A-058A	阿蓮橋	三區	高雄	HWB1R	台 19 甲	高雄縣	阿蓮	3.19	0.00	0.18	0.49
C01-019A-059A	九鬮橋	三區	高雄	HWB1S	台 19 甲	高雄縣	阿蓮	1.65	0.00	0.27	0.71
C01-019A-060A	復安一號橋	三區	高雄	HWB1S	台 19 甲	高雄縣	阿蓮	1.65	0.00	0.27	0.71
C01-019A-060B	復安二號橋	三區	高雄	HWB1S	台 19 甲	高雄縣	阿蓮	1.52	0.00	0.27	0.74
C01-019A-061A	土庫橋	三區	高雄	HWB1S	台 19 甲	高雄縣	阿蓮	1.65	0.00	0.23	0.70
C01-019A-061B	土庫一號橋	三區	高雄	HWB1S	台 19 甲	高雄縣	阿蓮	1.65	0.00	0.27	0.71
C01-019A-062A	田厝橋	三區	高雄	HWB1C	台 19 甲	高雄縣	阿蓮	3.48	0.00	0.20	0.48
C01-019A-063A	嘉峰橋	三區	高雄	HWB1S	台 19 甲	高雄縣	阿蓮	1.65	0.00	0.27	0.71
C01-019A-065A	嘉興橋	三區	高雄	HWB1S	台 19 甲	高雄縣	阿蓮	1.38	0.00	0.29	0.77
C01-019A-065B	嘉興一號橋	三區	高雄	HWB1C	台 19 甲	高雄縣	阿蓮	3.19	0.00	0.21	0.49
C01-019A-067A	台上橋	三區	高雄	HWB1C	台 19 甲	高雄縣	岡山	3.29	0.00	0.21	0.48
C01-019A-068A	仁壽橋	三區	高雄	HWB3C	台 19 甲	高雄縣	岡山	2.36	0.00	1.32	1.47
C01-019A-070A	復興橋	三區	高雄	HWB1C	台 19 甲	高雄縣	岡山	3.58	0.00	0.21	0.47
C01-0210-268A	瑞峰橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	3.58	0.00	0.21	0.47
C01-0210-268B	合政橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	3.67	0.00	0.21	0.47
C01-0210-269A	大明橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	2.79	0.00	0.24	0.53
C01-0210-269B	忠孝橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	2.89	0.00	0.24	0.52
C01-0210-269C	仁愛橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	2.89	0.00	0.22	0.52
C01-0210-269D	和平橋-台 21 線	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	2.79	0.00	0.23	0.52
C01-0210-269E	信義橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	2.79	0.00	0.23	0.52
C01-0210-270A	三協橋	三區	高雄	HWB2C	台 21	高雄縣	旗山	2.89	0.00	2.13	2.13
C01-0210-271A	武鹿橋	三區	高雄	HWB4C	台 21	高雄縣	旗山	2.89	0.00	0.14	0.27
C01-0210-273A	八號橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	3.00	0.00	0.22	0.50
C01-0210-274A	九號橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	3.00	0.00	0.22	0.50
C01-0210-274B	十號橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	3.10	0.00	0.22	0.49
C01-0210-275A	十一號橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	3.00	0.00	0.22	0.50
C01-0210-276A	和尚橋	三區	高雄	HWB6C	台 21	高雄縣	旗山	3.00	0.00	1.56	2.18
C01-0210-277A	十二號橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	3.10	0.00	0.22	0.49
C01-0210-279A	南勝橋	三區	高雄	HWB2C	台 21	高雄縣	旗山	3.00	0.00	0.76	1.75
C01-0210-281A	大樹橋	三區	高雄	HWB4C	台 21	高雄縣	大樹	2.02	0.00	1.43	1.59
C01-0210-281B	觀月橋	三區	高雄	HWB2C	台 21	高雄縣	旗山	3.19	0.00	0.65	1.16
C01-0210-282A	嶺口橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	3.10	0.00	0.23	0.51

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C01-0210-284A	統嶺坑橋	三區	高雄	HWB4C	台 21	高雄縣	大樹	4.12	0.00	1.52	1.86
C01-0210-284B	興中橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	大樹	2.79	0.00	0.23	0.53
C01-0210-285A	佛光橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	大樹	2.79	0.00	0.23	0.53
C01-0210-285B	甘泉橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	大樹	2.14	0.00	0.25	0.58
C01-0210-286A	仙溪橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	大樹	2.25	0.00	0.25	0.57
C01-0210-286B	興埔橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	大樹	2.25	0.00	0.25	0.57
C01-0210-288A	大坑橋	三區	高雄	HWB4C	台 21	高雄縣	大樹	3.76	0.00	1.63	2.09
C01-0210-292A	長春橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	大樹	2.02	0.00	0.26	0.60
C01-0210-295A	竹子寮橋	三區	高雄	HWB1S	台 21	高雄縣	大樹	1.38	0.00	0.29	0.69
C01-0210-297A	曹公圳橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	大樹	2.14	0.00	0.25	0.59
C01-0210-305A	大智橋	三區	高雄	HWB1C	台 21	高雄縣	大寮	3.85	0.00	0.22	0.50
C01-0210-306A	大仁橋	三區	高雄	HWB4C	台 21	高雄縣	大寮	3.85	0.00	0.13	0.48
C01-0220-001A	保舍甲橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.39	0.00	0.20	0.48
C01-0220-002A	樣仔橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.39	0.00	0.22	0.50
C01-0220-003A	頂西橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.48	0.00	0.20	0.48
C01-0220-003B	磚瑤橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.19	0.00	0.21	0.49
C01-0220-005A	鳳山厝橋	三區	高雄	HWB4C	台 22	高雄縣	燕巢	3.39	0.00	1.59	2.08
C01-0220-007A	43 號橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.10	0.00	0.21	0.49
C01-0220-008A	44 號橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.10	0.00	0.21	0.49
C01-0220-008B	埤底橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.29	0.00	0.21	0.48
C01-0220-009A	大崎橋	三區	高雄	HWB3C	台 22	高雄縣	燕巢	3.10	0.00	0.09	1.29
C01-0220-010B	第 36 號橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.19	0.00	0.21	0.49
C01-0220-012A	觀音橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.00	0.00	0.23	0.51
C01-0220-012B	深二橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.10	0.00	0.22	0.51
C01-0220-012C	第 30 號橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.10	0.00	0.21	0.50
C01-0220-013A	仁德橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.00	0.00	0.23	0.51
C01-0220-013B	深三橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.10	0.00	0.23	0.51
C01-0220-013C	深四橋	三區	高雄	HWB1C	台 22	高雄縣	燕巢	3.10	0.00	0.23	0.51
C01-0220-014A	里嶺大橋	三區	高雄	HWB5S	台 22	高雄縣	旗山	0.00	0.00	0.29	0.54
C01-0250-001A	大東橋	三區	高雄	HWB2C	台 25	高雄縣	大寮	4.55	0.00	1.30	1.33
C01-0250-002A	明一橋	三區	高雄	HWB1C	台 25	高雄縣	大寮	2.89	0.00	0.22	0.51
C01-0250-006A	大寮橋	三區	高雄	HWB4C	台 25	高雄縣	大寮	3.10	0.00	1.78	1.84
C01-0250-007A	第六號橋	三區	高雄	HWB1C	台 25	高雄縣	大寮	3.19	0.00	0.21	0.49
C01-0250-009A	第七號橋	三區	高雄	HWB1C	台 25	高雄縣	大寮	3.39	0.00	0.22	0.50
C01-0250-010A	第八號橋	三區	高雄	HWB1C	台 25	高雄縣	大寮	3.29	0.00	0.22	0.50
C01-0250-011A	新庄橋	三區	高雄	HWB3C	台 25	高雄縣	大寮	3.19	0.00	0.22	0.49
C01-0250-012A	第九號橋	三區	高雄	HWB1C	台 25	高雄縣	大寮	3.19	0.00	0.21	0.49
C01-0250-012B	第十號橋	三區	高雄	HWB1C	台 25	高雄縣	大寮	3.29	0.00	0.21	0.48
C01-0250-014A	第十二號橋	三區	高雄	HWB3C	台 25	高雄縣	大寮	2.89	0.00	0.16	0.32
C01-0250-014B	第十一號橋	三區	高雄	HWB1C	台 25	高雄縣	大寮	3.10	0.00	0.21	0.49
C01-0250-015A	第十三號橋	三區	高雄	HWB1C	台 25	高雄縣	大寮	2.79	0.00	0.23	0.53
C01-0250-015B	第十四號橋	三區	高雄	HWB1C	台 25	高雄縣	大寮	3.00	0.00	0.21	0.50
C01-0250-015C	第十五號橋	三區	高雄	HWB1C	台 25	高雄縣	大寮	2.89	0.00	0.21	0.51
C01-0280-000A	竹湖陸橋	三區	高雄	HWB3C	台 28	高雄縣	岡山	3.19	0.00	0.29	0.54

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C01-0280-005A	崙頂橋	三區	高雄	HWB1C	台 28	高雄縣	湖內	2.36	0.00	0.24	0.57
C01-0280-015A	月世界橋	三區	高雄	HWB1C	台 28	高雄縣	阿蓮	3.58	0.00	0.21	0.48
C01-0280-015B	崇西橋	三區	高雄	HWB1C	台 28	高雄縣	阿蓮	3.94	0.00	0.18	0.48
C01-0280-019A	古亭橋	三區	高雄	HWB3C	台 28	高雄縣	阿蓮	2.89	0.00	0.16	0.34
C01-0280-020A	鹿淵橋	三區	高雄	HWB1C	台 28	高雄縣	田寮	3.76	0.00	0.21	0.48
C01-0280-020B	鹿天橋	三區	高雄	HWB1C	台 28	高雄縣	田寮	1.65	0.00	0.27	0.71
C01-0280-024A	淵源橋	三區	高雄	HWB1C	台 28	高雄縣	田寮	2.89	0.00	0.23	0.51
C01-0280-026A	旗亭橋	三區	高雄	HWB1C	台 28	高雄縣	田寮	3.00	0.00	0.23	0.50
C01-0280-030A	旗山橋	三區	高雄	HWB3C	台 28	高雄縣	旗山	4.03	0.00	0.17	0.32
C01-0880-000A	台 88(0K+116~0K+500)高架橋	三區	高雄	HWB5S	台 88	高雄縣	鳳山	1.38	0.00	0.28	0.79
C01-0880-000B	台 88(0K+500~5K+070)高架橋	三區	高雄	HWB5S	台 88	高雄縣	鳳山	0.93	0.00	0.29	0.54
C01-0880-005A	台 88(5K+233~8K+203)高架橋	三區	高雄	HWB5S	台 88	高雄縣	大寮	0.76	0.00	0.29	0.54
C01-0880-008A	台 88(8K+950- 9K+114)高架橋	三區	高雄	HWB5C	台 88	高雄縣	大寮	1.77	0.00	0.26	0.63
C01-0880-009B	台 88(9K+114- 9K+222)高架橋	三區	高雄	HWB5C	台 88	高雄縣	大寮	1.77	0.00	0.26	0.63
C01-0880-009D	台 88(9K+222- 9K+546)高架橋	三區	高雄	HWB5C	台 88	高雄縣	大寮	1.65	0.00	0.27	0.64
C01-0880-009E	台 88(9K+546- 9K+819)高架橋	三區	高雄	HWB5C	台 88	高雄縣	大寮	1.77	0.00	0.26	0.63
C01-0880-009F	台 88(9K+819-10K+149)高架橋	三區	高雄	HWB5C	台 88	高雄縣	大寮	1.65	0.00	0.27	0.65
C01-0880-010A	台 88(10K+149-10K+314)高架橋	三區	高雄	HWB5C	台 88	高雄縣	大寮	1.77	0.00	0.27	0.63
C01-0880-010C	台 88(10K+314-10K+379)高架橋	三區	高雄	HWB6C	台 88	高雄縣	大寮	1.77	0.00	0.23	0.65
C01-0880-011A	萬大大橋	三區	高雄	HWB5R	台 88	高雄縣	大寮	2.36	0.00	0.29	0.54
C01-1820-029	八號橋	三區	高雄	HWB1C	縣 182	高雄市	旗山	2.58	0.00	0.23	0.54
C01-1820-030	七號橋	三區	高雄	HWB1C	縣 182	高雄市	旗山	2.69	0.00	0.23	0.53
C01-1820-031	中埔橋	三區	高雄	HWB1C	縣 182	高雄市	內門	2.25	0.00	0.24	0.59
C01-1830-004	中欄橋	三區	高雄	HWB1C	縣 183	高雄市	仁武	2.69	0.00	0.22	0.53
C01-1830-006	灣子橋	三區	高雄	HWB7C	縣 183	高雄市	鳥松	4.71	0.00	0.20	0.49
C01-1830-008	夢裡橋	三區	高雄	HWB7C	縣 183	高雄市	鳥松	2.79	0.00	0.22	0.52
C01-1830-018	媽祖港橋	三區	高雄	HWB2C	縣 183	高雄市	鳳山	4.63	0.00	1.36	1.49
C01-183A-000	鳳山橋	三區	高雄	HWB3S	縣 183 甲	高雄市	鳳山	0.35	0.00	0.18	0.41
C01-183A-003	生明橋	三區	高雄	HWB7C	縣 183 甲	高雄市	鳳山	2.47	0.00	0.23	0.56
C01-183B-000	大觀橋	三區	高雄	HWB7C	縣 183 乙	高雄市	鳥松	4.20	0.00	0.19	0.48
C01-1860-003	前州橋	三區	高雄	HWB2S	縣 186	高雄市	岡山	1.90	0.00	0.15	0.40
C01-1860-007	臺一線陸橋	三區	高雄	HWB1R	縣 186	高雄市	岡山	2.79	0.00	0.20	0.52
C01-1860-008A	舊鐵路陸橋	三區	高雄	HWB1R	縣 186	高雄市	岡山	3.58	0.00	0.19	0.49
C01-1860-008B	新鐵路陸橋	三區	高雄	HWB3R	縣 186	高雄市	岡山	3.58	0.00	0.13	0.28
C01-1860-009	一號橋	三區	高雄	HWB7S	縣 186	高雄市	大寮	1.38	0.00	0.28	0.77
C01-1860-014	燕巢橋	三區	高雄	HWB1C	縣 186	高雄市	阿蓮	4.71	0.00	0.20	0.50
C01-1860-017A	角宿橋	三區	高雄	HWB1C	縣 186	高雄市	燕巢	2.25	0.00	0.23	0.59
C01-1860-017B	茄苳橋	三區	高雄	HWB1C	縣 186	高雄市	燕巢	3.76	0.00	0.20	0.48

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C01-1860-021A	中圳橋	三區	高雄	HWB1C	縣 186	高雄市	大社	3.10	0.00	0.21	0.50
C01-1860-021B	大社橋	三區	高雄	HWB1C	縣 186	高雄市	大社	7.11	0.00	0.24	0.53
C01-1860-023	仁大橋	三區	高雄	HWB1C	縣 186	高雄市	大社	4.03	0.00	0.20	0.48
C01-1860-027	烏林橋	三區	高雄	HWB1C	縣 186	高雄市	仁武	4.03	0.00	0.20	0.48
C01-1860-028	二號橋	三區	高雄	HWB1S	縣 186	高雄市	仁武	0.57	0.00	0.32	0.89
C01-1860-030A	阿猴林橋	三區	高雄	HWB1S	縣 186	高雄市	仁武	1.24	0.00	0.28	0.77
C01-1860-030B	三號橋	三區	高雄	HWB1C	縣 186	高雄市	仁武	2.89	0.00	0.22	0.51
C01-1860-030C	四號橋	三區	高雄	HWB1C	縣 186	高雄市	仁武	3.19	0.00	0.21	0.49
C01-1860-031	五號橋	三區	高雄	HWB1C	縣 186	高雄市	仁武	3.10	0.00	0.21	0.50
C01-1860-032	和山橋	三區	高雄	HWB2S	縣 186	高雄市	大樹	1.24	0.00	2.32	2.89
C02-0010-390	高屏大橋(前段)	三區	潮州	HWB3S	台 1	高雄縣	大寮	0.00	0.00	0.26	0.53
C02-0010-391E	高屏大橋(東行)	三區	潮州	HWB5S	台 1	高雄縣	大寮	0.00	0.00	0.33	0.71
C02-0010-391W	高屏大橋(西行)	三區	潮州	HWB5S	台 1	高雄縣	大寮	0.00	0.00	0.33	0.71
C02-0010-394A	頭前溪橋	三區	潮州	HWB7S	台 1	屏東縣	屏東	1.77	0.00	0.23	0.64
C02-0010-396A	牛稠溪橋	三區	潮州	HWB4C	台 1	屏東縣	屏東	2.47	0.00	0.30	0.82
C02-0010-401A	民生橋	三區	潮州	HWB1C	台 1	屏東縣	屏東	2.36	0.00	0.24	0.57
C02-0010-401B	民權橋	三區	潮州	HWB1C	台 1	屏東縣	屏東	2.47	0.00	0.23	0.56
C02-0010-403A	南麟洛橋	三區	潮州	HWB3C	台 1	屏東縣	麟洛	2.47	0.00	1.74	2.01
C02-0010-403B	北麟洛橋	三區	潮州	HWB3C	台 1	屏東縣	麟洛	2.47	0.00	0.17	0.51
C02-0010-404A	無名橋	三區	潮州	HWB1C	台 1	屏東縣	麟洛	2.58	0.00	0.23	0.54
C02-0010-406A	無名橋-台 1 線 406K+350	三區	潮州	HWB1C	台 1	屏東縣	麟洛	2.69	0.00	0.23	0.53
C02-0010-408A	內埔橋	三區	潮州	HWB1C	台 1	屏東縣	內埔	2.36	0.00	0.24	0.57
C02-0010-409A	龍頸溪橋	三區	潮州	HWB4C	台 1	屏東縣	內埔	2.69	0.00	2.06	2.12
C02-0010-412A	新潮州大橋	三區	潮州	HWB6C	台 1	屏東縣	潮州	2.89	0.00	0.12	0.22
C02-0010-413A	頭溝水橋	三區	潮州	HWB1C	台 1	屏東縣	內埔	2.89	0.00	0.22	0.51
C02-0010-416A	泗林橋	三區	潮州	HWB1C	台 1	屏東縣	潮州	3.10	0.00	0.22	0.50
C02-0010-417A	綠溪橋	三區	潮州	HWB4C	台 1	屏東縣	潮州	3.10	0.00	0.22	0.79
C02-0010-421A	樸子橋	三區	潮州	HWB2C	台 1	屏東縣	南州	3.29	0.00	1.53	1.92
C02-0010-422A	鍛冶橋	三區	潮州	HWB3C	台 1	屏東縣	南州	3.29	0.00	1.48	1.83
C02-0010-424A	建成橋	三區	潮州	HWB4C	台 1	屏東縣	南州	3.29	0.00	0.21	0.50
C02-0010-426A	354 號橋	三區	潮州	HWB3C	台 1	屏東縣	新埤	3.39	0.00	1.49	1.91
C02-0010-426B	無名橋	三區	潮州	HWB1C	台 1	屏東縣	南州	3.48	0.00	0.20	0.48
C02-0010-427A	新埤大橋	三區	潮州	HWB2C	台 1	屏東縣	新埤	3.94	0.00	0.29	0.54
C02-0010-430A	昌隆橋	三區	潮州	HWB1C	台 1	屏東縣	佳冬	3.39	0.00	0.21	0.48
C02-0010-435A	三五八號橋	三區	潮州	HWB1C	台 1	屏東縣	枋寮	3.58	0.00	0.21	0.48
C02-0030-415A	土庫橋	三區	潮州	HWB3C	台 3	屏東縣	里港	2.02	0.00	1.56	2.22
C02-0030-417A	三?橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	里港	1.90	0.00	0.26	0.66
C02-0030-418A	無名橋-台 3 線 418K+300	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	里港	2.14	0.00	0.25	0.61
C02-0030-420A	無名橋-台 3 線 420K+300	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	里港	2.14	0.00	0.25	0.61
C02-0030-421A	無名橋-台 3 線 421K+300	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	里港	2.02	0.00	0.25	0.64
C02-0030-423A	丁子寮橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	里港	2.25	0.00	0.24	0.59
C02-0030-423B	里港大橋	三區	潮州	HWB2R	台 3	屏東縣	里港	2.69	0.00	0.29	0.54

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C02-0030-425A	五五橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	九如	0.93	0.00	0.31	0.87
C02-0030-426A	維新橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	九如	0.93	0.00	0.31	0.89
C02-0030-428A	冷水坑橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	九如	2.47	0.00	0.24	0.56
C02-0030-428B	八德橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	九如	1.09	0.00	0.30	0.85
C02-0030-429A	六合橋	三區	潮州	HWB3C	台 3	屏東縣	九如	1.09	0.00	0.19	0.41
C02-0030-429B	信義橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	九如	2.36	0.00	0.23	0.57
C02-0030-430A	和平橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	九如	1.38	0.00	0.28	0.77
C02-0030-431A	仁愛橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	屏東	1.24	0.00	0.29	0.81
C02-0030-431B	忠孝橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	屏東	1.38	0.00	0.28	0.78
C02-0030-432A	九如橋	三區	潮州	HWB3C	台 3	屏東縣	九如	1.90	0.00	0.17	0.35
C02-0030-433A	無名橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	屏東	1.24	0.00	0.29	0.82
C02-0030-434A	七賢橋	三區	潮州	HWB2C	台 3	屏東縣	九如	1.24	0.00	1.51	2.27
C02-0030-435A	勝利橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	屏東	0.93	0.00	0.30	0.89
C02-0030-436A	無名橋	三區	潮州	HWB1C	台 3	屏東縣	屏東	6.83	0.00	0.23	0.53
C02-0030-445A	和平陸橋	三區	潮州	HWB6C	台 3	屏東縣	屏東	1.52	0.00	0.14	0.29
C02-0170-252A	南龍橋	三區	潮州	HWB2C	台 17	屏東縣	新園	3.19	0.00	0.17	0.33
C02-0170-252B	東港大橋	三區	潮州	HWB2C	台 17	屏東縣	東港	4.12	0.00	0.29	0.54
C02-0170-255A	新興橋	三區	潮州	HWB1C	台 17	屏東縣	東港	4.38	0.00	0.21	0.50
C02-0170-256A	革新橋	三區	潮州	HWB1C	台 17	屏東縣	東港	4.38	0.00	0.22	0.50
C02-0170-256B	東港陸橋	三區	潮州	HWB3C	台 17	屏東縣	東港	3.58	0.00	0.14	0.34
C02-0170-257A	無名橋	三區	潮州	HWB4C	台 17	屏東縣	東港	4.20	0.00	1.46	1.72
C02-0170-259A	瑤仔口橋	三區	潮州	HWB2C	台 17	屏東縣	林邊	4.12	0.00	0.17	0.34
C02-0170-259B	無名橋	三區	潮州	HWB1C	台 17	屏東縣	東港	4.03	0.00	0.20	0.48
C02-0170-262A	林邊大橋	三區	潮州	HWB5C	台 17	屏東縣	林邊	4.12	0.00	0.16	0.30
C02-0170-263A	羌園二號橋	三區	潮州	HWB2C	台 17	屏東縣	佳冬	4.20	0.00	0.17	0.34
C02-0170-264A	羌園橋	三區	潮州	HWB3C	台 17	屏東縣	佳冬	4.12	0.00	1.11	1.50
C02-0170-267A	無名橋(潮州)-台 17 線	三區	潮州	HWB1C	台 17	屏東縣	枋寮	4.20	0.00	0.20	0.48
C02-0170-267B	無名橋	三區	潮州	HWB1C	台 17	屏東縣	佳冬	3.85	0.00	0.20	0.47
C02-0170-267C	無名橋	三區	潮州	HWB1C	台 17	屏東縣	佳冬	4.03	0.00	0.20	0.48
C02-0170-269A	無名橋	三區	潮州	HWB3C	台 17	屏東縣	枋寮	4.12	0.00	0.17	0.32
C02-0170-269B	北旗尾橋	三區	潮州	HWB1C	台 17	屏東縣	枋寮	3.76	0.00	0.20	0.47
C02-0220-025A	高樹大橋	三區	潮州	HWB4S	台 22	屏東縣	高樹	0.57	0.00	0.29	0.54
C02-0220-029A	無名橋-台 22 線 29K+030	三區	潮州	HWB1C	台 22	屏東縣	高樹	3.76	0.00	0.20	0.47
C02-0220-033A	南郡橋	三區	潮州	HWB1C	台 22	屏東縣	里港	3.29	0.00	0.21	0.48
C02-0240-000A	大武橋	三區	潮州	HWB1C	台 24	屏東縣	屏東	0.93	0.00	0.30	0.87
C02-0240-002A	仁愛橋	三區	潮州	HWB1C	台 24	屏東縣	屏東	4.80	0.00	0.20	0.49
C02-0240-003A	迎春橋	三區	潮州	HWB1R	台 24	屏東縣	屏東	3.48	0.00	0.21	0.48
C02-0240-007A	無名橋-台 24 線 7K+590	三區	潮州	HWB1R	台 24	屏東縣	長治	2.47	0.00	0.23	0.56
C02-0240-009A	德協橋	三區	潮州	HWB1C	台 24	屏東縣	長治	2.36	0.00	0.24	0.57
C02-0240-010A	新圳橋	三區	潮州	HWB1C	台 24	屏東縣	長治	2.25	0.00	0.25	0.59
C02-0240-011A	無名橋-台 24 線 11K+965	三區	潮州	HWB1C	台 24	屏東縣	長治	2.25	0.00	0.24	0.59
C02-0240-016A	振興橋	三區	潮州	HWB1R	台 24	屏東縣	鹽埔	2.14	0.00	0.24	0.61

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C02-0240-020	三地門大橋	三區	潮州	HWB2C	台 24	屏東縣	三地門	1.65	0.00	0.29	0.54
C02-0240-035A	第二號橋	三區	潮州	HWB1C	台 24	屏東縣	霧台	2.79	0.00	0.23	0.52
C02-0240-047A	無名橋	三區	潮州	HWB1C	台 24	屏東縣	霧台	1.77	0.00	0.27	0.68
C02-0270-025A	無名橋-台 27 線 25K+900	三區	潮州	HWB1R	台 27	屏東縣	高樹	3.85	0.00	0.20	0.47
C02-0270-032A	無名橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	高樹	2.79	0.00	0.22	0.52
C02-0270-033A	高壽橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	高樹	5.51	0.00	0.21	0.51
C02-0270-034A	豐源橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	高樹	0.00	0.00	0.34	0.79
C02-0270-035A	南陸橋	三區	潮州	HWB4C	台 27	屏東縣	高樹	0.76	0.00	2.46	2.97
C02-0270-036A	聖力橋	三區	潮州	HWB4S	台 27	屏東縣	高樹	0.00	0.00	0.22	0.46
C02-0270-037A	文山橋	三區	潮州	HWB4C	台 27	屏東縣	高樹	5.04	0.00	0.18	0.38
C02-0270-037B	泰山橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	高樹	0.00	0.00	0.33	0.99
C02-0270-040A	南華橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	高樹	0.35	0.00	0.35	1.00
C02-0270-040B	南華大橋	三區	潮州	HWB5C	台 27	屏東縣	鹽埔	1.24	0.00	0.29	0.54
C02-0270-042A	勝力橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	鹽埔	1.24	0.00	0.29	0.82
C02-0270-042B	福德橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	鹽埔	1.52	0.00	0.28	0.75
C02-0270-044A	民益橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	鹽埔	1.52	0.00	0.25	0.72
C02-0270-046A	無名橋-台 27 線 46K+350	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	鹽埔	1.65	0.00	0.27	0.72
C02-0270-047A	民生橋	三區	潮州	HWB1R	台 27	屏東縣	鹽埔	1.65	0.00	0.24	0.69
C02-0270-050A	登界橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	鹽埔	1.52	0.00	0.28	0.74
C02-0270-051A	海豐橋	三區	潮州	HWB6C	台 27	屏東縣	鹽埔	1.52	0.00	0.26	0.72
C02-0270-053A	至正橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	屏東	1.90	0.00	0.26	0.66
C02-0270-056A	復興陸橋	三區	潮州	HWB6C	台 27	屏東縣	屏東	1.09	0.00	0.18	0.39
C02-0270-057A	萬年橋	三區	潮州	HWB3C	台 27	屏東縣	屏東	2.25	0.00	1.53	2.24
C02-0270-058A	劉厝橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	屏東	2.36	0.00	0.21	0.57
C02-0270-062A	無名橋-台 27 線 62K+650	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	萬丹	2.14	0.00	0.24	0.61
C02-0270-064A	無名橋-台 27 線 64K+964	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	萬丹	2.14	0.00	0.24	0.61
C02-0270-066A	無名橋-台 27 線 66K+317	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	萬丹	1.77	0.00	0.26	0.68
C02-0270-067A	無名橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	萬丹	2.02	0.00	0.25	0.63
C02-0270-071A	仙吉橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	新園	2.02	0.00	0.25	0.63
C02-0270-072A	無名橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	新園	2.14	0.00	0.24	0.61
C02-0270-076A	港西橋	三區	潮州	HWB1C	台 27	屏東縣	新園	3.19	0.00	0.19	0.50
C02-0880-012A	台 88(12K+755~13K+067) 高架橋	三區	潮州	HWB6C	台 88	屏東縣	萬丹	2.02	0.00	0.13	0.28
C02-0880-013A	台 88(13K+067~14K+484) 高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	萬丹	1.38	0.00	0.20	0.35
C02-0880-014A	高雄潮州線高架橋 (14K+484~17K+695)	三區	潮州	HWB7S	台 88	屏東縣	萬丹	1.65	0.00	0.29	0.54
C02-0880-017A	台 88(17k+695-17k+905)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	1.09	0.00	0.27	0.70
C02-0880-017B	台 88(17k+905-18k+115)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	1.09	0.00	0.27	0.71

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C02-0880-018A	台88(18k+115-18k+325)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	1.09	0.00	0.27	0.71
C02-0880-018B	台88(18k+325-18k+535)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	1.24	0.00	0.26	0.69
C02-0880-018C	台88(18k+535-18k+739)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	0.35	0.00	0.30	0.80
C02-0880-018D	台88(18k+739-18k+943)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	0.93	0.00	0.31	0.77
C02-0880-018E	台88(18k+943-19k+147)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	0.93	0.00	0.28	0.73
C02-0880-019A	台88(19k+147-19k+357)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	1.65	0.00	0.25	0.63
C02-0880-019B	台88(19k+357-19k+561)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	1.09	0.00	0.27	0.71
C02-0880-019C	台88(19k+561-19k+731)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	0.00	0.00	0.32	0.83
C02-0880-019D	台 88(19k+901-20k+071)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	0.00	0.00	0.32	0.83
C02-0880-020A	台88(20k+071-20k+270)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	1.09	0.00	0.27	0.70
C02-0880-020B	台88(20k+270-20k+470.4)高架橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	0.93	0.00	0.27	0.72
C02-0880-020D	189 縣道穿越橋	三區	潮州	HWB5S	台 88	屏東縣	竹田	0.93	0.00	0.31	0.77
C02-0880-022A	台 88 屏東線鐵路穿越橋	三區	潮州	HWB2S	台 88	屏東縣	竹田	0.00	0.00	0.21	0.42
C02-1810-017	無名橋_181 線_17K	三區	潮州	HWB1C	縣 181	屏東縣	高樹	3.10	0.00	0.21	0.50
C02-1810-018	無名橋_181 線_18K	三區	潮州	HWB1C	縣 181	屏東縣	高樹	3.19	0.00	0.21	0.49
C02-1810-019	無名橋_181 線_19K	三區	潮州	HWB1C	縣 181	屏東縣	高樹	3.19	0.00	0.21	0.50
C02-1850-000	格物橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	高樹	2.36	0.00	0.23	0.57
C02-1850-002A	無名橋_185 線_2K_A	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	高樹	5.89	0.00	0.22	0.52
C02-1850-002B	無名橋_185 線_2K_B	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	高樹	5.97	0.00	0.22	0.52
C02-1850-003	誠意橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	高樹	2.36	0.00	0.23	0.57
C02-1850-005	國泰橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	高樹	2.36	0.00	0.23	0.57
C02-1850-007	民安橋	三區	潮州	HWB4C	縣 185	屏東縣	高樹	2.25	0.00	0.16	0.33
C02-1850-009	明德橋	三區	潮州	HWB7C	縣 185	屏東縣	高樹	2.36	0.00	0.23	0.57
C02-1850-010A	青安橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	高樹	2.36	0.00	0.23	0.57
C02-1850-010B	青泰橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	高樹	2.36	0.00	0.23	0.57
C02-1850-014	口社大橋	三區	潮州	HWB2C	縣 185	屏東縣	高樹	2.47	0.00	0.16	0.33
C02-1850-017	興家橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	高樹	2.69	0.00	0.22	0.53
C02-1850-024	三泰橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	三地門	2.58	0.00	0.23	0.54
C02-1850-026	水門第二號橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	內埔	2.25	0.00	0.24	0.59
C02-1850-029A	涼山橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	瑪家	2.25	0.00	0.21	0.58
C02-1850-029B	至德橋	三區	潮州	HWB4C	縣 185	屏東縣	瑪家	2.25	0.00	0.16	0.36
C02-1850-030	友愛橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	瑪家	2.36	0.00	0.23	0.57
C02-1850-031A	敦親橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	瑪家	2.25	0.00	0.24	0.59
C02-1850-031B	孝悌橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	瑪家	2.36	0.00	0.23	0.57

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C02-1850-031C	睦族橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	瑪家	2.36	0.00	0.23	0.57
C02-1850-032	謙和橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	瑪家	2.36	0.00	0.23	0.57
C02-1850-033A	佳義橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	瑪家	2.58	0.00	0.20	0.54
C02-1850-033B	維新橋	三區	潮州	HWB4C	縣 185	屏東縣	瑪家	2.36	0.00	1.92	2.43
C02-1850-034	民善橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	瑪家	2.25	0.00	0.24	0.59
C02-1850-035	利民橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	瑪家	2.47	0.00	0.23	0.56
C02-1850-036A	萬安大橋	三區	潮州	HWB2C	縣 185	屏東縣	萬巒	1.90	0.00	0.16	0.35
C02-1850-036B	萬金二號橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	萬巒	2.02	0.00	0.24	0.62
C02-1850-038A	泰成橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	萬巒	1.90	0.00	0.25	0.65
C02-1850-038B	萬金橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	萬巒	2.02	0.00	0.25	0.62
C02-1850-041A	赤山橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	萬巒	2.02	0.00	0.24	0.62
C02-1850-041B	赤新橋	三區	潮州	HWB4C	縣 185	屏東縣	萬巒	2.02	0.00	0.17	0.36
C02-1850-042	新厝橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	萬巒	2.02	0.00	0.24	0.62
C02-1850-044	南勢湖橋	三區	潮州	HWB2C	縣 185	屏東縣	萬巒	2.14	0.00	0.14	0.38
C02-1850-045	新置橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	萬巒	0.57	0.00	0.31	0.89
C02-1850-047	農場橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	萬巒	2.25	0.00	0.23	0.58
C02-1850-053	餉潭大橋	三區	潮州	HWB2C	縣 185	屏東縣	新埤	2.25	0.00	0.18	0.32
C02-1850-056	餉潭橋	三區	潮州	HWB4C	縣 185	屏東縣	新埤	6.33	0.00	0.18	0.20
C02-1850-057	獅頭一號橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	新埤	2.25	0.00	0.20	0.58
C02-1850-058	獅頭二號橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	新埤	2.25	0.00	0.21	0.58
C02-1850-059	力力溪大橋	三區	潮州	HWB2C	縣 185	屏東縣	新埤	2.36	0.00	0.18	0.35
C02-1850-064	新開橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	枋寮	2.47	0.00	0.23	0.56
C02-1850-065A	北勢溪橋	三區	潮州	HWB4C	縣 185	屏東縣	枋寮	2.47	0.00	0.14	0.32
C02-1850-065B	內寮橋-1	三區	潮州	HWB4S	縣 185	屏東縣	枋寮	2.02	0.00	0.16	0.34
C02-1850-066A	內寮橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	枋寮	2.47	0.00	0.23	0.56
C02-1850-066B	頂營橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	枋寮	2.47	0.00	0.23	0.55
C02-1850-067	蜈蜞溝橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	枋寮	2.47	0.00	0.23	0.56
C02-1850-068	匏仔園橋	三區	潮州	HWB1C	縣 185	屏東縣	枋寮	2.58	0.00	0.22	0.54
C02-1870-000	水門橋	三區	潮州	HWB1C	縣 187	屏東縣	內埔	3.00	0.00	0.21	0.51
C02-1870-011A	青春橋	三區	潮州	HWB1C	縣 187	屏東縣	內埔	3.00	0.00	0.21	0.51
C02-1870-011B	壽比橋	三區	潮州	HWB7S	縣 187	屏東縣	內埔	0.00	0.00	0.35	1.02
C02-1870-019A	無名橋_187 線_19K	三區	潮州	HWB1C	縣 187	屏東縣	萬巒	3.10	0.00	0.21	0.50
C02-1870-019B	羅康園橋	三區	潮州	HWB3C	縣 187	屏東縣	萬巒	3.00	0.00	0.29	0.54
C02-1870-020	萬巒大橋	三區	潮州	HWB3S	縣 187	屏東縣	萬巒	0.00	0.00	0.22	0.37
C02-1870-021	萬巒第二號橋	三區	潮州	HWB1C	縣 187	屏東縣	萬巒	3.29	0.00	0.21	0.49
C02-1870-022	萬巒第一號橋	三區	潮州	HWB3C	縣 187	屏東縣	潮州	3.29	0.00	1.26	1.88
C02-1870-025	民治橋	三區	潮州	HWB3C	縣 187	屏東縣	潮州	3.39	0.00	0.13	0.27
C02-1870-031	無名橋_187 線_31K	三區	潮州	HWB1C	縣 187	屏東縣	崁頂	5.43	0.00	0.21	0.51
C02-1870-033A	康橋	三區	潮州	HWB3S	縣 187	屏東縣	崁頂	1.90	0.00	0.18	0.34
C02-1870-033B	無名橋_187 線_33K	三區	潮州	HWB1C	縣 187	屏東縣	崁頂	4.38	0.00	0.20	0.49
C02-1870-034	無名橋_187 線_34K	三區	潮州	HWB1C	縣 187	屏東縣	崁頂	4.38	0.00	0.20	0.49
C02-1870-037	東港橋	三區	潮州	HWB7S	縣 187	屏東縣	東港	1.77	0.00	0.26	0.66
C02-1870-038	蓬萊橋	三區	潮州	HWB1C	縣 187	屏東縣	東港	3.76	0.00	0.20	0.48
C02-1870-039A	不老橋	三區	潮州	HWB4C	縣 187	屏東縣	東港	6.90	0.00	0.22	0.48

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C02-1870-039B	新興橋	三區	潮州	HWB1C	縣 187	屏東縣	東港	3.29	0.00	0.21	0.49
C02-187A-004	無名橋_187 甲線_4K	三區	潮州	HWB1C	縣 187 甲	屏東縣	內埔	4.71	0.00	0.20	0.50
C02-187A-006A	第 338 號橋	三區	潮州	HWB1C	縣 187 甲	屏東縣	內埔	4.63	0.00	0.20	0.49
C02-187A-006B	內埔橋	三區	潮州	HWB1S	縣 187 甲	屏東縣	內埔	1.38	0.00	0.28	0.74
C02-187B-001	萬春橋	三區	潮州	HWB1C	縣 187 乙	屏東縣	內埔	3.76	0.00	0.20	0.48
C02-187B-002A	盛春橋	三區	潮州	HWB1C	縣 187 乙	屏東縣	內埔	5.59	0.00	0.21	0.51
C02-187B-002B	四春橋	三區	潮州	HWB1C	縣 187 乙	屏東縣	內埔	3.48	0.00	0.20	0.48
C02-187B-003	無名橋_187 乙線_3K	三區	潮州	HWB1C	縣 187 乙	屏東縣	萬巒	3.94	0.00	0.20	0.48
C02-187B-004	泗林橋	三區	潮州	HWB1C	縣 187 乙	屏東縣	萬巒	2.14	0.00	0.24	0.60
C02-187B-006	東昇橋	三區	潮州	HWB1C	縣 187 乙	屏東縣	潮州	2.14	0.00	0.24	0.60
C02-187B-014	龍泉橋	三區	潮州	HWB1R	縣 187 乙	屏東縣	新埤	7.65	0.00	0.25	0.53
C02-187B-021	無名橋_187 乙線_21K	三區	潮州	HWB1C	縣 187 乙	屏東縣	東港	4.03	0.00	0.20	0.48
C02-1890-001	惠耕橋	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	潮州	3.19	0.00	0.21	0.50
C02-1890-002A	昌農橋	三區	潮州	HWB3C	縣 189	屏東縣	萬丹	2.79	0.00	0.17	0.36
C02-1890-002B	無名橋_189 線_2K_A	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	新園	2.89	0.00	0.22	0.51
C02-1890-002C	無名橋_189 線_2K_B	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	新園	2.89	0.00	0.22	0.51
C02-1890-003	第三號橋	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	萬丹	2.89	0.00	0.22	0.51
C02-1890-004	惠民橋	三區	潮州	HWB6C	縣 189	屏東縣	萬丹	3.94	0.00	0.20	0.49
C02-1890-005	第一號橋	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	萬丹	2.89	0.00	0.22	0.51
C02-1890-009	萬丹橋	三區	潮州	HWB6C	縣 189	屏東縣	萬丹	0.00	0.00	0.33	1.00
C02-1890-010A	萬安橋	三區	潮州	HWB6C	縣 189	屏東縣	萬丹	1.77	0.00	0.26	0.64
C02-1890-010B	無名橋_189 線_10K	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	萬丹	1.77	0.00	0.26	0.67
C02-1890-011A	大湖橋	三區	潮州	HWB3R	縣 189	屏東縣	萬丹	1.77	0.00	0.19	0.31
C02-1890-011B	無名橋_189 線_11K	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	萬丹	1.90	0.00	0.25	0.64
C02-1890-012A	溝仔滘橋	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	萬丹	2.36	0.00	0.23	0.57
C02-1890-012B	無名橋_189 線_12K	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	萬丹	2.25	0.00	0.23	0.58
C02-1890-013	五魁橋	三區	潮州	HWB4C	縣 189	屏東縣	潮州	2.25	0.00	0.29	0.54
C02-1890-014	無名橋_189 線_14K	三區	潮州	HWB1R	縣 189	屏東縣	潮州	4.03	0.00	0.20	0.48
C02-1890-015	民享橋	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	潮州	4.46	0.00	0.20	0.49
C02-1890-020	北岸橋	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	新埤	2.14	0.00	0.24	0.60
C02-1890-021	新圳橋	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	新埤	2.14	0.00	0.24	0.60
C02-1890-022	大圳橋	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	新埤	2.69	0.00	0.22	0.53
C02-1890-023	砂崙橋	三區	潮州	HWB3C	縣 189	屏東縣	新埤	2.25	0.00	0.23	0.58
C02-1890-026A	無名橋_189 線_26K_A	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	林邊	2.58	0.00	0.22	0.54
C02-1890-026B	無名橋_189 線_26K_B	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	林邊	3.10	0.00	0.21	0.50
C02-1890-027	無名橋_189 線_27K	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	林邊	3.19	0.00	0.21	0.50
C02-1890-029	無名橋_189 線_29K	三區	潮州	HWB1C	縣 189	屏東縣	林邊	3.19	0.00	0.21	0.50
C02-2000-015	滿州二號橋	三區	潮州	HWB7C	縣 200	屏東縣	滿州	3.10	0.00	0.21	0.49
C03-0090-104A	大武橋	三區	台東	HWB3S	台 9	台東縣	大武	1.52	0.00	0.18	0.40
C03-0090-361A	無名橋	三區	台東	HWB1C	台 9	台東縣	卑南	2.89	0.00	0.22	0.51
C03-0090-363A	初鹿橋	三區	台東	HWB2C	台 9	台東縣	卑南	4.03	0.00	1.88	2.45
C03-0090-364A	美濃橋	三區	台東	HWB2C	台 9	台東縣	卑南	3.00	0.00	0.14	0.29
C03-0090-365A	班鳩橋	三區	台東	HWB4C	台 9	台東縣	卑南	3.58	0.00	2.04	2.78
C03-0090-365B	澱粉橋	三區	台東	HWB6C	台 9	台東縣	卑南	3.39	0.00	0.21	0.49

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C03-0090-367A	檳榔橋	三區	台東	HWB6C	台 9	台東縣	卑南	3.29	0.00	0.19	0.50
C03-0090-372A	無名橋 372K+084	三區	台東	HWB1C	台 9	台東縣	台東	3.29	0.00	0.24	0.51
C03-0090-374A	馬蘭橋	三區	台東	HWB6C	台 9	台東縣	台東	2.36	0.00	0.17	0.33
C03-0090-377A	中興陸橋	三區	台東	HWB2C	台 9	台東縣	台東	2.89	0.00	0.29	0.54
C03-0090-383A	新園橋	三區	台東	HWB2R	台 9	台東縣	台東	4.38	0.00	0.13	0.26
C03-0090-388A	建和橋	三區	台東	HWB1S	台 9	台東縣	台東	1.65	0.00	0.28	0.71
C03-0090-391A	知本橋	三區	台東	HWB2R	台 9	台東縣	台東	2.36	0.00	0.15	0.31
C03-0090-396A	新華源一號橋	三區	台東	HWB1S	台 9	台東縣	太麻里	1.90	0.00	0.25	0.63
C03-0090-396B	新華源二號橋	三區	台東	HWB3S	台 9	台東縣	太麻里	1.90	0.00	0.15	0.30
C03-0090-397A	新華源三號橋	三區	台東	HWB3S	台 9	台東縣	太麻里	1.90	0.00	0.29	0.54
C03-0090-397B	新華源五號橋	三區	台東	HWB5S	台 9	台東縣	太麻里	1.90	0.00	0.17	0.39
C03-0090-398A	新華源六號橋	三區	台東	HWB3S	台 9	台東縣	太麻里	1.90	0.00	0.46	0.99
C03-0090-398B	新華源七號橋	三區	台東	HWB3S	台 9	台東縣	太麻里	1.90	0.00	0.16	0.33
C03-0090-399A	華源八號橋	三區	台東	HWB1S	台 9	台東縣	太麻里	1.90	0.00	0.25	0.63
C03-0090-401A	北太麻里橋	三區	台東	HWB3S	台 9	台東縣	太麻里	1.90	0.00	0.17	0.37
C03-0090-404A	泰和橋	三區	台東	HWB1S	台 9	台東縣	太麻里	1.77	0.00	0.27	0.68
C03-0090-405A	南太麻里橋	三區	台東	HWB2R	台 9	台東縣	太麻里	3.39	0.00	0.13	0.28
C03-0090-407A	香蘭陸橋	三區	台東	HWB1C	台 9	台東縣	太麻里	2.69	0.00	0.23	0.53
C03-0090-414A	阡仔崙橋	三區	台東	HWB2C	台 9	台東縣	太麻里	3.58	0.00	0.29	0.54
C03-0090-418A	瀧橋	三區	台東	HWB1C	台 9	台東縣	太麻里	2.89	0.00	0.20	0.51
C03-0090-419A	多良橋	三區	台東	HWB2R	台 9	台東縣	太麻里	3.10	0.00	0.16	0.31
C03-0090-422BN	大竹高橋(北上)	三區	台東	HWB2S	台 9	台東縣	大武	0.76	0.00	0.20	0.84
C03-0090-422BS	大竹高橋(南下)	三區	台東	HWB2C	台 9	台東縣	大武	3.29	0.00	0.17	0.27
C03-0090-427A	富山橋	三區	台東	HWB5C	台 9	台東縣	大武	2.89	0.00	0.20	0.52
C03-0090-428A	加津林橋	三區	台東	HWB2R	台 9	台東縣	大武	4.12	0.00	0.16	0.33
C03-0090-429A	加津林一號橋	三區	台東	HWB1S	台 9	台東縣	大武	1.24	0.00	0.27	0.75
C03-0090-430A	加津林二號橋	三區	台東	HWB1S	台 9	台東縣	大武	1.24	0.00	0.27	0.75
C03-0090-432A	大鳥橋	三區	台東	HWB3R	台 9	台東縣	大武	4.12	0.00	0.14	0.30
C03-0090-437A	朝庸橋	三區	台東	HWB1R	台 9	台東縣	大武	3.67	0.00	0.18	0.48
C03-0090-441A	南興橋	三區	台東	HWB1S	台 9	台東縣	達仁	2.25	0.00	0.23	0.58
C03-0090-443A	安朔橋	三區	台東	HWB3R	台 9	台東縣	達仁	2.69	0.00	0.15	0.32
C03-0110-074A	黃金橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.22	0.57
C03-0110-076A	樟原橋	三區	台東	HWB4S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.17	0.36
C03-0110-080A	大壩來橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.22	0.57
C03-0110-081A	北三間屋橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.22	0.57
C03-0110-082A	南三間屋橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.22	0.56
C03-0110-083A	真柄橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	4.12	0.00	0.19	0.48
C03-0110-084A	城子橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.22	0.57
C03-0110-086A	長濱橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.21	0.54
C03-0110-087A	加走灣橋	三區	台東	HWB2C	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.15	0.31
C03-0110-088A	粗石橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	3.58	0.00	0.19	0.48
C03-0110-089A	石坑橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	3.58	0.00	0.19	0.48
C03-0110-090A	齒草橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.21	0.54
C03-0110-091A	掃別橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.21	0.54

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C03-0110-091B	南掃別橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.21	0.54
C03-0110-092A	竹湖橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.23	0.54
C03-0110-093A	石門橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.21	0.54
C03-0110-094A	彭仔存橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.21	0.54
C03-0110-096A	寧埔橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.21	0.54
C03-0110-096B	北石寧橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.20	0.54
C03-0110-097A	南石寧橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.21	0.54
C03-0110-097B	烏石鼻橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.23	0.54
C03-0110-097C	旦滿橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	長濱	2.58	0.00	0.21	0.54
C03-0110-100A	?橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	成功	3.67	0.00	0.19	0.48
C03-0110-101A	大濱橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.22	0.57
C03-0110-102A	北都威橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.22	0.57
C03-0110-105A	石傘橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.22	0.57
C03-0110-106A	玉水橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.22	0.57
C03-0110-107A	成功澳橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.25	0.57
C03-0110-108A	美佐呂橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.25	0.57
C03-0110-109A	紅毛橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	成功	2.36	0.00	0.25	0.57
C03-0110-110A	三仙橋	三區	台東	HWB4S	台 11	台東縣	成功	2.25	0.00	0.29	0.54
C03-0110-113A	萬年橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	成功	2.02	0.00	0.23	0.62
C03-0110-113B	新港橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	成功	2.02	0.00	0.24	0.62
C03-0110-116A	麒麟一橋	三區	台東	HWB3S	台 11	台東縣	成功	1.90	0.00	2.86	3.29
C03-0110-116B	麒麟二橋	三區	台東	HWB3S	台 11	台東縣	成功	2.25	0.00	2.74	3.27
C03-0110-117A	麒麟三號橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	成功	2.25	0.00	0.25	0.58
C03-0110-119A	八邊橋	三區	台東	HWB3S	台 11	台東縣	成功	2.25	0.00	0.17	0.37
C03-0110-119B	嘉平一號橋	三區	台東	HWB2S	台 11	台東縣	成功	2.25	0.00	0.16	0.34
C03-0110-119C	嘉平二號橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	成功	2.25	0.00	0.23	0.58
C03-0110-120A	嘉平三號橋	三區	台東	HWB3S	台 11	台東縣	成功	2.25	0.00	0.83	1.78
C03-0110-120B	嘉平四號橋	三區	台東	HWB3S	台 11	台東縣	成功	2.25	0.00	0.16	0.32
C03-0110-120C	嘉平五號橋	三區	台東	HWB3S	台 11	台東縣	成功	2.25	0.00	0.17	0.35
C03-0110-121A	嘉平六號橋	三區	台東	HWB3S	台 11	台東縣	成功	2.25	0.00	0.15	0.31
C03-0110-121B	嘉平七號橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	成功	2.25	0.00	0.23	0.58
C03-0110-121C	嘉平八號橋	三區	台東	HWB3S	台 11	台東縣	成功	2.25	0.00	0.84	1.79
C03-0110-121D	新福德橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	成功	2.02	0.00	0.23	0.62
C03-0110-123A	版橋(無名橋)	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	成功	3.48	0.00	0.21	0.48
C03-0110-124A	水無橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	成功	3.48	0.00	0.19	0.49
C03-0110-124B	知名橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	成功	3.48	0.00	0.19	0.49
C03-0110-125A	莿桐橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	成功	3.19	0.00	0.21	0.49
C03-0110-126A	都歷橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	成功	3.48	0.00	0.19	0.48
C03-0110-127A	半屏橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	成功	4.63	0.00	0.19	0.49
C03-0110-128A	小馬橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	成功	3.48	0.00	0.21	0.48
C03-0110-131A	東河橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	東河	3.00	0.00	0.21	0.51
C03-0110-133A	知路橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	東河	2.89	0.00	0.20	0.51
C03-0110-133B	的成橋	三區	台東	HWB5R	台 11	台東縣	東河	2.89	0.00	0.61	1.50
C03-0110-135A	大石橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	東河	3.58	0.00	0.19	0.48

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C03-0110-135B	小瀧橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	東河	3.67	0.00	0.19	0.48
C03-0110-135C	常盤橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	東河	3.48	0.00	0.19	0.49
C03-0110-135D	出水橋	三區	台東	HWB2C	台 11	台東縣	東河	3.94	0.00	0.16	0.34
C03-0110-135E	大柿橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	東河	2.69	0.00	0.21	0.53
C03-0110-136A	蓀竹橋	三區	台東	HWB2R	台 11	台東縣	東河	2.69	0.00	0.15	0.32
C03-0110-137A	七里橋	三區	台東	HWB5S	台 11	台東縣	東河	2.14	0.00	0.23	0.60
C03-0110-139A	佳里橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	東河	3.19	0.00	0.20	0.50
C03-0110-140A	碇橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	東河	3.58	0.00	0.18	0.48
C03-0110-141A	茅橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	東河	2.47	0.00	0.24	0.56
C03-0110-141B	堅石橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	東河	2.47	0.00	0.24	0.56
C03-0110-141C	無名橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	東河	2.47	0.00	0.24	0.56
C03-0110-142B	羊橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	東河	2.14	0.00	0.23	0.60
C03-0110-143A	貝橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	東河	2.14	0.00	0.26	0.61
C03-0110-144A	籐橋	三區	台東	HWB1R	台 11	台東縣	東河	2.25	0.00	0.25	0.59
C03-0110-144B	鉛橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	東河	2.14	0.00	0.26	0.61
C03-0110-145A	小橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	東河	2.14	0.00	0.25	0.61
C03-0110-146A	都橋	三區	台東	HWB2C	台 11	台東縣	東河	2.25	0.00	0.17	0.35
C03-0110-148AN	漁橋(新)	三區	台東	HWB2C	台 11	台東縣	東河	2.89	0.00	0.16	0.34
C03-0110-148AO	漁橋(舊)	三區	台東	HWB2C	台 11	台東縣	東河	2.89	0.00	0.16	0.34
C03-0110-148BN	新橋(新)	三區	台東	HWB2C	台 11	台東縣	東河	2.89	0.00	0.15	0.31
C03-0110-148BO	新橋(舊)	三區	台東	HWB2C	台 11	台東縣	東河	2.89	0.00	0.15	0.31
C03-0110-149A	千鳥橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	東河	4.20	0.00	0.20	0.48
C03-0110-149B	見返橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	東河	4.20	0.00	0.20	0.48
C03-0110-150A	渚橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	東河	4.20	0.00	0.20	0.48
C03-0110-150B	幸橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	東河	5.28	0.00	0.20	0.51
C03-0110-151A	入船橋	三區	台東	HWB4C	台 11	台東縣	東河	4.46	0.00	0.60	1.13
C03-0110-151B	都威橋	三區	台東	HWB3S	台 11	台東縣	長濱	2.36	0.00	0.17	0.63
C03-0110-152A	天水橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	卑南	4.46	0.00	0.20	0.48
C03-0110-152B	潮來橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	卑南	2.89	0.00	0.23	0.51
C03-0110-153A	真砂橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	卑南	4.46	0.00	0.20	0.48
C03-0110-153B	藥子橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	卑南	4.46	0.00	0.20	0.48
C03-0110-154A	追風橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	卑南	4.46	0.00	0.20	0.48
C03-0110-155A	入江橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	卑南	4.46	0.00	0.21	0.48
C03-0110-155B	黑髮橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	卑南	4.46	0.00	0.20	0.48
C03-0110-159A	加路蘭橋	三區	台東	HWB2C	台 11	台東縣	卑南	4.88	0.00	0.16	0.34
C03-0110-161A	眺海橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	卑南	4.88	0.00	0.19	0.50
C03-0110-161B	神鷹橋	三區	台東	HWB1C	台 11	台東縣	卑南	4.88	0.00	0.20	0.49
C03-0110-162A	中華大橋	三區	台東	HWB2R	台 11	台東縣	台東	2.79	0.00	0.29	0.54
C03-0110-167A	新豐里橋	三區	台東	HWB5S	台 11	台東縣	台東	2.36	0.00	0.72	1.67
C03-0110-169B	豐里一號橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	台東	2.02	0.00	0.24	0.62
C03-0110-170A	版橋一號	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	台東	2.14	0.00	0.26	0.61
C03-0110-170B	版橋二號	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	台東	2.02	0.00	0.26	0.63
C03-0110-171A	豐里二號橋	三區	台東	HWB1S	台 11	台東縣	台東	2.02	0.00	0.24	0.62
C03-0110-173A	豐源大橋	三區	台東	HWB2R	台 11	台東縣	台東	3.29	0.00	0.17	0.27

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C03-0110-177A	知本陸橋	三區	台東	HWB5C	台 11	台東縣	台東	2.47	0.00	0.15	0.30
C03-0110-178A	新知本橋	三區	台東	HWB5C	台 11	台東縣	台東	2.25	0.00	0.14	0.36
C03-011B-000A	無名橋	三區	台東	HWB1C	台 11 乙	台東縣	卑南	4.55	0.00	0.20	0.48
C03-011B-003A	富源橋	三區	台東	HWB1C	台 11 乙	台東縣	卑南	4.46	0.00	0.20	0.48
C03-011B-004A	台東大橋	三區	台東	HWB5R	台 11 乙	台東縣	卑南	4.88	0.00	0.17	0.35
C03-011B-006A	無名橋	三區	台東	HWB1C	台 11 乙	台東縣	卑南	4.29	0.00	0.20	0.48
C03-0230-020A	第十五號橋	三區	台東	HWB1R	台 23	台東縣	東河	3.94	0.00	0.18	0.48
C03-0230-020B	第十四號橋	三區	台東	HWB1R	台 23	台東縣	東河	4.03	0.00	0.20	0.47
C03-0230-024A	第十六號橋	三區	台東	HWB1C	台 23	台東縣	東河	4.03	0.00	0.20	0.47
C03-0230-025A	無名橋-台 23 線 25K+350	三區	台東	HWB1C	台 23	台東縣	東河	3.58	0.00	0.21	0.47
C03-0230-025B	農場二號橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.35	0.00	0.32	0.91
C03-0230-026A	二十四號橋	三區	台東	HWB1C	台 23	台東縣	東河	4.80	0.00	0.20	0.49
C03-0230-029A	德高橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.57	0.00	0.31	0.87
C03-0230-029B	農場三號橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.57	0.00	0.31	0.87
C03-0230-029C	農場五號橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.57	0.00	0.31	0.87
C03-0230-030A	北溪橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.76	0.00	0.30	0.83
C03-0230-031A	第 35 號橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.76	0.00	0.33	0.87
C03-0230-032B	美蘭一號橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.76	0.00	0.30	0.84
C03-0230-033A	花固橋	三區	台東	HWB1C	台 23	台東縣	東河	2.58	0.00	0.20	0.54
C03-0230-033B	美蘭二號橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.76	0.00	0.33	0.87
C03-0230-033C	美蘭三號橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.76	0.00	0.30	0.84
C03-0230-036A	咖啡園一號橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.57	0.00	0.33	0.93
C03-0230-036B	咖啡園二號橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.57	0.00	0.31	0.87
C03-0230-037A	柑桔林一號橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.57	0.00	0.33	0.93
C03-0230-037B	柑桔林二號橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.57	0.00	0.31	0.87
C03-0230-037C	柑桔林三號橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.57	0.00	0.31	0.87
C03-0230-038A	馬武溪橋	三區	台中	HWB2S	台 23	台東縣	東河	0.35	0.00	0.21	0.44
C03-0230-038B	新泰源橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.76	0.00	0.30	0.84
C03-0230-039B	泰源橋(已停用)	三區	台東	HWB2C	台 23	台東縣	東河	5.51	0.00	0.18	0.38
C03-0230-041A	登仙橋	三區	台東	HWB8S	台 23	台東縣	東河	1.77	0.00	0.25	0.65
C03-0230-042A	東泰一號橋	三區	台東	HWB1C	台 23	台東縣	東河	2.79	0.00	0.21	0.52
C03-0230-042B	東泰二號橋	三區	台東	HWB1C	台 23	台東縣	東河	2.79	0.00	0.21	0.52
C03-0230-042C	無名橋-台 23 線 42K+891	三區	台東	HWB1C	台 23	台東縣	東河	3.76	0.00	0.20	0.47
C03-0230-042D	馬德橋	三區	台東	HWB1S	台 23	台東縣	東河	0.57	0.00	0.31	0.87
C03-0300-030A	長濱橋	三區	台東	HWB1S	台 30	台東縣	長濱	0.76	0.00	0.30	0.84
C03-1970-041	鸞山橋	三區	台東	HWB1S	縣 197	台東縣	延平	0.00	0.00	0.33	0.90
C03-1970-046	利吉橋	三區	台東	HWB1C	縣 197	台東縣	卑南	4.88	0.00	0.19	0.50
C04-0200-056A	大田橋	三區	甲仙	HWB1S	台 20	高雄縣	甲仙	0.57	0.00	0.30	0.91
C04-0200-056B	公館橋	三區	甲仙	HWB1S	台 20	高雄縣	甲仙	0.35	0.00	0.34	1.02
C04-0200-066A	白雲橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	甲仙	1.52	0.00	0.28	0.74
C04-0200-066B	內寮橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	甲仙	1.52	0.00	0.27	0.75
C04-0200-066C	無名橋	三區	甲仙	HWB1S	台 20	高雄縣	甲仙	0.00	0.00	0.33	0.94
C04-0200-069A	珍藍橋	三區	甲仙	HWB1R	台 20	高雄縣	六龜	3.85	0.00	0.21	0.47

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C04-0200-071A	內英橋	三區	甲仙	HWB1R	台 20	高雄縣	六龜	3.85	0.00	0.20	0.47
C04-0200-071B	上智橋	三區	甲仙	HWB1R	台 20	高雄縣	六龜	3.94	0.00	0.21	0.48
C04-0200-073A	荖濃橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	六龜	3.76	0.00	0.22	0.49
C04-0200-074A	長份橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	六龜	3.94	0.00	0.20	0.47
C04-0200-075A	頂濃橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	六龜	3.94	0.00	0.20	0.47
C04-0200-079A	寶來一橋	三區	甲仙	HWB2S	台 20	高雄縣	六龜	0.57	0.00	0.20	0.92
C04-0200-089A	高賢橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	桃源	3.76	0.00	0.21	0.48
C04-0200-089B	流芳橋	三區	甲仙	HWB1R	台 20	高雄縣	桃源	3.76	0.00	0.20	0.47
C04-0200-091B	百靈橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	桃源	1.09	0.00	0.30	0.86
C04-0200-094A	桃源二橋	三區	甲仙	HWB4C	台 20	高雄縣	桃源	3.76	0.00	0.17	0.31
C04-0200-107A	樟山橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	桃源	3.67	0.00	0.20	0.47
C04-0200-114A	蘭雅橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	桃源	3.76	0.00	0.18	0.48
C04-0200-116A	山明橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	桃源	3.58	0.00	0.19	0.48
C04-0200-125A	常青橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	桃源	3.48	0.00	0.21	0.48
C04-0200-137A	天池橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	桃源	3.10	0.00	0.23	0.49
C04-0200-139A	進涇橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	桃源	3.76	0.00	0.20	0.47
C04-0200-142A	無名橋	三區	甲仙	HWB1C	台 20	高雄縣	桃源	3.85	0.00	0.20	0.47
C04-0210-203A	無名橋-台 21 線 203.788 ㎞	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	三民	2.47	0.00	0.24	0.56
C04-0210-203B	無名橋	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	三民	2.58	0.00	0.23	0.54
C04-0210-207B	民權橋	三區	甲仙	HWB8R	台 21	高雄縣	三民	1.38	0.00	0.16	0.35
C04-0210-209B	無名橋-台 21 線 209.590 ㎞	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	三民	2.79	0.00	0.23	0.52
C04-0210-216A	第十三號橋	三區	甲仙	HWB2S	台 21	高雄縣	三民	0.00	0.00	1.27	1.41
C04-0210-228A	牛寮橋	三區	甲仙	HWB5S	台 21	高雄縣	甲仙	0.00	0.00	1.05	1.44
C04-0210-228B	第六號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	甲仙	3.94	0.00	0.20	0.47
C04-0210-229A	第 5 號橋	三區	甲仙	HWB4C	台 21	高雄縣	甲仙	3.85	0.00	0.72	1.56
C04-0210-233A	第四號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	甲仙	3.85	0.00	0.18	0.48
C04-0210-235A	楠梓仙溪橋	三區	甲仙	HWB5S	台 21	高雄縣	甲仙	0.35	0.00	0.19	0.43
C04-0210-237A	第一號橋-台 21 線	三區	甲仙	HWB2R	台 21	高雄縣	甲仙	3.76	0.00	0.54	1.51
C04-0210-241A	中園橋	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	甲仙	3.39	0.00	0.21	0.48
C04-0210-242A	寶隆大橋	三區	甲仙	HWB2C	台 21	高雄縣	甲仙	2.02	0.00	0.31	0.60
C04-0210-243A	興農橋	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	甲仙	2.25	0.00	0.25	0.60
C04-0210-244A	無名橋-台 21 線 245.047 ㎞	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	杉林	2.79	0.00	0.23	0.52
C04-0210-244B	無名橋	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	杉林	2.79	0.00	0.23	0.52
C04-0210-245A	官埔橋	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	杉林	3.39	0.00	0.21	0.48
C04-0210-248A	集來橋	三區	甲仙	HWB4C	台 21	高雄縣	杉林	3.76	0.00	1.87	2.53
C04-0210-248B	集來三號橋	三區	甲仙	HWB3C	台 21	高雄縣	杉林	3.00	0.00	2.22	3.01
C04-0210-249A	新集橋	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	杉林	2.14	0.00	0.25	0.62
C04-0210-250A	份尾橋	三區	甲仙	HWB4C	台 21	高雄縣	杉林	2.14	0.00	0.15	0.29
C04-0210-251A	小份尾	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	杉林	4.80	0.00	0.20	0.49
C04-0210-252A	新庄橋	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	杉林	3.29	0.00	0.22	0.49
C04-0210-253A	湖底橋	三區	甲仙	HWB8C	台 21	高雄縣	杉林	3.10	0.00	2.10	2.85
C04-0210-258A	月眉橋	三區	甲仙	HWB5C	台 21	高雄縣	旗山	2.25	0.00	0.15	0.30

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C04-0210-258B	旗林橋	三區	甲仙	HWB1S	台 21	高雄縣	旗山	0.93	0.00	0.32	0.87
C04-0210-260A	力行橋	三區	甲仙	HWB1R	台 21	高雄縣	旗山	4.55	0.00	0.20	0.48
C04-0210-260B	無名橋	三區	甲仙	HWB4S	台 21	高雄縣	旗山	0.76	0.00	2.62	3.04
C04-0210-262A	無名橋-台 21 線 260.928 km	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	2.02	0.00	0.25	0.64
C04-0210-264A	圓潭橋	三區	甲仙	HWB3C	台 21	高雄縣	旗山	1.77	0.00	0.16	0.79
C04-0210-266A	第六號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 21	高雄縣	旗山	1.77	0.00	0.26	0.69
C04-0270-001A	第一號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27	高雄縣	六龜	2.36	0.00	0.21	0.57
C04-0270-002A	舊潭橋	三區	甲仙	HWB1S	台 27	高雄縣	六龜	0.00	0.00	0.33	0.95
C04-0270-002B	第二號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27	高雄縣	六龜	2.14	0.00	0.22	0.61
C04-0270-005A	無名橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27	高雄縣	六龜	3.85	0.00	0.20	0.47
C04-0270-007A	舊潭二號橋	三區	甲仙	HWB1S	台 27	高雄縣	六龜	0.00	0.00	0.33	0.94
C04-0270-007B	無名橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27	高雄縣	六龜	3.76	0.00	0.20	0.47
C04-0270-009A	邦腹溪橋	三區	甲仙	HWB3S	台 27	高雄縣	六龜	0.00	0.00	1.20	1.50
C04-0270-011A	無名橋-台 27 線 11.283 km	三區	甲仙	HWB1C	台 27	高雄縣	六龜	2.02	0.00	0.25	0.63
C04-0270-011B	水底橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27	高雄縣	六龜	1.90	0.00	0.25	0.66
C04-0270-013A	第五號橋	三區	甲仙	HWB1S	台 27	高雄縣	六龜	0.00	0.00	0.36	1.02
C04-0270-017A	三友橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27	高雄縣	六龜	3.29	0.00	0.21	0.48
C04-0270-017B	第七號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27	高雄縣	六龜	3.39	0.00	0.21	0.48
C04-0270-018A	三仁橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27	高雄縣	六龜	3.19	0.00	0.21	0.49
C04-0270-019A	青風橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27	高雄縣	六龜	3.19	0.00	0.21	0.49
C04-0270-019B	五和橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27	高雄縣	六龜	3.39	0.00	0.21	0.48
C04-027A-000A	無名橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27 甲	高雄縣	六龜	2.36	0.00	0.24	0.58
C04-027A-002A	文武橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27 甲	高雄縣	六龜	3.10	0.00	0.22	0.49
C04-027A-004A	柴頭溪橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27 甲	高雄縣	六龜	2.79	0.00	0.23	0.52
C04-027A-005A	復興橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27 甲	高雄縣	六龜	1.90	0.00	0.25	0.66
C04-027A-006A	六龜五號橋	三區	甲仙	HWB1R	台 27 甲	高雄縣	六龜	2.02	0.00	0.25	0.64
C04-027A-008B	六龜二號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27 甲	高雄縣	六龜	2.02	0.00	0.25	0.64
C04-027A-008C	六龜一號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27 甲	高雄縣	六龜	1.90	0.00	0.26	0.66
C04-027A-009A	二坡橋	三區	甲仙	HWB1C	台 27 甲	高雄縣	六龜	2.14	0.00	0.24	0.61
C04-0280-031A	第一號橋	三區	甲仙	HWB1S	台 28	高雄縣	旗山	0.93	0.00	0.28	0.83
C04-0280-031B	第二號橋	三區	甲仙	HWB1S	台 28	高雄縣	旗山	1.09	0.00	0.30	0.85
C04-0280-032A	第三號橋	三區	甲仙	HWB1S	台 28	高雄縣	旗山	0.93	0.00	0.27	0.85
C04-0280-034A	中壇橋	三區	甲仙	HWB3C	台 28	高雄縣	美濃	1.77	0.00	0.20	0.38
C04-0280-036A	上竹圍橋	三區	甲仙	HWB1R	台 28	高雄縣	美濃	1.52	0.00	0.28	0.74
C04-0280-037A	無名橋	三區	甲仙	HWB1R	台 28	高雄縣	美濃	1.52	0.00	0.27	0.75
C04-0280-038A	無名橋	三區	甲仙	HWB1S	台 28	高雄縣	美濃	0.93	0.00	0.31	0.89
C04-0280-038B	龍肚橋	三區	甲仙	HWB1S	台 28	高雄縣	美濃	0.76	0.00	0.29	0.87
C04-0280-040A	無名橋	三區	甲仙	HWB4S	台 28	高雄縣	美濃	1.09	0.00	2.64	3.20
C04-0280-042A	新寮橋	三區	甲仙	HWB3S	台 28	高雄縣	六龜	0.00	0.00	1.25	1.39
C04-0280-042B	第八號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 28	高雄縣	六龜	3.67	0.00	0.21	0.47
C04-0280-042C	第九號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 28	高雄縣	六龜	2.69	0.00	0.23	0.53
C04-0280-042D	第十號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 28	高雄縣	六龜	2.14	0.00	0.24	0.61
C04-0280-042E	第十一號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 28	高雄縣	六龜	2.25	0.00	0.24	0.59

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C04-0280-043A	第十二號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 28	高雄縣	六龜	2.14	0.00	0.24	0.61
C04-0280-043B	第十三號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 28	高雄縣	六龜	2.14	0.00	0.24	0.61
C04-0280-043C	第十四號橋	三區	甲仙	HWB1C	台 28	高雄縣	六龜	2.14	0.00	0.24	0.61
C04-0280-043D	青山橋	三區	甲仙	HWB2C	台 28	高雄縣	六龜	2.14	0.00	2.07	2.59
C04-0280-048A	庄頭橋	三區	甲仙	HWB1C	台 28	高雄縣	六龜	2.69	0.00	0.23	0.53
C04-0280-048B	新威橋	三區	甲仙	HWB1C	台 28	高雄縣	六龜	2.14	0.00	0.25	0.62
C04-1810-003A	月光一橋	三區	甲仙	HWB1S	縣 181	高雄市	杉林	1.24	0.00	0.26	0.74
C04-1810-003B	杉美橋	三區	甲仙	HWB2S	縣 181	高雄市	杉林	0.35	0.00	0.21	0.44
C04-1810-005	美興橋	三區	甲仙	HWB1S	縣 181	高雄市	美濃	0.35	0.00	0.34	0.92
C04-1810-007A	泰安橋	三區	甲仙	HWB1C	縣 181	高雄市	美濃	2.14	0.00	0.24	0.61
C04-1810-007B	美濃橋	三區	甲仙	HWB3C	縣 181	高雄市	美濃	1.52	0.00	0.17	0.39
C04-1810-008A	共和橋	三區	甲仙	HWB1C	縣 181	高雄市	美濃	2.25	0.00	0.24	0.59
C04-1810-008B	共通橋	三區	甲仙	HWB1C	縣 181	高雄市	美濃	2.14	0.00	0.24	0.60
C04-1810-010	無名橋_181 線_10K	三區	甲仙	HWB1C	縣 181	高雄市	美濃	2.25	0.00	0.24	0.58
C04-1810-011	復興橋	三區	甲仙	HWB1C	縣 181	高雄市	美濃	2.25	0.00	0.24	0.59
C04-1810-013	龍獅橋	三區	甲仙	HWB7C	縣 181	高雄市	美濃	2.02	0.00	0.24	0.63
C04-1810-014	無名橋_181 線_14K	三區	甲仙	HWB1C	縣 181	高雄市	美濃	2.25	0.00	0.24	0.58
C04-1810-015	高美大橋	三區	甲仙	HWB2R	縣 181	高雄市	美濃	2.47	0.00	0.29	0.54
C05-0090-321A	慶福橋	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	池上	2.47	0.00	0.22	0.56
C05-0090-325A	池上大橋	三區	關山	HWB2C	台 9	台東縣	池上	2.25	0.00	0.29	0.54
C05-0090-327A	北庄橋	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	關山	2.47	0.00	0.24	0.56
C05-0090-327B	德高陸橋	三區	關山	HWB4C	台 9	台東縣	關山	2.47	0.00	0.16	0.34
C05-0090-330A	德高橋	三區	關山	HWB2C	台 9	台東縣	關山	2.69	0.00	0.60	1.80
C05-0090-330B	榮橋	三區	關山	HWB3C	台 9	台東縣	關山	2.58	0.00	0.56	1.84
C05-0090-331A	螢橋	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	關山	2.14	0.00	0.25	0.62
C05-0090-334A	崁頂溪橋	三區	關山	HWB2C	台 9	台東縣	關山	2.58	0.00	0.16	0.48
C05-0090-336A	月眉橋	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	關山	3.00	0.00	0.22	0.50
C05-0090-336B	里?橋	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	關山	2.14	0.00	0.22	0.61
C05-0090-338A	加鹿溪橋	三區	關山	HWB3C	台 9	台東縣	關山	3.00	0.00	0.15	0.31
C05-0090-338B	加典溪橋	三區	關山	HWB3C	台 9	台東縣	鹿野	3.00	0.00	0.16	0.34
C05-0090-341A	新豐橋	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	鹿野	3.48	0.00	0.21	0.48
C05-0090-342A	無名橋 342K+040	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	鹿野	2.25	0.00	0.25	0.59
C05-0090-342B	武陵橋	三區	關山	HWB7R	台 9	台東縣	鹿野	2.36	0.00	0.15	0.31
C05-0090-342C	無名橋 342K+823	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	鹿野	2.47	0.00	0.24	0.56
C05-0090-343A	無名三號橋	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	鹿野	2.47	0.00	0.24	0.56
C05-0090-343B	無名四號橋	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	鹿野	2.36	0.00	0.24	0.58
C05-0090-344A	月美陸橋	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	關山	2.47	0.00	0.22	0.55
C05-0090-344B	隆安橋	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	鹿野	1.52	0.00	0.26	0.72
C05-0090-347A	鹿寮橋	三區	關山	HWB2C	台 9	台東縣	鹿野	3.76	0.00	1.34	1.49
C05-0090-348A	南谷口橋	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	鹿野	4.20	0.00	0.20	0.48
C05-0090-349A	北鹿野橋	三區	關山	HWB2C	台 9	台東縣	鹿野	4.29	0.00	1.84	2.31
C05-0090-350A	無名橋 350K+310	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	鹿野	2.02	0.00	0.26	0.64
C05-0090-352A	和平橋	三區	關山	HWB1C	台 9	台東縣	鹿野	3.67	0.00	0.21	0.47
C05-0090-355A	鹿野橋	三區	關山	HWB5C	台 9	台東縣	鹿野	2.02	0.00	0.73	1.51

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C05-0090-356A	鹿鳴橋	三區	關山	HWB5R	台 9	台東縣	鹿野	2.79	0.00	0.15	0.29
C05-0200-149B	雲海橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	1.65	0.00	0.24	0.70
C05-0200-158A	觀海橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	2.14	0.00	0.25	0.62
C05-0200-159A	向陽橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	1.77	0.00	0.27	0.69
C05-0200-160A	無名橋-台 20 線 160.488 km	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	2.02	0.00	0.26	0.64
C05-0200-183A	碧山橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	2.58	0.00	0.23	0.54
C05-0200-185A	北天龍橋	三區	關山	HWB2C	台 20	台東縣	海端	2.14	0.00	0.56	1.67
C05-0200-185B	霧鹿橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	0.00	0.00	0.32	1.03
C05-0200-187A	天龍橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	3.10	0.00	0.22	0.49
C05-0200-192A	楓林橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	3.00	0.00	0.22	0.50
C05-0200-193A	竹籟橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	2.89	0.00	0.22	0.51
C05-0200-194A	松濤橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	3.19	0.00	0.21	0.49
C05-0200-194B	霧谷橋	三區	關山	HWB2S	台 20	台東縣	海端	0.00	0.00	0.23	0.43
C05-0200-195A	彩霞橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	3.29	0.00	0.21	0.48
C05-0200-196A	半邊橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	3.29	0.00	0.21	0.48
C05-0200-197A	新武橋	三區	關山	HWB2C	台 20	台東縣	海端	3.19	0.00	2.10	2.87
C05-0200-202A	愛砂卡橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	1.65	0.00	0.28	0.72
C05-0200-206A	?下橋	三區	關山	HWB1C	台 20	台東縣	海端	1.65	0.00	0.25	0.69
C05-0200-207A	海端橋	三區	關山	HWB4C	台 20	台東縣	海端	1.38	0.00	0.18	0.37
C05-020A-000A	初來橋	三區	關山	HWB3R	台 20 甲	台東縣	海端	3.00	0.00	0.29	0.54
C05-1970-001A	無名 1 橋	三區	關山	HWB1C	縣 197	台東縣	池上	3.48	0.00	0.21	0.48
C05-1970-001B	無名 2 橋	三區	關山	HWB1C	縣 197	台東縣	池上	1.65	0.00	0.27	0.68
C05-1970-001C	無名 3 橋	三區	關山	HWB1C	縣 197	台東縣	池上	3.48	0.00	0.21	0.48
C05-1970-003	無名 4 橋	三區	關山	HWB1C	縣 197	台東縣	池上	4.38	0.00	0.20	0.49
C05-1970-004	萬安橋	三區	關山	HWB2C	縣 197	台東縣	池上	3.19	0.00	0.12	0.27
C05-1970-005	富興橋	三區	關山	HWB2S	縣 197	台東縣	池上	0.00	0.00	1.57	2.13
C05-1970-006N	四號橋(北上)	三區	關山	HWB2S	縣 197	台東縣	池上	0.00	0.00	1.59	2.02
C05-1970-006S	四號橋(南下)	三區	關山	HWB2S	縣 197	台東縣	池上	0.00	0.00	1.59	2.02
C05-1970-008	無名 5 橋	三區	關山	HWB1C	縣 197	台東縣	池上	4.38	0.00	0.20	0.49
C05-1970-009	第九號橋	三區	關山	HWB4C	縣 197	台東縣	池上	4.29	0.00	1.76	2.17
C05-1970-010	無名 6 橋	三區	關山	HWB1C	縣 197	台東縣	池上	4.12	0.00	0.20	0.48
C05-1970-013	嘉武橋	三區	關山	HWB2C	縣 197	台東縣	池上	3.10	0.00	0.12	0.28
C05-1970-015	第十七號橋	三區	關山	HWB1S	縣 197	台東縣	關山	0.93	0.00	0.31	0.84
C05-1970-016	無名 7 橋	三區	關山	HWB1S	縣 197	台東縣	關山	0.00	0.00	0.35	0.97
C05-1970-017	第十八號橋	三區	關山	HWB1S	縣 197	台東縣	關山	0.57	0.00	0.33	0.92
C05-1970-018	電光橋	三區	關山	HWB1S	縣 197	台東縣	關山	0.35	0.00	0.31	0.86
C05-1970-023	第廿三號橋	三區	關山	HWB1C	縣 197	台東縣	鹿野	1.65	0.00	0.24	0.68
C05-1970-025	木溪橋	三區	關山	HWB1C	縣 197	台東縣	鹿野	3.67	0.00	0.20	0.48
C05-1970-026A	南溪橋	三區	關山	HWB1C	縣 197	台東縣	鹿野	3.67	0.00	0.20	0.48
C05-1970-026B	二十六號橋	三區	關山	HWB1S	縣 197	台東縣	鹿野	1.38	0.00	0.25	0.73
C05-1970-040	中野橋	三區	關山	HWB2S	縣 197	台東縣	延平	0.76	0.00	1.33	1.72
C06-2020-003	成功橋	三區	澎湖	HWB4S	縣 202	澎湖縣	湖西	0.35	0.00	0.94	1.43
C06-2020-005	西溪橋	三區	澎湖	HWB1S	縣 202	澎湖縣	湖西	1.77	0.00	0.26	0.67

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C06-2020-007	湖西橋	三區	澎湖	HWB1R	縣 202	澎湖縣	湖西	4.71	0.00	0.20	0.49
C06-2030-008	中正橋	三區	澎湖	HWB4S	縣 203	澎湖縣	白沙	1.77	0.00	0.16	0.34
C06-2030-010	永安橋	三區	澎湖	HWB1S	縣 203	澎湖縣	白沙	1.38	0.00	0.25	0.71
C06-2030-021A	無名橋(澎湖跨海大橋北段)	三區	澎湖	HWB8C	縣 203	澎湖縣	西嶼	1.52	0.00	0.27	0.72
C06-2030-021B	澎湖跨海大橋	三區	澎湖	HWB4R	縣 203	澎湖縣	西嶼	1.52	0.00	0.29	0.54
C06-2030-035	外嶺橋	三區	澎湖	HWB4S	縣 203	澎湖縣	西嶼	0.00	0.00	0.22	0.43
C06-2040-008	第一號橋	三區	澎湖	HWB1C	縣 204	澎湖縣	湖西	2.47	0.00	0.23	0.56
C07-0010-431A	豐隆橋	三區	楓港	HWB3R	台 1	屏東縣	枋寮	3.76	0.00	0.13	0.24
C07-0010-435A	枋寮陸橋	三區	楓港	HWB2R	台 1	屏東縣	枋寮	3.19	0.00	0.18	0.29
C07-0010-437A	枋寮大橋	三區	楓港	HWB2R	台 1	屏東縣	枋寮	3.94	0.00	0.29	0.54
C07-0010-437B	南勢湖橋	三區	楓港	HWB3R	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	0.13	0.25
C07-0010-437C	水底寮 1 號橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋寮	5.43	0.00	0.21	0.51
C07-0010-438A	自強橋	三區	楓港	HWB1C	台 1	屏東縣	枋寮	3.67	0.00	0.21	0.48
C07-0010-438B	博愛橋	三區	楓港	HWB4R	台 1	屏東縣	枋寮	3.76	0.00	0.13	0.26
C07-0010-439A	365 號橋	三區	楓港	HWB2R	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	0.36	0.73
C07-0010-440A	北勢寮 1 號橋	三區	楓港	HWB8C	台 1	屏東縣	枋寮	3.94	0.00	0.18	0.37
C07-0010-443A	加祿一號橋	三區	楓港	HWB1C	台 1	屏東縣	枋山	3.39	0.00	0.20	0.48
C07-0010-443B	363 號橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	0.20	0.48
C07-0010-444A	加祿橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	0.20	0.48
C07-0010-446A	368 號橋	三區	楓港	HWB1C	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	0.18	0.48
C07-0010-446B	367 號橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	0.20	0.48
C07-0010-448A	枋山大橋	三區	楓港	HWB4R	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	0.17	0.30
C07-0010-449A	七里橋	三區	楓港	HWB3R	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	1.48	1.87
C07-0010-449B	崩崁橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	0.20	0.48
C07-0010-451A	枋山一號橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.71	0.00	0.20	0.49
C07-0010-451B	枋山二號橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.71	0.00	0.20	0.49
C07-0010-451C	獅子頭橋	三區	楓港	HWB4R	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	0.39	0.98
C07-0010-452A	枋山三號橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.71	0.00	0.20	0.49
C07-0010-455A	枋山五號橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	0.20	0.48
C07-0010-455B	366 號橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	0.20	0.48
C07-0010-455C	枋山六號橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.20	0.00	0.20	0.48
C07-0010-459A	海濱橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0010-459B	石壁流橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0010-460A	枋山七號橋	三區	楓港	HWB1R	台 1	屏東縣	枋山	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0010-461A	楓港橋	三區	楓港	HWB4R	台 1	屏東縣	枋山	4.03	0.00	0.16	0.31
C07-0090-259A	草埔橋	三區	楓港	HWB1R	台 9	屏東縣	獅子	6.90	0.00	0.24	0.53
C07-0090-457A	渡月橋	三區	楓港	HWB1R	台 9	屏東縣	獅子	6.90	0.00	0.24	0.53
C07-0090-459A	遊仙橋	三區	楓港	HWB1C	台 9	屏東縣	獅子	4.71	0.00	0.20	0.49
C07-0090-462A	雙流橋	三區	楓港	HWB4R	台 9	屏東縣	獅子	6.90	0.00	0.22	0.47
C07-0090-462B	伊屯橋	三區	楓港	HWB1R	台 9	屏東縣	獅子	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0090-465A	上牡丹路橋	三區	楓港	HWB2R	台 9	屏東縣	獅子	2.14	0.00	0.22	0.39
C07-0090-469A	丹路一號橋	三區	楓港	HWB1C	台 9	屏東縣	獅子	4.12	0.00	0.19	0.48
C07-0090-473	麻里巴橋	三區	楓港	HWB6S	台 9	屏東縣	枋山	0.00	0.00	0.24	0.51

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C07-0090-473A	新路一號橋	三區	楓港	HWB1R	台 9	屏東縣	獅子	3.58	0.00	0.20	0.48
C07-0090-475	楓港陸橋	三區	楓港	HWB5S	台 9	屏東縣	枋山	0.00	0.00	0.28	0.52
C07-0090-481A	牡丹路橋	三區	楓港	HWB2R	台 9	屏東縣	獅子	6.90	0.00	0.40	0.44
C07-0260-001A	三七八號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	枋山	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-001B	三七九號橋	三區	楓港	HWB1C	台 26	屏東縣	枋山	4.29	0.00	0.18	0.48
C07-0260-001C	三八 0 號橋	三區	楓港	HWB4R	台 26	屏東縣	枋山	4.29	0.00	0.30	0.50
C07-0260-002A	三八二號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	枋山	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-002B	三八一號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	枋山	3.94	0.00	0.20	0.47
C07-0260-002C	三八三號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	枋山	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-003A	龍眼坑橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	枋山	3.94	0.00	0.20	0.47
C07-0260-003B	三八四號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	枋山	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-004A	三八五號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	枋山	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-004B	三九一號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	車城	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-005A	三八六號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	枋山	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-005B	竹坑橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	枋山	4.29	0.00	0.18	0.49
C07-0260-006A	海防橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	車城	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-007A	社皆坑橋	三區	楓港	HWB4R	台 26	屏東縣	車城	4.29	0.00	0.25	0.56
C07-0260-008A	三九○號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	車城	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-009A	三九二號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	車城	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-010A	三九四號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	車城	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-010B	三九六號橋	三區	楓港	HWB1C	台 26	屏東縣	車城	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-011A	三九七號橋	三區	楓港	HWB1S	台 26	屏東縣	車城	1.52	0.00	0.26	0.70
C07-0260-012A	海口橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	車城	4.29	0.00	0.20	0.48
C07-0260-014A	三九九號橋	三區	楓港	HWB1C	台 26	屏東縣	車城	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0260-014B	車城橋	三區	楓港	HWB2R	台 26	屏東縣	車城	3.76	0.00	0.12	0.25
C07-0260-015A	新街橋	三區	楓港	HWB1C	台 26	屏東縣	車城	4.12	0.00	0.20	0.48
C07-0260-016A	保力橋	三區	楓港	HWB4C	台 26	屏東縣	車城	3.76	0.00	0.29	0.91
C07-0260-020A	網紗橋	三區	楓港	HWB4R	台 26	屏東縣	恆春	4.29	0.00	0.31	0.63
C07-0260-022A	龍泉橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	恆春	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0260-024A	龍鑾橋	三區	楓港	HWB1C	台 26	屏東縣	恆春	3.67	0.00	0.20	0.48
C07-0260-025A	四 0 七號橋	三區	楓港	HWB1C	台 26	屏東縣	恆春	3.94	0.00	0.20	0.47
C07-0260-028A	四 0 九號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	恆春	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0260-029A	四一 0 號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	恆春	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0260-030A	四一一號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	恆春	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0260-031A	石牛橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	恆春	4.03	0.00	0.18	0.48
C07-0260-032A	四一三號橋	三區	楓港	HWB1C	台 26	屏東縣	恆春	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0260-032B	四一四號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	恆春	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0260-033A	四一五號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	恆春	4.03	0.00	0.18	0.48
C07-0260-033B	四一七號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	恆春	4.03	0.00	0.18	0.48
C07-0260-033C	四一六號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	恆春	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0260-035A	四一八號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	恆春	4.03	0.00	0.20	0.47
C07-0260-048A	海墘二號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	恆春	4.20	0.00	0.20	0.48
C07-0260-050A	海墘一號橋	三區	楓港	HWB1R	台 26	屏東縣	恆春	2.89	0.00	0.22	0.51
C07-0260-051A	海墘大橋	三區	楓港	HWB4R	台 26	屏東縣	滿州	4.20	0.00	0.16	0.32

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論	推論
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)		Ay(g)	Ac(g)
C07-0260-068A	港仔二號橋	三區	楓港	HWB1C	台 26	屏東縣	滿州	2.69	0.00	0.23	0.53
C07-0260-077A	鵬園橋	三區	楓港	HWB6R	台 26	屏東縣	滿州	4.12	0.00	0.19	0.47
C07-0260-088A	達仁溪橋	三區	楓港	HWB5S	台 26	台東縣	達仁	0.00	0.00	1.24	1.38
C07-0260-088B	斯路博吉橋	三區	楓港	HWB5S	台 26	台東縣	達仁	0.00	0.00	0.35	0.77
C07-1990-010	東源三號橋	三區	楓港	HWB1R	縣 199	屏東縣	牡丹	2.58	0.00	0.22	0.54
C07-1990-013	上牡丹橋	三區	楓港	HWB1R	縣 199	屏東縣	牡丹	2.47	0.00	0.23	0.56
C07-1990-014A	牡丹一號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 199	屏東縣	牡丹	2.69	0.00	0.22	0.53
C07-1990-014B	牡丹二號橋	三區	楓港	HWB1R	縣 199	屏東縣	牡丹	2.58	0.00	0.23	0.54
C07-1990-015A	牡丹三號橋	三區	楓港	HWB1R	縣 199	屏東縣	牡丹	2.58	0.00	0.23	0.54
C07-1990-015B	牡丹四號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 199	屏東縣	牡丹	2.58	0.00	0.23	0.54
C07-1990-015C	牡丹五號橋	三區	楓港	HWB1R	縣 199	屏東縣	牡丹	2.69	0.00	0.22	0.53
C07-1990-016	牡丹六號橋	三區	楓港	HWB1R	縣 199	屏東縣	牡丹	2.58	0.00	0.23	0.54
C07-1990-018A	平實二號橋	三區	楓港	HWB4C	縣 199	屏東縣	牡丹	3.94	0.00	1.59	2.00
C07-1990-018B	平實三號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 199	屏東縣	牡丹	3.85	0.00	0.20	0.48
C07-1990-019	平實橋	三區	楓港	HWB1C	縣 199	屏東縣	牡丹	3.39	0.00	0.21	0.49
C07-1990-022	中間路橋	三區	楓港	HWB1R	縣 199	屏東縣	牡丹	4.46	0.00	0.20	0.49
C07-1990-025	牡丹大橋	三區	楓港	HWB1S	縣 199	屏東縣	牡丹	1.65	0.00	0.24	0.65
C07-1990-026	石門二號橋	三區	楓港	HWB1S	縣 199	屏東縣	牡丹	1.77	0.00	0.26	0.67
C07-1990-027	石門三號橋	三區	楓港	HWB1S	縣 199	屏東縣	牡丹	1.77	0.00	0.26	0.67
C07-1990-028	石門四號橋	三區	楓港	HWB1S	縣 199	屏東縣	牡丹	1.77	0.00	0.26	0.67
C07-1990-029A	石門橋	三區	楓港	HWB1S	縣 199	屏東縣	牡丹	1.90	0.00	0.23	0.63
C07-1990-029B	石門六號橋	三區	楓港	HWB1S	縣 199	屏東縣	車城	1.77	0.00	0.26	0.67
C07-1990-032	光復橋	三區	楓港	HWB4R	縣 199	屏東縣	車城	3.67	0.00	0.13	0.70
C07-1990-033A	溫泉橋	三區	楓港	HWB1R	縣 199	屏東縣	車城	3.76	0.00	0.20	0.48
C07-1990-033B	四重溪一號橋	三區	楓港	HWB8C	縣 199	屏東縣	車城	3.76	0.00	0.20	0.49
C07-1990-033C	四重溪二號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 199	屏東縣	車城	3.76	0.00	0.20	0.48
C07-199A-000	旭海一號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 199 甲	屏東縣	牡丹	5.43	0.00	0.21	0.51
C07-199A-006	旭海二號橋	三區	楓港	HWB1R	縣 199 甲	屏東縣	牡丹	5.51	0.00	0.21	0.51
C07-199A-007	旭海橋	三區	楓港	HWB1R	縣 199 甲	屏東縣	牡丹	5.51	0.00	0.21	0.51
C07-2000-002	東門橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	恆春	4.20	0.00	0.20	0.48
C07-2000-003A	二重溪橋	三區	楓港	HWB4R	縣 200	屏東縣	恆春	3.67	0.00	1.78	2.16
C07-2000-003B	造產橋	三區	楓港	HWB1R	縣 200	屏東縣	恆春	3.67	0.00	0.20	0.48
C07-2000-003C	進誠橋	三區	楓港	HWB1R	縣 200	屏東縣	恆春	3.76	0.00	0.20	0.48
C07-2000-005A	出火橋	三區	楓港	HWB1R	縣 200	屏東縣	恆春	3.58	0.00	0.20	0.48
C07-2000-005B	第六號橋	三區	楓港	HWB1R	縣 200	屏東縣	恆春	3.58	0.00	0.20	0.48
C07-2000-005C	第七號橋	三區	楓港	HWB1R	縣 200	屏東縣	滿州	3.58	0.00	0.20	0.48
C07-2000-007	茄苳溪橋	三區	楓港	HWB1R	縣 200	屏東縣	滿州	3.76	0.00	0.20	0.48
C07-2000-008	春興橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	3.67	0.00	0.20	0.48
C07-2000-009	新庄橋	三區	楓港	HWB1R	縣 200	屏東縣	滿州	3.19	0.00	0.21	0.49
C07-2000-010	舊公橋	三區	楓港	HWB1R	縣 200	屏東縣	滿州	3.10	0.00	0.21	0.50
C07-2000-012A	紙亭橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	3.19	0.00	0.21	0.49
C07-2000-012B	中山橋	三區	楓港	HWB1R	縣 200	屏東縣	滿州	3.19	0.00	0.21	0.49
C07-2000-013A	老佛橋	三區	楓港	HWB1R	縣 200	屏東縣	滿州	3.19	0.00	0.21	0.49
C07-2000-013B	滿州橋	三區	楓港	HWB2C	縣 200	屏東縣	滿州	3.19	0.00	0.18	0.34

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
C07-2000-014	滿州一號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	3.10	0.00	0.21	0.50
C07-2000-018	萬得橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	3.00	0.00	0.21	0.51
C07-2000-019A	長樂一號橋	三區	楓港	HWB1R	縣 200	屏東縣	滿州	3.00	0.00	0.21	0.51
C07-2000-019B	長樂二號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	3.00	0.00	0.21	0.51
C07-2000-019C	長樂橋	三區	楓港	HWB1R	縣 200	屏東縣	滿州	3.00	0.00	0.21	0.51
C07-2000-020A	長分一號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	3.00	0.00	0.21	0.51
C07-2000-020B	長分二號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	3.00	0.00	0.21	0.51
C07-2000-020C	長分三號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	3.00	0.00	0.21	0.51
C07-2000-020D	泰安橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	3.00	0.00	0.21	0.51
C07-2000-022A	長分六號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	2.79	0.00	0.22	0.52
C07-2000-022B	長分七號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	2.79	0.00	0.22	0.52
C07-2000-022C	長分八號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	2.79	0.00	0.22	0.52
C07-2000-023A	長分九號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	2.79	0.00	0.22	0.52
C07-2000-023B	長分十號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	2.79	0.00	0.22	0.52
C07-2000-025	分水嶺一號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	2.89	0.00	0.22	0.51
C07-2000-026	分水嶺二號橋	三區	楓港	HWB1C	縣 200	屏東縣	滿州	2.89	0.00	0.22	0.51
C07-2000-028	平埔橋	三區	楓港	HWB4R	縣 200	屏東縣	滿州	3.10	0.00	1.85	2.40
C07-2000-032	港仔橋	三區	楓港	HWB4R	縣 200	屏東縣	滿州	3.19	0.00	0.17	0.97
C07-200A-000	港口橋	三區	楓港	HWB4C	縣 200 甲	屏東縣	滿州	4.20	0.00	0.18	0.35
D01-0020-120A	桶盤堀橋	四區	頭城	HWB4C	台 2	宜蘭縣	頭城	4.29	0.00	0.22	0.48
D01-0020-120B	草嶺橋	四區	頭城	HWB1C	台 2	宜蘭縣	頭城	4.29	0.00	0.19	0.48
D01-0020-121A	大里簡橋	四區	頭城	HWB1C	台 2	宜蘭縣	頭城	4.46	0.00	0.19	0.48
D01-0020-121B	大里橋	四區	頭城	HWB1S	台 2	宜蘭縣	頭城	1.65	0.00	0.28	0.70
D01-0020-122A	懷德橋	四區	頭城	HWB1C	台 2	宜蘭縣	頭城	4.20	0.00	0.19	0.48
D01-0020-123A	上蕃薯橋	四區	頭城	HWB1S	台 2	宜蘭縣	頭城	1.77	0.00	0.24	0.66
D01-0020-124A	下蕃薯橋	四區	頭城	HWB1S	台 2	宜蘭縣	頭城	1.77	0.00	0.24	0.66
D01-0020-125A	大溪橋	四區	頭城	HWB2C	台 2	宜蘭縣	頭城	4.29	0.00	1.38	1.69
D01-0020-127A	窖寮橋	四區	頭城	HWB1S	台 2	宜蘭縣	頭城	2.02	0.00	0.24	0.62
D01-0020-131A	梗枋橋	四區	頭城	HWB4S	台 2	宜蘭縣	頭城	2.02	0.00	0.16	0.32
D01-0020-134A	外澳橋	四區	頭城	HWB1R	台 2	宜蘭縣	頭城	4.29	0.00	0.19	0.48
D01-0020-135A	港澳橋	四區	頭城	HWB3R	台 2	宜蘭縣	頭城	4.46	0.00	1.06	1.42
D01-0020-137A	武營橋	四區	頭城	HWB1C	台 2	宜蘭縣	頭城	2.89	0.00	0.21	0.51
D01-0020-138A	青雲北橋	四區	頭城	HWB1C	台 2	宜蘭縣	頭城	3.94	0.00	0.20	0.48
D01-0020-139A	福德坑橋	四區	頭城	HWB2C	台 2	宜蘭縣	頭城	3.67	0.00	0.19	0.45
D01-0020-140A	金馬橋	四區	頭城	HWB3C	台 2	宜蘭縣	頭城	3.67	0.00	1.22	1.65
D01-0020-140B	竹安橋	四區	頭城	HWB3C	台 2	宜蘭縣	頭城	4.03	0.00	0.19	0.34
D01-0020-154A	東港橋	四區	頭城	HWB1C	台 2	宜蘭縣	壯圍	3.58	0.00	0.21	0.48
D01-0020-154B	葛瑪蘭橋	四區	頭城	HWB2C	台 2	宜蘭縣	壯圍	3.58	0.00	0.29	0.54
D01-002G-000A	頭城大橋	四區	頭城	HWB4C	台 2 庚	宜蘭縣	頭城	3.85	0.00	0.18	0.29
D01-002G-003A	金面橋	四區	頭城	HWB1S	台 2 庚	宜蘭縣	頭城	0.35	0.00	1.58	1.82
D01-002G-003B	二圍橋	四區	頭城	HWB1S	台 2 庚	宜蘭縣	頭城	0.35	0.00	0.32	0.87
D01-0070-108A	粗坑(幹才)橋	四區	頭城	HWB2C	台 7	宜蘭縣	員山	4.38	0.00	0.13	0.26
D01-0070-108B	中華村橋	四區	頭城	HWB1C	台 7	宜蘭縣	員山	4.63	0.00	0.20	0.49
D01-0070-122A	東港橋	四區	頭城	HWB3C	台 7	宜蘭縣	宜蘭	2.69	0.00	0.29	0.54

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
D01-0070-128A	壯圍大橋	四區	頭城	HWB4S	台 7	宜蘭縣	壯圍	1.90	0.00	0.29	0.54
D01-0070-129A	壯東橋	四區	頭城	HWB1R	台 7	宜蘭縣	壯圍	4.88	0.00	0.19	0.50
D01-0070-129B	公館橋	四區	頭城	HWB1C	台 7	宜蘭縣	壯圍	2.69	0.00	0.20	0.53
D01-0090-069A	猴洞橋	四區	頭城	HWB1S	台 9	宜蘭縣	頭城	0.35	0.00	0.31	0.86
D01-0090-071A	上溫泉橋	四區	頭城	HWB1C	台 9	宜蘭縣	礁溪	7.25	0.00	0.24	0.53
D01-0090-071B	湯圍橋	四區	頭城	HWB1S	台 9	宜蘭縣	礁溪	0.35	0.00	0.32	0.89
D01-0090-074A	十六結橋	四區	頭城	HWB8S	台 9	宜蘭縣	礁溪	0.00	0.00	2.82	3.14
D01-0090-074B	得子口橋	四區	頭城	HWB3S	台 9	宜蘭縣	礁溪	0.00	0.00	1.42	2.10
D01-0090-076A	柴圍橋	四區	頭城	HWB1S	台 9	宜蘭縣	礁溪	0.35	0.00	0.35	0.95
D01-0090-078A	上一結橋	四區	頭城	HWB1C	台 9	宜蘭縣	宜蘭	4.63	0.00	0.20	0.49
D01-0090-078B	下一結橋	四區	頭城	HWB1C	台 9	宜蘭縣	宜蘭	4.71	0.00	0.20	0.49
D01-0090-079A	二結橋	四區	頭城	HWB1C	台 9	宜蘭縣	宜蘭	4.03	0.00	0.20	0.48
D01-0090-079B	宜蘭橋	四區	頭城	HWB2C	台 9	宜蘭縣	宜蘭	6.69	0.00	0.29	0.54
D01-0090-082A	凱旋橋	四區	頭城	HWB1R	台 9	宜蘭縣	宜蘭	5.43	0.00	0.20	0.51
D01-0090-085AL	蘭陽大橋 L	四區	頭城	HWB4C	台 9	宜蘭縣	宜蘭	2.14	0.00	0.29	0.54
D01-0090-085AR	蘭陽大橋 R	四區	頭城	HWB7C	台 9	宜蘭縣	宜蘭	2.14	0.00	0.19	0.31
D01-0090-085B	壯二南橋	四區	頭城	HWB1C	台 9	宜蘭縣	宜蘭	2.14	0.00	0.22	0.60
D01-009A-050A	雙連橋	四區	頭城	HWB1C	台 9 甲	宜蘭縣	員山	3.00	0.00	0.21	0.50
D01-009A-059A	船仔頭橋	四區	頭城	HWB1R	台 9 甲	宜蘭縣	員山	2.89	0.00	0.19	0.51
D01-009A-060A	四慈橋	四區	頭城	HWB1C	台 9 甲	宜蘭縣	員山	3.39	0.00	0.20	0.48
D01-009A-064A	新城橋	四區	頭城	HWB2C	台 9 甲	宜蘭縣	員山	2.47	0.00	0.18	0.32
D01-009A-065A	西門橋	四區	頭城	HWB2C	台 9 甲	宜蘭縣	員山	2.25	0.00	0.29	0.54
D01-1910-001A	新圍橋	四區	頭城	HWB1S	縣 191	宜蘭縣	頭城	1.52	0.00	0.25	0.69
D01-1910-001B	中崙橋	四區	頭城	HWB3S	縣 191	宜蘭縣	礁溪	1.52	0.00	0.20	0.36
D01-1910-002A	砂港橋	四區	頭城	HWB1S	縣 191	宜蘭縣	礁溪	1.65	0.00	0.25	0.66
D01-1910-002B	釣鰲橋	四區	頭城	HWB4S	縣 191	宜蘭縣	礁溪	0.76	0.00	2.60	2.88
D01-1910-004A	玉龍橋	四區	頭城	HWB2C	縣 191	宜蘭縣	礁溪	2.14	0.00	0.29	0.54
D01-1910-004B	玉龍二號橋	四區	頭城	HWB1C	縣 191	宜蘭縣	礁溪	2.14	0.00	0.22	0.59
D01-1910-010	七張橋	四區	頭城	HWB4S	縣 191	宜蘭縣	宜蘭	1.65	0.00	0.29	0.54
D01-1920-003	新生橋	四區	頭城	HWB1C	縣 192	宜蘭縣	宜蘭	3.76	0.00	0.20	0.48
D01-1920-008	車路頭橋	四區	頭城	HWB3C	縣 192	宜蘭縣	礁溪	3.39	0.00	0.08	0.79
D02-0020-126A	自強三號橋	四區	南澳	HWB1C	台 2	宜蘭縣	五結	3.67	0.00	0.20	0.48
D02-0020-156A	自強 1 號橋	四區	南澳	HWB3C	台 2	宜蘭縣	五結	3.58	0.00	1.27	1.71
D02-0020-162A	自強 2 號橋	四區	南澳	HWB3C	台 2	宜蘭縣	五結	3.67	0.00	1.26	1.73
D02-0020-162B	加禮遠橋	四區	南澳	HWB3C	台 2	宜蘭縣	五結	3.67	0.00	0.16	0.38
D02-0020-169AN	新海軍橋	四區	南澳	HWB2S	台 2	宜蘭縣	蘇澳	2.25	0.00	0.17	0.34
D02-0020-169AO	舊海軍橋	四區	南澳	HWB2S	台 2	宜蘭縣	蘇澳	2.25	0.00	0.17	0.34
D02-0020-169BN	新濱海橋	四區	南澳	HWB2S	台 2	宜蘭縣	蘇澳	2.14	0.00	0.21	0.36
D02-0020-169BO	濱海橋	四區	南澳	HWB2C	台 2	宜蘭縣	蘇澳	4.46	0.00	0.15	0.32
D02-0020-169CL	龍德大橋(左)	四區	南澳	HWB4C	台 2	宜蘭縣	蘇澳	3.58	0.00	0.18	0.33
D02-0020-169CR	龍德大橋(右)	四區	南澳	HWB4C	台 2	宜蘭縣	蘇澳	3.67	0.00	0.18	0.33
D02-007C-015A	三星橋	四區	南澳	HWB5C	台 7 丙	宜蘭縣	三星	1.52	0.00	0.02	0.20
D02-007C-018A	大湖橋	四區	南澳	HWB2C	台 7 丙	宜蘭縣	三星	2.02	0.00	0.35	0.54
D02-007C-022AL	廣興大橋(上游-拓寬)	四區	南澳	HWB5S	台 7 丙	宜蘭縣	冬山	0.35	0.00	0.20	0.50

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論	推論
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)		Ay(g)	Ac(g)
D02-007C-022AR	廣興大橋(下游-舊橋)	四區	南澳	HWB2C	台 7 丙	宜蘭縣	冬山	3.29	0.00	0.29	0.54
D02-007C-029A	上鼎橄社橋	四區	南澳	HWB1C	台 7 丙	宜蘭縣	五結	2.25	0.00	0.24	0.59
D02-007C-030A	利澤簡橋	四區	南澳	HWB8C	台 7 丙	宜蘭縣	五結	2.47	0.00	0.22	0.55
D02-007C-031A	五股橋	四區	南澳	HWB2C	台 7 丙	宜蘭縣	五結	2.47	0.00	1.91	1.96
D02-0090-086C	四結橋	四區	南澳	HWB1S	台 9	宜蘭縣	五結	0.76	0.00	0.33	0.86
D02-0090-093A	武罕橋	四區	南澳	HWB1S	台 9	宜蘭縣	冬山	0.76	0.00	0.33	0.87
D02-0090-094A	冬山河橋	四區	南澳	HWB8S	台 9	宜蘭縣	冬山	0.57	0.00	0.30	0.74
D02-0090-094C	楓橋	四區	南澳	HWB6S	台 9	宜蘭縣	冬山	0.00	0.00	0.34	0.89
D02-0090-095A	泰和橋	四區	南澳	HWB1S	台 9	宜蘭縣	冬山	0.00	0.00	0.36	1.03
D02-0090-095B	新冬山橋	四區	南澳	HWB6S	台 9	宜蘭縣	冬山	0.00	0.00	0.34	0.87
D02-0090-099A	新城橋(武荖坑橋)	四區	南澳	HWB2S	台 9	宜蘭縣	蘇澳	0.57	0.00	0.26	0.44
D02-0090-100A	新馬陸橋	四區	南澳	HWB1R	台 9	宜蘭縣	蘇澳	3.39	0.00	0.19	0.49
D02-0090-101A	聖湖橋	四區	南澳	HWB1S	台 9	宜蘭縣	蘇澳	0.76	0.00	3.22	3.58
D02-0090-102A	箕山橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	蘇澳	3.94	0.00	0.20	0.48
D02-0090-103A	湧泉橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	蘇澳	4.03	0.00	0.20	0.48
D02-0090-104A	蘇澳橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	蘇澳	4.03	0.00	0.23	0.51
D02-0090-104B	白米橋	四區	南澳	HWB4S	台 9	宜蘭縣	蘇澳	2.14	0.00	0.17	0.34
D02-0090-104C	六十四號橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	蘇澳	5.28	0.00	0.20	0.51
D02-0090-104D	蘇澳特一號路橋	四區	南澳	HWB4C	台 9	宜蘭縣	蘇澳	3.48	0.00	0.23	0.76
D02-0090-111B	永平橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	蘇澳	3.76	0.00	0.18	0.48
D02-0090-111CL	猿鳴橋(左側)	四區	南澳	HWB2C	台 9	宜蘭縣	蘇澳	4.55	0.00	0.24	0.32
D02-0090-111CR	猿鳴橋(右側)	四區	南澳	HWB2S	台 9	宜蘭縣	蘇澳	1.65	0.00	1.36	2.23
D02-0090-112A	正道橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	蘇澳	3.67	0.00	0.21	0.48
D02-0090-115A	大坑橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	蘇澳	4.63	0.00	0.20	0.49
D02-0090-117A	雙連一號橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	3.85	0.00	0.20	0.47
D02-0090-117B	雙連二號橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	3.85	0.00	0.20	0.47
D02-0090-119A	東澳橋	四區	南澳	HWB4C	台 9	宜蘭縣	蘇澳	3.76	0.00	0.16	0.37
D02-0090-120A	東岳橋	四區	南澳	HWB4C	台 9	宜蘭縣	南澳	4.03	0.00	0.18	0.32
D02-0090-128A	新澳橋	四區	南澳	HWB2C	台 9	宜蘭縣	南澳	3.67	0.00	0.17	0.32
D02-0090-130A	武雲橋	四區	南澳	HWB4C	台 9	宜蘭縣	南澳	2.36	0.00	0.16	0.33
D02-0090-132AN	南澳橋(新)	四區	南澳	HWB2R	台 9	宜蘭縣	蘇澳	4.88	0.00	0.17	0.33
D02-0090-132AO	南澳橋(舊)	四區	南澳	HWB2R	台 9	宜蘭縣	蘇澳	4.88	0.00	0.17	0.33
D02-0090-132B	北溪橋(88 號橋)	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	3.19	0.00	0.21	0.49
D02-0090-134AN	澳尾橋(新)	四區	南澳	HWB2R	台 9	宜蘭縣	南澳	4.88	0.00	0.17	0.32
D02-0090-134AO	澳尾橋(舊)	四區	南澳	HWB2R	台 9	宜蘭縣	南澳	4.88	0.00	0.17	0.32
D02-0090-136A	高峰二橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	3.00	0.00	0.22	0.50
D02-0090-140A	高峰橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	6.04	0.00	0.22	0.52
D02-0090-141A	利眾橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	4.63	0.00	0.20	0.49
D02-0090-144A	無名橋-台 9 線 144.717km	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	3.48	0.00	0.21	0.48
D02-0090-146A	第一觀音橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	3.10	0.00	0.19	0.50
D02-0090-146B	半邊橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	3.10	0.00	0.19	0.50
D02-0090-148A	第三十四號橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	3.48	0.00	0.21	0.48
D02-0090-150A	關戶橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	3.76	0.00	0.18	0.48

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
D02-0090-150B	谷風橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	4.80	0.00	0.19	0.49
D02-0090-150C	谷風一號橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	3.76	0.00	0.18	0.48
D02-0090-150D	谷風二橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	宜蘭縣	南澳	5.28	0.00	0.20	0.51
D02-0090-155A	大濁水橋	四區	南澳	HWB6R	台 9	宜蘭縣	南澳	1.90	0.00	0.29	0.54
D02-0090-162A	和平橋	四區	南澳	HWB1C	台 9	花蓮縣	秀林	4.63	0.00	0.21	0.49
D02-0090-167A	卡南橋	四區	南澳	HWB5C	台 9	花蓮縣	秀林	3.19	0.00	0.14	0.29
D02-1960-000A	月眉一號橋	四區	南澳	HWB1C	縣 196	宜蘭縣	三星	1.09	0.00	0.25	0.79
D02-1960-000B	月眉二號橋	四區	南澳	HWB1C	縣 196	宜蘭縣	三星	1.24	0.00	0.25	0.76
D02-1960-005	大義一號橋	四區	南澳	HWB1C	縣 196	宜蘭縣	三星	1.52	0.00	0.23	0.70
D02-1960-012	歪仔歪橋	四區	南澳	HWB3S	縣 196	宜蘭縣	三星	0.00	0.00	0.29	0.54
D02-1960-020	大眾橋	四區	南澳	HWB3C	縣 196	宜蘭縣	五結	3.94	0.00	0.13	0.28
D02-1960-021	圍墾橋	四區	南澳	HWB1C	縣 196	宜蘭縣	五結	2.89	0.00	0.21	0.51
D02-羅聯-000	福東橋	四區	南澳	HWB1S	羅東聯絡道	宜蘭縣	羅東	0.00	0.00	0.32	0.87
D02-羅聯-003	大埔 1 號橋	四區	南澳	HWB1S	羅東聯絡道	宜蘭縣	五結	0.00	0.00	0.32	0.87
D02-羅聯-004	傳藝大橋	四區	南澳	HWB4S	羅東聯絡道	宜蘭縣	五結	0.00	0.00	0.26	0.45
D03-0090-000A	太魯閣大橋(PCI 橋)	四區	花蓮	HWB7S	台 9	花蓮縣	秀林	1.52	0.00	0.19	0.68
D03-0090-000B	太魯閣大橋(鋼橋)	四區	花蓮	HWB4S	台 9	花蓮縣	秀林	1.52	0.00	0.17	0.37
D03-0090-171A	清水橋	四區	花蓮	HWB1C	台 9	花蓮縣	秀林	2.58	0.00	0.21	0.54
D03-0090-172A	下清水橋	四區	花蓮	HWB1C	台 9	花蓮縣	秀林	4.88	0.00	0.20	0.49
D03-0090-174A	小清水橋	四區	花蓮	HWB1C	台 9	花蓮縣	秀林	3.76	0.00	0.19	0.48
D03-0090-177A	德惠橋	四區	花蓮	HWB5C	台 9	花蓮縣	秀林	2.89	0.00	0.20	0.51
D03-0090-181A	太魯閣 2 號橋	四區	花蓮	HWB8S	台 9	花蓮縣	秀林	1.38	0.00	0.81	1.29
D03-0090-183A	新田路橋	四區	花蓮	HWB8C	台 9	花蓮縣	新城	2.89	0.00	0.22	0.51
D03-0090-183B	太魯閣二號橋	四區	花蓮	HWB1S	台 9	花蓮縣	秀林	1.52	0.00	0.26	0.70
D03-0090-189B	懷恩橋	四區	花蓮	HWB6S	台 9	花蓮縣	新城	1.77	0.00	0.16	0.33
D03-0090-194A	新興橋	四區	花蓮	HWB1S	台 9	花蓮縣	新城	1.65	0.00	0.29	0.70
D03-0090-204A	中正橋	四區	花蓮	HWB8S	台 9	花蓮縣	花蓮	2.02	0.00	0.24	0.59
D03-0090-205A	明義橋	四區	花蓮	HWB1C	台 9	花蓮縣	花蓮	5.89	0.00	0.22	0.52
D03-0090-206A	仁里橋	四區	花蓮	HWB2C	台 9	花蓮縣	吉安	2.69	0.00	0.74	1.72
D03-0090-212A	南華橋	四區	花蓮	HWB1S	台 9	花蓮縣	吉安	1.09	0.00	0.28	0.78
D03-0090-213A	木瓜溪橋(拓一)	四區	花蓮	HWB5C	台 9	花蓮縣	吉安	3.39	0.00	0.15	0.29
D03-0090-213B	木瓜溪橋(舊一)	四區	花蓮	HWB2C	台 9	花蓮縣	吉安	3.39	0.00	0.17	0.27
D03-0090-213C	木瓜溪橋(拓二)	四區	花蓮	HWB5C	台 9	花蓮縣	吉安	3.39	0.00	0.15	0.28
D03-0090-213D	木瓜溪橋(舊二)	四區	花蓮	HWB2C	台 9	花蓮縣	吉安	3.39	0.00	0.17	0.26
D03-0090-219A	和榮陸橋	四區	花蓮	HWB6S	台 9	花蓮縣	壽豐	1.52	0.00	0.17	0.35
D03-0090-221A	壽豐一號橋	四區	花蓮	HWB1C	台 9	花蓮縣	壽豐	3.48	0.00	0.21	0.48
D03-0090-222A	復興橋	四區	花蓮	HWB1S	台 9	花蓮縣	壽豐	0.93	0.00	0.29	0.81
D03-0090-230AN	豐平橋(拓寬)	四區	花蓮	HWB4R	台 9	花蓮縣	壽豐	3.00	0.00	0.29	0.54
D03-0090-230AO	豐平橋(舊)	四區	花蓮	HWB4R	台 9	花蓮縣	壽豐	3.00	0.00	0.29	0.54
D03-0090-233A	平林陸橋	四區	花蓮	HWB2C	台 9	花蓮縣	鳳林	2.79	0.00	0.16	0.35
D03-0090-234A	北清水溪橋	四區	花蓮	HWB2C	台 9	花蓮縣	鳳林	3.19	0.00	0.15	0.29
D03-0090-236A	南平橋	四區	花蓮	HWB1S	台 9	花蓮縣	鳳林	0.00	0.00	0.33	0.95

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
D03-0090-237A	鳳林橋	四區	花蓮	HWB1S	台 9	花蓮縣	鳳林	0.00	0.00	0.33	0.95
D03-0090-240A	鳳信橋	四區	花蓮	HWB1C	台 9	花蓮縣	鳳林	3.29	0.00	0.21	0.49
D03-0090-242AN	萬里溪橋(拓寬)	四區	花蓮	HWB5C	台 9	花蓮縣	鳳林	3.48	0.00	0.15	0.28
D03-0090-242AO	萬里溪橋(舊)	四區	花蓮	HWB2C	台 9	花蓮縣	鳳林	3.58	0.00	0.29	0.54
D03-0090-246AN	馬太鞍溪橋(拓寬)	四區	花蓮	HWB5C	台 9	花蓮縣	鳳林	3.29	0.00	0.13	0.31
D03-0090-246AO	馬太鞍溪橋	四區	花蓮	HWB2C	台 9	花蓮縣	鳳林	3.29	0.00	0.29	0.54
D03-009C-001A	荳蘭橋	四區	花蓮	HWB2C	台 9 丙	花蓮縣	吉安	2.89	0.00	0.69	1.64
D03-009C-003A	慶豐橋	四區	花蓮	HWB1C	台 9 丙	花蓮縣	吉安	3.39	0.00	0.21	0.48
D03-009C-004A	林園橋	四區	花蓮	HWB1C	台 9 丙	花蓮縣	吉安	1.90	0.00	0.26	0.66
D03-009C-008A	干城橋	四區	花蓮	HWB1S	台 9 丙	花蓮縣	吉安	0.93	0.00	0.29	0.81
D03-009C-013A	仁壽橋	四區	花蓮	HWB2C	台 9 丙	花蓮縣	秀林	2.89	0.00	0.29	0.54
D03-009C-015A	池南橋	四區	花蓮	HWB1S	台 9 丙	花蓮縣	秀林	1.09	0.00	0.32	0.82
D03-009C-021AN	茎溪橋(拓寬)	四區	花蓮	HWB2C	台 9 丙	花蓮縣	壽豐	3.29	0.00	0.74	1.73
D03-009C-021AO	茎溪橋(舊)	四區	花蓮	HWB2C	台 9 丙	花蓮縣	壽豐	3.29	0.00	2.16	2.98
D03-0110-000A	三號橋	四區	花蓮	HWB1C	台 11	花蓮縣	吉安	2.89	0.00	0.22	0.51
D03-0110-002A	四號橋	四區	花蓮	HWB1R	台 11	花蓮縣	壽豐	2.14	0.00	0.25	0.61
D03-0110-003A	吉安圳橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	吉安	1.77	0.00	0.28	0.68
D03-0110-005AN	花蓮大橋(拓寬)	四區	花蓮	HWB5C	台 11	花蓮縣	吉安	4.88	0.00	0.15	0.31
D03-0110-005AO	花蓮大橋(舊)	四區	花蓮	HWB2C	台 11	花蓮縣	吉安	4.88	0.00	0.29	0.54
D03-0110-006A	嶺頂橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	壽豐	2.02	0.00	0.23	0.62
D03-0110-007A	三富橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	豐濱	2.36	0.00	0.25	0.57
D03-0110-009A	大坑橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	壽豐	2.36	0.00	0.23	0.57
D03-0110-011A	福德橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	壽豐	2.36	0.00	0.26	0.57
D03-0110-011B	佛寺橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	壽豐	2.36	0.00	0.23	0.57
D03-0110-013A	?寮橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	壽豐	2.47	0.00	0.22	0.55
D03-0110-014A	橄樹橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	壽豐	2.47	0.00	0.22	0.55
D03-0110-018A	12 號橋-台 11 線	四區	花蓮	HWB2C	台 11	花蓮縣	壽豐	3.67	0.00	0.64	1.46
D03-0110-019A	十三號橋	四區	花蓮	HWB1C	台 11	花蓮縣	壽豐	3.67	0.00	0.21	0.48
D03-0110-019B	十四號橋-台 11 線	四區	花蓮	HWB1C	台 11	花蓮縣	壽豐	3.67	0.00	0.19	0.48
D03-0110-020A	15 號橋-台 11 線	四區	花蓮	HWB3C	台 11	花蓮縣	壽豐	3.67	0.00	0.14	0.28
D03-0110-023A	水璉北溪橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	壽豐	2.14	0.00	0.24	0.60
D03-0110-024A	水璉南溪橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	壽豐	2.14	0.00	0.27	0.60
D03-0110-029A	18 號橋-台 11 線	四區	花蓮	HWB8C	台 11	花蓮縣	壽豐	3.00	0.00	0.24	0.52
D03-0110-033A	十九號橋	四區	花蓮	HWB1C	台 11	花蓮縣	豐濱	3.85	0.00	0.19	0.48
D03-0110-035A	二十號橋	四區	花蓮	HWB1C	台 11	花蓮縣	豐濱	3.85	0.00	0.20	0.47
D03-0110-037A	21 號橋	四區	花蓮	HWB2C	台 11	花蓮縣	豐濱	3.76	0.00	1.92	2.53
D03-0110-038A	新磯橋	四區	花蓮	HWB1C	台 11	花蓮縣	豐濱	3.19	0.00	0.21	0.49
D03-0110-041A	二十二號橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	豐濱	2.47	0.00	0.22	0.55
D03-0110-043A	小湖橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	豐濱	2.25	0.00	0.26	0.59
D03-0110-043B	新社橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	豐濱	2.25	0.00	0.26	0.59
D03-0110-044A	新莊北橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	豐濱	2.25	0.00	0.23	0.58
D03-0110-045A	新莊南橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	豐濱	2.25	0.00	0.26	0.57
D03-0110-045B	東興橋	四區	花蓮	HWB1C	台 11	花蓮縣	豐濱	2.58	0.00	0.21	0.54
D03-0110-046A	永豐橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	豐濱	2.25	0.00	0.23	0.58

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
D03-0110-047A	蚊子山橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	豐濱	2.25	0.00	0.23	0.58
D03-0110-048A	深橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	豐濱	2.25	0.00	0.26	0.59
D03-0110-050A	30 號橋-台 11 線	四區	花蓮	HWB4S	台 11	花蓮縣	豐濱	0.76	0.00	0.24	0.42
D03-0110-050BN	豐濱橋(拓寬)	四區	花蓮	HWB4C	台 11	花蓮縣	豐濱	3.19	0.00	0.15	0.30
D03-0110-050BO	豐濱橋	四區	花蓮	HWB4C	台 11	花蓮縣	豐濱	3.19	0.00	0.16	0.35
D03-0110-058A	立德橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	豐濱	2.36	0.00	0.25	0.57
D03-0110-060A	石門橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	豐濱	2.36	0.00	0.26	0.57
D03-0110-061A	豐港橋	四區	花蓮	HWB1C	台 11	花蓮縣	壽豐	3.85	0.00	0.20	0.47
D03-0110-062A	石梯橋	四區	花蓮	HWB1C	台 11	花蓮縣	豐濱	3.85	0.00	0.20	0.47
D03-0110-063A	漁港橋	四區	花蓮	HWB1C	台 11	花蓮縣	豐濱	3.85	0.00	0.20	0.47
D03-0110-067A	新長虹橋	四區	花蓮	HWB6S	台 11	花蓮縣	豐濱	1.38	0.00	0.29	0.71
D03-0110-069B	新靜浦橋	四區	花蓮	HWB3S	台 11	花蓮縣	豐濱	1.38	0.00	0.19	0.41
D03-0110-071A	茅平橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11	花蓮縣	豐濱	2.36	0.00	0.25	0.57
D03-011A-000A	大同橋	四區	花蓮	HWB1C	台 11 甲	花蓮縣	光復	2.47	0.00	0.24	0.56
D03-011A-001A	(東)馬太鞍橋	四區	花蓮	HWB5S	台 11 甲	花蓮縣	光復	0.35	0.00	0.21	0.42
D03-011A-002A	富田橋	四區	花蓮	HWB2C	台 11 甲	花蓮縣	光復	2.58	0.00	0.15	0.30
D03-011A-003A	東富田橋	四區	花蓮	HWB4C	台 11 甲	花蓮縣	光復	2.79	0.00	2.39	2.81
D03-011A-003B	北富田橋	四區	花蓮	HWB1C	台 11 甲	花蓮縣	光復	2.58	0.00	0.23	0.54
D03-011A-009A	忠孝橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11 甲	花蓮縣	豐濱	1.09	0.00	0.28	0.78
D03-011A-009B	仁愛橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11 甲	花蓮縣	豐濱	1.09	0.00	0.28	0.78
D03-011A-012A	信義橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11 甲	花蓮縣	豐濱	1.09	0.00	0.28	0.78
D03-011A-015A	開發橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11 甲	花蓮縣	豐濱	1.38	0.00	0.27	0.72
D03-011A-016A	和平橋-台 11 甲線	四區	花蓮	HWB4C	台 11 甲	花蓮縣	豐濱	2.14	0.00	0.15	0.31
D03-011A-017A	增產橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11 甲	花蓮縣	豐濱	1.65	0.00	0.26	0.68
D03-011C-000AN	東華大橋(北上)	四區	花蓮	HWB2S	台 11 丙	花蓮縣	壽豐	1.38	0.00	0.16	0.34
D03-011C-000AS	東華大橋(南下)	四區	花蓮	HWB2S	台 11 丙	花蓮縣	壽豐	1.38	0.00	0.16	0.34
D03-011C-006A	懷古橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11 丙	花蓮縣	壽豐	1.65	0.00	0.26	0.68
D03-011C-007A	懷國橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11 丙	花蓮縣	壽豐	1.65	0.00	0.28	0.70
D03-011C-007B	懷客橋	四區	花蓮	HWB6S	台 11 丙	花蓮縣	壽豐	1.65	0.00	0.75	1.43
D03-011C-185A	壽溪陸橋	四區	花蓮	HWB1S	台 11 丙	花蓮縣	壽豐	0.93	0.00	0.32	0.75
D03-0160-140A	森榮橋	四區	花蓮	HWB1C	台 16	花蓮縣	萬榮	2.25	0.00	0.25	0.59
D03-0160-142A	萬里橋	四區	花蓮	HWB1C	台 16	花蓮縣	萬榮	4.20	0.00	0.20	0.48
D04-0080-115A	松林橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	0.57	0.00	0.30	0.92
D04-0080-118A	關興橋	四區	洛韶	HWB2C	台 8	花蓮縣	秀林	3.58	0.00	2.13	2.80
D04-0080-119A	關原橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	0.35	0.00	0.32	0.96
D04-0080-130A	翠谷橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	0.93	0.00	0.32	0.88
D04-0080-131A	慈航橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	3.67	0.00	0.20	0.48
D04-0080-133A	慈恩橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	3.85	0.00	0.20	0.47
D04-0080-140A	陽明橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	4.29	0.00	0.20	0.48
D04-0080-142A	新白揚橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	3.00	0.00	0.22	0.50
D04-0080-148A	華祿溪橋	四區	洛韶	HWB8C	台 8	花蓮縣	秀林	3.85	0.00	0.22	0.50
D04-0080-150A	慈雲橋	四區	洛韶	HWB1S	台 8	花蓮縣	秀林	0.00	0.00	0.36	0.99
D04-0080-153A	洛韶橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	1.52	0.00	0.26	0.72
D04-0080-161A	西寶橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	3.00	0.00	0.22	0.50

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
D04-0080-169A	稚暉橋	四區	洛韶	HWB8R	台 8	花蓮縣	秀林	0.93	0.00	0.28	0.78
D04-0080-171A	水文橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	2.02	0.00	0.26	0.64
D04-0080-172A	慈母橋	四區	洛韶	HWB8C	台 8	花蓮縣	秀林	1.24	0.00	0.29	0.80
D04-0080-176A	流芳橋	四區	洛韶	HWB1S	台 8	花蓮縣	秀林	0.35	0.00	0.32	0.84
D04-0080-178A	魯丹橋	四區	洛韶	HWB1S	台 8	花蓮縣	秀林	1.38	0.00	0.27	0.69
D04-0080-178B	靳珩橋	四區	洛韶	HWB1S	台 8	花蓮縣	秀林	0.35	0.00	0.34	0.73
D04-0080-180A	上溪橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	2.25	0.00	0.22	0.59
D04-0080-182A	白沙橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	5.36	0.00	0.20	0.51
D04-0080-183A	寧安橋	四區	洛韶	HWB8C	台 8	花蓮縣	秀林	2.58	0.00	0.25	0.54
D04-0080-185A	長春橋	四區	洛韶	HWB6C	台 8	花蓮縣	秀林	2.02	0.00	0.26	0.63
D04-0080-187A	峽谷橋	四區	洛韶	HWB1C	台 8	花蓮縣	秀林	2.79	0.00	0.20	0.52
D04-0080-188A	富世橋	四區	洛韶	HWB1S	台 8	花蓮縣	秀林	1.24	0.00	0.28	0.75
D04-0080-190A	亞泥橋	四區	洛韶	HWB1R	台 8	花蓮縣	秀林	4.55	0.00	0.19	0.49
D05-0070-088AL	英士橋	四區	獨立山	HWB2S	台 7	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.20	0.51
D05-0070-088AR	英士橋 (右線)	四區	獨立山	HWB2C	台 7	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.20	0.50
D05-0070-090A	赤水橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7	宜蘭縣	大同	0.93	0.00	0.28	0.84
D05-0070-092A	石頭橋	四區	獨立山	HWB2R	台 7	宜蘭縣	大同	3.39	0.00	0.60	1.62
D05-0070-093AL	執信橋 L	四區	獨立山	HWB5S	台 7	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.59	0.65
D05-0070-093AR	執信橋 R	四區	獨立山	HWB5R	台 7	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.28	0.61
D05-0070-098A	松羅橋	四區	獨立山	HWB5R	台 7	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.31	0.98
D05-0070-099A	玉蘭橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7	宜蘭縣	大同	0.76	0.00	0.33	0.92
D05-0070-101A	羅裕橋	四區	獨立山	HWB5R	台 7	宜蘭縣	大同	0.76	0.00	0.28	0.87
D05-0070-102A	崙卑橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7	宜蘭縣	大同	0.76	0.00	0.32	0.95
D05-0070-103A	前侯橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7	宜蘭縣	大同	4.38	0.00	0.19	0.48
D05-0070-104A	冷水坑橋	四區	獨立山	HWB2R	台 7	宜蘭縣	員山	1.90	0.00	1.39	1.55
D05-0070-106A	自忠橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7	宜蘭縣	大同	2.02	0.00	0.25	0.64
D05-007A-000A	百韜橋	四區	獨立山	HWB2C	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.57	0.00	0.56	1.11
D05-007A-003AL	家源橋 L(拓寬)	四區	獨立山	HWB2R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.22	0.36
D05-007A-003AR	家源橋 R(舊橋)	四區	獨立山	HWB3R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	3.29	0.00	0.16	0.38
D05-007A-008A	嘉興橋-台 7 甲線	四區	獨立山	HWB2R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.21	0.45
D05-007A-008B	嘉惠橋	四區	獨立山	HWB2C	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.21	0.45
D05-007A-011A	德荃橋	四區	獨立山	HWB1C	台 7 甲	宜蘭縣	大同	2.25	0.00	0.24	0.59
D05-007A-012A	志航橋	四區	獨立山	HWB1C	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.35	0.00	0.34	1.00
D05-007A-013A	有澗橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.57	0.00	0.34	0.95
D05-007A-013B	茂安橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.57	0.00	0.33	0.96
D05-007A-015A	敦厚橋	四區	獨立山	HWB2R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.57	0.00	0.19	0.40
D05-007A-017A	碧水橋	四區	獨立山	HWB2R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.35	0.00	0.24	0.42
D05-007A-018A	四季一橋	四區	獨立山	HWB4R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.35	0.00	2.65	3.06
D05-007A-020A	四季二橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.35	0.00	0.33	1.03
D05-007A-021A	繼光橋	四區	獨立山	HWB6R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	2.06	2.14
D05-007A-024AL	則前橋 L	四區	獨立山	HWB7R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	3.19	0.00	0.22	0.49
D05-007A-024AR	則前橋 R	四區	獨立山	HWB4R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.57	0.00	0.19	0.40
D05-007A-027A	美優橋	四區	獨立山	HWB5S	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.33	0.99
D05-007A-031A	可法橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.31	0.86

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
D05-007A-035A	家驤橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.32	1.00
D05-007A-036A	星文橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.34	1.06
D05-007A-037A	章傑橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7 甲	宜蘭縣	大同	0.00	0.00	0.32	1.00
D05-007C-000AL	牛門橋 L(舊橋)	四區	獨立山	HWB4R	台 7 丙	宜蘭縣	大同	3.19	0.00	0.16	0.38
D05-007C-000AR	牛門橋 R(拓寬)	四區	獨立山	HWB2R	台 7 丙	宜蘭縣	大同	1.90	0.00	0.17	0.64
D05-007C-001A	員山橋(舊)	四區	獨立山	HWB1R	台 7 丙	宜蘭縣	三星	0.76	0.00	0.29	0.88
D05-007C-002A	員山橋(新)	四區	獨立山	HWB1R	台 7 丙	宜蘭縣	三星	0.57	0.00	0.30	0.92
D05-007C-005A	復興橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7 丙	宜蘭縣	三星	2.02	0.00	0.26	0.64
D05-007C-006A	清水橋	四區	獨立山	HWB2R	台 7 丙	宜蘭縣	三星	1.90	0.00	0.19	0.35
D05-007C-010A	電力橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7 丙	宜蘭縣	三星	2.02	0.00	0.25	0.64
D05-007C-013A	月華橋	四區	獨立山	HWB1R	台 7 丙	宜蘭縣	三星	0.57	0.00	0.32	0.98
D06-0090-015AN	玉里大橋(拓寬)	四區	玉里	HWB5R	台 9	花蓮縣	玉里	1.77	0.00	0.19	0.49
D06-0090-015AO	玉里大橋(舊)	四區	玉里	HWB2R	台 9	花蓮縣	玉里	3.48	0.00	0.29	0.54
D06-0090-257A	大富橋	四區	玉里	HWB2R	台 9	花蓮縣	光復	3.00	0.00	0.25	0.49
D06-0090-259A	興泉橋	四區	玉里	HWB1C	台 9	花蓮縣	光復	3.10	0.00	0.22	0.49
D06-0090-260A	富源橋	四區	玉里	HWB1C	台 9	花蓮縣	光復	3.19	0.00	0.22	0.49
D06-0090-260B	富裕橋	四區	玉里	HWB2C	台 9	花蓮縣	瑞穗	2.58	0.00	0.86	1.81
D06-0090-261A	富興橋	四區	玉里	HWB1C	台 9	花蓮縣	瑞穗	2.69	0.00	0.21	0.53
D06-0090-262A	富強橋	四區	玉里	HWB1C	台 9	花蓮縣	瑞穗	2.69	0.00	0.23	0.53
D06-0090-263A	富民橋	四區	玉里	HWB2R	台 9	花蓮縣	瑞穗	2.58	0.00	0.86	1.81
D06-0090-263B	馬蘭勾溪橋	四區	玉里	HWB4R	台 9	花蓮縣	瑞穗	2.79	0.00	0.22	0.46
D06-0090-264A	馬蘭二橋	四區	玉里	HWB1C	台 9	花蓮縣	瑞穗	2.79	0.00	0.21	0.52
D06-0090-266A	瑞興橋	四區	玉里	HWB2R	台 9	花蓮縣	瑞穗	2.58	0.00	0.82	1.73
D06-0090-268BN	虎頭溪橋(北上)	四區	玉里	HWB1S	台 9	花蓮縣	瑞穗	1.09	0.00	0.28	0.78
D06-0090-268BS	虎頭溪橋(南下)	四區	玉里	HWB1S	台 9	花蓮縣	瑞穗	0.00	0.00	0.33	0.95
D06-0090-273A	紅葉溪橋	四區	玉里	HWB2S	台 9	花蓮縣	瑞穗	0.00	0.00	0.20	0.51
D06-0090-273BN	舞鶴陸橋(北上)	四區	玉里	HWB2S	台 9	花蓮縣	瑞穗	1.38	0.00	0.17	0.45
D06-0090-273BS	舞鶴陸橋(南下)	四區	玉里	HWB2S	台 9	花蓮縣	瑞穗	1.38	0.00	0.17	0.45
D06-0090-281A	三笠橋	四區	玉里	HWB1C	台 9	花蓮縣	玉里	2.36	0.00	0.25	0.57
D06-0090-281B	三民橋	四區	玉里	HWB1R	台 9	花蓮縣	玉里	2.47	0.00	0.24	0.56
D06-0090-282A	三福橋	四區	玉里	HWB1C	台 9	花蓮縣	玉里	2.47	0.00	0.24	0.56
D06-0090-285A	三軒橋	四區	玉里	HWB1S	台 9	花蓮縣	玉里	0.93	0.00	0.29	0.83
D06-0090-285B	太平溪橋	四區	玉里	HWB3S	台 9	花蓮縣	玉里	0.76	0.00	0.29	0.54
D06-0090-287A	大禹橋	四區	玉里	HWB1C	台 9	花蓮縣	玉里	2.36	0.00	0.24	0.57
D06-0090-289A	純柑橋	四區	玉里	HWB1C	台 9	花蓮縣	玉里	2.36	0.00	0.24	0.58
D06-0090-290A	玉興橋-台九線	四區	玉里	HWB7R	台 9	花蓮縣	玉里	1.90	0.00	0.55	1.43
D06-0090-292A	民權橋	四區	玉里	HWB1S	台 9	花蓮縣	玉里	0.57	0.00	0.31	0.90
D06-0090-295A	樂合溪橋	四區	玉里	HWB3C	台 9	花蓮縣	玉里	1.77	0.00	0.17	0.36
D06-0090-297A	安通橋	四區	玉里	HWB2C	台 9	花蓮縣	玉里	2.14	0.00	0.16	0.34
D06-0090-300A	吳江橋	四區	玉里	HWB4R	台 9	花蓮縣	富里	2.47	0.00	2.50	2.78
D06-0090-301A	拱仔溝橋	四區	玉里	HWB2C	台 9	花蓮縣	富里	2.36	0.00	0.76	1.49
D06-0090-302A	東里橋	四區	玉里	HWB1C	台 9	花蓮縣	富里	2.36	0.00	0.24	0.58
D06-0090-303AL	阿眉溪橋(左線)	四區	玉里	HWB2R	台 9	花蓮縣	富里	4.03	0.00	0.17	0.32
D06-0090-303AR	阿眉溪橋(右線)	四區	玉里	HWB5R	台 9	花蓮縣	富里	1.77	0.00	0.50	1.07

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
D06-0090-306A	新興橋 306K+630	四區	玉里	HWB1C	台 9	花蓮縣	富里	2.02	0.00	0.23	0.62
D06-0090-309AL	九岸溪橋(左線)	四區	玉里	HWB2C	台 9	花蓮縣	富里	1.52	0.00	0.17	0.34
D06-0090-309AR	九岸溪橋(右線)	四區	玉里	HWB2R	台 9	花蓮縣	富里	3.94	0.00	0.14	0.29
D06-0090-310A	螺仔溪橋	四區	玉里	HWB2C	台 9	花蓮縣	富里	2.14	0.00	0.15	0.32
D06-0090-311A	石牌橋	四區	玉里	HWB1R	台 9	花蓮縣	富里	2.14	0.00	0.23	0.60
D06-0090-313A	中興橋	四區	玉里	HWB1C	台 9	花蓮縣	光復	2.47	0.00	0.24	0.56
D06-0090-313B	公埔大橋	四區	玉里	HWB6S	台 9	花蓮縣	富里	1.09	0.00	0.17	0.34
D06-0090-314AN	鱉溪橋(拓寬)	四區	玉里	HWB5S	台 9	花蓮縣	富里	0.35	0.00	0.80	0.93
D06-0090-314AO	鱉溪橋(舊)	四區	玉里	HWB5S	台 9	花蓮縣	富里	0.57	0.00	0.77	0.99
D06-0090-315AL	堵港埔橋(左線)	四區	玉里	HWB5S	台 9	花蓮縣	富里	0.00	0.00	0.75	0.83
D06-0090-315AR	堵港埔橋(右線)	四區	玉里	HWB5S	台 9	花蓮縣	富里	0.35	0.00	0.82	0.93
D06-0090-319A	縣界橋	四區	玉里	HWB4R	台 9	花蓮縣	富里	2.58	0.00	1.51	1.68
D06-0230-000A	富南北橋	四區	玉里	HWB1C	台 23	花蓮縣	富里	2.14	0.00	0.26	0.61
D06-0230-000B	富池橋	四區	玉里	HWB2R	台 23	花蓮縣	富里	2.14	0.00	0.16	0.32
D06-0230-001A	富里大橋	四區	玉里	HWB2C	台 23	花蓮縣	富里	4.63	0.00	0.24	0.50
D06-0230-003A	頂埔橋	四區	玉里	HWB1R	台 23	花蓮縣	富里	1.24	0.00	0.30	0.82
D06-0230-003B	第二號橋	四區	玉里	HWB1C	台 23	花蓮縣	富里	4.46	0.00	0.20	0.48
D06-0230-005A	永豐大橋	四區	玉里	HWB5R	台 23	花蓮縣	富里	4.38	0.00	0.20	0.48
D06-0230-007A	石門橋	四區	玉里	HWB1R	台 23	花蓮縣	富里	4.46	0.00	0.20	0.48
D06-0230-007B	第五號橋	四區	玉里	HWB1C	台 23	花蓮縣	富里	4.55	0.00	0.20	0.48
D06-0230-008A	四維橋	四區	玉里	HWB2R	台 23	花蓮縣	富里	2.89	0.00	0.18	0.32
D06-0230-008B	第六號橋	四區	玉里	HWB1C	台 23	花蓮縣	富里	4.55	0.00	0.20	0.48
D06-0230-009A	第七號橋	四區	玉里	HWB1C	台 23	花蓮縣	富里	4.55	0.00	0.20	0.48
D06-0230-010A	第八號橋	四區	玉里	HWB7R	台 23	花蓮縣	富里	4.55	0.00	0.20	0.48
D06-0230-010B	第十號橋	四區	玉里	HWB1C	台 23	花蓮縣	富里	4.63	0.00	0.20	0.49
D06-0230-010C	第九號橋	四區	玉里	HWB1C	台 23	花蓮縣	富里	4.63	0.00	0.20	0.49
D06-0230-014A	第十一號橋	四區	玉里	HWB1C	台 23	花蓮縣	富里	3.85	0.00	0.20	0.47
D06-0230-014B	第十二號橋-台 23 線	四區	玉里	HWB2R	台 23	花蓮縣	富里	3.76	0.00	1.33	1.48
D06-0230-015A	第十三號橋	四區	玉里	HWB1C	台 23	花蓮縣	富里	3.94	0.00	0.20	0.47
D06-0300-002A	谷景橋	四區	玉里	HWB1C	台 30	花蓮縣	卓溪	2.25	0.00	0.25	0.59
D06-0300-004A	卓安橋	四區	玉里	HWB1C	台 30	花蓮縣	卓溪	2.25	0.00	0.22	0.59
D06-0300-004B	南安橋	四區	玉里	HWB1C	台 30	花蓮縣	卓溪	1.24	0.00	0.27	0.78
D06-0300-004C	玉安橋	四區	玉里	HWB1C	台 30	花蓮縣	卓溪	1.09	0.00	0.31	0.86
D06-0300-006A	卓樂橋	四區	玉里	HWB2R	台 30	花蓮縣	卓溪	2.47	0.00	0.29	0.54
D06-0300-008A	卓清橋	四區	玉里	HWB4C	台 30	花蓮縣	卓溪	2.69	0.00	2.42	3.27
D06-0300-013A	客城橋	四區	玉里	HWB4C	台 30	花蓮縣	玉里	3.00	0.00	2.31	3.18
D06-0300-021A	南安通橋	四區	玉里	HWB6S	台 30	花蓮縣	富里	1.52	0.00	0.26	0.68
D06-0300-021B	德昌橋	四區	玉里	HWB2S	台 30	花蓮縣	富里	0.35	0.00	1.45	1.54
D06-0300-022A	富國橋	四區	玉里	HWB1S	台 30	花蓮縣	富里	0.35	0.00	0.32	0.87
D06-0300-022B	富祥橋	四區	玉里	HWB1S	台 30	花蓮縣	富里	0.00	0.00	0.33	0.90
D06-0300-022C	裕國橋	四區	玉里	HWB1S	台 30	花蓮縣	富里	0.00	0.00	0.33	0.90
D06-0300-024A	裕民橋	四區	玉里	HWB1S	台 30	花蓮縣	富里	0.00	0.00	0.33	0.95
D06-0300-025A	開元橋	四區	玉里	HWB1S	台 30	花蓮縣	富里	0.00	0.00	0.33	0.90
D06-0300-025B	國泰橋	四區	玉里	HWB1S	台 30	花蓮縣	富里	0.00	0.00	0.33	0.90

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
D06-0300-025C	民安橋	四區	玉里	HWB2S	台 30	花蓮縣	富里	0.00	0.00	0.23	0.43
D06-0300-025D	國祥橋	四區	玉里	HWB2S	台 30	花蓮縣	富里	0.57	0.00	1.36	1.91
D06-0300-026A	富長橋	四區	玉里	HWB1S	台 30	花蓮縣	富里	0.00	0.00	0.33	0.95
E01-0010-023A	隨益橋	五區	斗南	HWB1C	台 1	雲林縣	虎尾	0.00	0.00	0.36	1.07
E01-0010-226A	振興橋	五區	斗南	HWB1C	台 1	雲林縣	西螺	1.24	0.00	0.29	0.81
E01-0010-229A	源埤橋	五區	斗南	HWB1C	台 1	雲林縣	西螺	1.09	0.00	0.30	0.84
E01-0010-229B	新庄橋-台 1 線 229.970	五區	斗南	HWB1C	台 1	雲林縣	西螺	1.09	0.00	0.30	0.84
E01-0010-230AL	新虎尾溪橋(南)	五區	斗南	HWB5C	台 1	雲林縣	莿桐	2.47	0.00	0.21	0.55
E01-0010-230AR	新虎尾溪橋(北)	五區	斗南	HWB7C	台 1	雲林縣	莿桐	2.47	0.00	0.21	0.55
E01-0010-231A	何厝橋	五區	斗南	HWB1C	台 1	雲林縣	虎尾	0.57	0.00	0.33	0.97
E01-0010-231B	甘厝橋	五區	斗南	HWB1C	台 1	雲林縣	西螺	0.93	0.00	0.31	0.88
E01-0010-233A	惠來厝橋	五區	斗南	HWB1C	台 1	雲林縣	虎尾	0.57	0.00	0.33	0.97
E01-0010-233B	大惠橋	五區	斗南	HWB1C	台 1	雲林縣	虎尾	1.24	0.00	0.27	0.77
E01-0010-235A	虎尾溪橋	五區	斗南	HWB7R	台 1	雲林縣	虎尾	0.35	0.00	0.19	0.43
E01-0010-236A	惠埔橋	五區	斗南	HWB1C	台 1	雲林縣	虎尾	0.35	0.00	0.31	0.94
E01-0010-238A	田頭橋	五區	斗南	HWB6S	台 1	雲林縣	斗南	0.00	0.00	0.33	0.92
E01-0010-239A	後庄橋	五區	斗南	HWB1S	台 1	雲林縣	斗南	0.00	0.00	0.33	0.93
E01-0010-239B	北勢子橋	五區	斗南	HWB1S	台 1	雲林縣	斗南	0.00	0.00	0.33	0.93
E01-0010-240A	石牛溪橋	五區	斗南	HWB3R	台 1	雲林縣	斗南	6.33	0.00	0.18	0.41
E01-0010-240B	大湖口溪橋	五區	斗南	HWB5C	台 1	雲林縣	斗南	0.57	0.00	0.29	0.91
E01-0010-244A	石龜溪橋	五區	斗南	HWB3C	台 1	雲林縣	斗南	3.76	0.00	0.15	0.29
E01-0010-244B	柳樹腳橋	五區	斗南	HWB1C	台 1	雲林縣	斗南	0.35	0.00	0.34	1.03
E01-001D-001A	莿桐一號橋	五區	斗南	HWB3R	台 1 丁	雲林縣	莿桐	1.52	0.00	0.25	0.50
E01-001D-002A	莿桐水圳橋	五區	斗南	HWB1R	台 1 丁	雲林縣	莿桐	1.52	0.00	0.25	0.71
E01-001D-002B	大埔尾橋	五區	斗南	HWB1R	台 1 丁	雲林縣	莿桐	1.90	0.00	0.23	0.65
E01-001D-003A	大美橋	五區	斗南	HWB1C	台 1 丁	雲林縣	莿桐	1.38	0.00	0.26	0.76
E01-001D-004A	新榮橋	五區	斗南	HWB6R	台 1 丁	雲林縣	斗六	1.38	0.00	0.18	0.39
E01-001D-005A	虎溪橋	五區	斗南	HWB1R	台 1 丁	雲林縣	斗六	1.77	0.00	0.27	0.68
E01-001D-012	田頭橋	五區	斗南	HWB2C	台 1 丁	雲林縣	斗六	2.36	0.00	1.63	1.81
E01-001D-013A	新光陸橋	五區	斗南	HWB1C	台 1 丁	雲林縣	斗南	1.24	0.00	0.30	0.79
E01-001D-321A	雲林橋	五區	斗南	HWB4C	台 1 丁	雲林縣	斗六	4.03	0.00	0.16	0.32
E01-0030-238A	新光橋	五區	斗南	HWB1C	台 3	雲林縣	林內	2.25	0.00	0.22	0.58
E01-0030-245A	九芎林橋	五區	斗南	HWB1C	台 3	雲林縣	林內	0.76	0.00	0.28	0.90
E01-0030-247A	大埔溪橋	五區	斗南	HWB7C	台 3	雲林縣	林內	0.76	0.00	0.32	0.93
E01-0030-247B	大埔橋	五區	斗南	HWB1C	台 3	雲林縣	林內	0.76	0.00	0.32	0.93
E01-0030-248A	北林內陸橋	五區	斗南	HWB5R	台 3	雲林縣	林內	0.76	0.00	0.22	0.37
E01-0030-248B	石榴橋	五區	斗南	HWB1C	台 3	雲林縣	斗六	0.00	0.00	0.34	0.79
E01-0030-251A	南林內陸橋	五區	斗南	HWB3R	台 3	雲林縣	林內	0.00	0.00	0.21	0.45
E01-0030-252AN	新乾溪橋(新)	五區	斗南	HWB3C	台 3	雲林縣	林內	1.77	0.00	2.45	2.65
E01-0030-252AO	新乾溪橋(舊)	五區	斗南	HWB2C	台 3	雲林縣	林內	2.89	0.00	0.15	0.29
E01-0030-254A	鎮南橋	五區	斗南	HWB1S	台 3	雲林縣	斗六	0.00	0.00	0.32	0.95
E01-0030-256A	仰山橋	五區	斗南	HWB1S	台 3	雲林縣	斗六	0.00	0.00	0.33	0.94
E01-0030-256B	崙峰橋	五區	斗南	HWB1S	台 3	雲林縣	斗六	0.57	0.00	0.30	0.90
E01-0030-257A	溝壩橋	五區	斗南	HWB1S	台 3	雲林縣	斗六	0.00	0.00	0.36	1.02

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E01-0030-257B	楓樹湖橋	五區	斗南	HWB3C	台 3	雲林縣	斗六	1.09	0.00	2.44	2.80
E01-0030-257C	石榴班橋	五區	斗南	HWB4C	台 3	雲林縣	斗六	0.00	0.00	0.20	0.45
E01-0030-258A	溝南橋	五區	斗南	HWB1S	台 3	雲林縣	斗六	0.00	0.00	0.33	0.94
E01-0030-258B	海豐崙橋	五區	斗南	HWB2C	台 3	雲林縣	斗六	0.00	0.00	3.24	3.95
E01-0030-259A	湳仔北橋	五區	斗南	HWB1C	台 3	雲林縣	古坑	0.00	0.00	0.33	1.00
E01-0030-260A	湳仔南橋	五區	斗南	HWB1S	台 3	雲林縣	古坑	0.00	0.00	0.34	0.97
E01-0030-261A	昌崙橋	五區	斗南	HWB3C	台 3	雲林縣	古坑	0.00	0.00	1.10	2.59
E01-0030-263A	永光橋	五區	斗南	HWB1C	台 3	雲林縣	古坑	0.35	0.00	0.35	1.03
E01-0030-266A	柴裡橋	五區	斗南	HWB6S	台 3	雲林縣	斗六	0.00	0.00	1.10	1.22
E01-0030-267A	雲祥橋	五區	斗南	HWB6C	台 3	雲林縣	古坑	0.00	0.00	0.33	0.98
E01-0030-271A	興昌橋	五區	斗南	HWB5C	台 3	雲林縣	古坑	1.38	0.00	0.30	0.78
E01-0170-069A	雷厝橋	五區	斗南	HWB1C	台 17	雲林縣	台西	2.58	0.00	0.23	0.54
E01-0170-072A	更生橋	五區	斗南	HWB1C	台 17	雲林縣	麥寮	3.00	0.00	0.23	0.50
E01-0170-082A	崙豐橋	五區	斗南	HWB1S	台 17	雲林縣	台西	0.76	0.00	0.30	0.83
E01-0170-083A	中央橋	五區	斗南	HWB2C	台 17	雲林縣	麥寮	2.14	0.00	2.04	2.04
E01-0170-083B	更聯橋	五區	斗南	HWB3C	台 17	雲林縣	麥寮	2.89	0.00	1.69	2.31
E01-0170-086A	海口橋	五區	斗南	HWB6C	台 17	雲林縣	台西	2.79	0.00	0.11	0.78
E01-0170-088A	海豐橋-台 17 線 088K+122	五區	斗南	HWB6R	台 17	雲林縣	麥寮	2.25	0.00	0.11	0.49
E01-0170-089A	西湖橋	五區	斗南	HWB4C	台 17	雲林縣	台西	2.36	0.00	1.95	1.99
E01-0170-089B	新興橋-台 17 線 89k+648	五區	斗南	HWB3S	台 17	雲林縣	台西	0.76	0.00	1.07	1.80
E01-0170-091A	美林橋	五區	斗南	HWB1C	台 17	雲林縣	四湖	2.47	0.00	0.23	0.56
E01-0190-036A	港後橋	五區	斗南	HWB1S	台 19	雲林縣	二崙	0.35	0.00	0.31	0.95
E01-0190-037A	油車橋	五區	斗南	HWB3S	台 19	雲林縣	二崙	0.57	0.00	0.23	0.41
E01-0190-040B	番社橋	五區	斗南	HWB1S	台 19	雲林縣	二崙	0.35	0.00	0.35	0.99
E01-0190-041A	復興橋	五區	斗南	HWB1S	台 19	雲林縣	二崙	0.35	0.00	0.35	0.99
E01-0190-045A	豐橋	五區	斗南	HWB6S	台 19	雲林縣	崙背	0.35	0.00	0.31	0.91
E01-0190-046A	新庄橋-台 19 線	五區	斗南	HWB2S	台 19	雲林縣	褒忠	0.57	0.00	0.44	1.26
E01-0190-049A	忠江橋	五區	斗南	HWB3S	台 19	雲林縣	褒忠	0.76	0.00	0.90	1.65
E01-0190-051B	中民橋	五區	斗南	HWB1S	台 19	雲林縣	褒忠	1.09	0.00	0.28	0.79
E01-0190-053A	舊虎尾溪橋	五區	斗南	HWB1S	台 19	雲林縣	褒忠	0.93	0.00	0.29	0.82
E01-0190-057A	長安橋	五區	斗南	HWB3C	台 19	雲林縣	元長	1.65	0.00	1.78	2.33
E01-0610-214A	214k+102 高架橋	五區	斗南	HWB6S	台 61	雲林縣	麥寮	0.76	0.00	0.22	0.46
E01-0610-225A	225k+598 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 61	雲林縣	台西	1.52	0.00	0.26	0.70
E01-0610-225B	225k+857 河川橋	五區	斗南	HWB6S	台 61	雲林縣	台西	1.38	0.00	0.26	0.70
E01-0610-227A	227k+394 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 61	雲林縣	台西	1.52	0.00	0.26	0.70
E01-0610-227B	227K+702 河川橋	五區	斗南	HWB1S	台 61	雲林縣	台西	1.52	0.00	0.26	0.70
E01-0610-227C	227K+876 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 61	雲林縣	台西	1.52	0.00	0.26	0.70
E01-0610-228A	228K+875 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 61	雲林縣	台西	1.65	0.00	0.25	0.68
E01-0610-229A	229K+408 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 61	雲林縣	台西	1.65	0.00	0.25	0.68
E01-0610-229B	229K+985 河川橋	五區	斗南	HWB5S	台 61	雲林縣	台西	1.24	0.00	0.29	0.54
E01-0610-235A	台 61 線 235K+324	五區	斗南	HWB1S	台 61	雲林縣	台西	0.76	0.00	0.32	0.69
E01-0610-236A	台 61 線 236K+325	五區	斗南	HWB5S	台 61	雲林縣	四湖	0.93	0.00	0.24	0.51
E01-0610-237A	台 61 線 237K+485	五區	斗南	HWB5S	台 61	雲林縣	四湖	0.93	0.00	1.57	1.74

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E01-0780-000A	0K+340 河川橋	五區	斗南	HWB6S	台 78	雲林縣	四湖	1.52	0.00	0.25	0.67
E01-0780-001A	1K+305 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	台西	1.52	0.00	0.26	0.68
E01-0780-001B	1K+435 高架橋	五區	斗南	HWB6S	台 78	雲林縣	台西	1.38	0.00	0.20	0.34
E01-0780-003A	3K+128 河川橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	台西	1.24	0.00	0.28	0.74
E01-0780-004A	4K+413 河川橋	五區	斗南	HWB2S	台 78	雲林縣	台西	1.09	0.00	0.18	0.41
E01-0780-005A	5K+639 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	台西	1.24	0.00	0.27	0.76
E01-0780-005B	5K+818 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	台西	1.24	0.00	0.27	0.75
E01-0780-006A	6K+189 高架橋	五區	斗南	HWB2S	台 78	雲林縣	東勢	0.76	0.00	0.20	0.39
E01-0780-007A	7K+209 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	東勢	1.24	0.00	0.27	0.75
E01-0780-008A	8K+007 高架橋	五區	斗南	HWB2S	台 78	雲林縣	東勢	0.93	0.00	0.19	0.37
E01-0780-008B	8K+557 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	東勢	0.93	0.00	0.29	0.81
E01-0780-009A	9K+285 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	東勢	0.93	0.00	0.29	0.81
E01-0780-009B	9K+922 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	東勢	0.93	0.00	0.29	0.82
E01-0780-010A	10K+470 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	東勢	1.09	0.00	0.28	0.79
E01-0780-012A	12K+365 高架橋	五區	斗南	HWB3S	台 78	雲林縣	東勢	0.76	0.00	0.98	1.85
E01-0780-012B	12K+961 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	褒忠	0.76	0.00	0.30	0.84
E01-0780-013A	13K+240 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	褒忠	0.35	0.00	0.32	0.87
E01-0780-013B	13K+622 河川橋	五區	斗南	HWB3S	台 78	雲林縣	褒忠	0.35	0.00	0.20	0.40
E01-0780-014A	14K+270 河川橋	五區	斗南	HWB2S	台 78	雲林縣	褒忠	0.57	0.00	0.20	0.39
E01-0780-015A	15K+193 高架橋	五區	斗南	HWB2S	台 78	雲林縣	元長	0.57	0.00	0.20	0.39
E01-0780-016A	16K+329 高架橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	元長	0.35	0.00	0.31	0.90
E01-0780-018A	雲 101 線穿越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	元長	0.00	0.00	0.33	0.91
E01-0780-018B	舊虎尾溪穿越橋	五區	斗南	HWB6S	台 78	雲林縣	元長	0.00	0.00	0.32	0.86
E01-0780-019A	19K+081 穿越橋	五區	斗南	HWB5S	台 78	雲林縣	土庫	0.00	0.00	0.76	1.21
E01-0780-019B	雲 98 穿越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	土庫	0.00	0.00	0.33	0.91
E01-0780-019C	農路跨越橋一	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	土庫	0.00	0.00	0.33	0.90
E01-0780-020A	農路跨越橋二	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	土庫	0.00	0.00	0.33	0.86
E01-0780-020B	雲 99 線穿越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	土庫	0.00	0.00	0.33	0.92
E01-0780-020C	台糖鐵路穿越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	土庫	0.00	0.00	0.33	0.91
E01-0780-021A	雲 158 甲線穿越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	土庫	0.00	0.00	0.33	0.91
E01-0780-021B	雲 96 線穿越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	土庫	0.00	0.00	0.33	0.92
E01-0780-022A	雲 97 線穿越橋	五區	斗南	HWB6S	台 78	雲林縣	虎尾	0.00	0.00	0.62	1.41
E01-0780-023A	農路穿越橋三	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	虎尾	0.00	0.00	0.32	0.89
E01-0780-023B	雲 95 線穿越橋	五區	斗南	HWB6S	台 78	雲林縣	虎尾	0.00	0.00	0.32	0.88
E01-0780-024A	24K+279 橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	虎尾	0.00	0.00	0.32	0.89
E01-0780-024B	24K+465 橋	五區	斗南	HWB5S	台 78	雲林縣	大埤	0.00	0.00	0.32	0.86
E01-0780-026A	線道 145 跨越橋	五區	斗南	HWB5S	台 78	雲林縣	虎尾	0.00	0.00	0.29	0.54
E01-0780-027A	27K+760 橋	五區	斗南	HWB5S	台 78	雲林縣	斗南	0.35	0.00	0.20	0.42
E01-0780-028A	28K+839 橋	五區	斗南	HWB6S	台 78	雲林縣	斗南	0.00	0.00	0.35	0.86
E01-0780-029A	國道一號跨越橋	五區	斗南	HWB6S	台 78	雲林縣	斗南	0.35	0.00	0.29	0.54
E01-0780-031A	31K+325 橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	斗南	0.00	0.00	0.33	0.93
E01-0780-032A	台一線及縱貫鐵路跨越橋	五區	斗南	HWB5S	台 78	雲林縣	斗南	0.35	0.00	3.03	3.09
E01-0780-033A	雲 184 線跨越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	斗南	0.00	0.00	0.34	0.94

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E01-0780-033B	雲 185 線跨越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	斗南	0.00	0.00	0.34	0.95
E01-0780-034A	大湖口溪三號橋	五區	斗南	HWB6S	台 78	雲林縣	斗南	0.35	0.00	0.67	1.22
E01-0780-034B	林子里排水橋	五區	斗南	HWB6S	台 78	雲林縣	斗南	0.00	0.00	0.32	0.92
E01-0780-035A	158 乙線跨越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	斗南	0.00	0.00	0.33	0.93
E01-0780-035B	158 甲線跨越橋	五區	斗南	HWB5S	台 78	雲林縣	斗南	0.57	0.00	0.20	0.42
E01-0780-036A	雲 82-1 線跨越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	斗南	0.00	0.00	0.33	0.92
E01-0780-036B	板橋大排排水橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	斗六	0.00	0.00	0.33	0.93
E01-0780-037A	下柴跨越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	斗六	0.00	0.00	0.33	0.93
E01-0780-037B	石牛溪河川橋	五區	斗南	HWB6S	台 78	雲林縣	斗六	0.57	0.00	0.19	0.39
E01-0780-039A	台糖鐵路跨越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	斗六	0.00	0.00	0.34	0.94
E01-0780-039B	台三線跨越橋	五區	斗南	HWB5S	台 78	雲林縣	斗六	0.00	0.00	0.35	0.85
E01-0780-039C	雲 193 線跨越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	古坑	0.00	0.00	0.37	0.98
E01-0780-041A	雲 197 線跨越橋	五區	斗南	HWB1S	台 78	雲林縣	古坑	0.00	0.00	0.33	0.94
E01-0780-042A	雲 201 高架橋兼小坑仔溪河川橋	五區	斗南	HWB5S	台 78	雲林縣	古坑	0.76	0.00	0.19	0.39
E01-1450-012A	新社一號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 145	雲林縣	西螺	1.52	0.00	0.28	0.72
E01-1450-012B	新社二號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 145	雲林縣	西螺	1.52	0.00	0.28	0.72
E01-1450-012C	新社三號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 145	雲林縣	西螺	1.52	0.00	0.28	0.72
E01-1450-013	魚寮一號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 145	雲林縣	西螺	1.65	0.00	0.25	0.66
E01-1450-014	魚寮二號橋	五區	斗南	HWB6C	縣 145	雲林縣	西螺	1.77	0.00	0.23	0.65
E01-1450-015	魚寮三號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 145	雲林縣	西螺	1.38	0.00	0.28	0.75
E01-1450-017	中正橋	五區	斗南	HWB4C	縣 145	雲林縣	虎尾	3.67	0.00	0.16	0.36
E01-1450-021	虎尾水圳橋	五區	斗南	HWB6C	縣 145	雲林縣	虎尾	1.52	0.00	0.25	0.67
E01-1450-026A	下湳子一號	五區	斗南	HWB1C	縣 145	雲林縣	虎尾	0.00	0.00	0.34	1.00
E01-1450-026B	下湳子二號	五區	斗南	HWB1C	縣 145	雲林縣	虎尾	0.76	0.00	0.31	0.86
E01-1450-026C	下湳子三號	五區	斗南	HWB1C	縣 145	雲林縣	虎尾	0.35	0.00	0.33	0.95
E01-1450-027	土庫水圳橋	五區	斗南	HWB1C	縣 145	雲林縣	土庫	0.93	0.00	0.31	0.85
E01-1490-022	樟湖橋(翠泉橋)	五區	斗南	HWB1C	縣 149	雲林縣	古坑	2.14	0.00	0.23	0.60
E01-1490-034A	濁水橋	五區	斗南	HWB1C	縣 149	雲林縣	古坑	0.00	0.00	0.32	0.98
E01-1490-034B	清水橋	五區	斗南	HWB1C	縣 149	雲林縣	古坑	0.00	0.00	0.32	0.95
E01-1490-037	久力橋	五區	斗南	HWB1C	縣 149	雲林縣	古坑	1.90	0.00	0.23	0.63
E01-1490-038	心慈橋	五區	斗南	HWB1C	縣 149	嘉義縣	梅山	2.36	0.00	0.24	0.57
E01-149A-000	一號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 149 甲	雲林縣	斗六	0.00	0.00	0.35	1.01
E01-149A-001	二號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 149 甲	雲林縣	斗六	0.00	0.00	0.35	1.01
E01-149A-004A	第十號路	五區	斗南	HWB1R	縣 149 甲	雲林縣	古坑	0.00	0.00	0.35	1.02
E01-149A-004B	荷苞橋	五區	斗南	HWB1S	縣 149 甲	雲林縣	古坑	0.00	0.00	0.35	0.97
E01-149A-006	早子寮橋	五區	斗南	HWB1C	縣 149 甲	雲林縣	古坑	1.52	0.00	0.28	0.72
E01-149A-008	地母橋	五區	斗南	HWB1C	縣 149 甲	雲林縣	古坑	1.65	0.00	0.27	0.70
E01-149A-009	建德橋	五區	斗南	HWB1C	縣 149 甲	雲林縣	古坑	1.65	0.00	0.27	0.70
E01-149A-012	土地公橋	五區	斗南	HWB1C	縣 149 甲	雲林縣	古坑	1.65	0.00	0.27	0.69
E01-149A-030	內湖橋	五區	斗南	HWB1S	縣 149 甲	雲林縣	古坑	0.00	0.00	0.33	0.84
E01-149A-039	鹿窟一號橋	五區	斗南	HWB2C	縣 149 甲	雲林縣	古坑	0.93	0.00	0.19	0.42
E01-149A-040	鹿窟二號橋	五區	斗南	HWB2C	縣 149 甲	雲林縣	古坑	0.93	0.00	0.18	0.39
E01-149A-041	鹿窟三號橋	五區	斗南	HWB2C	縣 149 甲	雲林縣	古坑	0.93	0.00	0.19	0.87

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E01-1530-000	麥寮橋	五區	斗南	HWB3C	縣 153	雲林縣	麥寮	2.02	0.00	0.18	0.39
E01-1530-001A	龍岩分線橋	五區	斗南	HWB1C	縣 153	雲林縣	麥寮	2.79	0.00	0.22	0.52
E01-1530-001B	新美橋	五區	斗南	HWB3C	縣 153	雲林縣	麥寮	2.69	0.00	0.18	0.34
E01-1530-003	新坤橋	五區	斗南	HWB7C	縣 153	雲林縣	麥寮	1.65	0.00	0.26	0.71
E01-1530-005	安南橋	五區	斗南	HWB1C	縣 153	雲林縣	東勢	2.25	0.00	0.24	0.59
E01-1530-006	海豐排水橋	五區	斗南	HWB1C	縣 153	雲林縣	東勢	2.02	0.00	0.25	0.62
E01-1530-008	嘉隆北橋	五區	斗南	HWB1C	縣 153	雲林縣	東勢	3.19	0.00	0.21	0.50
E01-1530-009A	嘉隆橋	五區	斗南	HWB3C	縣 153	雲林縣	東勢	3.39	0.00	0.17	0.34
E01-1530-009B	長南橋	五區	斗南	HWB1C	縣 153	雲林縣	東勢	3.48	0.00	0.21	0.48
E01-1530-010	溪底橋	五區	斗南	HWB1C	縣 153	雲林縣	東勢	2.14	0.00	0.25	0.60
E01-1540-000	六輕橋	五區	斗南	HWB1S	縣 154	雲林縣	麥寮	1.24	0.00	0.27	0.71
E01-1540-004A	淵泉橋	五區	斗南	HWB1C	縣 154	雲林縣	麥寮	2.69	0.00	0.23	0.53
E01-1540-004B	三盛橋	五區	斗南	HWB1C	縣 154	雲林縣	麥寮	3.48	0.00	0.21	0.48
E01-1540-010	豐榮東橋	五區	斗南	HWB1C	縣 154	雲林縣	崙背	3.76	0.00	0.20	0.48
E01-1540-014A	下街橋	五區	斗南	HWB1C	縣 154	雲林縣	崙背	3.48	0.00	0.21	0.48
E01-1540-014B	新庄西橋	五區	斗南	HWB1C	縣 154	雲林縣	崙背	2.14	0.00	0.23	0.59
E01-1540-015	新庄橋	五區	斗南	HWB1C	縣 154	雲林縣	崙背	3.19	0.00	0.20	0.50
E01-1540-018A	油車橋	五區	斗南	HWB1C	縣 154	雲林縣	二崙	1.90	0.00	0.26	0.64
E01-1540-018B	大義崙橋	五區	斗南	HWB3C	縣 154	雲林縣	二崙	2.02	0.00	0.29	1.11
E01-1540-035	麻園橋	五區	斗南	HWB1R	縣 154	雲林縣	莿桐	3.48	0.00	0.21	0.49
E01-1540-038	東興橋	五區	斗南	HWB4C	縣 154	雲林縣	莿桐	2.89	0.00	0.64	1.41
E01-1540-042	林中橋	五區	斗南	HWB1C	縣 154	雲林縣	林內	0.35	0.00	0.34	0.97
E01-154A-001	社口橋（箱涵）	五區	斗南	HWB7S	縣 154 甲	雲林縣	二崙	0.00	0.00	0.35	0.99
E01-154A-002A	引西圳橋	五區	斗南	HWB1S	縣 154 甲	雲林縣	二崙	0.00	0.00	0.32	0.88
E01-154A-002B	二崙橋	五區	斗南	HWB1S	縣 154 甲	雲林縣	二崙	0.00	0.00	0.35	0.95
E01-154A-006	來惠橋	五區	斗南	HWB1S	縣 154 甲	雲林縣	二崙	0.00	0.00	0.32	0.91
E01-154A-008	水汴頭橋	五區	斗南	HWB1S	縣 154 甲	雲林縣	崙背	0.00	0.00	0.32	0.88
E01-1550-001	台西一號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 155	雲林縣	臺西	4.88	0.00	0.21	0.50
E01-1550-002	台西橋	五區	斗南	HWB4C	縣 155	雲林縣	臺西	3.10	0.00	2.02	2.26
E01-1550-005	第三號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 155	雲林縣	臺西	2.47	0.00	0.23	0.55
E01-1550-006	牛厝橋	五區	斗南	HWB1C	縣 155	雲林縣	臺西	5.12	0.00	0.21	0.51
E01-1550-008	給水橋	五區	斗南	HWB1C	縣 155	雲林縣	四湖	2.89	0.00	0.22	0.51
E01-1560-001	阿勸排水橋	五區	斗南	HWB6C	縣 156	雲林縣	麥寮	2.14	0.00	0.24	0.59
E01-1560-004	大有橋	五區	斗南	HWB1C	縣 156	雲林縣	崙背	4.55	0.00	0.21	0.49
E01-1560-006	五魁橋	五區	斗南	HWB1C	縣 156	雲林縣	崙背	2.69	0.00	0.23	0.53
E01-1560-009A	七號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 156	雲林縣	崙背	1.65	0.00	0.26	0.69
E01-1560-009B	崙背橋	五區	斗南	HWB1C	縣 156	雲林縣	崙背	3.00	0.00	0.22	0.51
E01-1560-014	三和橋	五區	斗南	HWB3C	縣 156	雲林縣	崙背	3.19	0.00	1.49	1.90
E01-1560-016	湳子橋	五區	斗南	HWB1C	縣 156	雲林縣	二崙	2.79	0.00	0.23	0.52
E01-1560-023	鹿場二號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 156	雲林縣	西螺	3.10	0.00	0.22	0.50
E01-1560-028	興桐橋	五區	斗南	HWB1S	縣 156	雲林縣	莿桐	0.93	0.00	0.31	0.82
E01-1560-029	樹子腳橋	五區	斗南	HWB1C	縣 156	雲林縣	莿桐	0.35	0.00	0.33	0.95
E01-1570-001	豐田橋	五區	斗南	HWB1S	縣 157	雲林縣	大埤	0.00	0.00	0.31	0.93
E01-1570-004	大埤橋	五區	斗南	HWB7S	縣 157	雲林縣	大埤	1.90	0.00	0.26	0.65

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E01-1570-007	蘆竹後橋(箱涵)	五區	斗南	HWB1S	縣 157	雲林縣	大埤	0.00	0.00	0.35	0.99
E01-1570-008	游東橋	五區	斗南	HWB1C	縣 157	雲林縣	大埤	0.93	0.00	0.27	0.82
E01-1580-001	中山橋	五區	斗南	HWB1R	縣 158	雲林縣	臺西	3.58	0.00	0.21	0.48
E01-1580-003	菁埔橋	五區	斗南	HWB1S	縣 158	雲林縣	臺西	1.24	0.00	0.26	0.73
E01-1580-005	龍潭橋	五區	斗南	HWB1S	縣 158	雲林縣	東勢	1.09	0.00	0.27	0.75
E01-1580-006	東勢橋	五區	斗南	HWB1S	縣 158	雲林縣	東勢	1.24	0.00	0.29	0.75
E01-1580-019	馬光南橋	五區	斗南	HWB1R	縣 158	雲林縣	褒忠	3.58	0.00	0.19	0.49
E01-1580-026	馬公支線橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158	雲林縣	虎尾	0.35	0.00	0.33	0.93
E01-1580-028	濁幹線橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158	雲林縣	虎尾	0.76	0.00	0.31	0.86
E01-1580-030	平和橋	五區	斗南	HWB4C	縣 158	雲林縣	虎尾	0.76	0.00	0.29	0.54
E01-158A-002	番子寮中排一號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158 甲	雲林縣	臺西	2.79	0.00	0.20	0.52
E01-158A-007	新興橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158 甲	雲林縣	褒忠	1.65	0.00	0.24	0.66
E01-158A-012A	馬光一號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158 甲	雲林縣	土庫	0.35	0.00	0.33	0.94
E01-158A-012B	潮厝橋	五區	斗南	HWB7C	縣 158 甲	雲林縣	褒忠	1.24	0.00	0.28	0.79
E01-158A-015	馬光二號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158 甲	雲林縣	土庫	0.57	0.00	0.32	0.92
E01-158A-018	石廟排水橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158 甲	雲林縣	土庫	1.90	0.00	0.24	0.62
E01-158A-019A	建國路二號橋	五區	斗南	HWB7C	縣 158 甲	雲林縣	土庫	1.90	0.00	0.23	0.64
E01-158A-019B	建國路一號橋	五區	斗南	HWB6C	縣 158 甲	雲林縣	土庫	2.02	0.00	0.22	0.61
E01-158A-021	土庫大橋	五區	斗南	HWB3C	縣 158 甲	雲林縣	虎尾	0.35	0.00	0.29	0.54
E01-158A-022	新崙橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158 甲	雲林縣	斗南	0.00	0.00	0.34	0.97
E01-158A-030	仁惠橋	五區	斗南	HWB3C	縣 158 甲	雲林縣	斗南	0.35	0.00	0.38	1.44
E01-158A-033	溫厝角橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158 甲	雲林縣	斗南	1.65	0.00	0.24	0.68
E01-158A-036	湳子橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158 甲	雲林縣	古坑	0.76	0.00	0.28	0.84
E01-158A-040	朝陽橋	五區	斗南	HWB1S	縣 158 甲	雲林縣	古坑	0.00	0.00	0.32	0.89
E01-158A-041	大埔橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158 甲	雲林縣	古坑	1.24	0.00	0.29	0.77
E01-158A-043	大埔一號橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158 甲	雲林縣	古坑	2.58	0.00	0.23	0.54
E01-158B-001	小東橋	五區	斗南	HWB3S	縣 158 乙	雲林縣	斗南	0.00	0.00	0.21	0.43
E01-158B-003	福德陸橋	五區	斗南	HWB3C	縣 158 乙	雲林縣	斗南	1.77	0.00	0.29	0.54
E01-158B-008	阿丹橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158 乙	雲林縣	斗南	1.90	0.00	0.26	0.65
E01-158B-010	昭安橋	五區	斗南	HWB1C	縣 158 乙	雲林縣	古坑	2.58	0.00	0.20	0.54
E02-0010-244A	潭墘橋	五區	水上	HWB1C	台 1	嘉義縣	大林	0.00	0.00	0.37	1.05
E02-0010-246A	大林橋	五區	水上	HWB3C	台 1	嘉義縣	大林	0.57	0.00	2.71	3.38
E02-0010-249A	湖仔橋	五區	水上	HWB1C	台 1	嘉義縣	大林	0.76	0.00	0.29	0.87
E02-0010-250A	無名橋	五區	水上	HWB1C	台 1	嘉義縣	大林	2.36	0.00	0.25	0.57
E02-0010-252A	下埤頭橋	五區	水上	HWB1C	台 1	嘉義縣	大林	2.36	0.00	0.24	0.57
E02-0010-252B	三疊溪橋	五區	水上	HWB4C	台 1	嘉義縣	大林	2.02	0.00	0.17	0.61
E02-0010-253A	大林陸橋	五區	水上	HWB1C	台 1	嘉義縣	大林	3.39	0.00	0.22	0.48
E02-0010-254A	中庄橋	五區	水上	HWB3C	台 1	嘉義縣	民雄	6.55	0.00	0.18	0.20
E02-0010-255A	無名橋	五區	水上	HWB1R	台 1	嘉義縣	民雄	0.57	0.00	0.35	0.95
E02-0010-256A	無名橋	五區	水上	HWB1C	台 1	嘉義縣	民雄	6.62	0.00	0.24	0.53
E02-0010-258A	民雄排水橋	五區	水上	HWB1R	台 1	嘉義縣	民雄	1.77	0.00	0.25	0.67
E02-0010-258C	無名橋	五區	水上	HWB1C	台 1	嘉義縣	民雄	4.46	0.00	0.21	0.49
E02-0010-275A	水上橋	五區	水上	HWB1C	台 1	嘉義縣	水上	4.88	0.00	0.20	0.50
E02-0010-275B	第二南靖橋	五區	水上	HWB1C	台 1	嘉義縣	水上	0.93	0.00	0.31	0.85

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E02-0010-277A	台 1 線八掌溪橋	五區	水上	HWB5C	台 1	嘉義縣	水上	1.09	0.00	0.16	0.34
E02-0170-097A	下崙一號橋	五區	水上	HWB1C	台 17	雲林縣	口湖	5.43	0.00	0.21	0.51
E02-0170-097B	下崙二號橋	五區	水上	HWB1C	台 17	雲林縣	口湖	2.69	0.00	0.20	0.53
E02-0170-099AL	青蚶橋(向南)	五區	水上	HWB1S	台 17	雲林縣	口湖	1.90	0.00	0.24	0.64
E02-0170-099AR	青蚶橋(向北)	五區	水上	HWB1S	台 17	雲林縣	口湖	1.90	0.00	0.24	0.64
E02-0170-100B	金湖一號橋	五區	水上	HWB3S	台 17	雲林縣	口湖	1.77	0.00	0.19	0.34
E02-0170-101A	新港橋	五區	水上	HWB1C	台 17	雲林縣	口湖	3.00	0.00	0.21	0.50
E02-0170-104A	成龍北一號橋-台 17 線	五區	水上	HWB1S	台 17	雲林縣	口湖	1.09	0.00	0.31	0.81
E02-0170-104B	成龍南一號橋	五區	水上	HWB1S	台 17	雲林縣	口湖	1.09	0.00	0.31	0.81
E02-0170-104C	成龍北三號橋-台 17 線	五區	水上	HWB1S	台 17	雲林縣	口湖	0.76	0.00	0.32	0.88
E02-0170-104D	成龍南三號橋	五區	水上	HWB1S	台 17	雲林縣	口湖	1.09	0.00	0.31	0.81
E02-0170-106A	下崙橋	五區	水上	HWB7C	台 17	雲林縣	口湖	2.36	0.00	0.20	0.57
E02-0170-107A	宜梧西橋	五區	水上	HWB1C	台 17	雲林縣	口湖	3.94	0.00	0.18	0.48
E02-0170-107B	宜梧橋	五區	水上	HWB3C	台 17	雲林縣	口湖	2.25	0.00	0.10	0.70
E02-0170-109AL	水井橋(向南)	五區	水上	HWB6S	台 17	雲林縣	口湖	0.76	0.00	0.32	0.91
E02-0170-109AR	水井橋(向北)	五區	水上	HWB6S	台 17	雲林縣	口湖	0.76	0.00	0.32	0.91
E02-0170-110A	金湖二號橋	五區	水上	HWB1S	台 17	雲林縣	口湖	1.77	0.00	0.25	0.66
E02-0170-112A	成龍北二號橋	五區	水上	HWB4S	台 17	雲林縣	口湖	1.09	0.00	0.18	0.40
E02-0170-112B	成龍南二號橋	五區	水上	HWB4S	台 17	雲林縣	口湖	0.35	0.00	0.24	0.51
E02-0170-113A	鰲鼓橋	五區	水上	HWB6S	台 17	嘉義縣	東石	2.36	0.00	0.14	0.27
E02-0170-119A	雲嘉大橋	五區	水上	HWB6S	台 17	雲林縣	口湖	1.65	0.00	0.15	0.28
E02-0170-120A	塭子橋	五區	水上	HWB1C	台 17	嘉義縣	東石	3.39	0.00	0.21	0.48
E02-0170-124A	布袋鎮圍結橋	五區	水上	HWB1C	台 17	嘉義縣	布袋	2.25	0.00	0.21	0.58
E02-0170-124B	三江橋	五區	水上	HWB1C	台 17	嘉義縣	東石	3.67	0.00	0.21	0.47
E02-0170-125A	新厝橋	五區	水上	HWB1C	台 17	嘉義縣	布袋	2.58	0.00	0.23	0.54
E02-0170-127A	東石南橋	五區	水上	HWB5R	台 17	嘉義縣	東石	2.89	0.00	0.18	0.31
E02-0170-127B	無名橋	五區	水上	HWB1C	台 17	嘉義縣	東石	2.14	0.00	0.27	0.57
E02-0170-129A	無名橋	五區	水上	HWB1C	台 17	嘉義縣	東石	3.29	0.00	0.22	0.49
E02-0170-131A	建安橋	五區	水上	HWB4C	台 17	嘉義縣	布袋	3.29	0.00	1.92	2.45
E02-0170-136A	布袋橋	五區	水上	HWB7C	台 17	嘉義縣	布袋	2.58	0.00	0.20	0.54
E02-0170-141A	新岑橋	五區	水上	HWB2C	台 17	嘉義縣	布袋	2.25	0.00	0.17	0.55
E02-0170-141B	新塭橋	五區	水上	HWB6C	台 17	嘉義縣	布袋	2.25	0.00	0.24	0.58
E02-0170-145A	嘉南大橋-台 17 線 145K+143	五區	水上	HWB6C	台 17	嘉義縣	布袋	2.14	0.00	0.29	0.54
E02-0180-006A	嘉保大橋	五區	水上	HWB6S	台 18	嘉義縣	太保	0.00	0.00	1.37	2.16
E02-0180-007A	嘉太大橋	五區	水上	HWB6S	台 18	嘉義縣	太保	1.38	0.00	0.19	0.41
E02-0190-000A	北港大橋	五區	水上	HWB6R	台 19	雲林縣	北港	4.20	0.00	0.19	0.33
E02-0190-058A	長南橋	五區	水上	HWB1C	台 19	雲林縣	元長	2.25	0.00	0.22	0.59
E02-0190-059A	元長排水橋	五區	水上	HWB1C	台 19	雲林縣	元長	4.96	0.00	0.21	0.50
E02-0190-062A	頂寮橋	五區	水上	HWB3C	台 19	雲林縣	元長	2.47	0.00	2.11	2.48
E02-0190-062B	頂草湖橋	五區	水上	HWB1C	台 19	雲林縣	北港	3.67	0.00	1.86	2.47
E02-0190-065A	新街南橋	五區	水上	HWB3C	台 19	雲林縣	北港	3.94	0.00	0.20	0.47
E02-0190-068A	蘇厝寮橋	五區	水上	HWB1C	台 19	嘉義縣	六腳	4.63	0.00	0.20	0.49
E02-0190-071A	港尾 2 號橋	五區	水上	HWB1C	台 19	嘉義縣	六腳	3.94	0.00	0.20	0.47

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E02-0190-076A	長春橋	五區	水上	HWB1C	台 19	嘉義縣	六腳	4.96	0.00	0.21	0.50
E02-0190-077A	十字橋	五區	水上	HWB2C	台 19	嘉義縣	六腳	2.36	0.00	0.17	0.35
E02-0190-080A	朴子大橋	五區	水上	HWB2S	台 19	嘉義縣	朴子	0.57	0.00	0.20	0.29
E02-0190-083A	朴子三號橋	五區	水上	HWB1S	台 19	嘉義縣	朴子	1.09	0.00	0.28	0.79
E02-0190-084A	排水路橋	五區	水上	HWB6S	台 19	嘉義縣	朴子	1.09	0.00	0.28	0.78
E02-0190-085A	雅美橋	五區	水上	HWB1S	台 19	嘉義縣	朴子	1.52	0.00	0.29	0.72
E02-0190-086A	豐年橋	五區	水上	HWB3S	台 19	嘉義縣	朴子	0.93	0.00	1.07	2.04
E02-0190-088A	南勢橋	五區	水上	HWB1S	台 19	嘉義縣	朴子	1.09	0.00	0.28	0.79
E02-0190-089A	溪洲橋	五區	水上	HWB1C	台 19	嘉義縣	義竹	3.58	0.00	0.22	0.48
E02-0190-089B	潤田橋	五區	水上	HWB1R	台 19	嘉義縣	朴子	1.24	0.00	0.29	0.81
E02-0190-091A	東榮橋	五區	水上	HWB1R	台 19	嘉義縣	義竹	3.67	0.00	0.21	0.48
E02-0190-092A	東光橋	五區	水上	HWB1R	台 19	嘉義縣	義竹	3.67	0.00	0.21	0.47
E02-0190-095A	角帶圍橋	五區	水上	HWB1R	台 19	嘉義縣	義竹	3.48	0.00	0.21	0.48
E02-0190-097A	厚生橋	五區	水上	HWB3R	台 19	嘉義縣	義竹	3.29	0.00	0.29	0.54
E02-0370-005AN	新保大橋（北上）	五區	水上	HWB7S	台 37	嘉義縣	太保	0.57	0.00	0.28	0.51
E02-0370-005AS	新保大橋（南下）	五區	水上	HWB7S	台 37	嘉義縣	太保	0.57	0.00	0.28	0.51
E02-0370-007AN	高保大橋（北上）	五區	水上	HWB7S	台 37	嘉義縣	太保	0.35	0.00	0.34	0.74
E02-0370-007AS	高保大橋（南下）	五區	水上	HWB7S	台 37	嘉義縣	太保	0.57	0.00	0.33	0.72
E02-0610-113A	台 61 鰲鼓橋	五區	水上	HWB6S	台 61	嘉義縣	東石	2.36	0.00	0.43	1.05
E02-0610-238A	高架橋 238K+520	五區	水上	HWB5S	台 61	雲林縣	四湖	0.57	0.00	0.22	0.46
E02-0610-241AL	高架橋 241K+466.5(南下線)	五區	水上	HWB5S	台 61	雲林縣	口湖	0.93	0.00	0.19	0.49
E02-0610-241AR	高架橋 241K+466.5(北上線)	五區	水上	HWB5S	台 61	雲林縣	口湖	0.57	0.00	0.20	0.50
E02-0610-242A	高架橋 242K+545	五區	水上	HWB5S	台 61	雲林縣	口湖	0.57	0.00	0.19	0.40
E02-0610-243A	高架橋 243K+442.5	五區	水上	HWB5S	台 61	雲林縣	口湖	0.76	0.00	0.19	0.32
E02-0610-244A	無名橋	五區	水上	HWB1S	台 61	雲林縣	口湖	1.77	0.00	0.25	0.66
E02-0610-245A	青蚶橋	五區	水上	HWB1S	台 61	雲林縣	口湖	1.77	0.00	0.25	0.66
E02-0610-247AL	金湖高架橋(南下線)	五區	水上	HWB6S	台 61	雲林縣	口湖	1.77	0.00	0.17	0.45
E02-0610-247AR	金湖高架橋(北上線)	五區	水上	HWB6S	台 61	雲林縣	口湖	1.90	0.00	0.17	0.44
E02-0610-248AL	濱海橋(南下線)	五區	水上	HWB6S	台 61	雲林縣	口湖	1.24	0.00	0.27	0.72
E02-0610-248AR	濱海橋(北上線)	五區	水上	HWB6S	台 61	雲林縣	口湖	1.38	0.00	0.26	0.70
E02-0610-249AL	成龍大橋-台 61 線(南下線)	五區	水上	HWB5S	台 61	雲林縣	口湖	1.09	0.00	0.19	0.76
E02-0610-249AR	成龍大橋-台 61 線(北上線)	五區	水上	HWB5S	台 61	雲林縣	口湖	0.93	0.00	0.20	0.78
E02-0610-251A	梧北橋	五區	水上	HWB6S	台 61	雲林縣	口湖	1.09	0.00	0.61	1.29
E02-0610-252A	湖口橋	五區	水上	HWB1S	台 61	雲林縣	口湖	0.93	0.00	0.29	0.80
E02-0610-252BL	山寮橋(南下線)	五區	水上	HWB6S	台 61	雲林縣	口湖	1.24	0.00	0.27	0.72
E02-0610-252BR	山寮橋(北上線)	五區	水上	HWB6S	台 61	雲林縣	口湖	0.57	0.00	0.29	0.82
E02-0610-253A	梧南橋	五區	水上	HWB5S	台 61	雲林縣	口湖	1.09	0.00	0.19	0.41
E02-0610-253B	奉天橋	五區	水上	HWB1S	台 61	雲林縣	口湖	0.93	0.00	0.29	0.80
E02-0610-253C	水井橋	五區	水上	HWB1S	台 61	雲林縣	口湖	0.76	0.00	0.30	0.83
E02-0610-254A	中港橋	五區	水上	HWB3S	台 61	雲林縣	口湖	0.93	0.00	0.19	0.37
E02-0610-256A	跨越鐵路橋	五區	水上	HWB1C	台 61	嘉義縣	東石	2.36	0.00	0.21	0.57
E02-0610-256B	雲嘉大橋	五區	水上	HWB6S	台 61	嘉義縣	東石	1.77	0.00	0.29	0.54

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E02-0610-258A	鰲鼓北橋	五區	水上	HWB1S	台 61	嘉義縣	東石	2.02	0.00	0.24	0.62
E02-0610-259A	惠東橋	五區	水上	HWB1S	台 61	嘉義縣	東石	1.52	0.00	0.26	0.69
E02-0610-260A	山寮一號	五區	水上	HWB1S	台 61	嘉義縣	東石	2.02	0.00	0.24	0.61
E02-0610-260B	山寮 2 號	五區	水上	HWB1S	台 61	嘉義縣	東石	1.90	0.00	0.24	0.63
E02-0610-260C	東石濱海橋	五區	水上	HWB6S	台 61	嘉義縣	東石	1.77	0.00	0.19	0.31
E02-0610-261A	東石一號橋	五區	水上	HWB5S	台 61	嘉義縣	東石	1.24	0.00	0.18	0.47
E02-0610-264A	網寮橋	五區	水上	HWB1S	台 61	嘉義縣	東石	1.77	0.00	0.25	0.65
E02-0610-267A	松仔港橋	五區	水上	HWB6R	台 61	嘉義縣	東石	2.25	0.00	0.20	0.97
E02-0610-270A	龍安橋	五區	水上	HWB3R	台 61	嘉義縣	布袋	2.25	0.00	1.90	2.00
E02-0610-275A	龍宮溪橋	五區	水上	HWB6S	台 61	嘉義縣	布袋	1.65	0.00	0.16	0.32
E02-0610-277A	新美橋	五區	水上	HWB1S	台 61	嘉義縣	布袋	1.38	0.00	0.27	0.73
E02-0610-278A	嘉南大橋	五區	水上	HWB6C	台 61	嘉義縣	布袋	2.25	0.00	0.19	0.34
E02-0610-278B	九龍橋	五區	水上	HWB1S	台 61	嘉義縣	布袋	1.24	0.00	0.27	0.76
E02-0820-000A	台 82 線八掌溪橋	五區	水上	HWB5S	台 82	嘉義縣	水上	0.93	0.00	0.18	0.40
E02-0820-010	台 82 線 10k+150~13k+800 高架橋	五區	水上	HWB5S	台 82	嘉義縣	朴子	0.00	0.00	0.29	0.54
E02-0820-014A	穿越橋一-台 82 線 14.007 ㎞	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	鹿草	1.09	0.00	0.31	0.83
E02-0820-014B	穿越橋二(主線)	五區	水上	HWB6S	台 82	嘉義縣	鹿草	0.93	0.00	0.27	0.75
E02-0820-015A	荷包嶼排水二橋	五區	水上	HWB6S	台 82	嘉義縣	鹿草	0.93	0.00	0.27	0.76
E02-0820-015B	荷包嶼排水三橋	五區	水上	HWB6S	台 82	嘉義縣	鹿草	1.65	0.00	0.25	0.66
E02-0820-016A	穿越橋 16k	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	鹿草	0.76	0.00	0.30	0.85
E02-0820-017A	穿越橋(17-1K)	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	鹿草	0.93	0.00	0.29	0.82
E02-0820-017B	穿越橋 17-2K	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	鹿草	0.76	0.00	0.33	0.91
E02-0820-017C	穿越橋 17-3K	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	鹿草	0.57	0.00	0.33	0.95
E02-0820-018A	後寮分線排水橋	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	鹿草	0.76	0.00	0.30	0.85
E02-0820-018B	後寮排水橋	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	鹿草	0.35	0.00	0.32	0.92
E02-0820-018C	167 線跨大橋	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	鹿草	0.76	0.00	0.29	0.78
E02-0820-019A	台糖鐵路及農路穿越橋	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	鹿草	0.35	0.00	0.32	0.92
E02-0820-021A	高架橋二	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	水上	0.57	0.00	0.31	0.89
E02-0820-021B	中山高高架橋	五區	水上	HWB5S	台 82	嘉義縣	水上	1.09	0.00	0.20	0.34
E02-0820-023A	農路穿越橋	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	水上	0.00	0.00	0.34	0.94
E02-0820-023B	穿越路橋一	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	水上	0.00	0.00	0.34	0.96
E02-0820-023C	穿越路橋二	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	水上	0.00	0.00	0.34	0.94
E02-0820-024A	穿越路橋三	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	水上	0.00	0.00	0.34	0.95
E02-0820-024B	穿越路橋四	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	水上	0.35	0.00	0.32	0.90
E02-0820-025A	穿越路橋五	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	水上	0.00	0.00	0.36	1.01
E02-0820-025B	台 82 線高架橋五	五區	水上	HWB6S	台 82	嘉義縣	水上	1.38	0.00	0.29	0.54
E02-0820-026A	台 82 線高架橋六	五區	水上	HWB5S	台 82	嘉義縣	水上	1.09	0.00	0.19	0.31
E02-0820-030C	市嘉南 13 穿越橋	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	水上	2.36	0.00	0.23	0.57
E02-0820-031C	社區道路穿越橋	五區	水上	HWB3S	台 82	嘉義縣	水上	1.38	0.00	3.12	3.80
E02-0820-032A	台 82 (32k+647)	五區	水上	HWB6S	台 82	嘉義縣	中埔	1.52	0.00	0.29	0.54
E02-0820-033A	阿里山移到水上一	五區	水上	HWB1S	台 82	嘉義縣	中埔	0.00	0.00	0.34	0.97
E02-0820-034A	台 82 (34k+114)	五區	水上	HWB6S	台 82	嘉義縣	中埔	1.38	0.00	1.69	1.88

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E02-1450-039	下寮橋	五區	水上	HWB6C	縣 145	雲林縣	元長	1.90	0.00	0.25	0.64
E02-1450-043	新街東橋	五區	水上	HWB1C	縣 145	雲林縣	北港	0.93	0.00	0.30	0.83
E02-145A-001	下庄橋	五區	水上	HWB1R	縣 145 甲	雲林縣	土庫	0.76	0.00	0.31	0.86
E02-145A-002A	菰子橋	五區	水上	HWB1R	縣 145 甲	雲林縣	土庫	3.58	0.00	0.21	0.48
E02-145A-002B	鹿北橋	五區	水上	HWB1S	縣 145 甲	雲林縣	元長	0.00	0.00	0.32	0.92
E02-145A-004	鹿南橋	五區	水上	HWB1S	縣 145 甲	雲林縣	元長	0.00	0.00	0.35	0.99
E02-145A-005	瓦瑤橋	五區	水上	HWB1S	縣 145 甲	雲林縣	元長	0.00	0.00	0.32	0.91
E02-145A-009	崙仔橋	五區	水上	HWB1R	縣 145 甲	雲林縣	元長	0.35	0.00	0.30	0.89
E02-145A-010	崙子橋	五區	水上	HWB2C	縣 145 甲	雲林縣	元長	3.29	0.00	0.29	0.54
E02-145A-011	崙子二號橋	五區	水上	HWB1S	縣 145 甲	嘉義縣	新港	0.00	0.00	0.31	0.89
E02-145A-012	無名橋_145 甲線_12K	五區	水上	HWB1C	縣 145 甲	嘉義縣	新港	3.76	0.00	0.20	0.48
E02-1530-011	溪底大排橋	五區	水上	HWB1C	縣 153	雲林縣	元長	3.19	0.00	0.21	0.50
E02-1530-014	潘溝橋	五區	水上	HWB1R	縣 153	雲林縣	元長	1.38	0.00	0.24	0.73
E02-1530-015	民國橋	五區	水上	HWB1C	縣 153	雲林縣	水林	3.29	0.00	0.21	0.49
E02-1530-016	民眾橋	五區	水上	HWB3C	縣 153	雲林縣	水林	2.58	0.00	1.73	2.32
E02-1550-010	四湖橋	五區	水上	HWB1C	縣 155	雲林縣	四湖	4.80	0.00	0.21	0.50
E02-1550-011	八號橋	五區	水上	HWB6C	縣 155	雲林縣	四湖	2.25	0.00	0.23	0.58
E02-1550-012	集雲橋	五區	水上	HWB1C	縣 155	雲林縣	四湖	2.02	0.00	0.25	0.62
E02-1550-013A	牛桃灣橋	五區	水上	HWB3C	縣 155	雲林縣	水林	2.25	0.00	0.18	0.36
E02-1550-013B	第十一號橋	五區	水上	HWB6C	縣 155	雲林縣	水林	2.89	0.00	0.22	0.51
E02-1550-014	西井橋	五區	水上	HWB1C	縣 155	雲林縣	水林	3.19	0.00	0.21	0.49
E02-1550-015	西井二號橋	五區	水上	HWB1C	縣 155	雲林縣	水林	3.10	0.00	0.22	0.50
E02-1550-017	無名橋_155 線_17K	五區	水上	HWB1C	縣 155	雲林縣	水林	3.29	0.00	0.21	0.49
E02-1550-019	無名橋_155 線_19K	五區	水上	HWB1C	縣 155	雲林縣	北港	3.29	0.00	0.21	0.49
E02-1550-020	革新橋	五區	水上	HWB6C	縣 155	雲林縣	北港	4.03	0.00	0.20	0.48
E02-1570-010	和平橋	五區	水上	HWB2C	縣 157	嘉義縣	溪口	1.77	0.00	0.19	0.31
E02-1570-013	美安橋	五區	水上	HWB7S	縣 157	嘉義縣	溪口	1.38	0.00	0.29	0.74
E02-1570-015A	埤仔橋	五區	水上	HWB1S	縣 157	嘉義縣	新港	0.00	0.00	0.32	0.89
E02-1570-015B	富強橋	五區	水上	HWB7S	縣 157	嘉義縣	新港	0.35	0.00	0.33	0.96
E02-1570-017	中庄橋	五區	水上	HWB3S	縣 157	嘉義縣	新港	1.09	0.00	0.54	1.04
E02-1570-020	中山橋	五區	水上	HWB7C	縣 157	嘉義縣	新港	3.10	0.00	0.21	0.50
E02-1570-024	安和橋	五區	水上	HWB1S	縣 157	嘉義縣	新港	0.00	0.00	0.32	0.85
E02-1570-025	無名橋_157 線_25K	五區	水上	HWB1C	縣 157	嘉義縣	新港	2.79	0.00	0.22	0.52
E02-1570-030	蒜頭大橋	五區	水上	HWB2R	縣 157	嘉義縣	六腳	3.39	0.00	0.28	0.54
E02-1570-031	無名橋_157 線_31K	五區	水上	HWB1C	縣 157	嘉義縣	朴子	3.39	0.00	0.21	0.49
E02-1570-034	潭墘橋	五區	水上	HWB6C	縣 157	嘉義縣	朴子	3.10	0.00	0.22	0.50
E02-1570-040	臥龍橋	五區	水上	HWB3S	縣 157	嘉義縣	東石	1.52	0.00	0.16	0.35
E02-1570-041	無名橋_157 線_41K	五區	水上	HWB1S	縣 157	嘉義縣	東石	1.90	0.00	0.26	0.64
E02-1570-042A	無名橋_157 線_42K	五區	水上	HWB1S	縣 157	嘉義縣	東石	1.77	0.00	0.27	0.66
E02-1570-042B	栗子崙橋	五區	水上	HWB1S	縣 157	嘉義縣	東石	0.57	0.00	0.32	0.88
E02-1590-001A	新南港橋	五區	水上	HWB1C	縣 159	嘉義縣	新港	3.29	0.00	0.21	0.49
E02-1590-001B	舊南港橋	五區	水上	HWB1C	縣 159	嘉義縣	新港	3.39	0.00	0.21	0.49
E02-1590-002A	和平橋	五區	水上	HWB1C	縣 159	嘉義縣	新港	3.29	0.00	0.21	0.49
E02-1590-002B	水月橋	五區	水上	HWB1C	縣 159	嘉義縣	新港	3.29	0.00	0.21	0.49

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E02-1590-002C	信義橋	五區	水上	HWB3C	縣 159	嘉義縣	新港	3.19	0.00	1.61	2.22
E02-1590-004A	新港支線橋	五區	水上	HWB1C	縣 159	嘉義縣	新港	3.19	0.00	0.22	0.50
E02-1590-004B	六腳排水橋	五區	水上	HWB1C	縣 159	嘉義縣	新港	3.19	0.00	0.21	0.49
E02-1590-007A	仁愛橋	五區	水上	HWB1C	縣 159	嘉義縣	新港	3.48	0.00	0.21	0.48
E02-1590-007B	月潭橋	五區	水上	HWB1C	縣 159	嘉義縣	新港	3.58	0.00	0.21	0.49
E02-1590-008A	民有橋	五區	水上	HWB6C	縣 159	嘉義縣	新港	3.48	0.00	0.21	0.49
E02-1590-008B	民治橋	五區	水上	HWB1C	縣 159	嘉義縣	新港	3.48	0.00	0.21	0.49
E02-1590-009A	民享橋	五區	水上	HWB1C	縣 159	嘉義縣	新港	3.39	0.00	0.21	0.49
E02-1590-009B	月眉潭橋	五區	水上	HWB3C	縣 159	嘉義縣	新港	3.39	0.00	0.28	0.54
E02-1600-000	三條崙中排橋	五區	水上	HWB1C	縣 160	雲林縣	四湖	3.85	0.00	0.20	0.48
E02-1600-001A	三條崙橋	五區	水上	HWB1C	縣 160	雲林縣	四湖	3.67	0.00	0.21	0.48
E02-1600-001B	無名橋_160 線_1K	五區	水上	HWB1C	縣 160	雲林縣	四湖	6.04	0.00	0.22	0.52
E02-1600-003A	三條 1 號橋	五區	水上	HWB1R	縣 160	雲林縣	四湖	4.29	0.00	0.20	0.49
E02-1600-003B	飛東橋	五區	水上	HWB1R	縣 160	雲林縣	四湖	4.29	0.00	0.20	0.49
E02-1600-004	西羊稠橋	五區	水上	HWB1C	縣 160	雲林縣	四湖	4.20	0.00	0.20	0.48
E02-1600-006	東洋橋	五區	水上	HWB1C	縣 160	雲林縣	四湖	4.71	0.00	0.20	0.49
E02-1600-012	沙崙橋	五區	水上	HWB1C	縣 160	雲林縣	四湖	5.04	0.00	0.21	0.50
E02-1600-014	五塊西橋	五區	水上	HWB1S	縣 160	雲林縣	元長	1.24	0.00	0.29	0.77
E02-1600-015	五塊東橋	五區	水上	HWB1S	縣 160	雲林縣	元長	1.24	0.00	0.29	0.77
E02-1600-016	合和橋	五區	水上	HWB1S	縣 160	雲林縣	元長	1.52	0.00	0.28	0.71
E02-1600-017	長和橋	五區	水上	HWB1S	縣 160	雲林縣	元長	0.00	0.00	0.32	0.94
E02-1600-021	無底潭橋	五區	水上	HWB1S	縣 160	雲林縣	土庫	0.35	0.00	0.31	0.85
E02-1610-001	永順橋	五區	水上	HWB2C	縣 161	嘉義縣	朴子	2.36	0.00	1.67	1.86
E02-1610-002	崁後涵洞橋	五區	水上	HWB7C	縣 161	嘉義縣	朴子	3.58	0.00	0.21	0.48
E02-1610-003A	無名橋_161 線_3K	五區	水上	HWB1C	縣 161	嘉義縣	朴子	4.55	0.00	0.20	0.49
E02-1610-003B	順安橋	五區	水上	HWB3C	縣 161	嘉義縣	朴子	3.58	0.00	1.59	2.16
E02-1610-004	樹林橋	五區	水上	HWB1C	縣 161	嘉義縣	朴子	2.25	0.00	0.24	0.58
E02-1620-000	溪口橋	五區	水上	HWB2C	縣 162	嘉義縣	溪口	2.69	0.00	0.16	0.32
E02-1620-006	榮林陸橋	五區	水上	HWB3S	縣 162	嘉義縣	大林	0.93	0.00	0.29	0.54
E02-1620-009	林橋	五區	水上	HWB1R	縣 162	嘉義縣	大林	3.00	0.00	0.22	0.50
E02-1620-012A	大埔美橋	五區	水上	HWB1S	縣 162	嘉義縣	大林	0.57	0.00	0.34	0.88
E02-1620-012B	大美橋	五區	水上	HWB1S	縣 162	嘉義縣	大林	0.57	0.00	0.33	0.90
E02-1620-016	梅橋	五區	水上	HWB1S	縣 162	嘉義縣	梅山	1.24	0.00	0.27	0.73
E02-1630-015	麻豆店橋	五區	水上	HWB1C	縣 163	嘉義縣	鹿草	3.10	0.00	0.22	0.50
E02-1630-017	山子腳橋	五區	水上	HWB1C	縣 163	嘉義縣	鹿草	4.46	0.00	0.20	0.49
E02-1630-021	第七號橋	五區	水上	HWB1C	縣 163	嘉義縣	鹿草	2.47	0.00	0.23	0.55
E02-1630-022A	第八號橋	五區	水上	HWB1C	縣 163	嘉義縣	鹿草	2.47	0.00	0.23	0.56
E02-1630-022B	無名橋_163 線_22K	五區	水上	HWB1C	縣 163	嘉義縣	鹿草	2.47	0.00	0.23	0.56
E02-1640-003	口湖橋	五區	水上	HWB1R	縣 164	雲林縣	口湖	3.10	0.00	0.22	0.50
E02-1640-005A	無名橋_164 線_5K	五區	水上	HWB1C	縣 164	雲林縣	口湖	5.89	0.00	0.22	0.52
E02-1640-005B	瑞穗橋	五區	水上	HWB3C	縣 164	雲林縣	水林	3.29	0.00	0.15	0.31
E02-1640-009	水林橋	五區	水上	HWB1C	縣 164	雲林縣	水林	3.94	0.00	0.20	0.48
E02-1640-011	水林 1 號橋	五區	水上	HWB1S	縣 164	雲林縣	水林	1.65	0.00	0.27	0.69
E02-1640-013	水林 2 號橋	五區	水上	HWB1C	縣 164	雲林縣	水林	4.55	0.00	0.20	0.49

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E02-1640-014A	第6號橋	五區	水上	HWB6C	縣 164	雲林縣	北港	4.71	0.00	0.20	0.49
E02-1640-014B	第7號橋	五區	水上	HWB1C	縣 164	雲林縣	北港	4.55	0.00	0.20	0.49
E02-1640-022	港東橋	五區	水上	HWB1C	縣 164	嘉義縣	新港	0.35	0.00	0.33	0.95
E02-1640-025	大潭橋	五區	水上	HWB1S	縣 164	嘉義縣	新港	0.76	0.00	0.32	0.82
E02-1640-028A	西庄橋	五區	水上	HWB1S	縣 164	嘉義縣	新港	0.76	0.00	0.32	0.82
E02-1640-028B	菁埔橋	五區	水上	HWB1S	縣 164	嘉義縣	民雄	0.57	0.00	0.33	0.86
E02-1660-000	東榮橋	五區	水上	HWB1S	縣 166	嘉義縣	東石	2.14	0.00	0.25	0.60
E02-1660-005A	無名橋_166線_5K	五區	水上	HWB1C	縣 166	嘉義縣	東石	3.76	0.00	0.20	0.48
E02-1660-005B	下楫橋(雙孔箱涵)	五區	水上	HWB7S	縣 166	嘉義縣	東石	0.93	0.00	0.31	0.85
E02-1660-009A	古林一號橋	五區	水上	HWB1R	縣 166	嘉義縣	六腳	2.14	0.00	0.24	0.60
E02-1660-009B	林內橋	五區	水上	HWB2S	縣 166	嘉義縣	六腳	1.52	0.00	0.95	1.68
E02-1660-010A	山林橋	五區	水上	HWB1C	縣 166	嘉義縣	六腳	3.29	0.00	0.21	0.49
E02-1660-010B	無名橋_166線_11K	五區	水上	HWB1C	縣 166	嘉義縣	六腳	3.94	0.00	0.20	0.48
E02-1660-012	崩山橋	五區	水上	HWB1C	縣 166	嘉義縣	六腳	4.96	0.00	0.20	0.50
E02-1660-014	六腳橋	五區	水上	HWB3C	縣 166	嘉義縣	六腳	4.55	0.00	0.18	0.36
E02-1660-015	無名橋_166線_15K	五區	水上	HWB1C	縣 166	嘉義縣	六腳	6.69	0.00	0.24	0.53
E02-1660-017	無名橋_166線_17K	五區	水上	HWB1C	縣 166	嘉義縣	六腳	4.38	0.00	0.20	0.49
E02-1660-018	涵德橋	五區	水上	HWB1C	縣 166	嘉義縣	六腳	4.46	0.00	0.20	0.49
E02-1660-026	無名橋_166線_26K	五區	水上	HWB1C	縣 166	嘉義縣	新港	4.03	0.00	0.20	0.48
E02-1660-027	光中橋	五區	水上	HWB1C	縣 166	嘉義縣	新港	2.47	0.00	0.23	0.56
E02-1660-028	光洋橋	五區	水上	HWB1C	縣 166	嘉義縣	新港	2.58	0.00	0.20	0.54
E02-1660-036	榮村橋	五區	水上	HWB1C	縣 166	嘉義縣	民雄	1.52	0.00	0.27	0.72
E02-1660-038	北斗橋	五區	水上	HWB1S	縣 166	嘉義縣	民雄	0.35	0.00	0.31	0.86
E02-1660-042	無名橋_166線_42K	五區	水上	HWB7C	縣 166	嘉義縣	民雄	6.11	0.00	0.23	0.53
E02-1660-044	復興橋	五區	水上	HWB1S	縣 166	嘉義縣	竹崎	0.00	0.00	0.33	0.92
E02-1660-045	義隆橋	五區	水上	HWB1S	縣 166	嘉義縣	竹崎	0.00	0.00	0.36	0.98
E02-1660-047	和樂橋	五區	水上	HWB3S	縣 166	嘉義縣	竹崎	0.35	0.00	0.21	0.84
E02-1670-000	高明橋	五區	水上	HWB1C	縣 167	嘉義縣	朴子	4.46	0.00	0.20	0.49
E02-1670-003	佳禾橋	五區	水上	HWB4S	縣 167	嘉義縣	朴子	0.57	0.00	1.33	2.05
E02-1670-009	埤頭橋	五區	水上	HWB1C	縣 167	嘉義縣	鹿草	3.85	0.00	0.20	0.48
E02-1670-011	無名橋_167線_11K	五區	水上	HWB1C	縣 167	嘉義縣	鹿草	2.69	0.00	0.23	0.53
E02-1670-012	鹿豐橋	五區	水上	HWB1C	縣 167	嘉義縣	鹿草	2.69	0.00	0.23	0.53
E02-1670-014	鹿潭橋	五區	水上	HWB1S	縣 167	嘉義縣	鹿草	1.52	0.00	0.25	0.69
E02-1680-000	東石一號橋	五區	水上	HWB1R	縣 168	嘉義縣	東石	4.38	0.00	0.20	0.49
E02-1680-001	東石東橋	五區	水上	HWB1C	縣 168	嘉義縣	東石	3.00	0.00	0.21	0.51
E02-1680-003	東石大橋	五區	水上	HWB2S	縣 168	嘉義縣	東石	1.38	0.00	0.21	0.41
E02-1680-005	圍潭橋	五區	水上	HWB1S	縣 168	嘉義縣	東石	1.52	0.00	0.28	0.71
E02-1680-006	港墘橋	五區	水上	HWB1S	縣 168	嘉義縣	東石	1.24	0.00	0.27	0.73
E02-1680-014	無名橋_168線_14K	五區	水上	HWB1C	縣 168	嘉義縣	朴子	2.14	0.00	0.24	0.60
E02-1680-021	無名橋_168線_21K	五區	水上	HWB1C	縣 168	嘉義縣	太保	2.02	0.00	0.25	0.62
E02-1680-023	無名橋_168線_23K	五區	水上	HWB1C	縣 168	嘉義縣	水上	1.90	0.00	0.26	0.64
E02-1680-024A	莊敬橋	五區	水上	HWB1C	縣 168	嘉義縣	水上	3.76	0.00	0.21	0.48
E02-1680-024B	自強橋	五區	水上	HWB1C	縣 168	嘉義縣	水上	1.90	0.00	0.26	0.64
E02-1680-025	大堀尾橋	五區	水上	HWB1C	縣 168	嘉義縣	水上	2.02	0.00	0.25	0.62

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E02-1680-027	無名橋_168 線_27K	五區	水上	HWB7C	縣 168	嘉義縣	水上	2.69	0.00	0.23	0.53
E02-1680-030	通合大橋	五區	水上	HWB2S	縣 168	嘉義縣	水上	0.93	0.00	0.29	0.54
E03-0010-278A	永安橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	後壁	2.14	0.00	0.22	0.60
E03-0010-278B	後壁陸橋	五區	新營	HWB5R	台 1	台南縣	後壁	1.90	0.00	0.26	0.63
E03-0010-280A	茄苳橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	後壁	2.14	0.00	0.22	0.60
E03-0010-281A	無名橋-台 1 線 281.900 ㎞	五區	新營	HWB1S	台 1	台南縣	後壁	0.00	0.00	0.33	0.93
E03-0010-281B	無名橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	後壁	2.02	0.00	0.25	0.64
E03-0010-283A	寮子橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	後壁	2.02	0.00	0.25	0.64
E03-0010-283B	竹圍橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	後壁	2.02	0.00	0.25	0.64
E03-0010-285A	頂寮橋-台 1 線 285.2 ㎞	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	新營	2.02	0.00	0.23	0.62
E03-0010-287A	卯舍橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	新營	2.14	0.00	0.25	0.61
E03-0010-291A	急水溪橋	五區	新營	HWB3C	台 1	台南縣	新營	3.10	0.00	0.11	0.21
E03-0010-291B	無名橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	柳營	3.39	0.00	0.21	0.48
E03-0010-291C	太康橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	柳營	3.39	0.00	0.21	0.48
E03-0010-294A	柳營陸橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	柳營	1.90	0.00	0.26	0.66
E03-0010-296A	新文橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	六甲	2.14	0.00	0.22	0.60
E03-0010-299A	六官橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	六甲	2.14	0.00	0.22	0.60
E03-0010-300A	隆田陸橋	五區	新營	HWB2C	台 1	台南縣	官田	1.90	0.00	0.29	0.54
E03-0010-300B	南廓橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	六甲	2.14	0.00	0.25	0.61
E03-0010-301A	第一南廓橋	五區	新營	HWB1R	台 1	台南縣	六甲	1.65	0.00	0.27	0.71
E03-0010-301B	第二南郭橋	五區	新營	HWB1R	台 1	台南縣	六甲	1.52	0.00	0.28	0.74
E03-0010-303A	隆田橋	五區	新營	HWB1R	台 1	台南縣	官田	1.65	0.00	0.24	0.69
E03-0010-305A	曾文溪橋	五區	新營	HWB2R	台 1	台南縣	官田	1.77	0.00	0.21	0.40
E03-0010-306A	官田北橋	五區	新營	HWB1R	台 1	台南縣	官田	1.52	0.00	0.25	0.71
E03-0010-307A	官田橋	五區	新營	HWB3C	台 1	台南縣	官田	1.77	0.00	0.18	0.40
E03-0010-308A	渡頭橋	五區	新營	HWB3S	台 1	台南縣	官田	0.00	0.00	0.25	0.44
E03-0010-308B	無名橋	五區	新營	HWB1C	台 1	台南縣	官田	1.52	0.00	0.28	0.75
E03-0170-141A	北門橋	五區	新營	HWB3C	台 17	台南縣	北門	2.36	0.00	0.17	0.33
E03-0170-143A	自治橋	五區	新營	HWB1S	台 17	台南縣	北門	2.02	0.00	0.26	0.63
E03-0170-149A	口寮橋	五區	新營	HWB1S	台 17	台南縣	七股	1.90	0.00	0.24	0.64
E03-0170-149B	五王大橋	五區	新營	HWB7S	台 17	台南縣	將軍	1.90	0.00	0.17	0.63
E03-0170-151A	鯤鯓橋	五區	新營	HWB3S	台 17	台南縣	北門	1.90	0.00	0.15	0.30
E03-0170-158A	將軍溪橋	五區	新營	HWB6S	台 17	台南縣	北門	2.02	0.00	0.55	1.17
E03-0190-019A	中興橋	五區	新營	HWB1C	台 19	台南縣	學甲	2.89	0.00	0.25	0.52
E03-0190-101A	舊營橋	五區	新營	HWB1S	台 19	台南縣	鹽水	0.76	0.00	0.30	0.83
E03-0190-109A	津港橋	五區	新營	HWB3S	台 19	台南縣	鹽水	0.93	0.00	1.56	1.73
E03-0190-110A	港南橋	五區	新營	HWB1S	台 19	台南縣	學甲	1.24	0.00	0.27	0.73
E03-0190-110B	宅港橋	五區	新營	HWB6C	台 19	台南縣	學甲	2.14	0.00	0.19	0.33
E03-0190-111B	德安橋	五區	新營	HWB1S	台 19	台南縣	學甲	1.24	0.00	0.27	0.76
E03-0190-112A	學甲北橋	五區	新營	HWB1S	台 19	台南縣	學甲	1.38	0.00	0.29	0.77
E03-0190-116A	新城橋	五區	新營	HWB3S	台 19	台南縣	學甲	1.24	0.00	2.86	3.20
E03-0190-120A	北門橋	五區	新營	HWB4C	台 19	台南縣	學甲	2.47	0.00	2.05	2.12
E03-019A-000A	太子宮橋	五區	新營	HWB1C	台 19 甲	台南縣	新營	2.79	0.00	0.21	0.52

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E03-019A-003A	新興橋	五區	新營	HWB1C	台 19 甲	台南縣	新營	2.69	0.00	0.20	0.53
E03-019A-004	太子宮陸橋	五區	新營	HWB1S	台 19 甲	台南縣	新營	0.35	0.00	0.34	0.73
E03-019A-006A	台 19 甲線急水溪橋	五區	新營	HWB2R	台 19 甲	台南縣	新營	2.47	0.00	0.29	0.54
E03-019A-007A	甲中橋	五區	新營	HWB1C	台 19 甲	台南縣	下營	2.25	0.00	0.24	0.59
E03-019A-010A	中興橋-新營	五區	新營	HWB1S	台 19 甲	台南縣	下營	1.65	0.00	0.26	0.67
E03-019A-011A	玄武橋	五區	新營	HWB1S	台 19 甲	台南縣	下營	1.52	0.00	0.27	0.70
E03-019A-012A	第七號橋	五區	新營	HWB1C	台 19 甲	台南縣	麻豆	2.58	0.00	0.23	0.54
E03-019A-015A	崎頭橋	五區	新營	HWB1S	台 19 甲	台南縣	麻豆	0.00	0.00	0.36	0.92
E03-0610-280A	永春橋	五區	新營	HWB1S	台 61	台南縣	北門	2.02	0.00	0.24	0.61
E03-0610-281A	王爺港橋	五區	新營	HWB3R	台 61	台南縣	北門	2.14	0.00	0.29	0.54
E03-0610-282A	南鯤鯓橋	五區	新營	HWB6S	台 61	台南縣	北門	1.24	0.00	0.27	0.72
E03-0610-282B	保安橋	五區	新營	HWB6S	台 61	台南縣	北門	1.24	0.00	0.27	0.71
E03-0610-282C	鯤港橋	五區	新營	HWB4S	台 61	台南縣	北門	1.24	0.00	0.18	0.37
E03-0840-023A	高架橋 -23k+790~26k+822	五區	新營	HWB5S	台 84	台南縣	官田	0.00	0.00	0.30	0.54
E03-0840-027A	國道三號跨越橋	五區	新營	HWB5S	台 84	台南縣	大內	1.09	0.00	2.41	2.67
E03-0840-029A	大內一號橋	五區	新營	HWB6S	台 84	台南縣	大內	1.24	0.00	0.88	1.62
E03-0840-029B	新厝一號橋	五區	新營	HWB1S	台 84	台南縣	大內	1.09	0.00	0.29	0.79
E03-0840-029D	大內二號橋	五區	新營	HWB1S	台 84	台南縣	大內	1.24	0.00	0.28	0.76
E03-0840-030A	新厝二號橋	五區	新營	HWB1S	台 84	台南縣	大內	1.24	0.00	0.28	0.76
E03-0840-030B	大內三號橋	五區	新營	HWB6S	台 84	台南縣	大內	1.24	0.00	0.29	0.73
E03-0840-031A	大內四號橋	五區	新營	HWB6S	台 84	台南縣	大內	1.24	0.00	0.48	1.06
E03-0840-031B	大內五號橋	五區	新營	HWB6S	台 84	台南縣	大內	1.24	0.00	0.29	0.73
E03-0840-032A	頭社橋	五區	新營	HWB1S	台 84	台南縣	大內	1.24	0.00	0.27	0.77
E03-0840-032B	大內六號橋	五區	新營	HWB3S	台 84	台南縣	大內	1.24	0.00	2.69	2.71
E03-0840-033A	大內七號橋	五區	新營	HWB1S	台 84	台南縣	大內	1.09	0.00	0.29	0.79
E03-0840-034A	大內八號橋	五區	新營	HWB6S	台 84	台南縣	大內	1.24	0.00	0.27	0.73
E03-0840-035A	大內九號橋	五區	新營	HWB1S	台 84	台南縣	大內	1.09	0.00	0.29	0.79
E03-0840-035B	大內十號橋	五區	新營	HWB6S	台 84	台南縣	大內	1.24	0.00	0.27	0.73
E03-0840-037A	大內十一號橋	五區	新營	HWB1S	台 84	台南縣	玉井	1.24	0.00	0.28	0.76
E03-0840-037B	大內十二號橋	五區	新營	HWB6S	台 84	台南縣	玉井	1.09	0.00	0.26	0.74
E03-0840-038A	穩居橋	五區	新營	HWB1S	台 84	台南縣	玉井	1.09	0.00	0.29	0.79
E03-0840-039A	湖內橋	五區	新營	HWB1S	台 84	台南縣	玉井	1.24	0.00	0.28	0.76
E03-0840-040A	玉豐橋	五區	新營	HWB3S	台 84	台南縣	玉井	1.24	0.00	0.29	0.54
E03-1570-045	過溝橋	五區	新營	HWB1C	縣 157	嘉義縣	布袋	3.67	0.00	0.21	0.48
E03-1610-016	龍宮橋	五區	新營	HWB3C	縣 161	嘉義縣	布袋	3.00	0.00	0.16	0.33
E03-1630-022	頂潭橋	五區	新營	HWB1S	縣 163	嘉義縣	義竹	0.00	0.00	0.35	0.94
E03-1630-023	第十號橋	五區	新營	HWB1S	縣 163	嘉義縣	義竹	1.09	0.00	0.30	0.78
E03-1630-024	平安橋	五區	新營	HWB1S	縣 163	嘉義縣	義竹	0.35	0.00	0.33	0.92
E03-1630-026	五間厝橋	五區	新營	HWB1S	縣 163	嘉義縣	義竹	1.09	0.00	0.30	0.79
E03-1630-032	義竹橋	五區	新營	HWB1C	縣 163	嘉義縣	義竹	2.69	0.00	0.23	0.53
E03-1630-042	濟運橋	五區	新營	HWB1C	縣 163	嘉義縣	布袋	3.19	0.00	0.22	0.49
E03-1650-007	內角橋	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	白河	3.39	0.00	0.21	0.49
E03-1650-009	頭前溪橋	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	白河	2.69	0.00	0.23	0.53

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E03-1650-015	青葉橋	五區	新營	HWB2C	縣 165	台南市	東山	2.36	0.00	0.14	0.37
E03-1650-016	東山橋	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	東山	2.14	0.00	0.24	0.60
E03-1650-019A	十四號橋	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	東山	2.02	0.00	0.25	0.62
E03-1650-019B	十三號橋	五區	新營	HWB7C	縣 165	台南市	東山	5.36	0.00	0.21	0.51
E03-1650-020	十二號橋	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	東山	2.36	0.00	0.23	0.57
E03-1650-021A	東河橋	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	東山	2.14	0.00	0.25	0.60
E03-1650-021B	十號橋	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	東山	2.25	0.00	0.24	0.59
E03-1650-022	忠義橋	五區	新營	HWB3C	縣 165	台南市	東山	3.29	0.00	0.14	0.35
E03-1650-023	無名橋_165 線_23K	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	柳營	2.36	0.00	0.23	0.57
E03-1650-024	無名橋_165 線_24K	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	柳營	2.47	0.00	0.23	0.56
E03-1650-027	果毅一號橋	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	柳營	2.47	0.00	0.23	0.56
E03-1650-028	洗布埤橋	五區	新營	HWB2R	縣 165	台南市	六甲	2.14	0.00	0.16	0.34
E03-1650-033	烏山橋	五區	新營	HWB7C	縣 165	台南市	六甲	3.94	0.00	0.20	0.47
E03-1650-034	中協橋	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	六甲	2.36	0.00	0.24	0.57
E03-1650-035	茄苳橋	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	六甲	2.14	0.00	0.25	0.60
E03-1650-037	第一號橋	五區	新營	HWB1C	縣 165	台南市	六甲	2.69	0.00	0.23	0.53
E03-1700-002	塭子橋	五區	新營	HWB1S	縣 170	嘉義縣	東石	1.90	0.00	0.23	0.63
E03-1700-003	文光橋	五區	新營	HWB1S	縣 170	嘉義縣	東石	1.65	0.00	0.27	0.69
E03-1700-006	貴栗橋	五區	新營	HWB1C	縣 170	嘉義縣	布袋	3.39	0.00	0.22	0.49
E03-1700-008	下庄橋	五區	新營	HWB1R	縣 170	嘉義縣	布袋	2.02	0.00	0.21	0.61
E03-1710-000	無名橋_171 線_0K	五區	新營	HWB7S	縣 171	台南市	北門	2.02	0.00	0.26	0.63
E03-1710-011	美豐橋	五區	新營	HWB1C	縣 171	台南市	學甲	2.14	0.00	0.25	0.60
E03-1710-012	文瑞橋	五區	新營	HWB3C	縣 171	台南市	學甲	2.69	0.00	0.16	0.32
E03-1710-015	埤頭橋	五區	新營	HWB7R	縣 171	台南市	麻豆	1.90	0.00	0.25	0.66
E03-1710-016	麻豆陸橋	五區	新營	HWB3R	縣 171	台南市	麻豆	4.20	0.00	0.14	0.28
E03-1710-019	無名橋_171 線_19K	五區	新營	HWB7S	縣 171	台南市	麻豆	1.38	0.00	0.28	0.76
E03-1710-023	西庄一號橋	五區	新營	HWB3S	縣 171	台南市	官田	0.00	0.00	0.93	1.03
E03-1710-025A	拔子林陸橋	五區	新營	HWB2C	縣 171	台南市	官田	3.00	0.00	0.16	0.42
E03-1710-025B	觀月橋	五區	新營	HWB5S	縣 171	台南市	官田	0.00	0.00	1.32	1.50
E03-1720-003	東港橋	五區	新營	HWB1C	縣 172	嘉義縣	布袋	3.76	0.00	0.20	0.48
E03-1720-004	義布橋	五區	新營	HWB1C	縣 172	嘉義縣	布袋	3.85	0.00	0.20	0.48
E03-1720-008	埤頭橋	五區	新營	HWB1C	縣 172	嘉義縣	布袋	3.29	0.00	0.21	0.49
E03-1720-016	明達橋	五區	新營	HWB1C	縣 172	台南市	新營	2.89	0.00	0.20	0.52
E03-1720-022	長榮陸橋	五區	新營	HWB3R	縣 172	台南市	新營	1.52	0.00	0.18	0.69
E03-1720-029A	烏樹林橋	五區	新營	HWB1C	縣 172	台南市	新營	2.14	0.00	0.21	0.60
E03-1720-029B	下秀祐橋	五區	新營	HWB1C	縣 172	台南市	白河	2.02	0.00	0.25	0.62
E03-1720-032	白河橋	五區	新營	HWB2S	縣 172	台南市	白河	0.35	0.00	0.21	0.45
E03-1720-037	士口橋	五區	新營	HWB1S	縣 172	台南市	白河	1.09	0.00	0.31	0.80
E03-1720-038	金水橋	五區	新營	HWB1C	縣 172	台南市	白河	1.77	0.00	0.26	0.67
E03-1720-041A	凝清橋	五區	新營	HWB1C	縣 172	台南市	白河	2.89	0.00	0.22	0.51
E03-1720-041B	淙淙橋	五區	新營	HWB4R	縣 172	台南市	白河	2.47	0.00	2.44	3.21
E03-1720-042A	雲泉橋	五區	新營	HWB1C	縣 172	台南市	白河	2.89	0.00	0.22	0.51
E03-1720-042B	白水橋	五區	新營	HWB1S	縣 172	台南市	白河	0.35	0.00	0.31	0.86
E03-1720-042C	滴翠橋	五區	新營	HWB1C	縣 172	台南市	白河	3.10	0.00	0.22	0.50

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E03-172A-001A	仁愛橋	五區	新營	HWB1S	縣 172 甲	台南市	後壁	1.38	0.00	0.29	0.73
E03-172A-001B	信義橋	五區	新營	HWB1S	縣 172 甲	台南市	後壁	1.38	0.00	0.29	0.74
E03-172A-002A	和平橋	五區	新營	HWB1S	縣 172 甲	台南市	後壁	1.38	0.00	0.29	0.74
E03-172A-002B	中興橋	五區	新營	HWB1S	縣 172 甲	台南市	後壁	1.38	0.00	0.29	0.74
E03-172A-003	秀林橋	五區	新營	HWB1S	縣 172 甲	台南市	白河	1.38	0.00	0.29	0.74
E03-172A-005	秀祐橋	五區	新營	HWB1C	縣 172 甲	台南市	白河	3.29	0.00	0.21	0.49
E03-1740-002	中安橋	五區	新營	HWB1C	縣 174	台南市	北門	3.76	0.00	0.20	0.48
E03-1740-008	第三十號橋	五區	新營	HWB1C	縣 174	台南市	學甲	3.39	0.00	0.21	0.49
E03-1740-011	達明橋	五區	新營	HWB1C	縣 174	台南市	學甲	3.00	0.00	0.22	0.51
E03-1740-012	瓦寮一號橋	五區	新營	HWB1C	縣 174	台南市	學甲	3.10	0.00	0.22	0.50
E03-1740-013A	瓦寮橋	五區	新營	HWB6C	縣 174	台南市	學甲	2.47	0.00	0.22	0.55
E03-1740-013B	大屯橋	五區	新營	HWB1C	縣 174	台南市	下營	2.36	0.00	0.21	0.56
E03-1740-021	無名橋 174 線 21K	五區	新營	HWB1C	縣 174	台南市	六甲	2.89	0.00	0.22	0.51
E03-1740-025	林鳳營陸橋	五區	新營	HWB3R	縣 174	台南市	六甲	1.77	0.00	0.29	0.54
E03-1760-014	菜寮橋	五區	新營	HWB7C	縣 176	台南市	佳里	3.19	0.00	0.21	0.49
E03-1760-015	子良橋	五區	新營	HWB6C	縣 176	台南市	佳里	2.79	0.00	0.06	1.11
E03-1760-022A	第三號橋	五區	新營	HWB7C	縣 176	台南市	麻豆	2.14	0.00	0.24	0.61
E03-1760-022B	第四號橋	五區	新營	HWB1C	縣 176	台南市	麻豆	2.14	0.00	0.24	0.60
E03-1760-024	無名橋 176 線 24K	五區	新營	HWB1C	縣 176	台南市	麻豆	2.14	0.00	0.24	0.60
E03-1760-026	葫蘆埤橋	五區	新營	HWB1C	縣 176	台南市	麻豆	3.19	0.00	0.22	0.50
E04-0010-313A	茄拔橋	五區	新化	HWB1C	台 1	台南縣	善化	2.25	0.00	0.26	0.56
E04-0010-315A	大營橋	五區	新化	HWB1C	台 1	台南縣	善化	2.25	0.00	0.24	0.59
E04-0010-321A	新市陸橋	五區	新化	HWB1C	台 1	台南縣	新市	2.69	0.00	0.25	0.53
E04-0010-322A	南新市橋	五區	新化	HWB1C	台 1	台南縣	新市	2.69	0.00	0.21	0.53
E04-0010-322B	豐化橋	五區	新化	HWB5C	台 1	台南縣	新市	2.69	0.00	0.14	0.25
E04-0010-323B	無名橋	五區	新化	HWB1C	台 1	台南縣	新市	3.29	0.00	0.21	0.48
E04-0010-324A	竹子橋	五區	新化	HWB1C	台 1	台南縣	永康	2.89	0.00	0.22	0.51
E04-0010-325A	蔦松橋	五區	新化	HWB1C	台 1	台南縣	永康	2.89	0.00	0.22	0.51
E04-0010-331A	永康路橋	五區	新化	HWB2C	台 1	台南縣	永康	3.39	0.00	0.29	0.54
E04-0010-340A	德南橋	五區	新化	HWB1C	台 1	台南縣	仁德	4.12	0.00	0.20	0.47
E04-0010-343A	五空橋	五區	新化	HWB3S	台 1	台南縣	仁德	1.52	0.00	0.25	1.12
E04-0010-343B	文賢橋	五區	新化	HWB1C	台 1	台南縣	仁德	4.20	0.00	0.20	0.48
E04-0010-344AN	二層行橋(新)	五區	新化	HWB3C	台 1	台南縣	仁德	4.12	0.00	0.17	0.38
E04-0010-344AO	二層行橋(舊)	五區	新化	HWB4C	台 1	台南縣	仁德	4.20	0.00	0.17	0.37
E04-0170-153A	城西橋	五區	新化	HWB1C	台 17	台南縣	七股	2.25	0.00	0.21	0.59
E04-0170-153B	篤厚橋	五區	新化	HWB7C	台 17	台南縣	七股	2.14	0.00	0.26	0.57
E04-0170-157A	七股溪橋	五區	新化	HWB7R	台 17	台南縣	七股	2.25	0.00	0.24	0.58
E04-0170-159A	樹農橋-台 17 線	五區	新化	HWB7C	台 17	台南縣	七股	2.25	0.00	1.36	1.51
E04-0170-161A	永吉橋	五區	新化	HWB1C	台 17	台南縣	七股	2.36	0.00	0.24	0.57
E04-0170-162A	永吉陸橋	五區	新化	HWB1C	台 17	台南縣	七股	2.25	0.00	0.22	0.58
E04-0170-162B	國姓橋	五區	新化	HWB6C	台 17	台南縣	七股	2.36	0.00	0.29	0.54
E04-0190-124A	佳南橋	五區	新化	HWB1C	台 19	台南縣	佳里	2.36	0.00	0.23	0.57
E04-0190-127A	西港北橋	五區	新化	HWB1C	台 19	台南縣	西港	5.12	0.00	0.23	0.52
E04-0190-129A	西港橋	五區	新化	HWB6S	台 19	台南縣	西港	1.24	0.00	0.20	0.32

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E04-0190-132A	和順北橋	五區	新化	HWB1S	台 19	台南縣	安定	1.77	0.00	0.27	0.68
E04-019A-017A	麻善大橋	五區	新化	HWB6S	台 19 甲	台南縣	麻豆	0.76	0.00	0.19	0.42
E04-019A-021A	溪美橋	五區	新化	HWB3S	台 19 甲	台南縣	麻豆	0.57	0.00	1.11	1.74
E04-019A-024A	自強橋	五區	新化	HWB1C	台 19 甲	台南縣	善化	4.20	0.00	0.20	0.48
E04-019A-024B	北門橋	五區	新化	HWB1C	台 19 甲	台南縣	善化	3.39	0.00	0.21	0.48
E04-019A-029A	三新橋	五區	新化	HWB1C	台 19 甲	台南縣	關廟	3.29	0.00	0.21	0.48
E04-019A-032A	新市橋	五區	新化	HWB3S	台 19 甲	台南縣	新市	1.52	0.00	0.18	0.39
E04-019A-033A	第三號橋-台 19 甲線	五區	新化	HWB1C	台 19 甲	台南縣	新市	3.58	0.00	0.21	0.47
E04-019A-033B	中央橋	五區	新化	HWB1S	台 19 甲	台南縣	新化	1.38	0.00	0.27	0.74
E04-019A-035A	大目橋	五區	新化	HWB3C	台 19 甲	台南縣	新化	2.25	0.00	0.19	0.41
E04-019A-043A	許縣溪橋	五區	新化	HWB6S	台 19 甲	台南縣	關廟	0.93	0.00	0.28	0.78
E04-019A-046B	磚仔崎橋	五區	新化	HWB1R	台 19 甲	台南縣	關廟	1.77	0.00	0.23	0.66
E04-019A-047A	大洲橋	五區	新化	HWB1C	台 19 甲	台南縣	關廟	3.10	0.00	0.22	0.49
E04-019A-049A	保安橋-台 19 甲線 49K+756	五區	新化	HWB7C	台 19 甲	台南縣	關廟	3.39	0.00	0.24	0.51
E04-019A-052A	龜洞橋	五區	新化	HWB3C	台 19 甲	台南縣	關廟	2.47	0.00	0.16	0.32
E04-019A-055A	南雄橋	五區	新化	HWB2R	台 19 甲	台南縣	關廟	2.58	0.00	0.16	0.34
E04-0200-007A	蜈東橋（箱涵）	五區	新化	HWB1R	台 20	台南縣	新化	3.00	0.00	0.23	0.50
E04-0200-009A	開運橋	五區	新化	HWB6R	台 20	台南縣	新化	2.58	0.00	0.12	0.24
E04-0200-011A	洋子橋	五區	新化	HWB1C	台 20	台南縣	新化	4.71	0.00	0.20	0.49
E04-0200-011B	嗙口橋	五區	新化	HWB1C	台 20	台南縣	新化	4.88	0.00	0.23	0.52
E04-0200-012A	水圳橋	五區	新化	HWB1C	台 20	台南縣	新化	2.02	0.00	0.22	0.63
E04-0200-012BN	穗芳橋-拓寬部分	五區	新化	HWB3C	台 20	台南縣	新化	2.14	0.00	0.18	0.32
E04-0200-012BO	穗芳橋-舊	五區	新化	HWB3C	台 20	台南縣	新化	2.14	0.00	0.18	0.34
E04-0200-014A	深坑一號橋	五區	新化	HWB1R	台 20	台南縣	新化	2.69	0.00	0.21	0.53
E04-0200-014B	深坑二號橋	五區	新化	HWB1R	台 20	台南縣	新化	2.69	0.00	0.21	0.53
E04-0200-016A	春雨橋	五區	新化	HWB1C	台 20	台南縣	新化	2.14	0.00	0.22	0.60
E04-0200-019A	千鳥橋	五區	新化	HWB6C	台 20	台南縣	新化	1.65	0.00	0.01	0.86
E04-0390-001AN	鹽水溪橋（北上）	五區	新化	HWB5S	台 39	台南縣	新化	0.57	0.00	0.28	0.51
E04-0390-001AS	鹽水溪橋（南下）	五區	新化	HWB5S	台 39	台南縣	新化	0.57	0.00	0.28	0.51
E04-0390-010AP	康榔橋（北上快）	五區	新化	HWB3S	台 39	台南縣	歸仁	0.57	0.00	0.28	0.51
E04-0390-010AQ	康榔橋（北上慢）	五區	新化	HWB3S	台 39	台南縣	歸仁	0.57	0.00	1.45	1.62
E04-0390-010AS	康榔橋（南下）	五區	新化	HWB3S	台 39	台南縣	歸仁	0.57	0.00	0.24	0.51
E04-0390-011AP	航太橋（北上快）	五區	新化	HWB3S	台 39	台南縣	歸仁	0.57	0.00	0.24	0.51
E04-0390-011AQ	航太橋（北上慢）	五區	新化	HWB3S	台 39	台南縣	歸仁	0.57	0.00	0.23	0.51
E04-0390-011AS	航太橋（南下）	五區	新化	HWB3S	台 39	台南縣	歸仁	0.57	0.00	0.24	0.51
E04-0390-011BP	北武東橋（北上快）	五區	新化	HWB5S	台 39	台南縣	歸仁	0.57	0.00	0.24	0.51
E04-0390-011BQ	北武東橋（北上慢）	五區	新化	HWB5S	台 39	台南縣	歸仁	0.57	0.00	0.24	0.51
E04-0390-011BS	北武東橋（南下）	五區	新化	HWB5S	台 39	台南縣	歸仁	0.57	0.00	0.24	0.51
E04-0390-015AN	二仁溪橋（北上）	五區	新化	HWB5S	台 39	台南縣	歸仁	0.57	0.00	0.22	0.52
E04-0390-015AS	二仁溪橋（南下）	五區	新化	HWB5S	台 39	台南縣	歸仁	0.57	0.00	0.22	0.52
E04-0860-005AE	台 86(5K+238)6 號橋-東行線	五區	新化	HWB6S	台 86	台南縣	仁德	1.52	0.00	0.25	0.66
E04-0860-005AW	台 86(5K+238)6 號橋西行線	五區	新化	HWB6S	台 86	台南縣	仁德	1.52	0.00	0.25	0.66

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E04-0860-005BE	台 86(5K+850)7 號橋側車道東行線	五區	新化	HWB5S	台 86	台南縣	仁德	1.52	0.00	0.25	0.66
E04-0860-005BW	台 86(5K+850)7 號橋側車道西行線	五區	新化	HWB5S	台 86	台南縣	仁德	1.52	0.00	0.25	0.66
E04-0860-005C	台 86(5K+850)7 號橋	五區	新化	HWB6S	台 86	台南縣	仁德	1.52	0.00	0.25	0.66
E04-0860-005D	鋼架橋	五區	新化	HWB1S	台 86	台南縣	仁德	1.65	0.00	0.24	0.69
E04-0860-006AE	台 86(6K+158)9 號橋-東行線	五區	新化	HWB5S	台 86	台南縣	仁德	1.38	0.00	0.18	0.37
E04-0860-006AW	台 86(6K+158)9 號橋-西行線	五區	新化	HWB5S	台 86	台南縣	仁德	1.52	0.00	0.17	0.37
E04-0860-006B	台 86(6K+368)鋼拱橋	五區	新化	HWB8S	台 86	台南縣	仁德	1.38	0.00	0.29	0.69
E04-0860-006C	9 號橋（2）	五區	新化	HWB6S	台 86	台南縣	仁德	1.52	0.00	0.33	1.23
E04-0860-007A	台 86 7K+640(跨中山高）	五區	新化	HWB5S	台 86	台南縣	仁德	1.38	0.00	0.29	0.54
E04-0860-010A	穿越橋（12）	五區	新化	HWB5S	台 86	台南縣	仁德	1.38	0.00	0.18	0.37
E04-0860-011A	排水橋（14）	五區	新化	HWB1S	台 86	台南縣	仁德	1.38	0.00	0.26	0.74
E04-0860-011B	穿越橋（15）	五區	新化	HWB5S	台 86	台南縣	仁德	1.38	0.00	0.18	0.74
E04-0860-011C	農路鋼架橋	五區	新化	HWB1S	台 86	台南縣	仁德	1.52	0.00	0.28	0.75
E04-0860-012A	環道鋼架橋	五區	新化	HWB1S	台 86	台南縣	仁德	1.38	0.00	0.29	0.78
E04-0860-012B	迴車道鋼架橋	五區	新化	HWB1S	台 86	台南縣	仁德	1.38	0.00	0.29	0.78
E04-0860-013A	17 號橋	五區	新化	HWB1S	台 86	台南縣	仁德	1.38	0.00	0.29	0.78
E04-0860-013B	18 號橋	五區	新化	HWB1S	台 86	台南縣	仁德	1.38	0.00	0.26	0.74
E04-0860-014A	19 號橋	五區	新化	HWB6S	台 86	台南縣	仁德	1.52	0.00	0.25	0.69
E04-0860-014B	20 號橋	五區	新化	HWB6S	台 86	台南縣	仁德	1.52	0.00	0.25	0.69
E04-0860-015A	21 號橋	五區	新化	HWB1S	台 86	台南縣	仁德	1.52	0.00	0.25	0.70
E04-0860-015B	22 號橋	五區	新化	HWB5S	台 86	台南縣	仁德	1.38	0.00	0.17	0.35
E04-0860-015C	23 號橋	五區	新化	HWB1S	台 86	台南縣	仁德	1.24	0.00	0.29	0.81
E04-0860-016A	24 號橋	五區	新化	HWB5S	台 86	台南縣	仁德	1.38	0.00	0.44	0.93
E04-0860-017AE	台 88(17K+022.6)25 號橋-東行線	五區	新化	HWB5S	台 86	台南縣	歸仁	1.52	0.00	0.17	0.38
E04-0860-017AW	台 86(7K+022.6)25 號橋西行線	五區	新化	HWB6S	台 86	台南縣	歸仁	1.52	0.00	0.17	0.39
E04-0860-017B	台 86(17K+720.85)26 號橋側車道東行線	五區	新化	HWB6S	台 86	台南縣	歸仁	1.38	0.00	0.25	0.71
E04-0860-017C	台 86(17K+720.85)26 號橋西行線	五區	新化	HWB6S	台 86	台南縣	歸仁	1.24	0.00	0.16	0.98
E04-0860-017D	台 86(17K+720.85)26 號橋側車道西行線	五區	新化	HWB6S	台 86	台南縣	歸仁	1.24	0.00	0.26	0.74
E04-0860-017E	台 86(17K+720.85)26 號橋東行線	五區	新化	HWB6S	台 86	台南縣	歸仁	1.24	0.00	0.16	0.98
E04-1730-006	後營橋	五區	新化	HWB4C	縣 173	台南市	麻豆	2.69	0.00	0.23	0.53
E04-1730-016	康榔橋	五區	新化	HWB7C	縣 173	台南市	七股	3.19	0.00	0.21	0.49
E04-1760-002	中寮橋	五區	新化	HWB1C	縣 176	台南市	七股	3.39	0.00	0.21	0.49
E04-1760-004	龍山橋	五區	新化	HWB7C	縣 176	台南市	七股	5.36	0.00	0.21	0.51
E04-1760-009	大寮排水橋	五區	新化	HWB1C	縣 176	台南市	七股	3.10	0.00	0.22	0.50
E04-1770-005	無名橋_177 線_5K	五區	新化	HWB1C	縣 177	台南市	永康	4.38	0.00	0.19	0.49
E04-1780-015	善安橋	五區	新化	HWB7C	縣 178	台南市	善化	4.88	0.00	0.20	0.49
E04-1780-019	善化大成陸橋	五區	新化	HWB3R	縣 178	台南市	善化	2.89	0.00	0.18	0.30
E04-1780-021	通山橋	五區	新化	HWB1C	縣 178	台南市	善化	5.74	0.00	0.21	0.52

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E04-1800-003	網寮橋	五區	新化	HWB1S	縣 180	台南市	新化	1.38	0.00	0.25	0.72
E04-1800-008	新灣橋	五區	新化	HWB3C	縣 180	台南市	新化	3.85	0.00	0.17	0.38
E04-1820-016	仰龍橋	五區	新化	HWB1S	縣 182	台南市	仁德	1.52	0.00	0.25	0.69
E04-1820-018	富國橋	五區	新化	HWB3S	縣 182	台南市	龍崎	0.93	0.00	0.29	0.54
E04-1820-022A	富龍橋	五區	新化	HWB1S	縣 182	台南市	關廟	0.93	0.00	0.28	0.80
E04-1820-022B	米市園橋	五區	新化	HWB1C	縣 182	台南市	關廟	3.10	0.00	0.20	0.50
E04-1820-024	石槽橋	五區	新化	HWB1C	縣 182	台南市	關廟	3.10	0.00	0.22	0.50
E04-1820-025	龍溪橋	五區	新化	HWB1S	縣 182	台南市	龍崎	0.93	0.00	0.28	0.80
E04-1820-026	五間橋	五區	新化	HWB1S	縣 182	台南市	龍崎	1.09	0.00	0.27	0.77
E05-0030-042B	七苓橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	台南縣	南化	2.25	0.00	0.21	0.58
E05-0030-252A	民族橋	五區	曾文	HWB4R	台 3	嘉義縣	大埔	2.79	0.00	2.58	3.12
E05-0030-273A	竹圍橋	五區	曾文	HWB6R	台 3	台南縣	玉井	1.38	0.00	0.25	0.70
E05-0030-285A	南化橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	台南縣	南化	1.65	0.00	0.24	0.69
E05-0030-287A	西山橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	台南縣	南化	1.65	0.00	0.24	0.68
E05-0030-287B	苦苓橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	台南縣	南化	1.52	0.00	0.25	0.72
E05-0030-291A	埔中橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	中埔	2.02	0.00	0.25	0.64
E05-0030-292A	孟仁橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	中埔	2.89	0.00	0.20	0.51
E05-0030-293A	同仁橋	五區	曾文	HWB2C	台 3	嘉義縣	中埔	1.90	0.00	2.39	2.53
E05-0030-297A	溧水橋	五區	曾文	HWB4R	台 3	嘉義縣	中埔	4.03	0.00	0.71	1.46
E05-0030-297B	忠興橋	五區	曾文	HWB5C	台 3	嘉義縣	中埔	1.90	0.00	0.23	0.63
E05-0030-300A	中埔橋	五區	曾文	HWB5R	台 3	嘉義縣	中埔	1.77	0.00	0.24	0.65
E05-0030-300B	中崙一號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	中埔	4.03	0.00	0.20	0.47
E05-0030-301A	中崙二號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	中埔	4.03	0.00	0.20	0.47
E05-0030-302A	中崙三號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	中埔	3.94	0.00	0.20	0.47
E05-0030-304A	中崙五號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	中埔	3.94	0.00	0.20	0.47
E05-0030-304B	得道橋	五區	曾文	HWB2R	台 3	嘉義縣	中埔	4.20	0.00	0.18	0.34
E05-0030-305A	中崙六號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	中埔	2.47	0.00	0.22	0.56
E05-0030-307A	幽谷橋	五區	曾文	HWB2C	台 3	嘉義縣	中埔	4.03	0.00	1.89	2.47
E05-0030-316A	永興一號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	番路	2.58	0.00	0.23	0.54
E05-0030-317AN	永興二號橋(擴建後)	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	番路	1.38	0.00	0.31	0.74
E05-0030-317AO	永興二號橋(擴建前)	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	番路	2.69	0.00	0.25	0.53
E05-0030-318A	永興三號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	番路	2.14	0.00	0.22	0.60
E05-0030-318B	永興四號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	番路	3.67	0.00	0.21	0.47
E05-0030-319A	永興五號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	番路	3.76	0.00	0.20	0.47
E05-0030-319B	水井橋-台 3 線 319K+960	五區	曾文	HWB4C	台 3	嘉義縣	番路	3.48	0.00	0.17	0.31
E05-0030-320A	公田二號橋	五區	曾文	HWB4C	台 3	嘉義縣	番路	3.67	0.00	2.02	2.74
E05-0030-320B	公田一號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	番路	1.90	0.00	0.23	0.65
E05-0030-321A	公田三號橋	五區	曾文	HWB4R	台 3	嘉義縣	番路	3.67	0.00	1.90	2.59
E05-0030-322A	公田四號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	番路	3.67	0.00	0.20	0.47
E05-0030-324A	公田五號橋	五區	曾文	HWB4C	台 3	嘉義縣	番路	3.67	0.00	0.18	0.34
E05-0030-326A	公田六號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	番路	3.67	0.00	0.20	0.47
E05-0030-327A	沙崙橋	五區	曾文	HWB4R	台 3	嘉義縣	番路	3.67	0.00	2.02	2.74
E05-0030-328A	鳥埔三號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	大埔	2.58	0.00	0.23	0.54

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E05-0030-331A	烏埔二號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	大埔	3.58	0.00	0.19	0.48
E05-0030-332A	烏埔一號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	大埔	3.58	0.00	0.19	0.48
E05-0030-333A	大埔橋-台 3 線	五區	曾文	HWB8C	台 3	嘉義縣	大埔	3.67	0.00	0.21	0.48
E05-0030-334A	和平三號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	大埔	3.76	0.00	0.18	0.48
E05-0030-334B	和平四號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	大埔	3.67	0.00	0.20	0.47
E05-0030-334C	和平二號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	大埔	3.58	0.00	0.18	0.48
E05-0030-335A	和平一號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	大埔	1.65	0.00	0.28	0.72
E05-0030-337A	神斧橋	五區	曾文	HWB1S	台 3	嘉義縣	大埔	0.00	0.00	0.32	0.96
E05-0030-341A	大同四號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	大埔	3.76	0.00	0.20	0.47
E05-0030-342A	大同三號橋	五區	曾文	HWB4R	台 3	嘉義縣	大埔	3.67	0.00	1.90	2.58
E05-0030-347A	大同一號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	大埔	3.67	0.00	0.20	0.47
E05-0030-350A	民生橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	嘉義縣	大埔	2.58	0.00	0.21	0.54
E05-0030-351A	民權橋	五區	曾文	HWB1R	台 3	嘉義縣	大埔	3.19	0.00	0.22	0.49
E05-0030-352A	大同二號橋	五區	曾文	HWB4R	台 3	嘉義縣	大埔	3.76	0.00	2.06	2.66
E05-0030-354A	四維橋	五區	曾文	HWB1R	台 3	嘉義縣	大埔	2.69	0.00	0.23	0.53
E05-0030-357A	復興橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	台南縣	楠西	2.47	0.00	0.24	0.56
E05-0030-358A	忠孝橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	台南縣	楠西	4.03	0.00	0.20	0.47
E05-0030-359A	雙溪橋	五區	曾文	HWB4R	台 3	台南縣	楠西	4.55	0.00	0.18	0.36
E05-0030-359B	楠西北橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	台南縣	楠西	1.52	0.00	0.25	0.72
E05-0030-362A	無名二號橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	台南縣	楠西	4.63	0.00	0.20	0.49
E05-0030-368A	楠西橋	五區	曾文	HWB6C	台 3	台南縣	楠西	1.65	0.00	0.24	0.65
E05-0030-369A	密枝橋	五區	曾文	HWB4R	台 3	台南縣	楠西	4.71	0.00	1.70	2.00
E05-0030-369B	砂田橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	台南縣	玉井	2.58	0.00	0.21	0.54
E05-0030-376A	高陵橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	台南縣	玉井	1.09	0.00	0.27	0.81
E05-0030-379A	四埔橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	台南縣	玉井	1.65	0.00	0.24	0.69
E05-0030-382A	北寮橋	五區	曾文	HWB7C	台 3	台南縣	南化	1.38	0.00	2.32	2.71
E05-0030-384A	彩鳳橋	五區	曾文	HWB4C	台 3	台南縣	南化	4.80	0.00	0.19	0.37
E05-0030-386A	三埔橋	五區	曾文	HWB8S	台 3	台南縣	玉井	0.93	0.00	0.31	0.70
E05-0030-390A	筊苳橋	五區	曾文	HWB1C	台 3	台南縣	南化	1.77	0.00	0.23	0.67
E05-0030-397A	心仔寮橋	五區	曾文	HWB7C	台 3	台南縣	南化	4.71	0.00	0.19	0.50
E05-0200-021A	光和橋	五區	曾文	HWB1R	台 20	台南縣	左鎮	1.77	0.00	0.23	0.67
E05-0200-022A	平和橋	五區	曾文	HWB3C	台 20	台南縣	左鎮	1.38	0.00	0.10	1.22
E05-0200-023A	深山橋	五區	曾文	HWB1R	台 20	台南縣	左鎮	1.52	0.00	0.25	0.72
E05-0200-024A	吹嶺橋	五區	曾文	HWB1R	台 20	台南縣	左鎮	1.65	0.00	0.24	0.69
E05-0200-025A	湖底橋	五區	曾文	HWB1S	台 20	台南縣	左鎮	1.38	0.00	0.27	0.74
E05-0200-025B	竹坑橋	五區	曾文	HWB1S	台 20	台南縣	左鎮	1.24	0.00	0.27	0.77
E05-0200-026A	拔馬橋	五區	曾文	HWB6S	台 20	台南縣	左鎮	1.38	0.00	0.25	0.69
E05-0200-026B	公館橋	五區	曾文	HWB6S	台 20	台南縣	左鎮	1.38	0.00	0.25	0.69
E05-0200-027A	木公橋	五區	曾文	HWB3S	台 20	台南縣	左鎮	1.24	0.00	0.17	0.36
E05-0200-028A	山見橋	五區	曾文	HWB1S	台 20	台南縣	左鎮	1.24	0.00	0.27	0.77
E05-0200-034A	望明橋	五區	曾文	HWB1S	台 20	台南縣	玉井	1.24	0.00	0.28	0.76
E05-0200-034B	劉陳橋	五區	曾文	HWB1S	台 20	台南縣	玉井	1.24	0.00	0.28	0.76
E05-0200-035A	玉井橋	五區	曾文	HWB5S	台 20	台南縣	玉井	1.09	0.00	0.95	1.55
E05-0200-042A	福壽橋	五區	曾文	HWB1S	台 20	台南縣	南化	1.90	0.00	0.28	0.59

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論	推論
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)		Ay(g)	Ac(g)
E05-0200-043A	頭份橋	五區	曾文	HWB3S	台 20	台南縣	南化	0.35	0.00	0.21	0.45
E05-0200-044A	德溪橋	五區	曾文	HWB1S	台 20	台南縣	南化	0.35	0.00	0.35	0.99
E05-0200-044B	玉山一橋	五區	曾文	HWB1S	台 20	台南縣	南化	0.35	0.00	0.32	0.94
E05-0200-045A	玉山二橋	五區	曾文	HWB1S	台 20	台南縣	南化	0.93	0.00	0.29	0.83
E05-0200-050A	六份橋	五區	曾文	HWB2C	台 20	台南縣	南化	1.09	0.00	0.46	1.13
E05-020B-000A	睦光橋	五區	曾文	HWB1C	台 20 乙	台南縣	左鎮	2.58	0.00	0.24	0.54
E05-020B-002A	九空橋	五區	曾文	HWB3C	台 20 乙	台南縣	南化	2.69	0.00	0.17	0.32
E05-020B-003A	三錦橋	五區	曾文	HWB3C	台 20 乙	台南縣	南化	3.39	0.00	1.71	2.29
E05-020B-003B	雙溪橋	五區	曾文	HWB4C	台 20 乙	台南縣	南化	4.38	0.00	1.73	2.20
E05-020B-005A	人仰橋	五區	曾文	HWB1C	台 20 乙	台南縣	南化	2.58	0.00	0.21	0.54
E05-1720-044A	無名一號橋	五區	曾文	HWB1R	縣 172	嘉義縣	中埔	3.94	0.00	0.20	0.48
E05-1720-044B	無名二號橋	五區	曾文	HWB1R	縣 172	嘉義縣	中埔	3.94	0.00	0.20	0.48
E05-1720-052	無名三號橋	五區	曾文	HWB1R	縣 172	嘉義縣	中埔	4.03	0.00	0.20	0.48
E05-1740-030	菜寮橋	五區	曾文	HWB6C	縣 174	台南市	六甲	3.10	0.00	0.21	0.50
E05-1740-031A	南屏橋	五區	曾文	HWB1C	縣 174	台南市	六甲	3.10	0.00	0.22	0.50
E05-1740-031B	五號橋	五區	曾文	HWB1C	縣 174	台南市	六甲	3.10	0.00	0.22	0.50
E05-1740-054	照興一號橋	五區	曾文	HWB4R	縣 174	台南市	楠西	3.39	0.00	0.57	1.65
E05-1740-055A	照興二號橋	五區	曾文	HWB1C	縣 174	台南市	楠西	3.39	0.00	0.21	0.49
E05-1740-055B	曾文一橋	五區	曾文	HWB2R	縣 174	台南市	楠西	4.29	0.00	0.16	0.35
E05-1750-000	聽水橋	五區	曾文	HWB8C	縣 175	台南市	白河	3.29	0.00	0.21	0.49
E05-1750-001	無名一號橋	五區	曾文	HWB1C	縣 175	台南市	白河	2.02	0.00	0.25	0.62
E05-1750-005	無名二號橋	五區	曾文	HWB1C	縣 175	台南市	白河	2.14	0.00	0.24	0.61
E05-1750-010	北寮橋	五區	曾文	HWB1S	縣 175	台南市	東山	0.00	0.00	0.33	0.84
E05-1750-013A	關嶺 2 號橋	五區	曾文	HWB1C	縣 175	台南市	東山	2.02	0.00	0.22	0.62
E05-1750-013B	無名四號橋	五區	曾文	HWB1C	縣 175	台南市	東山	2.14	0.00	0.24	0.60
E06-0030-271A	九芎橋	五區	阿里山	HWB1C	台 3	嘉義縣	竹崎	2.14	0.00	0.22	0.61
E06-0030-274A	大南橋	五區	阿里山	HWB1C	台 3	嘉義縣	竹崎	0.35	0.00	0.32	0.96
E06-0030-279A	山豬崙橋	五區	阿里山	HWB1C	台 3	嘉義縣	竹崎	2.36	0.00	0.21	0.57
E06-0030-284A	利發橋	五區	阿里山	HWB1C	台 3	嘉義縣	番路	1.65	0.00	0.25	0.70
E06-0030-285A	竹崎大橋	五區	阿里山	HWB2C	台 3	嘉義縣	竹崎	3.58	0.00	0.18	0.29
E06-0030-286A	福安橋	五區	阿里山	HWB1C	台 3	嘉義縣	番路	0.00	0.00	0.33	1.00
E06-0030-289A	興產橋	五區	阿里山	HWB2C	台 3	嘉義縣	竹崎	2.89	0.00	2.28	2.72
E06-0030-290A	坑內橋	五區	阿里山	HWB7C	台 3	嘉義縣	番路	2.02	0.00	0.23	0.63
E06-0030-295A	吳鳳橋	五區	阿里山	HWB2C	台 3	嘉義縣	番路	3.00	0.00	0.16	0.31
E06-0030-296A	義安橋	五區	阿里山	HWB1C	台 3	嘉義縣	番路	0.00	0.00	0.35	0.79
E06-0180-004A	後庄橋-台 18 線　4.3 ㎞	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	中埔	3.85	0.00	0.63	1.56
E06-0180-005A	中庄橋	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	中埔	1.38	0.00	0.26	0.74
E06-0180-008A	第一號橋	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	中埔	2.02	0.00	0.26	0.64
E06-0180-010A	第二號橋	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	中埔	1.52	0.00	0.28	0.75
E06-0180-010B	義仁橋	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	番路	1.52	0.00	0.25	0.73
E06-0180-014A	第三號橋-台 18 線	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	番路	1.09	0.00	0.28	0.81
E06-0180-014B	五虎寮橋	五區	阿里山	HWB2R	台 18	嘉義縣	番路	3.00	0.00	0.13	0.33
E06-0180-015A	第四號橋	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	番路	0.93	0.00	0.31	0.90
E06-0180-019A	黎明橋	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	番路	1.09	0.00	0.31	0.86

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E06-0180-020A	觸口橋	五區	阿里山	HWB2C	台 18	嘉義縣	番路	3.48	0.00	0.16	0.31
E06-0180-022A	忠孝橋-台 18 線 22K+010	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	番路	0.76	0.00	0.30	0.88
E06-0180-022B	仁愛橋-台 18 線 22K+520	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	番路	0.76	0.00	0.30	0.88
E06-0180-023A	信義橋-台 18 線	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	番路	0.35	0.00	0.35	1.00
E06-0180-028A	和平橋	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	番路	0.57	0.00	0.29	0.93
E06-0180-028B	下寮橋	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	番路	0.00	0.00	0.33	1.04
E06-0180-052A	湖底橋-台 18 線 52.1 ㎞	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	阿里山	1.24	0.00	0.22	0.39
E06-0180-067A	永坤橋	五區	阿里山	HWB1C	台 18	嘉義縣	阿里山	0.00	0.00	0.34	1.01
E06-149A-045	全仔社橋	五區	阿里山	HWB2R	縣 149 甲	嘉義縣	梅山	1.09	0.00	0.16	0.45
E06-149A-046A	牛山橋	五區	阿里山	HWB2S	縣 149 甲	嘉義縣	阿里山	0.35	0.00	0.22	0.42
E06-149A-046B	三龍橋	五區	阿里山	HWB8S	縣 149 甲	嘉義縣	阿里山	0.00	0.00	0.32	0.86
E06-149A-047	大里網橋	五區	阿里山	HWB2C	縣 149 甲	嘉義縣	阿里山	1.24	0.00	0.22	0.38
E06-149A-053	梅嶺大橋	五區	阿里山	HWB8S	縣 149 甲	嘉義縣	阿里山	0.57	0.00	0.34	0.85
E06-149A-054	太和橋	五區	阿里山	HWB2S	縣 149 甲	嘉義縣	阿里山	0.93	0.00	0.25	0.42
E06-1590-026A	灣前橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159	嘉義縣	竹崎	3.00	0.00	0.22	0.51
E06-1590-026B	灣頭橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159	嘉義縣	竹崎	2.79	0.00	0.22	0.52
E06-1590-027A	灣橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159	嘉義縣	竹崎	2.58	0.00	0.24	0.54
E06-1590-027B	畿殼橋	五區	阿里山	HWB4C	縣 159	嘉義縣	竹崎	2.69	0.00	0.76	1.63
E06-1590-028	興埔橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159	嘉義縣	竹崎	2.58	0.00	0.23	0.54
E06-1590-029	長福橋	五區	阿里山	HWB3C	縣 159	嘉義縣	竹崎	2.69	0.00	2.04	2.50
E06-1590-033A	內埔橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159	嘉義縣	竹崎	1.90	0.00	0.26	0.64
E06-1590-033B	圓通橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159	嘉義縣	竹崎	1.90	0.00	0.26	0.64
E06-1590-033C	讚成橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159	嘉義縣	竹崎	2.25	0.00	0.24	0.58
E06-1590-034	天寶橋	五區	阿里山	HWB1S	縣 159	嘉義縣	竹崎	0.00	0.00	0.35	0.94
E06-1590-035	清水橋	五區	阿里山	HWB1S	縣 159	嘉義縣	竹崎	0.00	0.00	0.32	0.90
E06-159A-006	江西橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159 甲	嘉義縣	番路	2.25	0.00	0.25	0.59
E06-159A-016A	民和橋	五區	阿里山	HWB1S	縣 159 甲	嘉義縣	番路	0.35	0.00	0.31	0.87
E06-159A-016B	進香橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159 甲	嘉義縣	番路	1.52	0.00	0.28	0.72
E06-159A-018	紫雲橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159 甲	嘉義縣	番路	1.65	0.00	0.27	0.67
E06-159A-024	下坪橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159 甲	嘉義縣	番路	1.52	0.00	0.27	0.71
E06-159A-025	福星橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159 甲	嘉義縣	番路	1.52	0.00	0.27	0.71
E06-159A-026	興隆橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159 甲	嘉義縣	番路	1.65	0.00	0.27	0.68
E06-159A-030	濁水溪橋	五區	阿里山	HWB1S	縣 159 甲	嘉義縣	番路	0.93	0.00	0.29	0.79
E06-159A-031	茄苳橋	五區	阿里山	HWB1S	縣 159 甲	嘉義縣	番路	0.76	0.00	0.29	0.82
E06-159A-040A	板橋溪橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159 甲	嘉義縣	番路	3.29	0.00	0.22	0.49
E06-159A-040B	過溝溪橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 159 甲	嘉義縣	番路	3.00	0.00	0.22	0.51
E06-159A-041	墘子寮橋	五區	阿里山	HWB2C	縣 159 甲	嘉義縣	番路	3.10	0.00	2.35	2.93
E06-162A-003	半天寮橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 162 甲	嘉義縣	梅山	1.65	0.00	0.27	0.69
E06-162A-014	一號橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 162 甲	嘉義縣	梅山	1.24	0.00	0.26	0.75
E06-162A-015	二號橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 162 甲	嘉義縣	梅山	1.38	0.00	0.25	0.72
E06-162A-025	瑞峰橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 162 甲	嘉義縣	梅山	2.02	0.00	0.25	0.62
E06-162A-026	三號橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 162 甲	嘉義縣	梅山	3.94	0.00	0.20	0.48
E06-1650-000	興館橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 165	嘉義縣	中埔	3.48	0.00	0.21	0.48

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論 Ay(g)	推論 Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率 (%)			
E06-1650-001	公館橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 165	嘉義縣	中埔	3.48	0.00	0.21	0.48
E06-1650-002	赤蘭溪橋	五區	阿里山	HWB4S	縣 165	嘉義縣	中埔	1.24	0.00	0.18	0.79
E06-1650-005	新嘉榮橋	五區	阿里山	HWB4C	縣 165	嘉義縣	中埔	4.80	0.00	0.18	0.36
E06-1690-024	第一號橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 169	嘉義縣	阿里山	4.03	0.00	0.20	0.48
E06-1690-025	第二號橋	五區	阿里山	HWB1C	縣 169	嘉義縣	阿里山	4.03	0.00	0.20	0.48
E06-1690-031	達邦橋	五區	阿里山	HWB5S	縣 169	嘉義縣	阿里山	0.00	0.00	0.32	0.86

附錄八

期末報告簡報資料

橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

委託單位：交通部運輸研究所
執行單位：台灣科技大學生態與防災工程研究中心
簡 報 者：鄭明淵　教授

中華民國一百年十一月二十二日

簡報流程

壹 計畫背景及目的
貳 研究方法與流程
參 地表震動分析模式
肆 振動檢測與分析模式初擬
伍 材料劣化與殘餘強度分析模式
陸 側推分析與殘餘能力分析模式
柒 人工智慧橋梁耐震能力推論模式
捌 橋梁通阻檢測分析模式
玖 結論與建議

壹、計畫背景及目的

•橋梁為連絡河流兩岸之重要交通工程設施，洪水來襲、地震皆造成重大威脅，使得橋梁現有狀況不明。

問題

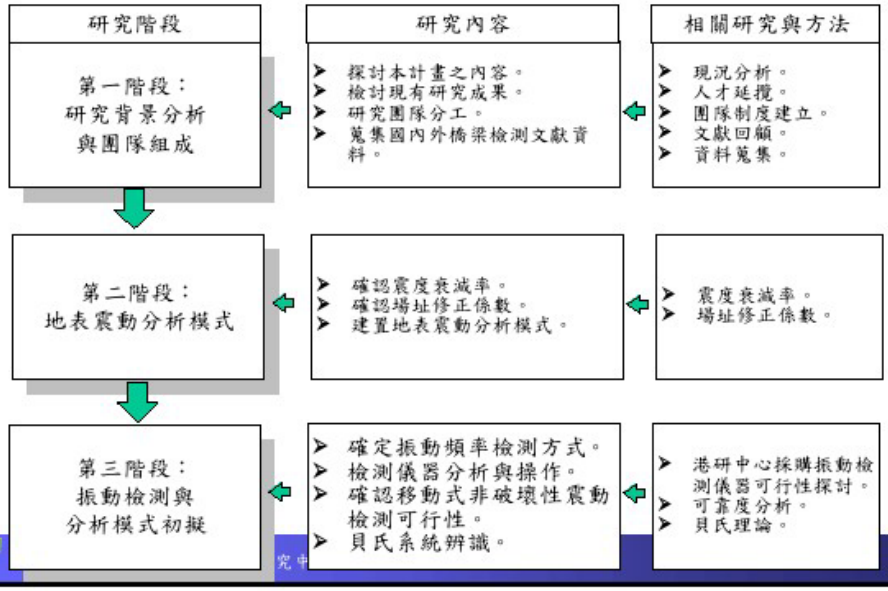
目前缺少一套有效評估橋梁現況之通阻檢測模式。且國內橋梁數量多，若對所有橋梁進行詳細檢測評估，將花費許多時間與經費。

目的

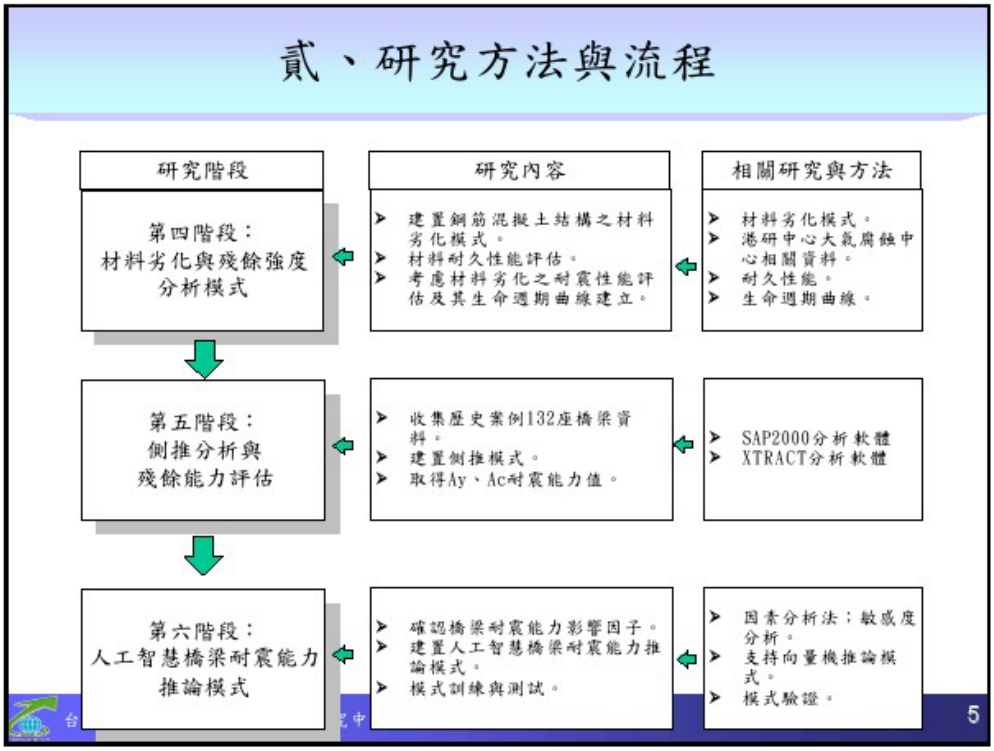
建置「橋梁通阻檢測分析模式」於資料交換平台架構下，考量材料、振動等因素進行耐震能力評估。作為災前(維護)、災時(破壞潛勢)與災後(是否開放通行)不同階段之決策參考依據。

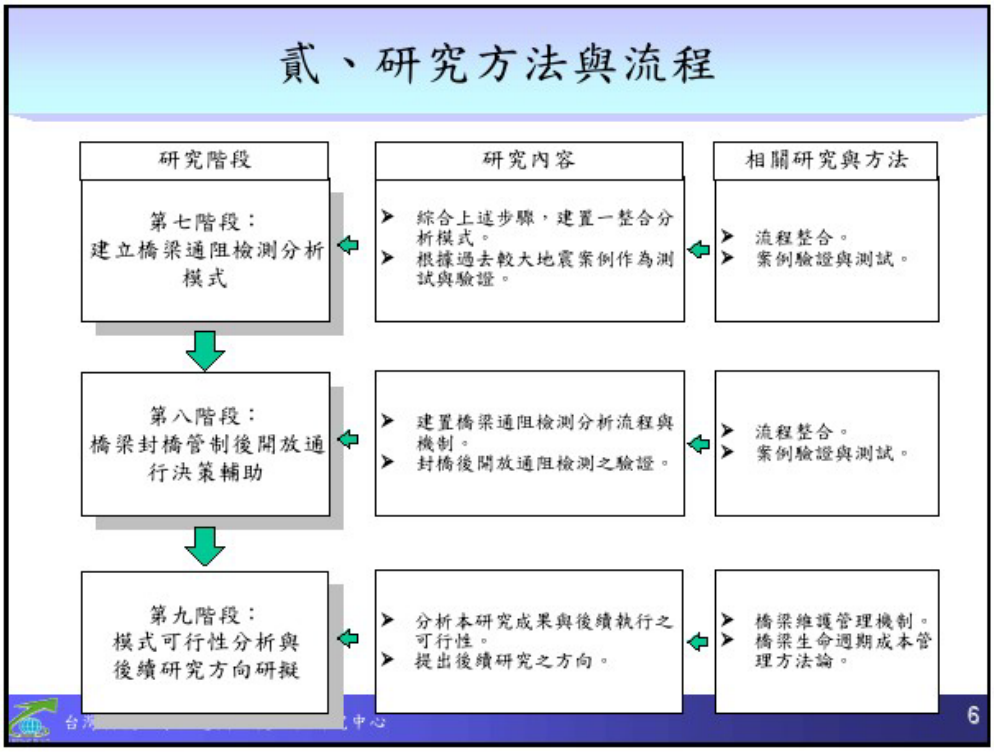
3

貳、研究方法與流程



4


貳、研究方法與流程
研究階段
研究內容
相關研究與方法
第四階段：
材料劣化與殘餘強度
分析模式
建置鋼筋混凝土結構之材料劣化模式。
材料耐久性能評估。
考慮材料劣化之耐震性能評估及其生命週期曲線建立。
材料劣化模式。
港研中心大氣腐蝕中心相關資料。
耐久性能。
生命週期曲線。
第五階段：
側推分析與
殘餘能力評估
收集歷史案例132座橋梁資料。
建置側推模式。
取得Ay、Ac耐震能力值。
SAP2000分析軟體
XTRACT分析軟體
第六階段：
人工智慧橋梁耐震能力
推論模式
確認橋梁耐震能力影響因子。
建置人工智慧橋梁耐震能力推論模式。
模式訓練與測試。
因素分析法：敏感度分析。
支持向量機推論模式。
模式驗證。
5


貳、研究方法與流程
研究階段
研究內容
相關研究與方法
第七階段：
建立橋梁通阻檢測分析
模式
綜合上述步驟，建置一整合分析模式。
根據過去較大地震案例作為測試與驗證。
流程整合。
案例驗證與測試。
第八階段：
橋梁封橋管制後開放通
行決策輔助
建置橋梁通阻檢測分析流程與機制。
封橋後開放通阻檢測之驗證。
流程整合。
案例驗證與測試。
第九階段：
模式可行性分析與
後續研究方向研擬
分析本研究成果與後續執行之可行性。
提出後續研究之方向。
橋梁維護管理機制。
橋梁生命週期成本管理方法論。
6

參、地表震動分析模式

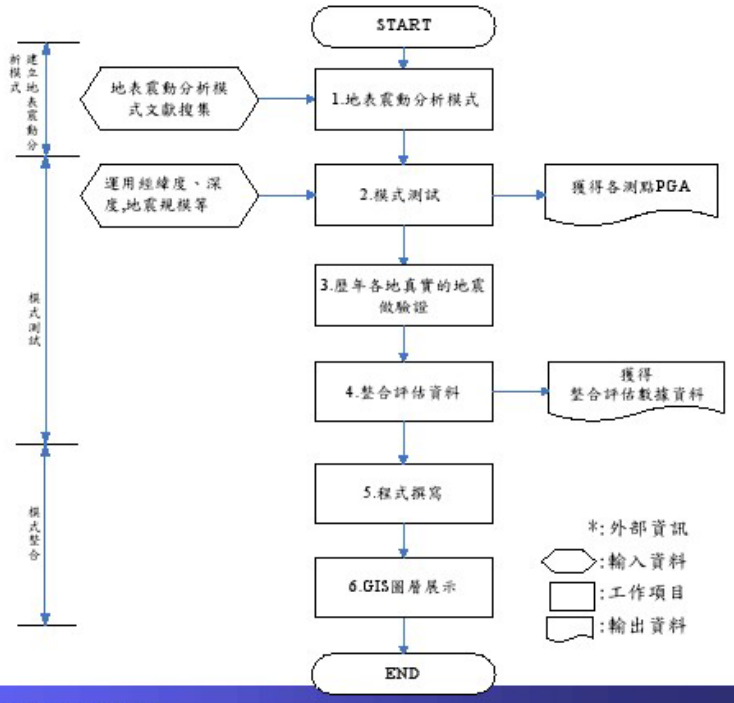
1 建立地表震動分析模式

2 模式測試

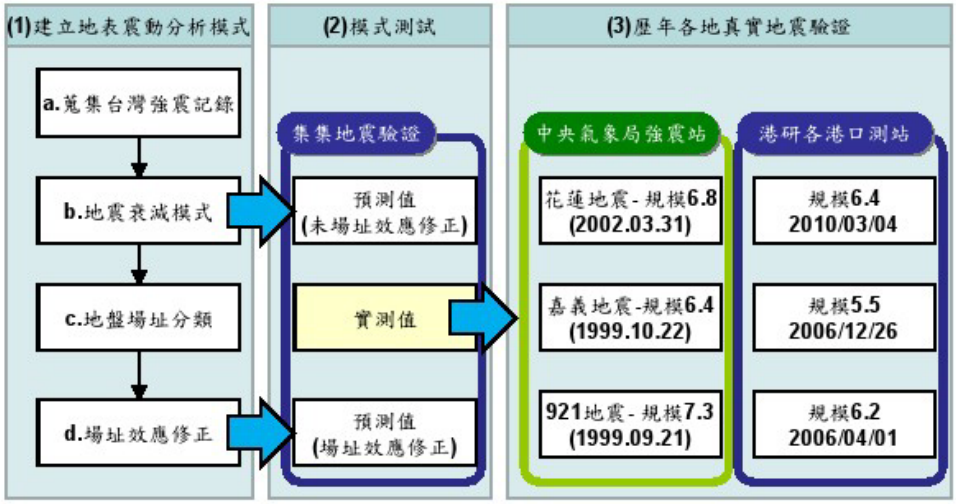
3 小 結

肆、地表震動分析模式

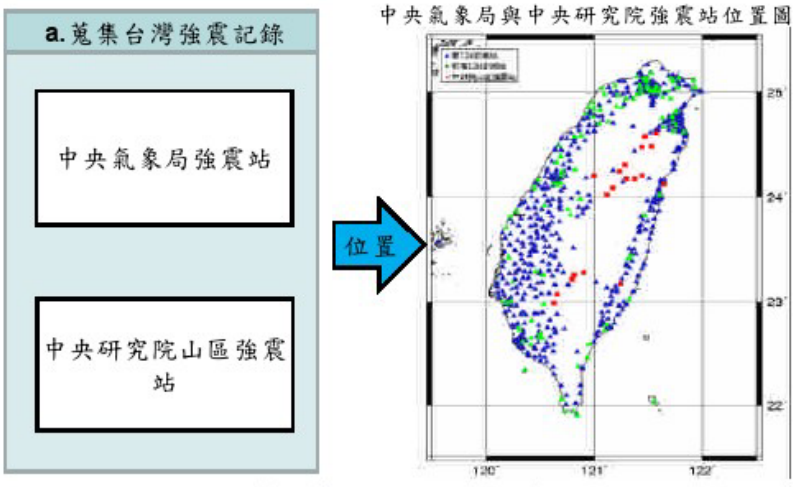
地表震動分析模式流程圖



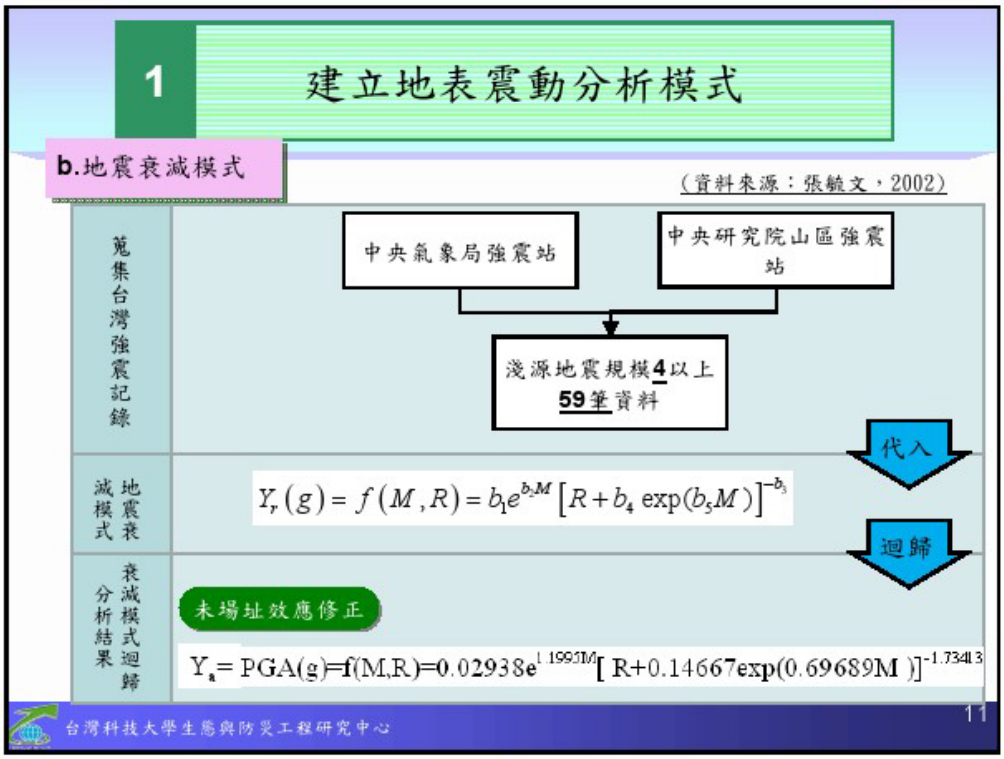
肆、地表震動分析模式

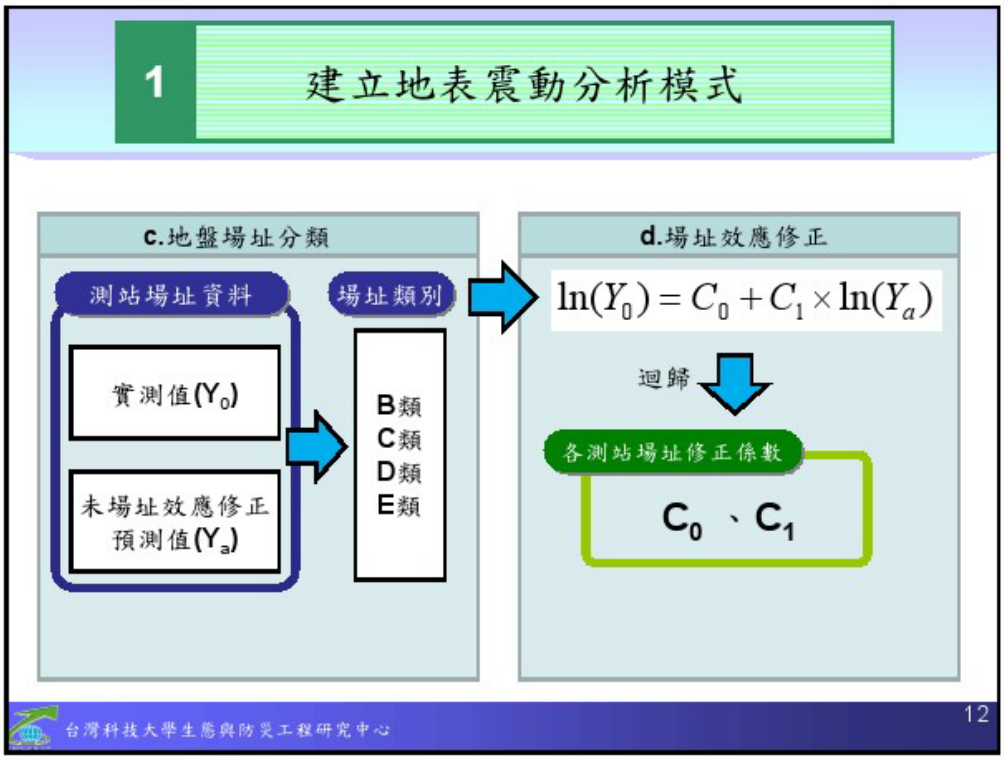


1 建立地表震動分析模式



（資料來源：張毓文，2002）

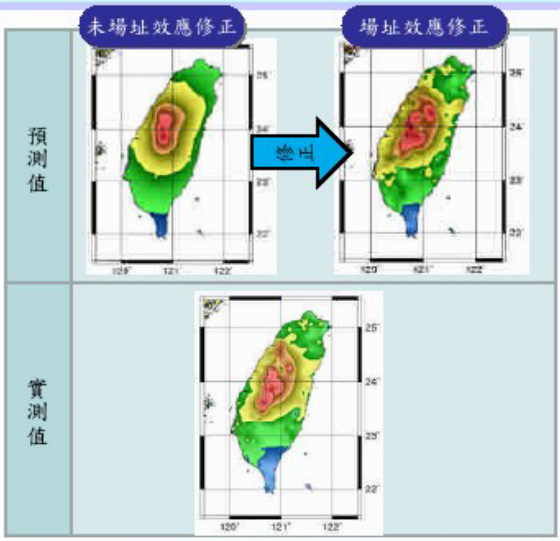

1
建立地表震動分析模式
b.地震衰減模式
（資料來源：張毓文，2002）
蒐集台灣強震記錄
中央氣象局強震站
中央研究院山區強震站
淺源地震規模4以上
59筆資料
代入
地震衰減模式
$Y_r(g) = f(M,R) = b_1 e^{b_2 M}\left[R + b_4 \exp(b_5 M)\right]^{-b_3}$
迴歸
衰減模式迴歸分析結果
未場址效應修正
$Y_a = PGA(g) = f(M,R) = 0.02938e^{1.1991M}[R + 0.14667\exp(0.69689M)]^{-1.73413}$
台灣科技大學生態與防災工程研究中心
11


1
建立地表震動分析模式
c.地盤場址分類
測站場址資料
實測值(Y_0)
未場址效應修正預測值(Y_a)
場址類別
B類
C類
D類
E類
d.場址效應修正
$\ln(Y_0) = C_0 + C_1 \times \ln(Y_a)$
迴歸
各測站場址修正係數
C_0 、C_1
台灣科技大學生態與防災工程研究中心
12

2 模式測試

(2) 模式測試

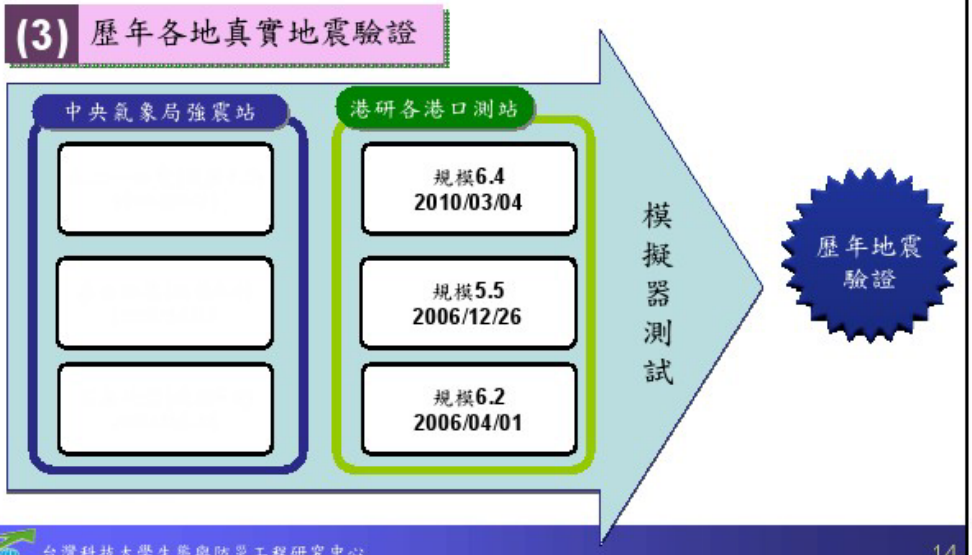
集集大地震為例，衰減公式考慮場址效應進行分析。更趨近實際觀測值。



（資料來源：張毓文，2002）

2

(3) 歷年各地真實地震驗證

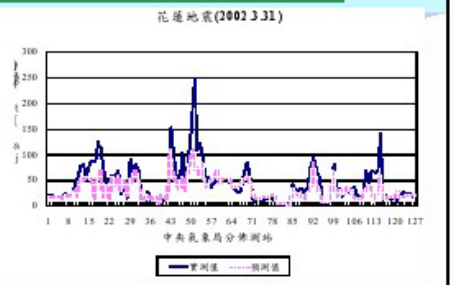


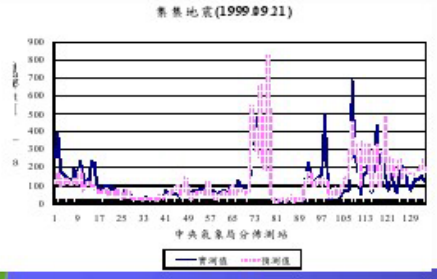
2 模式測試

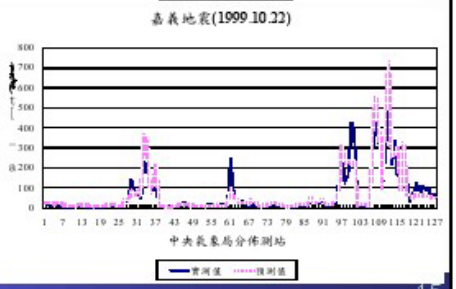
(3) 歷年各地真實地震驗證

中央氣象局強震站

圖示中 X 軸為 測站代碼
Y 軸為 個測站量測之最大PGA
地震模擬器與測站量測結果PGA
趨勢相近







2 模式測試

(3) 歷年各地真實地震驗證

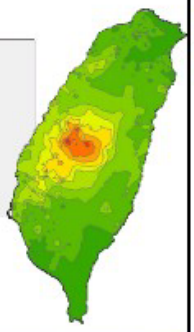
港研各港口測站

港研測站	規模6.4 2010/03/04		規模5.5 2006/12/26		規模6.2 2006/04/01	
	實測值 PGA(g)	預測值 PGA(g)	實測值 PGA(g)	預測值 PGA(g)	實測值 PGA(g)	預測值 PGA(g)
蘇澳港	0.01	0.002	-	2E-04	0.004	0.002
台北港	0.007	0.009	-	8E-04	0.004	0.007
臺中港	0.038	0.016	0.002	0.003	-	0.011
布袋港	0.127	0.06	-	0.004	0.025	0.024
安平港	0.083	0.082	0.007	0.006	0.023	0.027
高雄港	0.073	0.047	0.016	0.011	0.025	0.021

3 小 結

1. 地震模擬器之誤差來源：
(1)迴歸分析採用多個歷年地震而非單一地震特性
(2)港研測站(各港區)因歷史資料較少，無法進行場址修正導致部分測站誤差偏大

2. 地震模擬器所獲得的PGA結果，應用GIS以圖形介面方式展示，詳細內容將於後面章節介紹。

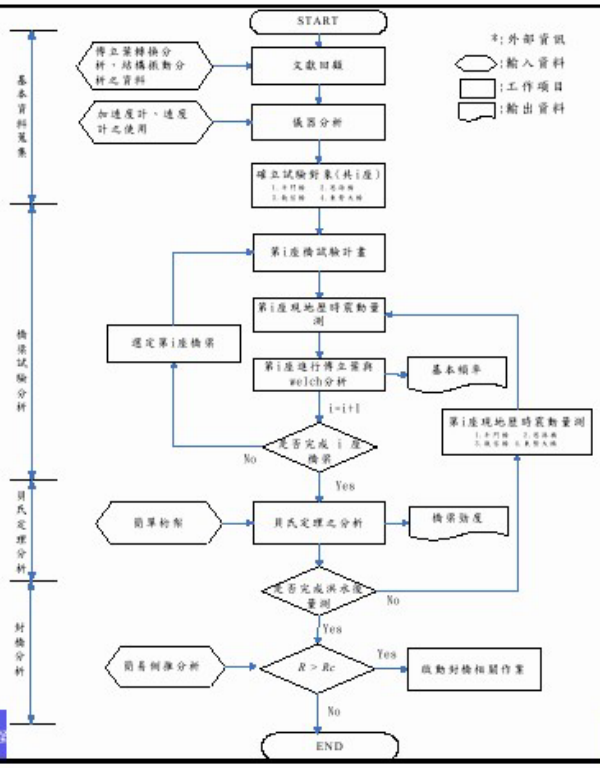


肆、振動檢測與分析模式初擬

1. 基本資料蒐集
2. 橋梁試驗分析
3. 貝氏定理反推結構物勁度演算法之建立
4. 封橋分析
5. 建議適用於臺灣地區之移動式振動檢測模式
6. 小結

肆、振動檢測與分析模式初擬

振動檢測與分析模式流程圖



1 基本資料蒐集

(1) 儀器試驗與量測

目的：確認振動檢測結果之正確性

方法：比較儀器置於橋上、小客車或拖車上之結果，並以其他試驗結果(朝陽科技大學)驗證儀器量測結果之正確性



港研中心加速度計與速度計圖

1 基本資料蒐集

(2) 確立試驗對象

橋梁試驗對象	興建年代	橋長	橋墩型式	基礎種類	試驗日期
舊牛門橋(已拆除) (宜蘭大同鄉)	民國50年	約259公尺	單柱式橋墩	沉箱基礎	99/12/05
思源橋 (台北新店市)	民國72年	約240公尺	單柱式橋墩	樁基礎	100/03/25
執信橋-1 (宜蘭大同鄉)	民國78年	約143公尺	單柱式橋墩	直接基礎	100/05/23 100/05/27
執信橋-2 (宜蘭大同鄉)	民國78年	約143公尺	單柱式橋墩	直接基礎	100/10/07
集集橋 (南投集集鎮)	民國68年	約450公尺	單柱式橋墩	筏式基礎	100/10/11

2 橋梁試驗分析

(1) 試驗方式

試驗方式	量測方式	儀器位置	橋梁振動外力來源	試驗代碼
移動式量測法	非直接量測	小自客	小自客	1
	非直接量測	拖車	休旅車	2
	非直接量測	小自客	小自客＋重車	3
	非直接量測	拖車	休旅車＋重車	4
微震法	直接量測	橋面版	無	5
	非直接量測	小自客(車靜止)	無	6
	非直接量測	拖車(車靜止)	無	7
等速動態載重法	直接量測	橋面版	重車	8
	非直接量測	小自客(車靜止)	重車	9
	非直接量測	拖車(車靜止)	重車	10

本計畫建議採行之試驗方法

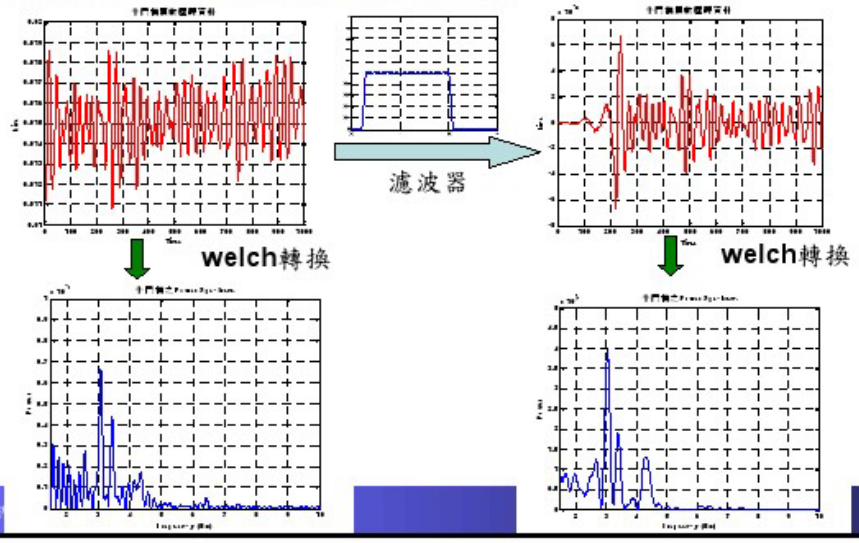
2 橋梁試驗分析

(2) 現場試驗

橋梁名稱	試驗代碼	試驗重點	試驗結果	相對應措施
牛門橋	1、5、6	(1)移動式-非直接法之可行性評估 (2)微震-非直接法之驗證	(1) 移動式-非直接法結果不佳 (2) 確認港研儀器之準確性	(1)移動式-非直接法改用加速度計(思源橋)
思源橋	1、5、6	移動式-非直接法準確性之驗證	準確性尚待驗證	增加無動力小拖車，加大外力訊號(卡車)
執信橋(第一次)	1~10	(1)微震-非直接法可行性探討 (2)橋梁振動外力增加影響之探討 (3)移動式-非直接法可行性再探討	(1)微震-非直接法確實可行 (2)外加載重對量測結果有正面效果，以車速20公里/小時最佳 (3)小自客不適用於移動式-非直接法，無動力小拖車可行性較高	
執信橋(第二次)	5、6、7	洪水前後頻率比較	無明顯不同	
集集橋	5、6、7	增加試驗資料	與先前試驗結果一致	

2 橋梁試驗分析

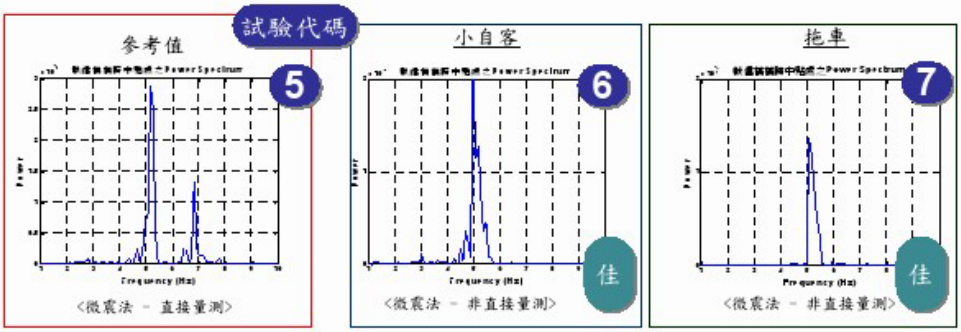
(3) 濾波器刪除雜訊 & welch轉換



2 橋梁試驗分析

(4.1) 確認量測頻率之準確性：微震-非直接量測法可行性探討

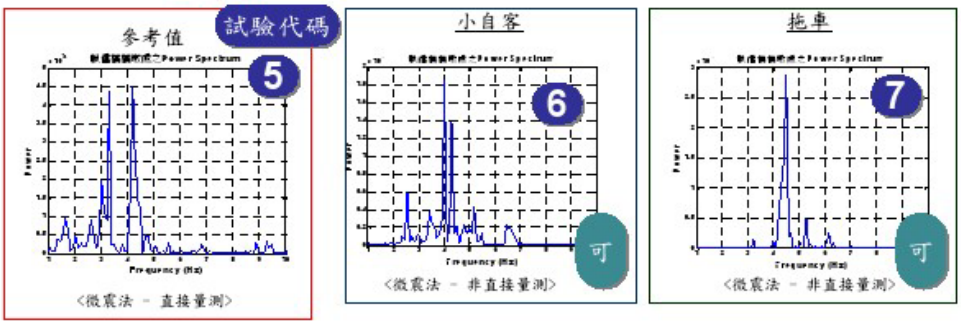
執信橋橋面版



2 橋梁試驗分析

(4.2) 確認量測頻率之準確性：微震-非直接量測法可行性探討

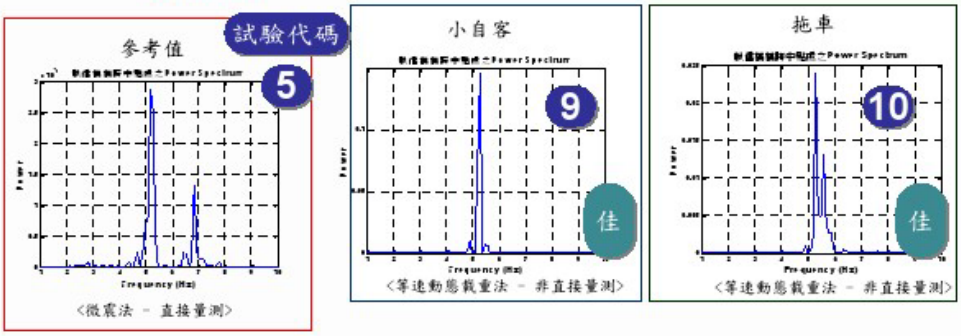
執信橋橋墩



2 橋梁試驗分析

(5.1) 確認量測頻率之準確性: 等速動態-非直接量測法可行性探討

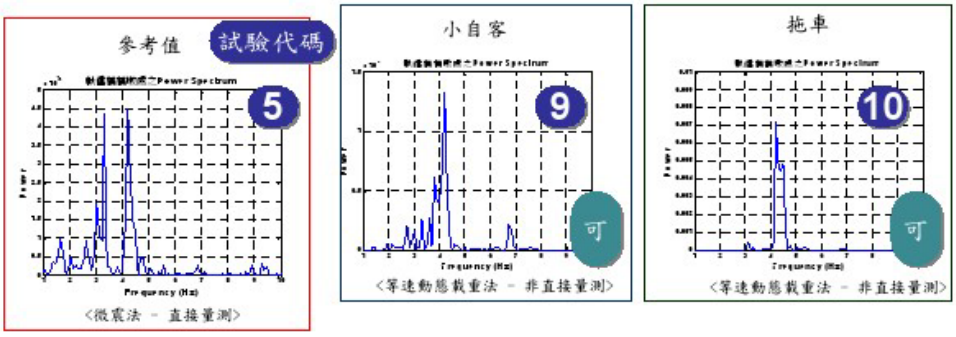
執信橋橋面版



2 橋梁試驗分析

(5.2) 確認量測頻率之準確性:等速動態-非直接量測法可行性探討

執信橋橋墩



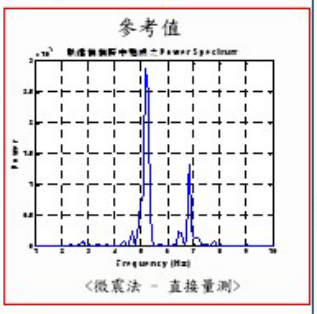
2 橋梁試驗分析

(6) 確認量測頻率之準確性：移動式-非直接法可行性探討

試驗代碼

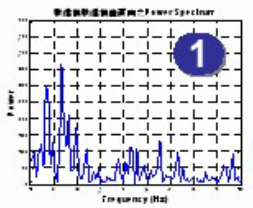
執信橋橋面版

參考值



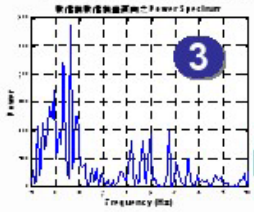
〈微震法 － 直接量測〉

小自客



不佳

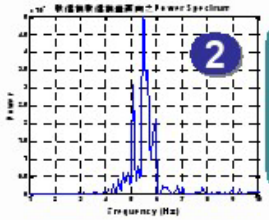
〈移動式-非直接法，20 km/hr〉



不佳

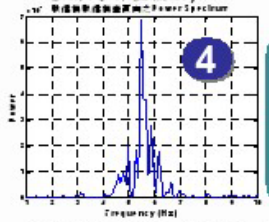
〈移動式-非直接法，20 km/hr+ 重車〉

拖車



未盡理想

〈移動式-非直接法，20 km/hr〉



未盡理想

〈移動式-非直接法，20 km/hr+ 重車〉

2 橋梁試驗分析

(7) 檢驗洪水前後頻率之差異

執信橋

試驗代碼	橋墩振動頻率			橋面版振動頻率		
	5	6	7	5	6	7
夏季前	3.3	4.0	4.2-4.5	5.2	5.0	5.1
夏季後	3.3-4.0	3.5	4.0-4.2	5.1	4.5	5.1

3 貝氏定理反推結構物勁度演算法

(1) 理論推導

1 貝式定理基本方程式

$$f_v''(\boldsymbol{v}) = k f_{t|v}(\boldsymbol{t}\,|\,\boldsymbol{v}) f_v'(\boldsymbol{v})$$

v為結構性質，如勁度，t所量測到的頻率

2 似然函數 (likelihood)

$$f_{t|v} = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{N}{2}} |\Sigma_A|^{0.5}} \exp[-\frac{1}{2}(t-\bar{t})^T \Sigma_A^{-1}(t-\bar{t})] = N(\bar{t}, \Sigma_A)$$

3 事前函數 (prior)

$$f_v'(v) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{m}{2}} |C_v'|^{0.5}} \exp[-\frac{1}{2}(v-\mu_v')^T C_v'^{-1}(v-\mu_v')]$$

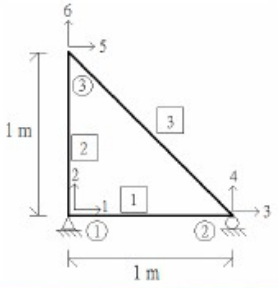
4 事後函數 (posterior)

$$f_v''(v) = N(\mu_v'', C_v'') = \exp[-\frac{1}{2}(v-\mu_v'')^T C_v''^{-1}(v-\mu_v'')]$$

3 貝氏定理反推結構物勁度演算法

(2) 範例驗證

桁架結構如下圖：桿件斷面積(A)= 0.001m^2，標準差0.1，
彈性模數(E)=7×10^7(kN/m^2)， 桿件密度(r) =2.7 (ton/m^3)，
未受損頻率之標準差為0.03；
若假設此一桁架結構中的某一桿件受損(未知)，
且其受損後之勁度為受損前勁度之90%與80%(未知)。



3 貝氏定理反推結構物勁度演算法

(3) 驗證結果

No.	預設的損壞率 (%)	真實的EA值 (kN)	推估的EA值 (kN)
1	$\begin{bmatrix}0.9\\1\\1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}63000\\70000\\70000\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}63442\\70919\\70870\end{bmatrix}$
2	$\begin{bmatrix}1\\0.9\\1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}70000\\63000\\70000\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}70602\\63532\\70803\end{bmatrix}$
3	$\begin{bmatrix}1\\1\\0.9\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}70000\\70000\\63000\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}69810\\70049\\62593\end{bmatrix}$
4	$\begin{bmatrix}0.8\\1\\1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}56000\\70000\\70000\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}52228\\68278\\68056\end{bmatrix}$
5	$\begin{bmatrix}1\\0.8\\1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}70000\\56000\\70000\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}66864\\52690\\67767\end{bmatrix}$
6	$\begin{bmatrix}1\\1\\0.8\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}70000\\70000\\56000\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}63123\\64219\\48258\end{bmatrix}$

3 貝氏定理反推結構物勁度演算法

(4) 小結

貝式定理可以系統性地整合橋梁設計的資料與實驗可得的各項反應如頻率及振態，並更新各結構參數(如EA值)的機率分佈函數。

4 封橋分析

(1) 臨界頻率之定義

faa為降伏或崩塌橋墩受損狀態下之第一振態頻率

fab受損前之第一振態頻率

$$R_c = \frac{f_{aa}}{f_{ab}}$$

fma為災前量測得到的第一振態

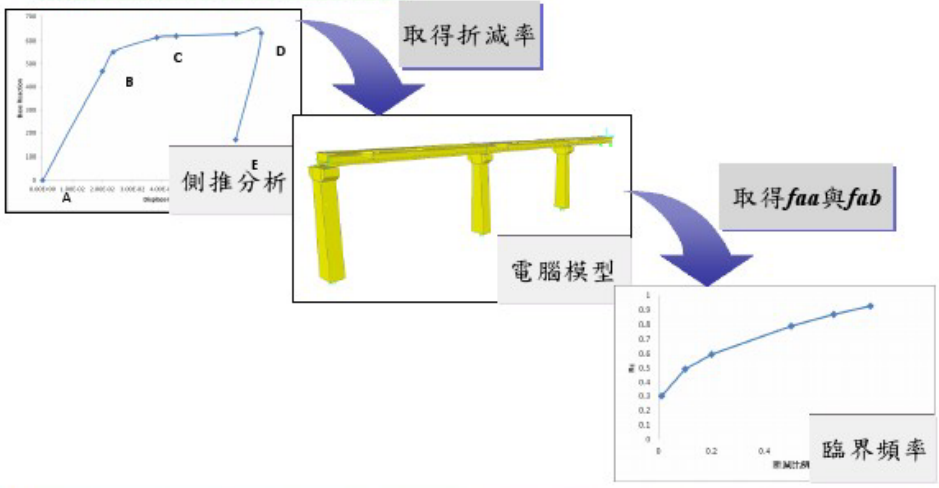
fma為災後量測得到的第一振態

$$R = \frac{f_{ma}}{f_{mb}}$$

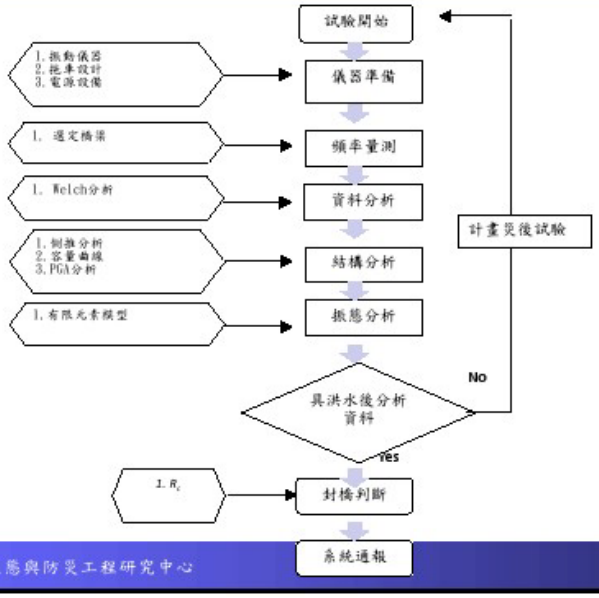
$R > R_c$ 即應考慮封橋

4 封橋分析

(2) 臨界頻率之計算



5 臺灣地區之移動式振動檢測模式



6 小 結

1	微震-非直接量測法於橋面版的振動頻率量測確實可行
2	增加振動外力來源，對於等速動態載重法具有正面效果，以車速20公里/小時具有最佳之效果
3	一般小自客具有非常高的阻尼，不適用於<移動式量測法>中，於車後另加設一無動力拖車，為較可行之方案
4	設計無動力拖車時，應避免其振動頻率近似待測橋梁之頻率

6 小 結

5 貝式定理可以利用量測頻率有效確認受損結構桿件。

6 宜蘭執信橋之洪水前後頻率並無明顯差異。

7 根據試驗與分析結果，臺灣地區建議之橋梁封橋機制標準流程，如上所述。

9 目前建議利用側推分析輔以有限元素結構振態分析決定執信橋臨界封橋頻率，鑑此，臨界頻率值將依每座橋樑性質而有不同的數值，欲推論台灣地區橋樑之封橋頻率值，未來仍須針對不同橋型分別進行評估，才可確定各橋之封橋標準。

伍、材料劣化與殘餘強度分析模式

1 劣化環境資料蒐集

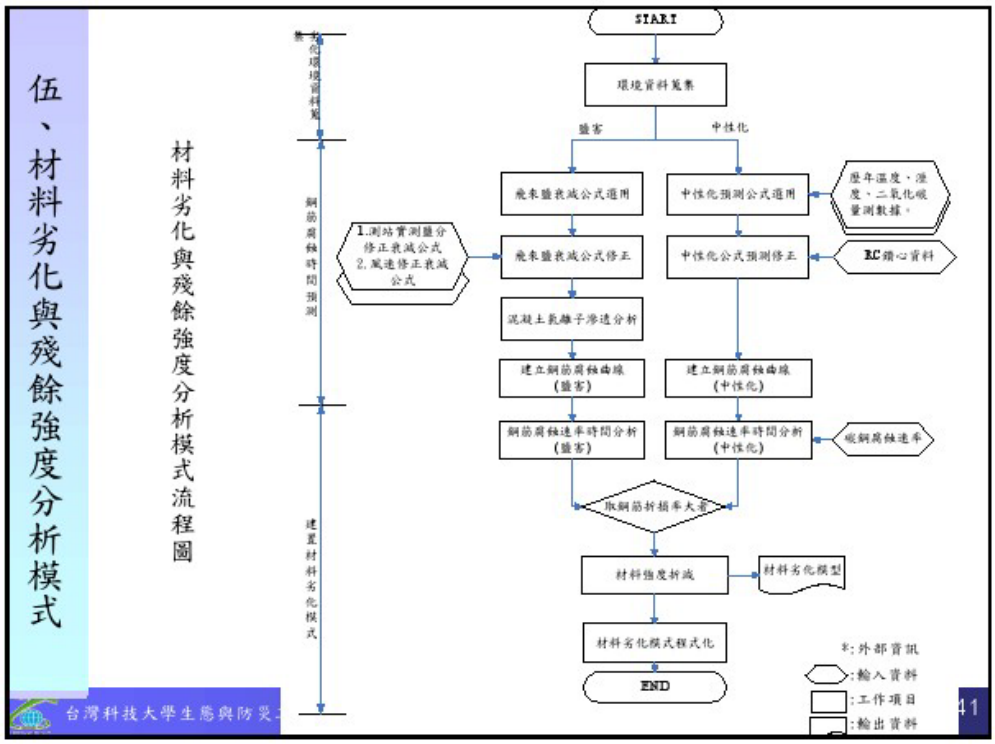
2 鋼筋腐蝕時間預測

3 建置材料劣化模式

4 小 結

伍、材料劣化與殘餘強度分析模式

材料劣化與殘餘強度分析模式流程圖



1 劣化環境資料蒐集

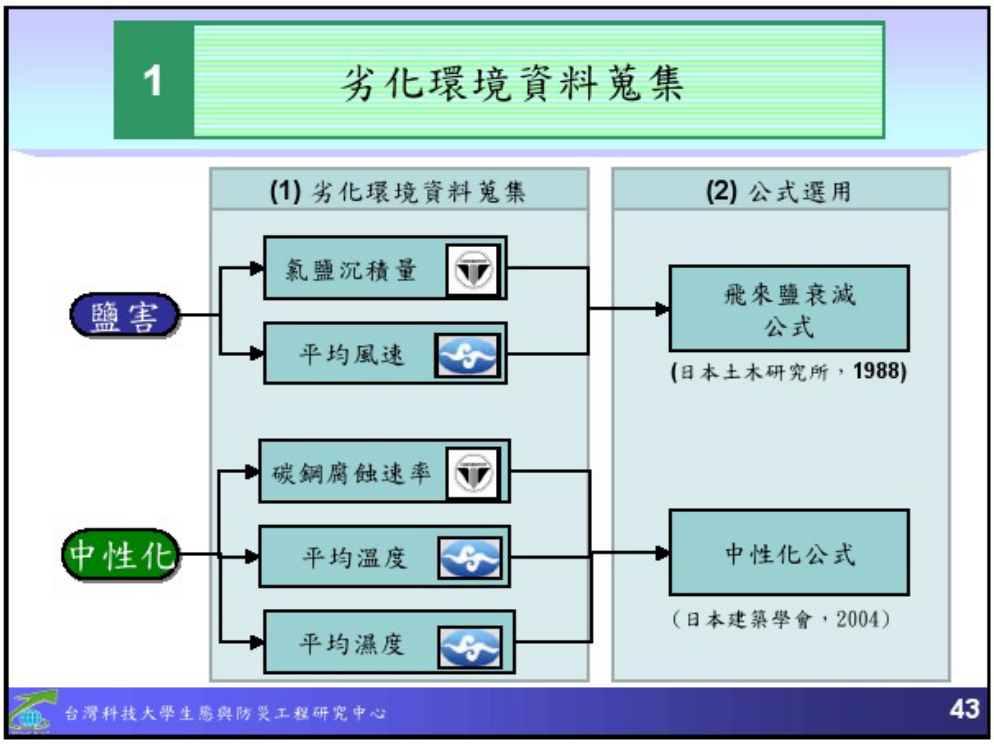
本研究考量之鋼筋劣化原因

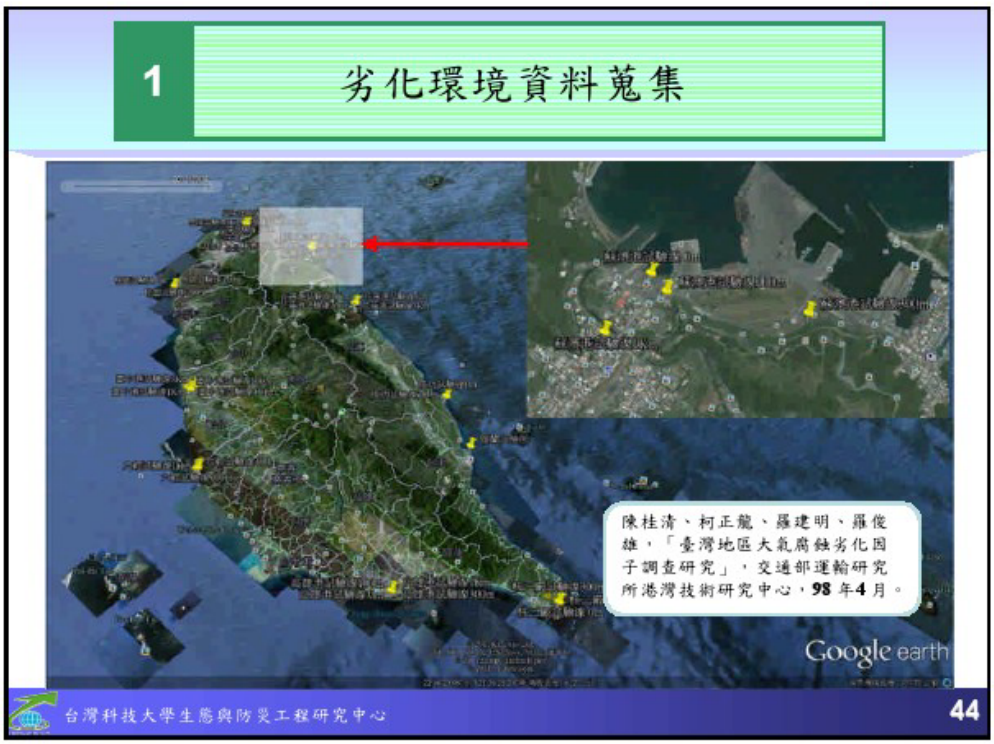
鹽害

氯離子滲透RC造成鋼筋表面鈍化膜破壞，進而導致鋼筋鏽蝕。

中性化

酸性物質入侵RC使高鹼性RC趨向中性，導致鋼筋鈍化膜不穩定，使鋼筋易鏽蝕。


1
劣化環境資料蒐集
(1) 劣化環境資料蒐集
(2) 公式選用
鹽害
氯鹽沉積量
平均風速
飛來鹽衰減公式
(日本土木研究所，1988)
中性化
碳鋼腐蝕速率
平均溫度
平均濕度
中性化公式
（日本建築學會，2004）
台灣科技大學生態與防災工程研究中心
43


1
劣化環境資料蒐集
陳桂清、柯正龍、羅建明、羅俊雄，「臺灣地區大氣腐蝕劣化因子調查研究」，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，98 年4 月。
Google earth
台灣科技大學生態與防災工程研究中心
44

2 鋼筋腐蝕時間預測

(1a) 飛來鹽衰減公式修正

$$C_{air} = C \cdot r \cdot u^{a} \cdot d^{b}$$

Cair ：飛來鹽份量 (mdd)

修正

測站	飛來鹽衰減公式	修正係數平均值	修正係數標準差
桃園	$C_{air} = 46.06 \times u^{-3.273} \times d^{-1.2757}$	1.020	1.210
蘇澳	$C_{air} = 5.53 \times u^{-2.962} \times d^{-0.7627}$	0.884	0.914
台中	$C_{air} = 15.88 \times u^{-5.3642} \times d^{-0.7633}$	2.759	3.489
花蓮	$C_{air} = 9.92 \times u^{-1.9426} \times d^{-0.8479}$	1.698	1.522
台塑六輕	$C_{air} = 30.89 \times u^{-3.1714} \times d^{-0.9896}$	2.621	3.549
高雄	$C_{air} = 5.93 \times u^{-2.2506} \times d^{-0.6349}$	2.344	2.968
核三廠	$C_{air} = 11.11 \times u^{-1.8909} \times d^{-0.7106}$	2.007	2.203

2 鋼筋腐蝕時間預測

(2a) 混凝土氯離子滲透分析

飛來鹽量 C_{air}

混凝土表面氯鹽公式

$$C_0 = 0.988 \times C_{air}^{0.379}$$

氯離子擴散方程式

$$Cl = C_0\left[1 - erf\left(\frac{0.1 \times c}{2\sqrt{D_c t}}\right)\right]$$

純水泥擴散係數公式

$$\log D_c = -6.77(W/C)^3 + 10.1(W/C) - 3.14$$

Cl：鋼筋位置氯鹽量(kg/m³)
C_o：混凝土表面氯鹽量(kg/m³)
c：擴散距離，為混凝土保護層厚度(mm)
D_c：氯離子擴散係數(cm²/年)
t：材齡(年)
erf：誤差函數

2 鋼筋腐蝕時間預測

(3a) 混凝土氯離子滲透分析-蒙地卡羅模擬1

由於鋼筋腐蝕推估有許多參數具有不確定性難以定值計算使用蒙地卡羅模擬環境與施工之隨機特性，評估其材料之殘餘強度。

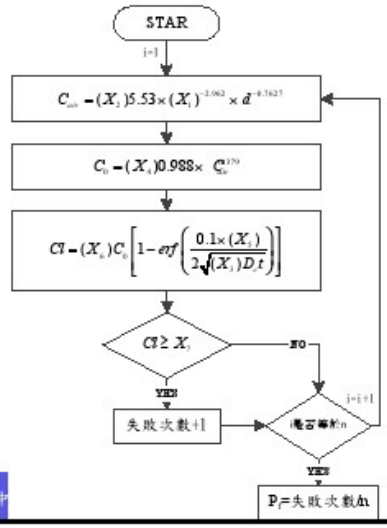
	不確定因素	機率分佈	平均值	變異係數
X_1	蘇澳風速(m/s)	常態	2.06	0.22
X_2	C_{air}修正係數(蘇澳)	對數常態	0.84	1.03
X_3	D_c修正係數	對數常態	1.89	1.84
X_4	C_0修正係數	對數常態	1.43	1.08
X_5	保護層厚度(m/s)	常態	依施工圖	0.2
X_6	擴散方程式修正係數	對數常態	1.24	0.91
X_7	鋼筋腐蝕臨界氯鹽量	均勻	1.0~1.2kg/m³	

2 鋼筋腐蝕時間預測

(3a) 混凝土氯離子滲透分析-蒙地卡羅模擬2

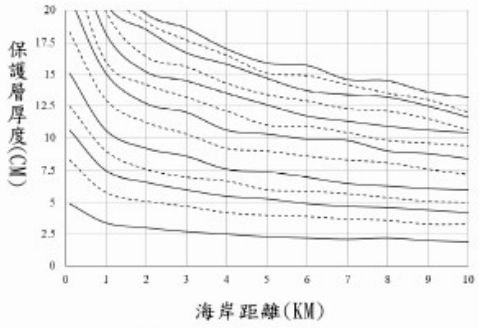
蒙地卡羅模擬流程圖

蒙地卡羅模擬根據各因素的機率分佈產出不同隨機變數，進而計算可能發生 Cl >X_7之機率。



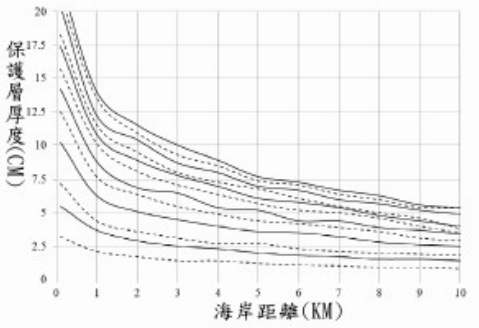
2 鋼筋腐蝕時間預測

(3a) 混凝土氯離子滲透分析-蒙地卡羅模擬3



失敗機率(腐蝕發生)大於10%視為開始腐蝕

ISO規範(本研究採用)



失敗機率(腐蝕發生)大於20%機率視為開始腐蝕

日本規範

2 鋼筋腐蝕時間預測

(1b) 中性化公式修正

中性化速率係數

$$A = 1.72 \times \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \beta_1 \times \beta_2 \times \beta_3$$

α_1: 混凝土種類(骨材種類)之影響係數
α_2: 水泥之影響係數
α_3: 水灰比之影響係數
β_1: 氣溫之影響係數
β_2: 溼度之影響係數
β_3: 二氧化碳濃度之影響係數

修正

區域	地點	中性化速度係數平均值(cm/√年)
北部	台北	0.467
	宜蘭	0.345
	桃園	0.463
	新竹	0.447
中部	苗栗	0.29
	台中	0.316
	南投	0.209
	彰化	0.316
	雲林	0.246
南部	嘉義	0.206
	台南	0.251
	高雄	0.27
	屏東	0.278
東部	花蓮	0.199
東南部	台東	0.248

中性化深度

C: 中性化深度(cm)
A: 中性化速度係數
S: 中性化減低係數(外層塗裝等，橋梁不考慮此項)
t: 時間(年)

帶入

$$C = A \times S \times \sqrt{t}$$

中性化公式修正

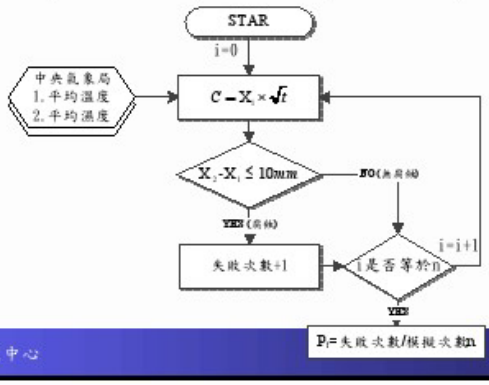
2 鋼筋腐蝕時間預測

(2b) 中性化蒙地卡羅模擬1

中性化蒙地卡羅模擬流程圖

蒙地卡羅模擬根據各因素的機率分佈產出不同隨機變數，進而計算中性化殘餘深度小於10mm之機率。

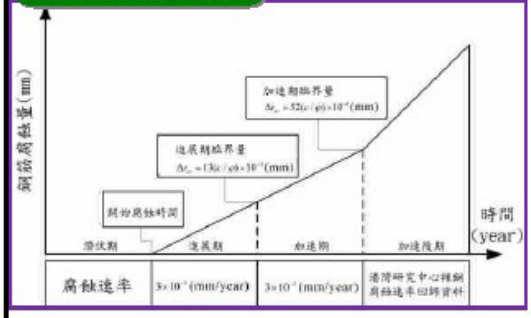
不確定因素		機率分佈	平均值	變異係數
X_1	中性化深度(cm)	常態	表6-10	表6-9
X_2	保護層厚度(cm)	常態	表6-10	表6-9



2 鋼筋腐蝕時間預測

(2b) 中性化蒙地卡羅模擬2

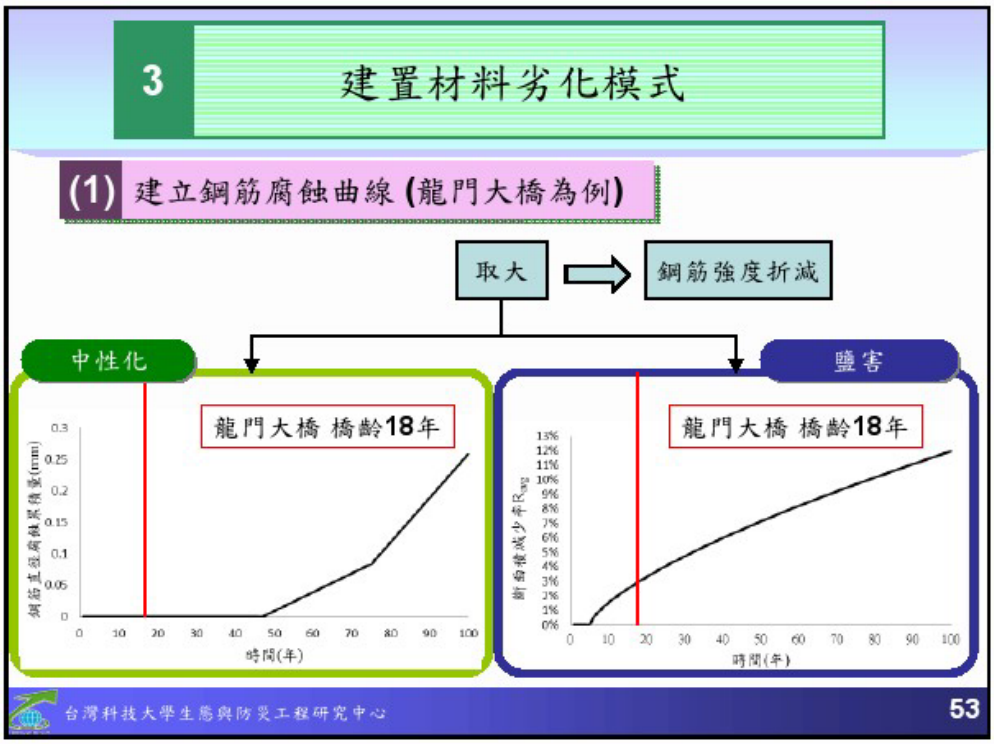
中性化腐蝕劑量計算

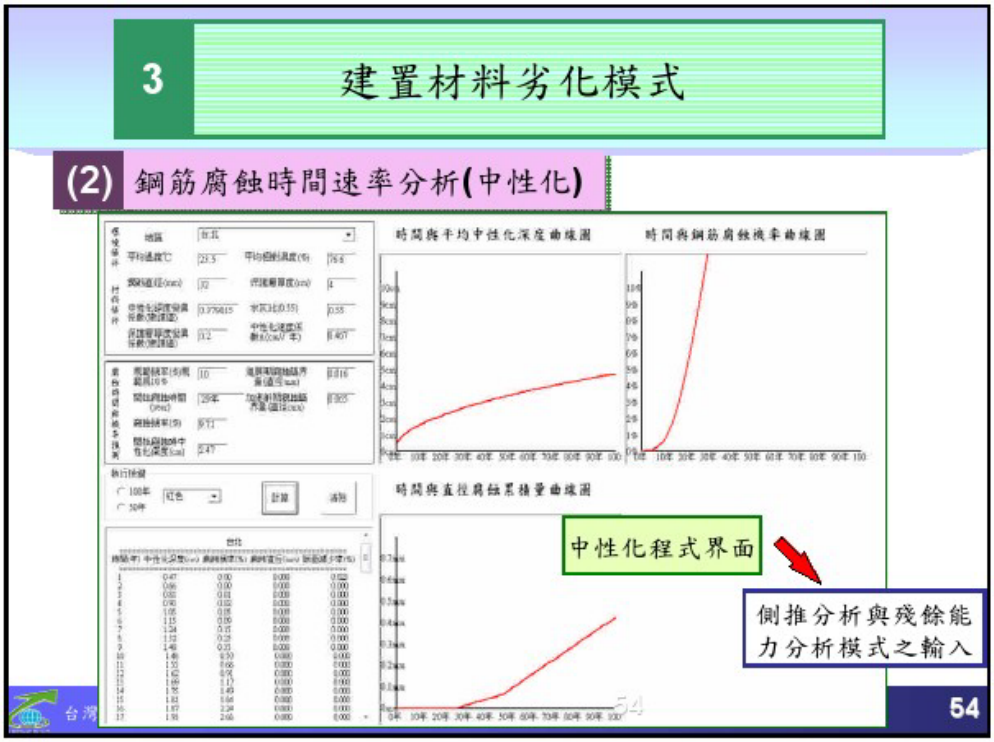


鹽害腐蝕量計算

$$d_s(t,T_{corr}) = \begin{cases} d_{si}, t \le T_{corr} \\ d_s(t) = d_{si} - \dfrac{1.0508(1-(w/c))^{1.64}}{d_{si}}(t-T_{corr})^{0.71}, T_{corr} < t \le T_f \\ 0, t > T_f \end{cases}$$

w/c：水灰比(龍門橋為0.55)。
d_{si}：原始鋼筋直徑量(mm)。
d_s：折減鋼筋直徑量(mm)。
T：材齡(年)。
T_{corr}：開始腐蝕時間
T_f：鋼筋完全折減時間(年)。


3
建置材料劣化模式
(1) 建立鋼筋腐蝕曲線 (龍門大橋為例)
取大
鋼筋強度折減
中性化
鹽害
龍門大橋 橋齡18年
龍門大橋 橋齡18年
時間(年)
時間(年)
台灣科技大學生態與防災工程研究中心
53

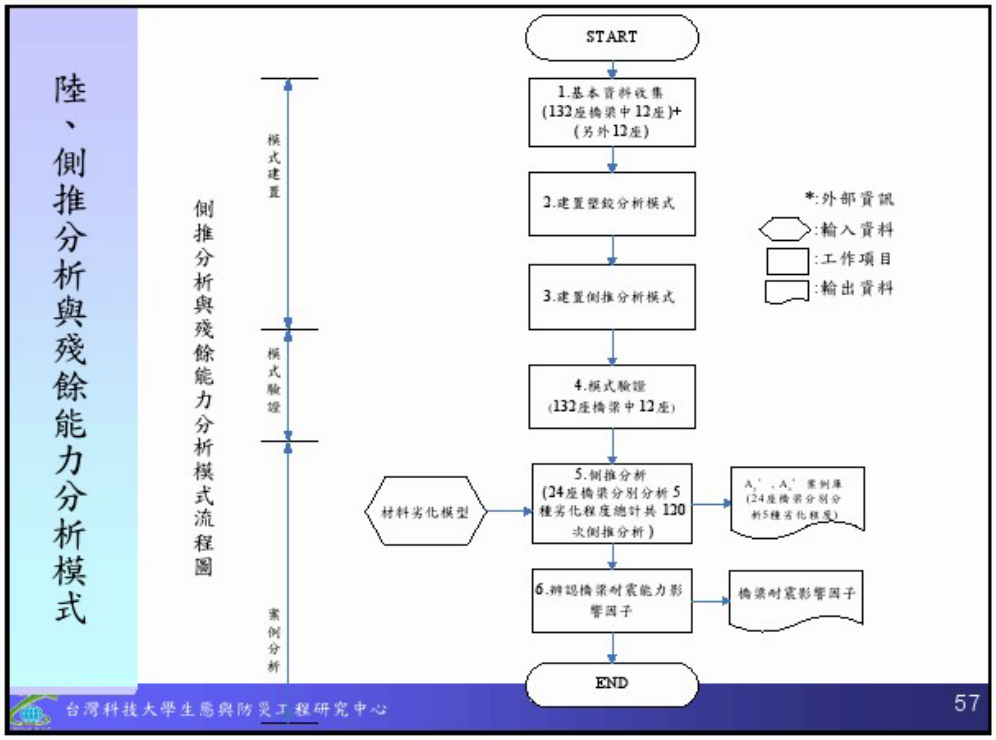

3
建置材料劣化模式
(2) 鋼筋腐蝕時間速率分析(中性化)
時間與平均中性化深度曲線圖
時間與鋼筋腐蝕機率曲線圖
時間與直徑腐蝕累積量曲線圖
中性化程式界面
側推分析與殘餘能力分析模式之輸入
54

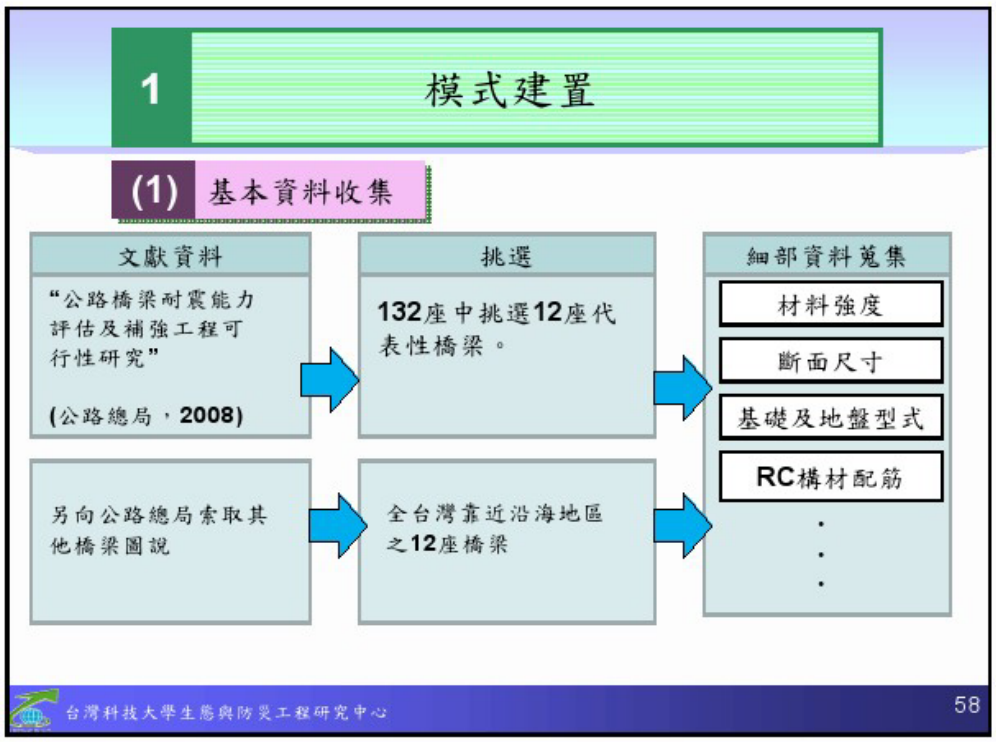
4 小結

1. 已完成中性化劣化模式程式化
2. 完成鹽害部份之蒙地卡羅運算以及程式化。

陸、側推分析與殘餘能力分析模式

1. 模式建置
2. 模式驗證
3. 案例分析


陸、側推分析與殘餘能力分析模式
側推分析與殘餘能力分析模式流程圖
模式建置
模式驗證
案例分析
START
1.基本資料收集 (132座橋梁中12座)+ (另外12座)
2.建置塑鉸分析模式
3.建置側推分析模式
4.模式驗證 (132座橋梁中12座)
5.側推分析 (24座橋梁分別分析5種劣化程度總計共120次側推分析)
6.辨認橋梁耐震能力影響因子
材料劣化模型
A_1'、A_2' 案例庫 (24座橋梁分別分析5種劣化程度)
橋梁耐震影響因子
END
*:外部資訊
:輸入資料
:工作項目
:輸出資料
台灣科技大學生態與防災工程研究中心
57


1 模式建置
(1) 基本資料收集
文獻資料
"公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究"
(公路總局，2008)
另向公路總局索取其他橋梁圖說
挑選
132座中挑選12座代表性橋梁。
全台灣靠近沿海地區之12座橋梁
細部資料蒐集
材料強度
斷面尺寸
基礎及地盤型式
RC構材配筋
台灣科技大學生態與防災工程研究中心
58

1 模式建置

(1) 基本資料收集

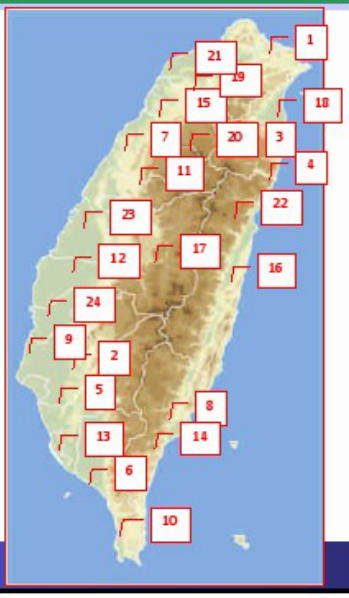
橋梁的選擇並考慮儘可能的涵蓋不同距海遠近以及分布於全台不同縣市，以考慮不同劣化環境之影響。距海距離涵蓋0公里~58公里。所在縣市：

北部地區共有七座；

中部地區共有七座；

南部地區共有六座；

花東部地區共有五座。



1 模式建置

(1) 基本資料收集 -"公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究"之12種代表性橋

測站	工區	工務段	路線名稱	橋名	結構類別	結構類別(各橋)	距海距離(公里)	保護層(cm)
1	1區	景美	台2線	蘆竹橋	3C	簡支單柱	0k	7.5
2	5區	新化	台20線	平和橋	4C	簡支構架式	21k	7.5
3	4區	頭城	台9線	蘇澳大橋	5C	簡支壁式	6.5k	7.5
4	4區	宜蘭	台7丙線	二里橋	6C	連續單柱式	17k	7.5
5	5區	新化	台20線	千鳥橋	7C	連續構架式	22k	7.5
6	3區	屏東	台1線	新鳳林大橋	7C	連續構架式	15k	5
7	2區	苗栗	台1線	白湖橋	8C	連續壁式	4.5k	10.0
8	3區	台東	台11線	豐源大橋	9C	簡支單柱式(橋差跨中剛)	2k	7.5
9	5區	新營	台1線	急水溪橋	10C	簡支構架式(橋差跨中剛)	20k	7.5
10	3區	楓港	台1線	枋山大橋	11C	簡支壁式(橋差跨中剛)	6k	7.5
11	2區	苗栗	台13線	頭屋大橋	12C	連續單柱式(橋差跨中剛)	11k	7.5
12	5區	斗南	台1線	虎尾溪橋	14C	連續壁式(橋差跨中剛)	27k	7.5

1 模式建置

(1) 基本資料收集-公路總局所提供之另外12座橋梁

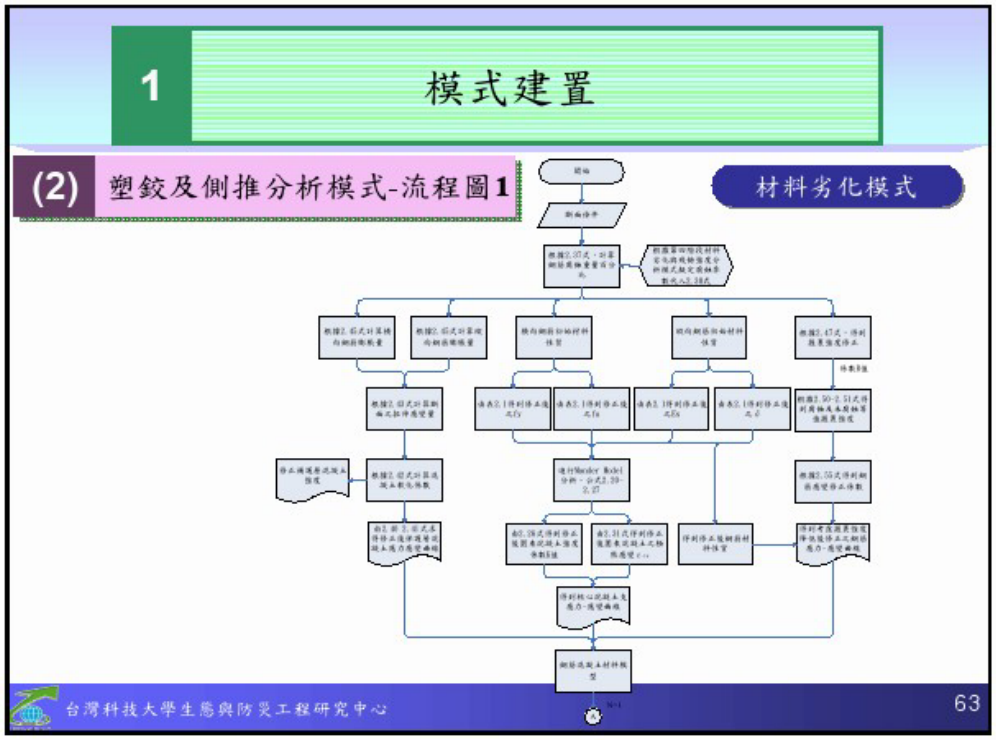
編號	工區	工務段	路線名稱	橋名	結構類別	結構類別(名稱)	距南距離(公里)	保護層(cm)
13	3區	高雄	台21線	南勝橋	3C	鋼支單柱	6.5k	7
14	3區	台東	台11線	富民橋	4C	鋼支構架式	0k	10
15	1區	新竹	台1線	中隘橋	5C	鋼支壁式	3k	7.5
16	3區	花蓮	台11丙線	東華大橋	6C	連續單柱式	2k	7.5
17	2區	埔里	台21線	福興橋	7C	連續構架式	58k	7.5
18	4區	麓立山	台7丙線	牛鬥橋	9C	鋼支單柱式(橋基疏沖刷)	27k	5
19	1區	中壢	台15線	富林橋	9C	鋼支單柱式(橋基疏沖刷)	3.5k	7.5
20	2區	苗栗	台1線	尖山大橋	10C	鋼支構架式(橋基疏沖刷)	4.5k	7.5
21	1區	中壢	台1線	老坑溪橋	11C	鋼支壁式(橋基疏沖刷)	16k	7.5
22	4區	麓立山	台7線	鈷鑼橋	12C	連續單柱式(橋基疏沖刷)	29k	7.5
23	2區	台中	台17線	中彰大橋	13C	連續構架式(橋基疏沖刷)	2.5k	6
24	5區	水上	台61線	朴子溪橋	14C	連續壁式(橋基疏沖刷)	1.5k	7.5

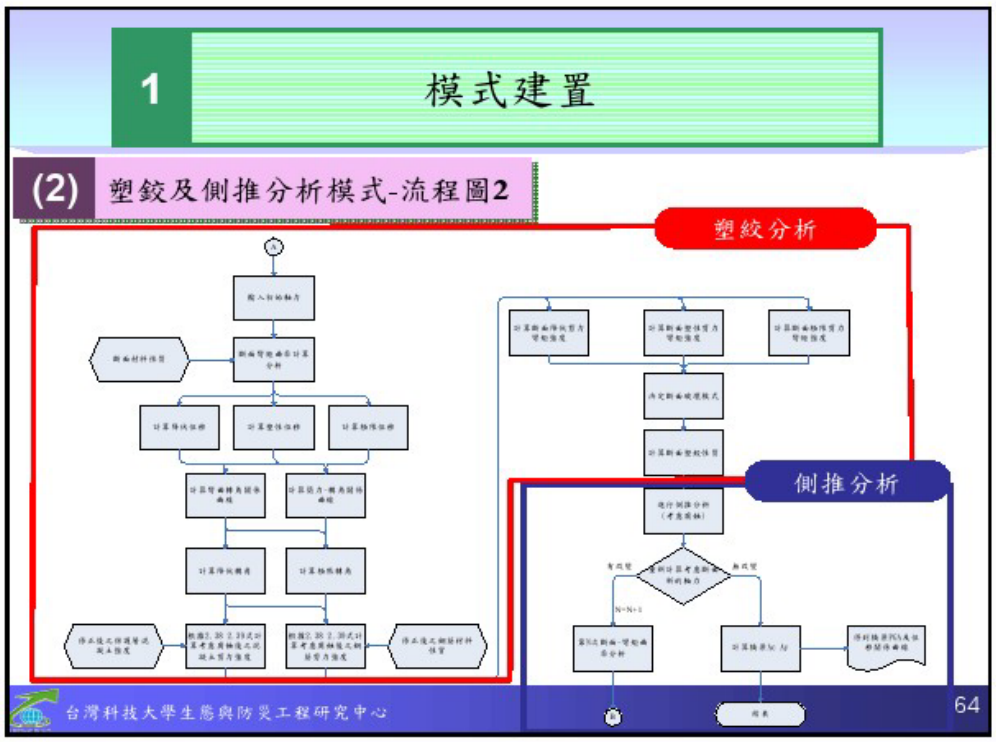
1 模式建置

(2) 塑鉸及側推分析模式

本計畫側推分析模式之特色：

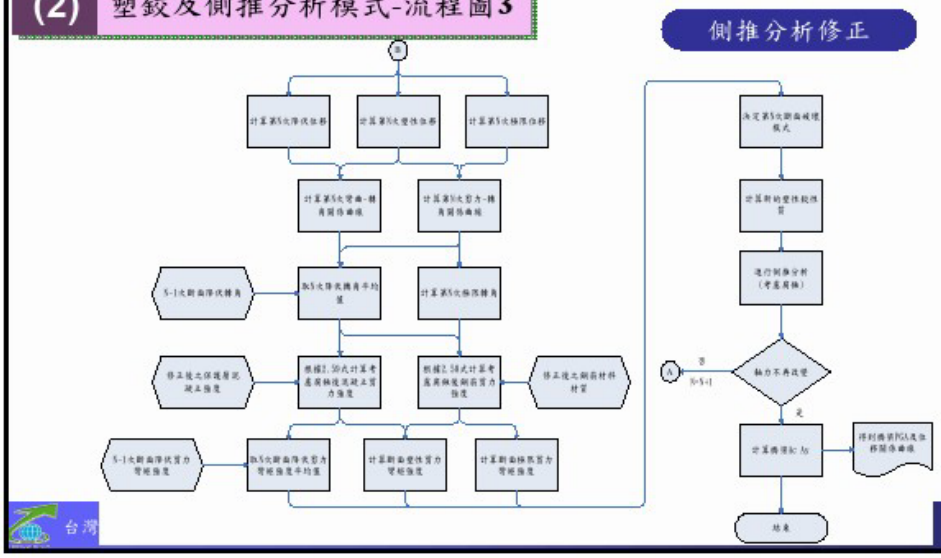
1. 考慮橋柱非線性行為：混凝土、鋼筋組成率非線性之行為。
2. 整體結構側力行為符合規範精神。
3. 考慮軸力變化影響。
4. 同時考慮中性化與鹽害的影響。
5. 建立劣化對保護層混凝土、核心混凝土、縱向鋼筋、橫向 鋼筋、與握裹強度彼此之影響關係分析模式。
6. 考慮撓曲與剪力破壞包絡強度。
7. 側推分析流程自動及程式化。


1
模式建置
(2) 塑鉸及側推分析模式-流程圖1
材料劣化模式
台灣科技大學生態與防災工程研究中心
63


1
模式建置
(2) 塑鉸及側推分析模式-流程圖2
塑絞分析
側推分析
台灣科技大學生態與防災工程研究中心
64

1 模式建置

(2) 塑鉸及側推分析模式-流程圖3



2 模式驗證

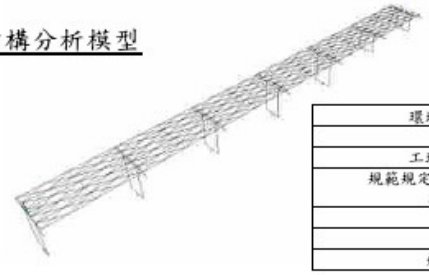
本計畫側推分析模型在未考慮腐蝕情況下，其分析結果與”公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究”分析結果比較。由表可知，單柱式分析結果差異不大，但壁式分析結果差異較大。因此，建議壁式橋型有近一步研究分析之必要。

	X向	Y向
單柱式	11%	28%
壁式	58%	40%

3 案例分析-新潮州大橋為例

(a)建置橋梁有限元素模型

橋梁結構分析模型



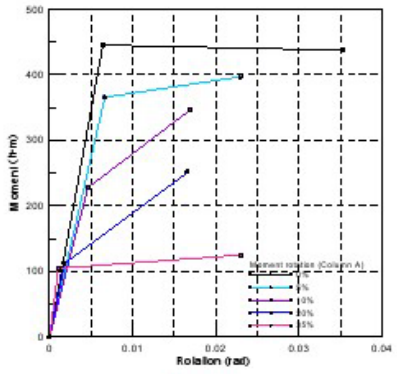
環境參數型態	輸入參數大小
橋齡	30年
工址距海距離	16.5公里
規範規定臨界腐蝕含鹽參數	0.3
水灰比	0.55
風速	2.175 m/s
飛來鹽比	30 %



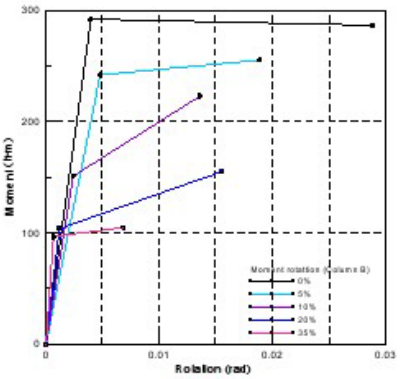
3 案例分析-新潮州大橋為例

(b)建置橋梁有限元素模型

柱彎矩與轉角曲線



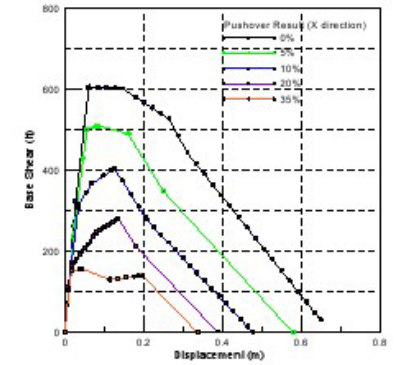
A型柱

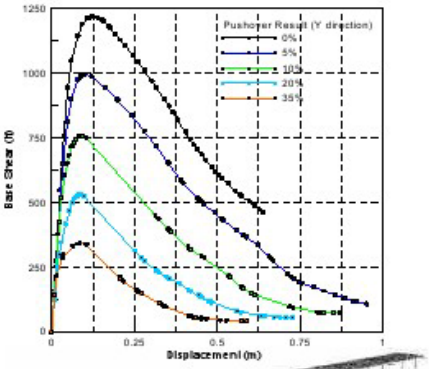


B型柱

3 案例分析-新潮州大橋為例

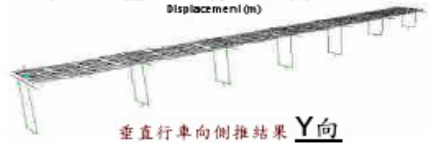
(c)建立容量曲線(側推分析結果)







行車向側推結果 X向



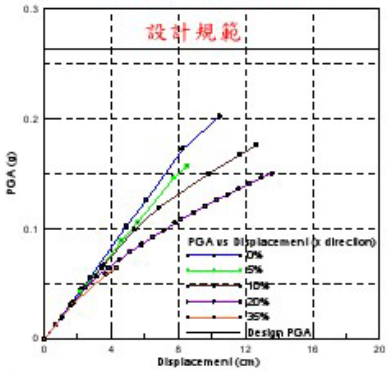
垂直行車向側推結果 Y向

3 案例分析-新潮州大橋為例

(d)建立容量震譜與(e)求取A_y與A_c值

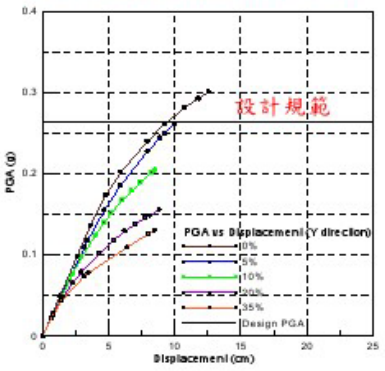
X向

行車向PGA與橋頂位移關係



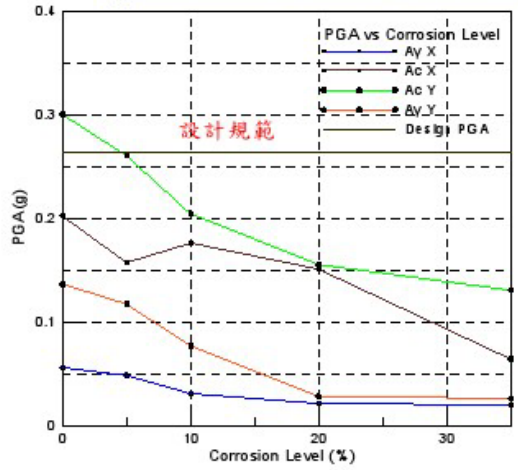
Y向

垂直行車向PGA與橋頂位移關係



3 案例分析-新潮州大橋為例

(f)新潮州大橋腐蝕程度與地表加速度之關係圖



4 小 結

1. 利用本計畫所建置之側推模式，本計畫已完成24座不同橋梁型式、考慮初始與4種劣化程度，共120次之側推分析，求得對應之Ay與Ac值。根據側推分析結果顯示，鋼筋腐蝕將造成鋼筋、混凝土、與握裹強度之降低，導致橋梁柱斷面彎矩與剪力強度之下降。

2. 在多數情況下，Ay與Ac隨著腐蝕程度之增加而下降，但某些案例 顯示，腐蝕可能造成橋梁勁度也產生顯著下降，導致橋梁等效週期之顯著延長，反而造成Ay與Ac之增加。

4 小 結(續)

3 橋梁距海遠近以及混凝土保護層厚度，與鋼筋腐蝕程度有關。

橋名	距海距離(公里)	保護層(cm)	3%重量損失之服務年度
鹿門橋	0.1k	7.5	78
平和橋	21k	7.5	290
關帝大橋	6.5k	7.5	101
二重橋	17k	7.5	173
千鳥橋	22k	7.5	164
新潮州大橋	15k	5	133
白湖橋	4.5k	10	125
豐原大橋	2k	7.5	80
金水高橋	28k	7.5	191
竹山大橋	6k	7.5	98
鳳鹿大橋	11k	7.5	191
虎尾高橋	27k	7.5	125

橋名	距海距離(公里)	保護層(cm)	3%重量損失之服務年度
關帝橋	6.5k	7	144
省民橋	0.1k	10	101
中區橋	3k	7.5	70
市中大橋	2k	7.5	89
福岡橋	58k	7.5	153
中門橋	27k	5	159
百祥橋	3.5k	7.5	98
竹山大橋	4.5k	7.5	112
金虎高橋	16k	7.5	115
林盛橋	29k	7.5	152
中華大橋	2.5k	6	83
斗下高橋	1.5k	7.5	86

4 小 結(續)

4 24座橋梁Ac值因腐蝕而下降10%所需時間介於50年至280年之間。

橋名	(1)由10%Ac計算時間(年)	(1)由10%Ac計算時間(年)	(1)Ac值設計計算時間(年)	(1)Ac值設計計算時間(年)
鹿門橋	150	65	350	300
平和橋	280	280	0,*	1334
關帝大橋	90	90	0,*	200
二重橋	200	248	0,*	200
千鳥橋	100	90	164	208
新潮州大橋	100	100	0,*	133
白湖橋	125	125	20	125
豐原大橋	80	70	0,*	190
金水高橋	60	300	0,*	191
竹山大橋	150	400	500	714
鳳鹿大橋	100	100	0,*	30
虎尾高橋	191	343	200	500

0,*代表該橋梁Ac值於初始設計值

柒、人工智慧橋梁耐震能力推論模式

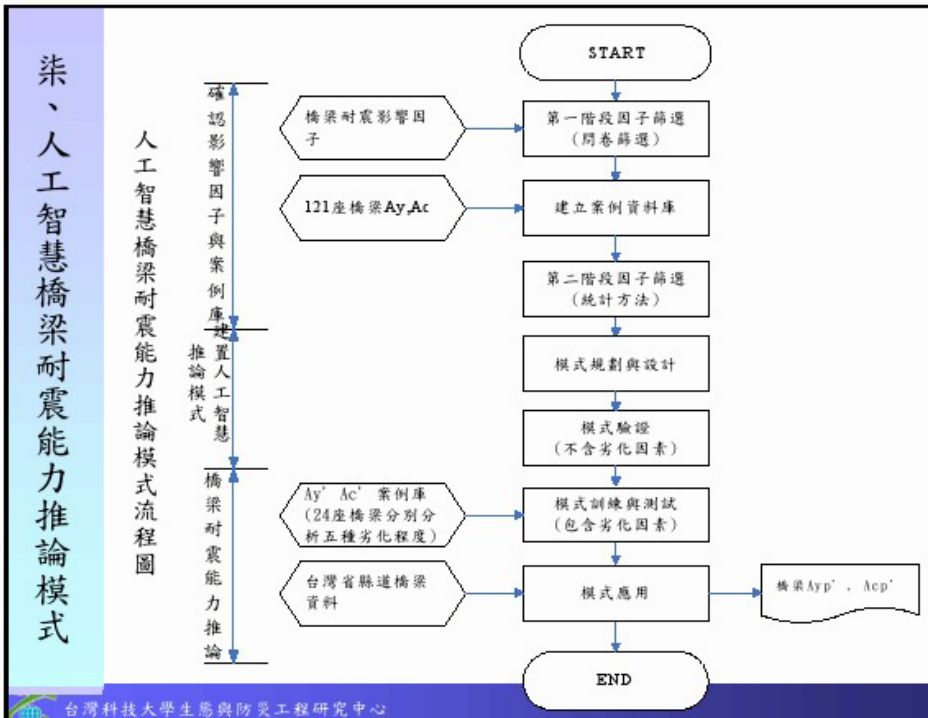
1. 確認影響因子與案例庫
2. 建置推論模式
3. 模式驗證與測試
4. 小結

柒、人工智慧橋梁耐震能力推論模式

- 收集文獻「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」中RC橋梁細部評估結果(未考慮劣化因素)共計121筆。
- 針對121筆案例篩選因子，在不考慮劣化因素下與「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」中推估方法進行比較與驗證，證明本模式可行性。
- 應用前一階段橋梁細部評估結果(24座橋X5種材料劣化階段共120筆案例)，透過案例學習，找出輸入(簡易目視調查耐震能力+劣化影響因子)與輸出(細評Ay、Ac值)之映射關係。
- 應用此推論模式求得全台省縣道3961座橋梁之Ay與Ac值，繪製出橋梁地震易損性曲線，定義出不同地表震動下橋梁可能的損壞機率。

柒、人工智慧橋梁耐震能力推論模式

人工智慧橋梁耐震能力推論模式流程圖



(1)

第一階段因子篩選(問卷篩選)

1 確認影響因子與案例庫

確認影響因子，運用以下方式篩選

1. 敏感度分析
2. 相關係數
3. 問卷調查

輸入因子:

影響橋梁耐震能力較高之因子

輸出因子:

121座經細部評估橋梁Ay、Ac值(「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」)。


橋梁屬性資料調查表

1 確認影響因子與案例庫

(1) 第一階段因子篩選(問卷篩選)

橋梁簡易調查因子彙整表

定量因子	1.單垮最大垮距	6.橋長
	2.橋寬	7.橋梁座標
	3.震動單元數	8.土壤液化類別
	4.基樁裸露深度	9.歪斜角
	5.設計水平加速度	10.垮數
定性因子	11.結構型態	17.橋墩基礎
	12.橋墩型式	18.橋台基礎
	13.橋台型式	19.防落設施
	14.支承裝置	20.地盤種類
	15.橋梁分類	21.設計年代
	16.主梁型式	
其他因子	22.橋梁名稱	28.公路總局橋梁編號
	23.工程處	29.竣工年
	24.工務段	30.竣工月
	25.道路等級	31.ID
	26.路線名稱	32.跨越河川或道路
	27.里程數	33.附設維生管線

問卷調查

橋梁簡易調查因子耐震能力問卷(範例)

		無關		微相關		相關		極為相關		絕對相關
定量因子	1. 單垮最大垮距									
	2. 橋寬									
	3. 震動單元數									
	4. 基樁裸露深度									
	5. 設計水平加速度									
	6. 橋長									
	7. 橋梁座標									
	8. 土壤液化類別									
	9. 歪斜角									
	10. 垮數									

參閱附錄C

1 確認影響因子與案例庫

(1) 第一階段因子篩選(問卷篩選)

受訪人員表

公司	人數	學歷	平均工作年資
TYLIN	11	大專5名，碩士6名	11.7年
世曦	14	大專1名，碩士10名，博士3名	
萬鼎	5	大專1名，碩士4名	
邑昌	1	博士1名	

將平均值高至低作排序，移除平均值低於3分以下的因子，做為第一階段篩選過後因子。

第一階段篩選因子	
1. 設計水平加速度	12. 歪斜角
2. 土壤液化類別	13. 橋長
3. 基樁裸露深度	14. 橋寬
4. 設計年代	15. 橋梁分類
5. 地盤種類	16. 主梁型式
6. 結構型態	17. 垮數
7. 橋墩型式	18. 震動單元數
8. 單垮最大垮距	19. 橋台基礎型式
9. 橋墩基礎型式	20. 竣工年
10. 支承裝置	21. 橋台型式
11. 防落設施	22. 跨越河川或道路

1 確認影響因子與案例庫

(1) 第一階段因子篩選(問卷篩選)

本研究採用FPR(模糊偏好關係)對定性因子進行調查，找出各不同屬性之因子對於耐震能力的高低關係，進而量化。

參閱附錄D

	非常高		高		相等		弱		非常弱	
BfB-1	V									BfB-2
BfB-2				V						BfB-3
BfB-3					V					BfB-4
BfB-4			V							BfB-5
BfB-5					V					BfB-6

橋梁結構型態	模糊偏好值 Total	Weight
梁橋（簡支式）	0.5270	0.0878
梁橋（連續式）	1.0990	0.1832
桁架橋	1.0328	0.1721
拱橋	1.2841	0.2140
斜張橋	1.1453	0.1909
吊橋	0.9118	0.1520
	6	1

1 確認影響因子與案例庫

(2) 建立初始案例資料庫

整理前述問卷(定性->定量)，案例庫數據(正規化後)如下表。(請參閱附錄E)

橋長	橋寬	跨數	振動單元數	橋平分類	施工年	設計年代	設計水平加速度	地盤種類	土壤液化類別	歪斜角	基礎得題	跨越河川或道路	單跨最大跨距	橋平結構型態	橋平主平型式	橋架型式	橋架基礎型式	橋台型式	橋台基礎型式	支承裝置	防落設施	Ay	Ac
0.962	0.535	0.611	0.024	0.000	0.658	0.337	0.000	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.842	0.000	0.300	0.000	0.177	1.000	0.459	0.651	1.000	0.279	0.268
0.990	0.558	0.022	0.048	0.000	0.658	0.337	0.000	1.000	1.000	0.000	0.787	0.000	0.974	0.000	0.300	1.000	0.387	0.545	0.758	0.904	1.000	0.027	0.060
1.000	0.130	0.000	0.000	0.000	0.614	0.337	0.058	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.868	0.000	0.300	0.972	0.323	1.000	0.459	0.000	0.000	0.259	0.622
0.994	0.488	0.033	0.07	0.000	0.272	0.000	0.361	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.873	0.000	0.300	1.000	0.387	0.545	0.459	0.651	1.000	0.010	0.024
0.960	0.558	0.000	0.166	0.000	0.000	0.000	0.361	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.874	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.459	0.651	1.000	0.164	0.125
0.990	0.116	0.000	0.048	0.000	0.341	0.000	0.361	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.848	1.000	0.300	0.000	0.177	1.000	0.459	0.000	0.000	0.023	0.040
0.976	0.348	0.000	0.119	1.000	0.252	0.000	0.000	0.767	0.750	0.522	1.000	0.000	0.874	0.000	0.300	1.000	0.387	0.545	0.758	0.651	1.000	0.370	0.199
0.971	0.233	0.000	0.119	0.000	0.341	0.000	0.000	0.767	0.750	0.000	0.967	0.000	0.963	0.000	0.300	0.000	0.177	1.000	0.459	0.651	0.000	0.259	0.273
0.971	0.326	0.044	0.095	0.000	0.614	0.337	0.058	1.000	1.000	0.444	1.000	0.000	0.848	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.758	0.000	1.000	0.010	0.041
0.251	0.000	1.000	0.452	0.500	0.952	1.000	0.476	0.767	0.250	0.000	1.000	0.000	0.898	0.821	1.000	1.000	0.177	1.000	0.459	1.000	0.000	0.283	0.401
0.988	0.186	0.033	0.07	1.000	0.452	0.000	0.000	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.874	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.459	0.651	1.000	0.000	0.058
0.863	0.163	0.231	0.595	0.000	0.658	0.337	0.058	0.767	0.750	0.078	0.733	0.000	0.848	0.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	0.000	0.043	0.055
0.900	0.244	0.121	0.07	1.000	0.500	0.000	0.361	0.767	1.000	0.000	0.867	0.000	0.822	1.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.758	0.651	0.000	0.199	0.108
0.867	0.163	0.000	0.024	1.000	0.545	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.719	1.000	1.000	1.000	0.387	1.000	0.459	0.418	0.000	0.843	0.468
0.889	0.698	0.220	0.214	1.000	0.750	0.333	0.058	0.767	0.750	0.000	0.869	0.000	0.872	1.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.452	0.241
0.872	0.233	0.121	0.07	0.000	0.705	0.333	0.058	0.767	0.750	0.000	1.000	0.000	0.841	1.000	0.300	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	1.000	0.847	0.454
0.576	0.186	0.598	0.095	1.000	0.452	0.000	0.000	0.000	0.750	0.000	1.000	0.898	0.822	1.000	1.000	0.000	0.177	0.545	0.598	0.651	0.000	0.172	0.093
0.872	0.093	0.220	0.478	0.000	0.636	0.333	0.058	0.767	0.750	0.000	0.928	0.000	0.848	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.758	0.651	1.000	0.894	0.508
0.788	0.349	0.264	0.262	1.000	0.568	0.000	0.000	0.000	1.000	0.750	1.000	0.000	0.822	1.000	0.300	1.000	1.000	0.545	0.598	0.651	0.000	0.234	0.164
0.955	0.280	0.000	0.143	0.500	0.795	0.667	0.476	0.767	1.000	0.178	1.000	0.000	0.823	0.000	0.300	1.000	0.387	1.000	0.459	0.651	1.000	0.323	0.238
0.791	0.558	0.330	0.214	1.000	0.568	0.000	0.000	0.330	0.750	0.111	1.000	0.000	0.833	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.651	0.000	0.622	0.256
0.938	0.511	0.110	0.095	0.500	0.795	0.667	0.476	0.767	0.750	0.000	1.000	0.898	0.813	1.000	1.000	1.000	0.177	1.000	0.459	0.651	1.000	0.468	0.211
0.952	0.035	0.000	0.166	1.000	0.227	0.000	0.000	0.767	0.750	0.067	1.000	0.000	0.848	0.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.459	0.651	1.000	0.174	0.064
0.842	0.209	0.198	0.143	1.000	0.523	0.000	0.000	0.767	1.000	0.000	1.000	0.000	0.868	1.000	0.300	0.000	0.387	1.000	0.459	0.651	1.000	0.174	0.078
0.921	0.362	0.066	0.143	0.500	1.000	1.000	1.000	1.000	0.500	0.000	0.545	0.000	0.836	0.000	0.300	1.000	0.387	0.000	0.758	0.651	1.000	0.185	0.000
0.879	0.45	0.198	0.095	0.500	0.841	1.000	0.476	0.767	1.000	0.089	1.000	1.000	0.848	1.000	1.000	1.000	0.387	1.000	0.459	0.651	1.000	0.222	0.132

(3) 第二階段因子篩選(統計方法)

本階段使用SPSS統計分析軟體。應用

(1)類神經分析之多層感知法

(2)主成分分析法

(3)相關係數分析法

對案例庫裡的22項因子與Ay、Ac做分析，找出各輸入(因子)與輸出(Ay、Ac)的重要性程度。

(詳細內容請參閱附錄F)

專家問卷重要性排序	因素分析法	相關係數	類神經(NN)
1. 設計水平加速度		V	V
2. 土壤液化類別	V		
3. 基樁裸露深度		V	V
4. 設計年代		V	V
5. 地盤種類			
6. 結構型態	V	V	V
7. 橋墩型式			
8. 單垮最大垮距	V		V
9. 橋墩基礎型式			V
10. 支承裝置	V		
11. 防落設施			
12. 歪斜角		V	V
13. 橋長		V	V
14. 橋寬	V		V
15. 橋梁分類			
16. 主梁型式	V	V	V
17. 垮數			V
18. 振動單元數	V	V	V
19. 橋台基礎型式		V	
20. 竣工年	V	V	V
21. 橋台型式	V		V
22. 跨越河川或道路		V	

1 確認影響因子與案例庫

(3) 第二階段因子篩選(統計方法)

針對前18項因子(專家問卷5分以上)進行最後篩選，在三種統計方法中出現兩次的因子，即選為本模型主要影響，其餘為次要影響因子。其中設計年代與壽齡合併為壽齡。

根據材料劣化分析之結果，初步整理影響橋梁耐震之影響因素

主要影響因子	次要影響因子	材料劣化影響因子
1. 設計水平加速度	10. 土壤液化類別	18. 總鋼筋腐蝕量(氯離子造成鋼筋腐蝕量、中性化造成鋼筋腐蝕量取大值)
2. 基樁裸露深度	11. 地盤種類	
3. 結構型態	12. 橋墩型式	
4. 單垮最大垮距	13. 橋墩基礎型式	
5. 歪斜角	14. 支承裝置	
6. 橋長	15. 防落設施	
7. 橋寬	16. 橋梁分類	19. 橋齡
8. 主梁型式	17. 垮數	
9. 振動單元數		

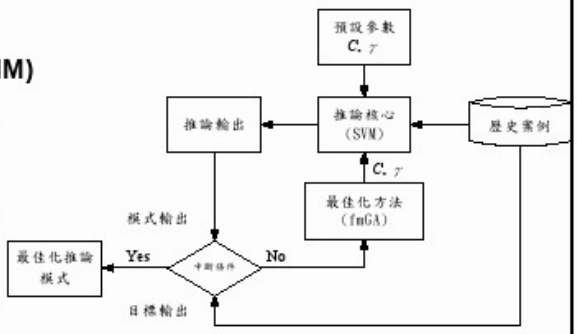
2 建置人工智慧推論模式

(1) 模式規劃與設計

「演化式支持向量機推論模式」
(Evolutionary Support Vector Machine Inference Model，ESIM)

融合**SVM**與快速混雜基因演算法

- **SVM**:用於歸納輸入變數與輸出變數間複雜的關係；
- **fmGA**:搜尋**SVM**所需的最佳參數(**C**與γ)，藉此提高**SVM**的預測準確度。



推論模式架構圖

2 建置人工智慧推論模式

(2) 模式驗證(不含劣化因素)

與「公路橋梁耐震能力評估及補強工程可行性研究」中12座橋梁之耐震能力評估值(A_y、A_c)作比較，以均方根誤差(Root Mean Square Error，RMSE)為衡量公式

$$RMSE = \left(\frac{\sum_{i=1}^{M} e_i^2}{M} \right)^{1/2}$$

RMSE:均方根誤差
M:測試案例數
e_i:實際值與預測值之差

2 建置人工智慧推論模式

考慮主要影響因子+次要影響因子(未考慮劣化因子)之組合，驗證預測模式之準確性。本研究將採用編號12之影響因子組合(最佳結果)。

RMSE(單位：g)/平均誤差率(%)

	Ay	Ac
1. 主要影響因子(9項因子)	0.093(35%)	0.142(40%)
2. 主要影響因子+土壤液化類別	0.088(36%)	0.118(38%)
3. 主要影響因子+設計年代	0.096(36%)	0.142(43%)
4. 主要影響因子+地盤種類	0.087(32%)	0.133(36%)
5. 主要影響因子+橋墩型式	0.094(33%)	0.147(43%)
6. 主要影響因子+橋墩基礎型式	0.096(38%)	0.143(40%)
7. 主要影響因子+支承裝置	0.079(29%)	0.139(40%)
8. 主要影響因子+防落設施	0.091(34%)	0.149(43%)
9. 主要影響因子+橋梁分類	0.093(35%)	0.146(43%)
10. 主要影響因子+垮數	0.093(35%)	0.143(40%)
比較對象 11. 公路總局預測結果(TELES)	0.108(47%)	0.19(56%)
本研究模式 12. 主要影響因子+土壤液化類別+支承裝置(本研究採用)	0.087(30%)	0.127(37%)

3 橋梁耐震能力推論

(1) 模式訓練與測試(包含劣化因素)

此階段以側推分析與殘餘能力分析模式中橋梁細部評估結果(考量材料劣化24座橋X5階段之腐蝕案例)。

透過案例學習(120筆腐蝕案例)，找出輸入(簡易目視調查耐震能力主要影響因子+土壤液化類別+支承裝置+劣化影響因子)與輸出(細評Ay、Ac值)之映射關係。

3 橋梁耐震能力推論

本階段以11項影響因子加上總鋼筋腐蝕量(氯離子造成鋼筋腐蝕量+中性化造成鋼筋腐蝕量)與橋齡共13項作為輸入因子，考量劣化下側推分析Ay、Ac為輸出因子，建立120筆案例庫

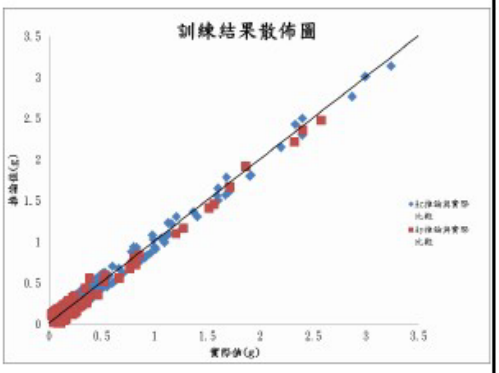
	輸出因子		輸入因子												
	Ay	Ac	設計水平加速度	基礎承載力	地質型態	單跨最大跨距	直斜角	橋長	橋寬	主梁型式	橋墩單支數	土壤液化類別	土壤種類	鋼筋銹蝕斷面積損率	橋齡
1	0.126	0.537	0.000	0.026	0.000	0.034	1.000	0.009	0.171	0.325	43.860	0.200	0.673	0.000	0.209
2	0.141	0.468	0.000	0.026	0.000	0.034	1.000	0.009	0.171	0.325	43.860	0.200	0.673	0.580	0.209
3	0.133	0.422	0.000	0.026	0.000	0.034	1.000	0.009	0.171	0.325	43.860	0.200	0.673	1.160	0.209
⋮															
116	0.528	1.684	0.058	0.000	0.000	0.055	1.000	0.004	0.232	0.325	8.772	0.000	0.673	0.000	0.483
117	0.453	1.588	0.058	0.000	0.000	0.055	1.000	0.004	0.232	0.325	8.772	0.000	0.673	0.580	0.483
118	0.259	1.403	0.058	0.000	0.000	0.055	1.000	0.004	0.232	0.325	8.772	0.000	0.673	1.160	0.483
119	0.069	1.131	0.058	0.000	0.000	0.055	1.000	0.004	0.232	0.325	8.772	0.000	0.673	2.320	0.483
120	0.062	1.010	0.058	0.000	0.000	0.055	1.000	0.004	0.232	0.325	8.772	0.000	0.673	4.060	0.483

3 橋梁耐震能力推論

以十組交叉驗證(10 fold Cross-validation)方式進行案例訓練與測試。

將資料集分成十組，輪流將其中9組當作訓練集，1組當作測試集，並將10次的結果平均驗證方法可行性。

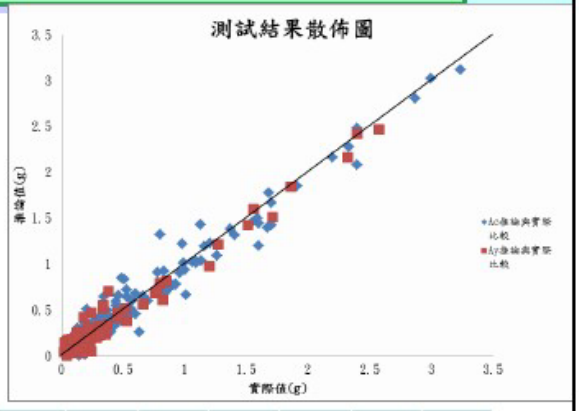
模式訓練結果散佈圖如右圖所示。



3 橋梁耐震能力推論

以此模式測試結果散佈圖如右圖所示。

各群組之RMSE平均值，Ay為0.09，Ac為0.13



群組 指標	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
Ay(g) RMSE	0.085	0.144	0.058	0.066	0.071	0.143	0.090	0.071	0.054	0.117	0.09
Ac(g) RMSE	0.170	0.194	0.065	0.059	0.071	0.189	0.084	0.110	0.144	0.214	0.13

3 橋梁耐震能力推論

以此模式推論各橋梁Ay與Ac值如下表所示，完整數據請參閱附錄H

ID	橋名	工程處	工務段	橋梁分類	路線名	所在縣市	所在鄉鎮	氯離子	中性化	推論Ay(g)	推論Ac(g)
								造成鋼筋斷面腐蝕率(%)			
A01-0020-001A	竹圍橋	一區	景美	HWB1C	台2	台北縣	淡水	3.19	0.00	0.21	0.49
A01-0020-003A	外北橋	一區	景美	HWB1C	台2	台北縣	淡水	3.29	0.00	0.21	0.49
A01-0020-003B	高厝橋	一區	景美	HWB1C	台2	台北縣	淡水	3.39	0.00	0.21	0.49
A01-0020-004A	合山橋	一區	景美	HWB1C	台2	台北縣	淡水	2.14	0.00	0.25	0.61
A01-0020-005A	後田橋	一區	景美	HWB1C	台2	台北縣	淡水	2.14	0.00	0.25	0.61
A01-0020-005B	糸鼻橋	一區	景美	HWB1C	台2	台北縣	淡水	2.25	0.00	0.25	0.59
A01-0020-006A	水原橋	一區	景美	HWB1C	台2	台北縣	淡水	2.36	0.00	0.24	0.57
A01-0020-006B	水碓橋	一區	景美	HWB1C	台2	台北縣	淡水	2.36	0.00	0.24	0.57
A01-0020-006C	金龍橋	一區	景美	HWB6C	台2	台北縣	淡水	2.36	0.00	0.24	0.57

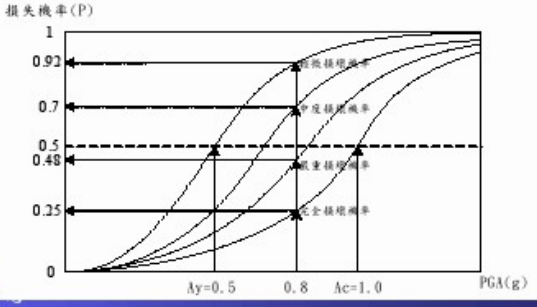
3 橋梁耐震能力推論

(2) 模式應用

根據前一階段所推論A_y及A_c值繪製橋梁易損曲線，可找出全台省縣道橋梁地震作用下超越不同損害程度的機率。

1.橫軸為地表加強度 (PGA)

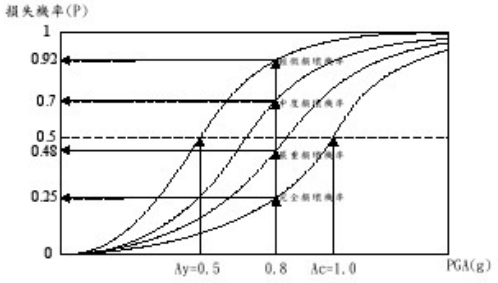
2.縱軸則為不同損害狀態的機率



3 橋梁耐震能力推論

(2) 模式應用

如右圖所示。PGA為0.8g時，完全損壞機率為25%，嚴重破壞機率48%，中度損壞機率70%，輕微損壞機率92%。



參考劉季宇、葉錦勳、張國鎮等人(2010)做法。

失敗機率(P)=0.01(輕微損壞機率-中度損壞機率)+0.2(中度損壞機率-嚴重破壞機率)+0.8(嚴重破壞機率-完全損害的機率)+完全損害的機率。

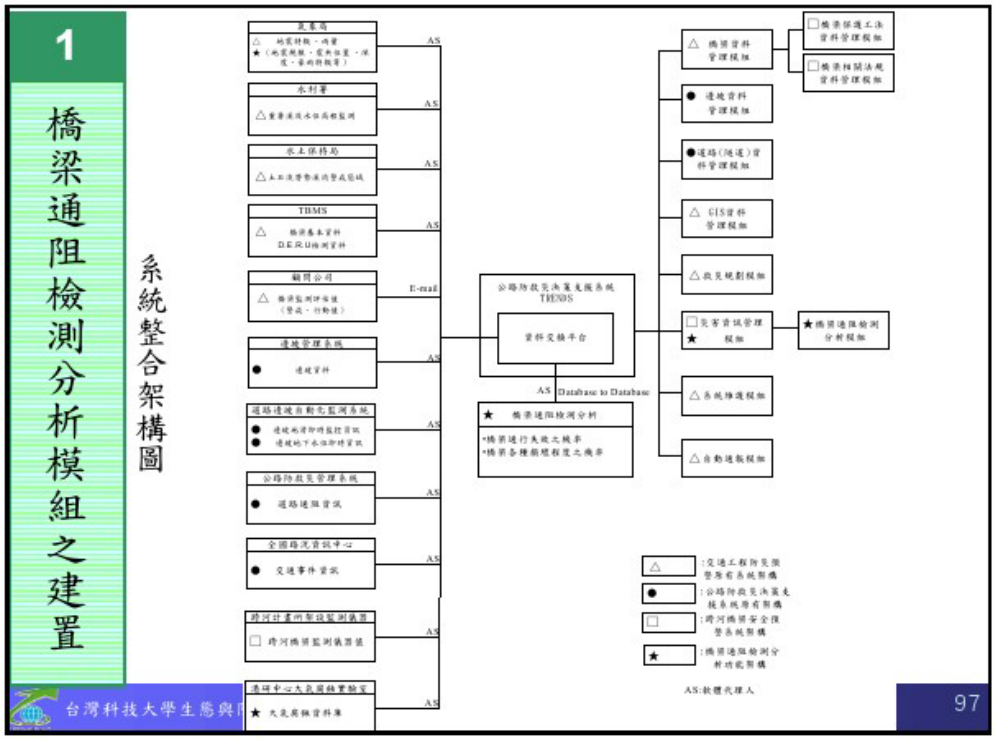
故此橋通行失敗機率P=0.01(92-70)+0.2(70-48)+0.8(48-25)+25=47%

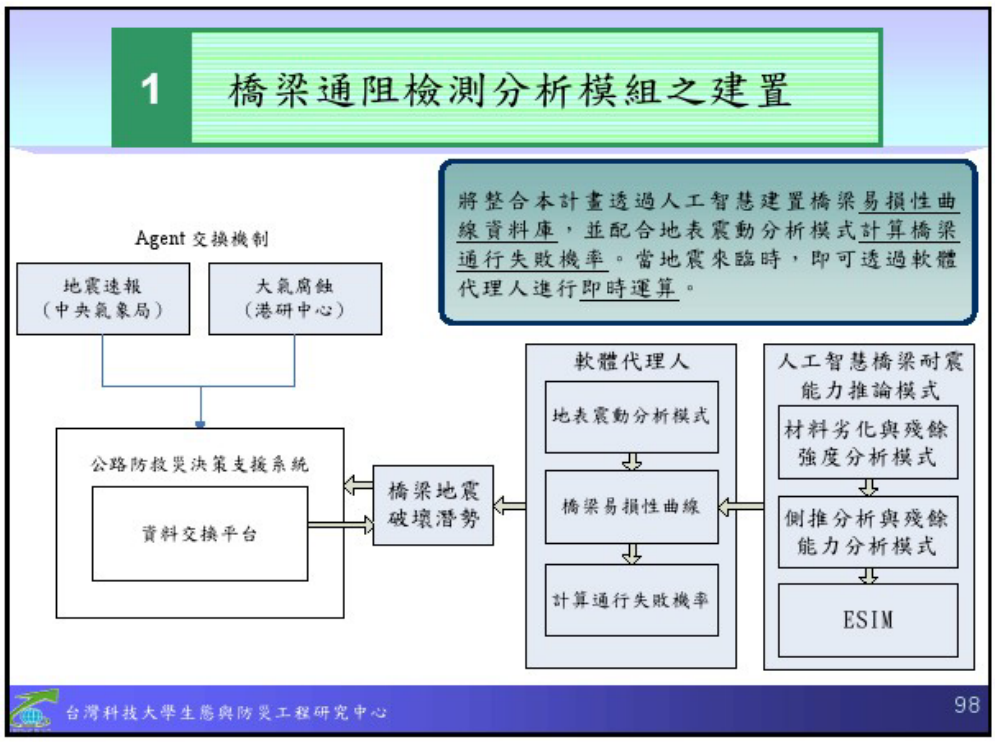
3 小 結

1. 已完成橋梁影響因子(含材料劣化影響因子)之篩選
2. 進行案例訓練 (24座橋X5階段之腐蝕案例) 與測試，找出輸入(簡易目視調查耐震能力+劣化影響因子)與輸出(細評Ay、Ac值)之映射關係。
3. 根據最佳化推論模式，推論全台省縣道3961座橋梁之Ay與Ac值，繪製出橋梁地震易損性曲線，計算地表震動下橋梁可能損壞機率。

捌、橋梁通阻檢測分析模式

1. 橋梁通阻檢測分析模組之建置
2. 橋梁封橋管制及開放通行決策輔助
3. 模式可行性分析與後續研究方向研擬
4. 小 結

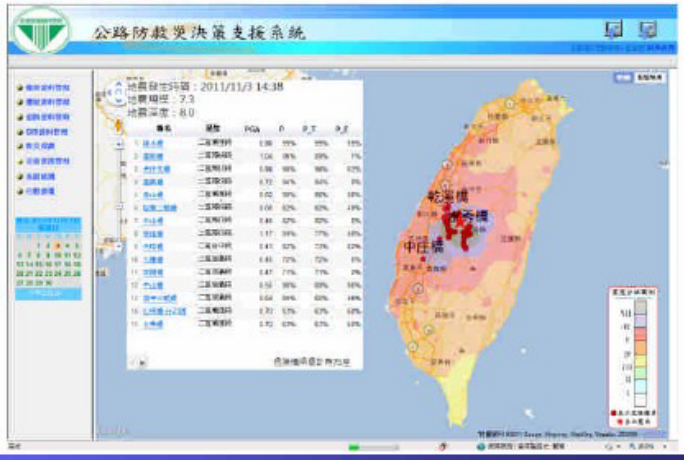

1
橋梁通阻檢測分析模組之建置
系統整合架構圖
AS
E-mail
Database to Database
台灣科技大學生態與
97


1
橋梁通阻檢測分析模組之建置
將整合本計畫透過人工智慧建置橋梁易損性曲線資料庫，並配合地表震動分析模式計算橋梁通行失敗機率。當地震來臨時，即可透過軟體代理人進行即時運算。
Agent 交換機制
地震速報
（中央氣象局）
大氣腐蝕
（港研中心）
公路防救災決策支援系統
資料交換平台
橋梁地震破壞潛勢
軟體代理人
地表震動分析模式
橋梁易損性曲線
計算通行失敗機率
人工智慧橋梁耐震能力推論模式
材料劣化與殘餘強度分析模式
側推分析與殘餘能力分析模式
ESIM
台灣科技大學生態與防災工程研究中心
98

1 橋梁通阻檢測分析模組之建置

(1) 案例驗證-921大地震規模為例

1. 利用GIS Server將震度分級圖畫於Google Map。
2. 利用軟體代理人分別計算各橋梁的通行失敗機率(同時列出本計畫成果及TELES分析成果)，將通行失敗機率大於50%橋梁列出。



1 橋梁通阻檢測分析模組之建置

(1) 案例驗證-921大地震規模為例

可以利用右邊表格查詢通行失敗機率大於50%橋梁狀態，並可查詢所在地點。



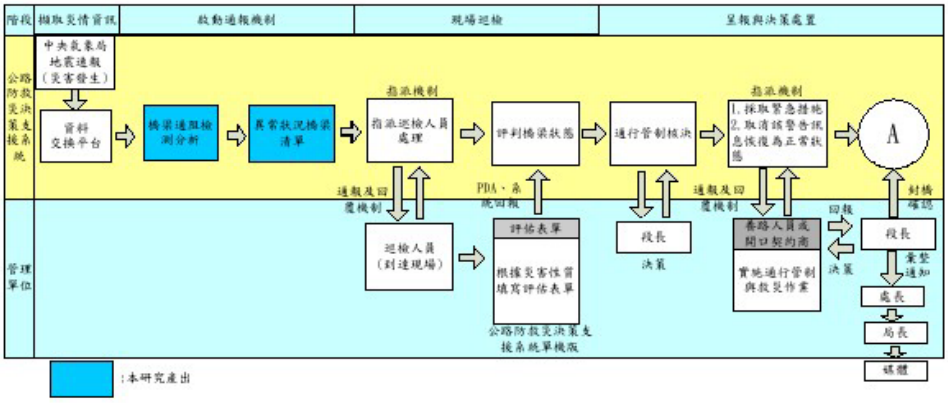
1 橋梁通阻檢測分析模組之建置

(2) 案例驗證-線上實測

將本模組整合至公路防救災決策支援系統，當發生地震即可以查詢橋梁地震破壞潛勢。

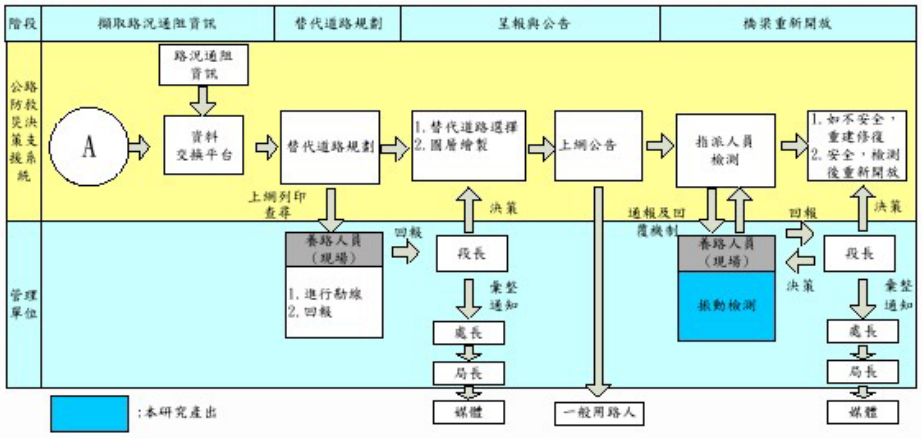
2 橋梁封橋管制及開放通行決策輔助

(1) TRENDS橋梁災害應變通報流程圖-巡檢順序建議



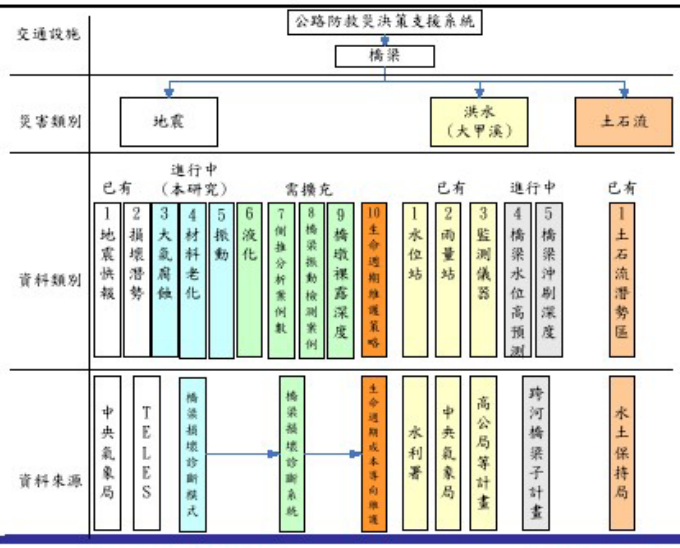
2 橋梁封橋管制及開放通行決策輔助

(1) TRENDS橋梁災害應變通報流程圖-橋梁重新開放決策輔助



3 模式可行性分析與後續研究方向初擬

(1) 公路防救災決策支援系統架構與後續擴充圖



- 目前僅側推分析24座橋梁，共24*5=120筆案例，未來可擴充資料庫案例數，提升AI模式預測準確度。
- 今年度完成振動檢測模式初擬與可行性分析，未來可針對不同橋梁型式進行統計分析或人工智慧推論找出影響因子與Rc之映射關係，並建置省縣道橋梁Rc值資料庫，進而建立振動檢測與安全度評估標準。

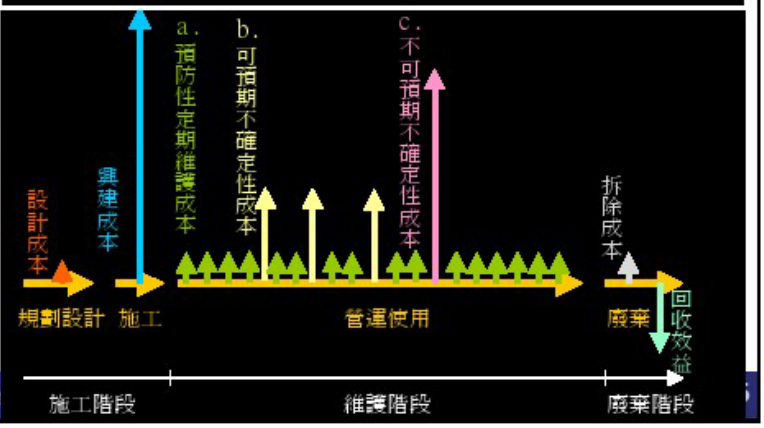
3 模式可行性分析與後續研究方向初擬

(2) 橋梁在地震威脅下生命週期成本導向維護

(陳屏甫，2005)

台灣過去對於橋梁維護僅針對預防性定期維護成本、可預期不確定性成本，缺乏對地震發生橋梁造成不可預期不確定性成本。

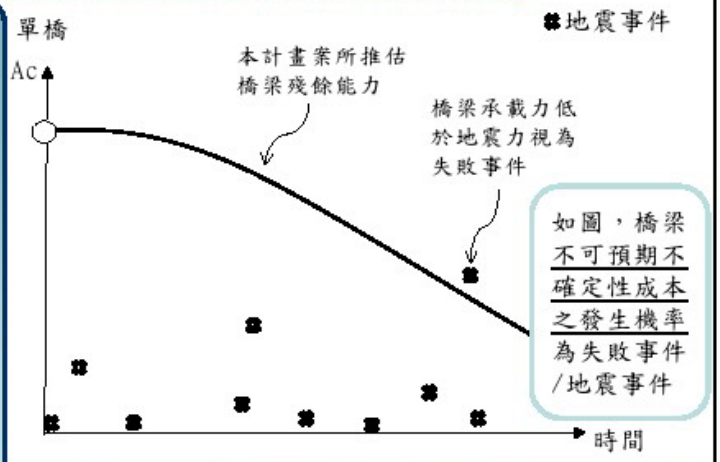
a.日常養護工作所需花費
b.受到環境之侵蝕老劣化進行維修工作所需花費
c.重大災害(如：地震)對橋梁造成損失之影響



3 模式可行性分析與後續研究方向初擬

(2) 橋梁在地震威脅下生命週期成本導向維護

本計畫成果能夠推估橋梁殘餘能力配合地震發生機率及強度，即可推估在地震威脅下橋梁生命週期之不可預期不確定性成本之發生機率，可作為橋梁風險管理的依據。



3 小結

1. 完成橋梁通阻檢測分析模式使用者介面建置及軟體代理人架設。
2. 同時該模式整合置「公路防救災決策支援系統」(TRENDS)，協助TRENDS進行災害決策輔助。

玖、結論與建議

1. 研究執行進度
2. 結論
3. 建議

1 研究執行進度

工作項目及目前完成比例

	工作大項	完成進度比例
1	研究背景分析與相關文獻探討	3/3
2	地表震動分析模式	3/3
3	振動檢測與分析模式初擬	2/2
4	材料劣化與殘餘強度分析模式	3/3
5	側推分析與殘餘能力評估	2/2

1 研究執行進度

工作項目及目前完成比例

	工作大項	完成進度比例
6	人工智慧橋梁耐震能力推論模式	3/3
7	建立橋梁通阻檢測分析模式	2/2
8	橋梁封橋管制後開放通行決策輔助	1/1
9	模式可行性分析與後續研究方向研擬	2/2

2 結論

災前:

可應用地表震動分析模式(由文獻中0.5° 精度提高到0.02°)，模擬橋梁於不同地震強度下的安全等級，提供公路總局於災前能依照橋梁破壞潛勢分析結果，進行檢測與擬定維護優先順序策略。

2 結論

災時:

1. 迅速診斷橋梁安全程度及橋梁通行失敗機率(國內首度考慮材料劣化因素)。
2. 超過橋梁通行失敗機率門檻值時，系統自動啟動通報機制，降低災情傳遞時間落差。
3. 依損壞機率排出橋梁巡檢處置優先順序，使用者不須操作系統，以invisable computer之概念為運作理念，降低人為操作之行為。
4. 以簡訊方式通知橋梁管理人員。

提升公路系統災時應變效率，減輕不必要的生命財產損失。

2 結論

災後:

創新移動式振動檢測分析方法，可快速診斷橋梁狀況，作為是否開放通行之依據。

3 建議

1. 本研究礙於經費與時間限制僅利用24座鋼筋混凝土橋梁作為人工學習案例資料庫，推論精準度仍有改善空間，未來可擴充更多橋梁案例，將有助於本研究推論精準度提升，有利公路管理單位應用。

2. 本研究應用移動式振動檢測模式於橋梁開放通行之判斷，僅以宜蘭執信橋做為範例。當考慮的橋梁不同時，其橋墩折減率與臨界頻率比值Rc值亦將變動，建議未來可應用統計分析或人工智慧推論找出影響因子與Rc之映射關係，並建置省縣道橋梁Rc值資料庫，作為災害開放通行決策之依據。

3 建議

3. 未來可將本研究成果導入橋梁生命週期概念，並考量地震、洪水等災害對橋梁影響，建立健康度曲線，進而做成本導向之橋樑最佳維護管理策略。

簡報完畢

敬請指教

