

101-1-7582  
MOTC-IOT-98-H1EB011

# 跨河橋梁安全預警系統之整合作業



交通部運輸研究所

中華民國 100 年 12 月

101-1-7582  
MOTC-IOT-98-H1EB011

# 跨河橋梁安全預警系統之整合作業

著者：邱永芳、謝明志、謝幼屏、林雅雯、鄭明淵  
蔡明修、吳育偉、張于漢、陳泰宏、黃進國  
羅冠顯、郭庭鳴

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

跨河橋梁安全預警系統之整合作業

/邱永芳等著. --初版.-- 臺北市：交通部運輸研究所，

民 101.02

面；公分

ISBN 978-986-03-1564-6 (平裝)

1. 橋樑工程 2. 災害應變計畫 3. 決策支援系統 4. 地理資訊系統

441.8029

101000517

跨河橋梁安全預警系統之整合作業

著者：邱永芳、謝明志、謝幼屏、林雅雯、鄭明淵、蔡明修、吳育偉、張于漢、  
陳泰宏、黃進國、羅冠顯、郭庭鳴

出版機關：交通部運輸研究所

地址：10458 台北市敦化北路 240 號

網址：[www.ihmt.gov.tw](http://www.ihmt.gov.tw) (中文版>中心出版品)

電話：(04) 23496789

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臺灣技術研究中心網站

定價：250 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：1010100117

ISBN：978-986-03-1564-6 (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

跨河橋梁安全預警系統之整合作業

交通部運輸研究所

GPN : 1010100117

定價: 250 元

## 交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-03-1564-6(平裝)	政府出版品統一編號 1010100117	運輸研究所出版品編號 101-1-7582	計畫編號 98-H1EB011
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：謝幼屏、林雅雯 聯絡電話：04-26587192 傳真號碼：04-26564418	合作研究單位：國立台灣科技大學生態與防災工程研究中心 計畫主持人：鄭明淵 協同主持人：蔡明修 研究人員：吳育偉、張于漢、陳泰宏、黃進國、郭庭鳴、羅冠顯 地址：台北市基隆路4段43號 聯絡電話：02-27376663	研究期間 自98年10月 至100年12月	
關鍵詞：安全預警系統；資料倉儲；資料交換平台			
摘要：  <p>橋梁為台灣地區用來連絡河流兩岸之重要交通工程設施，然而台灣屬季風型氣候夏季多雨，洪水往往造成橋梁重大威脅。政府各交通工程管理單位為此已投注相當多經費進行橋梁監測及預警研究課題，但是這些研究成果如何進行橫向整合，並與防災預警通報體系結合，以提升橋梁防災預警時效，為一重要整合課題。因此，本所為提升橋梁安全保護相關研究並培育專業技術人才，減少橋基沖刷災害之發生，以強化人民之用路安全，對橋梁災害預警各項課題做深入之探討，並進行橫向整合，且與防災預警通報體系結合，以提升橋梁防災預警時效。計畫中所建置「跨河橋梁安全預警系統」整合各項資訊並建置預警通報機制，整合作業計畫目的為藉由跨河橋梁安全預警系統之建立，讓橋梁各項災害資料能夠有系統化分析整理，公路管理單位人員根據本系統所萃取之災害資訊對橋梁災害進行研判及應變措施；研究人員則可利用本系統搜尋所需資料並能夠快速下載進行分析與加值運用。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
100年12月	302	250	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。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 （解密條件： <input type="checkbox"/> 年 <input type="checkbox"/> 月 <input type="checkbox"/> 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密） <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS**  
**INSTITUTE OF TRANSPORTATION**  
**MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Computer-aided Safety Diagnosis System and Integrating Operation for Hazard Prevention of River-Crossing Bridges			
ISBN (OR ISSN) ISBN978-986-03-1564-6 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010100117	IOT SERIAL NUMBER 101-1-7582	PROJECT NUMBER 98-H1EB011
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-Fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hsieh Ming-Chih PROJECT STAFF: Hsieh Yu-Ping, Lin Ya-Wen PHONE: (04) 26587192 FAX: (04) 26564418			PROJECT PERIOD FROM October 2009 TO December 2011
RESEARCH AGENCY: National Taiwan University of Science and Technology, Ecological and Hazard Mitigation Engineering Research Center PRINCIPAL INVESTIGATOR: Cheng Min-Yuan PROJECT STAFF: Wu Yu-Wei, Chang Yu-Han, Chen Tai-Huang, Huang Chin-Kuo, Kao Ting-Ming, Luo Guan-Suan ADDRESS: #43, Sec.4, Keelung Rd., Taipei 106, Taiwan, R.O.C PHONE: (02) 27376663			
KEY WORDS: Computer-aided Safety Diagnosis System, Data warehouse, Data exchange platform			
ABSTRACT: <p>Due to the location and environment of Taiwan, the frequency of nature disaster is high and the caused damages to the human life, properties and bridges are serious. The decision-making is significant for the bridges disaster prevention in Taiwan. Considering the bridges disaster prevention decision support mechanism, a survey of the bridge disaster prevention 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 Computer-Aided Safety Diagnosis System (CASDS) for hazard prevention of river-crossing bridges to automatically integrate distributed information of the current bridge and projects and also to provide the appropriate actions for assisting managers in disaster decision-making.</p> <p>To develop the CASDS, the software agent technology is applied. Several data exchange agents in the CASDS can autonomously retrieve the announced river-crossing bridges disaster information from the distributed system databases. All information can be stored in the data warehouse of CASDS. Therefore, the CASDS can determine the warning or rescuing actions based on the retrieved data and the river-crossing bridges disaster prevention decision support mechanism. Meanwhile, to facilitate the uncertain system integration in the future, the CASDS is implemented as the open system architecture. Accordingly, the CASDS also provides a flexible and open interface for integrating the unknown systems.</p>			
DATE OF PUBLICATION December 2011	NUMBER OF PAGES 302	PRICE 250	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

# 跨河橋梁安全預警系統之整合作業

## 目 錄

中文摘要 .....	I
英文摘要 .....	II
目 錄 .....	III
圖 目 錄 .....	VII
表 目 錄 .....	XI
第一章 緒論 .....	1-1
1.1 背景分析 .....	1-1
1.2 整合作業目的 .....	1-6
1.3 整合作業研究範圍與對象 .....	1-7
1.4 整合作業研究內容 .....	1-8
第二章 文獻回顧 .....	2-1
2.1 前言 .....	2-1
2.2 公路防救災決策支援系統 .....	2-2
2.3 地理資訊系統之發展及其應用 .....	2-4
2.4 國外預警系統之開發實例 .....	2-8
2.5 資料倉儲應用實例與相關研究 .....	2-10

2.6 小結 .....	2-13
第三章 跨河橋梁安全預警系統之整合作業 .....	3-1
3.1 整合作業專案團隊組成 .....	3-1
3.2 跨河橋梁安全預警系統主架構 .....	3-1
3.3 跨河橋梁安全預警系統之整合作業 .....	3-7
3.3.1 整合作業流程 .....	3-7
3.3.2 整合作業關聯性分析 .....	3-8
3.3.2.1 橋河基本資料 .....	3-8
3.3.2.2 水理分析 .....	3-9
3.3.2.3 監測與檢測 .....	3-11
3.3.2.4 材料與保護工法 .....	3-12
3.3.2.5 安全評估準則 .....	3-15
3.3.2.6 系統整合 .....	3-17
第四章 跨河橋梁安全預警系統整合 .....	4-1
4.1 跨河橋梁安全預警系統概念分析 .....	4-2
4.2 系統軟硬體建構 .....	4-7
4.3 建置資料交換平台 .....	4-9
4.4 建立資料交流平台 .....	4-13
4.5 水理分析模式整合應用 .....	4-16

4.5.1	水理分析模式執行細項及系統初擬頁面 .....	4-18
4.5.2	模擬狀況-假設莫拉克颱風豪雨發生於大甲溪運作 結果 .....	4-27
4.5.2.1	莫拉克颱風基本資料 .....	4-27
4.5.2.2	一維水理分析 .....	4-28
4.5.2.3	二維水理分析 .....	4-32
4.5.2.4	安全評估 .....	4-35
4.5.2.5	小結 .....	4-39
4.6	確立跨河橋梁災害應變與通報流程 .....	4-40
4.7	資料倉儲設立 .....	4-47
4.8	匯入橋梁災害診斷標準 .....	4-58
4.9	建立跨河橋梁安全預警系統 .....	4-59
4.10	跨河橋梁安全預警系統使用時機及功用 .....	4-60
4.11	整合系統運作評估及檢討 .....	4-61
4.12	系統推廣與成果發表 .....	4-61
第五章	結論與建議 .....	5-1
5.1	結論 .....	5-1
5.2	建議 .....	5-2
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 高司演練劇本及簡報檔 .....	附錄2-1
附錄三 跨河橋梁安全預警系統操作手冊 .....	附錄3-1
附錄四 跨河橋梁安全預警系統管理者使用手冊 .....	附錄4-1
附錄五 期末報告簡報資料集 .....	附錄5-1
附錄六 整合會議記錄 .....	附錄6-1

## 圖目錄

圖 1.1	研究項目與子計畫名稱 .....	1-8
圖 2.1	公路防救災決策支援系統架構圖 .....	2-1
圖 2.2	橋梁洪水災害分析過程圖 .....	2-2
圖 2.3	資料交換平台架構圖 .....	2-3
圖 2.4	公路防救災決策支援系統架構圖 .....	2-4
圖 2.5	公路防救災資訊系統主頁面 .....	2-7
圖 2.6	文字查詢界面 .....	2-7
圖 2.7	GIS圖形查詢界面 .....	2-8
圖 2.8	倉儲建置作業流程圖 .....	2-12
圖 2.9	影像地質圖與向量地質圖瀏覽畫面 .....	2-12
圖 2.10	臺北市政府地理資料倉儲體系構想 .....	2-13
圖 3.1	人員組織圖 .....	3-1
圖 3.2	總計畫研究範圍與項目關聯(計畫編號參閱表3-1) .....	3-3
圖 3.3	各子計畫關連性流程圖 .....	3-4
圖 3.4	子計畫資料表關係圖 .....	3-18
圖 4.1	系統組成圖 .....	4-3
圖 4.2	系統作業環境圖 .....	4-7
圖 4.3	伺服器群組架構圖 .....	4-8

圖4.4	多代理人模式圖 .....	4-10
圖4.5	資料交換平台架構圖 .....	4-11
圖4.6	新增系統運作模式圖 .....	4-12
圖4.7	平台登入畫面 .....	4-14
圖4.8	平台主頁面 .....	4-14
圖4.9	發佈訊息區 .....	4-15
圖4.10	檔案查詢區 .....	4-15
圖4.11	詳細資料檢索及附加資料下載 .....	4-16
圖4.12	水理分析模式執行流程圖 .....	4-17
圖4.13	水理分析模式執行流程圖(續) .....	4-18
圖4.14	跨河橋梁安全預警系統頁面(大甲溪流域) .....	4-23
圖4.15	系統簡介模組 .....	4-24
圖4.16	颱風豪雨資料模組 .....	4-25
圖4.17	一維水理分析資料模組 .....	4-25
圖4.18	二維水理分析資料模組 .....	4-26
圖4.19	安全評估分析資料模組 .....	4-27
圖4.20	石岡壩放流量歷線 .....	4-29
圖4.21	二維水理分理輸入條件示意圖 .....	4-29
圖4.22	一維水理分析水深歷線 .....	4-30

圖4.23 一維水理分析流量歷線 .....	4-31
圖4.24 二維水理分析水位歷線 .....	4-32
圖4.25 二維水理分析流速歷線 .....	4-33
圖4.26 二維水理分析沖刷深度歷線 .....	4-34
圖4.27 安全分析安全係數歷線(西濱大甲溪橋).....	4-35
圖4.28 安全分析安全係數歷線(台1線大甲溪橋).....	4-36
圖4.29 安全分析安全係數歷線(海線鐵路橋).....	4-36
圖4.30 安全分析安全係數歷線(國道3號大甲溪橋) .....	4-37
圖4.31 安全分析安全係數歷線(高鐵大甲溪橋).....	4-37
圖4.32 安全分析安全係數歷線(國道1號大甲溪橋) .....	4-38
圖4.33 安全分析安全係數歷線(后豐橋).....	4-38
圖4.34 安全分析安全係數歷線(新山線鐵路橋).....	4-39
圖4.35 跨河橋梁安全預警系統之災害應變參考圖 .....	4-40
圖4.36 颱洪災害系統支援指派流程圖 .....	4-45
圖4.37 跨河橋梁災害處理通報流程範例(I).....	4-46
圖4.38 跨河橋梁災害處理通報流程範例(II) .....	4-46
圖4.39 資料倉儲架構及資料來源 .....	4-49
圖4.40 交通部運輸研究所路網圖層 .....	4-57
圖4.41 交通部運輸研究所橋梁點位圖層 .....	4-57

圖4.42 交通部運輸研究所隧道圖層 .....	4-58
圖4.43 跨河橋梁安全預警系統架構圖 .....	4-59

## 表目錄

表2-1	GIS應用於防災領域表.....	2-5
表2-2	國外開發之預警系統.....	2-8
表2-3	資料倉儲案例表.....	2-10
表3-1	計畫名稱及編號表.....	3-2
表3-2	計畫名稱及編號表.....	3-5
表3-3	目前已完成的項目及執行百分比.....	3-7
表3-4	子計畫10「橋河共治區基本資料調查作業」輸入及輸出值.....	3-9
表3-5	子計畫1「河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究」輸入及輸出值.....	3-10
表3-6	子計畫2「橋墩沖刷計算模式之建立研究」輸入及輸出值.....	3-11
表3-7	子計畫4「訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究」輸入及輸出值.....	3-12
表3-8	子計畫8「橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究」輸入及輸出值.....	3-13
表3-9	子計畫5「跨河橋梁保護工法之研究」輸入及輸出值.....	3-14
表3-10	子計畫6「研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料之研究」輸入及輸出值.....	3-15
表3-11	子計畫12「RC橋梁材料耐久性評估與殘餘壽命預測之	

研究」輸入及輸出值 .....	3-15
表3-12 子計畫9「莫拉克颱風成主要橋梁損壞之現地調查及災 因分析」輸入及輸出值 .....	3-16
表3-13 子計畫3「跨河橋梁安全評估之研究」輸入及輸出值	3-16
表3-14 子計畫13「橋梁通阻檢測分析模式建立之研究」輸入 及輸出值 .....	3-17
表3-15 子計畫7「跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作 業」輸入及輸出值 .....	3-18
表4-1 伺服器規格與功用 .....	4-8
表4-2 QPESUMS修正模式輸入條件與輸出資料 .....	4-19
表4-3 QPESUMS修正模式輸入條件與輸出資料(續).....	4-19
表4-4 降雨逕流模式輸入條件與輸出資料.....	4-20
表4-5 河道演算輸入條件與輸出資料.....	4-21
表4-6 橋墩沖刷計算輸入條件與輸出資料.....	4-21
表4-7 跨河橋梁安全評估(極限分析模式)輸出入條件 .....	4-22
表4-8 跨河橋梁安全評估(模式整合)輸出入條件 .....	4-23
表4-9 各項過程演算時間與更新頻率表 .....	4-39
表4-10 工務段實際訪查結果綜整表 .....	4-43
表4-11 資料表及欄位說明-颱風資料 .....	4-49
表4-12 資料表及欄位說明-斷面位置對照表 .....	4-50
表4-13 資料表及欄位說明-跨河橋梁安全通報狀態 .....	4-50

表4-14 資料表及欄位說明-莫拉克颱風災因分析 .....	4-50
表4-15 資料表及欄位說明-保護工法 .....	4-50
表4-16 資料表及欄位說明-河床斷面 .....	4-51
表4-17 資料表及欄位說明-水理分析運作 .....	4-51
表4-18 資料表及欄位說明-大甲溪橋梁 .....	4-51
表4-19 資料表及欄位說明-大甲溪流量 .....	4-52
表4-20 資料表及欄位說明- FloodFSAlert(橋梁分析).....	4-52
表4-21 資料表及欄位說明- FloodFSAlertHistory(橋梁分析紀錄) .....	4-53
表4-22 資料表及欄位說明-TwoDimension(二維水理分析).....	4-53
表4-23 資料表及欄位說明-大甲溪QPESUMS.....	4-53
表4-24 資料表及欄位說明- FloodFSAlert(橋梁分析).....	4-54
表4-25 資料表及欄位說明- FloodFSAlert(橋梁分析).....	4-54
表4-26 數值路網空間資料內容及屬性資料.....	4-56
表4-27 跨河橋梁安全預警系統使用時機及功用表 .....	4-60

# 第一章 緒論

## 1.1 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。政府各交通工程管理單位(公路總局、高公局、鐵路局)為此已投注相當多經費進行橋梁監測及預警研究課題，目前已針對大甲溪所設置監測系統進行「高科技橋梁即時監測系統建置試辦計畫」研究案等，然而這些研究成果如何進行橫向整合，並與防災預警通報體系結合，以提升橋梁防災預警時效為一重要整合課題。因此，本所為提升橋梁安全保護相關研究並培育專業技術人才，減少橋基沖刷災害之發生，以強化人民之用路安全，對橋梁災害預警各項課題做深入之探討，並進行橫向整合，且與防災預警通報體系結合，以提升橋梁防災預警時效。「跨河橋梁安全預警系統之建立研究」將分別探討十三項子課題，內容概述如下：

### 1.河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究

建立橋河共治區之水理分析模式，輸入中央氣象局降雨預報、水利署雷達降雨與觀測資訊，以河川變量流理論計算橋河共治區各斷面之流量歷線、水位歷線，以數值模擬方式推估橋河共治區之河道變形、河道沖刷深度、流量、流速及水位 等。

### 2.橋墩沖刷計算模式之建立研究

發展二維橋墩沖刷計算模式，並簡化內部邊界數值處理的複雜性，增進計算模式的實用性，將彎道二次流(secondary flow)效應網入計算模式，重點功能包括變量流、非均勻河床質、彎道與內部邊界處理等。

### 3.跨河橋梁安全評估之研究

建立橋梁受高流量沖刷之破壞風險評估模式，由即時監測之河道沖刷深度、河川水位、河川流連、結構物振動等監測結果，推估不同破壞模式與評估破壞機率；並由水理分析、監測系統結果，即時推估橋梁破壞機率，並推估結構型式不同時破壞模式與破壞機率之關係，評估結果可作為封橋或維持通行之依據。

#### **4.訂定跨河橋梁沖刷檢測作業規範(草案)之研究**

檢視國內現行橋梁檢測相關規定，訂定橋梁沖刷檢測準則，訂定檢測時間點(平時、定期及特殊檢測(颱風後))，並建立檢測評估後因應作業流程(災後維護復建處置、颱風後開放通行與否之判斷作業流程)準則，檢測對象包含橋梁材料與橋體(上部、下部結構)。

#### **5.跨河橋梁保護工法之研究**

研發橋河共治區的橋梁河道保護、橋梁結構保護工法，進而達到主河槽控制、河形控制的目的，保護工法將進行試驗分析，亦由數值模擬水理分析及檢測、監測結果視其成效。

#### **6.研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料之研究**

研發抗磨耗、抗衝擊及耐久之橋墩材料，並研發橋墩補修方法及補修材料，研擬橋墩混凝土結構維修與補強準則或手冊，以延長橋梁壽齡。

#### **7.跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業(本研究團隊工作內容)**

整合檢、監測資料及水理分析、風險評估資料，建立資訊系統，完成預警系統之說明及操作手冊，並移轉橋梁管理單位，提供即時提供預警報資訊，及橋梁通行或管控通報，做為封橋、維持通行或疏散之決策支援，發展封橋後替代道路即時網路查詢系統。並成立一整合團隊，監督與協調總計畫各子計畫，統合各子計畫，進行預警系統之教育訓練及認證並完成整合報告書。

#### **8.橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究**

目前橋梁工程實務應用雖有交通部頒定之「公路排水設計規

範」、「跨河橋梁水文水理考量準則及注意事項」、「公路養護手冊」及經濟部頒訂之「跨河建造物設置審核要點規範」可供參考。但對未具水利專業背景之橋梁工程師常構成困擾，總計畫之主要目的係以交通建設部門觀點為考量，針對「公路養護手冊」所提及之橋基保護工法的規劃、設計、應用時機以及施工方法加以深入探討及分析，使橋梁工程師於橋梁設計時，有明確施工規範可供查詢，並研擬「橋基保護工設計規範(草案)」，作為鐵公路單位建造或橋梁維護工作之參考。

## 9.莫拉克颱風成主要橋梁損壞之現地調查及災因分析

莫拉克颱風於8月4日在菲律賓東北方約1000公里海面上生成，並於8月6日至9日間為臺灣地區帶來大量雨水，尤其是南臺灣，其中嘉義、高雄及屏東地區累積雨量超過2500 mm，接近年平均降雨量，造成南臺灣重大的土砂災害及淹水災害。其中高屏溪流域上游地區那瑪夏鄉、桃源鄉、甲仙鄉、六龜鄉及茂林鄉的災情更是慘重。由於高屏溪流貫上述各鄉鎮，而橋梁為其主要的交通動線連接構造，因此各主要橋梁受損或沖毀，各項救援機具、物資及人員無法及時到達災區搶救，使得高屏地區救災進度緩慢。除高屏溪流域外尚有少數主要河川橋梁斷裂損壞本研究亦一併列入調查，擬就莫拉克颱風中受損之省道主要橋梁進行災因勘查及分析。

## 10.橋河共治區基本資料調查研究

臺灣的橋梁維護復建費用龐大，管理橋梁人力有限，橋梁因颱風沖刷、地震...等因素，有些未達其設計年限即產生危險。且臺灣地質脆弱，土石易遭沖刷而崩落，導致大雨時河流常含有極高的含砂石量。在這些自然環境的影響下，臺灣的河川在雨季時，常有高流速、大流量並夾帶大量泥沙的情形出現。對橋梁及河川的穩定與安全造成極大的威脅，所以亟需極早建立完整的橋河基本資料庫，以期降低未來受災之可能性，維持橋梁壽齡及保障人民生命財產。橋河共治區資料庫範圍為大甲溪流域(石岡壩以下至出海口)，擬就橋河共治區之基本資料進行調查，包括：控制測量、數值地形測量、跨河橋梁測量及定位建立3D模型，建立橋河共治區資料庫。

## 11.橋墩沖刷之高科技即時監測系統研發、整合與應用

受台灣氣候、地形與地質特性之影響，暴雨期間河流水位高漲且流速極高，在上游區域則經常觸發土石流使得河川洪水具有高泥沙含量。此高泥沙含量洪水可將巨石浮起，順溪流向下沖刷，造成更大之衝擊與破壞力。現有橋梁與橋墩基礎沖刷深度監測的方法，不易滿足自動化即時監測之要求，或以電子式感測器為基礎在台灣常有之颱風洪水情況下很容易受雷擊或水流衝擊破壞以致於無法發揮功能。光纖感測技術相對於傳統電子感測技術的優點包括體積小、耐久性高、訊號可長距離傳輸而不受電磁波干擾與可以在同一光纖上做多點分佈式的監測。若能對光纖感測器加以適當之包裝保護，將可作為橋梁安全與橋梁基礎沖刷即時監測系統。研究計畫為橋墩沖刷即時監測之高科技研發，並整合與應用目前現有之橋墩沖刷即時監測技術。選定國道3號及臺3線東勢大橋進行感測器安裝與安全監測，感測器包括孔隙水壓計、傾斜儀、流速量測儀、水位即時監測設備及讀取系統。研究期間經歷南瑪都颱風，且完整蒐集現場監測資料，並將二座橋墩所得資料進行統合、整理與分析後，對大甲溪橋墩的安全監測，提供一實用而經濟的橋墩沖刷監測與安全判釋方法。藉由整合橋梁安全監測與分析結果，橋梁主管機關可以更有效的在確保用路人安全與便利的條件下對橋梁封閉與否做出合宜的決策。

## 12.RC橋梁材料耐久性評估與殘餘壽命預測之研究

橋梁是陸地運輸交通網的主要結構物之一，橋梁依構造材料可分為幾種類型，其中鋼筋混凝土(RC)或預力混凝土(PC)橋梁佔台灣橋梁總數的比例甚高。橋梁是公路和鐵路運輸發展的重要樞紐，橋梁承載力和通行能力扮演著全線貫通的關鍵因素，更肩負增進社會經濟發展與民眾生活福祉的樞紐角色。然而既有橋梁的劣化、老化、損傷甚至承載力不足時有發生，此因交通量超過預期地快速增加或運輸工具超載所致，修復的橋梁需要符合更高的標準。既有橋梁缺陷發生的主要原因，不外是使用中實際情況與原先設計構思的狀況有一定的差異、場址與材料選擇的錯誤、基礎方案選擇不合理或施作不當、結構

系統選擇的失誤、橋梁結構分析法選擇上的差異及施工管理不當等，可能導致橋梁品質低劣而達不到原先設計需求，若再加以暴露於惡劣的環境，更會加速橋梁結構缺陷和損傷的產生。針對既有的鋼筋混凝土橋梁，如何透過檢測手段以瞭解並評估其耐久性的狀況，進而預測其殘餘壽命是一重要的議題。從現場量測到的資料，透過有系統的分析方式，化為工程師可以理解的數據，再加以評估橋梁的耐久性現況、制定策略並評估其壽命，實為刻不容緩的課題。緣此，本計畫係針對鋼筋混凝土橋梁的材料劣化評估以及殘餘壽命預測進行研究。研究結果，可以提供評估橋梁耐久性等級的參考資料與殘餘壽命，以及針對既有的鋼筋混凝土橋梁採行維修、補強或拆除的決策參考。

### 13.橋梁通阻檢測分析模式建立之研究

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。

## 1.2 整合作業目的

整合作業計畫目的為藉由跨河橋梁安全預警系統之建立，讓橋梁各項災害資料能夠有系統化分析整理，公路管理單位人員根據本系統所萃取之災害資訊對橋梁災害進行研判及應變措施；研究人員則可利用本系統搜尋所需資料並能夠快速下載進行分析與加值運用。根據上述主要目的，總計畫之次要目的可細分為以下九項：

### 1.建立橋河共治區之水理分析模式。

水理分析模式平時可做為橋梁及河川設計時參考依循，颱風時可即時推算洪峰時間、流量、水位 等，達到橋梁預警使用。

### 2.建立橋梁沖刷檢準則。

橋梁沖刷檢測準則的制定，提供橋梁管理巡檢業務使用及颱風後開放通行決策支援。

### 3.建立橋梁監測及預警系統。

建立橋梁監測系統，有效提供沖刷深度、水位、流速、橋梁振動特性 等即時資訊，提供橋梁預警，監測結果亦可估為水理分析驗證。

### 4.提供橋梁通行使用管理決策支援。

橋梁風險評估可推估橋梁維修或改建時間並將之排序，亦可提供橋梁管理單位改善、封閉橋梁或維持通行的決策支援。

### 5.維護橋梁生命週期，建立維護復建準則。

保護工法及工程材料的確立，可使橋梁管理單位於設計、維護後建時能有所依循，並可藉由耐磨、抗衝擊的材料，延長橋壽齡。

### 6.提供道路橋梁使用資訊

替代道路網路即時查詢系統讓橋梁管理單位可以即時增加通阻資訊，道路使用者即時上網了解替代道路，避開封閉路段。

## 7.提供橋河共治區之河道使用管理方式

研提河道使用管理建議，以利橋梁管理單位與水利單位共同管理維護，以達橋梁及河道之安全使用目標。

## 8.培育橋梁安全保護專業技術人才

辦理橋梁檢測人員教育訓練及認證，並藉由總計畫培育橋梁安全保護專業技術人才，提高橋梁安全保護研究水準。

## 9.檢討修訂及建立橋河共治區內之橋維護管理等相關準則或手冊

### 1.3 整合作業研究範圍與對象

計畫以大甲溪流域橋梁作為研究對象，並針對各項橋梁災害問題進行探討，項目包含：「河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究」、「橋墩沖刷計算模式之建立研究」、「跨河橋梁安全評估之研究」、「莫拉克颱風成主要橋梁損壞之現地調查及災因分析」、「橋梁通阻檢測分析模式建立之研究」、「訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究」、「橋墩沖刷之高科技即時監測系統研發、整合與應用」、「跨河橋梁保護工法之研究」、「研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料之研究」、「橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究」、「RC 橋梁材料耐久性評估與殘餘壽命預測之研究」、「跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業」、「橋河共治區基本資料調查研究」。並將這些研究成果中各種災害資料，進行有系統分類整理於統一架構下。

## 1.4 整合作業研究內容

總計畫依課題類型分為十三項子計劃執行(如圖 1.1)，計畫如下：

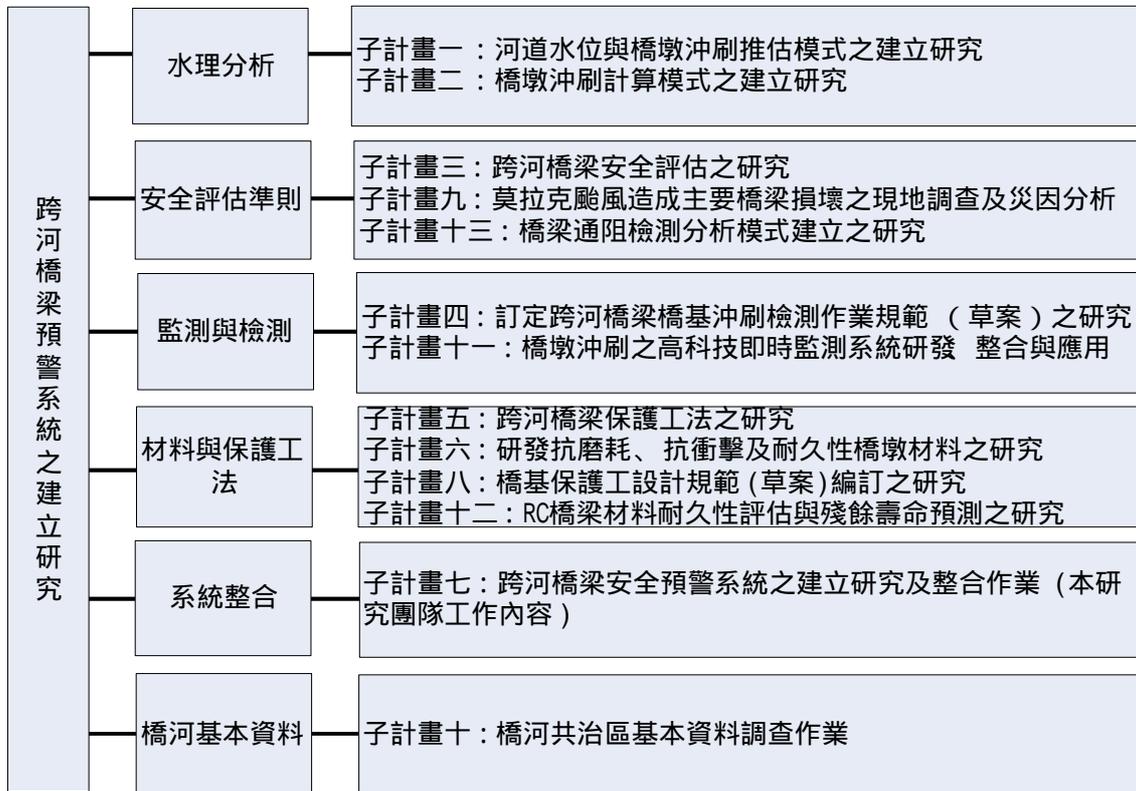


圖 1.1 研究項目與子計畫名稱

## 第二章 文獻回顧

### 2.1 前言

本計畫應用港研中心「公路防救災決策支援系統建立之研究」計畫案中研發之「災害預警資料交換機」為核心技術，開發「資料交換平台」進行資料交換工作，並導入資料倉儲概念有效管理相關資料。「公路防救災決策支援系統建立之研究」計畫案中所建置系統架構如圖2.1所示。

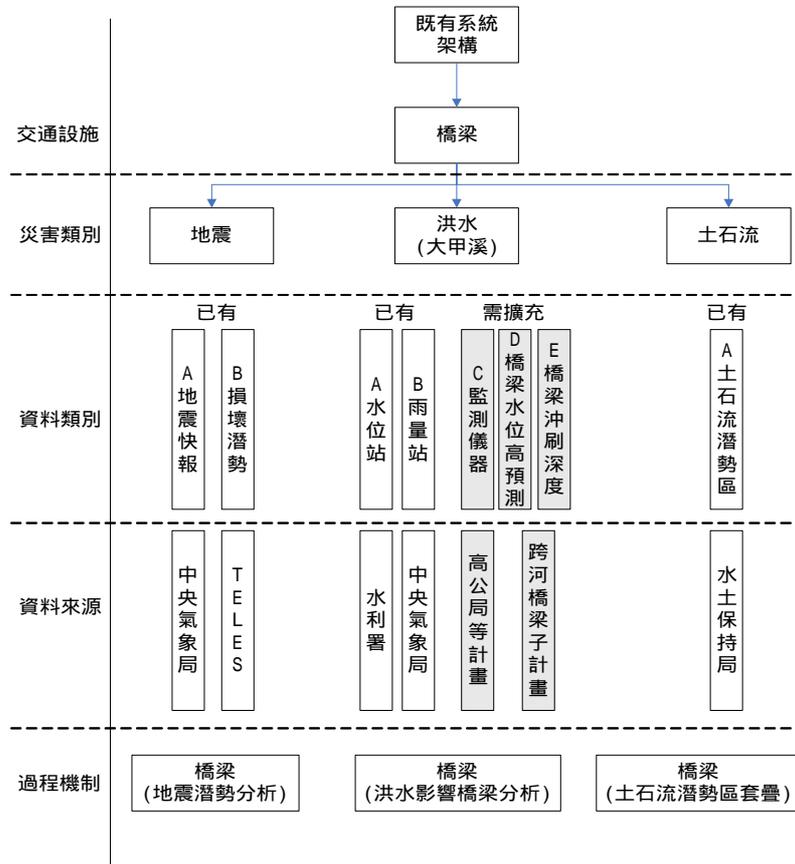


圖2.1 公路防救災決策支援系統架構圖

系統在橋梁部份考量地震、洪水及土石流等災害，其中在洪水災害類別中(如圖2.2)，僅建立上游雨量站與下游橋梁之關係。當上游發

布豪大雨預報時，對下游橋梁提出預警警報；或是由水位站進行橋梁水位高程之判斷，但並非所有橋梁皆有水位站等資訊，且缺乏一套廣泛性適用之預測模式。因此需擴充相關功能，藉由取得由不同單位所提供之監測儀器，或是整合水理分析等模式來推估當上游發生豪大雨後下游橋梁水位高程之預測值。本研究以此基本架構擴充相關功能與資料，使得整體預測與機制更為完善。

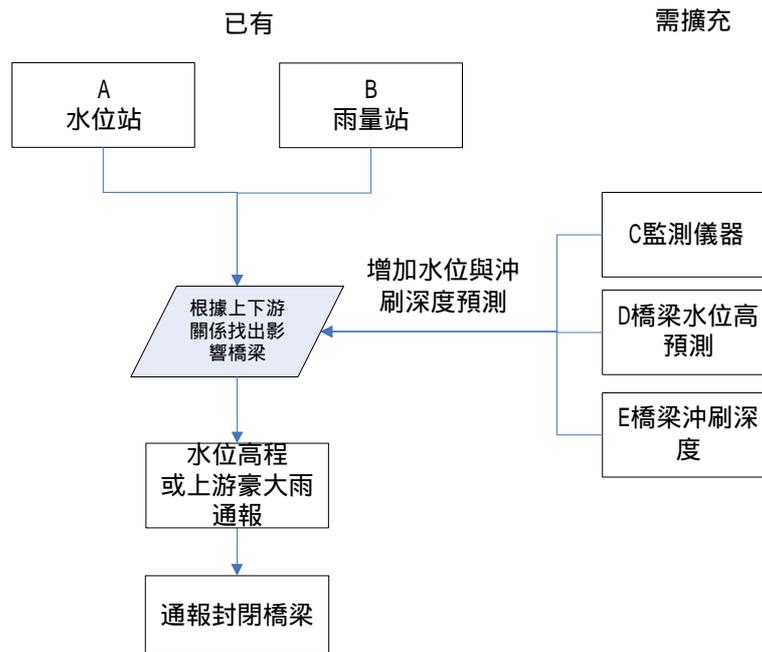


圖2.2 橋梁洪水災害分析過程圖

此外，為讓資料呈現更為完整與直覺化，本計畫亦應用Web-GIS之技術建構系統。以下針對1.公路防救災決策支援系統、2.地理資訊系統之發展及其應用及3.資料倉儲應用實例與相關研究等，三方面進行文獻探討。

## 2.2 公路防救災決策支援系統

「公路防救災決策支援系統之研究」(鄭明淵，2007、2008)中已針對目前國內外之防救災系統文獻資料及國內已發展完成之防救災決策支援系統進行資料蒐集，內容包含國內外之邊坡、橋梁、道路等之防災、救災資料及相關資料庫系統之技術等。

此計畫為達到各系統間資料交換之目的，以軟體代理人(Software Agents)為基礎，建立一資料交換平台。資料交換平台之建立，可減少資料重覆建置，增加資訊之使用率，達到資源共享之目標。其架構圖如圖2.3所示。

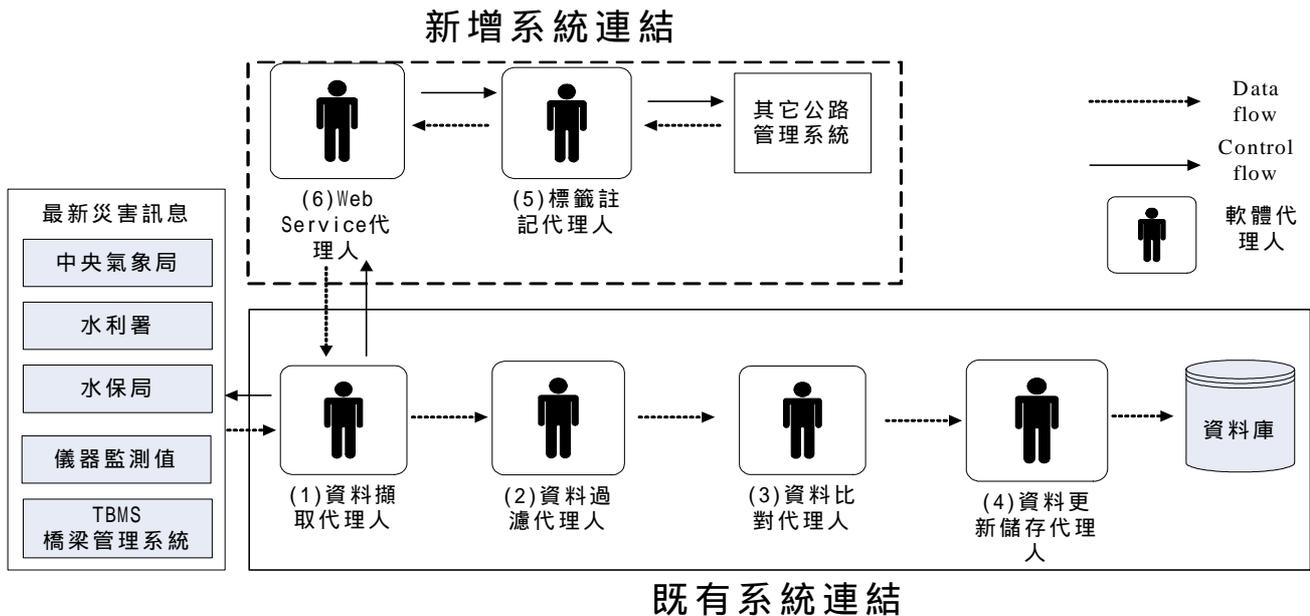


圖2.3 資料交換平台架構圖

經由此架構，各服務使用者(相關交通系統)，將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、輸入及服務)，即可連結各系統，整合各項資訊。

資料交換平台整合橋梁及坡地災害管理、預警系統於統一架構下，此整合模式未來可做為其他公路設施整合擴充之依循。此架構下將共用GIS圖層資料，並在資料庫上作相關之連結，而資料交換之工作則由代理人擔任。此整合系統預計包括以下四大功能。系統架構圖如圖2.4所示。

1. 災害預警的啟動機制。
2. 災害資訊、橋梁資料及邊坡資料的提供。
3. 災害應變措施及調查表單之系統性流程。

#### 4.自發性的通報系統。

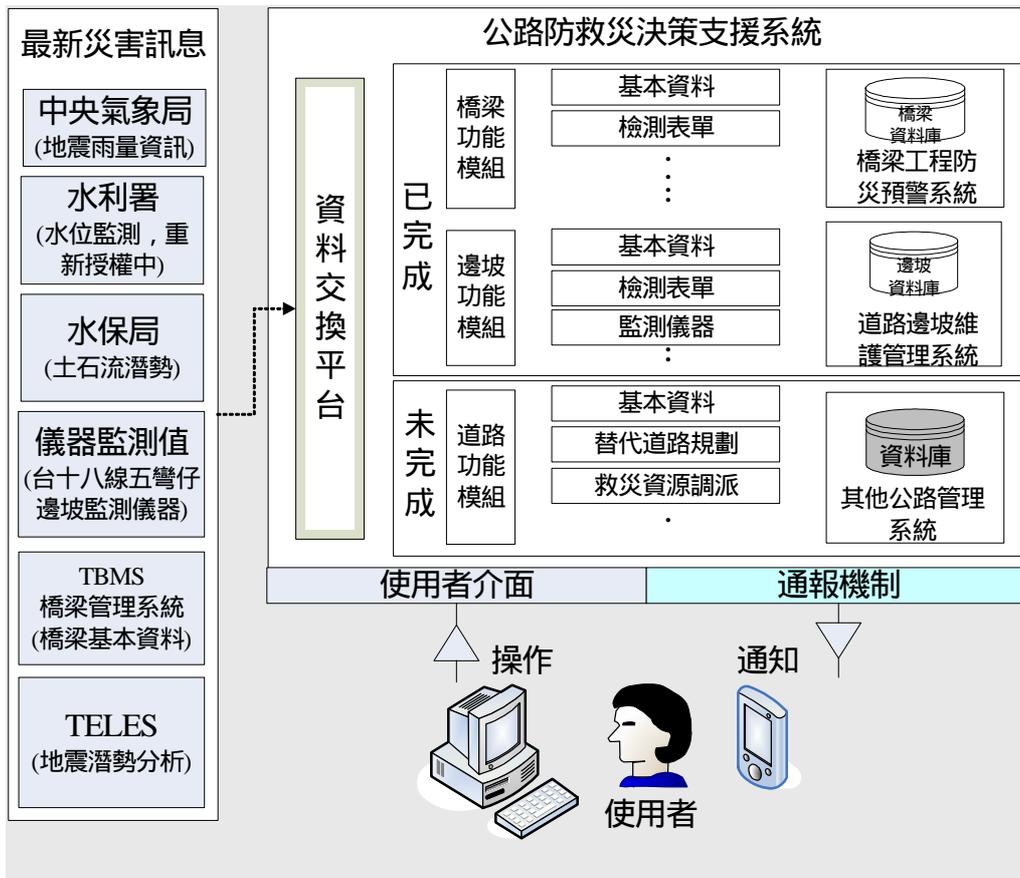


圖2.4 公路防救災決策支援系統架構圖

### 2.3 地理資訊系統之發展及其應用

地理資訊系統(Geographical Information System, GIS)是一項整合電腦科技、電腦繪圖、資料庫管理系統以及地理空間資料分析等功能的資料處理分析工具，其融合了圖形展示與表格資料庫兩方面的優點與技術，進而將傳統的地圖與資料庫結合，並具備將使用者蒐集來的空間資料進行擷取、儲存、編修、處理與分析及展示等功能，以達到資料完整、查詢便利、展示活潑等目的，可利用於土地管理、交通規劃、災害監測、污染防制等方面。

本研究運用地理資訊系統概念開發圖層、資訊顯示介面，故本章節整理地理資訊系統相關研究，以了解GIS的過程與應用。而藉由地

理資訊系統對空間分部及屬性資料的展現，可讓決策者更能有效率地制定最佳的空間資訊政策。一方面可降低災害對人類的衝擊與損失，另一方面可有效達成災害預防與災後重建的目的，並提高分析的便利性與準確度。目前國內相關研究成果如下表2-1所示。

表2-1 GIS應用於防災領域表

No	分類	名稱	技術與應用
1	整體規劃	國土資訊系統	GIS 整體規劃、示範工作、空間資料處理、應用程式、GIS 工具發展、標準化及訓練專業人才
2	防救災系統	颱風災害應變管理決策支援系統	網路地理資訊系統為展示平台，並結合氣象、坡地、洪水災害模式及即時環境監測資料。
3	防救災系統	臺北市防災資訊網暨防救災決策支援系統	提供民眾掌握，最即時颱風淹水及坡地等警戒資訊及相關災害潛勢分析資料
4	防救災系統	公路防救災資訊系統	結合衛星定位儀、攝影工具及3G之資訊傳輸方式，將公路災害之現場影像與空間資訊傳遞至相關單位

## 1.國土資訊系統

我國於1990年由經建會報請行政院，成立國土資訊系統(NGIS)推動小組，開始進行國土地理資訊系統的推動。在國土資訊系統推動小組成立之前，各部門多依各自不同的空間資訊需求進行各自的研發工作，其中較具系統者，為內政部地政司及其前身內政部地政資訊中心所主導的地政自動作業核心的遙感探測的應用研究。國土資訊系統推動小組成立初期，僅部會的組織，而後由於工作需求的增加，陸續增設12各分組及推動小組。目前國土資訊系統的相關工作內容包括GIS 整體規劃、示範工作、空間資料處理、應用程式、GIS 工具發展、標準化及訓練專業人才等專案。發展至今，我國國土資訊系統已顯示出相當大的實質效益，且其服務物件相當廣泛，加上目前專業人才日益增加，將有助於未來朝向更縝密的訊息管理工作。

## 2. 颱風災害應變管理決策支援系統

國家災害防救科技中心(NCDR)因應颱風災害應變任務發展了颱風災害應變管理決策支援系統，此系統以網路地理資訊系統為展示平台，並結合氣象、坡地、洪水災害模式及即時環境監測資料。此系統應用於災害應變作業已有三年，並持續更新改進中。藉由此系統，災害應變作業已從過去的被動搶救提升到現在的主動預警，有效的減少人員傷亡與動員的人力資源。該系統未來將導入防救災資料服務平台，利用即時GIS 資料交換技術，增加資料的來源和即時性。另外系統也將延伸建置應變需求的其它功能，期能提供更佳的防救災資訊服務。

## 3. 臺北市防災資訊網暨防救災決策支援系統

建置臺北市防災資訊網主要目的，平時提供民眾瞭解在颱風、坡地、地震等災害防治方面的豐富教育資訊，隨時學習防災之觀念，以達到全民防災及共同參與之宗旨。同時於防汛期透過網站提供民眾掌握，最即時颱風淹水及坡地等警戒資訊及相關災害潛勢分析資料及提供災害預警，使網站成為防救災領域中廣結各類資訊流通、教育宣導與即時資訊，並作為臺北市政府與民眾間相關災害防救資訊互動之交流園地。

## 4. 公路防救災資訊系統

係民國94年由交通部運輸所所開發之管理系統。此系統以地理資訊系統為基礎，結合衛星定位儀、攝影工具及3G之資訊傳輸方式，將公路災害之現場影像與空間資訊傳遞至相關單位。該系統建立時，已針對平時整備、災前預防、災中應變及災後復健提出相對應的管理模組並蒐集交通部公路總局在處理災害的過程中累積之空間與屬性資料，作為歷史災損資料分析與研究易致災路段之決策參考。系統主頁面及相關查詢界面如圖2.5~圖2.7所示。



圖2.5 公路防救災資訊系統主頁面



圖2.6 文字查詢界面



圖2.7 GIS圖形查詢界面

## 2.4 國外預警系統之開發實例

開發防災預警系統先進國家都已經投入相當多的人力及物力進行研究及發展，但各國地理環境的不同所面對的災害亦不相同，因此將會依不同的災害發展出不同的預警系統來減低災害所造成的損失。如下表2-2所示，列出了美國、歐洲、荷蘭及日本所研發的預警系統名稱及系統的開發團隊，並予以分類。

表2-2 國外開發之預警系統

No	分類	名稱	開發團隊
1	防救災系統	Integrated Decision Support System (IDSS)	太平洋災害應變中心 (Pacific Disaster Center)
2	防災系統	The European Flood Forecasting System (EFFS)	歐洲自然水部門 (European national water services)
3	防災系統	Delft Hydraulics' Flood Early Warning System (Delft-FEWS)	戴伏特水利研究所 (Delft Hydraulics)
4	防救災系統	Earthquake Early Warning (EEW)	沖電氣工業株式會社 (Miyagi Oki Electric Co.)

以下將概述上列各預警系統：

### **1.整合決策支援系統(Integrated Decision Support System ,IDSS)**

整合決策支援系統是由太平洋災害應變中心(Pacific Disaster Center)進行設計開發應用於加勒比海，系統內包含了GIS視覺化工具及分析模式，可提供災害管理人員關於災害分析、風險及潛勢評估等資訊，並可輔助計畫整備及教育訓練。

### **2.歐洲洪水預報系統(The European Flood Forecasting System, EFFS)**

歐洲自然水部門(European national water services)提升了系統預警能力在4至10天前即可發佈洪水警訊，有別於一般洪水警報為0至3天。所增加的預警時間可以讓管理人員進行災前測量；大眾可以有足夠的時間瞭解相關災情資訊；水庫亦可進行排水淨空防災；另對於其他附加災害可以提前預防。

此系統包含四大模組：

- (1)全域數值化氣象預報模組
- (2)可選取範圍的局部數值化氣象預報模組
- (3)流域水文模組(內包含了每日土壤水分平衡模式以及每小時的洪水演算模式)
- (4)高解析度洪水模組

### **3.戴伏特水利研究所-洪水預警系統(Delft Hydraulics' Flood Early Warning System, Delft-FEWS)**

此系統是由荷蘭的「戴伏特水利研究所」所開發之洪水預警報系統DELFT-FEWS，在洪水來臨前直接從網路上以XML格式截取水文資訊，並存取至資料庫中，經由水理分析模式分析後發佈警報。

### **4.地震預警系統(Earthquake Early Warning, EEW)**

系統是由「沖電氣工業株式會社」(Miyagi Oki Electric Co.)所開發，主要是運用REIC(Real-time Earthquake Information Consortium)所發佈的震波資訊，當接收到了地震波P波之後會立刻發佈警訊，並

進行撤離工作人員、關閉油氣及化學物質的供應開關避免產生二次災害及停止生產設備運作減少經濟上的損失。系統共包含了五大功能：地震災害資料的接收、震災層級的預測、警報的發佈及停止、災時相關資料顯示、災時監測及資料記錄等。

## 2.5 資料倉儲應用實例與相關研究

資料倉儲之特色為一個擁有巨大容量及提供查詢的資料庫，並可做為決策支援系統的輔助資料；也就是從不同的資料庫中，匯集成目的導向、整合性、唯讀式的資料庫，並且提供給決策者不同層級詳細的資料(Inmon,1992)。也就是說，資料倉儲的功能除了儲存資料外，還要整合資料。其運作概念是由數個獨立的資料庫中，收集各種外部資料，透過電腦的分析、比較等，將各種資訊整合轉換成有用的資料，放置於中央資料庫，提供後續決策支援分析使用。進而提供決策者一個完整而廣泛的訊息，以支援決策的制訂，藉此提昇競爭力，更容易掌握使用者需求，迅速做出最正確決定，以因應快速變動的需求，因此資料倉儲可說是決策支援系統的核心。以下概略整理國內與本計畫相關之文獻內容如表2-3。

表2-3 資料倉儲案例表

No.	分類	題目	技術與應用
1	空間資訊倉儲	臺中市政府地理資訊倉儲管理中心	導入資料倉儲技術幫助整合圖資資料、詮釋資料，實現高性能、集中化和安全性目標。
2	空間資訊倉儲	經濟部中央地質調查所空間資料倉儲	利用資料庫的大型儲存媒體，以及倉儲的概念，開發地質資料倉儲先導系統。
3	空間資訊倉儲	臺北市政府地理資料倉儲體系	以市政府組織架構之觀點來思考各局處之間的資料倉儲及流通作業，將資料倉儲節點分為：資料委託集中供應節點、網路服務供應節點及資料倉儲體系節點。
4	空間資訊與資料倉儲	公路養護資料庫	透過資料倉儲之概念，歸納整理公路養護作業之程序及其內容，設計「公路養護資料庫」，作為現行系統間資料整合之基礎。

## 1. 臺中市政府建置「地理資訊倉儲管理中心」案例：

近年來，在政府大力推動國土資訊系統下，許多政府單位已陸續建置並累積大量地理資訊資料。然而，傳統的圖資管理方式已造成流通與運用上許多問題，例如：資訊極度不透明，主要集中在少數參與推動建置作業的人員身上，使用者僅能取得零星、片段的供應資訊；供應方式缺乏彈性，造成使用者的進入障礙；未能有效擴大使用者層面，以致於資料無法充分運用。為解決上述問題，周天穎等人(2005)以臺中市政府建置「地理資訊倉儲管理中心」之過程，說明目前廣受各界討論的地理資訊資料流通供應管理的新興策略。

「地理資訊倉儲管理中心」其構想概念源自美國聯邦地理資料委員會(Federal Geographic Data Committee)所推動的空間資料交換站(Clearinghouse)計畫，並導入資料倉儲技術幫助整合圖資資料、詮釋資料，使之成為對管理單位有用的資訊，提供資料需求者經由單一窗口取得資料，以實現高性能、集中化和安全性目標，並提高資料使用率、降低資料管理成本與擴大流通共享效益，提供完整且一致的地理資訊服務。

## 2. 經濟部中央地質調查所：

經濟部中央地質調查所(2005)利用資料庫的大型儲存媒體，以及倉儲的概念，開發地質資料倉儲先導系統，目前第一期已成功整合地質圖資料庫及工程地質探勘資料庫兩個交易型態的營運資料，建構載入管理員，讓資料轉移至空間資料倉儲中，變成可直接使用的資訊，倉儲建置作業流程如圖2.8所示：

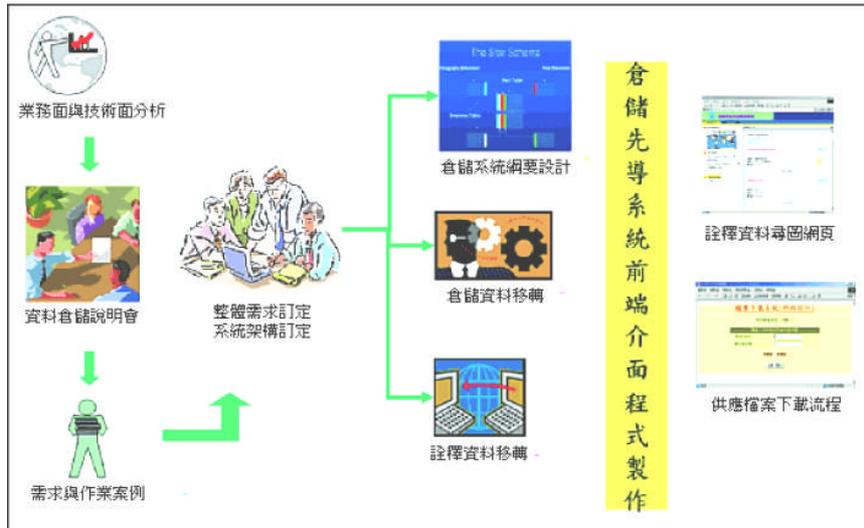


圖2.8 倉儲建置作業流程圖

此先導系統中亦建構有Web圖資瀏覽伺服器，提供網頁倉儲查詢瀏覽服務，利用空間及詮釋資料查詢或目錄主題瀏覽檢索方式調閱圖資，查詢到之圖資能以詮釋資料說明及簡圖快速瀏覽條列出來，瀏覽閱讀成果如下圖2.9：

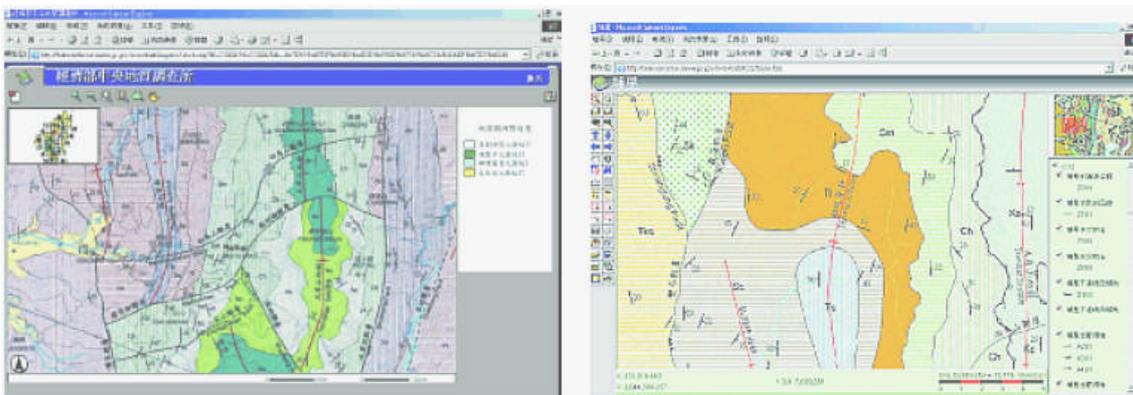


圖2.9 影像地質圖與向量地質圖瀏覽畫面

### 3.臺北市府地理資料倉儲體系：

臺北市府推動地理資訊系統已有多多年，累積了不少圖形及屬性資料庫，開發出許多的業務應用系統。這些應用系統多須整合來自許多局處的圖形及屬性資料，造成了資料需求與供應之間的重複關係。為了便於管理，乃有建置圖形資料倉儲之議。為了擴大其效果，張俊鴻等人(2006)進一步探討整合屬性資料倉儲之架構，提出可

行之策略。由市政府組織架構之觀點來思考各局處之間的資料倉儲及流通作業，將市府之資料倉儲節點分為三類：資料委託集中供應節點、網路服務供應節點及資料倉儲體系節點。彼此之間的資料供應又可以分為：目錄（詮釋資料）查詢、圖形瀏覽、資料直接下載、審核後始能下載等不同功能(如圖2.10)。

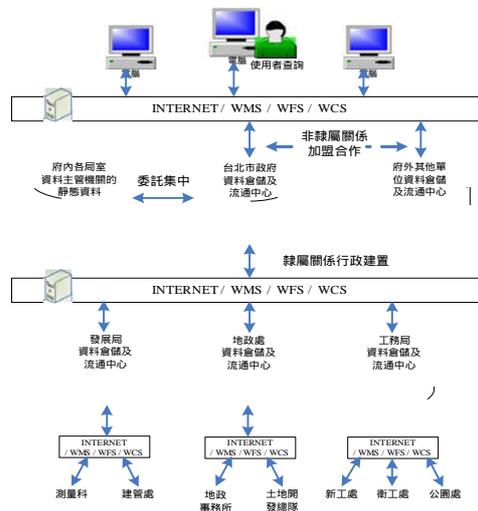


圖2.10 臺北市政府地理資料倉儲體系構想

#### 4.公路養護資料庫案例：

王文甫(2008) 透過「資料倉儲」(Data Warehouse) 之概念，針對公路養護作業之內容進行深度訪談，歸納整理公路養護作業之程序及其內容，以設計完整理想之「公路養護資料庫」，作為現行系統間資料整合之基礎。並進而分析整合現行各公路養護相關系統與養護業務相關資料，以減少重複輸入並提升資料正確性與一致性，並提出各系統間資料交換範例，以及建議現行養護系統改善之處，以作為未來開發整合性公路養護系統之參考。

## 2.6 小結

本研究將參考上述所相關文獻與技術開發成果，進行「跨河橋梁安全預警系統」之規劃與設計，建置一套以資料交換平台、資料倉儲與預警通報機制為核心之系統，並完成彙整「跨河橋梁安全預警系統

之建立研究」各子計畫、「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」及「高科技橋梁檢測系統建置試辦計畫」等各計畫內容之工作。

### 第三章 跨河橋梁安全預警系統之整合作業

#### 3.1 整合作業專案團隊組成

本計畫彙整「跨河橋梁安全預警系統之建立研究」各子計畫、「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」及「高科技橋梁檢測系統建置試辦計畫」等各計畫成果，但其項目內容繁多，因此有賴組成專案團隊監督各子計畫之進行。專案團隊組織架構，如所圖3.1示。

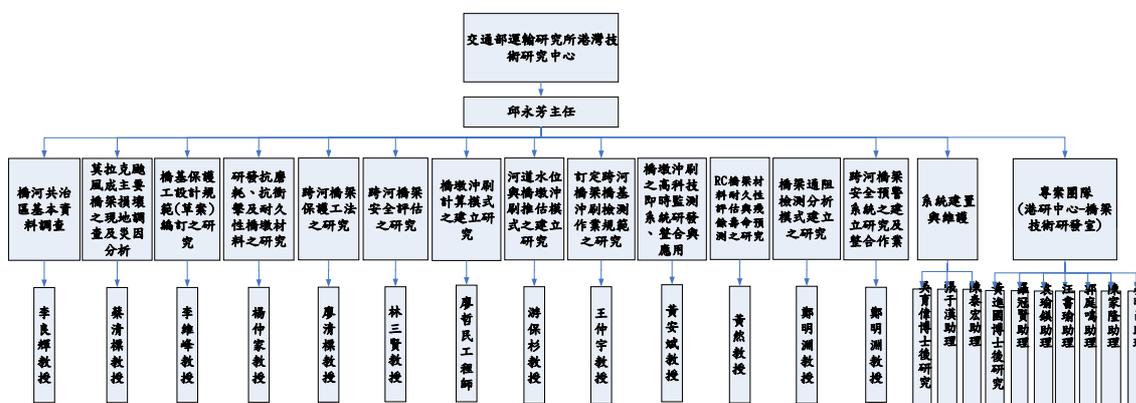


圖3.1 人員組織圖

由各計畫主持人負責分項計畫執行，顧問團則由具有相關經驗學者及專家組成，負責監督各計畫執行與建議提供。

#### 3.2 跨河橋梁安全預警系統主架構

本整合計畫共包含了十三項子計畫及一項監測計畫案，其計畫名稱及本文中的對照編號如表3-1所示。

表3-1 計畫名稱及編號表

No.	計畫名稱	目的	研究團隊	主持人
1	河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究(H1EB005)	水理分析	國立成功大學水利及海洋工程系	游保杉教授
2	橋墩沖刷計算模式之建立研究(H1EB006)	水理分析	中興工程顧問股份有限公司	廖哲民工程師
3	跨河橋梁安全評估之研究(H1EB007)	風險評估	國立臺灣海洋大學河海工程系	林三賢教授
4	訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究(H1EB008)	檢測評估	中華顧問工程司橋梁技術中心	王仲宇主任
5	跨河橋梁保護工法之研究(H1EB009)	保護工法	私立逢甲大學水利工程與資源保育系	廖清標教授
6	研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料之研究(H1EB010)	耐磨材料	國立臺灣海洋大學材料所	楊仲家教授
7	跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業(H1EB011)	整合系統	國立臺灣科技大學生態與防災中心	鄭明淵主任
8	橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究(H1EB002)	橋河法規	國立臺灣科技大學	李維峰教授
9	莫拉克颱風成主要橋梁損壞之現地調查及災因分析(H1EB004)	災因資料	國立中興大學	蔡清標教授
10	橋河共治區基本資料調查(H1EB003)	基本資料	國立高雄應用科大大學	李良輝教授
11	橋墩沖刷之高科技即時監測系統研發、整合與應用(99H1EB004)	監測系統	國立交通大學防災與水環境研究中心	黃安斌教授
12	RC 橋梁材料耐久性評估與殘餘壽命預測之研究(99H1EB005)	耐磨材料	國立臺灣海洋大學	黃然教授
13	橋梁通阻檢測分析模式建立之研究(99H1EB006)	檢測評估	國立臺灣科技大學生態與防災中心	鄭明淵主任
A	高科技橋梁即時監測系統建置試辦計畫(計畫主辦單位：公路總局、高公局、高鐵局、台鐵局四局辦理)	監測系統	財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心	張國鎮主任

計畫總目標以大甲溪河系為研究範圍，在其上游與下游各取一橋梁做探討，如圖3.2所示，建立橋河共治區之水理分析模式，研發有效低成本之橋梁監測系統，制定橋梁沖刷檢測準則，研發河道、橋墩保護工法及耐磨、抗衝擊之工程材料，並檢討現有橋梁安全保護法規，建立封橋後即時替代道路網路查詢系統，提供橋梁管理單位颱風時橋梁風險評估、監測預警及檢測開放通行等決策支援。其中橋梁監測與

檢測結果可驗證水理分析之結果，保護工法亦可由水理分析模擬來檢視其成效為何，保護工法及工程材料的選擇設置為影響到風險評估的結果，當風險評估結果需封橋時，一般道路使用者可即時上網查詢替代道路路線，最後再檢討現行規範，並訂定河道使用管理建議。

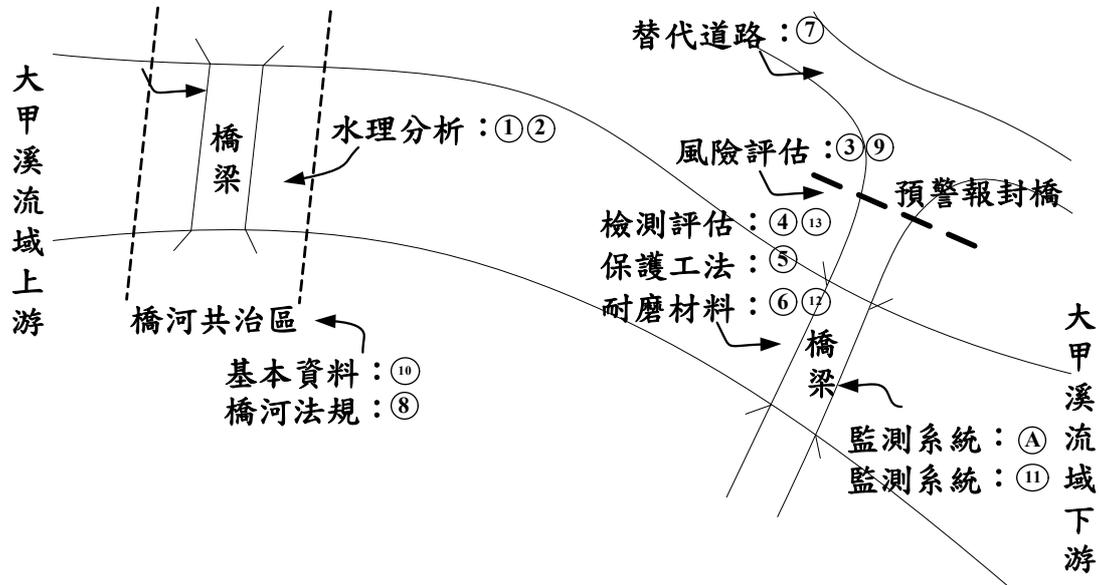
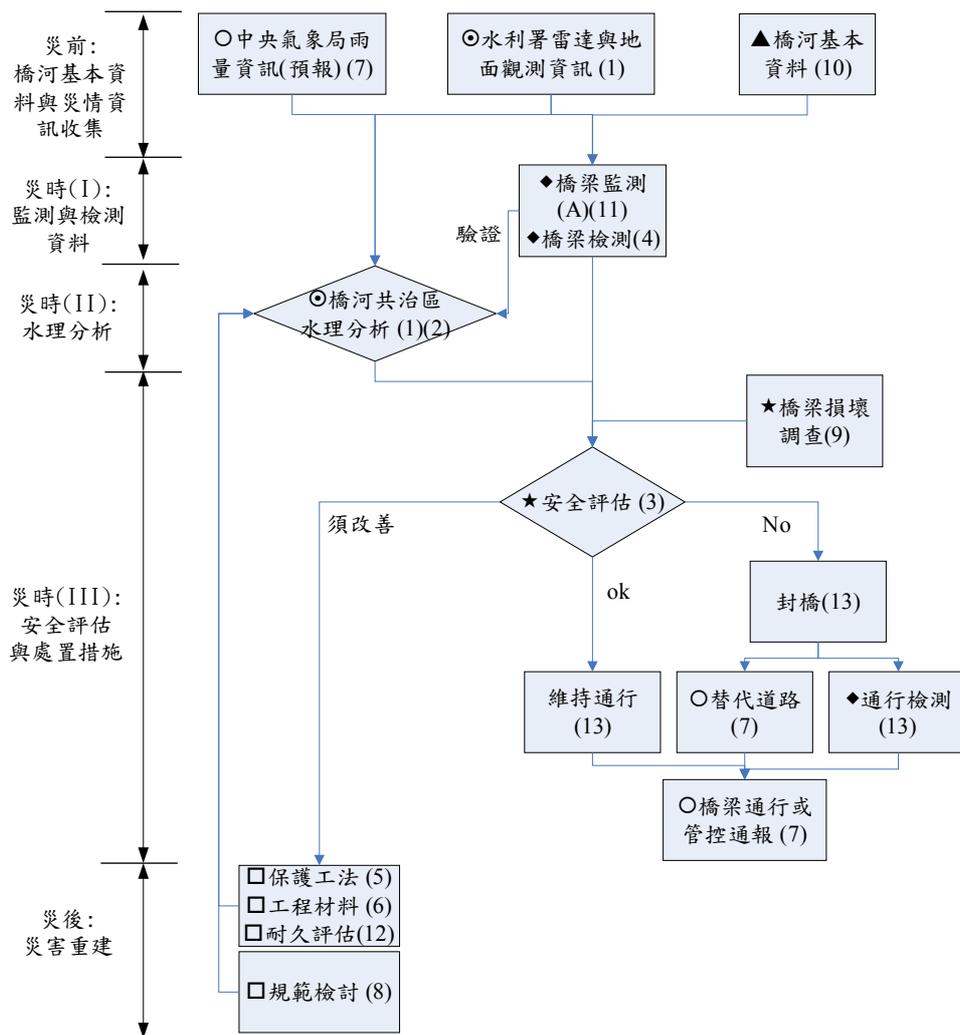


圖3.2 總計畫研究範圍與項目關聯(計畫編號參閱表3-1)

本整合計畫所包含之十三項子計畫，其計畫名稱及本文中的對照編號(表3-1)，由於各子計畫並非為獨立專案，須將各自的產出轉移為其他計畫所需的輸入值，其交互關係如圖3.3所示。



▲橋河基本資料◎水理分析◆監測與檢測  
□材料與保護工法★安全評估準則○系統整合

圖3.3 各子計畫關連性流程圖

總計畫依各子計畫之研究性質及災害發生時間點如表3-2所示，可分為災前:橋河基本資料與災情資料收集；災時(I):監測與檢測資料；災時(II):水理分析；災時(III):安全評估與處置措施；災後:災後重建等主題及系統整合等部分，其分述如下。

表3-2 計畫名稱及編號表

階段	計畫名稱
災前階段	橋河共治區基本資料調查(H1EB003)
	訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究(H1EB008)
災時階段	橋河共治區基本資料調查(H1EB003)
	(I) 高科技橋梁即時監測系統建置試辦計畫(計畫主辦單位:公路總局、高公局、高鐵局、台鐵局四局辦理)
	訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究(H1EB008)
	橋墩沖刷之高科技即時監測系統研發、整合與應用(99H1EB004)
	(II) 河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究(H1EB005)
	橋墩沖刷計算模式之建立研究(H1EB006)
	(III) 莫拉克颱風成主要橋梁損壞之現地調查及災因分析(H1EB004)
	跨河橋梁安全評估之研究(H1EB007)
	橋梁通阻檢測分析模式建立之研究(99H1EB006)
災後階段	橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究(H1EB002)
	訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究(H1EB008)
	跨河橋梁保護工法之研究(H1EB009)
	研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料之研究(H1EB010)
	RC橋梁材料耐久性評估與殘餘壽命預測之研究(99H1EB005)
系統整合階段	跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業(H1EB011)

• 災前：橋河基本資料、災情資訊收集與災前檢測

各子計畫必須瞭解並確切掌握大甲溪流域的特性，才可以使研究成果能實際應用於預警系統上，並提高其可信度，而要達到此目標需對該流域進行橋河基本資料蒐集及調查，此部分由子計畫10:「橋河共治區基本資料調查作業」執行。另外災前的橋梁檢測可提供橋梁管理

人員在災時研判橋梁安全性的參考依據，此部分由子計畫4:「訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究」執行。

#### · 災時(I)：監測與檢測資料

為讓橋梁管理人員在洪水來襲時能即時掌握現況，故需要進行監測與檢測作業。監測的部分由計畫11:「橋墩沖刷之高科技即時監測系統研發、整合與應用」與計畫A:「高科技橋梁即時監測系統建置試辦計畫」進行即時資料的蒐集；檢測的部分由子計畫4:「訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究」訂立相關檢測規範以方便災時快速巡檢。

#### · 災時(II)：水理分析

水理分析主要是以計畫1:「河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究」及計畫2:「橋墩沖刷計算模式之建立研究」提供橋河共治區沖刷潛勢分析，藉此分析結果確立河川水位及沖刷深度之關係式，提供預警系統預測河床沖刷深度的依據。

#### · 災時(III)：安全評估與處置措施

經由上述各子計畫的資料蒐集及模擬驗證，建立起橋河共治區受災時所要處理的事項及判斷依據，但還缺少了相關災害的災因分析資料可供參考及是否封橋的評估標準。因此由子計畫9:「莫拉克颱風成主要橋梁損壞之現地調查及災因分析」進行災因調查提供決策時的參考，另由子計畫3:「跨河橋梁安全評估之研究」訂立安全評估的準則，當橋梁封閉後可由子計畫13:「橋梁通阻檢測分析模式建立之研究」中所確立移動式檢測方式比較災前與災後之頻率變化，如在安全範圍內可開放通行。

#### · 災後：災害重建

橋河共治區中的橋梁，在大水來臨時易受到大水衝擊和河床沖刷而產生落橋的危險，故在災後需要有適合的材料施加補強並有能遵循規範及工法，使橋梁能面對未來大水的侵襲。本主題將子計畫5:「跨河橋梁保護工法之研究」、子計畫6:「研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性

橋墩材料之研究」及子計畫8:「橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究」納入加以討論，另外針對RC橋梁後續耐久性評估可參考子計畫12:「RC橋梁材料耐久性評估與殘餘壽命預測之研究」研究成果。

### · 跨河橋梁安全預警系統整合

本系統的整合工作是由子計畫7:「跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業」執行，主要是將各子計畫的成果資料藉由系統的統合可應用的資訊。即使用者能在平時、災時和災後都能依系統指示執行巡檢、進行即時通報及替代道路規劃等功能。

## 3.3 跨河橋梁安全預警系統整合作業

### 3.3.1 整合作業流程

總計畫需整合其他各子計畫的產出資料，在計畫執行中需與各計畫間相互配合，其工作項目如表3-3所示。

表3-3 目前已完成的項目及執行百分比

大項	細項	完成項目百分比(%)
A:資料確認	1. 擬定系統欄位需求 2. 填寫輸入輸出資料欄 3. 彙整後回傳給各團隊 4. 確認彙整後欄位正確性	○ ○ ○ ○ 100
B:系統功能擬定	1. 擬定100年6月系統完成事項 2. 各團隊確認各計畫配合完成事項 3. 調整計畫間配合事項(一維水理分析) 4. 調整計畫間配合事項(二維水理分析) 5. 功能模組整合 6. 系統功能整合	○ ○ ○ ○ ○ ○ 100
C:報告書撰寫	1. 第一次期中報告初稿 2. 各團隊期中報告內容確認 3. 第二次期中報告初稿 4. 各團隊期中報告內容確認 5. 第三次期中報告初稿 6. 各團隊期中報告內容確認 7. 第四次期中報告初稿 8. 各團隊期中報告內容確認 9. 期末整合報告初稿 10. 各團隊期末報告確認 11. 期末報告完稿	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ 100
D:系統展示	1. 系統展示(2011/12/19)	○ 100

### 3.3.2 整合作業關聯性分析

本整合計畫共包含了十三項子計畫，其計畫名稱及本文中的對照編號如表3-1所示，由於各子計畫特性不同，因此大致可以分為橋河基本資料、水理分析、監測與檢測、材料與保護工法、安全評估準則及系統整合等六大主題，本研究將各計畫之輸入與輸出資料整理並製表，分述如下。

#### 3.3.2.1 橋河基本資料

各子計畫必須瞭解並確切掌握大甲溪流域的特性，才能將研究成果能實際應用於預警系統上，並提高其可信度。而要達到此目標需對該流域進行橋河基本資料蒐集及調查，此部分由子計畫「橋河共治區基本資料調查作業」執行，而輸出(入)值如下表3-4所示。

表3-4 子計畫10「橋河共治區基本資料調查作業」輸入及輸出值

計畫名稱	輸入		研究方法	輸出	
	類別	細項		類別	細項
橋河共治區基本資料調查研究 (MOTC-I OT-98-H1 EB003)	自行調查 (10)	橋河共治區基本資料	採用雷射掃描技術 (3D Lidar) 或航空攝影，擇一測量	河床高程量測及製圖	1/1000正射影像圖
			河道數值地形模型建立		
					河床斷面之間距為地面100公尺並製作向量斷面圖
					重要地形地物之標示：包括跨河橋梁、堤防、河岸保護工、跌水工、攔河堰、植生地類別、構造物（包括駁坎、欄杆、其他構築物等）等
			運用3D雷射掃描技術、近景攝影及角距監測技術等三種方式測量	跨河橋梁測量及建模（測量範圍：台1線大甲溪公路橋）	建立3D模型

### 3.3.2.2 水理分析

水理分析主要是以「河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究」及「橋墩沖刷計算模式之建立研究」提供橋河共治區沖刷潛勢分析，藉此分析結果確立河川水位及沖刷深度之關係式，提供預警系統預測河床沖刷深度的依據，而這二計畫中所需的輸出及輸入資料如下表3-5及表3-6所示。

表3-5 子計畫1「河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究」輸入及輸出值

計畫名稱	輸入		研究方 法	輸出		
	類別	細項		類別	細項	
河道水位 與橋墩沖 刷推估模 式之建立 研究 (H1EB005)	上游降雨預報(7)	1. 雨量站觀測 2. 雷達降雨觀測 3. 雨量站地理特性(高程、座標)	支撐向 量回歸 修正與 WRF模 式預報 作業	石岡壩上游 集水區雷達 降雨修正與 預報	1. 雷達降雨 修正 2. 未來一小 時降雨趨 勢預報	
	自行調查(1)	1. 資源衛星影像 2. 數值地型模型 3. 土壤圖 4. 土地利用圖 5. 未來一小時雨量 6. 大甲溪電廠操作規則 7. 石岡壩操作規則	分布形 格網式 降雨逕 流模式	石岡壩入流量 與放流量 估算	1. 暴雨事件 時未來一 小時石岡 壩的入流 量 2. 暴雨事件 時未來一 小時石岡 壩的放流 量	
	橋河基本資料(10)	1. 大甲溪河道斷面調查				
	上游降雨預報(7)	1. 大甲溪水位站觀測資料	水理模 式演算	河道水位預 報		1. 國道一號 橋水位計 算 2. 國道三號 橋水位計 算
	橋梁監測資料(A)	1. 國道一號與三號橋水位觀測資料				
	自行調查資料(1)	1. 石岡壩放流量				
	橋河基本資料(10)	1. 橋墩特性資料 2. 河床特性	橋墩沖 刷深度 推估	沖刷深度計 算分析		1. 未來一小 時國道一 號橋沖刷 深度 2. 未來一小 時國道三 號橋沖刷 深度
自行調查資料(1)	1. 水流特性 2. 未來一小時國道一號與國道三號橋水位					

表3-6 子計畫2「橋墩沖刷計算模式之建立研究」輸入及輸出值

計畫名稱	輸入		研究方法	輸出	
	類別	細項		類別	細項
橋墩沖刷計算模式之建立研究 (H1EB006)	橋梁監測資料 (A)	1. 上游水位 2. 流量	數值模擬	河道水位預報	1. 水位 2. 流速
	自行調查(2)	1. 含砂濃度		沖刷深度計算分析	1. 沖刷深度
	橋梁監測資料 (A)	水位沖刷深度	檢定與驗證		

### 3.3.2.3 監測與檢測

為讓橋梁管理人員在洪水來襲時能即時掌握現況，並能在災前能依規範做好橋梁檢測作業以減少發生落橋的機會，故需要進行監測與檢測作業。監測的部分已經由計畫11:「橋墩沖刷之高科技即時監測系統研發、整合與應用」與計畫A:「高科技橋梁即時監測系統建置試辦計畫」進行即時資料的蒐集；檢測的部分由子計畫「訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究」負責訂立相關檢測規範以便災前巡檢。計畫中所需的輸出及輸入資料如下表3-7所示。

表3-7 子計畫4「訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究」  
輸入及輸出值

計畫名稱	輸入		研究方法	輸出	
	類別	細項		類別	細項
訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究 (H1EB008)	橋梁監測資料 (A)(11)	1. 河川即時水位 2. 沖刷深度 3. 即時流速 4. 上游水位站之水位	沖刷檢測規範之洪水事件中檢測	封橋標準	1. 是否達到封橋水位 2. 是否達到容許沖刷深度 3. 上游水位是否突然暴增
	水理分析成果 (1)(2)	推估洪水事件中的水位		洪水事件中檢測目標之依據	洪水事件中可能水位高度
	水理分析成果 (1)(2)	推估洪水事件中的沖刷深度			洪水事件中可能沖刷深度
	警戒行動指標(3)	推估容許沖刷深度			洪水事件中可能沖刷深度

### 3.3.2.4 材料與保護工法

橋河共治區中的橋梁，在大水來臨時易受到大水衝擊和河床沖刷而產生落橋的危險，故在災前需要有適合的材料進行補強並有能遵循的相關規範及工法，使橋梁能面對大水的侵襲。本主題將子計畫「研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料之研究」、「跨河橋梁保護工法之研究」、「RC橋梁材料耐久性評估與殘餘壽命預測之研究」及「橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究」納入加以討論，下表3-8~表3-11為這三項子計畫各自所需要的輸入及產出的輸出值。

表3-8 子計畫8「橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究」輸入及輸出值

計畫名稱	輸入		研究方法	輸出	
	類別	細項		類別	細項
橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究(H1EB002)	橋基保護工相關文獻參考(8)	橋梁原始設計資料	基本資料蒐集	保護工設計規範	橋基保護工設計規範(草案)
		歷史災害資料			
		河川治理資料			
		現行橋梁耐洪能力評估依據	橋梁沖刷現況調查與檢測		
		沖刷檢測作業			
		橋梁沖刷現況初步評估			
		地質(河床質)調查	現地調查		
		地形調查			
		橋梁關連結構物調查			
		河川特性分析	河川特性與沖刷機制評估		
		水文分析			
		水理分析			
		河道沖淤推估			
		橋基局部沖刷分析			
		橋基沖刷潛勢綜合評估	橋基受沖刷穩定性分析		
		橋基沖刷破壞型態			
		基礎承载力分析			
		樁身挫曲破壞分析	橋基保護及補強工法設計		
		樁身前力、彎曲破壞分析			
		載重因素與組合			
		保護工法分類			
		保護工法選擇考量			
		包墩式保護工法			
		灌漿保護工法			
		排樁圍繞工法			
		基礎補強工法			
		橋基更換工法			
		柔性攔砂堰工法			
		剛性攔砂堰工法			
		蛇籠工法			
		拋石工法			
		混凝土護坦工法			
		混凝土塊排置工法			
貨櫃式石籠緊急保護工法					
河道治導工法					
保護工效益評估	保護工法效益評估與功能檢測				
橋基功能檢測計畫					

表3-9 子計畫5「跨河橋梁保護工法之研究」輸入及輸出值

計畫名稱	輸入		研究方法	輸出	
	類別	細項		類別	細項
跨河橋梁保護工法之研究 (H1EB009)	橋河基本資料(10)	斷面測量資料	河工模型試驗	試驗結果	1. 沖刷坑長度 2. 沖刷坑寬度 3. 沖刷坑深度
		橋墩結構及型式			
	自行調查資料(5)	1. 河床質採樣資料			
		2. 橋河共治區鄰近水工結構物			
		3. 歷年颱風前後斷面測量資料			
	橋梁監測資料(A, 11)	流量資料			
		水位資料			
	橋梁保護工法(5)	橋墩保護工法		工法適用性評估	河道及橋墩保護工法適用性
		河道保護工法			
	橋河基本資料(10)	橋墩型式		斷面(渠槽)	試驗結果
試驗參數輸入值	試驗水深	沖刷坑寬度			
	試驗覆土高度	沖刷坑深度			
	試驗流量	迴歸分析結果	橋墩沖刷公式修正		

表3-10 子計畫6「研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料之研究」輸入及輸出值

計畫名稱	輸入		研究方法	輸出	
	類別	細項		類別	細項
研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料之研究 (H1EB010)	橋梁保護工法(5)	河道沖刷對橋墩保護工法之影響速率	材料試驗研究	研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料	混凝土組成材料磨耗性能
	橋梁檢測資料(4)	1. 沖刷檢測頻率 2. 沖刷檢測項目	材料試驗研究		抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料性能設計
	自行調查(6)	1. 河道輸砂量 2. 流出量 3. 流入量	材料試驗研究		抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料性能設計

表3-11 子計畫12「RC橋梁材料耐久性評估與殘餘壽命預測之研究」輸入及輸出值

計畫名稱	輸入		研究方法	輸出	
	類別	細項		類別	細項
RC橋梁材料耐久性評估與殘餘壽命預測之研究 (99H1EB005)	橋河基本資料(10)	1. 橋梁基本資料	層級分析法	橋梁材料耐久性評估與殘餘壽命	材料耐久性
	橋梁保護工法(5)	1. 相關保護工法			殘餘壽命
	自行調查(12)	1. 耐久性影響因子			

### 3.3.2.5 安全評估準則

經由上述各子計畫的資料蒐集及模擬驗證，建立橋河共治區受災時所要處理的事項及判斷依據。但於安全評估準則中將彙整相關災害的災因分析資料可供參考及是否封橋的評估標準。因此由子計畫「莫拉克颱風成主要橋梁損壞之現地調查及災因分析」進行災因調查提供決策時的參考，另由子計畫「跨河橋梁安全評估之研究」訂立安全評估的準則。當橋梁封閉後可由子計畫13:「橋梁通阻檢測分析模式建立之研究」中所確立移動式檢測方式比較災前與災後之頻率變化，如在

安全範圍內可開放通行。三子計畫所需的輸出(入)值如下表3-12至表3-14所示。

表3-12 子計畫9「莫拉克颱風成主要橋梁損壞之現地調查及災因分析」輸入及輸出值

計畫名稱	輸入		研究方法	輸出	
	類別	細項		類別	細項
莫拉克颱風成主要橋梁損壞之現地調查及災因分析 (H1EB004)	自行調查(9)	基本資料表(興建年份、結構特性及相關保護設施)	資料蒐集、現地調查與分析	橋梁受災成因	受災成因類別 受災機制 受災過程
		橋梁、相關保護工竣工圖說			
		橋址附近相關地質資料		提出未來研擬議題	漂流木掛淤影響 堰塞湖潰壩效應 橋面版遭越流、溢淹後之壓力流特性
		流域概述 治理規劃報告			
颱風資料					
		降雨資料			
		河川水位、流量資料			
		潮汐資料			
		橋梁受損情形			
		橋梁受災成因			

表3-13 子計畫3「跨河橋梁安全評估之研究」輸入及輸出值

計畫名稱	輸入		研究方法	輸出	
	類別	細項		類別	細項
H1EB007跨河橋梁安全評估之研究	水理分析成果(1)(2)	1. 水流流速	數值分析	容許沖刷深度 容許水位高度 容許水流流速	警戒水位 分析流程 建議
		2. 水位高度			
	3. 沖刷深度				
	橋梁保護工法(5)	工法適用性評估			
	橋梁材料劣化(6)	1. 材料參數折減			
	橋梁監測資料(A)(B)	1. 水流流速 2. 水位高度 3. 沖刷深度			

表3-14 子計畫13「橋梁通阻檢測分析模式建立之研究」輸入及輸出值

計畫名稱	輸入		研究方法	輸出	
	類別	細項		類別	細項
橋梁通阻 檢測分析 模式建立 之研究 (99H1EB00 6)	橋河基本 資料(10)	1. 結構設計圖 2. 施工圖	側推 分析 與人 工智 慧推 論	橋梁耐震 能力	橋梁Ay與Ac 易損性曲線
	自行調查 (12)	1. 橋梁振動頻 率 2. 大氣腐蝕因 子			

### 3.3.2.6 系統整合

本系統的整合工作是由子計畫「跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業」執行，主要是將各子計畫的成果資料藉由系統的統合可應用的資訊。即使用者能在平時、災時和災後都能依系統指示執行巡檢、進行即時通報及替代道路規劃等功能，以下將於表3-15中列出所需的輸出及輸入資料。

表3-15 子計畫7「跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業」輸入及輸出值

計畫名稱	輸入	研究方法	輸出
	類別		
跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業 (H1EB011)	水理分析成果 (1, 2)	運用資料交換平台整合各項資料至資料倉儲，並配合預警通報機制發出警戒行動通報	1. 各項災情彙整 2. 警戒與行動指標 3. 預警通報 4. 替代道路規劃 5. 上游降雨預報
	警戒行動指標 (3)		
	橋梁檢測資料 (4)		
	橋梁保護工法 (5)		
	橋梁材料劣化 (6)		
	橋河法規 (8)		
	橋梁災損資料 (9)		
	橋梁屬性資料 (10)		
	環境現況資料 (10)		
	橋梁監測資料 (A, B)		

並根據上表3-4~表3-15，整理各計畫將採用之資料表單繪製圖3.4，後續步驟中進行橫向整合，運用資料交換平台提供資料分享介面，供各計畫進行資料更新、資料查詢、加值運用與資料共享。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。

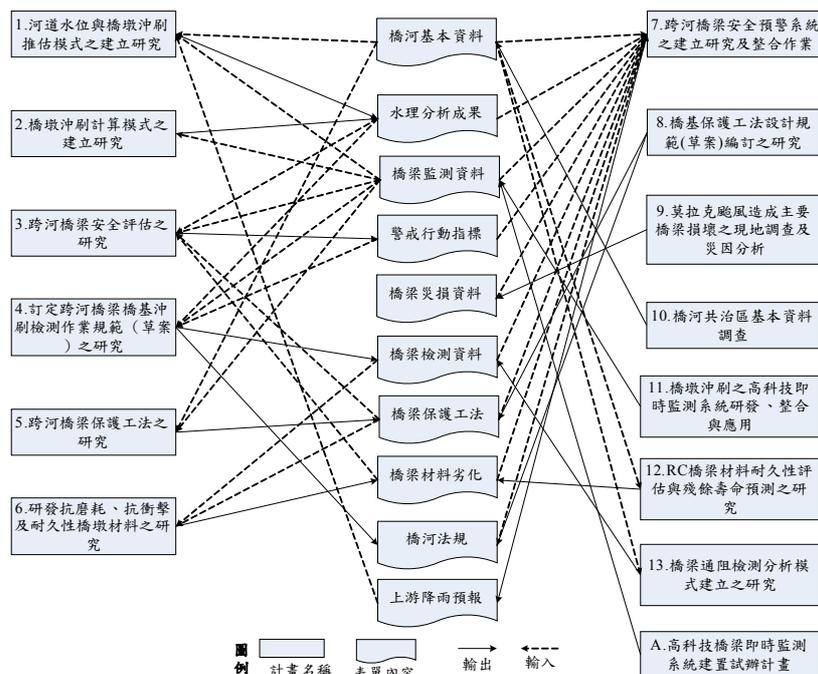


圖3.4 子計畫資料表關係圖

## 第四章 跨河橋梁安全預警系統整合

「跨河橋梁安全預警系統之建立研究」已針對大甲溪橋梁災害預警各項課題做深入之探討，然而這些研究成果如何進行橫向整合，並與防災預警通報體系結合，以提升橋梁防災預警時效為一重要整合課題。因此，本計畫以計畫7:「跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業」成果中所建置「跨河橋梁安全預警系統」整合各項資訊並建置對應之預警通報機制，其架構分為資料交換平台、資料倉儲與預警通報機制等。

- 1.資料交換平台:擬應用港研中心「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」，建置資料交換平台，統整各項資訊。透過通報機制，於洪水災害發生時，第一時間收集監測資料與災害分析研判，並將結果即時透過各項通訊管道(電話、手機簡訊與E-mail等)回報災情與範圍，提升救災效率，減少災情之損失與避免人員之傷亡。
- 2.資料倉儲:為了解決各研究團隊介面整合與資源共享等問題，因此此階段將根據資料倉儲理念進行資源整合，研究資源項目包含GIS圖層、儀器監測值、氣象報告、水文資料、橋梁基本資料、橋梁安全評斷標準及相關法規與規範等資訊。本研究同樣以災害預警資料交換機為核心建置資料倉儲伺服器，運用資料交換平台提供資料分享介面，供各子計畫進行資料更新、資料查詢、加值運用與資料共享，同時評估目前本所港灣研究中心所建置之「交通工程防災預警系統」之資料庫架構、內容及關連性，檢討不同災害類別的防災需求並進行整合，以避免資料重複建置。此階段亦將各子計畫所確立之橋梁分析研判準則電腦化，整合至「跨河橋梁安全預警系統」中，以利橋梁地震災害防災預警之用。
- 3.預警通報機制:最後，為了維護橋梁不同階段之安全，本計畫建置預

警通報機制，將以往僅著重於災害救援的層級更向前推進至災害預防，根據其他各子計畫所確立診斷標準，進行電腦分析研判，對橋梁現況進行有效的監控管理，以降低災害來臨時所造成之損害；而災害來臨時，提供第一時間系統性緊急措施的決策建議，將助於減少災害擴大的可能性。

## 4.1 跨河橋梁安全預警系統概念分析

### 1.系統概念分析

為達到整合各子計畫資訊並即時分享數據分析成果，本研究擬以災害預警資料交換機為核心建置資料倉儲伺服器，並運用資料交換平台提供資料分享介面，供各子計畫進行資料更新、資料查詢、增值運用與資料共享。同時評估目前資料庫架構、內容及關連性，檢討不同災害類別的防災需求並進行整合。進一步規劃「跨河橋梁安全預警系統」之資料倉儲架構，根據第一階段中分析各子計畫案間之資料需求，確立出的各計畫輸出與輸入資料。分析其共同性與相異性，確立共用之儲存欄位，制訂資料倉儲資料庫格式ER-model，避免資料重複建置。最後將資料儲存於資料倉儲，並允許透過網頁對資料倉儲進行資料查詢。

### 2.系統使用需求

本計畫將整合各子計畫研究成果，使得橋梁災害中洪水沖刷等相關研究內容能相互分享，且研究人員可參考彼此間之研究成果，減少研究資源浪費。另外，研究成果能提供跨河橋梁安全預警系統增值應用，提升公路管理人員災害管理能力。因此，需要一套架構於網際網路下之系統，可讓公路管理單位及各子計畫研究人員能夠在不同平台皆能瀏覽相關資料。另外，為了資料易於辨識，網頁中使用GIS圖形化介面，方便使用者查詢。故本系統開發將需滿足以下三大目標：

- (1)易於進行資料查詢及分析
- (2)提供橋梁基本、災害、監測相關資訊

### (3)GIS圖形化網頁介面

#### 3.系統發展概念研擬

本計畫根據系統使用需求的目標，發展規劃將分為四個部份：1. 對話介面、2.資料管理、3. 資料交換平台、4. 模式管理，如圖4.1所示。1.對話介面：重點在網頁的開發，讓使用者能夠經由網頁查詢所要資料；2.資料管理：透過Microsoft SQL Server建立關聯式資料庫(Relational DataBase)；然後根據不同資料類型採用符合其特性之管理模式，建置資料倉儲；3.資料交換平台：可定時將相關資料進行擷取轉換儲存於資料倉儲；4.模式管理：模式管理中包含橋梁安全評斷機制與預警通報，其中安全評斷機制，將依據各子計畫所訂定之橋梁監測標準，可於災害來臨前事前提出預警通報，避免災情擴大。由系統中四個部份相互配合後，透過資料交換平台擷取各項資料，儲存於資料倉儲中。使用者可藉由網頁進行資料查詢，另外系統能將資料匯出供其他系統應用。

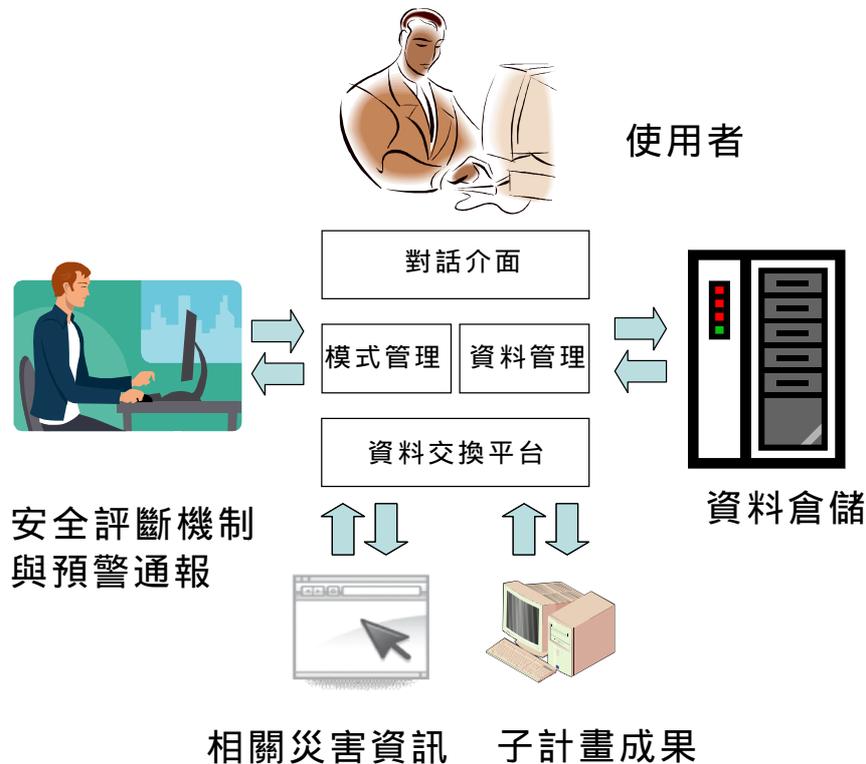


圖4.1 系統組成圖

## (1)對話介面

「對話介面」係使用者與系統間溝通之主要管道，亦稱之為「使用者介面」(User Interface)，設計時係從使用者的角度來建構系統，以確保使用者操作時之親善性，同時有效地傳達控制指令與變數。以下分別針對「人機配合」與「設計技巧」兩部份加以說明：

### a.人機配合

對話格式是系統與使用者間之溝通方式，本系統之人機介面對話格式有下列兩種：

- (a)清單對話 (Menu Dialogs)：可讓使用者在一個列有所有功能的清單中選擇欲執行之功能。
- (b)輸入 / 輸出表對話 (Input /Output Form Dialogs)：輸入表格提供使用者輸入命令與資料，輸出表格為系統所產生之回應訊息。

### b.設計技巧

設計技巧的首要考量，在於系統如何傳達訊息給使用者，及接受使用者的操作指令。本研究將系統架構於伺服器(Server)上，以瀏覽器(Browser)作為對話管理之介面軟體，並使用下拉式清單(Menu)、命令鈕(Command Button)、選項鈕(Option Button)及捲軸(Scroll Bar)等工具，讓使用者在操作與執行時，淺顯易懂，因而減少使用者學習系統操作所需之時間，並降低操作指令輸入次數，提升作業效率。

## (2)資料管理

建置資料倉儲之前，本研究先評估目前各子計畫資料架構、內容及關連性，檢討不同災害類別的防災需求並進行整合，規劃資料倉儲架構。進一步分析各子計畫案之資料需求，制訂資料倉儲資料庫格式 ER-model，避免資料重複建置。系統中文字及數值

等資料均是以資料庫的形態儲存,並且以關聯式資料庫( Relational DataBase ) 來聯結不同資料庫間的資料, 然後再運用資料庫結構式查詢語言( Structured Query Language,SQL ), 以 Select , Form , Where 等組合子句來存 / 取、查詢、修改、刪除及新增資料庫中的資料, 進而達到資料管理的功能。本系統之資料庫包括橋梁基本資料、災害資訊資料、破壞模式、補強技術、評估表單等資料。在資料的建構與管理方面,本研究規劃以 Microsoft SQL SERVER 作為制定資料表之工具。

### (3)資料交換平台

各計畫成果資料發佈方式皆不相同, 包含資料庫、網頁、FTP 等, 為彙整各資料內容, 將藉由資料交換平台統合不同軟體代理人對不同資料, 定時做資料擷取、比對及更新等工作, 並轉為標準 XML 文件, 提供有關單位做資料分享。

### (4)模式管理

本研究採用瀏覽器作為模式管理之介面軟體。各項資料以專屬模式方式進行管理, 而且各個模式均可配合資料的改變來更新模式中的參數, 使模式能應付現實狀況的改變, 同時亦可反覆執行指定模式, 以確保使用者可以得到所需之分析資料, 進而達到模式管理的功能。除了公路防救災既有之功能模組外, 另規劃新增以下模組:

#### a.橋梁災害資料管理模組

橋梁災害資料管理模組主要目的為統整橋梁各種災害資訊, 包含橋梁基本資料、橋梁環境現況資料、橋梁監測資料、各災害分析成果橋梁各種保護工法及研發抗磨耗、抗衝擊及耐久橋墩材料之研究成果及歷年災損資料。

#### b.橋梁相關法規資料管理模組

橋梁相關法規資料管理模組其主要管理各國橋梁法規及子計畫成果建議提供給相關橋梁管理單位作為參考。

#### c. 跨河橋梁監測預報資料模組

此模組以 GIS 方式呈現大甲溪流域橋梁現況與未來三小時內之預測狀況，可讓管理者於單一介面綜整大甲溪流域資訊。

#### d. 歷年災損資料模組

此模組根據子計畫調查莫拉克颱風對台灣橋梁重創下之災損紀錄，進行資料彙整並建置資料庫，以便於後續查詢使用。

### 4. 系統架構擬定

系統將以資料交換平台為核心，負責所有資料進出管理，平時會定時從氣象局、水利署、監測儀器及各子計畫成果等擷取資料進行分析、比對及更新，並將資料存入資料倉儲。

### 5. 系統開發工具與使用者環境

本系統所規劃之開發環境如圖4.2所示。而所需之軟硬體設備如下：

- (1) PC 2.0GHZ以上之個人電腦（具備2048MB以上記憶體）
- (2) Microsoft Windows 2008 Server中文視窗軟體
- (3) Microsoft SQL Server應用軟體
- (4) Sun JavaServer Pages
- (5) Java 2 SDK
- (6) ESRI Arc-GIS Server

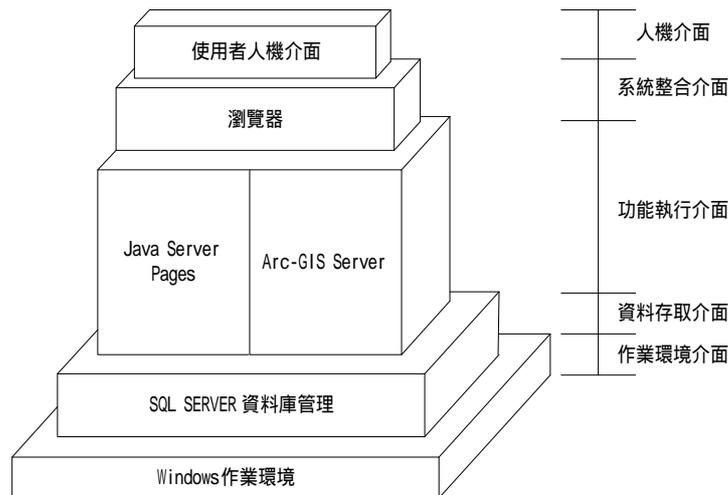


圖4.2 系統作業環境圖

使用者所需具備之軟硬體如下：

- (1) PC2.0GHz以上之個人電腦（具備1024MB以上記憶體及網路連線環境）
- (2) Microsoft Internet Explorer 8.0 以上版本

## 4.2 系統軟硬體建構

本系統因服務項目多且使用者眾，單一伺服器可能造成效能不佳，故本系統建置採用三個伺服器，各伺服器能夠專司其職以讓伺服器效能達最佳化利用，如圖 4.3 所示，網頁伺服器搭載 Microsoft Windows Server 作業平台，負責網頁服務；資料庫伺服器搭載 Microsoft SQL Server，負責各項資料儲存與讀取；GIS Server 搭載 ESRI 公司所開發 ArcGIS Server，負責所有 GIS 所有服務之處理。三台伺服器負責整合系統所有服務。研究團隊輔助運輸研究所港灣研究中心，架設主系統於港灣研究中心內部，而備援系統則放於台灣科技大學生態與防災工程研究中心，兩系統將定期交換資料，相互備份避免資料遺漏。

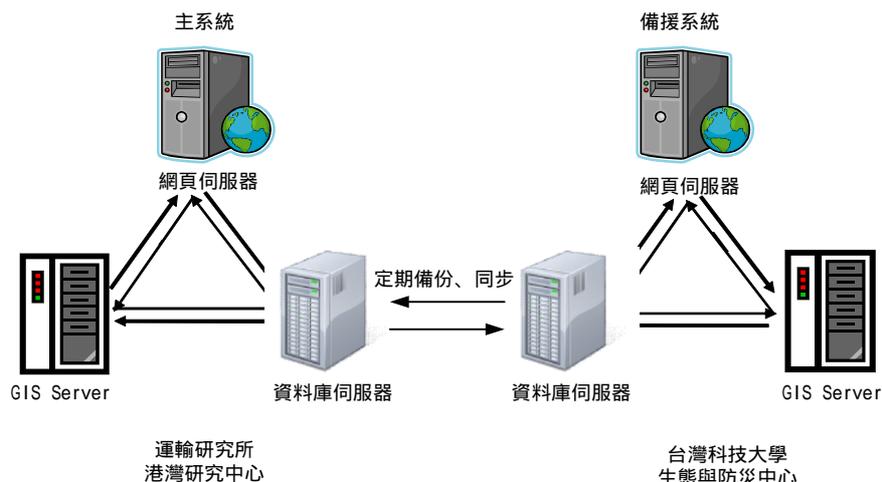


圖4.3 伺服器群組架構圖

上述硬體設施已採購並架設完成，所安裝軟體與功用如下表所示。

表4-1 伺服器規格與功用

規格	數量	功用
數位式8埠KVM電腦切換器	1	以單一螢幕與鍵盤等介面操作三套電腦系統。
機架型5000VA在線式(ON-Line)不斷電系統	1	斷電時，提供系統至少十分鐘以上運作時間，可於此時間內轉換電源系統為柴(汽)油發電機。
有網管功能之高速乙太網路供電交換器(具Power Over Ethernet功能)8埠10/100BaseTX)	1	提供系統網路運作架構。
高階伺服器(Quad-Core Intel Xeon MP 1.6GHz 二顆)	3	皆採用MS JSP網頁架構、TELES、Agent
		Sever 2008作業 Arc GIS Server
		系統 Arc GIS Desktop
機架式2U SCSI to SATA或SAS to SATA磁碟陣列儲存系統	3	備份網頁伺服器資料
		備份GIS Server資料
		備份資料庫伺服器資料

### 4.3 建置資料交換平台

本階段將各子計畫成果內容彙整統合，然而各子計畫由不同單位執行，造成資料傳遞的困難且難以整合。為解決此問題，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，最後針對不同子計畫資料輸出方式，將資料格式轉換為標準 XML 文件，供其他研究團隊利用。以下簡單介紹資料交換平台機制及流程。

代理人技術已被應用在各種不同的領域，例如計畫排程、資訊檢索等，藉由此項技術的運用可以減少工作量以及資訊量(Information Overload)，使用者可以指派代理人完成特定的任務或是與代理人相互合作，完成共同的目標。代理人主要特徵如下：(1)自發性:代理人程式被指派工作後，便不需人力介入其工作流程，便有獨立完成工作之能力；(2)社會性:各代理人之間能夠透過特定方式相互溝通、協調工作。並且具有與自然人互動之能力；(3)感知性:代理人會採取目標導向方式進行工作，並能夠感應外在環境變化對其目標之影響；(4)反應性:代理人能夠在環境改變之後做出適當反應；(5)移動性:代理人能夠攜帶所需資訊在不同電腦之間遷徙，並且能夠在不同電腦間作業；(6)脈絡連續:代理人被賦予工作後，便能夠掌握自身之程序或執行序以便完成整體任務；(7)適應性:代理人能透過判斷行為的結果進行學習，因此會隨著時間及環境的變化調整自己的狀態。

因此本計畫藉由軟體代理人間可相互溝通之特性，建立一多代理人之環境，協助完成整合各計畫。其架構圖如圖 4.4 所示。

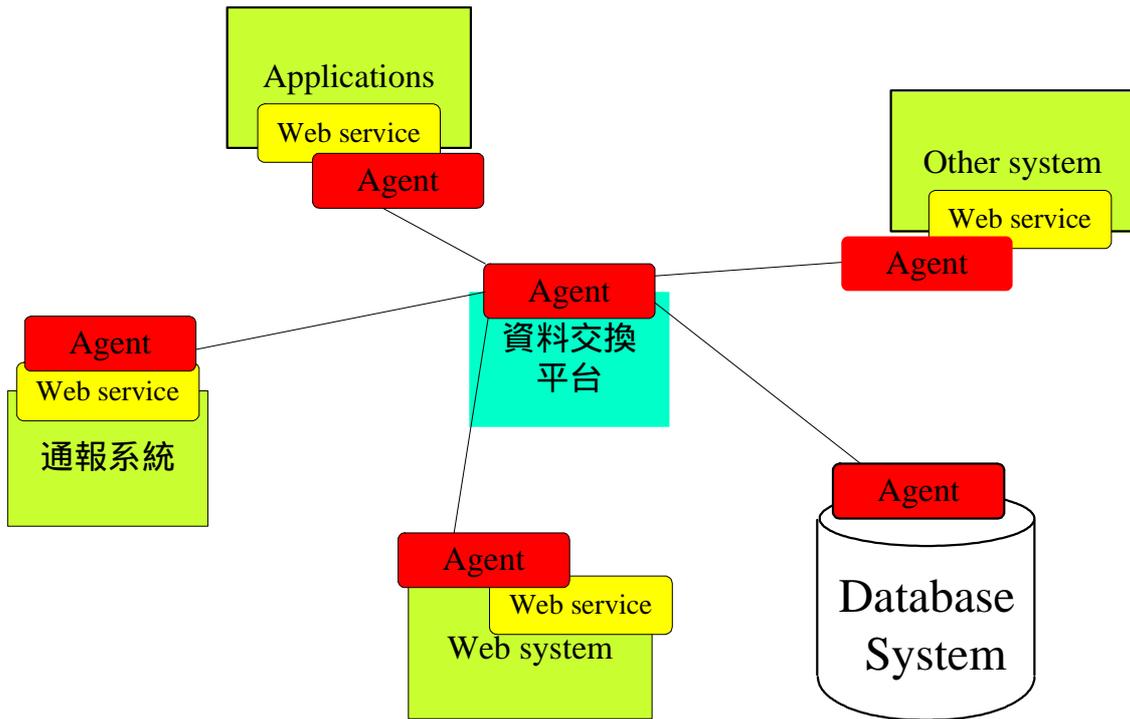


圖4.4 多代理人模式圖

軟體代理人是各系統對外之窗口，各代理人之間會以所確立之XML 資料格式交換資訊。此架構由多軟體代理人構成一群組，代理人將自動溝通，取得所需之資料或提供資料。經由此架構，各服務使用者，將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 4.5 所示，以下分別介紹其內容。

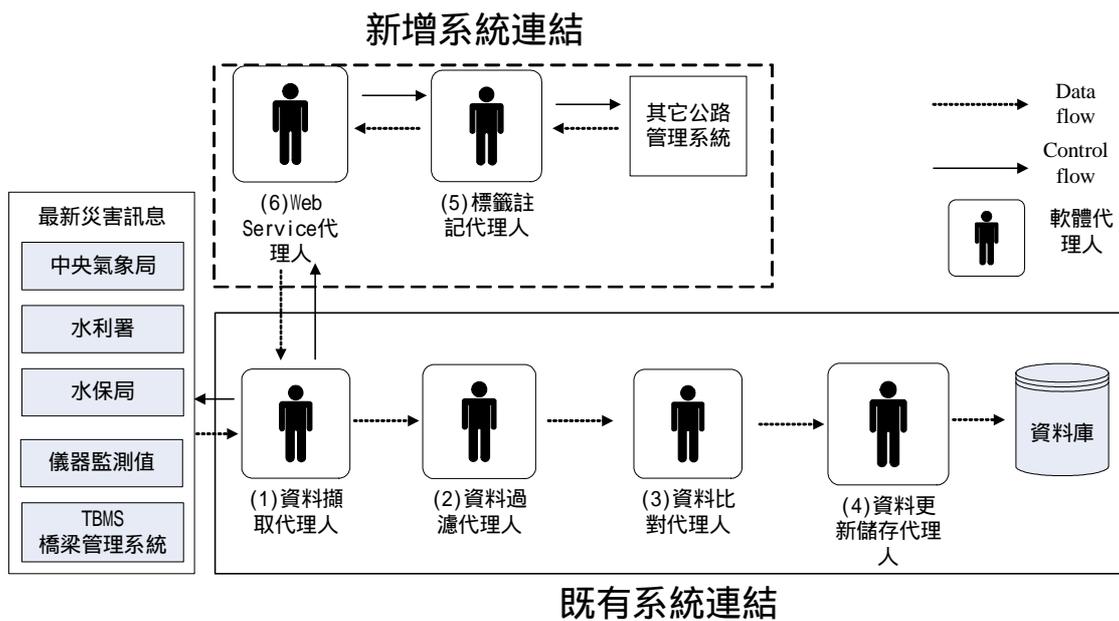


圖4.5 資料交換平台架構圖

### 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，標籤註記方式較為自由，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，因此為了讓道路邊坡維護管理系統提供XML格式文件，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。如圖4.6所示。新增系統運作模式步驟說明如下：

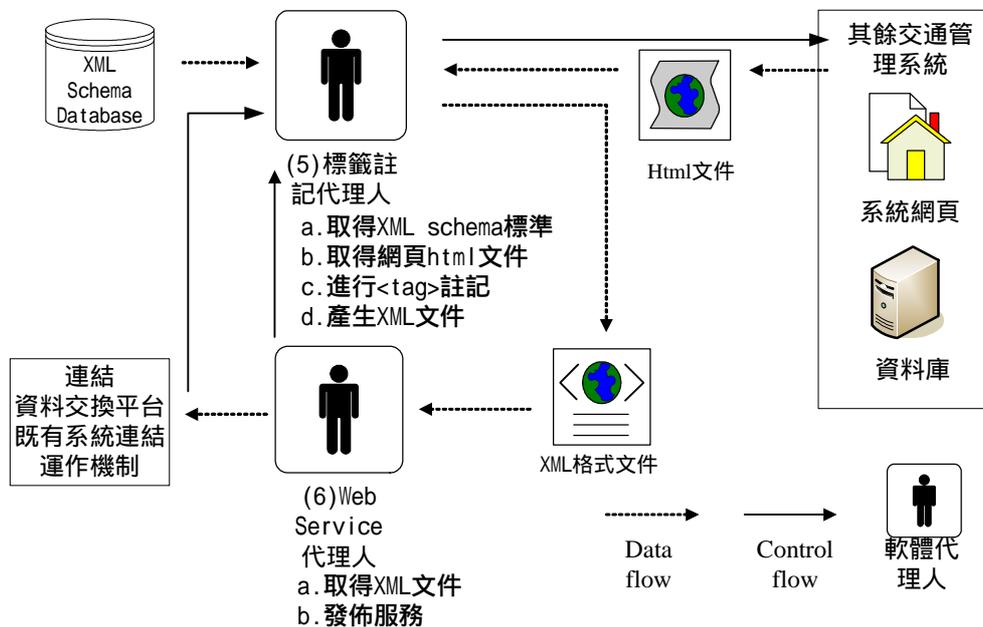


圖4.6 新增系統運作模式圖

#### (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

標籤註記代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代理人藉由標籤註記代理人取得XML文件。

##### b. 發佈服務

Web Service代理人提供符合XML格式之資訊。

### 4.4 建立資料交流平台

在整合各計畫團隊資料的需要，並希望能達到資料共享便利的前提下，故建立「資料交流平台」供各團隊對進行資料上傳及下載，以下簡述本平台功能。

此平台中已為各研究團隊設定好專屬的帳號及密碼，可直接於登入頁面中(如圖 4.7)輸入後進入資料交流平台。

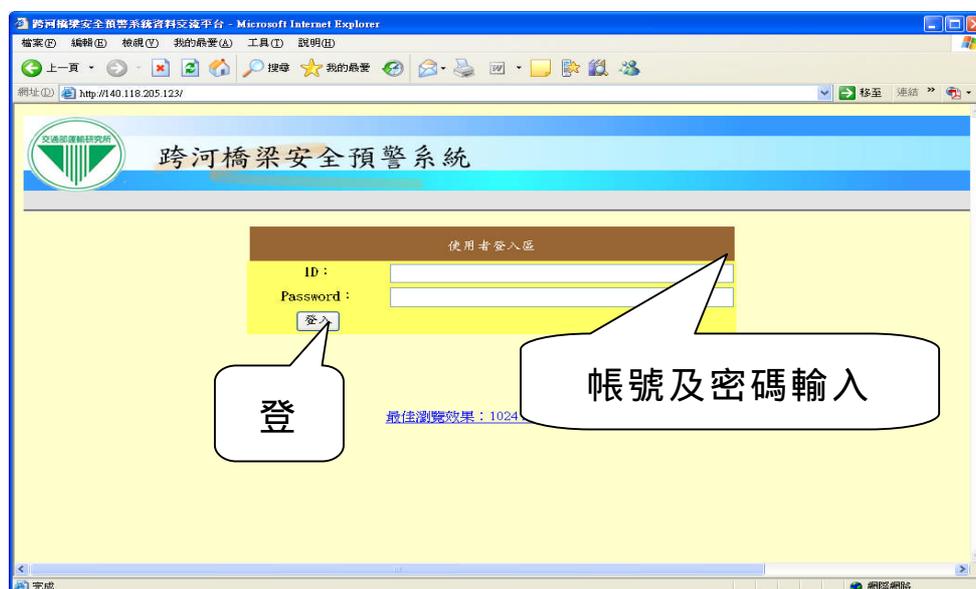


圖4.7 平台登入畫面

登入後可下載本平台的使用說明，並可由主頁面(圖 4.8)直接查詢各團隊所發佈最新的訊息，或可以按「檔案區」鈕，到檔案區依輸入條件查詢所需的資料。在發佈訊息方面，可按下「發佈訊息」鈕進入發佈訊息區進行資訊的發佈。

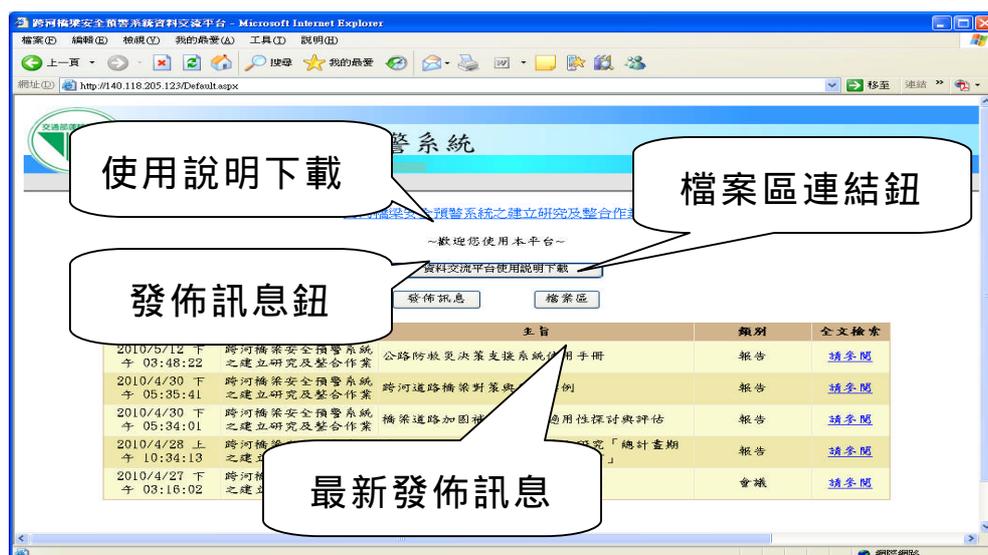


圖4.8 平台主頁面

在發佈訊息區(圖 4.9)中，各團隊可選擇所要發佈的類別、發文主旨、發佈內文及所要附加的檔案，目前所設定的檔案上限為 100MB。



圖4.9 發佈訊息區

在檔案區(圖 4.10)中，各團隊可依類別或關鍵字進行資料檢索或按「所有資料」鈕直接顯示所有資料直接進行查詢，在找到所要查詢的資料後可按最後一欄「請參閱」進行詳細資料檢索及附加檔案下載(圖 4.11)。



圖4.10 檔案查詢區

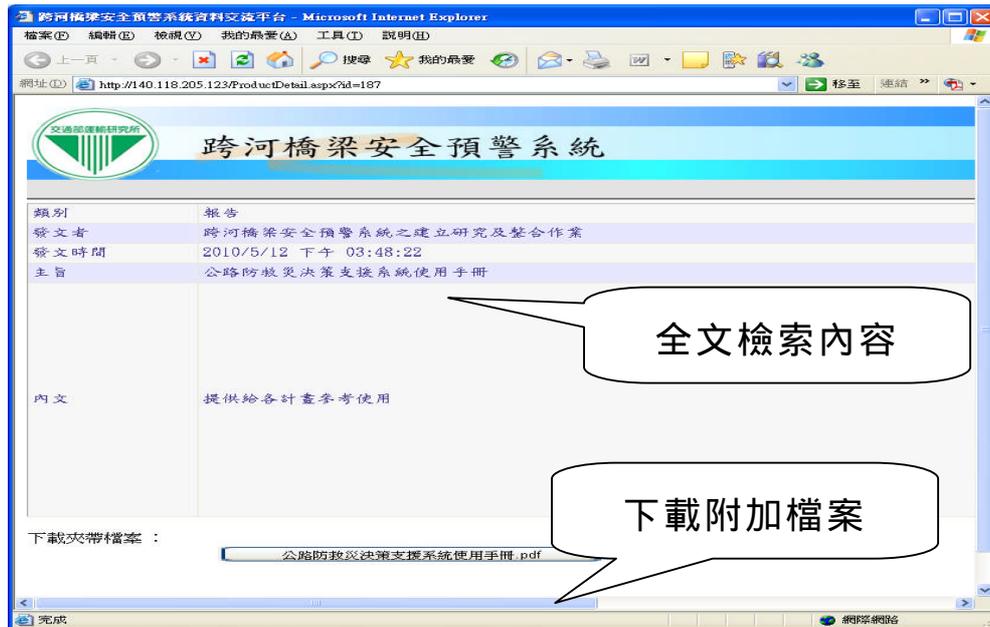


圖4.11 詳細資料檢索及附加資料下載

#### 4.5 水理分析模式整合應用

水理分析模式主要由國立成功大學、中興工程顧問股份有限公司、國立臺灣海洋大學等研究團隊分別撰寫模式，本計畫針對子計畫(1)、(2)及(3)各開發之一維、二維水理分析程式及安全評估模式開發整合程式，並與現有之通報機制結合，進而發展跨河橋梁安全預警系統，以利系統自動化執行橋梁安全預警作業，判斷橋梁現況，進行有效的監控管理，以降低災害來臨時所造成損害，其流程如圖 4.12 及圖 4.13，其執行細項將於下節詳細說明。

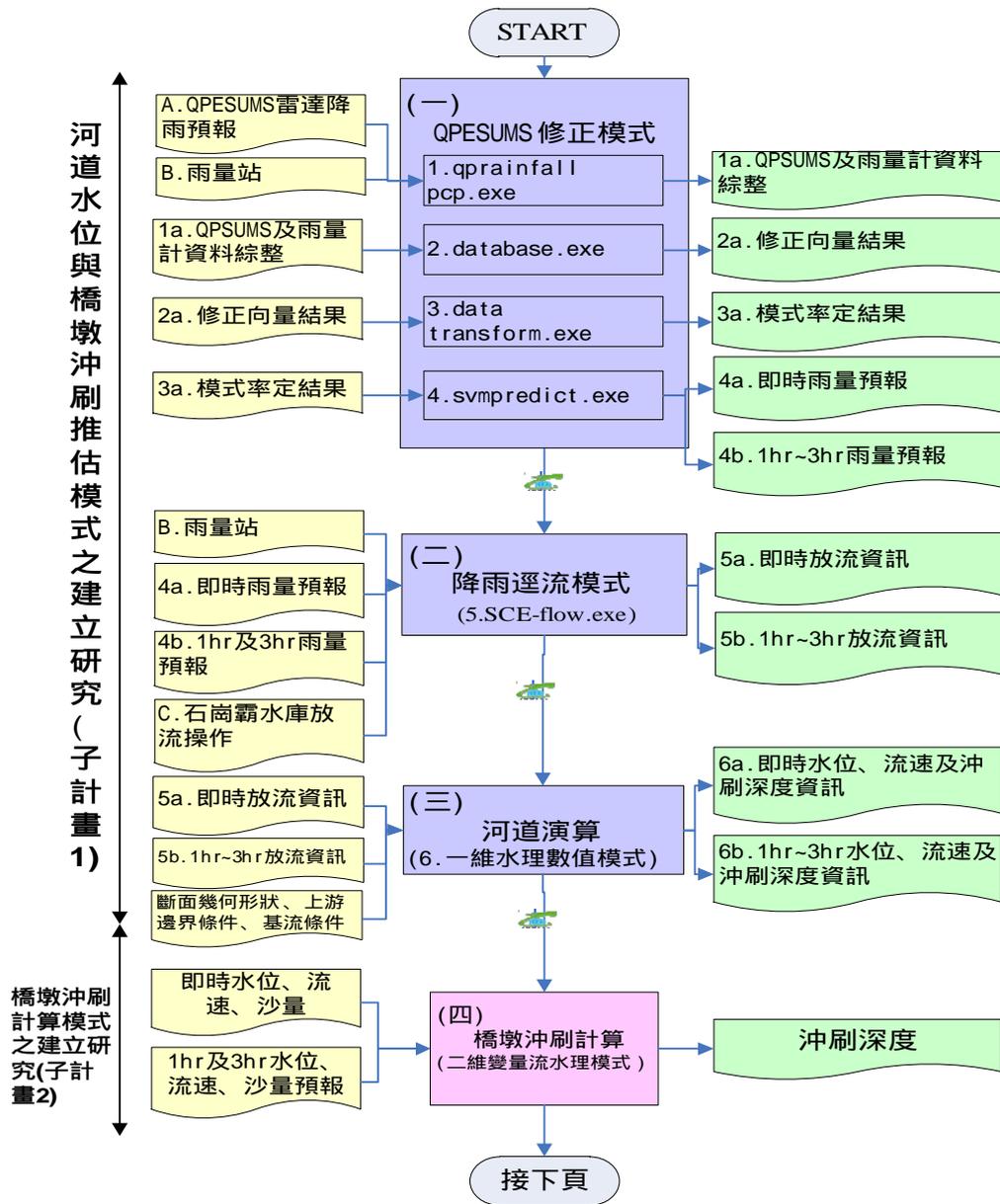


圖4.12 水理分析模式執行流程圖

註：  ↓ 表示由本計畫開發程式整合

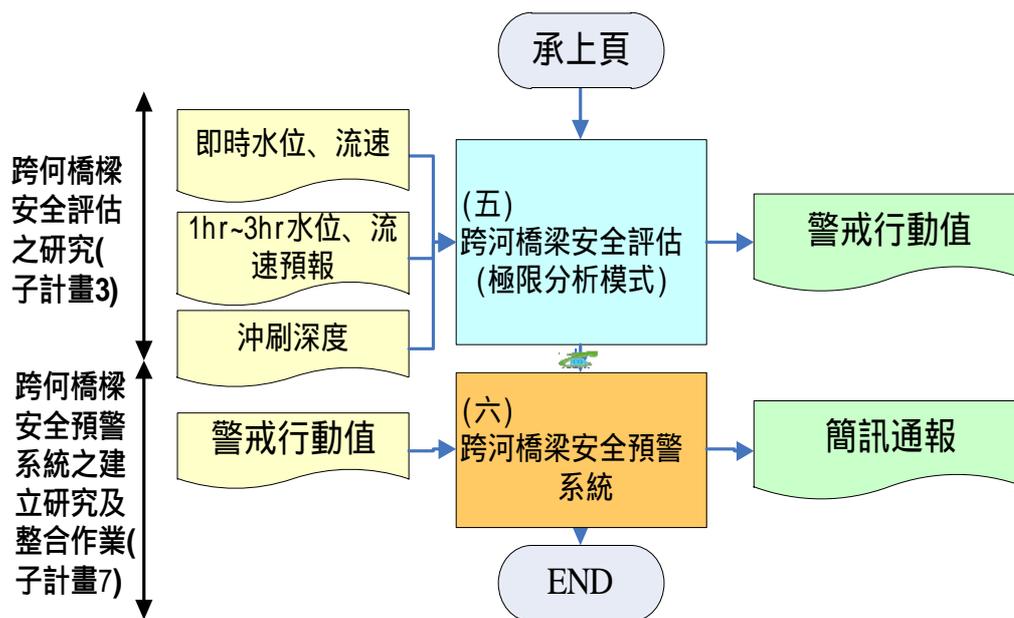


圖4.13 水理分析模式執行流程圖(續)

註：  表示由本計畫開發程式整合

#### 4.5.1 水理分析模式執行細項及系統初擬頁面

本模式的執行細項是依圖 4.12 及圖 4.13 執行流程圖進行細部討論。首先在步驟一，系統執行 QPESUMS 修正模式時，系統以所截取到的 QPESUMS 雷達降雨量預報及雨量站資料輸入執行程式 (qprainfallpcp.exe) 進行資料綜整；將綜整後的資料代入執行程式 (database.exe) 中進行修正向量計算；將修正向量再代入執行程式 (datatransform.exe) 進行模式率定；將率定結果再代入執行程式 (svmpredict.exe) 得到即時雨量資料及未來 1 至 3 小時的雨量預測。其輸入條件與輸出資料綜整如表 4-2 及表 4-3。

表4-2 QPESUMS修正模式輸入條件與輸出資料

輸入	輸入方式	模式	輸出
QPESUMS雷達降雨預報(中央氣象局)	Auto	1.qprainfall pcp.exe	QPESUMS及雨量計資料綜整
雨量站中央氣象局、水利署)		子程式修正 降雨預報	

表4-3 QPESUMS修正模式輸入條件與輸出資料(續)

輸入	輸入方式	模式	輸出
QPESUMS及雨量計資料綜整(步驟一.1)	Auto	2.database.exe 子程式修正向量結果	修正向量結果
修正向量結果(步驟一.2)	Auto	3.data transform.exe 子程式模式率定	模式率定結果
模式率定結果(步驟一.3)	Auto	4.svmpredict.exe 進行支持向量迴歸分析	即時雨量預報
			1hr至3hr雨量預報

步驟二降雨逕流模式，是以步驟一分析所得的雨量資料及未來 1 至 3 小時的雨量預測做為輸入值代入降雨逕流模式中的執行程式 (SCE-flow.exe) 中得到即時放流量及未來 1 至 3 小時的放流量。其輸入條件與輸出資料綜整如表 4-4。

表4-4 降雨逕流模式輸入條件與輸出資料

輸入	輸入方式	模式	輸出
雨量站(中央氣象局、水利署)	Auto	降雨逕流模式 (SCE-flow.exe)	即時放流資訊
即時雨量預報 (步驟一.4)			1hr 至 3hr 放流 資訊
1hr至3hr雨量預報(步驟一.4)			
石岡壩水庫放流操作(水利署)			

步驟三河道演算，是以步驟二分析所得的即時及 1 至 3 小時放流量與河川斷面幾何形狀、上游邊界條件、基流條件等，做為輸入值代入河道演算中的執行程式(一維水理數值模式)中，得到即時與未來 1 至 3 小時的水位、流速及河床平均沖刷深度值。其輸入條件與輸出資料綜整如表 4-5。

表4-5 河道演算輸入條件與輸出資料

輸入	輸入方式	模式	輸出
即時放流資訊 (步驟二)	Auto	河道演算 (一維水理數 值模式)	即時水位預報
1hr至3hr放流資訊 (步驟二)			1hr至3hr水位預報
斷面幾何形狀 (橋河基本資料)			即時流速預報
上游邊界條件 (橋河基本資料)			1hr至3hr流速預報
基流條件 (橋河基本資料)			即時沖刷深度預報
			1hr至3hr沖刷深度 預報

步驟四是由上步驟分析所得的橋即時與未來 1 至 3 小時的水位、流量值代入橋墩沖刷計算中的執行程式(二維變量流水理模式)中計算，將可得到各橋墩的沖刷深度值。其輸入條件與輸出資料綜整如表 4-6。

表4-6 橋墩沖刷計算輸入條件與輸出資料

輸入	輸入方式	模式	輸出
即時水位預報(步 驟三)	Auto	橋墩沖刷計算 (二維變量流水理模 式)	二維分析 流速
1hr至3hr水位預 報(步驟三)			
即時流速預報(步 驟三)			二維分析 水位高
1hr至3hr流速預 報(步驟三)			二維分析 沖刷深度

步驟五是由步驟三分析所得的水位及流速資料與步驟四分析所得的沖刷深度資料進行跨河橋梁安全評估，即以極限分析進行橋墩安全性分析得到安全係數值。其輸入條件與輸出資料綜整如表 4-7。

表4-7 跨河橋梁安全評估(極限分析模式)輸出入條件

輸入	輸入方式	模式	輸出
即時水位預報 (步驟三)	Auto	跨河橋梁安全評估 (極限分析模式： 1. 傾覆破壞 2. 承載力破壞)	警戒值
1hr至3hr水位 預報(步驟三)			
即時流速預報 (步驟三)			
1hr至3hr流速 預報(步驟三)			
水位 (步驟四)			
流速(步驟四)			
沖刷深度(步驟 四)			

步驟六是依上步驟的安全係數值進行警訊通報，即當安全係數值小於所定的警戒及行動標準，系統將自動發佈簡訊通報告知相關管理人員進行處理。其輸入條件與輸出資料綜整如表 4-8。

表4-8 跨河橋梁安全評估(模式整合)輸出入條件

輸入	輸入方式	模式	輸出
警戒值 (步驟五)	Auto	跨河橋梁安全預警系統： 1.即時資料擷取與整合 2.自動通報機制	藉由自動通報機制通知 管理人員
行動值 (步驟五)			

主要系統初擬頁面如圖 4.14 所示，主要由系統簡介、颱風豪雨資料、一維水理分析資料、二維水理分析資料、安全分析資料與系統管理等六大模組組成；在主面頁上提供各橋梁的即時與未來 1~3 小時橋梁的安全狀況(當橋梁在「安全」狀態時顯示綠燈；達「警戒」標準時顯示黃燈；達「行動」標準時則顯示紅燈)，點選各橋梁的標示將可顯示即時、未來 1~3 小時、檢測表單及封橋後路徑規劃等功能。



圖4.14 跨河橋梁安全預警系統頁面(大甲溪流域)

系統簡介中(圖 4.15) 簡述系統內容，接著依系統運作流程、一維水理分析、二維水理分析及安全評估模式的分別進行較詳細的介紹，讓使用者可以清楚瞭解系統建置的程序與方法。

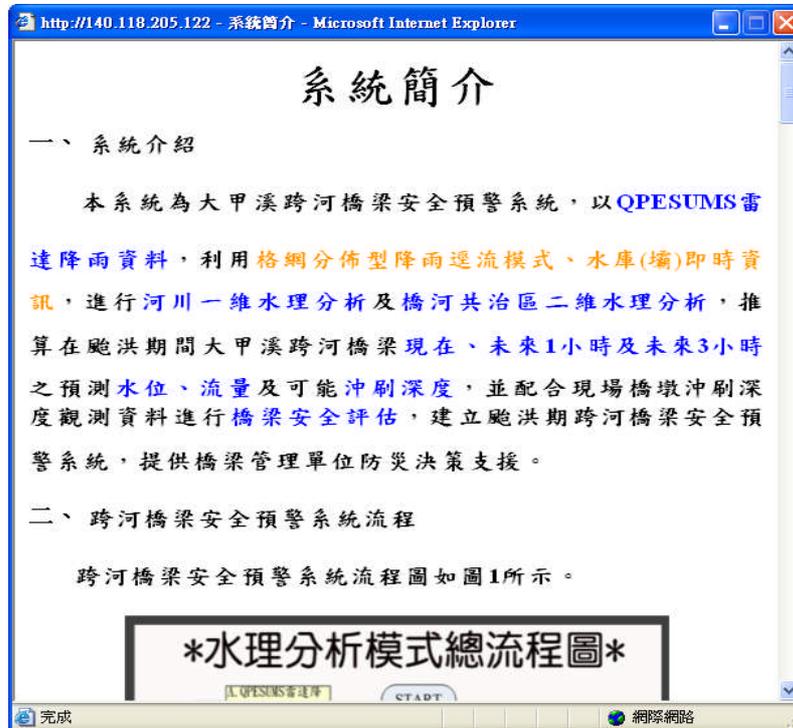


圖4.15 系統簡介模組

颱風豪雨資料模組(圖 4.16)，在頁面上連結了中央氣象局的累積雨量圖、衛星雲圖與颱風路徑圖，在颱風來臨時使用者可以藉此模組同時瞭解颱風最新動態，以及各橋梁即時平均水位。



圖4.16 颱風豪雨資料模組

一維水理分析資料模組(圖 4.17), 使用者可查看由一維水理分析出的 61 個河川斷面即時與未來 1~3 小時水位、流量及河床平均沖刷深度曲線圖, 另可查詢大甲溪縱斷面即時與 1~3 小時水位高程、堤防頂高程及河床高程剖面圖, 掌握各橋梁上下游的水位變化。

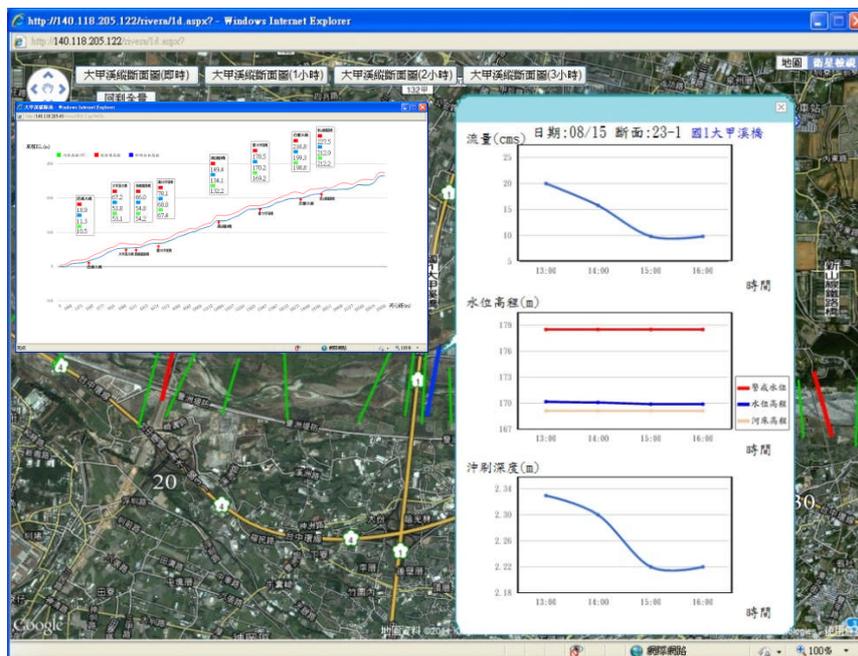


圖4.17 一維水理分析資料模組

二維水理分析資料模組(圖 4.18), 當流量大於 2000cms 時啟用此模組進行演算, 如頁面中表列所示提供使用者查詢二維水理分析後各橋墩的水位流速、沖刷深度值, 並顯示依這三個參數代入安全評估後所得的安全係數值, 在表格最下層則以此數值反應出警示燈號(達行動標準顯示紅燈; 達警戒標準時顯示黃燈); 模組中提供了橋墩竣工平面圖以及基樁橋墩結構立面圖供使用者查詢, 其中立面圖上顯示了橋面板高程、原河床面高程基樁底高程、沖刷後河床高程、水位高程、封橋水位高程、警戒水位高程, 讓使用者可即時瞭解各橋墩的細部情形。

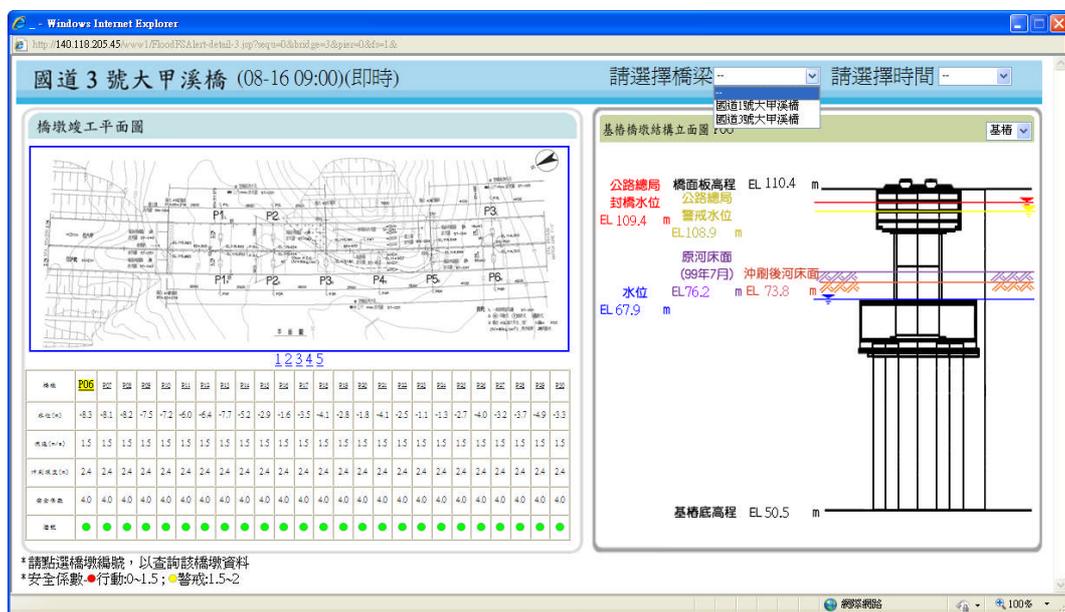


圖 4.18 二維水理分析資料模組

安全評估分析資料模組(圖 4.19), 此模組頁面上所提供的資訊與二維水理分析資料模組都相同, 在沖刷深度上是採用一維水理分析模式所得的平均河床沖刷深度, 流速方面是顯示整座橋的平均流速。



圖4.19 安全評估分析資料模組

#### 4.5.2 模擬狀況-假設莫拉克颱風豪雨發生於大甲溪運作結果

本研究假設莫拉克颱風豪雨發生於大甲溪流域，將當初莫拉克之雲層(QPESUMS)移動至大甲溪上游進行水理分析與模擬，但因集水面積與河域之不同，其大甲溪流量為預測值，所分析結果僅供參考。

##### 4.5.2.1 莫拉克颱風基本資料(根據中央氣象局，民國98年，編號第0908號颱風警報)：

名稱:莫拉克(MORAKOT)

編號:0908

生成地點 :菲律賓東北方海面

侵(近)台日期:2009年8月8日

發布時間 :海上:2009年8月5日20時30分

陸上:2009年8月6日8時30分

解除時間 :海上:2009 年 8 月 10 日 5 時 30 分

陸上:2009 年 8 月 10 日 5 時 30 分

最大強度:中度

近中心最大風速:40.0 (公尺/秒)

登陸地段:花蓮市附近

動態:5 日 20 時增強為中度颱風並向西移動，進入臺灣東部近海時受地形影響，速度略為減慢並轉向西北，7 日 23 時 50 分左右在花蓮市附近登陸，8 日 14 時左右在桃園附近出海，於 9 日 18 時 30 分左右在馬祖北方進入福建。

災情:受颱風及西南氣流影響，中南部、東部多處地區降下刷新歷史紀錄的雨量，引發嚴重水患，造成臺南、高雄、屏東及臺東等縣重大災情，鐵、公路多處路基流失造成交通中斷，多處地區發生嚴重土石流災害。計有 673 人死亡，26 人失蹤，農損逾 195 億元。

#### 4.5.2.2 一維水理分析(河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究(子計畫1))

此階段應用成大團隊降雨預測模式針對莫拉克 QPESUMS 進行雨量修正，接著以降雨逕流模式預估地表逕流，推算出石岡壩於莫拉克颱風時可能放流量歷線，如圖 4.20 所示。

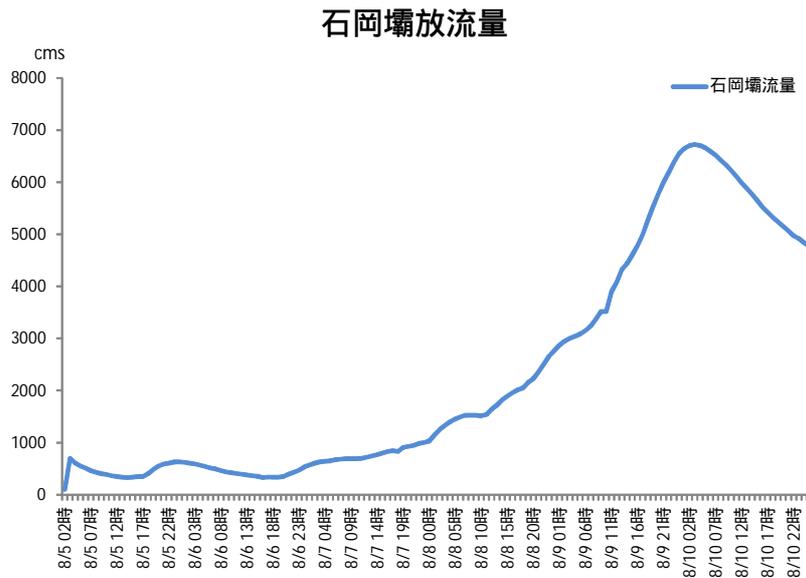


圖4.20 石岡壩放流量歷線

本研究根據流量作為一維水理分析模式之輸入，一維水理分析模式將石岡壩下游分成 61 個斷面(請見圖 4.17)進行數值模擬，而當流量大於 2000cms 時才進行二維水理，二維水理分析僅需輸入國 1(水利署編號斷面 27 流量歷線與斷面 21 的水位歷線)及國 3(水利署編號斷面 12 流量歷線、斷面 08 的水位歷線)(如圖 4.21 示意圖，而各編號後的括號編碼為水理分析時的假定編號)的上下邊界條件進行模擬，故以下僅列出 2000cms 以上時斷面 08、斷面 12、斷面 21、斷面 27 的一維水理模擬結果(包括水位歷線及流量歷線，如圖 4.22 及圖 4.23)。

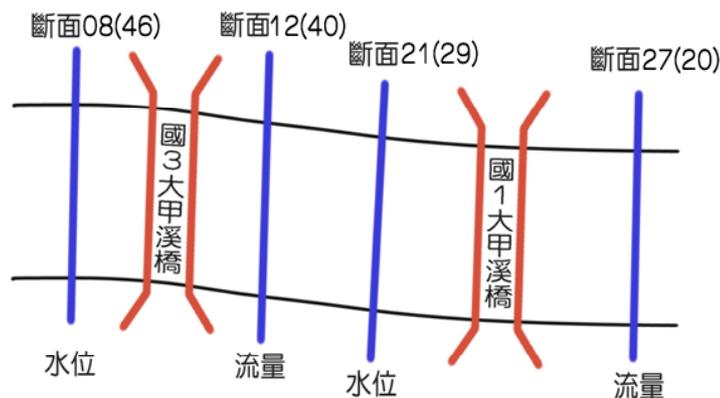


圖4.21 二維水理分理輸入條件示意圖

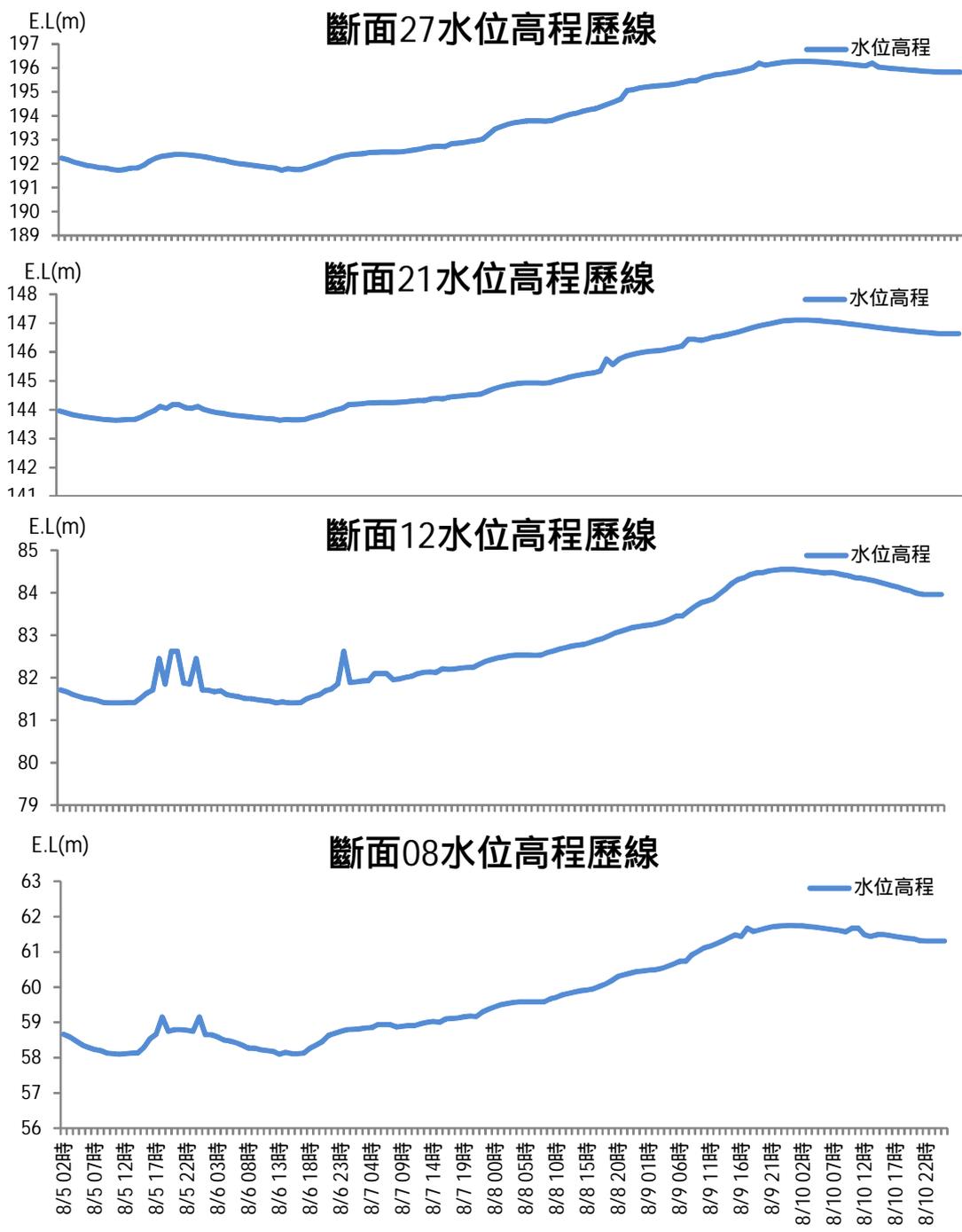


圖4.22 一維水理分析水深歷線

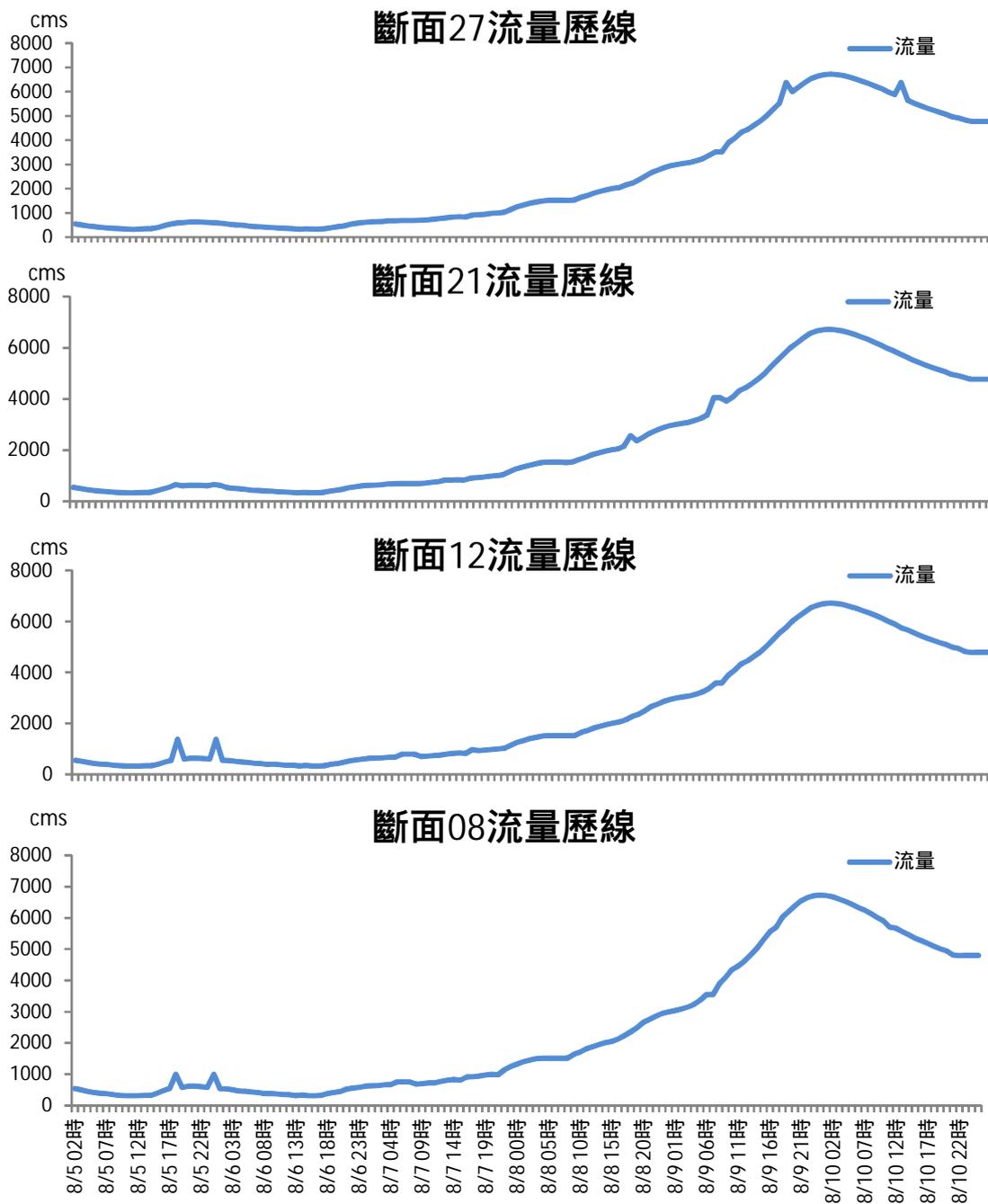


圖4.23 一維水理分析流量歷線

### 4.5.2.3 二維水理分析(子計畫2)

二維水理分析中將採用前述之上游斷面之流量與下游斷面之水位值作為輸入，分別計算各橋墩之水位、流速、水深及沖刷深度，以下假設流量 2000cms 以上時，國 1(P12 墩)及國 3(P24 墩)為例(圖 4.24~圖 4.26)。

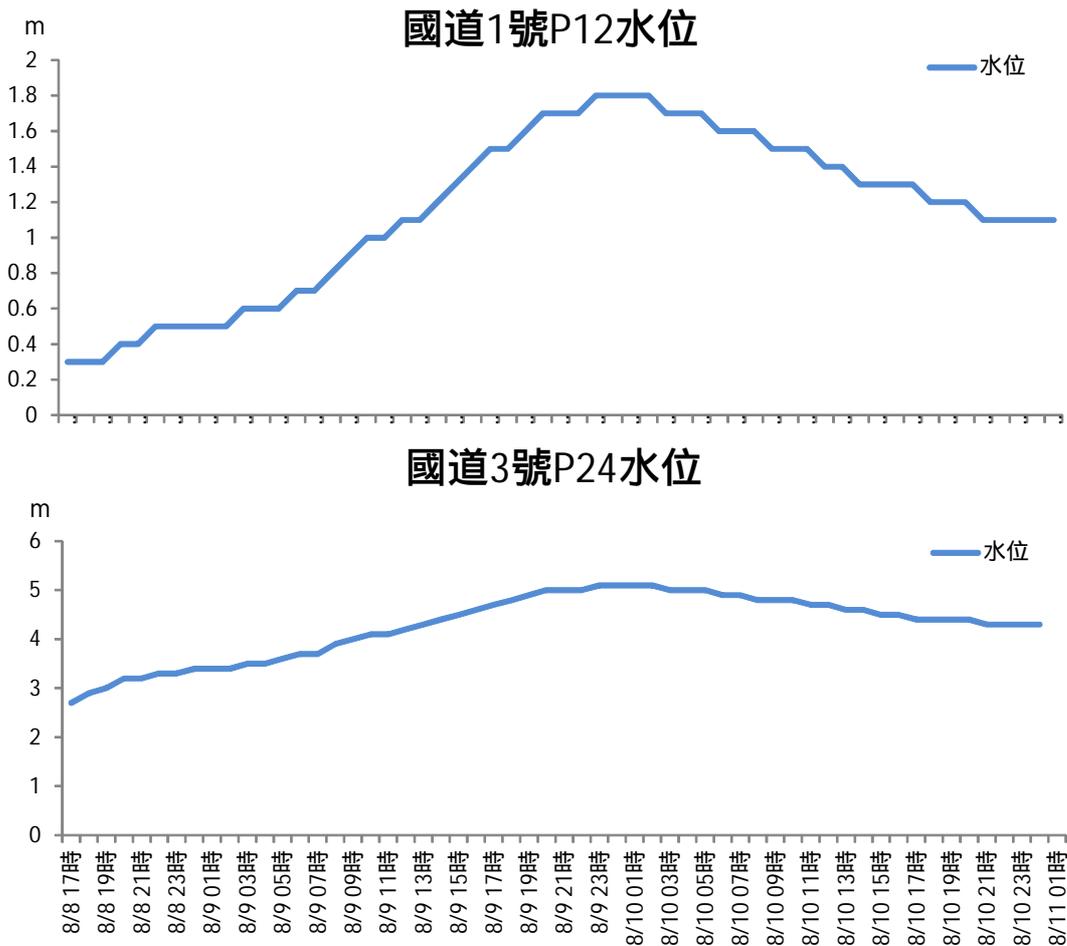


圖4.24 二維水理分析水位歷線

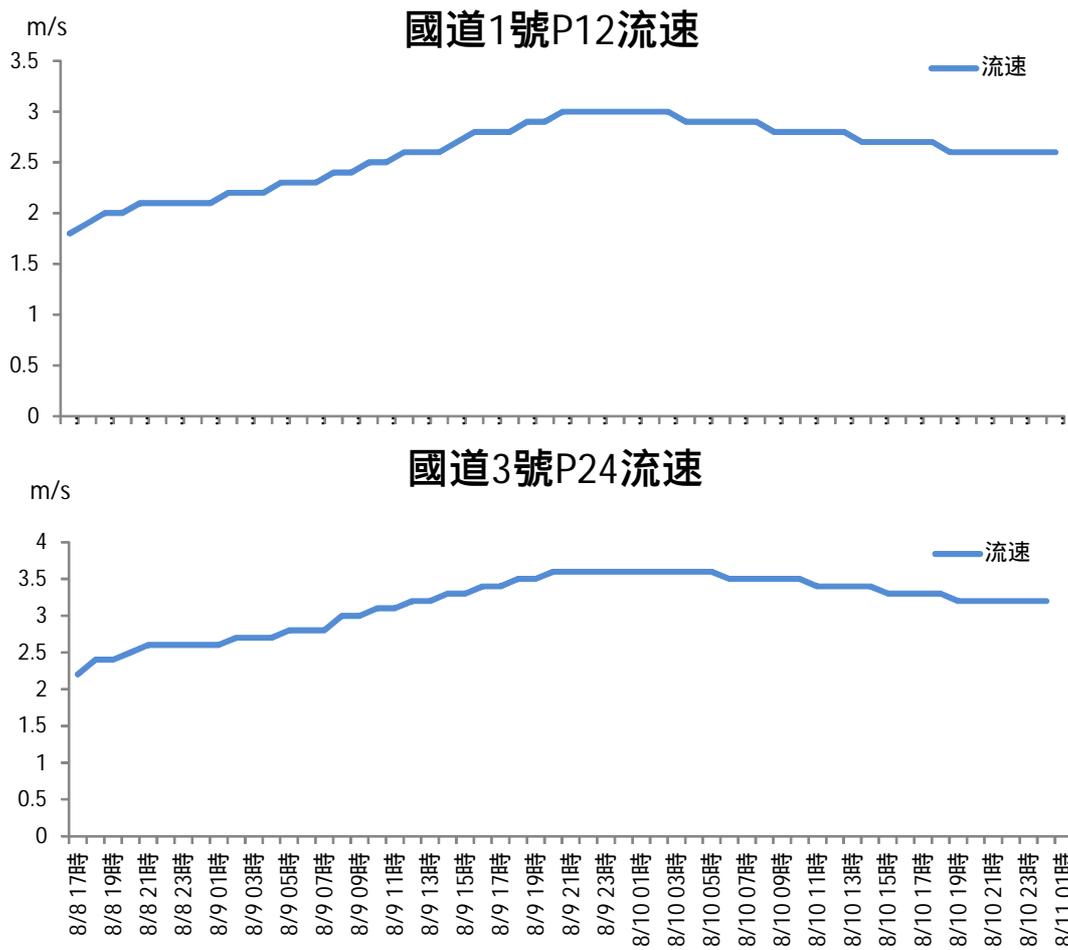


圖4.25 二維水理分析流速歷線

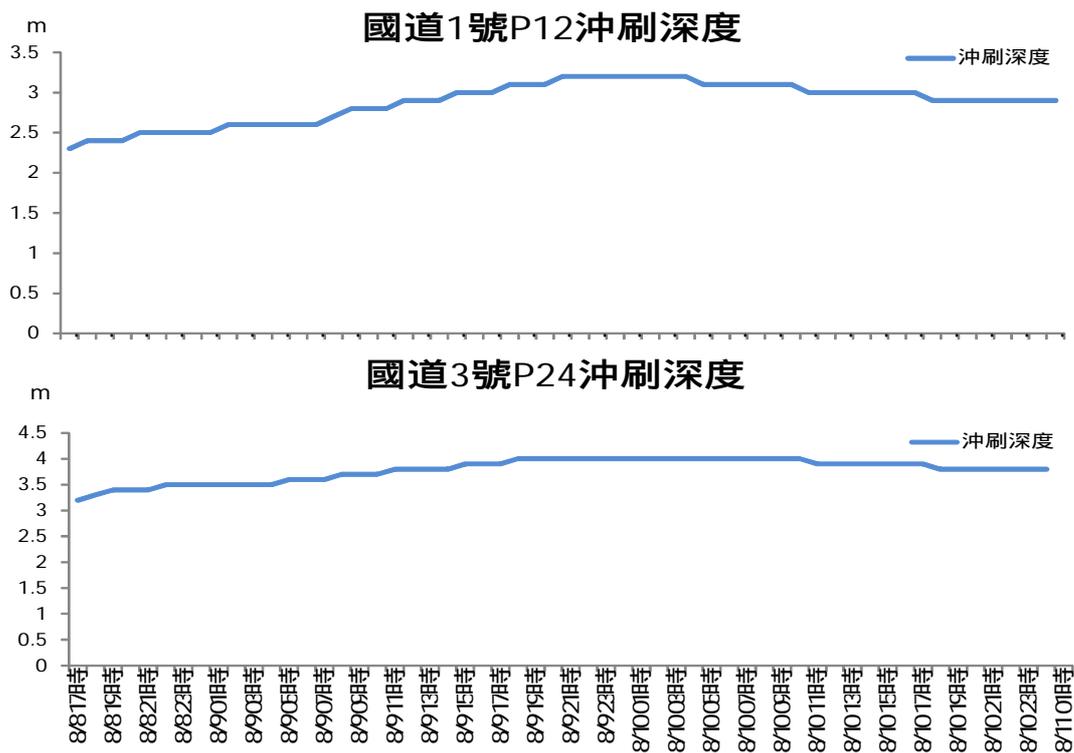


圖4.26 二維水理分析冲刷深度歷線

#### 4.5.2.4 安全評估(子計畫3)

安全評估模式中，當流量小於 2000cms 時，將以一維分析所計算之橋梁流速、水深及沖刷深度進行安全評估計算，流量大於 2000cms 則以二維水理分析所計算各橋墩之水位、流速、水深及沖刷深度，進行查表計算，分別得到西濱大甲溪橋、台 1 線大甲溪橋、海線鐵路橋、國道 3 號、高鐵、國道 1 號、后豐橋及新山線鐵路橋及之安全係數，其結果如圖 4.27 至圖 4.34 所示。

系統所使用的安全係數警戒及行動值依據子計畫三(跨河橋梁安全評估之研究)之研究成果訂定，目前系統暫定警戒值為 2 及行動值為 1.5；即當安全係數大於 2 時，表示橋梁處於安全狀態，係數值介於 1.5~2 時為警戒狀態，而當係數小於 1.5 時則表示橋梁有危險潛勢，須即刻進行封橋行動。

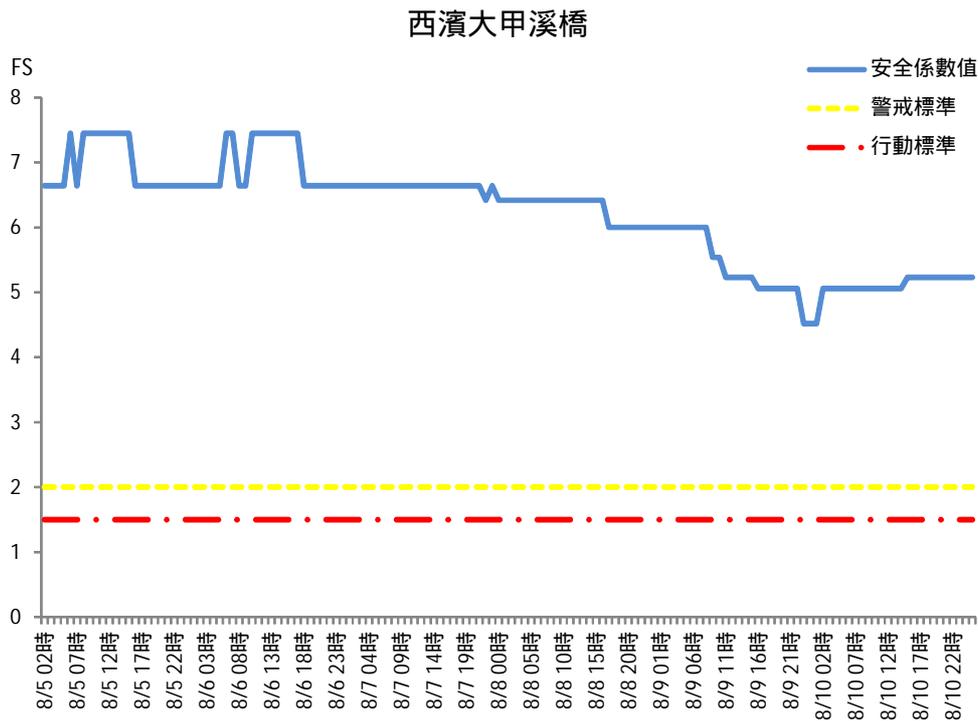


圖4.27 安全分析安全係數歷線(西濱大甲溪橋)

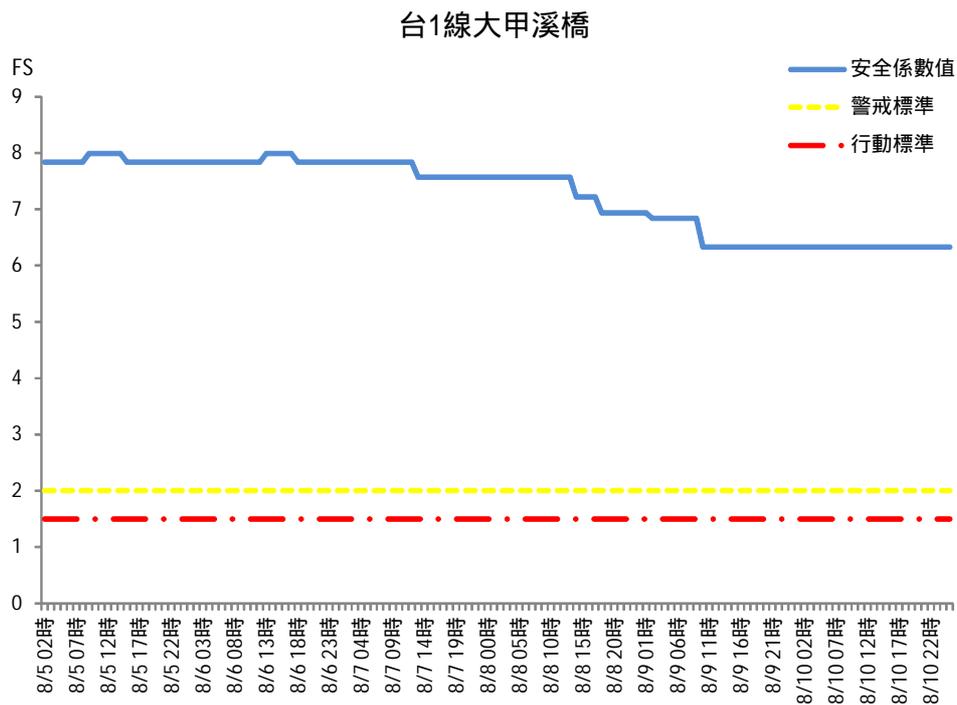


圖4.28 安全分析安全係數歷線(台1線大甲溪橋)

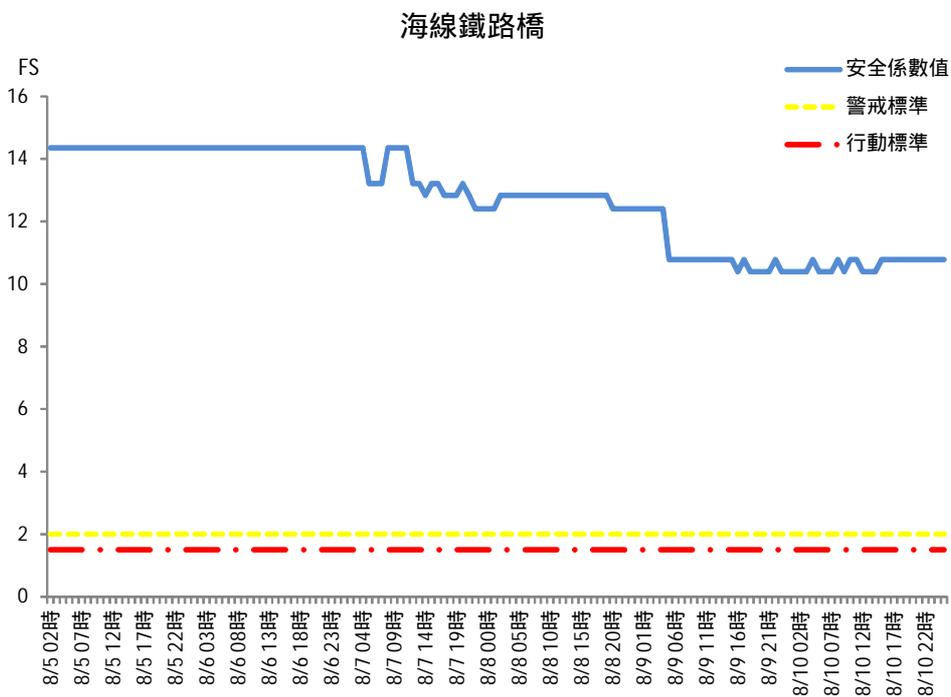


圖4.29 安全分析安全係數歷線(海線鐵路橋)

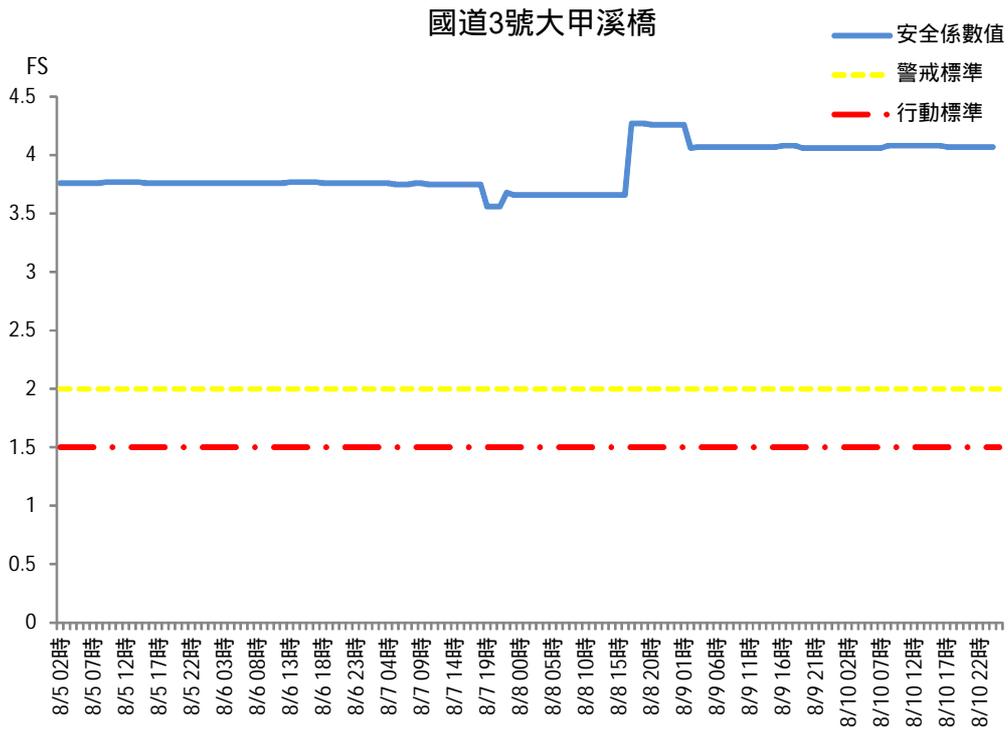


圖4.30 安全分析安全係數歷線(國道3號大甲溪橋)

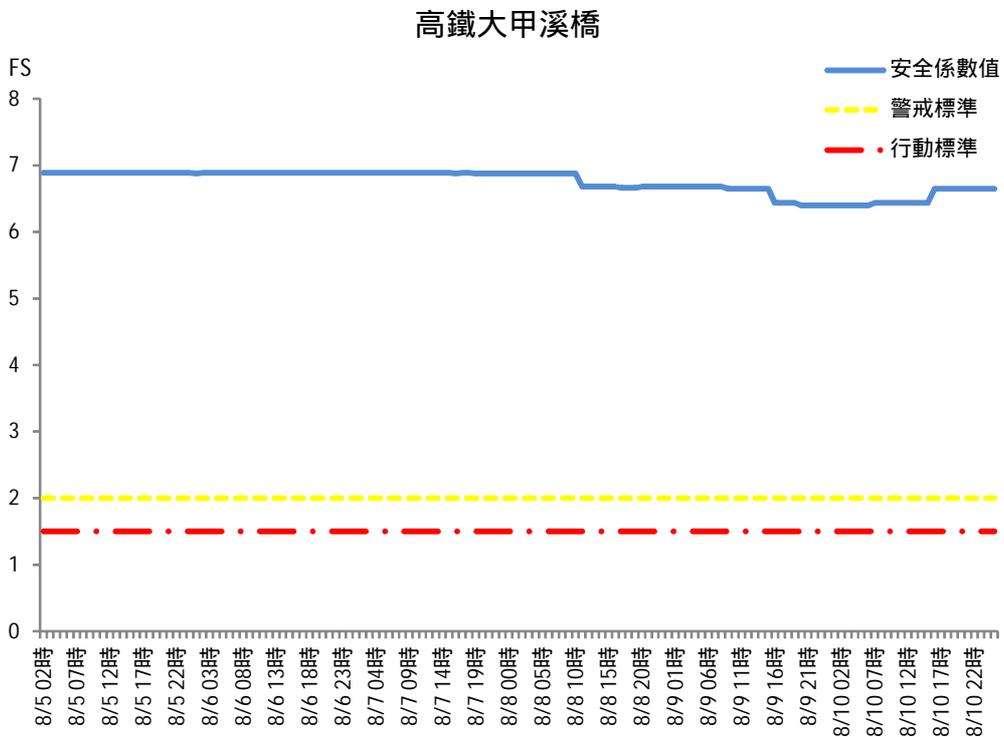


圖4.31 安全分析安全係數歷線(高鐵大甲溪橋)

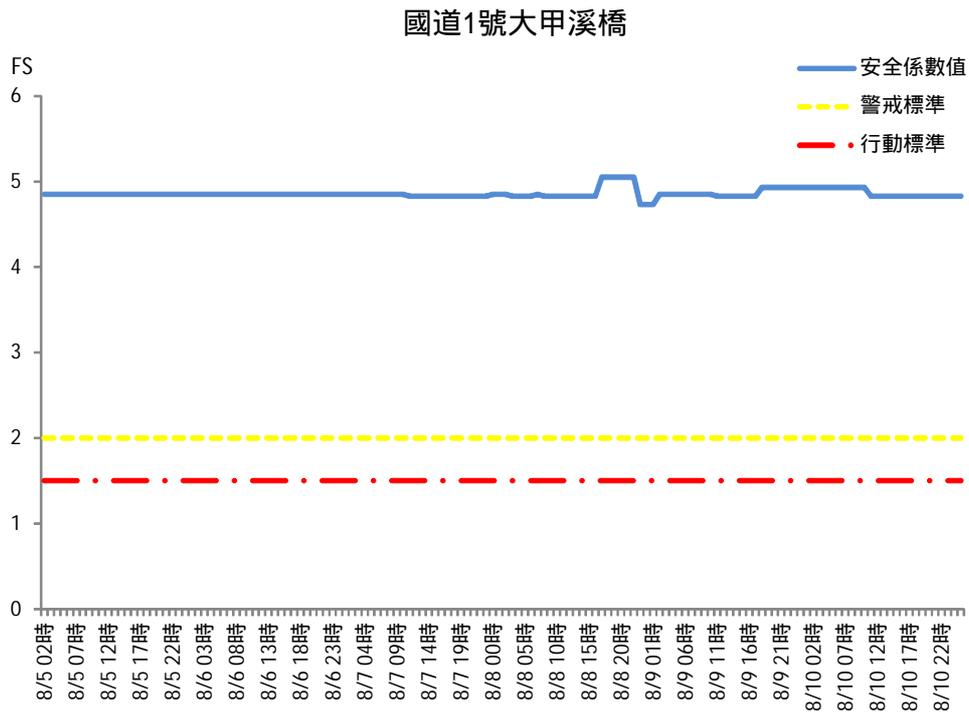


圖4.32 安全分析安全係數歷線(國道1號大甲溪橋)

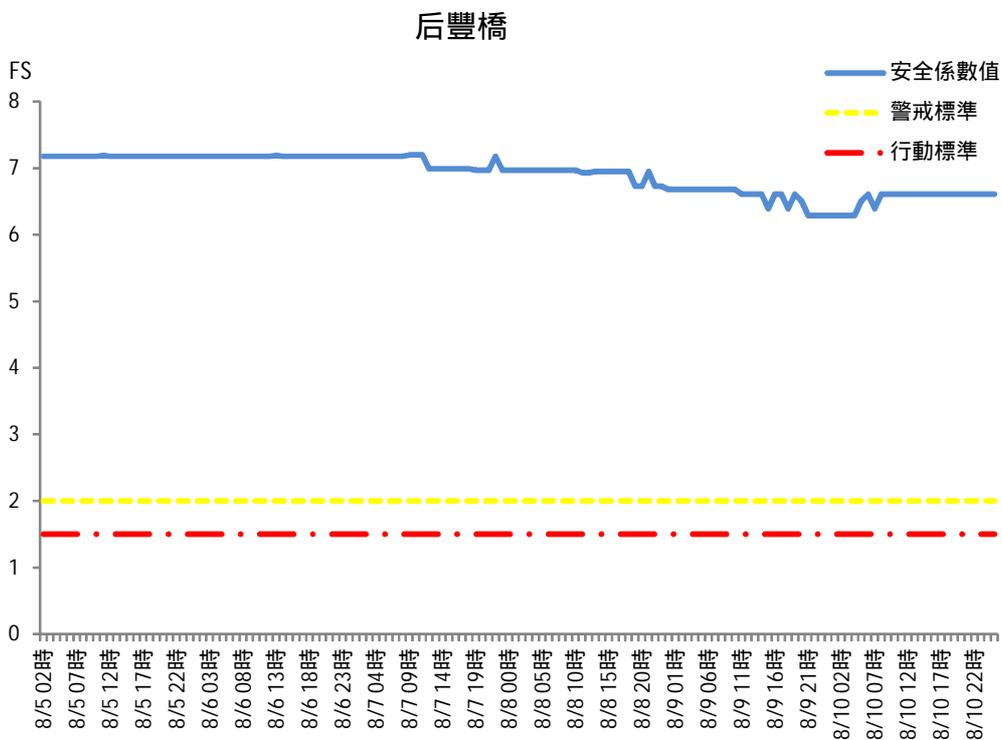


圖4.33 安全分析安全係數歷線(后豐橋)

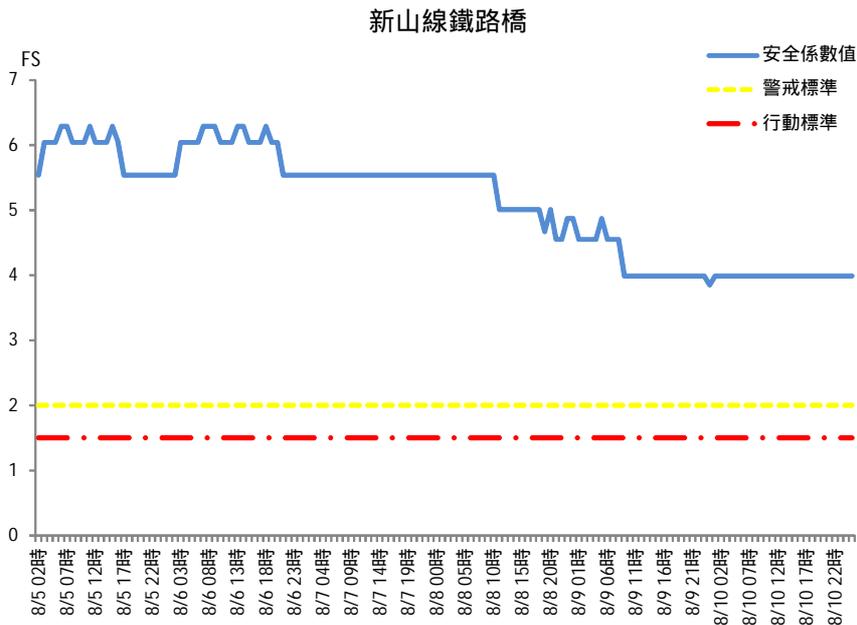


圖4.34 安全分析安全係數歷線(新山線鐵路橋)

#### 4.5.2.5 小結

根據模擬結果，大甲溪流域橋梁之安全係數皆高於警戒值 2，其原因可能為大甲溪上游兩座水庫，德基水庫與石岡壩皆可進行流量調節，因此可控制下游水量，不至於造成下游橋梁嚴重損壞。

此次模擬過程中，各項過程之演算時間與更新頻率如表 4-9 所示。

表4-9 各項過程演算時間與更新頻率表

類別	更新頻率	演算時間
QPESUMS	1小時	-
石崗壩、德基水庫放流估算	1小時	-
一維水理分析	1小時	約5分鐘
二維水理分析	1小時	(a)查表約2分鐘 (b)數值演算<6000cms), 約1小時
安全評估模式	1小時	約2分鐘

## 4.6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程

### 1. 災害緊急應變流程

考量現行災害緊急應變流程與系統運作機制之結合，研擬制定跨河橋梁災害緊急應變流程。與現場管理單位進行討論，使得災害緊急應變流程與實務運作契合，並參考現行辦法(請參閱第七章，圖7.9)修改此流程與運作機制。其程序如圖4.35所示。

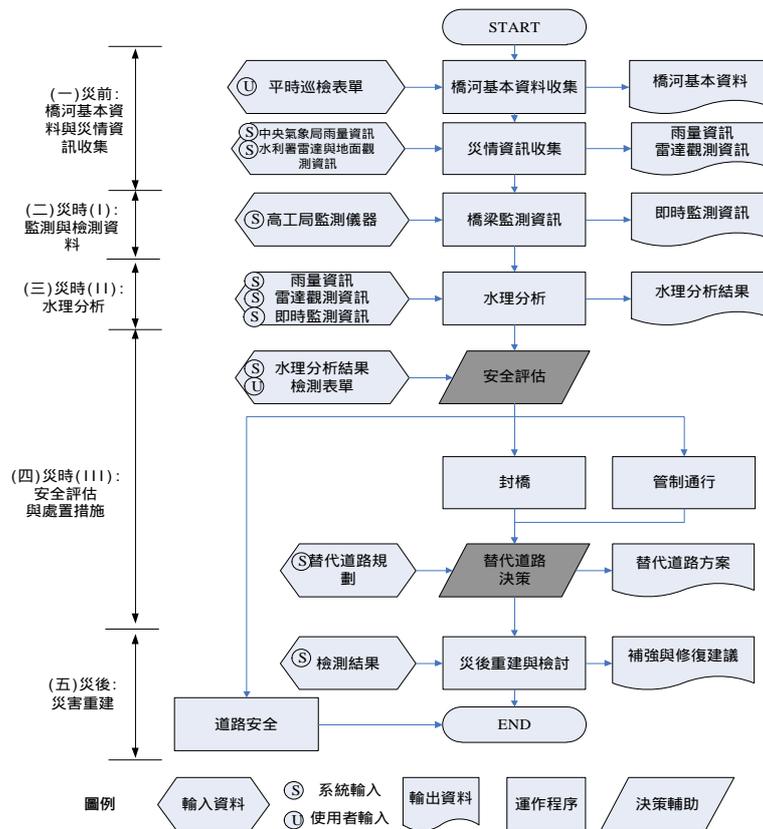


圖4.35 跨河橋梁安全預警系統之災害應變參考圖

如上圖所示災害應變流程共可分析為災前、災時及災後等三個階段。

- (1)在災前階段，系統以代理人技術自動進行橋梁基本資料收集及災情資訊收集(中央氣象局雷達降雨資訊(QPESUMS)及雨量站資訊)。

- (2)在災害來臨階段，即依序對橋梁監測資訊(包括橋梁的水位、流速及沖刷深度值等)進行資料截取，接著以上述步驟所截取到的資料進行水理分析及安全評估。
- (3)災時的水理分析階段
- (4)災時的安全評估與處置措施階段又可細分為五步驟，包括：
- a.QPESUMS修正模式：以中央氣象局的QPESUMS預測資料(即時與1~3小時資料)與當地雨量站資料進行修正及率定，提高QPESUMS預測資料的可信度；
  - b.降雨逕流模式：其計算結果結合石岡壩放流規則，預測即時與未來1~3小時石岡壩放流量；
  - c.河道演算(一維水理分析)：以即時及未來1~3小時的放流量進行了河道演算模式，運算後將可得到即時與未來1~3小時的水位及流量資料。；
  - d.橋墩沖刷計算(二維水理分析)：本系統中除了一維水理分析外，亦進行了更細部的二維水理分析演算，然而當河川流量偏小時對於橋墩結構與沖刷深度不會產生嚴重的影響，故目前設定當流量大於2000cms以上時，才會啟動橋墩沖刷計算模式(二維水理分析)進行演算；此模式演算過程是以一維水理分析的結果(即時與未來1~3小時水位及流量值)做為輸入值，演算後可得到橋梁各個橋墩下的河床沖刷深度與流速值。
  - e.安全評估模式：經以上各階段演算過程所得即時與未來1~3小時的水位、流速及沖刷深度值，以這三個參數值進行跨河橋梁安全評估(極限分析模式)，進而求得整座橋或各橋墩的安全係數值；當安全係數值(FS)超過的警戒標準( $1.5 < FS < 2$ )及行動標準(1.5)時，系統將啟動跨河橋梁預警模式進行封橋及替代道路決策。
- (5)在災後階段，將進行橋梁檢測當確認安全後將開放橋梁通行，並於災後進行受損橋梁重建及檢討。

## 2.救災流程

依據實際訪查工務段段長結果，本研究將工務段防災應變機制依災前預防、災時緊急應變及災後復原，整理成三階段後，綜整成表4-10。受訪查的工務段在災時可動用人力大約31人；在海上颱風警報發佈前，各工程師巡查各個重點橋梁；在災時需分派留守人員及備勤人員供災時及時人力調度，而在災時巡檢的部分，依工務段各自訂定警戒水位，當水位達警戒標準時，工程師須至現場巡檢，若無立即危險時，則工務段持續監測即時水位及待命，另外封橋作業則由段長及副段長負責封橋決策；災後再派遣工程師至各自負責的橋梁進行巡檢。

表4-10 工務段實際訪查結果綜整表

防救災可動用人力		段長乙名、副段長乙名、工程師 20 人、其餘人力 11 人	
災前預防		海上颱風警報前各工程師(約 20 人)巡查重點橋梁	
災時 緊急 應變	巡檢警戒	留守 時機	海上颱風警報發佈
		留守 人員	1.段長或副段長(1 人)：決策及人員指派 2.工程師(2~3 人)：封橋及災中巡檢 3.技工(1~2 人)：機具操作 4.開口契約商(依合約而定)：搶災及協助
		備勤 人員	視災害狀況，協助救災(10 人)
		現場 駐守 人員	視橋梁狀況派遣(1 日 3 班, 每班 1~2 人及司機 1 人)
		巡檢 時機	依工務段各自定訂警戒水位，在到達此水位時工程師須至現場巡檢，若無立即危險時再回到工務段監測即時水位及待命
		巡檢 任務	每次派遣工程師 1 名及司機 1 人
	封橋作業	封橋 時機	橋梁封橋水位依規定為梁下 1.5m, 但實際封橋還是由段長或副段長決策是否封橋
		執行 人力	小橋大約 3~5 人 大橋或是同時多座橋封橋：需全員(31 人)+開口契約商(如不足得請示工程處派其他工務段人員支援)
		封橋 所需 時間	封橋作業一般橋梁大約 10~30 分鐘即可完成
	災後復原重建		各工程師(約 20 人)巡查重要橋梁，並將受損橋梁加以補強

颱風災害受降雨之影響為持續性災害，故工務段需指派留守人員，隨時監控橋梁狀況。當災情發生時，則指派備勤人員協助災害應變。本系統利用資料交換平台對各監測系統進行災害資訊收集，提供留守人員監看。當有災情發生，則藉由簡訊通知相關人員進行災害應變。

在工務段接收颱風、豪大雨警報並成立災害應變小組後，啟動颱風災害支援指派流程機制，如圖4.36所示。橋梁可分為重點橋梁與非重點橋梁兩種。在重點橋梁部份，工務段視橋梁狀況指派看守人員進駐，而重點橋梁看守人員可根據現場狀況，回報橋梁災害狀況。在非重點橋梁部份，系統根據工務段內民眾通報或洪水災害相關監測資訊等情報，經水理分析研判擬定巡檢優先順序，派遣人員進行巡檢。巡檢人員到達現場後，填寫由子計畫4所確立之「公路橋梁沖刷潛勢簡易評估表」(表4-12~表4-15)。系統依據巡檢人員及橋梁看守人員所填表單結果，判定災害等級，如為正常或輕微則保持橋梁通行；如為嚴重或極嚴重，則系統會根據指派機制進行交通管制。

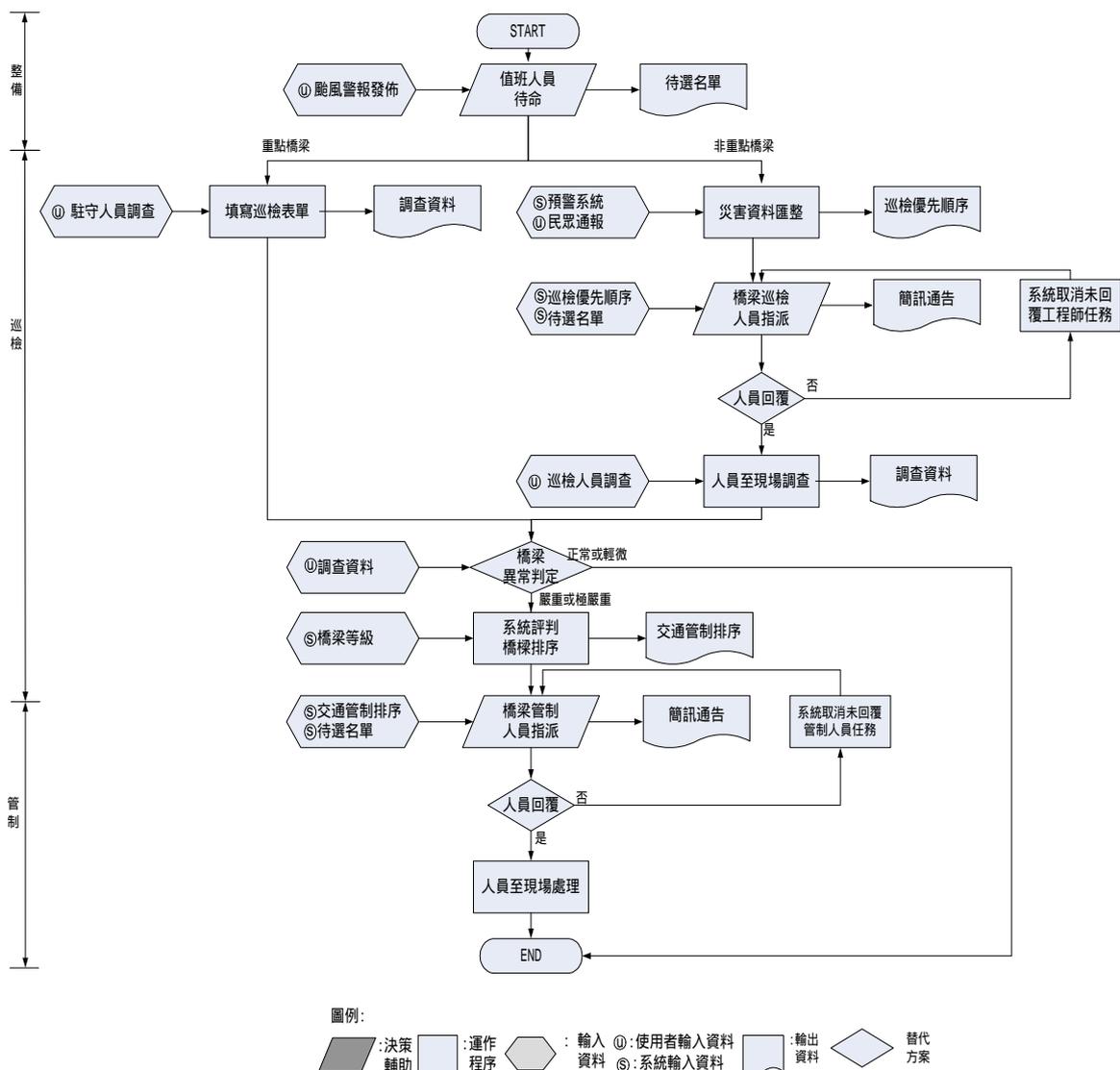


圖4.36 颱風災害系統支援指派流程圖

### 3. 災害通報機制

參考『交通工程防災預警系統』(鄭明淵, 2005、2006)計畫中, 所擬定之橋梁災害處理通報流程為基礎, 考量現行作業流程、法規與跨河橋梁之特性, 研擬一合適系統應用之橋梁災害通報標準與通報流程, 以跨河橋梁災害為例, 其通報機制如圖4.37及圖4.38所示。

工務段配合本系統運作, 如圖4.37所示, 當災害發生會自動將災害資訊或監測資料交換至跨河橋梁安全預警系統, 系統會啟動通報

機制將災害資訊提供給養路人員進行巡檢，經由系統彙整判定橋梁破壞等級後，由養路人員呈報主管並向媒體發佈。

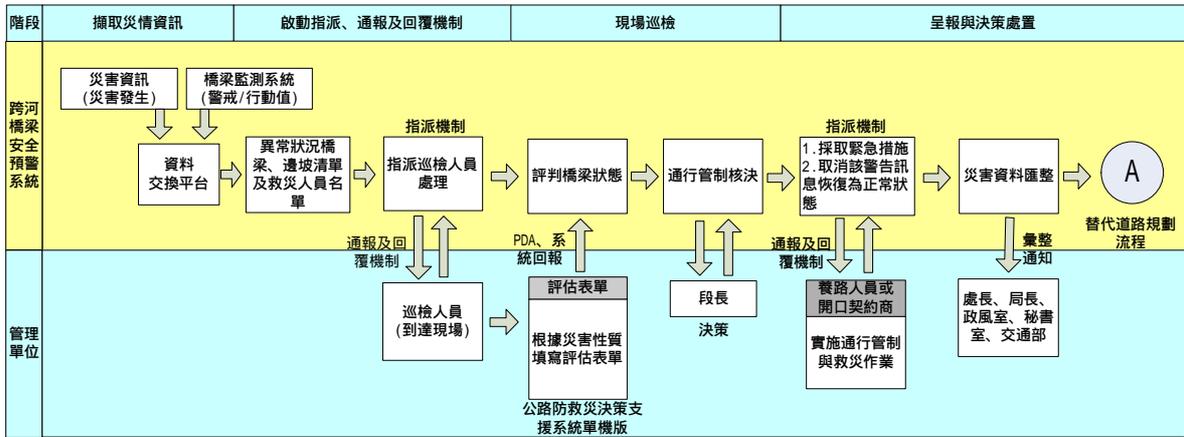


圖4.37 跨河橋梁災害處理通報流程範例(I)

當封橋後相關之應變流程。橋梁管理單位可遵循此應變流程進行之相關處置與疏導措施。如圖4.38所示，在確認封橋後，系統會自動擷取路況資訊，養路人員可依據系統提供替代道路方案進行認確。當確認路線符合需求，呈報相關主管。核定後，即可上網公告。

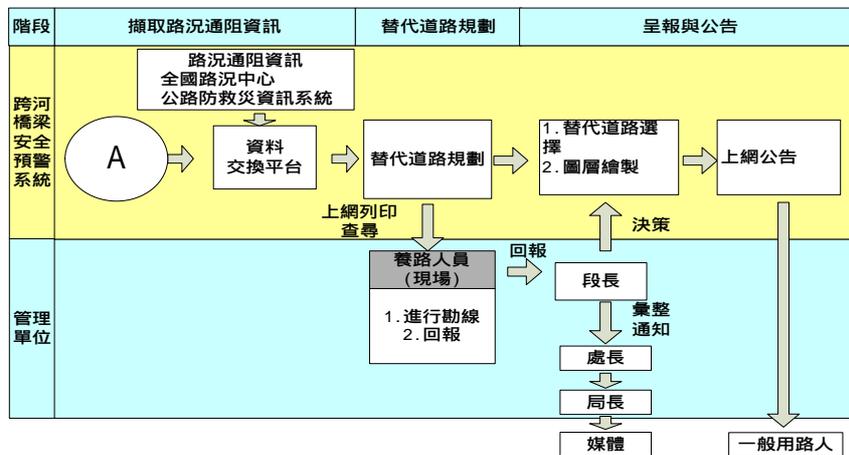


圖4.38 跨河橋梁災害處理通報流程範例(II)

## 4.7 資料倉儲設立

本計畫目的符合資料倉儲的特性，具有以主題為導向、整合性、時間變化性以及非揮發性等，故擬以資料倉儲概念作為本系統資料管理之原則。另外為了方便資料的易讀性，故將加入GIS概念讓資料搜查更為容易，故以下將針對資料管理及圖層管理進行描述。

### 1.資料管理

本計畫資料倉儲各項資料來源將採用「跨河橋梁安全預警系統之建立研究」其餘九個子計畫、「高科技橋梁檢測系統建置試辦計畫」等研究計畫所獲得資料做為基礎。

資料管理將各種橋梁資料及災害資料進行分類管理，分為橋梁災害資料、橋梁保護工法與橋梁相關法規。

其中橋梁災害資料，主要針對橋梁各種災害資料進行管理，包含橋梁結構體、周遭環境因子、致災因子、分析預測成果以及歷史災害資料，故針對這些資料歸類為六個項目分別為：

#### (1)橋梁屬性資料

橋梁屬性資料會建立橋梁基本資料，包含橋梁尺寸基本資料、位置、分類、橋梁構件屬性。

#### (2)橋梁環境現況資料

橋梁環境現況資料則會針對橋梁周圍地形、地質、水文資料進行儲存，包含橋河共治區地形、地質、河川流量歷線、河川水位以及集水區雨量資料。

#### (3)橋梁監測資料

橋梁監測資料則會將國道高速公路局之「高科技橋梁檢測系統建置試辦計畫」相關監測成果以及子計畫監測成果作為儲存內容，其中監測資料包括：水位、流速及沖刷深度資料。

#### (4)洪水災害分析成果

洪水災害分析成果則會將子計畫分析成果儲存於該項中，其

中包含預測河川變道、下游沖刷深度、洪水流量、洪水流速及洪水水位。

(5)土石流災害資料

土石流災害資料則儲存水土保持局所公佈之土石流潛勢溪流圖層及定時更新土石流黃色警戒及紅色警戒。

(6)歷年災損資料

歷年災損資料儲存該橋梁歷年因災害造成之損失。

本計畫資料倉儲各項資料來源將採用「跨河橋梁安全預警系統之建立研究」九個子計畫、「高科技橋梁檢測系統建置試辦計畫」等研究計畫所獲得資料做為基礎，如圖4.39所示。

錯誤! 尚未定義書籤。

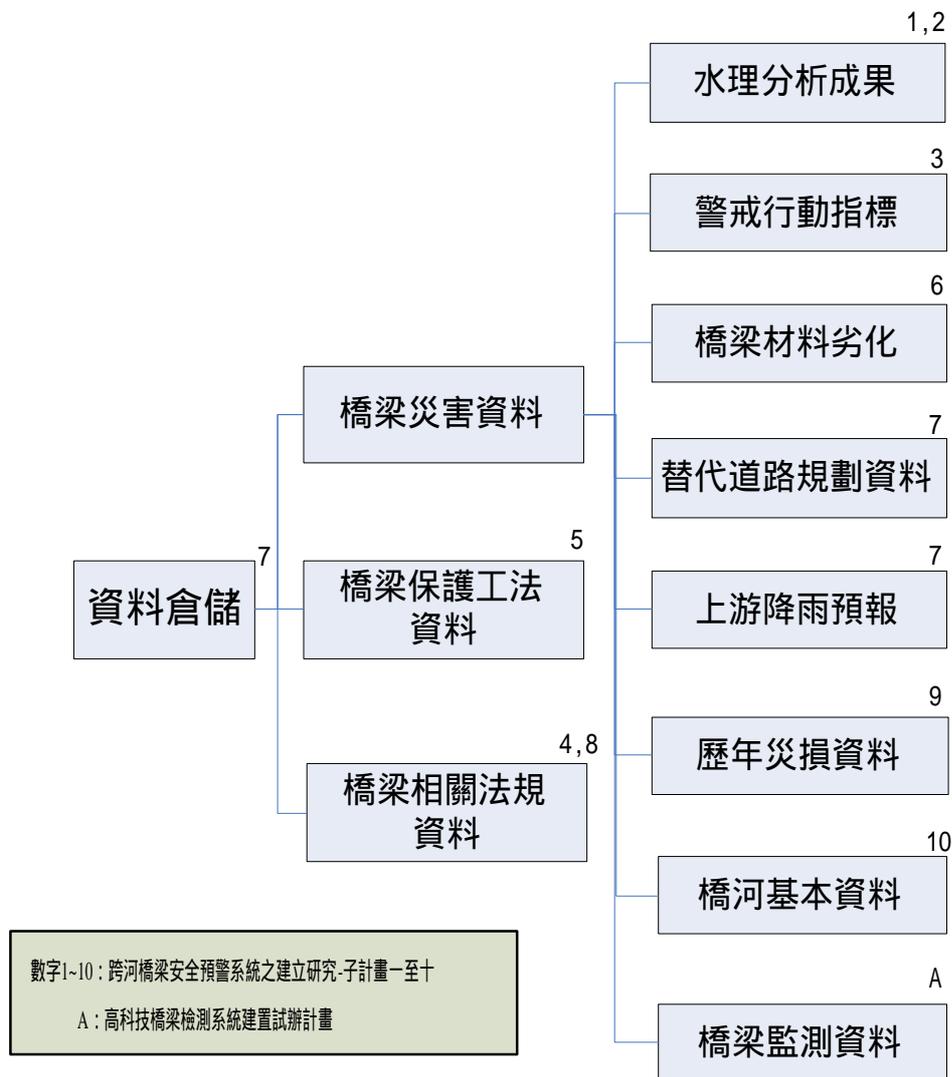


圖4.39 資料倉儲架構及資料來源

根據上述資料倉儲架構建置資料庫，其資料表及欄位說明如下  
(表4-11~表4-25)：

表4-11 資料表及欄位說明-颱風資料

*颱風資料	
欄位名稱	欄位型態
id	bigint
颱風名稱	nvarchar(50)
網頁路徑	nvarchar(255)

表4-12 資料表及欄位說明-斷面位置對照表

*斷面位置對照表	
欄位名稱	欄位型態
斷面位置	nvarchar(255)
模式點位輸入	nvarchar(53)
模式點位輸入型態	nvarchar(50)
橋梁	nvarchar(50)
警戒水位	nvarchar(50)
河床高程	nvarchar(50)
最低河床高程	nvarchar(50)
最低河床高程 97	nvarchar(50)

表4-13 資料表及欄位說明-跨河橋梁安全通報狀態

*跨河橋梁安全通報狀態	
欄位名稱	欄位型態
id	bigint
橋梁名稱	nvarchar(50)
檢測	nvarchar(50)
通報	nvarchar(50)
替代道路	nvarchar(50)

表4-14 資料表及欄位說明-莫拉克颱風災因分析

*莫拉克颱風災因分析	
欄位名稱	欄位型態
流域	nvarchar(50)
橋名	nvarchar(50)
災因	nvarchar(MAX)
說明	nvarchar(MAX)
圖片連結	int

表4-15 資料表及欄位說明-保護工法

*保護工法	
欄位名稱	欄位型態
工法名稱	nvarchar(255)
設置原因	nvarchar(255)
設置方式	nvarchar(255)
圖片連結	int

**表4-16 資料表及欄位說明-河床斷面**

*河床斷面	
欄位名稱	欄位型態
Tid	bigint
流域	nvarchar(255)
斷面	nvarchar(255)
河床頂 97	float
左樁	float
右樁	float
堤防低值	float
深泓線 97	float
河心距	float
水位高程	float
水位高程一小時後	float
水位高程兩小時後	float
水位高程三小時後	float

**表4-17 資料表及欄位說明-水理分析運作**

*水理分析運作	
欄位名稱	欄位型態
Tid	bigint
名稱	nvarchar(50)
類別	nvarchar(50)
更新時間	nvarchar(50)
更新後時間	nvarchar(50)
運作	nvarchar(50)
小時	nvarchar(50)

**表4-18 資料表及欄位說明-大甲溪橋梁**

*大甲溪橋梁	
欄位名稱	欄位型態
brid	bigint
橋名	nvarchar(50)
工程處	nvarchar(50)
工程段	nvarchar(50)
路線名稱	nvarchar(50)
里程數	nvarchar(50)

**表4-19 資料表及欄位說明-大甲溪流量**

<b>*大甲溪流量</b>	
<b>欄位名稱</b>	<b>欄位型態</b>
id	bigint
時間	nvarchar(50)
流量	nvarchar(50)
時序	nvarchar(50)

**表4-20 資料表及欄位說明- FloodFSAlert(橋梁分析)**

<b>*FloodFSAlert(橋梁分析)</b>	
<b>欄位名稱</b>	<b>欄位型態</b>
id	bigint
Bridge	nvarchar(50)
Pier	nvarchar(50)
FS	nvarchar(50)
Rtime	nvarchar(50)
V	nvarchar(50)
WH	nvarchar(50)
SD	nvarchar(50)
WHEL	nvarchar(50)
SDEL	nvarchar(50)
Yellow	nvarchar(50)
Red	nvarchar(50)
Sequ	nvarchar(50)
原河床高程	nvarchar(50)
柱長	nvarchar(50)
樁長	nvarchar(50)
基礎高程	nvarchar(50)
基礎底高程	nvarchar(50)

表4-21 資料表及欄位說明- FloodFSAlertHistory(橋梁分析紀錄)

*FloodFSAlertHistory(橋梁分析紀錄)	
欄位名稱	欄位型態
id	bigint
Bridge	nvarchar(255)
Pier	nvarchar(255)
FS	nvarchar(53)
Rtime	nvarchar(255)
V	nvarchar(255)
WH	nvarchar(255)
SD	nvarchar(255)
WHEL	nvarchar(255)
SDEL	nvarchar(255)
sequ	nvarchar(50)
RtimeYear	nvarchar(50)

表4-22 資料表及欄位說明-TwoDimension(二維水理分析)

*TwoDimension(二維水理分析)	
欄位名稱	欄位型態
Tid	bigint
Bridge	nvarchar(50)
Pier	nvarchar(50)
Stage	nvarchar(50)
Depth	nvarchar(50)
Vel	nvarchar(50)
Sequ	nvarchar(50)
Rtime	nvarchar(50)
Fs	nvarchar(50)

表4-23 資料表及欄位說明-大甲溪QPESUMS

*大甲溪 QPESUMS	
欄位名稱	欄位型態
ID	int
即時雨量	float
一小時後雨量	float
兩小時後雨量	float
三小時後雨量	float

表4-24 資料表及欄位說明- FloodFSAlert(橋梁分析)

*OneDimension(一維水理分析)	
欄位名稱	欄位型態
Tid	bigint
斷面	nvarchar(50)
Rtime	nvarchar(50)
歷線	nvarchar(50)
模擬時間步長	nvarchar(50)
模擬時間	nvarchar(50)
模擬時間第秒	nvarchar(50)
實際時間	nvarchar(50)
實際時間第小時	nvarchar(50)
流量	nvarchar(50)
水位	nvarchar(50)
通水面積	nvarchar(50)
平均水深	nvarchar(50)
福祿數	nvarchar(50)
摩擦坡度	nvarchar(50)
河寬	nvarchar(50)
河床粗糙度	nvarchar(50)
最大流量	nvarchar(50)
最大水位	nvarchar(50)
深泓線	nvarchar(50)
沖刷深度	nvarchar(50)

表4-25 資料表及欄位說明- FloodFSAlert(橋梁分析)

*FloodFS(安全係數)	
欄位名稱	欄位型態
ID	bigint
橋名	nvarchar(50)
樁號	nvarchar(50)
流速	nvarchar(50)
水位高度	nvarchar(50)
沖刷深度	nvarchar(50)
FS	nvarchar(50)

## 2.圖層管理

本計畫擬利用GIS技術輔助資料倉儲，其中GIS具有強大空間分析功能，對於橋梁相關災害資料可以透過圖形化介面於網頁展示。然而空間分析有賴基本圖資建立，故本計畫將交通部運研所開發路網數值圖99年版圖層資料納入資料倉儲，各項災害資料則可經由路網數值圖進行空間分析。表4-26所示為本計畫預定納入本倉儲之空間資料。

表4-26 數值路網空間資料內容及屬性資料

圖層名稱	空間資料內容	屬性資料內容
道路 (線)	1.包括國道、省道(含快速道路)、縣道、鄉道、都市道路、產業道路及無路名道路等既有道路。 2.都市地區所有6米以上道路。 3.部分縣市路網資料更新。	包括道路各路段之道路分級碼、公路編碼、道路結構碼(一般道路、橋梁、隧道、匝道)、橋梁編碼、隧道編碼、道路名稱(分為路或街、巷、弄)、道路共線關係、起迄節點代碼、方向性代碼以及原1.4版路段編碼。
道路節點 (點)	包括道路之節點坐標資料。	節點代碼(如圓環、丁字路口、十字路口...等)。
鐵路/捷運 (線)	包括臺鐵、高鐵以及捷運3個圖層之線形資料。	包括臺鐵、高鐵以及捷運各路段之代碼(依車站分段)以及路線名稱。
行政區 (多邊形)	包括縣市界、市鄉鎮區界以及村里參考界3個圖層之空間資料。	包括各行政區名稱及所屬縣市及鄉鎮別。
河流/湖泊 (多邊形)	包括河流與湖泊之空間資料。	包括河流與湖泊之類型代碼、名稱。
地標地物 (點)	包括政府機關、文教機構、運輸場站、其他公共設施、風景遊憩以及飯店旅館等地標地物之中心點坐標資料。	包括政府機關、文教機構、運輸場站、其他公共設施、風景遊憩以及飯店旅館等地標地物之中文名稱，並依地標地物類別給予不同代碼。
橋梁 (點)	道路圖層上所有橋梁中心點坐標資料。	橋梁名稱。
隧道 (點)	道路圖層上所有隧道中心點坐標資料。	隧道名稱。

資料來源：交通部運研所

本計畫採用圖層分別為道路、橋梁與隧道等資料，其內容包括道路約57萬筆、橋梁數量15739座與隧道數量400處，圖層畫面如下圖4.40~圖4.42所示。

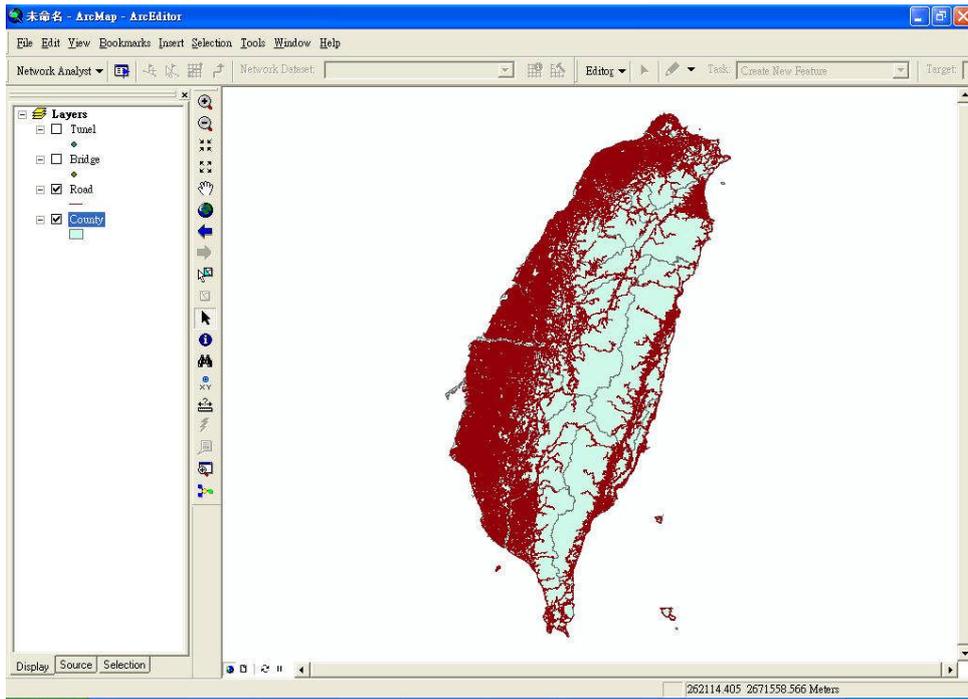


圖4.40 交通部運輸研究所路網圖層

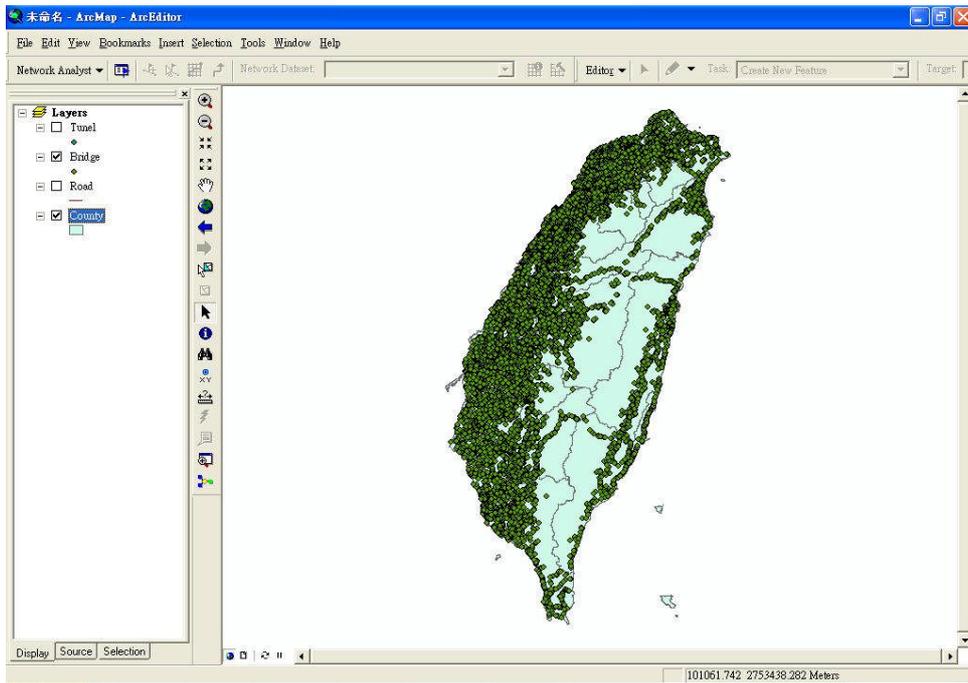


圖4.41 交通部運輸研究所橋梁點位圖層

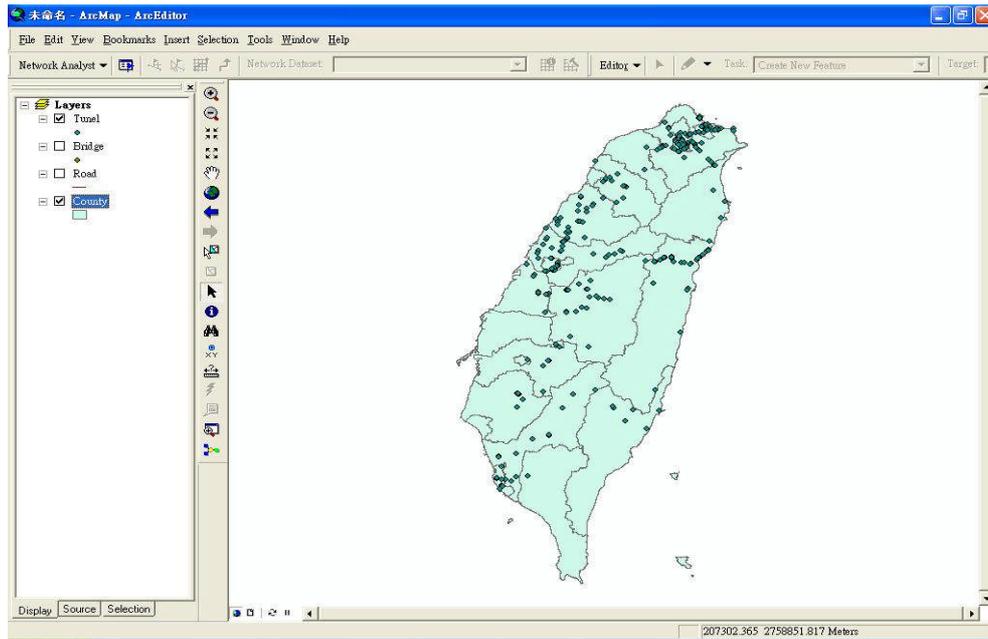


圖4.42 交通部運輸研究所隧道圖層

#### 4.8 匯入橋梁災害診斷標準

根據建置資料倉儲流程步驟，將以下各子計畫所確立之跨河橋梁沖刷災害診斷標準輸入系統對應欄位中。

1. 「河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究」(子計畫1)
2. 「橋墩沖刷計算模式之建立研究」(子計畫2)
3. 「跨河橋梁安全評估之研究」(子計畫3)

輸入所確立之跨河橋梁沖刷災害診斷標準後，自動通報機制可依此警戒、行動值標準進行預警通報，根據子計畫3之建議目前初步規劃安全係數小於1.5時為行動，介於1.5至2為警戒，2以上為安全。並可供管理單位於平時、災時與災後快速評斷橋梁安全之參考，依所訂定之診斷標準對橋梁進行現況診斷，提前做出預防措施。

## 4.9 建立跨河橋梁安全預警系統

完成跨河橋梁安全預警系統之前置作業後，包含系統概念分析、軟硬體安裝、資料交換平台、資料倉儲、災害應變通報流程與橋梁災害診斷標準等。將以上述之成果，整合建立跨河橋梁安全預警系統，其架構如圖4.43所示。

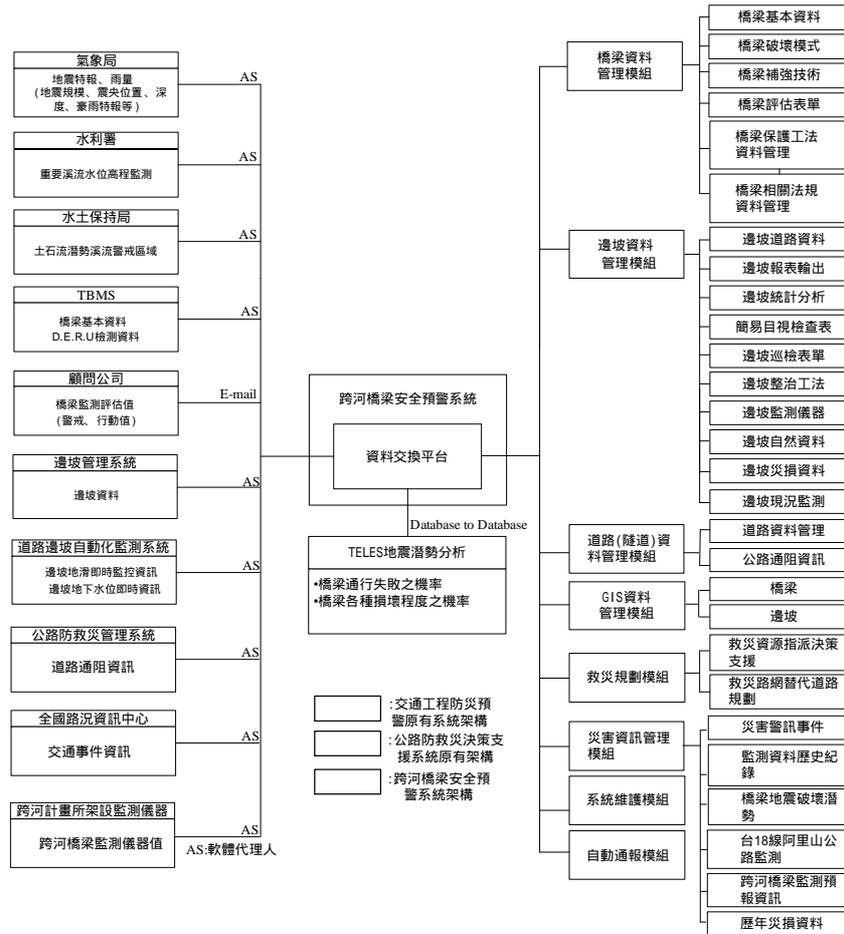


圖4.43 跨河橋梁安全預警系統架構圖

圖4.43中，無標記之方框為交通工程防災預警系統原有架構，標記圓形符號為公路防救災支援系統架構，標記方框符號即本研究所加入跨河橋梁相關模組。

雖然跨系統整合為一難題，但本研究團隊在執行「交通工程防災預警系統」、「公路防救災決策支援系統」之過程中，已累積豐富整

合經驗，不僅可避免本計畫在系統整合中所發生之問題，如資料傳遞落差等。亦可透過單一人機操作介面，減少多系統之維護人力及成本，以及使用者需反覆操作多套系統之繁雜作業。

#### 4.10 跨河橋梁安全預警系統使用時機及功用

根據上述流程可建置跨河橋梁安全預警系統相關功能，彙整其系統內容與通報流程機制可整理出表4-27，分別確認系統使用對象、使用時機及系統對應功能。

表4-27 跨河橋梁安全預警系統使用時機及功用表

對象	使用時機	內容	功用
一般民眾	災時	橋梁警戒通報	網路通報危險橋梁或依申請簡訊告知
	災後	替代道路查詢	查詢橋梁中斷後替代道路
橋梁工程師 (現場人員)	平時	橋梁狀況監測	查詢監測資訊與災害預報
		日常巡檢表	離線或線上填寫表單功能
	災時	橋梁警戒通報	簡訊或網路通報危險橋梁
		緊急檢查表	即時回報橋梁損壞等級及建議處置措施
	災後	替代道路規劃	規劃橋梁中斷後可行替代路徑
		緊急評估表	橋梁維修補強評估依據
公路 管理單位 (決策人員)	平時	防災整備	提供橋梁維修(保護工法)建議
	災時	緊急調查表資訊彙整	進行橋梁通阻與處置措施決策
	災後	轄區橋梁損壞狀況彙整	提供維修補強方案建議
中央緊急應 變中心	災時	全國橋梁通阻狀況	GIS 圖層顯示全國中斷橋梁
	災後	全國橋梁維修復原狀況	GIS 圖層顯示全國橋梁修復狀況
研究單位 (子計畫研 究團隊)	平時	橋梁安全診斷、預警	提供橋梁安全、行動、警戒值
	災時	監測儀器架設與維護	查詢與交換監測資料
	災後	預測模式修正	根據監測數據修正預測模式

#### 4.11 整合系統運作評估及檢討

進行系統架設與開放測試，並提供給予各子計畫研究單位試行使用，測試其系統操作之效能、管理維護之效能及本系統之穩定性，最後將針對使用者反應之問題，進行系統修正，以強化系統在正式上線後，有最佳之穩定性及實用性。執行內容包括如下：

- 1.跨河橋梁安全預警系統開發完成
- 2.進行實際系統上線。
- 3.進行測試階段。
- 4.進行系統修正。

系統目前已完成上述工作內容，並已上線運作使用，其系統連結頁面網址如下：

- 1.港研中心主系統位址：<http://163.29.73.52/rivera>。
- 2.台科大備援系統位址：<http://140.118.205.122/rivera>。

#### 4.12 系統推廣與成果發表

最後舉辦成果發表，說明示範跨河橋梁預警系統之功能及操作方法，並委請交通部運輸研究所發文至相關單位邀請人員參加。與港灣技術研究中心協調討論後，成果發表會於100年12月19日(一)於港灣技術研究中心舉辦一場次高司演練暨研討會(港研中心主辦；台科大協辦)，課程內容包括：

- 1.跨河橋梁預警系統介紹
- 2.跨河橋梁災害緊急應變流程與通報機制簡介
- 3.線上地理資訊系統GIS功能介紹
- 4.系統操作流程示範(其簡報詳見附錄B)

經由成果發表會之舉行，除協助參與人員了解本系統各項模組、對橋梁防救災工作所能提供之協助外，並經由多人同時上機測試伺服器

器及系統之穩定度，並對系統各項功能行測試，再將各種執行時，所遇到的問題，回饋至系統開發團隊。於成果發表會亦汲取參與人員所反應之意見，作為系統開發改進之寶貴意見。並研擬系統維護管理之需求，內容包括：

- 1.更新及新建資料庫之方法、時程擬定。
- 2.編寫系統使用手冊(詳見附錄C及附錄D)。
- 3.未來系統擴充可能需求之設定。

## 第五章 結論與建議

橋梁為台灣地區用來連絡河流兩岸之重要交通工程設施，然而台灣屬季風型氣候夏季多雨，洪水往往造成橋梁重大威脅。政府各交通工程管理單位為此已投注相當多經費進行橋梁監測及預警研究課題，但是這些研究成果如何進行橫向整合，並與防災預警通報體系結合，以提升橋梁防災預警時效，為一重要整合課題。因此，「跨河橋梁安全預警系統之建立研究」的總計畫書將彙整十三項子計畫之研究成果，並建置「跨河橋梁安全預警系統」整合各項資訊並建置預警通報機制，將各子計畫所確立之橋梁分析研判準則電腦化，判斷橋梁現況並進行有效的監控管理，以降低災害來臨時所造成之損害，以下針對本研究成果提出結論與建議。

### 5.1 結論

- 1.系統結合了中央氣象局QPESUMS資料與當地雨量站資料，進行修正分析提高預測精度且可預測未來1~3小時的降雨量、河川水位高程、流速及沖刷深度，使管理單位面對洪災來臨有足夠的反應時間。
- 2.整體系統架構以「後端系統運作（Invisible computer）」概念，讓使用者能享受系統所提供防災預警與時效性之便利，無須擔心系統人機介面操作、資料整合分析及系統維護之額外人力負擔。
- 3.跨河橋梁預警系統結合了QPESUMS修正模式、降雨逕流模式、河道演算(一維水理分析)、橋墩沖刷計算(二維水理分析)、跨河橋梁安全評估、跨河橋梁安全預警模式等六大模組，是台灣第一個將水位、流速及沖刷深度等因子皆納入分析的預警系統，改善過去僅考水位因子進行警訊發佈造成預警發佈失效的缺點。各計畫涵蓋各不同領域研究，由橋河基本資料、水理分析、監測與檢測、材料與保護工法安全評估準則及系統整合等角度

分別探討跨河橋梁安全預警之問題，藉由總計畫綜觀統整各項資源，避免資源分散浪費等問題。

## 5.2 建議

- 1.此計畫範圍目前僅涵蓋大甲溪流域橋梁，未來研究成果可配合高公局或公路總局擴展至全國跨河橋梁。
- 2.本系統僅選取大甲溪國道1號與國道3號進行二維水理分析，建議可選取易損壞之橋梁進行二維水理分析。
- 3.大甲溪流域上游有數座人工水庫與壩體控制流量，未來如擴展至其餘流域，需針對該流域特性進行分析與改正模式預測準確性。

## 參考文獻

1. 鄭玉菉，「格網式分佈型降雨-逕流模式之研究」，碩士論文，國立成功大學水利及海洋工程研究所，1995。
2. 詹穎雯，「水利結構混凝土發展現況」，2000 年台灣地區混凝土工程技術發展回顧與展望研討會，台灣營建研究院主辦，台北市，2000。
3. 張嘉峰，「水刀技術於鋼筋混凝土結構物修復之運用與驗證」，財團法人臺灣營建研究院，2009。
4. 施邦築：土石流橋涵設計準則之研究，交通部科技顧問室專案研究成果報告，1999。
5. 林呈、蔡榮峻、施邦築：跨越土石流潛勢溪流之橋梁工程問題探討 以新中橫公路三座橋梁為例，中華水土保持學報，Vol. 32, No. 4, pp. 245 ~ 260，2001。
6. 林呈等，「河川橋梁之橋墩（台）沖刷保護工法之研究」，交通部公路總局，2005。
7. 王仲宇等，「高、快速公路橋梁鄰近區域之自然災害度潛勢分析」，交通部公路總局，2004。
8. 林呈等，「跨河橋梁訂定封橋水位」，交通部公路總局，2004。
9. 林呈等，「台灣河流之沖刷對橋梁基礎與道路邊坡之影響及因應對策研究」，交通部公路總局，2002。
10. 中興工程顧問社，「橋基跌水或水躍沖刷防治設計指引」，2002。

11. 行政院公共工程委員會，「跨河構造物防治沖刷之技術與策略研究—應用剛性或柔性攔砂堰作為橋基保護方法之評估探討」，1999。
12. 王仲宇、唐治平、蔣偉寧、莊秋明、林呈、周憲德等，「橋梁設計維修支援系統之建立 - 腐蝕、地震、河川沖蝕之潛勢分析及相關技術整合」，交通部科技顧問室，1999。
13. 林呈等，「本省西部重要河川橋梁橋基災害分析與橋基保護工法資料庫系統之建立」，交通部運輸研究所，1998。
14. 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。
15. 張國鎮、羅俊雄、林詠彬、鍾昇財，「橋梁系統安全監測及預警系統之建立」，交通部公路總局，2004。
16. 張國鎮..等，「橋梁系統安全監測及預警系統之建立(期末報告)」，交通部科技顧問室，台北，2003。
17. 陳清泉、蔡益超、張國鎮、李鴻源、李有豐、謝尚賢、單信瑜、許志揚、游進裕、林詠彬，「河川橋梁沖刷並補強後之安全評估」第一年期末報告，交通部公路總局，2004。
18. 陳振川、蔡益超、張國鎮，「橋梁監測預警系統及沖刷保護措施及補強等之研究」第二階段策略研擬期中報告，交通部公路總局，2005。
19. 「光纖與光柵用於橋梁監測之研究(2/2)」，交通部，2004。
20. 「災害防救法」，行政院內政部，2000。

21. 「災害防救法施行細則」，行政院內政部，2001。
22. 交通部中央氣象局，<http://www.cwb.gov.tw/V4/index.htm>。
23. 經濟部水利署，水災防救作業支援系統，  
<http://fhic.wra.gov.tw/asp/gqwmain.asp>
24. 林呈、施邦築、羅慶瑞、黃進坤，「跨河橋梁訂定封橋水位」，交通部公路總局，2004。
25. 台灣地區橋梁管理系統 <http://bms.iot.gov.tw/>
26. 農業委員會水土保持局，土石流防災應變系統，  
[http://fema.swcb.gov.tw/main/index\\_01.asp](http://fema.swcb.gov.tw/main/index_01.asp)
27. 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。
28. 王仲宇、唐治平、周憲德、莊秋明、林呈、周憲德，「橋梁設計支援系統之建立—腐蝕、地震、河川沖蝕之潛勢分析及相關技術整合」，交通部科技顧問室，1999。
29. 「臺灣區地震危害度分析及其應用」，國家地震工程中心報告，台北。
30. 「橋梁設計與耐震補強」，台灣營建研究院，1999。
31. 游保杉等，「河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究」，交通部運輸研究所，2009。
32. 廖哲民等，「橋墩沖刷計算模式之建立研究」，交通部運輸研究所，2009。

33. 林三賢等，「跨河橋梁安全評估之研究」，交通部運輸研究所，2009。
34. 王仲宇等，「訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究」，交通部運輸研究所，2009。
35. 廖清標等，「跨河橋梁保護工法之研究」，交通部運輸研究所，2009。
36. 楊仲家等，「研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料之研究」，交通部運輸研究所，2009。
37. 李維峰等，「橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究」，交通部運輸研究所，2009。
38. 蔡清標等，「莫拉克颱風成主要橋梁損壞之現地調查及災因分析」，交通部運輸研究所，2009。
39. 俞駿輝等，「橋河共治區基本資料調查研究」，交通部運輸研究所，2009。
40. 張國鎮等，「高科技橋梁即時監測系統建置試辦計畫」，交通部臺灣區國道高速公路局，2009
41. 黃安斌等，「橋墩振動與基礎孔隙水壓力即時監測系統整合應用研究」，交通部運輸研究所，2009。
42. 鄭明淵等，「交通工程防災預警系統建立之研究 (1/2)」，交通部運輸研究所，2005。
43. 鄭明淵等，「交通工程防災預警系統建立之研究 (2/2)」，交通部運輸研究所，2006。

44. 柯正龍等，「台灣區救災公路資訊整合系統建立之研究」，交通部運輸研究所，2007
45. 辜文元等，「土石流防災應變系統維護與更新 2/4」，行政院農業委員會水土保持局，2006
46. 陳茂南等，「台灣區救災公路系統建立之研究」，交通部運輸研究所，2006
47. 張國鎮等，「光纖光柵用於橋梁監測之研究」，交通部運輸研究所，2004
48. 「交通部運輸研究所路網數值圖 97 年版」，交通部運輸研究所，2008
49. 王文甫，「公路養護作業資料倉儲之研究」，國立中央大學營建管理研究所，碩士論文，2008。
50. 周天穎、羅文珊、趙儻、陳美心、何京典，「運用資料倉儲技術設計全方位地理資訊資料流通供應管理方案」，2005 年台灣地理資訊學會年會暨學術研討會論文集，2005。
51. 張明智，「以空間資料搜尋支援資料探勘之研究」，國立成功大學測量及空間資訊學系，碩士論文，2005。
52. 張俊鴻、陳俊男、彭玉琴、陳惠玲、林峰田、何燦群、陳玫蓉、曾琬瑜，「臺北市地理資訊屬性資料倉儲系統」，第九屆城市地理資訊系統學術論壇 2006 年年會論文集，2006。
53. 張郇生，「國土地質資料整合管理供應系統介紹」，經濟部中央地質調查所國土資訊系統通訊第 49 期，2005。

54. 簡素霞、周天穎，「地理資訊系統應用於國軍營產管理之研究」，2005 年台灣地理資訊學會年會暨學術研討會論文集，2005。
55. 李俊民，「決策支援系統」，華泰文化事業股份有限公司，2006。
56. 梁定澎，「決策支援系統與企業智慧」，智勝文化出版，2006。
57. 陳錦嫻、黃國展，「GIS 與空間決策分析：Arc GIS 入門與進階」，新文京開發，2007。
58. 林孟龍、黃建輝、張建民，「地理資訊系統 ArcGIS」，新文京開發，2008。
59. 涂金山，「南台灣地區坡地工程土壤資料庫作管理系統之應用研究」，國立屏東技術學院土木工程技術研究所，碩士論文，1997。
60. 侯峻棕，「GPS/GIS 應用於南橫公路(甲仙至埤口段)邊坡地工環境災害資料庫系統之建立研究」，國立屏東科技大學土木工程學系，碩士論文，2000。
61. 張小飛，「以生態規劃法探討惠蓀林場土地利用」，私立東海大學景觀系，碩士論文，2001。
62. 張家甫，「地理資訊系統應用於免費公車路線調整之分析」，私立中原大學土木工程學系，碩士論文，2005。
63. 曾世賢，「九二一集集地震污水管線災損之 GIS 震害分析」，國立台北科技大學土木與防災科技研究所，碩士論文，2001。
64. 黃書禮，「生態土地使用規劃」，詹氏書局，台北，2000。
65. 溫國忠，黃宗興，「應用網路分析評估都市洪災逃生路徑之研究」，中華地理資訊學會年會暨學術研討會論文集，高雄，2003。

66. 莊智雄，「救災圈域劃設決策支援系統之研究」，私立朝陽科技大學建築及都市設計研究所，碩士論文，2000。
67. 莊惠雯，「物件關聯式地理資料庫之設計與建置」，國立成功大學測量工程學系，碩士論文，2002。
68. 陳述彭、盧學軍、周成虎，「地理信息系統導論」，科學出版社，北京，1999。
69. 陳昌炫，「以地理資訊系統輔助共同管道之最適設計」，國立中央大學土木工程學系，碩士論文，2002。
70. 陳韋成，「GPS/GIS 科技應用於高雄地區山坡地地工環境災害資料庫系統之建立研究」，國立屏東科技大學土木工程技術研究所，碩士論文，1998。
71. 盧瑞山、洪國展、林忠義，地理資訊系統理論與實務應用，2002。
72. 蔡鴻勳，「應用 PDA 輔助地籍圖重測地籍調查外業之研究」，私立逢甲大學土地管理學系，碩士論文，2003。
73. 簡文謙，「以 GIS 及非規則空間 CA 為基礎的都市土地使用模擬方法」，私立逢甲大學建築及都市計畫研究所，碩士論文，2003。
74. 鄭秀藝，「土地使用適宜性分析評鑑準則之研擬與評鑑方法之探討」，國立中興大學都市計劃研究所，碩士論文，1987。
75. 交通部運輸研究所，公路防救災系統使用手冊，2010。

76. Bagnold, R. A. , “The nature of saltation and of bed-load transport in water”, Proc. Royal Soc., London, England, A 332, 473-504,1973.
77. Collischonn, W., Reinaldo H., Ivanilto A., and Carlos E. M. T., "Forecasting River Uruguay flow using rainfall forecasts from a regional weather-prediction model", Journal of Hydrology, v305, 87-98, 2005.
78. Einstein, H. A., “The bed load function for sediment transportation in open channels”, Technical Bulletin No. 1026, U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Washington, D.C, 1950.
79. FHWA(2001), “Evaluating scour at bridges”, Fourth Edition,NHI 01-001, NHI,USA.
80. Melville, B. W., & Coleman, S. E. ,Bridge Scour, Water ResourcesPublications, LLC., Highlands Ranch, Colorado, USA, 2000.
81. van Rijn, L. C. , “Sediment transport, part I: bed load transport”, J. Hydr. Engrg., ASCE, 110(10), 1431-1453, 1984a.
82. PONTIS Version 2.0 User's Manual, FHWA-SA-93-083, 1993.12.
83. PONTIS Version 2.0 Technical Manual, FHWA-SA-93-083, 1993.12.
84. Cambridge Systematics, Inc. Pontis Release 4 Technical Manual. AASHTO, Washington, D.C., 2001.

85. Palmer, R., and Turkiyyah, G., CAESAR, An Expert System for Cataloging and Expert Evaluation of Scour Risk And River Stability at Bridge Sites, The User's Guide, Department of Civil Engineering, University of Washington, Seattle, Washington, USA, 1997.
86. Palmer, R., and Turkiyyah, G., CAESAR Version 2.2.2 Homepage, <http://hotmix.ce.washington.edu/caesa>, Department of Civil Engineering, University of Washington, Seattle, Washington, USA, 2005.
87. The Performance of Concrete Bridges, Department of Transport, HMSO.Press Notice NO.260-1992 Pub. by Department of Transport, London, 1989.
88. M.J.N. Priestly, F. Seible, and G.M. Calvi, "Seismic Design and Retrofit of Bridge", John Wiley & Sons, Inc, New York, 1996.
89. Broomfield, J.P., "Assessing Corrosion Damage on Reinforced Concrete Structures", p1, "Corrosion and Corrosion Protection of steel in Concrete" , Vol. 1, Ed. by R. N. Swamy , 1994, Sheffield Academic Press.
90. Clark, L. A. and Saifullah, M., "Effect of Corrosion Rate on the Bond Strength of Corroded Reinforcement", p.591, "Corrosion and Corrosion Protection of steel in Concrete" , Vol. 1, Ed. by R. N. Swamy , 1994, Sheffield Academic Press.
91. Johnson, R.E. and Agarwala, V.S., "Fluorescence Based Chemical Sensors for Corrosion Detection", Paper 304, Corrosion 97, 1997.

92. Laenzen, C. and Raine, A., "Additional Applications with the Alternating Current Field Measurement (AFCM) technique", *Insight*, Vol. 40, No.12, Dec. 1998.
93. David S.Brookshire,Stephanie E Chang , Hal Cochrane , Robert A.Olso, Asam Rose,and Jerry Steenson, 「 Direct and Indirect Economic Losses from Earthquake Damage 」 , *Earthquake Spectra*, Volume 13,No.4,pp.683-701,November 1997.
94. Barber, D. and Williams, C., Gaussian processes for Bayesian classification via hybrid Monte Carlo. NIPS 9,1997.
95. Jaynes, E.T. "Information theory and statistical mechanics." *Physical Review*, 106, 620-630M, 1957.
96. Mackay, D. J. Gaussian processes - a replacement for supervised neural networks? Lecture notes for a tutorial at NIPS 1997. Available at <http://wol.ra.phy.cam.ac.uk/mackay>, 1997.
97. MacKay, D.J. A practical Bayesian framework for back-propagation networks. *Neural Computation*, 4, 448-472, 1992.
98. Morgan, G.C., Rawlings, G.E. and Sobkowicz, J.C. "Evaluating total risk to communities from large debris flows", In *Geotechnique and natural hazards*, pp.225-236, 1992.
99. Neal, R. M.. Monte Carlo implementation of Gaussian process models for Bayesian regression and classification. Technical Report CRG-TR-97-2, Dept. of Computer Science, University of Toronto, 1997.

100. Williams, C.K.I. and Barber, D. Bayesian Classification with Gaussian Processes, *IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20, 1342-1351, 1998.
101. Williams, C. K. I. and Rasmussen, C. E. Gaussian processes for regression. In *Advances in Neural Information Processing Systems 8th ed.* by D. S. Touretzky, M. C. Mozer, and M. E. Hasselmo, 1996.
102. Parlange, Mary, " The city as an ecosystem ", *Bioscience*, 48(8): pp.581-585, 1998.
103. Paulsson, Bengt , " Urban application of satellite remote sensing and GIS analysis ", *UMP Discussion Paper No.9*, Washington, D.C.: World Bank, 1992.
104. Rabley, Peter , " Developing a framework for planning support systems in Philippine cities: A case study from Cebu City, Visayas and Lipa City, Luzon ", *Regional Development Dialogue*, 16(1): pp.36-52., 1995.
105. 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.
106. Ventura, Stephen, and Kye Hyun Kim, " Modeling urban non-point source pollution with a geographic information system ", *Water Resources Bulletin*, 29(2): pp.189-198, 1993.

## 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

第一次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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、交通部科技顧問室許書王技正：		
1.本研究案相關資訊取得，在應用前請先設立資訊正確性之校核機制。	1.本研究案在資訊應用上，會先進行其正確性的檢核。	同意
2.資訊即時性，對於應用面甚為重要，研究單位擷取相關資訊時宜有系統步驟以利資訊加值。	2.遵照辦理	同意
3.本系統宜考量與相關系統整合之預留空間。	3.系統已預留空間給待整合之系統	同意
4.防汛期間屬本研究最好的驗證期，建議相關單位應於汛期間成立留守機制與所方配合，免誤應用時機。	4.遵照辦理	同意
二、本所港研中心張金機前主任：		
1.研究計畫：「河道水位與橋墩沖刷推估模式研究」與「橋墩沖刷計算模式研究」兩個子計畫似乎重疊，如何區隔。	1.「河道水位」乙案是針對橋河共治區的水位及沖刷深度進行一維模擬，而「橋墩沖刷計算模式」是以二維方式處理，故將有所區隔。	同意
2.河道水位推估模式（P5-1）： (1)研究計畫分為降雨預報及格網分佈模型，降雨逕流估算洪水量，再利用一維模式推估水位。 (2)此傳統方法根據過去降雨資料分析雨型（包括集流時間、洪峰流量等），然後由降與預報估算流量、計算水位建議比較。 (3)雷達降雨預報：氣象局雷達降雨預報展現集水區雨量空間分佈，如何利用地面實測雨量回饋校正。	2.因本計畫僅針對預警系統進行資訊整合，本建議將反應給子計畫進行討論研擬。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第一次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
3.本計畫橋墩基礎沖刷分別採用數值推算、模型試驗及現場調查三種方法，未來如何整合？	3.此部份非本系統整合計畫之範疇，將反應相關子計畫該問題並進行討論。	同意
三、國立成功大學水利系蔡長泰教授：		
4.表 3-3 (P3-11) 建議包括深槽與高灘地之區分、斷層、瀑布跌水、堤外土地利用（農耕、漁塭等）等。	1.數值推算是以數值模擬方式建立橋河共治區水位及沖刷深度的關係，進行即時預測；模型試驗是將實際橋河共治區依比例縮小進行測試，有利瞭解未來該區可能破壞情形；現場調查是針對實際現況進行調查供數值及模型試驗比對。	同意
5.表 3-4 (P3-12) 之建議： (1)大甲溪河道及河床特性方面，包括沖積層厚度，岩盤露頭等。 (2)「未來 1 小時之國道一號橋、三號橋沖刷深度」細項，並不易獲得（因沖刷深度包括局部沖刷深度、一般沖刷深度、砂波波高等，且每一橋墩環境不同），建議改為洪水前剩餘深度與容許深度比較，並與表 3-6 之封橋標準納入，用於研判洪水期間之封橋標準。（是否封橋應於洪水發生時已有警惕的標準）。	2.(1)此部分為各子計畫執行時的輸入及輸出值，會將此建議反應給該子計畫進行研擬。 (2)此部分為各子計畫執行時的輸入及輸出值，會將此建議反應給該子計畫進行研擬。	同意
6.資料倉儲資料庫模式 ER-mode 初步範例也建議包括容許深度及其計算方法（屬於基本資料之一），每一根橋墩及橋台建議均有容許深度及剩餘深度。	3.此部分為各子計畫執行時的輸入及輸出值，故將會與該子計畫擬議其執行項目再行加入。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第一次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
7. 跨河橋梁安全預警系統初步架構 (P4-7) 之橋梁資料管理模組建議需包括剩餘基礎深度 (每次洪水後均應更新) 及容許深度、保護工法之保護範圍 (是否涵蓋全河寬), 以及河床之沖刷或淤積。	4. 以上建議將反應給各子計畫 (包括橋梁基本資料、橋梁保護工法及監測系統資料中) 加以研擬。	同意
8. 每年或每次有重要工程後之航照圖, 建議為資料庫內容之一。	5. 感謝委員建議, 將與相關單位聯繫若取得相關圖資將納入資料庫中, 以利相關計畫參考使用。	同意
四、逢甲大學運管系徐耀賜教授：		
1. 搜集各河流之歷史資料或可對建立水流公式有助益, 國外沖刷公式不見得適用於臺灣。 2.	1. 感謝委員建議	同意
2. 預警封橋有否操作時間? 宜納入考量。	2. 感謝委員建議, 將列入考量	同意
3. 沖刷防治新概念: 洪水時: 免斷橋。 洪水後: 檢測。	3. 感謝委員建議	同意
4. 洪水當時之沖刷預測不易, 可否量測上部結構之振動以資輔助。	4. 此部分是由其他子計畫負責進行, 會將此建議轉達給其他子計畫進行。	同意
5. 工務段之人力於災時能否負荷, 宜考量。	5. 將納入考量, 未來將與工務段聯繫, 對人力的分配進行瞭解。	同意
6. 水位封橋之概念近年來已有改變, 流速亦是重點 (含上部結構之震動)。	6. 監測流速部分相關子計畫已在著手進行, 至於上部震動方面將再與其他子計畫進行研擬相關檢測方式。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第一次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
7.P6-13, Fig.6-4、Fig.6-5 可再加強，PC 樁如何處理？	7.此部分由其他子計畫負責，會將此問題予以轉達。	同意
8.橋基保護工法之重點為何？河流適合何工法？河床保護工亦然。	8.此部分由其他子計畫負責，會將此問題予以轉達。	同意
9.警戒值、行動值建立不易，可行性或是重點。	9.此部分由其他子計畫負責，會將此問題予以轉達。	同意
10.研發抗磨耗、抗衝擊橋墩材料應有新思維。	10.此部分由其他子計畫負責，會將此問題予以轉達。	同意
五、大同大學媒體設計系黃維信教授：		
1. 請評估是否能與運資組的公路資訊服務共享平台的整合。 2.	1.待系統完成後將與運資組進行系統整合估評事宜。	同意
3. 未來當進行實際應用時，系統的壓力測試，請納入評估考量。 4.	2.感謝委員建議將納入考量。	同意
3.以日前的預警評估資料套用到其他流域時，可能碰到的問題及所需的時間為何？	3.因為每個河川特性不同，所以在安全係數的決定亦會跟著變動，故需要花較多時間決定出該係數才能進行套用	同意
4.GIS 系統的選用評估考量？	4.選用 Arcgis 是因需要進行圖資資料處理及整合，故選定使用。	同意
5.目前所規劃的資訊設備負荷是否足夠？	5.目前在港研中心有設置系統伺服器及臺科大亦有備援系統，故足夠。	同意
6.請評估未來與其他系統進行資料交換的系統穩定性。	6.經系統測試在與其他系統進行交換時，系統可穩定執行。	同意
7.未來的替代道路規劃功能，能否協助提供孤島災區的判斷？	7.可協助判斷，但其準確性還得視圖資的詳細與否，將會有所影響。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第一次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
六、中華顧問工程司王仲宇主任：		
1.子計畫 4 會有許多橋梁沖刷潛勢評估之資料，應納入整體資料庫中之適當位置。	1.感謝委員建議，將納入考量。	同意
2.子計畫 4 中亦將有許多非破壞檢測之資料，亦應放在適當之資料庫中作存取。	2.感謝委員建議，將與以儲存。	同意
3.預警系統之核心功能在於是否可做合理精確之安全評估，此部份之程式開發整合如作執行，應於報告中闡一章節做深入之說明。	3.如何做合理精確安全評估，是由其他子計畫進行，亦有將該資料納入報告中，未來將會把更詳細的資料彙整至整合報告中予以參詳。	同意
4.建議將本計畫之架構寄送給各子計畫之主持人，請其將所執行之計畫之成果和進行跨河橋梁安全預警工作之貢獻度及角色何在，列出後作彙整。	4.於期中報告後會將整合完成的總報告書寄給各計畫主持人，而各計畫所擔任的角色在報告書中亦會加入相關資料。	同意
5.平臺中應加入一些可作統計分析及報表之模組，並可於年度後期開放給各子計畫或未來用戶操作，以提出修改建議。	5.感謝委員建議，將納入考量。	同意
七、臺灣區國道高速公路局孫源鴻工程師：		
1.請概述各種跨合橋梁橋基沖刷檢測所需人力、經費、時間、標準作業流程、安全性。	1.目前檢測相關規範及作業流程由其他子計畫進行中，未來將反應給相關子計畫，對上述項目再加以闡述。	同意
八、本所港研中心謝明志科長：		
1.計畫系統架構及各子計畫間的關聯，規畫精細、工作認真、思考周密、值得肯定。	1.感謝委員的肯定。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第一次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
<p>3. 計畫第七階段規劃為資料倉儲之設立，依計畫性質來看，可能資料提供的需求，遠小於資料匯入及分析的需求，所以工作上是否宜集中於資料庫的建置及整合分析，以供做預警研判使用。資料倉儲這個名稱是否考慮改為資料庫即可？</p> <p>4.</p>	<p>2.本系統使用的資料除了匯入資料庫外，亦進行了資料錯誤的辨別及資料加值的處理，不單只是資料庫的建置，故以「資料倉儲」較為適當。</p>	<p>同意</p>
<p>3.與各單位不同系統間的資料交換取用，系統是以軟體代理人的設計來執行，關於代理人設計機制及說明是否請在報告中再詳細描述，方便閱讀及引用。</p>	<p>3.感謝委員建議，將於下次報告中加入相關敘述，以供參閱引用。</p>	<p>同意</p>
<p>九、本所港研中心林雅雯副研究員：</p>		
<p>1. 由於本計畫是做各子計畫的整合作業，所以各子計畫工作會議請參加，或自行至各子計畫拜訪了解。</p> <p>2.</p>	<p>1.平時已與各子計畫進行相關的連繫，各校工作會議亦將盡力配合參與。</p>	<p>同意</p>
<p>3. 現階段預警系統未建立完成前，是否可先建立各子計畫資料交換平台，例如期中報告等，以便各子計畫互相了解。</p> <p>4.</p>	<p>2.目前已在建置中，在近期內會將此部分開放給各子計畫使用。</p>	<p>同意</p>
<p>3.子計畫的輸入資訊由何而來：網站、網址等，是否須申請，請列出；輸出資料至另一計畫輸入資料，二者之間的關係請 check，例如：H1EB006 含砂濃度自行調查，如何取得等子計畫介面間問題，請提出。</p>	<p>3.部分所要提出申請相關單位(如中央氣象局等)已經發出公文請示；二者間的關係將再次進行檢核；對於子計畫間的資料傳遞將設置計畫間資料交換平台供資料供使用交換。</p>	<p>同意</p>

交通部運輸研究所合作研究計畫

第一次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
4.總計畫撰寫方式，現在分災前、災中、災後，是否可依系統運作機制方式來寫，子計畫間運作機制，以便於往後預警系統的使用運作。	4.感謝委員建議，目前統運作機制即為災前：資料收集；災中：資料分析(水理分析與安全評估及通報)；災後：資料彙整與修復補強之順序，因此可符合計畫書編排方式。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第二次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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、交通部科技顧問室許書王技正：		
1.請說明假如停電狀況發生，研究單位對系統之對策為何。	1.本系統分別於港研中心設置主系統及臺科大生態中心裝置備援系統，故停電時會交互替換運作，維持系統穩定。	同意
2.請說明如果線路中斷，如何能繼續發揮功能。	2.如上題所述，因有主系統及備援系統交互運作，所以有一方中斷，另一方將持續運作，系統仍可持續運作。	同意
3.請問研究單位對系統之安全防護，如何確保系統安全(包括駭客、中毒...)	3.系統已有軟硬體防火牆維護系統安全。	同意
4.對於資訊傳輸前，如何確保資訊之正確性甚為重要，請團隊參考。	4.資訊傳輸前會經由代理人進行資料版本判定，確認後才進行資料更新。	同意
5.建議提出如何管理本系統之方式，對象或手冊之產出，未來移交是否完整或租賃需另辦理等。	5.因本系統所使用的硬體及軟體設備皆為港研中心的財產，放置於台科大生態中心之儀器僅由本研究團隊代管，故在移交時並不會有需租賃及產生部份移交的問題。	同意
二、國立成功大學水利系蔡長泰教授：		
1.建議在表 4-4 中之基礎形式加入「設計基礎深度」、「現況基礎深度」及「安全深度」。	1.感謝委員建議，會將委員所提的建議反應給負責此部分的子計畫(H1EB008)研究團隊。	同意
2.雙園大橋之受災成因分中(P7-19)，因林園堤防並未溢流或潰堤，故不宜用「破堤」一詞，建議以「坡面損壞」表示。另外，因有關「產生流心集中」及「產生有股流向分量	2.感謝委員建議，會將委員所提的建議反應給負責此部分的子計畫(H1EB004)研究團隊。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第二次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
反射」等，應有更明顯的驗算，「攻角效應」對於圓柱型橋墩的作用亦有待探討，故建議本段流場現象之推測請再評估。		
3.基礎承載破壞評估(P7-21)，建議探討是否需要考慮小流作用力。	3.感謝委員建議，會將委員所提的建議反應給負責此部分的子計畫(H1EB004)研究團隊。	同意
4.預警系統方面建議評估二維模式之預警功能。	4.本系統已有結合一維及二維水理分析，並將以大甲溪 200 年洪峰水量進行預警功能測試。	同意
三、大同大學媒體設計系黃維信教授：		
1.目前國內外有相當多單位在發展防救災及預警系統，建議再增加國內外的研究回顧，並輔以各研究成果的圖片。	1.感謝委員建議，將會參閱國內外的研究成果，進行系統修改。	同意
2.對於相關系統的介紹及參考文件，應以現況的發展為主。	2.感謝委員建議，系統將會多以現況發展為參考依據。	同意
3.預警評估模式建議依流域的特性，建立不同的運算模式以爭取預警時效。	3.目前本計畫研究範圍為大甲溪流域，未來港研如有其他後續計畫並擴大研究範圍，將與其他子計畫團隊依不同流域研擬適合的運算模式。	同意
4.交通路網數位地圖建議採用最新年版的資訊。	4.感謝委員建議，將藉由港研中心取得，採用最新年版的交通路網數位地圖。	同意
5.請更新公路總局 99 年版的封橋作業標準。	5.感謝委員建議，將予以修正更新。	同意
6.參考文獻的格式應一致化。	6.感謝委員建議將予以修正。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第二次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
7.與 TBMS 的搭配合作模式為何？	7.目前系統已將 TBMS 內所建置的橋梁資料納入本系統資料庫中，可解決橋梁管理人員於現場填寫資料重複建置之問題。	同意
8 因資料量大需較多的計算負荷，請評估系統的負荷。	8.系統在計畫執行前已有將此部份納入考量，所以在硬體上已採用較穩定的配備；另在系統執行上也盡量將執行步驟簡化加快處理速度(例如二維水理分析可採用較大之網格以節省計算時間)，後續將以大甲溪 200 年洪峰流量計算流程所需時間。	同意
四、中華顧問工程司王仲宇主任：		
1.檢測人員之資料圖檔之上傳方式必須考量其完整性及效率與防火牆之設定。	1.感謝委員建議，將納入考量，並與相關團隊研擬相關處理方式。	同意
2.本系統在洪汛期間，同時執行數十座重要橋梁安全預警之能力，應納入系統建構之考量。	2.系統在計畫執行前已有將此部份納入考量，所以在硬體上已採用較穩定的配備；另在系統執行上也盡量將執行步驟簡化加快處理速度(以一維水理分析目前模擬計算大約 5~10 分鐘就可以得到結果)。	同意
3.橋梁之預警值應依各河系、河相、水文、水理及結構系統之特性，在洪汛期前即應進行計算建立相關之檢核曲線，供現地工程師在洪汛事件中作封橋、拆封作業之依據。	3.感謝委員建議，會將委員所提的建議反應給負責此部分的子計畫(H1EB007)研究團隊。	同意
4.研究團隊可否在下次期中報告時演示一下本系統之功能，作為檢核其	4.目前系統已初步建立水理分析模式供業主測試使用，未來亦會演	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第二次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
可能之盲點所在，以便即時進行修正。	示本系統，供委員提供建議。	
5.本系統和目前「臺灣地區橋梁管理資料系統」資料之互動性，相關性與分工應作說明。	5.目前僅將「臺灣地區橋梁管理資料系統」內的橋梁基本資料納入本系統的資料庫，避免資料重覆建置問題。	同意
6.本系統之圖層資料及基本資料如何提供給目視檢測與非破壞檢測人員使用，應予以考量	6.感謝委員建議，將與相關團隊進行討論其資料提供及使用上的細節。	同意
7.本系統是否定位為中央防救災中心的子系統之一，亦成是各橋梁主管機關之主要預警系統，若是主系統即應有即時影像之輔助	7.依業主規劃，初步定位本系統為中央防救災中心的子系統之一；而系統為能達到一定的處理速度故對於即時影像的部份將先不納入考量。	同意
五、臺灣區國道高速公路局饒書安工程師：		
1.建議於表 3-3~3-10，將各輸出項目的產出時間與所需使用本項資料輸入部分的時間應予詳列，以利勾稽其時程。	1.請委員參閱本報告書中表 11-5~表 11-7 已有規劃各計劃配合時程安排。	同意
2.建議於表 3-1 中增加計畫主辦單位(如 No.A，高速公路局辦理)。	2.感謝委員建議，將予以修正。	同意
3.P1-1，有關交通工程管理單位(...高工局)，請修正為高”公”局。	3.感謝委員建議，將予以修正。	同意
4.P3-15，橋梁監測資料(1.2)請改為橋梁監測資料(A.B)。	4.感謝委員建議，將予以修正。	同意
5.建議報告排版可再精簡，縮小間距(如 P4-15)。	5.感謝委員建議，將予以修正。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第二次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
六、本所港研中心朱金元副主任：		
1.各子計畫間之關聯圖已建置，但各子計畫所提供之 output 到底是給那些子計畫使用，那些子計畫需要那些其他子計畫 output，那些 data 作為 input，請作完整敘述。	1.請委員參閱本報告書中表 3-3~表 3-10 中各計畫的輸出及輸入的資料。	同意
2.未來實際運作時，相關檢測資料何時匯入本系統，有否稽催功能？	2.本研究將參考 99 年封橋作業標準，訂定檢測作業流程與通報機制，並具備自動指派功能。	同意
七、本所港研中心謝明志科長：		
1.本計畫為一整合性工作，輸入各單位基本資料，產出各子計畫，不同模式的結果，所以整個系統的運作，能否順暢搭配，是很重要的一環，建議在各預警值尚未推估出來之前，先在系統內賦予模擬值，在目前防汛期間內，多做測試及修正，以提升本系統的可行性。	1.感謝委員建議，將會以大甲溪 200 年洪峰流量模擬測試，提升本系統可行性。	同意
2.從報告 P7 頁及簡報 56 頁，本計畫所建構的跨河橋梁安全預警系統，會與公路防救災決策支援系統做整合，此二系統一個是橋梁的預警，一個是路段的預警，若要展示在同一地圖畫面上，宜事先做好展示設計。	2.感謝委員建議，本團隊將會對於此二系統進行整合上的研討。	同意
八、本所港研中心林雅雯副研究員		
簡報 P36，跨河橋梁安全預警系統之災害應變參考圖使用者輸	1.目前此災害應變圖僅為初步成果，後續本研究將依子計畫	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第二次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
入平時巡查表單、檢測表單，請說明如何應用於預警應變中。	(H1EB008)執行成果確認檢測作業及各階段之檢測表單，並與該研究團隊研擬如何應用。	
2.即時監測資料納入預警系統，進行安全評估，建議研究團隊在此方面做好連接、計算等準備工作。	2.感謝委員建議，遵照辦理。	同意
3.封橋水位，現行橋面版下 1.0m，警戒水位為 1.5m，請納入預警系統。	3.感謝委員建議，遵照辦理。	同意
4.水理分析、安全分析歷史資料庫建立及查詢下載，請補充說明。	4.感謝委員建議，本研究將以下拉選單方式供使用者查詢及下載。	同意
5.P.3-2、表 3-1，高科技橋梁即時監測系統建置試辦計畫主辦單位為四局（公路總局、高公局、高鐵局、台鐵局），請更新並納入。	5.感謝委員建議，將予以修正。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第三次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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.與前次報告內容的差異為何？刪除的資料考量為何？	1.報告內容是綜整各計畫期中報告的成果，每次報告會依各計畫所更新的內容有所更動，有些資料在更動後會予以刪除。	同意
2.Chapter 4 中所提的丈量與本研究的關係，這些量測資料是否為研究團隊所自行調查？這些調查資料與計畫後續研究之相關性為何？	2.丈量資料是由子計畫 10 進行調查，所得的大甲溪河道斷面資料將提供子計畫 1 及子計畫 2 的水理分析模式及預警系統做為建置的基底資料。	同意
3.P.4-4 所採用的 GPS 測量的高程誤差為何？	3.經子計畫 10 研究團隊的回覆，GPS 測量的高程誤差為 0.8cm。	同意
4.Chapter 5 的內容過少。是否為將來的架構做規劃？	4.Chapter 5 的內容未來待監測系統建立完成將納入其成果於此章節中，因此現有的內容才會顯得過少。	同意
5.報告中 QPESUMS 的目前使用情形為何？請說明現階段使用性及 QPESUMS 預測雨量困難之處。	5.QPESUMS 資料是由子計畫 1 團隊進行整理並以 SVM 進行率定，目前是用來預測即時及未來 1~3 小時的雨量預測，而由子計畫 1 的期中報告指出其修正後相關係數可由 0.52 提升至 0.76；如上所述 QPESUMS 進行預測時精度是一大問題故需進行 SVM 率定。	同意
6.P.9-8 電腦規格及使用的技術，與 IE 的相容性，建議再詳述及定義。	6.感謝委員建議，目前電腦規格及使用的技術，為了能使各工務單位都可以使用，系統在開發時即以與 IE 相容為主要目標，報告內容中將修定為 IE 相容版本	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第三次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
7. Chapter 9 中提到的工務段為哪一個工務段？是否有填寫表 4-12~表 4-15？花費的時間？	7. 臺中工務段；目前僅與該工務段討論平日、災前、災中及災後的人員指派機制，而且表 4-12~表 4-15 子計畫 6 尚在進行修改擬定，還未能直接給現場人員使用。	同意
8. ER-Model 的畫法宜再調整。	8. 計畫目前還在進行中，ER-Model 目前為暫定版本，待之後執行確立後將會予以調整。	同意
9. 成果發表時程的掌握及呈現方式。	9. 目前依港研中心所定的執行流程，需於明年 6 月底完成系統建置；而系統呈現方式將依中心所需的功能進行規劃建立。	同意
10. 文中的“樑”應取代為“梁”。	10. 感謝委員建議，將予以更正。	同意
11. P.9-26 的 GIS 似乎為 Google Maps，與系統所採用的 ESRI 有何關聯性？	11. 系統目前是採用 Google Maps 為底圖，以 ESRI ArcGIS 針對大甲溪搜尋流域範圍與對應雨量站，並將結果套疊至底圖上。	同意
12. 報告中所採用的數值地圖應修正為 99 年版，並修正相關內容。	12. 感謝委員建議，將予以修改。	同意
13. 因應未來資料庫資料量的不斷增加，請研究團隊對雲端技術的應用做可行性評估。	13. 感謝委員建議，未來將朝此目標邁進。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第三次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
二、逢甲大學徐耀賜教授		
1.高“工”局應為高“公”局。	1.感謝委員建議，將予以修正。	同意
2.封橋之預警時間如何決定？橋梁位置有遠近，人員可用數量亦是問題。	2.系統目前是依水理分析模式之模擬結果分別判斷橋梁即時，1~3hr後是否具有危險潛勢，並會自動通知段長有那幾座橋可能發生的危險，但實際決定還是要段長依實際情形下達封橋之決策；人員指派的部份，系統會依橋梁的危險程度列出先後順序，指派的人員可依此順序進行循檢。	同意
3.水理分析可否集中至某 span 處之範圍？	3.由子計畫 2 所建立的二維水理分析即可對於橋梁的各墩柱進行模擬。	同意
4.此計畫中是否納入“流域管理”之概念？	4.在計畫初步規劃時即以「流域管理」的想法進行模式建置，以大甲溪上游降雨、集水逕流等資料分析下游水位、流速及沖刷等資訊。	同意
5.“橋梁補強方案”、“橋梁保護工法”如何透過此計畫得知？不易也。	5.橋梁補強及保護工法在計畫的規劃裡是針對災後對於橋梁的補強，並不是在災中才施加補救故應該可行。	同意
6.民眾接受訊息之定位為何？此與“國家賠償法”有關，故建議研究範圍（例如邊坡）與使用定位可再詳述。	6.系統目前設定主要使用對象為橋梁管理人員，提供相關資料輔助其決策，未直接提供一般民眾使用。	同意
7.針對災害類型不同，其防救災對策也亦應不同。可否針對不同災害類	7.感謝委員建議，本計畫目前針對跨河橋梁做為系統的規劃及建置，故	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第三次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
型，所對應的救災對策加以分類說明。	僅對洪災的部分納入考量。	
8.凡是天災，社會只能概括承受，某些災害可能非本計畫可描述。	8.承上所述本系統僅對洪災的部分納入考量，對於其他災害暫時不加以討論。	同意
三、成功大學黃進坤教授		
1.建議將本計畫的主要內容放在前面章節，突顯本計畫之主題，而各子計畫之內容建議可以放在附錄中，以供參考。	1.感謝委員建議，本計畫為整合型計畫，為因應業主需求，除了本計畫的研究成果外，需將各子計畫成果進行彙整，並依災前、災中及災後加以編排，故未能獨立將本計畫成果放置於前面章節。	同意
四、臺灣大學陳正興教授		
1.根據圖 1.1，總計畫包含十項子計畫，而子計畫 7 為「跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業」（本研究工作內容），因此「總計畫」與「子計畫 7」之從屬關係不明確，本報告係「總計畫」或「子計畫 7」之研究報告，宜釐清，以利審查。	1.為因應業主之需求，自第一次期初審查後即要求將「總計畫」與「子計畫 7」直接整合為一本總計畫報告，因此才會產生此項問題，請委員見諒。	同意
2.本報告書之內容中摘錄自其他子計畫者（包括圖表），應依著作權法加註出處。又報告書中應說明如何作整合作業，使各子計畫的內容能融合整合成一完整的作業系統。	2.感謝委員建議，在各章節前已有加入各計畫的研究計畫名稱，並在參考文獻中也加入了各計畫的主持人及計畫全名。而報告書中在圖 3.3 中已有列出各計畫的關連性，並在圖 3.5 中也有針對各計畫彼此間的輸出及輸入關係加	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第三次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
	以表示。	
3.報告書中表 3-12 與圖 3.5 顯示各子計畫間之關聯性，本研究計畫旨在發展一輸入與輸出之工作平台，但如何整合各子計畫間之資料，以及進行評估作業以達安全預警之目的則沒有完整之說明，此部份實為安全預警評估之核心作業部份，宜加強說明。	3.感謝委員建議，對於各子計畫間資料整合的方式是依表 3-3~表 3-12 設立資料庫欄位，各計畫彼此間所需的資料將會會直接由資料庫抓取，由此方式串接各個子計畫。而跨河橋梁是否完成安全預警評估，在 7.2 節中已經有初步的論述，待子計畫團隊完成後將會放入更詳盡的說明。	同意
4.本計畫總目標以大甲溪河系為研究範圍，但未見對此河系之水理分析與歷年之橋損調查，反而子計畫 9 對荖濃溪與旗山溪之莫拉克颱風橋梁損害作災因分析，其特性與大甲溪流域之橋損應不同。	4.子計畫 1~3 皆以此河系為研究範圍，分別進行一維水理分析、二維水理分析及橋梁安全評估，而子計畫 9 為業主港研中心因應拉克颱風所規劃之災損調查。	同意
五、中央大學李釗教授		
1.本計畫有大格局的眼光，值得肯定。	1.感謝委員的肯定。	同意
2.總計畫因涉及其他子計畫，應尊重其他子計畫的專業，在整合上建議先預想總計畫如何顯現各子計畫的成果。	2.總計畫書雖然依照災前、災中及災後進行編排，但各章節內容還是會依各子計畫實際研究成果進行擷取，每次亦會將編排後的計畫書上傳至交流平台上給各研究團隊，做再一次的修改。	同意
3.建議主辦和承辦單位早期先協商如何驗收本計畫，如演習方式，由業主下狀況，測試系統的反應；主辦和承辦單位先協商數個狀況，建立系統的特定反應；或僅呈現系統	3.感謝委員建議，將會與業主進行協商討論。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第三次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
的功能。		
4.建議考量災害發生時，本計畫全部監測和預測系統均失效的應變措施。	4.本研究已規劃二套系統於兩地同時運作執行，可儘量避免系統失效之問題。如仍有此問題(如大規模斷電)，可建議管理單位派駐人員於重點橋梁看守。	同意
六、本所港研中心林雅雯副研究員		
1.建議列表說明各子計畫目前的進度與成果。	1.感謝委員建議，請參考第十一章內容。	同意
2.建議可建立預警系統之歷史資料庫。如：QPESUMS 資料、一維、二維、水位、流速、安全評估結果等資料。並在預警系統網頁上增加歷史查詢功能，以供使用者查詢。	2.因 QPESUMS 等資料為歷時資料，其資料量龐大且筆數多，每月平均容量為 6GB，目前規劃僅先保留近二年洪汛期之資料。	同意
3.報告中建議加入目前整合情形的說明，詳述已完成哪些整合，尚缺哪些資料。	3.感謝委員建議，如表 9-15 所示。	同意
4.簡訊通報的功能是否已建立完成，請說明。	4.簡訊通報功能初步功能如高司演練劇本所示(P9-50~P9-64)	同意
5.預警系統的系統管理介面，有時會有連線問題，請檢核並確認明年上線後是否能負荷橋梁管理單位的連線查詢。	5.已更改網頁連結方式，可加快連接速度，後續仍持續進行系統最佳化工作。	同意
6.本計畫有統合四局高科技橋梁試辦計畫，請另再組成一網頁呈現。	6.目前已將統合四局監測計畫的頁面另行建置。	同意
7.每一階段、一維、二維、安全評估、石岡壩資訊、計算時間、更新頻率、時間，請列表說明。	7.感謝委員建議，如表 9-9 所示。	同意
8.請用流程圖說明，現在、未來 1 小時、2 小時、3 小時、預警系統 Data、	8.感謝委員建議，請參照圖 3.3；中央氣象局雷達與雨量資訊提供	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第三次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
輸入、時間點，及試辦計畫即時資料如何納入。	QPESUMS 所預測的未來 1~3 小時降雨量；試辦計畫即時資料為橋梁監測項目，可參考監測結果或水理分析做為評估依據。	
七、本所港研中心賴瑞應研究員		
1.本計畫為整合型計畫，未來計畫成果將把所有子計畫所建立之模組及成果建置於「跨河橋梁安全預警系統」內，各子計畫串連之順暢為本計畫成功的關鍵，相關子計畫輸出與輸入之資料格式是否已讓各子計畫負責人充份瞭解並能配合。目前是否已有相關資料可供系統測試運作。現階段研究單位是否有執行上或預期的問題，建議應及早提出與主辦單位討論，以利後續計畫的進行。	1.已於計畫開始時請各子計畫填製所需資料欄位的格式及名稱，且有開會討論各計畫所需資料，並建置資料交換平台進行各畫間的資料傳輸。系統目前已經能初步運作，待各子計畫將程式及資料修正後將可提供測試運作。將會與主辦單位對於執行上的問題進行討論。	同意
2.8.3 節跨河橋梁保護工法部份，因為水工模型水平及垂直比尺已由原定的 1/100 改為 1/81，報告相關比尺及內容請更新。8.4 節橋基保護工設計規範(草案)部份，有部份內容重複，另外相關內容建議重新撰寫。	2.感謝委員建議，如 P8-28 中(8-1)及(8-2)所示。感謝委員指正，因為編寫時誤植 8.4.2 節的標題，已將標題由「橋基保護工設計規範(草案)研擬重點」改正為「規範(草案)架構與內容」。	同意
八、交通部科技顧問室陳文婷		
1.本案係主要為整合各子計畫及監測計畫之資訊，此部份建議持續加強與各子計畫，兩監測計畫執行單位之聯繫，以利未來系統整合與應用。	1.感謝委員建議，已與各子計畫及監測計畫執行單位聯繫。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第三次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
2.前次委員建議可回顧國外文獻，惟仍未見該部份文獻資料，請說明理由或予以補充該部份文獻。	2.資料於上次期中報告後已進行蒐集，但因編輯時卻疏忽未加入該資料甚感抱歉，已於 2.4 補充說明。	同意
3.P.6-24、P.6-25 圖 6.12 數值模擬與物理試驗水位線請各別標示清楚。	3.由於此部分資料為子計畫 2 執行成果圖，故將會反應請問題至計畫團隊進行修正。	同意
4.承 3，提及“該數值結果皆令人滿意”，請說明原因，並建議日後宜以“相符”等文字修正。	4.承上題回覆所述，因為此部分為子計畫 2 團隊所執行的成果，將會把此建議提交給該研究團隊，並進行討論後再予以修正。	同意
5.鑑於資安問題極為重要，仍請加強相關安全防護，俾防系統遭駭客入侵或中毒等情形。	5.感謝委員建議，在資安的問題上已有設定相關防護。	同意
6.建議補充 P.7-27 表 7-1 引用之出處。	6.感謝委員建議，此部分資料為引用子計畫 3 之研究成果，於後面文獻回顧中已有將子計畫列入，而關於表 7-1 出處為建築物基礎構造設計規範 6.4.4 節中地層反力之安全係數有所規定。	同意
7.P.9-3 倒數第 3 行“依據各子計畫所訂定之監測標準，提出預警”。請說明若標準提出各有差距時，將如何處理。	7.本系統中所發佈的警報資訊，僅提供橋梁管理者輔助決策之用，實際封橋行動還是需要管理者依現地實際情形進行研判。	同意
九、交通部公路總局翟慰宗		
1.建議預警系統可提供足夠的預警時間供養護單位警戒及行動。	1.感謝委員建議，系統一直以來皆以此為主要目標。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第四次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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委員：		
1.與其他相關計畫(例如交大林治平教授、中原張達德教授)相比較，或可吸取有用經驗。	1.感謝委員建議，已有參考各個防救災系統，未來系統功能不足的部分亦會加以補強精進。	同意
2.何故以大甲溪為研究對象？其上游有水利結構物是否有影響？	2.因計畫案所限定的研究範圍是以大甲河流域為主要研究對象。而上游的水利結構物(石崗壩等)的放流多寡將會影響下游的流量及水位高。	同意
二、成功大學水利及海洋工程學系黃進坤委員：		
1.是否可以后豐大橋破壞為案例，以評估本預警系統之可靠性。	1.被破壞的后豐大橋案例，據調查因橋梁上游處所興建之臨時便道水管，埋設過程中產生的落差約四、五米，造成水躍現象可能性居高，從后豐斷橋距上游不遠處可見得大甲溪溪水以水躍不斷地向橋梁拍打、沖刷，使得橋墩基樁裸露。與一般橋梁的推估機制不同，故目前未將此種橋列入分析案例。	同意
三、本所港研中心賴瑞應委員：		
1.研究團隊對各子計畫的執行進度與成果是否符合本計畫的需求，或有那些計畫有需要檢討改進，請提出說明以利本中心檢討。	1.感謝委員建議，各子計畫的工作會議皆有派員參與並持續有將進度及最新狀況向中心回報，目前皆能符合本計畫之需求。	同意
2.未來總計畫報告的呈現方式是否如本報告的架構內容，建議在不違背合約要求下，應以本中心立場來撰寫總摘要報告，以利本中心後續結案後陳報相關單位。	2.已完成報部所要用的2頁及15頁版本，請參考附錄E及附錄F，未來可獨進行膠裝。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第四次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
3.第 8-37 頁，8.4 節橋基保護工設計規範(草案)編訂的摘要內容因本中心辦理過初審作業，故部份章節內容已調整，會後提供初審草案供研究單位參考。未來技術移轉、系統維護及資料更新問題，研究單位對本中心有何建議。	3.感謝委員建議，已將最新資料收錄於該章節的內容。	同意
4.建議未來簡報可將系統展示說明，以利審查委員瞭解本系統，並給予適當的建議。	4.先前已有至港研中心進行系統展示及討論，而預計在期末報告時將會展示完整的系統頁面及高司演練成果。	同意
三、本所港研中心 林雅雯委員：		
1.建議撰寫『跨河橋梁安全預警系統』使用者及系統管理者使用手冊，系統管理使用手冊包含資料倉儲、系統、位置、系統分析流程、檔案及程式位置、啟動程序、輸入、輸出檔案等。	1.遵照辦理，已撰寫使用者及管理者使用手冊(請參考附錄 c)，方便使用者操作及管理單位維護編修。	同意
2.報告撰寫方式宜以報部方式撰寫，有系統的整理，重點結論摘錄。	2.已完成報部所要用的 2 頁及 15 頁版本，請參考附錄 E 及附錄 F，未來可獨進行膠裝。	同意
四、本所港研中心 謝幼屏研究員：		
1.本次期中報告後僅 4 個月就要繳交期末報告，接下來的整合工作加重，請合作研究單位全力投入。	1.感謝委員建議，未來 4 個月將全力投入整合作業完成預警系統建置。	同意
2.文獻回顧無須編列為章節，請修正之。報告書附錄之審查意見請依各次期中審查編列之。	2.將依委員建議將本章節標題刪除，並補充歷次審查意見。	同意
3.建議於期末審查會議時展示本系統之具體成果。	3.感謝委員建議，本團隊於期末報告時展示完整的系統頁面(請參	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

第四次期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
	考 p.9-26~p.9-30)並預定於 12 月 9 日舉辦高司演練。	

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：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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委員：		
1.簡報 P.49，大甲溪即時縱斷面圖何能得知？	1.大甲溪即時縱斷面圖是依成大團隊一維水理分析結果:河床沖刷後斷面、即時與 1 至 3 小時預測水位資料繪製而成。	同意
2.大甲溪之狀況與其他流域必有不同，因其上游有數個臺電之水工結構物。	2.大甲溪流域與其他流域狀況的確不同，但各研究團隊在進行模式建置時已進行修正，成大團隊已考量上游水庫之放流情況，讓模式能最貼近大甲溪流域的真實情況。	同意
3.封橋任務非一人可行，宜考量。	3.感謝委員建議，系統在進行封橋通報時雖僅有 1 人，被通報者在收到通報簡訊後將立即調派相關人力進行封橋，所以並不會由 1 人進行封橋。	同意
4.替代道路或其他狀況，例如土石滑動。故臨時性指示標誌亦應考量，民眾上網查詢之可能性或許不高。	4.(1)感謝委員建議，本研究已整合全國路況中心與公路防救災資訊系統所發佈道路中斷訊息，其內容已包含各項災害原因。故本系統可同時考量複合性災害所造成通阻現況，進而動態規畫替代道路。 (2)預警系統是設定橋梁相關管理人員為主要通報與使用對象，由管理人員進行人車管制及臨時性指示標誌架設。隨著科技的進步，民眾可透過手機隨時上網進入本系統查詢橋梁狀況。	同意
5.封橋之前置可用時間亦應考量。	5.系統依水理分析演算結果，可提	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：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
	供管理單位未來 1 至 3 小時橋梁安全狀況，故管理單位有足夠的時間進行封橋的準備作業。	
二、成功大學水利及海洋工程學系黃進坤委員：		
1. 是否可以檢測整體預警的時間，以作為判定可以預警的使用位置在何處，若超過預警的範圍，宜再建議不同方法以供參考。	1. 感謝委員建議，系統目前僅以「大甲溪流域上的跨河橋梁」進行預警；其預警演算模式依流量大小可分為兩種，小於 2000cms 時，進行一維水理分析，約 10 分鐘即可完成模式演算；大於 2000cms 以上，對各橋墩進行較精細的二維水理分析，以對照表查詢的方式 20 分鐘可完成。可提供管理單位未來 1 至 3 小時橋梁安全狀況，故管理單位有足夠的時間進行封橋的準備作業。	同意
三、公路總局 陳進發委員：		
1. 本報告「橋河共治區」之定義，請詳予說明。	1. 在過去幾年來橋梁設計施工是由公路相關單位負責，而河川整治是由水利相關單位負責，以致於橋梁設計未能符合河川實際流況造成橋體受損。有鑑於此，未來建橋與治河必須權責一致並相互合作，在山區橋梁設計時要考慮上下游溪流流域開發、沖刷等因素，非僅考量橋梁下所通過的水流量及水位高。	同意
2.P.8-3 引用另研究案之資料，如編組人數、觀察水位等文字，已不合時宜，請配合修正。	2. 感謝委員建議，將依交通部公路總局 99 年 1 月 7 日修正之封橋封路標準作業程序予以修正。	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：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
3.預警系統宜結合氣象資訊，俾利取得預警時間。	3.預警系統已結合中央氣象局即時雨量、QPESUMS 降雨預測資料及颱風路徑等資料納入系統中，提供1至3小時的預警時間。	同意
4.以 QPESUMS 系統應用於預警系統，相當正確，其趨勢精準度相當高，惟推估之降雨強度普遍有低估情形，應予注意。	4.感謝委員建議，本系統所採用的 QPESUMS 資料是由成大研究團隊提供，結合中央氣象局與當地雨量計資料進行比對分析後所得的修正參數進行雨量推估，由該團隊的報告中顯示已將低估情形予以修正。	同意
5.目前公路總局已建置公路防救災決策支援系統，內含預警應變機制，目前正發展智慧型決策支援系統，引導指揮官做出正確之決策，建議研究團隊深入瞭解該系統，以利整合應用。	5.感謝委員建議，將配合港研中心於 2011/12/9 日至公路總局深入瞭解該系統，探討其整合可能性。	同意
6.燈號顏色，目前行政院已整合全國統一，公路燈號為黃色注意，橙色警戒，紅色行動，建請參考(P.9-25)。	6.感謝委員建議，將與相關研究團隊研擬後參酌修正。	同意
7.P.9-30，大甲溪流量應考量德基水庫放流量。	7.成大團隊所建置的水理分析模式內所包含的「格網分布型降雨逕流模式」是根據德基水庫在颱風事件時的放流資料與雷達降雨資料計算下游石岡壩的入流量，因此已將該水庫放流資訊納入考量。	同意
8.公路總局正運行一套防救災之節奏，分災前、中、後，各有應作	8.感謝委員建議，將配合港研中心於 2011/12/9 日至至公路總局參	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：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
為事項，建請研究團隊參考。	考該流程。	
9.P.9-43，以安全係數為警示依據，可能陷入數字迷思，宜慎重考慮可操作性。	9.感謝委員建議，系統目前所使用的安全係數是以極限分析所得的結果分別以水位、流速、沖刷深度等三項指標擬定出的比對參數，未來若有更好的預警方式將再予以改進。	同意
10.P.9-45，本研究案最大挑戰在於如何預估流域集水區之降雨強度及其延時，預測達到洪峰之時程點，請參考。	10.感謝委員建議，將請各研究團隊持續比對預估出的流域集水區之降雨強度及其延時以及達到洪峰之時程點，若有偏差將請各團隊予以修正。	同意
11 高司演練腳本，可參考公路總局既有演練腳本，較符合實境。	11.感謝委員建議，將透過港研中心取得相關文件，並根據系統操作流程參酌修改。	同意
12 任何預警系統，均應搭配應變作為，亦應有完善之進退場機制。	12.感謝委員建議，系統以輔助決策分析為主要目標，在達警戒、行動標準時將發佈警訊告知工程師及管理者進行相關處置措施，在災後橋梁處於安全狀態後，亦將會提示管理者進行橋梁開放通行，但其決策的結果判定還是需由管理者自行下達。	同意
本所港研中心 謝明志科長：		
1.本研究規劃架構明確，系統目標明確，內容豐富，產出之成果值得肯定。	1.感謝委員肯定。	同意
2.建議本研究報告，宜針對本系統來撰寫，系統輸入、產出的相關架構內容，可明確描述，而中間有	2.感謝委員建議，報告內容主要是依先前開會結果，將報告分成災害發生前、中、後三個時期進行	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：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
關於推估計算的論述，可以簡略，可更能突顯系統的成效。	編排，再以各子計畫所負責的範圍分別整合至這三個時期中，便於讀者閱讀。	
3.關於替代道路，一般有兩種方法處理，一為事先規畫，如公路總局所劃設的路線，二為地理資訊系統自動分析產出，如有事先規劃，應以規畫好的道路為優先考量，而配合 GIS 的功能做輔助，應可使系統更臻完善。	3.感謝委員建議，目前系統內已加入全國路況中心的相關資料，當道路有阻斷的狀況發生，系統可進行即時的道路規劃，避開中斷路線，讓替代道路能以最佳的方式呈現。	同意
本所港研中心 賴瑞應研究員：		
1.P.1-1 總計畫背景分析中提出交通工程管理單位(公路總局、高公局、鐵路局)過去投注相當多經費進行橋梁監測及預警研究課題，……， <u>但課題往往重複或是僅架設監測儀器而無後續應用發展</u> 。建議劃底線部份之文字用語能適當修正，以免造成相關單位未來不必要的困擾。	1.感謝委員建議，將予以修正此部份文字。	同意
2.建議計畫背景撰寫應以本所立場撰寫，並加強本所為滿足未來橋梁管理單位防災之需求，結合國內產官學界精英，共同研發橋梁安全預警系統，以提供未來用路人之安全相關論述。	2.感謝委員建議，將予以修正。	同意
3.第三章跨河橋梁安全預警系統計畫架構說明部份，建議圖 3.1 人員組織圖，應增加交通部運輸研究所，並於其下將所有合作研究團隊納	3.感謝委員建議，將予以修正。	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：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
入，而不是僅以臺灣科技大學團隊為主。		
4.P.8-53「8.4.2.2 內容重點概述」僅說明第一章總則，其它章節內容遺漏，建議在無法簡要摘述內容重點的情況下，刪除本小節，也就是8.4.2 規範(草案)架構與內容僅以8.4.2.1 內容為主，但刪除8.4.2.1 的小節標示。	4.感謝委員建議，將予以修正。	同意
5.第十章結論與建議應再加強。舉例來說，結論部份請加強本研究大甲溪流域橋梁安全預警系統建置完成的相關成果，包括已能有效預測大甲溪流域飈洪期間1小時、2小時及3小時之時雨量、河川水位高程、沖刷深度、相關橋梁的安全評估結果及發送相關資訊供相關交通單位防災決策參考。建議部份應針對系統尚有不足之處，逐項建議未來相關研究方向。	5.感謝委員建議，將予以修正。	同意
6.參考附錄E及附錄F，個人認為尚無法符合本所未來結案陳報相關單位所需的摘要報告。請再與本所主辦單位確認需求後再予以修訂。	6.感謝委員建議，將與貴所再次確認後再加以修改。	同意
7.報告格式如小節字型大小、項目標點符號等，似乎不合本所出版品格式，請再確認。	7.感謝委員建議，將予以修正。	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：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
本所港研中心 謝幼屏研究員		
1.研究團隊做的分析極為深入，系統建置已有相當架構，研究成果值得肯定，極具實用與推廣價值。	1.感謝委員肯定。	同意
2.第一章以「研究計畫之背景及目的」為標題，但內容不只包含計畫背景及目的，建議改成「緒論」。	2.感謝委員建議，將予以修正。	同意
3.關於 9.6 節的章節編排方式，基於 9.6.2 的簡報檔內容已放在附錄 B 中，建議不要單列一小節，而與「9.6.1 高司演練劇本」合併。進一步，建議 9.6.1 節可以與簡報檔一併放在附錄 B 中，或改成第「4」點。	3.感謝委員建議，將予以修正。	同意
本所港研中心 林雅雯研究員		
1.報告建議以本所立場撰寫摘要、計畫架構說明。	1.感謝委員建議，將予以修正。	同意
2.報告以災前、災中、災後方式撰寫，報告內容項目(災前、災中、災後)建議列表說明，後面詳細內容亦依該排列撰寫。	2.感謝委員建議，將予以修正。	同意
3.論文集及摘要分別列印成冊，建議在前面加前言、關聯性說明及關聯圖。	3.感謝委員建議，將予以修正。	同意
國科會災害防救應用科技方案辦公室 謝其泰博士		
1.附錄 E 摘要集是否可以去除。	1.附錄 E 摘要集將於完稿時，另外裝訂成冊並予以去除。	同意
2.在系統首頁 i. 一維水理分析資料，綠色的線代	2. (i)綠色的線所代表的是水利署劃	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：跨河橋梁安全預警系統之整合作業

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
表的是 什麼意思？ ii.二維水理分析資料，點選時，會跑出「安全分析資料」，是否可以修正。	分的 61 個河川斷面。 (ii)此部分為進度會議中與港研中新所討論出的版面配置，此頁面列出二維水理分析結果與對應之安全評估結果。	

## 附錄二

### 高司演練劇本及簡報檔

## 高司演練劇本

為有效驗證本研究所擬定之橋梁災害處理通報流程之有效與實用性，本研究團隊將配合港研中心舉辦高司演練。其規劃如下：

## 前言

跨河橋梁安全預警系統高司作業演練之目的，主要在推展本所於跨河橋梁與颱風災害的防治與應變之相關研究成果。跨河橋梁安全預警系統係本所與公路總局合作建置，經多次內部系統測試與實際運作，系統皆可正確接收各項災害資訊並有效預警災害之發生。為了推動此系統並落實運作，舉辦此次高司作業演練且透過模擬操演後，期使成果能有效快速落實於實務之應用。

模擬演練之主要內容如下：

模擬當莫拉克颱風超大豪雨降在大甲溪流域時系統運行及防災應變演練。

主要流程有資料接收、一維及二維水理分析、安全評估、預警通報等四大階段，由於本次演練係以高司作業模擬演練之方式，故於此模擬演練項目之主要內容將以通報作業為主。

本次演練過程將包括3大階段：

- 1.演練前之簡報。
- 2.高司模擬演練。
- 3.演練後之檢討。

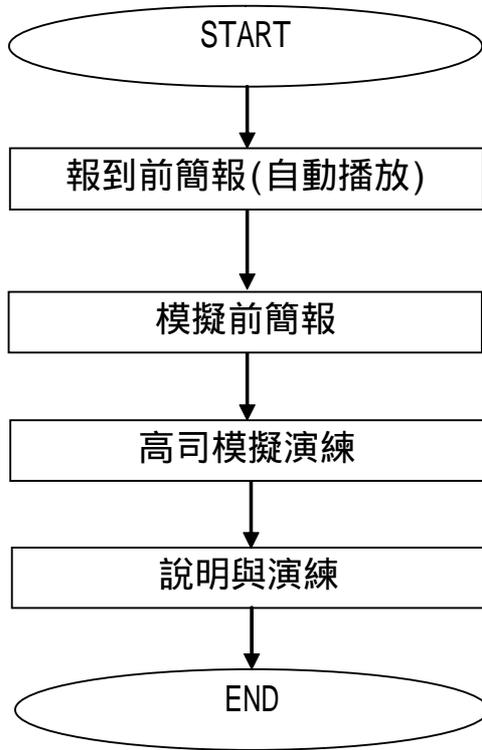
## 演練地點

跨河橋梁安全預警系統高司作業演練地點位於交通部運輸研究所港灣技術研究中心(台中市梧棲區中橫十路2號)，如圖A。



圖A. 演練地點位置圖

## 演練流程



圖B. 流程圖

## 演練使用器材

**表-A 跨河橋梁安全預警系統高司作業使用器材明細**

名稱	數量	主要功能	備註
投影螢幕	2	大螢幕投影	
PDA 手機	2	現場調查	
手機	3	接收簡訊與通話	
主機 (含平板電腦)	3	系統操作與連線	
簡報檔	1	系統畫面展示	

## 演練人員任務編組

**表-B 跨河橋梁安全預警系統演練之任務編組  
與名冊**

模擬職務	姓名	主要任務
音效人員	陳泰宏	投影機、音效、電腦操作
解說人員	陳韋如	簡報解說、演練講解
高公局大甲工務段巡檢人員 /公路總局台中工務段巡檢 人員(第 1 組)	張于漢	現場巡查 系統填報與現場災況通 報
公路總局台中工務段巡檢人 員(第 2 及第 3 組)	吳育偉	現場調查與回報現場情形
高公局大甲工務段段長/公 路總局台中工務段段長	陳家豪	決策與回報現場災況
公路總局第二區工程處處長	張乃文	接收訊息並視情況傳達給相關單 位

## 跨河橋梁安全預警系統高司作業演練

演練科目	模擬當莫拉克颱風超大豪雨降在大甲河流域時系統運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉於颱洪災害時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日大甲河流域發生相當於莫拉克颱風的超大豪雨，跨河橋梁可能發生危險		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
1		播簡報 P.1~P.20(演練內容大綱)	說明演練科目→演練目的→假設狀況→ <b>演練開始！</b>
2			2009 年 8 月大甲河流域發生相當於莫拉克颱風的超大豪雨，大甲溪跨河橋梁之安全預警。
3		播簡報 P.22 (顯示颱風位於巴士海峽上朝台灣本島來襲，海上颱風警報發佈)	氣象局發布海上颱風警報資料，內容包括警報發布時間 登陸地點 強度及最大風速等資訊
4	6. 段長： 動作：選取系統上顯示名單	播簡報 P.22 (顯示留守人員名單及備勤人員名單)	段長於系統上選取留守人員及備勤人員名單
5	7.	播簡報 P.23(搭配影片狂風暴雨音效，顯示颱風襲台)	
6		播簡報 P.24 (系統自動啟動)	系統在氣象局發布海上颱風警報後，啟動跨河橋梁安全預警系統
7		播簡報 P.25-26 (水理分析程序-資料擷取)	透過資料交換平台自動截取 QPESUMS 及雨量等資料，並進行水理演算模式

演練科目	模擬當莫拉克颱風超大豪雨降在大甲溪流域時系統運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉於颱洪災害時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日大甲溪流域發生相當於莫拉克颱風的超大豪雨，跨河橋梁可能發生危險		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
8		播簡報 P.27 (水理分析程序-資料擷取)	QPESUMS 降雨預報之預測，相當於莫拉克規模之豪雨降於大甲溪流域
9		播簡報 P.28(集水區降雨逕流演算結果)	根據集水區降雨逕流演算結果，推估石岡壩放流量預測值
10		播簡報 P.29(一維水理分析模式運作及結果顯示)	模式啟動後，將立即進行一維水理分析，得到大甲溪下游61個斷面的平均水深及流速。
11		播簡報 P.30(二維水理分析模式運作及結果顯示)	接著由二維水理分析，得到各橋墩前的水深、流速及沖刷深度。
12		播簡報 P.31 (安全分析模式運作)	最後由安全分析模式對橋梁進行安全係數計算
13		播簡報 P.32 (結果顯示)	安全評估計算結果皆未達警戒標準，持續監控
14		播簡報 P.33 (水理分析模式持續運作)	自動化程式持續演算監控
15		播簡報 P.34(集水	8月9日11時。根

演練科目	模擬當莫拉克颱風超大豪雨降在大甲溪流域時系統運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉於颱洪災害時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日大甲溪流域發生相當於莫拉克颱風的超大豪雨，跨河橋梁可能發生危險		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
		區降雨逕流演算結果)	據集水區降雨逕流演算結果，推估石岡壩放流量預測值
16		播簡報 P.35(演算結果)	根據一維與二維水理分析與安全評估，國3大甲溪橋在未來一小時達警戒值。
17	8. 巡檢人員： 9. 動作：察看手機訊息		國3大甲溪橋，安全係數值達到警戒值(目前假設為1.5)時，系統將於1分鐘內自動發送簡訊至巡檢人員手機。
18	10.	播簡報 P.36(出現手機簡訊畫面顯示警戒訊息內容)	訊息內容為國3大甲溪橋已達警戒條件，請前往巡檢橋梁安全。
19	11. 巡檢人員： 動作：拿起PDA手機走到另一側(表示出發至國3大甲溪橋現場進行檢測)。		巡檢人員PDA手機接獲訊息，立即拿起手機至現場進行巡檢。
20	12. 巡檢人員： 13. 動作：打電話向段長報告目視檢查現況。		
21	14. 巡檢人員：	播簡報 P.37(巡檢	(等電話鈴聲時)

演練科目	模擬當莫拉克颱風超大豪雨降在大甲溪流域時系統運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉於颱洪災害時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日大甲溪流域發生相當於莫拉克颱風的超大豪雨，跨河橋梁可能發生危險		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
	15. 「段長您好！我是老張，目前已經完成目視調查，橋梁目前並無立即危險，請段長指示」	內容回報)	巡檢人員正打電話給工務段段長
22	16. 段長： 17. 「很好，目前國3大甲溪橋還未達封橋標準，請先返回工務段待命。」		
23	18. 巡檢人員： 19. 「是的！遵照辦理！」 20.		
24		播簡報 P.39 (水理分析模式持續運作)	自動化程式持續演算監控
25		播簡報 P.40 (安全分析結果)	8月9日14時台1線大甲溪安全係數達行動標準。
26		播簡報 P.41 (顯示結果)	系統顯示大甲溪大橋即時、未來1-3小時之橋梁安全狀況，已達行動標準將自動通報。

演練科目	模擬當莫拉克颱風超大豪雨降在大甲溪流域時系統運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉於颱洪災害時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日大甲溪流域發生相當於莫拉克颱風的超大豪雨，跨河橋梁可能發生危險		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
27	21. 巡檢人員(第 1 組)： 22. 動作：察看手機訊息		系統將於 1 分鐘內自動發送簡訊至巡檢人員手機。
28	23.	播簡報 P.42(出現手機簡訊畫面顯示警戒訊息內容)。	訊息內容為：台 1 線大甲溪大橋已達行動標準，請前往巡檢橋梁安全。
29	24. 巡檢人員(第 1 組)： 動作：拿起 PDA 手機 走到另一側 (表示出發至台 1 線大甲溪大橋現場進行檢測)。		巡檢人員 PDA 手機接獲訊息，立即拿起手機至現場進行巡檢。
30	25. 巡檢人員(第 1 組)： 26. 動作：按照橋梁應變流程填寫表單。		巡檢人員到達現場，立即開啟 PDA 手機，經由簡訊連結進入系統可省卻輸入使用者帳號密碼步驟 並利用 PDA 開始進行檢測。
31	27.	播簡報 P.43(表單填寫完成)	巡檢人員完成填寫並送出表單 點選結束鈕 系統此時將接收到表單
32	28. 巡檢人員(第 1 組)：		按下訊息送出 系統送出調查結果至台中工務段段長[手機]中

演練科目	模擬當莫拉克颱風超大豪雨降在大甲溪流域時系統運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉於颱風災害時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日大甲溪流域發生相當於莫拉克颱風的超大豪雨，跨河橋梁可能發生危險		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
	29. 動作：點選送出訊息按鈕。		
33	30. 段長： 31. 動作：打開手機查閱訊息內容。	播簡報 P.44(顯示訊息內容)。	段長立刻打開手機查閱訊息內容
34	32. 段長： 33. 動作：察看調查結果	播簡報 P.45(系統畫面)	以段長身分登入系統，察看工務段所有橋梁狀況 段長可察看調查表單內容，並察看現場調查相片
35	34. 段長： 35. 「您好！我是陳段長，您是老張嗎？」		接著打電話給巡檢人員。 (等電話鈴聲時) 工務段段長正打電話給巡檢人員
36	36. 巡檢人員(第 1 組)： 37. 「是的！段長好！我已經完成現場調查，請段長指示」 38.		
37	39. 段長： 「剛才的調查結果，我已經收到了，目前台 1 線大甲溪大橋已達封橋		

演練科目	模擬當莫拉克颱風超大豪雨降在大甲溪流域時系統運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉於颱風災害時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日大甲溪流域發生相當於莫拉克颱風的超大豪雨，跨河橋梁可能發生危險		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
	標準，請先留至現場協助封橋。」 40.		
38	41. 巡檢人員(第 1 組): 42. 「是的！遵照辦理！」		
39	段長： 43. 由系統下達封橋指令。	播簡報 P.46(進入交通管制頁面，並進行封橋流程)	段長可直接透過系統下達封橋指令，系統會立刻自動進行交通管制動作指派。
40	44. 巡檢人員(第 2 組): 無動作		巡檢人員未回覆簡訊
41		播簡報 P.47(系統重新指派巡檢人員)	30min 後無回傳接收訊息，系統重新指派
42	45. 巡檢人員(第 3 組): 46. 動作：察看手機訊息		將於 1 分鐘內自動發送簡訊至巡檢人員手機。
43	47.	播簡報 P.48 (顯示訊息內容)	訊息內容為段長已下達封橋命令，請即刻前往現場協助封橋。
44	48. 巡檢人員(第 3 組): 連絡開口契約商協助		巡檢人員連絡開口契約商協助封橋作業

演練科目	模擬當莫拉克颱風超大豪雨降在大甲河流域時系統運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉於颱風災害時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日大甲河流域發生相當於莫拉克颱風的超大豪雨，跨河橋梁可能發生危險		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
	封橋作業		
45	巡檢人員： 動作：在現場指揮人員進行封橋任務（包括：封鎖線、三角錐及水泥護欄）		巡檢人員及開口契約商進行封橋作業
46	49. 巡檢人員： 「段長您好！我們已經進行橋梁封鎖」		巡檢人員回報封橋作業完成
47	50. 段長： 51. 「很好！請代我問候大家！辛苦了！請全力處理善後！後續狀況及處理結果請隨時陳報！」 52.		
48	53. 巡檢人員： 54. 「是的！沒問題！再見！」 55.		
49	56. 段長： 57. 動作：打電話通報處長		段長打電話通報處長災況及處理狀況。（等電話鈴聲時）台中工務段陳段長打手機給第二區工程處陳處長。

演練科目	模擬當莫拉克颱風超大豪雨降在大甲溪流域時系統運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉於颱風災害時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日大甲溪流域發生相當於莫拉克颱風的超大豪雨，跨河橋梁可能發生危險		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
50	58. 處長： 「您好！」		
51	59. 段長： 60. 「處長好！我是台中陳段長，向您報告剛才目前災況與處置狀況！」		
52	61. 處長： 62. 「請講！」		
53	63. 段長： 64. 「目前發現台 1 線大甲溪大橋已達封橋水位，已派員執行封橋行動！現場無人員傷亡，其餘橋梁目前皆為安全狀態。」		
54	65. 處長： 66. 「很好！請代我問候大家！辛苦了！請全力處理善後！後續狀況及處理結果請隨時		

演練科目	模擬當莫拉克颱風超大豪雨降在大甲溪流域時系統運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉於颱洪災害時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日大甲溪流域發生相當於莫拉克颱風的超大豪雨，跨河橋梁可能發生危險		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
	陳報！」		
55	67. 段長： 68. 「是的！沒問題！處長再見！」		
56	69.	播簡報 P.49 (封橋後替代道路規劃)	系統可根據即時路況自動規劃替代道路
57	70. 段長： 71. 動作：確認替代道路	播簡報 P.50 (封橋後替代道路規劃)	經查核過，可上網公告以供民眾查詢

# 跨河橋梁安全預警系統之建立研究 高司演練



主辦單位：交通部運輸研究所-港灣技術研究中心

## 展示流程

壹	計畫動機與目的
貳	總計畫研究範圍與整合項目
參	系統簡介
肆	模擬狀況：莫拉克颱風直襲大甲溪流域
伍	結論與建議

## 壹

### 計畫動機與目的

• 橋梁為連絡河流兩岸之重要交通工程設施，然而台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。

#### 問題

各交通工程管理單位已投注許多經費於大甲溪設置監測系統與研究計畫案。然而，各計畫獨立執行，缺乏橫向整合，且尚未與防災預警通報體系結合。

#### 目的

建置「跨河橋梁安全預警系統」於資料交換平台架構下，整合各項資訊並建置對應之預警通報機制，其架構分為(1)資料交換平台、(2)資料倉儲與(3)預警通報機制等。

3

## 貳

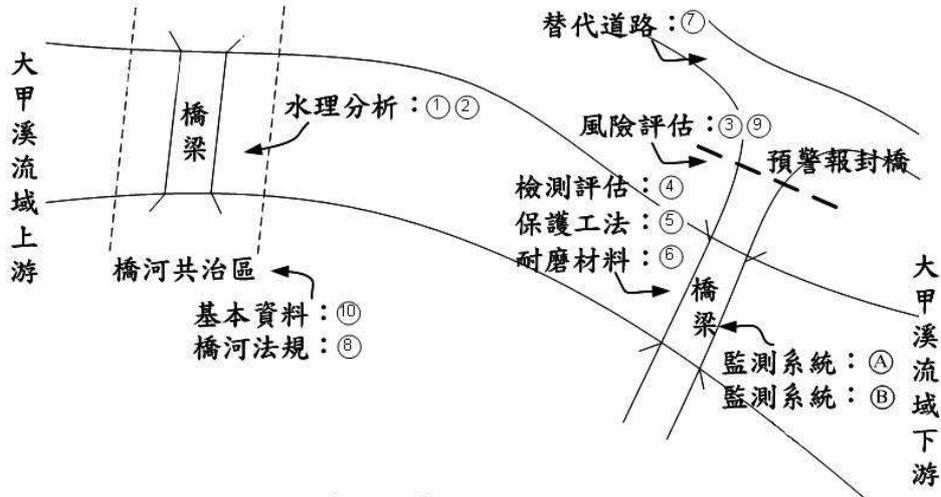
### 總計畫研究範圍與整合項目 -各計畫名稱與編號表

No.	計畫名稱	目的	研究團隊	主持人
1	河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究(HIEB005)	水力分析	國立成功大學水利及海洋工程系	游保杉教授
2	橋墩沖刷計算模式之建立研究(HIEB006)	水力分析	中興工程顧問股份有限公司	廖哲民工程師
3	跨河橋梁安全評估之研究(HIEB007)	風險評估	國立臺灣海洋大學河海工程系	林三賢教授
4	訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究(HIEB008)	檢測評估	中華顧問工程司橋梁技術中心	王仲宇主任
5	跨河橋梁保護工法之研究(HIEB009)	保護工法	私立逢甲大學水利工程與資源保育系	廖清標教授
6	研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料之研究(HIEB010)	耐磨材料	國立臺灣海洋大學材料所	楊仲家教授
7	跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業(HIEB011)	整合系統	國立臺灣科技大學生態與防災中心	鄭明淵教授
8	橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究(HIEB002)	橋河法規	國立臺灣科技大學	李維峰教授
9	莫拉克颱風造成主要橋梁損壞之現地調查及災因分析(HIEB004)	災因資料	國立中興大學	蔡清標教授
10	橋河共治區基本資料調查(HIEB003)	基本資料	國立高雄應用科大大學	李良輝教授
A	高科技橋梁即時監測系統建置試辦計畫	監測系統	財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心	張國鎮主任
B	橋墩振動與基礎孔隙水壓力即時監測系統整合應用研究	監測系統	國立交通大學	黃安斌教授

# 貳

## 總計畫研究範圍與整合項目

總計畫研究範圍與項目關聯圖



總計畫研究範圍與項目關聯圖

# 貳

## 總計畫研究範圍與整合項目

### · 整合計畫關連性分析

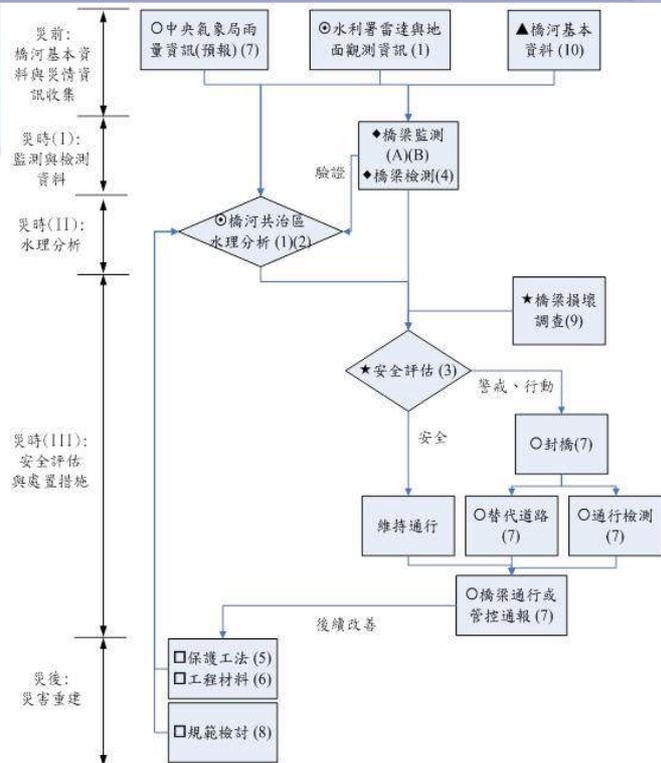
各子計畫關連性流程圖 (與跨河橋梁安全預警系統之關係流程圖)

依災害發生時間點可分為

- 災前：橋河基本資料與災情資料收集；
- 災時(I)：監測與檢測資料；
- 災時(II)：水理分析；
- 災時(III)：安全評估與處置措施；
- 災後：災後重建等主題

附註：

- (A)為高科技橋梁即時監測系統建置試辦計畫
- (B)為橋墩振動與基礎孔隙水壓力即時監測系統整合應用研究



▲橋河基本資料◎水理分析●監測與檢測  
□材料與保護工法★安全評估準則○系統整合

1 跨河橋梁安全預警系統概念分析

2 系統軟硬體建構

3 資料交換平台建置

4 跨河橋梁災害應變與通報流程

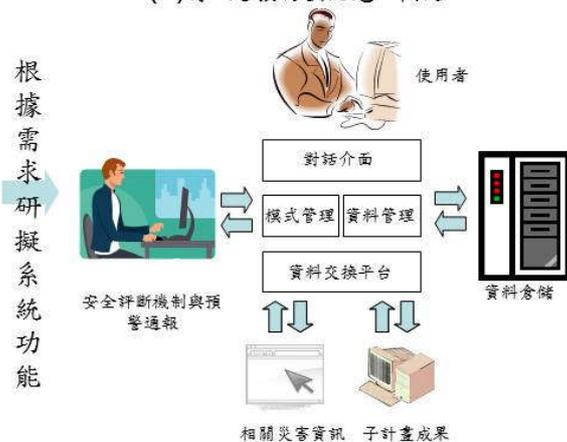
5 系統使用對象及時機

1 跨河橋梁安全預警系統概念分析(1/3)

(1)系統使用需求

- 1.易於進行資料查詢及分析
- 2.提供橋梁基本、災害、監測  
相關資訊
- 3.GIS圖形化網頁介面

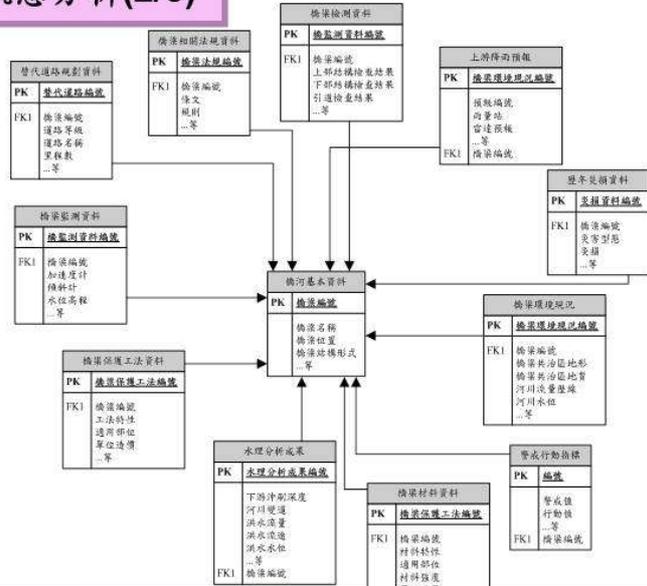
(2)系統發展概念研擬



系統組成圖

1 跨河橋梁安全預警系統概念分析(2/3)

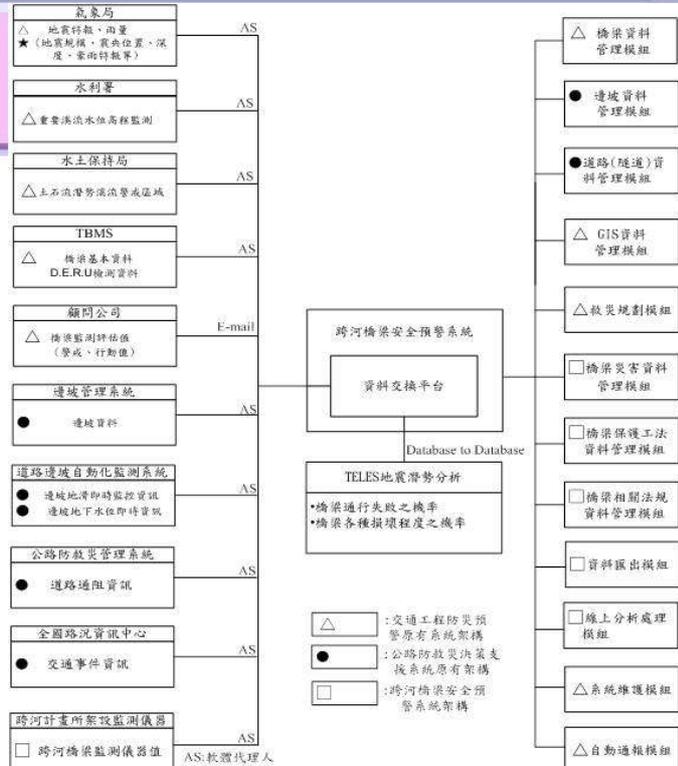
- 根據第一階段中所確立出的各計畫輸出與輸入資料。
- 分析其共同性與相異性，制訂ER-model(如右圖)，避免資料重複建置。



台灣科技大學生態與防災工程資料倉儲資料庫格式ER-model簡要範例

1 跨河橋梁安全預警系統概念分析(3/3)

- 所建立「跨河橋梁安全預警系統」將與港灣研究中心之『公路防救災決策支援系統(TRENDS)』進行整合。
- 其中方形代表跨河橋梁安全預警系統所新增之功能模組。

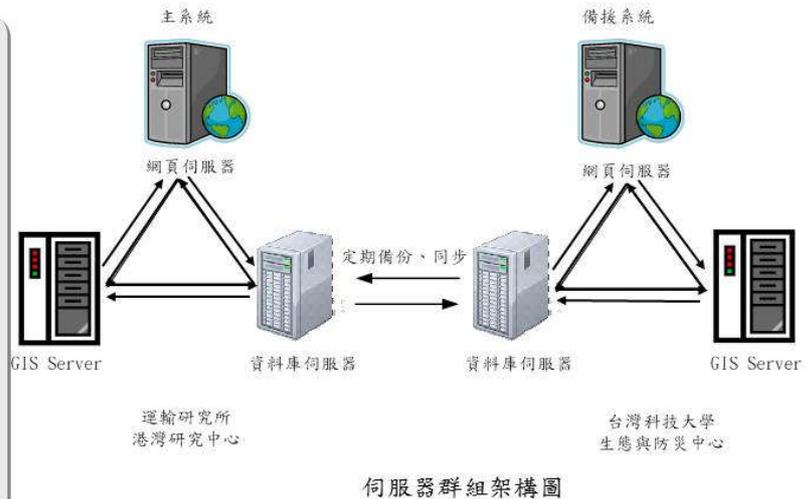


台灣科技大學生態與防災工程研究中心

跨河橋梁安全預警系統架構圖

2 系統軟硬體建構(硬體配置)

1. 架設主系統於港研內部。
  2. 備援系統於台灣科技大學生態與防災工程研究中心。
- 定期交換與備份資料避免資料遺漏。(軟硬體已由港研採購並安裝完成)



2 系統軟硬體建構(軟體配置)

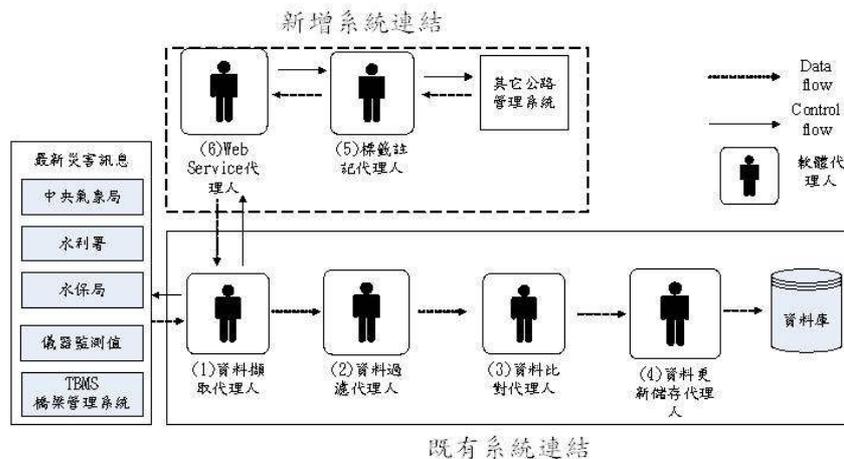
項目	軟體名稱	作業系統	功能
網頁伺服器	● JSP 網頁架構	Windows Sever 2008	網頁瀏覽
網路地理資訊系統	● Arc GIS Server ● Arc GIS Desktop		地理圖資展示
資料庫伺服器	● Windows SQL 2008		資料儲存與管理

## 3 資料交換平台建置(1/2)

- 本計畫將各子計畫成果內容彙整統合，為避免資料傳遞的困難且難以整合，將利用資料交換平台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，根據任務項目不同，指派特定代理人定期執行任務
- 並針對不同子計畫資料輸出方式，將資料格式轉換為標準XML文件，供其他研究團隊利用。

## 3 資料交換平台建置(2/2)

資料交換平台包含6軟體代理人



4 跨河橋梁災害應變與通報流程(1/4)

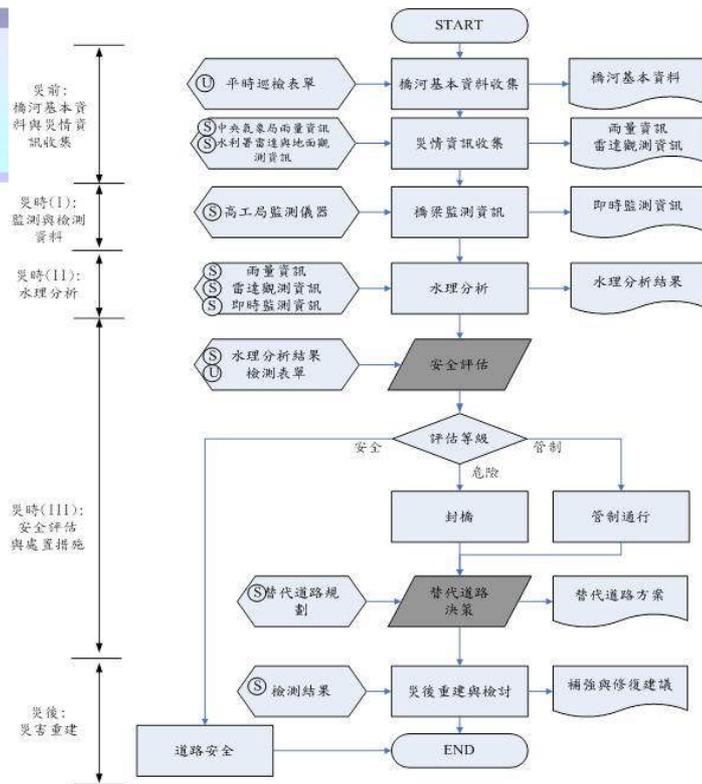
跨河橋梁安全預警系統功能：

- 1. 即時資料擷取與橋梁安全之分析
- 2. 分析結果與災害資訊自動通報機制

確立跨河橋梁災害通報機制，災害發生時依此通報機制進行災情通報與處置。

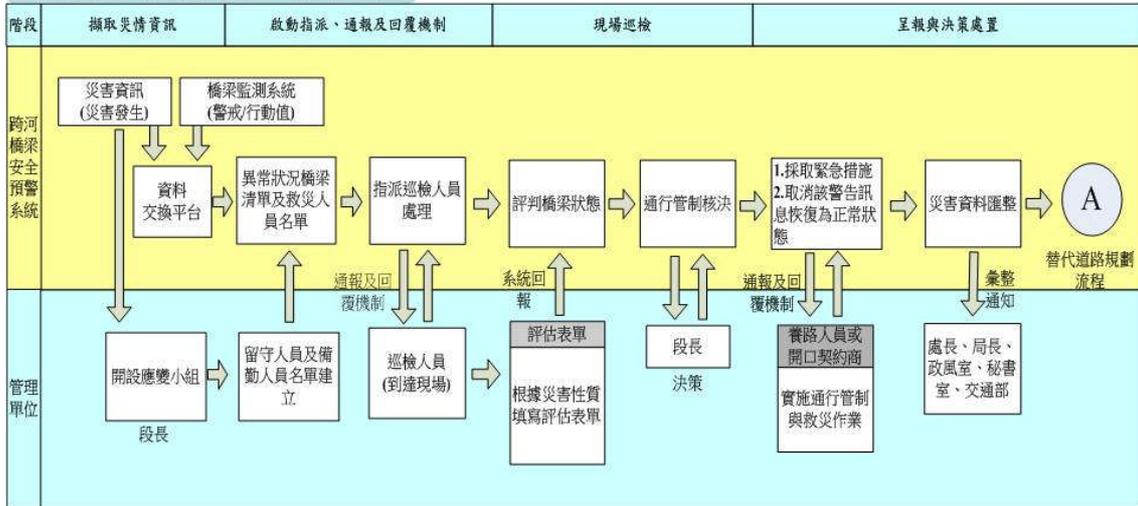
4 跨河橋梁災害應變與通報流程(2/4)

跨河橋梁安全預警系統之災害應變參考圖



### 4 跨河橋梁災害應變與通報流程(3/4)

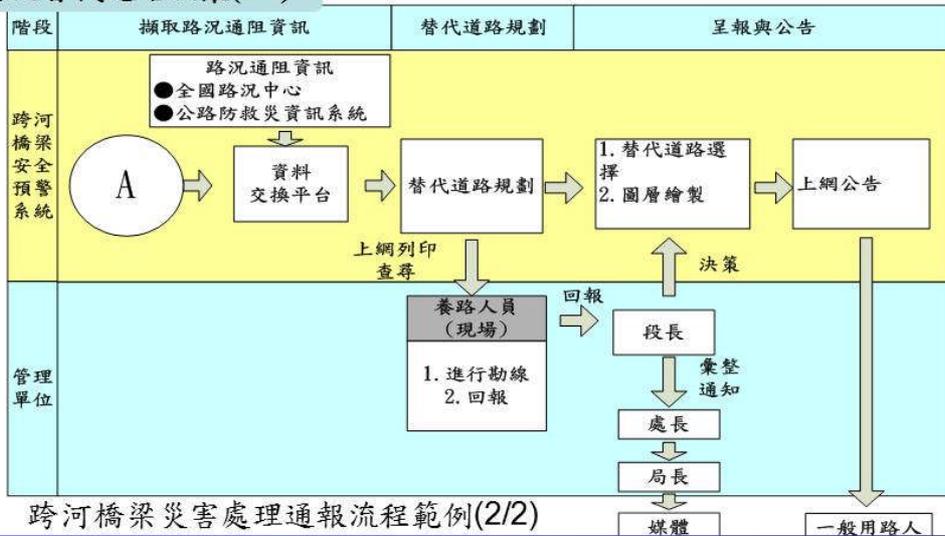
#### 封橋及替代道路決策(1/2)



跨河橋梁災害處理通報流程範例(1/2)

### 4 跨河橋梁災害應變與通報流程(4/4)

#### 封橋及替代道路決策(2/2)



跨河橋梁災害處理通報流程範例(2/2)

## 5 系統使用對象及時機(1/2)

對象	使用時機	內容	功用
一般民眾	災時	橋梁警戒通報	網路通報危險橋梁或依申請簡訊告知
	災後	替代道路查詢	查詢橋梁中斷後替代道路
橋梁 巡檢人員 (現場人員)	平時	橋梁狀況監測	查詢監測資訊與災害預報
		日常巡檢表	離線或線上填寫表單功能
	災時	橋梁警戒通報	簡訊或網路通報危險橋梁
		緊急檢查表	即時回報橋梁損壞等級及建議處置措施
	災後	替代道路規劃	規劃橋梁中斷後可行替代路徑
		緊急評估表	橋梁維修補強評估依據

## 5 系統使用對象及時機(2/2)

對象	使用時機	內容	功用
公路 管理單位 (決策人員)	平時	防災整備	提供橋梁維修(保護工法)建議
	災時	緊急調查表資訊彙整	進行橋梁通阻與處置措施決策
	災後	轄區橋梁損壞狀況匯整	提供維修補強方案建議
中央緊急 應變中心	災時	全國橋梁通阻狀況	GIS圖層顯示全國中斷橋梁
	災後	全國橋梁維修復原狀況	GIS圖層顯示全國橋梁修復狀況
研究單位 (子計畫研 究團隊)	平時	監測儀器架設與維護	查詢與交換監測資料
	災時		
	災後	預測模式修正	根據監測數據修正預測模式

## 肆 模擬狀況：莫拉克颱風直襲大甲溪流域

- 假設狀況

– 2009年8月大甲溪流域發生相當於莫拉克颱風的超大豪雨，大甲溪跨河橋梁之安全預警

## 肆 時間：2009年8月5日20時30分



操作者：段長

災害應變小組名單建立

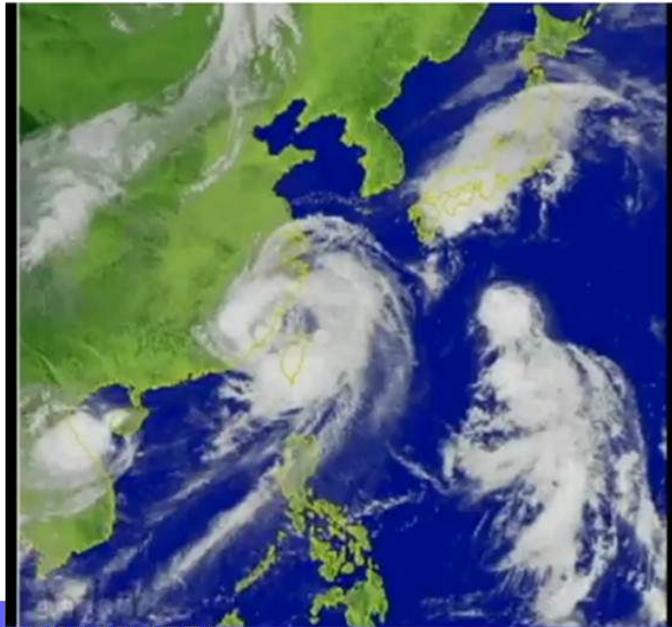
救災規劃

台中工務段指派作業(設定留守名單)

No.	姓名	職稱	電話	勤務狀態
1	台中工務段段長	主管	0953893167	留守人員
2	台中段工程師	工程師	0953893167	留守人員
3	郭庭鳴	工程師	0911714406	留守人員
4	陳家瑾		0912567202	備勤人員
5	蔡明邑		0911977542	備勤人員
6				

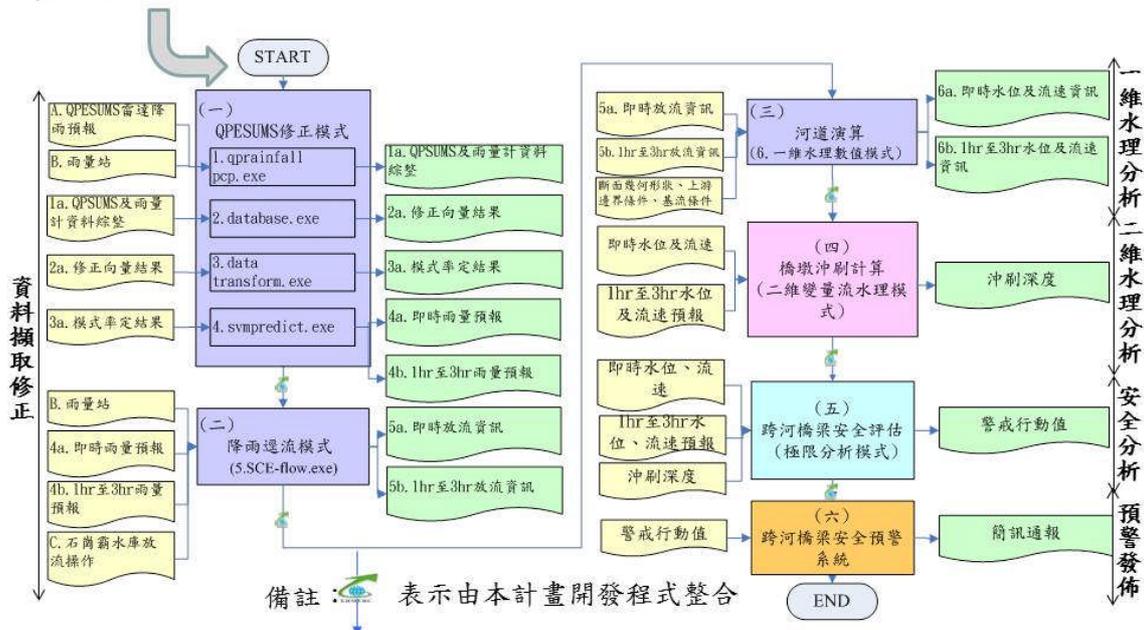
段長於系統上設定留守人員名單

肆 時間：2009年8月5日20時30分



肆 時間：2009年8月5日21時00分

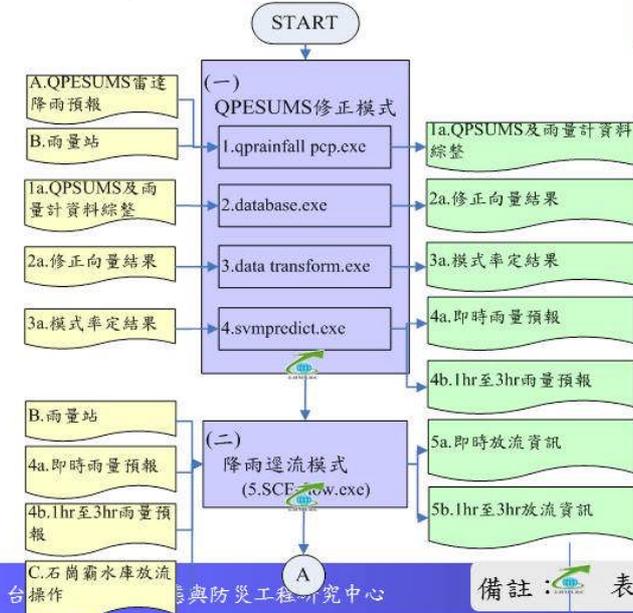
系統自動啟動



肆 時間：2009年8月5日21時00分

水理分析程序-資料擷取修正

操作者：系統自動運作



根據

1. QPESUMS降雨資料
2. 降雨逕流模式

預估：

- 暴雨期間 **未來1小時至3小時**的石岡壩 **入流量與放流量**。

台灣科技與防災工程研究中心

備註：表示由本計畫開發程式整合

25

肆 時間：2009年8月5日21時00分

水理分析程序-資料擷取修正

操作者：系統自動運作

一維水理分析\_輸入:石岡壩 (即時放流量與未來1-3hr預測放流)

水利署中區水資源局-石岡壩放流

災害資料交換機

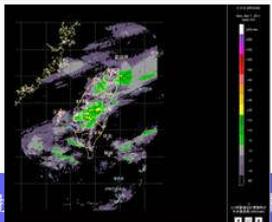
跨河橋梁安全預警系統

即時



中央氣象局-QPESUMS降雨預報

未來1-3小時預測



Agent  
每小時自動擷取

站名	時間	雨量	逕流量	放流量	備註
201	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
202	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
203	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
204	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
205	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
206	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
207	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
208	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
209	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
210	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
211	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
212	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
213	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
214	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
215	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
216	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
217	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
218	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
219	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
220	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
221	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
222	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
223	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
224	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
225	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
226	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
227	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
228	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
229	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
230	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
231	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
232	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
233	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
234	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
235	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
236	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
237	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
238	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
239	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
240	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
241	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
242	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
243	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
244	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
245	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
246	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
247	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
248	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
249	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	
250	2009-08-05 21:00	0.0	0.0	0.0	



系統資料庫

台灣科技與防災工程研究中心

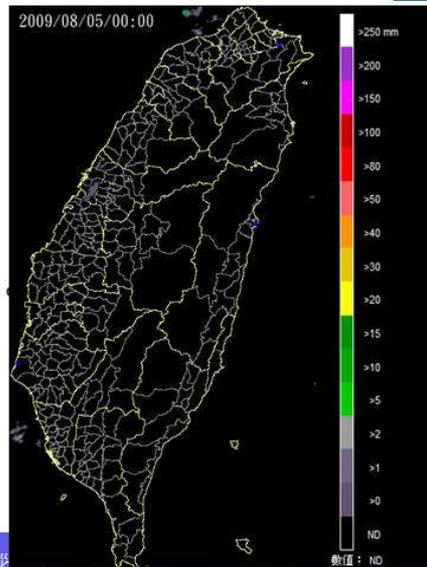
26

肆 時間：2009年8月5日21時00分

水理分析程序-資料擷取修正

操作者：系統自動運作

QPESUMS:  
相當於莫拉克  
規模之豪雨降  
於大甲流域



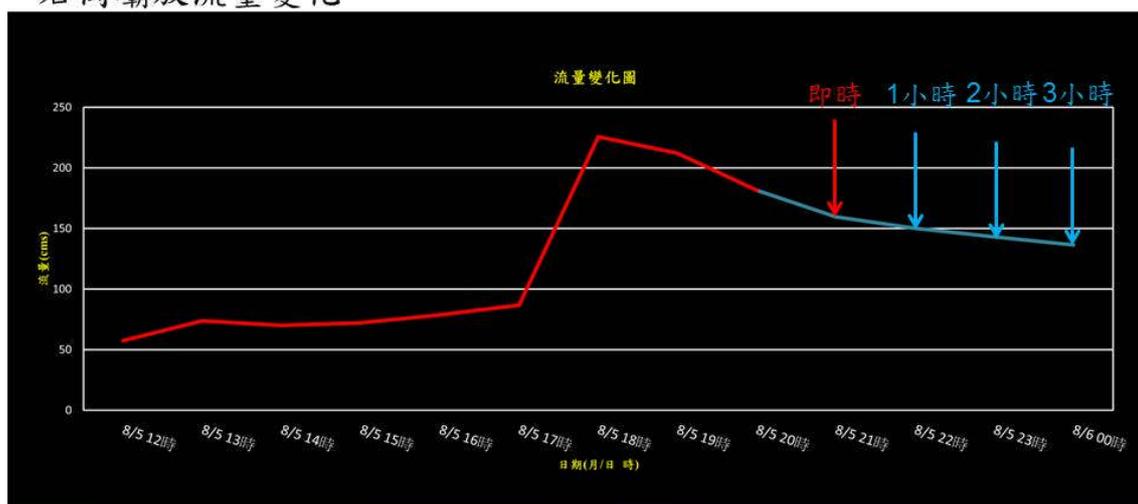
台灣科技大學生態與防災

27

肆 時間：2009年8月5日21時00分

水理分析程序-資料擷取修正

石岡壩放流量變化



台灣科技大學生態與防災工程研究中心

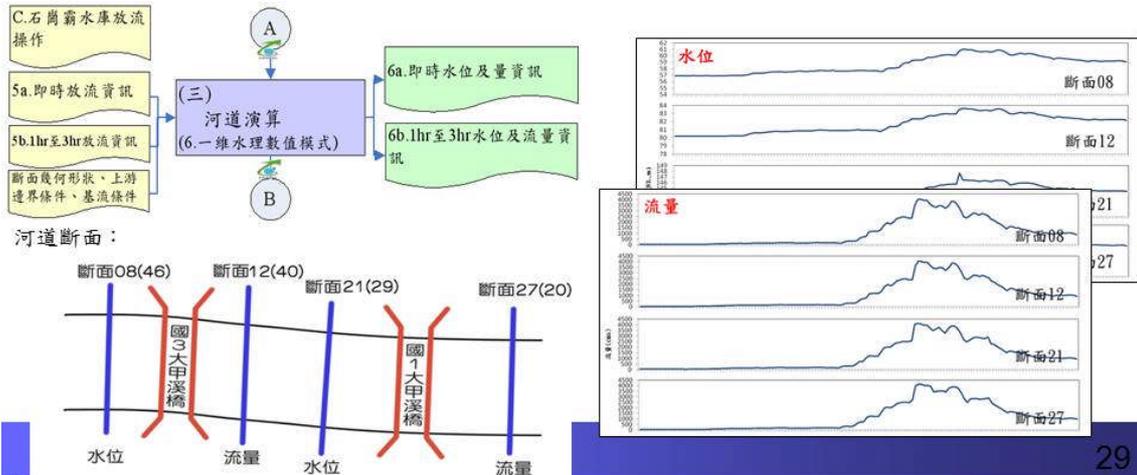
28

肆 時間：2009年8月5日21時00分

水理分析程序-一維水理分析

操作者：系統自動運作

因二維水理分析中(國1及國3)需採用上游斷面之流量與下游斷面之水位值，因此以下將以斷面08、12之流量及斷面21、27之水位為範例說明。



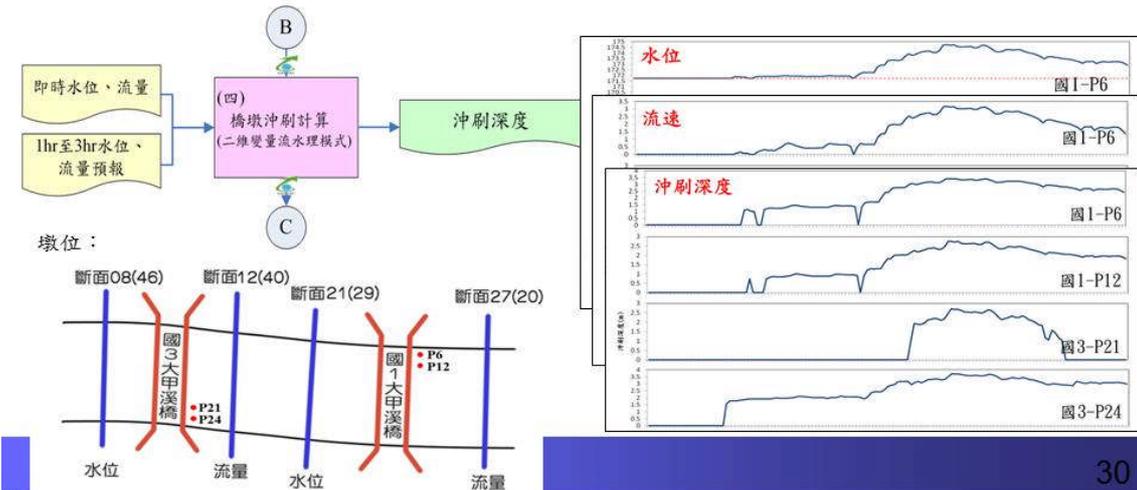
29

肆 時間：2009年8月5日21時00分

水理分析程序-二維水理分析

操作者：系統自動運作

二維水理分析中將採用前述之上游斷面之流量與下游斷面之水位值作為輸入，分別計算各橋墩之水位、流速及冲刷深度，以下舉國1(P6、P12墩)及國3(P21、P24墩)為例說明。



30

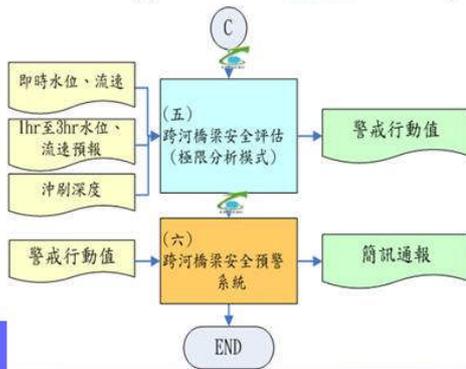
肆 時間：2009年8月5日21時00分

操作者：系統自動運作

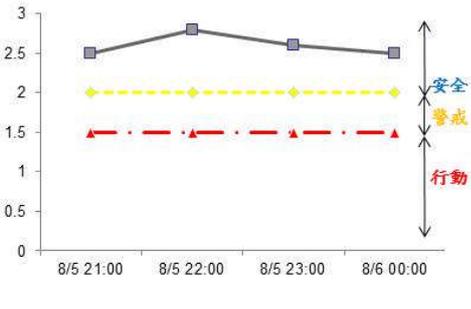
水理分析程序-安全分析

以二維水理分析所計算橋墩之流速、水深及沖刷深度，計算得國1(P12墩)及國3(P24墩)之安全係數，

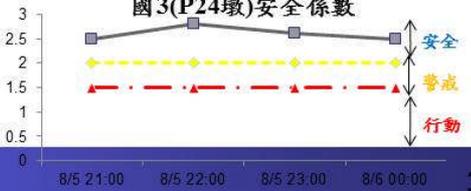
- 安全狀態:安全係數 $>2$
- 警戒狀態: $1.5 < \text{安全係數} < 2$
- 危險潛勢:安全係數 $<1.5$ ，須進行封橋行動。



國1(P12墩)安全係數



國3(P24墩)安全係數



31

肆 時間：2009年8月5日21時00分

操作者：系統自動運作

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

跨河橋梁安全預警系統

系統簡介 | 一維水理分析資料 | 二維水理分析資料 | 安全分析資料 | 系統管理

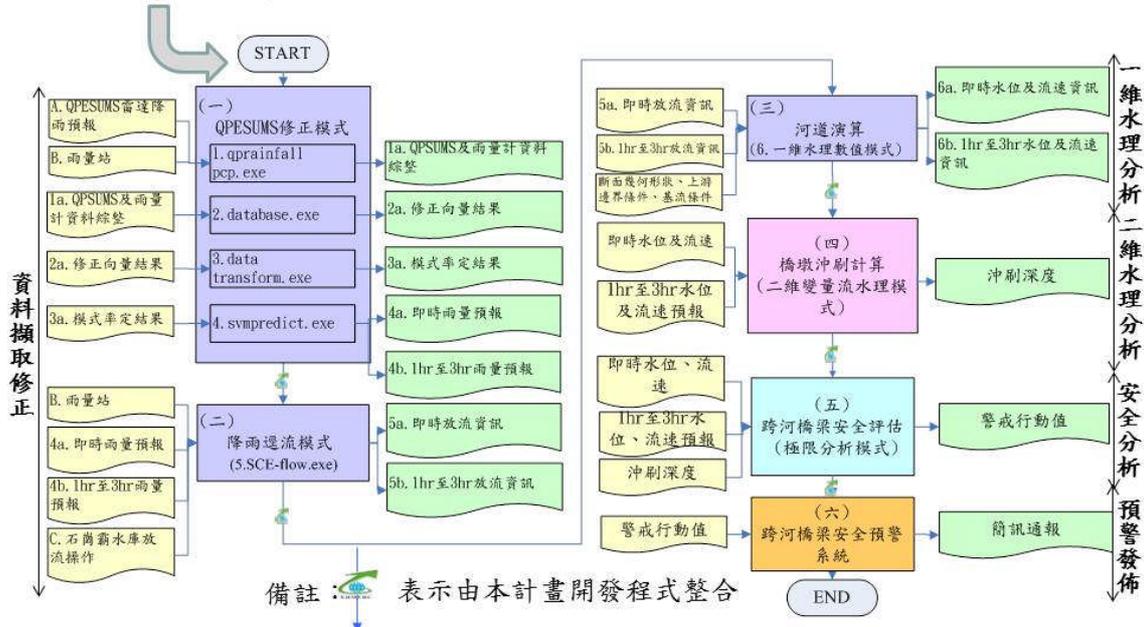
系統顯示大甲溪流域各橋即時、未來1-3小時之橋梁安全狀況，皆未達警戒標準。

32

肆

時間：2009年8月5日21時00分~8月9日11時00分

### 水理分析模式持續運算

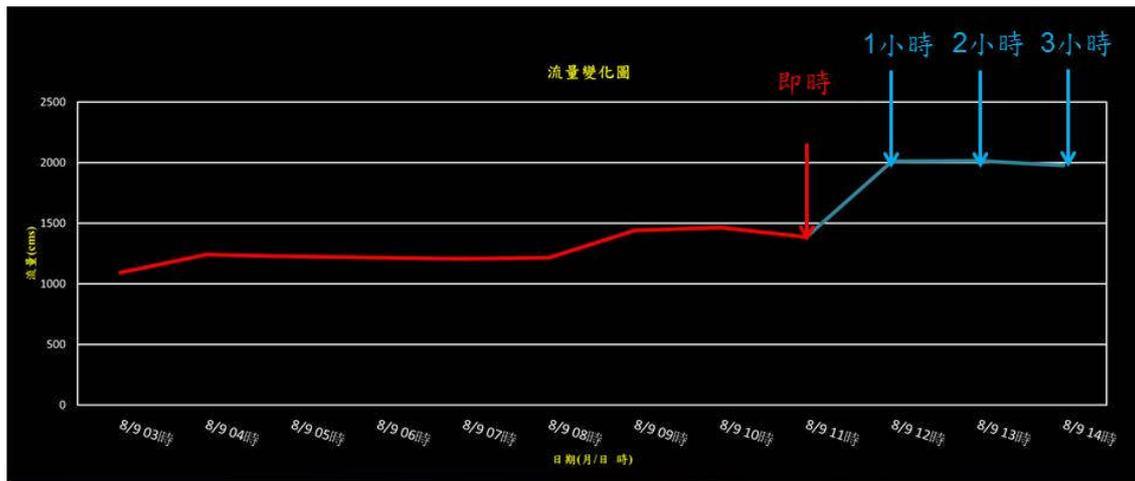


肆

時間：2009年8月9日11時00分

### 水理分析程序-資料擷取修正 石岡壩放流量變化

操作者：系統自動運作



肆 時間：2009年8月9日11時00分

交通部運輸研究所港灣技術研究中心 操作者：系統自動運作



系統顯示國3大甲溪橋即時、未來1-3小時之橋梁安全狀況，未來1小時達警戒標準系統自動通報。

肆 時間：2009年8月9日11時05分

指派工程師巡檢

操作者：系統自動運作

救災規劃

台中工程師巡檢作業(留守名單清單)

No.	姓名	職務	電話	勤務狀態	任務
1	台中工程師股長	主管	0953893167	留守人員	等待指派
2	台中科工程師	工程師	0953893167	留守人員	等待指派
3	郭冠鴻	工程師	0911714406	留守人員	等待指派
4	陳家瑞	工程師	0912567202	輪勤人員	等待指派
5	蔡明品	工程師	0911977542	輪勤人員	等待指派
6	汪書瑞	工程師	0968911930	休假	等待指派

No.	名稱	負責人	目前狀態
1	大安溪橋	尚未指派人員	待檢修
2	大安溪橋	尚未指派人員	待檢修
3	大安溪橋(9437)	尚未指派人員	待檢修
4	乾溪橋	尚未指派人員	待檢修

簡訊通報



請至國3大甲溪橋現場檢測

系統自動尋找留守人員名單，發送簡訊指派人員進行巡檢

肆 時間：2009年8月9日11時35分

巡檢內容回報



回報者：工程師

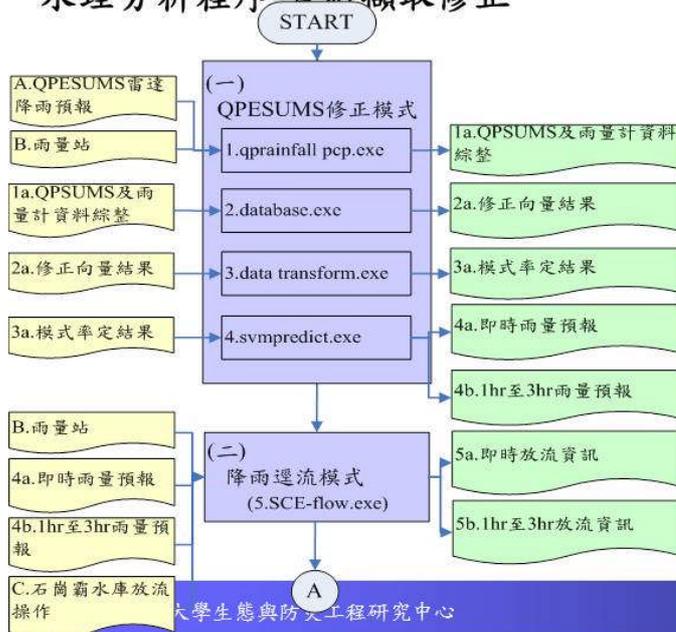
因高公局尚未訂立相關國道封橋(路)及檢測標準。

工程師在接受簡訊後即進行目視調查，以手機直接與段長通話回報，段長再下達相關指示。

肆 時間：2009年8月9日11時35分~8月9日14時00分

水理分析程序-資料擷取修正

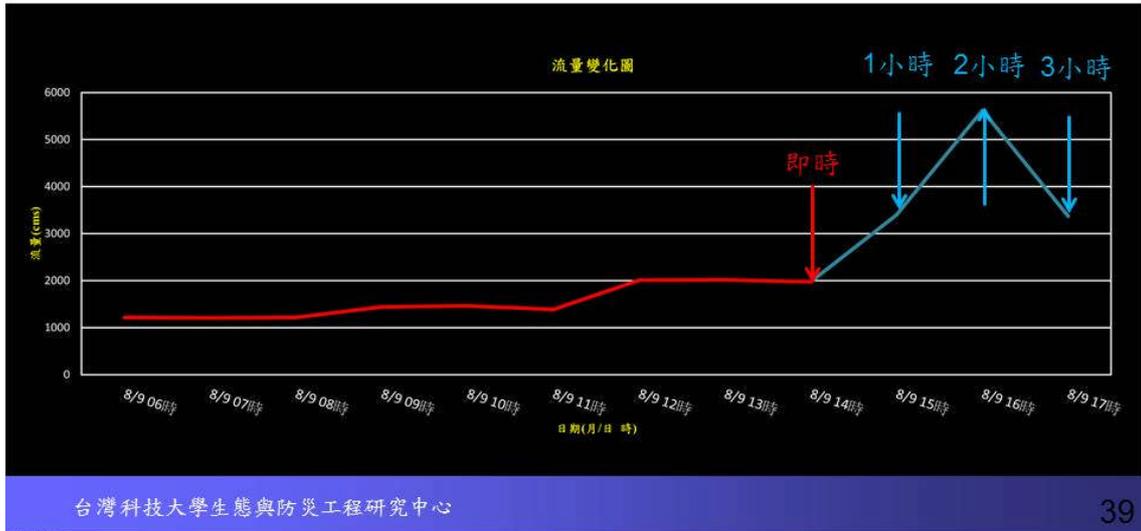
操作者：系統自動運作



結合QPESUMS降雨資料與格網分佈型降雨-逕流模式，預估暴雨期間未來1小至3小時的石岡壩入流量與放流量。

肆 時間：2009年8月9日14時00分

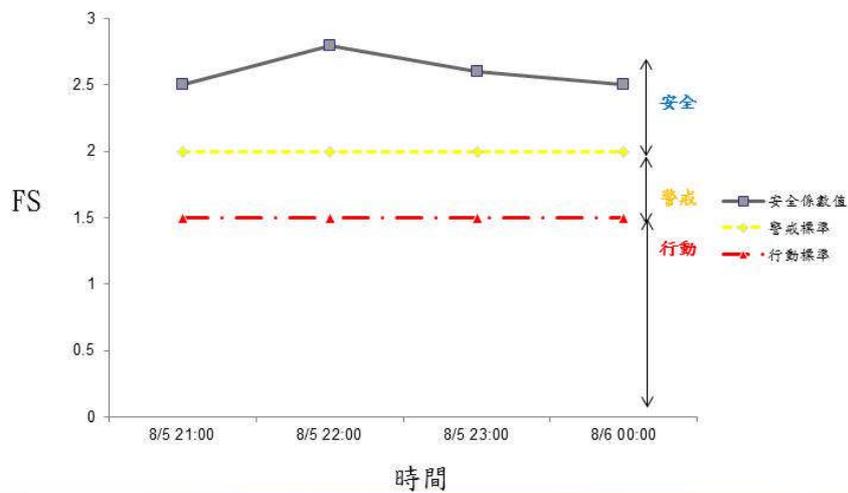
水力分析程序-資料擷取修正  
石岡壩放流量變化



肆 時間：2009年8月9日14時00分

大甲溪安全係數變化

操作者：系統自動運作



肆 時間：2009年8月9日14時00分

交通部運輸研究所港灣技術研究中心  
跨河橋梁安全預警系統

操作者：系統自動運作

系統簡介 | 一維水理分析資料 | 二維水理分析資料 | 安全分析資料 | 系統管理

系統顯示大甲溪大橋即時、未來1-3小時之橋梁安全狀況，已達行動標準將自動通報。

備註：本系統依照「跨河橋梁安全預警系統之建立研究」成果建立，橋梁管制與決策須參詳現場實況。

肆 時間：2009年8月9日14時05分

指派工程師巡檢

操作者：系統自動運作

救災規劃

台中工程師巡檢留守名單清單

No	姓名	職務	電話	勤務狀態	任務
1	台中工程師段長	主管	0953893167	留守人員	等待指派
2	台中段工程師	工程師	0953893167	留守人員	等待指派
3	郭瑞鴻	工程師	0911714406	留守人員	等待指派
4	陳宏耀	工程師	0912567202	機動人員	等待指派
5	蔡明盛	工程師	0911977542	機動人員	等待指派
6	汪書翰	工程師	0966911930	休班	等待指派

清單

No	名稱	負責人員	目前狀態
1	大安溪橋	尚未指派人員	待巡檢調查
2	大甲溪橋	尚未指派人員	待巡檢調查
3	大安溪橋(WH37)	尚未指派人員	待巡檢調查
4	乾溪橋	尚未指派人員	待巡檢調查

簡訊通報

請至大甲溪橋現場檢測

系統搜尋留守人員名單，發送簡訊指派人員進行巡檢

肆 時間：2009年8月9日14時25分

巡檢內容回報-極嚴重

操作者：工程師

橋梁受沖刷之災害分級快速檢查表			
橋梁名稱: 大甲溪橋	管理單位: 二區	調查日期: 2011/2/23	[選取日期]
橋梁位置(道路里程): 台7線 155.8	調查人員: 郭昭鳴		
受損分級		否	是
極嚴重	橋梁有落橋、崩塌情形。	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	橋梁構造有顯著傾斜、沈陷、位移情形。	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	橋台或橋墩基礎基礎(或沉箱)已被洪水掏空大半。	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
	橋台或橋墩基礎基礎被洪水或土石流衝斷，有造成橋梁失去穩定、危及通行安全之虞。	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
潛在極嚴重	損害情形界於極嚴重與嚴重間者。	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
嚴重	橋台或橋墩基礎基礎已被洪水沖刷外露。	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	橋台或橋墩基礎基礎(或沉箱)被洪水沖刷深度超過設計容許範圍。	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	橋台或橋墩基礎基礎被洪水或土石流衝斷，但未立即危害通行安全。	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	橋台或橋墩基礎基礎被洪水或土石流衝斷或損壞，但未立即危害通行安全。	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	上部結構主構件(主梁)已開始剝落或發生超過容許之結構裂縫。	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	橋面板混凝土產生格狀裂縫，且出現白華及滲水或保護層剝落。	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

簡訊回報

巡檢人員使用PDA手機或是平板電腦填寫檢測表單，並回傳現場照片

43

肆 時間：2009年8月9日14時30分

段長查閱手機訊息內容

操作者：段長

簡訊回報



台1線大甲溪橋檢測結果，  
受損分級:極嚴重，建議  
完全禁止通行

肆 時間：2009年8月9日14時30分

段長查閱調查結果，並指示封橋

操作者：段長

系統登入

台中工務段段長 您好!歡迎使用本系統。

災害發生時間	類型	工務段	橋名	未(待)完成事項	封橋指示
2010/07/10 10:00	颶洪	台中	大安溪橋	未檢測	No
2010/07/10 10:00	颶洪	台中	大甲溪橋	受損等級:嚴重	No
2010/07/10 10:00	颶洪	台中	大安溪橋(WH37)	未檢測	No
2010/07/10 10:00	颶洪	台中	乾溪橋	未檢測	No

下達封橋指示

肆 時間：2009年8月9日14時35分

系統指派封橋人員

操作者：系統自動運作

救災規劃

台中工務段留守人員(留守名單清單)

No	姓名	職稱	電話	勤務狀態	任務
1	台中工務段段長	主管	0953893167	留守人員	等待指派
2	台中段工程師	工程師	0953893167	留守人員	等待指派
3	郭冠鴻	工程師	0911714406	留守人員	等待指派
4	陳家瑞	工程師	0912567202	備勤人員	等待指派
5	張明忠	工程師	0911977542	備勤人員	等待指派
6	汪善強	工程師	0968911930	休班	等待指派

簡訊通報

No	名稱	負責人員	目前狀態
1	大安溪橋	尚未指派人員	待檢檢護
2	大甲溪橋	尚未指派人員	待檢檢護
3	大安溪橋(WH37)	尚未指派人員	待檢檢護
4	乾溪橋	尚未指派人員	待檢檢護



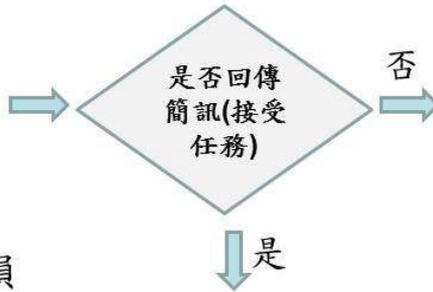
系統搜尋留守人員名單，發送簡訊指派人員進行封橋

請至大甲溪橋現場進行封橋作業

肆 時間：2009年8月9日14時45分

任務指派答覆機制

操作者：系統自動運作



系統重新尋找待命名單中可指派人員並發送簡訊

第一順位指派人員接收簡訊10分鐘內

原指派人員進行此任務

肆 時間：2009年8月9日14時45分

系統指派封橋人員-第一順位未回覆，重新指派

操作者：系統自動運作

救災規劃

台中工務段指派作業(留守名單清單)					
No.	姓名	職稱	電話	勤務狀態	任務
1	台中工務段段長	主管	0953893167	留守人員	等待指派
2	台中段工程師	工程師	0953893167	留守人員	等待指派
3	郭啟鴻	工程師	0911714406	留守人員	等待指派
4	陳家謙	工程師	0912567202	備勤人員	等待指派
5	蔡明盛	工程師	0911977542	備勤人員	等待指派
6	洪書梅	工程師	0968011930	休假	等待指派

清單			
No.	名稱	負責人員	目前狀態
1	大安溪橋	尚未指派人員	待巡檢調查
2	大甲溪橋	尚未指派人員	待巡檢調查
3	大安溪橋(VH37)	尚未指派人員	待巡檢調查
4	彰濱橋	尚未指派人員	待巡檢調查

簡訊通報第二順位



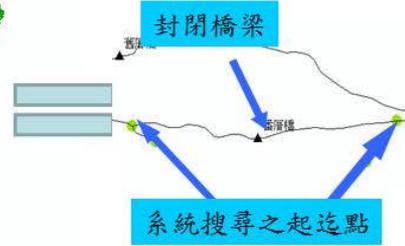
請至大甲溪橋現場檢測

如第一順位指派人員未回覆，系統將自動指派第二順位人員進行封橋

肆 時間：2009年8月9日15時00分

封橋後替代道路規劃

操作者：系統自動運作



全國路況資訊中心-  
道路通阻資訊

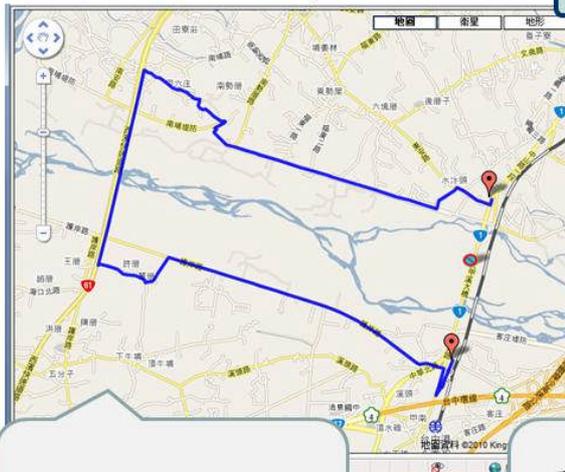
交通部運研所-  
99年版路網

可規劃替代道路  
(自動迴避中斷道  
路)

肆 時間：2009年8月9日15時00分

封橋後替代道路規劃

操作者：段長(系統自動運作)



路線說明	
1	起點 0.00 KM
2	往西南走台1線 其他道路/中7 0.06 KM
3	往右轉到 中7 0.41 KM
4	往左轉到 東安路169巷 0.33 KM
5	往右轉到 其他道路 2.62 KM
6	往左轉, 繼續沿 其他道路 0.16 KM
7	Make sharp left 繼續留在 其他道路 0.04 KM
8	往右轉到 南埔路 0.39 KM
9	往左轉 其他道路 繼續留在 南埔路 0.28 KM
10	繼續直行 其他道路 0.04 KM
11	向右轉沿 甲六路 0.38 KM
12	往左轉到 1 其他道路 2.18 KM
13	向急左轉彎 崑崙路130巷 0.97 KM
14	往右轉到 中48 3.28 KM
15	往右轉到 中山路 0.31 KM

經查核過, 可上  
網公告以供民眾  
查詢

動態規劃結果

路徑規劃結果  
(路名與里程)

結論  
1

各計畫涵蓋各不同領域研究，藉由總計畫綜觀統整各項資源，**避免資源分散浪費**等問題。

結論  
2

整合子計畫所確立之診斷標準，可供管理單位於**平時、災時與災後快速評斷橋梁安全**之參考。

建議  
1

持續監控與擷取相關資訊，並藉由本年度**雨季與颱風資料實際驗證**本系統之穩定度與可行性。

建議  
2

**舉辦高司演練**，邀請公路管理單位參與，**確認橋梁災害應變流程之適用性**，以收防災和減災之功效。

簡報結束

敬請指教



## **附錄三**

# **跨河橋梁安全預警系統操作手冊**

# 跨河橋梁安全預警系統操作手冊

## 目錄

1. 連結跨河橋梁安全預警系統.....	C-2
2. 系統版面配置.....	C-3
2.1 六大功能模組.....	C-3
2.1.1 系統簡介模組.....	C-4
2.1.2 颱風豪雨資料.....	C-4
2.1.3 一維水理分析資料.....	C-5
2.1.4 二維水理分析資料.....	C-6
2.1.5 安全分析資料.....	C-7
2.1.6 系統管理.....	C-8
2.2 即時及預測橋梁安全狀況燈號顯示看板.....	C-9
2.2.1 橋梁安全狀態顯示看板(詳圖、詳細資料).....	C-10
2.2.2 橋梁安全狀態顯示看板(簡訊通報狀態及檢測表單歷史紀錄).....	C-11
2.2.3 橋梁安全狀態顯示看板(替代道路).....	C-12
2.3 石岡壩即時及未來 1~3 小時放流量.....	C-13

## 圖目錄

圖 1 連結港研中心系統.....	C-2
圖 2 系統版面配置.....	C-3
圖 3 系統簡介模組.....	C-4
圖 4 颱風豪雨資料模組.....	C-5
圖 5 一維水理分析資料.....	C-6
圖 6 二維水理分析資料.....	C-7
圖 7 二維水理分析資料.....	C-8
圖 8 系統管理.....	C-9
圖 9 橋梁安全狀態顯示看板及快速連結鈕.....	C-10
圖 10 橋梁安全狀態顯示看板(詳圖、詳細資料).....	C-11
圖 11 橋梁安全狀態顯示看板(簡訊通報狀態及檢測表單歷史紀錄).....	C-12
圖 12 橋梁安全狀態顯示看板(替代道路).....	C-13
圖 13 石岡壩即時及未來 1~3 小時放流量.....	C-14

# 1. 連結跨河橋梁安全預警系統

連結系統位址如下：

a. 港研中心主系統：<http://163.29.73.52/rivera>(圖1)。

b. 台科大備援系統：<http://140.118.205.122/rivera>。



圖 1 連結港研中心系統

## 2. 系統版面配置

系統版面主要分成三大部分(圖2)：六大功能模組、即時及預測橋梁狀況燈號顯示區、石岡壩即時及未來1~3小時放流量顯示。

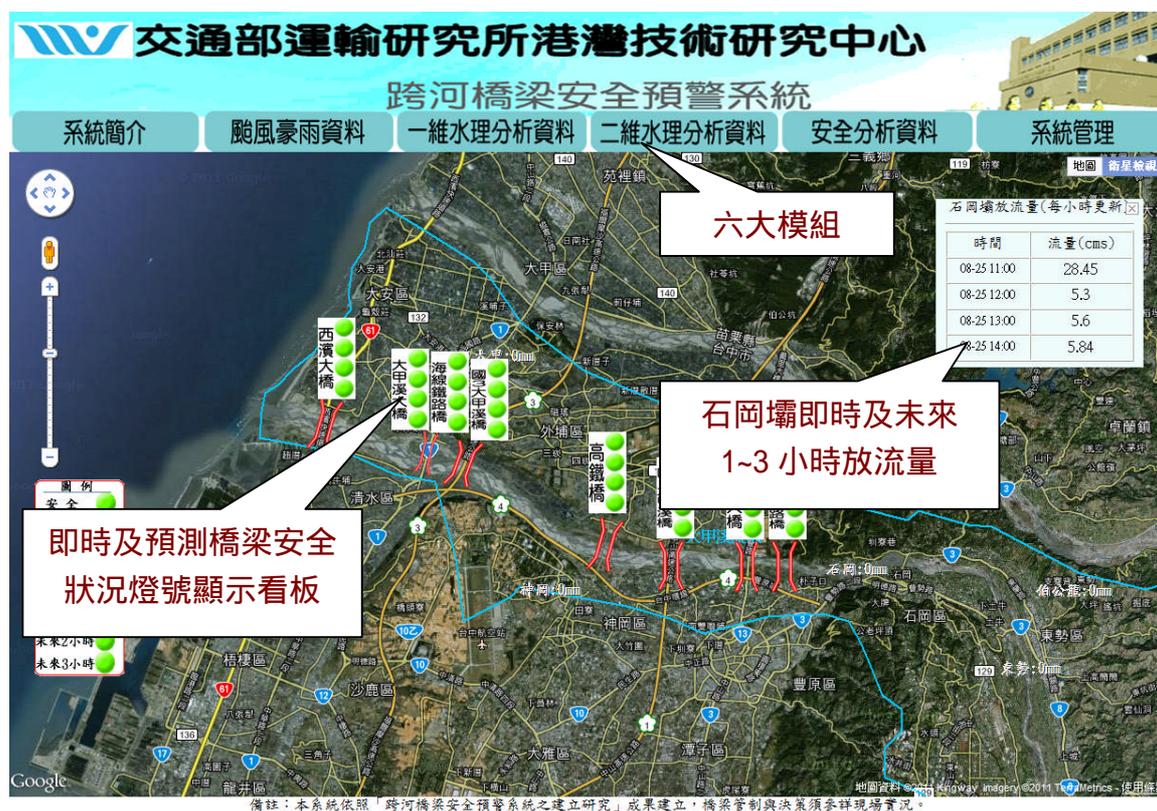


圖 2 系統版面配置

### 2.1 六大功能模組

六大功能模組包含了系統簡介、颱風豪雨資料、一維水理分析資料、二維水理分析資料、安全分析資料、系統管理等六大項。

## 2.1.1 系統簡介模組

如圖3所示，其內容主要是對於系統的組成方式，並分別對各演算模式進行概述，讓使用者能對系統有初步認識。



圖 3 系統簡介模組

## 2.1.2 颱風豪雨資料

在點選進入此模組載入頁面後(圖4)，頁面上展示了中央氣象局即時累積雨量圖、即時衛星雲圖、即時颱風路徑圖、大甲溪即時縱斷面圖及QPESUM降雨分佈圖與各雨量站資料顯示，供管理者掌握即時降雨情形。



圖 4 颱風豪雨資料模組

### 2.1.3 一維水理分析資料

主要是展示一維水理分析演算所得的結果，展示了大甲溪即時與未來1~3小時縱斷面圖以及各斷面流量、水位及沖刷深度曲線圖(圖5)。



圖 5 一維水理分析資料

### 2.1.4 二維水理分析資料

二維水理分析主要是針對國1及國3進行分析，並將分析所得的結果配合安全評估模式，展示各橋墩水位、流速、沖刷深度及安全係數值、橋梁平面圖、橋墩立面圖及水位顯示(圖6)。



圖 6 二維水理分析資料

### 2.1.5 安全分析資料

將大甲溪流域下游每座橋以一維分析演算的結果對照安全評估模式，其展示方式與二維水理分析資料相同，可分別選擇不同橋梁顯示各橋墩水位、流速、沖刷深度及安全係數值、橋梁平面圖、橋墩立面圖及水位顯示(圖7)。

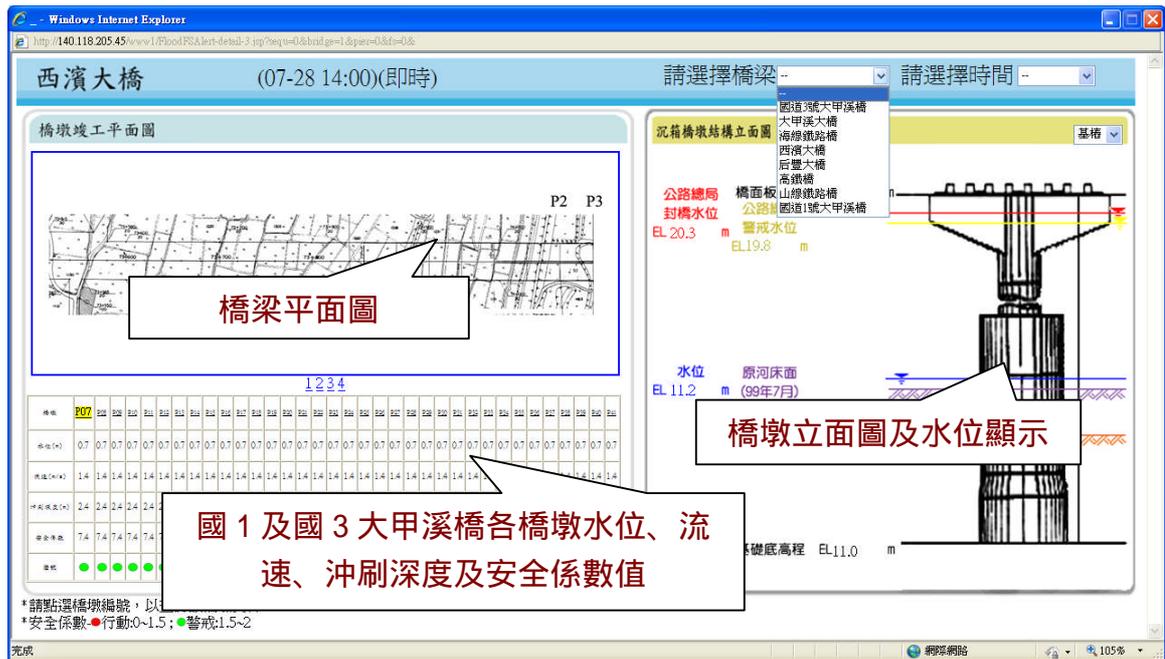


圖 7 二維水理分析資料

## 2.1.6 系統管理

主要是讓管理者透過此介面察看軟體代理人運作狀態，其內容包括問題排除資訊、QPESUMS預報值、QPESUMS修正結果、一維水理演算各斷面結果各斷面結果、二維水理演算結果、安全分析結果、監測系統資訊顯示等（圖8）。

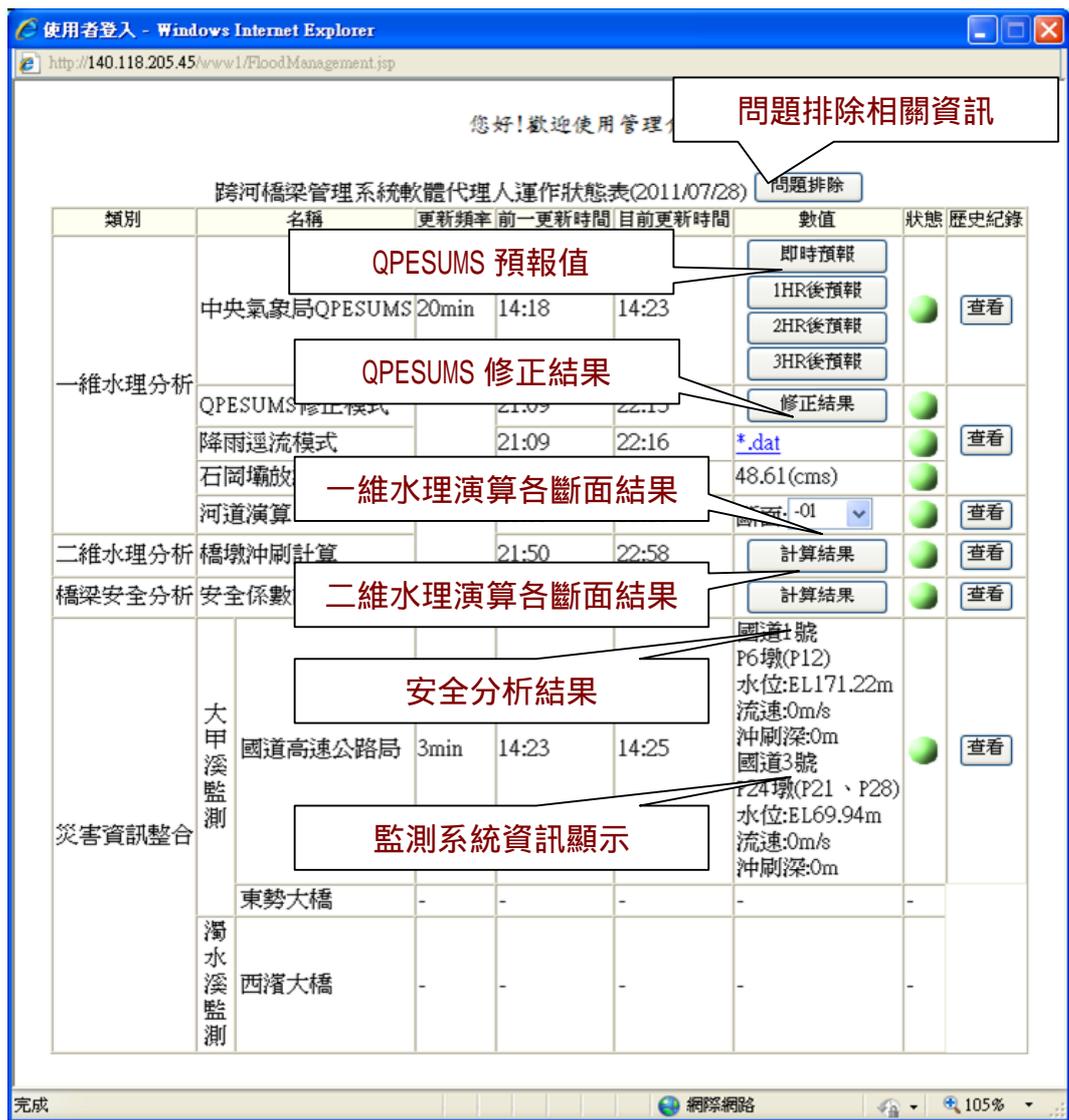


圖 8 系統管理

## 2.2 即時及預測橋梁安全狀況燈號顯示看板

提供管理者一眼能看到整個大甲溪流域跨河橋梁即時與未來1至3小時可能的安全狀況(圖9), 並以能點擊的方式快速查詢橋梁細部狀況(詳圖、詳細資料)、行車替代道路規劃、檢測表單歷史紀錄、簡訊通報狀態等功能。



圖 9 橋梁安全狀態顯示看板及快速連結鈕

### 2.2.1 橋梁安全狀態顯示看板(詳圖、詳細資料)

在看板上「詳圖」點擊即可連結安全評估後的結果顯示詳圖；點擊「詳細資料」，可顯示橋梁即時及未來1至3小時的水位、流速及沖刷深度值(圖10)。

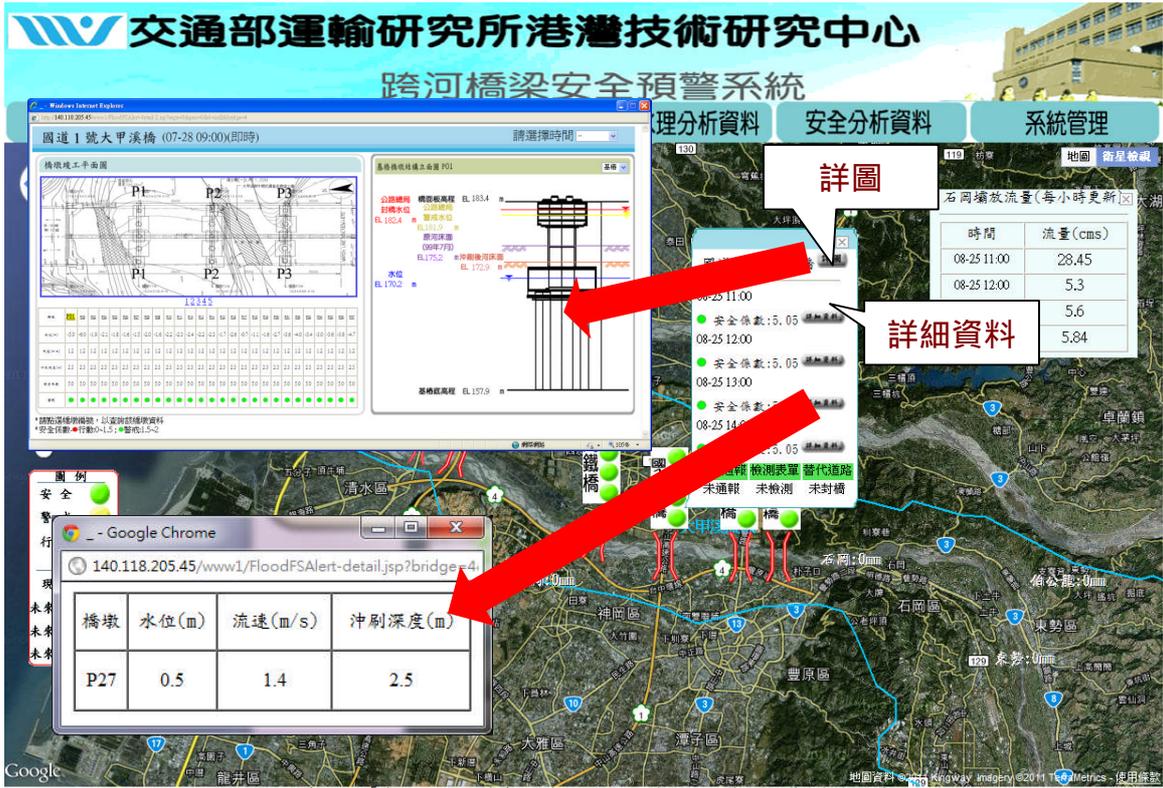


圖 10 橋梁安全狀態顯示看板(詳圖、詳細資料)

### 2.2.2 橋梁安全狀態顯示看板(簡訊通報狀態及檢測表單歷史紀錄)

系統為了讓管理者能即時查看現場巡檢狀態及簡訊發佈狀態，故在看板上顯示簡訊通報狀態及巡檢表單填寫情形(圖11)。



### 2.2.3 橋梁安全狀態顯示看板 (替代道路)

跨河橋梁因為受到暴流的侵襲而發生危險，所以需要規劃替代道路，讓供用路人能及早避開危險橋梁(圖12)。



圖 12 橋梁安全狀態顯示看板(替代道路)

## 2.3 石岡壩即時及未來1~3小時放流量

列於系統頁面右上角，提供管理者查看即時與未來1至3小時石岡壩放流量。



圖 13 石岡壩即時及未來 1~3 小時放流量

## 附錄四

# 跨河橋梁安全預警系統 管理者使用手冊

# 跨河橋梁安全預警系統管理者使用手冊

## 目錄

1.系統資料與檔案配置以及啟用程序.....	D-3
1.1 系統位置.....	D-3
1.2 檔案及程式位置.....	D-4
1.3 啟動程序及系統分析流程.....	D-5
1.4 輸入及輸出檔.....	D-7
1.5 資料倉儲.....	D-10

## 圖目錄

圖 1 連結港研中心系統.....	D-3
圖 2 安全預警系統檔案架設位置.....	D-4
圖 3 自動化執行程式.....	D-5
圖 4 水理分析模式執行流程圖.....	D-6
圖 5 水理分析模式執行流程圖(續).....	D-7
圖 6 資料倉儲架構及資料來源.....	D-13
圖 7 交通部運輸研究所路網圖層.....	D-22
圖 8 交通部運輸研究所橋梁點位圖層.....	D-22
圖 9 交通部運輸研究所隧道圖層.....	D-23

## 表目錄

表 1. 資料表及欄位說明-颱風資料.....	D-13
表 2. 資料表及欄位說明-斷面位置對照表.....	D-14
表 3. 資料表及欄位說明-跨河橋梁安全通報狀態.....	D-14
表 4. 資料表及欄位說明-莫拉克颱風災因分析.....	D-14
表 5. 資料表及欄位說明-保護工法.....	D-15
表 6. 資料表及欄位說明-河床斷面.....	D-15
表 7. 資料表及欄位說明-水理分析運作.....	D-15
表 8. 資料表及欄位說明-大甲溪橋梁.....	D-16

表 9. 資料表及欄位說明-大甲溪流量.....	D-16
表 10. 資料表及欄位說明- FloodFSAAlert(橋梁分析).....	D-17
表 11. 資料表及欄位說明- FloodFSAAlertHistory(橋梁分析紀錄).....	D-18
表 12. 資料表及欄位說明-TwoDimension(二維水理分析).....	D-18
表 13. 資料表及欄位說明-大甲溪 QPESUMS .....	D-19
表 14. 資料表及欄位說明- FloodFSAAlert(橋梁分析).....	D-19
表 15. 資料表及欄位說明- FloodFSAAlert(橋梁分析).....	D-20
表 16. 數值路網空間資料內容及屬性資料(資料來源：交通部運研所) .....	D-21

## 1. 系統資料與檔案配置以及啟用程序

本文為提供管理者能瞭解系統的結構組成及啟用程序，故將使用手冊分別以六大部分進行論述：系統位置、檔案及程式位置、啟動程序及系統分析流程、輸入及輸出檔案、資料倉儲等。

### 1.1 系統位置

系統為能達到持續運作不中斷，所以除了在港研中心設立了主系統外，在台科大亦設了備援系統，連結位置如下：

a. 港研中心主系統：<http://163.29.73.52/rivera>(圖1)。

b. 台科大備援系統：<http://140.118.205.122/rivera>。



圖 1 連結港研中心系統

## 1.2 檔案及程式位置

系統檔案及程式架設位置在C:\bin中(圖2)，其中組合了成功大學團隊的一維水理分析程式(資料夾1~4)、中興工程顧問團隊的二維水理分析程式(資料夾FreeWey1\_DTM99、FreeWey3\_DTM99)、海洋大學團隊的安全係數對照表(已編寫至資料庫中)、本團隊所撰寫的整合執行檔(水理分析自動化程式.exe)及其他附件檔案等，整合各團隊程式的細部執程序序將於下節的「啟動程序及系統分析流程」及「輸入及輸出檔」予以說明。

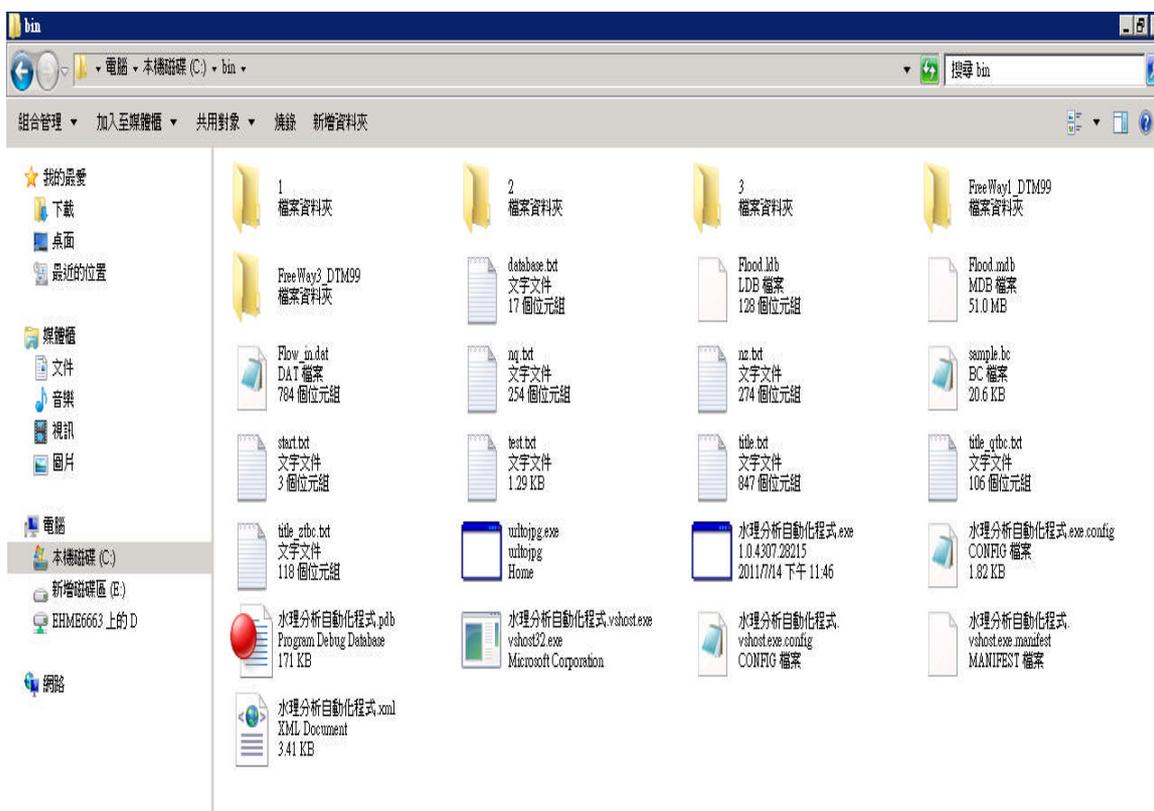


圖 2 安全預警系統檔案架設位置

### 1.3 啟動程序及系統分析流程

在啟動程序部分，由於本團隊已將各分散的程式進行串接，在點選「水理分析自動化程式.exe」便可自動執行(圖3)。

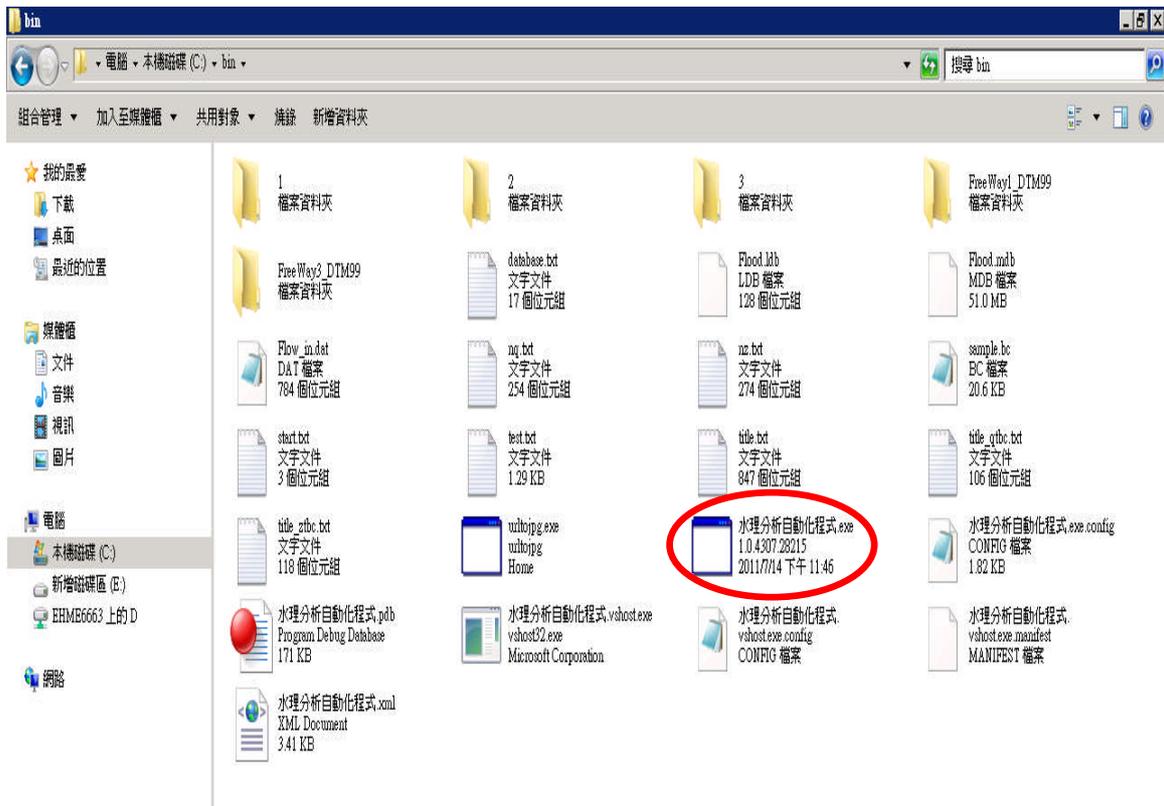
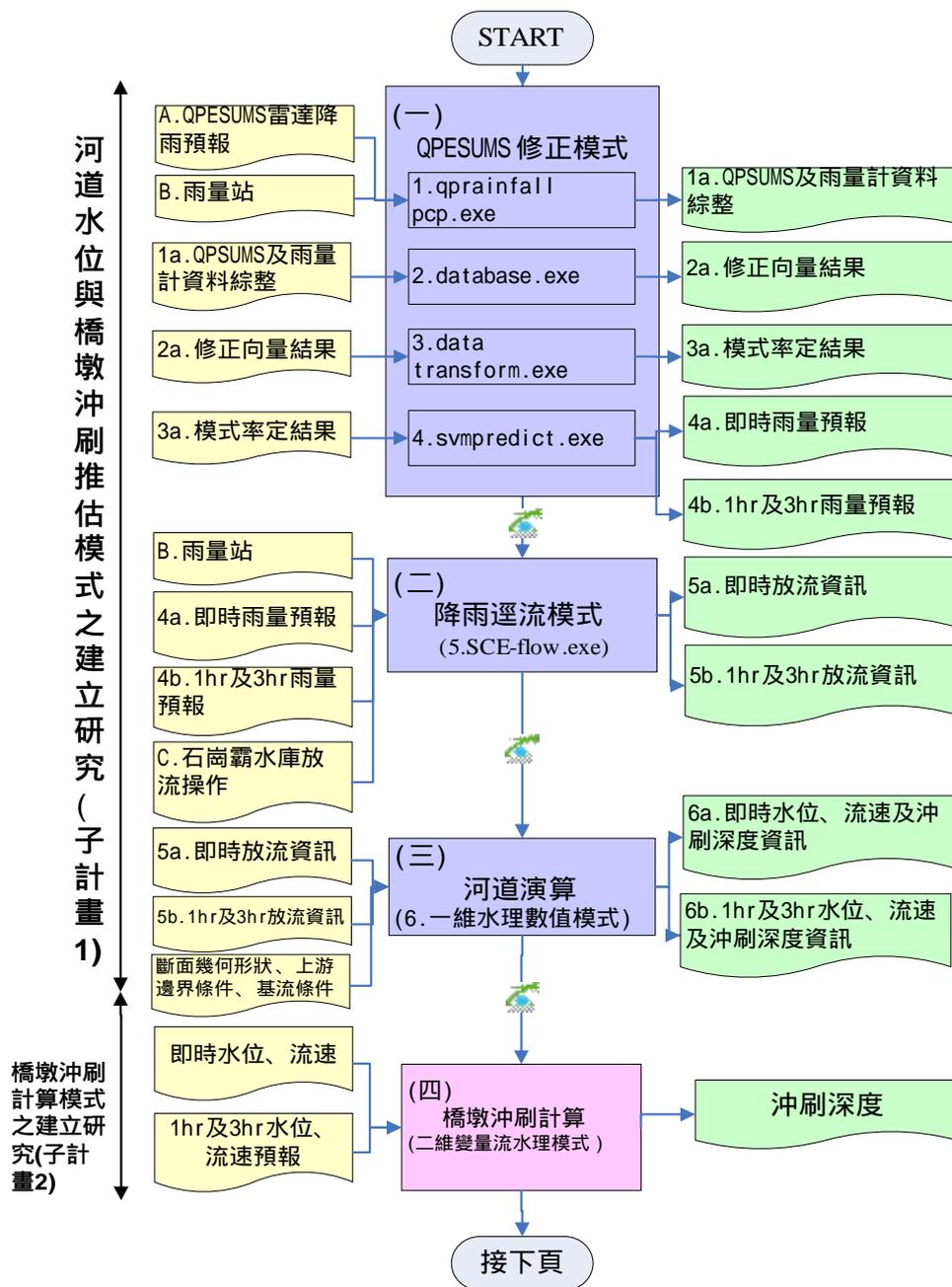


圖 3 自動化執行程式

如前所述，水理分析模式主要由國立成功大學、中興工程顧問股份有限公司、國立臺灣海洋大學等研究團隊各自撰寫執行程式，本計畫除了撰寫統合程式使各計畫能整合在一起並自動化執行外，另結合了現有的通報機制進行預警通報，其程式串接流程如圖4。

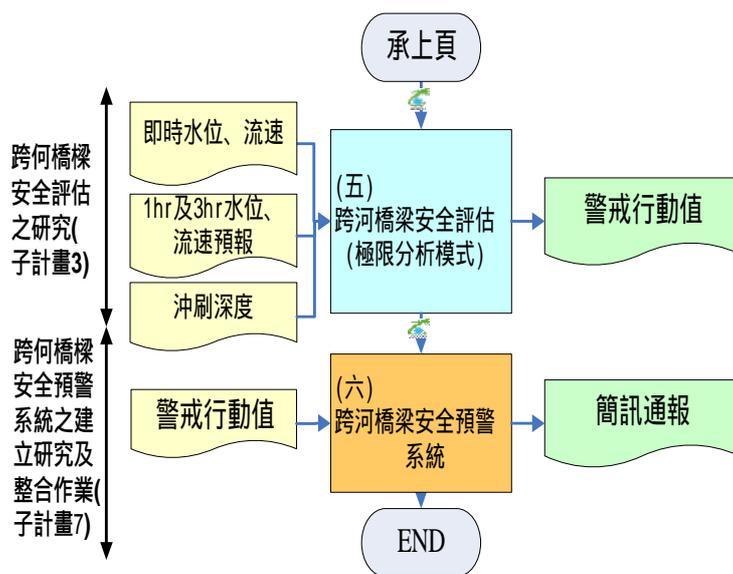
串接內容主要包括了六項模式：QPESUMS修正模式、降雨

逕流模式、河道演算模式、橋墩沖刷計算模式、跨河橋梁安全評估模式、跨河橋梁安全預警模式，各模式中執行檔及運作程序將於下節詳述。



註：🌿表示由本計畫開發程式整合

圖 4 水理分析模式執行流程圖



註：表示由本計畫開發程式整合

圖 5 水理分析模式執行流程圖(續)

#### 1.4 輸入及輸出檔

上節中已列出水理分析模式的執行流程圖及所包含的六項模式，而各模式中的細部程式執程序序及檔案輸出及輸入，將分成15個步驟說明。

##### (1) Step1-1-1 qprainfallpcp.exe

首先系統會進入step1資料夾(c:\bin\1\projection\step2\step1\)\並執行qprainfallpcp.exe進行QPSUMS及雨量計資料綜整。

##### (2) Step1-1-2 database.exe

執行 database.exe(c:\bin\1\projection\step2\step1\QP vs Raingauge)進行修正向量。

(3)Step1-1-3 datatransform.exe

執行 datatransform.exe(c:\bin\1\projection\step2) 進行模式率定。

(4)Step1-1-4 svmpredict.exe

執行 svmpredict.exe(c:\bin\1\projection\step2) 並輸入 vali-MODEL.txt、 calibration-MODEL.txt.model、 vali-OUTPUT.txt 進行支撐向量迴歸得到相關修正參數。

(5)Step1-1-5 inversesvm.exe

執行 inversesvm.exe 依迴歸參數修改並輸出 INVERSEVALUE.txt。

(6)Step1-1-6

將 INVERSEVALUE.txt(c:\bin\1\projection\step2\INVERSEVALUE.txt) 轉存到另一資料夾中 (c:\bin\2\201Rain-add\INVERSEVALUE.txt)。

(7)Step1-2-1 Rain-add.exe

執行 Rain-add.exe 將雨量資料格式轉存輸出為 shape.out。

(8)Step1-2-2 SCE-flow.exe

執行 SCE-flow.exe 輸入 Direct.out、 Geo.out、 Net.out、 Rivlen.out、 Hf.dat 及上步驟產出的 shape.out 進行降雨逕流計算，

並輸出Flow\_in.dat。

(9)flow\_in.dat資料截取

上一步驟輸出的flow\_in.dat(c:\bin\2\202SCE-flow), 依據石岡壩放流規則預測石岡壩下一時刻放流量並將該放流量進行資料截取輸出至test.txt(c:\bin\)之中。

(10)將text.txt替換轉入成ccheldinput.bc

將上步驟所截取成的test.txt置換成ccheldinput.bc。

(11)Step1-3-1 cche1d.exe

執行cche1d.exe進行一維水理分析(c:\bin\3\123), 輸出為yr94\_mp\_run1\_ts-1~ yr94\_mp\_run1\_ts-61。

(12) Step1-3-2 rush5.exe

將上步驟分析所得結果, 分別放入各橋梁的資料夾中, 例如: 中山高大甲溪橋(國1大甲溪橋)的一維水理輸出檔為「yr94\_mp\_run1\_ts-24.txt」, 將此檔置入中山高大甲溪橋資料夾中, 再分析啟動各資料夾中的檔案rush5.exe, 進行平均河床沖刷計算。

(13)將步驟(11)的輸出檔轉換成中興所需的檔案格式

中興所使用的斷面資料為:

(a) 國3: 水利署斷面8及斷面12(成大對應的檔案

yr94\_mp\_run1\_ts-46.txt及yr94\_mp\_run1\_ts-40.txt)。

(b) 國 1：水利署斷面 21 及斷面 27(成大對應的檔案 yr94\_mp\_run1\_ts-29.txt及yr94\_mp\_run1\_ts-20.txt)。

將上述成大的輸出檔，截取上游側的流量及下游側的水深給 nz.txt及nq.txt(c:\bin\FreeWey1\_DTM99及c:\bin\FreeWey3\_DTM99) 中進行資料編排。

(14)執行Swfs2DUG.exe二維水理模式計算

分別執行 FreeWey1\_DTM99 及 FreeWey3\_DTM99 中的 Swfs2DUG.exe產生BridgeScour.dat。

(15)對照出警戒值及行動值

根據海大所提供的對照表輸入成資料庫，再以中興輸出 (BridgeScour.dat)的水深、流速及沖刷深度對照出警戒值及行動值。

## 1.5資料倉儲

本計畫目的符合資料倉儲的特性，具有以主題為導向、整合性、時間變化性以及非揮發性等，故擬以資料倉儲概念作為本系統資料管理之原則。另外為了方便資料的易讀性，故將加入GIS概念讓資料搜查更為容易，故以下將針對資料管理及圖層管理進行描述。

## (1)資料管理

本計畫資料倉儲各項資料來源將採用「跨河橋梁安全預警系統之建立研究」九個子計畫、「高科技橋梁檢測系統建置試辦計畫」及「橋梁振動與基礎孔隙水壓力即時監測系統整合應用研究」等研究計畫所獲得資料做為基礎。

資料管理將各種橋梁資料及災害資料進行分類管理，分為橋梁災害資料、橋梁保護工法與橋梁相關法規。

其中橋梁災害資料，主要針對橋梁各種災害資料進行管理，包含橋梁結構體、周遭環境因子、致災因子、分析預測成果以及歷史災害資料，故針對這些資料歸類為六個項目分別為：

### (a)橋梁屬性資料

橋梁屬性資料會建立橋梁基本資料，包含橋梁尺寸基本資料、位置、分類、橋梁構件屬性。

### (b)橋梁環境現況資料

橋梁環境現況資料則會針對橋梁周圍地形、地質、水文資料進行儲存，包含橋河共治區地形、地質、河川流量歷線、河川水位以及集水區雨量資料。

### (c)橋梁監測資料

橋梁監測資料則會將國道高速公路局之「高科技橋梁檢測系統建置試辦計畫」相關監測成果以及子計畫監測成果作為儲存內

容，其中監測儀器包含微機電壓力無線感測網路系統、無線沖刷磚、光纖沖刷感測系統、加速度計、傾斜計、水位高程等。

#### (d)洪水災害分析成果

洪水災害分析成果則會將子計畫分析成果儲存於該項中，其中包含預測河川變道、下游沖刷深度、洪水流量、洪水流速及洪水水位。

#### (e)土石流災害資料

土石流災害資料則儲存水土保持局所公佈之土石流潛勢溪流圖層及定時更新土石流黃色警戒及紅色警戒。

#### (f)歷年災損資料

歷年災損資料儲存該橋梁歷年因災害造成之損失。

本計畫資料倉儲各項資料來源將採用「跨河橋梁安全預警系統之建立研究」九個子計畫及「高科技橋梁檢測系統建置試辦計畫」等研究計畫所獲得資料做為基礎，如圖6所示。

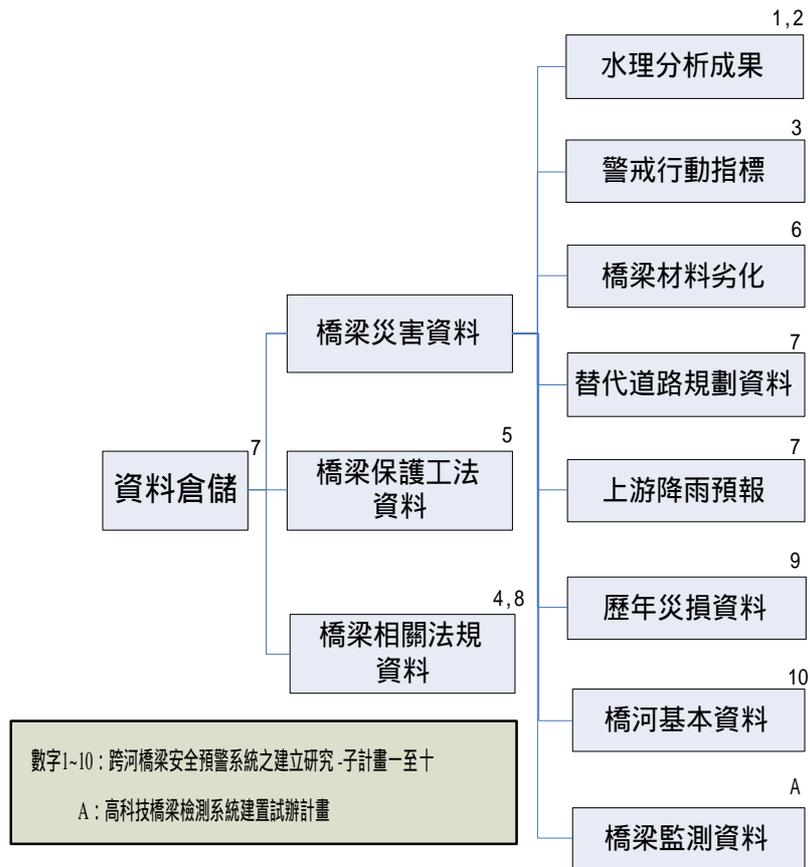


圖 6 資料倉儲架構及資料來源

根據上述資料倉儲架構建置資料庫，其資料表及欄位說明如下(表1~表15)：

表1.資料表及欄位說明-颱風資料

*颱風資料	
欄位名稱	欄位型態
id	bigint
颱風名稱	nvarchar(50)
網頁路徑	nvarchar(255)

**表2.資料表及欄位說明-斷面位置對照表**

*斷面位置對照表	
欄位名稱	欄位型態
斷面位置	nvarchar(255)
模式點位輸入	nvarchar(53)
模式點位輸入型態	nvarchar(50)
橋梁	nvarchar(50)
警戒水位	nvarchar(50)
河床高程	nvarchar(50)
最低河床高程	nvarchar(50)
最低河床高程 97	nvarchar(50)

**表3.資料表及欄位說明-跨河橋梁安全通報狀態**

*跨河橋梁安全通報狀態	
欄位名稱	欄位型態
id	bigint
橋梁名稱	nvarchar(50)
檢測	nvarchar(50)
通報	nvarchar(50)
替代道路	nvarchar(50)

**表4.資料表及欄位說明-莫拉克颱風災因分析**

*莫拉克颱風災因分析	
欄位名稱	欄位型態
流域	nvarchar(50)
橋名	nvarchar(50)
災因	nvarchar(MAX)
說明	nvarchar(MAX)
圖片連結	int

**表5.資料表及欄位說明-保護工法**

*保護工法	
欄位名稱	欄位型態
工法名稱	nvarchar(255)
設置原因	nvarchar(255)
設置方式	nvarchar(255)
圖片連結	int

**表6.資料表及欄位說明-河床斷面**

*河床斷面	
欄位名稱	欄位型態
Tid	bigint
流域	nvarchar(255)
斷面	nvarchar(255)
河床頂 97	float
左樁	float
右樁	float
堤防低值	float
深泓線 97	float
河心距	float
水位高程	float
水位高程一小時後	float
水位高程兩小時後	float
水位高程三小時後	float

**表7.資料表及欄位說明-水理分析運作**

*水理分析運作	
欄位名稱	欄位型態
Tid	bigint
名稱	nvarchar(50)
類別	nvarchar(50)
更新時間	nvarchar(50)
更新後時間	nvarchar(50)
運作	nvarchar(50)
小時	nvarchar(50)

**表8.資料表及欄位說明-大甲溪橋梁**

<b>*大甲溪橋梁</b>	
<b>欄位名稱</b>	<b>欄位型態</b>
brid	bigint
橋名	nvarchar(50)
工程處	nvarchar(50)
工程段	nvarchar(50)
路線名稱	nvarchar(50)
里程數	nvarchar(50)

**表9.資料表及欄位說明-大甲溪流量**

<b>*大甲溪流量</b>	
<b>欄位名稱</b>	<b>欄位型態</b>
id	bigint
時間	nvarchar(50)
流量	nvarchar(50)
時序	nvarchar(50)

**表10.資料表及欄位說明- FloodFSAlert(橋梁分析)**

<b>*FloodFSAlert(橋梁分析)</b>	
<b>欄位名稱</b>	<b>欄位型態</b>
id	bigint
Bridge	nvarchar(255)
Pier	nvarchar(255)
FS	nvarchar(255)
Rtime	nvarchar(255)
V	nvarchar(255)
WH	nvarchar(255)
SD	nvarchar(255)
WHEL	nvarchar(255)
SDEL	nvarchar(255)
Yellow	nvarchar(255)
Red	nvarchar(255)
Sequ	nvarchar(255)
原河床高程	nvarchar(255)
柱長	nvarchar(255)
樁長	nvarchar(255)
基礎高程	nvarchar(255)
基礎底高程	nvarchar(255)

表11.資料表及欄位說明- FloodFSAlertHistory(橋梁分析紀錄)

*FloodFSAlertHistory(橋梁分析紀錄)	
欄位名稱	欄位型態
id	bigint
Bridge	nvarchar(255)
Pier	nvarchar(255)
FS	nvarchar(53)
Rtime	nvarchar(255)
V	nvarchar(255)
WH	nvarchar(255)
SD	nvarchar(255)
WHEL	nvarchar(255)
SDEL	nvarchar(255)
sequ	nvarchar(50)
RtimeYear	nvarchar(50)

表12.資料表及欄位說明- TwoDimension(二維水力分析)

*TwoDimension(二維水力分析)	
欄位名稱	欄位型態
Tid	bigint
Bridge	nvarchar(50)
Pier	nvarchar(50)
Stage	nvarchar(50)
Depth	nvarchar(50)
Vel	nvarchar(50)
Sequ	nvarchar(50)
Rtime	nvarchar(50)
Fs	nvarchar(50)

**表13.資料表及欄位說明-大甲溪QPESUMS**

*大甲溪 QPESUMS	
欄位名稱	欄位型態
ID	int
即時雨量	float
一小時後雨量	float
兩小時後雨量	float
三小時後雨量	float

**表14.資料表及欄位說明- FloodFSAlert(橋梁分析)**

*OneDimension(一維水理分析)	
欄位名稱	欄位型態
Tid	bigint
斷面	nvarchar(50)
Rtime	nvarchar(50)
歷線	nvarchar(50)
模擬時間步長	nvarchar(50)
模擬時間	nvarchar(50)
模擬時間第秒	nvarchar(50)
實際時間	nvarchar(50)
實際時間第小時	nvarchar(50)
流量	nvarchar(50)
水位	nvarchar(50)
通水面積	nvarchar(50)
平均水深	nvarchar(50)
福祿數	nvarchar(50)
摩擦坡度	nvarchar(50)
河寬	nvarchar(50)
河床粗糙度	nvarchar(50)
最大流量	nvarchar(50)
最大水位	nvarchar(50)
深泓線	nvarchar(50)
沖刷深度	nvarchar(50)

表15.資料表及欄位說明- FloodFSAlert(橋梁分析)

*FloodFS(安全係數)	
欄位名稱	欄位型態
ID	bigint
橋名	nvarchar(50)
樁號	nvarchar(50)
流速	nvarchar(50)
水位高度	nvarchar(50)
沖刷深度	nvarchar(50)
FS	nvarchar(50)

## (2)圖層管理

本計畫擬利用GIS技術輔助資料倉儲，其中GIS具有強大空間分析功能，對於橋梁相關災害資料可以透過圖形化介面於網頁展示。然而空間分析有賴基本圖資建立，故本計畫將交通部運研所開發路網數值圖97年版圖層資料納入資料倉儲，各項災害資料則可經由路網數值圖進行空間分析。表1所示為本計畫納入倉儲之空間資料。

表16.數值路網空間資料內容及屬性資料(資料來源：交通部運研所)

圖層名稱	空間資料內容	屬性資料內容
道路 (線)	1.包括國道、省道(含快速道路)、縣道、鄉道、都市道路、產業道路及無路名道路等既有道路。 2.都市地區所有 6 米以上道路。 3.部分縣市路網資料更新。	包括道路各路段之道路分級碼、公路編碼、道路結構碼(一般道路、橋梁、隧道、匝道)、橋梁編碼、隧道編碼、道路名稱(分為路或街、巷、弄)、道路共線關係、起迄節點代碼、方向性代碼以及原 1.4 版路段編碼。
道路節點 (點)	包括道路之節點坐標資料。	節點代碼 (如圓環、丁字路口、十字路口...等)。
鐵路/捷運 (線)	包括臺鐵、高鐵以及捷運 3 個圖層之線形資料。	包括臺鐵、高鐵以及捷運各路段之代碼(依車站分段)以及路線名稱。
行政區 (多邊形)	包括縣市界、市鄉鎮區界以及村里參考界 3 個圖層之空間資料。	包括各行政區名稱及所屬縣市及鄉鎮別。
河流/湖泊 (多邊形)	包括河流與湖泊之空間資料。	包括河流與湖泊之類型代碼、名稱。
地標地物 (點)	包括政府機關、文教機構、運輸場站、其他公共設施、風景遊憩以及飯店旅館等地標地物之中心點坐標資料。	包括政府機關、文教機構、運輸場站、其他公共設施、風景遊憩以及飯店旅館等地標地物之中文名稱，並依地標地物類別給予不同代碼。
橋梁 (點)	道路圖層上所有橋梁中心點坐標資料。	橋梁名稱。
隧道 (點)	道路圖層上所有隧道中心點坐標資料。	隧道名稱。

本計畫採用圖層分別為道路、橋梁與隧道等資料，其內容包括道路約57萬筆、橋梁數量15739座與隧道數量400處，圖層畫面如下圖7~圖9所示。

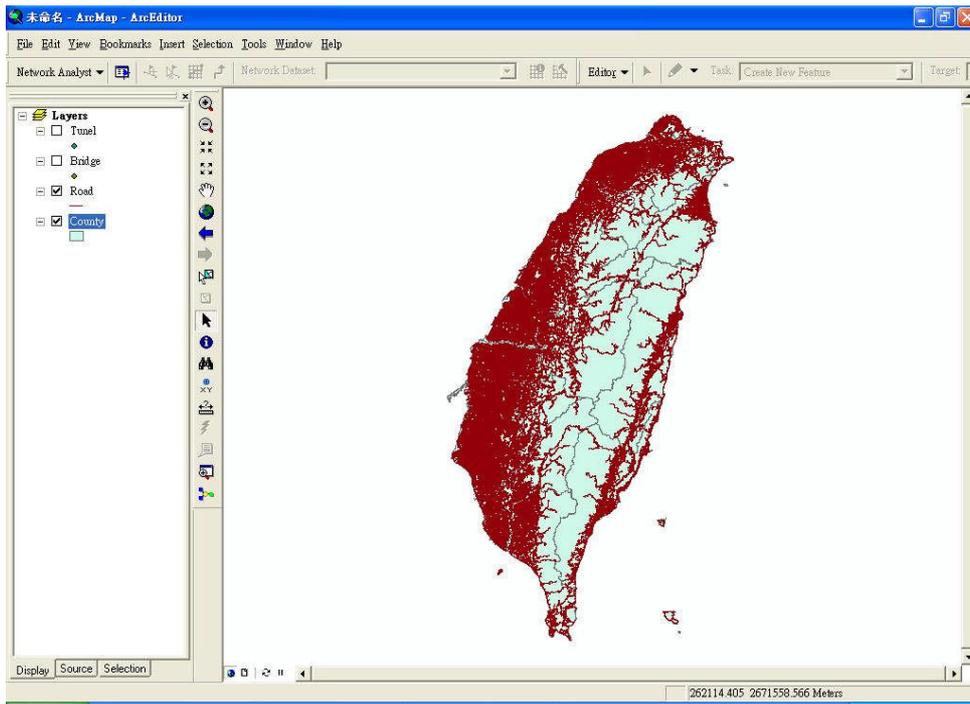


圖 7 交通部運輸研究所路網圖層

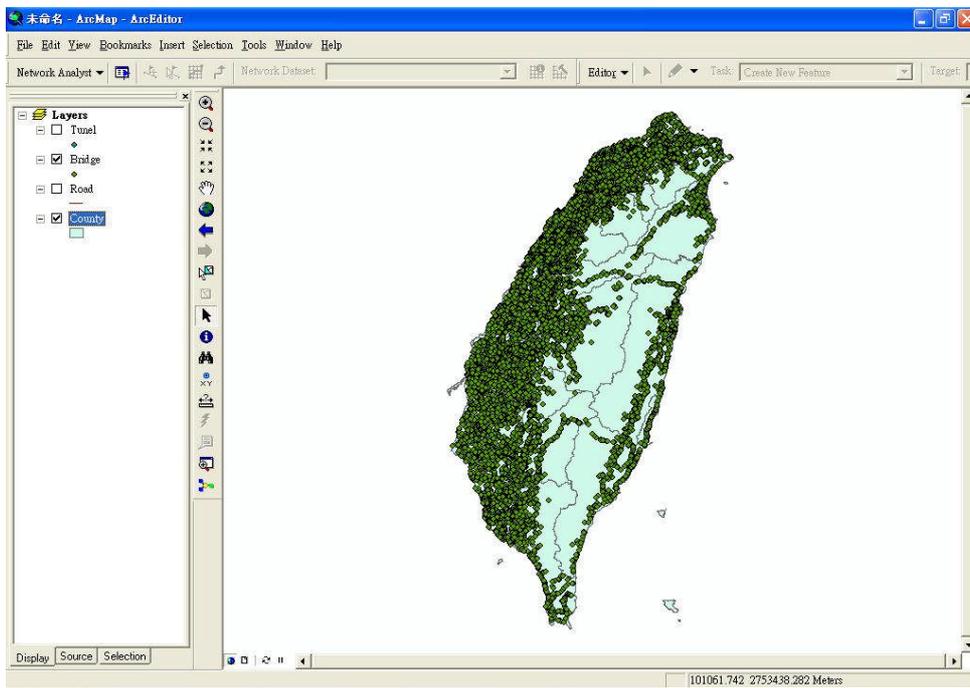


圖 8 交通部運輸研究所橋梁點位圖層

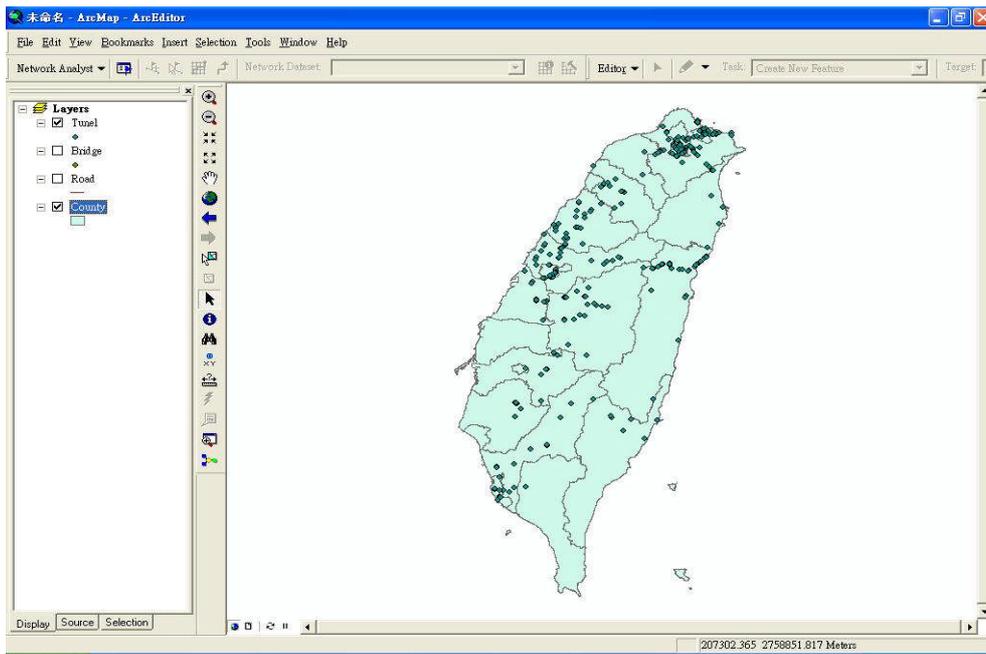


圖 9 交通部運輸研究所隧道圖層

# 附錄五

## 期末報告簡報資料

# 跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業 期末報告



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100年11月22日



台灣科技大學生態與防災工程研究中心

1

## 簡報流程

壹 計畫背景

貳 本計畫工作項目

參 研究流程

肆 執行步驟

伍 完成項目

陸 結論



台灣科技大學生態與防災工程研究中心

2

## 壹

### 計畫背景

橋梁為連絡河流兩岸之重要交通工程設施，然而台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。

#### 問題

各交通工程管理單位已投注許多經費於大甲溪設置監測系統與研究計畫案。然而，各計畫獨立執行，缺乏橫向整合，且尚未與防災預警通報體系結合。

#### 目的

建置「跨河橋梁安全預警系統」於資料交換平台架構下，整合各項資訊並建置對應之預警通報機制，其架構分為(1)資料交換平台、(2)資料倉儲與(3)預警通報機制等。

3

## 貳

### 本計畫工作項目

#### 一 第一期工作項目(98年10月21日至99年12月31日)

##### 項目

- 1 整合計畫關連性分析與專案團隊組成
- 2 相關文獻探討
- 3 跨河橋梁安全預警系統概念分析
- 4 系統軟硬體建構
- 5 建置資料交換平台
- 6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程

4

二 第二期工作項目(100年01月01日至100年12月31日)

7 資料倉儲設立

8 匯入橋梁災害診斷標準

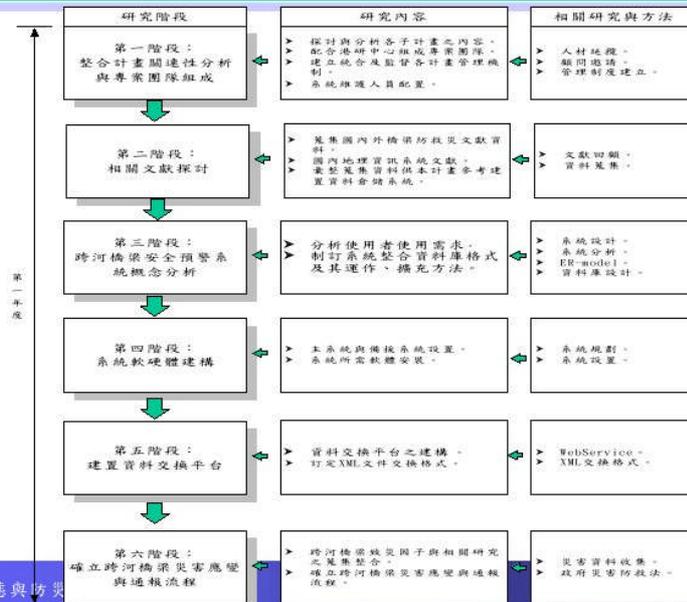
9 建立跨河橋梁安全預警系統

10 整合系統運作評估及檢討

11 系統推廣與成果發表

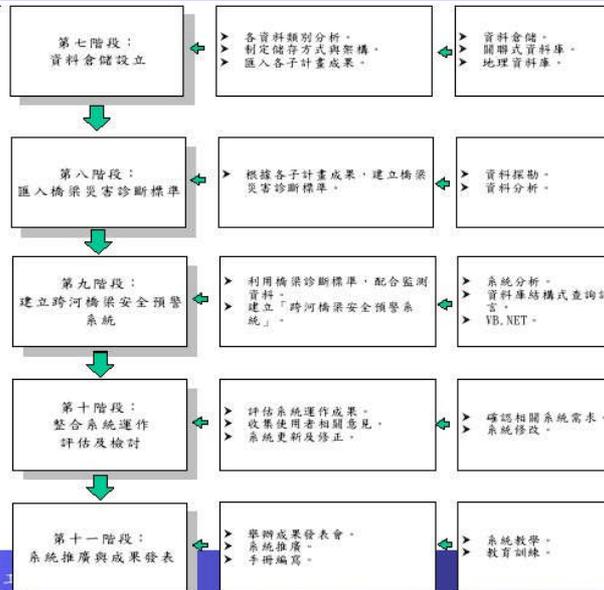


研究流程(去年度)



## 研究流程(今年度)

第二年度



## 1 整合計畫關連性分析與專案團隊組成(1/10)

- 本計畫將整合交通部運輸研究所「跨河橋梁安全預警系統」中各子計畫。
- 總計畫之目的為提升橋梁安全保護相關研究，減少橋基沖刷災害之發生，強化人民之用路安全，以大甲溪河系為研究範圍，在其上游與下游各取一橋梁做探討。
- 本計畫亦將整合高公局「高科技橋梁即時監測系統建置試辦計畫」計畫案之研究成果。

參

執行步驟

1 整合計畫關連性分析與專案團隊組成(2/10)

各計畫名稱與編號表

No.	計畫名稱	目的	研究團隊	主持人
1	河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究(H1EB005)	水理分析	國立成功大學水利及海洋工程系	游保杉教授
2	橋墩沖刷計算模式之建立研究(H1EB006)	水理分析	中興工程顧問股份有限公司	廖哲民工程師
3	跨河橋梁安全評估之研究(H1EB007)	風險評估	國立臺灣海洋大學河海工程系	林三賢教授
4	訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究(H1EB008)	檢測評估	中華顧問工程司橋梁技術中心	王仲宇主任
5	跨河橋梁保護工法之研究(H1EB009)	保護工法	私立逢甲大學水利工程與資源保育系	廖清標教授
6	研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料之研究(H1EB010)	耐磨材料	國立臺灣海洋大學材料所	楊仲家教授
7	跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業(H1EB011)	整合系統	國立臺灣科技大學生態與防災中心	鄭明淵主任
8	橋基保護工設計規範(草案)編訂之研究(H1EB002)	橋河法規	國立臺灣科技大學	李維峰教授
9	莫拉克颱風造成主要橋梁損壞之現地調查及災因分析(H1EB004)	災因資料	國立中興大學	蔡清標教授
10	橋河共治區基本資料調查(H1EB003)	基本資料	國立高雄應用科大大學	李良輝教授
A	高科技橋梁即時監測系統建置試辦計畫	監測系統	財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心	張國鎮主任

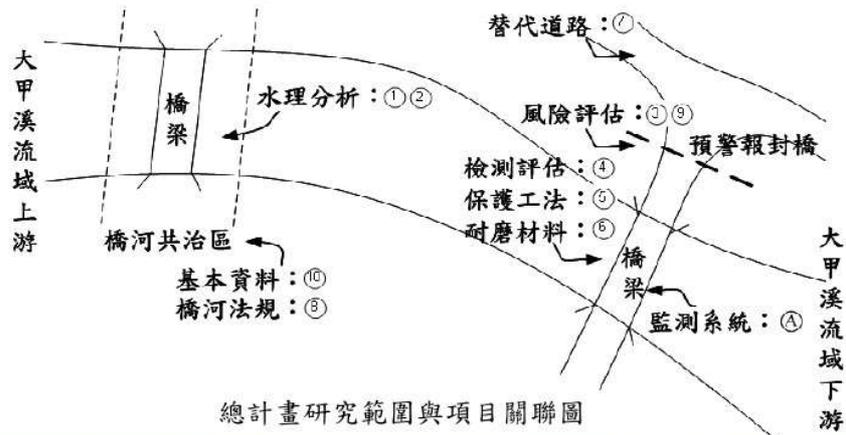
肆

執行步驟

1 整合計畫關連性分析與專案團隊組成(3/10)

總計畫研究範圍與項目關聯圖

· 整合計畫關連性分析



肆

執行步驟

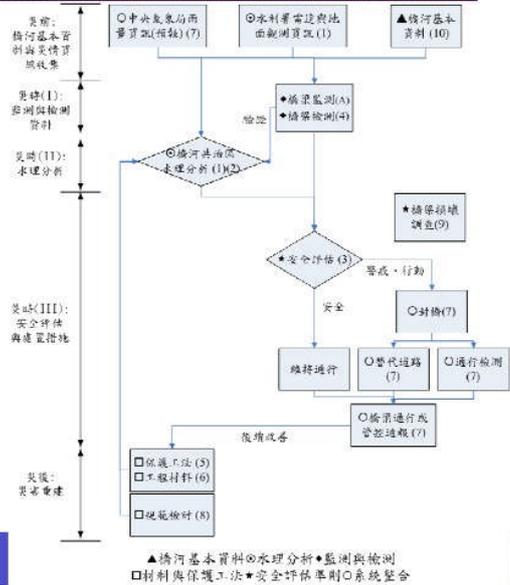
1 整合計畫關連性分析與專案團隊組成(4/10)

• 整合計畫關連性分析

各子計畫關連性流程圖  
(與跨河橋梁安全預警系統之關係流程圖)

依災害發生時間點可分為  
災前：橋河基本資料與災情資料收集；  
災時(I)：監測與檢測資料；  
災時(II)：水力分析；  
災時(III)：安全評估與處置措施；  
災後：災後重建等主題

附註：  
(A)為高科技橋梁即時監測系統建置試辦計畫



肆

執行步驟

1 整合計畫關連性分析與專案團隊組成(5/10)

• 整合計畫關連性分析

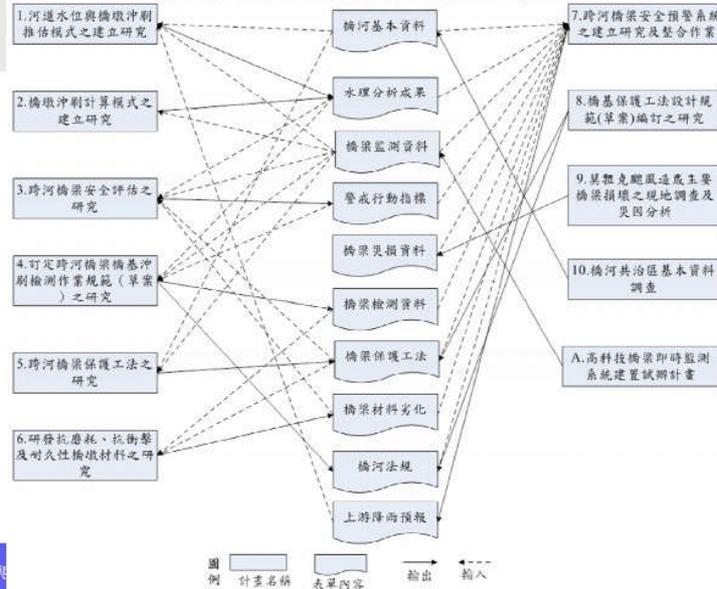
子計畫輸出入值範例

計畫名稱	輸入		研究方法	輸出	
	類別	細項		類別	細項
橋河共治區基本資料調查研究 (MOTC-IOT-98-HIEB003, 子計畫10)	自行調查 (10)	橋河共治區基本資料	採用雷射掃描技術(3D Lidar)或航空攝影, 擇一測量	河床高程量測及製圖	1/1000正射影像圖
					河道數值地形模型建立
					河床斷面之間距為地面100公尺並製作向量斷面圖
					重要地形地物之標示: 包括跨河橋樑、堤防、河岸保護工、跌水工、攔河堰、植生地類別、構造物(包括駁坎、欄杆、其他構造物等)等
			運用3D雷射掃描技術、近景攝影及角距監測技術等三種方式測量	跨河橋樑測量及建模(測量範圍台1線大甲溪公路橋)	建立3D模型

## 1 整合計畫關連性分析與專案團隊組成(6/10)

子計畫資料表關係圖

## · 整合計畫關連性分析



## 1 整合計畫關連性分析與專案團隊組成(7/10)

總計畫報告目錄(1/4)

## Ch1. 研究計畫之背景及目的

- 1.1 總計畫背景分析
- 1.2 總計畫目的
- 1.3 總計畫研究範圍與對象
- 1.4 總計畫研究內容與工作項目
- 1.5 「跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業」背景分析
- 1.6 本計畫目的
- 1.7 本計畫研究內容與工作項目

## Ch2. 文獻回顧

- 2.1 前言
- 2.2 公路防救災決策支援系統
- 2.3 地理資訊系統之發展及其應用
  - 2.4 國外預警系統之開發實例
- 2.5 資料倉儲應用實例與相關研究
  - 2.6 小結

## Ch3. 跨河橋梁安全預警系統整合作業

- 3.1 整合作業專案團隊組成
- 3.2 跨河橋梁安全預警系統主架構
- 3.3 跨河橋梁安全預警系統整合作業

## 1 整合計畫關連性分析與專案團隊組成(8/10)

總計畫報告目錄(2/4)

## Ch4. 災前：橋河基本資料與災情資料收集

- 4.1 橋河基本資料調查
- 4.2 災情資料收集
- 4.3 災前橋梁檢測作業

## Ch5. 災時(I)：監測與檢測資料

- 5.1 災時(I)：橋梁監測資料
- 5.2 災時(I)：橋梁檢測作業

## Ch6. 災時(II)：水理分析

- 6.1 河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立
- 6.2 橋墩沖刷計算模式之建立研究

## Ch7. 災時(III)：安全評估與處置措施

- 7.1 橋梁損壞之現地調查及災因分析
- 7.2 跨河橋梁安全評估之研究
- 7.3 封橋作業

## Ch8. 災後：災害重建

- 8.1 事件後與汛期後的年度檢測及封橋解除作業
- 8.2 研發抗磨耗、抗衝擊及耐久性橋墩材料
- 8.3 跨河橋梁保護工法
- 8.4 橋基保護工設計規範(草案)編訂



## 1 整合計畫關連性分析與專案團隊組成(9/10)

總計畫報告目錄(3/4)

## Ch9. 跨河橋梁安全預警系統整合

- 9.1 跨河橋梁安全預警系統概念分析
- 9.2 系統軟硬體建構
- 9.3 建置資料交換平台
- 9.4 建置資料交流平台
- 9.5 水理分析模式整合應用
- 9.6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程
- 9.7 資料倉儲設立
- 9.8 匯入橋梁災害診斷標準
- 9.9 建立跨河橋梁安全預警系統(後續進度)
- 9.10 跨河橋梁安全預警系統使用時機及功用(後續進度)
- 9.11 整合系統運作評估及檢討(後續進度)
- 9.12 系統推廣與成果發表(後續進度)
- 9.13 本計畫執行進度



## 1 整合計畫關連性分析與專案團隊組成(10/10)

總計畫報告目錄(4/4)

## Ch10. 結論與建議

10.1 結論

10.2 建議

附錄A 期中審查委員意見暨辦理概況

附錄B 高司演練簡報初稿

附錄C 跨河橋梁安全預警系統操作手冊

附錄D 跨河橋梁安全預警系統管理者使用手冊

附錄E 跨河橋梁安全預警系統摘要集

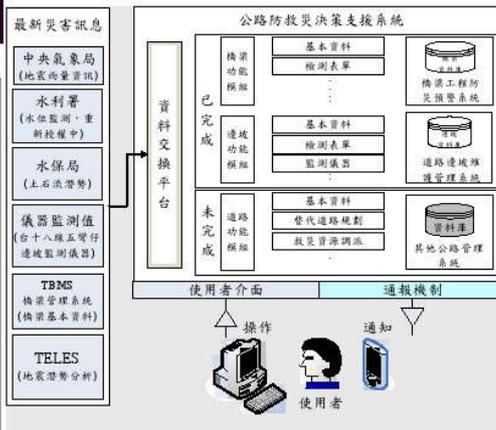
附錄F 跨河橋梁安全預警系統論文集

配合港研中心呈報交通部作業，整合各研究計畫成果，分別編印2頁摘要與15頁論文集

## 2 相關文獻探討(1/3)

## (1) 公路防救災決策支援系統

- 「公路防救災決策支援系統之研究」為研究團隊主持人針對邊坡、橋梁、道路等防救災課題成果。
- 此計畫為達到各系統間資料交換之目的，以軟體代理人(Software Agents)為基礎，建立一資料交換平台。
- 資料交換平台之建立，可減少資料重覆建置，增加資訊之使用率，達到資源共享之目標。



公路防救災決策支援系統架構圖

## 肆

## 執行步驟

## 2 相關文獻探討(2/3)

## (2) 地理資訊系統之發展及其應用

GIS應用於防災領域表

No	分類	名稱	單位	技術與應用
1	整體規劃	國土資訊系統	行政院	GIS 整體規劃、示範工作、空間資料處理、應用程式、GIS 工具發展、標準化及訓練專業人才
2	防救災系統	颱風災害應變管理決策支援系統	國家災害防救科技中心	網路地理資訊系統為展示平台，並結合氣象、坡地、洪水災害模式及即時環境監測資料。
3	防救災系統	臺北市防災資訊網暨防救災決策支援系統	臺北市政府	提供民眾掌握，最即時颱風淹水及坡地等警戒資訊及相關災害潛勢分析資料
4	防救災系統	公路防救災資訊系統	運輸研究所	結合衛星定位儀、攝影工具及3G之資訊傳輸方式將公路災害之現場影像與空間資訊傳遞至相關單位



台灣科技大學生態與防災工程研究中心

19

## 肆

## 執行步驟

## 2 相關文獻探討(3/3)

## (3) 資料倉儲應用實例與相關研究

資料倉儲案例表

No.	分類	題目	單位	技術與應用
1	空間資訊倉儲	台中市政府地理資訊倉儲管理中心	台中市政府	導入資料倉儲技術幫助整合圖資資料、詮釋資料，實現高性能、集中化和安全性目標。
2	空間資訊倉儲	經濟部中央地質調查所空間資料倉儲	經濟部	利用資料庫的大型儲存媒體，以及倉儲的概念，開發地質資料倉儲先導系統。
3	空間資訊倉儲	臺北市府地理資料倉儲體系	臺北市政府	以市政府組織架構之觀點來思考各局處之間的資料倉儲及流通作業，將資料倉儲節點分為：資料委託集中供應節點、網路服務供應節點及資料倉儲體系節點。
4	空間資訊與資料倉儲	公路養護資料庫	公路總局	透過資料倉儲之概念，歸納整理公路養護作業之程序及其內容，設計「公路養護資料庫」，作為現行系統間資料整合之基礎。



台灣科技大學生態與防災工程研究中心

20

## 3 跨河橋梁安全預警系統概念分析(1/2)

(1)系統使用需求

- 1.易於進行資料查詢及分析
- 2.提供橋梁基本、災害、監測相關資訊
- 3.GIS圖形化網頁介面

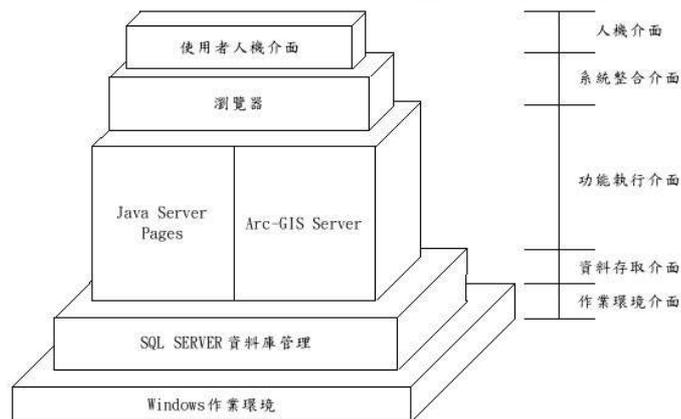
(2)系統發展概念研擬



系統組成圖



## 3 跨河橋梁安全預警系統概念分析(2/2)

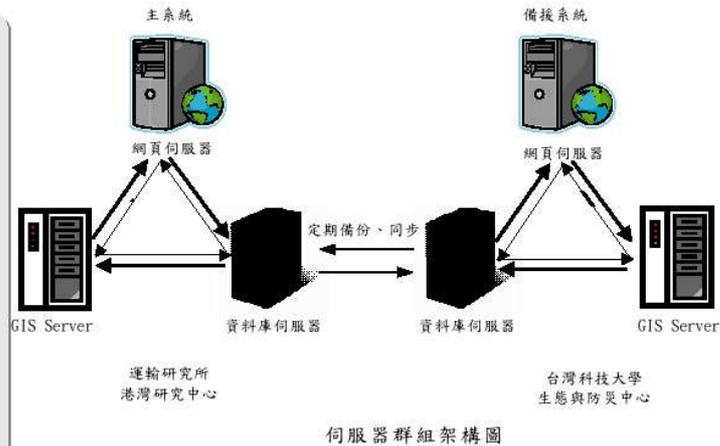


系統作業環境圖



## 4 系統軟硬體建構(硬體配置)

1. 架設主系統於港研內部。
  2. 備援系統於台灣科技大學生態與防災工程研究中心。
- 定期交換與備份資料避免資料遺漏。(軟硬體已由港研採購並安裝完成)



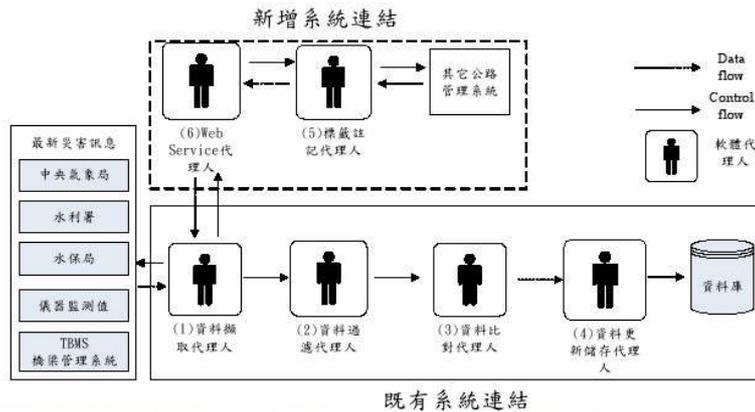
## 5 建置資料交換平台(1/2)

- 本計畫將各子計畫成果內容彙整統合，為避免資料傳遞的困難且難以整合，將利用資料交換平台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，根據任務項目不同，指派特定代理人定期執行任務，並針對不同子計畫資料輸出方式，將資料格式轉換為標準XML文件，供其他研究團隊利用。



## 5 建置資料交換平台(2/2)

資料交換平台包含6軟體代理人



既有系統連結



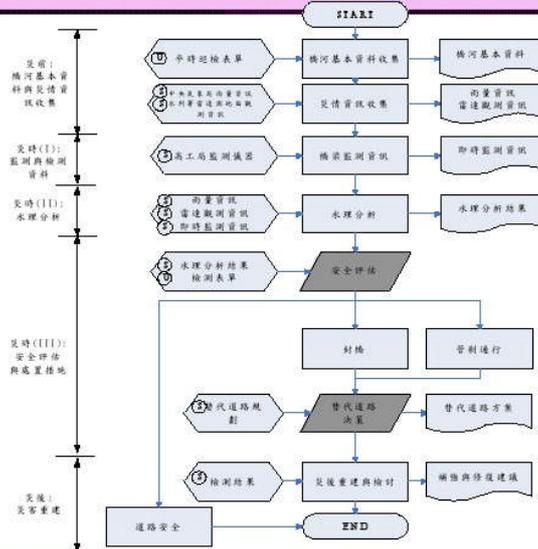
## 6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(1/16)

跨河橋梁安全預警系統之特性包括**即時資料擷取與橋梁安全之分析**，其分析結果與災害資訊將藉由**自動通報機制通知管理人員**。

確立**跨河橋梁災害通報機制**，災害發生時可依據此通報機制進行災情之通報。



## 6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(2/16)

跨河橋梁安全預警系統  
之災害應變參考圖

## 6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(3/16)

## 橋河基本資料收集

目前水理分析模式已採用子計畫10所提供的99年大甲溪河床斷面資料

## 災情資訊收集

項目	資料名稱	發佈單位	是否取得
1	中央氣象局雨量站	中央氣象局	是
2	QPESUMS雷達降雨預報	中央氣象局	是
3	石崗壩即時放流資訊	水利署	是(每一小時的放流資訊)
4	橋河基本資料	水利署	99年版本

## 橋梁監測資訊

此部分資訊將高公局及水利署的監測資料整合至本系統

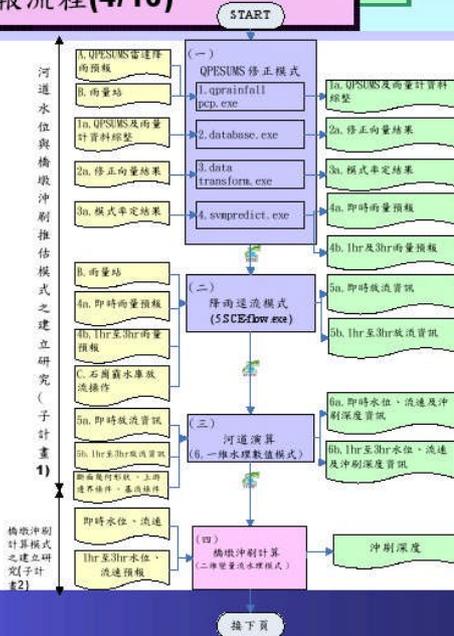
6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(4/16)

水理分析

水理分析模式主要由成功大學、中興工程分別進程式撰寫，分成四個部分進行串接。

備註：

表示由本計畫開發程式整合



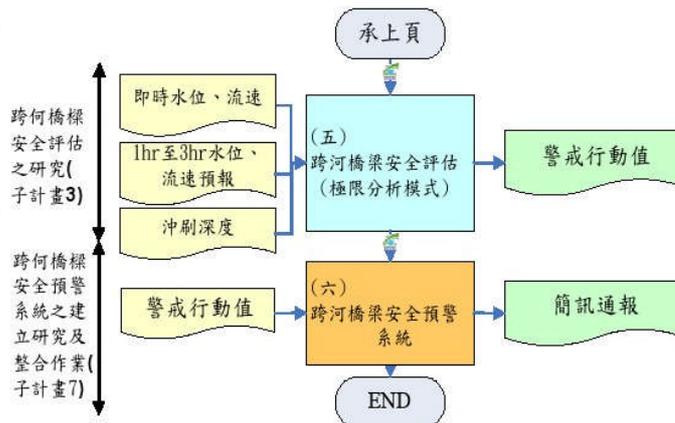
6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(5/16)

安全評估模式流程圖

安全評估模式由海大團隊進行相關警戒行動參數擬定，另由台科大團隊依該參數進行簡訊通報。

備註：

表示由本計畫開發程式整合



## 肆

## 執行步驟

## 6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(6/16)

## 水理分析模式

## 步驟(一)QPESUMS修正模式(1/4)

## 1.Qprainfall pcp.exe

輸入	輸入方式	模式	輸出
QPSUMS雷達降雨預報 (中央氣象局)	Auto	1.Qprainfall pcp.exe 子程式修正降雨預報 (子計畫1)	QPSUMS及 雨量計資料 綜整
雨量站 (中央氣象局、水利署)			



## 肆

## 執行步驟

## 6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(7/16)

## 水理分析模式

## 步驟(一)QPESUMS修正模式(2/4)

## 2.database.exe

輸入	輸入方式	模式	輸出
QPSUMS及雨量計資 料綜整 (步驟一.1)	Auto	2.database.exe 子程式修正向量結果 (子計畫1)	修正向量結果



## 肆

## 執行步驟

## 6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(8/16)

## 水理分析模式

## 步驟(一)QPESUMS修正模式(3/4)

## 3.data transform.exe

輸入	輸入方式	模式	輸出
修正向量結果 (步驟一.2)	Auto	3.data transform.exe 子程式模式率定 (子計畫1)	模式率定結果



## 肆

## 執行步驟

## 6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(9/16)

## 水理分析模式

## 步驟(一)QPESUMS修正模式(4/4)

## 4.svmpredict.exe

輸入	輸入方式	模式	輸出
模式率定結果 (步驟一.3)	Auto	4.svmpredict.exe 進行支持向量 迴歸分析 (子計畫1)	即時雨量預報 1hr至3hr雨量預報



## 肆

## 執行步驟

## 6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(10/16)

水理分析模式

步驟(二)降雨逕流模式

輸入	輸入方式	模式	輸出
雨量站 (中央氣象局、水利署)	Auto	降雨逕流模式 (SCE-flow.exe) (子計畫1)	即時放流資訊
即時雨量預報 (步驟一.4)			
1hr至3hr雨量預報 (步驟一.4)			1hr至3hr放流資訊
石岡壩水庫放流操作(水利署)			



台灣科技大學生態與防災工程研究中心

35

## 肆

## 執行步驟

## 6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(11/16)

水理分析模式

步驟(三)河道演算

輸入	輸入方式	模式	輸出
即時放流資訊 (步驟二)	Auto	河道演算 (一維水理數值模 式) (子計畫1)	即時水位預報
1hr至3hr放流資訊 (步驟二)			1hr至3hr水位預報
斷面幾何形狀 (橋河基本資料, 子計畫10)			即時流速預報
上游邊界條件 (橋河基本資料, 子計畫10)			1hr至3hr流速預報
基流條件 (橋河基本資料, 子計畫10)			即時沖刷深度預報
			1hr至3hr沖刷深度預報



36

## 肆

## 執行步驟

## 6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(12/16)

水理分析模式

步驟(四)橋墩沖刷計算

輸入	輸入方式	模式	輸出
即時水位預報 (步驟三)	Auto	橋墩沖刷計算 (二維變量流水理模式) (子計畫2)	沖刷深度
1hr至3hr水位預報 (步驟三)			
即時流速預報 (步驟三)			
1hr至3hr流速預報 (步驟三)			



## 肆

## 執行步驟

## 6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(13/16)

水理分析模式

步驟(五)跨河橋梁安全評估

輸入	輸入方式	模式	輸出
即時水位預報 (步驟三)	Auto	跨河橋梁安全評估 (極限分析模式： 1. 傾覆破壞 2. 承载力破壞) (子計畫3)	警戒值
1hr至3hr水位預報 (步驟三)			
即時流速預報 (步驟三)			
1hr至3hr流速預報 (步驟三)			
沖刷深度 (步驟四)			行動值



肆

執行步驟

6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(14/16)

水理分析模式

步驟(六)跨河橋梁安全預警系統

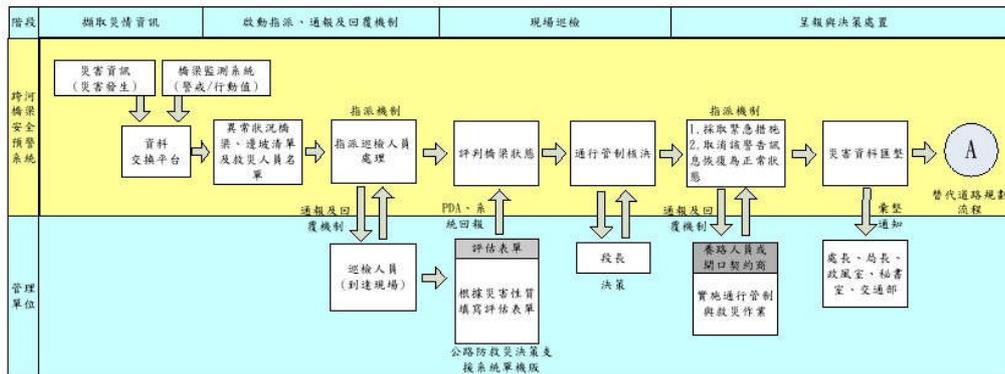
輸入	輸入方式	模式	輸出
警戒值 (步驟五)	Auto	跨河橋梁安全預警系統： 1. 即時資料擷取與整合 2. 自動通報機制 (子計畫7)	藉由自動通報機制 通知管理人員
行動值 (步驟五)			

肆

執行步驟

6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(15/16)

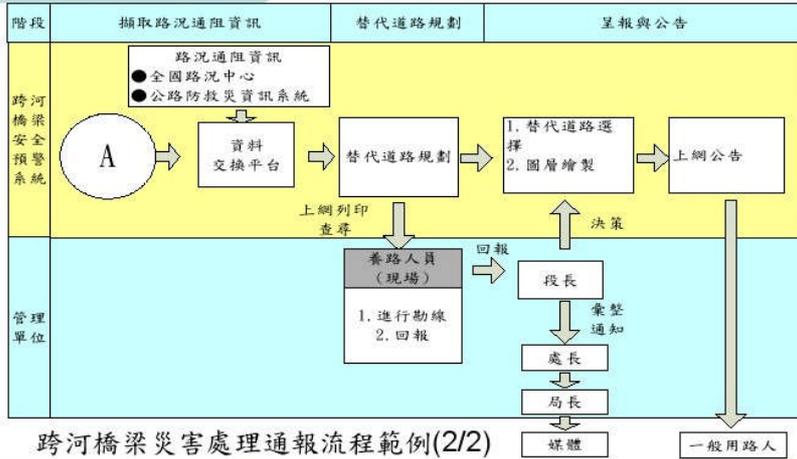
封橋及替代道路決策(1/2)



跨河橋梁災害處理通報流程範例(1/2)

6 確立跨河橋梁災害應變與通報流程(16/16)

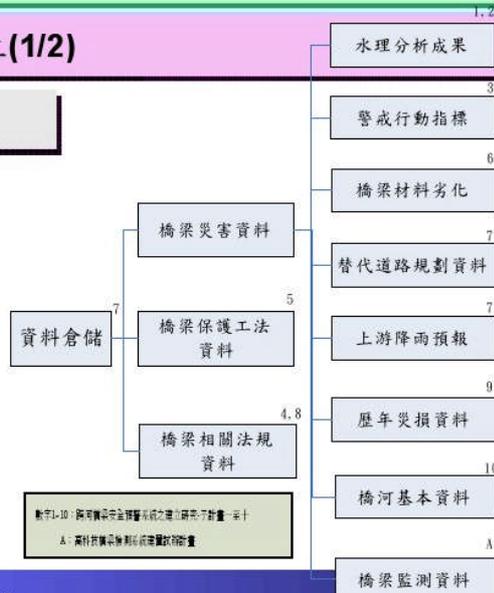
封橋及替代道路決策(2/2)



跨河橋梁災害處理通報流程範例(2/2)

7 資料倉儲設立(1/2)

(1) 資料管理



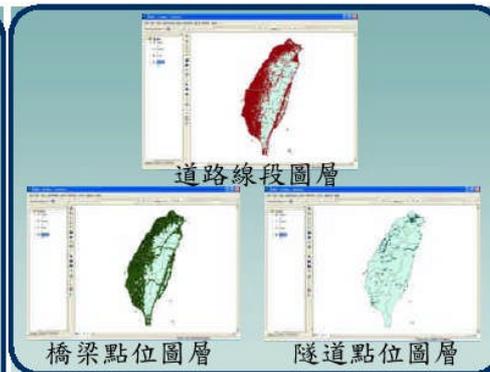
資料倉儲架構及資料來源圖

## 7 資料倉儲設立(2/2)

## (2) 圖層管理

採用運研所路網數值圖99年版，設定座標系為TWD 97座標系。

1. 道路約57萬筆
2. 橋梁15739座
3. 隧道400處
4. 全台灣河系
5. 土石流潛勢區



## 8 匯入橋梁災害診斷標準

本階段根據以下子計畫：

1. 「河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究」(子計畫1)、
2. 「橋墩沖刷計算模式之建立研究」(子計畫2)、
3. 「跨河橋梁安全評估之研究」(子計畫3)、
4. 「訂定跨河橋梁橋基沖刷檢測作業規範(草案)之研究」(子計畫4)

之研究成果將所確立之橋梁災害診斷標準匯入資料庫欄位。通報機制可依此進行預警通報。

9

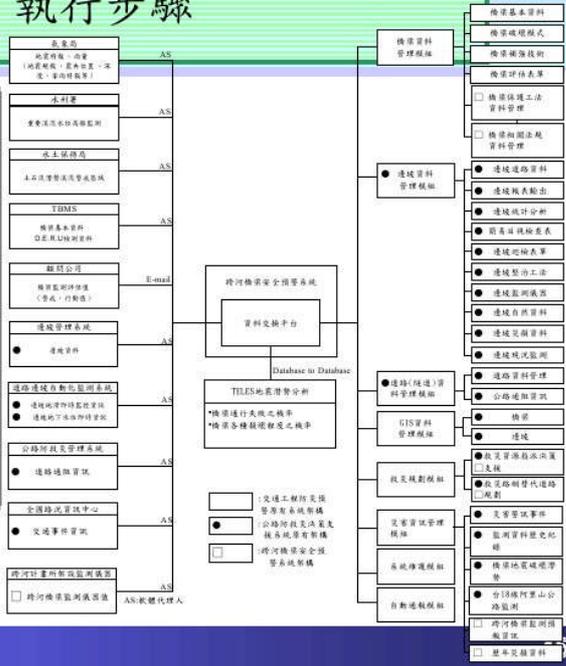
建立跨河橋梁安全預警系統 (1/16)

肆

執行步驟

- 本階段所建立「跨河橋梁安全預警系統」將與港灣研究中心之『公路防救災決策支援系統』進行整合。
- 其中方形代表跨河橋梁安全預警系統所新增之功能模組。

公路防救災決策支援系統 (整合跨河橋梁安全預警系統) 架構圖



肆

執行步驟

9 建立跨河橋梁安全預警系統(2/16)

系統頁面—連結網址

1. 港研中心主系統：  
<http://163.29.73.52/rivera>。
2. 台科大備援系統：  
<http://140.118.205.122/rivera>。



9 建立跨河橋梁安全預警系統(3/16)

系統首頁版面配置

系統版面主要分成三大部分：

- 1. 六大功能模組
- 2. 即時及預測橋梁狀況燈號顯示區
- 3. 石岡壩即時及未來1~3小時放流量顯示。



9 建立跨河橋梁安全預警系統(4/16)

六大功能模組-(1)系統簡介

主要是對於系統的組成方式及各演算模式進行概述，讓使用者能對系統有初步認識。



## 9 建立跨河橋梁安全預警系統(5/16)

## 六大功能模組-(2)颱風豪雨資料

本模組內容包括：

- 1.中央氣象局累積雨量圖
- 2.即時衛星雲圖
- 3.即時颱風路徑圖
- 4.大甲溪即時縱斷面圖
- 5.QPESUM 降雨分佈圖與各雨量站資料顯示

供管理者掌握颱風警報時降雨情形。



## 9 建立跨河橋梁安全預警系統(6/16)

## 六大功能模組-(3)一維水理分析資料

展示一維水理分析演算所得的結果，包括了：

- 1.大甲溪即時與未來1~3小時縱斷面圖
- 2.各斷面流量、水位及冲刷深度曲線圖



# 肆

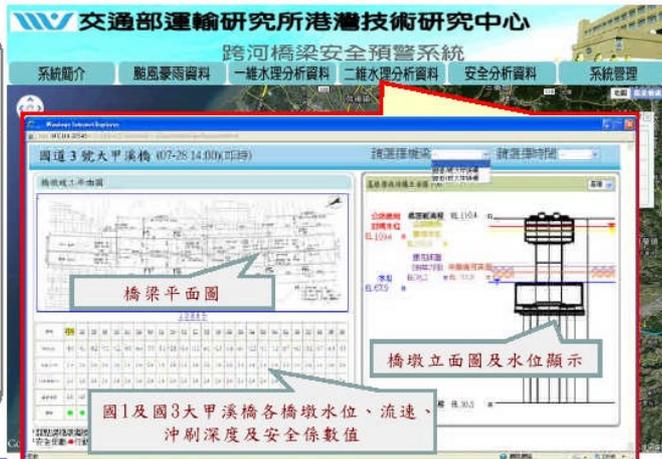
## 執行步驟

### 9 建立跨河橋梁安全預警系統(7/16)

#### 六大功能模組－(4)二維水理分析資料

針對圖1及圖3進行二維水理分析，並計算其安全係數，頁面內容包括：

- 1.各橋墩水位、流速、沖刷深度及安全係數值
- 2.橋梁平面圖
- 3.橋墩立面圖及水位顯示



# 肆

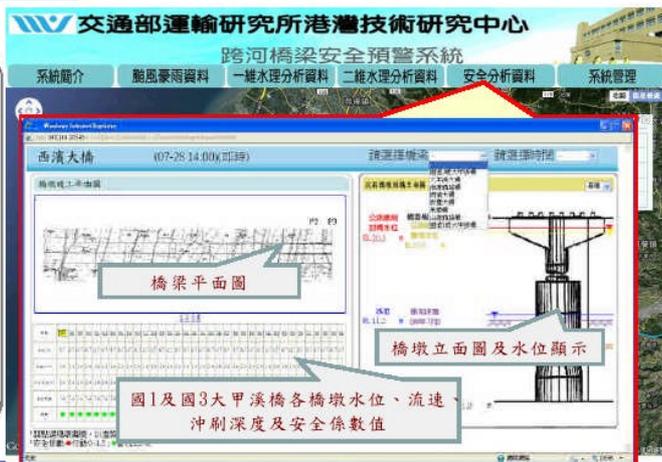
## 執行步驟

### 9 建立跨河橋梁安全預警系統(8/16)

#### 六大功能模組－(5)安全分析資料

根據一維及二維水理分析結果進行安全評估，頁面內容包括：

- 1.各橋墩水位、流速、沖刷深度及安全係數值
- 2.橋梁平面圖
- 3.橋墩立面圖及水位顯示



9 建立跨河橋梁安全預警系統(9/16)

六大功能模組－(6)系統管理

管理者可透過此介面察看軟體代理人運作狀態，其內容包括：

- 1.問題排除資訊
- 2.QPESUMS預報值
- 3.QPESUMS修正結果
- 4.一維水理演算各斷面結果各斷面結果
- 5.二維水理演算結果
- 6.安全分析結果
- 7.監測系統資訊顯示



9 建立跨河橋梁安全預警系統(10/16)

即時及預測橋梁安全狀況燈號顯示看板

- 1.可於此頁面綜觀大甲溪跨河橋即時與未來1至3小時的安全狀況。
- 2.以點擊的方式快速查詢橋梁細部狀況(詳圖、詳細資料)、行車替代道路規劃、檢測表單歷史紀錄、簡訊通報狀態等功能。



## 9 建立跨河橋梁安全預警系統(11/16)

即時及預測橋梁安全狀況燈號顯示看板—詳圖、詳細資料

1. 在看板上點擊「詳圖」，顯示安全評估結果。
2. 點擊「詳細資料」，顯示橋梁即時及未來1至3小時的水位、流速及冲刷深度值。



## 9 建立跨河橋梁安全預警系統(12/16)

橋梁安全狀態顯示看板—簡訊通報狀態及檢測表單歷史紀錄

管理者能即時查看現場巡檢狀態及簡訊發佈狀態，掌握現場最新訊息。



肆

### 執行步驟

## 9 建立跨河橋梁安全預警系統(13/16)

橋梁安全狀態顯示看板—替代道路

系統自動規劃替代道路(避開危險橋梁)。



肆

### 執行步驟

## 9 建立跨河橋梁安全預警系統(14/16)

石岡壩即時及未來1~3小時放流量

提供管理者查看即時與未來1至3小時石岡壩放流量。



## 肆

## 執行步驟

## 9 建立跨河橋梁安全預警系統(15/16)

系統的使用對象除了橋梁管理者外，另可供民眾、工程師、應變中心及研究單位進行運用，以下將依使用時機、內容、功用進行簡述

對象	使用時機	內容	功用
一般民眾	災時	橋梁警戒通報	網路通報危險橋梁或依申請簡訊告知
	災後	替代道路查詢	查詢橋梁中斷後替代道路
橋梁工程師 (現場人員)	平時	橋梁狀況監測	查詢監測資訊與災害預報
		日常巡檢表	離線或線上填寫表單功能
	災時	橋梁警戒通報	簡訊或網路通報危險橋梁
		緊急檢查表	即時回報橋梁損壞等級及建議處置措施
	災後	替代道路規劃	規劃橋梁中斷後可行替代路徑
		緊急評估表	橋梁維修補強評估依據

## 肆

## 執行步驟

## 9 建立跨河橋梁安全預警系統(16/16)

對象	使用時機	內容	功用
公路 管理單位 (決策人員)	平時	防災整備	提供橋梁維修(保護工法)建議
	災時	緊急調查表資訊彙整	進行橋梁通阻與處置措施決策
	災後	轄區橋梁損壞狀況匯整	提供維修補強方案建議
中央緊急 應變中心	災時	大甲溪橋梁通阻狀況	GIS顯示大甲溪中斷橋梁
	災後	大甲溪橋梁維修復原狀況	GIS顯示大甲溪橋梁修復狀況
研究單位 (子計畫研 究團隊)	平時	監測儀器架設與維護	查詢與交換監測資料
	災時		
	災後	預測模式修正	根據監測數據修正預測模式



## 10 整合系統運作評估及檢討(1/17)

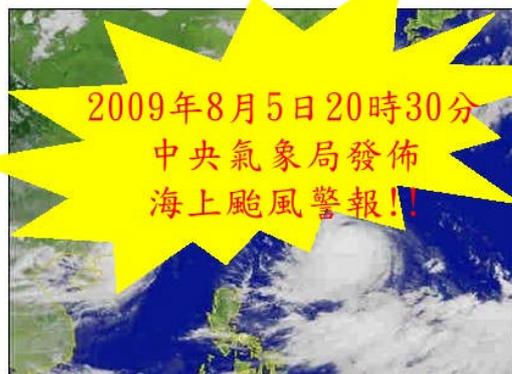
本階段將進行系統架設與開放測試，並提供給予各子計畫研究單位試行使用，測試其系統操作之效能、管理維護之效能及本系統之穩定性，最後針對使用者反應之問題，進行系統修正。執行內容包括如下：

- 1 跨河橋梁安全預警系統開發完成
- 2 進行實際系統上線
- 3 進行測試階段
- 4 進行系統修正



## 10 整合系統運作評估及檢討(2/17)

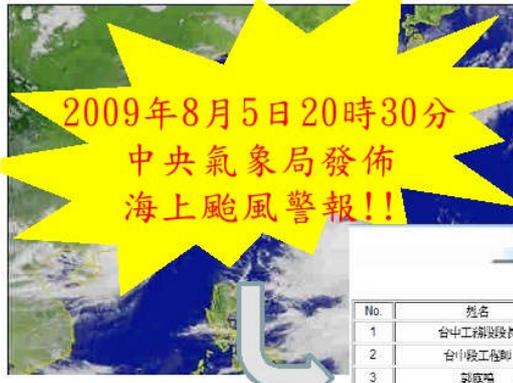
以下以模擬事件-強烈颱風來襲進行系統運作測試。測試系統操作之效能、管理維護之效能及本系統之穩定性。



10 整合系統運作評估及檢討(3/17)

預警系統運行流程－災前人員名單設定

操作者：段長



颱風警報發佈後，段長排定留守人員，供系統於災時進行指派。

台中工務處備用名單(設定留守名單)

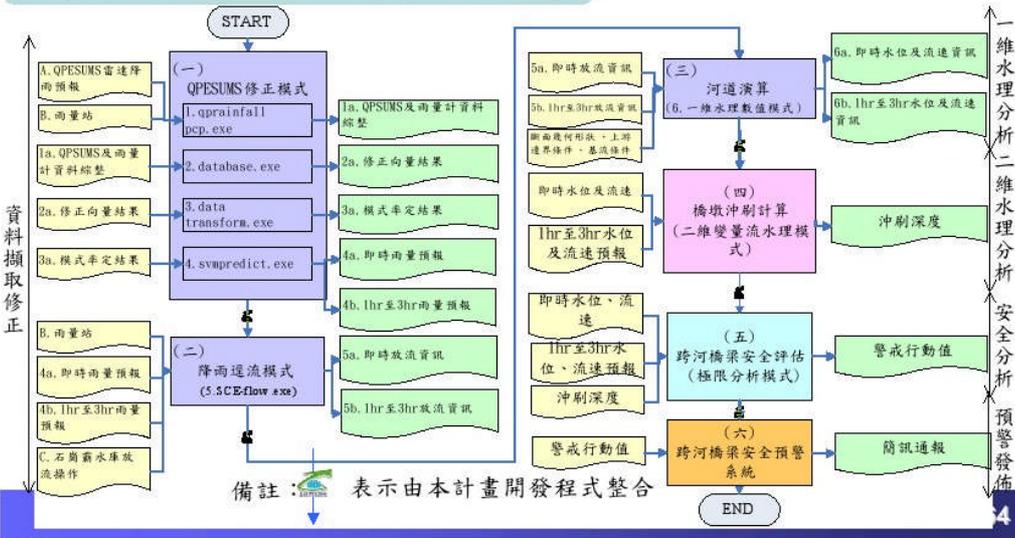
No.	姓名	職稱	電話	勤務狀態
1	台中工務處段長	主管	0953893167	留守人員
2	台中段工務課	副	0953893167	留守人員
3	郭威鴻		0811714400	留守人員
4				
5				
6				

段長於系統上設定留守人員名單



10 整合系統運作評估及檢討(4/17)

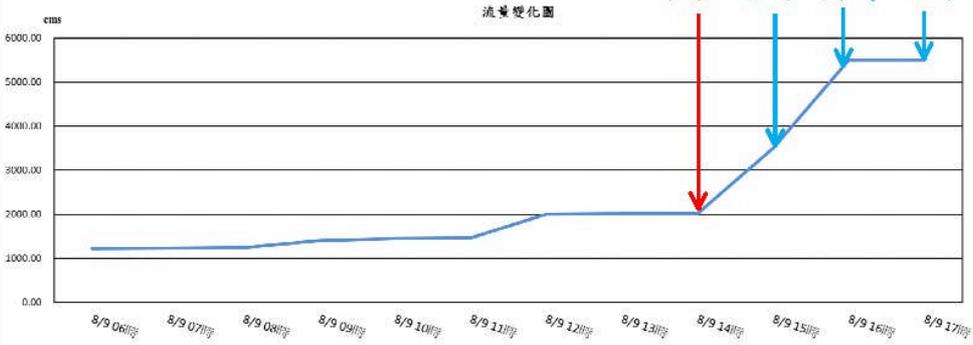
預警系統運行流程－災中預警系統演算程序



10 整合系統運作評估及檢討(5/17)

預警系統運行流程—資料擷取修正

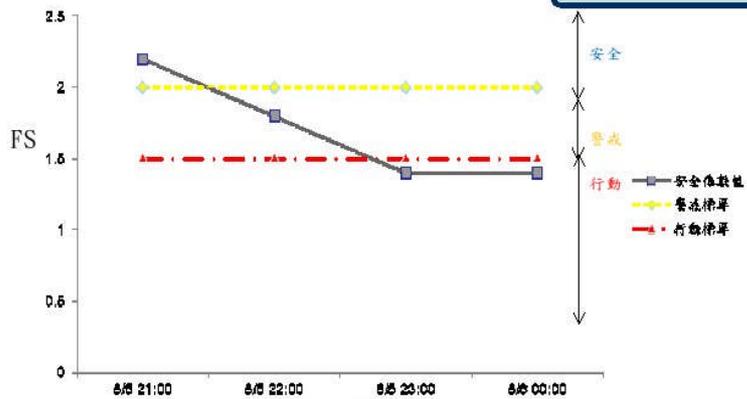
石岡壩放流量變化



10 整合系統運作評估及檢討(6/17)

預警系統運行流程—一維、二維水理分析與安全評估 (以台1大甲溪橋為例)

大甲溪安全係數變化



操作者：系統自動運作



肆

執行步驟

10 整合系統運作評估及檢討(7/17)

預警系統運行流程—系統顯示達行動標準

操作者：系統自動運作

交通部運輸研究所港灣技術研究中心  
跨河橋梁安全預警系統

系統簡介 | 颱風豪雨資料 | 一維水理分析資料 | 二維水理分析資料 | 安全分析資料 | 系統管理

時間	流量(m³/s)
08-09 14:00	2004
08-09 15:00	3945
08-09 16:00	5321
08-09 17:00	5367

系統顯示台1線大甲溪大橋即時、未來1-3小時之橋梁安全狀況，已達行動標準將自動通報。

67

肆

執行步驟

10 整合系統運作評估及檢討(8/17)

預警系統運行流程—系統自動指派工程師巡檢

操作者：系統自動運作

救災規劃

No.	姓名	職稱	電話	勤務狀態	待命
1	台中二分局分隊長	巡查	0953893167	留守人員	等待巡檢
2	台中分局工程師	工程師	0953893167	留守人員	等待巡檢
3	劉啟博	工程師	0911714408	留守人員	等待巡檢
4	陳永隆	工程師	0912567202	備勤人員	等待巡檢
5	張鈞浩	工程師	0911977542	備勤人員	等待巡檢
6	汪嘉強	工程師	0908911930	待命	等待巡檢

No.	名稱	負責人員	目標狀態
1	大安溪橋	向來巡檢人員	待巡檢狀態
2	大甲溪橋	向來巡檢人員	待巡檢狀態
3	大安溪橋(W407)	向來巡檢人員	待巡檢狀態
4	新溪橋	向來巡檢人員	待巡檢狀態

簡訊通報

段長      留守人員

請至台1線大甲溪橋現場檢測

系統搜尋留守人員名單，發送簡訊指派人員進行巡檢

68

肆

執行步驟

10 整合系統運作評估及檢討(9/17)

預警系統運行流程－留守人員確認接受任務



肆

執行步驟

10 整合系統運作評估及檢討(10/17)

預警系統運行流程－留守人員現場檢測結果回傳

操作者：工程師

現場巡檢結果回報-達封橋標準



巡檢人員使用PDA手機或是平板電腦填寫檢測表單

操作者：段長

段長查閱手機訊息內容



台1線大甲溪橋檢測結果, 建議封橋



肆

執行步驟

10 整合系統運作評估及檢討(11/17)

預警系統運行流程一段長指示封橋

操作者：段長



下達封橋指示

肆

執行步驟

10 整合系統運作評估及檢討(12/17)

預警系統運行流程一系統自動指派封橋人員

操作者：系統自動運作

救災規劃

台中工程師協會封鎖留守名單清單

No.	姓名	職稱	電話	備用器材	任務
1	台中工程師會長	主委	0953893167	留守人員	等待指派
2	台中路工班副	工程師	0953893167	留守人員	等待指派
3	張冠鳴	工程師	0911714406	留守人員	等待指派
4	陳宏隆	工程師	0912567202	備用人員	等待指派
5	蔡明忠	工程師	0911977542	備用人員	等待指派
6	汪書梅	工程師	0988971938	備用	等待指派

No.	名稱	負責人	目前狀態
1	大甲溪橋	此處留守人員	待從地調查
2	大甲溪橋	此處留守人員	待從地調查
3	大甲溪橋(WH07)	此處留守人員	待從地調查
4	砂崙橋	此處留守人員	待從地調查

簡訊通報



請至台1大甲溪橋現場進行封橋作業

系統搜尋留守人員名單，發送簡訊指派人員進行封橋

肆

執行步驟

10 整合系統運作評估及檢討(13/17)

預警系統運行流程－任務指派答覆機制

操作者：系統自動運作



第一順位指派人員接收簡訊10分鐘內

是否回傳簡訊(接受任務)

否

系統重新尋找待命名單中可指派人員並發送簡訊

是

原指派人員進行此任務

肆

執行步驟

10 整合系統運作評估及檢討(14/17)

預警系統運行流程－任務指派答覆機制(未回覆)

如第一順位未回覆，系統重新指派封橋人員

操作者：系統自動運作

救災規劃

台甲工務段搶災封橋(看守)名單清單

No	姓名	職稱	電話	勤務時間	任務
1	台中工務段段長	主管	0953863167	留守人員	等待指派
2	台中段工程師	工程師	0953863167	留守人員	等待指派
3	蔡冠鴻	工程師	0911714406	留守人員	等待指派
4	陳宗強	工程師	0912567202	機動人員	等待指派
5	吳明岳	工程師	0911977542	機動人員	等待指派
6	汪書翰	工程師	0968919300	伴衛	等待指派

No	名稱	負責人	回報號碼
1	大甲溪橋	段長級人員	待回報號碼
2	大甲溪橋	段長級人員	待回報號碼
3	大甲溪橋VMS/DI	段長級人員	待回報號碼
4	封橋	段長級人員	待回報號碼

簡訊通報第二順位

如第一順位指派人員未回覆，系統將自動指派第二順位人員進行封橋



請至台1線大甲溪橋現場封橋

10 整合系統運作評估及檢討(15/17)

預警系統運行流程－任務指派答覆機制(留守人員確認接受任務)



10 整合系統運作評估及檢討(16/17)

預警系統運行流程－封橋後替代道路規劃

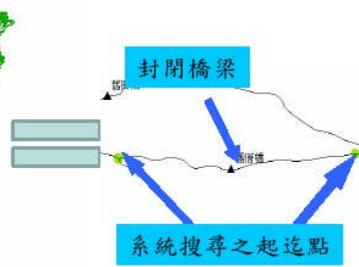
操作者：系統自動運作



全國路況資訊中心- 道路通阻資訊



交通部運研所- 99年版路網



可規劃替代道路 (自動迴避中斷道路)

## 10 整合系統運作評估及檢討(17/17)

預警系統運行流程－替代道路規劃結果

操作者：段長(系統自動運作)



動態規劃結果

路徑規劃結果  
(路名與里程)經查核過，  
可上網公告  
以供民眾查  
詢

77

## 11 系統推廣與成果發表

本階段預計於100年12月19日舉辦**成果發表**，**說明示範跨河橋梁預警系統之功能及操作方法**，並委請**交通部運輸研究所**發文至相關單位邀請人員參加。內容包括：

- 1 跨河橋梁預警系統介紹
- 2 跨河橋梁災害緊急應變流程與通報機制簡介
- 3 系統操作流程示範

## 伍

## 目前完成項目

## 第二年需完成工作項目

1	✓	各資料類別分析
	✓	制定儲存方式與架構
	✓	匯入各子計畫成果
2	✓	根據各子計畫成果，建立橋梁災害診斷標準
3	✓	利用橋梁診斷標準，配合監測資料建立「跨河橋梁安全預警系統」



## 伍

## 完成項目

## 第二年需完成工作項目

4	✓	評估系統運作成果
	✓	收集使用者相關意見
	✓	系統更新及修正
5	✓	舉辦成果發表會及系統推廣 (100年12月19日舉辦)
	✓	手冊編寫



## 伍

## 完成項目

### 本年度工作項目及目前完成比例

工作大項		完成進度比例
1	資料倉儲設立	3/3
2	匯入橋梁災害診斷標準	1/1
3	建立跨河橋梁安全預警系統	1/1
4	整合系統運作評估及檢討	3/3
5	系統推廣與成果發表	2/2



## 陸

## 結論與建議

### 結論 1

各計畫涵蓋各不同領域研究，藉由總計畫綜觀統整各項資源，**避免資源分散浪費**等問題。

### 結論 2

整合子計畫所確立之診斷標準，可供管理單位於**平時、災時與災後快速評斷橋梁安全**之參考。



陸

## 結論與建議

建議 目前已針對大甲溪流域完成跨河橋梁安全預警系統建置，未來可將此成果再推廣至其他河系中。



## 簡報完畢

## 敬請指教



# 附錄六

## 整合會議記錄

表9-1 整合會議

會議名稱	主辦單位	開會地點	開會日期
中華顧問工程司橋梁技術中心工作會議	中華顧問	中華顧問28F會議室	98/11/16
跨河橋梁安全預警系統之建立整合會議	港研 (台科大)	港灣技術研究中心二樓會議室	98/12/9
台灣科技大學工作會議	台科大	台灣科技大學E2-222會議室	99/1/7
中華顧問工程司橋梁技術中心工作會議	中華顧問	中華顧問28F會議室	99/1/8
中華顧問工程司橋梁技術中心工作會議	中華顧問	中華顧問28F會議室	99/2/5
成功大學工作會議	成功大學	水利系館3F 4645研討室	99/2/10
中華顧問工程司橋梁技術中心工作會議	中華顧問工程司	中華顧問24樓台灣晨曦第3會議室	99/3/5
跨河期中報告	港研中心	港灣技術研究中心二樓會議室	99/4/6
跨河期中報告	港研中心	港灣技術研究中心二樓會議室	99/4/7
跨河期中報告(安全評估)	港研中心	港灣技術研究中心二樓會議室	99/4/14
高科技橋梁整合會議	港研中心	港灣技術研究中心二樓會議室	99/4/20
工作會議(安全評估)	港研中心	台灣營建研究院	99/5/11
中華顧問工程司橋梁技術中心工作會議	中華顧問	中華顧問28樓會議室	99/5/18
跨河橋梁安全預警系統之建立整合會議	港研中心	港灣技術研究中心二樓會議室	99/6/4
中華顧問工程司橋	中華顧問	中華顧問28F會議室	99/6/22

會議名稱	主辦單位	開會地點	開會日期
梁技術中心工作會議			
工作會議(系統整合)	港研中心	台灣科技大學生態中心會議室	99/7/27
現地參訪	港研中心	台3線及西濱大橋	99/7/28
現地參訪	港研中心	國1及國3(大甲溪橋)	99/8/3
系統安裝	港研中心	港研中心5樓	99/8/13
跨河期中報告	港研中心	港研中心2樓會議室	99/8/20
跨河期中報告	港研中心	港研中心2樓會議室	99/8/24
跨河期中報告	港研中心	港研中心2樓會議室	99/8/25
跨河期中報告(高應大)	港研中心	港研中心5樓會議室	99/9/9
工作會議(安全評估)	台灣海洋大學	副校長旁的會議室	99/9/17
工作會議(凡那比颱風系統分析結果說明)	港研中心	港研中心5樓橋梁中心會議室	99/10/6
中華顧問工程司橋梁技術中心工作會議	中華顧問	中華顧問28樓會議室	99/10/11
工作會議(一維水理分析)	成功大學	中興大學(水保一館109室)	99/10/13
工作會議(系統整合)	台灣科技大學	台灣科技大學(E2-221會議室)	99/10/19
工作會議(系統整合)	台灣科技大學	台灣科技大學(E2-222會議室)	99/10/21
工作會議(基本調查)	港研中心	港研中心2樓會議室	99/11/3
跨河期中報告	港研中心	港研中心2樓會議室	99/12/13
跨河期中報告	港研中心	港研中心2樓會議室	99/12/14
跨河期中報告	港研中心	港研中心2樓會議室	99/12/15
中華顧問工程司橋梁技術中心工作會議	中華顧問	中華顧問27樓會議室	99/12/20
工作會議(預警系統建立討論)	港研中心	港研中心2樓會議室	100/1/11
工作會議(預警系統建立討論)	港研中心	港研中心2樓會議室	100/2/25

會議名稱	主辦單位	開會地點	開會日期
中華顧問工程司橋梁技術中心工作會議	中華顧問	中華顧問27樓會議室	100/3/9
「跨河橋梁安全預警系統暨橋梁沖刷試驗室」研討會	港研中心	港灣技術研究中心1樓大禮堂	100/3/30
「96~99年強化方案總研討會」	國家災害防救科技中心	國家災害防救科技中心16樓	100/5/16
工作會議(預警系統建立討論)	港研中心	港研中心2樓會議室	100/5/23
工作會議(預警系統展示討論)	港研中心	港研中心2樓會議室	100/5/27
工作會議(預警系統展示討論)	港研中心	港研中心2樓會議室	100/6/3
工作會議(預警系統展示討論)	港研中心	港研中心2樓會議室	100/6/9
跨河期中報告	港研中心	港研中心2樓會議室	100/7/11
工作會議(預警系統高斯演練討論)	港研中心	港研中心2樓會議室	100/7/27
中華顧問工程司橋梁技術中心工作會議	中華顧問	中華顧問27樓會議室	100/8/1
跨河期中報告(高應大)	港研中心	港研中心2樓會議室	100/10/13
「橋梁墩柱混凝土抗磨耗、抗衝擊及耐久性研究」研討會	國立台灣海洋大學	國立臺灣大學土木工程館4樓	100/10/28
「跨河橋梁橋基沖刷檢測及評估技術」研討會	中華顧問工程司	國立臺灣科技大學國際大樓2樓	100/11/11
跨河期末報告	港研中心	港研中心2樓會議室	100/11/22
「跨河橋梁安全預警系統之建立研究及整合作業」研討會	港研中心	港研中心1樓大禮堂	100/12/19