

101-2-7583

MOTC-IOT-100-H1EB001

蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測 預警模式之建立研究



交通部運輸研究所

中華民國 100 年 12 月

101-2-7583

MOTC-IOT-100-H1EB001

蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測 預警模式之建立研究

著 者：邱永芳、黃茂信、洪本善、方耀民、鄭明淵
游保杉、郭振民、楊道昌、簡甫任、陳重宏
蔡明璋、陳國華、羅凱鳴、黃彥豪

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

蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式之建立研究

/邱永芳等著. --初版.-- 臺北市：交通部運輸研究所，

民 100.12

面；公分

ISBN 978-986-03-1563-9 (平裝)

1. 公路管理 2. 災害應變計畫 3. 監視系統 4. 決策支援系統

557.33

101000507

蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式之建立研究

著者：邱永芳、黃茂信、洪本善、方耀民、鄭明淵、游保杉、郭振民
楊道昌、簡甫任、陳重宏、蔡明璋、陳國華、羅凱鳴、黃彥豪

出版機關：交通部運輸研究所

地址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網址：www.ihmt.gov.tw (中文版>中心出版品)

電話：(04)26587176

出版年月：中華民國 100 年 12 月

印刷者：彩霖股份有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 150 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：200 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 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話：(02) 25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1010100118

ISBN：978-986-03-1563-9 (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

蘇花公路

115.9K

邊坡崩塌監測警模式之建立研究

交通部運輸研究所

GPN: 1010100118

定價 200 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：蘇花公路 115.9k 邊坡崩塌監測預警模式之建立研究			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-03-1563-9(平裝)	政府出版品統一編號 1010100118	運輸研究所出版品編號 101-2-7583	計畫編號 100-H1EB001
本所主辦單位：港研中心 主管：邱永芳 計畫主持人：邱永芳 研究人員：黃茂信 聯絡電話：04-26587119 傳真號碼：04-26564418	合作研究單位：逢甲大學 計畫主持人：洪本善 研究人員：方耀民、鄭明淵、游保杉、郭振民、楊道昌、簡甫任、陳重宏、蔡明璋、陳國華、羅凱鳴、黃彥豪 地址：40724 台中市文華路 100 號 聯絡電話：04-24516669		研究期間 自 100 年 5 月 至 100 年 12 月
關鍵詞：全球衛星定位系統、劇烈天氣監測系統、公路防救災決策支援系統			
摘要： 因2010年梅姬颱風登陸台灣期間，突發性強降雨短時間在宜蘭、花蓮等地降下驚人雨勢造成災害。以台9線蘇花公路最為嚴重，在115K處造成大塌方5萬立方公尺且路基流失500公尺、116K路基流失30公尺，在當地造成嚴重災情，因此於此路段(蘇花公路115.9K)建置邊坡大範圍崩塌監測儀器為迫切之需求。 為提供即時自動雨量監測資訊及GPS衛星定位監測位移資訊，本計畫建立一即時資訊系統接收GPS儀器所測量點位坐標，進行位移量與移動量速度之自動計算。並同時引入中央氣象局的QPESUMS雷達降雨之預報資料，利用地面雨量觀測降雨修正影響因子，以提高雷達降雨量預報之估算精度。透過現地自動雨量計資訊，顯示時雨量、累積雨量等資訊，研擬警戒參考值，並與「災害預警資料交換機」進行自動化通報系統整合，並建置功能模組於「公路防救災決策支援系統(TRENDS)」中。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
100 年 12 月	210	200	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： ☐密 ☐機密 ☐極機密 ☐絕對機密 (解密條件：☐ 年 ☐ 月 ☐ 日解密，☐公布後解密，☐附件抽存後解密， ☐工作完成或會議終了時解密，☐另行檢討後辦理解密) 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

TITLE: Slope stability monitoring and warning pattern of Suhua Highway 115.9K			
ISBN (OR ISSN) ISBN978-986-03-1563-9 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010100118	IOT SERIAL NUMBER 101-2-7583	PROJECT NUMBER 100-H1EB001
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chiu Yung-fang PROJECT STAFF: Huang Mao-hsin PHONE: (04) 26587119 FAX: (04) 26564418			PROJECT PERIOD FROM May 2011 TO December 2011
RESEARCH AGENCY: Feng Chia University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hung Pen-shan PROJECT STAFF: Fang Y.M., Cheng M.Y., Yu P.S., Kuo C.C., Yang T.C., Chien F.J., Chen C.H., Tsai M.C., Chen K.H., Lo K.M., Huang Y.H., ADDRESS: No. 100, Wenhwa Rd., Seatwen, Taichung 40724, Taiwan, R.O.C. PHONE: (04) 24516669			
KEY WORDS: GPS, QPESUMS, TRENDS			
ABSTRACT: Typhoon Megi had brought burst heavy rain and caused serious damage on its path to the areas in Ilan and Hualien county in 2010. Provincial Highway 9 got the hardest hit by Typhoon Megi. There were about 50,000 m3 massive landslides and 500 m-long roadbed collapsed at 115K, and about 30 meter of roadbed collapsed at 116K of Provincial Highway 9. Therefore, it was urgent to establish monitoring equipment at the section (115.9K) of Provincial Highway 9. In order to provide immediate information about rainfall and slope condition, an automated monitoring system had been established in this project to estimate the surface displacement and the speed of slope movement by receiving data from GPS comparator. Local rainfall observation was also taken into consideration to enhance the precipitation forecast from QPESUMS of Central Weather Bureau. The monitoring system displays hourly and accumulated rainfall, collects data to assist studies of early warnings, and integrates information with the Hazard Warning Data Switch. A function module was also built in the Decision Support System for Hazard Mitigation of Highway (TRENDS).			
DATE OF PUBLICATION December 2011	NUMBER OF PAGES 210	PRICE 200	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式之建立研究

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目錄	III
圖目錄	VII
表目錄	XIII
第一章 緒論	1
1.1 緣起與目的	1
1.2 背景分析	4
1.2.1 氣象	5
1.2.2 水文	6
1.2.3 地形地質	8
1.2.4 區域地質	9
1.2.5 地層	9
1.2.6 地質構造	10
1.2.7 土石流潛勢溪流	11
1.2.8 液化潛能、沉陷潛能與承載力	12
第二章 蘇花公路邊坡崩塌監測系統	2-1
2.1 監測儀器	2-1
2.1.1 全球衛星定位系統	2-1
2.1.2 自動雨量監測系統	2-2

2.1.3 地震儀	2-4
2.1.4 固定式攝影機	2-5
2.2 邊坡崩塌監測系統建置	2-5
2.2.1 儀器接收模組	2-7
2.2.2 展示平台	2-9
第三章 QPESUMS 雷達降雨預報	3-1
3.1 QPESUMS 雷達觀測降雨技術概述	3-1
3.2 雷達回波估計雨量方法	3-4
3.3 QPESUMS 資料處理(二度分帶坐標網格繪製)	3-5
3.4 QPESUMS 雷達降雨修正方法	3-7
3.5 QPESUMS 雷達預報降雨修正方法	3-9
3.6 利用 SVR 模式修正 QPESUMS 雨量方法之率定與驗證	3-10
3.7 QPESUMS 雷達預報降雨修正結果	3-13
第四章 公路防救災決策支援系統	4-1
4.1 災情資訊	4-3
4.1.1 雨量資訊	4-4
4.1.2 QPESUMS 雷達降雨預報	4-4
4.1.3 儀器監測	4-5
4.2 自動通報	4-5
4.2.1 資料交換平台	4-5
4.2.2 系統災時運作流程	4-11
4.2.3 自動通報與指派機制	4-16
4.3 系統畫面介紹	4-19
4.4 警訊發佈流程-以豪大雨超標為例	4-22

第五章系統安裝測試及驗證.....	5-1
5.1 蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式	5-1
5.2 公路防救災決策支援系統.....	5-1
5.2.1 進行實際系統上線.....	5-2
5.2.2 進行測試階段.....	5-3
5.2.3 進行系統修正.....	5-5
5.3 監測成果.....	5-6
5.3.1 0913 撞機事件.....	5-6
5.3.2 1002 豪雨事件.....	5-9
5.3.3 其他監測儀器資料及成果	5-15
第六章教育訓練及推廣宣導.....	6-1
6.1 教育訓練.....	6-1
6.2 推廣宣導.....	6-3
第七章工作執行進度說明.....	7-1
7.1 工作項目執行成果	7-1
7.1.1 蘇花公路邊坡崩塌監測系統	7-1
7.1.2 QPESUMS 雷達降雨預報.....	7-1
7.1.3 公路防救災決策支援系統	7-1
7.2 工作進度甘特圖	7-2
第八章計畫效益與未來應用	8-1
8.1 計畫效益.....	8-1
8.2 未來應用.....	8-1
參考文獻	參-1
附錄一 簡報資料	附錄 1-1

附錄二	期末報告審查意見處理情形表	附錄 2-1
附錄三	高司作業演練計畫書	附錄 3-1
附錄四	教育訓練課表	附錄 4-1
附錄五	教育訓練簽到單	附錄 5-1
附錄六	儀器規格書	附錄 6-1

圖目錄

圖 1.1 衛星雲圖 (2010-10-17-21:00)	1-1
圖 1.2 梅姬颱風路徑圖	1-2
圖 1.3 梅姬颱風累積雨量圖	1-2
圖 1.4 災害潛勢區分圖	1-3
圖 1.5 蘭陽地區衛星地形圖	1-4
圖 1.6 年平均雨量圖	1-5
圖 1.7 蘭陽平原水系流域分布圖	1-7
圖 1.8 台 9 線 112K~117K 水系分布圖	1-8
圖 1.9 台 9 線 112K~117K 集水分區圖	1-8
圖 1.10 蘭陽平原地質圖	1-10
圖 1.11 土石流潛勢溪流分布圖	1-11
圖 2.1 雨量計架完成	2-3
圖 2.2 雨量計架設點位示意圖	2-3
圖 2.3 地震儀	2-4
圖 2.4 攝影機畫面	2-5
圖 2.5 展示系統整合架構	2-6
圖 2.6 展示系統功能規劃概念	2-6
圖 2.7 系統功能架構圖	2-7
圖 2.8 GPS 資料傳輸與接收架構	2-8
圖 2.9 雨量計資料傳輸與接收架構	2-8
圖 2.10 CCD 影像傳輸與接收架構	2-9
圖 2.11 地震儀與接收架構	2-9

圖 2. 12 邊坡崩塌監測預警系統畫面	2-10
圖 2. 13 GPS 監測畫面	2-11
圖 2. 14 雨量監測畫面	2-12
圖 2. 15 衛星雲圖模組畫面	2-13
圖 2. 16 颱風警報模組畫面	2-13
圖 2. 17 影像觀測模組畫面	2-14
圖 3. 1 QPESUMS 系統資料處理流程(改繪自中央氣象局)	3-3
圖 3. 2 全省雷達網分佈圖(張保亮等人，2006)	3-4
圖 3. 3 QPESUMS 雷達雨量網格節點繪製流程圖	3-6
圖 3. 4 QPESUMS 雨量網格套疊圖(以嘉義地區為例)	3-6
圖 3. 5 QPESUMS 雷達降雨修正流程	3-8
圖 3. 6 雷達估計雨量之輸入方式	3-9
圖 3. 7 SVR 率定結果比較(20 站) (a)SVR 修正前(b) SVR 修正後	3-12
圖 3. 8 SVR 率定結果比較(東澳站與南澳站)(a)SVR 修正前(b) SVR 修正後	3-12
圖 3. 9 SVR 驗證結果比較(115.9K 處)(2011/10/3 暴雨事件)(a)SVR 修正前(b)SVR 修正後	3-13
圖 3. 10 梅姬颱風雨量預報修正結果比較(東澳站)(a)預報 1 小時後(b)預報 2 小時後(c)預報 3 小時後	3-15
圖 3. 11 梅姬颱風雨量預報修正結果(東澳站)(a)預報 1 小時後(b)預報 2 小時後(c)預報 3 小時後	3-15
圖 3. 12 2011 年 10 月 3 日暴雨事件雨量預報修正結果比較(115.9K)(a)預報 1 小時後(b)預報 2 小時後(c)預報 3 小時後	3-18
圖 3. 13 2011 年 10 月 3 日暴雨事件雨量預報修正結果(115.9K)(a)預報 1 小時後(b)預報 2 小時後(c)預報 3 小時後	3-19

圖 4.1 蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式系統架構圖.....	4-2
圖 4.2 各團隊關連性流程圖	4-3
圖 4.3 中央氣象局雨量圖資訊[來源：中央氣象局網站].....	4-4
圖 4.4 中央氣象局 QPSUMS 資訊平台[來源：QPSUMS 網站].....	4-5
圖 4.5 資料交換平台架構圖	4-6
圖 4.6 外部系統代理人運作模式圖	4-9
圖 4.7 Web Service 架構圖	4-9
圖 4.8 外部系統管理 Web Service 圖	4-10
圖 4.9 系統災時運作流程圖(豪大雨).....	4-13
圖 4.10 系統災時運作流程圖(邊坡滑動).....	4-14
圖 4.11 系統災時運作流程圖(地震).....	4-16
圖 4.12 簡訊雙向傳輸架構圖	4-17
圖 4.13 邊坡道路災害通報機制	4-18
圖 4.14 蘇花公路 115.9K 預警系統(單機版).....	4-19
圖 4.15 蘇花公路 115.9K 預警系統(網頁版).....	4-21
圖 4.16 通報人員名單選取	4-22
圖 4.17 降雨量達「預警」標準	4-23
圖 4.18 輪值人員收到降雨量已達「預警」標準	4-23
圖 4.19 降雨量達「警戒」標準	4-24
圖 4.20 輪值人員收到降雨量已達「警戒」標準	4-25
圖 4.21 留守人員收到降雨量已達「警戒」標準需提高戒備	4-25
圖 4.22 降雨量達行動標準	4-26
圖 4.23 雨量達「行動」標準系統自動啟動警報裝置警示用路人...	4-27
圖 4.24 工程處相關人員收到降雨量已達「行動」標準訊息	4-27

圖 4. 25 輪職人員收到降雨量已達「行動」標準訊息並派員進行巡檢	4-28
圖 4. 26 留守人員收到降雨量已達「行動」標準訊息及接受任務需回傳代碼「101019」	4-28
圖 4. 27 留守人員接受巡檢任務回傳後(左圖)，系統發送簡訊告知輪職人員接受任務者的姓名(右圖)	4-29
圖 4. 28 系統提示巡檢人員若現場目示情況「不安全」請回傳「101011」；「安全」請回傳「101010」	4-30
圖 4. 29 巡檢人員發現現場土石崩落道路不安全	4-30
圖 4. 30 巡檢人員發現現場土石崩落道路不安全即刻回傳「101011」(左圖)；系統在接收到代碼後將通知輪職人員派員進行現場封路(右圖)。	4-31
圖 4. 31 系統提示巡檢人員現場雨量已低於行動標準，現場道路「安全」請回傳「101010」	4-32
圖 4. 32 現場大雨停止且無落石掉落	4-32
圖 4. 33 巡檢人員回傳「101011」告知系統現場已安全(左圖)；系統在接收到代碼後將通知輪職人員目前現場安全可解除封路(右圖)。	4-33
圖 5. 1 蘇花公路 115.9K 預警系統	5-2
圖 5. 2 高司演練現場實際狀況	5-3
圖 5. 3 蘇花公路 115.9K 時雨量達預警標準(10 月 1 日上午 0 時 50 分)	5-4
圖 5. 4 蘇花公路 115.9K 時雨量達行動標準(10 月 1 日上午 1 時 0 分)	5-4
圖 5. 5 增設系統網頁版	5-6
圖 5. 6 2011/09/13 19:46 地震儀器偵測到異常事件	5-7
圖 5. 7 2011/09/13 19:45 攝影機畫面	5-8

圖 5. 8 2011/09/13 19:46 攝影機畫面	5-8
圖 5. 9 2011/09/13 20:00 攝影機畫面	5-9
圖 5. 10 2011/10/02-2011/10/04 降雨組體圖	5-10
圖 5. 11 2011/09/29 07:04:53 影像.....	5-11
圖 5. 12 2011/10/04 07:25:00 影像.....	5-11
圖 5. 13 2011/10/04 豪雨事件崩塌範圍	5-11
圖 5. 14 GPS1 位移量與時雨量比對分析	5-12
圖 5. 15 GPS3 位移量與時雨量比對分析	5-12
圖 5. 16 GPS4 位移量與時雨量比對分析	5-13
圖 5. 17 GPS1 前後比對	5-13
圖 5. 18 GPS 現況(1).....	5-14
圖 5. 19 GPS 現況(2).....	5-14
圖 5. 20 2011 年 6 月雨量.....	5-15
圖 5. 21 2011 年 7 月雨量資料	5-15
圖 5. 22 2011 年 8 月雨量資料	5-16
圖 5. 23 2011 年 9 月雨量資料	5-16
圖 5. 24 2011 年 10 月雨量資料	5-17
圖 5. 25 攝影機各月份影像.....	5-19
圖 6. 1 高司演練封路狀況模擬	6-2
圖 6. 2 教育訓練上課情形	6-2
圖 6. 3 教育訓練會後座談討論	6-3
圖 6. 4 自由時報(2011.09.16 刊出)	6-3
圖 6. 5 中央社(2011.09.15 刊出)	6-4
圖 6. 6 中央社 (2011.09.15 刊出)	6-5

圖 6.7 東森新聞報導.....	6-6
圖 6.8 聯合報(2011.10.21 刊出)	6-6

表目錄

表 1-1 蘇花公路本次災害區域之主要河川基本資料.....	1-7
表 1-2 蘇澳～南澳土石流潛勢溪流警戒基準值明細表.....	1-12
表 1-3 蘇澳～東澳地質特性表.....	1-13
表 2-1 雨量警戒標準表	2-3
表 3-1 地面雨量站基本資料.....	3-10
表 3-2 模式選取率定事件(2005~2009 年 10 場颱風事件).....	3-11
表 3-3 模式選取驗證事件(2005~2009 年 2 場颱風事件).....	3-11
表 5-1 東澳嶺地震記錄表	5-18

第一章 緒論

1.1 緣起與目的

因 2010 年梅姬颱風登陸台灣期間，衛星雲圖，如圖 1.1，梅姬颱風路徑圖，如圖 1.2，突發性強降雨短時間在宜蘭、花蓮等地降下驚人雨勢(蘇澳雨量站 181.5mm/hr)，依據中央氣象局統計，單日累積雨量宜蘭縣蘇澳鎮 935.5 釐米、南澳鄉 709.5 釐米，梅姬颱風累積雨量如圖 1.3。以台 9 線蘇花公路最為嚴重，115K 大塌方 5 萬立方公尺且路基流失 500 公尺、116K 路基流失 30 公尺，在當地造成嚴重災情，因此於此路段(蘇花公路 115.9K)建置邊坡大範圍崩塌監測儀器為迫切之需求。

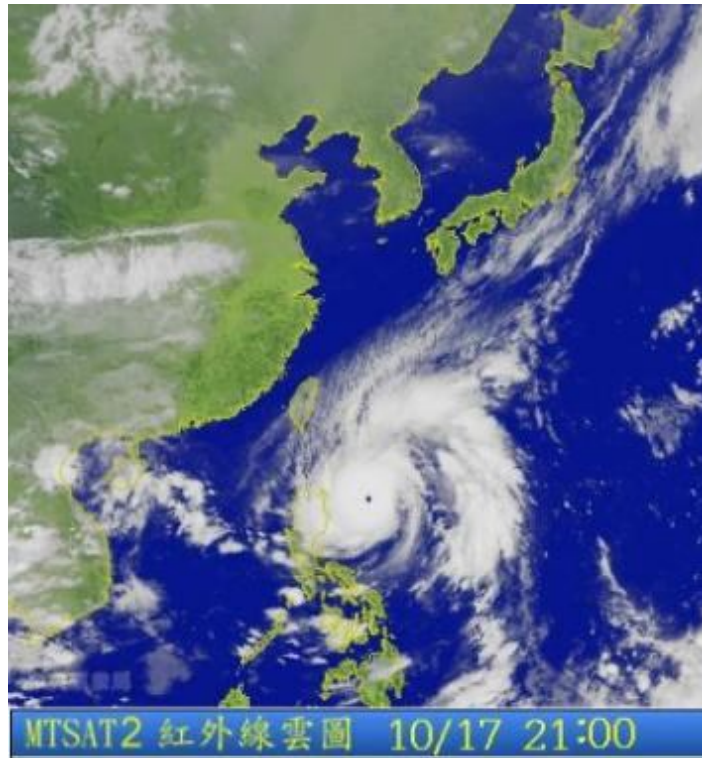


圖 1.1 衛星雲圖（2010-10-17-21:00）

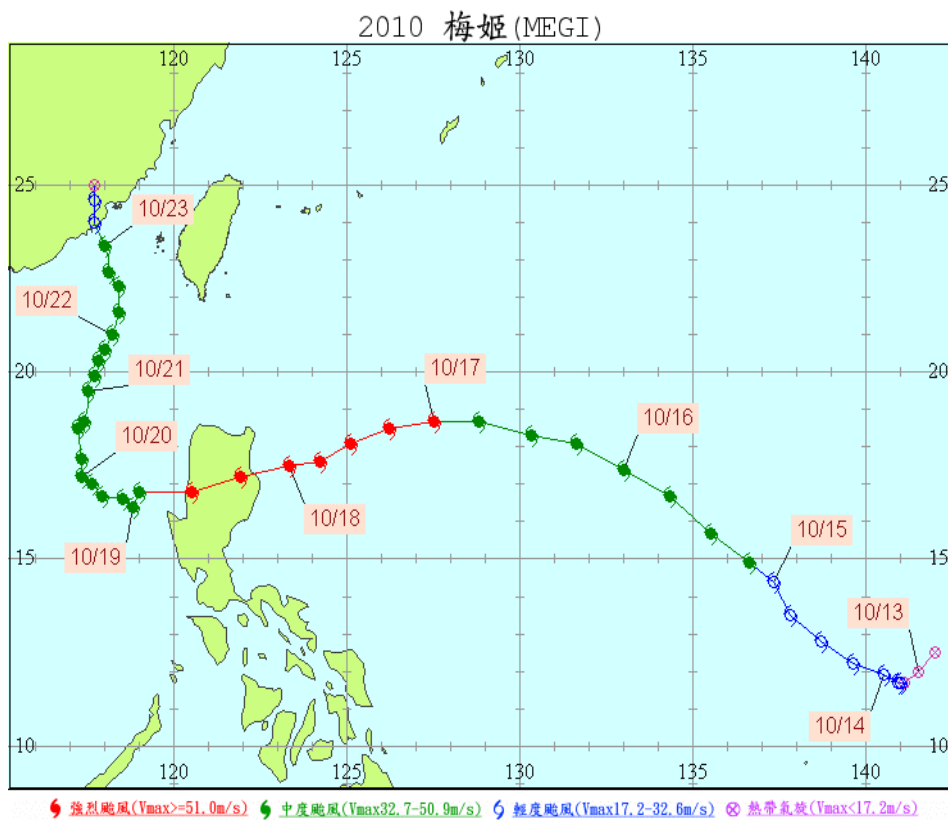


圖 1.2 梅姬颱風路徑圖

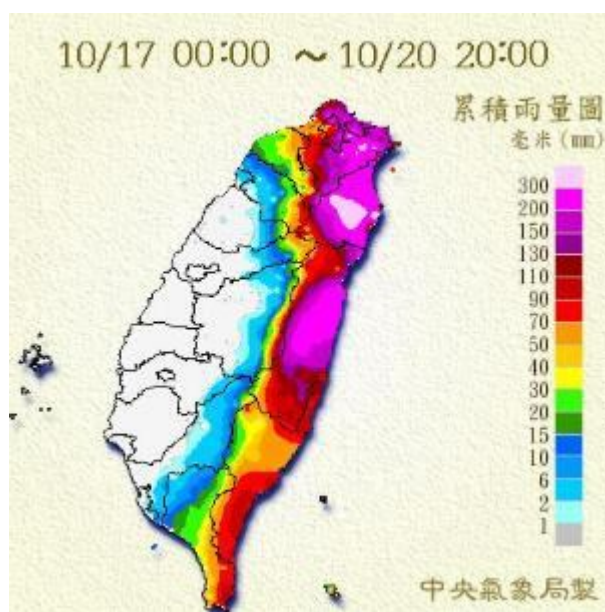


圖 1.3 梅姬颱風累積雨量圖

2010 年 10 月 21 日梅姬颱風強降雨，在蘇澳雨量站測得 181.5mm/hr，且累積降雨達 1400mm，造成台 9 線蘇花公路段多處崩塌，特別於 112.8K、114.5K 與 115.9K 三處有大量土石崩落。根據 NCDR 於 11 月 10 日勘查結果，發現災害潛勢區分述如下：1.坡頂沉陷裂縫區（115.9K 上側坡頂）、2.坡面崩塌區（115.9K 土石流溪流）3.大坑橋與溪谷下切區（115.9K 道路下方）、4.116.1K 道路邊坡區（116.1K 鄰近邊坡），詳圖 1.4。

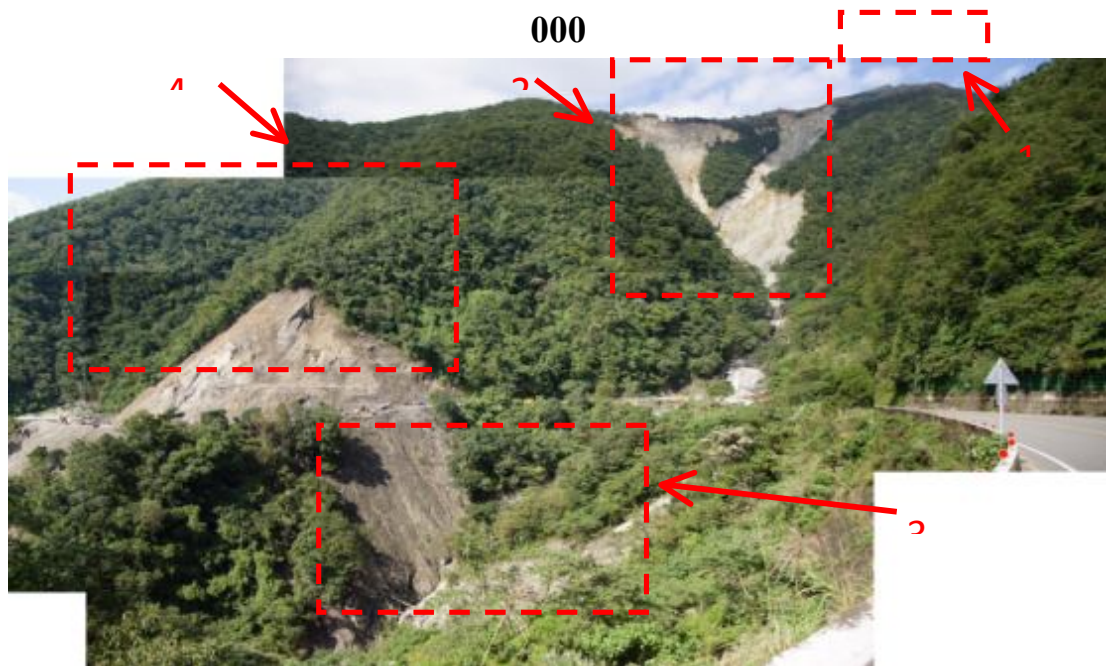


圖 1.4 災害潛勢區分圖

為提供即時自動雨量監測資訊及 GPS 衛星定位監測位移資訊，本計畫建立一即時資訊系統接收 GPS 儀器所測量點位坐標，進行位移量與移動量速度之自動計算，並同時引入中央氣象局的 QPESUMS 雷達降雨，提供該處的即時雨量與 1~3 小時預報雨量資料，取得現地自動雨量計資訊，顯示時雨量、累積雨量等資訊，研擬警戒參考值，並與「災害預警資料交換機」進行自動化通報系統整合，並建置功能模組於本所「公路防救災決策支援系統(TRENDS)」中。

1.2 背景分析

宜蘭平原區域面積約 320 平方公里，位處台灣東北角區域西北有雪山山脈，南有中央山脈，兩山脈間夾著由蘭陽溪沖積的蘭陽平原，因東面向太平洋，三面環山狀如畚箕形狀，平原的海拔高度平均 100 公尺以下，由西向東地勢逐漸降低屬一封閉的地理區域，台 9 線蘇花公路係於宜蘭平原地區南端由蘇澳(104K+726)進入東海岸山區路段之台 9 省道公路，民國 79 年 10 月 25 日改為雙向通車，全長 79 公里，大致依海岸線修築，其間或蜿蜒進入平坦河口三角洲腹地，地理位置如圖 1.5 所示。



圖 1.5 蘭陽地區衛星地形圖

1.2.1 氣象

依據中央氣象局蘇澳氣象站民國 71~98 年間降水觀測資料之統計分析結果，平均年總降水量約 4,309.6mm，年平均雨量如圖 1.6，主要影響降雨之因素為梅雨及颱風；每年之九月~翌年二月降雨量較多，平均月降水量約 495mm 以上；三月~八月降雨量較少，平均月降水量在 221mm 以下。平均年總降水日數約 208 日；平均月降水日數以十及十二月約 20.4 日最多，七月約 8.8 日最少。

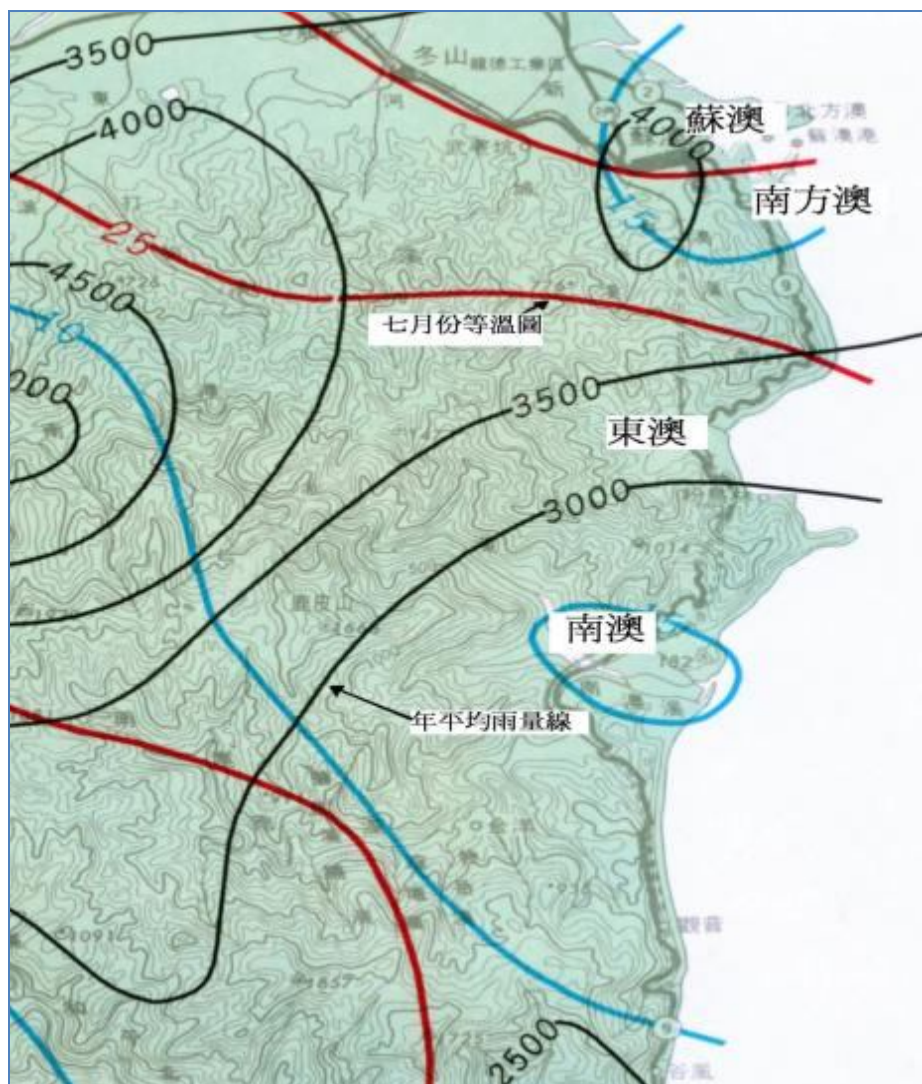


圖 1.6 年平均雨量圖

1.2.2 水文

蘇花公路間各河川中、上游均為高山峻嶺，坡陡流急，沖蝕劇烈，出山谷後流路呈辮狀，河床寬廣，砂石大量淤積形成三角洲，其中臨蘇澳、東澳區域河川，如表 1-1，其溪流現況分述如下：

1.蘇澳溪

集水區為臺灣北部石灰石礦源之一，因經年開採及修築運輸道路，造成土石崩落流失；加以山勢陡峻，水流湍急，暴雨挾帶大量砂石堆積至下游。

2.東澳溪

東澳北溪與東澳南溪上游集水區除部分石灰石礦區及運輸道路外，林相保持良好。其中東澳南溪左岸堤防已具規模，並配合防砂工程沿線設置攔砂壩，雖然砂石已淤滿，但仍具有減緩河道坡降功能，有利水流穩定；東澳北溪之河防構造物則僅局部保護，部分行水區砂石淤積或遭侵佔種植高莖作物，影響洩洪功能。

3.南澳溪

流域面積位於深山峻谷中為典型坡陡流急之山地型河川。

4.山谷、沖蝕溝及野溪

除上述主要河川外，蘇澳至南澳間之南蘇澳山及東澳嶺之間斷層之山谷、沖蝕溝及野溪其坡度極為陡峭，坡度至少 60° 以上甚至高達 89° 。蘭陽平原及台 9 線水系分布如圖 1.7 至圖 1.9。河川基本資料如表 1-1。

表1- 1 蘇花公路本次災害區域之主要河川基本資料

河川 名稱	河川 等級	主管 機關	發源 地	出海口	流經 地區	流域面 積(km ²)	流長 (km)	平均 比降	治理 計畫
蘇澳溪	縣管	宜蘭縣 政府	西帽 山	蘇澳鎮	宜蘭縣	29.65	8.8	1/30	有
東澳溪	縣管	宜蘭縣 政府	大白 山	南澳鄉	宜蘭縣	33.85	9.2	1/8	有
南澳溪	縣管	宜蘭縣 政府	三星 山	南澳鄉	宜蘭縣	311.73	48.4	1/43	有
和平溪	中央管	經濟部 水利署	南湖 大山	南澳鄉 秀林鄉	宜蘭縣 花蓮縣	561.06	50.7	1/37	有

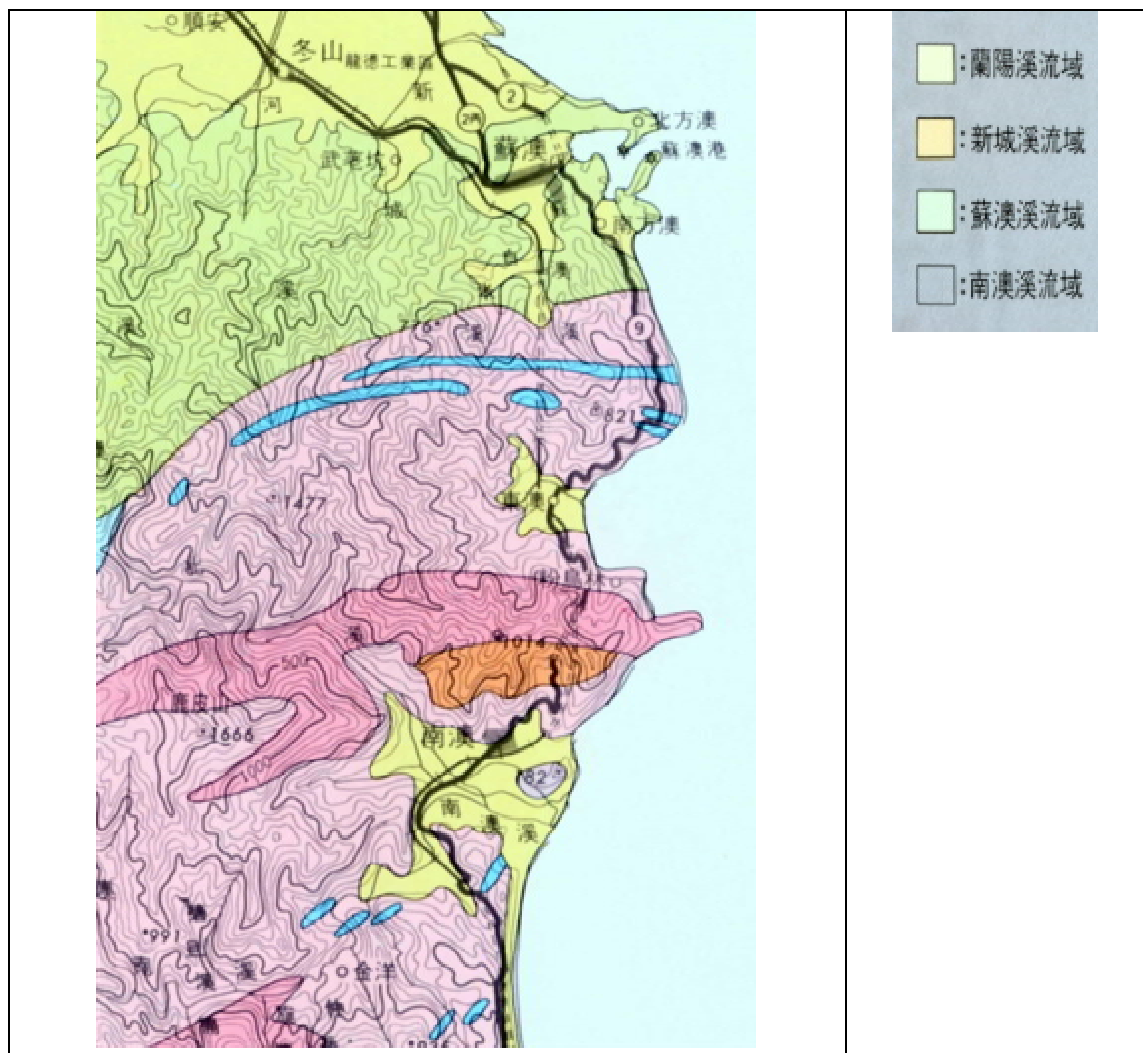


圖 1.7 蘭陽平原水系流域分布圖

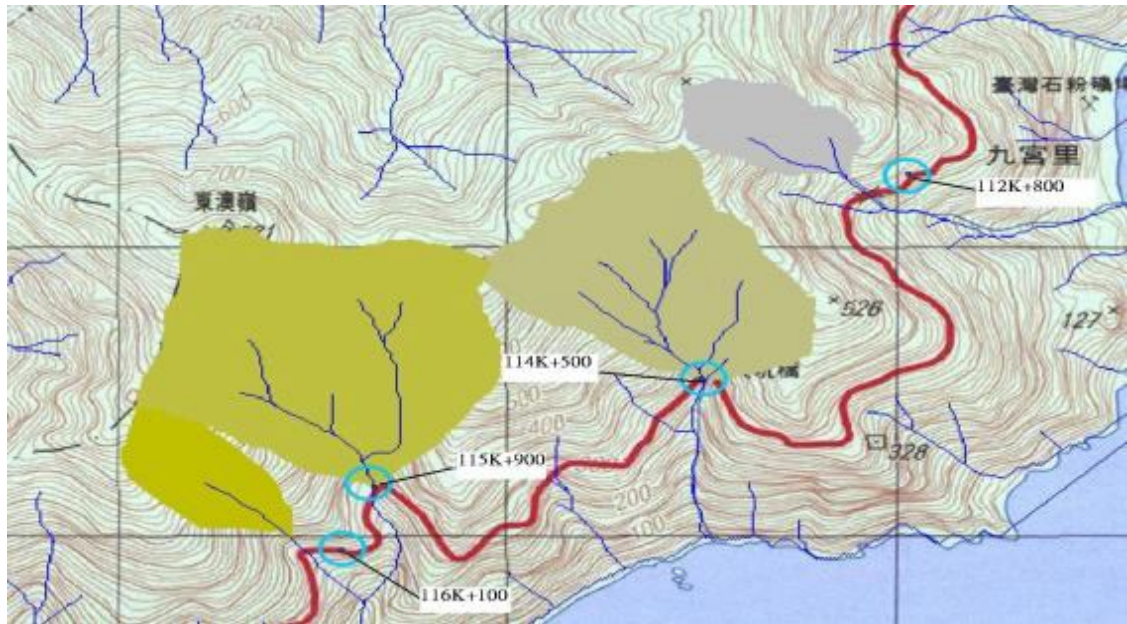


圖 1.8 台 9 線 112K~117K 水系分布圖

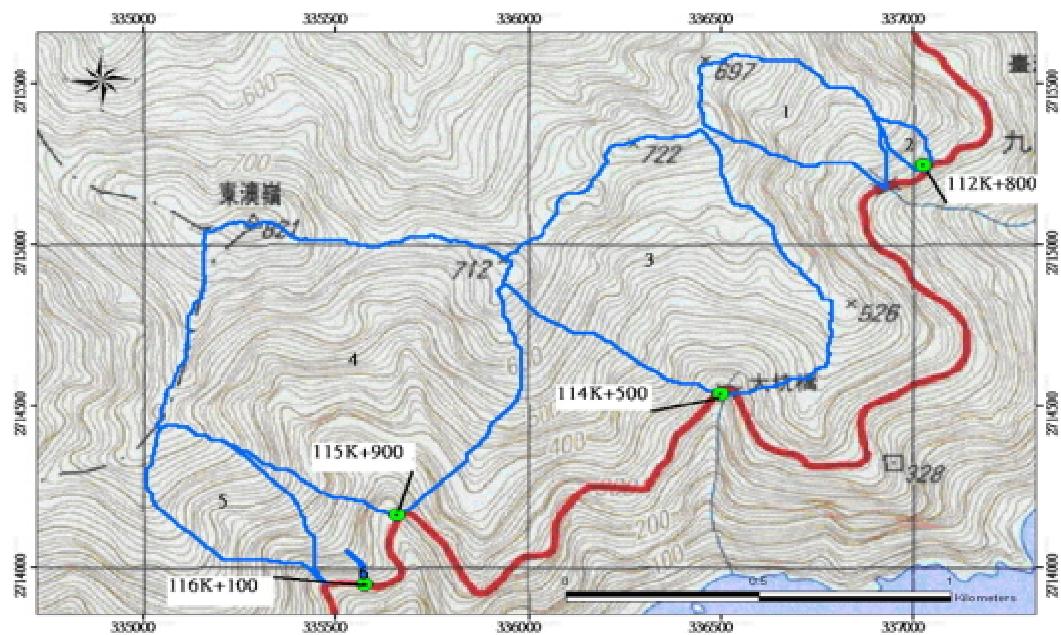


圖 1.9 台 9 線 112K~117K 集水分區圖

1.2.3 地形地質

蘇花公路路線位於臺灣東部宜蘭縣蘇澳至花蓮縣秀林間，地形上位於中央山脈北段之東側板岩山塊區與東斜面片岩區，東臨太平洋，地形崎嶇陡峭，高低起伏相當大。

蘇澳至和平間主要山嶺有西帽山、猴椅山、楓樹山、源頭山、樟樹山、北山、南山、濁水山等，海拔高程在 600~1,000 公尺以上，各山嶺多呈東西走向延伸連接中央山脈主嶺脊線。沿線主要河流為蘇澳溪、東澳溪、南澳溪、和平溪等，各河流上游坡陡流急，至中下游後坡降漸緩，造成河床泥砂淤積及河口沖積扇堆積地形。

1.2.4 區域地質

蘇澳至大清水間之山區分屬「中央山脈西翼地質區」及「中央山脈東翼地質區」等 2 個地質分區。

蘇澳附近至東澳間之山區為「中央山脈西翼地質區」之脊樑山脈帶，主要為硬頁岩、板岩、千枚岩與變質砂岩等分布。東澳山區以南至大清水之間則屬「中央山脈東翼地質區」之太魯閣帶，主要為片岩（黑色片岩、綠色片岩、矽質片岩）、變質石灰岩（大理岩），間夾透鏡狀之片麻岩、角閃岩、變質基性火成岩、蛇紋岩、混合岩等。

由於受板塊縫合帶由南往北之大地應力擠壓或剪切影響，使在蘇澳地區之板岩及蘇澳以南至和平間之片岩，常易沿節理產生滑移錯動，形成許多局部之斷層或破碎帶，節理亦受擠壓作用滑動牽引而形成許多局部區域性褶皺現象。斷層走向與主應力方向之關係多為平行或共軛相交，分別呈東~西、南~北或東北~西南方向延伸。

1.2.5 地層

依各單位所辦理地質調查與研究報告（包括中央地調所、工研院能資所、中研院地科所等地質圖幅、學術研究論文及相關研討會報告等等）及鐵公路 38 座相關隧道規劃設計與施工紀錄資料、國道東部公路蘇澳花蓮段規劃設計評估相關報告，沿線出露之地層，由老至新包括古生代之漢本大理岩、清水大理岩、武塔片岩、東澳片岩，古生代至中生代之楓樹山角閃岩，中生代之源頭山片麻岩、南澳嶺片岩、崇德片麻岩，新生代始新世至漸新世之南蘇澳層，中新世之蘇澳層，更新世之階地堆積層及全新世之沖積層等，岩性為板岩、變質砂岩、片

岩、大理岩、片麻岩與未固結之砂泥礫石等。有關蘇花公路沿線各地層分布位置請參見圖 1.10。

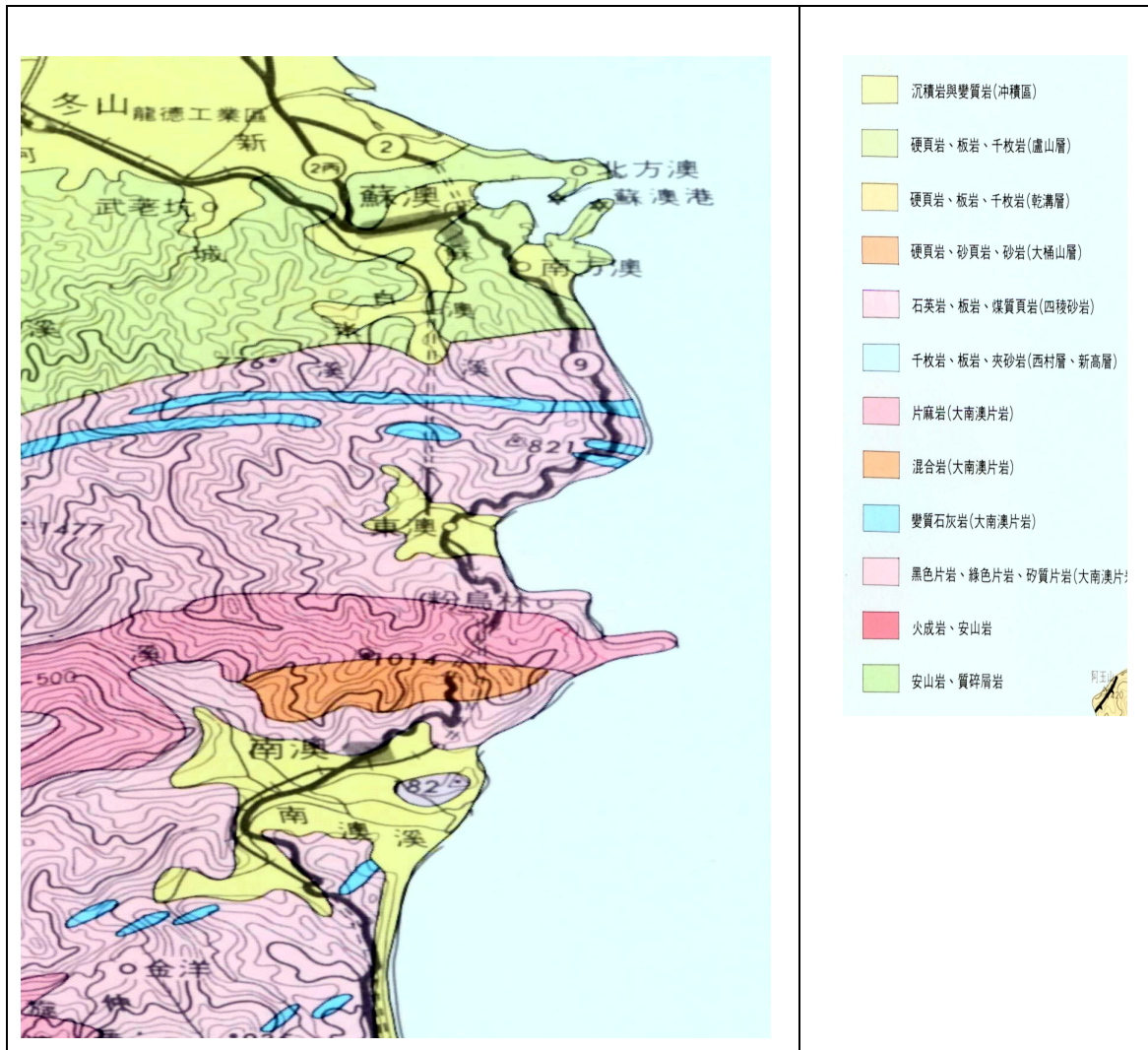


圖 1.10 蘭陽平原地質圖

1.2.6 地質構造

蘇澳至大清水間山區分布之斷層主要包括：A 斷層、B 斷層、C 斷層、小帽山斷層、猴椅山斷層、東猴椅山斷層、東澳嶺斷層、南澳斷層、樟樹山斷層、觀音斷層、鼓音斷層、谷風斷層及和中斷層等。區域水文地質特性方面，路線沿線山區分布地層之岩層屬板岩、角閃岩、片岩、片麻岩、大理岩等。

1.2.7 土石流潛勢溪流

蘇花公路於蘇澳至東澳區段內土石流潛勢溪流位置，依水土保持局公告位置，詳如分布圖，如圖 1.11 及位置表，如表 1-2。

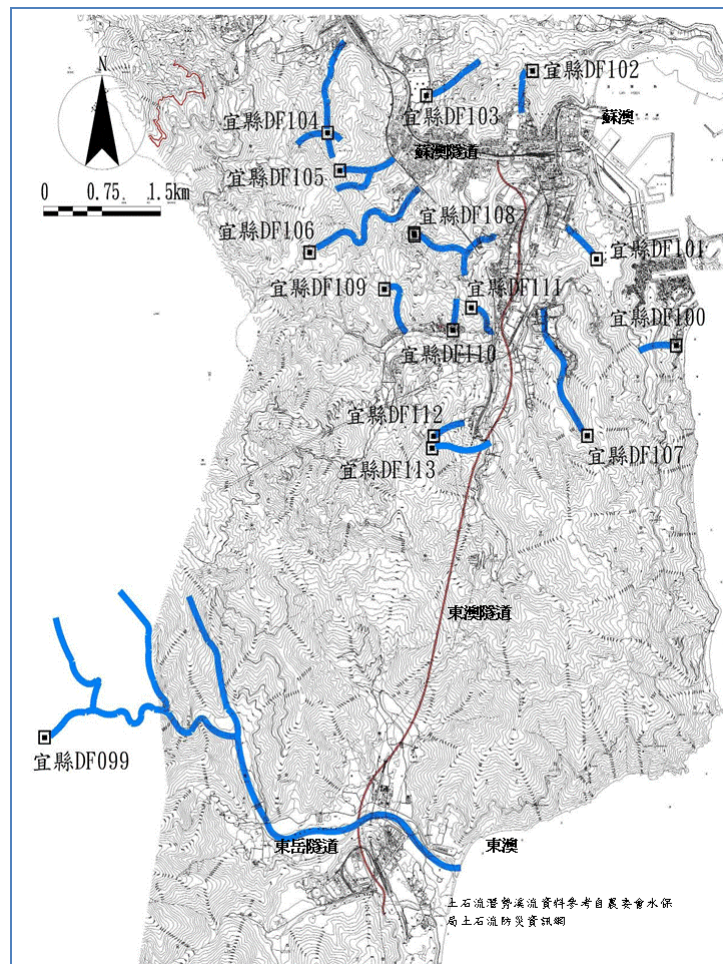


圖 1.11 土石流潛勢溪流分布圖

表 1-2 蘇澳～南澳土石流潛勢溪流警戒基準值明細表

編號	縣市	鄉鎮	村里	溪流 名稱	地標	發生 潛勢	保全 住戶	舊溪流編 號	警戒值 (mm)
宜 縣 DF102	宜蘭縣	蘇澳鎮	蘇北里	蘇澳溪	指南宮	中	5戶以上	宜蘭A053	600
宜 縣 DF103	宜蘭縣	蘇澳鎮	聖湖里	蘇澳溪	蘇 澳 國 小	中	無	宜蘭A052	600
宜 縣 DF108	宜蘭縣	蘇澳鎮	永春里	蘇澳溪	天宮廟	低	1~4戶	宜蘭A056	600
宜 縣 DF101	宜蘭縣	蘇澳鎮	長安里	蘇澳溪	警 察 船 舶大隊	高	1~4戶	宜蘭A054	600
宜 縣 DF109	宜蘭縣	蘇澳鎮	永樂里	蘇澳溪	天宮廟	低	無	宜蘭A059	600
宜 縣 DF110	宜蘭縣	蘇澳鎮	永樂里	蘇澳溪	天宮廟	低	無	宜蘭A058	600
宜 縣 DF111	宜蘭縣	蘇澳鎮	永樂里	蘇澳溪	永 春 車 站	低	5戶以上	宜蘭A057	600
宜 縣 DF100	宜蘭縣	蘇澳鎮	南建里	蘇澳溪	南 安 國 中	低	1~4戶	宜蘭A062	600
宜 縣 DF107	宜蘭縣	蘇澳鎮	永春里	蘇澳溪	中 油 公 司 東 澳 分公司	低	1~4戶	宜蘭A055	600
宜 縣 DF112	宜蘭縣	蘇澳鎮	永樂里	蘇澳溪	永 樂 國 小	中	無	宜蘭A060	600
宜 縣 DF113	宜蘭縣	蘇澳鎮	永樂里	蘇澳溪	永 樂 國 小	低	無	宜蘭A061	600
宜 縣 DF099	宜蘭縣	南澳鄉	東岳村	東澳溪	幸 福 水 泥；東澳	低	無	宜蘭004	500

1.2.8 液化潛能、沉陷潛能與承載力

沿線沖積層主要由礫石、砂、泥等未固結沉積物所組成，地下水位多在地表下約 2~10 公尺左右，詳細資料如表 1-3。

表1- 3蘇澳～東澳地質特性表

時 間		地 層	地 質 特 性 說 明
新 生 代	全新世	沖積層 (Qa)	未固結之砂、泥、礫石夾岩塊岩屑，依特性可再區分新河道 (Qa1)、舊河道 (Qa2)、沖積平原 (Qa3)、海岸堆積層 (Qas)、崩積層 (Qc)、沖積扇堆積層 (Qaf)
	更新世	階地堆積層 (Qt)	未固結之砂、泥、礫石
	中新世	蘇澳層 (Sa)	板岩為主，偶夾薄層細粒變質砂岩、硬頁岩等，局部夾厚層變質砂岩。岩體葉理發達，易沿著葉理滑移產生斷層或破碎帶，風化深度可達地表下一、二百公尺。
	漸新世至始新世	南蘇澳層 (Ns)	板岩 (Ns) 與變質砂岩 (Nss) 出露。與上覆之蘇澳層以小帽山斷層相隔，與下伏之東澳片岩以猴椅山斷層相隔。
中 生 代		源頭山片麻岩 (Yt)	片麻岩呈淡灰色，中至粗粒，新鮮岩體強度甚高。
		南澳嶺片岩 (Na)	厚層石英片岩為主，夾黑色片岩與砂質片岩，呈東西向帶狀分佈，局部受南澳斷層影響，岩體較為破碎。
中 生 代 至 古 生 代		楓樹山角閃岩 (Fs)	角閃岩與角閃石片岩，綠至暗綠色，塊狀呈東西延伸之岩體，東西長約 16 公里，南北寬約 1.5 公里，新鮮岩體强度高。
古 生 代		東澳片岩 (Ta)	在猴椅山至東澳南溪附近，延伸約 5 公里。包括黑色片岩 (Ta)、砂質片岩 (Tas)、綠色片岩 (Tac)，角閃岩 (Taa) 及大理岩 (Tam) 等。與北側南蘇澳層板岩以猴椅山斷層相接。片岩中常見沿片理滑移錯動的斷層或破碎帶。大理岩多呈角礫狀破碎，易為地下水滲流通路。
		武塔片岩 (Wt)	岩性有黑色片岩、綠色片岩 (Wtc)、砂質片岩 (Wtq)、大理岩 (Wtm) 與變質燧石 (Wth) 等，黑色片岩數量較多，大理岩以薄層為主，片岩中常見沿片理滑移錯動的斷層或破碎帶。

註：引用修改自 93.12 國道東部公路蘇澳和平段及和平新城段之大地工程調查綜合評估報告。

第二章 蘇花公路邊坡崩塌監測系統

蘇花公路邊坡崩塌監測系統之主要任務為蒐集即時資訊系統，此系統做為「公路防救災決策支援系統(TRENDS)」之資料提供者，並透過 QPESUMS 雷達降雨預報的修正，修正現地雨量計資料，提供最即時及最正確的雨量預報。

本系統所接收的儀器資料包括：全球衛星定位系統、雨量計、地震儀、攝影機等四種。另外介接中央氣象局氣象資料包含衛星雲圖及颱風資訊等二種。

以下針對各儀器其運作方式及系統運作模式做一詳細說明。

2.1 監測儀器

2.1.1 全球衛星定位系統

GPS 衛星定位系統自 90 年代系統運作開始，由於相關的軟硬體技術迅速發展，使得政府機關、學術單位以及民間應用需求與日俱增。由於 GPS 具備操作簡單便利、迅速以及其超高精準確性，除原先設計之軍事國防用途之外，更可用在航空(海)導航、汽車導航、地球科學、油源探測、地質資訊調查以及土地測量等相關層面。

GPS 衛星定位系統除上述應用範疇，在全球亦已應用在許多監測方面之工程，例如地層下陷、高樓受風洞效應而擺盪之監測、大型懸吊式橋樑傾斜監測、火山爆發監測、坡地滑動變形監測等。GPS 相對於利用傳統全測站經緯儀使用在大範圍監測，具有以下優勢：

- 1.高資料取樣頻率
- 2.全天候 24 小時觀測資料
- 3.不受氣候條件影響
- 4.監測點與控制站不需通視

5.應用無線通訊，可在遠端控制中心直接取得監測資料

6.監測範圍大

GPS 自動化邊坡變形監測系統，透過雙頻道 GPS 系統、通訊設備以及解算軟體之設置，進行全天候 24 小時自動監測，且不受監測點與控制中心彼此之間需要通視的限制，可 24 小時連續接收觀測量並即時解算，便可以取得所有點位之間(基準點、監測點)之相對關係。

本 GPS 為量測最正確資料，選點位置以坡頂裂縫處作為架設 GPS 位置選擇的條件。根據公路總局第四區養護工程處所發佈之警戒標準，當邊坡位移超過 30mm 時便發佈警戒通知，而位移量超過 50mm 時便發佈行動警戒通知。本研究所架設之 GPS 其精度、性能及基本參數詳列於附錄。

2.1.2 自動雨量監測系統

雨量計蒐集降雨資料以作為發布相關警戒之指標，為使用最廣泛之觀測儀器。雨量計採用傾斗式雨量計，係以內部之承雨斗承接定量的雨量（0.5mm）後，自行傾倒並觸發傾倒訊號，據以量測雨量大小。雨量計須設置於空曠平面上，其附近 50 公尺內需無高出地面一公尺之突出物，雨量計安裝前應先於室內進行測試校對，以確定儀器之運作正常，架設安裝如圖 2.1 所示。

自動雨量監測系統，雨量計架設原則 1.設置需垂直於水平面，設置之後不得任意移動，且應妥善防護，避免外力損害 2.雨量計之裝設地點應盡量接近溪流上游面，使所收集之雨量值能確實反應當地之降雨情形。3.雨量計安裝前應先於室內進行測試校對，以確定儀器之運作是否正常。雨量計安裝位置如圖 2.2 所示。

根據公路總局第四區養護工程處所發佈之警戒標準，其判定標準根據時雨量及 24 小時累積雨量而訂定，雨量警戒共有三個等級「預警」、「警戒」、「行動」，其警戒標準如下表 2-1。

本研究所架設之雨量計其精度、性能及基本參數詳列於附錄。

表2- 1 雨量警戒標準表

警戒等級	雨量警戒標準
預警	● 時雨量>40mm ● 24 時累積雨量>130mm
警戒	● 時雨量>50mm ● 24 時累積雨量>200mm
行動	● 時雨量>60mm ● 24 時累積雨量>290mm



圖 2.1 雨量計架完成



圖 2.2 雨量計架設點位示意圖

2.1.3 地震儀

由於地震發生當時造成的劇烈震動，地表鬆動的土壤與岩層會被震落並發生塌滑，尤其一些岩盤裸露的山區，強烈的震動往往造成岩層沿著層面順向塌滑與崩移。因此建置地震儀不僅可以提供地震資訊，更可做為預警判斷的依據。

地震儀可即時偵測地震資料的擷取和儲存，其地震資料包含地震即時震波圖形的顯示，並顯示最大震度、各軸向最大加速度值及各軸向速度值，地震儀如圖 2.3 所示。

地震儀其量測範圍較大可架設於相對安全的地點，故架設時只要求儀器本身水平即可，再透過網路訊號將資料回傳。根據公路總局第四區養護工程處所發佈之警戒標準，當地震震度達 4 級時需發佈相關警戒。因此本系統地震儀設定方式為，當地震震度達 2 級時系統便自動擷取及記錄地震資料，而當地震震度達 4 級時便啟動相關警戒及通報流程。本研究架設之地震儀其精度、性能及基本參數詳列於附錄。



圖 2.3 地震儀

2.1.4 固定式攝影機

攝影機主要為觀測現場動態情況，真實記錄現場實況，提供最直覺之觀測資料。攝影機為 24 小時完全時段持續拍攝，需於攝影機外部加裝防護罩以確保攝影機不受日曬雨淋之影響，攝影機畫面如圖 2.4。

攝影機架設基本環境，除了需考量監測目標角度、範圍，需視需求搭配探照燈及紅外線，本研究所架設之攝影機其精度、性能及基本參數詳列於附錄。



圖 2.4 攝影機畫面

2.2 邊坡崩塌監測系統建置

為了建立即時通報預警機制及展示平台，本計畫蒐集與建置各項系統資訊，整體系統規劃架構如圖 2.5 所示：

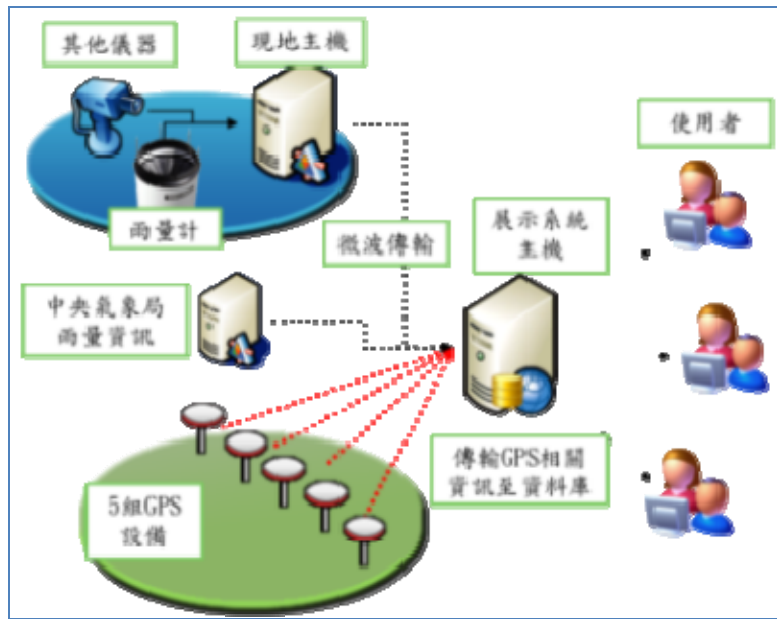


圖 2.5 展示系統整合架構

本計畫所規劃之展示系統，如圖 2.6，使用者可透過瀏覽器觀看各項監控資訊，並結合 AJAX 技術讓使用者不再像以前方式瀏覽電子地圖，建構類似 Google Earth 導覽方式，讓使用者很輕易即能查詢 GPS 變化量、CCD 影像、地震資訊、雨量計資訊，達到一個真正整合性網站。

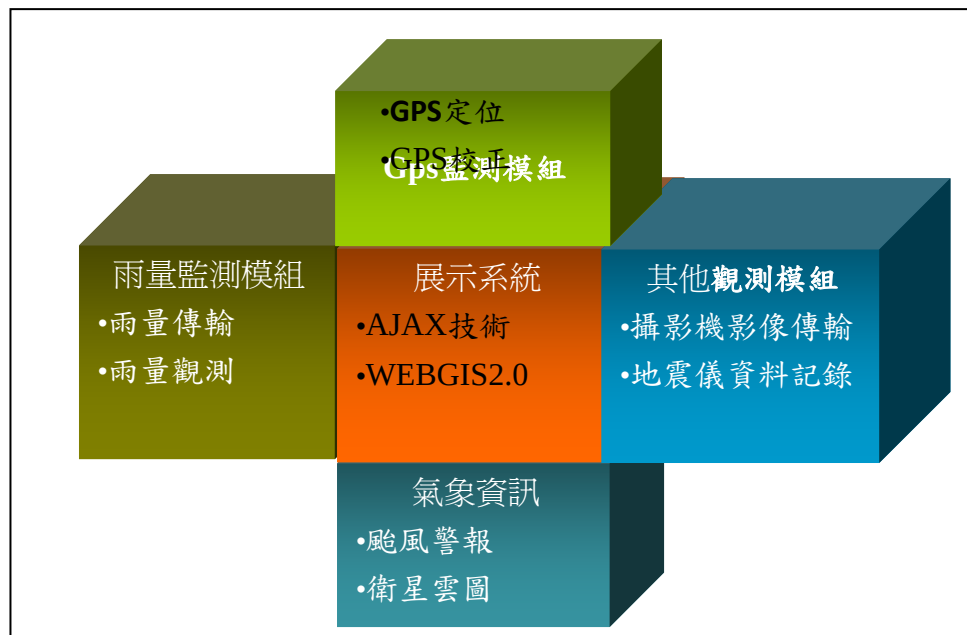


圖 2.6 展示系統功能規劃概念

本計畫先建構監測預警系統，開發模組與項目規劃如下圖 2. 7 所示，將預警系統分為展示平台與儀器接收模組兩大類，詳細內容如後所述。

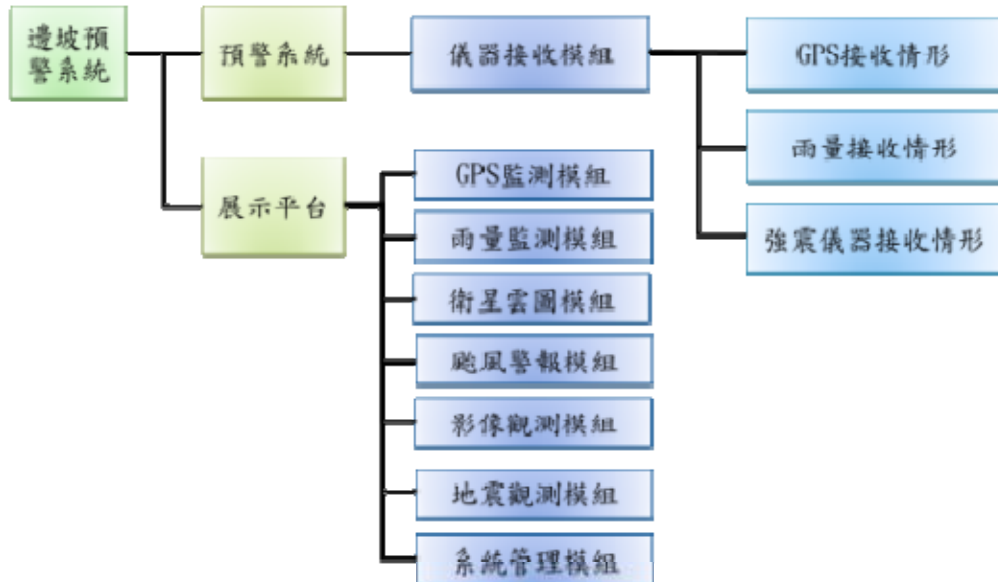


圖 2.7 系統功能架構圖

2.2.1 儀器接收模組

已完成所有儀器接收模組，包含 CCD 攝影機、雨量計、GPS、地震儀等設備。以下針對各設備接收方式做一說明。

1. GPS 設備接收

五組 GPS 設備以有線方式傳輸至，透過訊號線直接將坐標資訊寫入展示系統主機內，而本系統透過 SOCKET 接收資料後寫入資料庫中，本展示系統即透過資料庫讀取數據並展示於系統圖台中，其架構如圖 2.8。

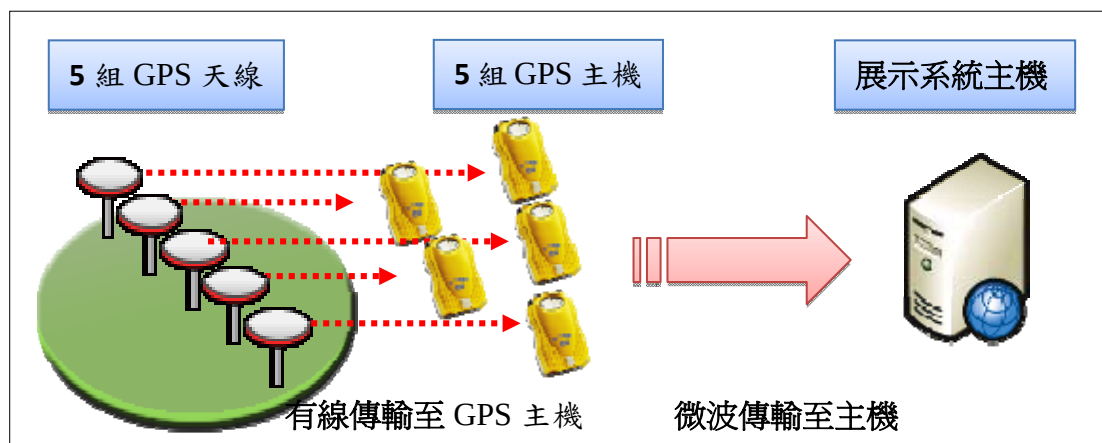


圖 2.8 GPS 資料傳輸與接收架構

2. 雨量計接收

雨量計所接收之資料將直接寫入現地主機中，而本計劃所開發之展示主機則透過微波傳輸方式即時擷取其資料，在寫入資料庫中，在透過程式藉由展示平台顯示資料，架構如圖 2.9。



圖 2.9 雨量計資料傳輸與接收架構

3. CCD 攝影機資料接收

CCD 攝影機之影像透過微波傳輸至展示系統主機，而本展示系統主機除了記錄串流影像之外，系統會每 20 秒擷取 1 張靜態影像，並將影像寫入資料庫中，再透過展示平台顯示，架構如圖 2.10。

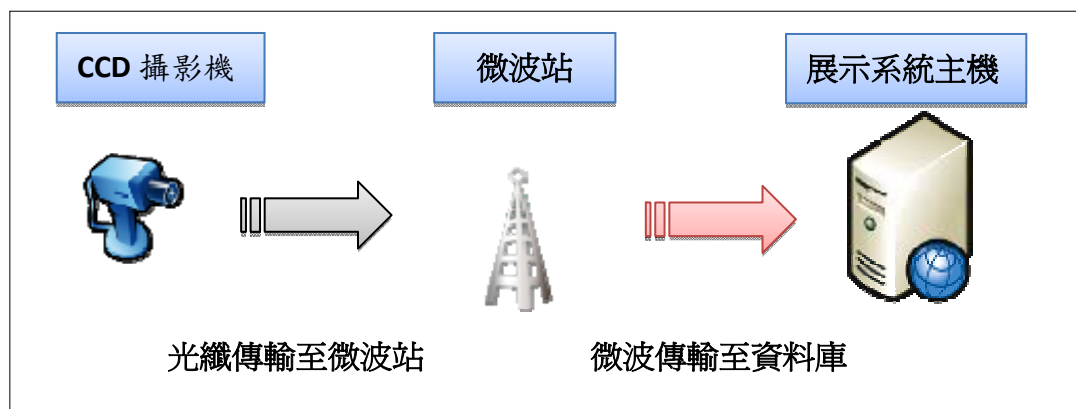


圖 2.10 CCD 影像傳輸與接收架構

4. 地震儀資料接收

地震儀所接收之資料將直接寫入現地主機中，而本計劃所開發之展示主機則透過微波傳輸方式即時擷取其資料，在寫入資料庫中，在透過程式藉由展示平台顯示資料，架構如圖 2.11。

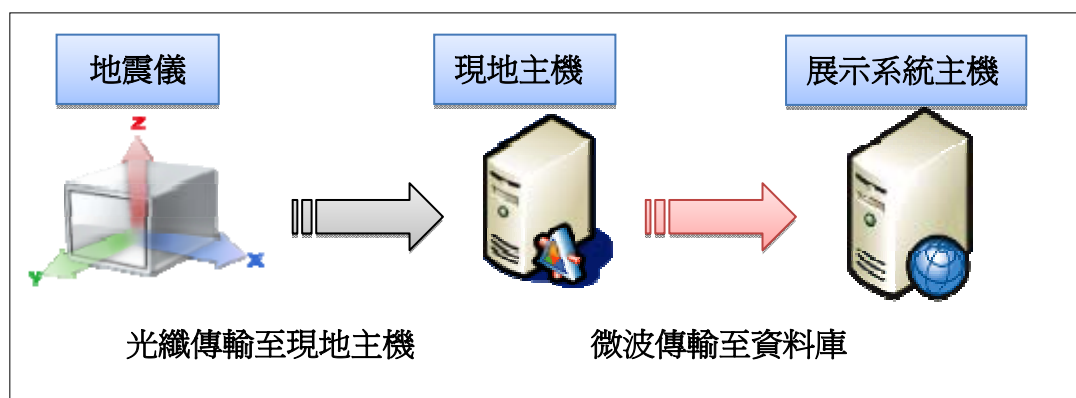


圖 2.11 地震儀與接收架構

2.2.2 展示平台

為了能充分顯示各項設備所監測之成果與預警情形，本計畫開發一個具 Google Earth 地圖為基底的圖台展示系統，將各個設備座標標註於 Google Earth 上，使用者僅透過圖台點選圖示即可知道最新的儀器設

備資訊，系統畫面如下圖 2.12 所示，以下將分別針對各項功能模組作一描述所展示之內容。

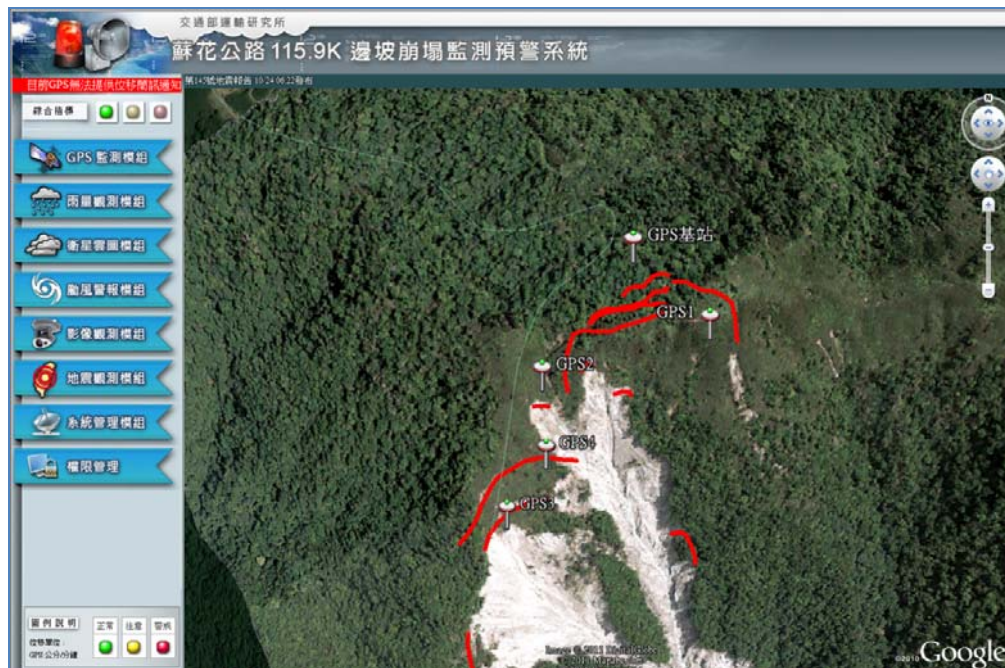


圖 2.12 邊坡崩塌監測預警系統畫面

1. GPS 監測模組

GPS 監測模組為顯示五組的 GPS 設備目前定位之情形，包括水平位移量與高程位移量，系統可設定警戒值與行動值，當數值超過警戒值，則系統會顯示黃色燈號，如果數值超過行動值，則系統會顯示紅色燈號，系統畫面如下圖 2.13 所示。

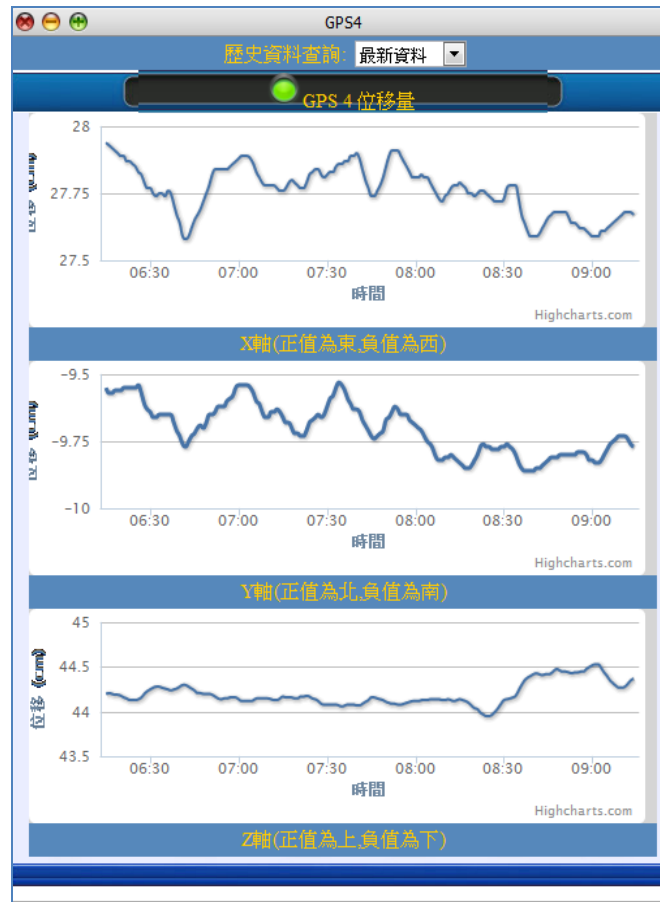


圖 2.13 GPS 監測畫面

2. 雨量監測模組

本計畫於現地安裝一組雨量計以監測目前最新的雨量變化，本系統將會透過資料庫展現其最新雨量數據，透過時雨量與累積雨量數值來凸顯目前當地雨勢大小之判斷依據，系統畫面如圖 2.14。



圖 2.14 雨量監測畫面

3. 衛星雲圖模組

本計畫在此模組透過即時連線方式，連結至中央氣象局所發佈的衛星雲圖網頁，擷取其雲圖資料顯示於系統中，系統畫面如圖 2.15。



圖 2.15 衛星雲圖模組畫面

4. 颱風警報模組

針對颱風期間最容易造成邊坡崩塌情形，本計畫也將中央氣象局所發佈的颱風警報單以直接連線方式取得最新警報情形，以提醒監測人員，系統畫面如圖 2.16。



圖 2.16 颱風警報模組畫面

5. 影像觀測模組

本計畫將配合 CCD 影像模組從現地主機透過微波取得影像後，寫入資料庫，再藉由展示平台顯示最新影像讓使用者能即時監看邊坡的情形，系統畫面如圖 2.17。



圖 2.17 影像觀測模組畫面

第三章 QPESUMS 雷達降雨預報

本計畫採用中央氣象局的 QPESUMS 雷達降雨之預報資料，由於雷達降雨量在相對應的點降雨觀測上精度不足，因此收集地面雨量觀測降雨，並同時將影響雷達波降雨的重要因子考慮作為修正因子，以提高雷達降雨量預報之估算精度。

3.1 QPESUMS 雷達觀測降雨技術概述

中央氣象局與美國劇烈風暴實驗室(National Severe Storm Laboratory;NSSL)於 2002 年起開發「多重觀測工具之定量降雨估計與分類技術」(Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiples Sensors; QPESUMS)，有效利用雷達、衛星及雨量計等觀測資料以準確估計降雨型態及降雨強度，並透過分析技術的開發，提昇對於劇烈或突變天氣發生之監測、分析與預警的能力。此系統除了提供氣象人員分析參考外，其他氣象、工程、防災、水利及水庫管理等各單位，將其做最充分之有效利用，可達到防災、減災之目的。然而目前關於定量降水估計方面，係由 2003 年各月份最低仰角合成回波(Hybrid Reflectivity)與降雨量所擬合之 Z-R 關係顯示，降雨粒子分佈隨季節不同而有顯著差異性存在，欲使用此單一 Z-R 關係式來進行台灣地區不同降雨型態之降雨量估計，將存在極高的不確定性。

QPESUMS 系統由於具備氣象雷達之特性，可提供大範圍且空間上較為均勻、解析度較高的降雨資訊，因此為現階段改善降雨觀測不足之最有效的方法。其處理流程如圖 3. 1 所示，而產品功能則簡略介紹如下：

- 1.雷達資料品質控制 (Radar Data Quality Control)
- 2.亮帶確認 (Bright Band Identification)
- 3.三維回波顯示 (3-D Reflectivity Mosaic)

4.降水型態分類 (Precipitation Typing and Convective/ Stratiform)

(1)對流性降水 (Convective Precipitation)

(2)層狀降水 (Stratiform Precipitation)

5.混合掃描顯示 (Hybrid Scan Mosaic)

6.多重觀測定量估計 (Multi-sensor QPE)

在劇烈天氣研究結果中，發現偶爾在系統附近之中底層大氣會存在一個名為融解層(melting layer)的空間，當中高層固狀粒子(如冰晶)下墜時，若恰巧經過該層而被雷達觀測到時，則在融解層附近會出現回波強度增強之情況，稱之為「亮帶」(bright band)。此現象將造成處理雷達回波資料對於降水估計上面的誤差發生，但 QPESUMS 系統則能透過亮帶確認之功能，進行回波強度之修正，以便進行降水估計的機制。另外由於台灣屬於海島型國家，氣候變化劇烈，而降水粒子的直徑大小又與季節、風暴系統之規模，與風暴系統所擁有之生命期長端等因素有關，而 QPESUMS 系統在此為區分不同的降水型態，主要分類為對流性降水與層狀降水兩大類，目的在於減少雷達回波對降水推估上所產生的誤差。

中央氣象局已於 2001 年完成全省四個地區雷達站設置，並且完成全島雷達網的建立，圖 3. 2 為全省雷達網分佈圖。因為雷達觀測易受到地形屏障與雷達觀測距離的限制，仍需整合其他觀測工具來增加定量降水估計的正確性，特別是衛星與自動雨量站資料的配合。氣象雷達為美國 Weather Surveillance Radars-1988 Doppler(WSR-88D)都卜勒雷達。此雷達系統乃為美國 NWS(National Weather Service)所研發出的高敏感度且功能性強之雷達系統。WSR-88D 雷達不僅能提供局部地區之降水強度、移動性與劇烈降水偵測，並且能針對雪、冰雹等多種惡劣天氣現象觀測其資料，另外也提供局部地區之環境風場資訊。主要包含許演算方式(algorithms)能夠產出多種雷達觀測產品，可依照任務設定而提供警示資訊和相關資料，也可透過系統內建功能介面與其他 WSR-88D 系統進行資料交換。

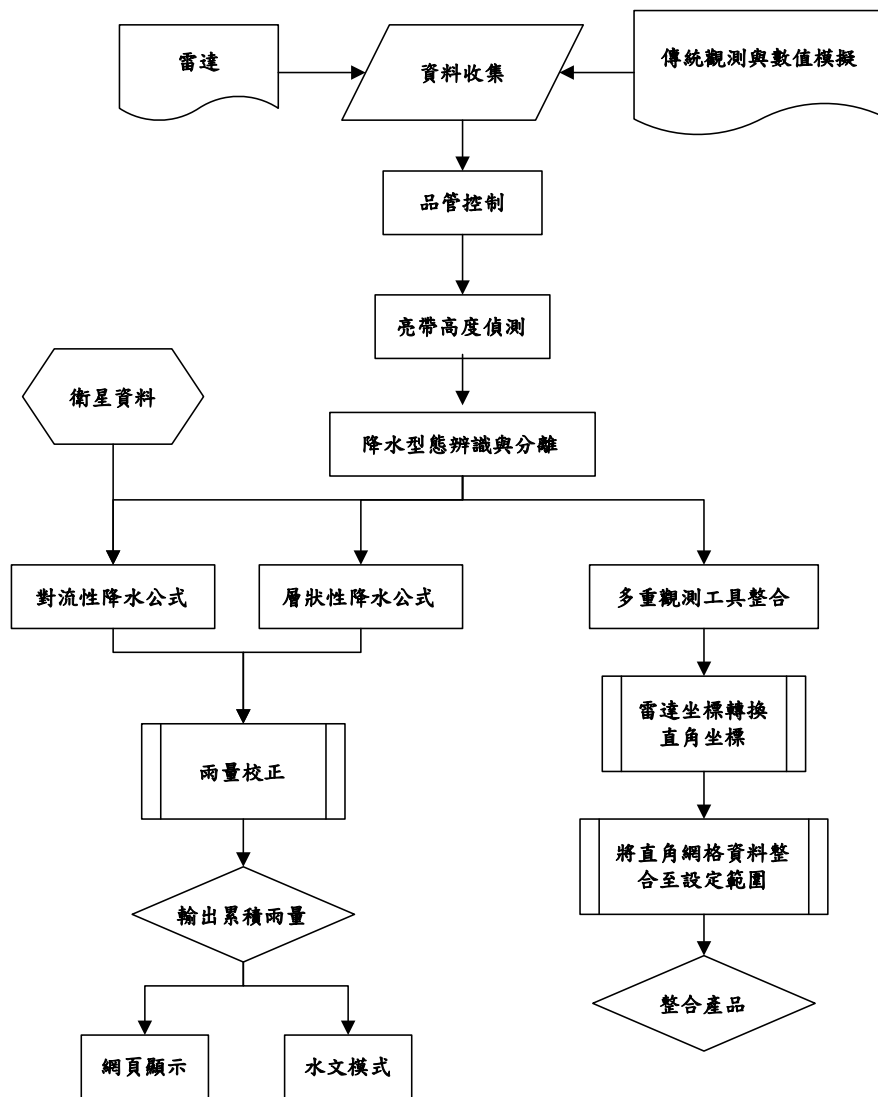


圖 3.1 QPESUMS 系統資料處理流程(改繪自中央氣象局)



圖 3.2 全省雷達網分佈圖(張保亮等人，2006)

3.2 雷達回波估計雨量方法

自 1960 年之後，由於大量的雨量站觀測資料開始被用於雷達資料校正所用，逐漸確認雷達能相當準確地估算雨量之能力。透過 Z-R 關係式的建立，並且與降雨地區地面所建立之雨量站，能夠提供該地區的降水量(即 R 值)，即可利用蒐集到的降水回波強度(即 Z 值)，可以掌握大範圍地區的觀測資料，此乃與雨量站所反映出的小區域之雨量觀測不同。使用雷達針對大範圍地區蒐集雨量之空間分部資訊，乃是一種經濟且有效的方式。

目前 QPESUMS 系統主要採用兩種方法並行之方式，分別為單一因子之降水估計:Power-law Z-R 關係式;多重因子之降水估計:雷達與地面雨量計配合法(Radar-Rain gauge Method)，現階段所使用之 Z-R 關係式為下式:

$$Z = 32.5R^{1.65} \dots\dots\dots (3.1)$$

上式主要是參考 Alberta, Canada 之夏季對流降雨與雷達觀測資料之關係式(Xin et al., 1997)。另外，雷達與雨量計配合法則是將地面雨量站所量測的雨量資料與該點之雷達回波強度進行比對，並將雨量站的影響半徑暫定為 25 公里，再以雷達回波的空間分佈作為權重因數，將雨量之空間分佈情形估算出來。由於 QPESUMS 系統能提供 406 個自動雨量站資料，但經過測試發現部分雨量站之資料品質不穩定，為減少雨量推估誤差，故僅選用其中的 365 個站作為研究之用。

3.3 QPESUMS 資料處理(二度分帶坐標網格繪製)

由於中央氣象局所提供之 QPESUMS 雷達雨量是以經緯度為基準觀測坐標，而地面雨量站坐標則是以台灣二度分帶坐標為主，因此欲進行地面雨量測站與對應之 QPESUMS 雷達網格前，必須先將坐標系統一致化，因此將 QPESUMS 坐標系統自經緯度轉至以台灣二度分帶坐標。

研究為了擷取地面雨量站位置與選取之雷達網格資料之相對應代號，當所有之 QPESUMS 系統雨量中心點轉換成二度分帶坐標點皆確定完成後，取相鄰之雷達網格的四個中心點坐標，令其對於新的網格繪製節點之權重值皆為四分之一(圖 3.3)所示，計算之簡單規則如下：

$$X_{NI} = \frac{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4)}{4} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$Y_{NI} = \frac{(y_1 + y_2 + y_3 + y_4)}{4} \dots\dots\dots (3.3)$$

上式中， x 代表各雷達資料點之二度分帶 X 坐標， y 代表各雷達資料點之二度分帶 Y 坐標，而 X_N 為經相鄰之雷達網格的四個中心點 X 坐標， Y_N 則為經相鄰之雷達網格的四個中心點 Y 坐標，如此能使繪出之新網格皆能使雷達資料點皆落於網格中心。QPESUMS 系統雷達雨量之網格套疊結果如圖 3.4 所示(以嘉義地區為例)，其中黑點為 QPESUMS 雷達資訊中心位置，而網格即為經轉換計算後之雷達網格分佈。由於

從球面坐標轉至平面坐標的緣故，所以在二度分帶坐標上之網格並非一規矩之矩形，最後搭配中央氣象局之雷達雨量根據其相對應的編號，即可得到每個地面雨量站所對應之雷達網格雨量值。

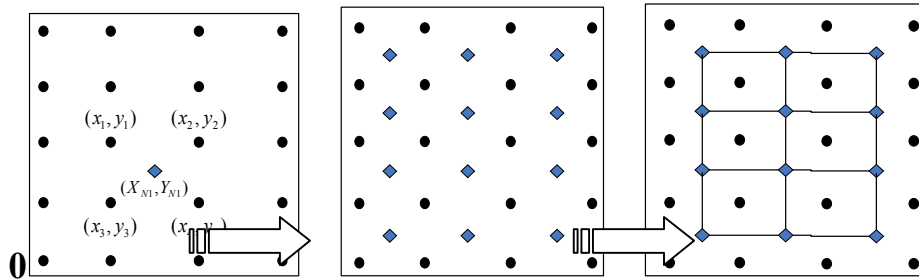


圖 3.3 QPESUMS 雷達雨量網格節點繪製流程圖

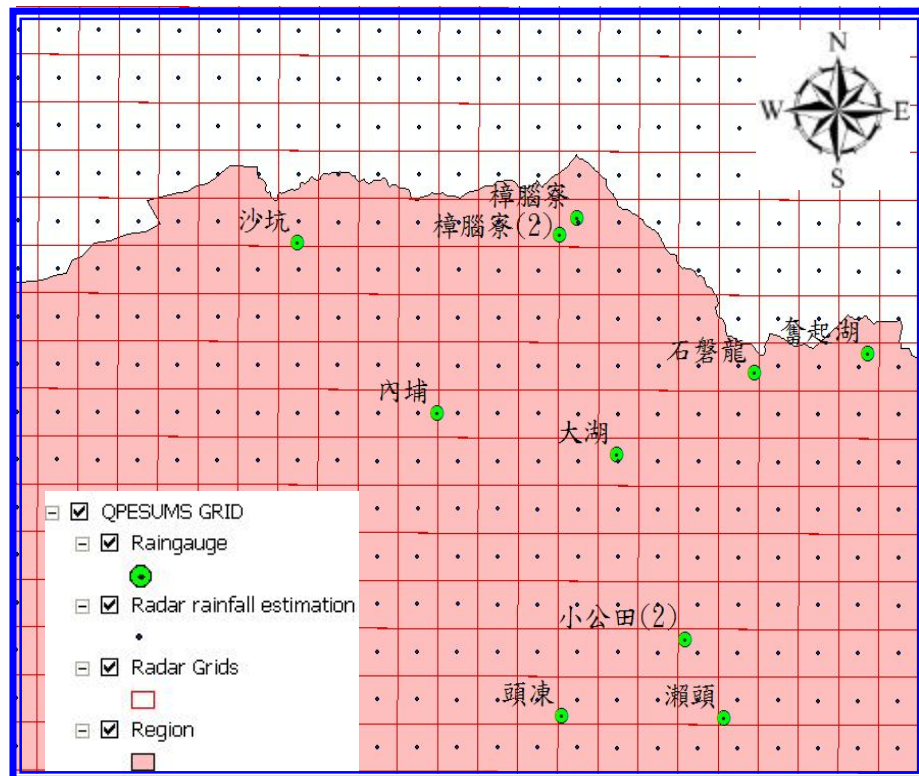


圖 3.4 QPESUMS 雨量網格套疊圖(以嘉義地區為例)

3.4 QPESUMS 雷達降雨修正方法

近年來由 Vapnik 及其共同研究者基於統計學習理論(statistical

learning theory)所提出的機器學習方法—支撐向量機(support vector machine, SVM)，最初應用於處理二位元分類的問題，後來漸漸應用於分類技術，並延伸至回歸問題。Umehara et al. (2003)建立支撐向量機結合前饋式類神經網路模式用來估計雷達雨量，其作法為將地面雨量先利用 SVM 做降雨與不降雨分類，並將地面雨量站對應上方之雷達回波因子及周圍 20 個雷達網格回波因子做為模式輸入，並結合前饋式類神經網路建立雷達估計雨量模式。Trafalis et al. (2005)建立四種學習機器：類神經網路(ANN)、支撐向量回歸(SVR)、最小平方支撐向量回歸(LR-SVR)、以及簡單線性關係式(LR)和 Z-R 關係式，先經由主成份分析各種雷達因子，分別輸入四種模式並比較其結果顯示 SVR 以及 LR-SVR 皆表現比 ANN 要好。

本計畫利用支撐向量回歸(Support Vector regression, SVR)法修正 QPESUMS 雷達估計降雨量，期望解決雷達降雨量低估的問題，並可保有雷達雨量具高解析度及涵蓋完整區域之優點。其中，修正雷達雨量的因子是根據劉鑽鏐(2009)的研究建議以雷達網格之估計雨量、地面雨量站位置之二度分帶 X 坐標與 Y 坐標為輸入因子、地面雨量站之高程以及地面雨量站到雷達站之直線距離的修正表現最佳。本計畫對於雷達降雨的修正流程如圖 3. 5 所示，先將部分預報資料、修正因子組合與地面雨量觀測結果藉由支撐向量回歸法(SVR)建立雨量修正模型，再以剩餘的資料進行驗證作業以確保修正模型的準確度，後續將再以此修正模型來修正 QPESUMS 所提供的 1~3 小時雨量預報。

其中，修正因子選擇對應上方之九個雷達網格單點雨量當作模式之輸入，是因為在處理無地面測站地區時，由於測站位置不一定都位於單點雷達回波之對應，因此難以權重方式處理。因此模式在雷達雨量輸入部份，參考 Liu et al. (2001)之做法，以地面雨量站對應上方之九個雷達估計雨量做為模式之輸入，如圖 3. 6 所示。而選擇地面雨量站位置之二度分帶 X 坐標與 Y 坐標為輸入因子，其目的是為了考量不同地區之降雨強度、降雨量在不同地點會有不相同的特性，因而增加降雨於空間分佈特性之資訊。而高程則是因為發現雷達回波因子受到地

形屏障影響，使得雷達估計雨量隨著地勢高程的增加有低估現象，希望能增加雷達估計雨量在垂直方向之相關性。此外雷達波束在傳播過程中會隨著距離增加而衰減，使得雷達估計雨量亦會隨著距離之增加而有低估現象，且根據 Joss (1990)發現隨著與雷達測站距離越遠，雷達估計雨量之誤差會越大；Morin et al. (2007)於文中指出，雷達估計雨量於距離雷達站 100 公里以內皆估計良好，超過 100 公里以外則有低估現象，因此將加入雨量站位置與雷達站之直線距離，目的是增加雷達估計雨量在水平方向之相關性。

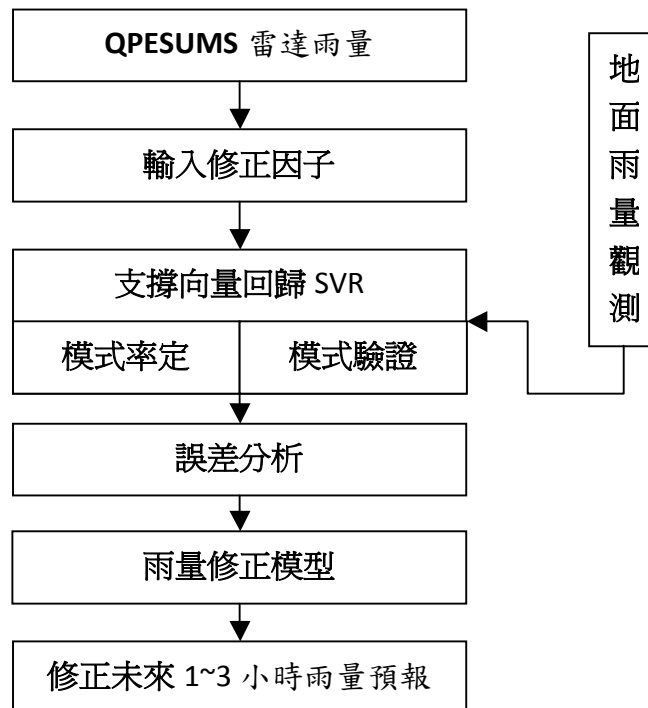


圖 3.5 QPESUMS 雷達降雨修正流程

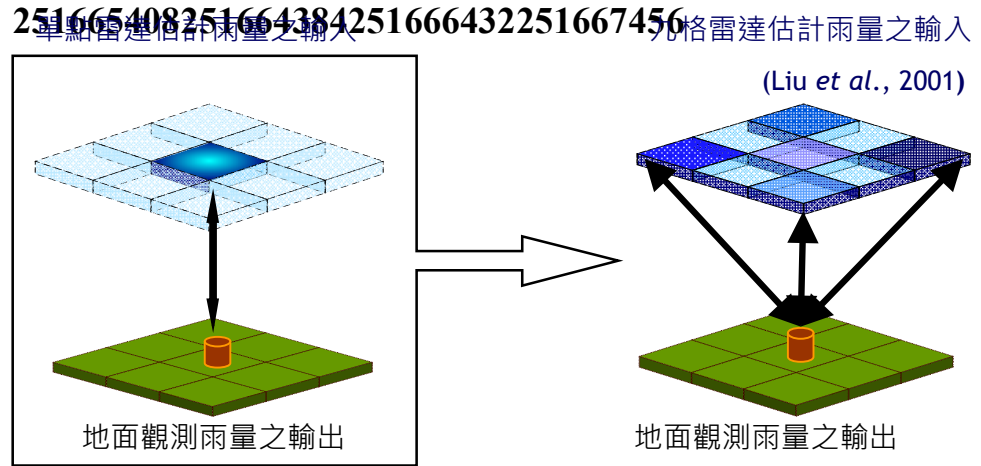


圖 3.6 雷達估計雨量之輸入方式

3.5 QPESUMS 雷達預報降雨修正方法

根據降雨預報可以得知研究區域未來可能的降雨量是否會達到邊坡滑動的臨界條件，進而對道路管理單位提出警告。本計畫的降雨預報資料主要是來自 QPESUMS 系統，根據 QPESUMS 系統所定義的網格位置處提供未來 1~3 小時的降雨預報，鑒於即時的 QPESUMS 降雨資料仍有誤差的疑慮，因此 QPESUMS 所提供的預報降雨資料仍需進行修正。同時，本計畫在 115.9K 處設置雨量計，利用現場觀測雨量來進行 QPESUMS 預報雨量的即時修正，主要是考慮觀測雨量與經 SVR 修正後的雷達雨量之間的誤差，並將此誤差視為系統誤差來修正 QPESUMS 的預報降雨。修正方法如下式所示：

$$C_QPF_t^i = QPF_t^i + (P_{obs\ t} - QPF_{t-i}^i) \dots\dots\dots (3.4)$$

其中， $C_QPF_t^i$ 為 t 時刻時預報 i 小時後(i=1~3)的預報降雨修正， QPF_t^i 為經 SVR 修正後的 t 時刻預報 i 小時後(i=1~3)之 QPESUMS 降雨， $P_{obs\ t}$ 為雨量計第 t 時刻即時的觀測降雨， QPF_{t-i}^i 為第 t-i 時刻預報 i 小時後之

QPESUMS 降雨。

3.6 利用 SVR 模式修正 QPESUMS 雨量方法之率定與驗證

由於 115.9K 處並無歷史雨量觀測資料，因此選用附近的地面雨量站與氣象雷達測站之歷史雨量資料進行 SVR 模式的建立。本計畫所選取之地面雨量站之基本資料如表 3-1，而本區域是屬於五分山雷達站觀測範圍。

針對地面雨量站資料收集 2005~2009 年 12 場颱風事件時雨量觀測資料，分別為 2005 年之馬莎颱風、泰利颱風，2006 年之珍珠颱風、碧利斯颱風，2007 年之聖帕颱風、韋帕颱風，與 2008 年之卡玫基颱風、鳳凰颱風、辛樂克颱風、薔蜜颱風與莫拉克颱風。以其中的 10 場颱風：馬莎颱風、泰利颱風、珍珠颱風、碧利斯颱風、聖帕颱風、韋帕颱風、卡玫基颱風、鳳凰颱風與莫拉克颱風做為 SVR 模式之率定(calibration)事件，如表 3-2 所列；以其餘的颱風作為模式之驗證(validation)事件，如表 3-3。由於 QPESUMS 系統所使用之時間為世界標準時間(coordinated universal time, UTC)，轉換為台灣時間需要加 8 個小時(UTC + 8)。

表3-1 地面雨量站基本資料

測站名稱	測站代碼	二度分帶X座標	二度分帶Y座標	海拔高度(m)
武塔	01U470	327962.59	2705191.4	32
新寮(1)	01U120	325314.03	2724656.8	60
冬山	01U130	328554.79	2725850	5
清水	01U79	314439	2722915	268
樟林	01U450	325191.3	2702588	160
南澳	C0U770	332154.19	2705039.24	5
東澳	C0U760	334439.74	2712930.48	32
壯圍	C1U620	329036.94	2737830.4	17
再連	C1U630	317897.59	2734602.15	140
寒溪	C1U670	321709.77	2725667.76	147
古魯	C1U511	317187.47	2718691.69	492
冬山	C1U680	329500.95	2725494.72	22

新寮	C1U690	325230.23	2724732.53	101
玉蘭	C0U650	308585.64	2730159.9	494
太平山	C0U710	302443.52	2711306.02	1810
土場	C1U700	299517.74	2718710.1	370
羅東	C0U640	324942.77	2731100.05	24
牛鬥	C1U501	307225.34	2725969.86	47
三星	C1U660	315391.41	2729667.22	103
和中	C0T9D0	324453.12	2684906.35	7

表3- 2模式選取率定事件(2005~2009年10場颱風事件)

颱風名稱		資料時間(年月日時)
莫拉克	MORAKOT	2009080613~2009080904
鳳凰	FUNG-WONG	2008072621~2008072816
卡玫基	KALMAEGI	2008071708~2008071813
柯羅莎	KROSA	2007100507~2007100707
韋帕	WIPHA	2007091713~2007091916
聖帕	SEPAT	2007081618~2007081916
碧利斯	BILIS	2006071213~2006071406
珍珠	CHANCHU	2006051624~2006051804
泰利	TALIM	2005083108~2005090202
馬莎	MATSA	2005080404~2005080524

表3- 3模式選取驗證事件(2005~2009年2場颱風事件)

颱風名稱		資料時間(年月日時)
薔蜜	JANGMI	2008092622~2008092924
辛樂克	SINLAKU	2008091105~2008091506

原始 QPESUMS 雨量如圖 3. 7 (a)，經 SVR 模式修正後，如圖 3. 7 (b)，其相關係數由原本的 0.59 僅提升至 0.76，修正結果不盡理想。為了能夠建立更為完善的模式，本計畫進一步嘗試以 115.9K 處鄰近觀測站(東澳站與南澳站)建立 SVR 模式，其率定結果如圖 3. 8 所示，此模式於整體上雨量修正效果的較佳，修正後的效率係數可以提升到 0.82，可見南澳站與東澳站的雨量特性較其他雨量站不同，因此 115.9K 處的 QPESUMS 降雨量修正以後者的 SVR 模式進行。

在 115.9K 處雨量站設置完成之後，利用 2011 年 10 月 3 日暴雨事件來驗證 SVR 的修正成果，經 SVR 模式修正後的結果相當不錯，如圖 3. 9 所示，均方根誤差由原本 11.65(mm/hr)降至 9.45(mm/hr)，原本在強降雨低估的部分可以有效的修正。

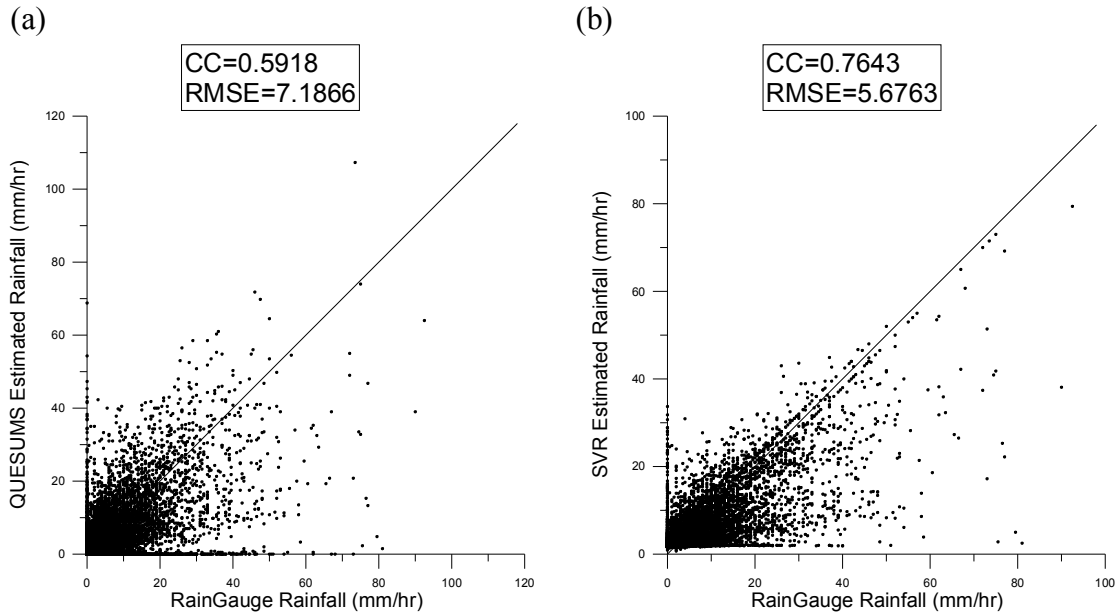


圖 3. 7 SVR 率定結果比較(20 站) (a)SVR 修正前(b) SVR 修正後

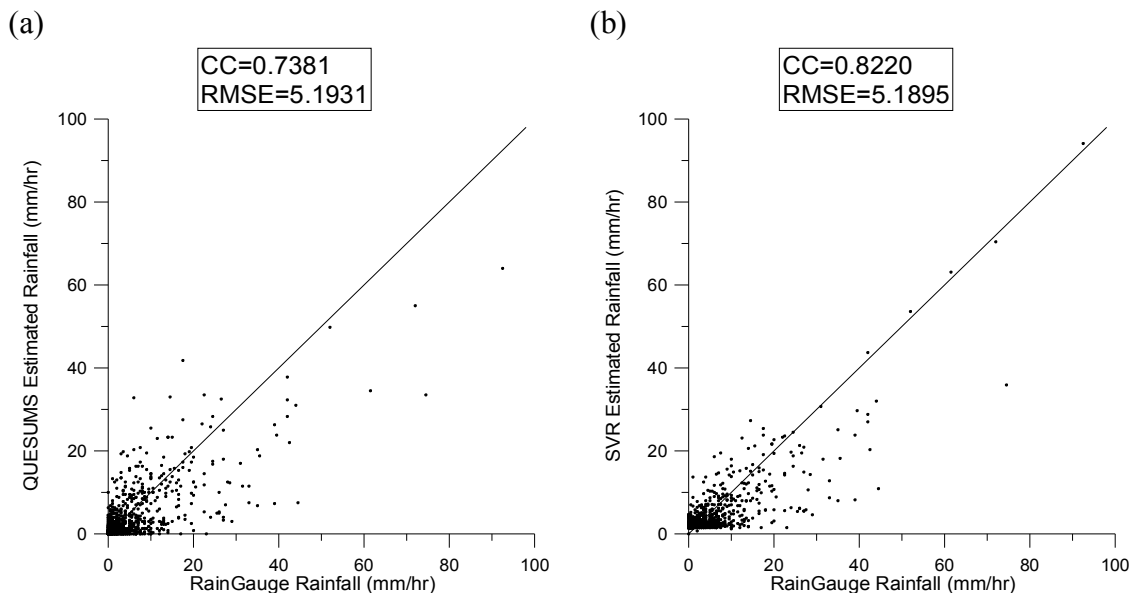


圖 3. 8 SVR 率定結果比較(東澳站與南澳站)(a)SVR 修正前(b) SVR 修正後

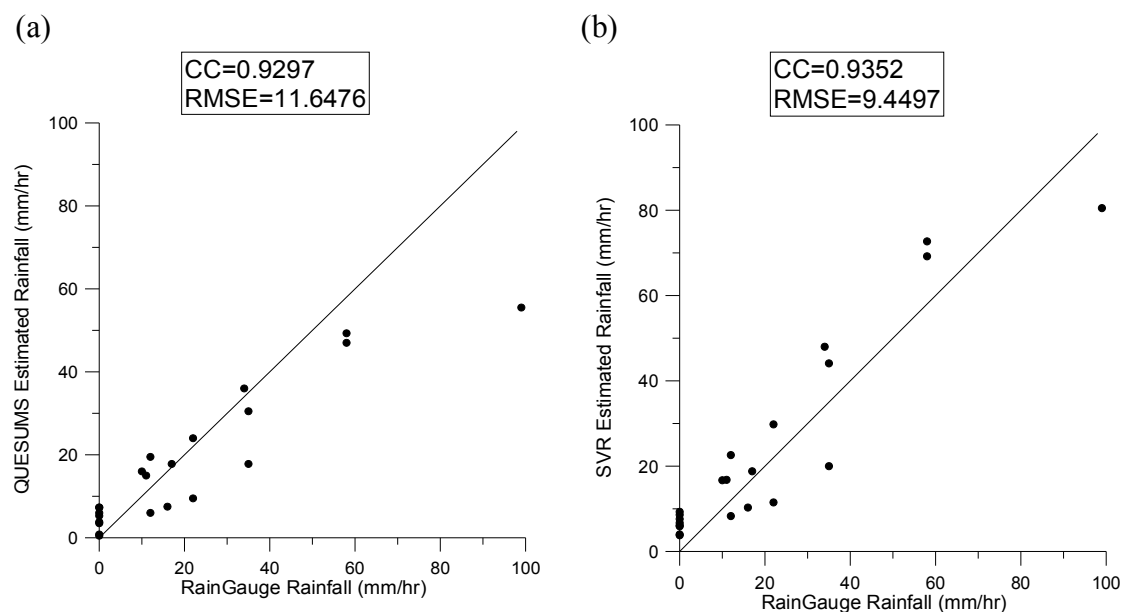


圖 3.9 SVR 驗證結果比較(115.9K 處)(2011/10/3 暴雨事件)(a)SVR 修正前(b)SVR 修正後

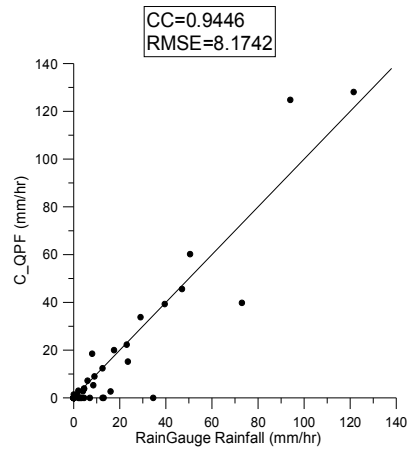
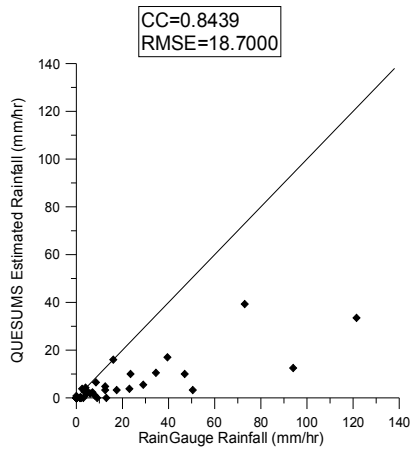
3.7 QPESUMS 雷達預報降雨修正結果

雷達預報降雨的修正成果分為兩部分展示，115.9K 雨量站建立之前利用東澳站在 2010 年 10 月梅姬颱風的預報修正成果展示，如圖 3. 10 與圖 3. 11 所示，而在雨量站設立之後是展示 115.9K 處在 2011 年 10 月 3 日暴雨事件的預報修正成果，如圖 3. 12 與圖 3. 13 所示，圖中 QPESUMS Estimated Rainfall 表示未修正前的預報降雨，而 C_QPF 表示修正後的預報降雨，經與實際降雨比較之後，因此可以說明本修正方法可以有效的修正預報降雨的誤差，提升本計畫在 115.9K 處對雨量資料的掌握。

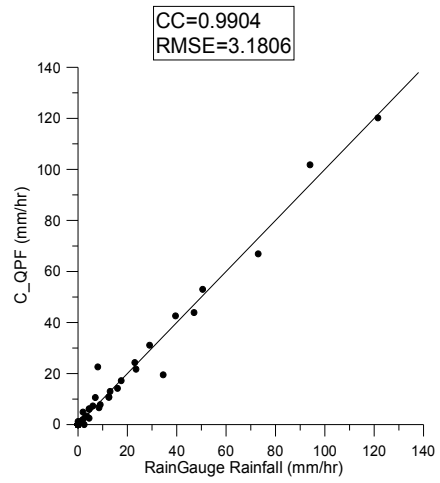
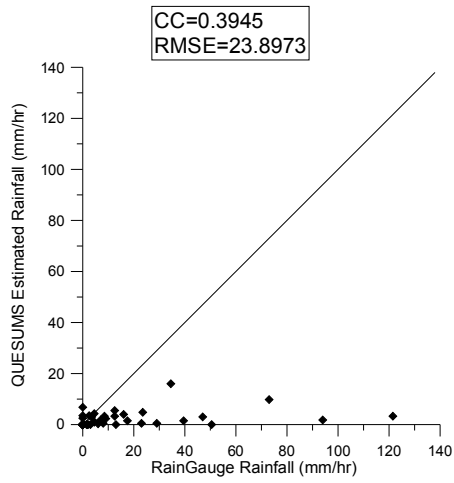
修正前

修正後

(a)



(b)



(c)

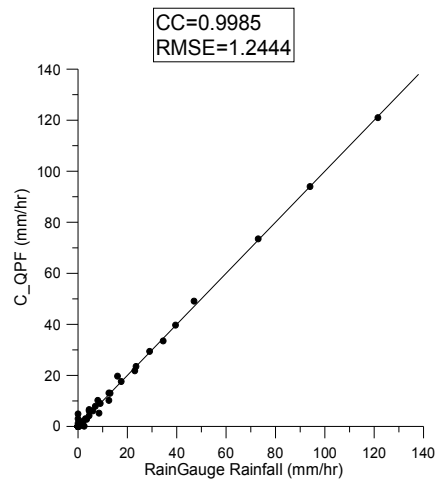
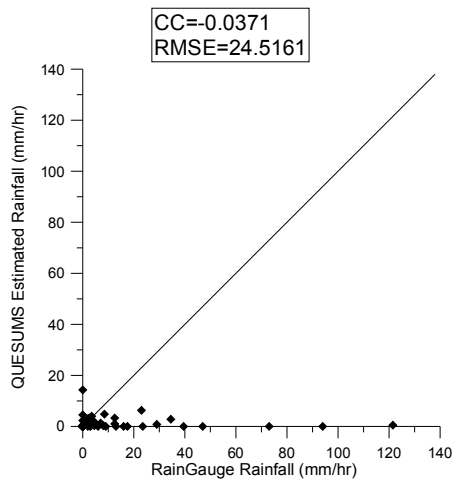
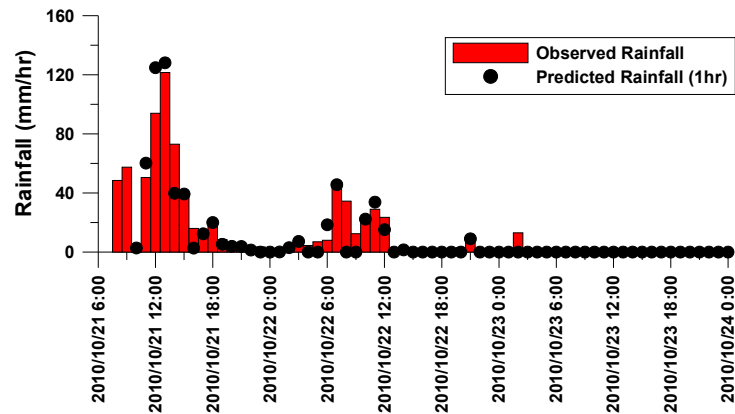
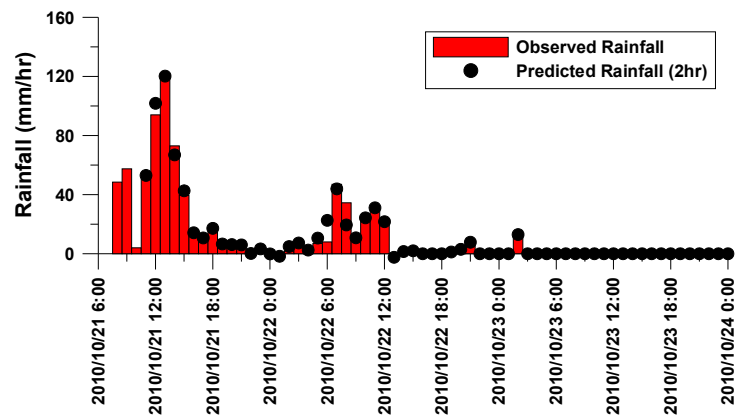


圖 3.10 梅姬颱風雨量預報修正結果比較(東澳站)(a)預報 1 小時後(b)
預報 2 小時後(c)預報 3 小時後

(a)



(b)



(c)

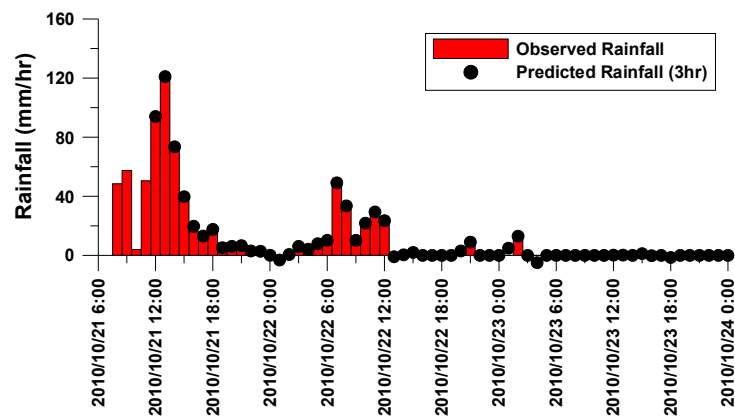


圖 3.11 梅姬颱風雨量預報修正結果(東澳站)(a)預報 1 小時後(b)預報 2
小時後(c)預報 3 小時後

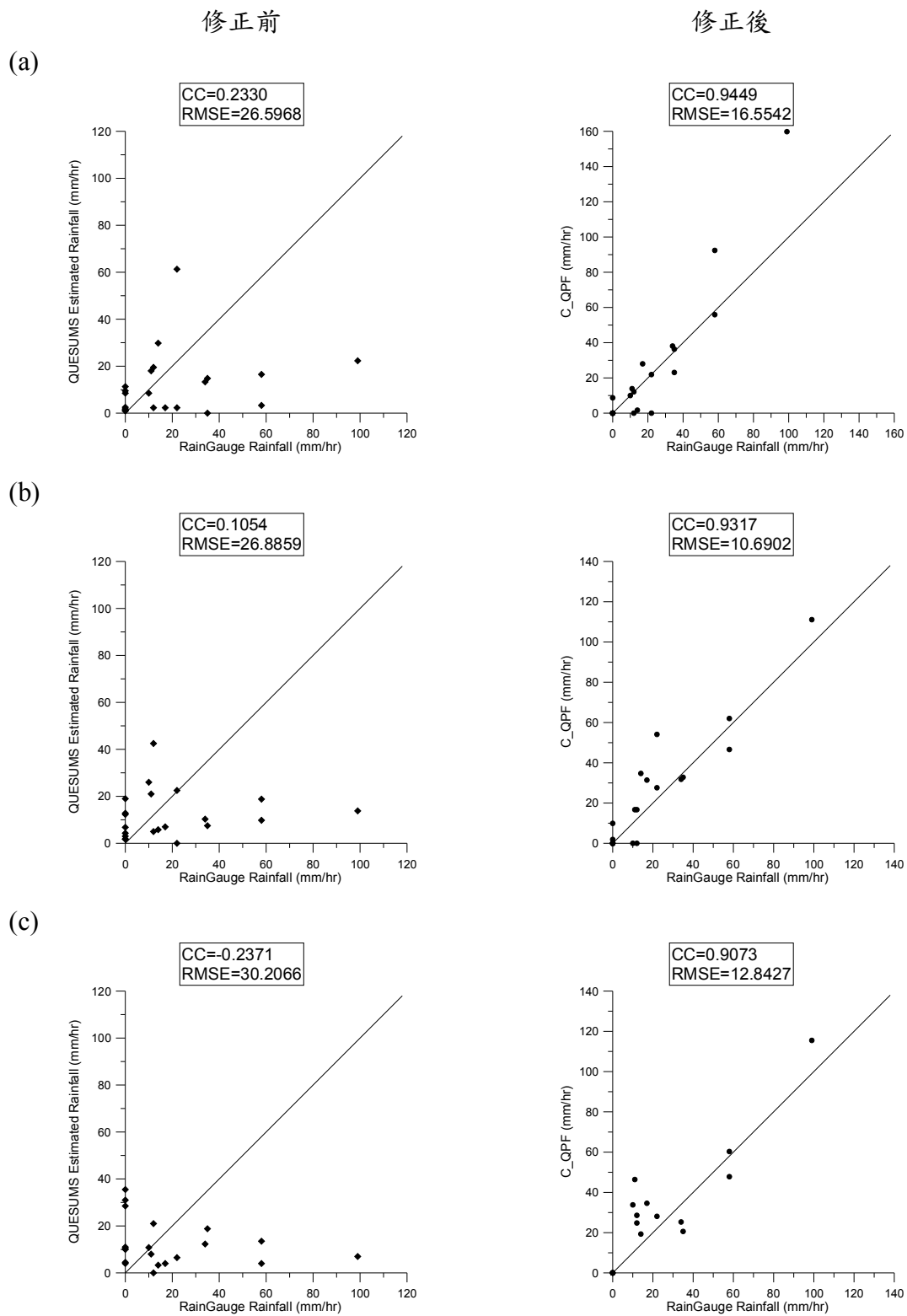
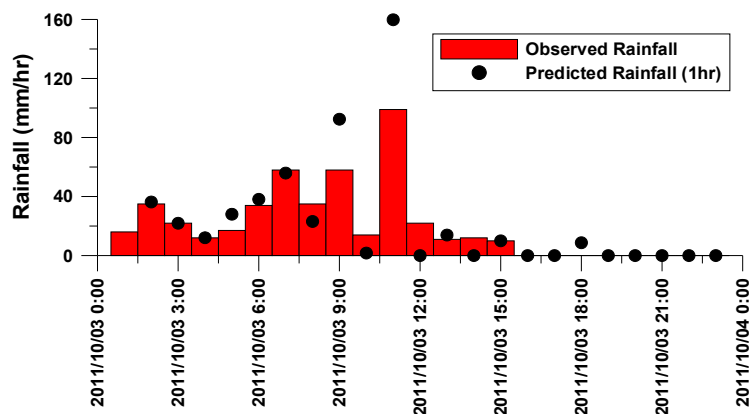
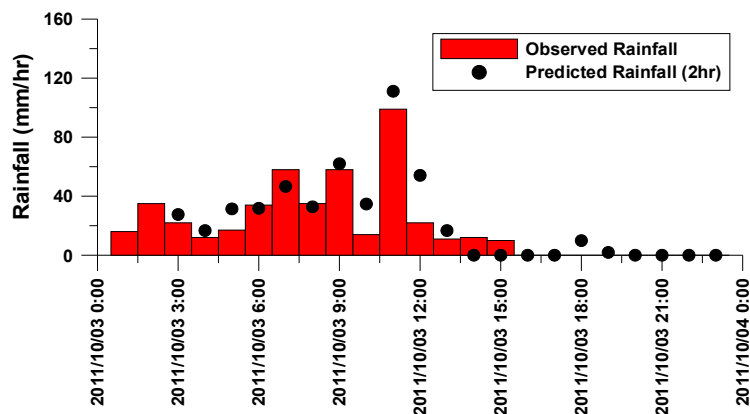


圖 3.12 2011 年 10 月 3 日暴雨事件雨量預報修正結果比較(115.9K)(a)
預報 1 小時後(b)預報 2 小時後(c)預報 3 小時後

(a)



(b)



(c)

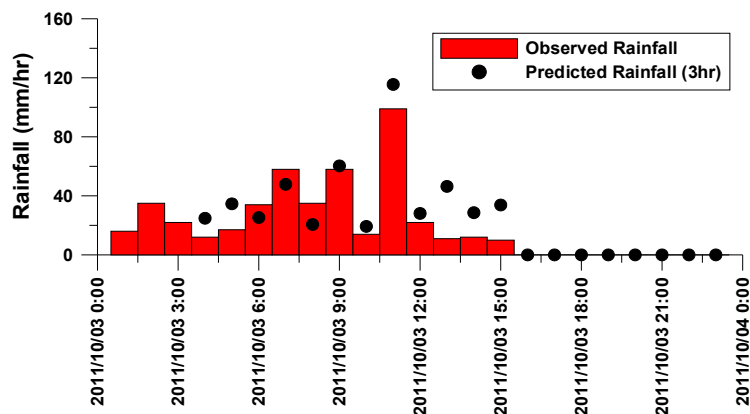


圖 3.13 2011 年 10 月 3 日暴雨事件雨量預報修正結果(115.9K)(a)預報 1
小時後(b)預報 2 小時後(c)預報 3 小時後

第四章 公路防救災決策支援系統

有鑑於雨量為邊坡崩塌的重大環境因素之一，為了能立即掌握即時雨量資訊與現地監測情況，並提供災時工程人員應變、決策及通報的機制，本計畫擬以過去台十八線五彎仔整合經驗，建置一套「蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式」，協助工程人員災時應變決策之用。

本研究之預警模式是以軟體代理人(Software Agents)概念為基礎，建立一套「災害預警資料交換機」。災害預交換機能即時收集災情資訊與現地儀器監測資訊進行資料彙整工作，一旦災情資訊與儀器監測資訊到達設定的安全警戒值，災害預警交換機將啟動自動通報機制立即通報相關負責工程人員進行道路管制或封閉的措施。目前本災害預警資料交換機所設定的災情資訊為「中央氣象局所發佈雷達降雨預報」及「雨量站資訊」；儀器監測資訊為「GPS監測資訊」與「現場自動雨量計資訊」，綜論上述其內容，可詳圖 4.1 蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式系統架構圖。

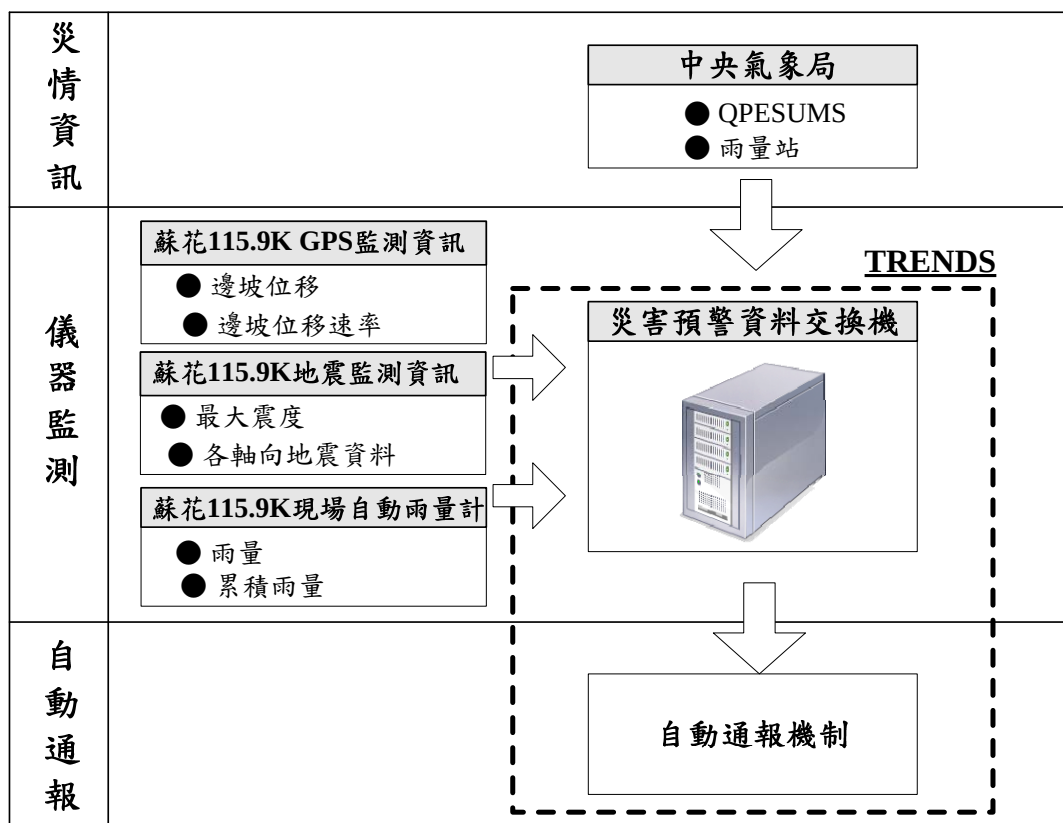


圖 4.1 蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式系統架構圖

在架構圖中列出預警系統運行機制，而各團隊分工亦可依上述架構分成災情資訊、儀器監測及自動通報等三部分，以此繪製成各團隊關連性流程圖，如圖 4.2，各團隊分工項目為：

- 1.逢甲團隊：現場 GPS 位移量、雨量、地震監測及 CCD 影像傳輸。
- 2.成大團隊：以 QPESUMS 進行現地未來 1~3 小時雨量預測。
- 3.達士特通訊股份有限公司：建置警示燈及警示語音等相關警示設施，在警訊發佈後自動開啟。
- 4.台科大團隊：引入中央氣象局 QPESUMS 雷達資料，整合成大修正及逢甲團隊監測成果進行警訊發佈。

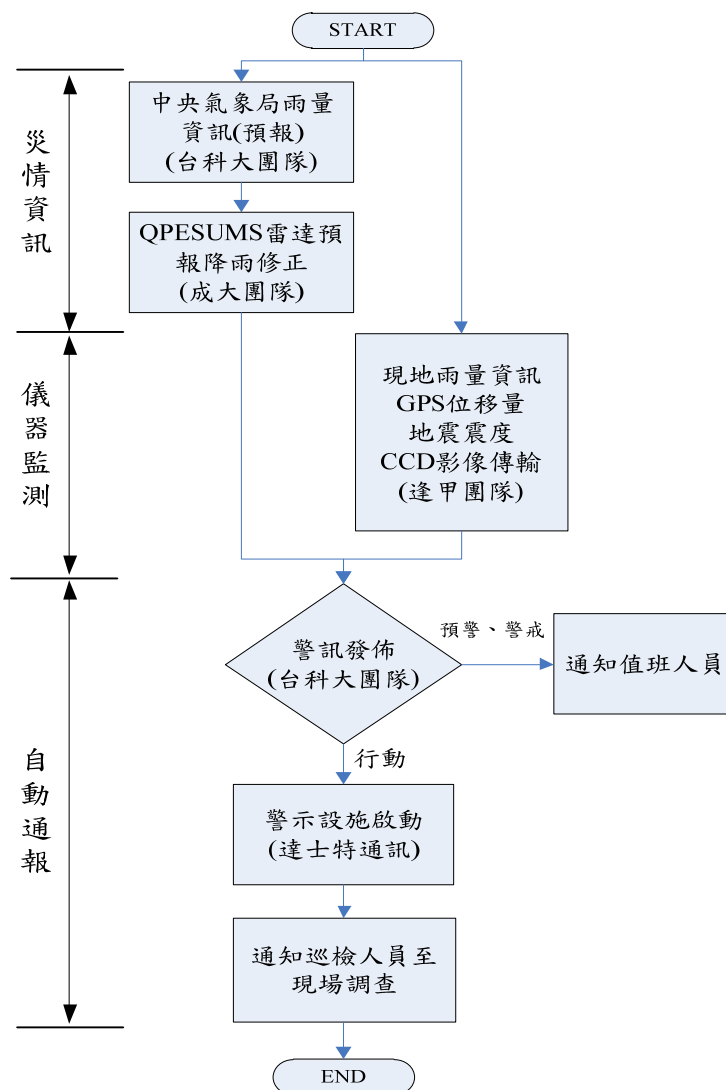


圖 4.2 各團隊關連性流程圖

4.1 災情資訊

現地雨量或累積雨量絕對是邊坡崩塌的重大環境因素之一，為了能立即掌握即時雨量資訊，本計畫以軟體代理人(Software Agents)概念為基礎，建立災害預警資料交換機。災情資訊將分別收集中央氣象局所發佈雷達降雨預報及與雨量站資訊，以所開發之災害預警資料交換機進行資料彙整工作。將藉由災害預警資料交換機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，提供資料分享，資料類別分述如下。

4.1.1 雨量資訊

雨量資訊參考中央氣象局公佈資訊如圖 4.3 所示，後續將與雷達降雨預報進行修正。

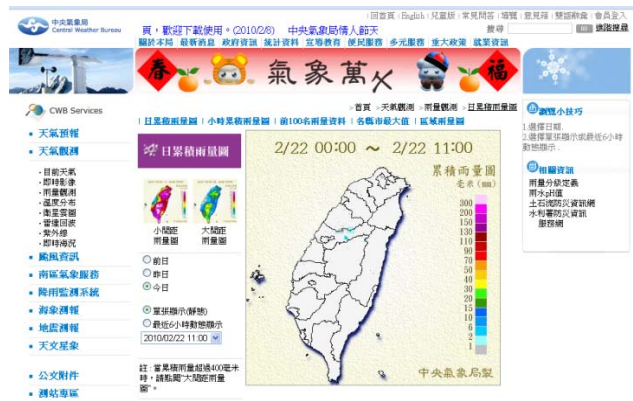


圖 4.3 中央氣象局雨量圖資訊[來源：中央氣象局網站]

1.1.2 QPESUMS 雷達降雨預報

集水區雨量的空間與時間分布會直接影響下游地區河川的逕流量與下游橋梁沖刷估算。由於台灣降雨的空間變異大，尤其在山區，但以目前的地面雨量站分佈狀態，並不足以能掌握降雨的空間變異特性，因此擬採用中央氣象局的QPESUMS雷達降雨(以下簡稱QPESUMS)來表現集水區內雨量的空間分佈如圖 4.4，由於雷達降雨量在相對應的點降雨觀測上精度不足，因此本計畫擬利用地面雨量觀測降雨，並同時將影響雷達波降雨的重要因子(比如距離與高度)考慮作為修正因子，以提高雷達降雨量之估算精度，同時將預報未來一小時的雨量。中央氣象局所提供的雷達降雨資料經修正之後可以反應出亦包含蘇花公路 115.9K 地區即時的降雨狀態。

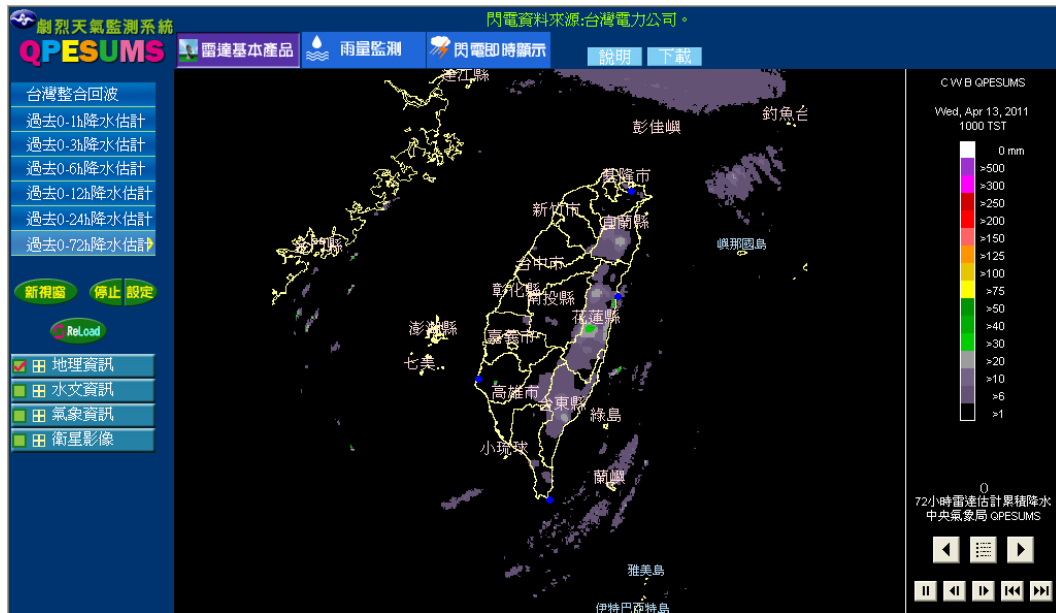


圖 4.4 中央氣象局 QPSUMS 資訊平台[來源：QPSUMS 網站]

4.1.3 儀器監測

本階段計畫將整合現地 GPS 監測資訊與現場自動雨量計數據，並以表格或圖形式展示。

4.2 自動通報

因工務段在平時任務執行上較無人員調派問題，而自然災害發生，往往狀況瞬息萬變，如遇特殊情況如大規模災變時，工務段如何在短時間指派合適人力及機具，進行災害應變為重要課題。此部分以災時自動通報為研究重點，針對蘇花公路 115.9K 建置自動通報系統。以下分別介紹 1.資料交換平台；2.系統災時運作流程；自動通報與指派機制。

4.2.1 資料交換平台

本研究以災害預警資料交換機之概念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，如圖 4.5所示。

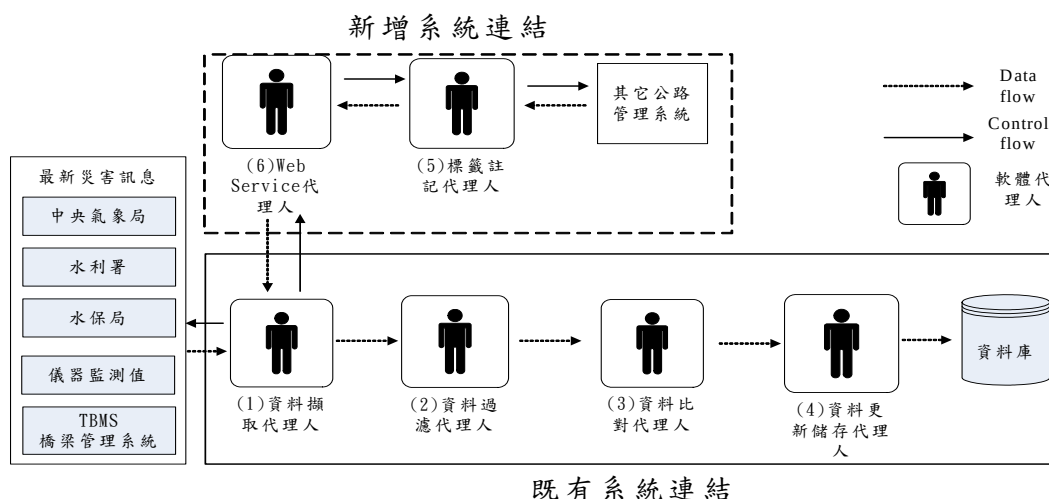


圖 4.5 資料交換平台架構圖

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。

資料交換平台整合災害資訊及坡地災害管理、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。

- (1)災害預警的啟動機制。
- (2)災害資訊、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。

欲建構資料交換平台之流程需分為四步驟，分別為：(1)制訂防災資料交換格式，(2)建構多代理人模式，(3)提供 Web Service，以下將以外部系統為交換對象進行介紹。

1. 制訂防災資料交換格式

此一步驟主要為擬定交通工程各類資訊之資料交換標準格式，以 XML 方式表現，提供不同系統間，進行資料之交換。XML 為一九八六年國際標準組織公佈的一個名為「標準通用標示語言」(Standard

Generalized Markup Language, SGML)的精簡版/子集合。XML 文件和訊息的主要特色在於它是以結構及資訊內容為導向的語言。利用此種方法將資訊內容、結構和格式等不相同的文件要素予以區分。

目前國內具備或應用 XML-based 標準的產業尚少，其它產業與體系則尚處在萌芽階段，本文將建立邊坡相關 XML 資料傳遞標準範例，以協助相關單位運用多代理人模式(Multi-Agent)進行線上協同作業。

2. 建構多代理人模式

國內現有交通相關系統皆為獨立運作且資料互不相連，許多資料皆重複建置且格式不一，造成資源共享不易。為避免在系統整合時重複建置系統之問題，此階段將建構一多代理人模式。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，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。本文藉由智慧代理人間可相互溝通之特性，建立一多代理人之環境，協助完成整合交通工程相關資訊管理系統。所建置之六個智慧代理人分別是資料擷取代理人、資料過濾代理人、資料比對代理人、資料更新儲存代理人、Web Service 代理人及標籤註記代理人。前四項沿用交通工程防災預警系統之智慧代理人，後兩項為新開發之智慧代理人。功能簡述如下：

(a) 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，本系統以外部系統為測試案例進行此代理人測試。

(b) Web Service 代理人則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。

智慧代理人將是各公路相關系統對外之窗口，各代理人之間會以前一階段中所確立之 XML 資料格式交換各資訊。此架構由多智慧代理

人構成一群組，代理人將自動溝通，運用 Web Service 取得所需之資料或提供資料。

3. 提供 Web Service

舊有系統網頁通常是以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(如智慧代理人)所判讀，因此為了讓外部系統提供XML格式文件，此階段(如圖 4.6)藉由標籤註記代理人先行對舊有系統網頁進行註記，再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對外之Web Service功能，各項資訊與服務透過Web Service之方式開放給予其他Agent連結。Web Service為近年來所推動之技術標準。其特色為採用XML(eXtensible Markup Language)技術傳遞結構性資料，且因為Web Service包含一些開放標準技術，所以讓服務互通更為方便，這些技術主要為：(a) SOAP：為通訊之協定、(b) WSDL：描述所提供之Web Service的介面標準及(c) UDDI：將服務提供者的資料註冊供人查詢。三者之關係如圖 4.7所示。

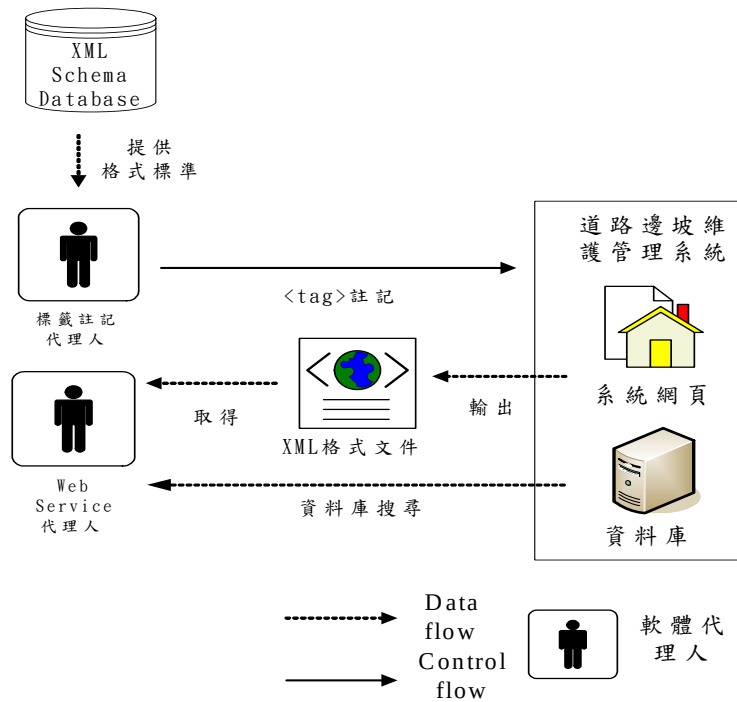


圖 4.6 外部系統代理人運作模式圖

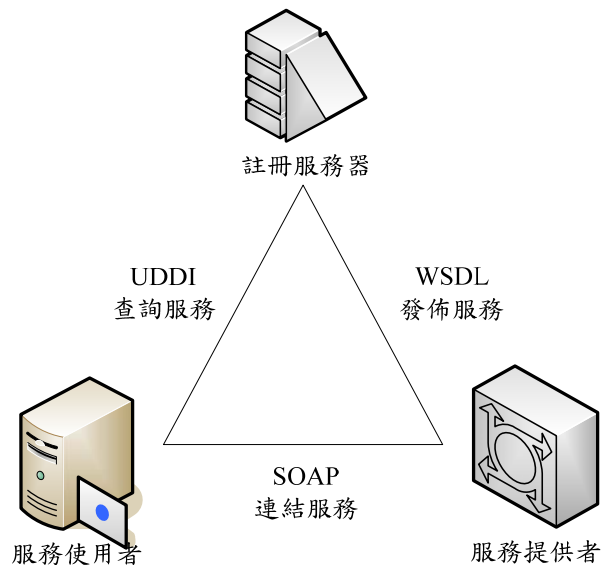


圖 4.7 Web Service 架構圖

經由此架構，各服務使用者(相關公路系統)，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，在設定智慧代理人之初始值後(資料之輸出、輸入及服務)，即可連結各系統，整合各項資訊。

並藉由Web Service代理人之協助建立各模組功能之Web Service功

能。由此架構達到自動化資料交換，並可將功能模組整合。如圖 4.8，步驟說明如下：

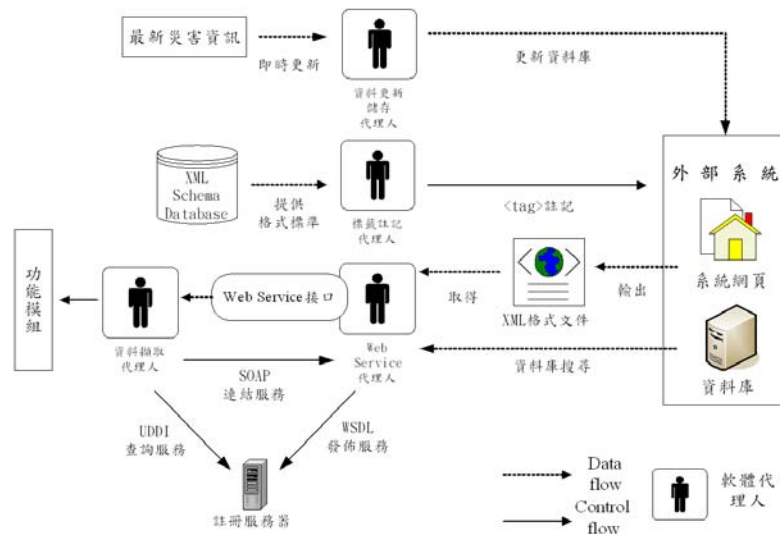


圖 4.8 外部系統管理 Web Service 圖

(a) Step1：標籤註記

標籤註記理人產生標籤對原有資料欄位進行註記。

(b) Step2：更新最新災害資訊

資料更新儲存代理人將以資料交換表之項目在資料交換平台索取最新災害資訊，並更新外部系統管理資料庫。

(c) Step3：取得 XML 格式文件

Web Service 代理人以網頁擷取與資料庫搜尋方式取得符合 XML Schema 格式標準之文件。

(d) Step 4：發佈 Web Service

Web Service 代理人在註冊服務器中註冊所提供之資訊與服務項目以供搜尋。

(e) Step 5：查詢 Web Service

建置包含基本資料、工程、災損及巡檢等資料之檢索與維護等 Web Service 功能。

(f) Step 6：連結 Web Service

資料擷取代理人由註冊服務器中獲得資料索取訊息，連結 Web Service 獲得服務，並將 Web Service 實做為公路防救災決策支援系統之功能模組。

4.2.2 系統災時運作流程

目前蘇花公路之邊坡塌崩發生主因主要來自豪大雨、邊坡滑動及地震災害。本計畫將針對不同災害類型進行探討，詳述如下：

蘇花公路邊坡 115.9K 屬於高崩塌潛勢區域，故工務段需指派留守人員，隨時監控邊坡狀況。當災情發生時，則指派備勤人員協助災害應變。本系統利用災害預警資料交換機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，啟動豪大雨、邊坡滑動及地震災害支援指派流程機制(圖 4.9至圖 4.11)，各指派流程皆依整備、巡檢、管制及解除四大階段進行運作。管理人員透過系統設定留守人員及備勤人員名單，並確認工務所內留守人員。工務段視公路狀況指派留守人員進駐，留守人員可根據災害預警資料交換機對災害資訊收集狀況決定是否至現場進行巡檢。當巡檢人員到達現場後，可利用手機回傳邊坡狀況代碼。系統將依據巡檢人員及橋梁看守人員所回傳的代碼，判定災害等級，如為正常(安全)則保持道路通行；如為異常(不安全)，則系統會根據指派機制進行交通管制或封路。

1. 豪大雨災時運作流程

在颱風警報發佈後，當時雨量大於 40mm 或 24 小時累積雨量大於 130mm 時，系統將立即發佈預警簡訊通知管理人員降雨狀況；當時雨量大於 50mm 或 24 小時累積雨量大於 200mm 時，系統將立即發佈警戒簡訊通知管理人員降雨已達警戒標準，並請值班人員提升戒備；當時雨量大於 60mm 或 24 小時累積雨量大於 290mm 時，系統將立即發佈行動簡訊通知管理人員降雨已達行動標準，並請值班人員進行現場巡檢。

如果巡檢人員進行現場巡檢時，發現邊坡無異常現象，則回傳代碼「101010」至系統，告知邊坡目前安全，系統會將此訊息通告段長；若巡檢結果有異常滑動現象則回傳代碼「101019」，系統會將此訊息通告段長，請段長派員進行現場封路，並即刻啟動警報器提醒用路人邊坡異常提高警覺。

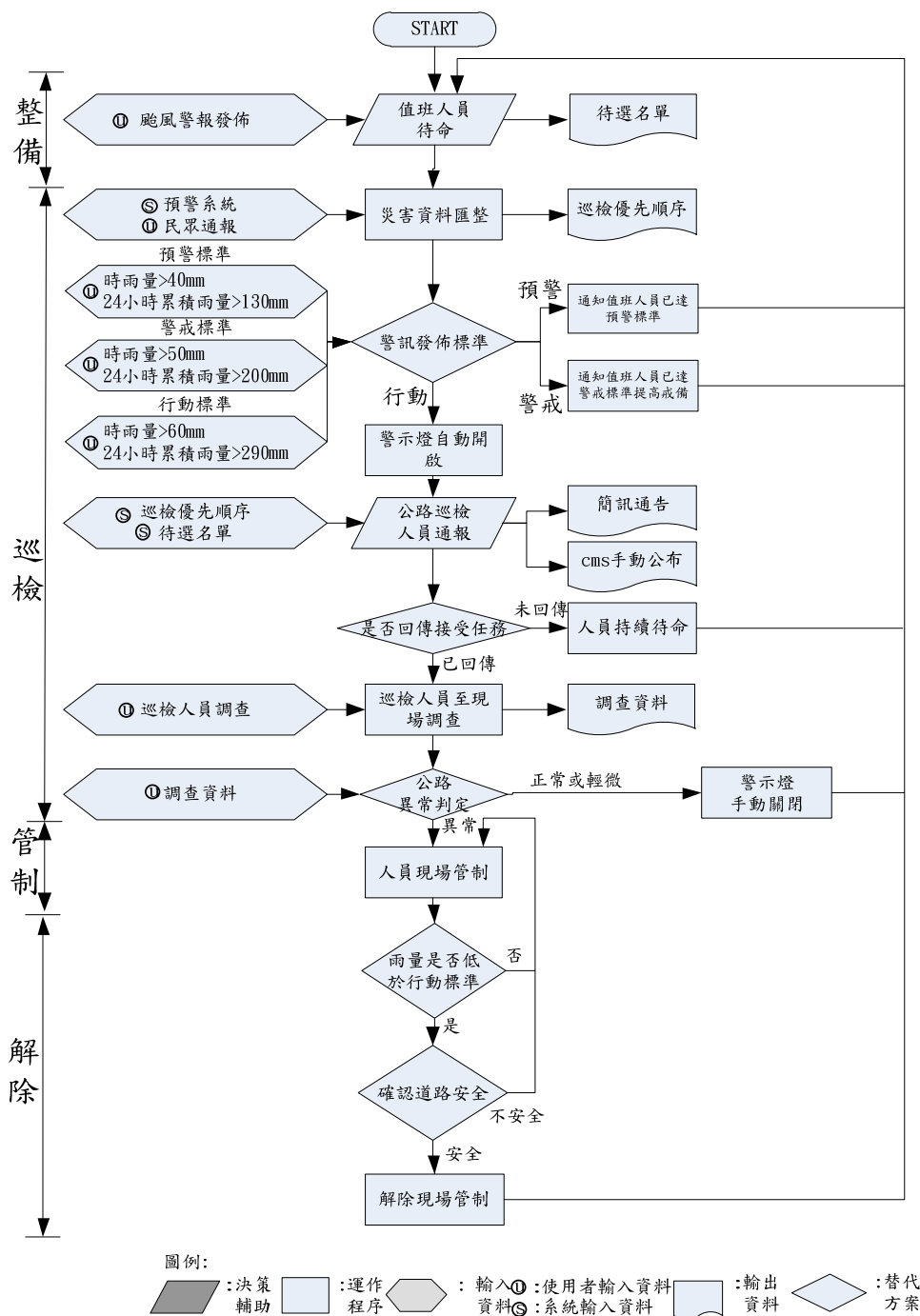


圖 4.9 系統災時運作流程圖(豪大雨)

2. 邊坡滑動災時運作流程

在颱風警報發佈後，當 GPS 位移量大於 30mm 並小於 50mm 時，系統將立即發佈警戒簡訊通知管理人員位移量已達警戒標準請值班人員提升戒備，管理人員可透過現場所架設的 CCD 影像察看邊坡即時狀

況；當 GPS 位移量大於 50mm 時，系統將立即發佈行動簡訊通知管理人員邊坡滑動已達行動標準，並請值班人員進行現場巡檢。

如果巡檢人員進行現場巡檢時，發現邊坡無異常現象則回傳代碼「101010」至系統，告知邊坡目前安全，系統會將此訊息告知段長；若巡檢結果有異常滑動現象則回傳代碼「101019」，系統會將此訊息告知段長，請段長派員進行現場封路，並即刻啟動警報器提醒用路人邊坡異常提高警覺。

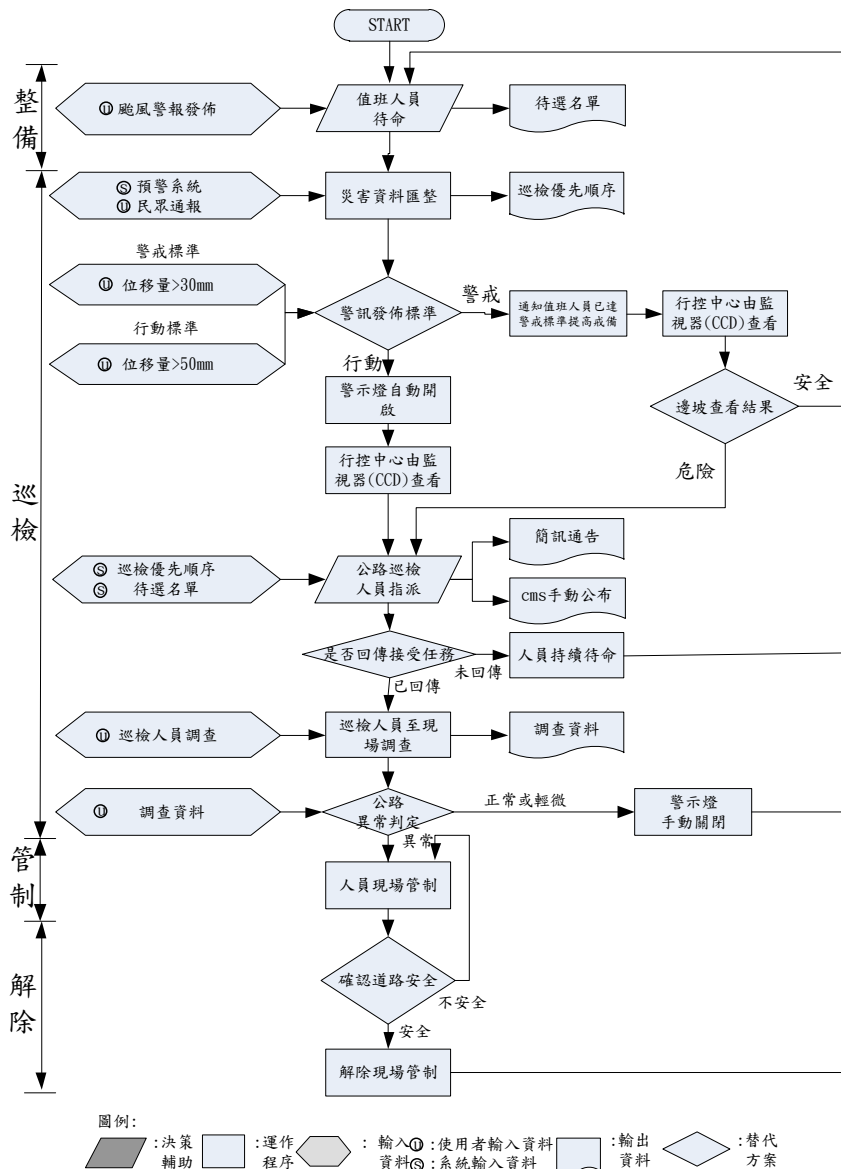


圖 4.10 系統災時運作流程圖(邊坡滑動)

3. 地震災時運作流程

在颱風警報發佈後，當地震規模大於 2 並小於 3 時，管理人員可透過現場所架設的 CCD 影像察看邊坡即時狀況；當地震規模大於 3 時，系統將立即發佈行動簡訊通知段長地震規模已達行動標準，並請值班人員進行現場巡檢。

如果巡檢人員進行現場巡檢發現邊坡無異常現象，則回傳代碼「101010」至系統告知邊坡目前安全，系統會將此訊息再告知段長；若巡檢結果有異常滑動現象則回傳代碼「101019」，系統會將此訊息告知段長，請段長派員進行現場封路，並即刻啟動警報器提醒用路人邊坡異常提高警覺。

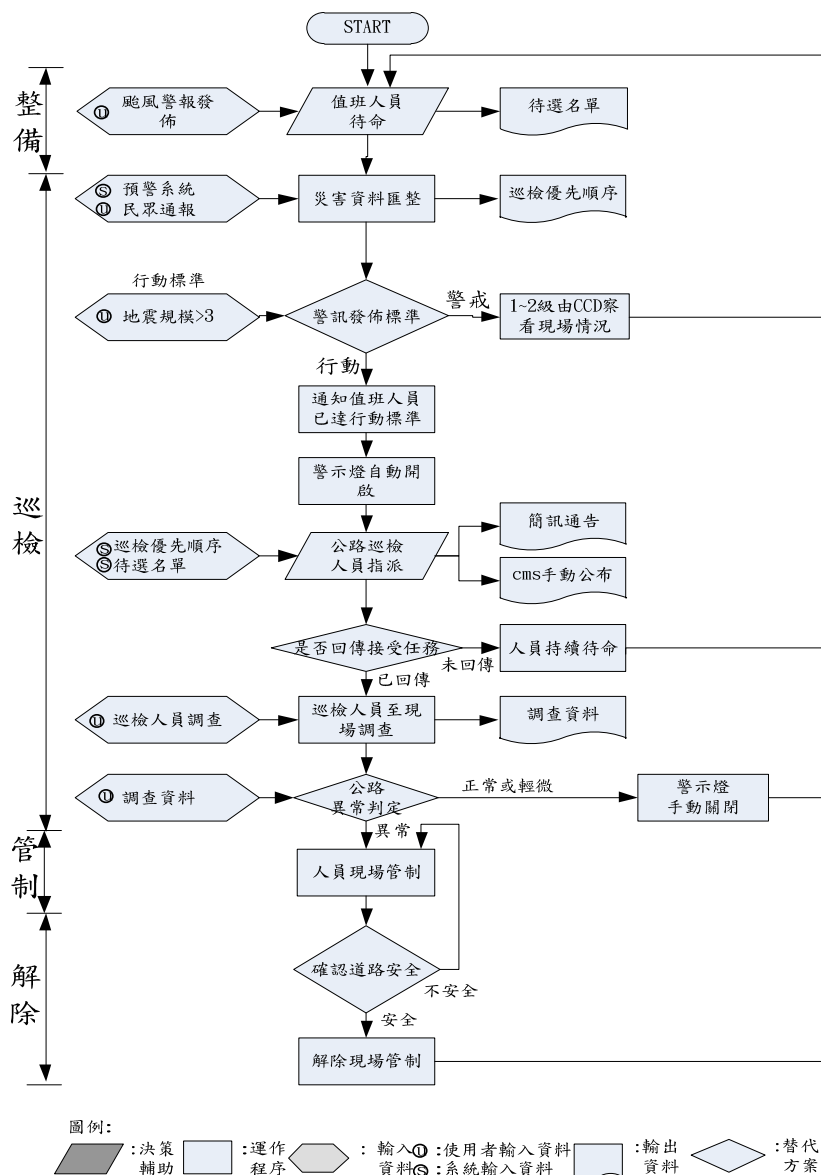


圖 4.11 系統災時運作流程圖(地震)

4.2.3 自動通報與指派機制

配合上述三種運作流程以下將進一步介紹「(1)通報及回覆機制」及「(2)指派機制」，並編制其「(3)系統流程」能夠在包含這兩種機制下，達到自動通報與資源指派之功能。

1. 通報及回覆機制

「通報及回覆機制」乃根據上節「系統報運作流程」，需隨時掌握救災人員狀態之需求所建立。當系統發出簡訊後，需由接受簡訊的救災人員進行簡訊回覆，以確認該訊息內容已傳達，避免因通訊問題而造成資訊傳遞之落差。

「通報及回覆機制」將強化過去本系統單方向自動通報系統機制，採用台灣簡訊（<http://www.twsms.com/>）之API服務，建構出運用手機簡訊雙向通訊功能，提供工程師發送簡訊至系統完成通報或是回傳資料之功能。機制如圖 4. 12所示，系統以過手機簡訊或E-mail方式對救災人員發出通報。而救災人員在收到通知後，依照是否可接受任務等狀況，透過手機簡訊回覆給系統，或上網登入系統改變巡檢人員狀態，確認是否可執行任務。系統可根據救災人員回報狀態確認任務是否被執行或者需指派其他救災人員處理。根據上述機制系統可隨時掌握救災人員之狀態，並且依系統救災人員閒置狀態進行指派。

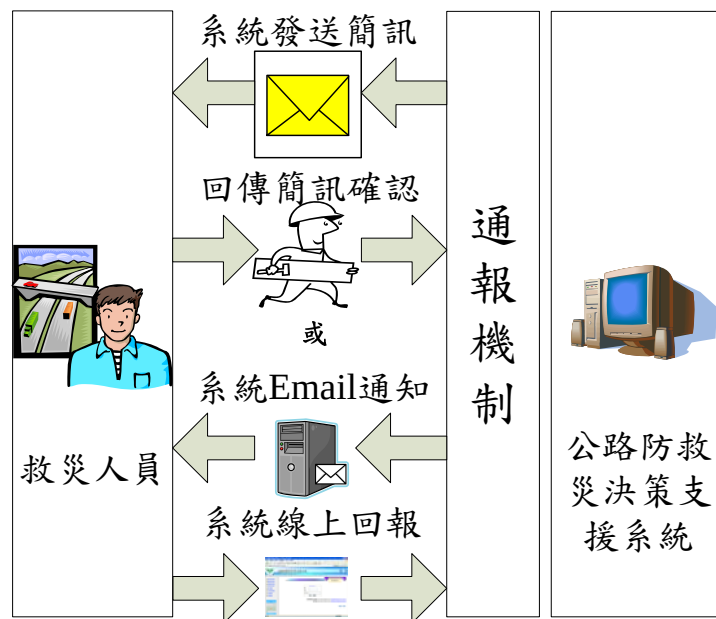


圖 4. 12 簡訊雙向傳輸架構圖

2. 指派機制

「指派機制」乃根據降雨量、位移量及地震規模等三項監控項目，分別設立預警、警戒及行動等三階段警訊發佈標準(詳細標準值大小請參閱前述的「系統災時運作流程」)，而指派對象分成工程處相關人員、輪值人員及留守人員等三類。為因應公務段之需求在指派機制上分別依三階段設立不同的指派準則：在達預警標準時，系統通告對象為輪值人員(包括段長、副段長及相關管理員等)，提醒監控項目的監測值已達到預警標準請提高警覺；在達警戒標準時，系統通告對象為輪值人員及留守人員(包括巡檢人員、管制人員及備勤人員等)，提醒監控項目的監測值已達到警戒標準，請留守人員做好整備等待下一階段警訊發佈；在達行動標準時，系統通告對象為工程處人員(包括處長、副處長及其他相關人員)、輪值人員及留守人員，提醒監控項目的監測值已達到行動標準，請留守人員即刻至現場進行巡檢。

3. 系統流程

有鑑於「通報及回覆機制」與「指派機制」流程的建立，將其流程導入公路防救災決策支援系統之中，藉由系統的即時資料擷取與破壞潛勢分析，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。本小節將以過去所制定災害應變運作流程為原則，新增封路後的對應處置措施。

未來工務段配合本系統運作，如圖 4. 13所示，當災害發生會自動將災害資訊或監測資料交換至公路防救災決策支援系統，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，經由系統彙整判定公路破壞等級後，由養路人員呈報段長後，由段長決定是否封閉道路，並將決定的結果向媒體發佈。

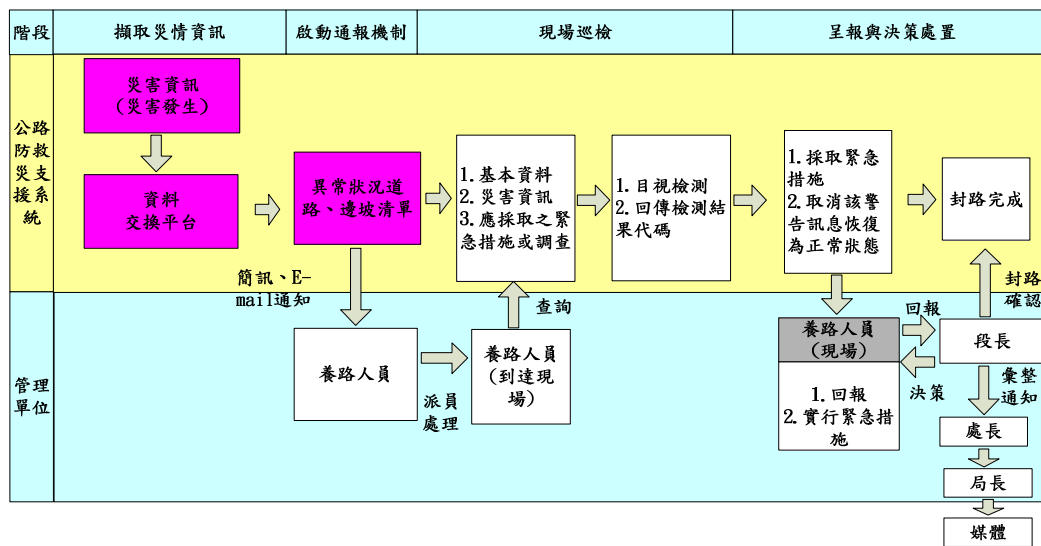


圖 4.13 邊坡道路災害通報機制

4.3 系統畫面介紹

系統為能維持正常運作並減低人為操作上的疏失，因此建立了單機版及網頁版兩種系統畫面供管理者及相關人員使用。

1. 單機版

單機版(圖 4.14)主要可分為即時監測及預測數據(雨量、邊坡滑動、地震)顯示及警訊發佈、通報人員名單設定、現地CCD監視影像連結、邊坡滑動緊急簡訊發佈及警示器手動啟用、等功能將分述如下。

蘇花公路115.9K預警系統

蘇花公路預警系統

工程處訊息發佈名單	工務段輪值人員名單	工務段留守人員名單 (北上)	警示燈狀態：
☒ 張運鴻	☒ 戴進富	☒ 詹晨耀	
☒ 廖吳章	☒ 陳昌焜	☒ 林泉盛	語音警示狀態：
☒ 薛讚添	☒ 林泉盛	☒ 簡茂賜	
☒ 陳營富	☒ 詹晨耀	☒ 游兆景	(南下) 警示燈狀態：
☒ 張佩筠	☒ 李文賢	☒ 張立群	
☒ 林俊雄	☒ 陳泰宏	☒ 李汪益	語音警示狀態：
☒ 蔡正弘	☒ 黃茂信	☒ 林英傑	
☒ 練長信	☒ 邱永芳	☒ 鄭欽文	
☒ 郭禮信		☒ 周芳銘	

雨量相關資訊：

資料更新時間：2011/10/14 下午 01:40:00

10分鐘雨量(mm)：0

時雨量(mm)：0

24小時累積雨量(mm)：0.5

未來1小時預測雨量(mm)：0.00

未來2小時預測雨量(mm)：0.00

未來3小時預測雨量(mm)：0.00

未來1小時的24小時累積雨量(mm)：0.5

未來2小時的24小時累積雨量(mm)：0.5

未來3小時的24小時累積雨量(mm)：0.5

警訊發佈狀態：

未達警訊發佈標準

cms發佈內容：

接受任務巡檢人員：

巡檢人員回覆現場狀況：

☒ 目視狀況良好 ☐ 建議道路管制

GPS狀態

(警戒值) 30 mm (行動值) 50 mm

簡訊緊急發佈鈕

GPS1：0 GPS2：0 GPS3：0 GPS4：0 GPS5：0

地震狀態

(警戒值) 4 震度：2 更新時間：2011/9/28 下午 07:51:00

啟動及停止鈕

人員名單更新 警示燈及語音開啟鈕

預警系統關閉 警示燈及語音關閉鈕

系統登入

帳號： 密碼： 登入 登出

系統雨量警訊發佈標準：

- 1.預警訊息發佈：
 - 時雨量(mm)>40
 - 24小時累積雨量(mm)>130
- 2.警戒訊息發佈：
 - 時雨量(mm)>50
 - 24小時累積雨量(mm)>200
- 3.行動訊息發佈：
 - 時雨量(mm)>60
 - 24小時累積雨量(mm)>290

備註：

- 1.系統運作前請先選定相關輪值人員及留守人員，再啟動預警機制。
- 2.當達「行動」標準時警示燈將「自動」開啟，待現地人員研判警戒狀況解除後，以手動方式關閉警示燈。

0.00 0 2011-10-14 13:49:00

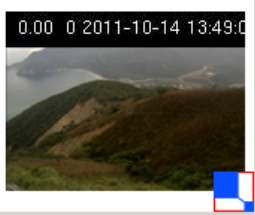


圖 4.14 蘇花公路 115.9K 預警系統(單機版)

(1)即時監測及預測數據顯示及警訊發佈

即時監測及預測數據共包含了雨量、邊坡滑動及地震等三項數據。在雨量方面，採用了現地雨量計進行時雨量及24小時累積觀測，並結合了QPESUMS雷達降雨預報進行未來1~3小時時雨量及24小時累積雨量預測；邊坡滑動監測方面是採用架設在邊坡上的GPS監測儀器進行位移量監測；地震監測方面則採用當地的地震儀即時記錄現地的地震規模。系統除了顯示這些監測及預測的數據外，當這三項數據分別達到警示標準時，系統將自動發佈簡訊通知相關人員。

(2)通報人員名單設定

系統將通報人員名單分成三大類：工程處訊息發佈名單、工務段輪值人員名單及工務段留守人員名單等三類，管理者可以勾選的方式進行通報人員名單選取及取消，便利管理者操作使用。

(3) 現地 CCD 監視影像連結

為了能讓管理者能掌控現場即時狀況，系統連結了 CCD 監視影像使管理者不論是在平時或災時都能察看邊坡是否滑動。

(4) 邊坡滑動緊急簡訊發佈與警示器手動啟用

系統為避免監測數據失準造成邊坡無預警滑動，因此設置了緊急發佈簡訊及警示器手動啟動模式，當管理者發現 CCD 影像中有土石崩塌狀況，危及用路人的生命及財產時即可手動啟用，通知相關人員進行封路並提醒用路人道路危險。

2. 網頁版

網頁版(圖 4. 15)主要是將單機版的所顯示的資料上傳至網頁上，管理者可在有網路的地方察看監測資料，並且設定了與單機版相同的緊急簡訊發佈功能，供管理者於緊急狀態時使用。

雨量相關資訊：	GPS位移(cm)	CCD狀態：
資料更新時間：2011/10/17 下午 12:00:00 10分鐘雨量 (mm)：0 8時雨量 (mm)：0 24小時累積雨量 (mm)：0 未來1小時預測雨量 (mm)：0.00 未來2小時預測雨量 (mm)：0.00 未來3小時預測雨量 (mm)：0.00 未來1小時的24小時累積雨量 (mm)：0 未來2小時的24小時累積雨量 (mm)：0 未來3小時的24小時累積雨量 (mm)：0	GPS1：0 GPS2：0 GPS3：0 GPS4：0 GPS5：0 地震狀態： (2011/9/28 下午 07:51:00) 規模：2	
警訊發佈狀態： 未達警訊發佈標準 cms發佈內容：	北上警示燈 北上語音警示 南下警示燈 南下語音警示	
接受任務巡檢人員：		簡訊緊急發佈
巡檢人員回覆現場狀況：		通報人員清單
備註： 1.雨量警訊發佈標準：(1)預警訊息發佈：時雨量>40mm；24小時累積雨量>130mm (2)警戒訊息發佈：時雨量>50mm；24小時累積雨量>200mm (3)行動訊息發佈：時雨量>60mm；24小時累積雨量>290mm 2.位移量警訊發佈標準：(1)警戒訊息發佈：GPS位移量>3cm (2)行動訊息發佈：GPS位移量>5cm 3.地震警訊發佈標準：(1)行動訊息發佈：地震規模>3 4.由CCD觀測時當邊坡發生異常崩塌時，請直接按下簡訊緊急發佈按鈕至現場巡檢		

圖 4.15 蘇花公路 115.9K 預警系統(網頁版)

4.4 警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

1. 狀況假設

某日颱風來臨，帶來超大豪雨落在蘇花公路 115.9k 時，系統運行及防災應變演練(降雨量分別到達預警、警戒及行動標準)。

2. 災前-通報人員名單選取

在災害來臨前管理者可依輪職清單勾選在災時要通報的人員名單，提供系統在災時進行警訊通報(圖 4.16)。

蘇花公路115.9K預警系統

蘇花公路預警系統

工程處訊息發佈名單	工務段輪值人員名單	工務段留守人員名單 (北上)	警示燈狀態：
☒ 張建鴻	☒ 戴進富	☐ 詹晨輝	
☒ 廖吳章	☐ 陳昌煜	☒ 林泉盛	語音警示狀態：
☒ 薛觀添	☒ 林泉盛	☐ 簡茂賜	
☒ 陳晉富	☐ 詹晨輝	☒ 游光景	(南下) 警示燈狀態：
☒ 張佩筠	☒ 李文賢	☒ 張立群	
☒ 林俊雄		☒ 李汪益	語音警示狀態：
☒ 蔡正弘		☒ 林英傑	
☒ 鍾長信		☐ 鄭欽文	
☒ 郭禮信		☐ 周芳銘	

雨量相關資訊：
資料更新時間：2011/8/25 下午02:40
10分鐘雨量(mm)：2
時雨量(mm)：12
24小時累積雨量(mm)：18
未來1小時預測雨量(mm)：14
未來2小時預測雨量(mm)：15
未來3小時預測雨量(mm)：17
未來1小時的24小時累積雨量(mm)：22
未來2小時的24小時累積雨量(mm)：23
未來3小時的24小時累積雨量(mm)：25

cms發佈內容：

接受任務巡檢人員：

巡檢人員回覆現場狀況：
☒ 目視狀況良好 ☐ 建議道路管制

警訊發佈狀態：
未達警訊發佈標準

GPS狀態
(警戒值) 30 mm (行動值) 50 mm
GPS1：0 GPS2：0 GPS3：0 GPS4：0 GPS5：0

地震狀態
(警戒值) 4 震度：2 更新時間：2011/6/25 下午11:40

啟動及停止鈕

系統登入
帳號： 密碼：

系統雨量警訊發佈標準：

- 1.預警訊息發佈：
・時雨量(mm)>40
・24小時累積雨量(mm)>130
- 2.警戒訊息發佈：
・時雨量(mm)>50
・24小時累積雨量(mm)>200
- 3.行動訊息發佈：
・時雨量(mm)>60
・24小時累積雨量(mm)>290

備註：

- 1.系統運作前請先選定相關輪值人員及留守人員，再啟動預警機制。
- 2.當達「行動」標準時警示燈將「自動」開啟，待現地人員研判警戒狀況解除後，以手動方式關閉警示燈。

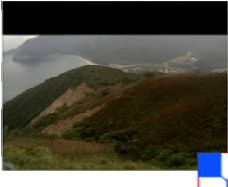


圖 4.16 通報人員名單選取

3. 災時-預警訊息發佈階段

颱風挾帶豪大雨來襲初期(如圖 4.17所示)，時雨量已增加為 45mm 以及 24 小時累積雨量已增加為 134mm達到「預警」標準，系統偵測到後將自動發佈預警訊息通知輪值人員(圖 4.18)。



圖 4.17 降雨量達「預警」標準



圖 4.18 輪值人員收到降雨量已達「預警」標準

4. 災時-警戒訊息發佈階段

颱風挾帶豪大雨來襲，雨勢逐漸增大(如圖 4. 19所示)，時雨量已增加為 56mm以及 24 小時累積雨量已增加為 203mm達到「警戒」標準，系統偵測到後將自動發佈警戒訊息通知輪值人員及留守人員(圖 4. 20、圖 4. 21)，提醒應開始整備並等待行動訊息通知。

蘇花公路115.9K預警系統

工程處訊息發佈名單
☒ 張道鴻
☒ 廖吳章
☒ 薛錫添
☒ 陳營富
☒ 張佩鈞
☒ 林俊雄
☒ 蔡正弘
☒ 鍾長信
☒ 郭豐信

工務段輪值人員名單
☒ 戴進富
☐ 陳昌煜
☒ 林泉盛
☐ 詹晨耀
☒ 李文賢

工務段留守人員名單 (北上)
☐ 詹晨耀
☐ 林泉盛
☐ 簡茂陽
☒ 游光景
☒ 張立群
☒ 李汪益
☒ 林英傑
☒ 鄭欽文
☒ 周芳銘

警戒燈狀態：
語音警示狀態：
(南下) 警戒燈狀態：
語音警示狀態：

系統雨量警訊發佈標準：
1. 預警訊息發佈：
- 時雨量(mm)>40
- 24小時累積雨量(mm)>130
2. 警戒訊息發佈：
- 時雨量(mm)>50
- 24小時累積雨量(mm)>200
3. 行動訊息發佈：
- 時雨量(mm)>60
- 24小時累積雨量(mm)>290

備註：
1. 系統運作前請先選定相關輪值人員及留守人員，再啟動預警機制。
2. 當達「行動」標準時警示燈將「自動」開啟，待現地人員研判警戒狀況解除後，以手動方式關閉警示燈。

雨量相關資訊：
資料更新時間：2011/8/25 下午05:40
10分鐘雨量(mm)：10
時雨量(mm)：56
24小時累積雨量(mm)：203
未來1小時預測雨量(mm)：56
未來2小時預測雨量(mm)：66
未來3小時預測雨量(mm)：68
未來1小時的24小時累積雨量(mm)：313
未來2小時的24小時累積雨量(mm)：426
未來3小時的24小時累積雨量(mm)：428

警訊發佈狀態：
已達「警戒」標準值

GPS狀態
(警戒值) 30 mm (行動值) 50 mm
GPS1：0 GPS2：0 GPS3：0 GPS4：0 GPS5：0

地震狀態
(警戒值) 4 震度：2 更新時間：2011/6/25 下午11:40

啟動及停止鈕
人員名單更新 警示燈及語音開啟鈕
預警系統關閉 警示燈及語音關閉鈕

系統登入
帳號： 密碼： 登入 登出

圖 4. 19 降雨量達「警戒」標準



圖 4.20 輪值人員收到降雨量已達「警戒」標準



圖 4.21 留守人員收到降雨量已達「警戒」標準需提高戒備

5. 災時-行動訊息發佈階段

颱風挾帶豪大雨來襲，雨勢不斷增大(如圖 4. 22所示)，時雨量已增加為 72mm以及 24 小時累積雨量已增加為 323mm達到「行動」標準，系統偵測到後將啟動現場警報器警告用路人小心行駛(圖 4. 23)，並自動發佈行動訊息通知工程處相關人員、輪值人員及留守人員(圖 4. 24~圖 4. 26)，告知雨量已超過行動標準請管理人員盡速派員至現場巡檢。

蘇花公路115.9K預警系統

工程處訊息發佈名單

工務段輪值人員名單

工務段留守人員名單 (北上)

警訊發佈狀態：

OPEN

語音警訊狀態：

OPEN

(南下)

警訊發佈狀態：

OPEN

語音警訊狀態：

OPEN

系統雨量警訊發佈標準：

1. 預警訊息發佈：

- 時雨量(mm)>40
- 24小時累積雨量(mm)>130

2. 警戒訊息發佈：

- 時雨量(mm)>50
- 24小時累積雨量(mm)>200

3. 行動訊息發佈：

- 時雨量(mm)>60
- 24小時累積雨量(mm)>290

備註：

1. 系統運作前請先選定相關輪值人員及留守人員，再啟動預警機制。

2. 當達「行動」標準時警訊燈將「自動」開啟，待現地人員研判警戒狀況解除後，以手動方式關閉警訊燈。

雨量相關資訊：

資料更新時間：2011/8/25 下午05:40

10分鐘雨量(mm)：15

時雨量(mm)：72

24小時累積雨量(mm)：323

未來1小時預測雨量(mm)：76

未來2小時預測雨量(mm)：76

未來3小時預測雨量(mm)：80

未來1小時的24小時累積雨量(mm)：426

未來2小時的24小時累積雨量(mm)：436

未來3小時的24小時累積雨量(mm)：440

cms發佈內容：

南澳大坑橋附近，豪大雨持續加大請依指揮通行

接受任務巡檢人員：

巡檢人員回覆現場狀況：

● 目視狀況良好 ● 建議道路管制

警訊發佈狀態：

已達「行動」標準值，請即刻進行巡檢

GPS狀態

(警戒值) 30 mm (行動值) 50 mm

簡訊緊急發佈鈕

GPS1： 0 GPS2： 0 GPS3： 0 GPS4： 0 GPS5： 0

地震狀態

(警戒值) 4 震度： 2 更新時間：2011/8/25 下午11:40

啟動及停止鈕

人員名單更新

警訊燈及語音開啟鈕

預警系統關閉

警訊燈及語音關閉鈕

系統登入

帳號： 密碼：

登入 登出

圖 4. 22 降雨量達行動標準



圖 4.23 雨量達「行動」標準系統自動啟動警報裝置警示用路人



圖 4.24 工程處相關人員收到降雨量已達「行動」標準訊息



圖 4.25 輪職人員收到降雨量已達「行動」標準訊息並派員進行巡檢



圖 4.26 留守人員收到降雨量已達「行動」標準訊息及接受任務需回傳代碼「101019」

6. 災時-現場巡檢階段

收到行動訊息的留守人員回傳接受巡檢任務的代碼「101019」後，系統將發送訊息告知輪職人員接受任務巡檢人員名字(圖 4. 27)，在同一時間會再次告知接受巡檢任務人員，當現場目視結果為「不安全」時請回傳「101011」；「安全」請回傳「101010」(圖 4. 28)。



圖 4. 27 留守人員接受巡檢任務回傳後(左圖)，系統發送簡訊告知輪職人員接受任務者的姓名(右圖)



圖 4.28 系統提示巡檢人員若現場目示情況「不安全」請回傳「101011」；「安全」請回傳「101010」

巡檢人員至現場進行巡檢，發現現場有土石崩落 (圖 4.29) 危及用路人生命財產需立即封路，因此回傳代碼「101011」通知系統現場道路「不安全」，系統將回傳訊息通知輪職人員現場不安全，請(圖 4.30)。



圖 4.29 巡檢人員發現現場土石崩落道路不安全



圖 4. 30 巡檢人員發現現場土石崩落道路不安全即刻回傳「101011」(左圖)；系統在接收到代碼後將通知輪職人員派員進行現場封路(右圖)

7. 災後-豪大雨解除階段

豪大雨過後雨勢漸歇時雨量低於行動標準，系統傳送訊息通知巡檢人員雨量已低於行動標準，請再次確認現場是否安全(圖 4. 31)。巡檢人員巡視後確認邊坡已無落石下滑，且不會危害用路人(圖 4. 32)，因此回傳代碼「101010」通知系統現場道路安全，系統將回傳訊息通知輪職人員現場安全(圖 4. 33)。



圖 4.31 系統提示巡檢人員現場雨量已低於行動標準，現場道路「安全」請回傳「101010」



圖 4.32 現場大雨停止且無落石掉落



圖 4.33 巡檢人員回傳「101011」告知系統現場已安全(左圖)；系統在接收到代碼後將通知輪職人員目前現場安全可解除封路(右圖)。

第五章 系統安裝測試及驗證

5.1 蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式

本系統採用.NET 與 AJAX 技術進行開發，伺服器需架設 Windows Server 2003 以上版本，透過 IIS 伺服器軟體進行 web 網站之發佈，另外各項設備所接收之資料則採用 MSSQL 資料庫軟體作為資料儲存。

本計畫所開發之系統將透過 WEB 的形式進行發佈，所有使用者將透過 WEB 方式逐一進行各項功能之測試，並且會出具系統測試安裝記錄表，以符合使用者需求。

另外為了充分與防救災決策支援系統整合本計畫所新開發之蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測所獲得之資料，透過 WebService 或資料庫連線方式提供給公路防救災決策支援系統整合，達到資料共向之目的。

5.2 公路防救災決策支援系統

蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式開發，已於高司演練前完成系統界面及功能的建置，其完成系統頁面如下圖 5.1 所示。在此頁面上提供了各級通報名單選取、即時及預測降雨量顯示、GPS 狀態顯示、地震狀態顯示、警報器開啟狀態、警訊發佈及接收狀態、手動啟動及停止鈕、現場 CCD 影像連結等供使用者查詢及操作。

蘇花公路115.9K預警系統

工程處訊息發佈名單

- ☒ 張運鴻
- ☒ 廖吳章
- ☒ 薛讚添
- ☒ 陳晉富
- ☒ 張佩鈞
- ☒ 林俊雄
- ☒ 蔡正弘
- ☒ 練長信
- ☒ 郭禮信

工務段輪值人員名單

- ☒ 戴進富
- ☐ 陳昌煜
- ☒ 林泉盛
- ☐ 詹晨耀
- ☒ 李汶賢

工務段留守人員名單 (北上)

- ☐ 詹晨耀
- ☒ 林泉盛
- ☐ 簡茂陽
- ☒ 游光景
- ☒ 張立群
- ☒ 李汪益
- ☐ 林英傑
- ☐ 鄭欽文
- ☒ 周芳銘

警示燈狀態：

語音警示狀態：

(南下) 警示燈狀態：

語音警示狀態：

雨量相關資訊：

資料更新時間：2011/8/25 下午02:40

10分鐘雨量(mm)：2

時雨量(mm)：12

24小時累積雨量(mm)：18

未來1小時預測雨量(mm)：14

未來2小時預測雨量(mm)：15

未來3小時預測雨量(mm)：17

未來1小時的24小時累積雨量(mm)：22

未來2小時的24小時累積雨量(mm)：23

未來3小時的24小時累積雨量(mm)：25

警訊發佈狀態：

未達警訊發佈標準

GPS狀態

(警戒值) 30 mm (行動值) 50 mm

GPS1：0 GPS2：0 GPS3：0 GPS4：0 GPS5：0

地震狀態

(警戒值) 4 震度：2 更新時間：2011/6/25 下午11:40

啟動及停止鈕

人員名單更新 警示燈及語音開啟鈕

預警系統關閉 警示燈及語音關閉鈕

系統登入

帳號： 密碼：

登入 登出

系統雨量警訊發佈標準：

- 預警訊息發佈：
 - 時雨量(mm)>40
 - 24小時累積雨量(mm)>130
- 警戒訊息發佈：
 - 時雨量(mm)>50
 - 24小時累積雨量(mm)>200
- 行動訊息發佈：
 - 時雨量(mm)>60
 - 24小時累積雨量(mm)>290

備註：

- 系統運作前請先選定相關輪值人員及留守人員，再啟動預警機制。
- 當達「行動」標準時警示燈將「自動」開啟，待現地人員研判警戒狀況解除後，以手動方式關閉警示燈。



圖 5.1 蘇花公路 115.9K 預警系統

1.2.1 進行實際系統上線

系統為讓管理者能掌握現場道路邊坡的資訊及因應颱風季節的來臨，已盡速在短時間內完成系統建置，並於 100 年 7 月 20 日高司演練 (圖 5.2) 後立即進行實際系統上線。



圖 5.2 高司演練現場實際狀況

1.2.2 進行測試階段

在系統測試期間經歷了幾次颱風及豪大雨來襲，系統皆能在達預警標準時發佈警訊通報。為 2011 年 10 月 1 日至 3 日受到東北季風及奈格颱風(國際命名 NALGAE)外圍環流雙重影響，造成東北部山區產生局部性大雨，因此系統在大雨落下初期 10 月 1 日上午 0 時 50 分時雨量達 47mm 時發佈了預警警訊，如圖 5.3，但在 10 月 1 日上午 1 時 0 分時雨量由 47mm 增至 60.5mm 系統因此發佈了行動簡訊，如圖 5.4；由此實際運作程序，證實系統能確實達到預警發佈之效能。



圖 5.3 蘇花公路 115.9K 時雨量達預警標準(10 月 1 日上午 0 時 50 分)



圖 5.4 蘇花公路 115.9K 時雨量達行動標準(10 月 1 日上午 1 時 0 分)

5.2.3 進行系統修正

系統針對高司演練時出席人員給予的意見進行修正，在教育訓練時各工務段出席人員及工程處各長官給予的寶貴意見，系統已針對各個意見進行修正改進，相關修正如下：

1. 巡檢人員指派方式修正

系統原先規劃在巡檢人員指派採用逐一指派的方式進行(即當第一順位接受指派巡檢人員未回覆時，系統會 10 分鐘後再發簡訊通知第二人順位，依此方式逐一通知)，經工務段副段長建議採用全員通報(即名單內的留守人員全數以簡訊通報)，由工務段內自行指派人員進行現場巡檢。

2. 巡檢人員回覆字詞修正

系統原先設計當巡檢人員在目視檢測後，判斷現場狀況為安全時，將回傳「101010」，系統在接收此訊息後將會自動回傳給段長「現場道路安全」的訊息；經由段內人員反應因僅用目視的方式進行檢測無法精準的評判現場邊坡是否安全，所以依照段內需求將系統回傳給段長的訊息變更為「現場道路目前情況良好」。

3. 與港灣技術研究中心開會討論後所進行的系統修正

增設網頁版供多人使用，系統原先僅以單機版為設立標準，但為能使多人能查閱相關資訊，所以特別增設網頁版(圖 5.5)，使多人可以線上查看目前道路及邊坡的最新狀態。

雨量相關資訊：	GPS位移(cm)	CCD狀態：
資料更新時間：2011/10/17 下午 12:00:00 10分鐘雨量 (mm)：0 8時雨量 (mm)：0 24小時累積雨量 (mm)：0 未來1小時預測雨量 (mm)：0.00 未來2小時預測雨量 (mm)：0.00 未來3小時預測雨量 (mm)：0.00 未來1小時的24小時累積雨量 (mm)：0 未來2小時的24小時累積雨量 (mm)：0 未來3小時的24小時累積雨量 (mm)：0	GPS1： 0 GPS2： 0 GPS3： 0 GPS4： 0 GPS5： 0 地震狀態： (2011/9/28 下午 07:51:00) 規模： 2 北上警示燈 北上語音警示 南下警示燈 南下語音警示 	0.00 0 2011-10-17 12:13:05  簡訊緊急發佈 通報人員清單
警訊發佈狀態： 未達警訊發佈標準 cms發佈內容： 接受任務巡檢人員： 巡檢人員回覆現場狀況： 		
備註： 1.雨量警訊發佈標準：(1)預警訊息發佈：時雨量>40mm；24小時累積雨量>130mm (2)警戒訊息發佈：時雨量>50mm；24小時累積雨量>200mm (3)行動訊息發佈：時雨量>60mm；24小時累積雨量>290mm 2.位移量警訊發佈標準：(1)警戒訊息發佈：GPS位移量>3cm (2)行動訊息發佈：GPS位移量>5cm 3.地震警訊發佈標準：(1)行動訊息發佈：地震規模>3 4.由CCD觀測時當邊坡發生異常崩塌時，請直接按下簡訊緊急發佈按鈕至現場巡檢		

圖 5.5 增設系統網頁版

5.3 監測成果

5.3.1 0913 撞機事件

本系統於 2011 年 09 月 13 日晚上 7 時 46 分地震儀偵測到異常震動，根據記錄此次震動相當於地震的 2 級震度如圖 5.6，但查詢中央氣象局地震資料，卻無發現相關地震事件，同時比對攝影機影像資料如圖 5.7 至圖 5.9，發現夜間影像有明顯亮光，且時間與軍機失事時間點接近，因此更加確定此次震動是由軍機撞擊所造成。

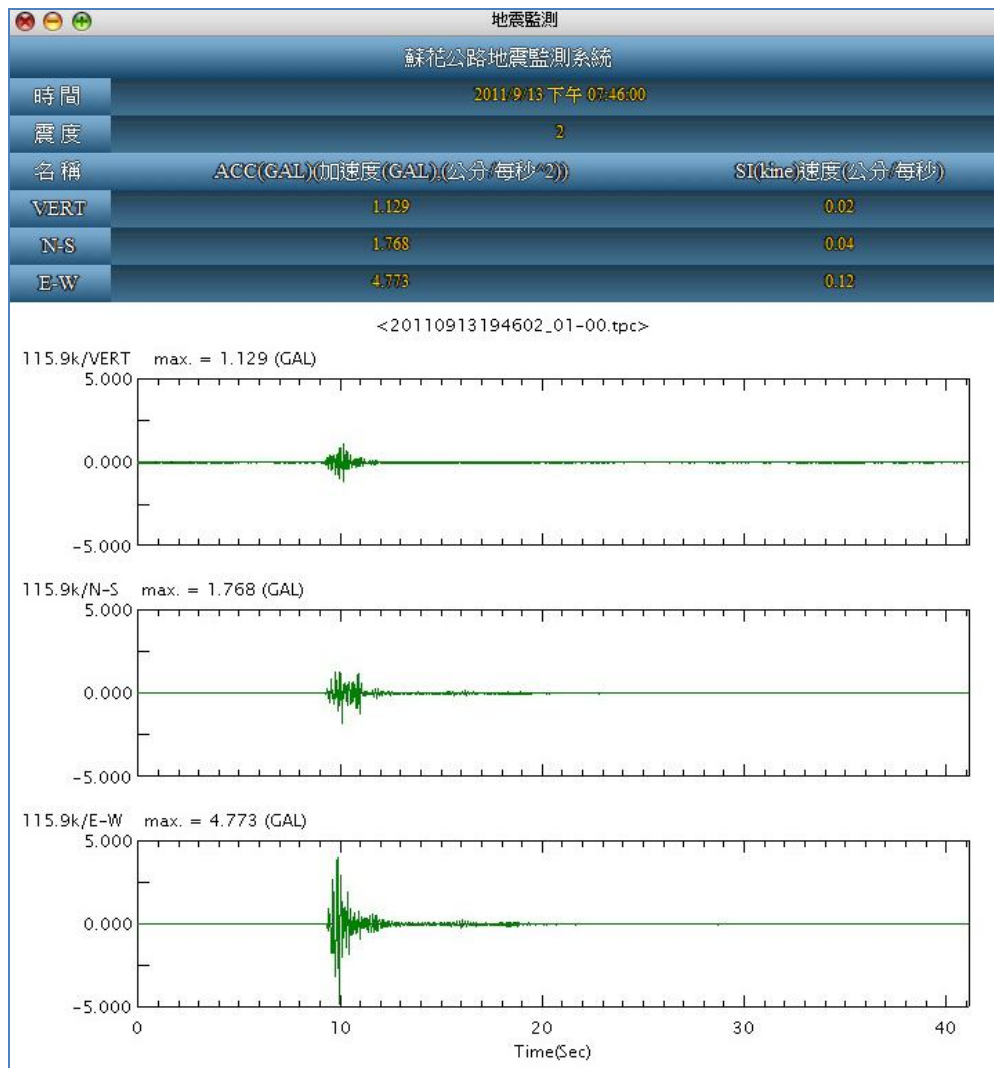


圖 5. 6 2011/09/13 19:46 地震儀器偵測到異常事件



圖 5. 7 2011/09/13 19:45 攝影機畫面



圖 5.8 2011/09/13 19:46 攝影機畫面



圖 5.9 2011/09/13 20:00 攝影機畫面

5.3.2 1002 豪雨事件

受東北季風及颱風外圍環流影響，宜蘭及花蓮地區降下超大豪雨，基隆北海岸、北部、東北部及東部地區有局部豪雨發生。後續因共伴效益雨量持續加大，至 4 日 14 時為止，宜蘭縣大同鄉累積雨量達 1663.5 毫米。

本系統所建置之雨量計，測得 10 月 3 日單日累積雨量達到 450mm，最大時雨量為 99mm，雨量組體圖如圖 5. 10。比對降雨前後影像，如圖 5. 11、圖 5. 12，發現此次豪雨造成該崩塌地範圍逐漸擴大，

如圖 5. 13。另外分析 GPS 資料，其中 GPS1 因傳輸中斷導致資料無法回傳，如圖 5. 14，但仍測得其最大位移量約 30cm，GPS3 最大位移量已達 140cm，如圖 5. 15。GPS4 最大位移量約 2cm，如圖 5. 16。

本團隊協同港灣研究中心及四區處於此次豪雨事件後進行會勘，在四區處的協助下獲得 GPS 照片。會勘結果得知 GPS1 因土石崩塌而遭沖毀。GPS3 則因大雨沖刷流失大量土石導致連同基礎大幅度的移動。GPS4 也因大雨沖刷導致基礎已露出。GPS 現況照片如圖 5. 17 至圖 5. 19。

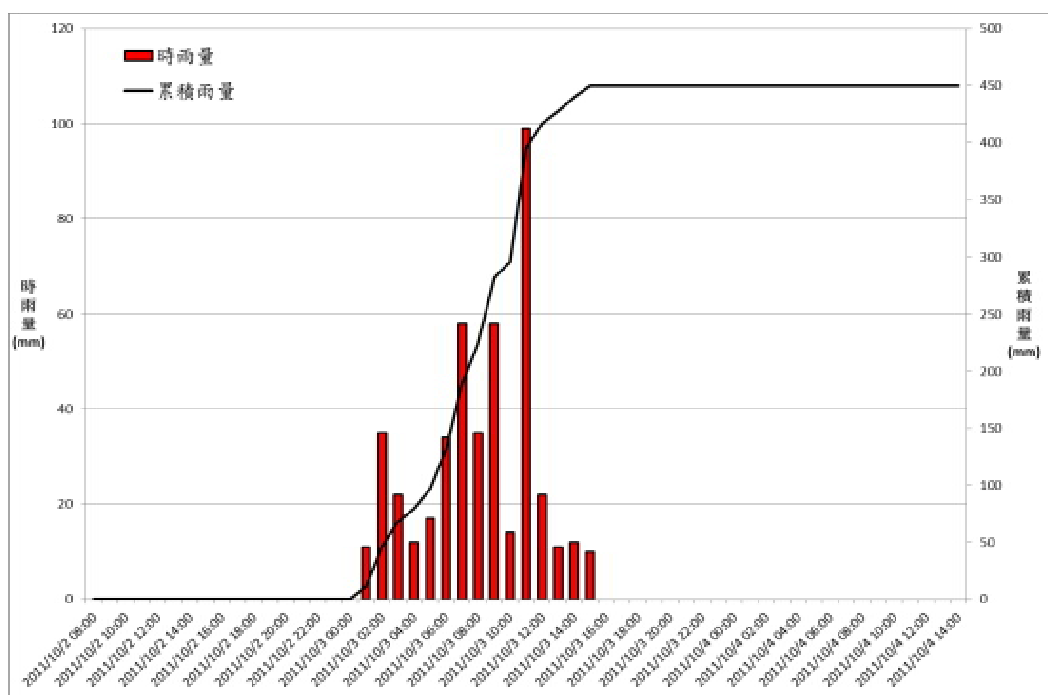




圖 5. 11 2011/09/29 07:04:53 影像

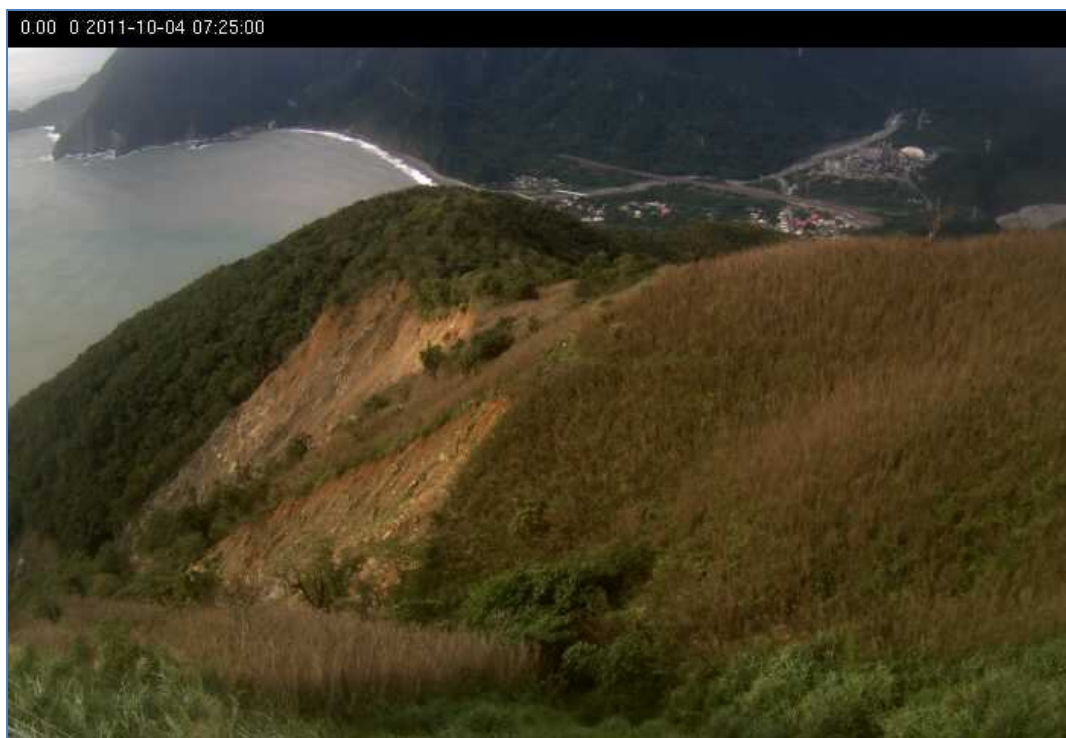


圖 5. 12 2011/10/04 07:25:00 影像



圖 5.13 2011/10/04 豪雨事件崩塌範圍

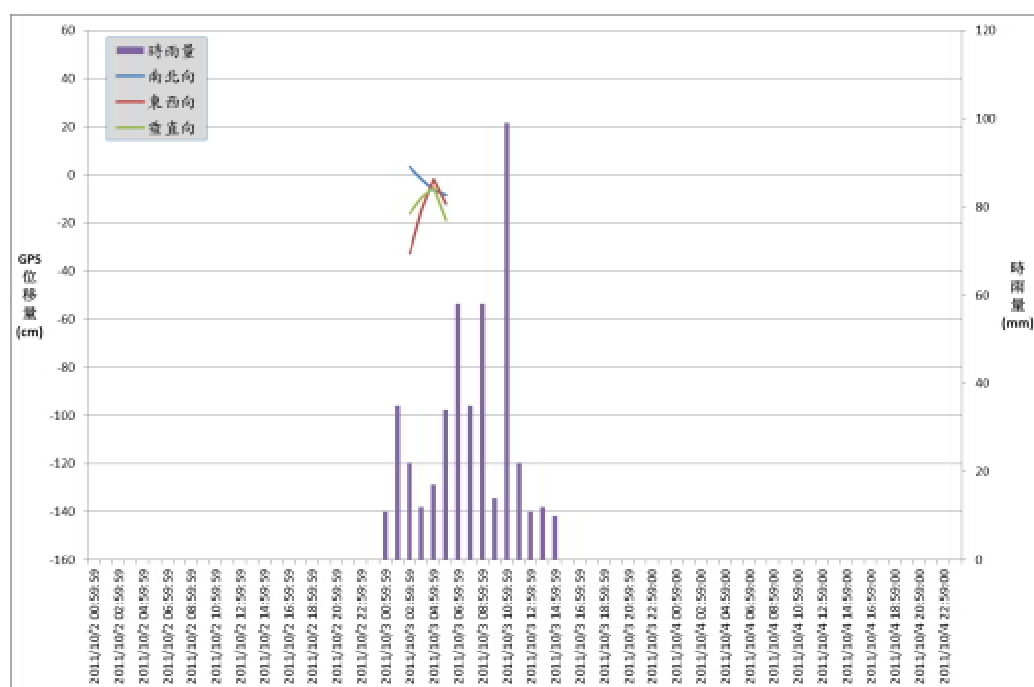


圖 5.14 GPS1 位移量與時雨量比對分析

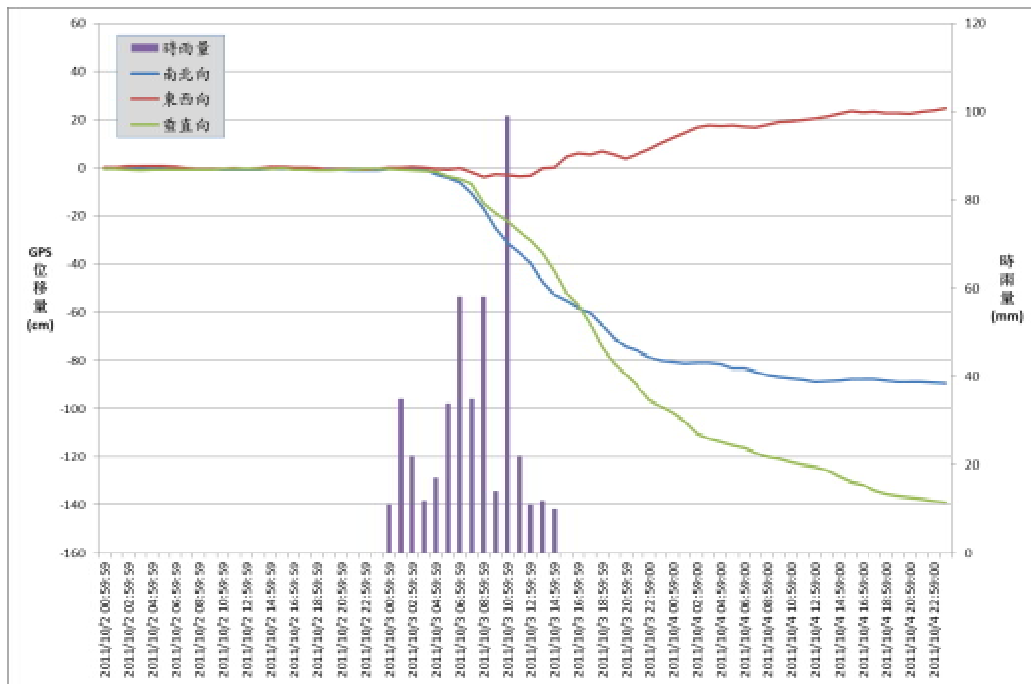


圖 5.15 GPS3 位移量與時雨量比對分析

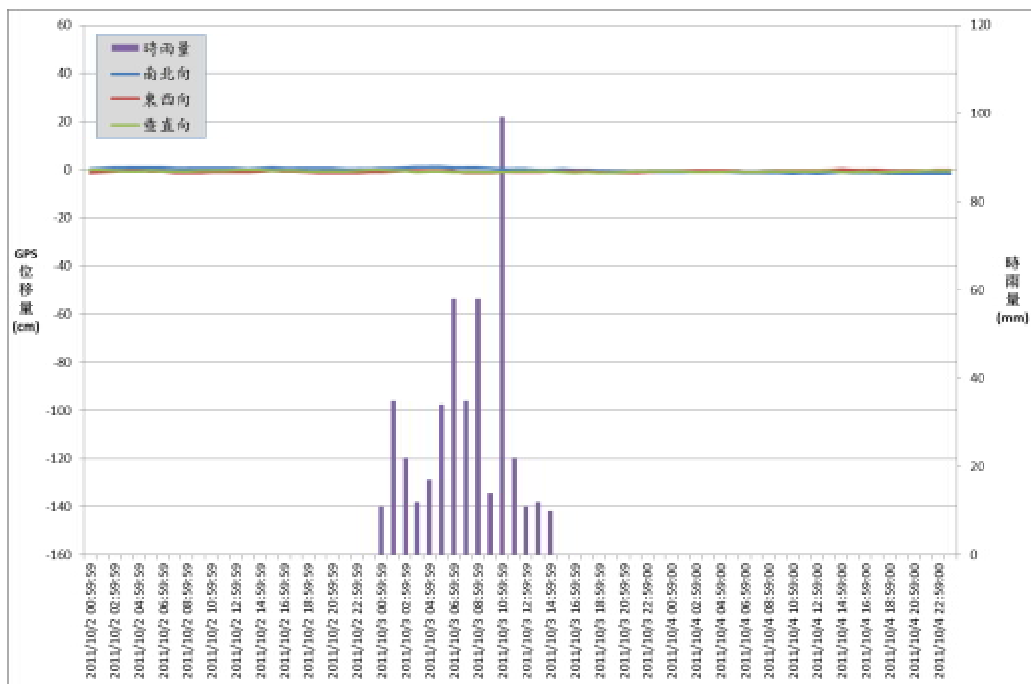


圖 5.16 GPS4 位移量與時雨量比對分析



GPS1 建置完成



原 GPS1 建置位置

圖 5.17 GPS1 前後比對



圖 5.18 GPS 現況(1)



圖 5.19 GPS 現況(2)

5.3.3 其他監測儀器資料及成果

1. 雨量計

雨量計於 2011 年 5 月底建置完畢，詳實記錄每次降雨事件，如圖 5.20 至圖 5.24，於 10 月 3 日量測到最大降雨時雨量為 99mm。

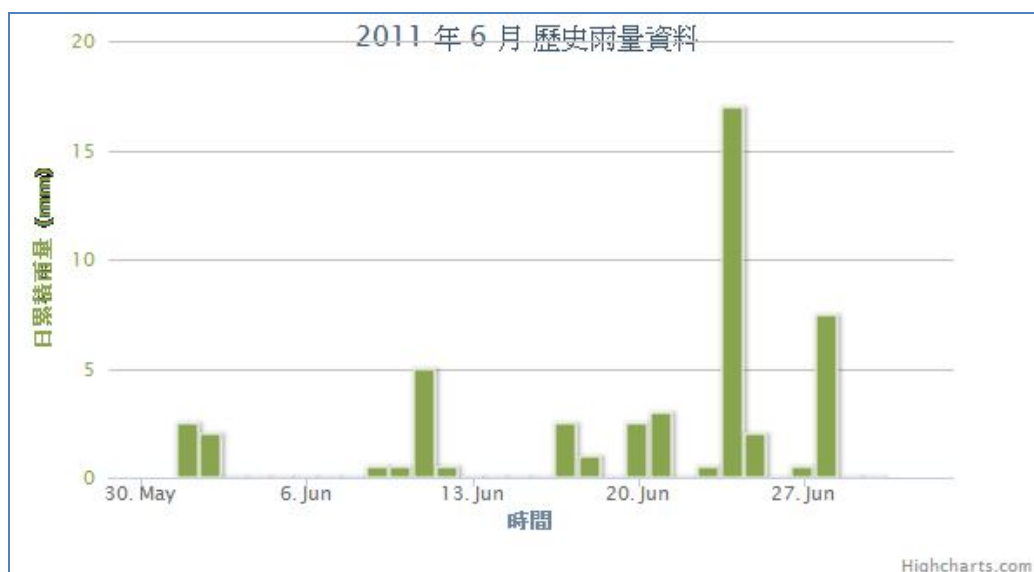


圖 5.20 2011 年 6 月雨量

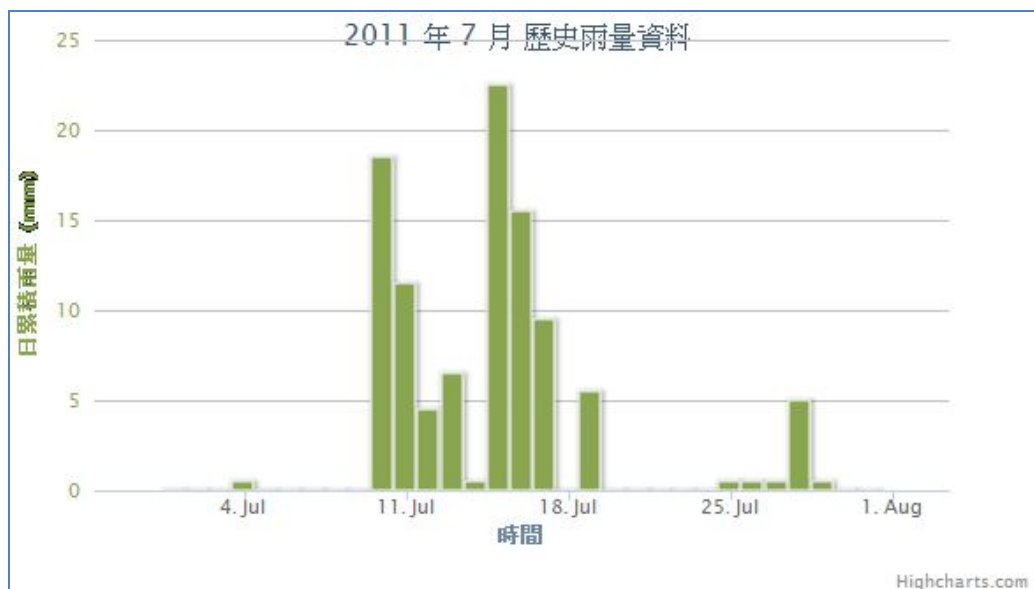


圖 5.21 2011 年 7 月雨量資料



圖 5.22 2011 年 8 月雨量資料



圖 5.23 2011 年 9 月雨量資料

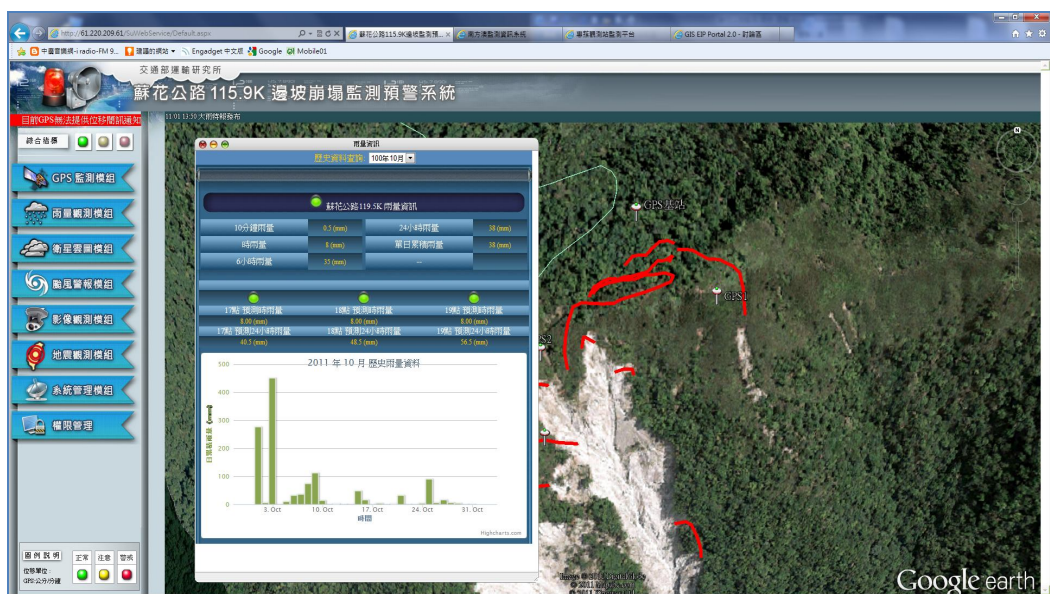


圖 5.24 2011 年 10 月雨量資料

2. 地震儀

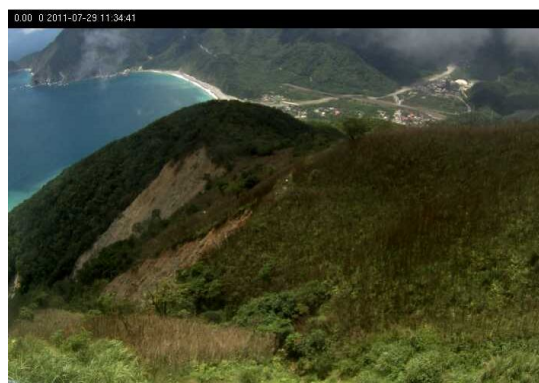
地震儀於 2011 年 6 月 28 日建置完畢，並且設定當震度 2 時便擷取並記錄地震資料，包含震度、加速度及速度。目前共偵測到 20 次震度 2 級以上之地震，包含 3 次 3 級地震，如表 5-1。

表5- 1東澳嶺地震記錄表

時間	震度	垂直向加速度 cm/sec ²	南北向加速度 cm/sec ²	東西向加速度 cm/sec ²
2011/7/3 20:31	2	3.889	3.601	7.367
2011/7/6 13:23	2	3.891	3.603	7.371
2011/7/6 19:59	2	2.147	4.962	5.592
2011/7/7 01:56	2	2.56	2.803	7.321
2011/7/7 23:52	3	1.415	1.961	3.651
2011/7/8 02:57	2	2.701	3.948	10.537
2011/7/9 03:40	3	1.389	1.974	5.488
2011/7/9 12:37	2	2.424	4.156	10.818
2011/7/12 19:17	2	0.782	1.307	3.553
2011/7/15 05:12	2	0.956	1.871	3.291
2011/7/29 19:17	2	1.012	3.409	1.6
2011/8/28 19:39	2	3.349	2.69	4.799
2011/9/4 17:03	2	4.447	2.578	4.264
2011/9/13 19:46	2	3.784	2.39	4.305
2011/9/15 03:47	2	1.129	1.768	4.773
2011/9/22 06:17	3	1.217	1.842	3.253
2011/9/28 19:51	2	2.902	4.973	8.353
2011/10/30 11:24	2	2.747	2.092	3.769
2011/10/31 23:17	2	3.273	3.259	4.952
2011/11/1 14:12	2	1.546	2.965	5.071

3. 攝影機

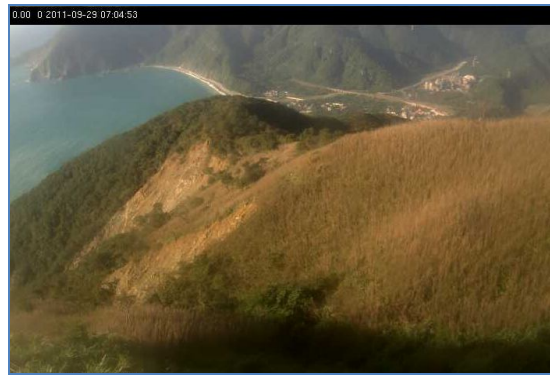
攝影機於 2011 年 06 月底建置完成，並設定每 20 秒擷取 1 張靜態影像，以下是各月份影像變化，如圖 5. 25。



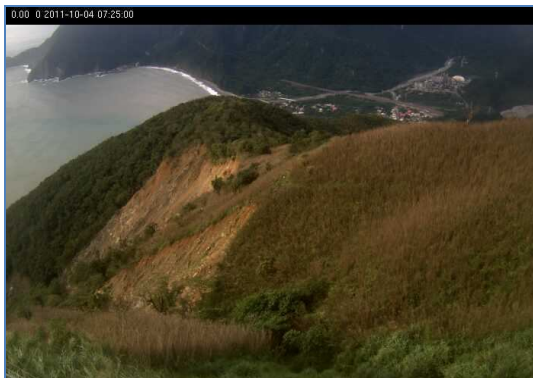
6 月影像



7 月影像



8 月影像



9 月影像



10 月影像

11 月影像

圖 5.25 攝影機各月份影像

第六章 教育訓練及推廣宣導

此系統為一整合型系統，從資料蒐集、資料展示、警戒判斷、簡訊發佈皆為環環相扣。本系統俱有高度實用性，但相關的運作機制需要透過教育訓練的方式，配合實際案例操作，得以將此系統功能發揮出來。另外本系統於監測期間發生二件較為重大的事件，不僅系統的監測儀器發揮應有的功能，更吸引媒體記者訪問，達到推廣宣導之目的。

6.1 教育訓練

為推展蘇花公路 115.9k 邊坡崩塌監測預警系統，透過教育訓練讓公路業管單位及人員熟悉此系統，使本系統確實發揮其防災預警功能。另外本次教育訓練不僅邀請第一線在公路上執行勤務的工作人員，更邀請相關學者出席，針對該系統提出相關系統精進的建議。

而為了使本系統於事件發生時可讓執行的程序較為流暢，本團隊更透過「高司演練」的方式，假設事件觸發，讓該公務段之工作人員以實際狀況模擬的方式，完整執行整個系統通報流程。

教育訓練當天照片如下圖 6.1 至圖 6.3，課程表、簽到表及高司演練劇本，請參酌附件。



圖 6.1 高司演練封路狀況模擬



圖 6.2 教育訓練上課情形



圖 6.3 教育訓練會後座談討論

6.2 推廣宣導

本系統於 2011 年 9 月 13 日地震儀偵測到異常震動，比對其他儀器資料研判是由軍機撞山所造成，其儀器監測資料可提供軍方參考。相關報導如下圖 6.4 至圖 6.7。其他關於本系統之報導如圖 6.8。



圖 6.4 自由時報(2011.09.16 刊出)

軍機撞山 逢大：測到2級震度

時間：2011/9/15 20:34

撰稿・編輯：劉品希 新聞引據：中央社



兩架空軍戰機13日在宜蘭京濱山區失聯，搜救人員14日上午發現軍機殘骸，兩架軍機都確定失事。圖為搜救直升機在失事地點上空盤旋。

兩架軍機13日晚上在宜蘭撞山，逢甲大學地理資訊中心今天(15日)表示，設於蘇花公路的邊坡崩塌監測系統，在當晚7時46分地震儀監測到異常震動，相當於地震的2級震度。

逢甲大學地理資訊中心位於蘇花公路115.9公里邊坡崩塌監測預警系統，於13日晚上7時46分地震儀器監測到異常的震動，相當於地震的2級震度。

逢甲大學地理資訊中心指出，由於當時系統並未收到中央氣象局發出的地震簡訊，因而研判應該是遭受到強烈撞擊所產生的震動，同時調閱即時監測影像資料發現夜間影像有明顯的亮光，且時間點剛好與軍機失事時間點接近，此相關監測資料和準確的事件發生時間可以提供給軍方參考。

逢大表示，這項系統建置原因為2010年梅姬颱風突發性強降雨，短時間內在宜蘭、花蓮等地降下驚人雨勢造成災害，因此交通部運輸研究所委託逢甲大學地理資訊系統研究中心於此路段建置邊坡大範圍崩塌監測儀器，提供最即時的降雨資訊，同時發布警戒資訊，並提供蘇花公路封路參考，以減少民眾生命財產的損失。

圖 6.5 中央社(2011.09.15 刊出)

軍機撞山 逢甲大學側到震度2級...



NOWnews.com 今日新聞網
2011年9月15日 20:40

0

1

f 分享

+1

f 讚

+

分享

P

t

P

8

8

8

本報訊

兩架軍機13日晚上在宜蘭撞山，逢甲大學地理資訊中心15日表示，設於蘇花公路的邊坡崩塌監測系統，在當晚7時46分地震儀監測到異常震動，相當於地震的2級震度。

逢甲大學地理資訊中心位於蘇花公路115.9公里邊坡崩塌監測預警系統，於13日晚上7時46分地震儀器監測到異常的震動，相當於地震的2級震度。

逢甲大學地理資訊中心指出，由於當時系統並未收到中央氣象局發出的地震簡訊，因而研判應該是遭受到強烈撞擊所產生的震動，同時調閱即時監測影像資料發現夜間影像有明顯的亮光，且時間點剛好與軍機失事時間點接近，此相關監測資料和準確的事件發生時間可以提供給軍方參考。

逢大表示，這項系統建置原因為2010年梅姬颱風突發性強降雨短時間在宜蘭、花蓮等地降下驚人雨勢造成災害，因此交通部運輸研究所委託逢甲大學地理資訊系統研究中心於此路段建置邊坡大範圍崩塌監測儀器，提供最即時的降雨資訊，同時發布警戒資訊，並提供蘇花公路封路參考，以減少民眾生命財產的損失。（中央社台中電）



圖 6.6 中央社 (2011.09.15 刊出)



圖 6.7 東森新聞報導

防止土石奪命 蘇花公路設監測器

【聯合報／記者簡榮輝／宜蘭報導】

2011.10.21 03:11 a
m

去年1021蘇澳百年水患屆滿1年，為避免崩塌造成人員傷亡的歷史重演，公路總局四區工程處在蘇花公路115.9公里處，大面積崩塌的頂端，設置5支坡面位移監測器，利用GPS定位與雨量統計，隨時掌握坡面位移及雨量狀況，保護用路人安全。

去年1021梅姬風災造成蘇花公路多處崩塌，總共奪走26條人命，包括花蓮特教老師劉芸鈞、雞農許枝榮與林金珠夫婦、弘泰旅行社司機蔡智明、大陸女領隊田園，還有創意旅行社的19名大陸團員與台籍司機郭銘麟、導遊曾慶華。如今多處崩塌已經陸續完成補強工程，不過115.9公里的大崩塌，由於面積太大，處理起來很花時間，至今依舊保持原貌，藉由大自然的力量恢復植被。

由於仍有許多滑動的坡面分布在邊坡上頭，為了掌握坡面穩定狀況，公路總局四區工程處特別與交通部運輸研究所港灣研究中心合作，在崩塌點頂端、海拔800公尺的地方，設置5支坡面位移監測器，透過GPS定位回報，讓四區處行控中心能夠隨時掌握坡面狀況。

公路總局四區工程處養護課長陳營養表示，只要坡面位移監測器一監測到位移情況，四區處行控中心將會第一時間收到警訊，公路相關人員就會立即管制車輛往來，此外當地每10分鐘雨量超過15毫米，也會馬上進行管制。

5支坡面位移監測器花費450萬元設置，今年6月完成啟用，肩負起下方過往用路人的生命安全，不過由於上個月雨架軍機在東澳嶺撞毀的意外，其中一支監測器被飛機殘骸擊壞。

陳營養強調，雖然一支監測器損壞，但是並不影響整體坡面的監控時效，損壞部分目前正進行整修，只要其他4支發現位移就會傳出警訊，公路養護相關人員立即前往現場管制交通，避免去年憾事再次發生。



蘇花公路115.9公里處，邊坡大面積崩塌處上方，設置有5支坡面位移監測器，隨時掌控下方用路人經過安全。
記者簡榮輝／攝影

【2011/10/21 聯合報】@ <http://udn.com/>

圖 6.8 聯合報(2011.10.21 刊出)

第七章 工作執行進度說明

7.1 工作項目執行成果

7.1.1 蘇花公路邊坡崩塌監測系統

透過 GPS、雨量計、攝影機及地震儀等前端儀器的整合，經由有線及無線傳輸的通訊解決方案，再配合後端系統展示及呈現，完整提供該邊坡觀測資料，且利用各警戒值的設定及建立，達到即時預警及防災通報之功能。

7.1.2 QPESUMS 雷達降雨預報

利用各系統平台之間的資料交換機制，配合中央氣象局所提供的 QPESUMS 雷達雨量觀測資料修正方法，同時根據此修正方法來修正未來 1~3 時的預報降雨資料，大幅提升 QPESUMS 雷達降雨應用之可靠性。

7.1.3 公路防救災決策支援系統

結合蘇花公路邊坡崩塌監測系統提供的資料，建立簡訊人員名單，進行警戒值、行動值的回報及發佈，並透過教育訓練及實例演練使公路管理單位人員熟悉本系統，提供管理者在面臨豪雨、邊坡及地震災害時進行輔助決策的工具。

7.2 工作進度甘特圖

計畫期程 工作項目	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月	第 5 月	第 6 月	第 7 月
啟動會議							
蘇花公路邊坡崩塌監測系統							
QPESUMS 雷達降雨預報							
公路防救災決策支援系統							
系統案裝測試與驗證							
教育訓練及推廣宣導							
工作進度估計 百分比(累積數)	30	60	70	80	85	90	100
預定查核點	1. 計畫工作期間自民國 100 年 5 月 6 日 2. 系統架設完成測試民國 100 年 6 月 30 日 3. 提送期末報告初稿民國 100 年 11 月 5 日  預計進度  目前進度						

第八章 計畫效益與未來應用

8.1 計畫效益

本計畫所完成之監測系統，經由教育訓練及推廣宣導，使管理單位熟悉本系統，並於警戒值或行動值發佈時，可將即時資訊作為邊坡安全預警之參考，降低突發性邊坡崩塌造成用路人傷亡意外發生。

依據中央氣象局即時雨量、QPESUMS 未來三小時預估雨量資訊與現地雨量計的觀測，提供即時雨量預報，作為決策之參考依據。

公路防救災決策支援系統介接各觀測儀器資料，並透過資料交換機制，即時發佈各儀器簡訊，自動通報相關業管人員，達到預警通報功能。

8.2 未來應用

本計畫所建置的儀器及設備，可於計畫完成後，將此系統轉移至其他危險邊坡，進行監測工作，以延續儀器設備之生命週期，物盡其用。

透過本計畫之監測系統執行經驗，可提供國內外崩塌地滑防災監測主管機關參考應用，如水保局、公路總局、高速公路局等規劃之參考依據。

參考文獻

1. 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，*國立台灣科技大學營建工程研究所碩士論文*，2005。
2. 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。
3. 張保亮、丘台光、陳嘉榮與林品芳，中央氣象局 QPESUMS 系統之近期發展介紹，*海峽兩岸災變天氣分析預報研討會論文*，2006。
4. 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。
5. 廖洪鈞等，山區道路坡地災害防治技術整合研究(3/4)，*交通部運輸研究所*，2007
6. 鄭明淵等，公路防救災決策支援系統建立之研究(3/4)，*交通部運輸研究所*，2008。
7. 黃安斌，全光纖式邊坡穩定監測系統整合與現地應用測試，*交通部運輸研究所*，2008。
8. 劉鎮塗，利用機器學習修正 QPESUMS 雷達估計降雨，*國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文*，2009。
9. 洪本善等，全球衛星定位與自動化監測系統在坡地防災之應用，*交通部運輸研究所*，2009。
10. 周瑞生、鄭明淵，公路防災決策支援系統建立之研究(4/4)，*交通部運輸研究所-港灣研究中心*，2010。
11. 鄭明淵等，跨河橋梁安全預警系統之建立研究，*交通部運輸研究所*，2011。
12. Joss, J. and Lee, R., "The application of radar gauge comparisons to operational precipitation profile corrections.", *Journal of Applied Meteorology*, Volume 34, 1995,pages 2612- 2630.
13. Xin, L., Recuter, G. and Larochelle, B., "Reflectivity-rain rate relationship for convective rainshowers in Edmonton." *Atmos. Ocean*, Vol.35, 1997, pages 513 -521.
14. Liu, H., Chandrasekar, V. and Xu, G., "An adaptive neural network scheme for rainfall estimation from WSR-88D observations.", *Journal*

15. Trafalis, T. B., Santosa, B. and Richman, M.,. "Learning networks in rainfall estimation.", *Computational Management Science*, Volume 2,2005 , pages 229-251.
16. Umehara, S., Yamazaki, T. and Sugai, Y., "A Precipitation Estimation System Based on Support Vector Machine and Neural Network." *Electronics and Communications in Japan(Part III: Fundamental Electronic Science)*, Volume 89, 2006,pages 38-47.
17. Morin, E. and Gabella, M., "Radar-based quantitative precipitation estimation over Mediterranean and dry climate regimes." *Journal of Geophysical Research*, Volume 112, 2007, D20108.

附 錄 一

簡 報 資 料

蘇花公路115.9K邊坡崩塌監測預警模式之建立研究

計畫主持人：洪本善 博士

逢甲大學 方耀民 博士

成功大學 郭振民 博士

台灣科技大學 吳育偉 博士

民國100年11月17日

1

簡報大綱

- ▶ 緒論
- ▶ 蘇花公路邊坡崩塌監測系統
- ▶ QPESUMS雷達降雨預報
- ▶ 公路防救災決策支援系統
- ▶ 系統安裝測試及驗證
- ▶ 教育訓練及推廣宣導
- ▶ 工作執行進度說明
- ▶ 計畫效益與未來應用

2

計畫緣起與目的

- ▶ 因2010年梅姬颱風登陸台灣期間，突發性強？雨短時間在宜蘭、花蓮等地降下驚人雨勢（蘇澳雨？站181.5mm/hr），依據中央氣象局統計，單日累積雨量宜蘭縣蘇澳鎮935.5mm、南澳鄉709.5mm。以台9線蘇花公路最為嚴重，115K大坍方5萬立方公尺且路基流失500m、116K路基流失30m，在當地造成嚴重災情，因此於此路段（蘇花公路115.9K）建置邊坡大範圍崩塌監測系統為迫切之需求。

- ◆ 蘇花公路邊坡崩塌監測系統
- ◆ QPESUMS雷達降雨預報
- ◆ 公路防救災決策支援系統

3

計畫背景概述

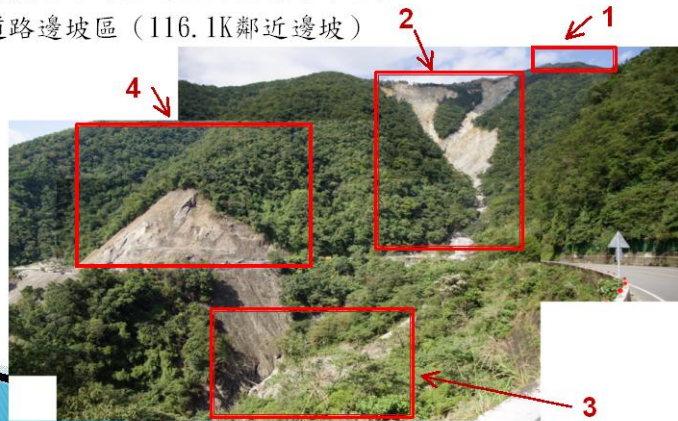
- 梅姬颱風（2010年10月21日）強降雨（蘇澳雨量站181.5mm/hr）造成台9線蘇花公路段多處崩塌，特別於112.8K、114.5K與115.9K三處有大量土石崩落。



計畫背景概述

根據初步勘查結果，發現災害潛勢區分述如下：

- 1) 坡頂沉陷裂縫區（115.9K上側坡頂）
- 2) 坡面崩塌區（115.9K土石流溪流）
- 3) 大坑橋與溪谷下切區（115.9K道路下方）
- 4) 116.1K道路邊坡區（116.1K鄰近邊坡）



5

蘇花公路邊坡崩塌監測系統

6

蘇花公路邊坡崩塌監測系統-監測儀器

全球衛星定位系統

▶GPS自動化邊坡變形監測系統，透過雙頻道GPS系統、通訊設備以及解算軟體之設置，進行全天候24小時自動監測。

▶根據公路總局第四區養護工程處所發佈之警戒標準，當邊坡位移超過30mm時便發佈警戒通知，而位移量超過50mm時便發佈行動警戒通知。

GPS01



GPS02



GPS04



GPS05



GPS03



7

蘇花公路邊坡崩塌監測系統-監測儀器

雨量計

▶架設位置位於坡頂

▶警戒標準共有「預警」、「警戒」、「行動」三個等級。

警戒標準

預警

- 時雨量>40mm
- 24時累積雨量>130mm

警戒

- 時雨量>50mm
- 24時累積雨量>200mm

行動

- 時雨量>60mm
- 24時累積雨量>290mm

雨量計位置



8

蘇花公路邊坡崩塌監測系統-監測儀器

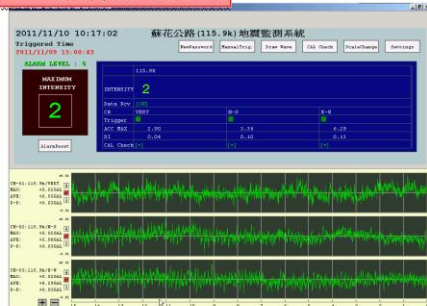
地震儀

- ▶地震儀，架設於坡頂，可即時偵測地震資料的擷取和儲存，其地震資料包含地震即時震波圖形的顯示，並顯示最大震度、各軸向最大加速度值及各軸向速度值。
- ▶地震震度 ≥ 4 級時，發佈警戒。

地震儀



地震儀偵測程式



9

蘇花公路邊坡崩塌監測系統-監測儀器

固定式攝影機

- ▶攝影機架設於坡頂，主要為觀測現場動態情況，提供最直覺之觀測資料。
- ▶攝影機為24小時完全時段持續拍攝，需於攝影機外部加裝防護罩以確保攝影機不受日曬雨淋之影響。

CCD位置



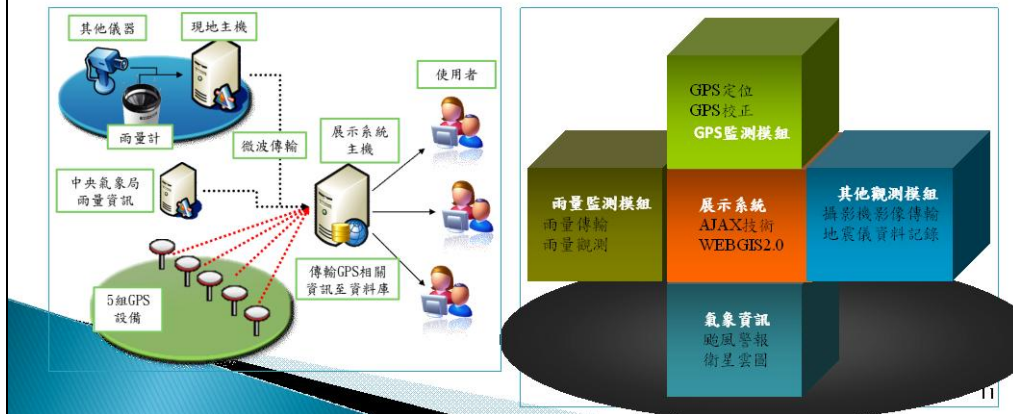
攝影機畫面



10

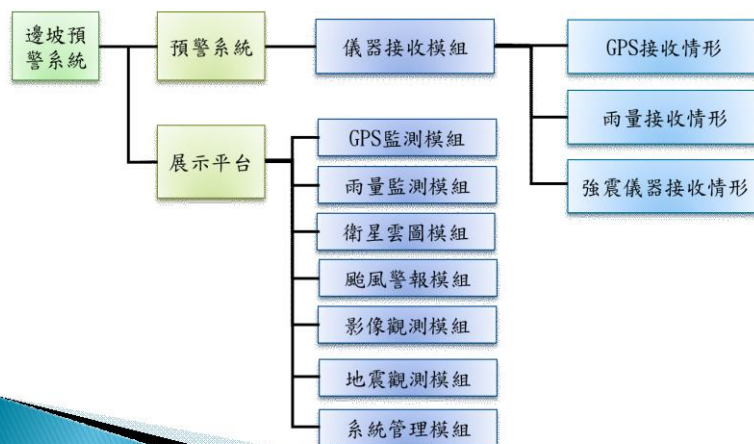
邊坡崩塌監測系統建置

使用者可透過瀏覽器觀看各項監控資訊，並結合AJAX技術讓使用者不再像以前方式瀏覽電子地圖，建構類似Google Earth導覽方式，讓使用者很輕易即能查詢GPS變化量、CCD影像、地震資訊、雨量計資訊，達到一個真正整合性網站。



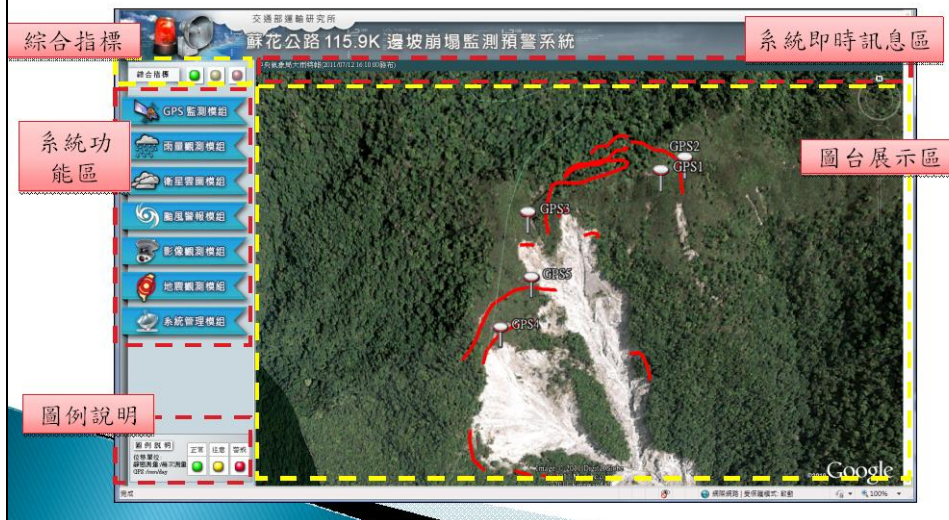
邊坡崩塌監測系統建置

- ▶ 本計畫建構監測預警系統，開發模組與項目規劃，將預警系統分為展示平台與儀器接收模組兩大類。



邊坡崩塌監測系統建置

- ▶ 本系統共分五個功能區域，「系統即時訊息區」、「綜合指標」、「系統功能」、「圖台展示區」、「圖例說明」

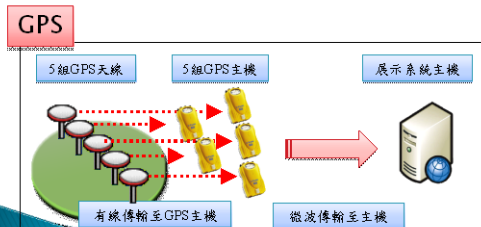


13

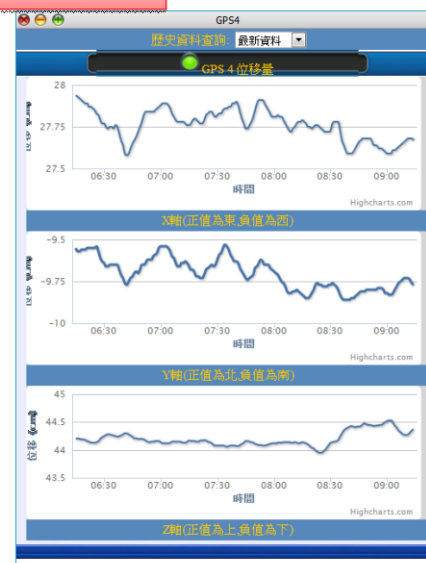
邊坡崩塌監測系統建置

GPS

- ▶ 前端GPS天線以有線方式傳輸至GPS主機。
- ▶ 透過微波傳輸即時將資料，寫入展示系統資料庫。



GPS系統畫面



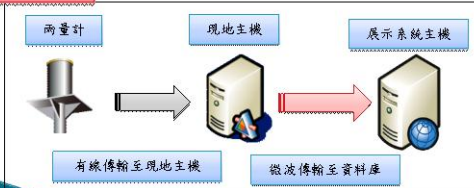
14

邊坡崩塌監測系統建置

雨量計

- ▶ 雨量資料直接記錄於現地主機。
- ▶ 透過微波傳輸即時擷取資料，寫入展示系統資料庫。

雨量計



雨量計系統畫面

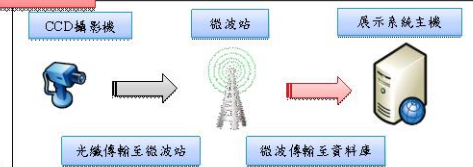


邊坡崩塌監測系統建置

攝影機

- ▶ 攝影機畫面透過微波傳輸至展示系統主機。
- ▶ 記錄串流影像、並每20秒擷取1張靜態影像。

攝影機



攝影機系統畫面

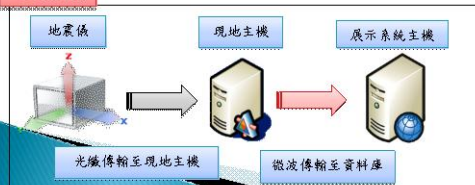


邊坡崩塌監測系統建置

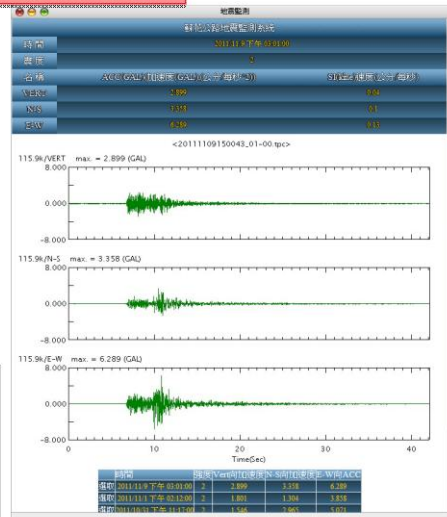
地震儀

- 透過震度設定於地震發生時觸發儀器並即時寫入現地主機。
- 透過微波傳輸即時擷取資料，寫入展示系統資料庫。
- 記錄每一筆地震資料
 - ? 發生時間
 - ? 震度
 - ? 三軸速度、加速度
- 警戒值：震度4級
- 歷史資料查詢

地震儀



地震儀系統畫面



17

邊坡崩塌監測系統建置-系統管理模組

系統修改時間	修改人員
2011-07-12 11:28	陳泰宏

影像	雨量	GPS
0(2011/7/14 下午 05:56:00)	0(2011/7/14 下午 05:40:00)	0(2011/7/14 下午 05:55:54)
		1(2011/7/14 下午 05:55:54)
		2(2011/7/14 下午 05:55:54)
		3(2011/7/14 下午 05:55:54)
		4(2011/7/14 下午 05:55:54)

- 查詢各儀器現況
- 簡訊記錄查詢
- 外連結至公路防救災策支援系統
 - ? 查詢登入人員修改記錄

18

邊坡崩塌監測系統建置

- ▶ 與中央氣象局同步即時展示衛星雲圖掌握氣候現況。



19

QPESUMS雷達降雨修正

20

QPESUMS雷達降雨修正

? 雷達降雨問題

- 優點：提供降雨在時間與空間的較佳變異特性，氣象局有提供未來的雷達降雨預報
- 缺點：雷達觀測僅表示大氣中的可降水量

? 雷達降雨資料修正與地面雨量計整合

- 雷達降雨資料修正：以支撐向量回歸法(support vector regression, SVR)利用觀測降雨與影響雷達波的重要因子(比如距離與高度)作為修正因子，提高雷達降雨量之估算精度

? 修正未來1~3小時的雨量預報

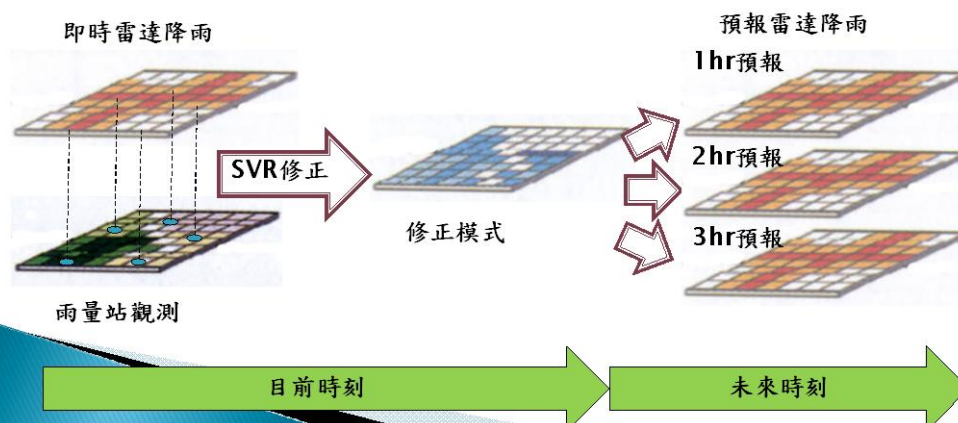
- 利用現地雨量觀測資料即時修正雷達預報降雨

21

QPESUMS雷達降雨修正

▶ 引用SVR法修正雷達降雨

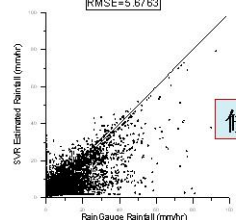
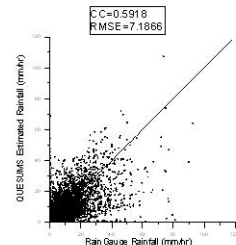
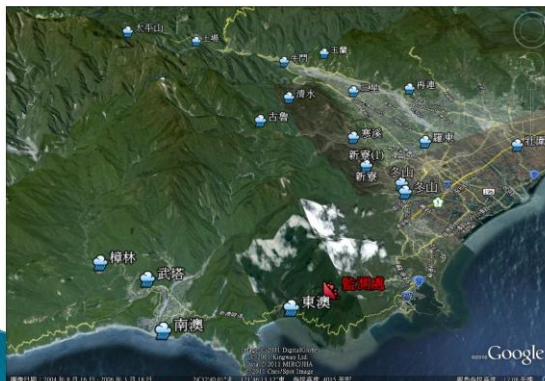
- ? 利用歷史即時降雨建立修正模式，並套用於降雨預報資料



QPESUMS雷達降雨修正

▶ 以鄰近區域雨量站(20站)建立SVR修正模式

? 莫拉克、鳳凰、卡玫基、科羅莎、韋帕、聖帕、碧利斯、珍珠、泰利、馬莎、薔蜜、辛樂克



修正成效有限

23

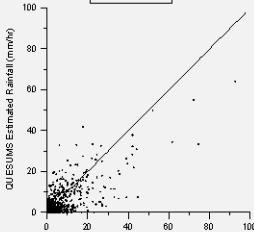
QPESUMS雷達降雨修正

以南澳與東澳站建立SVR修正模式

東澳與南澳

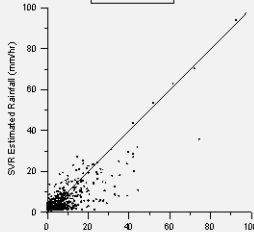
CC=0.7381
RMSE=5.1931

修正前



修正後

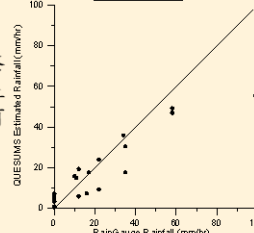
CC=0.8220
RMSE=5.1895



115.9K處

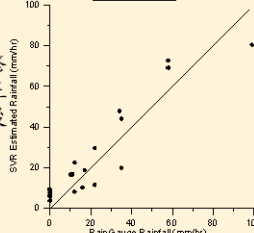
CC=0.9297
RMSE=11.6476

修正前



修正後

CC=0.9352
RMSE=9.4497

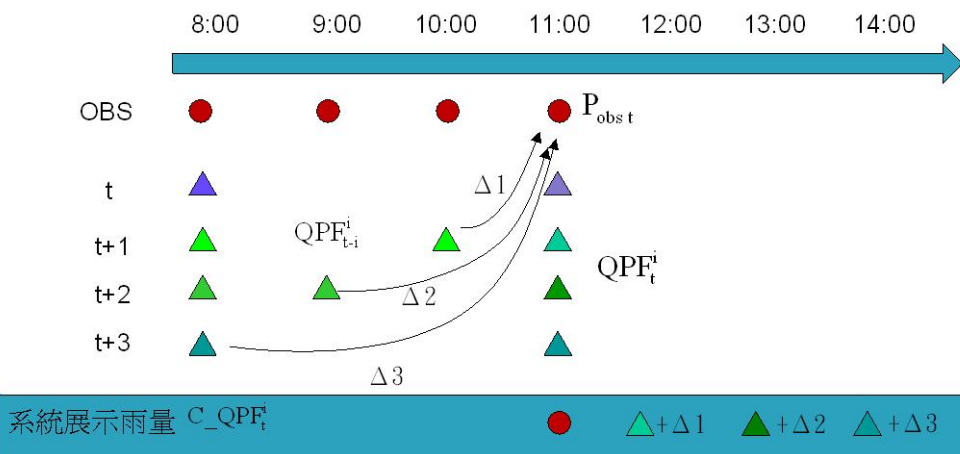


有效修正雷達降雨

24

QPESUMS雷達降雨修正

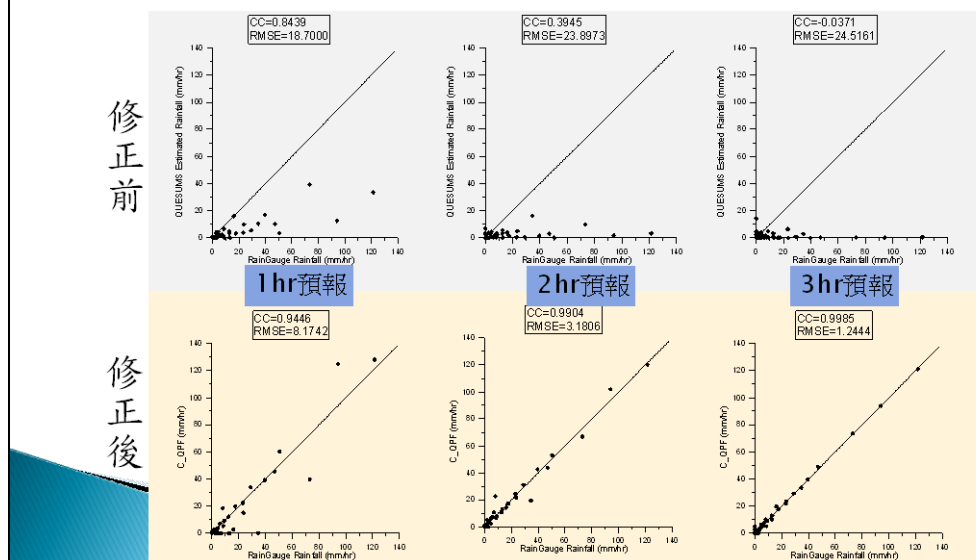
▶ 預報即時修正 $C_QPF_t^i = QPF_t^i + (P_{obs\ t} - QPF_{t-i}^i)$



25

QPESUMS雷達降雨修正

預報即時修正(梅姬颱風，東澳站)

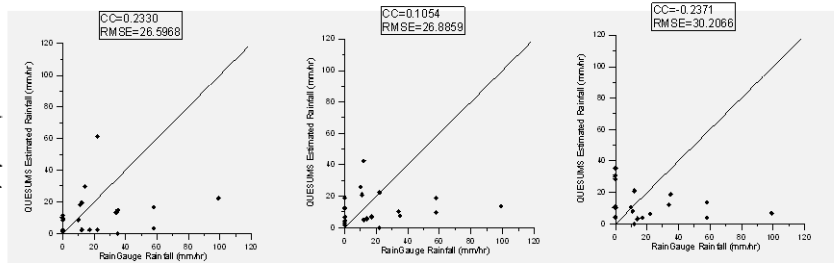


26

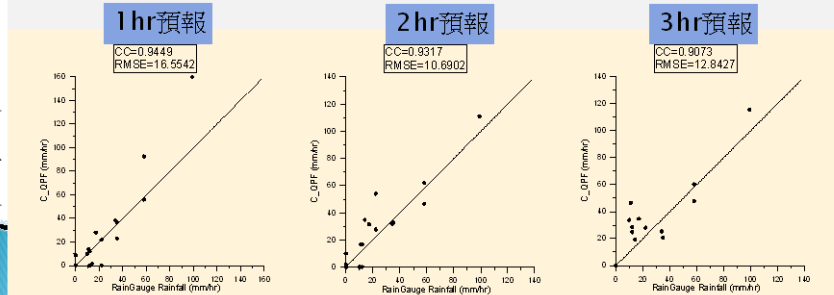
QPESUMS雷達降雨修正

預報即時修正(2011/10/3日暴雨，115.9K)

修正前



修正後



27

公路防救災決策支援系統

28

預警模式簡介

背景

- ▶ 2010年梅姬颱風登陸台灣期間，造成台9線蘇花公路115K、116K大量土石坍方路基流失，造成嚴重災情影響用路人生命及財產安全。

目的

- ▶ 建置一套預警機制，提供管理者能瞭解邊坡即時現況，並在災時發佈警訊通報相關人員輔助管理者決策分析。

方法

- ▶ 於資料交換平台架構下，整合目前現行使用的公路設施管理、防災系統。

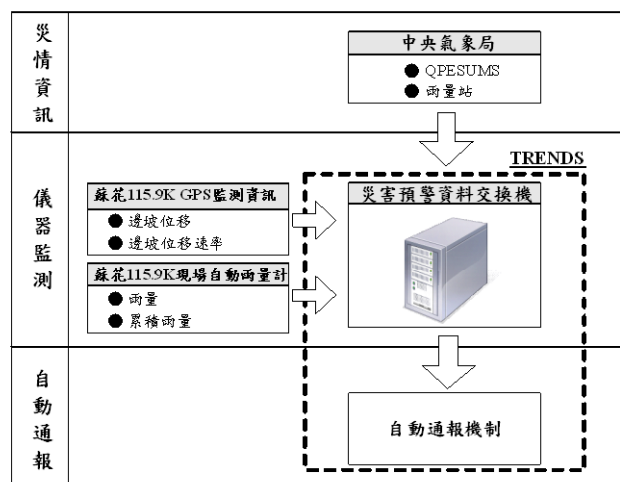
29

預警模式建置

I 預警機制架構及團隊組成(1/2)

- ▶ 以軟體代理人概念，建立「災害預警資料交換機」。
- ▶ 即時收集災情資訊與現地儀器監測資訊。
- ▶ 災情資訊與儀器監測資訊到達設定的安全警戒值，通報工程人員進行道路管制或封閉措施。
- ▶ 分為災情資訊、儀器監測與自動通報三部分。

預警機制架構圖



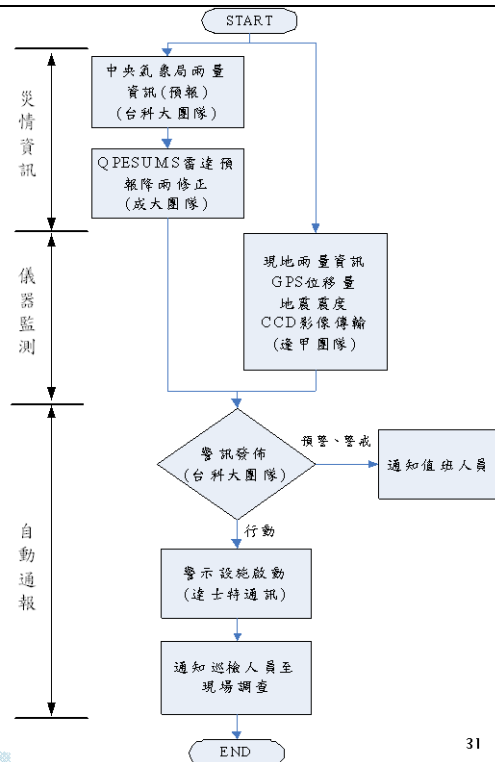
30

預警模式建置

1 預警機制架構及團隊組成(2/2)

各團隊關連性流程圖

- ▶ **成大研究團隊**以QPESUMS進行現地未來1~3小時雨量預測。
- ▶ **逢甲研究團隊**進行現場GPS位移量、雨量、地震監測及CCD影像傳輸。
- ▶ **台科大團隊**引入中央氣象局QPESUMS雷達資料，整合成大修正及逢甲團隊監測成果進行警訊發佈。
- ▶ **達士特通訊股份有限公司**建置警示燈及警示語音等相關警示設施，在警訊發佈後自動開啟。



31

預警模式建置

2 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。

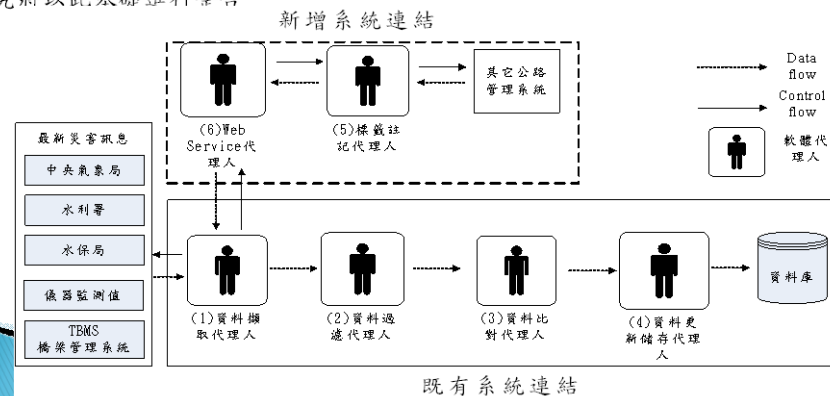
32

預警模式建置

2 建置資料交換平台(2/2)

資料交換平台以軟體代理人為核心，其運作機制：

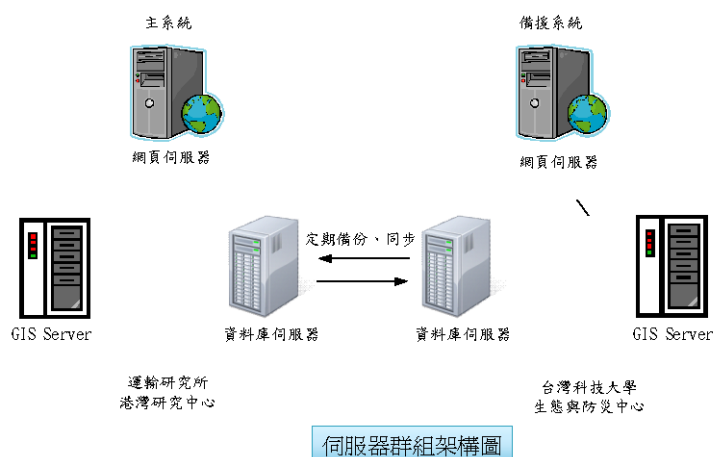
- ▶ 以4種代理人進行既有系統連結
- ▶ 以Web Service代理人及標籤註記代理人進行新增系統連結
- ▶ 本研究將以此基礎進行整合



預警模式建置

3 系統軟硬體建構(硬體配置)

- ▶ 架設主系統於**港研內部**。
- ▶ 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。



預警模式建置

4 系統軟硬體建構(硬體配置)

The screenshot shows the 'Hua Gong Road 115.9K Warning System' interface. Callouts point to the following features:

- 通報人選單**: A dropdown menu for selecting the reporter.
- 即時訊息顯示視窗**: A window for displaying real-time messages.
- 警訊訊息發佈狀態**: A section showing the status of alert message releases, including time and amount.
- GPS及地震狀態**: A section showing the status of GPS and seismic data, with fields for coordinates and values.
- 系統及警示燈啟動停止鈕**: Buttons for starting and stopping the system and warning lights.
- 警訊發佈標準及系統備註**: A section for alert release standards and system notes.
- 警示燈及警示語音狀態**: A section for the status of warning lights and voice alerts.
- CMS發佈內容**: A section for the content of the CMS release.
- 巡檢人員回傳現場狀況**: A section for the status of inspection personnel returning to the site.
- 簡訊緊急發佈鈕**: A button for sending emergency SMS messages.
- CCD即時畫面**: A section for the real-time video feed from the CCD camera.

預警模式建置

5 警訊發佈標準

並依豪大雨、邊坡滑動、地震等分成三種警訊發佈標準。

豪大雨		邊坡滑動		地震引起的邊坡落石	
預警	- 時雨量>40mm 24時累積雨量>130mm	警戒	30mm<GPS位移量<50mm	行動	地震震度>4
警戒	- 時雨量>50mm 24時累積雨量>200mm	行動	GPS位移量>50mm		
行動	- 時雨量>60mm 24時累積雨量>290mm				

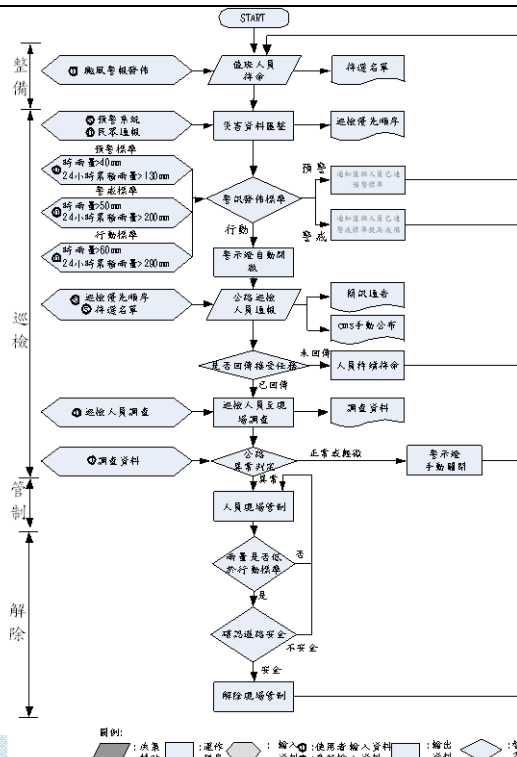
預警模式建置

6 運作流程圖(1/3)

本系統將根據整備；巡檢；管制；解除四大階段運作。

- ▶整備：設定待命清單
- ▶巡檢：自動預警與通報
- ▶管制：邊坡危險封路管制
- ▶解除：現場邊坡安全

豪大雨	
預警	- 時雨量>40mm 24時累積雨量>130mm
警戒	- 時雨量>50mm 24時累積雨量>200mm
行動	- 時雨量>60mm 24時累積雨量>290mm



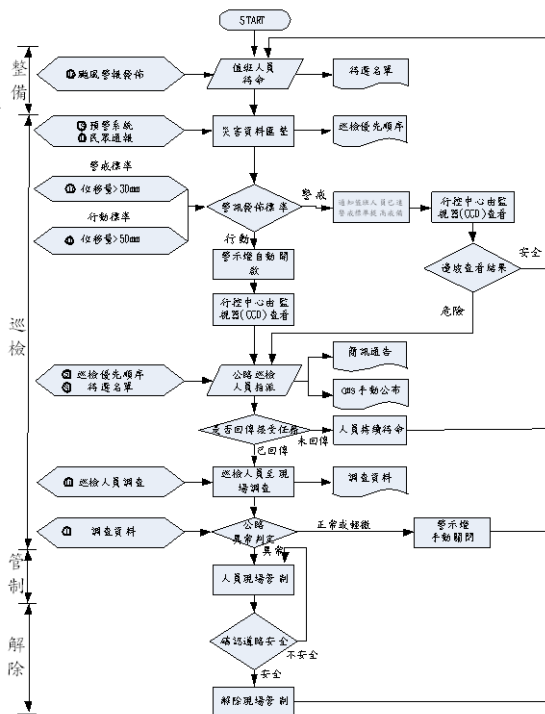
系統通報運作流程圖——豪大雨

37

預警模式建置

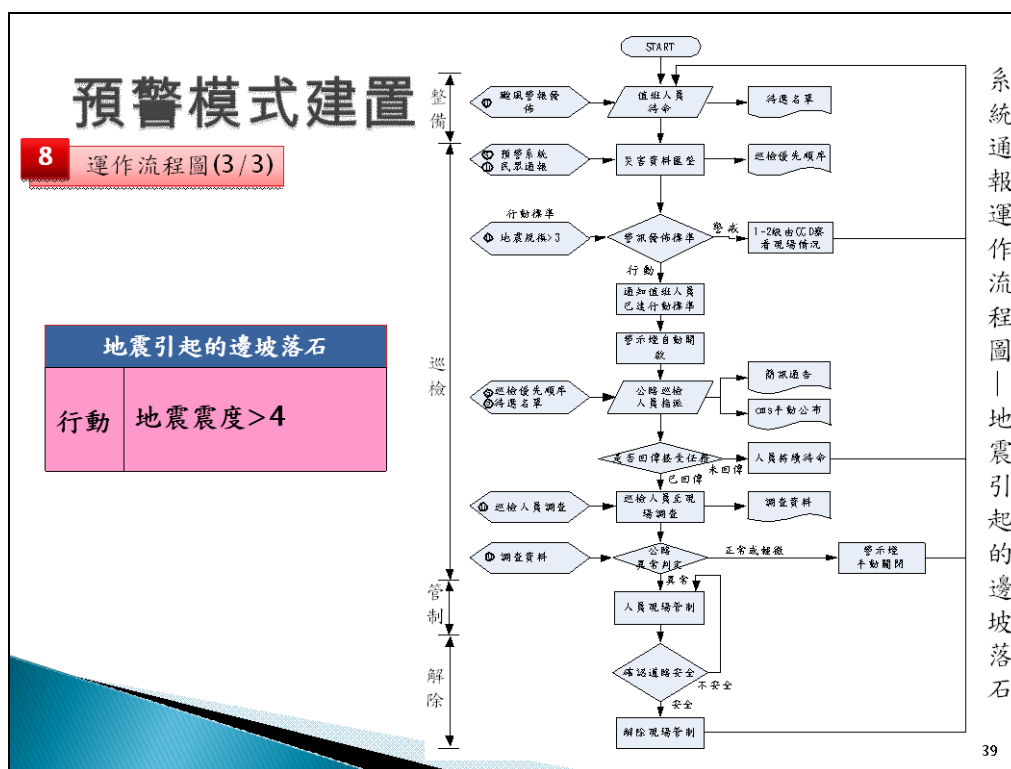
7 運作流程圖(2/3)

邊坡滑動	
警戒	30mm < GPS位移量 < 50mm
行動	GPS位移量 > 50mm



系統通報運作流程圖——邊坡滑動

38



警訊發佈流程—以豪大雨超標為例

· 假設狀況

— 蘇花公路115.9k發生豪大雨，系統分別發佈

1. 預警警訊
2. 警戒警訊
3. 行動警訊

展示各階段人員處理程序。

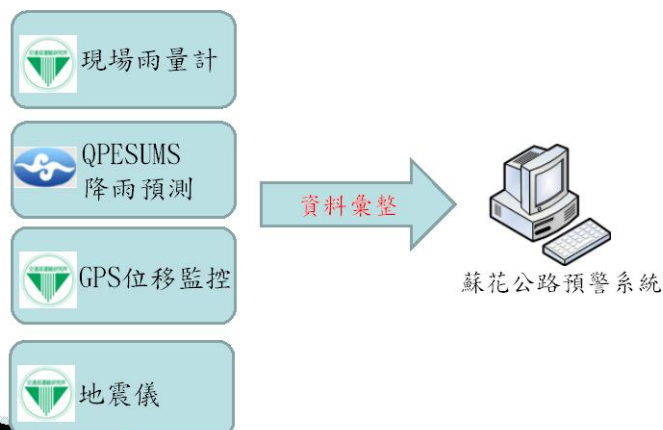
警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

段長確立工程處、輪職及留守人員名單

41

警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

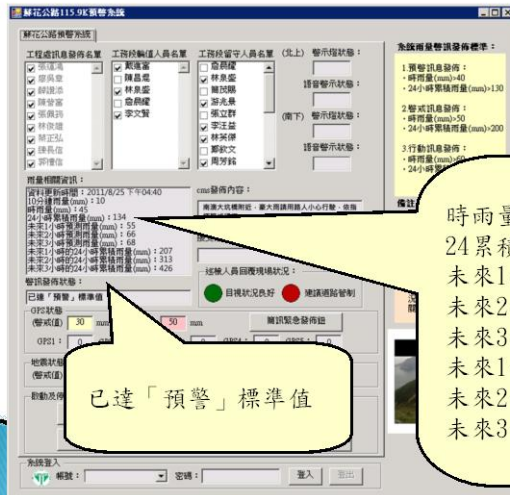
災害預警資料交換機收集災情資訊與現地儀器監測資訊，做為警訊發佈參考值。



42

警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

系統將顯示即時降雨量及預測雨量，當時雨量 $>40\text{mm}$ ，而24小時累積雨量 $>130\text{mm}$ 時，系統將自動發佈「預警」警訊。



雨量預測資訊：

資料更新時間：2011/8/25 下午04:40

即時雨量(mm)：30

24小時累積雨量(mm)：134

未來1小時時雨量(mm)：55

未來2小時時雨量(mm)：66

未來3小時時雨量(mm)：68

未來1小時的24小時累積雨量(mm)：207

未來2小時的24小時累積雨量(mm)：313

未來3小時的24小時累積雨量(mm)：426

雨量預測資訊：

時雨量45mm

24累積雨量134mm

未來1小時時雨量55mm

未來2小時時雨量66mm

未來3小時時雨量68mm

未來1小時的24小時累積雨量207mm

未來2小時的24小時累積雨量313mm

未來3小時的24小時累積雨量426mm

已達「預警」標準值

警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

行控中心人員手動輸入警示標語至警示電子看板(cms)

南澳大坑橋附近，豪大雨請用路人
小心行駛，依指揮警戒通行



警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

段長收到**預警發佈訊息**，訊息中將**顯示時雨量及24小時累積雨量值**，並會**預測何時達行動標準**。

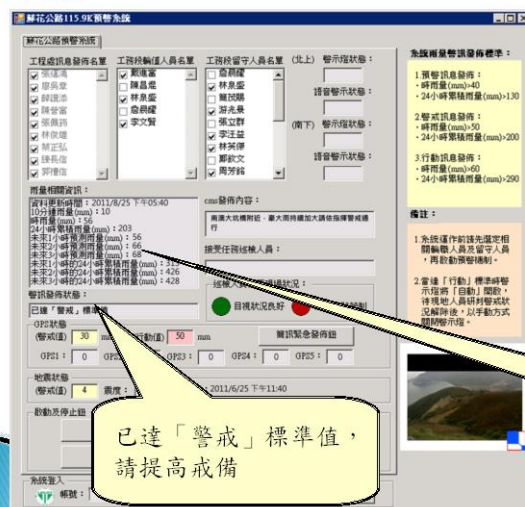
段長收到「預警」訊息



45

警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

當時雨量**>50mm**，而**24小時累積雨量>200mm**時，系統將自動發佈「警戒」警訊



46

警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

行控中心人員手動輸入警示標語至警示電子看板(cms)

南澳大坑橋附近，豪大雨持續加大
請依指揮警戒通行



47

警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

段長及留守人員收到**警戒發佈訊息**，訊息除**雨量資訊**外並會提醒留守人員提高戒備。

段長收到「警戒」訊息



留守人員收到「警戒」訊息



48

警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

當時雨量>60mm，而24小時累積雨量>290時，系統將啟動警示燈及語音警示，並自動發佈「行動」警訊。

自動開啟

時雨量72mm
24累積雨量323mm

已達「行動」標準值，
請即刻進行巡檢

49

警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

警示燈及警示語音自動開啓；行控中心人員手動輸入警示標語至警示電子看板(cms)

南澳大坑橋附近，豪大雨持續加大
請依指揮通行



警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

處長、段長及留守人員收到**行動發佈訊息**，訊息除雨量資訊外並會請留守人員至現場巡檢，並提示接收任務回傳代碼「101019」。

處長收到「行動」訊息



段長收到「行動」訊息



留守人員收到「行動」訊息



警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

留守人員**回傳接收任務代碼「101019」**後，段長將收到由系統自動傳出**接受任務人員訊息**

留守人員回傳101019



段長接收到接受任務訊息



警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

而留守人員在回傳接收任務代碼後，系統亦會傳送給接收任務者至現場巡檢的訊息，並提醒若現場不安全時請回傳代碼「101011」及安全時請回傳代碼「101010」

留守人員收到巡檢任務訊息



53

警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

巡檢人員至現場，發現邊坡崩塌有大量砂石掉落危害用路人安全，請回傳代碼「101011」，系統將自動發送簡訊通知段長調派人力機具至現場進行封路。

留守人員回傳101011

段長收到現場不安全訊息



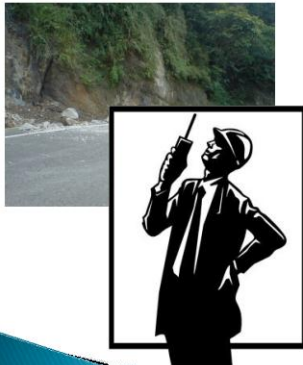
54

警訊發佈流程-以豪大雨超標為例

豪大雨停止現場已無砂石掉落**道路安全**，請回傳代碼「101010」，系統將自動發送簡訊**通知段長道路已經安全可以準備開放通行**。

留守人員回傳101010

段長收到現場已安全訊息



55

系統安裝測試及驗證

56

系統安裝測試及驗證

系統安裝

- ▶採用.NET、AJAX及Javascript技術進行開發
- ▶伺服器Windows Server 2008 R2
- ▶資料庫Windows SQL Server 2008
- ▶透過Web Service作為各系統之資料交換平台

57

系統安裝測試及驗證

系統測試及驗證

- ▶經歷「0913撞機事件」及「1002豪雨事件」等驗證。
- ▶系統運作期間共發出位移及雨量簡訊共102封。
- ▶於教育訓練會後針對與會專家學者及工程處各長官之寶貴意見進行系統修正。



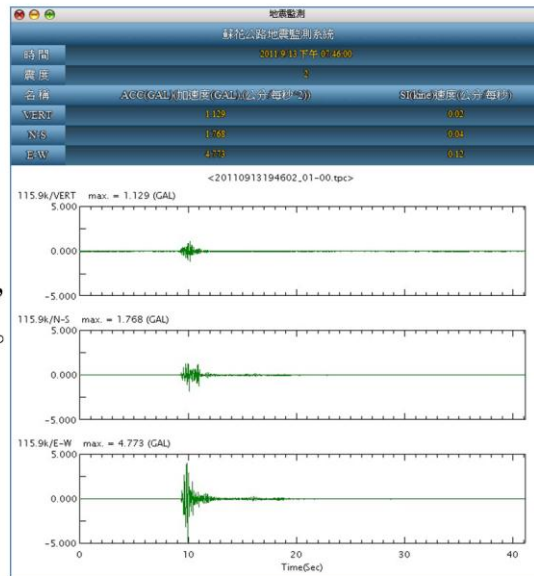
公路防救災決策支援系統畫面

58

系統安裝測試及驗證-監測成果

0913撞機事件

▶本系統於
2011/09/13 19:46地
震儀偵測到異常震動，
地震的2級震度，但查
詢中央氣象局地震資料，
卻無發現相關地震事件。



59

系統安裝測試及驗證-監測成果

0913撞機事件

▶同時比對攝影機影像資料，發現夜間影像有明顯亮光，且時間與軍機失事時間點接近，因此更加確定此次震動是由軍機撞擊所造成。



09/13 19:45攝影機畫面



09/13 19:46攝影機畫面



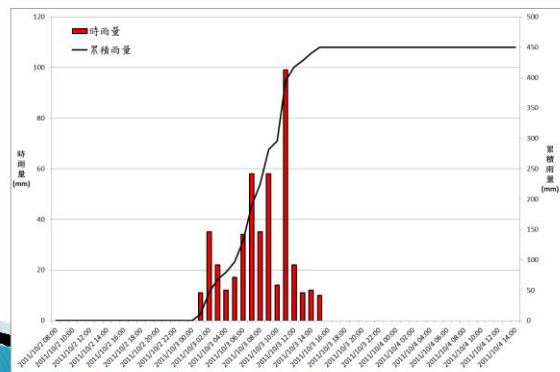
09/13 20:00攝影機畫面

60

系統安裝測試及驗證-監測成果

1002豪雨事件

▶受東北季風及颱風外圍環流影響，宜蘭及花蓮地區降下超大豪雨，基隆北海岸、北部、東北部及東部地區有局部豪雨發生。後續因共伴效益雨量持續加大。



61

系統安裝測試及驗證-監測成果

1002豪雨事件-CCD影像

▶比對降雨前後影像，發現此次豪雨造成該崩塌地範圍逐漸擴大。



2011/10/04 07:25:00 影像



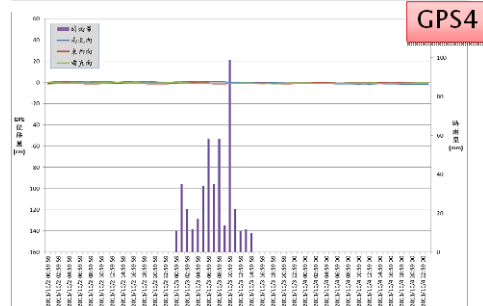
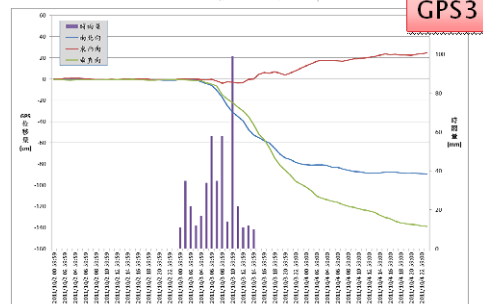
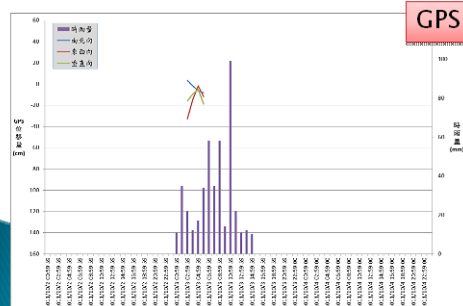
2011/10/04 07:25:00 影

62

系統安裝測試及驗證-監測成果

1002豪雨事件- GPS資料

- 其中GPS1因傳輸中斷導致資料無法回傳，但仍測得其最大位移量約30cm，GPS3最大位移量已達140cm。GPS4最大位移量約2cm。



63

系統安裝測試及驗證-監測成果

1002豪雨事件- GPS資料

- GPS共安裝5組，其中GPS1因1002豪雨事件遭沖毀，其他GPS也因大雨沖刷而導致基礎裸露。

GPS基礎裸露



GPS1 豪雨前



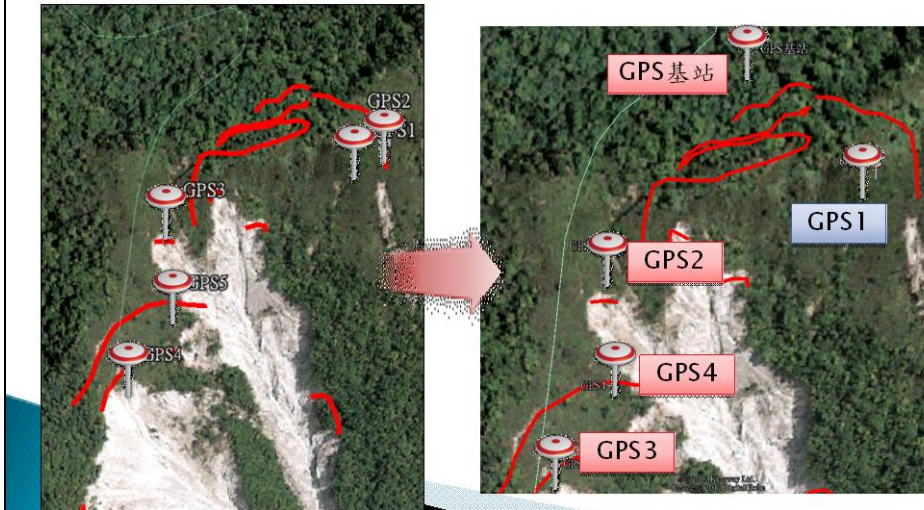
GPS1 豪雨後



64

系統安裝測試及驗證-監測成果

- ▶ 因1002豪雨事件已將GPS1沖毀，故調整現有GPS配置為下圖。

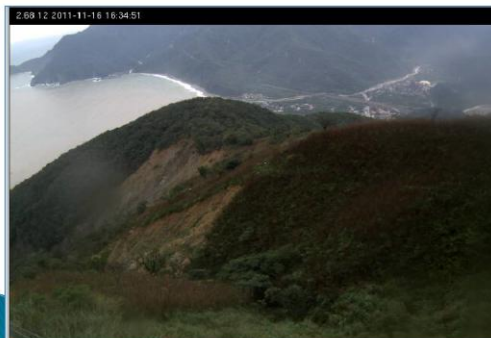


65

系統安裝測試及驗證-監測成果

1116豪雨事件

- ▶ 受南方低壓雲系影響，宜蘭地區、花蓮、台東及恆春半島有局部大雨或豪雨發生，南部地區及北部山區亦有局部大雨發生。



CCD影像2011/11/16 16:34



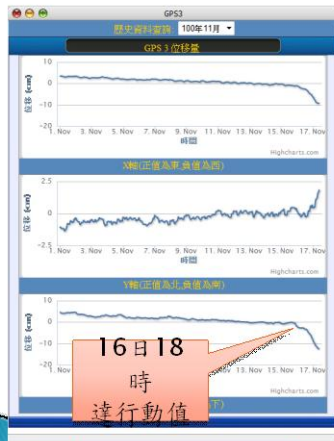
雨量資料

66

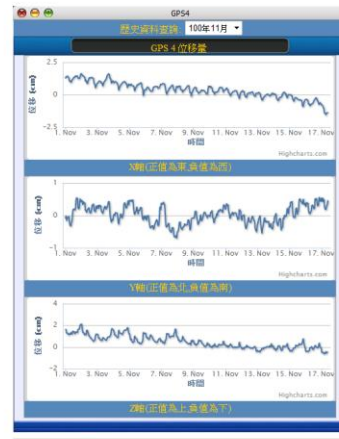
系統安裝測試及驗證-監測成果

1116豪雨事件

- ▶ 最大時雨量達53mm，日累積雨量為140.5mm。
- ▶ GPS3 2011/09/16累積位移量為7.4cm



GPS3 11月監測值



GPS4 11月監測值

67

系統安裝測試及驗證-監測成果

- ▶ 簡訊發送：系統於運作期間共發出102則警戒簡訊。

時間	簡訊內容	
起 2011/10/1 01:00	蘇花公路115.9K雨量已達行動標準	共23封
迄 2011/10/1 23:00	蘇花公路115.9K雨量已達行動標準	
起 2011/10/2 00:00	蘇花公路115.9K雨量已達行動標準	共24封
迄 2011/10/2 23:00	蘇花公路115.9K雨量已達行動標準	
起 2011/10/3 00:00	蘇花公路115.9K雨量已達行動標準	共24封
迄 2011/10/3 23:00	蘇花公路115.9K雨量已達行動標準	
起 2011/10/4 09:00	蘇花公路115.9K雨量已達行動標準	共10封
迄 2011/10/4 09:00	蘇花公路115.9K雨量已達行動標準	
起 2011/7/20 14:00	蘇花公路115.9K位移量已達行動標準	共10封
迄 2011/7/20 23:00	蘇花公路115.9K位移量已達行動標準	
起 2011/7/21 00:00	蘇花公路115.9K位移量已達行動標準	共10封
迄 2011/7/21 09:00	蘇花公路115.9K位移量已達行動標準	
2011/9/26 18:00	蘇花公路115.9K位移量已達警戒標準	共1封
		共102封

68

教育訓練及推廣宣導

69

教育訓練

- ▶ 為推展蘇花公路115.9k邊坡崩塌監測預警系統，透過**教育訓練**讓公路業管單位及人員熟悉此系統，使本系統確實發揮其防災預警功能。
- ▶ 另外本次教育訓練不僅邀請第一線在公路上執行勤務的工作人員，更邀請相關學者出席，針對該系統提出相關系統精進的建議。
- ▶ 透過「**高司演練**」的方式，模擬事件觸發，讓該公務段之工作人員以實際狀況模擬的方式，完整執行整個系統通報流程。



70

推廣宣導

- ▶ 本系統於2011年9月13日地震儀偵測到異常震動，比對其他儀器資料研判是由軍機撞山所造成，其儀器監測資料可提供軍方參考。

軍機撞山 逢甲監測到異常震動

力透相當於二級地震

時間：2011/9/15 20:34
區域：劉品希
新聞刊號：中央社

自由時報

軍機撞山 逢甲監測到異常震動

力透相當於二級地震

時間：2011/9/15 20:34
區域：劉品希
新聞刊號：中央社

東森新聞

軍機撞山 逢甲監測到異常震動

力透相當於二級地震

時間：2011/9/15 20:34
區域：劉品希
新聞刊號：中央社

中央社

防止土石零命 蘇花公路設監測

【聯合報／記者張明輝／宜蘭報導】 2011.10.21 03:11 a.m.

去年102號風災年水患區高1年，為避免蘇花公路造成人員傷亡的惡劣影響，公路局與四區工程處在蘇花公路115.9公里處，大面積崩塌的區域，設置5支深層位移監測器，利用GPS定位與雨量統計，隨時掌握深層位移及雨量狀況，俾資用路人安全。

去年102號風災造成蘇花公路多處崩塌，總共奪走26條人命，包括花蓮特勤老樹劉廷鈞、嘉義許姓與林姓夫婦、弘基旅行社司機張智明、大陸女領隊田麗，還有劉意源旅行社的19名大陸團員與台灣司機郭廷、陳國豐等。如今多處崩塌已陸續填補成填海工程，不過115.9公里的大崩塌，由於崩塌太大，處理起來很困難，至今依舊保持警戒，藉由大自然的力慢慢恢復穩定。

由於仍有許多活動的深層分布在崩塌上，為了掌握深層穩定狀況，公路局與四區工程處特與交通部運輸研究所老樹研究中心合作，在該處設置深層、海拔800公尺的地方，設置5支深層位移監測器，透過GPS定位回報，讓四區處行控中心能夠隨時掌握深層狀況。

公路局與四區工程處資深技師陳國豐表示，只要深層位移監測器一監測到位移情況，四區處行控中心將會第一時間收到警訊，公路相關人員就會立即實施車輛往來，此外當地每10分鐘雨量超過15毫米，也會馬上進行管制。

5支深層位移監測器花費450萬元設置，今年6月完成啟用，負責下方過往用路人的生命安全，不過由於上個月降雨量在東澳線崩塌的意外，其中一支監測器被幾塊落石擊中。

陳國豐強調，雖然一支監測器損壞，但是並不影響整體深層的監控效果，該處部分目前正進行整修，只要其他4支深層位移器會發出警訊，公路局與相關人員立即前往現場管制交通，避免去年憾事再次發生。

http://udn.com/

聯合報

工作執行進度說明

執行成果

蘇花公路邊坡崩塌監測系統

▶透過GPS、雨量計、攝影機及地震儀等前端儀器的整合，配合後端系統展示及呈現，完整提供該邊坡觀測資料，達到即時預警及防災通報之功能。

QPESUMS雷達降雨預報

▶利用各系統平台之間的資料交換機制，修正未來1~3時的預報降雨資料，大幅提升QPESUMS雷達降雨應用之可靠性。

公路防救災決策支援系統

▶結合蘇花公路邊坡崩塌監測系統提供的資料，建立簡訊人員名單，進行警戒值、行動值的回報及發佈，並透過教育訓練及實例演練使公路管理單位人員熟悉本系統，提供管理者在面臨豪雨、邊坡及地震災害時進行輔助決策的工具。

73

專案時程

- 本計畫時程需待現地儀採購完成後，得開始計算工作時程。

工作項目	第1月	第2月	第3月	第4月	第5月	第6月	第7月	備註
啟動會議	→							
蘇花公路邊坡崩塌監測系統	→	→						
QPESUMS雷達降雨預報	→	→						
公路防救災決策支援系統		→	→					
系統案裝測試與驗證				→	→			
教育訓練及推廣宣導						→	→	
工作進度估計百分比(累積數)	30	60	70	80	85	90	100	
預定查核點	1. 計畫工作期間自民國100年5月6日 2. 系統架設完成測試民國100年6月30日 3. 提送期末報告初稿民國100年11月5日							

74

計畫效益與未來應用

計畫效益與未來應用

- ▶ 本計畫所完成之監測系統，經由教育訓練及推廣宣導，使管理單位熟悉本系統，並於警戒值或行動值發佈時，可將即時資訊作為邊坡安全預警之參考，**降低突發性邊坡崩塌造成用路人傷亡意外發生。**
- ▶ 依據中央氣象局即時雨量及現地雨量計的觀測、修正QPESUMS未來三小時預估雨量資訊，**提供更即時且精確的雨量預報，作為決策之參考依據。**
- ▶ 公路防救災決策支援系統介接各觀測儀器資料，並透過資料交換機制，即時發佈各儀器簡訊，**自動通報相關業管人員，達到預警通報功能。**

計畫效益與未來應用

- ▶ 本計畫所建置的儀器及設備，可於計畫完成後，將此系統轉移至其他危險邊坡，進行監測工作，以延續儀器設備之生命週期，物盡其用。
- ▶ 透過本計畫之監測系統執行經驗，可提供國內外崩塌地滑防災監測主管機關參考應用，如水保局、公路總局、高速公路局等規劃之參考依據。
- ▶ 除了透過警訊通報外，未來可考量加入其他儀器輔助，以了解察看邊坡實際情形，使巡檢更有效率，保障用路人的生命及財產安全。

77

簡報結束
敬請指教

78

附錄二

期末報告審查意見處理情形表

期末審查意見及辦理情形說明表

審查委員	審查意見	處理情形
1. 海洋大學河海工程系 張景鐘教授	1. 計畫研究成果對未來邊坡崩塌預警，有很大幫助利助益。	感謝委員肯定。
	2. 本預警模式需整合 3 個研究團隊，資料交換、整合平台太複雜。宜適度減化。	感謝委員意見，研究團隊各系統資料之間的交換皆以 XML 格式，並採用 Web Service 方式作為資料交換的平台，因此已大幅降低系統之間溝通的複雜度，達到資料同步之成效。
	3. 災情資料相關監測系統太多項監測儀器要自行設置，維護運作、人員經費負擔龐大，不利長久運作。建議盡量利用中央氣象局相關資料。	感謝委員意見，由於該監測點位鄰近中央氣象局氣象站距離過遠，為即時掌握現地雨量及地震資訊，故自行設置各項監測儀器。

審查委員	審查意見	處理情形
	4. 警訊發布流程，建議在檢討並結合智慧型手機之應用與手機系統台對該區域用路人簡訊之傳送。	感謝委員意見，本研究所建置之通報機制目前僅供公路總局第四區養護工程處單位使用，故簡訊發送對象為通報名單內之人員，可通知人員至現場檢測與封路。因路況仍需工務段人員確認，故簡訊通報未涵蓋用路人。
2. 嘉義大學土木與水資源工程系 陳文俊教授	1. 建議背景分析應能對本案地點之水文、地文及歷來災況做敘述較能掌握背景。	感謝委員意見，已於報告書第一章內容增加本案地點水文、地文等相關資料。
	2. 監測儀器建議能列出儀器性能、精度等設備基本參數之說明。	感謝委員意見，已於報告書附錄中，增加監測儀器各項性能、精度等各項基本參數。

審查委員	審查意見	處理情形
	3. GPS 及其他儀器之安裝地點及選只能考量為何?當初有無考慮安裝地點基址之穩定性?報告中提及部分地點有流失之現象。	感謝委員意見，各儀器安裝點位考量以能監測到最即時且最正確的資料為首要任務 GPS 於裝設時除考量儀器安全，另外也施作基礎底座加以穩固，讓儀器無損壞虞慮。
	4. 本系統安裝可預警之範圍為何?能否涵蓋崩塌易致災路段。	本研究範圍僅針對蘇花公路 115.9K 路段上邊坡之監測，於邊坡上架設了 GPS 位移 地震儀與雨量計，可根據此三項指標進行監控與預警，未來可沿用此模式與系統於易致災路段。

審查委員	審查意見	處理情形
	5. 本案預警成功關鍵之一為易制災(崩塌)雨量門檻值之設計及 GPS 觀測之合理性，本案是否有做驗證之檢核與持續性之修正能讓預報更加精確。	感謝委員意見。目前所有的降雨預報的成果除了展示於網頁上，同時也會存放在系統資料庫中以利持續的驗證，並且能累積更多的觀測資料來持續修正降雨預報的方法，提升整體的預報精確度。GPS 門檻值訂定是參考本身 GPS 的量測精度，透過今年度的事件，確實能反應崩塌位移量，未來會持續針對量測結果修正門檻值。
	6. 豪雨或颱風等天候不佳時，GPS 訊號接收會不會影響到其間測精度或數值，另外回傳微波功率是否足夠，是否會有中斷情形而影響到預警效果。	感謝委員意見，經歷過多次颱風豪雨驗證，GPS 訊號於天候不佳時並不會影響其儀器精度，另外此系統微波建置距離在 10km 內，且通視狀況良好，於天候不佳時，傳輸瞬斷產生於毫秒內，並不影響系統運作。

審查委員	審查意見	處理情形
	7. 本系統對最近本案地點之豪雨事件、崩塌事件其預警效果之驗證為何?對本系統之效合、修正實有幫助。	感謝委員意見。相關豪雨事件與崩塌事件預警，均有發送簡訊通知相關單位，事後並赴現場確認災情，簡訊列表請參閱附錄。
	8. 如何能建議未來能將系統建置一套於四工處，如此可提高第一手預警資訊之掌握。	感謝委員意見，本邊坡預警系統已建置一套於四工處。另外公路防救災決策支援系統，除建置一套於港灣研究中心，另於台科大也有建置其備援系統。
3.成功大學水工試驗所江文山組長	1. 請於報告中補述測站設置位置之選訂原則與適切性說明。	感謝委員意見，遵造辦理，請參閱報告書第二章。
	2. 請補寫於報告中監測儀器之規格與詳細資料。	感謝委員意見，請參閱附錄。
	3. 報告中選定之測量參數及位移、雨量與地震，請說明決定之依據。	感謝委員意見，請參閱報告書第二章。
	4. P.4 當邊坡位移超過 30mm、50mm 則發佈訊息，是只瞬時或多少時間的累積量。	感謝委員意見，此警戒標準為儀器建置完成時待 GPS 穩定後，開始累積計算的量。

審查委員	審查意見	處理情形
	5.P.40 圖 4-1 中缺地震儀。	感謝委員意見，已補上相關說明。
	6.P.81”1002 事件”雨量預報修正的功能似乎顯現不出來。	感謝委員的意見，1002 事件修正成果較差的主要原因是，梅姬颱風時東澳站處的預報值均呈現偏小的趨勢，然而在 1002 事件中，115.9K 處的預報資料則無一定的趨勢，因此利用即時誤差修正方法時會造成 115.9K 處修正誤差較大之情況，然而此誤差已較未修正之預報雨量佳，已能強化系統內雨量預警模組的能力。
	7.測站位於崩塌潛勢區，難免會發生損毀的情況，未來建議往遙測方向研究，以盡量克服測站損壞情形。	感謝委員意見。
4.國立成功大學衛星資訊研究中心 余騰鐸副研究員	1.期末報告中語態應為完成，而非未來，英文摘要中犯了多次錯誤。	感謝委員意見，已完成修正，請參閱報告書英文摘要。

審查委員	審查意見	處理情形
	2.地震儀收到為加速度 PGA，如何設定為二級震度，請說明。第 90 頁地震資料含『速度』，請問如何得來？	感謝委員意見，「速度」資料由地震儀軟體產生，並透過系統展示。
	3.降雨、地震為促崩因子，GPS 為現況，如何有效結合成一預警系統。	感謝委員意見，目前是以降雨或地震達到警戒時，綜合指標為黃燈，如果 GPS 同時達到警戒時，綜合指標顯示紅燈。，
	4.資料相互影響在山崩分析與預警應再加強，例如地震後之降雨安全警戒值，應低於未發生地震時之時段。	感謝委員意見，目前並未考慮如地震後之降雨安全警戒值，應低於未發生地震時之時段。未來可以持續參考國內外相關文獻，修正管理值。
	5.建立發佈案件與觸發時機，紀錄供未來修正參考。	感謝委員意見，相關事件與觸發簡訊歷程，請參閱附錄。

審查委員	審查意見	處理情形
5.國家災害防救科技中心	1.P.10~12 頁中提及 GPS、雨量記及地震儀，是透過有線或光纖傳輸資料置現地主機中。請補充說明現地主機設置地點為何，是否有考量距離、電源或安全性等因素。	感謝委員意見，現地主機設置點位，請委員參閱報告書第二章，本系統所架設的儀器皆是採用儀器與主機分離方式，但由於儀器安裝環境位置較惡劣，且需即時量測最正確的監測資料，因此儀器安全性已作了最大化考量，降低儀器損壞機率。

審查委員	審查意見	處理情形
	2. 由 SVR 方法的修正結果來看，確實較修正前進步很多，此修正方式應可作為 QPE 的修正參考。惟圖 3-13 似乎較圖 3-11 的成果誤差較大，是否與 SVR 率訂模式皆選定颱風雨場有關，導致非颱風降雨雨量的誤差會較大。(成大)	感謝委員的肯定，3-13 的修正成果較 3-11 差的主要原因是，氣象局在東澳站處的預報值均呈現偏小的趨勢，而在 115.9K 處的預報資料則是無一定的趨勢，因此利用即時誤差修正方法實會造成 115.9K 處修正誤差較大之情況，然而此誤差已較未修正之預報雨量佳，以強化系統內雨量預警模組的能力。
	3. 建議於成果報告中加入所需完成工作檢核表及各期審查意見及回覆，以利了解各項工作是否如期完成，即各期審查委員所提出之相關問題及修正方式。	感謝委員建議，已於期末報告修正稿中加入期末審查委員所提出之相關問題及修正方式。
6. 港研中心第一科 賴瑞應研究員	1. 本計劃在有限經費及時程的限制下，能建置完成如此務實的預警系統研究團隊的努力值得肯定。	感謝委員肯定。

審查委員	審查意見	處理情形
	2. 針對報告撰寫提供三點建議： 1. 「第三章 蘇花公路邊坡崩塌監測系統」部分，建議如果時間許可，應先搜集蘇花公路115.9K 邊坡崩坍的歷史災害資料來歸納災因，再依災因分類(豪大雨、邊坡滑動、地震等)研擬監測對策，如此才能完全解決此路段崩塌的問題。 2. 第八章 未來應用提到，可於計畫完成後，將此系統轉移至其他危險邊坡進行監測工作，以延續儀器設備之生命週期，物盡其用。是否意謂本研究完成後此路段就不須在監測。 3. 本計畫報告書格式請依本所出版品規定編排，以利驗收。	1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員意見，本研究於此公路段大坑橋完工後，在公路使用無產生災害之虞時，完成階段性任務後，才會將此系統轉移。 3. 感謝委員意見，已依貴所格式修正，請參閱期末報告書修正稿。

附錄三

高司作業演練計畫書

蘇花公路 115.9k 邊坡崩塌監測預警模式高司作業演練計畫書



交通部運輸研究所臺灣技術研究中心



交通部公路總局
公路總局第四區養護工程處

逢甲大學



臺灣科技大學生態與防災工程研究中心

成功大學

共同主辦

中華民國 100 年 7 月

蘇花公路 115.9k 邊坡崩塌監測預警模式高司作業演練

目 錄

第一章 前言	附錄 3-3
第二章 演練地點	附錄 3-4
第三章 演練流程	附錄 3-5
第四章 演練使用器材	附錄 3-6
第五章 演練人員任務編組	附錄 3-7
第六章 蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式高司作業演練	附錄 3-8

第一章 前言

蘇花公路 115.9k 邊坡崩塌監測預警模式高司作業演練之目的，主要在推展本所對邊坡崩塌預警及監測所進行的相關研究成果。蘇花公路 115.9k 邊坡崩塌監測預警模式經多次系統測試與實際運作，皆可正確接收各項災害資訊，能有效地提供即時監測及預警災害之發生。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，期使成果透過演練能有效快速落實於實務之應用。

模擬演練之主要內容如下：

1. 某日颱風來臨帶來超大豪雨落在蘇花公路 115.9k 時系統運行及防災應變演練(狀況 1-降雨量分別到達預警、警戒及行動標準)。
2. 當蘇花公路 115.9k 邊坡位移量超過標準時系統運行及防災應變演練(狀況 2-位移量分別達警戒及行動標準)。
3. 當地震震度大於 3 級，並發生在蘇花公路 115.9k 時系統運行及防災應變演練(狀況 3-地震震度達行動標準)。

系統運行及防災應變之主要流程有資料接收及預警通報等二大階段，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。

第二章 演練地點

蘇花公路 115.9k 邊坡崩塌監測預警模式高司作業演練地點位於公路總局第四區養護工程處(宜蘭縣蘇澳鎮中山路2段3號), 如下圖所示。

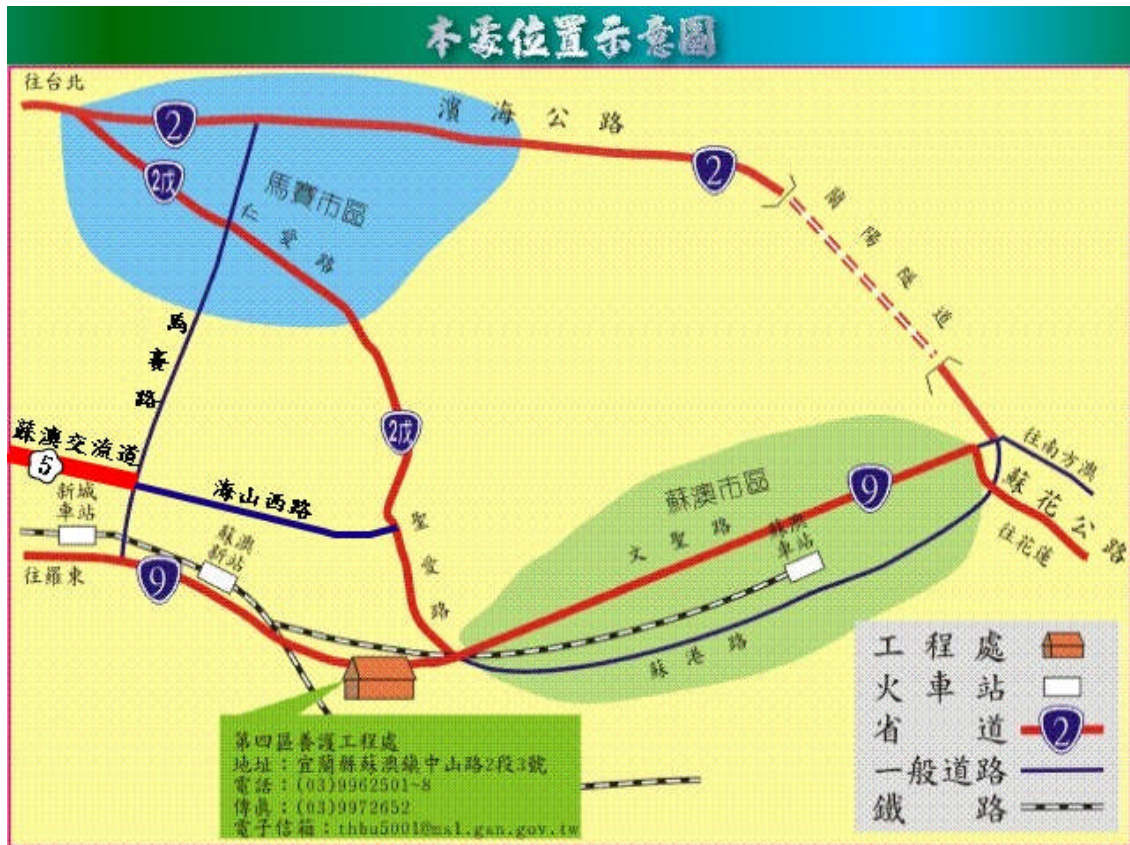


圖-1 演練地點位置圖

第三章 演練流程.

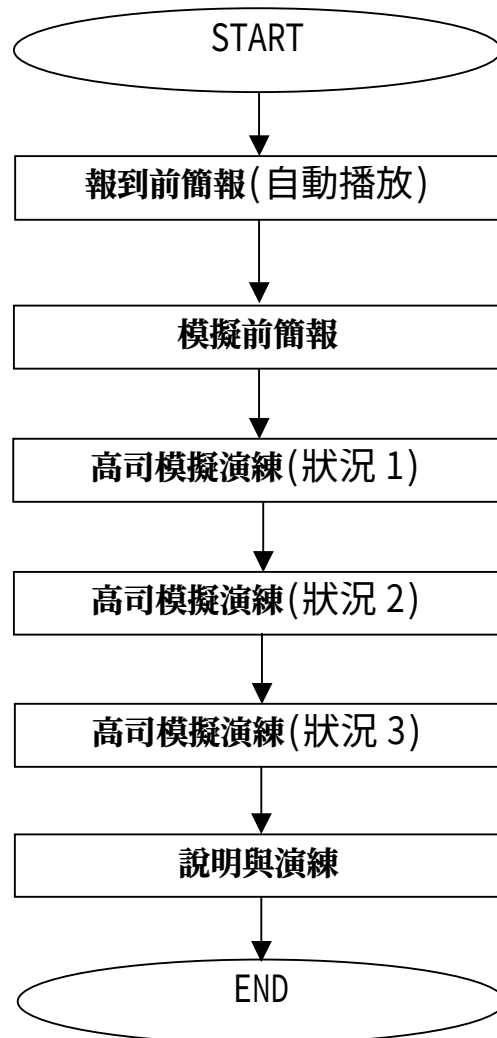


圖-2 流程圖

第四章 演練使用器材

表-1 蘇花公路 115.9k 邊坡崩塌監測預警模式高司作業使用器材明細

名 稱	數量	主要功能	備註
投影螢幕	1	大螢幕投影	
相機	2	現場調查與拍照	
手機	3	接收簡訊與通話	
主機	3	系統操作與連線	
簡報檔	1	系統畫面展示	

第五章 演練人員任務編組

表-2 蘇花公路 115.9k 邊坡崩塌監測預警模式高司演練之任務編組與名冊

模擬職務	姓名	主要任務
音效人員	吳育偉、陳泰宏	投影機、音效、電腦操作
解說人員	黃沁淇	簡報解說、演練講解
工務段留守人員 /巡檢人員 /管制人員	游 兆 景、張 立 群、李汪益、鄭 欽文，黃銀壽、 劉 森 源、邱 文 作、游清泉、雷 士昌、陳昌焜、 林泉盛	現場巡查、系統填報與現場災況通報
工務段段長	戴進富	現場調查與回報現場情形
公路總局第四區工程處處長	張運鴻	接收訊息並視情況傳達給相關單位

第六章 蘇花公路 115.9k 邊坡崩塌監測預警模式高司作業演練

演練科目	當超大豪雨發生時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當雨量超過行動標準時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日颱風來臨帶來超大豪雨落在蘇花公路 115.9k 時系統運行及防災應變演練(狀況 1-降雨量分別到達預警、警戒及行動標準)		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
1		播簡報 P.9(演練內容大綱)	說明演練科目→演練目的→假設狀況→演練開始！
2			一百年 8 月某日發生豪大雨，蘇花公路 115.9k 邊坡可能發生崩塌危機。
3		播簡報 P.10 (顯示颱風位於巴士海峽上朝台灣本島來襲)	氣象局發布海上颱風警報。
4	段長： 動作：選取系統上顯示名單	播簡報 P.11 (顯示預警機制頁面)	段長於系統上選取輪職人員名單。
5	段長： 動作：按下「人員名單確認」鈕	播簡報 P.12 (顯示預警機制頁面)	段長確認名單後按下人員名單更新鈕。
6		播簡報 P.13 (氣象資料擷取)	系統在氣象局發布海上颱風警報後，透過資料交換平台自動擷取 QPESUMS 未來 1 至 3 小時雨量等資料。
7		播簡報 P.14(系統頁面顯示降雨量達預警標準)	系統頁面顯示時雨量 45mm，24 小時累積雨量 134mm，未來 1 小時時雨量 55mm，未來 2 小時時雨量 66mm，未來 3 小時時

演練科目	當超大豪雨發生時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當雨量超過行動標準時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日颱風來臨帶來超大豪雨落在蘇花公路 115.9k 時系統運行及防災應變演練(狀況 1-降雨量分別到達預警、警戒及行動標準)		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
			雨量 68mm，及未來 1-3 小時的累積雨量等資訊。
8		播簡報 P.15(相關人員手動輸入警示標語至警示電子看板(cms))	警示電子看板播放：「南澳大坑橋附近，豪大雨請用路人小心行駛，依指揮警戒通行」
9	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.16(出現手機簡訊畫面段長收到預警簡訊)	段長收到預警簡訊，訊息內容為「蘇花公路 115.9K 雨量已達預警標準，時雨量 45mm，24 小時累積雨量 134mm，預測 2 小時後可能達行動標準」，請林站長要求監控點保全加強監看。
10		播簡報 P.17(系統頁面顯示降雨量達警戒標準)	過 1 小時後，系統頁面顯示時雨量 56mm，累積雨量 203mm，達到警戒標準。
11		播簡報 P.18(相關人員手動輸入警示標語至警示電子看板(cms))	警示電子看板播放：「南澳大坑橋附近，豪大雨持續加大請依指揮警戒通行」
12	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.19(出現手機簡訊畫面段長收到警戒簡訊)	段長收到警戒簡訊，訊息內容為「蘇花公路 115.9K 雨量已達警戒標準，時雨量

演練科目	當超大豪雨發生時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當雨量超過行動標準時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日颱風來臨帶來超大豪雨落在蘇花公路 115.9k 時系統運行及防災應變演練(狀況 1-降雨量分別到達預警、警戒及行動標準)		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
			56mm，累積雨量 203mm」，請林站長要求監控點保全於兩端監控指揮通行。
13	留守人員： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.20(出現手機簡訊畫面留守人員收到警戒簡訊)	留守人員收到警戒簡訊，訊息內容為「蘇花公路 115.9K 雨量已達警戒標準，時雨量 56mm，累積雨量 203mm，請提高戒備」
14		播簡報 P.21(系統頁面顯示降雨量達行動標準)	過 2 小時後系統頁面顯示時雨量 72mm，累積雨量 323mm，達到行動標準。
15		播簡報 P.22(警示燈及警示語音自動開啟，相關人員手動輸入警示標語至警示電子看板(cms))	警示燈及警示語音自動開啟，警示電子看板播放：「南澳大坑橋附近，豪大雨持續加大請依指揮通行」
16	處長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.23(出現手機簡訊畫面處長收到行動簡訊)	處長收到行動簡訊，訊息內容為「蘇花公路 115.9K 雨量已達行動標準，時雨量 72mm，累積雨量 323mm」
17	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.24(出現手機簡訊畫面段長收到行動簡訊)	段長收到行動簡訊，訊息內容為「蘇花公路 115.9K 雨量已達行動標準，時雨量 72mm，累積雨量

演練科目	當超大豪雨發生時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當雨量超過行動標準時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日颱風來臨帶來超大豪雨落在蘇花公路 115.9k 時系統運行及防災應變演練(狀況 1-降雨量分別到達預警、警戒及行動標準)		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
			323mm」
18	留守人員： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.25(出現手機簡訊畫面留守人員收到行動簡訊)	留守人員收到行動簡訊，訊息內容為「蘇花公路 115.9K 雨量已達警戒標準，時雨量 72mm，累積雨量 323mm，如接受任務，請回傳 101019」
19	留守人員： 動作：回傳訊息 101019	播簡報 P.26(出現留守人員回傳簡訊手機畫面)	留守人員接受巡檢任務回傳簡訊，訊息內容為「101019」
20	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.27(出現手機簡訊畫面段長收到系統發送簡訊)	段長收到系統發送簡訊，訊息內容為「林站長已接受巡檢任務」
21	留守人員： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.28(出現手機簡訊畫面留守人員收到行動簡訊)	留守人員收到行動簡訊，訊息內容為「請林站長至現場巡檢，現場不安全請回傳 101011，安全請回傳 101010」
22	巡檢人員： 動作：至現場進行巡檢。	播簡報 P.29(出現邊坡崩塌畫面，道路有砂石掉落)	現場進行巡檢，發現邊坡有崩塌現象，且道路通行有立即危險
23	巡檢人員： 動作：回傳“不安全”訊息 101011	播簡報 P.30(出現巡檢人員回傳簡訊手機畫面)	巡檢人員回傳“不安全”，訊息內容為「101011」
24	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.31(出現手機簡訊畫面段長收	訊息內容為「林站長回報，目前現場不安

演練科目	當超大豪雨發生時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當雨量超過行動標準時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日颱風來臨帶來超大豪雨落在蘇花公路 115.9k 時系統運行及防災應變演練(狀況 1-降雨量分別到達預警、警戒及行動標準)		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
		到系統發送簡訊)	全,請派員進行封路」
25	段長： 動作：打電話給相關人員	播簡報 P.32(段長打電話調派機具及人員)	段長收到訊息後打電話調派封路機具及人員
26		播簡報 P.33(豪大雨漸歇，系統發送簡訊通知管制人員)	若干小時後豪大雨漸歇雨量低於行動標準，系統自動發送簡訊通知，訊息內容為「蘇花公路 115.9K 雨量低於行動標準,請確認道路是否安全,安全請回傳 101010」
27	管制人員： 動作：回傳“安全”訊息 101010	播簡報 P.34(出現管制人員回傳簡訊手機畫面)	管制人員回傳“安全”，訊息內容為「101010」
28	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.35(出現手機簡訊畫面段長收到系統發送簡訊)	訊息內容為「林站長回報,目前現場安全」
29	段長： 「您好！我是段長，您是林站長嗎？」		段長請示處長現場道路已安全，是否解除管制，開放通行待處長同意後，接著打電話給管制人員，告知解除道路管制。 (等電話鈴聲時)
30	管制人員： 「是的！段長好！目前道路已經安全了，請段長指示」		

演練科目	當超大豪雨發生時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當雨量超過行動標準時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	某日颱風來臨帶來超大豪雨落在蘇花公路 115.9k 時系統運行及防災應變演練(狀況 1-降雨量分別到達預警、警戒及行動標準)		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
31	段長： 「剛才的簡訊，我已經收到了，將道路上的落石清除後，可以開放通車了。」		
32	管制人員： 「是的！遵照辦理！」		
33	管制人員： 動作：手動關閉警示燈及警示語音		狀況解除作業結束

演練科目	當邊坡發生塌滑時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當邊坡位移量分別超過警戒或行動標準值時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	當蘇花公路 115.9k 邊坡位移量超過標準時系統運行及防災應變演練(狀況 2-位移量分別達警戒及行動標準)。		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
1		播簡報 P.36(演練內容大綱)	說明演練科目→演練目的→假設狀況→演練開始！
2		播簡報 P.37(顯示邊坡滑動有落石掉落路面)	一百年 8 月某日蘇花公路 115.9k 邊坡發生異常位移。
3		播簡報 P.38(系統頁面顯示 GPS 資料位移量達警戒標準)	系統顯示 GPS 位移量 32mm，達到警戒標準。
4		播簡報 P.39(相關人員手動輸入警示標語至警示電子看板(cms))	警示電子看板播放：「南澳大坑橋附近，請注意邊坡落石小心通行」
5	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.40(出現手機簡訊畫面段長收到警戒簡訊)	段長收到警戒簡訊，訊息內容為「蘇花公路 115.9K 位移量已達警戒標準，已超過 30mm」，請林站長要求監控點保全於兩監控指揮通行。
6	留守人員： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.41(出現手機簡訊畫面留守人員收到警戒簡訊)	留守人員收到警戒簡訊，訊息內容為「蘇花公路 115.9K 位移量已達警戒標準，已超過 30mm，請提高戒備」
7		播簡報 P.42(系統頁面顯示位移量達行	過 30 分鐘後系統頁面顯示 GPS 位移量

演練科目	當邊坡發生塌滑時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當邊坡位移量分別超過警戒或行動標準值時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	當蘇花公路 115.9k 邊坡位移量超過標準時系統運行及防災應變演練(狀況 2-位移量分別達警戒及行動標準)。		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
		動標準)	52mm，達到行動標準。
8		播簡報 P.43(警示燈及警示語音自動開啟，相關人員手動輸入警示標語至警示電子看板(cms))	警示燈及警示語音自動開啟，警示電子看板播放：「南澳大坑橋附近，請注意邊坡落石依指揮小心通行」
9	處長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.44(出現手機簡訊畫面處長收到行動簡訊)	處長收到行動簡訊，訊息內容為「蘇花公路 115.9K 位移量已達行動標準，已超過 50mm」
10	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.45(出現手機簡訊畫面段長收到行動簡訊)	段長收到行動簡訊，訊息內容為「蘇花公路 115.9K 位移量已達行動標準，已超過 50mm」，請林站長至現場調查。
11	留守人員： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.46(出現手機簡訊畫面留守人員收到行動簡訊)	留守人員收到行動簡訊，訊息內容為「蘇花公路 115.9K 位移量已達行動標準，已超過 50mm，如接受任務,請回傳 101019」
12	留守人員： 動作：回傳訊息 101019	播簡報 P.47(出現留守人員回傳簡訊手機畫面)	留守人員林站長接受巡檢任務回傳簡訊，訊息內容為「101019」
13	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.48(出現手機簡訊畫面段長收	段長收到系統發送簡訊，訊息內容為「林

演練科目	當邊坡發生塌滑時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當邊坡位移量分別超過警戒或行動標準值時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	當蘇花公路 115.9k 邊坡位移量超過標準時系統運行及防災應變演練(狀況 2-位移量分別達警戒及行動標準)。		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
		到系統發送簡訊)	站長已接受巡檢任務」
14	留守人員： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.49(出現手機簡訊畫面留守人員收到行動簡訊)	留守人員收到行動簡訊，訊息內容為「請林站長至現場巡檢,現場不安全請回傳 101011,安全請回傳 101010」
15	巡檢人員： 動作：至現場進行巡檢。	播簡報 P.50(出現邊坡崩塌畫面，道路有砂石掉落)	現場進行巡檢，發現邊坡有崩塌現象，且道路通行有立即危險
16	巡檢人員： 動作：回傳“不安全”訊息 101011	播簡報 P.51(出現巡檢人員回傳簡訊手機畫面)	巡檢人員回傳“不安全”，訊息內容為「101011」
17	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.52(出現手機簡訊畫面段長收到系統發送簡訊)	訊息內容為「林站長回報,目前現場不安全,請派員進行封路」
18	段長： 動作：打電話給相關人員	播簡報 P.53(段長打電話調派機具及人員)	段長收到訊息後打電話調派封路機具及人員
19		播簡報 P.54(邊坡已無滑動且沒有落石掉落，道路安全)	若干小時觀察後 GPS 位移量無繼續擴大，且現場已無落石掉落，道路安全
20	管制人員： 動作：回傳“安全”訊息 101010	播簡報 P.55(出現管制人員回傳簡訊手機畫面)	管制人員回傳“安全”，訊息內容為「101010」
21	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.56(出現手機簡訊畫面段長收	訊息內容為「林站長回報,目前現場安全」

演練科目	當邊坡發生塌滑時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當邊坡位移量分別超過警戒或行動標準值時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	當蘇花公路 115.9k 邊坡位移量超過標準時系統運行及防災應變演練(狀況 2-位移量分別達警戒及行動標準)。		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
		到系統發送簡訊)	
22	段長： 「您好！我是段長，您是林站長嗎？」		段長請示處長現場道路已安全，是否解除管制，開放通行待處長同意後，接著打電話給管制人員，告知解除道路管制。 (等電話鈴聲時)
23	管制人員： 「是的！段長好！目前道路已經安全了，請段長指示」		
24	段長： 「剛才的簡訊，我已經收到了，將道路上的落石清除後，可以開放通車了。」		
25	管制人員： 「是的！遵照辦理！」		
26	管制人員： 動作：手動關閉警示燈及警示語音		狀況解除作業結束

演練科目	當地震發生時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當地震震度超過行動標準值時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	當地震震度大於 3 級, 並發生在蘇花公路 115.9k 時系統運行及防災應變演練(狀況 3-地震震度達行動標準)		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
1		播簡報 P.57(演練內容大綱)	說明演練科目→演練目的→假設狀況→演練開始！
2		播簡報 P.58(顯示邊坡滑動有落石掉落路面)	一百年 8 月某日蘇花公路 115.9k 發生地震。
3		播簡報 P.59(系統頁面顯示地震震度資料)	系統顯示地震規模達 2 級。
4	段長： 動作：由 CCD 察看現場狀況	播簡報 P.60(出現 CCD 影像段長觀看現場情形)	段長收到警戒簡訊後由 CCD 直接察看現場狀況
5		播簡報 P.61(系統頁面顯示地震震度達行動標準)	10 分鐘後，系統顯示地震震度 4 級，達到行動標準。
6		播簡報 P.62(警示燈及警示語音自動開啟，相關人員手動輸入警示標語至警示電子看板(cms))	警示燈及警示語音自動開啟，警示電子看板播放：「南澳大坑橋附近，地震震度已達 4 級請注意落石小心通行」
7	處長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.63(出現手機簡訊畫面處長收到行動簡訊)	處長收到行動簡訊，訊息內容為「地震震度已超過 3 級」
8	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.64(出現手機簡訊畫面段長收到行動簡訊)	段長收到行動簡訊，訊息內容為「地震震度已超過 3 級」
9	留守人員： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.65(出現手機簡訊畫面留守人	留守人員收到行動簡訊，訊息內容為「地

演練科目	當地震發生時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當地震震度超過行動標準值時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	當地震震度大於 3 級，並發生在蘇花公路 115.9k 時系統運行及防災應變演練(狀況 3-地震震度達行動標準)		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
		員收到行動簡訊)	震震度已超過 3 級，如接受任務，請回傳 101019」
10	留守人員： 動作：回傳訊息 101019	播簡報 P.66(出現留守人員回傳簡訊手機畫面)	留守人員林站長接受巡檢任務回傳簡訊，訊息內容為「101019」
11	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.67(出現手機簡訊畫面段長收到系統發送簡訊)	段長收到系統發送簡訊，訊息內容為「林站長已接受巡檢任務」
12	留守人員： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.68(出現手機簡訊畫面留守人員收到行動簡訊)	留守人員收到行動簡訊，訊息內容為「請林站長至現場巡檢，現場不安全請回傳 101011，安全請回傳 101010」
13	巡檢人員： 動作：至現場進行巡檢。	播簡報 P.69(出現邊坡崩塌畫面，道路有砂石掉落)	現場進行巡檢，發現邊坡有崩塌現象，且道路通行有立即危險
14	巡檢人員： 動作：回傳“不安全”訊息 101011	播簡報 P.70(出現巡檢人員回傳簡訊手機畫面)	巡檢人員回傳“不安全”，訊息內容為「101011」
15	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.71(出現手機簡訊畫面段長收到系統發送簡訊)	訊息內容為「林站長回報，目前現場不安全，請派員進行封路」
16	段長： 動作：打電話給相關人員	播簡報 P.72(段長打電話調派機具及人員)	段長收到訊息後打電話調派封路機具及人員
17		播簡報 P.73(現場無餘震發生且沒有落	若干小時觀察後無餘震發生，且現場已無

演練科目	當地震發生時預警模式的運行及防災應變演練		
演練目的	熟悉當地震震度超過行動標準值時系統的運作能力及通報機制		
假設狀況	當地震震度大於 3 級, 並發生在蘇花公路 115.9k 時系統運行及防災應變演練(狀況 3-地震震度達行動標準)		
演練序號	模擬人員	音效人員	解說員
		石掉落, 道路安全)	落石掉落, 道路安全
18	管制人員： 動作：回傳“安全” 訊息 101010	播簡報 P.74(出現巡檢人員回傳簡訊手機畫面)	管制人員回傳“安全”，訊息內容為「101010」
19	段長： 動作：察看手機訊息	播簡報 P.75(出現手機簡訊畫面段長收到系統發送簡訊)	段長手機訊息內容為「林站長回報,目前現場安全」
20	段長： 「您好！我是段長，您是林站長嗎？」		段長請示處長現場道路已安全, 是否解除管制, 開放通行待處長同意後, 接著打電話給管制人員, 告知解除道路管制。 (等電話鈴聲時)
21	管制人員： 「是的！段長好！目前道路已經安全了，請段長指示」		
22	段長： 「剛才的簡訊，我已經收到了，將道路上的落石清除後，可以開放通車了。」		
23	管制人員： 「是的！遵照辦理！」		
24	管制人員： 動作：手動關閉警示燈及警示語音		狀況解除作業結束

附錄四

教育訓練課表

「蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式之建立研究」

教育訓練議程表

時間	議題	主講人	主持人
09:00~09:30	報 到		
09:30~09:40	開 幕 致 詞		
09:40~10:00	邊坡監測介紹(20min)	港研中心 黃茂信	第四區工程處 張處長運鴻
10:00~10:30	蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式之建立研究 -QPESUMS 雷達降雨預報修正作業(30min)	成功大學 郭振民博士	公路總局 陳主任進發
10:30~10:50	微波傳輸系統在蘇花公路防救災領域應用簡介 (20min)	達士特通訊 李清輝	交通部交通動 員委員 蔡組長俊業
10:50~11:00	休 息		
11:00~11:30	蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式之建立研究 -邊坡預警系統(30min)	逢甲大學 黃亦敏助理教授	國家災害防救 科技中心 蘇組長昭郎
11:30~11:50	新型測量技術整合及運用(20min)	自強工程顧問公司 賴澄漂董事長	臺灣科技大學 鄭明淵教授
11:50~13:30	休 息		
13:30~14:00	蘇花公路 115.9K 邊坡崩塌監測預警模式之建立研究 -預警通報模式(30min)	臺灣科技大學 鄭明淵教授	第四區工程處
14:00~14:30	高司演練(一)(30min)	臺灣科技大學 吳育偉博士	張處長運鴻
14:30~14:40	休 息		
14:40~15:10	高司演練(二)(30min)	臺灣科技大學 吳育偉博士	第四區工程處
15:10~15:30	綜 合 討 論 (30min)		張處長運鴻

附錄五

教育訓練簽到單

交通部公路總局第四區養護工程處

「蘇花公路 115.9K 邊坡崩坍監測預警模式之建立研究」教育訓練課程

簽到單

上課日期：100/07/20 (星期三)

單位	姓名	上午簽到	下午簽到	備註
頭城工務段	陳文昌	陳文昌	陳文昌	F12
頭城工務段	莊世政	莊世政	莊世政	G12
頭城工務段	林正財	林正財	林正財	G12
南澳工務段	戴進富	戴進富	戴進富	G12
南澳工務段	陳昌錕	陳昌錕	陳昌錕	U12
南澳工務段	陳文雄	陳文雄	陳文雄	G12
南澳工務段	林泉盛	林泉盛	林泉盛	G12
南澳工務段	曾于修	曾于修	曾于修	A12
南澳工務段	游兆景	游兆景	游兆景	G12
南澳工務段	張立群	張立群	張立群	G12
南澳工務段	李汪益	李汪益	李汪益	G12
南澳工務段	林英傑	林英傑	林英傑	G12
南澳工務段	鄭欽文	鄭欽文	鄭欽文	R12
南澳工務段	黃俊天	黃俊天	黃俊天	U12
南澳工務段	黃銀壽	黃銀壽	黃銀壽	G10
南澳工務段	陳泰安	陳泰安	陳泰安	G12
南澳工務段	楊德成	楊德成	楊德成	G12

交通部公路總局第四區養護工程處

「蘇花公路 115.9K 邊坡崩坍監測預警模式之建立研究」教育訓練課程

簽到單

上課日期：100/07/20（星期三）

單位	姓名	上午簽到	下午簽到	備註
南澳工務段	周芳銘			F10
南澳工務段	劉森源	劉森源	劉森源	G10
南澳工務段	邱文作	邱文作	邱文作	G10
南澳工務段	游清泉	游清泉	游清泉	G12
南澳工務段	雷士昌	雷士昌	雷士昌	G12
花蓮工務段	張宇博	張宇博	張宇博	A12
花蓮工務段	蔡山川	蔡山川	蔡山川	U10
花蓮工務段	鄭博陽	鄭博陽	鄭博陽	U12
花蓮工務段	李建華	李建華	李建華	F12
花蓮工務段	古婉婷	古婉婷	古婉婷	U22
洛韶工務段	劉玉祥	劉玉祥	劉玉祥	F12
洛韶工務段	傅石祥	傅石祥	傅石祥	U12
洛韶工務段	余弘修	余弘修	余弘修	U12
獨立山工務段	陳世昌	陳世昌	陳世昌	G12
獨立山工務段	王信雄 陳鈺麟	王信雄	王信雄	F12 G12

簽到

+

交通部公路總局第四區養護工程處

「蘇花公路 115.9K 邊坡崩坍監測預警模式之建立研究」教育訓練課程

簽到單

上課日期：100/07/20（星期三）

單位	姓名	上午簽到	下午簽到	備註
獨立山工務段	余建平	余建平	余建平	U12
玉里工務段	李國桓	李國桓	李國桓	G12
玉里工務段	陳景揚	陳景揚	陳景揚	U12
玉里工務段	邱傑	邱傑	邱傑	V12
花蓮工務所	邱紹龍	邱紹龍	邱紹龍	U12
品質檢驗中心	林振生	林振生	林振生	G12
規劃設計中心	林文正	林文正	林文正	G12
規劃設計中心	劉錦龍	劉錦龍	劉錦龍	G12
規劃設計中心	張耀升	張耀升	張耀升	P12
7	李濟明	李濟明	李濟明	C1
11	邱雅治	邱雅治	邱雅治	G2
花蓮工務所		沈博瑞	沈博瑞	P12

簽到

29

31

67

31

交通部公路總局第四區養護工程處

「蘇花公路 115.9K 邊坡崩坍監測預警模式之建立研究」教育訓練課程

簽到單

上課日期：100/07/20（星期三）

單位	姓名	上午簽到	下午簽到	備註
處長室	張運鴻	張運鴻		
處長室	廖吳章	廖吳章	廖吳章	
處長室	薛讚添			
工務課	張榮福	張榮福	張榮福	F100
工務課	許台生	許台生	許台生	G100
工務課	郭伯芳	郭伯芳	郭伯芳	G120
工務課	楊力鉸	楊力鉸	楊力鉸	E120
工務課	吳進祥	吳進祥	吳進祥	G120
工務課	林奕雯	林奕雯	林奕雯	F220
工務課	陳源鑫	陳源鑫	陳源鑫	G120
工務課	郭弘璋	郭弘璋	郭弘璋	G120
工務課	林明慶	林明慶	林明慶	G120

交通部公路總局第四區養護工程處

「蘇花公路 115.9K 邊坡崩坍監測預警模式之建立研究」教育訓練課程

簽到單

上課日期：100/07/20（星期三）

單位	姓名	上午簽到	下午簽到	備註
養護課	陳營富	陳營富	陳營富	L10
養護課	張晉珣	張晉珣	張晉珣	N12
養護課	李棟財	李棟財	李棟財	G10
養護課	顏錫堅	顏錫堅	顏錫堅	G12
養護課	郭禮信	郭禮信	郭禮信	G12
養護課	沈登	沈登	沈登	G12
養護課	丘仲翔	丘仲翔	丘仲翔	A12
養護課	郭鴻智	郭鴻智	郭鴻智	G12
養護課	黃錫麟	黃錫麟	黃錫麟	G10
養護課	胡玉娟	胡玉娟	胡玉娟	R22
養護課	陳文山	陳文山	陳文山	G12
養護課	翁黛玉	翁黛玉	翁黛玉	G2
養護課	周滿	周滿		G22
養護課	陳靜慧	陳靜慧	陳靜慧	G2

素

交通部公路總局第四區養護工程處

「蘇花公路 115.9K 邊坡崩坍監測預警模式之建立研究」教育訓練課程

簽到單

上課日期：100/07/20 (星期三)

單位	姓名	上午簽到	下午簽到	備註
防災暨交通控制中心	蕭俊賢	蕭俊賢	蕭俊賢	U10
防災暨交通控制中心	張佩筠	張佩筠	張佩筠	V12
防災暨交通控制中心	陳國正	陳國正	陳國正	G12
防災暨交通控制中心	林俊雄	林俊雄	林俊雄	G12
防災暨交通控制中心	蔡正弘	蔡正弘	蔡正弘	G12
防災暨交通控制中心	練長信	練長信	練長信	G12
防災暨交通控制中心	林學宜	林學宜	林學宜	G12
防災暨交通控制中心	王志豪	王志豪	王志豪	G12
防災暨交通控制中心	嚴育貞	嚴育貞	嚴育貞	G22
防災暨交通控制中心	楊婷文	楊婷文	楊婷文	G22
防災暨交通控制中心(經理)	連芬甄	連芬甄	連芬甄	
控制室	洪志郎	洪志郎	洪志郎	

交通部公路總局第四區養護工程處

「蘇花公路 115.9K 邊坡崩坍監測預警模式之建立研究」教育訓練課程

簽到單

上課日期：100/07/20（星期三）

單位	姓名	上午簽到	下午簽到	備註
第一區養護工程處	江堅銘	江堅銘	江堅銘	A12
第一區養護工程處	王沛翔	王沛翔	王沛翔	D12
第一區養護工程處	黃宣文	黃宣文	黃宣文	A12
第二區養護工程處	李敦美	李敦美	李敦美	B10
第二區養護工程處	郭純鑑	郭純鑑	郭純鑑	R12
第二區養護工程處	陳貽嗣	陳貽嗣	陳貽嗣	M12
第二區養護工程處	張裕閔			L12
第三區養護工程處	羅國安	羅國安	羅國安	E12
第三區養護工程處	張長銘	張長銘	張長銘	E12
第三區養護工程處 楓港工務段	葛時君	葛時君	葛時君	V12
第三區養護工程處 台東工務段	王勝龍	王勝龍	王勝龍	V12
第三區養護工程處 甲仙工務段	徐英智	徐英智	徐英智	E12
第三區養護工程處 關山工務段	邱坤寶	邱坤寶	邱坤寶	V12
第三區養護工程處 潮州工務段	鄭喜仁			T12
第五區養護工程處 曾文工務段	蘇冠憲	蘇冠憲	蘇冠憲	R12

阿山工務段 蘇冠憲 蘇冠憲 蘇冠憲 S12

交通部公路總局第四區養護工程處

「蘇花公路 115.9K 邊坡崩坍監測預警模式之建立研究」教育訓練課程

簽到單

上課日期：100/07/20（星期三）

單位	姓名	上午簽到	下午簽到	備註
國家災害防救科技中心	蘇昭郎	蘇昭郎		
交通部交通動員委員會	蔡俊業	蔡俊業	蔡俊業	
交通部公路總局	陳進發			
交通部運輸研究所 港灣技術研究中心	邱永芳	邱永芳		Q12
交通部運輸研究所 港灣技術研究中心	朱金元	朱金元	朱金元	N12
交通部運輸研究所 港灣技術研究中心	洪一生	洪一生	洪一生	N12
交通部運輸研究所 港灣技術研究中心	謝明志	謝明志	謝明志	Q10
交通部運輸研究所 港灣技術研究中心	黃茂信	黃茂信	黃茂信	S12
交通部運輸研究所 港灣技術研究中心	莊健政	莊健政		
成功大學	郭振民	郭振民		
成功大學	周容辰	周容辰		
臺灣科技大學	鄭明淵	鄭明淵	鄭明淵	
臺灣科技大學	吳育偉	吳育偉	吳育偉	
臺灣科技大學	陳泰宏	陳泰宏	陳泰宏	
臺灣科技大學	沁琪	黃沁琪	黃沁琪	

交通部公路總局第四區養護工程處

「蘇花公路 115.9K 邊坡崩坍監測預警模式之建立研究」教育訓練課程

簽到單

上課日期：100/07/20（星期三）

單位	姓名	上午簽到	下午簽到	備註
臺灣科技大學	張于漢	張于漢	張于漢	
逢甲大學	黃亦敏	黃亦敏	黃亦敏	
逢甲大學	黃彥豪	黃彥豪	黃彥豪	
逢甲大學	李憲昌	李憲昌	李憲昌	
自強工程顧問	賴澄漂	賴澄漂		
自強工程顧問				
達士特通訊	李清輝	李清輝	李清輝	
達士特通訊		李清輝	李清輝	
花蓮縣政府	鍾驊	鍾驊	鍾驊	U12

附錄六

儀器規格書

GPS 規格

技術指標

TRIMBLE 5700 GPS 系統

主要特點

經過驗證的技術，提供可靠的性能和精度

靈活的配置使您輕鬆操控儀器

堅固、高性能的硬體經久耐用

與Trimble Integrated Surveying®一體化集成測量技術相容



一個接收機，多種配置，極大的靈活性與選擇性

Trimble® 5700 GPS接收機是一款技術先進、簡單易用的測量儀器，其堅固的外型結構和通用的技術性能適合在任何情況下操作。

5700系統天線和無線電設備集成在一起，能夠最大限度地滿足您的需要。如果您再選擇與Trimble控制器和軟體一起使用，則可獲得一個總體的測量解決方案。功能強大的5700 GPS系統給您提供Trimble所有先進的技術和無可比擬的靈活性，以提高您在任意測量環境下的效率和生產能力。

先進的GPS接收機技術

5700系統是一款24通道的雙頻RTK GPS接收機，具有先進的Trimble Maxwell™技術，可以緊密跟蹤GPS衛星，提高測量速度，減少功率消耗，延長電池壽命，在惡劣環境下獲得最佳測量精度。WAAS和EGNOS性能可使您不用基準站也能完成GIS等級的實時差分測量。

通用的模組化設計

進行地形、邊界或工程測量時，可以把接收機別到腰帶上、舒服地放在背包中、或把所有元件固定到一個輕便的測杆上。在現場，把接收機固定在車輛內，您能夠邊駕駛邊測量！對於控制測量，可以把接收機固定到三腳架上。本儀器的設計完全適合您現場工作的需要。

輕便的全金屬外殼

5700 GPS接收機堅固耐用的機械結構和防水性能獨具特色。它的鎂合金外殼比鋁外殼更加堅固，重量減輕了30%，5700系統包括電池在內僅重1.4公斤。無論您是用三腳架測量控制點，或是攀緣碎石斜坡採集即時動態資料，接收機都足夠輕便耐用可以隨身攜帶進行操作。

快速高效的資料存儲和通信

使用接收機的CF存儲卡可以按照15秒的平均間隔存儲8,900多小時的連續L1/L2資料。用超快速的USB埠可以高於每秒1兆比特的速度給PC傳送資料。5700接收機具有內部集成的UHF無線電數據機，能夠提供RTK通訊，無需電纜或附加電源！

體驗 TRIMBLE INTEGRATED SURVEYING™ 集成測量技術為您帶來的益處

Trimble 5700 GPS接收機的設計考慮了對Trimble Integrated Surveying™初始解決方案的支持。把您的GPS和可選數據組合在一個任務檔中，放入Trimble強大的外業軟體內(例如：Trimble Survey Controller™)，然後平滑無縫地把任務檔傳送到您的Trimble內業軟體中(例如：Trimble® Business Center)進行處理。

每當您面臨新的測量挑戰時，只要有Trimble的儀器和技術(包括GNSS技術)伴隨著您，測量操作便可以在您的指尖下輕鬆進行。通過共用的工作流程和技術，Trimble的每種系統都能夠平滑無縫整合在一起，使您每天工作的場所變成了一站式工地，整體效益超過了各個局部效益之總和：

歡迎採用Trimble聯合作業工地！



TRIMBLE 5700 GPS 系統

性能規格

測量

- Trimble R 跟蹤技術
- 先進的 Trimble Maxwell™ 技術
- 高精度多重相關技術，用於 GNSS 偽距測量
- 未經過濾與平滑處理的偽距測量數據，適合低雜訊、低多路徑誤差、低時域相關和高動態回應
- 甚低雜訊 GNSS 載波相位測量，1Hz 帶寬的測量精度優於 1mm
- 信噪比以 dB-Hz 表示
- 經過驗證的 Trimble 低角度跟蹤技術
- 24 通道 L1 單頻 C/A 代碼，L1/L2 雙頻全周載波
- 2 個附加通道支持 SBAS WAAS/EGNOS

碼差分 GPS 定位¹

水平.....	±0.25 m + 1 ppm RMS
垂直.....	±0.5 m + 1 ppm RMS
WAAS 差分定位準確度 ²	<5 m 3DRMS

靜態和快速靜態 GPS 測量¹

水平.....	±5 mm + 0.5 ppm RMS
垂直.....	±5 mm + 1 ppm RMS

動態測量¹

水平.....	±10 mm + 1 ppm RMS
垂直.....	±20 mm + 1 ppm RMS
初始化時間 ³	<10 秒（一般情況下）
初始化可靠性 ⁴	>99.9%（一般情況下）

硬體

物理性能

封裝.....	堅固、輕便、全密封鋁合金
尺寸(寬×高×長).....	13.5 cm × 8.5 cm × 24 cm
重量.....	1.5 kg（帶內置電池、內置電臺、內置充電器和標準 UHF 天線） 4 kg 以下（整個 RTK 流動站，包括可使用 7 小時的電池、測杆、控制器和支架）

溫度⁵

工作溫度.....	-40 °C ~ +65 °C
儲存溫度.....	-40 °C ~ +80 °C
濕度.....	100% 放冷凝
防水/防塵.....	IP67 防塵，臨時浸入水下 1 m 不損壞
撞擊和震動.....	¾ 測試符合下列環境標準：
撞擊.....	非工作狀態：設計可承受 1 米高度跌落在混凝土面 工作狀態：到 40G、10 毫秒、鋸齒狀
振動.....	MIL-STD-810F，FIG.514.5C-1

電氣性能

- 直流電源輸入 10.5V ~ 28V，帶過壓保護
- 兩個可充電、可拆取的 7.4V-2.4Ah 鋰電池（裝於內置電池艙中）
- 電源功耗：
 - 4.0W（僅接收機，用於跟蹤和記錄）
 - 4.4W（包括內置電臺，不接收 CMR）
 - 5.9W（跟蹤衛星，以 1Hz 速率記錄，外置天線和 RTK 固定模式）
- 內置電池工作時間：
 - >10 小時後處理
 - 6-8 小時 RTK（用兩個 2.4Ah 電池）
- 內置電池充電器，帶外部交流電源適配器；不需要外置充電器
- 電源輸出：
 - 6.5V ~ 20V（埠 1）最大 50mA
 - 10.5V ~ 28V（埠 3）最大 0.5A
- 認證：FCC 第 15B 部分 B 類，ICES-003 B 類，CE 標記和 C 類；FCC 和加拿大工業無線電通過：IEC 60950-1 安全

通信和資料存儲

- 2 個外接電源埠，2 個內接電源埠，3 個串口
- 集成 USB，數據下載速度為每秒 1MB 以上
- 全集成、全密封的內置 UHF 無線電數據機選項
- 外部蜂窩移動電話 GSM/GPRS/CDPD 數據機支持，可進行 RTK 和 IVRS 操作
- CMR+、RTCM 2.1、RTCM 2.3、RTCM 3.0、RTCM 3.1 輸入和輸出
- 16NMEA 輸出。GSOF 和 RT17 輸出
- 雙事件標記輸入
- 每秒 1 個脈衝輸出能力
- 數據存儲能力為 256MB CF 存儲卡和 15 秒間隔：
 - 8900 小時原始觀測，平均 8 顆衛星

© 2004-2008, Trimble Navigation Limited 版權所有。Trimble、地球和三角形組合標記是 Trimble Navigation Limited 在美國專利和商標局及其他國家登記註冊的商標。Integrated Surveying, Maxwell, 和 Trimble Survey Controller 是 Trimble Navigation Limited 的商標。所有其他商標都是各擁有者的財產。PN 022543-074E-CNT (08/08)

- 1 精度和可靠性會有變化，這是由於多路徑、障礙物、衛星幾何分佈和大氣條件的影響所致。請始終按照建議的測量方法進行。
- 2 取決於 WAAS/EGNOS 系統性能。
- 3 可能會受天氣條件、信號多路徑、障礙物和衛星幾何分佈的影響。
- 4 可能會受天氣條件、信號多路徑、障礙物和衛星幾何分佈的影響。初始化可靠性將被持續監測，以保證得到最高品質。
- 5 接收機在 -40°C 溫度仍能正常工作，內置電池額定工作溫度可達 -20°C。

規格若有更改，恕不預先通知。



台灣儀器行股份有限公司

台北市 105 南京東路三段 272 號 9 樓 TEL: (02) 2772-3333 FAX: (02) 2731-1700
台中市 404 大原路一段 536 號 1 樓 TEL: (04) 2202-9111 FAX: (04) 2203-9332
高雄市 807 三民區建國三路 161 號 TEL: (07) 287-6188 FAX: (07) 286-5822
<http://www.ticgroup.com.tw/>

TRIMBLE 授權經銷商

USA

Trimble Engineering & Construction Group
5475 Kellenburger Road
Dayton, Ohio 45424-1099 • USA
Tel: +1-937-245-5154
Fax: +1-937-233-9441

Trimble Beijing Office

Room 2602-05, Tengda Plaza,
No. 168 Xiwai Street,
Haidian District,
Beijing,
P.R.China 100044
Tel: +86-10-8857 7575
Fax: +86-10-8857 7161
www.trimble.com.cn

Singapore

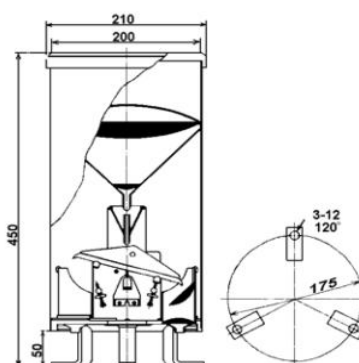
Trimble Navigation
Singapore PTE Ltd.
80 Marine Parade Road
#22-06, Parkway Parade
Singapore 449269 • SINGAPORE
Tel: +65-6348-2212
Fax: +65-6348-2232



www.trimble.com

雨量計規格

Model : TK-1 雨量計感部 Rainfall Sensor



外形尺寸圖

概要

TK-1 是隔測用傾斗型雨量計發信器。當從口徑 200mm 的承雨口流入一定量的雨量 (0.5mm 或 1.0mm) 時，每當傾斗傾倒時，利用磁簧開關檢測這個傾倒動作，就是接點脈波信號的出力。

特點

- 信賴性高
- 可配合各種測定器、記錄器使用
- 使用及保養十分簡單

規格

1. 型式：傾斗型
2. 承雨口徑：200mm，刃口 $\leq 30^\circ$ ，材質：銅
3. 1 傾斗雨量：0.5mm(15.7cc)
或者 1.0mm (31.4cc)
4. 精度：20mm/hr 以下 ± 0.5 mm 以內
20mm/hr 至 120mm/hr $\pm 3\%$
5. 接點信號：無極性型磁簧開關
6. 接點時間：0.1 以上
7. 接點耐壓：DC300V
8. 儀器外殼：採不銹鋼金屬材料
9. 具水平調整氣泡及排水通氣孔之防蟲網
10. 具信號輸出接點：1 組

製造商

竹田計器工業株式會社

東京都板橋區宮本町 35 番 10 號

TEL (03)3956-4386

地震儀規格

CV-575 規格

1) 三軸向強震儀

[1] 功能

- (1) 具有防塵、防撞及防水 (IP67) 之性能。
- (2) 強震儀之操作設定，可直接利用主機上之鍵 (key)，手動操作設定，亦可利用手提電腦以 RS-232 界面連線，在電腦上作。
- (3) 有小型 LCD 面板顯示，可即時顯示各種參數設定值，檢視校正輸出信號、溫度、DC 電源數值等。
- (4) 網路存取操作功能，以 TCP/IP 和遠端電腦連線執行查詢，參數設定修改，地震資料下載等功能。
- (5) 不斷電功能可維持 48 小時以上之電力供應。
- (6) 資料分析軟體，能使波形放大，頻譜 (FFT)、反應譜、轉移函數、微分、積分、高低通濾波、ASCII 轉換，並提供 PC-SUDS 轉換程式。
- (7) 可外接交／直流二種電源，LED 信號指示燈具有電源燈，資料傳送燈，GPS 指示燈、電瓶電力指示燈。
- (8) 參數設定值，即使電力中斷，參數仍不會消失。
- (9) 校正測試功能，可研判地震儀是否正常。

[2] 地震感震器

型 式	: 力平衡伺服三軸向加速度計
量測範圍	: $\pm 2g$ ($\pm 1960 \text{ gal}$)
解析度	: 0.001 gal (動態範圍 132dB)
頻率範圍	: DC~50Hz (-3dB)，阻尼比 70%
輸出電壓	: $\pm 2.45 \text{ V} / \pm 2g$
線 性 度	: 0.03 溫刻度
橫 感 度	: $0.003\%g/g$
校正信號	: $12.5 \mu a / gal$
溫度漂移	: $0.02\% / ^\circ\text{C}$
工作電壓	: $\pm 5 \text{ VDC}$
防雷功能	: 30V，突波電流 5KV/100A

[3] 記錄系統

(1) 記錄單元

類比數位轉換	: 24 位元, $\Delta-\Sigma \times 3$
取樣頻率	: 50Hz, 100Hz, 200hz
雜訊	: 低於 3bit
記憶體	: ATA FLASH PC CARD
記錄格式	: MS-DOS
記錄容量	: 12 小時以上 (100 sps, 40MB)
檔頭內容	: ID 號碼、觸發內容、觸發時間、GPS 內容、事件最大值
濾波器	: 類比 $f_c=50\text{Hz}$ (-12dB/oct) 數位: 64 tap, FIR
互擾性	: 沒有互擾之影響
預置時間	: 1~30 秒 (1 秒為單位)
後置時間	: 1~300 秒 (1 秒為單位)

(2) 觸發單元

觸發方式	: 手動、準位及事件觸發
觸發準位	: 0.01%~10%FS
觸發模式	: 依 3 波道 OR, AND, 2AND, OFF, 4 種
頻率範圍	: 0.1~12Hz (-3dB)

(3) 時鐘單元

基準時間	: 1ppm
同步校正	: GPS
精度	: 2msec UTC 時間

(4) 顯示及功能鍵

LCD	: 20×4 digit
	地震資料檔名
	時間 (年、月、日、時、分、秒)
	A/D 數位值及類比電壓值
	電瓶電壓值、溫度值
LED 指示燈	: GPS 指示燈
	下載資料指示燈
	電源指示燈

(5) 界面

RS-232C(1) : 38400, 19200, 9600bps, 連接數據機, 資料下載, 參數設定

RS-232C(2) : 38400, 19200, 9600bps, 即時波形輸出 RTD 功能

(3 方向輸出, 最高可至 200Hz sps)

網路界面 : 10 Base-T, TCP/IP

(Ethernet)

(6) 電源供應單元

主電源 : AC 85V~132V, DC 12V

不斷電電瓶 : 內部電瓶, 維持 48 小時以上

自動復歸 : 電力中斷後, 再復電時, 會自動復歸 (Reset), 恢復正常待機狀態

(7) 環境條件

操作溫度 : -10°C ~ 60°C

防水性能 : 鋁合金外箱, IP-67 防水

尺寸 : 360W×340D×120H

汽泡及調整 : 放置於內部水平汽泡及水平調整螺絲

方向標示 : 保護蓋上方標示方向及極性

(8) 附屬配備

GPS 天線 : 外接天線及 15m 延長線

電源線 : AC 及 DC 電源線 1.5m 長

PC 記憶卡 : 128Mbyte 1 片

(9) 軟體

型式 : 微軟視窗相容

波形監視 : 即時波形觀測, 頻譜圖、反應譜、轉移函數、微分、積分、濾波等

轉換程式 : ASCII 及 PC-SUDS 轉檔程式

攝影機規格

AXIS P13網路攝影機系列

適用任何要求一流影像畫質監控的環境



- > 一流的影像品質，包括HDTV和五百萬畫素
- > P-Iris控制系統
- > 多重H.264影像串流
- > 數位旋轉/傾斜/變焦(PTZ)和多重視窗串流
- > 有戶外型攝影機

AXIS P13網路攝影機以H.264壓縮格式，提供一流的影像畫質的室內和室外型固定攝影機，是任何要求高性能監控環境的理想選擇。該系列的百萬畫素機型也提供HDTV的影像畫質。

AXIS P13系列中的AXIS P1347和P1347-E攝影機提供攝影機支援傳輸率可達500萬畫素。所有機型都提供室內和“-E”室外兩種型號。攝影機具有寬動態範圍和日夜兩用功能。無論在白晝和黑暗中，都能呈現一流的影像品質。

300萬和500萬畫素攝影機還額外提供一個獨特、創新式P-Iris控制系統，讓攝影機能精確控制光圈定位，透過最佳的景深和鏡頭解析度，獲得優良的影像銳利度。

所有AXIS P13攝影機都提供H.264和Motion JPEG壓縮格式下的多重、個別組態串流。其中，H.264大幅降低網路頻寬與儲存空間需求，卻不會犧牲影像畫質。

SVGA和百萬畫素攝影機具備遠端背調焦(back focus)設計。可能過電腦細部調整焦距。這些機型提供數位旋轉/傾斜/變焦(PTZ)功能，300萬和500萬畫素攝影機支援多重視窗串流，AXIS P13系列攝影機支援以乙太網路供電(PoE)，方便安裝。室外型攝影機可採用PoE和高PoE供電。工作溫度可達-40°C至50°C。



高品質室內/室外攝影機

AXIS P13系列包含各種固定網路攝影機，適用於政府和工業建築、零售環境、機場、火車站和學校等大量影像監控場合

便於安裝的聚焦助理、遠端背調焦和像素計算器

所有AXIS P13攝影機上設置對焦更方便使用聚焦助理，當圖像處於手動調整鏡頭後的並完成對焦時，它會顯示呈綠色閃爍LED。此外，SVGA和百萬畫素攝影機具有遠端背調焦設計，可通過電腦對焦進行微調。像素計算計進一步方便安裝者確認對象的像素分辨率，滿足監控規定或客戶要求，如臉部辨識。

數位PTZ和多重影像串流

SVGA和百萬畫素攝影機支援數位PTZ(旋轉/傾斜/變焦)，可讓全影像中剪切有興趣的區域進行查看和紀錄，進而降低傳輸頻寬的佔用和存儲需求。300萬和500萬畫素攝影機還支援多重影像串流，可同時傳送剪切出來的多個觀察區域，最多可模擬八個虛擬攝影機。

室外型攝影機

AXIS P13-E網路攝影機是一種即裝即用的室外型攝影機，節省安裝時間和成本。攝影機具有IP-66級防潮、防雨雪和防日曬能力，可在-40°C低溫環境下正常工作。攝影機可通過乙太網供電，由於不需要單獨的電源線，因此安裝十分簡便。整合式除溼膜可以消除安裝過程中攝影機外殼聚集的濕氣。攝影機可於外殼下面安裝紅外線投射。攝影機附帶牆壁固定支架、遮陽板和線纜固定頭。



AXIS P1346/-E和AXIS P1347/-E網路攝影機多重影像串流



一台攝影機



全景可剪接為多視窗區域



多台虛擬攝影機視窗
(最多支援到八個視窗)

P-Iris控制

300萬畫素AXIS P1346/E和500萬畫素AXIS P1347/E攝影機具有先進的精確光圈控制新功能P-Iris，因而確立了固定攝影機影像品質的新標準。這一功能將專用P-Iris鏡頭與專用軟體組合在攝影機中，以獲得最佳影像對比度、清晰度、解析度和測量位置。由於具有良好對焦效果、即使攝影機不同距離的物體也可同時位於焦點內、因此可以提高場景的清晰度P-Iris是百萬畫素攝影機的特殊優點、有助於攝影機提供清晰的高解析度圖像、即使在照明困難的情況下也是一樣。

P-Iris使用的連接器和纜線與傳統DC-光圈控制使用的相同，因此，300和500萬畫素攝影機支援反向相容性。

關於P-Iris和光圈控制的更多資訊，請造訪：
www.axis.com/corporate/corp/tech_papers.htm

技術規格—AXIS P13網路攝影機系列

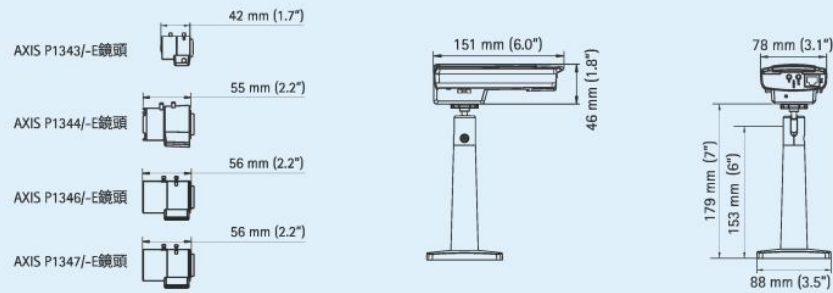
Camera	
型: 室內	AXIS P1343: SVGA解析度, 日夜轉換功能 AXIS P1344: 1 MP/HDV 720, 日夜轉換功能 AXIS P1346: 3 MP/HDV 1080p, 日夜轉換功能 AXIS P1347: 5 MP/HDV 1080p, 日夜轉換功能
型: 室外	AXIS P1343-E: SVGA解析度, 日夜轉換功能 AXIS P1344-E: 1 MP/HDV 720p, 日夜轉換功能 AXIS P1346-E: 3 MP/HDV 1080p, 日夜轉換功能 AXIS P1347-E: 5 MP/HDV 1080p, 日夜轉換功能
影像感測器	AXIS P1343/-E: 逐行掃描RGB CMOS 1/4" AXIS P1344/-E: 逐行掃描RGB CMOS 1/4" AXIS P1346/-E: 逐行掃描RGB CMOS 1/3" (有效) AXIS P1347/-E: 逐行掃描RGB CMOS 1/2.5"
鏡頭	全部 AXIS P13 攝影機採用CS 固定鏡頭 AXIS P1343/-E: 3-8 mm變焦鏡頭: 61° - 21° 視角*, F1.4, DC-iris AXIS P1344/-E: 3-8 mm變焦鏡頭: 72° - 28° 視角*, F1.2, DC-iris AXIS P1346/-E: 3.5-10mm變焦鏡頭: 72° - 27° 視角*, F1.6, P-Iris; 還支援 DC-iris 鏡頭 AXIS P1347/-E: 3.5-10 mm變焦鏡頭: 89° - 33° 視角*, F1.6, P-Iris; 還支援 DC-iris 鏡頭 *水平視角
日夜轉換功能	可自動切換的紅外截止濾光片
最低照度	AXIS P1343/-E: 彩色: 0.2 lux, 黑白: 0.05 lux, F1.0 AXIS P1344/-E: 彩色: 0.3 lux, 黑白: 0.05 lux, F1.2 AXIS P1346/-E: 彩色: 0.5 lux, 黑白: 0.08 lux, F1.6 AXIS P1347/-E: 彩色: 0.5 lux, 黑白: 0.08 lux, F1.6
快門時間	AXIS P1343/-E, AXIS P1344/-E: 1/24500秒至1/6秒 AXIS P1346/-E: 1/36500秒至1/6秒 AXIS P1347/-E: 1/26500秒至1/6秒
影像	
影像壓縮	H.264 (MPEG-4 Part 10/AVC) Motion JPEG
解析度	AXIS P1343/-E: 800x600 (SVGA) 至160x90 AXIS P1344/-E: 1280x800* (1 MP) 至160x90 AXIS P1346/-E: 2048x1536 (3 MP) 至160x90 AXIS P1347/-E: 2560x1920 (5 MP) 至160x90 *1440 x 900 (1:3 MP) 可透過VAPIX支援
畫面傳輸率 H.264/ Motion JPEG	AXIS P1343/-E, AXIS P1344/-E: 在所有解析度下可達30 fps AXIS P1346/-E, AXIS P1347/-E: 3 MP模式: 在所有解析度下可達20 fps; HDV 1080p (1920x1080) 模式和2 MP 4:3 (1600x1200) 模式: 在所有解析度下可達30 fps AXIS P1347/-E: 5 MP 模式: 在所有解析度下可達12 fps
影像多重串流	可單獨配置的H.264和Motion JPEG影像串流可控制的畫面更新率和頻寬 VBR/CBR H.264
多重影像串流	AXIS P1346/-E: 最多8個單獨擷取的視窗地區。當以VGA解析度傳送5個別擷取視窗區域影片串流時, 每路H.264/Motion JPEG的影像串流的更新傳輸率為20 fps AXIS P1347/-E: 最多8個單獨擷取的視窗地區。當以VGA解析度傳送4個別擷取視窗區域影片串流時, 每路H.264/Motion JPEG的影像串流的更新傳輸率為12 fps
旋轉/斜/變焦	數位 PTZ, 預設定位, 守衛導覽
影像設置	壓縮、顏色、亮度、銳度、對比度、白平衡、曝光控制、曝光區域、背光補償、在低照度情況下的強光抑制、旋轉文字和影像、寬動態範圍-動態對比度、圖像鏡像 像覆蓋、隱私區域遮蓋 AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: Corridor Format 寬動態範圍-動態對比度、圖像鏡像

音頻	
音訊流	雙向
音訊壓縮	AAC LC 8/16 kHz - G.711 PCM 8 kHz - G.726 ADPCM 8 kHz可配置位元速率
音訊輸入/輸出	內置麥克風或線路輸入, 線路輸出 AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: 內置麥克風
網路	
安全性	密碼保護, IP位址過濾, 摘要驗證, HTTPS加密**, IEEE 802.1X 網路存取控制**, 使用者access log
支援的協定	IPv4/v6 - HTTP - HTTPS** - QoS Layer: 3 DiffServ - FTP - SMTP - Bonjour - UPnP - SNMPv1/v2c/v3 (MIB-II) - DNS - DynDNS - NTP - RTSP - RTP - TCP - UDP - IGMP - RTCP - ICMP - DHCP - ARP - SOCKS
系統整合	
應用程式設計介面	支援軟體整合的開放API, 包括Axis Communications VAPIX®, 可從www.axis.com獲取支援 "one click" 特性的AXIS 影像託管系統 (AVHS) AXIS攝影機應用平台ONVIF規格詳見 www.onvif.org
智慧型影像	影像位移偵測, 主動式篡改警報, 語音偵測, AXIS攝影機應用平台
報警觸發器	智慧影像, 外部輸入
報警事件	通過FTP、HTTP和電子郵件上傳檔; 通過電子郵件、HTTP和TCP發送通知; 外部輸出啟動; 影像和語音錄製到邊緣儲存; 報警前和報警後影像緩衝
安裝輔助	聚焦助理, 圖像計數器, 遠端背調焦
通用規格	
外殼	攝影機: 金屬 (鋅) AXIS P1343-E/P1344-E/P1346-E/P1347-E: IP66級防護, IK10 防撞擊殼外殼 顏色: 白色 (NCS 色號: S 1002-B)
處理器與存儲	AXIS P1343/-E, AXIS P1344/-E: ARTPEC-3, 128 MB RAM, 128 MB快閃記憶體 AXIS P1346/-E, AXIS P1347/-E: ARTPEC-3, 256 MB RAM, 128 MB快閃記憶體
電源	AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: 8-20 V DC或乙太供電 (PoE) IEEE 802.3af AXIS P1343/P1344: 最大6.4 W • PoE Class 2 AXIS P1346: 最大9.6 W • PoE Class 3 AXIS P1347: 最大9.0 W • PoE Class 3 AXIS P1343-E/P1344-E/P1346-E/P1347-E: PoE IEEE 802.3af 最大12.95 W或大功率PoE最大25.5 W
連接器	連接器RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX PoE 3.5 mm麥克風/線路輸入、3.5 mm線路輸出電源接線盒, 1路報警輸入和1路報警輸出
邊緣儲存	SD/SDHC記憶卡插槽 (不含記憶卡) 可支援32GB 支援錄影到NAS — 必須使用軟體5.40以上版本
工作條件	AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: 濕度20 - 80%RH (不結霜) AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: 0° C (32° F) 至122° F) AXIS P1343-E/P1344-E/P1346-E/P1347-E: PoE條件下 -30° C至50° C (-22° F至122° F); High PoE條件下最低 -40° C (-40° F)
認證	EN 55022, EN 55024, EN 60950-1, EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, FCC Part 15 Subpart B Class B, VCCI Class B, C-tick AS/NZS CISPR 22, ICES-003 Class B AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: EN 61000-3-2, EN 61000-3-3 AXIS P1343-E/P1344-E/P1346-E/P1347-E: EN 50121-4/IEC 62236, EN 60950-22, IEC 60068-2-6, IEC 60068-2-27, IEC 60529 IP66, NEMA 250 Type 4X, IEC 62262 IK10 AXIS P1346/-E: KCC Class B
重量	AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: 0.6公斤 (1.3磅) AXIS P1343-E/P1344-E/P1346-E/P1347-E: 3.1公斤 (6.8磅)
包裝的附件	支架, 連接器套件, 安裝指南, 安裝工具光碟, 錄製軟體和 使用者手冊, Windows解碼器1個使用者許可 AXIS P1343-E/P1344-E/P1346-E/P1347-E: 牆壁固定架, 遮陽板, cable glands

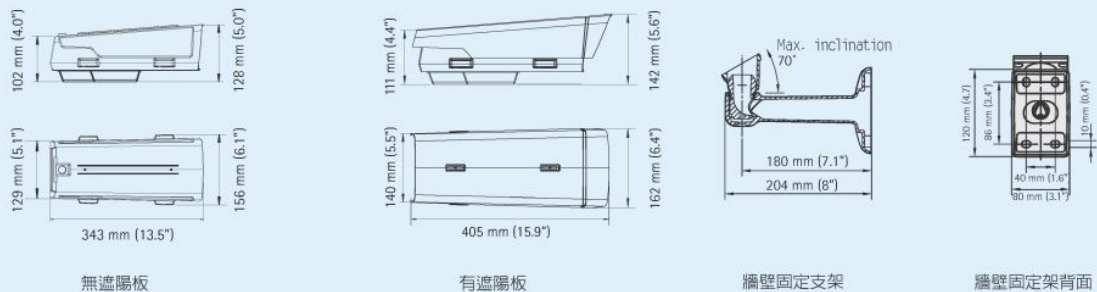
*此款產品包括由OpenSSL Project開發的軟體, 以便在OpenSSL工具套件中使用。(www.openssl.org)

更多資料請瀏覽www.axis.com

尺寸: AXIS P13網路攝影機



尺寸: AXIS P13-E網路攝影機與可隱藏多條纜線的牆壁固定架



選購配備

AXIS PoE Midspan 1-port



AXIS T8123 High PoE 30 W Midspan 1-port



AXIS T90A 照明器



鏡頭



AXIS T8412安裝顯示器



關於AXIS Camera Station 以及AXIS應用軟體研發夥伴提供的影像管理軟體的更多訊息, 請造訪 www.axis.com/products/video/software/

選裝戶外機型安裝附件

壁掛式固定架附件

變壓器
固定板



桿頂固
定架



牆角固
定架



球狀接頭的天花板固定架



球狀接頭的鋁固定架



技術規格—AXIS P13網路攝影機系列

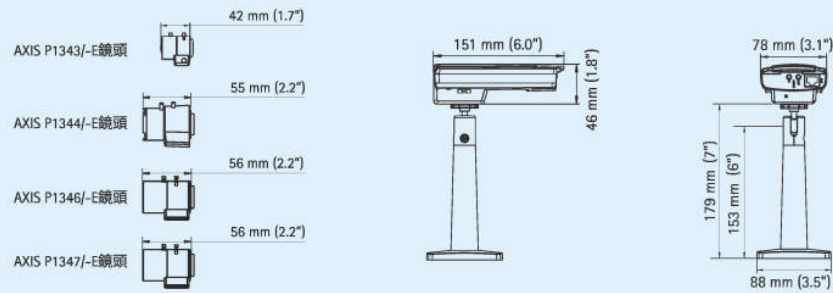
Camera	
型: 室內	AXIS P1343: SVGA解析度, 日夜轉換功能 AXIS P1344: 1 MP/HDV 720, 日夜轉換功能 AXIS P1346: 3 MP/HDV 1080p, 日夜轉換功能 AXIS P1347: 5 MP/HDV 1080p, 日夜轉換功能
型: 室外	AXIS P1343-E: SVGA解析度, 日夜轉換功能 AXIS P1344-E: 1 MP/HDV 720p, 日夜轉換功能 AXIS P1346-E: 3 MP/HDV 1080p, 日夜轉換功能 AXIS P1347-E: 5 MP/HDV 1080p, 日夜轉換功能
影像感測器	AXIS P1343/-E: 逐行掃描RGB CMOS 1/4" AXIS P1344/-E: 逐行掃描RGB CMOS 1/4" AXIS P1346/-E: 逐行掃描RGB CMOS 1/3" (有效) AXIS P1347/-E: 逐行掃描RGB CMOS 1/2.5"
鏡頭	全部 AXIS P13 攝影機採用CS 固定鏡頭 AXIS P1343/-E: 3-8 mm變焦鏡頭: 61° - 21° 視角*, F1.4, DC-iris AXIS P1344/-E: 3-8 mm變焦鏡頭: 72° - 28° 視角*, F1.2, DC-iris AXIS P1346/-E: 3.5-10mm變焦鏡頭: 72° - 27° 視角*, F1.6, P-Iris; 還支援 DC-iris 鏡頭 AXIS P1347/-E: 3.5-10 mm變焦鏡頭: 89° - 33° 視角*, F1.6, P-Iris; 還支援 DC-iris 鏡頭 *水平視角
日夜轉換功能	可自動切換的紅外截止濾光片
最低照度	AXIS P1343/-E: 彩色: 0.2 lux, 黑白: 0.05 lux, F1.0 AXIS P1344/-E: 彩色: 0.3 lux, 黑白: 0.05 lux, F1.2 AXIS P1346/-E: 彩色: 0.5 lux, 黑白: 0.08 lux, F1.6 AXIS P1347/-E: 彩色: 0.5 lux, 黑白: 0.08 lux, F1.6
快門時間	AXIS P1343/-E, AXIS P1344/-E: 1/24500秒至1/6秒 AXIS P1346/-E: 1/35500秒至1/6秒 AXIS P1347/-E: 1/25500秒至1/6秒
影像	
影像壓縮	H.264 (MPEG-4 Part 10/AVC) Motion JPEG
解析度	AXIS P1343/-E: 800x600 (SVGA) 至160x90 AXIS P1344/-E: 1280x800* (1 MP) 至160x90 AXIS P1346/-E: 2048x1536 (3 MP) 至160x90 AXIS P1347/-E: 2560x1920 (5 MP) 至160x90 *1440 x 900 (1:3 MP) 可透過VAPIX支援
畫面傳輸率 H.264/ Motion JPEG	AXIS P1343/-E, AXIS P1344/-E: 在所有解析度下可達30 fps AXIS P1346/-E, AXIS P1347/-E: 3 MP模式: 在所有解析度下可達20 fps; HDV 1080p (1920x1080) 模式和2 MP 4:3 (1600x1200) 模式: 在所有解析度下可達30 fps AXIS P1347/-E: 5 MP 模式: 在所有解析度下可達12 fps
影像多重串流	可單獨配置的H.264和Motion JPEG影像串流可控制的畫面更新率和頻寬 VBR/CBR H.264
多重影像串流	AXIS P1346/-E: 最多8個單獨別擷取的視窗地區。當以VGA解析度傳送5個別擷取視窗區域影片串流時, 每路H.264/Motion JPEG的影像串流的更新傳輸率為20 fps AXIS P1347/-E: 最多8個單獨別擷取的視窗地區。當以VGA解析度傳送4個別擷取視窗區域影片串流時, 每路H.264/Motion JPEG的影像串流的更新傳輸率為12 fps
旋轉/斜/變焦	數位 PTZ, 預設定位, 守衛導覽
影像設置	壓縮、顏色、亮度、銳度、對比度、白平衡、曝光控制、曝光區域、背光補償、在低照度情況下的強光抑制、旋轉文字和影像、寬動態範圍-動態對比度、圖像鏡像 像覆蓋、隱私區域遮蓋 AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: Corridor Format 寬動態範圍-動態對比度、圖像鏡像

音頻	
音訊流	雙向
音訊壓縮	AAC LC 8/16 kHz • G.711 PCM 8 kHz • G.726 ADPCM 8 kHz可配置位元速率
音訊輸入/輸出	內置麥克風或線路輸入, 線路輸出 AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: 內置麥克風
網路	
安全性	密碼保護, IP位址過濾, 摘要驗證, HTTPS加密**, IEEE 802.1X 網路存取控制**, 使用者access log
支援的協定	IPv4/v6 • HTTP • HTTPS** • QoS Layer: 3 DiffServ • FTP • SMTP • Bonjour • UPnP • SNMPv1/v2c/v3 (MIB-II) • DNS • DynDNS • NTP • RTSP • RTP • TCP • UDP • IGMP • RTCP • ICMP • DHCP • ARP • SOCKS
系統整合	
應用程式設計介面	支援軟體整合的開放API, 包括Axis Communications VAPIX®, 可從www.axis.com獲取支援 “one click” 特性的AXIS 影像託管系統 (AVHS) AXIS攝影機應用平台ONVIF規格詳見 www.onvif.org
智慧型影像	影像位移偵測, 主動式篡改警報, 語音偵測, AXIS攝影機應用平台
報警觸發器	智慧影像, 外部輸入
報警事件	通過FTP、HTTP和電子郵件上傳檔; 通過電子郵件、HTTP和TCP發送通知; 外部輸出啟動; 影像和語音錄製到邊緣儲存; 報警前和報警後影像緩衝
安裝輔助	聚焦助理, 圖像計數器, 遠端背調焦
通用規格	
外殼	攝影機: 金屬 (鋅) AXIS P1343-E/P1344-E/P1346-E/P1347-E: IP66級防護, IK10 防撞擊 外殼 顏色: 白色 (NCS 色號: S 1002-B)
處理器與存儲	AXIS P1343/-E, AXIS P1344/-E: ARTPEC-3, 128 MB RAM, 128 MB快閃記憶體 AXIS P1346/-E, AXIS P1347/-E: ARTPEC-3, 256 MB RAM, 128 MB快閃記憶體
電源	AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: 8-20 V DC或乙太供電 (PoE) IEEE 802.3af AXIS P1343/P1344: 最大6.4 W • PoE Class 2 AXIS P1346: 最大9.6 W • PoE Class 3 AXIS P1347: 最大9.0 W • PoE Class 3 AXIS P1343-E/P1344-E/P1346-E/P1347-E: PoE IEEE 802.3af 最大12.95 W或大功率PoE最大25.5 W
連接器	連接器RJ-45 10BASE-T/100BASE-TX PoE 3.5 mm麥克風/線路輸入、3.5 mm線路輸出電源接線盒, 1路報警輸入和1路報警輸出
邊緣儲存	SD/SDHC記憶卡插槽 (不含記憶卡) 可支援32GB 支援錄影到NAS — 必須使用軟體5.40以上版本
工作條件	AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: 濕度20 - 80%RH (不結霜) AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: 0° C至50° C (32° F至122° F) AXIS P1343-E/P1344-E/P1346-E/P1347-E: PoE條件下 -30° C至50° C (-22° F至122° F); High PoE條件下最低 -40° C (-40° F)
認證	EN 55022, EN 55024, EN 60950-1, EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, FCC Part 15 Subpart B Class B, VCCI Class B, C-tick AS/NZS CISPR 22, ICES-003 Class B AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: EN 61000-3-2, EN 61000-3-3 AXIS P1343-E/P1344-E/P1346-E/P1347-E: EN 50121-4/IEC 62236, EN 60950-22, IEC 60068-2-6, IEC 60068-2-27, IEC 60529 IP66, NEMA 250 Type 4X, IEC 62262 IK10 AXIS P1346/-E: KCC Class B
重量	AXIS P1343/P1344/P1346/P1347: 0.6公斤 (1.3磅) AXIS P1343-E/P1344-E/P1346-E/P1347-E: 3.1公斤 (6.8磅)
包裝的附件	支架, 連接器套件, 安裝指南, 安裝工具光碟, 錄製軟體和 使用者手冊, Windows解碼器1個使用者許可 AXIS P1343-E/P1344-E/P1346-E/P1347-E: 牆壁固定架, 遮陽板, cable glands

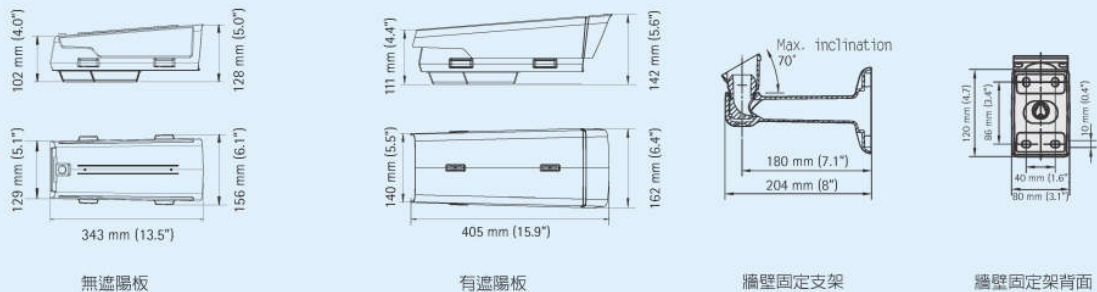
*此款產品包括由OpenSSL Project開發的軟體, 以便在OpenSSL工具套件中使用。 (www.openssl.org)

更多資料請瀏覽www.axis.com

尺寸: AXIS P13網路攝影機



尺寸: AXIS P13-E網路攝影機與可隱藏多條纜線的牆壁固定架



選購配備

AXIS PoE Midspan 1-port



AXIS T8123 High PoE 30 W Midspan 1-port



AXIS T90A 照明器



鏡頭



AXIS T8412安裝顯示器



關於AXIS Camera Station 以及AXIS應用軟體研發夥伴提供的影像管理軟體的更多訊息, 請造訪 www.axis.com/products/video/software/

選裝戶外機型安裝附件

壁掛式固定架附件

變壓器
固定板



桿頂固
定架



牆角固
定架



球狀接頭的天花板固定架



球狀接頭的鋁固定架

