

102-

MOTC-IOT-102-H1DB007b

山區道路易致災路段調查評估、風險分析 及監測預警管制技術之研發(3/4)



交通部運輸研究所

中華民國 102 年 12 月

102-

MOTC-IOT-102-H1DB007b

山區道路易致災路段調查評估、風險分析 及監測預警管制技術之研發(3/4)

著者：謝明志、張道光、黃敏郎、劉峰榮、
許錕安、郭峯豪

交通部運輸研究所

中華民國 102 年 12 月

山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

著 者：謝明志、張道光、黃敏郎、劉峰榮、許錕安、郭峯豪

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 102 年 12 月

印 刷 者：

版(刷)次冊數：初版一刷 90 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：全套 冊 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： ISBN： (全套: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。

山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(〇/一)

交通部運輸研究所

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：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)			
國際標準書號 (或叢刊號) ISBN (平裝)	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號	計畫編號 MOTC-IOT-102-H1DB007b
本所主辦單位：港研中心 主管：邱永芳 計畫主持人：張道光 聯絡電話：04-26587174 傳真號碼：04-26564418	合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司 計畫主持人：黃敏郎 研究人員：劉峰榮, 許錕安, 郭峯豪 地址：台南市永康區中華一路 122 號 聯絡電話：06-3125190	研究期間 自 102 年 02 月 至 102 年 12 月	
關鍵詞：山區道路、崩塌、監測、易致災性			
摘要： <p>本計畫以台 9 線宜蘭縣蘇澳鎮路段(106K+000)至花蓮縣秀林鄉路段(182K+000)山區道路為研究對象，進行山區道路山崩等災害目錄建置、災害潛感分析、潛在大規模滑動區位判釋與重大災害案例蒐集等工作，以大尺度之坡面單元與小尺度之工程或排水狀況，進行山區道路易致災路段劃分，並探究其致災因子、危害度與損失程度等，同時進行各易致災路段之災害風險分析，進而依據各種災害類型與風險等級檢討現行道路監測預警架構，提出創新構思與監測管理、養護巡察與預警措施，以提高國內山區道路整體安全的使用。</p> <p>本年度主要完成之工作項目包括：1.持續蒐集山區道路重大災例蒐集、成因、特性與復建措施分析。2.選取示範山區道路進行邊坡歷史山崩目錄建置、災因分析與邊坡崩塌潛感分析並製作崩塌潛感圖。3.持續修正山區道路邊坡致災因子、誘發因子(降雨)及道路邊坡破壞分析模式。4.選取示範山區道路進行大規模滑動區位判釋、成因、特性分析。5.現有山區道路監測預警管制技術檢討。6.選取示範山區道路進行大規模滑動區位判釋、成因、特性分析。</p> <p>本期研究成果與效益有：1.採用坡面單元、地質概念與路段之細部排水、工程狀況進行易致災路段劃分，此方法可清楚界定各易致災路段的範圍、主要災害類型與災害特性、警戒基準與風險估算。2.已完成山區道路之災害風險評估模式，同時以開放式資料概念、氣象局 QPESUMS 之降水預報產品，結合港研中心於相關計畫之降水修正結果，自動進行各路段之降雨警戒值比對，將成果以開放及跨平台方式進行供應與展示，可提供路管單位於提前應變措施參考。3.本計畫之執行經驗及成果可做為本所後續相關研究之基礎。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
102 年 1 月	368		凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： <input type="checkbox"/> 限閱 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 (解密【限】條件： <input type="checkbox"/> 年 月 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附錄抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密) <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: Developed a technique for mountain road to investigate risk assessment, risk analysis, landslide prewarning management(3/4)			
ISBN(OR ISSN) ISBN	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER MOTC-IOT-102-H1DB007b
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Chiu, Yung-Fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chang, Tao-kuang PHONE: (04) 26587174 FAX: (04) 26564418			PROJECT PERIOD FROM : February 2013 TO : December 2013
RESEARCH AGENCY: GeoHarvester Engineering Consultants Co.,Ltd. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Huang, Min-Lang PROJECT STAFF: Liu, Feng-Jung ,Hsu,Kun-An, Kuo, Feng-Hao ADDRESS: No.1, University Road., Taiwan, R. O. C. , PHONE: (06) -3125198			
KEY WORDS: : mountain road 、 landslide 、 monitor 、 vulnerability			
ABSTRACT: <p>This project selected Provincial Highway Route 9 from Su-ao Township, Yilan County to Sioulin Township, and Hualien County as study area in this year. The concept of slope unit combined with the environmental geology features were applied to conduct the hazard map of roads for analyzing the potential occurring disasters at different load sections, identifying the potential landslide area, and establishing the landslide inventory of mountainous road. Based on the hazard map of the studied area, we discussed the disaster pre-warning and monitoring frameworks of roads, and proposed the new concepts to monitoring, maintaining, and pre-warning the disaster of roads, for enhancing the safety of the mountainous road.</p> <p>The works accomplished in this year including: 1.data collection of major disaster events, 2.establishment of the landslide inventory, the hazard analysis of landslides and the hazard map, 3.modifying the factors and the analyzing model for slopeland failure, 4.identifying the characteristics, the reasons and the location for large landslide area, 5.discusion on the methods of monitoring and pre-warning the disaster of roads.</p> <p>Finally, the results and benefits of this project includes: 1. the method applied in this study has been shown an efficient way to quantitatively evaluate the hazard potential for mountainous roads. 2. The method evaluating the hazard degree proposed in this project could provide as the reference to the road management agency for disaster preparedness. 3. The study results of this project could provide as the reference for the following related research.</p>			
DATE OF PUBLICATION January, 2013	NUMBER OF PAGES 368	PRICE	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

目錄	III
圖目錄	VI
表目錄	IX
第一章 前言	1-1
1.1 研究計畫名稱	1-1
1.2 研究計畫背景、目的與重要性	1-1
1.3 研究範圍與工作項目	1-3
1.3.1 研究範圍	1-3
1.3.2 工作項目	1-3
1.4 研究成果、效益及其應用	1-4
1.4.1 研究成果	1-4
1.4.2 研究效益	1-4
1.4.3 研究應用	1-4
第二章 計畫執行方法	2-1
2.1 計畫執行構想	2-1
2.2 工作流程與執行方法	2-3
2.3 計畫前期作業	2-4
2.3.1 研究示範區域選定	2-4
2.3.2 山區道路路段劃分	2-5
2.4 相關研究文獻之回顧與整理	2-7
2.5 山區道路易致災路段之調查評估	2-8
2.5.1 歷史山崩目錄建置	2-8
2.5.2 邊坡山崩潛感分析	2-11
2.5.3 重大災例成因、特性與復建措施分析	2-12
2.5.4 大規模滑動區位判釋與分析	2-19
2.5.5 地質敏感地區資料蒐集與分析	2-21
2.5.6 易致災路段分析	2-23
2.5.7 易致災路段調查與評估	2-23
2.6 山區道路邊坡破壞因子分析與修正	2-26
2.6.1 山區道路邊坡致災因子、誘發因子分析與修正	2-26
2.6.2 路邊坡破壞分析模式修正	2-36

2.7 山區道路監測預警管制技術檢討	2-37
2.8 計畫成果提送	2-38
2.8.1 成果圖製作	2-38
2.8.2 相關成果提報及成果發表	2-40
第三章 文獻回顧	3-1
3.1 山區道路災害類型	3-1
3.2 易致災路段劃分方法	3-3
3.3 山區道路邊坡整治工法	3-3
3.4 降雨警戒基準相關分析研究	3-5
3.5 山區道路災害潛感評估	3-8
3.6 山區道路風險分析	3-9
3.7 監測預警管制	3-10
第四章 山區道路易致災路段調查評估	4-1
4.1 蘇花公路山區道路基本特性分析	4-1
4.1.1 蘇花公路山區道路路線概況	4-1
4.1.2 蘇花公路山區道路水文及氣候概況	4-1
4.1.3 蘇花公路山區道路地質概況	4-3
4.2 地質敏感地區資料蒐集與分析	4-5
4.3 歷史山崩目錄建置	4-8
4.4 邊坡山崩潛感分析	4-12
4.5 山區道路坡面單元劃分	4-16
4.5.1 坡向分析	4-16
4.5.2 坡度分析	4-17
4.5.3 水系分析	4-19
4.5.4 坡面單元劃分	4-20
4.6 重大災例蒐集蒐集	4-22
4.7 潛在大規模滑動區位判釋、成因、特性分析	4-38
4.8 易致災路段分析	4-42
4.8.1 易致災路段劃分	4-42
4.8.2 易致災路段災害類型分析	4-65
4.8.3 易致災路段邊坡區位與地形區位分析	4-67
4.8.4 易致災路段災害潛感分析	4-68
4.9 重大災例成因、特性與復建措施分析	4-71

4.9.1 重大災害案例成因、特性分析	4-71
4.9.2 重大災害案例復建措施分析	4-74
第五章 山區道路邊坡破壞因子分析與修正	5-1
5.1 山區道路邊坡致災因子誘發因子分析	5-1
5.1.1 台 9 線山區道路邊坡致災因子、誘發因子分析與降雨參數 上限值調整	5-1
5.1.2 台 24 線山區道路邊坡致災因子、誘發因子分析與降雨參 數上限值調整	5-23
5.2 道路邊坡破壞分析模式修正	5-34
第六章 山區道路監測預警管制技術檢討	6-1
6.1 現有監測預警管制作為分析	6-1
6.2 山區道路監測預警管制技術研發	6-5
6.2.1 監測預警資訊展示方法	6-5
6.2.2 監測預警成果展示	6-10
6.3 山區道路監測預警管制作業研擬	6-12
6.3.1 山區道路監測預警管制路段劃分	6-12
6.3.2 山區道路監測預警管制作業	6-14
第七章 資料庫建置成果展現	7-1
7.1 資料庫建置	7-1
7.2 成果圖製作	7-2
7.3 相關成果提報及成果發表	7-6
第八章 結論與建議	8-1
8.1 結論	8-1
8.2 建議	8-2
參考文獻	參-1
附錄一、各期會議記錄及意見回覆情形	附 1-1
附錄二、邊坡山崩潛感分析方法	附 2-1
附錄三、山崩目錄建置成果	附 3-1
附錄四、山崩潛感因子資料表	附 4-1
附錄五、山區道路山崩潛感分析圖	附 5-1
附錄六、易致災路段風險分析表	附 6-1
附錄七、年度事件災害概況摘要報告	附 7-1
附錄八、期末報告簡報資料	附 8-1

圖目錄

圖 2.1 以等間距劃分易致災路段所產生的問題.....	2-2
圖 2.2 本研究工作執行方法流程圖.....	2-3
圖 2.3 台 9 線宜蘭蘇澳至花蓮秀林鄉崇德段之山區道路圖.....	2-4
圖 2.4 山崩潛感分析單元比較圖。(A)網格單元;(B)坡面單元.....	2-5
圖 2.5 本研究易致災路段劃分流程.....	2-6
圖 2.6 衛星影像崩塌地判釋流程.....	2-9
圖 2.7 山崩潛感評估流程圖.....	2-11
圖 2.8 山崩潛感分析成果圖範例(以台 24 線山區道路為例).....	2-11
圖 2.9 研究區域歷史災害點位分布圖(民國 97 年~101 年).....	2-13
圖 2.10 易致災路段歷史災害照片.....	2-15
圖 2.11 本研究擬採行之山區道路大規模滑動區位判釋流程圖.....	2-20
圖 2.12 各類型大規模滑動區案例圖.....	2-21
圖 2.13 地質敏感地區分布範例圖.....	2-22
圖 2.14 山崩之致災因子與誘發因子.....	2-26
圖 2.15 雨場切割方法.....	2-28
圖 2.16 研究區域 7 場颱風事件之 I-R 關係分佈圖.....	2-29
圖 2.17 研究區域 7 場颱風事件之 I-T 關係分佈圖.....	2-29
圖 2.18 山區道路警戒分區示意圖(修改自蔡明君, 2008).....	2-32
圖 2.19 各易致災路段降雨基準上下限與調整依據示意圖.....	2-33
圖 2.20 發生道路災害與因子關係圖.....	2-35
圖 2.21 出圖版面設計示意圖.....	2-39
圖 3.1 雷達-雨量站降雨整合技術之概念示意圖.....	3-5
圖 3.2 山區道路邊坡崩塌與雨量關係圖.....	3-6
圖 3.3 道路崩塌雨量門檻值與不同崩塌潛感機率.....	3-7
圖 3.4 降雨參數與臨界致災曲線圖.....	3-8
圖 4.1 研究區域水系及集水區概況圖.....	4-2
圖 4.2 研究區域地質概況圖.....	4-4
圖 4.3 研究區域坡面範圍內地質敏感地區分布圖.....	4-6
圖 4.4 蘇花公路蘇澳至崇德典型地質敏感地區特性.....	4-7
圖 4.5 總崩塌面積統計圖.....	4-10

圖 4.6 舊有崩塌擴大面積統計圖	4-10
圖 4.7 新生崩塌面積統計圖	4-11
圖 4.8 各類崩塌面積統比較圖	4-11
圖 4.9 0612 豪雨事件山崩潛感	4-15
圖 4.10 研究區坡向統計圖	4-16
圖 4.11 研究區坡向分布圖	4-17
圖 4.12 研究區坡度統計圖	4-18
圖 4.13 研究區坡度分布圖	4-18
圖 4.14 研究區水系分布圖	4-19
圖 4.15 研究區坡面單元分布圖	4-21
圖 4.16 蘇花公路近年重大災害案例空間分布圖	4-29
圖 4.17 蘇花公路近年重大災害發生現場照片	4-34
圖 4.18 蘇花公路山區道路 2008 年迄今道路中斷點位之分布情形 ..	4-36
圖 4.19 研究區域內之潛在大規模滑動區位空間分布圖	4-39
圖 4.20 潛在大規模滑動區位現地照片	4-41
圖 4.21 蘇花公路山區道路易致災路段劃分成果圖	4-48
圖 4.22 蘇花公路易致災路段主要災害類型分布圖	4-66
圖 4.23 蘇花公路易致災路段災害潛感與主要災害類型	4-68
圖 4.24 蘇花公路易致災路段全坡面危險度評估結果圖	4-69
圖 4.25 蘇花公路易致災路段上、下邊坡危險度評估結果圖	4-70
圖 4.26 重大災害案例與易致災路段災害類型疊合分布圖	4-72
圖 4.27 蘇花公路易致災路段重大災例復建措施工程現況圖	4-75
圖 4.28 蘇花公路樁號 116K+030 大規模岩屑崩滑災害狀況與復建工程 現況圖	4-80
圖 4.29 蘇花公路樁號 116K+800 岩屑崩滑災害狀況與復建工程現況圖	4-81
圖 4.30 蘇花公路樁號 144K+750 土石流災害狀況與復建工程現況圖	4-82
圖 4.31 蘇花公路樁號 168K+000 土石流災害狀況與復建工程現況圖	4-83
圖 5.1 台九線北、中、南路段分區圖	5-2
圖 5.2 辛樂克颱風期間台 9 線之累積雨量分佈及新增崩塌分布情況	5-4
圖 5.3 辛樂克颱風期間台 24 線之累積雨量分佈及新增崩塌分布情況	5-24

圖 5.4 台 9 線易致災路段上、下邊坡風險圖.....	5-37
圖 5.5 台 9 線易致災路段全邊坡風險圖.....	5-38
圖 6.1 公路單位警管制應變作為三等級圖.....	6-1
圖 6.2 以 KML 檔展示災情資訊狀況圖(以水利署及水土保持局為例)	6-6
圖 6.3 監測預警管制方法與流程圖.....	6-7
圖 6.4 集水區雨量擷取服務概念圖.....	6-9
圖 6.5 集水區雨量擷取服務概念圖.....	6-9
圖 6.6 易致災路段 KML 檔案記錄狀況圖.....	6-9
圖 6.7 警戒狀況成果即時供應畫面圖.....	6-10
圖 6.8 警戒狀況成果疊合 GOOGLE EARTH 圖.....	6-10
圖 6.9 以交通部公路總局 SAFETAIWAN 平台展示監測預警管制成果圖	6-11
圖 6.10 山區道路監測預警管制作為規劃圖.....	6-12
圖 6.11 台 9 線蘇花公路段臨時避難路段選定成果圖.....	6-13
圖 6.12 台 24 線山區道路段臨時避難路段選定成果圖.....	6-13
圖 7.1 台 9 線道路山崩潛感圖範例.....	7-3
圖 7.2 台 9 線道路環境地質敏感區圖範例.....	7-4
圖 7.3 台 9 線道路風險圖範例.....	7-5
圖 7.4 相關成果海報.....	7-6

表目錄

表 2-1 裸露地人工檢核項目與內容一覽表	2-10
表 2-2 研究區域易致災路段歷史災害表	2-14
表 2-3 重大災害案例成因、特性分析項目一覽表	2-16
表 2-4 易致災路段復建設施現況調查表(範例).....	2-17
表 2-5 本研究採行之山區道路大規模滑動類型分類表	2-19
表 2-6 山區易致災路段潛感評估項目一覽表	2-24
表 2-7 易致災路段潛感評估表(範例).....	2-25
表 2.8 降雨警戒值模式類型的相關文獻.....	2-29
表 2-9 各易致災路段降雨基準調整因子表	2-34
表 2-10 計畫成果圖一覽表	2-38
表 3-1 邊坡破害類型分類一覽表	3-2
表 3-2 邊坡破害類型與環境地質敏感區對應表	3-2
表 3-3 監測預警儀器類型及適用範圍彙整表	3-12
表 4-1 研究區域內氣象局氣候站 2010 年逐月平均溫度一覽表	4-2
表 4-2 研究區域內氣象局氣候站 2010 年逐月雨量一覽表	4-3
表 4-3 研究區域坡面範圍內之地質敏感地區數量統計一覽表	4-5
表 4-4 歷史山崩目錄建置選用之福衛二號影像列表	4-8
表 4-5 蘇花公路沿線各期崩塌地個數與面積統計	4-9
表 4-6 0612 豪雨事件山崩潛感權重分布狀況	4-12
表 4-6 0612 豪雨事件山崩潛感權重分布狀況(續).....	4-13
表 4-6 0612 豪雨事件山崩潛感權重分布狀況(續).....	4-14
表 4-7 坡面災害個數統計表	4-20
表 4-8 蘇花公路近年重大災害案例彙整	4-23
表 4-9 蘇花公路山區道路 2008 年迄今因災害發生中斷案例彙整表	4-35
表 4-10 蘇花公路 2008~2012 年期間災害次數統計表	4-37
表 4-11 研究區域內之潛在大規模滑動區發生成因與特性統計表	4-38
表 4-12 以落石為主要災害類型之現地調查表	4-43
表 4-13 以岩屑崩滑為主要災害類型之現地調查表	4-44
表 4-14 以岩體滑動為主要災害類型之現地調查表	4-45
表 4-15 以蝕溝為主要災害類型之現地調查表	4-46

表 4-16 以土石流為主要災害類型之現地調查表	4-47
表 4-17 蘇花公路易致災路段劃分成果一覽表	4-49
表 4-18 蘇花公路易致災路段主要災害類型統計表	4-65
表 4-19 蘇花公路易致災路段所處地形區位統計表	4-67
表 4-20 蘇花公路易致災路段重大災害案例災害類型一覽表	4-73
表 4-21 蘇花公路易致災路段重大災例復建措施工程現況一覽表 ...	4-76
表 4-22 研究區域內第四區養護工程處施作之復建措施工程一覽表	4-84
表 5-1 台九線警戒值分析所應用之十場颱風事件及其崩塌資料	5-3
表 5-2 台 9 線不同路段及災害類別之降雨參數上下限	5-5
表 5-3 台 9 線降雨警戒調整因子統計與權重計算彙整表	5-7
表 5-4 台 9 線北、中、南區段之山崩潛感指標計算及降雨參數上限值調 整彙整表.....	5-8
表 5-5 台 24 線警戒值分析所應用之七場颱風事件及其崩塌資料 ...	5-25
表 5-6 台 24 線不同路段及災害類別之警戒值上下限	5-25
表 5-7 台 24 線降雨警戒調整因子統計與權重計算彙整表	5-26
表 5-8 台 24 線之權重加總計算及降雨參數上限值調整彙整表	5-27
表 5-9 台 9 線易致災路段中風險最高的前十個路段資料一覽表	5-36
表 6-1 研究區內交通部公路總局 102 年 8 月公布之一、二級監控路段預 警值、警戒值與行動值一覽表.....	6-3
表 6-2 研究區內臺 9 線山區道路降雨基準一覽表	6-4
表 6-3 研究區內臺 24 線山區道路降雨基準一覽表	6-4
表 6-4 國內政府雲支援 KML 檔統計一覽表	6-6
表 6-5 QPESUMS 系統降雨資料規格	6-8
表 7-1 空間資料庫建置項目一覽表	7-1
表 7-2 易致災路段圖層欄位規劃表	7-2
表 7-3 相關成果提報及成果發表一覽表	7-6

第一章 前言

1.1 研究計畫名稱

本研究計畫案(計畫編號:MOTC-IOT-102-H1DB007b)的名稱為「山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)」。

1.2 研究計畫背景、目的與重要性

民國 97 年卡玫基颱風與辛樂克颱風襲台對山區道路重創，民國 98 年莫拉克颱風帶來驚人的雨量，更摧毀南部眾多重要山區的連外道路，此突顯出山區道路安全警戒的重要性。本研究透過資料蒐集、前人研究分析與現場調查結果，針對道路所處環境的自然環境基本資料與災害歷史資料，建立風險管理的評估架構，並且檢討現行道路監測預警系統，提出創新構思與監測管理與養護巡察措施，並研發新的預警措施，以提高國內道路整體安全的使用。

本研究主要是依據全國科學技術會議：提昇公共設施效能與研發延壽科技及推廣應用辦理，並已於 100 年 1 月 10 日召開「101 年防災領域科技綱要計畫之基本資料及概述表研商會議」研商。臺灣地區因地文條件不佳，加以山區地形陡峻，每逢颱風或暴雨來襲，就容易因集中性降雨而引發不穩定區的山崩與衍生土石流的現象，並造成土石災害。近年來國內外已有多位學者針對相關土砂災害之致災因子進行調查與探討，正如其他自然災害與其地質之特性息息相關，每個山崩地區各其有特殊的因素所造成的，且往往是由好幾個可能之影響因子所構成，其中包括潛因(如地質、地形、水文等)及誘因(如降雨、地震、人為因素等)。

而地質因素可分為岩性、構造狀態、覆蓋情形等；地形因素又可分為坡度、坡向、位置等。至於人為因素則如林木砍伐、道路建設、土地開發、採礦、改變地表植被等。過去許多研究都嘗試利用不同的因素、從不同的方法來評估或推估影響山崩的潛在因子，其大多考量各單一因素與山崩類型之關聯程度，並針對單因子與山崩地種類關聯程度加以分析。然各項可能致災因子中仍存在一些不確定性因素，對擬解決之問題尚有部分難予完全掌握。

本年度計畫選定省道台 9 線宜蘭縣蘇澳鎮路段(106K+000)至花蓮縣秀林鄉崇德路段(182K+000)與前期計畫之台 24 線三地門(22K+600)至阿禮(48K+500)路段，進行易致災路段調查分析，探究道路邊坡致災因子，並規劃建置整合性山區道路邊坡災害潛感評估流程與方法。本研究擬運用證據權法進行道路邊坡災害潛感分析，並對各項自然環境及邊坡開發等致災潛感因子進行其權重值之量化分析，進而建置災害潛感模式。本研究並結合地理資訊系統繪製山區道路邊坡災害之潛感圖、環境地質敏區圖與易致災路段風險圖，並探討山區道路邊坡致災因子、降雨及道路邊坡破壞與否間之關係，以期建立降雨引致之道路邊坡破壞分析模式。研究中亦將影像判釋技術應用於大規模滑動區位之判釋，並分析其滑動成因與特性。本研究之成果可提供公路總局及相關單位在山區道路坡地災害防治之參考與應用，以做為後續相關研究之基礎。

1.3 研究範圍與工作項目

本研究為四年期，本(102)年度為第三年。100 年度已完成國內山區道路易致災路段之分類及調查表格製作、易致災路段之危害度及易致災性分析與易致災路段之監測系統規劃及應變計畫。101 年度完成研究區山區道路災害案例分析、特性與復建措施，同時運用影像判釋分類技術獲取相關致災因子及災害資訊，建立研究區災害空間及屬性資料庫、建置山區道路邊坡崩塌潛感評估模式、探討山區道路邊坡致災因子誘發因子分析模式與山區道路大規模滑動區位判釋方法建立。而本年度之研究範圍與工作項目說明如下：

1.3.1 研究範圍

本(102)年度研究範圍為省道台 9 線宜蘭縣蘇澳鎮路段(106K+000)至花蓮縣秀林鄉崇德路段(182K+000)與前期計畫之台 24 線三地門(22K+600)至阿禮(48K+500)路段。

1.3.2 工作項目

依本案研究主題與重點，本年度的工作項目包括：

1. 持續蒐集山區道路重大災例蒐集、成因、特性與復建措施分析。
2. 選取示範山區道路進行邊坡歷史山崩目錄建置、災因分析與邊坡崩塌潛感分析並製作崩塌潛感圖。
3. 持續修正山區道路邊坡致災因子、誘發因子(降雨)及道路邊坡破壞分析模式。
4. 選取示範山區道路進行大規模滑動區位判釋、成因、特性分析。
5. 現有山區道路監測預警管制技術檢討。
6. 選取示範山區道路進行大規模滑動區位判釋、成因、特性分析。
7. 參考國科會「科技計畫績效管考平台(<http://stprogram.stpi.org.tw>)」之「績效指標(實際成果)資料格式(word 檔案)」及「佐證資料格式

(word 檔案)」，就本研究成果之特性，選填合適績效指標項目，並以量化或質化方式，說明本研究主要研究成果及重大突破。本研究指標項目至少包括：學術成就、技術創新、社會影響。

1.4 研究成果、效益及其應用

1.4.1 研究成果

1. 完成國內山區道路災害案例分析、特性與復建措施蒐集。
2. 建置山區道路邊坡崩塌潛感評估模式。
3. 建置道路邊坡破壞分析模式。
4. 山區道路監測預警管制技術檢討。
5. 山區道路大規模滑動區位建立。

1.4.2 研究效益

1. 瞭解山區道路對風險程度外，對於整體山區道路搶災與救災的整體資源有所瞭解與提出改善建議，以做為公路管理機關應變之用。
2. 透過管理模式的建立，可有效瞭解易致災路段災害潛感，作為道路管理機關維護管理之參考依據，以提高整體管理的效益，並給予山區道路使用者更安全且可靠的使用環境與對於災害發生的瞭解，以減少不必要之災損發生。

1.4.3 研究應用

1. 本研究之成果可提供公路總局及相關單位在山區道路坡地災害防治之參考與應用。
2. 本研究之執行經驗及成果可做為本所後續相關研究基礎。

第二章 計畫執行方法

2.1 計畫執行構想

以往針對山區道路的易致災特性分析普遍採用機率法，以等間距劃分易致災路段，再依據歷史災害各項因子進行災害機率統計。然而此方式卻存在許多問題。採等間距劃分易致災路段，可能產生同一路段有不同災害發育，無法針對各種災害分進行因子計算，增加統計難度。同時，因統計結果受歷史災害資料數量與位置控制，所以當有災害新增時需再進行重新統計。再者依據統計方式，僅得到各個路段之災害機率值，無法確實指出處路段真正之災害類型與發生特性。為解決上述問題，本研究之執行構想如下：

1. 以坡面單元概念結合現地工程狀況進行山區道路易致災路段劃分：以往針對山區道路的易致災特性分析普遍採用機率法，以等間距劃分易致災路段，再依據歷史災害各項因子進行災害機率統計，然而此方式卻存在許多問題。採等間距劃分易致災路段，可能產生同一路段有不同災害發育，無法針對各種災害分進行因子計算，增加統計難度。同時，因統計結果受歷史災害資料數量與位置控制，所以當有災害新增時需再進行重新統計。再者依據統計方式，僅得到各個路段之災害機率值，無法確實指出處路段真正之災害類型與發生特性。本研究認為山區道路受所在區位之水文、地形與地質條件影響，應以道路所在坡面為單元進行易致災路段劃分，整體考量道路所在之上、下邊坡之水文、地形與地質條件，方能有效且完整分析各易致災路段之致災原因，以提升後續各項分析與對策研擬精度。

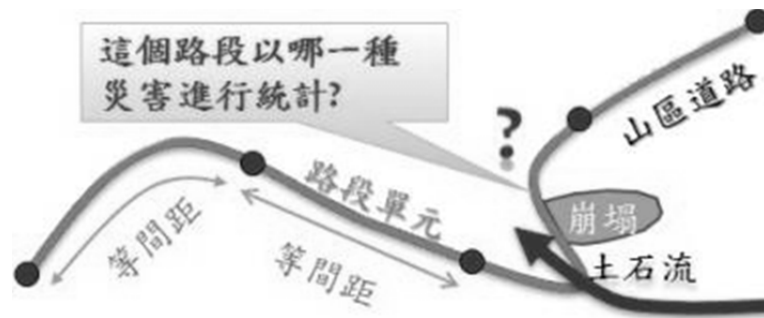


圖 2.1 以等間距劃分易致災路段所產生的問題

2. 整體考量易致災路段之致災類型與原因：以往山區道路災害主要以山崩、地滑與土石流為考量重點，針對上述災害之致災原因，往往僅考慮道路上、下邊坡特定範圍內之不利條件，然而道路所在之地形區位的潛在問題常為道路災害之致災主因。因此本研究以坡面單元內地形狀況（河階、崖錐堆積、河道邊坡...）、地質條件（地質分區、地質構造）與地質敏感地區（山崩、土石流、向源侵蝕、河岸侵蝕、順向坡...）為基礎，整體考量易致災路段之致災類型與原因，真正釐清山區道路易致災路段的災害特性。
3. 以地質與地形概念模式結進行山區道路潛在重大災害路段分析：目前山區道路易致災路段主要以既有發生案例為主，再透過各類之潛感分析進行未發生災害之潛在區位，然而針對尚未發生重大災害，但已具有災害發生特徵之區位，往往無法有效進行區位判釋與分析。針對此一問題，本研究依據執行林務局、水規所等相關大規模山崩與深層滑動與前期計畫之經驗，以地質概念模式結合航照與數值地形之山崩地形特徵（崩崖、裂隙、趾部隆起）判釋，嘗試找出計畫之示範道路中，尚未致災但具有滑動徵兆之潛在大規模滑動區位，供相關道路管理單位之相關防救對策參考。

2.2 工作流程與執行方法

本研究前兩年度完成山區易致災路段調查評估方法之建立，本年度計畫主要著重在調查評估方法修正、風險分析及監測預警管制技術之探討等工作，據此本研究擬以五階段流程完成各項工作，分別為(1)計畫前期作業、(2)山區道路易致災路段調查評估、(3)山區道路邊坡破壞因子分析與修正、(4)現有山區道路監測預警管制技術檢討、(4)計畫成果提送等五階段。

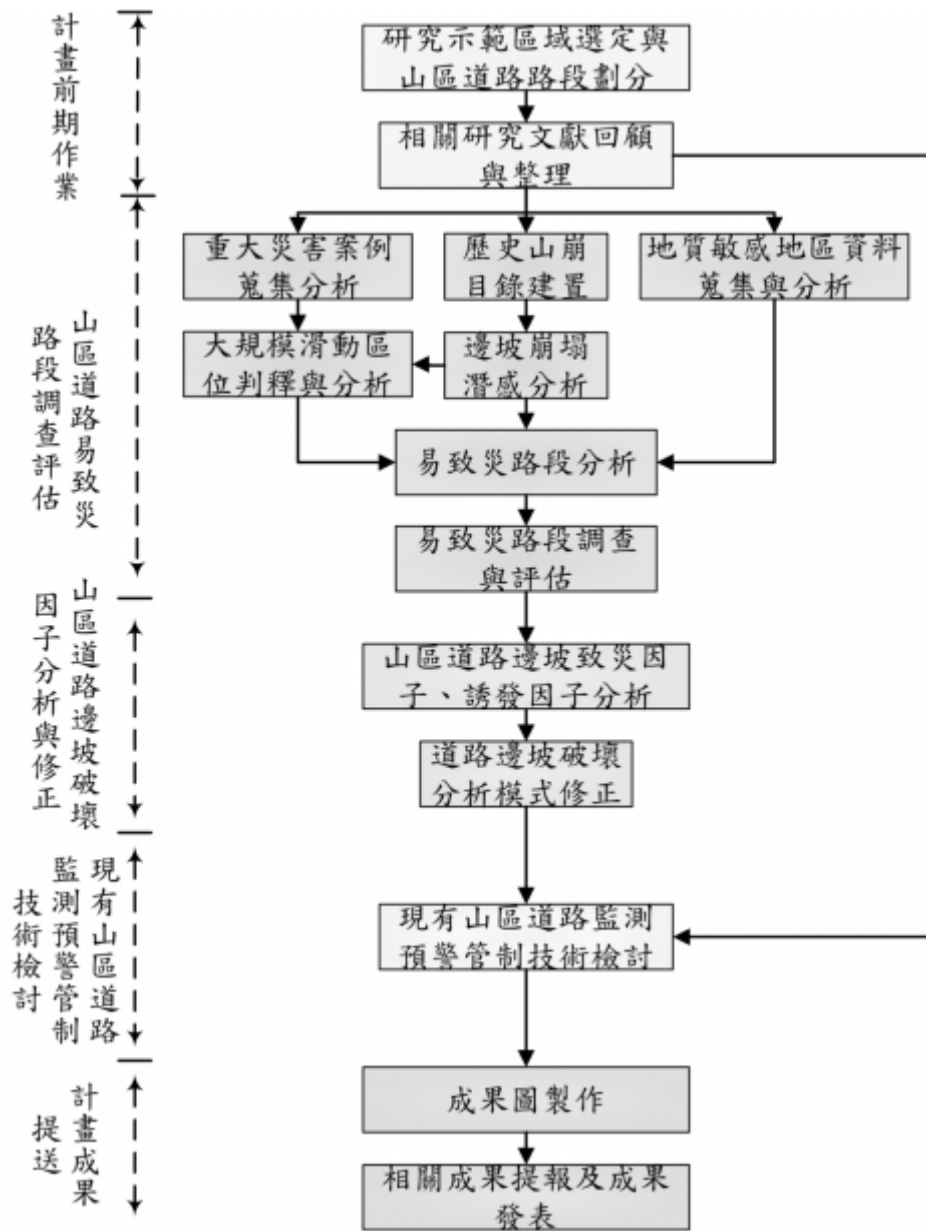


圖 2.2 本研究工作執行方法流程圖

上述五階段中，計畫前期作業之工作內容包括：(1) 研究示範區域選定與山區道路路段劃分；(2) 相關研究文獻回顧與整理。山區道路易致災路段之調查評估之工作內容包括：(1) 歷史山崩目錄建置；(2) 邊坡山崩潛感分析；(3) 重大災害案例蒐集分析；(4) 大規模滑動區位判釋與分析；(5) 地質敏感地區資料蒐集與分析；(6) 易致災路段分析；(7) 易致災路段調查與評估。

山區道路邊坡破壞因子分析與修正之工作內容包括：(1) 山區道路邊坡致災因子、誘發因子分析；(2) 道路邊坡破壞分析模式修正。現有山區道路監測預警管制技術檢討則主要分析相關之文獻與監測預警技術資料進行檢討。計畫成果提送之工作內容包括：(1) 成果圖製作；(2) 相關成果提報及成果發表。而細部之工作方法分述如下：

2.3 計畫前期作業

計畫前期作業之工作內容包括：(1) 研究示範區域選定與山區道路路段劃分；(2) 相關研究文獻之回顧與整理。

2.3.1 研究示範區域選定

本研究以台 9 線蘇花公路自宜蘭縣蘇澳鎮(106K+000)至花蓮縣秀林鄉崇德路段(182K+000)為研究示範區域(圖 3.3)，全長約 76 公里。

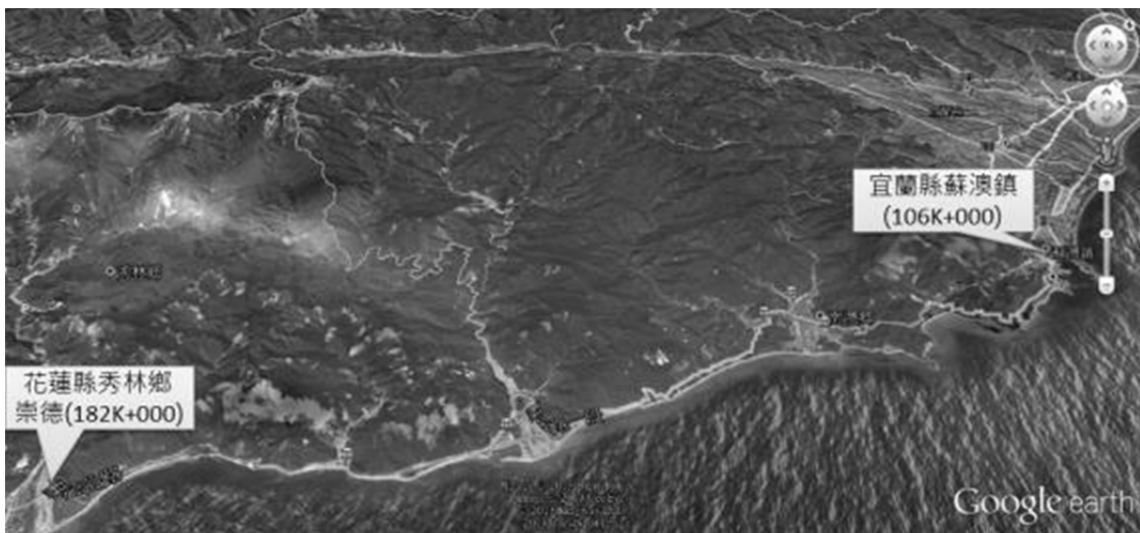


圖 2.3 台 9 線宜蘭蘇澳至花蓮秀林鄉崇德段之山區道路圖

2.3.2 山區道路路段劃分

以往易致災路段大部分採固定里程進行劃分，此方式劃分結果有可能發生同一災害橫跨不同路段的現象，同時也會造成後續災害相關統計的困擾。因此本研究納入坡面單元進行山區道路之分區。在坡面單元相關之研究方面，在過去的研究中，一般都採用網格式數值高程模型資料（圖 2.4,a）進行山崩潛感分析，以國內為例最常用之尺寸為 40 米與 5 米。

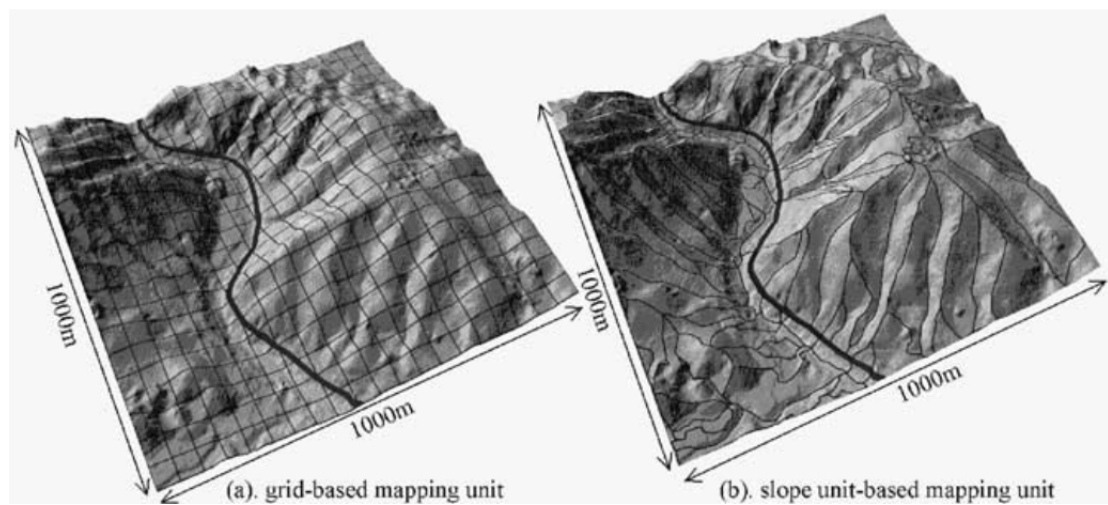


圖 2.4 山崩潛感分析單元比較圖。(a)網格單元;(b)坡面單元

註：資料來源 XIE et al.(2004)

因網格式的 GIS 資料單元小，且空間分布零碎，不易應用於坡地災害管理，因此國內中央地質調查所(以下簡稱地調所)引用義大利(Carrara et al., 1991)之山崩潛感分析概念，以坡面單元(slope unit)（圖 2.4,b）作為山崩潛感分析之基本單元，因其有較完整之地形分區邊界，在地形及地質上相較網格分析單元更具意義，且有利於主管機關進行坡地災害管理。另外，坡面單元可透過 GIS 軟體進行編輯與管理，並登錄圖層屬性，內容包括山崩目錄與地形地文潛感因子等相關資訊，可供山崩潛感分析之用。

坡面單元基本上有兩種不同的定義：一是指斜坡縱斷面上被變坡點(slope break)分割的最小單元，另一是指侵蝕基準以上的整個斜坡系統。第一種定義較常被地理學者用來區分一個斜坡上的各個小單元，例如：崩崖、崖錐等。第二種定義則較常被運用在山崩災害研究上，一個小集水區的水系兩側斜坡各被視為一個坡面單元(Guzzetti et al., 1999)。本研究採用第二種定義，將示範區道路以坡向進行坡面單元劃分，在劃分方法上（如圖 2.5），因地質特性會反映在地形表徵上面，同時也會造成不同之坡向與坡度，同時亦會有不同之邊坡壞特性，因此坡面單元劃分首先採用坡向進行劃分，若山區道路非位於坡面上，則依據其所處地形特徵（如河階台地、沖積扇、崖錐堆積...等）再進行坡面單元區分，如此同一坡面單元有相近之地質、地形特性。

在易致災路段劃分方法上，分為大尺度之初步劃分與小尺度細步劃分兩部分(圖 2.5)：

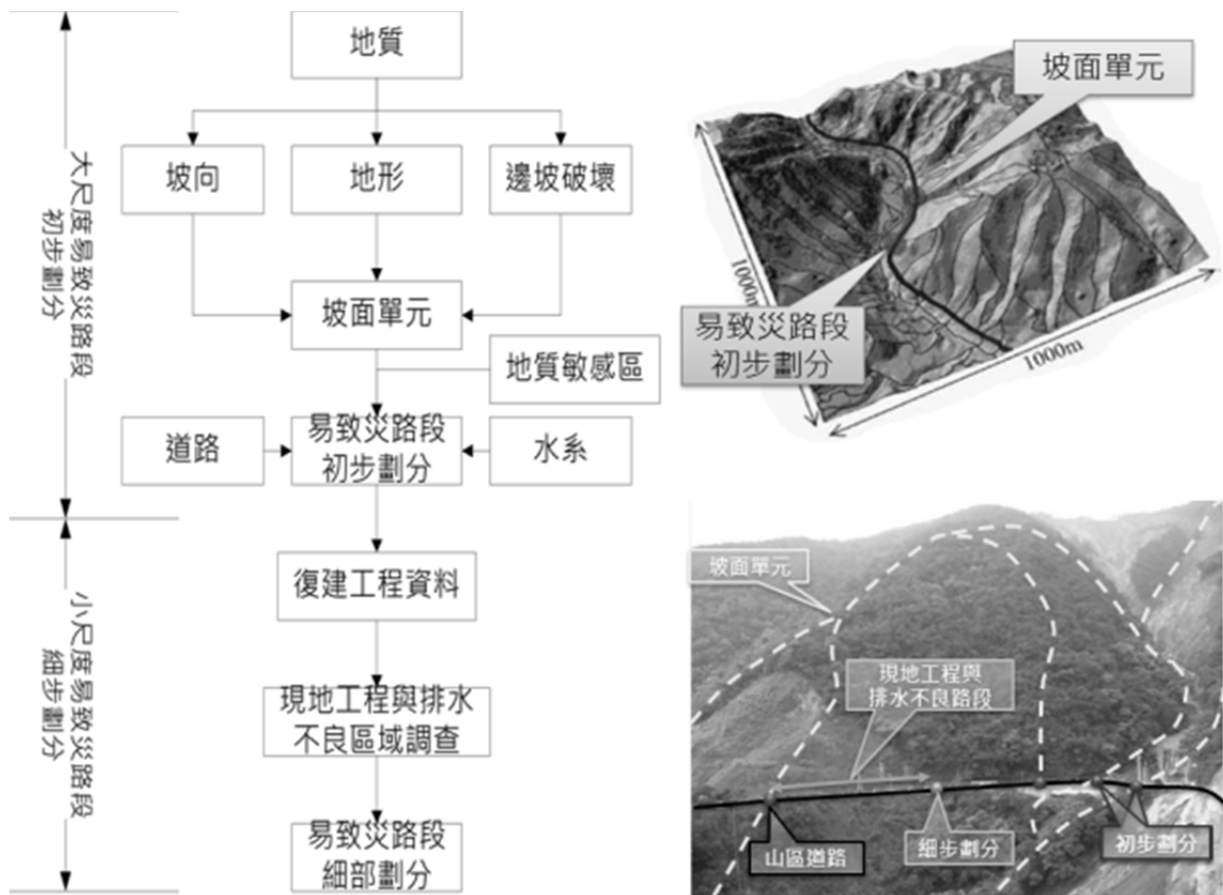


圖 2.5 本研究易致災路段劃分流程

1. 大尺度易致災路段初步劃分：本研究以山區道路所在坡面單元，進行路段大尺度劃分，首先套疊道路圖層，將山區道路依據坡面單元加以切割，再結合災害特性，針對流動型災害(如土石流或蝕溝)區位以水系資料與環境地質敏感區資料再進行劃分，如此可明確找出易致災路之主要災害類型，再透過水系分析將土石流、蝕溝等流動型災害進行細分，以與滑動型災害進行區隔。
2. 小尺度易致災路段細步劃分：大尺度易致災路段劃分完成後，再透過復建工程資料蒐集與現地勘查方式，找出小尺度之工程施作路段或排水不良路段，再進行細步易致災路段劃分。

2.4 相關研究文獻之回顧與整理

針對計畫工作需求，本研究蒐集國內外關於道路邊坡災害致災因子之相關文獻，包括人為或自然相關因素所造成災害類型特性之分類彙整與分析、風險評估模式、道路邊坡破壞預警機制與山區道路監測預警管制技術等，進行回顧與分析探討。

2.5 山區道路易致災路段之調查評估

2.5.1 歷史山崩目錄建置

本研究參考港研中心山區道路歷史災害及現地調查資料庫，配合本研究預計蒐集示範研究區道路災害案例，輔以衛星影像判釋技術，建置示範區道路邊坡歷史山崩目錄。此外，將再針對示範區道路進行歷史災害特性分析及復建措施探討。而衛星影像判釋方法與流程說明如下：

1. 衛星影像裸露地自動判釋

衛星影像之裸露地判釋流程如圖2.6所示，本項工作項目係利用ArcMap的空間分析模組(Spatial Analysis)與自行研發撰寫的電腦程式，以光譜特徵、地形條件進行裸露地篩選，再以人工檢核進行誤判修正，最終即可得崩塌地判釋結果。判釋程序方法分述如下：

a. 光譜特徵篩選：

以正規化植生指數(NDVI)的統計結果為劃定植生指數門檻值依據。利用綠色植物具吸收藍光、紅光及強烈反射近紅外光之特性，可判別植生反射量之多寡，用紅光及近紅外光波段之比值或差值計算出NDVI，分析植生變化情況； $NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$ ，其中NIR為近紅外光輻射值，R為紅光輻射值。NDVI值介於±1之間，數值越高代表綠色植物越多。因此可初步設定一數值(門檻值)以上為植生區域，而以此方法可區分出低植被的裸露區域(例如 $NDVI \leq 0.1$)，再以每期影像根據光譜強度資料濾除掉高亮度白雲雲霧區以及低亮度的陰影區，其中光譜強度資料為多光譜影像各波段DN值之總和，白雲雲霧區為光譜強度總和值較高區域，反之陰影區則為總和值較低的區域。利用NDVI值與DN值進行濾定，便能依照光譜特徵篩選得到初步裸露地篩選結果。若判釋結果有過判或少判的現象，則修正各光譜特徵參數後重新判釋，完成此步驟後即可去除植被、雲和陰影的影響。

b.地形條件篩選：

以地形坡度大於 10 度與 24m×24m(以福衛二號多光譜 8m 解析度影像 3×3 網格為可判釋最小單元，最小判釋投影面積為 0.0576 公頃)面積大小為門檻值進行地形條件的篩選，初步排除部份人為開墾地與建築物的誤判，即可完成裸露地自動判釋。

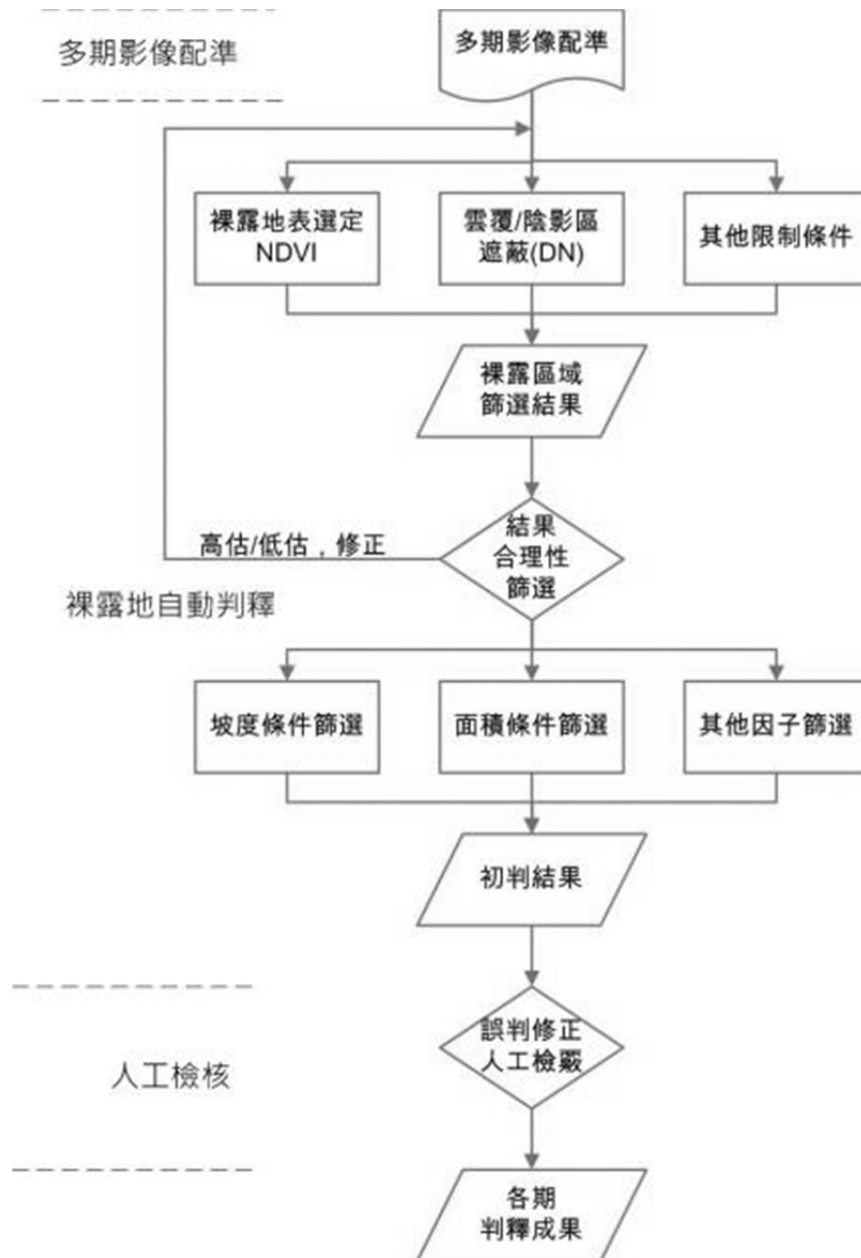


圖 2.6 衛星影像崩塌地判釋流程

2. 裸露地人工檢核

利用衛星影像進行裸露地自動判釋時，因為影像光譜值隨日照、大氣品質及地表本身植被與土壤溼度變化而有差異，雖然以地形條件進行篩選可排除部份人為開墾地與河道的誤判，但是還是有部分與崩塌地光譜相近的地表特徵會被誤判成崩塌地，如雲及陰影區。因此程式自動判釋結果需再進行人工檢核（表2-1），藉由前後多期影像、航照、裸露地形狀、顏色、聚落、主要道路等，綜合研判是否為人為開發開墾地，此外，人為開發開墾地形多較為方正，且多位於平坦區域。將誤判區以人工方式進行剔除，以提高資料正確性。自動判釋完成後，再以判釋者之判釋習慣與圖幅內地形特性，以畫面可容納最大裸露地為範圍，將視窗縮放至適當大小，以進行剔除工作。

表 2-1 裸露地人工檢核項目與內容一覽表

人工檢核項目	檢核內容說明
是否為人為建物	人為開發開墾地形多較為方正，且多位於平坦區域，可透過形狀進行剔除。
是否為雲遮蔽區及陰影區	以人工檢視影像上逐一進行判釋與剔除

2.5.2 邊坡山崩潛感分析

針對山區道路易致災路段邊坡之山崩潛感分析，本研究以上節產生大量山崩之颱風豪雨事件所建置之山崩目錄為材料，利用前期計畫使用之證據權重法，製作山崩潛感圖，藉以劃定山崩發生之高潛感區，並進行山區道路易致災路段邊坡之山崩潛感分析。其流程主要包括因子權重值計算、因子檢定與成功率驗證與山崩潛感評估結果(圖 2.7)，其成果範例如圖 2.8，而細部之作業流程如附件二。

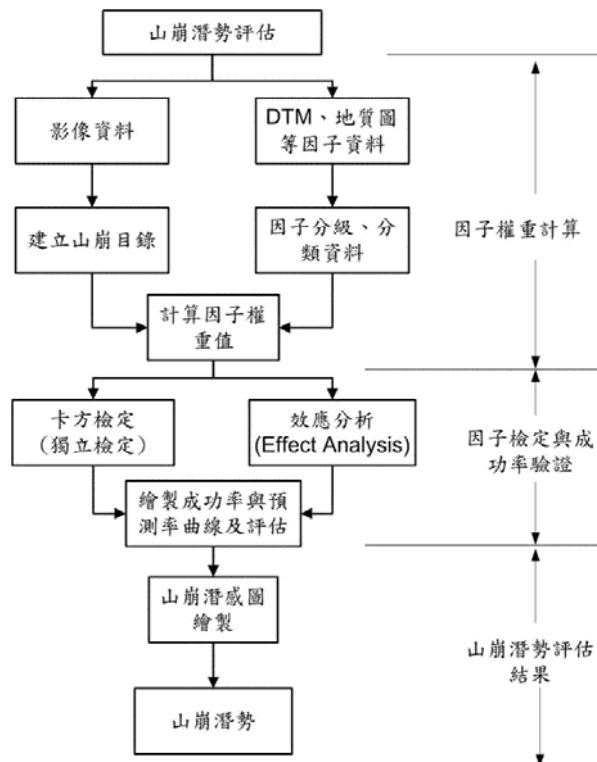


圖 2.7 山崩潛感評估流程圖

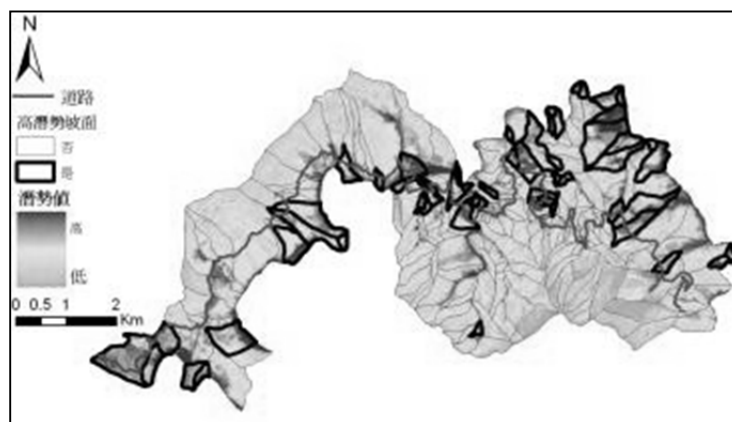


圖 2.8 山崩潛感分析成果圖範例(以台 24 線山區道路為例)

2.5.3 重大災例成因、特性與復建措施分析

重大災害案例之定義，主要依據交通部公路防救災資訊系統 (<http://bobe.thb.gov.tw/index.aspx>)內之道路災害資訊為主，並以此案例資料與位置進行致災成因、特性與復建措施、降雨資料與之分析與空間資料庫之建置。重大災害案例蒐集分析項目分述如下：

1. 重大災害案例蒐集

本研究參考交通部公路防救災資訊系統，完成歷史災害資料建置除災害情況記錄外，另亦蒐集包括水文、氣象、地震及區域地質等基本資料，以作為本研究後續在分析災害發生成因、特性與復建措施時之資料來源。根據交通部公路防救災資訊系統的資料統計，自民國 97 年至今蘇花公路因各種氣候事件導致道路受災或預警性封閉的有 52 起，其中因災害而造成道路封閉的有 44 起，主要集中在發生於蘇澳-東澳、南澳-和平以及和平-崇德路段 (圖 2.9)，而事件以邊坡崩坍 34 起為最多，以土石流阻斷交通共 10 起。

從圖 2.9 可明顯觀察出災害集中於 3 路段，若以整數之公里數樁號作為分界(即每區間皆為 1 公里)進行統計，可發現 115K-116K(6 處)、116K-117K(3 處)以及 168K-169K(3 處)等三個路段為災害最密集路段，歷史災害統計如表 2-2，歷史災害照片擇要如圖 2.10。



圖 2.9 研究區域歷史災害點位分布圖 (民國 97 年~101 年)

表 2-2 研究區域易致災路段歷史災害表

災害名稱	路線 樁號	縣市 鄉鎮	附近 地名	災害類別及受損情形	管制措施	阻斷時間	搶通時間
101 年 01 月 災情	115K+580	宜蘭縣 蘇澳鎮	東澳	道路，邊坡坍方。邊坡坍方長約 40M*寬約 8M* 高約 15*1*2 約 2000 M ³ ，現場災情擴大且間歇落 石搶修困難。	道路單線通行。	101/01/08 11:30	101/01/08 23:00
101 年 01 月 災情	115K+600	宜蘭縣 蘇澳鎮	東澳	道路，邊坡坍方。上邊坡坍方擴大持續坍方落石。		101/01/09 10:30	101/01/09 18:00
100 年 12 月 災情	115K+750	宜蘭縣 蘇澳鎮	大坑橋 附近	道路，道路落石。道路連續落石，無人員車輛損 害，進行臨時性管制措施。	現場進行號誌燈配合人員管 制並持續監看邊坡落石狀況。	100/12/15 20:30	100/12/16 02:30
0529 豪雨水 情監控	115K+800	宜蘭縣 南澳鄉	東澳	道路，邊坡坍方。邊坡坍方 12*8*3=288M ³		101/5/30 01:00	101/5/30 04:00
100 年 10 月 災情	115K+800	宜蘭縣 蘇澳鎮	石牌宮	道路，路基流失。路基缺口 80 M 長、寬 3~3.5M， 深度達 100M，路基下滑持續擴大延伸至中央雙 黃線。	現場設置交通安全設施，行交 通管制，限制 2t 以上之車輛 通行。	100/10/9 09:00	100/10/31 10:00
981003 芭瑪颱風	115K+900	宜蘭縣 蘇澳鎮	東澳	道路，土石流阻斷。上邊坡坍方長 60 M，寬 9 M， 高 15 M *1/2，坍方數量約 4050 M ³ 。	雙向交通阻斷。	98/10/06 12:00	98/10/07 12:00
991021 梅姬颱風	116K+030	宜蘭縣 蘇澳鎮		道路，預警性封閉。上、下邊坡坍方及路基流失 缺口長 70 M，寬 20 M，高 20 M。		99/10/21 18:00	99/11/15 17:00
991021 梅姬颱風	116K+400	宜蘭縣 蘇澳鎮	東澳石 牌公	道路，預警性封閉。路基流失長約 30 M，寬約 10 M。		99/10/21 15:30	99/10/28 17:00
99 年 12 月災 情	116K+800	宜蘭縣 蘇澳鎮	石牌宮	道路，預警性封閉。上邊坡坍方長 30 M，寬 20 M，高 10 M，坍方數量約 2500~3000 M ³ 。	單線雙向。	99/12/15 21:30	99/12/16 14:00
981003 芭瑪颱風	168K+000	花蓮縣 秀林鄉	和仁	道路，土石流阻斷。 邊坡坍方 200 M *11M*3M	交通雙向阻斷，封閉交通。	98/10/05 14:30	98/10/07 19:00
981003 芭瑪颱風	168K+500	花蓮縣 秀林鄉	和仁	道路，土石流阻斷。 邊坡坍方 100 M *11M*(6M+1M)	交通雙向阻斷，封閉交通。	98/10/05 14:30	98/10/07 19:00
981003 芭瑪颱風	168K+800	花蓮縣 秀林鄉	和仁	道路，土石流阻斷。 邊坡坍方約 660M ³ 。	交通雙向阻斷，封閉交通。	98/10/05 14:30	98/10/07 19:00



圖 2.10 易致災路段歷史災害照片

2. 重大災害案例成因、特性分析

將上節蒐集重大災害案例疊合本研究之易致災路段，可將具有發生之重大災害案例進行災害類型、影響坡面、地形區位與工程現況進行分析(表 2-3)，以供後續易致災路段災害評估依據。

表 2-3 重大災害案例成因、特性分析項目一覽表

重大災害案例成因、特性分析項目	項目分類
災害類型	土石流、蝕溝、河岸侵蝕、岩體滑動、岩屑崩滑、落石
影響坡面	上邊坡、下邊坡、全坡面
地形區位	河階台地、順向坡、陡坡地形、緊鄰河岸、河灣攻擊側
工程現況	施作緊急工程、新工程施工中、運作良好、部分毀損、全部毀損

3. 重大災害案例復建措施分析

本研究透過現地勘查與填寫復建設施現況調查表(表 2-4)進行易致災路段工程復建措施分析。

4. 示範區環境資料之蒐集與分析

本研究將分別蒐集整理示範區道路範圍周邊之環境資料與空間分佈特性。其中包括流域水系、地質土壤(岩性、構造狀態、土壤深度、覆蓋情形等)、地形(坡度、坡向、高程等)、山崩地、裸露地、土石流潛感溪流、水文氣象等，並加以分類整理。本研究在環境資料之蒐集與分析方面，亦將注意道路範圍周邊坡地開發利用(如林木砍伐、建物、土地開發、改變地表植被等)及防護工程設施(護坡類別、保護面積)等部分。

表 2-4 易致災路段復建設施現況調查表(範例)

填表人： <u>黃敏郎</u> 填表日期： <u>2012/9/19</u> 編號： <u>031</u>	
一、基本資料	
地點： <u>台 24 線</u> 里程： <u>29 K+ 650</u> ~ <u>30 K+ 000</u>	
二、災害狀況	
發生時間： <u>民國 98 年 8 月 8 日</u>	
現場情形說明： <u>莫拉克颱風</u>	
工程狀況	<input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有(如果有請顯示後面內容): (1)規模長 <u>350</u> m 寬 <u>1</u> m 高 <u>30</u> m (2)保護面積： <input type="checkbox"/> <30% <input type="checkbox"/> 30-50% <input checked="" type="checkbox"/> 50-75% <input type="checkbox"/> >75% (3)工程類別： <input type="checkbox"/> 掛網植生 <input type="checkbox"/> 打樁編柵 <input checked="" type="checkbox"/> 蛇籠或鉛絲網籠 <input checked="" type="checkbox"/> 擋土牆 <input checked="" type="checkbox"/> 錨釘工法 <input checked="" type="checkbox"/> 型框工法 <input type="checkbox"/> 防落石網 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>坡面噴漿</u>
	<input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有(如果有請顯示後面內容): (1)規模長 <u> </u> m 寬 <u> </u> m 高 <u> </u> m (2)保護面積： <input type="checkbox"/> <30% <input type="checkbox"/> 30-50% <input type="checkbox"/> 50-75% <input type="checkbox"/> >75% (3)工程類別： <input type="checkbox"/> 護岸工程 <input type="checkbox"/> 固床工 <input type="checkbox"/> 防砂壩或潛壩 <input type="checkbox"/> 箱籠
保全對象	建築物 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 公共建築 <input type="checkbox"/> 民宅
	<input checked="" type="checkbox"/> 公共設施 <input checked="" type="checkbox"/> 有-說明 <u>道路</u> <input type="checkbox"/> 無
	<input type="checkbox"/> 保全戶 <input type="checkbox"/> 有-戶數 <u> </u> <input type="checkbox"/> 無
致災可能原因： <input checked="" type="checkbox"/> 自然因素 <input type="checkbox"/> 其他因素-說明	
現況照片	
調查情形說明： <u>因位處順向坡地形，導致全坡面破壞，新工程施作尚未完成</u>	
三、災害類別(判定)	<input checked="" type="checkbox"/> 土石坍方 <input type="checkbox"/> 路基下陷或缺口 <input type="checkbox"/> 路基流失

5. 降雨資料蒐集

本研究將配合災損之歷史資訊，蒐集示範研究區造成嚴重山區道路邊坡破壞之颱風或降雨延時期間，其在示範區範圍附近各雨量測站之時雨量資料，並運用地理資訊系統及統計方法，分析研究區域降雨量之空間及時間分布特性。

6. 圖層之蒐集、數化與建置

為建立空間資料庫所需之數化圖層，本研究所蒐集研究示範區環境資料圖(圖形、影像)，均須加以數值化，以做為系統空間資訊套疊、分析及評估模式之基本資料輸入之用。圖面資料包括示範區道路之地質圖、地形圖、歷年破壞及土石流位置詳圖、航照圖或衛星影像圖等。

7. 地理資訊系統基本資料庫建置

本研究運用地理資訊系統，將前述所蒐集彙整之研究區範圍所在之環境資料、坡地使用調查資料、防護工程與空間圖層等相關基本屬性資料與電子化圖層資料加以建檔。

2.5.4 大規模滑動區位判釋與分析

為探究研究示範區山區道路疑似大規模滑動之區位，本研究以潛在山崩面積較大者為山區道路邊坡大規模滑動區位之必要條件，利用影像判釋分類之技術，結合有利山崩發生之各項自然環境或人為利用等因子分析方式，有系統地探究示範山區道路各類型之疑似大規模滑動區位。本研究基於遙測影像或航照判釋與相關自然環境區位特性分析之需求，首先將示範區山區道路疑似大規模滑動之區位，依據有無大規模山崩發生之歷史、是否為大規模山崩發生潛感高之區位、山崩區域內裸露與植生復育之程度、或是否存在人為開發利用等因素，將山區道路疑似大規模滑動區分為各種不同類型(表 2-5)，並逐一探討期發生原因與區位特性。

表 2-5 本研究採行之山區道路大規模滑動類型分類表

滑動類型 編號	大規模滑動 發生歷史	山崩發生潛感	裸露與植生 復育之程度	人為開 發利用
I	早期	已發生	已植生復育	-
II	近期	已發生	明顯裸露	-
III	未發生	具滑動特徵之高潛感區 域但未大規模崩壞	-	-
IV	未發生	未具滑動特徵但具不佳 之自然環境條件	-	有
V	未發生	未具滑動特徵但具不佳 之自然環境條件	-	無

本研究針對各類型疑似山區道路大規模滑動區位(亦即潛在山崩面積大於 10 公頃者)之判釋流程如圖 2.11 所示。判釋流程中，首先進行衛星影像之判釋，主要判釋是否有早期或近期山崩歷史之裸露地發育，若有則代表該區域已有滑動歷史；接續則進行山崩地形特徵及植生復育判釋，如果該區域為具山崩滑動之地形特徵並有植生復育現象，則判定為早期發生之滑動(類型 I)；若該區域為具山崩滑動之地形特徵，且具明顯裸露現象，則可判定為近期發生之滑動(類型 II)。

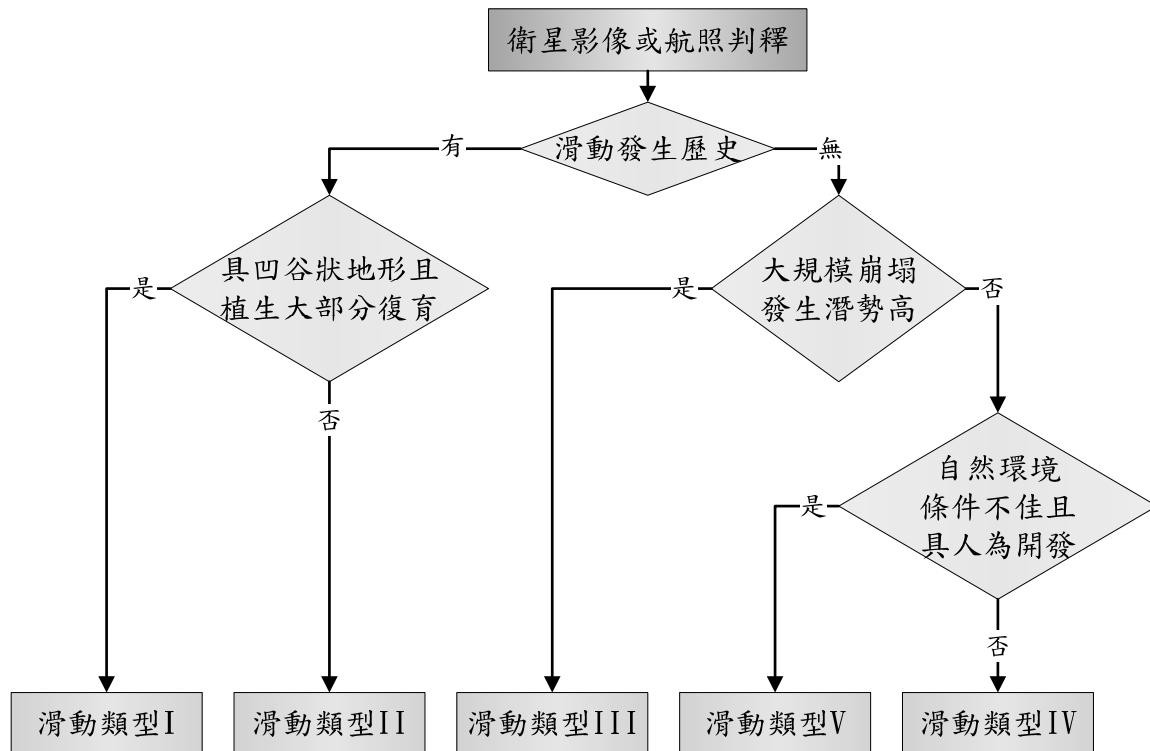


圖 2.11 本研究擬採行之山區道路大規模滑動區位判釋流程圖

不易判釋已經滑動的地形特徵，則輔以數值地形產製日照陰影圖進行判釋，經判釋具有崩崖、側邊裂隙、橫向裂縫、坡趾隆起等高滑動潛感徵兆，則該區域判定為具滑動地形特徵之潛在大規模滑動（類型 III）。此類型相對於其他類型之滑動，因已具有滑動徵兆，且坡面土方尚未完全崩落，因此可能具較高的山崩潛感。

而經山崩微地形判釋無滑動徵兆者，則進行自然環境不利因子（如地質因子、坡腳破壞因子）分析或人為土地利用因子（如礦區、大規模作物），探究山崩高潛感區（含以上）中具不佳自然環境因子且具人為開發情況之區域（類型 IV），以及高山崩潛感區中具不佳自然環境因子，但未具人為開發情況之區域（類型 V）。此類型之山崩亦屬尚未滑動，因此不利之因子越多，則越容易造成大規模滑動。相關案例如圖 2.12。

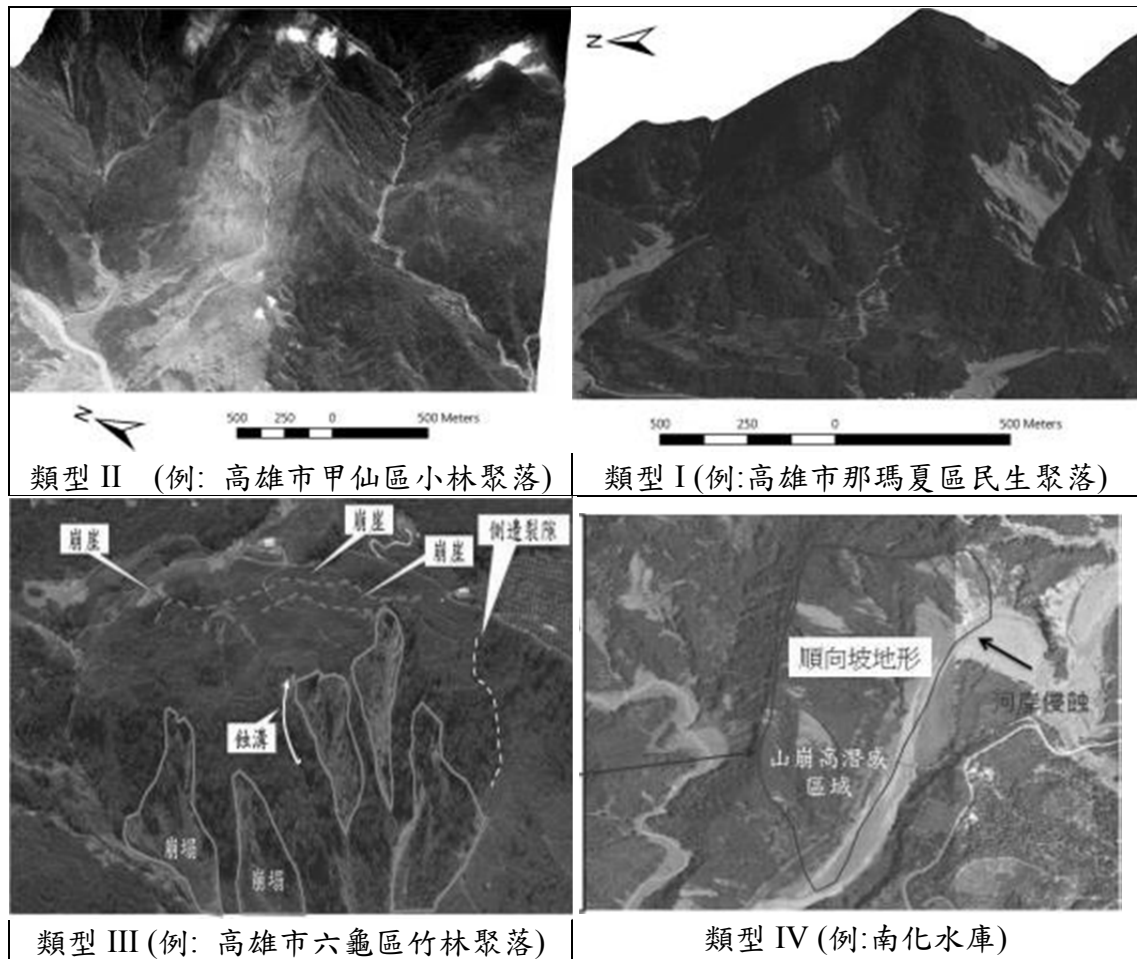


圖 2.12 各類型大規模滑動區案例圖

資料來源：本研究相關計畫成果

2.5.5 地質敏感地區資料蒐集與分析

本研究認為山區道路災害與所在之地質敏感地區(圖 2.13)有關，而依據經濟部中央地質調查所之地質敏感地區之相關調查研究，共包括山崩、土石流、順向坡、河岸侵蝕與向源侵蝕五大類，而上述區位皆會造成山區道路災害，因此本研究增加地質敏感地區資料之蒐集與分析工作，以釐清山區道路所處之斜坡單元內各種災害類型與相互影響之關係。

圖號：95184098 省道台24線道路環境地質敏感區圖

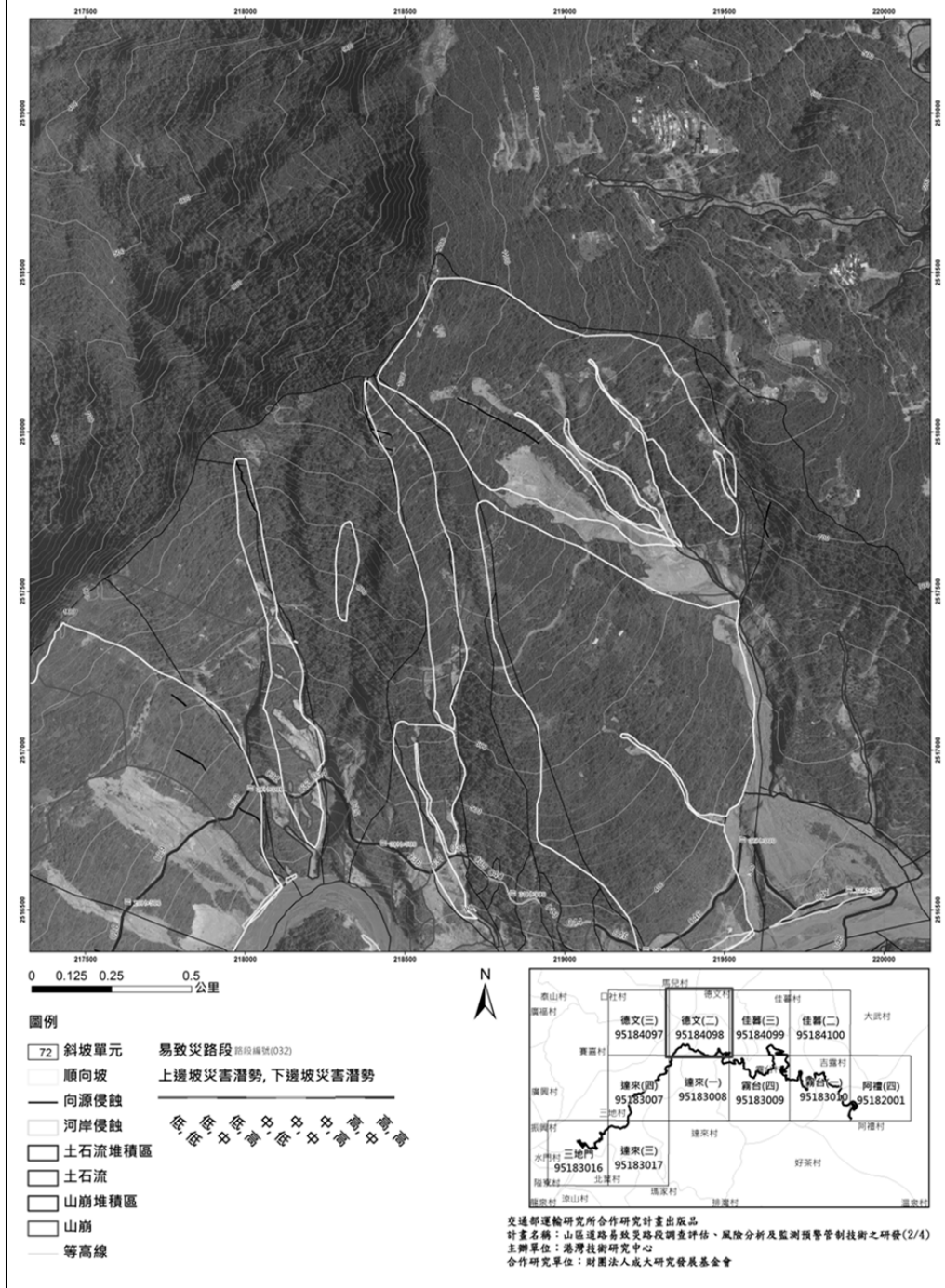


圖 2.13 地質敏感地區分布範例圖

資料來源：本案前期計畫成果

2.5.6 易致災路段分析

易致災路段分析目的為從示範山區道路中，透過上述各節之山崩目錄、山崩潛感、重大案例、潛在大規模滑動與環境地質敏感區資料蒐集與分析，將易致災之山區道路單元與主要之災害種類篩選出並進行相對之分級，以進行後續調查評估、與風險分析之依據。初步之易致災路段分級構想以不同災害類型之災害歷史、災害規模與災損程度進行分級，災害歷史越多、災害規模越大災損程度越高代表該類災害等級越高。

2.5.7 易致災路段調查與評估

易致災路段調查與評估，主要以現地查核方式確認易致災路段之災害狀況，透過各種查核評估項目之調查，進行易致災路段之潛感評估，本研究參考日本建設省道路局深層滑動潛感評估方式，納入山區道路特性，建立山區易致災路段潛感評表，而評估項目包括災害歷史、地質不利因素、地形不利因素、水文不利因素、山崩不利因素與危險因子，除了災害歷史與危險因子之週遭構造物發生異樣配分為3分外，各因子配分皆為1(表 2-6)，其中構造物發生異樣係指邊坡、護圍、防護措施或道路等，出現明顯破損或裂隙等情形。而設計之易致災路段潛感評估表如表 2-7。

本研究認為有發生災害歷史或有週遭構造物與復建措施發生異樣具有較高之災害發生潛感，此評估方式為一相對值，代表整個路段之災害相對潛感狀況，而當配分總和 ≥ 6 則為高潛感，配分總和界於3~5分之間則為中潛感， ≤ 2 則為低潛感，若評估之路段有發生災害歷史且週遭構造物有發生異樣則所得之配分為6分，顯示本路段則具有高災害發生潛感。評估完成後則再以本研究蒐集之重大災害案例及現地查方式進行檢驗及修正。而此評估方法已於前期計畫中獲致良好成果。

表 2-6 山區易致災路段潛感評估項目一覽表


潛感評估項目	評估細項	評分	
		是	否
災害歷史	災害歷史	3	0
地質不利因素	緊鄰地質構造	1	0
	岩體弱面發達	1	0
	厚層砂頁岩互層	1	0
地形不利因素	陡坡地形(>30 度)	1	0
	崖錐堆積地形	1	0
	鄰河階陡坡	1	0
	舊山崩凹谷狀地形	1	0
	扇狀地	1	0
	緊鄰河岸	1	0
	順向坡地形	1	0
水文不利因素	有地表水 (常流水河道、蝕溝)	1	0
	有地下水 (湧水)	1	0
山崩不利因素	坡面山崩發育	1	0
	崩崖	1	0
	橫向裂隙	1	0
	側邊裂隙	1	0
	趾部隆起	1	0
	坡面存在大型塊狀基岩	1	0
危險因子	河流切割坡腳現象	1	0
	人為切割坡腳	1	0
	週遭構造物發生異樣	3	0
合 計		T(24)	

高潛感度：T≥6

中潛感度：5≥T≥3

低潛感度：T≤2。

表 2-7 易致災路段潛感評估表(範例)

易致災路段評估表							
易致災路段編號		080	調查者	黃敏郎	調查日期	2012/09/19	
易致災路段起訖樁號		37K+500~ 37K+680			總分	高(9)	
潛感評估項目	災害歷史	災害歷史	<input checked="" type="checkbox"/> A.是(3) <input type="checkbox"/> B.否(0)		水文不利因素	有地表水 (常流水河道、蝕溝)	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)
	地質不利因素	順向坡地形	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)		山崩不利因素	有地下水(湧水)	<input checked="" type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)
		緊鄰地質構造	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)			坡面山崩發育	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)
		岩體弱面發達	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)			崩崖	<input checked="" type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)
		厚層砂頁岩互層	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)			橫向裂隙	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)
	地形不利因素	陡坡地形	<input checked="" type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)		危險因子	側邊裂隙	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)
		崖錐堆積地形	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)			趾部隆起	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)
		鄰河階陡坡	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)			坡面存在大型塊狀基岩	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)
		舊山崩凹谷狀地形	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)			有坡腳侵蝕現象	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)
		扇狀地	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)			人為切割坡腳	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)
		緊鄰河岸	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)			週遭構造物發生異樣	<input checked="" type="checkbox"/> A.是(3) <input type="checkbox"/> B.否(0)
	災害或構造物照片						
災害或構造物描述		全邊坡崩塌，目前已完成修復工程，功能正常					

2.6 山區道路邊坡破壞因子分析與修正

本案之前期計畫已完成山區道路邊坡破壞因子分析，本年度持續透過此方法進行示範道路之分析工作，同時進行方法之修正，茲將分析方法說明如下：

2.6.1 山區道路邊坡致災因子、誘發因子分析與修正

山區道路最常發生的問題就是道路邊坡破壞，美國交通研究委員會將其破壞型式區分為五大類：崩落(Falls)、傾倒(Topples)、滑動(Slides)、移坍(Lateral spreads)及流動(Flows)；另亦有二種以上先後或同時發生的複合型。不同破壞型式之機制雖有所不同，然其主要之邊坡致災因子大致雷同。一般邊坡致災因子可區分為潛在因子和誘發因子，其中潛在致災因子包含有地質、地形、地下水及其他因素；而其外在誘發因子則可區分為自然因素及人為因素。自然誘發因子一般考量有降雨、侵蝕、地震及其他因子；人為誘發因子則考量有不當開挖、不當荷重、水庫荷重及其他等。對於邊坡破壞之致災因子及誘發因子如圖 2.14 所示；本計畫所考量之因子分析說明如下：

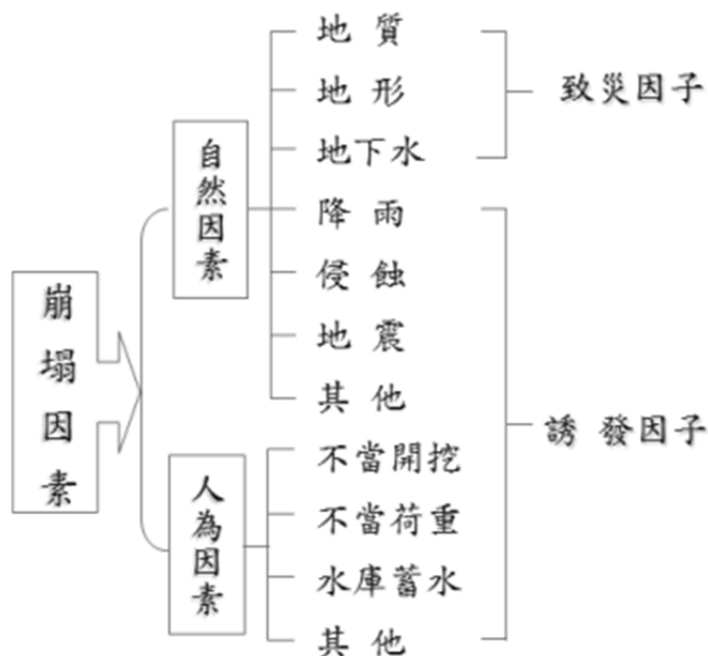


圖 2.14 山崩之致災因子與誘發因子

資料來源:奧園誠之, 1986

1. 致災因子分析

本計畫綜合考量道路坡面誘發因子以及公路工程現況，首先進行研究區域大尺度的坡面單元之劃分，進行坡面單元的外在誘發因子分析，而後透過小尺度之工程現況與公路排水狀況，了解各易致災路段之主要災害特性。其中考量有崩塌程度、易致災路段潛勢、距上次災害時間、施作防護工程現況、排水狀況及植生狀況等因子；詳細因子說明如 2.6.2 節。

2. 誘發因子分析

邊坡破壞之誘發因子包括降雨、侵蝕、地震及人為因素，其中降雨為主要山區道路邊坡致災之誘因。因此在誘發因子分析方面，本計畫以降雨為最主要之致災因子進行之降雨警戒基準上下限分析。而在考量不同之降雨因子之前，首先需定義一場連續降雨事件。降雨事件是由大大小小的不連續降雨組合而成，因此不同的降雨事件定義所分析出之累積雨量、降雨延時，甚至於降雨強度都會有所差異，因此如何定義一場降雨事件，即對降雨事件進行雨場分割成為一極為重要的研究議題。黃婷惠(2003)曾比對不同雨場分割方式於台灣地區土石流發生降雨事件之適用性，分析後發現時雨量大於 4 mm 處為降雨開始時刻，以時雨量連續六小時均小於 4 mm 處為降雨結束時刻之雨場定義，較可反應台灣地區土石流災害發生之降雨特性。而國內農業委員會水土保持局於訂定全台土石流警戒基準值時，所使用之雨場切割方式也是採用相同方法。為此，本計畫採用相同之雨場切割方式定義一場降雨，其雨場切割方式說明如下：

雨場分割方式之定義為在一降雨時間序列中以時雨量大於 4 mm 處為本次降雨開始時刻，以時雨量連續六小時均小於 4 mm 處為該次降雨結束時刻，降雨開始時刻至降雨結束時刻為本次降雨延時，其累積雨量為本次降雨累積雨量。而本次降雨開始時刻之前的降雨稱為本次降雨事件的前期降雨；本次降雨結束時刻之後的降雨則稱為本次降雨事件的後期降雨，如圖 2.15 所示。

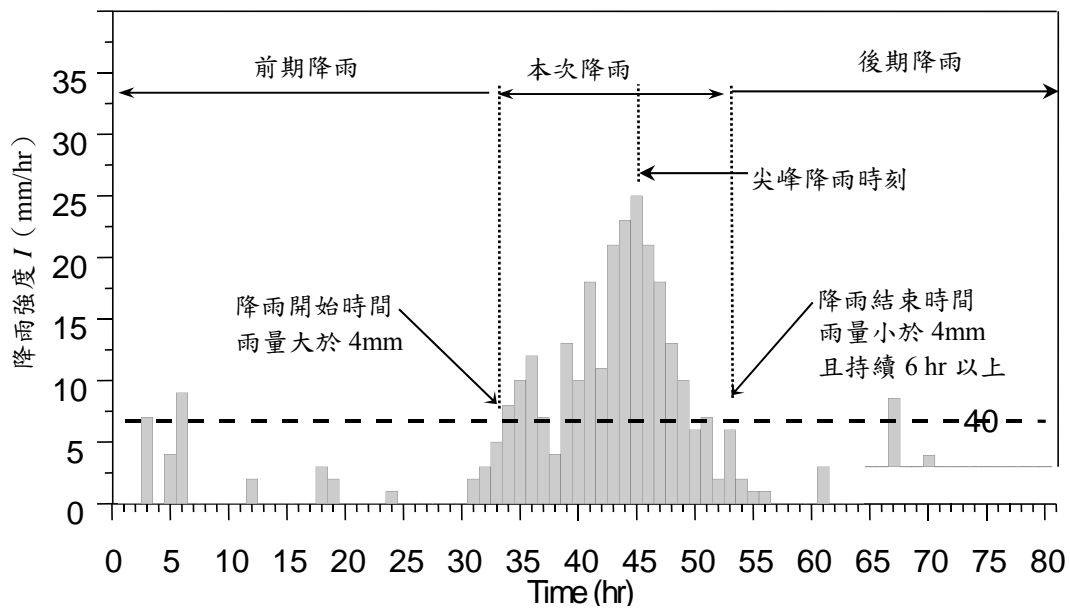


圖 2.15 雨場切割方法

在定義一場連續雨場之後，本研究進一步考量不同可作為邊坡災害誘發因子之降雨參數。在誘發降雨因子之選定方面，以往有許多學者使用不同降雨因子進行分析，根據以往研究結果顯示，降雨強度 I 、累積雨量 R 、降雨延時 T 及前期降雨 P 為最常被使用之降雨因子。其中採用降雨強度 I 及累積雨量 R 之 I - R 模式為最多，而使用降雨強度 I 及降雨延時 T 之 I - T 模式次之；其降雨警戒值模式類型分類如表 2.8 所示。本計畫以台 9 線為例，初步分析 7 場颱風事件於台 9 線坡面之平均降雨強度、平均累積雨量及降雨延時等資料，並進一步分析其 I - R 分佈圖及 I - T 分佈圖，其結果如圖 2.16 及圖 2.17 所示。由圖中可以看出來，以往颱風事件中，當降雨強度 I 愈強時，其累積雨量 R 亦有隨之增加的正相關情況；而在延時的分佈關係則較為無規則。顯示降雨強度與累積雨量於統計上有較明顯相關情況。此外，考量國內水土保持局自 94 年至今所應用於全台之土石流警戒基準值亦為應用 I - R 模式所建立，因此綜合考量上述分析及學者研究成果，本計畫應用最大降雨強度 I 及累積雨量 R 做為山區道路誘發因子之參數，進行後續警戒基準值之分析。

在累積雨量 R 之定義方面，以往有許多不同學者提出不同累積雨量之計算方法，國內水土保持局則採用詹錢發等人(2004)所提出有效累

積雨量之計算方式，進行土石流警戒基準值之訂定，該定義除了考量本場降雨之累積雨量外，並考量前 7 天降雨對本次災害發生之可能影響，其有效累積雨量方程式如下：

$$Q = \sum_{i=0}^7 Q_i \times 0.8^i \quad (2.1)$$

其中 Q_i 為前 i 個 24 小時之累積雨量；0.8 為遞減權重。上式表示 24 個小時前之累積雨量對於災害發生潛勢也有一定之可能影響，然而隨著時間愈遠，對災害發生潛勢之影響愈小。相較於現行公路總局所採用之 24 小時累積雨量計算方法，更多考量前期降雨可能影響，因而本研究計畫採用有效累積雨量之計算方法，進行後續雨量資料分析。

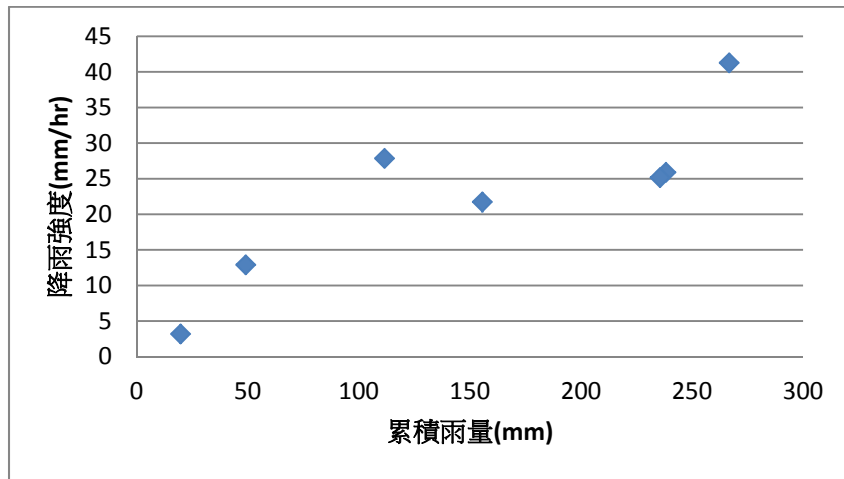


圖 2.16 研究區域 7 場颱風事件之 I-R 關係分佈圖

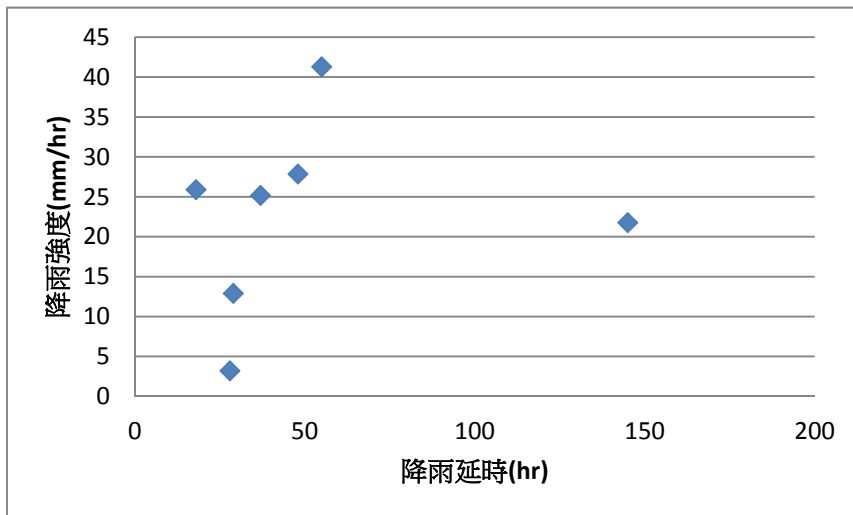


圖 2.17 研究區域 7 場颱風事件之 I-T 關係分佈圖

表 2.8 降雨警戒值模式類型的相關文獻

模式類型	相關文獻
<i>I-R</i>	謝正倫(1995, 2000)、江永哲與林啟源(1991)、范正成與姚正松(1997)、瀨尾克美與橫部幸裕(1978)、川上浩(1981)、譚萬沛(1991)、孟河清(1991)
<i>I-T</i>	陳晉琪(2000)、黃俊耀(2000)、姚善文(2001) Caine (1980)、Cannon-Allen(1985)、Wieczorek(1987)、Keefer(1987)、Marchi(2000)
<i>R-T</i>	范正成(1999)及(2001)，青木佑久(1980)
<i>I-P</i>	網干(1972)、吳積善(1990)
其他	瀨尾克美與船崎昌繼(1973)、Wilson(1997)

此外，一場降雨事件中，降雨除了在時間的分佈有很大的差異外，在空間分佈上也存在極大的差異。本研究區域內之雨量站僅有富世、和中、南澳及東澳等 4 站，雨量站分佈區位較遠，因此需進一步考量雨量在空間分佈上之差異。在雨量空間分佈推估值方面，以往有許多學者研究以克利金法進行區域雨量內插之分析，如陳薇伊(2011)曾以克利金法進行大甲溪預估雨量的即時修正；呂冠德(2009)曾比較不同內插法與石門水庫上游集水區雨量站之資料比對，比對結果顯示克利金法最能準確推估集水區內之颱風降雨特性，為最適用於石門水庫上游集水區之雨量推估模式。此外，「應用克利金法建立高解析度網格點氣象數據之研究」(中央氣象局，2009)研究結果顯示克利金法可應用於地表溫度場之自動化作業中，而且應用於整合雷達遙測和地面測站降水，能獲得優於單一量測的結果。「河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究」(2011，港研中心)亦曾應用克利金誤差修正雷達估計降雨誤差，以掌掃雨量的空間變化特性。

本計畫考量前人研究，考量應用空間地理資訊系統 GIS 內之克利金內插計算模組，進行研究區域內之降雨分佈之推估，並進一步計算出每個坡面單元之平均降雨參數，以進一步進行相關統計分析。

3. 降雨警戒基準值上、下限分析

本計畫根據上述分析，考量最大降雨強度 I 及有效累積雨量 R 為誘發因子，並配合降雨事件之新增崩塌判釋成果，進行警戒值或行動值之分析。在降雨參數之上下限分析方面，以往有許多學者專家應用不同的劃分方法，一般可區分為單線法、雙線法及三線法。不同劃分方法主要依實際應用於警戒時之程序為主。現行公路總局之降雨指標主要區分為三階段，分別為預警(黃色注意)、警戒(橙色管制)以及行動(紅色封閉)等三階段。其中預警時機為氣象局之預報雨量值超過預警值；警戒時機為實際降雨到達警戒值；行動時機為實際降雨到達行動值。根據公路總局現行於雨場中之觀測指標，本計畫採用雙線法，也就是應用降雨參數統計結果，訂定出降雨參數上下限，將警戒區劃分為三個區塊，如圖 2.18 所示。而警戒區下邊界可作為公路總局於警戒階段之警戒值；降雨參數上邊界則進一步經由地文致災因子(因子說明如 2.6.2 節)修正後，作為行動階段之行動值。其降雨參數上下限之訂定流程說明如下：

1. 選定研究區域鄰近之雨量站，輸入不同降雨事件之最大降雨強度 I 和有效累積雨量 R 。
2. 應用克利金法推估出研究區域之最大降雨強度 I 及有效累積雨量 R 分佈圖，並計算出每個坡面單元的區域平均降雨強度及平均有效累積雨量。
3. 根據前後期的崩塌判釋成果，計算出不同降雨事件之新增崩塌，並分析出不同坡面單元是否於降雨事件中有新增崩塌產生。
4. 根據所有坡面單元(不論是否發生新增崩塌)於降雨事件之平均降雨強度和平均有效累積雨量，統計出可能性 30%之降雨參數值，訂定為下限值。
5. 根據有新增崩塌發生坡面單元之平均降雨強度和平均有效累積雨量，統計出可能性 50%之降雨參數值，訂定為上限值。

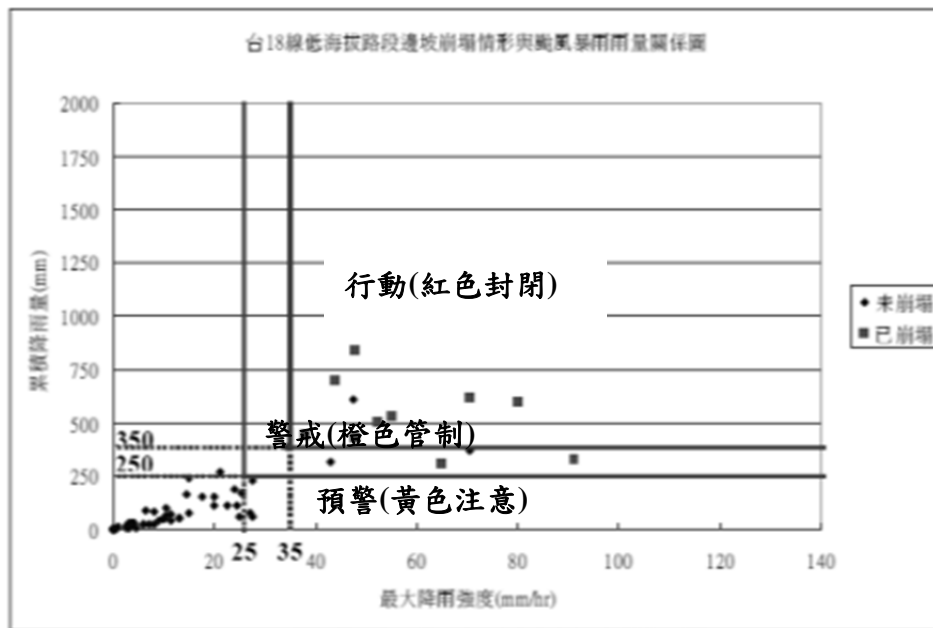


圖 2.18 山區道路警戒分區示意圖(修改自蔡明君，2008)

4. 降雨警戒基準率定方法修正

上一年度之誘發因子分析主要是利用 QPESUMS 雨量進行易致災路段之流動型與滑動型災害進行降雨基準率定，並未考慮各路段之工程配置、排水情形等現地狀況對於基準變化之影響。

針對降雨警戒基準率定方法修正的相關研究部份，林聖琪等人(2009)應用坡地災害歷史資料迴歸統計歷史事件之累積雨量與縣市坡地災害發生機率關係，建議可機動調整作為坡地崩塌警戒雨量門檻。林聖琪等人(2010)指出災害發生受前一次事件影響極大，邊坡土體呈現飽和狀態，降雨量無須達到門檻值則會發生坡地災害。因此上一次災害發生時間越短，降雨門檻值越低，若直接訂定最大時雨量之門檻值則會有低估災害發生。另地震與降雨是觸發坡地發生崩塌的兩個主要原因，林慶偉(2010)進行台灣南部荖濃河流域之崩塌與土石流發生特性及觸發其發生之降雨基準，發現降雨基準受地震影響而變化，推測荖濃河流域受集集地震的地震效應所影響時間直到 2004 年敏督利颱風為止，時間約為 4~5 年。此顯示降雨基準會隨地震效應而動態改變。

柯明淳(2011)則建議參考地文敏感度進一步調整累積雨量警戒值作為警戒發佈之用，因此以各縣市 50%災害發生機率雨量值為基準，地文敏感度越高者，應降低其雨量警戒值。因此為提升降雨基準之準確度，本研究以下列流程進行降雨警戒基準修正，以提升降雨警戒基準精度。參考上述研究，找出研究區域內山區道路合理降雨基準修正因子，本研究降雨基準修正方向如下：

(1) 各災害類型降雨基準上、下限值率定：

蒐集本研究範圍內山區道路所在邊坡之事件產生崩塌與未產生崩塌之雨量資料，包含有效降雨強度、事件累積雨量。利用蔡明君(2008)之降雨基準上、下限值率定方法，依據易致災路段各災害類型分開統計，找出各災害類型降雨基準上、下限值。相關作法如上節所述。

(2) 各易致災路段降雨基準調整：

依據前人研究結果顯示災害潛感、距上次災害時間、災害程度皆會影響降雨基準，而本研究認為工程狀況與植生狀況亦會影響降雨基準值。因此於各災害類型降雨基準上、下限值率定完成後，再利用易致災路段之崩壞程度、災害潛感、距上次災害時間、施作工程現況與植生狀況等因子進行調整(圖 2.19、表 2-9)。

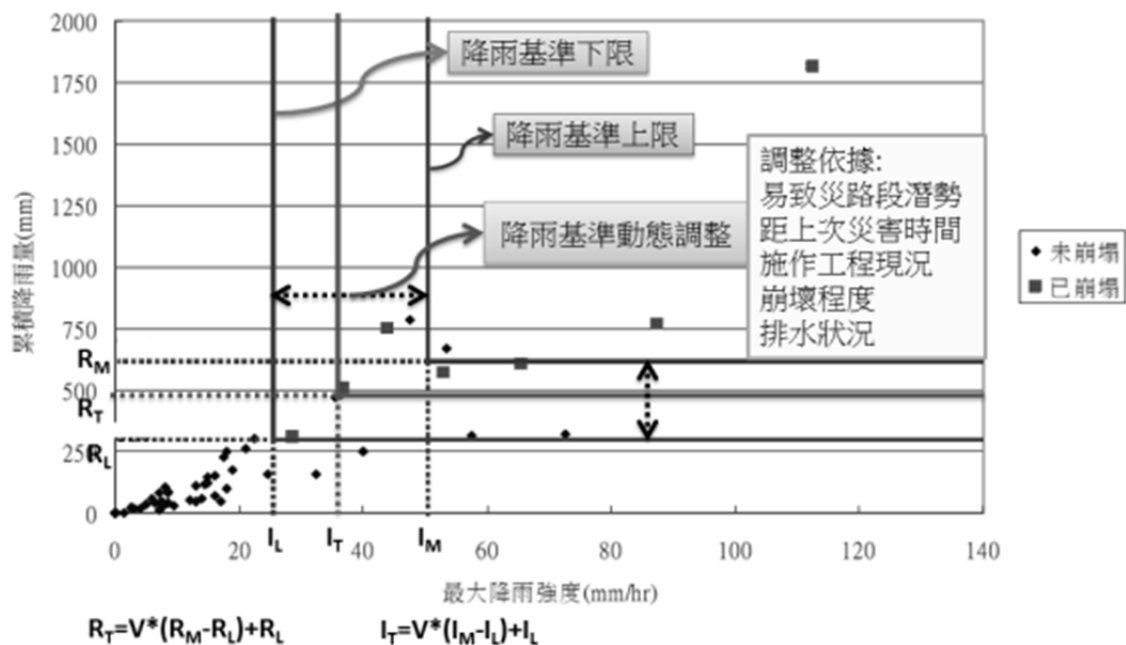


圖 2.19 各易致災路段降雨基準上下限與調整依據示意圖

表 2-9 各易致災路段降雨基準調整因子表

調整因子	分級
崩壞程度(Va)	未達岩盤
	已達岩盤
易致災路段潛感(Vb)	低
	中
	高
距上次災害時間(Vc)	大於 5 年
	1 年~5 年
	1 年內
施作防護工程現況(Vd)	防護工程運作良好
	防護工程不正常
	未施工或施工中
排水狀況(Ve)	有排水工程運作良好
	無排水工程排水良好
	有積水疑慮
植生狀況(Vf)	木本植物為主
	草本植物為主
	裸露地為主

如圖 2.18 所示各災害類型降雨基準上、下限值率定完成後再依據調整因子，包括：崩壞程度、災害潛感、距上次災害時間、施作工程現況與植生狀況進行調整。如表 2-8 與式(1)~(3)所示：

$$R_T = V * (R_M - R_L) + R_L \text{ ----- [1]}$$

R_T ：調整後累積雨量值； R_M ：累積雨量上限值； R_L ：累積雨量下限值； V ：調整因子

$$I_T = V * (I_M - I_L) + I_L \text{ ----- [2]}$$

I_T ：調整後最大降雨強度； I_M ：最大降雨強度上限值； I_L ：最大降雨強度下限值； V ：調整因子

$$V = Va + Vb + Vc + Vd + Ve + Vf \text{ ----- [3]}$$

V ：調整因子； Va ：崩壞程度； Vb ：易致災路段潛感； Vc ：距上次災害時間； Vd ：施作防護工程現況； Ve ：排水狀況； Vf ：植生狀況

本研究利用證據權重法定出各調整因子分級之權重值，證據權重法利用貝氏定理與勝算比對因子進行量化，其因子權重值計算公式如式 1、2：

$$W^+ = \ln \frac{\frac{N_1}{N_1 + N_2}}{\frac{N_3}{N_3 + N_4}} = \ln \frac{N_1(N_3 + N_4)}{N_3(N_1 + N_2)} \quad (1)$$

$$W^- = \ln \frac{\frac{N_2}{N_1 + N_2}}{\frac{N_4}{N_3 + N_4}} = \ln \frac{N_2(N_3 + N_4)}{N_4(N_1 + N_2)} \quad (2)$$

W^+ 表示當因子存在時，發生道路災害的權重值， W^- 表示當因子 B 不存在時發生道路災害的權重值， N_1 為因子 B 存在且有發生道路災害的路段數量， N_2 為因子 B 不存在但發生道路災害的路段數量， N_3 為因子 B 存在但未發生發生道路災害的路段數量， N_4 為因子 B 不存在也沒發生道路災害的路段數量(圖 2-20)。

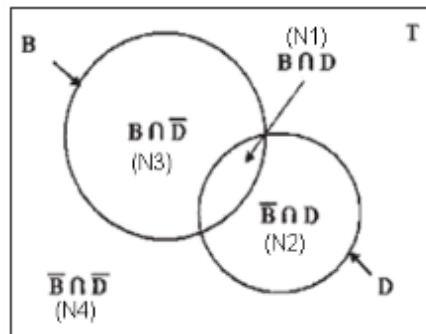


圖 2.20 發生道路災害與因子關係圖

註: B 為因子(如：崩壞程度已達岩盤)，D 為道路災害(修改自 Lee and Choi, 2004)

計算完各因子 W^+ 與 W^- 兩個權重值後，再將兩個值相減，可得到一對比值(contrast)C，此值可作為調整因子與道路災害之間關聯性的指標(式 3)。

$$C = W^+ - W^- \quad (3)$$

當 C 大於 0 時，表示因子存在時發生道路災害的機率大於因子不存在時發生道路災害的機率，也就是道路災害與此因子相關；當 C 等於 0 時，表示因子存在與不存在時，發生道路災害的機率相等，反應道路災害與此因子無顯著關連性；當 C 小於 0 時，代表

因子存在時發生道路災害的機率小於因子不存時發生道路災害的機率，也就是道路災害與此因子不相關。

(3)採用 QPESUMS 即時及預估雨量資料進行即時警戒研判：

選定交通部運輸研究所港灣技術研究中心委託台科大建置之 QPESUMS 資料網站為即時警戒研判預估雨量資料來源。

2.6.2 路邊坡破壞分析模式修正

在道路邊坡破壞分析方面，主要有災害潛感 (Susceptibility)、危害度(Hazard)與風險(Risk)等分析方法，鄭明淵 (2007) 以台 18 線案例資料進行統計分析以「觀光損失評估模式」，結合「生命損失評估模式」及「交通運輸損失評估模式」建立道路邊坡山崩潛感分析及災損風險評估模式，而蘇文瑞等人(2010)以災害潛感 (Susceptibility)、發生災害之機率(Probability) 與損失程度等三部分進行風險評估，本研究參考蘇文瑞等人(2010)之研究方法，將災害風險表示為下式 [4]、[5]：

$$R(\text{災害風險})= S(\text{災害潛感})\times P(\text{發生機率})\times L(\text{損失程度}) \quad [4]$$

$$R(\text{災害風險})= H(\text{危害度})\times L(\text{損失程度}) \quad [5]$$

式子[4]中 S 代表災害潛感，P 代表發生機率，而兩者相乘為危害度 H。

本研究以上述之各類災害風險概念建立降雨導致之道路邊坡破壞分析模式。以山崩風險計算為例，山崩風險計算分為兩個部分，分別是山崩災害的危害度，與災害發生時對道路所造成的損失程度，藉由此兩者的結合而得到山崩風險值，最後藉由 GIS 分級工具依據等數量間距進行分級。山崩災害的危害度為 $S(\text{災害潛感})\times P(\text{發生機率})$ ，其中 S 為本研究之山崩潛感分析結果，其值域為 0 至 1，1 為損害程度最高 100%，並依等級分為 3 級。

而 P 為要達警戒雨量值之機率，主要係以降雨為考量基準，依據造成道路中斷之坡面單元災害類型(崩塌或土石流)，分別訂定災害致災雨量基準，再推估此雨量基準之重現期(發生機率)。依此路段的危害度以式 [6] 表示：

$$H_{\text{landslide}} = S_{\text{landslide}} \times \text{警戒雨量值之年超越機率} \quad [6]$$

2.7 山區道路監測預警管制技術檢討

本研究之前期計畫研究認為，道路邊坡之監測系統可概分為人工記讀系統以及自動化系統，自動化系統其組成包括：(1)感測單元；(2)資料擷取單元；(3)資料傳輸單元；(4)資料儲存、展現或分析單元；以及(5)電源供應等五個單元。其中感測單元感測現地物理量(如位移)或環境條件(如雨量)之變化，由資料擷取系統收集、記錄、篩選、判讀並經由資料傳輸單元送達遠端之資料儲存單元儲存、展現或分析資料，必要時並可發送現地警報、簡訊通知守視人員或保全戶。而電源供應單元則負責供應現地或遠端設備所需之穩定電流。

而在管制作為部分，陳進發(2011)指出公路單位為積極保全用路人，已納入風險管理概念，評估選出致災風險較大之山區公路及降雨因素作為重點監控路段及觀測指標，應用風險管理概念，降低人員罹災之機率。目前公路總局已律定山區公路汛期重點監控路段 64 處，重點監控橋梁 48 座。於防汛期間將依據「公路總局封橋封路標準業程序 (SOP)」相關規定，參照新設定特徵雨量預警值、警戒值及行動值，執行汛期封橋封路作業。

2.8 計畫成果提送

2.8.1 成果圖製作

本研究將以 1:5,000 比例尺 A1 尺寸，製作山區易致災路段各類成果圖電子檔共 31 幅，而成果圖圖電子檔共分為三部分，除委託工作項目要求之道路山崩潛感圖外，另進行道路環境地質敏感區圖與道路風險圖製作。各類成果圖詳細之內容規劃如表 2-10。

表 2-10 計畫成果圖一覽表

成果圖名稱	版面尺寸	出圖比例尺	圖幅數	主題圖層	基本圖層
道路山崩潛感圖	A1	1:5,000	31	山崩潛感圖	圖幅框、行政區界圖、交通路網圖、水系、地名、地標、正射航照、地形等高線、地形圖、坡面單元
道路環境地質敏感區圖	A1	1:5,000	31	環境地質敏感區	
道路風險圖	A1	1:5,000	31	風險圖	

1. 道路山崩潛感圖：主題圖層為利用本研究產出之山崩目錄。
2. 道路環境地質敏感區圖：主題圖層選用經局部重點區域現地調查修正後之地質敏感地區判釋成果（包括山崩、土石流、順向坡、向源侵蝕、河岸侵蝕等圖層），疊合基本圖層進行製作。
3. 道路風險圖：主題圖層選用以易致災路段之風險值呈現方式，疊合基本圖層進行製作。

出圖版面的內容如圖 2.21，包括主題圖名稱、圖幅名稱、圖號、主圖區、圖例、使用限制說明、比例尺與指北、位置索引圖等，詳細說明如下：

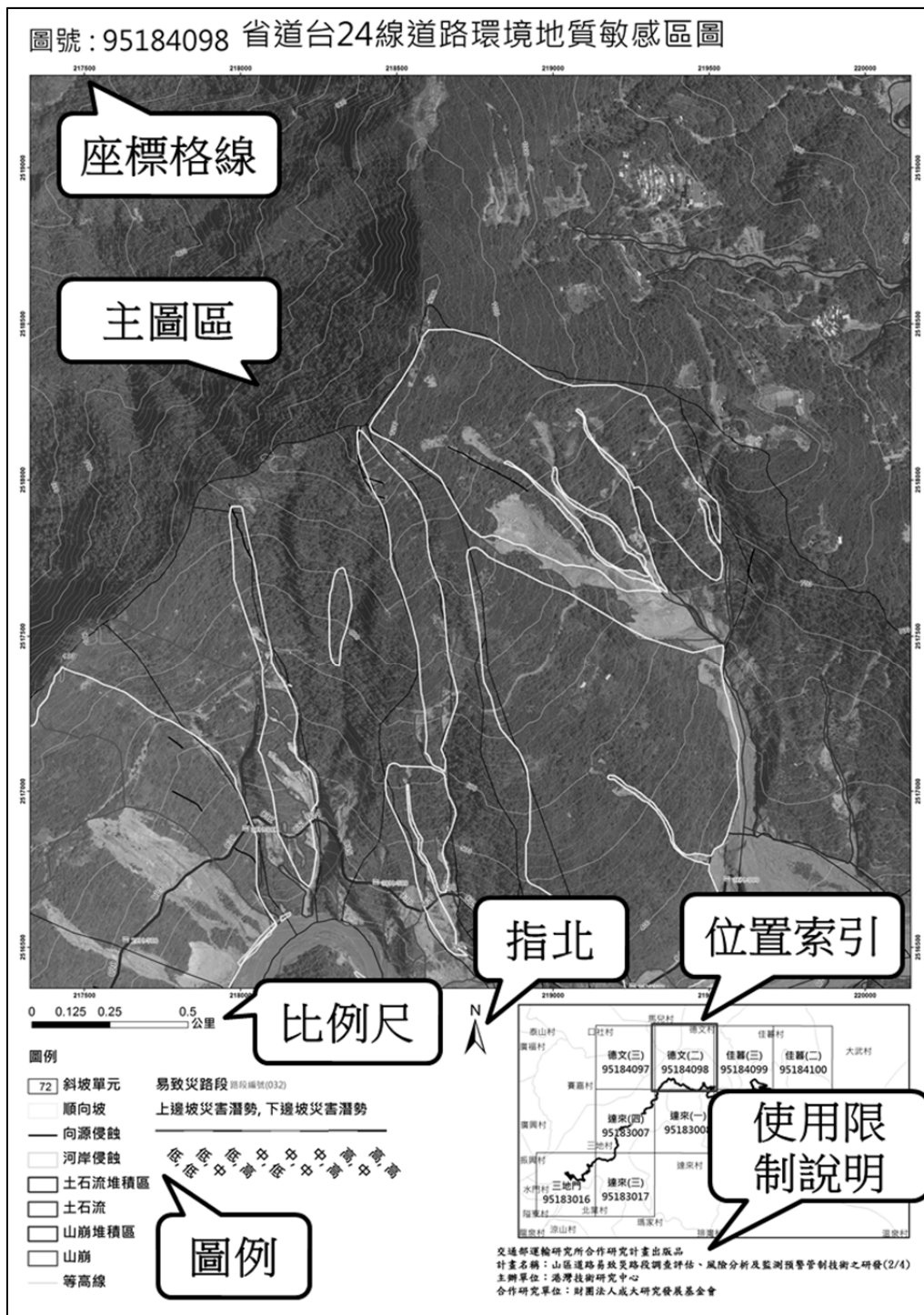


圖 2.21 出圖版面設計示意圖

1. 主題圖名稱：說明此圖之主題，例如地質敏感地區分布圖。
2. 圖幅名稱：為 1/5,000 圖幅之名稱。

3. 圖號：為 1/5,000 圖幅之圖號。
4. 主圖區：包含本研究四大類成果圖之內容，依成果圖內容選定不同主題圖層與基本圖層，依出圖規格進行設計展現。
5. 圖例：為主圖區的內容說明，說明各主圖區之符號或圖形代表之意義，定義或其他圖示說明，視各主圖區之需求編排不同內容。
6. 使用限制說明：此部分說明各主題圖使用時需注意之事項與限制，受限於篇幅展示範圍，圖幅使用說明與限制係重點式的提示。
7. 比例尺與指北：依成果圖規格標註圖紙比例，以指北標註地圖方位。
8. 位置索引圖：包含該圖幅相對於流域集水區及縣市之位置，以及本圖幅周圍其他圖幅之圖號及圖名。

各成果圖以 ArcMap10 軟體進行製作，並儲存製作檔 mxd 供後續出圖與研究之用，而成果圖電子檔則依據表 2-10，將成果圖要求之版面尺寸與出圖比例尺製作檔輸出成具空間坐標之 JPG2000 格式，以利空間套疊與應用。為突顯本研究之成果，易讀，並突顯資料的特性，出圖設計包含下列幾項原則：

1. 圖資內容採用最新之圖資資訊，以能符合現地實況。
2. 儘量以影像為底圖，以補足向量圖資之空間資訊不足。
3. 主題圖需可清楚判讀空間資訊。
4. 在資料之展現上，則以不同符號或顏色區分圖層所包括之屬性特性，並以文字標註方式展現分析成果之數值量體。
5. 統一前述資料庫、展示以及成果圖幅之圖例、圖示，清楚表示簡圖以及所需資訊，以利於使用者查詢與閱讀。

2.8.2 相關成果提報及成果發表

本研究相關成果除依委託工作項目要求外，另參加研討會與投稿期刊方式發表計畫成果，以擴增計畫效益。

第三章 文獻回顧

在山區道路相關之研究方面，主要依據山區道路災害類型、易致災路段劃分方法、山區道路邊坡整治工法、易致災路段調查評估、山區道路風險分析與監測預警管制等六部分進行歸納整理：

3.1 山區道路災害類型

邊坡破壞模式之分類方法甚多，國內公路系統習於參考歐美方法，認為道路邊坡破壞種類依據材料可分為岩坡與土坡；依據運動型態則可區分為墜落(fall)、傾覆(topple)、滑動(slide)、側移(spread)、流動(flow)及複合型(Varnes, 1984)。水土保持界則將邊坡破壞綜合名之為崩塌並概分為山崩、地滑、潛移、土石流與沖蝕等(水土保持局、中華水土保持學會，2005。)

依據台灣地區山區道路規劃設計參考手冊(2006)，山區道路之邊坡破壞類型，主要依據上、下邊坡分別進行分類，上邊坡破壞類型主要為沖刷破壞與崩坍破壞，其中崩坍破壞依土砂之運動方式細分為墜落型、滑動型與流動型三類，而下邊坡破壞類型除無上述之墜落型外，其餘類型皆與上邊坡一致。

表 3-1 邊坡破壞類型分類一覽表

邊坡破壞類型		調查重點			
上邊坡	沖刷破壞	1.尖峰逕流量	3.集水區面積	5.土壤剪力強度參數	
		2.降雨強度	4.土壤一般物理性質	6.地層種類及其分佈	
	崩塌破壞	墜落型	1.坡度與坡形	3.節理面狀況	5.岩石強度
		滑動型	2.岩層種類構造特性	4.岩層弱面位態	6.落石尺寸與規模
崩塌破壞	滑動型	1.地層種類及其分佈	3.岩土材料剪力強度參數	5.滑動面位態與深度	
	流動型	2.岩土材料一般物理性	4.岩層弱面位態	6.地下水水位分佈與孔隙水壓	
下邊坡	沖刷破壞	1.地層種類及其分佈	3.岩土材料剪力強度參數	5.降雨強度	
		2.岩土材料一般物理性	4.尖峰逕流量	6.岩土耐沖蝕能力	
	崩塌破壞	滑動型	1.地層種類及其分佈	3.河川尖峰流量水位變化、水力特徵	4.集水區面積
		流動型	2.岩土材料一般物理性質	3.岩土材料剪力強度參數	5.地下水水位分佈與孔隙水壓
崩塌破壞	滑動型	1.地層種類及其分佈	3.岩土材料剪力強度參數	5.降雨強度	
	流動型	2.岩土材料一般物理性質	4.滑動面位態與深度	6.岩土耐沖蝕能力	

資料來源：台灣地區山區道路規劃設計參考手冊(2006)

本研究為使用地調所之環境地質敏感區進行後續之分析，因此將台灣地區山區道路規劃設計參考手冊中之邊坡破壞類型與地調所之環境地質敏感區進行對應，對應結果如表3-2。其中，環境地質敏感區中之河岸侵蝕與順向坡並未出現在邊坡壞類型中，而本研究亦將此兩種敏感區類型納入，以完整進行分析。

表 3-2 邊坡破壞類型與環境地質敏感區對應表

台灣地區山區道路規劃設計參考手冊	地調所環境地質敏感區
邊坡壞類型	環境地質敏感區
沖刷破壞	蝕溝
墜落型	崩塌(落石)
滑動型	崩塌(岩屑崩滑、岩體滑動)
流動型	土石流
其他	河岸侵蝕
	順向坡

3.2 易致災路段劃分方法

國家災害防救科技中心(2008、2009)的技術報告，曾針對十條易致災省道(台8、台20、台21、台9、台7、台7甲、台18、台14、台24、台27)，進行道路警戒分段與致災比率分析，其易致災路段之分段主要依據(a)災點分佈、(b)縣市分界、(c)村里分界、(d)替代道路、(e)影響人口數等五項劃分原則，同一道路劃分約以6~7段為限。

本研究之前期計畫「山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(1/4)」採用等距離方式將將臺18線與臺21線山區道路每500公尺分成一段，進行後續危害度及易致災性因子分析。

而本計畫易致災路段之劃分方法，將山區道路所在邊坡之地質、地形等致災因子，以坡面單元及地質敏感區特性進行大尺度劃分，再透過復建工程資料蒐集與現地勘查方式，找出小尺度之工程施作路段或排水不良路段，再進行細步易致災路段劃分，以確立個易致災路段之區位與災害類型，後續再進行降雨誘發因子分析，並建立各易致災路段之警戒基準。

3.3 山區道路邊坡整治工法

在山區道路邊坡整治工法相關研究方面，吳淵洵、周南山(2006)指出山區道路邊坡災害發生後，在確定整治方案之前，應即執行緊急搶修以維持當地基本交通與安全需求。對於一般邊坡災害，緊急處理工法包括執行現場踏勘與調查、施作簡易地表及地下排水、修整坡頂或坡趾、築造垛牆或排樁結構，以及鋪設坡面防護等。對於棄土與回填料之處理，文中亦建議以拌製控制性低強度材料之方式，解決棄土無處傾倒，回填土品質難以控制之困境。

邊坡災害防治措施一般可分為抑制工及抑止工兩大類，依據日本經驗，當邊坡滑動速度在1mm/日以上時，先行以抑制工處理，若是滑

動情形無法緩解時則以抑止工進行整治。其基本原則分為三方向，分別為避開、降低下滑力、提高抗滑力等（何泰源等，2000）。

1. 避開

對規模較大、造成災害較嚴重者最好能避開。若無法避開，則可考慮移除不會向上及兩側發展之不穩定之小滑動體土方，但僅限於土方量不太大之情況。

2. 降低下滑力

滑動體之下滑力主要是以重力為主，理論上即減輕滑動體之重量；主要方法包括削坡減重、台階式邊坡、減少開挖深度、避免地表堆積載重、地表及地下排水與輕質材料充填等。例如 EPS 工法、地下排水工法等。

3. 提高抗滑力

穩定邊坡提高抗滑力是從外部給予助力設置擋土結構，或增強其內部抗剪強度；例如抗滑樁、土釘工法、鋼製格框式擋土牆工法等。

3.4 降雨警戒基準相關分析研究

在降雨警戒基準研究結果過去利用雨量站觀測經數值內插方法求取某未知點位雨量估計值，此取決於降雨資料的平滑度與雨量站密度，當降雨在空間上有不均勻分佈的情形發生時，會造成較大的估計誤差。中央氣象局於 2001 年完成台灣全島雷達網的建立，並建置劇烈天氣監測系統 (Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor, QPESUMS)，能提供台灣全島之降雨強度、移動性與劇烈降雨系統，時間解析度為 10 分鐘，空間解析度提為 1.25 公里*1.25 公里。因降雨資料具備空間連續性，因此逐漸成為雨量警戒基準研究之主要資料來源。王安翔 (2009) 對於雷達估計降雨在山區的估計結果進行分析，結果顯示雷達估計降雨之估計誤差隨測站海拔高度增加而增大。因此後續許多研究則針對雷達估計降雨之提出不同之修正方法，林聖琪等人(2010)於研究坡地災害警戒模型之雨量來源，除傳統雨量站內插分析雨量分布之外，另利用雷達-雨量站整合方式之降雨量，進行災害雨量門檻值判定。(圖 3.1)

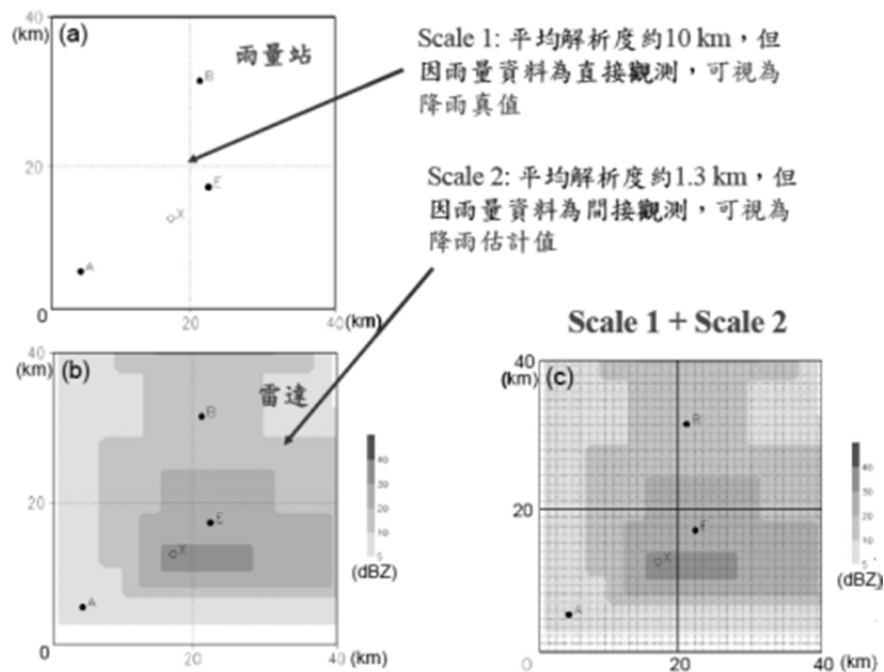


圖 3.1 雷達-雨量站降雨整合技術之概念示意圖

資料來源：林聖琪等人(2010)

而交通部運輸研究所港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)於2011年之計畫「河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究」中以雷達降雨預報資料為基礎，採支撐向量機迴歸法與 Kriging 空間誤差修正法估算各地區雨量分布，利用地面雨量站與雷達估計降雨誤差值進行克利的內插，產生一個空間誤差分布，使用原始雷達估計降雨加上此誤差值來修正雷達估計降雨量，如此可掌握雨量的空間變化特性。

前人研究主要透過前期降雨、最大降雨強度與有效累積雨量進行降雨警戒值律定，在山區道路之降雨基準研究方面，蔡明君(2008)蒐集1996年至2007年間公路邊坡坍方之雨量資料，訂出未發生崩塌與發生崩塌時降雨基參數之上、下限值。以尋求颱風暴雨及山區豪雨時觸發邊坡崩塌之預警管理值。研究結果顯示在不同降雨特性下，邊坡崩塌時雨場的累積降雨量及降雨強度，以及崩塌前先期累積雨量，為影響邊坡崩壞預警值的重要參數。

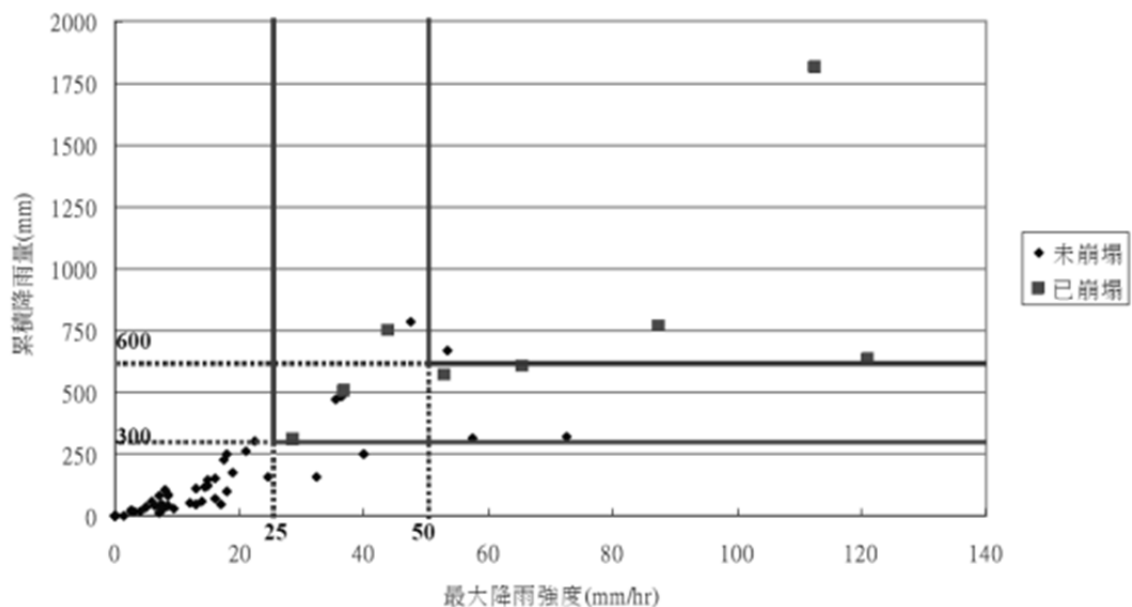


圖 3.2 山區道路邊坡崩塌與雨量關係圖
(紅色線為崩塌時降雨基參數之上、藍色線為下限值)

資料來源：蔡明君(2008)

陳韻如等人(2011)分析山區道路災害與總雨量以及最大時降雨量其相關性較高與有顯著相關，進而以此兩個因子進行邏輯式迴歸，建立道路崩塌潛感的機率模式。該研究利用 2001~2008 年期間的颱風事

件造成全省道路災害的五十六場颱風事件進行分析(如圖 3.3, 圖中的三條線則是分別表示 30%、50%及 80%道路崩塌發生的機率)。研究結果顯示以總雨量超過300mm 為例, 該道路發生崩塌的機率將高於50%, 但時雨量若高於 80mm/hr, 總雨量大於 320mm , 其道路發生崩塌的機率將提高到 80%。未來颱風應變時, 針對易致災山區道路時, 可藉由此雨量門檻值作為發佈警戒道路之參考。

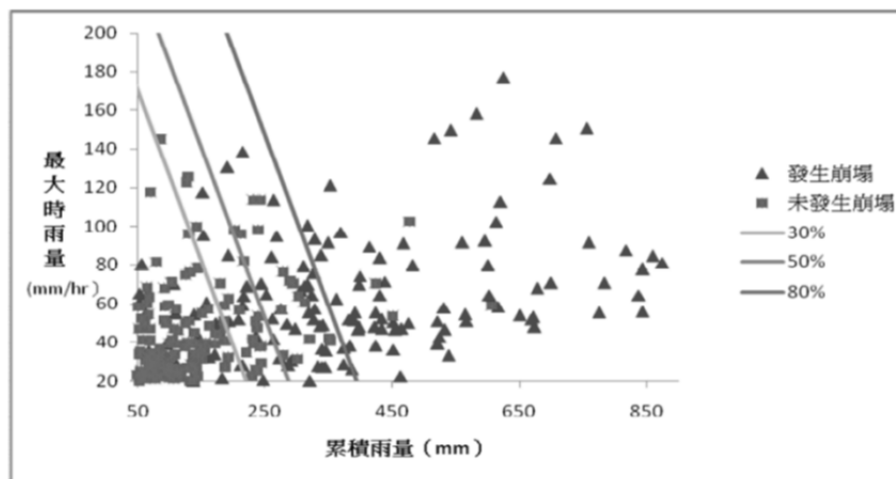


圖 3.3 道路崩塌雨量門檻值與不同崩塌潛感機率

資料來源：陳韻如等人(2011)

交通部公路總局於 102 年初完成之「山區道路因降雨致災之風險管理研究」計畫中提出利用降雨歷線與雙指標軌跡曲線方法，作為災害管控機制研擬之參考。以台 7 線、台 9 線蘇花段、台 9 線南迴段及台 18 線，97~101 年事件公路總局交通阻斷資料進行氣象局雨量站雨量資料分析，並以徐昇法(Thiessen's)進行區域雨量推估，選定累積雨量、滾動式降雨強度(3R、6R、12R、24R)為降雨參數(圖 3.4.a)，進行降雨基準分析，並獲致各路段之臨界致災曲線(圖 3.4.b)。

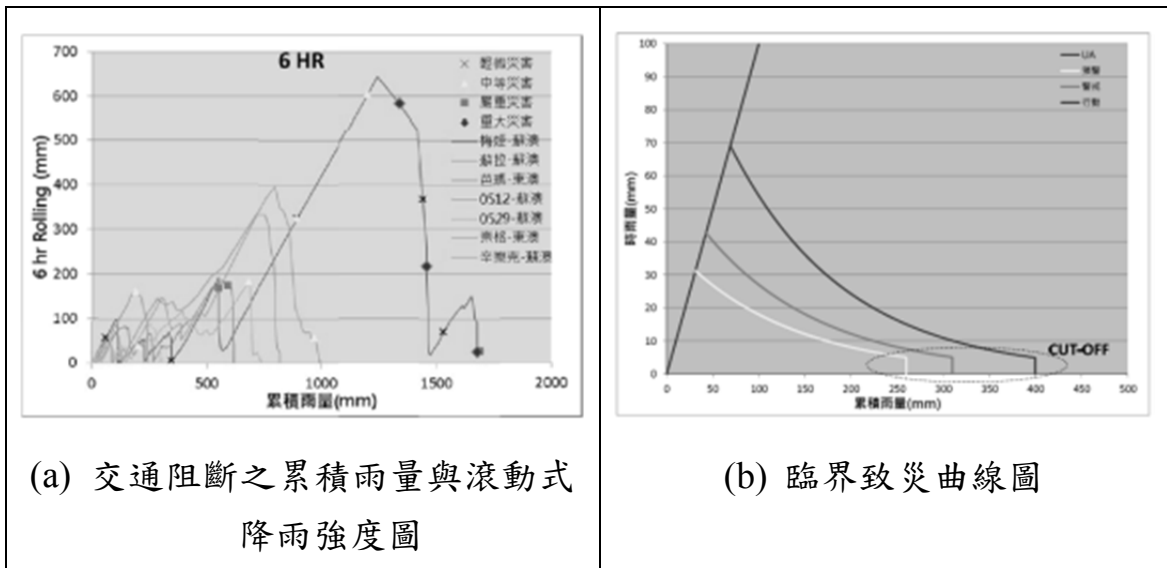


圖 3.4 降雨參數與臨界致災曲線圖

資料來源：山區道路因降雨致災之風險管理研究(2013)

3.5 山區道路災害潛感評估

山區道路災害潛感評估以往前人研究主要針對崩塌為對象進行評估。有關崩塌潛感(Landslide Hazard)之定義，Varnes (1984)及 Guzzettiet al.(1999)對於崩塌潛感之定義為「某地區於特定時間及規模之下，崩塌發生之可能性」。

美國地質調查所(USGS)在2000年所出版的National Landslide Hazards Mitigation Strategy 中指出，崩塌潛感圖是建構機率式崩塌危害度圖及進行風險評估時不可或缺的基礎資料。Toshiyuki Kurahashi (2008) 分析日本1990~2004年期間1,310個公路崩塌災害點，發現約有90%的崩塌災害是因為降雨造成的，且80%是表層破壞造成的崩塌。吳從龍(2009)藉由問卷調查方式得知地震及颱風豪雨來襲時對山區道路邊坡破壞最大，其次則是道路開闢的影響。

過去國內許多研究針對特定區域土石流與邊坡崩塌，多是由崩壞資料與其對應的雨量資料建立臨界降雨模式，藉以獲得導致崩壞的降雨特性，進一步分析其與未發生崩壞的降雨之間的差異，分析的雨

量因子分別有臨前降雨、降雨強度、降雨延時、24 小時雨量及累積雨量等。

蘇吉立等人(2008)分別對台18、台21、台8、台16 和台9 線等山區道路研擬道路邊坡崩塌判定和預警基準值，並建立區域性之道路邊坡崩塌機率之評估模式，以及建立預估崩塌土方量和降雨引致邊坡崩塌時間之預測模式。

3.6 山區道路風險分析

在山區道路災害潛感評估的相關研究方面，陳韻如等人(2011)以 Kendall 等級相關性統計分析方法，評估降雨因子造成道路邊坡崩塌災害的相互間關係，得知山區道路災害與總雨量以及最大時降雨量其相關性較高與有顯著相關，進而以此兩個因子進行邏輯式迴歸，建立道路崩塌潛感的機率模式。

在山區道路的風險評估主要以崩塌的風險分析為主，李維峰等人(2010)，蒐集歷史崩塌資料結合現地調查，搭配山區道路沿線自然環境地文水文資訊，利用邏輯司法進行風險分析，並以台14線為例，建立可供公部門參考之簡易評估模式。

鄭明淵(2005~2006)進行道路邊坡崩塌潛感分析及災損風險評估研究，以(1)生命損失風險評估模式；(2)交通運輸損失風險評估模式，評估每年道路邊坡崩塌之生命損失風險及交通運輸損失風險值，並對各道路邊坡案例進行風險評等。

3.7 監測預警管制

在道路邊坡之監測預警部分，目前國內所採用之道路邊坡監測系統(儀器)種類繁多，依據逢甲大學執行山區道路邊坡監測系統自動化及緊急臨時通報系統研發計畫中，建議應針對邊坡之可能破壞模式及風險性之不同進行分級，對於風險性較低或較穩定之邊坡，可選擇簡易及較經濟之監測系統加以監測，對於風險性較高或較不穩定之邊坡，則需選擇較完整之監測系統，以期能充份掌握邊坡之整體行為，並將各種監測儀器作一經濟評析，使儀器效能及風險損失降至最低。各監測儀器說明彙整如表3-3所示。

黃安斌等人(2002)認為道路邊坡之安全監測涉及三個環節：(1) 確保安全監測所得之物理量為合宜之參考物理量；(2) 妥善進行監測所得物理量之詮釋；與(3) 訂定合宜之預警基準應用於管理層次。結合參考物理量、物理量之詮釋及預警基準，道路防災管理方能落實。邊坡之安全監測常包括變形與水壓等物理量之量測，傳統監測之方法，需人工定時施測並擷取資料，效率與經濟效益不彰。近年來自動化監測系統逐漸受到重視，但自動化監測系統之價格昂貴、且儀器設備容易故障。該研究認為光纖感測(Fiber Optic Sensor, FOS)和時域反射法(Time Domain Reflectometry, TDR)使用上孔(Up-hole)電子儀器，不容易故障且方便維修。因此該研究透過多點式的光纖光柵感測器配合應變管之原理進行自動化，長時間、連續性地層變形監測，其基本原理是將貼有光纖光柵之塑膠軟管放入地下傾斜管內或直接以灌漿的方式固定於地層內，做長期之監測而無須取出。而在TDR 監測技術方面，該研究則研發完成包括地層錯動、水位監測、線性伸張以及雨量計等之TDR 監測儀器系統。

在監測資料之傳輸部份，李秉乾(2004)透過現地實測的結果，為能降低系統複雜度，各項感測單元的傳輸方式以TCP 為佳，盡量避免異質傳輸規格的整合，以減少系統不穩定性。而在相同的傳輸協定下，資訊傳輸介質可依地形需要進行不同的規劃，如RS485、TCP 或是802.11b 之方式。該研究亦指出山區道路邊坡監測系統在整體架構上，

是以監測路段現地資料的接收及整合為主要目的，經由無線傳輸技術將監測資料傳回資料接收中心並儲存於資料庫。所有資料經過加值與整合成資訊，即可反應現地邊坡的狀況，若加上直覺式資訊呈現、簡易圖表瀏覽等方式進行監測現況了解，若監測數據達到警戒標準，應變小組人員如何進行防災準備處理，以及發生災害時要如何快速應變，因此緊急臨時通報系統的建置，是將預防災害及災害通報等作業進行整體性規劃，並運用網路技術及最新電腦語言技術能力，統合為具有即時應變能力的通報系統。

本研究之前期計畫研究認為，道路邊坡之監測系統可概分為人工記讀系統以及自動化系統，自動化系統其組成包括：(1)感測單元；(2)資料擷取單元；(3)資料傳輸單元；(4)資料儲存、展現或分析單元；以及(5)電源供應等五個單元。其中感測單元感測現地物理量(如位移)或環境條件(如雨量)之變化，由資料擷取系統收集、記錄、篩選、判讀並經由資料傳輸單元送達遠端之資料儲存單元儲存、展現或分析資料，必要時並可發送現地警報、簡訊通知守視人員或保全戶。而電源供應單元則負責供應現地或遠端設備所需之穩定電流。如何考量致災因子的重要程度，選擇合適的監測設備，是不可或缺的一環。

而在管制作為部分，陳進發(2011)指出公路單位為積極保全用路人，已納入風險管理概念，評估選出致災風險較大之山區公路及降雨因素作為重點監控路段及觀測指標，應用風險管理概念，降低人員罹災之機率。目前公路總局已律定山區公路汛期重點監控路段 64 處，重點監控橋梁 48 座。於防汛期間將依據「公路總局封橋封路標準業程序(SOP)」相關規定，參照新設定特徵雨量預警值、警戒值及行動值，執行汛期封橋封路作業。

表 3-3 監測預警儀器類型及適用範圍彙整表

儀器類型	型式	適用範圍	儀器類型	型式	適用範圍
傾斜計	插入型	隧道或邊坡開挖變位觀測 大地工程變位觀測 邊坡監測	土壓計	振弦式	結構物總壓監測各向壓力分部監測
	定置型	結構物傾斜量測 橋樑傾斜量測 深開挖變位量測	鋼筋計	電阻式	量測擋土設施或結構體主鋼筋之應力
水位計	電阻式	觀測地下水、河川、取水井等水位觀測	地錨荷重計	電阻式	量測岩栓或預力鋼腱在隧道或擋土工開挖後因周圍岩石之鬆動所承受之總荷重 地錨系統 支撐系統
雨量計	打點式	降雨量測			
水壓計	電阻式	觀測地下水、河川、取水井等水位觀測	裂縫計	電位式	試樁變位量測 電子式伸縮儀變位裂縫量測 高精度要求之變位量測
	振弦式	可進行 24 小時全時監測，大地水位/水壓			
管式應變計	電阻式	深開挖邊坡穩定監測	擋土構造物內傾斜管	略	深開挖 邊坡穩定 大壩油槽試水 隧道基樁側向載重試驗
光纖管測 (FOS)	光纖	地表或地層錯動監測			
時域反射 (TDR)	電磁波	地表或地層錯動監測			
地滑計	電阻式	地表水平變位監測 邊坡穩定監測	結構物傾度盤	略	深開挖 橋樑傾斜 擋土設施 結構傾斜
沉陷計	電流感應式	基礎工程及堤岸監測 抽水或邊坡滑動所造成之沉陷監測 地層水平或垂直位移監測	振動計	略	適用於一般環境及固定性振動發生源之振動測量
			地聲檢知器	略	量測發生災害時其所產生地表振動之訊號
全球定位系統 GPS	略	地殼變動橋樑大型構造物監測	資料來源： 李秉乾、許盈松、許懷後，2004，山區道路邊坡監測系統自動化及緊急臨時通報系		
土壓計	電阻式	一般裝設於不同深度土層以量測總土壓及有效土壓力，以作為地下室施工過程中分析安全性之參考依據			

第四章 山區道路易致災路段調查評估

4.1 蘇花公路山區道路基本特性分析

4.1.1 蘇花公路山區道路路線概況

「蘇花公路」為省道台9線宜蘭與花蓮間的部分道路，於民國21年5月通車，第二次世界大戰後改名蘇花公路，爾後持續新建隧道及拓寬並鋪設柏油路面，民國79年10月25日改為雙向通車。北方起點是宜蘭縣蘇澳鎮白米橋，南方終點是花蓮縣花蓮市中山中正路口(南埔207+200K)，全長118公里(近年因天災縮減至102.4公里)，山區道路主要位於台9線106+000K ~ 182+000K之間，道路多依海岸線於山壁上修築出道路，沿途有數個沖積平原，地勢平緩且較無緊鄰陡峭山壁，道路高程約位於0公尺至360公尺間，蘇花公路養護單位為交通部公路總局第四區養護工程處蘇澳工務段。

4.1.2 蘇花公路山區道路水文及氣候概況

蘇花公路山區道路所在集水區由南往北依序為卡那岸沿海、和平溪、觀音沿海、南澳溪、東澳溪以及蘇澳溪，依據水利署之子集水區資料本區之子集水區包括小清水溪、良里溪、和中沿海、和平溪、觀音沿海、南澳南溪、南澳北溪、東澳溪以及蘇澳溪等9個子集水區(圖4.1)。

而本研究區內之氣象局氣候站由北而南為蘇澳、東澳、南澳、和中以及富世，依據2010年氣象局氣候資料年報顯示，測站月平均溫度大致上介於17 - 29°C，最高為七月、八月平均溫度約介於27-29°C，最低為一月、十二月平均溫度約介於17-18°C，年平均溫度約為23°C(表4-1)。依據2010年氣象局氣候資料年報顯示，蘇澳與東澳除夏季汛期外，冬季亦因東北季風盛行而多雨，年雨量皆超過4,000公厘；南澳、和中以及富世則明顯於十一月後雨量較少，年雨量皆位於2,000多的門檻(表4-2)，兩區因地理位置與地形在雨量上有明顯的差異。

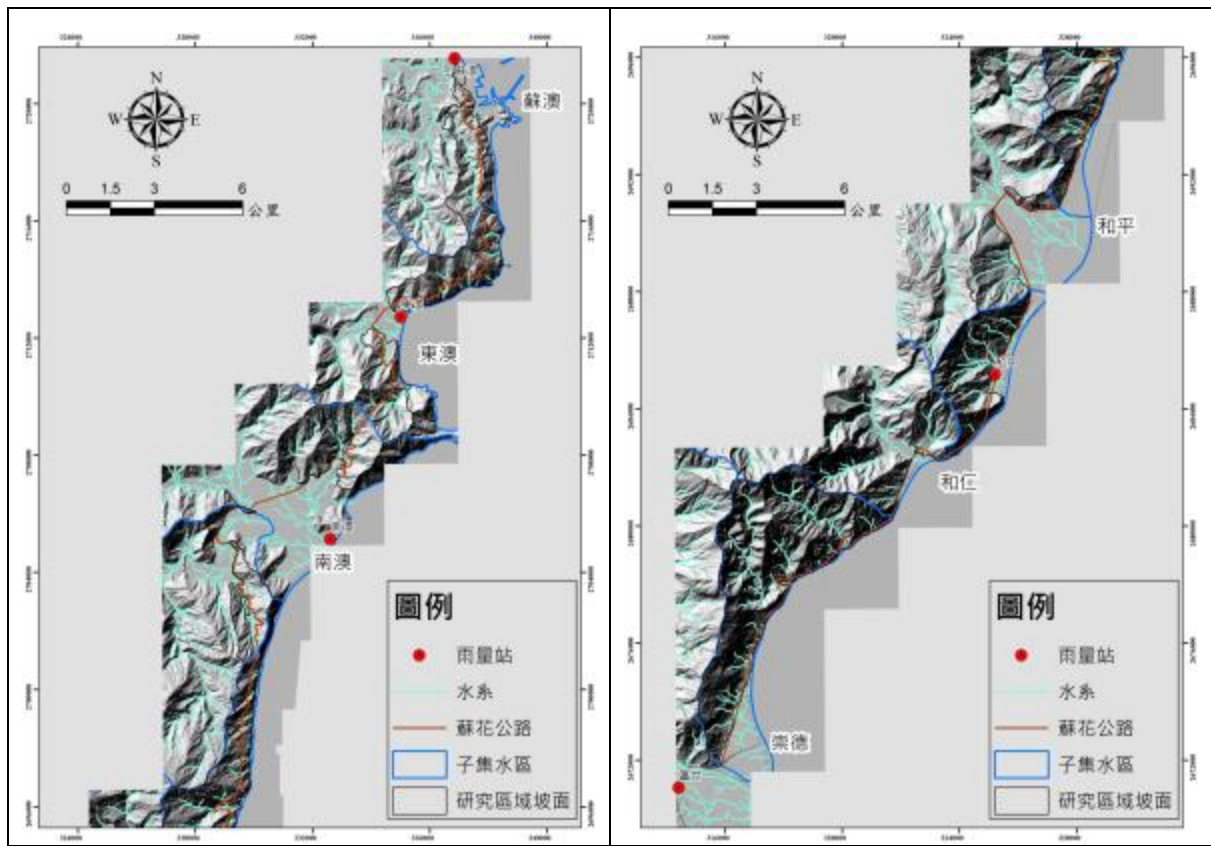


圖 4.1 研究區域水系及集水區概況圖

表 4-1 研究區域內氣象局氣候站 2010 年逐月平均溫度一覽表

測站 編號	測站 名稱	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年平均
467060	蘇澳	16.9	18.3	19.8	20.7	24.9	25.8	28.8	28.7	27.6	23.9	20.3	17.2	22.7
C0U760	東澳	17.3	19.0	20.1	21.0	25.0	26.1	29.0	28.7	27.7	24.2	20.6	17.5	23.0
C0U770	南澳	18.2	19.7	20.7	21.8	25.2	26.5	28.9	28.9	27.7	24.5	21.2	18.3	23.5
C0T9D0	和中	18.2	19.7	20.6	21.5	25.0	25.9	28.4	28.2	27.1	24.8	21.2	18.2	23.2
C0T9C0	富世	17.8	19.3	20.2	21.0	24.5	25.4	27.8	27.9	26.5	24.2	21.0	18.3	22.8

註:單位 °C

表 4-2 研究區域內氣象局氣候站 2010 年逐月雨量一覽表

測站 編號	測站 名稱	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年雨量
467060	蘇澳	376.9	169.4	41.3	188.4	67.0	208.4	31.4	310.8	311.9	1861.2	830.5	341.0	4,738.2
C0U760	東澳	160.5	124.0	44.0	136.5	80.0	223.0	121.0	235.0	558.5	1877.0	478.0	241.0	4,278.5
C0U770	南澳	71.0	85.0	36.5	90.5	64.0	134.5	109.0	152.5	285.5	1171.5	241.0	70.5	2,511.5
C0T9D0	和中	69.0	83.0	114.0	89.5	121.5	148.5	146.5	136.0	407.5	629.0	125.5	33.0	2,103.0
C0T9C0	富世	31.0	99.0	75.5	90.0	92.5	192.0	271.0	104.0	479.5	478.5	58.0	46.5	2,017.5

註:單位 公厘

4.1.3 蘇花公路山區道路地質概況

本研究區域因幅員較廣且狹長，因此選用五十萬分之一台灣地質圖進行地質概述。蘇花公路山區道路主要出露大南澳片岩，以及少部分畢祿山層與廬山層及其相當地層(圖4.2)。大南澳片岩代表台灣出露最老的變質雜岩岩體，真實厚度尚不能確認，截至目前的研究最少有數千公尺厚，依岩性可分作五個製圖單位，而研究區域所出露之大南澳片岩可大略分層三個製圖單位：含片麻岩及混合岩為主；含黑色片岩、綠色片岩及燧石為主；以大理岩為主。

綜合以上所述，本區域除了現代沖積層以及階地堆積層外，在五十萬分之一的尺度下共有五個製圖單位，年代由老至新分別為：大南澳片岩(大理岩)、大南澳片岩(黑色片岩、綠色片岩、燧石)、大南澳片岩(片麻岩、混合岩)、畢祿山層及廬山層及其相當地層。以下針對五個製圖單位作地質層位描述：

1. 大南澳片岩(大理岩)：年代為古生代晚期至中生代，主要分布於崇德至和平之間，最大厚度將近十公里，大理岩常與片岩互層，產狀以塊狀與厚層狀為主，結構為細粒至粗粒，顏色以灰色最為常見，另有白色以及黑色兩種。大理岩因緻密堅硬，於地形上易形成高陡山坡，再加上各種解理發達，易以落石或大型滾石方式往下搬運。

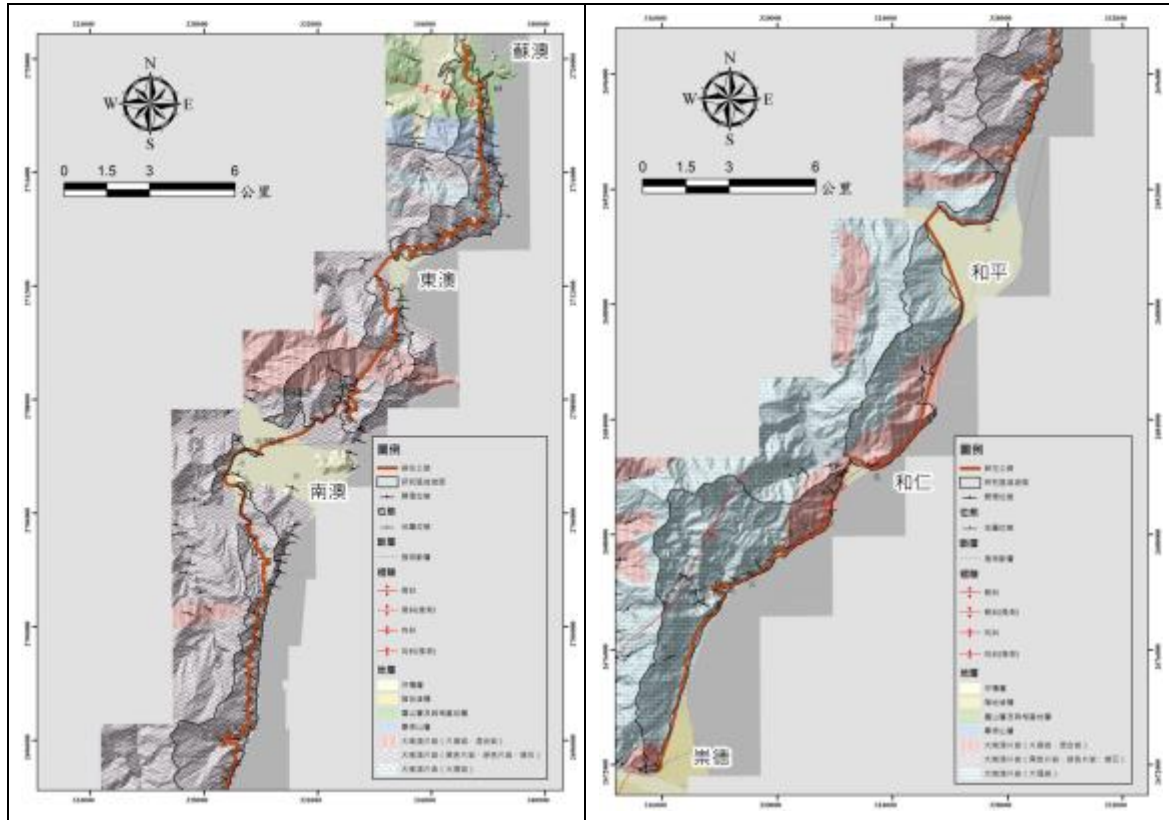


圖 4.2 研究區域地質概況圖

2. 大南澳片岩(黑色片岩、綠色片岩、燧石)：年代為古生代晚期至中生代，主要分布於和平至東澳之間，以片岩相互間夾互層為主，常見的有黑色片岩、綠色片岩以及砂質片岩。相較於本區其他岩性，片岩較為破碎，所生成之風化層相對較厚，再加上葉理十分發達，極易以片狀方式剝蝕，災害多為流動方式。此外，也較易在此岩性出露區域發現順向坡以及潛在大規模崩塌之相關災害。
3. 大南澳片岩(片麻岩、混合岩)：年代為古生代晚期至中生代，散布於崇德至東澳之間，以大型片岩體或小型透鏡體形式存在於大理岩與片岩間，由於片麻岩亦為緻密堅硬之岩性，因此與大理岩相同，於地形上易形成高陡山坡，再加上各種解理發達，易以落石或大型滾石方式往下搬運。
4. 畢祿山層：畢祿山層或於本區稱為南蘇澳層，年代為始新世至漸新世，地層位態約呈東西走向，出露厚度為五百至七百五十公尺，主

要組成板岩、千枚岩與變質砂岩，以及夾有四十公尺厚之變質輝綠岩與二至三十公尺厚之大理岩，於最底部夾有二至四層薄層礫岩質砂岩，礫岩材料以石英與板岩為主。

5. 廬山層及其相當地層：廬山層及其相當地層或於本區稱為蘇澳層，年代為中新世，地層位態約呈東西走向，岩性以板岩、硬頁岩為主間夾變質砂岩，部分層位則以細粒變質砂岩為主間夾板岩，整體岩性變化較少。

在構造方面，本研究區域北端有數條無名推測斷層與褶皺，走向皆為東西向，於南澳地區有兩條推測斷層，為鹿皮溪段層與南澳段層，亦為東西走向。研究區域南端之構造則以南北向為主，於崇德至和仁間有兩條南北向之褶皺，東側為和仁複背斜，西側為清水複向斜。

4.2地質敏感地區資料蒐集與分析

本研究蒐集蘇花公路經過之坡面範圍內之地質敏感地區資料 (99年)，在各地質敏感地區之資料統計方面，崩塌共計551處，合計面積約531.58公頃、土石流共計48處、順向坡共計8處，合計面積約29.55公頃、蝕溝共計104處 (圖4.3、表4-3)。

表 4-3 研究區域坡面範圍內之地質敏感地區數量統計一覽表

類型	數量	類型	數量
崩塌	551	蝕溝	104
土石流	48	順向坡	8

經現地勘查，發現蘇花公路蘇澳至崇德沿線以蝕溝、崩塌及土石流災害為主。土石流與蝕溝則平均發育於路段各處，崩塌則集中於崇德至和仁以及和平至南澳之間。順向坡災害則因岩體性質關係，集中在板岩出露地區，但經既有資料與現調查核後僅有8處，皆集中於路線中段至北段。

典型地質敏感地區為蝕溝引起之土石流及崩塌災害，常見蝕溝持續發育，若上方可提供大量土石，強大的側蝕與下蝕易將鄰近坡面刮蝕，增加崩塌面積繼續供應土石，最後發育成坡面型土石流(圖4.4a)；另於豪雨時期，鄰近坡面大量降水集中於蝕溝，造成蝕溝短時間內下蝕力增強，將下邊坡地基掏空，進而引起崩塌災害(圖4.4b)。而土石流則因強大的側蝕與下蝕力，易將溪流兩側河岸基礎淘刷，造成邊坡崩塌(圖4.4c)；亦因夾帶大量土石於地形突然開闊處溢流，危及村莊或道路，造成人員傷亡或阻斷交通(圖4.4d)。崩塌則常見於道路旁陡坡以落石或岩屑崩滑方式形成(圖4.4e)；若位於大型溪流或土石流旁，或因本身即有潛在大規模崩塌潛感，則易造成大規模崩塌(圖4.4f)。

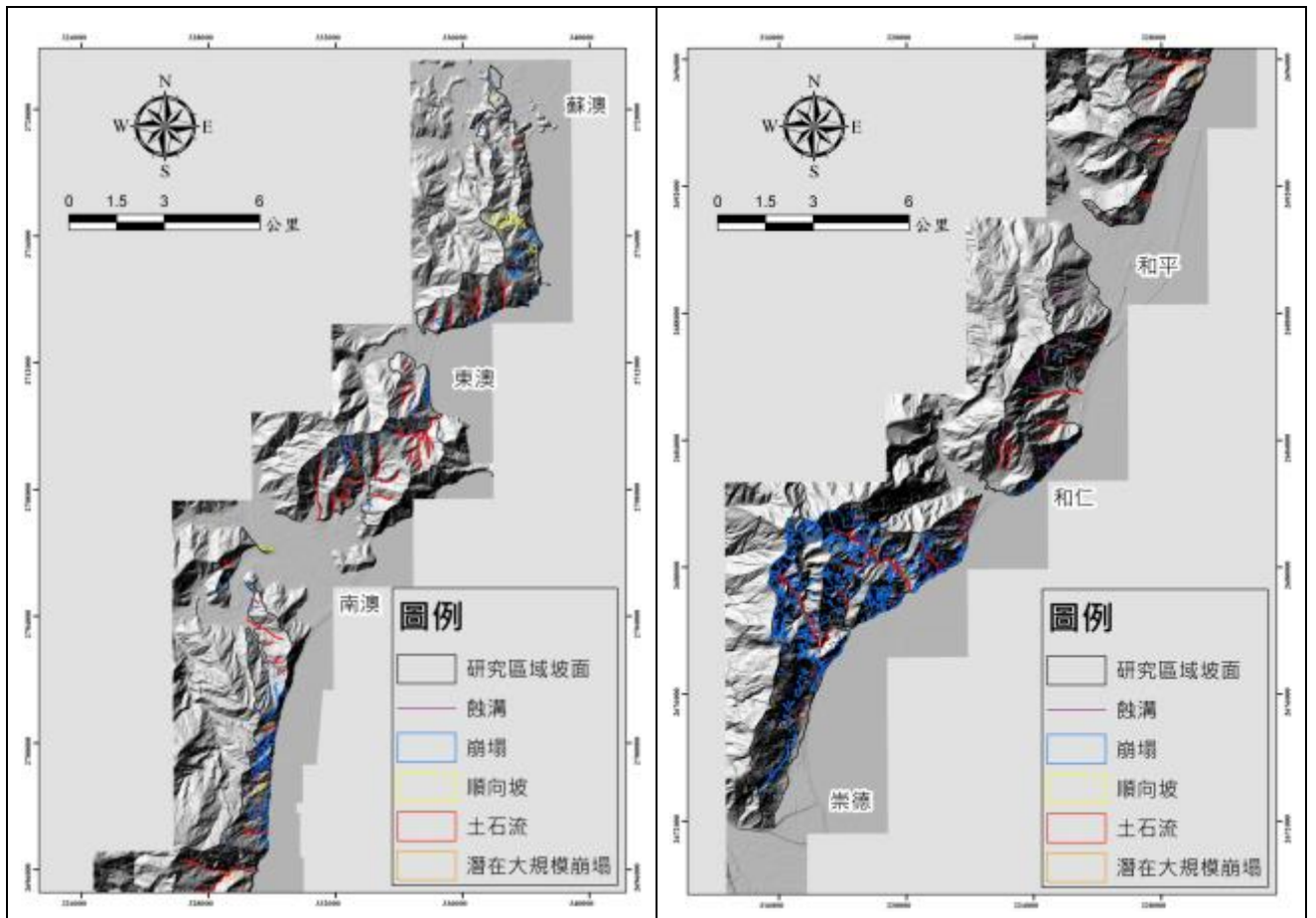


圖 4.3 研究區域坡面範圍內地質敏感地區分布圖







	
<p>a. 樁號 145K+000 處 2012/05/12 豪雨引發蝕溝發育成坡面型土石流。</p>	<p>b. 樁號 144K+550 處 2012/05/12 豪雨因蝕溝下蝕掏空路基，引起路面崩塌。</p>
	
<p>c. 樁號 147K+0000 處 2012/07/30 蘇拉颱風，因土石流側蝕造成邊坡崩塌。</p>	<p>d. 樁號 168K+0000 處 2009/10/03 芭瑪颱風，因土石流溢流造成交通中斷。</p>
	
<p>e. 樁號 116K+800 處 2010/12/16 豪雨造成邊坡岩屑崩滑。</p>	<p>f. 樁號 116K+800 處 2010/12/22 豪雨造成邊坡大規模崩塌。</p>

圖 4.4 蘇花公路蘇澳至崇德典型地質敏感地區特性

4.3 歷史山崩目錄建置

本研究以歷年高精度衛星影像建置歷史山崩目錄。在進行區域內崩塌地判釋之前，必須挑選合適的衛星影像，包括時間條件、雲覆條件及姿態條件符合的影像，選擇在區域內有重大降雨的颱風或豪雨事件前後且雲覆少及衛星拍攝的角度較小的影像作為崩塌判釋的底圖，本研究已蒐集完成的福衛二號影像共有16期，判釋事件包括自2005年至2012年之15次颱風豪雨事件，整理如表4-4。

表 4-4 歷史山崩目錄建置選用之福衛二號影像列表

對應事件	影像時間
0612豪雨後	2005/04/30
馬莎颱風後	2005/08/29
泰利颱風後(2005)	2006/04/03
0609豪雨後	2006/07/04
凱米颱風後	2006/08/10
0604豪雨後	2007/07/21
聖帕颱風後	2007/08/30
柯羅莎颱風後	2007/10/28
米塔颱風後	2007/12/24
辛樂克颱風後	2008/12/04
莫拉克颱風後	2009/08/25
凡那比颱風後	2010/10/25
南瑪都颱風後	2011/11/03
泰利颱風後(2012)	2012/07/15
蘇拉颱風後	2012/08/14

蘇花公路沿線在15次颱風豪雨後之崩塌地分布縮圖如附錄三，各期崩塌地面積整理如表4-5。應用多時序影像可以得到不同重大降雨事件前後的山崩發生位置分布資料，經由山崩分布空間資料的變異分析，將不同時期之同地衛星影像判釋出的山崩圖層套疊，透過空間關聯性分析（Spatial Intersection）可進一步進行歷史山崩變化分析。

在各個重大的降雨事件中所判釋出的崩塌面積統計結果如圖4.9~4.12。崩塌面積統計結果顯示，在泰利颱風(2005)、聖帕颱風、辛樂克颱風、凡那比颱風與蘇拉颱風等降雨事件中有明顯的增加，且增加之型態以新生崩塌為主。

表 4-5 蘇花公路沿線各期崩塌地個數與面積統計

歷史事件	總崩塌面積 (公頃)	新生崩塌面積 (公頃)	舊有崩塌擴大面積 (公頃)
0612豪雨後	72.01	12.92	1.06
馬莎颱風後	46.63	2.75	4.05
泰利颱風後(2005)	144.98	74.38	27.79
0609豪雨後	153.78	27.10	13.04
凱米颱風後	81.11	5.52	2.58
0604豪雨後	76.15	10.40	12.41
聖帕颱風後	154.64	89.61	24.98
柯羅莎颱風後	108.61	7.15	28.08
米塔颱風後	39.41	12.90	4.40
辛樂克颱風後	99.67	66.18	2.15
莫拉克颱風後	64.82	23.87	14.82
凡那比颱風後	104.65	49.89	15.06
南瑪都颱風後	62.67	16.39	14.41
泰利颱風後(2012)	80.79	33.80	4.97
蘇拉颱風後	254.90	163.46	36.78

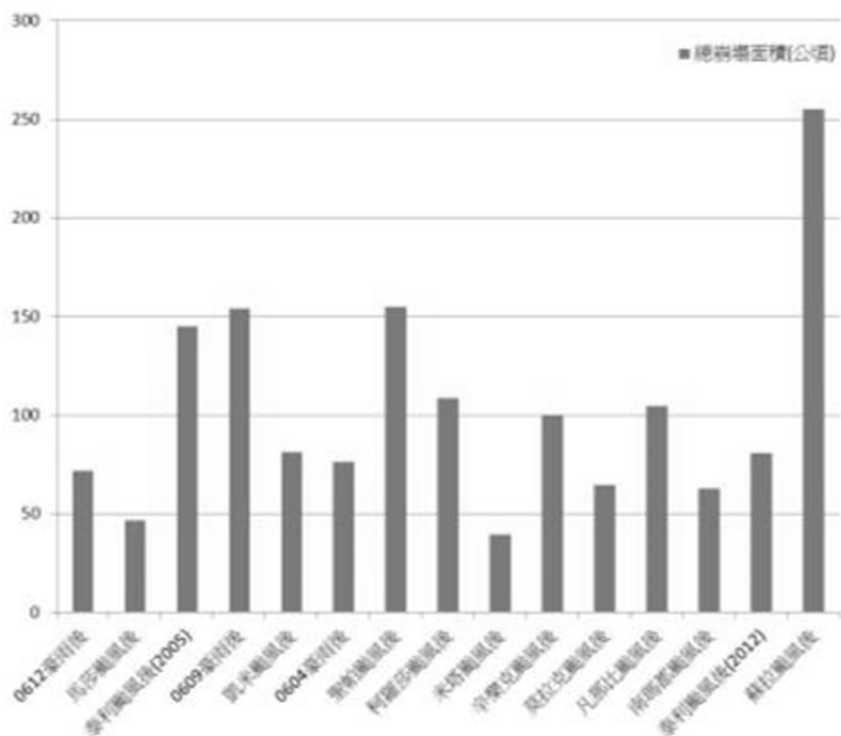


圖 4.5 總崩塌面積統計圖

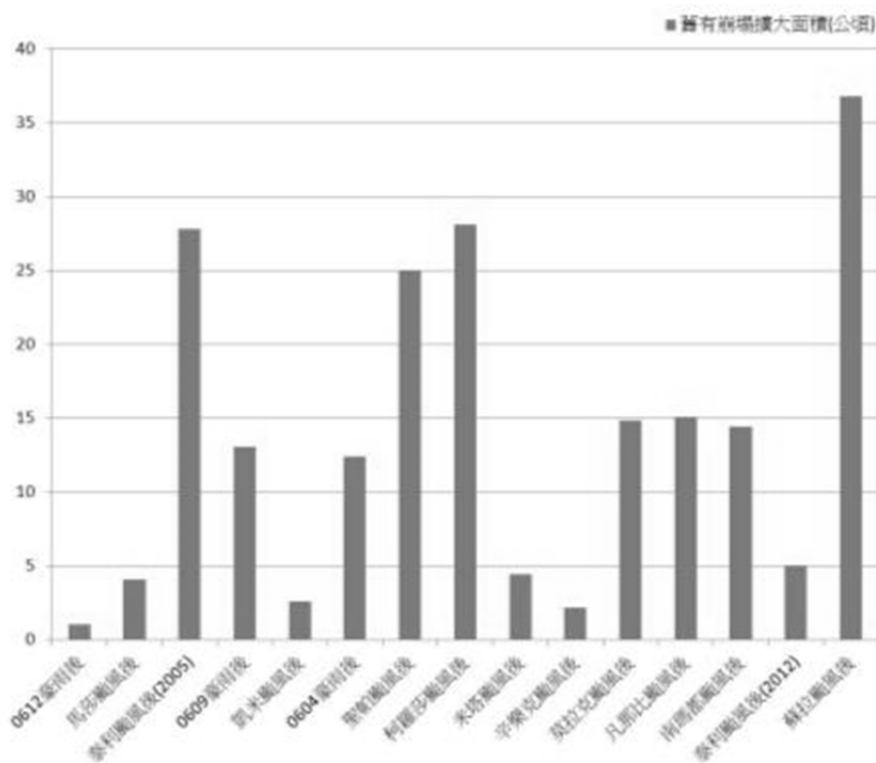


圖 4.6 舊有崩塌擴大面積統計圖

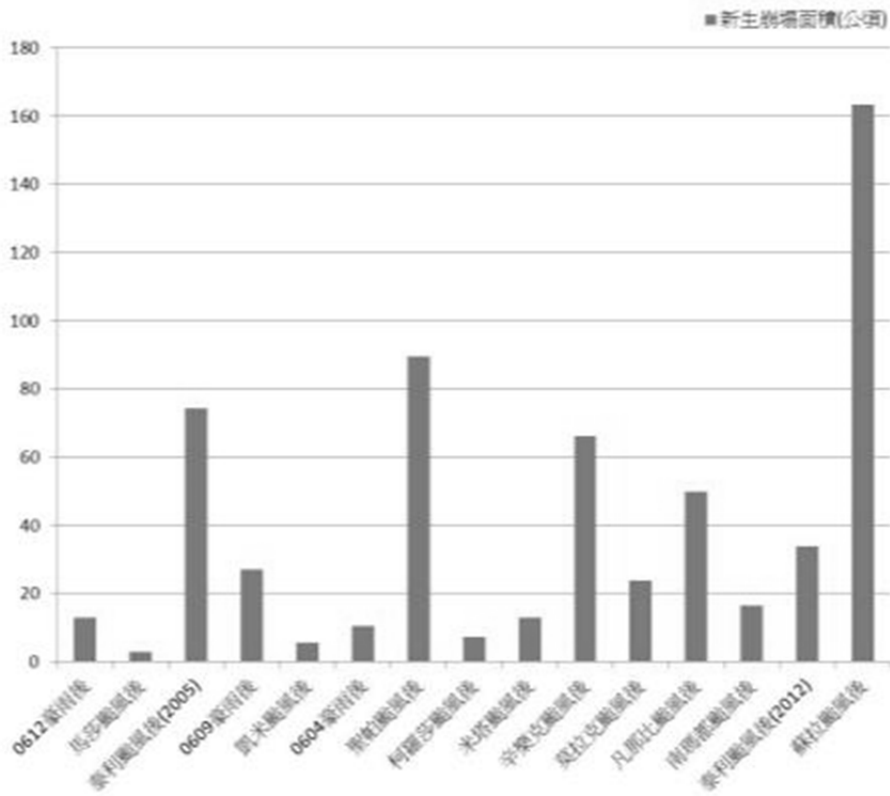


圖 4.7 新生崩塌面積統計圖

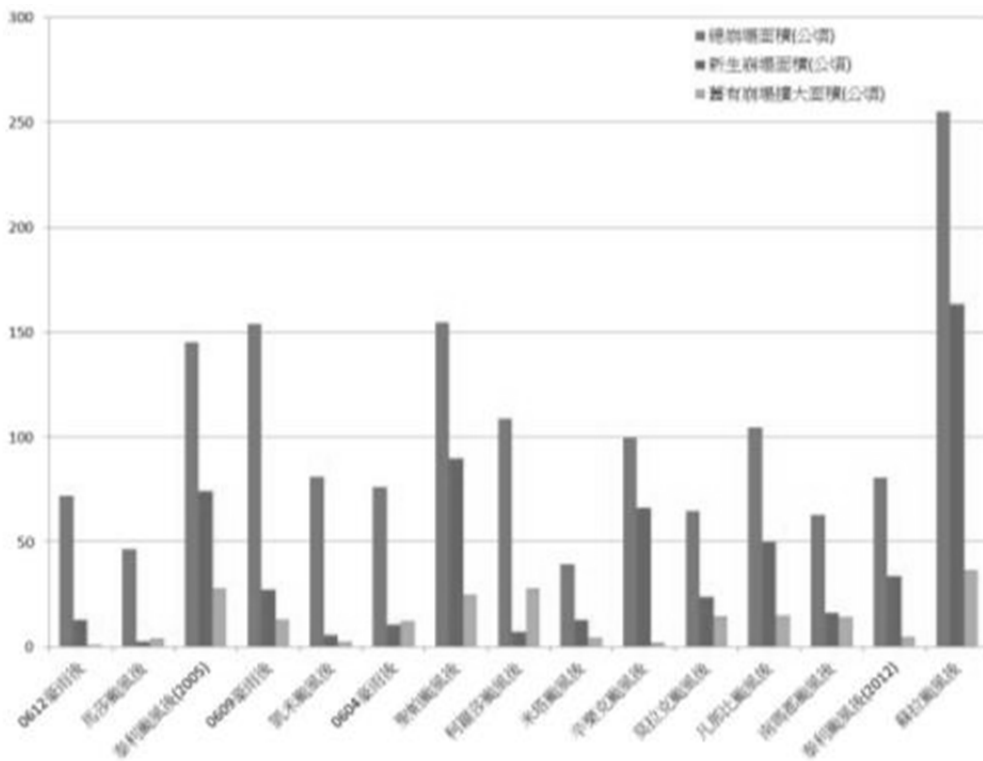


圖 4.8 各類崩塌面積統比較圖

4.4 邊坡山崩潛感分析

本研究採用證據權重法進行山崩潛感分析，在分析過程中選用的因子包含坡度、坡向、高程、岩性、距構造線距離、距河道距離與正規化值生指標等因子，詳細作業方法請參照附錄二相關說明；表4-6是採用0612豪雨事件資料透過證據權法進行山崩分析所得個因子條件分析後的山崩潛感權重分布之狀況，其他各事件分析所得之成果請參考附錄四。

表 4-6 0612 豪雨事件山崩潛感權重分布狀況

坡度				
分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
<5	1508.3775	6.0725	0.40%	-0.70465
5-10	303.9575	6.0425	1.99%	1.04776
10-15	220.735	2.8325	1.28%	0.56375
15-20	267.8	0.835	0.31%	-0.89469
20-25	399.07	0.525	0.13%	-1.77811
25-30	663.69	1.22	0.18%	-1.46258
30-35	1051.1175	3.295	0.31%	-0.94208
35-40	1368.5275	7.01	0.51%	-0.43089
40-45	1338.0975	10.0425	0.75%	0.005601
45-50	1029.5725	13.345	1.30%	0.649939
50-55	649.2925	8.7975	1.35%	0.663022
55-60	382.6525	6.065	1.58%	0.808915
>60	413.785	5.5975	1.35%	0.637564

岩性				
分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
大南澳片岩(大理岩)	3394.8975	41.43	1.22%	0.924461
大南澳片岩(片麻岩、混合岩)	1624.03	13.23	0.84%	0.106242
大南澳片岩(黑色片岩、綠色片岩、燧石)	3102.83	17.02	0.55%	-0.43116

表 4-6 0612 豪雨事件山崩潛感權重分布狀況(續)

坡向				
分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
北	1288.695	8.6175	0.67%	-0.12765
東北	1083.3725	8.22	0.76%	0.017846
東	1315.66	10.3425	0.79%	0.059955
東南	1263.6775	9.8225	0.78%	0.046392
南	1082.29	8.74	0.81%	0.089095
西南	1050.4725	7.065	0.67%	-0.11789
西	1282.5175	9.2475	0.72%	-0.0409
西北	1229.99	9.625	0.78%	0.054006

高程				
分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
<200	3831.245	19.53	0.51%	-0.5774584
200-400	1888.985	10.74	0.57%	-0.3319718
400-600	1344.0925	13.1325	0.98%	0.32275765
600-800	894.3125	15.185	1.70%	0.97206276
800-1000	608.98	5.9525	0.98%	0.29260286
1000-1200	418.8025	1.0675	0.25%	-1.1099078
1200-1400	210.93	1.96	0.93%	0.22575787
1400-1600	148.26	0	0.00%	0
1600-1800	116.65	0.265	0.23%	-1.2040565
>1800	134.4175	3.8475	2.86%	1.40634438

正規化植生指數				
分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
<0	595.6375	0	0.00%	0
0-0.1	606.82	0.3675	0.06%	-2.57984
0.1-0.2	509.575	15.56	3.05%	1.623062
0.2-0.3	504.25	27.09	5.37%	2.444084
0.3-0.4	573.2575	21.71	3.79%	1.955647
0.4-0.5	1064.345	5.83	0.55%	-0.34511
>0.5	5742.79	1.1225	0.02%	-4.55802

表 4-6 0612 豪雨事件山崩潛感權重分布狀況(續)

距構造線距離				
分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
<50	337.805	0	0.00%	0
50-100	314.815	0.015	0.00%	-5.0955788
100-150	314.8975	0.485	0.15%	-1.6116264
150-200	313.065	0.7525	0.24%	-1.1616805
200-250	309.6375	1.145	0.37%	-0.723651
250-300	300.98	1.18	0.39%	-0.6635203
300-350	291.3825	1.68	0.58%	-0.2677684
350-400	290.0475	1.1925	0.41%	-0.6144289
400-450	286.7275	1.4275	0.50%	-0.4184483
450-500	288.025	1.5	0.52%	-0.3722925
>500	6549.2925	62.3025	0.95%	1.13509077

距河道距離				
分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
<50	609.95	17.64	2.89%	1.59388669
51-100	509.76	8.575	1.68%	0.89469761
101-150	477.9325	2.6625	0.56%	-0.308488
151-200	444.3375	1.8825	0.42%	-0.5912271
201-250	425.0125	1.8575	0.44%	-0.5582315
251-300	418.58	1.38	0.33%	-0.8473681
301-350	398.51	0.8575	0.22%	-1.2804595
351-400	370.51	0.3725	0.10%	-2.0463544
>400	5942.0825	36.4525	0.61%	-0.4554245

圖4.9為以0612豪雨事件資料透過證據權法進行山崩分析所得之成果，其他各事件分析所得之成果請參考附錄五。

0612豪雨事件 山崩潛感圖

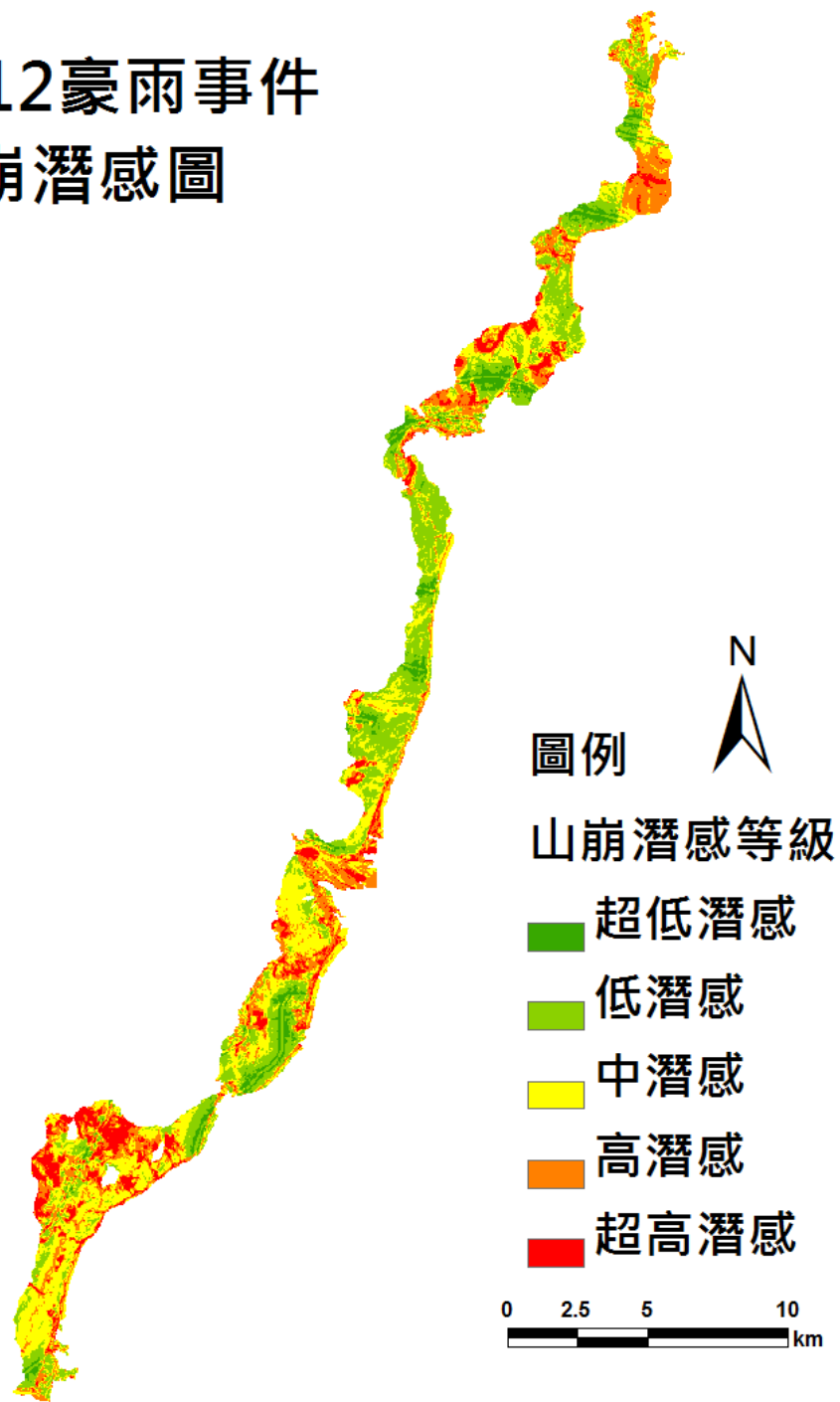


圖 4.9 0612 豪雨事件山崩潛感

4.5 山區道路坡面單元劃分

本研究以內政部資訊中心之5公尺網格解析度數值地形為分析材料，依據坡向與地形分析結果，進行坡面單元劃分。以下就影響蘇花公路坡面之坡向分析、坡度分析、水系分析與坡面單元劃分結果進行說明：

4.5.1 坡向分析

影響蘇花公路坡面約2,513公頃左右，就此範圍內進行坡向分析，將坡向分別以八方向(北、東北、東、東南、南、西南、西、西北)進行統計(圖4.10、圖4.11)，整體而言，明顯以東方、東南的坡面為最多。自崇德至南澳之坡向主要以東-東南向之坡面為主。南澳至蘇澳之坡向則以東南-南與西-西北的坡面為主。本區自和平以南岩性以大理岩與片麻岩為主，岩體緻密且堅硬，坡向以東至東南向為主；而和平至蘇澳因岩性以板岩為主，但局部因斷層與褶皺發育，造成位態較為複雜，坡向亦無特定面向。

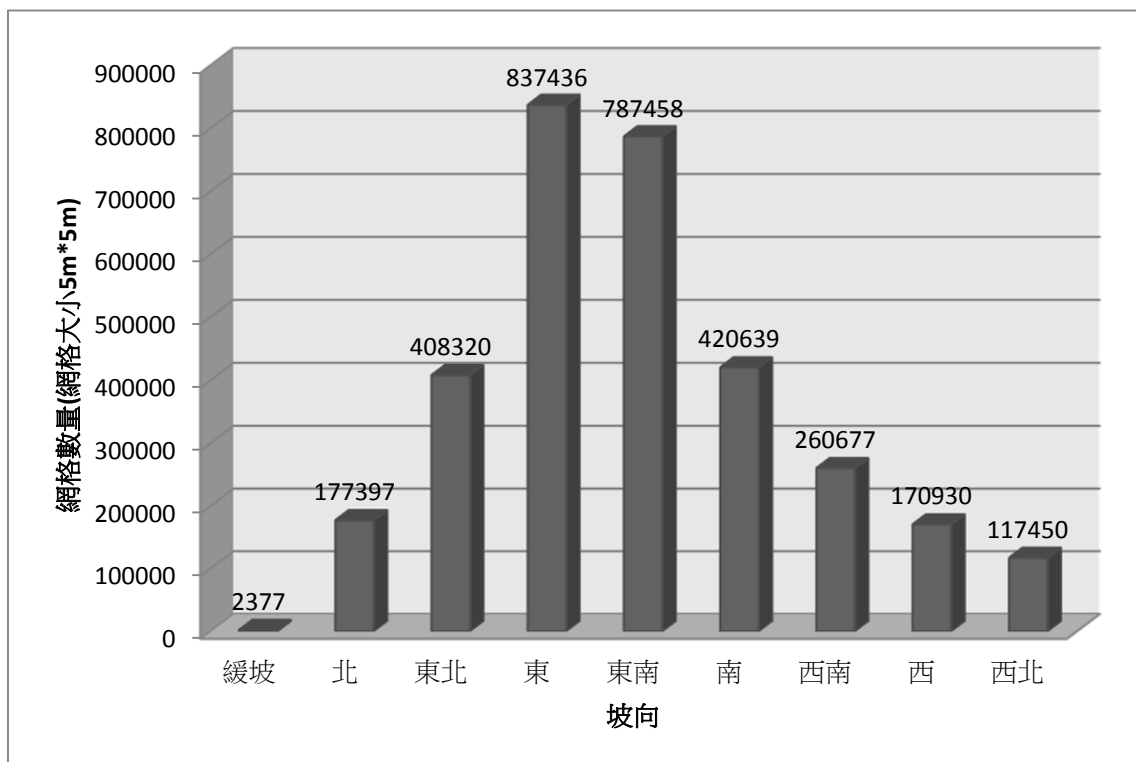


圖 4.10 研究區坡向統計圖

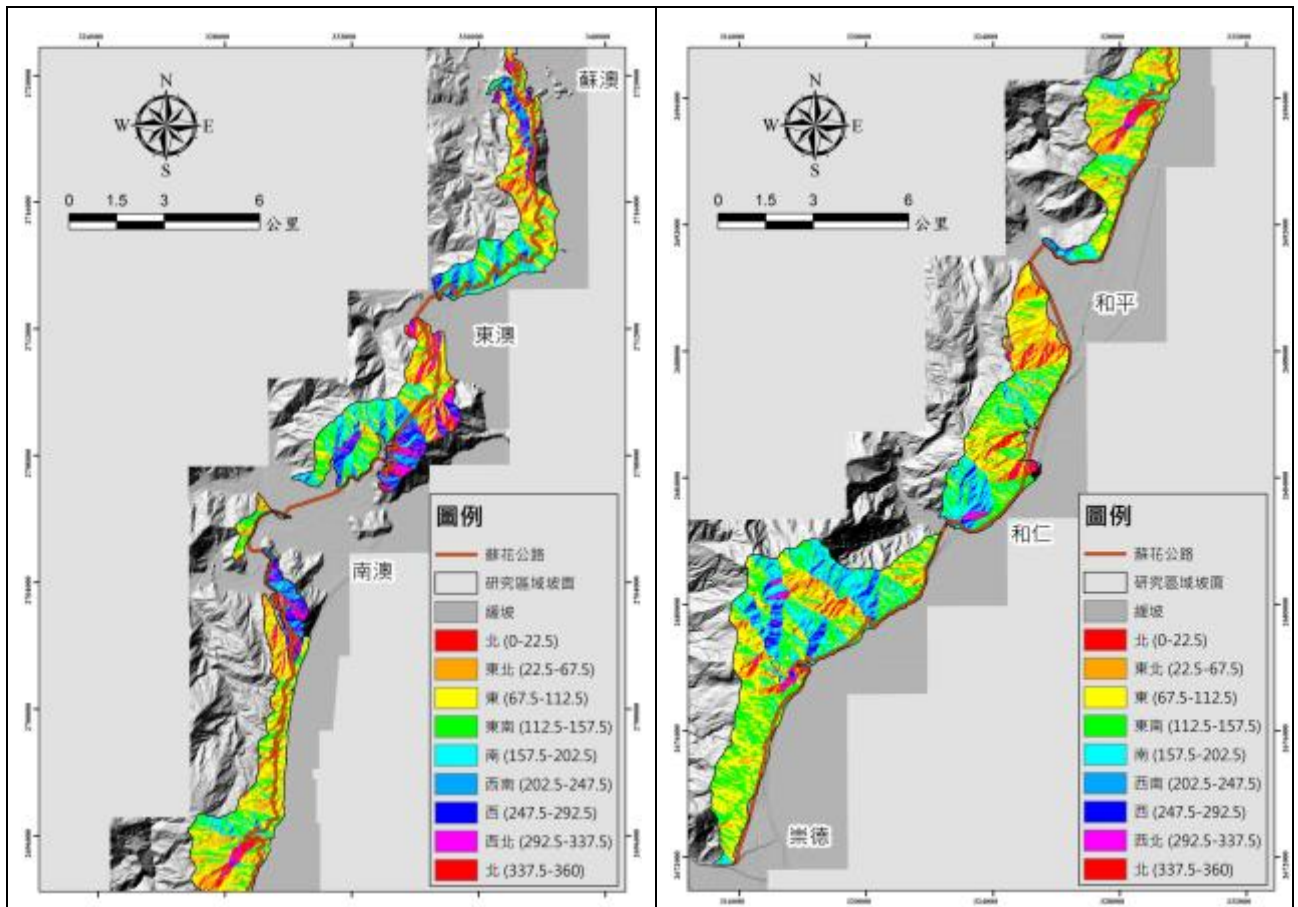


圖 4.11 研究區坡向分布圖

4.5.2 坡度分析

依據水土保持技術規範之坡度分級進行統計(圖4.12)，整體而言坡度集中在六級與七級坡，佔此兩分級佔整體81%左右，約為2,036公頃，顯示研究區域內主要為陡坡地形，不利於邊坡穩定狀況。而就空間分布的狀況(圖4.13)，崇德至和平區域之坡度，相對較和平至蘇澳路段為陡，除了指出因岩性材料不同造成此項差異外，此條件亦反映在地質環境敏感地區的特性上，崇德至和平路段會有較多落石、與崩塌災害。

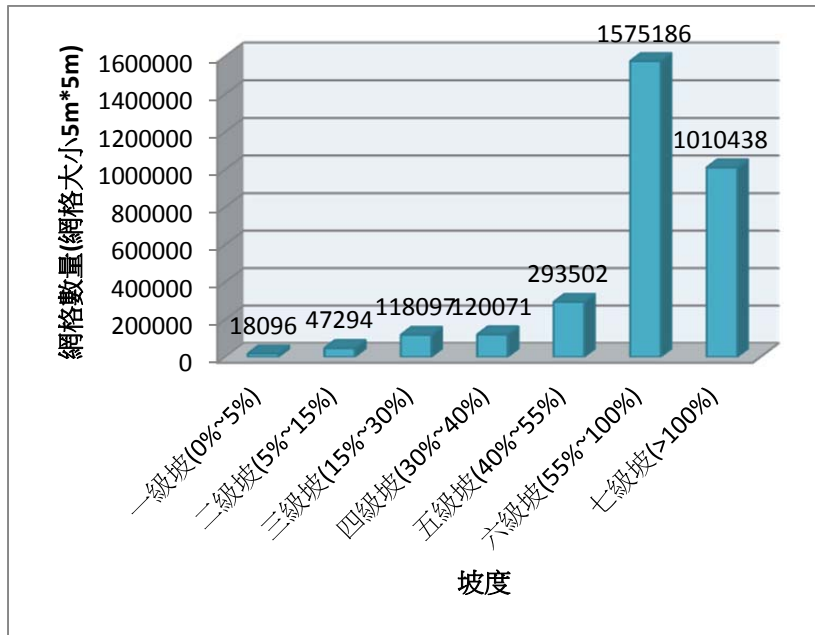
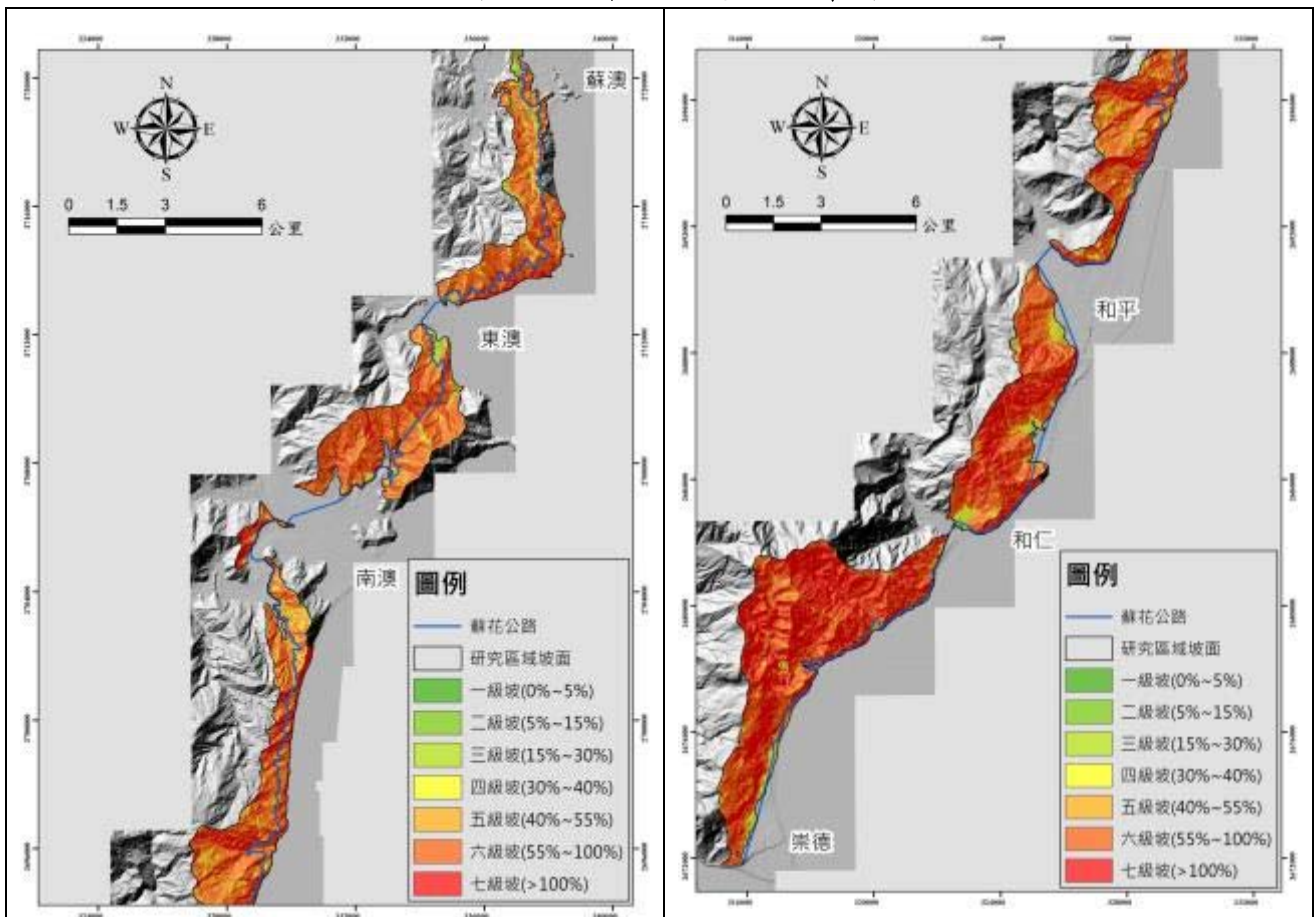


圖 4.12 研究區坡度統計圖



4.5.3 水系分析

水系分布狀況影響道路邊坡排水甚鉅，亦為土石流與蝕溝災害，甚至誘發上、下邊坡崩塌災害之主要發生位置，因此易致災路段之劃分除參考坡向與坡度外，需再參考水系的位置，將道路與水系相交的區位找出，在特別針對這些土石流與蝕溝影響範圍區位進行確認，以完成易致災路段之劃分作業。本研究以內政部資訊中心2005年產製之5公尺網格解析度數值地形，利用ESRI公司ArcGIS 軟體ArcHydro模組，進行研究區與內之水系分析，以土石流有效集水區面積(3公頃)為水系起算門檻，其分析結果如圖4.14。經計算，蘇花公路蘇澳至崇德路段共有77處被水系截切。在水系特性分析部分，從圖中可以看出整體路段沿線之主要水系流向大致由西北流向東南，水系約略呈樹枝狀發育，此顯示因大理岩與片麻岩岩體緻密堅硬，以及板岩劈理較凌亂，導致上游水系無特定流向。

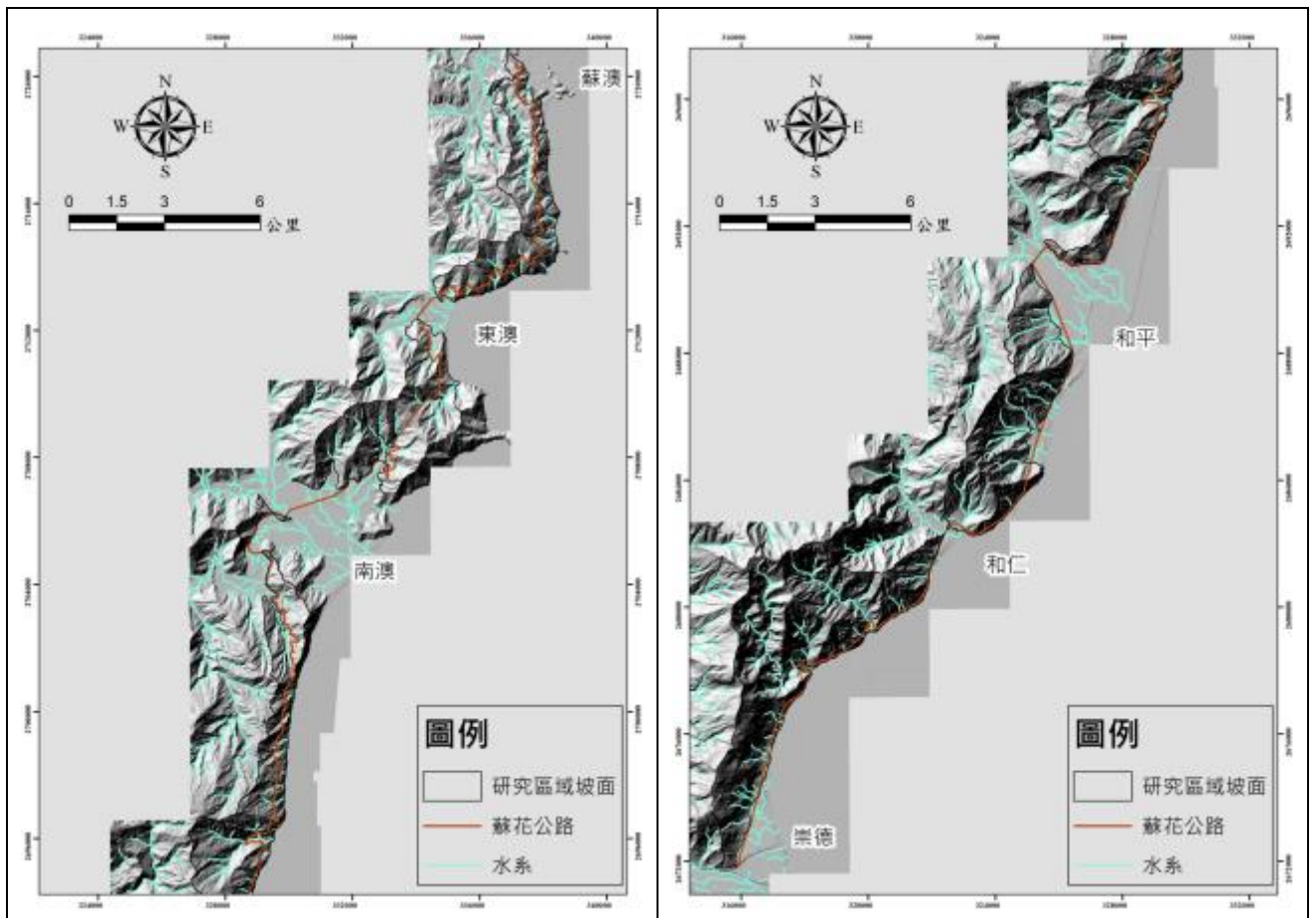


圖 4.14 研究區水系分布圖

4.5.4 坡面單元劃分

綜合坡向、地形分析結果，蘇花公路山區道路路段自蘇澳至崇德路段，共劃分出618個坡面單元(圖4.15)。上述坡面單元中，將各坡面單元之災害個數進行統計(表4-7)，除了無災害之坡面外，以1個災害之坡面為主，坡面數量為188個，其次為同時發育2個災害之坡面為81個，接著為同時發育3個災害之坡面為45個、同時發育4個災害之坡面為30個，而同時發育5個以上之坡面為21個，其中高災害個數之坡面，多因上游崩塌大量發育造成。

就空間分布而言，高災害個數之坡面多發生於集水區上游，如和仁至崇德路段上游集水區，而蘇澳到南澳以及南澳至和平路段邊坡主要以同時發育4個至6個災害之坡面為主(圖4.15)。

表 4-7 坡面災害個數統計表

災害個數	坡面個數	災害個數	坡面個數
0	219	6	10
1	188	7	11
2	81	8	5
3	45	9	5
4	30	11	2
5	21	13	1

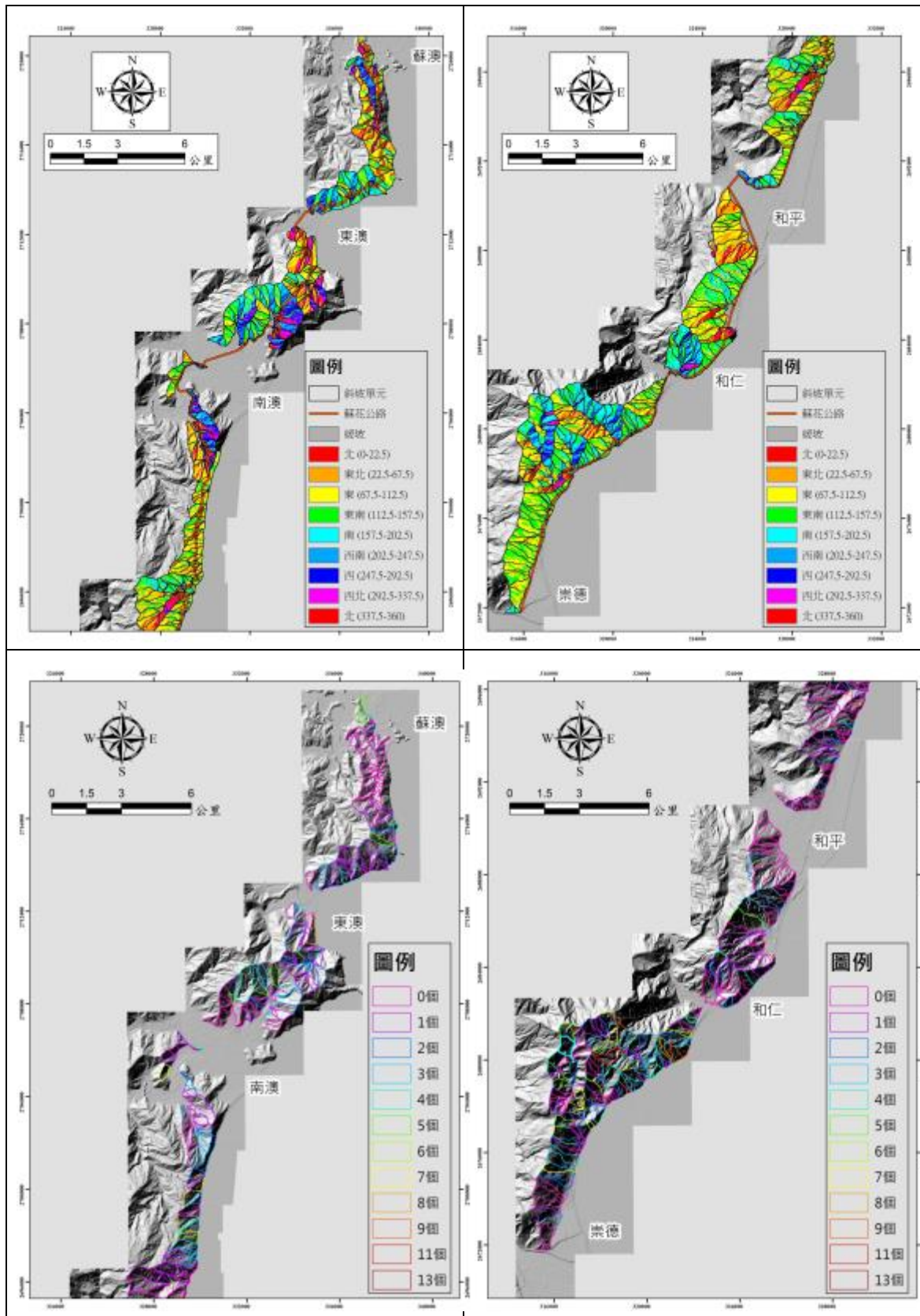


圖 4.15 研究區坡面單元分布圖

4.6 重大災例蒐集蒐集

本研究之重大災例蒐集自交通部公路防救災資訊系統 (<http://bobe168.tw/index.aspx>) 之災情資料，依災情資料顯示蘇花公路山區道路路段自2008年9月至2013年11月重大災害案例共計42處(圖4.16)，災害類型主要以邊坡崩塌或土石流造成局部路段或橋樑損壞以及路基崩坍為主。蒐集時間內各路線樁號、致災事件、致災類型及阻斷時間整理如表4-8，受損情形如圖4.17所示，部分路段在颱風豪雨期間係因雨量超過警戒值而採預警性封閉，並非已發生災害導致道路中斷，實際因災害導致道路中斷共計36處(圖4.18)，當時情形記錄如表4-9。

表4-10統計災害案例時間為2008年9月至2013年5月，其中導致中斷的災害類型可分為土石流阻斷、路基流失以及邊坡坍方，而封閉類型皆為預警性的封閉，未必有發生中斷的情形。若以每20K為統計單元分析災害次數，106K~120K災害次數最多，共發生14次的道路中斷或封閉，分別位於106K+800、109K+100、111K+200、111K+500、115K+580、115K+600、115K+750、115K+800、115K+900、116K+030及116K+800等11處。

其中115K~117K處不論在中斷或是預警性封閉類型中，皆為次數最頻繁之處。其次在140K~160K處發生共10次的道路中斷或封閉，分別位於142K+500、144K+550、144K+750、145K+000、145K+350、145K+840、147K+000、147K+050、149K+300及149K+750等10處，其中142K+500~150K+050處在2012年5月12日豪雨事件中，發生10處因路基流失或土石流易流而造成災情。

160K~183K處亦發生10次的道路中斷或封閉，分別位於163K+400、166K+000、167K+800、168K+000、166K+500、166K+800、169K+300、169K+900、170K+100以及173K+380等10處，而120K~140K處共發生2次的道路中斷或封閉，分別位於126K+800以及127K+070等2處，在各路段中，未發生預警性封閉的狀況，皆為災害造成道路中斷的類型。

表 4-8 蘇花公路近年重大災害案例彙整

路線樁號	致災事件名稱	縣市鄉鎮	附近地名	災害類型及受損情形	阻斷時間	相片
106K+800	梅姬颱風	宜蘭縣蘇澳鎮	黑白馬地標	道路，預警性封閉。下邊坡路基流失缺口長 80M 寬 12M。	2010/10/22 07:30	圖 4.17 照片 1
				道路，預警性封閉。道路路基流失長 80M，寬度 10M。	2010/10/21 20:00	
107K+900	梅姬颱風	宜蘭縣蘇澳鎮	無	道路，預警性封閉。上邊坡坍方長 50M，寬 9M，高 5M*1/2，坍方數量約 1125 M ³ 。	2010/10/21 13:00	圖 4.17 照片 2
109K+100	梅姬颱風	宜蘭縣蘇澳鎮	蘇南里	道路，預警性封閉。路基缺口長 30M，寬 9M。	2010/10/21 13:00	圖 4.17 照片 3
111K+200	豪雨	宜蘭縣蘇澳鎮	猴猴坑	道路，邊坡坍方。上邊坡坍方長 10M，寬 6M，高 4M，約 240 M ³ 。	2012/12/13 16:40	
111K+500	辛樂克颱風	宜蘭縣蘇澳鎮	九宮里	道路，土石流阻斷。坍方交通阻斷，邊坡坍方長 80M，寬 10M，高 16M，坍方數量約 6400 M ³ ，路基缺口 40M 深 10M。	2008/09/14 07:30	圖 4.17 照片 4
112K+100	梅姬颱風	宜蘭縣蘇澳鎮	九宮里	道路，預警性封閉。上邊坡坍方長 100M，寬 12M，高 8M*1/2，坍方數量約 4800 M ³ 。	2010/10/21 13:00	圖 4.17 照片 5
115K+580	豪雨	宜蘭縣蘇澳鎮	東澳	道路，邊坡坍方。邊坡坍方長約 40M*寬約 8M*高約 15*1*2 約 2000 M ³ 現場災情擴大且間歇落石搶修困難	2012/01/08 11:30	圖 4.17 照片 6
115K+600	豪雨	宜蘭縣蘇澳鎮	東澳	道路，邊坡坍方。上邊坡坍方擴大持續坍方落石。	2012/01/09 10:30	

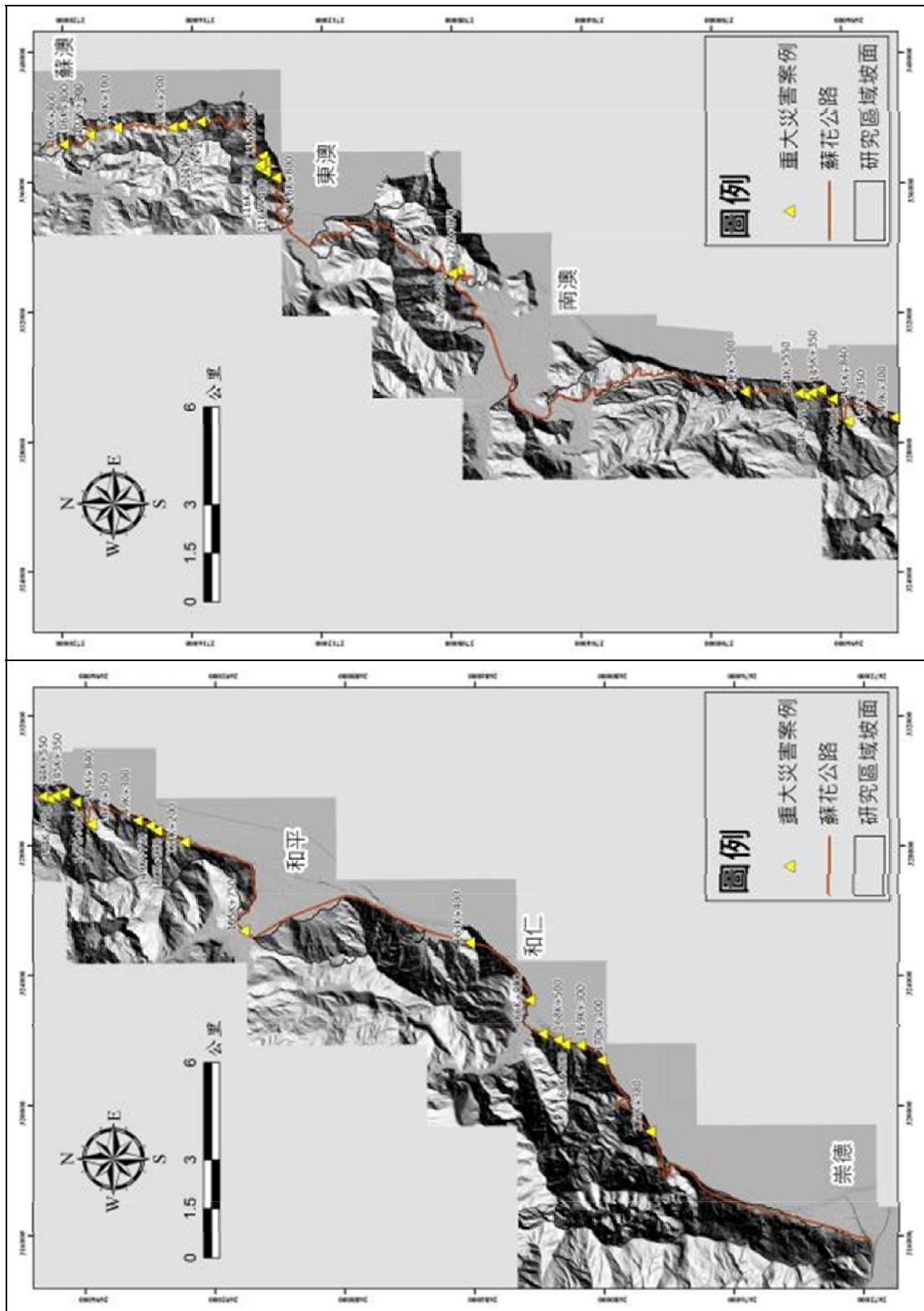
路線樁號	致災事件名稱	縣市鄉鎮	附近地名	災害類型及受損情形	阻斷時間	相片
115K+750	豪雨	宜蘭縣蘇澳鎮	大坑橋附近	道路，道路落石。道路連續落石，無人員車輛損害，進行臨時性管制措施	2011/12/15 20:30	
115K+800	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	東澳	道路，邊坡坍方。邊坡坍方 $12*8*3=288 M^3$	2012/05/30 01:00	圖 4.17 照片 7
		宜蘭縣蘇澳鎮	石牌宮	道路，路基流失。路基缺口 80M 長、寬 3~3.5M，深度達 100M， 路基下滑持續擴大延伸至中央 雙黃線	2011/10/09 09:00	圖 4.17 照片 8
115K+900	芭瑪颱風	宜蘭縣蘇澳鎮	東澳	道路，土石流阻斷。上邊坡坍方 長 60M，寬 9M，高 15M*1/2， 坍方數量約 4050M ³	2009/10/06 12:00	
116K+030	梅姬颱風	宜蘭縣蘇澳鎮	無	道路，預警性封閉。上、下邊坡 坍方及路基流失缺口長 70M，寬 20M，高 20M。	2010/10/21 18:00	圖 4.17 照片 9
116K+400	梅姬颱風	宜蘭縣蘇澳鎮	東澳石牌公	道路，預警性封閉。路基流失長 約 30M，寬約 10M。	2010/10/21 15:30	圖 4.17 照片 10
116K+800	豪雨	宜蘭縣蘇澳鎮	石牌宮	道路，預警性封閉。上邊坡坍方 長 30M，寬 20M，高 10M *1/2， 坍方數量約 2500~3000 M ³ 。	2010/12/15 21:30	圖 4.17 照片 11

路線樁號	致災事件名稱	縣市鄉鎮	附近地名	災害類型及受損情形	阻斷時間	相片
123K+0	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	東澳	道路，邊坡坍方。1.搶修方式：調度開口契約廠商及工務段機具搶修,2.管制措施：雙向交通阻斷	2013/11/13 11:50	
126K+800	芭瑪颱風	宜蘭縣南澳鄉	南澳	道路，土石流阻斷。邊坡坍方長80M，寬9M，高30M*1/2，坍方數量約10800 M ³ 。	2009/10/05 19:00	
127K+070	奈格颱風	宜蘭縣蘇澳鎮	新澳橋南口附近	道路，邊坡坍方。坍方面積20*15*4.5/2	2011/10/02 01:30	
142K+500	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	武塔	道路，土石流阻斷。50M長*10寬*10高=5000 M ³	2012/05/12 20:00	
144K+550	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	觀音	道路，土石流阻斷。路基缺口10M*3M*6M深，坍方100M*5M*0.5M=250 M ³	2012/05/12 20:00	圖 4.17 照片 12
144K+750	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	武塔	道路，路基流失。路基流失長50M，寬10M，深度10M。路基寬約1M。	2012/05/12 19:00	圖 4.17 照片 13

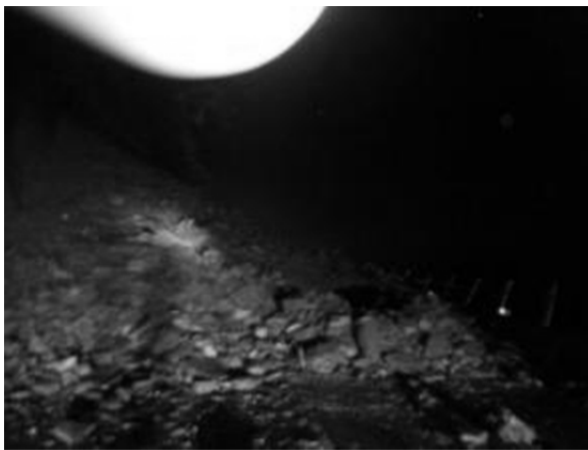





路線樁號	致災事件名稱	縣市鄉鎮	附近地名	災害類型及受損情形	阻斷時間	相片
145K+000	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	觀音附近	道路，土石流阻斷。 145K+000~+050 坍方 50M *9M*4M=1800 M ³ 145K+130 ~ 250 路面積水 0.8M 高淤泥 120M*10M*0.3=360 M ³	2012/05/12 22:00	圖 4.17 照片 14
145K+350	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	觀音附近	道路，邊坡坍方。坍方 25M*8M*7M=1400 M ³	2012/05/12 22:00	圖 4.17 照片 15
145K+840	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	觀音	道路，邊坡坍方。坍方 40M*10M*3M=1200 M ³	2012/05/12 22:00	圖 4.17 照片 16
147K+000	蘇拉颱風	宜蘭縣南澳鄉	南澳觀音	道路，路基流失。147K+000 ~ 147K+100 (觀音) 路基缺口 100M*20M*20M 深已無路基	2012/08/02 05:00	圖 4.17 照片 17
147K+050	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	觀音	道路，路基流失。路基流失長 40M，寬 10M，深 8M，有效路 寬約 2M。	2012/05/12 19:00	圖 4.17 照片 18
149K+300	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	觀音附近	道路，邊坡坍方。坍方 80*10*1.5+70*10*6=5400 M ³	2012/05/12 22:00	圖 4.17 照片 19
149K+750	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	漢本附近	道路，邊坡坍方。坍方 20M*8M*3M=480 M ³	2012/05/12 22:00	圖 4.17 照片 20
150K+050	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	漢本	道路，邊坡坍方。坍方 60M*10*0.5+100*10*1.5+100*1 0*1.5=3300 M ³	2012/05/12 22:00	圖 4.17 照片 21

路線樁號	致災事件名稱	縣市鄉鎮	附近地名	災害類型及受損情形	阻斷時間	相片
151K+200	豪雨	宜蘭縣南澳鄉	漢本-和平	道路，邊坡坍方。沿途零星坍方影響車道	2012/05/12 22:00	圖 4.17 照片 22
155K+750	豪雨	花蓮縣秀林鄉	和平-崇德	道路，邊坡坍方。沿途零星坍方影響車道	2012/05/12 22:00	圖 4.17 照片 23
163K+400	芭瑪颱風	花蓮縣秀林鄉	和平隧道南口	道路，土石流阻斷。邊坡坍方長10M，寬8M，高1M，坍方數量約80 M ³	2009/10/05 15:00	
166K+000	芭瑪颱風	花蓮縣秀林鄉	花蓮縣秀林鄉和仁村(和仁隧道南口)	道路，土石流阻斷。邊坡坍方約長30M寬10M高16*1/2M約2400M ³	2009/10/04 21:00	圖 4.17 照片 24
167K+800	薔蜜颱風	花蓮縣秀林鄉	無	道路，土石流阻斷。道路積水淤泥，交通阻斷。	2008/09/28 18:00	
168K+000	芭瑪颱風	花蓮縣秀林鄉	和仁	道路，土石流阻斷。邊坡坍方200M*11M*3M	2009/10/05 14:30	圖 4.17 照片 25
168K+500	芭瑪颱風	花蓮縣秀林鄉	和仁	道路，土石流阻斷。邊坡坍方100M*11M*(6M+1M)	2009/10/05 14:30	圖 4.17 照片 26
168K+800	芭瑪颱風	花蓮縣秀林鄉	和仁	道路，土石流阻斷。邊坡坍方約660M ³ 。	2009/10/05 14:30	圖 4.17 照片 27
169K+300	豪雨	花蓮縣秀林鄉	和清隧道口	道路，邊坡坍方。上邊坡坍方長20M，寬10M，高15M*1/2，坍方數量約2250M ³ 。	2012/02/29 06:05	圖 4.17 照片 28

路線樁號	致災事件名稱	縣市鄉鎮	附近地名	災害類型及受損情形	阻斷時間	相片
169K+900	豪雨	花蓮縣秀林鄉	清水	道路，道路落石。 仁清隧道南口明隧道橫樑因豪 雨落石造成斷裂，全線阻斷。	2013/5/6 08:30	圖 4.17 照片 29
170K+100	芭瑪颱風	花蓮縣秀林鄉	清水	道路，土石流阻斷。 邊坡坍方約 3000M ³	2009/10/05 14:00	圖 4.17 照片 30
173K+380	蘇拉颱風	花蓮縣秀林鄉	清水	道路，邊坡坍方。 1.173K+380 (清水) 坍方阻斷 10M*8M*1.5M 約=120M ³ 2.173K+830 (清水) 坍方阻斷 10M*3M*1.5M 約=45M ³ 3.173K+897 (清水) 坍方阻斷 3M*2M*1M 約=6M ³ 4.174K+040 (清水) 坍方阻斷 15M*5M*2M 約=150M ³ 5.174K+090 (清水) 坍方 4M*2M*1M 約=8M ³	2012/08/02 05:00	



	
<p>照片 1. 蘇花公路 106K+800 於梅姬颱風期間道路阻斷情形</p>	<p>照片 2. 蘇花公路 107K+900 於梅姬颱風期間道路阻斷情形</p>
	
<p>照片 3. 蘇花公路 109K+100 於梅姬颱風期間道路阻斷情形</p>	<p>照片 4. 蘇花公路 111K+500 於辛樂克颱風期間道路阻斷情形</p>
	
<p>照片 5. 蘇花公路 112K+100 於梅姬颱風期間零星坍方影響車道</p>	<p>照片 6. 蘇花公路 115K+580 於 0108 豪雨事件道路阻斷情形</p>

	
<p>照片 7. 蘇花公路 115K+800 於 0529 豪雨事件道路阻斷情形</p>	<p>照片 8. 蘇花公路 115K+800 於 1009 豪雨事件道路阻斷情形</p>
	
<p>照片 9. 蘇花公路 116K+030 於梅姬颱風期間道路阻斷情形</p>	<p>照片 10. 蘇花公路 116K+400 於梅姬颱風期間零星坍方影響車道</p>
	
<p>照片 11. 蘇花公路 116K+800 於梅姬颱風期間道路阻斷情形</p>	<p>照片 12. 蘇花公路 144K+550 於 0512 豪雨事件道路阻斷情形</p>



照片 13. 蘇花公路 144K+750 於 0512 豪雨事件道路阻斷情形



照片 14. 蘇花公路 145K+000 於 0512 豪雨事件間道路阻斷情形



照片 15. 蘇花公路 145K+350 於 0512 豪雨事件道路阻斷情形



照片 16. 蘇花公路 145K+840 於 0512 豪雨事件道路阻斷情形



照片 17. 蘇花公路 147K+000 於蘇拉颱風期間道路阻斷情形



照片 18. 蘇花公路 147K+050 於 0512 豪雨事件道路阻斷情形



照片 19. 蘇花公路 149K+300 於 0512 豪雨事件零星坍方影響車道



照片 20. 蘇花公路 149K+750 於 0512 豪雨事件零星坍方影響車道



照片 21. 蘇花公路 150K+050 於 0512 豪雨事件零星坍方影響車道



照片 22. 蘇花公路 151K+200 於 0512 豪雨事件零星坍方影響車道



照片 23. 蘇花公路 155K+750 於 0512 豪雨事件零星坍方影響車道



照片 24. 蘇花公路 166K+000 於芭瑪颱風期間道路阻斷情形

	
<p>照片 25. 蘇花公路 168K+000 於芭瑪颱風期間道路阻斷情形</p>	<p>照片 26. 蘇花公路 168K+500 於芭瑪颱風期間道路阻斷情形</p>
	
<p>照片 27. 蘇花公路 168K+800 於芭瑪颱風期間道路阻斷情形</p>	<p>照片 28. 蘇花公路 169K+300 於 0229 豪雨事件道路阻斷情形</p>
	
<p>照片 29. 蘇花公路 179K+900 於 0506 豪雨事件道路阻斷情形</p>	<p>照片 30. 蘇花公路 170K+100 於芭瑪颱風期間道路阻斷情形</p>

圖 4.17 蘇花公路近年重大災害發生現場照片

表 4-9 蘇花公路山區道路 2008 年迄今因災害發生中斷案例彙整表

編號	路線樁號	災害名稱	編號	路線樁號	災害名稱
1	106K+800	2010/10/22 梅姬颱風	19	144K+750	2012/5/12 豪雨
2	106K+800	2010/10/21 梅姬颱風	20	145K+000	2012/5/12 豪雨
3	109K+100	2010/10/21 梅姬颱風	21	145K+350	2012/5/12 豪雨
4	111K+200	2010/12/13 豪雨	22	146K+840	2012/5/12 豪雨
5	111K+500	2008/9/14 辛樂克颱風	23	147K+000	2012/8/2 蘇拉颱風
6	115K+580	2012/1/8 豪雨	24	147K+050	2012/5/12 豪雨
7	115K+600	2012/1/9 豪雨	25	149K+300	2012/5/12 豪雨
8	115K+750	2011/12/15 豪雨	26	149K+750	2012/5/12 豪雨
9	115K+800	2012/5/30 豪雨	27	163K+400	2009/10/3 芭瑪颱風
10	115K+800	2011/10/9 豪雨	28	166K+000	2009/10/3 芭瑪颱風
11	115K+900	2009/10/6 芭瑪颱風	29	167K+800	2008/9/29 薔蜜颱風
12	116K+030	2010/10/21 梅姬颱風	30	168K+000	2009/10/3 芭瑪颱風
13	116K+800	2010/12/15 豪雨	31	168K+500	2009/10/5 芭瑪颱風
14	123K+0	2013/11/11 豪雨	32	168K+800	2009/10/5 芭瑪颱風
15	126K+800	2009/10/5 梅姬颱風	33	169K+300	2012/2/29 豪雨
16	127K+070	2011/10/2 奈格颱風	34	169K+900	2013/5/6 豪雨
17	142K+500	2012/5/15 豪雨	35	170K+100	2009/10/5 芭瑪颱風
18	144K+550	2012/5/12 豪雨	36	173K+380	2012/8/2 蘇拉颱風

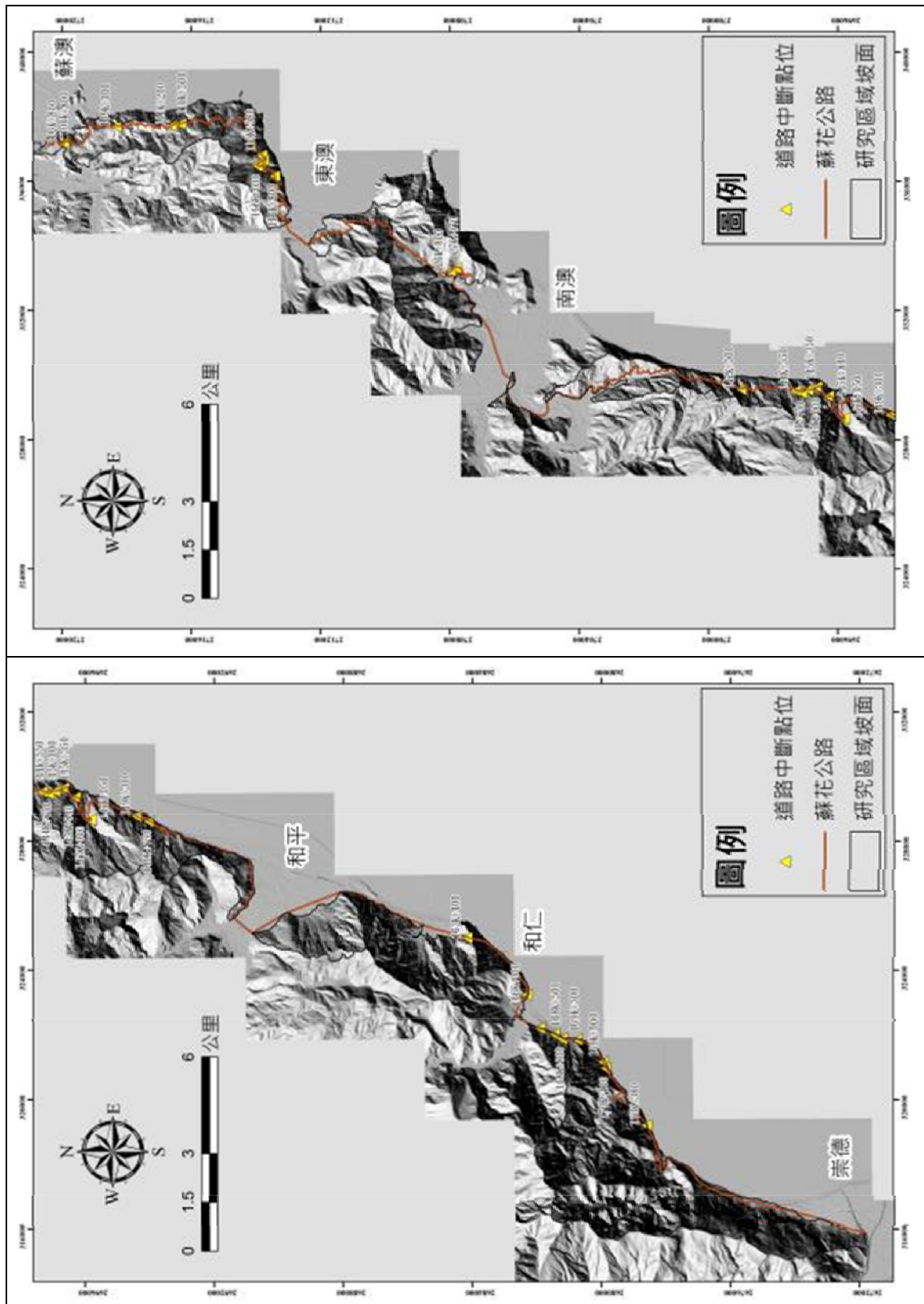


圖 4.18 蘇花公路山區道路 2008 年迄今道路中斷點位之分布情形

表 4-10 蘇花公路 2008 ~ 2012 年期間災害次數統計表

路線樁號	災害次數	災害類型
106K~120K	14	中斷：8
		預警性封閉：6
120K~140K	3	中斷：3
		預警性封閉：0
140K~160K	10	中斷：10
		預警性封閉：0
160K~183K	10	中斷：10
		預警性封閉：0

而於計畫執行期間，則持續災害資料之蒐集與調查，本年度共完成一件災害之調查工作，為5月6日之降雨事件，發生於蘇花公路169K+900(仁清明隧道南側入口)處，其災害概況摘要報告如附錄七。

4.7 潛在大規模滑動區位判釋、成因、特性分析

經資料蒐集、判釋與現地調查結果，顯示研究區域內之潛在大規模滑動區位共計有6處(圖4.19，編號LS01~LS06)，細部之統計資料如表4-11。依據本研究潛在大規模滑動區之類型分類，皆屬於類型III者共計6處(LS01~LS06)(圖4.20)。在發生的特性與成因分析部分，地質構造方面皆為大南澳片岩，但除了LS01為處於片麻岩區外，其餘五個部分皆位於片岩區，而在地質敏感區部分，有3處具河岸侵蝕特性(LS01、LS04及LS06)，有4處具受片岩岩性影響(LS03~LS06)，另有1處因下邊坡支撐不足影響(LS02)。

在崩塌面統計部分以LS04的面積為最大，約2.78公頃。在坡度之統計部分，以LS06的坡度最陡，約82%左右。而各潛在大規模滑動區，細部說明如下：

表 4-11 研究區域內之潛在大規模滑動區發生成因與特性統計表

編號	地質分區	X 坐標 (97 坐標)	Y 坐標 (97 坐標)	平均 坡向	平均坡度 (%)	面積 (公頃)	地質不利 因素	滑動 類型
LS01	大 南 澳 片 岩	328225	2693426	東北	71	1.15	河岸侵蝕	III
LS02		328326	2693549	東	58	1.12	坡腳支撐 不足	III
LS03		329097	2695358	東北	74	2.3	岩性	III
LS04		328744	2695840	西北	80	2.78	河岸侵蝕 岩性	III
LS05		329544	2698822	東	63	1.34	岩性	III
LS06		329887	2700539	東	82	2.41	河岸侵蝕 岩性	III

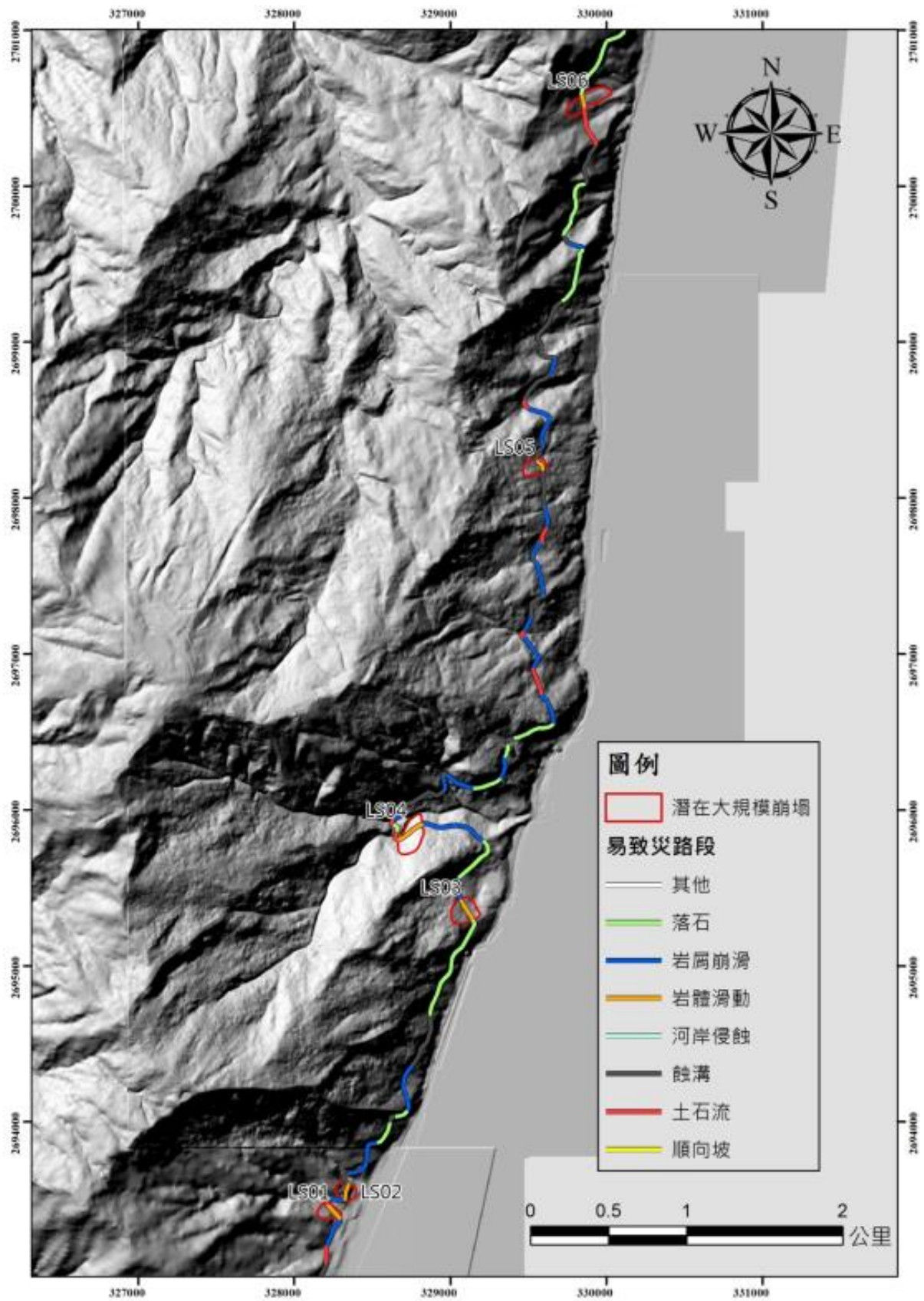


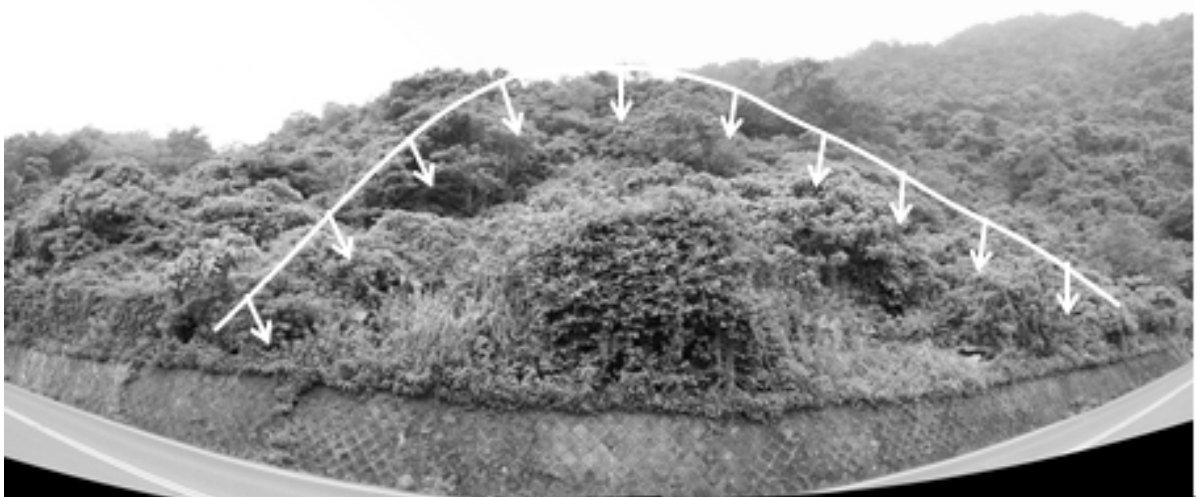
圖 4.19 研究區域內之潛在大規模滑動區位空間分布圖



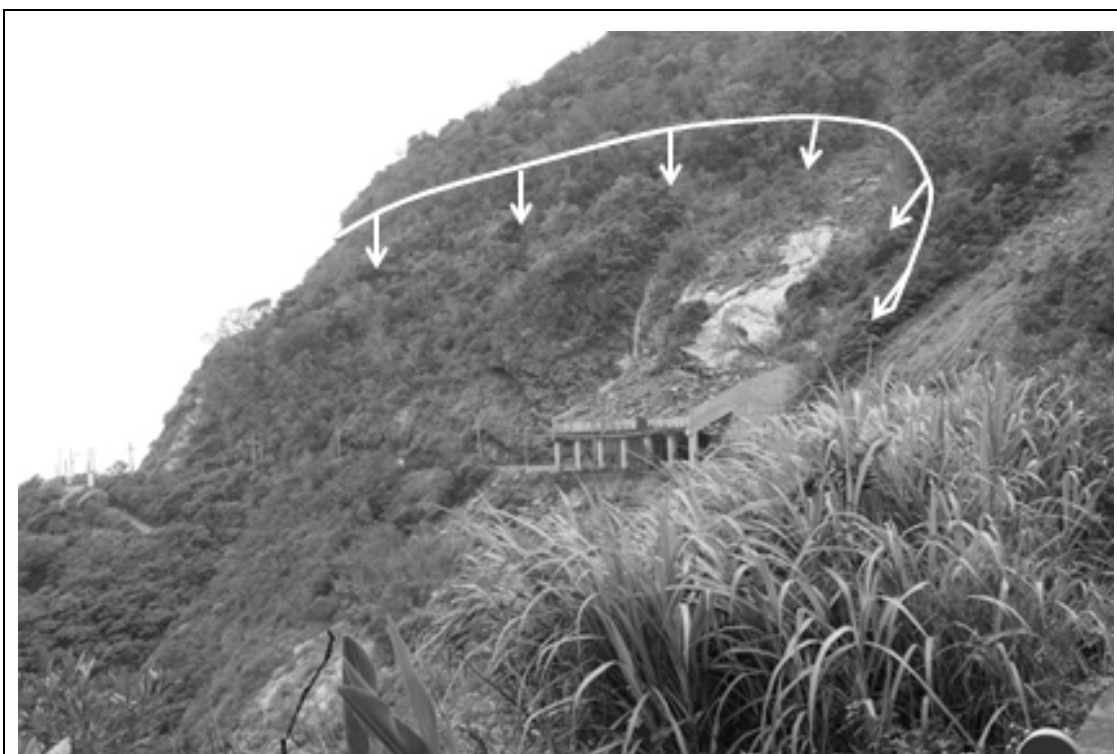
潛在大規模滑動區位編號 LS01 現地照片



潛在大規模滑動區位編號 LS02 現地照片



潛在大規模滑動區位編號 LS06 現地照片



潛在大規模滑動區位編號 LS03 現地照片



潛在大規模滑動區位編號 LS04 現地照片

圖 4.20 潛在大規模滑動區位現地照片

4.8 易致災路段分析

4.8.1 易致災路段劃分

易致災路段劃分方法主要以坡面單元劃分結果(共617個坡面單元)為基礎，結合環境地質敏區特性與水系分析結果，再將明顯產生土石流與蝕溝災害區位這兩類較易限縮災害於水系內之影響範圍進行細分，最後進行現地查核確認及風險評估。

結果共將蘇花公路山區道路自蘇澳至崇德路段劃分為306段(如圖4.21)，本區5種主要災害類型代表路段現地調查表，如表4-12至4-16其細部屬性包括編號(由北向南依序編號)、起始樁號、結束樁號、主要災害類型、影響坡面、地形區位、潛感值、路段災害潛感等資料如表4-17。

表 4-12 以落石為主要災害類型之現地調查表


易致災路段評估表						
易致災路段編號	223	調查者	許錕安	調查日期	2013/02/27	
易致災路段坐標(TWD97)	X <u>324509</u> Y <u>2683196</u>					
地質環境特性	分布地層： <u>開南崗片麻岩</u> 主要岩性： <u>片麻岩</u>					
易致災路段起訖樁號	164K+600 ~ 164K+500			總分	中(4)	
潛感評估項目	災害歷史	災害歷史	■A.是(3) □B.否(0)	水文不利因素	有地表水 (常流水河道、蝕溝)	□A.是(1) ■B.否(0)
	地質不利因素	順向坡地形	□A.是(1) ■B.否(0)	山崩不利因素	有地下水(湧水)	□A.是(1) ■B.否(0)
		緊鄰地質構造	□A.是(1) ■B.否(0)		坡面山崩發育	■A.是(1) □B.否(0)
		岩體弱面發達	□A.是(1) ■B.否(0)		崩崖	□A.是(1) ■B.否(0)
		厚層砂頁岩互層	□A.是(1) ■B.否(0)		橫向裂隙	□A.是(1) ■B.否(0)
	地形不利因素	陡坡地形	■A.是(1) □B.否(0)	危險因子	側邊裂隙	□A.是(1) ■B.否(0)
		崖錐堆積地形	■A.是(1) □B.否(0)		趾部隆起	□A.是(1) ■B.否(0)
		鄰河階陡坡	□A.是(1) ■B.否(0)		坡面存在大型塊狀基岩	□A.是(1) ■B.否(0)
		舊山崩凹谷狀地形	□A.是(1) ■B.否(0)		有坡腳侵蝕現象	□A.是(1) ■B.否(0)
		扇狀地	□A.是(1) ■B.否(0)		人為切割坡腳	□A.是(1) ■B.否(0)
		緊鄰河岸	□A.是(1) ■B.否(0)		週遭構造物發生異樣	□A.是(3) ■B.否(0)
	災害或構造物照片					
	災害或構造物描述	坡面高陡再加上岩體表層因節理發達而較為破碎，災害以落石為主，坡面有噴漿、掛網與護欄防護，部分已損毀。				

表 4-13 以岩屑崩滑為主要災害類型之現地調查表

易致災路段評估表						
易致災路段編號		155b	調查者	許錕安	調查日期	2013/04/08
易致災路段坐標(TWD97)		X <u>329497</u> Y <u>2697188</u>				
地質環境特性		分布地層： <u>武塔片岩</u> 主要岩性： <u>石墨片岩與石英雲母片岩</u>				
易致災路段起訖樁號		144K+700 ~ 144K+600		總分	高(7)	
潛 感 評 估 項 目	災害 歷史	災害歷史	■A.是(3) □B.否(0)	水文 不利 因素	有地表水 (常流水河道、蝕溝)	□A.是(1) ■B.否(0)
		地質 不利 因素	順向坡地形		□A.是(1) ■B.否(0)	有地下水(湧水)
	緊鄰地質構造		□A.是(1) ■B.否(0)	山崩 不利 因素	坡面山崩發育	■A.是(1) □B.否(0)
	岩體弱面發達		□A.是(1) ■B.否(0)		崩崖	□A.是(1) ■B.否(0)
	厚層砂頁岩互層		□A.是(1) ■B.否(0)		橫向裂隙	□A.是(1) ■B.否(0)
	地形 不利 因素	陡坡地形	■A.是(1) □B.否(0)		側邊裂隙	□A.是(1) ■B.否(0)
		崖錐堆積地形	■A.是(1) □B.否(0)	趾部隆起	□A.是(1) ■B.否(0)	
		鄰河階陡坡	□A.是(1) ■B.否(0)	坡面存在大型塊狀基岩	□A.是(1) ■B.否(0)	
		舊山崩凹谷狀地形	■A.是(1) □B.否(0)	危險 因子	有坡腳侵蝕現象	□A.是(1) ■B.否(0)
	扇狀地	□A.是(1) ■B.否(0)	人為切割坡腳		□A.是(1) ■B.否(0)	
	緊鄰河岸	□A.是(1) ■B.否(0)	週遭構造物發生異樣		□A.是(3) ■B.否(0)	
	災害或構造物照片					
災害或構造物描述		邊坡因表層風化層而有小規模土石崩滑，現已有新設擋土牆防護。				

表 4-14 以岩體滑動為主要災害類型之現地調查表


易致災路段評估表						
易致災路段編號		168	調查者	許錕安	調查日期	2013/02/28
易致災路段坐標(TWD97)		X <u>328715</u> Y <u>2695833</u>				
地質環境特性		分布地層： <u>武塔片岩</u> 主要岩性： <u>變質燧石層與石英片岩</u>				
易致災路段起訖樁號		147K+230~147K+030		總分	高(19)	
潛感評估項目	災害歷史	災害歷史	■A.是(3) □B.否(0)	水文不利因素	有地表水 (常流水河道、蝕溝)	□A.是(1) ■B.否(0)
	地質不利因素	順向坡地形	■A.是(1) □B.否(0)	山崩不利因素	有地下水(湧水)	■A.是(1) □B.否(0)
		緊鄰地質構造	□A.是(1) ■B.否(0)		坡面山崩發育	■A.是(1) □B.否(0)
		岩體弱面發達	■A.是(1) □B.否(0)		崩崖	■A.是(1) □B.否(0)
		厚層砂頁岩互層	□A.是(1) ■B.否(0)		橫向裂隙	■A.是(1) □B.否(0)
	地形不利因素	陡坡地形	■A.是(1) □B.否(0)	危險因子	側邊裂隙	■A.是(1) □B.否(0)
		崖錐堆積地形	■A.是(1) □B.否(0)		趾部隆起	□A.是(1) ■B.否(0)
		鄰河階陡坡	■A.是(1) □B.否(0)		坡面存在大型塊狀基岩	□A.是(1) ■B.否(0)
		舊山崩凹谷狀地形	■A.是(1) □B.否(0)		有坡腳侵蝕現象	■A.是(1) □B.否(0)
		扇狀地	□A.是(1) ■B.否(0)		人為切割坡腳	□A.是(1) ■B.否(0)
		緊鄰河岸	■A.是(1) □B.否(0)	週遭構造物發生異樣	■A.是(3) □B.否(0)	
	災害或構造物照片					
災害或構造物描述		邊坡位於土石流溪流旁，曾因側蝕導致邊坡崩塌，現於邊坡擋土牆與本路段道路上可發現多處疑似大規模崩塌徵兆之裂隙。				

表 4-15 以蝕溝為主要災害類型之現地調查表



易致災路段評估表						
易致災路段編號	242	調查者	許錕安	調查日期	2013/02/26	
易致災路段坐標(TWD97)	X <u>321178</u> Y <u>2679985</u>					
地質環境特性	分布地層： <u>開南崗片麻岩</u> 主要岩性： <u>片麻岩</u>					
易致災路段起訖樁號	170K+050 ~ 169K+850			總分	高(7)	
潛感評估項目	災害歷史	災害歷史	<input checked="" type="checkbox"/> A.是(3) <input type="checkbox"/> B.否(0)	水文不利因素	有地表水 (常流水河道、蝕溝)	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)
		地質不利因素	順向坡地形		<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)	有地下水(湧水)
	緊鄰地質構造		<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)	山崩不利因素	坡面山崩發育	<input checked="" type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)
	岩體弱面發達		<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)		崩崖	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)
	厚層砂頁岩互層		<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)		橫向裂隙	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)
	地形不利因素	陡坡地形	<input checked="" type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)		側邊裂隙	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)
		崖錐堆積地形	<input checked="" type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)	趾部隆起	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)	
		鄰河階陡坡	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)	坡面存在大型塊狀基岩	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)	
		舊山崩凹谷狀地形	<input checked="" type="checkbox"/> A.是(1) <input type="checkbox"/> B.否(0)	危險因子	有坡腳侵蝕現象	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)
		扇狀地	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)		人為切割坡腳	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)
	緊鄰河岸	<input type="checkbox"/> A.是(1) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)	週遭構造物發生異樣		<input type="checkbox"/> A.是(3) <input checked="" type="checkbox"/> B.否(0)	
	災害或構造物照片					
	災害或構造物描述		<p>有大型蝕溝發育，集水區內若短時間內強降雨，大量雨水集中於此蝕溝，會造成局部明顯下蝕，特別由下邊坡開始下蝕，進而引發上邊坡塌陷，造成道路中斷等災害。</p>			

表 4-16 以土石流為主要災害類型之現地調查表

易致災路段評估表						
易致災路段編號		235	調查者	許錕安	調查日期	2013/02/27
易致災路段坐標(TWD97)		X <u>321964</u> Y <u>2681326</u>				
地質環境特性		分布地層： <u>開南崗片麻岩</u> 主要岩性： <u>片麻岩</u>				
易致災路段起訖樁號		168K+200 ~ 168K+100		總分	高(8)	
潛 感 評 估 項 目	災害 歷史	災害歷史	■A.是(3) □B.否(0)	水文 不利 因素	有地表水 (常流水河道、蝕溝)	□A.是(1) ■B.否(0)
	地質 不利 因素	順向坡地形	□A.是(1) ■B.否(0)	山崩 不利 因素	有地下水(湧水)	□A.是(1) ■B.否(0)
		緊鄰地質構造	□A.是(1) ■B.否(0)		坡面山崩發育	■A.是(1) □B.否(0)
		岩體弱面發達	■A.是(1) □B.否(0)		崩崖	□A.是(1) ■B.否(0)
		厚層砂頁岩互層	□A.是(1) ■B.否(0)		橫向裂隙	□A.是(1) ■B.否(0)
	地形 不利 因素	陡坡地形	■A.是(1) □B.否(0)	危險 因子	側邊裂隙	□A.是(1) ■B.否(0)
		崖錐堆積地形	■A.是(1) □B.否(0)		趾部隆起	□A.是(1) ■B.否(0)
		鄰河階陡坡	□A.是(1) ■B.否(0)		坡面存在大型塊狀基岩	□A.是(1) ■B.否(0)
		舊山崩凹谷狀地形	□A.是(1) ■B.否(0)		有坡腳侵蝕現象	□A.是(1) ■B.否(0)
		扇狀地	■A.是(1) □B.否(0)		人為切割坡腳	□A.是(1) ■B.否(0)
		緊鄰河岸	□A.是(1) ■B.否(0)		週遭構造物發生異樣	□A.是(3) ■B.否(0)
	災害或構造物照片					
災害或構造物描述		與道路相交之溪流已發育成土石流，曾夾帶大量土石溢流而阻斷道路通行。				

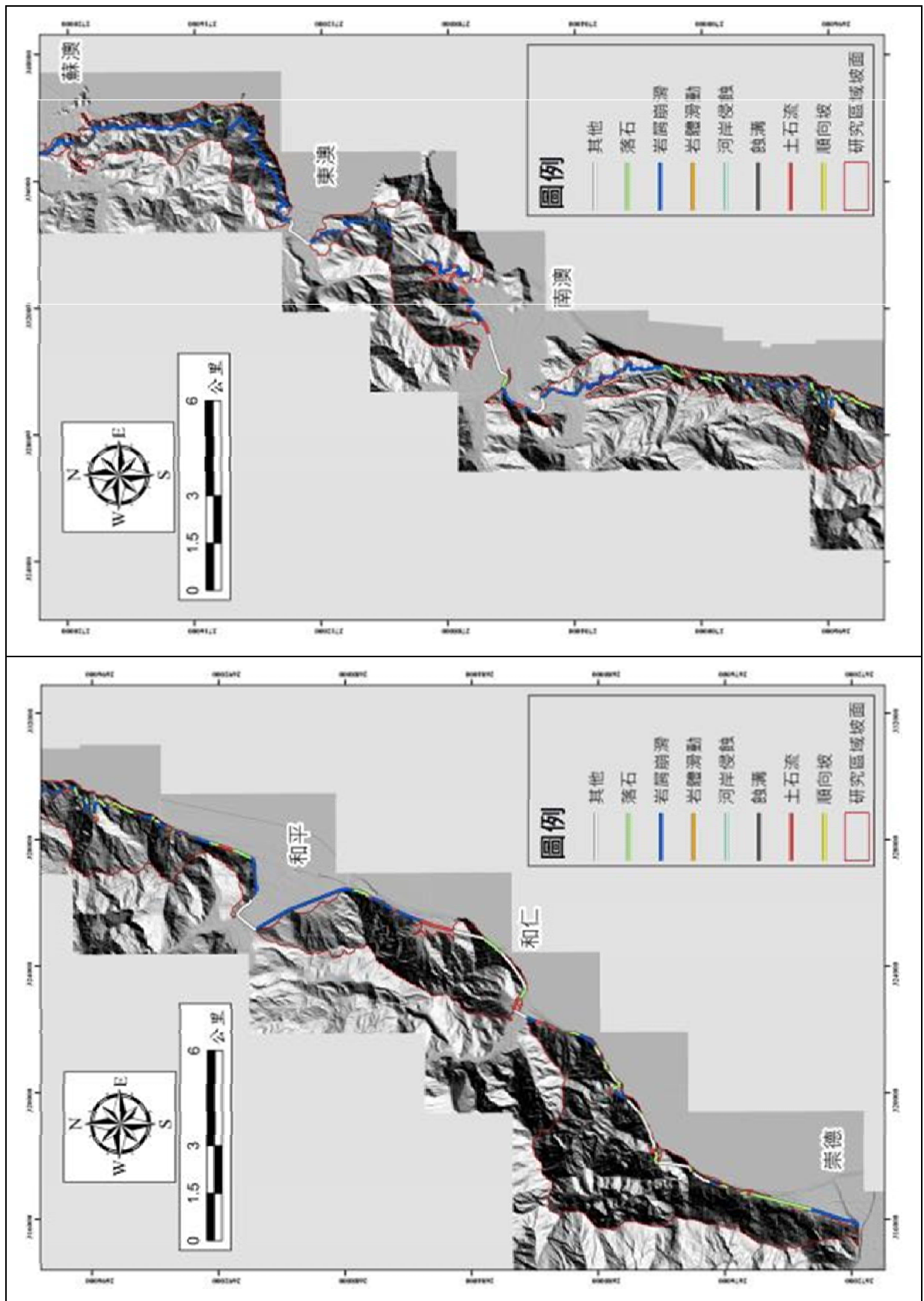


圖 4.21 蘇花公路山區道路易致災路段劃分成果圖

表 4-17 蘇花公路易致災路段劃分成果一覽表

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感
1	106K+000	106K+500	500	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	7	5	高	中
2	106K+500	106K+700	200	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	7	5	高	中
3	106K+700	106K+800	100	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	7	5	高	中
4	106K+800	106K+850	50	蝕溝	上邊坡	緊鄰河岸	7	4	高	中
5	106K+850	106K+950	100	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	7	4	高	中
6	106K+950	107K+900	950	蝕溝	上邊坡	陡坡地形	7	5	高	中
7	107K+900	108K+150	250	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
8	108K+150	108K+450	300	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低
9	108K+450	108K+550	100	土石流	全坡面	緊鄰河岸	7	7	高	高
10	108K+550	109K+400	850	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
11	109K+400	109K+700	300	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	7	5	高	中
12	109K+700	109K+800	100	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
13	109K+800	110K+050	250	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
14	110K+050	110K+400	350	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	3	3	中	中
15	110K+400	110K+470	70	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低
16	110K+470	110K+700	230	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低
17	110K+700	110K+800	100	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低
18	110K+800	110K+950	150	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感
19	110K+950	111K+400	450	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	6	6	高	高
20	111K+400	111K+950	550	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高
21	111K+950	112K+400	450	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高
22	112K+400	112K+750	350	落石	上邊坡	陡坡地形	7	5	高	中
23	112K+750	113K+050	300	蝕溝	全坡面	陡坡地形	8	8	高	高
24	113K+050	113K+600	550	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	10	10	高	高
25	113K+600	114K+100	500	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高
26	114K+100	114K+200	100	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	6	6	高	高
27	114K+200	114K+480	280	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中
28	114K+480	114K+600	120	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	9	5	高	中
29	114K+600	114K+750	150	土石流	上邊坡	緊鄰河岸	9	5	高	中
30	114K+750	114K+880	130	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	5	5	中	中
31	114K+880	114K+940	60	蝕溝	上邊坡	陡坡地形	5	2	中	低
32	114K+940	115K+000	60	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中
33	115K+000	115K+150	150	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	4	4	中	中
34	115K+150	115K+260	110	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	4	2	中	低
35	115K+260	115K+330	70	蝕溝	上邊坡	陡坡地形	7	5	高	中
36	115K+330	115K+680	350	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	7	4	高	中
37	115K+680	116K+000	320	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	9	9	高	高
38	116K+000	116K+080	80	土石流	全坡面	鄰河階陡坡	11	11	高	高

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感
39	116K+080	116K+200	120	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	9	8	高	高
40	116K+200	116K+300	100	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	8	5	高	中
41	116K+300	116K+390	90	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	6	5	高	中
42	116K+390	116K+480	90	土石流	全坡面	陡坡地形	10	10	高	高
43	116K+480	116K+650	170	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	3	3	中	中
44	116K+650	116K+850	200	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	10	10	高	高
45	116K+850	116K+930	80	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	5	5	中	中
46	116K+930	117K+000	70	蝕溝	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	9	9	高	高
47	117K+000	117K+080	80	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
48	117K+080	117K+250	170	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高
49	117K+250	117K+400	150	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	5	5	中	中
50	117K+400	117K+550	150	土石流	全坡面	緊鄰河岸	11	11	高	高
51	117K+550	117K+650	100	蝕溝	全坡面	緊鄰河岸	8	8	高	高
52	117K+650	118K+050	400	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中
53	118K+050	118K+490	440	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高
54	118K+490	118K+550	60	土石流	全坡面	緊鄰河岸	5	5	中	中
55	118K+550	118K+690	140	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低
56	118K+690	118K+750	60	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低
57	118K+750	118K+800	50	蝕溝	上邊坡	緊鄰河岸	5	3	中	中
58	118K+800	118K+850	50	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	4	2	中	低

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感		
59	118K+850	118K+920	70	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低		
60	118K+920	119K+000	80	蝕溝	上邊坡	陡坡地形	4	2	中	低		
61	119K+000	119K+200	200	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中		
62	119K+200	120K+450	1250	大型橋樑								
63	120K+450	120K+650	200	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低		
64	120K+650	120K+750	100	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低		
65	120K+750	120K+820	70	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	7	5	高	中		
66	120K+820	120K+880	60	土石流	全坡面	緊鄰河岸	9	9	高	高		
67	120K+880	121K+000	120	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低		
68	121K+000	121K+100	100	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	5	2	中	低		
69	121K+100	121K+200	100	蝕溝	全坡面	陡坡地形	5	5	中	中		
70	121K+200	121K+460	260	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	4	2	中	低		
71	121K+460	121K+560	100	蝕溝	上邊坡	陡坡地形	7	5	高	中		
72	121K+560	121K+650	90	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	4	2	中	低		
73	121K+650	121K+750	100	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	8	5	高	中		
74	121K+750	121K+800	50	土石流	全坡面	緊鄰河岸	6	6	高	高		
75	121K+800	121K+900	100	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低		
76	121K+900	122K+100	200	土石流	全坡面	扇狀地	6	6	高	高		
77	122K+100	122K+180	80	蝕溝	上邊坡	緊鄰河岸	7	5	高	中		
78	122K+180	122K+400	220	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中		

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感		
79	122K+400	122K+500	100	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中		
80	122K+500	123K+050	550	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中		
81	123K+050	123K+200	150	蝕溝	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高		
82	123K+200	123K+300	100	蝕溝	全坡面	陡坡地形	5	5	中	中		
83	123K+300	123K+400	100	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中		
84	123K+400	123K+580	180	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中		
85	123K+580	123K+700	120	蝕溝	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高		
86	123K+700	123K+850	150	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	4	2	中	低		
87	123K+850	124K+080	230	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中		
88	124K+080	124K+300	220	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	8	8	高	高		
89	124K+300	124K+400	100	土石流	全坡面	緊鄰河岸	6	6	高	高		
90	124K+400	125K+700	1300	大型橋樑								
91	125K+700	125K+800	100	蝕溝	全坡面	陡坡地形	6	6	高	高		
92	125K+800	126K+200	400	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中		
93	126K+200	126K+250	50	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高		
94	126K+250	126K+300	50	土石流	全坡面	緊鄰河岸	9	9	高	高		
95	126K+300	126K+550	250	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低		
96	126K+550	126K+850	300	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低		
97	126K+850	127K+050	200	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	7	5	高	中		
98	127K+050	127K+200	150	土石流	全坡面	緊鄰河岸	8	8	高	高		

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感		
99	127K+200	127K+500	300	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低		
100	127K+500	127K+750	250	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中		
101	127K+750	127K+800	50	蝕溝	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低		
102	127K+800	128K+250	450	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	2	2	低	低		
103	128K+250	128K+300	50	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	9	7	高	高		
104	128K+300	128K+500	200	土石流	全坡面	緊鄰河岸	3	3	中	中		
105	128K+500	128K+800	300	土石流	全坡面	緊鄰河岸	7	7	高	高		
106	128K+800	128K+900	100	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	5	2	中	低		
107	128K+900	129K+000	100	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	6	5	高	中		
108	129K+000	129K+500	500	土石流	全坡面	扇狀地	6	6	高	高		
109	129K+500	129K+750	250	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	5	2	中	低		
110	129K+750	130K+000	250	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	4	2	中	低		
111	130K+000	130K+110	110	土石流	全坡面	扇狀地	7	7	高	高		
112	130K+110	130K+400	290	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	8	4	高	中		
113	130K+400	130K+600	200	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	2	2	低	低		
114	130K+600	131K+000	400	土石流	下邊坡	扇狀地	7	7	高	高		
115	131K+000	132K+600	1600	隧道								
116	132K+600	133K+000	400	落石	上邊坡	陡坡地形	6	5	高	中		
117	133K+000	133K+450	450	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	5	4	中	中		
118	133K+450	133K+700	250	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	5	2	中	低		

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感		
119	133K+700	133K+950	250	土石流	上邊坡	扇狀地	9	7	高	高		
120	133K+950	134K+200	250	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	9	8	高	高		
121	134K+200	134K+950	750	大型橋樑								
122	134K+950	135K+400	450	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	6	5	高	中		
123	135K+400	135K+500	100	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	6	5	高	中		
124	135K+500	135K+580	80	土石流	上邊坡	緊鄰河岸	5	2	中	低		
125	135K+580	135K+850	270	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	4	2	中	低		
126	135K+850	136K+150	300	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	5	3	中	中		
127	136K+150	136K+680	530	岩屑崩滑	上邊坡	緊鄰河岸	8	5	高	中		
128	136K+680	136K+750	70	土石流	全坡面	緊鄰河岸	6	6	高	高		
129	136K+750	137K+000	250	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	2	2	低	低		
130	137K+000	137K+420	420	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	2	2	低	低		
131	137K+420	137K+600	180	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	2	2	低	低		
132	137K+600	137K+680	80	土石流	上邊坡	緊鄰河岸	3	2	中	低		
133	137K+680	137K+920	240	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	3	3	中	中		
134	137K+920	138K+150	230	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	3	3	中	中		
135	138K+150	138K+270	120	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	6	6	高	高		
136	138K+270	138K+350	120	土石流	上邊坡	緊鄰河岸	3	2	中	低		
137	138K+350	138K+620	270	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	3	3	中	中		
138	138K+620	138K+680	60	土石流	上邊坡	緊鄰河岸	3	2	中	低		

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感
139	138K+680	138K+880	200	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	3	3	中	中
140	138K+880	139K+120	240	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	1	1	低	低
141	139K+120	139K+250	130	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	1	1	低	低
142	139K+250	139K+320	70	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	1	1	低	低
143	139K+320	139K+900	580	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	1	1	低	低
144	139K+900	140K+170	270	落石	上邊坡	陡坡地形	2	2	低	低
145	140K+170	140K+270	100	落石	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低
146	140K+270	140K+700	430	落石	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低
147	140K+700	140K+800	100	岩體滑動	上邊坡	崖錐堆積地形	7	5	高	中
148	140K+800	141K+000	200	土石流	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	2	2	低	低
149	141K+000	141K+250	250	蝕溝	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	4	4	中	中
150	141K+250	141K+670	420	落石	上邊坡	陡坡地形	7	5	高	中
151	141K+670	141K+730	60	蝕溝	下邊坡	舊山崩凹谷狀地形	6	8	高	高
152	141K+730	141K+830	100	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	9	8	高	高
153	141K+830	141K+950	120	落石	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	7	5	高	中
154	141K+950	142K+040	90	落石	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	3	2	中	低
155	142K+040	142K+100	60	落石	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	2	2	低	低
156	142K+100	142K+360	260	蝕溝	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	8	4	高	中
157	142K+360	142K+570	210	蝕溝	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	6	6	高	高
158	142K+570	142K+660	90	蝕溝	下邊坡	緊鄰河岸	5	6	中	高

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感
159	142K+660	142K+800	140	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	8	5	高	中
160	142K+800	143K+080	280	蝕溝	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	7	5	高	中
161	143K+080	143K+120	40	土石流	全坡面	緊鄰河岸	6	6	高	高
162	143K+120	143K+280	160	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	9	8	高	高
163	143K+280	143K+450	170	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	3	3	中	中
164	143K+450	143K+550	100	蝕溝	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	7	7	高	高
165	143K+550	143K+620	70	岩體滑動	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	10	7	高	高
166	143K+620	143K+700	80	蝕溝	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	5	2	中	低
167	143K+700	143K+900	200	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	6	6	高	高
168	143K+900	144K+000	100	土石流	上邊坡	陡坡地形	5	2	中	低
169	144K+000	144K+180	180	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	6	4	高	中
170	144K+180	144K+220	40	蝕溝	下邊坡	舊山崩凹谷狀地形	7	9	高	高
171	144K+220	144K+570	350	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	11	11	高	高
172	144K+570	144K+600	30	蝕溝	下邊坡	舊山崩凹谷狀地形	10	11	高	高
173	144K+600	144K+700	100	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	7	7	高	高
174	144K+700	144K+850	150	土石流	全坡面	緊鄰河岸	11	11	高	高
175	144K+850	145K+000	150	岩屑崩滑	下邊坡	緊鄰河岸	8	10	高	高
176	145K+000	145K+030	30	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	9	9	高	高
177	145K+030	145K+180	150	土石流	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	11	11	高	高
178	145K+180	145K+220	40	岩屑崩滑	下邊坡	舊山崩凹谷狀地形	8	9	高	高

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感
179	145K+220	145K+400	180	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	9	9	高	高
180	145K+400	145K+600	200	落石	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中
181	145K+600	145K+650	50	蝕溝	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	5	2	中	低
182	145K+650	145K+770	120	落石	上邊坡	陡坡地形	2	2	低	低
183	145K+770	145K+870	100	岩屑崩滑	下邊坡	舊山崩凹谷狀地形	8	9	高	高
184	145K+870	145K+900	30	岩屑崩滑	下邊坡	舊山崩凹谷狀地形	7	8	高	高
185	145K+900	146K+100	200	落石	上邊坡	陡坡地形	2	2	低	低
186	146K+100	146K+300	200	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	5	5	中	中
187	146K+300	146K+350	50	蝕溝	全坡面	緊鄰河岸	9	9	高	高
188	146K+350	146K+400	50	岩屑崩滑	全坡面	緊鄰河岸	5	5	中	中
189	146K+400	146K+700	300	蝕溝	全坡面	陡坡地形	8	8	高	高
190	146K+700	146K+800	100	蝕溝	上邊坡	陡坡地形	7	5	高	中
191	146K+800	146K+900	100	岩屑崩滑	全坡面	緊鄰河岸	4	4	中	中
192	146K+900	146K+940	40	土石流	全坡面	緊鄰河岸	5	5	中	中
193	146K+940	146K+990	50	落石	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低
194	146K+990	147K+030	40	土石流	全坡面	緊鄰河岸	13	13	高	高
195	147K+030	147K+230	200	岩體滑動	全坡面	緊鄰河岸	19	19	高	高
196	147K+230	147K+450	220	岩屑崩滑	下邊坡	緊鄰河岸	4	6	中	高
197	147K+450	147K+600	150	岩屑崩滑	下邊坡	緊鄰河岸	7	8	高	高
198	147K+600	147K+650	50	落石	上邊坡	陡坡地形	4	2	中	低

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感
199	147K+650	148K+000	350	落石	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低
200	148K+000	148K+100	100	岩屑崩滑	上邊坡	順向坡	12	8	高	高
201	148K+100	148K+350	250	岩體滑動	上邊坡	順向坡	8	5	高	中
202	148K+350	148K+500	150	落石	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低
203	148K+500	148K+600	100	落石	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低
204	148K+600	148K+950	350	落石	上邊坡	陡坡地形	4	2	中	低
205	148K+950	149K+050	100	蝕溝	上邊坡	陡坡地形	6	5	高	中
206	149K+050	149K+300	250	蝕溝	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	7	5	高	中
207	149K+300	149K+650	350	岩屑崩滑	下邊坡	舊山崩凹谷狀地形	8	9	高	高
208	149K+650	149K+720	70	落石	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
209	149K+720	149K+770	50	蝕溝	上邊坡	陡坡地形	6	5	高	中
210	149K+770	149K+950	180	落石	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
211	149K+950	150K+000	50	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	2	2	低	低
212	150K+000	150K+150	150	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	3	2	中	低
213	150K+150	150K+220	70	岩屑崩滑	下邊坡	緊鄰河岸	4	6	中	高
214	150K+220	150K+270	50	蝕溝	全坡面	緊鄰河岸	7	7	高	高
215	150K+270	150K+400	130	岩體滑動	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	15	8	高	高
216	150K+400	150K+470	70	岩屑崩滑	下邊坡	緊鄰河岸	8	9	高	高
217	150K+470	150K+530	60	土石流	全坡面	緊鄰河岸	8	8	高	高
218	150K+530	150K+650	120	岩體滑動	上邊坡	緊鄰河岸	15	10	高	高

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感
219	150K+650	150K+900	250	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	7	7	高	高
220	150K+900	151K+000	100	土石流	全坡面	扇狀地	9	9	高	高
221	151K+000	151K+450	450	蝕溝	全坡面	陡坡地形	8	8	高	高
222	151K+450	151K+600	150	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	5	5	中	中
223	151K+600	151K+950	350	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	10	10	高	高
224	151K+950	152K+400	450	落石	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中
225	152K+400	152K+900	500	土石流	全坡面	扇狀地	6	6	高	高
226	152K+900	153K+350	450	落石	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
227	153K+350	153K+750	400	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	2	2	低	低
228	153K+750	153K+950	200	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中
229	153K+950	154K+050	100	蝕溝	全坡面	陡坡地形	6	6	高	高
230	154K+050	154K+200	150	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	4	4	中	中
231	154K+200	154K+500	300	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	4	4	中	中
232	154K+500	154K+750	250	蝕溝	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高
233	154K+750	156K+150	1400	土石流	全坡面	緊鄰河岸	2	2	低	低
234	156K+150	157K+100	950	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	4	4	中	中
235	157K+100	157K+400	300	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	3	3	中	中
236	157K+400	157K+600	200	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	3	3	中	中
237	157K+600	159K+050	1450	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
238	159K+050	159K+500	450	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	3	3	中	中

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感
239	159K+500	160K+100	600	落石	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中
240	160K+100	160K+150	50	土石流	全坡面	陡坡地形	5	5	中	中
241	160K+150	160K+300	150	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	8	8	高	高
242	160K+300	160K+400	100	蝕溝	全坡面	陡坡地形	8	8	高	高
243	160K+400	160K+800	400	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	4	4	中	中
244	160K+800	160K+900	100	土石流	全坡面	崖錐堆積地形	10	10	高	高
245	160K+900	161K+350	450	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	6	6	高	高
246	161K+350	161K+900	550	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	3	3	中	中
247	161K+900	162K+550	650	土石流	全坡面	扇狀地	12	12	高	高
248	162K+550	163K+050	500	土石流	全坡面	扇狀地	12	12	高	高
249	163K+050	163K+950	900	隧道						
250	163K+950	164K+500	550	落石	上邊坡	陡坡地形	8	7	高	高
251	164K+500	164K+600	100	落石	上邊坡	陡坡地形	4	4	中	中
252	164K+600	166K+000	1400	隧道						
253	166K+000	166K+350	350	落石	上邊坡	陡坡地形	1	1	低	低
254	166K+350	166K+500	150	土石流	全坡面	扇狀地	9	9	高	高
255	166K+500	166K+650	150	土石流	全坡面	扇狀地	10	10	高	高
256	166K+650	167K+150	500	隧道						
257	167K+150	167K+450	300	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低
258	167K+450	167K+750	300	土石流	全坡面	扇狀地	8	8	高	高

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感
259	167K+750	168K+100	350	蝕溝	全坡面	扇狀地	7	7	高	高
260	168K+100	168K+200	100	土石流	全坡面	扇狀地	8	8	高	高
261	168K+200	168K+350	150	蝕溝	全坡面	扇狀地	8	8	高	高
262	168K+350	168K+650	300	蝕溝	全坡面	扇狀地	7	7	高	高
263	168K+650	168K+700	50	土石流	上邊坡	陡坡地形	8	5	高	中
264	168K+700	168K+750	50	蝕溝	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高
265	168K+750	168K+900	150	落石	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
266	168K+900	169K+500	600	岩屑崩滑	上邊坡	崖錐堆積地形	2	1	低	低
267	169K+500	169K+550	50	蝕溝	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高
268	169K+550	169K+650	100	落石	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低
269	169K+650	169K+850	200	隧道						
270	169K+850	170K+050	200	蝕溝	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高
271	170K+050	170K+150	100	蝕溝	全坡面	陡坡地形	7	7	高	高
272	170K+150	170K+250	100	落石	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
273	170K+250	170K+300	50	落石	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
274	170K+300	170K+400	100	落石	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
275	170K+400	170K+450	50	蝕溝	上邊坡	陡坡地形	3	2	中	低
276	170K+450	170K+500	50	落石	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
277	170K+500	170K+800	300	隧道						
278	170K+800	171K+100	300	落石	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感
279	171K+100	171K+150	50	落石	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低
280	171K+150	171K+350	200	落石	全坡面	陡坡地形	6	6	高	高
281	171K+350	171K+500	150	土石流	全坡面	緊鄰河岸	4	4	中	中
282	171K+500	171K+800	300	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	4	4	中	中
283	171K+800	172K+050	250	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	2	2	低	低
284	172K+050	172K+100	50	蝕溝	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
285	172K+100	172K+650	550	隧道						
286	172K+650	172K+750	100	落石	全坡面	陡坡地形	3	3	中	中
287	172K+750	173K+800	50	隧道						
288	173K+800	174K+200	400	土石流	下邊坡	緊鄰河岸	5	7	中	高
289	174K+200	174K+700	500	落石	全坡面	陡坡地形	4	4	中	中
290	174K+700	174K+800	100	土石流	全坡面	扇狀地	9	9	高	高
291	174K+800	176K+250	1450	隧道						
292	176K+250	176K+350	100	落石	全坡面	陡坡地形	2	2	低	低
293	176K+350	176K+450	100	蝕溝	全坡面	陡坡地形	10	10	高	高
294	176K+450	176K+800	350	隧道						
295	176K+800	177K+080	280	蝕溝	全坡面	陡坡地形	10	10	高	高
296	177K+080	177K+300	220	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	2	2	低	低
297	177K+300	177K+400	100	土石流	全坡面	緊鄰河岸	10	10	高	高
298	177K+400	177K+850	450	落石	全坡面	崖錐堆積地形	2	2	低	低

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度 (公尺)	主要災害類型	影響坡面	地形區位	上邊坡 潛感值	下邊坡 潛感值	上邊坡災 害潛感	下邊坡災 害潛感
299	177K+850	178K+100	250	蝕溝	全坡面	陡坡地形	10	10	高	高
300	178K+100	178K+250	150	落石	全坡面	陡坡地形	8	8	高	高
301	178K+250	178K+400	150	土石流	全坡面	扇狀地	8	8	高	高
302	178K+400	178K+900	500	落石	全坡面	崖錐堆積地形	5	5	中	中
303	178K+900	179K+570	670	落石	全坡面	陡坡地形	5	5	中	中
304	179K+570	180K+400	830	落石	全坡面	陡坡地形	5	5	中	中
305	180K+400	181K+850	1450	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	5	2	中	低
306	181K+850	182K+000	150	岩屑崩滑	上邊坡	緊鄰河岸	5	2	中	低

4.8.2 易致災路段災害類型分析

若將上述之易致災路段綜合上述之基本特性歸納、地質敏感地區資料分析、歷史山崩目錄建置、坡面單元劃分、山崩潛感分析、重大災害案例蒐集分析、潛在大規模滑動區位判釋、成因、特性分析結果，進行易致災路段災害特性分析，分析結果如圖4.22。

各易致災路段之災害類型統計結果顯示(表4-18)，306個路段中，有145個路段以岩屑崩滑為主、6個路段以岩體滑動為主、48個路段以土石流為主、51個路段以蝕溝為主、43個路段以落石為主、13個路段則無顯著災害(大型橋樑、隧道路段或地勢平緩)。

表 4-18 蘇花公路易致災路段主要災害類型統計表

災害類型	數量	災害類型	數量
岩屑崩滑	145	蝕溝	51
岩體滑動	6	落石	43
土石流	48	無顯著災害路段	13

其中13個路段則無顯著災害路段，相對於其他路段而言，屬於安全路段，主要為大型跨河橋樑與隧道或地勢平緩，此代表依據目前之資料現況、分析方法與災害歷史，並無明顯之災害特徵，因此這些路段就災害防救作為而言，可考量建構臨時駐車與避難空間，供用路人於災害來時避難使用。

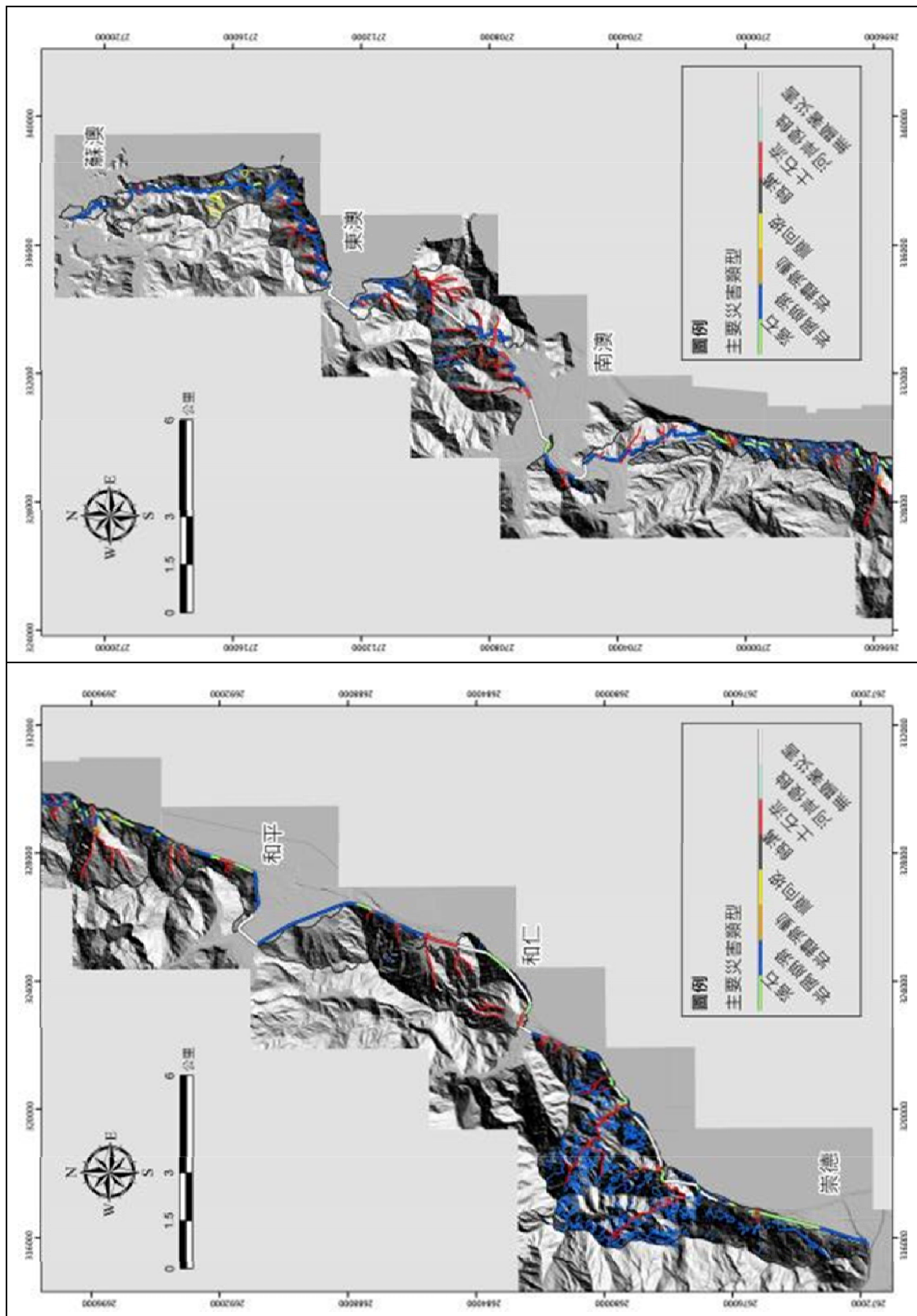


圖 4.22 蘇花公路易致災路段主要災害類型分布圖

4.8.3 易致災路段邊坡區位與地形區位分析

若將上述之路段進行災害發生之邊坡區位分析，發生於上邊坡者共計有102處，而發生於下邊坡者共計15處，屬全坡面發育者共有176處佔絕大多數，此顯示本路段之地質環境不佳，易造成全坡面之崩壞災害，剩餘13處為無法以邊坡分類之大型跨河橋樑與隧道。再者，若依據易致災路段所處之地形區位進行分析，其結果如表4-19，超過50%以上的路段位於陡坡地形，共計146個路段，其次為舊山崩凹谷狀地形共64處、緊鄰河岸共43處、崖錐堆積地形共19處、扇狀地共18處、順向坡2處以及鄰河階陡坡1處，剩餘13處為無法分類之大型跨河橋樑與隧道。

表 4-19 蘇花公路易致災路段所處地形區位統計表

所處地形	數量	所處地形	數量
陡坡地形	146	鄰河階陡坡	1
緊鄰河岸	43	舊山崩凹谷狀地形	64
順向坡	2	扇狀地	18
崖錐堆積地形	19	無	13

4.8.4 易致災路段災害潛感分析

易致災路段劃分完成後，隨即進行現地查核並填寫各路段之災害潛感評估表，進行易致災路段之災害潛感分析，此分析依據全坡面以及上、下邊坡之特性分別進行評估(圖4.24、圖4.25)。分析結果顯示，災害潛感高者共有141個路段、災害潛感中者共有116個路段、災害潛感低者則有49個路段。

分析易致災路段主要災害類型與災害潛感資料可以發現(圖4.23)，岩屑崩滑在各災害潛感等級中之數量皆為最高。其次，在高潛感路段中以土石流及蝕溝為次要災害，中潛感路段則以落石、蝕溝與土石流為次要災害，而低潛感則以落石與土石流為次要災害。從表中的統計資料亦可發現，高潛感災害中以岩屑崩滑、蝕溝與土石流有數量較多，而落石數量較少。

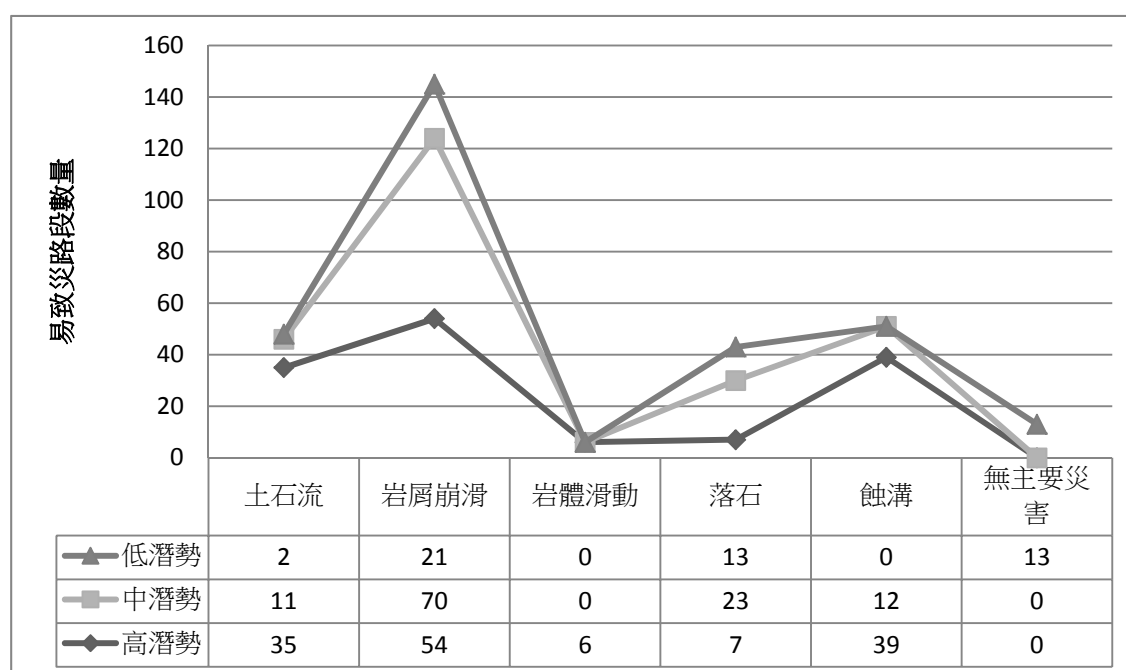


圖 4.23 蘇花公路易致災路段災害潛感與主要災害類型

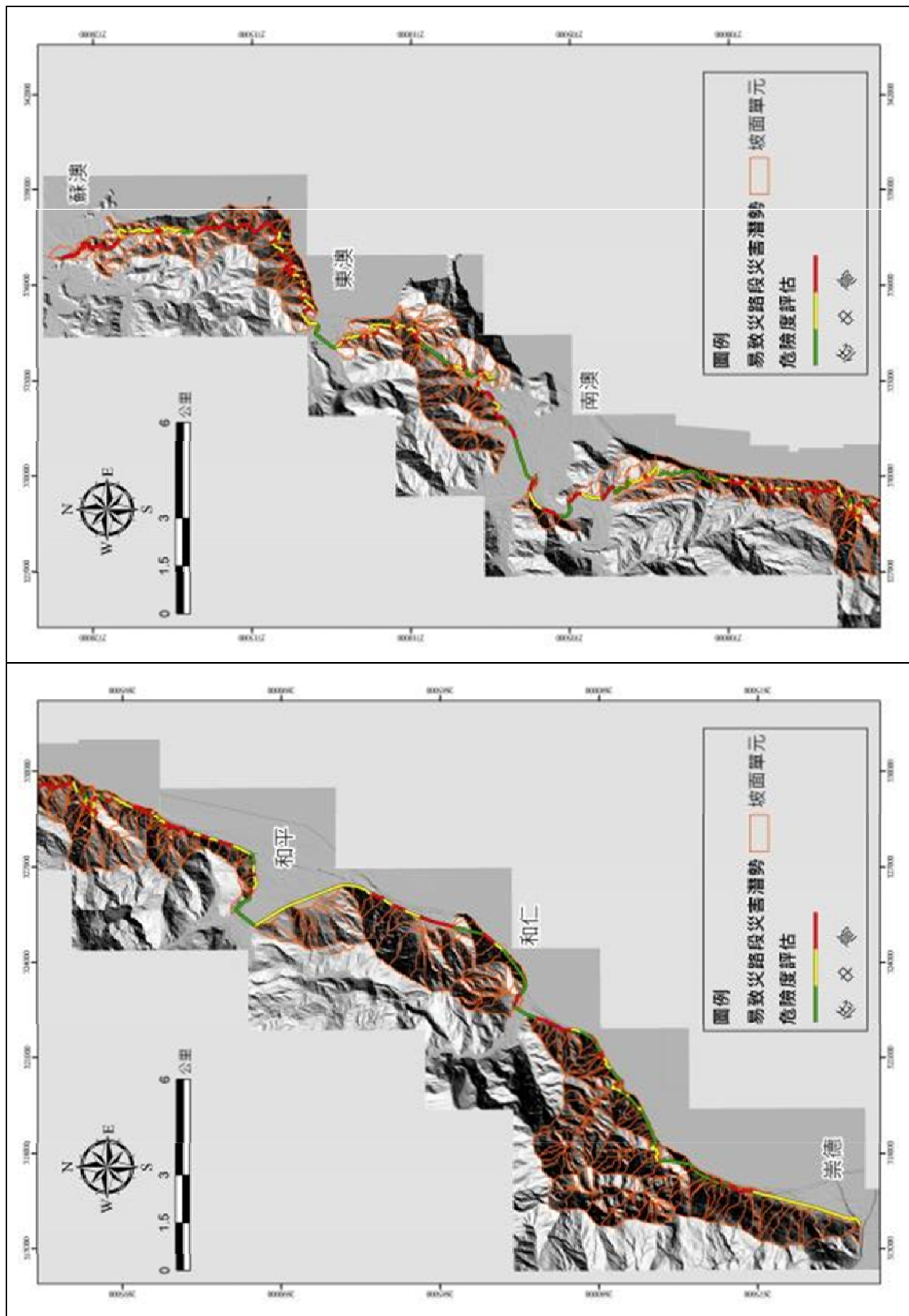


圖 4.24 蘇花公路易致災路段全坡面危險度評估結果圖

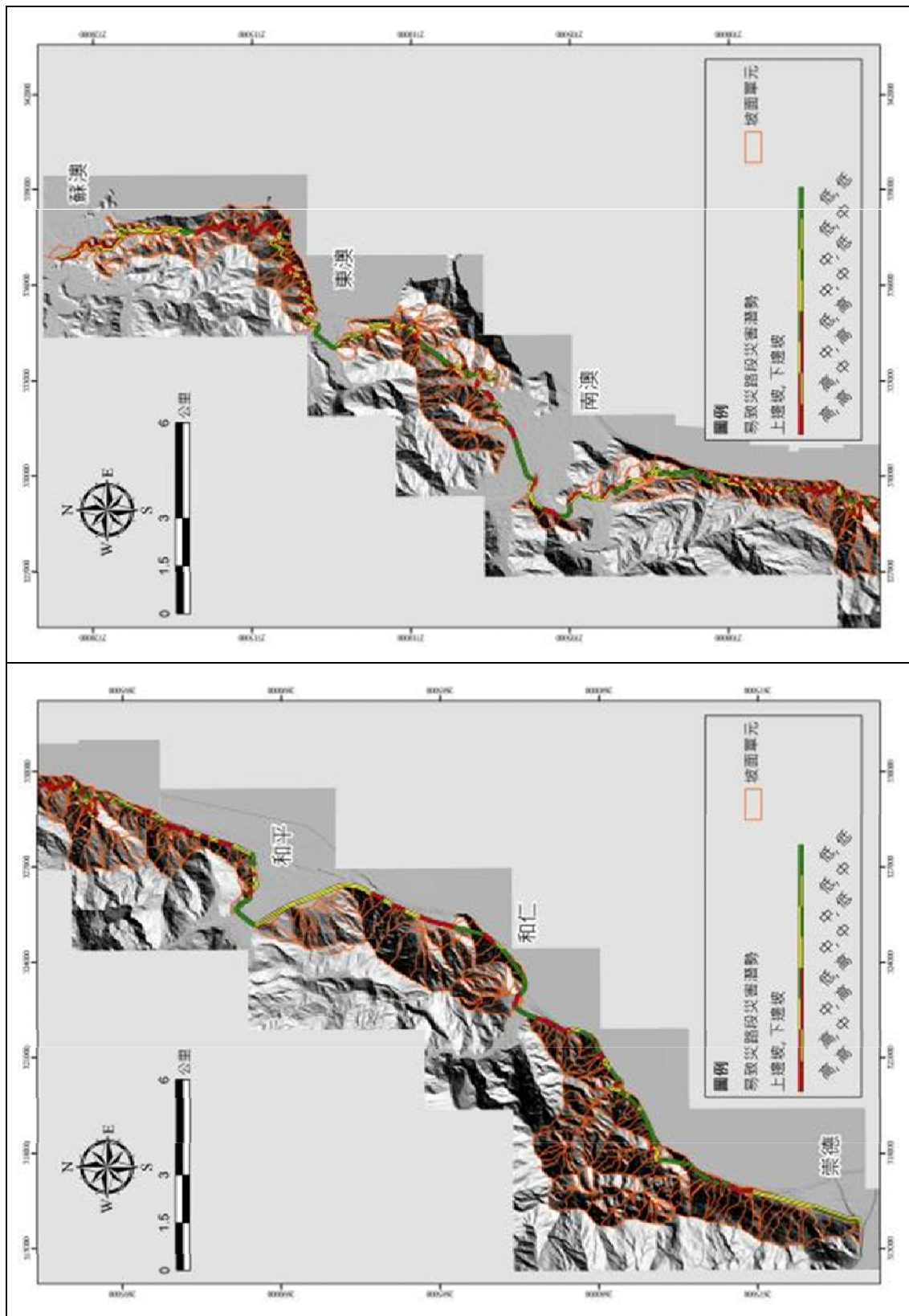


圖 4.25 蘇花公路易致災路段上、下邊坡危險度評估結果圖

4.9 重大災例成因、特性與復建措施分析

4.9.1 重大災害案例成因、特性分析

若將本研究蒐集重大災害案例疊合本研究之易致災路段（圖4.26），可將具有發生之重大災害案例進行分析，以提供後續易致災路段災害評估之依據。目前分析結果共計有42個路段發生過重大災害，而此41個之災害潛感分析結果皆為高。

而36處實際發生阻斷之重大災害案例，其路線樁號、地點、災害名稱與災害類型如表4-20所示。上述處重大災害案例中，以岩屑崩滑為最多共計16處，其中共有5處發生於115K~117K之間，其次為土石流共計11次、蝕溝共計5處、其餘落石共計4處。

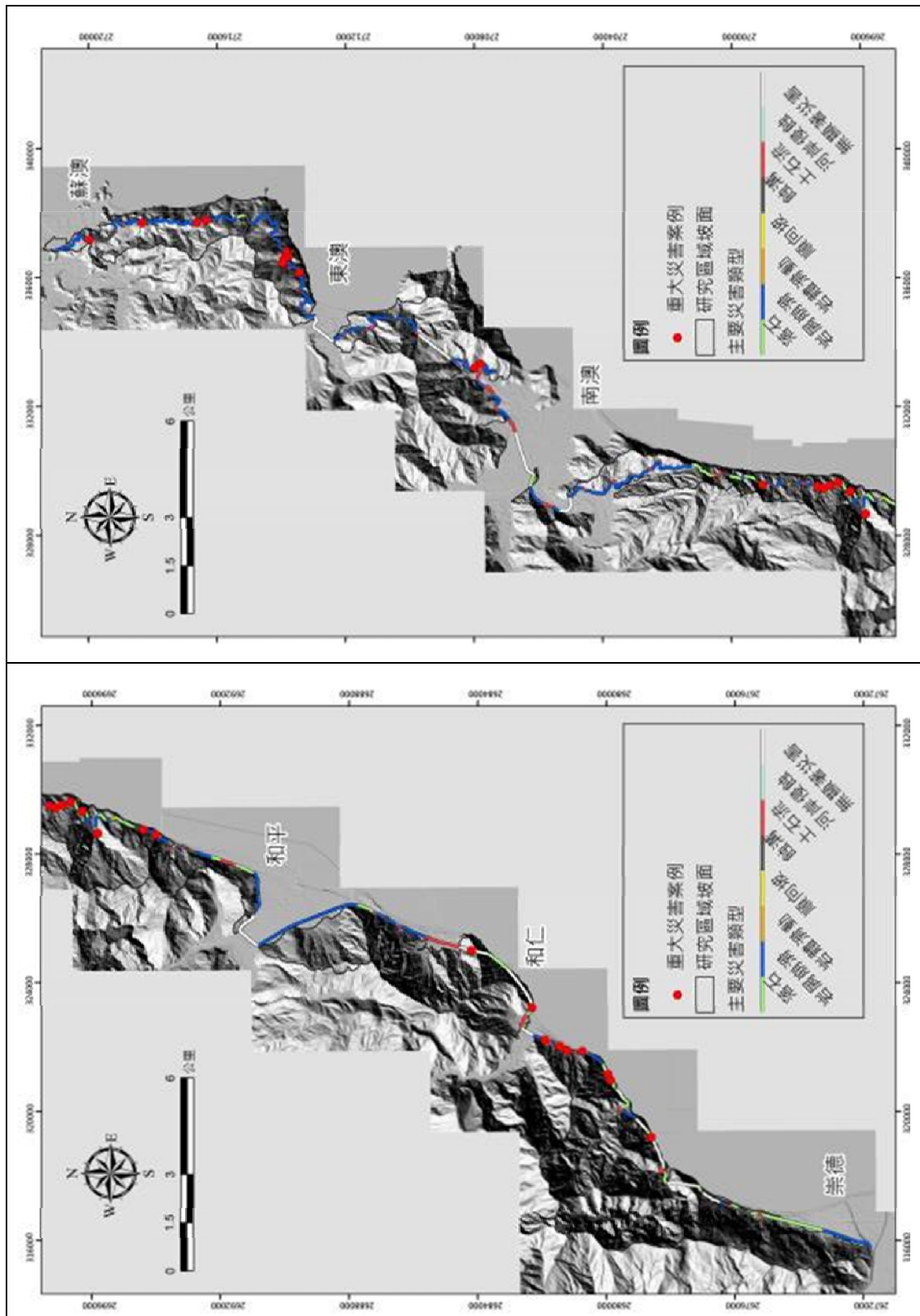


圖 4.26 重大災害案例與易致災路段災害類型疊合分布圖

表 4-20 蘇花公路易致災路段重大災害案例災害類型一覽表

編號	路線樁號	災害名稱	災害類型	編號	路線樁號	災害名稱	災害類型
1	106K+800	2010/10/22 梅姬颱風	岩屑崩滑	19	144K+750	2012/5/12 豪雨	土石流
2	106K+800	2010/10/21 梅姬颱風	岩屑崩滑	20	145K+000	2012/5/12 豪雨	土石流
3	109K+100	2010/10/21 梅姬颱風	岩屑崩滑	21	145K+350	2012/5/12 豪雨	岩屑崩滑
4	111K+200	2010/12/13 豪雨	岩屑崩滑	22	145K+840	2012/5/12 豪雨	岩屑崩滑
5	111K+500	2008/9/14 辛樂克颱風	土石流	23	147K+000	2012/8/2 蘇拉颱風	土石流
6	115K+580	2012/1/8 豪雨	岩屑崩滑	24	147K+050	2012/5/12 豪雨	土石流
7	115K+600	2012/1/9 豪雨	落石	25	149K+300	2012/5/12 豪雨	蝕溝
8	115K+750	2011/12/15 豪雨	落石	26	149K+750	2012/5/12 豪雨	蝕溝
9	115K+800	2012/5/30 豪雨	岩屑崩滑	27	163K+400	2009/10/3 芭瑪颱風	土石流
10	115K+800	2011/10/9 豪雨	岩屑崩滑	28	166K+000	2009/10/3 芭瑪颱風	岩屑崩滑
11	115K+900	2009/10/6 芭瑪颱風	土石流	29	167K+800	2008/9/29 蕃蜜颱風	土石流
12	116K+030	2010/10/21 梅姬颱風	岩屑崩滑	30	168K+000	2009/10/3 芭瑪颱風	土石流
13	116K+800	2010/12/15 豪雨	岩屑崩滑	31	168K+500	2009/10/5 芭瑪颱風	土石流
14	123K+000	2013/11/11 豪雨	岩屑崩滑	32	168K+800	2009/10/5 芭瑪颱風	土石流
15	126K+800	2009/10/5 梅姬颱風	岩屑崩滑	33	169K+300	2012/2/29 豪雨	岩屑崩滑
16	127K+070	2011/10/2 奈格颱風	岩屑崩滑	34	169K+800	2013/5/6 豪雨	落石
17	142K+500	2012/5/15 豪雨	蝕溝	35	170K+100	2009/10/5 芭瑪颱風	蝕溝
18	144K+550	2012/5/12 豪雨	蝕溝		173K+380	2012/8/12 蘇拉颱風	落石

4.9.2 重大災害案例復建措施分析

本研究透過現地勘查並填寫復建設施現況調查表，以進行本研究路段之工程復建措施分析，共計完成34處復建設施調查(如圖4.27)，其細部工程內容包括樁號、災害名稱、施作工程、工程現況等摘要如表4-21。

本路段於坡面整治面部分採用之復建工法，主要係以擋土牆配合錨釘工法、噴漿、掛網植生與型框工法等複合性工法進行處理；而於土石流與蝕溝部分，則以潛壩、噴漿與箱涵為主要施作工法。

依據調查結果顯示本路段34處復建措施工程現況中，28處既有工程、1處新建工程與5處緊急工程。在28處既有工程中，有2處全部毀損、有9處部分毀損、有18處運作良好，此顯示有將近一半以上之既有工程設施維持良好。

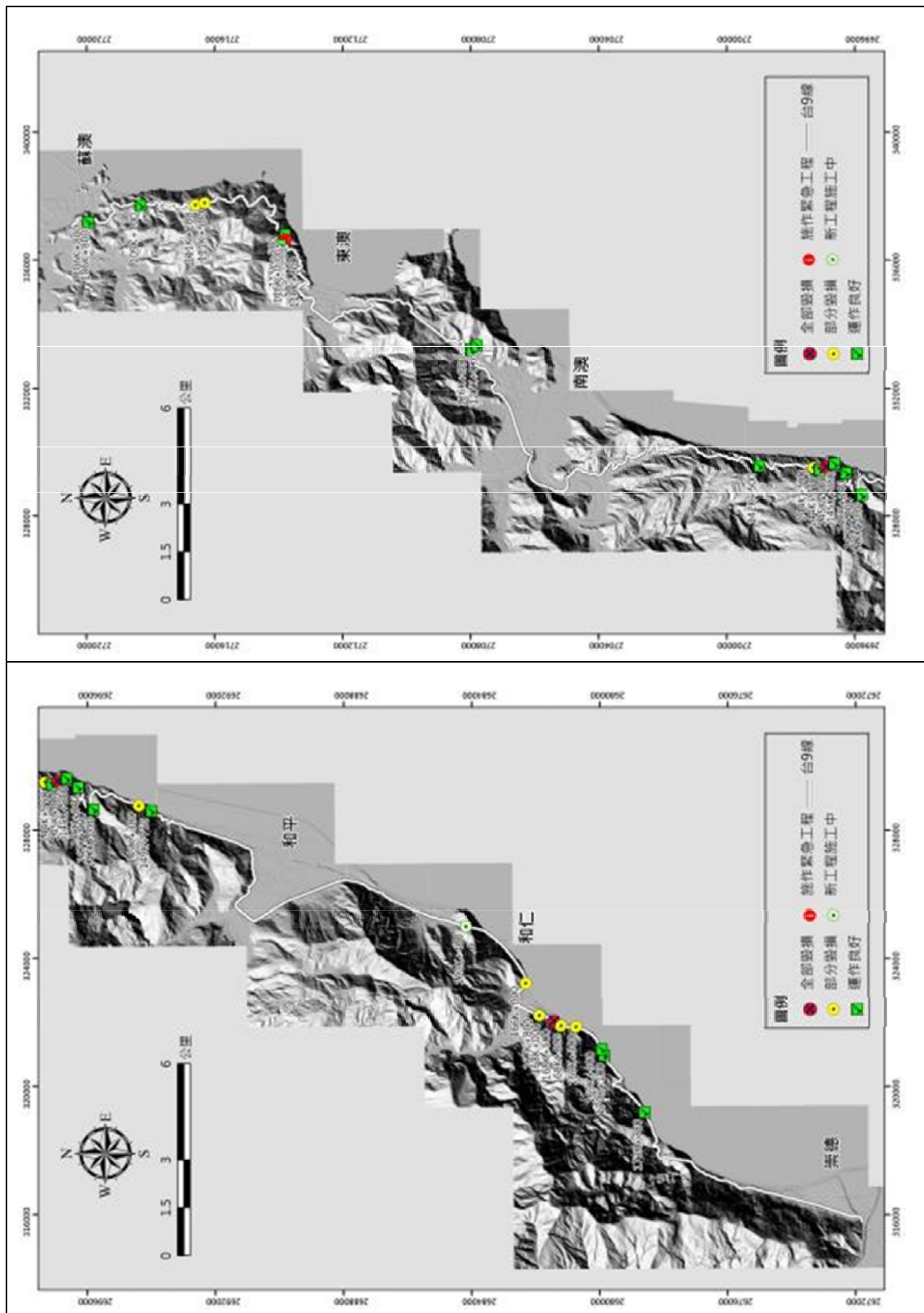


圖 4.27 蘇花公路易致災路段重大災例復建措施工程現況圖

表 4-21 蘇花公路易致災路段重大災例復建措施工程現況一覽表

路線樁號	災害名稱	災害類型	影響坡面	地形區位	施作工程	工程現況	說明
106K+800	2010/10/22 梅姬颱風	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	擋土牆,型框工法,坡面噴漿	運作良好	設施功能正常
	2010/10/21 梅姬颱風	岩屑崩滑					
109K+100	2010/10/21 梅姬颱風	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	擋土牆,型框工法,坡面噴漿	運作良好	設施功能正常
111K+200	2010/12/13 豪雨	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	型框工法,坡面噴漿	部分毀損	崩塌有擴大跡象,工程邊界有損壞跡象
111K+500	2008/9/14 辛樂克颱風	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	擋土牆,坡面噴漿	部分毀損	坡面植生茂盛,噴漿局部有剝落毀損跡象
115K+580	2012/1/8 豪雨	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	擋土牆,型框工法,坡面噴漿	運作良好	設施功能正常
115K+600	2012/1/9 豪雨	落石	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	擋土牆,型框工法,坡面噴漿	運作良好	設施功能正常
115K+750	2011/12/15 豪雨	落石	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	錨釘工法,坡面噴漿,型框工法,擋土牆	施作緊急工程	土石流左岸邊坡因側蝕導致坡面大規模崩塌,路基近乎流失,現正施作緊急工程,以護坡,錨釘與噴漿強穩定坡腳與坡面,防止再次因土石流侵蝕而崩塌
115K+800	2012/5/30 豪雨	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	錨釘工法,坡面噴漿,型框工法,	施作緊急工程	土石流刷深河道,並產生側蝕作用,而導致向源侵蝕造成左岸邊坡產生岩塊崩解與坍方,路基近乎流失,現正施作緊
	2011/10/9 豪雨	岩屑崩滑	全坡面	舊山崩凹谷狀	擋土牆	施作緊急工程	

路線樁號	災害名稱	災害類型	影響坡面	地形區位	施作工程	工程現況	說明
				地形			急工程，以護坡,錨釘與噴漿強穩定坡腳與坡面,防止再次因土石流侵蝕而崩塌
115K+900	2009/10/6 芭瑪颱風	土石流	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	坡面噴漿,型框工法,擋土牆,潛壩,涵管	施作緊急工程	
116K+030	2010/10/21 梅姬颱風	岩屑崩滑	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	擋土牆,錨釘工法,坡面噴漿,客土植生	運作良好	下邊坡河岸側路基因土石流沖刷流失,已施工程,但部分毀損,豪雨恐再次坍塌
116K+800	2010/12/15 豪雨	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	擋土牆、明隧道	新工程施作中	現正施作明隧道加強防護
126K+800	2009/10/5 梅姬颱風	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	擋土牆,型框工法,坡面噴漿	運作良好	設施功能正常
127K+070	2011/10/2 奈格颱風	岩屑崩滑	全坡面	緊鄰河岸	擋土牆,型框工法,坡面噴漿	運作良好	設施功能正常
142K+500	2012/5/15 豪雨	蝕溝	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	擋土牆,型框工法,坡面噴漿	運作良好	設施功能正常
144K+550	2012/5/12 豪雨	蝕溝	下邊坡	舊山崩凹谷狀地形	擋土牆,坡面噴漿	部分損壞	局部因溪溝侵蝕而有剝落毀損跡象
144K+750	2012/5/12 豪雨	土石流	全坡面	緊鄰河岸	擋土牆、邊坡噴漿、客土植生、河道清淤	運作良好	設施功能正常
145K+000	2012/5/12 豪雨	土石流	全坡面	舊山崩凹谷狀地形	擋土牆、邊坡噴漿	全部損壞	蝕溝發育而成之土石流，平時無顯著跡象，若遇豪雨可能會引發土石溢流

路線樁號	災害名稱	災害類型	影響坡面	地形區位	施作工程	工程現況	說明
145K+350	2012/5/12 豪雨	岩屑崩滑	全坡面	崖錐堆積地形	擋土牆	運作良好	設施功能正常
145K+840	2012/5/12 豪雨	岩屑崩滑	下邊坡	順向坡	擋土牆	運作良好	順向坡地形,以出露較堅硬之岩盤,爾後以零星落石致災之機會較大
147K+000	2012/8/2 蘇拉颱風	土石流	全坡面	緊鄰河岸	擋土牆、邊坡噴漿、客土植生、河道清淤	運作良好	因土石流而側蝕左岸邊坡,導致路基掏空而阻斷交通,現況設施功能正常
147K+050	2012/5/12 豪雨	土石流	全坡面	緊鄰河岸	擋土牆、邊坡噴漿、客土植生、河道清淤	運作良好	
149K+300	2012/5/12 豪雨	蝕溝	上邊坡	舊山崩凹谷狀地形	擋土牆、邊坡噴漿	部分損壞	局部因溪溝侵蝕而有剝落毀損跡象
149K+750	2012/5/12 豪雨	蝕溝	上邊坡	陡坡地形	邊坡噴漿	運作良好	局部因溪溝侵蝕而有剝落毀損跡象
163K+400	2009/10/3 芭瑪颱風	土石流	全坡面	扇狀地	河道清淤、潛壩	新工程施作中	因發生大型土石流災害,於河道清淤,施作潛壩工程
166K+000	2009/10/3 芭瑪颱風	岩屑崩滑	上邊坡	陡坡地形	擋土牆、邊坡噴漿、掛網防護	部分損壞	噴漿與掛網局部有剝落毀損跡象
167K+800	2008/9/29 薔蜜颱風	土石流	全坡面	扇狀地	堆石護岸	部分損壞	植生茂密以及護岸局部有毀損情形
168K+000	2009/10/3 芭瑪颱風	土石流	全坡面	扇狀地	潛壩、涵管、河道清淤	部分損壞	道路下方通道斷面過小,易無法承受豪雨期間大量土石而溢流。
168K+500	2009/10/5 芭瑪颱風	土石流	全坡面	扇狀地	邊坡噴漿	全部損壞	溪溝發育而成之土石流,原有之簡易防護工程皆遭破壞,雖然致災規模較小,仍可

路線樁號	災害名稱	災害類型	影響坡面	地形區位	施作工程	工程現況	說明
							能阻斷交通
168K+800	2009/10/5 芭瑪颱風	土石流	全坡面	扇狀地	涵管、河道清淤	全部損壞	為小溪溝發育成之土石流,夾帶大量土石於道路溢流,原有之防護工程皆遭破壞
169K+300	2012/2/29 豪雨	岩屑崩滑	全坡面	陡坡地形	擋土牆、邊坡噴漿、掛網防護	部分損壞	噴漿與掛網局部有剝落毀損跡象
169K+900	2013/5/6 豪雨	落石	上邊坡	陡坡地形	擋土牆、明隧道	運作良好	設施功能正常
170K+100	2009/10/5 芭瑪颱風	蝕溝	全坡面	陡坡地形	擋土牆、邊坡噴漿	運作良好	設施功能正常
173K+380	2012/8/2 蘇拉颱風	落石	全坡面	陡坡地形	擋土牆、邊坡噴漿、掛網防護	運作良好	設施功能正常

以下就重要之工程案例進行檢討分析：

1. 116K+030 大規模岩屑崩滑

樁號116K+030處之大規模岩屑崩滑位於東澳北方，位處凹谷以及陡坡地形，曾於99年10月21日梅姬颱風，因雨水漫流並匯集至凹谷，造成下邊坡路基下刷流失與上邊坡崩塌之全坡面破壞情形，下邊坡路基流失後可見片岩岩體出露。目前已施作擋土牆、錨釘工法、坡面噴漿與客土植生等工程。

現地之復建工程措施現況良好，但主要工程皆集中於上邊坡，災害發生主因為下邊坡路基流失，進而引發上邊坡與道路大規模崩塌，因此建議可加強下邊坡排水與防護工程以避免災害再次發生。

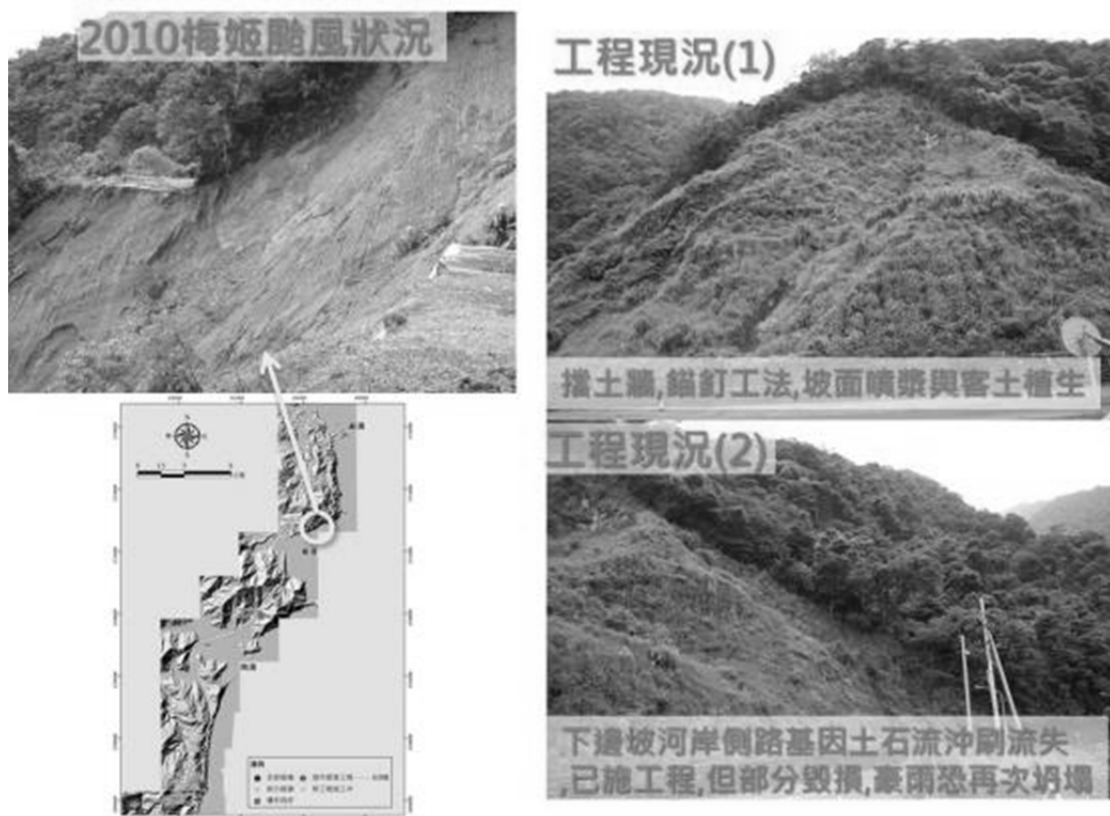


圖 4.28 蘇花公路樁號 116K+030 大規模岩屑崩滑災害狀況與復建工程現況圖

2. 116K+800 岩屑崩滑

樁號116K+800處之岩屑崩滑位於東澳北方，位處凹谷以及陡坡地形，曾於99年10月21日梅姬颱風，因雨水漫流並匯集至凹谷，再加上位於片岩區，邊坡較易造沖刷而剝蝕，最終引發上邊坡崩塌而阻斷交通。目前正施作擋土牆與明隧道等工程。

現地復建工程措施正在施作中，因此後續仍需持續評估其工程效益。



圖 4.29 蘇花公路樁號 116K+800 岩屑崩滑災害狀況與復建工程現況圖

3. 144K+750 土石流災害

樁號144K+750處之土石流災害位於南澳與和平之間，位處陡坡以及緊鄰河岸地形，曾於101年5月12日豪雨事件於溪溝爆發土石流，因土石流之侵蝕導致下邊坡路基流失，除土石溢流至路面外，道路亦有一半以上崩毀而阻斷交通。其致災原因為溪溝於豪雨期間集中大量雨水，進而爆發土石流災害，除了需加強排水外，道路上游要朝溪溝整治與土石攔阻方面著手，防止土石流再次發生；道路下游要加強邊坡防護，防止路基再次遭侵蝕而流失。

由現地復建工程措施現況進行觀察，目前道路下方復建工程措施現況良好，而道路上游整治較少，因此建議可加強上邊坡排水與防護工程以避免災害再次發生，道路下方則仍需持續評估其工程效益。

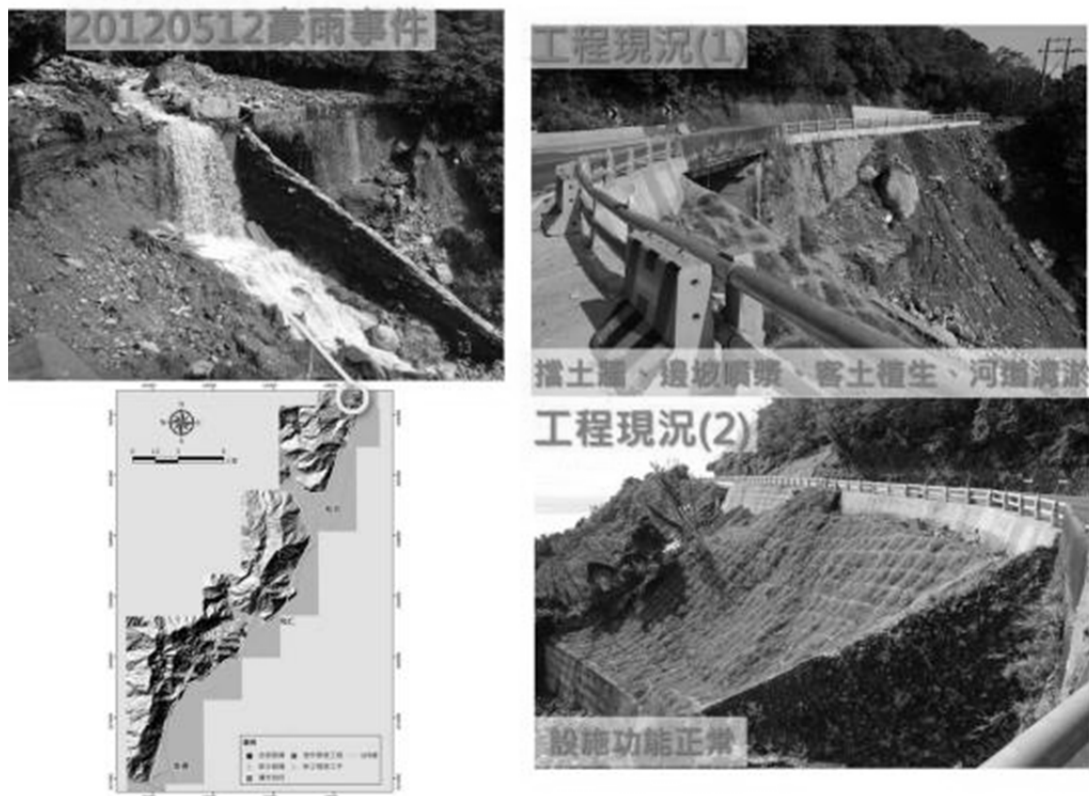


圖 4.30 蘇花公路樁號 144K+750 土石流災害狀況與復建工程現況圖

4. 168K+000 土石流災害

樁號168K+000處之土石流災害位於和仁南方，位處扇狀地地形，於98年10月3日芭瑪颱風時造成土石流溢流災情。其致災原因為溪流中、上游因地勢高陡下蝕力強，持需淘刷土石往下游搬運，而下游地勢較低緩處，除了中、上游運送來之土石外，亦有多處因崩塌造成之崖錐堆積層，所以大量鬆散之堆積材料在豪大雨期間，易引發土石流災害。

目前除了將影響道路之溢流土石清除外，尚未有其他對溪流顯著的整治工程，建議將道路上游大量土石清淤，再加強潛壩與護岸之規模，而道路下游則需增加行水斷面，以防排洪不及。



圖 4.31 蘇花公路樁號 168K+000 土石流災害狀況與復建工程現況圖

公路總局第四區工程處針對蘇花公路於民國90年至100年後陸續進行災搶與復健工程（表4-22）。

表 4-22 研究區域內第四區養護工程處施作之復建措施工程一覽表

災害發生時間	災害名稱	路線樁號	附近地名	災害類別及受損情形	修復經費(仟元)	簡述
90.1.8	豪雨	112K+500	九宮里	坍方	1,036	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.7.30	桃芝颱風	153K+900	漢本	坍方	3,125	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，單線阻斷。
90.8.30	豪雨	133K+000	南澳	坍方		上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.5	豪雨	166K+300	和中	坍方		上邊坡落石，落石運棄。
90.9.17	納莉颱風	169K+100	和仁	坍方	4,650	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.18	納莉颱風	146K+000	觀音	坍方		上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.18	納莉颱風	156K+000	澳花	坍方		上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.24	利奇馬颱風	152K+000	漢本	坍方	16,625	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.25	利奇馬颱風	169K+800	和仁	坍方		上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.26	利奇馬颱風	123K+100	東澳	坍方		上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.27	利奇馬颱風	141K+000	東澳	坍方		上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.27	利奇馬颱風	155K+600	澳花	坍方		上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.12.7	豪雨	169K+800	和仁	坍方	2,614	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
91.3.31	自然風化	133K+000	南澳	坍方	90	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
91.3.31	自然風化	164K+100	和中	坍方	188	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，單線阻斷。
91.4.7	自然風化	155K+000	和平	坍方	678	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
91.5.6	自然風化	165K+000	和中	落石(1死3傷)	78	上邊坡落石，落石運棄。
91.7.11	豪雨	148K+150	觀音	坍方	532	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
91.8.4	豪雨	178K+480	崇德	坍方	361	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
91.8.10	豪雨	145K+500	觀音	坍方	223	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
91.8.10	豪雨	132K+000	南澳	坍方	80	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。

災害發生時間	災害名稱	路線樁號	附近地名	災害類別及受損情形	修復經費(仟元)	簡述
91.8.10	豪雨	169K+900	和仁	坍方	175	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
91.8.11	自然風化	146K+450	觀音	坍方	226	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
91.9.8	豪雨	178K+480	崇德	坍方	878	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
91.10.10	豪雨	178K+480	崇德	坍方	278	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
91.10.23	自然風化	115K+900	東澳	坍方	751	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.5.6	豪雨	169K+900	和中	坍方	632	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.5.6	豪雨	170K+100	和中	坍方	364	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.7.6	自然風化	151K+000	觀音	坍方	358	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.7.10	自然風化	164K+020	和中	坍方	436	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.9.12	豪雨	161K+000	和平	坍方	723	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.9.27	豪雨	149K+500	觀音	坍方	821	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.10.3	豪雨	145K+000	觀音	坍方	589	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.10.3	豪雨	148K+000	觀音	坍方	411	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.11.10	豪雨	112K+200	九宮里	坍方	612	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.11.22	豪雨	112K+500	九宮里	坍方	614	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.11.27	豪雨	113K+000	九宮里	坍方	524	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.11.27	豪雨	117K+300	東澳	坍方	324	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
92.11.27	豪雨	140K+600	武塔	坍方	276	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.5.1	地震	164K+300	和中	地震坍方	106	上邊坡地震坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.5.8	大雨	147K+800	觀音	坍方	88	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.6.9	豪雨	114K+300	東澳	坍方	17,404	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.6.9	豪雨	140K+400	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.6.9	豪雨	149K+950	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。

災害發生時間	災害名稱	路線樁號	附近地名	災害類別及受損情形	修復經費(仟元)	簡述
93.6.9	豪雨	154K+450	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.6.9	豪雨	170K+950	和仁	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	113K+100	九宮里	坍方	26,513	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	140K+150	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	142K+360	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	143K+850	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	144K+750	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	145K+300	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	147K+550	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	149K+200	漢本	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	154K+450	漢本	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	160K+000	和平	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	168K+850	和仁	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	170K+400	清水	坍方	868	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	171K+700	清水	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.7.3	敏督利颱風	174K+600	崇德	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.8.15	自然風化	123K+800	新澳隧道	落石(3死1傷)	163	上邊落石，落石運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.8.26	大雨	122K+800	東澳	坍方	18,103	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.8.26	大雨	139+630	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.8.26	大雨	142+250	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.8.26	大雨	144+750	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.8.26	大雨	149+500	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.8.26	大雨	152+050	漢本	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。

災害發生時間	災害名稱	路線樁號	附近地名	災害類別及受損情形	修復經費(仟元)	簡述
93.8.26	大雨	170K+400	清水	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.9.12	納坦颱風	163K+500	和仁	坍方	141	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.10.26	海馬颱風	139K+630	武塔	坍方	14,248	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.10.26	海馬颱風	142K+250	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.10.26	海馬颱風	148+500	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.10.26	海馬颱風	168K+800	和仁	坍方	177	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.10.28	大雨	149K+700	觀音	坍方	88	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.11.26	大雨	111K+770	九宮里	坍方	35	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.12.4	南瑪都颱風	111K+600	九宮里	坍方	19,778	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.12.4	南瑪都颱風	114K+300	九宮里	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.12.4	南瑪都颱風	139K+630	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.12.4	南瑪都颱風	142K+250	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.12.4	南瑪都颱風	143K+850	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.12.4	南瑪都颱風	148K+200	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.12.4	南瑪都颱風	149K+200	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.12.4	南瑪都颱風	152K+050	漢本	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.12.4	南瑪都颱風	164K+000	漢本	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.12.4	南瑪都颱風	164K+300	漢本	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
93.12.4	南瑪都颱風	168K+850	和仁	坍方	368	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.2.11	自然風化	112K+300	九宮里	坍方	1,420	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.2.14	豪雨	140K+400	九宮里	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.2.26	豪雨	114K+350	東澳	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.3.14	自然風化	140K+100	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。

災害發生時間	災害名稱	路線樁號	附近地名	災害類別及受損情形	修復經費(仟元)	簡述
94.3.14	自然風化	168K+850	和仁	坍方	355	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.5.13	豪雨	149K+250	觀音	坍方	2,195	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.5.13	豪雨	168K+000	和仁	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.5.16	豪雨	112K+300	九宮里	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.5.28	豪雨	149K+500	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.6.5	自然風化	146K+500	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.6.17	豪雨	146K+500	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.7.20	海棠颱風	111K+600	九宮里	坍方		5,164
94.7.20	海棠颱風	113K+100	九宮里	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.7.20	海棠颱風	114K+350	東澳	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.7.20	海棠颱風	123K+500	東澳	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.7.20	海棠颱風	139K+630	武塔	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.7.20	海棠颱風	140K+100	武塔	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.7.20	海棠颱風	140K+400	武塔	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.7.20	海棠颱風	140K+970	武塔	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.7.20	海棠颱風	160K+100	和平	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.7.20	海棠颱風	164K+400	和中	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.7.20	海棠颱風	164K+500	和中	巨大落石 (20m*5m*6m)	落石爆破運棄，無傷亡	
94.7.20	海棠颱風	165K+200	和中	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.7.20	海棠颱風	167K+120	和中	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.8.6	馬莎颱風	114K+350	東澳	坍方	1,702	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.8.6	馬莎颱風	139K+630	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。

災害發生時間	災害名稱	路線樁號	附近地名	災害類別及受損情形	修復經費(仟元)	簡述
94.8.6	馬莎颱風	140K+100	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.8.6	馬莎颱風	140K+970	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.8.6	馬莎颱風	141K+050	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.8.13	豪雨	111K+600	九宮里	坍方	1,934	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.8.13	豪雨	114K+350	東澳	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.8.13	豪雨	140K+100	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.8.13	豪雨	140K+400	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.8.13	豪雨	140K+970	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.8.13	豪雨	141K+050	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.9.1	泰利颱風	113K+100	九宮里	坍方		2,020
94.9.1	泰利颱風	114K+350	東澳	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.9.1	泰利颱風	139K+630	武塔	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.9.1	泰利颱風	141K+050	武塔	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.9.1	泰利颱風	145K+100	觀音	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.9.1	泰利颱風	167K+200	和中	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
94.9.10	卡努颱風	147K+100	觀音	落石		落石運棄，無傷亡
94.10.3	龍王颱風	111K+600	九宮里	坍方	1,973	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.10.3	龍王颱風	113K+100	九宮里	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.10.3	龍王颱風	140K+100	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.10.3	龍王颱風	141K+050	武塔	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
94.10.3	龍王颱風	167K+200	和中	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.2.3	自然風化	113K+100	九宮里	落石(1傷)	33	落石運棄，交通單線中斷
95.5.16	豪雨	170K+950	清水	坍方	1,384	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。

災害發生時間	災害名稱	路線樁號	附近地名	災害類別及受損情形	修復經費(仟元)	簡述
95.6.9	豪雨	111K+700	九宮里	坍方	1,980	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.6.9	豪雨	126K+700	南澳	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.6.9	豪雨	167K+900	和仁	坍方	38	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.6.9	豪雨	170K+940	清水	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.7.15	碧利斯颱風	145K+600	觀音	坍方	44	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.7.15	碧利斯颱風	170K+300	清水	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.7.15	碧利斯颱風	170K+950	清水	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.7.25	凱米颱風	142K+100	武塔	坍方	841	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.7.25	凱米颱風	149K+600	觀音	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.7.25	凱米颱風	168K+250	和仁	坍方	73	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.8.9	寶發颱風	142K+100	武塔	坍方	337	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.8.9	寶發颱風	167K+380	和仁	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.8.9	寶發颱風	172K+750	清水	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.9.22	大雨	149K+300	觀音	坍方	231	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.11.16	大雨	140K+150	武塔	坍方	153	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
95.12.3	大雨	140K+150	武塔	落石 (1m*2m*1m)	33	落石運棄，交通單線中斷(1死1傷)
95.12.13	大雨	140K+150	武塔	坍方	141	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.7	帕布颱風	167K+900	和仁	坍方	433	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.7	帕布颱風	178K+530	崇德	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	118K+600	東澳	坍方	492	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	124K+250	新澳隧道	坍方(9120m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	128K+950	南澳	坍方(2160m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。

災害發生時間	災害名稱	路線樁號	附近地名	災害類別及受損情形	修復經費(仟元)	簡述
96.8.18	聖帕颱風	140K+700	武塔	路基缺口 (20m*4m)		路基缺口，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	台 9 線 141K+600	武塔	坍方 (1080m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	台 9 線 142K+100	武塔	坍方 (900m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	142K+450	武塔	坍方 (1575m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	142K+600	武塔	路基缺口		路基缺口 (20m*4m)，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	143K+100	武塔	坍方 (3990m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	143K+560	武塔	坍方 (1520m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	144K+800	武塔	路基缺口		路基缺口 (40m*4m)，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	144K+820	觀音	坍方 (1500m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	145K+600	觀音	坍方 (2400m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	147K+100	觀音	路基缺口		路基缺口 (25m*4m)，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	147K+800	觀音	坍方 (3000m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	149K+050	觀音	路基缺口		路基缺口 (20m*4m)，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	149K+300	觀音	坍方 (7500m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	149K+560	觀音	坍方 (1200m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	152K+100	觀音	坍方 (4200m ³)		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.8.18	聖帕颱風	164K+300	和中	坍方 (2000m ³)	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。	
96.9.24	聖帕颱風	122K+650	東澳	路基缺口 (30m*4m)	1,235	路基缺口，造成交通中斷，無替代道路。
96.10.7	柯羅莎颱風	110K+500	九宮里	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
96.10.7	柯羅莎颱風	115K+600	東澳	坍方		上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。

第五章 山區道路邊坡破壞因子分析與修正

5.1 山區道路邊坡致災因子誘發因子分析

本計畫根據前述 2.6.1 節之分析，以最大降雨強度和有效累積雨量為主要分析降雨因子，應用克利金法推估降雨空間分佈情況，並依據相關統計方法，分析出降雨參數值之上下限，以作為公路總局於雨場中相關警戒或行動之用。台 9 線及台 24 線道路降雨參數值上下限分析結果說明如下：

5.1.1 台 9 線山區道路邊坡致災因子、誘發因子分析與降雨參數上限值調整

1、台 9 線山區道路邊坡致災因子、誘發因子分析與修正

本計劃前已對於台 9 線進行相關基本資料之蒐集，因研究區域自花蓮北方和平地區開始，一直延伸至宜蘭蘇澳地區，其南北距離差距較大而且其岩性分佈亦有所不同，因而考量其南北之降雨警戒值也可能有所差異。為此，本計畫初步將台 9 線區分為南、中、北三段路段，分別進行降雨參數之統計。其中南部路段以和平溪以南至立霧溪之路段為主；中部路段以南澳溪以南至和平溪間之路段為主；北部路段則以南澳溪以北至研究區域北端為止。三個路段分界如圖 5.1 所示。此外，本計畫並考量道路邊坡破壞型式不同之可能影響，根據第四章之現地勘查結果，進一步將不同路段可能之致災原因區分為滑動及流動災害，其中流動災害主要包含有土石流及蝕溝災害類型；而滑動災害則包含有岩屑崩滑、順向坡和落石等災害類型。根據其流動災害及滑動災害類型所屬坡面單元之降雨情況，進行警戒參數上下限之訂定。

為進行研究區域之降雨分析，本計畫根據崩塌判釋成果及雨場資料，選取近年十場颱風事件(十場颱風事件之平均降雨及新增崩塌情況如表 5.1 所示)，並分別應用克利金法進行十場颱風事件於南、中、北路段之降雨分佈推估，根據流動災害及滑動災害類別之災害坡面單元

進行分類，以進行相關降雨參數統計。

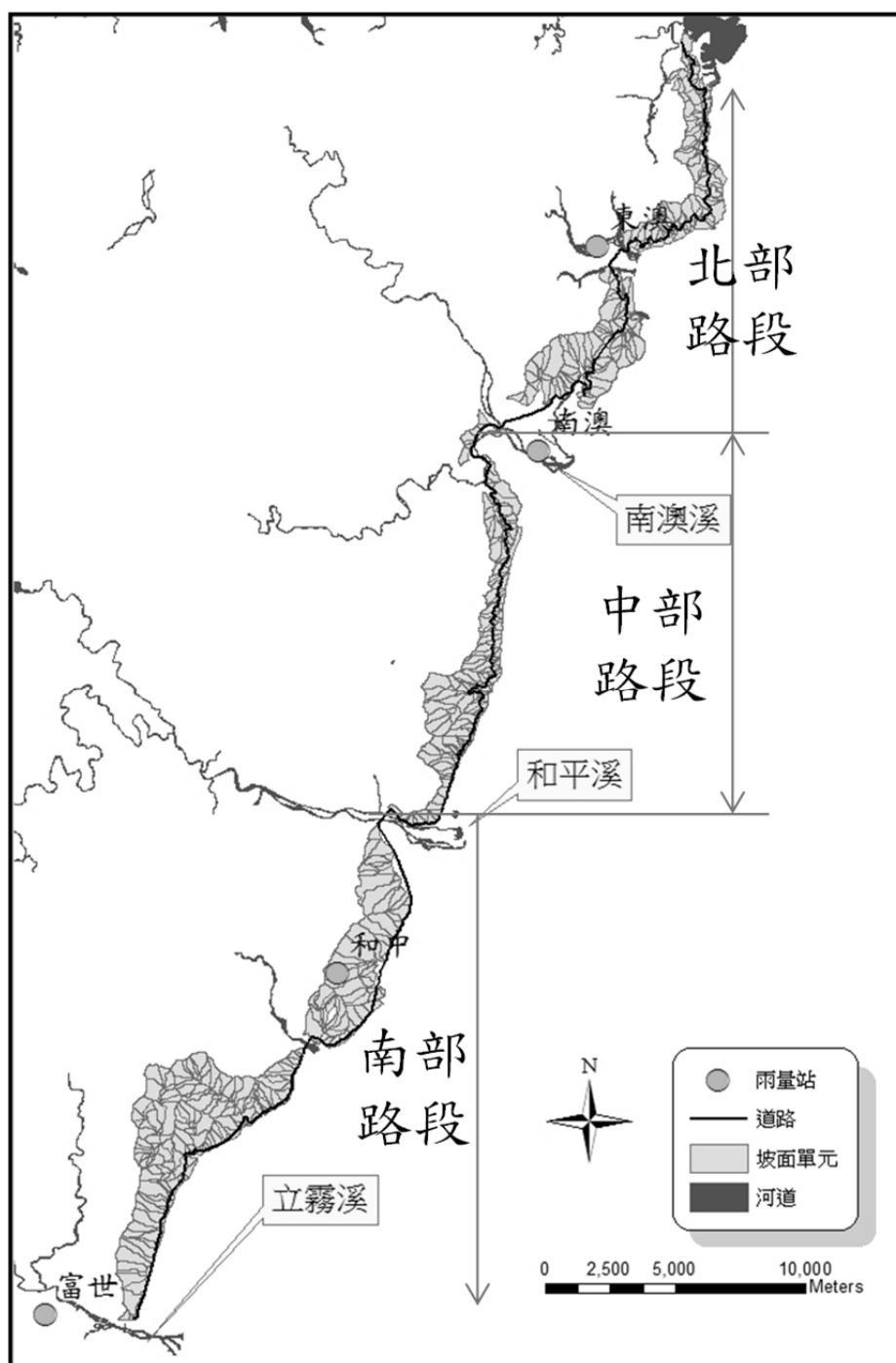


圖 5.1 台九線北、中、南路段分區圖

表 5-1 台九線警戒值分析所應用之十場颱風事件及其崩塌資料

項次	事件	平均雨量 (mm)	平均最大降雨強度 (mm/hr)	新增崩塌數	新增崩塌面積 (m ²)
1	瑪莎	277.55	24	57	683400
2	泰利	238.25	25.89	15	173106
3	凱米	266.74	41.28	122	1146044
4	聖帕	235.6	25.17	17	352420
5	柯羅莎	49.1	12.9	14	81132
6	米塔	19.7	3.2	34	9688
7	辛樂克	111.55	27.86	65	1021802
8	莫拉克	155.6	21.75	31	387057
9	凡那比	177.6	52.2	27	649535
10	南瑪都	254.8	31.7	16	308043

本計畫初步以克利金法所分析出辛樂克颱風期間於台 9 線之累積雨量分佈情況為例(如圖 5.2 所示)，由圖 5.2 可看出，研究區域南部路段之平均累積雨量並不大，然而卻有明顯新增崩塌；反之，北部路段之平均累積雨量較大，然其新增崩塌則較少。此一現象顯示台九線南北路段因其地文特性之差異，所以發生新增崩塌之情況亦有所不同，進而亦影響到其降雨參數上下限之訂定。

本計畫根據前述相關資料及分析方法，進行台 9 線各坡面單元區域平均降雨強度及有效累積雨量的統計分析，並推估出南、中、北路段之滑動災害類型及流動災害類型降雨參數上下限值。本計畫所分析出南、中、北三個路段降雨參數之上下限如表 5.2 所示。

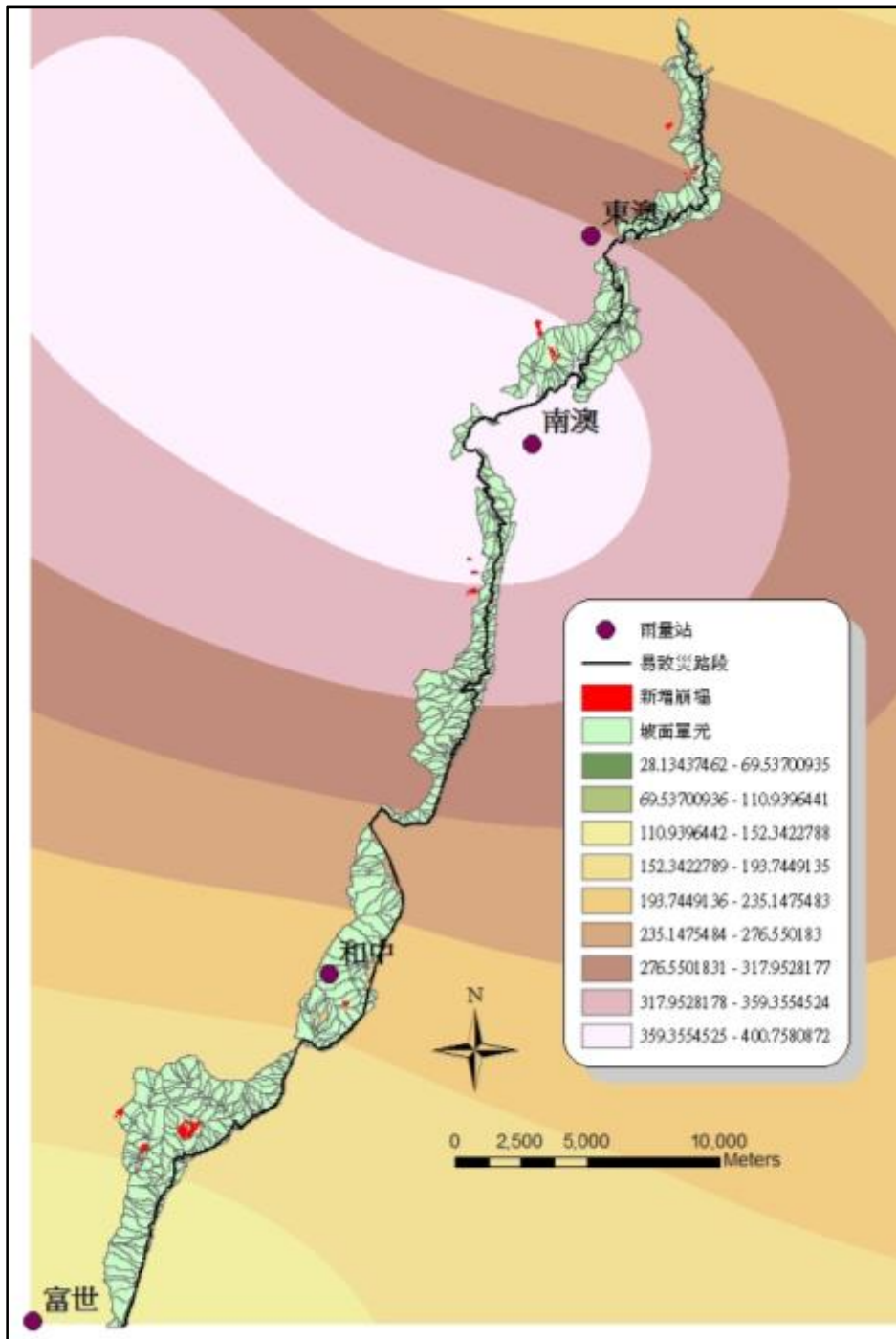


圖 5-2 辛樂克颱風期間台 9 線之累積雨量分佈及新增崩塌分布情況

表 5-2 台 9 線不同路段及災害類別之降雨參數上下限

路段	災害類別	降雨值上下限	有效累積雨量(mm)	降雨強度 (mm/hr)
北部路段	流動災害	上限	300	50
		下限	180	30
	滑動災害	上限	200	50
		下限	160	30
中部路段	流動災害	上限	330	30
		下限	140	23
	滑動災害	上限	250	30
		下限	140	23
南部路段	流動災害	上限	170	25
		下限	125	18
	滑動災害	上限	170	23
		下限	125	18

2、台 9 線山區道路降雨參數上限值調整

本研究考量調整降雨參數上限的控制因子有易致災路段潛感、崩塌程度、距上次災害時間、排水狀況、植生狀況及施作防護工程現況等，並利用證據權法計算台 9 線各因子發生崩塌之權重值，加總後即求得各路段之山崩潛感指標，最後則依據此指標進行各路段累積雨量及降雨強度參數之調整，求得各路段之降雨參數上限值。

根據本研究各調整因子計算所得之權重值(表 5-3)來看，其中易致災路段潛感於高潛感區呈現較高的關聯性，但中潛感區卻呈現最低的關聯性而非低潛感區，此一現象可能與易致災路段潛感本身之調查計算時，即採用了較多的因子計算之結果，相對使得此項目之計分出現較為複雜的現象。

另依崩壞程度的計算結果來看，路段已達岩盤發生崩塌的關聯性較高於未達岩盤，此一現象可能與台 9 線全線段之地質風化程度不高有關，致使崩塌現象仍可見於已達岩盤之路段。

至於其他因子如距上次災害時間呈現時間越接近，其發生山崩的關連性有越高的情形；排水狀況亦顯示若路段有積水疑慮，則山崩的關連性有越高；植生狀況則以裸露地關連性要高於木生植物覆被之情形；施作防護工程現況亦顯示未施工或施工中路段要高於防護設施良好之路段。以上四項因子經過權重計算後，其呈現之權重相關性與因子關係較屬合理，因此本研究各山區道路降雨參數上限值調整之依據，即主要以此四項因子做權重加總。

山區道路降雨參數上限調整依該路段之災害類型分別代入所屬流動或滑動災害之累積雨量及降雨強度之降雨參數上限值進行調整，亦即將四項因子做權重加總之最大值代入該路段之降雨參數之下限值，而權重加總之最小值則代入該路段之降雨參數之上限值，如同區段之權重加總越高，表示該路段越不安全，可承受累積雨量及降雨強度的程度較小，因此所調整之降雨參數將越接近下限值；反之如區段之權重加總越越低，表示該路段越安全，可承受較大的累積雨量及降雨強度，因此所調整之降雨參數值將越接近上限值。台 9 線北、中、南區段之各降雨參數上限值彙整如表 5-4 所示。

表 5-3 台 9 線降雨警戒調整因子統計與權重計算彙整表

調整因子	易致災路段潛感			崩壞程度		距上次災害時間			排水狀況			植生狀況			路段防護工程狀況		
	高潛感區	中潛感區	低潛感區	已達岩盤	未達岩盤	1年內	1~5年	5年以上	有排水工程	無排水工程	積水疑慮	木生植物	草生植物	裸露地	防護良好	防護不正常	未施工、施工中
發生山崩路段數	23	2	4	21	8	18	4	7	25	0	4	19	4	6	18	7	4
未發生山崩路段數	118	114	45	144	133	86	26	165	251	0	26	227	28	22	238	21	18
N1 (有因子，有崩塌)	23	2	4	21	8	18	4	7	25	0	4	19	4	6	18	7	4
N2 (無因子，有崩塌)	6	27	25	8	21	11	25	22	4	29	25	10	25	23	11	22	25
N3 (有因子，無崩塌)	118	114	45	144	133	86	26	165	251	0	26	227	28	22	238	21	18
N4 (無因子，無崩塌)	159	163	232	133	144	191	251	112	26	277	251	50	249	255	39	256	259
W+ (有因子權重值)	7.36	4.95	6.57	7.07	6.18	7.43	7.12	5.83	6.68	0.00	7.12	6.51	7.05	7.69	6.41	7.89	7.49
W- (無因子權重值)	5.71	7.19	6.76	6.18	7.07	6.14	6.68	7.36	7.12	6.73	6.68	7.38	6.69	6.59	7.73	6.54	6.65
$C = W^+ - W^-$ (因子與山崩關聯)	1.64	-2.25	-0.19	0.89	-0.89	1.29	0.43	-1.53	-0.43	-6.73	0.43	-0.87	0.35	1.11	-1.32	1.36	0.83

表 5-4 台 9 線北、中、南區段之山崩潛感指標計算及降雨參數上限值調整彙整表

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
北	106K+000	106K+500	高	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	106K+500	106K+700	高	已達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	106K+700	106K+800	高	已達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	106K+800	106K+850	高	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	300	50	180	30
	106K+850	106K+950	高	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	106K+950	107K+900	高	已達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	300	50	180	30
	107K+900	108K+150	中	已達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	108K+150	108K+450	中	已達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	108K+450	108K+550	高	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	-1.48	土石流	260	44	180	30
	108K+550	109K+400	中	已達岩盤	1 年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
	109K+400	109K+700	高	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	109K+700	109K+800	中	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	109K+800	110K+050	中	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	110K+050	110K+400	中	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	110K+400	110K+470	低	未達岩盤	1 年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
	110K+470	110K+700	低	未達岩盤	1 年~5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	岩屑崩滑	190	45	160	30
	110K+700	110K+800	低	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	110K+800	110K+950	低	已達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	110K+950	111K+400	高	未達岩盤	1 年~5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	0.48	岩屑崩滑	180	39	160	30
	111K+400	111K+950	高	已達岩盤	1 年內	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程不正常	2.21	岩屑崩滑	170	35	160	30

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
北	111K+950	112K+400	高	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程不正常	2.21	岩屑崩滑	170	35	160	30
	112K+400	112K+750	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-0.11	落石	180	40	160	30
	112K+750	113K+050	高	未達岩盤	1年內	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程不正常	4.19	蝕溝	180	30	180	30
	113K+050	113K+600	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程不正常	-0.26	岩屑崩滑	180	41	160	30
	113K+600	114K+100	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	114K+100	114K+200	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	114K+200	114K+480	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	114K+480	114K+600	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	-1.48	岩屑崩滑	185	44	160	30
	114K+600	114K+750	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程良好	-3.29	土石流	285	48	180	30
	114K+750	114K+880	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	114K+880	114K+940	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	蝕溝	260	43	180	30
	114K+940	115K+000	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
	115K+000	115K+150	中	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
	115K+150	115K+260	中	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
	115K+260	115K+330	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	蝕溝	260	43	180	30
	115K+330	115K+680	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
	115K+680	116K+000	高	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	3.67	岩屑崩滑	165	31	160	30
	116K+000	116K+080	高	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	3.67	土石流	190	31	180	30
	116K+080	116K+200	高	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	3.67	岩屑崩滑	165	31	160	30
	116K+200	116K+300	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
116K+300	116K+390	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
北	116K+390	116K+480	高	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	木本植物為主	未施工或施工中	1.69	土石流	215	36	180	30
	116K+480	116K+650	中	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
	116K+650	116K+850	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	1.34	岩屑崩滑	175	37	160	30
	116K+850	116K+930	中	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	0.48	岩屑崩滑	180	39	160	30
	116K+930	117K+000	高	未達岩盤	1年~5年	有積水疑慮	草本植物為主	防護工程良好	-0.09	蝕溝	240	40	180	30
	117K+000	117K+080	中	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	岩屑崩滑	190	45	160	30
	117K+080	117K+250	高	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	岩屑崩滑	190	45	160	30
	117K+250	117K+400	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	117K+400	117K+550	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	未施工或施工中	-1.14	土石流	255	43	180	30
	117K+550	117K+650	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	300	50	180	30
	117K+650	118K+050	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	118K+050	118K+490	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	118K+490	118K+550	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	300	50	180	30
	118K+550	118K+690	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	118K+690	118K+750	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	118K+750	118K+850	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	300	50	180	30
	118K+850	118K+920	中	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	岩屑崩滑	190	45	160	30
	118K+850	118K+850	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	118K+920	119K+000	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	300	50	180	30
	119K+000	119K+200	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
119K+200	120K+450	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	無	300	50	160	30	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
北	120K+450	120K+650	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	120K+650	120K+750	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-2.93	岩屑崩滑	195	47	160	30
	120K+750	120K+820	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	120K+820	120K+880	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	300	50	180	30
	120K+880	121K+000	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	121K+000	121K+100	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	121K+100	121K+200	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	300	50	180	30
	121K+200	121K+460	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	121K+460	121K+560	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程良好	-3.29	蝕溝	285	48	180	30
	121K+560	121K+650	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	121K+650	121K+750	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-2.93	岩屑崩滑	195	47	160	30
	121K+750	121K+800	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	300	50	180	30
	121K+800	121K+900	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	121K+900	122K+100	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	300	50	180	30
	122K+100	122K+180	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程良好	-3.29	蝕溝	285	48	180	30
	122K+180	122K+400	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	122K+400	122K+500	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	122K+500	123K+050	中	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	岩屑崩滑	190	45	160	30
	123K+050	123K+200	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	300	50	180	30
	123K+200	123K+300	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	300	50	180	30
123K+300	123K+400	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
北	123K+400	123K+580	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
	123K+580	123K+700	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	300	50	180	30
	123K+700	123K+850	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	123K+850	124K+080	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	124K+080	124K+300	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	124K+300	124K+400	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	300	50	180	30
	124K+400	125K+700	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	無	300	50	160	30
	125K+700	125K+800	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	蝕溝	260	43	180	30
	125K+800	126K+200	中	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
	126K+200	126K+250	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	126K+250	126K+300	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	草本植物為主	防護工程良好	-2.06	土石流	270	45	180	30
	126K+300	126K+550	低	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
	126K+550	126K+850	低	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
	126K+850	127K+050	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	127K+050	127K+200	高	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-0.96	土石流	255	42	180	30
	127K+200	127K+500	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	-1.48	岩屑崩滑	185	44	160	30
	127K+500	127K+750	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	127K+750	127K+800	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	300	50	180	30
	127K+800	128K+250	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	128K+250	128K+300	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
128K+300	128K+500	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	300	50	180	30	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
北	128K+500	128K+800	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	土石流	260	43	180	30
	128K+800	128K+900	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	128K+900	129K+000	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-2.93	岩屑崩滑	195	47	160	30
	129K+000	129K+500	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	300	50	180	30
	129K+500	129K+750	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	129K+750	130K+000	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	130K+000	130K+110	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	土石流	260	43	180	30
	130K+110	130K+400	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	130K+400	130K+600	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
	130K+600	131K+000	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	土石流	260	43	180	30
中	131K+000	132K+600	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	無	330	30	140	23
	132K+600	133K+000	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-2.93	落石	230	29	140	23
	133K+000	133K+450	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	133K+450	133K+700	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	133K+700	133K+950	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	330	30	140	23
	133K+950	134K+200	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	134K+200	134K+950	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	無	330	30	140	23
	134K+950	135K+400	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	135K+400	135K+500	高	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	岩屑崩滑	220	28	140	23
	135K+500	135K+580	中	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	土石流	275	28	140	23
135K+580	135K+850	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
中	135K+850	136K+150	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	136K+150	136K+680	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	136K+680	136K+750	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	330	30	140	23
	136K+750	137K+000	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	137K+000	137K+420	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	137K+420	137K+600	低	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	岩屑崩滑	220	28	140	23
	137K+600	137K+680	中	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	土石流	255	27	140	23
	137K+680	137K+920	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	137K+920	138K+150	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	138K+150	138K+270	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	138K+270	138K+350	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	330	30	140	23
	138K+350	138K+620	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	138K+620	138K+680	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	330	30	140	23
	138K+680	138K+880	中	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	岩屑崩滑	220	28	140	23
	138K+880	139K+120	低	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	139K+120	139K+250	低	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	139K+250	139K+320	低	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	139K+320	139K+900	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	139K+900	140K+170	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	落石	250	30	140	23
	140K+170	140K+270	低	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	落石	250	30	140	23
140K+270	140K+700	低	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	落石	250	30	140	23	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
中	140K+700	140K+800	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩體滑動	250	30	140	23
	140K+800	141K+000	低	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	330	30	140	23
	141K+000	141K+250	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	蝕溝	255	27	140	23
	141K+250	141K+670	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	-1.48	落石	210	27	140	23
	141K+670	141K+730	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	裸露地為主	未施工或施工中	-0.03	蝕溝	215	26	140	23
	141K+730	141K+830	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-2.93	岩屑崩滑	230	29	140	23
	141K+830	141K+950	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-0.11	落石	185	26	140	23
	141K+950	142K+040	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	0.65	落石	175	25	140	23
	142K+040	142K+100	低	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	落石	220	28	140	23
	142K+100	142K+360	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-2.93	蝕溝	295	29	140	23
	142K+360	142K+570	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-0.11	蝕溝	220	26	140	23
	142K+570	142K+660	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-0.11	蝕溝	220	26	140	23
	142K+660	142K+800	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-0.11	岩屑崩滑	185	26	140	23
	142K+800	143K+080	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-0.11	蝕溝	220	26	140	23
	143K+080	143K+120	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	土石流	255	27	140	23
	143K+120	143K+280	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.82	岩屑崩滑	170	25	140	23
	143K+280	143K+450	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	143K+450	143K+550	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	330	30	140	23
	143K+550	143K+620	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩體滑動	250	30	140	23
	143K+620	143K+700	中	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	蝕溝	255	27	140	23
143K+700	143K+900	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
中	143K+900	144K+000	中	未達岩盤	1年內	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-0.11	土石流	220	26	140	23
	144K+000	144K+180	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	144K+180	144K+220	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	蝕溝	255	27	140	23
	144K+220	144K+570	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	144K+570	144K+600	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	1.34	蝕溝	180	24	140	23
	144K+600	144K+700	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	144K+700	144K+850	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	0.65	土石流	200	25	140	23
	144K+850	145K+000	高	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程良好	-0.46	岩屑崩滑	190	26	140	23
	145K+000	145K+030	高	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程良好	-0.46	岩屑崩滑	190	26	140	23
	145K+030	145K+180	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	土石流	255	27	140	23
	145K+180	145K+220	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	145K+220	145K+400	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	145K+400	145K+600	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	落石	205	27	140	23
	145K+600	145K+650	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	330	30	140	23
	145K+650	145K+770	低	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	落石	205	27	140	23
	145K+770	145K+870	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	145K+870	145K+900	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	145K+900	146K+100	低	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	落石	205	27	140	23
	146K+100	146K+300	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	146K+300	146K+350	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	蝕溝	255	27	140	23
146K+350	146K+400	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
中	146K+400	146K+700	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	蝕溝	255	27	140	23
	146K+700	146K+800	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	330	30	140	23
	146K+800	146K+900	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	146K+900	146K+940	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.82	土石流	195	25	140	23
	146K+940	146K+990	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	落石	205	27	140	23
	146K+990	147K+030	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	330	30	140	23
	147K+030	147K+230	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩體滑動	205	27	140	23
	147K+230	147K+450	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	-1.48	岩屑崩滑	210	27	140	23
	147K+450	147K+600	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	147K+600	147K+650	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	1.34	落石	165	24	140	23
	147K+650	148K+000	低	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	落石	205	27	140	23
	148K+000	148K+100	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	205	27	140	23
	148K+100	148K+350	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩體滑動	205	27	140	23
	148K+350	148K+500	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-2.93	落石	230	29	140	23
	148K+500	148K+600	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	-2.18	落石	220	28	140	23
	148K+600	148K+950	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	-2.18	落石	220	28	140	23
	148K+950	149K+050	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	草本植物為主	未施工或施工中	2.04	蝕溝	160	24	140	23
	149K+050	149K+300	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	草本植物為主	防護工程不正常	2.56	蝕溝	145	23	140	23
	149K+300	149K+650	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	裸露地為主	未施工或施工中	2.80	岩屑崩滑	140	23	140	23
	149K+650	149K+720	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-2.93	落石	230	29	140	23
149K+720	149K+770	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-2.93	蝕溝	295	29	140	23	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
中	149K+770	149K+950	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-2.93	落石	230	29	140	23
	149K+950	150K+000	低	已達岩盤	大於5年	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	-2.18	岩屑崩滑	220	28	140	23
	150K+000	150K+150	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-2.93	岩屑崩滑	230	29	140	23
	150K+150	150K+220	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	150K+220	150K+270	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	330	30	140	23
	150K+270	150K+400	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩體滑動	250	30	140	23
	150K+400	150K+470	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	150K+470	150K+530	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	330	30	140	23
	150K+530	150K+650	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	1.34	岩體滑動	165	24	140	23
	150K+650	150K+900	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	150K+900	151K+000	高	未達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程不正常	-0.61	土石流	235	26	140	23
	151K+000	151K+450	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	-2.00	蝕溝	270	28	140	23
	151K+450	151K+600	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	151K+600	151K+950	高	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	裸露地為主	未施工或施工中	1.94	岩屑崩滑	155	24	140	23
	151K+950	152K+400	中	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	落石	220	28	140	23
	152K+400	152K+900	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	未施工或施工中	-0.78	土石流	240	27	140	23
	152K+900	153K+350	中	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	落石	205	27	140	23
	153K+350	153K+750	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	153K+750	153K+950	中	未達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程良好	-3.29	岩屑崩滑	235	29	140	23
	153K+950	154K+050	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	0.84	蝕溝	195	25	140	23
154K+050	154K+200	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
中	154K+200	154K+500	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	250	30	140	23
	154K+500	154K+750	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	-1.48	蝕溝	255	27	140	23
南	154K+750	156K+150	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	無	170	25	125	18
	156K+150	157K+100	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-2.93	岩屑崩滑	165	22	125	18
	157K+100	157K+400	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	170	23	125	18
	157K+400	157K+600	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	170	23	125	18
	157K+600	159K+050	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	170	23	125	18
	159K+050	159K+500	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	170	23	125	18
	159K+500	160K+100	中	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	落石	160	22	125	18
	160K+100	160K+150	中	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	土石流	160	23	125	18
	160K+150	160K+300	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	155	21	125	18
	160K+300	160K+400	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.82	蝕溝	145	21	125	18
	160K+400	160K+800	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	155	21	125	18
	160K+800	160K+900	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.82	土石流	145	21	125	18
	160K+900	161K+350	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	170	23	125	18
	161K+350	161K+900	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	170	23	125	18
	161K+900	162K+550	高	未達岩盤	1年內	有積水疑慮	草本植物為主	防護工程良好	0.76	土石流	145	21	125	18
	162K+550	163K+050	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	草本植物為主	未施工或施工中	0.09	土石流	145	21	125	18
	163K+050	163K+950	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	無	170	25	125	18
	163K+950	164K+500	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	0.65	落石	145	20	125	18
164K+500	164K+600	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	0.65	落石	145	20	125	18	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
南	164K+600	166K+000	低	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	無	155	23	125	18
	166K+000	166K+350	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	-1.48	落石	155	21	125	18
	166K+350	166K+500	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	草本植物為主	未施工或施工中	2.04	土石流	135	20	125	18
	166K+500	166K+650	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	-0.11	土石流	150	22	125	18
	166K+650	167K+150	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	無	170	25	125	18
	167K+150	167K+450	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	170	23	125	18
	167K+450	167K+750	高	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	土石流	155	23	125	18
	167K+750	168K+100	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	170	25	125	18
	168K+100	168K+200	高	已達岩盤	1年~5年	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程不正常	3.33	土石流	130	19	125	18
	168K+200	168K+350	高	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	草本植物為主	防護工程不正常	3.43	蝕溝	130	19	125	18
	168K+350	168K+650	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.82	蝕溝	145	21	125	18
	168K+650	168K+700	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	0.84	土石流	145	21	125	18
	168K+700	168K+750	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程不正常	1.36	蝕溝	140	20	125	18
	168K+750	168K+900	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	裸露地為主	防護工程不正常	0.49	落石	145	20	125	18
	168K+900	169K+500	低	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	岩屑崩滑	160	22	125	18
	169K+500	169K+550	高	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	-0.21	蝕溝	150	22	125	18
	169K+550	169K+650	低	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	落石	160	22	125	18
	169K+650	169K+850	低	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	無	160	23	125	18
	169K+850	170K+050	高	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	裸露地為主	未施工或施工中	1.94	蝕溝	135	20	125	18
	170K+050	170K+150	高	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	-0.21	蝕溝	150	22	125	18
170K+150	170K+250	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	落石	170	23	125	18	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
南	170K+250	170K+300	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	-2.18	落石	160	22	125	18
	170K+300	170K+400	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	-2.18	落石	160	22	125	18
	170K+400	170K+450	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	-2.18	蝕溝	160	23	125	18
	170K+450	170K+500	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	0.65	落石	145	20	125	18
	170K+500	170K+800	低	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	無	160	23	125	18
	170K+800	171K+100	低	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	落石	160	22	125	18
	171K+100	171K+150	低	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	落石	170	23	125	18
	171K+150	171K+350	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程不正常	-0.26	落石	150	21	125	18
	171K+350	171K+500	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	土石流	170	25	125	18
	171K+500	171K+800	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	155	21	125	18
	171K+800	172K+050	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	170	23	125	18
	172K+050	172K+100	中	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	蝕溝	160	23	125	18
	172K+100	172K+650	低	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	無	155	23	125	18
	172K+650	172K+750	中	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	落石	160	22	125	18
	172K+750	173K+800	低	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	無	155	23	125	18
	173K+800	174K+200	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	土石流	155	23	125	18
	174K+200	174K+700	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	落石	170	23	125	18
	174K+700	174K+800	高	未達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	0.84	土石流	145	21	125	18
	174K+800	176K+250	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	無	170	25	125	18
	176K+250	176K+350	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	落石	170	23	125	18
176K+350	176K+450	高	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	蝕溝	155	23	125	18	

路線區段	起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
南	176K+450	176K+800	低	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	無	155	23	125	18
	176K+800	177K+080	高	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程不正常	4.19	蝕溝	125	18	125	18
	177K+080	177K+300	低	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	170	23	125	18
	177K+300	177K+400	高	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程不正常	2.21	土石流	135	20	125	18
	177K+400	177K+850	低	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程不正常	2.21	落石	135	19	125	18
	177K+850	178K+100	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程不正常	-0.61	蝕溝	150	22	125	18
	178K+100	178K+250	高	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程良好	-0.46	落石	150	21	125	18
	178K+250	178K+400	高	已達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	土石流	160	23	125	18
	178K+400	178K+900	中	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	落石	155	21	125	18
	178K+900	179K+570	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	落石	155	21	125	18
	179K+570	180K+400	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	落石	170	23	125	18
	180K+400	181K+850	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	170	23	125	18
	181K+850	182K+000	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	170	23	125	18

5.1.2 台 24 線山區道路邊坡致災因子、誘發因子分析與降雨參數上限值調整

1、台 24 線山區道路邊坡致災因子、誘發因子分析與修正

本計劃去年計畫已對於台 24 線進行相關基本資料之蒐集，並初步訂定其降雨警戒值。本年度計畫進一步根據今年所提出之降雨參數上下限修正方法，對於台 24 線之降雨參數上下限進行修訂。

首先本計畫根據前述之訂定方法，考量邊坡破壞型式不同之可能影響，將不同路段可能之致災原因區分為滑動及流動災害，其中流動災害主要包含有土石流及蝕溝災害類型；而滑動災害則包含有岩屑崩滑、岩體滑動、河岸侵蝕、順向坡和落石等災害類型。本計畫將根據其流動災害及滑動災害類別進行降雨參數上下限之訂定。

在分析雨場選定方面，本計畫依據可取得之衛星影像判釋結果以及雨量資料，選定之七場颱風事件(平均降雨資料及崩塌情況如表 5.5 所示)，並分別應用克利金法進行七場颱風事件之降雨空間分佈推估；依據流動災害及滑動災害類別之災害坡面單元進行相關降雨參數統計。本計畫所分析出台 24 線之降雨警戒基準值上下限如表 5.6 所示。

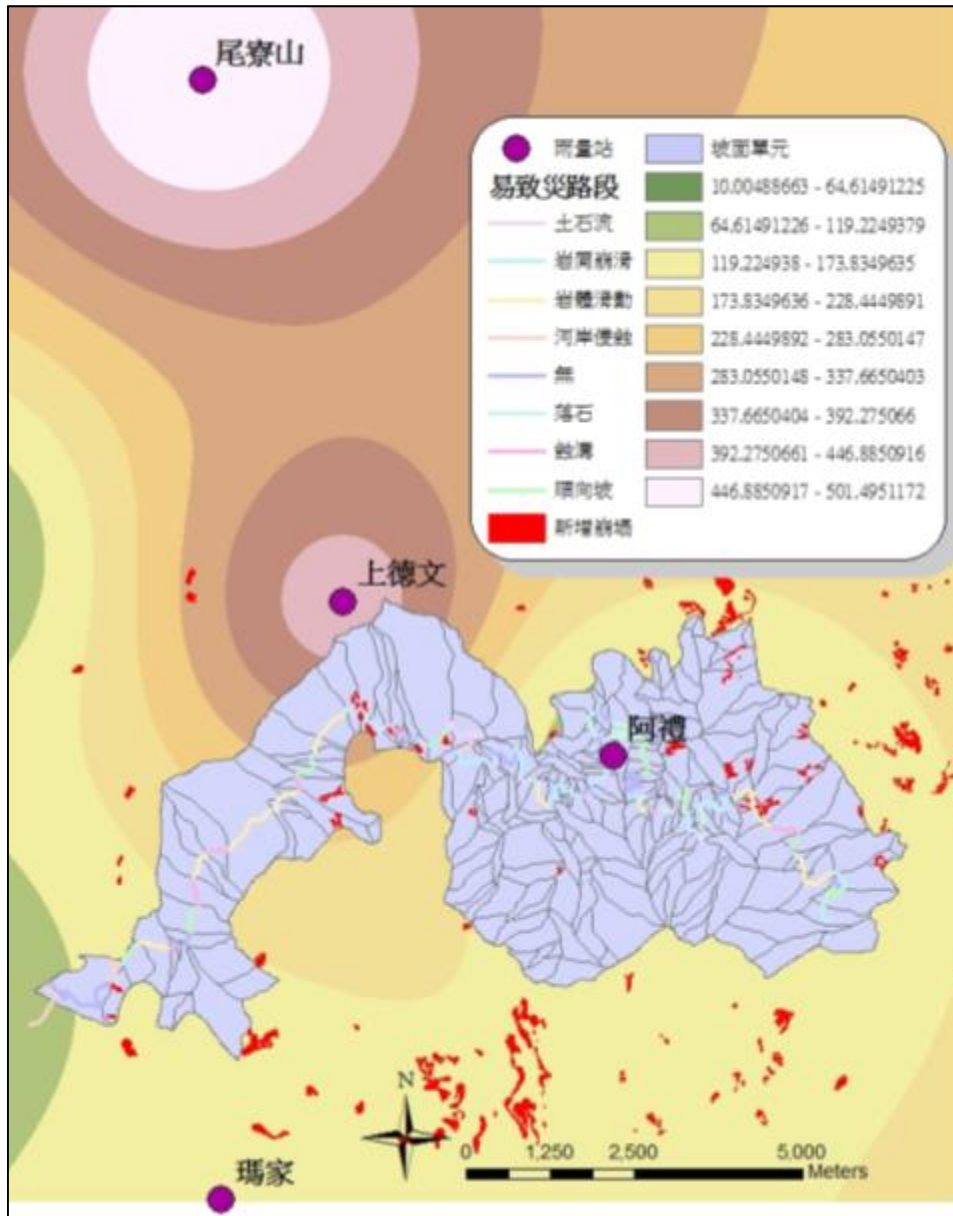


圖 5.3 辛樂克颱風期間台 24 線之累積雨量分佈及新增崩塌分布情況

表 5-5 台 24 線警戒值分析所應用之七場颱風事件及其崩塌資料

項次	事件	平均雨量 (mm)	平均最大降雨強度 (mm/hr)	新增崩塌數	新增崩塌面積 (m ²)
1	瑪莎	52	7.6	67	205700
2	凱米	395.6	44.6	67	193913
3	柯羅莎	152.5	34.3	29	228591
4	辛樂克	252.5	30.7	42	264073
5	米塔	64.12	8.69	27	135504
6	莫拉克	1604.5	71.98	122	3377824
7	南瑪都	592.1	37.65	115	251313

表 5-6 台 24 線不同路段及災害類別之警戒值上下限

路段	災害類別	警戒值上下限	有效累積 雨量(mm)	降雨強度 (mm/hr)
台 24 線	流動災害	上限	350	35
		下限	150	30
	滑動災害	上限	400	35
		下限	150	30

2 台 24 線山區道路降雨參數上限值調整

比照台 9 線計算出台 24 線路段之權重加總如表 5-7 所示。

根據各調整因子計算所得之權重值來看，除崩壞程度之計算顯示路段已達岩盤發生崩塌的關聯性較高於未達岩盤，可能與路段之地質風化程度有關外，其餘因子表現之相關性均屬良好，因此台 24 線之山崩潛感指標之計算，即主要以另五項因子做權重加總計算，而調整之各路段累積雨量及降雨強度參數值則如表 5-8 所示。

表 5-7 台 24 線降雨警戒調整因子統計與權重計算彙整表

調整因子	易致災路段潛感			崩壞程度		距上次災害時間			排水狀況			植生狀況			路段防護工程狀況		
	高潛感區	中潛感區	低潛感區	已達岩盤	未達岩盤	1年內	1~5年	5年以上	有排水工程	無排水工程	積水疑慮	木生植物	草生植物	裸露地	防護良好	防護不正常	未施工、施工中
發生山崩路段數	19	2	1	17	5	0	4	18	15	0	7	16	0	6	12	2	8
未發生山崩路段數	64	28	24	54	62	0	5	111	94	0	22	98	4	14	94	8	14
N1 (有因子，有崩塌)	19	2	1	17	5	0	4	18	15	0	7	16	0	6	12	2	8
N2 (無因子，有崩塌)	3	20	21	5	17	22	18	4	7	22	15	6	22	16	10	20	14
N3 (有因子，無崩塌)	64	28	24	54	62	0	5	111	94	0	22	98	4	14	94	8	14
N4 (無因子，無崩塌)	52	88	92	62	54	116	111	5	22	116	94	18	112	102	22	108	102
W+ (有因子權重值)	6.63	5.21	4.67	6.69	5.33	0.00	7.62	6.03	6.01	0.00	6.70	6.03	0.00	7.00	5.79	6.46	7.29
W- (無因子權重值)	4.99	6.36	6.37	5.33	6.69	6.18	6.03	7.62	6.70	6.18	6.01	6.75	6.22	5.99	7.06	6.16	5.86
C = W ⁺ - W ⁻ (因子與山崩關聯)	1.64	-1.16	-1.70	1.36	-1.36	-6.18	1.60	-1.60	-0.69	-6.18	0.69	-0.71	-6.22	1.01	-1.27	0.30	1.43

表 5-8 台 24 線之權重加總計算及降雨參數上限值調整彙整表

起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
20K+000	20K+800	高	已達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	河岸侵蝕	285	33	150	30
20K+800	20K+950	低	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	河岸侵蝕	380	34	150	30
20K+950	23K+085	低	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
23K+085	23K+600	中	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	河岸侵蝕	370	34	150	30
23K+600	24K+010	高	已達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	順向坡	325	33	150	30
24K+010	24K+500	中	已達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩體滑動	380	33	150	30
24K+500	24K+640	低	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	蝕溝	380	34	150	30
24K+640	24K+730	低	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
24K+730	24K+800	低	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
24K+800	24K+980	低	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
24K+980	25K+500	高	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	順向坡	380	33	150	30
25K+500	25K+900	高	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	蝕溝	325	33	150	30
25K+900	26K+230	高	未達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩體滑動	380	33	150	30
26K+230	26K+310	高	已達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩體滑動	325	33	150	30
26K+310	26K+400	高	已達岩盤	大於 5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩體滑動	325	33	150	30
26K+400	26K+740	高	已達岩盤	大於 5 年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	0.82	蝕溝	200	31	150	30
26K+740	27K+340	高	已達岩盤	1 年~5 年	有積水疑慮	木本植物為主	未施工或施工中	0.90	岩體滑動	185	30	150	30
27K+340	27K+460	高	已達岩盤	1 年~5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.68	岩體滑動	265	32	150	30
27K+460	27K+730	高	已達岩盤	1 年~5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	0.76	岩體滑動	235	31	150	30
27K+730	27K+830	高	已達岩盤	1 年~5 年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	0.76	岩屑崩滑	235	31	150	30

起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
27K+830	28K+000	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	岩體滑動	435	34	150	30
28K+000	28K+120	高	已達岩盤	1年~5年	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程良好	0.85	岩體滑動	205	31	150	30
28K+120	28K+350	高	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.52	岩體滑動	315	32	150	30
28K+350	28K+510	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	蝕溝	370	34	150	30
28K+510	28K+950	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	順向坡	435	34	150	30
28K+950	29K+060	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	岩屑崩滑	435	34	150	30
29K+060	29K+180	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.65	順向坡	275	32	150	30
29K+180	29K+430	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩體滑動	325	33	150	30
29K+430	29K+880	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	0.82	岩體滑動	215	31	150	30
29K+880	30K+000	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩體滑動	380	33	150	30
30K+000	30K+050	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	0.58	土石流	260	32	150	30
30K+050	30K+200	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩屑崩滑	325	33	150	30
30K+200	30K+260	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	0.43	岩屑崩滑	350	33	150	30
30K+260	30K+290	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程不正常	0.76	土石流	215	31	150	30
30K+290	30K+430	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩屑崩滑	380	33	150	30
30K+430	30K+690	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程不正常	0.66	岩屑崩滑	270	32	150	30
30K+690	30K+750	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程良好	0.67	岩屑崩滑	265	32	150	30
30K+750	30K+830	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	0.82	土石流	200	31	150	30
30K+830	30K+900	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.49	蝕溝	285	33	150	30
30K+900	30K+940	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	蝕溝	370	34	150	30
30K+940	31K+000	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	蝕溝	370	34	150	30

起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
31K+000	31K+085	中	未達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程良好	0.26	蝕溝	350	34	150	30
31K+085	31K+175	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
31K+175	31K+295	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	0.24	無	415	34	150	30
31K+295	31K+500	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	0.82	岩屑崩滑	215	31	150	30
31K+500	31K+900	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.65	順向坡	275	32	150	30
31K+900	32K+700	高	已達岩盤	1年~5年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	1.00	土石流	150	30	150	30
32K+700	33K+100	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.49	河岸侵蝕	285	33	150	30
33K+100	33K+650	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	岩屑崩滑	445	34	150	30
33K+650	33K+700	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	岩屑崩滑	445	34	150	30
33K+700	33K+800	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	0.82	土石流	200	31	150	30
33K+800	33K+900	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	岩屑崩滑	435	34	150	30
33K+900	33K+950	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	土石流	325	33	150	30
33K+950	34K+060	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	0.43	岩屑崩滑	350	33	150	30
34K+060	34K+400	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
34K+400	34K+650	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
34K+650	34K+735	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	岩屑崩滑	435	34	150	30
34K+735	34K+820	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩屑崩滑	380	33	150	30
34K+820	35K+110	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩屑崩滑	380	33	150	30
35K+110	35K+235	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	土石流	285	33	150	30
35K+235	35K+350	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩屑崩滑	325	33	150	30
35K+350	35K+640	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩體滑動	380	33	150	30

起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
35K+640	35K+810	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	0.58	岩體滑動	295	32	150	30
35K+810	35K+870	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.49	土石流	290	33	150	30
35K+870	36K+180	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	未施工或施工中	0.72	岩屑崩滑	245	31	150	30
36K+180	36K+210	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	岩屑崩滑	435	34	150	30
36K+210	36K+320	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	岩屑崩滑	435	34	150	30
36K+320	36K+500	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩屑崩滑	325	33	150	30
36K+500	36K+585	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩屑崩滑	380	33	150	30
36K+585	36K+680	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩屑崩滑	325	33	150	30
36K+680	36K+740	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程良好	0.57	土石流	265	32	150	30
36K+740	36K+865	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
36K+865	36K+900	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	土石流	285	33	150	30
36K+900	36K+950	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
36K+950	37K+170	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.49	岩屑崩滑	325	33	150	30
37K+170	37K+250	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	裸露地為主	防護工程良好	0.59	土石流	260	32	150	30
37K+250	37K+350	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩屑崩滑	325	33	150	30
37K+350	37K+440	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	蝕溝	325	33	150	30
37K+440	37K+500	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩屑崩滑	325	33	150	30
37K+500	37K+680	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩屑崩滑	325	33	150	30
37K+680	37K+800	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩屑崩滑	380	33	150	30
37K+800	37K+940	低	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.31	無	390	33	150	30
37K+940	38K+085	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩屑崩滑	380	33	150	30

起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
38K+085	38K+275	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	落石	435	34	150	30
38K+275	38K+450	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩屑崩滑	325	33	150	30
38K+450	38K+670	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
38K+670	39K+500	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	落石	445	34	150	30
39K+500	39K+950	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	落石	380	33	150	30
39K+950	40K+050	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	落石	380	33	150	30
40K+050	40K+200	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	順向坡	380	33	150	30
40K+200	40K+500	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	順向坡	325	33	150	30
40K+500	40K+570	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.49	順向坡	325	33	150	30
40K+570	40K+760	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	順向坡	380	33	150	30
40K+760	41K+820	低	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.31	無	390	33	150	30
41K+820	42K+000	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩屑崩滑	325	33	150	30
42K+000	42K+265	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程良好	0.67	岩體滑動	265	32	150	30
42K+265	42K+280	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程良好	0.67	土石流	240	32	150	30
42K+280	42K+375	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	落石	435	34	150	30
42K+375	42K+475	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
42K+475	42K+600	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	蝕溝	370	34	150	30
42K+600	42K+630	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	土石流	285	33	150	30
42K+630	42K+770	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	落石	435	34	150	30
42K+770	42K+875	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩屑崩滑	380	33	150	30
42K+875	42K+950	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	蝕溝	380	34	150	30

起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
42K+950	43K+000	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
43K+000	43K+190	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	落石	435	34	150	30
43K+190	43K+285	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	無	445	34	150	30
43K+285	43K+640	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	順向坡	380	33	150	30
43K+640	43K+710	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.16	落石	445	34	150	30
43K+710	44K+000	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程良好	0.57	岩屑崩滑	300	32	150	30
44K+000	44K+010	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程良好	0.67	土石流	240	32	150	30
44K+010	44K+070	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩屑崩滑	325	33	150	30
44K+070	44K+135	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	岩屑崩滑	325	33	150	30
44K+135	44K+415	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程良好	0.67	土石流	240	32	150	30
44K+415	44K+515	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩屑崩滑	380	33	150	30
44K+515	44K+625	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	落石	435	34	150	30
44K+625	44K+855	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	落石	435	34	150	30
44K+855	45K+000	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩屑崩滑	380	33	150	30
45K+000	45K+200	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	岩屑崩滑	435	34	150	30
45K+200	45K+275	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程不正常	0.76	岩屑崩滑	235	31	150	30
45K+275	45K+550	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	未施工或施工中	0.72	岩屑崩滑	245	31	150	30
45K+550	45K+750	低	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	未施工或施工中	0.46	無	340	33	150	30
45K+750	46K+000	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	防護工程良好	0.67	岩體滑動	265	32	150	30
46K+000	46K+300	高	已達岩盤	1年~5年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	1.00	岩體滑動	150	30	150	30
46K+300	46K+700	高	已達岩盤	1年~5年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	1.00	岩體滑動	150	30	150	30

起始樁號	結束樁號	致災潛感	崩壞程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
46K+700	47K+050	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.50	蝕溝	285	33	150	30
47K+050	47K+200	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	順向坡	380	33	150	30
47K+090	47K+500	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	未施工或施工中	0.72	蝕溝	225	31	150	30
47K+500	47K+645	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程良好	0.57	落石	300	32	150	30
47K+645	47K+845	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	0.82	岩體滑動	215	31	150	30
47K+845	47K+965	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	裸露地為主	未施工或施工中	0.82	岩體滑動	215	31	150	30
47K+965	48K+490	高	已達岩盤	大於5年	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程良好	0.57	岩體滑動	300	32	150	30
48K+490	48K+550	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.19	岩屑崩滑	435	34	150	30
48K+550	48K+810	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	0.03	岩屑崩滑	490	35	150	30
48K+810	49K+115	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	0.19	順向坡	435	34	150	30
49K+115	49K+440	低	已達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	0.00	無	500	35	150	30
49K+440	49K+755	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	草本植物為主	防護工程良好	0.03	順向坡	490	35	150	30
49K+755	50K+100	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	0.34	岩屑崩滑	380	33	150	30

5.2 道路邊坡破壞分析模式修正

本研究根據前述 2.6.2 節之作法進行分析模式修正，並求得台 9 線北、中、南三區各分析路段之災害風險。

1 災害潛感分析

在易致災路段的災害潛感部分，本研究求得各路段易致災路段之災害潛感分析結果，分別將各路段之全坡面以及上、下邊坡之災害潛感值進行正規化，以為該路段災害潛感之依據。

2 發生機率分析

在易致災路段的災害發生機率部分，根據前節所求得各路段降雨參數上限值調整結果後，以兩相乘積之倒數視為發生機率，並將各路段之發生機率進行正規化，以為該路段災害發生機率之依據。

3 損失程度分析

在易致災路段的損失程度部分，本研究蒐集歷年各台 9 線之災害路段與其復建經費，並依據本研究易致災路段進行單位長度之復建經費乘以該路段長度進行估算，再予以正規化以為該路段災害損失程度之依據。單位長度之復建經費計算原則，若路段中有重複部分，則以經費最高者為該路段之單位損失程度，若路段中無復建經費資料，則以所蒐集資料中復建經費最低者為該路段之單位損失程度，待後有新設工程時再進行復建經費之蒐集。

4 災害風險分析

結合上述各節之分析結果，將方風險值由小至大進行排序後，依據累計數量分為三等份，前三分之一列為風險低，中間三分之一列為中，後三分之一列為風險高。分析結果顯示北區路段以 116K+650 至 116K+850 之岩屑崩滑為最高，其次為 115K+680 至 116K+000 之岩屑崩滑為次之；中區路段以 144K+180 至 144K+220 之蝕溝為最高，其次為 144K+700 至 144K+850 之蝕溝風險為次之；而南區路段則以

168K+700 至 168K+750 之蝕溝風險為最高，其次為 170K+450 至 170K+500 之落石風險為次之。台 9 線北、中、南區易致災路段中風險最高的各前十個路段如表 5-9 所示。台 9 線及台 24 線易致災路段之風險值如附錄六。

若將 306 個路段之風險值由小大至大排序後，可將風險依據等數量間距劃分成低、中、高等三類，其結果如圖 5.4、圖 5.5 所示。

表 5-9 台 9 線易致災路段中風險最高的前十個路段資料一覽表

路段區間	編號	起始樁號	結束樁號	路段長度(m)	主要災害類型	上邊坡潛感	下邊坡潛感	發生機率	損失程度	上邊坡災害風險	下邊坡災害風險
北	44	116K+650	116K+850	200	岩屑崩滑	0.91	0.91	0.69	0.70	1.000	1.000
	37	115K+680	116K+000	320	岩屑崩滑	0.82	0.82	1.00	0.44	0.817	0.817
	23	112K+750	113K+050	300	蝕溝	0.73	0.73	0.91	0.23	0.352	0.352
	41	116K+300	116K+390	90	岩屑崩滑	0.55	0.45	0.44	0.37	0.202	0.169
	50	117K+400	117K+550	150	土石流	1.00	1.00	0.19	0.47	0.200	0.200
	15	110K+400	110K+470	70	岩屑崩滑	0.18	0.18	0.44	1.00	0.183	0.183
	21	111K+950	112K+400	450	岩屑崩滑	0.64	0.64	0.79	0.16	0.179	0.179
	24	113K+050	113K+600	550	岩屑崩滑	0.91	0.91	0.53	0.13	0.140	0.140
	20	111K+400	111K+950	550	岩屑崩滑	0.64	0.64	0.79	0.11	0.125	0.125
	27	114K+200	114K+480	280	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.26	0.25	0.053	0.053
中	170	144K+180	144K+220	40	蝕溝	0.37	0.47	0.21	1.00	1.000	1.000
	174	144K+700	144K+850	50	土石流	0.58	0.58	0.47	0.17	0.607	0.472
	195	147K+030	147K+230	200	岩體滑動	1.00	1.00	0.37	0.09	0.431	0.335
	165	143K+550	143K+620	70	岩體滑動	0.53	0.37	0.15	0.26	0.267	0.146
	171	144K+220	144K+570	350	岩屑崩滑	0.58	0.58	0.37	0.05	0.142	0.111
	206	149K+050	149K+300	250	蝕溝	0.37	0.26	0.92	0.03	0.131	0.073
	124	135K+500	135K+580	80	土石流	0.26	0.11	0.13	0.23	0.102	0.032
	176	145K+000	145K+030	30	岩屑崩滑	0.47	0.47	0.47	0.04	0.100	0.078
	207	149K+300	149K+650	350	岩屑崩滑	0.42	0.47	1.00	0.01	0.072	0.063
	167	143K+700	143K+900	200	岩屑崩滑	0.32	0.32	0.37	0.04	0.057	0.044
南	264	168K+700	168K+750	50	蝕溝	0.58	0.58	0.55	0.66	1.000	1.000
	276	170K+450	170K+500	50	落石	0.25	0.25	0.52	0.91	0.564	0.564
	270	169K+850	170K+050	200	蝕溝	0.58	0.58	0.63	0.23	0.395	0.395
	274	170K+300	170K+400	100	落石	0.25	0.25	0.25	1.00	0.296	0.296
	250	163K+950	164K+500	550	落石	0.67	0.58	0.52	0.07	0.112	0.098
	275	170K+400	170K+450	50	蝕溝	0.25	0.17	0.16	0.52	0.098	0.065
	302	178K+400	178K+900	500	落石	0.42	0.42	0.32	0.09	0.055	0.055
	262	168K+350	168K+650	300	蝕溝	0.58	0.58	0.48	0.03	0.034	0.034
	271	170K+050	170K+150	100	蝕溝	0.58	0.58	0.36	0.03	0.033	0.033
	267	169K+500	169K+550	50	蝕溝	0.58	0.58	0.36	0.03	0.032	0.032

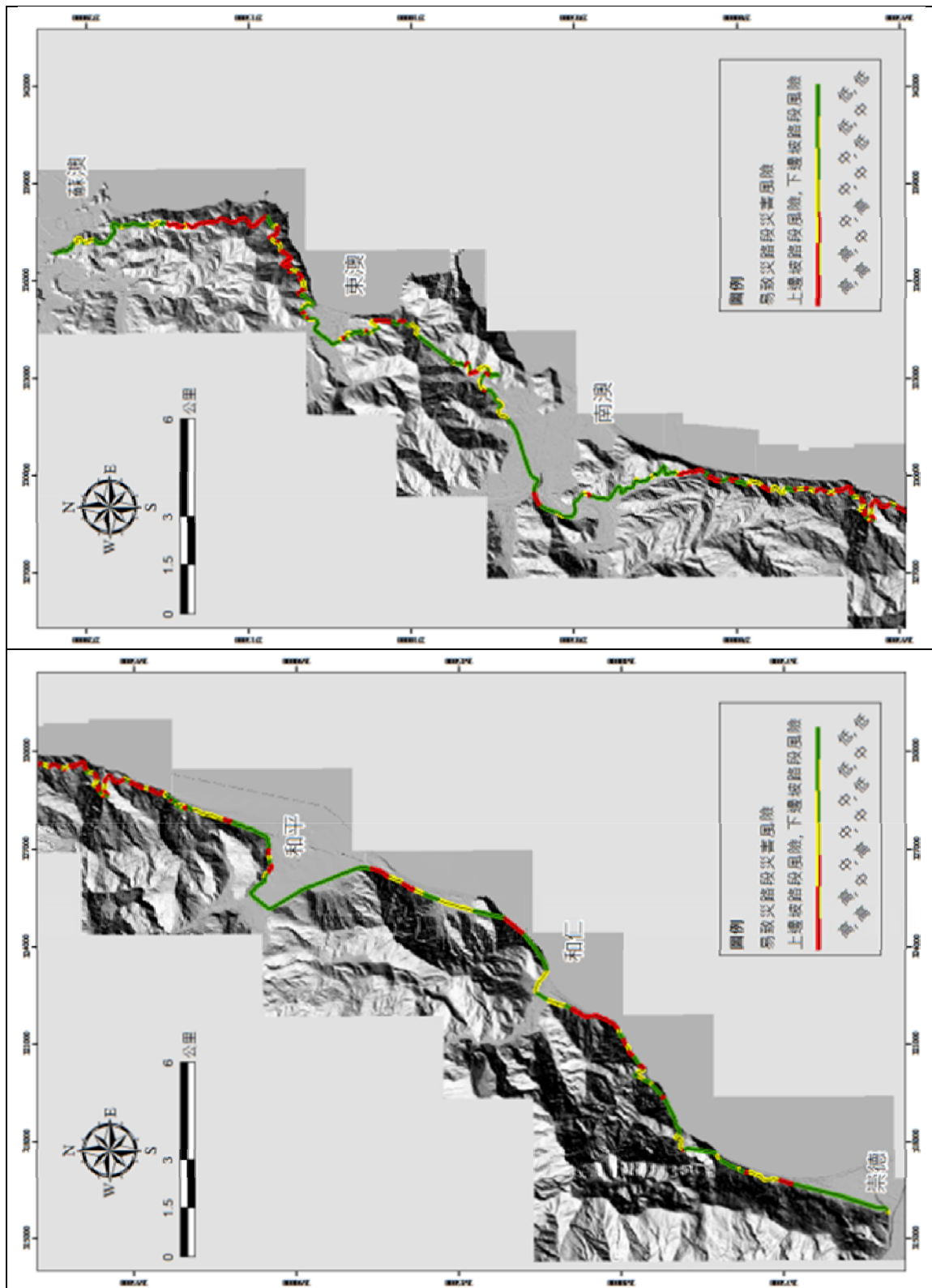


圖 5.4 台 9 線易致災路段上、下邊坡風險圖

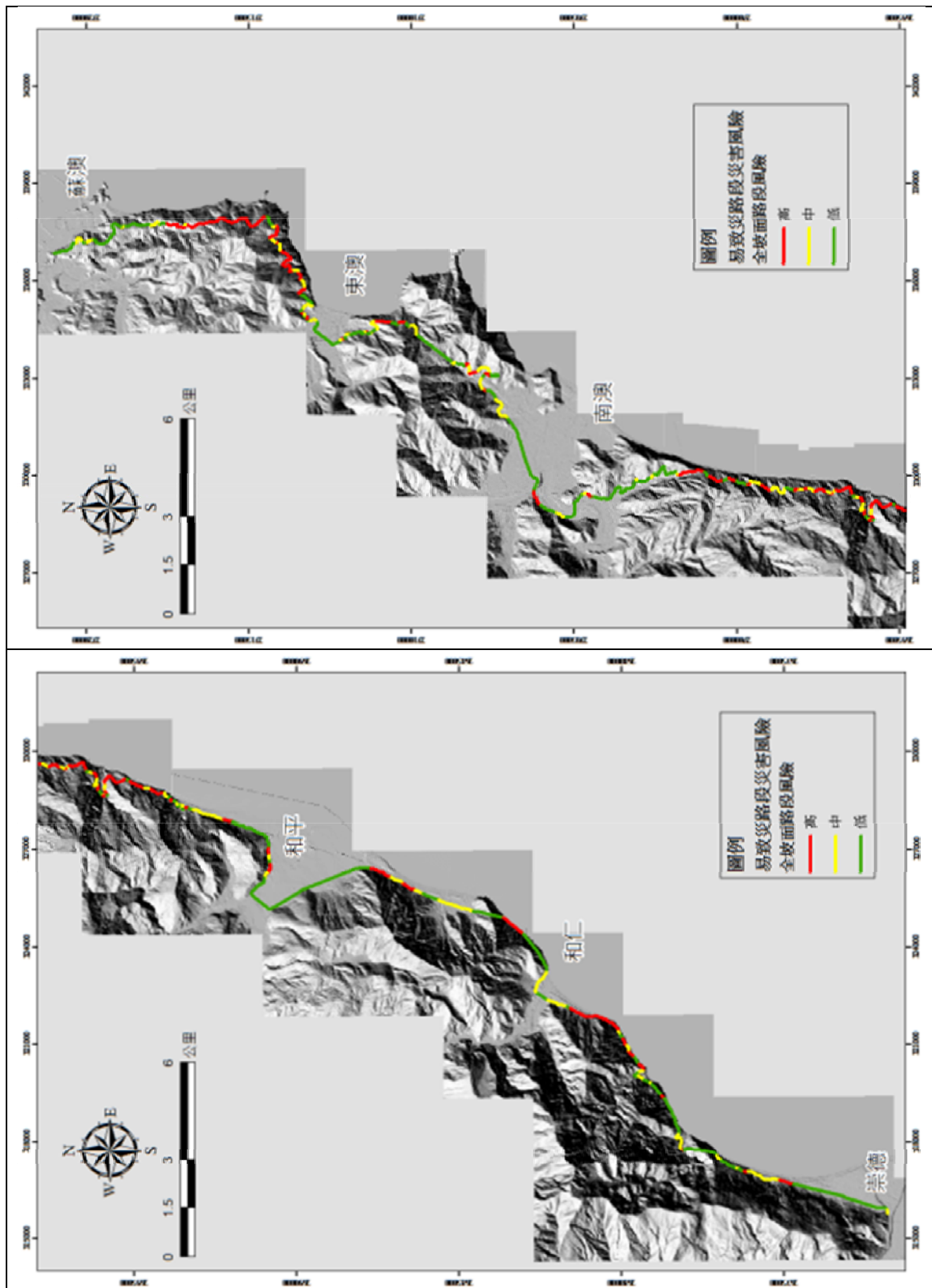


圖 5.5 台 9 線易致災路段全邊坡風險圖

第六章山區道路監測預警管制技術檢討

本研究綜合目前交通部公路總局之監測預警管制作為，與計畫成果進行山區道路監測預警管制方法之研擬。以下就交通部公路總局現有監測預警管制作為分析、本研究研擬之山區道路監測預警管制技術與山區道路監測預警管制作業三部分進行檢討。

6.1 現有監測預警管制作為分析

目前公路單位於重點監控路段依雨量及道路狀況劃分為預警（黃色注意）、警戒（橙色管制）、行動（紅色封閉）三種階段，針對不同的情境變化提出適切的處置，其管制與應變訊息主要透過警察廣播電台即時傳遞通知用路人。

一級監控路段燈號等級應變作為說明		
預警等級（黃色注意）	警戒等級（橙色管制）	行動等級（紅色封閉）
<p>定義：氣象局發布劇烈天氣特報時預測降雨量達到降雨觀測指標行動值或實測降雨量累積達降雨觀測指標預警值時，可介定為此等級。</p> <p>交通管制方式：路段維持通行，並通報地方政府、當地派出所及管制站人員對現場進行警戒。</p> <p>用路人資訊：為因應可能因降雨規模而提升道路應變等級，用路人請收聽警廣特別注意該路段管制應變訊息。</p>	<p>定義：視各路段不同情形，當實測降雨量累積達降雨觀測指標警戒值以上，可劃分為此類等級。</p> <p>交通管制方式：路段維持通行，惟可能出現零星落石及小規模土石坍流，並採隨坍隨清，管制點人員勸導遊客避免進入該區域。</p> <p>用路人資訊：勸導近端用路人提早撤離，遠端用路人避免行經該路段。</p>	<p>定義：視各路段不同情形，當實測降雨量累積達降雨觀測指標行動值以上，可劃分為此類等級。</p> <p>交通管制方式：經研判後續仍有持續降雨趨勢，路段得封閉。</p> <p>用路人資訊：發佈道路封閉訊息，請用路人前往安全停駐空間或緊急暫停空間或行走路況良好的替代道路。</p>

圖 6.1 公路單位警管制應變作為三等級圖

資料來源：交通部公路總局

而交通部公路總局在有限的歷史資料及經驗條件下，統計歷次豪雨期間中山區公路致災風險值較高的路段，採保全方式進行山區道路之預警管理，其啟動及管理機制係統計該路段於歷次致災之降雨事件中各降雨延時累積雨量(10 分鐘、1 小時…24 小時)之特徵值，律定為行動值參考，而考量各路段不同之交通量特性及動員所需時間，往前律定警戒值與預警值。

依據交通部公路總局 101 年封橋封路標準作業程序〈SOP〉，其警介與封路時機如下：

1. 警戒時機

列為重點監控橋梁之警戒時機：中央氣象局發布陸上颱風警報，或河川上游特徵雨量站之觀測雨量達設定值，或橋梁現場觀測水位達設定值。而列為重點監控之道路路段之警戒時機：中央氣象局發布陸上颱風警報，或達養護單位擬定之水情（水位或雨量），或特徵雨量站之觀測雨量達設定值。

2. 封橋時機

列為重點監控橋梁之封橋時機為：(1)河川上游特徵雨量站之觀測雨量達設定值，經現場或其他方式確認後(優先考量)。(2)橋梁現場觀測水位達(封橋水位)設定值。

3. 封路時機

封路之時機，經巡查或通報有下列狀況之一者執行。

- (1)公路因災害或無預警發生路基缺口或路基下陷且有擴大之虞時。
- (2)公路邊坡發生落石坍方且有擴大之虞時。
- (3)發生強烈地震且產生災情阻斷交通時。
- (4)預警性封路：重點監控路段觀測雨量值達到降雨觀測指標設定之累積降雨量行動值，並經現地或其他方式確認時。

- (5)預警性封路：重點監控路段連續數日之觀測累積雨量達警戒值，若考慮前期降雨因素影響，得於未達行動值前進行封路。
- (6)預警性封路：若中央氣象局發布預測雨量達重點監控路段設定之行動值且於夜間路況不明時。
- (7)中央氣象局發佈海嘯警報，為維護警報區域路段行車安全時。
- (8)其他經公路養護單位評估有危害用路人安全之虞時。

交通部公路總局 102 年 8 月公布之一級監控路段與二級監控路段彙整表資料經整理後，針對本研究之台 24 線與台 9 線蘇花公路山區路段之預警值、警戒值與行動值如表 6-1

表 6-1 研究區內交通部公路總局 102 年 8 月公布之一、二級監控路段

預警值、警戒值與行動值一覽表

工務段	監控分級	路段	參考雨量站	預警值		警戒值		行動值	
				1 小時雨量	24 小時雨量	1 小時雨量	24 小時雨量	1 小時雨量	24 小時雨量
潮州工務段	一級	臺 24 線伊拉溪底便橋(32K+890)	阿禮，上德文	40	200	45	250	50	300
	二級	臺 24 線伊拉~阿禮(29K+000~48K+250)路段	阿禮，上德文	45	250	50	300	60	300
南澳工務段	一級	臺 9 線蘇澳~東澳(104K+600~120K)	和中	34	111	43	170	43	272
		臺 9 線南澳~和仁(130K~167K+123)	慈恩						
		臺 9 線和仁~崇德(167K+500~179K+100)	布洛灣	40	130	50	200	50	320
	二級	臺 9 線東澳~南澳(120K~130K)	東澳，烏石鼻						

單位：mm

本研究之警戒基準值亦依據公路總局之預警、警戒、行動三階段之劃分方式，再依據流動與滑動兩類災害進行全路段之警戒值律定(表 6-2、6-3)。而後續再依據各路段之地文因子進行各路段。

就整個路段的降雨基準而言，初步結果顯示本研究臺 9 線流動型災害降雨基準與公路總局之行動值接近，而滑動型災害降雨基準與則較公路總局之預警值為保守(低)。而在臺 24 線方面則顯示本研究之預警值低於公路總局之預警值，行動值高於公路總局之行動值的現象。因本研究需同時到達 1 小時雨量與總累積雨量值之警戒值才符合警戒之要件，而研究成果與公路總局目前之降雨基準結果可互為參考。

而各路段之降雨基準，則再依據本研究利用證據權重法分析之坡致災因子、誘發因子分析與修正方法進行降雨基準行動值之調整，以建立各段之預警、警戒、行動基準。相關成果如第五章所示。

表 6-2 研究區內臺 9 線山區道路降雨基準一覽表

流動型災害	預警值		警戒值		行動值	
	1 小時雨量	累積雨量	1 小時雨量	累積雨量	1 小時雨量	累積雨量
北部路段(蘇澳~南澳)	預估雨量超過行動值		30	180	50	300
中部路段(南澳~和平)	預估雨量超過行動值		23	140	30	330
南部路段(和平~富世)	預估雨量超過行動值		18	125	25	170
滑動型災害	預警值		警戒值		行動值	
	1 小時雨量	累積雨量	1 小時雨量	累積雨量	1 小時雨量	累積雨量
北部路段(蘇澳~南澳)	預估雨量超過行動值		30	160	50	200
中部路段(南澳~和平)	預估雨量超過行動值		23	140	30	250
南部路段(和平~富世)	預估雨量超過行動值		18	125	23	270

單位：mm

表 6-3 研究區內臺 24 線山區道路降雨基準一覽表

災害類型	預警值		警戒值		行動值	
	1 小時雨量	累積雨量	1 小時雨量	累積雨量	1 小時雨量	累積雨量
流動型災害	預估雨量超過行動值		30	150	35	350
滑動型災害	預估雨量超過行動值		30	150	35	400

單位：mm

6.2 山區道路監測預警管制技術研發

本研究以開放式資料(Open data)概念、結合氣象局 QPESUMS 之降水預報產品，並參考港研中心於 2011 年之計畫「河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究」之降水修正結果，自動進行降雨量與各路段之降雨警戒值比對，最後則以開放及跨平台方式進行監測預警管制成果之供應與展示。

6.2.1 監測預警資訊展示方法

1. 成果展示規劃

依據「行政院及所屬各級機關政府資料開放作業原則」之第二條規定-政府資料開放之範圍，為各機關於職權範圍內取得或做成，且依法得公開之各類電子資料，包含文字、數據、圖片、影像、聲音、詮釋資料(metadata)等。因此本研究以 Google Earth KML 檔格式與 OGC(Open Geospatial Consortium, 開放式地理空間協會)的 WMS(Web Map Services, 網路地圖服務)網路服務對外進行供應，將前期計畫之監測預警管制成果進行展示。

Google Earth KML 與 WMS 皆為開放格式，且為 OGC 公布之空間資料標準之一，目前國內政府雲中大部分皆有支援讀取 KML 與 WMS 格式的能力(表 6-4)，因此在目前大部分政府的雲端系統中皆可透過網際網路鏈結，取得本研究以 SOA 網路服務架構提供之 KML 或 WMS 檔案，並進行即時之資料結合展示。

同時包括交通部公路總局、經濟部水利署、行政院農委會水土保持局等單位皆以 KML 檔對外供應業務範圍內之災情資訊(圖 6.2)，而一般民眾可自行在個人裝置上開啟與其他資訊疊合展示。

表 6-4 國內政府雲支援 KML 檔統計一覽表

政府雲名稱	支援格式	建置單位	網址
SafeTaiwan	KML	交通部公路總局	www.safetaiwan.tw
政府開放資料平台	KML	行政院研究發展 考核委員會	data.gov.tw
災害防救業務雲端 服務	KML/WMS / WFS	內政部消防署	尚未建置完成
TGOS 國土資訊圖 資服務平台	WMS	內政部資訊中心	tgos.nat.gov.tw
災防管理與決策雲 端資訊服務計畫	KML/WMS	國家災害防救科 技中心	該單位內部系統

註：KML(Keyhole Markup Language)、WMS (Web Map Services)、WFS(Web Feature Services)

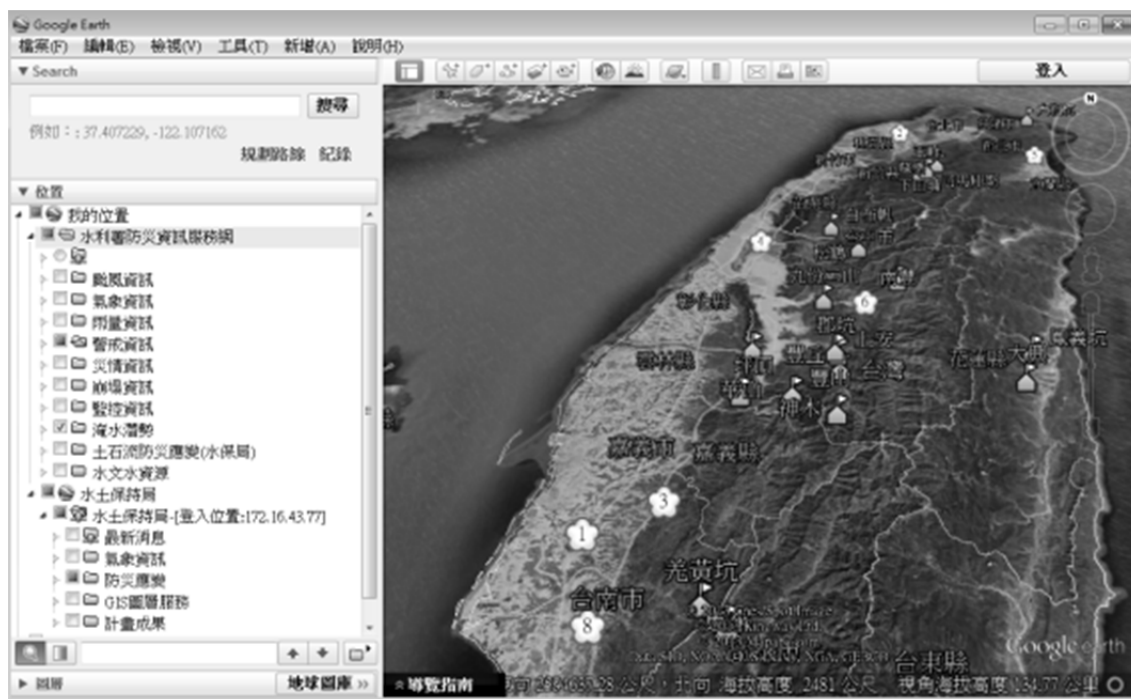


圖 6.2 以 KML 檔展示災情資訊狀況圖(以水利署及水土保持局為例)

2. 成果展示流程

針對監測預警管制成果展示流程，本研究採氣象局 QPESUMS 之降水預報產品結合港研中心相關計畫之降水修正結果為監測預警管制之研判依據，此方式具備低成本及廣域監控之能力。而主要之方法流程(圖 6.3)包括氣象局 QPESUMS 雨量介接、自動警戒狀況研判與更新以及警戒狀況與成果即時供應三部分，而整個監測預警管制系統則建議放置於港灣技術研究中心雲端主機中，茲將規劃之監測預警管制方法與流程說明如下：

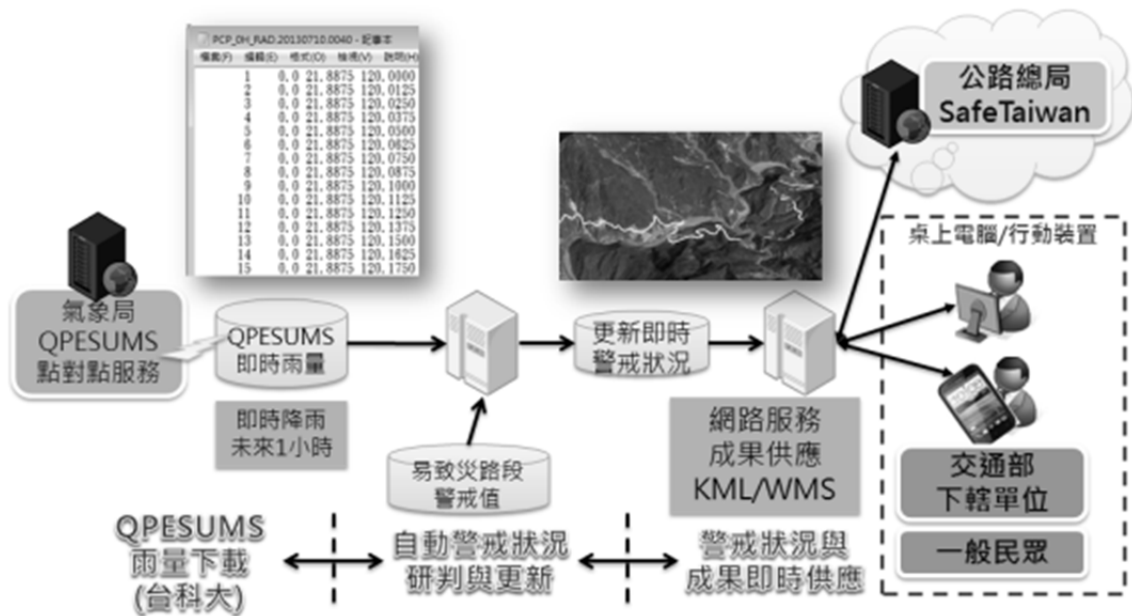


圖 6.3 監測預警管制方法與流程圖

3. QPESUMS 雨量下載

本研究採氣象局 QPESUMS 降水預報產品(表 6-5)進行監測預警管制之研判之依據，QPESUMS 雨量為中央氣象局點對點與劇烈天氣監測系統之雨量資料，為規則網格式資料，空間解析度約為 1.25 公里，時間解析度為 10 分鐘，可涵蓋臺灣本島區域。目前港灣技術研究中心已委託台灣科技大學接收 QPESUMS 雨量資料，無須再向中央氣象局申請，可立即進行資料連線使用，而

本研究直接連線至台灣科技大學 FTP 網站，取得 1 小時雨量資料與未來 1 小時之預報雨量資料進行後續之基準自動比對判釋。自台灣科技大學取得之 QPESUMS 雨量為 X、Y、Z 文字檔格式，此格式資料可立即透過程式進行解讀，無須再經格式轉換。

表 6-5 QPESUMS 系統降雨資料規格

QPESUMS 降雨資料資料規格	說明
資料格式	二進位(Binary)資料
座標系統	WGS84(大地座標系統)
時間解析度	10 分鐘
空間解析度	1.25 平方公里
資料儲存方式	檔案形式

4. 自動警戒狀況研判與更新

集水區雨量擷取服務之概念係透過由易致災路段所在上方集水區與由 WCS 發布之 QPESUMS 雨量網格進行集水區內降雨資料之區域統計 (Zonal Statistics) (圖 6.4)，以取得各集水區內雨量之平均、最大、最小與標準差之數值。取得集水區之平均雨量後，再透過程式與降雨警戒值進行自動比對，而台 24 線與台 9 線各路段之預警、警戒、行動基準等降雨警戒值如表 5-4 及表 5-8 所示。

若易致災路段上游集水區之雨量狀況超過預警值，則易致災路段將列為”黃色注意”，若超過警戒值則易致災路段列為”橘色警戒”，若超過行動值則易致災路段列為”紅色行動” (圖 6.5)，。比對完成後，將比對結果寫入對外供應之 KML 檔案中(圖 6.6)。

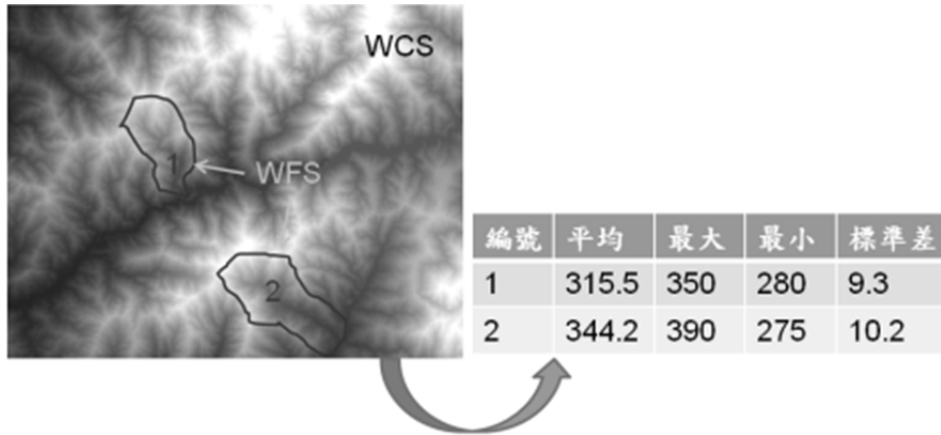


圖 6.4 集水區雨量擷取服務概念圖

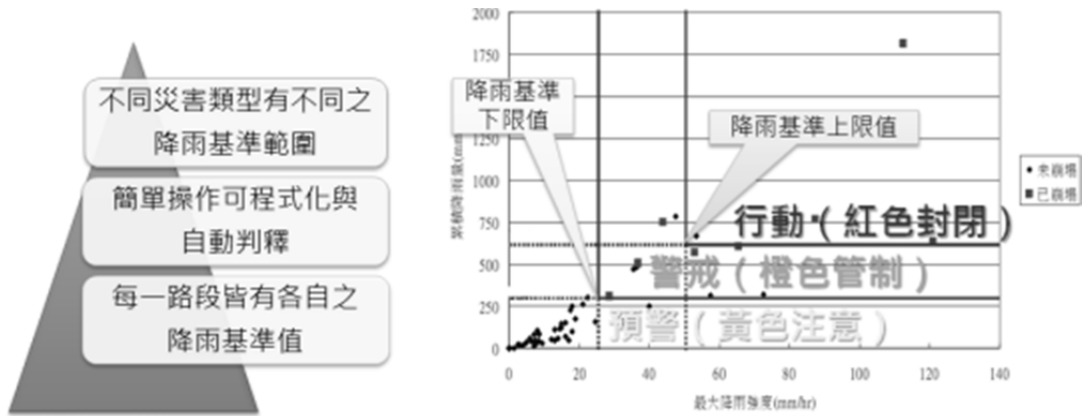


圖 6.5 集水區雨量擷取服務概念圖

```

<table style="font-family:Arial,Verdana,Times;font-size:12px;">
<tr><td>ROADNAME</td><td>台 24</td></tr>
<tr bgcolor="#D4E4F3"><td>主要災害類型</td><td>岩屑崩滑</td></tr>
<tr><td>起點里程數</td><td>36K+210</td></tr>
<tr bgcolor="#D4E4F3"><td>終點里程數</td><td>36K+320</td></tr>
<tr><td>累積雨量基準</td><td>300</td></tr>
<tr bgcolor="#D4E4F3"><td>時雨量基準</td><td>30</td></tr>
<tr><td>警戒狀態</td><td>紅色行動</td></tr>
<tr bgcolor="#D4E4F3"><td>目前時雨量</td><td>40</td></tr>
<tr><td>目前累積雨量</td><td>500</td></tr>
</table>

```

圖 6.6 易致災路段 KML 檔案記錄狀況圖

6.2.2 監測預警成果展示

本研究之警戒狀況成果 shape 檔，以開放源碼(open source)之網際網路地理資訊系統軟體 GeoServer(<http://geoserver.org/>)發布，對外提供 KML 檔案下載與 WMS 服務連結。如圖 6.7 為本研究之警戒狀況結果於 Google Earth 開啟的結果，畫面左上角可顯示警戒狀況圖例，地圖區可顯示各易致災路段之警戒情形，而點選易致災路段後可展示出該路段之警戒值與目前之雨量狀況。而透過 Google Earth(圖 6.8)亦可疊合其他單位之防災資訊，以進行綜合災情分析研判。

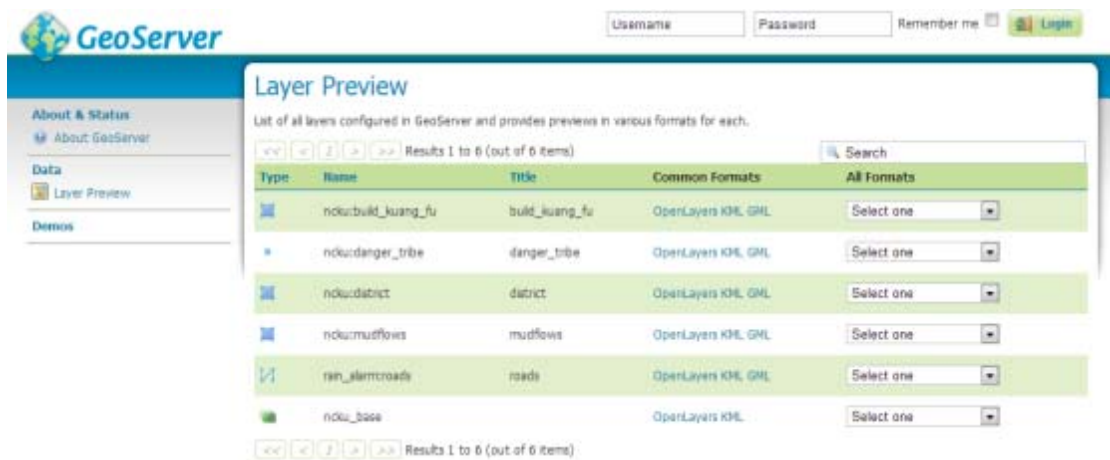
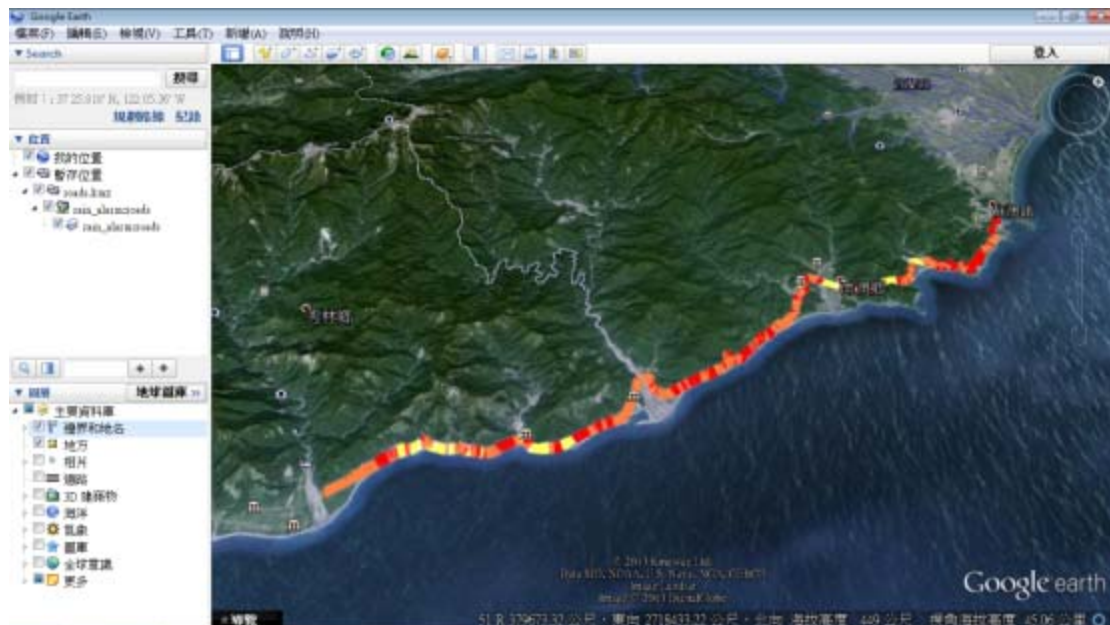


圖 6.7 警戒狀況成果即時供應畫面圖



此方式可提供包括其他政府單位之雲端系統介接或供交通部下轄單位與一般民眾透過手持裝置與桌上型電腦連線下載觀看，此一架構可提供跨平台機制，以達開放與資料共享之目標。

本研究之監測預警管制成果除透過委託單位之通報機制，提送符合通報機制規劃之通報成果外，另以網路服務方式對外提供 KML 檔案下載與 WMS 服務連結，因此在成果展示部分可將本研究之成果連結送交防災相關單位使用，各單位可自行加入本成果，進行山區道路基本資料查詢與即時警戒狀況瀏覽，並疊合各單位自有圖資進行輔助決策研判，以達防災開放資料與成果共享的目標。

以交通部公路總局之 SafeTaiwan 平台為例，如圖 6.9，透過該平台可匯入本研究提供之監測預警管制成果 KML 檔案，同時可疊合農航所、公路總局、水保局、國土資訊系統等圖資，進行整合展示，於此開放資料供應之架構下，除無須面臨圖資轉檔與系統介接整合問題，同時更可擴大本研究之成果效益。



圖 6.9 以交通部公路總局 SafeTaiwan 平台展示監測預警管制成果圖

6.3 山區道路監測預警管制作業研擬

由本研究自動警戒分析研判後，可得到各路段之即時警戒狀況圖。同時本研究針對易致災路段調查結果，可依路段之安全等級，擬定適當之管制作為。以下就山區道路監測預警管制路段劃分與管制作業進行說明：

6.3.1 山區道路監測預警管制路段劃分

山區道路監測預警管制路段共劃分為臨時避難路段與警戒管制及封路路段兩類，其劃分原則如下：

1. 以安全路段且有收容所路段為臨時避難路段
2. 以最鄰臨時避難路段之前後路段為警戒及封路路段

本研究調查出相對安全路段同時選定具備收容所路段，作為臨時避難路段。當臨時避難路段間之任一路段雨量到達警戒值或行動值時，臨時避難路段間之各路段皆視為警戒或行動狀態，即應進行警戒管制與封路行動等作為，管制人車往臨時避難路段撤離與安置(圖 6.10)。

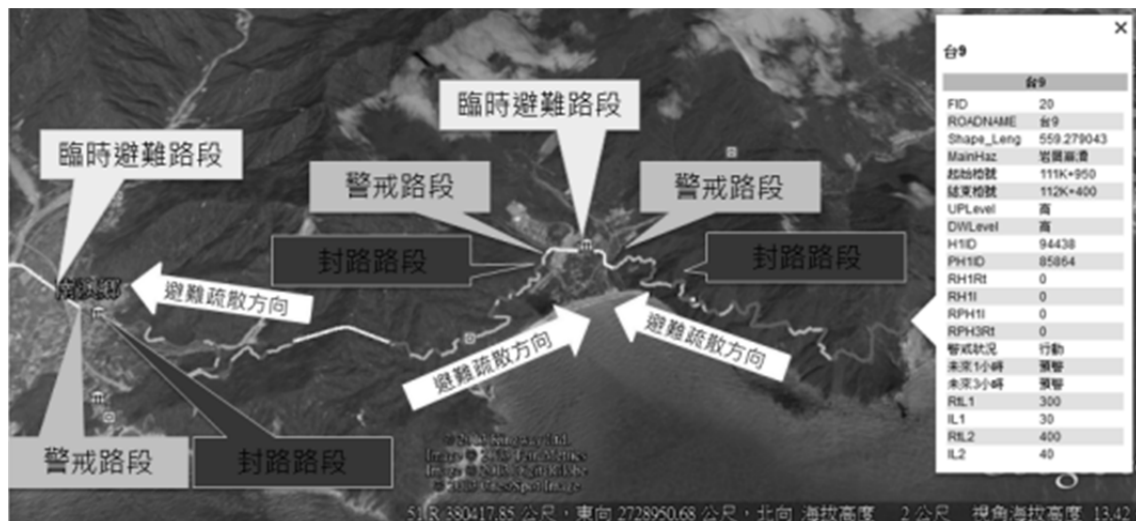


圖 6.10 山區道路監測預警管制作為規劃圖

本研究已完成台 9 線與台 24 線之臨時避難路段選定，其結果如圖 6.11~6.12。

臨時避難路段	起始樁號	結束樁號
東澳	119K+200	120K+450
南澳	131K+000	132K+600
澳花	154K+750	156K+150
和仁	164K+600	166K+000

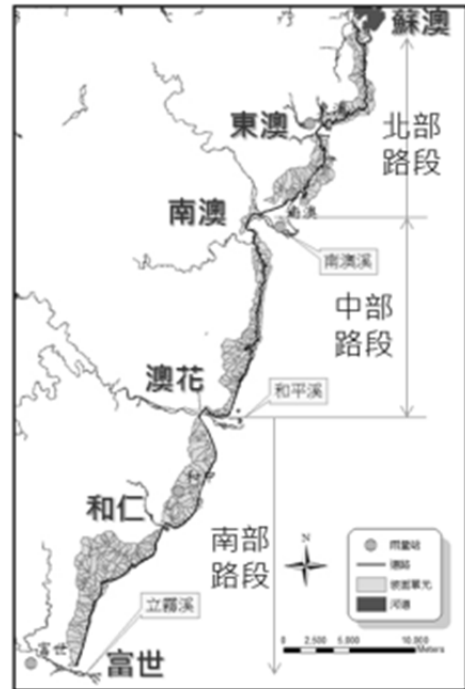


圖 6.11 台 9 線蘇花公路段臨時避難路段選定成果圖

臨時避難路段	起始樁號	結束樁號
三地門	20K+950	23K+085
伊拉	34K+060	34K+650
霧台	40K+760	41K+820
阿禮	49K+115	49K+440

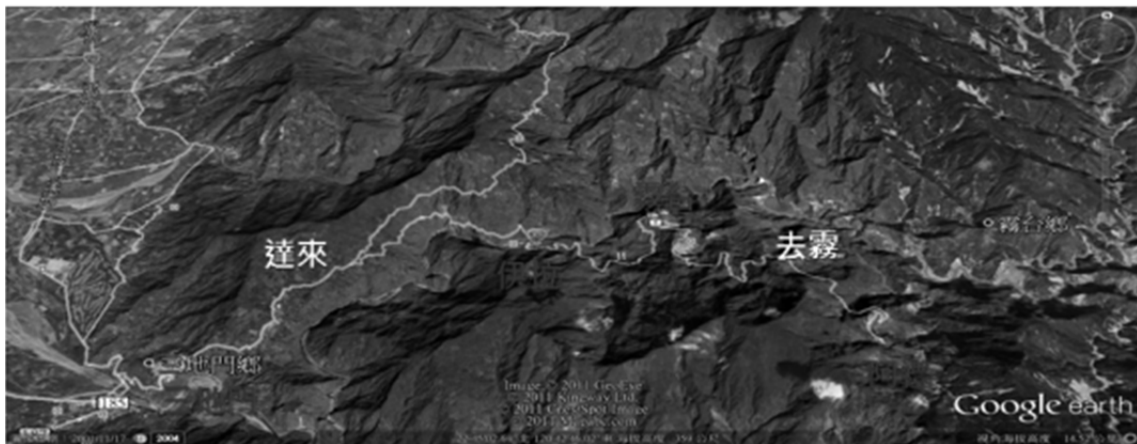


圖 6.12 台 24 線山區道路段臨時避難路段選定成果圖

6.3.2 山區道路監測預警管制作業

依據上述預警管制路段劃分結果，本研究建議山區道路監測預警管制作業，共分為預警（黃色注意）管制作業、警戒（橙色管制）管制作業與行動（紅色封閉）管制作業三部分，其管制作為分述如下：

1. 預警（黃色注意）管制作業

當氣象局之預報雨量值超過本研究之預警值時，工務段現場人員將立即取得系統提供之相關資訊，路段維持通行，並通報地方政府、當地派出所及管制站人員對現場進行警戒。並依「交通部公路總局公路重大災害緊急應變作業要點」辦理行政通報。

2. 警戒（橙色管制）管制作業

當氣象局之雨量值超過臨時避難路段間任一路段之警戒值時，工務段現場人員將立即取得系統提供之相關資訊，現場人員則選定最近之臨時避難路段，勸導用路人至該路段進行臨時避難，減少路段車輛行駛，同時布設阻絕及警示設施，防止用路人誤闖。並通報地方政府、當地派出所及管制站人員對現場進行管制。並依「交通部公路總局公路重大災害緊急應變作業要點」辦理行政通報。

3. 行動（紅色封閉）管制作業

當降雨持續，導致臨時避難路段間任一路段達行動值時，現場人員接收系統提供訊息後，選定最近之安全路段為封閉路段實施封路管制，禁止人車進入封閉路段，並引導人車視狀況至臨時避難路進行緊急避難或行走路況良好的替代道路。並依照「交通部公路總局公路重大災害緊急應變作業要點」規定辦理行政通報。

第七章 資料庫建置成果展現

7.1 資料庫建置

本案之研究主要為山區道路易致災路段調查評估、風險分析之成果，為使計畫成果能提供後續系統建置之使用並進行成果展現，因此本研究將具空間資訊之成果建置成空間資料庫，以供後續計畫與相關單位之使用。而空間資料庫建置項目(如表7-1)主要為基本資料、地質資料與災害資料。基本資料包括水系、道路、子集水區與坡面單元，地質資料則包括地層與構造，而災害資料則包括山崩潛感、環境地質敏感區、山崩目錄、易致災路段、重大災害案例與大規模崩塌等。而上述之shapefile格式本研究另轉存成KML格式以供後續資料之整合應用所需。

表 7-1 空間資料庫建置項目一覽表

資料類型	資料名稱	資料格式	資料類型	資料筆數
基本資料	水系	shapefile	多邊形	3,375
	道路	shapefile	線段	298
	子集水區	shapefile	面	1,261
	坡面單元	shapefile	面	618
地質資料	地層	shapefile	面	7
	構造	shapefile	線段	7
災害資料	山崩潛感	raster	網格	15
	環境地質敏感區	shapefile	面	551
	山崩目錄	shapefile	面	15
	易致災路段	shapefile	線段	306
	重大災害案例	shapefile	點	41
	大規模崩塌	shapefile	面	6

其中易致災路段為本研究主要之成果圖資，於屬性資料中(表7-2)紀錄本研究各項分析成果包括:路線起迄樁號、主要災害類型、山崩潛

感值、所在地形區位、災害發生區位、重大災害案例簡述、易致災路段危險度評估、降雨警戒基準與災害風險評估值等。

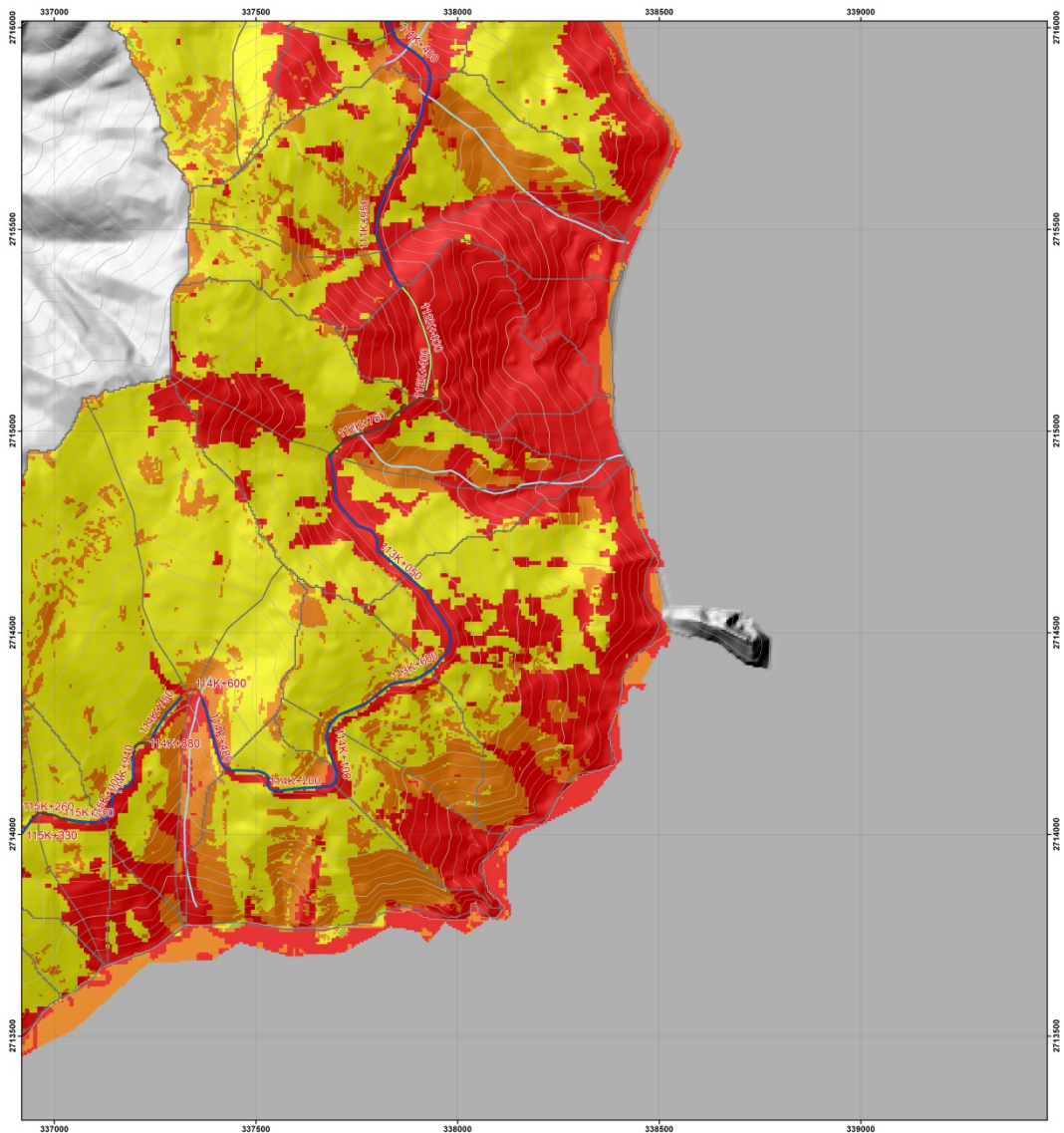
表 7-2 易致災路段圖層欄位規劃表

檔案名稱		資料名稱	易致災路段
屬性欄位說明			
欄位代號	欄位名稱	格式	說明
ID	路線編號	C(10)	例: T24_001
FNode	路線起始樁號	C(10)	例:30K+500
TNode	路線終止樁號	C(10)	例:31K+300
HazType	主要災害類型	C(10)	岩屑崩滑、順向坡、岩體滑動 落石、土石流、河岸侵蝕 蝕溝、安全路段
SP	山崩潛感值	C(10)	高、中、低
TLoc	所在地形區位	C(20)	陡坡地形、鄰河階陡坡、緊鄰河 岸、舊山崩凹谷狀地形、順向坡扇 狀地、河階台地
HLoc	災害發生區位	C(10)	上邊坡、下邊坡、全坡面
HazDesb	重大災害案例簡述	C(255)	
DLevel	易致災路段危險度評估	Date	高、中、低
RainThrd	降雨警戒基準	N(4.1)	例: 400mm
S	災害潛感	N(6.3)	0~1
L	災害損失程度	N(6.3)	0~1
P	災害發生機率	N(6.3)	0~1
R	災害風險值	N(6.3)	0~1
DDate	資料建置日期	Date	符合西元年yyyymmdd格式

7.2 成果圖製作

本研究之成果圖包括道路山崩潛感圖、道路環境地質敏感區圖與道路風險圖，以1:5000比例尺A1尺寸製作，成果範例如圖7.1~7.3。

圖號：97222085 省道台9線易致災路段山崩潛感圖



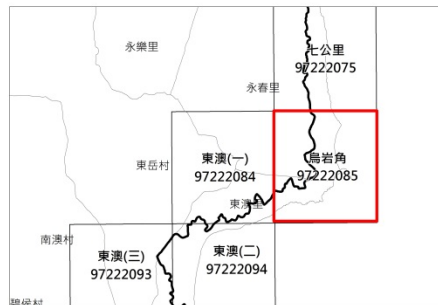
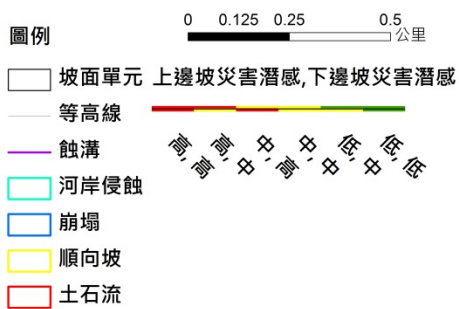
- 圖例**
- 0 0.125 0.25 0.5 公里
- | | | |
|----------|--------------------|------|
| 618 坡面單元 | 易致災路段306 蘇拉廳山崩風潛感圖 | 超低潛感 |
| — 等高線 | 主要災害類型 | 低潛感 |
| 水系圖 | — 蝕溝 | 中潛感 |
| 斷層 | — 河岸侵蝕 | 高潛感 |
| — 推測斷層 | — 落石 | 超高潛感 |
| 褶皺 | — 岩屑崩滑 | |
| — 背斜 | — 岩體滑動 | |
| — 背斜(推測) | — 土石流 | |
| — 向斜 | — 順向坡 | |
| — 向斜(推測) | — 其他 | |



交通部運輸研究所合作研究計畫出版品
計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、
風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)
主辦單位：港灣技術研究中心
合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

圖 7.1 台 9 線道路山崩潛感圖範例

圖號：97222085 省道台9線道路環境地質敏感區圖



交通部運輸研究所合作研究計畫出版品
 計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、
 風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)
 主辦單位：港灣技術研究中心
 合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

圖 7.2 台 9 線道路環境地質敏感區圖範例

圖號：97222085

省道台 9 線道路風險圖



圖例

- 坡面單元 上風險等級, 下風險等級
- 等高線
- 蝕溝
- 河岸侵蝕
- 崩塌
- 順向坡
- 土石流

0 0.125 0.25 0.5 公里



交通部運輸研究所合作研究計畫出版品
 計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、
 風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)
 主辦單位：港灣技術研究中心
 合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

圖 7.3 台 9 線道路風險圖範例

7.3 相關成果提報及成果發表

本研究之相關成果已於今年完成兩場次之成果發表(7-3)，分別為102年 5月30至31日舉行之「101年度行政院災害防究應用科技方案暨國家災害防救科技中心成果聯合發表會」(圖7.4)與102年 6月27至28日舉行之「2013台灣地理資訊學會年會暨學術研討會」。

表 7-3 相關成果提報及成果發表一覽表

項次	研討會名稱	舉行日期
1	101 年度行政院災害防究應用科技方案暨國家災害防救科技中心成果聯合發表會	102 年 5/30-31 日
2	2013 台灣地理資訊學會年會暨學術研討會	102 年 6/27-28 日

山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(2/4)
 Developed a technique for mountain road to investigate risk assessment, risk analysis, landslide prewarning management(2/4)

◎ 主管單位：交通部運輸研究所
 ◎ 主持人/單位：葉志民 副教授/財團法人成大研究發展基金會

計畫主旨

一、前言
 民國97年千枚暴風風與辛樂克颱風對山區道路造成，民國98年莫拉克颱風帶來驚人雨量，更摧毀兩部至多重要山區的環外道路，此突顯出山區道路安全警戒的重要性。

二、目的
 以集水區做為分析單元，進行山區易致災路段劃分，同時進行山崩目錄量、重大災例蒐集，結合災害危害度與損失程度分析，建立山區道路災害風險分析模式。

三、研究方法與流程
 以集水區做為分析單元，進行山區易致災路段劃分，同時進行山崩目錄量、重大災例蒐集，結合災害危害度與損失程度分析，建立山區道路災害風險分析模式。

研究成果

四、研究成果

- 易致災路段之劃分方法確立
 本計畫確實可行，後續建議可擴及於山區道路進行實際劃分與驗證，以提升本方法劃分精度。
- 易致災路段設置簡易計式雨量站
 建議可針對重大災害高風險路段進行簡易計式雨量站設置，藉以觀察及監測以提升風險分析之精度。
- 監測管理與養護巡查措施新構思
 建議可以採用內LiDAR測繪資料，進行公路上下連續之地形、道路與設施之專業管理作業，建立道路結構物與設施、地形、地物等基本資料庫，並建立道路管理系統。

研究方法與流程

易致災路段劃分流程

易致災路段劃分流程

易致災路段調查評估分析結果

山崩目錄分析結果

道路風險分析結果

圖 7.4 相關成果海報

第八章 結論與建議

本(102)年度研究範圍為省道台9線宜蘭縣蘇澳鎮路段(106K+000)至花蓮縣秀林鄉崇德路段(182K+000)與前期計畫之台24線三地門(22K+600)至阿禮(48K+500)路段。茲將本研究之結論與後續工作說明如下。

8.1 結論

1. 本研究蒐集蘇花公路研究區域內之坡面範圍內之地質敏感地區資料(99年),在各地質敏感地區之資料統計方面,崩塌共計551處,合計面積約531.58公頃、土石流共計48處、順向坡共計8處,合計面積約29.55公頃、蝕溝共計104處。
2. 易致災路段劃分,將蘇花公路山區道路自蘇澳至崇德路段劃分為306段。其中有145個路段以岩屑崩滑為主、6個路段以岩體滑動為主、48個路段以土石流為主、51個路段以蝕溝為主、43個路段以落石為主、13個路段則無顯著災害(大型橋樑或隧道路段)。易致災路段之災害潛感分析,結果顯示災害潛感高者共有141個路段、災害潛感中者共有116個路段、災害潛感低者則有49個路段。
3. 在歷史山崩目錄建置部份,各個重大的降雨事件中所判釋出的崩塌面積統計結果顯示,在泰利颱風(2005)、聖帕颱風、辛樂克颱風、凡那比颱風與蘇拉颱風等降雨事件中有明顯的增加,且增加之型態以新生崩塌為主。
4. 本研究之重大災例蒐集自交通部公路防救災資訊系統之災情資料,依災情資料顯示蘇花公路山區道路路段自2008年9月至2013年5月重大災害案例共計41處,實際因災害導致道路中斷共計35處。依據調查結果顯示於35處復建措施工程現況中,共29處既有工程、2處新建工程與4處緊急工程。在29處既有工程中,有2處全部毀損、有9處部分毀損、有18處運作良好。

5. 經資料蒐集、判釋與現地調查結果，顯示研究區域內之潛在大規模滑動區位共計有 6 處，依據本研究潛在大規模滑動區之類型分類，皆屬於類型 III，在崩塌面統計部分以 LS04 的面積為最大，約 2.78 公頃。在坡度之統計部分，以 LS06 的坡度最陡，約 82% 左右。
6. 本研究分別根據不同路段以及其致災類型不同，進行各坡面單元區域平均降雨強度及累積雨量的統計，推估出台 9 線與台 24 線之滑動災害類型及流動災害類型降雨參數上下限值。就整個路段的降雨基準而言，結果顯示本研究臺 9 線流動型災害降雨基準與公路總局之行動值接近，而滑動型災害降雨基準與則較公路總局之預警值為保守(低)。而在臺 24 線方面則顯示本研究之預警值低於公路總局之預警值，行動值高於公路總局之行動值的現象。
7. 本研究採氣象局 QPESUMS 之降水預報產品結合港研中心相關計畫之降水修正結果為監測預警管制研判依據，此方式具備低成本及廣域監控之能力。計畫之監測預警管制成果除透過委託單位之通報機制，提送符合通報機制規劃之通報成果外，另以網路服務方式對外提供 KML 檔案下載與 WMS 服務連結，各單位可自行加入本成果，進行山區道路即時警戒狀況瀏覽，並疊合各單位自有圖資進行輔助決策研判，以達防災開放資料與成果共享的目標。

8.2 建議

本年度精進坡面單元結合地質敏感區與路段之細部排水、工程狀況進行易致災路段劃分方法，再利用證去權重法調整各路段之降雨基準，並規劃三階段之監測預警管制作為。針對計畫之成果應用與後續研究方向則有以下建議：

1. 採用坡面單元結合地質敏感區與現地工程及排水狀況進行易致災路段劃分，各路段具相近物理特性與災害發生機制，有利於掌握災害特性、進行預警、管制等對策研擬。後續建議選定其他省道之山區道路路段，持續利用本方法進行劃分並逐步進行方法修正，以提升劃分方法之適用範圍。

2. 山區道路災害發生之降雨基準會隨的潛在因子的改變而變化，尤其是距離前期災害發生時間，攸關道路再次發生災害的機會，因此建議各山區路段完成降雨基準律定後，應逐年修正及更新，以符合路段現況，同時提升降雨警戒基準之精度。
3. 為有效進行道路防災管理，本研究建議透過即時比對警戒基準後，可透過簡訊或電子郵件即時傳送研判結果與警戒作為給公路管理單位及用路人，立即了解山區道路之警戒路段與警戒狀況，以儘早掌握訊息。

本期研究成果與效益有：1. 坡面單元結合地質敏感區與路段之細部排水、工程狀況進行易致災路段劃分，此方法可清楚界定各易致災路段的範圍、主要災害類型與災害特性、警戒基準與風險估算。2. 已利用證據權重法及平均降雨強度及累積雨量律定研究區域內各路段之降雨基準律。3. 已完成山區道路之災害風險評估模式，可提供路管單位於提前應變措施參考。4. 本研究之執行經驗及成果可做為本所後續相關研究之基礎。

參考文獻

1. ESRI, ArcGIS 9-Using ArcGIS Desktop 2006, Environmental Systems Res. Inst.
2. Keefer, D. K., 1984, "Landslides caused by earthquakes," Geol Soc Am Bull, Vol.95, pp. 406-421.
3. Varnes, D.J., 1984, "Landslide Hazard Zonation: A Review of Principles and Practice".UNESCO Press, Paris, p. 63.
4. 水土保持局、中華水土保持學會，2005，「水土保持手冊-工程篇」。
5. 王安翔、林李耀、鳳雷及張智昌，2009，「2008年颱風個案在嘉義縣市之雷達定量降雨」，天氣分析與預報研討會，台北，202-207。
6. 交通部公路總局第三區養護工程處，2010，「台24線24K~48K(三地門鄉達來村至霧臺鄉阿禮村)簡報」。
7. 行政院農業委員會水土保持局，2003，遙測技術在山崩地、土石流及坡地管理應用計畫，頁3-5。
8. 李維峰、林秉賢、李漢鑑、連惠邦，2010，「山區道路崩塌風險前世評估-以台14線為例」，港灣報導。
9. 李秉乾、許盈松、董家鈞，2003，「山區道路邊坡監測系統自動化及緊急臨時通報系統研發」，交通部。
10. 李秉乾、許盈松、許懷後，2004，「山區道路邊坡監測系統自動化及緊急臨時通報系統研發」，交通部。
11. 呂冠德，2009，石門水庫上游集水區雨量監測站設置之探討，台灣大學生物環境系統工程學系碩士論文。
12. 何泰源，2006，「台灣山區公路建設與環境保護之工程技術」，臺灣公路工程期刊，第32卷第15期。
13. 吳淵洵、周南山，2000，「台灣山區道路邊坡災害及搶修處理工法之探討」，臺灣公路工程第32卷第12期。
14. 林聖琪、王安翔、柯明淳、張智昌，2010，「雷達降雨估計資料應用坡地災害警戒模型」，2010年中央氣象局天氣分析與預報研討會暨美華海洋大氣學會第五屆國際海洋大氣研討會。台北市：交通部中央氣象局。
15. 林聖琪、柯明淳、陳韻如、陳聯光、周憲德，2009，「崩塌及土石流預警精進研究」，國家災害防救科技中心編號 NCDR 97-T18 技術報告。

16. 林慶偉，2010，「台灣南部荖濃河流域崩塌與土石流發生特性與觸發基準之研究 (II)」，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
17. 柯明淳、林聖琪，2011，「由崩塌地文敏感分級探討山區道路災害警戒應用」，臺灣公路工程，37:9。
18. 陳信雄，1995，山崩地調查與分析，渤海堂。
19. 陳進發，2010，「從橋梁之流域管理與山區公路之風險管理談公路總局之百年防汛」，臺灣公路工程第 37 卷第 6 期。
20. 陳儒賢、洪毓婷，2011，未設測站地點雨量頻率分析之研究，水土保持技術，第 6 卷第三期，pp.128-140。
21. 陳韻如、林聖琪、王俞婷、李宗融，2011，「山區道路崩塌災害潛感評估」，臺灣公路工程，第 37 卷第 1 期，pp.5-24。
22. 陳薇伊，2011，克利金法即時修正大甲溪雷達估計降雨，國立成功大學水利及海洋工程系碩士論文。
23. 黃安斌、林志平、董家鈞、廖志中、潘以文，2002，「道路邊坡高效能監測系統研發與崩塌預警基準制訂」，交通部研究計畫。
24. 國家災害防救科技中心，2008，『精進颱風災害應變預警技術技術報告』。
25. 國家災害防救科技中心，2009，『颱風災害風險評估方法之建立技術報告』。
26. 蔡明君，2008，「以降雨特性研究阿里山公路邊坡崩塌預警管理」，成功大學土木工程學系專班學位論文(2008 年): 1-94。
27. 鄭明淵，2007，「台灣山區道路邊坡災害防治最佳化之研究---子計畫: 道路邊坡山崩潛感分析及災損風險評估(III)」，行政院國家科學委員會補助專題研究計畫，計畫編號：NSC 96— 2625—Z—011—002。
28. 應用克利金法建立高解析度網格點氣象數據之研究，2009，交通部中央氣象局委託研究計畫成果報告。
29. 瀨尾克美、船崎昌繼 (1973)，「土砂害(主に土石流の被害)と降雨量について」，砂防学会誌(新砂防)，26(2)(通卷 89 号): pp.22-28.
30. 蘇文瑞、蔡元芳、林立偉、陳怡臻，2010，「國民小學天然災害風險評估之研究—以土石流、洪水、地震為例」，華岡地理學報，第 25 期，pp. 21-35。

附錄一、各期會議記錄及意見回覆情形

第一季工作會議紀錄

編號：001

採購案編號：MOTC-IOT-102-H1DB007b

採購案名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

時間：102年3月22日 上午 10：30

地點：港灣技術研究中心五樓會議室

出席者：港灣技術研究中心：邱主任永芳、謝科長明志、張研究員道光

審查委員：陳教授景文

聚禾工程顧問有限公司：黃敏郎、許錕安

成大防災中心：蔡在宗、陳谷君

記錄：張道光

討論議題：

- 1.本研究去年成果呈現與道路預警方法討論。
- 2.易致災路段劃分原則、尺度、方法討論。
- 3.公路上邊坡之災害狀況易透過影像、航照判釋或現地調查進行確認，但下邊坡災害則不易進行定查，此部分需研究團隊進一步進行評估方法確認。
- 4.山區道路風險分析模式討論。
- 5.降雨基準與警戒問題討論。

主要結論：

- 1.請研究團隊於期中報告前，完成去年成果研究成果進行整理，並提出完整性之道路預警架構、方法與作業流程。
- 2.在易致災路段劃分方法方面，建議研究團隊除既有大尺度方式外，再納入公路小尺度易致災點之位置，尤其是工程或排水不良的區位，嘗試整併這兩種不同尺度資料，達到最佳化的劃分結果。
- 3.研究團隊在進行各項調查與分析時，應著重在道路上、下邊坡，以避免分析結果失去代表性。
- 4.建議研究團隊應選擇兩種以上之山區道路風險分析模式，進行成果之比較，一客觀方式進行評估，以提升計畫之成果效益。
- 5.山區道路易致災路段劃分原則應明確說明。

第一季工作會議記錄回覆情形

主要結論	處理情形
1. 請研究團隊於期中報告前，完成去年成果研究成果進行整理，並提出完整性之道路預警架構、方法與作業流程。	1. 謝謝委員意見，本研究以氣象局 QPESUMS 雨量進行易致災路段之預警研判，透過網路服務將即時研判成果以 KML 發布，供政府雲系統介接及一般民眾查詢。
2. 在易致災路段劃分方法方面，建議研究團隊除既有大尺度方式外，再納入公路小尺度易致災點之位置，尤其是工程或排水不良的區位，嘗試整併這兩種不同尺度資料，達到最佳化的劃分結果。	2. 謝謝委員意見，已依此原則進行調整，並已完成蘇花公路沿線調查。如圖 2.5，P.2-6 頁。
3. 研究團隊在進行各項調查與分析時，應著重在道路上、下邊坡，以避免分析結果失去代表性。	3. 已將道路邊坡分開進行調查與分析。如表 4-17， P.4-81 頁。
4. 建議研究團隊應選擇兩種以上之山區道路風險分析模式，進行成果之比較，一客觀方式進行評估，以提升計畫之成果效益。	4. 除既有之山區道路風險分析模式外，本研究另選定鄭明淵（2007）的風險評估方法，並將進行客觀比較提升計畫成果效益。如第 2.6.2 節，P.2-32~2-33 頁。
5. 山區道路易致災路段劃分原則應明確說明。	5. 已將山區道路之劃分方法一大尺度至小尺度流程進行細部調整與說明。如圖 2.5，P.2-6 頁。

第二季工作會議記錄

編號：001

採購案編號：MOTC-IOT-102-H1DB007b

採購案名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

時間：102年6月18日 上午 10:00

地點：港灣技術研究中心五樓會議室

出席者：港灣技術研究中心：邱主任永芳、謝科長明志、張研究員道光

長榮大學：陳教授怡睿

聚禾工程顧問有限公司：黃敏郎、許錕安

記錄：張道光

討論議題：

1. 本研究去年成果呈現構想討論。
2. 氣象局QPESUMS雨量介接討論。
3. 山區道路警戒狀況通報討論。
4. 工作進度報告。
5. 後續工作與問題討論。

主要結論：

1. 建議研究團隊參考本中心101年之「河道水位與橋墩沖刷推估模式之建立研究」計畫成果中之氣象局QPESUMS雨量修正成果進行介接評估，以提升本研究山區道路易致災路段警戒狀況研判之輸入雨量正確性。
2. 山區道路易致災路段警戒基準律定為本研究之重要成果，請研究團隊加強警戒基準之分析研究工作，以落實實務應用之目標。
3. 山區道路易致災路段警戒狀況研判，應納入氣象局QPESUMS雨量預報資料，以增加山區道路警戒、管制之應變時間。
4. 本研究去年成果呈現與通報，請研究團隊依據本中心之通報機制，提送符合通報機制規劃之通報成果，以利資訊之整合。
5. 在山區道路易致災路段警戒管制作為部分，請研究團隊提出路段之警戒狀況下包括封路路段、時機等具體管制作為。

第二季工作會議記錄回覆情形

主要結論	處理情形
<p>1. 建議研究團隊參考本中心關計畫中之氣象局 QPESUMS 雨量修正成果進行介接評估，以提升本研究山區道路易致災路段警戒狀況研判之輸入雨量正確性。</p>	<p>1. 謝謝委員意見，已納入貴中心關計畫之氣象局 QPESUMS 雨量修正成果為本研究預警研判之雨量資料來源。</p>
<p>2. 山區道路易致災路段警戒基準律定為本研究之重要成果，請研究團隊加強警戒基準之分析研究工作，以落實實務應用之目標。</p>	<p>2. 謝謝委員意見，本研究利用易致災路段之崩壞程度、災害潛感、距上次災害時間、施作工程現況與植生狀況進行山區道路易致災路段警戒基準律定修正，以提升警戒狀況研判之準確率。如第 2.6.1 第 3 點節 P. 2-30~2-32 頁。</p>
<p>3. 山區道路易致災路段警戒狀況研判，應納入氣象局 QPESUMS 雨量預報資料，以增加山區道路警戒、管制之應變時間。</p>	<p>3. 謝謝委員意見，已納入氣象局 QPESUMS 雨量預報資料，如第 5.2.1 節 P.5-3 頁。</p>
<p>4. 本研究去年成果呈現與通報，請研究團隊依據本中心之通報機制，提送符合通報機制規劃之通報成果，以利資訊之整合。</p>	<p>4. 謝謝委員意見，相關成果提送將依據本港灣中心之通報機制，提送符合通報機制規劃之通報成果。</p>
<p>5. 在山區道路易致災路段警戒管制作為部分，請研究團隊提出路段之警戒狀況下包括封路路段、時機等具體管制作為。</p>	<p>5. 已初步規劃山區道路易致災路段警戒管制作為。如第 6.2 節 P.6-5~6-6 頁。</p>

第三季工作會議紀錄

編號：001

採購案編號：MOTC-IOT-102-H1DB007b

採購案名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

時間：102年9月27日上午9:00

地點：港灣技術研究中心五樓會議室

出席者：港灣技術研究中心：謝科長明志、張研究員道光

聚禾工程顧問有限公司：黃敏郎、劉峰榮、郭峰豪

記錄：張道光

討論議題：

1. 降雨警戒值律定與分析討論。
2. 氣象局QPESUMS降雨警戒值自動判釋討論。
3. 易致災路段管制作為討論。
4. 工作進度報告。
5. 後續工作與問題討論。

主要結論：

1. 山區道路易致災路段警戒基準律定之上限值，建議仍以50%之災害發生機率為準，待後續分析結過進行調整。
2. 山區道路易致災路段警戒狀況研判，需納入氣象局QPESUMS雨量預報資料，進行自動進行判釋，以增加預警時間。
3. 山區道路易致災路段警戒管制作為，建議當避難路段間之任一路段雨量到達警戒雨量時，即應進行警戒與行動等作為。
4. 期中報告書內容錯誤部分請於期末報告書完成修正。

第三季工作會議記錄回覆情形

主要結論	處理情形
1. 山區道路易致災路段警戒基準律定之上限值，建議仍以50%之災害發生機率為準，待後續分析結過進行調整。	1. 謝謝委員意見，已將50%之災害發生機率納入警戒基準律考量，如頁5-1，第5.1節。
2. 山區道路易致災路段警戒狀況研判，需納入氣象局QPESUMS雨量預報資料，進行自動進行判釋，以增加預警時間。	2. 謝謝委員意見，本研究已納入台科大接收之氣象局QPESUMS未來一小時之雨量預報資料，如頁6-7，第6.2節。
3. 山區道路易致災路段警戒管制作為，建議當避難路段間之任一路段雨量到達警戒雨量時，即應進行警戒與行動等作為。	3. 謝謝委員意見，已納入警戒管制作為之預警判斷機制，如頁5-1，第5.1節。
4. 期中報告書內容錯誤部分請於期末報告書完成修正。	4. 謝謝委員意見，已進行勘誤與修正。

交通部運輸研究所合作研究計畫

期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
中興大學土木工程學系 林炳森 教授(共 11 項)		
1.P2-31,圖 2.18 降雨警戒基準值僅用累積降雨量與最大降雨強度,建議可再考慮降雨延時。	1.謝謝委員意見,經本研究蒐集觀降雨延時資料分析後,發現當降雨強度 I 愈強時,其累積雨量 R 亦有隨之增加的正相關情況;而在延時的分佈關係則較為無規則。如頁 2-28,圖 2.16。	同意
2.P2-8,表 2-1 未考慮卡枚基事件。	2.謝謝委員意見,經比對卡枚基颱風前後之衛星影像,蘇花公路沿線集水區並無顯著之差異,因此初步未納入考慮。	同意
3.P2-24,表 2-6 (1)陡坡地形應列坡度。(2)水文不利因素與危險因子(河岸侵蝕)部分重複	3.謝謝委員意見,已將進行表 2-6 之重新檢視與調整。如頁 2-24	同意
4.P3-6,(1)風險高低應定義。(2)逢甲預警監測結果是否可應用?	4. 謝謝委員意見,(1)已補充風險高低應定義,如頁 3-7。(2)逢甲預警監測結果列於參考文獻中,如頁 3-10。	同意
5.P4-2,圖 4-1 路線應畫清楚。	5. 謝謝委員意見,已將圖併入。	同意
6.P4-8,圖 4-4 位態斷層應繪清楚。	6. 謝謝委員意見,已重新製作圖 4-4,強化地質構造線的呈現方式,如圖 4.2,頁 4.4。	同意
7.P4-11,圖 4-6 圖例不清、崩塌地應繪清楚。	7. 謝謝委員意見,已用彩色方式進行輸出呈現,如圖 4.3,頁 4.6。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
8.P4-19，圖 4-10 崩塌地無圖例。	8. 謝謝委員意見，如圖 4.3，頁 4-6。	同意
9.P4-45，文中 5 個坡面 55 個，但表 4-7 卻為 21 個。	9. 謝謝委員意見，應為 21 個，已依據委員意見進行更正，如表 4-7，頁 4-20。	同意
10.P5-1，降雨量(QPESUMS)如何修正應說明。	10. 謝謝委員意見，降雨量(QPESUMS)之修正，為引用港研中心之計畫成果，已引用出處並摘要做法，如頁 6-7。	同意
11. P6-4，表 6-2，降雨基準只分 2 種類型(滑動型與流動型)→不足；應依實際類型劃分。	11. 謝謝委員意見，本年度已提升降雨基準之律定精度，預定期每一路段皆有基準值，以為路段警戒監控之基礎，如表 5-8，頁 5-27~5-33。	同意
成功大學土木工程學系 陳景文 教授(共 2 項)		
1. 有關調整因子、崩壞程度，以岩盤到達為調整比例，若調查外無岩盤則如何調整。	1. 謝謝委員意見，若調查外無岩盤，則初步以未達岩盤的方式進行降雨基準值因子之調整。	同意
2. 本研究已進行三年，但由報告中尚有資料仍在蒐集階段及調查工作，有關重要的工作如風險分析及預警管制技術等，將在何時完成？	2. 謝謝委員意見，本研究每年度皆選定不同之示範區進行研究，而本年度已完成蘇花公路以及台 24 線山區道路段之風險分析及預警管制技術分析研究。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
交通部運輸研究所臺灣技術研究中心 謝明志 科長(共 3 項)		
<p>1. 本案成果圖以 Google Earth 的 KML 格式，已可以和公路總局 Safe Taiwan 平台的圖形相疊合，但若提供至公路總局網站，供做防災應用，仍須獲該局同意，除須了解對方的需求，也須獲得採用的同意，請加強與該局的溝通。</p>	<p>1. 謝謝委員意見，本研究後續將加強與公路總局連繫，以爭取將本研究之成果納入 Safe Taiwan 平台中。</p>	同意
<p>2. 本研究原在雨量路況分析上，分安全(以綠色標註)、警戒(黃色)、行動(紅色)等三種狀況。而目前公路總局除安全狀況外，又切分預警(黃色)、警戒(橙色)、行動(紅色)共有四種狀況。請研究團隊深入探討公路總局的分級標準，將本案路況成果圖依其標準繪製，以方便公路總局的採納使用。</p>	<p>2. 謝謝委員意見，本研究以公路總局之劃分方法將雨量基準劃分為四部分，以符合使用者之習慣與需求。</p>	同意
<p>3. 目前 QPESUMS 的雨量預測應用，是預測 1 至 3 小時，而防災需求是希望每 10 分鐘更新一次預測成果，本案開發預測分析功能應能朝此方向改進。</p>	<p>3. 謝謝委員意見，已依委員意見將配合 QPESUMS 的雨量更新頻率，每 10 分鐘更新一次預測成果。</p>	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
交通部運輸研究所臺灣技術研究中心 賴瑞應 委員(共 3 項)		
<p>1. 報告第 2-8 頁提到取得計畫區歷年航照影像及高精度衛星影像進行山崩目錄建置，相關影像如何取得是否合法請說明。致災誘發因子標示降雨是一重要項目，文中也討論到前期降雨的影響，前期降雨包括雨量、強度、時間間距等因素，這些如何納入風險推估或預測，請在文內說明。</p>	<p>1. 謝謝委員意見，本研究團隊成員之一為成大防災中心，該單位為福衛二號影像分送中心，本研究所使用之影像皆為該中心所有。前期降雨部分將蒐集相關研究與文獻進行綜合評估，以為納入本研究之致災誘發因子參考依據。</p>	<p>同意</p>
<p>2. 報告第 2-19 頁提到，以潛在山崩面積大於 10 公頃者為潛在山區道路邊坡大規模滑動區位之必要條件，請說明為何取 10 公頃。</p>	<p>2. 謝謝委員意見，潛在山崩面積大於 10 公頃者為潛在大規模滑動區位，已於地調所、林務局與水保局相關單位之計畫中實際使用。因此本研究引用上述單位的定義進行本研究之大規模滑動區位之必要條件。</p>	<p>同意</p>
<p>3. 報告第 3-3 頁倒數第 2 行「文中亦建議以伴製控制性低強度材料之方式」，何謂控制性低強度材料，請說明。</p>	<p>3. 謝謝委員意見，控制性低強度材料 (Controlled Low Strength Materials, CLSM)，CLSM 的主要用途是替代土石滾壓後作為結構填方或回填之用。</p>	<p>同意</p>
<p>4. 報告之一系列崩塌地分布狀況圖之崩塌地圖示不清楚請加強，相關圖表若有引用相關單位之資料建議應標示資料來源以資尊</p>	<p>4. 謝謝委員意見，已以彩色方式進行輸出呈現。並標註資料來源出處。</p>	<p>同意</p>

交通部運輸研究所合作研究計畫

期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
重著作權。		
5.報告第 4-101 頁倒數第三行「低潛感則以蝕溝與土石流為次要災害」，但從圖 4.85 之資料顯示，應為落石與土石流為次要災害，請確認修正。	5.謝謝委員意見，已依委員意見進修正，如頁 4-68。	同意
6.報告第 6-4 頁表 6-1 及表 6-2 請標註單位。	6.謝謝委員意見，已依委員意見進修正，如頁 6-4。	同意
7.報告第七章初步結果第 1 點提到本研究蒐集蘇花公路研究區域內之坡面範圍之地質敏感地區資料(99 年)，請說明為何不是 101 年或 102 年之最新資料。	7.謝謝委員意見，目前最新之資料為 99 年的資料，後續若有最新資料，本團隊將持續進行蒐集。	同意
8. 報告第七章初步結果第 3 點倒數第 3 行提到，在 28 處既有工程中，有 2 處全部毀損、有 9 處部分毀損、有 18 處運作良好，此顯示有將近一半之既有工程設施有持續受損破壞的情形。其中 2 加 9 加 18 不等於 28，另外近一半之既有工程設施有持續受損破壞的情形也請補充說明。	8.謝謝委員意見，已修正完成，如頁 4-74。	同意
9. 報告內容錯字不少請加強校訂。	9.謝謝委員意見，已重新檢視報告內容並進行修正。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
中興大學土木工程學系 林炳森 教授(共9項)		
1.P2-24，表 2-16 易致災路段評估項目：①部分因子有相依性，如地質不利因素順向坡與厚層砂頁岩互層。②部分因子應說明，如周遭構造物發生異樣。	1.謝謝委員意見，①已進行表 2-16 之重新檢視與調整，因順向坡為地形特徵，已將順向坡地形列為地形不利因素，如表 2-16，頁 2-24。②已於本文中補註說明，如頁 2-23。	同意
2.P2-38，圖 2-20 出圖版面不清楚，應以清晰方式表現。	2.謝謝委員意見，已將該圖版面重新修正，如頁 2-39。	同意
3.P3-10，文獻回顧，應加強監測預警儀器之說明。	3.謝謝委員意見，已於本文中加強說明，並彙整如表 3-3，頁 3-12。	同意
4.P4-15，圖 4.9，0612 豪雨事件山崩潛勢為何分五級？不必那麼多級。	4. 謝謝委員意見，山崩潛勢主要延續計畫前兩年的分級方式，因此建議仍維持五級的分類方式，以延續計畫成果。	同意
5. P4-38，①應定義「大規模滑動」？ ②表 4-11，滑動類型 III，應定義？	5.謝謝委員意見，大規模滑動係指山崩面積大於 10 公頃者，另滑動類型 III 則指具有崩崖、側邊裂隙、橫向裂縫、坡趾隆起等高滑動潛勢徵兆但未大規模崩壞者，此相關定義說明，如表 2-5，頁 2-19。	同意
6.P4-74，修建措施前後，應作比較。	6. 謝謝委員意見，目前重大災害案例措施主要以全部毀損、部分毀損、運作良好等工程現況進行描述，而修建	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
	措施前後比較方面則擇要放於報告中，頁 4-80~83。	
7. P5-5，表 5-2，台 9 線不同路段及災害類別之警戒值上下限，與台 24 線不同 ①除雨量、地質不同外，累積雨量如何採用應說明。 ②各路段降雨警戒值上限調整因子，採 a.距上次災害時間 b.排水狀況 c.植生狀況 d.施作防護工程現況→應加說明。	7.謝謝委員意見，①本研究所採用之雨場定義說明如圖 2.15 所示。所採用之有效累積雨量為本次降雨及前期有效累積雨量之累積雨量稱之，其計算方法如 2.1 式，頁 2-27 所示。 ②降雨參數上限值之調整因子係經證據權法計算後，求得各因子發生崩塌之權重值，其中所提之 4 項因子之權重相關性與因子關係較屬合理，因此選用為降雨參數上限值之調整依據，相關說明如頁 5-5。	同意
8.Ch6，監測預警，累積雨量如何選用應說明。	8.謝謝委員意見，本研究所採用之雨場定義說明如圖 2.15 所示。所採用之有效累積雨量為本次降雨及前期有效累積雨量之累積雨量稱之，其計算方法如 2.1 式，頁 2-27 所示。	同意
9.Ch7，資料庫建置成果展示，圖 7.1、與圖 7.2、7.3 災害類型分類不一致。	9.謝謝委員意見，已將全文相關展示圖進行重新檢視及修正。	同意
海洋大學河海工程學系 張景鐘 教授(共 7 項)		
1. 章節編排之文字大小不一致。	1.謝謝委員意見，已重新針對編排及文字進行全面檢視及修正。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
2.期中報告委員意見回覆，附1-8,1之頁與圖號不對。	2.謝謝委員意見，此部分圖號誤植已修正。	同意
3.表6-1、6-2之“24小時雨量”與“累積雨量”，名詞定義、使用請一致。	3.謝謝委員意見，公路總局所使用之警戒雨量為24小時雨量；本計畫所採用之累積雨量為雨場切割後，本次降雨及前期有效累積雨量之累積雨量稱之，其計算方法如2.1式所示。二者之定義有所不同。	同意
4.P2-11，山崩“潛勢”或“潛感”，名詞使用請一致。	4.謝謝委員意見，已將相關文字用詞修正為“潛感”一詞。	同意
5.P6-4，本研究結果與公路總局之預警、警戒、行動值比較，若累積雨量不同，如何比較？	5.謝謝委員意見，公路總局之行動值是以24小時雨量為主；本計畫是以包含前期雨量影響之有效累積雨量，二者之基本定義不同。相較於公路總局所採用之24小時累積雨量計算方法，有效累積雨量更多考量了前期降雨之可能影響；若在前期降雨不大之情況下，在雨場開始的24小時內，24小時雨量與有效累積差異不大；而24小時後則依降雨情況而有所差異。	同意
6.本研究之累積雨量，請加以說明定義時間為何？	6.謝謝委員意見，本研究所採用之雨場定義說明如圖2.15，頁2-27所示。一場降雨之延時以開始降雨至降雨結束之時間稱之。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
7.建議未來道路監測、警戒路段之標示，也能提供相對安全之路段，提供避難路段使用。	7.謝謝委員意見，將建議未來相關計畫於規劃執行時，考量以實際避難空間或路段分段，進行鄰近路段之監測、警戒等級之評估分析與劃分。	同意
交通部公路總局養路組 何鴻文 副組長(共9項)		
1. P4-74，有關 4.9.2 節文字敘述內容請再調整增加易讀性。	1.謝謝委員意見，有關章節文字已進行調整及修飾，如頁 4-74。	同意
2.台九線 115.8K 之災害原因係向源侵蝕造成岩塊崩解與坍方，P4-77 判斷係土石流似乎與事實不符，請修正。	2.謝謝委員意見，原計畫中描述語意不清楚，易造成誤解，已進行修正，如頁 4-76。主要原因為土石流刷深河道，並產生側蝕作用，而導致向源侵蝕造成岩塊崩解與坍方。	同意
3.表 4-22，有關台九線復健工程統計表只列到 96 年 10 月，建議繼續納入至 102 年底部分。	3.謝謝委員意見，本計畫所彙整之統計表，即為相關單位所提供之最新資料，如後續有更新資料時，再依據本計畫作法，計算各項警戒值或風險值。	同意
4.表 5-1，台九線警戒值分析所應用之十場颱風事件，其中米塔及柯羅莎雨量不大，是否納入請再考量。	4.謝謝委員意見，米塔及柯羅莎的雨量雖然不大，但實際上仍有小雨量即造成崩塌的事件持續發生，因此本計畫仍建議將該 2 次颱風事件納入考量，如此可提升降雨警戒分析之精度。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
5.表 5-2 及表 5-6，有關台九線及台 24 線警戒值上下值之分析方法請於文中交代，另每次地震或颱風豪雨侵襲後之調整機制亦請說明。	5.謝謝委員意見，本計畫降雨警戒值上下值分析詳如 2.6 章節說明，頁 2-26；未來可考量逐年對於新增降雨事件以及新增崩塌情況，納入本計畫之基本資料庫中，以進行相關警戒值之修訂。在震度及新增崩塌之關連性，納入本計畫之地文因子參數中，進行相關警戒值之修正。	同意
6.梅姬颱風曾造成台 9 蘇花嚴重傷亡事件，建議將該次颱風納入考量。	6.謝謝委員意見，本計畫因缺乏梅姬颱風後之崩塌判釋圖層，因而未將其納入考量。未來若能取得相關資料，將進一步納入雨量分析，以修正降雨參數之上下限。	同意
7.台 9 之 123K+980 最近曾發生災害造成交通阻斷，請一併納入分析。	7.謝謝委員意見，已將本年度研究區域之災害事件進行蒐集整理與補充。	同意
8.降雨基準上下限，建議改用防災常用分預警值、警戒值、行動值。	8.謝謝委員意見，文中已說明降雨參數警戒分區方法(2-6.1 節中第 3 部份)，其中降雨參數下邊界可作為公路總局於警戒階段之警戒值；降雨參數上邊界則進一步經由地文致災因子修正後，將作為行動階段之行動值。此外，為避免誤會，均已將警戒基準值上下限修改為降雨參數上下限。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
9.本研究將蘇花公路分北、中、南段三部分，建議後續研究依實際避難空間分段，分別分析警戒值。	9.謝謝委員意見，將於未來相關計畫規劃執行時，考量以實際避難空間或路段分段，進行鄰近路段之監測、警戒等之評估分析與劃分。	同意
國家災害防救科技中心 張志新 委員(共2項)		
1.案屬應科方面的成果，感謝對於應科方案的貢獻與支持。	1.謝謝委員意見。	同意
2.建議本案未來對於山區道路的衝擊研究，包括觀光、產業、孤島、影響人口可以多涉略以符合防救災的需求。	2.謝謝委員意見，將建議未來相關計畫於規劃時，將蒐集並分析山區道路的衝擊研究，以期歸納符合實際防救災執行之運用。	同意
交通部運輸研究所臺灣技術研究中心 賴瑞應 委員(共6項)		
1.本計畫未來若推廣至相關單位應用，相關山區易致災路段潛勢評估項目(如報告第2-24頁表2-6)、主要災害類型之現地調查表(第4-43頁表4-12至表4-16)，相關工程人員若不具備地質相關專業知識，能否進行評估，未來之推廣應用是否需經教育訓練後才能推廣，請補充說明。	1. 謝謝委員意見，本研究結果將直接提供工程人員使用，實際依據本計畫方法即可自行分析。建議未來仍由專業團隊進行相關致災潛勢區評估；並且逐年根據研究區域降雨事件、新增崩塌以及相關地文變動情況，進行警戒基準值之調整更新，以持續精進警戒值之適用性。並建議專業團隊與實務單位取得連繫，進行相關交流，以符合實務單位於應用時之需求。	同意

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

合作研究單位：聚禾工程顧問有限公司

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
2. 易致災路段降雨基準上下限之調整因子計算，似乎學理完備，但模式似乎有些複雜，是否能予以簡化以利工程應用。	2. 謝謝委員意見，本計畫於學理上考量雖然較複雜，然而所產出之警戒基準仍符合現行公路總局之實際操作指標，透過氣象局即時雨量資料，並配合本計畫所開發之界面，應可達簡化，供實務工程之應用。	同意
3. 建議本計畫之未來執行能與欲推廣之使用單位充分溝通說明，以利成果之落實應用。	3. 謝謝委員意見，本計畫後續將與使用單位與實務單位溝通說明，以持續精進警戒值之適用性，並符合實務單位於應用時之需求。	同意
4. 報告第 6-14 頁 1. 預警(黃色注意)管制作業部份，當氣象局之預報雨量值超過本研究之行動基準值時，是否應修正為預警基準值，請確認。	4. 謝謝委員意見，已修正為預警值，如頁 6-14 所示。	同意
5. 報告第 8-2 頁建議部分，利用證去權重法，是否應修正為證據權重法。另外，本期研究成果與效益共有 4 部分，編號有誤請確認修正。	5. 謝謝委員意見，文中「證“去”權重法」為誤植，已修正為「證據權重法」；文中屬編號誤植，已進行修正，如頁 8-3。	同意
6. 報告內容錯字不少，會後提供書面資料供研究單位校訂。	6. 謝謝委員意見，已重新針對編排及文字進行全面檢視及修正。	同意

附錄二、 邊坡山崩潛感分析方法

針對全流域山崩發生潛感，本研究透過建置之山崩目錄為基礎，採用證據權重法，製作山崩潛感圖，藉以劃定山崩發生之高潛感區。在山崩目錄選定上，本研究用研究區域內莫拉克災後，產生大量山崩之颱風豪雨事件，進行後續證據權重法分析。其流程主要包括因子權重值計算、因子檢定與成功率驗證與山崩潛感評估結果(圖 1)。

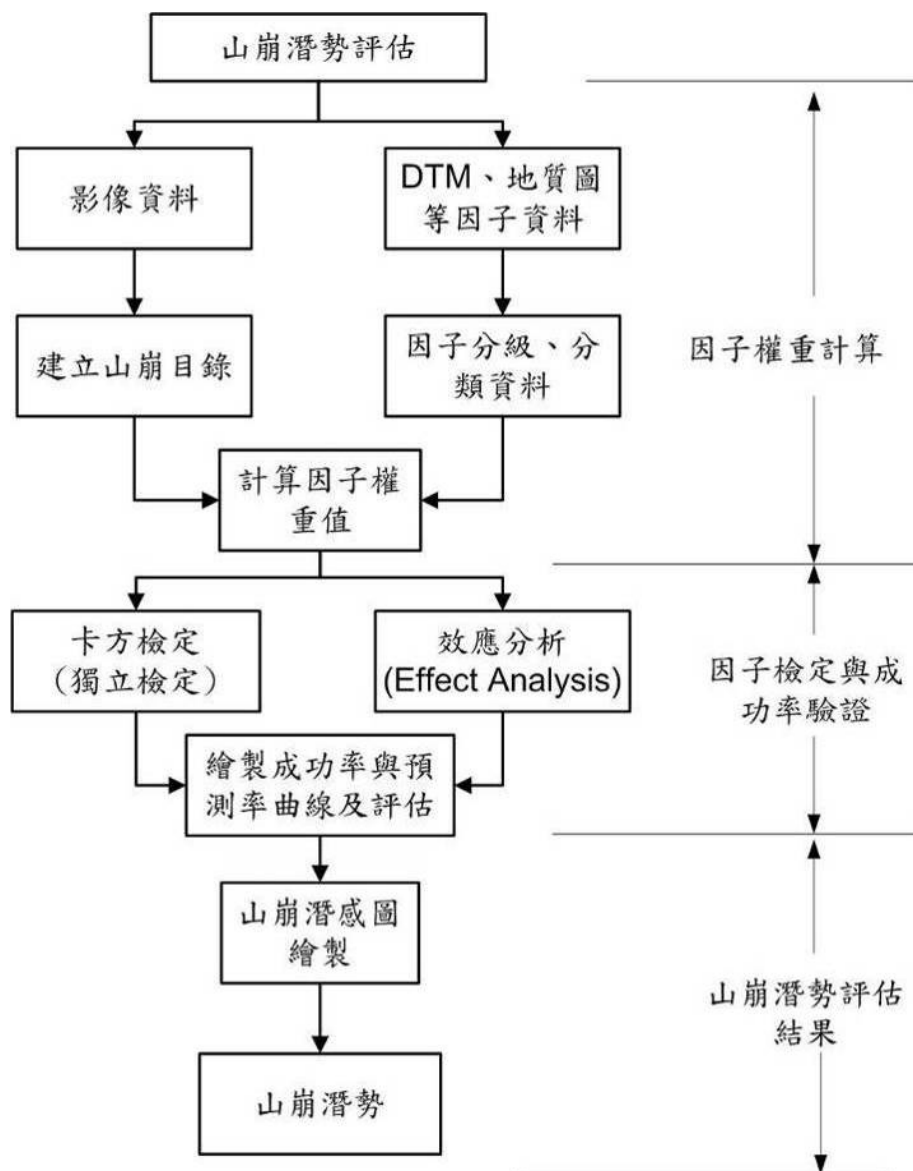


圖 1 山崩潛感評估流程圖

1. 因子權重計算

本研究之山崩因子權重計算採用證據權重法進行之，選擇此方法主要理由因其簡單易懂，本方法在山崩潛感分析之成效，已有甚多國外文章予以驗證。證據權重法是應用貝式定理(Bayes' theorem)與勝算比(odds ratio)對各因子量化及計算各因子的權重值，再分別對各因子做條件獨立檢定，選定獨立因子群進行權重加總並繪出該群因子的山崩潛感圖，最後利用成功率曲線(Success rate curves)找出最好的因子群得到最好的潛感圖。此法的優點為方法簡單、容易使用且不費時，直接利用圖層的堆疊就能計算出不同地區的潛感值。

(1) 證據權重法

近十年來，證據權重法結合地理資訊系統被廣泛的用於山崩潛感分析上並得到不錯的成效(Van Westen, 1993; Sentz and Ferson, 2002; Lee et al., 2002; Van Westen et al., 2003; Thiery et al., 2004; Mathew et al., 2007; Neuhäuser and Terhorst, 2007; Thiery et al., 2007; Dahal et al., 2008)，除了山崩潛感分析外，證據權重法也被應用在礦藏預測 (Bonham-Carter et al., 1988; Agterberg, 1992; Bonham-Carter, 2002)。

(2) 因子勝算比計算

崩塌發生潛感評估首重因子之選取取權重配比，再因子選取方法，本研究採用貝氏定理進行各因子之勝算比計算，貝氏定理源自於十八世紀英國數學家湯瑪斯·貝耶斯(Thomas Bayes)，通常，事件 A 在事件 B(發生)的條件下的機率，與事件 B 在事件 A 的條件下的機率是不一樣的；然而，這兩者是有確定的關係，貝氏定理就是這種關係的陳述。

假設 $P(A)$ 和 $P(B)$ 分別代表事件 A 和 B 發生的機率， $P(A|B)$ 就是在已知 B 事件發生的情況下，A 事件發生的機率， $P(B|A)$ 就是在已知 A 事件的情況下，B 事件發生的機率，依據貝釋定理，我們可將這四個機率寫成下列關係式(式 1)。

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

簡單的說，透過貝氏定理，我們可以因為新證據的出現修改原本已有的看法。

勝算(Odds)和勝算比多用在醫學上比較兩個樣本的特質，其中勝算是指在一群人中具有某項特質與不具有此特質的比值，例如：一群中有病的比例為 p ，沒病的比例為 $1-p$ ，故這群人的勝算即為 $\frac{p}{1-p}$ 。而勝算比就是以倍數來量兩組勝算差異，例如 A 群人得病的勝算為 1，B 群人得病的勝算為 0.2，故 A、B 兩群人的勝算比為 $\frac{1}{0.2} = 5$ ，也就是說，A 群人得病的可能性比 B 群人高了 5 倍。應用此概念於山崩潛感分析上，分別算出選並因子與非選定因子之勝算比，即可判斷選定因子是否容易發生山崩。

(3) 證據權重法因子勝算比計算

證據權重法利用貝氏定理與勝算比對因子進行量化，其因子權重值計算公式如式 2、3：

$$W^+ = \ln \frac{\frac{N_1}{N_1 + N_2}}{\frac{N_3}{N_3 + N_4}} = \ln \frac{N_1(N_3 + N_4)}{N_3(N_1 + N_2)} \quad (2)$$

$$W^- = \ln \frac{\frac{N_2}{N_1 + N_2}}{\frac{N_4}{N_3 + N_4}} = \ln \frac{N_2(N_3 + N_4)}{N_4(N_1 + N_2)} \quad (3)$$

W^+ 表示當因子存在時，發生山崩的權重值， W^- 表示當因子B不存在時發生山崩的權重值，N1 為在因子內的山崩區域，N2 為在因子外的山崩區域，N3 為因子內未發生山崩之區域，N4 為因子外未發生山崩之區域(圖 2)。

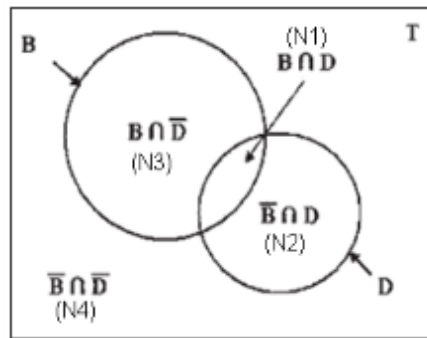


圖 2 山崩與因子關係圖

註:B 為因子，D 為山崩(Lee and Choi, 2004)

計算完各因子 W^+ 與 W^- 兩個權重值後，再將兩個值相減，可得到一對比值(contrast) C ，此值可作為指示因子與山崩之間關聯性的指標(式 4)。

$$C = W^+ - W^- \quad (4)$$

當 C 大於 0 時，表示因子存在時發生山崩的機率大於因子不存在時發生山崩的機率，也就是山崩與此因子相關；當 C 等於 0 時，表示因子存在與不存在時，發生山崩的機率相等，反應山崩與此因子無顯著關連性；當 C 小於 0 時，代表因子存在時發生山崩的機率小於因子不存時發生山崩的機率，也就是山崩與此因子不相關。

(4) 權重值加總

將所有因子量化後，可於地理資訊系統平台上把所有量化因子圖層進行疊加的動作，加總所有對比值，此加總對比值即為山崩潛感指標(Landslide susceptibility index, LSI)(式 5)。

$$LSI = \sum C_{ij} \quad (5)$$

然而在證據權重法公式推導過程中，由於在連結多個因子時，

假定因子彼此之間相互獨立，故最後才能夠將因子權重值加總，所以在加總權重值前須先對因子做條件獨立檢定。

2. 因子檢定與成功率驗證

(1) 因子檢定

在前人研究中，條件獨立的檢定方法多為使用「卡方檢定」(Lee and Choi, 2004; Regmi et al., 2009)，在執行卡方檢定前，須先建立一張列聯表(contingency table)(圖 2-8)將兩個因子間所有可能排列出來，再利用地理資訊系統將因子彼此疊加，計算各部份所觀察到的山崩面積，依據公式(6)與(7)將 X² 值與自由度 df 算出，並查表找出 X² 臨界值，當計算的 X² 值小於 X² 臨界值，表示兩因子彼此獨立(圖 3)。

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (6)$$

$$df = (r-1)(c-1) \quad (7)$$

r = 列聯表列之數目，c = 列聯表行之數目

		Binary pattern F_1		Totals
		Present	Absent	
Binary pattern F_2	Present	$O_1 = (F_1 \cap F_2 \cap L)$ $(E_1 = (F_2 \cap L) * (F_1 \cap L) / (L))$	$O_3 = (\bar{F}_1 \cap F_2 \cap L)$ $(E_3 = (F_2 \cap L) * (\bar{F}_1 \cap L) / (L))$	$(F_2 \cap L)$
	Absent	$O_2 = (F_1 \cap \bar{F}_2 \cap L)$ $(E_2 = (\bar{F}_2 \cap L) * (F_1 \cap L) / (L))$	$O_4 = (\bar{F}_1 \cap \bar{F}_2 \cap L)$ $(E_4 = (\bar{F}_2 \cap L) * (\bar{F}_1 \cap L) / (L))$	$(\bar{F}_2 \cap L)$
Totals		$(F_1 \cap L)$	$(\bar{F}_1 \cap L)$	(L)

圖 3 卡方檢定列聯表(Regmi et al., 2010)

	Slope	Aspect	Curvature	Texture	Material	Drainage	Effective thickness	Topography	Forest type	Timber diameter	Timber age	Forest density	Geology	Lineament
Aspect	0.0641													
Curvature	6.1048	3.2896												
Texture	3.1405	1.6269	0.9211											
Material	7.9449	1.2489	0.2758	83.1289										
Drainage	7.1501	0.9458	0.0955	101.304	465.6250									
Effective thickness	9.7388	2.0121	0.9454	63.3431	447.7937	431.6851								
Topography	0.2588	0.2439	0.2457	113.965	308.2038	319.7046	285.7385							
Forest type	0.2768	1.3246	0.0247	6.1255	17.3288	13.8176	13.6763	5.7700						
Timber diameter	2.7316	6.6313	1.4608	7.1600	19.7605	17.5799	17.7578	4.3711	117.9402					
Timber age	0.0296	0.0119	0.1124	3.2196	0.5772	0.4371	0.2707	0.5250	17.8871	93.3190				
Forest density	0.3920	1.5451	2.4781	8.7177	17.7970	15.8834	15.3392	5.5386	57.1622	277.9595	110.638			
Geology	0.0191	1.9198	0.7841	1.2977	0.7028	2.3818	1.3737	0.1228	16.8855	5.8013	1.9420	0.7434		
Lineament	2.9679	5.4479	0.0638	1.3507	0.8797	0.7897	0.6203	2.5814	6.3919	0.2058	0.9795	1.0951	5.4377	
Land cover	3.9526	1.7421	0.0026	0.5305	0.8361	0.2120	0.3985	0.5819	11.9879	0.4725	4.9109	0.2823	10.1691	4.0301

O_i 為觀測到塌面積， E_i 為期望山崩面積

圖 4 卡方檢定結果示意圖(Lee and Choi, 2004)

卡方檢定完成後，列出所有的獨立因子群，每個獨立因子群內的因子彼此間必須獨立，再對各獨立因子群進行驗證，以找出最佳因子群。

另外，也有學者不進行條件獨立檢定，而是透過效應分析(Effect analysis)來找出對預測成效有較大影響的因子或因子群(Dahal et al., 2007; Dahal et al., 2008)，其為直接將因子分群或是排除部份因子進行權重值加總，比較此時與全因子加總之預測成效，假如預測成效有明顯變化，即表示被排除的因子對預測成效有較大的影響。

(2) 成功率驗證

成功率驗證的方式是使用成功率曲線(Success rate curves)，繪製方法式將潛感值切割成若干個等間距區間，由大到小累加，計算各區間山崩面積佔總山崩面積的比例與各區間面積佔總面積的比例，最後所繪製的曲線。在繪製時使用訓練資料繪製稱為成功率曲線(Chung and Fabbri, 1999)，使用驗證資料所繪製稱為預測率曲線(prediction rate curve)(Chung and Fabbri, 2003)(圖 5)。

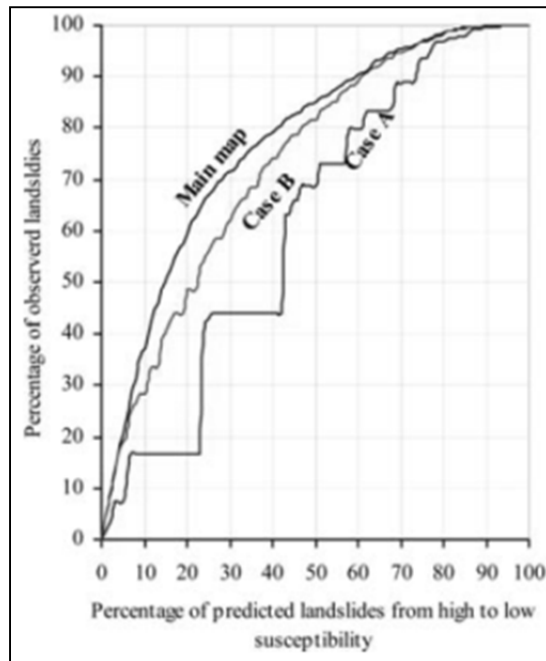


圖 5 成功率曲線示意圖(Dahal et al, 2007)

曲線下的面積總和(the area under the curve, AUC)的大小，為判定該結果好壞的依據，其值在 0 到 1 之間，當面積為 1 時，表示少數的高潛感地區就可以百分之百包含目標事件，當面積為 0 時，表示整個沒有包含目標事件，當面積越接近中間值 0.5 左右，則表示該結果不會比隨機的結果好(Chung and Fabbri, 2003)，圖 2.9 中指出同一區域，所選出的因子群不同其成功率也不同，在本研究的因子全之選定主要是以卡方獨立性檢定所篩選。

對於 AUC 值的評估成效，Lee et al.(2008b)則有提出如表中之建議(表 1)：

表 1 AUC 評估成效表

AUC	評估效果
$AUC \geq 0.9$	極佳(excellent)
$0.9 > AUC \geq 0.8$	佳(good)
$0.8 > AUC \geq 0.7$	可(fair)
$0.7 > AUC \geq 0.6$	差(poor)
$AUC < 0.6$	極差(very poor)

3.山崩潛感評估

本研究之山崩發生潛感評估流程包括用資料選定、因子處理分析、山崩潛感圖製作與山崩潛感檢定與驗證。

(1)使用資料選定

製作山崩潛感圖所使用的資料有：福衛 2 號衛星影像、內政部出版之 5 米網格數值地形模型、經濟部中央地調所出版 1/50,000 地質圖與計畫內相關地質報告、內政部國土測繪中心製作土地利用圖層 (表 2)，因上述資料規格不同，於蒐集分析因子資料後便進行資料之重新取樣，將網格解析度統一取樣為 5 米 X5 米網格，再進行後續之山崩潛感分析。

表 2 山崩潛感圖分析資料

	名稱	規格	註備
分析 因子 資料	坡度、坡向、高程、坡型	5m*5m 網格	由內政部出版 5 米 DTM 在 GIS 平台下進行空間分析取得
	岩性	8m*8m 網格	地調所五萬分之一數值流域地質圖研究區域相關地質報告
	NDVI	8m*8m 網格	由事件前期衛星影像計算取得
	河道距離、構造距離	8m*8m 網格	在 GIS 平台下進行環域分析取得
	土地利用	8m*8m 網格	內政部國土測繪中心土地利用圖層

(2)因子處理分析

分析因子的選定參考(溫振宇, 2005)統計 85 到 94 年間共 43 篇與山崩製圖相關之文獻所選取因子統計，選取被多數研究所選用的潛在因子，選定坡度、坡向、高程、坡形、順向坡、岩性、河道距離、構造線距離、常態化差異植生指標(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)、土地利用共十個因子進行分析。

a.坡度、坡向、高程、坡形、順向坡

此五個因子使用內政部出版之 5 米網格數值地形模型於 ArcGIS 中進行空間分析(Spatial Analyst)，再對其做分級，以下

列出各因子分級。

- 坡度：利用以每 5 度為間距等距分級成 0~5 度、5~10 度、10~15 度、15~20 度、20~25 度、25~30 度、30~35 度、35~40 度、40~45 度、45~50 度、50~55 度、55~60 度，61 度以上，共十三級。
- 坡向：分成北(337.5~22.5 度)、東北(22.5~67.5 度)、東(67.5~112.5 度)、東南(112.5~157.5 度)、南(157.5~202.5 度)、西南(202.5~247.5 度)、西(247.5~292.5 度)、西北(292.5~337.5 度)與平坦，共九類。
- 高程：以 100 米為間距，南化水庫集水區等間距由 0 米分級至 1200 米，1200 米以上為一級，共十三級；士文水庫集水區等間距由 0 米分級至 1700 米，1700 米以上為一級，共十七級。
- 坡形：依據 Dikau(1989)的分類法，依平面曲率(tangential curvature)與剖面曲率(profile curvature)分成九類(圖 2.11)，分別為：凸脊型、直脊型、凹脊型、凸直型、平直型、凹直型、凸谷型、直谷型和凹谷型(表 2-5)。

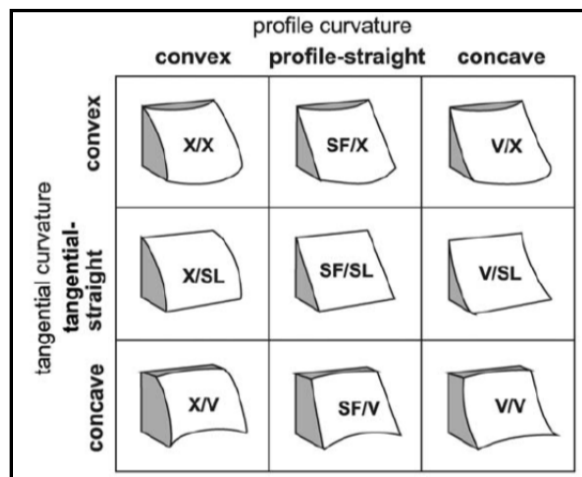


圖 6 Dikau(1989)坡形分類

表 3 坡形分類名稱對照表

	分類名稱		分類名稱		分類名稱
X/X	凸脊形	SF/X	直脊形	V/X	凹脊形
X/SL	凸直形	SF/SL	平直形	V/SL	凹直形
X/V	凸谷形	SF/V	直谷形	V/V	凹谷形

- 順向坡：利用 5 米解析度的高程模型轉換成研究區域之坡向圖及等高線，並參考地調所所出版的 1/50,000 的地質圖中之位態資料，將其位態方向與坡面方向交角小於 20 度者分為順向坡，而交角大於 70 度者為逆向坡，介於 20 度至 70 度之間則為斜交坡。

b. 岩性

區域內的地質資料來源為地調所 1/50,000 地質圖。

c. 構造距離

使用地調所出版之 1/50,000 地質圖的斷層、背斜與向斜之褶皺資料，在 ArcGIS 平台中做環域分析(Buffer)，並以距構造線每 50 米為間距，等間距將距構造線距離之區域進行分級，分析至 500 米，500 米以上為一級，共分十一級。

d. 河道距離

使用 5 米網格數值地形模型，透過 ArcGIS 中的 ArcHydro tool 9.2 執行水文分析，繪製集水區內之河道圖層，再進行環域分析(Buffer)建立河道距離圖層，以 50 米為間距，等間距將距河道距離之區域進行分級，等距分析至 450 米，450 米以上為一級，共分十級。

e. 常態化植生指標(NDVI)

在 ArcGIS 利用衛星影像中的紅光(Red)與近紅外光波段(NIR)，依據下列式子進行運算，即可得到影像的 NDVI 值，分析時各事件所用之 NDVI 資料是使用事件前衛星影像運算取得，分級則以 NDVI 值 0 以下為一級，0 以上每

0.1 為一級，0.5 以上為一級共分為 7 級。

$$NDVI = \frac{[NIR] - [Red]}{[NIR] + [Red]}$$

，其中[NIR]與[Red]分別為近紅外光波段與紅外光波段之反射強度。

f. 土地利用

將內政部國土測繪中心所製作之土地利用圖層，在 ArcGIS 平台上數化，再將土地利用分為非人為開墾之自然林地、人為開墾地及河川地三類，以去除人為開墾之裸露地對於山崩潛感計算所造成的誤差。

(3) 山崩潛感圖製作

將所有因子經過證據權重法的量化後，可將所計算出來的權重套疊至各因子的分級圖層中，以山崩地分布的情形進行評估山崩潛感圖的成功率曲線及預測率曲線，進而繪製出山崩潛感圖，再將結果進行討論(圖 7)。

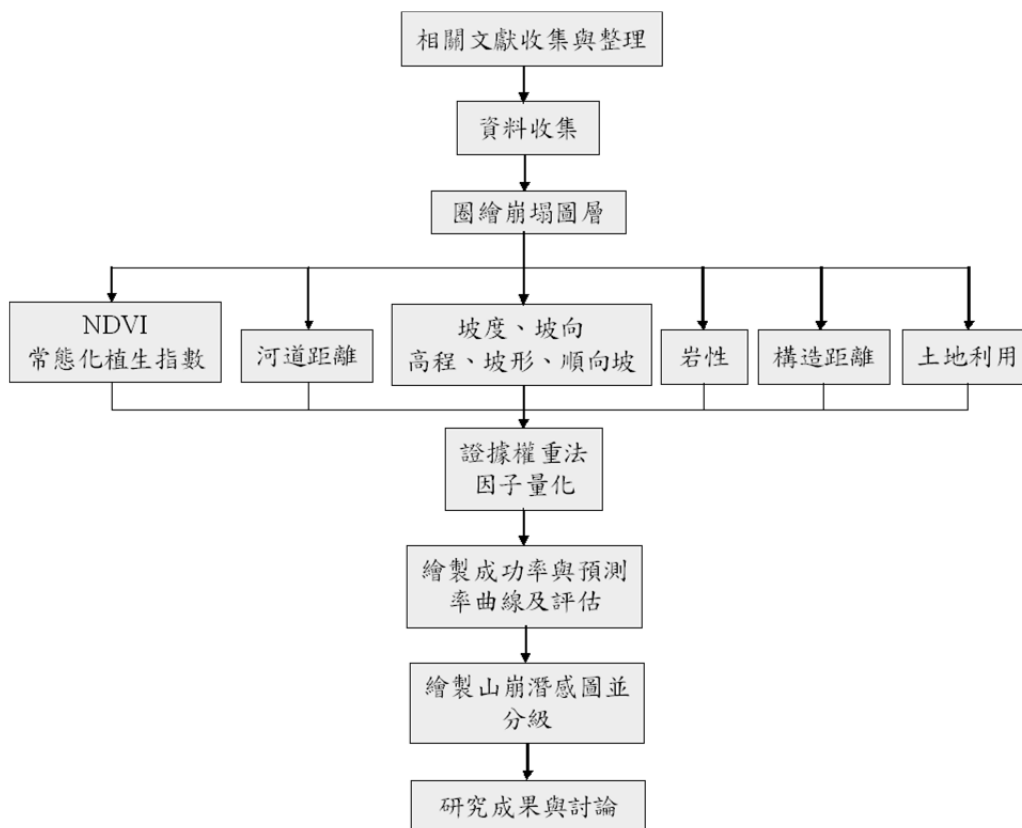


圖 7 山崩潛感圖製作流程

(4)山崩潛感檢定與驗證

在本研究區域內所造成的新增崩塌(圖 8)比例(如下式)，將所繪製出的崩塌潛感圖相互作為檢定比較。

$$\text{新增崩塌比} = \frac{\text{新增崩塌面積}}{\text{區域總面積} - \text{影像缺失及雲遮蔽與陰影部份}} \times 100\%$$

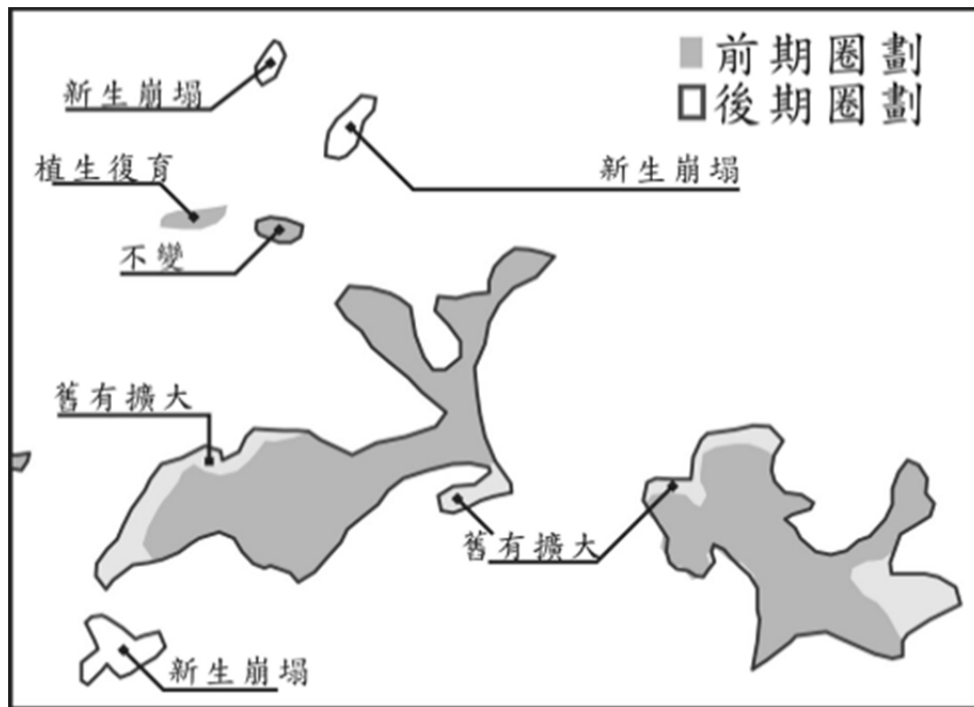


圖 8 新增山崩示意圖(新增山崩=新生山崩+舊有擴大山崩)

附錄三、山崩目錄建置成果

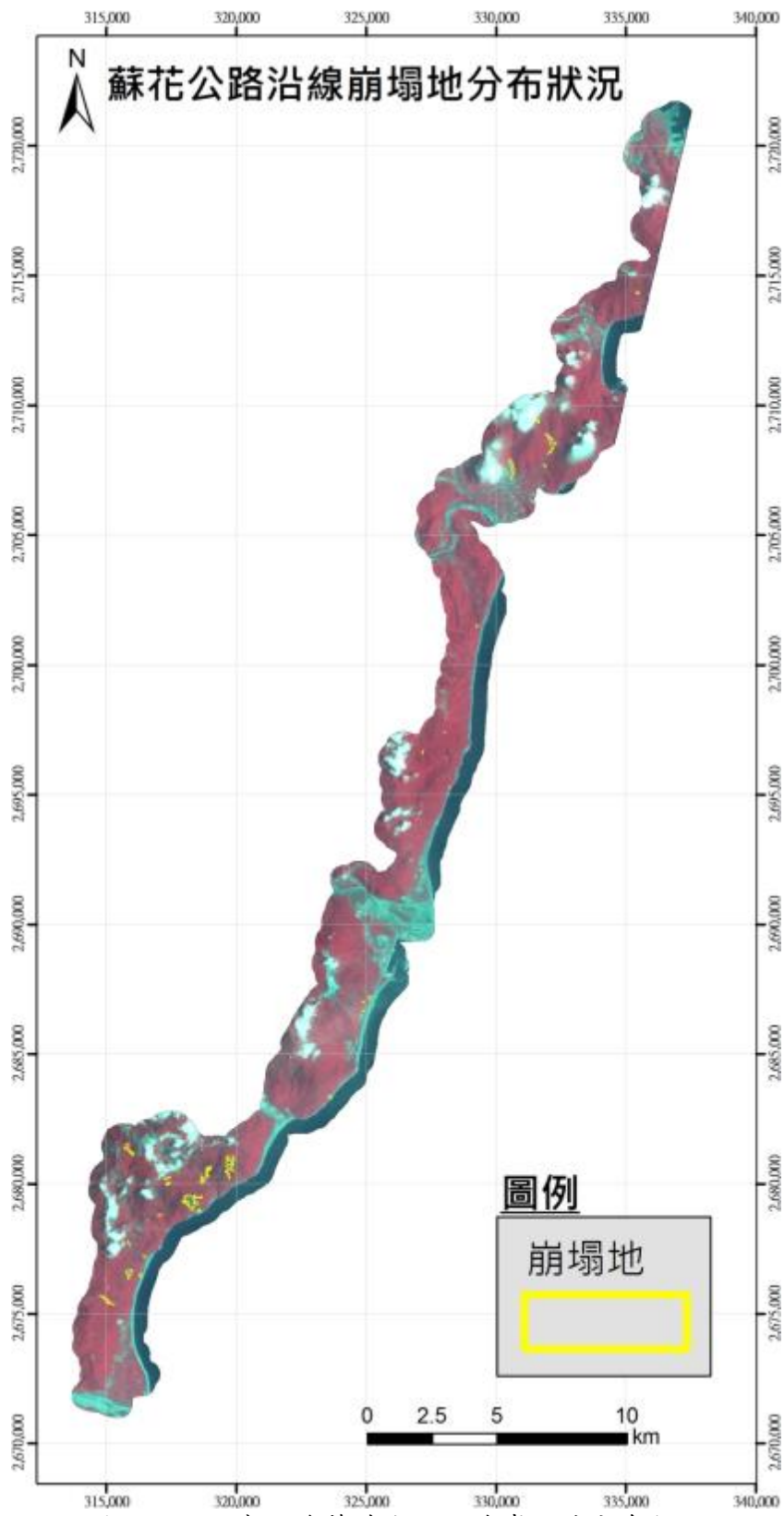


圖 1 0612 豪雨後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

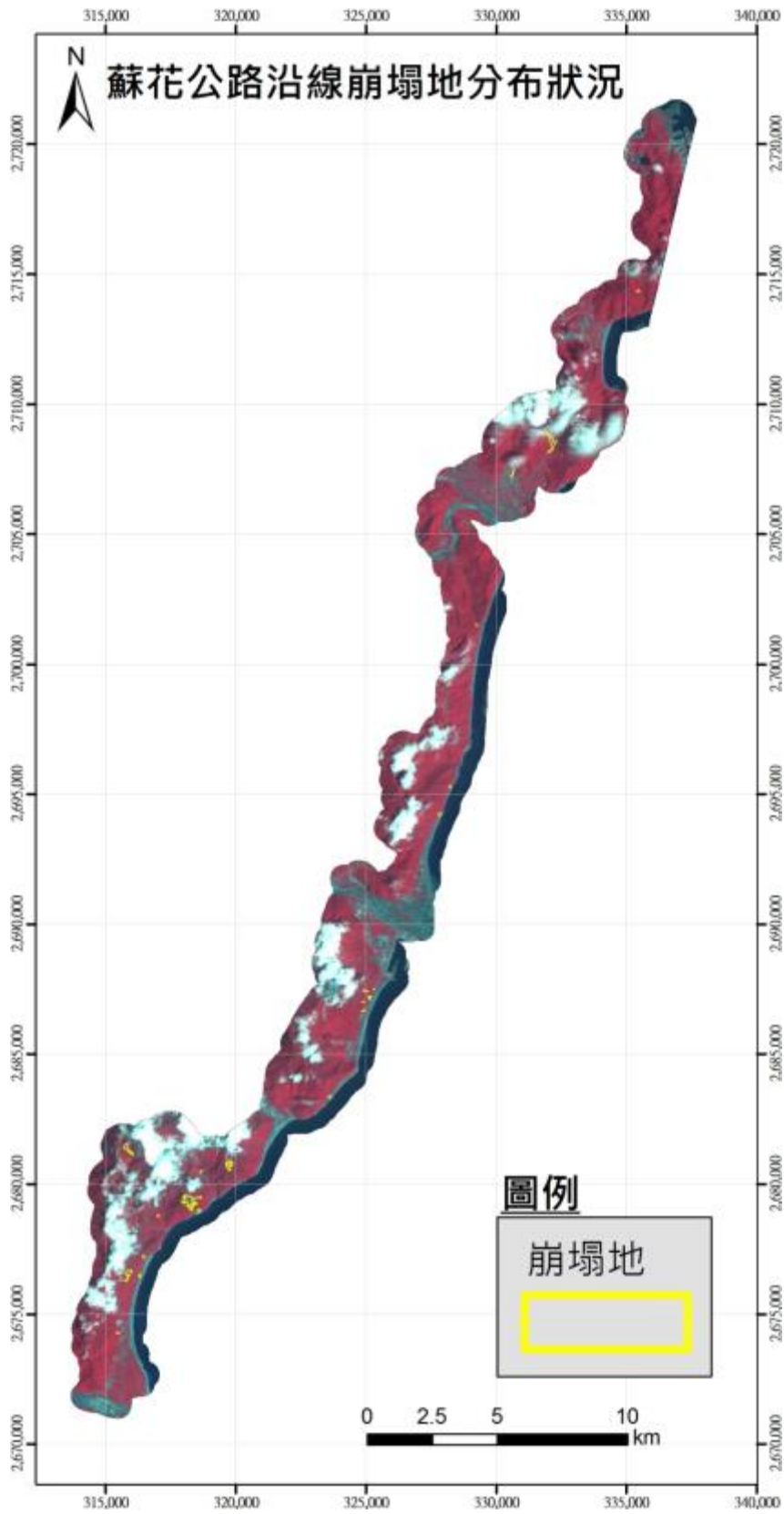


圖 2 馬莎颱風後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

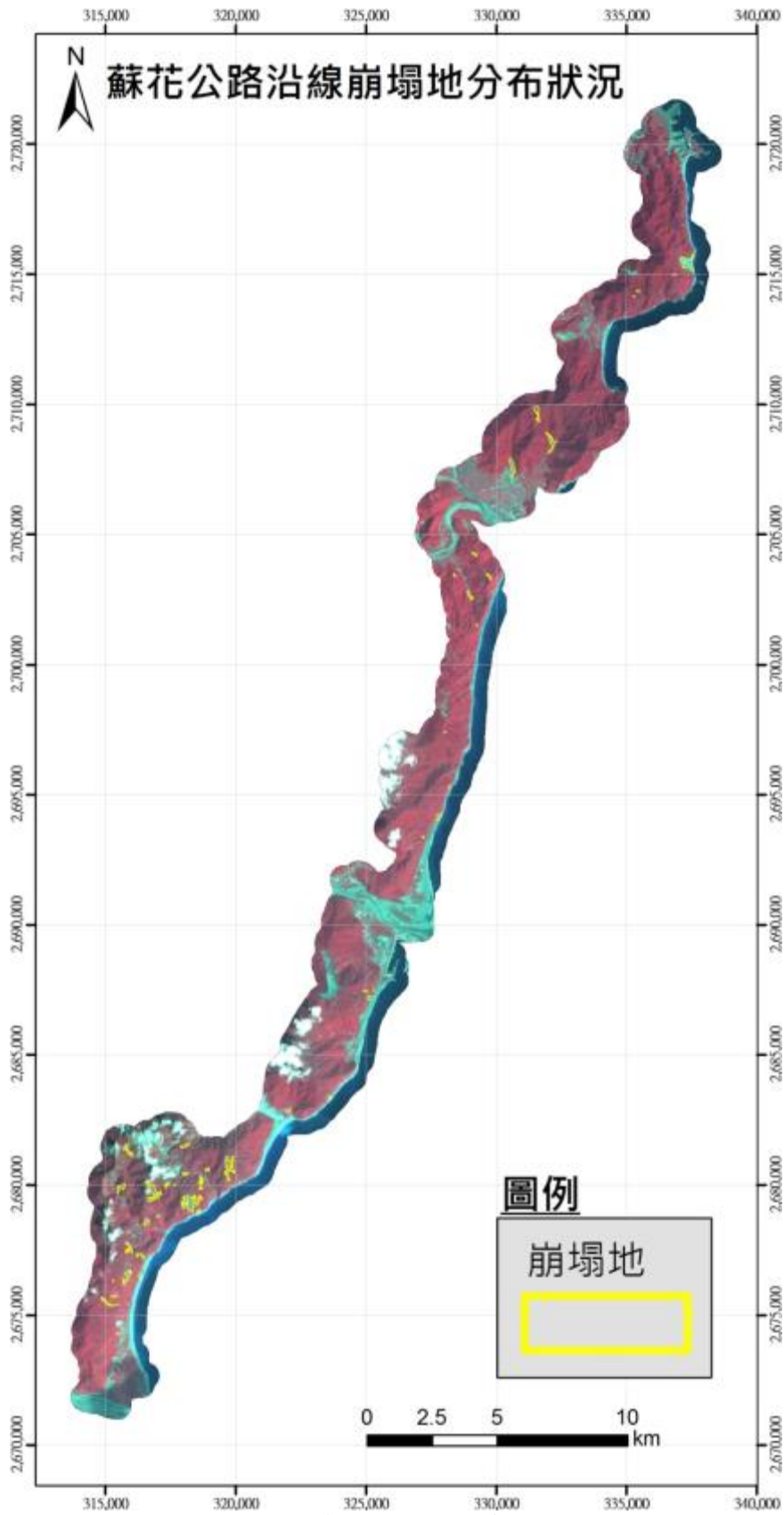


圖 3 泰利颱風後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

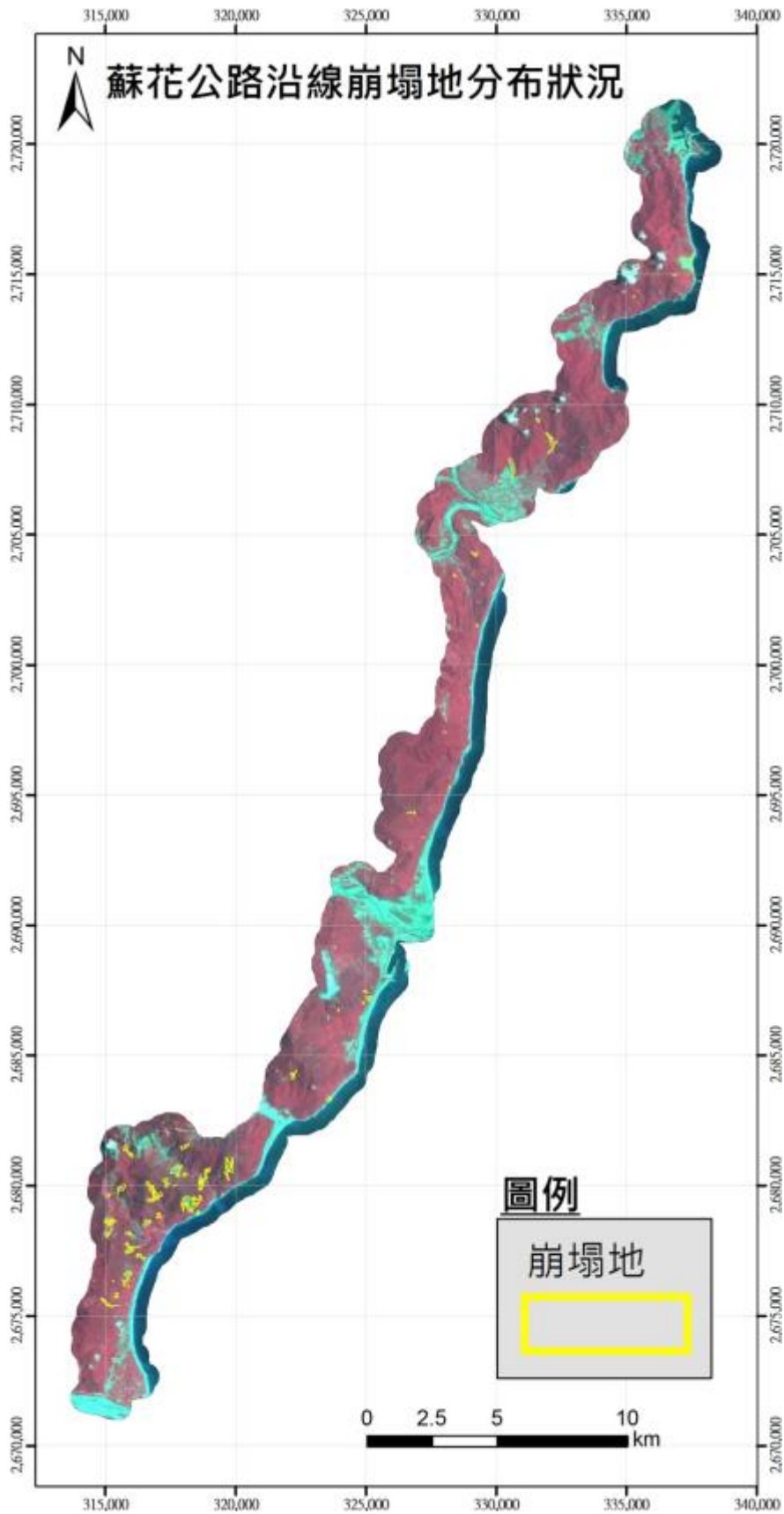


圖 4 0609 豪雨後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

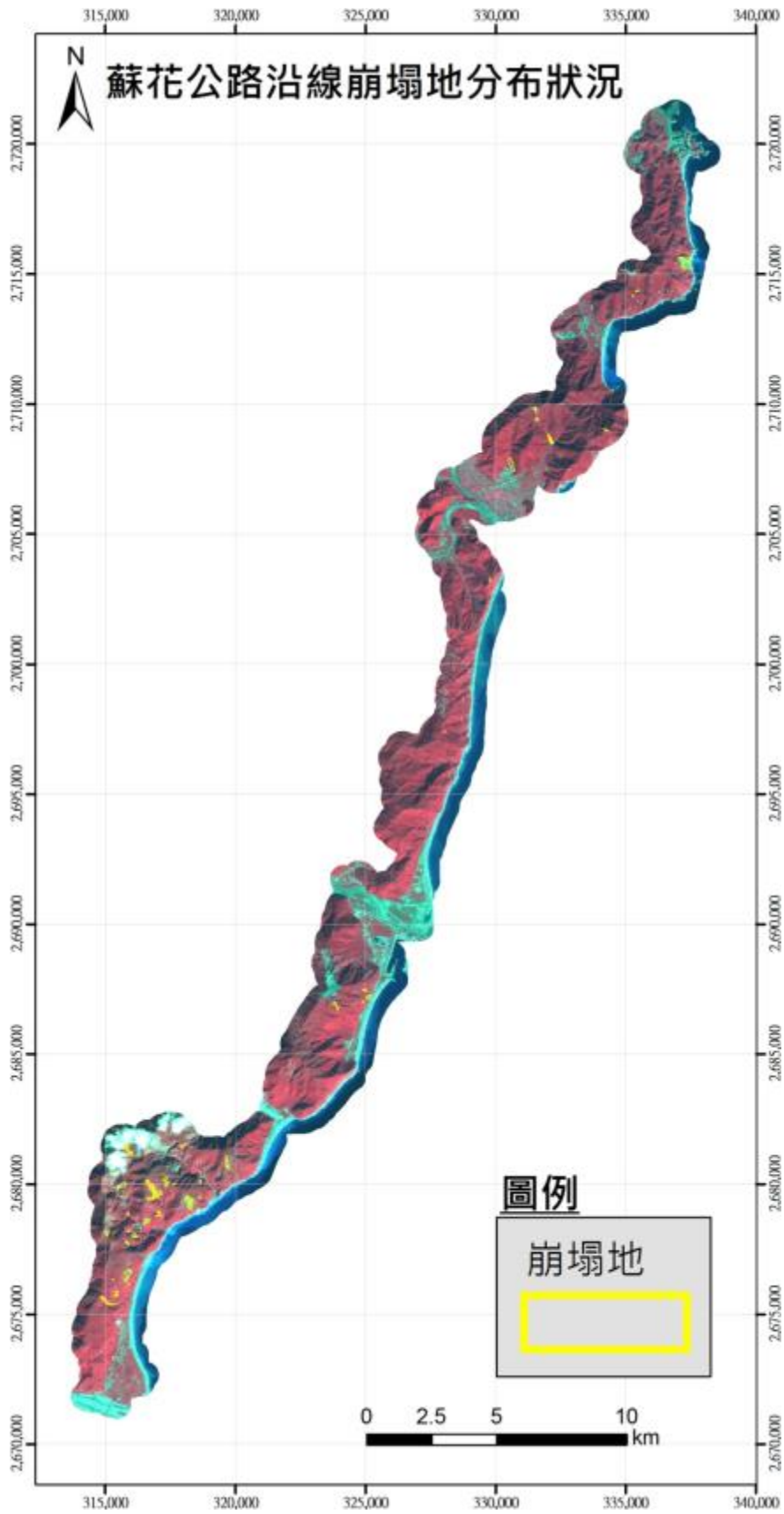


圖 5 凱米颱風後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

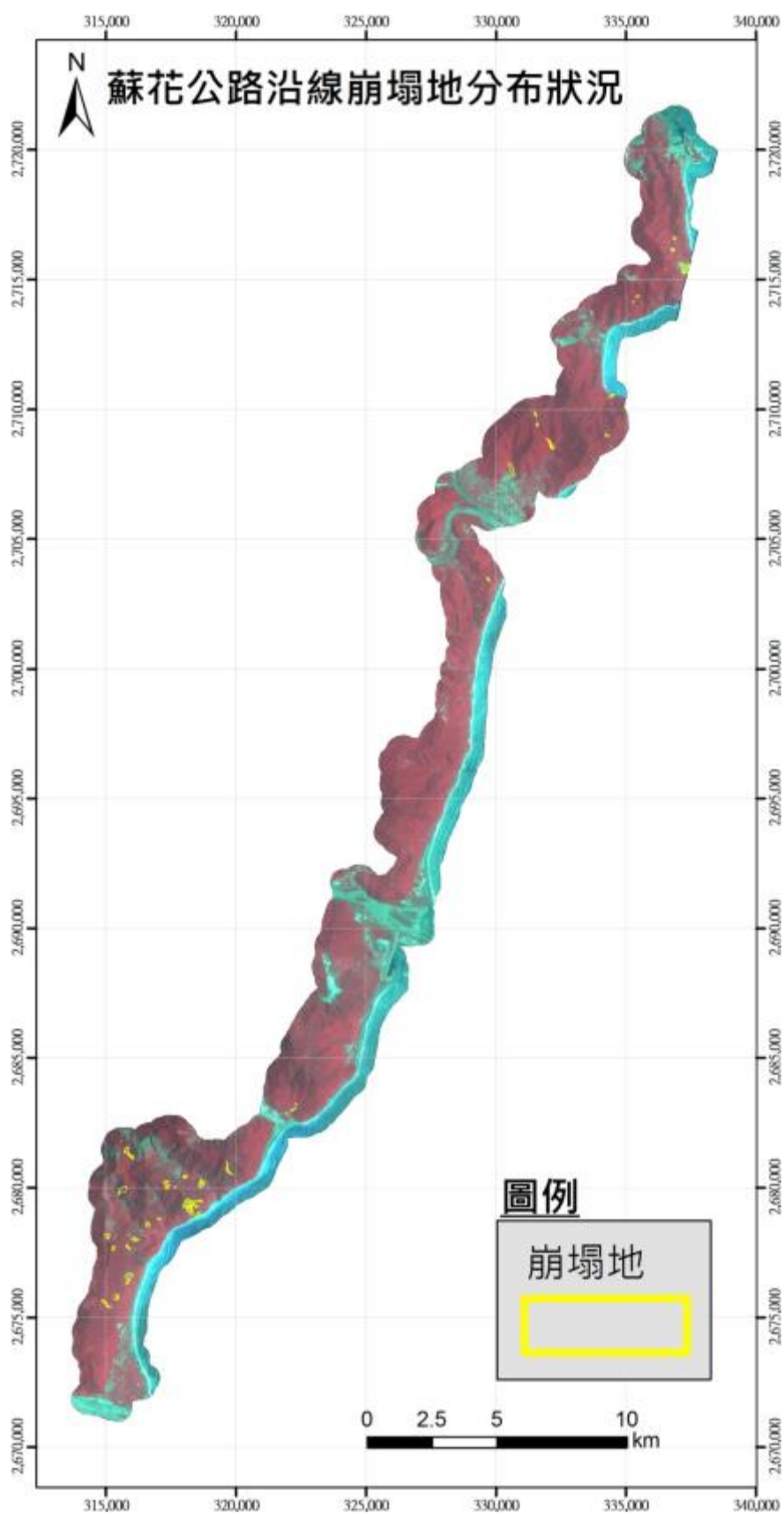


圖 6 0604 豪雨後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

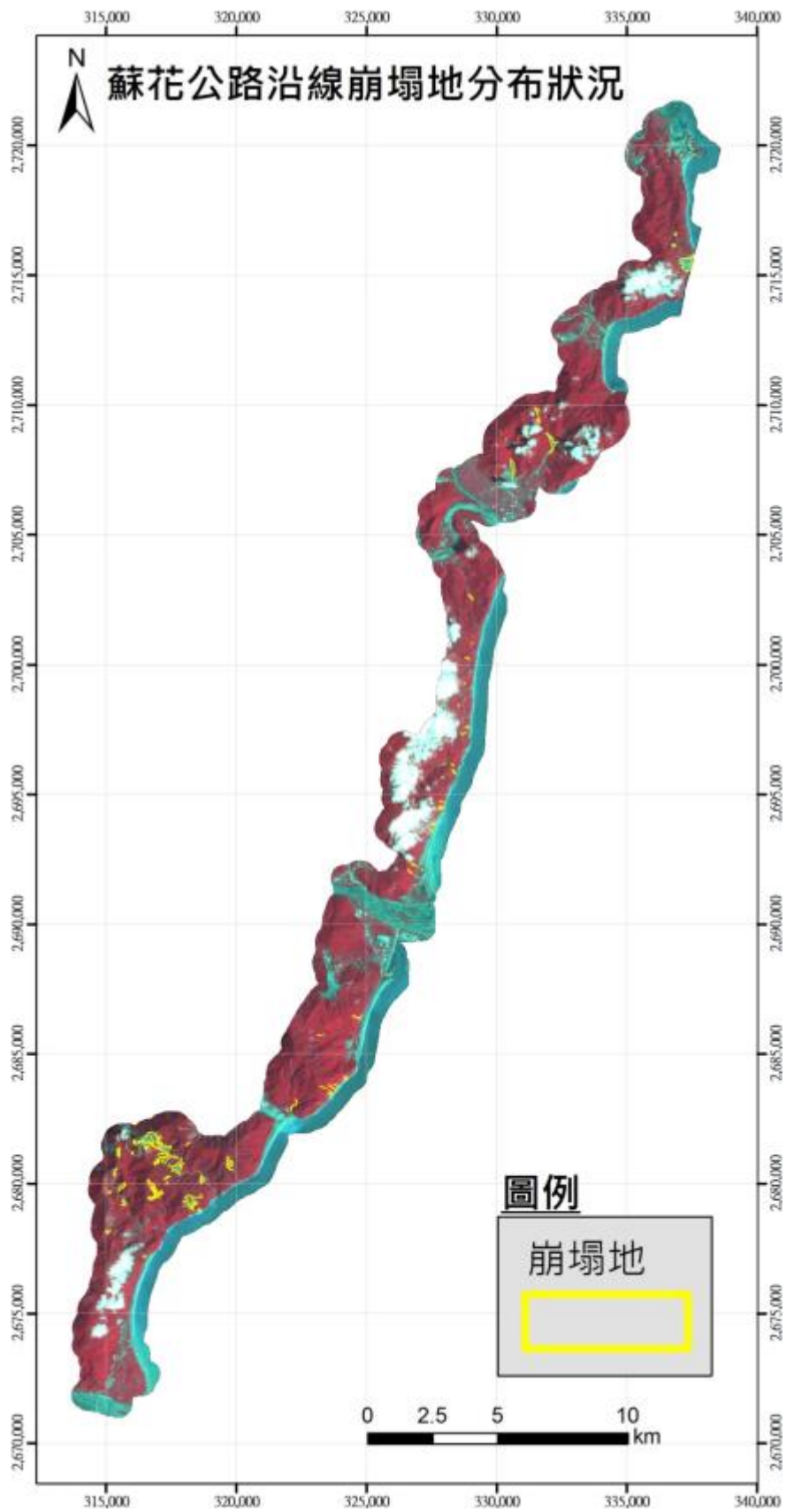


圖 7 聖帕颱風後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

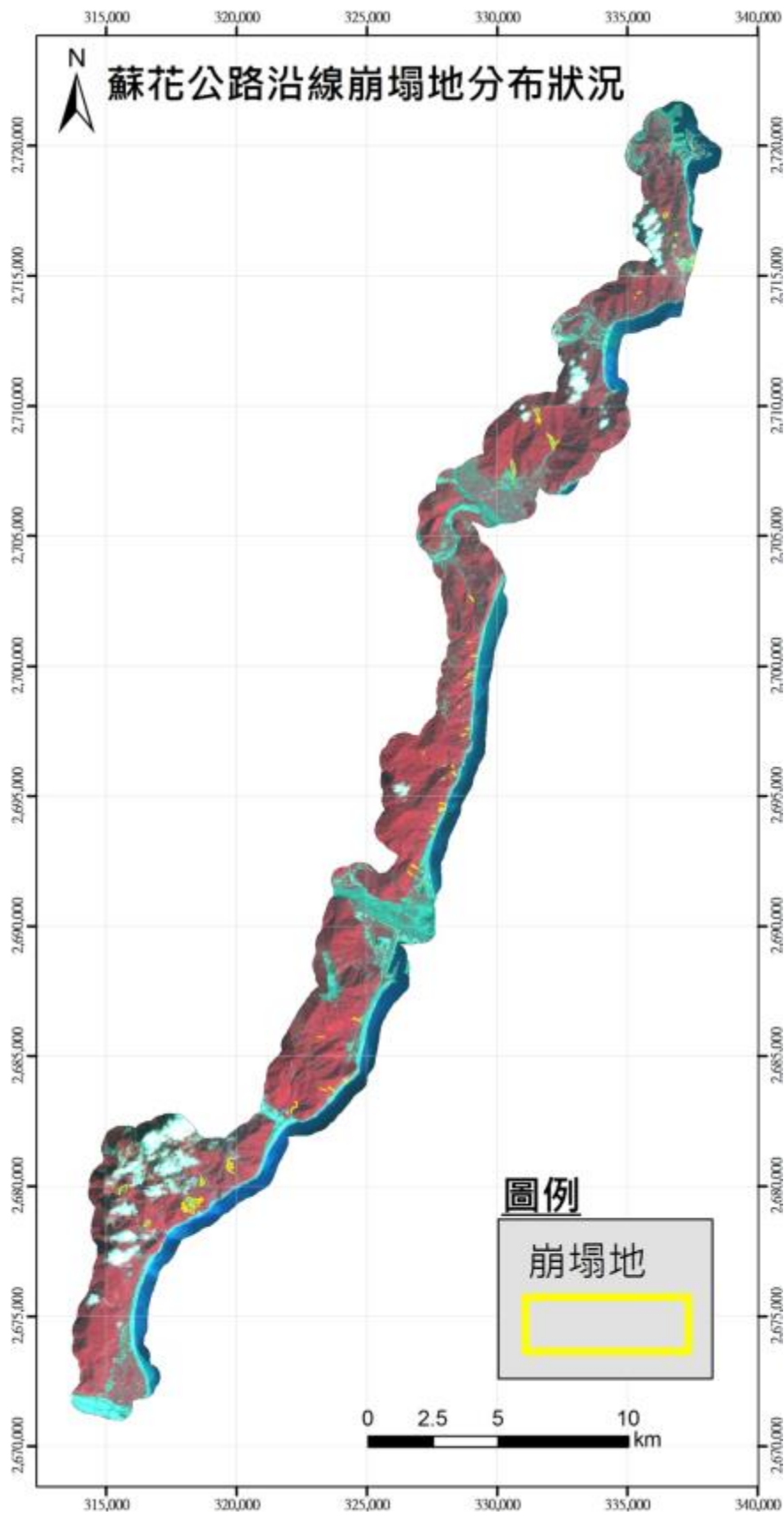


圖 8 柯羅莎颱風後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

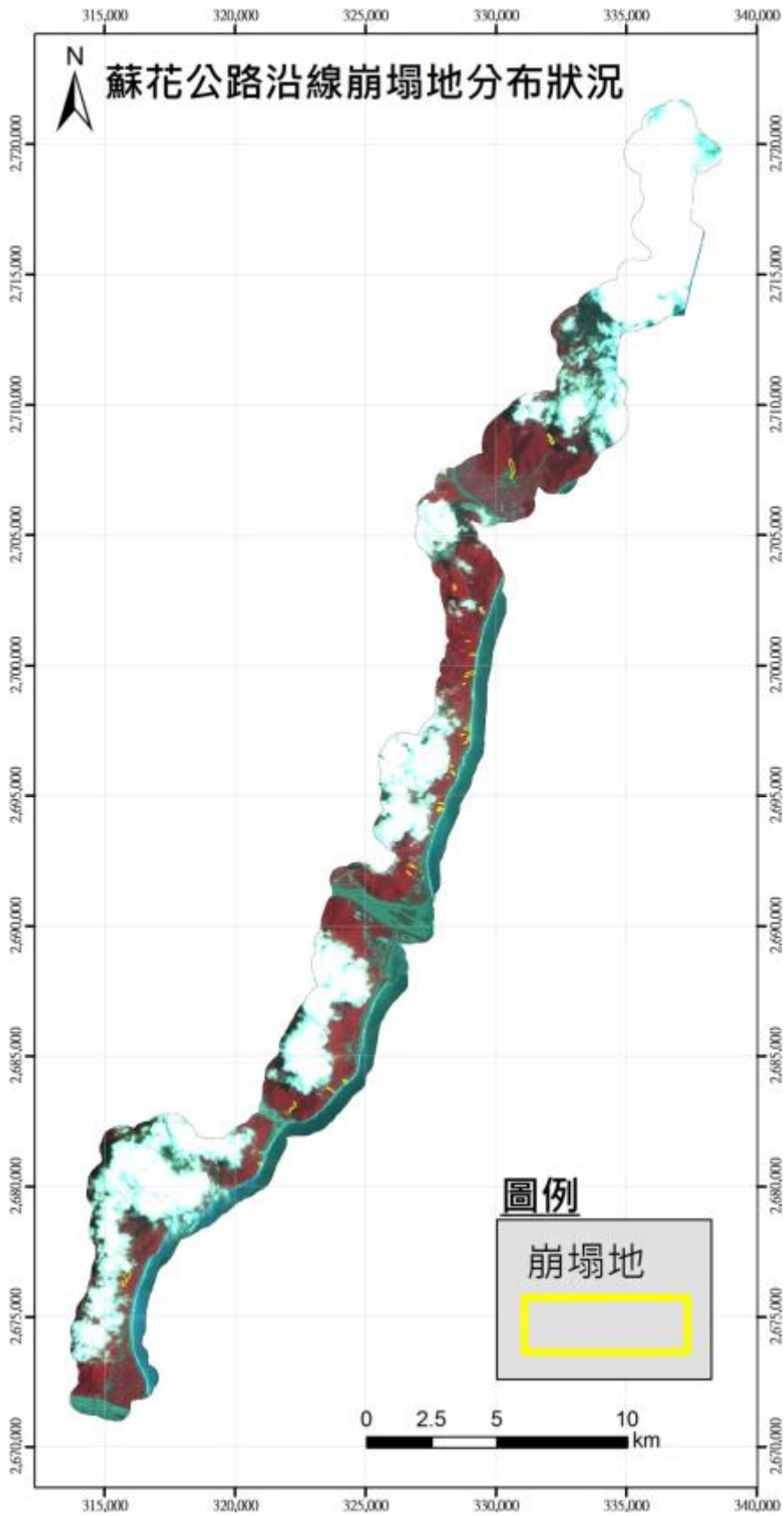


圖 9 米塔颱風後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

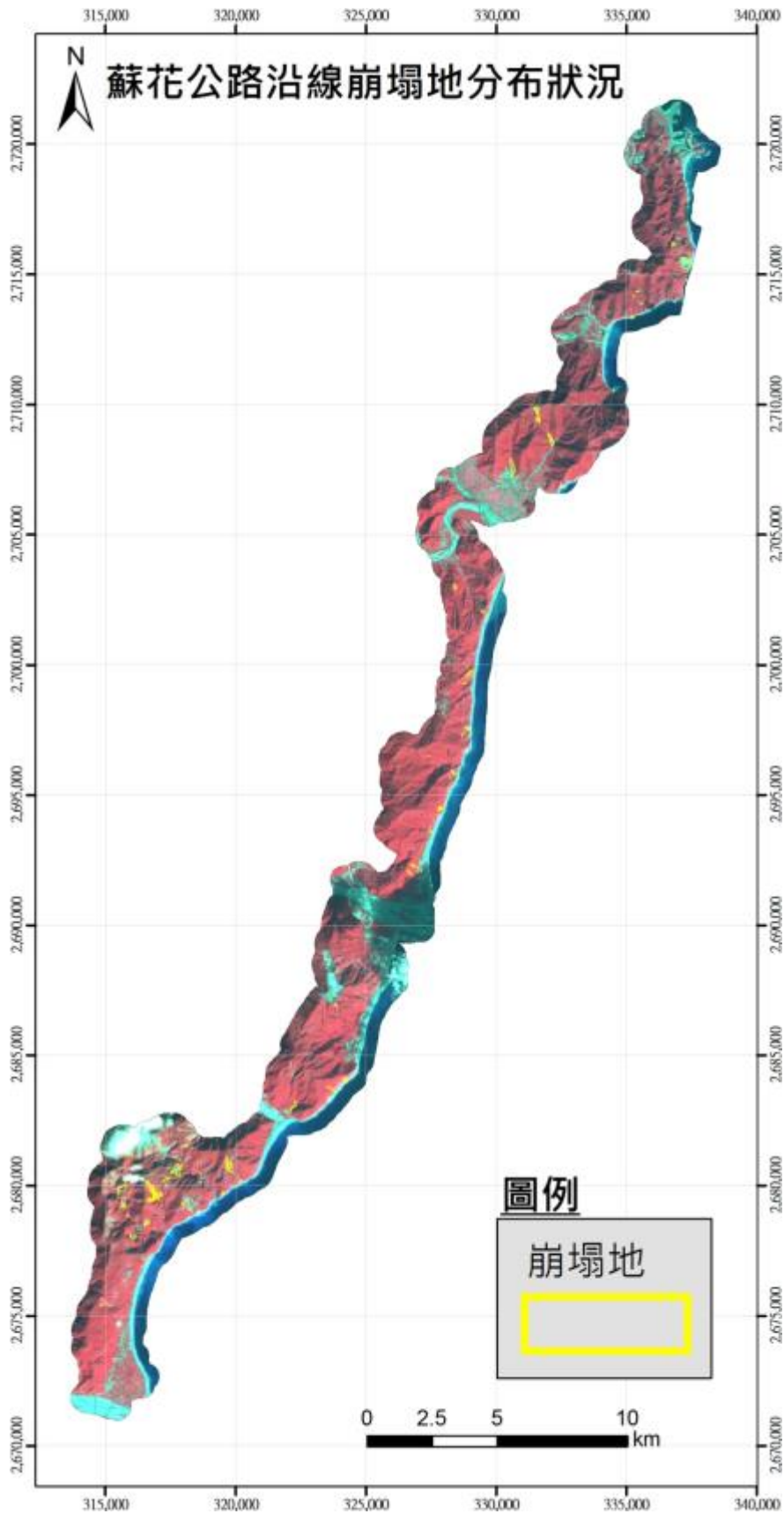


圖 10 辛樂克颱風後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

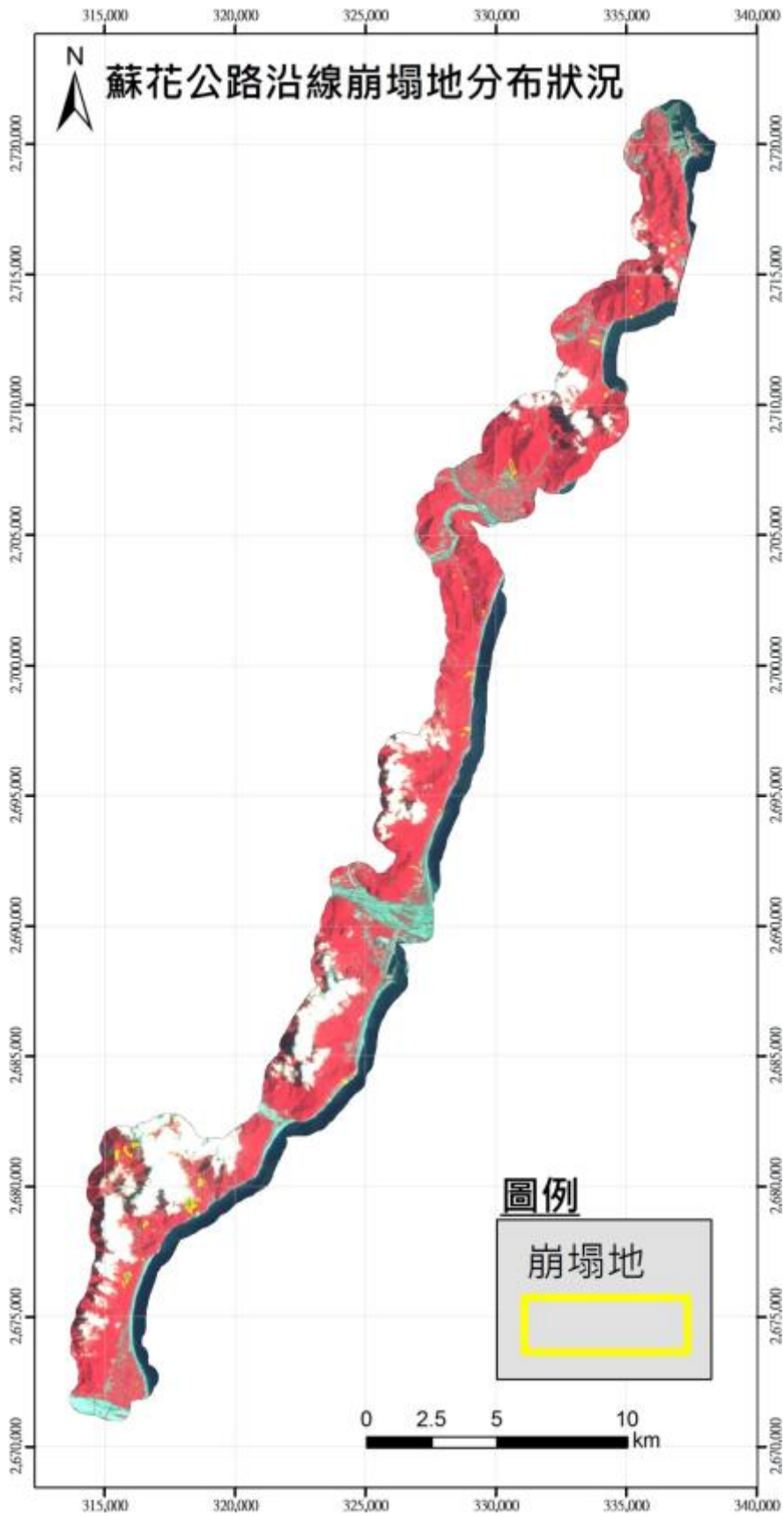


圖 11 莫拉克颱風後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

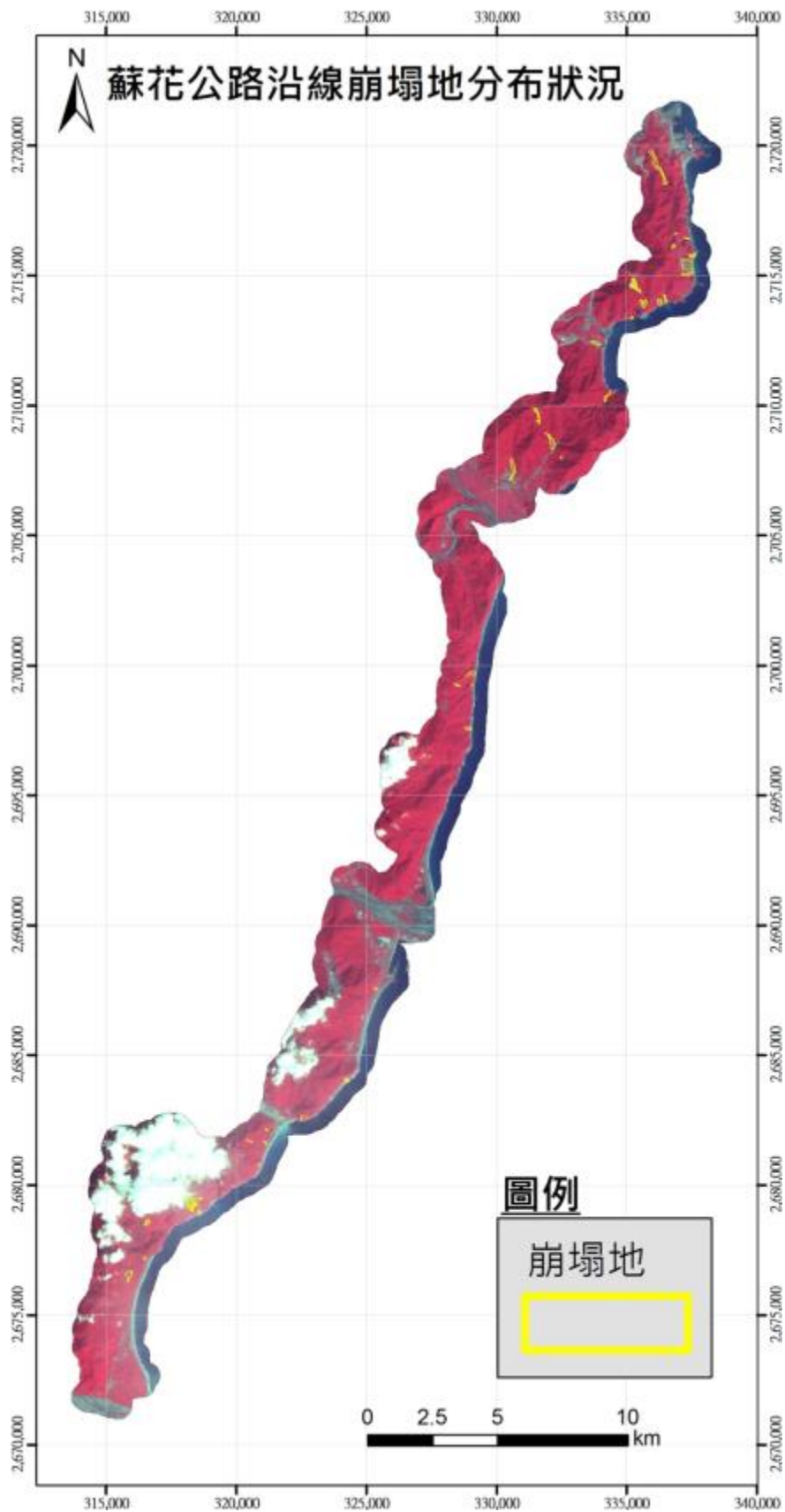


圖 12 凡那比颱風後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

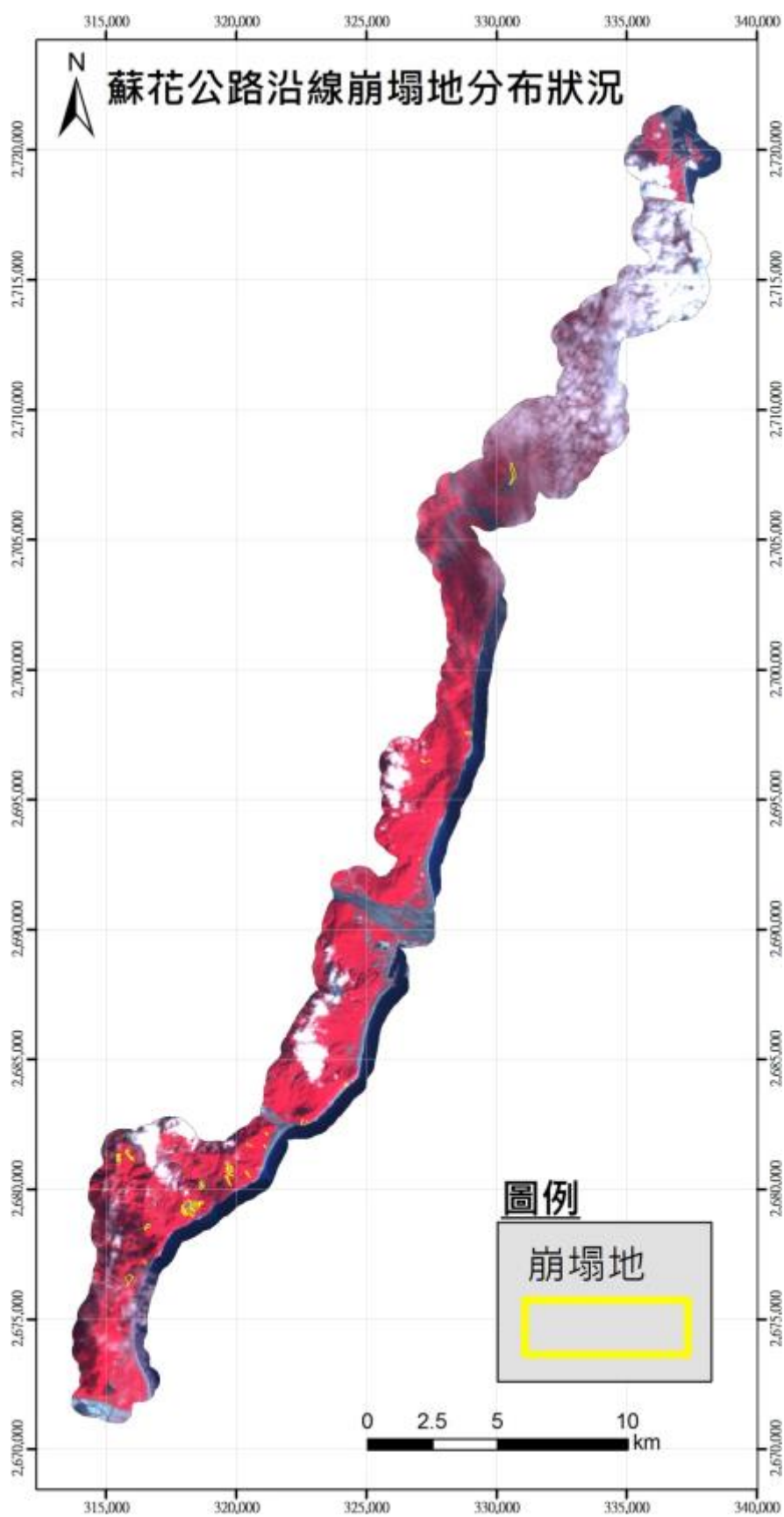


圖 13 南瑪都颱風後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

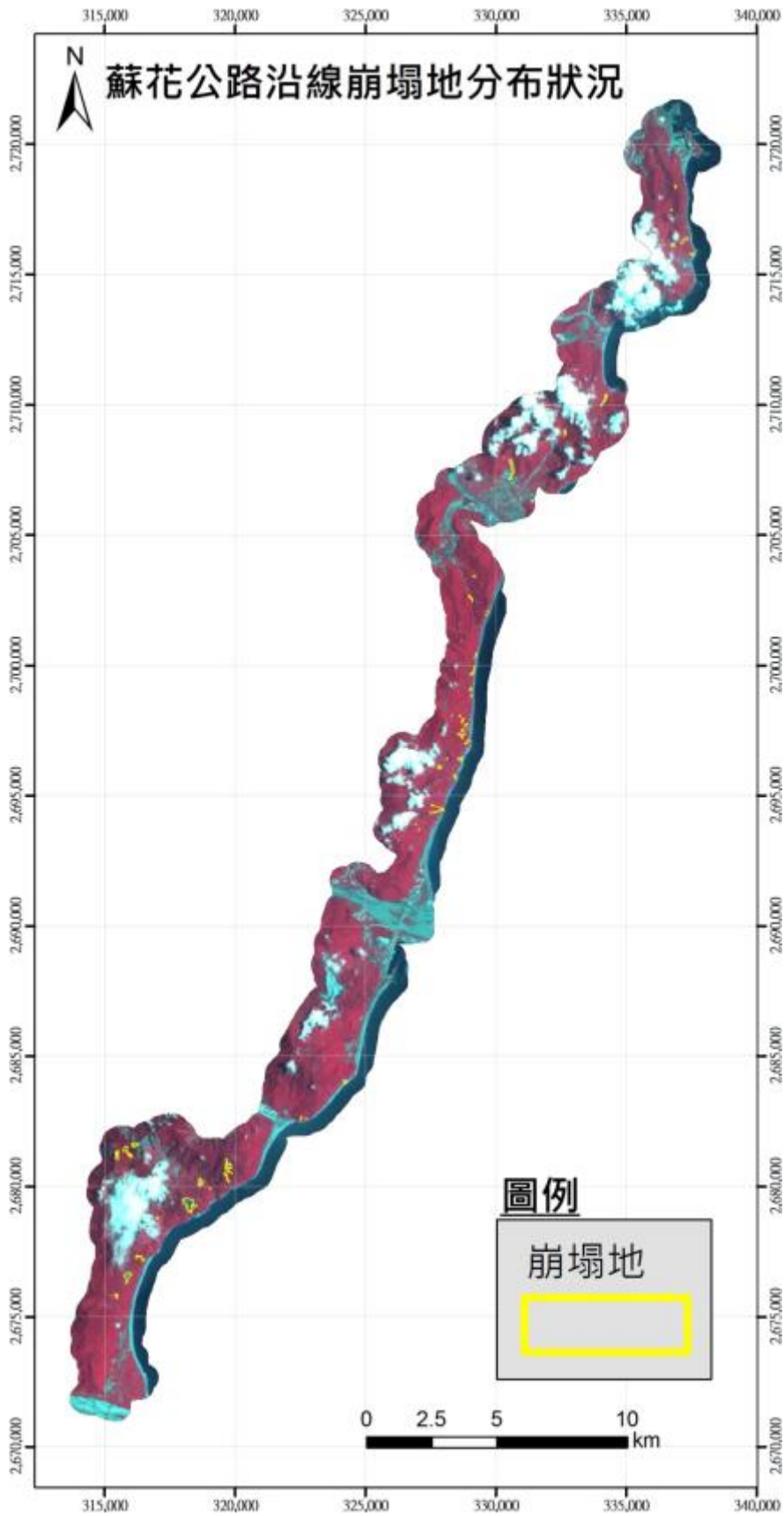


圖 14 泰利颱風後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

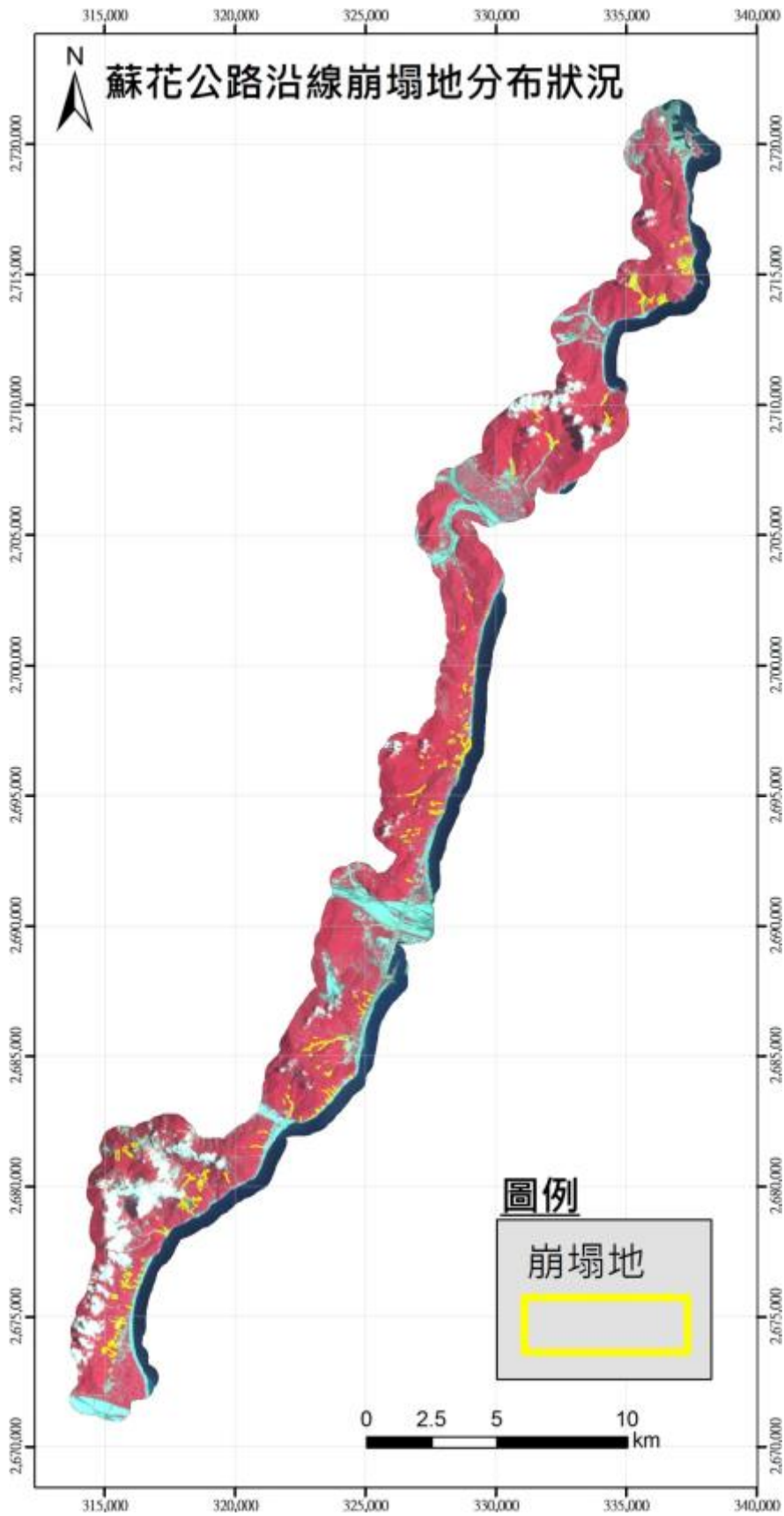


圖 15 蘇拉颱風後蘇花公路沿線崩塌地分布狀況

附錄四、山崩潛感因子資料表

0612 豪雨山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	6.0725	0.40%	-0.70465
	5-10	303.9575	6.0425	1.99%	1.04776
	10-15	220.735	2.8325	1.28%	0.56375
	15-20	267.8	0.835	0.31%	-0.89469
	20-25	399.07	0.525	0.13%	-1.77811
	25-30	663.69	1.22	0.18%	-1.46258
	30-35	1051.1175	3.295	0.31%	-0.94208
	35-40	1368.5275	7.01	0.51%	-0.43089
	40-45	1338.0975	10.0425	0.75%	0.005601
	45-50	1029.5725	13.345	1.30%	0.649939
	50-55	649.2925	8.7975	1.35%	0.663022
	55-60	382.6525	6.065	1.58%	0.808915
	>60	413.785	5.5975	1.35%	0.637564
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	8.6175	0.67%	-0.12765
	東北	1083.3725	8.22	0.76%	0.017846
	東	1315.66	10.3425	0.79%	0.059955
	東南	1263.6775	9.8225	0.78%	0.046392
	南	1082.29	8.74	0.81%	0.089095
	西南	1050.4725	7.065	0.67%	-0.11789
	西	1282.5175	9.2475	0.72%	-0.0409
	西北	1229.99	9.625	0.78%	0.054006
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	19.53	0.51%	-0.5774584
	200-400	1888.985	10.74	0.57%	-0.3319718
	400-600	1344.0925	13.1325	0.98%	0.32275765
	600-800	894.3125	15.185	1.70%	0.97206276
	800-1000	608.98	5.9525	0.98%	0.29260286
	1000-1200	418.8025	1.0675	0.25%	-1.1099078
	1200-1400	210.93	1.96	0.93%	0.22575787
	1400-1600	148.26	0	0.00%	0
	1600-1800	116.65	0.265	0.23%	-1.2040565
	>1800	134.4175	3.8475	2.86%	1.40634438
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	大南澳片岩(大理岩)	3394.8975	41.43	1.22%	0.924461
	大南澳片岩(片麻岩、	1624.03	13.23	0.84%	0.106242

	混合岩)				
	大南澳片岩(黑色片岩、綠色片岩、燧石)	3102.83	17.02	0.55%	-0.43116
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	0	0.00%	0
	50-100	314.815	0.015	0.00%	-5.0955788
	100-150	314.8975	0.485	0.15%	-1.6116264
	150-200	313.065	0.7525	0.24%	-1.1616805
	200-250	309.6375	1.145	0.37%	-0.723651
	250-300	300.98	1.18	0.39%	-0.6635203
	300-350	291.3825	1.68	0.58%	-0.2677684
	350-400	290.0475	1.1925	0.41%	-0.6144289
	400-450	286.7275	1.4275	0.50%	-0.4184483
	450-500	288.025	1.5	0.52%	-0.3722925
	>500	6549.2925	62.3025	0.95%	1.13509077
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	17.64	2.89%	1.59388669
	51-100	509.76	8.575	1.68%	0.89469761
	101-150	477.9325	2.6625	0.56%	-0.308488
	151-200	444.3375	1.8825	0.42%	-0.5912271
	201-250	425.0125	1.8575	0.44%	-0.5582315
	251-300	418.58	1.38	0.33%	-0.8473681
	301-350	398.51	0.8575	0.22%	-1.2804595
	351-400	370.51	0.3725	0.10%	-2.0463544
	>400	5942.0825	36.4525	0.61%	-0.4554245
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	595.6375	0	0.00%	0
	0-0.1	606.82	0.3675	0.06%	-2.57984
	0.1-0.2	509.575	15.56	3.05%	1.623062
	0.2-0.3	504.25	27.09	5.37%	2.444084
	0.3-0.4	573.2575	21.71	3.79%	1.955647
	0.4-0.5	1064.345	5.83	0.55%	-0.34511
	>0.5	5742.79	1.1225	0.02%	-4.55802

碼莎颱風山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	2.795	0.19%	-1.0777707
	5-10	303.9575	2.7975	0.92%	0.67199348
	10-15	220.735	2.6275	1.19%	0.93702631
	15-20	267.8	0.82	0.31%	-0.4751119
	20-25	399.07	0.4825	0.12%	-1.4278009
	25-30	663.69	1.0925	0.16%	-1.1347777
	30-35	1051.1175	2.2825	0.22%	-0.8752194
	35-40	1368.5275	3.95	0.29%	-0.5894999
	40-45	1338.0975	5.74	0.43%	-0.1451314
	45-50	1029.5725	8.5175	0.83%	0.62309562
	50-55	649.2925	6.3025	0.97%	0.77132444
	55-60	382.6525	4.635	1.21%	0.98404264
	>60	413.785	4.63	1.12%	0.90029018
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	5.4425	0.42%	-0.16208
	東北	1083.3725	5.3475	0.49%	0.016795
	東	1315.66	7.29	0.55%	0.153598
	東南	1263.6775	6.6975	0.53%	0.100183
	南	1082.29	5.3875	0.50%	0.02639
	西南	1050.4725	4.2675	0.41%	-0.20089
	西	1282.5175	6.02	0.47%	-0.04103
	西北	1229.99	6.22	0.51%	0.045116
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	14.59	0.38%	-0.3810492
	200-400	1888.985	7.5825	0.40%	-0.2349072
	400-600	1344.0925	8.035	0.60%	0.2456939
	600-800	894.3125	10.26	1.15%	1.0159811
	800-1000	608.98	2.255	0.37%	-0.2899018
	1000-1200	418.8025	0.0025	0.00%	-6.7525069
	1200-1400	210.93	0	0.00%	0
	1400-1600	148.26	0	0.00%	0
	1600-1800	116.65	0.1625	0.14%	-1.2625045
	>1800	134.4175	3.785	2.82%	1.85060093
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	大南澳片岩 (大理岩)	3394.8975	29.605	0.87%	1.159332

	大南澳片岩 (片麻岩、 混合岩)	1624.03	6.3275	0.40%	-0.26263
	大南澳片岩 (黑色片 岩、綠色片 岩、燧石)	3102.83	10.74	0.35%	-0.47121
距構造線距 離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	0	0.00%	0
	50-100	314.815	0	0.00%	0
	100-150	314.8975	0	0.00%	0
	150-200	313.065	0.1875	0.06%	-2.1279319
	200-250	309.6375	0.5325	0.17%	-1.0641394
	250-300	300.98	0.44	0.15%	-1.2279237
	300-350	291.3825	0.2775	0.10%	-1.6594698
	350-400	290.0475	0.3125	0.11%	-1.5350663
	400-450	286.7275	0.3	0.10%	-1.5643195
	450-500	288.025	0.35	0.12%	-1.4135707
	>500	6549.2925	44.2725	0.68%	2.15581595
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	10.6825	1.75%	1.48914862
	51-100	509.76	2.975	0.58%	0.1946366
	101-150	477.9325	0.22	0.05%	-2.4085871
	151-200	444.3375	0.0025	0.00%	-6.8144926
	201-250	425.0125	0	0.00%	0
	251-300	418.58	0.0725	0.02%	-3.3829794
	301-350	398.51	0.36	0.09%	-1.7221804
	351-400	370.51	0.1975	0.05%	-2.2505298
	>400	5942.0825	32.1625	0.54%	0.31133716
正規化植生 指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	1270.54	0.3325	0.03%	-3.06248
	0-0.1	903.77	7.37	0.82%	0.593474
	0.1-0.2	661.02	15.82	2.39%	1.956843
	0.2-0.3	626.01	11.56	1.85%	1.566059
	0.3-0.4	678.9675	6.7275	0.99%	0.79939
	0.4-0.5	993.2225	3.355	0.34%	-0.4008
	>0.5	4463.145	1.5075	0.03%	-3.26843

泰利颱風山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	6.57	0.44%	-1.3800413
	5-10	303.9575	7.2925	2.40%	0.49249518
	10-15	220.735	5.285	2.39%	0.48473631
	15-20	267.8	4.47	1.67%	0.10555181
	20-25	399.07	3.085	0.77%	-0.6976153
	25-30	663.69	3.585	0.54%	-1.0844965
	30-35	1051.1175	6.645	0.63%	-0.9490581
	35-40	1368.5275	12.2275	0.89%	-0.5970383
	40-45	1338.0975	16.6625	1.25%	-0.223205
	45-50	1029.5725	22.1725	2.15%	0.41567565
	50-55	649.2925	19.335	2.98%	0.7690706
	55-60	382.6525	16.125	4.21%	1.13326807
	>60	413.785	21.365	5.16%	1.38510669
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	16.54	1.28%	-0.18749
	東北	1083.3725	16.78	1.55%	0.029852
	東	1315.66	21.3825	1.63%	0.087833
	東南	1263.6775	20.345	1.61%	0.076108
	南	1082.29	17.355	1.60%	0.069798
	西南	1050.4725	14.8725	1.42%	-0.07243
	西	1282.5175	18.49	1.44%	-0.05332
	西北	1229.99	19.055	1.55%	0.030634
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	39.34	1.03%	-0.585733
	200-400	1888.985	21.04	1.11%	-0.3708904
	400-600	1344.0925	25.06	1.86%	0.25479273
	600-800	894.3125	22.83	2.55%	0.61117321
	800-1000	608.98	14.98	2.46%	0.54259365
	1000-1200	418.8025	6.98	1.67%	0.10578094
	1200-1400	210.93	7.8975	3.74%	0.96601664
	1400-1600	148.26	2.0125	1.36%	-0.1090478
	1600-1800	116.65	0.5175	0.44%	-1.2437859
	>1800	134.4175	4.1625	3.10%	0.7503835
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	大南澳片岩 (大理岩)	3394.8975	82.0225	2.42%	0.883921

	大南澳片岩 (片麻岩、混合岩)	1624.03	20.79	1.32%	-0.19774
	大南澳片岩 (黑色片岩、綠色片岩、燧石)	3102.83	42.0075	1.35%	-0.15885
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	0.36	0.11%	-2.6984445
	50-100	314.815	0.98	0.31%	-1.6175726
	100-150	314.8975	1.8975	0.60%	-0.9476781
	150-200	313.065	1.9375	0.62%	-0.9203317
	200-250	309.6375	2.52	0.81%	-0.6399752
	250-300	300.98	2.8525	0.95%	-0.4830072
	300-350	291.3825	3.005	1.03%	-0.3955352
	350-400	290.0475	3.0875	1.06%	-0.3627869
	400-450	286.7275	3.175	1.11%	-0.3219062
	450-500	288.025	2.295	0.80%	-0.660562
	>500	6549.2925	122.71	1.87%	0.96035212
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	21	3.44%	0.93698212
	51-100	509.76	11.175	2.19%	0.40649213
	101-150	477.9325	5.375	1.12%	-0.3113942
	151-200	444.3375	6.64	1.49%	-0.0104216
	201-250	425.0125	10.05	2.36%	0.4848855
	251-300	418.58	10.6975	2.56%	0.57013116
	301-350	398.51	9.015	2.26%	0.43470365
	351-400	370.51	5.835	1.57%	0.04512161
	>400	5942.0825	65.0325	1.09%	-0.701624
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	524.305	9.815	1.87%	0.23342
	0-0.1	464.4825	16.145	3.48%	0.924145
	0.1-0.2	378.9225	28.465	7.51%	1.848973
	0.2-0.3	403.84	29.9875	7.43%	1.847054
	0.3-0.4	547.9825	28.8325	5.26%	1.453302
	0.4-0.5	1394.85	22.375	1.60%	0.072982
	>0.5	5882.2925	9.2	0.16%	-3.18602

0609 豪雨山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	6.0225	0.40%	-1.5353121
	5-10	303.9575	6.4275	2.11%	0.29305578
	10-15	220.735	4.51	2.04%	0.25388716
	15-20	267.8	3.645	1.36%	-0.1702555
	20-25	399.07	2.4675	0.62%	-0.9891507
	25-30	663.69	3.3025	0.50%	-1.2316292
	30-35	1051.1175	7.3	0.69%	-0.9139683
	35-40	1368.5275	13.1425	0.96%	-0.584298
	40-45	1338.0975	17.575	1.31%	-0.2312941
	45-50	1029.5725	23.18	2.25%	0.39713249
	50-55	649.2925	20.27	3.12%	0.75467166
	55-60	382.6525	17.175	4.49%	1.13849727
	>60	413.785	28.79	6.96%	1.68973358
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	17.15	1.33%	-0.21508
	東北	1083.3725	17.9775	1.66%	0.039918
	東	1315.66	23.1275	1.76%	0.109726
	東南	1263.6775	21.595	1.71%	0.075492
	南	1082.29	18.32	1.69%	0.062823
	西南	1050.4725	15.7275	1.50%	-0.07738
	西	1282.5175	20.4575	1.60%	-0.00558
	西北	1229.99	19.4525	1.58%	-0.01551
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	32.2275	0.84%	-0.9319284
	200-400	1888.985	23.32	1.23%	-0.3204396
	400-600	1344.0925	25.515	1.90%	0.20325854
	600-800	894.3125	27.75	3.10%	0.7787219
	800-1000	608.98	14.82	2.43%	0.46247166
	1000-1200	418.8025	9.435	2.25%	0.3661113
	1200-1400	210.93	10.685	5.07%	1.23717931
	1400-1600	148.26	5.31	3.58%	0.8442896
	1600-1800	116.65	0.59	0.51%	-1.1729505
	>1800	134.4175	4.155	3.09%	0.68556898
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	大南澳片岩 (大理岩)	3394.8975	104.405	3.08%	1.374077

	大南澳片岩 (片麻岩、混合岩)	1624.03	13.8275	0.88%	-0.7329
	大南澳片岩 (黑色片岩、綠色片岩、燧石)	3102.83	35.575	1.15%	-0.46931
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	1.8625	0.55%	-1.1017486
	50-100	314.815	1.86	0.59%	-1.0297066
	100-150	314.8975	1.84	0.58%	-1.0409878
	150-200	313.065	2.07	0.66%	-0.9148542
	200-250	309.6375	2.8125	0.91%	-0.5894679
	250-300	300.98	3.0325	1.01%	-0.4823648
	300-350	291.3825	2.55	0.88%	-0.6267872
	350-400	290.0475	2.71	0.93%	-0.5595208
	400-450	286.7275	3.81	1.33%	-0.1955488
	450-500	288.025	4.0925	1.42%	-0.1258288
	>500	6549.2925	127.1675	1.94%	0.80884487
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	20.84	3.42%	0.85675378
	51-100	509.76	13.0175	2.55%	0.50992916
	101-150	477.9325	8.2225	1.72%	0.07599161
	151-200	444.3375	9.5175	2.14%	0.31224852
	201-250	425.0125	11.9975	2.82%	0.61501756
	251-300	418.58	12.945	3.09%	0.7165799
	301-350	398.51	11.2825	2.83%	0.6158661
	351-400	370.51	6.44	1.74%	0.08594995
	>400	5942.0825	59.545	1.00%	-0.9614861
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	1357.2375	71.5875	5.27%	1.709161
	0-0.1	260.0925	24.22	9.31%	1.98725
	0.1-0.2	325.8125	24.5125	7.52%	1.749567
	0.2-0.3	548.1825	20.2275	3.69%	0.938812
	0.3-0.4	1782.9825	10.35	0.58%	-1.16417
	0.4-0.5	4242.155	2.6925	0.06%	-3.82269
	>0.5	1080.2125	0.2175	0.02%	-4.513

凱米颱風山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	3.3375	0.22%	-1.4783154
	5-10	303.9575	4.0275	1.33%	0.47167803
	10-15	220.735	2.37	1.07%	0.24637563
	15-20	267.8	1.815	0.68%	-0.2298483
	20-25	399.07	1.265	0.32%	-1.0146387
	25-30	663.69	1.635	0.25%	-1.2922281
	30-35	1051.1175	4.12	0.39%	-0.83909
	35-40	1368.5275	7.3325	0.54%	-0.5203227
	40-45	1338.0975	8.5175	0.64%	-0.3269834
	45-50	1029.5725	10.3725	1.01%	0.19895126
	50-55	649.2925	10.19	1.57%	0.68910189
	55-60	382.6525	9.045	2.36%	1.12025114
	>60	413.785	17.2125	4.16%	1.82156466
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	9.2125	0.71%	-0.19447
	東北	1083.3725	9.5025	0.88%	0.040405
	東	1315.66	12.735	0.97%	0.158457
	東南	1263.6775	11.42	0.90%	0.076271
	南	1082.29	10.14	0.94%	0.116071
	西南	1050.4725	7.83	0.75%	-0.14303
	西	1282.5175	9.88	0.77%	-0.10901
	西北	1229.99	10.5225	0.86%	0.012142
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	19.81	0.52%	-0.7285907
	200-400	1888.985	12.015	0.64%	-0.3477047
	400-600	1344.0925	11.23	0.84%	-0.0154076
	600-800	894.3125	10.265	1.15%	0.34502659
	800-1000	608.98	6.0475	0.99%	0.17296504
	1000-1200	418.8025	4.8875	1.17%	0.34182321
	1200-1400	210.93	7.72	3.66%	1.57106602
	1400-1600	148.26	4.3275	2.92%	1.2983731
	1600-1800	116.65	0.805	0.69%	-0.2082255
	>1800	134.4175	4.135	3.08%	1.35146554
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	大南澳片岩 (大理岩)	3394.8975	56.215	1.66%	1.424424

	大南澳片岩 (片麻岩、混合岩)	1624.03	3.56	0.23%	-1.49936
	大南澳片岩 (黑色片岩、綠色片岩、燧石)	3102.83	21.4675	0.69%	-0.28781
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	0.725	0.21%	-1.4057755
	50-100	314.815	1.1125	0.35%	-0.8983389
	100-150	314.8975	1.6075	0.51%	-0.5227112
	150-200	313.065	1.775	0.57%	-0.4148637
	200-250	309.6375	1.7725	0.57%	-0.404869
	250-300	300.98	1.8125	0.60%	-0.3524475
	300-350	291.3825	1.945	0.67%	-0.2461037
	350-400	290.0475	2.6475	0.91%	0.07843388
	400-450	286.7275	3.755	1.31%	0.45810275
	450-500	288.025	3.4925	1.21%	0.37658361
	>500	6549.2925	60.5975	0.93%	0.31420435
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	8.6225	1.41%	0.56538512
	51-100	509.76	5.1975	1.02%	0.19934766
	101-150	477.9325	2.45	0.51%	-0.5256509
	151-200	444.3375	5.0575	1.14%	0.31597632
	201-250	425.0125	7.3575	1.73%	0.77434007
	251-300	418.58	8.3725	2.00%	0.93621607
	301-350	398.51	8.27	2.08%	0.97458419
	351-400	370.51	4.5575	1.23%	0.39601689
	>400	5942.0825	31.3575	0.53%	-0.9587948
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	1133.44	29.365	2.59%	1.461493
	0-0.1	318.165	12.3325	3.88%	1.684401
	0.1-0.2	385.92	11.135	2.89%	1.354197
	0.2-0.3	528.73	12.0975	2.29%	1.114308
	0.3-0.4	800.1675	9.1625	1.15%	0.33792
	0.4-0.5	1566.6825	5.1225	0.33%	-1.07069
	>0.5	4863.57	2.0275	0.04%	-3.70901

0604 豪雨山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	3.71	0.25%	-1.2976574
	5-10	303.9575	4.6025	1.51%	0.68509832
	10-15	220.735	2.1275	0.96%	0.20246862
	15-20	267.8	1.805	0.67%	-0.1675778
	20-25	399.07	1.595	0.40%	-0.710052
	25-30	663.69	1.59	0.24%	-1.2529784
	30-35	1051.1175	3.74	0.36%	-0.8714267
	35-40	1368.5275	7.1125	0.52%	-0.4809066
	40-45	1338.0975	8.8275	0.66%	-0.2118742
	45-50	1029.5725	11.235	1.09%	0.36946639
	50-55	649.2925	9.11	1.40%	0.63524126
	55-60	382.6525	7.795	2.04%	1.02454785
	>60	413.785	12.8125	3.10%	1.52761889
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	8.5575	0.66%	-0.2033
	東北	1083.3725	8.665	0.80%	0.010317
	東	1315.66	11.6575	0.89%	0.131478
	東南	1263.6775	10.435	0.83%	0.047753
	南	1082.29	9.2775	0.86%	0.089526
	西南	1050.4725	7.5275	0.72%	-0.11339
	西	1282.5175	9.98	0.78%	-0.02135
	西北	1229.99	9.9625	0.81%	0.025112
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	18.08	0.47%	-0.7620225
	200-400	1888.985	16.095	0.85%	0.09163111
	400-600	1344.0925	13.5025	1.00%	0.28404295
	600-800	894.3125	9.13	1.02%	0.28571599
	800-1000	608.98	2.35	0.39%	-0.7582997
	1000-1200	418.8025	2.56	0.61%	-0.2720704
	1200-1400	210.93	6.2175	2.95%	1.39896074
	1400-1600	148.26	3.385	2.28%	1.10333127
	1600-1800	116.65	0.5525	0.47%	-0.5230521
	>1800	134.4175	4.19	3.12%	1.43596567
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	大南澳片岩 (大理岩)	3394.8975	49.5825	1.46%	1.240244

	大南澳片岩 (片麻岩、混合岩)	1624.03	5.3025	0.34%	-1.00565
	大南澳片岩 (黑色片岩、綠色片岩、燧石)	3102.83	21.1775	0.68%	-0.2154
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	1.2175	0.36%	-0.812257
	50-100	314.815	0.735	0.23%	-1.2517092
	100-150	314.8975	0.665	0.21%	-1.3532235
	150-200	313.065	0.5625	0.18%	-1.5162694
	200-250	309.6375	0.61	0.20%	-1.4230127
	250-300	300.98	0.7375	0.25%	-1.2017213
	300-350	291.3825	1.2925	0.44%	-0.5977587
	350-400	290.0475	2.145	0.74%	-0.071924
	400-450	286.7275	2.945	1.03%	0.27078701
	450-500	288.025	2.9725	1.03%	0.27585495
	>500	6549.2925	62.18	0.95%	0.7393039
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	9.2	1.51%	0.71442215
	51-100	509.76	5.3175	1.04%	0.29524246
	101-150	477.9325	2.6275	0.55%	-0.3843231
	151-200	444.3375	4.0125	0.90%	0.13840221
	201-250	425.0125	5.1925	1.22%	0.46265879
	251-300	418.58	6.0025	1.43%	0.63731223
	301-350	398.51	5.5875	1.40%	0.61072946
	351-400	370.51	2.78	0.75%	-0.0573957
	>400	5942.0825	35.3425	0.59%	-0.6329473
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	1366.7025	37.71	2.76%	1.801796
	0-0.1	335.5575	12.6025	3.76%	1.732677
	0.1-0.2	544.345	11.4725	2.11%	1.097228
	0.2-0.3	1838.2875	9.9775	0.54%	-0.45378
	0.3-0.4	4402.805	3.8125	0.09%	-2.78975
	0.4-0.5	1108.655	0.4875	0.04%	-3.01659
	>0.5	0.3225	0	0.00%	0

聖帕颱風山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	5.765	0.38%	-1.5678847
	5-10	303.9575	6.0975	2.01%	0.2500349
	10-15	220.735	4.82	2.18%	0.33686513
	15-20	267.8	2.99	1.12%	-0.3624391
	20-25	399.07	2.525	0.63%	-0.95282
	25-30	663.69	3.6775	0.55%	-1.1081034
	30-35	1051.1175	7.81	0.74%	-0.8291639
	35-40	1368.5275	13.375	0.98%	-0.5511423
	40-45	1338.0975	18.21	1.36%	-0.1763195
	45-50	1029.5725	22.6025	2.20%	0.38156391
	50-55	649.2925	21.1125	3.25%	0.81770051
	55-60	382.6525	16.8475	4.40%	1.13000403
	>60	413.785	26.0875	6.30%	1.57757879
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	17.8625	1.39%	-0.15429
	東北	1083.3725	18.9375	1.75%	0.114369
	東	1315.66	21.38	1.63%	0.030898
	東南	1263.6775	20.5775	1.63%	0.033118
	南	1082.29	19.185	1.77%	0.130625
	西南	1050.4725	16.03	1.53%	-0.04179
	西	1282.5175	19.45	1.52%	-0.05015
	西北	1229.99	18.4975	1.50%	-0.05956
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	39.3075	1.03%	-0.6532604
	200-400	1888.985	14.84	0.79%	-0.8271174
	400-600	1344.0925	7.625	0.57%	-1.1375707
	600-800	894.3125	20.215	2.26%	0.40876813
	800-1000	608.98	13.9525	2.29%	0.40817488
	1000-1200	418.8025	10.35	2.47%	0.48082195
	1200-1400	210.93	9.6675	4.58%	1.13823114
	1400-1600	148.26	5.875	3.96%	0.9662811
	1600-1800	116.65	5.845	5.01%	1.21510808
	>1800	134.4175	24.2425	18.04%	2.77801079
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	大南澳片岩 (大理岩)	3394.8975	96.965	2.86%	1.190475

	大南澳片岩 (片麻岩、混合岩)	1624.03	15.0175	0.95%	-0.62698
	大南澳片岩 (黑色片岩、綠色片岩、燧石)	3102.83	39.9375	1.29%	-0.29693
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	4.915	1.45%	-0.0886543
	50-100	314.815	5.1275	1.63%	0.02991032
	100-150	314.8975	4.91	1.56%	-0.0159156
	150-200	313.065	4.4525	1.42%	-0.112235
	200-250	309.6375	3.8825	1.25%	-0.2434642
	250-300	300.98	3.5675	1.19%	-0.3016275
	300-350	291.3825	3.8125	1.31%	-0.1988254
	350-400	290.0475	4.3575	1.50%	-0.0547612
	400-450	286.7275	5.48	1.91%	0.19823855
	450-500	288.025	5.225	1.81%	0.14317413
	>500	6549.2925	106.19	1.62%	0.0786282
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	26.5225	4.35%	1.16703641
	51-100	509.76	15.47	3.03%	0.71928279
	101-150	477.9325	10.335	2.16%	0.33746664
	151-200	444.3375	11.4525	2.58%	0.52905767
	201-250	425.0125	13.49	3.17%	0.76038575
	251-300	418.58	13.2975	3.18%	0.76059338
	301-350	398.51	12.22	3.07%	0.71844326
	351-400	370.51	8.3925	2.27%	0.38296295
	>400	5942.0825	40.74	0.69%	-1.5140297
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	2186.38	103.1975	4.72%	2.01288
	0-0.1	419.26	20.1575	4.81%	1.243397
	0.1-0.2	471.9225	12.905	2.73%	0.597339
	0.2-0.3	624.7275	8.4975	1.36%	-0.1639
	0.3-0.4	1139.47	4.16	0.37%	-1.57959
	0.4-0.5	2842.6	2.3025	0.08%	-3.33025
	>0.5	1912.315	0.7	0.04%	-4.00405

柯羅莎颱風山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	4.835	0.32%	-1.3048971
	5-10	303.9575	5.5	1.81%	0.58838312
	10-15	220.735	5.0625	2.29%	0.83468376
	15-20	267.8	3.12	1.17%	0.12026623
	20-25	399.07	2.57	0.64%	-0.4978797
	25-30	663.69	3.04	0.46%	-0.8650768
	30-35	1051.1175	5.61	0.53%	-0.7289764
	35-40	1368.5275	10.265	0.75%	-0.3734133
	40-45	1338.0975	12.885	0.96%	-0.0876429
	45-50	1029.5725	16.075	1.56%	0.47663274
	50-55	649.2925	13.3975	2.06%	0.77256574
	55-60	382.6525	8.545	2.23%	0.82769573
	>60	413.785	8.7125	2.11%	0.76602624
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	11.8575	0.92%	-0.13943
	東北	1083.3725	11.5775	1.07%	0.033172
	東	1315.66	14.21	1.08%	0.046631
	東南	1263.6775	14.7875	1.17%	0.140869
	南	1082.29	12.0325	1.11%	0.078519
	西南	1050.4725	9.655	0.92%	-0.13702
	西	1282.5175	12.1975	0.95%	-0.10137
	西北	1229.99	13.3	1.08%	0.047485
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	39.685	1.04%	-0.003593
	200-400	1888.985	18.8625	1.00%	-0.0485619
	400-600	1344.0925	14.775	1.10%	0.06766656
	600-800	894.3125	14.98	1.68%	0.55075186
	800-1000	608.98	6.1325	1.01%	-0.032707
	1000-1200	418.8025	1.5	0.36%	-1.1007095
	1200-1400	210.93	2.2425	1.06%	0.02470225
	1400-1600	148.26	1.28	0.86%	-0.188702
	1600-1800	116.65	0.16	0.14%	-2.0437218
	>1800	134.4175	0	0.00%	0
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	畢祿山層	127.0025	2.3075	1.82%	0.577913
	大南澳片岩	3394.8975	38.2725	1.13%	0.132177

	(大理岩)				
	大南澳片岩 (片麻岩、混合岩)	1624.03	17.64	1.12%	0.055416
	大南澳片岩 (黑色片岩、綠色片岩、燧石)	3102.83	41.3975	1.33%	0.401958
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	1.805	0.53%	-0.6868861
	50-100	314.815	2.225	0.71%	-0.3986157
	100-150	314.8975	0.9975	0.32%	-1.2177253
	150-200	313.065	0.5275	0.17%	-1.8550847
	200-250	309.6375	0.57	0.18%	-1.7656257
	250-300	300.98	0.9425	0.31%	-1.2283237
	300-350	291.3825	1.6675	0.57%	-0.6142728
	350-400	290.0475	2.32	0.80%	-0.2702476
	400-450	286.7275	3.0375	1.06%	0.02119173
	450-500	288.025	2.38	0.83%	-0.2366072
	>500	6549.2925	83.145	1.27%	0.86117616
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	16.3875	2.69%	1.08296765
	51-100	509.76	6.86	1.35%	0.27965802
	101-150	477.9325	2.4075	0.50%	-0.7553347
	151-200	444.3375	4.265	0.96%	-0.0827863
	201-250	425.0125	6.2775	1.48%	0.37712952
	251-300	418.58	6.7925	1.62%	0.47900532
	301-350	398.51	6.2225	1.56%	0.43589269
	351-400	370.51	3.3025	0.89%	-0.1595669
	>400	5942.0825	47.1025	0.79%	-0.6013631
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	1952.2025	50.4575	2.58%	1.410811
	0-0.1	515.285	12.4425	2.41%	0.93726
	0.1-0.2	734.535	10.2775	1.40%	0.331772
	0.2-0.3	1130.42	9.7375	0.86%	-0.21101
	0.3-0.4	1692.7575	11.4075	0.67%	-0.50891
	0.4-0.5	2636.79	4.885	0.19%	-2.00614
	>0.5	934.685	0.41	0.04%	-3.2734

米塔颱風山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	4.0175	0.27%	-0.4936952
	5-10	303.9575	4.64	1.53%	1.42224926
	10-15	220.735	3.345	1.52%	1.38689254
	15-20	267.8	1.7175	0.64%	0.46862757
	20-25	399.07	1.1725	0.29%	-0.3441958
	25-30	663.69	1.025	0.15%	-1.0219148
	30-35	1051.1175	1.965	0.19%	-0.85011
	35-40	1368.5275	3.6475	0.27%	-0.4862863
	40-45	1338.0975	3.9175	0.29%	-0.3807726
	45-50	1029.5725	4.37	0.42%	0.04173717
	50-55	649.2925	3.9025	0.60%	0.4216218
	55-60	382.6525	2.78	0.73%	0.61057227
	>60	413.785	2.7525	0.67%	0.51763959
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	3.9625	0.31%	-0.32432
	東北	1083.3725	3.4	0.31%	-0.29516
	東	1315.66	6.08	0.46%	0.143529
	東南	1263.6775	6.4325	0.51%	0.257679
	南	1082.29	5.0125	0.46%	0.141831
	西南	1050.4725	3.4025	0.32%	-0.25955
	西	1282.5175	5.18	0.40%	-0.01461
	西北	1229.99	5.7825	0.47%	0.162142
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	25.86	0.67%	1.0711395
	200-400	1888.985	7.5975	0.40%	-0.0209833
	400-600	1344.0925	5.25	0.39%	-0.053614
	600-800	894.3125	0.545	0.06%	-1.9915566
	800-1000	608.98	0	0.00%	0
	1000-1200	418.8025	0	0.00%	0
	1200-1400	210.93	0	0.00%	0
	1400-1600	148.26	0	0.00%	0
	1600-1800	116.65	0	0.00%	0
	>1800	134.4175	0	0.00%	0
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	大南澳片岩 (大理岩)	3394.8975	8.855	0.26%	-0.63312

	大南澳片岩 (片麻岩、混合岩)	1624.03	5.395	0.34%	-0.24651
	大南澳片岩 (黑色片岩、綠色片岩、燧石)	3102.83	25.0025	0.81%	1.306653
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	1.0075	0.30%	-0.3268246
	50-100	314.815	1.8625	0.59%	0.38624577
	100-150	314.8975	1.385	0.44%	0.07548792
	150-200	313.065	1.05	0.34%	-0.2052798
	200-250	309.6375	0.8575	0.28%	-0.4020583
	250-300	300.98	0.735	0.24%	-0.5304418
	300-350	291.3825	1.175	0.40%	-0.0147134
	350-400	290.0475	1.2625	0.44%	0.06448012
	400-450	286.7275	2.5525	0.89%	0.81959519
	450-500	288.025	1.7625	0.61%	0.42041359
	>500	6549.2925	25.6025	0.39%	-0.136696
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	9.44	1.55%	1.55242978
	51-100	509.76	2.81	0.55%	0.31960867
	101-150	477.9325	0.255	0.05%	-2.0851237
	151-200	444.3375	0	0.00%	0
	201-250	425.0125	0.015	0.00%	-4.8018347
	251-300	418.58	0.355	0.08%	-1.6122592
	301-350	398.51	0.4225	0.11%	-1.3849019
	351-400	370.51	0.1525	0.04%	-2.3356301
	>400	5942.0825	25.8025	0.43%	0.16608191
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	6334.095	21.8	0.34%	-0.44292
	0-0.1	342.6375	4.96	1.45%	1.37349
	0.1-0.2	435.4975	4.78	1.10%	1.077786
	0.2-0.3	698.645	4.055	0.58%	0.385276
	0.3-0.4	982.615	2.525	0.26%	-0.50805
	0.4-0.5	741.905	1.1325	0.15%	-1.03961
	>0.5	61.28	0	0.00%	0

辛樂克颱風山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	4.065	0.27%	-1.3785703
	5-10	303.9575	4.855	1.60%	0.5638643
	10-15	220.735	4.405	2.00%	0.79424859
	15-20	267.8	2.71	1.01%	0.08029805
	20-25	399.07	2.15	0.54%	-0.5756179
	25-30	663.69	2.88	0.43%	-0.8140683
	30-35	1051.1175	5.5225	0.53%	-0.6355377
	35-40	1368.5275	9.2325	0.67%	-0.3768321
	40-45	1338.0975	10.475	0.78%	-0.2075911
	45-50	1029.5725	10.505	1.02%	0.09717867
	50-55	649.2925	10.4775	1.61%	0.60506532
	55-60	382.6525	8.23	2.15%	0.89932393
	>60	413.785	14.39	3.48%	1.46919126
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	9.71	0.75%	-0.24976
	東北	1083.3725	11.21	1.03%	0.113988
	東	1315.66	13.0375	0.99%	0.066105
	東南	1263.6775	13.1575	1.04%	0.123981
	南	1082.29	11.3375	1.05%	0.128192
	西南	1050.4725	9.4425	0.90%	-0.04666
	西	1282.5175	10.9575	0.85%	-0.10649
	西北	1229.99	11.045	0.90%	-0.0488
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	32.8175	0.86%	-0.146149
	200-400	1888.985	11.62	0.62%	-0.5053908
	400-600	1344.0925	5.2525	0.39%	-0.971349
	600-800	894.3125	14.2025	1.59%	0.60927255
	800-1000	608.98	10.91	1.79%	0.72146683
	1000-1200	418.8025	5.7025	1.36%	0.39941411
	1200-1400	210.93	6.165	2.92%	1.20738402
	1400-1600	148.26	2.4625	1.66%	0.59236803
	1600-1800	116.65	0.335	0.29%	-1.1974137
	>1800	134.4175	0.43	0.32%	-1.0900259
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	沖積層	935.5775	0.6375	0.07%	-2.726
	大南澳片岩	3394.8975	37.3375	1.10%	0.263153

	(大理岩)				
	大南澳片岩 (片麻岩、混合岩)	1624.03	16.3275	1.04%	0.086553
	大南澳片岩 (黑色片岩、綠色片岩、燧石)	3102.83	35.595	1.15%	0.319316
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	1.2425	0.37%	-0.9626948
	50-100	314.815	2.23	0.71%	-0.2900988
	100-150	314.8975	2.19	0.70%	-0.3090601
	150-200	313.065	1.905	0.61%	-0.4465945
	200-250	309.6375	1.4825	0.48%	-0.6921057
	250-300	300.98	1.99	0.66%	-0.3607557
	300-350	291.3825	2.6325	0.90%	-0.0376604
	350-400	290.0475	3.65	1.26%	0.30929692
	400-450	286.7275	4.8825	1.70%	0.63113755
	450-500	288.025	4.6725	1.62%	0.57920946
	>500	6549.2925	63.02	0.96%	0.08789865
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	15.6775	2.57%	1.15306557
	51-100	509.76	8.71	1.71%	0.65662064
	101-150	477.9325	3.88	0.81%	-0.1514243
	151-200	444.3375	6.5175	1.47%	0.48188712
	201-250	425.0125	8.8	2.07%	0.86289598
	251-300	418.58	10.3675	2.48%	1.06662572
	301-350	398.51	9.0825	2.28%	0.96744365
	351-400	370.51	4.7075	1.27%	0.32270169
	>400	5942.0825	22.155	0.37%	-1.6187004
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	1118.2875	24.885	2.23%	1.080214
	0-0.1	280.9125	14.61	5.20%	1.907108
	0.1-0.2	423.1575	13.1575	3.11%	1.336087
	0.2-0.3	589.715	12.27	2.08%	0.893719
	0.3-0.4	844.4625	10.37	1.23%	0.304404
	0.4-0.5	1645.9325	7.98	0.48%	-0.75931
	>0.5	4694.2075	6.625	0.14%	-2.50358

莫拉克颱風山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	7.6	0.50%	-0.2136587
	5-10	303.9575	4.22	1.39%	0.88320855
	10-15	220.735	0.7675	0.35%	-0.5654393
	15-20	267.8	0.7275	0.27%	-0.8187705
	20-25	399.07	0.8	0.20%	-1.1363676
	25-30	663.69	1.1375	0.17%	-1.3167829
	30-35	1051.1175	2.6175	0.25%	-0.960495
	35-40	1368.5275	5.0775	0.37%	-0.5529196
	40-45	1338.0975	6.47	0.48%	-0.2563967
	45-50	1029.5725	9.045	0.88%	0.43318985
	50-55	649.2925	7.29	1.12%	0.68922083
	55-60	382.6525	5.89	1.54%	1.01109434
	>60	413.785	6.3575	1.54%	1.01488484
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	8.805	0.68%	0.144031
	東北	1083.3725	6.015	0.56%	-0.09571
	東	1315.66	8.555	0.65%	0.085817
	東南	1263.6775	7.9675	0.63%	0.049198
	南	1082.29	6.3675	0.59%	-0.03045
	西南	1050.4725	5.2	0.50%	-0.22284
	西	1282.5175	7.4025	0.58%	-0.05327
	西北	1229.99	7.6875	0.63%	0.038832
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	20.32	0.53%	-0.210073
	200-400	1888.985	11.0825	0.59%	-0.0370661
	400-600	1344.0925	11.5925	0.86%	0.4307273
	600-800	894.3125	6.3675	0.71%	0.18354479
	800-1000	608.98	0.5125	0.08%	-2.0337707
	1000-1200	418.8025	0	0.00%	0
	1200-1400	210.93	0	0.00%	0
	1400-1600	148.26	0	0.00%	0
	1600-1800	116.65	0.1625	0.14%	-1.481676
	>1800	134.4175	7.9625	5.92%	2.47184791
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	沖積層	935.5775	2.7	0.29%	-0.7976
	畢祿山層	127.0025	0.08	0.06%	-2.27865

	大南澳片岩 (大理岩)	3394.8975	34.5625	1.02%	0.997441
	大南澳片岩 (片麻岩、混合岩)	1624.03	1.4225	0.09%	-2.09834
	大南澳片岩 (黑色片岩、綠色片岩)	3102.83	19.235	0.62%	0.037985
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	0.29	0.09%	-1.9878299
	50-100	314.815	0.98	0.31%	-0.682817
	100-150	314.8975	0.955	0.30%	-0.7094507
	150-200	313.065	0.6225	0.20%	-1.1382783
	200-250	309.6375	0.535	0.17%	-1.2801695
	250-300	300.98	0.7725	0.26%	-0.8785004
	300-350	291.3825	1.255	0.43%	-0.3495307
	350-400	290.0475	1.26	0.43%	-0.3406922
	400-450	286.7275	1.68	0.59%	-0.0321408
	450-500	288.025	1.8525	0.64%	0.06460848
	>500	6549.2925	47.7975	0.73%	0.78323785
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	8.2675	1.36%	0.90389803
	51-100	509.76	3.5175	0.69%	0.14143215
	101-150	477.9325	0.9325	0.20%	-1.1698281
	151-200	444.3375	1.065	0.24%	-0.9575958
	201-250	425.0125	1.385	0.33%	-0.6417465
	251-300	418.58	1.0275	0.25%	-0.9315022
	301-350	398.51	0.915	0.23%	-0.9982727
	351-400	370.51	0.56	0.15%	-1.4203738
	>400	5942.0825	40.33	0.68%	0.34111584
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	2145.7925	23.735	1.11%	0.884163
	0-0.1	708.205	11.1925	1.58%	1.109627
	0.1-0.2	476.1075	6.9625	1.46%	0.969742
	0.2-0.3	509.945	5.6925	1.12%	0.66773
	0.3-0.4	736.2925	5.0875	0.69%	0.146809
	0.4-0.5	2174.37	4.1325	0.19%	-1.34528
	>0.5	2845.9625	1.1975	0.04%	-3.00363

凡納比颱風山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	15.8025	1.05%	-0.0476841
	5-10	303.9575	8.8275	2.90%	1.05476414
	10-15	220.735	5.325	2.41%	0.83690231
	15-20	267.8	3.72	1.39%	0.25321133
	20-25	399.07	3.625	0.91%	-0.1916965
	25-30	663.69	4.1375	0.62%	-0.5953856
	30-35	1051.1175	6.84	0.65%	-0.5694835
	35-40	1368.5275	11.795	0.86%	-0.2720403
	40-45	1338.0975	12.72	0.95%	-0.1592982
	45-50	1029.5725	11.9125	1.16%	0.06754599
	50-55	649.2925	8.9175	1.37%	0.25294781
	55-60	382.6525	5.375	1.40%	0.268711
	>60	413.785	5.635	1.36%	0.23652587
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	14.1775	1.10%	0.010505
	東北	1083.3725	11.985	1.11%	0.016587
	東	1315.66	15.0525	1.14%	0.05667
	東南	1263.6775	13.81	1.09%	0.002713
	南	1082.29	11.7075	1.08%	-0.00898
	西南	1050.4725	10.79	1.03%	-0.06747
	西	1282.5175	13.86	1.08%	-0.01033
	西北	1229.99	13.25	1.08%	-0.01396
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	63.005	1.64%	0.83247839
	200-400	1888.985	14.4375	0.76%	-0.4300647
	400-600	1344.0925	14.765	1.10%	0.00882681
	600-800	894.3125	10.55	1.18%	0.08824525
	800-1000	608.98	1.875	0.31%	-1.3203522
	1000-1200	418.8025	0	0.00%	0
	1200-1400	210.93	0	0.00%	0
	1400-1600	148.26	0	0.00%	0
	1600-1800	116.65	0	0.00%	0
	>1800	134.4175	0	0.00%	0
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	沖積層	935.5775	2.7425	0.29%	-1.39849
	廬山層及其相	297.4875	12.34	4.15%	1.462584

	當地層				
	大南澳片岩 (大理岩)	3394.8975	24.7475	0.73%	-0.57495
	大南澳片岩 (片麻岩)	1624.03	6.785	0.43%	-1.08575
	大南澳片岩 (黑色片岩、 綠色片岩)	3102.83	58.0175	1.87%	0.969034
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	1.4	0.41%	-0.9967022
	50-100	314.815	2.43	0.77%	-0.3585561
	100-150	314.8975	2.69	0.85%	-0.2537713
	150-200	313.065	2.405	0.77%	-0.3634168
	200-250	309.6375	1.7775	0.57%	-0.6625195
	250-300	300.98	1.3625	0.45%	-0.9043973
	300-350	291.3825	1.26	0.43%	-0.9503631
	350-400	290.0475	2.0275	0.70%	-0.4597172
	400-450	286.7275	3.4075	1.19%	0.08996253
	450-500	288.025	3.76	1.31%	0.1884585
	>500	6549.2925	82.1125	1.25%	0.53381194
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	21.445	3.52%	1.36101295
	51-100	509.76	4.2825	0.84%	-0.2761447
	101-150	477.9325	0.915	0.19%	-1.7914073
	151-200	444.3375	3.815	0.86%	-0.2516448
	201-250	425.0125	5.7925	1.36%	0.23770444
	251-300	418.58	6.0675	1.45%	0.30374163
	301-350	398.51	5.0875	1.28%	0.16717068
	351-400	370.51	1.715	0.46%	-0.8861744
	>400	5942.0825	55.5125	0.93%	-0.3678787
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	1055.9225	0.69	0.07%	-2.93606
	0-0.1	472.9025	16.0775	3.40%	1.278382
	0.1-0.2	526.4175	29.12	5.53%	1.942334
	0.2-0.3	384.2725	21.24	5.53%	1.857048
	0.3-0.4	546.2375	15.0425	2.75%	1.041127
	0.4-0.5	1422.71	11.3325	0.80%	-0.36324
	>0.5	5188.2125	11.13	0.21%	-2.3105

南瑪都颱風山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	3.8325	0.25%	-1.0566353
	5-10	303.9575	3.26	1.07%	0.52173246
	10-15	220.735	0.4125	0.19%	-1.2726506
	15-20	267.8	0.2875	0.11%	-1.8348233
	20-25	399.07	0.46	0.12%	-1.7751163
	25-30	663.69	0.72	0.11%	-1.8610147
	30-35	1051.1175	2.475	0.24%	-1.1005027
	35-40	1368.5275	5.34	0.39%	-0.5828551
	40-45	1338.0975	8.3175	0.62%	-0.0574931
	45-50	1029.5725	12.8925	1.25%	0.77464258
	50-55	649.2925	10.87	1.67%	1.07292635
	55-60	382.6525	7.1975	1.88%	1.15215087
	>60	413.785	6.605	1.60%	0.97103302
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	7.045	0.55%	-0.20396
	東北	1083.3725	6.4625	0.60%	-0.10212
	東	1315.66	9.8775	0.75%	0.164658
	東南	1263.6775	9.18	0.73%	0.124581
	南	1082.29	6.4475	0.60%	-0.1036
	西南	1050.4725	6.005	0.57%	-0.14924
	西	1282.5175	8.6825	0.68%	0.04197
	西北	1229.99	8.97	0.73%	0.128605
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	12.83	0.33%	-0.9538214
	200-400	1888.985	10.6675	0.56%	-0.1791628
	400-600	1344.0925	15.7425	1.17%	0.72848546
	600-800	894.3125	14.89	1.66%	1.12050367
	800-1000	608.98	2.8875	0.47%	-0.3405429
	1000-1200	418.8025	0.0475	0.01%	-4.1038527
	1200-1400	210.93	0	0.00%	0
	1400-1600	148.26	0	0.00%	0
	1600-1800	116.65	0.2025	0.17%	-1.3388921
	>1800	134.4175	5.41	4.02%	1.92964096
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	大南澳片岩 (大理岩)	3394.8975	41.51	1.22%	1.285269

	大南澳片岩 (片麻岩、混合岩)	1624.03	10.8525	0.69%	0.027957
	大南澳片岩 (黑色片岩、綠色片岩、燧石)	3102.83	10.3075	0.33%	-0.89155
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	0.5175	0.15%	-1.4826706
	50-100	314.815	1.3525	0.43%	-0.4326011
	100-150	314.8975	1.2275	0.39%	-0.532297
	150-200	313.065	0.935	0.30%	-0.8041459
	200-250	309.6375	0.58	0.19%	-1.2771727
	250-300	300.98	0.76	0.25%	-0.9740098
	300-350	291.3825	0.8825	0.30%	-0.7886247
	350-400	290.0475	0.78	0.27%	-0.9093621
	400-450	286.7275	1.015	0.35%	-0.6294576
	450-500	288.025	1.195	0.41%	-0.4673007
	>500	6549.2925	53.425	0.82%	0.99427439
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	11.03	1.81%	1.15893517
	51-100	509.76	3.47	0.68%	0.04417799
	101-150	477.9325	0.895	0.19%	-1.2907358
	151-200	444.3375	0.7575	0.17%	-1.3833551
	201-250	425.0125	1.0075	0.24%	-1.0468212
	251-300	418.58	1.6725	0.40%	-0.511471
	301-350	398.51	0.9675	0.24%	-1.0206376
	351-400	370.51	0.7925	0.21%	-1.1473892
	>400	5942.0825	42.0775	0.71%	0.229967
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	1069.59	0.5825	0.05%	-2.59976
	0-0.1	1251	7.4425	0.59%	-0.10713
	0.1-0.2	991.9275	14.6025	1.47%	0.978235
	0.2-0.3	695.6975	11.9175	1.71%	1.111609
	0.3-0.4	609.395	8.825	1.45%	0.891156
	0.4-0.5	910.985	7.675	0.84%	0.287741
	>0.5	4068.08	11.625	0.29%	-1.1792

2012 泰利颱風山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	5.01	0.33%	-1.0219697
	5-10	303.9575	4.5625	1.50%	0.63211584
	10-15	220.735	1.68	0.76%	-0.0837254
	15-20	267.8	1.44	0.54%	-0.4415928
	20-25	399.07	1.7425	0.44%	-0.6611885
	25-30	663.69	2.8025	0.42%	-0.7103689
	30-35	1051.1175	6.8025	0.65%	-0.2716178
	35-40	1368.5275	8.955	0.65%	-0.2682474
	40-45	1338.0975	10.93	0.82%	-0.01235
	45-50	1029.5725	12.8475	1.25%	0.48143179
	50-55	649.2925	9.685	1.49%	0.65920777
	55-60	382.6525	6.7175	1.76%	0.81226071
	>60	413.785	6.045	1.46%	0.61284464
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	9.2225	0.72%	-0.16451
	東北	1083.3725	8.34	0.77%	-0.07901
	東	1315.66	11.98	0.91%	0.115592
	東南	1263.6775	10.425	0.82%	-0.00073
	南	1082.29	8.425	0.78%	-0.06644
	西南	1050.4725	8.665	0.82%	-0.00086
	西	1282.5175	11.4125	0.89%	0.087921
	西北	1229.99	10.75	0.87%	0.066323
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	27.64	0.72%	-0.2169263
	200-400	1888.985	14.3825	0.76%	-0.1004977
	400-600	1344.0925	13.6925	1.02%	0.25145294
	600-800	894.3125	10.59	1.18%	0.4104695
	800-1000	608.98	2.5475	0.42%	-0.7169798
	1000-1200	418.8025	0.05	0.01%	-4.2887227
	1200-1400	210.93	0	0.00%	0
	1400-1600	148.26	0	0.00%	0
	1600-1800	116.65	0.4325	0.37%	-0.8117941
	>1800	134.4175	9.885	7.35%	2.37521366
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	廬山層及其相當地層	297.4875	0.4275	0.14%	-1.78138

	畢祿山層	127.0025	0.205	0.16%	-1.6495
	大南澳片岩 (大理岩)	3394.8975	37.0625	1.09%	0.477912
	大南澳片岩 (片麻岩)	1624.03	10.1	0.64%	-0.33467
	大南澳片岩 (黑色片岩、 綠色片岩)	3102.83	31.425	1.01%	0.322015
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	1.1675	0.35%	-0.8966521
	50-100	314.815	1.425	0.45%	-0.6199533
	100-150	314.8975	1.5225	0.48%	-0.5524678
	150-200	313.065	1.6025	0.51%	-0.493897
	200-250	309.6375	0.905	0.29%	-1.0651283
	250-300	300.98	1.395	0.46%	-0.5950672
	300-350	291.3825	1.645	0.56%	-0.3925132
	350-400	290.0475	1.705	0.59%	-0.3509372
	400-450	286.7275	1.7625	0.61%	-0.3048784
	450-500	288.025	1.3525	0.47%	-0.5810953
	>500	6549.2925	64.7375	0.99%	0.73749567
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	15.9025	2.61%	1.32778845
	51-100	509.76	4.9825	0.98%	0.1809321
	101-150	477.9325	1.8975	0.40%	-0.7633676
	151-200	444.3375	1.2475	0.28%	-1.1157789
	201-250	425.0125	2.1125	0.50%	-0.5290331
	251-300	418.58	1.48	0.35%	-0.8785851
	301-350	398.51	1.29	0.32%	-0.9674082
	351-400	370.51	1.285	0.35%	-0.8952069
	>400	5942.0825	49.0225	0.83%	-0.0015678
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	2680.2925	37.365	1.39%	0.842459
	0-0.1	441.515	12.795	2.90%	1.406968
	0.1-0.2	495.155	10.7575	2.17%	1.075057
	0.2-0.3	615.335	8.115	1.32%	0.515621
	0.3-0.4	1118.4175	6.3025	0.56%	-0.42578
	0.4-0.5	2303.54	3.2775	0.14%	-1.99945
	>0.5	1942.42	0.6075	0.03%	-3.50162

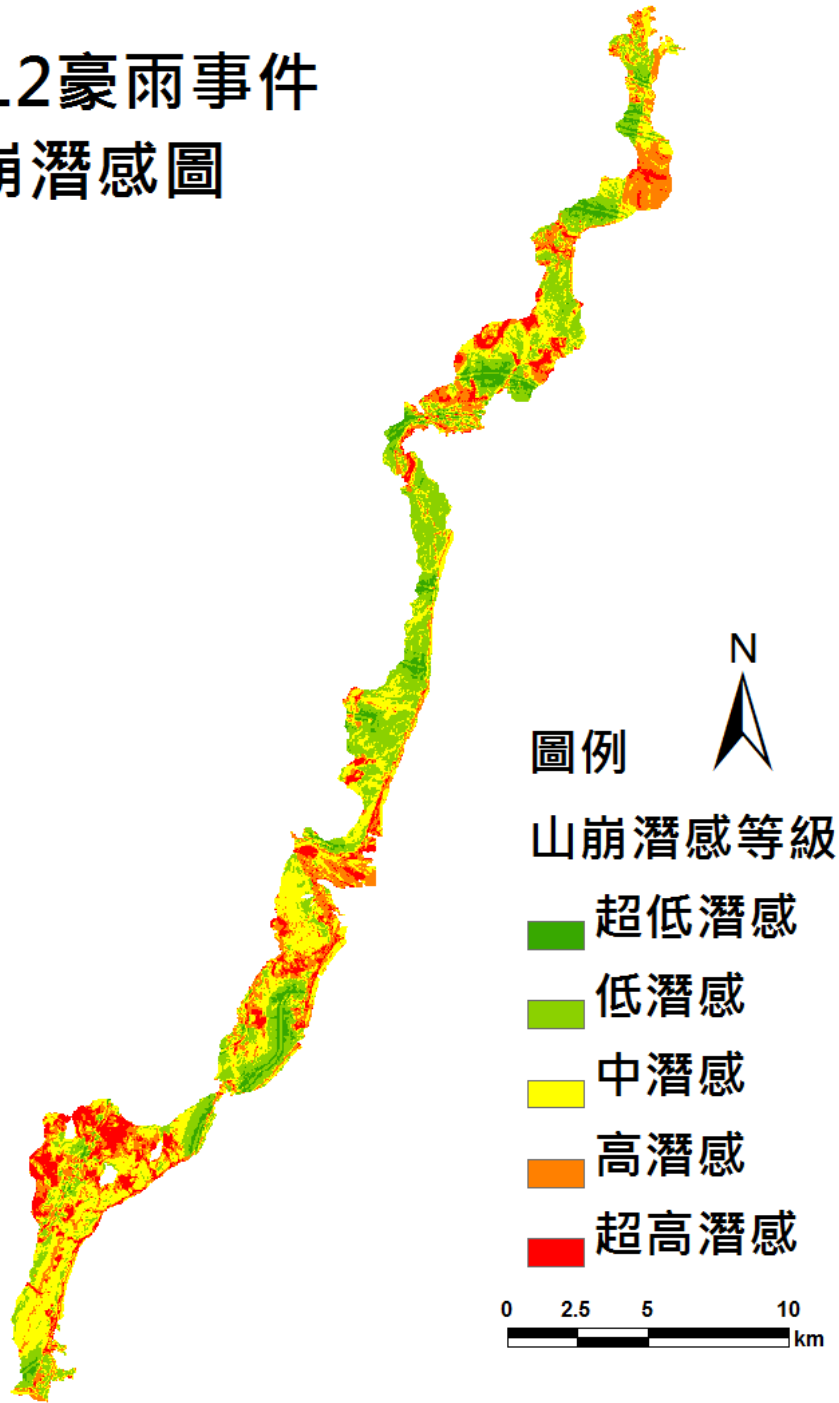
蘇拉颱風山崩潛感因子資料表

坡度	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<5	1508.3775	8.3425	0.55%	-1.6907024
	5-10	303.9575	14.3225	4.71%	0.66333921
	10-15	220.735	11.7375	5.32%	0.78831849
	15-20	267.8	10.1525	3.79%	0.42187666
	20-25	399.07	10.79	2.70%	0.06088942
	25-30	663.69	15.225	2.29%	-0.1180259
	30-35	1051.1175	25.31	2.41%	-0.0678663
	35-40	1368.5275	32.8775	2.40%	-0.0731127
	40-45	1338.0975	33.7125	2.52%	-0.0165121
	45-50	1029.5725	30.42	2.95%	0.16907653
	50-55	649.2925	21.1175	3.25%	0.26921644
	55-60	382.6525	14.745	3.85%	0.4463584
	>60	413.785	16.405	3.96%	0.47992353
坡向	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	北	1288.695	28.785	2.23%	-0.15736
	東北	1083.3725	27.12	2.50%	-0.02344
	東	1315.66	37.2675	2.83%	0.12405
	東南	1263.6775	34.9325	2.76%	0.093917
	南	1082.29	28.235	2.61%	0.024327
	西南	1050.4725	25.015	2.38%	-0.08055
	西	1282.5175	32.9575	2.57%	0.007004
	西北	1229.99	30.845	2.51%	-0.02176
高程	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<200	3831.245	115.19	3.01%	0.29571512
	200-400	1888.985	50.8625	2.69%	0.06769105
	400-600	1344.0925	37.4325	2.78%	0.10388303
	600-800	894.3125	22.495	2.52%	-0.0175139
	800-1000	608.98	6.8175	1.12%	-0.8779975
	1000-1200	418.8025	0.385	0.09%	-3.3938021
	1200-1400	210.93	0	0.00%	0
	1400-1600	148.26	0	0.00%	0
	1600-1800	116.65	0.3225	0.28%	-2.2578697
	>1800	134.4175	11.6525	8.67%	1.32212446
岩性	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	廬山層及其相當地層	297.4875	1.0475	0.35%	-2.03099

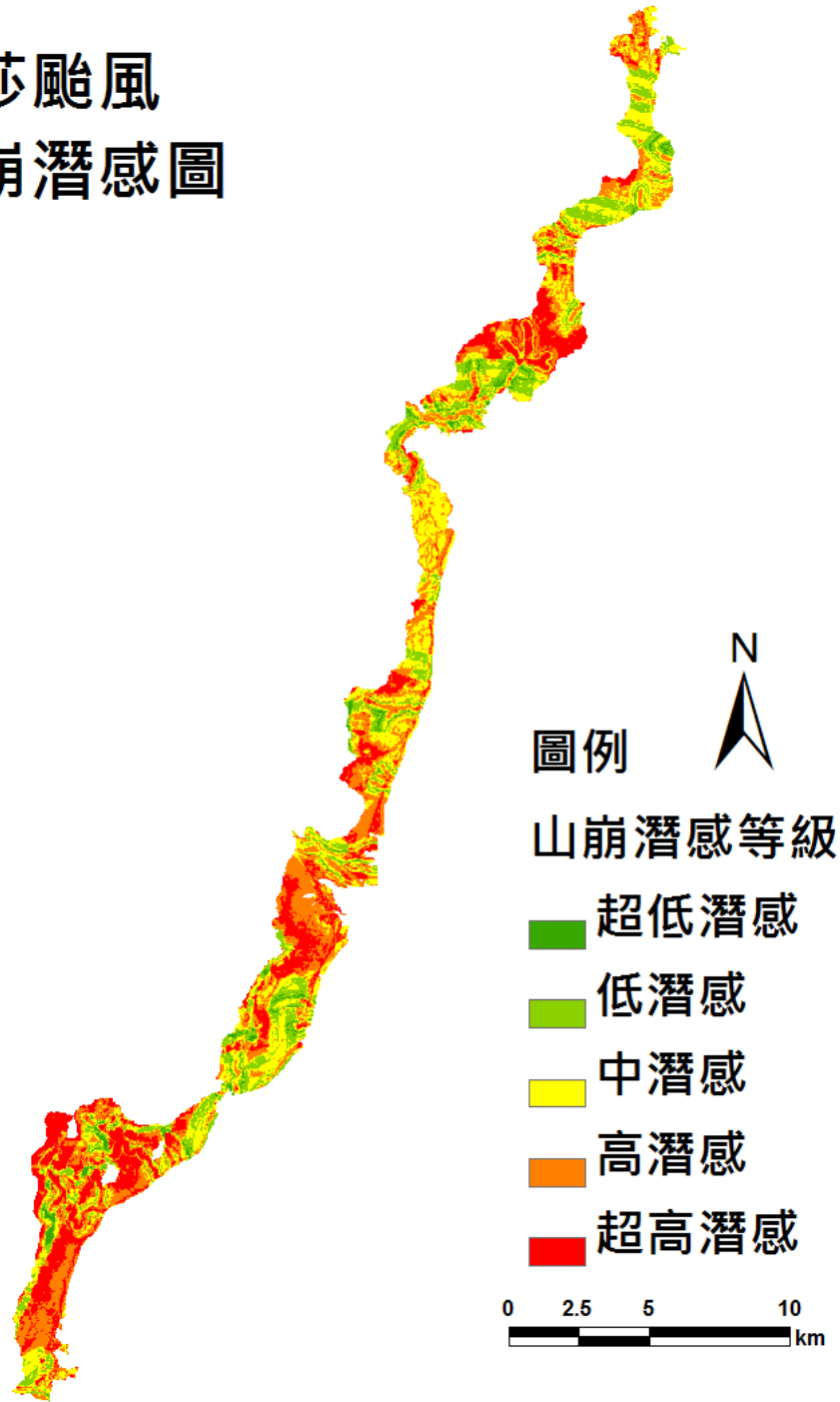
	畢祿山層	127.0025	0.03	0.02%	-4.7217
	大南澳片岩 (大理岩)	3394.8975	97.64	2.88%	0.196645
	大南澳片岩 (片麻岩)	1624.03	39.7375	2.52%	-0.05181
	大南澳片岩 (黑色片岩、 綠色片岩)	3102.83	106.4675	3.43%	0.489199
距構造線距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	337.805	4.3725	1.29%	-0.7110227
	50-100	314.815	6.13	1.95%	-0.2859775
	100-150	314.8975	5.585	1.77%	-0.3834654
	150-200	313.065	5.4975	1.76%	-0.3937711
	200-250	309.6375	4.89	1.58%	-0.5038811
	250-300	300.98	7.015	2.33%	-0.096925
	300-350	291.3825	7.115	2.44%	-0.0477354
	350-400	290.0475	7.1825	2.48%	-0.0329089
	400-450	286.7275	5.9975	2.09%	-0.2103691
	450-500	288.025	5.2125	1.81%	-0.3615495
	>500	6549.2925	186.16	2.84%	0.39332377
距河道距離	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<50	609.95	39.155	6.42%	1.07292367
	51-100	509.76	12.3225	2.42%	-0.0597395
	101-150	477.9325	7.3375	1.54%	-0.540853
	151-200	444.3375	7.105	1.60%	-0.4967472
	201-250	425.0125	8.8425	2.08%	-0.2189195
	251-300	418.58	8.945	2.14%	-0.1904022
	301-350	398.51	8.1125	2.04%	-0.2413589
	351-400	370.51	4.885	1.32%	-0.6938015
	>400	5942.0825	148.4525	2.50%	-0.0589921
正規化植生指數	分類	區間面積(ha)	崩塌面積(ha)	崩塌率(%)	權重值
	<0	1169.3475	32.04	2.74%	0.082343
	0-0.1	450.435	37.9225	8.42%	1.377604
	0.1-0.2	408.7675	42.0975	10.30%	1.625319
	0.2-0.3	433.975	42.225	9.73%	1.560015
	0.3-0.4	552.305	41.0025	7.42%	1.244859
	0.4-0.5	854.5525	30.505	3.57%	0.38569
	>0.5	5727.2925	19.365	0.34%	-2.90504

附錄五、山區道路山崩潛感分析圖

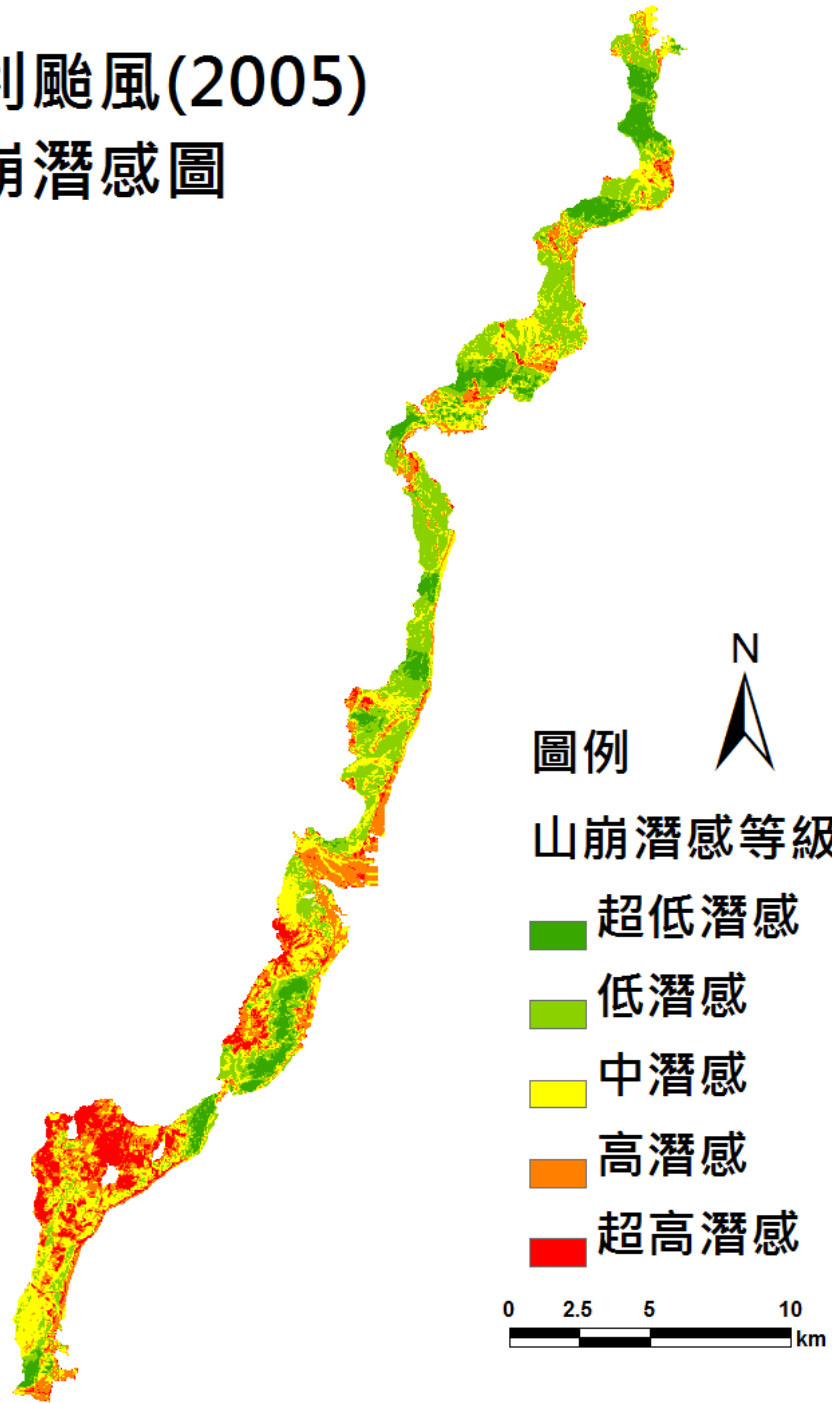
0612豪雨事件 山崩潛感圖



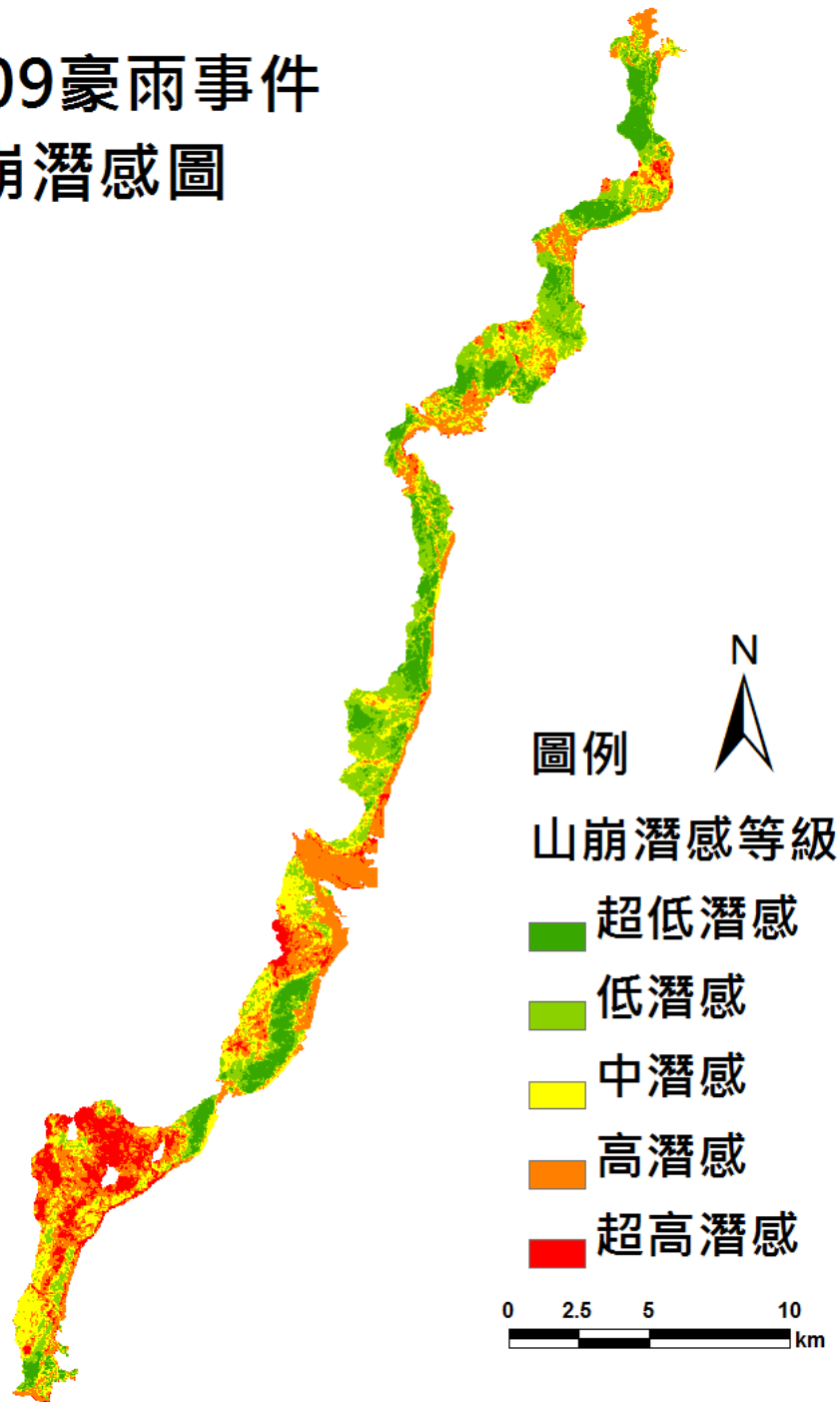
馬莎颱風 山崩潛感圖



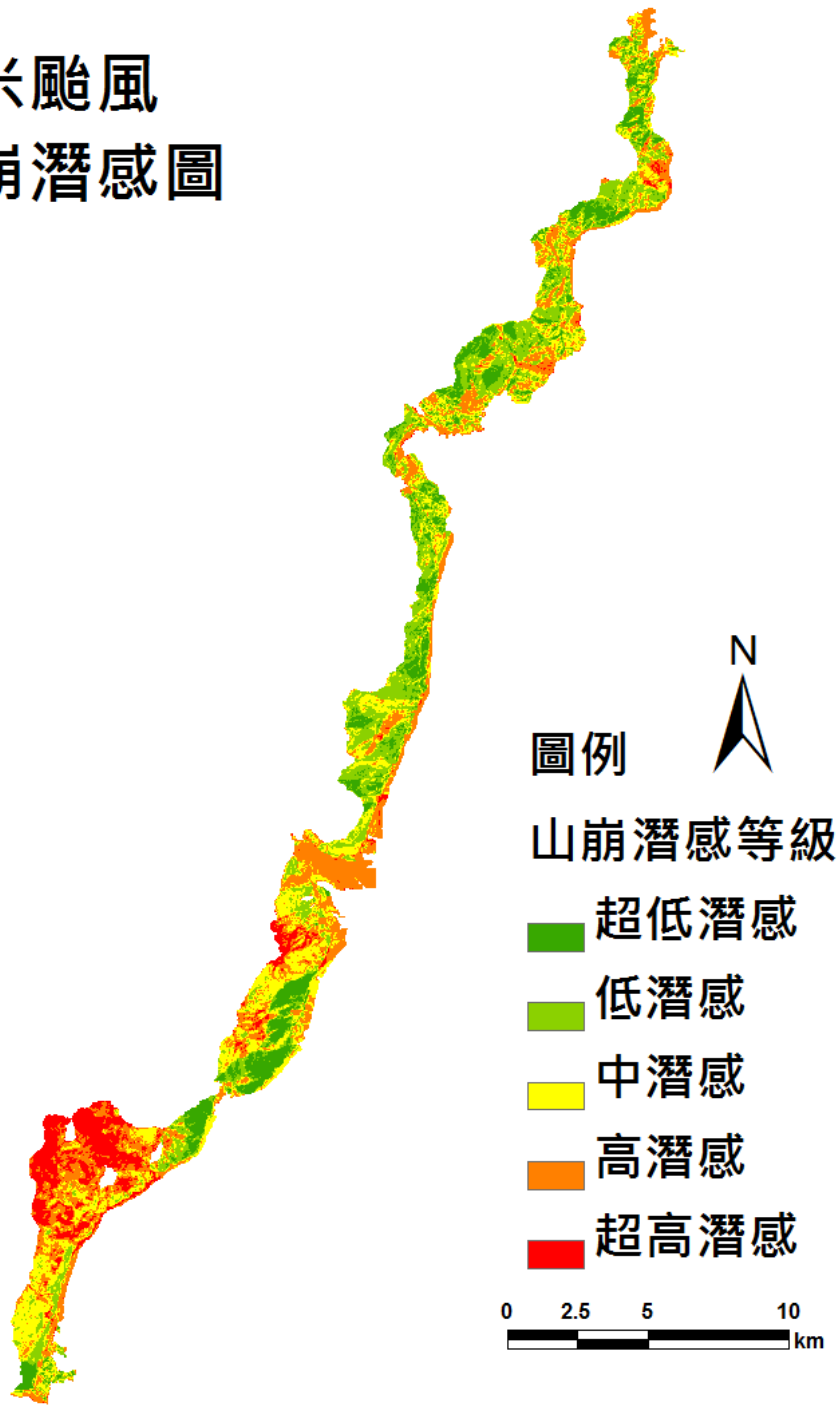
泰利颱風(2005) 山崩潛感圖



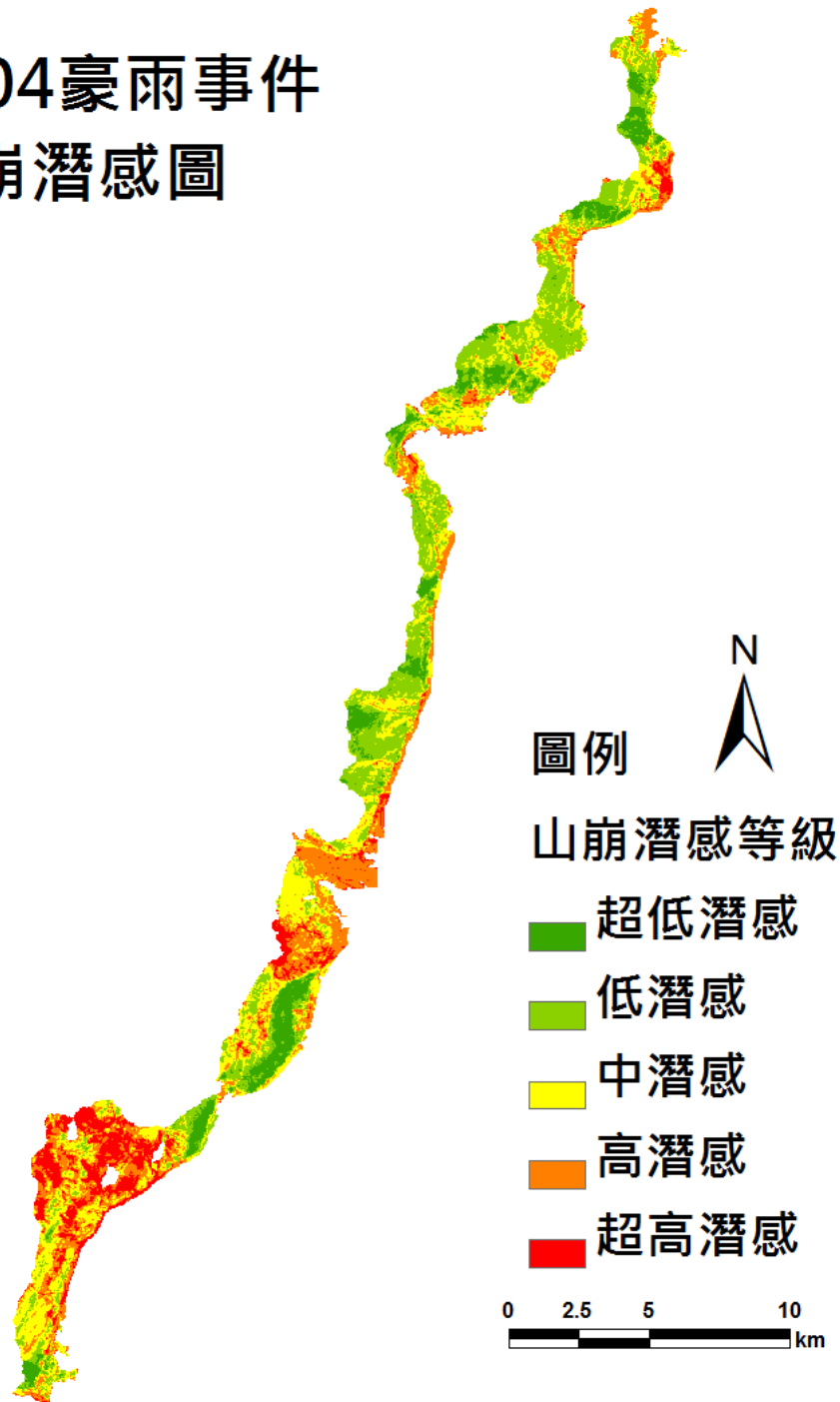
0609豪雨事件 山崩潛感圖



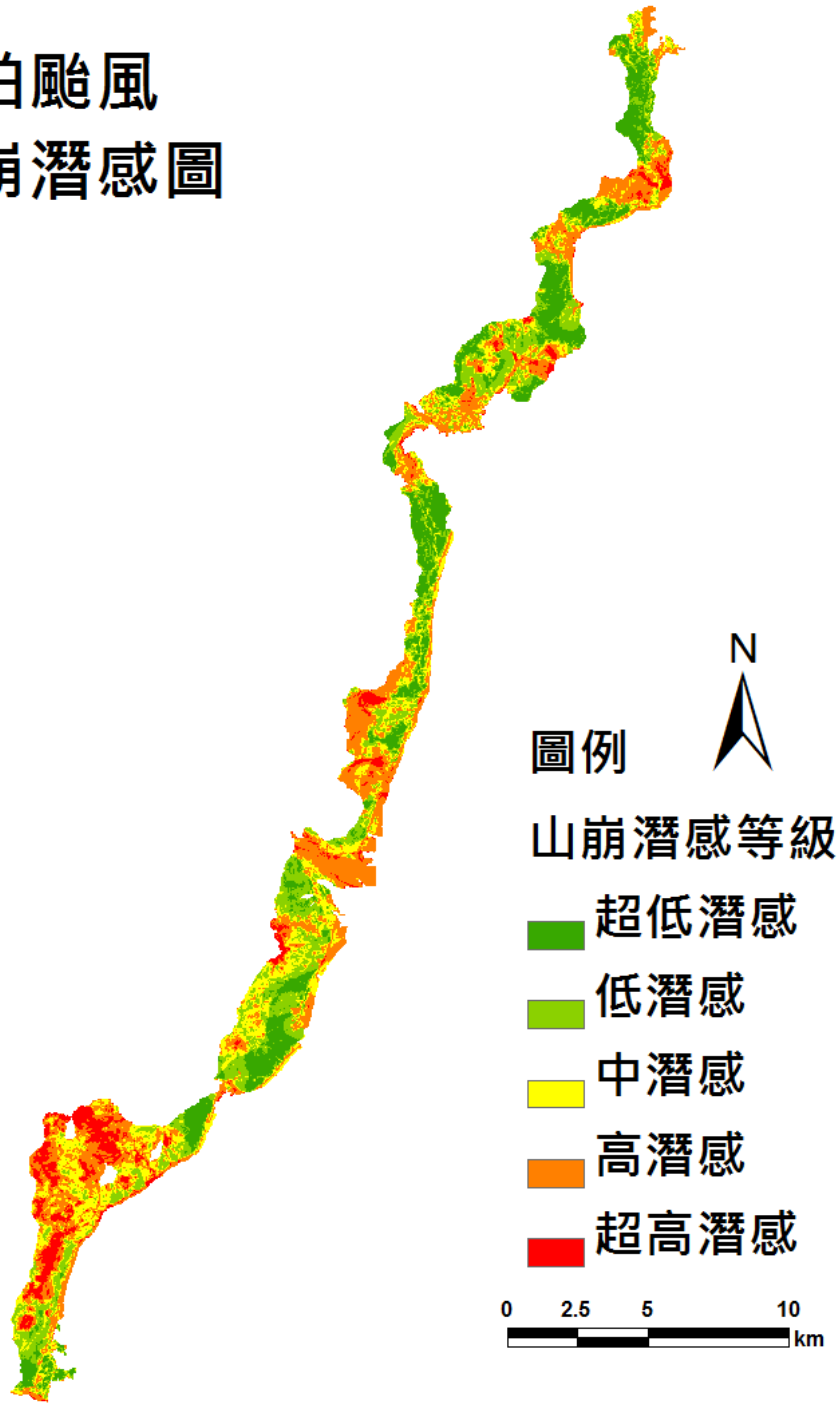
凱米颱風 山崩潛感圖



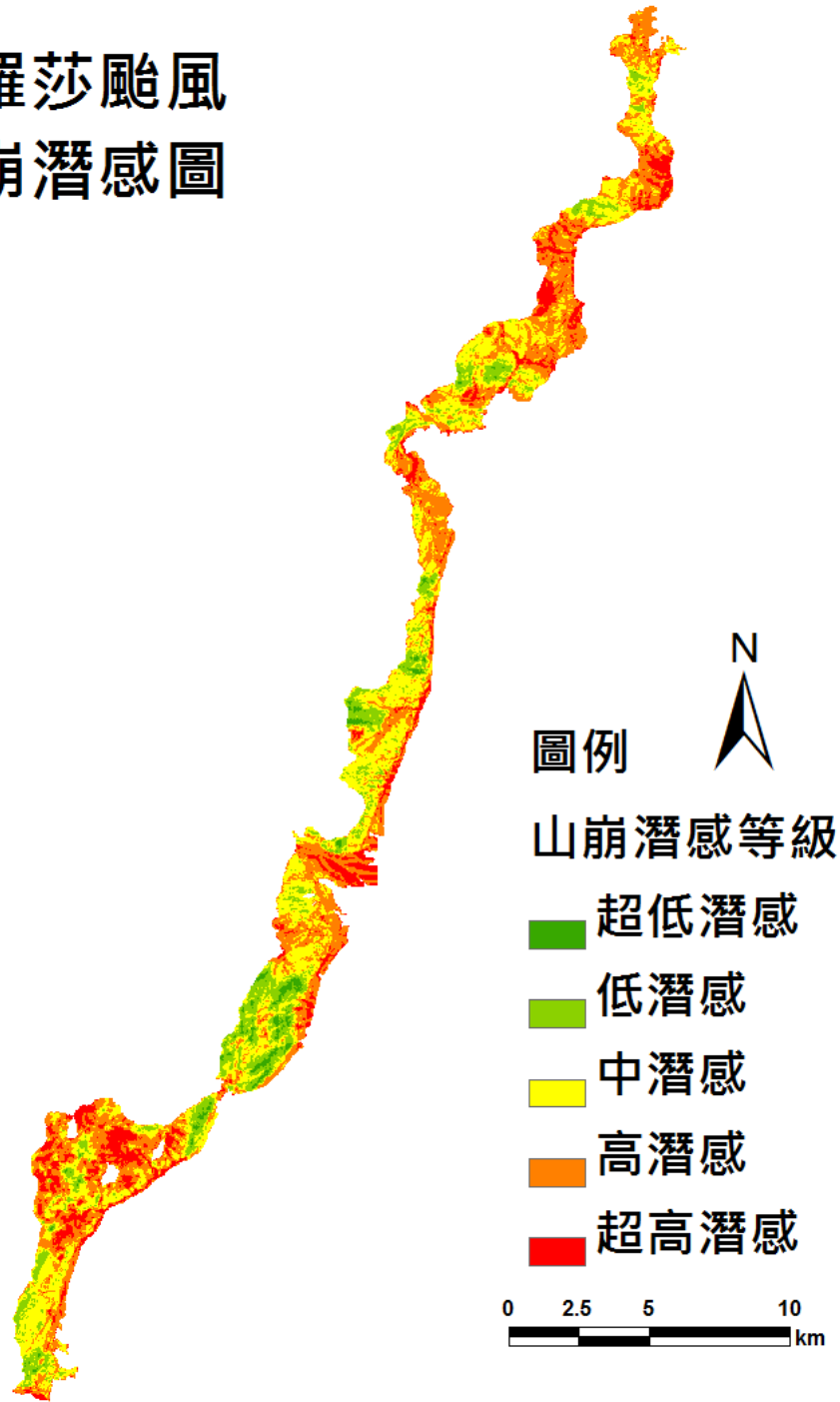
0604豪雨事件 山崩潛感圖



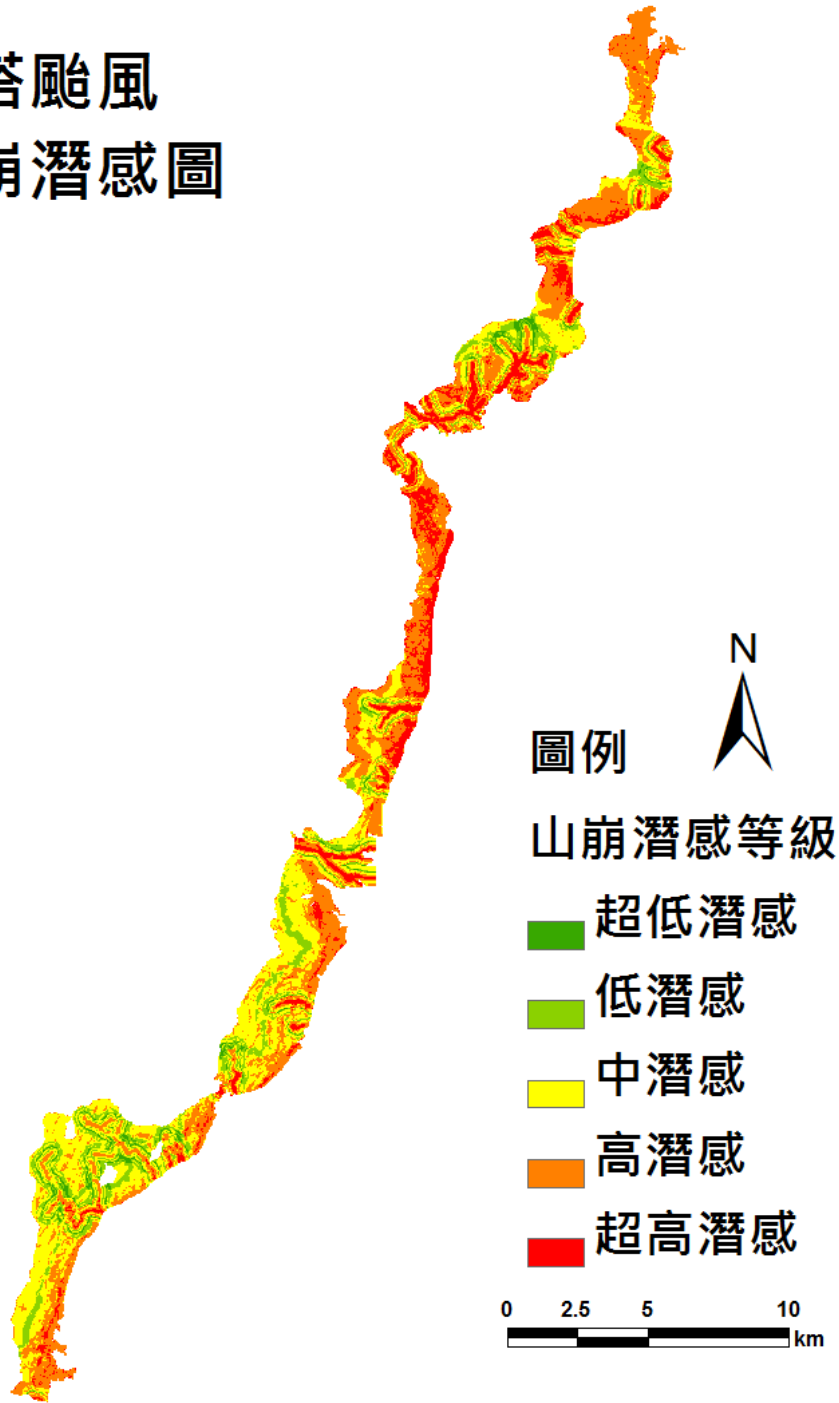
聖帕颱風 山崩潛感圖



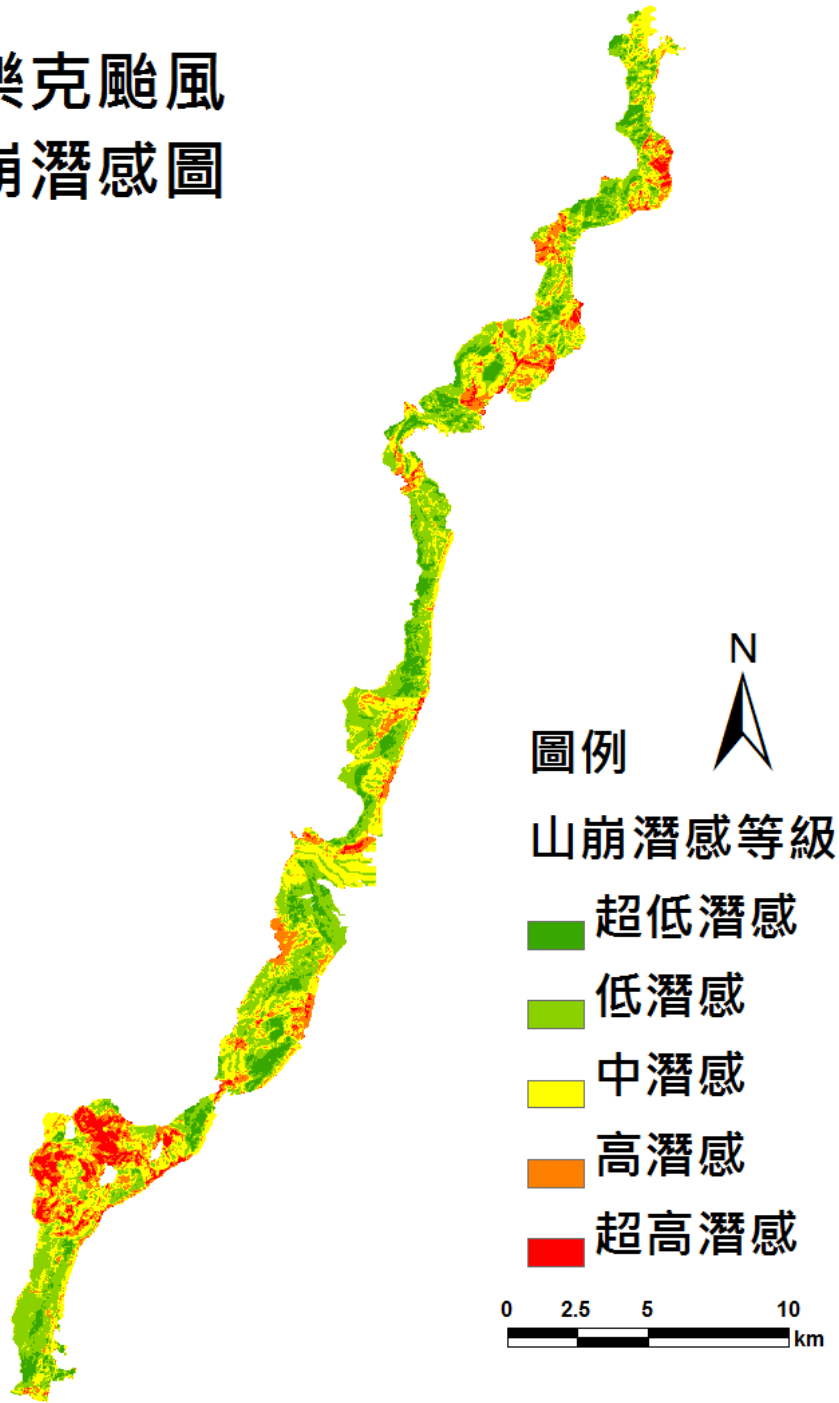
柯羅莎颱風 山崩潛感圖



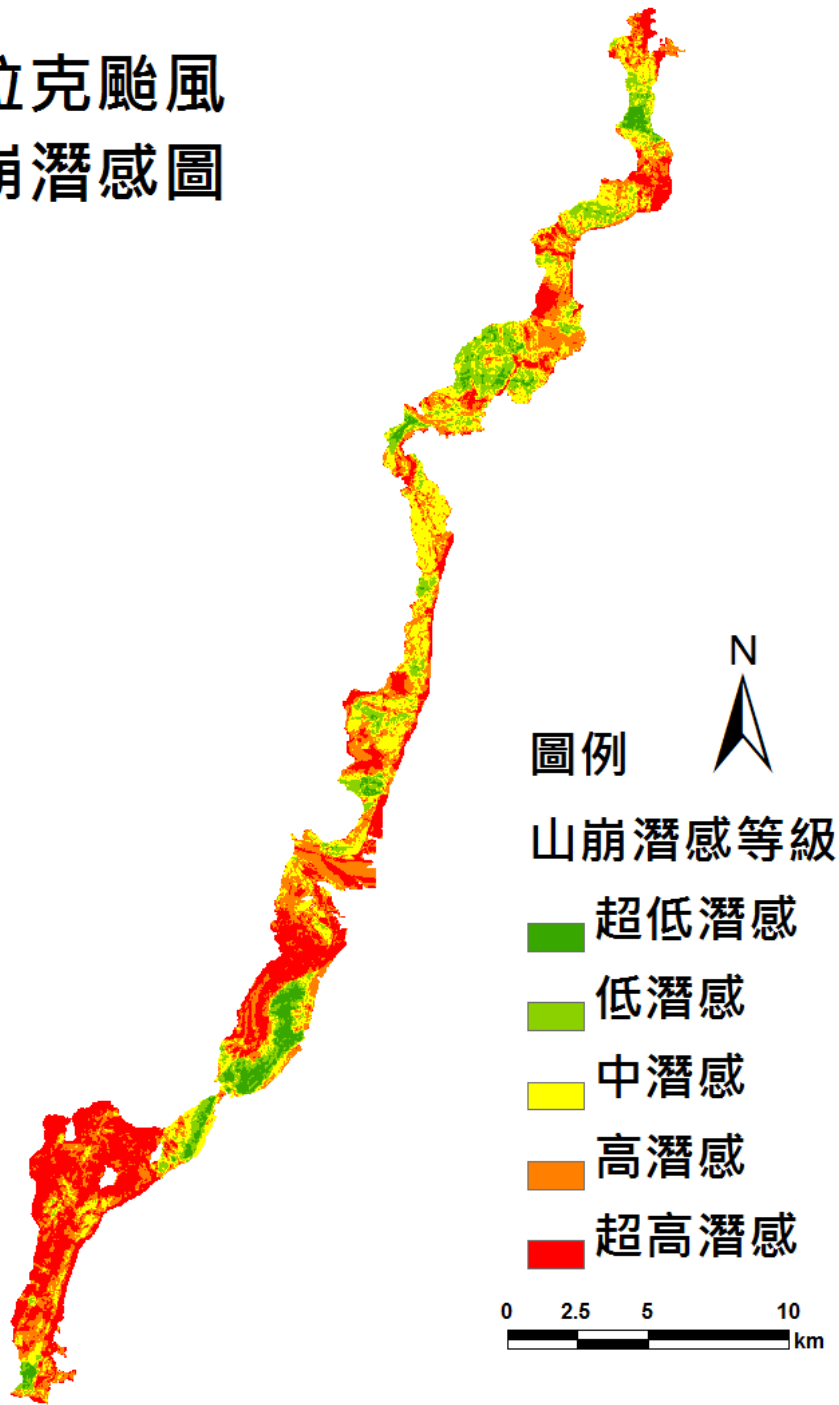
米塔颱風 山崩潛感圖



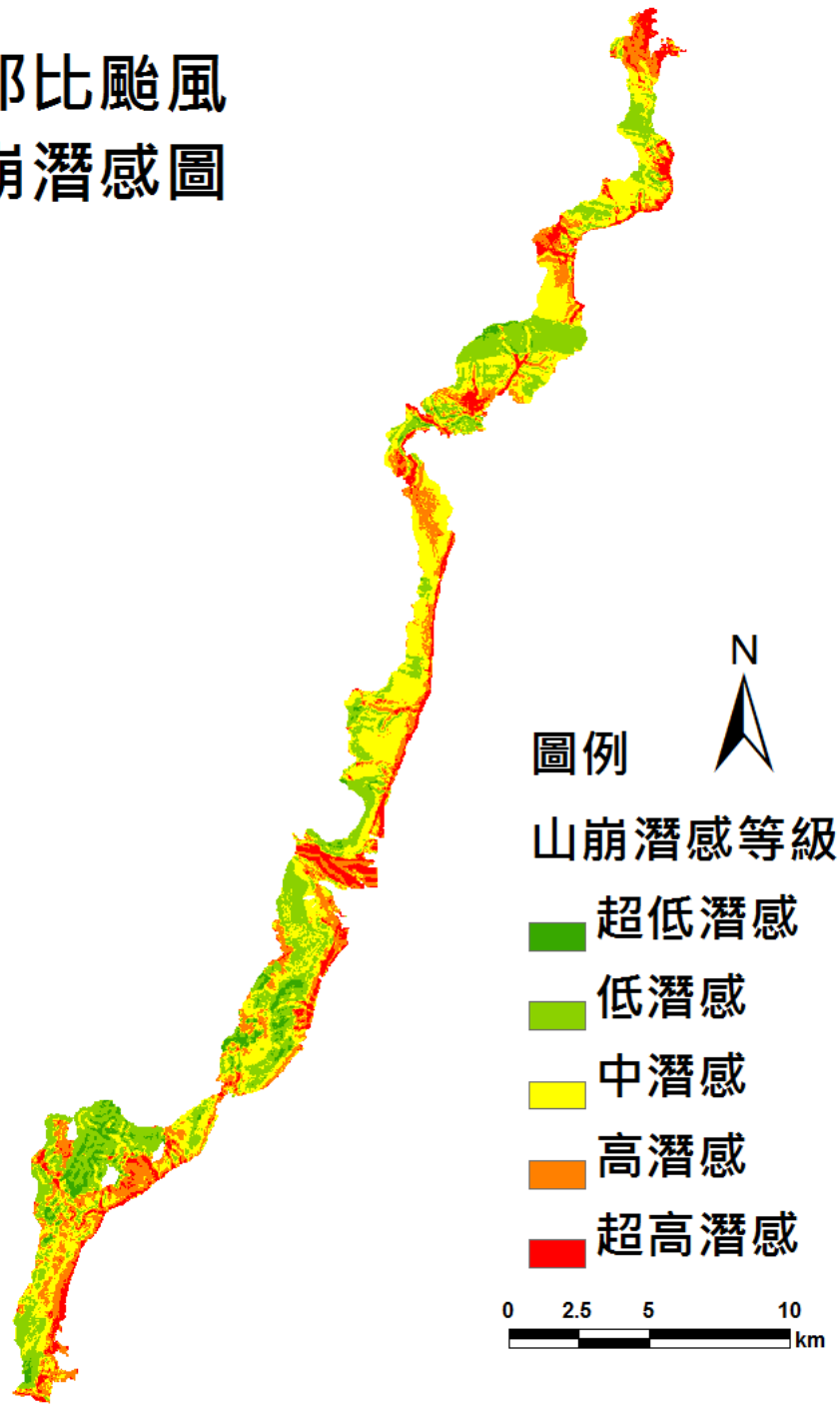
辛樂克颱風 山崩潛感圖



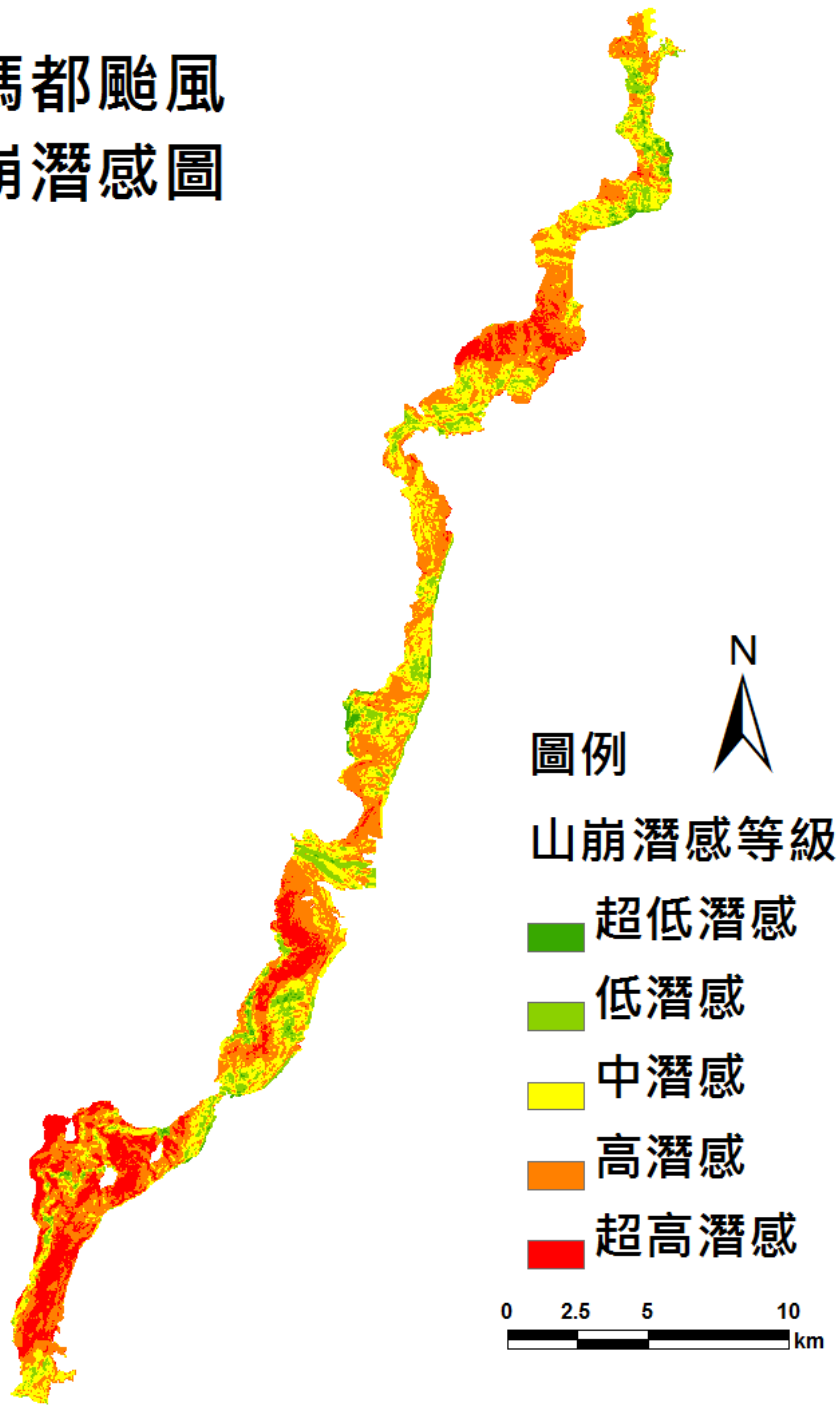
莫拉克颱風 山崩潛感圖



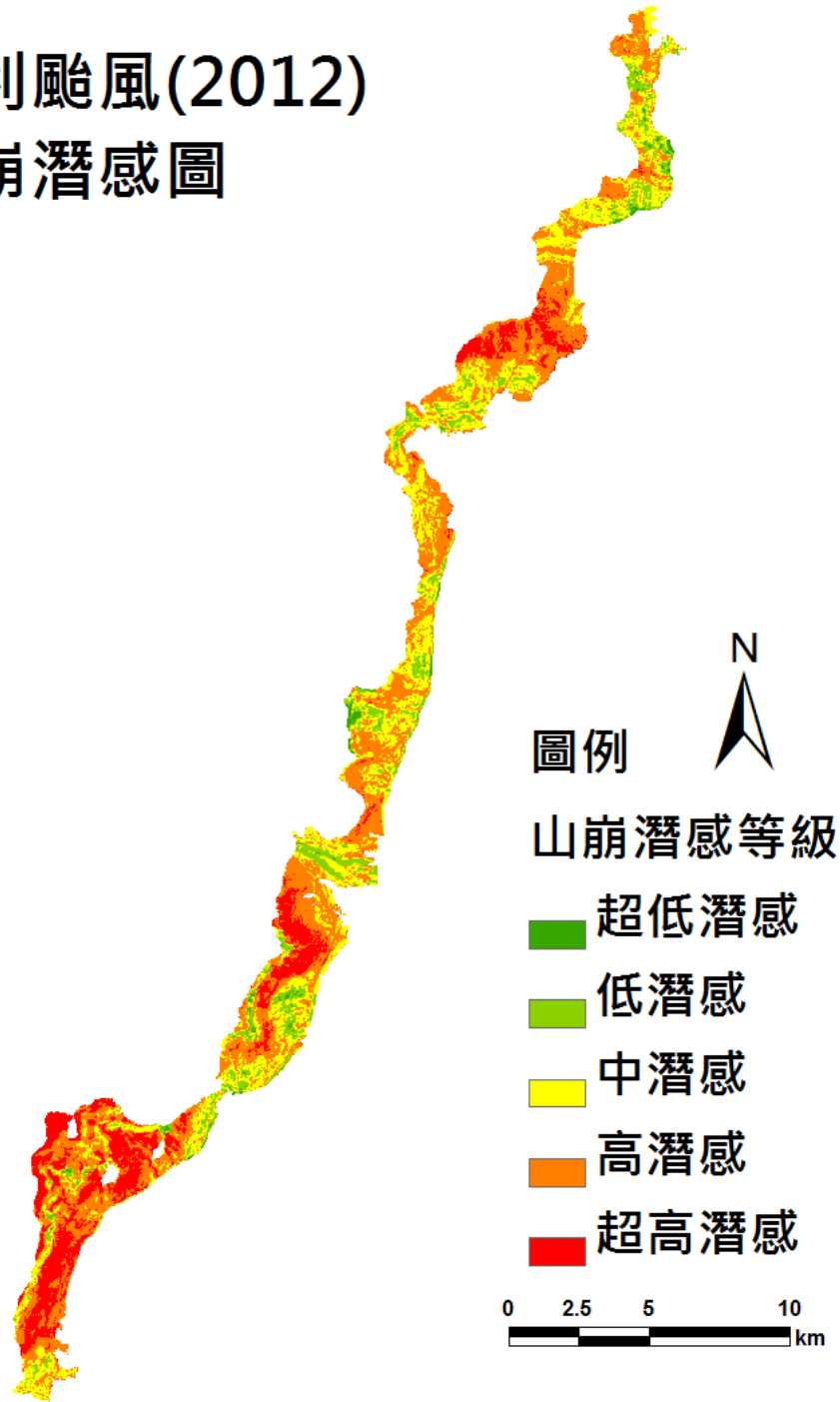
凡那比颱風 山崩潛感圖



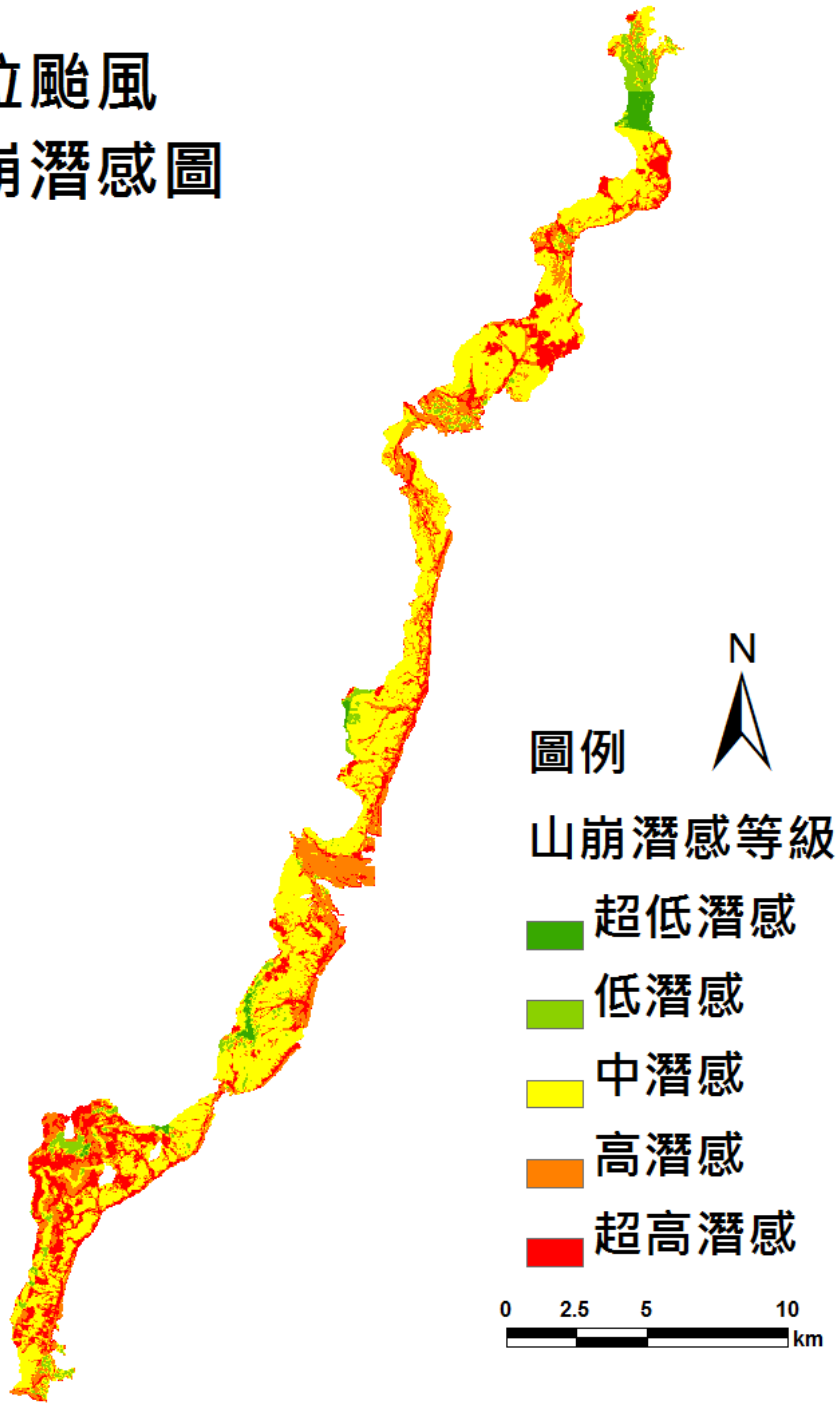
南瑪都颱風 山崩潛感圖



泰利颱風(2012) 山崩潛感圖



蘇拉颱風 山崩潛感圖



附錄六、 易致災路段風險分析表

台 9 線易致災路段風險分析結果

路段區間	編號	起始樁號	結束樁號	路段長度(m)	主要災害類型	上邊坡潛感	下邊坡潛感	發生機率	損失程度	上邊坡災害風險正規化	下邊坡災害風險正規化
北	1	106K+000	106K+500	500	岩屑崩滑	0.64	0.45	0.26	0.00	0.000	0.000
	2	106K+500	106K+700	200	岩屑崩滑	0.64	0.45	0.26	0.00	0.000	0.000
	3	106K+700	106K+800	100	岩屑崩滑	0.64	0.45	0.26	0.00	0.000	0.000
	4	106K+800	106K+850	50	蝕溝	0.64	0.36	0.00	0.29	0.000	0.000
	5	106K+850	106K+950	100	岩屑崩滑	0.64	0.36	0.26	0.00	0.000	0.000
	6	106K+950	107K+900	950	蝕溝	0.64	0.45	0.00	0.00	0.000	0.000
	7	107K+900	108K+150	250	岩屑崩滑	0.27	0.27	0.26	0.00	0.000	0.000
	8	108K+150	108K+450	300	岩屑崩滑	0.27	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	9	108K+450	108K+550	100	土石流	0.64	0.64	0.16	0.00	0.000	0.000
	10	108K+550	109K+400	850	岩屑崩滑	0.27	0.27	0.44	0.00	0.000	0.000
	11	109K+400	109K+700	300	岩屑崩滑	0.64	0.45	0.26	0.00	0.000	0.000
	12	109K+700	109K+800	100	岩屑崩滑	0.27	0.27	0.26	0.00	0.000	0.000
	13	109K+800	110K+050	250	岩屑崩滑	0.27	0.27	0.26	0.00	0.000	0.000
	14	110K+050	110K+400	350	岩屑崩滑	0.27	0.27	0.26	0.01	0.001	0.001
	15	110K+400	110K+470	70	岩屑崩滑	0.18	0.18	0.44	1.00	0.183	0.183
	16	110K+470	110K+700	230	岩屑崩滑	0.18	0.18	0.38	0.00	0.000	0.000
	17	110K+700	110K+800	100	岩屑崩滑	0.18	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	18	110K+800	110K+950	150	岩屑崩滑	0.18	0.18	0.26	0.47	0.050	0.050
	19	110K+950	111K+400	450	岩屑崩滑	0.55	0.55	0.60	0.00	0.003	0.003
	20	111K+400	111K+950	550	岩屑崩滑	0.64	0.64	0.79	0.11	0.125	0.125
	21	111K+950	112K+400	450	岩屑崩滑	0.64	0.64	0.79	0.16	0.179	0.179
	22	112K+400	112K+750	350	落石	0.64	0.45	0.54	0.01	0.009	0.006
	23	112K+750	113K+050	300	蝕溝	0.73	0.73	0.91	0.23	0.352	0.352
	24	113K+050	113K+600	550	岩屑崩滑	0.91	0.91	0.53	0.13	0.140	0.140
	25	113K+600	114K+100	500	岩屑崩滑	0.64	0.64	0.26	0.00	0.000	0.000
	26	114K+100	114K+200	100	岩屑崩滑	0.55	0.55	0.26	0.00	0.000	0.000
	27	114K+200	114K+480	280	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.26	0.25	0.053	0.053
	28	114K+480	114K+600	120	岩屑崩滑	0.82	0.45	0.43	0.00	0.000	0.000
	29	114K+600	114K+750	150	土石流	0.82	0.45	0.05	0.47	0.040	0.022
	30	114K+750	114K+880	130	岩屑崩滑	0.45	0.45	0.26	0.00	0.000	0.000
	31	114K+880	114K+940	60	蝕溝	0.45	0.18	0.17	0.00	0.000	0.000
	32	114K+940	115K+000	60	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.44	0.00	0.000	0.000

路段區間	編號	起始樁號	結束樁號	路段長度(m)	主要災害類型	上邊坡潛感	下邊坡潛感	發生機率	損失程度	上邊坡災害風險正規化	下邊坡災害風險正規化
北	33	115K+000	115K+150	150	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.44	0.00	0.000	0.000
	34	115K+150	115K+260	130	岩屑崩滑	0.36	0.18	0.44	0.00	0.000	0.000
	35	115K+260	115K+330	70	蝕溝	0.64	0.45	0.17	0.00	0.000	0.000
	36	115K+330	115K+680	350	岩屑崩滑	0.64	0.36	0.44	0.00	0.001	0.000
	37	115K+680	116K+000	320	岩屑崩滑	0.82	0.82	1.00	0.44	0.817	0.817
	38	116K+000	116K+080	80	土石流	1.00	1.00	0.80	0.00	0.002	0.002
	39	116K+080	116K+200	120	岩屑崩滑	0.82	0.73	1.00	0.00	0.001	0.001
	40	116K+200	116K+300	100	岩屑崩滑	0.73	0.45	0.44	0.00	0.001	0.000
	41	116K+300	116K+390	90	岩屑崩滑	0.55	0.45	0.44	0.37	0.202	0.169
	42	116K+390	116K+480	90	土石流	0.91	0.91	0.48	0.00	0.001	0.001
	43	116K+480	116K+650	170	岩屑崩滑	0.27	0.27	0.44	0.00	0.000	0.000
	44	116K+650	116K+850	200	岩屑崩滑	0.91	0.91	0.69	0.70	1.000	1.000
	45	116K+850	116K+930	80	岩屑崩滑	0.45	0.45	0.60	0.00	0.001	0.001
	46	116K+930	117K+000	70	蝕溝	0.82	0.82	0.28	0.00	0.001	0.001
	47	117K+000	117K+080	80	岩屑崩滑	0.27	0.27	0.38	0.00	0.000	0.000
	48	117K+080	117K+250	170	岩屑崩滑	0.64	0.64	0.38	0.00	0.000	0.000
	49	117K+250	117K+400	150	岩屑崩滑	0.45	0.45	0.26	0.01	0.002	0.002
	50	117K+400	117K+550	150	土石流	1.00	1.00	0.19	0.47	0.200	0.200
	51	117K+550	117K+650	100	蝕溝	0.73	0.73	0.00	0.00	0.000	0.000
	52	117K+650	118K+050	400	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.26	0.00	0.000	0.000
	53	118K+050	118K+490	440	岩屑崩滑	0.64	0.64	0.26	0.00	0.000	0.000
	54	118K+490	118K+550	60	土石流	0.45	0.45	0.00	0.00	0.000	0.000
	55	118K+550	118K+690	140	岩屑崩滑	0.27	0.18	0.26	0.00	0.001	0.000
	56	118K+690	118K+750	60	岩屑崩滑	0.27	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	57	118K+750	118K+850	100	蝕溝	0.45	0.27	0.00	0.00	0.000	0.000
	58	118K+850	118K+920	40	岩屑崩滑	0.27	0.18	0.38	0.00	0.000	0.000
	59	118K+850	118K+850	40	岩屑崩滑	0.27	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	60	118K+920	119K+000	80	蝕溝	0.36	0.18	0.00	0.00	0.000	0.000
	61	119K+000	119K+200	200	岩屑崩滑	0.27	0.27	0.26	0.00	0.000	0.000
	62	119K+200	120K+450	1250	無	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
	63	120K+450	120K+650	200	岩屑崩滑	0.27	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	64	120K+650	120K+750	100	岩屑崩滑	0.27	0.18	0.33	0.00	0.000	0.000
	65	120K+750	120K+820	70	岩屑崩滑	0.64	0.45	0.26	0.00	0.000	0.000
	66	120K+820	120K+880	60	土石流	0.82	0.82	0.00	0.00	0.000	0.000

路段區間	編號	起始樁號	結束樁號	路段長度(m)	主要災害類型	上邊坡潛感	下邊坡潛感	發生機率	損失程度	上邊坡災害風險正規化	下邊坡災害風險正規化
北	67	120K+880	121K+000	120	岩屑崩滑	0.27	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	68	121K+000	121K+100	100	岩屑崩滑	0.45	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	69	121K+100	121K+200	100	蝕溝	0.45	0.45	0.00	0.00	0.000	0.000
	70	121K+200	121K+460	260	岩屑崩滑	0.36	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	71	121K+460	121K+560	100	蝕溝	0.64	0.45	0.05	0.00	0.000	0.000
	72	121K+560	121K+650	90	岩屑崩滑	0.36	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	73	121K+650	121K+750	100	岩屑崩滑	0.73	0.45	0.33	0.00	0.000	0.000
	74	121K+750	121K+800	50	土石流	0.55	0.55	0.00	0.00	0.000	0.000
	75	121K+800	121K+900	100	岩屑崩滑	0.27	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	76	121K+900	122K+100	200	土石流	0.55	0.55	0.00	0.00	0.000	0.000
	77	122K+100	122K+180	80	蝕溝	0.64	0.45	0.05	0.00	0.000	0.000
	78	122K+180	122K+400	220	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.26	0.00	0.000	0.000
	79	122K+400	122K+500	100	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.26	0.00	0.000	0.000
	80	122K+500	123K+050	550	岩屑崩滑	0.27	0.27	0.38	0.02	0.004	0.004
	81	123K+050	123K+200	150	蝕溝	0.64	0.64	0.00	0.07	0.000	0.000
	82	123K+200	123K+300	100	蝕溝	0.45	0.45	0.00	0.00	0.000	0.000
	83	123K+300	123K+400	100	岩屑崩滑	0.27	0.27	0.26	0.00	0.001	0.001
	84	123K+400	123K+580	180	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.44	0.01	0.003	0.003
	85	123K+580	123K+700	120	蝕溝	0.64	0.64	0.00	0.00	0.000	0.000
	86	123K+700	123K+850	150	岩屑崩滑	0.36	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	87	123K+850	124K+080	230	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.26	0.00	0.000	0.000
	88	124K+080	124K+300	220	岩屑崩滑	0.73	0.73	0.26	0.00	0.000	0.000
	89	124K+300	124K+400	100	土石流	0.55	0.55	0.00	0.00	0.000	0.000
	90	124K+400	125K+700	1300	無	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
	91	125K+700	125K+800	100	蝕溝	0.55	0.55	0.17	0.00	0.000	0.000
	92	125K+800	126K+200	600	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.44	0.00	0.000	0.000
	93	126K+200	126K+250	50	岩屑崩滑	0.64	0.64	0.26	0.00	0.001	0.001
	94	126K+250	126K+300	50	土石流	0.82	0.82	0.12	0.00	0.000	0.000
	95	126K+300	126K+550	250	岩屑崩滑	0.18	0.18	0.44	0.00	0.000	0.000
	96	126K+550	126K+850	300	岩屑崩滑	0.18	0.18	0.44	0.01	0.002	0.002
	97	126K+850	127K+050	200	岩屑崩滑	0.64	0.45	0.26	0.00	0.000	0.000
	98	127K+050	127K+200	150	土石流	0.73	0.73	0.20	0.00	0.000	0.000
	99	127K+200	127K+500	300	岩屑崩滑	0.27	0.18	0.43	0.00	0.000	0.000
	100	127K+500	127K+750	250	岩屑崩滑	0.27	0.27	0.26	0.00	0.000	0.000

路段區間	編號	起始樁號	結束樁號	路段長度(m)	主要災害類型	上邊坡潛感	下邊坡潛感	發生機率	損失程度	上邊坡災害風險正規化	下邊坡災害風險正規化
北	101	127K+750	127K+800	50	蝕溝	0.27	0.18	0.00	0.00	0.000	0.000
	102	127K+800	128K+250	450	岩屑崩滑	0.18	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	103	128K+250	128K+300	50	岩屑崩滑	0.82	0.64	0.26	0.00	0.001	0.001
	104	128K+300	128K+500	200	土石流	0.27	0.27	0.00	0.00	0.000	0.000
	105	128K+500	128K+800	300	土石流	0.64	0.64	0.17	0.00	0.000	0.000
	106	128K+800	128K+900	100	岩屑崩滑	0.45	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	107	128K+900	129K+000	100	岩屑崩滑	0.55	0.45	0.33	0.00	0.000	0.000
	108	129K+000	129K+500	500	土石流	0.55	0.55	0.00	0.00	0.000	0.000
	109	129K+500	129K+750	250	岩屑崩滑	0.45	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	110	129K+750	130K+000	250	岩屑崩滑	0.36	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	111	130K+000	130K+110	100	土石流	0.64	0.64	0.17	0.00	0.000	0.000
	112	130K+110	130K+400	290	岩屑崩滑	0.73	0.36	0.26	0.00	0.000	0.000
	113	130K+400	130K+600	200	岩屑崩滑	0.18	0.18	0.26	0.00	0.000	0.000
	114	130K+600	131K+000	400	土石流	0.64	0.64	0.17	0.00	0.000	0.000
中	115	131K+000	132K+600	1600	無	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
	116	132K+600	133K+000	400	落石	0.32	0.26	0.24	0.00	0.000	0.000
	117	133K+000	133K+450	450	岩屑崩滑	0.26	0.21	0.15	0.00	0.002	0.001
	118	133K+450	133K+700	250	岩屑崩滑	0.26	0.11	0.15	0.00	0.000	0.000
	119	133K+700	133K+950	250	土石流	0.47	0.37	0.00	0.00	0.000	0.000
	120	133K+950	134K+200	250	岩屑崩滑	0.47	0.42	0.15	0.00	0.000	0.000
	121	134K+200	134K+950	750	無	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
	122	134K+950	135K+400	450	岩屑崩滑	0.32	0.26	0.15	0.00	0.000	0.000
	123	135K+400	135K+500	100	岩屑崩滑	0.32	0.26	0.30	0.00	0.000	0.000
	124	135K+500	135K+580	80	土石流	0.26	0.11	0.13	0.23	0.102	0.032
	125	135K+580	135K+850	270	岩屑崩滑	0.21	0.11	0.15	0.00	0.000	0.000
	126	135K+850	136K+150	300	岩屑崩滑	0.26	0.16	0.15	0.00	0.000	0.000
	127	136K+150	136K+680	530	岩屑崩滑	0.42	0.26	0.15	0.00	0.000	0.000
	128	136K+680	136K+750	70	土石流	0.32	0.32	0.00	0.00	0.000	0.000
	129	136K+750	137K+000	250	岩屑崩滑	0.11	0.11	0.15	0.00	0.000	0.000
	130	137K+000	137K+420	420	岩屑崩滑	0.11	0.11	0.15	0.00	0.000	0.000
	131	137K+420	137K+600	180	岩屑崩滑	0.11	0.11	0.30	0.00	0.000	0.000
	132	137K+600	137K+680	80	土石流	0.16	0.11	0.21	0.00	0.000	0.000
	133	137K+680	137K+920	240	岩屑崩滑	0.16	0.16	0.15	0.00	0.000	0.000
	134	137K+920	138K+150	230	岩屑崩滑	0.16	0.16	0.15	0.00	0.000	0.000

路段區間	編號	起始樁號	結束樁號	路段長度(m)	主要災害類型	上邊坡潛感	下邊坡潛感	發生機率	損失程度	上邊坡災害風險正規化	下邊坡災害風險正規化
中	135	138K+150	138K+270	120	岩屑崩滑	0.32	0.32	0.15	0.00	0.000	0.000
	136	138K+270	138K+350	80	土石流	0.16	0.11	0.00	0.00	0.000	0.000
	137	138K+350	138K+620	270	岩屑崩滑	0.16	0.16	0.15	0.00	0.000	0.000
	138	138K+620	138K+680	60	土石流	0.16	0.11	0.00	0.00	0.000	0.000
	139	138K+680	138K+880	200	岩屑崩滑	0.16	0.16	0.30	0.00	0.000	0.000
	140	138K+880	139K+120	240	岩屑崩滑	0.05	0.05	0.37	0.00	0.000	0.000
	141	139K+120	139K+250	130	岩屑崩滑	0.05	0.05	0.37	0.00	0.000	0.000
	142	139K+250	139K+320	70	岩屑崩滑	0.05	0.05	0.37	0.00	0.000	0.000
	143	139K+320	139K+900	580	岩屑崩滑	0.05	0.05	0.15	0.03	0.003	0.002
	144	139K+900	140K+170	270	落石	0.11	0.11	0.15	0.01	0.003	0.002
	145	140K+170	140K+270	100	落石	0.11	0.11	0.15	0.00	0.000	0.000
	146	140K+270	140K+700	430	落石	0.11	0.11	0.15	0.01	0.003	0.002
	147	140K+700	140K+800	100	岩體滑動	0.37	0.26	0.15	0.00	0.002	0.001
	148	140K+800	141K+000	200	土石流	0.11	0.11	0.00	0.01	0.000	0.000
	149	141K+000	141K+250	250	蝕溝	0.21	0.21	0.21	0.02	0.014	0.011
	150	141K+250	141K+670	420	落石	0.37	0.26	0.36	0.00	0.000	0.000
	151	141K+670	141K+730	60	蝕溝	0.32	0.42	0.37	0.00	0.001	0.001
	152	141K+730	141K+830	100	岩屑崩滑	0.47	0.42	0.24	0.00	0.001	0.000
	153	141K+830	141K+950	120	落石	0.37	0.26	0.51	0.00	0.001	0.000
	154	141K+950	142K+040	90	落石	0.16	0.11	0.61	0.00	0.001	0.000
	155	142K+040	142K+100	60	落石	0.11	0.11	0.30	0.00	0.000	0.000
	156	142K+100	142K+360	260	蝕溝	0.42	0.21	0.08	0.07	0.027	0.011
	157	142K+360	142K+570	210	蝕溝	0.32	0.32	0.36	0.02	0.027	0.021
	158	142K+570	142K+660	90	蝕溝	0.26	0.32	0.36	0.00	0.001	0.000
	159	142K+660	142K+800	140	岩屑崩滑	0.42	0.26	0.51	0.00	0.001	0.000
	160	142K+800	143K+080	280	蝕溝	0.37	0.26	0.36	0.00	0.000	0.000
	161	143K+080	143K+120	40	土石流	0.32	0.32	0.21	0.00	0.001	0.001
	162	143K+120	143K+280	160	岩屑崩滑	0.47	0.42	0.63	0.00	0.001	0.001
	163	143K+280	143K+450	170	岩屑崩滑	0.16	0.16	0.15	0.00	0.000	0.000
	164	143K+450	143K+550	100	蝕溝	0.37	0.37	0.00	0.00	0.000	0.000
	165	143K+550	143K+620	70	岩體滑動	0.53	0.37	0.15	0.26	0.267	0.146
	166	143K+620	143K+700	80	蝕溝	0.26	0.11	0.21	0.00	0.000	0.000
	167	143K+700	143K+900	200	岩屑崩滑	0.32	0.32	0.37	0.04	0.057	0.044
	168	143K+900	144K+000	100	土石流	0.26	0.11	0.36	0.00	0.000	0.000

路段區間	編號	起始樁號	結束樁號	路段長度(m)	主要災害類型	上邊坡潛感	下邊坡潛感	發生機率	損失程度	上邊坡災害風險正規化	下邊坡災害風險正規化
中	169	144K+000	144K+180	180	岩屑崩滑	0.32	0.21	0.37	0.00	0.000	0.000
	170	144K+180	144K+220	40	蝕溝	0.37	0.47	0.21	1.00	1.000	1.000
	171	144K+220	144K+570	350	岩屑崩滑	0.58	0.58	0.37	0.05	0.142	0.111
	172	144K+570	144K+600	30	蝕溝	0.53	0.58	0.60	0.00	0.006	0.005
	173	144K+600	144K+700	100	岩屑崩滑	0.37	0.37	0.37	0.00	0.001	0.001
	174	144K+700	144K+850	50	土石流	0.58	0.58	0.47	0.17	0.607	0.472
	175	144K+850	145K+000	150	岩屑崩滑	0.42	0.53	0.47	0.00	0.001	0.001
	176	145K+000	145K+030	30	岩屑崩滑	0.47	0.47	0.47	0.04	0.100	0.078
	177	145K+030	145K+180	150	土石流	0.58	0.58	0.21	0.00	0.006	0.005
	178	145K+180	145K+220	40	岩屑崩滑	0.42	0.47	0.37	0.00	0.002	0.002
	179	145K+220	145K+400	180	岩屑崩滑	0.47	0.47	0.37	0.02	0.050	0.039
	180	145K+400	145K+600	200	落石	0.21	0.21	0.37	0.00	0.002	0.002
	181	145K+600	145K+650	50	蝕溝	0.26	0.11	0.00	0.00	0.000	0.000
	182	145K+650	145K+770	120	落石	0.11	0.11	0.37	0.00	0.000	0.000
	183	145K+770	145K+870	100	岩屑崩滑	0.42	0.47	0.37	0.00	0.001	0.001
	184	145K+870	145K+900	30	岩屑崩滑	0.37	0.42	0.37	0.00	0.003	0.002
	185	145K+900	146K+100	200	落石	0.11	0.11	0.37	0.01	0.007	0.005
	186	146K+100	146K+300	200	岩屑崩滑	0.26	0.26	0.37	0.00	0.000	0.000
	187	146K+300	146K+350	50	蝕溝	0.47	0.47	0.21	0.00	0.001	0.001
	188	146K+350	146K+400	50	岩屑崩滑	0.26	0.26	0.37	0.00	0.001	0.001
	189	146K+400	146K+700	300	蝕溝	0.42	0.42	0.21	0.00	0.005	0.004
	190	146K+700	146K+800	100	蝕溝	0.37	0.26	0.00	0.00	0.000	0.000
	191	146K+800	146K+900	100	岩屑崩滑	0.21	0.21	0.37	0.00	0.000	0.000
	192	146K+900	146K+940	40	土石流	0.26	0.26	0.50	0.00	0.002	0.001
	193	146K+940	146K+990	50	落石	0.16	0.11	0.37	0.00	0.001	0.000
	194	146K+990	147K+030	40	土石流	0.68	0.68	0.00	0.00	0.000	0.000
	195	147K+030	147K+230	200	岩體滑動	1.00	1.00	0.37	0.09	0.431	0.335
	196	147K+230	147K+450	220	岩屑崩滑	0.21	0.32	0.36	0.00	0.000	0.000
	197	147K+450	147K+600	150	岩屑崩滑	0.37	0.42	0.37	0.03	0.047	0.042
	198	147K+600	147K+650	50	落石	0.21	0.11	0.71	0.00	0.002	0.001
	199	147K+650	148K+000	350	落石	0.11	0.11	0.37	0.01	0.005	0.004
	200	148K+000	148K+100	100	岩屑崩滑	0.63	0.42	0.37	0.01	0.022	0.012
201	148K+100	148K+350	250	岩體滑動	0.42	0.26	0.37	0.01	0.029	0.014	
202	148K+350	148K+500	150	落石	0.16	0.11	0.24	0.00	0.000	0.000	

路段區間	編號	起始樁號	結束樁號	路段長度(m)	主要災害類型	上邊坡潛感	下邊坡潛感	發生機率	損失程度	上邊坡災害風險正規化	下邊坡災害風險正規化
中	203	148K+500	148K+600	100	落石	0.16	0.11	0.30	0.09	0.052	0.027
	204	148K+600	148K+950	350	落石	0.21	0.11	0.30	0.01	0.004	0.002
	205	148K+950	149K+050	100	蝕溝	0.32	0.26	0.77	0.00	0.001	0.001
	206	149K+050	149K+300	250	蝕溝	0.37	0.26	0.92	0.03	0.131	0.073
	207	149K+300	149K+650	350	岩屑崩滑	0.42	0.47	1.00	0.01	0.072	0.063
	208	149K+650	149K+720	70	落石	0.16	0.16	0.24	0.00	0.001	0.001
	209	149K+720	149K+770	50	蝕溝	0.32	0.26	0.08	0.00	0.000	0.000
	210	149K+770	149K+950	180	落石	0.16	0.16	0.24	0.00	0.000	0.000
	211	149K+950	150K+000	50	岩屑崩滑	0.11	0.11	0.30	0.13	0.050	0.039
	212	150K+000	150K+150	150	岩屑崩滑	0.16	0.11	0.24	0.00	0.000	0.000
	213	150K+150	150K+220	70	岩屑崩滑	0.21	0.32	0.15	0.00	0.000	0.000
	214	150K+220	150K+270	50	蝕溝	0.37	0.37	0.00	0.00	0.000	0.000
	215	150K+270	150K+400	130	岩體滑動	0.79	0.42	0.15	0.00	0.000	0.000
	216	150K+400	150K+470	70	岩屑崩滑	0.42	0.47	0.15	0.00	0.000	0.000
	217	150K+470	150K+530	60	土石流	0.42	0.42	0.00	0.00	0.000	0.000
	218	150K+530	150K+650	120	岩體滑動	0.79	0.53	0.71	0.00	0.002	0.001
	219	150K+650	150K+900	250	岩屑崩滑	0.37	0.37	0.15	0.00	0.000	0.000
	220	150K+900	151K+000	100	土石流	0.47	0.47	0.29	0.00	0.001	0.001
	221	151K+000	151K+450	450	蝕溝	0.42	0.42	0.15	0.00	0.001	0.001
	222	151K+450	151K+600	150	岩屑崩滑	0.26	0.26	0.15	0.00	0.000	0.000
	223	151K+600	151K+950	350	岩屑崩滑	0.53	0.53	0.82	0.00	0.000	0.000
	224	151K+950	152K+400	450	落石	0.21	0.21	0.30	0.02	0.015	0.011
	225	152K+400	152K+900	500	土石流	0.32	0.32	0.27	0.00	0.000	0.000
226	152K+900	153K+350	450	落石	0.16	0.16	0.37	0.00	0.000	0.000	
227	153K+350	153K+750	400	岩屑崩滑	0.11	0.11	0.15	0.00	0.000	0.000	
228	153K+750	153K+950	200	岩屑崩滑	0.21	0.21	0.21	0.01	0.005	0.004	
229	153K+950	154K+050	100	蝕溝	0.32	0.32	0.51	0.00	0.001	0.001	
230	154K+050	154K+200	150	岩屑崩滑	0.21	0.21	0.15	0.00	0.000	0.000	
231	154K+200	154K+500	300	岩屑崩滑	0.21	0.21	0.15	0.03	0.014	0.011	
232	154K+500	154K+750	250	蝕溝	0.37	0.37	0.20	0.00	0.000	0.000	
南	233	154K+750	156K+150	1400	無	0.17	0.17	0.00	0.03	0.000	0.000
	234	156K+150	157K+100	950	岩屑崩滑	0.33	0.33	0.19	0.00	0.000	0.000
	235	157K+100	157K+400	300	岩屑崩滑	0.25	0.25	0.10	0.00	0.000	0.000
	236	157K+400	157K+600	200	岩屑崩滑	0.25	0.25	0.10	0.00	0.000	0.000

路段區間	編號	起始樁號	結束樁號	路段長度(m)	主要災害類型	上邊坡潛感	下邊坡潛感	發生機率	損失程度	上邊坡災害風險正規化	下邊坡災害風險正規化
南	237	157K+600	159K+050	1450	岩屑崩滑	0.25	0.25	0.10	0.00	0.000	0.000
	238	159K+050	159K+500	450	岩屑崩滑	0.25	0.25	0.10	0.00	0.000	0.000
	239	159K+500	160K+100	600	落石	0.33	0.33	0.25	0.03	0.013	0.013
	240	160K+100	160K+150	50	土石流	0.42	0.42	0.16	0.07	0.023	0.023
	241	160K+150	160K+300	150	岩屑崩滑	0.67	0.67	0.32	0.00	0.001	0.001
	242	160K+300	160K+400	100	蝕溝	0.67	0.67	0.48	0.00	0.003	0.003
	243	160K+400	160K+800	400	岩屑崩滑	0.33	0.33	0.32	0.05	0.024	0.024
	244	160K+800	160K+900	100	土石流	0.83	0.83	0.48	0.00	0.004	0.004
	245	160K+900	161K+350	450	岩屑崩滑	0.50	0.50	0.10	0.01	0.003	0.003
	246	161K+350	161K+900	550	岩屑崩滑	0.25	0.25	0.10	0.00	0.000	0.000
	247	161K+900	162K+550	650	土石流	1.00	1.00	0.47	0.00	0.000	0.000
	248	162K+550	163K+050	500	土石流	1.00	1.00	0.39	0.00	0.001	0.001
	249	163K+050	163K+950	900	無	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
	250	163K+950	164K+500	550	落石	0.67	0.58	0.52	0.07	0.112	0.098
	251	164K+500	164K+600	100	落石	0.33	0.17	0.52	0.04	0.030	0.015
	252	164K+600	166K+000	1400	無	0.00	0.00	0.24	0.01	0.000	0.000
	253	166K+000	166K+350	350	落石	0.08	0.08	0.31	0.03	0.003	0.003
	254	166K+350	166K+500	150	土石流	0.75	0.75	0.64	0.00	0.003	0.003
	255	166K+500	166K+650	150	土石流	0.83	0.83	0.37	0.00	0.002	0.002
	256	166K+650	167K+150	500	無	0.00	0.00	0.00	0.01	0.000	0.000
	257	167K+150	167K+450	300	岩屑崩滑	0.17	0.17	0.10	0.04	0.003	0.003
	258	167K+450	167K+750	300	土石流	0.67	0.67	0.24	0.00	0.000	0.000
	259	167K+750	168K+100	350	蝕溝	0.58	0.58	0.00	0.02	0.000	0.000
	260	168K+100	168K+200	100	土石流	0.67	0.67	0.85	0.00	0.006	0.006
	261	168K+200	168K+350	150	蝕溝	0.67	0.67	0.86	0.00	0.012	0.012
	262	168K+350	168K+650	300	蝕溝	0.58	0.58	0.48	0.03	0.034	0.034
	263	168K+650	168K+700	50	土石流	0.67	0.42	0.48	0.00	0.007	0.004
	264	168K+700	168K+750	50	蝕溝	0.58	0.58	0.55	0.66	1.000	1.000
	265	168K+750	168K+900	150	落石	0.25	0.25	0.51	0.05	0.028	0.028
	266	168K+900	169K+500	600	岩屑崩滑	0.17	0.08	0.25	0.02	0.005	0.002
267	169K+500	169K+550	50	蝕溝	0.58	0.58	0.36	0.03	0.032	0.032	
268	169K+550	169K+650	100	落石	0.17	0.17	0.25	0.00	0.000	0.000	
269	169K+650	169K+850	200	無	0.00	0.00	0.16	0.27	0.000	0.000	
270	169K+850	170K+050	200	蝕溝	0.58	0.58	0.63	0.23	0.395	0.395	

路段區間	編號	起始樁號	結束樁號	路段長度(m)	主要災害類型	上邊坡潛感	下邊坡潛感	發生機率	損失程度	上邊坡災害風險正規化	下邊坡災害風險正規化
南	271	170K+050	170K+150	100	蝕溝	0.58	0.58	0.36	0.03	0.033	0.033
	272	170K+150	170K+250	100	落石	0.25	0.25	0.10	0.00	0.000	0.000
	273	170K+250	170K+300	50	落石	0.25	0.25	0.25	0.00	0.001	0.001
	274	170K+300	170K+400	100	落石	0.25	0.25	0.25	1.00	0.296	0.296
	275	170K+400	170K+450	50	蝕溝	0.25	0.17	0.16	0.52	0.098	0.065
	276	170K+450	170K+500	50	落石	0.25	0.25	0.52	0.91	0.564	0.564
	277	170K+500	170K+800	300	無	0.00	0.00	0.16	0.00	0.000	0.000
	278	170K+800	171K+100	300	落石	0.17	0.17	0.25	0.11	0.021	0.021
	279	171K+100	171K+150	50	落石	0.17	0.17	0.10	0.00	0.000	0.000
	280	171K+150	171K+350	200	落石	0.50	0.50	0.43	0.00	0.001	0.001
	281	171K+350	171K+500	150	土石流	0.33	0.33	0.00	0.00	0.000	0.000
	282	171K+500	171K+800	300	岩屑崩滑	0.33	0.33	0.32	0.01	0.003	0.003
	283	171K+800	172K+050	250	岩屑崩滑	0.17	0.17	0.10	0.00	0.000	0.000
	284	172K+050	172K+100	50	蝕溝	0.25	0.25	0.16	0.00	0.001	0.001
	285	172K+100	172K+650	550	無	0.00	0.00	0.24	0.00	0.000	0.000
	286	172K+650	172K+750	100	落石	0.25	0.25	0.25	0.02	0.005	0.005
	287	172K+750	173K+800	1500	無	0.00	0.00	0.24	0.00	0.000	0.000
	288	173K+800	174K+200	400	土石流	0.42	0.58	0.24	0.00	0.000	0.000
	289	174K+200	174K+700	500	落石	0.33	0.33	0.10	0.00	0.001	0.001
	290	174K+700	174K+800	100	土石流	0.75	0.75	0.48	0.00	0.004	0.004
	291	174K+800	176K+250	1450	無	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
	292	176K+250	176K+350	100	落石	0.17	0.17	0.10	0.00	0.000	0.000
	293	176K+350	176K+450	100	蝕溝	0.83	0.83	0.24	0.00	0.002	0.002
	294	176K+450	176K+800	350	無	0.00	0.00	0.24	0.00	0.000	0.000
	295	176K+800	177K+080	280	蝕溝	0.83	0.83	1.00	0.00	0.003	0.003
	296	177K+080	177K+300	220	岩屑崩滑	0.17	0.17	0.10	0.00	0.000	0.000
	297	177K+300	177K+400	100	土石流	0.83	0.83	0.67	0.00	0.006	0.006
	298	177K+400	177K+850	450	落石	0.17	0.17	0.71	0.00	0.000	0.000
	299	177K+850	178K+100	250	蝕溝	0.83	0.83	0.31	0.00	0.001	0.001
	300	178K+100	178K+250	150	落石	0.67	0.67	0.41	0.00	0.002	0.002
	301	178K+250	178K+400	150	土石流	0.67	0.67	0.16	0.00	0.001	0.001
	302	178K+400	178K+900	500	落石	0.42	0.42	0.32	0.09	0.055	0.055
	303	178K+900	179K+570	670	落石	0.42	0.42	0.32	0.00	0.000	0.000
	304	179K+570	180K+400	830	落石	0.42	0.42	0.10	0.00	0.000	0.000

路段區間	編號	起始樁號	結束樁號	路段長度(m)	主要災害類型	上邊坡潛感	下邊坡潛感	發生機率	損失程度	上邊坡災害風險正規化	下邊坡災害風險正規化
南	305	180K+400	181K+850	1450	岩屑崩滑	0.42	0.17	0.10	0.00	0.000	0.000
	306	181K+850	182K+000	150	岩屑崩滑	0.42	0.17	0.10	0.00	0.000	0.000

台 24 線易致災路段風險分析結果

編號	起始樁號	結束樁號	路段長度(m)	主要災害類型	上邊坡潛感	下邊坡潛感	發生機率	損失程度	上邊坡災害風險正規化	下邊坡災害風險正規化
1	20K+000	20K+800	800	河岸侵蝕	0.07	0.43	0.30	0.00	0.000	0.000
2	20K+800	20K+950	150	河岸侵蝕	0.07	0.07	0.12	0.00	0.000	0.000
3	20K+950	23K+085	2,135	無	0.00	0.00	0.05	0.00	0.000	0.000
4	23K+085	23K+600	515	河岸侵蝕	0.07	0.21	0.13	0.00	0.000	0.000
5	23K+600	24K+010	410	順向坡	0.29	0.57	0.22	0.00	0.000	0.000
6	24K+010	24K+500	490	岩體滑動	0.21	0.21	0.13	0.00	0.001	0.001
7	24K+500	24K+640	140	蝕溝	0.07	0.07	0.12	0.00	0.000	0.000
8	24K+640	24K+730	90	無	0.00	0.00	0.05	0.00	0.000	0.000
9	24K+730	24K+800	70	無	0.00	0.00	0.05	0.00	0.000	0.000
10	24K+800	24K+980	180	無	0.00	0.00	0.05	0.00	0.000	0.000
11	24K+980	25K+500	520	順向坡	0.36	0.36	0.13	0.01	0.002	0.002
12	25K+500	25K+900	400	蝕溝	0.43	0.43	0.21	0.01	0.004	0.004
13	25K+900	26K+230	330	岩體滑動	0.36	0.36	0.13	0.01	0.002	0.002
14	26K+230	26K+310	80	岩體滑動	0.36	0.36	0.22	0.01	0.004	0.004
15	26K+310	26K+400	90	岩體滑動	0.36	0.36	0.22	0.01	0.004	0.004
16	26K+400	26K+740	340	蝕溝	0.36	0.36	0.64	0.01	0.011	0.011
17	26K+740	27K+340	600	岩體滑動	0.43	0.43	0.74	0.01	0.015	0.015
18	27K+340	27K+460	120	岩體滑動	0.07	0.43	0.38	0.01	0.001	0.008
19	27K+460	27K+730	270	岩體滑動	0.07	0.07	0.49	0.01	0.002	0.002
20	27K+730	27K+830	100	岩屑崩滑	0.00	0.00	0.49	0.01	0.000	0.000
21	27K+830	28K+000	170	岩體滑動	0.07	0.21	0.06	0.01	0.000	0.001
22	28K+000	28K+120	120	岩體滑動	0.29	0.57	0.62	0.01	0.009	0.017
23	28K+120	28K+350	230	岩體滑動	0.21	0.21	0.24	0.01	0.003	0.003
24	28K+350	28K+510	160	蝕溝	0.07	0.07	0.13	0.01	0.000	0.000

編號	起始樁號	結束樁號	路段 長度 (m)	主要災害 類型	上邊坡 潛感	下邊坡 潛感	發生 機率	損失 程度	上邊坡 災害風險 正規化	下邊坡 災害風險 正規化
25	28K+510	28K+950	440	順向坡	0.00	0.00	0.06	0.01	0.000	0.000
26	28K+950	29K+060	110	岩屑崩滑	0.00	0.00	0.06	0.01	0.000	0.000
27	29K+060	29K+180	120	順向坡	0.00	0.00	0.35	0.01	0.000	0.000
28	29K+180	29K+430	250	岩體滑動	0.36	0.36	0.22	0.00	0.002	0.002
29	29K+430	29K+880	450	岩體滑動	0.43	0.43	0.58	0.03	0.063	0.063
30	29K+880	30K+000	120	岩體滑動	0.36	0.36	0.13	0.04	0.015	0.015
31	30K+000	30K+050	50	土石流	0.36	0.36	0.37	0.04	0.043	0.043
32	30K+050	30K+200	150	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.22	0.05	0.029	0.029
33	30K+200	30K+260	60	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.18	0.06	0.028	0.028
34	30K+260	30K+290	30	土石流	0.43	0.43	0.55	0.04	0.076	0.076
35	30K+290	30K+430	140	岩屑崩滑	0.07	0.43	0.13	0.04	0.003	0.018
36	30K+430	30K+690	260	岩屑崩滑	0.07	0.07	0.37	0.04	0.008	0.008
37	30K+690	30K+750	60	岩屑崩滑	0.07	0.43	0.37	0.04	0.009	0.051
38	30K+750	30K+830	80	土石流	0.07	0.07	0.64	0.04	0.015	0.015
39	30K+830	30K+900	70	蝕溝	0.00	0.00	0.30	0.01	0.000	0.000
40	30K+900	30K+940	40	蝕溝	0.07	0.21	0.13	0.00	0.000	0.000
41	30K+940	31K+000	60	蝕溝	0.29	0.57	0.13	0.00	0.000	0.000
42	31K+000	31K+085	85	蝕溝	0.21	0.21	0.17	0.00	0.000	0.000
43	31K+085	31K+175	90	無	0.07	0.07	0.05	0.00	0.000	0.000
44	31K+175	31K+295	120	無	0.00	0.00	0.09	0.00	0.000	0.000
45	31K+295	31K+500	205	岩屑崩滑	0.00	0.00	0.58	0.00	0.000	0.000
46	31K+500	31K+900	400	順向坡	0.00	0.00	0.35	0.00	0.000	0.000
47	31K+900	32K+700	800	土石流	0.36	0.36	1.00	0.00	0.000	0.000
48	32K+700	33K+100	400	河岸侵蝕	0.43	0.43	0.30	1.00	1.000	1.000
49	33K+100	33K+650	550	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.05	0.00	0.000	0.000
50	33K+650	33K+700	50	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.05	0.00	0.000	0.000
51	33K+700	33K+800	100	土石流	0.36	0.36	0.64	0.01	0.009	0.009
52	33K+800	33K+900	100	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.06	0.01	0.001	0.001
53	33K+900	33K+950	50	土石流	0.43	0.43	0.21	0.01	0.005	0.005
54	33K+950	34K+060	110	岩屑崩滑	0.07	0.43	0.18	0.01	0.001	0.004
55	34K+060	34K+400	340	無	0.07	0.07	0.05	0.01	0.000	0.000
56	34K+400	34K+650	250	無	0.00	0.00	0.05	0.01	0.000	0.000
57	34K+650	34K+735	85	岩屑崩滑	0.14	0.14	0.06	0.01	0.000	0.000
58	34K+735	34K+820	85	岩屑崩滑	0.21	0.21	0.13	0.01	0.001	0.001

編號	起始樁號	結束樁號	路段 長度 (m)	主要災害 類型	上邊坡 潛感	下邊坡 潛感	發生 機率	損失 程度	上邊坡 災害風險 正規化	下邊坡 災害風險 正規化
59	34K+820	35K+110	290	岩屑崩滑	0.29	0.29	0.13	0.01	0.002	0.002
60	35K+110	35K+235	125	土石流	0.57	0.57	0.30	0.01	0.009	0.009
61	35K+235	35K+350	115	岩屑崩滑	0.57	0.57	0.22	0.01	0.007	0.007
62	35K+350	35K+640	290	岩體滑動	0.71	0.71	0.13	0.03	0.021	0.021
63	35K+640	35K+810	170	岩體滑動	0.71	0.71	0.29	0.01	0.011	0.011
64	35K+810	35K+870	60	土石流	0.29	0.29	0.30	0.01	0.004	0.004
65	35K+870	36K+180	310	岩屑崩滑	0.64	0.64	0.44	0.01	0.014	0.014
66	36K+180	36K+210	30	岩屑崩滑	0.29	0.29	0.06	0.01	0.001	0.001
67	36K+210	36K+320	110	岩屑崩滑	0.29	0.29	0.06	0.01	0.001	0.001
68	36K+320	36K+500	180	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.22	0.01	0.004	0.004
69	36K+500	36K+585	85	岩屑崩滑	0.29	0.29	0.13	0.01	0.002	0.002
70	36K+585	36K+680	95	岩屑崩滑	0.43	0.43	0.22	0.01	0.005	0.005
71	36K+680	36K+740	60	土石流	0.64	0.64	0.36	0.01	0.012	0.012
72	36K+740	36K+865	125	無	0.00	0.00	0.05	0.01	0.000	0.000
73	36K+865	36K+900	35	土石流	0.43	0.43	0.30	0.01	0.007	0.007
74	36K+900	36K+950	50	無	0.00	0.00	0.05	0.01	0.000	0.000
75	36K+950	37K+170	220	岩屑崩滑	0.43	0.43	0.22	0.01	0.005	0.005
76	37K+170	37K+250	80	土石流	0.43	0.43	0.38	0.01	0.008	0.008
77	37K+250	37K+350	100	岩屑崩滑	0.29	0.43	0.22	0.01	0.003	0.005
78	37K+350	37K+440	90	蝕溝	0.29	0.43	0.21	0.01	0.003	0.005
79	37K+440	37K+500	60	岩屑崩滑	0.43	0.43	0.22	0.01	0.005	0.005
80	37K+500	37K+680	180	岩屑崩滑	0.57	0.57	0.22	0.01	0.007	0.007
81	37K+680	37K+800	120	岩屑崩滑	0.57	0.57	0.13	0.01	0.004	0.004
82	37K+800	37K+940	140	無	0.00	0.00	0.12	0.01	0.000	0.000
83	37K+940	38K+085	145	岩屑崩滑	0.29	0.36	0.13	0.01	0.002	0.002
84	38K+085	38K+275	190	落石	0.14	0.14	0.06	0.01	0.000	0.000
85	38K+275	38K+450	175	岩屑崩滑	0.29	0.36	0.22	0.01	0.003	0.004
86	38K+450	38K+670	220	無	0.00	0.00	0.05	0.01	0.000	0.000
87	38K+670	39K+500	830	落石	0.00	0.00	0.05	0.01	0.000	0.000
88	39K+500	39K+950	450	落石	0.36	0.21	0.13	0.01	0.002	0.001
89	39K+950	40K+050	100	落石	0.21	0.21	0.13	0.01	0.001	0.001
90	40K+050	40K+200	150	順向坡	0.29	0.29	0.13	0.01	0.002	0.002
91	40K+200	40K+500	300	順向坡	0.50	0.50	0.22	0.01	0.006	0.006
92	40K+500	40K+570	70	順向坡	0.29	0.36	0.22	0.01	0.003	0.004

編號	起始樁號	結束樁號	路段 長度 (m)	主要災害 類型	上邊坡 潛感	下邊坡 潛感	發生 機率	損失 程度	上邊坡 災害風險 正規化	下邊坡 災害風險 正規化
93	40K+570	40K+760	190	順向坡	0.36	0.36	0.13	0.00	0.002	0.002
94	40K+760	41K+820	1,060	無	0.07	0.07	0.12	0.01	0.001	0.001
95	41K+820	42K+000	180	岩屑崩滑	0.36	0.36	0.22	0.01	0.005	0.005
96	42K+000	42K+265	265	岩體滑動	0.64	0.64	0.37	0.01	0.022	0.022
97	42K+265	42K+280	15	土石流	0.64	0.64	0.45	0.01	0.018	0.018
98	42K+280	42K+375	95	落石	0.07	0.14	0.06	0.01	0.000	0.001
99	42K+375	42K+475	100	無	0.07	0.07	0.05	0.01	0.000	0.000
100	42K+475	42K+600	125	蝕溝	0.14	0.14	0.13	0.01	0.001	0.001
101	42K+600	42K+630	30	土石流	0.36	0.36	0.30	0.01	0.007	0.007
102	42K+630	42K+770	140	落石	0.14	0.07	0.06	0.01	0.001	0.000
103	42K+770	42K+875	105	岩屑崩滑	0.57	0.57	0.13	0.01	0.005	0.005
104	42K+875	42K+950	75	蝕溝	0.07	0.07	0.12	0.01	0.001	0.001
105	42K+950	43K+000	50	無	0.07	0.07	0.05	0.01	0.000	0.000
106	43K+000	43K+190	190	落石	0.21	0.07	0.06	0.01	0.001	0.000
107	43K+190	43K+285	95	無	0.07	0.07	0.05	0.01	0.000	0.000
108	43K+285	43K+640	355	順向坡	0.57	0.57	0.13	0.01	0.005	0.005
109	43K+640	43K+710	70	落石	0.07	0.07	0.05	0.01	0.000	0.000
110	43K+710	44K+000	290	岩屑崩滑	0.86	0.86	0.28	0.01	0.015	0.015
111	44K+000	44K+010	10	土石流	0.86	0.86	0.45	0.01	0.024	0.024
112	44K+010	44K+070	60	岩屑崩滑	0.29	0.86	0.22	0.01	0.004	0.012
113	44K+070	44K+135	65	岩屑崩滑	0.86	0.86	0.22	0.01	0.012	0.012
114	44K+135	44K+415	280	土石流	0.79	0.79	0.45	0.01	0.022	0.022
115	44K+415	44K+515	100	岩屑崩滑	0.29	0.36	0.13	0.01	0.002	0.003
116	44K+515	44K+625	110	落石	0.21	0.07	0.06	0.01	0.001	0.000
117	44K+625	44K+855	230	落石	0.21	0.36	0.06	0.01	0.001	0.001
118	44K+855	45K+000	145	岩屑崩滑	0.07	0.21	0.13	0.01	0.001	0.002
119	45K+000	45K+200	200	岩屑崩滑	0.21	0.21	0.06	0.01	0.001	0.001
120	45K+200	45K+275	75	岩屑崩滑	0.57	0.57	0.48	0.01	0.017	0.017
121	45K+275	45K+550	275	岩屑崩滑	0.71	0.71	0.44	0.01	0.019	0.019
122	45K+550	45K+750	200	無	0.07	0.07	0.20	0.01	0.001	0.001
123	45K+750	46K+000	250	岩體滑動	0.79	0.79	0.37	0.01	0.018	0.018
124	46K+000	46K+300	300	岩體滑動	0.93	0.93	1.00	0.01	0.056	0.056
125	46K+300	46K+700	400	岩體滑動	0.93	0.93	1.00	0.01	0.056	0.056
126	46K+700	47K+050	350	蝕溝	0.29	0.50	0.30	0.01	0.005	0.009

編號	起始樁號	結束樁號	路段 長度 (m)	主要災害 類型	上邊坡 潛感	下邊坡 潛感	發生 機率	損失 程度	上邊坡 災害風險 正規化	下邊坡 災害風險 正規化
127	47K+050	47K+200	150	順向坡	0.64	0.64	0.13	0.01	0.005	0.005
128	47K+090	47K+500	410	蝕溝	0.79	0.79	0.51	0.01	0.025	0.025
129	47K+500	47K+645	145	落石	0.29	0.43	0.28	0.01	0.005	0.007
130	47K+645	47K+845	200	岩體滑動	1.00	1.00	0.58	0.01	0.035	0.035
131	47K+845	47K+965	120	岩體滑動	1.00	1.00	0.58	0.01	0.035	0.035
132	47K+965	48K+490	525	岩體滑動	1.00	1.00	0.28	0.01	0.015	0.015
133	48K+490	48K+550	60	岩屑崩滑	0.14	0.14	0.06	0.00	0.000	0.000
134	48K+550	48K+810	260	岩屑崩滑	0.14	0.14	0.01	0.00	0.000	0.000
135	48K+810	49K+115	305	順向坡	0.43	0.43	0.06	0.00	0.000	0.000
136	49K+115	49K+440	325	無	0.07	0.07	0.00	0.00	0.000	0.000
137	49K+440	49K+755	315	順向坡	0.64	0.64	0.01	0.00	0.000	0.000
138	49K+755	50K+100	345	岩屑崩滑	0.57	0.57	0.13	0.00	0.000	0.000

附錄七、 年度事件災害概況摘要報告

山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)

20130506 降雨事件蘇花公路 169K+900(仁清明隧道南側入口)

災害概況摘要報告



委託機關：交通部運輸研究所

執行單位：聚禾工程顧問有限公司

中華民國 102 年 5 月 7 日

一、災害摘要表

表 1. 20130506 降雨事件蘇花公路 169K+900 災害概況表

發生時間	2013/05/06 AM 08:30	發生地點	台 9 線 169 K +900 仁清明隧道南側入口
坐標(WGS84)	經度:121.700958 ⁰ 緯度:24.223899 ⁰		
累計雨量	事件發生前 24 小時累計約 150 公厘(和中雨量站)		
災害類型	蝕溝災害		
事件前後對照			
			
2013/02/26(事件發生前)		2013/05/06(事件發生後)	

資料來源：(左:本研究、右：爽報)

二、災害發生概況

公路總局公路防災中心表示，宜蘭地區 102 年 5 月 5 日開始下豪雨，蘇花公路沿線出現落石、坍方，102 年 5 月 6 日上午八時卅分，仁清明隧道(圖 1)頂板遭落石重擊損毀、梁柱受損(圖 2)，造成和仁到崇德間共十一公里中斷，102 年 5 月 7 日上午十時起雙向道路封閉。隧道頂板水泥厚度至少二到三公尺，被落石重擊嚴重凹陷變形，強化支撐力的橫梁也斷成兩截，僅剩鋼筋支撐上方土石，公路總局認定已造成「結構上的損害」，很不安全。在雨量狀況部分，依據中央氣象局的雨量資料(圖 4，5、表 2)顯示，崩塌路段到 102 年 5 月 6 日中午的廿四小時累積雨量已達一百四十一毫米。花蓮氣象站主任陳世嵐說，附近的和中部落五日降雨六十二毫米、六日上午至九點降五十八點五毫米，已快接近豪雨標準。

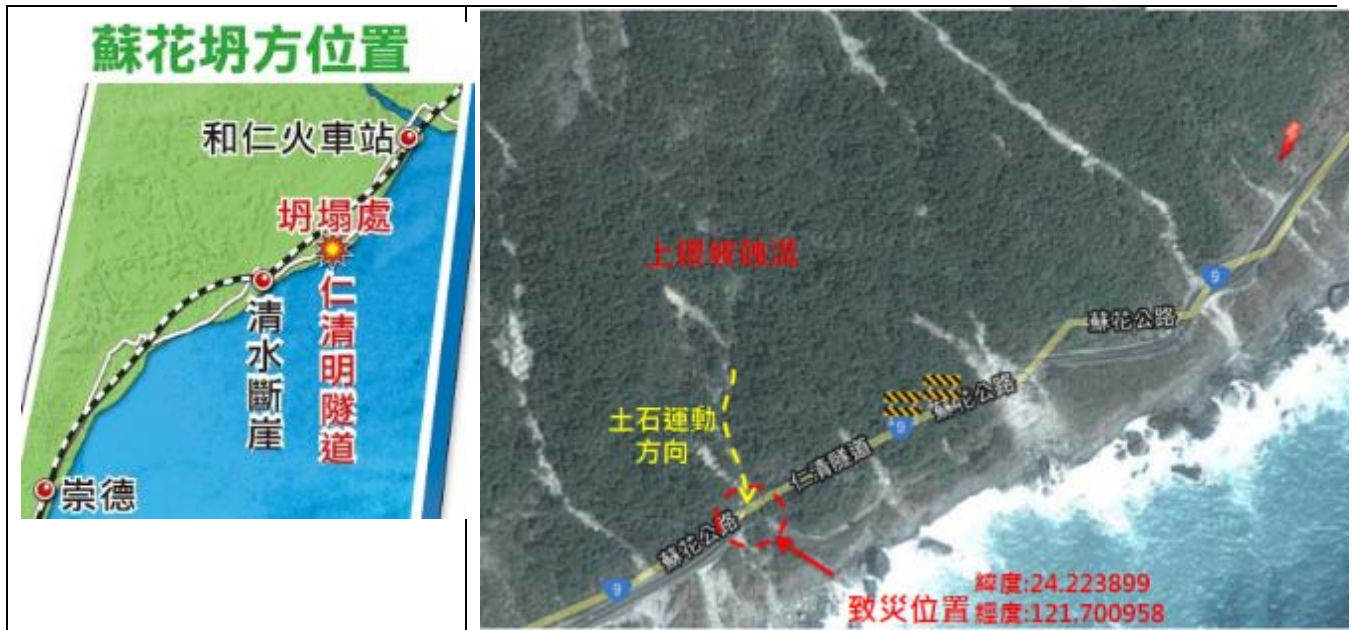


圖 1. 災害發生位置圖

資料來源：爽報(左)、修改自省道即時交通資訊網(右)



圖 2. 災害現況照片

照片來源：蘋果日報(左上、右)、聯合晚報(左下)

說明：隧道南側路段邊坡蝕溝之大型塊石，因蝕溝沖刷往下方搬運，擊中明隧道頂板而致災。

本研究之易致災路段災害類型為蝕溝 (圖 1 右、圖 3)，蝕溝鄰近邊坡之大型塊石，因蝕溝沖刷往下方搬運，擊中明隧道頂板而致災。依據公路總局第四區養護工程處有記錄之災害歷史資料顯示(表 3)共計 5 次，本次累積降雨達一百四十毫米以上即致災。後續應針對相類似條件之路段應加強監測與注意。



圖 3. 仁清隧道南端出口狀況照片

(本研究拍攝於 2013/02/26)

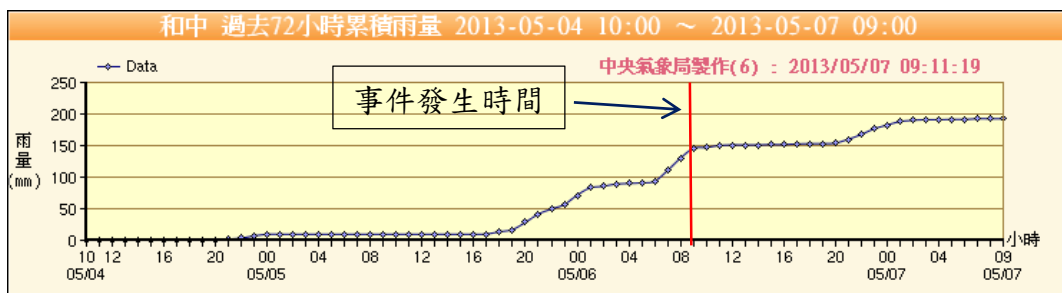


圖 4. 中央氣象局和中雨量站累積雨量圖

資料來源：中央氣象局

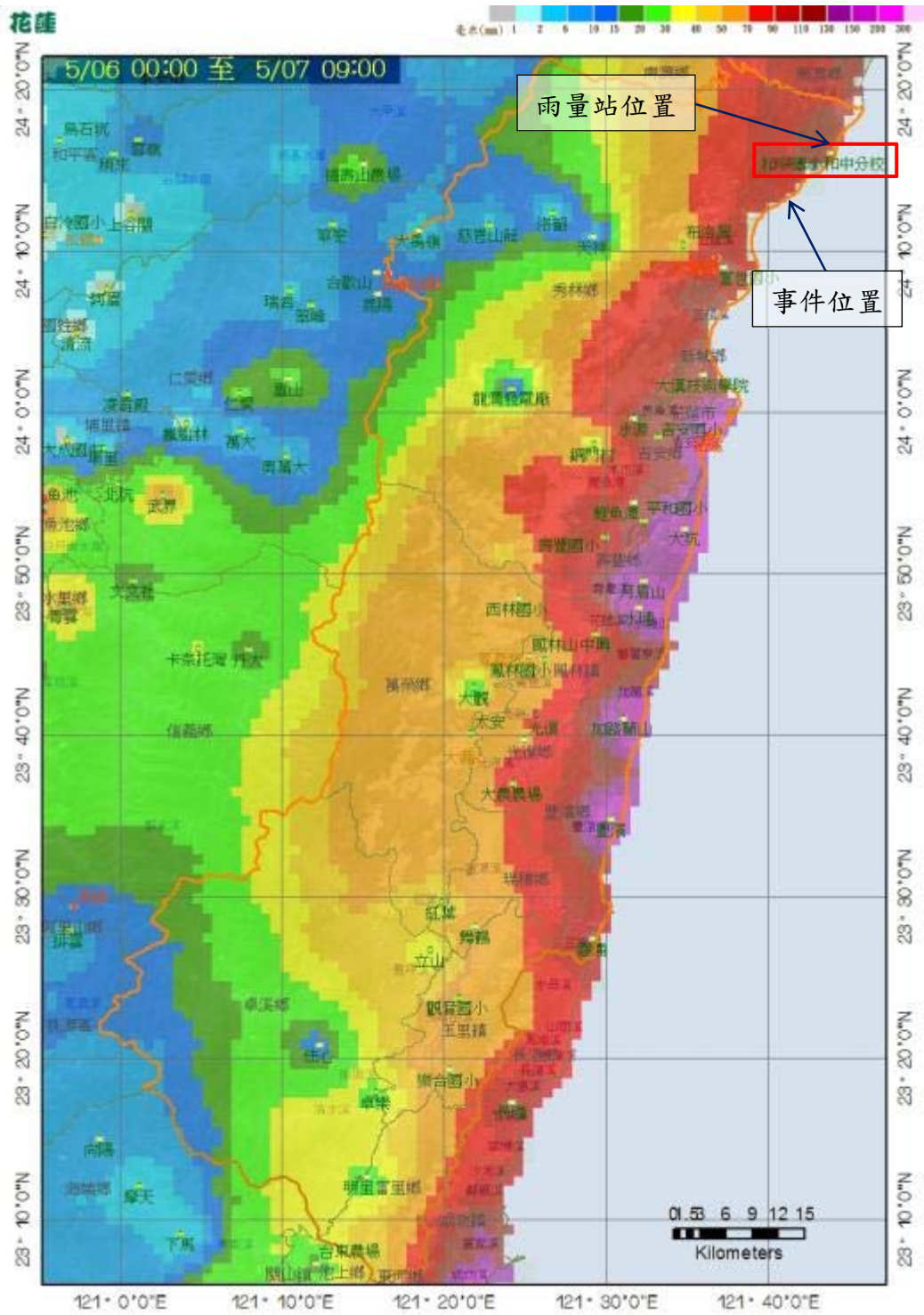


圖 5 北花蓮 5/6~5/7 等雨量圖

資料來源：中央氣象局

表 2.事件前後雨量統計表 (資料來源：中央氣象局)

所在鄉鎮	05/07	06	05	04	03	02	01	05/07	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	09	08	過去	過去	過去	觀測站	
	↓ 08	↓ 07	↓ 06	↓ 05	↓ 04	↓ 03	↓ 02	↓ 00	↓ 00	↓ 23	↓ 22	↓ 21	↓ 20	↓ 19	↓ 18	↓ 17	↓ 16	↓ 15	↓ 14	↓ 13	↓ 12	↓ 11	↓ 10	↓ 09	24 小時 累積	48 小時 累積	72 小時 累積		
花蓮縣鳳林鎮	0.5	0.5	2.0	2.5	1.5	0.5	2.5	4.0	1.0	0.5	-	0.5	1.5	1.0	2.0	1.0	1.0	0.5	1.5	1.5	2.0	-	-	1.0	29.0	72.5	87.0	鳳林山	
花蓮縣鳳林鎮	0.5	0.5	1.5	2.5	1.0	0.5	2.5	3.0	-	0.5	-	-	1.0	0.5	1.0	-	0.5	0.5	2.0	1.5	2.0	-	0.5	0.5	22.5	63.5	79.0	鳳林站	
花蓮縣鳳林鎮	-	0.5	1.0	1.5	1.0	0.5	2.5	2.0	2.5	-	-	-	1.0	-	1.0	-	-	0.5	2.0	1.0	1.5	-	-	-	18.5	76.5	89.0	鳳林	
花蓮縣豐濱鄉	-	0.5	-	0.5	1.5	2.0	0.5	2.0	5.0	7.0	10.5	2.5	1.0	-	3.0	-	6.5	1.5	0.5	-	-	-	-	1.0	45.5	245.0	250.5	豐濱	
花蓮縣豐濱鄉	-	-	-	1.5	0.5	3.0	1.5	-	1.5	1.0	2.0	3.5	0.5	-	2.0	-	0.5	2.5	0.5	1.5	2.0	1.0	1.0	0.5	26.5	255.0	266.5	加路曼山	
花蓮縣豐濱鄉	-	-	0.5	-	-	-	1.0	2.5	5.0	4.0	6.0	-	-	-	1.5	-	-	2.5	-	-	-	-	-	-	23.0	229.5	229.0	豐濱	
花蓮縣富里鄉	0.5	-	-	-	1.0	2.0	2.5	2.5	1.5	-	-	-	0.5	-	2.0	0.5	2.5	8.0	4.0	5.5	6.5	6.5	3.5	4.0	51.5	92.0	108.5	太安	
花蓮縣富里鄉	0.5	0.5	0.5	2.0	2.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5	1.5	6.5	6.5	2.0	1.0	0.5	-	-	2.0	-	-	-	-	1.0	35.0	67.0	72.5	茂林	
花蓮縣富里鄉	-	-	1.5	1.0	1.0	0.5	2.0	2.5	1.0	0.5	1.5	4.0	1.5	-	1.0	1.5	-	0.5	5.5	2.0	2.0	1.0	3.0	1.0	34.5	51.0	59.0	豐濱	
花蓮縣富里鄉	-	0.5	0.5	-	-	-	-	0.5	-	-	0.5	-	-	0.5	0.5	1.5	0.5	2.0	2.0	2.0	6.5	1.5	0.5	0.5	20.0	45.0	50.0	紅葉	
花蓮縣富里鄉	-	-	-	-	-	1.0	0.5	2.0	0.5	-	-	-	-	0.5	2.5	0.5	-	0.5	1.0	2.0	2.0	-	0.5	2.0	15.5	40.5	55.0	大巖	
花蓮縣花蓮市	1.5	3.5	1.5	0.5	1.0	3.0	4.5	3.5	3.0	2.0	3.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	0.5	6.5	1.0	-	13.0	16.5	65.5	226.5	234.0	花蓮	
花蓮縣秀林鄉	0.5	-	0.5	0.5	1.0	2.5	3.5	3.5	6.5	7.0	9.5	3.5	3.0	-	-	1.5	0.5	0.5	3.0	1.0	3.5	9.0	11.0	11.5	83.0	151.5	160.0	富世	
花蓮縣秀林鄉	-	-	0.5	-	1.0	2.0	2.5	3.5	5.5	8.0	10.0	3.0	0.5	-	-	-	0.5	1.0	2.5	0.5	5.5	11.0	12.0	7.5	77.0	123.5	130.0	太魯閣	
花蓮縣秀林鄉	0.5	0.5	1.0	0.5	1.5	3.5	5.0	4.0	7.5	9.0	5.0	4.0	-	-	-	0.5	0.5	1.0	1.0	-	4.0	8.5	7.5	11.5	76.5	157.5	166.0	三棧	
花蓮縣秀林鄉	1.0	0.5	0.5	1.0	2.0	1.5	3.5	2.5	2.0	2.5	-	0.5	1.0	0.5	3.5	2.0	-	0.5	-	11.0	15.0	3.0	3.0	7.0	64.0	129.5	136.5	水瀨	
花蓮縣秀林鄉	-	1.0	-	0.5	-	1.0	2.0	5.5	6.0	8.0	7.5	6.0	1.0	-	0.5	1.0	-	0.5	-	-	1.0	3.0	1.5	15.5	62.5	183.0	192.5	和生	
花蓮縣秀林鄉	-	-	-	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0	2.5	0.5	-	-	-	-	0.5	1.0	0.5	1.0	-	-	1.0	4.0	5.5	26.0	52.5	59.0	左溪邊	
花蓮縣秀林鄉	-	-	-	0.5	1.0	1.5	1.5	2.5	2.0	0.5	-	1.5	0.5	-	0.5	-	-	1.0	1.5	3.0	-	1.0	2.5	21.0	46.0	49.0	橋門		
花蓮縣秀林鄉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	1.5	2.0	-	-	0.5	1.5	0.5	-	2.0	0.5	1.0	-	1.0	0.5	11.5	24.0	28.5	雙湖	
花蓮縣秀林鄉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	2.0	1.5	1.5	-	-	-	-	5.5	14.5	26.0	雙湖	
花蓮縣秀林鄉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	0.5	1.0	2.5	5.0	8.0	13.5	茨桂
花蓮縣秀林鄉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	3.5	0.5	-	-	-	-	5.0	10.0	18.5	太馬溪	
花蓮縣秀林鄉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	1.0	0.5	-	-	-	0.5	3.5	8.0	15.5	溪面	
花蓮縣瑞穗鄉	-	0.5	-	0.5	1.0	0.5	0.5	1.0	-	1.0	2.0	-	-	0.5	-	1.0	0.5	1.5	12.5	4.5	1.0	-	-	-	28.5	67.5	72.0	雙湖	
花蓮縣玉里鎮	-	-	-	0.5	1.0	0.5	1.0	1.5	0.5	2.5	1.0	-	-	-	1.0	0.5	-	-	1.0	-	0.5	-	-	0.5	12.0	67.0	68.0	玉里	
花蓮縣玉里鎮	-	-	1.0	1.5	0.5	0.5	1.5	0.5	-	0.5	0.5	0.5	-	-	-	0.5	-	-	4.0	-	-	-	-	-	11.5	59.0	55.5	高寮	
花蓮縣新城鄉	1.0	2.5	1.0	-	1.0	3.5	2.5	2.0	4.0	3.0	1.5	-	-	-	0.5	-	-	-	-	1.0	1.5	1.0	6.0	13.0	45.0	164.5	191.0	新城	
花蓮縣富里鄉	-	1.0	2.5	1.0	2.0	1.5	2.5	2.0	2.5	2.0	1.0	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	0.5	-	1.5	20.5	49.0	52.0	豐濱	
花蓮縣富里鄉	-	-	-	-	1.0	1.5	0.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	-	-	0.5	-	-	-	-	-	0.5	3.5	-	1.0	12.0	31.5	31.5	碧豐	

表 3. 蘇花公路 169K+900 鄰近災害歷史統計一覽表

編號	發生時間	災害名稱	工務段	路線樁號	附近地名	災害類別及受損情形	簡述災害發生處理情形
1	90.9.25	利奇馬颱風	南澳段	台 9 線 169K+800	和中	坍方	上邊坡坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
2	90.12.7	豪雨	南澳段	台 9 線 169K+800			
3	91.8.10	豪雨	南澳段	台 9 線 169K+900			
4	92.5.6	豪雨	南澳段	台 9 線 169K+900			
5	99.3.18	豪雨	南澳段	台 9 線 169K+866			
資料來源：第四區養護工程處							

附錄八、期末報告簡報資料

「山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(3/4)」 期末簡報

計畫主持人：聚禾工程顧問有限公司 黃敏郎 應用地質技師
協同主持人：長榮大學土地開發與管理學系 曾志民 副教授

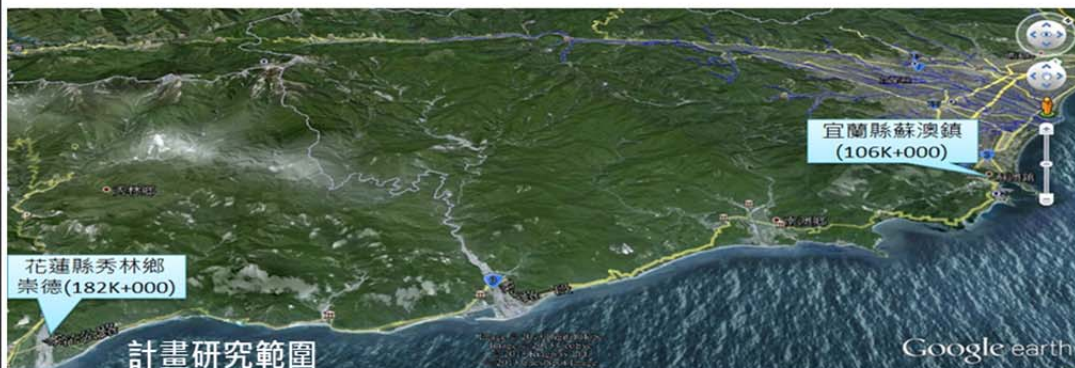
委託機關：交通部運輸研究所港灣技術研究中心
執行單位：聚禾工程顧問有限公司
協力單位：國立成功大學防災研究中心

2013-11-15



簡報大綱

- 壹、期中報告委員意見摘要回覆
- 貳、委託工作項目
- 參、工作成果說明
- 肆、結論與建議



壹、期中報告委員意見摘要回覆(1)

• 中興大學土木工程學系 林炳森 教授

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形
1.P2-31·圖2.18降雨警戒基準值僅用累積降雨量與最大降雨強度，建議可再考慮降雨延時。	1.謝謝委員意見，經本研究蒐集觀降雨延時資料分析後，發現當降雨強度I愈強時，其累積雨量R亦有隨之增加的正相關情況；而在延時的分佈關係則較為無規則。如頁2-28，圖2.15。
2.P2-8·表2-1未考慮卡枚基事件。	2.謝謝委員意見，經比對卡枚基颱風前後之衛星影像，蘇花公路沿線集水區並無顯著之差異，因此初步未納入考慮。
3.P2-24·表2-6 (1)陡坡地形應列坡度。(2)水文不利因素與危險因子(河岸侵蝕)部分重複	3.謝謝委員意見，已進行表2-6之重新檢視與調整。如。頁2-24
4.P5-1·降雨量(QPESUMS)如何修正應說明。	4.謝謝委員意見，降雨量(QPESUMS)之修正為引用港研中心之計畫成果，已引用出處並摘要做法，如頁6-7。
5. P6-4·表6-2·降雨基準只分2種類型(滑動型與流動型)→不足；應依實際類型劃分。	5.謝謝委員意見，本年度已提升降雨基準之律定精度，每一路段皆有基準值，以為路段警戒監控之基礎，如表5-8，頁5-27~5-33。

3

壹、期中報告委員意見摘要回覆(2)

• 成功大學土木工程學系 陳景文 教授

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形
1. 有關調整因子、崩壞程度，以岩盤到達為調整比例，若調查外無岩盤則如何調整。	1.謝謝委員意見，若調查外無岩盤則初步以未達岩盤的方式進行降雨基準值因子之調整。
2. 本研究已進行三年，但由報告中尚有資料仍在蒐集階段及調查工作，有關重要的工作如風險分析及預警管制技術等，將在何時完成？	2. 謝謝委員意見，本研究每年度皆選定不同之示範區進行研究，而本年度已完成蘇花公路以及台24線山區道路段之風險分析及預警管制技術分析研究。

4

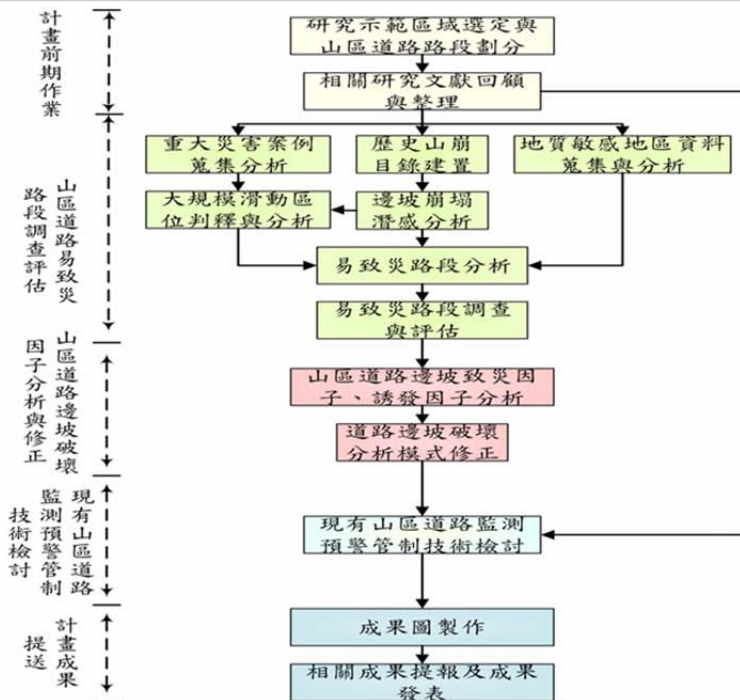
壹、期中報告委員意見摘要回覆(3)

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形
1. 本案成果圖以Google Earth的KML格式已可以和公路總局Safe Taiwan 平台的圖形相疊合，但若要提供至公路總局網站，須獲得採用的同意，請加強與該局的溝通	1. 謝謝委員意見，本研究後續將加強與公路總局連繫，以爭取將本研究之成果納入Safe Taiwan 平台中。
2. 請研究團隊深入探討公路總局的分級標準，將本案路況成果圖依其標準繪製，以方便公路總局的採納使用。	2. 謝謝委員意見，本研究以公路總局之劃分方法將雨量基準劃分為四部分，以符合需求。
3. 目前QPESUMS的雨量預測應用，是預測1至3小時，而防災需求是希望每10分鐘更新一次預測成果，本案開發預測分析功能應能朝此方向改進。	3. 謝謝委員意見，已依委員意見將配合QPESUMS的雨量更新頻率，每10分鐘更新一次預測成果。
4. 報告第2-19頁提到，以潛在山崩面積大於10公頃者為潛在山區道路邊坡大規模滑動區位之必要條件，請說明為何取10公頃	4. 謝謝委員意見，潛在山崩面積大於10公頃者為潛在大規模滑動區位，已於地調所、林務局與水保局相關單位之計畫中實際使用。因此本研究引用上述條件。

5

貳、委託工作項目



6

參、工作成果說明

- 一、山區道路易致災路段之調查評估
- 二、山區道路邊坡破壞因子分析與修正
- 三、山區道路監測預警管制技術檢討
- 四、計畫成果提送

7

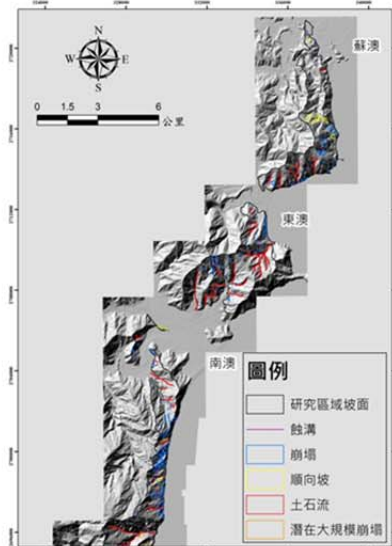
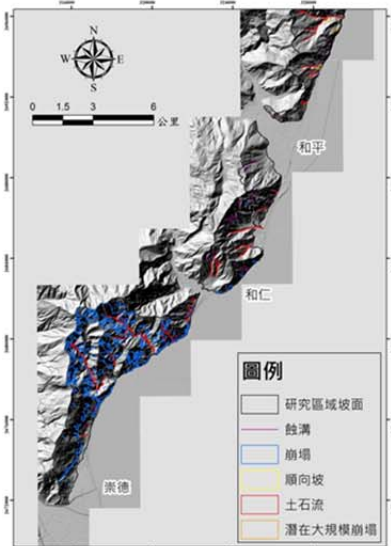
一、山區道路易致災路段之調查評估

- 1.地質敏感地區資料蒐集與分析
- 2.歷史山崩目錄建置
- 3.邊坡山崩潛感分析
- 4.重大災例成因、特性與復建措施分析
- 5.潛在大規模滑動區位判釋、成因、特性分析
- 6.易致災路段分析
- 7.易致災路段調查與評估

8

1.台24線山區道路基本特性分析(1)

類型	數量	類型	數量
崩塌	551	蝕溝	104
土石流	48	順向坡	8



9

1.台24線山區道路基本特性分析(2)

- 土石流與蝕溝平均分布於路段各處。
- 崩塌則集中於崇德至和仁以及和平至南澳之間。
- 順向坡災害集中在板岩出露地區。



10

2.歷史山崩目錄建置(1)

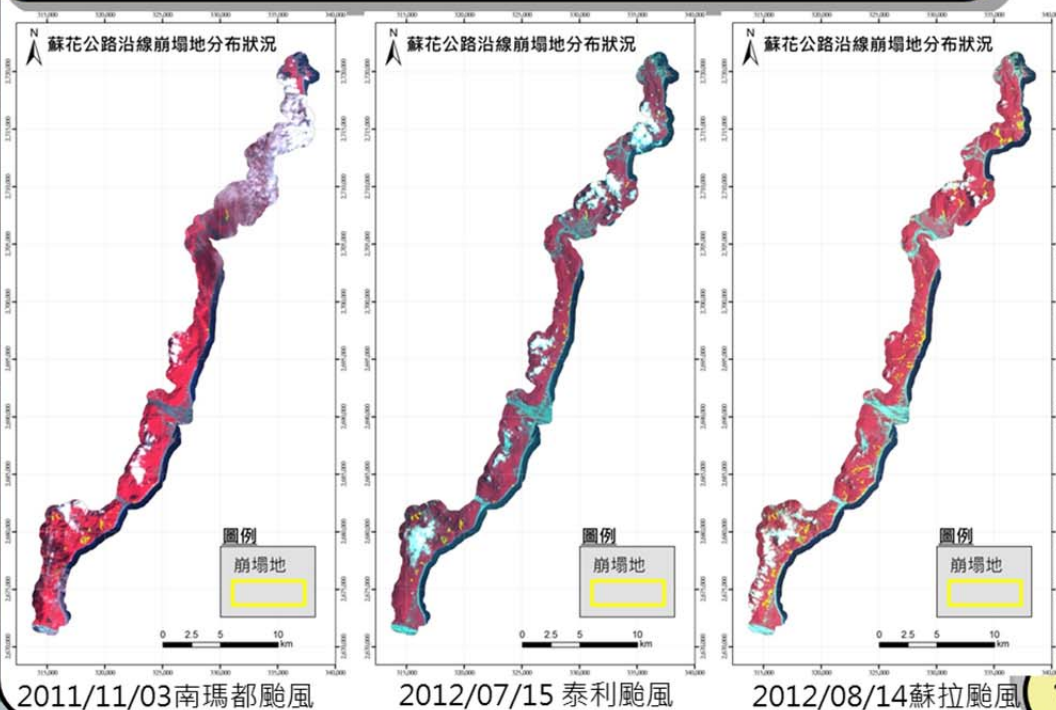
- 以衛星影像進行山崩判釋

山崩目錄 · 共15期

影像類型	解析度 (m)	影像時間	事件	總崩塌個數	總崩塌面積 (公頃)
福衛二號	8	2005/04/30	0612豪雨後	127	72.0
福衛二號	8	2005/08/29	馬莎颱風後	348	46.6
福衛二號	8	2006/04/03	泰利颱風後 (2005)	303	145.0
福衛二號	8	2006/07/04	0609豪雨後	368	153.8
福衛二號	8	2006/08/10	凱米颱風後	235	81.1
福衛二號	8	2007/07/21	0604豪雨後	155	76.2
福衛二號	8	2007/08/30	聖帕颱風後	187	154.6
福衛二號	8	2007/10/28	柯羅莎颱風後	240	108.6
福衛二號	8	2007/12/24	米塔颱風後	252	39.4
福衛二號	2	2008/12/04	辛樂克颱風後	481	99.7
福衛二號	8	2009/08/25	莫拉克颱風後	455	64.8
福衛二號	8	2010/10/25	凡那比颱風後	581	104.7
福衛二號	8	2011/11/03	南瑪都颱風後	603	62.7
福衛二號	8	2012/07/15	泰利颱風後 (2012)	388	80.8
福衛二號	8	2012/08/14	蘇拉颱風後	392	254.9

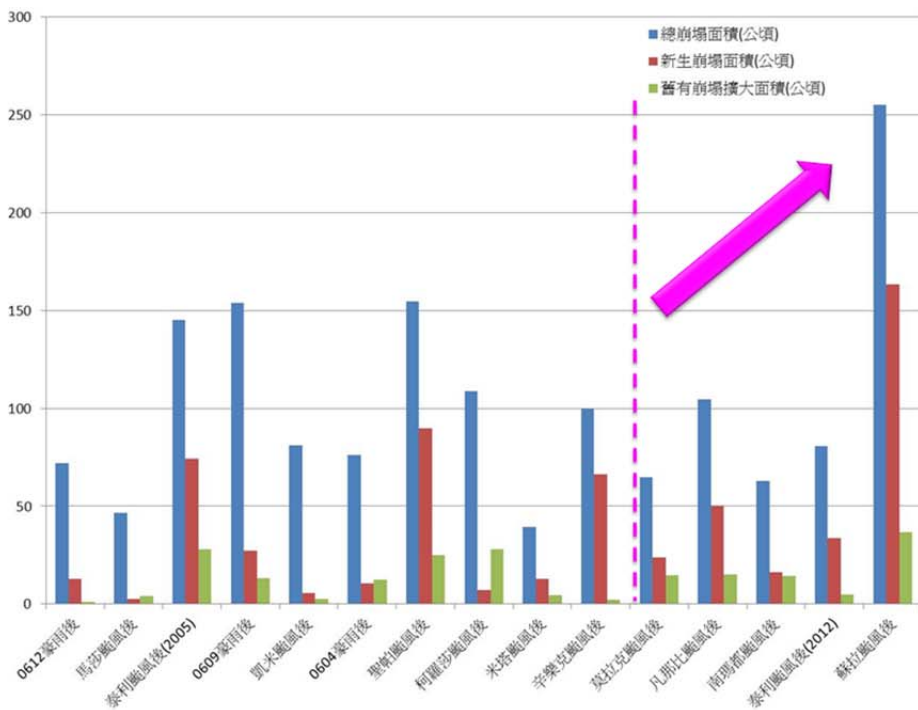
11

2.歷史山崩目錄建置(2)



12

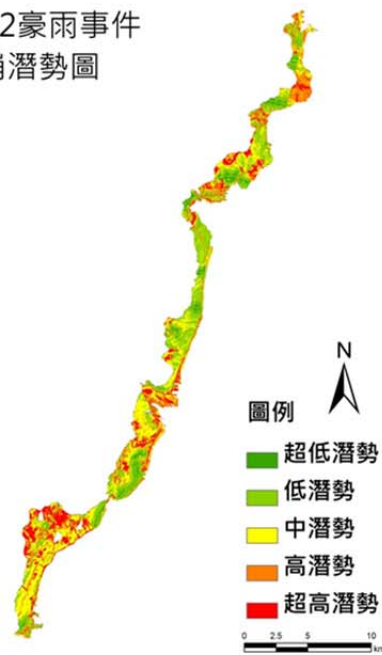
2. 歷史山崩目錄建置(3)



3. 邊坡山崩潛感分析

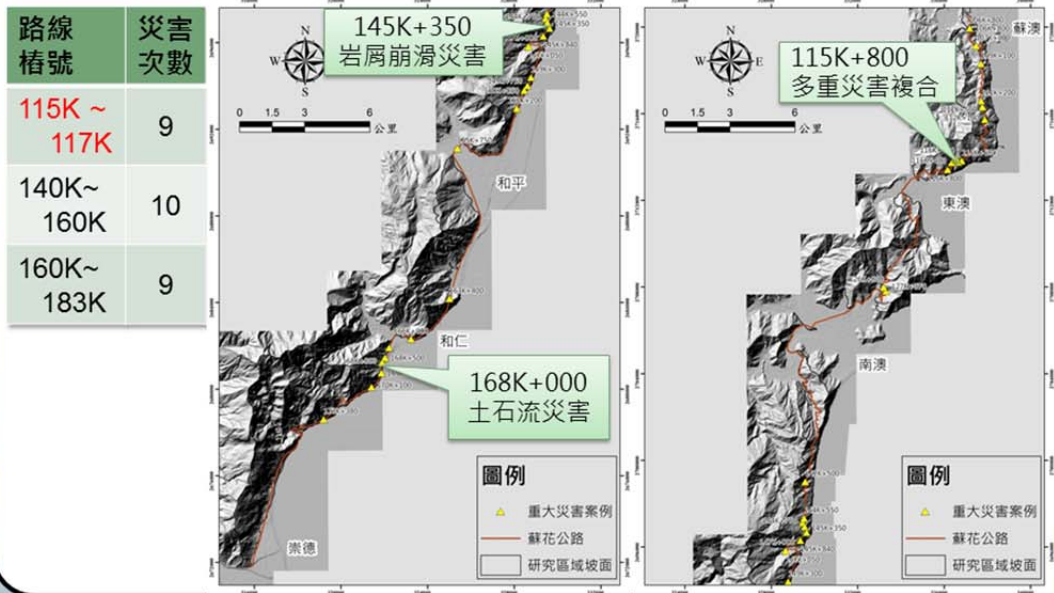
- 採用證據權重法進行山崩潛勢分析
- 選用因子包含坡度、坡向、高程、岩性、距構造線距離、距河道距離與正規化值生指標
- 依據各因子權重進行細部分析

0612豪雨事件
山崩潛勢圖

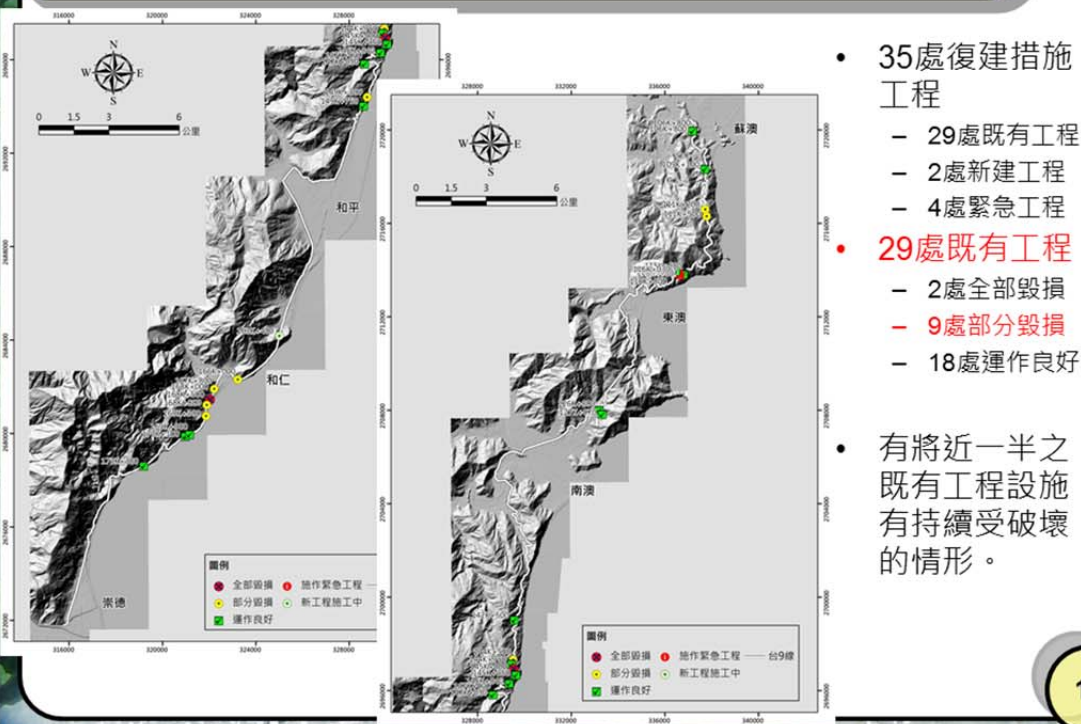


4.重大災例成因、特性與復建措施分析(1)

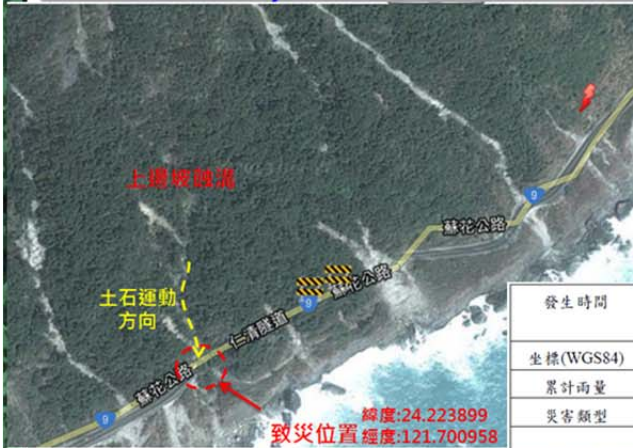
- 蒐集公路防救災資訊系統資料(<http://bobe.thb.gov.tw/index.aspx>)。
- 2008年至2012年共41筆，其中35處實際造成交通中斷。



4.重大災例成因、特性與復建措施分析(2)



20130506降雨事件蘇花公路169K+900(仁清明隧道南側入口)災害概況



發生時間	2013/05/06 AM 08:30	發生地點	台9線 169K+900 仁清明隧道南側入口
坐標(WGS84)	經度:121.700958° 緯度:24.223899°		
累計雨量	事件發生前 24 小時累計約 150 公厘(和中雨量站)		
災害類型	蝕溝災害		



事件前後對照

2013/02/26(事件發生前)

2013/05/06(事件發生後)

資料來源：(左:本計畫、右:災報)

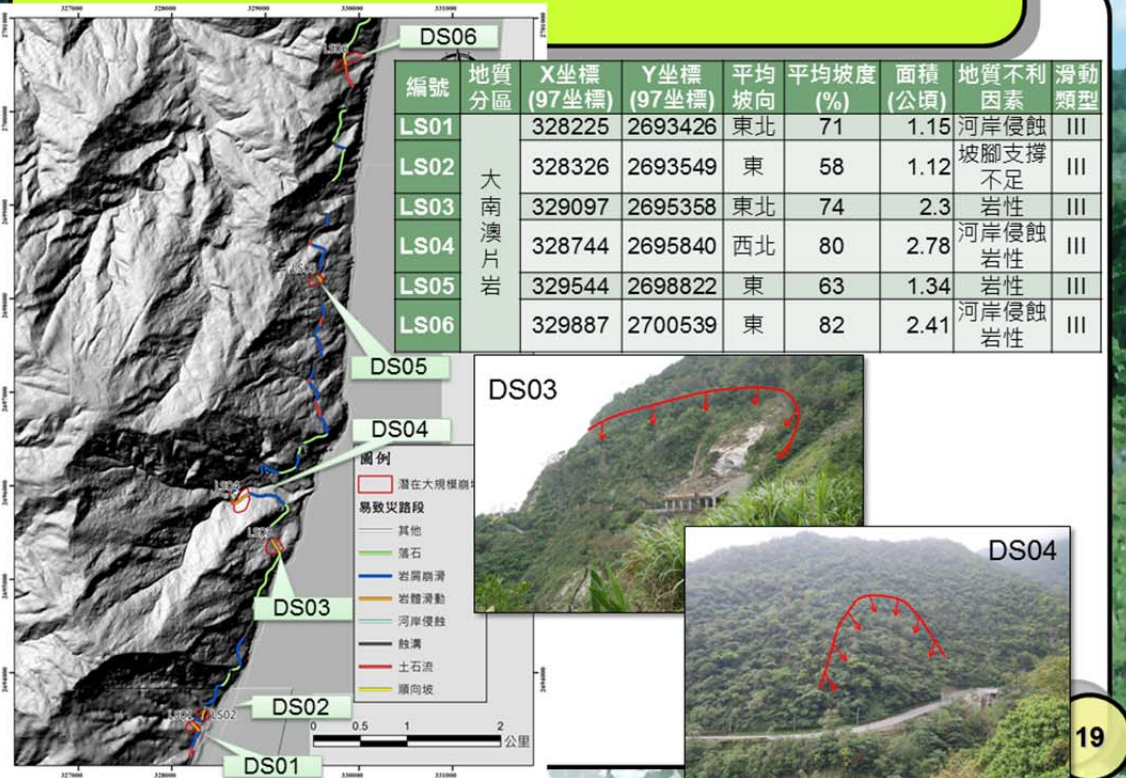
重大災害案例復建工程經費

第四區工程處民國90年至100年災搶與復健工程

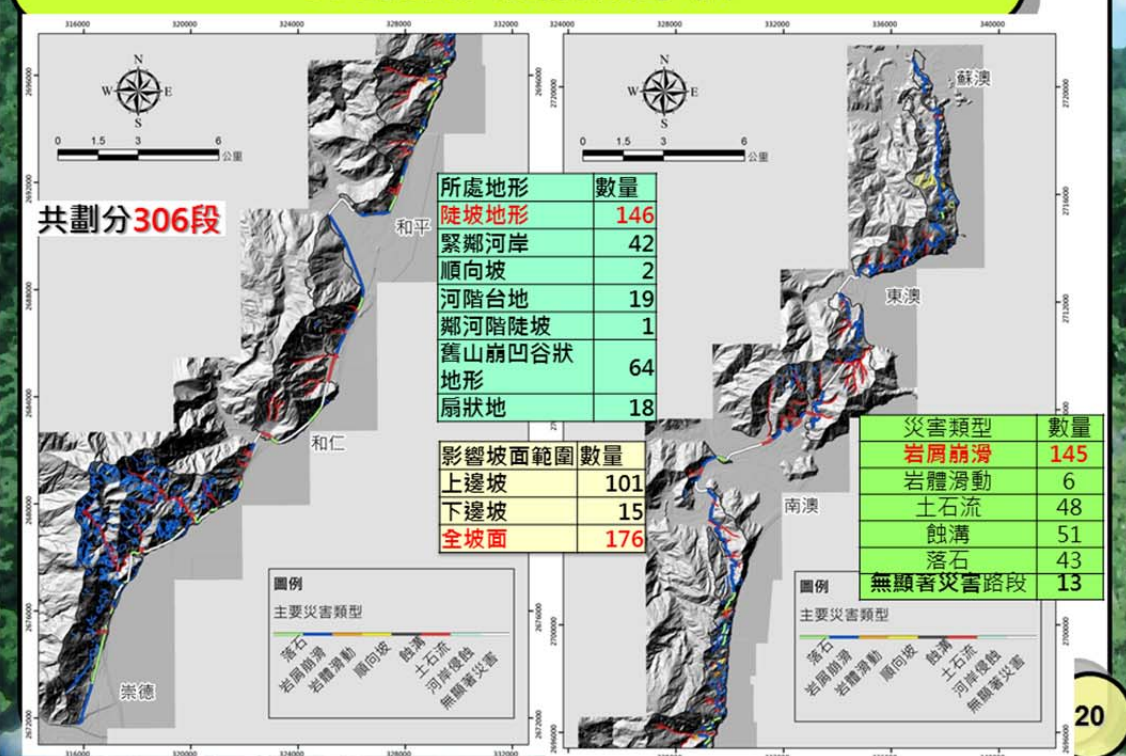
災害發生時間	災害名稱	路線樁號	附近地名	災害類別及受損情形	修復經費(仟元)	簡述
90.1.8	豪雨	112K+500	九宮里	坍方	1,036	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.7.30	桃芝颱風	153K+900	漢本	坍方	3,125	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，單線阻斷。
90.8.30	豪雨	133K+000	南澳	坍方		上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.5	豪雨	166K+300	和中	坍方		上邊坡落石，落石運棄。
90.9.17	納莉颱風	169K+100	和仁	坍方	4,650	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.18	納莉颱風	146K+000	觀音	坍方		上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.18	納莉颱風	156K+000	澳花	坍方		上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.24	利奇馬颱風	152K+000	漢本	坍方	16,625	上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.25	利奇馬颱風	169K+800	和仁	坍方		上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。
90.9.26	利奇馬颱風	123K+100	東澳	坍方		上邊坡滑動坍方，坍方運棄，造成交通中斷，無替代道路。

工程發包不依細項與路段劃分

5. 潛在大規模滑動區位判釋、成因、特性分析

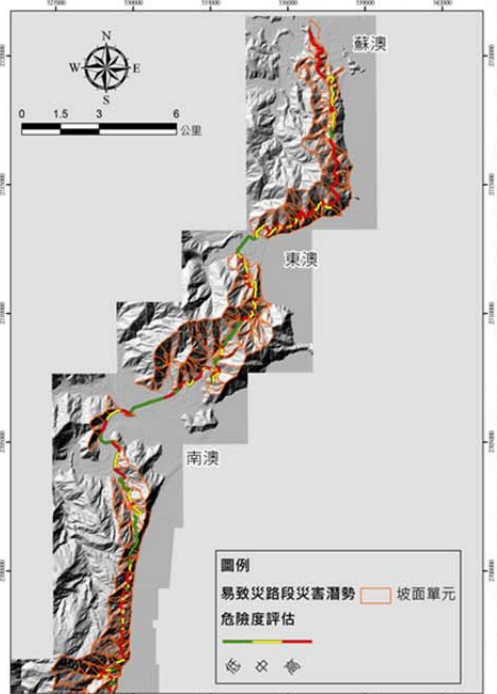
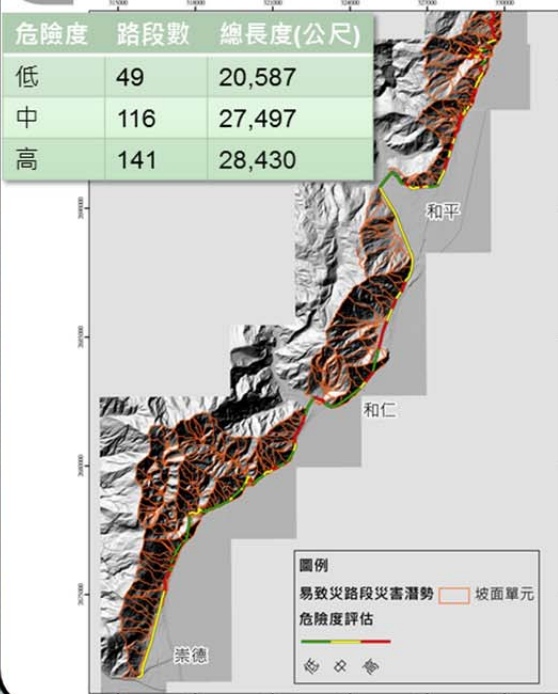


6. 易致災路段分析

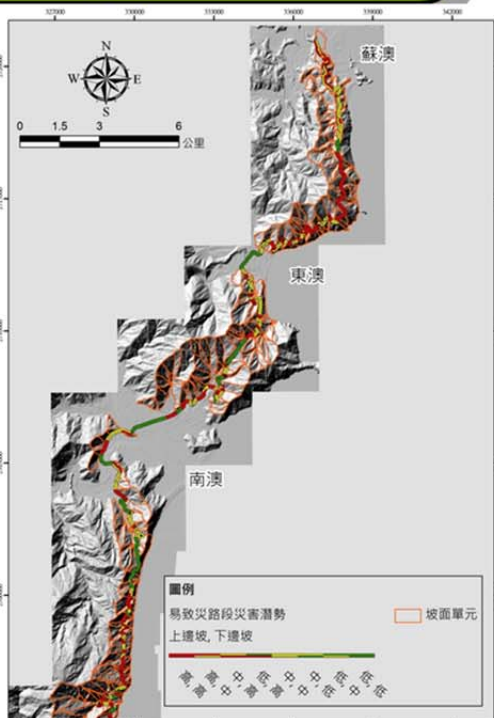
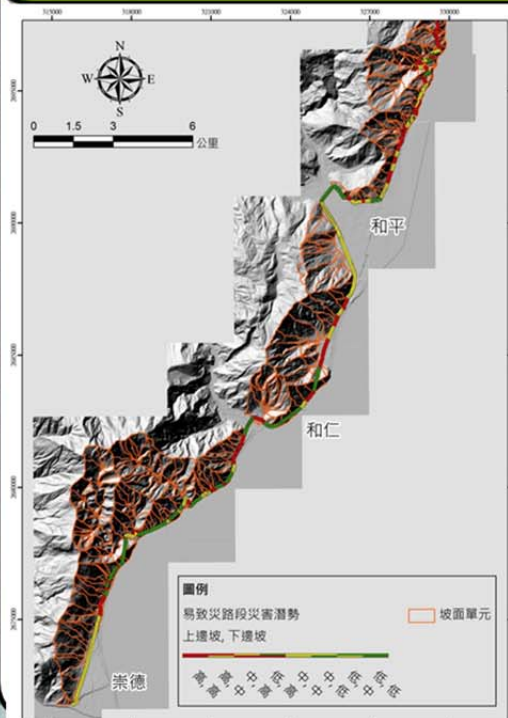


易致災路段潛勢分析結果(1)-全坡面

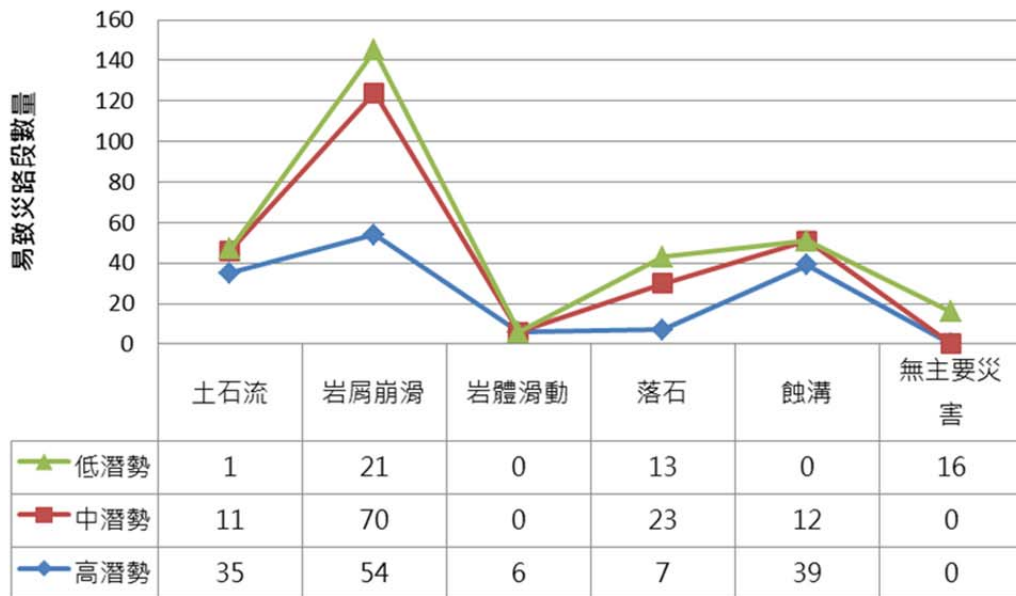
危險度	路段數	總長度(公尺)
低	49	20,587
中	116	27,497
高	141	28,430



易致災路段潛勢分析結果(2)-上、下邊坡



易致災路段潛勢分析結果(3)-依災害類型統計



23

二、山區道路邊坡破壞因子分析與修正

- 1. 致災誘發因子分析方法
- 2. 災害類別區分
- 3. 公路總局之警戒程度劃分
- 4. 道路降雨警戒值上下限訂定
- 5. 各路段道路降雨警戒上、下限值
- 6. 山區道路邊坡破壞風險分析

24

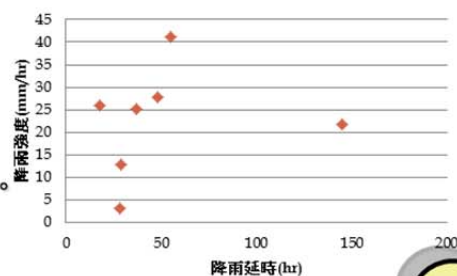
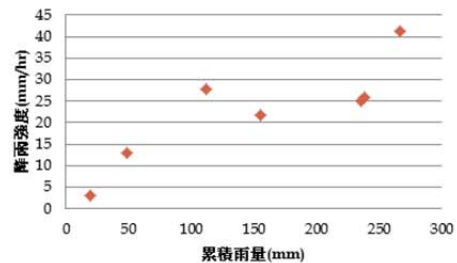
1. 致災誘發因子分析方法

• 新增崩塌判釋

根據前後期崩塌判釋成果，進行新增崩塌判釋；並將不同事件中新增崩塌之坡面單元劃出。

• 平均雨量計算

考量I-R及I-T之關係以及前人研究，選擇降雨強度I和累積雨量R為主要分析之降雨參數。再根據克利金法內插出不同事件中每個坡面單元之最大累積雨量和最大降雨強度分析。



25

2. 災害類別區分

• 路段區分

根據現地勘查結果，以及歷史災害情況，將不同路段之主要可能致災類別區分為數大類型，以了解不同路段可能之潛在災害。

• 災害類別區分

簡要將不同路段之坡面單元依其災害類別，區分為流動災害(土石流及蝕溝)、滑動災害(其他災害類別)及無災害(主要橋樑或隧道)進行統計分析。



26

3.公路總局之警戒程度劃分

- 以往有許多學者專家應用不同的劃分方法，一般可區分為單線法、雙線法及三線法。
- 現行公路總局之降雨指標主要區分為三階段，分別為預警(黃色注意)、警戒(橙色管制)以及行動(紅色封閉)等三階段。

預警時機為氣象局之預報雨量值超過行動值

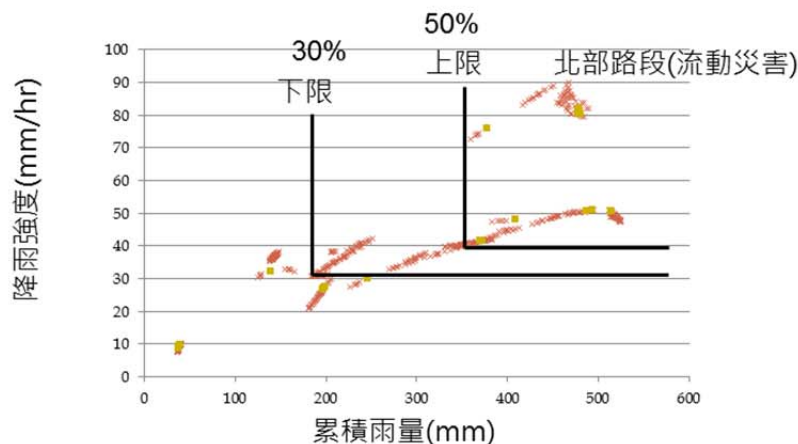
警戒時機為實際降雨到達警戒值

行動時機為實際降雨到達行動值。

27

4.道路降雨警戒值上下限訂定

- 根據統計方法，分析出所有坡面在雨場中發生可能性為30%之累積雨量及降雨強度，計為警戒值下限。
- 分析發生新增崩塌坡面在雨場中發生可能性為50%之累積雨量及降雨強度，為警戒值上限。



28

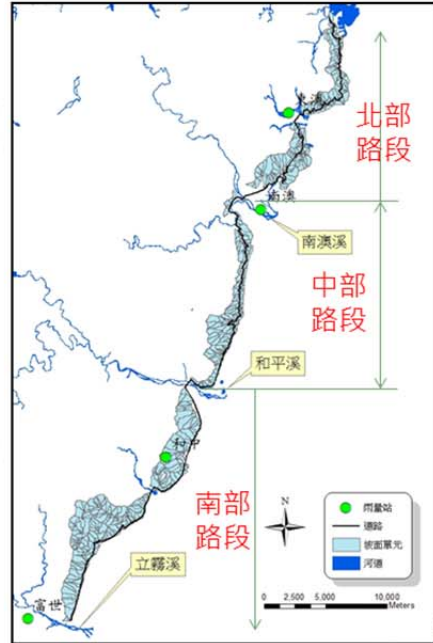
台9線路段區分及災害類別區分

• 路段區分

考量台9線路段較長，分別以南澳溪及和平溪為界，將研究區域區分為北部、中部及南部路段，進行分析。

• 災害類別區分

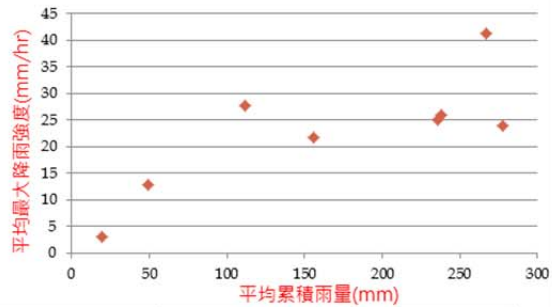
將不同路段之坡面單元依其災害類別區分為流動災害(土石流及蝕溝)、滑動災害(其他災害類別)及無災害(主要橋樑或隧道)進行統計分析。



29

台9線降雨警戒值分析

本計畫根據過往10場重大颱風事件之降雨參數及崩塌判釋成果，進行降雨警戒基準值上下限之分析，以進一步分析出不同路段之警戒基準值。



事件	平均累積雨量 (mm)	平均最大降雨強度 (mm/hr)	新增崩塌數	新增崩塌面積 (m ²)
1 瑪莎	277.55	24	57	683400
2 泰利	238.25	25.89	15	173106
3 凱米	266.74	41.28	122	1146044
4 聖帕	235.6	25.17	17	352420
5 柯羅莎	49.1	12.9	14	81132
6 米塔	19.7	3.2	34	9688
7 辛樂克	111.55	27.86	65	1021802
8 莫拉克	155.6	21.75	31	387057
9 凡那比	177.6	52.2	27	649535
10 南瑪都	254.8	31.7	16	308043

30

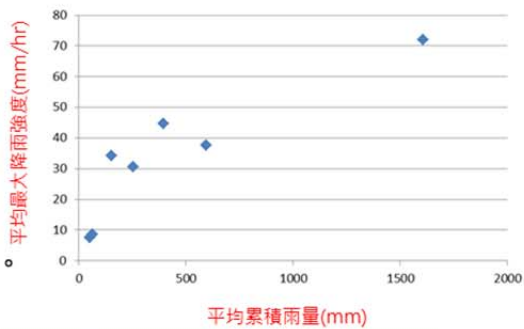
台9線降雨警戒上下限值

路段	災害類別	警戒值上下限	累積雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)
北部路段	流動災害	上限	300	50
		下限	180	30
	滑動災害	上限	200	50
		下限	160	30
中部路段	流動災害	上限	330	30
		下限	140	23
	滑動災害	上限	250	30
		下限	140	23
南部路段	流動災害	上限	170	25
		下限	125	18
	滑動災害	上限	170	23
		下限	125	18

31

台24線降雨警戒值分析

去年度計畫已對於台24線初步訂定其降雨警戒基準值。本年度計畫根據前述方法，進行台24線降雨警戒基準值上下限之修訂，以進一步推估出不同路段之警戒基準值。

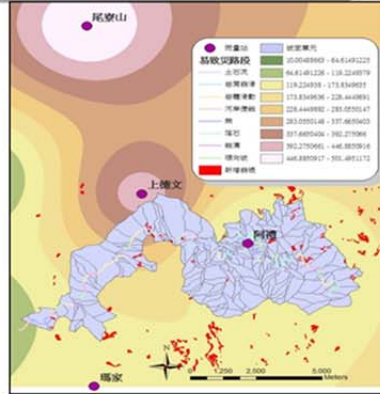


項次	事件	平均雨量 (mm)	平均最大降雨強度 (mm/hr)	新增崩塌數	新增崩塌面積 (m ²)
1	瑪莎	52	7.6	67	205700
2	凱米	395.6	44.6	67	193913
3	柯羅莎	152.5	34.3	29	228591
4	辛樂克	252.5	30.7	42	264073
5	米塔	64.12	8.69	27	135504
6	莫拉克	1604.5	71.98	122	3377824
7	南瑪都	592.1	37.65	115	251313

32

台24線降雨警戒上下限值

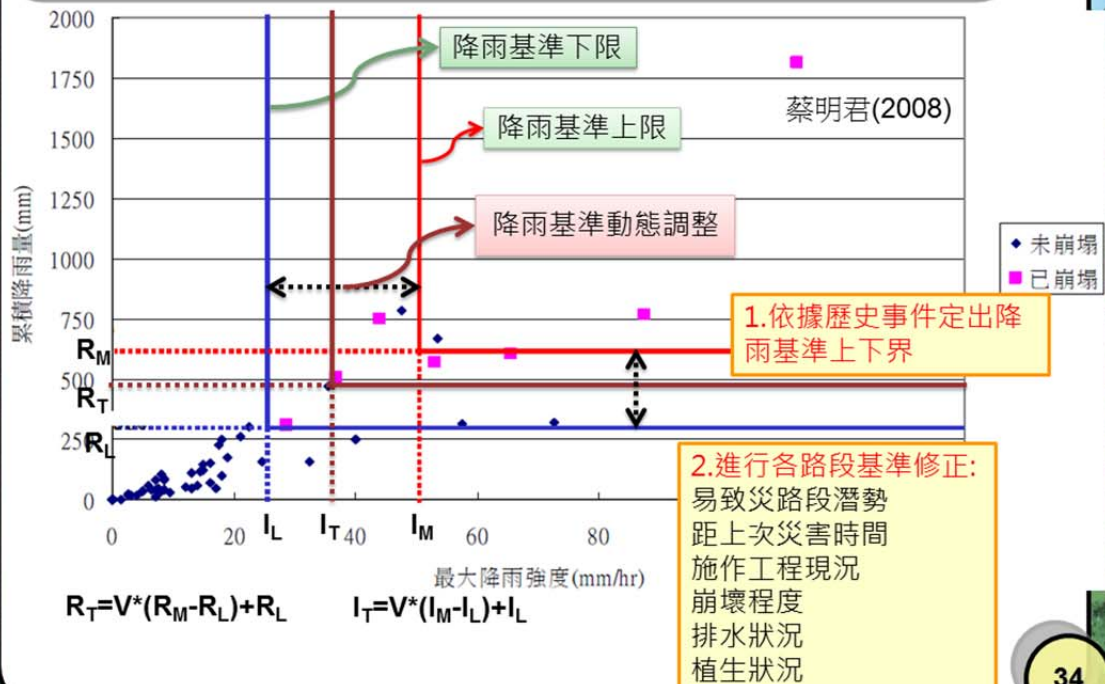
本計畫根據可取得之資料，以上述分析方法，分析以往**7場重大颱風事件**之降雨參數及崩塌判釋成果，並且進行降雨警戒基準值上下限之修訂與推估。



路段	災害類別	警戒值上下限	累積雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)
台24線	流動災害	上限	350	35
		下限	150	30
	滑動災害	上限	400	35
		下限	150	30

33

5.各路段降雨警戒基準修正



34

各路段降雨警戒值上限調整因子(1)

調整因子	易致災潛勢			崩壞程度		距上次災害時間			排水狀況			植生狀況			路段防護工程狀況		
	高潛勢區	中潛勢區	低潛勢區	已達岩盤	未達岩盤	1年內	1~5年	5年以上	有排水工程	無排水工程	積水疑慮	木生	草生	裸露	防護良好	不正常	施工中
發生山崩路段數	23	2	4	21	8	18	4	7	25	0	4	19	4	6	18	7	4
未發生山崩路段數	118	114	45	144	133	86	26	165	251	0	26	227	28	22	238	21	18
N1 (有因, 有崩)	23	2	4	21	8	18	4	7	25	0	4	19	4	6	18	7	4
N2 (無因, 有崩)	6	27	25	8	21	11	25	22	4	29	25	10	25	23	11	22	25
N3 (有因, 無崩)	118	114	45	144	133	86	26	165	251	0	26	227	28	22	238	21	18
N4 (無因, 無崩)	159	163	232	133	144	191	251	112	26	277	251	50	249	255	39	256	259
W+ (有因權重值)	7.36	4.95	6.57	7.07	6.18	7.43	7.12	5.83	6.68	0.00	7.12	6.51	7.05	7.69	6.41	7.89	7.49
W- (無因權重值)	5.71	7.19	6.76	6.18	7.07	6.14	6.68	7.36	7.12	6.73	6.68	7.38	6.69	6.59	7.73	6.54	6.65
C = W+ - W- (因子與山崩關聯)	1.64	-2.25	-0.19	0.89	-0.89	1.29	0.43	-1.53	-0.43	-6.73	0.43	-0.87	0.35	1.11	-1.32	1.36	0.83

證據權重法

$$W^+ = \ln \frac{\frac{N_1}{N_1+N_2}}{\frac{N_3}{N_3+N_4}} = \ln \frac{N_1(N_3+N_4)}{N_3(N_1+N_2)}$$

$$W^- = \ln \frac{\frac{N_2}{N_1+N_2}}{\frac{N_4}{N_3+N_4}} = \ln \frac{N_2(N_3+N_4)}{N_4(N_1+N_2)}$$

35

各路段降雨警戒值上限調整因子(2)

調整因子	分級	權重對比值 (C = W+ - W-)
易致災路段潛勢(Va)	低	-0.19
	中	-2.25
	高	1.64
崩壞程度(Vb)	未達岩盤	-0.89
	已達岩盤	0.89
距上次災害時間(Vc)	大於5年	-1.53
	1年~5年	0.43
	1年內	1.29
排水狀況(Vd)	有排水工程運作良好	-0.43
	無排水工程排水良好	-6.73
	有積水疑慮	0.43
植生狀況(Ve)	木本植物為主	-0.87
	草本植物為主	0.35
	裸露地為主	1.11
施作防護工程現況(Vf)	路段無災害或防護工程運作良好	-1.32
	防護工程不正常	1.36
	災害路段未施工或施工中	0.83

$R_T = V^*(R_M - R_L) + R_L$ R_T : 調整後累積雨量值; R_M : 累積雨量上限值; R_L : 累積雨量下限值; V : 調整因子

$I_T = V^*(I_M - I_L) + I_L$ I_T : 調整後最大降雨強度; I_M : 最大降雨強度上限值; I_L : 最大降雨強度下限值; V : 調整因子

$V = Va + Vb + Vc + Vd + Ve$

36

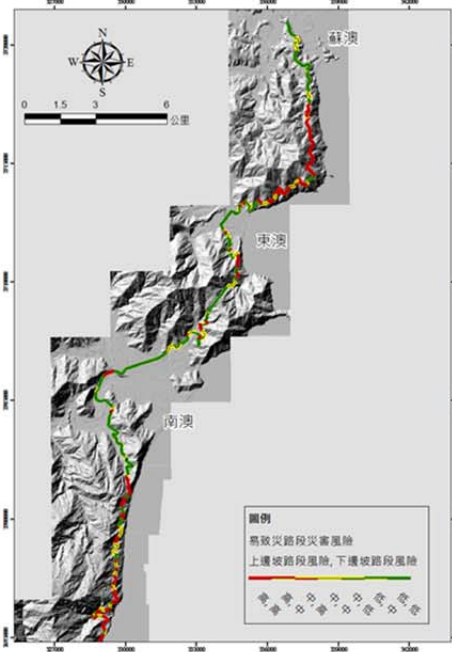
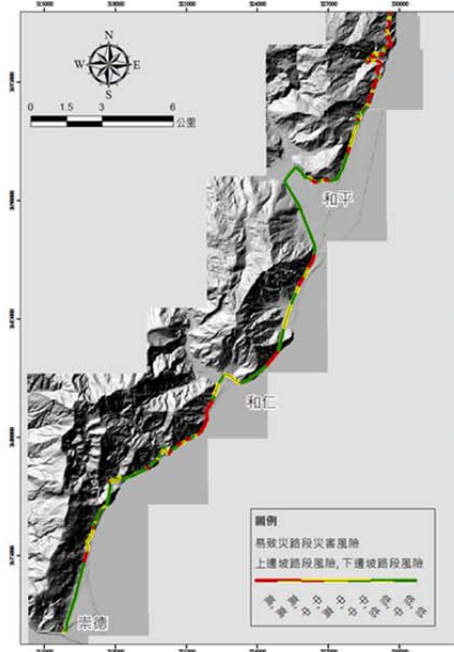
山崩潛感指標計算及降雨警戒值調整結果

起始樁號	結束樁號	致災潛勢	崩塌程度	距上次災害時間	排水狀況	植生狀況	施作防護工程狀況	權重加總	災害類型	累積雨量上限修正	降雨強度上限修正	累積雨量下限	降雨強度下限
106K+000	106K+500	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
106K+500	106K+700	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
106K+700	106K+800	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
106K+800	106K+850	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	300	50	180	30
106K+850	106K+950	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
106K+950	107K+900	高	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	蝕溝	300	50	180	30
107K+900	108K+150	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
108K+150	108K+450	中	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
108K+450	108K+550	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	-1.48	土石流	260	44	180	30
108K+550	109K+400	中	已達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
109K+400	109K+700	高	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
109K+700	109K+800	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
109K+800	110K+050	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
110K+050	110K+400	中	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
110K+400	110K+470	低	未達岩盤	1年內	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-1.33	岩屑崩滑	185	43	160	30
110K+470	110K+700	低	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-2.19	岩屑崩滑	190	45	160	30
110K+700	110K+800	低	未達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
110K+800	110K+950	低	已達岩盤	大於5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程良好	-4.15	岩屑崩滑	200	50	160	30
110K+950	111K+400	高	未達岩盤	1年~5年	有排水工程	木本植物為主	防護工程不正常	0.48	岩屑崩滑	180	39	160	30
111K+400	111K+950	高	已達岩盤	1年內	有積水疑慮	木本植物為主	防護工程不正常	2.21	岩屑崩滑	170	35	160	30

37

6.山區道路邊坡破壞風險分析

$$R(\text{災害風險}) = S(\text{災害潛勢}) \times P(\text{發生機率}) \times L(\text{損失程度})$$



38

三、山區道路監測預警管制技術檢討(1)

公路總局-一級監控路段彙整表102年第8版

台9線蘇花公路

工務段	監控分級	路段	參考雨量站	預警值		警戒值		行動值	
				1小時雨量	24小時雨量	1小時雨量	24小時雨量	1小時雨量	24小時雨量
南澳工務段	一級	臺9線蘇澳~東澳 (104K+600~120K)	和中	34	111	43	170	43	272
		臺9線南澳~和仁 (130K~167K+123)	慈恩						
	二級	臺9線和仁~崇德 (167K+500~179K+100)	布洛灣	40	130	50	200	50	320
		臺9線東澳~南澳 (120K~130K)	東澳, 烏石鼻						

本計畫-降雨警戒基準

流動型災害	預警值		警戒值		行動值	
	1小時雨量	累積雨量	1小時雨量	累積雨量	1小時雨量	累積雨量
北部路段(蘇澳~南澳)	預估雨量超過行動值		30	180	50	300
中部路段(南澳~和平)	預估雨量超過行動值		23	140	30	330
南部路段(和平~富世)	預估雨量超過行動值		18	125	25	170
滑動型災害	預警值		警戒值		行動值	
	1小時雨量	累積雨量	1小時雨量	累積雨量	1小時雨量	累積雨量
北部路段(蘇澳~南澳)	預估雨量超過行動值		30	160	50	200
中部路段(南澳~和平)	預估雨量超過行動值		23	140	30	250
南部路段(和平~富世)	預估雨量超過行動值		18	125	23	270

39

三、山區道路監測預警管制技術檢討(2)

公路總局-一級監控路段彙整表102年第8版

台24三地門~阿里

工務段	監控分級	路段	參考雨量站	預警值		警戒值		行動值	
				1小時雨量	24小時雨量	1小時雨量	24小時雨量	1小時雨量	24小時雨量
潮州工務段	一級	臺24線伊拉溪底便橋 (32K+890)	阿禮, 上德文	40	200	45	250	50	300
	二級	臺24線伊拉~阿禮 (29K+000~48K+250)路段	阿禮, 上德文	45	250	50	300	60	300

本計畫-降雨警戒基準

災害類型	預警值		警戒值		行動值	
	1小時雨量	累積雨量	1小時雨量	累積雨量	1小時雨量	累積雨量
流動型災害	預估雨量超過行動值		30	150	35	350
滑動型災害	預估雨量超過行動值		30	150	35	400

40

三、山區道路監測預警管制技術檢討(3)

- 目前公路單位於重點監控路段依雨量及道路狀況劃分為預警（黃色注意）、警戒（橙色管制）、行動（紅色封閉）三種等級
- 針對不同的情境變化提出適切的處置，其管制與應變訊息主要透過警察廣播電台即時傳遞通知用路人

一級監控路段燈號等級應變作為說明

預警等級（黃色注意）

定義：氣象局發布劇烈天氣特報時預測降雨量達到降雨觀測指標行動值或實測降雨量累積達降雨觀測指標預警值時，可介定為此等級。
交通管制方式：路段維持通行，並通報地方政府、當地派出所及管制站人員對現場進行警戒。
用路人資訊：為因應可能因降雨規模而提升道路應變等級，用路人請收聽警廣特別注意該路段管制應變訊息。

警戒等級（橙色管制）

定義：視各路段不同情形，當實測降雨量累積達降雨觀測指標警戒值以上，可劃分為此類等級。
交通管制方式：路段維持通行，惟可能出現零星落石及小規模土石坍流，並採隨坍隨清，管制點人員勸導遊客避免進入該區域。
用路人資訊：勸導近端用路人提早撤離，遠端用路人避免行經該路段。

行動等級（紅色封閉）

定義：視各路段不同情形，當實測降雨量累積達降雨觀測指標行動值以上，可劃分為此類等級。
交通管制方式：經研判後續仍有持續降雨趨勢，路段得封閉。
用路人資訊：發佈道路封閉訊息，請用路人前往安全停車空間或緊急暫停空間或行走路況良好的替代道路。

41

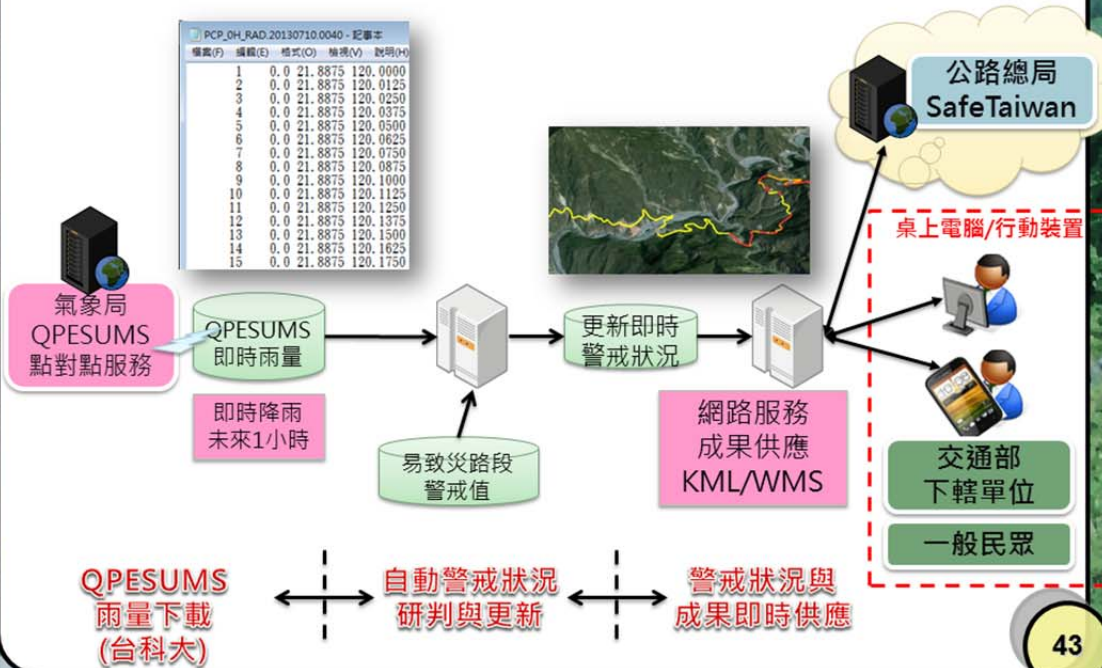
三、山區道路監測預警管制技術檢討(4)

避難路段間之任一路段雨量到達警戒值或行動值時，各路段皆視為警戒或行動狀態，即應進行警戒管制與封路行動等作為
 以安全路段有收容所路段為避難路段
 以最鄰近收容所之路段為警戒及封路路段
 管制人車往避難路段撤離與安置



42

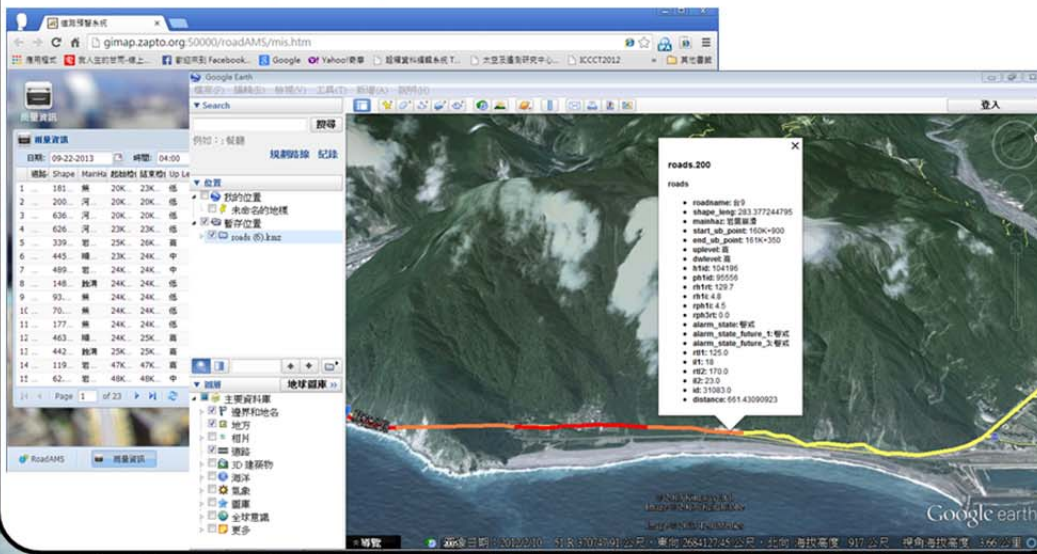
四、計畫監測預警管制成果展示(1)



43

監測預警成果展示

- 以列表方式呈現各路段之即時警戒研判結果
- 以Google KMZ展示即時山區道路之預警 (黃色)、警戒 (橙色)、行動 (紅色) 狀況

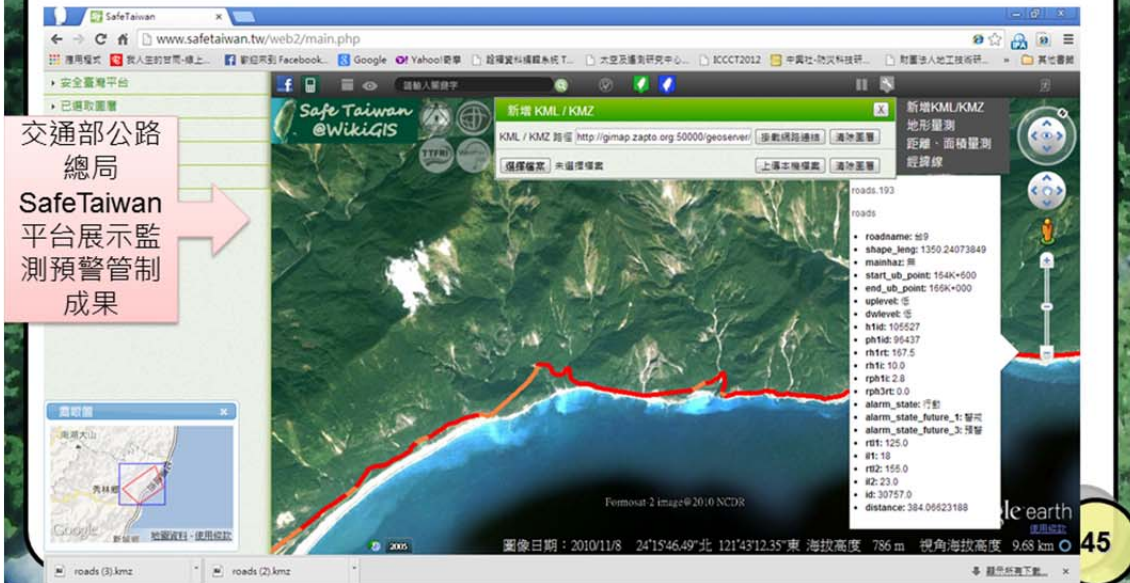


44

交通部公路總局SafeTaiwan平台展示

- 於SafeTaiwan平台加入山區道路預警監測成果(KMZ)檔
- 計畫成果為開放式資料，可擴大成果效益
- 未來將直接整合至SafeTaiwan平台

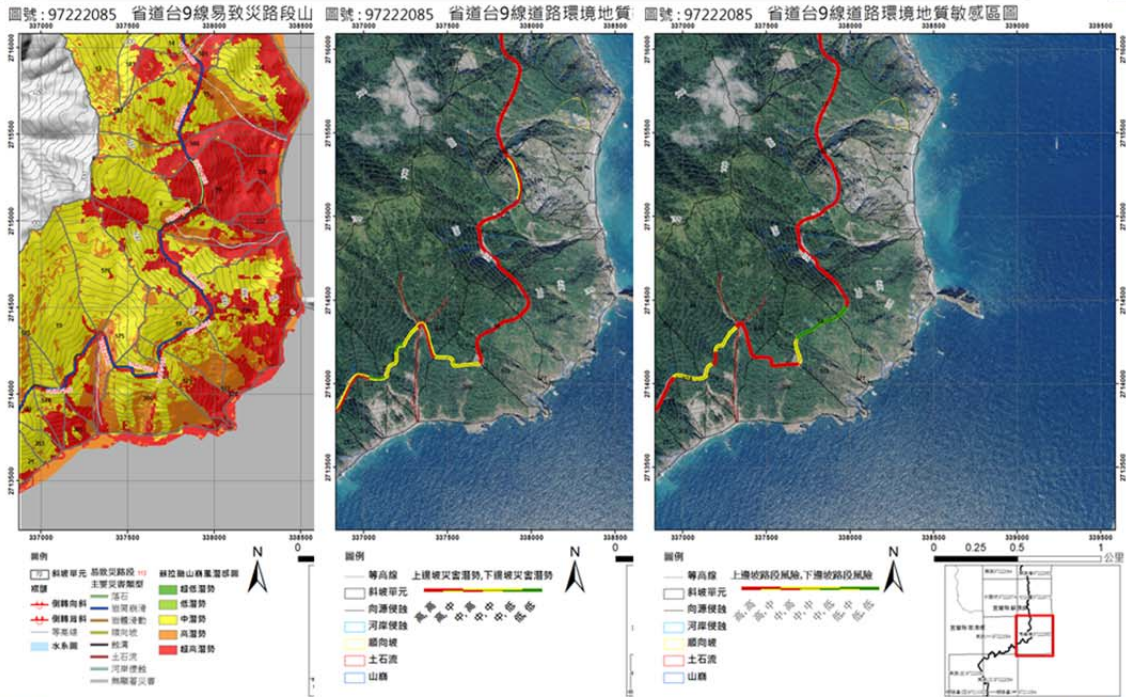
交通部公路
總局
SafeTaiwan
平台展示監
測預警管制
成果



四、計畫成果提送-資料庫建置

資料類型	資料名稱	資料格式	資料類型	資料筆數
基本資料	水系	shapefile	多邊形	3,375
	道路	shapefile	線段	298
	子集水區	shapefile	面	1,261
	坡面單元	shapefile	面	618
地質資料	地層	shapefile	面	7
	構造	shapefile	線段	7
災害資料	山崩潛感	raster	網格	15
	環境地質敏感區	shapefile	面	551
	山崩目錄	shapefile	面	15
	易致災路段	shapefile	線段	306
	重大災害案例	shapefile	點	41
	大規模崩塌	shapefile	面	6

四、計畫成果提送-成果圖製作



四、計畫成果提送-相關成果提報及成果發表

項次	研討會名稱	舉行日期
1	101年度行政院災害防究應用科技方案暨國家災害防救科技中心成果聯合發表會	102年 5/30-31日
2	2013台灣地理資訊學會年會暨學術研討會	102年 6/27-28日

山區道路易致災路段調查評估、風險分析及監測預警管制技術之研發(2/4)

Developed a technique for mountain road to investigate risk assessment, risk analysis, landslide prewarning management(2/4)

● 主辦單位: 交通部運輸研究所
● 主持人/單位: 蔡志毅 副教授/財團法人成大研究發展基金會

計畫主旨

一、背景
民國97年中研院國科會與地研所合作針對山區道路調查，是受到多項社會問題與大眾的注意，並獲得國科會多筆山區的道路外撥款，此項調查是根據國安警防的重要事項。

二、目的
以建立區域風險分析單元，進行山區易致災路段劃分，同時進行路線辨識、重大災區辨識，結合災害危險度與損失程度分析，建立山區道路災害風險分析模式。

三、研究方法與流程
以建立區域風險分析單元，進行山區易致災路段劃分，同時進行路線辨識、重大災區辨識，結合災害危險度與損失程度分析，建立山區道路災害風險分析模式。

研究成果

- 易致災路段之劃分方法確立
- 易致災路段之風險評估
- 易致災路段之監測預警管制技術研發
- 易致災路段之風險評估
- 易致災路段之風險評估

研究方法與流程

研究區域劃分

研究區域劃分

研究區域劃分

肆、結論與建議(1)

- 蘇花公路山區道路自蘇澳至崇德路段劃分為306段。災害潛勢高者共有141個路段、災害潛勢中者共有116個路段、災害潛勢低者則有49個路段。
- 35處復建措施工程現況中，共29處既有工程、2處新建工程與4處緊急工程。在29處既有工程中，有2處全部毀損、有9處部分毀損、有18處運作良好。
- 本研究臺9線流動型災害降雨基準與公路總局之行動值接近，而滑動型災害降雨基準與則較公路總局之預警值為保守(低)。而在臺24線方面則顯示本研究之預警值低於公路總局之預警值，行動值高於公路總局之行動值的現象。
- 計畫之監測預警管制成果以網路服務方式對外提供KML檔案下載與WMS服務連結，各單位可自行加入瀏覽。達防災開放資料與成果共享的目標。

49

肆、結論與建議(2)

- 後續建議選定其他省道之山區道路路段，持續利用本方法進行劃分並逐步進行方法修正，以提升劃分方法之適用範圍。
- 建議各山區路段完成降雨基準律定後，應逐年修正及更新，以符合路段現況，同時提昇降雨警戒基準之精度。
- 後續可透過簡訊或電子郵件即時傳送研判結果與警戒作為，給公路管理單位及用路人參考。

50