

# 石公溪與崇德板下的防災實踐

文、圖／李國維（陽明交通大學防災與水環境研究中心專案助理研究員）

康耿豪（合昱工程顧問有限公司應用地質技師／負責人）

黎璧瑞（林業保育署花蓮分署集水區治理科科长）

梁志榮（林業保育署花蓮分署集水區治理科技正）

## 重塑災後韌性山川

花蓮縣秀林鄉 2024 年受地震及颱風豪雨影響，頻繁發生邊坡崩塌及土石災害，嚴重影響當地交通運輸及公共安全，尤以石公溪及崇德板下崩場地最為顯著，如何有效調查及評估此類災害並提出適切的防減災策略，成為刻不容緩的重要課題。

本研究節錄部分「113-116 年度花蓮分署 0403 震災後調查評估工作」（林業及自然保育署花蓮分署，2024）計畫成果，進行崩場地緊急調查與災況量化分析，分析兩處崩場地的災害成因與發展過程，並提出具體的緊急處理對策及長期管理策略，旨在提升災後韌性與公共安全。

### 本文研究方法

#### ■ 基本資料蒐集

蒐集地形及區域地質資料，蒐集鄰近自動氣象站歷史降雨資料及近期災害事件，進行降雨特性與災害事件相關性之分析。

#### ■ 航遙測影像分析

透過多期航遙測影像、內政部光達資料、災後 UAV 空拍影像，掌握崩塌事件前後之地形變遷行為。

#### ■ 崩場地現況調查與災況量化分析

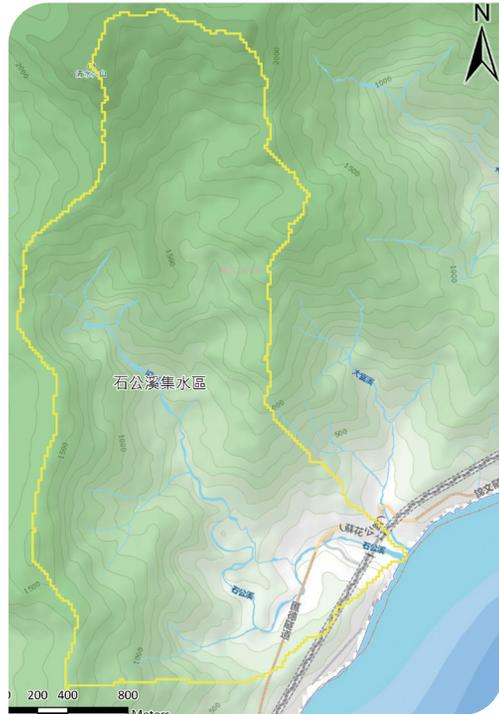
包含災後緊急現勘、記錄災情資訊，評估崩塌機制及未來可能致災風險。利用不同時期正射影像及數值地形模型（DSM）相減估算崩塌堆積體積，計算崩塌與堆積分布範圍，分析可能向下運移路徑與範圍，進行災情量化分析，提出具體的防減災策略。



## 石公溪與板下地區災況

### 石公溪崩塌地區地質及災情

石公溪為花蓮縣縣管河川，集水區位於林業及自然保育署花蓮分署（簡稱花蓮分署）立霧溪事業區第9林班地，集水區面積約9平方公里，地勢自清水大山東降至太平洋。區域地質以九曲大理岩與白楊片岩為主，九曲大理岩因岩體堅硬，在地形上常形成峽谷或陡峭的崖壁，為石公溪集水區內的主要岩性。白楊片岩岩性以綠色片岩與變質燧石為主，綠色片岩中片狀礦物多呈順向排列，形成發達的葉理面，有時可見2組以上的葉理構成夾皺劈理，本層出露在石公溪遷急點附近。



石公溪集水區範圍（臺灣通用電子地圖）



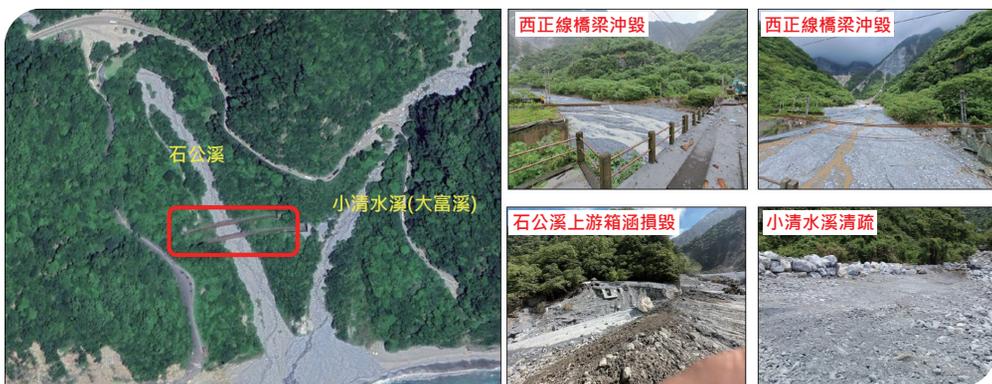
臺9線161.3K處凱米颱風後照片  
資料來源：交通部公路局

2024年0403花蓮地震造成石公溪集水區上游崩塌、許多岩塊及土砂堆積在坡面與河道，2024年7月凱米颱風侵襲臺灣，大量土石流出造成臺9線交通中斷、161.3k（匯德隧道北口）被土石溢淹覆蓋約5公尺高，同時也造成臺鐵K53+800小清水溪橋梁西正線沖毀、東正線軌道土石淤積。同年10-11月山陀兒颱風、康芮颱風，

石公溪土石持續流出溢淹蘇花公路，影響交通運輸與用路人安全。

### 崇德板下崩塌地區域地質及災情

崇德板下崩塌地位於臺9線164.5公里處之公路上方邊坡，坡向朝東，地勢由立霧山自海拔1,274公尺急降至海岸線，崩塌地坡度陡峭且地勢落差大，地層以九曲大理岩、白楊



北迴線 K53+800 凱米颱風後照片  
資料來源：臺灣鐵路公司



崇德板下崩塌地地理位置（臺灣通用電子地圖）

## 清水斷崖雨量站 2024 年有發颱風警報雨量統計

颱風名稱	警報期間	近臺強度	最大時雨量 (mm) / 重現期	最大 3 小時雨量 (mm) / 重現期	最大 6 小時雨量 (mm) / 重現期	最大 12 小時雨量 (mm) / 重現期	最大 24 小時雨量 (mm) / 重現期
康芮	10/29-11/1	強烈	30.5	56.5	94	159	244.5 (2-5)
山陀兒	9/29-10/4	強烈	34.5	37.5	50.5	62	86.5
凱米	7/22-7/26	強烈	87 (10-20)	192.5 (25-50)	262.5 (25-50)	334.5 (25-50)	441.5 (25-50)

片岩為主，岩體多處風化且節理裂縫豐富。

本場址自 2024 年 0403 地震後坡面即有鬆動堆積現象，2024 年 7 月凱米颱風豪雨挾帶土砂流出造成臺 9 線及臺鐵多處中斷，其中臺 9 線 164.2K-164.5K 路段邊坡坍方超過 1 萬立方公尺，臺鐵北迴線 K56+920 堆積約 2.5 萬方土石量。2024 年 9 月 8 日強降雨引發上方邊坡鬆動，土石及泥流覆蓋臺 9 線 164.5K 路段，並淹沒臺鐵崇德至和仁間東正線 K56+950。後續山陀兒颱風、康芮颱風再次造成邊坡土石往下運移，由於既有排水設施通洪斷面不足，導致部分土石、泥流溢淹鐵路同時也有許多大岩塊從坡面崩落堆積公路及鐵路周圍。

## 2024 年三颱侵臺 清水斷崖雨量統計全紀錄

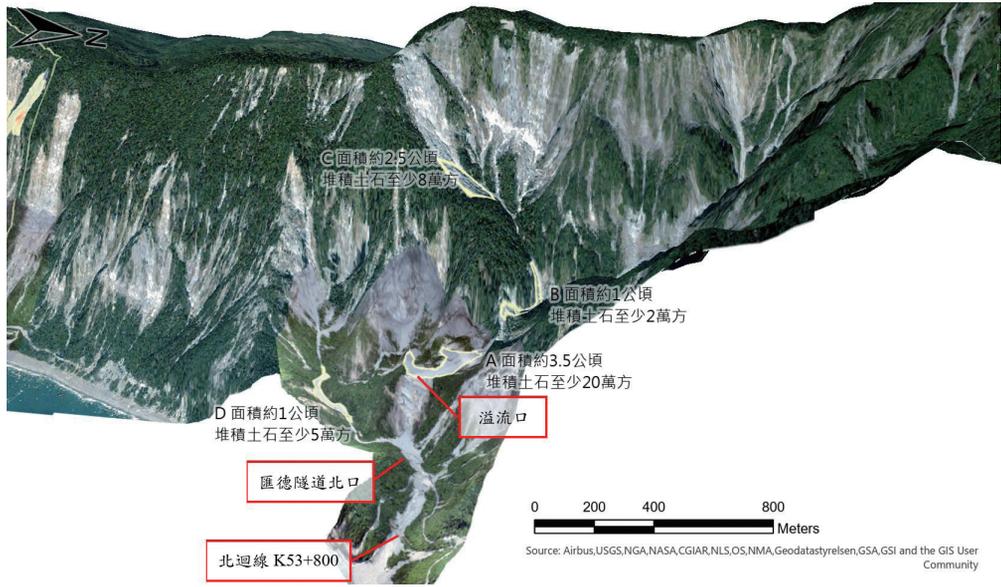
本研究蒐集鄰近清水斷崖雨量站於 2024 年有發颱風警報期間統計雨

量，參考和中雨量站之頻率分析，凱米颱風期間清水斷崖雨量站最大 3、6、12 及 24 小時累積雨量重現期為 25-50 年，1 小時累積雨量重現期為 10-20 年。

山陀兒颱風期間雨量站各延時累積降雨均小於 2 年重現期。康芮颱風期間最大 12 及 24 小時累積雨量重現期為 2-5 年，其餘延時均小於 2 年重現期。

## 石公溪崩場地調查與分析

石公溪集水區因 2024 年 0403 花蓮地震後大量岩塊土砂堆積，凱米颱風帶來的暴雨引發河道淤積後溢流改道，形成高差約 200 公尺、坡度約 45 度的河道遷急點。前後期 DSM 相減結果顯示崩塌土石堆積總量超過 30 萬方，主要分布在 4 處主要堆積區域。其中堆積體 A 面積約 3.5 公頃、體積至少 20 萬方，堆積於溢流口上方。目前溢流處已形成一處明顯缺口。



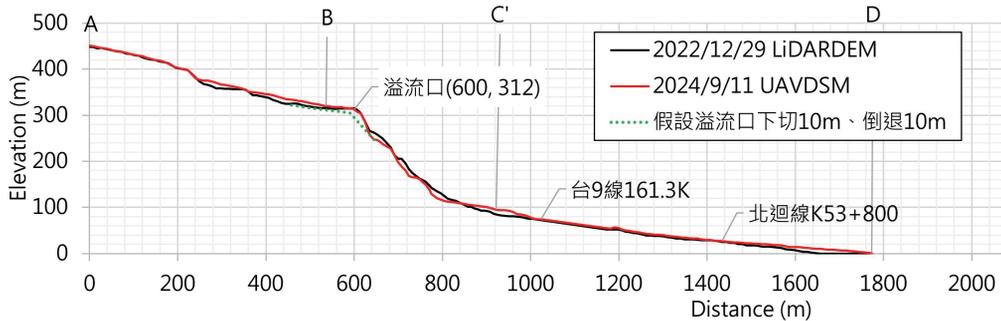
石公溪坡面堆積土石量體位置 3D 視角



石公溪原河道及新河道位置



石公溪溢流口下方保全對象



石公溪河道縱剖面圖

2024年凱米颱風從溢流口衝出大量土石，其中約2萬方的土石堆積於臺9線161.3K路段，造成臺9線交通中斷、匯德隧道北口被土石溢淹覆蓋高度約5公尺。部分土石與水流越過臺9線後，繼續往下游搬運移動，造成臺鐵K53+800小清水溪橋樑西正線沖毀，東正線軌道土石淤積。本計畫假設未來發生多場降雨事件後溢流口擴大，遷急點後退10公尺、下切10公尺的情境。此一情境造成堆積在東豐礦場舊址至少20萬方土石逐漸、分次往下游運移，可能影響鐵公路交通與用路人安全。

### 崇德板下崩塌地調查與分析

崇德板下崩塌地位於臺9線164.5K附近，0403地震後坡面已有明顯崩塌土石堆積，隨後在凱米、山陀兒及康芮等多次颱風豪雨期間，堆積在坡面上的堆積物受暴雨沖刷、往下邊坡運移、土砂流出堆積於鐵公路造成災害。崇德板下上邊坡為常見之破壞機制，由3組不連續面連通後形成岩塊崩落，這些不連續面主要是片理（或層理）、張力裂縫、或是蝕溝沖刷形成的弱面。降雨沖蝕將坡面土石帶出、堆積在坡趾形成堆積扇。這些堆積物材料組成鬆散，容易因降雨入滲、地表逕流沖刷造成局部崩滑、土石夾帶泥水流出。

綜合以上，本場址為上邊坡陡峭、坡面有數道蝕溝，坡趾土石堆積且蝕

溝持續下切的崩塌地。坡面破壞機制以落石為主，強降雨將崩落土石沿著沖刷溝帶到坡趾形成堆積扇，目前仍不穩定，未來降雨入滲及沖刷均可能加速土石泥流繼續流出，衝擊下方鐵公路交通。

### 從崩塌危機到應變行動

#### 石公溪崩場地緊急處理對策

目前石公溪河道仍堆積大量土石，後續颱風事件可能造成溢流口持續沖刷擴大，導致堆積在溢流口後方



■ 崇德板下崩塌地災後現勘照片

河道約 20 萬方的土石往下游運移，影響鐵公路交通及用路人安全。建議於溢流口下方堆積區域施作護岸、固床工及防砂壩等工程，並配合鐵公路上邊坡側增加囚砂空間、減少可能直接衝擊鐵公路的土砂量，並於公路下方增設排水箱涵將洪水迅速排向出海口，減少土砂溢淹路面的狀況。

花蓮分署刻正辦理「石公溪及小清水溪集水區溪流環境調查分析及棲地改善計畫」，從石公溪集水區治理和監測的角度，進行地質調查、水

文水理分析、土砂收支分析，定期評估土石運移及淤砂量之改變、評估致災風險，探討河道變遷趨勢與穩定策略。

### 崇德板下崩塌地緊急處理對策

目前崩塌地趾部（臺 9 線上邊坡）尚有約 10 萬方的土石量體，建議於坡面施作噴凝土縱溝、邊坡掛網、自由格樑、鋪設稻草蓆等邊坡防治作業，減緩地表沖刷。崩塌地源頭區海拔 1,000 公尺處尚有約 11 萬方的土石量

■ 崇德板下上邊坡破壞機制，由 3 組不連續面連通後形成岩塊崩落。





■ 坡趾堆積物材料組成鬆散，容易因降雨入滲、地表逕流冲刷造成局部崩滑、土石夾帶泥水流出（2024/9/16）。

體堆積坡面，因無道路可及性，建議透過定期航拍的方式持續追蹤，並評估空中撒播草種之可能，加速植生復育、減緩崩塌範圍擴大。建議改善現有箱涵、增加通洪斷面，並定期清理公路下方箱涵與箱涵上游集水井。可於道路上邊坡設置囚砂區，作為強降雨時土砂流出的緩衝區域，避免土石泥流溢淹鐵公路。

根據2024年災害及雨量統計結果，可考慮先以豪雨特報（200mm/24h 以上或 100mm/3h 以上雨量）作為可能發生土石、泥流溢淹路面的管理基準值，以便及早啟動應對措施，並由後

續降雨事件持續建立雨量與坡面災害之關係，滾動式修正管理基準值。

### 強化調查、監測與韌性對策

本研究透過地形地質、水文資料與多時期航遙測分析，搭配災後現地勘查，掌握石公溪及崇德板下崩塌地災害特性與成因，提出短期緊急處理對策及後續建議，希冀達到重塑災後韌性山川的目標。透過提出有效且務實的防減災方案，可有效提升研究區域之災後韌性及長期防災能力，未來應持續加強相關監測與分析工作，維護居民安全及集水區治理永續發展。🌿