

光華及秀巒地區 大規模潛勢區防減災工作

蔡金龍¹ 洪繼懋¹ 白朝金¹
朱世文¹ 黃致維¹ 蕭仲富¹

Controlling Potential Landslides or Collapses



摘要

近年大規模崩塌防、減災意識抬頭，行政院農業委員會水土保持局於110年起開始辦理大規模崩塌警戒發布工作。透過事前調查掌握邊坡活動特性，並加以監測避免崩塌災害發生，研擬應變對策，達到防、減災目標。本文為執行桃園市復興區光華地區及新竹縣尖石鄉秀巒地區等大規模崩塌潛勢區之防、減災工作，透過持續調查監測以有效掌握邊坡活動特性，並在崩塌前能預先掌握坡體變化，以達預警防災目標，茲彙整相關工作歷程及成果，提供類似案例參考。

To prevent or control potential landslides or collapses on mountainsides, the Soil and Water Conservation Bureau under the Council of Agriculture has since 2021 stepped up its early-warning system. Based upon survey findings about mountainsides, various countermeasures are worked out to prevent or control potential damage. An example of great success is the project to prevent and control potential damage in two project sites in the Taoyuan and Hsinchu areas. Various measures are based upon prior data collected in potential disaster sites to forestall damage.

| 註1：行政院農業委員會水土保持局臺北分局。

一、前言

近年大規模崩塌防、減災意識抬頭，行政院農業委員會水土保持局（簡稱水保局）於110年起開始辦理大規模崩塌警戒發布工作。然而崩塌地規模越大，其地質條件不確定性往往越高，也更難完全掌握邊坡行為及進行治理。透過事前調查以掌握邊坡活動特性，並加以監測避免崩塌災害無預警發生，同時研擬周延的應變對策以進行妥善應變，達到防災、減災、避災目標，更是關鍵課題之一。本文為執行桃園市復興區光華地區及新竹

縣尖石鄉秀巒地區等大規模崩塌潛勢區之防、減災工作，透過持續調查監測以有效掌握邊坡活動特性，並在顯著崩塌前能預先掌握坡體變化，以達預警防災目標，茲彙整相關工作歷程及成果，提供類似案例參考。

二、光華及秀巒地區大規模潛勢區防減災工作

（一）光華地區

1. 災情概述：光華地區位於桃園市復興區華陵里，為大規模崩塌潛勢區（編號「桃園市-復興區-T002」）（圖1）範圍約12.3公頃，自95年薔薇颱風後開始有局部、小規模崩塌跡象，107年起進行現地調查，並建置現地監測設備，110年1月邊坡約3.4公頃主要滑動區產生顯著滑動現象，造成崩塌地頭部光華農路中斷，倘崩塌土砂下移將影響崩塌地下方光華道路交通安全。

2. 崩塌機制與活動性：由調查監測結果本區可能崩塌機制包含（1）岩屑層內滑動，滑動深度約地表下5~27公尺處。（2）岩體滑動，可能滑動深度約地表下55公尺（圖2）。傾斜觀測管於淺層很快因邊坡滑動遭剪斷，因此尚無法得知是否存在更深層滑動，由地表變形分析成果顯示分區2具顯著變形（圖3），目前

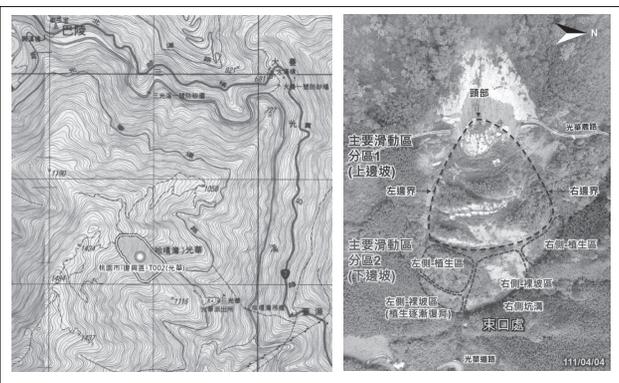


圖1. 光華地區位置圖及空拍圖（主要滑動區）。

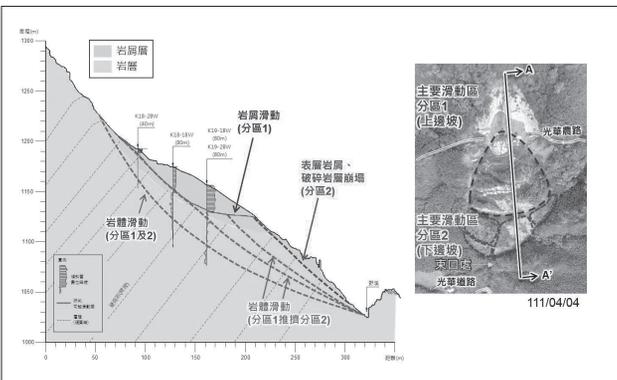


圖2. 光華地區崩塌機制剖面示意圖。

初步研判可能為整體性或推移式滑動。另監測結果顯示降雨期間，地下水水位上升後，可觀察到邊坡產生活動性具不穩定現象，顯示降雨、地下水為不利邊坡穩定因子。

3. 應變作為

(1) 緊急應變措施

a. 成立應變小組：透過自動化監測系統發現局部顯著變位且無減緩趨勢(圖4)，經通報後水保局隨即於1月30日邀集專家學者現勘(圖5)，並成立災害應變小組，啟動緊急應變工作。

b. 召開研商會議，訂定各機關執行分工：為中央與地方共同配合相關防災應變，水保局於2月1日及4日召開光華崩塌大規模崩塌災害預防及因應研商會議，依權責分工辦理緊急防減災措施。2月18日水保局李鎮洋局長現場與臺北分局及地方政府研商相關應變工作(圖6)。

c. 盤點保全對象，檢討因應對策：本區保全對象為光華農路，並依分工區公所辦理相關警戒措施：(a) 光華農路：拉起警戒繩、設置紐澤西護欄及告示牌進行封閉措施。(b) 光華道路：路旁堆置貨櫃及道路警告設施，

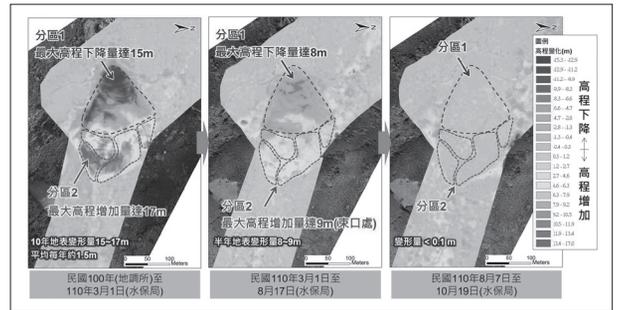


圖3. 光華地區空載光達數值地形變異分析成果。

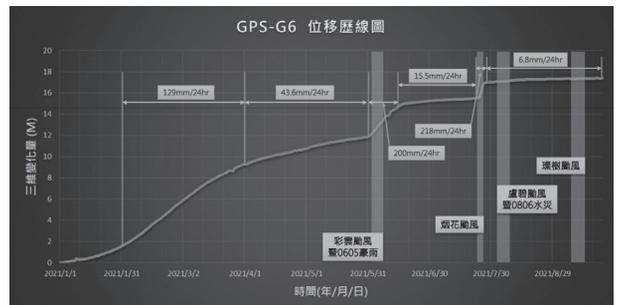


圖4. 光華地區GPS-G6變位歷時曲線圖，於110年1月起產生顯著變位。



圖5. 110年1月30日光華地區邀集專家學者現勘。



圖6. 110年2月18日李鎮洋局長現場關切研商相關應變措施。



圖7. 現場相關警戒措施。

避免土方下移影響行車安全，並設置交通管制站監視道路變化。期間水保局透過公路電子看板，細胞廣播 (CBS) 服務提醒民眾注意安全 (圖7)。

(2) 建立大規模崩塌監測及應變機制

a. 建立應變機制：

- (a) 颱風豪雨期間，因應颱風豪雨影響，機動加強警戒，於颱風豪雨應變結束後，回復三級開設及線上守視。
- (b) 為持續掌握崩塌趨勢，非颱風豪雨期間，持續開設三級應變，並將監測情形，通報地方政府。

- b. 增加 UAV 光達及空拍：水保局臺北分局及國家災害防救科技中心 (NCDR) 共同合作分工進行 UAV 空拍，據以分析研判崩塌位移及整體變化情形。
- c. 強化現地監測設備：除原有監測設備，另增設 GPS 觀測點、CCD、雙軸傾斜儀、地聲等監測儀器，並派遣行動觀測車支援。
- d. 管理基準值訂定及滾動檢討：本區 1~6 月常時無雨即產生顯著變位後逐漸趨緩，歷經 110 年颱風豪雨等事件予以分析，已掌握降雨導致邊坡位移趨勢，藉以擬訂降雨門檻及警戒值，並隨時滾動檢討。

(3) 後續因應措施

- a. 持續監測，追蹤邊坡穩定性：本區 110 年 1 月底在常時無雨條件下邊坡變位量顯著增加，1~4 月間，以 3 月累積變位量達約 5,080 最大；5~10 月變位量則有減緩情形，其中 10 月累積變位量約 100 毫米，顯示常時無雨條件下變位趨緩，但遭遇較大降雨事件時仍有變位發生，邊坡仍有不穩定現象，後續仍將持續監測掌握邊坡情形。
- b. 增加雨量門檻值，加強提醒注意：本區如達警戒雨量 300 毫米，則通知地方單位依規定進行疏散避難。另考量可能產生局部潛變破壞，增加訂定雨量門檻值（時雨量大於 30 毫米、3 小時雨量大於 60 毫米、24 小時雨量大於 160 毫米），如達門檻值則發送細胞廣播，並傳真通報單通知地方單位提醒相關人員提高警覺。
- c. 加強防災宣導：辦理自主防災社區精進實作，包含防災宣導、兵棋推演及實作演練。
- d. 因應緊急處理：市政府及區公所已備有開口契約，如發生災害立即緊急處理，桃園市政府協助管制道路進出，華陵里辦公處宣導部落居民協助通報，俾保障用路人安全。

(二) 秀巒地區

1. 災情概述：秀巒崩塌位於新竹縣尖石鄉秀巒村，為秀巒部落對岸邊坡，於 60~70 年曾有崩塌情形，105 年 12 月再度崩塌，且崩塌範圍有擴大趨勢（圖 8），若產生崩塌將影響部落安全。水保局列為大規模崩塌潛勢區，編號「新竹縣-尖石鄉-T001」，於 106 年開始進行現地調查，並建置監測設備。經調查，研判地表水及地下水變化將不利區域邊坡穩定，106~110 年間已規劃治理內容，分期分階段完成地表及地下排水改善及坡面保護等工程，在整體治理完成前，因 110 年 7~8 月多起強降雨颱風事件侵襲，於 110 年 9 月 13 日再度發生崩塌，崩塌面積約 4.2 公頃，崩積土體堵塞白石溪形成堰塞湖，進而導致溪水改道，影響下方道路（竹 60 縣

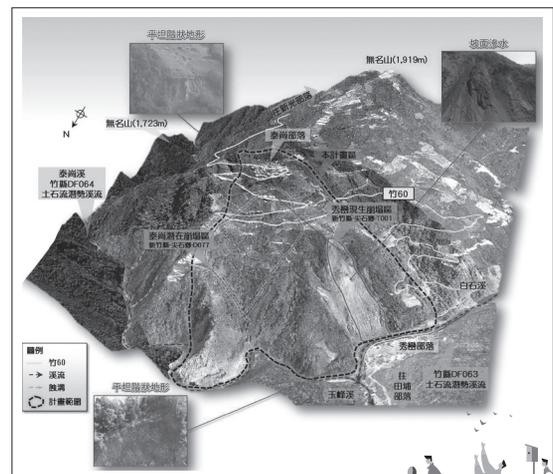


圖 8. 秀巒現生崩塌區位置圖。



道)及部分民宅，致災風險甚高，所幸學校及部落居民緊急進行疏散避難無人員傷亡，並於同年9月16日再次發生崩塌(圖9)。

2. 崩塌機制及活動性：

(1) 崩塌機制：由調查及監測結果顯示秀巒地區可能崩塌機制包含：

- a. 岩屑材料滑動：邊坡具厚層岩屑材料暫積，且坡面持續滲水，趾部白石溪持續掏刷。研判在受到外在營力作用下，有可能產生岩屑材料間之滑動。
- b. 剪裂帶滑動：鑽探成果顯示，區域岩層破碎，且具剪裂帶通過，而地下水調查成果顯示，剪裂帶為主要地下水流動層，邊坡可能產生沿著岩層弱面之岩體滑動，最

大滑動深度推估約50~70公尺。

- (2) 活動性：經歷110年7月~8月大雨及颱風所帶來強降雨，造成坡面滲水量增加，向源侵蝕增強，並夾帶土石滑落，導致坡面支撐力不足。此外，坡趾受到白石溪溪水上漲，側向侵蝕掏刷作用力增強，致使大量堆積材料遭運移，支撐力減少，導致邊坡整體失穩。根據崩塌區頭部既有儀器觀測成果顯示，以秀巒現生崩塌區中之S1區域活動情形相對較顯著，包括設置於塊體最前緣之地盤傾斜計及地表伸縮計，目前地表雖有一定變化趨勢，但量測值相對較小。而設置於地中之傾斜管，部分管體有變形發生，其中位於崩塌頂部較具明顯趨勢，且於崩塌後有較顯著加速位移情形。其餘上邊坡區域則無明顯變化暫時穩定，但由於崩塌後地形大幅度改變，在坡面支撐力不足情況下，上邊坡穩定恐受到影響，後續仍需持續監測。

3. 應變作為

- (1) 建立大規模崩塌監測及應變機制：自106年起持續進行觀測工作，以取得秀巒地區之滑動深度、邊坡活動性、地下水變化及降雨等資料，除作為崩塌



圖9. 1100916秀巒崩塌後影像。

潛勢、整體安全評估及整治規劃重要依據，並提供警戒應變參考。

- (2) 專家學者現勘及研商會議：110年接連受颱風豪雨侵襲，在監測下掌握坡面已開始產生開裂變形，顯示未來崩塌潛勢甚高，為確保當地居民安全，水保局臺北分局事先於9月9日邀請各單位及專家學者進行現勘，確認後續對策及分工權責。於9月13日崩塌後及次日(14日)，水土保持局、水利署北區水資源局及地方政府與相關單位於現地召開緊急研商會議，商討搶救災事宜(圖10)。

- (3) 降雨量管理基準值建議及滾動檢討：由110年颱風事件歷次監測經驗回饋，顯示秀巒地區在常時無雨下，仍未完全穩定，考慮後續受類似事件侵襲，可能誘發邊坡再次崩塌，滾動檢討雨量管理值：時雨量：15毫米、3小時累積雨量：35毫米、24小時累積雨量：160毫米(圖11)。



圖10. 水保局、經濟部水利署北區水資源局及地方各單位召開緊急研商會議。

三、願景

面對多變、具高度不確定性的的大規模崩塌潛勢區，唯有先透過各項詳細調查及整合，瞭解地質條件及可能崩塌規模與機制後，配合監測持續掌握其動態行為才能有效預警，據以防範潛在大規模崩塌帶來之衝擊。因每個潛勢區的崩塌規模、機制、及環境特性與所涵蓋的保全對象等，各有其獨特性，實務執行上難有一體適用之對策，如監測儀器部署方式、管理基準值訂定等，執行過程中需要配合現況彈性調整逐步精進以符合現地需求，未來也將積極持續大規模崩塌防、減災工作。

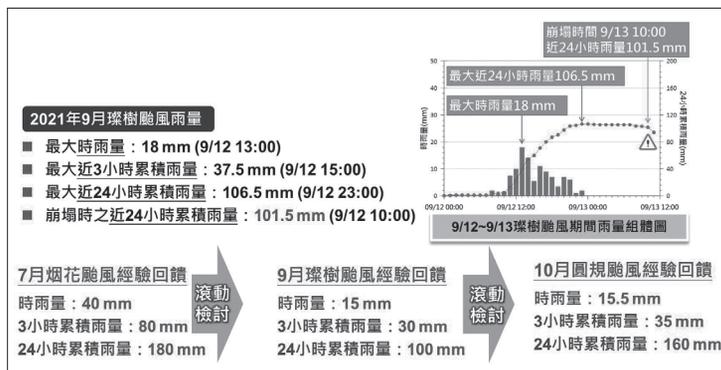


圖11. 秀巒地區雨量管理基準值訂定(滾動檢討)。

