

大規模崩塌防減災機制

Better Disaster Preparedness

鐘啟榮¹ 黃效禹¹ 陳國威¹

摘要

受到氣候變遷極端降雨影響，山坡地土石流、崩塌等土砂災害發生規模急遽增加，並可能進一步擴大發生大規模崩塌，危及聚落、重要公共設施。如98年莫拉克颱風，小林村瞬間遭土石覆蓋，462位村民罹難。行政院農業委員會為降低類似災害發生，自106年起推動大規模崩塌災害防減災工作，並於較高風險地區，陸續建置監測系統，期望達成「強化坡地耐災能力，推動智慧防災警戒」之願景。

Extreme weather conditions easily result in mudslides and collapses on mountain slopes, which may even cause large-scale collapses, damaging settlements or essential infrastructure. Typhoon Morakot in 2009, for instance, destroyed a village in southern Taiwan, killing 462 inhabitants. To prevent or minimize such disasters, the Council of Agriculture has since 2017 implemented a program of preparedness, under which monitoring systems are installed in high-risk localities to improve slopland resilience and smart preparedness.

| 註1：行政院農業委員會水土保持局。

一、氣候變遷下新災害

受到氣候變遷極端降雨影響，山坡地土石流、崩塌等土砂災害發生規模急遽增加，並可能進一步擴大發生大規模崩塌，危及聚落、重要道路橋梁等公共設施，如98年莫拉克颱風，高屏溪上游小林村因極端降雨引發大規模崩塌災害，整個村落瞬間遭土石覆蓋，462位村民罹難，崩塌土石亦阻塞河道形成堰塞湖後潰決，潰決高流量水流沿河道沖刷兩岸，造成下游嚴重淹水等複合型災害。行政院農業委員會（簡稱農委會）水土保持局為降低類似災害發生，並減輕其影響，於105年提出「氣候變遷下大規模崩塌防減災計畫」，經奉行政院核定自106起執行，第一期計畫期程為106~109年。

大規模崩塌屬氣候變遷、極端降雨下之新類型災害，其災害發生機制及影響，與一般規模崩塌或土石流災害不

同。政府考量氣候變遷影響持續加劇，須比照土石流建立完整防減災體系，經多次召開專家會議討論及立法院審查後，修正土石流災害為「土石流及大規模崩塌災害」，並於111年6月15日正式納入「災害防救法」公布施行。

二、大規模崩塌致災類型

依據國家災害防救科技中心完成之「大規模崩塌災害防治行動綱領」，大規模崩塌係指崩塌面積超過10公頃或土方量達10萬立方公尺或崩塌深度在10公尺以上的崩塌地。當大規模崩塌發生時，其土體受重力影響，其材料從靜止狀態開始受重力影響而開始移動，在地表歷經加速、運動到停止等階段，其過程將對保全對象造成衝擊而致災，其影響範圍包含潛勢區及下方可能致災範圍（圖1），其中保全對象包含聚落人員、建築物、橋梁及公共設施等。

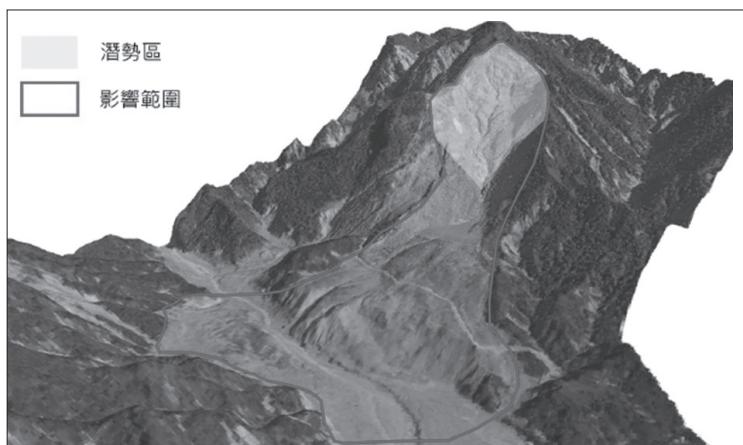


圖1. 大規模崩塌影響範圍示意圖。
資料來源：土石流防災資訊網。

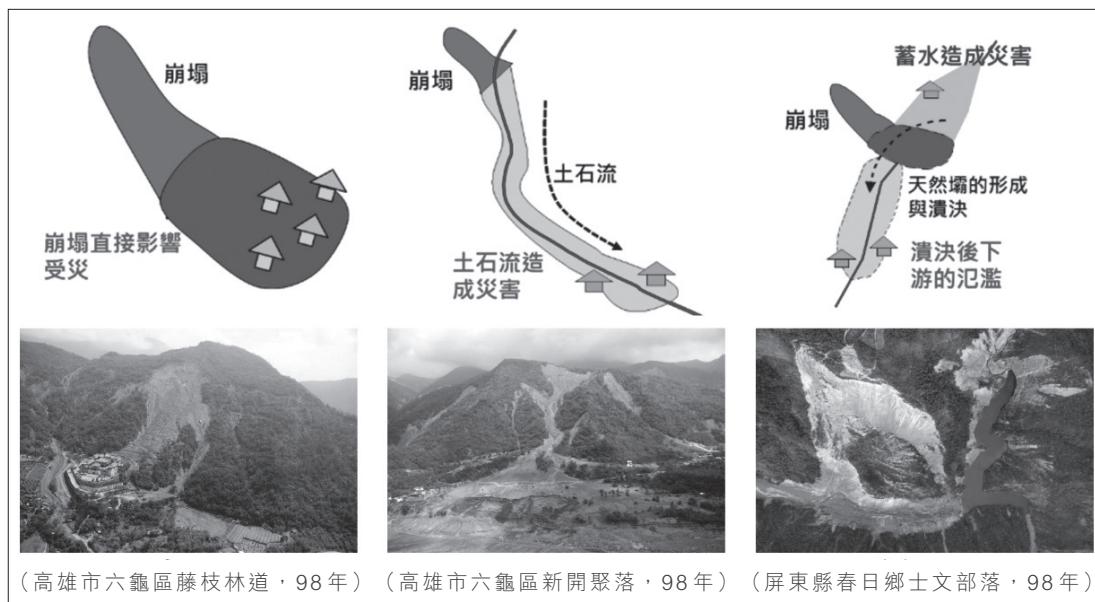


- 大規模崩塌發生後，依其影響範圍之堆積型態，可分為重力堆積型、土石流型以及堰塞湖型等3類（圖2）：
- (一) 重力堆積型：若崩塌區之坡趾非溪流地形，而是平坦地或是較緩之坡面，崩塌土體之運動受重力控制，主要致災範圍即為坡趾堆積區。
 - (二) 土石流型：若坡趾為溪流地形，且其坡度較大（大於 10° ），其土體容易伴隨水力作用而形成土石流，即崩塌土體進入河道後以土石流方式持續往下游堆積，進一步增加其致災範圍。
 - (三) 堰塞湖型：若其坡趾溪流坡度不大，崩塌土體不但可跨越溪流且超過阻塞溪流之最小體

積，此時崩塌土體即可能形成堰塞湖之天然壩；若有足夠之水力條件，可能會導致天然壩潰決，造成下游氾濫。

三、崩塌發展過程、機制

大規模崩塌之發生機制複雜，且與時間有相關性，當邊坡出現變形徵兆後，在重大事件（如地震或豪雨）進一步驅動下，可能誘發其變形量之增加（啟動條件），這個過程可以用應變—時間曲線來表示（圖3）。其中變形量之增加則可依照變形速度分為減速變形、等速變形及加速變形等階段，因此監測系統之建立及警戒機制，應考量不同階段變形特性訂定。



（高雄市六龜區藤枝林道，98年）（高雄市六龜區新開聚落，98年）（屏東縣春日鄉士文部落，98年）

圖2. 大規模崩塌之致災類型。

資料來源：土石流防災資訊網。

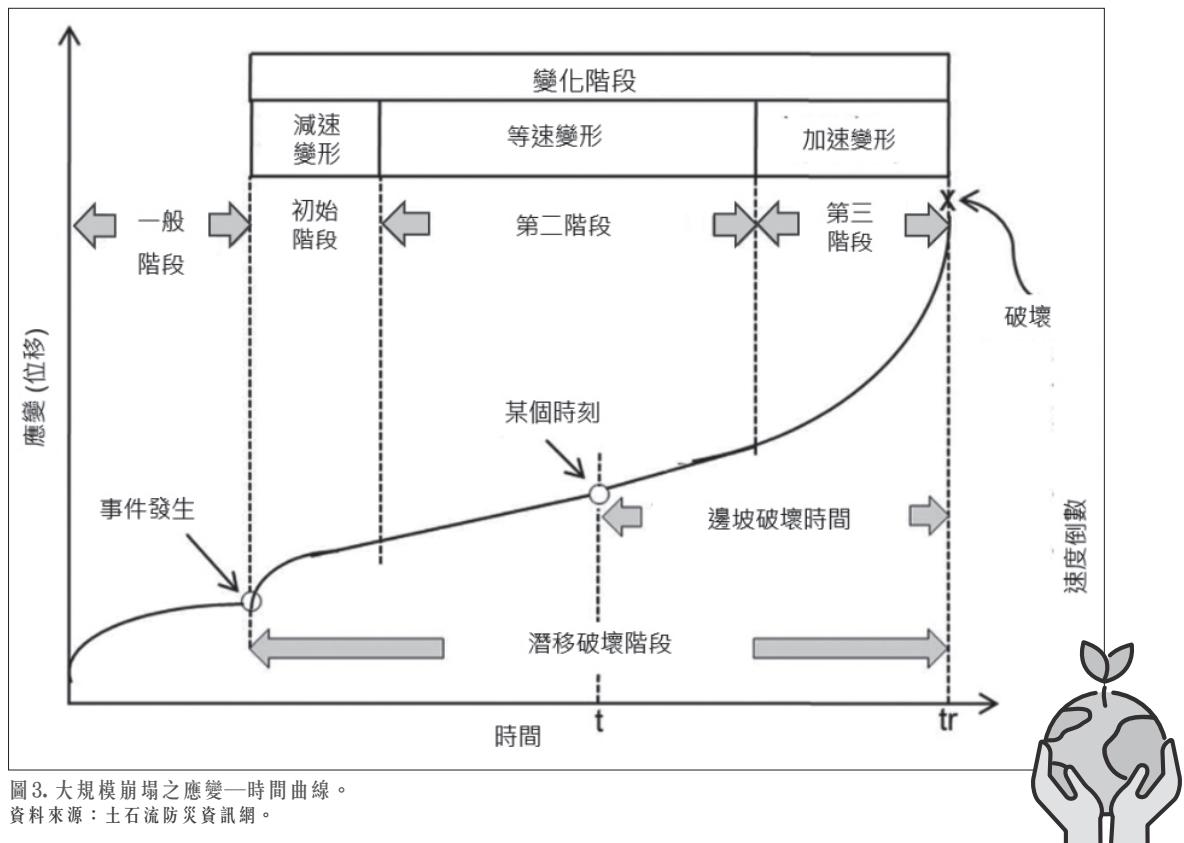


圖 3. 大規模崩塌之應變—時間曲線。

資料來源：土石流防災資訊網。

四、大規模崩塌調查與監測

在 98 年莫拉克颱風造成高雄小林村滅村事件，引發國人對大規模崩塌災害關注後，經濟部中央地質調查所、農委會林務局及農委會水土保持局（簡稱水保局）等機關啟動大規模崩塌潛勢區調查發現，全臺具大規模崩塌潛勢者共計 9,000 處以上，其中多數位於高山無人居居住地區，對村落或公共設施不會直接造成危害及影響，但仍有部分大規模崩塌鄰近聚落，須優先盤點及監測。截至 111 年

調查結果，影響聚落等保全對象安全者共計 269 處，水保局將依崩塌地之活動度、發生度、保全度等評估指標，規劃相對的監測方式，包括廣域監測（TCP-InSAR，合成孔徑雷達干涉技術）、地表位移監測（GPS 監測）及細部監測（辦理細部地質調查，地表、地中各項儀器監測）（圖 4）。

對於較高風險之大規模崩塌潛勢區，依現地調查結果，建置之監測系統（圖 5），包括雨量計、地表及地中等監測儀器，訂定監測管理值，並將監測數據即時回傳，作為警戒發布

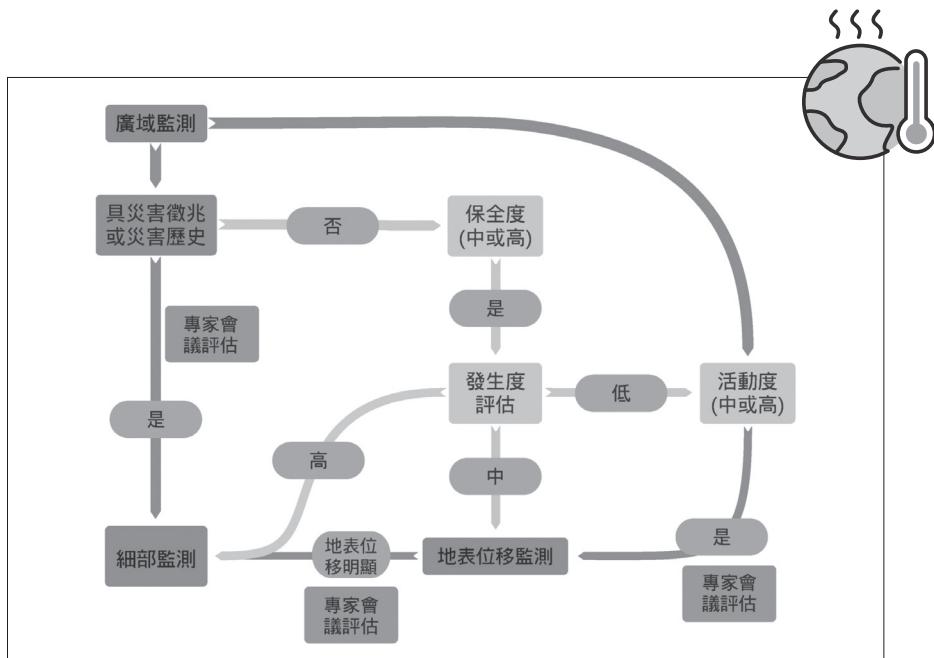


圖4. 多元尺度監測機制。

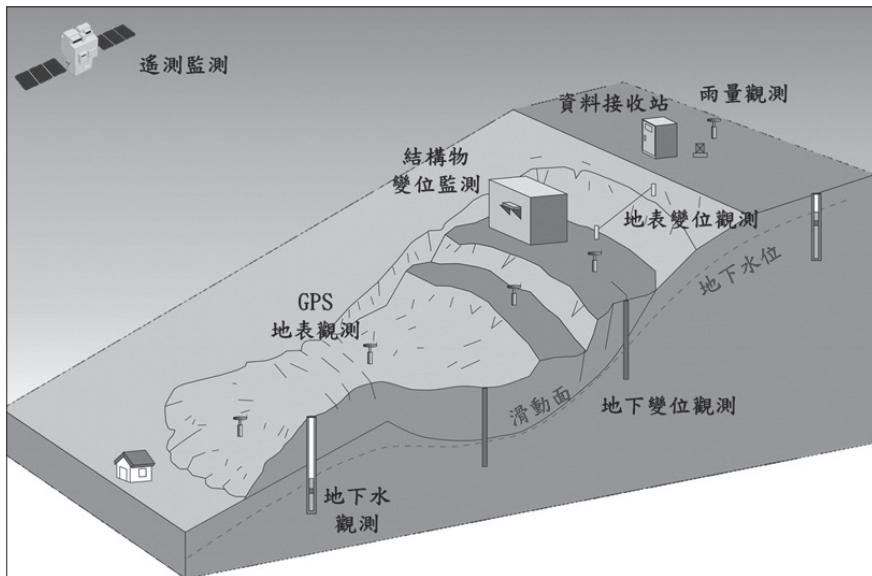


圖5. 監測系統規劃示意圖。

依據。鑑於第一期計畫已初步建立監測、警戒機制，為因應氣候變遷防減災需要，經政院核定自110年5月1日起開始實施大規模崩塌警戒發布。110年優先試辦12處警戒發布，111年警戒發布增加至36處，112年預定

再增加12處，達48處，以後逐年增加，至115年預計達成98處較高風險區之防災整備工作。

大規模崩塌各類自動監測儀器之資訊，均需即時傳輸至水保局之監測整合系統，透過系統計算、展示、分

析，可適時研判崩塌風險，並作為後續啟動各項應變作為之參據，監測資訊分析案例，詳圖 6、圖 7。

五、推動社區自主防災

於 109 年起將大規模崩塌災害納入現有土石流自主防災社區體系之中，導入專業輔導團隊，辦理說明會、防災宣導、環境風險檢視探勘、社區兵棋推演與實作演練等一系列防災工作（圖 8、圖 9），加強社

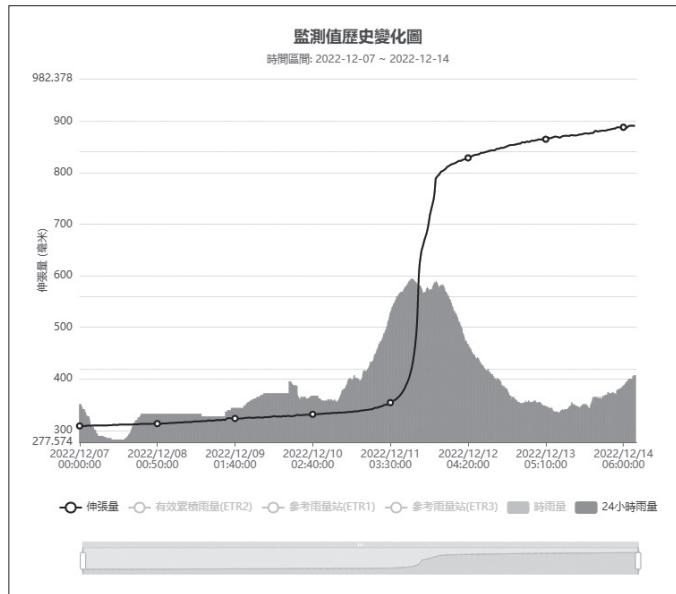


圖 6. 降雨與地表位移之監測情形。

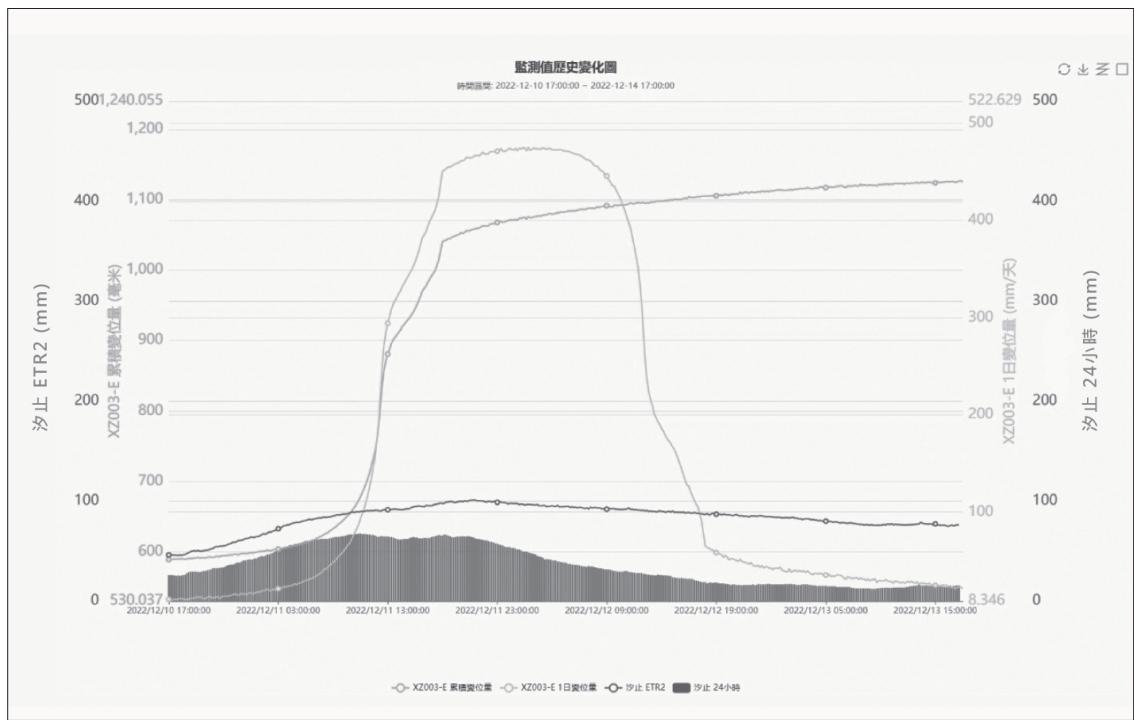


圖 7. 降雨、位移速率、位移量之監測分析情形。

區對大規模崩塌認識，提高民眾對社區易致災地點之警覺，並針對大規模崩塌災害影響範圍，規劃社區疏散路線與避難機制，冀能進一步強化社區防災韌性，將極端氣候引致之坡地災害，減至最低。

六、推動願景

氣候變遷導致之極端降雨為臺灣目前面臨的主要防災課題之一，而大規模崩塌因影響範圍大、層面廣，且發生後衍生大規模土砂運移，將對下游水系造成嚴重影響。水保局依據風險評估，針對不同風險等級大規模崩塌潛勢區，辦理多尺度監測、防災避難規劃、自主防災、土地使用管理及



圖8. 村長解說疏散避位置（臺東大武鄉大烏部落）。



圖9. 疏散避難實作演練情形（臺東大武鄉大烏部落）。

減災處理工程等方式，期望達成「建構科技、創新、智慧的坡地防災」之目標，邁向「強化坡地耐災能力，推動智慧防災警戒」之願景（圖 10）。

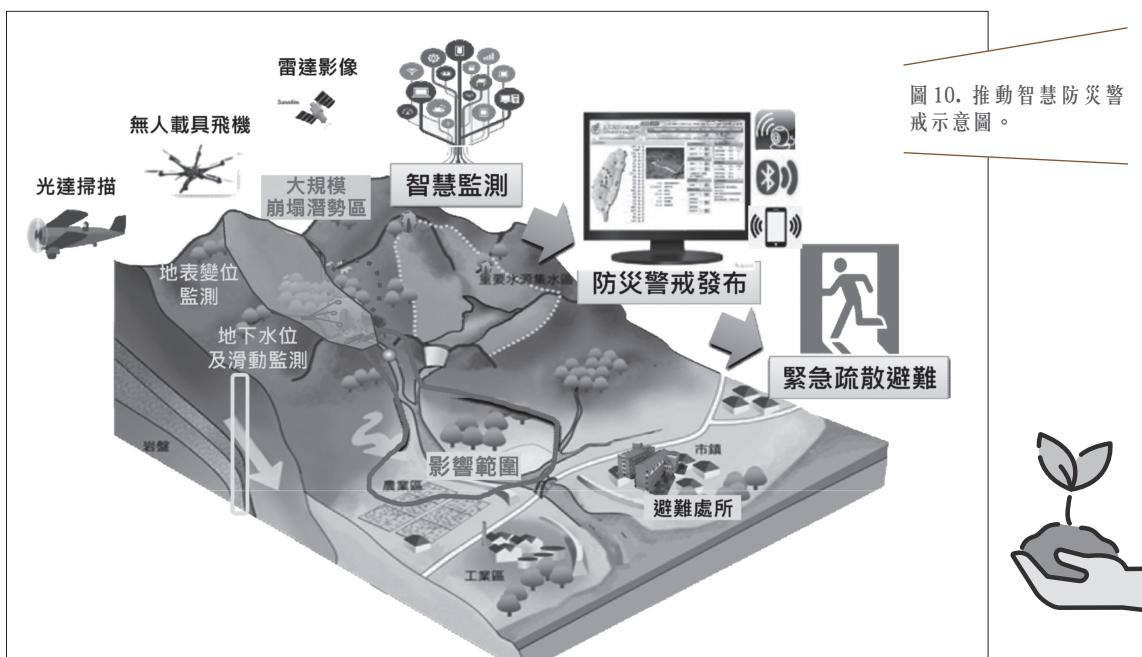


圖 10. 推動智慧防災警戒示意圖。