

公路總局山區公路邊坡分級 管理建置與實施

陳俐穎／交通部公路總局養路組道路工程科工務員

孟伯鈞／交通部公路總局養路組道路工程科科长

陳進發／交通部公路總局副總工程司兼公路防災中心執行秘書

山區公路邊坡管理問題

主體條件

臺灣位於太平洋板塊交界處，山區約佔地百分之70，在海洋板塊與大陸板塊互相擠壓下，不僅地震頻繁，山區地質年輕，地形及地質條件更是軟弱、破碎又複雜，又近幾年來發生豪大雨次數頻率增加，邊坡坍塌情況更趨嚴重。

客體條件

臺灣公路網縱橫全省各城鎮，不僅是維繫經濟運輸之命脈，更是國人親情連繫的通道，山區公路開發常伴峽谷及溪流而行（如圖1），易形成路塹及路堤邊坡，邊坡管理為道路維護工作重要一環。

公路總局轄管省道近5,000公里，其中山區路段約1,200公里，邊坡數量龐大，常因自然性風化造成無預警坍塌。

為防止邊坡因自然風化、地震、豪雨等因素引致坍塌造成道路中斷，甚至發生災情，公路總局不僅藉由日常的巡查機制，及早發現徵兆，特別針對高風險路段進行較高頻率的養護巡查及防災應變警戒，於未有災害發生前進行整治、養護，或對人工設施及邊坡進行安全監測及公路防災預警管理，以提供用路人通行安全。

執行方法

邊坡分級管理建置

● 有效管理，明確掌握高風險路段

公路總局山區公路邊坡採分級管理，結合經濟部中



圖1 山區公路開發常伴峽谷而行

央地質調查所地質災害潛勢圖與轄管省道路線圖資套疊（如圖2），逐案現地確認並設置邊坡銘牌（如圖3）以供辨識，全面清查後再進行個案邊坡分級。

各邊坡資料逐段建置於公路總局邊坡資訊系統內，以「定期巡檢、發現問題、及早改善」為原則，所列邊坡逐案現地清查後，將各高潛勢邊坡基本資料輸入於邊坡資訊系統內，依據歷史災害紀錄、有無護坡設施及邊坡不穩定徵兆三大項目，分為A、B、C、D四級管理（目前約1,600餘處）（分級方式如圖4），截至103年9月16日止省道邊坡分級統計如圖5。

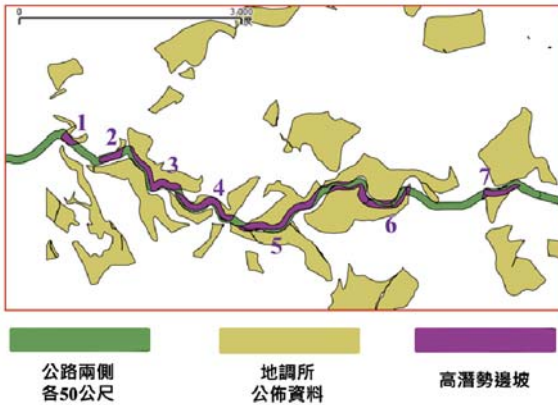


圖 2 災害潛勢圖與省道路線圖資套疊案例 (7處高潛勢邊坡)



圖 3 邊坡銘牌

邊坡分級	2年內災害紀錄	5年內災害紀錄	護坡設施	邊坡不穩定徵兆
A	有	-	復(興)建中	明顯
B	有	-	無法設置	疑似
C	-	有	-	無
D	-	未有	-	無

- A** 2年內有災害紀錄，且尚未復建完成，或有明顯不穩定徵兆之邊坡
 - B** 2年內有災害紀錄，且因地形地質因素無法設置護坡設施，或有潛在不穩定徵兆之邊坡
 - C** 5年內有災害紀錄，後續無明顯不穩定徵兆之邊坡
 - D** 5年內未有災害紀錄，且無明顯不穩定徵兆之邊坡
- 註：(1)災害紀錄來源為指「公路防災資訊系統(bobe168.tw)」及「公共設施災害復建經費申請補助明細表」內資料
(2)歷年災害紀錄除了Bobe系統資料認定外，可由工務段於巡查過程中若發現邊坡有顯著變化，可將邊坡等級提升

圖 4 邊坡分級方式

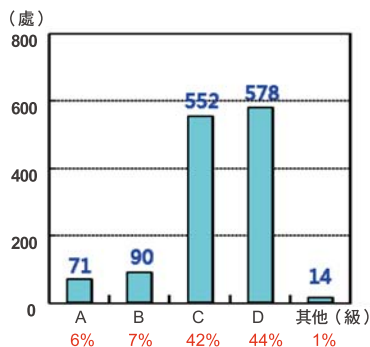


圖 5 省道邊坡分級統計 (資料日期：104年1月9日)

邊坡分及各級次依其不同屬性分別訂有養護管理及防災應變機制(如圖6、7)，明定颱風豪雨期間，各邊坡處置方式，如實施巡查作業、保全駐點守視、朝巡制度及實施不同強度的公路防災預警機制。並依現況定時滾動檢討，調整邊坡分級。

各情境之處置方式	A	B	C	D	大型地滑、順向坡
1.3小時累積雨量達120mm以上	1	1	1	1	1
2.前期(48小時)累積雨量達350mm以上	2	1	--	--	2
3.海上颱風警報解除後	1	1	1	1	1
4.震度6級以上區域	3	3	3	1	2
5.無預警大規模坍方搶通後	4	4	4	4	4
6.鄰河側上游發布土石流紅色警戒	1	1	1	1	1

- 處置1 2日內實施特別巡查
 - 處置2 14日內完成特別檢測
 - 處置3 (1)7日內完成特別檢測
(2)實施朝巡1週
(3)取得空中或衛星影像
 - 處置4 (1)實施朝巡、暮巡1週
(2)取得空中或衛星影像
- 註：(1)情境5無預警大規模坍方：20,000M³以上者，執行處置4(1)及(2) 5,000-20,000M³者，執行處置4(1)
(2)無預警大規模坍方5,000M³以上者，原邊坡屬B、C、D及大型地滑、順向坡分級者，情境1-6皆比照A級邊坡處置作為執行。

圖 6 養護管理機制

各情境之處置方式	A	B	C	D	大型地滑、順向坡
1.3小時累積雨量達120mm以上	3	3	4	4	-
2.前期(48小時)累積雨量達350mm以上	1	1	2	2	2
3.海上颱風警報解除後	5	5	5	5	5
4.震度6級以上區域	6	6	6	6	6
5.無預警大規模坍方搶通後	7	7	7	7	7
6.鄰河側上游發布土石流紅色警戒	8	8	-	-	8

- 處置1 降低雨量門檻值
 - 處置2 加強水情監控
 - 處置3 實施巡查作業
 - 處置4 揭露路段強降雨訊息
 - 處置5 颱風警報期間，依「公路防災預警機制」辦理
 - 處置6 依「交通部公路總局因應大規模震災標準作業程序」辦理
 - 處置7 保全守視(必要時交通管制)
 - 處置8 擬定加碼部警策略，按計畫執行
- 註：(1)情境2之大型地滑及順向坡邊坡之分屬A及B級邊坡者，處置修正為1。
(2)無預警大規模坍方20,000M³以上者，執行處置7。

圖 7 防災應變機制

全時掌握強降雨動態

● 即時監控高風險路段

公路總局研發「全時高風險路段自動預警系統」(如圖8說明)，以資訊系統自動比對取代過往人工監看作業。系統由中央氣象局發布每小時累積雨量圖原始色階自動篩選強降雨路段後，比對邊坡分級及歷史災害資料。

若強降雨路段具A級或B級邊坡，對內(公路總局)則由系統自動發送簡訊通知養護單位，俾利就現況或後續預期研判並做適當處置，防災預警進入全面自動化(圖9案例說明)。

若強降雨路段具A級或B級邊坡，對外(用路人)聯繫部分預計於今(104)年汛期前完成上線，藉由八大管道(圖10)主動傳遞即時風險訊息予用路人。



圖 8 全時高風險路段自動預警系統

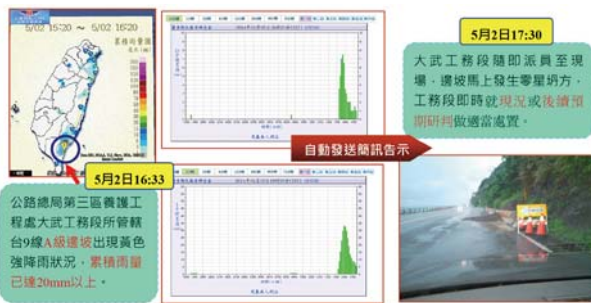


圖 9 全時高風險路段自動預警系統—防災自動化執行案例說明



圖 10 對外聯繫八大管道

封路預警機制及執行成果

公路總局針對颱風期間之高風險路段，採用「公路防災預警機制」，將以往被動等候通報才啟動現場相關應變機制，改進為災前預判部署、災中預警應變、災後救援應變之防災預警應變機制（參考圖 11），整套機制著重於預警，爰要如何取得預警之前置時間，公路總局檢討數次嚴重災情後，於橋梁方面以有空間縱深之流域為監測主體，將警戒區拉至保全橋梁之上游，監控其水情變化，以流域空間縱深之特點取得前置預警時間（通常可有 1~3 小時），是謂「流域管理」。

另於山區公路方面，因公路邊坡之地形並未具有空間縱深之特性，爰以風險管理概念評估選出致災風險較高之山區公路及降雨因素作為重點監控路段及觀測指標，惟以目前之科技水準，實無法精準掌握公路邊坡坍塌時機，公路單位係依相關紀錄及經驗（致災風險較高之路段）監控路段部署保全人力，目的在降低用路人於該路段罹災之機率，是謂「風險管理」。

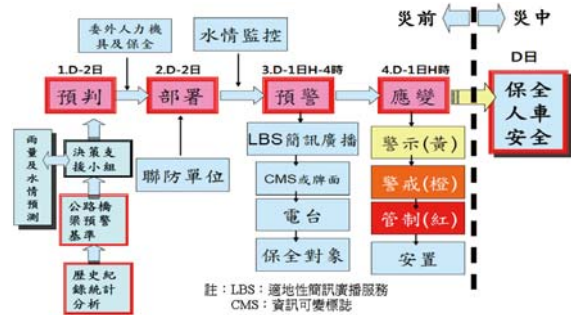


圖 11 公路預警機制 4 階段

公路總局為有效提升公路風險管理之效益，並配合公路邊坡分級管理的實施，將重點監控路段，檢討劃分為一級監控路段 30 處、二級監控路段 41 處；103 年汛期前共完成 11 場、565 人次防救災教育訓練，以及 6 場複合式災害兵棋推演、33 場實地演練，並加強各項橫向聯合，達區域聯防之效。總計 103 年公路預警封閉 84 次，其中 53 次封閉道路後發生災情，由於災前預警封閉得宜，所轄路段未發生用路人受災傷亡情事。

結論

公路總局藉由日常巡查機制，及早發現邊坡不穩定徵兆，續擬訂邊坡治理計畫或視徵兆嚴重性啟動安全管理，治理計畫亦須藉由地錨檢測、邊坡監測等各項成果擬訂，以盡力預防無預警坍方所造成的災害，此巡查養護管理的執行，期達「逐年減少公路重點邊坡數量」之目標；另針對豪大雨、地震、無預警坍方等情境，以邊坡分級加強管理高潛勢邊坡、大型地滑及順向坡，訂定養護、防災管理機制進行各種情境之處置，此項機制公路總局目前仍採滾動式檢討以持續精進公路防災預警作業。公路總局秉持「料敵從寬、禦敵從嚴」、「每一次颱風都當成是第一次颱風來準備」之公路防災預警核心思維，與時俱進加碼部署，依災前、災中及災後之節奏完成各項部署應變作為，配合全時高風險路段自動預警系統之執行，以提升用路安全性，讓用路人快樂出門、平安回家是為公路總局持續努力的原動力。

參考資料

- 交通部公路總局（2012），「交通部公路總局公路養護手冊」，第二章。
- 交通部公路總局（2012），「公路防災年報」。
- 交通技術標準規範公路類公路工程（2012），「公路養護規範」，交通部，第二章。
- 陳俐穎、李家順、楊秉順、孟伯鈞、陳進發（2014），「公路總局省道邊坡巡查養護制度介紹」，地工技術，第 141 期，第 61-70 頁。