

# 地滑區整治

文、圖 ■ 林志明 ■ 林務局羅東林區管理處治山課課長、蘭陽技術學院講師（通訊作者）

崔國強 ■ 國立宜蘭大學土木工程學系副教授

林鴻忠 ■ 林務局羅東林區管理處處長

## 一、前言

太平山昔日與阿里山、八仙山並稱為台灣三大林場，由於林業政策轉型，林務局著手規劃森林遊樂區，1974年設計林道代替運材軌道及索道，歷經3年全線24.5公里於1977年完工通車，之後拓寬為雙車道，並於2001年正式核定為宜專一線公路迄今。

台灣地理環境特殊，地形陡峭、坡度大、地質脆弱因颱風豪雨造成林道邊坡沖蝕、路基流失等情形，太平山林道雖改善為宜專一線公路對於邊坡或路基因受921大地震或颱風豪雨影響，地質碎裂鬆動，經常造成災害，其中2005年7月18日的海棠颱風就受重創，直至2006年7月1日才修護通車，遊樂區關閉近1年。

海棠颱風中以6 km + 100 m至7 km + 300 m（位於中間遊客中心附近）受創最嚴重，該處連續6個迴頭彎道，有4段上下邊坡相連之路段係位於一個大面積之地滑區域內，其中二段路基完全坍塌，另二段持續下陷，復建工作十分棘手，經過一年搶修通車後，自2007年開始進行地質調查、監測及整治工程，歷經2年的努力，終於安全通過2008年多



圖1 海棠颱風造成宜專一線6km + 100m至7km + 300m災害地點之位置圖。



▲照片1 海棠颱風後造成宜專一線6K + 200m之災害情形。

次颱風考驗，地滑現象已受到明顯有效之抑制。



▲照片2 海棠颱風造成宜專一線6K+500m之災害情形。

## 二、地滑區資料蒐集、判釋

### (一) 空間資訊利用、歷年航照圖判釋

海棠颱風後地滑區位於6K~8K路段之間，一旦發生較大規模之滑動時，將造成園區唯一道路交通中斷，為徹底整治，首先利用空間資訊、歷年航照圖判釋，航照影像一般具有比例尺大、解析度高之特色，可觀察本區地形、水系、侵蝕、堆積及崩場地之分布範圍。蒐集歷年航空照片，分別於1976、1985、1992及2005年所攝製共計4期，照片中清楚顯示調查範圍之地形及地物之演變過程。

### (二) 工程整體規劃

#### 1. 測量地點

宜專一線公路6K~8K路段之間。

#### 2. 控制系統

引用現場控制點資料如表1。

#### 3. 實施導線測量

測角以經緯儀，距離使用電子測距儀施測，其誤差均在5mm以內。水準測量，以水準儀直接往返觀測圖根點，閉合差不大於 $12\sqrt{k}$ mm。

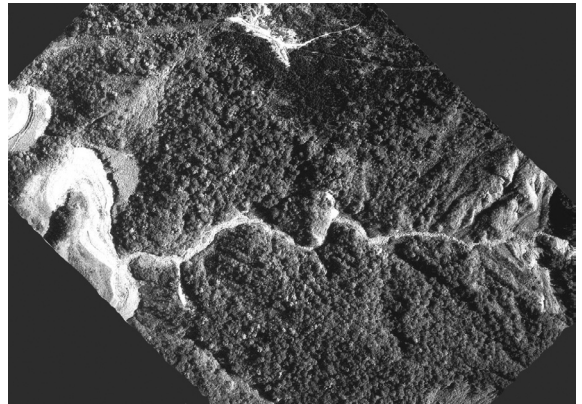


圖2 1976年3月：由航照圖顯示，中間地區附近除建物、林道及索道路線外，並無大開發情形。邊坡下方野溪之局部溪岸邊坡有受溪水侵蝕。



圖3 1985年10月：中間地區已完成道路整地，局部邊坡有崩塌。道路及下方野溪之間所形成之沖蝕溝有擴大。



圖4 1992年7月：由航照明顯看出林道路線已無使用，車輛主要以新闢道路為主，其道路及下方野溪之間所形成之沖蝕溝有更加擴大。



圖5 2005年10月納莉颱風後之航照圖：顯示道路受崩塌而中斷，崩塌區域內正進行道路緊急搶通工程，道路排水直接排往下邊坡所造成之沖蝕。

表1 現場控制點資料 (On-site Information for Control Stations)

點號	縱坐標N (Y)	橫坐標E (X)	高程
B1	2715287.407	301072.197	866.640
D63	2715337.942	301135.476	871.850

#### 4. 數值地形測量

電子測距經緯儀以三次元之數值測量法測定各地形、地物點之數值資料，觀測時儀器內記錄器自動記錄數值資料，此資料可自動傳輸進電腦，自動計算各測點座標值，並根據測點之連線碼自動連線成草圖，再經電腦編輯後，即為完成圖。

#### 5. 地形、地質、水系及地表裂縫調查

初步研判地滑區範圍約十餘公頃，分布多個大小不等滑動塊體，小滑動塊體面積約1~2公頃，大滑動塊體可能達3~5公頃。附近主要之水系為西側多望溪及東北側田古爾溪，道路邊坡之地表水主要沿著坡面流向坡趾

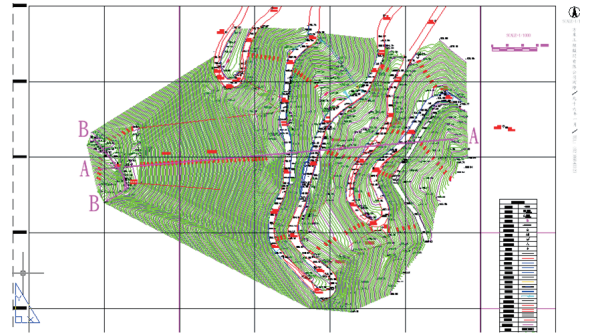


圖6 數值地形測量圖。

之多望溪支流，頂部位於山脊線附近，地滑區範圍長約400 m、寬約300 m，地滑區頂部至下方野溪高程約自900 m下降至650 m。根據經濟部中央地質調查所五萬分之一之三星圖幅主要出露之岩層為中新世紀的廬山 (Ls)，其岩性以硬頁岩、硬頁岩與變質砂岩之薄層為主，有發育良好的板劈理，而地滑區附近劈理大多為東西走向，向南傾斜30~50度。

### 三、整治步驟及施工情形

#### (一) 整治步驟

##### 1. 災害初期搶修

包括6 k + 200 m鋼筋混凝土打除及坍方清除；6 k + 200 m土石流緊急搶修處理6 k + 500 m崩塌清除以通車為優先，俾利後續沿線各地點災害搶修之材料運輸。

##### 2. 初期地滑地錨施設

包括6 k + 550 m上邊坡臨時擋土設施、6 k + 500~700 m地錨施設、6 k + 300~500 m地錨施設、抗滑、地面水導流及地下水排水設施、繼續2006年水文、地質、滑動面、土質調查、監測及整治工程規劃工作。



▲照片3 宜專一線6k+200m鋼筋混凝土打除及坍方清除。



▲照片4 宜專一線6k+200m土石流緊急搶修、記者採訪，處長現場回答。



▲照片5 宜專一線6k+300~500m地錨施設。

### 3 · 中期地滑整治

包括崩場地處理、R.C集水井3座（D=3.5 m、H=30 m）、集水管施設，地滑區鑽



▲照片6 宜專一線6k+500~700m地錨施設。



▲照片7 宜專一線6k+300~700m地錨施設。



▲照片8 水文、地質、滑動面、土質調查、監測中之鑽採地質資料。

探、雨量、地下水水位、傾斜觀測及資料建置。

### 4 · 後期地滑整治

包括擋土牆預力地錨補設、排水管補設、



▲照片9 雨量、地下水位、傾斜觀測。



▲照片10 R.C集水井施設。

土釘及鋪網噴植400 m<sup>2</sup>、地滑區鑽探、雨量、地下水位、傾斜觀測及資料建置。

## (二) 施工情形

### 1. 歷年整治中間地滑區工程統計

中間地滑區工程自2005~2009年共計13件，目前地滑已趨於穩定。

### 2. 2008、2009年整治中間地滑區位置圖

2008年集水井3座（D=3.5 m、H=30 m）、排水管400公尺已在施設如照片10外2009年預定施設150公尺擋土牆預力地錨補設、排水管補設1,000公尺、土釘及鋪網噴植



▲照片11 擋土牆預力地錨、排水管補設。



▲照片12 土釘及鋪網噴植。

400m<sup>2</sup>如照片12。

### 3. 水文、地質、滑動面、土質調查、監測

水文、地質、滑動面、土質調查、監測等（如圖7），自2007年以來不僅依據所得資料作整治工程規劃，颱風期間水文、滑動、監測等電腦自動化回報作業，每2小時下雨量，累積下雨量，水位升降變化、地錨荷重數據、傾斜管監測資料等透過地滑自動化監測系統傳送至林務局及管理處防災中心以做為地滑警戒、管制之參考（如圖9地滑自動化監測系統）。



表2 林務局羅東林區管理處歷年整治中間地滑區工程統計表 (Historical Statistics of Landslide Prevention Projects at Zhongjian Executed by Luodong Forest District Office)

年度	工程名稱	工程項目	經費 (仟元)
94	宜專一線6k+200 m鋼筋混凝土打除及坍方清除雇工	混凝土打除	238
94	宜專一線6k+500 m災害緊急搶修工程	駁坎施設	3,200
94	宜專一線6k+200 m擋土牆施設工程	擋土牆施設	4,900
95	宜專一線路面改善工程	宜專一線6k+500~700 m地錨施設	19,000
95	宜專一線6k+550 m上邊坡臨時擋土施設改善工程	臨時擋土施設改善	57
95	宜專一線水土保持工程	宜專一線6k+300~500 m地錨施設	14,700
96	中間解說站南側地滑區整治工程	抗滑、地面水及地下水排水施設	45,000
96	中間解說站南側地滑區整治工程勘測規劃工作	水文、地質、滑動面、土質調查、監測及整治工程規劃工作	1,500
97	中間地滑區崩塌地整治工程	崩塌地處理	26,400
97	中間解說站南側地滑區整治第2期工程	集水井3座 (D=3.5 m、H=30 m)、排水管400 m	37,000
97	中間解說站南側地滑區第2階段監測調查工作	地滑區鑽探、雨量、地下水位、傾斜觀測及資料建置	4,500
98	中間解說站南側地滑區整治第3期工程	150 m擋土牆預力地錨補設、排水管補設1,000 m、土釘及鋪網噴植400 m <sup>2</sup>	16,500
98	中間解說站南側地滑區第3階段監測調查工作	地滑區鑽探、雨量、地下水位、傾斜觀測及資料建置	2,500
合計			175,495



圖7 2008、2009年整治中間地滑區位置圖。

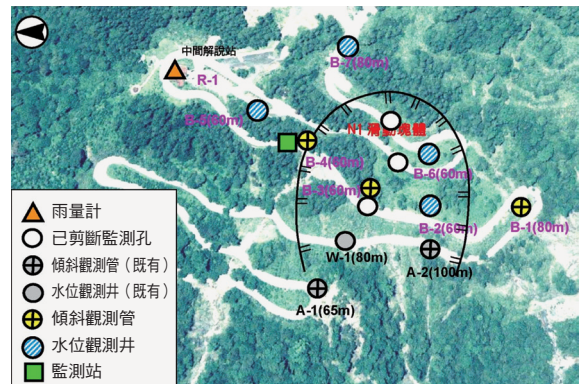


圖8 地滑區水文、地質、滑動面、土質調查、監測位置圖。

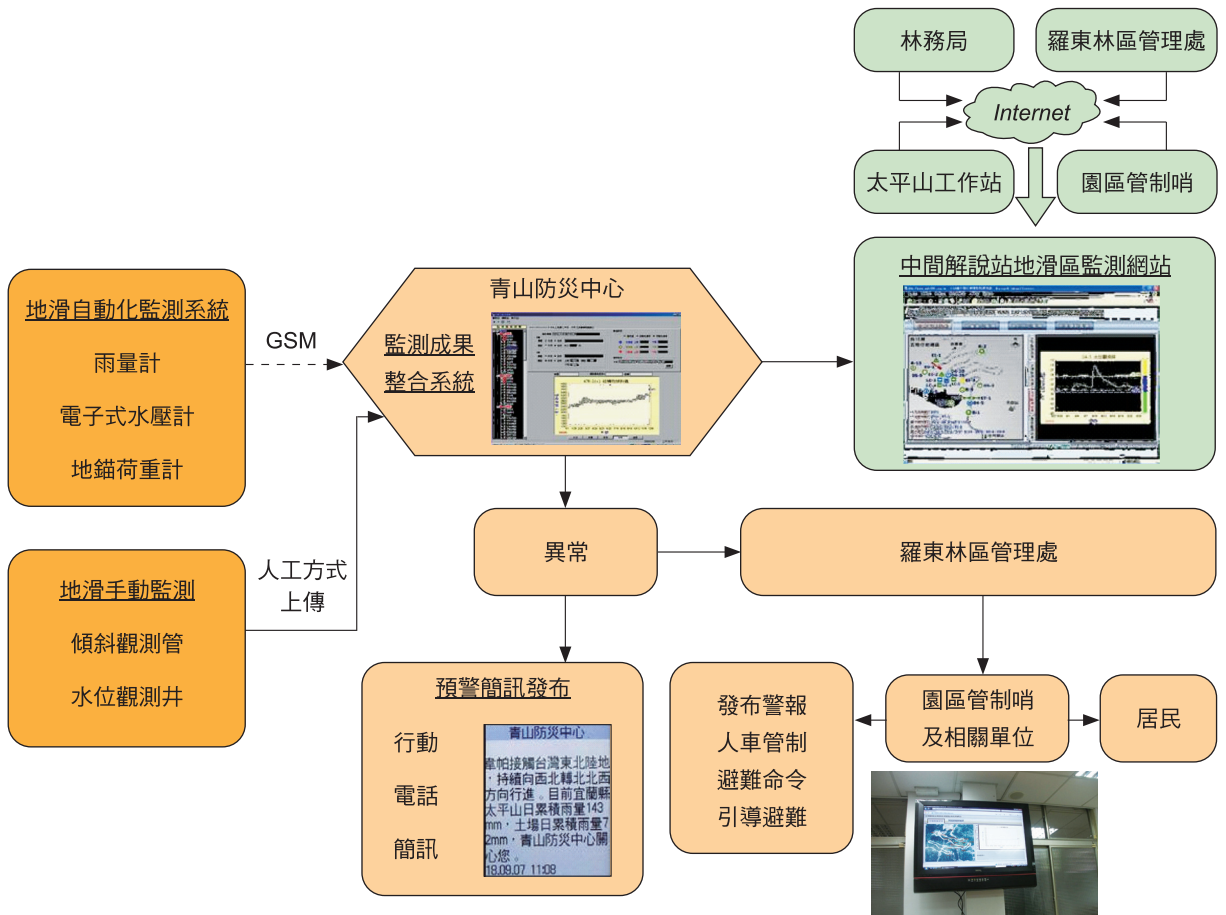


圖9 地滑自動化監測系統。

#### 四、成效分析

(一) 太平山自2000年度至2008年止，年約28萬遊客、49,400輛車，車輛總收入4,145萬元，門票總收入2億5千3百5拾2萬元（如表3），又依表列2000年921中部大地震、2002年納莉颱風災害及2005年海棠颱風災害宜專一線均受重創，道路中斷，遊客急速減少，2006年7月恢復通車後積極處理中間地滑，林道保持暢通，2007~2008年遊客量比2003~2004年成長15%，而比2002、2005、

2006年成長近1倍，因此防災、減低地滑對太平山國家森林遊樂區營運及收益幫助非常大。

(二) 地滑區裝設水文、滑動、監測等電腦自動化回報作業，對遊客之安全、地質及水文、滑動之變化適時加以掌控。

(三) 宜專一線係太平山唯一聯外道路，遊樂區雖擁有4大景觀區及10條自然步道提供餐宿服務，如果災害中斷形同虛設，由此可知其重要性。



表3 太平山國家森林遊樂區遊客量車輛數與收入表 (Amounts of Visiting Vehicles and Tickets for Taipingshan National Forest Recreation Area)

年度	遊客量 (人)	車輛數 (輛)	車輛收入 (元)	門票收入 (元)
2000	259,154	46,441	4,202,833	27,024,827
2001	201,200	41,169	3,759,790	24,183,526
2002	199,814	39,934	3,698,017	14,662,721
2003	286,696	53,280	4,814,174	20,326,428
2004	298,928	54,192	4,930,974	35,971,768
2005	158,477	31,354	2,868,076	19,622,961
2006	186,161	37,422	3,629,720	22,184,970
2007	373,412	77,376	7,481,280	47,548,810
2008	337,016	63,051	6,066,360	41,998,920
合計	2,300,858	444,219	41,451,224	253,524,931

## 五、結論與建議

(一) 依經濟部中央地質調查所資料中間地滑區為廬山層仁澤段，地層構造由硬頁岩、硬頁岩與變質砂岩之簿互層所組成；又依據現場鑽探資料，中間地滑區地質為頁岩，完整岩心強度高，可屬硬頁岩，但節理面十分發達，整體強度並不高。

(二) 綜合各項調查成果顯示，地滑區主要的可能滑動原因，包括以下3點：1·不利的地質條件：地滑區因斷層通過，地層極為破碎，局部深度有薄層軟弱粘土及斷層泥；2·不利地下水條件：調查期間遇及豪大雨時，地下水位明顯上昇5~13 m，地下水位受降雨影響明顯。地滑區遇及颱風、豪大雨時，水位上昇降可能10~30 m；3·地表排水系統

不佳：地滑區現況之地表排水設施完整性及容量明顯不足，增加邊坡滑動的誘因。

(三) 由於不利的地質條件、地下水條件及地表排水不佳為主要滑動原因，故整治對策，主要以擋土護坡採地錨為主並地表水及地下水導排為主要工法，包括地表排水改善減少地下水入滲，同時以橫向集水管、



(圖片/高遠文化 攝影/曾珮瑩)

集水井及排水廊道等工法，導排地下水，後續工作進行補充調查，並建立自動化預警防災監測系統，一方面追蹤調查影響整體規劃的關鍵因素，掌握地滑區地層穩定及地下水變化，另一方面可追蹤各階段整治成效，評估是否有達到預期目標，同時確保用路人安全。

（四）地滑區自2005年海棠颱風侵襲後道路中斷1年才回復通車，期中雖然經過數次土石流，數年的颱風侵襲有很多危險的

處境，但不斷的克服，地滑區已趨向於穩定，尤其2008年地滑區連續受到鳳凰、辛樂克、薔蜜強烈颱風侵襲，太平山3次颱風累積雨量達到3千多毫米，地滑區也沒有再出現地滑現象，2007、2008年太平山全線保持暢通、遊客、車輛也不斷成長。

（五）地滑區採用先進的技術，目前成效良好，林務局所管轄之道路具有相同性，因此特別整理相關資料提供其他管理處參考。🌲



（圖片／高遠文化，攝影／曾佩瑩）