

國道3號 3K+100 崩塌事件

動員救災與復原紀錄



報告單位：國道高速公路局北區工程處
中華民國 100 年 4 月 7 日

目 錄

壹、前言

貳、災情掌握

參、救災

一、災害通報

二、動員救災

三、救災過程

肆、第一階段復原工作

一、第一階段復原工作作業模式

二、第一階段復原工作執行情形

(一)橋台修復工作

(二)北上線橋面板修復工作

(三)擋土牆修復工作

(四)南下線邊坡排水工作

(五)南下線貨櫃強工作

(六)路基處理及鋪面工作

三、第一階段恢復通車前配合工作概要

(一)設置邊坡自動化監測系統

(二)順向邊坡每日巡察作業

(三)水平排水管新設作業

(四)通車前履勘作業

伍、第二階段復原工作

一、第二階段復原工作執行情形

(一)北上出口匝道盤式支承修復

(二)南下線地錨工作

(三)南下線格梁工作

(四)南下線幕牆面板工作

(五)南下線水平排水管工作

(六)南下線坡面排水溝工程

(七)坡面植草工程

(八)完工後通車前履勘作業

陸、檢討與期望

壹、前言

民國99年4月25日下午2時33分，基隆市七堵區師公格山發生走山崩塌意外，因於氣候晴朗及無其他外力因素時發生走山崩塌，為台灣地區災害型態及規模首見；造成台灣地區高速公路用路人不僅生命遭受威脅，身心與生活也都嚴重受影響。災害發生後，政府、民間與慈善團體立即投入救災與復舊行列，一面撫慰罹難者的家屬，一面整理、重建受創地區，期望受創地區能儘速恢復通車，並提供更加安全、安心的用路環境。

基隆七堵地區深具自然景觀資源：山川秀麗、生物多樣。國道3號汐止基隆路段在地區的實質支援上，如：北台灣地區貿易運輸要道、連結台2己線至基隆港區及基隆市民前往台北區域必經行駛路段..等，提升北台灣地區貨運及貿易運輸及提高基隆地區居民生活機能，促進發展。

為促進北台灣及基隆地區恢復發展及生活機能，避免中輟；又復建係百年大計，如何考量災區自然環境，妥為規劃；爰彙集民間諮詢團意見及學者參予積極的建議，為當務之急。研整「動員救災白皮書」，以增進全國民眾對本局動員救災工作的瞭解，建立民眾對國家建設信心及政府救災的信心。

貳、災情掌握

國道3號3K+100師公格山崩塌事件，走山造成積土堆起最高達33公尺，長度達300公尺，水平位移150公尺，不僅造成道路中斷，人民生命財產蒙受重大損失，罹難者家屬身心與生活深受衝擊，亦導致公共設施毀損，自然環境驟變，阻礙產業發展，加重政府財政負擔，減緩整體經濟發展。

國道3號3K+100師公格山崩塌事件共造成4人死亡，罹難者家屬逢此鉅變，不僅生活，心靈更嚴重受創，難以平復。

在公共設施毀損方面，國道3號3K+100至3K+250路段雙向中斷封閉，道3號汐止系統交流道至基金交流道路段雙向封閉。橋梁、公路因橋面受損、邊坡坍落、基破壞或路面損毀，使國道3號連接基隆地區交通中斷。此外，交通中斷造成國道1號中山高速公路車輛大量湧入，嚴重影響北台灣交通情形。

走山不僅破壞原始邊坡及高速公路穩定性，亦改變自然環境。走山沿著順向坡滑動，造成高速公路路面受損、垮越橋塌陷等情形。其中，國道 3 號北上路段主線第 3 號橋及北上萬瑞系統交流道出口匝道結構受損；又如設置於師公格山北側 660 支地錨的邊坡於無預警的情況下瞬間滑動崩落，最能令人感受到大自然的力量。

在經濟產業發展上，災區主要以基隆港貿易入口與觀光業為主。此次走山原本交通要道因橋梁、道路毀損，國際貿易產品運輸受阻，造成增加運輸成本，影響眾多企業。另外，觀光業因交通受阻，加上受走山報導心理影響，觀光客裹足不前，觀光業損失達難以預估。

參、救災

走山發生後，本局立即成立緊急應變小組，並於北上主線設置前進指揮所，以加強災區統籌指揮救災；縣市政府及工務單位配合救災動員業務，積極參予辦理救災及安置作業。

為迅速展開救援行動，中央部會、地方政府、國軍、民間團體均運用現有人力、物力全力投入救援行列，對於醫療服務、防疫、心理復建、環境衛生、交通、水電、電訊等，緊急調派專業人員搶修或進駐，派遣救援從事第一階段救援工作。

在走山發生後 72 小時內，政府完成 4 位罹難者遺體的相驗入殮；在 5 天內搶修施工便道、在 6 天內搶修第二條施工便道，加速清運工作；預計在兩個月內完成損毀路段修復通車，並完成罹難者協議發放國家賠償的慰助金，清運 22 萬噸土方，堆置於 6 處指定地點，正在推動再生利用計畫。

為使民眾能減少受道路中斷影響生活及工作，災時同時公告替代路線，並限縮工區影響範圍，於國道 1 號汐止收費站實施暫停收費措施。為調查事件原由，交通部主動成立專案小組調查走山原因。

鑑於本次走山，民眾生命及財產蒙受損失，政府為突破現行法令限制，朝野將協助推動地質法案，將潛在危險區域公告提供民眾查詢。

自走山發生後，全國各界慷慨捐輸，為加強管理捐募事

宜，本局北區工程處亦於現場成立「捐贈物資中心」，統籌分配運用各界善心人士捐贈物品。

一、災害通報

於 99 年 4 月 25 日下午 14 時 33 分工務段接獲國道 3 號 3K+100 路段橋樑掉落道路中斷。第一時間即回報本局北區工程處並層層向上回報。動員工程處所轄工務段協同公路警察隊管制路段匝道，疏導車輛離開災區。更利用公路防救災系統通報災情及災害地點定位。



國道 3 號崩塌路段北上線南端(圖一)

二、動員救災

於99年4月25日下午14時33分內政部空勤勤務總隊於第一時間接獲通知調派直升機執行空拍任務，雖該路段於週日下午14時平均車輛較少，但因崩塌面積過大，且發生時間極為短暫，在無法確認是否有人車受困情況，本單位仍立即啟動動員機制使北區各機關單位及契約承商於第一時間進駐現場進行開挖救援工作。隨後傍晚即接獲疑似罹難者家屬，因與家人失聯隨即抵達現場等候救援，共計3車4人，其中2車GPS行車紀錄確定於該路段失聯。

本局北區工程處主管在第一時間立即到現場指揮，分配各工務段任務分組，並於第一時間設置前進指揮所坐鎮指揮。工務段於同時間召回主要分組負責員工成立緊急應變小組至現場接受任務分配。

前進指揮所設置相關資訊設備可供聯繫及資料的傳輸，將現場情形直接傳送至交通部專員及交通部政風室掌握。工程單位接獲通知立即調派契約承商於第一時間趕至現場進行救災工作，我國國軍同時派遣部隊抵達現場搭棚及國軍弟兄攜帶挖掘工具與重型機具前來支援。

公益團體慈濟基金會志工於當天成立服務中心，除提供熱食外，也隨時維持現場的清潔。同時撫慰罹難者家屬心情，使於現場漫長等待救援的家屬穩定心情。

本次動員人力及機具於事發後1小時內陸續抵達現場，動員救災單位清單如下：

1. 陸軍第六軍團指揮部
2. 關渡指揮部
3. 53 工兵群
4. 聯勤第三地區支援指揮部
5. 台北縣後備指揮部
6. 基隆市後備指揮部
7. 國防部資電作戰指揮部
8. 海軍基隆後勤支援指揮部
9. 國軍桃園總醫院

10. 基隆憲兵隊
11. 台灣中油股份有限公司
12. 國道新建工程局
13. 國道公路警察局
14. 國道高速公路局
15. 民間承商：
 1. 祥安營造工程有限公司
 2. 巨立營造有限公司
 3. 大城營造有限公司
 4. 泰欣工程行
 5. 兆藝交通
 6. 吉寬營造有限公司
 7. 有建誠企業社
 8. 建中工程股份有限公司
 9. 佑兆企業工程行
 10. 三峽瀝青
 11. 建春營造
 12. 峰富國際工程有限公司
 13. 豐馥景觀股份有限公司
 14. 吉昌衡器股份有限公司

動員救災機具清單如下：

1. 挖土機 59 台
2. 傾卸車 220 台
3. 推土機 4 台
4. 人員運輸車 3 台
5. 戰備督導車 5 台
6. 天頻車 2 台
7. 10.5T 貨車 1 台
8. 多波道車 2 台
9. 消防車 8 台
10. 救護車 5 台
11. 警備車 4 台

- 12. 悍馬車 3 台
- 13. 油罐車 2 台
- 14. 破碎機 3 台
- 15. 小山貓 1 台
- 16. 中油之油罐車 2 輛
- 17. 中型戰術輪車 4 台
- 18. 照明車 3 台
- 19. 生命探測器 4 具
- 20. 吊貨卡車 5 台
- 21. 器材車 2 台

動員人數共計達 1139 人



機具動員抵達現場立即挖土方(圖二)

三、救災過程

動員機具抵達現場隨即立刻開挖土方，本局北工處規劃第一時間棄土場為國道 3 號北上 7.3K 外側堆置，並協調基隆市政府及台北縣市政府尋找地點堆置。

99 年 4 月 25 日



同時出動大批挖土機開始挖掘，並利用破碎機將掉落之大埔跨越橋打碎運出，以增加工作面第一天使用 45 台挖土機同時於坍方地點開始挖掘，為爭取搶救罹難者 72 小時內黃金救援時間，救災現場架設夜間照明設備，作業方式採 24 小時無間斷作業。

自災害發生起總統馬英九先生、行政院院長吳敦義、行政院副院長朱立倫、交通部部長毛治國及立委謝國樑...等，皆於當日陸續前往災區關切進度及聽取簡報。



99 年 4 月 25 日晚間北端作業情形



99 年 4 月 25 日晚間南端作業情形



本局局長曾大仁抵達現場親自指揮



行政院副院長朱立倫到場關切



交通部部長毛治國到場聽取說明



馬英九總統到場聽取交通部部長說明



北端作業情形



南端作業情形

經現場工程司前往災區上方初估計算土方為 23 萬立方公尺，每日預估出土數量為 2 萬立方公尺，初步預定清除需耗時間為 11 天。

毛部長指示鐵公路替代準備，國道 1 號汐止收費站暫停收費，鐵路也加開班車因應。因疑似有人車受困總統馬英九特別指示軍方要提供各項機具及人力的協助，以救人為首要。

台灣大車隊林姓駕駛失聯，經查 GPS 最後時間及定位為災害現場，台灣大車隊駕駛的中隊長於深夜 10 時 30 分抵達北端關心搶救，另基隆葉姓市民失蹤，家屬稱該男子於該時段由基隆前往台北加班目前失聯，家屬於北端現場等待救援情況。

99 年 4 月 26 日

自災害搶救起至 99 年 4 月 26 日上午 7 時止合計共清除約 7,600 立方公尺，開挖高層下降約 4 米，掉落主線橋樑已破碎清除。統計至 4 月 26 日下午 15 時累計清除土方 1 萬 5,308 立方公尺。為更精確及有效掌控進度，採詳細記錄車輛及每小時運土量。累計至 24 時動員車次為 2,150 車次，清除土方為 2 萬 5,794 立方公尺。因土方數量過大，原預定國道 3 號 7.3K 無法吸收，北端土方運至台北港堆置，雖傍晚開始下雨但仍未影響開挖進度。

下午 14 時 30 分立法院交通委員會朱鳳芝等人前往現場視察，並要求交通部必須針對災情發生原因進行專案調查。

於下午 4 時 30 分郭姓駕駛及同車李姓乘客雙方家長抵達現場，因父親接獲公司通知未上班才發現失聯，據車輛 GPS 定位最後記錄地點為災害地點。



清除土方速度加快



連續 24 小時無間段作業



謝國樑立法委員連續 2 日到場關切



北區工程處處長許鈺漳及副處長彭富溪



交通委員抵達現場聽取毛部長說明



交通部毛部長向各家媒體記者說明



大批傾運車輛協助加速運棄廢土

99 年 4 月 27 日



99 年 4 月 27 日上午 7 點空照圖

氣候持續下雨但搶救作業仍不受影響，持續連續清除土方。兩輛重型推土機 D9T 及 D10T 由斗六交流道調往現場支援，三輛 460L 挖土機進場協助加速開挖作業。共計 4 月 27 日動員 2,392 運棄車次，單日清土量 2 萬 3,422 立方公尺，累計總土方量 4 萬 9,216 立方公尺。

基隆市市長張通榮抵達現場關心進度，因受道路封閉影響，造成國道 1 號壅塞，承諾自 28 日起基隆市公車免費載運，呼籲民眾用耐心度過這段交通黑暗期。15 時行政院副院長朱立倫前來聽取進度，並要求全面徹查國道及國內道路順向坡路段，全面檢視並加強監控。17 時行政院院長吳敦義及交通部部長毛治國分別前來關心罹難者家屬並聽取最新進度。

關於搶救罹難者進度，經過 46 個小時後於上午 11 時 45 分於北上車道南端發現事故車輛北上車道全區暫停施工進行細部開挖工作，40 分鐘後開挖未發現，繼續全面開挖工作。並於現場前方搭設帳棚提供罹難者家屬於現場等候，避免受記者打擾。21 時 02 分於北上車道南端發現第二部車燈殘骸、22 時 37 分於北上車道北端發現第三部車輪框及車體殘骸。經過

56 小時候，全部停工由國軍弟兄改成徒手開挖。



11 時 45 分發現車牌



行政院副院長朱立倫聽取救災進度



基隆市市長張通榮抵達現場關心



行政院吳院長及交通部毛部長現場關切



發現車牌後於晚間發現車輛殘骸



現場國軍及救難人員於前方待命

99 年 4 月 28 日



99 年 4 月 28 日上午 8 點空照圖

災害發生經過 61 小時無間斷開挖終於在清晨 1 時 30 分至 7 時 30 分陸續發現車體及罹難者，共計 66 小時。

完成救災任務後即著重於加速清除土方及損壞鑑定部分，19 時 50 分行政院院長吳敦義抵達現場慰問現場作業人員辛勞並聽取最新進度。20 時 30 分由北工處處長協同救災作業舉行內部會議，分配災後重建及後續處理問題。

清運土方部份因引進大型機具加速清運速度，共計 4 月 28 日動員 2,428 運棄車次，單日清土量 2 萬 4,698 立方公尺，累計總土方量 7 萬 3,914 立方公尺。



佛教慈濟基金會於 4/25 即成立服務處



機具連續開挖由中油油罐車協助加油

99 年 4 月 29 日



99 年 4 月 29 日 8 時空拍圖

清運土方部份因引進大型機具加速清運速度，共計 4 月 29 日動員 3,167 運棄車次，單日清土量 3 萬 1,362 立方公尺，累計總土方量 10 萬 5,275 立方公尺。

清運進度因不受救災前期影響加速開挖，於 14 時 07 分北上主線施工便道搶通，除縮短載運路線並增加施工作業面積。14 時 45 分擴大便道面積容許雙向會車。慈濟基金會及媒體記者於搶通後即撤離現場。

4 時 30 分副局長抵達現場關切並聽取進度，10 時由北工處副處長彭富溪現場開記者會說明進度超前預訂晚間開通便道。16 時 20 分基隆地區謝國樑立委抵達現場關切進度，工程會陳副主委振川至現場會同勘查橋梁安全。20 時 16 分交通部部長毛治國前來關切並聽取最新進度。



重型推土機 D9T



重型推土機 10T



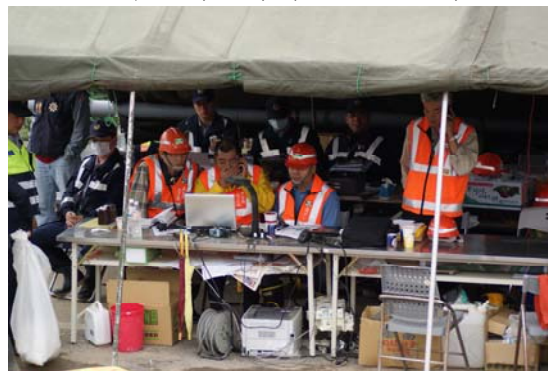
北上施工便道雙向通車



內政部空勤總隊每日空勘記錄



國軍弟兄配合重型機具載運土方



公路警察及北工處工作人員日夜趕工

99 年 4 月 30 日



99 年 4 月 30 日上午 8 時空拍圖

清運土方部份因引進大型機具加速清運速度，共計 4 月 30 日動員 2,973 運棄車次，單日清土量 2 萬 9,169 立方公尺，累計總土方量 13 萬 4,445 立方公尺。

10 時由北工處處長許鈺漳主持現場記者會，說明現場動員人力機具情況、土方累計總方量、卡車司機油料費用由工程處提撥至動員承商，再由承商轉付司機。12 時 30 分南下便道開通更加速開挖速度。14 時國防部長抵達現場慰問國軍官兵並簡易與記者說明。20 時 18 分高公局局長曾大仁抵達現場關切並巡察已完成工區了解最新進度。



南下便道開通加速開挖速度



北工處副處長及同仁在場隨時監控



國防部長抵達現場慰問官兵並聽取進度



後備軍人聯合服務中心

99 年 5 月 1 日



99 年 5 月 1 日上午 8 時空拍圖

清運土方部份共計 5 月 1 日動員 3,098 運棄車次，單日清土量 3 萬 3,016 立方公尺，累計總土方量 16 萬 4,461 立方公尺。

負責後續修復工作確定承商為威盛營造於上午 9 時抵達現場勘察北端橋台伸縮縫，中央大學周憲德教授至現場勘查。9 時 30 分基隆市消防局報備撤出現場，同時清運棄土動線修改為北入南出單線循環加速車輛載運動線，必免單線雙向通車。9 時 40 分本局養護科科長陳明春抵達現場勘查，10 時北端監控點撤除，統一由南端指揮所指揮。10 時 15 分本局連總工程司抵達現場勘查，10 時 35 分本局北區工程處工務課課長李漢洲至現場勘查，10 時 40 分國工局張副局長至現場勘查，15 時 55 分本局陳副局長至現場勘查並聽取進度。



國道3號南下 11K+200 棄土堆置場



國軍支援南下 11K+200 推土機 D7R



國道3號北上 7K+300 棄土堆置場



現場垃圾分類及基隆市環保局流動廁所

99 年 5 月 2 日



99 年 5 月 2 日上午 8 點空拍圖

清運土方部份共計 5 月 2 日動員 3,000 運棄車次，單日清土量 2 萬 8,997 立方公尺，累計總土方量 19 萬 3,4659 立方公尺。

負責後續修復工作承商威盛營造於進場開挖北端橋台伸縮縫。6 時北上可作業寬度約 3 車道，南下 2 車道，但仍以單線作業為主。上午 10 時 40 分記者通報國道 2 號拓建工程處工區坍方工安意外一人死亡。9 時交通部部長毛治國至現場慰問工作人員並偕同工程司前往災區檢視道路受損情形，10 時 45 分國道公路警察局第九警察隊副隊長到場關切，10 時 55 分警政署王署長至現場關切，12:55 高公局局長曾大仁到場視察，13:05 高公局北工處處長許鈺漳到場視察，15:55 本局陳副局長視察，20:30 高公局北工處處長許鈺漳到場視察。



針對進出工區車輛辦理通行證



土方清理已大致完成



土方清理已大致完成



交通部部長至現場了解損壞情形



交通部部長慰問現場工作人員



威盛營造開挖北上橋頭進橋板

肆、第一階段復原工作

一、第一階段復原工作作業模式

土方清運至一段落後，國道高速公路局北區工程處(以下稱北工處)隨即招商進場辦理復舊工作，在考量現場的熟悉度以及施工效率的前題下，北工處決定請原始設計廠商台灣世曦工程顧問股份有限公司(以下稱世曦公司)辦理設計及監造工作。威勝營造有限公司(以下稱威勝公司)參與高速公路許多標案的工程，歷次工程施工進度與施工品質皆能符合本局要求，在諸多考量後請威勝公司辦理第一階段的工程施工作業。

第一階段復舊工作主要的目標為完成國道主線雙向 6 車道通車，國道高速公路局(兼國道高速公路新建工程局)局長(以下稱局長)同時指派國道新建工程局(以下稱國工局)協助相關復舊工作，99 年 4 月 30 日國工局、北工處、國道高速公路局拓建工程處、世曦公司、威勝公司派員勘查相關設施受損情形，世曦公司並且針對橋梁及邊坡部份提出安全評估報告，報告內容詳如附件。世曦公司、威勝公司隨後接受北工處的指派，於 99 年 5 月 1 日進場作業。



99.04.30. 設施損壞勘查情形(一)



99.04.30. 設施損壞勘查情形(二)



99. 04. 30. 設施損壞勘查情形(三)



99. 04. 30. 設施損壞勘查情形(四)



開挖檢視橋台受損情形(一)



開挖檢視橋台受損情形(二)

復舊工作係針對損壞部份進行修復，因此作業時都是先勘查、調查，確認損壞範圍及修復方式後指示承包商辦理，施工中再針對細節部份進行調整，為了儘早完成通車任務，世曦公司以及督工單位(北工處各工務段)也都指派人員 24 小時配合承商作業。為了確實掌控施工進度，威勝公司將每個工作區塊所要辦理的事項逐項列表，逐日填報工程預訂進度與實際進度，每一天的進度都會在隔日早上 9 時前由世曦公司確認後傳送到北工處。北工處木柵工務段段長率輪值的督工工程司每日下午 4 時前往工地，就每日執行的工作項目執行情形逐項討論確認，施工上有困難的部份立即協調處置方向，並於會後立即向北工處處長報告。

施工期間除了施工團隊長期駐守工區外，高公局局長、北工處處長、副處長也都經常前來勘查施工情形、指示施工方針，交通部部長也曾前來關切工程進行情形。



北工處處長指示施工方針



局長向部長報告作業情形



部長視查橋台損壞情形



世曦公司向部長報告施工情形

二、第一階段復原工作執行情形

(一)橋台修復工作

經過國工局、世曦公司現場勘查結果，國道3號3號橋南端（主線里程約3k+100處）北上線的橋台背牆以及鄰近碼東系統交流道匝道四（北上出口）橋台背牆有嚴重的損壞，無法以補強方式修復，需要拆除重做，第一階段先辦理北上線橋台背牆修復，拆除作業隨即辦理。

所有經地滑災害推擠而受力的鋼筋，全部拆除，橋台背牆以下75cm區域以高壓水刀清理作為鋼筋續接之用，清理後進行鋼筋綁紮及模板組立工作，之後再澆置早強混凝土完成橋台背牆修復工作。



橋台背牆敲除作業



橋台背牆水刀清除作業



橋台背牆水刀清除完成



橋台背牆鋼筋綁紮作業



橋台背牆模板組立作業



橋台背牆第一昇層完成

(二)北上線橋面版修復工作

國道3號北上主線外側橋面版局部損壞，部份鋼筋有捲曲現象，已有受力，該區塊鋼筋拆除，未損傷部份以高壓水刀清理作為鋼筋續接之用，另外再從箱型梁內部設置托梁延伸至橋面板，用來增加支撐力量。



橋面版水刀清理作業



橋面版模版組立作業

(三)擋土牆修復工作

國道3號南下線與北上線間設有擋土牆，擋土牆有損壞部份需新設，部份可植筋接續後修復，施工作業程序分別為損壞擋土牆敲除、擋土牆基礎開挖、擋土牆基礎組筋、擋土牆基礎模板組立、擋土牆基礎混凝土澆置、擋土牆牆身鋼筋組立、擋土牆牆身模板組立、擋土牆牆身混凝土澆置，為加快時程威勝公司以多組模板及工班同時進行。



擋土牆基礎開挖情形



擋土牆牆身鋼筋組立情形



擋土牆牆身模板組立情形



擋土牆牆身完成情形

(四)南下線邊坡排水工作

南下邊坡坡面寬廣，需有臨時的截排水設施以及臨時的沉沙設施來因應即將到來的雨季，在坡面設置數道的截水溝用來阻截坡面上的雨水，再於截水溝末端設置豎溝用來接收截水溝的雨水，最後再於豎溝末端設置沉沙池用以沉澱大量的泥沙，經過沉澱後含砂土量比較少的水才排放到既有的排水系統。



施工中的坡面排水



沉沙池

(五)南下線貨櫃牆工作

考量開放通車時南下線邊坡仍未完成永久性設施，坡面上的風化的土石下雨時易隨雨水沖刷至路面，所以於邊坡坡腳處設置貨櫃牆，貨櫃開孔內部填放土石增加重量，貨櫃牆設置兩層，上下層焊接固定，最後再以鋼纜固定在坡面上。



貨櫃牆設置作業情形



貨櫃牆鋼纜固定情形

(六)路基處理及鋪面工作

為儘速恢復交通，工區內待處理的路基數量不多，以傳統的路基回填作業方式將耗費許多時間，權衡後以低強度的混凝土來取代原有的路基回填作業，完成路基處理後即進行鋪面作業。

鋪面作業按高速公路的路面結構標準，先鋪一層瀝青處理底層(BTB)，再鋪一層密級配瀝青混凝土(DGAC)，最後再鋪設一層開放級配瀝青混凝土(OGAC)，這一層有較大的孔隙是用來降雨時能快速的將雨水由孔隙中排出。

鋪面工作完成後進行路面標線的繪製，路面標記的設置。



路基處理作業情形



鋪面作業情形

三、第一階段恢復通車前配合工作概要

99年6月1日13時受損路段恢復雙向通車，通車前除了損壞區域的復原工作外，北工處尚有辦理下列工作，以確保國道3號基沙段順向邊坡於通車時沒有危險疑慮，辦理事項如下：

(一) 設置邊坡自動化監測系統

於基沙段順向邊坡設置自動化的監測系統，由傾度儀、傾斜計、水位井等3種儀器組成，並訂定注意值、警戒值、行動值等3種管理值，各管理值訂有對應的應變措施。藉由自動化監測系統，監測數據可以輔助管理人員研判邊坡現況。

（二）順向邊坡每日巡查作業

在設置邊坡自動化監測系統之前，為了避免順向邊坡的狀況突然產生變異，而造成破壞，這一期間委託民間專業廠商每日巡查順向邊坡的狀況。

（三）水平排水管新設作業

於邊坡總體檢期間，邊坡總體檢工作團隊對於一些邊坡有發現坡面滲水現象，建議北工處新設水平排水管。

水平排水管是由道路側以水平角向上 5 度往岩盤內部打設，打設長度 15-25 公尺不等，主要做用是將滲入砂岩中的地下水、雨水藉由水平排水管快速的排水，減少推動邊坡滑動的推動力，增加邊坡的穩定性。

（四）通車前履勘作業

通車前為了確保相關的設施安全無虞，沒有缺漏，因此於通車前會報請高公局相關業務單位進行履勘作業，符合通車條件後才能開放通車。

伍、第二階段復原工作

一、第二階段復原工作作業模式

第二階段部份為北上線的出口匝道、南下線的入口匝道以及南下線邊坡的永久性設施，第二階段有較充裕的時間來辦理設計工作，因此是完成設計工作後才來進行發包的作業。

第二階段工作延續第一階段的精神，承包廠商鼎宸營造有限公司(以下稱鼎宸公司)將待施作的工項及數量列表，每日將預訂及實際工程進度經世曦公司複核後傳送木柵工務段管考。木柵工務段段長每週辦理二~三次的施工協調會，一方面控管工程進度，一方面協調工程瓶頸，工程施工期間長時間下雨，工作團隊在這種不利的天氣下於 99 年 11 月 2 日開放北上線出口匝道通車，99 年 12 月 22 日開放南下線入口匝道通車，至此復原工作全數完竣。

二、第二階段復原工作執行情形

(一) 北上出口匝道盤式支承修復

北上出口的匝道橋因為受到推移，推移的距離超過支承墊所能伸展的長度，所以造成支承損壞必需更換。拆除盤式支承不能損壞既有大梁結構，所以拆除工作採用高壓水刀清理混凝土，拆除前先以千斤鼎頂昇至預訂高度，再進行拆除工作，安裝新的支承後以無收縮水泥灌注，養護至預定強度後再將千斤鼎降下卸除。



盤式支承墊更換情形(一)



盤式支承墊更換情形(二)



盤式支承墊更換情形(三)



盤式支承墊更換情形(四)

（二）南下線地錨工作

南下線的護坡採用地錨來增加抵抗下滑的力量，地錨採用雙重防蝕系統，在自由端的區段鋼腱外有包覆小 PE 管，小 PE 管與鋼腱間以防蝕油塗抹，小 PE 管外部還有大 PE 護管，之間用水泥漿填充，為了確保自由端不再有漏漿情形，灌漿採用重覆灌漿以及重力流方式填充，完成後以抽驗方式檢查是否合格，檢查的方式是以電鑽往錨頭中心鑽孔 10 公分，以內視鏡伸入檢查，檢查結果都符合規定。



地錨鑽孔作業情形



地錨固定端灌漿作業情形



地錨預力施拉情形

（三）南下線格梁工作

南下線的護坡一部份是採用大格梁加上預力地錨的作業方式，大格梁將整個坡面以方格的樣式設置在坡面上，適當的位置設置 1 支地錨，將整個格梁錨定在坡面上，完成後在格梁間的空格填充土壤植草。



大格梁鋼筋組立情形



大格梁模版組立情形



大格梁混凝土澆置情形



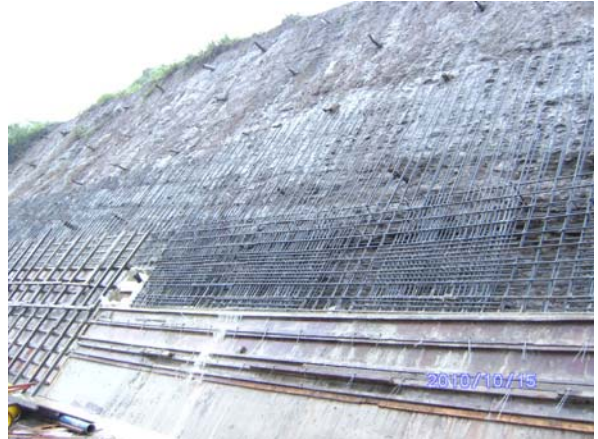
大格梁完成情形

(四) 南下線幕牆面板工作

南下線比較靠近路側的部份是採用幕牆面板工法施工，幕牆面板上每一定間隔設置地錨 1 支，利用整體地錨的預力，將面板錨定在坡面上。



幕牆面板鋼筋組立情形(一)



幕牆面板鋼筋組立情形(二)



幕牆面板混凝土澆置情形



幕牆面板完成後情形

（五）南下線水平排水管工作

坡面上的下半部每隔一段間距設置水平排水管 1 支，水平排水管主要的功能是將積存在岩盤內部的地下水或是雨水能快速的排出，不要積在岩層中增加下滑的力量。



水平排水管作業情形



水平排水管完成情形

（六）南下線坡面排水溝工程

南下坡面設置截水溝、豎溝數條，用來排除降下至坡面的地表水，排水系統末端設置沉砂池數處，用來沉澱泥砂之用，經過沉澱後的水才排放至下游端現有的排水系統中。



排水溝鋼筋組立情形



排水溝模板組立情形



排水溝模板組立情形



排水溝完成情形

(七) 坡面植草工程

完成坡面的結構與排水工程之後，對坡面整體進行植草工程，主要的草種計有黑麥、百喜、百慕達等草種，於不同季節生長，所以一整年都有綠化效果。



草種噴植情形(一)



草種噴植情形(二)



草種噴植情形(三)



草種噴植情形(四)



植生綠化情形

（八）完工後通車前履勘作業

第二階復原工作先開放北上線的出口匝道，其次才開放南下線的入口匝道，每一次的通車前，都要辦理通車前履勘作業，高公局也會指派相關業務單位與會，達成通車要件後才能擇期開放通車。

陸、檢討與改進措施

本案事件後，高公局檢視目前的養護管理方式實需改善，養護制度有精進與調整的空間，整理如下。

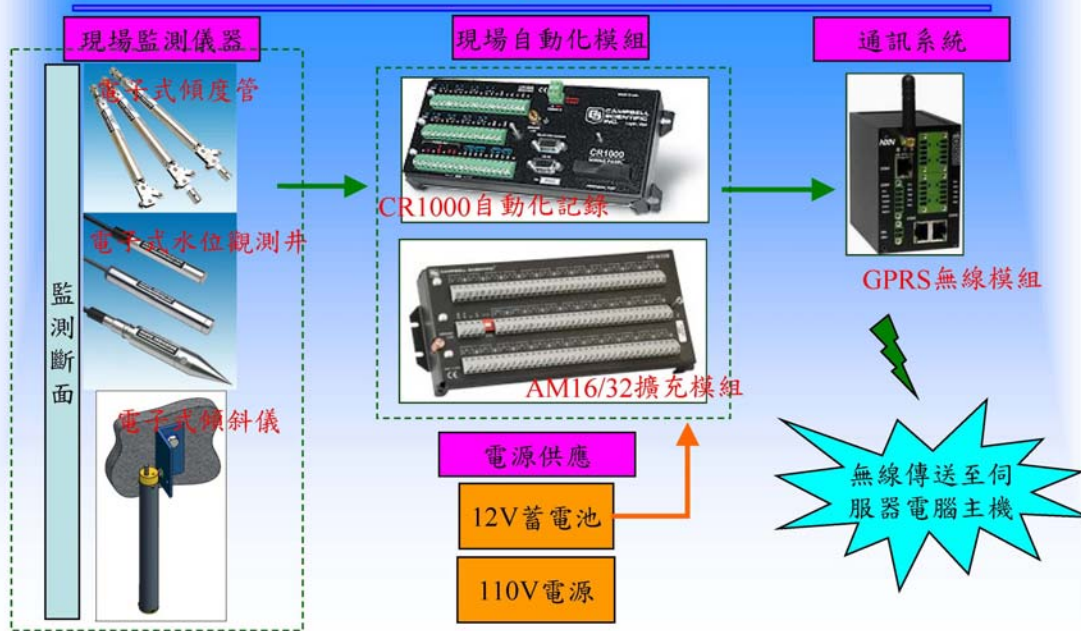
（一） 監測作業

高速公路新建階段對於開挖的邊坡會進行監測工作，作為施工中保護，工程竣工後仍會追蹤監測約 2 年，待監測資料也顯示穩定後，則不再辦理監測工作。但是本次事件後，發現岩體經過時間的風化作用以及自然環境的變化，岩體的強度會有弱化情形，自然環境不利因素也會持續增加，對於順向坡是有長期監測的需要。因此高公局在高速公路沿線辦理定期監測作業，並依照當地的地質條件設訂管理值，每一階段的管理值都訂有對應的應變措施以及解除應變措施的流程、要件。

基隆-汐止路段的監測作業是採用自動化監測，24 小時每小時監測儀器都會傳送一筆資料到設定的系統，由系統計算，當監測值達到所設訂的管理值後，系統會發送簡訊通知管理人員，管理人員會檢視資料進行判讀，判讀結果如果符合管理值的條件時，就會啟動對應的應變措施，人員會進行現場勘查作業，專業的工程人員會對監測及現場勘查結果做綜合研判，提供工務段做為處置建議。

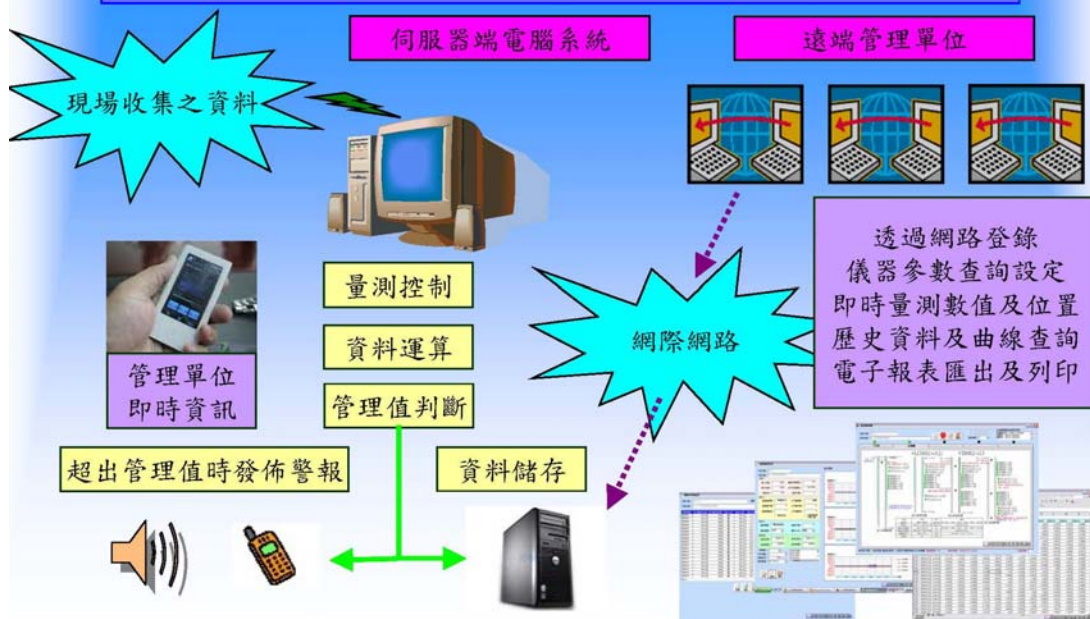
監測值與邊坡破壞，目前尚無法做到監測值達多少就會破壞的絕對關係，北工處處長率工作同仁，秉持著邊做邊學邊調整的精神，持續來進行監測工作。

系統架構-現場端



自動化監測現場端架構圖

系統架構-伺服器端及用戶端



自動化監測用戶端架構圖



自動化監測監看畫面

(二) 地錨檢測作業

地錨因長期在地中，受到雨水長年的影響以及岩盤表面風化的影響，有必要打開來檢查現在的狀況。高公局北工處所屬的每一處地錨邊坡都會以抽樣的方法，來抽樣檢查，被抽檢到的地錨要進行外觀檢視、錨頭及組件檢視、內視鏡檢視、揚起試驗等 4 大檢查工作。檢查完成後會撰寫一份報告交給安全評估的廠商進行邊坡安全評估工作。

(三) 邊坡安全評估作業

邊坡辦理地錨檢測工作、監測工作、巡查工作後，依據這些資料，以及設計階段的地質鑽探資料、分析資料等，來進行邊坡安全評估作業，評估安全的邊坡只要進行例行性的維護作業即可，評估不安全的邊坡則要進行邊坡穩定分析、補強設計、補強工程等作業。這一次的安全評估作業完成若干年後也會有例行的安全評估作業，這樣的程序會一直進行。

(四) 全生命週期理念

我們使用的汽車，可以開 10 或 15 年但是要定期保養、定期更換輪胎，會有一本使用手冊，一羣維修技師建議您更換什麼、維修什麼。高速公路的維護也會朝著這個方式辦理，高速公路設計的壽年是使用 50 年，但是並不每一項設施都是 50 年不會壞，因此我們需要一本手冊、一羣專家，高速公路沿線的地質條件不一，自然環境不一，每一處的設施都要量身訂做一個專屬的手冊，這是我們努力的方向。北工處試著將邊坡進行分級，藉著分級我們可以知道那些邊坡需要比較多資源，可以把有限的資源集中在有需要的邊坡上。

(五) 養護制度修訂

前面這些做法需要一個制度來支持、約束，因此高公局修訂一本專屬於高速公路所使用的養護手冊，目前各章節也都逐步的修訂完成，有一部份已經陳報交通部核准。規範的修訂上需要比較完善且可行的做法，高公局也已經委託專業的機構進行研究制定，規範的部份預計 100 年 9 月會有一個成果。