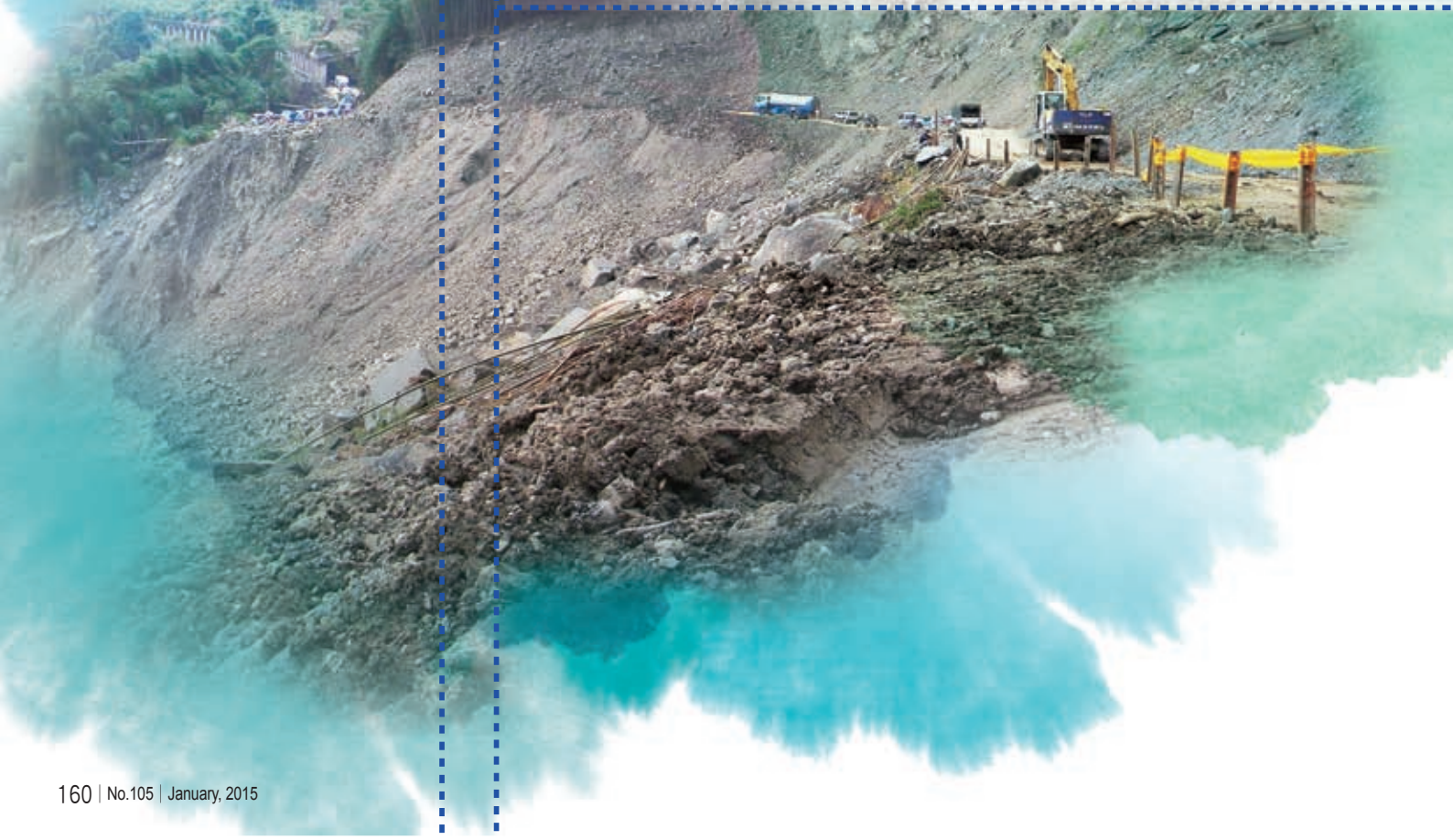
極端氣候下公路邊坡災害復建工程設計探討

關鍵詞：公路邊坡工程、極端氣候、復建、調查、設計

交通部公路總局／總工程司／吳進興 ❶
台灣世曦工程顧問股份有限公司／大地工程部／技術經理／吳文隆 ❷
台灣世曦工程顧問股份有限公司／大地工程部／副理／蕭秋安 ❸
台灣世曦工程顧問股份有限公司／大地工程部／正工程師／周坤賢 ❹



摘 要 ABSTRACT

臺灣地質構造破碎複雜、地形陡峭，河床坡度大，颱風頻繁，且雨量集中，在極端氣候情況下，回顧近年公路邊坡災害歷史，陸續發生多起道路中斷人民生命財產損失之重大災害。因此公路邊坡工程未來將會面臨愈來愈多之重大挑戰，包括邊坡滑動、土石流及落石等災害議題，本文主要整理國內山區道路於極端氣候下之邊坡災害，並列舉工程復建不同結構型式案例，以及未來公路邊坡防災維護管理之看法，供作工程各界參考。

壹、前言

臺灣位居環太平洋地震帶，處於歐亞大陸板塊和菲律賓海洋板塊的接觸區，造山運動不斷進行，容易產生山崩、地滑、岩屑坍滑及落石等多種邊坡災害；復因地理環境特殊，位於北迴歸線附近，為北半球太平洋颱風最頻繁的路徑上，平均每年颱風侵臺約3～4次，颱風挾帶超大豪雨，降雨強度大，累積降雨量多，超大豪雨作用不僅在山區加劇公路邊坡滑動、土石流及落石災害，也為平原地區引來淹水災害。此外，地質年代相對年輕，構造複雜且脆弱，地形陡峭崇山峻嶺，山地佔全臺面積四分之三以上，平原僅佔不到四分之一，可開發及居住的面積不多，人們為滿足居住需求，漸往山坡地發展，開發山坡地居住，山區道路交通設施亦隨之而來，颱風豪雨時，居住環境及道路更容易受到邊坡災害及洪患之侵襲。

回顧近年來臺灣天然災害所引發的影響，對臺灣社會產生莫大的人身傷害與經濟建設的嚴重損失，例如賀伯風災(1996)、集集大地震(1999)、桃芝風災(2001)、納莉風災(2001)、敏督利風災(2004)、辛樂克風災(2008)、莫拉克風災(2009)、梅姬風災(2010)、蘇拉風災(2012)等。氣候極端變化下，近10多年來，單次侵臺颱風所帶來的降雨量有8個逾1000毫米，如圖1所示，相較於1970到2000年代，每10年約僅出現1到2個單次總雨量逾1000毫米的颱風，其降雨強度及集中性明顯增加。1999年921地震後，臺灣邊坡坡體受到強烈擾動而結構更加破碎，加上極端氣候強降雨的影響，故近10年來公路邊坡的災害增加許多，其中以莫拉克風災(2009)之中南部災情尤為嚴重，於嘉義阿里山地區5日連續雨量約近3000毫米，超過臺灣年平均雨量(約2500毫米)，因此未來之公路邊坡災害新建及復建工程設計，不容忽視極端氣候之影響，應將其適度納入設計考量。

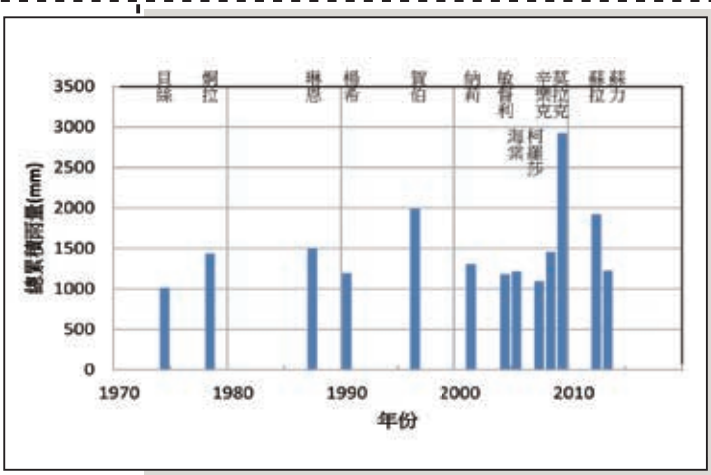


圖1 近年總累積雨量逾1000毫米之颱風累積雨量圖

貳、公路邊坡災害模式及類型

極端氣候下之公路邊坡一旦發生災害，其毀壞情形通常都更加嚴重，大多數破壞原因為連續豪雨作用，坡地地下水位上升，地表逕流增大，沖刷力驟增，加上河川山洪暴發，道路下邊坡河岸側刷，引發邊坡災害。公路邊坡破壞模式，以運動型態可概分為五大類，包括1.落石、2.滑動、3.流動、4.翻覆、5.複合型，各破壞模式分述如下：

一、落石

落石是體積大小不一的岩塊或土石以自由落體伴隨滾動、彈跳的運動方式向下或沿坡面掉落，多發生於陡峭邊坡或懸崖，速度極快。此一破壞類型常發生在逆向坡側，規模量體很大時容易於坡底形成崖錐堆積，為一臨界穩定之鬆散結構，可能因道路開發而於後續施工中或完工通車時產生滑動破壞。案例：台2線68k、77.8k、82.5k濱海公路、台8線太魯閣長春祠、台9線蘇花公路、台9線421k、台18線明隧道、台20線183k、東北角南雅里、南投太極峽谷、杉林溪安定彎邊坡、基隆市北寧路落石等。

二、滑動

滑動是一種剪切式的移動，主要可分為平面型滑動及圓弧型滑動。平面型滑動常沿著岩盤面、層面、節理面或斷層面滑動，常因地層排水不良而觸發，排水不良導致地下水位上升，而上升的水位對滑動塊體產生額外的上浮力、下推力，甚至弱化滑動面的抗滑強度；也常因坡腳被移除以致滑動面出露而引發大規模順向坡滑動，因此以發生在道路之上邊坡或河流旁的坡面最多。圓弧型滑動常發生於坡體材料為土層、崩積層及高度破碎岩層，而地下水位亦常扮演重要之誘發因素。案例：平面型滑動-林肯大郡、草嶺、九份二山、南投和社、汐萬路、國道三號3.1k等；圓弧型滑動-陽明大學回填邊坡、梨山地滑，台18線37k、59k、雲林縣149甲32k等。

三、流動

流動為由土、砂、礫、巨石等材料與水之混合物受重力作用後所產生的像可塑性流體一樣的移動，以重力為主，流動為輔，其速度可以從每秒數公分至每秒數十公尺，土石流即為典型之代表，常常在很短的時間內沖毀或掩埋各種設施，造成生命財產的傷亡。案例：台20線96k布唐布那斯溪、台21線豐丘、隆華國小、郡坑村、楓港溪、溪頭土石流、松鶴部落、八七水災八卦山區、花蓮鳳義坑、花蓮東興土石流、台7線41k＋730蘇樂橋等。

四、翻覆

翻覆是岩塊向下坡方向以幾近垂直的形式發生掉落的一種破壞方式；坡體岩層材料被數組垂直節理切割成柱狀的岩塊，容易在自由面上發生翻覆。翻覆發生的場合通常有一組高傾角的不連續面(層面或節理面)向邊坡的內側傾斜。案例：八斗子採石場、杉林溪安定彎、萬榮林道、台8線中橫公路等。

五、複合型

顧名思義，複合型災害即為由上述四種災害類型中之兩種以上相伴而發生，實務上常見落石與翻覆、流動與滑動伴生之破壞類型。案例：陽明山馬槽橋為落石與土石流複合型案例，必坦溪-德基電廠則為滑動及流動複合型災害案例、嘉169縣道達邦三號橋邊坡為落石及滑動複合型案例。

除前述文中提到之案例外，整理近年來台灣世曦公司辦理規模較大且具代表性之公路邊坡破壞模式及整治案例如表1所示，代表性災害照片則如圖2所示。

常見之公路邊坡滑動災害類型可區分為：(一)上邊坡滑動、(二)下邊坡滑動、(三)整體邊坡滑動及(四)河(海)岸沖刷等。分別說明如下：

表1 公路邊坡災害破壞模式及整治案例表

公路邊坡災害地點		行政區	地層	地理區位									主要破壞模式					道路災害類型				主要整治理念及工法
				高陡坡	砂頁岩互層	崩積土坡	填方邊坡	斷層帶	河海岸沖蝕	泥岩邊坡	台地邊坡	野溪坑溝	落石	翻覆	滑動	流動	複合型	上邊坡	下邊坡	整體邊坡	河岸侵蝕	
北部	汐萬路彩虹橋	新北市汐止區	五指山層		V	V			V			V			V		V			V		避開，大跨度鋼橋
北部	北31線汐平路道路邊坡整治	新北市汐止、平溪區	五指山層		V	V			V			V	V	V	V		V	V	V	V	V	下邊坡坡趾保護，邊坡整治(擋土牆、排樁、地錨及水平及水平排水管…等)
北部	北33線汐碇路道路邊坡整治	新北市汐止、石碇區	五指山層		V	V						V	V		V		V	V	V	V	V	下邊坡坡趾保護，邊坡整治(擋土牆、排樁、地錨及水平及水平排水管…等)
中部	149甲線32k	雲林縣古坑鄉	錦水頁岩、卓蘭層		V	V						V			V	V	V			V		深層集水井、縱橫向排水溝、排樁地錨
中部	台18線37k	嘉義縣番路鄉	達邦層、南莊層		V	V									V		V			V		排樁、地錨、邊坡保護
中部	台18線59k	嘉義縣阿里山鄉	達邦層、南莊層	V	V	V							V		V		V			V		排樁、地錨、明隧道修復、邊坡保護
中部	台18線71k	嘉義縣阿里山鄉	達邦層、南莊層	V	V								V		V		V			V		避開、大跨度鋼拱橋
中部	台18線69.3k-90.9k六座明隧道	嘉義縣阿里山鄉	南莊層、桂竹林層	V	V								V	V				V				明隧道
中部	149甲線47.1k	嘉義縣梅山鄉	南莊層						V						V						V	河岸保護
南部	台24線34k	屏東縣霧台鄉	潮洲層：板岩、硬頁岩	V		V			V			V			V		V			V		避開(隧道或橋)或加強邊坡保護(方案規劃中)
南部	高133線6k不老溫泉區	高雄市六龜區	樟山層、台地堆積層		V			V	V						V				V		V	下邊坡坡趾保護，邊坡整治(裂縫填補、深層集水井、排樁、地錨…等)
東部	台20線191k嘉寶隧道	台東縣海端鄉	片岩	V	V							V			V			V				短期：深層集水井排水 長期：隧道方案(規劃中)
東部	台9線421.7k	台東縣太麻里	潮洲層：硬頁岩與變質砂岩互層	V	V								V					V				沖蝕溝整治、邊坡保護
東部	台20線182.7k	台東縣海端鄉	畢祿山層：板岩、千枚岩、變質砂岩互質	V	V								V					V				明隧道、邊坡保護、河岸保護
東部	台20線146.8k	台東縣海端鄉	畢祿山層：板岩、千枚岩、變質砂岩互質	V	V	V							V		V					V		向山側改線、邊坡保護、排樁、岩錨
東部	台20線157.6k	台東縣海端鄉	畢祿山層：板岩、千枚岩、變質砂岩互質			V						V			V					V		向山側改線、邊坡保護、排樁、岩錨
東部	台20線193.1k	台東縣海端鄉	大南澳片岩：變質砂岩	V		V			V				V							V		明隧道、上邊坡保護、河岸保護
東部	台9線439-441k	台東縣大武鄉	潮洲層：變質砂岩、硬頁岩	V					V				V		V						V	防洶刷工程、石籠擋土牆、邊坡保護

台20線96k布唐布那斯溪土石流災害

台20線157k邊坡滑動災害

台20線182k落石災害

萬榮林道岩石翻覆災害

草嶺大崩山平面型滑動破壞

嘉169線達邦三號橋複合型滑動破壞

圖2 代表性邊坡破壞模式災害照片

(一) 上邊坡滑動破壞

上邊坡地質破碎或為崩積地層，因導排水系統不良，植生不佳，在連續降雨後，地表逕流沖刷與入滲導致地下水位上升，極易造成邊坡坡體驅動力增加及抗滑能力下降，產生邊坡滑動，破壞擋土設施，滑落土石堆積於路面或甚至沖毀路基，以致道路中斷，典型案例如圖3所示。

(二) 下邊坡滑動破壞

道路下邊坡之路基，在擋土設施基礎缺乏穩定性，或下邊坡導排水系統不佳、水流沖刷下邊坡坡腳，邊坡滑動造成路基下陷或流失。典型案例如圖4所示。

台18線34k上邊坡滑動

安定彎道路上邊坡落石防護

圖3 上邊坡滑動破壞

象神颱風(2000)新北市汐止區汐萬路，下邊坡滑動

莫拉克風災(2009)，台20線55k道路下邊坡滑動造成擋土牆側移及路基流失

圖4 下邊坡滑動破壞

辛樂克風災(2008)，雲林149甲線32k邊坡整體滑動，道路中斷

台24線34k邊坡整體滑動，道路中斷

圖5 整體邊坡滑動破壞

莫拉克風災(2009)，高132線河岸沖刷
造成下邊坡滑動，路基流失

台9線439k海岸侵蝕，擋土牆下邊坡淘刷，
造成路基流失

圖6 河(海)岸沖刷造成邊坡滑動破壞

(三) 整體邊坡滑動破壞

道路通過地質破碎區、崩積土區或舊崩坍地，因連續豪雨，地表逕流沖刷與雨水入滲，地下水位上升，地層泡水軟化剪力強度降低，造成道路上下邊坡整體滑動破壞，以致道路中斷，典型案例如圖5所示。

(四) 河(海)岸沖刷

連續豪雨溪水暴漲，河床土石淤積，河水面高於護岸頂部(或本無護岸工)，以致河岸裸露部分無保護措施，水流直接淘刷下邊坡坡腳或河道轉彎處之凹岸坡腳受河水淘刷，邊坡坡腳流失，上方邊坡失去支撐而滑動，典型案例如圖6所示。

參、設計調查作業

坡地之地質條件及水文狀況較一般平地變異性大，為全盤掌握其地質、水文及既有災害歷史等重要資料供復建工程設計作業之參考，應進行周詳的蒐集及調查。除一般測量、鑽探及室內試驗外，公路邊坡災害調查經常採用之主要項目及相關建議如表2所示，表中之調查項目亦常多項同時併用及配合現勘，最後目的希望可確實掌握邊坡災害範圍、致災原因及破壞

表2 公路邊坡調查之主要項目及相關建議

調查項目	目的	執行重點
文獻蒐集	・由前期資料(地形、地質、水文、環境…)研判致災原因	・過往工程竣工資料 ・地形變遷、災害歷史 ・挖填紀錄(例如填方邊坡易產生問題)
航照判釋及地表地質調查	・地層模式建立 ・地形演變	・不同年代遙測影像，著重在崩坍區的發展、致災原因探討及潛在坡地災害。(如圖7) ・無人載具空拍(UAV)建立立體模型 ・高精度數值地形模型(LiDAR)資料研判構造線形
地球物理探測	・地下水位及破碎帶	・地電阻影像判釋地下水位分佈 ・折射震測判釋地層弱帶
水位觀測井	・邊坡水位觀測	・儘可能採用自記式，以全程掌握暴雨、颱風之水位昇降歷程
傾度管	・邊坡變形監測	・注意傾度管周邊需與地層緊密結合，傾度管外之回填建議由孔底以灌漿管灌注。
地下水檢層及水質試驗	・了解地下水來源及流向	・掌握全區域可能的地下水分佈，提出假設模型後，依試驗結果進行驗證。

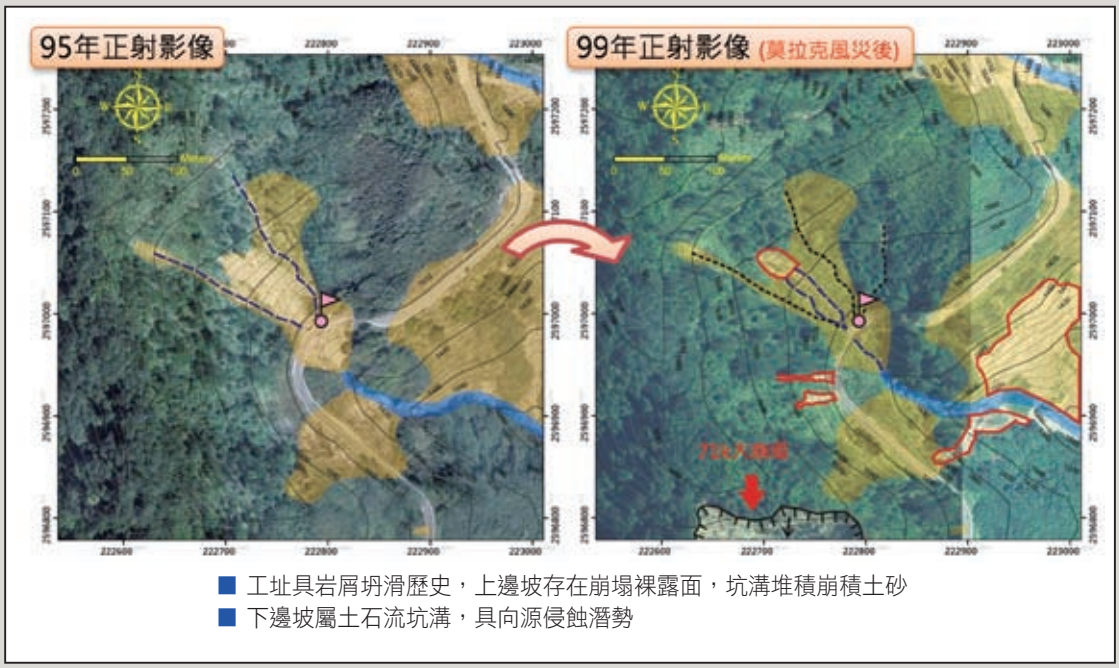


圖7 遙測影像判釋例

模式，作為設計時工法之選用依據。

肆、規劃設計原則與案例

公路邊坡災害復建規劃設計原則除依據學理及工程經驗外，亦可參考行政院103年7月7日修訂之『公共設施災後復建工程經費審議及執行作業要點』及98年10月2日頒布之『莫拉克颱風災後重建工程審議作業要點』，雖然『莫拉克颱風災後重建工程審議作業要點』已於103年隨行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會任務圓滿結束而廢止，但其中部分述及公路災害復建理念值得參考，簡述如下。

一、全流域管理、詳細現地調查、掌握致災原因，因地制宜。
二、確實考量保全對象、設施使用情形，評估復建工程之必要性或規模適宜性。
三、重大山崩、重複致災或高度環境敏感區域，應列入專業檢討，考量分期、分階段辦理。
四、山河路橋共治，整體考量致災原因。
五、水土保持設施重建原則：要有具體保全對象，大型土砂災害，宜依整體調查規劃結果辦理整治。
六、道路橋梁設施重建原則：滿足車輛使用道路需求下，儘量減少道路路幅。避免大規模土方挖填作業。

公路邊坡災害復建工程於設計階段最重要的工作就是決定復建對策及工法。山區道路之復建應優先考量避開重大滑動、重複致災或高度環境敏感區域，如無法避開或避開之工程費用太高而必需採擇原址重建時，則應透過資料蒐集、地質水文調查監測等作業，研析原址災害路段之致災原因、邊坡災害模式，再據以決定復建工法，並進行設計，而選用之工法必需要能消除或克服致災原因方不致於完工後仍然重複致災。

案例一：雲林縣149甲線32k道路復建工程

2008年9月辛樂克颱風來襲，雲林縣古坑鄉草嶺公路149甲線道路多處山壁崩塌、路基淘空流失，其中32k＋250～＋750及33k＋250～＋

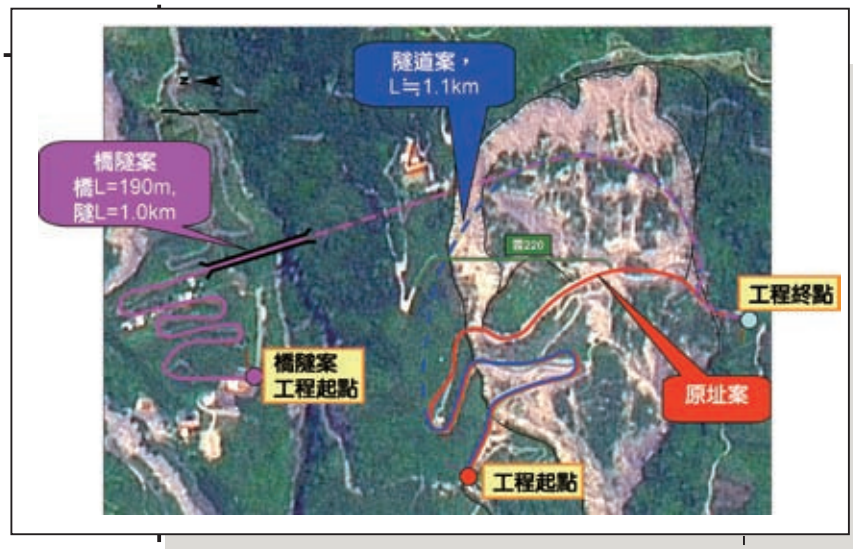


圖8 雲林縣149甲32k案路線方案平面圖

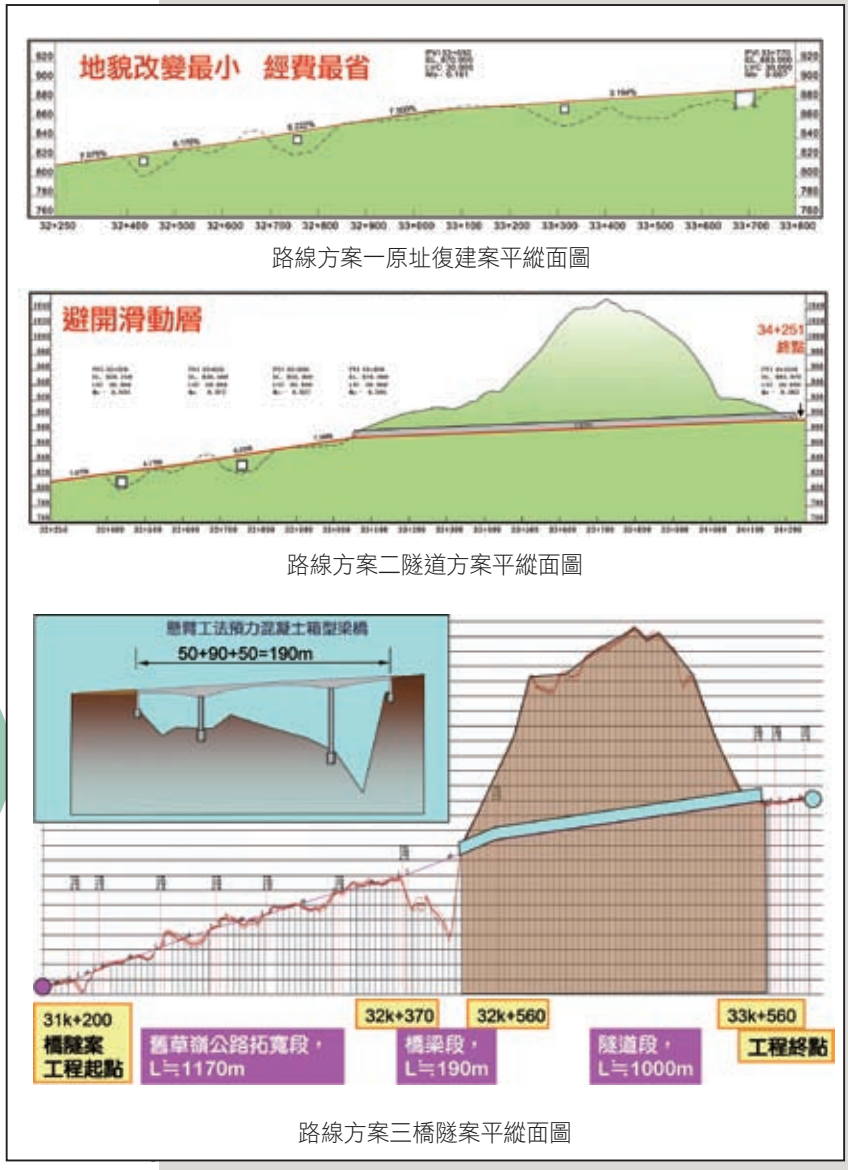


圖9 雲林縣149甲32k案路線方案縱面圖

950，受到大規模邊坡滑動損毀，崩坍面積達35公頃，總滑動量體估計約140萬立方公尺。工址岩層以卓蘭層、錦水頁岩及大窩砂岩為主，卓蘭層為厚層砂岩，出露於崩坍區冠部，節理發達，岩體頗為破碎，為崩積層主要材料來源。本計畫區災害路段因豪雨後地表水由地表張裂縫及節理入滲造成水位上昇(致災原因)，導致平面及圓弧滑動破壞(破壞模式)，滑動後土石改變坑溝水流，造成北側二次沖刷破壞，坡腳石鱔坑溪溪谷沖刷下切嚴重(致災原因)，造成邊坡穩定安全問題。

於規劃階段經詳細評估後，該工程復建方案考量原址復建案、隧道案、橋隧案等三案，路線方案平面圖及縱面圖如圖8、圖9所示。其中原址復建案地貌改變最小，經費最省；隧道案可避開滑動層，有利長期穩定，但經費太高；橋隧案改道截彎取直，路線最短，但經費亦高。經綜合評估地質、道路設計、居民進出需求、生態環保、工期、用地、工程經費等因子，以原址復建案為最優方案，並據以辦理工程細部設計，詳如表3所示。

本工程整治理念，以149甲線為保全對象，針對整體不穩定邊坡進行整治，以生態為導向，安全為基礎。探討致災原因，降低不利因子影響，整治考量剛柔並蓄，確保穩定安全。

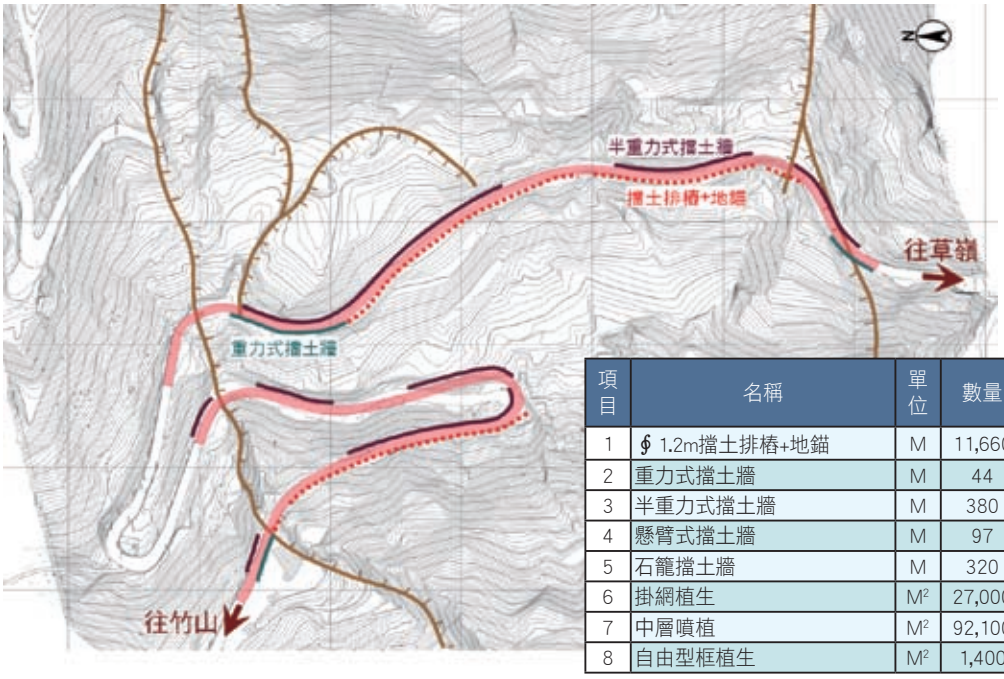
設計以排水設施抑制工為主，以擋土設施抑止工為輔。排水設施採降低地表及地下逕流對坡體之不利影響，避免坡面沖刷及坡體飽和、軟化而滑動，主要設施包括深層集水井、

表3 雲林縣149甲32k復建工程方案比較表

項目 \ 方案	方案一：原址復建案		方案二：隧道方案		方案三：橋隧方案	
地質	○佳	妥適處理排水問題，並輔以邊坡穩定措施，可達長期穩定	○佳	前段道路仍需經過既有崩坍區，且考量隧道安全，仍需辦理排水及邊坡保護措施	○佳	舊草嶺公路拓寬段亦為老崩坍地，需加以保護
道路設計	◎優	可符合30km/hr設計標準	◎優	可符合30km/hr設計標準	▼劣	舊草嶺公路段無法達到30km/hr設計標準
運輸及居民進出需求	◎優	既有道路可滿足住民需求	○佳	銜接雲220道路需改道臨時便道	○佳	銜接雲220道路需改道臨時便道
生態保護/環境影響評估	◎優	工程設計可達挖填平衡	▼劣	挖方量超過10萬方，需辦理環境影響評估	▼劣	挖方量超過10萬方，需辦理環境影響評估
設計工期	◎優	依原訂工期進行	▼劣	需辦理環評，設計工期增加9~12個月	▼劣	需辦理環評，設計工期增加9~12個月
用地取得	◎優	無私有地問題	◎優	無私有地問題	○佳	舊草嶺公路段經私有地，需辦理徵收
復育防災	○佳	道路工程需定期維護	◎優	隧道工程維護容易	◎優	橋梁、隧道工程維護容易
施工工期	◎優	18個月	○佳	24個月	▼劣	28個月
施工期間交維	○佳	上、下邊坡道路局部改道，可維持臨時便道通行	◎優	隧道口位於既有道路旁，不影響既有交通	○佳	施工期間北洞口需另闢施工便道
工程經費	◎優	約4.75億元	▼劣	約6.8億元	○佳	約6.03億元
綜合評估	◎優	較優方案	○佳	可行方案	○佳	可行方案

項次	項目	單位	數量
1	道路側溝	M	1283
2	縱向截水溝(S4)	M	4,088
3	橫向截水溝(S2)	M	2,867
4	陡槽工	M	1,435
5	過路箱涵	M	50
6	沉砂消能井	座	5
7	集水井	處	2
8	排水涵管	M	10
9	節制壩	座	9
10	護岸	M	488
11	排水盲溝	M	500
12	∮3.5m深層集水井	座	5

圖10 149甲32k案排水工程配置圖



項目	名稱	單位	數量
1	ϕ 1.2m擋土排樁+地錨	M	11,660
2	重力式擋土牆	M	44
3	半重力式擋土牆	M	380
4	懸臂式擋土牆	M	97
5	石籠擋土牆	M	320
6	掛網植生	M^2	27,000
7	中層噴植	M^2	92,100
8	自由型框植生	M^2	1,400

圖11 149甲32k案擋土設施平面配置圖

縱橫向排水溝、地下盲溝及水平排水管，如圖10所示。石鰻坑溪採節制壩固床及護岸工保護河岸，避免下刷。

本工區經詳細地質調查，崩積層較厚，依現地地層滑動監測分析，最大可能滑動面深度約20～25m，於非颱風汛期間，地層仍持續滑動中，大地工程擋土設施以擋土排樁配置於路基下邊坡，樁長深入穩定地層，維持邊坡穩定，如圖11所示。以排樁、地錨及擋土牆加強本工區破碎地層之工程性質及增加坡體下滑之抵抗強度。

案例二：安定彎道路復建工程

溪頭風景特定區二-1號道路安定彎段，是溪頭通往杉林溪森林生態渡假園區之重要觀光道路，1999年集集地震造成公路長達400m大崩塌，雖曾短暫搶通，惟地震後結構鬆散之邊坡在2001年桃芝颱風豪雨襲擊下(致災原因)，造成更嚴重之崩塌，崩塌深度達百餘公尺，搶修工程極度困難，造成杉林溪風景區與外界隔絕。經評估「開挖邊坡闢路」、「建跨越橋」、「隧道」三方案，本路段最後決定採用安全度較高之隧道設計(單孔二車道隧道淨寬9.0m，淨高4.6m、長度643m)，避開坍滑區以徹底解決坍方之問題，復建前後之情形，詳圖12所示。

案例三：台18線59.1k路段坍方復建

台18線為連絡阿里山及嘉義市之重要觀光道路，2009年莫拉克颱風挾帶豪雨造成阿里山公路59.1k路段附近邊坡整體性坍滑，造成龍頭明隧道下陷、側移擠壓破壞及道路崩塌無法通行。邊坡滑動之致災主因研判為連續豪雨、地表逕流、雨水入滲造成地下水位上升及土岩層強度泡水軟化而產生滑動，其破壞模式以圓弧滑動為主，平面滑動次之(複合型)。本路段復建係於道路上下邊坡護坡整治，對坡面之排水及路面排水做適當導排，另針對部分已受側移及陷落影響之龍頭明隧道進行重建。邊坡復建工程為減低致災因子，採用之抑制工包括：修

山崩道路復建前	山崩道路復建後
山崩導致道路崩塌嚴重	新建隧道(北洞口)

圖12 安定隧道復建前後成果圖

59k龍頭明隧道復建前	59k龍頭明隧道復建後
明隧道下陷及側移擠壓破壞	新建明隧道採樁基礎

圖13 台18線59.1k龍頭明隧道復建前後成果圖

59.1k道路復建前	59.1k道路復建後
邊坡坍滑，道路中斷	下邊坡採排樁及擋土牆、上邊坡採自由型框及石籠護坡

圖14 台18線59.1k路堤段復建前後成果圖

坡、坡面導排水、縱洩溝、水平排水管、掛網噴植護坡等；另為增加坡體強度，採用之抑止工包括：排樁配合地錨、格梁地錨護坡、自由型框配合灌漿錨筋護坡等，復建前後之情形，詳圖13、圖14所示。

案例四：台18線71.1k路段坍方復建

2009年莫拉克颱風挾帶豪雨造成阿里山公路71.1k路段附近邊坡整體性滑動，造成道路崩塌。邊坡滑動之致災主因係暴雨造成土石大規模坍滑(圓弧滑動為主，平面滑動次之(複合型))。由於此路段邊坡陡峭，且局部路段腹地不足，難以採用路工方案，故採新建橋梁方式避開崩塌區方式予以復建。考量本工址崩塌區之特性及地質條件，且需克服運輸與吊裝架設條件之困難，採鋼構造構件輕巧，不僅可減少結構量體，並可依據運輸與施工條件需求，規劃節塊尺寸大小，除可大幅降低地震慣性力及現場易於吊裝架設外，鋼構造在工廠內製作之品質容易掌握，施工迅速。本工址採半穿式鋼拱橋鋼橋(拱跨徑160m，拱高約20m，全長198m，橋面全寬10m)，並以當地鄒族原住民的文化及圖騰命名芙谷我橋，復建前後之情形，詳圖15所示。

伍、結語

有關山區道路邊坡災害復建工程提出以下三點結語：

一、臺灣山區道路上下方坡地及鄰近河川分屬不同管轄單位，邊坡災害範圍如延伸至路權外且未完全穩定時，其道路復建之邊坡整治工程應整體考量，洽路權外相關單位一併辦理，方能獲得較佳之復建成效。

二、臺灣山區道路邊坡災害不斷，近10年來災害頻率及規模更加擴大，此部分與921地震及極端氣候下之超大豪雨，如莫拉克風災息息相關，因此未來公路邊坡復建工程之設計，應將極端氣候因素納入考量。

三、山區道路邊坡災害範圍大且邊坡未完全穩定，難以確切掌握之情況下，公路復建對策應優先考慮避開。如無法避開或避開方案之工程費用太高而必須選擇原址重建時，後續則應透過既有資料蒐集、地質水文調查，監測等作為，研析邊坡災害之致災原因，災害模式機制，再據以決定復建工法，並進行設計，以利長期之安全。

71.1k道路復建前	71.1k道路復建後
道路邊坡大規模滑動	新建橋梁，避開滑動區

圖15 台18線71.1k芙谷我橋復建前後成果圖

參考文獻

1. 中華顧問工程司(2009)，“2009莫拉克颱風八八水災橋梁勘災紀實”。
2. 台灣世曦工程顧問股份有限公司(2009)，八八水災工程災害網站，http://www.ceci.com.tw/morakot2/。
3. 交通部臺灣區國道新建工程局(2014)，公路邊坡工程設計與施工規範(草案)。
4. 何泰源、吳文隆、蕭秋安、蔡立盛(2011)，“臺灣河川橋梁基礎問題與案例介紹”，地工技術第127期，p.29～p.40。
5. 李順敏、吳文隆、蕭秋安、蔡立盛(2013)，“大地工程復建與防災”，中華技術第100期，p.46～p.57。
6. 周允文、蔡同宏、翁孟嘉、童士恆(2011)，“莫拉克風災後高133線不老溫泉區邊坡崩壞特性調查及整治建議”，2011年海峽兩岸地工技術/岩土工程交流研討會，廣州。
7. 林銘郎、吳文隆、周坤賢、楊智堯、王景平(2008)，”臺灣坡地災害地理區位類型及整治案例探討”，中華技術第77期，p.42～p.53。
8. 張荻薇、周功台、楊智堯、王仲宇、陳銘鴻(2009)，“高屏溪流域之公路橋梁與邊坡災害”，地工技術第122期，p.105～p.114。
9. 陳福勝、吳文隆、楊智堯(2006)，“土石流災害整治工程設計探討-以溪頭自然教育園區為例”，地工技術第110期，p.97～p.108。
10. 蔡宗成、吳文隆、蕭秋安、陳俊定、周坤賢(2012)，“莫拉克風災台18線59.1k路段坍方復建工程設計與施工”，中華技術第93期，p.96～p.109。