

調查報告

調查意見：

民國（下同）99年4月25日下午2時33分許，國道3號大埔段南下3.1公里處邊坡發生嚴重崩塌，近20萬立方公尺土石坍塌至國道路面，並導致3車遭掩埋及4人罹難。事件發生後，交通部為瞭解災害發生原因及後續因應處理對策，特委託社團法人中華民國大地工程學會（下稱大地工程學會）辦理「國道3號3.1公里崩塌事件原因調查工作」，交通部嗣於100年3月1日以交路字第10000218171號函檢送總結報告書至院。本院為調查上開路段邊坡崩塌發生原因，除赴現地履勘，去函有關機關調閱相關卷證，另約詢相關機關人員，並諮詢土木、大地、地質及環境工程等領域專家學者提供意見。茲據調查彙陳意見如后：

- 一、有關99年4月25日國道3號南下3.1公里處邊坡崩塌事件發生原因，據交通部委託大地工程學會辦理「國道3號3.1公里崩塌事件原因調查工作」結論，本次國道順向坡崩塌災害主要原因為長期地下水入滲造成順向坡內砂頁岩薄紋層強度軟化，及部分地錨預力鋼絞線鏽蝕等原因合併作用，造成邊坡達其破壞臨界狀況。規劃、設計及施工等各階段作業人員雖均依循當時作業規則與規範執行，災害仍然發生。顯現由於時空環境條件變遷，公共工程相關規範已有需要澈底檢討改善之處，面對相關問題，行政院應責成各相關機關，嚴加檢討相關規範，訂定更為嚴格之標準。
 - (一)交通部臺灣區國道新建工程局（下稱國工局）於80年9月13日招標辦理「第二高速公路（國道3號）後續計畫基隆汐止段及高雄屏東段工程設計暨配合工作」，由財團法人中華顧問工程司（下稱中華顧問

工程司)得標，該工程司並陸續於81~82年間辦理基隆汐止段地質調查工作，包括地表地質調查、鑽探、室內/現地試驗、震測等地質調查成果報告15冊，本案崩塌邊坡位於國道3號南下3.1公里處，屬順向坡地形，中華顧問工程司於規劃設計時，係於開挖邊坡設計572支「預力地錨+鋼筋混凝土格樑」作為邊坡穩定設施，每支地錨拉力60噸，邊坡穩定分析所採用安全係數分別為：平常時 ≥ 1.5 、地震時 ≥ 1.1 、暴雨時 ≥ 1.2 。

(二)規劃設計作業完成後，國工局嗣於83年4月14日招標辦理「二高後續計畫基隆汐止段第C302A標工程(含本案邊坡地錨設施)」，由中華工程股份有限公司得標負責施作，國工局並於同年5月24日將「第二高速公路後續計畫基隆汐止段工程委託監造服務」決標予中華顧問工程司。該工程89年5月18日完工，同年8月1日國道3號基隆汐止段雙向通車。

(三)前揭第C302A標工程完工後，國工局將已施作完成之公路設施及地錨等結構，均移交由交通部臺灣區國道高速公路局(下稱高公局)負責後續營運及維護管理。據高公局表示，針對本案崩塌邊坡，其係依照交通部頒布之「公路養護手冊」規定辦理巡查養護，巡查範圍為公路用地範圍內或路權範圍內之各類公路設施，巡查方式分別為：1.經常巡查，原則上以2人為1組，並攜帶適當之器具，共乘1部巡查車，從車上以目力檢視公路各種狀況，若發現有疑惑時，應下車詳查。每日巡查至少1次。2.定期巡查：除利用巡查車輛外，必要時以徒步或攀登方式，儘可能接近公路設施，作較詳盡之檢查，以鑑定該設施之安全情形。至少每2個月至4個月1次。3.特別巡查，在颱風來臨前後，豪雨、洪水、地震或重大交

通事故後，立即對公路構造物作詳細檢查。

(四) 本案崩塌事件發生後，交通部為瞭解災害發生原因及後續因應處理對策，特委託大地工程學會（由廖洪鈞理事長等11位國內外學者專家組成專案委員會）辦理「國道3號3.1公里崩塌事件原因調查工作」，據其總結報告書第9.1節結論：「本次國道順向坡崩塌災害主要因為長期地下水入滲造成順向坡內砂頁岩薄紋層強度軟化，及部分地錨預力鋼絞線鏽蝕等原因合併作用，造成邊坡達其破壞臨界狀況。本調查工作審閱分析規劃、設計、施工及養護各階段資料，各階段作業人員雖均依循當時作業規則與規範執行，災害仍然發生，顯示當時之規則與規範仍有需要改善之處，主管單位應審慎嚴肅地面對相關問題。」此外，該總結報告書另針對「現行國道邊坡維護管理機制」、「現行道路技術規範」、「加強順向坡地形認識與研究」、「順向坡地形路線規劃與相互影響考量」、「重視施工中之設計檢核與回饋分析」、「重視地錨邊坡維護補強課題」及「建立全生命週期邊坡風險管控制度」等，提出相關檢討與建議。

(五) 據上，有關99年4月25日國道3號南下3.1公里處邊坡崩塌事件發生原因，據交通部委託大地工程學會辦理「國道3號3.1公里崩塌事件原因調查工作」結論，本次國道順向坡崩塌災害主要因為長期地下水入滲造成順向坡內砂頁岩薄紋層強度軟化，及部分地錨預力鋼絞線鏽蝕等原因合併作用，造成邊坡達其破壞臨界狀況。規劃、設計及施工等各階段作業人員雖均依循當時作業規則與規範執行，災害仍然發生。顯現由於時空環境條件變遷，公共工程相關規範已有需要澈底檢討改善之處，面對相關問題，行

政院應責成各相關機關，嚴加檢討相關規範，訂定更為嚴格之標準。

二、經濟部中央地質調查所前於97年6月檢送「都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集及說明書」予交通部所屬國工局、運輸研究所及公路總局等機關，然因各機關間橫向聯繫不足，以致高公局迄事件發生時，仍未獲悉本案崩塌邊坡已經該所標示為「岩體滑動高潛勢區」，錯失檢討改善契機。由此可見，行政主管機關橫向連繫機制不足，導致重大公安訊息未能充分傳達，係導致本次不幸災變未能預加防杜之關鍵成因。

(一)經濟部中央地質調查所（下稱中央地調所）前於97年6月20日以經地資字第09700033640號函交通部所屬國工局、運輸研究所、公路總局等機關，檢送該所出版之「都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集」全套及「都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集說明書」提供參考。據該所上開資料庫圖集之地質災害潛勢圖「八堵圖幅」標示，本案崩塌邊坡範圍屬於「岩體滑動高潛勢區」。

(二)針對「本案崩塌邊坡屬『岩體滑動高潛勢區』，高公局是否適時獲悉上開資訊並積極檢討處理」部分，據交通部於100年1月7日以交路字第0990066938號函復略以：「有關中央地調所97年6月20日經地資字第09700033640號函送『都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集（含地質災害潛勢圖）』乙案，該所係以正本函送本部運輸研究所、國工局及公路總局，並未函送高公局及本部，合先敘明；經本部洽前開單位及高公局查處結果，除高公局確未收受上項圖冊外，其餘單位均已獲悉，並將其置於圖書室或供工程設計參考。」顯見，交通部運輸研究所、國工局及公路總局於收受中央地調所上開地質資料

庫圖集時，均未適時轉知高公局注意，以致高公局迄本事件發生時，仍未獲悉本案崩塌邊坡已經該所標示為「岩體滑動高潛勢區」，錯失檢討改善機會。

(三)據上，中央地調所前於97年6月檢送「都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集及說明書」予交通部所屬國工局、運輸研究所及公路總局等機關，然因各機關間橫向聯繫不足，以致高公局迄事件發生時，仍未獲悉本案崩塌邊坡已經該所標示為「岩體滑動高潛勢區」，錯失檢討改善契機。由此可見，行政主管機關橫向連繫機制不足，導致重大公安訊息未能充分傳達，係導致本次不幸災變未能預加防杜之關鍵成因。

三、據大地工程學會調查報告，本案邊坡穩定分析之原始設計剖面與真實滑動剖面間存在一夾角差異，且真實滑動剖面於地震狀態下之邊坡穩定安全係數並不符合規範要求；另本案地錨對岩體小部分集中增加壓力的行為與原岩體之應力分佈不同，是否使順向坡上部形成張力；及未來於邊坡穩定分析時，是否提高既有規範之安全係數，俱應切實檢討妥處。

(一)查本案邊坡崩塌事件發生當日(99年4月25日)，該區域範圍並無明顯降雨及地震發生，然是日下午2時33分許，卻發生順向坡大量土石坍滑於國道及車毀人亡事件，國工局前於87年初施作完成之572支地錨，事件發生後僅殘存58支地錨於邊坡上，受損比率高達89.86%。

(二)據大地工程學會「國道3號3.1公里崩塌事件原因調查工作」總結報告書第6.2.3節「邊坡穩定設計檢核—真實滑動剖面」指出，由國道3號邊坡破壞之現場狀況研判，邊坡穩定分析之原始設計剖面與真實滑動剖面應有一夾角差異，故原始設計分析剖面係非

岩坡真傾角方位，經彙整真實滑動剖面之分析結果，除於地震狀態下之邊坡穩定不符合規範要求外（依當時邊坡穩定分析規範，地震時安全係數應大於或等於1.1，原始設計剖面所核算安全係數均符合規範要求，惟真實滑動剖面經核算其安全係數僅有0.96，並不符規範要求），其他（平常時及暴雨狀態時）分析結果之安全係數都屬於安全範圍。顯見本案崩塌邊坡原設計地錨擋土設施，於地震時所提供之安全係數仍有不足，較既有規範少12.72%。

(三)另上開總結報告書第8.2節「採用地錨穩定順向坡開挖之考量建議」略以：「順向坡的穩定，應以可能滑動的整體順向坡為處理對象。此次3號高速公路3k+100附近之崩塌，採用地錨為穩定措施，但地錨所施作的坡面，僅有砍腳開挖坡面之下半部分，未及於開挖之上半部坡面，更未對沒開挖，但被砍腳之原順向坡面，進行穩定措施……但此種對岩體小部分集中增加壓力的行為與原岩體之應力分佈必然不同，是否使順向坡上部形成張力實未可知。因此順向坡開挖穩定整治時，應考慮採用對整體順向坡面進行均佈而較小拉力的地錨作為穩定措施。」顯示本案地錨於規劃設計時，僅側重（集中）於順向坡之下半部，然對順向坡之上半部則未施作任何穩定措施，順向坡上半部恐有發生張力裂縫之虞。

(四)據上，據大地工程學會調查報告，本案邊坡穩定分析之原始設計剖面與真實滑動剖面間存在一夾角差異，且真實滑動剖面於地震狀態下之邊坡穩定安全係數並不符合規範要求；另本案地錨對岩體小部分集中增加壓力的行為與原岩體之應力分佈不同，是否使順向坡上部形成張力；及未來於邊坡穩定分析時，是否提高既有規範之安全係數等問題，俱應切

實檢討妥處。

四、高公局未恪遵「公路養護手冊」規定，確實執行本案崩塌邊坡之巡查作業，且率爾停用既有坍方偵測器，顯有未當。

(一)依交通部92年3月頒布「公路養護手冊」表2-1「公路構造物巡查項目分類表」明示剛性護坡設施（例如地錨）屬定期巡查應檢視項目，另該手冊第2.8節「巡查報告表及各項檢查表」規定，巡查時，巡查人員應填寫巡查報告表。定期巡查及特別巡查報告表，宜檢附各單項之檢查表（表A1至表A50），其中表A2「護坡與擋土設施檢查表」檢查項目第18項為「地錨預力損失」、第19項為「地錨預力抗張材（鋼腱）斷裂」、第20項為「地錨錨頭脫落、變形或鏽蝕」。惟查，高公局北區工程處木柵工務段從98年1月迄本崩塌事件發生期間，總計於本案崩塌邊坡範圍實施定期巡查計7次（98年3月11日、4月7日、4月8日、6月23日、7月13日、99年1月25日、2月1日），然歷次巡查卻均未實施上開地錨檢查項目相關檢測，且未詳實填寫定期巡查報告表及上開表A2，致本案地錨從87年初施作完成迄崩塌事件發生期間，其預力是否逐漸損失及鋼腱（鋼絞線）是否發生鏽蝕，均無從得知，遑論進一步辦理補強及修復。針對「本崩塌事件前，地錨曾否檢測預力損失及鏽蝕情形」部分，據交通部說明略以：「經查本工程預力地錨之預力損失已於施工階段依施工規範規定予以考慮及辦理，原設計於完工後並無檢測預力損失。關於鏽蝕情形檢測部分，因地錨防蝕係依設計圖及施工規範採『雙重防蝕保護』辦理，規範亦無規定需辦理檢查。由於本崩塌事件路段預力地錨在養護單位巡查中均未發現異狀，而該地錨邊坡

在性質上屬剛性結構，完工僅10年，較國道其他邊坡尚屬年輕，且亦無相關地錨檢測規定，爰完工後未曾辦理檢測。」由上顯見，「公路養護手冊」雖訂有地錨預力損失、鋼腱斷裂及鏽蝕等檢查項目，然高公局卻以設計施工階段已充分考量、巡查時未發現異狀及無相關檢測規定等為由，未確實辦理地錨設施檢查，以致高公局北區工程處迄本事件發生，始終未察覺部分預力鋼腱已嚴重鏽蝕，強度亦隨之減弱。

(二)次查，國工局前於90年2月4日在本案崩塌邊坡範圍3k+272處曾建置1組「坍方偵測器」，供完工後持續觀測邊坡長期行為，該監測儀器93年6月29日保固期滿檢驗合格後，國工局移交由高公局負責維護管理，然高公局北區工程處卻率爾從97年9月1日起即不再編列該監測儀器相關維護預算並停止使用；針對「坍方偵測器不再編列預算之決策過程」部分，據交通部說明略以：「坍方偵測器自90年12月11日驗收合格至97年已接近7年，因屬電子儀器，長年置放在潮濕管內，容易故障，維修困難，功能經常不穩定，高公局北區工程處木柵工務段曾要求廠商加強專業修復，但維修後又常再故障。97年5~6月木柵工務段編列交控系統維護預算時，經段長與承辦員檢討研商，評估恢復功能之機率不高，倘列入年度維護案一併發包，契約執行時仍不易維持正常穩定，除無法達到預期提供資料功能外，也會增加雙方糾葛造成爭議。故由木柵工務段段長依本身專業判斷，決定97年9月1日後之交控維護契約不再編列。木柵工務段段長與承辦員之檢討研商評估過程，當初認為係工務段內部之討論並未正式記錄，致無法提出決策過程之佐證資料，木柵工務段未將

上述決策過程上報北區工程處。」由上益證，高公局北區工程處無視邊坡崩塌風險，輕忽既有坍方監測儀器之重要性，以致未經審慎決策即冒然停用該項設備。

(三)針對高公局北區工程處巡查未確實及未循行政程序即草率決策不再編列坍方偵測器維護預算等缺失，交通部於99年9月21日以交路程(一)字第0990008809號函復懲處情形，高公局北區工程處陳○○前處長申誡2次、北區工程處賴○○前處長記過1次、木柵工務段張○○前段長申誡2次、木柵工務段李○○前段長申誡3次、木柵工務段楊○○段長申誡2次、木柵工務段彭○○幫工程司申誡1次。上開懲處不能涵蓋調查意見二(交通部內部橫向聯繫不足)導致高公局未能掌握危險情勢，因此應由行政院究責。

(四)據上，高公局未恪遵「公路養護手冊」規定，確實執行本案崩塌邊坡之巡查作業，且率爾停用既有坍方偵測器，顯有未當。

五、交通部針對「公路養護手冊」規定巡查範圍僅限於用地或路權範圍內，至於用地或路權範圍外，屬上下邊坡不可分割者，卻未實施相關巡查；及國道其他路段類似邊坡，是否亦有崩塌之虞，均應切實檢討積極改善。

(一)本案崩塌邊坡屬順向坡，崩塌範圍除小部分係位於路權範圍內，另大部分則係超出路權範圍外約90公尺。高公局於本案邊坡執行巡查作業時，係依「公路養護手冊」規定，巡查範圍僅限於公路用地範圍內或路權範圍內之各類公路設施，至於公路用地範圍外或路權範圍外屬順向坡不可分割部分，則未實施巡查，以致本案崩塌邊坡(順向坡)超出路權範圍部分，歷來是否曾遭不當開發、是否破壞水土保

持、坡面是否形成張力裂縫及地表水是否滲入岩層等，均無從瞭解。針對「路權範圍外巡查養護及水土保持作業之監督管理權責」部分，據行政院農業委員會說明略以：「山坡地修建道路，雖屬帶狀之開發利用，除非採高架方式，否則無論採路堤或路塹方式，均會對原有連續性之地形、地質及水文，造成相當程度之破壞，就水土保持之處理與維護而言，其所對應之邊坡穩定及排水系統，均應作『整體考量』，亦即包括道路上下邊坡不可分割處，實務上，很難限縮僅以『用地與路權』為處理與維護範圍。高公局為本案之法定水土保持義務人，其水土保持處理與維護之義務，無論法令面或實務面，均應涵蓋用地、路權及上下邊坡不可分割處。」復據交通部表示，該部刻正研擬「公路法」修正草案，未來將明定公路主管機關為維護公路設施安全，得派員進入公、私有土地辦理巡查及檢測，其所有人、使用人或管理人不得規避、妨礙或拒絕。

- (二)針對「國道3號沿線類似本案地錨設計順向坡之檢測及補強」部分，據交通部說明略以：「高公局於事件發生後即檢討所轄國道沿線之順向坡，國道3號部分計有32處，其中11處地錨有類似本案之設計，目前已由該局完成詳細檢查，確定安全無虞。另配合本部委託專案小組進行國道3號32處順向坡總體檢作業建議，已辦理排水設施清淤，增設改善地表水與地下水之排水功能，以水泥砂漿填補改善預鑄錨座與地面有接合不良情形等措施；同時檢討邊坡設置監測儀器需求，已於99年7月20日前完成國道3號32處順向坡監測儀器設置，設置完成者即展開監測作業，目前未出現異常狀況。」惟針對前揭11處類似本案崩塌邊坡之地錨，高公局目前係採水泥砂漿

填補改善預鑄錨座及設置邊坡監測儀器等措施以為因應，然其是否亦有類似本案崩塌邊坡地錨預力損失情形，預力鋼腱是否發生斷裂或鏽蝕，及路權外順向坡上半部是否發生張力裂縫，致地表水滲入岩層而弱化岩層間強度等問題，允宜再深入探究，避免重蹈覆轍。

- (三)據上，交通部針對「公路養護手冊」規定巡查範圍僅限於用地或路權範圍內，至於用地或路權範圍外，屬上下邊坡不可分割者，卻未實施相關巡查；及國道其他路段類似邊坡，是否亦有崩塌之虞，均應切實檢討積極改善。