

調 查 報 告

壹、案由：據報載，國道中山高速公路五楊高架路段通車僅4個月，因連日大雨發現上坡路面有3處裂縫及路面波浪起伏，疑有路基回填不實、地面及地下水無處排洩、或排水系統設計不良等情，事涉公共工程品質及安全，確有深入查究之必要乙案。

貳、調查意見：

國道中山高速公路(下稱中山高)五股楊梅高架拓寬路段(下稱五楊段)總經費約新台幣(下略)606億餘元，於102年4月20日全面通車後，因潭美颱風帶來連日大雨，於同年8月22日約11時許，於北上線45K+150~45K+180路堤段長約30公尺內車道(高乘載專用車道)發現有3處縱向斷續裂縫(深約34公分)及路面波浪起伏。惟該路段通車僅4個月，疑有路基回填不實、地面及地下水無處排洩、或排水系統設計不良等情。全案經本院調卷、履勘及約詢，茲已調查竣事，爰臚列調查意見如下：

一、國道中山高速公路五股楊梅高架拓寬路段路堤段不僅地下水位高、地下水來源複雜多樣，且五楊段北上線位於坡面最下方，事先土質鑽探工作未盡詳實，且擋土牆排水設計不良，回填土部分竟未設置排水設施，致無法承受颱風豪雨帶來之降雨量，積水造成路面隆起、開裂，影響行車安全，核有疏失。

(一)五楊段大部分採高架橋梁方式拓寬，然於北上線44K+280~45K+438(以45K+000為界，分屬C904及C905標)及南下線44K+360~46K+131(以45K+000為界，分屬C904B及C906標)，約林口-中壢路段，則沿山坡面採平面方式拓寬(即路堤段)，由上而下分別為：五楊段南下線(C904B及C906標)、中山高南下線、中山

高北上線、五楊段北上線(C904及C905標)；本案路面裂縫即發生在該路段最下方之五楊段北上線。而此五楊段北上線與南下線二路堤段均採懸臂式擋土牆，以原土回填滾壓夯實方式構築而成。

(二)交通部臺灣區國道新建工程局(下稱國工局)第一區工程處於102年8月22日約11時，接獲國道高速公路局交控中心通報，經勘查發現五楊段北上線45k+150~45k+180路堤段內車道(高乘載專用車道)路面有3處縱向斷續裂縫及路面波浪起伏。該局考量高速公路行車安全，即於當日16時30分先行封閉該裂縫影響區域之內車道範圍，並於當晚22時至翌日(8月23日)上午期間，封閉北上線45K+100~46K+200內車道及中間車道進行修復施工，將裂縫影響區域之瀝青混凝土路面刨除重鋪，並於8月23日中午恢復通車。國工局於路面刨除開挖搶修作業過程中，一併檢視現場地下水位，發現有偏高情形，於路基級配表層發現有4處泌水現象，且路面隆起前端張裂，依其變形外觀初步判斷，係因潭美颱風連日豪大雨，地下水入滲，而滲流水宣洩不及，在局部面積於淺層蓄積上升所致，屬局部路段異常狀況事件。

(三)經查，五楊段規劃設計及監造單位台灣世曦工程顧問股份有限公司99年2月定稿之「國道1號五股至楊梅段拓寬工程-林口中壢段工程設計暨配合工作 大地工程調查綜合評估報告」，第二章 地質概況，2.3 水文地質特性(一)，略以：「本計畫路線沿線地層以卵礫石層為主，卵礫石層下方為大南灣層之砂岩與泥岩互層，卵礫石之透水性高，由規劃階段資料顯示，在本計畫路線之從計畫起里程45k至51k+500，地下水水位多在地表下5公尺以內，……除少數路段外，計畫範圍內地下水位相當高。」另據國工

局函復說明，本案地下水可能來源包括4部分，略以：1. 由中山高北上線外側RC護欄之洩水孔，流入中山高北上線與五楊段北上線間之路堤處；2. 由中山高路堤下方或是中山高北側之地下流入；3. 由遠處，例如五楊段南下線之西側邊坡，高程約EL. 180m，水層連通，造成地表下流動之地下水；4. 由北方沿中山高路堤下流動之地下水。顯見本案路段不僅地下水位高，且地下水來源複雜多樣。

- (四)次查，本案五楊段北上線路段係位於坡面最下方，採懸臂式擋土牆設計，於開挖邊坡、完成擋土牆構造體後，再以原土回填滾壓夯實，經檢視相關圖說可見，本案開挖回填體積相當龐大，除擋土牆背面30CM填有透水材料外，回填土部分並未設置排水設施。據國工局函復說明略以，本案路段排水系統設計係依公路排水設計規範及水土保持技術規範相關規定辦理，其排水系統設置情形略以：1. 中山高北上線與五楊段C905標內側間之坡面排水藉由S001A、S001B及S001C等新設明溝收集至DP1沉砂池後排放至C001排水箱涵，再銜接至既有區外水路；2. 五楊段北上線路面排水則藉由GD01A、GD01B及GD01C等新設鋪石溝收集至DP2沉砂池後排放至既有區外水路。擋土牆設計則依內政部90年頒定之建築物基礎構造設計規範規定，於牆背鋪設厚度30cm透水材料，並於牆面上設置直徑10cm之洩水孔，以供排除牆背後之地下水。洩水孔之配置以牆高間距2m設置一排，本路段最高設置四排，當牆背水位高於洩水孔高程時，即可由洩水孔排出，流入GD鋪石溝中。至於路基底面地下排水溝設置，依據國工局施工技術規範第02321章「基地及路幅開挖」3.7節施工方法「……路幅開挖時，若邊坡面有地下水滲流現象，應

依工程司指示設置水平排水管及排截水設施；若遇有**地下水位**高於(或將高於)路基頂面下1m時，應依工程司指示設置地下排水設施或換料或另作其他處理。」另施工技術規範第02620章地下排水「……開挖區在路基整理前，工程司得視**地下水流出**情況，增設或修正原設計之地下排水設施。」本案依設計階段調查結果顯示，地下水位高程約EL.153.2m，低於鄰近擋土牆基礎高程，且擋土牆施工過程中開挖面亦無**地下水滲出**情形，因而施工中並無增設相關**地下排水設施**。而C906標(五楊段南下線)邊坡開挖中發現坡面有地下水滲出，故依據現況設置地下排水截流盲溝，導排地下水。

- (五)惟查，建築物基礎構造設計規範(內政部90年10月2日台內營字第9085629號函訂定)第一章通則，「1.2適用範圍」規定：「本規範適用於一般建築物構造之地基調查、基礎設計與施工。……」、「**特殊地盤**之建築，如**山坡地**等，除依照本規範外，應另遵照其他相關規範之規定辦理。」另依水土保持技術規範(92年8月15日行政院農業委員會農授水保字第0921842339號令修正施行)第89條第2項規定：「邊坡高度超過**五公尺**者，應設計階段式邊坡及**縱、橫向排水**。……。」第90條並規定：「開挖整地之排水系統應考慮**地表水及地下水**，可分為臨時性及永久性之排水設施。其設置原則如下：……三、**填方區**應視實際需要設置**地下排水設施**。……」第178條則規定：「**公路、鐵路、其他道路**之規劃設計，依各目的事業主管機關訂定之相關設計規範辦理。其涉及**水土保持處理及維護**者仍依本規範規定辦理。」又，公路排水設計規範(交通部98年12月頒布)第三章設計流量決定，3.5設計流量推算，「3.5.3

其他因素考量」規定：「**山區及隧道應考量土壤或地層之滲水量或湧水量。**」及第八章 路基排水設計，「8.1 功能」規定：「……路基排水設施……其作用如下：1. 攔截排除因**地形或地質**關係而流入邊坡或路基之**地下滲流水**。2. 排除**路面下滲水**。3. 降低路基下**過高地下水位**。」五楊段係道路拓寬工程，並非一般建築物構造，其開挖填土規模更較一般建築物龐大，且本案路段屬山坡地地形，由擋土牆牆面上以牆高間距2公尺設置一排洩水孔，最高設置四排，可見擋土牆高度達8公尺以上，依水土保持技術規範規定，自應設計**縱、橫向排水**，並依交通部頒布之公路排水設計規範，**山區應考量土壤或地層之滲水量**，且五楊段北上線位於山坡地下緣(坡趾)，其路基排水設計益形重要。

(六)綜上，本案五楊段北上線路段不僅**地下水位高**、**地下水來源複雜多樣**，誠如國工局函復所稱：「因高透水性礫石層與低透水性之泥岩層交錯，致地下水位分布變化大且難預測」；另，五楊段北上線位於坡面最下方，於施工過程中開挖面雖**無地下水滲出**情形，惟其上方之C906標(五楊段南下線)邊坡開挖中卻發現坡面有地下水滲出，依地形及水流特性，實可預見五楊段北上線擋土牆在回填土部分未設置**排水設施**之情形下，宛如巨大壁體**阻擋水流宣洩**，國工局函復亦稱：「施工開挖相片顯示有泥層但無水，推斷路堤施工前若有地下水可於坡面**自然滲出**，新設路堤土方夯實後原有**順暢滲出狀況改變**」，顯見本案路段事先土質鑽探工作未盡詳實，且擋土牆排水設計不良，致無法承受颱風豪雨帶來之降雨量，而在雨量持續累積後造成地下水位上升，導致瀝青混凝土路面隆起，循原土與回填土交接處產

生縱向裂縫，影響行車安全，核有疏失。又，建築物基礎構造設計規範乃適用於一般建築物構造之地基調查、基礎設計與施工，國工局卻以此規範作為開挖填土規模龐大之道路工程擋土牆設計，恐有未盡周延之處，亦有未當。

二、交通部臺灣區國道新建工程局於本案發生後陸續採取截水溝等設施，並增加擋土牆排水等因應及改善措施，雖具初步成效，惟後續仍請該局依中華民國大地工程學會建議，持續監測，以確保高速公路用路人安全。

(一)國工局在本案發生後除邀請大地工程學會之學者專家至現場勘查，進行車道路面裂縫原因調查外，並採取下列因應及改善措施：

- 1、佈設位移觀測點：針對事件附近區域進行全面佈點及測量儀器監測，共6道縱向監測線、88個點。依102年8月28日至10月4日觀測資料顯示，各監測觀測點之差異量應屬測量作業誤差範圍，該區域目前尚屬穩定狀態。
- 2、打設橫向排水管：於五楊段擋土牆外側排水孔處增設橫向排水管(共計9孔、直徑10cm、深度為10~14m)，以釋放土層內蓄積地下水。
- 3、打設點井抽水觀測：於中山高北上東側邊坡之裂縫區及前後範圍打設點井(共11孔)以強制排放地層水。自102年8月30日起全面抽水，迄同年9月24日中午停止抽水。另為有效觀察淺層地下水，分別打設兩支5m及兩支2m點井進行觀測。
- 4、中山高邊坡打設混凝土保護：於路面裂縫前後路段(約380m)範圍之中山高邊坡打設混凝土保護層，以避免雨水下滲。
- 5、設置解壓集水井搭配水平排水管：考量點井需長

期靠發電機抽水，乃施作5處解壓集水井($\phi=1.2\text{M}$)搭配水平排水管($\phi=10\text{cm}$)，期將淺層蓄積水引導至下方林口礫石層回歸原流路，並將高壓力水頭釋放適度宣洩。

- 6、長期監測計畫：於中山高45k+000~45k+880附近規劃設置長期監測儀器，就擋土牆位移量進行控管。配置儀器分別為傾度管、水位觀測井(自記式水壓計)、傾度盤、沉陷點、裂縫計、雨量計(自記式)及地電阻影像等，以人工監測為主，監測期間預定1年，初期頻率1次/週、穩定後1次/月，以有效掌控全區坡地穩定狀況。

(二)本案經大地工程學會初步調查並於102年12月27日提出期中報告書，並建議：

- 1、目前正進行之補充鑽探及監測系統應加速進行，並於期末報告前提供完整之地質模式及監測歷時資料。
- 2、由於本路段集水範圍及地下水來源複雜，嚴重影響高速公路長期安全，目前所提出之地下水來源及流向資料，仍屬不足，應持續調查確認。
- 3、已確定影響本路段安全之重要課題，包括地面排水系統改善、地下水導排及擋土牆補強等三項工程，應立即進行並於明年洪汛期前(103年5月)完工，已確保五楊國道營運安全。
- 4、以透地雷達或其他非破壞檢測方法檢測回填土弱面之位置與深度。
- 5、在殘留土區域取樣作室內回脹試驗以了解其吸水回脹量及回脹壓力。
- 6、為進一步確認地下水流方向，增加一中山高/五楊間地電阻測線。

(三)國工局為釐清事件原因及配合大地工程學會調查，

已辦理補充鑽探28孔(545.65m)、地電阻影像1700m、地下水檢層3孔、水質分析21組、孔內透水試驗4組等工作，相關監測項目包含地下水位、傾度管、傾度盤、地表位移等均持續進行中，相關調查及監測成果亦陸續提供大地工程學會進一步研判參考。另，該局針對前述期中報告所提建議事項召集相關單位研商，並將全力配合儘速辦理(部分事項如增加試驗調查項目、改善地面及地下排水系統等已辦理完成)。大地工程學會則預定於103年2月26日提送正式成果初稿。

(四)綜上，國工局於本案發生後陸續採取截水溝等設施，並增加擋土牆排水等因應及改善措施，雖具初步成效，惟後續仍請該局依大地工程學會建議，持續監測，以確保高速公路用路人安全。

三、國道中山高速公路五股楊梅段高架拓寬工程驗收合格後工程保固1年，本案路面塌陷搶修花費近3千萬元，究竟係因設計未盡周延、施工不當或偷工減料所造成，交通部臺灣區國道新建工程局允應迅依相關專業機構調查、鑑定結果，檢討釐清相關廠商責任歸屬，並據以求償，以維護政府權益。

(一)五楊段總經費約6百多億元，係102年4月20日全面通車，本案路段標案則於同年10月間複驗合格，並起計保固期(工程保固1年、鋼梁防銹油漆處理保固7年、橋面伸縮縫保固5年)。據國工局於102年12月初步估算，本案緊急搶修及監測、後續改善相關費用(包括鑽探、護坡、排水、路工、監測及其他配合工程等)約需1,825萬餘元；長期監測相關費用(包括各項試驗、監測及地物探測、分析報告及其他配合工程等)約需999萬餘元，合計約2,825萬餘元(詳如下表)；國工局將俟大地工程學會調查結果，確認事件

發生原因後，釐清相關設計、施工單位之責任歸屬，據以求償。

項次	項目	金額(元)
壹	工程費 (甲+乙) 合計	15,853,014
甲	發包工程費 (一~八) 合計	15,838,014
一	設計部分 (1~6) 小計	12,176,610
1	鑽探工程	1,183,446
2	護坡工程	1,002,320
3	排水工程	5,758,295
4	路工工程	2,969,165
5	監測工程	758,567
6	復舊及雜項工程	504,817
二	安全衛生費	183,539
三	環境保護費	152,949
四	交通維持工程	1,542,048
五	品管費用	203,932
六	承商利稅、保險及管理費，一~五項合計之6%	855,545
七	加值營業稅，一~六項合計之5%	755,731
八	工程剩餘物料再利用(由承包商工程估驗款扣除殘值)	-32,340
乙	空氣污染防制費	15,000
貳	工程預備費，約甲項之6%	950,281
參	工程管理費，約甲項之1.5%	237,570
肆	工程監工費及技術顧問費，約甲項之5%	791,901
伍	物價指數調整費，約甲項之2.5%	395,950
陸	監造試驗費用	28,393
合計	路面裂縫緊急搶修零星工程預算(壹~陸)	18,257,109
I	地質鑽探與試驗	3,487,630
II	監測及地物探測(包括傾度管、水壓計、觀測井、雨量計、傾度盤、裂縫計...等等)	4,031,300
III	分析及報告	2,000,000
IV	營業稅，(I+II+III)*5%	475,900
合計	長期監測計畫委託技術服務概估費用(I~IV)	9,994,830

項次	項目	金額(元)
	總計	28,251,939

(二)綜上，五楊段高架拓寬工程驗收合格後工程保固1年(另，鋼梁防銹油漆處理保固7年、橋面伸縮縫保固5年)，本案路面塌陷搶修花費近3千萬元，究竟係因設計未盡周延、施工不當或偷工減料所造成，國工局允應迅依相關專業機構調查、鑑定結果，檢討釐清相關廠商責任歸屬，並據以求償，以維護政府權益。

參、處理辦法：

- 一、抄調查意見，函交通部臺灣區國道新建工程局確實檢討改進見復。
- 二、檢附派查函及相關附件，送請交通及採購委員會處理。

調查委員：陳永祥

林鉅銀

洪德旋