



建國百年公路總局

中華民國 精彩一百



週年系列刊物

實施路基路面工程專案

稽核成果回顧



Supervise to advance

策進



實施路基路面工程專案

策進

稽核成果回顧

Supervise to advance



Contents

目錄

安全

便捷

舒適

親切

效率

楔子 Prologe 5

引言.....	6
序.....	8
推薦與評述.....	12

溯源 Origination 16

稽核內容	
緣起與歷程.....	18
對象與特色.....	20

履程 Journey 28

稽核主體	
標線工程.....	30
瀝青混凝土工程.....	50
水泥混凝土工程.....	78
碎石級配工程.....	105

堅持 Persistence 122

追求卓越	
具體作為與成果.....	124
革新施工技術—排水瀝青混凝土 試鋪成效探討.....	133
工程材料性質及品質簡易判定方式.....	154

展望 Prospect 188

附錄 Appendix 192

編輯委員與各階段稽核成員.....	192
圖、表目錄.....	200
大事記.....	204

1



Prologe 楔子



優越品質

道路建設有如火車頭般的功能，能夠帶頭引領國家的產業發展，因為肩負這樣重大的使命，我們堅決維持最優越的服務品質，為國家、民衆謀求最大福祉，全力發揮「群策群力」、「防弊革新」的功能，構築成今日臺灣綿密便捷、兼具觀光與運輸功能之公路網，而國人的肯定，是我們堅持下去的最大動力。



台68線20.3K竹林大橋旁

- 引言
- 序
- 推薦與評述

[引言]

交通部公路總局「實施路基路面工程專案稽核成果回顧」

交通部 毛部長治國序

公路建設為國家基礎建設，亦為國家整體發展之基本要件，帶動科技文明與一切經濟發展，故道路建設又稱火車頭建設，各項建設本身除可擴大內需增加就業機會外，建設完成後所發揮的功能，更可協助國土與產業發展、改善經濟競爭力與社會生活品質。本部公路總局歷經多年的努力，構築成今日臺灣綿密便捷、兼具觀光與運輸功能之路網，讓民衆能夠自由而且便捷的往返各地，更擴大社會經濟成長成果。

台18線五虎寮橋



「制度是運作的根源」，現行養護制度行之多年，期間需經過系統化的檢討重整，始跟上時代的進步。公路養護首重維持公路系統之服務品質、鋪面結構之完整性與確保行車之安全性。但由於台灣各面向環境之影響與交通之衝擊等因素，造成鋪面損壞之情形甚為頻繁，因此柔性鋪面施工修復次數過於頻繁，亦會造成交通之不便、使用舒適性之降低、材料資源耗費與浪費公路等問題。交通部為確保養護工程施工品質，頒布『公路養護手冊』作為公路養護依循方向，然鋪面養護工法的細部施工流程及相關注意事項等，仍需賴三級品管制度的確實執行。

本部公路總局以主動、積極與用心的態度，基於「加強執行」與「積極革新」這兩個重點原則成立「專案稽核小組」，針對標線、瀝青混凝土、混凝土構造物、碎石級配等工程執行業務稽核，經由現況訪查及問題分析，研擬對策，提升全生命週期各階段道路工程品質，並藉由外部稽核、強化管理及基層工程人員教育訓練，精進工程品質改善措施，有效提昇道路工程品質，並費時三年將稽核成果彙編專刊，用心值得嘉許。

65年來，本部公路總局全體同仁在公路建設所付出之辛勞值得肯定，期待透過此專刊，發揮「群策群力」、「防弊革新」的功能，對於規範面、制度面、管理面、執行面及教育訓練面，提供建議及透明訊息，展現管理成果及品質提升，為用路人提供優質服務，並期勉毋忘歷史使命，來日精益求精，為國家、民眾謀求更大福祉。

毛信國



交通部公路總局「實施路基路面工程專案稽核成果回顧」

法務部 曾部長勇夫序

法務部所屬政風人員，依法設置於中央及地方各行政機關暨部分公營事業機構，為我國廉政體系之前端。為促進機關廉潔效能，遏止貪瀆事件發生，法務部自92年開始，全面推動各級政風機構，針對所屬機關內部易滋弊端之人、事、物，規劃執行「專案稽核」業務；期藉由稽核作為，檢視並評估機關潛存之弊端風險，作為後續推動預防工作或發掘貪瀆不法之基礎。揆諸稽核業務之本質，稽核（audit）源於拉丁文（audire），意指一聽（to hear），即稽核人員赴現場停、看、聽，並將觀察結果提出報告，目的在於發現真實、發掘潛存危機或風險，進而對行政運作提供具體建議及正確資訊；其內涵，適足以說明現階段法務部對政風人員執行政風工作之方向與期待。近年來，政風機構陸續推動「閒置公共工程專案清查」、「造林獎勵金等各項政府補助款專案清查」、「漁民參與勞工保險浮報薪資詐領老年給付專案清查」及「醫療機構詐領勞、健保費用專案稽核」等多項稽核計劃與作為，除提供機關釐訂施政作為之興革建議外，更為國庫節省鉅額支出，如發現重大疏失，適時追究相關人員責任，其實施成果更普獲全國民眾之支持與肯定，足見業務稽核已成為政風預防工作的主軸。

本冊工程稽核專刊，具體呈現公路總局4年來各項工程之標線、瀝青混凝土、混凝土構造物、碎石級配等執行業務稽核成效，同時也提供簡易工程材料及工法判別方式，確已達到「導引管理方向」、「強化執行觀念」、「策進提升品質」之目的。公路總局在歷任機關首長的指導下，由政風室結合新工組、養路組、材料試驗所等相關單位，分階段執行86件查核金額以下尚未驗收的各類工程案件，提供121項問題癥結及61項興革建言，並具體達成修訂施工規範計8章節約29項次重點，避免工程人員因執行業務之偏差，引致程序違失或觸犯法令等弊端風險，積極發揮政風機構興利和防弊的功能，殊值肯定。特別值得一提的是，是公路總局在現有第二級施工品質保證所設置之工程督導小組架構下，為期更精進工程施工品質，另行規劃由政風機構主導之「專案稽核」，發揮複式二級工程品質管制功能，確已展現積極維護公路品質的決心。



雙園大橋模擬透視圖

日前，媒體報導部分地方政府主管道路之工程，屢有路面坑洞、試體檢驗不實、承辦人與廠商勾結等情事，在在顯示部分行政機關作業涉有流程鬆散、履約管理未能落實之積弊，甚者，發生公務員無法抵抗誘惑鋌而走險的不法情事；在此，特別期待公路總局能持續落實前述業務稽核作為，同時加強與各地區檢察機關之協調聯繫，建構堅實之防弊機制，相信必能有效降低類此機關弊端風險，扭轉政府施政形象。

最近，法務部稟承 馬總統所揭示不願貪、不必貪、不能貪與不敢貪之廉政四不境界，積極地規劃設立廉政署；廉政署防弊制度的精髓，在結合全國政風機構、人事、會計、審計單位，同時參考其他各國之優良立法，建立各機關資訊公開、流程透明、內控嚴密的行政作業流程；規劃中的重點，要設置專組人員，專門找出全國各主要類型機關作業過程中可能出現的死角、盲點、貪瀆陷阱，並透過各種方式來提醒、防範及消除。這些，正是現階段政風機構執行「專案稽核」精神的延伸！我們相信，同時也深自期許，透過良善制度的設計，未來全新廉政專責機構的角色，是幫助公務員避免掉入貪瀆陷阱，跟公務員站在同一陣線的行政革新團隊！

在廉能已成為普世價值的今日，讓我們共同期待有更多精緻細膩的廉政經營作為，來擦亮政府機關廉潔的招牌，贏得民衆的信任與支持！適逢公路總局設立65週年，在此，對公路總局多年來之國內公路建設成果表達肯定，並期待透過本冊專刊，提供工程人員乃至於政風人員作為工作指引，發揮興利服務與防弊的功能，為用路人提供永續而優質服務。

曾勇夫

[序]

交通部公路總局「實施路基路面工程專案稽核成果回顧」

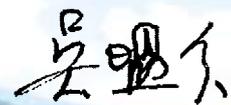
交通部公路總局 局長序

公路建設的發展不再侷限於被動的衍生需求，已成為區域與產業的好夥伴，本局自民國35年成立以來，一直極為重視工程品質管理，先後頒布「交通部公路總局工程施工品質管理作業要點」等有關工程品管規定及推動各種管理考核措施，本局工程品質水準確有明顯之提昇，惟參與公共工程人員可能僅著重於工程技術操作，對工程管理之諸多面向認識卻不深，檢討之重心應在於如何落實執行，導入制度化、系統化、專業化的品質管理模式，以提升施工品質。

本局基於瀝青路面品質管理之重視，於95年籌組成立「專案稽核小組」，由業務單位積極結合政風單位，動員新工組、養路組、材料試驗所等工程單位，歷經4年稽核，發現有關「規範疑義」、「規劃設計」、「預算編列」、「施工監造」、「品質控管」、「估驗計價」、「其他」等規

範面、制度面、管理面及教育訓練面問題 7類計 121項，具體達成修訂施工規範計8章節約29項次重點，並經由現況稽核、訪查及問題分析，研擬對策，提升全生命週期各階段道路工程品質，並針對基層工程人員，辦理「專案稽核案例分析與探討」、「路基路面工程施工管理、養護及監造實務訓練」等教育訓練，精進工程品質改善措施，積極展現策進品質、防弊革新的決心。

這本工程稽核專刊，配合本局成立65週年紀念出刊，為針對標線、瀝青混凝土、混凝土構造物、碎石級配等工程執行業務稽核結果具體呈現，健全優質的公路養護工作須有系統思維才能與時俱進，「服務的公路總局」是要以提高民衆的滿意為目標，付出真誠關懷體察民衆需求，帶給民衆安全、便捷、舒適和親切的感受，期本局同仁在秉持優良傳統外，將「工程取向」轉換為「服務取向」，在「成為優質生活型態的共同創造者」的願景下，深刻體認肩負的使命與責任，並以主動、積極與用心的態度，穩健而有效率地推動相關業務，達到「人本關懷、優質建設、永續發展」之公路工程品質目標。



台7線羅浮橋

推薦與評述

交通部公路總局「實施路基路面工程專案稽核成果回顧」

法務部政風司 前張司長秋源序

現任臺灣桃園地院檢察署檢察長

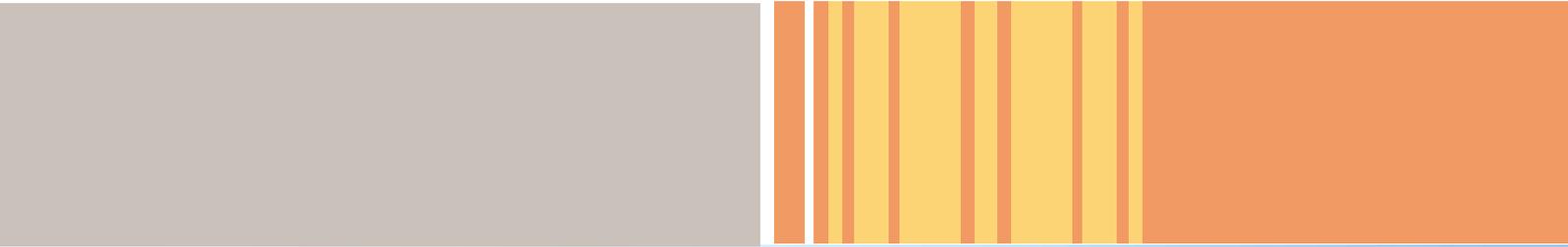
專案稽核在政風預防工作之價值

美國內部稽核協會對於「內部稽核」的定義為「是組織內部一種獨立功能，檢視及評估組織活動，對組織提供服務」。演變至今，稽核工作已從早期財務面的檢視，發展為機關各類行政舉措的評估與檢查，稽核人員的角色也從消極防弊，轉為積極興利。

為提升政風預防工作品質，自92年起，政風司即責成所屬各政風機構「落實執行業務稽核控管功能」，並將業務稽核納入《政風工作手冊》預防業務範疇；97年更列為《政風工作白皮書》防貪工作具體要項，期使政風人員以風險管理的觀念，檢視評估易滋弊端業務，期前化解弊端危險因子。

本專刊推動工作背景及對政風室之肯定

公路總局自96年起，陸續由政風室發動，會同業務單位組成專案稽核小組，針對轄內攸關公路品質之工程材料，依據各類法令規章，訂定稽核表，提供各稽核委員齊一標準，據以檢視工程施作品質；所列舉之缺失態樣，更積極與業管單位進行溝通檢討，進而修改行政規則或精進作業程序，充分發揮政風機構定位為「預防性的反腐敗機構」的價值。



台27甲線六龜大橋

執行專案稽核發揮三級品管中二級品管價值

公共工程施工品質管理制度的設計目的，在於透過承包商、工程主辦單位、施工查核小組三階段，為工程品質把關，其執行之良窳影響公共利益甚鉅。公路總局能積極強化工程主辦單位之品質管制系統，確保施工內容符合設計與規範，值得其他工程機關起而效尤。

結語

教育是基礎、制度是保證、監督是關鍵。本工程稽核專刊，集結稽核成果、提供施工技術與材料品質判別標準，意在引導公務員克盡職責，也具體回應了前述反貪腐公式。樂見這樣的模式蔚為風潮，為廉政工作帶來斬新風貌。

張新厚

交通部公路總局「實施路基路面工程專案稽核成果回顧」

中華地工材料協會 前梁理事長樾

現任和欣客運董事長

這是一本非常有特色且值得一看的書，該刊物首先就專案稽核緣起、歷程、對象、特色，來吸引讀者目光，接著依工程材料（水泥混凝土、瀝青混凝土、碎石級配與道路標線）為主軸，從工程生命週期、規範要求標準與今昔變革、常見缺失態樣及探討等面向，來提供監造、管理、稽核人員瞭解各所應具備之基本概念、實務經驗與弱點管理方向，讓初學者有如入寶山的豐富收穫，讓老經驗者能溫故而知新；此外還有最新的道路鋪面材料排水瀝青混凝土試鋪成效專篇的介紹及探討，其消除落於鋪面之雨水經車流衝擊產生之水霧能力與防滑能力，相信有在雨天開車的讀者能感同身受，另外工程材料性質、品質簡易判定方式是由專責試驗單位（公路總局材料試驗所）撰寫的，藉由相片的直接視覺感官與簡易的隨身量具（原子筆、硬幣、手、步幅），讓有心從事土木道路工程之學生、或非工程人員提供一簡易明確的比對概念，這大概是相關書籍很少見的特色。

公路總局這一本「專案稽核成果回顧」，本人藉此提供讀者一個觀念，如果能於規劃、設計、施工、驗收各階段，皆抱耐心、細心，秉持「實事求是」的態度，在相互信任與支持下，使得許多事情表面看來「理所當然」與「平安順遂」，實際上卻是一步一腳印「落實管理執行」與「事前防範措施」的成效。

雖然我已離開公路總局多年，但是看到成果如此豐碩的內容，真心推薦給各位讀者。

梁樾

台4線崁津大橋

交通部公路總局「實施路基路面工程專案稽核成果回顧」

交通部公路總局 前吳副局長瑞龍

本人於95年奉陳故局長晉源指示推動「路面工程專案清查」工作，由本局新工組、養路組、材料試驗所、政風室組成專案清查小組，針對轄屬各新工、養路工程處接近完工或已完工且尚未驗收之道路工程辦理專案清查，以積極回應外界對本局工程品質之期待，並配合本局工程目標管理執行方案「無垢」項下之具體措施，以預防角度推動專案稽核，執行成效對策進本局道路工程施作品質確有助益，歷經三年稽核成果彙編專刊，實感欣慰。

公路總局轄管省道、代養縣道及拓寬、新建工程標案遍及高山、平原、都會區、濱海地區，且多為開放式路段，在深入稽核過程中陸續發現各類不同的問題態樣，且為進一步了解所屬各工程單位辦理工程實際執行情形與所遭遇之困難，特採問卷調查表方式，俾掌握問題癥結，再將確有檢討必要之議題提交業務單位做為後續策進事項參考，自推動辦理之初，各受檢工程機關部分工程人員對稽核事項及問題，或有「反映無用」、「無法解決」、「稽核發現後再說明」、「不願提出問題」等看法，惟在「專案稽核小組」秉持著正面提昇工程品質，積極協助解決工程第一線面臨之實質問題，幫助工程品質管控，尤其是廠商之提昇，使轄屬工程單位由初期形式配合辦理心態，經由多次稽核檢討會瞭解專案小組用心與努力，不厭其煩的推動，逐漸深化到「實質信任與支持」，進而主動透過專案稽核機制反映與建議。

本專案承長官充分授權、信任與支持，以「事前預防」原則執行稽核，機先發現問題並「即時補正」，因專案稽核小組無工程管考包袱，在公平公開、不隱匿問題之正面處置態度下，提供監造人員、工程管考人員「有效管控」之面向，並藉由檢討會議研議取得執行面、管理面之共識，研議修訂相關規範、辦理相關教育訓練等，持續提升公路總局工程品質。謹以本序勉許公路總局堅持品質保證之決心及參與同仁的辛勞。



2



Origination 溯源



尋找初衷

因為懷抱著「讓遠方變成近鄰」的初衷，在公路建設漫漫長路的考驗中，我們看到團隊合作無間，一步一腳印的邁前開拓，一條條綻放著光芒的公路，牽起了相隔千里的城鄉與人情，臺灣的經濟與產業也因此能夠全力衝刺，建立屬於國家的魅力舞臺，65個年頭一路走來，我們的初衷，至今始終如一。



稽核內容

- 緣起與歷程
- 對象與特色

【稽核內容】

緣起與歷程

96年度—專案清查階段

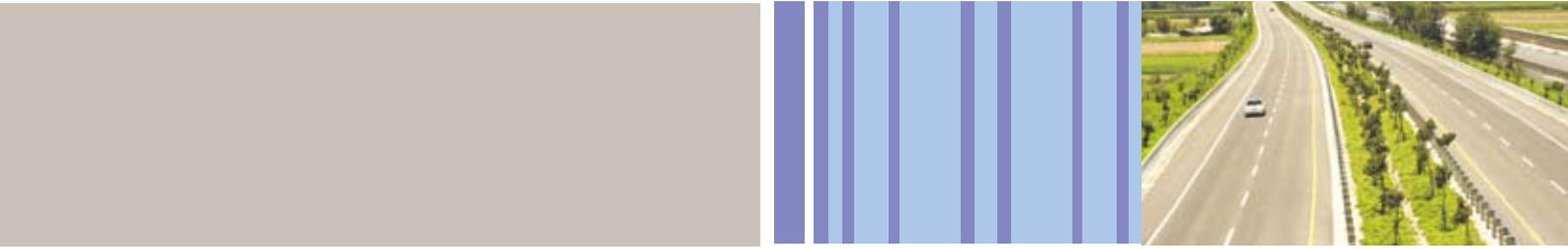
鑒於95年度本局部分工程（第一區養護工程處—瀝青案、東西向快速公路高南區工程處—高鐵沙崙站聯外道路工程案）遭檢調機關質疑有施工不實之情形，經本局95年度政風督導小組會議主席裁示及95年12月簽奉陳故局長晉源核定辦理「路面工程專案清查」（期程為95年11月至96年4月），由本局新工組、養路組、材料試驗所、政風室組成專案清查小組，針對轄屬各新工、養路工程處接近完工或已完工且尚未驗收之道路工程辦理專案清查，以積極回應外界對本局工程品質之期待，嗣以執行成效對策進與提升本局道路工程施作品質確有助益，奉陳故局長諭示「廣續辦理」，本局政風室即研擬「路面工程專案清查（第二階段）執行計畫」，經96年6月26日簽奉核定辦理（期程為96年7月至12月）。

97年度—預防角度稽核階段

配合本局工程目標管理執行方案「路平、工安、如期、如質、無垢」項下「無垢」之具體措施，以預防角度推動專案稽核，針對施工中之「混凝土構造物」（期程為97年1月至6月），「路面暨混凝土構造物」（期程為97年7月至12月）進行計畫性及階段性專案稽核。

98年度—輔助常態性稽核階段

嗣以上揭各階段專案稽核工作頗具成效，97年12月23日及98年6月17日階段檢討會上，主席指（裁）示：98年仍請政風室協助，邀集新工組、養路組、材料試驗所組成專案稽核小組，辦理「（巨額採購以下金額）路基路面工程專案稽核」及「路基路面工程（第二階段含標線工程）專案稽核」。



嗣該年度期間因部分標線廠商與道路工程機關，對現行路面標線工程制度（規範）之認知與執行，意見屢有分歧，並有民衆投書指訴，道路工程機關（國工局、高公局、公路總局、縣市政府等）之標線工程施工涉有偷工減料、檢驗不實，嚴重影響用路人行車安全等情事，致使道路標線工程施工品質遭受中央民意代表、監察院、行政院及民衆之關注與質疑，並迭經媒體持續負面報導，損及各道路工程機關之形象及聲譽；本局嗣奉交通部指示於98年7月13日成立「標線專案稽核小組」，請吳副總工程司進興帶領新工組、養路組、政風室成員進行本局轄管省道公路標線工程品質稽核，檢核省道、代養縣道（涵蓋都會區及濱海路段）施作是否符合施工規範，並就實務執行現況與規範間可能（已）產生之爭議點，提出具體建議對策，期作為標線規範修訂或施作程序之參考。

另本局（政風室）於99年10月12日奉林前局長志明指示協助澄清廠商疑慮，就轄內標線廠商（計40家）進行「標線單價預算編列之合理範圍」、「舊標線之施作方式與責任界定」、「規範對材料及施工之檢驗項目、方法、頻率之檢討與建議」等意見訪查，並於98年11月4日假交通部國際會議廳召開「策進公路標線工程採購與施作品質座談會」，由本局吳前副局長瑞龍主持，請林立法委員明濤、交通部路政司祁前司長文中（現任交通部航政司司長）、交通大學黃教授台生、中央大學林教授志棟與談，並邀請行政院公共工程委員會、審計部、國道新建工程局、國道高速公路局及全國標線廠商代表（30家）與會，相關策進建議，列入本專案稽核追蹤管考事項。

99年度—檢視與策進稽核階段

98年12月21日專案檢討會主席指（裁）示：1. 對於96年至98年間稽核執行成果，請政風室規劃研編專輯。2. 99年仍請政風室持續協助，邀集新工組、養路組、材料試驗所組成專案稽核小組，辦理「路基路面暨混凝土構造物工程專案稽核（巨額採購以下金額）」。

對象與特色

輔助辦理本局查核金額以下及進度90%以上之標案稽核

本局參照行政院「公共工程施工品質管理制度」、行政院公共工程委員會「公共工程施工品質管理作業要點」及「工程施工查核小組作業辦法」規定編訂「公路總局工程施工品質管理作業要點」，對全局道路、橋梁工程執行品質稽核，由總工程司室主導成立工程督導小組，辦理查核金額以上之工程品質稽核，每年稽核約20~30案次，惟以本局98年度招標案件統計，公告金額（100萬元）以上至查核金額（5,000萬元）之標案高達1,150件，項內未達查核金額之工程，交通部授權由本局代辦查核者（由養路組管理科主政辦理）每年僅約15~20件，就案件比例未達2%；另查核金額以上工程，依本局稽核執行慣例（先前或已稽核多次），進度達90%以上時即不再稽核，惟完工前10%施工階段，多屬道路工程項下有關緣石、護欄、排水等零星混疑構造物及碎石級配、瀝青混凝土等施作，為確實瞭解與掌握工程施作品質，透過本專案稽核加強查核金額以下品質稽核管理，以「輔助性」、「預防性」的角度切入探討有關規範面、制度面、管理面、執行面及教育訓練面待強化之處，期以提升整體道路施工品質。

以工程材料為稽核主題（標線、瀝青混凝土、混凝土構造物、碎石級配）

本專案稽核有別於本局例行品質稽核執行模式，於各階段計畫研擬期間，均先邀集新工組、養路組、材料試驗所共同研商稽核主題要項，以本局現頒



圖2-2-1 山區民衆基於用水需求（無自來水幹管地區）私設管線，該管線如何兼顧用水需求與既有排水設施管養，亟需研思協調解決。

訂施行之「施工說明書」、「一般條款」、「作業要點」及函示事項等為依據，將工程執行過程期間之應辦事項，諸如：行政要求、檢試驗規定等，針對工程及材料主體逐項編製「專案稽核表」（並註明依據出處），於專案簽陳核定後函送各工程處責請於受檢前逐項先行檢列；由於專案稽核委員以「稽核表」為檢核（視）準據，對於受檢單位有關相同稽核項目若有不同作為即可進一步詢問，深入瞭解其間執行差異，進而探討制度面、執行面的核心問題點，分析研討後並提出具體建議；類如：山區排水設施管養問題（如圖2-2-1），邊坡整治管理分工問題（如圖2-2-2），開工前提送混凝土配比，對於緊急搶修工程適宜性？施工說明書部分章節應辦檢試驗頻率之該當性？相同規定於各區工程處認定、執行差異等。（經專案稽核檢討提請業管單位，研議修（增）訂施工說明書予以解決或於階段檢討會統一律定澄清）。



圖2-2-2 豪雨坍方後為搶通道路，由於「事權不可分割特性」一般由道路工程單位整治路權外山坡地，惟竣工後路權外邊坡設施管理、維護權責歸屬為何？尚需跨部會協調釐清。



圖2-2-3 既有道路拓寬工程如何同時兼顧道路平整舒適以及鄰路住戶、商家出入與人行道間產生高低差問題（住戶騎樓地板高程不一），已非公路單位獨自調整道路設計高程所能克服。

採問卷方式對於規範面、制度面、管理面、執行面及教育訓練面進行意見探討

本局轄管省道、代養縣道及拓寬、新建工程標案遍及高山、平原、都會區、濱海地區，且多為開放式路段，諸如：山區管養道路尚需考量路權外山坡地水土保持、原住民開發利用坡地、對於材料運輸、堆置、施工限制多需克服法令（規）限制，且道路拓寬工程除面臨用地取得與建物拆遷外，復以鄰近商家樓地板高程銜接問題（如圖2-2-3）、管線單位桿件遷移、橫交路口號誌時間調整、民意代表與民衆陳抗應對及施工過程既有交通維持等事項，甚為龐雜及處理不易，其間因涉及法令規範繁巨，樣樣均有賴工程處（段、所）及現場工程司不斷溝通、協調、解決。在深入稽核過程中陸續發現各類不同的問題態樣，但因稽核案件涵蓋範圍與次數畢竟有限，為進一步了解本局所屬各工程單位辦理工程實際執行情形與所遭遇之困難，俾以「興利、預防」之角度提出具體改善及弊端防範之措施，使各工程單位執行相關工程時有所遵循；各階段專案特採行問卷調查表方式，將稽核發現缺失態樣、數據、照片、執行差異列為問項，直接函請各工務段、所承辦人員，針對轄管與執行作業實況填註意見，提送工程處彙整轉陳本局，俾了解問題及意見之所在，從而進行案況研析後，再於各階段檢討會提案報告，藉由各單位充分表達問題原因，掌握問題癥結，再將確有檢討必要之議題提交業務組做為後續策進事項參考。

從抱持「形式辦理」到「實質信任支持」

肇因於專案緣起（因應檢調機關質疑有施工不實之情形而成立），稽核初期部分工程單位人員（乃至於局內工程管考人員），或有質疑專案稽核之必要性，主觀認為工程專案稽核由政風室主導或有「越俎代庖」，且由新工組、養路組、材料試驗所與政風室共同組成之「專案稽核小組」，與本局由副總工程司領隊之「品質稽核小組」似有「疊床架屋」之議。

專案稽核小組自96年推動辦理之初，各受檢工程機關部分工程人員對稽核事項及問題，或有「反映無用」、「無法解決」、「稽核發現後再說明」、「不願提出問題」等看法，惟在「專案稽核小組」秉持著正面提昇工程品質，積極協助解決工程第一線面臨之實質問題，幫助工程品質管控（尤其是廠商之提昇），使轄屬工程處（段、所）由初期形式配合辦理心態，經由多次稽核檢討會瞭解專案小組用心與努力，不厭其煩的推動，逐漸深化到「實質信任與支持」，進而主動透過專案稽核機制反映與建議。

各階段專案稽核過程中，對本局轄管新建工程、拓寬工程、挖（刨）除路面修復工程、路面零星修補工程、年度道路養護、災害搶修工程等析整出各類型工程潛存問題：

- 新建、拓寬工程－工程金額多屬查核金額（5千萬元）以上且工期較長，其監造執行較無問題，惟對涉及養護程序相關之規定則容易出現疏漏，例如「刨除料折價費」遺漏編列。
- 挖（刨）除路面修復工程、路面零星修補工程與年度道路養護－為養護工程處主要工作項目，工期較短、工程金額約在2千萬~5千萬之間，多由各區工程處自行管考，相對於本局共通性規定，或有呈現出不同的執行方式，諸如：鑽心取樣位置決定、不合格減價扣款計算、檢試驗頻率不足、技術規定、作業依據繁雜，在施工工期較短的情況下易生疏漏，可能造成作業補正上的困擾等問題。
- 災害搶修工程－是各區養護工程處管轄山區道路工務段必須面臨的重點工作，其規範要求混凝土工項需於施工前提送配比設計，實務上確與災害搶修工程「道路搶通迫切特性」未合，遂有引用他標配比規範之修訂條文之

稽核建議，另山區路段工程條件嚴峻且地處偏遠，相關工程人員招募不易（不足），業務執行相對艱困等非工程問題亦藉由專案稽核建言反映。

- 其他工程規範及工程人員關切問題－各階段專案稽核期間，發現各工程單位或基於人力、工程規模、規定之了解等因素，對於本局現行制度（規範）之執行與認定，呈現相當程度之差異，為能了解本局所屬各工程單位辦理工程實際執行情形與所遭遇之困難，採行對第一線工程同仁問卷調查表方式提供意見反映管道，類有：瀝青混凝土挖（刨）除料剩餘價值折價合理編列方式、施工說明書部分章節規定應辦之檢試驗項目及頻率過高、規範條文疑義及年底業務高峰期或防汛期間，一人兼辦多標工程，無法休假及無人代理等實務問題。

本專案承局長、副局長、總工程司充分授權、信任與支持，各階段專案稽核以全局「尚未驗收之工程」為重點，稽核目的以「事前預防」原則執行，期機先發現問題並「即時補正」，嗣因專案稽核小組無工程管考包袱，在公平公開、不隱匿問題之正面處置態度下，提供監造人員、工程管考人員「有效管控」之面向，並責請各受稽核機關（單位）對稽核缺失逐項辦理改善；稽核過程發現之問題，併轄屬各工程單位反映意見彙整，藉由階段檢討會議研議取得執行面、管理面之共識，或交業管單位研議規範修訂、或辦理相關教育訓練等，藉由全局工程同仁「群策群力」的合作，共同發掘各層級管理、執行等問題並研謀改善，積極回應外界對本局工程品質之期待，持續提升本局工程施作品質，稽核執行初期之質疑與形式性互動，逐步提升至正面信任與支持。

善盡專案稽核幕僚作業

專案稽核小組成員或由本局新工組、養路組、材料試驗所及政風室資深主管或同仁組成，惟在各業管本職專業中善盡稽核職責，各成員均以正向、積極、用心、深入執行各階段稽核作業，並持續將稽核經驗傳承與分享，執行過程中，除確依局長諭示主題研擬「稽核計畫」，對專案稽核標案擇選基準則以「上級交辦」、「民衆檢舉反映」、「媒體報導反映」、「標比偏低」、「工程進度落後」、「累計稽核缺失較多之工程處」等案件基準，但工程均以「尚未驗收」為擇選原則，每次執行專案稽核均作好相關提升效能之程序，列述如次：



圖2-2-4 專案稽核於嘉義高鐵站進行工程摘要報告

- 行前聯繫：專案稽核標案經總工程司勾選（或授權）擇定後，專案秘書即聯繫稽核委員確認稽核行程、通知受檢單位準備接駁車輛（規劃稽核動線及停駐點）、受檢文件、稽核會議室、施工材料品質抽驗設備、稽核（取樣過程）交通維持設施等；如遇有颱風、豪雨來襲，造成本局轄管道路、橋樑嚴重受創，為避免影響各工程機關辦理勘災、搶通、路容修復業務，則原訂專案稽核行程即取消或改期。
- 書面及現場稽核：稽核領隊就稽核動線與工地停駐點環境考量調整作業模式（如圖2-2-4），對專案目的說明及成員介紹後隨即依專案稽核計畫所定「受檢單位準備文件」進行書面資料查閱（如圖2-2-5），並至現場施工材料品質查驗，於稽核過程充分與受檢工程處、監造單位、承包商討論並交換意見（如圖2-2-6）。



圖2-2-7 抽驗過程交通維持



圖2-2-8 稽核初步丈量判讀厚度

用：除契約另有規定外，專案稽核抽驗屬額外試驗，依本局「一般條款」規定，試驗結果品質不符規範要求時由承商付費，合格時由甲方負擔（併驗收頻率辦理者，送交工程處品檢中心）。

- 個案稽核檢討會議：專案稽核委員依據「稽核表」辦理書面及赴工地現場稽核發現之問題態樣，於會中提請受檢工程處、監造單位、承包商逐一回應與討論，就規範見解不同處隨即獲得澄清，對設計圖說、工程計畫、現場施工品質與執行過程或有缺漏部分提供建議與分享經驗。
- 專案稽核缺失處理原則：（1）扣款部分－抽驗結果不合格由受檢單位依契約規定於驗收（估驗）時辦理。（2）個案部分－由受檢單位依契約規定辦理改善並報局，業務組辦理後續管考。（3）通案部分－由業管單位錄案簽辦或於專案階段檢討會提案研議，展現完備之幕僚作業，並落實後續追蹤管考。
- 專案稽核檢討策進：透過稽核委員、受檢工程處、監造單位、承包商所共同發掘反映之問題，於專案階段期末，經專案秘書單位彙整（分送與會代表期先參閱了解問題），並邀集本局業管組、材料試驗所及所屬新建、養護工程處指派相關業務單位負責人（主管以上）與會，共同研議改善或興革具體措施（提供121問題癥結及61項具體建言，並具體達成修訂施工規範計8章節約29項次重點，將於「第肆單元－追求卓越」詳述）。

3

Journey 履程



心路印記

「千里之行，始於足下」，建立經濟的繁榮景況，交通的便利順暢絕對是第一要件，在臺灣文明與經濟發展起飛之前，「公路總局」從創始階段的泥濘小道，到如今密布千里的公路網絡，因為有團隊的筆路藍縷、胼手胝足，引領我們看見了這趟公路旅程的美麗遠景，並攜手走向美好未來。



稽核主體

- 標線工程
- 瀝青混凝土工程
- 水泥混凝土工程
- 碎石級配工程

稽核主體

標線工程

概述

定義

標線一係以規定之線條、圖形、標字或其他導向裝置，劃設於路面或其他設施上，用以管制、警示駕駛人與行人行止之交通管制設施。

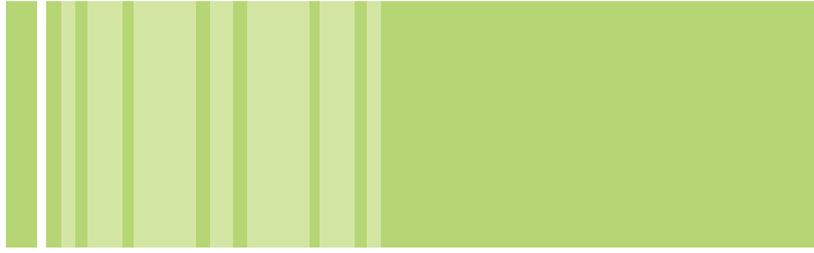
功能

對於行駛車輛於道路上的駕駛人，能提供警告、禁制與指示之功能，使其有所依循；且設置標線後，能使駕駛人在道路行車時，心理上具有安定之作用；在視線不良與禁止超車路段，標線亦能提供預告與指示之功效，使駕駛人能提高警覺。對於行人而言，標線能引導行人以較安全的方式，穿越道路與交叉口，例如行人穿越道等。因此，標線如果設置得當，對於車輛、行人等交通的約束，將具有顯著之效果。

標線材料種類

標線材料種類大可分為油漆標線、熱處理聚酯標線、環氧樹脂砂漿標線及熱處理聚酯標線（提升抗滑能力）等四類，現就其較常見之用途及功能性簡述如下：

- 油漆標線：多用於路面臨時性標線、混凝土結構物設施之警示等。
- 環氧樹脂砂漿標線：用於跳動路面以提醒駕駛人減速（厚度6mm）。
- 熱處理聚酯標線：由樹脂粉末、顏料、填充料，預拌以反光玻璃珠等路面標線材料，以熱處理標線機加熱熔融後繪設之標線。當以適當之熱處理標線機撒佈於水泥或瀝青混凝土路面時，標線粉末應即刻乾固，而黏固於道



路面，不受輪胎黏脫且具有反光特性、防滑能力，能承受交通而不會產生變形之標線。

- 熱處理聚酯標線（提升抗滑能力）：熱處理聚酯標線材料須為合成樹脂粉末、顏料、不規則粗粒料之填充材料，預拌以反光玻璃珠等路面標線材料，當以適當之熱處理標線機加熱熔融，鋪設於經清理整潔之水泥或瀝青混凝土鋪面上時，熱處理聚酯熔融物須能即刻乾固而黏固於路面，形成不受輪胎黏脫且具有反光特性、防滑效果。

標線工程生命週期

標線繪設時機

一般於新建道路工程、路面整修工程等路面新鋪設後需即時繪設標線，以避免造成後續用路人的困擾；另外，應視交通量所造成之磨損狀況及標線剝落情況，辦理年度標線養護作業，以維持標線應有之功能。

標線工程進行時各階段應注意事項：

■ 規劃、設計階段

規劃、設計時應考量交通量、實地狀況等因素，設計符合實需之標線，例如：在既有道路之寬度下，因政策需要而必需設置自行車道時，應妥慎規劃自行車道，盡量避免佔用原有車道路寬，如遇拓寬路段前後端路口應做標線引導及銜接，以利用路人遵循，另交叉路口、匝道匯入匯出等均須注意使用需求與規範規定。

■ 發包策略

標線新繪工程以併入路面（主體）工程採購為原則，以期能配合路面鋪設完成之適當時機，適時進場繪製標線，供用路人使用；另標線養護工程之辦理方式則為

單獨採購或併入交通工程採購方式辦理，較能直接取得專業服務，避免經過中間轉介，降低服務水準。

■ 履約過程

履約過程中，監造單位應注意標線施工所使用之材料是否已會同廠商取樣並送驗合格；對於已抽驗合格之材料則應嚴防廠商調包，改用成本較低廉之不合格材料，使標線品質降低（如反光性、防滑性、…等）；而標線施工之確實數量、繪製厚度及抽樣檢驗等，均涉及計價事宜等敏感性問題，更應為工程監造單位需注意之重點。

■ 管理維護

在管理維護方面，應於日常之維護、巡視時，注意標線之品質，如發現標線之反光性差、或嚴重剝落時，則應適時辦理標線改善作業。辦理標線修護、改善時，對於原有之標線應採磨除方式辦理，以避免新、舊標線層層疊繪形成「歷代同堂」之特殊景象，造成厚度超過規定，影響用路人之行車安全。

規範要求標準與今昔變革

本局標線施工說明書在86年6月版及之前版本係列於第九章「交通工程」之「9.01標線施工說明書」，之後修訂時為符合工程會頒「施工綱要規範」架構之規定，於94年6月編印之交通部公路總局施工說明書（一般規定）稱為「第02898章標線」，後更於94年6月、97年1月及99年1月陸續辦理部分修訂。茲將86年6月、94年6月、97年1月及99年1月等共4次編印相關之章節名稱對照列舉如下。

標線施工說明書標線種類之演進（如表3-1-1）

表3-1-1 標線種類

版別	內容	說明
86/06	1. 熱拌塑膠反光標線 2. 油漆標線 3. 路面標記標線	熱拌塑膠反光標線為使用流動性聚酯，預拌反光玻璃珠加熱繪設之標線，現稱為「熱處理聚酯標線」。
94/06	1. 熱處理聚酯標線 2. 熱處理聚酯標線（提升抗滑能力）	94.10.17新工字第0941006660號函修訂，刪除「熱處理聚酯標線（提升抗滑能力）」之相關規定。
97/01	熱處理聚酯標線	
99/01	熱處理聚酯標線	

標線施工說明書之材料、檢驗相關規定及演進（如表3-1-2~3）

表3-1-2 標線材料

版別	內容	說明																										
86/06	<p>1. 熱拌反 光標線</p> <p>1.1 熱拌聚酯：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>規格</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>比重</td> <td>1.9~2.5</td> </tr> <tr> <td>軟化點（℃）</td> <td>80上</td> </tr> <tr> <td>不黏著乾燥性</td> <td>標繪三分鐘後不黏車胎</td> </tr> <tr> <td>塗膜外觀</td> <td>均勻且無皺紋、起泡、裂痕、剝離等現象</td> </tr> <tr> <td>黃色度（限白色）</td> <td>色澤偏差率在0~0.1，在100小時後無改變</td> </tr> <tr> <td>45度0度擴散反光率（%）</td> <td>75以上（限白色）</td> </tr> <tr> <td>耐磨耗性（試100轉）</td> <td>磨損200mg以下</td> </tr> <tr> <td>壓縮強度（kg/cm²）</td> <td>120以上</td> </tr> <tr> <td>耐鹼液性</td> <td>泡在Ca(OH)₂飽和溶液18小時不生裂縫、不變色</td> </tr> <tr> <td>玻璃珠含量</td> <td>30%~40%</td> </tr> <tr> <td>耐候性</td> <td>試用12個月，無外觀變化，即無皺紋、起泡、裂痕、凹凸流動等現象。</td> </tr> <tr> <td>抗摩擦力</td> <td>乾燥時80以上經用六個月後乾燥時75以上潮濕時65以上經用六個月後潮濕時60以上</td> </tr> </tbody> </table> <p>註：（1）本表試驗溫度為25±1℃。 （2）抗摩擦力試驗依ASTM E303辦理。 （3）耐候性項目應提出原製造廠合格證明。</p> <p>1.2 玻璃珠：玻璃珠之品質應符合CNS4342第1類之規定。</p> <p>2. 油漆標線</p> <p>2.1 面漆： 漆料成分品質應符合CNS1333第種2號（氯化橡膠或丙烯酸脂樹脂係）之規定。</p> <p>2.2 玻璃珠：玻璃珠之品質應符合CNS4342第1或第2類之規定。</p> <p>3. 路面標記標線</p> <p>3.1 不反光標記 分成白色（型）黃色（AY型）及紅色三種，應為陶瓷或其他適當材料製品。</p> <p>3.2 反光標記 應由壓克力塑膠殼與金屬所構成內填充緊密富黏著性之混合物，外殼面應光滑，且需含有規定顏色之二甲基丙烯酸甲烷或氯化烯苯物（ABS）反射面，並具有單面或雙面反光，以反射從相反方向射來之光線，此標記應為淺截頭金字塔形。</p>	項目	規格	比重	1.9~2.5	軟化點（℃）	80上	不黏著乾燥性	標繪三分鐘後不黏車胎	塗膜外觀	均勻且無皺紋、起泡、裂痕、剝離等現象	黃色度（限白色）	色澤偏差率在0~0.1，在100小時後無改變	45度0度擴散反光率（%）	75以上（限白色）	耐磨耗性（試100轉）	磨損200mg以下	壓縮強度（kg/cm ² ）	120以上	耐鹼液性	泡在Ca(OH) ₂ 飽和溶液18小時不生裂縫、不變色	玻璃珠含量	30%~40%	耐候性	試用12個月，無外觀變化，即無皺紋、起泡、裂痕、凹凸流動等現象。	抗摩擦力	乾燥時80以上經用六個月後乾燥時75以上潮濕時65以上經用六個月後潮濕時60以上	<p>依89.01.07公路局（89）養交字第8989040號函修訂：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 比重：1.6以上。 2. 45度0度擴散反光率（%）：白色75以上，黃色45以上。 3. 增訂「加熱殘分（%）」：99%以上。 4. 增訂「顏色」：交通標誌標線號誌設置規則第九條規定黃色色樣為第18號（純黃）。
項目	規格																											
比重	1.9~2.5																											
軟化點（℃）	80上																											
不黏著乾燥性	標繪三分鐘後不黏車胎																											
塗膜外觀	均勻且無皺紋、起泡、裂痕、剝離等現象																											
黃色度（限白色）	色澤偏差率在0~0.1，在100小時後無改變																											
45度0度擴散反光率（%）	75以上（限白色）																											
耐磨耗性（試100轉）	磨損200mg以下																											
壓縮強度（kg/cm ² ）	120以上																											
耐鹼液性	泡在Ca(OH) ₂ 飽和溶液18小時不生裂縫、不變色																											
玻璃珠含量	30%~40%																											
耐候性	試用12個月，無外觀變化，即無皺紋、起泡、裂痕、凹凸流動等現象。																											
抗摩擦力	乾燥時80以上經用六個月後乾燥時75以上潮濕時65以上經用六個月後潮濕時60以上																											



94/06	<p>1. 熱處理聚酯標線</p> <p>(1) 熱處理聚酯標線材料須為合成樹脂粉末、顏料、填充材料，預拌以反光玻璃珠等路面標線材料，當以適當之熱處理標線機加熱熔融，鋪設於經清理整潔之水泥或瀝青混凝土鋪面上時，熱處理聚酯熔融物須能即刻乾固而黏固於路面，形成不受輪胎黏脫且具有反光特性。</p> <p>(2) 標線標繪後之顏色除設計圖另有規定外，須符合「道路交通標誌標線號誌設置規則」最新規定之色樣標準。</p> <p>(3) 熱處理聚酯標線之品質除設計圖另有規定外，須符合CNS 1333 及以下規定：</p> <p>A. 黃色標線之45度0度擴散反射率應達45%以上。</p> <p>B. 玻璃珠含量：熱處理聚酯標線材料中應預拌玻璃珠，其含量應達總重量之30~40%。</p> <p>(4) 玻璃珠：品質須符合CNS 4342之第1類玻璃珠之規定。</p> <p>2. 熱處理聚酯標線（提升抗滑能力）</p> <p>(1) 熱處理聚酯標線材料須為合成樹脂粉末、顏料、不規則粗粒料之填充材料，預拌以反光玻璃珠等路面標線材料，當以適當之熱處理標線機加熱熔融，鋪設於經清理整潔之水泥或瀝青混凝土鋪面上時，熱處理聚酯熔融物須能即刻乾固而黏固於路面，形成不受輪胎黏脫且具有反光特性、防滑效果。</p> <p>(2) 標線標繪後之顏色除設計圖另有規定外，須符合「道路交通標誌標線號誌設置規則」最新規定之色樣標準。</p> <p>(3) 熱處理聚酯標線之品質除設計圖另有規定外，須符合CNS 1333 及以下規定：</p> <p>A. 黃色標線之45度0度擴散反射率應達45%以上。</p> <p>B. 玻璃珠含量：熱處理聚酯標線材料中應預拌玻璃珠，其含量應達總重量之18%。</p> <p>(4) 玻璃珠之品質須符合CNS 4342之第1類玻璃珠之規定。</p>	<p>1. 刪除：油漆標線及路面標記標線等二種標線材料。</p> <p>2. 增訂「熱處理聚酯標線（提升抗滑能力）」之規定。</p> <p>3. 94.10.17新工字第0941006660號函修訂，刪除「熱處理聚酯標線（提升抗滑能力）」之相關規定。</p>
97/01	熱處理聚酯標線（與94/06版同，未修訂。）	
99/01	熱處理聚酯標線（與94/06版同，未修訂。）	



表3-1-3：標線檢驗

版別	內容	說明
86/06	<p>1. 施工前材料檢驗</p> <p>(1) 粉料：熱拌塑膠反光標線材料之品質應符合中國國家標準CNS1333路線漆第3種之2號及本局增訂標準之規定，其檢驗法應依中國國家標準CNS1334路線漆檢驗法之規定辦理。</p> <p>(2) 玻璃珠：玻璃珠材料之品質應符合中國國家標準CNS4342交通反光標誌油漆用玻璃珠第1類標準之規定，其檢驗法應依照中國國家標準CNS4343交通反光標線塗料用玻璃珠檢驗法之規定辦理。</p> <p>(3) 檢驗頻率：數量在400m²以上者，應由工程司抽取至少三件樣品混合成一件試樣送驗；數量在400~3000m²者至少應送驗一次，數量在3000~5000m²者至少應送驗二次，數量在5000m²以上者至少應送驗三次。數量400m²以下者，承包商在交貨同時得以提出經本局認可之檢驗機構，最近半年內試驗合格之證明文件，其試驗項目應包含本說明書「材料規格」規定之所有項目，並由工程司認可後，則無須另行抽樣檢驗。</p> <p>2. 施工後檢驗</p> <p>(1) 檢驗項目：鋪設厚度、玻璃珠含量及粒度。</p> <p>(2) 檢驗方法：公路局85.3.8養85-292-3-3號函核定之「施工後之熱拌塑膠反光標線取樣及試驗方法」。</p> <p>(3) 檢驗頻率：由工程司以隨機取樣方式，鑽取試樣，數量在1000m²以下者一組三個，數量在1000~3000m²者二組六個，數量在3000m²以上者三組九個，並註明成品之工程名稱，取樣日期及樁號，試驗鋪設厚度、玻璃珠含量及粒度，倘若送試樣品不合格者，可重新就原現地附近旁取樣再檢驗一次，經再檢驗不合格者，一律應磨除重新標繪不另給價。</p>	<p>依公路局85.3.8養85-292-3-3號函核定之「施工後之熱拌塑膠反光標線取樣及試驗方法」規定，標線施工完成後，應抽取成品檢驗鋪設厚度、玻璃珠含量及粒度。</p>

94/06	<p>1. 施工前材料檢驗</p> <p>(1) 粉料：</p> <p>A. 檢驗項目：第2.1.1 (2) 節顏色、(3) 節擴散反射率和玻璃珠含量。</p> <p>B. 檢驗方法：CNS1334。</p> <p>(2) 玻璃珠：</p> <p>A. 檢驗項目：第2.1.1 (4) 節玻璃珠品質。</p> <p>B. 檢驗方法：CNS4343</p> <p>(3) 檢驗頻率：</p> <p>A. 標線數量未達500m²提出檢驗試驗報告。</p> <p>B. 標線500~3000m²檢驗1組。</p> <p>C. 超過3000m²每3000m²檢驗1組。</p> <p>2. 施工後檢驗</p> <p>(1) 檢驗項目：標線厚度、玻璃珠含量、玻璃珠含量（提升抗滑能力）、玻璃珠外觀形狀、標線（提升抗滑能力）。</p> <p>(2) 檢驗方法及規範要求：</p> <p>A. 標線厚度：</p> <p>檢驗方法：量測鑽心試體圓周八分點之標線厚度取平均為單一試體之厚度，以三個鑽心試體之平均厚度代表該2000m²之標線厚度試驗結果。</p> <p>規範要求：應符合契約標線厚度要求。</p> <p>B. 玻璃珠含量：</p> <p>檢驗方法：將三個鑽心試體表面之標線漆加熱軟化取樣後，依照CNS1334檢驗。</p> <p>規範要求：35%以上。</p> <p>C. 玻璃珠含量標線（提升抗滑能力）：</p> <p>檢驗方法：將三個鑽心試體表面之標線漆加熱軟化取樣後，依照CNS1334檢驗。</p> <p>規範要求：18%以上。</p> <p>D. 玻璃珠外觀形狀：</p> <p>檢驗方法：由玻璃珠含量試驗後之樣品取樣後，依照CNS4343檢驗。</p> <p>規範要求：CNS4342。</p> <p>E. 標線（提升抗滑能力）：</p> <p>檢驗方法：ASTM E3035之檢驗方法測得抗滑BPN值。</p> <p>規範要求：在潮濕狀態為45BPN以上。</p> <p>3. 檢驗頻率：</p> <p>A. 不同顏色每2000m²檢驗1組，每組隨機取3個鑽心試體。</p> <p>B. 各色標線數量不足2000m²者，應分別檢驗1組。</p> <p>C. 標線（提升抗滑能力）：檢驗1次。</p>	<p>1. 公路總局94.10.17新工字第0941006660號函修訂：</p> <p>(1) 刪除「玻璃珠含量（提升抗滑能力）」之規定。</p> <p>(2) 標線（提升抗滑能力）修訂為：依ASTM E303（潮濕狀態下測試），BPN\geq45。每一路口行人穿越道檢驗1次。</p> <p>2. 公路總局95.3.10新工字第0951001453號函修訂：</p> <p>(1) 玻璃珠含量：30%以上。</p> <p>(2) 刪除「標線（提升抗滑能力）」之相關規定。</p>
-------	---	--

97/01	<p>1. 施工前材料檢驗（與94/06版相同，未修訂）。</p> <p>2. 施工後檢驗</p> <p>(1) 檢驗項目：標線厚度、玻璃珠含量、玻璃珠外觀形狀。</p> <p>(2) 檢驗方法及規範要求：</p> <p>A. 標線厚度：與94/06版相同，未修訂。</p> <p>B. 玻璃珠含量： 檢驗方法：與94/06版相同，未修訂。 規範要求：30%以上。</p> <p>C. 玻璃珠外觀形狀：與94/06版相同，未修訂。</p>	
99/01	<p>1. 施工前材料檢驗</p> <p>(1) 粉料：</p> <p>A. 檢驗項目：第2.1.1 (2) 節、(3) 節。</p> <p>B. 檢驗方法：CNS1333。</p> <p>(2) 玻璃珠：與94/06版相同，未修訂。</p> <p>2. 施工後檢驗</p> <p>(1) 檢驗項目：標線厚度、玻璃珠含量、玻璃珠外觀形狀、標線抗滑係數（BPN）。</p> <p>A. 標線厚度：與94/06版相同，未修訂。</p> <p>B. 玻璃珠含量：與97/01版相同，未修訂。</p> <p>C. 玻璃珠外觀形狀：與94/06版相同，未修訂。</p> <p>D. 標線抗滑係數（BPN）： 檢驗方法：交通部頒布「交通工程手冊」附錄「英式擺錘抗滑試驗儀及試驗步驟」檢驗方式，並應於標線劃設完成2週內檢測完畢。 規範要求：潮溼狀態下，實測值45以上。 檢驗頻率： 1. 一般路段：標線抗滑係數檢驗每2000m²檢驗1組，每組隨機取3處地點檢測取平均值；不足2000m²者，仍應檢驗1組取平均值。 2. 行穿線路口：每路口檢測1組，每組檢測1處地點。 3. 若檢測值未達規範要求時，應立即於現場加倍重測；仍不符規範要求者，剷除重繪。</p>	<p>1. 配合CNS修訂，將原檢驗方法CNS1334（路線漆檢驗法）併入CNS1333（路線漆）。</p> <p>2. 施工後檢驗項目增列：標線抗滑係數。（依據公路總局98年12月23日路養交字第0981007917號函增訂及修訂本局施工說明書（技術規定）第02898章標線防滑能力係數規定。）</p>

常見缺失態樣及探討

近年來，迭有民衆陳情、反映甚至檢舉路面標線品質不良（如：反光性不佳、標線厚度不一、標線太滑…等），造成其個人或家人因此而受傷，甚至提起國家賠償之要求，本局政風室於95年10月「政風督導小組」會議提出「路面工程專案清查執行計畫」，同年12月簽奉局長核定，由本局新工組、養路組、材料試驗所、政風室組成專案清查小組，針對所屬各工程處接近完工或已完工尚未驗收之道路工程辦理專案清查，以積極回應外界對本局工程品質之期待，經辦理標線工程稽核作業，列舉常見缺失如下：

編號

L-01

◆缺失描述：

新繪路面標線遭黏起

◆可能原因：

1. 施工時未佈設交通維持等安全防護設施，致標線未乾固前，遭車輪輾壓黏起。
2. 標線與路面黏結不佳



◆預防與處理：

1. 施工路段應排放交通錐等交通維持設施，俟標線乾固後再行開放通車。
2. 標繪標線之前須將路面徹底處理乾淨，以增加標線與路面之黏結性。

編號

L-02

◆缺失描述：

道路拓寬後，前後路段標示不明，造成用路人之困擾

◆可能原因：

1. 道路拓寬設計時，設計人員各自獨立作業，未顧及前後段路面銜接之相關標誌、標線引導指示。
2. 施工期間監造人員未能依據道路現況適時反映。



◆預防與處理：

1. 設計審查作業時，應將前後銜接路段之交通工程、結構物高程、…等一併納入審視。
2. 監造人員應於施工過程中即時反映，以改善設計時之疏漏，解決用路人之困擾。

編號

L-03

◆缺失描述：

新舊標線共存，易造成用路人之困擾

◆可能原因：

1. 原有標線未能適時配合磨除。



◆預防與處理：

1. 施工前應詳審施工計畫，施工階段亦應隨時檢視並要求改善。

編號
L-04

◆缺失描述：
標線厚度不均勻

◆可能原因：

1. 施工繪製時，標繪機行走速率不一致。
2. 施工不良。



◆預防與處理：

1. 施工時應要求廠商注意施工品質，並隨時修正、調整。
2. 施工前後應注意施作品質。

編號
L-05

◆缺失描述：
標線整潔度不佳

◆可能原因：

1. 施工不良。



◆預防與處理：

1. 施工前後應注意施作品質。

編號
L-06

◆缺失描述：
邊緣外側尚餘留原有路面
邊線（用路人易誤解）

◆可能原因：

1. 施工不良。
2. 完工前未依規定磨除。



◆預防與處理：

1. 施工前後應注意施作。
2. 加強監造施工。



圖3-1-1 吳副總工程司進興（現任總工程司）領隊進行反光強度檢驗

具體作為與成果

鑒於年來道路工程機關與部分標線承包商，對現行路面標線工程制度（規範）之執行與認知意見紛歧，民衆透過機關首長電子信箱檢舉全國道路標線工程疑有業者低價搶標、違法轉包、施作標線厚度不足、材料成分未符合規定、玻璃珠含量不足，及路面標線不反光等情事。道路標線工程施工品質遭致民意代表、媒體、民衆等各界之質疑與關注。本局積極回應作為如下：

成立「標線專案稽核小組」對內部進行稽查

奉交通部指示於98年7月13日進行省道公路標線工程品質稽核作業，檢核現場施作狀況是否符合相關施工規範，並就實務進行未來規範修改之參考。本局標線專案稽核小組於98年8月20日至98年9月30日期間，由召集人吳副總工程司進興與新工組、養路組、材料試驗所、政風室等專案小組成員先行密集開會訂定標線稽核作業計畫，並就稽核方式及稽核項目研訂作業辦法及相關查核表單，在各區工程處同仁努力配合下，使本次專案稽核計畫能在公開、公平、公正之作業方式下進行查核（如圖3-1-1～3）。



圖3-1-2 「標線專案稽核小組」實地檢視標線外觀



圖3-1-3 「標線專案稽核小組」標線鑽心取樣抽驗

- 辦理本局97年度~98年7月底止熱拌標線工程統計。
- 辦理書面稽核、實地標線外觀檢視、鑽心取樣抽驗、進行反光強度查驗（乾、濕狀態儀器檢驗、夜間目視檢驗）。
- 完成「公路總局熱處理聚酯標線工程專案稽核執行計畫」報告書於99年3月5日路養交字第0991001323號函陳報交通部。



圖3-1-4 標線廠商參與座談會報到踴躍

籌辦標線廠商座談會進行外部意見蒐處

監察院98年2月13日（98）院台業貳字第0980701423號函及審計部98年6月12日台審部交字第0984000691號函示交通部查辦。交通部指示各道路工程機關成立專案對內部進行稽查，機關首長請本室勉力協助業管組，辦理標線廠商之外部意見蒐處。



圖3-1-5 交通部國際會議廳座談會舉辦盛況



圖3-1-6 座談會與會貴賓：左起林立委明濤、交通部祁司長文中（現任交通部航政司司長）、公路總局吳副局長瑞龍（主席）、交通大學黃教授台生、中央大學林教授志棟

■ 提昇座談高度

擇訂開會地點（交通部國際會議廳），請交通部為指導機關，提高溝通高度與回應廣度。廣邀與談代表-立法機關：交通委會委員；監察機關：監察院、審計部；工程主管機關：公共工程委員會、重大工程督導會報、路政司；學界：台灣大學、交通大學、中央大學教授；交通部屬道路工程機關：高公局、國工局。座談議題設計，廣泛深入切中核心，產業界及學界高度重視（如圖3-1-4~7）。



圖3-1-7 公路總局養路組交通工程科卓科長明君簡報「標線工程策進作為」

■ 訪查表之擬定與主動深入訪查

針對交查（辦）事項，綜擬有效之訪查表，冀瞭解廠商核心問題與意見。責請本局所屬五個區工程處（政風室），分配訪查全國40家標線廠商（時值莫拉克颱風災害搶修關鍵期間，利用閒暇於10個工作天完成）。政風單位親自訪查廠商負責人（訪查經驗即時分享），再次訪查得更深入。透過立委辦公室進行面訪，多向溝通（立委特別期許本局辦理之座談會）廠商針對本局業管單位回應初稿，於會前、會中迭次建議補充，切入核心。

■ 各界意見彙整與期前溝通

廠商訪查意見，確實彙整、分類與統計相關標線工程之「招標方式」、「預算編列」、「品質控制」及「其他」等題項充分研參。資料彙整採E化作業，會前多次整理並傳至所有邀請與會之立法委員、監察、工程機關（單位）、教授學者及廠商參閱。

■ 誠意的回應備受肯定

立即而正面之回應與展現解決問題之誠意，獲各界肯定，有效結合國內工程會、主管單位（路政司）、各交通工程機關之共識，引起各權責機關正視並謀長遠解決問題之積極性。會中學界代表先於致詞認為政風單位介入業管專業領域之不妥適，惟座談會後正面致意表達讚許「本次座談會政風機構推動成效甚佳，超出預期」。爰於98年11月4日於交通部國際會議廳召開「策進公路標線工程採購與品質座談會」由本局吳副局長瑞龍主持並於會後指示事項：

- 甲、標線工程品質攸關用路人行車安全，政府部門除應依契約規定嚴格把關外，相關業管單位於訂立規範前（或定期）可廣邀產、官、學各界代表充分討論與交換意見。
- 乙、有關施工前後標線工程行政、管理、試驗等節，請各道路工程機關持續加強工程管理、養護監造實務教育，並儘速邀集工程單位及相關單位進行檢討研議，復請廠商秉持工程倫理，及提昇施作技術能力。
- 丙、有關規範修訂等節，除參酌討論建議事項，並應有備妥相關之學理、試驗統計數據佐證資料，並依行政程序報請工程會、交通部等工程主管機關研參。
- 丁、廠商有關促進行政效率、增進工程品質之建言，請工程機關列入標線檢討時研議。

98年下半年「路基路面工程（第二階段含標線工程）專案同步辦理，將標線列入稽核項目。並由稽核意見檢討與建議臚列如下：

■ 規範建議部份

標線施工後取樣方式採隨機選取1處，並於同1處鑽取取樣位置之擇定方式〈例如：原鑽孔位置旁加倍取樣，或於不合格路段隨機擇選2組位置取樣，或原鑽孔位置旁及不合格路段隨機擇選1組位置取樣〉，各工程處作法不一，請業管組釐清。

材試所回應與本局做法：

施工說明書第02898章表02898-1，標線施工後檢驗之頻率規定：不同顏色每2,000m²檢驗1組，每組隨機取3個鑽心試體。依「隨機抽樣」原理，隨機取3個鑽心試體係指在3個不同位置取樣，而非在同1處鑽取3個試體。

■ 規範建議部份其他意見

工地反映，「政府採購法」第72條第3節律訂有減價收受之許可，另本局「一般條款」第J章J.11節規定材料及施工品質之複驗機制，建議本局施工說明書於相關章節明訂（如標線、碎石級配）複驗方式或減價收受機制，以利工程執行（按：本局施工說明書規定，第02385章混凝土坡面工、第02742章瀝青混凝土鋪面、第02966章再生瀝青混凝土鋪面、第03310章結構用混凝土、第03432章後拉法預力混凝土梁、第03433章先拉法預力混凝土梁，訂有材料、施工檢驗不合格減價收受規定；然以「標線」、「碎石級配」等檢驗結果與規定不符為例，或絕對妨礙安全及使用需求，尚非必要將瑕疵材料刨除重繪、移除替換，不但耗費資源不符效益，亦不利工程執行及延宕通車使用時程）。

材試所回應與本局做法：

1. 擬建議依各章之性質或表示結構部位，檢討後分別訂定，若該章規定之工程項目可能影響工程效用或可採用「加強施工改善」或「加封補足」者，不宜採「減價驗收」方式辦理，如第02722章級配粒料基層及02726章級配粒料底層，壓實度不合格時宜要求廠商繼續滾壓改善，厚度不足則應要求加鋪補足。



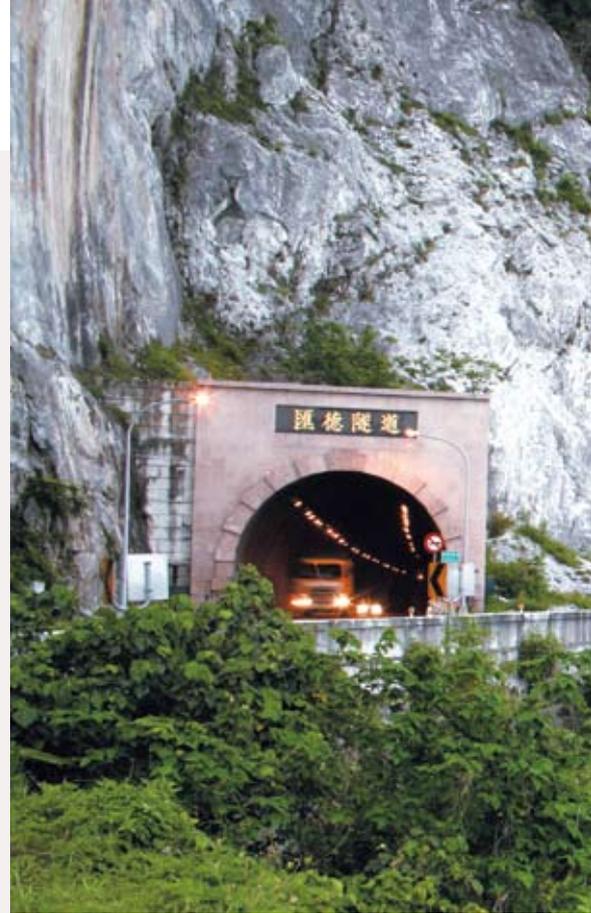
2. 另第02879章標線，分成「施工前材料檢驗」及「施工後檢驗」二部分，均未訂定複驗機制，建議訂定「施工前材料檢驗」不符規定時，應換料重新取樣送驗至合格止，所需費用由承包商負擔；「施工後檢驗」結果有懷疑時，工程司或承包商得要求重試，重試以一次為限，就懷疑點附近加倍取樣重試，取重試檢驗結果之平均值取代原懷疑值。
3. 施工後檢驗結果不合格程度在一定範圍內，在符合政府採購法第72條條件下，採取減價收受應有利於工程執行。

延伸探討

- 座談會可以了解業界實際執行狀況、基層工程人員作業等問題，藉由管理面向之導正，確可增進行政效能，消弭工程執行紛爭。其導引之效應（廠商信賴、業管單位策進、上級機關肯定、媒體主動訪談），殊值思攷。
- 既有路寬規劃自行車道與拓寬路段前後端路口銜接，對於用路人引導（改變使用習慣）相對重要，惟對於該處道路交通標誌、標線工程設計與施作等或有待進一步探討。

- 本局政風室98年11月4日辦理「策進公路標線工程採購與品質座談會」，對現行路面標線工程預算編製、契約、品質監造及施工技術規範之執行與認知意見提出各項改進辦法及建議，臚列如下。
1. 標線工程單價需有統一編列標準，價格應合理，不應依前年度不良競標之結果作為參考單價，導致不合理偏低。
 2. 不同工程處之標線工程因區位環境不同等而有需另訂施工補充條款者，同工程處不同工務段間應整合一致。
 3. 工程驗收應儘速研訂不合格時之減價收受機制。
 4. 現行標線施作應塗底漆劑，惟對該底層劑之品質及用量並未作規定，應研議修訂。
 5. 新、舊標線疊繪時因熱容高熔疊繪，新、舊介面無法分辨，導致檢驗結果爭議，應速研訂適當檢驗方法標準。
 6. 將承包商應依契約數量材料全數進入施工單位指定地點存放再領用，使用後之空料袋應繳回施工單位，原製造廠商出貨料袋需打印相關批序號等納入契約規定。
 7. 目前完工後標線鑽心取樣檢（試）驗僅對厚度、玻璃珠含量及外觀，並未對材料（粉料）納入檢（試）驗項目，建議評估研訂該項檢驗方法訂定之可行性。在此之前建議即研議標線工程單價需統一合理價格。
 8. 標線漆料已有正字標記產品認證，建議研訂廠商使用具正字標記產品之鼓勵辦法，如機關得減免重行檢驗等，以提升公共工程品質。
 9. 國外已訂有標線反光強度檢驗方法及驗收標準，而反光性能應為標線品質成效之重要指標，因此國內公路標線應有必要訂定，建請上級單位（行政院公共工程會）儘速制定本項驗收規範標準，以確保標線品質。

擬以上列諸項相關規範修訂，比對回應臚列如下：





蘇花公路匯德隧道

(1) 項，本局94年10月編訂工料分析表，所屬各工程單位應依該工料分析表編列辦理，至承包商低價搶標，本局為施工品質要求，須嚴格落實督導監工。

(3) 項，依本局施工說明書（技術規定）一般條款S3驗收（4）規定訂有減價收受之機制，本局將研處配合修訂。

(4) 項，行政院公共工程委員會於99年4月27日（星期二）修訂公共工程施工綱要規範「第02898章標線」，已將底層劑（黏層劑）列入於水泥混凝土鋪面之規定，俟完成公告，本局將依據配合修訂。

(5)、(7) 項，俟行政院公共工程委員會將「第02898章標線」施工綱要規範修訂完成公告後，本局將一併配合修訂熱拌塑膠標線材料鋪設最小厚度為2mm，保固期限為1年6個月。

(8) 項，廠商申請正字標記，非屬強制性質，尚難強制規定優先以正字標記作為規格標示，以排除同等品，故本局目前不將正字標記產品納入標線規範。

本局為針對現行施工說明書（技術規定）規定是否足以確保工程品質及各項改進辦法，又施工單位管理層面是否依規定確實督導承包商據以辦理，將後續另邀集所屬各工程單位召開會議共同研議具體檢討改善對策，以持續提升標線工程品質。



教育訓練部分本局業經98年8月12日及9月16日分二期於中部訓練所辦理交通工程專業訓練課程中，講授「熱處理聚酯標線」，教材內容分為五個部分：

- 標線材料組成
- 施工前標線材料檢驗
- 施工後標線檢驗
- 英式擺錘抗滑試驗儀及試驗步驟介紹
- 標線反光強度介紹

綜論規劃設計、施工監造及使用管理等各方面之相關引證及說明

本稽查雖僅對轄養路線路段之標線作施工中之抽核檢視，但相對於新建工程之新路面所作之施工流程是皆相同。週知路面修建完工通車前，所應重視為路線交通設施及交通標誌標線之設置與現地路網銜接去向之指引，足以提供給用路人安全、清楚、正確之必備先決的擇定條件，爰此，路線、路形、路面相關四周設施是交通場、空間時間、人機運轉等等路網、通路，點、站、處巡迴地，通視、暫停、停駐、流量暢運之總體，猶如宇宙磁場互動無限運轉無量，得以井然有序又複次交通動量脈絡波動節點、線、面網體。

施工監造：監工人員常有一錯誤觀念，認為標誌、標線工程，並非主要工項，以致容易忽略確認設計圖之正確性及廠商施工之完整性，往往造成日後之諸多困擾；事實上交通設施絕對關鍵於交通執法取締之強度與肇事率及受傷數之發生或然因果循環。因此，施工監造期間更應隨時或事先請益承辦交工人員、各部門長官、專家、主辦考工及主管，期能務求真正符合依法適用，且完



宜蘭市黎霧橋

全可避免錯置錯用，危害無辜傷害人車之生命財產。

其次，用路人最怕的不是路網複雜，而是標誌標線的不足、不易瞭解、不知方向，及已錯過交流道，不知應從哪裡上下。在陌生環境路況，雖然剛慶幸車行對了方向卻常常因標線之指引、中斷或束制不確定了知，深感手足無措而險象環生。現地標線之不正確猶如舊邊線該磨除未除盡，很容易造成慢車道機車與客車不知遵循發生碰撞一起；同一路口繪出不同之銜接之車道，常在不同路面寬、不同路寬之交通島之配置或因遷就現況忽略不同車道權益之問題所繪之車道線，致肇禍出事之相依狀況豈能倖免。尤其是在新建工程施工區路段範圍內速限標誌與現地車道面之速限標字不同時，及位處在交錯及內含銜接正常路段之速限標誌標字，常是很容易被工程施工單位輕忽而未更正或需暫時掩蓋相關標誌面，因之而衍生國賠案件，則非所願意樂見的。至於標線新舊重疊、施工前之底層劑及厚度不一等相關問題，均已有重新規範規定。

以標線工程相關設置生命週期理論為基礎，發展出由規劃設計、施工監造及使用管理等各方面，主要端在施工監造的注意及全面要求，已如前述一一針對能在契約、規範規定之遵循下，周全完整減少遺漏。並就使用維管不定期接受管線單位之申挖，致路面飽受坑洞不平，危害交安事件甚多；且常見發生在臨時修復路面，尚未即時補繪標線等案例，則相對監造施工之要求極需加強，規範規定作業之落實亦須用心檢視路面許多不良於行之瑕疵及導致車禍事故發生之可能的潛在性，俾能掌控全面確保路面無缺陷、路面平整及健全標線之一致完整，執行交通順暢、行車平安、遵循正確之道路安全。

瀝青混凝土工程

概述

公路總局主管的道路，除少數特殊路段採用水泥混凝土路面（又稱「刚性路面」，簡稱PC路面）外，大部分為瀝青混凝土路面（又稱「柔性路面」，簡稱AC路面），茲將瀝青混凝土路面一般之定義、功能及組成材料介紹如下：

瀝青混凝土（Asphalt Concrete，AC）

係將加熱之粗粒料、細粒料、礦物填縫料（必要時）及地瀝青，按配比設計所定配合比例於拌和廠產製而成，施工時將拌妥之瀝青混凝土，以自動傾卸式貨車載運至施工地點，使用自走式瀝青鋪裝機，依設計圖說所示之線形、坡度、高程及橫斷面等，分一層或數層鋪築於已整理完成之級配粒料底層或經整修後之原有面層上，並滾壓至規定壓實度，國外常稱為「熱拌瀝青混凝土（Hot Mix Asphalt，HMA）」。本局一般依設計功能，分為粗級配瀝青混凝土及密級配瀝青混凝土。相關規定參閱本局施工說明書第02741及02742章。

再生瀝青混凝土

瀝青混凝土路面開放使用後，由於暴露於大氣中，長期受陽光、空氣、濕氣及溫度變化等影響，瀝青材料會逐漸變質硬化或老化而喪失原有性能，使路面失去柔性及強度，甚至龜裂破損，嚴重時需挖除或刨除重鋪。所挖除或刨除之舊瀝青混凝土，可經碎解及篩分成為（「再生瀝青混凝土粒料」，簡稱RAP）、設計添加較低黏度地瀝青或再生劑及部分新粒料、重新加熱拌和均勻恢復原有功能，稱之為「再生瀝青混凝土」，國內泛指「廠拌式再生瀝青混凝土（Central Plant Recycling Hot Mix Asphalt Concrete）」，亦可依使用粒料級配，分為粗級配再生瀝青混凝土及密級配再生瀝青混凝土。相關規定參閱本局施工說明書第02966章。



台88線（高雄縣潮州線）

透層

鋪築瀝青混凝土前在已整理完成之級配粒料底層上灑佈油溶瀝青（MC-70）或乳化瀝青（SS-1或CSS-1），使其滲入若干深度，以黏結粒料、減少毛細水上升、緩和粒料級配層與瀝青混凝土層間材料介面差異，使兩不同材料層間黏結。相關規定參閱本局施工說明書第02745章。

黏層

瀝青混凝土在分層鋪築時間間隔較久，或在舊瀝青混凝土路面加鋪（加封）時撒佈乳化瀝青（RS-1或CRS-1），使兩瀝青混凝土層間產生良好黏結，以增進鋪面結構強度，也防止水侵入層間而造成瀝青剝脫及介面滑動。相關規定參閱本局施工說明書第02747章。

組成材料

- 地瀝青：用以包裹與粘結粒料、防止水分及空氣滲入等作用，國內所用地瀝青幾乎全為提煉石油後之副產品。地瀝青依其軟硬程度分成數個等級，中國國家標準（CNS）分別以針入度分類（CNS 2260）或黏度分類（CNS 15073）表示，本局以往採用黏度分類，至99年1月改版之施工說明書則將兩種分類並列。
- 新粒料：為未使用過之粒料，以2.36mm（No.8）篩為界，分為粗粒料（停留於No.8篩）及細粒料（通過No.8篩），約佔瀝青混凝土質量之95%，用以提供瀝青混凝土之主要體積、承載輪荷重、抵抗變形、產生抗滑表面等作用。粒料之材質、粒形、級配會影響其性能。本局慣用密級配及粗級配兩種，依路面結構設計層次，密級配瀝青混凝土作為直接承受車輛作用之面層，粗級配瀝青混凝土作為底層。
- 礦物填縫料：當粗、細粒料經混合結果缺少通過0.075mm（No.200）篩材料時使用，瀝青混凝土加入礦物填縫料，可提高瀝青之軟化點（勁度）、增進穩定性、減少空隙率，國內拌和廠慣用石粉或回收粉（應注意含泥量）。

- 再生瀝青粒料（RAP）：設計再生瀝青混凝土時使用；運回拌和廠作為再生瀝青粒料之既有瀝青混凝土挖（刨）除料，依本局99年1月版施工說明書第02966章規定，RAP料之瀝青含量應在3.0%以上，回收瀝青針入度在15（0.1mm）以上，並應經打碎分成二至三種級配分堆儲放。

瀝青混凝土工程生命週期

瀝青混凝土工程的生命週期通常可區分為規劃設計、施工、維護管理及重建等階段，簡述如下：

規劃設計階段

分成路面結構設計（瀝青混凝土厚度及種類）及工程發包後之路面材料設計（瀝青混凝土配比設計）。

- 路面結構設計：本局依據交通部91年1月頒「柔性鋪面設計規範」之美國加州設計法辦理。瀝青混凝土厚度受交通量指數（TI）及底層碎石級配料R值影響，當設計瀝青混凝土厚度較大時，常將瀝青混凝土層分為粗級配瀝青混凝土底層及密級配瀝青混凝土面層之二層設計。
- 路面材料設計：採用馬歇爾配比設計法，承包商應委由有能力辦理之政府機關、學術單位或取得TAF該項認證之實驗室辦理。依工程地點選用地瀝青等級，海拔1,000m以上採用黏度分級AC1-10或針入度分級85~100地瀝青，海拔1,000m以下採用黏度分級AC1-20或針入度分級60~70地瀝青；99年1月版施工說明書第02966章規定再生瀝青混凝土適用於工區在海拔1,000m以下之工程。

施工階段

分成新建及拓建工程或修復工程。

- 新建及拓建工程：依傳統之瀝青路面施工程序，俟粒料級配底層整理完成灑佈瀝青透層後辦理，應注意鋪築溫度、速度及厚度，壓路機種類、滾壓溫度、速度及次數，並檢測材料及施工品質，當設計使用再生瀝青混凝土時，為管制RAP添加量，加驗再生瀝青混凝土之瀝青黏度。若設計分層鋪築且時間間隔較久時，應將前一層之表面清理乾淨，均勻灑佈黏層，透層及黏層均應規定檢核灑佈量。

- 修復工程：應依路面損壞原因決定修復方式並設計厚度。為維持原有路面線型、坡度及橫斷面，常用刨除重鋪工法，若無此顧慮時可設計直接於原路面加封瀝青混凝土，其施工程序應與新建工程同。無論係採刨除重鋪或直接加封方式，均應於鋪築瀝青混凝土前先將表面清理乾淨，均勻灑佈黏層並檢核其灑佈量。

管理維護階段

瀝青混凝土路面開放使用後，受到環境造成之瀝青老化及車輛重複碾壓作用，路面會發生損壞，應在適當時間選用正確維修方法延長路面服務壽命，交通部92年頒「公路工程養護手冊」，將柔性路面養護分為緊急養護、一般養護與大型養護三類。

- 緊急養護：當路面損壞程度較嚴重或出現位置可能危及行車安全時，應於檢查或查報後儘速進行養護，可採熱拌混合料填補法或常溫混合料俗稱「常溫瀝青」填補法修復。
- 一般養護：當路段中損壞類型單純或損壞範圍較小時，依路面損害類型，採裂縫填封、表面處理或封層、及部分厚度修補或全厚度修補等修復。
- 大型養護：當路段中損壞類型較為複雜、損壞範圍較大時，考量施工效果、經濟效益與對用路人之衝擊，可採用刨除回鋪或加鋪修復。

重建

當鋪面損壞情況嚴重，無法以加鋪或刨除回鋪方式改善時，應考慮重建鋪面，即將整體鋪面結構（瀝青混凝土層及級配粒料層）挖除，再以新材料置換，必要時評估路基承載力及排水能力。其施工步驟及注意事項與鋪設新路面相同。

規範要求標準與今昔變革

瀝青混凝土工程相關之施工說明書

本局編印使用施工說明書已有相當時日，且歷經多次修訂，其中94年6月版為符合工程會頒「施工綱要規範」架構之規定，曾做大幅度之修訂。茲將86年6月、94年6月、97年1月及99年1月等共4次編印與瀝青混凝土工程相關之章節名稱對照列舉如表3-2-1。

表3-2-1 瀝青混凝土工程各年版之施工說明書對照表

94/06、97/01及99/01版（技術規定）	86/06版第二章 路基與路面工程
第02741章「瀝青混凝土之一般要求」	2.08「瀝青混凝土路面施工說明書」
第02742章「瀝青混凝土鋪面」	
第02745章「瀝青透層」	2.04「瀝青透層施工說明書」
第02747章「瀝青黏層」	2.05「瀝青黏層施工說明書」
第02961章「瀝青混凝土面層刨除」	無
第02966章「再生瀝青混凝土」	無 註：公路局為配合工程會91/06頒佈「各機關辦理瀝青混凝土資源再生利用作業要點」規定，於91/06增訂2.10「再生瀝青混凝土路面」施工說明書，架構參照工程會「施工綱要規範」，92/01再次修正。

施工說明書之相關規定及演進

本節說明瀝青混凝土工程相關施工說明書之演進及相關規定。

- 第02741章「瀝青混凝土之一般要求」：說明瀝青混凝土組成材料、生產等相關規定及要求。（詳如表3-2-2~5）

表3-2-2 再生粒料（第02741章瀝青混凝土之一般要求）

版別	內容	說明
86/06	無	不得使用再生粒料。
94/06	由混凝土構造物拆除之廢棄混凝土與陶瓷類材料，經處理後，符合本規範有關瀝青混凝土粒料之要求者，得作為瀝青混凝土之再生粒料，惟再生粒料使用百分比於設計時訂定之。	規定適用於AC之再生材料種類、品質及比例。
97/01	與98/06版相同，未修訂。	
99/01	與98/06版相同，未修訂。	



表3-2-3 地瀝青（第02741章瀝青混凝土之一般要求）

版別	內容	說明
86/06	採用黏度AC-10或針入度85~100之地瀝青，其品質應符合AASHTO M228表2之規定。	
94/06	採用黏度分級AC-10或AC-20之地瀝青，其品質應符合ASTM D3381表1之規定。	地瀝青改用黏度分級；本局88.11.10（88）路新施字第8841871號函：採用黏度級AC-10之地瀝青，其品質應符合ASTM D3381表1之規定。
97/01	採用黏度分級AC1-10或AC1-20之地瀝青，其品質應符合CNS 15073之規定。	1.95.5.11路新設字第0951002869A號函規定：本局新設計鋪面工程除海拔1000m以上使用地瀝青仍採AC-10，海拔1000m以下均改採AC-20。 2.標準檢驗局制訂地瀝青黏度分類標準。
99/01	採用黏度分級AC1-10或AC1-20，品質應符合CNS15073之規定；或採用針入度分及60~70或85~100地瀝青，其品質應符合CNS2260之規定。	中油自99年1月起，將地瀝青改以針入度分級，本局配合修正。

表3-2-4 辦理配比設計單位（第02741章瀝青混凝土之一般要求）

版別	內容	說明
86/06	應由承包商辦理配合比試驗。	規定配比設計由承包商自辦。
94/06	承包商應委請有能力辦理所用瀝青混凝土配合設計之政府機關、學術單位、CNLA認可實驗室或拌和廠辦理。	增列辦理配比之單位及資格，拌和廠自辦須經CNLA認可。
97/01	承包商應委請有能力辦理該設計之政府機關、學術單位或取得TAF該項認證之實驗室辦理。	1.取消「拌和廠」自辦之規定。 2.配合試驗室認證單位更名，CNLA改為TAF。
99/01	與97/01版相同，未修訂。	

表3-2-5 瀝青混凝土規格表（第02741章瀝青混凝土之一般要求）：包括粗、密級配AC之混合料級配規格、馬歇爾配合設計基準及瀝青用量限制區間等。

版別	內容	說明
86/06	無。	相關規定列於本局80年12月編印之「道路工程標準圖」，圖號：路-506，混合料種類：粗級配C1~C3，密級配D1~D4。
94/06	表02741-2~4。 表02741-2：粗級配瀝青混凝土規格表。 表02741-3：密級配瀝青混凝土規格表。 表02741-4：粒料間空隙率（VMA）規定值。	依據交通部93年4月頒「公路工程施工規範」修訂AC粒料級配與瀝青含量表。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

■ 第02742章「瀝青混凝土鋪面」：說明瀝青混凝土鋪面之施工及檢驗等相關規定。（詳如表3-2-6~9）

表3-2-6 承包商品質管制（第02742章瀝青混凝土鋪面）

版別	內容	說明
86/06	承包商品質管制： 16.1瀝青拌和廠 16.2試驗室 16.3拌和廠品質管制 16.4工地品質管制 16.5品管計畫	規定承包商自主品管應辦理事項。
94/06	無	列入「工程施工品質管理作業要點」，不另規定。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-2-7 檢驗（瀝青含量和粒料級配—第02742章瀝青混凝土鋪面）

版別	內容	說明
86/06	1.依AASHTO T168抽樣檢驗。 2.依據AASHTO T164及AASHTO T30檢驗。	
94/06	1.依CNS 12388抽樣檢驗。 2.依據AASHTO T164或ASTM D6307及AASHTO T30檢驗。	1.抽樣法由AASHTO T168改為CNS 12388 2.增列ASTM D6307（以燃燒法求瀝青含量試驗）。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-2-8 檢驗（壓實度—第02742章瀝青混凝土鋪面）

版別	內容	說明
86/06	<p>1.依AASHTO T230辦理。</p> <p>2.壓實度之標準值以工地同批材料取樣做馬歇爾試體（兩面各夯打75下）之密度為準，或以工地同批材料取樣求得理論最大密度為準。採用何種檢驗方法由工程司決定。每批檢驗5點壓實度之平均值應符合下列標準之一：</p> <p>1.馬歇爾試體法：$\bar{X} \geq 95\% + 0.295R$</p> <p>2.理論最大密度法：依CNS 8758直接求得或以該批材料瀝青含量及配比設計資料用公式計算求得</p> <p>$\bar{X} \geq 92\% + 0.295R$</p> <p>式中：</p> <p>\bar{X} = 該批樣品壓實度平均值（%）</p> <p>R = 全距，為該批壓實度最大值與最小值之相差值（%）</p>	<p>1.合格標準僅列下限規格。</p> <p>2.壓實度之標準值可採用馬歇爾試體法或理論最大密度法。</p> <p>3.理論最大密度法之標準值可直接試驗求得或以公式計算：</p> $Dmm = \frac{100}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \times Dw$
94/06	<p>1.依CNS 12390辦理。</p> <p>2.每批檢驗5點壓實度之平均值應符合以下二種方法之一之要求，採用何種檢驗方法由工程司決定，但宜優先採用理論最大密度法：</p> <p>(1) 理論最大密度法：依CNS 8758直接求得或以該批材料瀝青含量及配比設計資料用公式計算求得</p> <p>$\bar{X} \geq 91\% + 0.295R$，且 $\bar{X} \leq 97\% - 0.295R$</p> <p>(2) 馬歇爾試體法：以工地同批材料取樣依CNS12395製作馬歇爾試體（夯實溫度：AC-10為140±2℃，AC-20為145±2℃，兩面各夯打75下）</p> <p>$\bar{X} \geq 94\% + 0.295R$，且 $\bar{X} \leq 100\% - 0.295R$</p> <p>式中：</p> <p>\bar{X} = 該批樣品壓實度平均值（%）</p> <p>R = 全距，為該批壓實度最大值與最小值之相差值（%）</p>	<p>1.改依CNS試驗法。</p> <p>2.合格標準改為上、下限規格。</p> <p>3.壓實度之標準值仍並列二種方法。</p> <p>4.增列夯製試體溫度規定。</p>



台84線走馬瀨隧道前



台19甲線麻善大橋

<p>97/01</p>	<p>1.與94/06版相同，未修訂。</p> <p>2.每批檢驗5點壓實度之平均值應符合以下方法之要求：</p> <p>馬歇爾試體法：以工地同批材料取樣依CNS12395 製作馬歇爾試體（夯實溫度：AC-10為$140 \pm 2^{\circ}\text{C}$，AC-20為$145 \pm 2^{\circ}\text{C}$，但宜優先採用廠商所提送之瀝青混凝土配合設計報告書之瀝青黏度-溫度關係圖及建議夯製試體溫度；兩面各夯打75下）</p> <p>$\bar{X} \geq 94\% + 0.295R$，且 $\bar{X} \leq 100\% - 0.295R$</p> <p>式中：</p> <p>\bar{X} = 該批樣品壓實度平均值（%）</p> <p>R = 全距，為該批壓實度最大值與最小值之相差值（%）</p>	<p>1.刪除「理論最大密度法」。</p> <p>2.夯實溫度加入：但宜優先採用廠商所提送之瀝青混凝土配合設計報告書之瀝青黏度-溫度關係圖及建議夯製試體溫度。</p>
<p>99/01</p>	<p>1.與94/06版相同，未修訂。</p> <p>2.每批檢驗5點壓實度之平均值應符合以下方法之要求：</p> <p>馬歇爾試體法：以工地同批材料取樣依CNS12395製作馬歇爾試體（夯實溫度：AC1-10或針入度85~100級為$140 \pm 2^{\circ}\text{C}$，AC1-20或針入度60~70級為$145 \pm 2^{\circ}\text{C}$，但宜優先採用廠商所提送之瀝青混凝土配合設計報告書之瀝青黏度-溫度關係圖及建議夯製試體溫度；兩面各夯打75下）</p> <p>$\bar{X} \geq 94\% + 0.295R$，且 $\bar{X} \leq 100\% - 0.295R$</p> <p>式中：</p> <p>\bar{X} = 該批樣品壓實度平均值（%）</p> <p>R = 全距，為該批壓實度最大值與最小值之相差值（%）</p>	<p>加入「針入度分級」之夯實溫度規定。</p>

表3-2-9 檢驗（平整度-第02742章瀝青混凝土鋪面）

版別	內容	說明
86/06	<p>平坦度標準差均不得大於4mm，超過規定之部份，依下列方式辦理：</p> <p>(1) 最後次一層超過者，應由承包商改善至合格為止才准予繼續鋪設最後一層。</p> <p>(2) 最後一層超過者，該檢驗單位所代表之地段，其最後一層所鋪設者一律剷除，但最少5cm厚度，並重鋪。</p> <p>若有下列情況之一者，得免辦平坦度檢驗：</p> <p>(a) 不能封閉交通之雙車道或單車道工程。</p> <p>(b) 不包括底層或原有路面整理之路面加封工程。</p> <p>(c) 豎曲線及平曲線範圍內不適合作平坦度檢驗之路段。</p>	<p>以200m為一檢驗單位。</p>
94/06	<p>一般公路平整度標準差合格上限為2.8mm，快速公路平整度標準差合格上限為2.4mm，超過規定之部份依3.4.3規定辦理。</p> <p>若有下列(1)至(4)任一情況之路段，得免辦平整度檢驗；若有下列(5)情況處之檢驗結果，不列入計算平整度標準差。</p> <p>(1) 不能封閉交通供鋪築施工。</p> <p>(2) 無瀝青混凝土底層或原有路面未整理之路面加封路段（橋面混凝土除外）。</p> <p>(3) 設計行車速率小於40km/hr之路段。</p> <p>(4) 其他經工程司核可為不適合作平整度檢驗之路段。</p> <p>(5) 路面人孔蓋、橋面伸縮縫及新舊路面接縫。</p>	<p>1.依「快速公路」及「一般公路」設計速率不同，分別訂定平整度標準。</p> <p>2.引入「調整型付款方式」，採用三段式規格，當檢驗結果在高標規格以上時100%付款；當檢驗結果小於低標規格時應改善處理；檢驗結果在高低標間時，給予減價收受。</p>
97/01	<p>一般公路平整度標準差合格上限為2.8mm，快速公路平整度標準差合格上限為2.4mm，超過規定之部份依3.4.3規定辦理。</p> <p>若有下列(1)至(3)任一情況之路段，得免辦平整度檢驗；若有下列(4)情況處之檢驗結果，不列入計算平整度標準差。</p> <p>(1) 無瀝青混凝土底層或原有路面未整理之路面加封路段（橋面混凝土除外）。</p> <p>(2) 設計行車速率小於40km/hr之路段。</p> <p>(3) 其他經工程司核可為不適合作平整度檢驗之路段。</p> <p>(4) 路面人孔蓋、橋面伸縮縫及新舊路面接縫。</p>	<p>1.免辦平整度檢驗之情況由4個減為3個，刪除「不能封閉交通供鋪築施工」之情況。</p> <p>2.餘未修訂。</p>
99/01	<p>與97/01版相同，未修訂。</p>	

■ 第02745章「瀝青透層」：說明鋪面工程之瀝青透層材料、設備、施工及檢驗等相關規定。（詳如表3-2-10～13）

表3-2-10 材料（第02745章瀝青透層）

版別	內容	說明
86/06	所用瀝青材料除另有規定外，係中凝油溶瀝青MC-70，其品質應符合AASHTO M82之規定，使用溫度為50°C～60°C。	僅可使用油溶瀝青。
94/06	1.油溶瀝青 (1) 除設計圖說另有規定外，中凝油溶瀝青材料應符合AASHTO M82之MC-70規定。 (2) 中凝油溶瀝青透層材料之使用溫度為50°C～60°C。 2.乳化瀝青 (1) 除設計圖說另有規定外，乳化瀝青材料SS-1或CSS-1應符合CNS1304 K5016之規定。 (2) 乳化瀝青透層材料之使用溫度為24°C～55°C。	增列可選用乳化瀝青材料SS-1或CSS-1。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-2-11 施工環境（第02745章瀝青透層）

版別	內容	說明
86/06	瀝青透層之澆鋪，須在天晴風和之日（室外陰蔽處氣溫在16°C以上），底層乾燥或略有潮濕時行之。	規定可施工條件。
94/06	雨天或氣溫低於10°C時不得施工。	規定不得施工條件。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	



表3-2-12 瀝青材料用量（第02745章瀝青透層）

版別	內容	說明
86/06	未規定。	
94/06	1. MC-70使用量為0.9~1.4L/m ² 。 2.以水稀釋後之乳化瀝青使用量為0.3~0.9 L/m ² （稀釋比例為1：1）。 3.以適當大小之牛皮紙秤重後鋪於撒佈前地面，併同地面一同撒佈瀝青，再取出秤重，以推算或控制每平方公尺之撒佈量。或由檢核撒佈總瀝青量及撒佈面積，以推算或控制每平方公尺之撒佈量。	1.增訂瀝青材料用量限制。 2.規定瀝青灑佈時應檢核灑佈量。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-2-13 檢驗（第02745章瀝青透層）

版別	內容	說明
86/06	未規定。	
94/06	中凝油溶瀝青（MC-70）：依據AASHTO M82檢驗材料品質。 乳化瀝青：依據CNS 1304檢驗材料品質。 頻率： （1）數量未達20t時應檢送出廠及試驗合格證明文件，可免送驗。 （2）數量超過20t時，每件工程至少檢驗一次。	規定檢驗方法及頻率。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

■ 第02747章「瀝青黏層」：說明鋪面工程之瀝青黏層材料、設備、施工及檢驗等相關規定。（詳如表3-2-14~17）

表3-2-14：材料（第02747章瀝青黏層）

版別	內容	說明
86/06	除另有規定外，採用陽離子乳化瀝青CRS-1或乳化瀝青RS-1或SS-1，其品質應符合CNS 1304之規定，使用溫度為25°C~55°C。	
94/06	（1）除設計圖說另有規定外，乳化瀝青RS-1或CRS-1應符合CNS 1304之規定。 （2）乳化瀝青黏層材料RS-1或CRS-1之使用溫度為25°C~55°C。	刪除乳化瀝青SS-1。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-2-15 施工環境 (第02747章瀝青黏層)

版別	內容	說明
86/06	瀝青黏層之噴洒，須在天晴風和之日，（室外蔭蔽處氣溫在16°C以上），原有路面充分乾燥時，於日間行之。	訂可施工之條件。
94/06	雨天、地面潮濕或氣溫低於10°C時不得施工。	改為不得施工條件。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-2-16 瀝青材料用量 (第02747章瀝青黏層)

版別	內容	說明
86/06	未規定。	
94/06	1.使用量為0.11~0.35L/m ² 。 2.以適當大小之牛皮紙或適當材料秤重後鋪於撒佈前地面，併同地面一同撒佈瀝青，再取出秤重，以推算或控制每平方公尺之撒佈量。或由檢核撒佈總瀝青量及撒佈面積，以推算每平方公尺之撒佈量。	1.規定瀝青材料用量限制。 2.規定瀝青灑佈時應檢核灑佈量。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-2-17 檢驗 (第02747章瀝青黏層)

版別	內容	說明
86/06	未規定。	
94/06	1.乳化瀝青：依據CNS 1304檢驗材料品質。 2.頻率： (1) 數量未達20t時應檢送出廠及試驗合格證明文件，可免送驗。 (2) 數量超過20t時，每件工程至少檢驗一次。	規定檢驗方法及頻率。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

■ 第02961章瀝青混凝土面層刨除：說明瀝青混凝土面層刨除之設備及施工等相關規定。（詳如表3-2-18）

表3-2-18 第02961章 瀝青混凝土面層刨除

版別	內容	說明
86/06	未訂本章。	
94/06	訂第02961章說明瀝青混凝土面層刨除之設備、施工等相關規定。	配合第02966章「再生瀝青混凝土」訂定。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

■ 第02966章「再生瀝青混凝土」：說明再生瀝青混凝土材料、設備、施工及檢驗等相關規定。（詳如表3-2-19~21）

表3-2-19 資料送審（第02966章再生瀝青混凝土）

版別	內容	說明
86/06	未訂本章。	
91/06	<p>1.5.1品質管制計畫書</p> <p>1.5.2承包商應於施工前依照行政院頒「各機關辦理瀝青混凝土再生利用作業要點」之規定提報瀝青混凝土挖（刨）除料實施計畫書，並經工程司核可後始得施工。</p> <p>1.5.3承包商應於施工前依照行政院頒「各機關辦理瀝青混凝土再生利用作業要點」之規定提報再生瀝青混凝土廠之行政院公共工程委員會審查認可之證明文件，並經工程司認可後始得施工。</p> <p>1.5.4再生瀝青混凝土配合設計報告書</p> <p>1.5.5承包商於辦理請領工程款時，應檢附瀝青混凝土挖（刨）除料流向證明文件，未檢附該文件時本局辦理估驗但暫不付款，俟該文件補齊後，再予付款。</p>	<p>1.配合行政院工程會91年頒「各機關辦理瀝青混凝土再生利用作業要點」訂訂本章。</p> <p>2.92年01月修訂1.5.5節為：承包商於辦理請領工程款時，應檢附瀝青混凝土挖（刨）除料流向證明文件，否則「瀝青混凝土挖（刨）除」及「挖（刨）除料再生處理費」等項目不予計價，俟該文件補齊後再予付款。</p>
94/06	<p>1.5.1品質計畫</p> <p>1.5.2施工計畫</p> <p>1.5.3廠商資料</p> <p>(1) 瀝青混凝土挖（刨）除料實施計畫：承包商應於施工前依照公路總局「瀝青混凝土再生利用作業要點」之規定提報瀝青混凝土挖（刨）除料實施計畫，並經工程司核可後始得施工。</p> <p>(2) 再生瀝青混凝土廠之審查認可證明文件：承包商應於施工前依照規定提報有效期限內之主管機關「再生瀝青混凝土廠之審查認可證明文件」，並經工程司認可後始得施工。</p> <p>(3) 再生瀝青混凝土配比設計報告書。</p> <p>(4) 地瀝青與瀝青再生劑等品質證明文件。</p> <p>(5) 瀝青混凝土挖（刨）除料流向證明文件。</p> <p>(6) 防剝劑文件：瀝青混凝土中如需摻加防剝劑時，承包商應先將防剝劑之樣品、製造廠商之技術文件送請工程司認可後方可使用。</p>	<p>1.「1.5.1品質管制計畫書」改為「1.5.1品質計畫」。</p> <p>2.增列「1.5.2施工計畫」。</p> <p>3.將原列於1.5.2~1.5.5之相關規定改為「1.5.3廠商資料」。</p> <p>4.原依據行政院頒「各機關辦理瀝青混凝土再生利用作業要點」改為公路總局「瀝青混凝土再生利用作業要點」。</p> <p>5.增列需使摻加防剝劑時，應提送防剝劑樣品及技術文件供審查。</p>
97/01	<p>1.5.1與94/06版相同，未修訂。</p> <p>1.5.2與94/06版相同，未修訂。</p> <p>1.5.3廠商資料</p> <p>(1) 與94/06版相同，未修訂。</p> <p>(2) 再生瀝青混凝土廠證明文件：承包商應依內政部營建署頒佈「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」辦理，並向環保署申請管制編號，並提供相關證明文件經工程司認可後始得施工。</p>	<p>1.配合「瀝青混凝土再生利用」業務主管機關由工程會移轉至內政部營建署後之規定修正1.5.3(2)條文。</p> <p>2.1.5.3(1)、(3)、(4)、(5)及(6)未修訂。</p>
99/01	與97/01版相同，未修訂。	

表3-2-20 材料 (第02966章再生瀝青混凝土)

版別	內容	說明
91/06	<p>2.1.1地瀝青：依0208「瀝青混凝土路面施工說明書」之規定。承包商應檢附品質證明文件。</p> <p>2.1.2再生劑：瀝青再生劑 (recycling agent) 應符合 ASTM D4552或 ASTM D5505之規定。承包商應檢附品質證明文件。</p> <p>2.1.3粒料</p> <p>(1) 再生粒料</p> <p>A.運回拌和廠作為再生粒料之既有瀝青混凝土挖 (刨) 除料，其材質須符合下列條件：</p> <p>a.瀝青含量 (對混合料重量比)：用於底層者3.0%以上，用於面層者3.8%以上。</p> <p>b.針入度 (25°C、5 Sec、100g)：20以上。</p> <p>2.1.6再生瀝青混凝土之組成：承包商應辦理再生瀝青混凝土配比設計試驗，於再生瀝青混凝土施工15天前提出配比公式，經工程司核可後方得施工。配比設計試驗應依以下規定辦理：</p> <p>(1) 再生瀝青混凝土配比設計試驗應由本局認可之單位辦理。</p> <p>(2) 配比設計依AI MS-20及MS-2之馬歇爾法辦理。</p> <p>(3) 配比設計報告書及結果除應符合2.08「瀝青混凝土路面施工說明書」之規定外，並增加以下規定：</p> <p>A.再生粒料使用量不得超過40% (對再生瀝青混凝土重量比)。</p> <p>B.辦理挖 (刨) 除料之瀝青含量試驗及回收瀝青針入度試驗，其試驗結果應符合第2.1.3 (1) A節之規定。</p> <p>C.辦理再生瀝青混凝土之回收瀝青黏度試驗，測定溫度為60°C，以下稱該黏度為「配比設計黏度」。</p>	
94/06	<p>2.1.1地瀝青：除設計圖說另有規定或工程司指示外，依配比設計黏度需求採用黏度分級AC-2.5、AC-5或AC-10之地瀝青，其品質應符合ASTM D3381之表1規定。</p> <p>2.1.2再生劑：與91/06版相同，未修訂。</p> <p>2.1.3粒料</p> <p>(1) 再生瀝青粒料 (RAP)：運回拌和廠作為再生瀝青粒料之既有瀝青混凝土挖 (刨) 除料，應符合下列條件：</p> <p>A.瀝青含量 (%)：與91/06版相同，未修訂。</p> <p>B.針入度 (25°C、5 Sec、100g)：與91/06版相同，未修訂。</p> <p>2.1.4再生瀝青混凝土之組成</p> <p>(1) 再生瀝青混凝土配比設計試驗應由承包商交由工程司認可之單位辦理。</p> <p>(2) 與91/06版相同，未修訂。</p> <p>(3) 配比設計報告書除應符合相關章節規定外，並增加以下規定：</p> <p>A.與91/06版相同，未修訂。</p> <p>B.與91/06版相同，未修訂。</p> <p>C.辦理再生瀝青混凝土之回收瀝青黏度試驗，測定溫度為60°C，以下稱該黏度為「配比設計黏度」。</p>	<p>1.規定可採用地瀝青之等級。</p> <p>2.將「再生粒料」改為「再生瀝青粒料 (RAP)」。</p> <p>3.配比設計改為應由工程司認可之單位辦理。</p>

版別	內容	說明
97/01	<p>2.1.1地瀝青：除設計圖說另有規定或工程司指示外，依配比設計黏度需求採用黏度分級AC1-2.5、AC1-5、AC1-10或AC1-20之地瀝青，其品質應符合CNS 15073規定。</p> <p>2.1.2再生劑：與91/06版相同，未修訂。</p> <p>2.1.3粒料：與94/06版相同，未修訂。</p> <p>2.1.4再生瀝青混凝土之組成</p> <p>(1) 再生瀝青混凝土配比設計，承包商應委請有能力辦理該設計之政府機關、學術單位或取得TAF該項認證之實驗室辦理。</p> <p>(2) 與91/06版相同，未修訂。</p> <p>(3) 配比設計報告書除應符合相關章節規定外，並增加以下規定：</p> <p>A.與91/06版相同，未修訂。</p> <p>B.與91/06版相同，未修訂。</p> <p>C.辦理再生瀝青混凝土配比設計後之回收瀝青黏度試驗，測定溫度為60°C，工程地點在海拔1,000m以上者，回收瀝青黏度應在2,500poises ± 20%以內；海拔1,000m以下者，應在5,000 poises ± 20%以內。</p>	<p>1.採用經濟部標準局制訂CNS 15073瀝青黏度分級規範。</p> <p>2.增加可採用AC1-20。</p> <p>3.規定辦理配比設計之單位。</p> <p>4.辦理配比設計時，以對比後之「回收瀝青黏度」，取代94/06版之「配比設計黏度」。</p>
99/01	<p>2.1.1地瀝青：依配比設計黏度需求，採用黏度分級AC1-2.5、AC1-5、AC1-10或AC1-20之地瀝青，其品質應符合CNS 15073規定；或採用針入度分及200~300、120~150、85~100或60~70之地瀝青，其品質應符合CNS 2260之規定。</p> <p>2.1.2再生劑：與91/06版相同，未修訂。</p> <p>2.1.3粒料</p> <p>(1) 再生瀝青粒料（RAP）：運回拌和廠作為再生瀝青粒料之既有瀝青混凝土挖（刨）除料，應符合下列條件：</p> <p>A.瀝青含量（%）：3.0%以上（對刨除混和料重量比）。</p> <p>B.針入度（25°C、5 Sec、100g）：15以上。</p> <p>2.1.4再生瀝青混凝土之組成</p> <p>(1) 與91/06版相同，未修訂。</p> <p>(2) 與91/06版相同，未修訂。</p> <p>(3) 配比設計報告書除應符合相關章節規定外，並增加以下規定：</p> <p>A.與91/06版相同，未修訂。</p> <p>B.與91/06版相同，未修訂。</p> <p>C.辦理再生瀝青混凝土配比設計試驗之瀝青目標絕對黏度，測定溫度為60°C，應在2,000 poises ± 20%以內。</p>	<p>1.刪除「除設計圖說另有規定或工程司指示外」之詞句。</p> <p>2.加入可採用針入度分級規範。</p> <p>3.公路總局98.11.5路養管字第0981007126號函，修正RAP之瀝青含量及回收瀝青針入度標準。</p> <p>4.辦理配比設計時，以「目標絕對黏度」取代97/01版之「回收瀝青黏度」。</p>

表3-2-21 檢驗（回收瀝青黏度—第02966章再生瀝青混凝土）

版別	內容	說明
91/06	<p>頻率：每個工程至少作一次，但工程總量超過2,000公噸時，每2,000公噸一次，餘數未超過1,000公噸時得併入前一次檢驗，餘數超過1,000公噸時應辦一次檢驗。</p> <p>規範要求： 回收瀝青黏度與配比設計黏度之偏差值不得超過工程司核定配比報告書之配比設計黏度之35%。</p>	<p>92年01月修訂規範要求為：檢驗結果與配比設計黏度之偏差值不得超過工程司核定配比報告書之配比設計黏度之35%，超過時，保固期限增加一年。</p>
94/06	92/01版相同，未修訂。	
97/01	<p>頻率：與91/06版相同，未修訂。</p> <p>規範要求： 檢驗結果偏差值：海拔1,000m以上者不得超過2,500poises ± 35%，低於海拔1,000m者不得超過5,000poises ± 35%。偏差超出±35%，但在±70%以內：減價收受，每超出1%減價該檢驗代表數量之發包總價1%，以上之百分比均計算至個位數，以下採4捨5入。偏差值超出±70%時，承包商應剷除重鋪，剷除重鋪之一切費用，由承包商負擔。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.以海拔1,000m為界，分別訂定規範要求。 2.加入「減價驗收」規定（三段式規格）。
99/01	<p>頻率：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.每工程至少一次。 2.總量超過15,000m²為一批檢驗一次，分批餘數未達7,500m²得併入前一批檢驗，超過7,500m²時單獨為一批。 3.採鋪設完成後現場鑽心取樣，取15cm直徑鑽心試體。以分層隨機抽樣，每批抽5點，混合後辦理回收瀝青黏度試驗。 <p>規範要求： 檢驗結果偏差值：低於海拔1,000m者不得超過8,000poises + 35%。偏差超出+35%，但在+70%以內者：減價收受，每超出1%該批檢驗代表數量減價1%。偏差值超出+70%時，承包商應剷除重鋪，剷除重鋪之一切費用，由承包商負擔。以上之百分比均計算至個位數，以下採4捨5入。</p> <p>複驗（重試）：</p> <p>3.2.3檢驗結果有懷疑時，工程司或承包商得要求複驗。複驗以一次為限，就懷疑批之原取樣點半徑1m範圍內鑽取2件鑽心試體，以隨機方法組合各點鑽心試體為2件樣品（每件樣品應包含5鑽心位置試體，混合後辦理黏度試驗）分別檢測回收瀝青黏度，以其平均值作為複驗結果。並以複驗結果取代原懷疑值計算。檢驗所需費用由要求複驗單位負擔。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.檢驗批量以面積取代重量規定，於鋪設完成後現場鑽心取樣。 2.合格標準提高至8000 poises + 35%，採單邊規格。 3.將原引用相關章之複驗（重試）規定列入本章，並詳述取樣範圍及方式。



澎湖跨海大橋

稽核常見缺失態樣及探討

編號

AC-01

◆缺失描述：

新鋪設完成路面局部產生推擠

◆可能原因：

1. 不穩定之瀝青混凝土層。
2. 路基或級配基、底層軟弱，受到車輪側向剪力推擠造成。



◆預防與處理：

1. 鋪設前先辦理原路面損壞調查及承載力評估。
2. 損壞區域挖除，評估損壞原因後修補。

編號

AC-02

◆缺失描述：

輪跡處產生帶狀凹陷且新鋪AC龜裂

◆可能原因：

1. 下層材料強度不足或損壞未修復。
2. AC設計厚度不足。
3. 鋪築時未啟動震動裝置或滾壓不確實，空隙率偏高。

◆預防與處理：

1. 鋪設前先辦理原路面損壞調查及承載力評估。
2. 損壞區域挖除，評估損壞原因並修補。
3. 控制溫度、鋪築及滾壓作業。



編號

AC-03

◆缺失描述：

新鋪路面產生車轍情形

◆可能原因：

1. 下層承載力不足。
2. 滾壓不確實，空隙率偏高。
3. 交通量問題（超載？）。

◆預防與處理：

1. 鋪設前先辦理原路面損壞調查及承載力評估。
2. 損壞區域挖除，評估損壞原因並修補。
3. 控制AC溫度及滾壓作業。



編號

AC-04

◆缺失描述：

缺失描述：粒料分離

◆可能原因：

1. 級配設計不良，粗料偏多。
2. 拌和不均勻或卸料不當。
3. 鋪裝機作業不當。

◆預防與處理：

1. 確實審查配比。
2. 卸料順序應正確。
3. 卡車運料要連續，鋪裝機料斗不要空轉。



編號

AC-05

◆缺失描述：

縱向接縫不良（接縫處下凹、不平順）

◆可能原因：

- 1.接縫施作不當。
- 2.沿接縫鋪築之混和料壓實不足。



◆預防與處理：

- 1.充分壓實第一車道的邊緣。
- 2.鋪築第二車道時，使兩車道有部分重疊。
- 3.滾壓時，應將壓路機延伸至第一車道已壓實路面約15cm。已壓實路面約15cm。

編號

AC-06

◆缺失描述：

修補面發生下陷現象

◆可能原因：

- 1.鋪料厚度不足。
- 2.鋪料時未預留夯壓壓密厚度。
- 3.夯實不足，通車後再壓密。
- 4.厚度較大時，未分層夯實。



◆預防與處理：

1. 鋪料時使其高出鄰近路面約2~3cm。
- 2.小面積用小型震動夯實機（俗稱「蹦蹦跳」）確實夯實，寬度夠時宜採用壓路機。

編號

AC-07

◆缺失描述：

新舊路面相交之施工接縫不平順

◆可能原因：

- 1.交接處未用切割機切成垂直面，界面鋪料控制不易。
- 2.新鋪面高程或AC厚度高出相鄰面。



◆預防與處理：

- 1.鋪設前用切割機切面。
- 2.確實控制高程（厚度）。

編號
AC-08

◆缺失描述：
路面雨後局部積水

◆可能原因：

1. 橫向坡度不足。
2. 路面排水設計不當。
3. 路側構造物高於路面。
4. 排水設施或洩水孔堵塞。

◆預防與處理：

1. 鋪設前先辦理原路面損壞調查及承載力評估。
2. 損壞區域挖除，評估損壞原因並修補。
3. 控制溫度、鋪築及滾壓作業。



編號
AC-09

◆缺失描述：
路面完成後人、手孔凸出路面

◆可能原因：

1. 非路平專案工程，人手孔未先下地後再提昇。
2. 管線單位無法配合施工。
3. AC鋪設厚度不足。

◆預防與處理：

1. 請管線單位配合施作調降。
2. 確實控制AC厚度。



編號
AC-10

◆缺失描述：
構造物及電桿周圍AC夯實不足

◆可能原因：

1. 壓路機不能到達，未用夯實機充分夯實。
2. 夯實時混合料溫度不足。

◆預防與處理：

1. 用小型震動夯實機充分夯實。
2. 監測瀝青混合料鋪築及夯實溫度。
3. 構造物附近鋪裝機無法靠近鋪料，人工鋪設應留意混合料溫度及均勻性。



具體作為與成果

本局自95年12月執行「路面工程專案清查執行計畫」以來，迄今已近四年，茲將辦理過程中專案稽核小組發現、監造單位（含工程處）及承包商反應，有關瀝青混凝土（含再生AC）之相關意見或問題，擇其較重要者併同本局策進作為臚列如下：

- 現行規定（及現有檢驗方法）中無法認定現場已舖壓之再生瀝青混凝土其再生粒料添加之比例（40%的添加上限形同虛設）。

策進作為

就目前國內、外學術研究，尚無相關檢驗作法能明確鑑別，故仍請依現行作法辦理。必要時請各工程處隨時派員抽查瀝青拌合廠。

- 設計圖面所指定再生瀝青混凝土黏結料地瀝青規格與規定未盡相符，無形中限制適用區域、回收料用量及瀝青黏度。（例如：海拔1000m以下地瀝青採AC-20，形同限制RAP用量（%）及其容許黏度，可能無法達到規範5000poises ± 35%要求。

策進作為

- (1) 請新工組研處有關工程處於發包前檢視RAP料老化程度、針入度、瀝青含量，及回收瀝青黏度等數據，列入招標文件資料之可行性。
- (2) 海拔1,000m以下地瀝青採用AC-20之規定係用於設計全新瀝青混凝土，再生瀝青混凝土應依據選用RAP料回收黏度及用量，於配比設計時選用適當等級。

- 本局「施工說明書」第02966章第2.1.3（2）規定，運回拌和廠作為再生瀝青粒料之既有瀝青混凝土挖（刨）除料，瀝青含量用於底層者3.0%以上，用於面層者3.8%以上（對刨除混合料重量比），針入度（25°C、5 Sec、100g）：20以上。瀝青混凝土再生利用已推動多年，路面瀝青混凝土呈現多次再生利用情形，其挖（刨）除料未必能符合本局「施工說明書」之要求，但預算編列時（未經檢驗）之瀝青混凝土挖（刨）除料卻仍以「再生利用」為目的，採折價價值項目編列（由單價分析參考範本窺知），致可能使承包商價購取得之挖刨除料，不能再作為再生瀝青粒料，其再利用用途必須自理，呈現之情形請業管組參考。

策進作為

99年1月版施工說明書第02966章已修訂為：運回拌和廠作為再生瀝青粒料之既有瀝青混凝土挖（刨）除料，應符合下列條件：

- A. 瀝青含量（%）：3.0%以上（對刨除混和料重量比）。
- B. 針入度（25°C、5 Sec、100g）：15以上。

- 瀝青混凝土含量檢驗應落實並檢討抽驗方式。（局長交辦）

策進作為

本局施工說明書第02741章「瀝青混凝土之一般要求」及第02742章「瀝青混凝土鋪面」已對瀝青混凝土之含油量、檢測頻率、檢測方法、許可差及不合格後之處理，有明確規定，施工執行單位可能偶有疏漏未落實執行，建請各工程處依總局SOP12010（品質管理）落實品質稽查，以防缺失。

- 辦理道路整（修）復工程時，未將造成破壞之因素列入考慮，僅採路面刨除加封方式辦理。

策進作為

請各工程處辦理道路整修工程，於規劃設計時應將破壞因素列入考量並詳細調查。

- 本局施工說明書第02742章表02742-1規定AC壓實度宜優先採用理論最大密度法（若採馬歇爾試體法需以工地同批材料取樣依CNS12395製作馬歇爾試體，會造成各區工程處品檢中心業務負荷過量），惟若採非TAF認證實驗室辦理之配合設計，於理論最大密度法計算瀝青混凝土壓實度時，是否與行政院公共工程委員會品質管理作業要點規定「瀝青混合料壓實試驗之比重及密度試驗應由符合CNS17025（ISO/IEC 17025）規定之實驗室辦理（即取得TAF認證實驗室）」之規定相抵觸，上節請業管組研參。

策進作為

有關施工說明書「宜優先採用理論最大密度法」乙節，請新工組於規範研修時檢討刪除。

註：97年1月版施工說明書已刪除「理論最大密度法」之規定。

- 瀝青混凝土挖（刨）除料運往再生瀝青混凝土廠，發現有該廠未取得環保署「事業廢棄物管制資料網」管制編號或流向證明文件僅以處理同意書方式切結，未以公文方報備方式辦理。

策進作為

請各工程處確依規定程序辦理。

- 本局施工說明書第02742章第3.4.5節規定「檢驗結果有懷疑時，工程司或承包商得要求重試，重試以一次為限，就懷疑點附近取樣二點重試，取重試檢驗結果之平均值取代原懷疑值…」，文中所謂「附近」應如何界定，建請業管單位釐清，俾利據以執行。

策進作為

依99年1月版施工說明書第02966章3.2.3節：檢驗結果有懷疑時，工程司或承包商得要求複驗。複驗以一次為限，就懷疑批之原取樣點半徑1m範圍內鑽取2件鑽心試體之規定，「附近」係指「原取樣點半徑1m範圍內」。

- 瀝青混凝土計價數量採面積×厚度×分（或全）批數平均密度計量方式不一。

策進作為

請各工程處採鋪築面積×分批厚度（超過設計厚度以設計厚度計算）×分批密度計算方式辦理。（依試驗報告分批計算）。

- 瀝青混凝土挖（刨）除料如何計量，施工說明書中並無明確規定。

策進作為

請參考三工處做法，採查驗之挖（刨）除面積×（原路面高程—刨除面高程）挖（刨）除厚度×設計單位重：

- 直線段@20M，曲線段@10M為1測量斷面。
- 每1測量斷面測量點數＝車道數＋1。
- 原路面高程於設計時採前列（1）、（2）測量方式先行檢測。

- 辦理海拔1,000m以上高山路段之AC路面工程，如何依規定要求施工乙節。

策進作為

高山路段之路面工程施工，究竟採用新拌瀝青混凝土、再生瀝青混凝土、剛性路面或其他處置方式，請各工程處於設計階段視環境特性、工區條件自行考量。

本局98.11.5路養管字第0981007126號函規定，海拔1,000m以上地區使用新拌瀝青混凝土。

- 工務段辦理道路一般巡查發現路面損壞時，除現場拍照、記錄里程位置與範圍外，若要辦理路面加封或刨除重鋪等大型修復工程，建請依該露面之損壞方式辦理鋪面設計，並於加封瀝青混凝土前，確實將原路面損壞處作適當處置。

策進作為

請各工程處確依部頒「公路養護手冊」，於道路養護施工前辦理「鋪面損壞調查」，再決定修復方式。另路面損壞原因繁多（如地下水位過高、早期設計路面結構強度不符現況需求等），除缺失現場拍照外，應加拍位置背景（遠照），俾供後續設計、施工參考。

- 路平專案及交通部公路總局受理挖掘公路作業程序手冊（六）管線埋設施工：路面上之人手孔蓋除具有救災功能或特殊需求，經核准得免下地外，其餘人手孔蓋以下地至少20cm為原則，並建議於孔蓋上方加裝地工格網或其他更妥適處理方式，以增加其摩擦力避免滑動。惟管線單位多以未完成穿管佈纜，尚需辦理發包等為由，致使管線埋設完成，數月無法會同接管及進場，辦理修復，衍生民怨陳情不斷。

策進作為

請各工程處對預定整修路面路段，於工程施作前至少3個月，函文通知管線單位配合辦理下地施工；至管線單位若未於6個月內完成佈纜及辦理修復者，請各養護工程處依「公路法」第72條處置。

延伸探討

特殊瀝青混凝土路面

本局為提昇路面之服務品質，自87年起陸續引進各種先進特殊瀝青混凝土試鋪：

- 排水性瀝青路面（又稱為多孔隙瀝青路面，如圖3-2-1及2）：本局自87年起引進試鋪。排水性瀝青路面係在路面上鋪一層厚度約5cm之高孔隙率AC，其下設有一不透水層（一般為密級配AC），以提昇用路人之安全性與舒適性，採用大量粗粒料之開放級配（Open-Graded），粗料含量高達70~85%，下雨時雨水會滲入該AC內，再經由路拱由AC內部孔隙橫向排往路側或邊溝，具有可降低雨天行車後面濺起的水花，提升後隨車輛之視野、增加雨夜路面標線之能見度、提高雨天之路面抗滑性及降低因行車產生的噪音優點。
- 石膠泥瀝青鋪面（簡稱SMA，如圖3-2-3）：本局自89年起引進試鋪。石膠泥瀝青組成包含兩部分，一為粒料架構，由粗粒料（粒徑4.75mm以上）約佔70~80%之跳躍級配（Gap graded）所構成，以粒料之顆粒

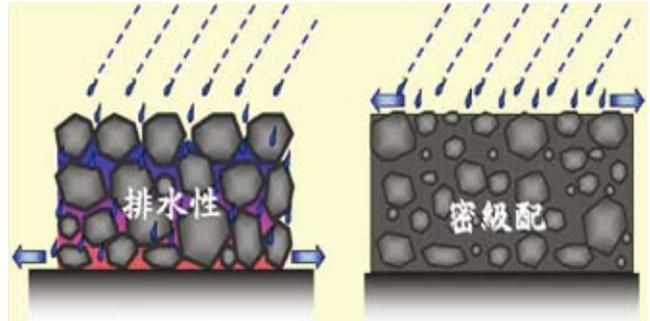


圖3-2-1 排水性AC（左）與傳統密級配AC（右）斷面示意圖。



圖3-2-2 排水性AC（右）與傳統AC（左）路面比較。



圖3-2-3 石膠泥瀝青路面施工



圖3-2-4 橡膠瀝青路面施工

與顆粒間接觸（stone-on-stone contact）提高瀝青混凝土穩定性，另一為由瀝青膠泥、礦物填縫料、穩定添加劑（纖維）及少量細粒料（砂）混合而成的瀝青膠漿（Mastic），用以填充粒料架構之空隙並包裹及黏結粒料，使耐久性提高，具有提高高溫抗車轍、低溫抗裂、耐久性等能力。

橡膠瀝青鋪面（如圖3-2-4）

本局曾在89年12月於省道1號線60k~63k試鋪。將廢輪胎經由切割、磨碎、去除鋼絲後，得到細粒或更細的廢輪胎橡膠粉末，依其應用方式分成「濕法（Wet Process）」和「乾法（Dry Process）」二種，本次試鋪採用濕法，係將廢輪胎橡膠粉末添加於瀝青中，拌成橡膠瀝青作為鋪築路面的黏結料，使用廢輪胎橡膠粉改質的瀝青混凝土，因感溫性較低，可能兼具有較佳的抗車轍變形與抗低溫龜裂能力，進而可增加路面壽命、節省養路經費，額外效益尚可降低路面噪音，增加路面的服務品質，另外又可以協助解決廢輪胎引起的環保問題。通常橡膠粉末添加量約為基底瀝青之20%，國外大部份將廢輪胎橡膠瀝青應用於開放級配摩擦層，且都有相當良好的表現。

Guss瀝青鋪面（又稱為澆注式瀝青混凝土，如圖3-2-5）

本局曾於91年鋪設於台四線崁津大橋（鋼橋）。Guss 瀝青混凝土與傳統以壓路機滾壓夯實之瀝青混凝土不同，使用高含量且高黏度之瀝青及高劑量之礦物填縫料，必要時亦可加纖維，再配以適量的級配粒料，於220°C以上高溫拌和1~2min後，再以特製之攪拌車（Cooker）在運送過程持續攪拌使混合料“熟化”並防止材料分離，拌和完成的Guss瀝青混凝土具有一定之流動性，以鋪裝機攤鋪於橋面版上，以鏟刀抹平，不需碾壓，冷卻後即能密實成型（空隙率小於1%）。Guss瀝青所用之黏結料一般使用高黏度之千里達湖瀝青與普通瀝青之混合物（一般摻加量為1/4：3/4），瀝青用量高達7~10%，礦物填縫料量則達20~30%，因此拌製時須將礦物填縫料加熱，故Guss瀝青混凝土為具有瀝青用量高、礦物填縫料摻量高及拌和溫度高之“三高”特性。

教育訓練能提升員工專業技能並有助於經驗傳承，本局曾於98年10及11月辦理「98年度路基路面工程施工管理、養護及監造實務訓練班」共2梯次，課程包括：（1）路基路面工程施工程序管理、（2）路基路面材料試驗與判讀、（3）路面維修工程設計暨監造實務、（4）路平專案推動成效（工地觀摩一、三線420k~437k路面工程）及（5）稽核案例分析及探討等，有助本局員工提升相關知識與能力，值得續辦相關訓練及工地觀摩。



圖3-2-5 Guss瀝青路面施工

水泥混凝土工程

概述

水泥混凝土：主要係由水泥、拌合水、粗細粒料、（石子及砂）組合而成之一種複合材料，有時為增加工作性或其他特殊性能，可添加卜作嵐材料或化學摻料，經拌合後凝固而成。拌合後未凝固前可依構造物形狀澆注成型，凝固後具有良好的抗壓強度。並與鋼筋結合成鋼筋混凝土，為營建工程各種構造物之主要結構體，承受各種載重。

混凝土強度依本局施工說明書第03050章〔混凝土基本材料及施工方法〕規定，28天抗壓強度（ f_c' ）分為 140kgf/cm^2 、 175kgf/cm^2 、 210kgf/cm^2 、 245kgf/cm^2 、 280kgf/cm^2 、 350kgf/cm^2 、 420kgf/cm^2 、 265kgf/cm^2 （水中）、 45kgf/cm^2 （抗彎）等9種。

混凝土材料包含水泥、拌和水、粗細粒料（或含再生粒料）、摻料（化學摻料或卜作嵐材料）等，分述如下：

水泥

符合CNS 61〔卜特蘭水泥〕規定，並分為下列8種水泥，在設計時應依構造物所處環境選用水泥型別：

- 第I型：適用於一般用途。
- 第IA型：其用途同第I型，且需要輸氣者。
- 第II型：用於需要抵抗中度硫酸鹽侵蝕或中度水合熱者。
- 第IIA型：其用途同第II型，且需要輸氣者。
- 第III型：特別用於需要高度早期強度者。
- 第IIIA型：其用途同第III型，且需要輸氣者。
- 第IV型：特別用於需要低度水合熱者。
- 第V型：特別用於需要抵抗高度硫酸鹽侵蝕者。

拌合水

混凝土用水須符合CNS 13961規定。



粗細粒料（或含再生粒料）

須符合CNS 1240規定。

- 再生粒料：由水泥混凝土構造物拆除之廢棄混凝土與陶瓷類材料，經處理後，符合水泥混凝土粒料之要求者，得作為水泥混凝土再生粒料，惟廢棄水泥混凝土及陶瓷類材料外之雜質總含量不得超過0.1%（重量比）。

摻料

化學摻料或卜作嵐材料。

- 化學摻料：須符合CNS 12283規定，分為下列7種型式。A型（減水劑）、B型（緩凝劑）、C型（早強劑）D型（減水緩凝劑）、E型（減水早強劑）、F型（高性能減水劑）、G型（高性能減水緩凝劑）。
- 卜作嵐材料：須符合CNS 3036規定。

水泥混凝土構造物工程生命週期

規劃設計階段

混凝土具有易塑性、經濟性等優點，其抗拉強度約為抗壓強度1/10，故搭配鋼筋為常見鋼筋混凝土構造。目前國內規範使用設計方法為（1）容許應力設計法〈使用載重設計〉及（2）強度設計法〈載重因數設計〉。

設計圖說所指出的設計強度通常以構造物安全性為基準，而耐久性之需求則依構造物用途、使用年限、維修成本及環境條件等而定，再以較為保守的方法提出最低抗壓強度及最大水膠比要求。故混凝土配比設計必須同時滿足安全性及耐久性之規定。臺灣位處於海域環境、強風、高鹽分、潮濕高溫及工業污染嚴重，混凝土耐久性更應重視，一般在工程規劃設計階段，宜先調查工程構造物附近現況，進行環境區分，規定於設計圖中有關混凝土配比應注意事項。

在交通部「公路橋梁設計規範」第12章「海洋環境下防蝕設計」針對以海洋環境來作規範，依海洋腐蝕環境可分為極嚴重、嚴重、中度及一般區域。

- 極嚴重鹽害區：海水中飛沫區。
- 嚴重鹽害區：離海岸300公尺以內之區域。
- 中度鹽害區：離海岸300公尺至3公里以內之區域。
- 一般區域：離海岸3公里以外之區域。

混凝土橋之防蝕措施可從混凝土性能、鋼筋保護層厚度、鋼筋表面保護、混凝土摻料、混凝土表面塗料等方式處理。略述如下：

■ 混凝土最大水膠比及最低混凝土強度

提高混凝土防蝕性能以增加混凝土緻密性為主，可從混凝土水膠比及混凝土強度來規範之。

環境區域	極嚴重鹽害區	嚴重鹽害區	中度鹽害區	一般區域
最大水膠比	0.4	0.4	0.45	0.5
最低混凝土強度 f'c (kgf/cm ²)	350	350	280	245

為維持混凝土之施工性，於低水膠比混凝土澆置時，可適度添加摻料（化學摻料或卜作嵐材料）。

■ 鋼筋保護層厚度

橋梁部位	海洋腐蝕區域			
	極嚴重鹽害區	嚴重鹽害區	中度鹽害區	
基礎、基樁	10	10	10	
柱、牆	10	7.5	7.5	
橋面版頂層筋	6.5	5	5	
橋面版下層筋	6.5	4	4	
箱梁底層筋	6.5	4	4	
「I」「T」梁、箱梁腹版外露面	6.5	4	4	
緣石、欄杆	2.5	2.5	2.5	
混凝土面未直接曝露於大氣、 未與土壤或水接觸	主筋	4	4	4
	箍筋	2.5	2.5	2.5

- 鋼筋表面處理可採用環氧樹脂或鍍鋅來增強抵抗腐蝕環境。

施工履約階段

混凝土施工應注意事項：

配比設計須依CNS 12891及ACI 211.1之要求辦理。小型工程：規定強度（ f_c' ）小於或等於 210kgf/cm^2 及數量少於 350m^3 者，經工程司同意得不做配比設計，而參考本工程簽約前一年內相似工程之實際施工且經檢驗15組以上試體強度，其結果均符合本施工說明書要求之配比資料（由廠商提送相關資料證明），決定各種材料之配合比例。

承包商應於混凝土澆置前提出詳細之混凝土澆置計畫，包括每一部位之澆置分塊大小、澆置順序、澆置之終端及施工縫位置等（如圖3-3-1依橋面版澆置計畫作業情形）。

模板及鋼筋應依第03110章及第03210章之規定施工，且應於澆置混凝土前清理乾淨，模板面不得有積水，鋼筋不得有浮鏽。所有鋼筋組立應紮固妥善，並應具有規定之保護層厚度，以確保鋼筋最佳之位置。

拌和廠拌和之混凝土製造應符合CNS 3090規定。運送時應保持品質均勻，避免不當之材料析離或坍度損失，運送途中保持攪動者不得超過60分鐘，未加攪動者不得超過30分鐘。



圖3-3-1 橋面版混凝土灌漿並以橋面整平機配合人工整平施工



圖3-3-2 接續作業為AC鋪設，混凝土表面鏟平尚未初凝時進行掃帚刷糙

現場拌和：現場拌和之混凝土均須以機動拌和機拌和，必要時得以人工拌和，拌和機之容量最小須大於每次能拌和水泥1包之容量，並應以每次能拌和整數包數之水泥者為原則。拌和機之迴轉數每分鐘14~20轉，所有材料包括用水在內，投入拌和機後，至少拌和1分鐘。

拌和後及澆置前之混凝土溫度不得低於13°C，亦不得高於32°C。若周圍溫度低於13°C或超過32°C以上時應採取相關措施。如加溫至13°C以上或降溫至32°C以下。

坍度之許可差應符合：設計坍度小於50mm時：±13mm；51mm至100mm時：±25mm；大於100mm時：±38mm。

混凝土應以適當之厚度分層澆置，並應於下層混凝土凝結前澆置上層混凝土，以免形成冷縫或脆弱面。上下層之澆置間隔時間不得超過45分鐘。巨積混凝土澆置每層厚度20~50cm。

混凝土澆置時即應使用內振動器確實搗實。鋼筋、預埋件周圍及模板角落處之混凝土應確實搗實，並留意接續作業之準備（如圖3-3-2）。



圖3-3-3 採用濕物覆蓋法進行養護作業

所有混凝土澆置15分鐘內，除水中混凝土外應即使用振動器振動，但振動時不可觸及模板及鋼筋，以避免鋼筋、預埋管件及預力鋼材發生位移，澆置完成後隨即進行養護作業（如圖3-3-3）。

水中混凝土澆置混凝土時，特密管直徑為20cm～25cm，下端應伸入已澆置混凝土表面下至少2m，特密管上、下垂直移動，落差不得超過30cm。澆置後至少48小時之內，該地區不得進行抽水。

混凝土澆置時，應依規定取樣辦理相關試驗包含新拌混凝土氯離子含量（每日1次）、坍度試驗（不得少於抗壓強度試驗組數）、抗壓強度試驗試體製作（澆置之各種配比混凝土，每天各至少取樣1組；連續澆置之混凝土，每100m³至少取樣1組；版或牆之澆置面積每450m²至少取樣1組）。

管理維護階段

混凝土結構物因具有易塑性及經濟性等特性，常應用於公路工程各項構造物中，如混凝土橋樑、邊坡保護工程之混凝土擋土牆、排水工程之水溝及涵管、交通管理工程之混凝土護欄、隧道工程之混凝土襯砌等，在交通部頒公路養護手冊中，於巡查時應注意檢視混凝土是否有剝落、裂縫、剝離登錄於各類巡查報告表，填列研擬辦理改善意見，並追蹤辦理情形及完成時間。

橋梁養護之目的為確保橋梁安全，避免發生損壞及危害公共安全，養護工作首重檢查，視公路之重要性及各養護單位之編制而異，原則上其檢查頻率如下：

■ 經常巡查

高速公路每日巡查至少1次，其他公路每週巡查至少1次。

■ 定期檢測

檢測頻率視橋齡、交通特性、維護狀況及橋址環境等因素而定，由維護單位負責評估。原則上每2年至少檢測1次，惟橋梁跨徑超過150公尺或特殊類型橋梁，如斜張橋、 π 型橋或鋼拱橋等，每年應檢測1次。完工5年內之新建橋梁若無特殊情況，應自完工後之第5年進行第1次定期檢測，而後續之檢測頻率則依照前述規定辦理。

維護單位如計畫將某些特定橋梁之檢測間隔延長至4年，則應提出詳細計畫及資料，送經管理單位「橋梁檢測維護小組」核准。

相關檢測評估作業請參閱交通部頒公路養護手冊第五章，僅節錄混凝土橋梁上部結構之養護說明如下：

- 鋼筋混凝土及預力混凝土梁應注意觀察其受拉區的裂縫，視裂縫大小，分別採取適當之修補方法。
- 鋼筋混凝土及預力混凝土梁如發現鋼筋外露、混凝土剝落等現象，應將鋼筋的銹跡清除，並把鬆動的保護層去除，採用適當方法予以修補。
- 當預力大梁遭超高車輛或其他原因撞擊破損，經安全評估有虞時，應予更換之。

規範要求標準與今昔變革

水泥混凝土工程相關之施工說明書

本局編印使用施工說明書已有相當時日，且歷經多次修訂，其中94年6月版為符合工程會頒「施工綱要規範」架構之規定，曾做大幅度之修訂。茲將86年6月、94年6月、97年1月及99年1月等共4次編印與水泥混凝土工程相關之章節名稱對照列舉如表3-3-1。

表3-3-1 水泥混凝土工程各年版之施工說明書對照表

交通部公路總局施工說明書 技術規定 94/06、97/01及99/01版	台灣省交通處公路局 公路工程施工說明書86/06版
第03050章「混凝土基本材料及施工方法」 第03310章「結構用混凝土」	第三章 鋼筋混凝土工程 3.03「混凝土施工說明書」

施工說明書之演進及相關規定

本局「施工說明書」第03050、3310章規定應辦事項包含廠商提送資料、施工前材料檢驗、施工中及施工後檢驗（詳如 表3-3-2~9）：

表3-3-2 資料送審（水泥混凝土工程）

版別	內容	說明
86/06	將配合設計資料送工程司核可。	
94/06	品質計畫、施工計畫、廠商資料〔（1）預拌廠資格及設備等資料（2）材料供應資料〕及配比設計	增訂施工前資料送審項目包含品質計畫、施工計畫、廠商資料。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-3-3 混凝土種類

版別	內容	說明
86/06	混凝土種類： 依用途分為5種：甲種混凝土、乙種混凝土、丙種混凝土、丁種混凝土、戊種混凝土。 依規定強度（kg/cm ² ）分為7級：140、175、210、245、280、315、350。	混凝土種類依用途及規定強度分級。
94/06	依28天抗壓強度（kgf/cm ² ）分為9種：140、175、210、245、280、350、420、265（水中）、45（抗彎）。	混凝土種類刪除依用途分類，採依強度分類。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-3-4 材料（水泥混凝土工程）

版別	內容	說明																					
86/06	<ol style="list-style-type: none"> 1.水泥：均採用CNS 61第一種卜特蘭水泥。 2.粗粒料：符合CNS 1240規定：$f_c' \geq 210\text{kg/cm}^2$時，洛杉磯磨損率$\leq 40\%$。 3.細粒料：符合CNS 1240規定。 4.拌和水：須潔淨，不含有害之油、鹽、酸、鹼及有機物。 5.附加劑：須經工程司同意方得加用。輸氣劑須符合CNS 3091規定、化學附加劑須符合CNS 12283規定。 																						
94/06	<ol style="list-style-type: none"> 1.水泥：符合CNS 61規定 <table border="1" data-bbox="399 828 1085 1344"> <thead> <tr> <th colspan="2">種類</th> <th>用途</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">卜特蘭水泥</td> <td>第Ⅰ型：普通水泥</td> <td>一般構造物。</td> </tr> <tr> <td>第Ⅱ型：抗中度硫酸鹽水泥</td> <td>抗鹽蝕、海灣、臨海、海中構造物、需要中度水合熱者。</td> </tr> <tr> <td>第Ⅲ型：早強水泥</td> <td>緊急工程，需縮短工期之工程。</td> </tr> <tr> <td>第Ⅳ型：低熱水泥</td> <td>巨積混凝土工程。</td> </tr> <tr> <td>第Ⅴ型：抗高度硫酸鹽水泥</td> <td>抗酸蝕、下水道、地下室、溫泉區等特殊環境之工程。</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">卜特蘭輸氣水泥</td> <td>輸氣第ⅠA型</td> <td>一般構造物需要輸氣者。</td> </tr> <tr> <td>輸氣第ⅡA型</td> <td>抗鹽蝕構造物需要輸氣者。</td> </tr> <tr> <td>輸氣第ⅢA型</td> <td>緊急工程需要輸氣者。</td> </tr> </tbody> </table> 2.粗粒料：符合CNS 1240 規定。 3.細粒料：符合CNS 1240 規定。 4.再生粒料： <ol style="list-style-type: none"> (1) 由水泥混凝土構造物拆除之廢棄混凝土與陶瓷類材料，經處理後，符合本規範有關水泥混凝土粒料之要求者，得作為水泥混凝土再生粒料，惟廢棄水泥混凝土及陶瓷類材料外之雜質總含量不得超過0.1%（重量比）。 (2) 再生粒料用於水泥混凝土之使用比例，應依結構性質、重要性及再生級配料來源等，依設計圖說規定。 5.拌和水：符合CNS 13961 規定。 6.混凝土用化學摻料：須符合CNS 12283 規定。 7.卜作嵐材料：須符合CNS 3036規定。 	種類		用途	卜特蘭水泥	第Ⅰ型：普通水泥	一般構造物。	第Ⅱ型：抗中度硫酸鹽水泥	抗鹽蝕、海灣、臨海、海中構造物、需要中度水合熱者。	第Ⅲ型：早強水泥	緊急工程，需縮短工期之工程。	第Ⅳ型：低熱水泥	巨積混凝土工程。	第Ⅴ型：抗高度硫酸鹽水泥	抗酸蝕、下水道、地下室、溫泉區等特殊環境之工程。	卜特蘭輸氣水泥	輸氣第ⅠA型	一般構造物需要輸氣者。	輸氣第ⅡA型	抗鹽蝕構造物需要輸氣者。	輸氣第ⅢA型	緊急工程需要輸氣者。	<p>為配合各種構造物所處環境區域不同，增列Ⅱ～Ⅴ型水泥。</p> <p>為配合政府推動環保政策，增列再生粒料使用。</p>
種類		用途																					
卜特蘭水泥	第Ⅰ型：普通水泥	一般構造物。																					
	第Ⅱ型：抗中度硫酸鹽水泥	抗鹽蝕、海灣、臨海、海中構造物、需要中度水合熱者。																					
	第Ⅲ型：早強水泥	緊急工程，需縮短工期之工程。																					
	第Ⅳ型：低熱水泥	巨積混凝土工程。																					
	第Ⅴ型：抗高度硫酸鹽水泥	抗酸蝕、下水道、地下室、溫泉區等特殊環境之工程。																					
卜特蘭輸氣水泥	輸氣第ⅠA型	一般構造物需要輸氣者。																					
	輸氣第ⅡA型	抗鹽蝕構造物需要輸氣者。																					
	輸氣第ⅢA型	緊急工程需要輸氣者。																					
97/01	與94/06版相同，未修訂。																						
99/01	與94/06版相同，未修訂。																						

表3-3-5 配比設計（水泥混凝土工程）

版別	內容	說明
86/06	(a) $fc' \geq 210\text{kg/cm}^2$ 者，應於開工前先做試驗，決定各種材料配合比例，該配合設計由工程司指定之試驗室辦理或由承包商辦理，將資料送工程司核可。採取何項辦法，由工程司決定。 (b) 各種粒料來源應維持固定，如需改變或另做配合設計應述明理由經工程司同意後始可辦理，但同一類混凝土變更以一次為限。	
94/06	混凝土配合設計須依CNS 12891及ACI 211.1之要求辦理。 (a) $fc' \geq 210\text{kgf/cm}^2$ ，應於開工前先做試驗，決定各種材料之配合比例，該配合設計由工程司指定之試驗室辦理，或由承包商辦理，將資料送工程司核可。採取何項辦法，由工程司決定之。 (b) 各種粒料來源應維持固定，如需改變或另做配合設計應述名理由經工程司同意後始可辦理，但同一類混凝土變更以一次為限。	增訂混凝土配合設計方法。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-3-6 坍度試驗（水泥混凝土工程）

版別	內容	說明		
86/06	依CNS 1176隨時抽驗。 混凝土坍度容許差	混凝土坍度容許差分為5個等級，並採隨時抽驗。		
	規定方式		規定坍度 (mm)	容許差 (mm)
	有最大或不得大於之規定時		76及以下	+0~-40
			76以上	+0~-65
	無最大或不得大於之規定時		51及以下	±15
51至102		±25		
102以上		±40		
94/06	依CNS 1176不得少於抗壓強度試驗組數。 混凝土坍度容許差	混凝土坍度容許差修正為3個等級，頻率修正為不得少於抗壓強度試驗組數。		
	規定坍度 (mm)		容許差 (mm)	
	設計坍度小於50mm時		±13mm	
	設計坍度51mm至100mm時		±25mm	
	設計坍度大於100mm時	±38mm		
97/01	與94/06版相同，未修訂。			
99/01	與94/06版相同，未修訂。			



台72線汶水橋

表3-3-7 氯離子 (Cl⁻) 含量試驗 (水泥混凝土工程)

版別	內容	說明
86/06	1.拌和水：預力混凝土或橋面板 $\leq 500\text{ppm}$ 在潮濕環境或含有鋁件或異類金屬或鍍鋅模之鋼筋 混凝土 $\leq 1000\text{ppm}$ 2.細粒料：預力混凝土 $\leq 0.012\%$ 其他混凝土 $\leq 0.024\%$	國內於81~82年發生海砂屋事件後，為確保混凝土工程品質，本局增訂拌和水及細粒料氯離子 (Cl ⁻) 含量規定。
94/06	1.拌和水：符合CNS 13961規定 2.細粒料（每日試驗1次）： 預力混凝土 $\leq 0.012\%$ 其他混凝土 $\leq 0.024\%$ 3.新拌混凝土（每日試驗1次）： 預力混凝土 $\leq 0.15\text{kg/m}^3$ 鋼筋混凝土 $\leq 0.3\text{kg/m}^3$	除拌和水、細粒料外，增訂新拌混凝土離子含量規定及其試驗頻率。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-3-8 抗壓強度試驗（水泥混凝土工程）

版別	內容	說明																	
86/06	<p>1.強度抽驗：在混凝土輸送至澆置位置取樣，依CNS 1231製作 15Φ×30cm抗壓試體。抽驗次數：每次至少製作2個試體，平均值為該次之試驗結果。樣本量不得小於下列規定：</p> <p>(a) 各種配比混凝土，每天各抽取1~2次。</p> <p>(b) 連續澆鑄之混凝土每75m³至少取樣1次。</p> <p>(c) 版或牆之澆鑄面積每450m²至少取樣1次。</p> <p>2.強度合格標準：依CNS 1232做抗壓強度試驗。</p> <p>合格標準：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">試驗結果</th> <th colspan="2">減價百分率</th> </tr> <tr> <th>水泥由本局供應</th> <th>水泥由承包商自備</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≥ 1.00fc'</td> <td>0%</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>等於0.97fc'</td> <td>5%</td> <td>2.5%</td> </tr> <tr> <td>等於0.94fc'</td> <td>15%</td> <td>7.5%</td> </tr> <tr> <td>≤ 0.90fc'</td> <td>30%</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table> <p>水中混凝土或因耐候性等要求，採用比要求強度所對應值為小之水灰比，應依指定水灰比在試驗室配比試驗求得強度之85%為規定強度（fc'）。</p>	試驗結果	減價百分率		水泥由本局供應	水泥由承包商自備	≥ 1.00fc'	0%	0%	等於0.97fc'	5%	2.5%	等於0.94fc'	15%	7.5%	≤ 0.90fc'	30%	15%	<p>減價百分率配合當時本局採局供水泥與承包商自備水泥2種方式減價。</p>
試驗結果	減價百分率																		
	水泥由本局供應	水泥由承包商自備																	
≥ 1.00fc'	0%	0%																	
等於0.97fc'	5%	2.5%																	
等於0.94fc'	15%	7.5%																	
≤ 0.90fc'	30%	15%																	
94/06	<p>1.強度抽驗：在混凝土輸送至澆置位置取樣，依CNS 1231製作 15Φ×30cm抗壓試體。抽驗次數：每次至少製作2個試體，平均值為該次之試驗結果。樣本量不得小於下列規定：</p> <p>(A) 各種配比混凝土，每天各抽取1~2次。</p> <p>(B) 連續澆鑄之混凝土每100m³至少取樣1次。</p> <p>(C) 版或牆之澆鑄面積每450m²至少取樣1次。</p> <p>2.強度合格標準：依CNS 1232做抗壓強度試驗。</p> <p>若同一次澆置之圓柱試體各組試驗結果之平均值（M）低於規定強度而高規定強度（fc'）90%時，減價付款。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>同一次澆置各組試驗結果之平均值（M）</th> <th>減價百分比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>大於或等於1.00fc'</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>等於0.97fc'</td> <td>2.5%</td> </tr> <tr> <td>等於0.94fc'</td> <td>7.5%</td> </tr> <tr> <td>小於或等於0.90fc'</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table> <p>水中混凝土或因耐候性等要求，採用比要求強度所對應值為小之水灰比，應依指定水灰比在試驗室配比試驗求得強度之80%為規定強度（fc'）。</p>	同一次澆置各組試驗結果之平均值（M）	減價百分比	大於或等於1.00fc'	0%	等於0.97fc'	2.5%	等於0.94fc'	7.5%	小於或等於0.90fc'	15%	<p>連續澆鑄之混凝土由75m³修正為每100m³。</p> <p>配合本局取消局供水泥，減價百分比修正為1種。</p>							
同一次澆置各組試驗結果之平均值（M）	減價百分比																		
大於或等於1.00fc'	0%																		
等於0.97fc'	2.5%																		
等於0.94fc'	7.5%																		
小於或等於0.90fc'	15%																		
97/01	與94/06版相同，未修訂。																		
99/01	與94/06版相同，未修訂。																		

表3-3-9 不合格研判及鑽心試驗（水泥混凝土工程）

版別	內容	說明
86/06	<ol style="list-style-type: none"> 1. 抗壓強度試驗結果低於規定強度90%時，則該試體所代表之混凝土及其連帶部分安全受影響之結構體視為不合格，應予拆除重做。如工程司或承包商對於混凝土試體之強度有懷疑時，得要求辦理鑽心試驗（鑽心試驗以1次為限），經加做鑽心試驗者，以該鑽心試驗結果為準。 2. 鑽心試驗：依CNS 1238辦理。 3. 合格標準：試體之平均強度$\geq 85\%$規定強度、及任一試體之強度$\geq 75\%$規定強度。 4. 鑽心試驗不合格時，所代表混凝土視為不合格，應將其所代表部分及連帶部分安全受影響之結構體拆除重做。拆除重做一切費用概由承包商負擔。 5. 如鑽心試驗合格，則以該試驗結果取代圓柱試體之抗壓強度，按減價百分率辦理。 6. 抗壓強度如有遺漏應補做鑽心試驗、抗壓試體之試驗結果異常得不予採信，加做鑽心試驗，以該試驗結果取代圓柱試體之抗壓強度，按減價百分率辦理。 	
94/06	<ol style="list-style-type: none"> 1. 同一次澆置之圓柱試體各組試驗結果之平均值（M）低於規定強度（f_c'）90%時，則所代表之混凝土及其連帶部份安全受影響之結構體視為不合格，應予拆除重做。如承包商對該部份混凝土試體之強度有懷疑時，得要求辦理鑽心試驗（鑽心試驗以一次為限，試驗單位由本局指定）。鑽心試驗之一切費用概由承包商負擔。 2.~6. 與86/06版相同。 	
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

常見缺失態樣及探討

<p>編號 PC-01</p>	<p>◆缺失描述： 混凝土存有冷縫、模板面平整度不佳</p>	
<p>◆可能原因：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 混凝土澆置中斷或振動不實。 2. 模板老舊。 		
<p>◆預防與處理：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 混凝土澆置需連續及振動確實。 2. 老舊模板需更新。 		

<p>編號 PC-02</p>	<p>◆缺失描述： 護欄外觀表面水痕甚多</p>	
<p>◆可能原因：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 水灰比太高或澆置時加水。 2. 模板漏漿。 		
<p>◆預防與處理：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 嚴格控制水灰比及防止澆置時加水。 2. 注意模板是否漏漿。 		



編號

PC-03

◆缺失描述：

半重力式擋土牆伸縮縫位置及品質不佳

◆可能原因：

1. 施工控制不良。
2. 混凝土澆置不佳。

◆預防與處理：

1. 嚴格控制各項施工位置。
2. 加強混凝土施工管制。



編號

PC-04

◆缺失描述：

擋土牆、鋼板護欄線形控制不佳

◆可能原因：

1. 基礎放樣控制不佳。
2. 混凝土坡度控制不良或爆模。

◆預防與處理：

1. 測量及放樣嚴格控制準確。
2. 混凝土施工時應加強管空。



編號

PC-05

◆**缺失描述：**
護欄銜接平整性差

◆**可能原因：**

- 1.新舊混凝土界面銜接不良
- 2.混凝土澆置不佳。

◆**預防與處理：**

- 1.新舊界面應特別留意其平整性。
- 2.混凝土澆置應確實振動



編號

PC-06

◆**缺失描述：**
擋土牆保護層不足鋼筋外露

◆**可能原因：**

- 1.保護層墊塊或支撐脫落。
- 2.保護層不足或鋼筋綁紮未牢固。

◆**預防與處理：**

- 1.保護層墊塊或支撐應確實綁紮牢固防止鬆脫。
- 2.加強保護層墊塊厚度，鋼筋綁紮牢固，混凝土澆置振動須注意避免鋼筋移位。



編號

PC-07

◆缺失描述：

側溝牆身垂直度不佳，有局部爆模

◆可能原因：

模板支撐不牢固，致產生水溝模板爆模。

◆預防與處理：

加強模板支撐，混凝土澆置振動時應留意，避免損及模板支撐。



編號

PC-08

◆缺失描述：

塑性收縮裂縫

◆可能原因：

水灰比高，混凝土的失水速率大於泌水速率時，固體顆粒間會產生負的毛細壓力使體積收縮的現象。

◆預防與處理：

降低水灰比，在適當的時機粉光及提前進行養護。



編號
PC-09

◆**缺失描述：**
混凝土粒料材質不良

◆**可能原因：**
混凝土粗粒料材質不良。

◆**預防與處理：**
應辦理粗粒料之磨損及健度試驗，
確保混凝土粒料品質。



編號
PC-10

◆**缺失描述：**
排水箱涵端牆厚度影響溝
蓋版佈設位置，造成局部
平面線形凸出

◆**可能原因：**
設計及監造不佳。

◆**預防與處理：**
若設計有誤，監造單位應於施工時辦
理變更設計。



具體作為與成果

1. 水中混凝土之最大灰（膠）比限制為0.50，應依指定水灰（膠）比在試驗室配比試驗求得強度之80%為規定強度 f_c' ，但有關基樁及預壘樁實際強度之檢驗方式，施工說明書中並無記載，實務上亦無法印證已完成澆築之樁身強度是否符合規定。

策進作為

經本局99年2月24日召開會議結論如下：

- 本局施工說明書技術規定第03050章第2.1.1節註3.「水中混凝土之最大水灰比限制為0.5」，仍維持此項規定不變。
- 本局施工說明書技術規定第03310章第3.3.3節（2）略以：「水中混凝土或因耐候等要求…在試驗室配比試驗求得強度之80%為規定強度（ f_c' ）用以判斷是否合格」乙節，仍維持此項規定不變。
- 設計廠商若需採用與本局施工說明書等不同之特殊規定，應書面告知本局並說明理由，經同意後方得列入。
- 水中混凝土之契約工項表示方式，以設計強度 210kgf/cm^2 水中混凝土為例，經會議討論決議表示為「結構用混凝土，（預拌，水中）， 210kgf/cm^2 ，水灰比 ≤ 0.5 」。
- 設計圖上有關水中混凝土之設計說明，請附加「設計強度、水灰比及28天規定抗壓強度 f_c' 依據本局施工說明書技術規定辦理」，以場鑄基樁設計強度 210kgf/cm^2 為例：場鑄基樁……水中混凝土設計強度 210kgf/cm^2 ，水灰比 ≤ 0.5 及28天規定抗壓強度 f_c' 依據本局施工說明書技術規定辦理。

■ 本局施工說明書技術規定第03050章第2.1.1節「表03050-2 各等級混凝土參考水泥用量、坍度範圍及粗粒料尺度參考表」，修正如下：

混凝土規格 28天抗壓強度 (fc')	澆置方法	參考水泥用量 (kg/m ³)	一般澆置坍度範圍 (cm)	粗粒料尺度 (mm)
140kgf/cm ²	振動式	215~235	10.0~20.0	4.75~50
175kgf/cm ²	振動式	250~275	5.0~15.0	4.75~50
210kgf/cm ²	振動式	300~325	5.0~12.5	4.75~37.5
245kgf/cm ²	振動式	325~350	5.0~12.5	4.75~37.5
設計強度210 kgf/cm ² ， fc'依本表註4辦理	水中	360~400	15.0~22.0	4.75~25
280kgf/cm ²	振動式	360~400	5.0~12.5	4.75~25
350kgf/cm ²	振動式	450~475	5.0~12.5	4.75~25
420kgf/cm ²	振動式	475~500	5.0~12.5	4.75~25
R (抗彎) = 45kgf/cm ²	振動式	350~375	0~7.5	4.75~50

- 註：1.水泥用量依粗粒料尺度、級配、減水劑用量而異，實際水泥用量依據配比設計成果而定。
- 2.若採用混凝土泵送機壓送時，粗粒料尺度可降低，水泥量酌予增加，坍度可增加至15cm。
- 3.水中混凝土最大水灰（膠）比限制為0.5。
- 4.水中混凝土因耐久性要求，採用比要求強度所相應值為小之水灰（膠）比時，應依指定水灰（膠）比在試驗室配比試驗求得強度之80%為規定強度 (fc')。

台7線巴陵大橋



2. 緊急搶修工程無足夠時間辦理配比，選用配比條件可適度放寬。

策進作為

施工說明書第03050章1.5.4配比設計（1）增列如下：

■ 緊急搶修工程可採以下方式辦理，惟抗壓強度檢驗結果仍應符合本施工說明書規定：

(a) 廠商應檢附一年內實際施工且經檢驗15組以上試體強度，其結果均符合本施工說明書要求之配比資料，或配比設計報告，以作為施工依據。

(b) 經工程司同意，廠商得按下表配比施工，施工時應注意控制含水量。

表03050-A 緊急搶修工程混凝土最大容許水灰比

混凝土規定強度 fc' (kgf/cm ²)	最大容許水灰比 (W/C)	備註
175	0.65	1.每m ³ 混凝土之面乾內飽和粒料用量，粗粒料（標稱最大粒徑=19~25mm）約1,050kg，細粒料約800kg。 2.混凝土坍度應控制在15cm以下。 3.水灰比係參考土木水利學會（土木402-70）
210	0.58	
245	0.51	

3. 施工說明書第03050章1.5.4（5）項「…規定強度（fc'）小於或等於210kgf/cm²及數量少於350m³者，經工程司同意得不做配比設計，而參考以往相似工程之施工記錄，決定各種材料之配合比例。」，未明確定義原條文中「以往」用辭。

策進作為

施工說明書第03050章1.5.4（5）修改如下：

小型工程：如橋梁、箱涵、擋土牆等結構物之混凝土，規定強度（fc'）小於或等於210kgf/cm²及數量少於350m³者，經工程司同意得不做配比設計，而參考本工程簽約前一年內相似工程之實際施工且經檢驗15組以上試體強度，其結果均符合本施工說明書要求之配比資料（由廠商提送相關資料證明），決定各種材料之配合比例。

4. 細粒料水溶性氯離子含量及新拌混凝土水溶性氯離子含量其檢驗頻率每日一次，實際上每件工程皆難做到，甚不務實。

策進作為

施工說明書第03310章表03310-1修改如下：

表03310-1 各項材料及施工之檢驗（修訂表）

名稱	檢驗項目	依據之標準	規範之要求	頻率
細粒料	水溶性氯離子含量	CNS 1240	預力混凝土：最大0.012%， 其他混凝土：最大0.024%	每一料源至少1次
新拌混凝土	水溶性氯離子含量	CNS 3090 依水溶法	預力混凝土：最大0.15kg/m ³ 鋼筋混凝土：最大0.3kg/m ³	每日一次
混凝土	坍度試驗	CNS 1176	依設計圖及規範之要求	不得少於抗壓強度試驗組數
混凝土	抗壓強度試驗	CNS 1174 CNS 1231	依設計圖及規範之要求	依本章3.3.2規定辦理

5. 有關預壘樁水泥砂漿檢驗試體頻率，依據施工說明書技術規訂02471章節規定每支預壘樁應施作3組試體（9顆），如一天可施作12支預壘樁，試體數將達36組（108顆試體），是否得酌予減量？

策進作為

施工說明書第02471章表02471-1修改如下：

表02471-1 檢驗（修訂表）

名稱	檢驗項目	依據之標準	規範之要求	頻率
預壘樁	孔徑、孔底高程、垂直度	量測法	依設計圖說規定	逐支檢查
	鋼筋籠	依第03210章規定	依設計圖說規定	依第03210章規定
	抗壓強度（28天）	CNS 1010	依設計圖說規定	每支基樁應檢驗水泥砂漿抗壓強度試體三組，若同一日內以相同配比之水泥砂漿施作數支基樁時，得將三支以內合併為一批，每批抽驗抗壓強度試體三組。

6. 施工說明書第03310章第3.3.1節表03310-1規定檢驗頻率「每日一次」，係「日曆天」或「混凝土澆置工作天」，建請本局業管單位研議釐清。

策進作為

施工說明書一般條款第J章「材料及施工品質」修改如下：

本施工說明書所規定之檢驗頻率，為工程司應檢驗之項目，所規定之檢驗僅適用於有該施工項目情形，規定每日檢驗者僅適用於有該施工項目之日。…。

7. 施工說明書第03310章3.3.4節第（1）項後段規定「…鑽心試驗結果取代圓柱試體之抗壓強度並按本章4.2.2辦理」之內容，與86年6月版第3章3.03節第19.3（5）項後段規定「…並按表3.3-8減價百分率辦理」，意旨不同，施工說明書中之「按本章4.2.2辦理」是否為「按本章4.2.3辦理」之誤植，建請本局業管單位釐清。

策進作為

施工說明書第03310章3.3.4（1）修改如下：

…拆除重做之一切費用，概由承包商負擔。如鑽心試驗合格，則以鑽心試驗結果取代圓柱試體之抗壓強度並按本章4.2.3辦理。

9. 新建工程橋樑、墩柱鋼筋較密的結構，一般混凝土震動不足易形成蜂窩，震動超過則造成粒料分離。一般混凝土廠對於自充填混凝土技術尚未成熟，請各工程處於設計審查時注意鋼筋量及間距避免造成鋼筋過密情形，另請西濱北工程處對使用自充填混凝土工程，將其執行成果提出書面報告供業管組參考。

策進作為

本局在西濱快速公路後續建設計畫內WH53-B、WH56-A、WH56-B及東岸聯外道路CI01、CI02等標案橋梁墩柱採用「自充填混凝土」，並由西濱北工處及西濱中工處分別於98年11月24日、99年08月03日辦理工地觀摩。

延伸探討

本局新建橋梁工程，為符合耐震設計要求，墩柱之主筋及圍束箍筋之鋼筋量大為增加，造成鋼筋配置間距減小，混凝土之澆置及搗實相對不易。混凝土

澆置無法確實搗實，形成所謂「蜂窩」情形，除減少結構體有效斷面積外，更降低鋼筋之握裹力，足以影響結構安全。為解決混凝土澆置搗實施工不易之情形，近年來國內使用自充填混凝土施工案例已日漸增多。

自充填混凝土（ Self-Compacting Concrete ），簡稱 SCC ，乃利用較黏稠的水中懸浮性粉體材料托住粗、細粒料，經充分拌和後，所有組成材料，皆懸浮於拌和水中。因粗粒料摩擦阻力降至最低，新拌和混凝土變形能力大為增加，材料得予免振動、免搗實，而獲得最佳的充填性能（如圖3-3-4）。但是，如何能配出一適當的黏稠漿料，能量足夠托住粗、細粒料，使材料具備有高流動性、自充填性呢？除須就組成的材料有充分認知外，材料組成之比例、添加之順序、品質控制等，均需現場工程師及廠商不斷改進並透過配合設計的手段，方能獲得滿意的成效。

自充填混凝土與一般混凝土最明顯之差異為需添加適量之卜作嵐材料和化學摻料，以獲得在新拌混凝土階段的流動性及模板充填能力，其硬固後之物理性質或力學性質與一般混凝土並無差異。由於自充填混凝土新拌階段具流動性



圖3-3-4 自充填混凝土免搗實，不需任何震動



圖3-3-5 自充填混凝土拆模後照片

及良好模板充填能力，因此可有效提高鋼筋混凝土構造物整體的耐久性及強度與拆模後明整性（如圖3-3-5）。為生產優質的 SCC 材料，除需研發良好的配比設計，生產管制流程亦是成敗之關鍵。

SCC為達到良好之自充填性能，其配比之特性如下：

- 限制粗粒料用量、最大顆粒尺寸及細粒料率。
- 使用強塑劑以達到高流動性與鋼筋間通過率。
- 採低水（灰）粉比，高粉體量（飛灰、爐石、水泥等）及增黏劑，以達到抗析離性。

固然，良好的配比設計為產製優質之 SCC 的首要因素，而其生產管理與品質管制更是成敗之關鍵所在。SCC為自動化產製之材料，其施工階段受人為

因素所產生之影響，可大幅降低。真正人為影響品質之因素，大部分在於生產管理與品質管制之過程中，故在配比設計和生產過程中，管制嚴謹與否，將影響最終的產品品質，這是 SCC 材料異於一般混凝土之所在。其生產管理與產製應注意下列各點：

- 預拌混凝土廠的選擇應考慮生產配備、輸送時間、混凝土運送能量及品質控制情況。
- SCC 應在工廠內製造，且其設備、操作及材料都應由有 SCC 生產經驗的工程師來執行並作嚴格的控管。
- 應注意粒料之儲存，不同級配應分別加以儲存，並應避免其表面水過大之變異。
- 應注意校正材料秤重設備，使用時其誤差須在規定容許範圍內。
- 拌和機規格應符合 CNS3090 之規格，尤以使用強拌式拌和機為佳，施作前需通過拌和機效能試驗之驗證。
- SCC 材料的拌和方法通常建立自現場經驗或試驗，需長期建置相關之資料庫。
- 在正式生產前，應先以試拌之指定配比所使用之材料及廠內拌和機加以生產，以確認可獲得所要的性能。若不符合，指定配比應相對的加以修正。
- 每日生產前，應確認材料之品質，如級配曲線有所變化，應隨時加以修正；游離水之測定，應每日執行，以隨時調整配比用水量。
- SCC 材料生產之品管工程師在生產工程中應隨時觀察產品是否有異樣；出廠前，產品應檢驗以確保完全符合品質要求，方能出廠。
- 模型模擬試驗之施作，可對產品的品質做確認並藉以改進生產團隊的默契與合作，經檢討和改進，可作為下次執行時之參考和依據。

以 SCC 材料施工，最大的意義在於混凝土充填程度與鋼筋混凝土間之握裹程度都可獲得確保。只要是檢驗合格的 SCC 材料，即可自動充填至模板、

鋼筋間各角落，無須考慮振動搗實作業無法落實。且施工當時，對不合格或未達標準之材料即時可檢驗出，可輕易把關，並立即予以處置，以避免事後產生不合格品之困擾，其材料品管更容易落實。然而這種特性，雖會造成預拌廠在生產與品管上的難度增加，但相對的，亦可證明以 SCC 材料施工，關鍵在於配比設計與產製過程。只要產製過程中做好品質管制，以 SCC 施工成功的機率應可大幅提昇。

近年來，部份不肖業者為了短期利益，忽視產品品質，生產不符合規格之 SCC，致相關單位因考量其產品之穩定性而無法廣為採用，且妨害正派生產業者投資研發之意願。SCC 產品之使用本局目前尚在試辦階段，將參考其他標案之經驗，加強配合設計審核及品質驗收管制，並對拌和廠嚴加規範與約束，以確保混凝土的品質。

台17線國姓橋



碎石級配工程

概述

鋪面

鋪面可包含面層、底層及基層等所構成之人為構造物。亦可因用途或面層鋪築材料之不同而分為：

- 用途：用於道路（公路）者謂之路面。至於機場之跑道、滑行道、停機坪等謂之道面。
- 鋪築材料：面層鋪築瀝青混合料者謂之柔性鋪面，如柔性路面或柔性道面。面層鋪築水泥混凝土者謂之剛性鋪面，如剛性路面或剛性道面。

底層

鋪築於業已整治完成之路基或基層上，以支持面層之鋪築材料者，其類別有碎石級配料底層、瀝青處理底層（BTB）、水泥處理底層（CTB）、土壤改良等。

碎石級配料底層

碎石級配係以石料經軋石機軋碎成規定尺度，並經過篩調整成規定級配而成。依設計圖說所示之線形、坡度、高程及橫斷面或依工程司之認可，鋪築於已滾壓整理之路基或基層上，並以壓路機壓實以增加其強度、減少變形，及增強道路之穩固性。碎石級配底層提供較廉價之路面結構厚度，將路面荷重分散於基層或路基，且具有減少路基水份上升作用，其厚度或壓實度不足時，容易導致路面發生車轍及變形。

級配粒料底層依本局施工說明書第02726章規定，級配粒料分為A級配及B級配2種。級配粒料所用之材料須為岩石、礫石或高爐爐渣軋製之碎石級配料。由混凝土構造物拆除之廢棄混凝土與陶瓷類材料，經處理後，符合本規範有關底層級配粒料之要求者，亦得作為底層料，惟再生粒料之使用百分比除設計圖說另有規定外，可達100%。

級配粒料品質：（1）磨損率 $\leq 50\%$ 。（2）破碎顆粒 $\geq 90\%$ ，每顆破碎顆粒須至少具有1個破碎面。（3）液性限度 $\leq 25\%$ ；塑性指數 $\leq 6\%$ 。（4）高爐爐渣除以上要求外，尚須符合CNS 11827規定。

級配粒料施工應注意事項

- 運達工地之合格材料，可直接倒入鋪料機之鋪斗中，攤平於已整理完成之路基面上；或分堆堆置於路基上，然後以機動平土機攤平（如圖3-4-1）。
- 基層太乾時，撒佈前基層上應均勻灑水，以得一適宜之濕度。
- 撒佈時，如發現粒料有不均勻或析離現象時，以機動平土機拌和至前述現象消除為止。



圖3-4-1 機動平土機刮平及壓路機滾壓



圖3-4-2 辦理工地密度試驗

- 級配粒料每層撒佈厚度應約略相等。每層壓實厚度視滾壓機具之能量而異，每層最大壓實厚度 $\leq 15\text{cm}$ ，但如使用震動壓路機滾壓時，每層壓實後厚度可增為 20cm 。（通常鬆鋪厚度約為壓實厚度之 1.3 倍），最小壓實厚度 \geq 粒料標稱最大粒徑之 2 倍。
- 級配粒料撒佈及整修完成後，即以 10t 以上三輪壓路機或振動壓路機滾壓。
- 滾壓時級配粒料太乾，應以噴霧式灑水車酌量灑水，使級配粒料含有接近 OMC 之含水量，俾能壓實至所規定之密度。
- 級配粒料含水量過多時，應俟其乾至適當程度後，始可滾壓。
- 在曲線超高處，滾壓應由低側開始，逐漸移向高側。
- 壓路機不能到達之處，應以夯土機或其他適當之機具夯實。

- 分層鋪築時，在每一層之撒佈與壓實工作經壓實度檢驗合格後，方得繼續鋪築其上層。
- 級配粒料完成時，應依規定辦理厚度、壓實度及頂層平整度試驗：壓實度：依CNS 11777-1所得最大乾密度之98%以上（如圖3-4-2）。
厚度：個別值與設計厚度偏差不得超過1.5cm平均值不得小於設計厚度。
頂面平整度：全面目視檢視，懷疑處以3m直規檢測，平行於中心線或垂直於中心線檢測，任一點之高低差不得大於1.5cm。
- 壓實度之試驗結果若未達規定時，應繼續滾壓，或以翻鬆灑水或翻曬晾乾後，重新滾壓達到規定為止。
- 如完成後之底層厚度未能符合規定時，應將其表面翻鬆後補充新料，並按規定重新滾壓至合格為止。
- 保養：已完成之底層應經常灑水及保養，以防細料散失及破損，並在鋪築面層前檢測高程。如底層於鋪設面層之前，發現有高程偏差過大、任何損壞或其他不良情況時，應重新整平滾壓。

碎石級配工程生命週期

規劃設計階段

鋪面可包含面層、底層及基層等所構成之人為構造物。從路基面起至面層之鋪築材料及其厚度，亦即鋪面設計厚度，其層次及鋪築材料係由設計者依照當地條件而選定，惟原則需符合所採用設計方法之規定。底層係指鋪築於業已整治完成之路基或基層上，以支持面層之鋪築材料者，目前本局一般設計僅有碎石級配料底層，無設計級配料基層。

柔性鋪面結構設計所考量因素有：路基土壤因子、交通量因子、鋪築材料因子及環境因子等，在交通部頒布柔性鋪面設計規範中介紹目前常見設計方法分別為AASHTO設計方法、美國瀝青學會（AI）設計方法及美國加州設計方法等三大類，交通部公路總局所使用為美國加州設計方法。

美國加州設計法其設計原則簡介如下，求鋪面厚度時交通量大小採用交通量指數（TI），其因子包括交通量分析年限、交通量成長因子、貨車因子（Truck Factor）、車道分配率、初期交通量資料等，另以R值試驗作為路基土壤強度之依據，以交通量指數（TI）、R值代入相關公式求得礫石當量厚度，再決定瀝青混凝土及碎石級配底層厚度，相關細節詳部頒規範。

發包及履約管理

級配粒料除設計圖說另有規定外，須符合表3-4-1規定之一，惟於施工前應先確認材料規格，即確認A或B級配其中一種，作為檢試驗合格標準，於施工時亦應避免兩種級配混用，檢驗規定詳表3-4-2。

表3-4-1 級配粒料之級配規格表

試驗篩孔寬 mm (in)	通過百分率 (%)	
	A	B
50.0 (2)	100	100
25.0 (1)	-	75~95
9.5 (3/8)	30~65	40~75
4.75 (No.4)	25~55	30~60
2.00 (No.10)	15~40	20~45
0.425 (No.40)	8~20	15~30
0.075 (No.200)	2~8	5~20



屏東縣進德大橋

表3-4-2 級配粒料底層材料及施工方法之檢驗規定

名稱	檢驗項目	依據之方法	規範之要求	頻 率
級配粒料底層	級配	CNS 486	應符合設計圖說及本章之規定。	1. 數量未達600m ³ 檢驗1組。 2. 數量超過600m ³ 時，每600m ³ 隨機選取1組試樣檢驗。
	粒料品質	CNS 490	磨損率不得大於50%。	每一料源至少一次。
		CNS 5087	通過試驗篩孔寬0.425 mm之部分，液性限度不得大於25%。	
		CNS 5088	通過試驗篩孔寬0.425 mm之部分，塑性指數不得大於6%。	
	壓實度	CNS 14732 CNS 14733 或 AASHTO T310	CNS 11777-1所得最大乾密度之98%以上。 (若含有粗粒料則以CNS 14732修正)	1. 每一層填方數量未達1,000m ² 檢驗1組。 2. 每一層填方數量超過1,000m ² 時，每1,000m ² 隨機選取1組試樣檢驗。
厚度	檢測鋪築前後之高程或隨機選取代表性地點鑽洞檢測	個別值與設計厚度偏差不得超過1.5cm 平均值不得小於設計厚度	1. 鑽洞檢測法： i. 面積每1,000m ² 為一批，檢測1組。 ii. 面積未達1,000m ² 及分批餘數均列為一批，檢驗1組。分批餘數不足500m ² 時得併入前一批檢驗。 2. 高程檢測法：每20m檢測1斷面，或每150m ² 檢測1組。	
級配粒料底層	頂面平整度	3m直規平行於中心線或垂直於中心線檢測。	任一點之高低差不得大於1.5cm	全面目視檢視，懷疑處以3m直規檢測。

管理養護階段

鋪面因交通荷重、天候條件、外力作用、意外事故及材料等因素，逐漸產生缺陷與損壞，因而降低其服務性能，影響交通安全，甚至造成生命、財產之損失。公路在服務期間的鋪面應維持在一定服務水準以上，因此鋪面結構在尚未損壞之前，應透過定期或不定期的養護作業延續鋪面的使用壽年。而良好的鋪面施工及養護作業，攸關鋪面服務品質及行車安全。鋪面養護應針對損壞型態、原因、程度與變化趨勢，由各項檢測資料作綜合研判後，選擇最適當的養護工法。

鋪面於鋪築完成後，由於交通量不易準確估計、鋪築材料配合不當、基礎軟弱及自然環境等因素造成鋪面損壞，就柔性鋪面損壞型態說明如下：

■ 裂縫

裂縫損壞係因交通量超出設計標準而產生疲勞損壞，或是瀝青混合料配合設計及施工時之不當而導致。損壞型態有橫向裂縫、縱向裂縫、塊狀裂縫及龜裂等四項。

■ 變形

變形損壞係因材料穩定性不良、路基材料局部變化或因車輛煞停與起步等行為，在車輪輾壓處形成下陷或於橫向及垂直方向產生變形現象。損壞型態有車轍、表面滑動、波浪紋、隆起及沉陷等五項。

■ 表面損壞

表面損壞係因鋪面發生粒料分解、瀝青膠泥浮出表面，或瀝青膠泥與粒料間膠結力喪失等造成。損壞型態有坑洞、冒油、薄層剝離及修補或修補變壞等四項。

■ 其他

不歸屬於上述三類之鋪面破壞，主要為段差，段差破壞鋪面於結構物兩端發生縱坡不順現象。主要原因為路基或基底層、面層滾壓不足，或地盤之不均勻沉陷。

規範要求標準與今昔變革

- 碎石級配粒料工程相關之施工說明書：本局編印使用施工說明書已有相當時日，且歷經多次修訂，其中94年6月版為符合工程會頒「施工綱要規範」架構之規定，曾做大幅度之修訂。茲將86年6月、94年6月、97年1月及99年1月等共4次編印與底層碎石級配工程相關之章節名稱對照列舉如表3-4-3：

表3-4-3 碎石級配粒料工程各年版之施工說明書對照表

交通部公路總局 施工說明書 技術規定 94/06、97/01及99/01版	台灣省交通處公路局 公路工程施工說明書 86/06版
第02722章「級配粒料基層」	第二章 路基與路面工程 2.02「碎石級配粒料底層及混合料基層施工說明書」
第02726章「級配粒料底層」	

- 施工說明書之演進及相關規定：

本局「施工說明書」第02726章規定應辦事項－包含廠商提送資料、施工前材料檢驗、施工後檢驗相關規定（如表3-4-4-~7）：

表3-4-4 資料送審（第02726章級配粒料底層）

版別	內容	說明
86/06	無	
94/06	品質計畫及施工計畫	增訂施工前資料送審
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-4-5 材料組成（第02726章級配粒料底層）

版別	內容	說明
86/06	為以機械方法破碎之石料。	
94/06	1.為岩石、礫石或高爐爐渣軋製之碎石級配料。 2.由混凝土構造物拆除之廢棄混凝土與陶瓷類材料，經處理後，符合本規範有關底層級配粒料之要求者，亦得作為底層料，惟再生粒料之使用百分比除設計圖說另有規定外，可達100%。	增訂再生粒料之使用
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-4-6 材料品質檢驗（第02726章級配粒料底層）

版別	內容	說明
86/06	級配：符合甲式或乙式級配規格磨損： $\leq 50\%$ 破錐顆粒： $\geq 90\%$ （1個破碎面） 液性限度： ≤ 25 ；塑性指數 ≤ 6 以上試驗，每一料源至少辦理1次。	
94/06	1.級配：符合甲式或乙式級配規格 2.磨損： $\leq 50\%$ 3.破錐顆粒： $\geq 90\%$ （1個破碎面） 4.液性限度： ≤ 25 ；塑性指數 ≤ 6 級配：每600m ³ 隨機選取1組試樣檢驗；其他試驗，每一料源至少辦理1次。	級配試驗修訂為每600m ³ 隨機選取1組試樣檢驗
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	與94/06版相同，未修訂。	

表3-4-7 施工後檢驗（第02726章級配粒料底層）

版別	內容	說明
86/06	1.厚度：1000m ² 鑽洞檢驗1點，檢查厚度 \geq 設計厚度-1.5cm。不足者予以改正。 2.平坦度：每200公尺為一檢驗單位，每一單位之檢驗數量，應依車道數及路肩為之，以3公尺直規檢測，其高低標準差皆不得大於1cm。不合格者應即整平壓實。 3.壓實度：1000m ² 檢驗1點，壓實度 \geq AASHTO T180D法求得乾密度之98%。不合格者應改善至合格為止。 以上試驗結果有懷疑時，承包商得要求重試，重試以1次為限，取2次之平均值作為檢驗結果。	
94/06	1.厚度：檢測鋪築前後高程或鑽洞檢測，每一層填方每1,000m ² 隨機選取1組試樣檢驗。個別值與設計厚度偏差不得超過1.5cm、平均值不得小於設計厚度。如完成後之底層厚度未能符合規定時，應將其表面翻鬆後補充新料，並按規定重新滾壓至合格為止。 2.平坦度：頂面全面目視檢視，懷疑處以3m直規檢測。任一點之高低差不得大於1.5cm。 3.壓實度：每一層填方每1,000m ² 隨機選取1組試樣依CNS 14732試驗，壓實度 \geq CNS 11777-1所得最大乾密度之98%以上。不合格者應改善至合格為止。以上檢驗結果有懷疑時，得就懷疑點附近辦理加倍取樣重試，重試以一次為限，重試之結果均應合格。	最大乾密度及壓實度試驗方法由AASHTO T180、T191改為CNS 11777-1、14732。
97/01	與94/06版相同，未修訂。	
99/01	1.厚度：檢測鋪築前後高程或鑽洞檢測。 （1）鑽洞檢測法：每一層填方每1,000m ² 隨機選取1組試樣檢驗。 （2）高程檢測法：每20m檢測1斷面，或每150m ² 檢測1組。個別值與設計厚度偏差不得超過1.5cm、平均值不得小於設計厚度。如完成後之底層厚度未能符合規定時，應將其表面翻鬆後補充新料，並按規定重新滾壓至合格為止。 2.平坦度、壓實度與94/06版相同。以上檢驗結果有懷疑時，得就懷疑點附近辦理加倍取樣重試，重試以一次為限，重試之結果均應合格。	增列厚度採高程檢測法之方式。

常見缺失態樣及探討

編號

MA-01

◆缺失描述：

碎石級配料料混有其他廢棄物情形

◆可能原因：

1. 級配料堆置場空間不足。
2. 工地管理不佳。

◆預防與處理：

1. 尋找適合之級配料堆置場。
2. 加強工地管理。



編號

MA-02

◆缺失描述：

碎石級配堆置太高造成部分粒料分離

◆可能原因：

1. 級配料堆置場空間不足。
2. 一次進料太多。

◆預防與處理：

1. 尋找適合之級配料堆置場。
2. 勿一次進料過多。



編號

MA-03

◆缺失描述：

碎石級配鋪設粒料分離

◆可能原因：

1. 級配粒料混合不均勻。
2. 級配粒料撒佈時粒料析離。

◆預防與處理：

1. 級配料軋製及混合時應予調整。
2. 級配粒料撒佈時須先攪拌均勻。
3. 加強施工控制。



編號

MA-04

◆缺失描述：

碎石級配靠近構造物附近粒料分離

◆可能原因：

1. 級配粒料混合不均勻。
2. 級配粒料撒佈時粒料析離。

◆預防與處理：

1. 級配料軋製及混合時應予調整。
2. 級配粒料撒佈時須先攪拌均勻。
3. 加強施工控制。



編號

MA-05

◆缺失描述：

缺失描述：碎石級配完成面粉土鬆厚

◆可能原因：

- 1.級配粒料生產控制不佳。
- 2.級配粒料篩分析試驗取樣或試驗不正確。

◆預防與處理：

- 1.級配軋製過程應控制級配尺寸。
- 2.試驗取樣應確實，並送信用可靠之試驗室試驗。
- 3.加強施工品質控制。



編號

MA-06

◆缺失描述：

未依規定回填且參雜其他廢棄物

◆可能原因：

- 1.回填高程控制不佳。
- 2.回填材料不良。

◆預防與處理：

- 1.精確控制回填高程。
- 2.回填材料應辦理相關試驗，挖除參雜之其他廢棄物，並回填合格級配粒料。
- 3.加強施工品質控制。



具體作為與成果

- 部分路基流失、缺口修復工程，採用回填土壤、碎石級配料數量少（例如：契約數量僅150~500m³，回填層次約5~15層，單日施作2~3層），材料、施工檢驗成本時程耗費不符效益，且作業空間狹小，對採傳統施工機具施築不易者，建議採何方式改善。

策進作為

採用MRC或CLSM等低強度混凝土方式施築。

- 分層檢驗厚度鑽洞檢測層次判別不易，另分層管控已有壓實度可提供參考，厚度檢驗請採碎石級配粒料底層鋪築完成後之總厚度辦理檢驗。

策進作為

已於99年版之施工明書表02726-2材料之施工方法之檢驗之厚度檢驗頻率修改為（1）鑽洞檢測法：a、面積每1,000m²為一批，檢測1組。b、面積未達1,000m²及分批餘數均列為一批，檢驗1組。分批餘數不足500m²時得併入前一批檢驗。（2）高程檢測法：每20m檢測1斷面，或每150m²檢測1組。

- 「由混凝土構造物拆除之廢棄混凝土與陶瓷類材料，經處理後，符合本規範有關底層級配粒料之要求者，亦得作為底層料，惟再生粒料之使用百分比除設計圖說另有規定外，可達100%。」一般認知級配料不得參雜廢棄混凝土塊，一般工程人員應用此規則者不多。

策進作為

已列入本局「98年度路基路面工程施工管理、養護及監造實務訓練班」課程內部加強說明。使用再生粒料時（如爐碴等），應注意環境法規、目的事業主管機關再利用規定。

- 「政府採購法」第72條第3節律訂有減價收受之許可，另本局「一般條款」第J章J.11節規定材料及施工品質之複驗機制，工地反映建議本局施工說明書於相關章節明訂碎石級配複驗方式或減價收受機制，以利工程執行。

策進作為

經本局99年5月12日召開「級配粒料底層檢驗不合格之減價機制會議」，經與會人員討論後認為級配粒料係為非凝聚性材料，當運至現場時，若試驗不合格即可運離工地（非棄置），重新運回料場重新拌合後再次使用，會議結論如下：基於本局施工說明書一般條款S.3驗收規定，減價收受之重要條件為不妨礙安全、經檢討拆換確有困難等，惟級配粒料底層滾壓前若抽驗不合格，並無拆換困難，且各工程處亦提出很多可行之改善方案，故施工說明書第02726章級配粒料底層，仍維持現有規定，不訂定減價收受條款。

延伸探討

控制性低強度回填材料（Controlled Low Strength Materials；CLSM）與多功能再生混凝土（Controlled Low Strength Regeneration Concrete；MRC）之特色與功能探討。

CLSM與MRC近年來已被廣泛應用。開挖回填是許多結構物在興建階段中必須執行的過程，其回填夯實施工品質之良窳直接影響結構物之安全性。然而由於諸多主、客觀因素之影響，常使得開挖回填之夯實施工無法依規定辦理，因而導致之工程之缺失不勝枚舉。如壩體變位、路堤邊坡坍塌、橋台引道沉陷及坡地填方沉陷所引起之建築龜裂、傾斜及路基路面回填沉陷等等。就道路平整問題的功能上來說，結構物回填土的差異沉陷更是影響路面平整度的主要因素之一，此不均勻沉陷的產生，常造成車輛行駛時產生跳動現象引起民怨。

CLSM及MRC的主要用途是替代土石夯實滾壓以作為路基填方或結構物回填之用，由於CLSM及MRC具自平性不需滾壓，且於施工後短時間內即能提供相當之承載力，適用於狹小或機具無法進入的場所替代土石回填。例如大型管線開挖後回填工程、狹窄的壕溝內回填、路面或建築物下面孔洞的回填及應用在路面的施工或修護中工程，因其強度足夠作為路基材料，凝結時間可依配比及天候而定，最快在3小時內就可以提供承載力，開放車輛通行。

CLSM及MRC與一般混凝土所使用之材料，並無明顯的不同，仍由粗、細骨材、波特蘭水泥、摻料及水所共同組成。惟一般混凝土對於粗、細骨材具有

諸如健度、粒徑分佈、有機物含量等嚴格的限制，但CLSM及MRC對骨材之要求並無特殊限制，廢棄磚石、打除混凝土塊、爐渣、鑄砂等之再生骨材，皆為CLSM及MRC之理想原料。CLSM與MRC於國內之應用，以低強度需求之管道回填及道路回填工程為主，目前各界多將此兩者歸類為同質性材料，並以使用粒料及產製方式區別應用名稱。其以道路開挖土石料或廢棄混凝土配合水泥及水，於工區附近藉臨時拌合廠或簡易機械攪拌產製者，通稱為MRC；利用水泥及飛灰、爐石粉等卜作嵐材料，配合天然砂石料、營建剩餘土石方或其他再生粒料及水，以預拌混凝土廠產製者，統稱為CLSM。

MRC與CLSM被廣泛應用於管道回填及道路回填工程多年，粒料中摻雜高量塑性土壤，致鋪面產生陷裂現象者，雖偶有所聞，卻集中發生於少數塑性土壤含量高之山區路段；而摻雜未經安定處理之轉爐渣或電弧爐渣，致鋪面結構產生回脹性破壞者，則集中於鋼鐵廠分佈頻繁區域，且均屬特定之預拌廠產製者。由歷年來蒐得資料綜合研判發現，「契約規範未務實」及「廠商追求變相利潤」兩項，乃造成前述問題之根源，故研擬務實性規範，並設法遏止變相利潤滋生機會，方可有效防制廠商使用劣質粒料，以確保施工品質。

擬簡便務實之契約規範

駐廠（場）管理，乃控管生產線之最佳方案，惟工程體系中人力明顯不足，且瞭解混凝土生產技術之專業人員有限，欲藉駐廠（場）手段，管控MRC或CLSM之生產品質，實務執行層面確有礙難。故唯有研擬簡便務實之契約規範，並真正落實執行，方能以有效人力達到品質控管之目的；經本局第三區養護工程處挖管中心陳主任仙州提出之契約施工補充參考規範如下：

■ 施工前置作業要求

欲確保MRC或CLSM之品質，除須要求廠商提出務實之施工及品管計劃外，施工前應由供料廠商依設計材料規格先行試拌，求得最佳配比設計試驗報告，據以執行。且為遏止廠商提供不實報告，工程主辦單位應成立機動性稽核組織，進行上述資料之實質校核，發現未符契約規定者，飭令改善後方准其施工。

■ 施工期間作業要求

施工期間，除要求廠商就施工過程拍照或錄影存證外，更藉品質稽查手段，機動抽查拌合廠（場）產製情形、並於預拌車卸料過程或澆置完成後，依設計要求抽驗拌合料成份、坍度或坍流度、3天或7天試體抗壓強度及試樣回脹率等，發現有未符規定者，即時要求承包廠商改善或挖除重作，據以建立嚴謹之施工品管制度，阻絕廠商投機陋習。

■ 完工階段作業要求

MRC或CLSM需待硬固後方得回鋪AC，乃管道工程完工階段需特別注意事項，倘依前述要求落實執行，理論上當可確保回填料品質。惟為避免執行過程偶因管控疏漏，而影響整體結構品質，得視實際需要於回鋪AC前，就硬固面鑽心抽樣（500m² / 批，每批2~3個），進行配比材料之化學性質分析，發現樣品中有MgO、Mg(OH)₂、Ca(OH)₂、CaCO₃等造成體積膨脹成份或包泥現象者，該批代表範圍之回填料，應要求全數挖除重作，加強防堵廠商摻配未符規定粒料。

遏止變相利潤滋生機會

利用沉泥、塑性黏土或轉爐渣、電弧爐渣等劣質粒料，取代MRC與CLSM基本粒料者，乃廠商追求變相利潤之主要作法。造就此等問題之要因有二；一為節省工時賺取利潤，此項通常發生於偏遠山區，且容許採簡易機械拌合供料者。另為以工業爐渣取代正常粒料者，此項最常發生於材料取得容易，且強制要求以預拌混凝土廠供料者。故祇要於規劃設計階段，斷絕廠商此意念滋生機會，再藉施工過程之品控手段，使廠商落實自主品管，必能有效抑制此惡習；本局第三區養護工程處挖管中心陳主任仙州提出下列遏止廠商使用劣質粒料之作法。

■ 劣質土壤摻配防制法

廠商使用劣質土壤方式有二，一為將優質粒料置換變賣，並以劣質土壤取代，賺取粒料價差，通常以契約強制使用預拌混凝土廠供料者為主；另為未經篩選處理，直接將挖土方拌合使用，據以節省工資成本，以容許採用簡易拌

合機械供料者為主；基於上述，顯見限制拌合料產製方式，並無法遏止廠商使用劣質土壤。由於摻配劣質土壤拌合之MRC或CLSM，硬固時間較長（約3~5日），且7日內之短期強度不易滿足正常車流通行需求，故祇要於契約中規範拌合料澆置完成之硬固時間為48小時以內，並要求7天齡期之抗壓強度，不得低於 15kgf/cm^2 ，此項問題必可迎刃而解。

■ 工業爐渣摻配防制法

管道工程發生回脹現象者，以設計CLSM為主，且經抽樣化驗後確認，造成回脹主因，乃回填料中存有未經安定化處理之轉爐渣或電弧爐渣。又此等工程具有后列特性：（a）施工區域皆鄰近鋼鐵廠分布頻繁縣市（b）回脹現象，皆發生於工程完工2年後（c）CLSM皆為價格偏低（約 $1,000\text{元}/\text{m}^3$ ）之特定預拌混凝土廠產製。而現實環境中，使用經篩選處理之路基開挖土石料或天然砂石料，並以預拌廠產製之CLSM售價約 $1200\sim 1600\text{元}/\text{m}^3$ ，其中粒料成本佔 $445\sim 720\text{元}/\text{m}^3$ ，而未經安定處理之工業爐渣，處理成本昂貴，倘鄰近區域有收購廠家，一般公司自願以低價銷售或免費供應，且管道工程通常僅保固兩年，基於利潤之考量，自有少數廠商甘冒品質風險，摻配工業廢料。欲解決此類問題，唯有於契約規範回脹性材料之檢驗方法，發現有未符規定者，即時退料或要求挖除重作，並落實執行，方可奏效。

使用再生粒料時（如爐渣等），應注意環境法規、目的事業主管機關再利用規定。

■ 摻配廉價粒料抵制法

市面上可作為MRC或CLSM之合格粒料遍佈各地，諸如道路開挖之基-底層級配粒料、建築物或水泥混凝土結構物打除之廢磚塊、混凝土塊及合乎環保標章材料規定之垃圾焚化底渣等，均屬優質之再生粒料，且其價格僅約天然砂石料之50~60%，使用此等粒料者，拌合料品質穩定易控制，又無需面臨挖除重作之風險，且其偏屬輕質粒料，在等容積狀況下，使用數量可相對減少，故整體成本與摻配爐渣者相近，在此有利誘因下，廣為宣導使廠商瞭解，應可有效遏止摻配劣質粒料之作法。

4



Persistence 堅持



優越品質

道路建設有如火車頭般的功能，能夠帶頭引領國家的產業發展，因為肩負這樣重大的使命，我們堅決維持最優越的服務品質，為國家、民衆謀求最大福祉，全力發揮「群策群力」、「防弊革新」的功能，構築成今日臺灣綿密便捷、兼具觀光與運輸功能之公路網，而國人的肯定，是我們堅持下去的最大動力。



追求卓越

- 具體作為與成果
- 革新施工技術—排水瀝青混凝土試鋪成效探討
- 工程材料性質及品質簡易判定方式

【追求卓越】

具體作為與成果

自95年度政風督導小組會議主席裁示後，本局「專案稽核小組」隨即籌組成立，歷經4年稽核發現有關「規範疑義」、「規劃設計」、「預算編列」、「施工監造」、「品質控管」、「估驗計價」、「其他」等規範面、制度面、管理面及教育訓練面問題 7類計 121項；各工程處施工（品質）管理建議事項 61項。

表4-1-1 專案稽核成果統計表

專案名稱	期程	稽核標案	專案稽核發現問題	問卷調查興革建議
路基路面暨混凝土構造物工程專案稽核	99年1~12月	路面修復工程7件、拓寬工程2件、災修工程2件、積水改善1件、構造物改善1件、年度養護1件，計14件	15項	未辦理
路基路面工程專案稽核（第二階段含標線）	98年7~12月	路面工程標案8件（因應莫拉克颱風影響8月暫停，自9月17日重新起動）	14項	7項
路基路面工程專案稽核	98年1~6月	路面工程標案 13 件	11項	5項
路面暨混凝土構造物專案稽核	97年7~12月	路面工程標案12件（兼具混凝土工程4件）	30項含局長諭示提會研處1項	8項
混凝土構造物專案稽核	97年1~6月	標案計11案（含新建工程2件，養護及拓寬工程9件）	14項	11項
路面工程專案清查（第二階段含碎配）	96年7~12月	標案計15案（含新建工程8件，養護及拓寬工程7件）	16項含局長指示檢討事項2項	22項
路面工程專案清查	96年1~6月	標案計13件（含新建工程5件，養護及拓寬工程8件）	21項	8項
7階段	4年	86件	121項	61項

專案稽核執行期間，曾奉陳故局長晉源諭示：專案稽核成果「請於擴大工程會報摘要報告」、交辦「瀝青混凝土含油量應落實並檢討抽驗方式，另再生瀝青如何確保品質，以上兩點請材試所研擬」（於96年下半年階段檢討會，由材試所專案報告）；技術幕僚長（前王總工程司慶一）於稽核成果報告書，簽註意見：「1.拌合廠之刨除之AC料能否再利用，目前對拌合廠之堆置是否有合理之管制規定，宜請材試所研究。2.在1000公尺以下之再生AC，是否可加AC-20及其添加之量，亦宜請材試所研究。」（於97年下半年階段檢討會，由材試所專案報告）；前吳副局長瑞龍，簽註意見：「對於歷年稽核成果建議政風室再予整理發行專輯，以顯示本局對品質的堅持」。



圖4-1-1 前高副總工程司邦基（右二現任桃園縣政府交通局長）參予專案稽核，現場聽取工務段陳段長世昌簡報（台7線89K+900~90K+740（薈蜜風災）路基流失搶修工程概況）。



圖4-1-2 專案稽核過程在天候不佳的情況下仍然認真執行

透過機關（局長、副局長、總工程司）首長的重視與支持（如圖4-1-1、4-1-3），以及單位同仁「群策群力」，專案稽核採取橫向檢覈作為（如圖4-1-2、4-1-4），得以對於規範面、制度面、管理面、執行面及教育訓練面，提供建議及透明訊息，展現本局及所屬對於管理成果、品質提升，僅將專案稽核執行成果摘述如下：

制度面

- 修訂本局「瀝青混凝土再生利用作業要點」，並經報交通部函復「請本於權責自行核處」，並修正本局契約主文第5條，增列第（27）款，將本作業要點列入契約。
- 本局「施政目標管理及執行方案」作為下，新工組已開發「工程目標管理系統」附掛於本局網頁首頁資訊專區（<http://www.thb.gov.tw/tm/Menu/Menu12/object/object.htm>）提供所屬及承包商反映管道，各工程處對於本局之規定有窒礙行之處，將疑義事項與建議，提供新工組於規範修正時參考。
- 本局前於民國77年10月編印有「材料手冊」，將本局規範引用的CNS規定文字內容附錄其中，惟經濟部標準檢驗局，已將專屬權售予中華電信

公司，因涉及著作權問題，為方便爾後請各工程單位（人員）瞭解規範要求，建議於網頁上免費閱覽（<http://www.cnsonline.com.tw/>）施工說明書內引用CNS之規定。

■ 本局山區路段工程條件嚴峻且地處偏遠，相關工程人員招募不易（不足），養護業務執行相對艱困，復以其他外在因素影響（颱風、豪雨），致使道路災害頻傳，陳抗事件不斷，且相對薪資結構與福利制度較不如其他行政機關，除俟行政院組織（民國一百年）改造時一並研議檢討改為簡薦委制外，要求各工程處人事室配合推動「行政院所屬中央機關學校員工協助方案」，以疏緩目前困境。

■ 本局現行「施工說明書」（技術規範）各項材料及施工檢驗頻率與施工作業要求，未考量工程金額多寡（如：巨額採購、查核金額、公告金額）或工程性質之差異（如：新建工程、拓寬工程、一般養護工程、災害緊急搶修工程），故有關無論工程規模大小均適用同一規定，其合理性與實際執行之可行性尚需延議，經階段會議主席裁示：在「施政目標管理及執行方案」作為下，由本局材料試驗



圖4-1-3 本局材料試驗所陳所長式毅（左二）於專案稽核階段檢討會提供意見，會議主席前劉副局長健朗（右一）及與會長官慎重研思。



圖4-1-4 偏遠山區路段工程標案，借用（新竹五峰鄉）鄉公所會議室，專案稽核委員進行文件資料審閱。

所對於各項材料及施工檢驗頻率已進行表列整理，交請本局業管組整合所屬工程機關實際遭遇困難，檢討修正（補充）本局規範內容。

- 在三級品管制度下，契約規定應辦檢試驗，除本局各工程處品檢中心自行辦理外，尚有部分檢驗需委外辦理，惟對於委外試驗報告的「可信度」及「可靠度」有疑義時，必要時可由工程處辦理「委外試驗室」的評鑑，階段檢討會建議工程單位應審慎審查檢試驗報告的完整性、數據之合理性，或在辦理材料施工檢試驗應儘量迴避送往相同委外認證單位。

註：99.09.01台南地檢署「路見不平」專案在經濟部標準檢驗局及財團法人全國認證基金會（Taiwan Accreditation Foundation）協助下調查地方工程發現，部份TAF認證實驗室涉嫌配合廠商更換試體、竄改鑑驗數據，並出具不實報告、作假舞弊情事，涉嫌實驗室亦因違TAF土木工程測試領域認證特定規範TAF-CNLA-S01隨即遭「終止」處置。

規範面

- 業管組（所）與各區工程處辦理本局「施工說明書各項檢試驗項目、時機、頻率」調查，共同研討修定施工說明書第02471（基樁）、02741（瀝青混凝土一般要求）、02742（瀝青混凝土材料及施工檢驗）、02726（碎配）、02966（再生瀝青混凝土）、03050（混凝土材料及施工）、03310（結構用混凝土）、03601（無收縮水泥砂漿）具體達成計8章節約29項次重點，有效減少本局監造單位與施作廠商間檢試驗之辦理爭議與疏漏問題。
- 於97年10月1日修定實施本局「受理挖掘公路作業程序」並附掛於本局網頁提供查詢。
- 重申工程契約「安衛設施費」應確依本局「交通、安衛、環保預算編制手冊」規定，逐項量化編列預算，暨「施工說明書」第01574章「勞工安全衛生」原則辦理估驗。
- 對於承商提送之「交通維持計畫」應確實審核，並依據各「縣市道路交通安全聯席會報」規定辦理，以維持施工地區交通順暢與安全。

- 請各工程處對預定整修路面路段，於工程施作前至少3個月，函文通知管線單位配合辦理下地施工；至管線單位若未於6個月內完成佈纜及辦理修復者，請各養護工程處依「公路法」第72條處置。

管理面

- 專案稽核發現諸多路面實際破裂、坑洞、跳動等損壞狀況，未檢視路面結構強度是否足夠或未檢討原因（如：地下水位過高、早期設計路面結構強度不符現況需求、或因管溝回填沉陷、隆起等），一般或多僅以刨除加封方式處置；建議對於大型修復工程，在未決定修復策略前，先依部頒「公路養護手冊」辦理「鋪面損壞調查」，必要時並辦理既有路面（如撓度試驗）之結構強度檢測，再決定修復方法（如部頒養護手冊述大型養護方法之「刨除回鋪」、「加鋪」或「重建」，另缺失現場拍照，應加拍位置背景-遠照，俾供後續加鋪路面設計、施工參考）。
- 承商自主品管流於形式，建議由監造單位要求依本局契約附件「施工品質管理作業要點」第6條落實執行內部稽核，必要時依規定陳報工程會，撤銷該品管人員資格。
- 研訂監造計畫範本：鑑於本局各區養護工程處辦理公告金額以上查核金額以下工程採購案件多，如路面維修、排水改善、標誌標線、照明、路容養護及綠美化等工程，多為自辦設計、監造且經年辦理，其監造計畫提報內容大致相同，為提升本局工程品質稽核作業，要求各區工程處分類核頒監造計畫範本 E 化掛於機關網頁，供監造單位參照應用。
- 對於現場鋪設之瀝青混凝土為新粒料或添加再生瀝青粒料若干，就目前國內、外學術研究，尚無相關檢驗做法能明確鑑別，（囿於人力）除要求各工程處派員隨時抽查瀝青拌合廠，另就再生瀝青混凝土推行多年後，瀝青路面勢必經多次刨除一再重複回收再利用等問題，規劃委託學術單位專案研究，視研究成果再參研議。
- 或有設計單位沿用「舊設計圖」，或援引他標案「單價分析」、或套用同類型工程之「補充施工說明書」，造成相同材料之規格出現不同設計，除



圖4-1-5 鄰路房舍私設坡道侵及路權

要求委外設計單位改進外，亦提供自辦設計工程參考，並請本局各工程處於審核設計作業時注意，不宜照單全收。

- 專案稽核發現本局人才濟濟「自辦監造」工程標案整體品質尚不亞於「委託監造」，建議各工程處自行考量（人力條件），許可範圍內由本局同仁自行監造。
- 預算編列單價偏低之原因，或有參用之價格資料庫沒有隨時更新，且未因應工程特殊性編列（例如高山偏遠地區、緊急修復工程），建議由本局各工程處建立轄管區域之物價單價資料庫，並指派專人按月更新，以提供預算編製參用。
- 對於鄰路房舍私設坡道侵及路權問題（如圖4-1-5~6），要求本局各養護單位辦理巡查並製作紀錄，針對個案情節狀況，或聯繫鄰里長疏處，或提請警政單位依「道路交通安全處罰條例」查處，或依「公路法」提報處置。



圖4-1-6 私設坡道敲除（改善後）

- 律定「刨除料折價費」：考量瀝青混凝土刨除及鋪設作業之連續性、刨除數量、環保問題及避開交通尖峰時間等成本，瀝青混凝土挖（刨）除厚度5 cm平均單價36元/m²（約為公共工程價格資料庫平均單價80%）。
- 合理編列「挖（刨）除料剩餘價值」：原參考行政院工程會網站範例編列瀝青混凝土挖（刨）除料剩餘價值單價，依新材料材料單價50%~70%分析（含處理費）尚屬合理，惟考量瀝青混凝土路面一再刨除回收利用，要求各工程處辦理瀝青混凝土挖（刨）除料剩餘價值單價編列前，先檢測原路面材料性質，再依回收料添加比例分析，或有部分路面挖（刨）除料無法作為再生原料者，則依填料計價。
- 試辦新粒料瀝青混凝土黏滯度檢驗機制：要求各工程處於99年度至少試辦2件，以補充施工說明方式增訂檢驗規定辦理。

教育訓練面

- 辦理「混凝土施工及品質管理訓練」2期100人次，授課內容包含「混凝土施工及品質管理實務」、分就程序面、實體面、履約管理面進行探討；

「多功能再生混凝土 (Multi-functional Regeneration Concrete : MRC) 施工與監造實務」分別依配比設計參考要素、施工及產製要求、應用實例及成果檢討、工料成本分析、常見問題及因應方案詳細論述；「混凝土材料試驗與判讀」講授混凝土組成材料、粒料試驗、新拌混凝土試驗、硬固混凝土試驗，更補充自充填混凝土試驗。

- 辦理「路基路面工程施工管理、養護及監造實務訓練」2期（每期2天含工地觀摩）100人次，授課內容包含「路基路面工程施工程序管理」分就程序面、實體面、履約管理面進行探討；「路面維修工程設計暨監造實務」探討路面損壞原因及調查機制、理想之路面管理目標、鋪面工程設計考量要素、監造要點及施工範例、執行問題及成效探討；「路基路面材料試驗與判讀」從規範章節與試驗項目介紹、試驗結果判別、規範與試驗要求重點提示等逐一說明；「路平專案推動成效」進行工地現場觀摩執行成效，並將執行過程遭遇之技術問題、協調介面、克服困難手法逐一分享；「專案稽核案例分析與探討」自行政程序應辦文件資料、檢試驗報告常見缺失、專案稽核過程發現之現場缺失經驗提供原因探討與改進建議。
- 參訓對象由本局各工程單位依權責自行就人員資格、能力及職掌調派，並指派適當人員參訓，授課講座延請本局專案稽核委員、材料試驗所課長、工程處相關承辦業務主管針對本局規範要求、工程特性、工程人員遭遇之問題研編課程內容，併於辦理訓練後進行測驗，進行課後綜合討論，且將訓練課程講授內容錄製「光碟」分送各工程處，實質「強化執行觀念」、「策進品質提升」，進一步將工程實務經驗分享與傳承。

由於機關內部大家彼此信任與各單位間的互助與支持，使得許多事情表面看來「理所當然」與「平安順遂」，事實上卻是一步一腳印「落實管理執行」與「事前防範措施」的成效，藉由專案稽核機制，促使本局同仁的工程專業與行政效能成績得以逐漸展現。

台61線232K高架橋下

革新施工技術—排水瀝青混凝土試鋪成效探討

摘要

為消除落於鋪面之雨水經車流衝擊產生之水霧，提高行車安全，本處特於台東市進入鹿野地段，試辦一起排水性鋪面（Drainage Pavement）⁽¹⁾，期能有效提升該區之道路現況服務能力指標（Present Serviceability Index；PSI）。本工程計採用三型不同配比材料，分別為A型「AC-20+礦纖」，B型「高黏度改質瀝青」，C型「CNS改質III型瀝青+木纖」等，並就工作性、鋪面完成及使用三年時間之透水性、抗滑性及平坦性等，作相對比較探討之。

本研究之各型排水瀝青混凝土（Porous Asphalt）自生產迄工地鋪築完成後，在相同施工條件下，溫感性變化大之改質瀝青，拌合料易因快速冷卻影響鋪築及夯實作業。如A型材料自運送迄卸料完成，整體夯壓溫度維持在145°C以上，且工作性佳；B及C型拌和料出廠溫度高於A型約20°C，雖控制初壓溫度在158°C以上，仍因材料黏稠度過高，鋪築及壓實困難而降低工作性，且少數拌和料附著於運送車輛不易清除，造成施工作業極大困擾。

就長期功能性而言，使用三年後鋪面平坦度之平均標準差，A型之2.25~2.58mm及C型之2.55~2.77mm均甚理想，B型之3.03~3.06mm稍差，優劣順序為1.A→2.C→3.B；平均抗滑能力（BPN）尚能維持在45以上，優劣順序為1.C→2.A→3.B；除近路口處透水能力偏低外，其餘多能維持在900ml/15sec規範值以上，優劣順序為1.B→2.C→3.A。又B、C兩型拌和料黏稠度偏高，工作性不佳，且改質瀝青價格昂貴（約AC-20之1.4~1.6倍），倘就經濟層面及鋪面材料之再利用性質思考，於瀝青方面，選用AC-20配設當屬較佳選擇。

關鍵字：排水瀝青混凝土（PA）、鋪面水霧、透水性、抗滑性、平坦性

¹ 蔡攀鰲，2002，排水性瀝青混凝土國內、外發展概況，排水性瀝青混凝土鋪面特輯，第1頁，中華鋪面工程學會。

前言

研究背景

試辦位置係銜接台東市綠色隧道及初鹿牧場主要路段，道路筆直寬廣，行車速率60km/hr以上，每逢連續假日或寒暑假假期，遊客眾多。又該區雨季甚長（5~11月），雨天鋪面水霧飛濺問題，影響行車安全至甚。再者，本處於台20線大關山隧道排水鋪面試辦工程施作完成後，經追蹤評估近三年時間，成效頗佳^[2]，經常往返於台東地區民衆及機關單位，多建議於該縣觀光景點途經路段比照試辦。為應地方需求，在通盤考量並經實地勘查後，本處決定就台九線自來水公司埋設管線路段，規劃以排水性瀝青混凝土進行修復。

研究目的：

本研究除為改善鋪面排水問題外，更針對不同配比型式之排水瀝青混凝土，探討其施工性、經濟性及耐久性能，期能獲得兼顧各方需求之最佳配比。另因試辦區域僅四家瀝青混凝土拌和廠，且普遍運距均高於30km，使用黏滯度高之改質瀝青，拌和料溫度是否因運送時間延長或工作性欠佳而影響鋪面品質等，亦為本次研究探討之目標。

研究方案：

台東區瀝青混凝土拌和廠稀少，為配合材料溫度之控管，使所有拌和廠均能於有效時程內，將鋪面材料運達並完成終壓作業，確保工程品質，故選線過程乃以區域內所有拌和廠，得以控制之最大運處時限（一小時內）為參考準則。又PA常用之摻料（礦纖、木纖或聚合物纖維）及瀝青材料（AC-20、改質瀝青或高粘度改質瀝青）繁雜，欲獲得最佳配設模式，仍需參酌區域環境特性，並藉長期追蹤評估，探討其實質效益，方可確認，故本工程乃參考文獻資料及工程會施工綱要第02797章「排水性改質瀝青混凝土鋪面」^[3]中配比設計模式，嘗試利用AC-20+礦纖、III型改質瀝青+木纖及直接使用高粘度改質瀝青等三型材料分區段試辦（如圖4-2-1~2），並就鋪面平坦度、抗滑及透水性等，追蹤三年成效評估之。

² 陳逢源、陳仙州、劉慶輝、林國祥，2005，排水性瀝青混凝土之應用分析（一）大關山隧道排水鋪面試辦工程成果報告，公路總局94年度研究專輯報告。

³ 行政院公共工程委員會，2003，施工綱要，第02797章，排水性改質瀝青混凝土鋪面。



圖4-2-1 各試驗區段示意圖



圖4-2-2 試驗路面轄區區位圖

文獻回顧

排水性鋪面之定義：

排水性鋪面，係藉由高孔隙率之鋪面材料取代傳統密級配瀝青混凝土，增加鋪面之巨觀原理⁽⁴⁾，在鋪面排水機能上，乃利用面層材料內部排水及孔隙間汲水功能，迅速將鋪面水分排除之鋪築層而言。又其乃在不透水層上鋪設之多孔隙瀝青混凝土，能使落在鋪面上雨水快速側向路緣排出，以免滲入路基，降低強度，一般多使用在車道面層；茲就一般瀝青混凝土鋪面與排水性鋪面對降雨時排-滲水過程簡示如圖4-2-3^(5、6)。

國內外排水瀝青混凝土使用材料要求：

影響排水性鋪面品質之最大因素，乃粒料及膠結料型式；由於排水瀝青混凝土多用於鋪面表層，而厚度通常不超過5cm，故對粒料之要求較為嚴謹，諸如具有良好組構、低磨損率、低破碎率、高破碎面、低扁長率及具內部接合效果等，其相關要求詳表4-2-1。由於排水瀝青混合料之空隙較大，為使其有足夠厚度之瀝青膜以增加耐久性，且為避免混合料在生產、運送及鋪設期間會有瀝青垂流現象，膠結料多選用黏度較高之瀝青；其在歐、美、日等國家，多使用橡膠瀝青或高黏度改質瀝青，國內近年來則以AC-20、改質瀝青III型及高黏度改質瀝青居多^(4、6)。

⁴林志棟、許金寶、陳順興，2002，排水性瀝青混凝土鋪面施工技術，排水性瀝青混凝土鋪面特輯，第68頁，中華鋪面工程學會。

⁵陳仙州、劉英偉，2005，經濟型排水性瀝青混凝土之研究，中華鋪面工程學會會刊，第三卷，第一期，第27~29頁。

⁶林志棟、陳世晃、林宏偉，2002，排水性瀝青混凝土材料的阻成與特性，排水性瀝青混凝土鋪面特輯，第12~15頁，中華鋪面工程學會。

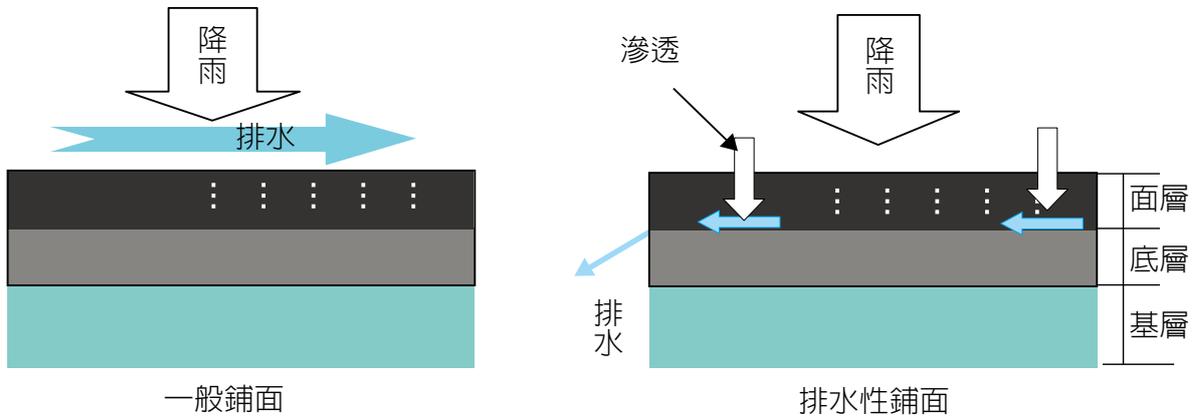


圖4-2-3 各型鋪面排水示意圖

表4-2-1：各國對排水瀝青混合料內粗粒料品質要求^(3, 4)

項目	國別	美國FHWA 技術諮詢 T5040.31	美國NCHRP Report 425	日本 排水性鋪裝 技術指針	西班牙 PPA	瑞典 Drainor (30)	臺灣工程會 施工綱要
洛杉磯磨損 率，%，max		25	30	30	20	30	30
健性損失率， %，max， 硫酸鈉；硫酸鎂			15 20	12			12 15
扁平、細長顆粒， %，max，3:1 5:1		15	20 5	10.0	25*		12 5
破碎面，min 一個以上，% 二個以上，%		90 75	100 90		100-75		100 90
面乾比重，min				2.45			2.45
吸水率，%，max			2	3.0			2.0

工址考量因素及施工管控模式

本工程除考量原路面洩水坡面及導引水流排放設施外，更依台東區地理環境、氣候特質、鋪面基-底層結構穩定度、區域粒料性質及可供應合格瀝青混凝土拌和廠家等，通盤考量後規劃之；茲將工址選定主要考量因素及配合施工管控模式概述如后。

工址選定主要考量因素分析

■ 洩水坡面及導引水流排放設施

PA之主要功能，乃將天雨落在鋪面表層之殘留水份，迅速導入裡層，再藉正常路拱形成之聯通孔隙，迅速引至路面外緣，而主要水量仍需藉由洩水坡面排放，可見維持路面既有橫向坡降，乃排水鋪面不可或缺之要素。又由PA裡層排出水份，仍需配合適當引流管道，方可獲得適當處理，此等皆屬工址選定之必要考量因素。

■ 地理環境及氣候特性

本工程所在為台東綠色隧道通往初鹿牧場必經途徑，當車輛由略顯狹窄之綠色隧道開出時，乍遇豁然開闊路況時，總不免加足馬力狂奔一番，天雨期間，利用排水鋪面特性，將滯留水氣迅速消除，並藉粗顆粒骨材之結合提高鋪面粗糙度，增強其抗滑能力，除能提升行車安全性外，對吸引旅遊人潮之觀光事業亦具助益；又該地區平時工程車輛稀少且雨季長，車輪挾帶塵土阻塞鋪面孔隙機率低，更得以藉雨水沖洗殘留於表層之粉塵，延長鋪面排水效能使用年限。

■ 鋪面基—底層結構穩定度

本工程兩側慢車道為自來水管線埋設區，因係以平均抗壓強度40~50kgf/cm²之多功能再生混凝土（Multi-functional Regeneration Concrete；MRC）⁽⁷⁾回填，且車道無變形現象，顯見整體基-底層結構十分穩定，故僅就鋪面表層老化龜裂、局部積水及管道處回鋪之臨時AC材質改善等規劃，並採兼顧鋪面水份有效排放至兩側邊溝之路拱調整模式，為工程主要設計準則。

■ 區域性料源供應及拌和廠執行能力

就排水鋪面需求性高之粗粒料而言，於卑南溪、知本溪及太麻里流域之台東縣境，欲取得磨損率及扁長率低且破碎面高之石材，較西部地區容易且成本經濟，此點乃擇定試辦路段主要因素之一；又因本工程使用之改質瀝青，鋪築及滾壓過程需配合高溫條件方易進行，故工址調查階段，即以區域內拌和廠得以正常供料之最大運距為考量重點，以確保施工度。

⁷ 陳仙州，2005，多功能再生混凝土之應用與實務分析，碩士論文，國立屏東科技大學土木工程研究所。

■ 管線設施影響因素

就試辦工程而言，得以應付長期追蹤乃評估作業之要素，故需將管線設施影響因素降至最低，本工程除考量三~五年內不易有管線挖掘破壞情形外，既設人（手）孔蓋稀少，並得以配合採隱藏式處理，亦為本案選址之重要考量因素。

施工管控及配合作業分析

為獲得預期目標，試辦工程之品質規定及粒料級配規格、纖維、瀝青材料要求等（詳表4-2-2~3），除參考施工綱要第02797章「排水性改質瀝青混凝土鋪面」設計外，更要求施過程工須辦理下列相關作業配合之。

表4-2-2 PA之品質要求⁽⁴⁾

使用瀝青及摻料要求		
材料	試驗項目	規範值
CNSIII型改質瀝青	針入度，25°C，100g，5s，1/10mm（最小值）	35
	粘度，60°C，1s-1PaS，（poise）（最小值）	800（8000）
高黏度改質瀝青	針入度，25°C，100g，5s，0.1mm	40以上
	60°C黏度【Pa-s（poise）】	20000（200000）以上
木質纖維	篩分析：纖維長度（mm）	6以下
	通過0.85mm（#20）篩（%）	85±10
	通過0.425mm（#40）篩（%）	65±10
	通過0.106mm（#140）篩（%）	35±10
	灰分含量（%）	18±5
礦物纖維	纖維長度（mm）	6以下
	纖維厚度（mm）	0.005以下
	散粒含量：通過0.25mm（#60）篩（%）	90±5
	通過0.063mm（#230）篩（%）	70±10
礦物填充料	通過方孔試驗篩0.6mm之百分率（%）	100
	通過方孔試驗篩0.3mm之百分率（%）	95~100
	通過方孔試驗篩0.075mm之百分率（%）	70~100
其他要求		
混凝土完成面	穩定值〔KN（kgf）〕	3.5（350）
混凝土完成面	空隙率（%）	15~25
混凝土完成面	現場排水試驗（ml/15sec）	900以上
瀝青混合料	垂流試驗：網籃法（%）	0.3以下

■ PA之拌和作業控管流程

依配比設計控制混合粒料用量→混合粒料均勻乾拌時間之確定→混合料最佳拌和溫度之確認→載運出廠，登記載運量，俾為運輸時程控管之參考。

■ 載運控管流程

量測拌和料出廠溫度→以厚帆布覆蓋加強保溫→登計運輸時間（為溫控及運量調整參考）→量測各型混合料每車次至工地卸料完成之鋪築溫度。

■ 施工前置作業及配合模式

鋪裝機配合準線、壓條及自動平坦儀等施工，並紀錄各型配比材料每日工作量。

■ 鋪設及夯實溫度控管流程

量測各型混合料鋪設溫度→12~18T二軸三輪鐵輪壓路機初壓、複壓及溫度量測→6~8T二軸二輪鐵輪壓路機終壓。

表4-2-3 使用粒料要求

試驗項目	規範值		試驗篩 mm (in)	過篩百分率 (%)	允許誤差 (%)
	粗粒料	細粒料			
洛杉磯磨損率 (500轉, %)	30以下	—	19.0 (3/4)	95~100	±8.0
扁長率 (%) 1 : 3	12以下	—	12.5 (1/2)	64~84	±8.0
扁長率 (%) 1 : 5	5以下	—	9.5 (3/8)	—	±6.0
吸水率 (%)	2以下	—	4.75 (NO.4)	10~31	±6.0
表面乾比重	2.45以上	—	2.36 (NO.8)	10~20	±5.0
破碎面 (%) 一面	100	—	1.18 (NO.16)	—	±5.0
破碎面 (%) 二面	90	—	0.075 (NO.200)	3~7	±3.0
液性限度 (%)	—	25以下			
塑性指數 (%)	—	NP	瀝青含量 (%)	4.7~5.3	±0.3
含砂當量 (%)	—	45以上			
健度 (5次循環, 損失%)					
硫酸鈉	12以下	15以下			
硫酸鎂	15以下	20以下			

表4-2-4 完成面PA之成效及評估試驗方法

試驗項目	試驗方法
壓實試體厚度	CNS 8755 A3147瀝青混合料壓實試體厚度或高度試驗法
密度及壓實度	CNS 8758 A3150瀝青混合料理論最大比重試驗法
	CNS 8755 A3151瀝青混合料壓實試體容積比重及密度試驗法
	AASHTO T230瀝青粒料混合料壓實度測定法
瀝青含量	AASHTO T164瀝青路面混合料瀝青含量試驗法
篩分析	AASHTO T30抽取粒料之篩分析試驗法
透水性	日本道路協會「排水性鋪裝技術指針」之現場透水性試驗法
	由所得依 $Q = q/t$ 公式，換算成施工綱要規定單位 (ml/sec)
抗滑值	ASTM E303 (採用英式擺錘)
	利用運動能量不變定律之原理測定路面之相對摩擦係數
平坦度	公路局「公路工程材料手冊」一路面平坦性試驗法
穩定值	馬歇爾試驗儀於圓形試體受破壞時之最大荷重

■ 完成面PA之成效評估試驗

包括瀝青含量、篩分析、厚度、壓實度、空隙率、工地透水性、抗滑值、平坦度及穩定值試驗等；其試驗方法詳表4-2-4。

工程概述及成果探討

工程概述

本工程於93年3月23日開標，由承太營造有限公司以壹仟貳佰肆拾陸萬元得標承辦，原定開工日期為93年4月9日（工期90日曆天），因受管線埋設及颱風豪雨災害影響，延至93年7月31日始進場施工。施工範圍路況經勘查判定，僅屬鋪面表層結構受損，且原路面AC略高於兩側邊溝頂緣（如圖4-2-4），故採AC刨除約10cm方式修復。其施工步驟為1.以兩側邊溝頂緣為



圖4-2-4 施工前路況（林進芳拍攝）

準，藉刨除動作順應路形將鋪面調整平順→2.鋪築密級配再生瀝青混凝土至與邊溝頂緣切齊→3.最上層以PA鋪築5cm（如圖4-2-5）。PA之實際施工期程自93年11月2日~20日止，各型配比均於施工前，針對木纖（礦纖）與粒料混合均勻度測定最佳乾拌時間（約25秒），並以試拌盤測定不產生垂流之最佳濕拌時間（約45秒）；其後再針對三種配比拌和、出廠、鋪築及初壓溫度等實際量測並紀錄如表4-2-5。施工範圍計三區段，再生瀝青混凝土底層依標準路拱調

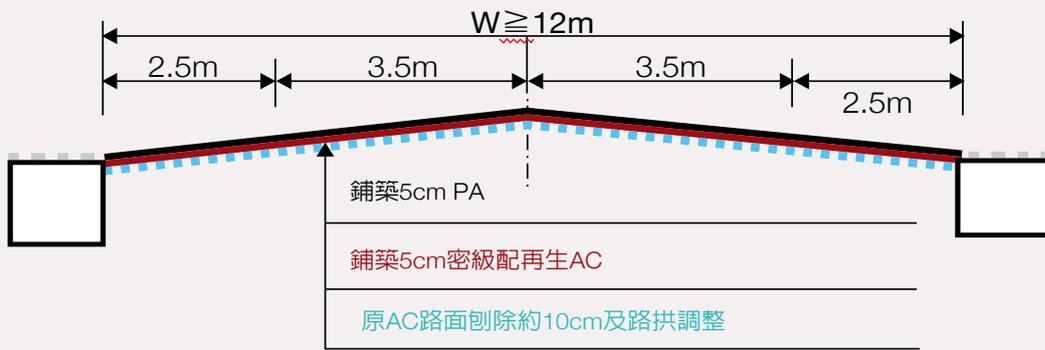


圖4-2-5 施工橫斷面示意圖

表4-2-5 PA施工溫度統計

溫度日期	拌和溫度 (°C)	出廠溫度 (°C)	鋪築溫度 (°C)	初壓溫度 (°C)	複壓溫度 (°C)	終壓溫度 (°C)
A型						
規範值	—	≥ 170或 ≤ 185	≥ 170 ()	≥ 170 ()	130~165	≥ 120 ()
11-2	170	165	159	151	144	128
11-3	168	163	156	149	142	125
11-4	165	152	152	146	138	123
11-5	165	152	152	145	136	121
B型						
11-10	191	184	175	168	160	145
11-11	190	183	173	165	158	143
11-12	192	183	174	165	158	143
11-14	193	182	172	163	155	140
11-20	193	183	172	163	155	140
C型						
11-16	190	184	176	165	158	143
11-17	189	182	173	162	155	136
11-18	187	181	171	160	152	133
11-19	186	179	170	158	150	130

整後，於其上配合邊條及準線鋪築等厚度之PA，因路幅寬度有限，為維持雙向行車順暢，故先由中心線兩側快車道鋪築完成後，接續處理兩側慢車道。為克服工程進行中遭遇難題，除分別派員於拌和廠及工地現場管控外，期間更邀集本處轄屬單位辦理現場觀摩，就施工過程發現缺失提出檢討改進方案；完成面更分別於94年底、96年初及96年底，進行三次功能性之追蹤評估試驗（如圖4-2-6~10），茲就研究成果分述如后。



圖4-2-6 材料試拌及拌和廠觀摩討論（林進芳拍攝）



圖4-2-7 刨除、控制準線、邊條設置及再生AC鋪築（林進芳拍攝）



圖4-2-8 面層PA鋪築及現場觀摩簡報（林進芳拍攝）

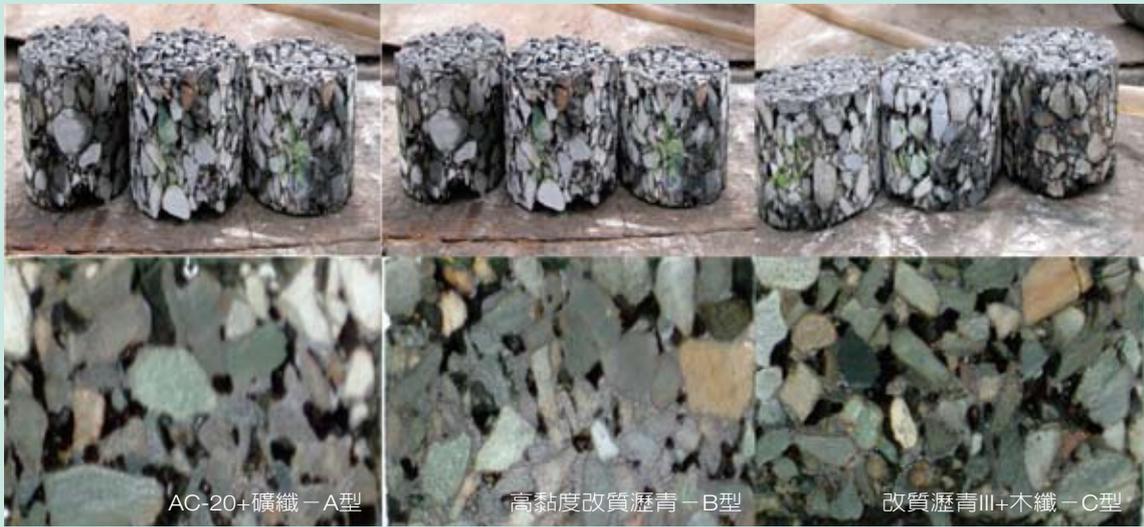


圖4-2-9 PA鑽心試體及剖面孔隙比較（品檢中心拍攝）



圖4-2-10 鋪面現地透水、平坦度及抗滑評估期間現地試驗（林進芳及品檢中心拍攝）

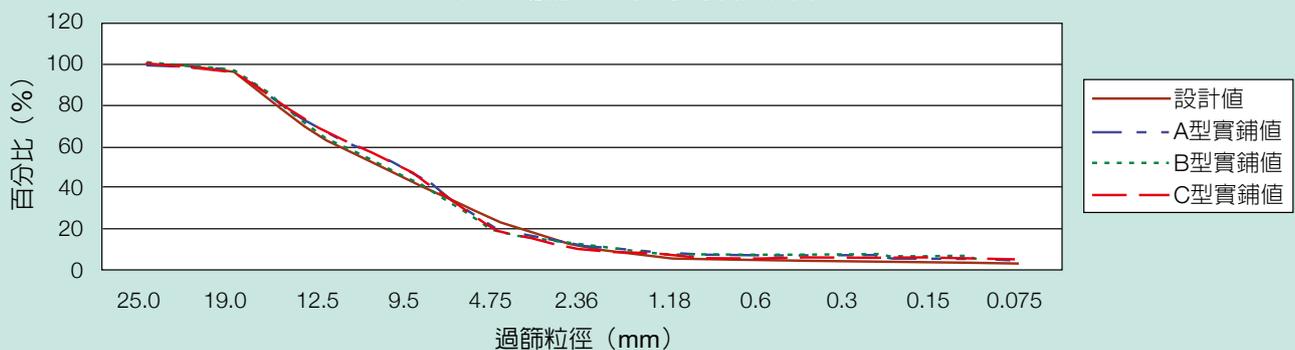
施工問題檢討

為提高鋪面孔隙率，配比設計中NO.8篩（2.36mm）以上粒料，採接近規範下限值方式配設（如表4-2-6），惟拌和廠操作過程，因粒料稱重設備欠佳，偶有逸出準線及調整失靈現象，致拌和料未臻理想。又改質瀝青因黏度過高，老舊拌和廠油料溫控、抽送設備不易操作，且塵埃收集器（Dust Collection）難耐高溫等，均直接影響拌和料之產製，故欲採用黏度高之瀝青材料時，有必要對拌和廠設備加以改良。使用改質瀝青者，拌和料傾卸時，因材

表4-2-6 設計-實鋪配比設計試驗報告及比較圖（過篩百分比）

篩號	設計值 (%)	實鋪值 (%)			規範值 (%)
		A	B	C	
1"	100.00	100.00	100.00	100.00	100
3/4"	95.52	96.61	97.05	96.19	95~100
1/2"	64.13	67.22	64.70	68.13	64~84
3/8"	43.97	48.81	45.02	49.35	—
#4	24.39	19.89	17.64	19.00	10~31
#8	10.91	11.58	11.59	10.01	10~20
#16	5.95	7.75	7.16	6.65	—
#30	4.78	7.15	6.90	6.43	—
#50	4.13	6.67	6.70	6.31	—
#100	3.53	6.14	6.47	6.16	—
#200	3.16	4.63	5.30	5.17	3~7
底盤	0.00	0.00	0.00	0.00	—
瀝青 (%)	4.80~5.0	4.63	4.79	4.66	

設計-實鋪配比設計試驗報告比較圖



料附著於裝載車底部不易清除，造成施工莫大困擾；又其溫降快速，且於150°C以下即不易夯壓，故須配合較高能量之滾壓機械，方可獲得良善品質，此點乃施工過程必須特別注意事項。

完工成果分析

PA完成面相關試驗，包括瀝青混凝土鑽心試體之厚度、密度、壓實度及空隙率；瀝青混合料之瀝青含量及篩分析試驗、穩定值；工地透水、路面抗滑值及平坦度等，均由承包商委託義守大學土木工程系材料試驗室辦理；茲將相關試驗成果詳列如表4-2-7~9並檢討如后。

表4-2-7 平均厚度、密度、空隙率及穩定值試驗成果

型式	取樣範圍	點數	平均厚度 (cm)	平均密度	平均壓實度 (%)	平均空隙率 (%)	平均穩定值 (kgf)
A	366k+130~366k+920	10	5.23	2.120	98.3	17.36	470.3
B	366k+980~367k+750	10	6.01	2.104	98.0	17.90	534.8
C	367k+840~368k+610	10	5.46	2.128	99.0	17.48	481.4

表4-2-8 完工之平坦度試驗成果

試驗項目	型號	右側車道		左側車道	
		外輪跡	內輪跡	內輪跡	外輪跡
平坦度標準差 (σ)	A	1.55	1.56	1.77	1.63
	B	1.98	2.32	1.91	2.19
	C	2.12	1.60	1.95	1.77

每型左(右)車道內-外輪跡各取5測段數值平均

完成面平坦度標準差比較圖

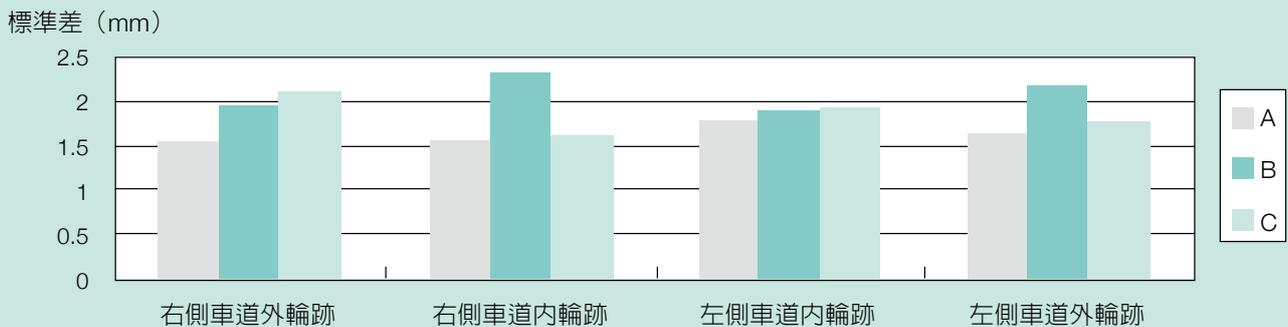


表4-2-9 完工之透水性及抗滑試驗成果表

試驗結果 試樣範圍	現場透水試驗	路面抗滑試驗
	平均15秒之滲流量	平均BPN
A型－取樣數（5點，間距150m）		
366k+250～366k+850	1354	63
B型－取樣數（5點，間距150m）		
367k+050～367k+650	1404	62
C型－取樣數（5點，間距150m）		
367k+850～368k+450	1385	67
表內數據為試樣範圍內之試點平均值		

- 平均瀝青含量：A型4.63（%）；B型4.79（%）；C型4.66（%）；三者差異有限（詳表4-2-6）。
- 平均厚度均高於設計值，以B>C>A；平均密度2.104～2.128之間，以C>A>B；兩項結果皆以B型差異較大，推估應與不易壓實相關（詳表4-2-7）。
- 平均空隙率介於17.36～17.90（%），三者差異有限（詳表4-2-7）。
- 平均穩定值介於470～535kgf之間，以B>C>A，三者間以B型差異較大（詳表4-2-7）。
- 平坦度標準差介於1.65～2.03mm之間，其優劣順序以A>C>B（詳表4-2-8）。
- 平均工地透水能力1354～1404（ml/15sec），以B>C>A（詳表4-2-9）。
- 平均路面抗滑值62～67（BPN），以C>A>B（詳表4-2-9）。

後續追蹤試驗及成果探討

本工程完工後除進行現場透水、路面抗滑及平坦度等功能性評估試驗外，更於雨天赴現地觀察鋪面排水狀況並拍攝影片。由現地觀察結果發現，試鋪路段之透水能力試驗值雖逐年遞減，甚至有某些路段低於規範值，惟雨天行車間仍能有效排除鋪面水霧飛濺現象，足見其排水功能尚佳。又為比較各型配比材料之整體效益，本章另就其工作度及發包成本作一簡易分析探討如后。

透水及抗滑性評估試驗成果分析

試辦路段完工後第1及第2年透水及抗滑性評估試驗，分別於94.12.05及96.02.06委託中華顧問工程司材料試驗部高雄營建試驗室辦理，取樣過程發現

沿線變化情況頗多，為提供多元化探討空間，除就直線段取樣外，更增加路口及彎道等試點，惟受經費限制，僅能依一般試驗頻率，以每區段取4~5點測試，因逐年測點位置未盡相符，難以作相對比較，故本處品檢中心於96.12.11及97.01.17自辦第3年評估試驗時，將歷年所有測點施測乙次，並於內輪跡測試幾處透水性試驗比較之；茲依所得與完成面測試成果比較如表4-2-10~11並分析如下。

表4-2-10 透水性追蹤成果表

型式	測點	左側車道－外輪跡			右側車道－外輪跡			內輪跡 第3年
		完成面	第1年	第3年	第1年	第2年	第3年	
A	366k+200－※	—	—	—	—	345	—	714
	366k+250－㊦	1410	—	943	—	—	791	949
	366k+400－㊦	1410	1230	912	1200	660	710	732
	366k+600－㊦	1482	—	1037	—	1035	1118	1106
	366k+650－※	—	1080	690	780	—	424	493
	扣除路口平均	1434	1230	964	1200	847	873	929
B	367k+000－㊦	1482	—	1075	—	990	619	538
	367k+250－※	—	—	—	—	915	—	849
	367k+300－◎	1410	1140	1171	900	—	1003	957
	367k+400－◎	—	—	1270	—	1320	1242	—
	367k+600－◎	1295	1245	477	1305	1230	1162	852
	扣除路口平均	1395	1192	998	1102	1180	1006	799
C	368k+000－㊦	1442	1260	958	1245	1140	1069	734
	368k+200－㊦	—	—	1058	—	1290	1162	1229
	368k+300－㊦	1202	1260	—	1215	—	—	1164
	368k+400－㊦	1284	—	729	—	960	697	554
	368k+650－※	—	—	525	—	405	147	9
	扣除路口平均	1309	1260	915	1230	1130	976	920

補註：測試點為概略位置，㊦表直線段、◎表彎道段、※表鄰近路口段

現場透水量值逐年變化圖

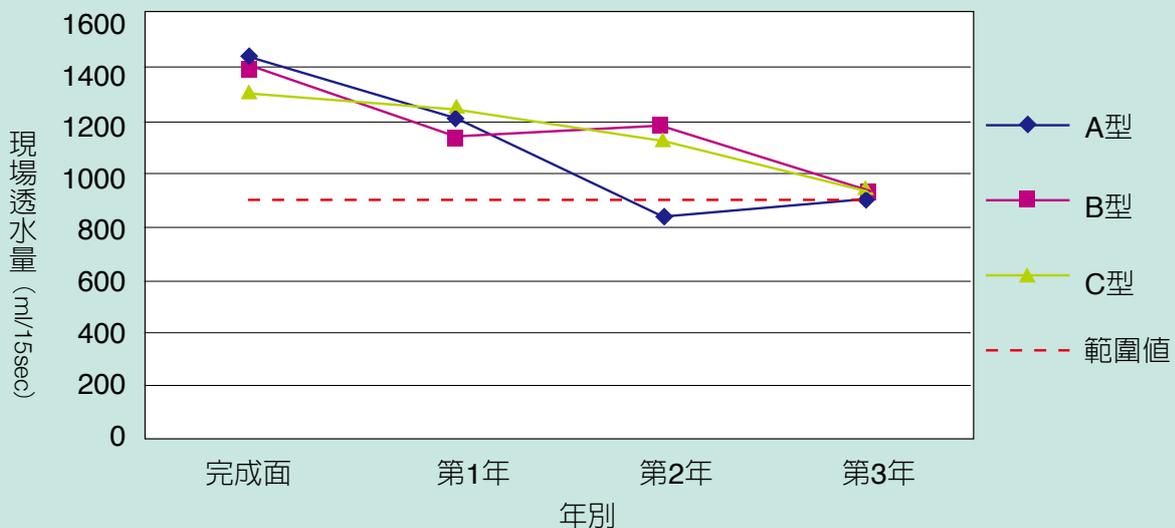
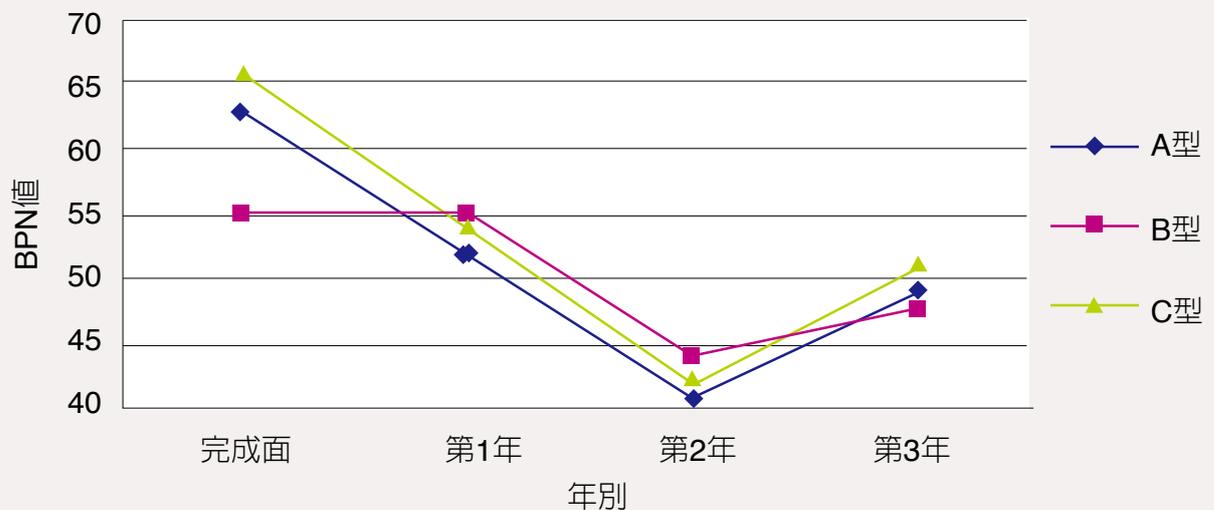


表4-2-11 抗滑性追蹤成果表

型式	試驗點位	路面抗滑試驗 (BPN)			
		完成面	第1年	第2年	第3年
A	366k+250右	62	—	—	46
	366k+400右	60	51	41	54
	366k+600右	—	—	40	49
	366k+700左	68	53	—	48
	平均值	63	52	41	49
B	367k+000右	—	—	43	52
	367k+200右	55	—	47	47
	367k+600右	—	57	45	44
	367k+800右	—	—	40	47
	平均值	55	55	44	48
C	368k+000右	61	55	49	49
	368k+200右	—	—	35	54
	368k+300左	70	53	—	45
	368k+600右	—	—	42	56
	平均值	66	54	42	51

BPN值逐年變化情形



- 就透水能力而言，除A區段之右車道外輪跡，平均值呈現第3年比第2年高之異常現象（873 & 847ml/15sec）外，餘多隨時間增長而遞減。
- 近道路中心之內輪跡處，受路拱影響，透水性能明顯較外輪跡處為佳。
- 彎道處隨著路拱超高度之變化，透水性能以洩水坡度起點較終端及直線段為佳。
- 近路口位置，因煞停車次頻繁，鋪面粒料易遭孔隙車輪挾帶之塵泥阻塞，故平均透水能力呈現高度衰退現象。
- 彎道及近路中心之內輪跡處，使用三年後之平均透水性，仍能維持在規範值900 ml/15sec以上。
- 由雨天行車間觀察結果，三年後各區段均無水霧飛濺現象，顯見消除鋪面水氣之功用甚佳。
- 透水能力經追蹤三年時間之平均消退率：A型約25%、B型約12%、C型約24%。
- 排除鄰近路口測點後，以車道外輪跡測試結果論之，使用三年後，僅A型之北上側車道平均值略低於規範值（約873ml/15sec），餘皆維持在規範值以上，整體優劣順序為1.B→2.C→3.A。
- 就抗滑性而言，各型配比測試平均值雖相近，惟相關試點均有呈現第三年較第二年高之現象；整體優劣順序則以1.C→2.A→3.B。
- 抗滑能力經追蹤三年時間之平均消退率：A型約22%、B型約13%、C型約23%。

平坦性評估試驗成果分析

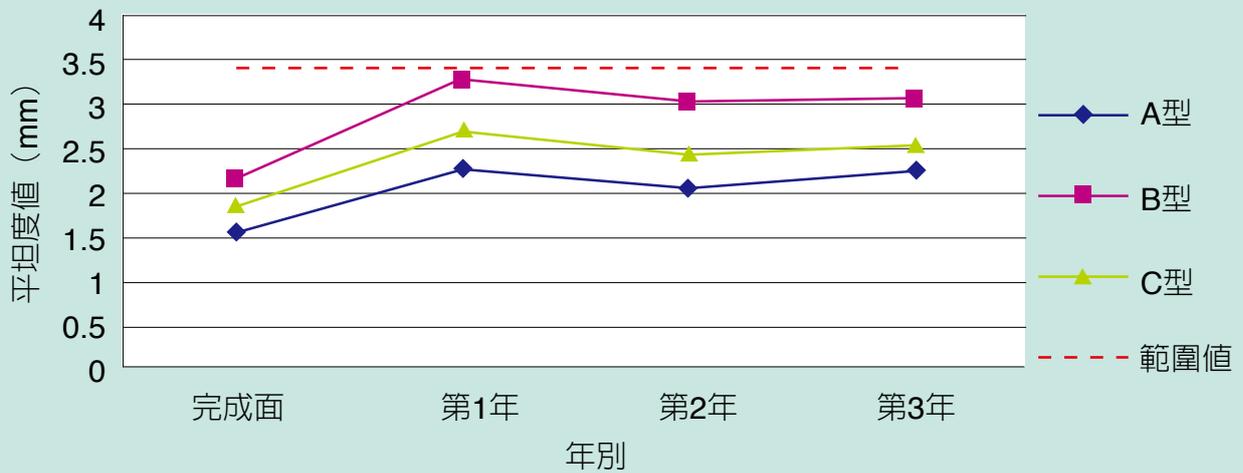
完工後平坦性評估試驗，分別於95.04.17、96.02.02及96.12.03，由本處品檢中心以自動紀錄式平坦儀檢測，所得成果（如表4-2-12），茲逐項探討如后。

- 各區段施工完成迄通車使用三年時間之平坦性，並未完全隨著使用時間增長而遞減，此結果與傳統瀝青混凝土鋪面多隨使用時間延長而降低之現象，呈現顯著差異；其確實原因，有待深入探討。
- 砂石料載運路徑之右側車道第2年及第3年平坦性試驗結果均優於第1年；空車路徑之左側車道則呈現第1年優於第3年狀況；因兩者差異有限（如表4-2-12），是否為影響要因，有待考證。
- 就完成面與第3年試驗結果比較，三者平均變化率：A型約31%、B型約30%、C型約27%。

表4-2-12 平坦性試驗結果比較圖表

型號	右側車道－內外輪跡平均值 (mm)				左側車道－內外輪跡平均值 (mm)			
	完成面	第1年	第2年	第3年	完成面	第1年	第2年	第3年
A	1.56	2.27	2.07	2.25	1.70	2.51	2.21	2.58
B	2.15	3.29	3.04	3.06	2.05	2.98	—	3.03
C	1.86	2.70	2.45	2.55	1.86	2.60	—	2.77

平坦度值（右側車道）逐年變化情形



平坦度值（左側車道）逐年變化情形

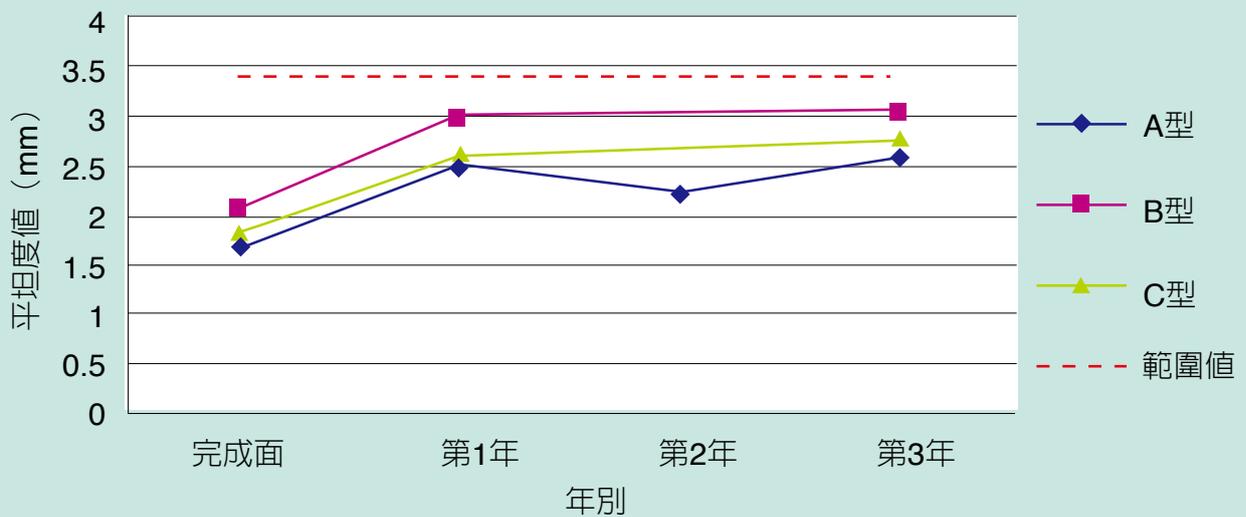


表4-2-13 試鋪路段交通量調查

時間	車輛 (輛/日)		重型車比例 (%)	輕型車比例 (%)	流量 (PCU)	尖峰小時交通量 (PCU)
92.1.1~92.12.31 (施工前)	右側	7256	8.46	91.64	8038	336
	左側	7105	9.09	90.91	8119	804
93.1.1~93.12.31 (施工後)	右側	6309	8.02	91.98	7107	776
	左側	6212	6.20	93.80	6765	711
94.1.1~94.12.31 (通行1年後)	右側	5779	8.44	91.56	6441	645
	左側	5732	10.42	89.58	6489	658
95.1.1~95.12.31 (通行2年後)	右側	6241	10.05	89.95	7134	790
	左側	5755	9.73	90.27	6570	831
96.1.1~96.12.31 (通行3年後)	右側	7062	8.04	91.96	7954	1096
	左側	5629	8.14	91.86	6430	672

■ 鋪面平坦性之整體表現，以A型較佳，C型次之，B型較差。

各型配比工作度及成本分析

影響PA成本最大要素，在於瀝青、纖維材料之價差及工作度，就本工程發包之材料成本而言，以A型之1440元/T > B型之1329元/T > C型之1246元/T。因A及C型之工作度（280T/日）約為B型（210T/日）之1.3倍，故工資成本以B型之529元/T > A及C型之407元/T。綜合上述，顯見經劑性之優劣順序，為1.C型 → 2.A型 → 3.B型（如圖4-2-11）。

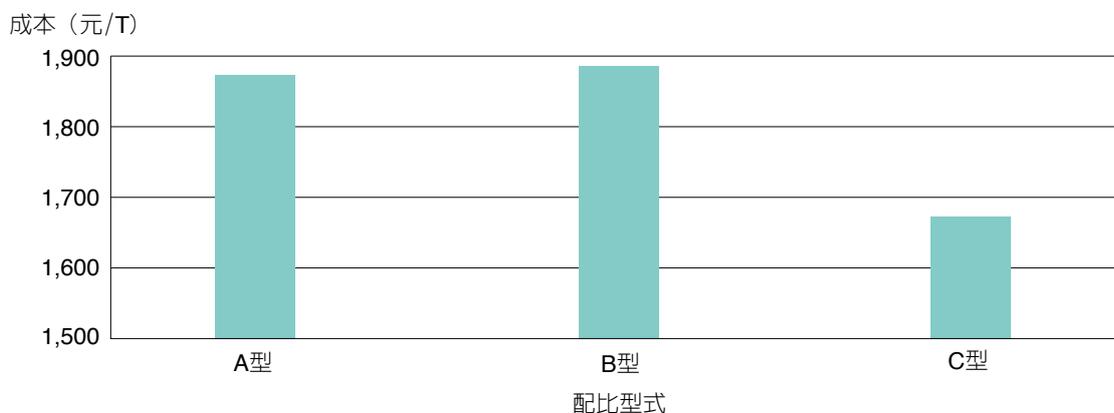


圖4-2-11 PA配比型式成本比較圖



結論與建議

本工程純就實務觀點規劃，並配合可行之施工技術及鋪面品控手段完成，其施作過程，雖未能完全與現行規範吻合，惟實際成果尚符合目標需求，足見現行規範仍有探討空間；茲針對本文論述提出結論及建議如下：

結論

- 因初壓及複壓作業，蓋以無震盪設備之同部機械操作，僅能參照工程會施工綱要第02797章「排水性改質瀝青混凝土鋪面」中之滾壓次數，於施工過程註記區分，故所得數值僅供參考。
- A型區段，相關溫度雖較規範值低，惟施工度及鋪面之功能性均能符合目標需求，可見前項規範並未完全適用非改質性瀝青混凝土。
- 由長期追蹤評估結果印證，排水鋪面對迅速排除路面殘留水分，避免行車間因水霧飛濺，影響視線而危及行車安全，確有相當助益。
- 瀝青混凝土拌和料生產線之控管，乃影響工程品質之最主要因素，此部分除有賴承包廠商發揮自主品管精神外，業主之監督是否落實，為最直接有效之利器。
- 就排水功能之耐久性而言，使用改質瀝青所得成果較佳；就工作性及日後鋪面材料再利用之長遠考量，使用AC-20則為較佳選項。
- 平坦性長期追蹤評估結果，未隨著使用年限延長而變差之確實原因，有待深入研究探討。
- 由透水性試驗成果反映，受路拱影響，彎道處之排水效果更為顯著；而鄰接叉路口位置者，排水性有明顯降低趨勢，推估應與車輛煞停頻率提高及輪胎挾帶之塵泥阻塞鋪面孔隙有關。



- 就應用觀點而言，粉塵污染源低及高速率之旅遊路線，採用排水性鋪面更為適當。
- 工程完工後1~2年間，透水及抗滑等功能性之追蹤評估試點未盡相同，確實難以比較三者優劣，本處當於後續追蹤期程，就所有測試點位取樣試驗，俾作相對比較。

建議

- 改質瀝青混合料卸料及鋪築過程溫降幅度甚巨，行政院公共工程委員會施工綱要第02797章規範，要求混合料倒入鋪築機進料斗鋪築時之溫度不得低於170°C之規定，不易履行；建議得就確保工程品質之範圍內酌予放寬限制。
- 排水瀝青混凝土，應用於不同地域環境時，易因粒料取得困難限縮應用空間，建議對扁長石材比例限制方面，略予放寬容許誤差界限值，以切合實務環境。
- 鋪面工程品質之優劣，取決於QA及QC之聯合管控，建議應授予監造人員適度執行權限，並明訂未依規定施工之具體罰則，以確保工程品質。
- 鋪面材料、施工技術、品控作業及規畫設計等，皆為影響鋪面結構及性能之必備要素，且環環相扣，缺一不可；而其牽涉諸多專業因素，非少數人可獨力完成，建議成立鋪面工程研究組織，從事研發技能，俾提升路面服務效能。
- 由本工程各型配比材料成本分析，顯見經劑性之優劣順序，為1.C型→2.A型→3.B型；倘以AC-20搭配木質纖維，亦能獲得相同成效，對日後排水鋪面之推廣應更具助益，建議各界參考試辦。

工程材料性質及品質簡易判定方式

工程品質受材料性質影響極為顯著，材料檢驗係施工作業中之重要項目。材料應檢驗項目、頻率、方法在施工規範中皆有詳盡規定，材料試驗方法在國家標準或相關國際試驗規範亦詳盡載述。本文件主要談論較常使用之工程材料性質及品質的簡易判定方式，藉由合格與不合格樣品比對，協助工地現場工程司藉由目視或簡易方式初步辨識材料品質，但正確的判定仍應以標準方法為之。

水泥混凝土材料品質辨識

編號

1-1

◆細粒料含泥量

依CNS 1240規定，一般混凝土所用細粒料之含泥量限制在5%以下。

含泥量：3%（合格）▶



含泥量：8%（不合格）▶



編號
1-2

◆細粒料之細度模數 (FM)

依CNS 1240規定，細粒料F.M值須介於2.3~3.1之間。

F.M=2.8 (合格) ▶



F.M=3.5 (太粗) ▶



F.M=1.9 (太細) ▶



編號
1-3

◆新拌混凝土坍度

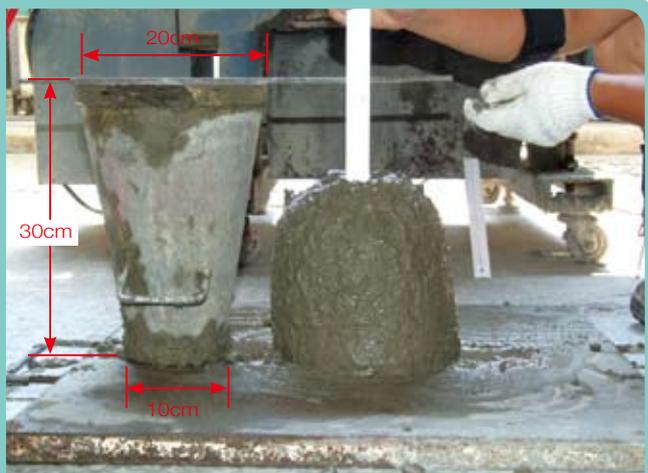
混凝土坍度試驗，可用於表示混凝土工作性。坍度要求大小與澆置方式、震動方式及結構尺度等有關。

坍度=8cm ▶



右圖坍度13cm為一般混凝土澆置作業常用坍度。圖示坍度儀尺寸可供粗略判斷坍度值之用。

坍度=13cm ▶



右圖坍度19cm，常見於水中混凝土之澆置作業。

坍度=19cm ▶



編號

1-4

◆混凝土中粗粒料含量

新拌混凝土中粗粒料用量過多，會影響混凝土搗實作業，容易產生蜂窩等混凝土缺失現象。

新拌混凝土中粗粒料用量過多（砂率30%）▶



新拌混凝土中適當粗粒料用量，有助於混凝土搗實作業。

新拌混凝土中粗粒料用量適當（砂率45%）▶



新拌混凝土中粗粒料用量過少，可能會影響混凝土硬固後性質，如乾縮、潛變等。

新拌混凝土中粗粒料用量過少（砂率55%）▶



硬固水泥混凝土常見缺失辨識

編號
2-1

◆蜂窩

可能因混凝土搗實作業不確實、模板漏漿…等因素造成混凝土蜂窩現象。

混凝土缺失（蜂窩）▶

編號
2-2

◆白華

因裂縫滲水，致混凝土內氫氧化鈣被水溶解，滲流出混凝土表面，形成白色結晶物，俗稱白華。

混凝土缺失（白華）▶

編號
2-3

◆冷縫

因混凝土澆置作業不連續導致冷縫。

混凝土缺失（冷縫）▶



編號
2-4

◆鋼筋保護層不足

疑似混凝土搗實作業不確實及鋼筋綁紮不確實所致。

鋼筋保護層不足及混凝土蜂窩 ▶



編號
2-5

◆鋼筋保護層不足

由右圖可見鋼筋已和混凝土表面相鄰，應加強鋼筋綁紮作業及設保護層間隔器。

鋼筋保護層不足 ▶



編號
2-6

◆模版移位

模版組立時和原混凝土表面未保持同一平面。

模版接縫不平整 ▶



編號
2-7

◆ 塑性裂縫

可能因混凝土表面浮水過多、過度粉飾、養護作業不確實等所致。

混凝土缺失（塑性裂縫）▶



編號
2-8

◆ 鹼質－粒料反應

因活性骨材與混凝土中鹼質反應，產生膨脹。

鹼質－粒料反應（地圖狀裂縫）▶



編號
2-9

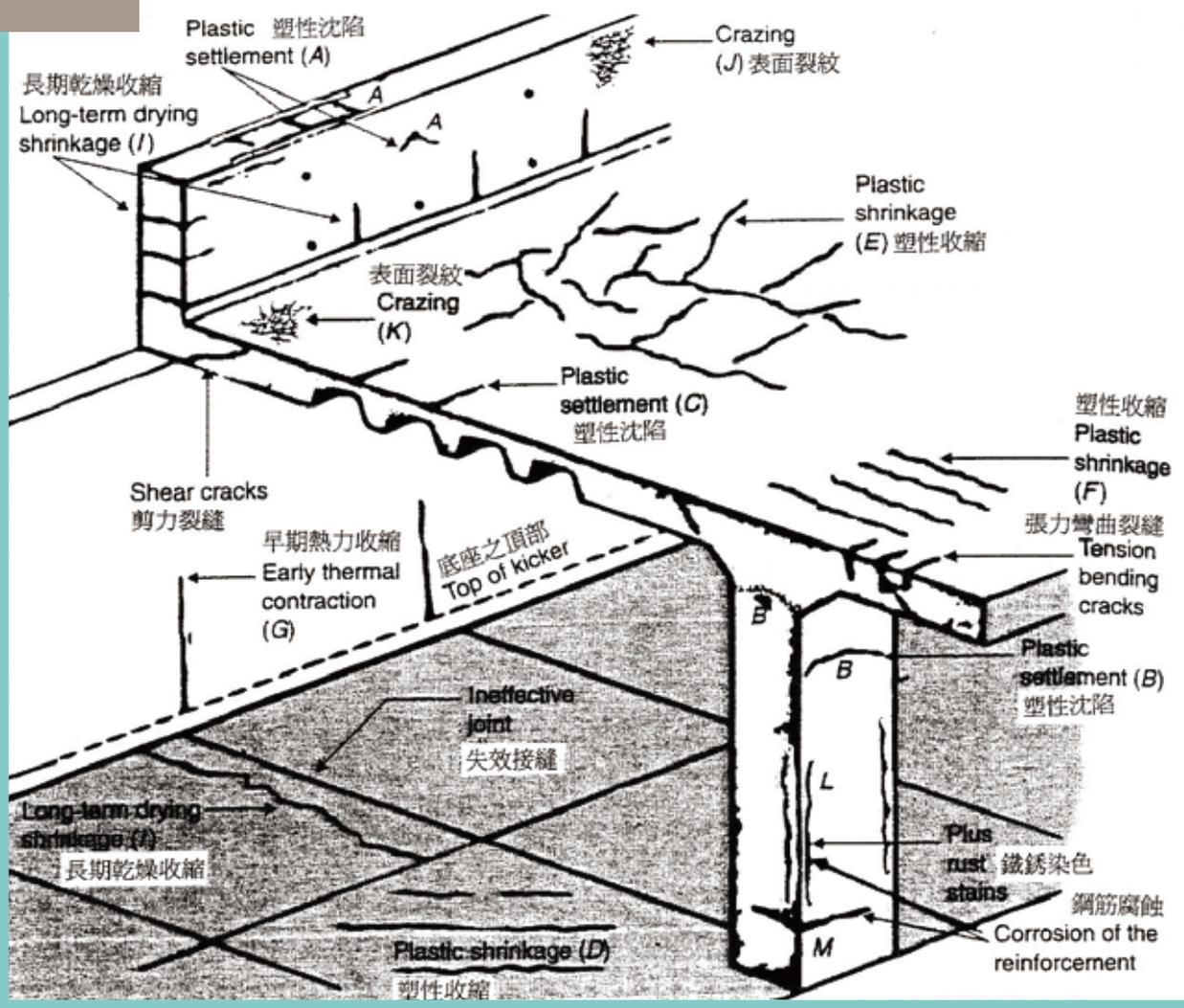
◆ 表面污染

可能係因模版表面清理不佳，致混凝土表面色澤不均勻。

混凝土表面色澤不均勻▶



編號
2-10



◆ 混凝土結構物龜裂基本型態辨識

資料來源：P.K. Mehta及P.J.M. Monteriro, “Concrete Microstructure, Properties, and Materials”, 3rd ed., 2006

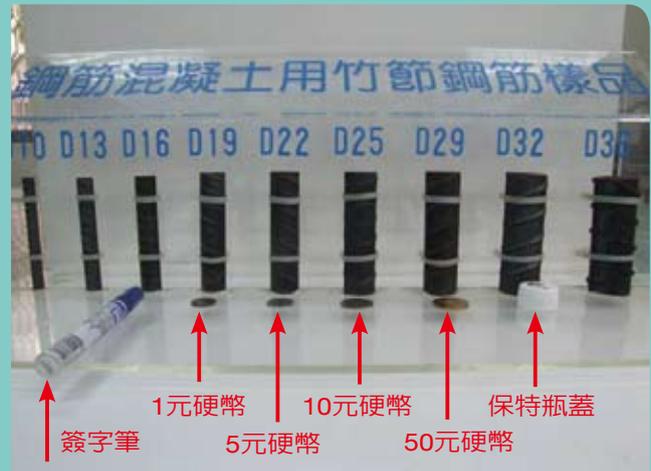
鋼筋品質辨識

編號
3-1

◆鋼筋尺寸

常見鋼筋尺寸，可用右圖標示物進行初步判斷。

各種鋼筋尺寸 ▶



編號
3-2

◆鋼筋浮彫標示

鋼筋上應以浮彫方式標示CNS 560規定項目之代號資訊。

浮彫標示 ▶



編號
3-3

◆鋼筋標示牌

CNS560規定，鋼筋應懸掛標示牌，標明種類、符號、直徑、製造廠商或商標及熱軋或熱處理竹節鋼筋。

鋼筋標籤 ▶



編號

3-4

◆鋼筋銹蝕程度辨識

使用於結構物之鋼筋，應表面潔淨。

鋼筋表面潔淨 ▶



鋼筋表面略有生銹，尚未破壞鈍態保護膜及尺度，將表面生銹稍加清除，仍可使用。

鋼筋表面略有生銹現象 ▶



鋼筋表面已出現鐵斑，鈍態保護膜已破壞且影響斷面積及竹節尺度，不適用。

鋼筋表面有浮銹 ▶



土壤種類辨識 (依AASHTO M145土壤分類法)

編號

4-1

◆A-1：石塊、礫石、砂

過篩質量：

0.425mm (No.40) \leq 50%

75 μ m (No.200) \leq 25%

液塑性試驗：

PI \leq 6



編號

4-2

◆A-2：有粉土或黏土的
礫石及砂

過篩質量：

75 μ m (No.200) \leq 35%

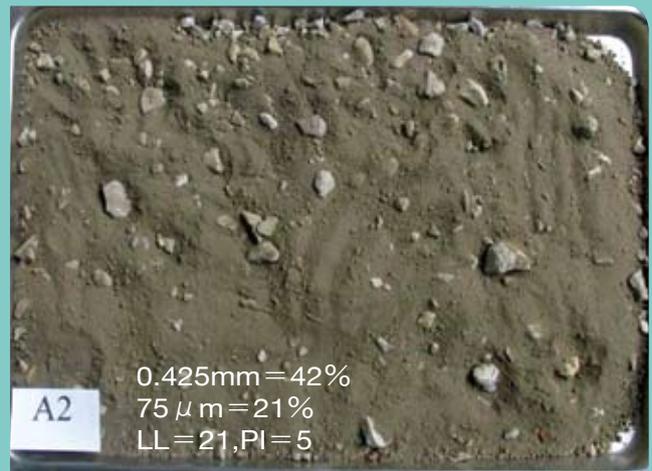
液塑性試驗：

A-2-4：LL \leq 40、PI \leq 10

A-2-5：LL \geq 41、PI \leq 10

A-2-6：LL \leq 40、PI \geq 11

A-2-7：LL \geq 41、PI \geq 11



編號

4-3

◆A-3：細砂

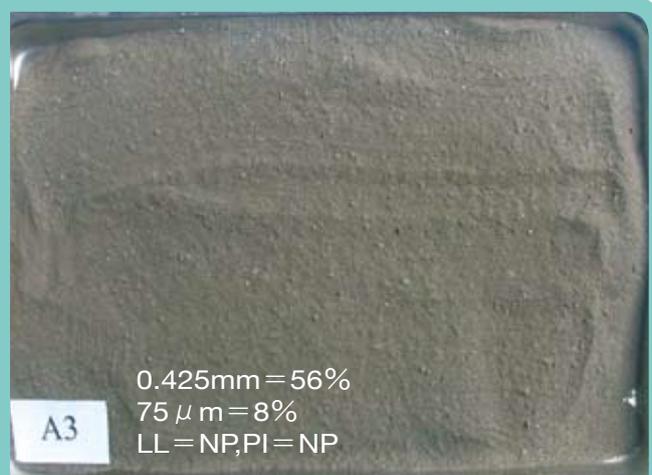
過篩質量：

0.425mm (No.40) \geq 51%

75 μ m (No.200) \leq 10%

液塑性試驗：

PI = NP

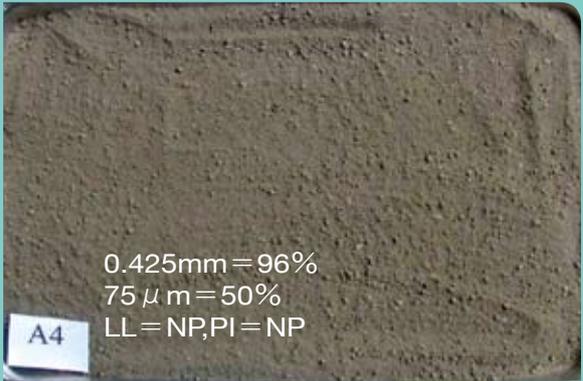


註：土壤分類與顏色無關

編號
4-4 ◆A-4：粉土

過篩質量：
75 μm (No.200) ≥ 36%

液塑性試驗：
LL ≤ 40、PI ≤ 10
將樣品弄濕，以手指揉搓有少量黏性之觸覺。



0.425mm = 96%
75 μm = 50%
LL = NP, PI = NP

編號
4-5 ◆A-5：粉土

過篩質量：
75 μm (No.200) ≥ 36%

液塑性試驗：
LL ≥ 41、PI ≤ 10
將樣品弄濕，以手指揉搓有中等黏性之觸覺。



0.425mm = 98%
75 μm = 61%
LL = 43, PI = 8

編號
4-6 ◆A-6：黏土

過篩質量：
75 μm (No.200) ≥ 36%

液塑性試驗：
LL ≤ 40、PI ≥ 11
將樣品弄濕，以手指揉搓有大量黏性之觸覺。



0.425mm = 100%
75 μm = 75%
LL = 37, PI = 15

編號
4-7 ◆A-7：黏土

過篩質量：
75 μm (No.200) ≥ 36%

液塑性試驗：
LL ≥ 41、PI ≥ 11
A-7-5：PI ≤ LL-30
A-7-6：PI > LL-30
將樣品弄濕，以手指揉搓有非常黏性之觸覺。



0.425mm = 100%
75 μm = 85%
LL = 48, PI = 25

碎石級配料辨識

編號

5-1

◆最細之A級配

為規範帶（過篩百分率）上限之級配外觀，細料含量多，為A級配最細狀況。

A級配規範帶上限值 ▶



編號

5-2

◆正常之A級配

為規範帶（過篩百分率）中間值之級配外觀，粗細料含量較適中。

A級配規範帶中間值 ▶



編號

5-3

◆最粗之A級配

為規範帶（過篩百分率）下限之級配外觀，粗料含量多，為A級配最粗狀況。

A級配規範帶下限值 ▶



編號

5-4

◆最細之B級配

為規範帶（過篩百分率）上限之級配外觀，細料含量多，為B級配最細狀況。

B級配規範帶上限值 ▶



編號

5-5

◆正常之B級配

規範帶（過篩百分率）中間值之級配外觀，粗細料含量較適中。

B級配規範帶中間值 ▶



編號

5-6

◆最粗之B級配

規範帶（過篩百分率）下限之級配外觀，粗料含量多，為B級配最粗狀況。

B級配規範帶下限值 ▶



編號

5-7

◆A及B級配規範中間值級配

各佔體積百分比約為：

級配	A	B
≥ 25.0mm	28%	17%
4.75mm~19.0mm	33%	38%
< 4.75mm	39%	45%

左：A級配中間值、右：B級配中間值 ▶



編號

5-8

◆級配不良之碎石級配料

目視判斷不合格之級配，可能為拌和不均勻，或施作時產生粒料分離。



目視判斷級配不合格
(級配粗料太多，缺少細料)。



目視判斷級配不合格
(級配細料太多，缺少粗料)。



瀝青混凝土用粒料品質辨識

編號

6-1

◆粗粒料扁平率

長比厚之比值 > 3
 本局施工說明書規定
 扁長顆粒含量 ≤ 10%

扁長顆粒含量 = 5%



▲長扁顆粒未分離



▲長扁顆粒分離



扁長顆粒含量 = 10%



▲長扁顆粒未分離



▲長扁顆粒分離



扁長顆粒含量 = 20%

4.75mm



19mm



▲ 長扁顆粒未分離

4.75mm



19mm



▲ 長扁顆粒分離

扁長顆粒含量 = 30%

4.75mm



19mm



▲ 長扁顆粒未分離

4.75mm



19mm



▲ 長扁顆粒分離

編號

6-2

◆粗粒料破碎顆粒

破碎面投影面積

≥25%破碎顆粒最大斷面積。

本局施工說明書規定：

2個以上破碎面含量 ≥ 60%。



▲ 圓石（無破碎面）



▲ 圓石（1個破碎面）



▲ 圓石（2個以上破碎面）

台72線出礦坑路段

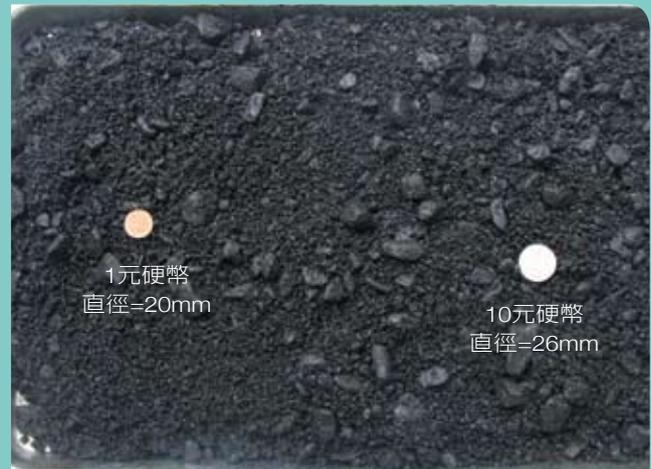


瀝青混凝土品質辨識

編號
7-1

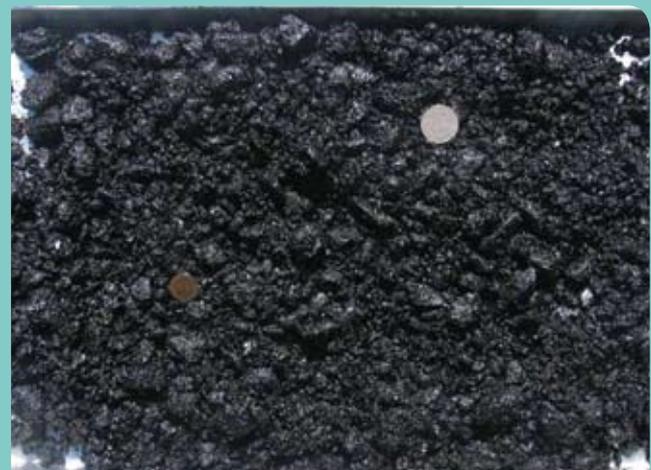
◆最細之19mm密級配

為規範帶（過篩百分率）上限之級配，細料含量較多，為19mm密級配最細狀況。

編號
7-2

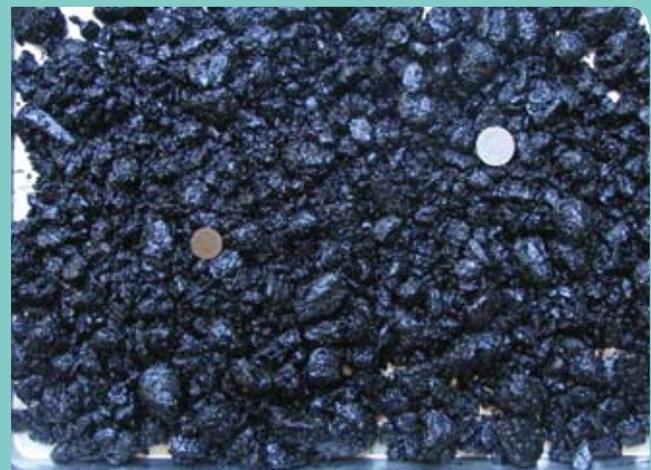
◆正常之19mm密級配

為規範帶（過篩百分率）中間值之級配，粗細料含量適中。

編號
7-3

◆最粗之19mm密級配

為規範帶（過篩百分率）下限之級配，粗料含量較多，為19mm密級配最粗狀況。

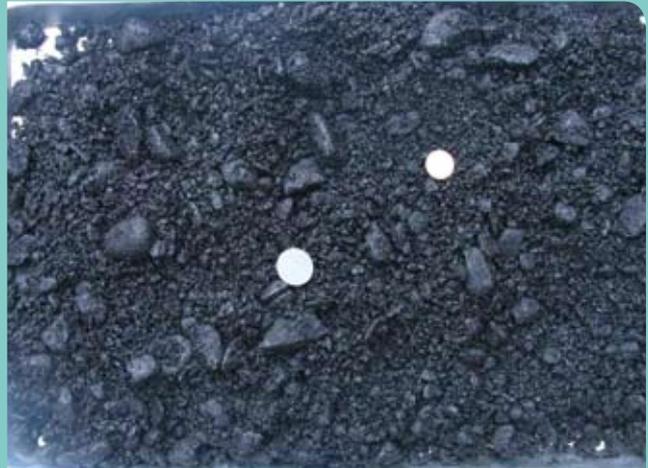


編號

7-4

◆最細之25mm密級配

為規範帶（過篩百分率）上限之級配，細料含量較多，為25mm密級配最細狀況。

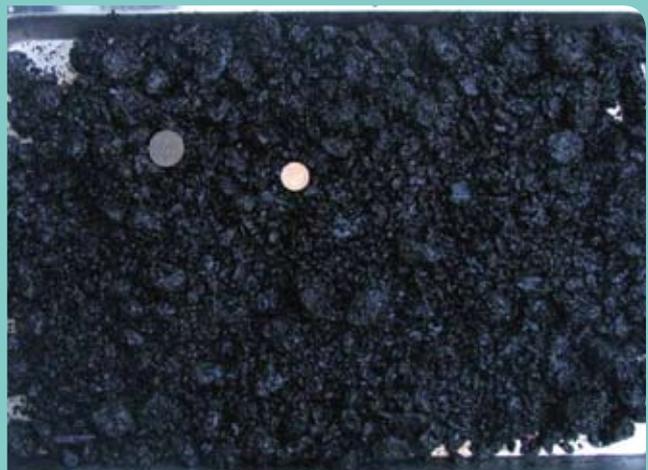


編號

7-5

◆正常之25mm密級配

為規範帶（過篩百分率）中間值之級配，粗細料含量適中。



編號

7-6

◆最粗之25mm密級配

為規範帶（過篩百分率）下限之級配，粗料含量較多，為25mm密級配最粗狀況。



編號

7-7

◆最細之19mm粗級配

為規範帶（過篩百分率）上限之級配，細料含量較多，為19mm粗級配最細狀況。



編號

7-8

◆正常之19mm粗級配

為規範帶（過篩百分率）中間值之級配，粗細料含量適中。



編號

7-9

◆最粗之19mm粗級配

為規範帶（過篩百分率）下限之級配，粗料含量較多，為19mm粗級配最粗狀況。



編號

7-10

◆最細之25mm粗級配

為規範帶（過篩百分率）上限之級配，細料含量較多，為25mm粗級配最細狀況。



編號

7-11

◆正常之25mm粗級配

為規範帶（過篩百分率）中間值之級配，粗細料含量適中。



編號

7-12

◆最粗之25mm粗級配

為規範帶（過篩百分率）下限之級配，粗料含量較多，為25mm粗級配最粗狀況。



編號

7-13

◆ 瀝青含量偏低

19mm密級配：
瀝青含量4.0%



編號

7-14

◆ 瀝青含量適當

19mm密級配：
瀝青含量5.0%

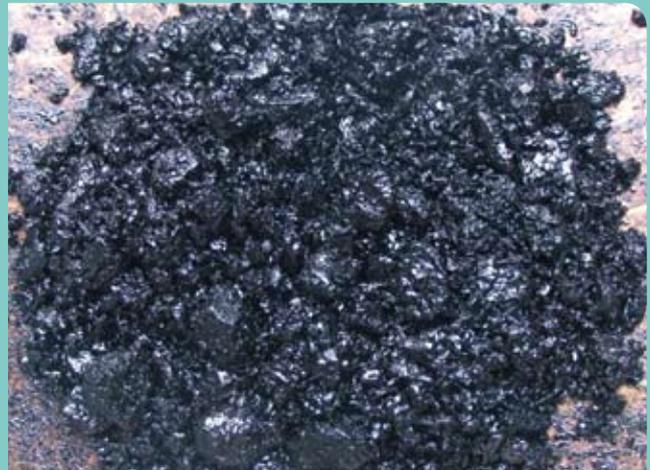


編號

7-15

◆ 瀝青含量偏高

19mm密級配：
瀝青含量6.0%



註：瀝青含量外觀含油量愈高，愈容易呈現烏黑發亮之色澤，但也會隨級配顆粒大小（粗細粒料含量不同）而影響外觀色澤，在同樣含油量下，粗料含量愈多（細料含量愈少）較容易有烏黑發亮色澤，若細料含量過多，就不會有烏黑發亮之色澤。

新鋪瀝青路面問題及可能原因辨識

表8-1 美國瀝青學會對照表

可能原因 鋪面缺失	黏層不足或不均勻	透層或黏層養治不全	混合料太粗	太多細料	瀝青不足	瀝青太多	混合料配比欠當	卸料欠當	混合料含水太多	混合料太熱或燒焦	混合料太冷	鋪裝機操作欠當	鋪裝機欠佳	下層土壤太多水	透層或黏層太多	手工耙太多	人工技術欠佳	鋪築時材料析離	終壓太快
冒油						×	×	×							×				
褐色，無光彩					×				×	×									
油膩或油斑						×	×	×							×			×	
表面紋理欠佳			×	×			×	×			×	×	×			×	×	×	×
表面粗糙	×	×	×				×	×			×	×	×			×	×	×	×
蜂窩或鬆散			×		×		×	×			×	×	×			×	×	×	
接縫不平			×								×	×	×			×	×	×	
留壓路機痕跡				×		×	×				×						×		
推擠或波浪	×	×		×		×	×	×	×			×	×			×			
許多細微裂縫				×	×		×							×					
大長裂縫														×					
石塊被壓碎			×				×				×	×	×						
鋪築時表面撕裂			×		×		×			×	×	×	×					×	×
面層在底層上滑動	×	×		×		×	×		×		×			×	×				

資料來源：AI MS-22, "Principles of Construction of Hot-Mix Asphalt Pavements", 1983

表8-2 美國工兵署對照表

原因 \ 問題	燙平板前材料高度變動大	進料螺旋超載	修飾壓（終壓）速度太快	燙平板引導拱太大	燙平板引導拱太小	厚度控制螺旋不正確	作用燙平板機械螺旋上的力過大	燙平板在動力液壓缸上行駛	燙平板磨損或彎曲	燙平板不牢固	燙平板未預熱	刮平板上的模板太低	在兩次上料之間料斗缺料作業	進料料門設置不當	螺旋佈料機的軋條磨損或安裝不當	燙平板零點設置不當	燙平板啓動鋪築時的墊板太短
表面波浪－短波浪	√	√	√				√	√		√							
表面波浪－長波浪	√	√				√	√	√					√	√			
表面拉傷－全幅寬度			√						√		√						
表面拉傷－車道中央帶					√				√		√			√	√		
表面拉傷－車道外邊緣									√		√	√		√			
面層紋理不均勻	√	√	√					√	√	√	√		√				
燙平板痕跡							√										
燙平板反應不靈敏			√				√	√		√							
表面螺旋狀陰影		√															
預壓不足			√					√									
縱向接縫差	√	√				√		√									
橫向接縫差		√					√	√		√						√	√
橫向微裂縫																	
壓路機作用下面層推移																	
冒油或油斑																	
滾壓痕跡																	
混合料壓實不足																	

註：1.打√者顯示與鋪裝機相關的原因；打×者顯示與其他問題相關的原因。

2.很多情況下，一個問題可能由幾個原因引起，然而，為了確保問題能被解決，有必要消除每個列舉原因。

資料來源：US Army Corps, "Hot-Mix Asphalt Paving", 2000

燙平板加長段安裝不正確	振動器轉動太慢	坡度控制裝置安裝不當	坡度控制裝置太靈敏	坡度控制裝置在參照範圍內波動	坡度基準參照資料不全	兩次上料之間停留時間太長	接縫搭接不當	面層厚度與級配最大粒徑不符	運料卡車撞擊鋪裝機	運料卡車採住煞車	級配料底層準備不充分	壓路機操作不當	壓路機調頭轉向太快	壓路機停留在路面上	混合料設計不當(級配)	混合料設計不當(瀝青)	混合料離析	混合料含水	混合料溫度變化	混合料溫度太低
		V	V	V	V						X	X			X	X	X		X	
		V			V	V			X	X	X		X	X			X		X	
								X							X	X	X	X	X	X
																				X
V																				X
V	V					V		X			X				X	X	X		X	X
									X	X										
			V					X											X	X
															X	X	X			
	V							X			X									X
		V	V	V			V					X								X
												X								X
											X	X			X	X		X	X	
											X	X	X		X	X		X	X	
											X	X	X	X	X	X		X	X	
											X	X	X	X	X	X		X	X	X

瀝青路面常見破壞形式辨識

編號

9-1

◆縱向龜裂：

裂縫方向大多平行於路面中心線，通常為疲勞龜裂出現之初期徵兆。

◆可能原因：

面層下方龜裂造成的反射裂縫，或瀝青混凝土產生疲勞現象(顯示將開始進一步發展為疲勞龜裂)。



編號

9-2

◆橫向裂縫：

裂縫走向約與車行方向成直角方式延伸橫過路面。

◆可能原因：

面層由於瀝青老化造成之收縮，或面層下方龜裂造成之反射裂縫。



編號

9-3

◆疲勞龜裂：

為互相連接之多邊形裂縫，開始時可能僅是縱向裂縫，經車輛重複碾壓後，連接形成多邊、銳角塊，模樣似鱷魚皮。

◆可能原因：

係由輪荷重產生最高的應力及應變，使瀝青面層底部發生龜裂，隨時間逐漸呈現於表面。



編號

9-4

◆滑溜裂縫：

為新月或半月形裂縫，經常與行車方向相交，一般會有二個端點進入行車方向。

◆可能原因：

當煞車或啓動車輪時，造成路表滑動或變形。常發生在加封路面時，因新舊層間黏結不良或低強度面層混合料所造成。



編號

9-5

◆修補及管線回填修補：

為路面部分區域破壞或為埋設管線而開挖路面，用瀝青混凝土回填修復現有鋪面。

◆可能原因：

1. 現有路面破壞或已修補地區因瀝青混凝土或施工不良而造成修補惡化。
2. 管線開挖後修補。



編號

9-6

◆坑洞：

路面產生局部性、大小不等且略呈碗狀之不規則凹洞。

◆可能原因：

當疲勞龜裂變為嚴重時，路面之相互連接裂縫產生小裂塊，當車輛駛過時會被帶走，所留下之坑洞。



編號

9-7

◆車轍：

為輪跡處之路面產生縱向槽狀凹陷，在雨後較明顯，沿著車轍邊可能發生路面隆起。

◆可能原因：

為面層或路基因氣候或施工不良，經輪荷重作用使材料產生壓密或側向位移造成之永久變形。



編號

9-8

◆推擠：

路面局部地區受車輛碾壓後之永久變形，當車輪推擠路面時，在表面產生波浪狀，常發生在彎道、十字路口或瀝青混凝土與剛性結構物鄰接處。

◆可能原因：

不穩定之瀝青混凝土層或路基過度含水，受到車輪側向剪力推擠造成。



編號

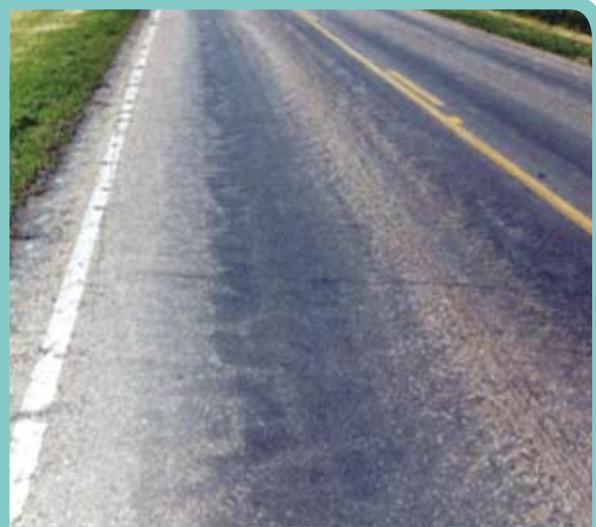
9-9

◆冒油：

為瀝青油膜存在於路表面上，經常會產生光亮、玻璃狀反射面，當在晴天時可能變得黏稠，雨天時路面變為容易滑溜。

◆可能原因：

瀝青含量高過量，或施工滾壓後之空隙率過低，在熱天或車輛壓實時空隙被瀝青填滿，然後膨脹推擠至路表面。



編號

9-10

◆磨光粒料：

路表面之瀝青膜被車輪磨掉，使粗粒料露出瀝青膜外，以致路面甚少或沒有粗糙或菱角之粒料顆粒。

◆可能原因：

由於車輛重複作用所造成。通常當路面老化時，露出之粗糙、菱角顆粒被磨光。



編號

9-11

◆下陷：

局部路表面高程稍低於附近之路面，一般輕微的下陷在下雨後形成“水盆”才看得見。當鋪面乾燥時，可經由找尋下雨積水後留下之污垢發現下陷。

◆可能原因：

由於施工時壓實不夠造成基底層或路基沉陷。



編號

9-12

◆風化及鬆散：

由於瀝青減損且粒料顆粒被逐出，瀝青混凝土層從表面向下逐漸分解。

◆可能原因：

粒料顆粒與瀝青之間喪失黏結之結果。



標線品質辨識

編號

10-1

◆標線顏色

依據「道路交通標誌標線號誌設置規則」第九條規定依臺灣區塗料油漆工業同業公會民國七十六年審定之劃一編號，黃色標線顏色為色樣第18號（即純黃）。

正常黃色標線顏色與18號色卡比對 ▶



日常生活中，如計程車顏色顏色屬於純黃，可供現場簡易比對。

（註：本手冊因照相及印刷關係，顏色未能準確重現）

黃色標線顏色與計程車顏色相同 ▶



右圖黃色標線顏色偏橘色，屬於不合格標線顏色。

不合格黃色標線顏色 ▶



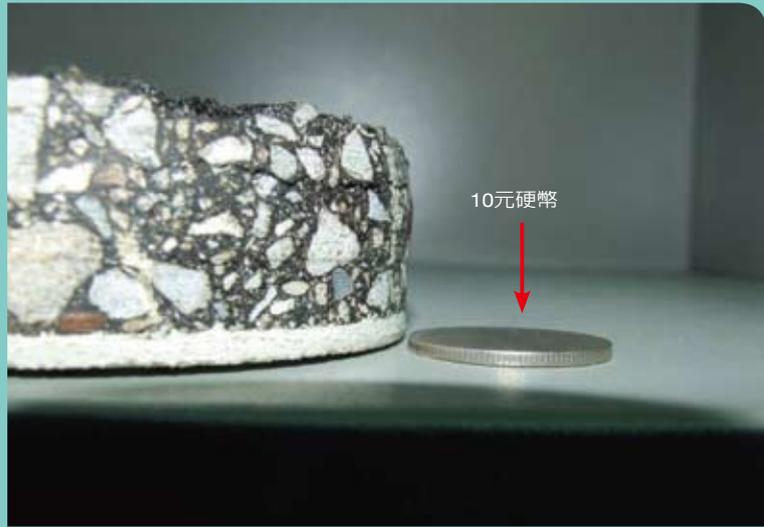
編號

10-2

◆標線厚度

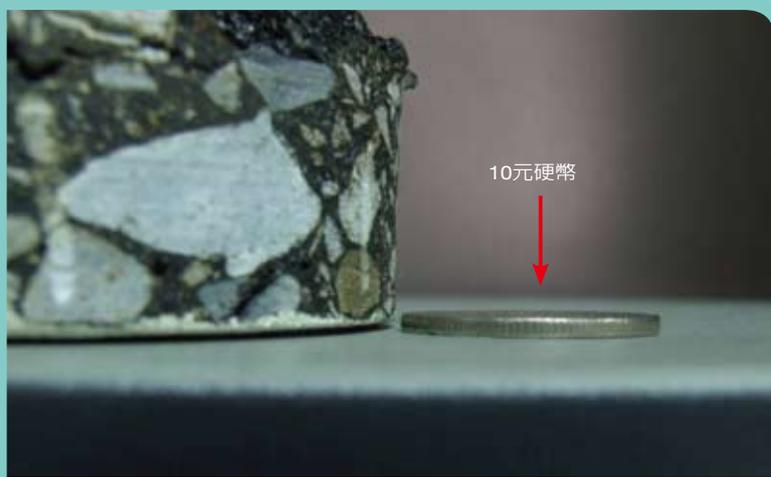
一般標線契約厚度為2mm，現地可利用10元硬幣厚度（約為1.9mm），初步判別厚度是否合格。

標線厚度明顯超過10元硬幣厚度（1.9mm）▶



右圖標線厚度約小於10元硬幣厚度，不合格。

標線厚度約略小於10元硬幣厚度（1.9mm）▶



編號

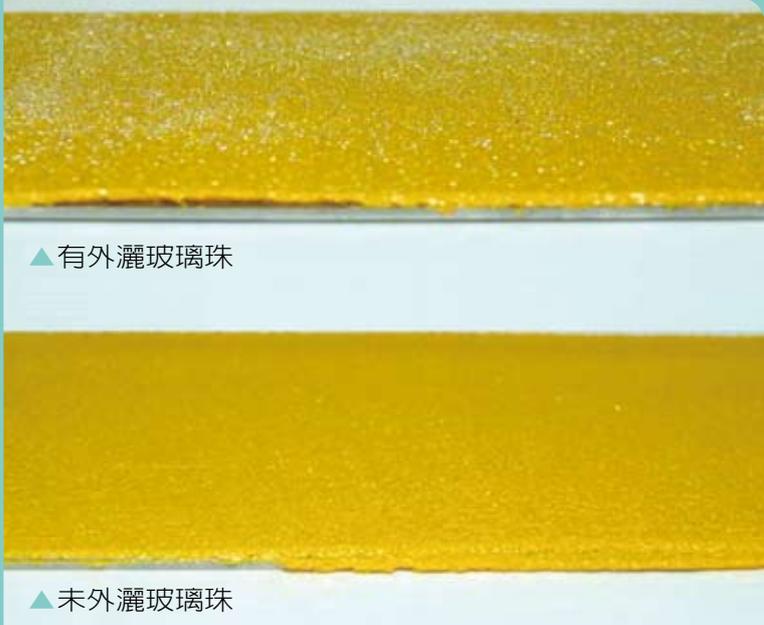
10-3

◆外灑玻璃珠

依規定標線外灑玻璃珠含量為160g/m²，以提供標線初期反光性能。在現場可用手電筒照射初步判斷有無外灑玻璃珠。

▲有外灑玻璃珠

▲未外灑玻璃珠



尺寸象徵

工程會勘、查核時，偶會對某些結構物尺寸是否正確質疑，往往因未攜帶量具而作罷，這時自然界有些隨手可得之物品可派上用場，提供粗略的判斷。例如粒料經常提到的粒徑25mm及19mm有多大，一個很容易令人印象深刻的判定方法如下：10元及1元硬幣的直徑分別為26及20mm，與上述粒徑相當接近。至於粗、細粒料分界的4.75mm，鋼珠筆筆心直徑大約為該尺寸。其他如乒乓球直徑為40mm、棒球約75mm、壘球（男子組）約100mm、筆者握緊拳頭寬約80mm、放鬆拳頭寬約100mm等，雖不如用尺量測來得精準，卻都是能幫助目視比較顆粒大小的簡易好工具。

當您未攜帶捲尺即無法進行鋼筋間距查核嗎？其實不然，每個人身上可利用的距離天然量具不甚枚舉，如拇指食指張開後的指幅、拇指小指間的指幅、手臂長、兩臂伸展長（約等於身高）、鞋子長度、步幅、金融卡（85mm×54mm）、鈔票（千元鈔160mm×70mm）等等皆可用來量長度。鋼筋號數對一般人而言並不容易判斷，但我們可以用手指、原子筆粗細或硬幣直徑來與之比對，例如筆者拇指約22mm、中指約19mm、小指約16mm、中指+無名指約36mm，皆可用做粗細尺度的比對。至於裂縫寬度及極薄物品厚度量測部分，金融卡、硬幣、鑰匙等皆適合用來比對。自然界有太多可協助初步判斷的簡易量具，有賴讀者用心去發覺。



台72線（後龍汶水線）

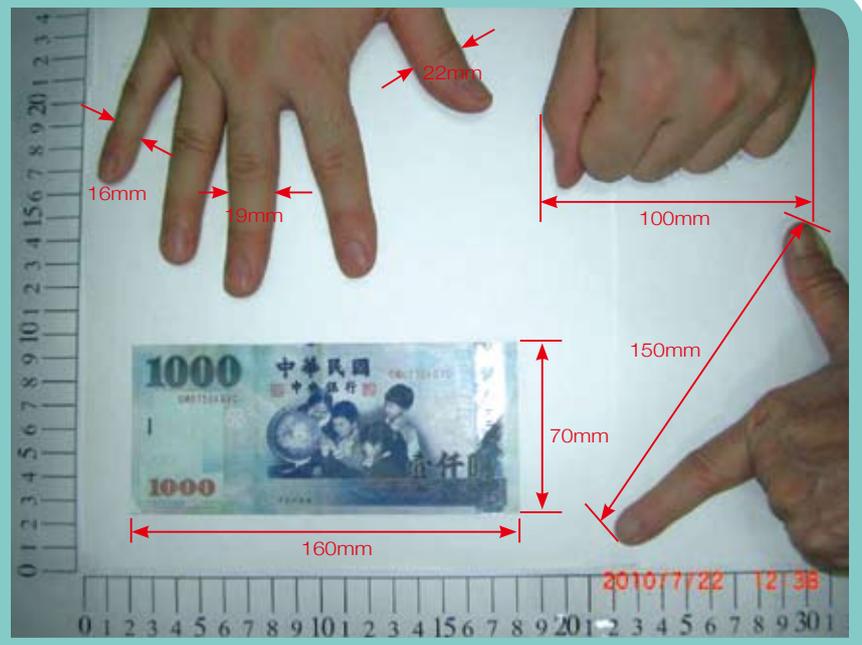
編號
11-1

硬幣、金融卡、鋼珠筆筆心、乒乓球都是能幫助尺度量測及比對的簡易好工具。



編號
11-1

鈔票、拇指食指張開後的指幅等皆可用來量長度，手指粗細可用來比對判斷鋼筋號數，拳頭寬是幫助目視比較顆粒大小的簡易好工具。



5

Prospect 展望



更上層樓

在「成為優質生活型態的共同創造者」的願景之下，我們深刻體認公路建設沒有止境，是一項永續經營的事業，我們始終落實「實事求是」的態度，耕耘寸尺不離、熱情分毫不減，付出真誠關懷，體察民衆需求。展望未來，我們會繼續以肩負維護公路品質的使命為榮，來日必定精益求精，全力協助臺灣生活品質，更上層樓。



台9線北宜公路58k眺望

未來願景

[未來願景]

2011年適逢建國100年及本局建局65週年，從以往歲月走來，公路總局始終堅持落實工程品質管理制度、辦理組織學習教育訓練、鼓勵同仁以創新的理念及服務態度，期許不斷提升道路工程品質，提供用路人便利的服務與協助，進而擴大經濟成長的效益。

歷經65年後的今天，本局在公路工程建設方面，創造了輝煌的成果，這是大家有目共睹的事實，這樣的成績非一朝一夕形成，亦是累積許多同仁點滴心血疊砌而成。「公路建設」沒有止境，亦是一項永續經營的良心事業，必需配合國家建設及體恤民衆需求。

展望未來，我們仍然秉持著「安全、便捷、舒適、效率、親切」的五大目標，時時惕勵自己，更抱著感恩、惜福的心情，努力向前邁進。其重點歸納如下：



關渡大橋

- ★ 健全相關法規制度－配合國內工程法令規範，修訂相關工程規定，建立嚴謹而不失彈性的運作制度。
- ★ 加強策略規劃－因應工程品質發展趨勢，規劃具體可行的推動策略，由「業務績效」的追求進而達到「服務品質」的提升。
- ★ 選擇重點工項領域投入－施工技術及工程材料日新月異，將慎選重點工項領域投入，運用適切的推動策略，以發揮資源之最大效益。
- ★ 整合資源－結合或配合國內其他政策工具與資源，整合運用於提升工程品質，以擴大品質管理之整體績效。
- ★ 經驗技術的傳承－秉持本局一貫「實事求是」的態度，堅定執著「落實管理執行」與「事前防範措施」的經驗傳承。



附錄



編輯委員名單

單位	職稱	姓名
總工程司室	總工程司	周胤德（總編輯）
新工組（施工科）	副工程司	任 俊
新工組（施工科）	副工程司	吳侑霖
養路組（養護科）	正工程司	邱金蘭
養路組（管理科）	副工程司	陳柏成
第一區養護工程處	用地課課長	顏豐政
材料試驗所	正工程司	黃博仁
材料試驗所	路面課課長	林文忠
政風室	主任	歐建志（副總編輯）
政風室	第二科科長	陳治平
政風室	第三科科長	楊遵仁
政風室	工務員	郭慶元（編輯秘書）



96上半年一專案清查階段委員名單

單位	職稱及姓名	備註
新工組	副工程司 鍾金德	專案委員（已退休）
	副工程司 彭恩德	代理專案委員
養路組（管理科）	幫工程司 陳金宗	專案委員（已陞任副工程司）
材料試驗所	路面課課長 林文忠	專案委員
	幫工程司 鄭俊生	代理專案委員
政風室	第三科科長 劉國正	專案領隊（已調職）
	專員 莊永煉	代理專案領隊（已調職）
	科員 洪加如	（已調職）
	課員 周麗真	（已調職）
	助理工務員 郭慶元	專案秘書（已陞任工務員）

[附錄]



96下半年—專案清查階段委員名單

單位	職稱及姓名	備註
新工組（施工科）	副工程司 彭恩德	專案委員
養路組（管理科）	幫工程司 陳金宗	專案委員 已陞任副工程司
材料試驗所	路面課課長 林文忠	專案委員
政風室	第三科科长 陳治平	專案領隊 (已調任第二科)
	專員 謝魁樹	(已調職)
	課員 張藝齡	(已調任第二科)
	工務員 郭慶元	專案秘書



97上半年一預防角度稽核階段委員名單

單位	職稱及姓名	備註
新工組（施工科）	約聘工程司 簡宏霖	專案委員
養路組（道工科）	正工程司 延允中	專案委員
材料試驗所	路面課課長 林文忠	專案委員
	基礎課課長 吳秉翰	第一代理人
政風室	第三科科長 陳治平	專案領隊 （已調任第二科）
	專員 余雅雯	（已調職）
	課員簡子超	（已調任第一科）
	課員張逸馨	（已調職）
	郭慶元	專案秘書

[附錄]



97下半年—預防角度稽核階段委員名單

單位	職稱及姓名	備註
新工組	副工程司 彭恩德	專案委員
	副工程司 任 俊	第一代理人
	副工程司 黃建雄	第二代理人
養路組	正工程司 顏豐政	專案委員 (已調職)
	正工程司 延允中	第一代理人
	副工程司 邱金蘭	第二代理人 已陞任正工程司
材料試驗所	基礎課課長 林文忠	專案委員
	正工程司 代理路面課課長 黃博仁	第一代理人
政風室	第三科科長 陳治平	專案領隊 (已調任第二科)
	第二科科長 黃清光	第一代理人 (已調任第一科)
	第一科科長 楊遵仁	第二代理人 (已調任第三科)
	工務員 郭慶元	專案秘書
	課員 簡子超	第一代理人
	課員 張逸馨	第二代理人 (已調職)



98上半年一輔助常態性稽核階段委員名單

單位	職稱姓名	備註
新工組	副工程司 任 俊	專案委員
	副工程司 彭恩德	第一代理人
	副工程司 黃建雄	第二代理人
養路組	副工程司 邱金蘭	專案委員 已陞任正工程司
	正工程司 顏豐政	第一代理人
	副工程司 簡正國	第二代理人
材料試驗所	路面課課長 林文忠	專案委員
	正工程司 黃博仁	第一代理人
	技術課課長 陳志霖	第二代理人
	基礎課課長 吳秉翰	第三代理人
政風室	第三科科長 陳治平	專案領隊 (已調任第二科)
	第二科科長 黃清光	第一代理人 (已調任第一科)
	第一科科長 楊遵仁	第二代理人 (已調任第三科)
	工務員 郭慶元	專案秘書
	書 記 許衍富	第一代理人

[附錄]



98下半年一輔助常態性稽核階段委員名單

單位	職稱及姓名	備註
新工組	副工程司 陳柏成	專案委員 (已調任養路組)
	幫工程司 吳侑霖	第一代理人 已陞任副工程司
	幫工程司 王淑卿	第二代理人
養路組	幫工程司 林進發	專案委員
	工務員 林正雄	第一代理人
材料試驗所	正工程司 黃博仁	專案委員
	路面課課長 林文忠	第一代理人
	技術課課長 陳志霖	第二代理人
政風室	第三科科長 陳治平	專案領隊 (已調任第二科)
	第二科科長 黃清光	第一代理人 (已調任第一科)
	第一科科長 楊遵仁	第二代理人 (已調任第三科)
	工務員 郭慶元	專案秘書
	書記 許衍富	第一代理人



99年度一檢視與策進稽核階段委員名單

單位	職稱及姓名	備註
新工組	副工程司 吳侑霖	專案委員
	幫工程司 王淑卿	第一代理人
	幫工程司 洪宗亨	第二代理人
養路組	幫工程司 陳彥宗	專案委員
	幫工程司 施炯祥	第一代理人
	工務員 劉德馨	第二代理人
材料試驗所	正工程司 黃博仁	專案委員
	路面課課長 林文忠	第一代理人
	幫工程司 鄭俊生	第二代理人
政風室	第三科科長 楊遵仁	專案領隊
	第二科科長 陳治平	第一代理人
	第一科科長 黃清光	第二代理人
	工務員 郭慶元	專案秘書
	書記 王彤光	第一代理人

圖目錄

表 號	內 容	頁 次
圖2-2-1	山區民衆基於用水需求（無自來水幹管地區）私設管線，該管線如何兼顧用水需求與既有排水設施管養，亟需研思協調解。	20
圖2-2-2	豪雨坍方後為搶通道路，由於「事權不可分割特性」一般由道路工程單位整治路權外山坡地，惟竣工後路權外邊坡設施管理、維護權責歸屬為何？尚需跨部會協調釐清。	21
圖2-2-3	既有道路拓寬工程如何同時兼顧道路平整舒適以及鄰路住戶、商家出入與人行道間產生高低差問題（住戶騎樓地板高程不一），已非公路單位獨自調整道路設計高程所能克服	22
圖2-2-4	專案稽核於嘉義高鐵站進行工程摘要報告	25
圖2-2-5	稽核過程書面資料意見討論與鑽心試體檢視	26
圖2-2-6	電信人孔蓋高出路面併阻斷排水溝流向，委員攀爬進水溝內瞭解	26
圖2-2-7	抽驗過程交通維持	27
圖2-2-8	稽核初步丈量判讀厚度	27
圖3-1-1	吳副總工程司進興（現任總工程司）領隊進行反光強度檢驗	40
圖3-1-2	「標線專案稽核小組」實地檢視標線外觀	41
圖3-1-3	「標線專案稽核小組」標線鑽心取樣抽驗	41
圖3-1-4	標線廠商參與座談會報到踴躍	41
圖3-1-5	交通部國際會議廳座談會舉辦盛況	41
圖3-1-6	座談會與會貴賓	42
圖3-1-7	公路總局養路組交通工程科卓科長明君簡報「標線工程策進作為」	42
圖3-2-1	排水性AC（左）與傳統密級配AC（右）斷面示意圖。	75
圖3-2-2	排水性AC（右）與傳統AC（左）路面比較	75
圖3-2-3	石膠泥瀝青路面施工	75
圖3-2-4	橡膠瀝青路面施工	76
圖3-2-5	Guss瀝青路面施工	77
圖3-3-1	橋面版混凝土灌漿並以橋面整平機配合人工整平施工	81
圖3-3-2	接續作業為AC鋪設混凝土表面鏟平尚未初凝時進行掃帚刷糙	82

表 號	內 容	頁 次
圖3-3-3	採用濕物覆蓋法進行養護作業	83
圖3-3-4	自充填混凝土免搗實，不需任何震動	101
圖3-3-5	自充填混凝土拆模後照片	102
圖3-4-1	機動平土機刮平及壓路機滾壓	106
圖3-4-2	辦理工地密度試驗	107
圖4-1-1	前高副總工程司邦基（右二現任桃園縣政府交通局局长）參予專案稽核，現場聽取工務段陳段長世昌簡報（台7線89K+900~90K+740（薈蜜風災）路基流失搶修工程概況）。	125
圖4-1-2	專案稽核過程在天候不佳的情況下仍然認真執行	126
圖4-1-3	偏遠山區路段工程標案，借用（新竹五峰鄉）鄉公所會議室，專案稽核委員進行文件資料審閱。	127
圖4-1-4	本局材料試驗所陳所長式毅（左二）於專案稽核階段檢討會提供意見，會議主席劉副局長健朗（右一）及與會長官慎重研思。	127
圖4-1-5	鄰路房舍私設坡道侵及路權	131
圖4-1-6	私設坡道敲除（改善後）	131
圖4-2-1	各試驗區段示意圖	135
圖4-2-2	試驗路面轄區區位圖	135
圖4-2-3	各型鋪面排水示意圖	136
圖4-2-4	施工前路況（林進芳拍攝）	140
圖4-2-5	施工橫斷面示意圖	141
圖4-2-6	材料試拌及拌合廠觀摩討論（林進芳拍攝）	142
圖4-2-7	刨除、控制準線、邊條設置及再生AC鋪築（林進芳拍攝）	142
圖4-2-8	面層PA鋪築及現場觀摩簡報（林進芳拍攝）	142
圖4-2-9	PA鑽心試體及剖面孔隙比較（品檢中心拍攝）	143
圖4-2-10	鋪面現地透水、平坦度及抗滑評估期間現地試驗（林進芳及品檢中心拍攝）	143
圖4-2-11	PA配比型式成本比較圖	151

表目錄

表號	內容	頁次
表3-1-1	標線種類	32
表3-1-2	標線材料	33
表3-1-3	標線檢驗	35
表3-2-1	瀝青混凝土工程各年版之施工說明書對照表	54
表3-2-2	再生粒料（第02741章瀝青混凝土之一般要求）	54
表3-2-3	地瀝青（第02741章瀝青混凝土之一般要求）	55
表3-2-4	辦理配比設計單位（第02741章瀝青混凝土之一般要求）	55
表3-2-5	瀝青混凝土規格表（第02741章瀝青混凝土之一般要求）	56
表3-2-6	承包商品質管制（第02742章瀝青混凝土鋪面）	56
表3-2-7	檢驗（瀝青含量和粒料級配-第02742章瀝青混凝土鋪面）	56
表3-2-8	檢驗（壓實度-第02742章瀝青混凝土鋪面）	57
表3-2-9	檢驗（平整度-第02742章瀝青混凝土鋪面）	59
表3-2-10	材料（第02745章瀝青透層）	60
表3-2-11	施工環境（第02745章瀝青透層）	60
表3-2-12	瀝青材料用量（第02745章瀝青透層）	61
表3-2-13	檢驗（第02745章瀝青透層）	61
表3-2-14	材料（第02747章瀝青黏層）	61
表3-2-15	施工環境（第02747章瀝青黏層）	62
表3-2-16	瀝青材料用量（第02747章瀝青黏層）	62
表3-2-17	檢驗（第02747章瀝青黏層）	62
表3-2-18	第02961章「瀝青混凝土面層刨除」	62
表3-2-19	資料送審（第02966章再生瀝青混凝土）	63
表3-2-20	材料（第02966章再生瀝青混凝土）	64
表3-2-21	檢驗（回收瀝青黏度-第02966章再生瀝青混凝土）	66
表3-3-1	水泥混凝土工程各年版之施工說明書對照表	85
表3-3-2	資料送審（水泥混凝土工程）	85
表3-3-3	混凝土種類	85
表3-3-4	材料（水泥混凝土工程）	86

表 號	內 容	頁 次
表3-3-5	配比設計（水泥混凝土工程）	87
表3-3-6	坍度試驗（水泥混凝土工程）	87
表3-3-7	氯離子（Cl ⁻ ）含量試驗（水泥混凝土工程）	88
表3-3-8	抗壓強度試驗（水泥混凝土工程）	89
表3-3-9	不合格研判及鑽心試驗（水泥混凝土工程）	90
表3-4-1	級配粒料之級配規格表	109
表3-4-2	級配粒料底層材料及施工方法之檢驗規定	110
表3-4-3	碎石級配粒料工程各年版之施工說明書對照表	112
表3-4-4	資料送審（第02726章級配粒料底層）	112
表3-4-5	材料組成（第02726章級配粒料底層）	112
表3-4-6	材料品質檢驗（第02726章級配粒料底層）	113
表3-4-7	施工後檢驗（第02726章級配粒料底層）	113
表4-1-1	專案稽核成果統計表	124
表4-2-1	各國對排水瀝青混合料內粗粒料品質要求	136
表4-2-2	PA之品質要求	138
表4-2-3	使用粒料要求	139
表4-2-4	完成面PA之成效及評估試驗方法	140
表4-2-5	PA施工溫度統計	141
表4-2-6	設計-實鋪配比設計試驗報告及比較圖（過篩百分比）	142
表4-2-7	平均厚度、密度、空隙率及穩定值試驗成果	143
表4-2-8	完工之平坦度試驗成果	143
表4-2-9	完工之透水性及抗滑試驗成果表	146
表4-2-10	透水性追蹤成果表	147
表4-2-11	抗滑性追蹤成果表	148
表4-2-12	平坦性試驗結果比較圖表	150
表4-2-13	試鋪路段交通量調查	151

專案稽核大事紀

日期	受檢單位	工程名稱
95.12.22	第一區養護工程處	「高鐵桃園路段橋下道路工程」土木工程第二標（38k+250~39k+960）
95.12.28	第三區養護工程處	玉長公路13K+978-15K+817新闢道路工程
96.01.12	第一區養護工程處	「114線50K+000-52K+300及52K+800-55K+700段路面整修工程」
96.01.19	第三區養護工程處	台三線420k+352~433k+800間路面修復工程
96.01.30	第四區養護工程處	「台14甲線33k+000~41k+719挖掘路面整修工程」
96.02.06	西濱北工程處	「西濱快速公路（WH09-1標）48K+800~51K+198側車道新建工程」
96.02.13	第二區養護工程處	「131線3K+020-3K+250，4K+040-5K+100道路拓寬工程」
96.03.08	東西高南工程處	「東西向快速公路北門玉井線E708-4標拔子林至新中段新建工程」
96.03.09	西濱南工程處	「西濱快速公路WH56-2標雲一交流道至海豐橋段側車道工程」
96.03.15	第一區養護工程處	「湖口交流道連絡道1K+320~2K+300段拓寬工程」
96.03.30	第四區養護工程處	「玉長公路6k+620~10k+480隧道新建工程」
96.04.13	西濱中工程處	「西濱快速公路WH33-1標P14苑港匝道出口至P20銜接既有地方道路改善工程」
96.04.17	第五區養護工程處	「159線9K+620~13K+520段道路拓寬工程」
96.05.18	〔路面工程專案清查執行計畫（95年12月至96年4月階段）〕 檢討會議	
96.07.06	第一區養護工程處	「114線24K+100~24K+940段拓寬工程」
96.07.19	第四區養護工程處	台十一線18k+700~22k+000路基改善工程（土木部份）
96.08.10	第一區養護工程處	蘆竹至大竹高鐵橋下道路土木工程第一標&第1A標（34K+180~36K+300）
96.08.14	第五區養護工程處	「雲林生活圈154甲線埔心-崙背段（5k+390~9k+530）拓寬改善工程」
96.08.24	第二區養護工程處	「台13線銅鑼外環道終點與縱貫鐵路交會段新闢工程」
96.09.07	第五區養護工程處	「171線21K+909~25K+000段路面拓寬改善工程」
96.09.17	第三區養護工程處	台20線80k+600~93k+650路面修復工程
96.09.28	第四區養護工程處	「羅東連絡道0k+000~4k+330新建工程」
96.10.15	西濱南工程處	「西濱快速公路WH75-3標將軍溪景觀橋新建工程」

日期	受檢單位	工程名稱
96.10.22	第五區養護工程處	「北港大橋（三）新闢工程（0k+000~1k+660）」 「台19線朴子溪橋改建工程」
96.10.25	西濱北工程處	「西濱快速公路WH10-1標54k+425~66k+850側車道新建工程」
96.11.09	第四區養護工程處	「宜蘭連絡道B新建工程」
96.11.13	第二區養護工程處	「台21線28K+970-31K+000拓寬改善工程」
96.12.14	路面工程專案清查（第二階段）執行計畫檢討會議	
97.01.30	第五區養護工程處	「嘉義生活圈157線新港至蒜頭段27K+030~29K+023拓寬工程」
97.02.21	第一區養護工程處	「台七乙線1K+660~2K+500段彎道改善工程」
97.02.27	第二區養護工程處	台21線122K+117~123K+164.068公路災害復建暨邊坡穩定工程
97.03.11	第三區養護工程處	「197線5K—13K間沿線橋梁（四號橋）改建工程」
97.03.27	第四區養護工程處	「台9線122k+650（96年9月22日-24日）豪大雨路基缺口搶修工程」
97.04.02	第一區養護工程處	「110甲線0K+224~0K+700段道路拓寬工程」
97.04.16	東西高南工程處	「台一線高屏大橋改建工程（第二次重新發包）」
97.04.17	第三區養護工程處	「187線水門至東港段之潮州西外環線新建工程（北端聯絡道）」
97.05.21	第二區養護工程處	「台三線萬豐橋改建工程」
97.05.28	西濱南工程處	「西濱快速公路WH75-8將軍溪北岸增設明溝及水閘門工程」
97.06.24	「混凝土構造物專案稽核執行計畫」檢討會議	
97.08.06	第二區養護工程處	135線0K+000~7K+700及8K+400~8K+500挖掘路面修復工程
97.08.21	第三區養護工程處	186線19K+400~25K+000及27K+100~29K+600及32K+500~34K+080路面修復工程
97.08.22	第五區養護工程處	台1線313K+580~315K+800（左側）等二段路面整修工程（再生瀝青混凝土鋪設）
97.09.04	第五區養護工程處	台19線109K+300~117K+810等4路段路面整修工程（再生瀝青混凝土鋪設）、172線21K+533~22K+631路面整修工程（再生瀝青混凝土鋪設）
97.10.03	第一區養護工程處	122線32K+100~38K+500段挖掘路面修復工程

專案稽核大事紀

日期	受檢單位	工程名稱
97.10.09	第一區養護工程處	臺2線100K+210~100K+864段新闢工程
97.10.16	第五區養護工程處	159線9K+620~13K+520段道路拓寬工程（11k+469車行箱涵工程）
97.10.28	第四區養護工程處	台9丙線3K+060~5K+700挖掘路面修復工程
97.11.06	第二區養護工程處	台13線22K+870~24K+750道路改善及岡見橋改建箱涵工程
97.11.13	第四區養護工程處	台9線110K+260~+340彎道改善工程
97.11.20	第三區養護工程處	台9線394K+760~396K+540路面修復工程
97.12.23	「路面暨混凝土構造物專案稽核執行計畫」檢討會議	
98.01.21	第四區養護工程處	台7線89K+900~90K+740（薔蜜風災）路基流失搶修工程
98.02.11	第五區養護工程處	台19甲線21K+500~23K+320路面整修工程（再生瀝青混凝土鋪設）
98.02.18	第二區養護工程處	96年度聖帕颱風災害台16線31K+900~41K+250路基缺口復建工程
98.03.05	第五區養護工程處	（卡玫基及鳳凰風災）台20線51k+050路基流失修復工程、台20線52k+225路基缺口修復工程
98.03.12	第二區養護工程處	台13線59K+000~61K+630局部挖掘路面修復工程
98.03.16	第三區養護工程處	台1線359K+639~360K+107（新興路）道路拓寬工程（含代辦發包中華電信,自來水公司）
98.03.25	第三區養護工程處	台20線149K+530~+700邊坡整治工程
98.04.08	第一區養護工程處	107線4K+620~7K+463段路面整修工程
98.04.15	第二區養護工程處	「97年辛樂克及薔蜜颱風災害台14線75K+380~490復建工程」（埔里工務段）
98.04.16	第二區養護工程處	「96年柯羅莎颱風災害台8線62K~112K及台7甲線45K~74K復建工程」（谷關工務段）
98.05.08	第一區養護工程處	112甲線0k+000-2k+110段挖掘路面修復工程
98.05.13	第四區養護工程處	台7甲線21K+420--+560處路基流失（缺口）緊急搶修工程
98.05.19	第一區養護工程處	114線35K~36K、43k~44K、51k~52k、52k~54K段路面整修工程
98.06.17	「路基路面工程專案稽核執行計畫」檢討會議	
98.07.23	第三區養護工程處	台23線16K+563~26K+118路面修復工程

日期	受檢單位	工程名稱
98.07.29	第四區養護工程處	台2線128K+886~129K+550附屬設施及129k+550~129k+798路基拓寬工程
98.09.18	第二區養護工程處	台3線158K+317~162K+400局部挖掘路面修復工程
98.09.25	第二區養護工程處	152線0k+000~1k+816.378拓寬工程
98.10.16	第五區養護工程處	98年度斗南工務段省道瀝青路面零星整修工程
98.10.19	第一區養護工程處	106(22k-34k)、110、111、114、116等線98年預約路面零星修補工程
98.11.17	第五區養護工程處	水上工務段98年度轄內省道瀝青路面坑洞修補及擇要路面修復工程
98.11.27	第四區養護工程處	頭城工務段宜蘭監工站轄線98年度省道路面坑洞修補工程
98.12.16	第五區養護工程處	台1線292k+300-294k+000左側等4段路面整修工程
98.12.21	「路基路面工程專案稽核(第二階段)」檢討會議	
99.03.03	第三區養護工程處	台17線189k+700~198k+620路面修復工程
99.03.04	第五區養護工程處	(莫拉克風災)台3線351K+150民權橋橋台及引道修復工程
99.03.26	第二區養護工程處	98年度台中工務段轄區養護省道台12線8K~8K+444積水改善工程
99.04.30	第四區養護工程處	台2線116k+912~117k+612路基拓寬工程
99.05.21	第一區養護工程處	台3線57k~90k擋土牆水溝及護欄改善工程
99.05.26	第五區養護工程處	155線0k+000~2k+100路面整修工程
99.06.22	第五區養護工程處	(莫拉克風災)台3線326K+700路基缺口修復工程
99.07.02	第三區養護工程處	187乙線0K+000~7K+500、9K+500~12K+000、19K+000~21K+550路面修復工程
99.07.13	第二區養護工程處	台14線67K+000~69K+750挖掘路面局部修復工程
99.07.22	第四區養護工程處	臺9線118K+900灣道改善工程
99.07.23	第一區養護工程處	中壢工務段省道99年(含快速道路)養護工程
99.08.25	第二區養護工程處	台6線4K~10K,台13線31K~34K挖掘路面修復工程
99.09.17	第五區養護工程處	165線36k+000~37K+590段路面整修工程
99.10.15	第二區養護工程處	台21線23k+000~27K+000瀝青路面局部修復工程,併案稽核99年度埔里工務段標線工程

國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

實施路基路面工程專案稽核成果回顧 / 周胤德總編輯. -- 初
版. -- 臺北市 : 交通部公路總局, 民100.08
面 ; 公分
ISBN 978-986-02-8851-3 (平裝附數位影音光碟)

1. 公路工程 2. 稽核

442.14

100016144

實施路基路面工程專案 稽核成果回顧

出版機關：交通部公路總局

出版年月：中華民國100年8月

發行人：吳盟分

地址：臺北市中正區10041忠孝西路1段70號

電話：(02) 2311-3456

網址：<http://www.thb.gov.tw>

總編輯：周胤德

副總編輯：歐建志

編輯委員：任俊、吳侑霖、林文忠、邱金蘭、陳治平、陳柏成、黃博仁、楊遵仁、顏豐政

執行秘書：郭慶元

資料提供：

第三區養護工程處：革新施工技術（排水瀝青混凝土試鋪成效探討）

材料試驗所：工程材料性質、品質簡易判定方式

照片提供：

新工組、養路組、材料試驗所、政風室、第一區養護工程處、

第三區養護工程處、西部濱海公路中區工程處、西部濱海公路南區臨時工程處

（照片引用來源難以查證者，在此一併申謝）

編印單位電話：秘書室研考科 (02) 2311-3456

美術設計印刷：日創社文化事業有限公司 (02) 7737-8585

中華民國100年8月初版1刷

GPN：1010002654

ISBN：978-986-02-8851-3（平裝附數位影音光碟）

工本費：新臺幣1,000元

著作財產權：交通部公路總局



交通部公路總局
Directorate General of Highways, MOTC

地址：10041臺北市中正區忠孝西路1段70號 總機：(02)2311-3456(代表號)

ISSN 10214585



9 771021 458002