



國道鋪面管理養護之演變與展望

黃喬炎／交通部高速公路局 副總工程司
 陳順興／交通部高速公路局工務組 副組長
 李 寧／交通部高速公路局工務組 正工程司

本文介紹高速公路鋪面管理養護之機制之演變。我國高速公路通車迄今已超過 50 年，其各項設施之養護作業以道路鋪面養護業務為最大宗。考量道路鋪面直接影響用路人對於道路服務品質感受，交通部高速公路局已針對國道鋪面之損壞與老化，建立一套完整之管理機制，更在近十年來因應交通量、氣候、施工條件之各項挑戰，除延續半世紀以來不變之生命週期觀點外，更納入靈活的鋪面鋪面損壞處理機制、積極提升鋪面平整度，並善用各式先進鋪面績效調查評估方式，未來更將持續朝向數據化、智慧化的管理方式加以發展，持續精進，全面提升國道服務品質。

關鍵詞：高速公路、鋪面整修、養護管理

半世紀來不變的堅持

國道高速公路鋪面是民眾行駛國道時最直接接觸到的設施，鋪面之狀態如是否損壞及平整與否等因素，對於民眾在國道服務品質滿意度的影響極大，而國道為我國最高等級之道路，其鋪面規格也是特別要求，自新工時期即以最高標準設計，目前鋪面養護經費每年約新臺幣 25 億餘元，佔國道設施養護經費比例超過四成；交通部高速公路局（以下簡稱高公局）做為我國最高等級道路之主管機關，數十年來持續致力於透過良好、有效率之管理養護機制，落實維護國道之鋪面品質。

國道 1 號自民國（下同）63 年起陸續開放通車、迄 67 年全線通車後，為因應民眾旅運需求的增加，又陸續投入建設開通國道 3 號、5 號等南北向高速公路，及國道 2 號、4 號、6 號、8 號、10 號等橫向高速公路，迄今養護路面主線里程已超過 1,050 公里，為 67 年時的 2.8 倍（如圖 1），換算道路面積約 6 千餘車道公里，其道路鋪面養護業務亦成為國道設施養護管理業務之最大宗。

民國 84 年，高公局建置了鋪面績效資料庫，用於紀錄抗滑值、路面撓度、糙度（平坦度）等績效檢測結

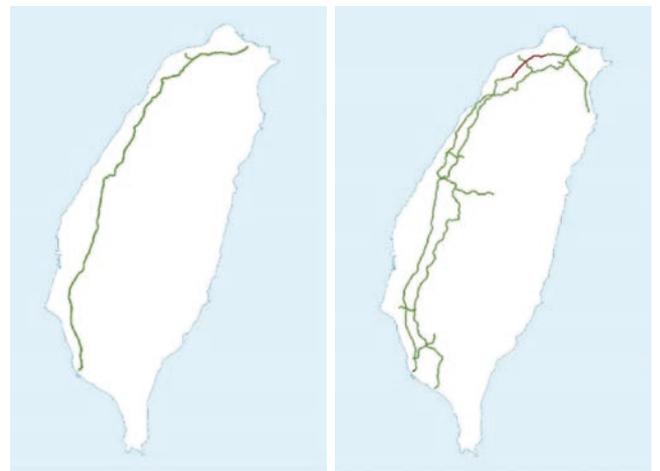


圖 1 國道自通車以來里程已大幅增加（左為 68 年路網、右為 104 年路網）^[1]

果，另亦成立「鋪面小組」，由高公局業務專職工程司每年實地勘察及檢視轄管鋪面現況予決定年度整修排程規劃，養護經費如何分配、優先順序如何安排、整修方式如何決策均為重要課題，而養護目標則是確保國道整體路網能維持良好的服務能力。隨著環境的改變與科技的進步，因應交通量、氣候、施工條件的各項挑戰，近 10 年來高公局持續辦理多項積極作為，反映了時代的變化和要求，但其核心思想與目標仍維持不變。

衝擊與挑戰

近年來國道鋪面養護主要面臨的衝擊與挑戰，首先為劇烈氣候的頻繁發生。每年暴雨發生頻率愈來愈高，梅雨季與颱風季時的降雨不但強度更高，降雨時間也更加集中，有時連續豪大雨數日，要維持鋪面完整性、不發生坑洞，就成為最大的考驗。圖 2 為 10 多年前國道 1 號南部路段鋪面因降雨發生嚴重損壞之案例照片，但目前國道上已鮮少見到類似的鋪面損壞。過去遇到類似損壞，施工人員往往只能短暫封閉車道，進行緊急補修作業，相關工作不但辛苦且風險也很高；近 10 年來透過如使用改質瀝青膠泥、瀝青混合料採用優質填縫料以提升抗剝脫能力等作為，再輔以靈活的維護管理機制，坑洞產生頻率和損壞嚴重性均已大幅度降低^[2]。



圖 2 早期國道 1 號嚴重坑洞損壞修復施工情形^[2]

圖 3 為高公局的鋪面損壞處理機制，相關流程係以「儘速消除影響行車安全之情況，同時維持生命週期觀點之整修規劃」為目標，區分不同之損壞層級給予不同之處置，搭配 24 小時待命出勤之緊急填補人員、零星修補作業與按照年度計畫辦理大面積剷除重鋪之整修工程，於傳統分年整修制度中增添機動性與靈活調度的能力，全面提升鋪面之耐久性^[3]。另因應劇烈天

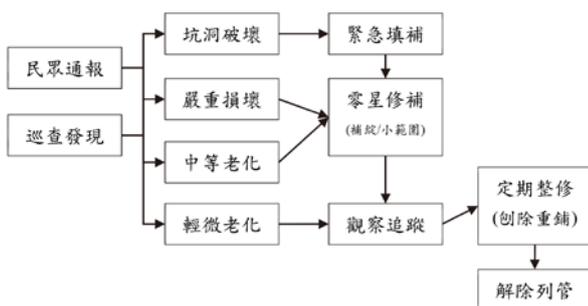


圖 3 國道鋪面損壞處理機制^[3]

氣變化的增加，高公局亦在行車安全上有許多的積極作為。除了每年定期進行抗滑、糙度（平坦度）之檢測外，對於排水較為不易的反曲點，會在密級配瀝青混凝土面層上加鋪一層約 3 公分厚的多孔瀝青混凝土（Porous Asphalt Concrete, PAC）如圖 4，防止鋪面生成水膜，以減少車輛打滑事故發生的機率^[4]。

逐年增加的交通量在施工調度安排及施工風險管控方面也帶來許多挑戰。早期國道鋪面施工可在白天進行維修作業（如圖 5），隨著交通量急遽增長下，為了避免影響用路人行車順暢及行旅時間增長，目前幾乎都已改至夜間時段來進行維護施工，以避開交通尖峰時段。圖 6 為國道 1 號夜間施工情形，這種封閉部分車道施工，同時又需維持部分車道開放通行的方式稱為「半半施工」工法，國道車速快且夜間視線較差，所以國道夜間施工其實是相當高風險的工作。此外，為了趕在隔日上午 6 時前開放通車，每天夜間實際可作業時間僅約 7 至 8 個小時，為了盡可能把握可施工時段，國道鋪面整修工程不但是「穿著衣服改衣服」，更是一項每天在夜裡與時間賽跑的艱鉅任務。近年來為了提供用路人與施工人員更多的保護，國道施



圖 4 國道 3 號名間路段加鋪多孔瀝青混凝土^[4]



圖 5 早期國道日間施工情形^[5]

工交通維持已規定應全面使用緩撞設施（圖 7），使用裝有附掛式緩撞設施的工程車輛雖然所費不貲，但即使遭受事故撞擊也能大幅降低損害程度，更挽救許多寶貴的生命。

因近來國人生活水平不斷提升，用路人對於國道的要求，除了安全性與行車順暢外，對於鋪面的平整度期望值也持續提高。高公局早期僅將國際糙度指標（International Roughness Index, IRI）當成績效評估管理使用的指標，但自 106 年起，開始推廣對於刨鋪施工以 IRI 進行品管要求，至 108 年起更開始試辦將 IRI 指標納為整修刨鋪工程的驗收項目。開始試辦後經過 3 年，國道平整度大幅提升，新刨鋪完成之糙度平均值僅 1.32 m/km，表現明顯優於公共工程會施工綱要規範中新完工高速公路鋪面之糙度應低於 1.75 m/km 之建議



圖 6 國道 1 號夜間施工情形



圖 7 國道施工交通維持全面使用附掛式緩撞設施（緩撞車）

值。國道鋪面養護時，會觀察鋪面的平整度檢測結果並搭配現地實際狀況，評估是否需進行維護，其判斷之基準值通常採 2.5 m/km。高公局自 97 年起即每年定期進行平整度檢測，105 年時糙度值高於 2.5 m/km 的路段比例為 4.87%，其後更是逐年降低，110 年之比例僅有之 2.82%（如圖 8），更顯示我國國道鋪面具備相當高水準的平整度。

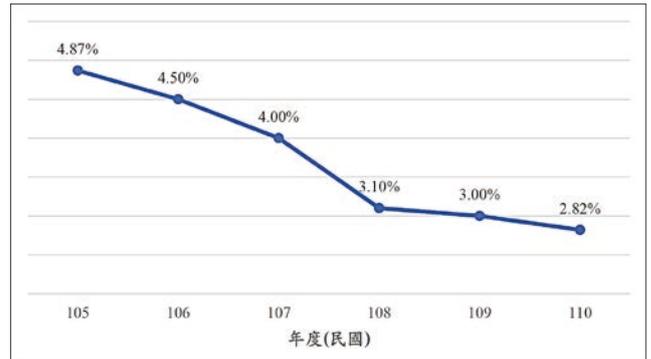


圖 8 國道 IRI 值高於 2.5 m/km 比例逐年降低

積極創新，科技輔助

除糙度（平坦度）檢測、抗滑檢測、撓度檢測（Falling Weight Deflectometer, FWD）、水準測量與鑽心調查等傳統常用的績效調查評估方式以外（如圖 9），近 10 年來高公局使用愈來愈多的科技設備，輔助鋪面養護管理及鋪面績效的判斷。各式新發展之科技檢測方法及試驗設備相互搭配，更碰撞出許多火花，從損壞改善、工區管理到生命週期的預測，都有許多創新的應用。

目前透地雷達、折射震波等非破壞性檢測已成為深層路基修復作業時的標準配備。圖 10 為國道 1 號南下 250k 位置進行表面波探測情形。該路段係於 99 年時將拓寬工程將路肩改為車道並進行 11.5 公分之深層刨鋪，但 108 年時陸續發生側擠損壞，為徹底改善，高公局使用非破壞性檢測儀器找出深層路基弱面位置、確認損壞發生的原因，再對症下藥，研擬適當的改善方式。經檢測後，發現該損壞位置於路面下方約 60 公分深位置有鬆散損壞情形，工務段立即安排以低壓灌漿方式補強，路面不再反覆出現側擠變形^[6]。圖 11 則為國道 3 號北上 151k 透地雷達之檢測作業情形。該路段於 104 年進行刨除重鋪後，未滿 4 年即陸續出現不均勻沉陷情形。經透地雷達檢測並搭配鑽心調查驗證，發現係因路堤下方 5 公尺深位置土壤受地下水



圖 9 高公局撓度儀 (左) 及平坦儀 (右)



圖 10 國道 1 號南下 250 k 位置進行非破壞檢測 (表面波) 施作情形 [6]

影響，導致鬆散而乘載力不足，才造成上方路面之不平。由此可知，鋪面的養護工程並非僅是單純刨除重鋪的重複性作業，而需要綜合各項工程專業知識、運用先進的探測技術，方能根除損壞發生原因，整體提升鋪面之耐久度與平整性。

瀝青混凝土鋪面經過反覆交通荷載、環境高溫和水侵害造成鋪面逐漸劣化，進而產生疲勞裂縫、面層剝脫、龜裂、坑洞與車轍等破壞，再加上近 10 年來全球氣候暖化，造成極端氣候下溫度均處在更高溫環境條件下。為能確保相關材料選擇與配比設計符合現地需要，並輔助生產流程之穩定管控，高公局亦引進成效試驗之品管方式，以期在瀝青混凝土製程生產與鋪築施工後能確保完工之瀝青混凝土鋪面品質符合設計目標。圖 12 為高公局試辦成效試驗管理之旋轉揉搓壓實儀 (SGC) 與漢堡輪跡試體 [7]。

試驗室內之模擬需要真實數據做為依據，對於鋪面影響最大的重車交通量數據自然不可或缺。高公局為提升整體行車效率與強化重車管理，於 108 年完成國道 1 號岡山北上地磅站主線篩選式動態地磅系統 (Weigh-In-Motion, WIM) 建置，並於 108 年 7 月 1 日正式上線啟用 (如圖 13)。在岡山動態地磅裝設完成後，高公局運用動態地磅收集重車荷載資料，結合撓度儀 (FWD) 動態模數追蹤建立鋪面維護預測模式，成功結合重車交通量數據與鋪面強度資訊，檢驗鋪面養護刨鋪設計是否符合需求 [8]。今 (111) 年員林、汐止等動態地磅也陸續完工啟用，未來數年內將有更多

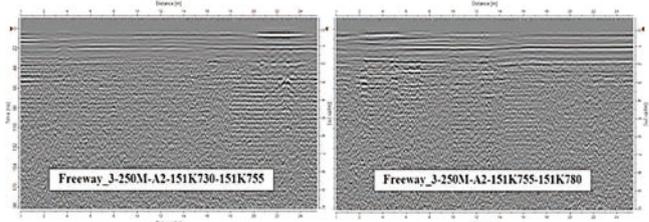


圖 11 國道 3 號北上 151k 路堤沉陷以透地雷達檢測情形



圖 12 旋轉揉搓壓實儀 (SGC) 與漢堡輪跡試體 [7]



圖 13 國道 1 號岡山篩選式動態地磅

動態地磅站完工啟用，可供運用的重車交通量數據也會更多，使國道管理之數據化、智慧化更向前推進。

未來展望

養護的工作看起來毫不起眼，但卻有長久持續的需求，用路人每天行駛舒適順暢的路面其實都是國道鋪面

養護無名英雄默默努力付出的成果。國道開放通車以來交通量逐年增加，加上氣候日益極端，受到的種種限制使國道養護業務充滿挑戰，國道的鋪面養護管理制度已歷經 50 年之傳承演化，從過去傳統上由承辦工程司親力親為、穩紮穩打，逐漸演化成符合現代需求，更加制度化、標準化、智慧化的靈活管理觀念。近期高公局更為朝向智慧化管理發展，主要的研發方向包含：科技輔助巡查作業、鋪面服務壽年預測、強化品管與成效試驗等。此外，為配合我國於 2050 年能夠達到淨零碳排的目標，亦衍生鋪面生命週期長度精準管控、再生材料運用可行性及節能減碳效益量化等相關議題。

未來，高公局將透過運用國道電子收費系統蒐集之交通量及車種資訊、動態地磅資料等大數據，並發展適合國道環境的績效檢測儀器與相關機制，精進對於鋪面生命週期內績效變化之掌握及精準預測，完善鋪面管理系統，發展智慧化決策輔助機制，再搭配傳統上對於工程品質管理高標準要求的職人精神，使國道鋪面無論面對任何衝擊都能維持最高品質，提供用路人低碳、安全、舒適的行車環境。

參考文獻

1. 吳木富等，「縱橫千里：臺灣高速公路 50 年」，國道高速公路局，2020 年 5 月 1 日，第 19 頁。
2. 李懷淵、林開湖、楊忠憲、陳素娥、許慧玲，國道 1 號南部都會區瀝青混凝土鋪面坑洞近十年精進作為一以岡山工務段為例，鋪面工程，第 18 卷第 3 期，2020 年 9 月，第 33-46 頁。
3. 康志福、楊熾宗、陳順興、李寧、高嘉彬，「國道鋪面養護管理機制之演變與發展」，鋪面工程，第 18 卷第 3 期，2020 年 9 月，第 1-14 頁。
4. 張國振、馬信宏、王祐璋，全斷面整修實施經驗分享—以國道 3 號南下草屯路段為例，國道視窗，2021 年 10 月，第 6-7 頁。
5. 楊熾宗，講題 5- 國道鋪面管理之回顧與展望，交通部高速公路局 50 週年局慶國道技術研討會，臺灣台北，2020 年 5 月。
6. 國道 1 號南下 250k 路段瀝青鋪面連續側擠改善之探討，工地主任，第 57 期。
7. 林炳松、王吉杉、方水連、吳勇潮、呂奇龍，「國道鋪面瀝青混凝土車轍成效試驗研究初探」，中華民國第二十一屆鋪面工程學術研討會，臺灣花蓮，2021 年 10 月。
8. 賴榮俊、林開湖、陳素娥、黃富雄、宋政霖，動態地磅結合 FWD 動態模數追蹤建立鋪面維護預測模式，中華民國第二十一屆鋪面工程學術研討會，臺灣花蓮，2021 年 10 月。



Co - living on
日勝生活科技股份有限公司
RADIUM LIFE TECH. CO., LTD.



百年精神 榮耀無限
日式建築 和風之美
管家文化 細膩體貼
會席料理 食之雅韻

日勝生加賀屋國際溫泉飯店



時尚 科技 環保 引領潮流
結合趣味與創意 多元生活
品味時尚與生活 喜悅樂活

京站實業股份有限公司



日勝生活 幸福共生
榮獲全國第一座
雙鑽石綠建築
聯合國理想生態宜居社區
創造台灣另一個宜居城
日勝生-浮洲案 4000 戶



轉運台北 首耀國際
智慧化管理 卓爾不群
獨一無二
首都國門空中巴士站

臺北轉運站