



橋梁工程介紹 — 以國8台南系統交流道改善 及跨南133線路口立體化工程 （第I810R標）為例

胡長成／宏義工程股份有限公司 專案副總經理

陳福財／宏義工程股份有限公司 專案經理

傅宣貴／台灣世曦工程顧問股份有限公司嘉南工程處 監造主任

林建志*／台灣世曦工程顧問股份有限公司嘉南工程處 計畫經理、技師

國道8號在國1台南系統交流道以西路段因採平面配置並設有側車道，導致有國道須停等紅綠燈情形，除易衍生肇事外，行車亦受到路口延滯影響；交通部高速公路局於114年興建國8跨越南133線路口高架橋，藉由連結國1台南系統以西路段，強化區域道路串聯，預計119年完工後，可紓解國8車潮及民眾進出國道便利性；揆諸本案國道建設，透過分散車流、增加道路容量與優化匝道，使用經濟合理費用，滿足路安、橋安、人平安的服務水準。

前言

依據行政院中華民國112年10月20日院臺交字第1121037265號函核定，國道8號台南系統交流道改善及跨南133路口立體化工程（以下簡稱I810R標）建設計畫，台南民眾已期待超過20年，完工後，行駛國道的車輛無須在南133線路口停等，大幅縮短行車時間（由10分鐘縮短至4分鐘，節省60%），提昇國8主線服務水準，亦可降低路口交通事故（圖1）。

本工程已於114年10月24日順利舉行動土祈福典禮（圖2），由行政院、交通部、高公局、台南市政府等，共同祈願工程平安順利，圓滿完成。工程期程114

年10月24日至119年3月25日（1,620日曆天），範圍西起台南安定區3k+837，東至台南系統交流道5k+784，全長1.9km，主要工程內容包括，國8立體化、增設西出東入匝道（未來高公局會正式命名為港口交流道），在工法設計與耐震施工時，必須避免交通中斷，減少封路衝擊，常有穿著衣服改衣服之感，此為國道拓建工程與新建工程最大差異之處，本工程團隊經驗豐富，藉由施工實務分享，守護國道安全，再創台灣奇蹟。

主要工程內容

I810R標主要工程內容包括：
增設西出及東入匝道（119年完工後，命名為港口交流道）

* 通訊作者，pqzk@ceci.com.tw



圖 1 施工前現況與完工模擬對照圖



圖 2 I810R 標開工典禮

1. 西出匝道配置方式，採雙車道匝道岔出主線，車道寬 3.65 公尺，內路肩 1.2 公尺，外路肩 1.8 公尺，匝道路線全長 1,469 公尺，最小平曲線半徑 1,200 公尺，最大坡度 1.16%。
2. 東入匝道配置方式，採單車道匝道進入主線，車道寬 5.0 公尺，內路肩 1.2 公尺，外路肩 1.8 公尺，匝道路線全長 1,480 公尺，最小平曲線半徑 1,800 公尺；最大坡度 1.16%。

鋼箱型梁橋施工（跨南 133 線路口）

跨越南 133 路口，採鋼箱梁施工，跨距以 39M、47M、39M 配置，全長共 125M，總重 1,378 噸，鋼橋外側腹板配合整體外觀造型，斜率 1：6。

增設簡易押磅站

本工程在墩柱（編號 P41）的橋下空間增設一處簡易押磅站，這與駕駛朋友常在國道上看見的靜態押磅、動態押磅，有很大的不同；我們有 3 個特色，包括：

1. 這是一間無人機房；
2. 運作方式是提供公路警察執勤時使用；

3. 針對可能超重車攔查，一般車輛無須進入過磅。

其他配合工程

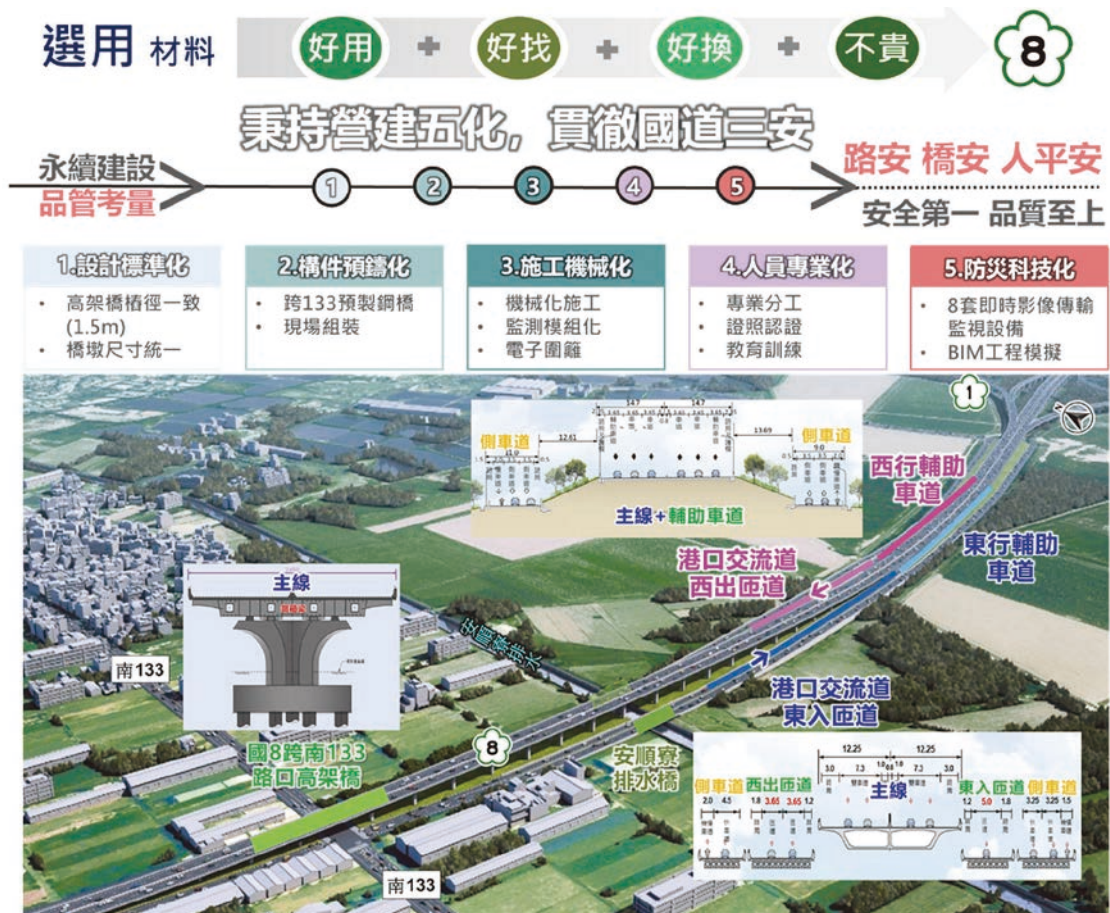
包括施工便道、施工便橋及構台等假設工程、照明設備工程、周遭景觀工程、交控工程、管線遷移工程及其他各項附屬設施。

工程特色

本工程秉持營建五化（設計標準化、構件預鑄化、施工機械化、人員專業化、防災科技化，圖 3）源頭管理，自規劃設計階段，實施風險評估、選用安全工法、規劃相關安全衛生設施；施工階段，落實安全衛生管理等，建立完整系統化的職安衛管理機制，以期施工各階段均具備優質的安全衛生文化，達到持續減災、零職災的目標^[1]。

本工程營建五化具體作為，臚列如下：

1. 設計標準化：高架橋樁徑一致（1.5 m）、橋墩尺寸統一。
2. 構件預鑄化：預製鋼橋（跨南 133 線路口段），其餘橋段採場鑄預力箱型梁。



3. 施工機械化：監測模組、機械化施工（樁機、吊具，搭載行車視野輔助系統）。
4. 人員專業化：教育訓練、證照認證、專業分工。
5. 防災科技化：即時影像傳輸監視設備、BIM 工程模擬及衝突檢核。

施工過程運用營建五化，由專業團隊群策群力，在生態保育、永續經營等面向，兼顧國道建設的永續發展 (ESG)，深入台南每一角落，為南科生活家園的便捷與舒適，擴大幸福文明的視野，提升社會經濟發展與整體競爭力；同時，接地氣深耕台南、服務人群，體現傾聽大自然的聲音，與大地對話，創造人與土地的和諧永續。

下部結構施工（以基樁為例）

本工程採全套管混凝土樁（樁徑 150 cm）施工，此工法已十分普及，取代打擊式基樁及反循環基樁，可減少水污染、空氣污染、土壤污染，有效降低噪音及震動，國內廠商具有足夠之機具可供調度，相關高

風險危害及執行對策（圖 4）、施工要點如下：

1. 配合交通維持計畫，善用基礎間之場地作為施工場所，審慎規劃施工機具動線（繪製機具現場配置圖，循序滾動更新）。
2. 預先協調管線單位辦理遷移作業（仰賴訓練有素的工程團隊，平時即就圖說、規範及疑義澄清主動檢討），關鍵在「超前部署，未雨綢繆」。
3. 鑽掘應以土壤自然狀態作業，但砂質地層須注意其底部是否發生砂湧現象，若有砂湧應保持套管中之水位高於地下水位，以水中鑽掘保持地層穩定，鑽掘完成後套管中之水應以清水抽換，始得以特密管澆置混凝土。
4. 每節鋼筋籠之續接處，應儘量置於斷面應力較小處，由基樁頂起算 7.00 m 以內不得續接，主筋續接採搭接為原則，為防止鋼筋籠吊裝中及吊裝後扭曲、挫屈及脫落，鋼筋之搭接最低標準應為三點電銲（三點電銲之總長度不得小於主筋直徑之五倍），主筋之搭接或箍筋固定所使用之點銲施工，須符合 AWS D1.1 銲接規定。

全套管基樁作業 - 高風險作業危害及對策						
項次	作業項目	設計主要施工風險	風險值	施工階段風險評估及對策 (納入環境因子)	危害等級	風險降低及對策管理再評估
1	基樁作業	物體飛落(風險值4) 被撞衝撞(風險值9) 墜落(風險值6) 感電(風險值6)	4~9 可能性2~3(可能) X 嚴重度2~3(中等)	<ul style="list-style-type: none"> ● 設置行車視野輔助系統 ● 使用合格吊車 ● 擴大工區圍欄警示 ● 訂定標準作業流程 ● 工作前繪製機具現場配置圖 ● 墜落防護網 	高中度風險 ↓(降為) 可接受	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子圍籬、警響提示 ● 作業半徑警示系統 ● 機具人員碰撞警示系統

全套管基樁作業，因應對策及現場執行



圖 4 高風險作業危害及執行對策 (以基樁為例)

5. (優點) 基樁作業，善用三階表單，即施工抽查程序、施工抽查標準、施工抽查紀錄表相互對應，率定「檢驗停留點、安衛查驗點、不定期抽查頻率」，將實際抽查情形具體量化，施工過程，有條不紊，從從容容、游刃有餘。

上部結構施工 (場鑄預力箱型梁、鋼箱梁)

場鑄預力箱型梁

1. 本橋型採場鑄逐跨施工方式，底部設置減振支架，兼顧行車安全與舒適性，減少對橋下交通影響。
2. 場鑄逐跨工法具有經濟性高，且可靈活配合現況等優點，惟需利用橋下空間設置支撐架。
3. 新舊橋面銜接以固接銜接方式，取代縱向伸縮縫。
4. 澆置早強無收縮混凝土 (4 小時達 200 kgf/cm² 以上、48 小時達 280 kgf/cm² 以上、28 天達 420 kgf/cm² 以上)。
5. 新舊橋面銜接，過往採鋪設防水膜以達防水需求，考量養護經驗回饋，通車後營運階段易與瀝青鋪面黏結力不佳，導致路面損壞造成養護困擾，於新舊混凝土交界處改採 ASTM D41 防水瀝青黏層，以提升施工性及耐久性。

鋼箱梁

1. 鋼梁於鋼構廠製造 (源頭管理)，與下部結構並行作業，縮短工期 (分進合擊，雙管齊下)。
2. 鋼構橋梁跨越南 133 線道，跨度達 125 m，施工挑戰性高，規劃租用工區旁台糖空地進行地組作

業，吊裝採分階段夜間封閉國道施工 (22:00 ~ 06:00)，日間不影響交通運行，有效降低作業風險 (穿著衣服改衣服，因地制宜)。

3. 銲工須有優良技術，本案要求其於最近二年內曾從事鋼結構工程銲接作業並於最近半年內曾從事與本工程同類性質之銲接工作之資歷、檢定合格證書或電銲技術合格證明 (錄案備查)。
4. 鋼橋管理依循 PDCA，包括 (Plan) 鋼板進場材料納入施工計畫送審核定、(Do) 依計畫執行材料清點、(Check) 每月進度會議滾動檢討、(Action) 檢驗確保成品品質；施工期間，高公局、監造偕洽廠商召開施工月會，製表列管「廠製數量、銲道品質、NDT 成效、假安裝工期」(圖 5)，定期辦理新進工班教育訓練，說到做到，一次到位。

維護管理策略與計畫

本工程為高架橋，施工過程需考量運營階段之管養檢測人員作業需求，包括橋梁外觀 (混凝土或鋼材) 及附屬設施 (支承、欄杆、路面等)，綜觀全生命週期之橋梁維護管理策略特點有四：

1. 推廣橋梁延壽及維護管理觀念，建立橋梁生命週期導向之養護與安全監測，達成預防性維護、資訊回饋、延長橋梁使用壽年與生命週期評估。
2. 確立橋梁構件預防性定期維護工作範圍，合理有效的依各橋梁特性建立所處環境中之週期曲線，循序率定改善範圍。



圖 5 上部結構施工（以鋼橋為例）

- 蒐集定期檢測資料、維修工法、成本單價資料庫，綜整歷年已完成工程案例，建立分析評估標準、構件維修紀錄，落實生命週期管理。
- 登錄橋梁管理系統（TBMS）記載橋梁基本資料及檢測維修資訊（圖 6），藉由資料庫統計分析，研判橋梁使用特性，提出有效管理對策，掌握橋梁結構與用路人之安全狀況。

高公局攜手台灣世曦、宏義公司，投入橋梁防災技術開發，建置包括「橋梁維護管理模組、橋梁災害管理模組、InSAR 安全監測管理模組」之國家級災害管理平台，冀望在公共工程減災、預警、監測方面，發揮專業知能，回饋社會，善盡企業社會責任。此外，藉由世曦防災中心與管理機關建立技術交流之合作平台，未來亦可協助橋梁管養機關建置相關橋梁維管資訊與防災計畫，加速安家固園工作，建構永續國土安全環境，作到

人人作防災、達成家固國強的目標。

RFID 晶片應用

本工程混凝土試體導入 RFID 晶片（無線射頻辨識，Radio Frequency Identification），將晶片埋入試體中，監造透過 RFID 掃描器，讀取識別碼（TID），可追蹤試體流向、系統化存取檔案、監控防弊，具有「降低人力負擔、減少混凝土試體送樣時間、減少試體遭調換」的優點（圖 7），解決傳統紙張保存及抄寫出錯發生率，有效識別讀取追蹤，提高效率。

RFID 原理，係將晶片以水平方式植入試體表面（深度離表面 1~2 cm 為原則），由讀取器發射特定工作頻率之無線訊號，感應電流獲取能量，再解碼處理完成鑑別，使試體具有身分辨識，達到整體生命週期資料保存與後續維護管理 E 化效益 [2]。



說明：高公局納管橋梁及邊坡基本資料、竣工圖資、歷年之檢（監）測、巡查及養護紀錄，確實掌握橋梁結構、邊坡與設施現況，做為後續維管依據。

圖 6 維護管理作為

創新科技 第I810R標_國8跨南133線立體化工程
混凝土試體品質管理應用RFID晶片技術作業

RFID標籤具穿透性、耐環境性與可讀寫資料等特性
 節省會驗時間
 E化管理效益，並於第一時間得知抗壓強度，提升工程資料後續維護管理、資料保存效益

晶片植入混凝土試體
 確保試體取樣送驗一致性 & 效率

單位	取樣製模	植入標籤	掃描紀錄UID	拍照存檔	實驗室送驗	收件掃描UID	回傳勾稽UID	出具報告
監造單位	會同	會同	辦理	辦理				
主辦機關	會同	會同	監督	監督				
TAF實驗室					辦理	辦理	辦理	辦理

圖 7 應用 RFID 於混凝土試體

施工遭遇困難與解決對策（以管線為例）

本工程國道基礎施工，面臨既設管線群（如台電特高壓電力管、自來水管、中華電信）遷移障礙，為確保工進不致受管線影響，除依例辦理試挖外，亦可在設計、施工階段，直接面對管線進行處理，即調整結構施作方式及工序，完成墩柱開挖，以減少管線遷移影響工進之風險。

本案墩柱緊鄰管線條狀施工帶，各工區工作相互掣軸，施工首重動線，基樁、開挖施工時間冗長，機械物料繁多堆滿橋下施工空間，估計自配合機具施工臨時擋土措施起至支撐系統完成恢復動線止，工期至少超過六個月，倘若起始動工或施工過程中遭遇不可抗力因素問題而展延，將嚴重影響工程進度，故本區段分別與台電公司、中華電信、自來水公司、台南市政府等，協調管遷及施工便道，並將工區範圍外擴作為施工動線，始能啟動施作。

施工團隊經與各單位誠懇溝通（敦親睦鄰），橋下

各障礙問題的處理逐步開展，相關施工障礙排除方式（圖 8），分享如下：

- 1.（會前）由工程團隊提出「既有公共管線及建議遷移位置平面圖、妨礙施工公共管線一覽表」。
- 2.（會中）分層分區充分討論，率定各階段進場時程，事半功倍。
- 3.（會後）廠商循序辦理試挖，保障作業人員及民眾權益，循序復舊交付。

國道施工之生態友善作為

國道建設已邁入環境永續發展為主的 3.0 思維，生態友善規劃係採「打造環境可永續發展之綠色國道」為目標，追求運輸服務安全度提升的同時，能融入減量、減廢，強調順應環境、自然穩定、低維護管理的粗放式生態景觀，建構更強韌的國道環境，因此進行國道橋梁施工前，匡列生態課題 - 環頸雉、蝙蝠，提報監看成果^[3]。

圖 8 管遷遭遇困難與解決對策



圖9 生態監看作為

環頸雉物種特性及監看作為

1. 在調查範圍的既有道路上，於日出後至中午 12:00 前，慢速前進，搭配 8 ~ 10 倍的雙筒望遠鏡搜尋，同時輔以鳴叫聲辨識，紀錄沿途看到或聽到的環頸雉座標位置、數量，若發現育雛行為需加註雛鳥或幼鳥的數量和座標，紀錄時注意活動的位置及方向，監看作為，如圖 9 所示。
2. 主食是野生植物之果實，雄鳥捍衛地盤、雌鳥負責育雛。
3. 臺南系統交流道為高架路段，橋梁補強工程須進入橋下空間，施工時避開 4 ~ 5 月間之繁殖高峰期，降低對環頸雉之干擾。
4. 工程完成後的橋下空間，保留栽植原生於當地之植物，使環頸雉能持續棲息使用，並且能穿越橋下空間，進入交流道下方等綠地環境，避免因人造設施造成棲地切割，或迫使環頸雉需要穿越平面道路等負面影響。

蝙蝠物種特性及監看作為

1. 蝙蝠為夜行性哺乳動物，在人為活動較頻繁之地區，蝙蝠常利用屋瓦縫隙、建築物夾層、箱涵、橋梁下方等人造設施作為日棲所。
2. 蝙蝠具有高度的生態多樣性，提供了包括植物授粉（如榴槤、山竹）、種子傳播與控制經濟作物害蟲數量（秋行軍蟲）等具高度經濟價值的生態系統服務，使其成為反映陸域生態系環境狀況的生物指數。
3. 本工程配合國道施工工期，執行施工路段箱室之蝙蝠族群清查作業，並依循勞安法規穿著安全防護裝備（侷限空間），進入箱梁內進行調查，依序對箱梁進行編號，紀錄各箱梁內蝙蝠棲息種類及數量。
4. 施工前、中、後由專業生態人員進行蝙蝠監看，作業內容包括，生態異常狀況通報及處理（單一箱室內發現 ≥ 10 隻蝙蝠屍體，或單座橋梁發現總數 ≥ 20

隻蝙蝠屍體）、定期舉辦環境生態教育訓練、生態保護作為成果報告（含音軌輔以影像紀錄）。

5. 工程完成後的橋下空間，保留原生當地植物，除可提升植被覆度，亦可增加昆蟲棲地及全對象之食物來源，使蝙蝠能持續棲息使用，避免因人造設施造成棲地切割，降低國道建設對環境之干擾。

結論

1. 國 8 跨南 133 線立體化工程是交通、科技、智能防災與國道美學的展現，其管理策略、設計理念等經驗，有助於臺灣後續橋梁工程技術的增進與提升。
2. 本案組成國道技師團（機關、監造、廠商）並常駐工地，除保障用路人之行車安全，更確保施工環境安全，用心、盡心做好每件事，團隊真的揪甘心。
3. 國道耐震補強刻不容緩，筆者深感橋梁之美的魅力，本著國道美學再進化，交通建設納入生態、永續、經驗傳承、世代共鳴的初心，型塑台南地標，自詡為美好台灣貢獻心力。
4. 凡事豫則立，不豫則廢，成功永遠是給予做好準備的人，主辦機關、顧問公司、營造廠三位一體，持續維持道安、推動多項精進作為，品質的盡心付出、安全的貼心作為，台南安定區的民眾都看在心裡，藉本文給辛苦的工程人員，讚美喝采。

誌謝

本文承蒙交通部高速公路局第二新建工程分局與第三工務所之指導及支持，謹致謝意。

參考文獻

1. 交通部高速公路局（2021），橋梁耐震設計注意事項，第 2-1 ~ 2-24 頁。
2. 內政部建築研究所協同研究報告（2007），無線射頻辨識（RFID）置入於營建材料與構件之應用研究，第 2-15 頁。
3. 交通部高速公路局（2024），國 8 跨南 133 線立體化工程之生態檢核作為成果總報告，第 6-17 頁。