



# 新北市 智慧工地管理： 浮洲橋 耐震補強工程 為例

馮兆麟／新北市政府工務局 局長

鄭立輝／新北市政府養護工程 處長

黃柏升／新北市政府養護工程處橋隧維護 科長

陳亦揚\*／新北市政府工務局工程 科長

為確保浮洲橋符合最新耐震規範，新北市政府工務局自籌新臺幣 6,925 萬元推動耐震補強工程，並導入智慧工地管理策略以強化施工效率與職業安全。工程跨越市區、高灘地與河道水域，施工風險高、管理挑戰多，透過建築資訊模型 (BIM)、物聯網感測 (IoT)、AI 影像辨識與 UAV 巡檢等技術，提升品質管理與工地韌性。設計階段納入低碳工法評估，實踐淨零排放目標。成果顯示智慧工地技術可有效協助公共工程克服地形限制、減少災害風險，提升工安與環境永續性。

## 前言

浮洲橋位於新北市板橋區，跨越大漢溪連接樹林區，是當地重要交通要道，橋上並附掛自來水管、電力及天然氣等維生管線。該橋由交通部公路總局興建，於民國 90 年（2001 年）完工通車，迄今已超過 20 年橋齡。為確保浮洲橋結構安全能符合最新橋梁耐震規範，市府委託專業顧問公司進行耐震評估後，確認有補強必要，因此自籌預算新臺幣 6,925 萬元辦理橋梁耐震補強工程，以提升耐震性能、延長使用年限，並提供市民更舒適安全的通行環境。本次耐震補強工程於 113 年 4 月開工，施工內容涵蓋橋墩混凝土包覆、鋼板包覆、碳纖維纏繞，以及增設鋼製阻尼器、防落橋裝置、帽梁補強、剪力鋼棒等措施，全面提升橋梁耐震能力（如圖 1）。其中共 16 座橋墩新設鋼構阻尼消能裝置，並對部分橋墩施作 FRP（碳纖維聚合物）包覆或外包鋼板，加強結構韌性；同時在橋梁伸縮縫與

支承處加裝防落橋托架，強化抗震時的構件穩定。另針對橋梁上跨大漢溪的鋼箱樑結構，亦實施內部鏽蝕螺栓更換與防鏽塗裝維護，確保整體結構耐久。經各項補強施工後，橋梁耐震能力由原設計規範的「中震區」（設計基底加速度 PGA 0.12g）提升至現行規範要求的 0.24g 水準，有效增強橋梁在強震下的結構表現，保障用路人安全。

然而，本工程在執行過程中也面臨諸多挑戰。浮洲橋全長約 1 公里，施工區域狹長且橫跨市區、高灘地及河道水域三大區域，施工環境複雜、調度困難。在防汛期間施工尤其具風險：每逢颱風豪雨來襲，需在極短時間內撤離高灘地及水中作業機具，確保工地安全無虞。例如，113 年颱風凱米侵臺發佈警報後，施工團隊立即將位於高灘地的挖掘機、施工圍籬等設備全面撤離至安全處所，並將臨時土方平整排水，同時備妥抽水機、橡皮艇等防汛設備。如此大範圍、多區段且需隨時應對天候的工區管理，對傳統工地管理模式形成巨大考驗。為克服這些困難，新北市政府工務

\* 通訊作者，ag6171@ntpc.gov.tw



圖 1 浮洲橋耐震補強工程施工內容

局與施工團隊宸茂營造攜手導入「智慧工地」(Smart Construction Site) 管理理念，利用數位科技與創新措施提升狹長型工地的管理效能與安全性。以下將從提升施工效率、強化品質管理、確保勞工安全防護及實現永續發展等幾大主軸，闡述本工程應用智慧工地策略的核心作法與成效。

### 提升施工效率的智慧管理

浮洲橋耐震補強工程涉及多工區同步施工與跨領域協調，為提高施工效率，本局導入了施工資訊整合與智慧調度系統。透過建置「智慧工地」資訊平台，即時掌握各施工區域的人員機具分布、工程進度與環境狀況，讓管理團隊能及時調度資源並優化工序。在施工前期即運用建築資訊模型 (BIM) 進行詳細的施

工模擬與排程規劃。利用 BIM 的 3D 模型協助檢視橋墩補強構件安裝順序、大型機具進出動線及鷹架架設空間 (如圖 2)，預先發現潛在衝突並優化工序安排，提高整體施工效率與精確度 (如圖 3)。例如，團隊以 BIM 進行鋼箱梁內部施工平台的佈局模擬，確保在有限空間內順利完成螺栓更換和塗裝作業，同時避免與既有管線衝突 (如圖 4)。經由數位工具的輔助，工程在進度管控上表現亮眼：截至 114 年 7 月中，實際進度達 93.3%，超前原訂進度 4.3%，有效縮短工期。

此外，本工程引入即時監測與預警技術，加強進度與風險掌控。工地安裝了物聯網 (IoT) 感測裝置與遠端監視系統 (如圖 4)，可 24 小時監控大漢溪水位、工區雨量、風速等環境參數，一旦天候或水位異常即自動警示管理人員預作因應。此舉大大縮短了對突發狀況的

#### ➤ 採用建築資訊模型(BIM)實施施工安全應用

##### 議題 懸吊架

鋼構油漆作業高度不一，懸吊架無法採用同一高層搭設

##### 對策

將箱梁中間懸吊架抬升，符合人員施工安全高度

##### 效益(以P17-18為例)

- (1)減少搭設師施工架重量： $1.7 \times 60 \times 10 = 1020\text{m}^2$ (約40噸)
- (2)減少每平方荷重： $40\text{T}/1250\text{m}^2 = 32\text{kg}/\text{m}^2$ 。
- (3)縮短作業時間： $1020\text{m}^2 \times 150/3000 = 51\text{工}$ 以5人一組工班，節省約10工作天



圖 2 運用 BIM 數位模型進行設計協調與衝突檢討，降低施工風險

► 採用**建築資訊模型(BIM)**實施施工安全應用



圖 3 運用 BIM 數位模型預先排出施工障礙，施工衝突檢核

- ✓ 設置CCTV，即時監控，並自動上傳水利署後台
- ✓ 加強夜間警示，增設水管燈，黃色漸變至紅色，警示分級
- ✓ 設置保全人車管制，異常情形處置及通報



圖 4 物聯網 (IoT) 感測裝置與遠端監視系統

反應時間。例如在汛期，系統偵測到大漢溪水位上升接近警戒時，立即通知現場停止河道內施工並撤離人員機具。此外，透過工地即時影像監看，管理者即使不在現場也能掌握施工情形並遠端指揮調度，提升決策效率。當颱風來襲時，工務局與施工團隊運用這套智慧監控系統，在最短時間內完成高灘地機具撤離及防汛布設，成功避免災害損失。同時，為加速施工流程，本工程採用了電子化文件與雲端協作機制來簡化行政程序。例如，所有施工紀錄、會議紀要等均上傳共享平台，各單位即時查閱回報，省卻傳統紙本往返耗費的時間。在智慧管理措施加持下，浮洲橋補強工程雖施工環境艱鉅，仍能如期甚至提前達成階段目標，充分展現智慧工地在提升施工效率方面的價值。

### 強化品質管理與數位協同

本案從設計階段即採取數位協同作業，確保補強工程品質達到最佳，充分運用 BIM 數位模型進行設計協調與衝突檢討。在細部設計時，將橋梁原結構與新增補強構件建立整合模型，模擬碳纖維布包覆、鋼板圍束以及阻尼器安裝的位置關係。透過 BIM 的碰撞檢查功能，及早發現補強構件與原橋梁或管線的干涉問題，並由設計、監造與施工團隊共同討論最佳解決方案（如圖 5）。例如，經由 BIM 衝突檢核，發現原設計中部分鋼板包覆可能干涉橋下管線支架，隨即優化了構件尺寸與施工順序，避免日後施工返工，確保品質與效率。

### ► 採用建築資訊模型(BIM)實施施工安全應用

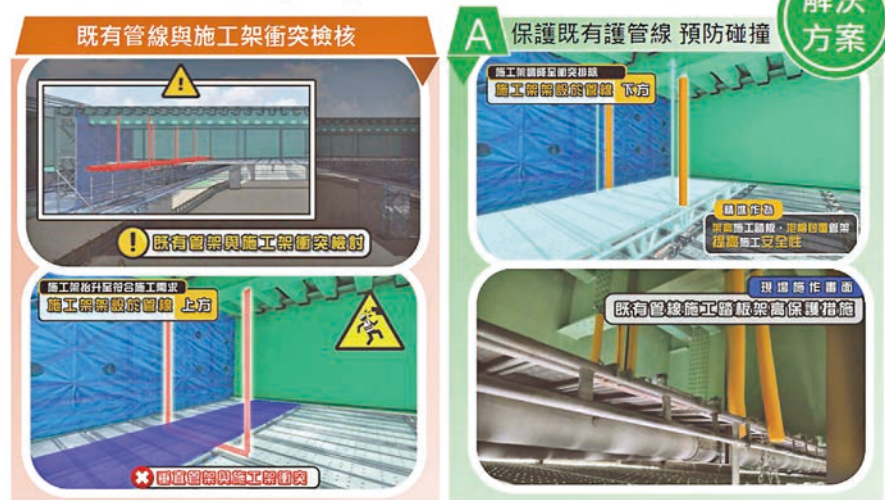


圖 5 運用 BIM 數位模型碰撞檢查功能，及早發現補強構件與原橋梁或管線的干涉問題

在施工階段導入數位工具進行品質監測與紀錄，現場施工時採用平板電腦及手機 APP 記錄每日施工日誌、材料檢驗結果及品質稽核清單，所有數據自動彙整至雲端資料庫。監造單位可即時查核關鍵工序（如鋼筋綁紮、混凝土澆置、碳纖維包覆）的施工照片與檢驗報告，發現不符合項目立即線上開立缺失單要求改善。這種數位化的品質管理系統確保了施工偏差能隨時被監控和修正，減少品質問題累積。

引進無人機與三維實景技術輔助品質查驗，在高灘地橋墩補強完成後，利用無人機搭載高解析攝影機巡檢難以接近的構件表面，建立工程實景模型比對設計圖，確認補強構件位置、尺寸與品質皆符合設計要求。尤其對大跨徑橋梁下部構造的檢查，無人機影像提供了傳統人工作業難以取得的視角，有效提升查驗效率與精度。同時，本案創新應用懸吊式施工架進行鋼箱梁內部塗裝作業，此施工法不但提升作業安全，也確保了塗裝品質均勻完整。過去若採傳統支架，可能因空間狹窄導致塗裝死角或品質不穩；改用懸吊架後，工人可貼近鋼梁各處進行除鏽塗裝，使防蝕處理品質大為提高。綜合以上措施，智慧工地的數位協同與技術創新手段，讓本工程從設計到施工皆維持高品質水準，順利通過各項品質檢測。

### 確保勞安防護

安全圍籬與智慧警示，工地周邊的安全隔離與現場警示是勞工安全的第一道防線。浮洲橋工地臨近既

有車道與大漢溪水域，施工團隊依規設置了堅固的安全圍籬及防墜設施，同時導入智慧警示裝置提高防護效能（如圖 6）。圍籬配備了感應式警示燈與智慧監測節點，能在夜間自動發光提醒過往車輛並透過物聯網即時回傳圍籬受撞擊或移位的訊號。一旦有車輛不慎碰撞圍籬或圍籬移動異常，系統將立即通知現場安全人員檢查，防止防護區域出現缺口。高空作業區則採用邊緣防墜網與感應繩索，繩索一旦被觸動或承受重量，連接的警報器隨即鳴響提示。此外，在橋梁下方水域作業時，圍籬結合了智能救生圈裝置，一旦有墜落水域情況發生，感測器會在第一時間將救生圈拋出並發出求救定位訊號。透過這些升級的安全圍籬與警示系統，浮洲橋工地將傳統被動防護轉變為主動感知防護，顯著提高了勞工安全水平。

### 確保勞工安全與健康

勞動安全衛生是工地管理的核心，藉由智慧工地系統大幅強化了安全防護措施，有效實現零事故的目標，設置一套綜合工地安全管理平台，工地出入口處安裝的門禁設備（如圖 5）整合了人臉辨識與 RFID 感應功能，並將電子安全圍籬感測、UAV 巡檢（如圖 7）、人臉門禁、影像監控、以及人員定位等系統全部接入統一的監控介面（如圖 8）。在工地安全控制室內，大型顯示屏同步實時呈現工地各區的影像畫面、感測警報狀態和人員分布熱點圖。一旦任何子系統發出警報（如圍籬受撞、無人機偵測異常、人員跌倒或

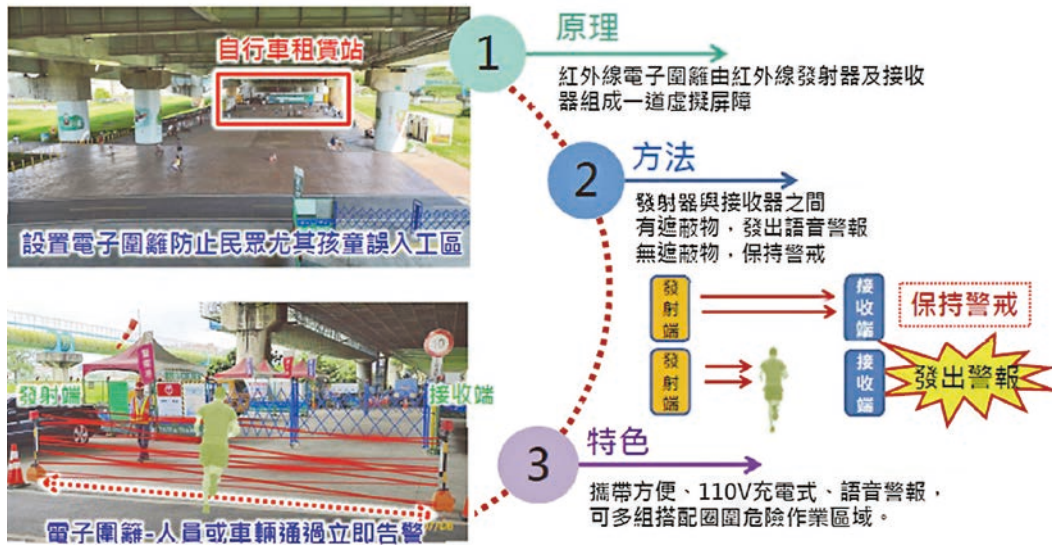


圖 6 紅外線電子圍籬



圖 7 利用 UAV 巡檢與 CCTV 監控巡查

**結合AI人臉辨識實施門禁管制**

浮洲橋 2025年2月3日星期一 14:56:41

進場人次 <b>6</b>	出場人次 <b>0</b>	在場人數 <b>6</b>
------------------	------------------	------------------

佇留監控

備用人員統計

1 保全公司	2 廣茂員工	3 廣茂泰二
--------	--------	--------

**人員管制儀表板**

08:20 進場 李承勳	08:01 進場 楊啟平	07:54 進場 賴正一	07:54 進場 陳植航
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

工種分類

- 適合帶狀工區
- 設備攜帶容易
- 隨時掌握人數

建檔容易

圖 8 工地出入管制統一的監控介面

未經授權闖入)，平台會立即彈出警示窗口並聲光提醒值班人員關注。安全管理人員可透過平台一鍵調取事發區域的多角度視頻影像，結合門禁數據確認現場人員身份，同時通知就近的工地主任或安全員前往處置。該平台亦會自動生成每日安全報表，統計各類異常事件次數及處理情形，供管理團隊檢討改進。透過這種「數據整合、一體管理」的模式，工地安全由原先各自獨立的管理項目變成互相聯動的整體。例如，當門禁顯示當天特殊作業人員（如電焊工）在場時，平台會提醒安全員加強相應區域巡視，又如高溫夏季平台根據人員佩戴的穿戴式裝置回傳心率體溫數據，提示現場適時休息補水。入口處採用 AI 人臉辨識門禁系統，電子圍籬杜絕未經許可人員進入，並可自動檢查進場人員是否配戴安全帽等個人防護具。AI 影像辨識技術也運用在施工現場的即時監控上，能自動偵測高處作業人員是否繫安全帶、危險區域是否有未穿反光背心者等情況。當系統偵測到違規行為或潛在危害（例如人員進入起重機旋轉半徑），立即發出警報通知現場管理人員介入處置，將事故苗頭扼殺在萌芽。同時，施工團隊導入 IoT 感測設備監控環境及設備安全狀態，例如於橋墩作業平台安裝傾斜感測器，隨時監測鷹架穩定性；在地下開挖處部署有一氧化碳和或沼氣氣體偵測器，一旦濃度超標即刻警示並啟動通風（如圖 9）。透過物聯網技術的應用，現場可能危害因子受到嚴密監控，有效防止職災發生。

推行安全文化與智能培訓，本工程施工單位宸茂營造秉持「安全至上、生命無價」的政策，將職業安全衛生納入企業經營理念並投入充足資源。在智慧工地的框架下，所有工人進場前必須透過線上安全教育系統完成培訓課程（如圖 7），包括 VR 模擬體驗常見工地危害情境，以提升風險意識。現場每日晨會則結合電子看板公布當日施工風險提示和安全提醒，使安全訊息「看得見」並深植人心（如圖 10）。建立完善的安全稽核與激勵機制。工務局與監造單位運用數位稽查系統，每週對工地進行安全巡檢，透過平板即時記錄檢查結果並拍照存證，不符合項目自動生成整改通知單並限期追蹤。最高管理階層定期查看系統稽核報告，強調「職安衛重要決策直達最高管理層」。在激勵方面，建立「安全績效獎勵制度」，對於零事故工班及積極改善安全隱患者給予獎勵，營造互相比拼安全的良性競爭氛圍。施工過程中也落實了多項創新安全工法，例如採用新型模組化鷹架與安全扣件，提升架設穩定性並以顏色區分承重構件，方便快速辨識危險等級；利用特製立柱連結器及桁架替代傳統鋼管，強化支撐結構且減少高空組裝作業，大幅降低高處墜落風險。在所有這些智慧安全舉措的加持下，本工程自開工以來保持零災害、零事故的紀錄，再次印證智慧工地管理對於勞工安全的助益。



圖 9 導入 IoT 感測設備監控環境及設備安全狀態

## ► 採用AI人工智慧進行危害自動辨識，強化工安管理



圖 10 工地出入管制統一的監控介面

## 實踐永續發展目標

推進低碳工地與綠色建築整合，新北市政府因應全球淨零碳排目標，率先將碳減量概念引入工程管理。在本工程規劃階段，即考量施工對碳排放的影響並採取降碳對策，例如優化施工機具調度以減少不必要的怠工油耗，採購低揮發性有機物（VOC）含量的塗料以降低空汙排放，以及鼓勵使用在地材料以縮短運輸距離等，透過這些創新舉措，新北市的工地管理正逐步融合智慧工地與永續理念：一方面利用數位技術提高效率和安全，另一方面將環保減碳要求納入日常管理，使每一項公共建設都朝向綠色永續的方向邁進。

## 結語

浮洲橋耐震補強工程的順利推動，生動詮釋了「智慧工地」在公共工程管理中的關鍵價值與系統性影響。面對複雜艱鉅的施工環境，本案透過智慧工地的應用，在施工效率、品質管理、勞工安全與永續發展等方面均取得顯著成效，運用智慧安全系統（感測圍籬、無人機巡查、人臉門禁等）將工安防護由被動轉為主動，大幅降低工地事故率。同時，這也象徵新北市工務局近五年來在工程管理模式上的加速轉型—由傳統經驗導向，走向結合自動化與數位科技的智慧管理體系。展望未來，新北市將持續聚焦智慧工地的最新發展成果，同時正視推行過程中可能面臨的挑戰。

在施工資訊整合、進度與風險監控技術、安全管理數位系統等方面，後續將深化應用；在機器人與感測設備的實務應用上，探索更多可行性，例如引入自動化工地巡檢機器人、無人載具運輸等，以進一步提升施工現場的生產力與安全性；並在低碳工地與綠色建築的整合實踐上持續領先，建立完善的減碳評估與管理機制。智慧工地的理念將全面融入工程的規劃、設計、施工與營運維護各階段，改變傳統產業生態並創造附加價值。新北市工務局將秉持專業與創新精神，帶領施工團隊不斷精進，共同朝向工程品質更卓越、工地安全更可靠、城市發展更永續的目標邁進，為公共工程領域樹立嶄新的標竿，朝「科技引領、智慧建造、永續城市」的願景邁進。

## 參考文獻

- 馮兆麟、鄔豪中、譚羽文、林育群（2024），「新北市永續數位轉型」，*土木水利*，第 51 卷第 6 期，第 20-27 頁。
- 新北市政府工務局（2025），「低碳建築（BIM 模型）評估系統」，2025 智慧城市展創新應用獎—智慧節能類，應用案例說明。
- 銘祥科技（2024），〈榮獲 113 年金安獎公共工程類優等〉，列舉智慧工地導入技術。
- 新北市政府工務局，新北市政新聞稿，「建築減碳淨零 新北 BIM 最行」，2024 年 7 月 8 日。
- 新北市政府工務局，「新北市營建剩餘土石方管理資訊系統計畫」（內部文件，2023 年）。