

道路挖掘管理

Magazine of Road Excavation and Management

以人為本，低碳挖管

- ◆ 人物專訪
- ◆ 高雄市道路挖掘管理專案執行
- ◆ 施工管理與技術
- ◆ 工程報導
- ◆ 活動花絮



高雄市政府工務局

Public Works Bureau of Kaohsiung City Government

No.02
May 2025

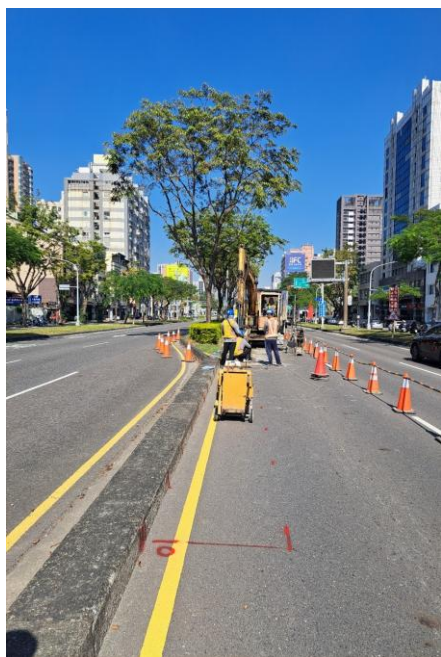


中華民國 113 年 4 月創刊

第 2 期

May 2025

道路挖掘管理



高雄市鼓山區中華一路 305 號前道路
(林聖芸 攝)



高雄市政府工務局



雄工夫-高雄市政府工務局



高雄市政府工務局道路挖掘管理中心

道路挖掘管理

發行人：楊欽富

總編輯：吳瑞川、林登峰

執行編輯：溫日宏

編輯委員：王和源、王建智、王偉筑、江明珊、吳一民、
孫堂霖、林志東、林國良、林家煌、林智強、
劉中昂、張恭銘、張家瑞、柯添智、陳志銘、
陳世晃、陳仙州、陳獻策、梁錦淵、洪通澤、
黃志榮、黃國忠、楊家敦、許德瑞、趙啟宏
(依姓氏筆畫排序)

助理編輯：施欣怡、張宜倩

發行單位：高雄市政府工務局

聯絡地址：高雄市苓雅區四維三路 2 號 5 樓

聯絡電話：07-336-8333

傳真：07-332-8621

網址：<https://pwb.kcg.gov.tw/Web/>

信箱：isu.kreac@gmail.com

G P N：2011300004

美編單位：義守大學土木工程學系

地址：高雄市大樹區學城路一段 1 號

電話：07-657-7744#3302

高雄市政府工務局道路挖掘管理中心簡介

- 高雄市政府非常重視「路平」，為了讓市民享有更安全舒適的用路環境，特別責成工務局研議具體精進作為。
- 經工務局多方研議，在 106 年 3 月底成立「高雄市道路挖掘管理中心」，以單一窗口、合署辦公、統整協調方式，於同一路段道路挖掘聯合施工，減少道路重複開挖及縮短施工工期，並加強控管施工品質，透過結合智慧城市理念，以達到「安全高雄、宜居城市」的目標。
- 「挖管中心」首要任務，從工程規劃、設計、施工至竣工保固整個工程生命週期進行協調及監控，並配合聯合開挖政策以減少重複挖掘，結合行動攝影技術監控施工品質，若有施工介面衝突則即刻由管理中心人員即時協調解決。

道路挖掘管理

第二期

Contents



人物專訪

落實人本交通，推動低碳管挖打造安全宜居街道—吳欣修署長

王偉筑 1

高雄市道路挖掘管理中心 113 年度執行績效

高雄市深開挖工程安全監督管理再強化

溫日宏/陳獻策/許德瑞/蔡忠明/駱揚季 4

建立民族路共同管道侷限空間指南針與微型根管防水工法串聯成效

張恭銘/陳志銘/張婉真/李建利/陳勤傑 10

探討管挖人員認證課程對管挖工程現況之影響

溫日宏/柯添智/王偉筑/林登峰 17

道路挖掘管理與工程相關技術論文

淺談臺北市道路架空纜線管理機制

陳昭志/周立人/陳苑菁 22

管線埋設對道路結構之影響

張佩伶/黃建維/江泰穎 28

公共設施管線資料源頭管理及政府推動品質提升策略

趙啟宏/謝忠穎/吳昇哲/宋益明 36

高雄市道路挖掘管理制度與國內公共工程施工品質管理制度：比較分析與管理效益評估

林國良 43

國內冷拌再生技術之發展及成效追蹤結果

陳世晃/蔡瑋倫/簡啓倫/陳約存 55

RAP 應用於零星道路挖掘工程之研究

陳仙州/林登峰/黃三哲/孫百慶 60

二維與三維透地雷達應用於道路下方管線與坑洞檢測

許朝景/王建智/吳翊瑄/李豐凱/許原彰 67

工程報導

淺談擴建路污水主幹管(第二過港段)暨中華路污水主幹管(第一區)新建工程之規劃、基設與發包

梁錦淵/蔡易勳/陳柏仰/王晟祐 75

高雄捷運黃線 YC01 標管線遷移處理方式規劃介紹

吳嘉昌/郭林堯/王彥清/江明珊/許智豪 86

113 年度高雄市道路挖掘相關活動花絮及資訊

113 年度高雄市道路挖掘管理實務交流宣導會

93

2024 年道路挖掘管理與工程技術研討會

94

113 年度高雄市優良管挖工程獎頒獎典禮

95





落實人本交通，推動低碳管挖 打造安全宜居街道 —— 吳欣修署長

王偉筑 撰稿

內政部國土管理署吳欣修署長近年來致力於改善人行環境，並透過公共設施管理資料庫來減少道路重複挖掘，期望為未來道路及人行道的安全與友善性打下堅實基礎。本刊非常榮幸邀請吳署長進行人物專訪。在接受本刊團隊訪談時，吳署長暢談「還路於民、以人為本」、「人本理念融入管挖工程」、「管線圖資推動低碳管挖」及「人本理念深耕教育」等相關議題與理念，令人印象深刻。以下將專訪內容整理彙編，與本刊讀者共同分享。



圖 1 吳欣修署長與本刊專訪團隊訪談
(由左至右:施欣怡、王偉筑、溫日宏、林國良、
吳欣修、趙啟宏、謝忠穎)

還路於民，以人為本

過去為追求經濟發展與因應龐大交通量，道路與交通規劃多以「以車為主」為核心。然而，隨著行人涉入交通事故的頻發，用路人逐漸對既有交通環境失去信心。因此，近年來「以人為本」的理念逐漸受到重視，既有道路規劃亟需根據區域發展和大眾運輸網絡的擴展進行適當調整，以增進交通安全與改善人行環境。由於既有交通文化已深植大眾內心，因此建置行人安全路網則須從工程、教育、監理及執法等四大面向著

手，並仰賴中央、地方與民眾攜手合作，以逐步改善國內行人交通環境，確保行人通行安全。為了提升民眾的參與意願，內政部國土管理署創辦「全民參與街道改善平台」，全民可透過該平台參與人行環境改善提案與票選。國土管理署致力推動 2030 年行人死亡率減少 50% 的目標，並力爭在 2050 年實現「行人零死亡」的願景，使所有年齡層的行人都能享有平整、安全、順暢的通行環境。

人本理念融入管挖工程

為實現 2030 年行人死亡率減少 50% 的目標，內政部與交通部為致力於打造「以人為本」的交通環境，故於 113 年至 116 年共同推動「永續提升人行安全計畫」。113 年，中央政府持續推動該計畫，並期望地方政府採取系統性與整體性的規劃模式，推動道路與人行環境改善工程。為確保改善策略順利落地執行，地方政府須綜合考量交通衝擊、商業影響及障礙物清除等因素，並邀集專家學者及民間團體參與討論，逐步推動改



圖 2 高雄市區路口人行環境改善情況

善，最終建構無障礙、安全的步行環境。

在管挖工程中，管線單位因應民生需求設置燈桿、電桿、電箱等公共設施，若未符合「市區道路及附屬工程設計規範」及「行人交通安全設施條例」等規範，可能壓縮行人通行空間，迫使行人與車輛爭道，影響行人安全。此類現況則可對應「行人交通安全設施推動計畫」之績效指標：1-6-1 路側障礙物排除、1-6-2 人行道障礙物排除。以高雄市為例，其路側障礙物的排除目標為 114 年度至少 70 處、115 年度至少 81 處，而人行道障礙物連續兩年則分別皆至少 15 處，期藉由排除路側與人行道障礙物，確保行人通行空間之安全與流暢性。

「行人交通安全設施推動計畫」為國家重大政策，政府對於行人安全的改善責無旁貸。對於各縣市提出並獲中央核准的行人交通安全設施改善計畫，中央將提供最高 82%經費補助，地方則需自籌 18%。未來內政部國土管理署將依據「行人交通安全設施條例」及「行人交通安全設施推動計畫」，協助並督導地方政府推動改善工作，定期追蹤成效，確保措施發揮最大效益，有效提升行人安全，回應社會對於交通環境優化的期待。

管線圖資推動低碳管挖

數位化管線圖資能有效整合各管線單位之管線，並管理埋設於道路下方之公共設施管線。完善的管線圖資管理，不僅能實現管挖工程的精準挖掘，降低道路重複挖掘與挖損風險，還能減少道路挖掘與搶修過程的碳排放，進而推動低碳管挖工程。

自 96 年起，內政部陸續補助地方政府進行管線調查及建置公共設施管線資料庫。目前，全國 22 縣市均已完成公共設施管線挖掘管理系統建置並正式上線運作，並展開跨部門合作，以提升圖資整合與資訊運用效益。截至 114 年 4 月底，全國都市計畫區內道路寬度 8 公尺以上的路段，以及 17 個縣市非都市計畫區(市道、區道、縣道及鄉道)的管線資料已完成建置。透過系統管理，從挖掘申請、工程施工、圖資定期更新到日常維護管理，各階段皆能清楚掌握，有效避免重複挖掘，減緩對民眾生活的衝擊。未來，內政部將持續與地方政府及管線單位合作，督促相關單位優化管理措施並更新圖資，持續提升公共設施管線資料庫管理系統的完整性與正確性，以有效整合管挖工程，減少道路重複挖掘，進而保障道路品質與用路人權益。

此外，為強化公共設施管線資訊的整合與應用，內政部規劃建置全國統一適用的公共設施管線系統。此系統將串聯管線資料庫與地理圖資，促進跨部的資訊整合與更新效率，並透過跨機關協作並建立定期抽查與檢核機制，以確保資料的完整性、正確性與品質。

國土管理署目前已規劃新一期「公共設施管線圖資品質提升暨系統整合應用建置計畫」(115-119 年)，並於 114 年 3 月報請行政院審議。計畫通過後，將推動多項具體措施，包括擴展非都市區域的管線圖資建置作業，並確保市地重劃、捷運開發等新興區域的資料可順利對接既有平台。此外，亦將強化全國挖掘管理系統之功能，以降低誤挖風險、減少公共安全事件，提升整體施工



圖 3 公共管線資料庫應用對於現場施工管理之案例

管理品質。此外，該系統未來亦可延伸應用於災害風險控管，成為因應氣候變遷與淨零碳排等重大政策目標的基礎工具，進一步協助國家邁向永續發展。

人本理念深耕教育

為促進城市發展並落實人本交通理念，除精進工程設計品質，更需深化正確的路權觀念與用路習慣，才能切實營造安全、安心的用路環境。內政部國土管理署自 113 年起與全國 22 所大專院校(包括高雄大學、義守大學等)簽署 MOU，共同組成「人本街道校園推展聯盟」。該聯盟透過簽署 MOU，建立與學校的合作夥伴關係，並導入產官學合作機制，使學生得以將課堂所學之人本街道核心理念與設計思維應用於實務，進而培養兼具專業素養與實務經驗的「人本街道」設計人才。期望這些設計師未來能針對不同地區的用路情境進行綜合評估與需求分析，促進多專業知識融合，完善「人、車與大眾運輸」之間的安全與友善通行空間。

打造安全、友善的通行環境，須仰賴中央、地方政府與民間單位的共同推動，並應從道路規

劃設計、現有路網優化、用路習慣養成到交通安全教育推廣等多面向著手，協力並進。因此，國土管理署亦辦理「人本街道黑客松」競賽，促進政府部門與大專校院間的跨域協作，激發創新構想，期待藉由青年世代的創新與跨域合作，推動人本街道的優化，提升政府服務效能，讓城市的公共空間更安全、宜居、具包容性與智慧化。

國土管理署誠摯邀請更多大專校院參與「人本街道校園推展聯盟」，共同匯聚跨領域協作力量，促使人本街道課程與國內示範據點展開實地連結與交流，透過實務經驗累積，逐步從局部改善邁向整體升級，形塑兼顧各族群需求的友善、安全通行環境。



圖 4 國土署長吳欣修攜手國內外大學共同簽署「人本街道校園推展聯盟」MOU



圖 5 吳欣修署長及挖管中心同仁與義大團隊合影

(由左至右: 施欣怡、王偉筑、溫日宏、林國良、吳欣修、趙啟宏、謝忠穎)

高雄市深開挖工程安全監督管理再強化

溫日宏/高雄市政府工務局道路挖掘管理中心 主任

陳獻策/高雄市政府工務局道路挖掘管理中心綜合資訊課 課長

許德瑞/坤眾科技股份有限公司 副總經理

蔡忠明/坤眾科技股份有限公司 協理

駱揚季/坤眾科技股份有限公司 工程師

摘要

為提升高雄市公共管線挖掘工程之安全，尤其針對潛在危險性較高之深開挖工程，高雄市政府工務局特與勞工局勞動檢查處進行深度合作，透過道路挖掘管理系統進行施工管理的功能擴充與監督管理再強化。本文旨在深入探討此創新的跨部門合作模式，分析其如何運用資訊化工具，從工程的申請、施工及竣工等關鍵階段，探討更有效地執行對深開挖案件的監督與檢查。透過系統中所新增的多項核心功能，包括：挖掘深度之初步判斷機制、特定案件之強制證明文件上傳要求、跨部門之即時資訊共享管道以及精密的數據統計分析能力。從挖掘申請審核階段、施工管理乃至竣工結案階段，皆顯著強化了管理單位對深開挖工程的風險管控能力，並大幅提升了勞動安全檢查的效率與精準度。初步實施成果可明確顯示，新擴充的深開挖模組有助於全面提升高雄市深開挖工程之安全管理目標，為提升施工人員的生命安全及確保工程的順利進行奠定了扎實的基礎。

前言

為追求卓越的公共工程安全標準，並降低深開挖工程所潛在的高度風險，高雄市政府工務局以前瞻性的視野，與肩負勞工安全重責的勞工局勞動檢查處緊密攜手合作，共同投入資源強化安全監督管理。針對既有的道路挖掘管理系統進行施工管理的功能擴充與全面性的強化。近年來，為提升市民居住品質、改善環境衛生，高雄市積極推動汙水下水管道系統建設，而此類工程常涉及深開挖作業，若無適當擋土設施，恐有發生土石崩落等工安意外之慮。過去，道路挖掘申請與勞動安全檢查分屬不同主管機關，在資訊傳遞與協調上存在整合的困難程度。因此，本次跨部門合作的核心目標在於藉由導入資訊化管理手段，對高雄市轄內所有涉及深開挖的工程案件，從其申請起始、實際施工過程乃至最終竣工階段等每一個關鍵環節，實施更為嚴謹、更具效率的監督與檢查。透過此項創新措施，不僅能更有效地保障第一線施工人員的作業安全，更能從本質上確保

各項公共工程的順利推進與高品質施工。本文將深入探討此系統強化的具體內容、核心功能及其初步實施成效。

系統強化與核心功能

在道路挖掘申請階段，於資訊管理系統強化著重於從源頭上識別並管控深開挖案件(圖 1)，以確保相關資訊的完整性與準確性。首先，管理系統增設了可讓申請的管線單位填寫挖掘深度功能，明確要求管線單位在申請時填報預計的開挖深度並依據系統設定，當管線單位填報的開挖深度達到或超過 1.5 公尺時，管理系統將自動判定該案件為深開挖案件。

此外，針對屬於污水工程類別且符合深開挖標準的案件，管理系統設置了強制須上傳水利局核准之「設計合格證」的機制。管線單位必須上傳此證明文件後，方能完成申請程序的送出，確保管理單位在審核初期即能掌握必要的安全資訊(圖 2)。



圖 1 挖掘雷達圖-各類案件圖標提示

高雄市道路挖掘申請書

申請流程：基本資料、申請單位、挖掘資料、管線設施、人手孔、繪製工區、工區附件、審核圖樣、回饋材料、工區測量作業、申請書附件、檢核表、網路送件、列印申請書

檢核表：網路送件、列印申請書

發文字號：無圖2407013號

發文日期：2024/12/11

施工單位：[選擇檔案] 未選擇任何檔案

交維計畫書：[選擇檔案] 未選擇任何檔案

水利局設計合格證：[選擇檔案] 未選擇任何檔案

其他附件：[新增附件]

管線種類：污水系統

公共設施管線種類：下水管管線

挖掘長度：2 m

開挖深度：1.50 m

針對污水類別並符合「深開挖標準」案件，請在「申請書附件」分頁上傳水利局核准之「設計合格證」，才可送件

圖 2 道路挖掘申請加強深開挖資訊

除了明確要求填寫挖掘深度外，系統亦強化著重於管線深度的合理性判定以及水利局設計合格證的檢核。當管線單位在填報道路挖掘案件之預計開挖深度及繪製預計施作工區時，系統會自動判斷繪製工區範圍內之污水管線，並與管線單位自行評估之挖掘深度進行勾稽，以評估其合理性(圖 3)。此功能旨在申請階段初步檢視挖掘深度與既有污水管線深度是否相符，降低因不當深挖所衍生的風險。

另外針對深開挖案件相關證明文件的管控如：污水工程類別且系統判定為符合「深開挖標準」的案件，系統會強制要求管線單位上傳水利局所核准之「設計合格證」。管線單位必須成功上傳此證明文件後，方能將道路挖掘申請資料送出進行審查。因此，在本次系統管控功能精進道路挖掘申請的流程中，系統會主動檢查申請案件是否屬於深開挖，以及針對污水工程深開挖案件是否已上傳水利局設計合格證，以此作為申請要件進行管控(圖 4)。透過這些強化措施，期望能從申請源

管徑高度(mm) 300mm

管徑高度(mm) 0mm

涵管條數 1

管線材料 RCP

起點埋設深度(m) 4.15m

終點埋設深度(m) 4.41m

管線長度(m) 22.37m

開挖深度 1.50 m

針對污水類別並符合「深開挖標準」案件，請在「申請書附件」分頁上傳水利局核准之「設計合格證」，才可送件

於「繪製工區」框選相關「挖掘範圍」，系統計算深度為 4.45m 起，與「基本資料」之「開挖深度」填寫 1.50m，不符合填報規定，若您填寫「開挖深度」符合實際業務需要，請填寫「說明原因」。

說明原因：

請輸入說明原因

圖 3 繪製工區自動判挖掘深度合理性

高雄市道路挖掘申請書

申請流程：基本資料、申請單位、挖掘資料、管線設施、人手孔、繪製工區、工區附件、審核圖樣、回饋材料、工區測量作業、申請書附件、檢核表、網路送件、列印申請書

檢核項目：網路送件、列印申請書

檢核項目	有	無	免附
挖掘申請書	✓		
繪製工區	✓		
全部工區整合		✗	
繪製範圍範圍(繪製範圍必須覆蓋挖掘範圍)		✗	
附件-施工計畫書		✗	
附件-交維計畫書	✓		
既有治安管線	✓		
水利局設計合格證	✓		
工區-挖掘範圍管線埋設深度		✗	

工區-挖掘範圍管線埋設深度：於「繪製工區」框選相關「挖掘範圍」，系統計算深度為 4.30m 起，與「基本資料」之「開挖深度」填寫 1.50m，不符合填報規定，若您填寫「開挖深度」符合實際業務需要，請填寫「說明原因」。

圖 4 檢核表系統自動檢核

頭更有效地管理深開挖工程，以確保施工安全並符合相關規定。

進入施工階段，系統管控著重於強化即時監控能力。管理系統於每日自動彙整前一日申請或變更為深開挖案件，並提供預計隔日施工的案件資訊。這些關鍵資訊，如：施工地點、預計開工日期、挖掘深度等，將透過電子郵件即時發送至勞工局勞動檢查處及水利局等相關單位並同時公告於高雄市道路挖掘管理中心首頁(圖 5)。

為了更全面地掌握施工現場狀況，高雄市道路挖掘管理系統在施工階段中，強制要求施工單位必須透過「挖管助理 APP」進行一系列的施工打卡通報作業流程，如圖 6。這個通報機制涵蓋了施工的各個重要環節，從每日的施工開始、施工中直至當日收工均有完整的通報紀錄。其中特別將施工打卡通報與現場監控攝影機進行資訊整合(圖 7)。

高雄市政府 道路挖掘管理中心
高雄工務局 Road Excavation Administration Center

公告專區 Bulletin & Notice

114/4/7 114年04月08日 預約施工深開挖案件清單

深開挖案件清單如下：

發文字號	路燈號碼	管線單位	連絡電話	地點	開挖深度
南輸六1140310	E11400613	臺電公司輸變電南區施工處	0922384221	翠華路218K+221至翠華路往南過明潭路22米處	3.24m
南輸六1140310	E11400613	臺電公司輸變電南區施工處	0922384221	翠華路218K+221至翠華路往南過明潭路22米處	3.24m
鳳區設標字第 C240124-1號	E11400634	台灣電力股份有限公司鳳山區營業處	7410111-6615	潭頂街143號對面	2.00m
鳳區設標字第 C240124-1號	E11400634	台灣電力股份有限公司鳳山區營業處	7410111-6615	潭頂街143號對面	2.00m

圖 5 隔日預約施工深開挖案件清單列表

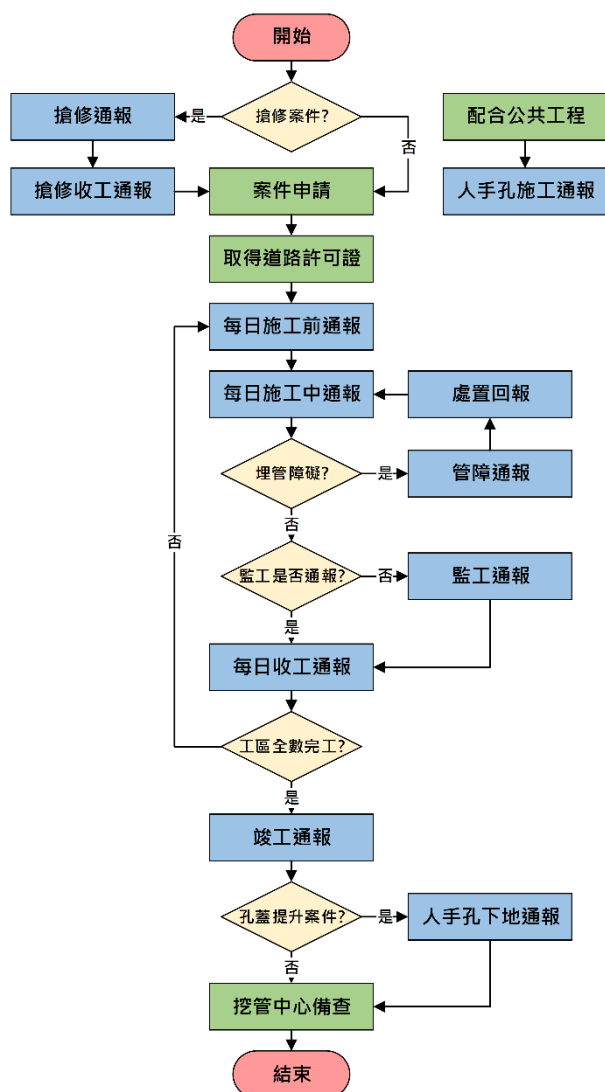


圖 6 施工打卡通報流程

在每日施工前(開工)通報時，施工人員需要使用「挖管助理 APP」掃描該挖掘案件的路證 QR Code 以確認案件資訊，同時也必須掃描現場監控攝影機的 QR Code，將本次的施工通報與特定的攝影機進行綁定。透過此機制，系統可以確保施工期間的影像紀錄與實際的施工進度完整保



圖 7 挖管助理 APP-使用者介面

圖 8 挖管助理 APP-每日開工通報

留。經完成掃描配對綁定後，現場施工人員尚需拍攝開工照片並上傳至管理系統，以完成開工通報(圖 8)。而前述案件的地理位置與工程資訊也會同步顯示於高雄市道路挖掘管理系統的便民資訊公告電子地圖，即「挖掘雷達圖」上。針對深開挖案件有別於一般挖掘案件的特殊圖示，特別採較明顯符號來標示深開挖案件並揭露重要工程資訊，另外也提供 Google 定位功能方便挖管中心巡檢人員進行路線導航(圖 9)。為讓深開挖案件快



圖 12 挖管助理 APP 使用者介面-督導通報

每日施工掘開工時間查詢									
關鍵字查詢									
關鍵字可含(指挖開) (開工人員姓名) (開工人員姓名)									
報導每日施工日期									
2025/04/14 ~ 2025/04/15									
查詢									
開工日期	道路編號	每日施工掘開時間	施工掘開狀態	管線單位	通報人員姓名	通報人員圖照	攝影機		
2025/4/14	E11400550	2025/4/14 上午 10:58:03	施工前通報	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	洪X信	112C01031	880F6800168E		
2025/4/14	E11400550	2025/4/14 上午 10:59:41	施工中通報	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	洪X信	112C01031	880F6800168E		
2025/4/14	E11400550	2025/4/14 上午 11:01:51	管線通報	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	洪X信	112C02053	880F6800168E		
2025/4/14	E11400550	2025/4/14 上午 11:27:34	施工通報	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	洪X信	112C01031	880F6800168E		
2025/4/14	E11400551	2025/4/14 上午 09:53:55	施工前通報	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	洪X信	113C0301801	880F6800168E		
2025/4/14	E11400551	2025/4/14 上午 09:54:48	施工中通報	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	洪X信	113C0301801	880F6800168E		
2025/4/14	E11400551	2025/4/14 上午 09:55:51	管線通報	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	洪X信	112C02053	880F6800168E		
2025/4/14	E11400551	2025/4/14 上午 10:13:14	施工通報	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	洪X信	113C0301801	880F6800168E		
2025/4/14	E11400565	2025/4/14 下午 02:01:16	施工前通報	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	洪X信	112C02021	001BF6072445		
2025/4/14	E11400565	2025/4/14 下午 02:11:01	施工中通報	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	洪X信	112C02021	001BF6072445		
2025/4/14	E11400565	2025/4/14 下午 02:22:43	管線通報	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	洪X信	112C0365802	880F6800168E		
2025/4/14	E11400565	2025/4/14 下午 04:26:23	施工通報	台灣電力股份有限公司高雄區營業處	洪X信	112C02021	001BF6072445		

圖 13 施工通報開工時間查詢

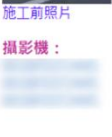
高雄市道路挖掘案件全生命週期									
案件申請 會辦情形 案件審核 費用繳交 許可證核發 每日施工動態 施工通報紀錄									
管線通報 竣工照片 竣工圖檔 竣工會同 維護期滿接管(兩年維護期)									
許可證號 E11400578									
工程名稱									
管線單位									
核准施工期限(起迄) 1140320 ~ 1140417									
通報日期	通報人員	施工前通報	施工中通報	收工通報					
2025/4/15		 施工前照片 攝影機:	 工區1: 施工告示牌及安全防護措施 專人指揮交維 施工現場照片	 收工後交維設施照片 施工後照片					

圖 14 案件生命週期-施工通報紀錄

工務局挖掘管理中心亦推動管線單位施工影像監控，要求管線挖掘承包商在進場施工時，提供工地即時監控影像至高雄市道路挖掘管理系統(施工

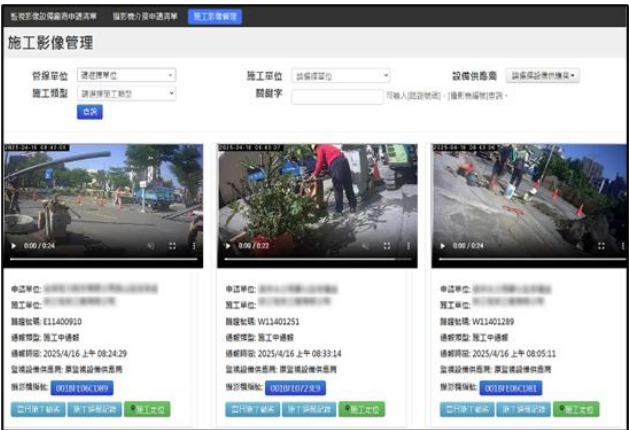


圖 15 施工影像管理系統



圖 16 移動式道路施工攝影機

影像雲管理系統)，並與中心管理系統設定銜接進行施工錄影，將即時影像即時回傳到挖掘管理中心監控室受到駐點的管線單位人員進行遠端監控。管理單位亦可透過管理系統或行動裝置即時監看施工區現況(圖 15)。依挖掘管理中心規定，管線單位所採用之移動式道路施工攝影機(圖 16)，須符合 CNS 資安標準，雲端機房也須符合 ISO/IEC 27001 資訊安全管理國際標準。

綜之，施工中階段所採取一系列施工打卡，不僅是為了記錄施工的起迄時間與進度，更重要的是透過與現場攝影機的綁定，以及即時影像的監控，形成一個多層次的監管體系，有助於提升施工品質、保障施工安全，並使管理單位能更有效地掌握工地現場的實際情況。透過「挖管助理 APP」的通報與「施工影像雲管理系統」的即時監看，高雄市的道路挖掘管理可提升針對深開挖案件掌控以及便民資訊揭露之透明化。

在竣工階段，系統持續提供強大的數據驅動分析能力，以精確評估監督成效。針對所有被標

記為深開挖的工程案件，系統能夠自動生成每月的詳細統計數據及綜合分析報告。這些統計數據：涵蓋了深開挖案件的數量、分布、通報情況等多項關鍵指標，為相關主管單位提供了寶貴的數據基礎，以便定期檢討安全監督措施的實際成效，且根據數據分析結果，持續優化和調整未來的安全管理策略(圖 17)。

勞檢(深開挖)管理模組已於民國 114 年 3 月正式上線啟用。自系統上線後，有效輔助工務局與勞工局攜手強化監督檢查，推動深開挖施工安全措施。根據系統上線初期的初步統計數據顯示，自模組正式運行以來，已有多件道路挖掘案件被系統準確判定為符合深開挖標準，並依照新的流程完成了相關的資訊通報作業。初步成果顯示：透過本次系統管理功能的擴充與強化，確實能更有效率地提升對深開挖工程的監管效能，並朝著更全面保障勞工安全的方向穩健邁進。

系統實施與初步成效

工務局與勞工局勞動檢查處於上線教育訓練課程中，積極向相關單位說明系統操作與強化功能。初步統計顯示，自系統上線當月道路挖掘案件，計有 15 案符合深開挖標準並完成 51 次開工通報。勞工局勞動檢查處可透過系統輔助，能更精準地掌握本市每日深開挖施工案件，提升勞動安全檢查作業效率，並針對待改善案件進行有效監管，增加勞檢頻率，以期避免工安意外發生。



圖 17 深開挖案件統計圖表分析

討論

透過道路挖掘管理系統的功能擴充，將施工安全監督管理再強化，高雄市政府有效地整合了工務局在道路挖掘管理方面的職能與勞工局勞動檢查處在勞動安全監督方面的專業力量，共同應對深開挖工程所帶來的安全挑戰，降低職安風險。系統在申請階段即強化了對深開挖案件的智能化辨識與嚴格管控，從源頭上降低了潛在風險案件被疏漏的可能性。施工階段所建立的即時跨部門資訊共享機制，顯著提升了勞動檢查單位掌握施工現場實際狀況的效率，使其能夠更精準地規劃與執行勞動安全檢查業務，將有限的監管資源投入到最需要的環節。竣工階段所提供的精細數據分析功能，則為相關單位提供了客觀的依據，並以更科學地評估安全監督措施的實際成效，並為後續的政策制定與管理優化提供了重要的參考。

結論

本文顯示透過跨部門的緊密合作以及資訊系統的有效應用，能夠顯著提升對高風險公共工程的安全監督效能。高雄市政府工務局與勞工局勞動檢查處透過成功強化道路挖掘管理系統的功能，特別是針對深開挖工程，共同建立了一個更為完善、更具效率的安全管理機制。系統的初步實施頗有成效，未來可以持續追蹤系統的長期效益，並根據實際執行情況以及新的安全管理需求進行持續的優化與升級，以期為高雄市的公共工程安全提供更堅實、更可靠的保障，最終達成零工安事故的目標。

參考文獻

1. 高雄市政府工務局，高雄市道路挖掘管理中心網站，截取時間:2025 年 3 月，取自:<https://pipegis.kcg.gov.tw/Homepage/index.aspx>。
2. 高雄市政府工務局(2024)，113 年度高雄市道路挖掘、寬頻管道管理暨三維圖資系統等維護及擴充委託服務案，成果報告書。

建立民族路共同管道侷限空間指南針與 微型根管防水工法串聯成效

張恭銘/高雄市政府工務局道路挖掘管理中心 正工程司

陳志銘/高雄市政府工務局道路挖掘管理中心共同管道課 課長

張婉真/高雄市政府工務局道路挖掘管理中心共同管道課 副工程司

李建利/高雄市政府工務局道路挖掘管理中心共同管道課 工程員

陳勤傑/上屹土木結構技師事務所 土木/結構技師

摘要

共同管道係承載二種以上公共設施管線及排水、通風、照明、通訊、電力或有關安全監視(測)系統等之基礎設施，其正常運作對城市日常機能與民生需求之維繫極具關鍵性。惟其管理與養護作業時常受限於時間和空間等因素，導致日常的管養不易。高雄市政府於民族一路下方設置之共同管道系統迄今已逾 26 年，目前部份節塊接縫已出現老化滲漏水現象，為確保管道內佈設之油、電管線能處於較乾燥且不受潮濕影響之環境，高雄市政府工務局道路挖掘管理中心(簡稱:挖管中心)與設計單位共同研擬一套節塊接縫滲漏水修繕方法，稱為「微型根管防水工法」，期望藉此工法改善東西兩側全長約 1.3 公里之共同管道滲漏水問題。此外，過往共同管道內並無明確方向指引系統，導致施工維管人員行走於設備單一、重複且相似的共同管道空間中，常因無法即時辨識所在方位或位置而迷失方向或錯失出入口。因此，挖管中心將原有之竣工圖里程系統及綜合資訊整合成小型里程標示牌，並以固定間距設於各管道壁面上，提供不同類別維管人員快速辨識當下位置，以強化管道內管理成效。倘未來能結合數位儀表版連接自動水位監測及共同管道 BIM 系統，可望透過建構整體數位管理系統再精進管道管理機制。

前言

為因應隨著城市發展而日益增長之民生需求，民生管線如電力、通訊纜線、油氣管線、自來水網的設置需求也日益激增。由於目前民生管線大多挖埋於道路下方，然於交通流量較大之幹道則無法且不容頻繁開挖施工。為整合埋設於道路下方之各類公用管線並留有檢修人員通行空間，共同管道便因應而生(如圖 1)。

當地下共同管道未落實定期檢修，且管壁又存有滲漏水、湧水等嚴重問題時，將造成共同管道內部積水，不僅可能使管線受潮導電，亦易造成走道泥濘，進而侵蝕內部結構。若漏水問題未能及時處理，恐導致周圍地下水位下降，導致土砂流入管道內造成土壤鬆動，最終引發道路或建築物產生不均勻沉陷，造成結構損壞與公共安全風險。因此漏水問題之危害不容忽視，須及時進行改善和處理。此外，管道內標示不請，維管人



圖 1 共同管道現況

員常因方位不明確而迷失方向，故在規劃修繕作業前，應優先整合並統一管道所有里程系統，並明確標示滲漏水點或設備位置點，以利管理中心監管。

共同管道現況與課題

共同管道位置及構造說明

民族一路下方的共同管道興建於民國 88 年至今已近 26 年，其位於高雄市左營區民族一路上

(如圖 2)·南起菜公路北至榮佑路口長約 660m。管道分為東側與西側兩邊，中段約略以大中路區隔為南北段，維管人員主要以大中路口為進出點。此為高雄市重要市區道路進入國道一號及十號之交通樞紐位置，除深夜外所有時段交通量均非常擁塞。共同管道位置西側有油、電與自來水管溝(662.45m·圖 3)；東側有幹管及支溝(646.45m·圖 4)共五種管溝。

共同管道佈設於民族一路東西側人行道及機慢車道下方，分別為 B1 層(轉換層)、B2 層(主要管道層)及最下層集水井，立面剖圖(如圖 5)。共同管道為類似捷運或隧道襯砌結構，主要由場鑄段及工廠預鑄段(如圖 3~圖 4)交錯所組成。場鑄段依功能屬性不同長度也不同；預鑄段則為標準型式，每環片長度為 1.6m 接續而成，也依此作為後續里程碑的分段依據。

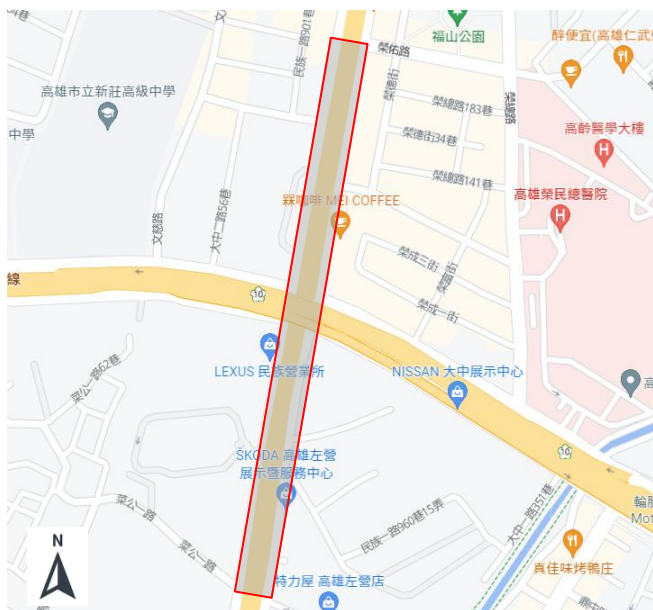


圖 2 民族一路共同管道位置圖(圖片來源:Google Map)

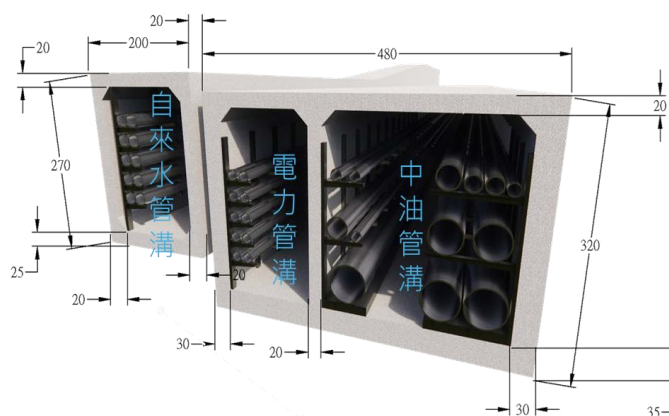


圖 3 西共同管道(支線+幹線，南向北看)

周圍土層及地下水位狀況

由中央地質調查所搜集之地質調查報告顯示，該區域地面下 10m 深之土層分佈大致為回填層、黏土質粉土、砂質粉土及黏土質粉土(如圖 6)。主幹管高約 3.2m，管底分佈高程約在 -7.1m 左右，其周圍多分佈砂質粉土及黏土質粉土，且具高透水性。鑽探報告以十月份為例，水位為 -3.09m，經量測均值約為 -4.77m，顯示大部份的共同管道低於地下水位，若管道產生破損，就會

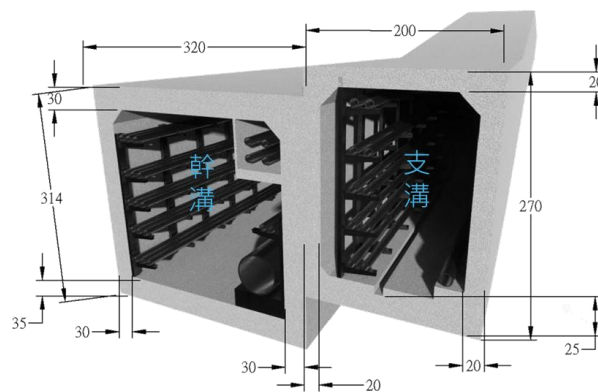


圖 4 東共同管道(支線+幹線，南向北看)



圖 5 共同管道(支線+幹線，南向北看)

道路挖掘管理 第二期

立即發生滲漏情況。民族路共同管道管底高程之縱剖圖與地下水位之關係如圖 7~圖 8，由於管道位置低於地下水位，故判斷管內所滲之水應來自周圍地下水。由於地下水滲入管道內並無固定週

期或穩定流量，且在防汛期間滲水量更為顯著，將導致管道週邊砂質土壤遭沖刷，並隨地下水流入管道內，為避免造成鄰近建築或道路及管道本體產生不均勻沈陷，故應盡速封堵滲漏處。

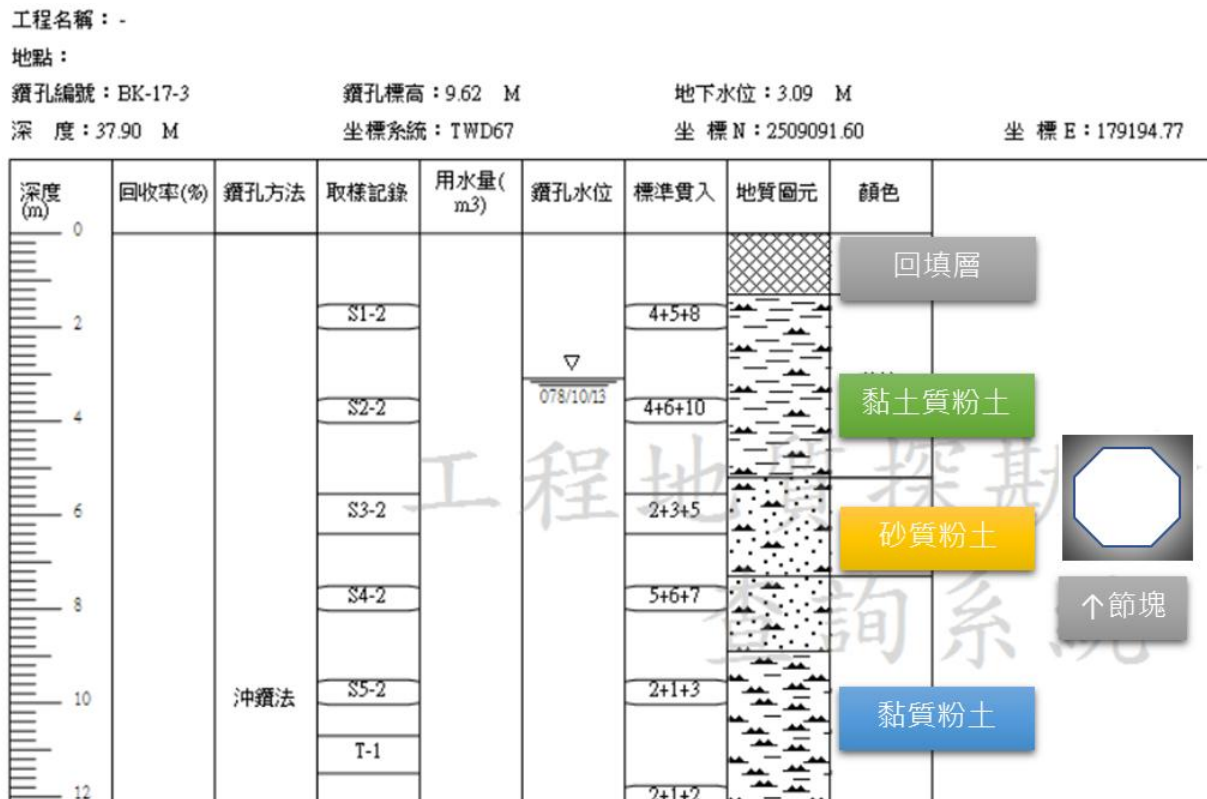


圖 6 大中民族一路口鑽探資料(來源：中央地調所)

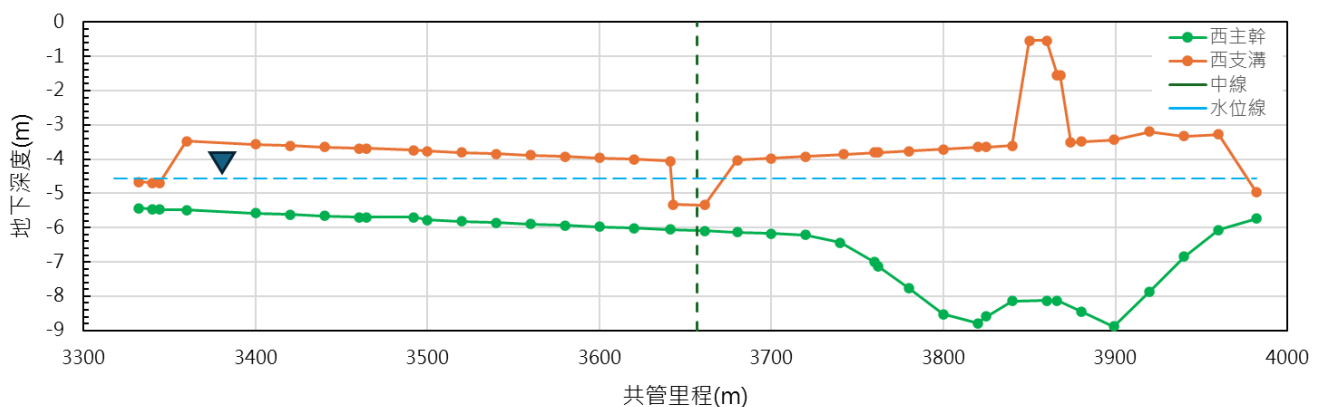


圖 7 共同管道西側縱剖高程圖(M，右側向北)

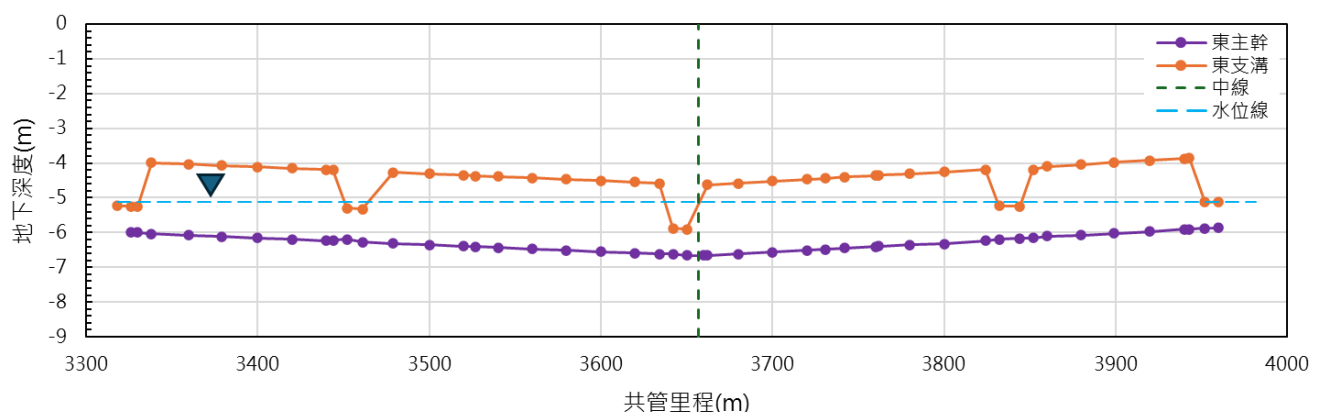


圖 8 共同管道東側縱剖高程圖(M，右側向北)

里程系統混淆

過往各維管單位在執行巡查或維修作業時，多依賴前人以粉筆註記於管壁上的里程標記作為推算需求工作點位的依據，而不同作業人員則會以不同顏色粉筆標記里程，導致管壁上的里程標記雜亂(圖 9)，而雜亂且缺乏一致性的里程系統則會使維管人員辨識方位困難(圖 10)。

由於管線附掛於管壁時，可能佈設於管道左側或在右側，致使人員進入地下侷限空間中時，常因缺乏明確方位指引而混淆東西南北向，進而誤判方位而不自覺。此情況更可能於緊急狀況使維管人員錯失黃金救援及逃生時機。

部份管壁滲漏水嚴重

共同管道歷經 26 年的使用及自然災害的洗禮，部分管壁可能因微幅位移而導致節塊鬆動，進而影響整體水密性。由圖 11 可見管道內出現鐘乳石般的晶體堆積物，在節塊間接縫處亦觀察到



圖 9 相同里程出現在不同位置



圖 10 維管人員辨識方位困難



圖 11 鐘乳石般堆積

湧水現象(如圖 12)，過往雖曾嘗試注入發泡劑進行止水處理，但仍可見止水失敗的痕跡(如圖 13)，其中以高程愈低的西側北邊的油電溝區段狀況愈差。

律定侷限空間指南針

里程系統整合統一的必要性

為有效執行滲漏水修繕作業，則須仰賴設計圖說標註漏水位置之準確性。但施工承商難以準確標定漏水點，且因標註誤差可能導致同一里程點在油溝與電溝作業時錯開修繕，造成防水處理失敗。為解決此問題，設計單位律定一套統一里程系統，並命名為「侷限空間指南針」。藉此簡化管線單位或維修人員對於管道內位置之描述，亦有利於溝通與傳遞資訊。

里程系統佈設

里程系統之識別與佈設方式對共同管道維管人員極為重要。如里程系統參考管道內之地面控制點搭配舊有竣工圖說標註檢修需求點，則會因測量誤差，由中央出入口向南北延伸放樣距離愈



圖 12 接縫湧水



圖 13 過往以止水針灌注發泡劑止水

遠誤差愈大，於遠端同樣的斷面上油溝的測量里程可能就與支溝不盡相同。

當設計單位經由解析整體管道結構系統，將全長之預鑄段與場鑄段事先規劃好並編碼排序，後續維管人員即可以簡便方式，沿線清點環片數量與里程標註牌，以迅速完成共同管道全段的里程系統。此種以環片計數標註里程的方式，具備場鑄、預鑄段交互檢核的功能，可有效排除測量誤差所產生的里程偏差。

彙整多里程資訊於一面牌

傳統高速公路系統中之里程碑僅單純標示里程資訊，無法協助人員迅速辨識當下路段名稱、行車方向或鄰近匝道口名稱。因此設計單位將智慧手錶顯示器結合指南針概念，延伸出新的里程系統，同時將所需資訊註明於小型里程碑，並稱之為多資訊里程碑，供不同需求的人員辨識其當下位置(圖 14)。

多資訊里程碑將牌面放入里程、東/西側之(電力、通訊或油、自來水)管溝及南/北環片或場鑄段，循著指示箭頭方向或顏色，使人員可快速掌握方向與位置(圖 15)。

考量設備需求及人員行走速度，最終決定以每隔三環(1.6×3=4.8M)或於場鑄段約每 5M 設置一片多資訊里程碑，使進入管道之人員能迅速了解所在位置與方向，避免迷失並使位置資訊得易於傳遞。



圖 14 指示牌多重資訊集於一牌面中
(侷限空間指南針)

微型根管防水工法

工法說明

觀察現場多處伸縮縫曾施作防滲漏工程之施打發泡劑的針頭痕跡，研判滲漏封堵失敗原因應為僅單次施打發泡劑所致，係因發泡劑處理具有時效性且無法持久，約數月後即可能因高水壓沖蝕而再次滲漏，此推論已由現況獲得驗證。

為提升設備之防水性能，並因應民族路共同管道地質及結構特性，設計單位特與多個在地專業廠商，針對隧道或捷運對防滲漏水研討多種防水材料與工法，最終選用三重防護工法改善伸縮縫之滲漏水效能。設計單位稱此工法為「微型根管防水工法」，共區分為六大步驟，依序為滲水處結晶打鑿、灌注發泡劑堵水、灌注封縫、環氧樹脂灌注、封縫材料刨除、塗佈矽酸酯等。

微型根管防水施工步驟

1. 電鑿清除表面

伸縮縫漏水處多有大小不一類似蜂窩狀的類鐘乳石結晶體，由外而內質地愈硬，需要電動工具鑿除整平後方能進行下一步工項，如圖 16。

2. 灌注發泡劑

灌注孔以φ10mm 的長鑽頭鑽至近壁體與外部土壤或伸縮縫出口點，以左右交錯的方式間距約 40cm 延著改善面斜向打入端部，並以低壓注入調合好的發泡劑，此為第一道防水線，如圖 17。發泡劑主要分為兩大種類，分別為親水性與疏(斥)水性發泡劑。疏水性發泡劑主要用於目視無滲水之乾水路下預防防水使用，其反應時間較久，遇水約 3 分鐘後方能膨脹 20~30 倍，達到堵漏目的，此材料的發泡體密度高、非常扎實。



圖 15 指示牌多重資訊集於一牌面中

親水性發泡劑主要用於潮濕水路下擋水使用，其反應時間稍短，膨脹率較小(約只有1倍)遇水約1~2分鐘後能快速膨脹，達到止水目的。對於大量湧水的點，則會以強效型親水性發泡劑先做第一階段的擋/止水，其作動時間更可縮短至30秒。以大量的發泡劑及極短的作用時間來達到止水的目的。

施工單位會依現場滲流狀況交替使用上述兩種發泡劑或混合使用來達到止水或是預防性堵漏的效用。一般隧道工程或結構體地下室之滲漏水解決方案，多採用此工法，惟發泡體浸在高水壓中約數月到半年即可能被沖蝕。

3. 灌注封縫

灌注孔以快乾水泥封阻伸縮縫或上頂步驟之孔洞，防止後續環氧樹脂(EPOXY)灌注時流出，如圖18。



圖 16 步驟一 電鑿清除表面施工/示意圖



圖 17 步驟二 灌注發泡劑施工/示意圖

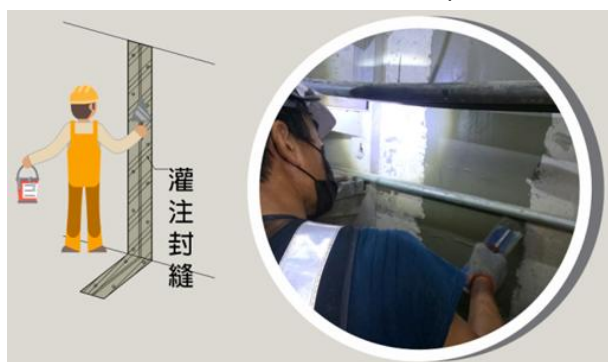


圖 18 步驟三 灌注封縫施工/示意圖

4. 環氧樹脂灌注

此階段主要以低壓方式將預先拌合之環氧樹脂(主劑：硬化劑=2：1)灌注至伸縮縫中，注射間距約為30~40cm間交錯施作。由於前端已由發泡劑將水阻擋或已與水作用，故EPOXY之環境已無滲水，可緊密與混凝土黏結且材料強度極強，達到第二層的防水功效，如圖19。

5. 封縫材料刨除及治平

此階段主要將上述步驟表面材料刨除、灌注針拔除如圖20，並以水泥砂漿及黏著劑將所有灌注口填塞並整平以利後續矽酸酯塗佈。

6. 塗佈矽酸酯

此階段主要將滲透結晶材(矽酸酯)塗佈於外表面，其材料特性為可滲透進混凝土毛孔中並產生結晶堵塞毛細裂縫，若有水份從新裂縫滲入即可啟動活性觸媒與水、混凝土產生新結晶體並成

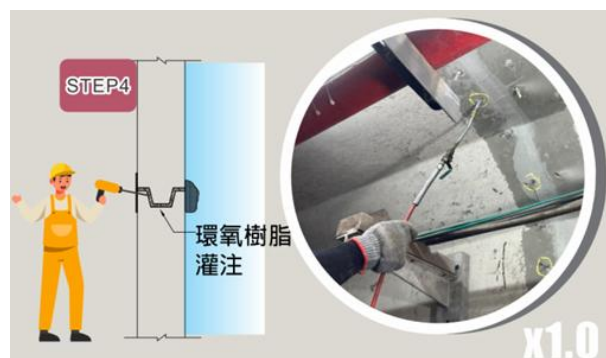


圖 19 步驟四 環氧樹脂灌注施工/示意圖



圖 20 步驟五 封縫材料刨除及治平施工/示意圖



圖 21 步驟六 塗佈矽酸酯施工/示意圖

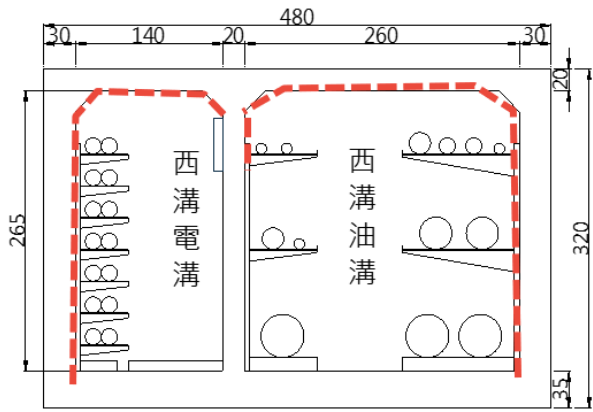


圖 22 環片防水施作佈設圖(紅虛線處)

為一體。其可塗佈於表面負水壓處，成為此防水工序的第三道防水線達到多重防水目的，如圖 21。考量伸縮縫之滲漏可能範圍，設計以接縫處的左右各 30cm 為塗佈區，防止內部細小裂縫滲水。環片防水施作佈設圖，如圖 22。

結論與建議

結論

1. 設計單位律定侷限空間指南針，以節塊推算長度之單牌多資訊的里程系統，除可解決過往各自量測手寫里程方法，亦可清楚告知進入管道人員迅速了解所在之管道、環片及前行方向。經現地操作後已大幅降低定位時間，使管道內

的維管人員不再迷失方向。

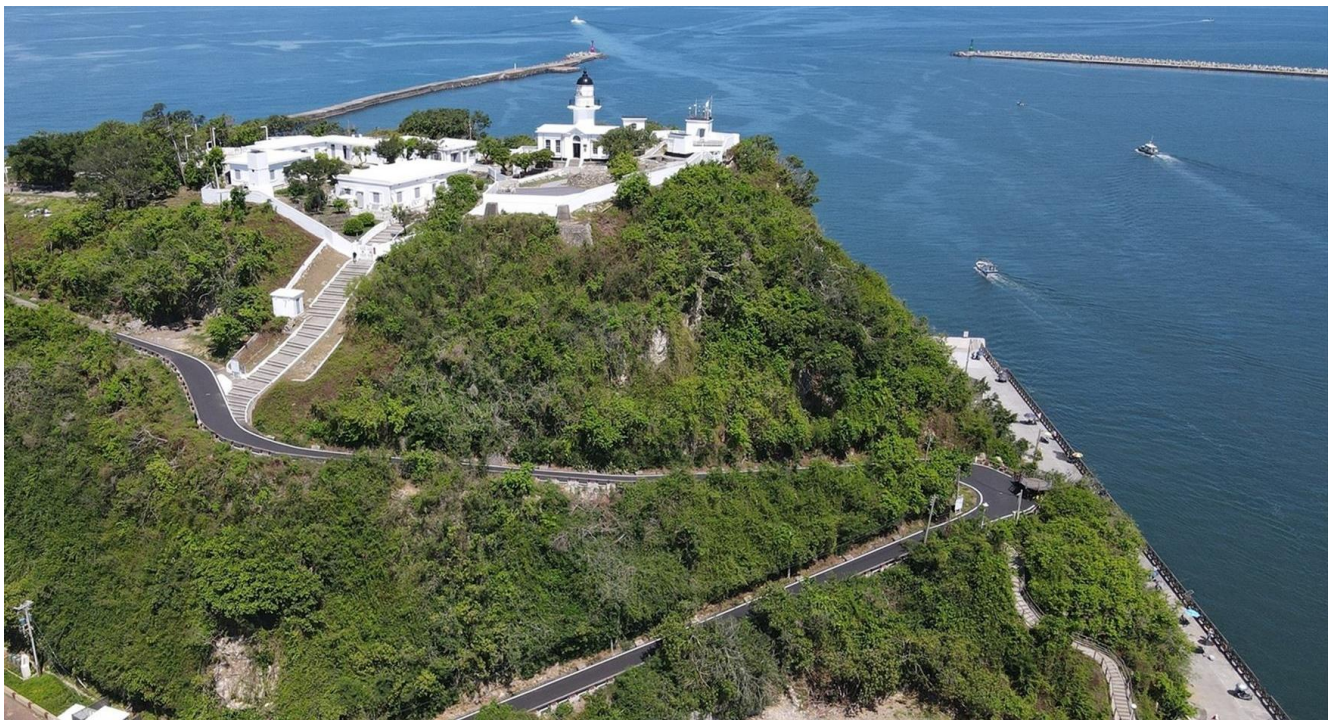
2. 微型根管防水工法部分，透過電鑿清除、灌發泡劑、封縫、灌注環氧樹脂、刨除封縫材及塗佈矽酸酯等六步驟，經過一年觀察後，可以有效防治管道節塊伸縮縫滲漏水。

建議

1. 後續透過維管單位定期觀測水位及管道巡檢(尤其是大雨過後)，可驗證已施工完畢環片防漏水效果，並可比對尚未施作防漏工程處，其漏水現象與水位高低的關係。
2. 未來可把整體共同管道建置 BIM 系統，所有機電設備、管線及環片納入模型中，並將其廠牌、更換時間或環片修繕等資訊併入 BIM 模型。配合地下電子自動水位監測系統整合至儀表板中，方便監控其維修及營運，對於發現滲水環片或設備損壞點以亮做警示，供日後共同管道年度維護或漏水修繕依據。

參考文獻

1. 高雄市政府工務局(1999)，省台一線民族路(大中路段)拓寬及共同管道工程(竣工圖)。



- ▲ 為增進高雄市旗津區旗后燈塔周邊觀光品質，工務局道路養護工程處改造整體人行環境與景觀，提供民眾更優質的通行環境。

探討管挖人員認證課程對管挖工程現況之影響

溫日宏/高雄市政府工務局道路挖掘管理中心 主任

柯添智/高雄市政府工務局道路挖掘管理中心挖掘管理課 課長

王偉筑/義守大學土木工程學系 助理教授

林登峰/義守大學土木工程學系 特聘教授

摘要

為提升管挖工程之安全與品質，高雄市道路挖掘管理中心自 105 年起推動「管線挖掘工程管理人員認證班」，藉由教育手段強化管挖工程相關從業人員之專業知能與瞭解法令規範。本文即透過近三年管挖人員於圖資管理、聯合挖掘整合、工安事件及工程品質等表現，檢視管挖認證班課程設計之完善性。目前管挖認證班課程內容主要區分為「工程品質」、「管挖系統」、「法令與管理」及「勞工安全」四大面向。其中，新訓班將「勞工安全」議題併入「法令與管理」相關課程中，並未規劃為獨立課程；回訓班則安排 1 小時之獨立「勞工安全」課程。根據近三年管挖案件現況顯示，在提升巡查案件數量之情況下，於許可期限內之管挖案件合格率仍穩定維持在 80% 以上；竣工案件由抽查改為全面複查後，合格率亦可達 92%。在竣工申報及圖檔提送方面，申報率與提送率亦穩定維持在 96% 以上。另透過推動聯合挖掘整合建案與路證，每年減少近 40% 的重複挖掘面積，整合效益良好。惟管挖工程於 112 及 113 年皆發生管挖人員死亡事故，顯示現行管挖認證班課程中對「勞工安全」面向之重視仍有強化空間。由此可知，現有管挖認證班之新訓及回訓課程規劃與教育時數分配，對於協助管挖人員建立「工程品質」、「管挖系統」及「法令與管理」等基本專業知能已具明顯成效，惟「勞工安全」面向尚需進一步檢討與強化。未來將重新檢視新訓課程內容，並考量由其他面向調整或挪用教育時數，以增加勞工安全教育課程之比重，進一步強化管挖人員之安全意識與防護能力。

前言

根據重大職業災害公開網資料顯示，112 年度共發生 298 件重大職業災害，其中有 150 件發生於營造業。這些工程災害與缺失事件中，多數肇因可歸責於設計及施工單位之相關從業人員對工程專業知識與相關法令規定瞭解不足。然而，工程管理常用 3E(工程、教育與執法)之管理手段中，工程與教育應為優先執行之管理手段，而執法則屬於災害或缺失發生後的裁處機制。為提升管線挖掘工程安全品質與安全，高雄市道路挖掘管理中心自 105 年起推動「管線挖掘工程管理人員認證班」，並訂定「挖管人員訓練認證管理作業要點」，藉由教育之管理手段強化管挖工程相關從業人員之專業知能與提升法令之瞭解。截至今年(114)年，高雄市工務局已連續辦理管挖認證班達 9 年。本文將針對近三年管挖人員認證班課程設

計，以及在圖資管理、聯合挖掘整合、工安事件及工程品質等現況分析，以了解管挖人員認證班對管挖工程現況之影響，並評估新訓班與回訓班課程完善性。

課程規劃與設計

依據「挖管人員訓練認證管理作業要點」規定，挖管人員須通過訓練並取得認證。高雄市政府工務局所訂之作業要點中，「挖管人員」係指管線單位之督導人員(包含進駐人員)以及施工承商之現場管理人員[1]。另依「高雄市道路挖掘管理自治條例」與「高雄市政府工務局道路挖掘管理施工維護要點」規定，管線單位自向主管機關申報開工之日起至申報竣工之日止，須指派督導人員進駐挖管中心監控室，負責路證執行期間之聯繫、控管及監視畫面回傳等相關事項；同時，亦須指派督導人員至工區現場督導，並由施工承商

派遣現場管理人員辦理自主品質管理[2、3]。由此可知，挖管人員的業務範疇涵蓋確保工程品質、操作管挖系統、遵守法令規範及落實勞工安全。當管挖工程發生災害或缺失時，相關責任可歸屬於管線單位之督導人員或施工承商之現場管理人員。此外，管挖認證班可區分成新訓班與回訓班(每三年一次)，因此本文將以「工程品質」、「管挖系統」、「法令與管理」、「勞工安全」四大面向進行評估新訓班與回訓班課程設計可改善之處，以提升其完善性。

新訓班課程

由於管挖工程係近代為因應人類工業與民生需求所延伸之領域，並非傳統土木工程主要範疇

表 1 管挖認證班新訓課程表

課程面向	課程主題	上課時數
工程品質	平整的查核準則與竣工還管的基準	2
	高雄市道路鋪面施作及修復品管暨管挖竣工會同還管標準	1
	管道回填材料與施工品管實務	1
	管挖工程挖管人員之業務概述	1
	高雄市管挖工程標準作業流程暨注意事項—施工階段	0.3
管挖系統	高雄市道路挖掘各項生命週期作業注意事項及實務介紹	2
	高雄市道路挖掘管理系統功能介紹	2
	APP 暨模組介紹及使用操作	1
	竣工文件填報內容、上傳及實例	1
法令與管理	高雄市道路挖掘管理相關法令規範	2
	管線協調聯絡及計畫性挖掘整合相關作業事項及實務	1
	雨、污水管線管理與檢測(搶)修	1
	油管、既有工業管線管理與檢測(搶)修	1
	測驗	1
	合計	17.3

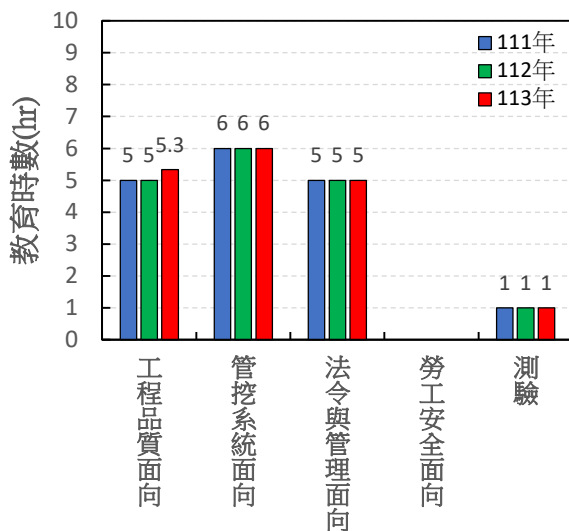


圖 1 管挖認證班新訓課程之教育時數分配情況

(如結構、大地、材料、水利等)，因此多數工程人員在求學階段少有接觸相關知識。針對此情形，管挖工程新訓課程以提升管挖工程管理與工程品質為核心，並依「工程品質」、「管挖系統」、「法令與管理」三大主軸設計新訓課程內容，總計 17 小時(含測驗 1 小時)。考量新訓課程整體時數僅 17 小時，難以針對勞工安全等議題規劃課程，故將管挖工程中有關勞工安全之內容，納入「法令與管理」中之高雄市道路挖掘管理相關法令規範課程予以說明，如表 1 所示。

圖 1 為管挖認證班新訓課程之教育時數分配情形。由圖可見，新訓課程中以「管挖系統」面向所占時數最多，而 111 年與 112 年之「工程品質」及「法令與管理」兩者則各為 5 小時。惟 112 年度，挖管中心完成拍攝「高雄市管挖工程標準作業流程暨注意事項—施工階段」宣導影片(時長約 20 分鐘)，並於 113 年起正式納入管挖認

表 2 管挖認證班回訓課程表

課程面向	課程主題	上課時數
工程品質	高雄市管挖工程查核重點及常見缺失之改善與預防	2
	管挖工程挖管人員之業務概述	1
	高雄市管挖工程標準作業流程暨注意事項—施工階段	0.3
管挖系統	高雄市道路挖掘管理圖資更新模組及相關 APP 使用說明	1
法令與管理	高雄市道路挖掘施工與相關公安法令規定	2
	工程倫理與法律案例解析	1
勞工安全	管溝開挖作業及材料吊掛作業安全宣導	1
	合計	8.3

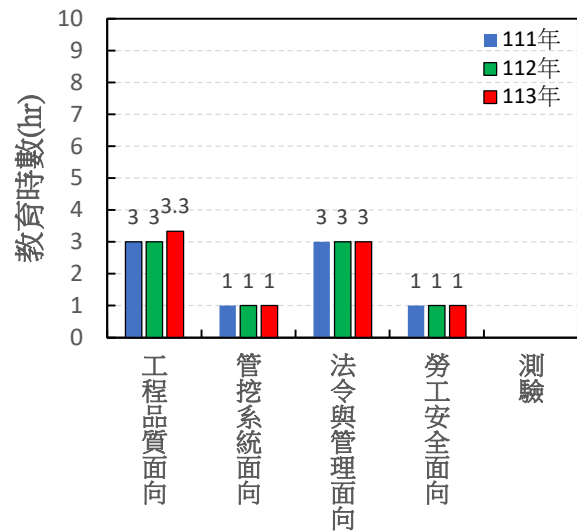


圖 2 管挖認證班回訓課程之教育時數分配情況

證班課程規劃中，故「工程品質」面向之授課時數由原先的 5 小時調增為 5.3 小時。

回訓班課程

依「挖管人員訓練認證管理作業要點」規定，當管挖人員證照有效期間屆滿前 6 個月至屆滿後二年內應參與回訓訓練課程[1]。由於回訓課程主要對象為已具備至少 2 年以上實務經驗之管挖人員，其課程設計與新訓課程有所不同，內容更著重於實務應用與問題解析。回訓課程除規劃「勞工安全」為獨立課程主題外，其餘三大主軸「工程品質」、「管挖系統」及「法令與管理」亦針對實務上常見之施工缺失、系統更新內容、相關法令新制，及實際案例中所發生之公安事件進行探討與說明，以提升學員對於現場管理與風險控制之應變能力，強化其專業實務之持續精進，如表 2。管挖認證班回訓課程之教育時數分配情況如圖 2。

管挖工程現況分析

工程品質面向

高雄市道路挖掘管理中心(簡稱挖管中心)針對管線挖掘案件之工程品質，並於許可期限內及竣工後分別辦理進現地巡查作業。所有巡查作業均依據「高雄市道路挖掘管理自治條例」及「高雄市政府工務局道路挖掘管理施工維護要點」辦理。近三年來，挖管中心積極提升巡查案件數，其中針對許可期間內之管挖案件，在未增加人力編制的情況下，近三年針對巡查數量從 2885 件提升至 3346 件，顯示巡查量能已有顯著提升。另針對竣工後案件，原本採隨機抽查方式進行複查，自 113 年起則全面改為全數複查，以強化工程品質管理。

許可期限內之管挖案件巡查成果

近三年(111~113 年)許可期限內管挖案件之巡查件數、缺失件數與合格率如圖 3 所示。由圖可知，於許可期限內的管挖案件合格率持續穩定維持在 80%以上，111 及 112 年度更呈現上升趨勢。然而，隨著 113 年度巡查量能的提升，合格率自 112 年度的 96%微幅下降至 92%。整體而

言，即便巡查強度提高，近三年合格率仍穩定維持在 80%以上，顯示多數管挖工程從業人員已具備良好的施工階段專業知能。

竣工之管挖案件巡查成果

圖 4 為竣工案件之管挖巡查成果。111 年至 113 年各年度之巡查件數分別為 4,452 件、5,736 件與 8,841 件，可見竣工案件之巡查總量逐年提升，且 113 年更達成竣工案件的全面複查目標。112 年之竣工案件合格率高於 111 年大幅提升 21%，此一成果除歸功於近年來挖管中心積極推動的竣工複查專案策略與管線單位的密切交流外，管挖人員認證班的辦理亦功不可沒。在 113 年度全面複查的情況下，整體合格率仍達 92%，僅較 112 年的 96%略降 4%，顯示各管線單位對於竣工階段之品質標準已有基本認知與重視。

管挖系統面向

依照「高雄市政府工務局道路挖掘管理施工維護要點」規定，自管線單位申報開工之日起至申報竣工為止，應依「高雄市道路挖掘管理自治條例」第 30 條規定，指派管挖人員進駐挖管中心

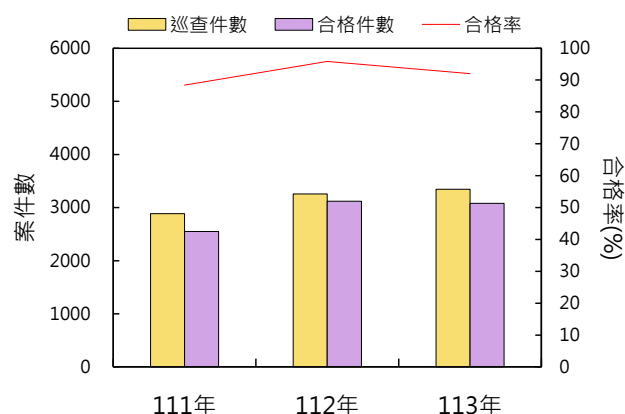


圖 3 管挖許可期限內之管挖案件巡查成果

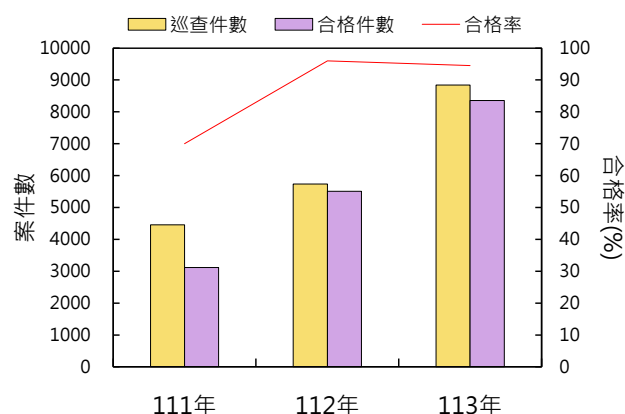


圖 4 竣工之管挖案件巡查成果

監控室進行施工影像監督作業。當管線單位申報竣工後，挖管中心將委由認證實驗室抽查工程品質，且管線單位須於完成竣工申報後 60 日內，提交竣工圖檔。因此，可藉由竣工申報及竣工圖檔提送的情形，作為評估管挖人員對於管挖系統面向之表現。

管挖案件落實申報竣工情況

高雄市管線單位近三年管線挖掘案件的申報與竣工情況如圖 5 所示。由圖可知，開工案件數呈逐年增加趨勢，完成竣工申報的案件數也隨之上升，而近年來管線挖掘案件的竣工申報率穩定維持在 98% 以上。

管挖案件竣工圖檔提送情況

管線單位落實提送管挖案件竣工圖檔，有助於提升管挖系統資訊的完整性，並促進後續竣工會同作業之順利進行。圖 6 顯示近三年管挖案件竣工圖檔之提送率均維持在 96% 以上，整體表現穩定。教育宣導可使合規率提升至約 80% 至 85%，但若欲進一步提升，則需依賴執法手段 [4]。因此，若欲使竣工圖檔達到更高提送率，亦須藉助執法機制。

法令與管理面向

為有效管理高雄市轄管道路之挖掘作業，高雄市政府依據「高雄市道路挖掘管理自治條例」及「高雄市政府工務局道路挖掘管理施工維護要點」等相關規定，由挖管中心負責統籌辦理管線單位之橫向協調與整合。具體作法包括主管機關每月定期召開管線協調會議，並由各工程主辦機關視工程需求主動召開管線會議。整合成效可透過每年度管挖案件之聯合挖掘數量及重複挖掘面積減少情形加以評估。辦理聯合挖掘之管挖案件可區分為建案整合與路證整合，依據統計，建案整合與路證整合案件數分別約占聯合挖掘案件數之 38% 及 62%，如圖 8 所示。另從近三年減少重複挖掘面積之變化，可進一步具體呈現聯合挖掘整合之成效。由圖 9 可知，111 年至 113 年透過聯合挖掘整合所減少之重複挖掘面積分別為 27,971 m²、31,078 m² 及 25,954 m²。若以各年度申挖總面積為基準換算百分比，減少重複挖掘面積之占比皆接近 40%。由此可見，透過管線協

調聯絡及挖掘整合作業，有助於減少道路重複挖掘之情形。

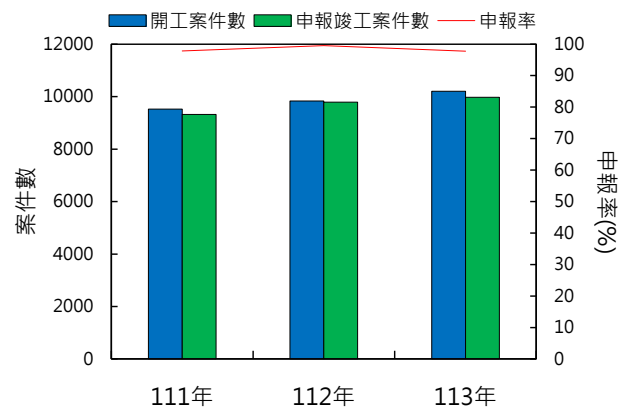


圖 5 管挖案件落實申報竣工情況

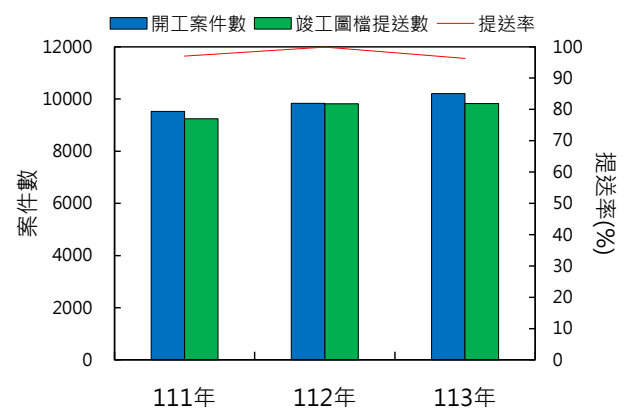


圖 6 管挖案件竣工圖檔提送情況

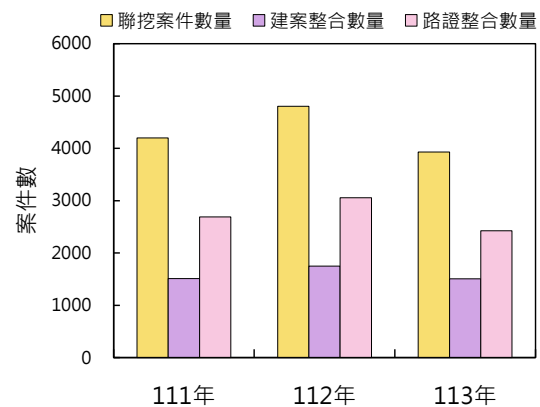


圖 8 聯合挖掘案件之建案與路證整合比例

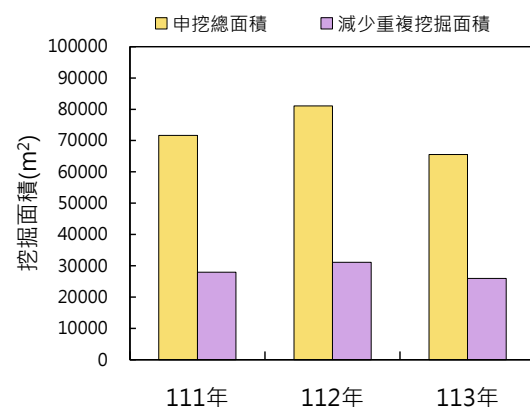


圖 9 聯合挖掘案件申挖與減少重複挖掘總面積

勞工安全面向

管挖工程之施工方法可區分為明挖埋管及免開挖工法，目前高雄市以明挖埋管為主。明挖工法常見之災害類型包括土石坍方、物體飛落、作業人員墜落、撞擊、爆炸火災及其他災害情形。根據近三年重大災害紀錄，111 年並無相關災害案件發生，然 112 年及 113 年各發生一起人員死亡事故。112 年事故為建案進行污水下水道接管工程時發生土石坍方，導致一名工人遭活埋，經搶救送醫後仍宣告不治；113 年則有一名工人在施工現場不慎跌落坑洞，經緊急送醫搶救後亦宣告不治。綜合分析可知，近年工安意外主要集中於土石坍方及墜落兩類。由課程規劃角度觀之，目前新訓班課程中，勞工安全相關內容之占比顯著低於回訓課程中規劃有 1 小時勞工安全課程之安排。未來將重新檢視新訓課程並考量增加勞工安全教育時數，以強化工地安全意識及事故防範能力。

表 3 近三年管挖工程勞工安全相關案件數

年份	111 年	112 年	113 年
無死亡案件	0	0	0
死亡案件	0	1	1

結論

1. 既有管挖人員認證班的新訓及回訓課程規劃與教育時數分配，有助於管挖人員建立「工程品質」、「管挖系統」及「法令與管理」等基本專

業知能。

2. 即使近年管挖巡查案件數量大幅增加，合格率仍穩定維持在 80%以上；且竣工案件由抽查改為全面複查後，合格率仍可達 92%。
3. 申報竣工及圖檔提送作業表現亦佳，近三年竣工申報率及竣工圖檔提送率均穩定在 96%以上。另透過聯合挖掘整合建案與路證，每年減少近 40%的重複挖掘面積，整合效益良好。
4. 惟管挖工程於 112 及 113 年皆發生管挖人員死亡事故，目前新訓課程時數有限，且未將「勞工安全」設置為獨立課程。未來將重新檢視新訓課程內容，並考量由其他面向挪用教育時數，以增加勞工安全教育時數，強化管挖人員安全意識。

參考文獻

1. 高雄市政府(2023)，挖管人員訓練認證管理作業要點，高市工務道字號 11232312100 號函訂定。
2. 高雄市政府(2019)，高雄市道路挖掘管理自治條例，高市府工道字號 10804172100 號令修正。
3. 高雄市政府(2023)，高雄市政府工務局道路挖掘管理施工維護要點，高市府工務道字第 11237498500 號函修正。
4. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (2014), "Countermeasures That Work: A Highway Safety Countermeasure Guide for State Highway Safety Offices : (8th ed.)", U.S. Department of Transportation.



▲ 管挖人員認證課程新訓班(113A01 梯)

淺談臺北市道路架空纜線管理機制

陳昭志/臺北市政府工務局道路挖掘管理中心 主任

周立人/臺北市政府工務局道路挖掘管理中心 股長

陳苑菁/臺北市政府工務局道路挖掘管理中心 聘用幫工程師

摘要

臺北市道路架空纜線依使用目的分類可分為：電力設施、電信固網、有線電視、路燈設施、監視攝影器、里鄰廣播、交通號誌及民眾私設纜線等等，因架空纜線設置雜亂而影響市容景觀，又時常發生無預警垂落事件，更危害到民眾通行之安全。臺北市架空纜線管理辦法自 110 年 7 月 1 日起正式實施，輔導纜線單位依法補行申請設置許可，列管各纜線單位（機關）辦理架空纜線清整及地下化改善工作，並協助解決工程界面上衝突之問題。此外，透過例行性委外巡查作業，稽查違規纜線，要求纜線單位針對缺失改善回報，建立纜線單位自主巡查機制，減少纜線無預警垂落情事發生。另協助各業者成立纜線垂落的緊急搶修分區責任群組，以互助方式第一時間辦理緊急纜線搶修作業，維持道路通行安全及減少待命人力，快速改善纜線垂落之問題。架空纜線地下化之執行配合道路更新及整合道路挖掘作業，亦積極協調台電公司辦理電力設施改善作業（包含電桿及電力纜線等），可有效改善行人通行環境及市容景觀。統計近兩年架空纜線執行成效，已減少 1 萬餘筆架空纜線，若持續辦理天空纜線清整及電力設施改善控管業務，進行纜線地下化及清除作業，將使臺北市有一個美麗的天際線。

前言

臺北市政府工務局自 104 年 7 月起承接道路架空纜線管理業務，在無法規依據及無線路圖資參考下，藉由各單位自行提報及委外巡查纜線資料，以追蹤列管纜線清整與地下化進度，並協助各單位解決工程上界面衝突等問題；為了有效整合本市各項道路架空地下化，配合工務局道路管線工程施工作業，以整合挖掘業務及進度管控等事宜。

110 年 7 月起，「臺北市市區道路架空管線設置管理辦法」公告實施，歷經既設纜線補正緩衝期 3 年，此期間，臺北市政府工務局建置系統平台、輔導各纜線單位依法辦理補行申請作業，在各單位配合及努力下，於緩衝期屆滿時計有 78% 架空纜線完成設置申請，而 22% 未申請架空纜線，則於緩衝期後將提醒纜線單位確認架空纜線狀態，以作為後續稽查與裁處之依據。

臺北市街道開發較早，於道路開闢之初，未能留設適當公共設施帶提供電力設施設置使用，而現今民眾觀念中仍將變電箱視為嫌惡設施，且

此改善費用較高，一般民眾無意願負擔，電纜地下化作業不易進行而增加道路架空纜線管理之難度。台灣電力股份有限公司（以下簡稱台電公司）所屬之電力纜線或掛於電桿，或電桿租予各纜線單位附掛，或民眾私自附掛，因而導致天際線各類纜線錯綜複雜。國土管理署近年來重視人本交通環境改善，針對人行道設置寬度不足及道路未規劃人行道，此類人行道又往往為設施物所佔據，如基座式變電箱占用人行道等，而架空電纜地下化作業，又必須改設基座式變電箱，因此有效改善架空電力纜線又不影響既有道路通行環境，也是架空纜線管理重要課題。

架空纜線現況分析

架空纜線種類

臺北市人口數眾多，為維持市民生活住行育樂所需，設置各種使用目的架空纜線，可分類為：電力設施、電信固網、有線電視、路燈設施、監視攝影器、里鄰廣播、交通號誌及民眾私設纜線等等，繁多架空纜線造成臺北市天際線混

亂。依纜線所屬單位分類，計有台電纜線、電信固網纜線、有線電視纜線、警用監視器纜線、鄰近住戶管線、路燈纜線、號誌纜線、里廣播纜線等；上述纜線種類主要以有線電視纜線占多數約34.8%，如圖1所示。因台北市居住人口眾多，每一行政區皆有2~3廠商設置系統，以服務廣大消費者。

架空纜線清理現況分析

臺北市政府工務局管理臺北市道路架空纜線，委外辦理架空纜線巡查作業，以每2年為週期，完成一次全市巡查業務，以建立基礎圖資；經統計110至111年道路架空纜線數量約5萬6千餘筆與112至113年之道路架空纜線數量約4萬5千餘筆，足足減少1萬餘筆架空纜線，前三者為有線電視纜線近6,000餘筆為大宗、台電公司電力纜線約1,500餘筆及里廣播纜線1,000餘筆，如圖2所示。惟路燈纜線涉及公共通行安全，於線路障礙時，需緊急設置架空纜線，以維持夜間照明安全，增加數量約120筆，而後續作業將交由臺北市政府工務局公園處規劃纜線地下地作業。

臺北市架空纜線管理執行策略歷經議會立法作業，依法申設、法制化管理，配合專案列管、整合下地輔導纜線單位重視架空纜線清理作業，再以個案檢討方式協助纜線單位克服室礙因素，三年來已有初步成效，後續應再強化法制規定，持續整頓既設架空纜線問題。

架空纜線解決策略

架空纜線影響市容景觀甚為嚴重，惟現階段受限於地理環境、現行科技、纜線數量、纜線單位地下化成本等因素，僅能以加強管理方式執行纜線管理業務，以纜線地下化為目標，架空設置為例外，並強化既設架空纜線管理作業，嚴格審查新設架空纜線之必要性，輔導纜線單位對於既設架空纜線管理等作為，制訂架空纜線執行策略，主要將其分為五階：

1. 例行巡查。
2. 專案列管。

3. 輔導改善。
4. 依法申請。
5. 圖資建置。

如圖3所示。

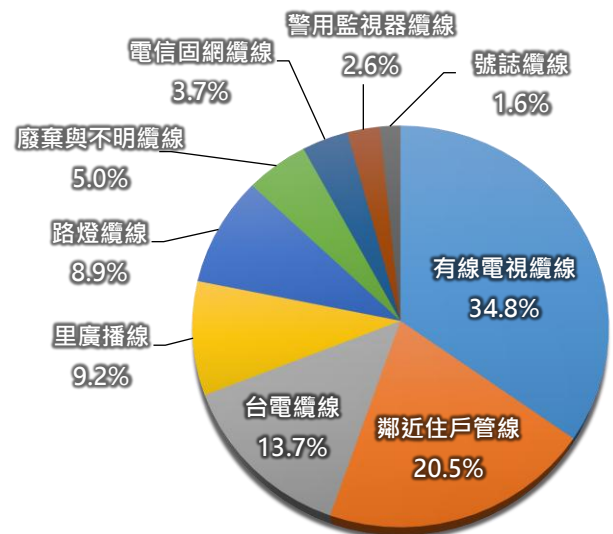


圖1 公共管線資料庫之建置流程

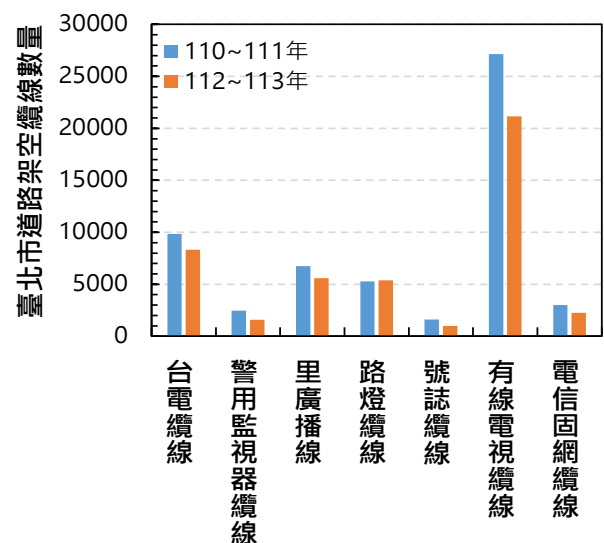


圖2 臺北市道路架空纜線數量

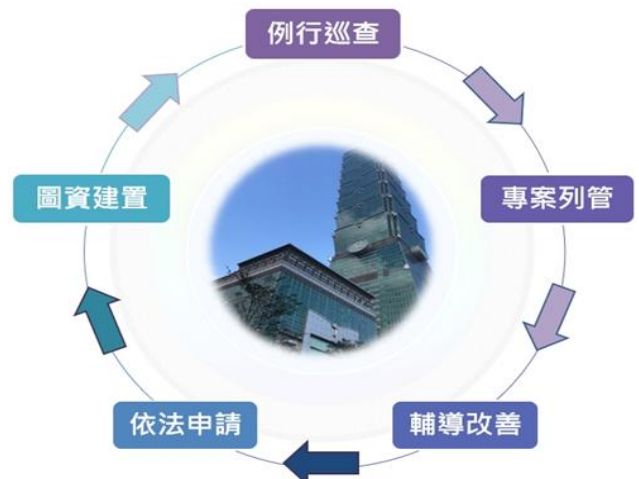


圖3 架空纜線管理執行策略

架空纜線例行巡查與清整

為強化架空纜線巡查機制，臺北市政府工務局結合纜線業者人力資源，採用主、被動巡查機制，由纜線業者自主人力負責主動巡查作業，每年至少一次辦理纜線自主檢查作業，巡查重點除了檢視纜線基本運作功能是否正常外，另須著重於檢視纜線附掛狀況是否穩固，纜線標籤是否貼示完整，以避免纜線無預警垂落現象發生，相關檢查作業，以臺北市政府工務局巡查 APP 應用軟體，GPS 定位-電子圍籬、實地照片拍攝方式，確保人員現場巡查成果，杜絕造假巡查。

被動巡查作業，即由臺北市政府工務局採委外巡查作業辦理，檢視架空纜線設置狀況是否符合契約規定，經查有未依規定設置纜線，以即時立案系統通知纜線業者改善，限期末改善則由臺北市政府工務局人員依「臺北市市區道路架空管線設置管理辦法」辦理查處作業。巡查發現不明廢棄纜線，則錄案辦理清除，改善照片如圖 4 所示。

目前纜線主、被動巡查作業，自 114 年起均採臺北市政府工務局巡查 APP 應用程式辦理，系統經 GPS 定位—電子圍籬，現場調閱所屬架空纜線圖資，由巡查人員檢視纜線標籤是否完整、纜線附掛是否牢固等，發現纜線缺失可即時改善並予紀錄改善成果。

架空纜線法規制訂、管理及圖資建置

公務人員依法行政，臺北市政府於 108 年 4 月 16 日修訂「臺北市市區道路管理自治條例」第 22 條第 1 項規定市區道路上空、路面或地下設置設施者，應向臺北市政府申請許可，未依規定可依同法第 29 條規定經通知限期改善，屆期末改善者，可處新臺幣 3,000 元～1 萬 5,000 元罰鍰，並得按次處罰，正式賦予管理機關對於未依規定設置設施物（含纜線）可依法辦理違規纜線裁處作業；臺北市政府於 110 年 1 月 8 日率全國之先修訂「臺北市市區道路架空管線設置管理辦法」，並於 110 年 7 月 1 日開始實施，在臺北市市區道路範圍內，無論公有或私有佈設纜線都需依「臺北市市區道路架空管線設置管理辦法」規定，經

申請核准後方得設置；既設道路架空纜線亦須於 113 年 7 月前補辦申請許可。

臺北市政府工務局自 112 年度起為輔導纜線單位依「臺北市市區道路管理自治條例」第 22 條規定及「臺北市市區道路架空管線設置管理辦法」第 16 規定辦理既設架空纜線補行申請作業，初期鑒於纜線單位補行申請進度不如預期，故 113 年 1 月起每月定期召開「架空管線補行申請管控會議」，主要列管各纜線單位所屬架空纜線設置狀況、了解申請窒礙難行因素及協助排除，並訂定改善計畫，後由工務局每月定期召開會議，追蹤各纜線單位改善進度，截至 113 年 6 月 30 日申請進度已達到 78%。

緩衝期屆滿後，自 113 年 7 月 1 日起臺北市政府工務局即開始辦理架空纜線稽查作業，針對剩餘 22% 未依法申請之案件，除再次通知纜線單位確認纜線設置狀態外，另交由委外巡查廠商加強巡查，經查獲未依法設置纜線時，即以系統通知纜線業者限期改善，改善期限屆滿後則由工務



圖 4 巡查發現廢棄纜線清除作業改善前後照片

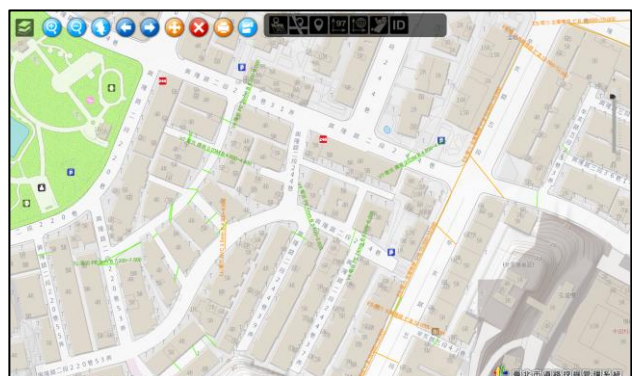


圖 5 架空纜線圖資建置示意圖

局人員依「臺北市市區道路架空管線設置管理辦法」辦理現場稽查作業。

依同法第 10 條規定，申請人應將所屬現有及規劃設置之架空纜線資料、座標系統、數值資料檔案格式，傳送至公共管線資料庫，建立纜線資料庫，如圖 5 所示，供後續圖資管理及未來圖資運用，作為後續架空纜線管理、分析使用，亦可作為「市區道路使用費收費標準」徵收依據。

道路整合挖掘施工

配合臺北市政府工務局新建工程處每年計劃性道路更新路段，亦盤點更新範圍內道路架空纜線，並協調架空纜線單位地下化參與纜線地下化整合作業，以降低道路挖掘次數，節省纜線單位道路修復成本，並可避免於道路更新後 3 年之禁挖管制時期開挖之加收規費，本局亦協助各單位解決工程上界面衝突等問題，有效整合工程施工作業及進度管控等事宜，預定銑鋪及架空纜線示意圖，如圖 6。

緊急搶修作業

架空纜線長期暴露在自然環境中，難免有無預警垂落事件發生，在垂落事件發生後，案件處理時效，極為重要，如由單一機關派員處置改善，將會耗費極大人力，又或由各纜線單位自行緊急搶修作業，其人員路途奔波，又耗時耗力，為有效辦理垂落纜線搶修作業，臺北市政府工務局協調轄區內電信及有線電視業者，組成「臺北市有線電視及固網纜線緊急搶修區域劃分群組」以行政區劃分責任區域，以互助方式第一時間辦理緊急纜線搶修作業，維持道路通行安全，並避免纜線單位於數個行政區搶修奔波。

每當颱風侵台，配合「臺北市災害應變中心」二級開設時，即通知纜線業者提供一級開設搶修人員輪值清冊，由臺北市政府工務局統一指揮纜線業者垂落纜線搶修作業，纜線業者於接獲通報後，盡速派員於現場確認，並針對垂落管、纜線辦理暫時性之固定改善作業，以不影響道路交通及公共安全為改善目標；遇窒礙因素，回報予案件註記或由臺北市政府工務局另外協調其他單位協助。屬電力纜線，例如輸配電電力線、路

燈線及號誌線等，因涉及高壓電或專業技術，遇電力纜線垂落，仍由纜線所屬單位自行派員改善。

電力設施改善案件

電力設施遷移設置

電力設施改善條件成案條件眾多，從台灣電力股份有限公司（以下稱台電公司）供電技術可行性、地理環境、用地取得到周邊居民共識等問題均須克服，最終才能辦理改善作業。電力設施改善執行困難案件態樣主要分為下列 4 項：

1. 無適當地點供電力設施設置。
2. 案件周邊地下管線障礙因素。
3. 私設通道或計畫道路未開闢。
4. 周邊里鄰無共識。

在相關窒礙難行因素無法克服條件下，只能等待都市更新或大規模道路更新工程伺機配合改善。台電公司以銅纜傳輸電力，其電阻所帶來的壓降問題，依供電規定計算變電箱至用戶末端之供電距離約 85 公尺，最大距離不得超過 100 公尺，限縮了既設變電箱的遷移範圍，如圖 7 所示；如何在臺北市早年開發的舊城區街道中，

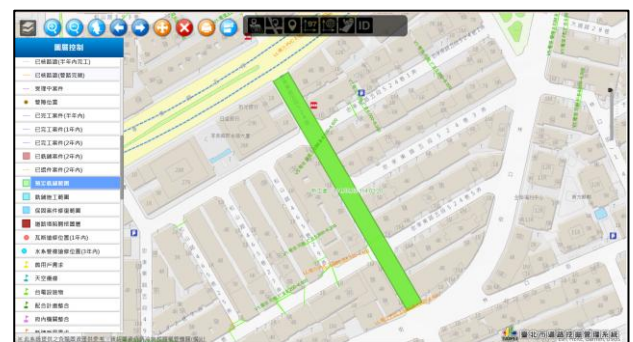


圖 6 預定銑鋪及架空纜線示意圖



圖 7 電力設施改善流程圖

尋覓適當的變電箱遷移地點，是架空電力地下化最大的課題，倘既有電力設施周邊設有中央分隔島之道路、寬度足夠之人行道及公園綠地等，則可將電力設施遷移至公共設施帶設置改善；至於巷道內、未開闢道路、老舊社區或既成道路上之電力設施，常礙於用地取得困難而改善困難。

為提高架空電力設施改善成案，原台電公司電力設施設置考量用地成本及避免土地使用需求或產權異動造成未來用地爭議或再次遷移，僅同意設置於以道路使用費收費之不影響通行及安全之公有道路用地或公園綠地等，故 109 年修訂「公用房地提供移設電力設施簡化流程」由臺北市政府提供市有公用房地供予台電公司作為道路既設電力設施遷移設置，考量臺北市政府管理機關眾多，電力設施土地使用簽約繁複，由工務局擔任窗口受理台電公司用地申請，免定行政契約、免除契約續約及年限規定，避免較高額之公用房地使用費影響台電公司設施遷移意願，其用地使用費亦比照道路使用費費率報繳，相關規定臺北市政府已於 111 年修訂「臺北市市有公用房地提供使用辦法」(113 年 2 月 1 日修正發布名稱：臺北市市有公用不動產提供使用辦法)，如圖 8 所示。

架空電力電纜遷移為地下化時，須設置建物引上管將電纜引進用電戶，建物所有權人尚未提供建物引管同意書時台電公司無法受理改善案件，114 年與台電公司達成共識，採漸進式改善，先建置道路下方及已取得建物引上管同意書之纜線，拆除部分高壓線路及部分可拆除之低壓纜線，保留尚未取得同意書之相關電力引接線及電桿，希望藉由已拆除電桿電纜，讓鄰里感受展現改善成效，期望促進其他同意書取得改善市景。

電力設施改善專件成效

工務局於 106 年起編列預算依「台灣電力公司營業規章」第 8 章規定辦理電力設施遷移費用分攤作業，截至 113 年 12 月底已成功協調並配合分攤費用之電力設施改善案件共計 517 案，已完工案件數為 404 案、待施工案件數為 76 案，

遷移 219 座電力設施及移除 1,488 根電桿，改善前後照片如圖 9、10 所示。

「行人交通安全設施條例」通過

110 年起台灣行人地獄議題漸漸延燒為熱門議題，中央政府為建設、改善、維護、管理及考核行人交通安全設施於總統府於民國 113 年 05 月 01 日華總一義字第 11300035071 號令通過「行人交通安全設施條例」第 8 條規定直轄市、縣(市)主管機關查有妨礙行人通行之固定設施、設備，應以書面通知該管理機關(構)、所有權人、使用人或管理人於規定期限完成該設施、設備之改善、遷移或拆除；內政部於民國 113 年 09 月 27 日台內國字第 1130810870 號及交路字第 11300280881 號令通過「行人交通安全設施條例施行細則」第 8 條規定公用事業設施、設備之遷移方法。

臺北市政府於 112 年 5 月 1 日辦理「行人安全友善環境計畫府級專案小組成立會議」，每 3 個月召開一次大會列管盤點之道路障礙物導致人行道淨寬不足之設施物，如台電變電箱、電桿等；113 年依據發布之「行人交通安全設施條例」及「行人交通安全設施條例施行細則」辦理改善計畫。

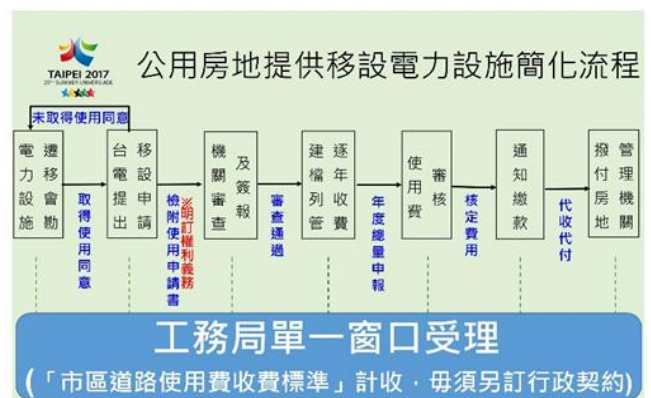


圖 8 公用房地提供電力設施收費簡化作業流程



圖 9 公用房地提供電力設施收費簡化作業流程



圖 10 北投區溫泉路電桿遷移改善照片

結語

儘管架空纜線優勢在於快速且低成本，但於現今社會對於架空纜線所衍伸之安全問題、自然

災害問題及市容景觀問題，再再的希望對於架空纜線應有所管控，臺北市政府對於架空纜線的管理作業，自 104 年以來，從法制面、資訊面到實質面等管理作為，均以「纜線地下化為原則，暫掛為例外」指導方針，透過例行巡查、專案管理、輔導下地滾動式管理方法，逐漸輔導纜線單位改善架空纜線設置亂象，還給市民朗朗晴空。

最後臺北市政府工務局將持續辦理天空纜線清查及電力設施改善案件，進行全面性電纜線地下化及清除作業，以地下化纜線設置為原則，架空纜線設置為例外，還給臺北市一個美麗天際。



2025 CREMET

道路挖掘管理與工程技術研討會

Conference on Road Excavation Management and Engineering Technology

9/4^四——5^五

義守大學行政大樓國際演講廳 10F

(高雄市大樹區學城路一段1號)

徵稿啟事

投稿及會議報名皆為免費

聯絡資訊

- ⇒ 執行秘書：王偉筑 助理教授
- ⇒ 聯絡人：陳羿君 組長
- ⇒ 電子信箱：isu.kreac@gmail.com
- ⇒ 聯絡電話：(07)-262-6888 分機312
- ⇒ 傳真號碼：(07)-222-1717



官方網站



研討會報名



投稿資訊

指導單位/



高雄市政府

主辦單位/



高雄市政府工務局
(道路挖掘管理中心)

承辦單位/



義守大學
(土木工程學系)

▲ 2025 道路挖掘管理與工程技術研討會活動資訊

管線埋設對道路結構之影響

張佩伶/黎明工程顧問股份有限公司 助理工程師

黃建維/國立中興大學土木工程學系 副教授

江泰穎/國立中興大學土木工程學系 博士生

摘要

市區管線地下化普及使得道路挖掘頻率過高，常導致道路的平整性下降以及結構破壞，增加行車的風險。本研究以軟體 ABAQUS 三維有限元素分析法為工具，考慮車輛輪胎載重對道路所形成之應力，以不同開挖位置及通過方向作為變數，探討埋管後不同設計條件的暫時性路面在車輛荷重下對道路結構的影響。透過分析受車輛載重的面層、碎石級配層、埋設管線之應力及應變分佈狀態，瞭解面層厚度及埋設管徑等不同設計條件之暫時性路面，最可能產生破壞的位置與深度。分析結果顯示埋設管徑 10 公分，面層厚度為 10 公分，最容易產生裂縫破壞；而埋設管徑 30 公分，面層厚度為 10 公分，最容易產生車轍破壞。結果顯示，相比起未埋設管線之道路結構，埋設管線後確實更容易產生道路破壞。此外埋設管徑 10 公分、面層加厚為 15 公分的道路結構模型，應力及應變呈現下降趨勢，可作為將來管線施作或道路維護等應力變化考量。

前言

臺灣地狹人稠，人口密度約 652 人/km² 居世界第十位，提供平穩和舒適行車品質的道路鋪面，對城市交通便利和經濟發展有重要的貢獻。鋪面可分為柔性鋪面(Flexible Pavement)和剛性鋪面(Rigid Pavement)，目前台灣道路大多採取瀝青混凝土鋪築而成的柔性鋪面(Flexible Pavement)，一般稱為 AC(Asphalt Concrete)路面，具有施工簡易快速、成本較低、養護相對容易以及行車舒適度佳等特性。但柔性鋪面易受環境影響，又因台灣位屬於亞熱帶氣候，炎熱多雨，以及高交通量和高荷重等因素，瀝青混凝土路面容易產生不可恢復應變。因工商業突飛猛進的發展，使得市區管線地下化普及，道路下方的管線複雜又密集，使得道路挖掘頻率過高，又施工過程往往忽視切割、回填、分層夯實及路面修補等基本動作，可能破壞道路的平整及結構，導致路面凹凸不平情形屢見不鮮，增加行車的風險，造成交通事故頻仍發生。

以臺中市為例，臺中市政府為落實提升道路品質的目標，於 108 年推行「燙平專案」，改善道

路品質的四大措施：

1. 循環經濟材料。
2. 標線及孔蓋防滑。
3. 引進新技術。
4. 汰換老舊管線。

其中汰換老舊管線，為管線長期使用下，老舊管線破損或是變形往往因應力反射進一步造成路面下陷或變形，臺中市公共管線單位而其中台灣自來水公司，藉由溝通協調大幅度減少完工後的挖掘次數，整合路平和統一挖補作業，擴大老舊管線汰管作業，以降低自來水漏水率等問題。

文獻回顧

依據「瀝青混凝土路面施工及檢驗基準」說明[1]，道路按主要材料可分為「瀝青混凝土路面」(瀝青路面)與「水泥混凝土路面」(水泥路面)，其中瀝青路面為各級道路中最常見者。其採多層結構設計，由上而下分為面層、底層、基層及路基，必要時於面層上另設磨擦層以提升抗滑性。三層結構中越上層所受應力越大，故對材料品質要求越高。良好的瀝青路面須兼顧設計、材

料、施工、檢驗與維護，結合技術理論與實務經驗，方能提供良好的交通品質。道路為公眾交通設施，應由指定主管機關負責管理，國內依公路法及市區道路條例分屬交通部與內政部管理[2]。依《公路法》[3]，道路分為多種類型，其主管機關依等級及所屬行政區域定之；另依《市區道路條例》[4]，市區道路主管機關分別為中央內政部、直轄市政府與縣(市)政府。以臺中市為例，道路管理依據《臺中市道路管理自治條例》進行，主管機關為臺中市政府，執行機關為建設局等多單位[5]；道路挖掘行為須依《臺中市道路挖掘管理自治條例》規定申請許可並繳納費用，費用用途包括路面修復、交通設施改善及安全管理等；另有《臺中市道路挖掘安全維護作業規範》，規範施工前對不同管線判別方法與施工現場安全維護事項，以確保工程品質與防止事故發生[6]。

因應民生需求，各單位須在市區道路下埋設維生管線，然而頻繁挖掘將降低道路壽命，因此管線材質的選擇對道路結構具有長遠影響[7]。常見材質如 PVC、MJP、DIP、FRP、PEP、PCCP 與 SP 等，各具耐久性、抗腐蝕性與施工便利性等優劣[8]。為維護市區道路完整與市容觀瞻，內政部營建署(現更名為國土管理署)規範管線埋設原則，依道路寬度與人行道配置統一管線位置，特殊情況則由主管機關與單位協商處理[9]。電信管線依中華電信公司地下管道工程基本設計規範，選用適材如塑膠厚管、防蝕鋼管等，並以交通影響最小處理設為原則，埋設深度因地制宜[10]；電力管線則由台灣電力公司管路工程施工規範，重視施工順序、砂填品質與夯實程序，並設 PVC 警示帶於管上[11]；自來水管線則依台灣自來水公司相關標準，規範埋深、壓力與保護措施，並於鬆軟地質或深挖情況下設防護[12-13]；瓦斯管線依公用瓦斯事業協會之瓦斯管線施工說明書規定執行，強調回填品質與路面修復要求，施工斷面尺寸隨管徑而異[14-15]；至於雨水及污水下水道，依內政部國土管理署設計規範執行，視材質決定最小覆土深度與加強保護方式，並視載重需求施以混凝土基礎與防腐蝕處理[16]。

瀝青混凝土路面因具平整度高、噪音低與行車舒適等優點，廣泛應用於公路工程，但隨時間推移，常因多重因素導致損壞。根據臺中市政府工務局新建工程處調查，道路損害可歸納為五大類：自然損壞、設計與施工因素、道路挖掘、重大工程影響，以及使用與管理問題[17]。綜合相關研究指出，常見路面損壞原因包括龜裂、沉陷、不平整、凸起、坑洞、掏空、反射裂縫、施工品質不一、路面壽命縮短與養護不佳等[18-21]。這些損壞大多與管溝回填材料不良、壓實不足、修補作業粗糙及施工不一致有關，尤其在挖掘深度達 1.25 公尺以上之道路，沉陷與裂縫現象更為明顯。此外，暫時性修復導致瀝青層接縫滲水、車輛輾壓造成反射裂縫或掏空，均使路面結構強度降低，加速老化與毀損。此類問題反映出挖掘回填品質與後續養護作業對延長路面壽命的重要性。

有限元素模型建構

本研究主要透過 ABAQUS 建構道路及管溝模型，模型建構部份，分別有幾何形狀、材料參數、其後進行結構計算並根據計算結果與以分析。

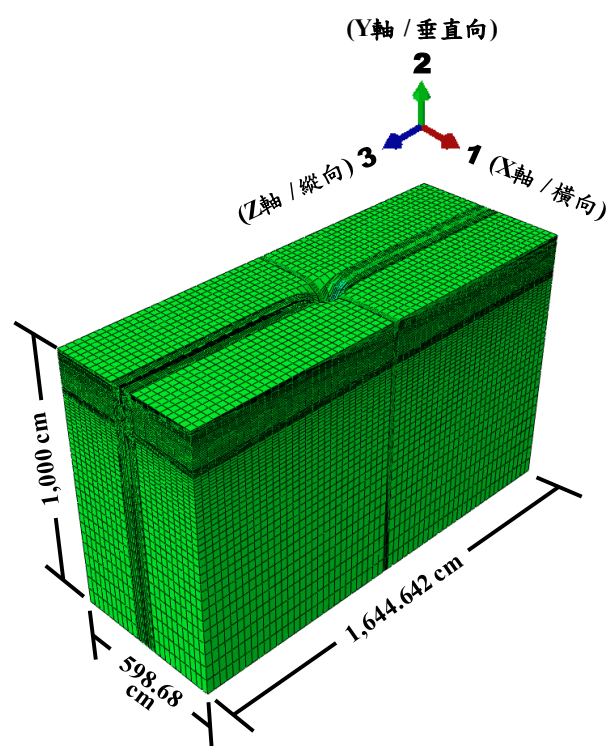


圖 1 ABAQUS 模型建置結果

模型邊界為全固定端，模型尺寸係根據應力影響最大的邊界作為模型尺寸，模型總寬度為 598.68 公分、總長度為 1,644.64 公分及總深度為 1,000 公分，道路幾何模型如圖 1，本模型尺寸係依據結構加載後之應變變形最大範圍進行設計，考量本研究主要探討載重區域之應變行為，故模型尺寸需足以避免因邊界過近而產生殘餘應力，進而干擾加載中心的應變分布趨勢，本研究之管挖深度與管徑尺寸，係依據台灣自來水股份有限公司「自來水管埋設施工說明書」[11、13]所列相關表格進行設定，旨在針對不同管徑提供建議之埋設深度作為參考依據。

本研究選取常見之 10 cm 與 15 cm 管徑作為分析對象，並統一設定其埋設深度為 100 cm，以進行後續模擬與比較分析。本研究道路結構模型分層部分，依據面層厚度、管線直徑及埋設深度等不同條件分為五種型態，各型態條件如表 1 所示。各型態之道路結構模型分為三層，由上而下分別為 AC 面層、CLSM 回填層及 Soil 路基土壤層，邊界之總寬度、總長度及總高度均一致相同。而第五種型態為未管挖之道路，本研究將其稱為「型態零」作為與上述四種管挖結構之比較基礎。

本研究依據不同材料及現場實務經驗設定相關材料參數整理如表 2 所示[22-27]，第一層面層之材料名稱為 AC，採用瀝青材料，具有行車舒適、施工容易、鋪築後開放通車時間短等優點，為道路工程中應用廣泛的路面結構材料，第二層回填層之材料名稱為 CLSM，採用控制性低強度回填材料(Controlled-Low-Strength-Materials，簡稱 CLSM)，具備自我充填的特性不需滾壓，適用於狹小或機具無法進入而需壓送機壓送的場所，如大型管線開挖後回填工程、狹窄壕溝回填、路面管溝回填等。廣泛用以替代優良級配的新興材料，以 28 天抗壓強度不超過 1200psi，為將來可以人工或機具開挖的超低強度水泥質材料。

埋設管線之材料名稱為 PIPE，採用延性鑄鐵管材料(Ductile Iron Pipe，簡稱 DIP)，目前廣泛

應用於自來水管線，依據自來水會刊，延性鑄鐵與普通鑄鐵主要差異在生產過程去除硫化物、並加入鎂、矽等合金元素，使其內部形成球狀石墨化之材料結構，因強度更高且更具延展性及韌性，大幅提高管線耐衝擊強度，適合用於自來水事業輸水管線，能適當的維持低漏水率、低損壞率及提供足夠水量及水壓、能確保水質、使水資源有效利用。

本研究載重採單軸單輪方式分析，載重大小是根據交通部公路局之動態地磅資料統計結果得出，經統計結果載重採 3000kg/輪，胎壓則參考常用輪胎之容許胎壓規格，經計算後加載面積計算約為 362.23cm^2 ，加載面積部份係根據 Huang[24]的等效面積預估公式，即面積 $A=0.5227L^2$ ，求得 L 後即可算出寬度為 0.6L、長為 0.8712L，依據轉換結果載重寬度採 15.8cm、長度為 22.9cm。載重位置及方向設定則分為四種情形，一為於管挖正上方平行管挖方向、其次為管挖正上方垂直管挖方向、三為管挖處 45°斜上方處平行管挖方向，第四種為管挖處 45°斜上方處垂直管挖方向。本研究模型元素形式為 C3D20R，由 950,736 個元素、1,617,416 個節點而組成，採用靜態三維有限元素進行結構分析，邊界條件設置均採全束制。

分析結果

面層探討

瀝青混凝土材料之面層在受載重軸力作用下，其應力與應變分佈會隨行車方向、載重位置與道路結構型態的不同而呈現顯著差異。本研究

表 1 各型態管道及路面設置比較表

型態	面層厚度(cm)	管線直徑(cm)	埋設深度(cm)
一	10	10	100
二	15	10	100
三	10	15	100
四	15	15	100

表 2 材料力學參數一覽表

材料名稱	彈性模數 (MPa)	柏松比
AC	3000	0.35
CLSM	8.3	0.25
PIPE	110	0.25
Soil	400	0.40

中採用的應力(S)與應變(E)座標系統如下：11 方向為橫向，即垂直於車行方向、平行於車輛輪軸方向；22 方向為垂直方向，對應於道路深度方向；33 方向為車行方向，即車輛行進之方向。當縱向行車時（簡稱 H），應力最大值出現在型態一之 S11，明顯高於其他型態，差距範圍約為 13% 至 135%。若載重位置改為加載於管溝外側邊（簡稱 H_near），同樣為型態一之 S11，其值相較於管溝正上方加載情形下降約 60%；與未埋設管線之道路結構（型態零，AC10）相比，差異亦可達約 67%。對應的應變最大值為型態一之 E11，其值相對其他型態高出約 14% 至 168%；當載重改為加載於管溝外側邊，其差距約為 64%；與型態零之 E11 相比，則差異約為 62%。

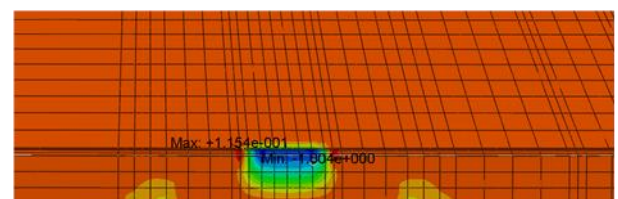
在橫向行車情形下（簡稱 V），最大應力出現在型態一之 S33，較其他型態高出約 17% 至 113%，其次為同型態之 S11，兩者相差僅約 1%，惟皆低於縱向行車之 S11 最大值，差異約為 6%。若載重加載於管溝外側邊（V_near），其 S33 相較於加載於正上方減少約 56%；與未埋設管線之型態零相比，則差異約為 57%。應變方面，最大值亦為型態一之 E33，較其他型態高出約 15% 至 97%，次高值為型態一之 E11，兩者差異僅約 1%，但均低於縱向行車之 E11 最大值，約為 12% 至 14% 之差距；當加載位置移至管溝邊緣，其 E33 數值下降約 64%，與型態零之 E33 相比則差異約為 44%。垂直向應力與應變方面（方向 22），當縱向行車（H）時，其最大應力出現在型態四之 S22，略低於橫向行車（V）下同型態之 S22，兩者間差距約為 9%。若載重位置移至管溝邊緣（H_near 或 V_near），則垂直向應力之變化幅度擴大，差異可達 81% 至 90%；與型態零相比，則約有 21% 至 24% 差異。應變方面，縱向行車下型態一之 S22 為最大，略低於橫向行車對應之值，兩者差距約 4%；當加載位置於管溝邊緣時，其變異幅度約為 80% 至 90%；與型態零比較則落於 9% 至 87% 區間。

就應力分佈而言，當面層厚度與既有路面相同（如型態一與型態三）時，最大應力集中於輪

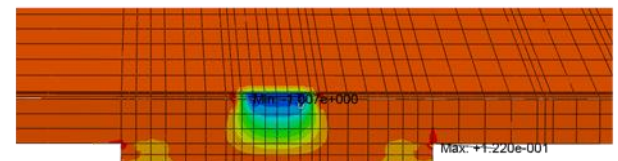
跡處（圖 2(a)）；而當面層厚度大於原路面（如型態二與型態四）時，應力高值轉移至厚度變化處與碎石級配層交界之角隅位置（圖 2(b)）。至於應變分佈，面層加厚時（如型態二與型態四）可觀察到其頂部之應變呈現不均勻分佈，見圖 3(a)與圖 3(b)。綜合分析結果可初步研判，當縱向行車施加於薄面層且搭配小管徑的道路結構（如型態一）時，最可能產生與行車方向一致的裂縫；反之，若為橫向行車且結構採面層加厚設計（如型態二與型態四），則因受力面積較大而導致垂直向應力集中現象更為明顯。就應力與應變集中位置而言，橫向與縱向之最大值普遍分佈於面層底部，而垂直向之最大值則集中於面層頂部及厚度變化角隅處，其對應位置與實務上裂縫發生處相符，驗證其破壞機理具一致性。

CLSM 分析

CLSM 之回填層受載重軸力後，橫向及縱向應力、應變部分，S11 應力最大值，大多集中在與管線的接觸位置（如圖 4(a) 所示），但當面層及管

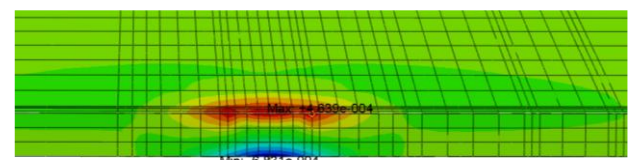


(a) 型態一

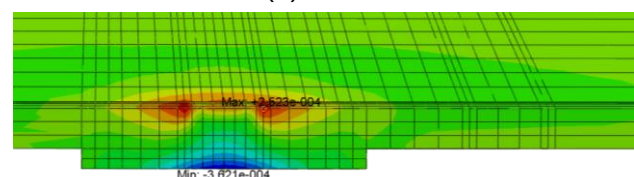


(b) 型態二

圖 2 面層 Y 軸應力圖



(a) 型態一



(b) 型態二

圖 3 面層 Y 軸應變圖

徑兩者同時加厚、加大(如型態四)，且行車方向為縱向時，應力最大值呈現在與面層接觸的位置(如圖 4(b)所示)；S11 應力最小值集中在回填層角隅處(如圖 4(a)及(b)所示)，不受行車方向的影響。S33 應力最大值，在管徑加大後，由回填層頂部轉移到與管線的接觸位置(如圖 5(a)及(b)所示)；S33 應力最小值則集中在回填層角隅處(如圖 5(a)及(b)所示)，不受面層厚度及管徑尺寸之影

響。E11 應變最大值，集中在回填層頂部載重軸力加載處(如圖 6(a)及(b)所示)；E11 應變最小值，集中在回填層兩側角隅處(如圖 6(a)及(b)所示)，面層加厚時應變值下降約 7%至 38%，但 E11 應變最小值位置由頂部向下移動。E33 應變最大值及最小值，皆集中在回填層頂部，當面層加厚、管徑尺寸加大時，能使得應變值下降約 6%至 81%。

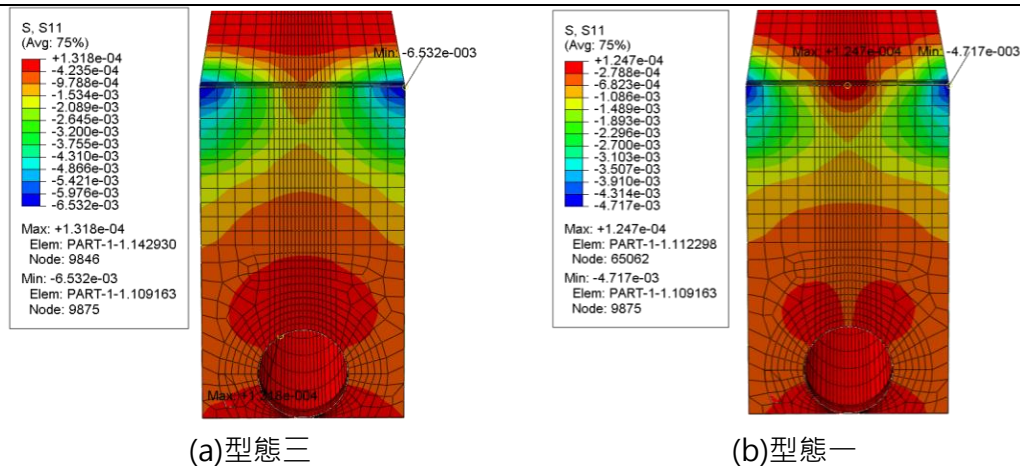


圖 4 回填層 X 軸應力圖

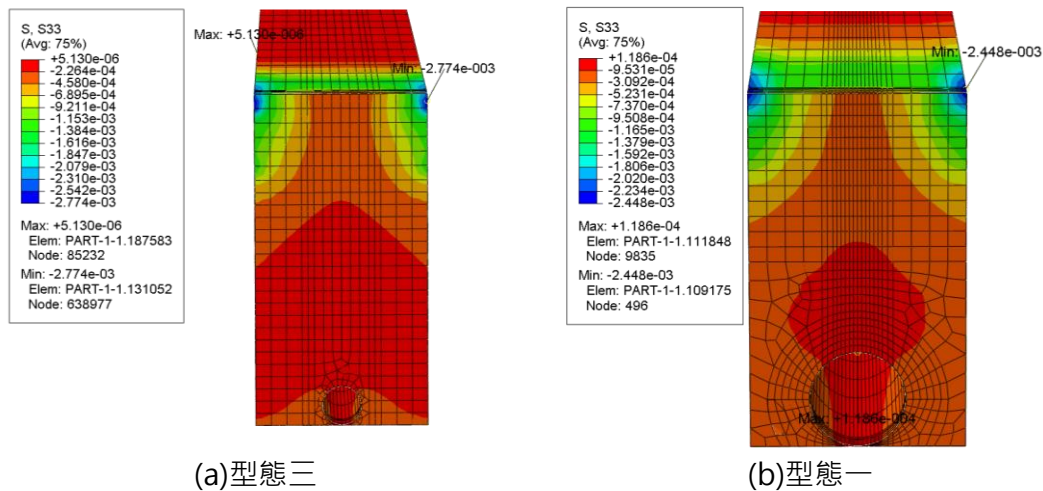


圖 5 回填層 Z 軸應力圖

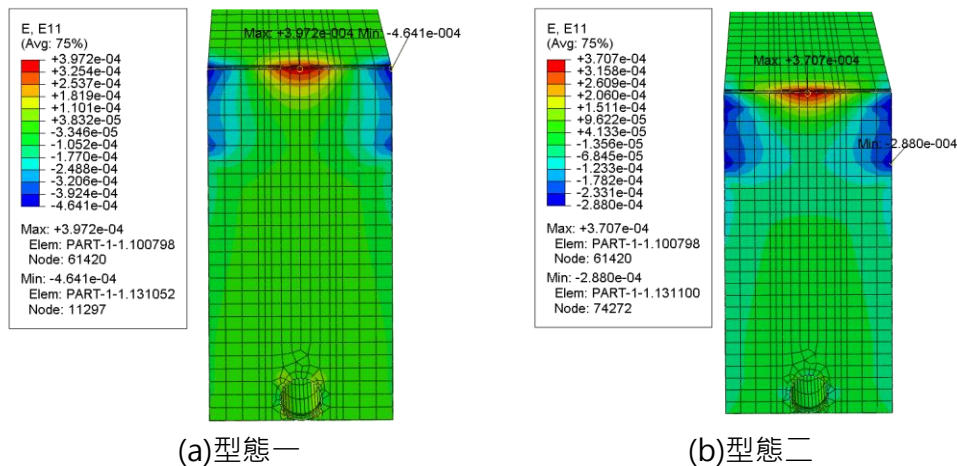


圖 6 回填層 X 軸應變圖

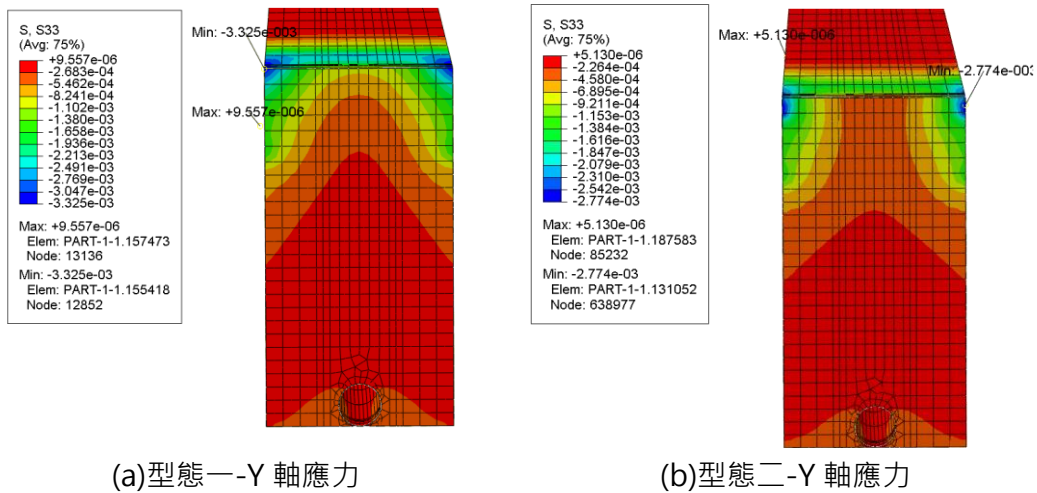


圖 7 回填層 Y 軸應力圖

垂直向應力、應變部分，四種型態應力最大值皆呈現在回填層頂部、應力最小值呈現在頂部兩側角隅處(如圖 7(a)及(b)所示)，且不受行車方向影響數值，僅在面層加厚時(如型態二或型態四)，應力最小值更集中於兩側角隅處。四種型態應力最小值，除了型態二，其餘三種型態皆集中分佈在回填層頂部中心處(如圖 8)，型態二之應變最小值，較均勻分佈在回填層頂部，同前述應力說明，應力數值不受行車方向影響。

當行車在薄面層、小管徑的道路結構模型時(如型態一)，S11 應力最大值在與管線接觸位置、S33 應力最大值在回填層頂部；當行車在面層厚度加深、管徑尺寸加大的道路結構模型時(如型態四)，兩者應力最大值則位置交換。初步研判，回填層應力分佈情況，頂部受面層破壞影響、底部受埋設管線破壞影響。

管線分析

DIP 材質之管線受載重軸力後，橫向及縱向應力、應變部分，當管徑為 10 公分時(如型態一及型態二)，S11 最大值及最小值皆集中在管線頂部；當管徑為 30 公分時(如型態三及型態四)，S11 應力最大值在管線底部、S11 應力最小值在管線頂部兩側。S11 的分布情形，受埋設管線的管徑尺寸影響(如圖 9(a)及(b)所示)，且管徑尺寸越大則承受的應力值越大，當載重軸力遠離時，則 S11 分佈位置不受任何的影響。當載重軸力施加於管溝正上方時，S33 應力最大值大多集中在管線頂部(如圖 10 所示)；當載重軸力施加於管溝

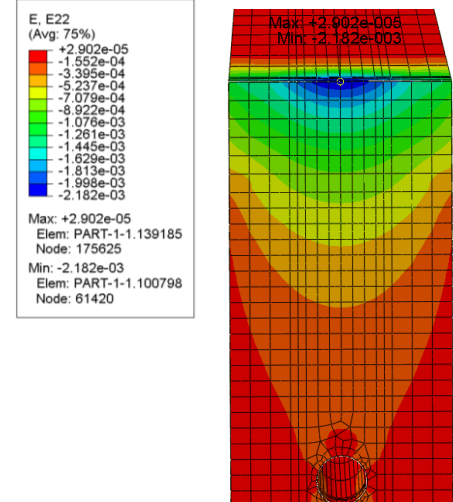


圖 8 型態一-回填層 Y 軸應變圖

外側邊時(簡稱 near)，S33 應力最大值則分佈在管線鄰近軸力的那一側(如圖 11 所示)。S11 應變最大值集中在管線側邊、應變最小值集中在管線頂部，S11 的分布位置，受管徑尺寸的影響。S33 應變最大值集中在管線頂部，當管徑尺寸加大時，所承受的應變最大值越大，面層的加厚能使得應變值降低約 74%。

垂直向應力、應變部分，S22 應力最大值集中在管線頂部及底部，S22 應力最小值集中在管線兩側。E22 應變最大值及最小值分佈情況，同前述的 S22 應力，分別集中在管線頂部及底部、管線兩側，E22 應變最大值在小管徑(如型態一及型態二)大於大管徑(如型態三及型態四)差異約 76%。管線的應力最大值位置大多為管線頂部及底部，初步研判管線為受擠壓而破壞，調整埋設管徑的尺寸，可使得應力最大值位置改變，面層的加厚則使得應變值降低。

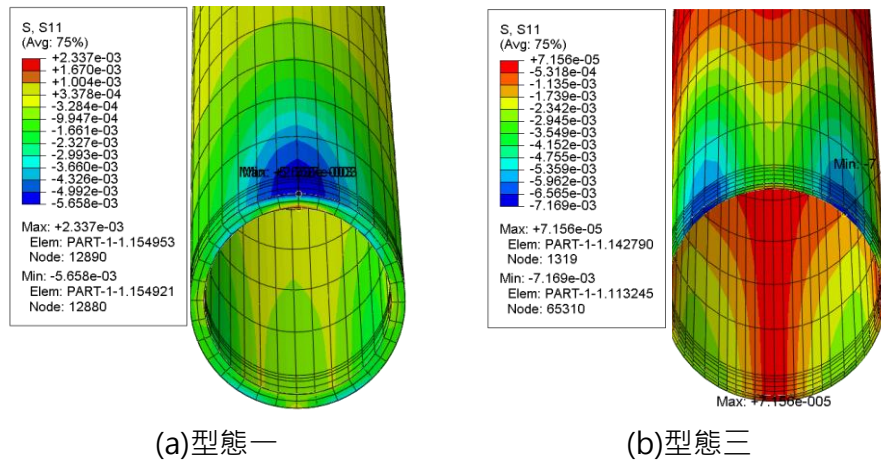
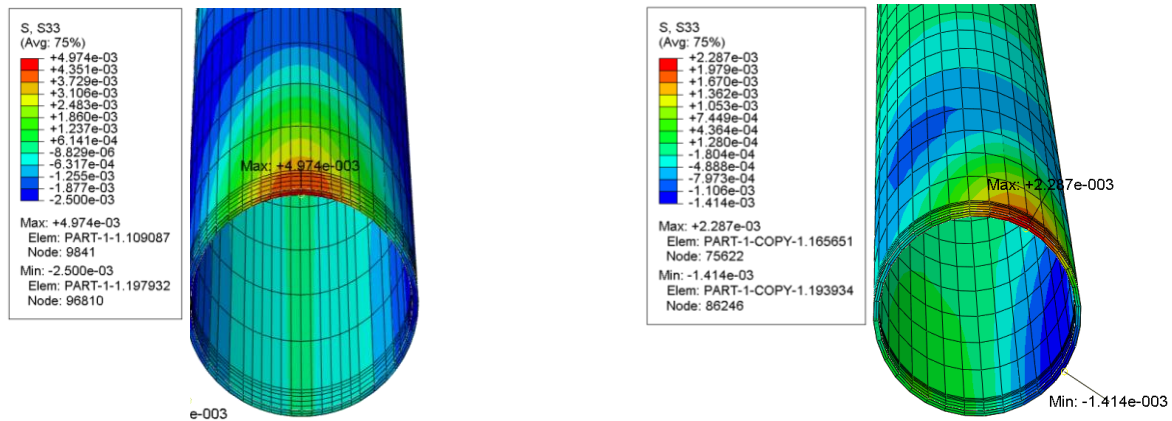


圖 9 管線 X 軸應力圖



結論

綜觀前述章節，分析軟體 ABAQUS 模擬的應力及應變數值呈現，發現挖掘道路並埋設管線後的道路結構，隨著面層厚度、埋設管徑的增加，能使得部分應力或應變值下降，有效防止路面裂縫的生成，但材料強度的不同，使得面層與碎石級配層交界處，有應力分布不均勻的情形，產生加深處及角隅處的邊界破壞，符合埋管後之道路易產生：(1)疲勞破壞 (2)車轍破壞 (3)管溝邊界的剪力破壞等常見的破壞型式。

本研究建置之型態一至型態四之道路結構模型，相較於型態零之道路結構模型，大部分應力及應變數值都來的較高，意味著道路埋管後更容易產生道路結構破壞，惟有型態二，為埋設管徑 10 公分管線、面層厚度加深為 15 公分之道路結構模型，應力及應變數值相比起型態零反而降低。雖在既有結構道路上埋設管線，但適時加厚面層來承載車輛載重軸力，反倒能提供一定強度抵抗裂縫破壞的產生，可供未來道路管挖工程在設計上作參考。

參考文獻

1. 行政院公共工程委員會，第十章 瀝青混凝土路面施工及檢驗基準。
2. 黃敏彥、林志棟、何旻哲(2017)，市區道路維生管線暫修復材料特性分析，中華道路第五十六卷第二期。
3. 交通部(2022)，公路法。
4. 內政部(2014)，市區道路條例。
5. 臺中市政府(2020)，臺中市道路管理自治條例。
6. 臺中市政府(2018)，臺中市道路挖掘安全維護作業規範。
7. 內政部國土管理署(2013)，下水道工程設計規範。
8. 王詠民、吳幸璋(2020)，耐震防脫接頭球狀石墨延性鑄鐵管(DIP)應用探討，自來水會刊，第 39 卷，第 2 期，第 154 頁。
9. 內政部國土管理署，法規公告之公共工程篇，網頁。<https://www.cpami.gov.tw/>
10. 中華電信股份有限公司(1995)，地下管道工程基本設計規範。
11. 台灣電力股份有限公司供電處(2017)，管路工程施工規範。
12. 台灣自來水股份有限公司(2023)，自來水管埋設施施工說明書。
13. 中華民國自來水協會(2003)，自來水工程設施標準解說-導送水設施。

14. 中華民國公用瓦斯事業協會(2025)·瓦斯管線施工說明書·網頁 <https://www.rocga.justthings.com.tw/set/Files/Announcement/>。
15. 中華民國公用瓦斯事業協會(2025)·網頁。<https://www.rocga.org.tw/announcementlist.aspx>。
16. 任怡賓(2014)·提升管線工程與路平施工整合機制之研究-以臺北市市區道路為例·國立中央大學。
17. 邱宇盛(2018)·道路挖掘與管線埋設管理之研究-以臺北市道路管線暨資訊中心為例·國立臺灣海洋大學。
18. 李勝雄(2004)·鋪面材料回彈行為於車轍與疲勞破壞之影響評估·國立中央大學。
19. 林志棟(2009)·道路零星修補及挖掘路面修復精進策略之研究·國立中央大學。
20. 徐瑞宏(2010)·道路管線埋設對鋪面強度衰減之影響研究·國立中央大學。
21. 黃奕銘(2023)·台中市管線統一挖補工程之案例分析與探討·國立中興大學。
22. Blanco, A., Pujadas, P., Cavalaro, S. H. P., & Aguado, A. (2014). Methodology for The Design of Controlled Low-Strength Materials, Application to The Backfill of Narrow Trenches. Construction and Building Materials, 72, 23-30.
23. Ismail, M. K. A., Mohamed, Z., & Razali, M. (2018, October). Contact Stiffness Parameters of Soil Particles Model for Discrete Element Modeling Using Static Packing Pressure Test. In AIP Conference Proceedings, Vol. 2020, No. 1. AIP Publishing.
24. Huang, Y. H. (2004). Pavement Analysis and Design. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall, Vol. 2, pp. 401-409.
25. 網頁。<https://smallcollation.blogspot.com/2014/02/youngs-modulus.html#gsc.tab=0>
26. 網頁。<https://blog.csdn.net/dxuehui/article/details/52497907>
27. 網頁。<https://reurl.cc/5K8Ydv>



▲ 增進林園地區聯繫交通方便與救災車輛進出順暢，高雄市政府工務局新建工程處完成林園廣應街拓寬工程(高雄市政府工務局新建工程處提供)

公共設施管線資料源頭管理及政府推動品質提升策略

趙啟宏/內政部國土管理署都市基礎工程組 副組長

謝忠穎/內政部國土管理署都市基礎工程組 科長

吳昇哲/內政部國土管理署都市基礎工程組 研究員

宋益明/政威資訊顧問有限公司 副總經理

摘要

市區道路地下管線錯綜複雜，挖掘工程影響民眾日常生活作息甚鉅，故公共設施管線資料之建置，其完整性及正確性，對整體國家道路工程之品質提升及災害的預防與整備有重大之輔助及參考決策價值。內政部國土管理署透過制定公共設施管線資料標準，推動公共設施管線資料庫之資訊化建置，逐年落實完備整體管線資料庫。至 113 年度止已完成全國約 1,900 萬筆公共設施管線資料，並推動全國路權機關（直轄市、縣市政府及公所）暨管線單位約 700 個單位以上，達 2,000 人，不同權責公私單位共同參與上線運作。未來將進一步提升整體管線資料庫之品質，透過推動管線圖資三級品管制度，管線圖資品質抽查(測)、稽核作業及國營事業考評實施計畫，以落實管線單位圖資源頭自主品質提升之目標，並建立公共設施管線資料庫之永續運行機制及整合決策應用。

前言

內政部國土管理署依據行政院中長程公共建設計畫，已陸續執行「國家地理資訊系統十年計畫（95-104）」、「落實智慧國土－內政圖資整合應用計畫（105-109）」及「邁向 3D 智慧國土－內政地理資訊 3D 化推動計畫（110-114）」等分項計畫之推動，透過補助各直轄市及縣（市）逐步執行人(手)孔定位調查、資料庫建置及其資訊管理系統之開發。至 113 年度止已陸續補助 21 個機關進行管線資料建置暨監審作業，建置完成全國約 1,900 萬筆公共設施管線資料。預定 114 年底可完成行政轄區內都市及非都市計畫區間聯結之縣（鄉、市及區）道公共設施管線資料建置工作，形成都市及非都市計畫區之同一品質管線資料庫，並使整體推動之系統管理作業亦能一體適用，以利未來延續性政策及資料品質提升之推動。政策方面透過訂定「公共設施管線資料標準」第一、二版之規範，促使各管線單位及路權機關執行圖資更新之成果具有一致性；同時推動新設及維護挖掘工程之管線圖資更新標準化作

業，透過 22 個直轄市及縣（市）政府配套之道路挖掘管理系統全面上線運作，達成全國路權機關（直轄市、縣市政府及公所）暨管線單位約 700 個以上單位，參與上線運作人數達 2,000 人，不同權責公私單位共同依一致之作業規範，達到資料即時更新維護之成效。另為利公共設施管線資料庫之永續運作，並進一步讓各直轄市及縣（市）政府能掌握管線單位提報資料之品質，以符合行政院公共設施管線以行政流程更新圖資及源頭管理之政策目標，內政部國土管理署持續推動管線圖資三級品管制度，督促管線單位圖資自主品質檢核、透過管線圖資品質抽查(測)、稽核作業及國營事業考評實施計畫，並以落實提升管線圖資品質，為後續整體推動之重點目標。

管線圖資更新三級品管政策推動

改制前內政部營建署(現為內政部國土管理署)於民國 99 年開始透過國家公共建設計畫補助各地方政府進行公共設施管線資料庫之建置，105 年及 109 年並依據國土資訊系統標準規範，完成

「公共設施管線資料標準」第一版訂定及第二版（如圖 1）的修訂作業，要求各地方政府依據資料標準訂定管線圖資更新作業之相關法令，以完備整體法規面之推動基礎，同步併行推動新設及維護管線工程之圖資更新作業，以避免原補助建置之資料庫經一段時間後因資料漏失及品質遞減效應影響原資料庫圖資品質。此制度為首開全國之先例，並完全遵循行政院以行政流程更新圖資之政策，亦避免各地方政府於一段時間後，又須重新調查及建置管線資料庫之巨額資源投入及經費排擠困擾。

109 年度完成第一階段目標全國 47 萬公頃都市計畫區 8m 以上道路公共設施管線資料庫之建置及資料完整性之補齊作業，截至 113 年度已完成全國約 1,900 萬筆公共設施管線資料。預定 114 年底可再完成第二階段目標行政轄區內都市及非都市計畫區間聯結之縣（鄉、市及區）道公共設施管線資料建置工作，形成都市及非都市計畫區之同一品質管線資料庫。

整體推動之參與單位超過 700 個，且上線運作人數達 2,000 人。全國 22 個直轄市及縣（市）政府之路權審核機關（含直轄市、縣市政府及公所）及管線單位（總公司及各區處分公司）均已透過配套之道路挖掘管理系統，依各地方自治條例及辦法全面上線流程化管理及執行，以確保其一致性。在完成管線基礎資料庫之調查及建置後，為瞭解各管線單位管線圖資更新標準作業之源頭管理成效及資料品質，內政部國土管理署再推動管線圖資更新三級品管制度，透過數值化統計結果，呈現各管線單位之落實情形，並找出問題進一步輔導及要求其品質改善，以落實管線挖掘

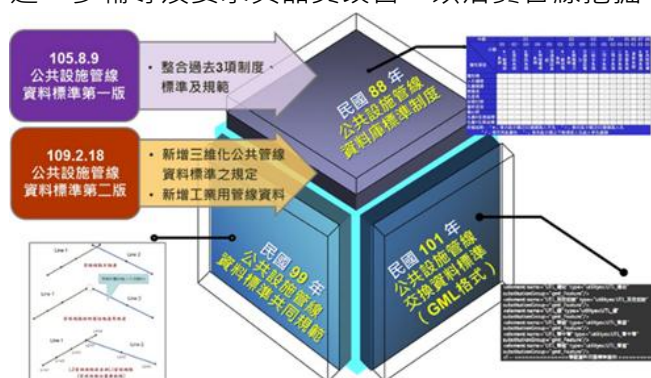


圖 1 公共設施管線資料標準第一版訂定及第二版修訂推動

工程生命週期內管線資料永續更新。其主要包含如下：

1. 配合政策推動及目標管控，訂定績效指標以利各地方政府掌握路權及管線單位之執行情形，包含申報完工、審核完工、應辦及已完成圖資更新比例之績效值等（如圖 2）。
2. 管線圖資更新三級品管制度：為落實圖資源頭品質管制，依地方自治及圖資更新三級品管制度，首先建立管線單位自主查核品管（一級）、接續由路權單位或委審單位審查（二級）及主管機關辦理品質抽查（測）、查核（三級）機制（如圖 3），以強化新設及維護管線工程之管線圖資品質，確保新建管線資料之可信度。
3. 易辨識之簡明分級：由於公共設施管線資料庫建置之來源資料及管制模式非單一型式，為避免各單位在使用上較難以直接研判其品質狀態，故內政部國土管理署於 111 年開始推動各地方政府之簡明分級作業，以利各單位於利用時可透過系統快速明瞭所查詢管線資料之等級，後續亦將進一步進行全國統一分級作業，使各單位之管線資料可以跨區域利用及參考（如圖 4）。
4. 國營事業考評納入管線指標：跨域協作為內政部國土管理署政策目標，國營事業之挖掘道路占各地方政府 90% 以上之挖掘施工，對民眾影響甚鉅，故內政部國土管理署整合道路及管線相關因子進行考評，促使各管線單位重視施工品質及資料標準作業，並利於各地方政府推動政策及管理之綜效。從 110 年辦理道路考評作業至今，已有實質成效，促使各管線單位積極配合地方政府之各項作業並提升其品質，亦達到源頭管理之政策目標（如圖 5）。

公共設施管線資料庫之政策推動跳脫以往業務各自發展的限制，為避免以往獨立資料發展時，常因計畫補助或目標變動時，容易陷入推動停滯及資源排擠的困窘中而中斷，造成第一線執行單位執行時之困擾。故政策推動係以積極融入既有施工作業規定的整合設計，併行各地方政府行政程序的配套改良，來推動管線資料庫的永續運行及發展，亦獲致各參與單位的共識及認同，並願意共同努力運作及執行。



圖 2 政策推動重點績效指標



圖 4 管線資料簡明分級利於參考應用



圖 3 管線圖資更新三級品管制度

工具、訓練及制度提升管線單位源頭自主品質管理

為達成政策推動之目標，並提升管線單位源頭自主品質管理的能力，內政部國土管理署透過歷年計畫推動，配合年度主軸政策目標，由系統工具、專業訓練及制度宣導等不同層面來輔助，使各單位能充份瞭解作業的重點及態樣，統一作業模式，強化管線單位源頭自主品質之能力，具體作為分述如下：

1. 資料標準 GML 檢核工具：為提升管線圖資更新資料之品質，內政部國土管理署依據函頒「公共設施管線資料標準」第二版之相關 GML 格式規定，開放網頁版檢核工具，提供各機關及管線單位能透過系統進行提交管線 GML 格式之檢核及測試，以確保所開發之轉檔程式與資料標準規定相符。另亦提供各地方政府之審查檢核程式參考，而地方政府之檢核可再強化其地域之空間位相及範圍值，進階檢核其空間及屬性資料，以輔助各管線單位自主檢核及降低路權單位審核案件之負荷（如圖 6）。
2. 資料標準及圖資更新標準作業宣導及說明：由於政策推動之對象及範圍擴及全國地方政府、路權單位及管線單位，參與人員眾多，如何能讓政策執行內容及設計之標準作業使各新舊參



圖 5 國營事業單位之道路及管線品質併行考評實施

與人員均能熟稔及複習，故內政部國土管理署配合資料標準函頒，於民國 106 年開始宣導及說明，共計辦理 52 場次，參與人數計 4000 人次。充份讓各參與人員明瞭其規定及作業內容以利執行（如圖 7）。

3. 圖資更新標準作業訓練：圖資更新標準作業之作業對象涵蓋管線單位委辦施工及測量廠商、內業圖資製作及品管人員、路權審核單位等不同負責成員，故內政部國土管理署辦理作業訓練示範，使各單位之訓練可以參考並再強化地方要求內容。內政部國土管理署於民國 110 年至 113 年度共計辦理 64 場次，課程包含全天之實測操作課程及半天之圖資上傳等，參與評核通過訓練人數計 1,400 人。標準作業訓練讓各單位同仁具有現場執行及品管作業之能力（如圖 8）。
4. 自主查核表律定品質內容：內政部國土管理署已製作圖資更新自主查核表之標準範本予各地方政府參採，其目的即為律定品質內容之必須含納項目內容，各地方政府參採後融入其挖掘管理系統內，以利各單位之標準作業及審核項目內容。自主查核表標準範本及電子化模組之系統畫面如附圖(1)及圖 9。
5. 抽查(測)作業納入品質管理系統：年度之管線

圖資抽查(測)作業為三級品管之查核作業，為瞭解年度新建資料品質之把關機制，近年並強化為以月為單位進行查核，以提早發現潛在問題單位並即時要求改善，故內政部國土管理署亦推動抽查測系統模組，使其方便與既有案件整合並抽選及追蹤改善情形，掌握整體資料庫之品質狀況(如圖10)。

透過上述標準作業制定、工具輔助及措施輔導，並藉由抽查(測)作業結果，針對管線圖資更

新品質不佳案件所涉及之路權單位及管線單位，採積極輔導或行政管制作為，並透過資料品質分析的制度化，提供具體數據描述資料品質，以維持管線資料庫品質一致性；促使路權及管線單位能配合法規及系統整合運作制度進行滾動式更新維運，提升管線圖資完整性及正確性，作為管線資料庫永續經營之基礎。近3年抽查測結果顯示各直轄市及縣(市)政府已逐年提升其合格比率(如圖11)。

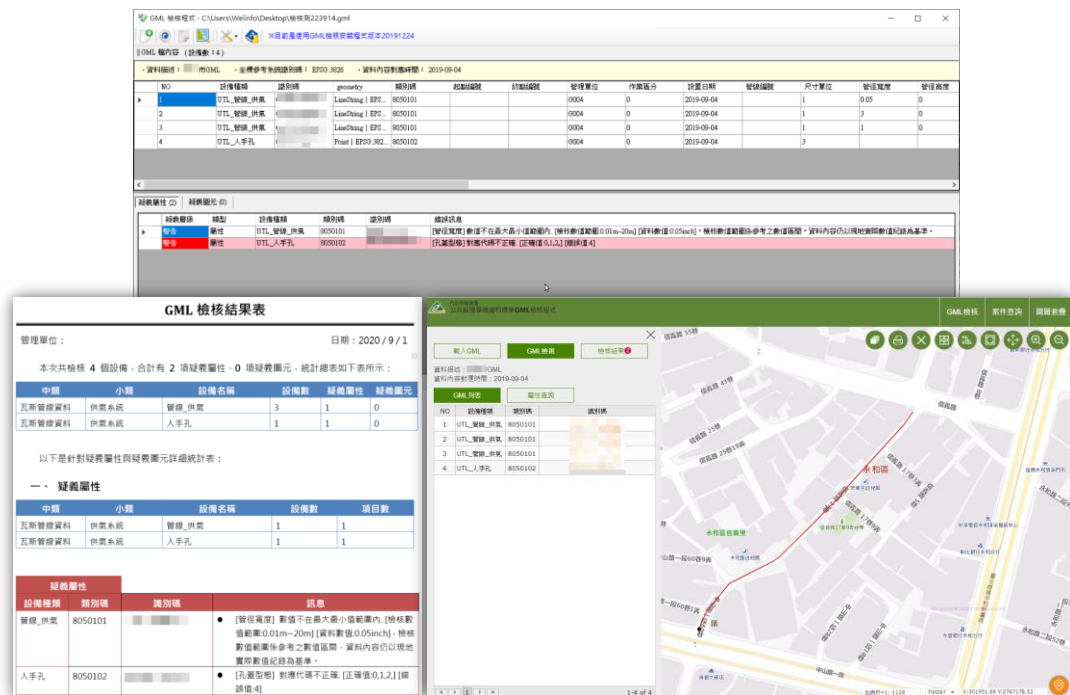


圖 6 管線資料簡明分級利於參考應用



圖 7 歷年資料標準及圖資更新標準作業說明

公共設施管線資料標準第2版落實推動說明會 (第3場)

主辦機關：內政部營建署、高雄市政府
 協辦單位：Veeinfe 政威資訊顧問有限公司
 地點：高雄市政府鳳山行政中心後棟1樓多媒體教室
 (830 高雄市鳳山區光復路二段132號)

議程表

時間	議題	主講人
13:00~13:30	準備及報到	
13:30~14:20	公共設施管線資料標準 (第2版)內容介紹	政威資訊顧問 宋副總經理益明
14:20~15:10	管線資料圖資建置及落實審核 程序作業推動介紹	
15:10~15:20	休息	
15:20~16:10	管線圖資更新作業及抽查測成果 改善策略分享	高雄市政府 張課長銘銘
16:10~16:30	綜合座談	內政部營建署 高雄市政府、臺南市政府 嘉義市政府、嘉義縣政府 屏東縣政府、澎湖縣政府
16:30	散會	

註：1. 講題內容由報課人員提供，網站下載。
 2. 請自備交通工具至會議地點。
 3. 請自備口罩參與全程會議。
 4. 請配合相關防疫措施。

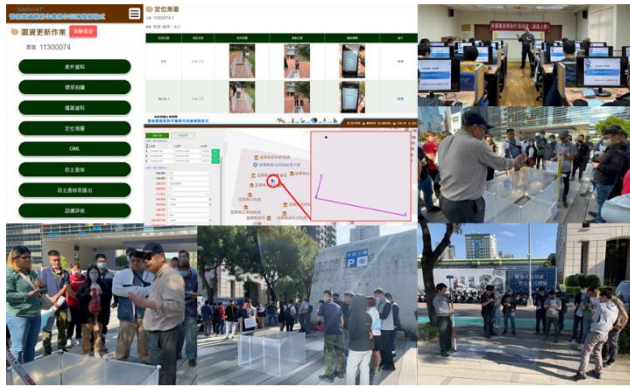


圖 8 圖資更新標準訓練現場實施照片



圖 9 自主查核表電子化模組系統 (高雄市)

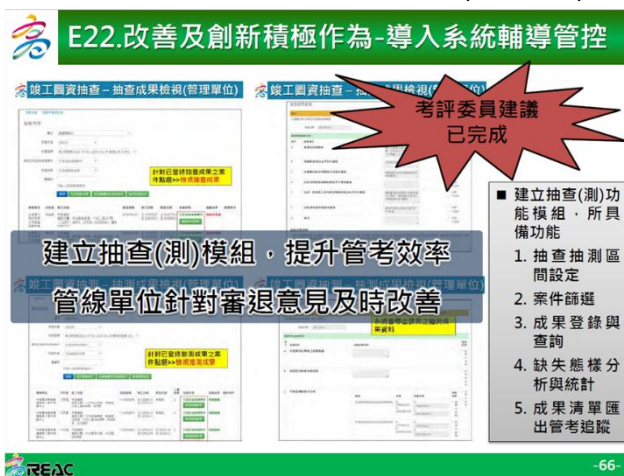


圖 10 抽查測系統模組輔助作業執行 (高雄市)

結論

公共設施管線資料庫自民國 99 年推動至今 15 年，已建立全國公共設施管線之基礎資料庫，並在法規面、行政面、系統面及執行面均有明確之配套機制以利正常運行，故在既有之基礎及成果上，未來推動之方向將朝向「管線資料品質及跨域整合應用」之面向推展：

1. 擴大公共設施管線資料庫之建置區：在全國

22 直轄市及縣市之都市計畫區道路及非都市計畫區域城際聯結公路之公共設施管線資料庫建置完成後，尚餘部分未納入都市計畫區內；但鄰近之鄉村區人口發展迅速，而該人口集中區域之管線資料尚未建置，仍需補建置完成。擬由各直轄市及縣市政府依其需求性及管理性，提報未測區之管線資料庫建置方案，經核定後執行，以擴大並完整建置該行政轄區之公共設施管線資料庫。

2. 持續提升公共設施管線之資料品質：透過政策 - 法規 - 標準 - 流程 - 系統 - 訓練之設計，除完成既有管線資料之調查、轉繪及完整性補齊作業，並透過三級品管及標準化作業管理新設及維護管線挖掘工程之圖資更新品質。下一階段之目標為引導建立源頭管線單位之責任意識，進階推動既有資料合理化及更新資料審核等自主管理精進作業，以內化作為提升資料品質，使其更具參考性以縮短施工協調期程並減少對民眾生活的影響。

3. 建立管線多來源圖資之品質管理：檢討公共設施管線資料可能之多種來源，依業務特性設計各個管制點來運作，簡化作業程序並強化權責單位各自之作業步驟，以全面提升管線圖資品質。

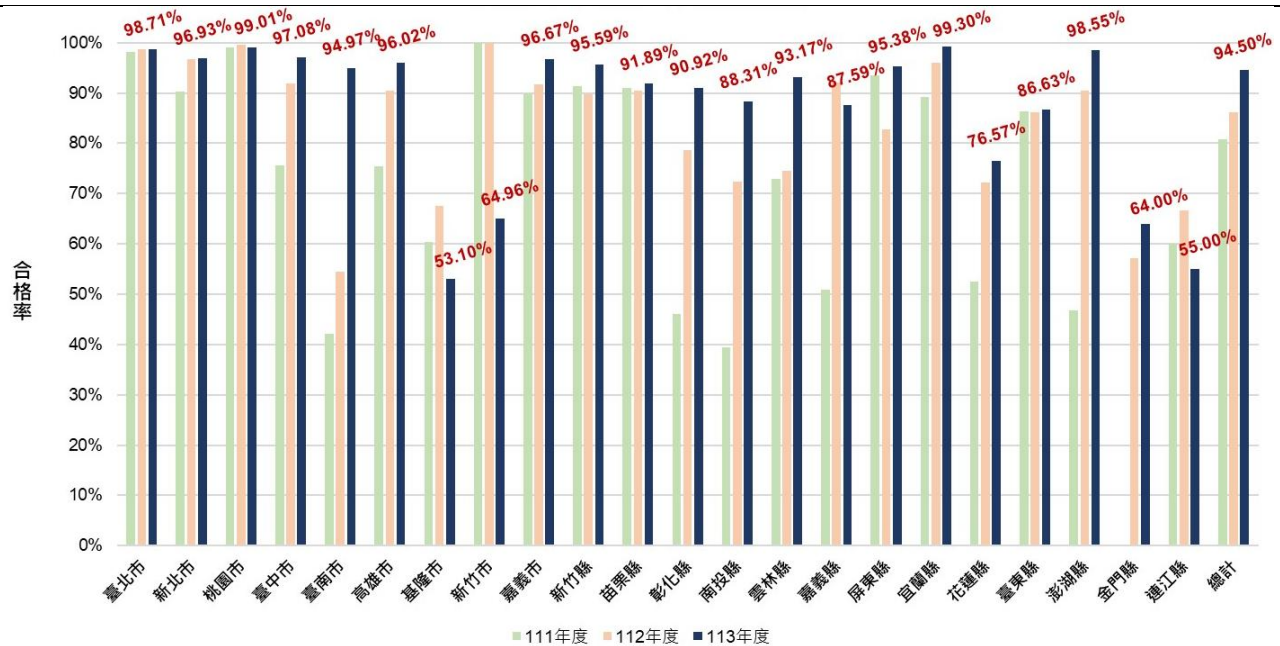
4. 數據分析及跨域整合應用：公共設施管線資料庫建置之目的主要在於預防並減少工程意外災害的發生，並於災害發生時能快速的掌握管線狀況以利救災。故基礎資料建立後之數據分析及跨域的整合應用可充份發揮其效益；包含如空間資訊的整合分析 (如建案施工、土壤液化、易淹水及地質敏感等)、不同業務 (警、政及消防救災等) 間之統計資料分析及空間時序分析、整合挖掘 (跨工程單位) 減挖推動等整合及決策應用。提供更具視覺化及全生命週期管理之管線資訊，擴大既有公共設施管線資料庫建置成果之成果效益。

內政部國土管理署透過政策、標準、補助、輔導、考評、獎勵及訓練等併行推動策略，期許與各直轄市及縣 (市) 政府、各管線事業單位等

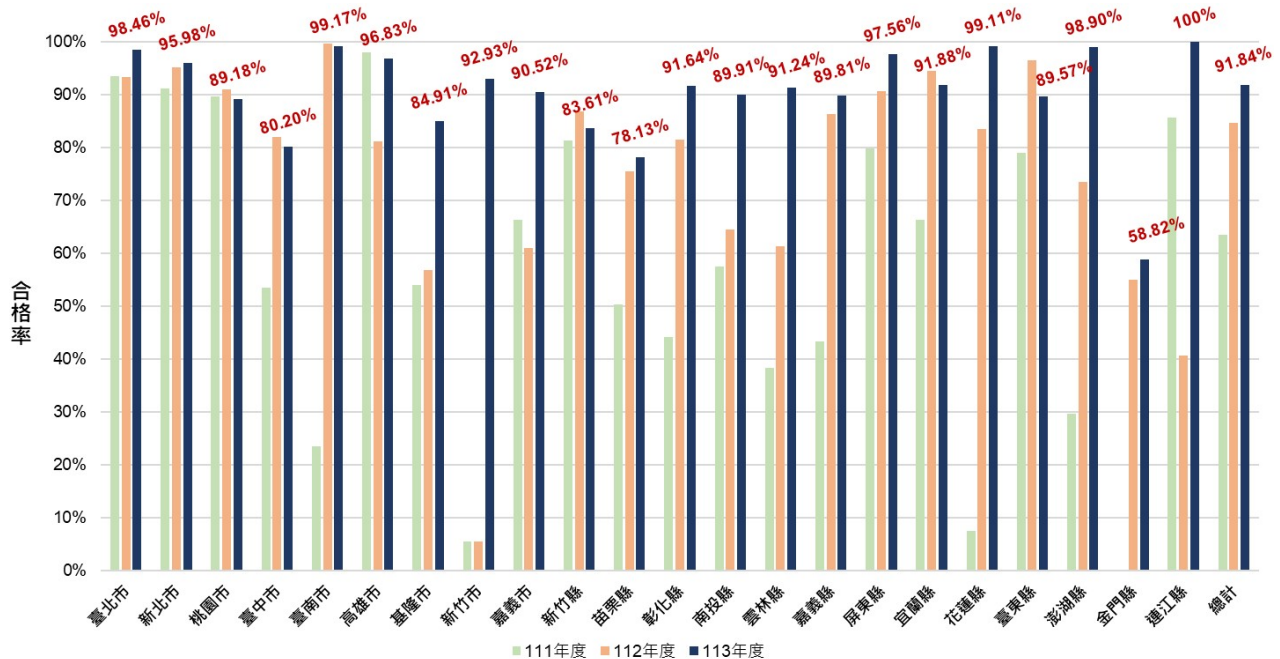
共同努力朝向公共設施管線資料制度化作業，以達成資料完整性、合理性及正確性之品質目標，常態化納入三級品管作業之永續運行設計，以提供予需求單位高可用性之管線資料庫，充份發揮其建置之整體應用效益。

參考文獻

1. 內政部營建署(2010)，公共設施管線資料庫系統建置案共通規格。
2. 內政部營建署(2016)，公共設施管線資料標準第一版。
3. 內政部營建署(2020)，公共設施管線資料標準第二版。
4. 內政部營建署(2023)，112 年度公共設施管線資料庫管理供應系統考評實施計畫。
5. 內政部營建署(2023)，112 年度國營事業管線挖掘市區道路施工回填復舊考評計畫。
6. 內政部國土管理署(2024)，112 年度公共設施管線資料庫考評作業及圖資更新認證作業機制委託專業服務案成果報告。
7. 內政部國土管理署(2024)，各直轄市及縣（市）政府管線圖資更新作業品質稽核作業，分析報告。
8. 內政部國土管理署(2024)，114 年度公共設施管線資料庫暨管理應用系統建置計畫，推動重點事項—提升管線圖資更新品質（案件抽查及抽測作業）。



(a)管線單位抽查合格比例



(b)管線單位抽測點數合格比例

圖 11 近 3 年各直轄市及縣（市）政府抽查測合格比率趨勢

OO 縣(市)政府新設及維護管線施工圖資更新作業
自主查核表（參考範例）

案號：施測日期：

基本資料	
1. 施測廠商： ☐ 自行施測 ☐ 外包施測（廠商名稱：） 施測人員姓名： ☐ 測量技師 ☐ 測量技術士（丙級以上）（證號：） （測量技師或測量技術士（丙級以上）證號擇一填寫）	
2. 施測儀器： ☐ 全站儀 ☐ 衛星定位儀 ☐ 潛盾施工定位儀器 ☐ 其它： （採用其它方式請填填 4）	
3. GNSS 儀器廠牌及型號： 是否連接內政部國土測繪中心提供之 e-GNSS 定位服務： ☐ 有 ☐ 無 如無連接時，請說明如何取得差分資訊及坐標修正方式： 說明：	
4. 採用其它施測方式及其精度驗證方式： 說明：	
5. 坐標參考點(於測區附近辦理為宜)檢測：（以使用 TWD97 坐標系統、TWVD2001 正高系統為原則） 點位編號：來源： ☐ 控制點 ☐ 自設點 ☐ 其它 原始 E 坐標：N 坐標：H 正高：m 檢測 E 坐標：N 坐標：H 正高：m 坐標差值ΔE：m ΔN： m ΔH： m 說明：每日作業之前檢測一次，各坐標分量差值不宜大於±0.100 m	
6. 施測點數： 孔蓋：點；設施物：點；管線：點	
查核項目	
7. 測量精度是否符合「OO 縣(市)政府 OO 管線圖資更新維護作業要點」之規定： ☐ 是 ☐ 否。 說明：孔蓋坐標誤差小於 20 公分、管線或設施物坐標誤差小於 30 公分、管線轉折點坐標誤差小於 50 公分。	
8. 屬性資料是否符合「OO 縣(市)政府 OO 管線圖資更新維護作業要點」之規定： ☐ 是 ☐ 否。 說明：如孔蓋高程、長寬、孔底高、管線埋深、長度等。	
9. 是否取得測量紀錄檔案或報表： ☐ 是 ☐ 否。 使用 GNSS 儀器時，是否拍攝施測成果坐標讀數之相片： ☐ 是 ☐ 否。	
10. 現場施工作業範圍、管線起點、轉折點及終點部份，是否有依序拍攝遠照、近照、埋深及假修復路面照片，管線埋設深度以箱尺量測，並以平視角度拍攝箱尺量測值： ☐ 是 ☐ 否。	
圖資更新查核項目	
11. 上傳圖資格式是否依照現行實施「公共設施管線資料標準」規範之 GML 交換檔案格式製作： ☐ 是 ☐ 否	
12. 施作之道路挖掘工程是否與核可之內容與要求一致： ☐ 是 ☐ 否	
13. 上傳圖資及照片內容是否與現地施工區位及現場實際施工內容相符，並對圖資正確性負完全責任： ☐ 是 ☐ 否	

1

施工與施測相片			
一、竣工平面圖	說明： 1. 內容須含孔蓋、管線布設位置及管徑大小。 2. 內容須含配合項次二、三、四、五所對應之照片(點位)編號。		
	編號： (起點)	編號： (轉折點 1)	
二、管線埋深	說明： 1. 施測照片須依序起點、轉折點、終點，檢附每一施測點及高程變化處理後深度照片。頁數若有不足，請自行新增。 2. 配合竣工平面標示之編號，於本項次標示對應之照片編號(屬上傳檔案之照片，檔案命名編號亦需相同)。 3. 箱尺擺放至少 2 根箱尺(分別平置地面與垂直放置於布設管線之管頂)。 4. 相片採平視角度(並能顯示置於管頂)拍攝，須能明確對讀箱尺平視刻度數值(公分刻度)。	編號： (轉折點 2) 轉折點不足，請自行新增。	編號： (終點)

2

施工與施測相片		
三、臨時修復後現況照片	編號： (起點)	編號：
	說明： 1. 修復照片轉折點需拍攝，無轉折修復路段每 50 公尺至少需拍攝 1 張，並需對應竣工平面圖上之編號。 2. 配合竣工平面圖標示之編號，於本項次標示對應之照片編號(屬上傳檔案之照片，檔案命名編號亦需相同)。 3. 頁數若有不足，請自行新增。	編號： (終點)
四、施工測量照片	編號： (起點)	編號： (轉折點 1)
	說明： 1. 施測照片依序為起點、轉折點、終點，檢附每一施測點之全站儀或 GNSS 施測相片。頁數若有不足，請自行新增。 2. 配合竣工平面圖標示之編號，於本項次標示對應之照片編號(屬上傳檔案之照片，檔案命名編號亦需相同)。 3. 測量中施測照片須含儀器、測量人員及現場背景。 編號： (轉折點 2) 轉折點不足，請自行新增。	編號： (終點)

3

施工與施測相片			
五、測量坐標讀數	編號： (起點)	編號： (轉折點 1)	
	說明： 1. 施測照片依序為起點、轉折點、終點，檢附每一施測點之全站儀或 GNSS 施測讀數(含坐標)相片，若使用 GNSS 儀器需另附坐標檢核資訊(如顯示固定解、接收筆數、RMS(或σ)值)相片。頁數若有不足，請自行新增。 2. 配合竣工平面圖標示之編號，於本項次標示對應之照片編號(屬上傳檔案之照片，檔案命名編號亦需相同)。	編號： (轉折點 2) 轉折點不足，請自行新增。	編號： (終點)
填表人員：(簽章)		填表單位名稱：(簽章)	
年 月 日		年 月 日	
上傳 GML 檔案人員：(簽章)		上傳 GML 檔案單位名稱：(簽章)	
年 月 日		年 月 日	
管線單位品質檢核人員：		☐ 經確認本表資料內容，與檢附資料內容及上傳 GML 檔案一致。 (簽章) 年 月 日	

4

附圖(1) 自主查核表標準範本

高雄市道路挖掘管理制度與國內公共工程施工品質管理制度：比較分析與管理效益評估

林國良／義守大學土木工程學系 教授

摘要

隨著都市高速發展，基礎設施建設與維護是維持都市正常運作之重要環節，如何有效管理建設與維護品質及減低施工的負面影響成為地方政府的重要課題。針對品質管理，高雄市道路挖掘管理制度與國內公共工程施工品質管理制度為不同主管機關管理依據，其視個別需求而設立的兩套工程管理制度，前者旨在協調高雄市區道路挖掘工程，減少對交通與市容的衝擊；後者則專注於提升全台公共工程的整體施工品質與安全。本文探討這兩套制度的相同與相異之處，分析它們在管理目標、管理範圍與管理技術應用上的差異，以及各自對都市發展和公共利益的貢獻。本文主要從法規面著手，強調高雄市道路挖掘管理制度與國內公共工程施工品質管理制度在主管機關監督強度上的差異，透過強度差異的比較，我們可以更深入了解主管機關如何在施工管理與公共利益間取得平衡，並為未來制度上的改進提供參考。

前言

在國內的都市發展過程中，基礎設施建設與維護扮演著重要角色。伴隨著都市規模的擴張，地下公共設施如給水、排水、電力、網路通訊、瓦斯等系統的鋪設與更新需求日益增多，這使得道路挖掘頻繁出現。高雄市是國內南部的重要工業城市，地底下除民生管線外，更有許多工業管線經過，複雜的地下管線維護衍生的道路挖掘工程帶來了交通擁塞、市容影響以及公共資源浪費等問題。為此，高雄市政府建立了道路挖掘管理制度，設立專責機構「高雄市道路挖掘管理中心」，期望有效協調各單位的挖掘活動，確保道路品質與城市運作的順暢[1]。

同時，國內整體的公共工程建設也面臨著品質提升的挑戰。自 20 世紀後期以來，隨著公共工程規模的不斷擴大，政府為了確保施工品質、安全及工程預算的有效運用，推動了國內公共工程施工品質管理制度。該制度涵蓋從工程設計到施工驗收的各個階段，目的是透過一套完整的品質管理流程，保障公共工程的高標準與長期效益[2]。

這兩套制度反映了國內在不同層面上對公共

工程的管理需求，一方面是地方層面的道路挖掘協調，另一方面是全國範圍內的公共建設品質管控。透過比較這兩者，我們可以理解不同管理制度如何因應基礎設施建設與維護過程中的多元挑戰，並探索其在都市發展中的作用。

兩套制度上均有保障公共利益、強調協調與監控及規範作業流程的機制。高雄市道路挖掘管理制度主要目的是為了避免道路反覆挖掘，維護道路品質，減少對交通和市民生活的干擾；而國內公共工程施工品質管理制度旨在確保公共工程施工的品質，避免偷工減料等問題，兩者都以保障公共利益為核心目標，透過制度化的管理來減少公共資源浪費、提升人民生活品質。高雄市道路挖掘管理制度強調不同管線單位與政府機關的共同合作，統一規劃挖掘作業，避免同一路段多次挖掘。並且有專門機構負責監督挖掘作業的申請、審核和執行。公共工程施工品質管理制度則建立了從設計、施工到驗收的全生命週期品管流程，透過嚴密的三級品管制度，確保工程的施工品質和安全。兩者都依賴於有效的監督與協調，以提升管理的透明度與效率。高雄市道路挖掘管理制度對挖掘作業的申請、審核、施工時間等進

行規範，確保挖掘工作有效進行，並減少對交通與鄰近居民的影響。公共工程施工品質管理制度要求公共工程依循一套品質管理流程，從材料選擇到施工程序都必須符合規範。兩者都依靠制度化的流程管理，以確保作業進行的規範性和一致性[3]。

三級品管制度

國內公共工程施工品質管理制度的推動，最早可以追溯到 1980 年代，當時國內經濟高速發展，基礎建設需求快速增加，政府投入大量資源進行道路、橋樑、軌道、水利等重大工程建設。然而，隨著工程數量增加，一些工程的品質問題逐漸浮現，包含工期延誤、結構安全不佳等。為了確保公共工程的施工品質，中央政府於 1990 年初始推行工程施工品質管理制度。2001 年，行政院成立公共工程委員會(PCC, Public Construction Commission)，負責公共工程的整體規劃、監督與管理，也頒布各項相關法令。自此，施工品質管理制度逐漸形成了一個完整的規範與執行架構。

根據「公共工程施工品質管理作業要點」[4]，規範了超過 150 萬工程金額的各項管理要點，負責一級品管的施工廠商必須遵循的包括提交品質計畫(第三條)、品管人員設置要求(第四條)、品管人員資格與工作重點(第五、六條)、專任工程人員督察責任與配合查核時到場說明(第七條)；負責二級品管的機關必須遵循的項目則包括指派人員或委託適當機構負責監造(第八條)、於監造招標時訂定監造要求(第九條)、工程監造單位應比照第五點規定，置受訓合格之現場人員並遵循監造工作要點(第十、十一條)、工程招標時編列品管及材料設備抽(檢)驗項目(第十二條)、督導工程施工情形，並留存紀錄備查(第十五條)。

有關各人員之工作重點，第六條說明了品管人員的工作重點，具體規範了品管人員為提升工程品質與落實品質管理制度，應依據工程契約、設計圖說、規範、相關技術法規及參考品質計畫製作綱要等，訂定具體可行之品質計畫，作為推

動及執行品質管理作業的依據。執行過程中，須定期進行內部品質稽核，包含檢查自主檢查表之各項目是否完整、檢查結果是否詳實記錄，確保各工項符合品質要求。此外，應運用品管統計方法進行分析，並就不符合項目提出矯正與預防措施，持續追蹤改善成效，以防止相同問題再次發生。品質相關文件與檢查紀錄亦需妥善管理，建立完整之文件化系統，便於日後查核與溯源。除上述作業外，亦應持續研議並推動其他有助於提升工程品質之措施，例如導入新工法、辦理教育訓練或經驗交流會議，以全面強化工程品質管理效能。

而第十一條則規範了監造單位及其所派駐現場人員工作重點。監造單位及其所派駐現場人員於工程執行過程中，肩負確保工程品質與履約管理之重要職責。首先，應訂定完善之監造計畫，作為各項監督與查證工作的依據，並全面掌握廠商之履約情形。施工廠商所提之施工計畫、品質計畫、預定進度、施工圖、施工日誌、器材樣品及其他送審資料，均須逐項審核，確保內容符合契約與設計規範，另亦須審查重要分包廠商及設備製造商之資格，以控管來源品質。為掌握關鍵施工品質，監造人員需訂定檢驗停留點，執行抽查施工作業與材料設備抽驗，並於抽查(驗)紀錄表中簽認結果；對於放樣、施工基準測量與其他測量成果，也需進行抽查核對。

當施工中發現缺失，監造單位應即時通知廠商限期改善，並復查確認其改善成果，以防缺失延誤或擴大。此外，施工期間之工地安全衛生、交通維持與環境保護等工作，亦屬監造督導之範疇。監造人員需審核履約進度與估驗計價資料，並協調與整合履約過程中之各界面作業，提出契約變更建議並配合辦理。對於機電設備之測試與試運轉程序，應嚴密監督，確保系統功能達成設計目標；竣工階段則須審查竣工圖表、結算明細與其他契約結算文件，協助辦理驗收作業，並處理履約過程中之爭議事件。最終，監造人員應依規定填報各項監造報表，並辦理其他與工程監造相關之必要事項，以確保工程整體品質、安全與

進度均符合預期目標。

為加強公共工程品質之管理，提升工程建設之品質、建立有效之品質管理系統，公共工程委員會也頒布「公共工程施工品質管理制度」[5]。明確說明三級品管的分工架構，分別為施工承商的品質管制、主辦機關的品質查證，以及工程會與主管機關的品質查核三個層級[6]。

第一級由施工承商負責執行品質管制，依據契約與設計圖說等要求，自行訂定品質計畫，執行材料驗收、自主檢查與工項品質控制等作業，對施工品質負最直接的責任。

第二級則由主辦機關負責品質查證(過去稱為品質保證)，透過監造單位監督施工過程、審查文件與抽查工項，建立制度化的品質管理與監督機制，以確保施工成果符合契約規範。

第三級則由公共工程委員會或目的事業主管機關進行品質查核，透過查核評比、專案稽核與現場複查等方式，針對主辦機關與施工單位之執行情形進行整體監督，並提出品質改善建議或制度調整方向。

此三級品管制度建構出自主管理、業主監督與中央查核相互連動的品質保證網絡，確保公共工程施工過程中的品質穩定性與透明度。三級品管的詳細內容如下：

一級品管-品質管制系統(施工承商)

為確保工程品質目標之達成，施工承商應建立完善的施工品質管制系統。在工程開工前，廠商須依據工程特性及契約規定，擬訂詳盡的施工計畫，繪製施工圖面，制定施工要領，並提出品質管理計畫。此外，應設立品質管制組織，訂定各項品質管理標準，包括材料、設備及施工的檢驗程序，自行檢查表，以及文件與紀錄之管理機制。此等作業有助於各級施工人員熟悉圖說內容與相關規範，確實執行品質管制作業，落實工程品質管理。

1. 成立品管組織

施工承商應設置專責的品質管制單位，指派具備適當專業能力之人員負責品質計畫之執行，並備妥各項品質管理表單，積極推動各項品質管

理作業，以確保施工品質符合相關規範與契約要求。

2. 訂定施工要領

施工承商應依工程特性與實際需求，於開工前針對模板、鋼筋、混凝土、鋼構、基礎、砌體、塗裝等各項作業，分別訂定施工要領。內容應涵蓋工程概要、品質要求、施工進度安排、材料與機具使用方式、施工步驟及安全措施等，俾使施工人員充分理解各作業項目之品質標準與施工方法，並確實掌握執行重點，以提昇整體施工品質與效率。

3. 訂定施工品質管理標準

施工承商應針對模板、鋼筋、鋼構、混凝土、基樁、連續壁、防水等各項工程作業，建立明確之品質管理標準。內容應詳列各施工階段需納入管控之項目與對應之品質標準，並說明檢查時機、方法與頻率，以及當檢查結果不符標準時之處置措施。上述標準與程序應作為品質管理執行之依據，確保工程各項作業均能符合相關規範與品質要求。

4. 訂定材料與設備及施工檢驗程序

施工承商應依契約規定，針對鋼材、五金、門窗等各類建材，以及混凝土等施工項目，擬定材料與設備及施工檢驗程序表。該程序表應明確規範各項檢驗之適用範圍、檢驗方法、所需設備、執行時機及檢驗紀錄方式，並由品管人員負責檢驗程序之實施，以確保所使用之材料與各項作業均符合品質標準與工程規範。

5. 訂定自主檢查表

施工承商應針對鋼筋綁紮、模板組裝、鋼構焊接、混凝土澆置及玻璃安裝等各項作業，訂製自主檢查表，明確標示各施工流程之重點環節與可能發生缺失之處。現場工程師或領工應依檢查表逐項查驗，確實執行自主檢查作業，藉此及早發現並修正施工中之錯誤或異常，避免品質缺失與作業遺漏。

6. 建立文件紀錄管理系統

施工承商應妥善保存與品質相關之各項文件，包括工程契約規範、施工圖說、材料與設備

檢驗紀錄、施工檢驗結果及自主檢查紀錄等，並建立制度化之文件管理系統，以確保資料完整性與可追溯性，作為日後評估品質管理成效與績效之依據。

二級品管-品質查證(主辦機關及監造單位)

為確保施工成果符合設計意圖及規範之品質目標，主辦機關或監造單位應建立完善之施工品質查證機制，組成監造團隊，擬定監造計畫，並執行施工過程中材料與設備之抽查(驗)作業。相關抽查(驗)結果應詳實紀錄，作為後續成效與缺失之檢討依據，並透過持續修正與改善作業，達成工程品質全面提升之目標[7]。

1. 建立監造組織

監造單位應依現有監造體系，設立監造組織並明確劃分各項工作職掌，以強化施工品質查證作業之執行效率，並確保監造工作之系統性與落實性。

2. 訂定監造計畫

監造單位應依工程特性擬定監造計畫，內容除應涵蓋施工計畫及品質計畫之審查程序外，並應依據工程性質與類別，訂定材料與設備之抽驗程序與標準，以及施工抽查之作業流程與準則。此監造計畫應作為品質查證作業之依據，確保各項施工作業符合品質要求與契約規範。

3. 查證材料及設備

監造單位應依材料與設備抽驗程序及相關標準，對施工承商所提供之出廠證明、檢驗文件及試驗報告等進行內容、規格及有效期限之審查，並配合現場實際進行比對與抽驗，以確認進場材料與設備符合契約規定。查證結果應據實填報於「材料 / 設備品質抽驗紀錄表」，如發現不符或缺失，應即時通知施工承商辦理改善，以維護工程品質。

4. 查證施工作業

監造單位應依施工抽查程序及標準，針對鋼筋綁紮、鋼構焊接、混凝土澆置等施工作業，依據施工抽查標準表之項目，透過目視檢查、量測等方式執行查證與簽認作業，以確認各項施工品質符合規定要求。查證結果應詳實填列於施工抽

查紀錄表，倘有缺失，應即時通知施工承商辦理改善，以確保工程品質。

5. 紀錄建檔保存

監造單位應妥善保存各類證明文件、試驗紀錄及施工抽查紀錄表，建立完整之紀錄建檔系統。此等文件除作為工程驗收之依據外，亦可供未來類似工程擬訂監造計畫時參考運用，以提升後續工程品質管理之效能。

三級品管-工程施工查核(工程主管機關)

為評估工程品質管理之執行成效，工程主管機關得實施施工查核作業，依據適當之查核基準，以客觀中立之方式評定施工品質優劣等級。查核結果除可作為主辦機關績效考評之依據外，亦可提供施工承商品管作業之改善方向，並作為遴選優良廠商之參考依據[8]。藉此促使主辦機關、監造單位與施工承商共同落實品質管理，進而提升整體工程品質水準。施工查核之作業方式重點說明如下：

1. 為強化公共工程品質管理，應採任務編組方式成立工程施工查核小組，擇定適當查核對象，並依據「工程施工查核作業參考基準」辦理查核作業。
2. 查核內容以主體工程品質為核心，並涵蓋工程進度、職業安全衛生及環境管理績效。查核人員應依據參考基準，採客觀方式對施工品質與進度進行評量。
3. 查核作業由查核人員自公共工程中選取具代表性之工程項目，以隨機抽樣方式選定查核點，透過目視檢查及簡易量測工具進行實地查核，並同步查閱品管紀錄資料，以評定工程品質水準及品管作業之嚴謹程度。
4. 根據施工查核結果，對相關主辦機關、監造單位及施工承商實施適當之獎懲措施，藉以督促各單位強化施工品質管理，落實品質管制作業，全面提升工程執行成效。

關於品管人員之資格條件，相關法令亦有明確規範。規定包括參加品質管理訓練班所需之最低學歷及工程實務經驗門檻，並明訂訓練班課程總時數為八十四小時，內容涵蓋品質管理相關知

識與實務操作。此外，品管人員每四年須完成至少三十六小時之回訓課程，並應依規定進行成績評核，以確保其專業能力持續符合品質管理要求。

另外依據「政府採購法」[9]第七十條第三、第四項規定了三級品管單位查核小組的設立：

第七十條第三項

中央及直轄市、縣(市)政府應成立工程施工查核小組，定期查核所屬(轄)機關工程品質及進度等事宜。

第七十條第四項

工程施工查核小組之組織準則，由主管機關擬訂，報請行政院核定後發布之。其作業辦法，由主管機關定之。

依據採購法第七十條第四項規定，公共工程委員會訂定了「工程施工查核小組作業辦法」[10]，辦法規定了查核項目、查核之件數比率、查核時機、查核成績之計算、查核缺失的處置等。

以上法規形成了國內公共工程的三級品管制度，如圖 1。

依據目前法規，這個三級品管制度僅規範 150 萬工程金額以上的施工承商，挖管工程若大於 150 萬也同樣適用上述三級品管制度。然多數道路挖掘工程因為工期短、範圍小，常常不會高於 150 萬，又三級品管僅適用公共工程，道路管線挖掘中的管線單位涵蓋需利用管道或管線之公

私機關(構)，不能全體視為公共工程，無法完全倚賴三級品管制度。於是各縣市政府另訂立挖掘管理法規來規範所轄之道路挖掘工程。

針對品管人員與監造人員的資格規範是三級品管制度的關鍵。法規要求品管人員需經過專業訓練及回訓，確保在品質管理工作中具備足夠的知識與技能。並且，監造人員被賦予了具體的責任，從施工計畫審核到驗收，涵蓋了施工過程中的各個環節，保障了施工過程的透明性與標準化。查核小組作為三級品管中的最後一道防線，負責對公共工程的進行查核和監督，透過不定期查核的方式，保障各級品管的執行效果。這樣的架構設計能夠確保從中央到地方各級政府機構對公共工程的全面控制，避免施工承商在過程中偷工減料或不依規定執行。

高雄市道路挖掘管理制度

隨著經濟發展，高雄都市化進程加速，市內道路挖掘活動日益頻繁，過去由於缺乏有效的協調機制，造成了不同單位重複挖掘同一區域的現象，導致路面多次破壞，降低了道路使用壽命，並增加了維修成本。高雄市政府為解決這些問題，逐步推動道路挖掘的集中管理，提出設立專門的道路挖掘管理機構，統一規劃與協調各項挖掘作業，以減少路面重複挖掘的情況，保障交通順暢和市容美觀。尤其在民國 104 年氣爆之後，加速了整個設置流程，高雄市道路挖掘管理中心在 106 年正式成立，也制定了相關法規制度做為管理的基礎。

依據「高雄市道路挖掘管理自治條例」[11]，第二章中規範了挖掘之申請及許可，明訂管線單位有道路挖掘之需要者，應填具申請書並檢附下列文件，經由管理系統向主管機關申請挖掘許可，並於取得許可證後，始得施工。第三章規範了挖掘之施工管理，強調道路挖掘時，管線單位應維護公共安全、交通秩序及環境清潔；並應遵守道路交通、職業安全衛生及環境保護等相關法令規定。

施工時，管線單位有以下責任：

1. 開工前，施工單位應完成安全標誌、設施及施

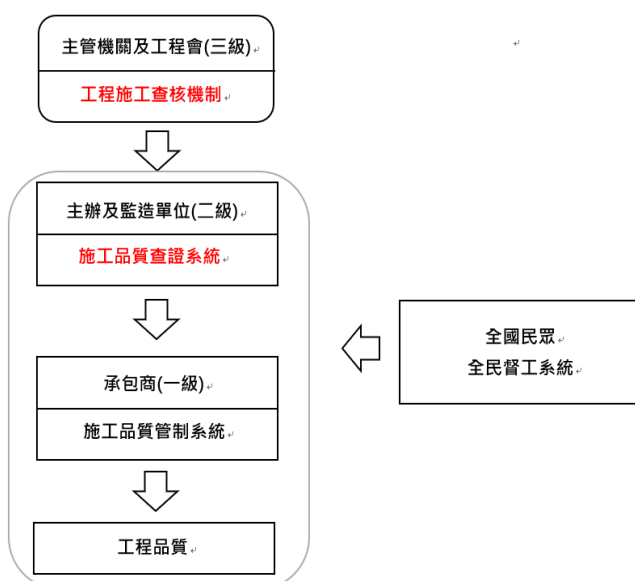


圖 1 公共工程三級品管制度

工告示牌之設置，並通知道路挖掘地點所屬里辦公處後，透過管理系統向主管機關申報開工事宜。

2. 挖掘作業須依核准內容進行，施工期間應即時監控與管理挖掘品質，並每日透過管理系統向主管機關回報施工進度與現況。
3. 如施工過程中遇有障礙物，致無法依原許可內容進行挖掘，應報請主管機關核准變更後始得施工。
4. 應配合主管機關進行現場抽查或抽驗作業，並落實施工品質與安全管制措施。
5. 因道路挖掘造成公共設施之損壞或覆蓋者，應即時修復或回復原狀，確保公共安全與設施功能。
6. 工程竣工後，應於規定期限內，透過管理系統上傳完整竣工資料，並向主管機關申請辦理工程結案手續。

第六章說明挖管中心之管理作業規定，明定各管線單位應依主管機關規定，派遣進駐人員進駐挖管中心，協同辦理相關作業，負責所屬管線施工之監控，並執行挖管中心指派之工作項目。

除「高雄市道路挖掘管理自治條例」外，為提升管線人員對道路挖掘相關法規之熟悉度，確保挖管作業依規進行並進而提升市區道路品質，挖管中心另訂定「高雄市政府工務局辦理挖管人員訓練認證管理作業要點」[12]，以作為訓練及管理依據。所稱挖管人員，係指管線單位之督導人員(包含進駐人員)及施工承商現場管理人員。挖管人員須參加並完成相關訓練課程，經考核合格後方可取得認證資格。訓練課程內容包括：

1. 初訓課程：總訓練時數為 17 小時，針對新任挖管人員進行基礎訓練。
2. 回訓訓練課程：回訓課程：每三年須參加一次，總時數為 8 小時，以強化實務知能並更新相關法規與作業規範。

此外，「高雄市政府工務局道路挖掘管理施工維護要點」第十七條亦進一步明定，管線單位於申報開工後，應履行相關責任事項，其中包括：

1. 指派所屬之督導人員進駐挖管中心監控室，負

責辦理所屬路證執行期間之聯繫協調、監控管理及監視畫面回傳等作業，以確保施工過程之即時監督與資訊掌握。

2. 指派管線單位之督導人員進駐工區現場，負責現場施工過程之督導與協調，確保施工作業依規進行。
3. 指派施工承攬廠商之現場管理人員執行自主品質管理作業，落實施工品質之自我查核與控管。

另依規定，工區現場須設置攝影機監控系統，實施全程即時影像監控，並將監視畫面回傳至挖管中心監控室。同時，應透過主管機關建置之行動應用程式(APP)辦理每日施工動態通報作業，內容包含開工、施工中、督導與收工等資訊。施工期間，主管機關得派員赴現場巡查，查核管線單位於工區內之施作是否符合路證許可內容及相關法令規定。

依據第三十條規定，管線單位督導人員與施工承商之現場管理人員，皆須依「高雄市政府工務局辦理挖管人員訓練認證管理作業要點」完成訓練並經主管機關審查合格，取得識別證後方得執行相關作業。其每日執行案件數亦有所限制：管線單位督導人員每日同時督導施工中路證案件不得超過三件，施工承商現場管理人員每日同時管理案件不得超過一件。

此外，「高雄市政府工務局道路挖掘管理施工維護要點」附表二亦明確規範，當挖管中心監控室督導人員或施工中巡查人員(包含管線單位督導人員與施工承商現場管理人員)未盡職責，致發生缺失時，應依規定予以扣點處理，已有明確的扣分項目與標準[13]。

對於挖管中心監控室人員而言，若未依規定留守監控室、未確認影像回傳完整、未如實填報報表、擅自使用監控設備執行非公務操作，或在事件應變上處理不當等，皆會受到扣點處分。扣點範圍從-1 至-3 點不等。例如，未報備擅離監控室經點名超過 10 分鐘者扣 1 點，未落實即時通報挖損事件則扣 3 點，若發現有冒用他人證件或違反其他管理規定，則依情節扣 1 至 3 點不等。

至於施工中巡查人員，包括管線單位與承攬廠商派駐現場之管理人員，若有擅離現場、未攜帶或證件不符、未即時上傳施工影像、未進行正確通報程序、未設置交維措施或工區安全不符規定，均會受到扣分處理。更嚴重者如擅自變更施工內容、未依規回填、或挖損管線後未即時通報，均直接扣 3 點。此外，若違反「高雄市政府工務局道路挖掘管理施工維護要點」或「高雄市政府道路挖掘管理自治條例」等法規，亦會依情節扣 1 至 3 點。

高雄市的道路挖掘管理制度明確要求管線單位在進行任何挖掘之前，需經由管理系統申請挖掘許可，並確保在施工過程中遵守相關安全、環境與交通法規。這種預先申請和事前審批的程序旨在防止隨意挖掘對市民生活和市容造成的干擾。

法規中對管線單位的責任做了詳細規定，從開工前設置安全設施與告示牌、施工過程中的動態通報，到竣工後的修復及結案申請，管線單位需要全面負責挖掘施工的每一個環節，並需配合主管機關的現場檢查和抽驗。這樣的多層管理能夠確保施工過程中的透明度和品質控制。

為了加強施工時的管控，高雄市挖管中心特別設立了監控室，要求管線單位派員進駐，以進行現場施工監控。中心不僅能夠實時監控施工過程，還可以通過攝影系統和專門的 APP 來記錄和管理每天的施工動態，確保每一個施工階段都在可控範圍內進行。這種實時監控的方式大大提高了施工過程的可視化與管理效率。

挖管人員的訓練和認證也是高雄市挖掘管理制度中的重要組成部分。所有負責施工的督導人員及現場管理人員均需接受專業訓練，並經過考核合格後才能擔任。這保證了現場管理人員具備足夠的知識與技能來執行挖掘施工管理與品質控制，並減少了因專業能力不足而造成的施工缺陷或事故風險。

制度還規定了管線單位督導人員的每日工作量限制，並要求現場設置攝影監控系統來實時監控施工進度。對於未盡責或不符合規範的行為，

會根據缺失的嚴重程度進行扣點處理，這確認了管理過程中的責任分擔，並強化了監控措施的落實。

兩制度間的比較分析

針對高雄市道路挖掘管理制度與國內公共工程施工品質管理制度，我們分析了兩制度的相同與相異之處，管理架構上的差異如表 1 所示。

我們也以三級品管中各層級的負責工作來對照高雄市挖管制度各個層級的作法。高雄市挖管制度對應中央所推動之「三級品管制度」，於執行上分別對應至施工承商、主辦機關及查核機關之層級工作內容。如表 2 所示，第一級品管即施工承商層級，負責建立現場品管制度並依據契約及圖說執行各項施工工序，與高雄市挖管制度中對施工承商要求提交施工與品質計畫、每日施工通報及現場即時影像監控相對應；第二級品管為主辦機關，包含建立監造組織、訂定監造計畫、查證材料設備、查證施工作業及紀錄建檔保存等事項，與高雄市工務局及挖管中心所執行之監督與查核工作相符，例如查核督導人員資格、進場稽查、施工紀錄查驗等；第三級品管則為公共工程委員會與主管機關，負責外部查核與監督，與高雄市政府於制度面所進行施工中巡查與監控室機制相呼應。透過本表之對照，可清楚看出高雄市挖管制度在執行層級上已具備符合三級品管要求之具體作法與責任分工。在三級的外部查核幾乎做到即時施工監控，比一般的品質查核在頻率上更加頻繁，但對於一、二級品管的品質文件系統的檢核則因缺乏法源依據而無法執行。

綜合上述的比較分析，我們得出兩制度相同之處有：

1. 均強調施工品質與安全性：兩個制度都非常重視施工的品質控制與公共安全，並要求設置合格的管理人員來確保工程進度與品質符合規定。
2. 人員訓練與資格要求：這兩套制度都對施工管理相關人員的資格提出了嚴格要求，要求人員通過專業訓練與考核來確保其具備施工和管理

能力。

3. 多層級管理模式：國內公共工程品質管理制度的三級品管制度與高雄市道路挖掘管理的多層次監控(挖管中心與現場管理)有類似之處，都是透過分級負責的方式來確保工程品質。

另外兩制度相異之處則有：

1. 適用範圍：國內公共工程品質管理制度主要針對的是超過 150 萬元的公共工程，而高雄市道路挖掘管理制度則針對的是小型、短期的道路挖掘工程，這些工程多數不超過 150 萬，因此不完全適用於公共工程的三級品管制度。

2. 管理模式：高雄市挖管制度側重於實時監控與現場管理，通過攝影系統和每日的施工動態通報來管理施工進度；而國內公共工程制度則更多依賴書面報告與定期查核的方式來監控工程進展。

3. 監督機構的設置：國內公共工程的三級品管制度依賴的是施工承商、監造單位與查核小組的分級管理，而高雄市則設立了專門的挖管中心，這使得其挖掘工程的監控更具集中性和針對性。

針對品質管理的效果，我們也從施工透明

表 1 高雄市道路挖掘管理制度與國內公共工程品質管理系統架構比較

項目	高雄市道路挖掘管理制度	公共工程品質管理系統
管理系統	法規僅規範管線單位與管挖中心；施工承商、管線單位自訂品質管理系統	三級品管系統涵蓋施工承商、主辦/監造單位、查核小組之規定
申請與許可	依系統申請挖掘路證許可	不涉及許可
施工管理	法令要求即時監控與通報。施工承商、管線單位自訂現場施工管理準則	系統規範一級品管管制、二級品管查證要求
品質監督機制	挖管中心與即時監控	逐層品管機制
人員資格要求	挖管人員訓練認證	品管人員與監造人員資格要求
獎懲	優良廠商與人員頒予金掘獎、銀掘獎、銅掘獎。違規者記點與裁處罰金。	優良案件頒予金質獎、金質獎得主押標金減半；查核品質缺失扣點、懲罰性違約金，查核成績丙等對所屬人員依法令為懲戒、懲處或移送。

表 2 三級品管對照高雄市挖掘管理施行方式

等級	三級品管法規內容規定	高雄市挖掘管理施行方式
三級	1. 辦理公共工程施工查核，參照工程施工查核作業參考基準實施查核。 2. 查核品質為主，並包含進度、安全衛生及環境之管理。 3. 以隨機抽樣方式選取檢查點，以目視檢查或簡易工具量測方式進行，並查核品管紀錄資料。 4. 予以適當獎懲。	1. 挖管中心於施工時確認監控室人員進駐並派員進行施工中巡查；工程竣工後派員進行完工後複查。 2. 查核重點以人員是否到位或行政配合作業為主，也重視重點品管、安全維護與環境管理。 3. 施工中巡查隨機選取檢查點，主要以目視為主；完工複查以三米尺規等工具輔助檢查。 4. 進行缺失紀錄，進行裁罰；每年辦理金掘獎評選獎勵優秀機關、廠商與人員。
二級	1. 建立監造組織 2. 訂定監造計畫 3. 查證材料及設備 4. 查證施工作業 5. 紀錄建檔保存	1. 管線單位一人進駐監控室，至少一人現場督導。 2. 管線單位自行訂定。 3. 管線單位自行查證。 4. 管線單位自行查證。 5. 管線單位自行建檔保存；竣工通報上傳相片與品管報表。
一級	1. 建立品管組織 2. 訂定施工要領 3. 訂定施工品質管理標準 4. 訂定材料與設備及施工檢驗程序 5. 訂定自主檢查表 6. 建立文件紀錄管理系統	1. 至少一人現場管理 2. 廠商自行訂定施工要領 3. 廠商自行訂定施工品質管理標準 4. 廠商自行訂定材料與設備及施工檢驗程序 5. 廠商自行訂定自主檢查表 6. 廠商自行建立文件紀錄管理系統

度、施工安全性、長期維護效果、資料透明性與管理彈性等方面評估了現行兩制度的效益成果差異(如表 3)，詳細說明如下：

1. 施工透明度：

高雄市道路挖掘管理制度：得分 4，這表示該制度在資訊公開與施工過程的透明度上具有相當的成效，但因無法更深入檢核施工承商與管線單位的品管文件系統，故仍有進步空間。

國內公共工程品質管理系統：得分 5，表明該系統在施工透明度方面達到了較高水平，施工資訊細節和進度資訊更加公開、透明。

2. 施工安全性

高雄市道路挖掘管理制度：得分 3，反映出該制度在保障施工安全方面雖然有相當規範，但因為施工安全由施工承商與管線單位自行負責，主管機關缺乏對一、二級安全管理落實程度的查核，執行上相對顯得薄弱，可能需要進一步加強施工安全管理查核的相關措施。

國內公共工程品質管理系統：得分 5，表現出卓越的施工安全管理機制，能夠有效預防施工事故，保障工人和公眾的安全。

3. 長期品質維護效果：

高雄市道路挖掘管理制度：得分 3，這表明該制度在確保道路品質的長期使用壽命和維護效果方面的成效有限，主要原因是因為一二級道路挖掘施工品質管理由施工承商與管線單位自行負責，且主管機關缺乏對一、二級品管落實程度的深入查核，在深入查核施工承商與管線單位品質系統文件的法源仍然缺乏的環境下，長期品質維護效果仍需要進一步優化相關機制。

國內公共工程品質管理系統：得分 4，顯示出該系統因為法源完整且實施多年，經過多年的改進，在工程的長期維護和持久性上已具優勢，但仍有進一步提升的空間。

4. 資料透明性：

高雄市道路挖掘管理制度：得分 5，說明該制度在資料的公開、透明方面做得相當好，相關施工數據和文件可以較容易地被查詢和獲取。

國內公共工程品質管理系統：得分 4，資料

透明性較高，但在某些細節上可能不如高雄市道路挖掘管理制度來得徹底。

5. 管理彈性：

高雄市道路挖掘管理制度：得分 5，因為即時監控的介入，制度表現出在處理施工問題和調整施工計畫上的高度靈活性和迅速反應能力。

國內公共工程品質管理系統：得分 3，雖然系統化的流程確保了品質，但在面對突發問題和迅速調整施工計畫的回應性可能較為緩慢。

表 3 品質管理效益比較

品質監控效果	高雄市道路挖掘管理制度	公共工程品質管理系統
施工透明度	4	5
施工安全性	3	5
長期維護效果	3	4
資料透明性	5	4
回應性	5	3

第三方查核建議

國內公共工程委員會的「工程施工查核作業參考基準」中對於第三方查核訂定了完善的參考基準，其中第貳部分是有關道路及排水工程，做了完整的查核項目、查核細項、綱要基準、細部基準的規定，本文針對對於路基工程、施工品質與進度、施工安全與環境、回填與路面修復、竣工驗收與文件提交等項目與高雄市道路挖掘管理制度的做法做了比較。在比較國內公共工程的三級品管制度與高雄市道路挖掘管理制度後，可以發現高雄市的制度在以下方面規範的較為簡化，尤其是在以下方面：

1. 第三方查核機制

國內公共工程的三級品管強調有一個獨立的第三方查核機關，這是由政府查核小組來進行，旨在監督工程的進度、品質以及合同履行情況。這種第三方查核增加了工程品質的獨立監控，並確保施工方與監造方均能善盡責任。高雄市道路挖掘管理制度則沒有明確提到類似於這樣的第三方查核小組或機構。雖然有規定施工方應遵守現場監控要求，並接受抽查，但由政府或其他機關來進行獨立查核的制度並尚未健全。

2. 完整品管層次與流程的不足

國內的三級品管制度包括三個層次(施工承商的一級品管、監造單位的二級品管、政府查核機構的三級品管)，每一層級都有其專門的責任與稽核機制，確保工程的每一個階段都經過多層次的品質檢查。

高雄市道路挖掘管理制度的品質管控主要由施工承商與監造單位(如管線單位督導人員)負責，並未有類似的多層次品管流程。尤其是三級品管中的政府查核機構，並未像公共工程那樣具體設立，這使得挖掘工程缺乏更高層次的獨立監管。

3. 監造與施工現場人員配備的監督內容要求較弱

國內的公共工程制度對於監造單位和施工單位在施工現場的配置提出了詳細的規定，如監造人員的資格、施工現場管理人員的數量限制、每日監管的案件數量等。這些規定確保了現場管理的透明度與工作量分配的合理性。

高雄市道路挖掘管理制度則相對簡化，可能導致部分挖掘工程在監控上有所不足。

4. 品管人員的資格培訓與持續進修不夠完善

國內公共工程品質管理制度對於品管人員有嚴格的資格要求，不僅有強制的專業訓練班，還有定期回訓制度，確保管理人員的專業知識與技能能夠跟上最新技術與法規。

高雄市道路挖掘管理制度也有規定挖管人員的培訓與認證，但訓練課程總時數較少，且回訓周期為三年，與公共工程制度的每四年三十六小時回訓相比，對品管人員持續進修的要求稍顯不足。

5. 專項的施工品質統計分析與改進機制較弱

在國內的三級品管制度中，施工承商被要求執行內部的品質稽核，進行品質統計分析，並針對發現的問題提出矯正與預防措施，這是一個持續改進的動態管理機制。

高雄市道路挖掘管理制度雖要求監控施工品質，但並沒有強調具體的品質統計分析及改進措施，這使得品質管理在一定程度上更依賴於即時的施工監控，而非一個系統性的評估與改善流程。

程。

如果要進一步改善目前高雄的挖掘管理制度，可以嘗試建立一套適合高雄市道路挖掘管理的第三方查核基準，這必須綜合考量道路挖掘的特性、施工環境、管理需求，本文參考了國內公共工程委員會的「工程施工查核作業參考基準」，做出了初步建議。這樣的查核基準建議涵蓋挖掘前的準備、施工期間的品質與安全管理、竣工驗收等各階段，並針對施工過程中的關鍵要素進行系統化的評估。以下是根據公共工程委員會的查核基準調整後，建議適用於高雄市道路挖掘管理的第三方查核基準：

1. 挖掘前準備階段查核

申請文件審查：確認申請單位提交的挖掘許可申請書及相關文件是否齊全，包括施工計畫書、交通維持計畫、環境保護計畫等。

安全設施準備：查核施工地點是否已設置適當的安全標誌、施工告示牌等，並確認施工現場符合職業安全衛生規範。

通報程序檢查：確保施工單位在開工前已通報當地里辦公處並向主管機關申報開工。

2. 挖掘與施工品質查核

a. 路基工程

清除整修及地盤處理：檢查施工單位是否清除雜物、整修路面、進行必要的土壤處理。確認是否移除不適當的材料並進行基礎土壤的物理改良。

填方與挖方作業：查核路基填築和壓實是否按照規範進行，確保路基穩定性。確認地下排水設施和開挖區的排水系統是否安裝到位，避免積水影響施工進度及品質。

b. 路面工程

基層與底層施工：檢查基層與底層的材料選用是否符合標準，施工過程是否正確，如基層材料的鋪設、壓實和厚度等。

路面鋪設：對於柔性路面，確認瀝青層的鋪設是否均勻，接縫處理是否良好。對於剛性路面，檢查鋼筋與混凝土施工是否按照圖紙和規範執行，鋸縫與填縫是否到位。

3. 排水與交通設施查核

a. 排水工程

管涵與排水系統：查核排水溝、涵管等地下排水設施的安裝情況，是否符合設計要求，並檢查施工回填是否符合規範。

路面排水：確認路面排水設施(如路邊排水溝、洩水井等)的設置是否有效，能否迅速排除積水，避免影響道路的使用與安全。

b. 交通設施

路面標記與標線：查核路面標記與標線的施作是否準確，標線材料與施工過程是否符合規範，確保標線清晰、耐用。

標誌與號誌設置：檢查施工期間標誌與號誌設置是否清楚，能否有效維持施工期間的交通秩序，避免交通事故發生。

4. 安全管理與環境保護查核

施工安全管理：查核施工單位是否制定並落實安全衛生計畫，檢查工地內的防護措施、機具設備安全檢查、緊急照明設置等是否符合規範。確認工人是否配戴適當的個人防護裝備，工地是否有安全警示標誌。

環境保護與衛生管理：查核施工現場的環境衛生是否達標，是否有進行廢棄物的妥善處理，施工現場是否保持整潔。確保施工期間的噪音、揚塵等環境污染措施是否到位，避免對周邊環境產生過多負面影響。

5. 竣工與後期查核

竣工文件檢查：查核竣工文件的齊備性，確認施工單位是否依規定上傳所有竣工相關文件，包括竣工圖、施工日誌等。

道路恢復與維護：查核道路挖掘後的路面恢復是否符合原始標準，確保道路的平整性與使用安全。確認是否已對施工中破壞的公共設施進行修復，並在完工後進行適當的維護。

6. 管理績效與數據回饋

施工紀錄查核：檢查施工進度、每日施工動態的記錄是否詳實，並確認這些資料已經及時回傳給主管機關和第三方查核單位。

績效評估與改進：針對施工期間出現的問題，

進行分析並提出矯正措施。確保施工單位在未來工程中進行改進，持續提升道路挖掘的施工品質。

結語

在本文中，我們深入比較了「高雄市道路挖掘管理制度」與「國內公共工程品質管理系統」，並針對其差異與相似性進行了探討。藉由分析這兩個系統在管理模式、品質要求、施工查核基準等方面的表現，我們得出以下結論：

首先，高雄市道路挖掘管理制度在許可申請、施工監控、以及竣工結案等方面採用了全面且具體的管理措施。透過管理系統進行即時的施工監控、每日施工動態通報、竣工文件上傳等程序，能夠有效提升挖掘工程的透明度和施工過程的監督效果。此外，高雄市的挖管中心與人員認證制度確保了現場的基本施工品質及安全管理。

然而，與國內公共工程品質管理系統相比，高雄市的道路挖掘制度在品質監控的深度及細緻度上仍有待加強。國內公共工程系統設有三級品管機制，通過逐層管控施工品質，涵蓋了從材料選擇、施工過程到最終驗收的全面管理機制，確保了施工的穩定性和一致性；而因高雄市道路挖掘管理制度仍缺乏對於施工承商與管線單位一、二級品管機制的進一步查核法源，在道路長期品質維護效果上仍有可改進的空間。

此外，國內公共工程的查核基準針對不同的工程類型，提供了詳細且具體的施工規範與品質要求，這使得道路挖掘的品質檢核具有更強的系統性與可操作性。

綜合比較之後，本研究認為，高雄市道路挖掘管理制度雖已具備一定的管理基礎，但在第三方查核機制、分級品管制度、以及道路恢復品質的後續跟進方面仍有提升空間。特別是針對施工過程中的品質監控與檢查標準，高雄市可參考國內公共工程系統之三級品管制度，進一步完善施工中的查核機制，並對施工現場的安全、環境、以及最終恢復效果進行更嚴格的管理。

最終，藉由建立更完善的查核基準及品管機

制，高雄市的道路挖掘管理將能夠有效提升工程品質，減少道路挖掘對市容和公共交通的影響，並達到更長期的道路使用壽命。這不僅能改善市民的生活環境，也有助於城市基礎設施的永續發展。

參考文獻

1. 許凱涵(2017)，目標「安全高雄、宜居城市」高市道路挖掘管理中心揭牌，台灣好新聞報。
2. 曾義誠(2001)，公共工程施工品質管理制度問題與對策之研究，中央大學土木工程研究所碩士論文。
3. 公共工程委員會(2010)，公共工程品質管理訓練班教材，行政院公共工程委員會，第一單元，第 8 版。
4. 公共工程委員會(2023)，公共工程施工品質管理作業要點。
5. 公共工程委員會(2022)，公共工程施工品質管理制度。
6. 公共工程委員會(2017)，公共工程品質管理訓練班訓練大綱。
7. 公共工程委員會(2021)，公共工程品質管理人員回訓大綱。
8. 公共工程委員會(2021)，公共工程品質管理人員訓練暨回訓作業規定。
9. 公共工程委員會(2019)，政府採購法。
10. 公共工程委員會(2023)，工程施工查核小組作業辦法。
11. 高雄市政府工務局(2019)，高雄市道路挖掘管理自治條例。
12. 高雄市政府工務局(2023)，高雄市政府工務局辦理挖管人員訓練認證管理作業要點。
13. 高雄市政府工務局(2023)，高雄市政府工務局道路挖掘管理施工維護要點。



▲ 高雄市大寮區捷西路路面改善暨孔蓋下地工程

國內冷拌再生技術之發展及成效追蹤結果

陳世晃/中央大學土木工程學系 教授

蔡瑋倫/中央大學土木系品保中心 資深經理

簡啓倫/中央大學土木系品保中心 專案經理

陳約存/中央大學土木系品保中心 專案經理

摘要

冷拌再生工法於國外發展及應用行之有年，而國內自產砂石量仍無法滿足國內工程的需求，且既有道路刨除重鋪過程中所產生之瀝青混凝土刨除料(Reclaimed Asphalt Pavement ; RAP)產生堆積問題，故參考國外相關規範及文獻，並經實驗室成效試驗與現地驗證後，評估其可行性及修訂冷拌再生相關規範，以建立材料品質檢驗及現場施工品質檢驗制度。從相關文獻整理得知，應用於管線挖掘回填及道路基底層能縮短施工時程，並具有足夠之承載能力，相對於熱拌工法減少了粒料加熱過程所付出之能源及環境成本。另發現冷拌再生工法之刨除料取代量可達 100 %，達到刨除料去化及循環再利用之目的。後續將選擇適當的鋪面厚度設計法進行，並根據交通量提供冷拌再生瀝青混凝土厚度設計參考範例。

前言

臺灣砂石因河川砂石產量有限，且供應容易受天然災害影響，故臺灣自產砂石量仍無法滿足國內的工程需求。既有道路養護工程刨除重鋪過程中所產生之刨除料(RAP)已經堆積如山，相關的環保與工程管理問題開始發酵。行政院公共工程委員會施工綱要對於熱拌再生瀝青混凝土之要求 RAP 取代量最高為 40 %，剩餘之刨除料只能持續堆置於瀝青廠區，如何將 RAP 去化及再利用成為一大難題。隨著材料及工法的進步，發現冷拌再生瀝青混凝土可以使用 100 % RAP 進行製作，可充分地將 RAP 再利用及去化；冷拌再生瀝青混凝土應用在道路基底層並經過長時間監測，其性質相當穩定，將有效節省自然砂石資源之使用，可減輕環境負荷，為國家永續發展增添助力。

冷拌再生瀝青混凝土介紹

D' Angelo 等人[1]依照使用溫度分為冷拌、半溫拌、溫拌及熱拌瀝青混凝土，其分類表如圖 1 所示，其 X 軸為粒料拌合溫度，Y 軸為粒料乾燥或是加熱至拌合溫度每噸粒料所需的能量，研究

顯示冷拌瀝青混凝土在拌合時無需消耗能源將粒料烘乾及加熱。Jain 等人[2]提及冷拌再生瀝青混合料可用於低交通量道路及道路維修工程，而其拌和溫度在 0°C~40°C，故粒料不需加熱且可以使用 100 % RAP，故冷拌再生瀝青混合料在成本效益、能源消耗和環保方面皆優於熱拌與溫拌瀝青混凝土，但其缺點為早期強度較低、孔隙率較高和對水分敏感性較高。針對冷拌再生穩定處理方式之定義，Wirtgen[3]進行釐清，並發行相關手冊，穩定處理可以分為使用水泥及瀝青兩種穩定處理方法。

水泥穩定處理

水泥處理是目前在鋪面工程中使用最久的穩定技術，其作用為提升鋪面材料之張力強度與抗壓強度並減少塑性，使用此穩定技術主要是建造一個半剛性層，且通常會有瀝青混合料在其上方。

瀝青穩定處理

由於設計程序和施工方法的進步，使用瀝青作為穩定劑變得越來越普遍，且 RAP 本身為瀝青系材料，透過瀝青穩定技術能夠更有效的反覆使用，而瀝青系穩定技術分為乳化瀝青及發泡瀝青

兩種。

乳化瀝青穩定技術

乳化瀝青(Emulsion Asphalt)是瀝青加熱至 20 °C至 70 °C後，藉由界面活性劑把瀝青膠泥變成細小顆粒狀被水包覆形成乳化水溶液，其會因為使用含有酸或是氫氧化鈉乳化劑分為陽離子及陰離子兩種，主要目的是用離子降低瀝青膠泥之電性以減少其吸附力，同時延緩破乳時間並提高其工作性，其製程如圖 2 所示。

Lin 等人[4]以環境掃描電子顯微鏡持續觀察冷拌再生乳化瀝青混凝土之介面變化，其示意圖如圖 3 所示。隨著養護時間增加，乳化瀝青破乳及水泥水化，其強度逐漸發展，且混合料的含水量也是影響其強度發展的重要因素。

發泡瀝青穩定技術

發泡瀝青(Foamed bitumen)是以高壓注入微量水至高溫之瀝青所形成的，由於水與高溫的瀝青接觸時，瀝青的物理性質會暫時改變其狀態會由液態變成氣態，形成數以千計的瀝青微小泡沫，使瀝青膠泥體積膨脹及黏度降低，使其具有工作性，於該狀態下與粒料在常溫進行拌和故此技術養護簡易且低能源及低汙染，其製成如圖 4 所示。

國內冷拌再生瀝青規範之建立過程

為提升國內市區道路環境品質及結合永續發展，故引進國外行之有年的冷拌再生工法，參考國內、外相關規範及文獻，將冷拌再生工法應用於市區道路管線挖掘回填與基底層試辦工程：由成效追蹤結果資料回饋，修訂冷拌再生瀝青混凝土規範，增加刨除料使用量以解決其堆置問題。

為了解冷拌再生工法，評估此工法於市區道路基底層與管線挖掘回填之適用性及可行性，故蒐集冷拌再生工法相關文獻及參考美國州公路及運輸官員協會(AASHTO)[5]、美國材料與試驗協會(ASTM)及美國再生瀝青協會(ARRA)相關規範，並參照國內相關規範進行配合設計，以國外冷拌再生技術規範標準決定最適配比，並以最適配比進行試辦工程。

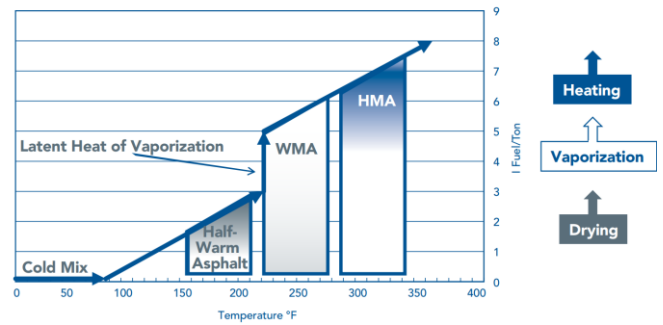


圖 1 不同溫度之瀝青混凝土分類[1]

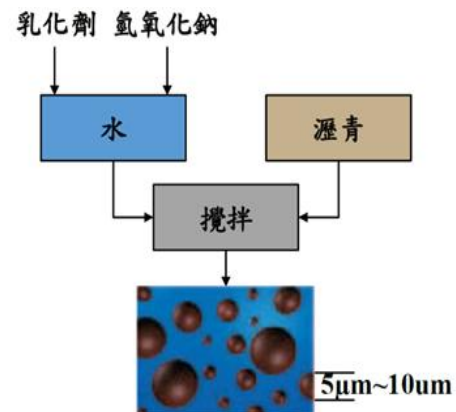


圖 2 乳化瀝青製程示意圖

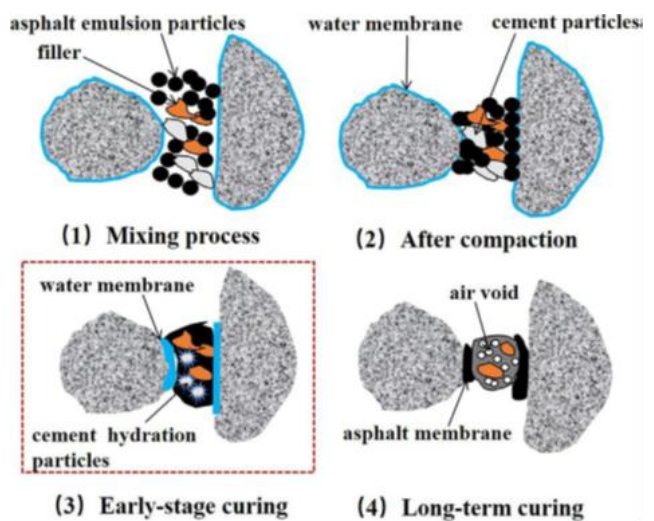


圖 3 冷拌再生乳化瀝青混凝土之微觀結構形成示意圖[4]

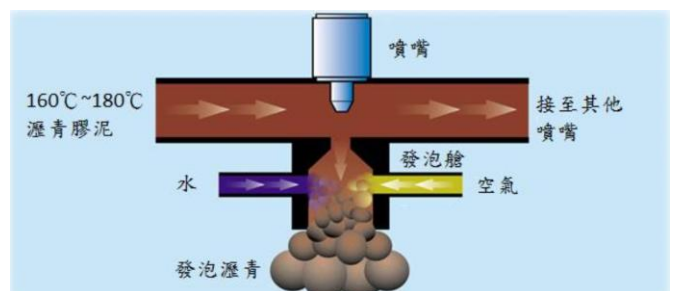


圖 4 發泡瀝青製程示意圖[3]

由試驗室內相關成效試驗結果顯示國外的相關規範適用於國內，且試辦道路之成效追蹤結果顯示其成效良好，故彙整國內、外相關規範，提

出冷拌再生瀝青混凝土相關施工規範之修訂內容及建議，並於 2019 年提送「冷拌再生瀝青混凝土」規範暫行版至內政部國土管理署(以下簡稱國土署)，以建立其材料品質檢驗及現地施工品質檢驗之制度。後續於 2019 至 2020 年間進行六直轄市相關現地輔導驗證，檢視「冷拌再生瀝青混凝土」規範暫行版之適用性，並於 2020 年邀請對公路工程施工規範工作具專長之學者專家、交通部高速公路局、交通部公路局及各縣市政府相關資深實務專家組成審查委員會辦理規範初審，綜合專家學者意見進行修訂後，國土署於 2021 年 8 月 27 日公布施工規範第 02727 章「冷拌再生瀝青混凝土」。

行政院公共工程委員會(以下簡稱為工程會)於 2024 年為加速推動冷拌再生瀝青混凝土運用於公共工程，以解決刨除料堆存問題，故於該年 8 月 6 日召開增訂第 02727 章「冷拌再生瀝青混凝土」篇章審查會議，工程會並於 2024 年 9 月 5 日公告預覽，最後於 2024 年 11 月 5 日正式公告第 02727 章「冷拌再生瀝青混凝土」[6]。

現地成效追蹤及評估

徐聖博[7]參照國內瀝青處理底層、級配粒料底層及國外 ASTM D4215，3 種道路底層規範分別進行配合設計(CM-1、CM-2 及 CM-3)，並進行相關成效試驗及節能減碳效益分析，以了解該材料於國內之可行性。其中將 3 種不同配合設計及熱拌瀝青處理底層進行碳排放量試算，結果如表 1 所示，發現配合設計階段之碳排放量影響因子主要為填縫料及瀝青行量之多寡，而生產階段碳排放量影響因子主要為燃料油及電能之消耗影響甚大。

曾偉原[8]為了有效增加管線單位在施工及維修之施工品質及提升效率，嘗試將冷拌發泡技術應用於管線工程中，並探討與控制性低強度回填材料(Controlled Low Strength Material, CLSM)兩者節能減碳效益及施工時程之差異，評估其應用於管挖回填層之可行性。兩者之碳排放量計算結果如表 2 所示，冷拌再生瀝青混凝土碳排放量

約為 CLSM 的 0.4 倍，造成兩者差異原因主要是水泥用量多寡。而管挖回填材料施工時程如表 3 所示，冷拌再生瀝青混凝土應用於回填層經壓實後相較於 CLSM 應用於回填層之完成強度發展可以減少約 2 小時，且其經夯實後具有足夠之承載力，可以全線開放通車。

游景年[9]以冷拌再生發泡瀝青混凝土應用於管挖回填層並以動態圓錐貫入儀進行試鋪道路回填層承載能力評估。經公式計算後，其 CBR 結果如表 4 所示，代表此材料經過夯實後具有足夠之承載能力，且其強度於 7 天齡期已經呈現穩定之狀態。

表 1 不同工法生產每噸混合料碳排放量比較[73]

碳排放量 (kg-CO ₂ -e/T)	冷拌 CM-1	冷拌 CM-2	冷拌 CM-3	熱拌瀝青 處理底層
粒料及填縫料	39.28	29.90	29.90	29.03
瀝青膠泥	9.87	9.87	9.87	21.33
生產設備耗能	0.47	0.47	0.47	51.66
總碳排放量	49.62	40.24	40.24	101.81

表 2 管挖回填材料碳排放量計算[8]

項目	冷拌再生 瀝青混凝土	CLSM
粒料及水泥	92.79	258.43
瀝青膠泥	12.48	0
添加劑	0	1.98
生產設備	0.47	0.91
總碳排放量 (kg-CO ₂ -e/m ³)	105.74	261.32

表 3 管挖回填材料施工時程表之比較[9]

項目	冷拌再生 瀝青混凝土	CLSM
放樣及 路面切割	40~60 分鐘	40~60 分鐘
開挖管溝	60 分鐘	60 分鐘
管線埋設	60~120 分鐘	60~120 分鐘
回填材料回填	40~60 分鐘	180~240 分鐘
面層 AC 鋪設	40~60 分鐘	40~60 分鐘

表 4 道路管線挖埋回填層之成效追蹤 CBR 值[9]

樁號位置	7 天	28 天	60 天	90 天
A	201	213	200	213
B	195	200	187	213
C	201	180	213	213

單位：%

簡啓倫[10]為評估冷拌再生乳化瀝青混凝土應用於道路底之可行性，將其鋪築於道路底層進行十個月齡期檢測。經過十個月的檢測後，鋪面狀況指標、國際糙度指標及鋪面沉陷量皆呈良好的狀態，且與第一個月相比，無劣化之情形。

陳思儒[11]建立冷拌再生發泡瀝青混凝土齡期強度發展曲線，其根據 ASTM D5784 測定土壤衝擊值標準試驗方法，經公式換算後便能快速地得到 CBR 值，以利了解其當下之材料強度及現場之施工品質，此研究當時國內並無相關承载力成效規範，故強度驗收參考第 02726 章級配粒料底層之強度要求，其強度要求須達 CBR 值 80 %，經公式換算後，Clegg 土壤衝擊試驗儀(以下簡稱 CIST)測得之 CIV(IV)值須大於 37。且其為了解冷拌再生發泡瀝青混凝土及傳統配粒料隨著齡期強度發展趨勢之差異，於路基土壤上方分別鋪築厚度為 20 cm 之冷拌再生及級配粒料斷面，並以 CIST 進行試驗了解兩者強度發展差異。試驗結果如圖 5 所示，冷拌再生發泡瀝青混凝土於開始養治 4 小時內快速發展強度，並約於 24 小時趨於平緩，而級配粒料之 CIV 值相比於壓實完成無明顯差異，且冷拌再生發泡瀝青混凝土經養治 250 小時後，其強度約為級配粒料之 1.5 倍。

林太祈[12]針對冷拌再生乳化瀝青凝土於國內之儲存時間及現地取樣之儲存方式進行研究，建議冷拌再生瀝青混凝土拌合完後，於現場盡速鋪築及壓實，而現場取樣之瀝青混合料需密封好後放置於陰涼處，並於 12 小時內送至實驗室製作試體，以免影響試驗結果。

經成效追蹤結果顯示試驗道路之底層使用冷拌再生發泡瀝青混凝土與冷拌再生乳化瀝青混凝土承載能力皆屬良好，目前國內以設計之相關工程案例，如表 5 所示，後續將結合實驗室內相關試驗數據資料，經由選擇適當之鋪面厚度設計法進行斷面厚度設計，最終提出數種冷拌再生瀝青混凝土厚度設計參考範例。

結語

冷拌再生工法參考國外相關規範及文獻經實驗室內成效試驗與現地驗證及成效評估，建立施

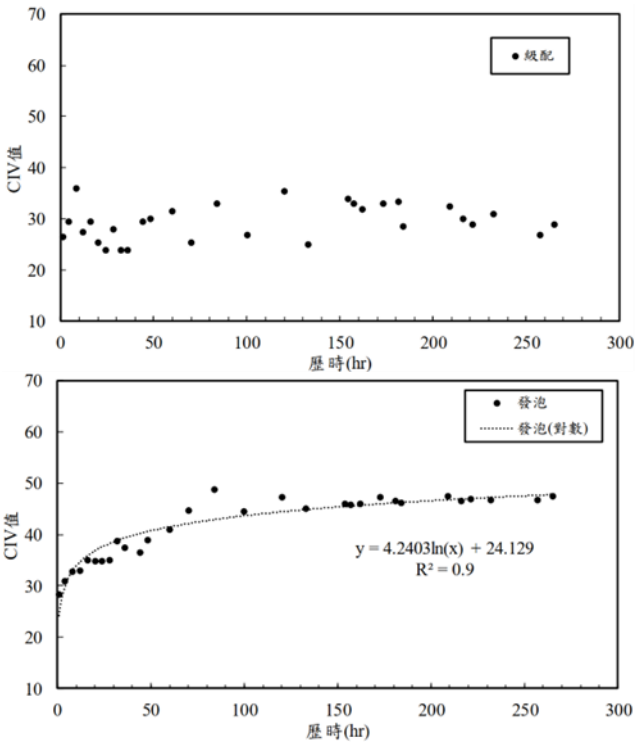


圖 5 現地試鋪斷面齡期強度發展

表 5 冷拌再生瀝青混凝土斷面厚度彙整

標號	施工地點	面層厚度 (cm)	冷拌底層厚度 (cm)	冷拌再生瀝青混凝土種類
1	臺北市	20	30	發泡瀝青
2	臺北市	8	23	發泡瀝青
3	臺北市	10	60	發泡瀝青
4	臺北市	10	60	乳化瀝青
5	新北市	10	20	發泡瀝青
6	新北市	10	40	發泡瀝青
7	新北市	5	25	發泡瀝青
8	桃園市	15	40	發泡瀝青
9	桃園市	12	12	乳化瀝青
10	臺中市	10	15	乳化瀝青
11	臺南市	10	30	發泡瀝青
12	宜蘭縣	15	20	乳化瀝青
13	雲林縣	10	36	乳化瀝青
14	澎湖縣	10	30	乳化瀝青
15	嘉義縣	15	40	乳化瀝青

工綱要規範第 02727 章「冷拌再生瀝青混凝土」，以建立冷拌再生瀝青混合料材料品質檢驗及現地施工品質檢測之制度，且經試驗道路成效追蹤結果顯示其應用於管線挖掘回填層及道路底層能縮短施工時程及具有足夠之承載能力且具穩定性，相較於熱拌再生瀝青混凝土拌和前需要加熱粒料，可以節省能源及降低環境成本且刨除料添加量可達 100 %，以達到刨除料去化及循環再利用之目的，後續將選擇適當的鋪面厚度設計法進

行，並根據交通量提供冷拌再生瀝青混凝土厚度設計參考範例，讓冷拌再生工法能夠被更廣泛地運用以實現 2050 淨零碳排。

參考文獻

1. D' Angelo, John. and E. Harm et.al.(2008), "Warm-Mix Asphalt: European Practice," FHWA-PL-08-007.
2. Jain, S., & Singh, B. (2021). "Cold Mix Asphalt: an Overview," Journal of Cleaner Production, 280, 124378.
3. Wirtgen (2010) , " Wirtgen Cold Recycling Manual Third Edition," ISBN 3- 936215-05-7, Wirtgen GmbH, Windhagen, Germany.
4. Lin, J.T., H. Lin, F. Xu, Y. Xiao, and J.X. Hong, (2018) "Development of Microstructure and Early-Stage Strength for 100% Cold Recycled Asphalt Mixture Treated with Emulsion and Cement," Construction and Building Materials, Vol. 189, pp. 924-933.
5. AASHTO PP94(2018), "Standard Specification for Determination of Optimum Asphalt Content of Cold Recycled Mixture with Foamed Asphalt," Group3.
6. 行政院公共工程委員會，施工綱要規範第 02727 章 V1.0-冷拌再生瀝青混凝土。
7. 徐聖博(2015)，發泡瀝青技術添加瀝青刨除料應用於道路底層可行性之研究，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所。
8. 曾偉原(2016)，冷拌再生瀝青混凝土應用於管線挖掘回填層之可行性研究，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所。
9. 游景年(2017)，冷拌再生瀝青混凝土應用於道路管線挖掘回填工程之現地驗證，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所。
10. 簡啓倫(2019)，冷拌再生乳化瀝青混凝土應用於鋪面底層之可行性評估，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所。
11. 陳思儒(2020)，使用發泡瀝青之冷拌再生瀝青混凝土強度發展探討，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所。
12. 林太祈(2020)，探討冷拌再生乳化瀝青混凝土於拌合完後儲存條件對於成效之影響，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所。



▲ 數位孿生城市治理平台—道路挖掘影像

RAP 應用於零星道路挖掘工程之研究

陳仙州/義守大學土木工程系 兼任助理教授

林登峰/義守大學土木工程系 特聘教授

黃三哲/公路局 前副總工程司

孫百慶/公路局南區工程分局鳳屏工務段 段長

摘要

為協助解決實務環境產生之瀝青混凝土刨除料(Reclaimed Asphalt Pavement ; RAP)屯積問題，本研究構思依高屏地區路幅寬度 8 公尺以上之市區道路與省道柔性鋪面結構材料特性，利用混凝土配比技術使用 RAP 拌製控制性低強度回填材料(Controlled Low Strength Materials, CLSM)，並朝「淨零減碳」與「循環經濟」政策目標方向，研提材料建議配比與工法，預期將其應用於道路挖掘工程之基底層回填用途上。同時，為符合行政院公共工程委員會施工綱要規範第 03377 章之抗壓強度要求，並兼顧於最短時間內開放車輛通行，研究另以 Clegg 土壤衝擊試驗(Clegg Impact Soil Tester, CIST)測定 CLSM 48~72 小時之 IV 值，據以建立短期強度研判參考基準。研究發現，當水灰比為 1.0 時，CLSM 之坍流度在 20~26cm 之間，仍具工作性，CIST 之 48 小時 IV 值達 25 以上，7 天抗壓強度高於 20kgf/cm^2 以上。水灰比提高到 1.5 時，坍流度雖可增加至 40cm 以上，惟 48 小時 IV 值與 7 天抗壓強度皆無法符合所有目標要求。水灰比下降至 0.65 時，CIST 之 48 小時 IV 值可達 30 以上，7 天抗壓強度亦能符合設定目標，惟此材料只能以卡車運送並配合小山貓搬運卸料，其工作性較差。綜合上述顯見，影響 CLSM 短期強度之最大因素為水灰比，倘 CLSM 能有效充填管溝回填空間，規劃設計階段實無需特別限制流度或坍流度；就 RAP 之使用量而言，採用 160kg/m^3 之膠結料，RAP 最大用量可達 60%。另就「減碳與循環經濟」政策目標之實現，直接利用 RAP、既設道路開挖級配料等營建事業再生利用之再生資源拌製 CLSM，應用於管挖工程或道路開挖後之回填空間為可行途徑。

前言

高屏都會區之道路管挖工程以開挖面積小於五十平方公尺之零星案件居多，約佔全年度道路挖掘案件之 80%以上，由於需頻繁進行臨鋪、永鋪施工與重複修補作業，方足以維持行車安全，導致其間產生之瀝青混凝土刨除料(Reclaimed Asphalt Pavement ; RAP)倍數成長，並與道路主管機關年度路面養護工程之 RAP 產量相當。2014 年由台灣營建研究院統計資料顯示，RAP 之預估年產出量為 400 萬公噸[1]，此資料與坊間調查數據存在若干差距，推估應係未加計管挖工程之 RAP 產出量所致。又自 2002 年起配合政策將 RAP 應用於瀝青混凝土鋪面迄今，屢因無法有效控管再生瀝青混凝土施工品質，降低相關單位使用意願，導致 RAP 屯積於瀝青混凝土拌和廠之間

題日漸嚴重[2]。為解決 RAP 去化問題，行政院公共工程委員會於 106 年 7 月邀集環保署(現改為環境部)、經濟部、內政部、交通部成立「再生粒料運用於公共工程跨部會推動小組」，適材適所推動再生粒料運用於公共工程。推動小組於 113 年 3 月 27 日第 24 次會議紀錄，雖已於報告事項三指示「瀝青混凝土挖(刨)除料擴大再利用管道及強化流向申報管理機制」辦理原則[3]。惟在尚未廣設「AC 刨除料收容調度中心」之過度時期，採「刨用平衡」之處理原則，在鋪面工程僅以表層損壞不平或材料老化龜裂予以重新刨鋪處理之路面養護工程，實難以付之實現。從材料使用層面角度，對於過度老化之 RAP，已無法作為再生瀝青混凝土原料使用；而可完全使用 RAP 之冷拌再生瀝青混凝土，目前亦僅被應用於有利大型滾壓

機械運作之新闢、道路拓寬或大範圍之軟弱道路基、底層整建工程，取代柔性鋪面結構之基底層級配材料。為有效提供 RAP 循環利用途徑，並確保零星管挖工程鋪面結構品質，本研究構思朝回填材料與施工技术改良方向，先於實驗室藉模擬試體進行相關力學試驗以驗證其成效，並提供各界參考。

零星管挖工程面臨之 RAP 處理問題

RAP 之產出與法規要求

台灣之道路以瀝青混凝土柔性鋪面結構為主，約佔 96%以上[4]。近年來，道路在極端氣候受高溫日照與暴雨侵襲，以及服務於經貿發展快速中高荷重之交通量，大大降低瀝青鋪面之使用年限。都會區道路下方之地下管線林立，因應民生之管線經常性維修或線路擴充之需，既設道路於重複挖掘數量增加，連帶提升道路損壞整修頻率。以高雄地區為例，在高雄市政府工務局與交通部公路局兩個主管機關管轄之道路，每年平均受理之管挖案件總計近一萬件，其中屬於非計畫型之零星管挖案件高達 80%以上。而其路幅寬度八公尺以上道路之 AC 厚度達 15cm~20cm，故每次開挖所產出 RAP 量約為面層 3~4 倍計算；以挖掘頻繁進行臨鋪、永鋪施工與保固期間重複刨挖產出之 RAP，年度總產量不亞於道路主管機關年度養護之路面工程刨除量。

環境部「資源回收再利用法」第 15 條「營建事業再生資源再利用管理辦法」之「營建事業再生利用之再生資源項目及規範」，明定 RAP 之再利用用途為瀝青混凝土鋪面原料、級配粒料基層材料、級配粒料底層材料、非農業用地之工程填方材料(基地及路堤填築、構造物開挖後回填材料)，惟目前規範再利用業者資格僅為瀝青廠、營造業、製造業[5]。故不論 RAP 之瀝青材料老化程度能否作為瀝青混凝土鋪面原料或僅能作為填料使用，無法即時於個案工程直接再利用，只能運往瀝青廠處理。在無足夠去化用途之狀況下，導致國內瀝青拌合廠內有限空間堆滿 RAP 而引發業者反彈。

RAP 之去化策略

因應民生及國家建設需求之地下管線遍佈於市區道路路網中，在管路擴充、線路檢修或緊急搶修的工程需求下，導致道路挖掘頻繁，需經常維修方足以應付龐大交通運輸。為縮短施工工期並維持行車順暢與安全，不得已採臨鋪與永鋪兩不同時間鋪設 AC 之作法，其臨鋪階段，時常發現為趕快開放通行，故在 CLSM 未達承載強度時，即鋪設 AC 現象，且 AC 施工過程又未能適當管控瀝青材料溫度與有效夯實，降低了施工品質。又永鋪階段多僅重新刨鋪面層 5cm 厚度，而與臨鋪時所鋪設之瀝青厚度不同，故降低了整體鋪面材料之耐久性，尤其在交通車流荷載反覆輾壓與雨水侵襲後，常產生明顯坑洞破壞行為(如圖 1 與圖 2)，需藉高頻率之修整作為，方能使路面維持基本功能，如此反覆之維修作為，更加劇 RAP 堆積引發之諸多環境問題。

RAP 本為覆蓋薄層瀝青膠膜之石材，當表面瀝青失去作用時，通常僅得作為粒料使用，一般稱為「黑石頭」。然而廣設「AC 刨除料收容調度中心」雖為解決大量 RAP 之最佳方案，惟此方案



圖 1 CLSM 未達承載強度之破壞狀



圖 2 零星管挖鋪面受水侵害破壞狀

尚未能馬上實施因應，在等待之過度時期，研究乃朝解決 AC 臨鋪階段之實務執問題方向思考，希望能比照垃圾焚化爐底渣，將 RAP 作為類 CLSM 之粒料，並藉工法之改良，解決上述施工實務所面臨之環境問題。依據路面厚度設計理論於增加鋪面結構之材料強度，得以提升其耐久性，進而降低道路開挖與反覆維修頻率，亦能減少 RAP 產出量。另將 RAP 作為 CLSM 粒料使用，並減少諸多現行法規限制之影響，建議修正「營建事業再生利用之再生資源規範」，將水泥混凝土預拌廠納入再利用業者資格。並請相關單位朝成效規範方向思考，擬放寬 RAP 使用於 CLSM 之要求，如粗粒料用量與坍落度或流度等限制，如此作法，將有助於 RAP 去化之效益。

研究方法

交通部柔性路面設計規範中，AI IS-181 以 CBR 值大於 8% 視為良好路基土壤等級[6]，CNS 15865 對 CLSM 之典型強度定義以 350~700kpa(相當於 3.5~7.0 kgf/cm²)作為路基土壤強度基準。一般省道鋪築材料設計 R 值或 CBR 值之要求，R 值基層為 20、底層為 78，而 CBR 值基層為 20%、底層為 80%，承載力參考指標(如表 1)。又在供車輛通行之道路埋設管線，多被要求管頂距路面至少 120 cm，顯見管挖工程回填深度中，有 50cm 以上位於路基土壤範圍，故以目前 CLSM 施工規範要求強度已遠大於相鄰路基土壤與級配基底層。再以整體鋪面結構材料強度方向思考，抗壓強度 20kgf/cm² 以上之 CLSM，其材料性質相當於 A 級水泥處理底層(Cement-Treated Base; CTB)。回填深度達 100cm 時，總卵石當量值為 170，遠高於以 60cm 底層級配加 20cm 密級配 AC 之卵石當量 106，理論上適度減少面層 AC 厚度應無疑慮。

研究策略

市區道路之零星管挖工程施工最大困擾，在於亟短時間(24~72 小時)須完成施工並恢復通行，欲達到此條件並確保施工品質無虞，唯有在開挖及管材處理階段，同時準備妥適之回填材

料，俟前項作業完成後及時接續回填。基於此原則，本研究思考彙整以往之 CLSM、多功能再生混凝土(Multi-functional Recreation Concrete MRC)、底層級配料乾拌水泥與低密度再生透水混凝土等實務研究經驗，就此類工程設定預期目標，並先於實驗室進行材料試拌，求得最適配比設計後，於室外以試坑分層澆置模擬試體如圖 3，再配合 CIST 與實驗室抗壓試驗結果進行綜合分析。CLSM 配比設計與模擬試驗之預期目標如下：

1. 下層回填料 48 小時之 IV 大於 20。
2. 上層回填料 72 小時之 IV 大於 40。
3. 7 天抗壓強度 20kgf/cm² 以上。

CLSM 試拌

研究以高屏地區既設道路刨挖之 RAP 與底層

表 1 柔性鋪面設計材料之卵石當量[6]

鋪築材料	縮寫	G _f	設計 R 值	CBR
基層級配料	第 1 級 AS	1.0	60	20%以上
	第 2 級 AS	1.0	50	
	第 3 級 AS	1.0	40	
底層級配料	第 2 級 AB	1.1	78	一般公路 80%以上 高速公路 85%以上
瀝青處理透水底層	ATPB	1.4	NA	
水泥處理底層	A 級 CTB	1.7	NA	
	B 級 CTB	1.2	80	
水泥處理透水底層	CTPB	1.7	NA	
低強度混凝土底層	LCB	1.9	NA	

註：G_f 指礫石(卵石)當量係數；NA 表示不適用

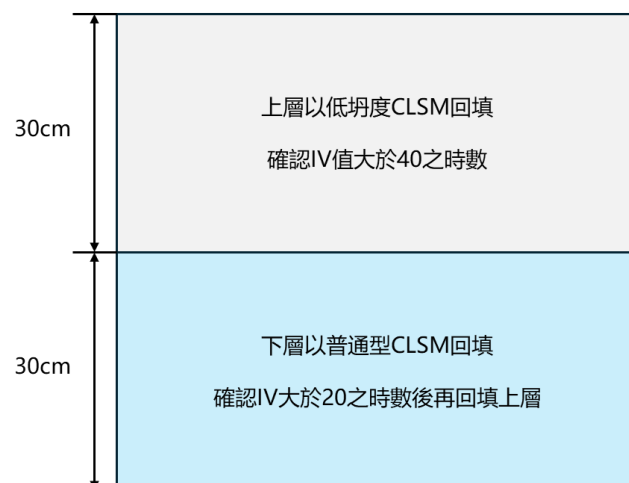


圖 3 模擬試坑施作步驟

級配粒料作為 CLSM 之粒料，搭配低碳之 HSC-301 水泥類處理劑，分別以不同水灰比拌製低坍度(0~5cm) 與普通型(坍流度 20cm 以上)之 CLSM，並與目前常用之高流動性 CLSM 進行功能性比較。經市場調查結果，目前高屏地區之瀝青廠收受道路刨除產出之 RAP，以 12.5mm 篩網區分粗、細料粒後分堆置放。其中粗粒料粒徑大致介於 9.5mm~19mm 之間，相當於坊間一般水泥混凝土使用之六分石與三分石規格，通過 12.5mm 之 RAP 則當作細粒料使用。實驗室雖可將 RAP 粒料規格分得更細，然顧慮實務應用過程之執行難度，研究以粒徑 9.5mm~19mm 之 RAP 為粗粒料，通過 9.5mm 篩徑之 RAP 則一律視為細粒料。道路基底層開挖之級配粒料則以 4.75mm 為粗、細粒料之分界。本研究擬定初次配比設計，並於實驗室進行試拌。在試拌期間發現水灰比為 0.5 時，攪拌非常困難，且試體凝聚效果差，故略予調整水灰比為 0.65。在確認符合實務需求目標之建議配比後，另以正方形邊長 50cm，深度 60cm 之模擬試坑灌置試體，分別依 ASTM D 5874[7]與 CNS15865 進行 CIST 與抗壓試驗，並依據所得成果進行綜合分析。

實驗室試拌

試拌配比設計以體積法進行。試拌配比依不同水灰比分為低坍度型、普通型及高流度型。各

表 2 實驗室試拌之 CLSM 建議配比

配比 型號	HSC- 301(kg/m ³)	粒料總量約 2000 kg/m ³			
		粗粒料(%)		細粒料(%)	
		RAP	級配	RAP	級配
A.低坍度型(w/c=0.65)					
A-1	140	40	-	-	60
A-2	140	60	-	-	40
A-3	160	-	60	40	-
A-4	160	-	40	60	-
B. 普通型 CLSM (w/c=1.0)					
B-1	140	40	-	-	60
B-2	140	60	-	-	40
B-3	160	-	60	40	-
B-4	160	-	40	60	-
C. 高流度型 CLSM (w/c=1.5)					
C-1	140	40	-	-	60
C-2	140	60	-	-	40
C-3	160	-	60	40	-
C-4	160	-	40	60	-

型配比再依材料使用比例為變因分成四組，如表 2。試拌過程發現，低坍度型配比拌合料與低密度再生透水混凝土攪拌後之外觀相似，接近零坍度，以標準搗棒搗實效果不佳，故改以錘重 4.5kg 之馬歇爾錘分三層搗實；普通型配比拌合料比照常重混凝土以標準搗棒分三層搗實；高流度型則以搗棒略予攪拌與試模頂部刮平。使用材料主要來源及性質如下：

1. 膠結料:使用中聯公司生產之 HSC-301 水泥系處理劑。
2. 級配料:使用某砂石場提供之省道第一型 B 級配底層用級配料。
3. RAP：使用某瀝青拌合廠提供之 RAP。
4. 材料比重:粗級配(2.63)；細級配(2.58)；粗 RAP(2.45)；細 RAP(2.43)；HSC-301(2.9)。

試拌結果綜合分析

各型建議配比試驗結果如表 3，各型配比皆能符合公共工程委員會施工綱要規範與公路局施工說明書技術規定第 03377 章，對 CLSM 應用於鋪面管溝之強度要求為 20~50 kgf/cm²[8,9]。

在高雄市境內，管挖工程若需同時符合高雄市政府工務局施工規範第 03377 章之 CLSM 強度要求為 35~90 kgf/cm²[10]，則表中僅 A-3 與 B-3 配比之 28 天強度能符合。另 CLSM 對使用粒料之要求，多數單位規範仍限定粗粒料不得超過

表 3 試拌配比試驗結果

配比 型號	試驗項目				
	坍流度 (cm)	CIST(IV)		抗壓強度 (kgf/cm ²)	
		48hr	72hr	7 day	28day
A-1	*	35	40	24.5	33.5
A-2	*	33	37	22.4	32.0
A-3	*	39	45	27.7	36.9
A-4	*	36	42	24.8	34.0
B-1	24	23	27	22.2	34.2
B-2	23	22	25	20.2	31.1
B-3	23	29	35	24.9	37.2
B-4	22	27	33	22.3	34.3
C-1	40	18	23	16.3	25.7
C-2	43	15	20	14.5	24.2
C-3	42	21	28	20	30.7
C-4	40	19	26	18.9	30.0
* 表示坍流度接近零不適合以此方法測試					

400kg/m³，此規定在工程實務執行中，除了難以直接將道路基底層開挖之級配料利用外，更會降低廠商使用意願，並增加運載過程之車輛與機械耗油量，相對提高工程施工過程之碳排放量。

綜整試拌試驗結果發現，所有配比均能符合行政院公共工程委員會施工綱要 CLSM 之 28 天抗壓強度之要求。然而實務環境中，零星管挖工程多數有急迫性開放通行需求，一般多於回填完成後隔日或三日內即開放通車。由表 3 之結果可見，三日內只有 A-1、A-3 及 A-4 三型配比之 72 小時 IV 值可符合預期目標需求，將其用於上層管道滿鋪空間，應屬可行途徑。B 型配比之坍流度在 20~26cm 之間，仍保有良好工作性，且 48 小時之 IV 可達 20 以上，此強度足以提供不同回填材料分層填築或臨鋪 AC 階段，使用低於 2 噸之小型夯實機械緩行與運作，又其 7 天抗壓強度可符合研究所設定 20 kgf/cm² 之目標強度，故將其應用於管底至原路基土壤或基層範圍之管道空間更適。C 型配比僅坍流度與 28 天抗壓強度，符合公共工程委員會施工綱要第 03377 章之要求，但短期承載強度，包括 72 小時之 IV 值與 7 天抗壓強度等，皆無法完全滿足設定之預期目標。

在膠結料配比不變下，使用 40%RAP 粗粒料搭配 60%級配細粒料，相較於 60%RAP 粗粒料搭配 40%級配細粒料，前者之抗壓強度有明顯提高之趨勢。從相關試驗結果，影響 CLSM 短期強度之最大因素為水灰比，倘回填之 CLSM 能有效充填管溝空間，施工規範實無需特別限制流度或坍流度；就 RAP 之使用量而言，HSC-301 水泥系處理劑使用 140kg/m³ 以上，RAP 之使用量達 60%時，28 天齡期之抗壓強度仍能符合公共工程委員會施工綱要與公路局對 CLSM 應用於管溝鋪面之規範要求。

配合工法與簡單比較分析

為減少 RAP 之產出量及降低 RAP 屯積問題，且將現地產出之 RAP 直接再利用處理，除能符合現階段政府提倡之「刨用平衡」原則外，更能降低 RAP 載運與處理過程使用機械之耗油量，對減少大環境之碳排放量，亦具實質效益。

就零星管挖工程而言，最佳 RAP 減量策略乃提升工程鋪面品質並避免重複刨挖。欲達成此理想目標，配合「刨挖分離」與「管溝滿鋪」組合之創新工法為適。利用低坍度 CLSM 以「管溝滿鋪」方式，填築於管道最上層，除為確保 CLSM 之早期強度，足以承受接續之 AC 鋪築機械與低荷重車流運行，有效縮短開放通行時程，降低交通車流因行車迨速衍生之碳排放量。就改良型鋪面底層材料而言，低坍度 CLSM 與冷拌再生瀝青混凝土底層之應用目的與性能相當，若參考行政院公共工程委員會施工綱要第 02727 章冷拌再生瀝青混凝土規範[11]，以 ASTM D5874 規定 CIST 之 IV 大於 40，作為現地強度成效檢驗，據以研判開放通行時程，應屬可行途徑。

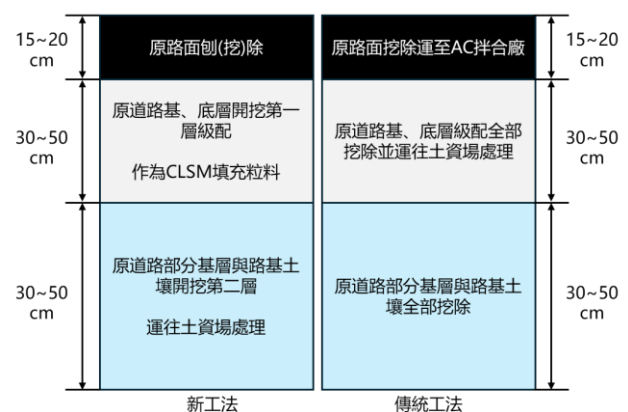


圖 4 新工法與傳統工法於開挖階段作法比較



圖 5 新工法與傳統工法於回填階段作法比較

補註：

1. 原路面全厚度 AC 挖(刨)除作法，傳統工法皆以全厚度切割搭配 200 型以上之履帶式挖土機進行開挖作業，缺點乃易加大破壞原路面範圍。

2. 新工法主要採小型刨除機配合 120 型之膠輪挖路機分層刨挖，缺點乃小型刨除機需另委由專業代工處理。

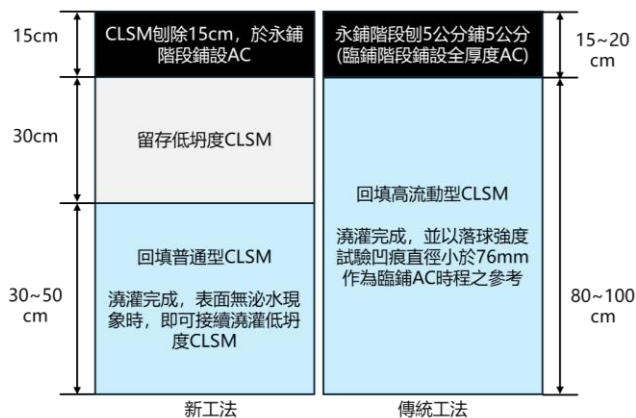


圖 6 新工法與傳統工法 AC 永鋪作法比較

表 4 不同工法之施工數量比較

施工項目	單位	新工法	傳統工法
AC 挖刨除料總量	kg	2115	-
RAP 粗料可利用量	kg	635	-
RAP 細料可利用量	kg	1480	-
開挖級配粒料總量	kg	17550	-
級配粗料可利用量	kg	7898	-
級配細料可利用量	kg	9652	-
路面切割	m	-	40
RAP 運處量	kg	-	2115
剩餘土石方運處量	m ³	5.4	7.8

註：RAP、開挖級配之篩分與堆置得於工區附近覓地或在 AC 拌合廠處理

本研究以 ASTM D5874 規定之 CIST 作為現地強度成效檢驗研判基準，因目前 CLSM 並無此規範要求可供遵循，本研究乃參考公共工程委員會施工規範第 02727 章冷拌再生瀝青混凝土規範，且為提高施測儀器之影響深度，故以錘重 20 kg 之 Clegg 進行試驗，並以 IV 值 40 以上為預設目標。

以下藉一長 10 公尺、寬 60 公分、深 145 公分之水管搶修工程簡例，以上述工法設計施工，其施工步驟如圖 4~圖 6，並與傳統工法，就 RAP 與基底層開挖料之刨挖平衡、道路資源循環利用、鋪面結構耐久性、施工排碳量、施工成本、長期社會成本及用路人期待等等，作相對比較（詳如表 4~表 6）。已知條件：

1. 原路面 AC-15cm 厚，單位重 2.35t。
2. RAP 粗粒料佔比 30%；細粒料佔比 70%。

3. RAP 粗粒料可利用量 635kg；細粒料可利用量 1480kg。
4. 原級配粒料 40cm 厚，單位重 2.25t。

表 5 不同工法之工項比較

施工項目	單位	新工法	傳統工法
高流度型 CLSM	m ³	-	7.8
普通型 CLSM	m ³	5.4	-
低坍度型 CLSM	m ³	2.4	-
覆蓋鋼板	m ²	-	6
刨除普通型 CLSM	m ³	0.9	-
刨除臨鋪 AC	m ³	-	0.3
灑佈黏層	m ²	12	12
臨鋪 AC	t	0	2.12
永鋪 AC	t	2.12	0.7

表 6 不同工法之施工成效比較

比較項目	新工法	傳統工法
挖刨除料利用率(%)	100	0
開放通車時程	3 日內	5 日以上
機械載運-車次	2	2
刨挖料運處-車次	1	1
CLSM 運處-車次	0~1	1~2
AC 料載運-車次	1	2
機械與車輛油耗	低	高
施工排碳量	低	高
鋪面結構耐久性	高	低
CLSM 施工成本	低	高
臨鋪 AC 施工成本	無	高
長期社會成本	低	高
用路人期待	符合	垢病

5. 原粗、細級配粒料各佔 45%與 55%。
6. 級配粗粒料可利用量 7898kg。
7. 級配細粒料可利用量 9652kg。
8. 剩餘土石方運處量，詳表 4。

結論與建議

1. 本研究結果顯示，適度利用 RAP 拌製 CLSM 為去化 RAP 之可行方向，並以添加粒料總量 40%之 RAP 粗粒料為佳。
2. 為利工程實務執行，利用 RAP 拌製 CLSM 時，以不超過粒料總量之 60%為宜。
3. 規劃以「刨挖分離」工法，並直接利用 RAP 拌製 CLSM 回填管道空間設計施工，可輕易達到「刨用平衡」之政策目標。
4. 目前相關單位於第 03377 章 CLSM 之規範中，

對粗粒料使用量、坍落度或流度之要求，建議不要設限，並得由工程主辦單位依目的需求彈性規範。

5. 管挖工程位於原路基土壤範圍之 CLSM 強度達 20kgf/cm^2 時，已遠大於兩側鄰接之優良夯實性路基土壤，相關規範要求 $20\sim 50\text{kgf/cm}^2$ 或 $35\sim 90\text{kgf/cm}^2$ 是否得宜，建議再深入研究。
6. 「管溝滿鋪」工法應用於零星管挖工程，對減少 RAP 產出量與施工過程之碳排放量具相當效益，建議相關單位可於低交通量路段先行試辦，確認其可行性。
7. 建議修正「營建事業再生利用之再生資源規範」，將水泥混凝土預拌廠納入再利用業者資格，多管道提供 RAP 去化途徑。
8. 目前各道路主管機關對管挖工程 AC 回鋪之厚度要求，是否得宜，建議再深入研究探討。

參考文獻

1. 行政院環境保護署(2014)，廢棄資源物之資源化產品驗證制度探討，簡報資料，財團法人臺灣營建研究院。
2. 林清洲、陳仙州、黃凱輝、林晉哲(2018)，控制 RAP 添加率之再生瀝青混凝土試鋪成效探討，第十三屆鋪面材料再生及再利用研討會暨 2018 世界華人鋪面專家聯合學術研討會，第 1~8 頁。
3. 行政院公共工程委員會(2024)，再生粒料運用於公共工程跨部會推動小組，第 24 次會議紀錄。取自:https://www.pcc.gov.tw/Content_List.aspx?n=9FC7B0C83E5129A0。
4. 吳學禮(2011)，簡述柔性鋪面工程試驗與檢驗，鋪面工程，第 9 卷，第 4 期，第 91~107 頁。
5. 房性中(2003)，台灣地區柔性鋪面問題探討與展望，第十二屆鋪面工程學術研討會論文集，第 144 頁，華梵大學。
6. 交通技術標準規範公路類公路工程(2002)，柔性鋪面設計規範。
7. ASTM D5874 (2016). Standard Test Methods for Determination of the Impact Value (IV) of a Soil. ASTM International, West Conshohocken, PA.
8. 行政院公共工程委員會(2017)，控制性低強度回填材料，施工綱要規範，第 03377 章。
9. 交通部公路局(2012)，控制性低強度回填材料，施工說明書技術規定，第 03377 章。
10. 高雄市政府工務局(2022)，控制性低強度回填材料，施工規範，第 03377 章。
11. 行政院公共工程委員會(2024)，冷拌再生瀝青混凝土，施工綱要規範，第 02727 章。



▲ 數位孿生城市治理平台—亞洲新灣區 3D 城市模型

二維與三維透地雷達應用於道路下方 管線與坑洞檢測

許朝景/正修科技大學土木與空間資訊系 助理教授

王建智/正修科技大學土木與空間資訊系 教授

吳翊瑄/正修科技大學土木與空間資訊系五專部 學生

李豐凱/永業地質技師事務所 工程師

許原彰/高雄大學土木與環境工程學系 學生

摘要

透地雷達檢測屬於非破壞檢測技術的一種，無需開挖即可了解地下情況，具有快速、經濟之特性，並能以高解析影像即時呈現地層剖面，故近年來被廣泛用於地下管線及坑洞檢測。過往二維透地雷達被應用在工程實務，近年則有相關單位引進三維陣列式雷達，儀器內有多通道天線同步收集到密集的地層資料，對作業時間及檢測成效都能大幅提升。本文以室內模擬試驗及實際檢測案例，探討二維及三維透地雷達在道路下方管線與坑洞檢測應用，並說明特徵訊號之分析研判。

前言

近年來屢傳施工不慎挖斷管線或道路突發下陷，不僅造成用路人不便及影響安全，也可能使得維生管線受損而影響民眾生活。為了降低這些不安全的因子，道路下方管線及坑洞檢測，避免危害造成乃為政府主管機關及施工單位所欲達成之目標。非破壞檢測技術具有不破壞待測物即能了解其特性之優點，其中透地雷達無需開挖即可了解地下情況，具有快速、經濟之特性，並能以高解析影像即時呈現地層剖面，故近年來被廣泛用於地下管線及坑洞檢測。

傳統的二維透地雷達，於現地推曳施測即可得到行經路徑的地層剖面雷達訊號，經過訊號處理過濾雜訊及強化特徵，藉以研判地層及埋設物。然而藉由單一剖面要了解整體地下情況，資訊往往是不足的。雖然可以在現地進行平行或網格狀路徑施測以獲取更多訊息，再以軟體模擬組成三維雷達影訊藉以研判整體測線地下情況。但現地作業以及後處理需花費較多時間。近年來新的三維陣列雷達探測技術，係在儀器內裝置多個天線，施測時同步發射並收集回傳訊號。單次施測即可獲得多筆訊息並即時呈現三維雷達影像。不僅能縮短作業時間，也能藉由高密度的訊號來

提升探測成效。

本文以室內模擬試驗及實際檢測案例，探討二維及三維透地雷達在道路下方管線與坑洞檢測應用，並說明特徵訊號之分析研判。

文獻回顧

透地雷達簡介

透地雷達是一種非破壞探測技術，是藉由發射天線向探測目標發射高頻電磁波(10~2500 MHz)傳播至探測之物體再折射或反射回接收天線。由於雷達波在傳導過程中是一連串的電場與磁場的交替現象，若遇到介電系數差異的界面，會產生相位與振幅的變化，經由電腦把傳回來的振幅大小與相位變化轉為色階變化。

介電度為頻率之函數，在不同頻率之電場下材料將呈現不同介電度，但均質材料之介電性質在透地雷達一般常用的天線頻率區間可視為常數(Dielectric constant)。空氣為 1、大部分之土壤礦物顆粒為 3~5、20°C 的水則為 81。由於土壤為水、空氣及土粒所組成之三相體，因此其介電度視含水量不同使介於 1~81 之間。表 1 列出不同材料之電學性質與雷達波速參考值[1、2]，其中

雷達波速、衰減與測深係由下列簡化公式計算而得[3]：

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (2)$$

$$v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r}} \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{188.5\sigma}{\sqrt{\varepsilon_r}} \quad (4)$$

其中， ε_0 ：針孔之介電常數

ε ：材料之介電常數

ε_r ：相對介電常數

σ ：導電度($\frac{S}{m}$)

介質電性參數為導電度與相對介電常數(Relative dielectric constant, RDP)，將關係到雷達波傳遞的衰減和速度，亦即和探測深度與目標物位置的推算有直接關聯性。在判釋雷達影像圖時經常由不同介質之介面反射強度來考量，而反射強度可以公式(5)量化[4]，由公式可得知兩物質若 RDP 差異越大，則其介面即會有越強之反射強度。因此在雷達影像中會有強烈的色相差異呈現。

$$R = \frac{(\sqrt{\varepsilon_{r1}} - \sqrt{\varepsilon_{r2}})}{(\sqrt{\varepsilon_{r1}} + \sqrt{\varepsilon_{r2}})} \quad (5)$$

其中， ε_0 ：反射係數

ε_{r1} ：上層介質之 RDP

ε_{r2} ：下層介質之 RDP

此外，介質相對介電常數與透地雷達所能解析出之最小厚度有關[5]，雷達波於該介質中波長的 1/4 即為理論上能解析之最小厚度為：

$$D_{min} = \frac{c \times 10^3}{4 \times f \times \sqrt{\varepsilon_r}} \quad (6)$$

其中， D_{min} ：可解析之最小厚度(m)

c ：光速(0.3m/ns)

f ：天線主頻率(Mhz)

ε_r ：介質相對介電常數

地層中如有地下管線、孔洞或疏鬆區域，其

電性介面和周圍完整土層有所不同，在透地雷達影像上會以不同的反射強度呈現，且會有其特有圖徵，如圖 1。

文獻探討

地下掏空檢測

許朝景等人[7]在砂箱中置入木板做的空盒以模擬地下孔洞，使用二維透地雷達 GSSI SIR-2000 系統搭載 900MHz 雷達天線進行探測。其沙箱模擬配置如圖 2。圖 3(a)及(b)分別為完整砂土層以及砂層內有孔洞之雷達影像，可以清楚看在孔洞處呈現強烈反射訊號。江支弘等人[8]使用二維透地雷達 MALÅ GeoScience 系統搭載 500MHz 全罩式雷達天線，偵測混凝土層下方掏空。在雷達影像中出現強反射區域，如圖 4 虛線包絡區域黑白反差較大處(反射強度差異較大處)，即評估為掏空範圍。至於大括弧標示區域為溝渠位置，可知掏空靠近溝渠位置範圍較大，溝渠正前方有逐漸向前延伸之掏空情況，而含水孔洞可偵測的掏空範圍較廣。李焜發等人[9]長期對某傾斜建築進行觀察，分析是否為地下地層掏空所致。其以二維透地雷達 GSSI SIR-2000 系統搭

表 1 不同材料之電學性質與雷達波速參考值[1、2]

介質	介電常數 (F/m)	導電度 (S/m)	雷達波速 (m/ns)	衰減係數 (dB/m)
空氣	1	0	0.3	0
純水	81	0.5	0.033	0.1
海水	81	30000	0.01	1000
乾砂	3-5	0.01	0.15	0.01
濕砂	20-30	0.1-1	0.06	0.03
黏土	5-40	2-1000	0.06	1-300
混凝土	6-11	-	0.10	-
瀝青	3-6	-	0.12	-
PVC	4	-	-	-

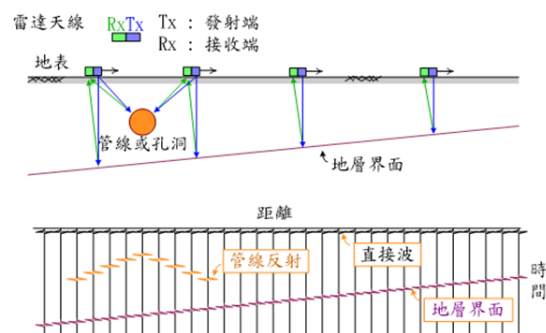


圖 1 透地雷達探測原理示意圖[6]

載 High Power 100 MHz 頻率天線，探測深度設定為 1~25 公尺範圍施測，分析出掏空位置及深度。如圖 5 包絡線描繪範圍，其具有較大之反射強度。近年來多通道陣列雷達技術已發展成熟，能於短時間內收集大範圍測區之數據並處理成三

維地層雷達影像。Liu 等人[10]使用 36 通道陣列式透地雷達對於道路進行地下孔洞檢測，圖 6 為檢測所得之地下孔洞切片成像。由圖中可看出地下孔洞尺寸約為 1.5*2.0m，深度約 0.37m，孔洞的水平尺寸有隨著深度增加的趨勢。

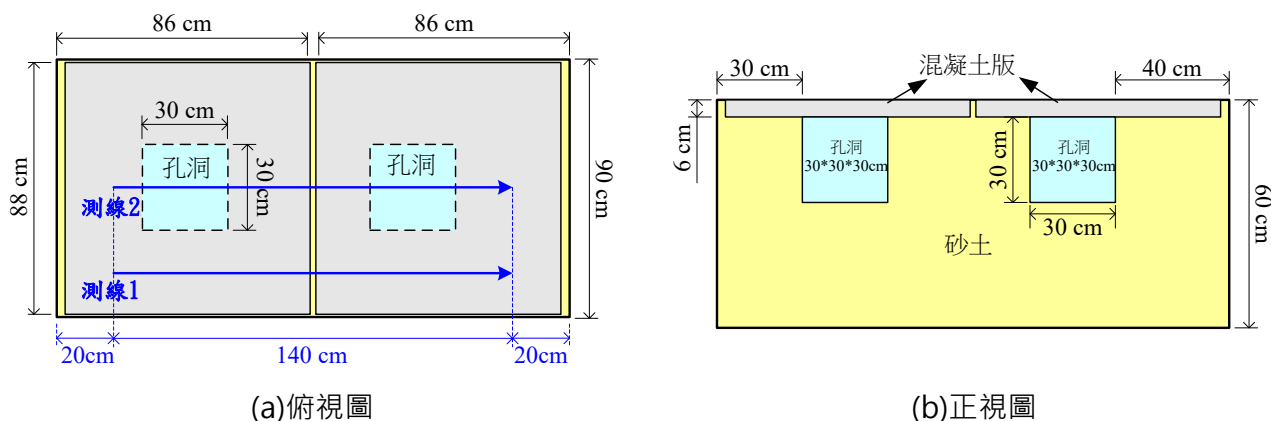


圖 2 砂箱模擬孔洞試驗配置[7]

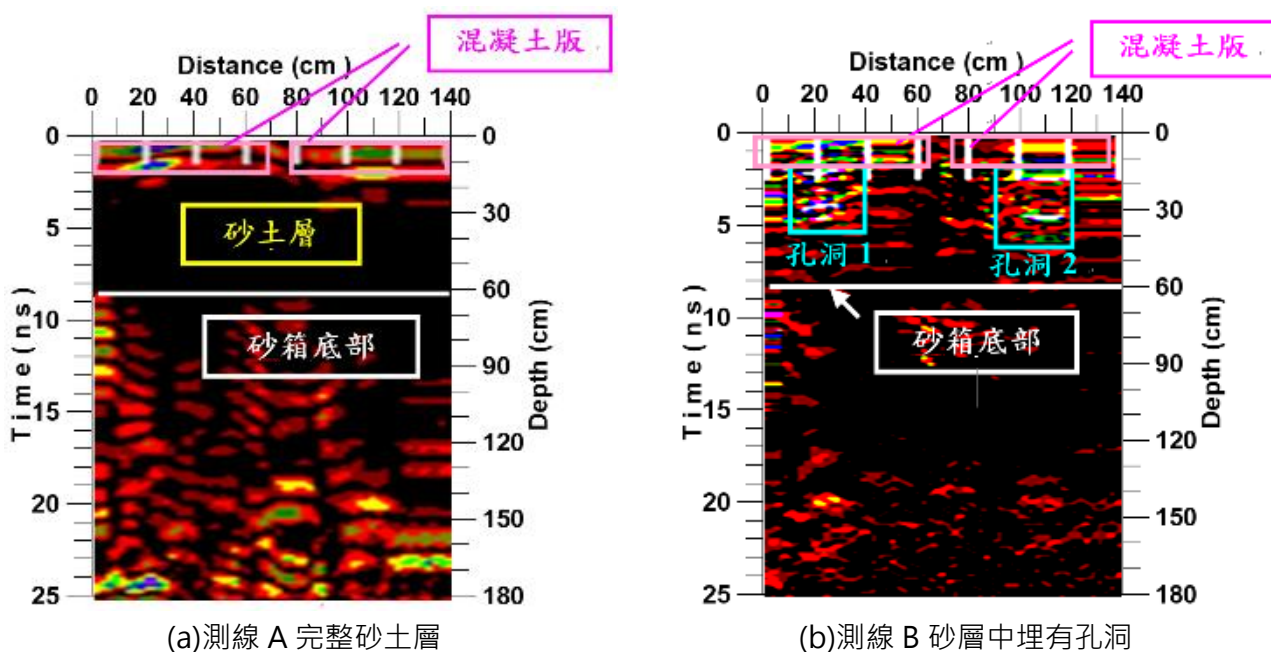


圖 3 砂箱完整砂土層與內有模擬孔洞之雷達影像圖[7]

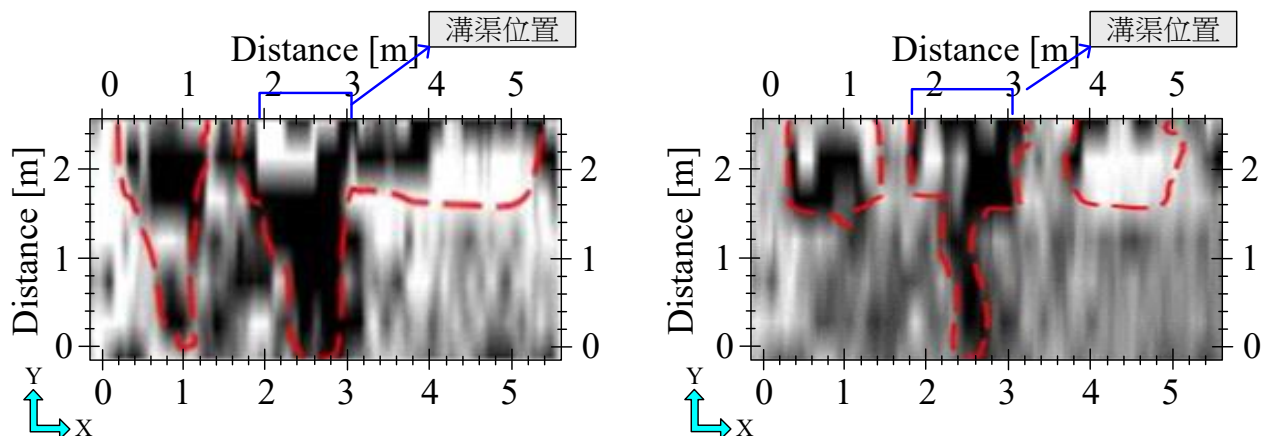


圖 4 剖面影像及估計掏空範圍影像圖[8]

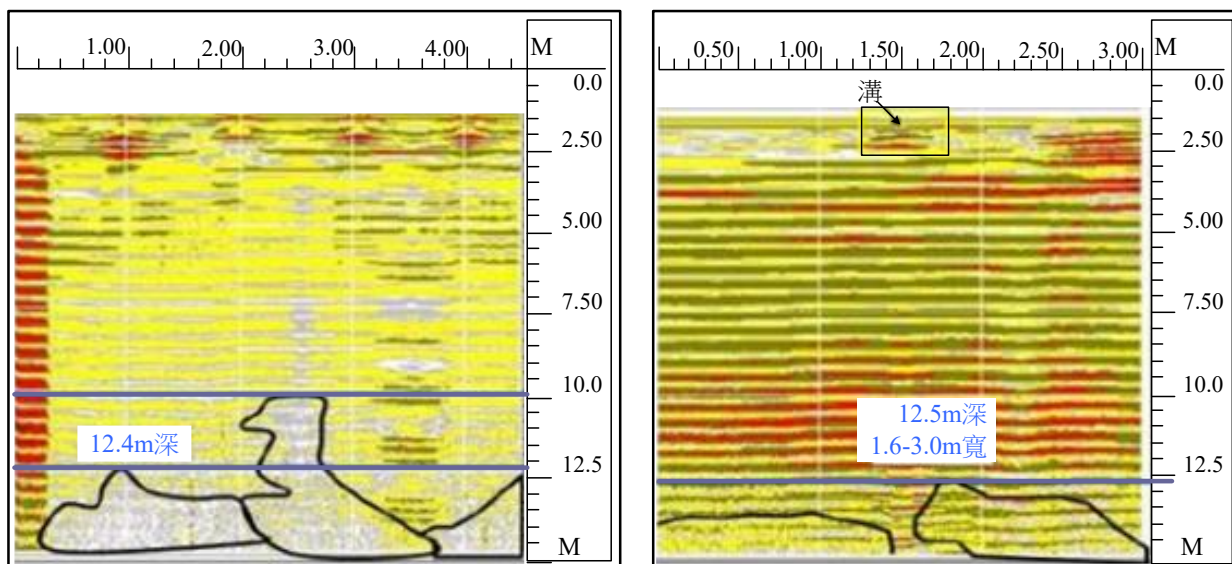


圖 5 透地雷達測線剖面圖[9]

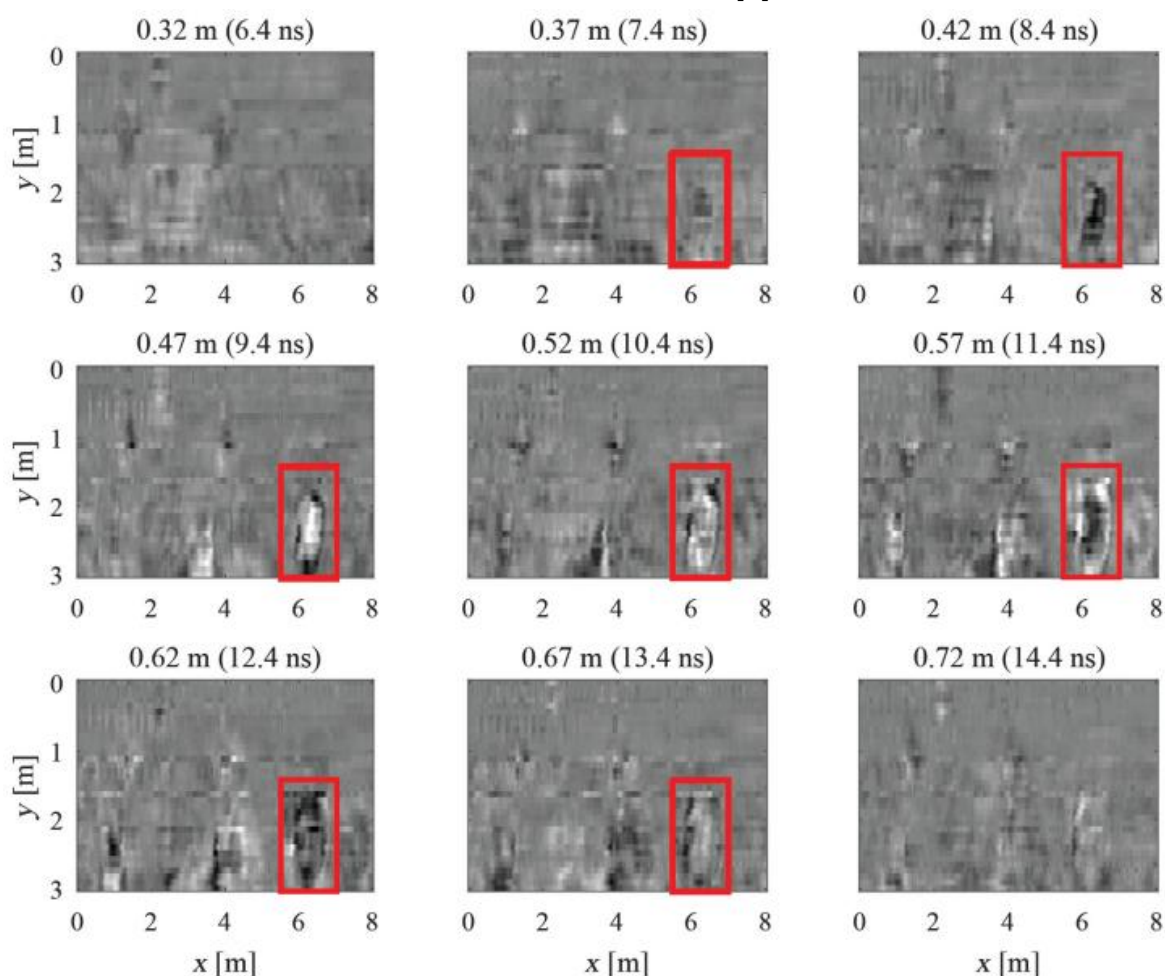


圖 6 地下孔洞切片成像[10]

林雨潔[11]使用了不同特性之場址及不同透地雷達設備進行測量，並比對 3D 和 2D 透地雷達之結果。研究結果顯示，相較於 2D 透地雷達，3D 透地雷達在缺陷偵測方面具有明顯的優勢。由於 3D 透地雷達可以同時獲取不同方向上的回波訊號，能夠提供更全面和詳細的地下特徵，從而更準確地定位和評估缺陷。同時，3D 透地雷達可

以重建三維地下模型，提供更直觀和易於理解的立體視圖，有助於更準確地分析和詮釋地下資訊。

地下管線探測

李德河等人[12]以二維透地雷達 GSSI SIR-2000 系統搭載 500MHz 探測地下管線，因管線介電性質與周遭土壤不同，故呈現較強之反射。

圖 7 之雷達影像中可見圓形管圖徵為「倒 U 型」、而矩形管則為兩翼偏外之「 $\cap$ 型」。於現地等距平行施測，可將獲取的數條測線資料組成三維模型，經過適當的訊號處理即可製成不同深度之切面並凸顯出地下管線的訊號(圖 8)，藉以了解地下管線之位置與走向。

彭振聲等人[13]以二維透地雷達調查地下管線，圖 9 中有 A、B、C、D 四隻電力管線，其中訊號 A 及 C 可藉由明顯的地層訊號不連續性與拋物線特徵確認其位置和深度；但訊號 B 因回填材料產生水平強反射層因此不易辨識管線訊號，僅能改變參數以增加訊號清晰度進而約略判斷其位置；訊號 D 較淺且管徑小，但仍能在透地雷達剖面上看到微弱訊號。

密集排列且定位精準的二維透地雷達剖面可組合成為三維資料 (Passakorn 等[14])，惟現地探查工作與室內組合資料耗事費時。葛文忠等人[15]採用三維的陣列雷達 3D-Radar GeoScopeTM MkIV 系統，搭載內建 20 組通道的 DXG1820 天線，進行地下管線探測。圖 10 為地表面下約 12 公分處的水平切面雷達影像線，發現管線為閃避線形上既有人孔而有所轉折。

案例說明

地層掏空及疏鬆檢測試驗

在前述的原理以及文獻研究皆指出透地雷達可探測地下孔洞，然依筆者探測經驗，地層除了完整以及有孔洞情形以外，也會出現未完全掏空的疏鬆情形。以下以沙箱模擬完整地層、局部疏鬆及局部孔洞等三種不同情形下的探測試驗為例，予以說明。

1. 模擬完整地層：準備 L93cm×W72cm×H45cm 砂箱，裝填里港砂以每 15cm 分層夯實 25 次，並以雷達檢測如圖 11。
2. 模擬地層有局部疏鬆：沙箱內填夯實里港沙，內部置放 L 20cm×W16cm×H10cm 的 PP 材質塑膠空盒，盒中放入里港沙且不予夯打。
3. 模擬地層內有孔洞：沙箱內填夯實里港沙，內部置放 L 20cm×W16cm×H10cm 的 PP 材質塑膠空盒。

使用 MÅLA ConcreteExplorer 雷達系統搭載頻率 1.6GHz 天線進行掃描探測，獲得雷達反射訊號如圖 13。圖 13(a)完整地層之反射訊號可見同相軸連續且層狀排列；圖 13(b)土層中的疏鬆區的雷達反射訊號略為增強，由於疏鬆區孔隙存有較多空氣，故使雷達波速增加產生同相軸不連續訊號；在掏空區圖 13(c)訊號更為強烈，同相軸不連續且凌亂。由實驗結果可知地層疏鬆區，其特殊圖徵會隨疏鬆程度之增加而有顯著差異。

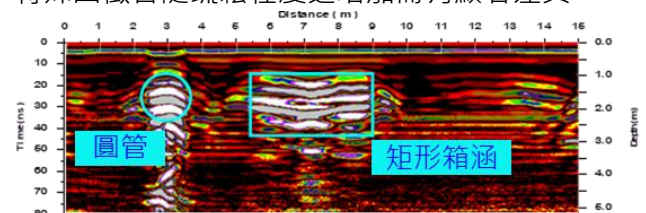
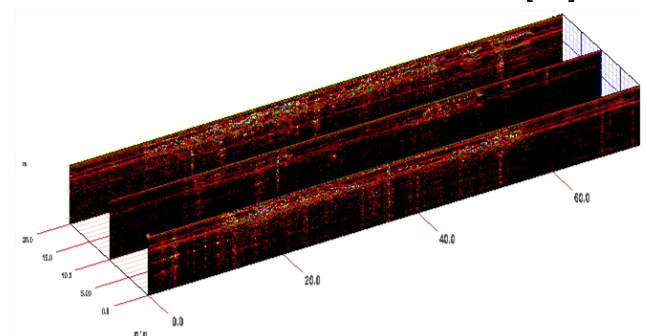
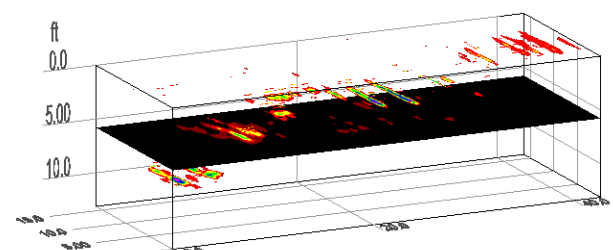


圖 7 地下管線與箱涵之雷達影像圖[12]



(a)數條平行測線之雷達影像



(b)三維模型之深度切面及地下管線

圖 8 以數個二維雷達資料組成三維雷達影像圖[12]

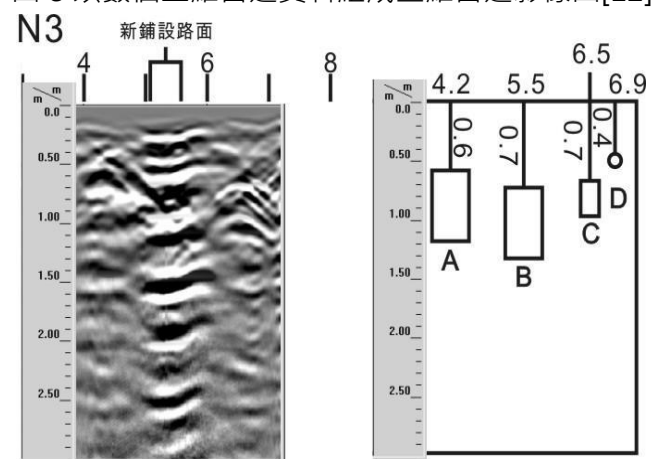


圖 9 透地雷達剖面判釋成果範例[13]

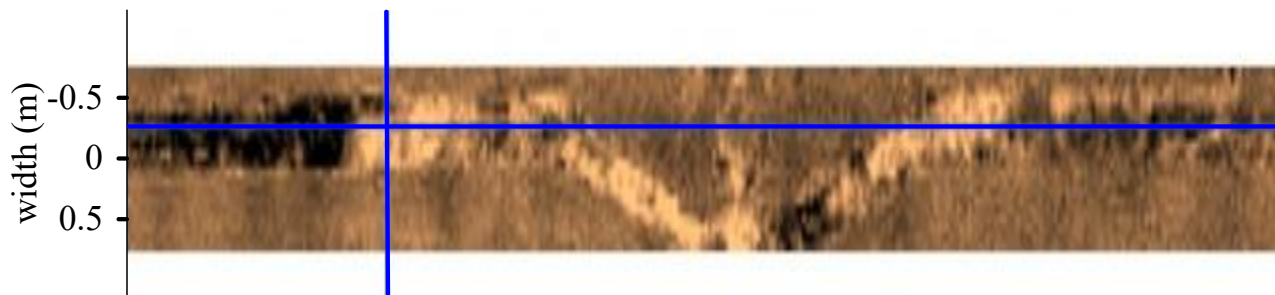


圖 10 地表下約 12cm 之深度切面圖中可見轉折的地下管線[15]

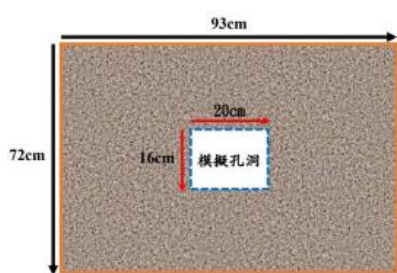


(a)砂箱內填充實沙

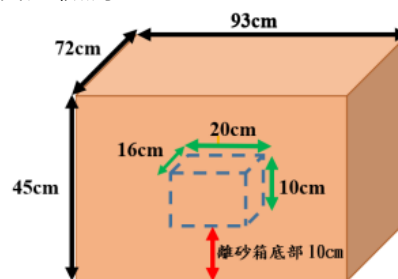


(b)雷達檢測

圖 11 砂箱內填充實沙後以雷達檢測

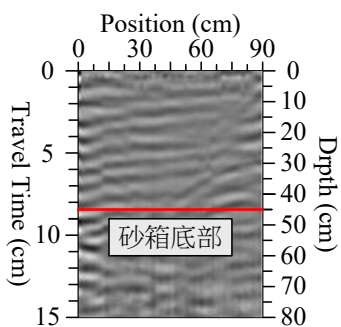


(a)沙箱配置俯視圖

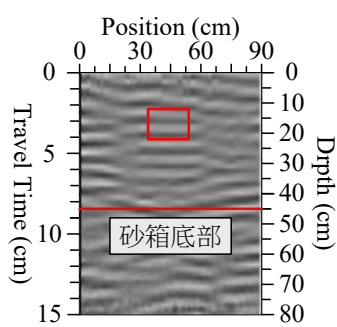


(b)沙箱配置正視圖

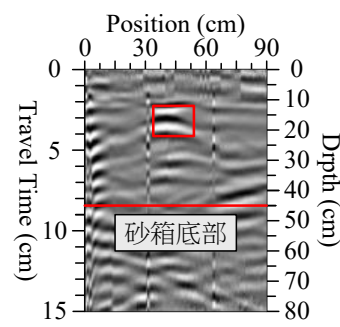
圖 12 模擬孔洞放置位置示意圖



(a)完整地層



(b)地層有局部疏鬆



(c)地層內有孔洞

圖 13 夯實土層雷達圖

地層掏空檢測案例

案例為某建案工區周遭道路檢測，採用二維透地雷達 GSSI Utility Scan GPR System 搭載頻率 350MHz 天線。圖 14 為處理後的地層剖面之雷達影像，依照前述試驗案例之檢測結果研判圖像，地層局部有反射訊號略為增強且同相軸不連續訊號，研判為土壤疏鬆。圖中圈示處反射訊號更為強烈，同相軸不連續且凌亂故研判有地下孔洞。

洞。

道路檢測案例

臺北市政府於 113 年修正「臺北市建築物施工中維護公共設施管理要點」，要求承造人在放樣勘驗及竣工勘驗階段必須使用地球物理法對於基地周遭 20 公尺範圍內之道路及人行道進行檢測。本案例以臺北市某竣工勘驗前檢測為例，以 Proceq GS9000 三維陣列式透地雷達系統進行探

測，將透地雷達成果剖面切片圖(slice)套匯於現況地形測量圖，以了解測區鄰近地下管線概況與地質狀況。

於現地施測所得三維地層影像，對不同深度做切面(圖 15)以觀察整體測區異常反射訊號。以道路而言，地下垂直深度 0.00-0.10 公尺，會因鋪面反射干擾故不疊加；圖 15 (a)為地表下垂直

深度 0.30-0.60 公尺強反射區域多為表面人孔結構與地下管線上方之回填物(如 CLSM)產生之強反射訊號；圖 15(b)、(c)地表下垂直深度 0.60-3.00 公尺多為地下管線或地下結構產生之擾動及訊號不連續。由三維地層之切面圖(圖 16)可觀察整體測區地層訊號，由圖中可看出呈現線形之強反射訊號為地下管線，點狀強反射訊號則為人孔。

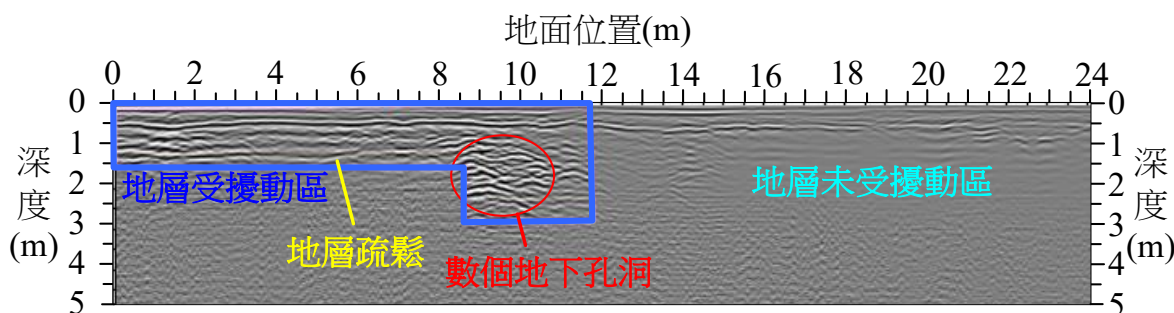


圖 14 檢測道路地層之雷達剖面圖



(a) GL.-0.3M~GL.-0.6M



(b) GL.-0.9M~GL.-1.2M



(c) GL.-2.0M~GL.-2.5M

圖 15 測區地表下不同深度切面圖

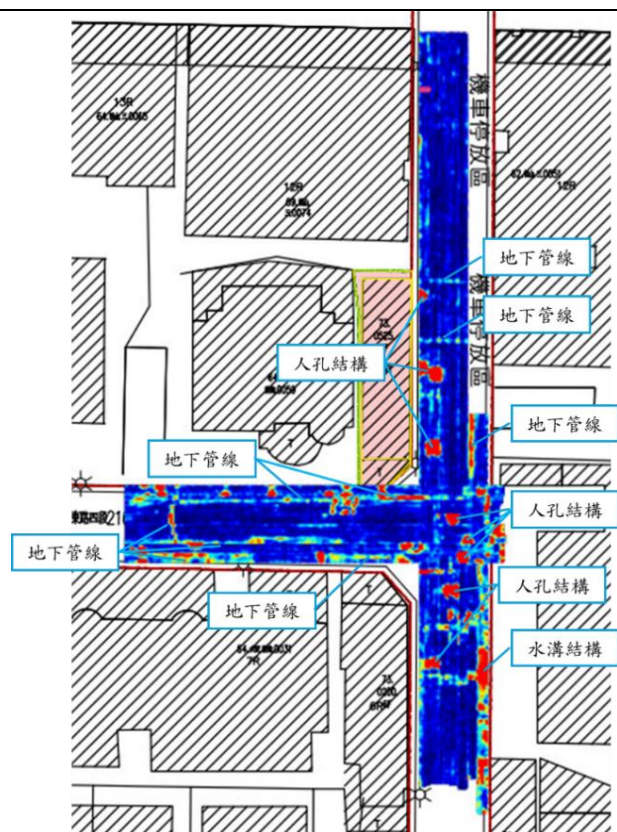


圖 16 測區 GL.-1.5M~GL.-1.8M 切面圖及特徵訊

號說明

結語與建議

GPR 探測技術隨著儀器設備的發展，精度與解析度不斷提升，使該技術被廣泛應用在地下管線與坑洞檢測。早期皆為二維雷達探測，近期則有相關單位引進三維陣列式透地雷達，不論何種系統之原理皆相同，至於影像判釋部分則係將收集到的資料做訊號處理，再以反射強度及特有圖徵進行研判。

本文以室內模擬試驗及實際檢測案例，探討二維及三維透地雷達在道路下方管線與坑洞檢測應用，結論與建議如下：

1. 地層如有掏空，其程度為疏鬆或已形成孔洞，在雷達訊號中可藉由反射強度及訊號連續性加以研判。
2. 二維雷達剖面圖對於地下結構及地層訊號異常圖徵判別較為直觀，但單一剖面對整體地層之瞭解則較為侷限。
3. 三維陣列透地雷達可同時獲取大量的密集地

層資料，在作業上更為省時及便利，但受限於儀器尺寸較大，部分測區恐不適用。

4. 三維陣列透地雷達能獲取高密集的地層資料，能提高探測精度及成效，比如對地下管線轉折處能更容易探測出來，對於地下孔洞的尺寸範圍也會有較佳的界定。

參考文獻

1. Davis, J.L., and Annan, A..P. (1989), "Ground-Penetrating Radar for High-Resolution Mapping of Soil and Rock Stratigraphy," *Geophysical Prospecting*, Vol. 37, pp. 531-551.
2. Saarenketo, T. (1998), "Electrical Properties of Water in Clay and Silty Soils," *Journal of Applied Geophysics*, Vol. 40, pp. 73-88.
3. Sharma, P.V. (1997), "Environmenta and Engineering Geophysics," Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, pp. 475.
4. Walden, A.T.,and Hosken, J.W.J. (1985), "An Investigation of The Spectral Properties of Primary Reflection Coefficients," *Geophysical Prospecting*, Vol. 33, pp. 400-435.
5. Sheriff, R.E. and Geldart, L.P. (1982), "Exploration Seismology: History, Theory, and Data Acquisition," Vol. 1, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
6. 許朝景(2011)，非破壞檢測在古蹟調查之應用研究，博士論文，國立成功大學土木工程研究所。
7. 許朝景、李德河、黃楷淳 (2007)，透地雷達於混凝土版堤防之掏空檢測，中華民國力學學會第三十一屆全國力學會議，義守大學，高雄，C05。
8. 江支弘、鄭家齊、許耿蒼(2009)，路基與路堤掏空之檢測，第六屆公共工程非破壞檢測技術研討會，台灣大學，台北。
9. 李焜發、簡俊揚、劉世強(2007)，透地雷達應用於加油站地下地層掏空傾斜之研究，台灣中油公司九十六年安全衛生觀摩研討會。
10. Liu, H., Shi, Z., Li, J., and Liu, C. (2021), "Detection of Road Cavities in Urban Cities by 3D Ground-Penetrating Radar," *GEOPHYSICS*, Vol.86, No.3, pp.WA25~WA33.
11. 林雨潔(2023)，三維透地雷達相較於二維透地雷達於缺陷偵測之成效評估，碩士論文，國立陽明交通大學土木工程研究所。
12. 李德河、林宏明、許朝景、林明寬(2003)，透地雷達在管溝探測方面之研究，台南市共同管道系統規劃技術及道路防災研討會論文集，PP. 1~18。
13. 彭振聲、吳國洋、李明軒、李昇彥(2008)，透地雷達技術於管線探測及三維地理資訊圖台之應用，鋪面工程，第十六卷，第二期，PP. 1~7。
14. Passakorn, P., Niran, C., Pattharawadee, D., and Suthipob, C. (2018), "Integrated Geophysical Surveys at the UNESCO' s World Heritage Site, the Ancient City, Historical City of Ayutthaya, Thailand," *Proceedings of SEGJ, Tokyo*.
15. 葛文忠、張孟孔、陳泓樟、高憲彰(2020)，三維透地雷達應用於道路地下管線定位與路面凹陷探查，中興工程，第 148 期，PP. 23-31。

淺談擴建路污水主幹管(第二過港段)暨中華路污水主幹管(第一區)新建工程之規劃、基設與發包

梁錦淵/高雄市政府水利局 副局長

蔡易勳/高雄市政府水利局 副局長

陳柏仰/中興工程顧問公司 技術經理

黃晟祐/中興工程顧問公司 計畫主任

摘要

擴建路污水主幹管(第二過港段)與中華路污水主幹管新建工程，係用於連接高雄污水區既有成功路、凱旋路與擴建路等三條污水主幹管，以利污水系統內紓流韌性備援，確保營運之穩定及安全。擴建路污水主幹管(第二過港段)與中華路污水主幹管分 2 期建設，本計畫擴建路污水主幹管(第二過港段)與中華路污水主幹管(第一區)屬第一期建設範圍，其工程內容涵蓋深開挖工程、潛盾工程、推進工程、明挖工程等，且埋設於市區道路，既有重大及危安管線多，工程難易度及複雜度高，故須在預算及時程雙重限制下，透過相關工作方法來維持整體工程品質並降低施工風險以完成工程。

前言

高雄污水區既有成功路、凱旋路與擴建路等 3 條污水主幹管於 73 年起陸續完成，其下游管線位於亞洲新灣區，管徑 $\phi 1,650 \text{ mm} \sim \phi 3,000 \text{ mm}$ ，建設已超過 40 年，接近 50 年耐用年限，位置如圖 1。

擴建路污水主幹管過港管段係直接埋設於高雄港港池底部，收集高雄市區與港區等約 130 萬人之民生污水，穿越高雄港水域輸送到位於旗津之中區污水處理廠處理，為高雄污水區下游唯一的主要幹線。

因此，倘過港段管線破損，污水流入高雄港等鄰近海域，將影響航運及相關經濟活動損失，亦會影響亞洲新灣區與整體上游市區用戶排水，並嚴重污染愛河水質；另若市區段管線損壞，亦可能發生如 114 年 1 月 28 日日本埼玉縣八潮市天坑事件，其因污水下水道管線的老化和破損，埋於地下深處管線鄰近之土砂，經由管線破損處流入管內，導致了地基的不穩，最終引發地面直

徑約 40m、深度 15m 的大範圍坍塌，嚴重影響當地交通及民眾生活起居。

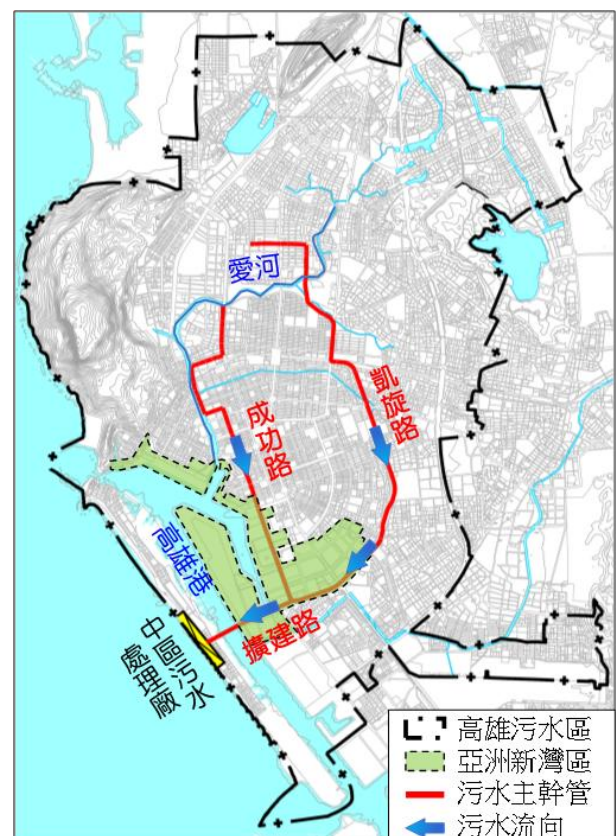


圖 1 高雄污水區既有污水主幹管

目前高雄污水區污水主幹管內因長期滿管，無法進行檢視，管內狀況不明。為能針對既有污水主幹管進行檢視與後續維護修繕延壽，需新增設污水主幹管及相關設施作為備援系統，故規劃擴建路污水主幹管(第二過港段)與中華路污水主幹管，如圖 2。透過銜接既有主幹管及分水設施之操作，將既有主幹管污水紓流至新設主幹管內，降低既有主幹管內水位以利進行檢視維護作業，避免管線損壞後續造成之相關損失，確保高雄污水區污水系統營運之穩定及安全。

另考量既有管線興建時程及整體建設經費，備援系統工程分 2 期建設，第一期建設範圍如圖 3，主要針對早期建設之既有擴建路及成功路污水主幹管下游段設置備援系統，辦理擴建路污水主幹管(第二過港段)與中華路污水主幹管(第一區)新建工程，即本工程範圍。

工程內容及目標

工程主要項目

新建擴建路污水主幹管(第二過港段)

既有擴建路污水主幹管係連接上游之三角公園匯流站與下游之中區污水處理廠進流抽水站，過港段管內水位呈現滿管狀態、流速快且能見度

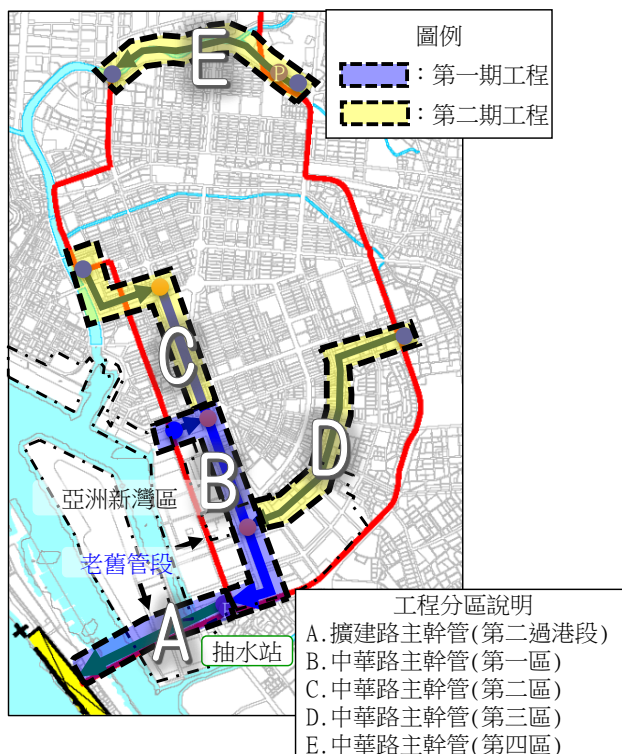


圖 2 新設污水主幹管備援系統

低，因無替代通路且上游三角公園匯流站控制閘門損壞，無法停水並排除管內污水以辦理檢視修繕。

第二過港段完成後即成為既有過港段的替代通路，可利用於既有擴建路主幹管設置之紓流設施透過閘門控制將原經既有過港段之污水導至新設抽水站後泵送至中區廠，排除既有過港段管內污水後辦理檢視及修繕延壽，另當雨天系統水量暴增時亦可利用第二過港段增加系統的應變能力。

工程內容將於凱旋四路與成功二路口之三角公園設置抽水站後，沿擴建路設置污水壓力管穿越高雄港至旗津中區污水處理廠，採用潛盾、推進及明挖等工法設置管線。

新建中華路污水主幹管(第一區)

考量既有成功路污水主幹管管徑大、長度長，辦理檢視及修繕工作所需時間較久，為降低對鄰近愛河、高雄港等水域水質影響，備援系統將以污水系統內分水逕流為主。

故新設中華路污水主幹管連接既有污水主幹管，分段紓流降低管內水位及流速，營造管內安全檢修工作環境以利辦理既有主幹管檢視及修繕延壽。另當雨天系統水量暴增時亦可利用新增主幹管增加系統的應變能力。

本段工程內容將於成功路及新光路口之污水



圖 3 備援系統第一期新建工程

主幹管既有人孔施作分水井後，沿新光路、中華路設置污水重力管銜接至三角公園新設之抽水站，採潛盾及推進等工法設置管線。

關鍵問題

管線埋設路徑既有管線複雜

本工程沿新光路、中華路、凱旋路及擴建路等道路進行施作，因管線埋設路徑皆為市區主要道路並有經過橋樑、港區，故既有管線及地下結構物複雜，且本案因位於污水區下游故污水管管徑較大、埋設較深，除了會影響道路淺層埋設之一般民生用管線(自來水、電力、電信及寬頻等)

表 1 本工程路徑既有重要地下管線及設施綜整表

項目	管線種類	位置
交通	輕軌捷運	凱旋四路
交通號誌	交通號誌管線	新光路、中華五路、凱旋四路、擴建路、南汕巷、旗津二路之路口
路燈	路燈電力管線	新光路、中華五路、凱旋四路、擴建路、南汕巷、旗津二路
電力	電力管線	中華五路、凱旋四路、擴建路、南汕巷、旗津二路
	特高壓輸配電隧道	中華五路、凱旋四路
油管	輸油管線	成功二路與擴建路路口
自來水	自來水管線	新光路、中華五路、凱旋四路、擴建路、南汕巷、旗津二路
天然氣	天然氣中、低壓管線	新光路、中華五路、凱旋四路、擴建路
	天然氣高壓專管	中華五路與復興三路路口
寬頻	寬頻管線	中華五路
電信	網路	新光路、中華五路、凱旋四路、擴建路、南汕巷、旗津二路
	有線電視	凱旋四路
工業管線	乙烯及丙烯管線	凱旋四路、擴建路
	化學管線(苯)	擴建路
污水	污水主幹管	凱旋四路、擴建路
雨水	雨水下水道	新光路、中華五路、擴建路、南汕巷
金鰲橋	護岸板樁	金鰲橋
55 號碼頭	護岸板樁	55 號碼頭

及石化管群外，在深層還有台電公司的高港～五甲～高雄 345 kV 電纜隧道、既有污水主次幹管、金鰲橋及高雄港 55 號碼頭護岸板樁等，詳表 1。

整體執行預算及期程限制

本工程由高雄市水利局於 101 年開始爭取興建經費，經長期討論溝通，內政部於 112 年考量其必要性，核准第一期建設經費 53.39 億元，並於 113 年始編列預算執行，另考量其急迫性需求而將工程執行期由原規劃 6 年縮短為 4 年辦理。

疫情後市場環境限制

於新冠疫情後，營造業整體市場缺工且物料雙漲，經查營造工程物價指數（總指數）於 110 年 4 月為 97.34，至 112 年 7 月為 108.96，漲幅約 12%，而本工程主要工程為潛盾工程，依其特性而言，大量使用之水泥製品，其漲幅由 110 年 4 月為 96.47 至 112 年 7 月 109.29，漲幅約 23%，且相關材料等亦需考量廠商產能及存放場地限制等風險，又因潛盾施工為高度專業且需輪班的工作，技術工人數少且培訓所需時間長，在疫情後不僅缺工而且薪資費用上漲，導致潛盾工料上漲幅度較物價指數更高。

工程目標

擴建路污水主幹管(第二過港段)暨中華路污水主幹管(第一區)新建工程，其工程內容涵蓋深開挖工程、潛盾工程、推進工程、明挖工程等，且埋設於市區道路，既有重大及危安管線多，工程難易度及複雜度均高。

另考量既有主幹管耐用年限已近，為能盡速進行相關檢視維護作業，本工程作為備援系統有其必要性及急迫性，惟整體市場環境因疫情後不僅缺工而且薪資費用上漲，因此整體目標須在預算及時程雙重限制下，維持整體工程品質及降低相關施工風險下來完成工程。

規劃、基本設計及發包階段降低風險方法

為能如質如期完成目標，在規劃、基本設計及發包階段，針對本案所面對之關鍵問題，採用適當之路線配置與工法來降低相關風險，如管障或整體經費及期程控制等，以下就三階段的降低

風險方法進行說明。

規劃階段降低相關風險方法

依據備援系統性質降低管徑減少管障影響

因既有成功路主幹管(埋設較淺)及凱旋路主幹管(埋設較深)二者間之渠底高程差異，無法直接設連絡管互相支援，僅能單向以重力流紓流，為能同時替成功路及凱旋路兩主幹管紓流，故規劃新設中華路污水主幹管工程，以串接既有凱旋路主幹管、成功路主幹管。

而中華路主幹管規劃以目標年分流污水量並採一次檢修一主幹管為原則，縮小管徑與工作井尺寸，可節省經費，以及降低與工程範圍內既有管線設施牴觸，故其設計污水量以成功路或凱旋路主幹管紓流污水量大者為依據。

考量抽水站位置，降低施工風險及交通衝擊

擴建路污水主幹管(第二過港段)主要功能，包含設置紓流設施匯流既有主幹管(成功路、凱旋路主幹管)及新設備援系統(中華路主幹管)所收集之污水並依情境切換或同時使用既有過港段或新設之第二過港段，需另設置抽水站及採用壓力管控制高程避免與既有過港段牴觸。因此在規劃階段紓流設施及抽水站設置位置主要方案有二：

方案 A：紓流設施、抽水站設置於既有擴建路主幹管 D01 管線下游之前鎮科技產業園區鄰近區域，如圖 4。

方案 B：紓流設施、抽水站設置於既有擴建路主幹管 D01 管線上游之三角公園，如圖 5。

評估施工風險部分，方案 A 需銜接通水中且匯集成功路及凱旋路污水之既有擴建路污水主幹管，因其採潛盾施工，於環片破除及相關擋土地改施作均屬高難度工程；方案 B 係銜接既有凱旋路污水主幹管，雖同樣通水中，惟相對水量較小於擴建路污水主幹管，且銜接位置管段係採 RC 箱涵施作，於破除箱涵時之風險低於破除環片。

評估交通衝擊部分，方案 A 紓流設施位於擴建路、前鎮科技產業園區、高雄港管制站前對交通影響大；方案 B 紓流設施與抽水站位於三角公園，對交通影響小。

綜上，規劃階段採用方案 B，將紓流設施、抽水站設置於三角公園，以降低施工安全風險及交通衝擊，並降低管線遷移的影響。

妥善選擇管線工法，降低工作井數量

擴建路污水主幹管(第二過港段) 將由三角公園抽水站起經擴建路穿越高雄港池及兩側護岸，考量管徑大且因擴建路於三角公園至 55 號碼頭間

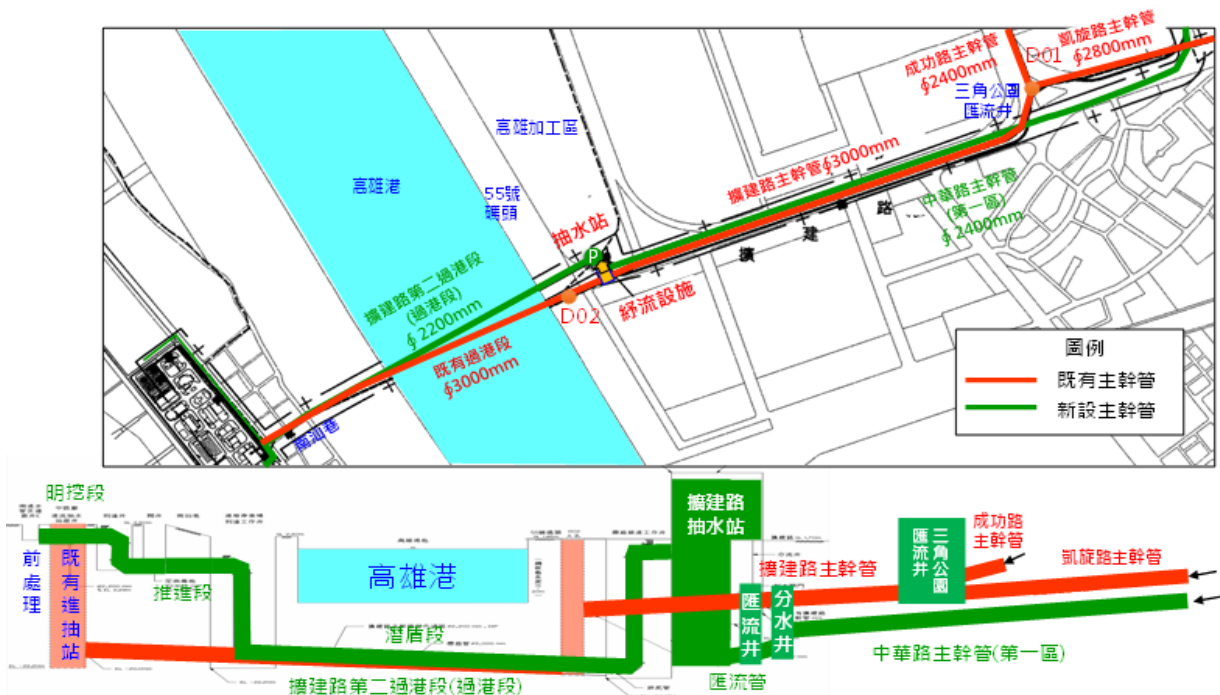


圖 4 擴建路污水主幹管(第二過港段)抽水站位置-方案 A



圖 5 擴建路污水主幹管(第二過港段)抽水站位置-方案 B

既有管線複雜，由於陸上可下工作井之空間有限，且後續需穿越高雄港池下方，故規劃採用一次施工長度長且適用大管徑之潛盾工法。

中華路污水主幹管(第一區)主要管段由新光中華路口沿中華路經金鰲橋至成功路及擴建路口之三角公園，同樣考量地下管線複雜及降低交通衝擊，規劃採潛盾工法。

基本設計階段降低相關風險方法

基本設計階段則透過風險評估，經過風險辨識及評估分析後，透過設計方法降低相關風險，主要項目說明如后：

工作井設置於綠帶，降低管障及交通衝擊

配合備援管線施作管徑介於 $\phi 2,000$ mm 至 $\phi 3,000$ mm，所設置之工作井其內徑亦須 10 m 以上，如設置於主要道路上，遇到既有管線障礙問題，亦會對交通產生衝擊，故在基本設計階段將工作井設置於道路鄰近綠帶，而施工用地則邀集相關單位進行設計施工會勘，並依各用地單位所提之用地範圍意見納入後續設計及施工考量，整理部分意見如下：

1. 設置工作井施工範圍與施工動線規劃應避免影響已植栽之喬木，必要時應規劃相關喬木保護措施。
2. 施工範圍內之既設管線應詳實調查，工作井設置應避免影響既設管線營運。如管線不慎挖損

，應通報相關單位進行修復。

3. 施工範圍如距捷運輕軌設施 50 m 內時，應依交通部頒「大眾捷運系統兩側禁建限建辦法」及「高雄市政府大眾捷運系統禁限建範圍內列管案件管理作業要點」等相關規定辦理及送審。
4. 55 號碼頭空地位置地下仍存有早期結構物之基礎結構設施，設計與施工時應將其現地狀況納入考量。

既有管線調查，避免管線牴觸

參考高雄市道路挖掘管理系統及民生管線系統，並委請相關單位提供工程範圍內之管線竣工資料，同時委託專業地球物理探測團隊進行地下管線探測及分析。以透地雷達探測抽水站、工作井等預計設置範圍之地下管線情形；另以時間域電磁法進行平面及垂直探測管線，如預計穿越重大管線設施位置，如五號船渠之護岸板樁、台電特高壓及既有污水主幹管，如圖 6、圖 7。為避免與既有之過港污水主幹管牴觸，需了解其確切位置，則採用地層剖面儀方式針對高雄港床底地下管線進行調查作業，如圖 8。

最後根據前述資料蒐集及管線調查成果，針對較高風險之部分進行因應，如於中華五路與凱旋四路交叉口處，需穿越高港~五甲~高雄 345 kV 電纜隧道及直徑 $\phi 2,800$ mm 凱旋路污水主幹

管，且由上述兩處既有障礙物間穿越，考量穿越障礙物之淨距較小，故於此穿越段設計於掘進過程中配合地盤改良工法，如圖 9，避免影響既有管線之營運功能。

利用管線作為濕井空間，減少抽水站用地面積

三角公園抽水站為後續容易操作維護，原擬採乾井式設計並使用高效率馬達以達節能效果，

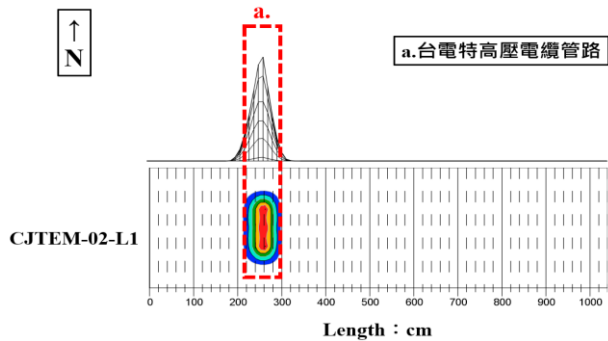


圖 6 時間域電磁法重大管線設施位置平面探測

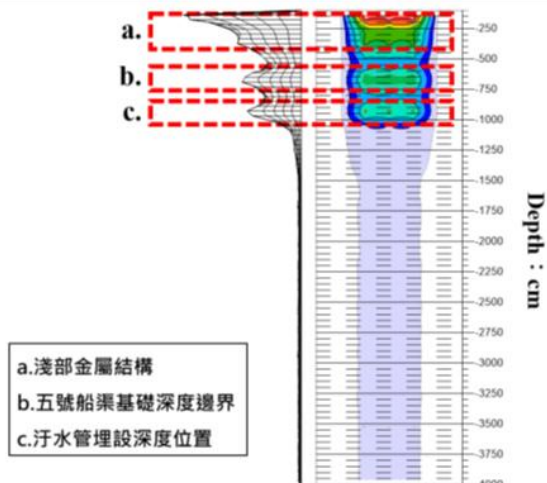


圖 7 時間域電磁法重大管線設施位置垂直探測

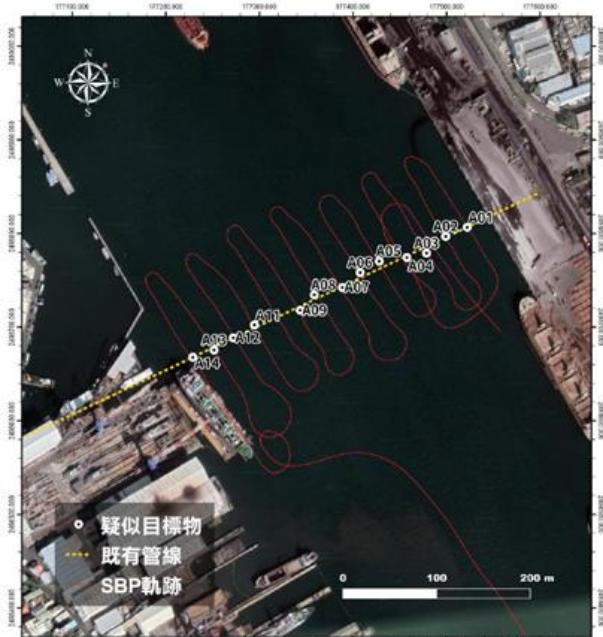


圖 8 地層剖面儀-重大管線設施位置探測

惟其所需面積較濕井式為大，因鄰近輕軌設施而為了降低開挖時對其影響，設計改為進流管作為濕井空間以減少抽水站用地面積，節省約 30%，如圖 10。因抽水站體開挖深度較深，故設計勁度較大之連續壁做為擋土壁，另為抑制開挖過程中連續壁體之變形量，以及開挖區外地表及輕軌軌道之沉陷量，將再設置扶壁，如圖 11，開挖過程中並配合敲除扶壁及設置型鋼水平支撐進行擋土開挖。抽水站施工過程中將設置安全監測系統如傾斜管、支撐應變計、位移觀測點、水壓計、水

里程：B2K+060~B2K+280

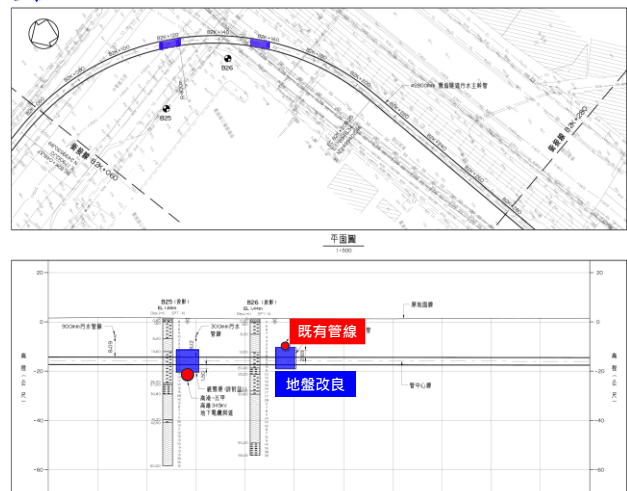


圖 9 穿越段配合地改保護近接重大管線

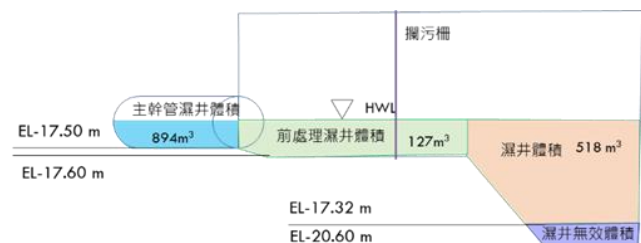


圖 10 利用進流管作為濕井空間減少用地面積

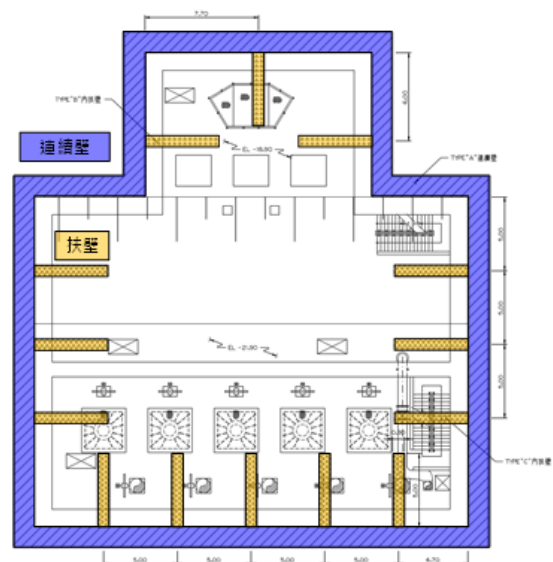


圖 11 抽水站擋土設施設置扶壁降低影響輕軌

位井及建築物傾斜儀，以隨時掌控站體開挖對鄰近設施之影響。

三角公園鄰近設施影響分析及因應

本工程於三角公園鄰近輕軌設施(變電站及輕軌軌道)，除抽水站外，尚有潛盾隧道穿越、潛盾到達井等，為能分析相關設施施作時對輕軌設施的影響，於基本設計階段透過 Plaxis3D 建立分析案例模型進行分析，如圖 12、圖 13，並根據分析結果進行因應。於鄰近輕軌軌道間進行地盤改良設計，如圖 14，以減少施工行為對輕軌軌道之影響。

過港段潛盾工程參考專家學者建議及進行方案評估

擴建路主幹管(第二過港段)部分，考量三角公園與中區污水處理廠間之高程差，採三角公園設置抽水站以壓力方式將污水沿擴建路至 55 號碼頭後，穿越高雄港下方再沿旗津南汕巷，最後輸送至中區污水處理廠。

因本工程沿線位於擴建路等主要道路上，且需由高雄港下方進行穿越，並沿南汕巷之狹窄道路通過，本段為降低沿線交通衝擊、避開既有地下障礙物或管線以增加本施工之可行性，故依施工方式分為三部份，如圖 15。由三角公園行經擴建路，並穿越高雄港間設計採潛盾工法施工；管線穿越南汕巷則以水平推管方式穿越；最後於旗津二路銜接至中區污水處理廠則採明挖埋管方式施工。

其中潛盾工法部分可分為過港段及陸上段，穿越高雄港部分，為避開擴建路第一污水主幹管及旗津區第二過港送水管線並保持安全距離，潛盾路線設計稍微往北繞，使用內徑 $\phi 3,000$ mm 潛盾管內穿 $\phi 2,200$ mm 壓力管來施工。

潛盾覆土深度部分，依中華民國隧道協會於 2009 年出版之潛盾隧道設計及施工準則與解說，建議所需的最小覆土深度為 1.0~1.5 倍以上隧道直徑，而在台北市政府捷運工程局於 2021 年出版之捷運隧道工程實務，則為避免潛盾機鑽掘時造成地面隆起，或因覆土不足造成隧道上浮，建議最小覆土深度至少為 1.5 倍隧道直徑，本案因

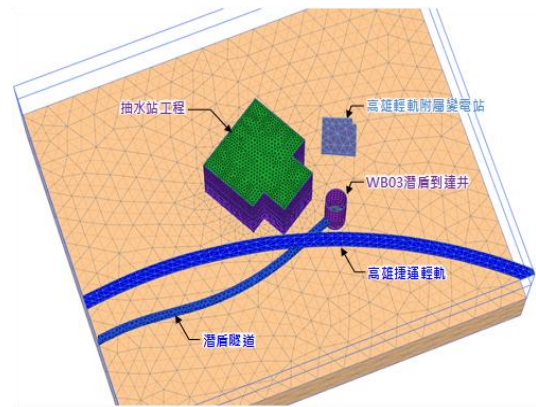


圖 12 三角公園鄰近設施影響分析模型圖



圖 13 三角公園處各項工程對輕軌軌道影響分析結果

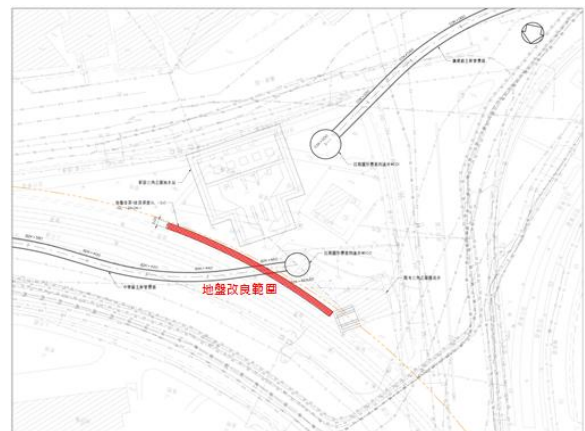


圖 14 三角公園地盤改良範圍平面圖

於基本設計階段有進行港區海上鑽探作業，其顯示海床表面為底泥，為避免後續因沖刷或擾動造成表面底泥不穩之風險，並經詢問相關專家學者意見，此段潛盾深度以港區潛盾沿線覆土高程下方採至少 2.0 倍潛盾外徑及堤防護岸為潛盾縱剖面主要控制點。

陸上段部分，因規劃階段採深埋方式，於基本設計時，則成立替選方案評估小組進行替選方案評估，主要構想為採淺埋方式進行比較，如表 2。後續經由可行性分析，評估因子如成本、工期、風險、施工難易度...等項目進行權重設定及

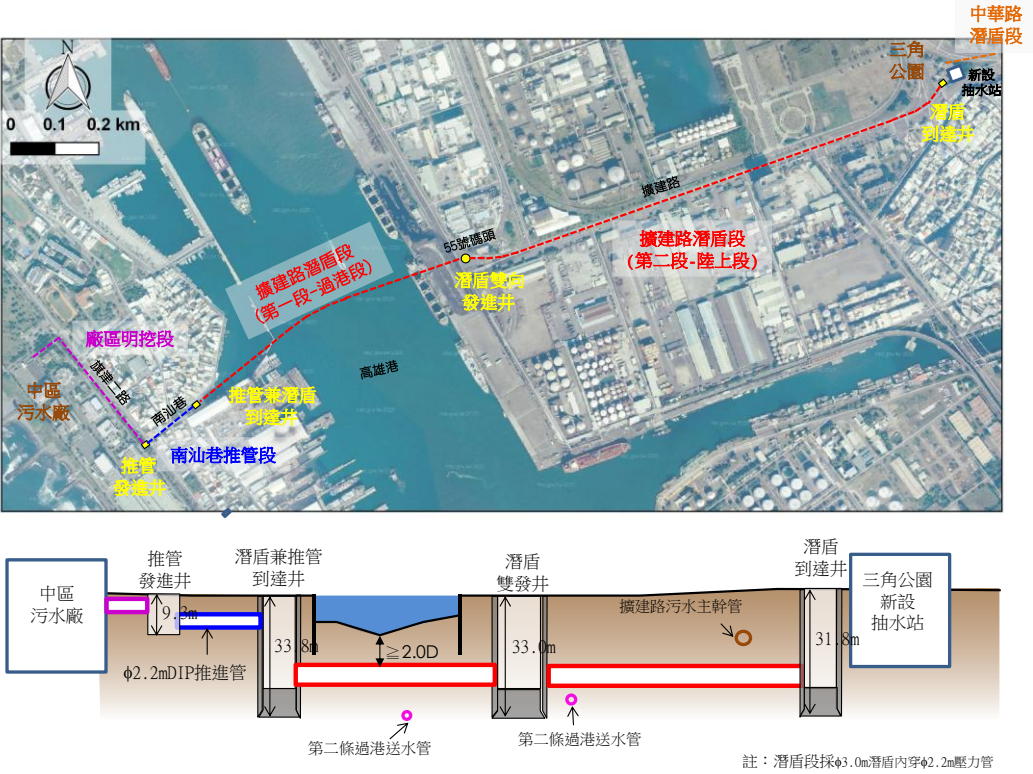


圖 15 擴建路污水主幹管(第二過港段)管線平縱面示意圖

分析，評估結果則原方案第二過港段採深埋方式為建議方案。

開放彈性之發包策略

本計畫工程規模龐大、界面複雜、工期及預算緊迫，為能如期如質完成目標，發包策略主要採統包最有利標方式，相關評估分析如下：

統包工程採用分析

1. 發包作業量減少：設計及施工併同發包，降低發包作業量。
2. 促進工程介面整合效率：設計及施工由得標廠商內部整合，可促進工程介面整合效率。
3. 縮短整體工程執行時程：由統包商進行設計與施工整合工作，可採分段設計，邊設計邊施工，屬重疊性作業方式，藉由設計及施工併行作業縮短整體工期。
4. 提昇工程效益：由統包商考量自有機具與擅長工法，發揮設計創意，提升整體施工效益。
5. 採購品質：設計施工成果須符合需求書之要求，確保採購品質。
6. 工程變更作業單純：統包商於符合需求書之要求下可發揮創意，以有利於工程品質及工期等前提由統包商自行研提之工程變更，將不涉及工期及經費事宜。

表 2 擴建路主幹管(第二過港段)陸上段構想比較表

構想	優點	缺點
第二過港段採淺埋	➢ 施工階段如發生異常狀況，對既有擴建路污水主幹管影響較小。	➢ 施工對地表、既有主幹管及既有台電、石化管、DA 次幹管等管線影響較大。 ➢ 三角公園左側至三角公園推進段，埋設深度較淺，較易遭遇管障。 ➢ 自三角公園抽水站至南汕巷管線深度一致，管線深度需兩次於工作井陡降，水頭損失較高。
第二過港段採深埋	➢ 對於地表、既有主幹管及既有台電、石化管、DA 次幹管等管線影響較小。 ➢ 第二過港段皆位於既有污水管下方，營運較不受既有主幹管漏水影響。 ➢ 自三角公園抽水站至 55 號碼頭，管線深度一致，水頭損失較少。	➢ 施工階段如發生異常狀況，影響既有管較大。

7. 工程責任易於追究：設計及施工均屬統包商契約範圍，工程設計、施工及保固責任易於釐清追究。

最有利標策略分析

1. 縮短工期之特別要求：因本計畫預計於 116 年 12 月底前完工，統包工程決標後即由統包廠商進行設計與施工整合工作，可採分段設計，邊設計邊施工，藉由設計及施工併行作業縮短整體工期，屬重疊性作業方式。
2. 品質確保之措施：統包廠商團隊組成包含工程設計公司、土建、機電廠商，可於設計階段即同步整合，減省施工階段介面衝突之工作量。
3. 技術能力可行性之要求：本案工程量體規模雖大，計畫時程緊迫，施工技術能力可行性並無疑慮，惟不同統包廠商之施工能力條件會有差異。
4. 功能性須符合：本工程擬具需求書，針對功能性需求訂定規範，統包廠商未來之設計施工成果不但須符合規劃報告書之要求，不同廠商間對於符合基本功能需求後，各項功能品質亦會有所差異。

綜上所述，為達成縮短工期、確保品質、符合功能之目標，並考量不同廠商對於履約能力、工作項目、技術規格、施工方法、進度、品質、界面管理等事項有所差異之情形，且為避免劣質廠商低價搶標，採統包最有利標方式。

為能有整體性的評估與計畫，及減少相關施工界面上的問題，於徵選專案管理廠商階段，除徵選統包商及審查監督等相關工作事宜外，亦將辦理基本設計等工作納入，後續則由統包商進行細部設計及施工。

在契約及需求書擬定時，考量預算限制，針對備援管線施工部份，除擴建路主幹管(第二過港段)過港段部分考量其施工風險，於需求書規定需以潛盾方式進行施作，其他如陸上段及中華路污水主幹管(第一區)部分，則開放彈性，可採推進或潛盾方式進行施作，供統包商進行評估選擇，增加投標意願。

契約方面另外也考量到統包商購置潛盾機、環片及 DIP 管等大型機具、工料時之龐大資金壓力，而加上預付款機制，以期讓統包商之資金更能彈性運用；有關設計相關圖說審核的部份也考

量本案工程項目複雜，採取了分段核定之機制，不僅可以加速工進，也可以讓統包商更能專注於重要工項上。

統包階段風險傳遞及提前作業

本統包工程案已於 113 年 1 月 4 日決標，考量工程之複雜性及急迫性，除於計畫開始即召開工作協調會，期間亦召開相關風險評估會議，由市府、專管及統包商就本案相關風險進行討論傳遞。施工風險較高之部分，如以潛盾方式穿越高雄港區之擴建路主幹管(第二過港段)，專管單位將基本設計階段之風險降低方法，納入到統包需求書以規定廠商，如下：

1. 選用之潛盾機盾尾至少需有 3 道以上盾尾刷以確保施工安全。
2. 潛盾機之出廠證明文件，須供甲方工程司審核。
3. 須於施工前進行高雄港區內水下測量工作，依測量結果設計潛盾平縱面路線，其中潛盾洞道環片頂部距離水下地形面至少須保持環片外徑 2D 之距離。

統包商則進一步進行相關對策，以將潛盾穿越高雄港之風險再次降低，如下(圖 16)：

1. 於過港潛盾段使用全新潛盾機頭。
2. 環片採用高爐水泥且焦油環氧樹脂塗附環片外圍，減少外部侵蝕。
3. 發進井增設防水隔艙，潛盾機採用中折、盾尾刷自動注油設備。

另除施工風險傳遞外，因本案具急迫性，須於 2 年要完成進度約 80%，故相關工作亦提前辦



圖 16 統包階段過港段降低施工風險對策

道路挖掘管理 第二期

理，如海底鑽探、水深測量(圖 17)，確認地質、深度以利提前確認潛盾機形式、環片；工作井用地提前取得，以減少後續階段行政作業；三角公園樹木移植於前期作業階段辦理(圖 18)，加速三角公園開挖工作；交通維持計畫、丁類危險性工作場所審查及輕軌影響評估(圖 19)配合工項期程分區提送，降低各工項外部單位審查時間。

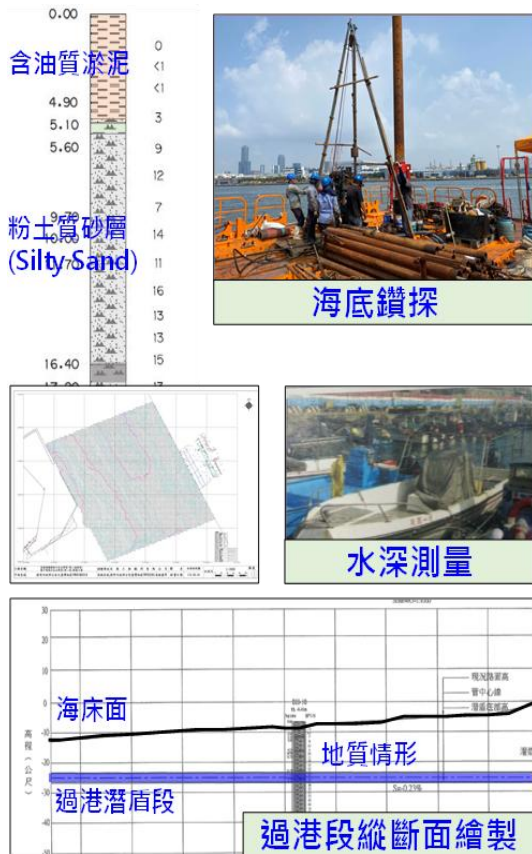


圖 17 海底鑽探、水深測量確認深度及地質狀況

結論

為能如期如質完成擴建路污水主幹管(第二過港段)暨中華路污水主幹管(第一區)新建工程，避免管線障礙造成施工風險及期程延宕，以及整體期程及預算的限制下，於規劃、基本設計、發包及執行等階段採取相關作業方法來達成目標。

於規劃階段主要方法有三項：1.依據備援系統性質，降低管徑減少管障影響；2.考量抽水站位置，降低施工風險及交通衝擊；3.妥善選擇管線工法，降低工作井數量。

於基本設計階段主要方法有五項：1.工作井位置設置於綠帶，降低管障及交通衝擊；2.既有管線調查，避免管線牴觸；3.利用管線作為濕井空間，減少抽水站用地面積；4.三角公園鄰近設



圖 18 提前辦理三角公園樹木移植作業



圖 19 分區辦理輕軌影響評估

施影響分析及因應；5.過港段潛盾工程參考專家學者建議及進行方案評估。

於發包階段則採統包最有利標之方式，相關契約及需求書則納入預付款機制及部分管段採彈性開放工法之方式吸引廠商投標。

經由前述方法，本案順利於 113 年 1 月 4 日完成統包工程決標，期間完成第一批設計內容，並於 113 年 8 月 1 日開工，預定於 116 年底完成，於執行階段進行相關風險傳遞降低後續施工風險，並利用統包工程特性，提前作業與積極動員，以在時程內完成工程目標。

參考文獻

1. 高雄市政府水利局(2023)，高雄污水區污水主幹管韌性延壽規劃期末規劃報告。
2. 高雄市政府水利局(2023)，擴建路污水主幹管(第二

- 過港段)暨中華路污水主幹管(第一區)新建工程基本設計及專案管理(含監造)委託技術服務案，基本設計報告。
3. 高雄市政府水利局(2024)，擴建路污水主幹管(第二過港段)暨中華路污水主幹管(第一區)新建工程基本設計及專案管理(含監造)委託技術服務案，基本設計階段施工風險評估報告。
 4. 高雄市政府水利局(2024)，擴建路污水主幹管(第二過港段)暨中華路污水主幹管(第一區)新建工程基本設計及專案管理(含監造)委託技術服務案，透地雷達暨時間域電磁法探測成果報告書。
 5. 高雄市政府水利局(2024)，擴建路污水主幹管(第二過港段)暨中華路污水主幹管(第一區)新建工程基本設計及專案管理(含監造)委託技術服務案，海域地形測量及水下深層管線調查測量成果報告。
 6. 高雄市政府水利局(2024)，擴建路污水主幹管(第二過港段)暨中華路污水主幹管(第一區)新建工程基本設計及專案管理(含監造)委託技術服務案，替選方案評估報告。
 7. 中華民國隧道協會(2009)，潛盾隧道設計及施工準則與解說。
 8. 台北市政府捷運工程局(2021)，捷運隧道工程實務。

高雄捷運黃線 YC01 標管線遷移處理方式規劃介紹

吳嘉昌/高雄市政府捷運工程局 局長

郭林堯/高雄市政府捷運工程局 副局長

王彥清/高雄市政府捷運工程局 總工程司

江明珊/台灣世曦工程顧問股份有限公司高捷專案 專案協理/大地技師

許智豪/台灣世曦工程顧問股份有限公司高捷專案 工程師

摘要

本文旨在探討高雄都會區大眾捷運系統黃線 YC01 標工程中的管線遷移處理方式。本工程全長約 4.4 公里，包含 1 座高架車站和 3 座地下車站。由於施工範圍內涉及公共地下管線阻礙施工問題，致管線遷移作業成為工程順利進行的關鍵。本文詳細介紹了管線調查、遷移規劃、施工階段的管線處理方式，並通過統包工程的優勢，減少施工界面衝突，據以縮短管線遷移時程。最後，本文總結了管線遷移的成效與挑戰，並提出未來類似工程的建議。

前言

高雄都會區大眾捷運系統黃線（以下簡稱黃線）是高雄市重要的交通基礎建設項目之一，如圖 1。YC01 標工程全長約 4.4 公里，包含 1 座高架車站（Y1 站）和 3 座地下車站（Y2、Y3、Y4 站）。由於施工範圍內涉及包括電力、電信、自來水、雨水下水道、污水管道、瓦斯、警訊、有線

電視、固網、軍訊、(軍)油管、號誌、路燈等多種公共地下管線，惟有設法解決管線遷移與施工界面諸多衝突問題，方能使主體工程順利進行，故 YC01 標工程採用統包模式，將管線遷移與主體工程同步進行，有效縮短了管線遷移時程，並減少了界面衝突。本文將詳細介紹 YC01 標工程的管線遷移處理方式，並探討其成效與挑戰。



圖 1 公共管線資料庫之建置流程

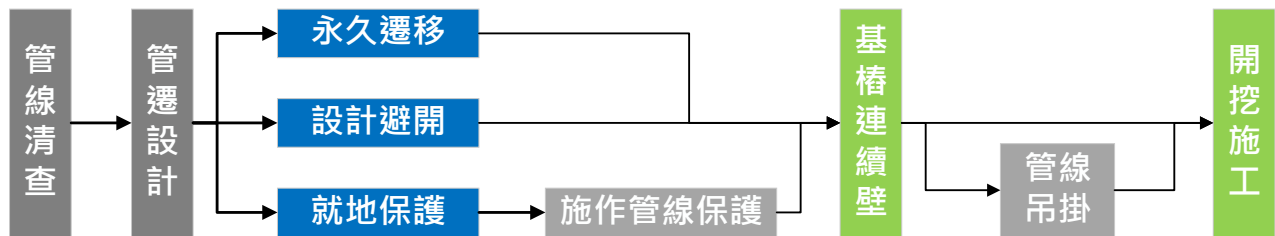


圖 2 管線遷移規劃流程圖

管線調查與遷移規劃

為避免因公共地下管線遷移施工延宕，影響本工程之施工進度，據以確保整體工程順利推展，本團隊清查工區附近公共地下管線並確認管線所屬單位，於設計階段即邀集相關管線單位召開協調會議，針對各單位管線遷移設計與配合施工事宜立案列管追蹤，並定期召開協調會檢討各管線單位管線遷移或新設管線辦理情形。相關流程如圖 2。

管線調查是管線遷移的第一步，主要目的是確認施工範圍內各類管線的位置、深度、材質及狀態。YC01 標工程的管線調查、協調方式包括：

1. 蒐集各管線圖資：參考各管線單位的竣工圖，初步了解管線分布。並調查管線單位電話及地址等彙整列表，邀集各管線單位協調詳填施工位置之既有及未來計畫之管線位置、管徑、深度等資料，並予彙整。
2. 現場踏勘：為確認施工區域管線位置、走向及深度之正確性，通過人手孔位置進行判斷調查，釐清管線的實際位置。
3. 管線試挖溝調查：擬訂試挖計畫，依規定填寫「挖掘道路申請書」，向管挖中心提出開挖申請，俟核可後進行現場試挖工作。在施工影響區進行試挖，量測管線的深度、位置及材質(因本工程於市區內施作，故相關管挖作業之交維及施作時間均需特別檢討律定，以降低對用路人及鄰近住戶之影響。)
4. 物理探測：對於無法試挖的重大管線，採用透地雷達、超音波檢測等技術進行輔助調查。
5. 初步處理計畫確認：依據調查及試挖成果繪製管線平剖面位置圖，協調製作管線處理初步計畫，供召開各管線單位協調會議確認，並將結

論作為辦理之依據。

6. 管位分配與施工排序：因管遷作業，除汙水管外，一般多由管線單位辦理，故依管遷會議協調之管位分配、施工順序，尚須由管線單位進行設計、發包作業，若遇油管，更需考慮配合工廠歲修之時程，故相關管線作業須盡早開始協調，俾免影響工作推動之遷移。

藉由前揭蒐集之管線圖資，選定現場試挖斷面進行探挖，並與管線單位會勘確認管線實際位置及深度，再依捷運車站開挖範圍與管線單位協調規劃管線遷移位置及管位分配。因試挖位置均位於主要通行道路，雖採半半施工方式，仍對鄰近店家及用路人具相當影響，故除於開挖前辦理路證申請外，更預先洽當地里長及鄰近居民說明施作方式及施作時間，以利民眾提前了解及避開施工路段。相關之試挖作業因需與管線單位會勘確認釐清管線權屬，故成立綜合管線單位 LINE 群組，並邀集相關管線單位納入群組中，便於訊息聯繫，據以及時反應管線單位辦理情形，俾利了解管線單位推動進度與障礙，並作為遭遇緊急事故提供即時訊息平台用途。當試挖會勘完成後，隨即以 CLSM 回填，並以抗滑鋼板覆蓋維持通行，待 CLSM 硬化後再於其上均勻噴灑黏層後，按原路面 AC 厚度進行 AC 鋪築及依規定繪製標線

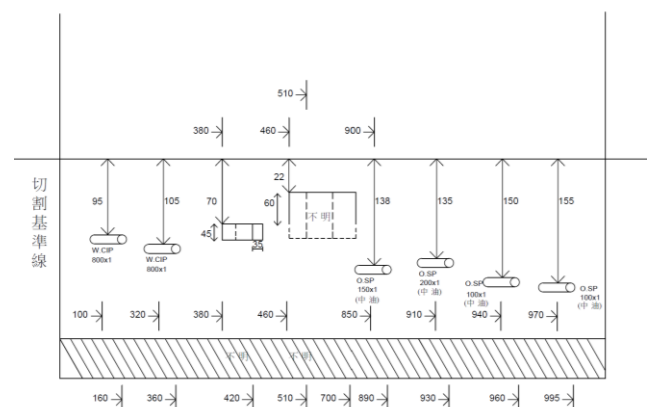


圖 3 管線調查初步成果

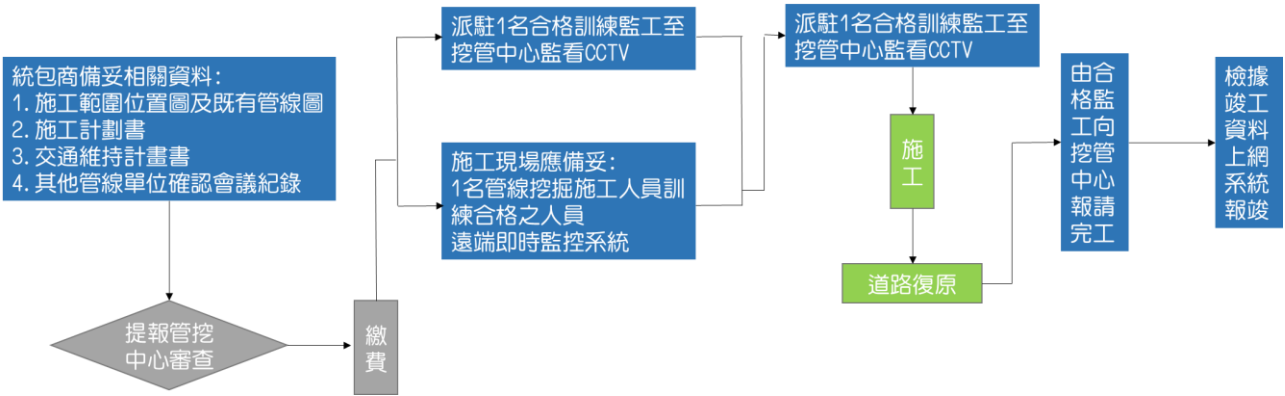


圖 4 開挖路證申請及施工流程圖

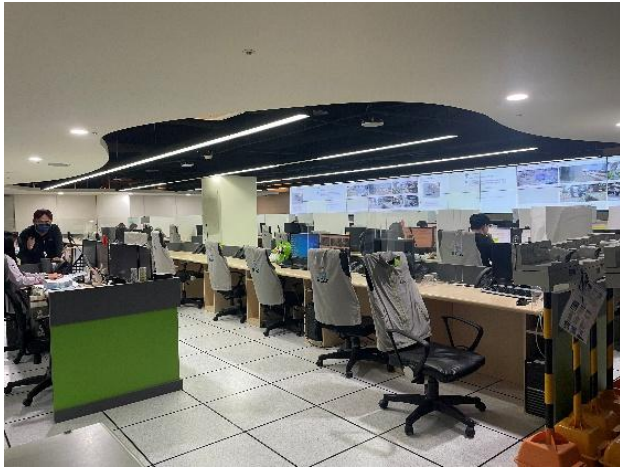


圖 5 挖管中心監看



圖 6 現場架設遠端即時監控系統

後，恢復道路交通。依實際之施作進度，目前一天約可完成 2 處之管線試挖作業，目前管線調查初步成果如圖 3。

本工程不論管線探挖、管線遷移、基樁工程及下部基礎結構開挖等均須先向道路主管機關申請路證後，始得進行開挖作業，因逐次按程序申請將耗費諸多申請時間。為簡化開挖之施工申請，故依循高雄捷運經驗將協助統包商透過主辦機關向道路主管機關申請施工範圍之路權代管，

並依據高雄市道路挖掘管理自治條例，檢填具相關文件，經由管理系統向主管機關申請挖掘，開挖申請及施工流程如圖 4~圖 7。

根據管線調查結果如圖 8，施工團隊提出管線遷移方案。高雄捷運黃線重要地下管線調查處理建議如表 1。如上所示，管線遷移方式分為永久遷移、臨時遷移和吊掛保護三種：

1. 永久遷移：將管線遷移至施工範圍外或工區內之永久位置，避免與主體工程衝突。
2. 臨時遷移：對於無法永久遷移定位的管線，暫時遷移至不受施工影響的位置。
3. 吊掛保護：對於無法遷移的管線，採用吊掛保護措施，確保施工期間管線的安全。

為降低管遷作業影響程度，本工程採用特殊之設計手法，諸如特殊型連續壁(示意如圖 9)、管線與結構穿版共構、管線餘長撥接、吊掛保護(示意如圖 10)等方式以減少辦理管遷作業。當無法以前揭設計手法避開管線影響時，則邀集相關管線單位協商確認管線遷移作法，其中針對自來水、台電、中油等大宗民生需求之管線遷移作業，因各單位皆有其管遷專業考量，包含路徑設



圖 7 管線試挖探管及復舊現況

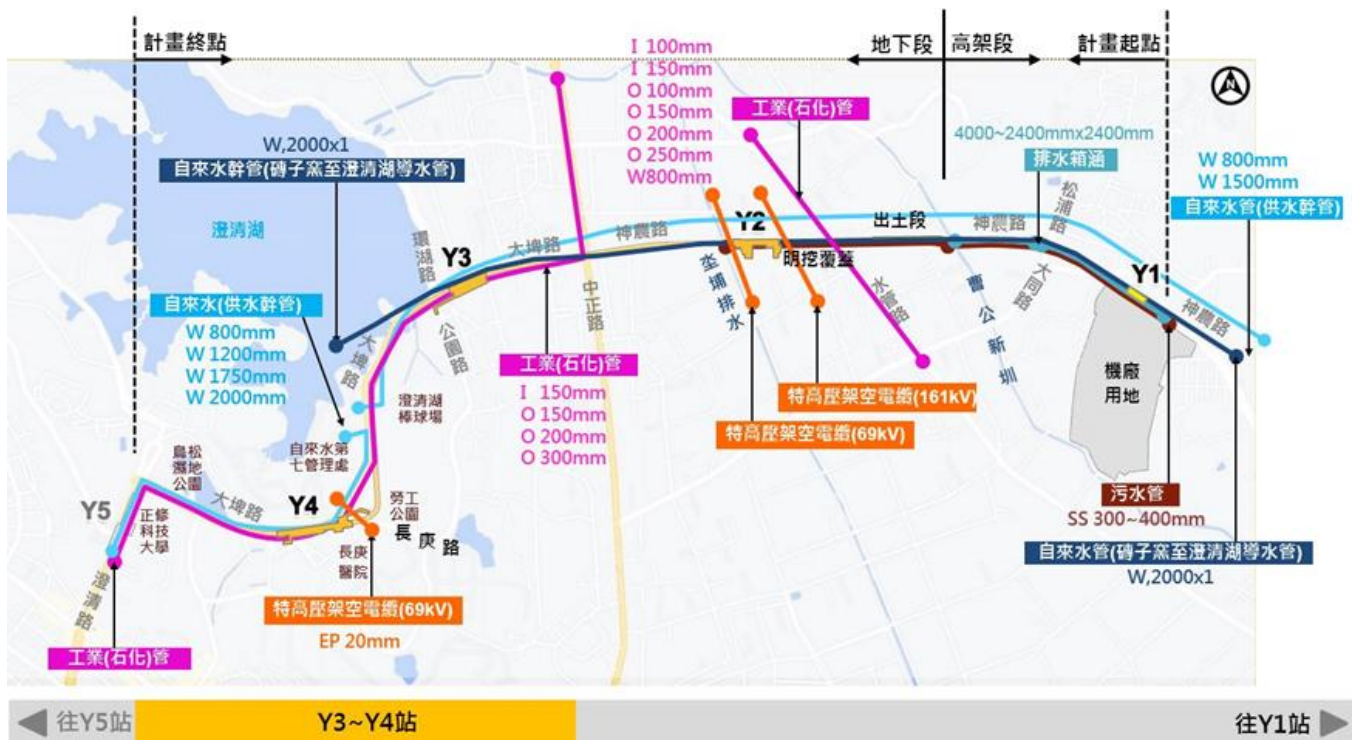


圖 8 YC01 標管線調查成果圖

表 1 高雄捷運黃線重要地下管線調查處理建議

管線種類	管線尺寸	管線位置	衝突情形	初步處理建議
特高壓	EP,80x4/EP,150x17	Y8	平行/垂直	吊掛保護
	EP,80x2	Y10	平行/垂直	吊掛保護
	EP,80x4	Y11	平行/垂直	吊掛保護
	EP,150x5	Y12	平行	吊掛保護
	EP,80x4	Y14	垂直	吊掛保護
	EP,80x3/EP,80x4	Y22	平行/垂直	吊掛保護
自來水	W,2000x1	Y1~Y3	平行	永久遷移
	W,2000x1	Y4	平行	吊掛
污水	SS,400x1	Y1~Y3	平行	永久遷移
	SS,2800x1	Y9~Y10	平行	吊掛
	SS,1000x1	Y8	平行	吊掛
油管	O,150x1/O,300x1	Y3~Y5、Y9~Y14、Y18	平行	吊掛
	O,200x1/O,400x1	Y9~Y11、Y13~Y14、Y18	平行	吊掛
工業管	IT,100x1/IT,150x1 /IT,200x1/IT,250x1	Y2~Y3	平行/垂直	吊掛

計、管線發包生產時程、管線內部办理流程之追蹤協調(包含工作單流向及時程)等等，皆可能造成整體工程延宕。故本工程特別針對管遷作業之設計及施工進度，藉密集之會議檢討與單位拜訪等手段，積極追辦。

高架段（神農路）的管線遷移主要集中於 Y1 站至 Y2 站之間。該路段全長約 1976 公尺，涉及包括電力、電信、自來水、瓦斯等多種管線。施工團隊根據管線調查結果，提出了分階段遷移方案如下：

第 0 階段：遷移台電及中華電信的架空線、電

桿等設施，並進行道路分隔島及人行道的削減作業。

第 1 階段：遷移道路北側的排水箱涵、污水管及台電電桿，並同步進行高架段下構工程。

第 2 階段：遷移道路南側的瓦斯管、自來水管及台電電桿，並繼續推進高架段下構工程。

第 3 階段：將交維移至道路中央，進行中華電信管線的吊掛保護作業，並同步進行高架段上構工程。

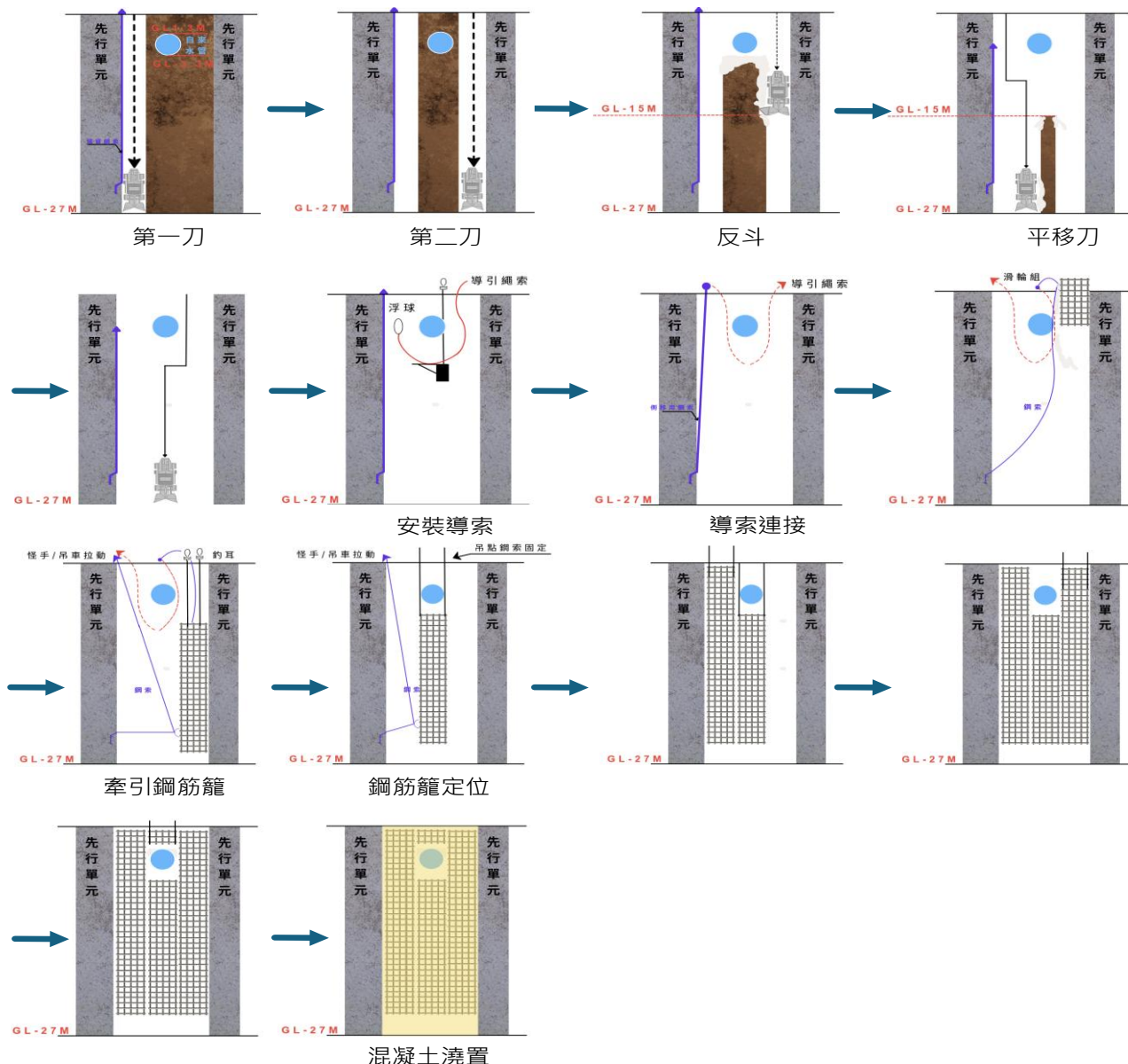


圖 9 特殊型連續壁施作示意圖



圖 10 管線吊掛保護作業示意圖

地下段 (Y2 站至 Y5 站) 的管線遷移主要集中於明挖覆蓋段和潛盾隧道段。由於地下段施工範圍較大，管線遷移的複雜度較高。施工團隊根據管線調查結果，提出了分階段遷移方案如下：

第 1 階段：遷移道路北側的自來水管及台電電桿，並同步進行解壓孔工作。

第 2 階段：遷移道路北側的大管徑自來水管及瓦斯管，並進行連續壁、中間柱、覆工版等工項施工。

第 3 階段：遷移道路南側的污水管，並繼續進行連續壁、中間柱、覆工版等工項施工。

對於無法遷移之管線，將採特殊單元連續壁施工，於車站開挖時再輔以吊掛保護作業。

配合本工程工期之管線遷移協調成果

本案地下管線主要以自來水管線、石化管線及汙、排水影響最大(如圖 8)，故如何兼顧工期需求安排相關管遷作業，其難度甚鉅，茲就各主要管線遷移協調現況摘要說明如下：

1. 自來水管線:本工程全線均埋設有包含 Ø2000、Ø1500、Ø800、Ø200 等大管徑之自來水地下管線，該等自來水幹管肩負大高雄

地區 40 萬戶之供水需求，可稱之牽一髮動全身，故如何突破實為一大難題。沿線自來水管遷對策，在高架橋段，採基礎偏移方式設計，據以避開 Ø2000、Ø1500 屬備援供水功能，經協調決定採施工期間就地廢棄，待完工階段再埋設新管，詳圖 11。Ø2000 幹管採移至開挖範圍外以永久遷移方式辦理，為考慮不破壞坐埔排水，故規劃由坐埔排水東側治理計畫線外銜接，以避免影響區域排水。而 Ø1500 管先廢管，待完工後再另鋪新管，詳圖 12。

2. 污水管線:沿線污水管遷對策，高架橋段，採設計基礎偏移方式避開，於地下段，因神農路開挖範圍外已無相關管位，故於連續壁完成後將污水管先移至北側連續壁邊，開挖後進行埋設，施工期間採鋼管吊掛保護，完工後於站體北側原地復舊，詳圖 13 與圖 14。
3. 石化管線:本工程位於水管路之石化管線相當複雜，因管線單位說明圖資與現況管線位置有相當落差，故需以現地探測位置為主。又管線單位表示僅能於歲休時進行管遷，因配合歲休時程，工程進度將大大落後，為顧及整體工程進度順利推展，故以不遷移石化管線為原則進行設計。

結語

YC01 標工程通過統包模式，於設計階段即同步進行管線遷移的複雜問題，縮短了施工時程，並減少了界面衝突。未來類似工程可參考以下建議：

- 1. 加強管線調查：在施工前進行詳細的管線位址調查，有助於確保管線信息的準確性，有降低管遷作業之影響程度。
- 2. 優化遷移方案：根據管線調查結果，制定合理的遷移方案，確保施工順利進行。
- 3. 無法遷移之管線:針對特殊管線無法遷移個案，需採用吊掛保護措施，其對於管線之保護及吊掛安全計算均需嚴格控管，並避免施工風險。
- 4. 加強協調溝通：隨時與各管線單位保持密切溝通，其涉及管線單位之設計、發包等相關時程均需預為考量因應，對於各管線單位的的進場時間需密切協調，以確保各工項的順利推進。
- 5. 確保用路人安全：管線遷移作業，有相關路權及交維問題須確實遵守，以降低對於用路人之影響並確保其通行安全。

參考文獻

- 1. 台灣世曦工程顧問股份有限公司(2016)，高雄捷運黃線專案管理及監造技術服務服務建議書。
- 2. 馬來西亞商金務大工程股份有限公司(2024)，YC01 標管線遷移協調會簡報。

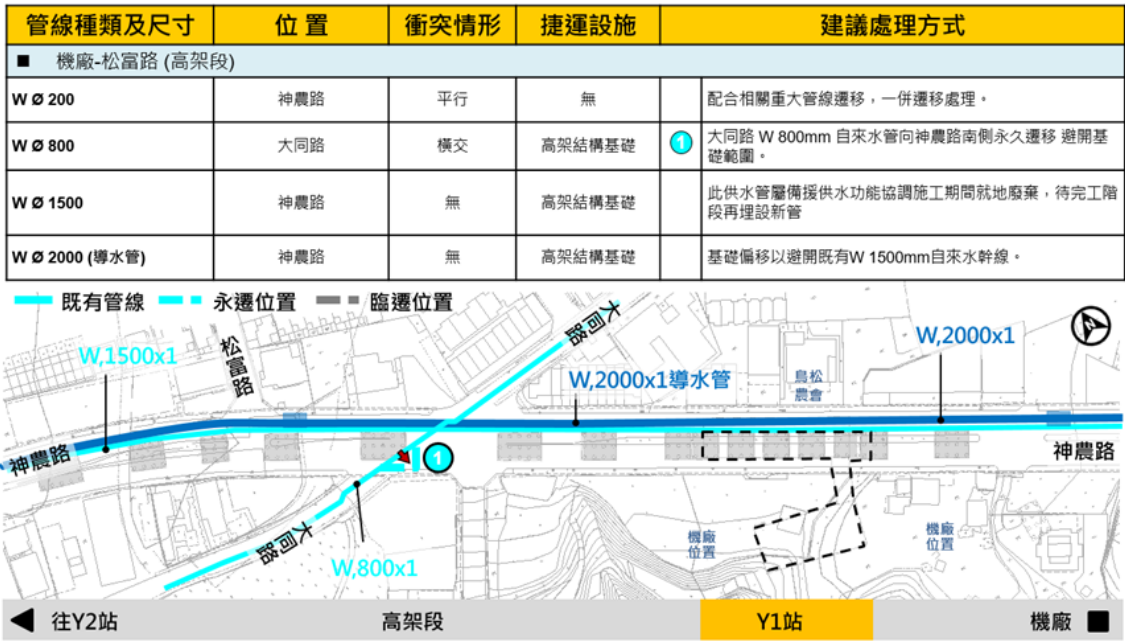


圖 11 高架路段(神農路，機廠至松富路)自來水遷移對策

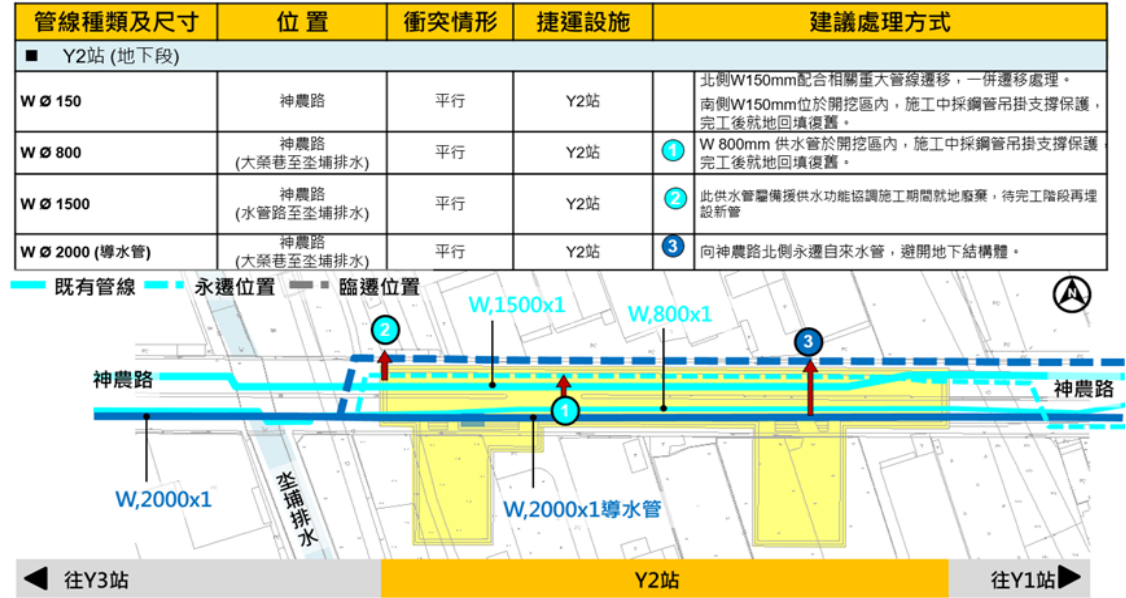


圖 12 Y2 車站(神農路) 自來水遷移對策



圖 13 高架路段(神農路·機廠至松富路)污水管遷移對策



圖 14 Y2 車站(神農路) 污水管遷移對策

113 年度高雄市道路挖掘管理實務交流宣導會

113 年 5 月 21 日

婦幼青少年活動中心

活動摘要

高雄市政府工務局為精進本市道路挖掘管理機制，強化管線施工協作及跨機關溝通效率，於 113 年廣續辦理「高雄市道路挖掘管理實務交流宣導會」。今年挖管中心特邀工務局各單位長官擔任專題講座引言人，並安排綜合座談，讓現場與會人員進行實務交流。據以協助與會單位人員更全面理解市府推動之挖掘管理重點措施。宣導內容涵蓋管挖人員作業要點、淺談施工說明書、管線圖資精進策略，以及挖掘工程的巡查與複查制度等，全面展現工務局在提升挖掘管理效率與品

質上的決心與執行成果。

此次宣導會吸引產官學界代表共同參與，出席單位包括農業部農田水利署、高雄市各區公所、捷運局、水利局、交通局、工務局等市府相關機關外，亦有台鋼科技大學、義守大學等學術單位參與。民間參與單位相當踴躍，包含多家施工與管線業者，如中華電信公司、有線電視與固網公司、台灣電力公司、台灣自來水公司、天然氣公司、中油公司、工業管束業者及高雄捷運公司等。出席人數共計 154 人。



2024 年道路挖掘管理與工程技術研討會

2024 Conference on Road Excavation Management and Engineering Technology

113 年 9 月 5 日

義守大學

活動摘要

113 年 9 月 5 日高雄市政府工務局於義守大學舉辦「2024 年高雄市道路挖掘管理與工程技術研討會」，吸引來自中央部會、地方機關、管線單位、營造建設業者及學術研究機構等產官學界代表共襄盛舉，與會人數達 280 人。

本次研討會議程包含專題演講、技術論壇及論文發表。專題演講部分，特邀請學術界與中央機關代表，分別就「淨零碳排市區道路之精進與具體作為」及「人本道路及管線資料庫推動現況」兩大主題進行深入探討與分享。

在技術論壇方面，第一場由高雄市地下管線所屬單位針對孔蓋減量、人孔微創開啟工法、管挖相關設施精進策略以及高雄市未來電力需求應對策略等議題進行實務交流；第二場論壇則由中華鋪面工程學會、國土管理署及六都道路管理機關首長聯袂與談，針對工程標準化、圖資整合策略、跨機關協調機制及低破施工管理等議題進行交流與經驗分享。此外，今年研討會共徵得 21 篇學術論文與實務文章，並於論文發表場次報告與交流，藉此奠定高雄市管挖工程堅實基礎。



113 年度高雄市優良管挖工程獎頒獎典禮

113 年 9 月 5 日

義守大學

頒獎典禮



活動摘要

「高雄市優良管挖工程獎」設立目的係為鼓勵參與管挖工程之管線單位、監造及施工廠商等能通力合作，建立良性競爭關係，以提升高雄市管挖工程整體品質。評獎委員會係由府內外專家學者組成，評獎結果於公開場合表揚在工程品質、施工管理及執行績效等方面表現優異的單位及人員。高雄市優良管挖工程獎之獎項共分為三大類，包括「優良管線單位」、「管挖優良案件」及「個人貢獻獎」，而「個人貢獻獎」可再細分成

「優良挖掘工程從業人員獎」及「特殊貢獻獎」。優良管線單位 A 組共計 4 個單位獲獎，優良管線單位 B 組則有 4 個單位獲獎，而管挖優良案件共有 3 案件獲選。特殊貢獻獎與優良挖掘工程從業人員獎皆分別有 2 位人士獲獎。藉此肯定獲獎單位與個人於工程實務中的努力與付出，也激勵更多從業單位共同提升施工品質，進而提升高雄市道路服務品質，確保用路人權益。首屆工程獎於 112 年度辦理，頒獎典禮於義守大學舉行。



113 年度高雄市優良管挖工程獎獲獎名單

項次	獎項類別	獲獎單位/獲獎人	獎等
1	優良管線單位 A 組	台灣電力股份有限公司鳳山區營業處	金掘獎
2		高雄市政府警察局	銀掘獎
3		中華電信高雄營運處第一客戶網路中心	銅掘獎
4		中華電信高雄營運處第二客戶網路中心	佳作獎
5	優良管線單位 B 組	台灣中油天然氣事業部南區營業處高雄供氣中心	金掘獎
6		台灣電力股份有限公司高屏供電區營運處	銀掘獎
7		詮欣工程有限公司	銅掘獎
8		慶聯有線電視股份有限公司	銅掘獎
9	管挖優良案件	案件路證：W11202876 管線單位：自來水公司第七區管理處 施工承商：程景營造有限公司	銀掘獎
10		案件路證：W11200931 管線單位：自來水公司第七區管理處 施工承商：俊在企業有限公司	銅掘獎
11		案件路證：G11200310 管線單位：南鎮天然氣股份有限公司 施工承商：輝成企業有限公司	銅掘獎
12	特殊貢獻獎	許峻源先生	
13		陳奇書先生	
14	優良挖掘工程從業人員獎	洪博文先生	
15		張簡守浪先生	



