

# 地工技術



## 編者的話

蘇啟鑫

### 主題：潛盾隧道新技術之應用

潛盾隧道工程於民國64年由臺北市衛生下水道工程首度引進，迄今已累積40年經驗，主要應用於都會區捷運隧道及衛生下水道工程，而該工程已成為現代化國家提升生活品質及交通建設之重要指標。潛盾隧道工法在國內歷經40年技術發展，除廣泛應用於捷運工程、衛生下水道外，台電輸配電管道、輸水幹管等工程亦為應用範疇，尤其都會區捷運工程建設，使國內潛盾技術經驗累積，不論在質或量之發展皆邁入一個新的里程。

地工技術期刊亦配合國內潛盾隧道工程推動進程，將相關經驗分饗讀者，於第60期首度以捷運隧道為主題，該時期國內潛盾隧道工程，因臺北捷運工程陸續設計施工，相關議題已成為國內工程界焦點，專題主題著重於捷運隧道的規劃、設計，以期將潛盾隧道領域介紹給讀者，並在潛盾隧道施工引致的問題防制方面作深入探討。隨著高雄捷運建設的展開，第105期以高雄捷運設計施工為主題，將高雄捷運潛盾隧道設計施工經驗，採用之新材料、新工法介紹給工程界。隨著國內潛盾隧道技術日益成熟，工程應用範疇越來越廣泛，第118期以捷運新建工程為題，介紹國內首度採用之雙圓型潛盾隧道，潛盾機於桃園卵礫石層非典型都會區地質之應用，大口徑海底潛盾隧道施工等。

目前國內潛盾隧道工程因都會區捷運建設大量應用，相關工程技術與經驗皆已不斷精進，一般性設計施工問題皆能克服。但隨著都市發展需求及施工環境更加複雜，潛盾隧道技術面臨更多的工程風險與挑戰。後續工程建設須思索潛盾隧道新技術的發展及引進，本期以潛盾隧道新技術為主題，為因應整體社會環境

變遷及施工經濟性需求，潛盾隧道朝大深度化、大斷面化、長距離化、斷面多樣化等發展，是近年來臺灣潛盾隧道工程新技術發展之方向，而為維持隧道正常功能，減輕結構體老化劣化的威脅，隧道全生命週期維護管理亦為重要課題。另考量國內工程實務上更迫切的需求，本期以潛盾隧道遭遇障礙物之處理案例探討為副主題，將近年來捷運潛盾隧道設計階段遭遇障礙物之規劃設計考量，及施工過程遭遇非預期障礙物之緊急應變措施等成功案例，一併提供給工程界作為工程遭遇類似案例之處理參考。

本期收錄的九篇論文中，除了第一篇介紹國內潛盾隧道技術之回顧與展望，以及第二篇介紹國外大斷面潛盾之發展與應用，引領讀者一窺潛盾發展的新趨勢及新技術應用外，其餘皆以潛盾隧道遭遇障礙物處理之實務工程案例為主，主要為臺北都會區捷運工程，包括蘆洲線、文湖線，甫通車營運之松山線以及施工中之環狀線，桃園機場捷運，及國內捷運工程團隊遠赴國外發展之印度德里捷運案例，及潛盾隧道工程施工普遍會遭遇到之地下流木處理經驗回饋，原則上，已涵蓋過去國內潛盾隧道工程遭遇重大障礙物並成功克服的案例，以此提供後續工程遭遇類似問題處理之參考，茲將各篇論文內容簡述如下。

第一篇為新北市政府副市長高宗正等所著之「臺灣潛盾隧道技術之回顧與展望」。高副市長長期投入國家公共工程建設發展，早期於臺北市政府捷運工程局服務期間，適逢國內潛盾隧道技術大量運用於捷運工程建設，高副市長引領國內產官學界，藉由捷運地下隧道的建設，使國內潛盾隧道技術在規劃設計、施工技術等各方面的發展皆不斷精進。為了落實捷

運技術轉移於國內工程界，高副市長籌劃建立國內公共工程經驗知識管理資料庫，順利將臺北捷運技術轉移至高雄捷運、臺中捷運及桃園捷運之規劃與建設，厚植國內捷運潛盾隧道工程的實力。本文將國內捷運潛盾隧道發展，歸類為播種萌芽、灌溉成長、滋養茁壯與開創挑戰等幾個階段作一回顧探討，說明潛盾隧道工程在各個階段的應用上，所面臨的施工及設計問題，並針對設計概念演變及特殊施工案例等概要闡述，最後，提出臺灣潛盾隧道技術之未來展望，希望對日後邁向更深、更大、更複雜的潛盾隧道技術，如何在環片設計合理化、維持開挖面穩定平衡機制，並考量後續營運需求，導入全生命週期維護管理及新工法應用等，提供後續相關議題思考及改進方向。

第二篇為交通大學方永壽等所撰之「大斷面潛盾隧道之發展與應用」。本文延續國內潛盾隧道新技術需求，探討直徑大於10m大斷面潛盾隧道的發展與應用。內容包含：大斷面潛盾機在公路隧道、鐵路與捷運隧道、及排水隧道之代表性應用案例；規劃設計應檢核之項目；潛盾隧道環片之材質、厚度、寬度、環圈分割、及混凝土環片製作；大斷面潛盾機型選擇、與施工場區之規劃考量，提供國內工程界未來應用大斷面潛盾隧道一個參考藍圖。大斷面潛盾隧道內，可以視需求同時容納公路車道、捷運軌道、共同管道、維護軌道、及逃生通道等，充分發揮多元化的隧道功能，隨著國內工程建設日趨多樣化、複雜化，大斷面潛盾隧道是一個提升隧道效益的良好選項。

第三篇為臺北市政府捷運工程局陳俊宏等所撰之「潛盾隧道遭遇地中障礙物之處理案例」。本文以潛盾機遭遇地錨、堅硬岩盤及堤防的群樁三種不同障礙物為例，說明各案例之考慮因素及處理方式。其中遭遇地錨案例係以隧挖工法於潛盾機到達前先將地錨排除。潛盾機施工過程遇到預期外之堅硬岩盤，基於工期壓力及施工風險的考量。採設置臨時工作井，更換切刃盤後繼續鑽掘。遭遇堤防群樁案例係採堤防先建後拆原則，以階段性破除並置換基

樁。將原有堤防的PC樁重新設計，破除後改建為長度較短但加大樁徑之場鑄基樁，再復原舊有堤防，以處理潛盾隧道與基樁衝突施工問題。

第四篇為萬鼎工程服務公司陳俊融等所著之「潛盾施工遭遇既有地錨處理方式之探討」。本案例為捷運路網潛盾施工前發現地下不明障礙物，經研判應為鄰近建物地下室開挖殘留之預力地錨，該地錨預估位於後續推進的捷運潛盾隧道路徑上，必須在潛盾施工前移除。處理方式除變更潛盾隧道線型外，再藉由變更隧道路徑上方共同管道的擋土設施型式，以連續壁施工機具移除殘留地錨構件；另考量部分地錨位於路口無法事先移除，以補強潛盾機結構方式採直接掘削通過，並於預設定點規劃因應潛盾機受損的修復措施。

第五篇為萬鼎工程服務公司廖惠生等所撰之「地下流木對潛盾隧道工程施工影響之探討」。本文除探討臺北盆地流木分布狀況外，更進一步探討流木對潛盾隧道施工之影響，包括對潛盾隧道掘進及潛盾發進、到達及聯絡通道開挖之影響，並建議因應流木因素，相關地盤改良考量，潛盾機應具備可供清除障礙物或維修、更換切削頭及切刃之裝置，可供後續相關案例設計及施工參考。

第六篇為亞新工程顧問公司周忠仁等所著之「潛盾隧道面臨不同障礙物之處理對策」。本文以臺北捷運松山線為例，探討潛盾隧道面臨之各種不同型式之地下障礙物，包含擋土結構物、高架橋基樁、地下室基樁等障礙物之處理。考量現地條件及限制，於設計階段先以調整隧道平縱線形方式，先行避開部分之障礙物，其他無法避免之障礙物，則採用各種不同排除方式及處理對策，並輔以自動化監測系統，確保潛盾隧道順利穿越，並兼顧維護既有結構設施正常營運使用。

第七篇為臺北市政府捷運工程局劉安德所著之「捷運潛盾隧道遭遇污水管下方鋼板樁之排除方案研討」。本文介紹潛盾施工過程，遭遇非預期之污水管人孔結構物下方殘留鋼

板樁之案例，文中詳述採電磁波井測法探測地下障礙物之位置，檢討各種障礙物排除工法的優劣及適用性，並說明整個障礙物排除施工細節，及施工過程現地突發狀況之緊急處理應變措施，本工程自發現障礙物後，從規劃施工方案、變更設計到順利施工排除的處理經驗，及捷運團隊展現之高度整合協調效率，皆可作為潛盾工程地下障礙物排除之典型參考案例。

第八篇為中興工程顧問公司汪安邦等所撰之「捷運潛盾隧道通過橋臺基樁及廢棄污水幹管人孔擋土結構之處理案例」。本文以臺北捷運松山線尾軌潛盾隧道施工案例，說明潛盾隧道遭遇到橋臺基樁及污水幹管人孔擋土結構等地下障礙物之處理方式。本案例主要採用全套管搖管機切削並清除地下障礙物，初期以全套管搖管機配合重錘及抓斗方式清除，後期因地下障礙物離鄰房較近，改採用全套管搖管機直接切削地下障礙物，以降低施工振動及噪音。近年來，因鄰近民房施工，產生的噪音及振動經常遭遇民眾抗議，在本案例中，有效降低施工噪音及振動，避免可能的民眾抗議，本案例可作為國內都會區施工減少擾民的參考工法。

最後一篇為中興工程顧問公司李榮瑞等所著之「潛盾穿越營運中捷運車站下方分析評估與施工規劃安全管控」。本文介紹臺北捷運施工首次穿越營運中捷運車站下方之成功案例，本工程規劃設計階段，即考量於穿越車站連續壁前方及站體下方，配置一系列垂直及水平地盤灌漿改良工法，並依施工工序模擬潛盾穿越對既有車站結構物之影響，將分析結果落實於後續施工風險管控，施工過程中引進新的施工技術，包括水平鑽孔定位儀確認施工精度、配合人員出艙以高壓水刀、鑽石鏈鋸切割及油壓劈裂既有車站連續壁，潛盾穿越既有車站站體下方過程中，輔以嚴密之掘進管控及自動監測系統，成功完成本工程。隨著國內捷運後續路網的建設，後續路網工程穿越或銜接營運中捷運車站的機會勢必大幅增加，本工程除事先縝密的規劃設計外，施工過程並成功運用

多項新技術、新工法輔助施工，本成功案例足以供後續類似工程借鏡。

本期刊特邀請交通大學土木工程學系方永壽教授為此專題贈言，方教授在交通大學任教期間一直秉持著教學、研究、及服務三者均發展的理念。在教學及學術方面表現傑出，並獲交通大學及行政院國科會頒獎肯定。方教授亦為學界參與國內潛盾工程的先驅，在國內潛盾工程萌芽及蓬勃發展階段皆提供寶貴的指引及協助。另方教授以其國際觀的視野，在提升國內大地工程界國際化的努力不遺餘力，積極帶領國內產、官、學界朝與國際接軌努力，開創國內大地工程界新的契機。

本期刊另有由劉弘祥等人所撰寫之「阿里山森林鐵路隧道復建工程」專欄，阿里山森林鐵路是世界著名的高山鐵路，屬國寶級鐵路建設，本復建工程以「順應自然、尊重自然、不對抗自然」為原則，採取迂迴隧道方式避開大型崩塌區，秉持謙卑的態度，希望工程建設能與大自然和諧共存。

另工程研討行程部分，由詹佩臻等所綜整，於民國104年7月3日地工基金會所舉辦之「湖山水庫大壩工程」地質研討會，特地於水庫蓄水前，帶領學員進入庫容區觀察難得一見的地質露頭及地層分布，配合解說老師精闢的講解，參加學員不僅體會大壩建設的壯闊，並飽覽庫容區內地質地貌，收穫豐富。

最後，編者衷心感謝本期所有作者能於百忙之中參與本期刊編撰，讓寶貴經驗得以傳承，也透過各位無私的分享，促進地工技術專業不斷精進、提升，並給予年輕後進學習的典範，以及求新求變的動力。也期望藉由本期刊的影響力，將工程經驗薪火相傳，使本期刊成為培養國內大地工程人才的園地。此外，編者亦感謝本期編輯期間中興工程顧問公司陳滄江博士的協助，以及總編輯董家鈞教授及其他編輯委員會之支持與協助，地工基金會李碧霞小姐細心的聯繫及校稿，使本期能如期如質地完成大家的託付，謝謝。