

# 地工技術



## 編者的話

施志鴻

### 主題：大地工程施工機具

「工欲盡其善，必先利其器」，現代之大地工程不管在規劃設計階段的工法決定、施工階段的時程與品質管控，均與施工機具的技術與發展密不可分。對專業大地工程業界而言，施工機具之研發與生產，亦或採購與維護等，無疑是人力資源之外，業者最大的策略性資源投入。

以往地工技術之專輯大多以各類工程之角度發想，但仍可發現一些論文對施工機具精闢的探討。例如第120期之「鄰近施工機具之選用及適用性探討」一文，即對基礎工程、擋土壁工程、地盤改良工程而需鄰近既有結構物施作的機具，其呼應該專輯「鄰近施工」做了一專文探討；第145期之「臺灣潛盾隧道技術之回顧與展望」、「大斷面潛盾隧道之發展與應用」等文對潛盾機具的詳細介紹，亦對應了該專輯「潛盾隧道新技術之應用」的主題。

而本期特以「大地工程施工機具」主題出發，收錄九篇相關論文：

第一篇為中興工程顧問股份有限公司林坤霖計畫經理等人所提供之「大地工程施工機具之回顧與展望」。文中介紹台灣地區常用之大地工程中大地探查、基礎工程、邊坡工程、深開挖工程、地盤改良工程、推管工程、潛盾工程、山岳隧道工程、土石壩工程等九大專業領域之施工機具發展歷程。在1970年代初期，台灣地區的十大建設如火如荼展開，雖遭遇許多大地工程設計與施工的問題，卻也刺激了大地工程的施工技術大幅進步，其新材料、新技術及新工法的創新研發，亦帶動施工機具能力的躍進。展望未來，除施工機具之功能朝向更大、更深、更安全及更易管控品質的方向，也需因應空間緊縮與環保需求，更加自動化及智慧化，亦能減少碳排放，甚至期待生物科技在大地工程應用能有更大的突破。

第二篇係磐工工程顧問股份有限公司郭晉榮總經理等人提供之「台灣連續壁工程施工機具介紹」。在台灣的北高都會區地小人稠，而其地層又大多以沖積層為主，連續壁已成為大部分地下深開挖工程的主要擋土措施。連續壁的槽溝開挖機具(掘削機)主要可分為抓掘式與旋轉式。在抓掘式掘削機之中適合一般黏土與砂土地層掘削的，有吊索控制抓斗開合的機械式蛤型抓斗，如ICOS、M或ML型抓斗；亦有具油壓千斤頂控制抓斗與傾度修正導版的油壓式抓斗，如MHL型抓斗；另外為克服較深或較堅硬的地層，則有日本真砂MEH型抓斗與台灣本土之凌基LK型抓斗，作者並指出遭遇岩盤等堅硬地層時配合鑽孔機施工的解決方案。另外，國內亦有少數工程使用旋轉式掘削機(cutter)進行較深槽溝掘削，可在不需引孔下克服軟岩地層。作者們費心整理並比較各種掘削機具在不同地層中的適用性，實為連續壁工程機具選用的重要參考。

第三篇由大陸工程股份有限公司劉姓副總經理等人所撰之「山岳及潛盾隧道工程施工機具」。文中先針對山岳隧道施工所使用的各種類機具介紹，包括各式開挖機具、鑽孔機具噴漿機具、出碴機具等，更費心地整理各類機具之使用時機與選用考量要點。再者，常見之土質隧道潛盾機有土壓平衡式與泥水式兩種類型，作者亦針對其使用時機與限制進行比較；緊接著更針對潛盾隧道施工機具使用案例作深入探討，例如在印度班加羅爾市捷運地下段東西向UG-2標遭遇的堅硬及複合地盤、台灣桃園機場捷運延伸至中壢市區段遭遇的卵礫石複合土層、台北捷運信義線遭遇的軟弱沖積土層，帶領我們更深入瞭解當年機具選用的背景與考量。

第四篇由漢唐集成股份有限公司張宗盛專案經理所著作之「推管施工設備淺談」。推管工法構築地下大小口徑隧道已逾40年，此類施工方式因其整體開挖面機小及施作過程安全而被廣泛運用於各類交通、輸配電或給排水設施。文中針對各類類推管機具，包括二階施工之先導管式、螺旋鑽掘機式 (ABM)、隧道鑽掘機式 (TBM)等推管機具做了一個非常有系統的整理與介紹，亦非常難得地對各類機具提出其限制與缺點，彌足珍貴。

第五篇是臺灣科技大學營建系鄭世豪博士等人提供之「高壓噴射灌漿泵浦和品質管理之發展」。文章中第一部分係針對目前國內、日本、美國、歐盟等地區高壓噴射灌漿施工規範之沿革加以說明，亦對品質管理與控制的規定進行比較。第二部分則介紹高壓噴射灌漿泵浦的發展，並介紹近年開發的搭載諧波裝置之高效率高壓泵浦。該產品之效益不僅為諧波裝置之改善以減少電力浪費，而封裝於單一貨櫃更能增加搬運組裝與維修保養之便利性。第三部分係探討施工品質管理措施，包括前導試驗、施工操作參數紀錄、鑽孔垂直精度檢查、成型樁徑確認等方面，都有極詳細說明。鑒於工程環境與地層的不確定，在國內目前對於品質管理和控制過於強調專業承商責任確有問題，作者們期盼能夠加強利用施工過程中的科學檢驗數據為品質管理帶來新的啟發與提昇。

第六篇是中興工程顧問股份有限公司馮文明先生等撰述之「台灣堆填壩施工機具回顧與展望」。文中先針對日本時期之前、日本時期、台灣光復之後等幾個重要時期，分別介紹台灣在堆填壩施作的案例。尤其在二次戰後，土壤力學興起、施工機械朝大型化發展，因而成就了現代化堆填壩設計施工模式。接著，作者介紹大壩基礎處理、壩體碾壓、借土區開挖及材料裝載運輸等工項之施工機具。傳承過去展望未來，施工機具的發展，除追求施工效率與品質的進一步提升之外，還需往節能減碳方面努力，以更加友善環境。

第七篇是聯興工程顧問有限公司孫思優董事長等人所著之「溫泉深井施工機具」。文中先敘述鑿井工程起源與工法技術發展，從人工淺鑽時期、頓鑽式深鑽時期、旋鑽式深鑽時期，到近年的超深鑽時期，可窺見人類在鑿井工程的發展軌跡。接著，作者介紹主要鑽井工程之頓鑽與旋鑽設備之基本操作系統與鑿井施工流程。之後，作者亦詳述了井體規劃與設計中需考量的因素，如地質之地熱與導水儲水、井體規格設計與井體維護等。由於國內溫泉觀光業蓬勃發展，為求穩定取得、溫度提升、量體加大及井體及時完工之深井取水需求大增，溫泉鑿井機具亦朝大型化，井內監測設備與安全防護裝置等更加複雜，亦遭遇特殊地質條件而有瓦斯噴井、高壓水層、坍塌、斷管打撈等施工風險與因應策略，因此作者指出此類工程不宜採完全按圖施工的作法，而有必要給予施工者更多工期與規格的適當彈性。

第八篇為亞新工程顧問股份有限公司曾孝欽先生提供之「地錨揚起試驗之研討與改良」。地錨工法應用於邊坡穩定、開挖擋土與隧道開挖等，其中應用於邊坡穩定者常為永久性地錨，為了解其工作狀態進行揚起試驗可得其既存荷重並反應當下預力損失。文中先描述目前揚起試驗流程，再而提出改良型試驗設備並說明改良試驗之機制。另外，亦透過改良型揚起試驗之實際試驗結果，驗證其可適用不同形式之地錨，並能夠藉卸載階段曲線判釋既存荷重。

第九篇是環島工程有限公司黃宗宸博士所撰之「海上地質鑽探機具」。作者先介紹各種工作載台，如早期淺水區之搭架、港內風浪較小處之浮台，到外海水深較淺海域之油壓固定式工作平台，以及外海水深較深海域之探勘船。匹配不同的載台有不同的鑽機設備，文中亦針對海上鑽探之油壓全鋼索式鑽機及取樣設備、十字片剪、圓錐貫入、孔內變形等試驗設備，亦對船載式自動鑽機與周邊設備作系統性深入介紹。另外，作者亦針對海上鑽探之工作規劃、預算編列、人員配置、可能發生之意外傷害及必須注意之風險扼要說明。

本期另有數篇專欄，包括同豐營造工程股份有限公司林冠宏總經理等人提供「履帶式起重機在基礎工程之應用」之技術資訊。其敘述了起重機在各時代的重要發展歷史，以及起重機的機械原理與分類。其中移動式起重機類別之履帶式起重機，就成為基礎工程施工的重要機具。近年來，開始有業者改良起重機原有的引擎油壓動力源，改變內部配管並增加控制閥，使吊車與抓斗的動力來源合一。配合主要施工設備並與其整合，實是目前施工用起重機一項重要的發展方向。

黎明工程顧問股份有限公司顏呈仰先生等人彙集「曾文水庫防淤隧道工程」之地工照片說明專欄。2009年莫拉克造成曾文水庫嚴重淤積，為使水庫在遭逢颱風事件時具足夠的底層洩放水口排放渾水而設一位於水庫底層的防淤隧道。本專欄蒐集十二張由經濟部水利局南區水資源局提供的施工中珍貴照片並輔以詳細說明，讓讀者得以一窺當年施工過程之堂奧。

鍾毓東先生亦整理了專訪欣揚探勘工程有限公司劉明德董事長與鑽探界極資深領班謝飛良先生的「鑽探國寶雙人組」薪傳專欄。這兩人都是「機械控」，「總能發揮巧思，改裝鑽機、設計器材，讓鑽探工作更順手、穩妥」，亦呼應了本期的主題。專訪中劉董暢談過往經歷、台灣鑽探業發展沿革、今昔對比與鑽探技術的演進，加上作者精彩描述與更有邏輯思維的整理，將有價值的工程技術與人生經驗紀錄，留供後輩學習。

李國誠博士提供「2016海峽兩岸交流研討會會後參訪～黃山」之與會報導專欄。今年三月底，地工技術研究發展基金會安排四天的行程走訪黃山。本文作者先談關於黃山的歷史、峰林地貌、地質結構與冰川遺跡，帶大家神遊黃山，令人深深體會徐霞客的「五嶽歸來不看山、黃山歸來不看岳」心境。之後，將四天行程作一紀要，包括第一天湯口至黃山北海風景區、第二天的西海景區與光明頂及白雲景區、第三天的玉屏景區及宏村、第四天的齊雲

山景區及屯溪老街。殘雪、奇松、飛來石、步仙橋、百步雲梯等等，豐富生動的文字搭配絕佳攝影，美景歷歷在目，令人嚮往。

特邀大地工程界德高望重的前輩，也是大家公認的老大哥一磐碩工程股份有限公司林永光董事長，為本期贈言。林董事長舉深開挖擋土壁施作不能盡信採用連續壁是最佳選擇的例子，闡述了「選擇適當的工法比選擇適當的機具更重要」。而他所率領「小而美」且「充分合作」的大地工程團隊，亦屢屢為基礎工程創造新的價值。致力提攜後進的他，也不忘勉勵年輕人面對新興市場的需求要能勇敢走出去，用專業去拓展市場。最後，他以「面對問題、提出想法、作出決定」期許大家成為會算、會說也會做的大地工程師。

本期期刊能順利完成，編者要特別感謝本期所有作者於百忙之中撰文，以提供寶貴經驗的傳承，也透過各位的分享促進大地工程技術不斷精進與提升。另外，編者特別感恩本期編輯顧問富國技術工程何樹根總工程師，還有中興顧問黃崇仁協理，以及總編輯董家鈞教授，在本期的架構規劃、題目方向選擇，乃至文章邀稿與時程掌控上諸多之指導與協助。還有各篇審稿人之寶貴建議、地工技術基金會編輯小組之專業美編校稿與精準流程掌握，小弟由衷感激。