

地工技術



編者的話

李友恆

主題：地工構造物施工品管

由於大地工程本質具有相當之不確定性，設計階段常無法作出確定性設計，也因為地工結構物常埋於地下或與大地材料直接接觸，大多情況下是無法檢視構造物全貌，因此如何在施工中確保其品質，可符合設計需求，具有相當之重要性及複雜度，也因此大地工程施工有別於一般結構工程，須依工程之特性採用各種不同的方法施工及檢驗(或確認)施工品質，這是大地工程施工中最重要、最困難的地方，也是工程成敗之關鍵。

本期雜誌之主題為地工構造物施工品管。規劃之初即希望內容能盡量涵蓋大地工程各領域，包含擋土、基礎、隧道、潛盾、邊坡、土方等，經由與各領域從業先進研討篩選出具有代表性之主題及工程標的，再商請從業先進撥冗撰寫，共計完成文章10篇。以下逐篇說明文章概要：

第一篇文章為「鑽掘樁施工之品管作業與相關注意事項」，由國內研究基樁行為之專家、海洋大學林三賢教授所撰寫。本文首先說明由於大地工程項目繁多，每一工項之施工品管執行事項及檢驗程序與標準差異甚大，要於一篇文章內觸及每一項大地工程之施工品管幾乎不可行，因此只針對鑽掘樁施工品管及材料檢驗進行探討。由於鑽掘樁是在地表下施作，成品無法直接觀察與檢視，因此施工過程每一步驟細節與檢驗對完成品的品質均是關鍵。文中主要在針對鑽掘樁施工之品管作業與應注意事項作一系統性的介紹，包含監工之職責、施工計畫書所應包含之項目與規定、施工紀錄與品管作業所應紀錄項目與細節。文中亦詳細說明樁底灌漿品管準則，並表列品管不良

或施工不佳可能產生之瑕疵、原因與因應；最後並以10個試樁案例探討鑽掘樁混凝土品質如何影響試樁結果作為結尾，強調施工品管之重要性，具實務參考價值。

第二篇文章為「大尺寸連續壁設計與施工案例探討」，由黃幹鐘、賴建名、蘇福來、陳耀維共同撰寫。鑑於連續壁之設計與施工為深開挖工程之成敗關鍵，且因設計需要，連續壁越做越深，本文以國內連續壁最大尺寸之臺北捷運新莊線CK240標道岔段(連續壁厚度2m、深度63m)及CK235標東門站(連續壁厚度1.5m、深度72m)連續壁為例，詳述二案例之設計考量及施工細節，並說明遭遇之困難及克服的方法，提供未來大尺寸連續壁之設計與施工之參考。

第三篇文章為「橋梁結構深基礎施工品質管理～以中山高五楊拓寬工程(五股~中壢段)為例」，由陳福將、吳文隆、蕭秋安、王景平共同撰寫。由於本工程高架拓寬橋梁緊鄰中山高速公路兩側佈設，用地侷促，且多屬丘陵地形，橋梁基礎之施工性及對交通安全之影響是考量重點，因此本工程除用地較寬裕之處採用淺基礎外，其他部份多採樁基礎或井式基礎。本文先針對橋梁基礎型式之研選方式作一介紹，續針對深基礎(包含樁基礎及井式基礎)之施工品質管理事項及各項工程遭遇之困難及克服方法進行解說及探討，提供相關施工經驗供工程各界借鏡與參考。

第四篇文章為「蘇花公路改善工程東澳隧道新建工程片岩層間弱帶地質特性與抽坍案例探討」，由林益儉、沈天英、項授青、邵厚潔共同撰寫。東澳隧道全長3.3公里，為蘇花公路改善工程之關鍵工程，於里程6k+156.4附近主要出露之岩性為黑色片岩

及綠色片岩，岩盤受隧道東側南北向橫移斷層，以及不同岩層間之層間剪裂破碎帶影響，地質十分複雜，開挖過程雖持續進行前進探查、前進支撐及地質改良處理等措施，惟因地質變化劇烈仍發生多次坍塌事件，後經採用保守的支撐及重型先撐工法方得順利施工。本文詳細說明抽坍地點附近之地質情形、補強及輔助工法施工步驟，其中本工程為減少傳統管幕工法所需之抬高擴挖，採用無擴挖式管幕鋼管(管幕鋼管末端3m鋼管改為塑膠耐衝擊管代替)，可於開挖過程中將末端塑膠耐衝擊管挖除，不致產生鋼管入侵隧道淨空範圍情形，另搭配聚胺酯樹脂系及水泥漿液等材料灌漿，予以回填固結與止水處理，可於短時間內克服崩塌事件。本案例之處理經驗可供通過複雜變質岩之隧道設計與施工參考。

第五篇文章為「捷運潛盾隧道施工品質管理案例探討」，由賴永豐、蘇鼎鈞、謝宇珩共同撰寫。臺北市政府捷運工程局累積多年潛盾設計與施工經驗，已建立完整之施工品質管理制度。本文介紹臺北捷運之潛盾品質管理項目及重點，再藉由土城線延伸頂埔段工程潛盾隧道施工案例，針對規劃設計考量、潛盾機製造、潛盾掘進施工、潛盾棄殼到達等課題，詳細探討說明捷運潛盾隧道之品質管理方式及內容，值得作為後續類似工程之參考。

第六篇文章為「系統化管理之地盤改良工法～冰凍工法」，由張志勇、賴慶和、廖惠生、潘毅鴻共同撰寫。冰凍工法過去國內僅為大規模工程發生災害之復舊工程中偶被選用之工法，因此國內研究有限，本文作者等為國內冰凍工法研究之先驅，自2004年的雲科大現地試驗起，已實際應用成功完成多項重大工程。本文整理國內冰凍團隊過去成功執行潛盾發進、到達、聯絡橫坑等經驗，介紹冰凍工法之設計流程、施工管理、風險評估及監測回饋等作業內容，並輔以實際工程案例，透過實際案例之監測數據回饋分析，探討凍土成長預測及運轉方法，實施風險管理，以說明本工法特有

之良好管理特性，提供工程從業人員運用冰凍工法之參考。

第七篇文章為「邊坡地錨施工品質管理～以北捷新莊機廠及國道1號五楊拓寬工程為例」，由謝宇珩、施勇伸、陳國隆、李友恆、吳文隆、蕭秋安、林秉洋、蔡宏銘共同撰寫。自1997年汐止林肯大郡及2010年國道3號3.1k發生地錨邊坡坍塌，造成嚴重傷亡後，採用地錨作為長久性護坡設施之適用性，引起各界重視與諸多檢討，尤以地錨在多年使用過程中，亦發現地錨自由段與錨頭附近之鋼腱銹蝕、斷裂，或錨頭銹蝕、脫落等問題，亟須進一步檢討改善。本文首先說明國內邊坡地錨常見的問題，再藉由臺北捷運新莊機廠工程及國道1號五楊拓寬工程地錨施工案例探討，說明邊坡地錨在防蝕上之施工品質管理的改善作法，並經實地之檢驗或驗證具有明顯成效，供日後地錨設計、施工及維護之參考。

第八篇文章為「邊坡監測全生命週期品質管理之初步探討～從設計、安裝、量測到維護」，由方仲欣、劉啟川、張傑、康志福、楊熾宗、陳達超共同撰寫。監測是為確保人工邊坡全生命週期之安全性的一項不可或缺的工作。監測工作涵蓋設計、安裝、量測及維護，每個環節都將影響監測品質，唯有將每個環節、整體過程都做好品質管理，才能確保監測品質，反應邊坡真實之穩定性。本文首先介紹邊坡監測的一些基本認識，其次說明邊坡監測品質管理系統之概念，再就邊坡監測之設計、安裝、量測到維護，逐一探討其品質管理要點，並佐以量測誤差與修正之實例說明，提供工程界之參考。

第九篇文章為「土石壩填築施工品質管理～以湖山水庫為例」，由汪平洋、李炎任、邱嘉裕、馮文明共同撰寫。湖山水庫位於雲林縣，為2014年完工之土石壩，計有壩體三座，壩軸總長度約為1,521m，最大壩高為75m，壩體填方總量為1,279萬7,357m³。本文先介紹壩體填築品質管理之主要項目，並以湖山水庫壩體為

例，詳細說明實際之填築施工品管檢驗項目、標準，並載錄各項施工品管成果及進行探討，文中並彙整施工期間之相關品管經驗，供讀者參考。

第十篇文章為「背拉式FRP版樁牆之研究」，由李有豐、陳水龍、曾郁翔、陳敬凱共同撰寫。國內護岸工程所採用之材料多屬金屬材料(如鋼版樁等)，然金屬材料在多水環境中易生鏽，導致強度降低。為提升結構物之安全性，達到護岸的目的，本文以具高強度、質量輕、耐候性佳之玻璃纖維強化高分子複合材料(Glass Fiber Reinforced Plastics, GFRP)應用於護岸之土釘版樁擋土牆。文中先介紹GFRP之特性及地工構件應用之現況，詳述GFRP版樁及土釘之力學試驗與參數之取得，再以實例進行背拉式GFRP版樁牆數值分析模擬及最佳化之探討，獲得相關具體研究成果。

除上述十篇論文外，本期雜誌尚包含由黃鳳岡、李怡德、蔡昆奇撰文回顧之東部鐵路新自強隧道施工中遭遇沉泥層奮戰經驗，及由戴源昱、高秋振整理之專欄，報導地工技術第31次研討會～陸上及離岸之特殊基礎之研討內容。

本期雜誌同時邀請國內主管公共工程之大家長--行政院公共工程委員會吳宏謀主任委員提供贈言。吳主委以工程會以往實施公路工程施工查核，發現地錨施工檢驗瑕疵及其矯正處理過程為例，說明工程會對大地工程施工品質之堅持與重視的態度，並期許大地工程師面對近年來環境條件的巨變，須以更多的智慧因應，對於如何確保施工品質，亦須更審慎嚴密之規劃考量。吳主委並提出，大地工程師除要考量符合工程需求之設計與施工品質外，亦須融入土地永續開發、自然生態維護、節能減碳等觀念，在自然生態保育與工程建設間取得平衡，減少工程建設對自然環境之衝擊，營造與大自然「永續共榮」的大地工程建設。

本期雜誌能順利出刊，承蒙編輯顧問林三賢教授、總編輯董家鈞教授，台灣世曦顧問公司吳文隆協理、中興工程顧問公司李民政經理、亞新工程顧問公司蘇鼎鈞經理及諸多業界先進專家熱情指導與贊助，在此一併致謝。

經驗學習(Lessons Learned) 是大地工程師重要的課題，從業多年，深覺閱讀先進專家的論文常可得到關鍵性的啟發，而地工技術雜誌向來是地工界經驗交流的主要平台，期盼未來更多地工同業共同參與，讓更多的經驗與腦力在此平台激盪，提升大地技藝。