

地工技術

地工構造物施工品管



吳宏謀

吳宏謀主任委員學經歷完整，畢業於國立中山大學海洋環境及工程學系博士，主要經歷高雄市政府工務局局長、高雄市政府秘書長、高雄市政府副市長，現任行政院政務委員兼行政院公共工程委員會主任委員。

從高雄市政府基層一路工作上來，公職生涯長達三十多年，致力於打造高雄市之基礎建設與友善生活環境，包括愛河之心、幸福川、前鎮河及後勁溪整治、高雄世運主場館、高雄市立圖書館總館、高雄巨蛋、高雄展覽館、高雄亞洲新灣區、自行車道系統等，多是高雄地區耳熟能詳且優質的指標建設，曾榮獲 2015 年國土建設特別貢獻獎。

為營造一個公開透明、公平合理、良性競爭的公共工程環境，積極推動「最有利標」遴選有履約能力的優質廠商參與國家建設。臺灣的公共工程建設發展多年，帶動了這塊土地上產業與民生的進步繁榮，現今的公共工程建設不應只做工程，而是應該更全面的考慮生活、生產及生態，希望未來我國的工程「不僅是做工程，更要改善環境」，並從生態永續與簡約設計出發，讓人與環境可以共生共榮，同時提升我國公共工程水準。

做人講求「頂天立地」的精神，做工程不求「頂天」但如何「立地」，則是每一個工程師無可迴避的課題。臺灣地區位處兩大板塊撞擠帶，地質構造多變複雜，加上地狹人稠，土地資源有限，隨著各項公共建設與民間工程大量興建，工程規模愈來愈大，蓋的愈來愈高，挖的愈來愈深，建的愈來愈長，載重愈來愈重，對工程技術要求愈加嚴格。由於先天地質環境條件差，地質變異狀況複雜，不確定性因素多，每逢大雨、颱風及地震來臨時，對大地工程技術與構造做出攸關生死的考驗，如何在有限的資源下，設計出符合安全需求的地工結構並落實執行，大地工程師責無旁貸。

大地工程技術與構造涉及之領域廣泛，例如：建築物之地盤改良工程、基樁（礎）工程

、連續壁工程、邊坡地錨工程、邊坡監測、護坡工法、隧道技術、潛盾工法；其他：如土壤液化技術、地盤沈陷預防技術，亦屬於大地工程技術的範疇。如何將結構載重有效地傳遞至地盤中，不產生過大沉陷量或震動量，或地下構造物如何承受地盤應力場的改變對其結構的不均衡作用力，不產生過大的變位，且不產生剪力破壞，或符合防水、阻水、透水性能之要求及受震動反應，為大地工程設計分析重要項目。另外，如何掌握大地工程地質材料特性，應用合理之分析模式，採用適宜安全係數及考量環境條件變動劇烈等問題，亦是大地工程技術於設計與施工品質考量之重要環節。

本次受「地工技術」主編及各位編委先進邀請，要求本人就「地工構造物施工品管」為

主題提出淺見，個人覺得主編的選題極具意義，由於歷史的原因，工程界對於設計者之重視或尊敬，相對高於在第一線風雨中泥地裡拼搏的現場工程師及從業人員，設計固然重要卻必須依賴現場正確的施工方可達成。因此有效執行施工品質管為地工從業者重要課題。依據「公共工程施工品質管理制度」，施工廠商應建立品質保證系統，完成及提供符合契約約定標準之施工成果，工程主辦機關及監造單位則應建立品質保證系統，透過監督及抽查驗作業確認工程成果符合契約約定；另外，透過各部會署及縣市政府主管機關之工程施工查核小組辦理施工查核作業，驗證工程團隊對於工地履約品質工作之落實度。大地工程由於施工中及完工後主要的成果多深埋於地下，假設所有的設計均已符合學理及經驗的要求，則其最後能否發揮預期的效果，將取決於施工及履約過程的品質管理；也受到施工廠商、監造單位及主辦機關所有從業人員良心與責任感的影響。以下由個案來說明行政院公共工程委員會（以下簡稱工程會）對於大地工程施工品質的堅持與重視的態度。眾所周知，在邊坡穩定上常用手段之一的地錨，過去曾發生過重大災變，如林肯大郡及北二高邊坡坍塌，均造成嚴重死傷及財產損失。在辦理查核時，工程會曾查到某公路工程施做大量地錨，但相應之試驗數據時間重疊不符規範，查核成績列為丙等，除要求重做「揚起試驗」以驗證現場地錨拉力外，相關責任人均受相應之處分。工程會發現本案主要因為地錨施工全部交由專業小包施做，施工廠商及監造單位現場人員對規範不熟悉、訓練不足，亦未認真有效監督，拿到報告不知重點何在，對偽造數據無法查覺。因此除個案檢討外，為求整體改善，工程會特別發函調查查核前半年全國地錨施工紀錄約 5,000 多筆，經比對分析查獲多筆同一編號施工設備於同一時間出現於甲、乙不同工程之狀況，亦有凌晨三點施做試驗之紀錄，稍具工地經驗及了解地錨規範者均知這些是不可能、不合理的現象，為此工程會

特別對異常案例逐案檢討，要求個案改善，調查成果對全國工程施工查核小組辦理講習說明，有效整飭改變地錨施工品質。前述案例的教訓可知只要認真細緻，雖深埋於地下，仍可依據相關試驗紀錄查出品質瑕疵，但個案檢討只能處理單一事件，提供必要的知識與訓練，結合所有地工從業人員秉持工程倫理及專業負責的態度，確實做好每一品質步驟，才是全面提升施工品質的不二法門。

近十幾年來，臺灣發生多次天災地變，例如：民國 88 年發生的集集大地震、民國 98 年發生的莫拉克風災、及 105 年莫蘭蒂風災。除對生態環境造成極嚴重的破壞外，每次都造成人民生命與財產的嚴重損失。顯示由於天然災害發生較以前來得嚴重，各類工程為因應天災所帶來的影響，在安全係數評估上，已無法完全採用以往的經驗值、統計數據或方法予以分析及設計，大地工程變異性及不確性更顯複雜，如何擷取適當之地工參數，以經濟有效的滿足當今環境條件變動是大地工程技術很大的挑戰，亦考驗著大地工程師們的智慧與經驗。因此，於設計及施工階段各工法技術之選擇，以及施工品質之確保，都必需審慎嚴密的規劃考量。

意圖無限制抗拒或挑戰大自然力量，是不理智的行為，因此各項建設之推動，應該尊重大自然、順應大自然的法則，各項工程建設與大自然間的協調與和諧是工程人員應該重視及關切的。所以在地工構造物的建設上，除要考量符合工程需求之設計與施工品質外，亦需融入土地永續開發、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。