

地工技術



向大地英豪致敬

卓瑞年



卓瑞年先生民國三十二年畢業於國立成功大學土木工程系，並於三十二年及三十四年間先後通過技師、考試院高等考試、考試院工業技師考試、台灣省特種考試與經濟部特種考試，成為全方位的結構、土木及營建管理工程師，迄今服務工程界已逾四十年。

卓先生除了在土木工程界持續耕耘與付出，對國內工程界技術、品質提昇有相當大的貢獻，對國內許多專業學會、協會或公會的推動，亦不遺餘力。目前，並擔任中國工程師學會常務理事、中國土木水利學會理事、中華價值管理學會副理事長、中華民國軌道工程學會理事、中華民國道路協會理事、台北市土木技師公會常務理事、中華民國土木技師公會全國聯合會理事、台北市工程技術顧問商業專業公會理事、中華民國工程技術顧問商業專業公會理事等職務。

鉅筋混凝土房屋結構設計，耗費時間以結構計算為最多，從業人員常感錯綜、細節艱繁、難以捉摸，而時有筆誤之情形。見此，卓先生以多年之設計經驗，完成與出版“房屋結構設計手冊（工作應用法）”、“房屋結構設計手冊（強度設計法）”、“房屋結構設計規則註釋與實例”等三本著作。特將繁雜之理論，提縲挈領，歸納成簡單明瞭之設計步驟，並以實例配合以補充文字之不足，漸進引導，並使用電腦作業，將資料一一表格化，為國內多所大學土木工程系不可或缺的必備教材。

瑞年服務於工程界迄今已逾四十年，有幸參與了多項國家重大工程建設，深切體認舉凡公路、鐵路、隧道、橋樑到建築等工程，皆與大地脫離不了關係，因而獲得許多和大地工程領域先進們相互交流的機會，並曾和多位優秀大地工程專業人員合作共事，故得以領略到大地工程領域的深奧與從業人員的辛苦。

所有較具規模的工程建設，都必須從工程地質調查做起。大地工程人員在規劃設計階段，藉由各種可行的調查技術及試驗工作，嘗試對無語的大地進行瞭解。接近地表者，自然容易藉由探查而較精確地掌握其地工特性；至於位處地下深處者，地工人員則僅能藉由有限的重點探查成果，配合專業素養與經驗進行占

理推估, 嘗試著勾勒出地下深處的地質模式, 以作為工程設計的主要依據。這在地質條件複雜的台灣地區, 實難以要求所有個案的推估結果均必須與其實際狀況高度吻合。

數值模擬分析乃工程設計過程中不可或缺的一環。大地工程的數值模擬結果, 與其他工程領域相較, 通常具有較高的不確定性。以結構工程為例, 其所面對的鋼筋與混凝土, 都是古人為控制流程下所產生的人造物, 材料特性是可以預期與事先掌握的。至於結構計算方法與流程, 亦多有受到普遍認同的完整規範可供依循。因此, 結構工程的數值模擬結果通常具有相當高的一致性與準確性。而大地工程所面對的, 則是大自然所提供的地質材料, 大多具有非均勻的特性, 不僅其材料性質不易精準掌握, 且少有放諸四海皆準的數值模擬理論可供依循。此外, 若遭遇不良的地盤材料, 尚必須以各種改良措施來改變地盤條件。因此, 大地工程的數值模擬結果, 通常會帶著難以排除的不確定性, 常需仰賴地工設計者竭盡心力針對個案作出專業判斷, 始能讓設計決策得以成形。

大地工程人員最艱困的挑戰, 當屬穿越崇山峻嶺的長大隧道工程。長大隧道工程進入施工階段時, 地工人員對於開挖前方地盤狀況的認知, 僅限於具有不確定性的推估地質模式及數值模擬結果。若在施工中遭遇非預期的擠壓、湧水等突發狀況時, 僅能憑藉著「兵來將擋」的豪氣與「人定勝天」的意念, 視現地狀況研擬各種應變措施, 努力克服這些難以事先預防的工程困難。若因而造成工期的延長, 尚承受來自各界不諒解的責難與壓力之餘, 仍負責任感及使命感的驅使之下持續揮汗奮戰, 只期望能早日見到隧道貫通時開挖面透過來的那

和光。

大型工程建設的開發, 難免會對大自然造成或多或少的改變。大地工程人員對於大地的反撲力量, 以及自然環境受破壞後的不可回復性, 自然具有極高的認知與敏感度。評估人為改變必須控制在怎樣的程度之下才不會引起大地的劇烈反撲, 研判需要作多少的修補工作才足以撫平大地的傷口, 是大地工程師無窮的義務。由近年來的地工設計案例可明顯看出, 綠營建觀念中的減少負荷 (Load Relief)、減少材料使用 (Material Relief), 以及減少廢棄物產出 (Waste Relief) 等 3R 概念, 已逐漸融入地工設計理念之中。大規模的開挖或填土行為已儘可能避免, 鋼筋混凝土等人造產物的使用量體也逐漸縮減, 並採用輕巧的鋼骨及當地天然石材來取代。顯見地工人員正以大地捍衛者的豪氣, 努力向建設發展與自然環境共生的國家永續發展目標大步邁進。

目前全世界最高的超級高樓台北101大樓, 建物結構體高度達508公尺而能矗立於強風地震頻仍的台北盆地中, 顯示其在結構工程方面的非凡成就。還記得在跨年夜倒數計時終了之際, 當101大樓為台北夜空燃起了壯觀的亮麗煙火秀時, 觀賞者無不為這座超高大樓所展現出來的絢爛氣勢而感動與震撼。當所有讚嘆的目光集中在這座高聳入雲的大樓時, 卻鮮少有人會基於「萬丈高樓平地起」的認知, 給予負責大樓奠基設計的大地工程人員應享有的對等掌聲。大地工程師以心血及汗水所作出的卓越貢獻, 時常因成果隱身於地下而被遺忘。在此謹藉由這個機會, 向所有不汲汲於追求掌聲, 堅守崗位默默奉獻的大地工程師, 誠摯地說一聲: 「各位~辛苦了!」。