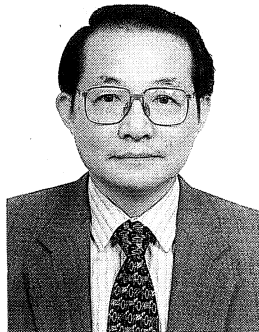


從「萬里長城」到「地工技術」 談工程經驗傳承

胡邵敏



胡邵敏博士，民國三十三年生，中華民國土木工程技師。畢業於國立成功大學土木工程學系，並獲得泰國亞洲理工學院土壤工程碩士及大地工程博士學位。曾任成功大學土木工程研究所客座副教授兩年，亞新工程顧問公司及其新加坡分公司十三年，工作遍及東南亞。

民國七十九年起至今任三力技術工程顧問股份有限公司和磐固工程股份有限公司總工程師兼總經理，及香港商堅固有限公司台灣分公司負責人及經理人。胡博士專長在地盤改良、深基礎與開挖及山坡地處理，著作論文四十九篇。

胡博士曾兼任成功大學及中正理工學院副教授，中央標準局審查委員，大地工程委員會委員，高鐵處技術諮詢顧問。現任大地工程學會理事，大地工程委員會副主任委員及地工技術研究發展基金會董事長。

大地工程可說是一門既古老又新穎之學科。試看古代偉大工程奇蹟如素有「上下兩千年，縱橫十萬里」之稱的『萬里長城』，它橫跨沙漠地帶及河谷溪流，攀越黃土高原及崇山峻嶺，修築時間起自西周宣王（公元前九世紀）至明朝末年（公元 1643 年）。追溯明朝（公元 1368 年）以前，古人以簡單工具，採用「就地取材」原則，主要用土和石砌築長城（附圖一）。在經歷千年之後，自長城遺址中仍可發現數項古代大地工程師之驚人技藝創作。

一、加勁土：在甘肅和新疆的戈壁沙漠地區中，既無土又無石，只有沙礫。漢朝修築長城乃利用在沙漠裡生長的紅柳、蘆葦作為「加勁材」，與砂及礫石分層鋪築，即可建立數公尺高之豎牆（附圖二）。

二、土坯：在黃土地區中，以黃土混合水製成長 38 公分×寬 20 公分×厚 9 公分土坯，經曬乾後，夾蘆葦修築。土坯砌法是每隔三層土坯夾一層蘆葦，可使城牆堅固不易坍塌。

三、夯土：亦在黃土地區中使用，用木樁將帶黏性濕土搗實，夯層厚約 13 公分至 20 公分，夯土層間亦夾用木樁、雜草。在敦煌西南玉門關一帶，牆身自地面 50 公分開始，每隔 15 公分鋪蘆葦一層，蘆葦縱橫相交，厚 6 公分。

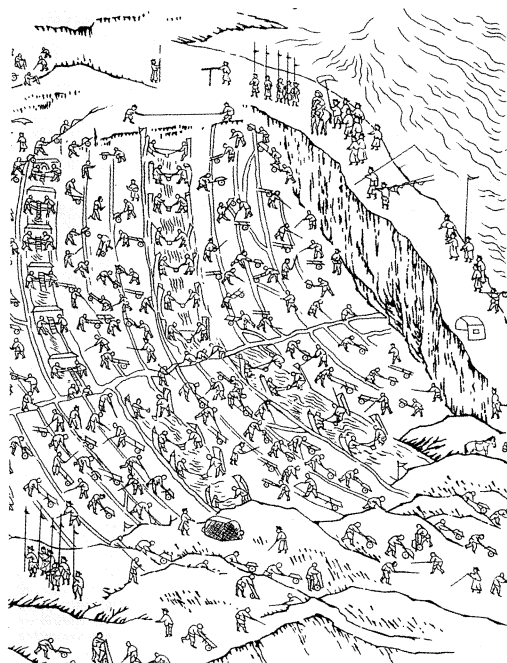
此外，據「漢書」的「賈山至言」載：「秦始皇為馳道，道廣五十步，三丈而樹，厚築其外，隱以金椎」，「隱以金椎」即是用鐵椎夯土至堅實之意。又據「水經注」記載秦始皇造（渭）橋，即已知利用鐵椎打木

樁，以樁基礎支承橋墩。其後蘇州之寶帶橋、明代建造之盧溝橋、清朝之古灞橋等均已利用木樁為橋基礎。北宋皇祐五年（公元 1053 年）在福建泉州洛陽江口建造長八百多公尺，有四十七個橋孔之洛陽橋，其橋基首創為「拋石筏形基礎」，即沿橋中心滿拋大石塊擠淤，產生先期沉陷，再砌築橋墩。筏基寬 25 公尺，長 500 多公尺，共用三萬餘立方公尺石塊。由於拋石基礎鬆散而不穩固，宋史「蔡襄傳」稱「種蠟於礎以為固」，乃利用繁殖牡蠣而將石塊相互膠結成一體。類此種種老祖宗之「先進科技」，其後竟然漸漸失傳，原因在於前人之技藝採師徒制度，缺乏將之有系統的整理，亦無做進一步之學理驗證，致使前人智慧經驗後人無法傳承，實乃我國地工界之莫大損失。今人甚至誤以為地工技藝全部源於西方。

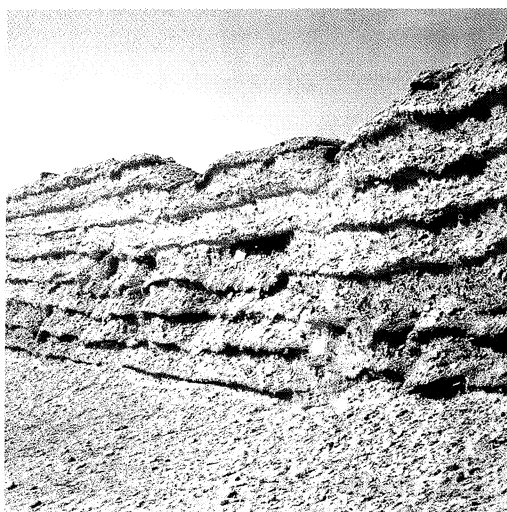
如今解決地工問題，咸認為必須具有相關學理知識外，尚應兼備相當工程經驗及正確之工程判斷能力，方能提供既經濟又安全之解決方案。地工材料之性質具有高度不均勻性，嚴格言之幾乎是「隨地而異」，例如某土層性質或因先天組成成份不同，或因後天形成環境不同，或因外力影響，即使在同一位置，土層性質亦可隨深度之不同而相異。因此處理地工問題幾乎無一定答案，所以很多人認為地工工藝不但是技術亦近於藝術(ARTS)。顯見工程經驗與判斷力之重要。

「地工技術」是國內目前唯一地工專業期刊，每年六期，每期均討論一個地工主題，由地工業者、學者專家提供工程實務論文。出版宗旨是為提升我國地工技術水準，提供園地作為工程經驗以及新進工地科技資訊之交流管道。「地工技術」從前身「地工技術雜誌」創刊至今，已屆十五年。民國

八十五年曾獲行政院國科會評選為優良期刊。在此希望「地工技術」繼續秉承一貫宗旨扮演工程界科技與經驗之「橋樑」，奠定地工技術之「長城」，並向「國際橋梁」的目標邁進，彌補自秦漢以來所缺之一環。



附圖一 古代修築長城工地圖



附圖二 用紅柳與砂礫鋪築的漢長城，雖經二千年風砂，有的地段仍高達數米