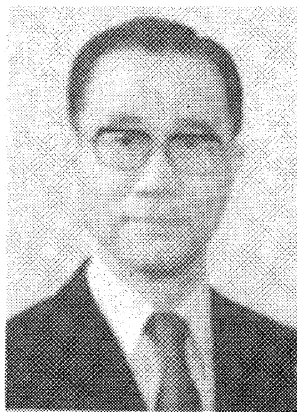


地工技術

地下一——猶待開發的空間

虞 兆 中 先生



虞兆中先生，字星拱，江蘇宜興人，民國四年二月十日出生。早年畢業於國立中央大學土木工程學系，先後任教於國立中央大學與國立台灣大學。民國四十六年出任台大土木系主任，籌設土木工程研究所。六十一年任台大工學院院長，創設地震工程研究中心。六十六年創立中華民國力學學會，並被舉為首任理事長。六十七年膺選中央研究院評議員，七十年出任台大校長。七十一年獲韓國釜山大學榮譽工程博士學位，七十二當選中國工程師學會理事長。七十三年退休，台大聘為名譽教授。

人類以往對於地表以下土地的利用約可分為三類：

一、基礎：所有建築物，不論何種形態的房屋、橋樑、或壩堤都有受力的結構系統。這系統承受外力或其他作用以及自身的重量，而轉為大地所支持。連繫結構系統與大地之間的媒體就是基礎，基礎通常位於地面之下，可視為結構系統的延伸。

二、隧道：最初也許穴居的先民為擴充生活的空間而挖掘隧道，但後來的發展顯然主要出於交通和輸水的需求。至今隧道在這兩方面仍廣被採用。就交通而言，為達成行的便利，我國有逢山開路遇水架橋之說。開路的内容不容講當然包括隧道的開鑿，至於遇水是不是非架橋不可，卻早已不是定論。跨越寬闊的水域往往取用隧道而捨棄橋樑。高雄的過港隧道和最近啓用的日本青函隧道都是實例。

三、洞穴：人工洞穴用途有多方面：可作為住宅。我國古時的所謂窟室窟宅仍見於今日的陝西黃土高原。可作為宗教殿堂。我國敦煌等地的石窟寺淵源於印度，其中相當精緻宏巍的不在少數，亦可作為墓穴。我國明朝在北平近郊昌平縣所建的定陵有前殿、中殿、正殿和左右配殿，簡直就是地下皇宮

。秦始皇陵在十餘年前發現兵馬俑坑之後，可見其規模已不失為地下都市，兩者都可與古埃及的陵墓金字塔東西輝映。到了現代人工洞穴的利用更廣了。

產業革命後，一方面人口顯著的向城市聚集，一方面技術和機具日新月異，進步快速，於是巨屋大廈不僅向上空衝刺，亦向地下深入。三、五層的地下層已很普遍。乃至多層鐵道縱橫於都市地下，無異為都市開闢了地下世界。此外或為安全的考慮，或為經濟的因素，或為環保的目的，地下電廠，地下工廠，地下油庫等設施以及廢礦的利用亦都看準了地下的有利條件向地下拓展。足見地下空間本身就是一項資源，對人類愈來愈有吸引力。在巴黎、紐約、東京等都會中，每天早上上班的時間見到人潮紛紛從地下冒出，下午下班的時間又見到人潮紛紛沒入地下。耶魯大學有一地下圖書館，當初學校計劃是建在地面之上的，可是校友們為保持那塊綠地，建議校方變更設計，改在地面之下。這些大大小小的現象都啓示著：未來我們得更向地下謀求發展。

是的，人類以往向地下發展已有不少成果。由於地表以下為人眼直接觀察所不及而且未知的因素又多，掌握不易，地下空間的

開拓卻無不是硬性創闢的。大多除投入大量的財力外還須運用高度的智慧和堅忍的毅力。每一件地下工程都不是輕易達成的。今後地下空間的需求勢將與時俱增，深信有關知識和技術亦必更為進步。展望前途，我們豈能不滿懷興奮，磨厲以須，以迎接未來。

地下工程具有下列特色

土地的性質，無論橫向或縱向，都與地殼的構造以及久遠以來滄海桑田的地層變遷過程有關。土壤或岩石本身的性質非不單純，但地下往往不是一種土壤或一種岩石所組成，而是由數種參雜，且組織錯綜，變化多端。所以即使在同一城市的同一地段，地下情況便難求一致，甚至相距數公尺也可能有明顯的差異。他如岩層裂縫及其走向，地下水的水位及其變動情形等亦常為地下工程必須注意的對象。

工程建設是基於社會或國防的需要，苟無十分嚴重的困難，技術層面的考慮常居於配合的地位。因此倫敦地下大部分是盆地沉積的所謂倫敦黏土，而紐約地下大部分是質地堅實的所謂曼哈頓片麻岩，儘管這兩個大都會的地質條件迥異，卻都興建了四通八達總長達二百五十哩的地下鐵路系統。

泥土岩石都是體積大重量重的物質，地下工程如用開挖的方式，施工機具尚較易運作。可是大多須在地表之下進行，僅有少數孔道供工作人員和機具材料進入並移出土石，若在市區還須不影響交通，不使鄰近建築物和道路受損，所以機具操作極受限制，地下工作場地的安全、通風等問題的重要性和複雜程度亦遠較地上工程為甚。

上述這些特色顯示地下情況的地域特別強烈，因此，每一項地下工程幾乎都各有不

同的地質對象，不免產生特殊的問題，必須超越特殊的困難，而成為工程師面對的挑戰。工程本體固然要妥為設計，施工的設施和運行尤須考慮週全，來克服那些預知以及臨時出現的困境。

地下工程的設計及其周遭環境的分析和處理，除一般的固體力學、結構力學、流體力學、水文學、數學、計算機運算等可以運用外，與地質特別密切的地質學、土壤力學、岩石力學等更是我們的憑藉。不過基本的重點還在各項地質資料的取得與掌握。至今這些資料主要得自鑽探，可說是滴點集成，很不容易。空中測量和遙測技術對於地貌和地質的瞭解亦不無助益。若能以掃描的方式取得地下適當深度內全面性的有關資料，自為工程師們企求，則目前尚難做到。

台灣的地下工程以往雖已有多方面的成就，但就地下空間的開發而言，為量有限，可說還在初期階段。在這人稠地狹高人口密度的地區，地下空間這潛在巨大資源已不容許我們漠視而不善加利用。況且我們的財力和技術亦足以從事這類開發工作。就在這樣的情勢下，「地工技術雜誌」於七十二年初創刊，旨在保存和交換與地工技術有關的研究成果和實務經驗以謀技術水準的提昇。五年來刊物在贊助人與地工界同人的耕耘中茁長，版面精美，內容充實，聲譽卓著。他們純正的動機，務實的做法，以及團結合作的精神，令人欽佩。惟此時此地為求進一步的開發地下空間，有待努力推動的工作仍多。願諸位先生以更積極的態度，透過這份刊物和其他管道，增強政府與民間對地下工程的瞭解，進而促使採取行動，集合力量，建設更多性能卓越的地下工程偉業。