

## 讀者回響

### 國際深基礎設計及施工研討會紀要

朱耀光\*

國際深基礎設計及施工研討會 (International Conference on Design and Construction of Deep Foundations) 係美國聯邦高速公路管理局 (U.S. Federal Highway Administration, FHWA) 於 1994 年在美国佛州奧蘭多市舉辦之大型研討會。其目的係藉國際性之大型研討會交流各專家學者於深基礎方面之分析設計及施工方面之經驗, 以持續改進高速公路及道路系統之設計及施工品質。與會人員高達約 500 人之多, 同時並舉行地工技術方面之器材、儀器及施工設備展覽, 參展之廠商亦高達約 100 家之多, 與會之大師級學者、專家甚多, 為近年深基礎方面最盛大之研討會之一。

大會之主要研討題目分為四個主題進行: (一) 研究及發展: 包括數值方法、模擬、完整性及載重試驗、打擊及鑽掘之新發明、荷重傳遞行為等。(二) 工程案例: 包括深基礎經驗及實務之經驗。(三) 規範: 規範及合約文件。(四) 設計方法: 包括荷重之考慮、設計之特別考慮, 地質資料之判讀及應用, 經濟性考慮及工法選用, 新材料及機具對設計及施工之影響, 土壤與結構互制 (基礎與上部結構), LRFD 與 WSD 之比較。研討之範圍涵蓋整個深基礎工業。

會中共有來自 23 個國家, 共一百一十五篇論文在大會中宣讀, 並有十一位專家於大會中作專題演講, 其中國內亞新顧問

莫若楫博士為亞洲地區唯一受邀之專家學者, 以 "Current Deep Foundation Practice in Taiwan and Southeast Asia" 為題作專題演講, 國內與會者則僅有莫若楫博士及朱耀光二人, 旅美華人工程師則出席相當踴躍。

大會有專業水準之演講設備及場地, 分組討論之主持人亦多為知名之學者 (專家), 討論情況相當熱烈。大會有二項特點值得一提: 一為本次之主辦單位為 FHWA, 但經分包作業後係為位於洛杉磯之 All American Soil, Inc. (AASI) 公司於事前及會中作實際之執行整個作業, FHWA 則作經常性之監督作業, 並於大會召開期間接管大會之主持作業, 其效果並未因分包作業後有所影響, 反而因分包作業而使大會之聯絡及執行更為有效率。其二為大會有良好之眷屬節目 (Companion Program) 安排, 各遊覽項目亦經分包作業由當地之導遊公司承包, 以減低主辦單位龐大之人力負擔。

大會發行之精美論文集, 一套三本共 1900 頁, 可向下列單位聯絡購買:

Chien-Tan Chang, FHWA HAT-22,  
400 7th Street, SW, Washington, D.C.  
20590, U.S.A.

TEL: 202/366-6749

FAX: 202/366-7909

## 第二屆結構與地基國際學術研討會紀要

梁明德\*

### 一、前言

人類生存在地球上,食衣住行育樂等各方面均必須取之於地球之自然資源,而與住、行、育、樂等有關的建築物,都必須營建在大地上,是以,結構與大地在本質上是為一體的兩面。科技講求『分工合作,整合應用』,雖然在學術與教育上經常將結構與大地區分為兩種研究領域,但是為能實際應用,結構與大地確實是一體而分不開的,結構營建在大地上,大地提供結構立足;做結構的人必須具有大地知識,學大地需要必備結構智慧。若能將結構與大地結合在一起舉辦研討會,則是值得提倡的。

中國大陸浙江大學土木工程之領導者鑒於『政治歸政治,學術歸學術』之理念,盼結合臺(臺灣)中(中國)港(香港)對結構與大地工程方面有所專精與興趣之土木人,能夠聚集在一起交換研究心得、施工技術與工程經驗,就於1995年在杭州舉辦第一屆結構與地基國際學術研討會,並建議每隔二年舉行一次,由臺中港三地輪流承辦。

本文的主要目的在於簡介該研討會之過程,為此,首先說明與會經過,並提出會議心得,介紹工程參觀,最後做一結論。

### 二、會議經過

第二屆結構與地基國際學術研討會由香港科技大學主辦,於1997年1月7~10日舉辦。7日下午4時開始報到,晚上7時半歡迎會,希望讓來自不同地方的學者能夠多多相互認識與互相學術交流。8日上午由

大會主席 Prof. C.K. Shen(沈智剛教授)邀請科技大學校長 prof. Chia-Wei Woo 致歡迎詞,特別強調1997年在香港舉辦研討會別具意義,因為此時香港尚屬英國,自7月1日後即由中共接收。再者,科技大學是自1990年開始興建,約二年即完工開始招生,雖然創校不久,但是教師大部聘自國外學界之傑出學者,俾讓該校在短期內就能在國際上佔一席之地。

8日至10日上午均安排有 Keynote addresses,一位講『結構』,另一位則講『地基』,而其 Technical session則將結構與地基分別舉行。來自臺灣的台大土木工程系主任楊永斌教授及亞新工程顧問公司經理秦中天博士分別在 Keynote Addresses 演講『車輛一橋樑互制單元及其在高速鐵路橋樑分析之應用』及『高速鐵路樁基礎在地震地區之設計考慮』,他倆表現得相當良好讓臺灣在國際學術研討會受人肯定,更讓大陸學者刮目相看,稱讚連連。以下謹介紹大地工程方面的心得。

### 三、會議心得

麥隆禮博士(Dr. A. W. Malone)在 Keynote addresses 中演講『滑坡風險管理新技術』,在1976年8月香港秀茂坪山傾瀉慘劇發生後,香港政府根據『填土坡獨立檢討委員會』的建議,成立土力工程處,以監察斜坡安全。多年來,土力工程處的工作延伸到其他岩土工程方面,但斜坡安全依然是該處最重要的任務。這方面的工作包括監察斜坡的設

\* 國立臺灣海洋大學河海工程系

計，製定安全標準，提供教育及資訊服務和進行岩土工程項目。爲了更有效地履行對斜坡安全的責任，土力工程處於九十年代發展了一系列新技術；土力工程處製定了新優先次序分類制度，該制度是根據斜坡崩塌的可能性及崩塌後果，以評分方法來反映斜坡的山泥傾瀉風險。該處又研究崩塌泥石的移動距離，發展了一個推算滑坡影響範圍的經驗方法。另外，該處參照慣常斜坡設計的結果，爲業內人士提供一套適用於削土坡的習用措施。在滑坡機制方面，該處從山泥傾瀉研究中，發現上層滯水是坡積土崩塌的一十分重要因素，該處亦成功採用量化風險評估的方法，來鑑定沿用的寮屋清拆岩土準則是否恰當。

秦中天博士在 Keynote addresses 中演講『高速鐵路樁基礎在地震地區之設計考慮』。台灣高速鐵路設計行車速度爲每小時350公里，由於行車速度甚高，相對於一般鐵路與高速公路，其設計標準也要求較高，對於地質條件較差的路段而言，大地工程的問題便成爲滿足設計標準的關鍵因素，就以台灣高速鐵路南段所經過的嘉南平原而言，在地層上嘉南平原屬近代沖積層主要由泥砂混合組成，其特性爲含水量高、強度低及壓縮性高，基於土壤承载力與沉陷量的考慮，該路段是規劃採用高架橋樑結構，基礎形式大部分是以樁基礎爲主。再從工程環境的觀點來看，嘉南平原屬於強震區，在本世紀曾有數度規模在五以上的地震發生，且路線經過的部份地區平均地下水壓遠低於靜態水壓，具有潛在地盤下陷的問題，因此樁基礎的設計更需要進一步對地震力、土液液化、地盤下陷及活動地層等因素所造成的土壤與結構互制的問題加以考慮。演講的內容共有六個部份，包括(1)台灣高速鐵路簡介；(2)沿線地質狀況、地下水與地震的描述；(3)設

計荷重組合的考量，包含地震力的特殊規定；(4)基礎分析設計模式，包括考慮樁帽側向阻抗及群樁的影響；(5)設計的主要控制因素討論，包括煞車與加速力、地震力、土壤液化及基礎沈陷；以及(6)試樁計畫等。在進行高速鐵路樁基礎在強震區設計所遇到的問題及其本質可知，未來在細部設計階段較爲合宜的作法是由設計單位結合地質、地震、大地、結構等不同領域的專家共同參與作業，從較爲宏觀的角度配合工程風險的觀點，充份的考量上述問題的可能影響，以完成一個兼顧安全與經濟的設計標準。

浙江大學副校長吳世明教授在 Keynote addresses 演講『軟弱地基碎石樁加固技術』。軟弱地基碎石樁加固技術起源於歐洲，由於其具有施工方便，費用低廉的優點，已經成爲當前的地基加固主要手段之一，其廣泛的應用帶動了工程界與學術界的普遍關注。在經過了十載有餘，對其加固機制的理論分析、試驗研究，以及檢測手段開發方面均取得了頗大的進展，並且進一步促進了在工程上的應用。演講的內容共有七個部份，包括(1)碎石樁的發展歷史，按施工方法分類，碎石樁分爲振沖置換法、鑽孔錘擊法和套管鑽孔錘等三種置換法，振沖擠密法、振動氣沖法、強夯置換法、沉管法和干振法等五種排土法，和水泥碎石樁法、裙圍碎石樁法和預配式碎石樁法等三種其它方法。(2)碎石樁抗液化分析；(3)碎石樁複合地基的承载力；(4)碎石樁複合地基沉降分析；(5)碎石樁複合地基的試驗研究；(6)施工工藝及質量監控；(7)加固效果檢測，主要包括載荷試驗法、動力參數法、靜力觸探法、標貫法及波速法，其中波速法又分爲下孔法、上孔法、折射波法、跨孔法及表面波法。總而言之，碎石樁技術自問世以來，已經一個多世紀，在中國大陸應用該技術也有

二十年的歷史了。由於其具有提高地基承載力、減少地基沉降、增加地基抗液化能力，且造價相對較低，施工方便的優點，因此在工程上得到了廣泛的應用。對其加固機制、加工技術、檢測方法等進行的研究、開發取得了巨大的成果。但同時我們應該注意到有些理論、方法並未成熟，尚停留在經驗階段，今後仍有必要進一步加深對該技術的認識，開展更為深入細緻的研究，以進一步完成該技術，提高效益，推廣應用。

亞新工程顧問有限公司資深工程師楊國榮先生宣讀『多潛盾隧道引致地層沉陷』，就台北捷運系統位於 CH 218、221及223 之地區為範例，因該地區地質含有砂、沉泥及黏土等土層，在單潛盾隧道引致地層沈陷，其總沉陷量為立即沉陷量和壓密沉陷量之和。而多潛盾隧道引致地層沉陷，其總沉陷量可利用疊加原理，視為多數個單潛盾隧道引致地層沉陷量的總和。

筆者宣讀“Studies of Behaviour of Normally Consolidated clay of Alluvium for Deep Excavation”，該文藉由壓密不排水三軸、單向壓縮、單向壓密、直接剪力及工程性質試驗分析台北市軟弱黏土之力學行為。研究結果發現，台北市軟弱黏土是一種輕超壓密，而且是低勁性之黏土，與泰國軟弱黏土、日本橫濱灣之沖積土、加拿大自然膠結黏土及墨西哥自然黏土等行為完全不同，卻與南非沉泥黏土相似。因此，在台北市軟弱黏土地區深開挖必須注意所使用之地下連續壁、預力樁及版樁等擋土設施之設計，尤其必須考慮  $OCR \approx 1$  是軟弱黏土最重要的參數。

由於杭州市之地層含粉土及軟弱黏土，所以，土壤改良及以基樁或地下連續壁做為深開挖的擋土設施，在杭州市的大地工程時常可見到。浙江大學土木系教授認為搞大地工程的學者不做深開挖即無學術水平可

言，而且『方案很重要，計算作參考，挖土組織好，監測當把牢』在浙大是很流行的工程名言。

若以基樁做為開挖的擋土設施，必須考慮水平位移(允許水平移位 5公分，10公分則視為臨界)、沉陷量、地下水位及軸應力之支撐等情況。在杭州市的工程，經常在深開挖完成後，於基地施行基樁土壤改良之後才施作地下室工程，此與台灣在深開挖後即施行地下室工程，令所開挖之土重與結構物重量相當，亦即所謂補償式基礎，絕然不一樣。所以，海峽兩岸，不祇政治理念不一樣，連工程規劃、設計與施工也不相同。

#### 四、工程參觀

由於位在九龍之啓德機場已經飽和，為此香港政府決定在Lantau Island 之旁填海造地興建國際機場，當然必須由香港本島沿九龍至新國際機場興建快速公路及鐵路。於是大會於1月9日下午安排搭船由香港本島的海港出發，沿著九龍灣，介紹其興建中的公路及鐵路，繞過青嶼島及馬灣，欣賞青馬跨海大橋之美；香港不愧是『東方明珠』，建築之美東方之冠；再者，日本能，香港亦能，顯然香港已向『日本第一』挑戰。

#### 五、結論與建議

本文已經將研討會經過簡要敘述。總而言之，由於與會各方學者與專家，發表之論文中頗多新穎主題，內容豐富，理論與實務兼備，大家分享所謂『理論至上，實驗權威，技術指導』，因此研討氣氛頗為活絡。建議國內大地工程界之專家與學者，二年後共襄盛舉參與台大土木系主辦的第三屆結構與地基國際學術研討會。

## 國際粘性土壤壓縮及壓密研討會紀委

馮道偉\*

這次會議的名稱是 International Symposium on Compression and Consolidation of Clayey Soils, 於1995年的5月10~12日本廣島舉行。主辦單位是 Japanese Geotechnical Society 和 International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering 的 Technical Committee on Coastal Geotechnical Engineering。

此次筆者出席該國際研討會，乃應主辦單位之邀請，與美國的 Mesri 教授合著一篇有關土壤壓密的專題論文，並於會議中以專題演講之型式發表該論文。本次研討會共約有350人參加，共同討論有關粘土壓縮與壓密方面的問題，其中約有三分之二為日本人，其餘來自其它16個國家，而由台灣前去參加者僅有筆者一人。從本次研討會之規模可見粘土壓縮與壓密的問題仍受到重視，日本在近幾年有許多的工程在沿岸軟弱地盤中進行，其中有許多工程問題皆與粘土壓縮與壓密有關，因而已有相關研究完成或正在進行中，其中許多研究成果發表在本次會議中，令人刮目相看。在國際間，粘土壓縮與壓密已經過幾十年的研究，但有許多問題仍然未獲得解決，因此在壓密試驗技術與理論上的研究仍有待繼續努力，對於未來有志於研究粘土壓縮與壓密者，本次研討會之論文集是非常好的參考文獻來源。

前往廣島的一般途徑是搭機經東京轉機至廣島，或者可搭機至福岡後轉搭新幹線高速列車前往廣島。筆者為體驗搭乘高

速列車的 feeling，故選擇搭乘新幹線，且福岡機場與福岡市博多車站之間有捷運列車，轉搭新幹線列車非常便利。新幹線由福岡至廣島車行約八十分鐘，沿途非常平穩，但不知為何在如此高速行駛之列車座位上未見安全帶。廣島市曾遭美軍以原子彈轟炸，日人在廣島市建一平和公園以紀念該一不幸事件，本次會議即是在該公園內之廣島國際會議中心進行。

本次會議共收錄論文141篇，主題涵蓋 (1) measurement of compression and consolidation of clayey soils, (2) consolidation theory, (3) case histories and their implications。此外，本次會議之特色為十個精彩的專題演講，茲將演講者與演講題目列述如表一。

研究粘土壓縮與壓密之主要精髓是研究其行為，唯有對土壤行為有所瞭解，方能提高分析與設計之精準度。而粘土壓縮與壓密之依時 (Time-dependent) 行為可說是最重要也最困惑一般工程師的問題，本次研討會中有許多論文即是有關於依時行為的研究成果。例如，次要壓縮 (Secondary Compression) 是土壤的依時行為，其在工程上的重要性視個案狀況而定，而與其引致之沉陷量有關。特別是高含水量的土壤，二次壓縮行為較為顯著，此時可以用超載 (Surcharging) 改良之。

研討會主辦單位特別安排兩場有關粘土壓密行為的專題演講，名為 "Consolidation Talk 1" 與 "Consolidation Talk 2"，分別由美國的 Mesri 教授與加拿

\* 中原大學土木系

大的Leroueil教授主講。Mesri教授主張，實驗室小試體所測得之主壓密完成(end-of-primary)壓縮曲線可被用來作現地厚土層沉陷分析；而Leroueil教授主張，土壤之壓縮曲線與應變速率及溫度有關，在沉陷分析時有必要考慮其影響。兩位教授對粘土壓密的研究已有相當長的時間，各自有獨到的見解，後學者需詳讀其前後論文之後方能判斷何一主張較為合理，甚至在未來提供新的論點與証據，以對沉陷分析模式之改良有所貢獻。

筆者於一年多前參加本研討會，此次因緣際會接受亞新秦中天博士之邀，完成本文，但參加研討會當時的一些心得實已淡忘，只得將相關資料攤開，努力捕捉當時的一些精彩畫面。本文之主要目的在於提供國內地工朋友有關於本次研討會的訊息，並希望讀者注意到國際間有許多有關粘土壓縮與壓密的研究正在進行中，而大部份的研究都受到工程界的重視與肯定，甚至有許多研究是由工程單位的研究部門來進行，因此特別能兼顧到研究成果之應用性。

表一 演講者與演講題目

1.	R.E. Gibson(Univ. of London, UK)	Some Aspects of One-dimensional Consolidation and Contaminant Transport in Wastes
2.	H. Aboshi (Hiroshima Univ., Japan)	Case Records of Long-term Measurement of Consolidation Settlement and Their Predictions
3.	G.C. Sills (Univ. of Oxford, UK)	Time Dependent Processes in Soil Consolidation
4.	G. Imai (Yokohama National Univ., Japan)	Analytical Examinations of the Foundations to Formulate Consolidation Phenomena with Inherent Time-dependence
5.	T.S. Tan (National Univ of Singapore, Singapore)	Sedimentation to Consolidation - A Geotechnical Perspective
6.	A. Asaoka (Nagoya Univ., Japan)	Consolidation and Swelling of Saturated Clay near/at Critical State
7.	K. Yasuhara (Ibaraki Univ., Japan)	Consolidation and Settlement under Cyclic Loading
8.	V. Choa (Nanyang Technological Univ., Singapore)	Changi East Reclamation Project
9.	G. Mesri (Univ. of Illinois at Urbana-Champaign, USA)	Compressibility Parameters during Primary Consolidation
10.	S. Leroueil (Laval Univ., Canada)	Could it be that Clay Have No Unique Way of Behaving during Consolidation ?