

技術資訊

大地丹佛－2000 年研討會紀要

林三賢

美國土木工程師學會所屬大地研究所主辦之年會於今年八月五至八日在科羅拉多州之丹佛市舉行。此次研討會之模式主要延續 1997 年於猶他州羅根市所舉辦之首次 G-I 大會。除會中之各項子題研討外，大會另外安排會前之短期課程，大地相關工程軟體之展示，現地各項全尺寸試驗展示，四個不同工程之實地參訪，以及高達七十七個相關廠商之參展。此外，今年尤其特殊的是於八月五日當天下午舉辦了 Peck 節盛宴，由於 Peck 教授在大地工程方面之貢獻，而獲 G-I 選為大地工程界之首位英雄。

此次大會各項技術性研討議題涵蓋廣泛，主要包含大地工程教育議題、邊坡穩定、地基特徵、地工合成物於環境地工之應用、電腦運用與數值分析、地震之電腦模擬、施工實務、非飽和土壤、深基礎、土壤動力及液化、土壤性質量測、預測及設計技術與現地結果比對、監測與觀測、地球物理方法、岩石力學之新趨勢、鋪面非破壞性檢測、環境地工、地盤改良、鋪面路基與地底層以及採礦等多項重要議題，值得一提的是會中安排有兩個特殊的討論議題，其一為紀念 Wally Baker 及 Jim Gould 兩位剛過逝而對地工界貢獻良多之前輩所辦之特別研討子題。另一重要議題則針對我國去年 921 及土耳其於去年所發生幾次大地震之調查，主要結果及對未來相關工程之影響所作之研討。個人參加主要係樁基礎與地工合成材料部分，此次有關樁基礎之研討子題含樁軸向及側向承載力，基樁預估及設計與現地試驗之比

較，鑽掘樁樁底灌漿，鑽掘樁之設計及效能，螺鑽鑽掘樁之設計及荷載以及品質控制問題，以及螺旋狀及微型樁等，相當廣泛。至於地工合成材方面之研討，此次之研討會重點放在與環境地工之結合及於運輸、交通相關工程之應用。

依循前次大地－羅根之模式，此研討會並不發行論文集，而係交由各委員會，選出較佳文章，以 Geotechnical Special Publication(GSP)方式出版，此次所出版專刊共八本：

GSP 96, Numerical Methods in Geotechnical Engineering : Recent Developments.

GSP 97, Innovations and Application in Geotechnical Site Characterization.

GSP 98, Pavement Subgrade, Unbounded Materials, and Nondestructive Testing.

GSP 99, Advances in Unsaturated Geotechnics.

GSP 100, New Technologies and Design Developments in Deep Foundations.

GSP 101, Slope Stability 2000.

GSP 102, Trends in Rock Mechanics.

GSP 103, Advances in Transportation and Geoenvironmental Systems Using Geosynthetics.

此研討會，國內僅有筆者及交大土木系林教授參與。反觀大陸方面、韓國、日本、新加坡甚至香港均是組團參加。我們兩位，即使加上僑界幾位學界朋友仍是顯得稍微薄弱些。這種大型會議，雖係美國土木工程師學會主辦，然每年年會，仍是吸引世界各地，含歐洲及蘇俄等國家相關研究人員參與，一起討論最新之學術或實務上之發現與心得，應值得國內學界，甚或實務界之朋友們參與。

公元 2000 年大地工程會議

張德文

一、會議過程

公元 2000 年大地工程會議 (GEOTECH-YEAR 2000) 於 11 月 27~30 日在泰國曼谷 *Imperial Queen's Park Hotel* 召開，該項會議由亞洲理工學院 (AIT) 主辦，召集人 A.S. Balasubramaniam 教授為東南亞大地工程學會 (SEAGS) 榮譽秘書長。Prof. Bala 對學會活動推展不遺餘力，五年前即著手籌備是項會議，依其規劃大會將接續澳洲墨爾本 GeoEng2000 會議 (2000/11/19~24) 召開，藉以吸引更多人士與會。會議研討論文分為兩部份，第一部份以知名資深學者專家為主，邀請文章涵蓋大地工程發展史、近況與未來展望風貌，以發揮專業傳承精神；第二部份則收錄當代大地工程相關課題論文 (主要議題包括岩土行為、深基礎、邊坡穩定、土壓力、隧道、地盤改良、環境地工)，交換研發心得，落實設計應用以提昇工程效益。大會論文摘要截稿為 2/29 日，全文截稿為 7/31 日，接受通知為 9/21 日。兩冊論文集共收錄 137 篇論文 (第一冊 60 篇，第二冊 77 篇)，實際與會者僅七十餘人；大會全程均在主要議場舉行，此項安排使得會場討論氣氛相當熱烈。受邀發表專題演說之學者專家包括：

Prof. Authur D.M. Penman, GE Consultant, UK -“*Geotechnical engr. and*

building research. The early days of Soil Mechanics at BRS up to 1957”

Dr. Za-Chieh Moh, MAA, ROC -“*Looking ahead-Geotechnique goes high tech*”.

Dr. Shunta Shiraishi, Tashi Fudohsan C. Ltd., Japan -“*Tiny air bubbles prevent seismic liquefaction of ground*”.

Prof. Henderikus G. B. Allersma, Civil Engineering, Netherlands -“*Observation of unexpected phenomena in geotechnical Centrifuge Tests*”

Prof. Sven Hansbo, Chalmers U. of Technology, Sweden -“*Design of vertical drain installations based on Darcian and non-Darcian flow: A comparison of real behavior and theory*”

Prof. S. L. Lee, National U. of Singapore, Singapore -“*Up-down construction of a building with basement on steep slope*”

Prof. Ting Wen Hui, Consulting Engineer, Malaysia -“*A survey of embankment construction practice and future developments*”

Prof. Branko Ladanyi, Ecole Polytechnique, Canada -“*Creep and relaxation effects in Geotechnics*”

Prof. Toshinobu Akagi, Toyo U., Japan -“*I can hear it now - Terzaghi and Peck*”

Dr. Richard N. Hwang, MAA, ROC
-”Chi-Chi Earthquake”

除受邀專題演說外，其餘宣讀文章計41篇，各場次安排3~5篇論文發表，作者宣讀時間約為20分鐘，另餘2~5分鐘討論時間。與會人士來自三十一個國家地區，我國出席者有歐晉德博士夫婦、李建中博士、莫若楫博士夫婦及二公子莫仁維先生、黃南輝博士、方永壽教授、亞新段紹緯副理和詹家賓先生、海大胡淵南先生以及筆者，「代表團」陣容可謂龐大。筆者於26日與黃博士和方教授相約同往曼谷，30日返程則與方教授教同行。方永壽教授論文”*Engineering properties of laboratory mixed soil-cement*”即於大會開幕日下午發表，筆者拙作”*Correlated empiric equations for field vane strength*”則發表於29日13:30~15:00議場，現場蒙Prof. Hansbo垂詢並交換液性限度影響與falling cone數據關聯等看法，令筆者深感榮幸。主辦單位待客極為熱忱，會議全程均備有自助式午餐外，首日及畢幕日亦設有晚宴款待與會人士。幾位我國先進亦抽身參加SEAGS理監事會議；另28日晚間蒙 莫博士夫婦設宴款待與會人士，席間賓主盡歡，筆者謹此再申謝意。據悉Prof. Bala將於2001年退休，並應聘赴新加坡南洋理工大學土木系任教。此次會議可視為Prof. Bala對AIT乃至SEAGS的臨去貢獻，殊具意義，與會人士莫不感佩其長年服務之辛勤。

二、與會心得

論文集第一冊之邀請論文依其討論主題及篇數可分為專題評析與說明(21)、土工經驗與報導(19)、發展史(8)、紀念感言與心得(6)、新技術應用展望(3)、規範(2)和教育(1)。討論題目包括土壓力、臨界土壤模式、可靠度分析、離心機試驗、微型樁、群樁基礎、路堤與壩工、加勁土工、深開挖、液化、地盤改良、廢棄物處理、地震勘災、冷凍砂、黏土微觀行為、岩土構造性質、電腦應用、數值模擬和特殊施工。其中，英國、MIT等土力發展情形可從中略窺一二。感念文章則介紹Rziha, Terzaghi and Peck, Meyerhof 和Casagrande等學者生平和貢獻，Prof. Akagi (Toyo U.)所發表的文章”*I can hear it now- Terzaghi and Peck*”中收錄了Karl Terzaghi於1957年二月四日在哈佛大學工程地質課程中的演講全文，提供人為Prof. Peck。由於Terzaghi的英語帶有濃厚腔音，錄音效果亦不佳，聽者很難了解其語意，故此文稿相當珍貴，主辦單位亦致贈與會人士演講CD片以懷念大師。另技術展望則包括大地資訊 (GeoInformatics)、鑽孔視訊(Bored Hole Television)、防液化地層氣泡工法等應用案例。以下謹列舉部份文章供同好參考：

Moh *et al.*, “Looking ahead-geotechnique goes high tech” pp.49-54;

Sridharan, A. and Miura N., “*Clay science in goetechnical engineering*” pp.101-112;

Van Impe, W.F., “*Environmental geotechnics- ISSMGE activities*” pp.113-122;

Lizzi, F., "Micropiles: past; present...and future" pp.145-152;

Poulos, H.G., "Pile design - from black art to modern science" pp.153-162;

Fellenius, B.H. and Eslami, A., "Soil profile interpreted from CPTu data" pp.163-172;

Allersma, H.G.B., "Observation of unexpected phenomena in geotechnical centrifuge tests" pp.173-178;

Hansbo, S., "Design of vertical drain installations based on Darcian and non-Darcian flow: a comparison of real behavior and theory" pp.179-192;

Balasubramaniam, A.S., "Critical state soil mechanics - some personal observations" pp.425-442.

第二冊論文集依文章主題及篇數可分為土壤與岩石行為(22)，深基礎(17)，邊坡穩定、土壓力與隧道(17)，環境地工與環災(8)，地盤改良(13)。在土壤與岩石行為相關論文中，未飽和土壤工程性質及對工程影響為數篇文章所探討，其中

Ishida *et al.*, "Determination of hydraulic properties on unsaturated cohesive soil" pp. 53-62 可為代表。另de Mello *et al.* "Forecasting of shear wave velocities from CPT resistances by means of ANN (Artificial Neural Network)" pp.97-106和Lee *et al.* "Permeability reduction of soil

filters due to physical clogging" pp.135-144則分別討論使用類神經網路分析土壤圓錐阻抗強度和剪力波速關係，以及堵塞效應減低濾材滲透性影響，相當具參考價值。此外，筆者論文(pp.125-133)提供片剪試驗修正係數經驗式，顯示PI, OCR, $Su_{(t)}/\sigma_v$ 等參數影響。校正片剪強度值需考慮土壤所在位置、稠度乃至過壓密比值；修正係數一般介於0.1~2.0間，NC土壤多大於1.0，而OC土壤或風化之NC土壤則低於1.0；同時，近地表土壤的修正係數亦將偏低；校正時必須注意以上要點，以便比較片剪數據和其他試驗或直接引為設計之用。深基論文則多討論載重試驗和群樁行為，其中有關負摩擦樁分析(Lee *et al.*, pp.211-218)，群樁沉陷(Tejchman *et al.*, pp.239-248)，樁側向反應行為(Ng *et al.*, pp.301-312; Kim *et al.*, pp.355-362)，不同載重試驗樁行為(Karkee, pp. 327-336)均值得國內相關研究參考。

在邊坡穩定、土壓力與隧道相關論文中，離心機試驗和有限元素法模擬各式結構為主要討論重點，其中Thayalan (pp.481-490)藉降雨強度大小預測邊坡起始破壞文章饒具意義。我國坡地防災預警除監測系統外，或可參考該文建議訂定全省坡地及山地防災臨界降雨強度值，以氣象局發布豪大雨特報做為預警之另一參考指標。地盤改良之論文以加勁材應用與改質土壤工程性質為主題，其中儲油槽化學灌漿處理之離心機模擬(Imamura *et al.*, pp.531-540)，軌道路堤之加勁與樁基設計施工(Alexiew, pp.575-584)，水泥-土壤實驗室工程性

質(Fung *et al.*, pp.591-600)，土-水泥柱強度影響參數(Horpibulsuk *et al.*, pp.623-634)等文成果具體，可供相關研究及工程參考。環境地工與環災議題中有兩篇論文(Singh and Gurumoorthy, pp.691-698，Taboada *et al.*, 699-708)與離心機實驗有關，而有兩篇文章討論地工結構水與熱流或振動混合之藕合效應(Gens *et al.*, pp.655-664，Taboada *et al.*, pp.699-708)，另滲流破壞(Tanaka *et al.*, pp.665-674)與填土沉陷(Lee and Park, pp.675-682)問題亦有著墨。國內垃圾掩埋場衍生的環保問題益發嚴重，各項議題亟賴政府重視；環境地工領域包含多項專業，學界研究案應妥善整合規畫並轉予工程界應用，發揮成效，以預防及解決各項環境危害。

此行亦在Prof. Bergado的安排下，隨方永壽教授等人參訪AIT土木工程院土力、結構與流力實驗室，略窺彼實驗研究項目。一行人對加勁土槽拉拔實驗之氣壓袋垂直施壓裝置、垂直排水電導加速法、大規模土壤側向滲透實驗以及草質混凝土結構材的開發留下深刻印象，其中亦得知彼正利用水工模型分析湄南河氾濫問題，評估各項工程方案以供泰國政府整治參考。另亦駐足Prof. Bergado在1985年所建造於AIT校園內之足尺籠石加勁擋土牆，牆高約六米，由於部份基礎填土產生沉陷，其牆乙側中緣呈前傾凹陷狀，牆身並設置各式監測儀具以便了解其行為。整體而言，其實驗室規模落後國內許多學校。據悉，近年我國在AIT深造人數大幅減少，學校資金籌措亦不如前，東南亞及全球的經

濟不振將再衝擊其發展，AIT是否能再重現其當年榮景，值得吾人關切。



照片一 與Prof. S. Hansbo合影於會場
(方永壽教授贈)



照片二 參訪AIT土力實驗室一行人合影
(方永壽教授提供)



照片三 與方教授、AIT學生合影於Mt. Bergado擋土牆前(方永壽教授提供)