

研討會專欄

2007 海峽兩岸岩土工程/地工技術交流研討會紀要

一、緣起及籌備經過

「2007海峽兩岸岩土工程/地工技術交流研討會」，今年(2007)四月於天津熱烈展開，並創下與會人數新高。

海峽兩岸地工技術/岩土工程交流研討會始自1992年北京，歷經台北(1993)，西安(1994)，上海(2002)及台北(2004)共五次交流，深獲各界好評。

在兩岸同道共同籌劃與熱心參與下，本屆研討會已順利在天津舉行，會議過程圓滿成功，交流成果豐碩，並獲得熱烈的迴響。本屆台灣參加人數達85位(含眷屬共92位)，其中產業界39位、政府機關及開發業者11位，學術研究單位35位，為歷屆最多。

會議時間：2007年4月16~18日

(4/19~20為天津及北京奧運工程參觀)

會議地點：天津，金皇大酒店

會議主題：岩土工程的安全與品質

- ◆ 岩土工程理論與研究
- ◆ 隧道設計與施工
- ◆ 地鐵土木工程設計與施工
- ◆ 深基坑支護設計與施工
- ◆ 注漿加固技術在工程中的應用
- ◆ 施工降水
- ◆ 地下工程防水
- ◆ 施工監測
- ◆ 地下工程施工風險評估與控制
- ◆ 岩土工程施工新機具與設備

二、開幕

大會由主持人王新杰院長與林廷芳董事宣佈開始後，隨即邀請深基礎施工分會許溶烈會長致

歡迎詞，接著由李建中院長代表臺灣方致詞。

李院長首先感謝許溶烈會長和王新杰院長，在他們二位的領導之下才能動員這麼多的人力及資源，讓這個深具意義的交流活動持續不斷。他並謝謝這一次大會主辦單位中國建築業協會深基礎施工分會、財團法人地工技術研究發展基金會；承辦單位北京城建設計研究院、天津城投公司；及協辦單位天津大學建築工程學院、鐵道第三勘察設計院及天津市勘察院等單位的大力支持。同時特別針對組織委員會焦瑩總工程師、鄭剛教授、梁立剛先生，學術委員會張在明教授及眾多默默努力的同道致謝。在他們的辛勞之下才能完成所有的籌備工作，讓本次交流研討會終能順利舉行。以下轉載李教授致詞：

“在此次研討會中台灣方面共提供了五十三篇稿件，大多數都是實務性質的文章，也反映了這幾年來在台灣工程發展過程中都會建設的困難及心血結晶。由於近年來大陸在天津大力的投資，我們預期在可見的未來，天津會有很多的建設完成，這次研討會選在天津舉行，確實有其深遠的意義。我們帶來的這些經驗，希望對天津的發展有具體的貢獻。也期待我們在此地所見所聞能有助於台灣的工程發展。

這次大會的主題是「岩土工程的安全與品質」，這正反映著這個時代的需要。一般而言，土木工程常常留給大家粗糙笨重的印象，一旦發生災變也常常危及工作人員及鄰近居民的人身安全。其實工程的品質與安全是互為因果的，習習相關的。如果我們重視品質，自然要求細緻；要求細緻自然思慮周延；思慮周延自然在安全上不會妥協，就可以提升安全性。岩土工程所面對的是自然的材料及很多地底下不可預期的狀況，所以小心謹慎，膽大心細的重要性遠超過工程中其他的部份。由這次刊登的論文就可以知道

同道們在這個主題之下，提供了很多寶貴的經驗及知識，必然會對兩岸地工技術品質及安全的提昇產生鉅大的貢獻。

半年前我自己第一次來到天津，拜訪了天津大學。在校史館中看到了前清總理大臣盛宣懷的奏摺及皇帝的欽批，才知道這個學校就是中國第一個大學－「北洋大學」。記得小時候常常聽到的中央研究院院長王士杰先生，清華大學校長梅貽琦博士等，都是這個大學的畢業生，我可以感受到這個學校在中國歷史上的貢獻。昨天晚上在席間聽到在天津還有袁世凱、馮國璋、梁啟超，這些近代史人物的遺跡，歷史感油然而生，期望在未來幾天中能抽空再去憑弔一下。

凡走過必然留下痕跡，歷史上留下來的點點滴滴都是我們後人的寶貴資產。我們可以在這些遺跡中看到先人的智慧，也可以學習到一些發人深省的教訓。在中國歷史上朝代更迭、分分合合的過程中，常常會發生破壞史跡的事。如果我們能從歷史的眼光來看，就可以知道這些行為的無知與愚蠢。價值觀或者會因為時空轉變而有所不同，但歷史不可能因某些史跡的存在或消失而改變。

做為一個工程師，尤其是從事於岩土工程或者地工技術的人，我們常常說是雕刻地球的行業。我們工作的對象就是從洪荒時代留下來的遺跡，我們所創造的成品也會留在土地上，變成後人的資產。因此我們必須以虔敬的心情來從事我們的工作。希望我們工作的成果能成為歷史上寶貴的資產，而不要變成後人嘲笑甚或破壞的目標。這次的主題「岩土工程的安全與品質」，實在是一個非常重要的叮嚀，提醒我們要以歷史的眼光和承擔來面對我們每一天的工作。讓我們共勉之。

最後，祝大會成功，各位同道身體健康，事業順利。”

隨後，香港工程師學會岩土分部主席何毅良先生對此次大會之順利展開表達衷心的祝賀，並提及去年香港工程師學會曾組團分別至台北及上海進行技術交流，亦於去年12月及今年元月邀請兩岸代表至香港作技術交流及研討，並期待未來能持續交流。

接著宣讀建設部祝賀函，表達對技術創新，對工程質量水平之高度重視，由於岩土工程是城市重大建設之基礎工程，期藉此次之研討會，兩岸工程師能取長補短，相互學習。

最後由大會副主任梁立綱先生報告，兩岸交流研討會歷經前五屆於北京、西安、上海、台北等地舉辦，此次考量天津市正逢城市基礎建設的高峰，特別選擇做為本次研討會地點。

開幕式後，在大會所有參與人員全體合影後，隨即展開主題報告。

三、主題報告紀要

四月十六日(10:30~12:00)

主持人：李建中 院長（臺灣）

許溶烈 會長（大陸）

1. 岩土工程的工程方法

－張在明 院士(北京市勘察設計研究院)

張院士以岩土工程師的社會責任開始說起，對於新的任務與挑戰中，特別提及污染問題，並指出抵禦突發性自然災害勢必不可避免，再來分別談到風險之承擔，社會責任教育，以及對地學環境的依賴等課題，並以劉建航院士所舉之：理論導向、實測定量、工程判斷與檢測驗證四句話與大家分享。隨後，張院士舉例：大陸的國家大躍進，國家體育場(鳥巢)以及首都國際機場航站大樓等複雜工程問題的分析為例，並針對土壤參數之不確定性問題，如何確定土工參數提出見解，最後說明工程經驗與工程判斷的重要性。因此，理論導向=>工程經驗=>工程判斷，缺一不可，並以“經驗之果要開在理論之樹上”作為精采演說的結尾。(註：張院士精采演講之簡報檔請參閱地工技術網站)

2. 台灣高速鐵路－開創快速傳輸時代

－歐晉德 執行長(台灣高速鐵路公司)

歐博士以台灣的交通運輸發展回顧開始，發展之初以水路、港口建設開始，繼之為劉銘傳發展之鐵路建設；陸路則由人力、牛車發展至1978年之中山高通車，2004年國道3號之全線通車。由於台灣有94%人口住西部走廊，現有約570萬輛小汽車，目前之各項交通設施顯然不足輸運，

介於小汽車與飛機運行速度之間的運輸系統建設成為必需。此外，歐博士比較文明化與運輸方法、能源、電力間之關係，高速鐵路由於其高運行速度，加上污染低，能源使用效率高，成為必要的先進運輸系統。

台灣高鐵計劃於2007年1月5日開始營運，全線之建設，挖填路段40公里(站全線之12%)，隧道段48公里(佔15%)，高架橋242公里(佔73%)。現有之700T列車，每列可容納989座位。最後，歐博士並談及高鐵建設對台灣之社會、經濟之影響與衝擊，由高鐵開創的高速時代—可從台北完整地看台灣—結束這場精采演講。

3. 天津站交通樞紐規劃設計方案及關鍵技術

—劉玉琦 董事長(天津城投建設有限公司)

本工程位於海河經濟發展帶中部，含普速鐵路、城際鐵路、高速鐵路、城市軌道及公交中心、長途客運等共構之地上及地下空間工程。針對計劃原則、功能定位、功能區分、子項工程組成及周邊路網系統及交通組織逐項報導。繼之談及樞紐軌道換乘中心之設計，含：總體設計及工程規模、平面及結構設計作詳細的解釋。最後以最主要的幾項關鍵技術：1.系統集成技術與運營模式研究；2.消防技術策略；3.超深多層大面積環控通風；4.平站結合的地下人防綜合設防技術與；5.蓋挖逆作法綜合技術等項與聽眾分享。

四月十六日(14:00~16:00)

主持人：歐晉德 博士(臺灣)

張在明 院士(大陸)

1. 台北捷運新莊線道岔段深開挖與抽降水之安全監控
—胡邵敏 總經理(三力技術工程顧問公司)
2. 高雄捷運01車站深開挖施工災變之補救過程
—陳斗生 董事長(富國技術工程公司)
3. 古塔、古崖居及古窟等古建築保護中的岩土工程
—王楨 院長(中鐵西北科學研究院西安分院)
4. 城市軌道交通工程建設環境安全風險控制研究
—徐凌 博士(北京市軌道交通建設管理公司)
胡邵敏博士詳細介紹深達41m捷運道岔段

深開挖及地下水抽降所面臨之問題，並說明其施工輔助措施及安全監測成果，尤其是在疏鬆砂土與軟弱淤泥層中厚達2m、深度為63m連續壁施工之改進工法，其中將軟弱淤泥層中連續壁開挖所引致土體側向變形之工程問題，比喻成日常生活之擠牙膏現象，令在與會人員印象深刻；陳斗生博士以其對台灣地質歷史演進之熟悉，來分析處理重大地工災變問題，並以逐步進行適當補救措施之寶貴觀念與深入淺出的圖解加以說明；王楨院長將多年來在維護保存古建築所面臨岩土工程相關問題之處置經驗分享；徐凌博士為複雜城市軌道交通建設的環境安全風險控制，所需考量之基本程序和施工技術措施等相關建議，均讓人印象深刻且受益良多。(註：王院長精采演講之簡報檔請參閱地工技術網站)

四月十六日(16:15~18:00)

主持人：胡邵敏 博士(臺灣)

顧曉魯 先生(大陸)

1. 台灣隧道設計與施工
—侯秉承 經理(中興工程顧問公司)
2. 不飽和紅土之基質吸力特性及其應用
—林宏達 教授(台灣科技大學營建工程系)
3. 奧運會國家體育場—鳥巢工程
—李久林 總工程師(北京城建集團)

侯秉承經理以自身所參與或蒐集各不同典型之隧道案例與史料，對地震頻繁且地質複雜的台灣隧道工程現況與累積多年之危機處理經驗，作重點回顧與經驗交流；李久林總工程師從工程概況、施工進度、試樁與檢測等方面重點介紹大陸2008奧運會國家體育場之工程整體規劃和設計依據；林宏達教授為探討不飽和紅土之基質吸力對回彈模數之影響與其在工程方面之應用，於國際上首次利用MTS動力三軸試驗系統，進行一系列控制基質吸力之路基紅土回彈模數試驗簡介及所得之寶貴成果建議等，不僅讓與會人員對台灣及大陸所進行與累積之多年工程經驗，有更深入的瞭解和經驗交流，更為兩岸後續各項工程提供相當具建設性的建議及參考價值。

四月十七日(14:00~15:30)

主持人：陳斗生 博士（臺灣）

劉金礪 顧問總工程師（大陸）

1. 天津市深基礎工程中的若干技術問題

—鄭剛 教授（天津大學土木工程系）

天津地區之深開挖工程發展較晚，至2000年前，開挖深度多小於15 m；2006年後，由於奧運相關工程規模較大（如天津塔、天津小白樓音樂廳、天津交通樞紐工程），致使開挖深度大於30 m。天津地區之土層多為粉土，並夾雜4層承壓含水層，其中第1層承壓含水層屬淺層地下水，與開挖降水工程密切相關；其他含水層由於深度較深，對開挖工程則無影響。

天津地區之開挖工程施作方式與台灣多有不同，如(1)以雙排樁取代單排樁及支撐，兼可作為鄰房保護工程，(2)於攪拌樁中加置型鋼（其組合後之剛度大於鋼板剛度），作為加筋水泥土牆，而上述二種施工方式用於開挖深度不深處之效果尚佳。此外，天津地區亦針對不規則沉陷造成之傾斜樁，及位於地表、開挖區內之樁進行樁載重試驗。結果顯示垂直度小於5%樁之剛度近似於垂直樁之剛度，若考量樁帽，則差異更小。一般而言，傾斜度2%~3%之傾斜樁仍可使用，此外，樁之剛度以位於開挖內區之樁較大，位於地表且加套管之樁次之，位於地表之樁剛度較小。上述施工經驗為台灣較缺乏之處，可為台灣地區參酌借鏡。

2. 高壓噴射灌漿技術在兩岸的應用經驗

—鍾毓東 董事長(地工技術基金會)

台灣地區對於高壓噴射灌漿之應用，大多集中於台北、高雄都會區，且主要作為地下工程之鄰房保護或地盤改良之用，如潛盾隧道發進端、到達端、連絡通道等需進行止水或鄰房保護之地盤改良，其所遭遇之問題主要有二，一為台灣西部平原沖積層中需進行地盤改良之範圍廣大，二為台北都會區地底下多有流木，而高壓噴射灌漿工法無法切削流木，因而形成地下工程之滲水路徑。反觀大陸地區，因大陸曾廣泛進行病險水庫加固計畫，因而具既有壩體下方截斷地下水滲漏

之地盤處理經驗（連續防滲排樁），及高壓噴射灌漿之攏噴、定噴經驗，其有助於台灣之經驗包括：(1)大於40 m深之地盤改良案例，(2)對鑽孔精度較為嚴格，(3)地下水流動施工經驗，(4)於卵礫石層或風化岩塊層之施工經驗，(5)作為大壩截水牆，(6)對於有效樁徑、樁距之要求較為嚴格。

高壓噴射工法可同時解決土壤強度及止水問題，且應用方式多樣化，經常是地下工法地盤改良之第一選擇，台灣地區之高壓噴射工法未來的挑戰主要為提昇品質及克服高壓噴射工法進入更深地層的困難，而針對上述二點除需提高高壓噴射工法之切割能力、控制鑽孔垂直度、調整施工參數外，尚可取經於大陸之大壩壩基截水牆案例，以求高壓噴射灌漿工法之精進。

3. 南水北調的西線工程

—張鏡劍 教授（華北水利水電學院）

大陸地區平均水資源總量為28,124億 m^3 ，每人平均佔有量為2,163 m^3 ，為世界平均佔有量之1/4，水資源可謂十分珍貴，加以大陸北方之人口為全國之47.6%，耕地為全國之61.0%，國內生產毛額為全國之42.0%，水量卻僅佔19.2%，由此可見大陸地區水資源時空分配不均。因此，大陸地區自1952年即開始進行東線、中線、西線之南水北調研究工作，東線長1150 km，年總調水量為148億 m^3 ，中線長1421 km，年總調水量為130億 m^3 ，東線長1072 km，年總調水量為170億 m^3 ，且西線後續工程可調160~200億 m^3 之水源。其中，以西線工程之調水工程規模及建設難度最大，卻也給西部地區帶來巨大效益。

西線工程位處高寒、低壓、缺氧之環境，其地形及地質條件複雜，致使衍生下列問題：(1)新構造及地震活動評估，(2)高地應力及地溫異常，易引起地質災害或隧洞不穩定，(3)地下水及高壓湧水，(4)海拔高、交通不便、人口少，施工中可利用之資源有限。

作者對南水北調西線工期進行整體研究後提出下列建議：(1)宜統籌考量西線第一、二期工程建設方案，作一整體規劃，(2)二期工期宜儘量靠近一期工程，使地質調查等相關報告可互為參考，(3)宜加強自動化監控管理系統，以利工程管

理，(4)隧洞宜有檢查維修通道或考量，(5)TBM需求大，宜加強機械設備研製及人員技術培訓。

依作者之研究數據，大陸地區水資源分配不均現象一年比一年嚴重，南水北調或可為一解決方案，然而，長期而言，可能仍有缺水危機，相關單位宜由國土資源去作檢討，如以防治國土沙漠化等措施作為水源資源分配之根本改善方案。

四月十七日(15:45~17:00)

主持人：鍾毓東 董事長（臺灣）

楊秀仁 總工程師（大陸）

1. 天津濱海地區軟土地基岩土工程問題

— 吳永紅 總工程師（天津市勘察院）

天津濱海新區位於天津東部，面積計2270 km²，包括塘沽地區270 km²，大港地區60 km²，漢沽地區40 km²，地質上屬第四紀全新統、上更新統、中更新統，其地下水位位於地表下約1.0 m~1.5 m處，鄰海地區則地下水位位於地表下約0.5 m處，土壤分類上多屬於淤泥、粉土或粉質黏土，土壤之腐蝕性由淺至深有降底之趨勢，為典型之軟土地區，其特點為含水量高、強度低、孔隙比大、靈敏度高、結構效應明顯。

大陸地區於天津濱海地區進行圍海造陸吹填土工程，以拋石、拋土、加固形成土石合成材料，作為堤心，並以拋石護面、加固模擬混凝土，作為護坡，而加固軟土地基之方法則有真空預壓排水加固法、水泥土攪拌樁、旋噴樁等，其中，排水固結法乃利用預加壓力及自然或人工排水系統使軟弱粘土之孔隙水排出，達到快速沉陷及增加強度之效果，適用於含水量高及滲透性低之粘土地層。一般用於預加壓力之方法有堆土預壓法、真空預壓法、降低地下水法，及以上方法之複合方法，而天津採真空預壓法圍海吹填造陸30多萬平方米施工通道地基加固，土體固結度達到92.7%，承载力達到125 kPa以上，滿足了公路和鐵路路基承載標準，為大陸沿海修建鐵路和公路提供了可資借鑒的施工新工法。

2. 鑽掘灌注式基樁設計施工案例之安全度檢討

— 俞清瀚（富國技術工程公司）

作者針對台北盆地以火山角礫堆積層為基樁承載層基地，以及福建以強風化（具浸水崩解

軟化特性）、中微風化花崗岩層為基樁承載層基地，綜合其設計依據規範、施工經驗與基樁載重試驗結果，進行檢討比較。結果顯示依現行規範計算之基樁承载力與樁載重試驗值差異甚大；另規範計算方法並無法有效反映鑽掘基樁之孔壁完整性、粗糙狀況及樁底沉渣清理情形等施工狀況。此外，福建基地試樁結果並反映鑽掘灌注基樁不同樁徑因施工影響之尺寸效應，而基樁承载力主要受基樁鑽掘過程中泥皮效應，及施工機具、操作人員之影響。

由此篇論文可知，傳統之基樁設計規範實有重新檢討及仰賴試樁資料驗證之必要，而性能設計（Performance-Based Design）可望改善上述缺失。

3. 冰凍工法於地下結構體構築及潛盾隧道作業之配合施工案例探討

— 張志勇（萬鼎工程服務公司）

此篇論文以台北捷運新莊線採用之冰凍工法為案例，說明冰凍工法之配合措施與特殊考量。此工程案例之潛盾隧道位於地下38 m深，潛盾鏡面承受大於32 t/m²之高水壓，且地層內有多處N>5之黏土層及局部N=9~12之硬黏土，因此，工程之鏡面地盤改良除採用SJM（發進端）、CJG（到達端）等高壓噴射灌漿工法外，並配合止水性良好之冰凍工法為破鏡作業之輔助工法，以兼顧土壤強度及止水之需求。

此冰凍工程案例需配合道岔結構體開挖及構築進度、防洪需求、業主整體時程考量等，因此衍生許多複雜及特殊之施工條件，而冰凍工程得以順利運轉且凍土成長符合預期，實為國內工程界值得探討與參酌之案例。

四、分組報告紀要

岩土工程理論與研究

四月十七日(10:45~12:00)

主持人：林三賢 教授（臺灣）

吳永紅 總工程師（大陸）

王泰典先生先針對台灣東部海岸山脈，北段泥岩邊坡可能產生深層破壞之地質背景與原因說明開始，以工程實際邊坡穩定分析及穩定工法

結尾。隨後，陳立憲教授說明楔型刀角如何破壞及貫切岩石之微觀行為及破壞力學機制分析，並輔以聲射演化之量測以了解其力學行為。最後則由謝啟萬教授針對多種聚酯類地工格網之潛變試驗結果相互比對及歸納結果結束本場次之論文發表。

四月十八日(09:00~10:30)

主持人：陳堯中 教授（臺灣）

朱合華 教授（大陸）

本場次首先由林三賢教授以decouple之分離分析方式，先利用美國加州大學聖地牙哥分校所發展之Cyclic-1D程式分析傾斜地盤液化後可能產生之變位量及孔隙水壓之激發量，再將分析結果套入其個人發展之程式，以分析其對樁基礎如何造成破壞。隨之由李曉霖先生，說明如何應用FLAC分析地鐵運行如何激發震動及對地上結構物之影響研究。薛朝光先生則應用ABAQUS程式，以三維分析台灣高鐵群樁試驗之樁帽束制如何對群樁效應造成之影響。接著，由沈保漢先生報告如何應用小波轉換消除噪音，以應用於DX擠擴灌注樁之完整性檢測，並舉多個實例說明其成效。最後，由臺灣高鐵公司楊恆偉先生探討台灣高鐵主線上基樁工程，如何由於鄰近土壤填築及基樁施工對高鐵工程基樁產生負摩擦之評估。

四月十八日(10:45~12:00)

主持人：俞清瀚 執行長（臺灣）

梁立剛 院長（大陸）

首先大陸楊安先生報告「載體樁技術的研究與發展」，此篇論文可提供樁基礎應用之參考。台灣華梵大學鄭清江教授介紹「板狀砂土水力填築異向滲透性與動態力學特性之研究」成果；陳彥宏先生則提出「板狀砂土水力填築組構之顆粒影像分析與探討」，說明板狀砂土在水力填築下之工程特性，這兩篇論文可提供新生地填土工程參考。而大陸劉成軍報告「廣州地鐵沿線花崗石殘積土的工程特性分析」，對花崗石殘積土工程特性詳細說明，可供相關規劃及施工參考。對於基坑開挖之研究，大陸楊建民則提出「天津工程地質條件超深基坑施工涉及地下水問題數值模

擬」，探討基坑開挖數值模擬之分析方法。

隧道、地鐵土木工程設計與施工

四月十七日(09:00~10:30)

主持人：趙際禮 處長（臺灣）

史海鷗 總工程師（大陸）

1. 潛盾隧道穿越高雄港航道工程

—賴慶和（萬鼎工程服務公司）

本文主要針對台電161kV電纜線路以潛盾隧道穿越高雄港航道部分，從設計至施工進行詳細之說明。為克服38t/m²之高水壓及4%最大施工坡度之艱難環境，於環片間設計採用「非離子型親水膨脹膠止水條」，以及採用土壓平衡式潛盾機，並於盾尾加裝三道盾尾刷和加壓幫浦，且首次於潛盾機頭設置特殊煞車系統(伺服裝置煞車系統)，方如期如質完工。

2. 地下空間蓋挖加層技術在上海市軌道交通徐家匯樞紐的應用研究

—徐正良（上海市城建設計研究院）

徐先生講述於交通繁忙且建物林立之上海市徐家匯樞紐站之地下車站擴建工程。一般都會區捷運或鐵路地下車站新建工程大都採用明挖覆蓋工法，並配合地面交通管制及施工圍籬半半施工，然本工程因地面交通繁忙且建物林立情況下，採用「蓋挖加層技術」，利用既有地下室頂板做為蓋板，側牆及柱作為內撐系統，先於地下室底板打設樁基礎及地盤改良，以樁托換柱之方式，逐階向下開挖並施作樓地板。本工程之特殊施作方式，不失為國內未來都會區地下車站開挖之新選擇。

3. 潛盾隧道與樁基礎衝突障礙排除之設計考量

—馮賜陽（亞新工程顧問公司）

馮先生介紹台北捷運松山線潛盾隧道穿越塔城公園地下停車場，與停車場下方6支直徑1.5m鋼筋混凝土基樁衝突排除之設計及施工考量。原規劃二種方案：方案A—豎井；方案B—盾首人孔。後因考量豎井開挖對停車場結構影響較大，且人工鑽掘長度較長(風險較高)，因此，利用盾首的人孔，由施工人員進行前方基樁之切除作業。其施工程序為：潛盾機前方探查確認基樁位置→伸出遮簷板→前方地盤改良→利用盾首人孔進行前方基樁切除作業。

四月十八日(09:00~10:30)

主持人：周功台 副理（臺灣）

徐正良 教授級高級工程師（大陸）

1. 錢江特大隧道盾構推進段施工風險評估

— 潘學政(朱琳代為發表) (上海同濟大學)

本文以錢江特大潛盾隧道施工為例，說明採用同濟大學開發的潛盾隧道施工風險管理與控制軟體，進行本案潛盾隧道掘進過程之風險管理。其中風險因子可分為6大項目，分別為：(1)障礙物和不良地質(內含6項風險因子)；(2)潛盾施工設備(內含4項風險因子)；(3)潛盾操作(內含5項風險因子)；(4)環片組裝(內含2項風險因子)；(5)潛盾穿越堤防和丁壩(內含4項風險因子)；(6)兩潛盾機同時推進(內含5項風險因子)。由於目前國內潛盾隧道施工之風險管理尚未普及，因此，本案之風險管理模式或許可為國內未來潛盾隧道施工風險管理之借鏡與參考。

2. 捷運新莊機廠工程之斷層帶設計與施工

— 蕭仲光

蕭先生藉由台北捷運新莊機廠基礎開挖引致20m外建築物龜裂之案例，探討於斷層帶設計與施工之考量。因一般細部設計僅針對永久階段進行安全穩定分析，甚少考量施工階段之臨時穩定，而若工址位於斷層擾動帶上，則有可能發生無法預期之災害。本案之破壞原因可能係由於斷層擾動帶高度應變能釋放產生側向解壓變形所致，其行為類似高度過壓密土壤，並非一般之邊坡穩定問題。經由現場小型試坑開挖之破壞現象得知，未來類似工址之基礎開挖應採用「跳島式開挖」，以減低土壤之側向解壓變位。

深基坑支撐設計與施工

四月十七日(09:00~10:30)

主持人：歐章煜 院長（臺灣）

唐業清 教授（大陸）

1. 影響地中壁及扶壁行為之施工細節

— 盧怡志（磐固工程公司）

地中壁及扶壁近年已逐漸取代地質改良，廣泛應用於台灣都會區之深開挖工程，其功能與地質改良相同，皆可增加開挖穩定性、減少壁體變

位量及降低損鄰之可能性，其功效經適當轉換可考慮為土壤強度及地盤反力係數之提高，但前提為地中壁及扶壁能與周圍連續壁緊密相接；然就施工實務而言，往往因忽略施工細節或不瞭解設計理念而致其功效大打折扣。

由於地中壁及扶壁之施工品質控制較地盤改良容易，無壁體強度及完整性不足之現象，且無過度推擠連續壁體之副作用，因此近年來，有取代地盤改良成為深開挖工程輔助工法之趨勢。由軟弱黏土層深開挖實際案例顯示，地中壁及扶壁若與主體連續壁分開施作，則界面處可能殘留淤泥，導致地中壁及扶壁無法抑制主體連續壁之側向變形。因此，需在接頭施作良好之情況下，且基地內配置有足夠數量之地中壁及扶壁，如此才能有效抑制主體連續壁之側向變形。

2. 北京南站基坑組合支撐設計

— 王立暖（軌道第三勘察設計院）

北京南站是集京津城際軌道交通、京滬高速鐵路、北京地鐵4號線與14號線、市郊鐵路S4線、S5線及公交、出租等市政交通設施於一體之大型綜合交通樞紐，地鐵與國鐵合建部份共有5層結構，包括地上2層、地下3層，其土層以第四紀沖積、洪積土層為主，勘察時量測到兩層地下水，第一層為層間潛水、第二層為承壓水，且二層水易滲流合併，其開挖困難點在於：(1)開挖面積大且分多級設計深度，(2)在含水量大之粉土、中粗砂、卵石中鑽孔及灌漿，對土釘、地錨之影響大，(3)開挖支撐採多種組合支撐，對設計計算之精度要求較高，對施工過程之監控要求亦較嚴格。

3. 數值分析探討深開挖對鄰近潛盾隧道位移分析模式之研究

— 王建智（正修科技大學土木系）

本文作者以FLAC建立適合深開挖分析之數值程式，進行一系列假設案例之數值分析與探討，並依分析結果研擬一評估深開挖引致鄰近潛盾隧道位移之合理估算模式。

依實際案例分析結果，深開挖引致鄰近潛盾隧道變形行為相當顯著，尤其是隧道位置處於1倍開挖深度範圍內之主要影響區時；且隧道水平方向平均位移與所對應最大壁體變位之比值，隨隧道位置與開挖區擋土壁距離之增加而減少；而

隧道垂直方向平均位移與所對應最大地表沉陷之比值，則先隨隧道位置與開挖區擋土壁距離之增加而遞增，在約距擋土壁 $H/2$ 時達最大值，之後則遞減。透過作者提出之估算模式，可藉由最大壁體變位與最大地表沉陷，評估不同位置處之潛盾隧道位移。然而上述結論僅適用於本案例土層，針對不同土層則有待進一步研究。

4. 地下連續壁工法在海峽兩岸工程應用之差異探討

—吳銘剛（北京中世久基礎設施公司）

地下連續壁工法自1950年義大利ISCO公司發展成實用工法後，即迅速推廣至世界各地，大陸及台灣地區亦分別引進，並各自在其工程領域上加以應用，但由於設計理念與施工方法不同，使此工法在功效、成本及成牆品質上產生差別。大陸地區之地下連續壁發展始於1958年的水利工程，在青島嶗山月子口水庫進行一道地下混凝土連續壁之試驗性施工，建造一深18 m、長200 m之水庫防滲牆，隨後在煤炭、航運、鐵道、城市建設等行業相繼展開應用；台灣地區之地下連續壁則自1971年由榮民工程處引入日本BW工法，運用於台北榮華大樓基礎工程，隨後各種工法及抓槽機械陸續被引入應用而發展至今，而由於台灣地區地狹人稠，致使具高勁度、低變形量，且水密性良好之地下連續壁成為深開挖工程最普遍及主要之擋土結構工法。

未來，兩岸連續壁工法之發展可望有以下之進步空間：(1)連續壁應用數量增加，應用範圍亦更加擴大；(2)高分子泥漿逐漸進入大陸市場，但黏土類泥漿仍將長期存在；(3)對成槽施工精度的要求逐步提高；(4)連續壁接頭及與樓版連接之結構可望出現新型式；(5)連續壁之輔助工法及檢測方法將逐漸增加且日趨完善；(6)特殊水中混凝土材料之應用。

此外，大陸地區近年來城市經濟高速發展，其面臨之問題與台灣地區日愈接近，對工程品質與施工精度之要求亦日益提高，因此，台灣地區之連續壁使用經驗可提供大陸地區工程界之借鏡；反觀台灣地區近年來對環保及水資源保護日益重視之趨勢，大陸地區連續壁使用於地下水截流、水庫防滲、環保地下薄壁、塑性混凝土等豐

富之施工經驗則可提供台灣地區工程業者之參考與學習。

四月十七日(10:45~12:00)

主持人：侯秉承 經理（臺灣）

唐業清 教授（大陸）

1. 岩土工程技術在國土沙漠化治理中的應用探討 —唐業清（北京交通大學）

據2004年統計資料，大陸地區沙漠化土地有33.4萬 km^2 ，風沙化土地有3.7萬 km^2 ，沙漠戈壁有116.2萬 km^2 ，總計153.3萬 km^2 ，此數字超過大陸全區耕地面積之總和，佔全國國土面積之15.9%，且目前荒沙仍以每年3430 km^2 之速度擴展，由此可見大陸地區國土沙漠化發展迅速，情勢嚴重，因此，治沙、防沙、保護環境已為其全民共同努力之目標。

目前大陸地區針對國土沙漠化之防治措施以生物治沙為主，包括：(1)大規模營造防護林、人工生物綠化帶，在沙漠周邊形成綠色屏障，阻止沙漠流動，防止沙漠侵襲好的土地，(2)大規模人工植樹，發展群眾性的植樹活動，以保持水土、改善環境，(3)對草場進行圍欄、封育，改良逐漸退化的草場，(4)大規模採用飛機播種種植灌木、飛機播種造林，(5)沙區造林，(5)其他如固沙保水植樹、化學治沙等。此外，可採用之工程治沙方法則有：(1)面層鋪蓋土料治沙法，(2)溝式置換治沙法，(3)井式置換治沙法，(4)孔內強夯治沙法，(5)振沖密實固沙法，(6)沙面固化法，(7)擋沙堤治沙法，(8)集水井治沙法，(9)混合法，然而工程治沙需要的投資大，工程規模也大，因此施行上困難較大，但不失為可行方式之一。

2. 困難地質深開挖之連續壁監測資料分析探討

—謝坤宏（正修科技大學土木系）

此篇論文以台灣高雄地區某緊鄰海域、地下水鹽化情形嚴重、土層為低塑性粉土之深開挖工程為案例，探討開挖過程之連續壁變形監測資料。該案例工程覆土深度5.12 m，開挖深度為19.95 m，其低塑性粉質細砂土層為敏感性土壤，特別容易受周邊工程行為影響而產生弱化。

由開挖監測資料之分析與探討可知，以最大壁體變位量作為深開挖工程之監測管控值尚不

足以反應即將發生之災變，而整體壁體變位面積之改變速率對災變之反應相當敏感，可考量作為深開挖工程安全性判讀之輔助因子，以得較佳之預警效果，然其管控值之訂定則有賴更多之案例佐證，監測資料並顯示，瑕疵連續壁及壁體厚度較小者皆有造成連續壁壁體變位增加之趨勢，且以瑕疵壁體對連續壁壁體變位之影響較大。此外，上述結論僅適用於本案例，是否適用於其他地區土層或案例，則有待進一步之分析研究。

3. 台灣地區跨河橋基開挖臨時擋土設施考量因素與選用方案之探討

— 林士誠（中華顧問工程司）

近年來台灣地區跨河橋梁常以加大跨距作為減低對河川行水影響之因應措施，然而，橋梁基礎受力隨跨距之增加而增加，致使其對基礎所在之環境或地質條件要求愈加嚴謹，而為符合主管機關頒布之「跨河建造物設置審核要點」，致使一般橋梁之設置位置皆位於河川斷面最低點，而為達到跨河構造物長期之安全性及保持河川通水面積，橋墩基礎常需達河床下10 m~20 m，因而臨時開挖擋土設施除需克服側向土壓力及水壓力外，對於止水性、工易性及可移除性等因素亦需加以考量，必要時，亦需配合現地地形、地勢、地質條件及水位而修正施築方式。

目前，台灣地區針對跨河基礎開挖，大多使用下述工法：(1)鋼板樁配合河床降挖，(2)雙層鋼板樁配合背拉系統，(3)雙層鋼板樁圍堰配合降水系統，(4)鋼板加勁配合直接開挖，(5)鋼板樁或鋼管樁直接開挖。而滿足上述「跨河建造物設置審核要點」之需求，在擋土或擋水設施之選用常必須採用加勁方式或自國外進口較高勁度之臨時擋土構材；此外，對於臨海區之基礎開挖，可採用雙層鋼板樁圍堰配合降水系統，藉由控制內外層鋼板樁間之水位高度，降低內外層鋼板樁之受力，以節省工程成本與工期，而對於乾河床區，則可採用鋼板樁配合河床降挖方式施作。

4. 大跨度薄頂石窟洞室加固技術探索與實踐—北石窟寺165#洞窟

— 王逢睿（中鐵西北科學研究院）

石窟寺是古代遺址之重要組成部份，石窟寺中許多雕像、壁畫等文物常建造在一些規模較大

之洞室之中。廣泛分佈於各石窟群中的大型洞室，一般都開鑿於窟群建造之早期，其歷經風雨沖刷、戰火洗禮、氣候變遷，甚至地震之考驗，因而降低其自身之穩定性與耐久性，逐漸產生各種地質或物理化學之病害，甚至逐漸消失。

該案例石窟洞室跨度大，外側及上部圍岩較薄且岩質疏鬆，歷經1400餘年之卸載，加以水之侵蝕及各種風化之影響，致使窟內潮濕、窟壁岩體風化嚴重，岩質疏鬆、窟頂圍岩剝落坍塌嚴重，裂隙與軟弱夾層切害洞窟岩體。經相關單位分析研究，決定採取下列措施，以為古蹟之保護：(1)窟頂加固，包括窟內危岩錨固、窟頂支撐；(2)洞室側壁加固，包括洞室後壁錨固、側壁錨固及灌漿；(3)窟內通風與窟外排水。由作者論述可知，北石窟寺165號洞室之加固，為結合全新之結構與傳統工程，並首次應用於文物保護工程中，本工程之價值尚包括工程措施對石區景觀影響、洞窟內文物風化等問題之探討與改進。

注漿加固技術在工程中的應用

四月十八日(14:00~16:00)

主持人：何泰源 組長（臺灣）

沈保漢 教授級高級工程師（大陸）

本會場首先由台灣徐明志報告「大直徑場鑄基樁樁底後灌漿工法之應用」，提出實際相關案例之應用成果，值得實際應用時參考。台灣簡紹琦提出「電滲透注入化學藥劑應用於軟弱黏土之改良」，對於電滲透應用於地盤改良提出可行之進行方式，可提供軟弱黏土地盤改良之參考。台灣蘇世豐發表「柱狀式改良地盤之異向性剪力強度」，說明柱狀式地盤改良之異向性特性，可提供相關地盤改良工程之參考。大陸鄧洪亮報告「黃土地區建築物裂縫注漿加固工程實例」，藉由實際案例說明在黃土地區注漿加固成效及問題，可以提供相關地區施作注漿加固之參考。

地下工程防水

四月十八日(10:45~12:00)

主持人：王建智 副教授（臺灣）

徐正良 副總工程師（大陸）

本會場依序為叢藹森教授級高級工程師（大

陸)－深基坑滲流分析與控制問題探討，主要介紹其多年從事地下連續壁和深開挖工程相關設計與施工的經驗心得，並探討深開挖工程設計中有關滲流分析與控制之諸多問題；楊鵬飛工程師（台灣）－配合深開挖工程於受壓含水層之祛水探討，乃根據實際深開挖工程案例，藉由比較模擬計算與實測結果，來作為抽降水作業之初步評估依據，以避免因開挖面下方水壓過大所致之上舉破壞；沈保漢教授級高級工程師（大陸）－捷程MZ系列全套管鑽孔咬合樁及SH645型旋挖鑽機的研製開發，係著重介紹大陸該型研發施工機具之特性、工法、研究成果與工程實例；以及何樹根總經理（台灣）－高雄捷運01車站抽水試驗，為介紹地下開挖工程發生嚴重湧水災變後，為研判可能漏水地點及止水改良措施成效，所進行一系列抽水試驗之運作程序與資料研判，並對如何應用試驗成果及後續開挖之水位管控等提出建議。

地下工程施工風險評估與控制

四月十八日(14:00~16:00)

主持人：傅子仁 副處長（臺灣）

徐正良 副總工程師（大陸）

本場次依序為黃富國助理教授－軟弱地盤深開挖設計之可靠度分析，係介紹結合類神經網路與一階可靠度法或蒙地卡羅模擬法之可靠度分析技術及其實際應用；李佳翰計畫主任－台北-宜蘭直線鐵路綜合規劃，乃就該鐵路選線與綜合規劃、工程地質調查、環境影響評估至民間投資可行性等範疇之規劃過程及成果作簡要說明；劉育志工程師－高雄捷運潛盾發進、到達及聯絡通道之風險管控，係針對高雄捷運之潛盾施工作業，為降低工程風險與避免災變發生，所制訂安全基本要求和高風險作業項目等二種辨識與管控方法介紹；林志誠技師－地盤改良對減低黏土層島區式開挖所致土壤位移之效果，乃藉助超軟黏土模型試驗與三維數值分析，來探討地盤改良對減低軟弱黏土層中進行無支撐島區式開挖所產生土壤位移之效果，並提出應用建議；以及蔡道賜博士－應用瞬時電磁法物理探測因地震受損基樁案例介紹，主要由暫態電磁法之原理與試

驗流程，對應用該法於地震受損基樁之實測成果案例進行介紹，並探討其後續在地下工程上之適用性與其他未來應用方向。

施工降水

四月十八日(09:00~10:30)

主持人：廖洪鈞 教授（臺灣）

韓選江 教授（大陸）

1. 隔離降水對動力夯實之效益評估

－陳福成（中鼎工程公司）

本文針對隔離降低水位對動力夯實之效益進行探討，利用實務案例配合自行研發之室內模擬試驗系統進行研究，其結果顯示夯實中造成土體某深度之有效動應力增量係隨著水位之升高而降低，亦即降低水位可大幅增加其有效動應力之增量。與會來賓曾提問相關圖表問題，陳經理亦細心回應表示水位降的越低對夯實的成效越好，由夯實次數1~3次之曲線亦呈現此趨勢，意即表示無水狀態之夯實最佳，地下水水位升高且愈近夯擊面時，則夯實成效會打折扣。

2. 北京地鐵十號線勁松站~折返點區間挖段真空深井降水施工技術

－羅富榮（北京市軌道交通建設管理公司）

本文主要介紹真空深井降水施工方法是北京地鐵首次採用之方法，此法即為國內之真空點井抽水工法，因為北京地鐵地質因素使得傳統抽水效果不佳，經常使得工程施工區內泥濘帶水，故首次使用此方法進行抽水，在實務當中所量測得的結果顯示，其真空度有效影響範圍約為6m左右，而最大範圍則可達到12m遠，於北京地鐵實際降水的應用結果還不錯。

3. 施工抽降水之解析研究

－陳建謀（華夏技術學院營建管理系）

陳先生以線性理查方程式為控制方程式，利用富利葉積分轉換以及函數轉換技巧，求解非拘限含水層施工降水之理論解析解。解析解發現抽降水之土壤水分變化與土壤本身之水利傳導係數以及比孔隙率有密不可分的影響，此解可應用於變化降雨強度及變化蒸發散之邊界條件下以及任意起始水位及土壤體積含水比之條件下求解體積含水比剖面。

4. 抽水引起的孔隙水壓力變化規律的研究

—劉永勤（北京城建勘測設計研究院）

本文介紹天津站交通樞紐工程，亦即天津地鐵2號線、3號線、9號線（津濱輕軌）、京津城際、國鐵等換乘樞紐工程抽水試驗為依據，經由抽水試驗過程的孔隙水壓力進行監測分析，以瞭解該地區地下四個含水層間之水力聯繫情形，同時亦針對抽水水壓消散歷時曲線與計算值進行成果比較。由於天津目前正進行多項工程建設，天津鐵路車站改建即為前述之重要樞紐工程，為因應此工程而於舊站往東南方數公里外闢建了臨時車站。

5. 臺北盆地深開挖景美礫石層抽水行為數值模擬探討

—陳世欣（蘭陽技術學院電腦應用系）

陳先生以臺北盆地捷運工程道岔段開挖施工抽水之抽水試驗為依據，以 Processing Modflow 5.3進行數值模擬進行相關問題之探討，結果顯示對於目標僅限於連續壁內之降水預測，各種簡易模式都有可能模擬得到近似的成果，且模式建立較為省時方便，惟外圍及盆地其他地區的預測成果，因太多不確定因素之故，都有顯著誤差產生。

大陸方主持人韓選江先生問道：「臺北盆地是否有進行抽水回灌之補注工法，有無引發沈陷等問題？」引發一些互動與熱烈的回應。首先講者回應表示臺北盆地並沒有類似抽水回灌記錄，僅廖洪鈞教授曾於其他工地進行單純灌水試驗，而高雄捷運趙際禮處長隨即表示近期高雄捷運O1站有進行抽水回灌之施工抽水補注工法，其成效不錯，就所知悉是為國內首次之抽水回灌之施工降水案例；隨後中興顧問楊鵬飛先生表示，臺北盆地深層抽水影響屬大範圍全面性，故差異沈陷影響不大，反倒擔心淺層抽水產生的問題。韓先生說道在南京市因為沒有利用抽水回灌，而造成了一些工程官司糾紛問題，他表示之所以問此問題乃因南京秦淮河古河道砂土純淨清潔，抽水回灌效果極佳。未了主持人廖教授笑稱講者探討所得的問題似乎比得到的成果還多，值得進一步研究。

施工監測

四月十八日(10:45~12:00)

主持人：歐陽湘 博士（臺灣）

韓選江 教授（大陸）

1. 北京地鐵5號線盾構試驗段結構測試分析

—韓繼鋒（北京中盛恒信檢測科技公司）

韓先生介紹北京地鐵5號線潛盾施工，該項潛盾工程為北京市地鐵首次採用，相關土壓、環片應力、螺栓應力等監測與試驗分析也一併介紹，本段工程長度1668m，潛盾內徑5.4m，外徑6.0m，環片分為六塊，每環片寬度1.2m，由施工時至施工後都進行監測分析，軸力與彎矩分析結果與監測值符合，資料頗為珍貴。

2. 多感應器應用於高速鐵路地層下陷監測

—洪偉嘉 研究員(工業技術研究院)

洪先生針對高鐵沿線路段之地盤沈陷進行監測作成果介紹，由於雲林地區地盤下陷嚴重，而高鐵對於基礎結構的差異沈陷要求必須低於1/1000，因此有效掌握沈陷區與速率有助於高鐵安全營運之參考。包括水準監測網、GPS監測網、INSAR以及磁感應環式分層沈陷監測井等方法，進行沈陷之監測，經由成果比對可找出地下水使用及下陷主要分層位置。結果顯示主要壓縮層在地下70m以下，主要在230~300m深度之地層，抽水使用之含水層亦在此深度或以下，頗為相合。

3. 超大深基坑施工監測體系的建立與環境安全對策分析

—楊會軍（中鐵隧道集團科學技術研究所）

楊先生以天津站交通樞紐軌道換乘中心工程為背景，介紹了深基坑工程施工之監控量測，闡述深基坑工程監測體系的建立與自動化監測新技術的應用，經由本案例確定全面深基坑監測項目及相關監測指標，以完善和規範深基坑監測作業，並對施工中的安全對策進行分析。簡報中特別提到監測元件、管理及規範等問題是體系建立的三個主要核心，監測項目包括連續壁、支撐與中間柱，周邊環境、地下水與主結構體等，並提出變形控制基準，訂定安全預警機制及緊急預案體系，而遠距自動化監測控制系統則為大陸方面首次應用，由於相關數據都正在監測中，主講

人期待二年後的交流研討會能將資料提供分享。

4. 監測系統在潛盾掘進中之管理實務

—趙際禮（高雄捷運公司工程技術處）

趙處長針對高雄捷運之監測系統在潛盾掘進中之管理實務進行介紹，包括二個案例：案例一為通過鐵道及港區下方地層，在施工未達到之前即進行監測，其中鐵道區有五個監測斷面，經過監測數據研判與回饋，有效掌控工程之進行與相關變形，特別強調一點，即地表沈陷點易受AC厚度影響，應利用深層沈陷監測器才能真正反應問題。案例二則為通過大樓底部，利用類似雙栓塞之Maxperm方法作地盤改良，其效果不錯，趙處長特別心有所感的指出，通過重要建物底部之潛盾施工，每日施作限制八個環片進度的規定有其不合理處，認為重點在於事先作好準備工作而不可在通過過程中停滯才是關鍵，期盼管理單位於未來多加斟酌參考。

5. 雙荷載箱預埋法在抗拔樁承載力測試中的應用研究

—劉永勤（北京城建勘測設計研究院）

劉先生主要介紹在樁身中裝設二個荷載箱，進行樁之拉拔試驗，此與一般之拉拔試驗之方法不同，本文亦以天津站交通樞紐工程的抗拔樁承載力試驗為例，介紹荷載箱預埋法試樁技術的工作原理、特點及試驗要點，因為此法首次在天津地區應用，故為此技術在天津地區的推廣應用累積資料並提供參考。

岩土工程施工新機具與設備

四月十八日(14:00~16:00)

主持人：謝啟萬 教授（臺灣）

潘秀明 先生（由同單位代為出席）

1. 透地雷達檢測基樁鋼筋籠完整性之應用

—鄭文杰（臺北科技大學工程學院）

本文利用透地雷達進行橋墩全套管基樁之檢測，以單孔或跨孔檢測方法對灌注混凝土後之鋼筋籠進行檢測，以判定鋼筋籠是否產生下沉或脫落，顯示經由單孔反射訊號與跨孔透射訊號之比對結果，發現有問題的樁其鋼筋籠產生下沉，而其餘橋墩基樁經檢測並無異常。非破壞性檢測方法對於現有標的物可進行現況檢測，在目前工

程界來說是值得推廣的方法。

2. 自動壓擴器的擴底及多節擴盤技術

—歐陽甘霖（青島靜力工程公司）

歐陽先生介紹本身發明的專利產品—「自動壓擴器」的構造與原理論述，並詳細說明自動壓擴器與全液壓靜力樁機組合使用的特點和方法。自動壓擴器所施工之基樁可形成擴座型基樁，亦可連續式地產生多節擴大的效果，主要係由特殊設計的施工機具進行灌注混凝土後，將前端閉合再向下壓加施壓力以擠壓漿液產生擴大樁身的效果。目前實驗室模擬試驗已完成，正轉入實際施工試驗階段，此施工法受限於套管抽拔之機具能力限制，適用長度20m以內，樁徑須小於80cm之基樁，可提供有興趣廠商作為參考。

3. 臺灣地區首次大規模EPS輕質填土工程—洲美快速道路堤防段工程案例介紹

—何泰源（中華顧問工程司）

本簡報針對臺灣地區首次大規模EPS輕質填土工程應用進行介紹，本工程屬於臺北市洲美快速道路堤防工程，總填方12,105立方公尺，估計以土方回填將產生60~70cm沈陷，時間長達7年，而採用EPS（俗稱保麗龍）則大大的改善此一問題。由於環境意識抬頭，台灣生產保麗龍的廠商多已移至大陸，而當時原設計EPS塊廠商無此尺寸，故最終變更尺寸為3700×1400×500mm的大小。EPS質輕、耐壓縮性、自立性、耐水性等優點可應用在填方以降低側向土壓或荷重。

謝啟萬教授問道EPS工法的價格、爪型連接器專利以及側土壓力如何分析，何先生回應：「EPS總造價約NT\$13000元/m³，比土方回填貴，而爪型連接器無專利問題，至於側土壓力有考慮，但壓力較小」。

4. 擴孔後壓漿混凝土灌注樁綜合應用研究

—徐國光（黑龍江博施建築技術公司）

本文主要是介紹一種新型的鑽擴機具和成樁方法使樁端建立可控可調的樁端壓力注漿箱式構造，進行樁端壓力注漿，其效果良好。基本上此場簡報內容有點類似歐陽先生的型式，同樣是介紹與推廣新工法或專利機具，其基本原理本質上是相同的，而此擴孔後壓漿混凝土灌注樁為90年代中國建築科學研究院所開發的技術，且已

在中國普遍推廣應用。

歐陽甘霖先生因而提問：「連續注漿會使得漿液四處流竄，請問如何控制改善？」徐國光先生回應道：「採用分次施灌，且間歇10min的方式可獲得理想擴孔成效。」

五、閉幕及宣言

為期三天的2007天津會議研討與交流在王新杰院長感性的致詞下圓滿結束，但所有與會人士則在不捨情況下期待下次會議的舉行。最後由地工技術基金會鍾毓東董事長宣讀本次會議雙方所達成的共識－**天津宣言**－：

『2007.4.16~2007.4.18日，海峽兩岸岩土工程/地工技術交流研討會在雙方同仁的共同努力下圓滿完成。大會的主題“岩土工程的安全與品質”得到了充分論證，岩土工程師的社會歷史責任更感重大。未來兩岸經濟的發展與工程難度的增加，將給從事岩土/地工技術的同仁帶來新技術千載難逢的大好機遇。專業理論要不斷完善，工程方法要不斷創新，學術研討交流的必要性更為突出。為此本次會議全體代表一致認為：傳承歷史，延展交流，永續友情，是我們共同的職責。

一、隨著岩土工程發展的日新月異，新理念、新工法隨之不斷湧現，且涉及的領域更為廣泛，不僅與自然環境、地質、自然災害、生態等領域互相關聯，而且與工程項目管理等關係更為密切。岩土工程界的同仁們須在傳承以往工程經驗及研究成果的基礎上，利用當代數位技術手段，勇於開拓創新，擔負起時代賦予我們的社會責任。

二、兩會將繼續以技術交流研討會議形式為平臺，推動兩岸岩土工程/地工技術的學術交流，並擴大吸收其他相關領域的專家學者，以期更能廣泛的全面體現兩岸各工程領域岩土/地工技術的發展水準，特別要推動兩岸同仁的工程合作，實現“你中有我，我中有你”的岩土/地工界的願景。

三、香港工程師學會岩土分部何毅良主席參加了本次大會，並誠望繼續參加今後兩岸岩土/地工之交流會，大會主辦單位表示熱烈歡迎。

四、本次會議論文緊密結合兩岸工程建設案

例，函括兩岸近年的設計與施工的最新技術成果，理論有據，工法新穎，頗具特色，具有較高的學術水準與實用價值，可優選部分論文在較高學術水準的刊物或網站轉載，以利於各方專家學者借鑒。

五、雙方約定，下一次技術交流研討會初步定於二〇〇九年春天在臺灣舉辦，具體城市尚待確定。』

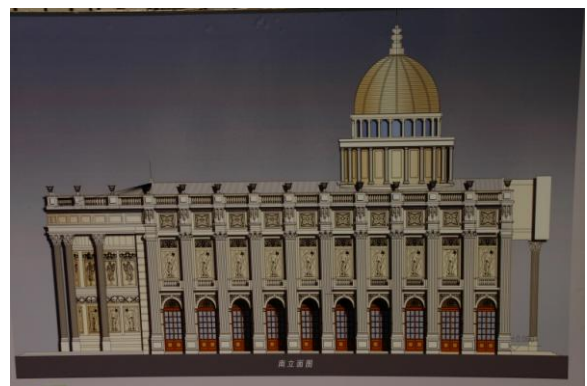
六、工程參觀

四月十九日(天津)

1. 天津(小白樓)音樂廳

音樂廳主體採「逆打工法」開挖；地下室開挖深度為14m，連續壁厚度與深度分別為0.8m及23m；本案地表回填層約3~4m厚，然連續壁導牆構築深度僅1.5~2m(與台灣施做作要求不同，並未到達原狀土層)。基地地下水位深度約1.5m，於23m處為砂層且有受壓水。

建物基礎採一柱一樁設計(抗浮樁)，樁徑為1.5m，於中段及底部二處樁徑擴座至1.8m，有效樁深約28m。





2. 天津站交通樞紐工程

工程概述：天津站位於天津市中心城區的幾何中心位置，海河經濟發展帶的中部，是集普速鐵路京津城際鐵路，津秦高速鐵路，城市軌道交通，公交中心，地下停車場和市政交通於一體的大型總合性項目。集中在以天津站前後廣場為核心，東至李公樓立交，北至新開路，西至五經路，南至海河東路的範圍內，規劃總佔地面積為94.46公頃。

地質及水文概述：詳見論文集大陸卷P.53及P.60及與P.387。

基礎結構工程概述：軌道換層中心主體地下三層部分挖深25m，地下四層部分挖深31m，除2號線路線段採用明挖法施工外，其餘均採用蓋挖逆作法（ie逆打工法），地下連續牆維護（厚1.2m，深45~55m），中間立向支承系統採用鑽孔灌注樁（ $\text{Ø}2.0\sim 2.2\text{m}$ ，孔深80m）+鋼管混凝土柱（ $\text{Ø}1.0\text{m}$ ）。

連續壁工程概述：連續壁厚度為1.2m，深度介於45~55m；本案地表回填層厚約3~7m不等，

然連續壁導牆構築深度僅2~4m（與台灣施做作要求不同，並未到達原狀土層）。連續壁除第一單元為母單元，其於採公母單元施作。單元挖掘長度為5.4m，單元配置（鋼筋籠）長度為5.0m，剩餘0.4m為超挖區，於混凝土澆置階段回填碎石，避免單元端部偏壓位移。

單元接頭型式：採鋼筋無續接及十字端部構造。（與台灣施做作方式不同，台灣為鋼筋須續接及凹面端部型式）

鋼筋續接方式：採鋼筋續接器方式。（與台灣施做作方式不同，台灣為倍數搭接方式）

鋼筋籠起吊方式：不管鋼筋籠多長一次起吊，為避免變形橫筋及架構筋配置較密且號數大，因此吊車噸數須較大。（與台灣施做作方式不同，台灣為多段起吊搭接方式，鋼筋籠變形機會小，橫筋及架構筋配置較疏且號數較小，吊車噸數亦較小）

連續壁挖掘機：德國寶峨、韓國現代。（台灣大多為日本真砂）

3. 天津大學參訪

天津大學之前身為「北洋大學堂」，創立於西元1895年，為中國第一所大學；創校時包括法律、土木工程、採礦冶金及機械工程四個學系，足見當時即對土木工程的重視。參訪行程首先由詳盡的創校沿革、現況及展望簡報開始，土木系主任鄭剛教授亦全程陪同。參觀校史館時看到中國第一張大學畢業文憑，並發現傑出校友包括王寵惠（前外交部長）、徐志摩等人。目前校內教授亦有五位國家科學院士及五位國家工程院院士。



天津大學校門



天津大學校景

4. 四月二十日(北京奧運工程)

適逢北京奧運相關場館正趕工進行內裝作業，無法進入場址參觀，鑑此，主辦單位特別安排驅車至施工中之森林公園高地向下鳥瞰奧運主體工程，不意，下車時風沙漫天大作，猶如沙塵暴肆虐之情境。

儘管如此，所有台灣代表皆不願錯失俯瞰全景及感受沙塵威力的機會，紛紛想出變通防禦措施，而留下令人莞爾的畫面；置身於滾滾風沙，進而讓人對於這項在惡劣環境與時間壓力下所進行工程之艱辛，感同身受。



森林公園俯瞰風沙中之奧運場館



車行狀況下之奧運國家體育館(鳥巢)

七、後記

本次研討會在兩岸地工/岩土工程同好精心籌劃及熱情參與下圓滿成功。地工技術基金會於會後餐敘，致贈大陸主辦、承辦及協辦人員與單位紀念牌，牌上題字為：

『岩土同源 地工長青』

象徵著兩岸地工/岩土工程界之交流係本諸於自然；將源源不斷，且歷久而彌新。

回顧兩岸地工/岩土工程前輩自1992(北京)近十五年來的交流，成果斐然，地工技術基金會代表台灣地區所有參與本次活動的人員，謹以此紀念牌題字，表達希望促成、帶動更多兩岸地工/岩土同業交流的期待與願望。

註：本研討會紀要係由王建智、李佳瀚、林三賢、俞清瀚、陳世欣、張浼洵、廖惠菁、盧怡志、薛朝光、謝坤宏、簡紹琦等十一位女士/先生合力完成，編輯委員會在此謹表謝忱。



奧運森林公園上興奮好奇的地工同好

從森林公園下山後，主辦單位亦刻意將遊覽車儘量駛近各場館，並減速或暫停讓台灣代表就近一窺此浩大工程。風沙肆虐及車行狀況下之北京奧運工程狀況如下照片。



2007海峽兩岸岩土工程/地工技術交流研討會開幕合照(2007.4.16)

— 大連團記行 —

鍾毓東

大連團一行16人由清瀚兄領隊，揮別北京團的朋友，從北京首都機場起飛，約末1小時左右，抵達大連周子水機場。

大連位於遼東半島的南端，屬遼寧省，是個海洋城市，周圍屬黃海海域，是附近少有的不凍港。

其實，大連和台灣距離雖遠，但在中國近代史上，這兩地卻是有微妙關連的，只是大連的被殖民過程更為曲折。原來1894年，中日甲午戰爭，清廷戰敗，中日議和。日本陸軍的帝國主義擴張路線是北進，所以主張併吞遼東半島，而日本海軍的擴張路線是南進，所以要求割讓台灣。1895年馬關條約簽訂，其中第二款是中國割讓台灣、澎湖及遼東半島（包括旅順、大連），於是台灣和大連同時成為日本的殖民地。不過後來發生著名的三國（沙俄、法、德）干涉還遼事件，日本當時還是新興國家惹不起俄國，只好歸還遼東半島，但是條件為追加賠款三仟萬兩，日本利用原來的賠款二億兩，連同這三仟萬兩鉅資，使整個

國家脫胎換骨成為工業化國家，也成為軍事強權，造成之後四十年亞洲人民的大災難。1896年中俄簽訂密約，其後，俄國取得旅順、大連的租借權，大連成為俄國殖民地。1904年日俄戰爭在旅順開打，俄國戰敗，1906年大連成為日本的殖民地。由這段歷史就可以理解，為何大連的建築、社區、街道處處都有日本風及俄羅斯風。

大連建城於1899年，歷史很短，既無名山大川，也無傲人的千年文化古蹟，較具賣點的就是日俄戰爭的古戰場（203高地，東雞冠山等），以及大連市區保存良好的殖民時期風格殊異的歐式古典建築。除此之外，就是長達1900公里的海岸線，也就是因為發展觀光，旅遊的條件資質不佳，所以大連特別用心，抄襲、模仿不少，但是令人驚喜的創意也多。

大連全區都是丘陵，市區地形高低起伏，穿行在老市區的主要大眾運輸工具是路面上的有軌電車，有招呼站、無月台，頗有舊金山電車的況味。這些電車全是木造的單節車箱，都快可以進博物館的老車廂。我們一行人童心未泯搭了一程，每人2元人民幣，不論里程。有趣的是所以電車駕駛員都是女性，這傳統的由來就不得而知

了！郊區或是新開發區的大眾運輸工具，則是現代化的輕軌捷運，這套系統有專用路權、專用月台，大部份是平面軌道，位於道路側口，偶爾因應地形和跨越的需要有高架軌道。流線型的車頭和大片窗的車廂，整列車給人時髦、亮麗的感覺，列車班次密集，搭乘率很高。看來大連市民在行的方面是挺幸福的。

大連市區一如早期的台北、高雄，設有很多圓環，在地則稱為廣場。眾多廣場中以中山廣場最令人留連回味。這座廣場直徑213公尺，共有十條主、次要道路通過。1899年沙俄租借時代建設的這座廣場，當時週邊建築物尚未施工，日俄戰爭後，日本人延續俄國的設計，在廣場周邊建起9棟氣勢雄偉、風格殊異的歐式建築，研究建築的朋友可在此好好品味、端詳。這些老建築不只保存完好，仍在使用，最令人感動的是週邊的新建築群，雖然量體高大，可是建築景觀也都力求與老建築融為一體；其中，中國銀行的建築就是極佳的範例。廣場也是平民活動的場所，第一次去廣場是在夜裏，廣場上有許多年輕人打球、踢毽子、拉胡琴、玩樂器，廣場中充滿生命的活力。受了他們的感染，清瀚兄和福成兄也在百年古蹟前的人行道，你來我往的踢起毽子，偶爾還表演換腿、中停、後踢等花式，其後際禮兄也加入戰局，好不熱鬧，也喚起許多兒時回憶。

行程中安排好幾處濱海遊樂區，例如海之韻廣場、棒棰島、星海公園、老虎灘海洋公園以及串聯各處的濱海公路。在海之韻廣場遠眺大連港，等候進港的巨輪櫛比鱗次的排列在港外，很有當年高雄港全盛時期的況味。海景廣場上有許多真人尺寸的人形雕塑錯落在各處，這些雕塑的主題全是平民百姓，有遠足的學生、垂釣的漁夫、樂園三人組、騎馬的騎警、寫生的畫家等不一而足，個個神態自然逼真，為單調的海景公園增添許多生動的趣味。

大連海產豐富，我們穿街走巷巡禮市集攤商時，隨處可見小販蹲在地上叫賣各色海鮮，有文蛤、牡蠣、西施舌，還有海膽、蝦子、海參、鮑魚，索價甚低。初抵大連那晚，台北利德公司王董及派駐大連經營預拌混凝土的韓總盛情款待，在萬寶海鮮舫餐廳宴請大連團一行，旅居大

連多年的韓總親自開擬菜單，又點選每道菜的食材，既顯大連海產特色又顧及台灣朋友的口味，真是感謝！第一道海膽就立即征服每個人的味蕾，隨後的龍蝦、螳螂蝦道道精彩，那晚的滋味至今難忘。席間韓總屢屢勸酒，也不斷訴說大連的總總。韓總直說退休後他還會定居大連，我原本心動，可是探知冬天氣溫是零下25°C，就打退堂鼓了。

離開大連的早上，大夥先去俄羅斯風情街選購紀念品，沿街俄羅斯風味建築，都經過整修、重建，新舊難辨，再加上商家、賣店全開在這些建築中，總覺一股說不出的奇怪感覺。樹根兄領我到風情街的後巷，那些民居都是建築於沙俄時期，全部都已老朽不堪幾近青頹，但仍有不少人出入，巷子裏污水橫流、臭味撲鼻，走路都難以落腳，這才驚覺，大連是多面向的，而每一個面向都是真實的值得去瞭解。



大連團晚宴合照

當工程遇見宮城—會後北京團參覽手札

學中隱

褪去兩岸岩土工程研討會竭慮身段，會後道分兩途，本團就近賞覽北京這一滿載歷史爬梳、古今薈萃的宮城熔爐：故宮的都邑意象與長城的燹戎絕阻。

同時，在這城市核心與邦域邊界之間，我們還遊賞北國園林範式的頤和園、在地文藝集展的首都博物館；與展佈都城、揮灑時空的城市規劃

展示館，最後回到市廛之居一胡同與民間技藝一老舍茶館一饗常民文化的願盼。這次北京之旅，由風土史地到人文賞析，有多嬌山河之曠放；亦帶人文化成之緻麗，在在足堪往後悠心沉吟...

在「導遊三分講、各人七分想」的帶領下，本團首先來到故宮與天安門廣場，感受歷經元、明、清 24 代皇之五百年風雲迭代。其空間上的展佈乃由易經八卦五行之理；以南北軸線勾勒建置，再就公私需求，依次（由後北向前南）為“神武（後門）”、“坤寧（后居）”經由“交泰”（中殿）到“乾清（皇居）”的後宮樣貌；再接建築制高點之“保和（理朝用殿）”、“中和（中殿）”到“太和（登基之殿）”，是為其政務規模。再向南一出太和門、午門之冷凜肅穆，則照見天安門廣場與人民大會堂的闊廣。聖凡之間，轉瞬丕變。只是這景點人聲鼎沸，人馬雜沓；再加太和殿、門等古建物之修繕（預計 2020 年完訖），還真得如導遊所述，在遊人如織當中，心上建立濾波、去噪、滌塵的自動化機制，方才能神遊這數百年帝王之城。

完成了這重要建築群之浮淺領會，大伙兒信步來到頗具構思的城市規劃館，對紫禁城方圓之認識，經實際遊覽與模型對照，誠有相得益彰之效！在此可將北京城邑內外之自然人文風貌於盈尺間窺見，還兼顧時間遞嬗之化演呈現。例如未來 2008 奧運相關工程實體與交通機場等建設，已證諸於符合比例的靜、動態模型當中。包含奧運主體工程之圓型鋼構「鳥巢」，呈示亂中有序的結構設計，是一當代建築典例；而其鄰側「水立方」之競泳場地，格局方正之建物卻採柔性清透之質材，建構無數圓泡之造型於其中，將會依薄暮華燈之有無；變幻幾番顏色。

“食為先”之後，再往北京文物藏展之首都博物館出發，其建物本身具後現代不穩定解構造型（斜圓筒之樓式），顛覆一般古文物展場之印象。展品內容則為故宮收藏外的紫禁文物為主，如元、明、清三代之玉器、書法等諸多品類，惜午后匆匆一瞥，無法領其堂奧。

行腳於萬里孤煙之長城絕塞，則是由紫禁城都來到勢險疆域的另番心情寫照。只是一樣地仍是雜沓人馬，一樣的仍得除噪濾波。遙想此段長

城關隘於明初督造，建立了燕京重鎮，從燕山、太行山系所環抱的平原，區隔了中原農務與北方游牧；也界定了關塚內外的兵戎勢峙。昔屬燕京八景之首勝；今居世界遺產之位列。對照台灣清治初期亦有台灣八景之設，文化雖互有相依習染，但隨不同之時空發展，而今却有北國與海島景緻之別徵。

“遊園驚夢”的行程安排中，對比恭親王府（原和坤住所）的後花園與皇家園林典式代表—頤和園，讓筆者感受到「除卻巫山不是雲」的一家之見：二者高下立判。尤其前次首赴中國大陸的蘇州園林一遊，略涉南方民式與北方官式園林之殊勝有別，各擁精采，便更能含咀這頤和園的皇家規模之美設巧工。儘管慈禧督造此園之作為與近代中國苦難有關，但其山湖橋苑，廊榭閣殿，壯闊迴瀾有之，裊柔巧思有之，自然與居設結合無礙，令人目不暇給。只聽聞相機隨人聲四起，充塞每一處山隈水隅，咱們一眾於暮色夕照下離去，別時依依。

胡同（即衚衕），據稱是蒙文的水井之居，與當地昔時用水之民需，若合符節，應有可信處。身處其中可飽潤四合院建築傳統及其民風（如門當之設置）。再與台灣清初所稱之庄社（漢居為庄、番居為社），亦有對照之拙趣。而北京的最後一夜，則結束於老舍茶館的傳統文武技藝與風韻舞曲。

綜整這三兩天行旅記憶，於北京風土人文之瞭悉，漸有開啟蒙昧之益。只是在工程與宮城互相激盪之際，不知他山之石，還可以增長多少悲智，迴向給長我育我之地—台灣。



北京園天安門前合照