

地工技術第十七次研討會－〈特殊深開挖技術〉

時 間：92 年 9 月 19 日(星期五) 上午 9:00~下午 5:00

地 點：國立台灣大學理學院 思亮館

主持人：廖洪鈞 教授（國立台灣科技大學營建系 教授）

講 題：

胡邵敏 總工程師（三力技術工程顧問公司）

三重－蘆洲之地層特性對捷運深開挖工程之影響

謝旭昇 協理（三力技術工程顧問公司）

雙排鋼軌樁無支撐工法

林泰煌 主任（榮民工程公司台北捷運第二施工處）

台北縣府大樓地錨深開挖替代方案探討

林銘郎 教授（國立台灣大學土木工程系）

澎湖玄武岩照片簡介

蘇鼎鈞 計畫經理（亞新工程顧問股份有限公司）

軟弱地盤 32 公尺深開挖案例探討

吳銘剛 經理（世久營造探勘工程股份有限公司）

都會區大樓重建連續壁施築與舊地下室拆除互制問題探討

沈茂松 教授（國立高雄應用科技大學土木工程系）

連續壁災變與救災(高雄案例)

廖洪鈞 教授（國立台灣科技大學營建系）

台北盆地島區式開挖之經驗課題研討

高秋振* 整理

主持人廖洪鈞教授：歡迎各位來參加地工技術第十七次的研討會，我們先請地工技術基金會董事長李建中博士致詞。

李建中博士：各位主講人、地工界的同道，非常歡迎大家今天來參加地工技術研究發展基金會主辦的「特殊深開挖技術」研討會，台灣地區在都市發展中，深開挖是目前普遍被大家採用的型式，而過去三十多年來深開挖技術在台灣有非常大的進展。我想今天幾位主講人在這方面都有非常深入的經驗。廿多年前我剛回台灣教書時，開始理解到深開挖的重要，也作過一些研究案，可是從今天各位看到的主題來講，比當年又有相當多的進步。在案例內胡博士要介紹三重、

蘆洲的地層特性對捷運深開挖的影響，因為蘆洲、三重的地層是非常的新鮮且非常的零亂，就我個人的記憶，就是有特別厚的砂層，這對我們也是一個新的挑戰。蘆洲、三重一帶，過去比較少這種大的深開挖案例，所以當捷運通過時就會帶給我們很多新的啟發與挑戰；謝博士介紹的雙排鋼軌樁的無支撐工法，目前在台灣應用也非常的多，我想對比較小規模與比較淺的開挖，也許是一種非常適用的方法；新完成的縣政府大樓非常的雄偉，待會林泰煌先生就對其地錨的深開挖方面作介紹；我們的主持人廖洪鈞博士要介紹台北盆地島區式開挖的經驗；軟弱地盤32公尺深開挖案例由蘇鼎鈞先生向各位報告；吳

銘剛先生要對財神酒店既有深基礎挖除然後再新建的問題作一討論；沈茂松教授則對高雄連續壁的災變及救災作討論，高雄現在因為捷運的推動所以也有很多深開挖的案例，不久前我去看圓形的連續壁施工，非常的特別！在台灣恐怕也是首見的。所以今天研討會的內容是非常有意義的，而且對我們這行業的進步發展有很大的幫助，也希望在今天各位主講人報告後，各位有經驗、有意見都可以盡量提出來討論，地工技術研究發展基金會期望經由此次研討會提供一個討論的論壇，大家在這裡交換意見，讓我們這行業有更多的進展、更多的改進。希望大家在今天能獲得豐富的知識，對各位的工作、事業都有所幫助。預祝大會成功，謝謝。

廖洪鈞教授：我們謝謝李博士給予的勉勵。今天研討會課題的安排除了地工技術97期的文章外，還從兩年多前在上海舉辦的兩岸地工交流研討會內選出一些文章，也從地工技術叢書『大地工程困難案例』篩選一些文章出來，所以這應該是一個比較綜合性的研討會，而不是配合地工技術雜誌發表的文章來辦的座談會。另外，我檢視了今天參加者的名單，我發覺有點感動，因為這次參加者是來自全省，而且散佈於各個不同的單位，以地工技術研究發展基金會的立場我們真的很希望看到坐在這裡的是一個這樣的組合！我們在上午與下午各有安排一個綜合討論的時間，我們期待大家會有充分的討論。還有我們在八月份舉辦了「澎湖地質之旅」，所以下午1:15~1:30特別邀請林銘郎教授介紹澎湖玄武岩，他有非常豐富精彩的照片讓各位欣賞。所以今天的議程安排是非常緊湊的，現在就開始今天的課題……

上午綜合討論

中華顧問公司(吳文隆)：謝博士剛才介紹的雙排鋼軌樁工法是很有創意的，有幾個案例是屬於比較低樓層的，但是面積比較大，可能是一般建築師事務所設計的，請問有關擋土支撐方面他們是否有設計圖，如果有設計圖，那依謝博士建議的雙排鋼軌樁工法，可能會要求辦理變更設計，則有沒有變更設計的程序？有沒有技師簽證？有幾個案例是很成功的，但有幾個案例可能是失敗的，那失敗的時候有沒有引起糾紛或責任的問題？

謝旭昇博士：觀音工業區的這個案例，我們提出的替代工法是要通過結構技師的同意，但這是比較早期的案子，所以是沒有技師簽證，結構技師審核通過後經業主同意就執行了；北港的這個案例是用變更設計的方式處理，也是要經過原來結構技師的同意。

富國技術工程(何樹根)：關於胡博士定出松七層存在於淡水河西岸蘆洲、三重地區，當時康熙台北湖那麼大，請問在淡水河東岸地區最上層是否有同樣的這一層存在？

胡邵敏博士：今天談的地區是在二重疏洪道與淡水河所相交出的島形地區，康熙台北湖涵蓋的範圍更大，包含了現在的士林、北投一帶，往南則包含了五股與一部分的新莊地區，我判斷當時大漢溪與新店溪攜帶泥砂流入台北湖並往北經過一個轉彎形成內側的沉積，因此所有的砂都沉積在三重、蘆洲地區；而基隆河是東西向，於圓山地區往北流，因此舊基隆河攜帶的泥都是沉積在現在的淡水河以北，所以我們說基隆河流域的地層都是黏土，包括士林、北投一帶都是黏土的地層。

富國技術工程(何樹根)：我還有兩個問題請教榮工處林主任，一般我們在土層裡施作地錨時比較怕的是土壤的潛變與預力損失，不曉得在這基地內是否有特別發現這些問題？第二問題是我看到您剛才介紹的變形，最大的有6公分多，這樣的變形如果潛變

的問題不很嚴重的話，它的預力應該會有很顯著的增加，但是看那監測資料又沒有很大的增加，不曉得您在現場是否有發現特別的原因解釋？

林泰煌主任：我們在施作的過程中是有遇到這潛變與預力損失的問題，預力損失約不超過10%，基本上在整個監測資料中我們並沒有感覺到有很特殊的潛變與預力損失，因為這預力沒有太大的損失，所以我們就認為沒有需要再施加預力及額外的去保護，而且那鋼鍵原已依較大的設計荷重(約80tons餘)裝設了，後來因地下水的問題變更故實際施預力就比較小(約60tons餘)，因此即使有較大的預力增加，原來的鋼鍵都可以承受，所以在我們的考量這局部的變化我們就不在乎了。

廖洪鈞教授：我再補充一下，剛才提到連續壁變位有6~7公分，地錨預力是否有增加的問題，事實上在現場看好像並沒有增加，反而是有點減少的現象，這機制可能是很複雜的，因為砂土與一般岩盤不太一樣，地錨不是很長，我們沒辦法錨碇在一個真的穩固不動的地層，所以地下一開挖，事實上砂土都在動，只是動多動少的問題，不過我們的目的是在維持它的穩定性，這個工地的穩定性事實上是很成功的，20公尺的開挖有6~7公分的變位算還不錯的。

惠光營造(施滄洲)：有關可回收地錨，請問在這地錨施工申請時有沒有遇到程序上的困擾或付費的問題？地錨可回收率為98.6%，但仍有1.4%的部分如何解決？是否有土地侵權的行為，如何解決？

林泰煌主任：您講的沒錯，沒有回收的地錨大部分是有造成侵權的問題。在我們基地北側有一個地下停車場施工，是由另一個包商施作的，我們地下施工完成後他們才施作，我們在基地北側有近十支地錨是拔不出來，他們施工時就發現有這些地錨，造成他們有工程進度的延誤，因此向我們索賠了約四百萬，這是在施工上我們會有困擾的問題。至於土地侵權的問題，我們在設計的時

候就有考慮到，地錨絕對不能打到私有民房所有權的範圍，因為這道路只有20公尺寬，所以我們的地錨錨碇也只有在20公尺範圍內，沒有侵到鄰房產權的，這就是我們要作擴座地錨的原因，因為傳統的地錨在這20公尺的距離一定是不夠的。唯一牽涉到要收回的就只有剛才提到的那地下停車場施工，其他的比如以後要施作的地下道部分，我們都有閃過，因為後續要施工的如果有出現這種困擾當然還是會找到我們這裡來的。

台科大(拱祥生)：我有兩問題請教胡博士，第一問題是連續壁施工引致地盤變位的行為，傳統的設計都是不考慮這部分的行為，但我們有作一些研究，胡博士也有作過很多的研究，根據台北的經驗，目前發現在粘土層地盤變位範圍有達兩倍的槽溝開挖深度，不知道這次您在蘆洲、三重地區松七層的行為是如何？第二問題是請教您介紹的這個案例，因為開挖很深，所以要作降水或封底灌漿以維持開挖面的穩定。如果是作封底灌漿，因為土壤參數的掌握是我們地工問題比較熟悉的，可是對開挖抽降水這部分，它的不確定度比較高，而且這些水井理論的水文參數經常有1~2級數的很大差異，最危險的是花了很多時間去抽降水，可是只要不小心出現停電或發電機故障，它的水壓是瞬間就回升了。所以就您的觀點來看，這兩種方式，是不是封底灌漿比較可信賴？

胡邵敏博士：我先回答第二問題，封底灌漿與抽降水的考量是因為開挖太深，開挖後剩下的覆土層重量不夠抵抗景美層水壓上舉力，所以就要抽降水，另外再考慮的假如開挖面下是以砂層為主，因為怕剩下的水壓往上會引起砂湧，所以封底灌漿就是要封在砂層的深度。那是開挖超過28公尺以下才需要用的上這封底灌漿與抽降水，這地方景美層的抽水量確實是非常的大，要用到33口井，每一口井抽水量是 $6\text{m}^3/\text{min}$ ，全部抽水量約等於 $200\text{m}^3/\text{min}$ ，施工的時候是有考慮到萬一斷電的情況，所以有採用一些備用的發電裝置，讓這地方在斷電後若干分鐘內

可立刻再抽水。為了開挖槽溝的穩定，設計者有用兩排與深16m(GL-2~-18m)的JSP改良樁來穩定松七層的砂。至於開挖槽溝會引起地面變形，在新莊線與蘆洲線都同樣有遇到這問題，蘆洲線的問題更嚴重，是因為它近地面的回填層會引起大規模的塌孔，而在松七層的砂方面沒有設計改良樁，所以承包商面對這砂層塌孔的問題就用比較濃的穩定液來控制，但是還有底下的軟泥層，最麻煩的是槽溝開挖時這軟泥就像牙膏一樣不斷的擠出來，這軟泥層局部被掏空以後上層的土壤就會慢慢的沉陷，所以引起地面的變形遠超過原先在台北市松山層開挖槽溝預估引起的地面變形，這變形的範圍比值目前還在繼續的監測中，以往我們量到的變形影響是在連續壁1~2D的範圍，目前量到的最少是1D的範圍。但是我們發現若這軟泥層沒有控制好的話，這變形的規模會很大，現在有一點跡象是因為這沉陷是來自深層的，所以地面的變形會變得比較平滑，房子的沉陷就比較均勻。

中央大學(李燦泰)：請教謝博士關於您的參數研究，分析之壁體貫入深度只有1.5~5.5m，我不知道一般實際施工時貫入深度是否會有那麼淺，所以這參數的研究有關貫入深度的分析是不是太淺了一些？另一問題是前後排樁的間距(Spacing)，圖八顯示只有貫入深度在3.5m以上外，壁體最大變位就沒有因為Spacing改變而有很明顯的變化，我很好奇為何不固定一個貫入深度而單單探討那Spacing的變化？

謝旭昇博士：關於壁體貫入深度之問題，因為雙排鋼軌樁工法都是應用在比較好的地層，所以需要的貫入深度比較淺，比如在台中卵礫石層很常見到開挖深20m其壁體貫入深度也不過是1.5m，所以我們分析之貫入深度不會用太長，在參數研究時如果太長將會看到一些曲線下部分完全沒有變位，則貫入太深沒有用處，是多作的。另外一個關於前後排樁間距與壁體貫入深度之問題，其實在論文內有比較詳細的交代，圖八只是把

間距與貫入深度都一起放進去，一個前提是要有足夠的貫入深度，這個變位量才能控制下來，如果貫入深度不足而去調整這個前後排樁的間距，就會出現很大的變化。

中央大學(李燦泰)：再請教謝博士您在設計的時候，這前後排樁的間距有沒有什麼公式或經驗可供參考？

謝旭昇博士：這是純經驗的，有時候這間距是受限於地界，因此一定要有足夠的地界可以伸縮，我們現在用到的案例開挖4~5m，其前後排的間距是50~60cm，再深的話，比如是7m深就必須拉開到1.2~1.3m，所以這不是線性在調整，而可能是比較陡的曲線。所以間距50~120cm是適用在5~7m深的開挖。

中華顧問(李魁士)：請教胡博士，剛剛提到在新莊、三重與蘆洲地區有很多連續壁開挖造成塌孔與沉陷的事件，但是我們瞭解，事實上也有部分的站是沒有這樣的問題，所以整個分佈的情況其實並不是全面性的，有時候是跳站的情況，同樣的一個站內也不是全面都有塌孔的問題，這牽涉的原因有很多，可能是設計、施工或者其他各種不同的控制因素，因為有不同的施工者，或者相當的施工者在不同的站施工也出現一個站有問題但另一個站就沒有問題。這種情況下，我們要採取的輔助措施事實上有好幾種，每一種的成本有很大的差距，如果會發生塌孔的部分有20%，那我們在考慮防止塌孔的時候是不是全面都要100%處理，還是以比較經濟的措施處理後，不行的部分再用進一步的措施真正去處理。這種區域性的情況，不知您的看法如何？

胡邵敏博士：在新莊線，設計者在主站體的連續壁是全面設計有改良，裡面有一些橫隔連續壁，就沒有那麼厚與寬，設計者有考慮到橫隔連續壁交叉之處是比較容易會塌孔的，所以就在交叉處的四個角落作改良。在蘆洲線也是有這問題，施工者在不同的站體內控制的技術也許不一樣，也許操作手的技術比較好一點，也許穩定液用的比較濃一

些，所以在那站體內塌孔的機會就比較少，但在很多站體內因為規劃有很多轉角單元，分割了很多刀，因此技術再好也會出現塌孔的問題。所以會容易塌孔的，除了地層因素以外，還有部分是設計的因素，我認為這些因素都應該考慮進去，用地質改良是比較保險的作法，但是地質改良也並不是萬能的，因為我們常發現如果施工好效果就好，施工不好反而把地層搞爛掉！這又牽涉到另外的一個問題，設計了地層改良以後，施工者是否可達到設計要求的效果，這在往後可繼續的研究探討。

林泰煌主任：關於這連續壁的問題，我再補充一些，因為包括新莊線從輔大到丹鳳、迴龍，還有三重菜寮、過河段、蘆洲機場到徐匯中學，這幾站都是我們承作的。剛剛提的在三重部分，連續壁導溝施作時設計是有採用JSP改良保護的，在蘆洲與新莊部分就沒有這種設計，所以在施作時就有塌孔的問題。這塌孔有兩問題，一是連續壁本身單元分割的問題，尤其是比較深、比較寬的，比如1.5m寬的，如果作兩刀或三刀則風險太大了，所以我們在1.8~2.0m寬時是作一刀的。在蘆洲與新莊部分都是傳統的連續壁，可是我們也有這塌孔的問題，特別是靠近鄰房的部分，所以我們就有另外加作CCP，尤其是蘆洲部分的垃圾廢棄土，如果不作相關的CCP或JSP的話，在連續壁施工時塌孔一定會發生的，這是依地質情況而要作相關的保護。另外在施工上當然要考慮轉角單元與單元分割，像我們在徐匯中學發生塌孔問題特別多，比例也特別大，因為連續壁是1.5m厚，所以我們在後續施作時會考慮把單元縮小，這樣可使塌孔的機率少一點，但是端板增加了會增加成本，單元分割多了時間也會拉長，但這兩弊方面我們必須作取捨，所以我認為這是設計與施工方面需要稍為配合的地方。

廖洪鈞教授：因為時間的關係，非常感謝三位主講人，他們今天講的課題非常深入淺出，而且剛剛的討論也非常的有功力，謝謝。

下午綜合討論

沈茂松教授：高雄明華國中也是島區工法，地下開挖11.6m，到6m一個斜坡，是砂土地盤，用鋼板樁頂端加背拉，開挖前在鋼板樁外打設一排18m長的型鋼把主動土壓力擋住，上面挖除2m深的土減重，並在基地外用24支深井抽水，放到現在已經一年多地下室還未完工，因為開挖解壓以後設計參數改變了，抗浮地錨拉拔試驗不及格，可是工地還是穩定在那。根據高雄地區幾個島區工法開挖工地的經驗，在砂土地盤噴凝土一定要加鋼絲網，最主要的是水，找到含水層後在外把它截掉就沒事；如果是軟弱粘土層則一定要作邊坡穩定，而且一定要作緊密排列的阻絕樁，比如CCP成型樁，否則土壤會從樁間流出來。

富國技術工程(何樹根)：請教蘇鼎鈞先生，你介紹的這個案例，T型壁有作在內側與作在外側的，也有裝設傾斜管，請問有沒有比較過T型壁作在內側與作在外側的好壞？或者依你的看法，有無好壞之分？

蘇鼎鈞先生：目前我們有作比對，比對的是一個在連續壁內與一個在連續壁外土壤的傾斜管，另外也有埋設在更遠的傾斜管(地鐵旁)，我們發現連續壁變位動了約14公分(有考慮底部動了約2公分)，但是外面的那支變位大概是4~6公分，如果與對面的SID2比對，變位值的差異是在1~2公分之內，因為只有一個數據，所以就很難斷定T型壁在基地內側與在外側是否有明顯的差異。但是我們看到的是靠近連續壁同樣是大肚子的變位，離連續壁比較遠時(20~30m)就變成是一個懸臂樑的變位，也就是靠近的它呈現底部有動，距離遠的只是動上面部分而已。我個人的想法是作在壁體內側比較好，因為側壓力是往內進來的，如果是扶壁的話，一般我們將其視為彈簧與土壤作並聯去模擬分析；但如果是視為T型壁的話，鋼筋要依其彎矩去配

置，則鋼筋將集中在另一側離連續壁比較遠的地方。

宇堂顧問(黃志華)：關於剛才沈教授提的島區工法，請問除了採用攪拌樁、坡度變緩之外，是否可用土釘工法去加勁側土壓本身？

沈茂松教授：土釘工法加在基地外是有效，因為可以把外面的主動土壓擋住，但加在基地內則是無效的。像高雄科工館旁的吉安大賣場，地下開挖13.2m，鄰房不讓作托基保護，所以我們建議在連續壁導溝外側(圍籬內)斜5°呈放射線狀設置CCP樁，直接把外面的土壓擋住就沒事了，大賣場地下一樓為挑高6.1m，支撐拆掉後其變形量只有1mm。可是CCP樁最主要的問題是會不會成形，在鬆砂地盤如果不成形就沒有力量，按照正常攪拌，控制拔昇速度20秒只有5cm，漿液凝固時間為8~9秒，則它就會成形了，可以連續取樣，其RQD也可以達100%。所以我們的方法是將外面的土壓直接擋掉，地下水壓也在外面直接解掉。高雄的地下水是從東北朝西南流，一般島區工法最怕的是地下水的上游，地下水如果沒有把它解掉，則一定會從那裡破壞。

廖洪鈞教授：剛剛沈教授介紹的案例，在搶修之後於低矮的鄰房基腳下施作了兩支高壓噴射樁，請問有沒有應變的措施？

沈茂松教授：如果鄰房基腳下有 $N>8$ 的粘土，一定要降壓，若不降壓就會把房子頂裂掉，我有好幾個案例與文章是寫這部分。我們的作法是如此：在作CCP樁時，上面放一支雷射水準尺，雷射水準尺有個鉛鉸，雷射水準儀掃瞄時它會“BB”的叫，如果CCP把房子抬升0.3cm，雷射水準儀掃不到就不會叫了，那就要把壓力降下來，也就是用雷射水準儀作監測控制。我們的心得是砂土地盤高壓成形樁會亂跑，但它不會把房子頂裂掉，可是房子基腳下如果有3m厚 $N>8$ 的粘土就會頂損房子。

廖洪鈞教授：我突然覺得台北捷運應該到高雄取經，因為台北捷運有作很多鄰房保護，狀況很多...我們期待高雄捷運一切順利！

沈茂松教授：高雄的O1、O2、R3、R4、O6、O7、O8車站，在動工前承包商曾經找我討論，我特別提醒水壓的觀念，潛盾在挖掘時，土壤會位移，壁體會動，所以止水灌漿就會失敗。一般是要在基地外解水壓，不是抽水！只是局部把水壓解掉，還要計算抽水水位下降的範圍，評估鄰房因其浮力不見而是否會產生開裂與沉陷，必要時先施作托基。R3、R4車站到目前未出問題，而聽說O1與O2因為冒地下水進來使潛盾機卡在那。高雄有很多工作井、連續壁與鋼板樁，側壁變位超過7cm，止水灌漿灌了7次還是在漏水，因為止水灌漿乾了不會隨著側壁位移，所以要先在外面施作點井，如果有水出來就要把它解掉。防災就是要防在以前曾經發生破壞的地方，對策則要先作在現場！

中興顧問(王神華)：剛剛沈教授說抽水與解水壓是兩回事，徵結點是抽水井的影響線，那外側的水壓如果大到某個程度，降水之影響線如果遍及到鄰房，則抽水與解水壓有一樣的問題.....

沈茂松教授：不是要把整個水解掉，而是水攻進來的時候把水壓力解掉，再來於裡面把它堵住，在外面灌漿封起來，而且影響範圍要先計算，鄰房有受影響的要先施作托基。可是在高雄有些鄰房不讓施作托基，所以高雄的工地主任要很有本事，曾經有送一千多元高級咖啡禮盒不接受，但送一百多元南瓜、地瓜就接受的；另外有一個工地打鋼板樁，地下開挖時因位移太大而開裂，鄰地的菜園澆菜的水就不見了，那工地主任就每天早上在阿婆五點起床拔菜時向她買五拾元的菜，買了三天以後阿婆就幫他指揮交通變成自己的人了，地下開挖半年就買了半年五拾元的菜，所以工地主任要敦親睦鄰。

聯鋼營造(宋先生)：剛剛有提到捷運，我們曾經在R4車站破鏡時因失水而失敗，造成捷運的環場道路有塌陷，那時我們的作法確實是趕快在外面設點井抽水，道路塌陷的部分馬上回填。另外，請問沈教授高壓成形的

樁在高雄地區有比較好效果的大概是在地下多少深度？

沈茂松教授：高壓成形樁在地表下10公尺內 $N < 10$ ，或10公尺以下 $N < 15$ 的鬆砂，會有斷樁的情形，我們試了17支樁用不同的配比與漿液凝固時間但都失敗，有兩支加了強塑劑，另一支加膨脹劑都失敗，後來加酸鹼中和劑控制凝固時間是8秒鐘，主要是旋轉的RPM要很快漿液才不會擴散，拔升速度要很慢，一般的拔升速度5公分是8~12秒鐘，我們則是20秒鐘拔升5公分，這樣作才成功，取樣是1~21m的深度，用鑽機去連續取樣。高雄那國宅案例不到一天就封起來了，左營那車道房子傾斜案例因為要試成形樁的效果，所以花了約一個月左右，水也因此壓了約一個月，主要是用土包去封住而不是用砂包，水滲出來再抽回去。

富國技術工程(何樹根)：剛剛廖教授的結論是改良成形樁對承受側向力的效果可能並不很好，但如果在相同的改良率下把成形樁集中在一起讓它完全密排像一道壁，請問您的看法，這樣是否比較有效一些？

廖洪鈞教授：這是好問題！可以進一步的研究。日本的作法是除了密接外，它還有個相當寬的範圍，有點像重力式的結構。

沈茂松教授：在岡山的焚化爐基地開挖面積是160m×160m，採用斜坡明挖，可是地表面下13公尺多有一層 $N=2$ 的爛泥巴，考慮邊坡的穩定，我們對改良成形樁沒有信心，考量改良成形樁在那一層可能效果不好，所以是採用鋼板樁直接阻絕那一層軟弱土壤流出來，結果就很順利作起來。

廖洪鈞教授：我補充一下，濱江市場的那案例也曾經嘗試採用鋼板樁打設在坡腳處，可是後來沒有成功。所以我想可能要看案例的條件而定，有些地方可以用有些地方不能用。

鹿島營造(方梅生)：沈教授在文章內有提到A、B、C、D四種地盤對連續壁施工有障礙，也提到在連續壁導溝外側作CCP改良

對連續壁施工有幫助，請教沈教授為何作CCP灌漿改良對連續壁槽溝的穩定有貢獻？

沈茂松教授：我們在延城街有一個工地，挖連續壁前在導溝內外施作兩排成形樁，結果連續壁施作起來很漂亮，沒有包泥。主要是因為高雄地區受漲退潮影響，一般要求穩定液不管是超泥漿或者是皂土液，要高地下水位1公尺，可是高雄的地下水位於漲潮時接近地表面，穩定液沒有辦法高出1公尺，所以挖連續壁前施作緊密排列的成形樁，這樣連續壁才能作起來，否則一定會有一些包泥的問題，並不是全部會包泥，而是作那連續壁單元剛好是漲潮時，地下水位已經高於穩定液面或者幾乎是一樣的，這時土壤就會流進來而造成包泥的問題。所以要作類似托基的成形樁而不是止水樁，止水樁的強度太低了。

鹿島營造(方梅生)：施作成形樁對穩定液面的提升有貢獻，請問是不是對軟弱粘土的流動也有阻絕的貢獻？

沈茂松教授：對！可是一定要知道它不能成形。因為高雄延城區的地盤其軟弱粘土層 N 值等於1~2，含水量約大於液限4%，再夾有鬆砂，砂的 N 值等於1~2，幾乎與水一樣。另外，還要考量高雄的鑽探報告比較有水準的大概三個鑽孔僅有一個是真的，因為鑽探費用只有三分之一的成本而已。

台科大(拱祥生)：請教蘇經理與吳經理，有關剛才你們提到潛變的問題，依據我們以前作的研究，用逆打開挖工法其潛變反而會增加，就你們的經驗來看你們的這兩個案例，如果用順打工法，有沒有可能會讓開挖造成的變形更小一點？另外，再請教沈教授，受壓水層在抽水時如果用水井理論去看，它的洩降距離可能達1~2公里，您對這樣造成的鄰損評估有什麼建議？

蘇鼎鈞先生：我們當初有評估逆打與順打開挖工法的潛變差異，一般順打開挖工法架設支撐是會比逆打來得快，所以我們曾經懷疑逆打的總變形量會比較大而特別加以監測，但實際上因開挖面積很大，順打支撐的

勁度就變得很小，其支撐的架設也要花很多時間，因此其總變形量還是比較大的。

吳銘剛經理：目前大家都用數值分析去檢討開挖擋土壁體的變形，並比較與實測結果的差異，可是最終大家常會去調數據、調參數去吻合實際的開挖變形量，例如把壁體的剛性折減0.6或0.7以去吻合實際的開挖變形量。依我們的經驗，實際上它還是有變異性的，很難把這些參數依其受時間影響的變異去作調整，我想這需要很多的個案以累積更多的經驗，大家再針對這問題去研究可能會找到更適合的答案。

沈茂松教授：在壓力水層抽水，假如有鄰房時就要先去計算其沉陷量是否會到達開裂程度，如果會的話，鄰房就要先作托基保護。高雄有幾個案例是採用雙順打的，也就是地下開挖到底作好鋼柱後地上結構與地下室同時往上施作。主要是地區的參數，我們向國科會有拿了計畫案，就是地下擋土開挖地盤側向反力係數的RIDO回饋分析，我們作了很多年分析目前也還在作，比如關於型鋼與地下室的溫度變化，土木水利期刊有登出；另外，地下水水理參數的儲水係數等，我們也都有回饋分析出來了。我不知道日本是否有作出各地區的地下擋土開挖設計參數，但高雄是已經作了很多年。上次我審查一個鋼結構橋樑案，發現設計時都採用溫度正負25°C，其實那是不夠的！高雄地區我們量過型鋼的最高溫度是63°C，所以可以想像如此設計結果會造成應力、伸縮縫、防落裝置等差異很大。所以要有當地量測的參數去作設計，也一定要有人去量測與回饋分析這些資料，可是目前是有了這些資料還是沒有人去用，因為外面很多業界比較少去看這些文章。我們現在還在統計抽水的工地，上次發表的是57個工地，現在可能再加了約30個工地。擋土開挖的RIDO回饋分析，我們將它歸類為逆打工法(逆打工法因地質不一樣會有很多變數)、鋼版樁、預壘樁...等，可是很多監測資料是作假的，而且監測頻率太低了。一般地下開挖短期破壞位移時間約

11~12小時，經常是早上開挖下午就變形了，可是目前很多是每階開挖後只監測一次，有的是2~3天監測一次，所以可能發生破壞的時候還未監測到位移，國內很多案例是已經發生破壞了監測資料還是正常的。高雄地區要求監測頻率是一天要兩次，可是大家都作不到，所以依這種監測資料去作回饋分析實在是沒有多大的作用！應該要長期去累加經驗並加以判斷資料是否正確，這是有點困難，所以需要很多類似大學部的人力與資源投入進去。另外，很多工地的資料不肯提供，我們是透過建管處才能拿到那些資料，所以這也需要一些行政機關來配合，否則真的很難.....

廖洪鈞教授：我給沈教授一個建議，好的文章我建議大家投稿到地工技術雜誌，那是真的有人在讀的專業刊物！今天因為時間的關係，從早上到現在下午五點了，我想大家都很累，但我很高興的看到大概有九成以上的人還坐在這裡，這是相當的不容易！可以想像大家對這課題的興趣，也是大家對地工基金會辦的活動給的支持！希望下次很快會有第十八次的地工技術研討會或座談會，今天的研討會就到止。我們再次以報烈的掌聲謝謝今天的講員，也謝謝大家。



研討會參加者專注聽講情形



研討會綜合討論情形