

地工技術

研討會專欄

地工技術第 28 次研討會～都會區工程開挖案例

時間：2014 年 7 月 30 日(星期三) 上午 9:00~下午 5:00

地點：台灣大學應用力學研究所 國際會議廳

講題及主講人：

講 題	主講人	主持人
開幕引言	林三賢 陳正興	謝旭昇
高雄臨港地區高層大樓深開挖設計與施工實例	陳楷仁	何樹根
地面高程差大之深開挖案例	林婷媚	
休 息		
都會區深開挖工程窄巷效應之案例	簡子崑	
高雄鐵路地下化地工設計探討-以 DL01 標為例	陳聰海	蘇鼎鈞
利用舊連續壁之都市更新開挖規劃與設計案例簡介	郭晉榮	
午餐及小歇		
機場捷運台北站及聯開共構大樓地下工程施工	何樹根	
台北市區深開挖案例三向度分析	何政道	蘇鼎鈞
都市更新案遭遇高透性地層之連續壁規劃與施工例	呂芳熾	
休 息		
宜蘭圓形連續壁施工案例	張盈智	
綜合討論		

高秋振* 整理

綜合討論

主持人(謝旭昇董事長)：

各位先輩、朋友，感謝大家參加地工技術的第 28 次研討會。我偷偷看了這次參加者名單，發現參加者水準甚高，可能主講人會招架不住，所以請各位高抬貴手。現在就開始，請各位針對剛才任何演講的內容或相關的課題提出問題或意見。

郭治平博士(環興工程顧問)：

請教陳副理高雄深開挖案例，我對地下水比較有興趣，我看這案例水理參數(滲透係數)都很小，請問實際開挖過程中到底開了幾口井？我看到這案例配置 5"管，應該出水量是不小的，所以在這基坑到底用了多少口井？

主講人(陳楷仁副理)：

我們是依照現地群井抽水試驗求出來的結果，再多加了 4~5 口井，總共 20 口井，再根據水壓監測資料，調控抽水井開啟的數量。考量可能的區域跳電或抽水機故障等，這 20 口井是加了一些安全係數，所以實際開啟的井數並沒有那麼多，抽水量大概是一口井每小時 1 立方公尺。

主講人(何樹根總工程師)：

請教陳副理，您剛才提到連續壁公單元也有包帆布，是否可描述一下如何包的？因為這問題未來在高雄可能還會再遇到。

主講人(陳楷仁副理)：

一般是在母單元包帆布，這裡我們在公單元也有包帆布，其實是為了降低連續壁包

泥的機率。因為我們是用端板接合的，不是用公母單元接合的，所以原本在公單元是設計用兩個槽鋼去鎖帆布。但後來實際在工地施工時，是把與公單元一樣寬的帆布舖在地上，在公單元鋼筋籠往下吊放過程中，把帆布綁在鋼筋籠上就直接下去了。

主持人(謝旭昇董事長)：

請教張盈智董事長，您分析了很多狀況，請問您的設計可以忍受幾個單元的失敗？因為我的印象，羅東的連續壁不太好作，萬一有一些單元失敗了...，可以忍受到怎樣的程度？

主講人(張盈智董事長)：

其實我們作完這個設計時，我們覺得這個業主很大膽，後來覺得以連續壁承受壓力，這種圓形連續壁設計是有一定安全度的。有關謝博士的這個問題，我沒有辦法回答是可以忍受幾個單元，但是我們有作了幾個環樑，環樑對單一單元的失敗控制，應該會有一些幫助。其實本來我們是有掙扎要不要加環樑，因為加環樑好象是表示沒有把握的樣子，後來覺得加環樑對穩定性好，對單一單元的不穩定或失敗，應該是有一定的控制度。

主講人(呂芳熾總經理)：

我很早以前有試過用 RIDO 去分析環型連續壁，陳正興老師也問過 CECI 有關高雄捷運美麗島車站的環型連續壁是如何分析設計的。請教張盈智董事長，可不可以用 RIDO 的方式直接去分析，在地下水流左右邊流過來的偏壓問題，要如何模擬才會符合 SAP 分析出來的結果？因為地工部份不見得每次都要用 SAP 去模擬分析，或許以後學大地的可以用 RIDO 去作好分析設計。

主講人(張盈智董事長)：

我們用 SAP 去模擬分析，也有用 RIDO 去分析，其實是為了驗證這結果的可靠度。因為直接用 SAP 去模擬分析，這環的變形會很小，如果只是由變形很小來看，好像是會太過於自信。但就穩定性來看，變形很小是不夠讓我們確認結果是否 OK，所以我們作了很多 Study，包括整個幾何變形，多單元之後會收斂到一定的變形等等。有關 RIDO 的分

析，我們把連續壁的長度、勁度等給加進來。對於不平衡的水壓力，就是考量高低不同的內外水壓力，綜合這些參數取保守的用 SAP 去模擬分析。因為我是作結構分析的，所以我們在作基礎的設計時，會把結構的想法放進來。在這案子，SAP 的模擬與 RIDO 的分析結果是很接近的，我個人的看法與經驗，對圓形開挖來說，以 SAP 去模擬，可以看到甚多的成果，而且與 RIDO 的分析結果甚接近。現在只差一件事，等到實際去開挖的時候，產生出來的變位結果如果也與我們預期的很接近，大概就可以告訴我們，對於圓形擋土結構物，可以採用 SAP 去作 3D 分析，是可以考慮到不平衡的水壓力狀況，而不一定硬要用 RIDO 去分析。

與會者：

請教何經理，今天您用三維模擬去探討扶壁與地中壁的功效，因為我們一般在工程分析上還是用一維的，不曉得你作的這分析成果有沒有去與在 RIDO 改變一些土壤的參數然後用一維模擬分析成果作比對？如此可以讓我們更瞭解在 RIDO 只要改變一些參數去分析，與實際結果是 OK 的。

主講人(何政道經理)：

這題目實際上是最難的問題！其實這案子最早是用 RIDO 分析設計的，不過他們採用的方式在扶壁的部份是用謝博士簡化的方式去考慮，當然在工程實務上會有一些反算，反算結果與實際監測結果比對，在最大變形的部份是很接近，至於在變形比較小的部份，尤其靠地中壁的部份是比較沒把握，它的變形很小，都小於 1 公分。如何將這結果應用到 RIDO，我想當中的問題還是很多，包含距離地中壁的遠近、使用的方式等，都有很大的挑戰，所以比較好的方式是直接採用適合的 3D 模擬去分析，比較可以知道確實的效果。其實用謝博士與呂總兩位前輩的分析模式作設計，現在已經可以得到好的結果，我們發展這 3D 模式只是在探討有沒有更經濟的方式，還有既然作了那麼多的措施，應該要有一些回饋，這就是我們真正想要的目的。

主持人(謝旭昇董事長)：

這個問題我稍為補充一下，要模擬扶壁與地中壁的行為，最簡單的方式就是我與呂芳熾用的方式，那是勉強可用，出來的結果大概就是那方向，如果能把三向度的效應放進來的話，可以把側邊的連續壁當扶壁或地中壁看待，所以扶壁或地中壁的數量會增加，如此可以用 1D 的程式勉強去模擬 3D 的效果。實際上還是要用 3D 的程式去模擬，我們用 1D 的程式去模擬 3D 行為，那真的推得太超過。

吳志強先生(永安結構技師事務所)：

請教張盈智董事長，圓形連續壁的環樑效應是否可減少連續壁的貫入深度？再來，您的第一個案例是擋土排樁，水是不能通過的，但在您的分析裡，水是連續的？

主講人(張盈智董事長)：

因為這案例算是我們第一個採用圓形連續壁的，也許以後第二個、第三個就有經驗了。在這案例與一般的連續壁分析是一樣的，計算貫入深度的時候是沒有去考慮圓的作用而作折減，我相信這是比較偏保守的作法。有關第二個問題，很關鍵的是排樁的中間沒有連在一起，但上面是有連在一起。假如沒有連在一起，排樁往外動一些，它的勁度就不高，一支排樁一個勁度，四支樁就四個勁度。可是當上面連在一起，勁度就會高很多，大概可提高到四倍左右。所以把所有排樁上面都連起來，就有數十倍的勁度！我們也有其他的案例，用 H 型鋼作了二排圓形排列，上面用混凝土壓樑連在一起。上面混凝土壓樑很關鍵的作用是要去作剛性的結合，而中間與下段是沒有密合的，所以沒有水密性。

簡茂洲技師(立崴工程顧問公司)：

就如張董所說的，四支手指頭，是個別獨立的，上面沒有連結，第一次開挖風險就會很高，雖然上面是高低低低的，至少有它的效果。我上次就有建議在開挖前就要作好壓樑連結，B3 環樑可以改作在 B2、B4，後來好像沒有被接受...，因為 B3 距離開挖底面還很高，令我很擔心。

主講人(張盈智董事長)：

一樓的壓樑還是有作，B2 與 B3 是額外

作的，環樑不是我們決定的，這與其他顧問公司有關係。

簡茂洲技師(立崴工程顧問公司)：

剛才提到貫入深度的問題，在基礎設計規範所提到的貫入深度的計算，它假想的破壞模式與圓形結構的模式是不太一樣的。這部份建議以後應該進一步研究，我想是學術單位作的事情。

吳豐偉先生(理論工程公司)：

我是鑿井業的，我對剛才介紹機場捷運台北站施工的降水現象感到很好奇，降水 5 個多月後抽水量會減少，之前在捷運道岔段與交九基地好像沒有看到這種現象。我想可能有兩種原因，一是因為時間抽得很長，水頭被降低了；另一可能是因這基地區域的地層對景美層的地下水補注有所阻隔，不知對這區域的地層有沒有調查？另外，在這降水的同時段，環狀線新店，景美與板橋的深開挖也有在降水，這對地下水的補注也許會受影響。

主講人(何樹根總工程師)：

這問題大概是沒有解答的，機場捷運台北站開挖施工(C1D1)把景美層的地下水抽降那麼多，由台北井的水位線來看，大概是歷史記錄中降到最低的，剛剛看的水位影響線是沒有辦法考慮台北盆地那裡有在抽降水，但從洩降線來看，水位降低最大源頭就是台北火車站這裡，沒有看到還有其他洩降集中地區。我想到的是抽水洩降的理論是無限空間的，但實際上台北是一個盆地，四周是有界限的，一開始抽水時洩降影響範圍小，那就與無限空間是一致的，但抽久了影響範圍變很大了，那些邊界效應就一一出現了，這是目前我們作的推測，實際如何也是有賴學術單位進一步的研究。

胡邵敏博士(三力技術工程顧問公司)：

大家好，我是學「習」單位！（大家一陣笑聲），當年道岔段在抽降水時，巔峰是抽十一口井，每口井抽水量每分鐘約 6 噸，總共抽了九個月，當時是要降廿幾公尺的水頭，結果整個盆地都受到地下水下降的影響，盆地邊緣地下水也都有下降，所以我相信 C1D1 抽水水量越抽越少，這是可能的！這兩

個工地都很靠近盆地的中央，景美層的水由中央被抽到邊緣下降，這現象是很正常的。不過談到盆地的不透水層與透水層，其實它是不均勻的，景美層像游泳池一樣，是傾斜下去的，我們在中央抽降水，地下水補注是在新店溪上游，五股區因為是下游，不會補注，所以地下水是單向在流動，這與水井的理論差異是很大的，我們的抽水井是貫入景美層，但並非完全貫入，而景美層的邊界是斜的，所以純粹用抽水井的理論去找參數，與實際狀況是不符的。只要施工時，可以降水到預定深度就 OK！沒有人可以證明這是 laminar flow(層流)，平衡或不平衡狀態。另外一個問題是關於 C1D1 的地表隆起，當初我們道岔段抽降水有這現象，抽水井一開，地表立即會有彈性沉陷，這不是壓密沉陷，而是水壓力減少。抽完九個月停抽以後，在一個半月左右地下水會恢復到原有狀況，這段時間內地面回彈了原先沉陷的三分之二。C1D1 與道岔段，兩工地的地層不同，所以抽水恢復回彈的量可能會不一樣。依剛才的簡報，隆起好像是發生在連續壁邊緣，我相信可能是連續壁往後仰而推到背後的土，這是一個現象；另外一個現象是基地非常大，解壓範圍非常廣，所以邊緣的土會因為解壓而有一點隆起。抽水恢復隆起的是屬於大區域的，整個盆地都會受到影響。

林宏達教授(台灣科技大學營建系)：

胡博士已經把我的想法都講了，我們在作數值分析中是有看到隆起的現象，地表的隆起要看是靠連續壁的，還是大範圍的，如果是範圍很大的，可能就是大面積的解壓或是抽水水位的變化造成，那可以看隆起與水位變化有沒有關聯性。如果是比較靠連續壁的隆起，假如連續壁真的往外推的話，有可能局部會受那個影響。所以它是有很多可能的因素，另外一個我同意何樹根總工剛才簡報所說的，因為這案例作得很好，整個變位的掌控很好，壁體變形量很小，造成地表的沉陷沒有很多，所以才看到這現象。假設壁體變形量比較大的情況下，這些現象也許都存在，但被這地表比較大的沉陷蓋過去了，所以我們看不到。其實我也覺得這部份可以再討論研究一下的。

主持人(謝旭昇董事長)：

我記得以前陳斗生博士在高雄 85 大樓也有看到這現象(地下開挖周遭地表隆起)。

主講人(何樹根總工程師)：

2013 年在海峽兩岸研討會我們有寫一篇介紹高雄 85 大樓與 C1D1 這兩工地大面積開挖地表隆起的案例。高雄 85 大樓當時所以比較沒有被重視，原因是它產生很多壁體漏水與地表沉陷，有些點位地表沉陷很大，但事實上在鄰房側壁體變位很小，所以那些鄰房是往後仰，地表沉陷點也是出現隆起的現象。這兩案例開挖方式非常類似，大面積開挖，裡面都是密密麻麻的地中壁。回到 C1D1 案例，有幾個數據讓我覺得很納悶：第一，連續壁是否跟著地表隆起，在 D1 的時候因為有一些困難沒有測，在 C1 開挖至大底的時測出連續壁好幾個點都隆起了約 3 公分，連續壁是垂直的插入卵礫石層內的。另外，連續壁頂部的側向變形是負值的，有可能是連續壁推擠產生地面隆起，但是鄰近的隧道是在地表下的，覆土大概有 6~7 公尺，這隧道是台灣高鐵與捷運局兩單位共同用水準測量去聯測的，數據大致不會有問題，結果隧道也是有隆起，但量比較小，印象中隆起量最多約一公分多。所以這些現象合起來讓我覺得還有很多可以研究討論的議題。

吳豐偉先生(理論工程公司)：

我的想法是連續壁作那麼深了，應該是受開挖區解壓影響，解壓隆起的土層藉摩擦力把連續壁一起往上隆起。

主講人(何樹根總工程師)：

當初也有人置疑中間柱為什麼沒有隆起，但後來發現因為中間柱是以連續壁為基準量測的，所以其實中間柱的隆起量是與連續壁一樣的，中間柱不是只打在土層，而是用基樁承載在卵礫石層。所以我同意胡博士講的，這可能是一個彈性回彈變形的，但是我們發現回彈量最大的時候其實不是停止抽水後而是剛好是開挖到大底抽水量最大的時候。我覺得抽水是有影響的，從一些數據可以看出端倪，但不是很顯著。

林裕翔先生：

請教林婷媚工程師，關於深開挖偏壓的

部份，妳切了蠻多的斷面，又分了兩側，主要是岩盤有高低差，妳在作分析時應該是取比較大的反力來作型鋼支撐的設計。請問妳有沒有監測資料，比較實際監測資料與模擬分析的是否有差異或尺寸效應。第二問題是妳有說這基地比較適合用二維(三向度)分析，但因二維的分析涉及的層面比較廣，比較複雜，是不是可以採一維的分析。例如妳用 12 斷面進行分析，如果採一維分析，一個完整開挖程序只要 6 斷面分析就可以，而且型鋼支撐最後也會有一個平衡狀態。

主講人(林婷媚工程師)：

我們是採一維以 TORSO 分析程式去模擬的。當初是覺得用一維模擬比較快，只要多切幾個剖面分析，應該與二維模擬的結果不會相差太多。後來模擬的結果有與實際支撐的監測值作比較，比較的結果是只有在第二層支撐，有一個噸數比較大，其他現場實測出來的支撐力量都在設計可以接受的範圍。

主持人(謝旭昇董事長)：

最近高雄開挖有發生一些事情，剛好今天這裡有兩個高雄的案子，一個是基地非常長的，另一個是在高雄海邊，請問這兩案子對連續壁槽溝的穩定性有沒有作什麼特別的處理？

主講人(陳聰海副理)：

在高雄鐵路地下化施工過程中，有針對連續壁槽溝的穩定作了一些相關的設施，包括針對一些高風險的地段(比如地下水位比較高、N 值小於 4 的粘土層或 N 值小於 10 的砂土層)，我們會作 CCP 的保護灌漿以增加槽溝的穩定性，有部份是作一側，也有部份是兩側都作，一般是貫穿 N 值小於 4 的粘土層或 N 值小於 10 的砂土層，最深作到 20 公尺。另外，因為開挖比較深，連續壁最深達 47 公尺，我們希望連續壁由挖掘到混凝土澆置一天可以完成，所以規劃連續壁單元不要太寬。因為鐵路地下化是採用雙牆的系統，在連續壁單元的接頭是採用小端鈹的接頭，所以連續壁單元就可以縮減，也可以縮短連續壁挖掘與施工的時間。

主持人(謝旭昇董事長)：

陳副理，您的案子是建築案，而且這案子比自

強三路案更靠近海邊，這海水是鹹的，而且水位很高，你們作了怎樣的處理呢？

主講人(陳楷仁副理)：

就我接觸過的共公工程案與民間工程案，我覺得這兩種工程差異非常大，公共工程案如果鄰市區、鄰馬路，會有政府的奧援，槽溝的保護可以有 CCP 灌漿等，就光作槽溝保護就花了不少的錢！相對的，我今天所報告的是民間的建案，民間的建案當然要考慮到安全，但也要考慮經濟與成本。我們基地比自強三路案更靠近海邊，地下水位受潮汐影響，起伏是很大的，這裡沒有作槽溝保護，唯一重要的是連續壁廠商對穩定液的控制永遠要在地下水位以上。換言之，施作連續壁時，對自己基地內的地下水位控制是非常重要的，才不會產生坍孔或是包泥的現象。另外，找 Local(當地的)專業廠商不一定是安全的保證，但是好的 Local 廠商對高雄鬆散的粉質砂土有其自己一套的經驗。所以地工這領域，判斷是很重要的，如何在這麼多專業廠商中選擇，選對廠商開挖就會很順利。

周家瓊先生(富國技術工程公司)：

有兩問題請教，第一是請教簡幫工程公司，有關台南市案例，地下開挖時有發現地表沉陷了近一公尺，現場的處置與推測可能主要原因能否再進一步說明？大家很好奇砂土層的擾動對強度的變化，也請給我們一些補充。另外請教張董，剛才介紹的深坑案例，地表 40 公尺寬度，只作 40 公分厚的水平版結構，除了施作版外，有沒有什麼條件下可以讓它的剛度更高？另外，早上謝博士提到偏土壓會讓結構體受傷，所以偏土壓對結構的影響以後要如何檢討比較好？

主講人(簡子歲幫工程司)：

我先回答第一個問題，我們第二個案例是在台南的新光三越百貨旁，6 公尺寬的巷道大概有一公尺的沉陷，還好的是它的鄰房原本也是深開挖的工程，有深的連續壁。所以這樣的沉陷量對這鄰房的地下結構承载力影響不大，主要是一樓樓版沒有變，而只是基地旁的背填地表整個下陷 100 公分，結果是造成要去收這落差，比如要去作階梯之類的。另外，討論這砂土層強度的變化，因為

只有作這一個案例的分享與結果的報告，實際上這砂土層裡面的架構是否有改變，我只是推想因為連續壁的側向位移比較大，所以導致砂土層的架構被破壞，產生坍塌現象。可能它是一個鬆砂，擾動後變緊砂。這案例主要是了解到窄巷效應，真正的原因有賴後續先進們進一步的檢討與研究，才能較清楚的了解到它真正的機制。

主講人(張盈智董事長)：

剛才提的深坑案例，我們是在上面作一圈的結構，等於是水平的樑，一般連續壁不管怎麼作，只要是長方形或方形，四個角隅是不動點，所以在方形上作一圈水平樑，重點是水平剛度，我們當時評估作 40 公分厚，寬度是 4.5 公尺，對變形的控制是足夠的，計算出是 3 公分左右，這是 OK 的。假設要把剛度變大，關鍵是上面第一個點的剛度，有幾個作法，第一個(也是最好的)作法是把水平版變長，但是有地界條件的問題，而且太長會變得太 slender(柔弱)；第二個作法是把它加厚，這方法也好，但沒有第一方法好。當時我們有想過，要讓它的剛性更高，其實不是這兩方法，而是一樣的寬度，只是在尾端加厚，就像狗骨頭一樣，比如中間作 40 公分厚，尾端作 60~80 公分厚，那樣對水平 I 值的提高很有幫助。那樣的作法是最有效的，可在有限的寬度盡量去利用。第二個問題是有關偏土壓，我是覺得重點是要掌握不平衡土壓會有多少？可能分兩部份，一個是開挖階段，另一個是永久階段。永久階段考慮的反而應該是穩定的問題，而不是結構破壞的問題，我自己覺得結構不太會因為不平衡土壓力而損傷。就像是討論到景觀，業主常常問我們，結構可以承受 2 公尺的覆土或是 3 公尺的覆土？其實我覺得這都不是問題，我們不是怕 2 公尺或是 3 公尺的覆土，而是怕不知道覆土有多厚！所以在山坡地或是某種情況下而有偏土壓或不平衡水壓，我們是要在那一側加上適當的土水壓再去分析是否有足夠安全性。

簡茂洲技師(立崴工程顧問公司)：

我先補充簡子崴的回答，剛剛提到台南市的深開挖問題，事實上發生問題的時候我

是在現場。第一個問題是它產生一公尺的沉陷是在兩週內發生的，發生之前在 6 公尺的窄巷所產生的地表沉陷狀況其實是蠻正常的，只是突然在兩次的觀測之間發現降了一公尺，幸好旁邊的新光三越百貨有 50 幾公尺深的連續壁，而且它自己是樁基樁，所以它只有表皮受傷而已，那下陷就花些錢把它填高，費用不多。至於砂土層被擾動強度升降的問題，在台南市約 20 幾公尺以上是鬆砂層，20 幾公尺以下則是屬於緊密的砂層，這變化是值得去探討。另外，張董回答的問題，我也補充說明一下，假設結構都作得很好，我相信不平衡土壓/水壓或偏土壓，不會造成結構太大的損傷，我們擔心的是萬一連續壁有幾個瑕疵，那怎麼辦？我是非常擔心的。

林宏達教授(台灣科技大學營建系)：

剛才提到 1 公尺沉陷的窄巷效應，請問有無在文獻方面看到有類似的報導？剛剛講確實有這現象，我覺得是很有趣的問題，但這很難用土壤力學去解釋是因為開挖造成的，可能有其他因素影響，或是可能原來地層就是比較疏鬆的砂層，甚至可能有孔洞在裡面，因為施工擾動了而造成比較大的變形。這很難用土壤力學或能量不滅原理去解釋開挖側向變形只有 10 公分，但造成地表出現 100 公分的沉陷，這大家可以再研究討論的。

主持人(謝旭昇董事長)：

文獻大概很難看到，但我也有聽過我公司老闆有看過這種窄巷突然沉陷 30 公分的例子，所以有窄巷效應，也有有限土體效應，我的感覺各有一半。但怎麼解釋，需要再進一步研究。

與會者：

張董剛才介紹的這案子開挖 17 公尺，在羅東也算深開挖，我最近有個案子，開挖也是 17 公尺，連續壁深度達 35 公尺，但中間有一層透水層深達廿幾公尺，最後還是發生砂湧狀況！我的想法是：連續壁施工過程也許還算是完整的，但羅東地區有很多透水的材料，可能崩塌導致在槽溝間隔中透水層覆蓋在不透水層中形成水路，所以我建議在外

側還是要作一些祛水或其化的處理，這樣比較安全。

主講人(張盈智董事長)：

謝謝。

胡邵敏博士(三力技術工程顧問公司)：

有關窄巷效應，根據我的判斷，提出簡單的說明：左右兩邊都有連續壁，第一次的擾動是施作左側(鄰房)的連續壁時，在其開挖時也會有側向變形，變形的土是由窄巷下擠過去的，這是第二次的解壓擾動。到右邊新的工地施工時，在施作連續壁時，是第三次的解壓擾動，而窄巷下土層孔隙充滿了穩定液，所以新工地開挖時，它的側向壓力大部份來自於水，這與其寬度沒有關係，但與其高度有關係，所以它的變形量不會減少，而是一樣的。但此連續壁產生位移時，它的

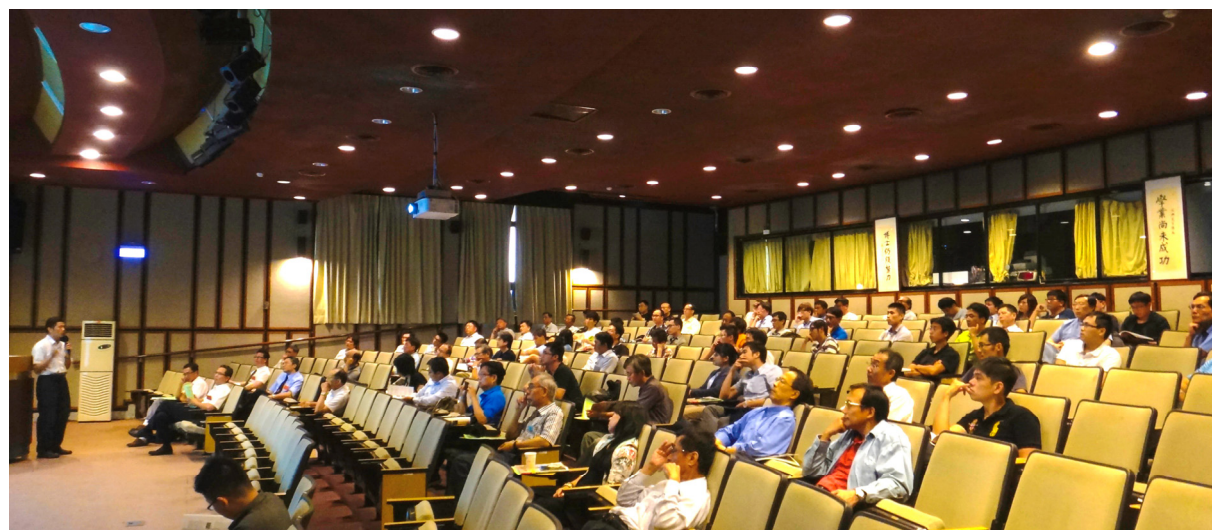
體積都是由窄巷下的土補充的，所以兩側的連續壁已完成，只有由窄巷地表面下陷，就是這沉陷量包含了兩側連續壁施作時的解壓、開挖時的解壓。至於為什麼砂土層會突然下陷，是因為開挖解壓最大處是在十幾公尺下(開挖面附近)，它在 arching(拱)效應下由底下慢慢地擴展到上面，到了地表因為通常會有鋪面，不容易立即反應出這沉陷，只有等到砂層大範圍下陷產生鋪面下很大的空洞後才會突然下陷。如果這窄巷有通車，車子的壓力與震動還會造成地表下陷更嚴重。

主持人(謝旭昇董事長)：

謝謝胡博士作了一個完美的結論，時間也到了，謝謝今天大家的參加，也謝謝各位主講人，我們下次見！



照片一 主持人/主講人



照片二 綜合討論