

# 研討會

## 土工技術第35次研討會~TORS A3暨T3-STONE程式使用研習

盧志杰\* 鄧源昌\* 整理

時 間：2020年8月14日(星期五) 上午9:00~下午16:30

地 點：台灣大學應用力學研究所 國際會議廳

主持人：冀樹勇博士 (中興工程顧問社大地工程研究中心 主任)

講題及主講人：

講 題	主講人
致 詞	歐章煜
南部地區鋼板樁擋土措施案例探討	林婷媚
順打標準設計~以僑日興首都銀行大樓新建工程為例	楊國鑫/曾婷苓
逆打標準設計~以台北國家企業中心(TNEC)為例	鄧福宸
TORS A3 於扶壁及地中壁之分析模擬~以高雄臨港地區建案為例	石 強
考量角隅效應之壁體變位評估方法~以某捷運聯合開發大樓為例	賴建名
大面積卵礫石層深開挖模擬~以台中市區建案為例	陳楷仁
於不同地層如何使用 T3-STONE	王姿勻
如何以 T3-STONE 於黏土層進行總應力分析~大直案例	洪菁隆/郭治平
綜合討論 (講 員、林宏達、謝旭昇)	

### 綜合討論

主持人(林宏達教授)：

本來安排我跟謝博士一起主持，但是他臨時有緊急任務，所以先由我來主持。我們早上Q&A的時間比較有限，只有三十分鐘不到，所以可能等一下大家把握時間，針對早上的幾個講題發問。請大家提問題時，簡單講一下姓名及單位，如果您需要那一個講員來回答也可以指名回答，如果沒有的話也沒有關係，我們再來協助找適當的專家來回應，我們這邊有好多高手都在。比較困難的問題我們可以留到謝博士回來，我有注意到下午的Q&A的時間是4點開始，而且沒有結束時間，根據以往經驗，提問通常會欲罷不能。是不是我們先請早上的幾位講員先來就坐。我們就把握時間，請與會的先進來發問。

與會者(熊彬成教授)：

大家好，我是國立高雄科技大學土木工程系熊彬成。剛剛冀博士有提到我們要走向國際，

所以第一個部分程式要給我們SI units的選項，這可能是首先必需處理的。再來就是幾個問題就教，第一個就是剛剛簡報中有提到內擠安全係數的計算在TORS A裡面和一般理論計算會有差異，因為在TORS A分析中，是在假設土體為彈簧的條件下，疊代計算完成以後才去計算安全係數，和一般理論以固定值計算者不同。因此，就實際經驗來講的話，TORS A疊代分析完成以後才去算的安全係數和一般理論公式計算安全係數的差異大概會是多少？第二個就是剛剛簡報的部分都是在談擋土結構的彎矩和位移，那因為我剛好有TORS A1和TORS A3，沒有TORS A2。不曉得在支撐受力分析的這個部分，是否有對使用TORS A2和TORS A3分析的結果作比較。

另外，有個問題要向石博士就教。高雄的深開挖工地常常會使用肋板，不曉得TORS A3有沒有模組考慮，或是要怎麼考慮。

最後一個問題要請林老師協助指定回答者。所謂地盤反力係數(Kh)對於變位的影響很

\* 國家地震工程研究中心

大。我們回顧一下國際上常見的梁-彈簧模式分析軟體，以大英國協國家來說，大多是使用WALLAP跟FREW，然兩者都是輸入土壤勁度，且約在2010年後就很少人繼續使用了，大多被PLAXIS取代。此外，如果是法國銀行貸款計畫會使用法國公司發展的RIDO；再來是日銀貸款計畫，則多會採用日本公司發展的Kasetsu，這個軟體也需要輸入Kh。但是在使用手冊中它是直接給Kh值一個範圍，不像我們都是用N或Su的比值來評估。我們都說N或Su評估Kh都是依據日本的建議而來，但是真的去看日本開發的程式卻沒有這樣用，因此想請教在場的專家學者針對這一點的看法，謝謝。

**主講人(林婷媚經理)：**

有關內擠檢核，在最後一階開挖時，T3程式在計算上會取力平衡，和規範要求的極限狀況是不一樣的。

**與會者(熊彬成教授)：**

我們曾經有做一個案例來比較，沒有差非常多。如果可以的話，我希望TORSAS和T3-STONE可以二合一，這樣我們就不用買二套程式了。

**主講人(林婷媚經理)：**

第二個問題我這邊沒有比較。TORSAS和TORSAS2的主程式是一樣，這兩個版在計算主動土壓力是固定的。

**主持人(林宏達教授)：**

有關TORSAS版本問題我建議不要用第一版和第二版，直接使用第三版。我在外面參加結構外審，十年前都是RIDO，五年前開始一半一半。這三年幾乎都是TORSAS，但是我只要看到不是TORSAS3我都會建議改用最新版本。

**主講人(石強博士)：**

內扶壁和肋板連在一起時我們也沒有參考資料，希望熊老師可以寫一篇文章供我們參考。從結構的角度來看，還是可以轉換成等值的彈簧來處理，只是比較複雜。剛剛我在做內扶壁和樓板就是類似的做法。您剛剛說的第一個問題我有做過，TORSAS3所算出來的內擠安全係數和規範比會小一點。主要的原因就是TORSAS在分析主動土壓大概會完全發揮，被動土壓不一定會完全發揮，分母是一樣的，分

子變小了，所以安全係數會比較小。

**主持人(林宏達教授)：**

最後一個問題目前大家都引用謝博士和呂芳熾的文章。至於你提到的國際化問題，確實我們引用本土的東西或許國際人士對於它比較不熟悉。所以我們目前有在朝國際化努力，也有請到福宸老師和國鑫老師來幫忙。

**主講人(楊國鑫教授)：**

我最近這一年接了這個任務後，我也請我的學生來執行TORSAS。熊老師和福宸老師也是我們的成員之一，我們就是用雅加達開挖的案例。我們會以當地的情況推求Kh和Su的關係式，這是我們努力的方向。我們也請福宸老師做進一步的說明。

**主講人(鄧福宸教授)：**

其實我們是一個團隊共同針對雅加達案例來進行研究。的確我們在Kh的設定，沒有找到合適當地的公式來推估，所以我們也嘗試用當地案例來建立推估經驗式。目前雅加達案例的研究成果顯示，我們所建立的經驗公式會比臺灣的經驗式樂觀一些。

**主持人(林宏達教授)：**

謝謝，那未來若有更多資料我們可以再做進一步的討論。是否我們再開放其他與會者提問？

**與會者(傅志偉工程師)：**

各位先進大家好，我是允揚顧問傅志偉。在RIDO可以提供一個土台來做輸入。在TORSAS裡面可以在開挖面底部加入一個均佈載重來模擬 $K_0$ 。但是均佈載重模擬 $K_0$ 條件可能還是跟土台行為不同。在南部懸臂式開挖工作常常用土台，這個部分在TORSAS程式可以怎麼來考慮？

**主講人(石強博士)：**

您剛剛所述土台或是土堤的議題，我們下午會有一場在臺中開挖案例會提到類似的作法。我知道RIDO有提供輸入土台的功能，但是TORSAS3目前沒有提供。主要因為RIDO這個部分的功能沒有交待的很清楚，因此我們在發展TORSAS3時沒把這個功能納入。如果後續有更明確的研究，我們後續更新程式時可以再將之納入。

**與會者(黃建順技師)：**

我是大亞公司黃建順。我主要的問題在於地下水位及水壓的問題。第一個是我們對黏性土壤是採用總應力不排水剪力強度分析，在TORSAS的規範，歐老師的課本中也有提到，針對砂黏土或是黏土輸入時，地下水必需降到連續壁底部。剛剛很多講員在黏土層都有輸入水壓，這個是否有差異。第二個問題，地下水壓和地下水位的分佈有沒有需要在黏土層都不放水壓力。在考量水壓的情況下，當 $\phi$ 等於零， $K_a$ 與 $K_p$ 等於1的時候，總應力也是水壓力加上有效應力，不會改變，也是總應力分析。我不曉得如果黏土層有考慮地下水位(水壓)，採用總應力不排水強度分析，跟將地下水位放在連續壁底下再進行分析有何差異？

**主講人(鄧福宸教授)：**

這個可能是程式界面所造成的誤導。您看到黏土層的水壓量其實是不存在。您可以注意看看它其實都是虛線。在結果輸出的水壓力分佈圖時，可以很清楚看到黏土層就不會有水壓，這也切合歐老師所建議黏土層採用總應力分析不放水的方法，自然也不會有水壓力輸入差異比較的問題。

**主持人(歐章煜教授)：**

在我2012年第一版書中，在土壤力學觀念上，如果是總應力分析，事實上是不能考慮水壓力，也就不能考慮地下水位。為了不讓地下水位影響分析，所以建議將地下水位放在最下面或是乾脆不要設地下水位，這是當時寫的目的。對於RIDO程式，以砂、黏土互層的情況來講，這樣的設定就不適合了，因為一旦把地下水位放在最下面的話，會影響砂土層的水位。現在TORSAS3就比較合理了，如果碰到黏土地層，它自動不考慮黏土的水壓以及水位的影響，直接變成 $\phi$ 等於零。在新版的大地工程規範，明確講到黏土層不考慮水壓。目前TORSAS3已經可以處理這個問題，但是RIDO還不行。

**與會者(胡景洲工程師)：**

大家好，我是中鼎公司的胡景洲。我想延續剛剛的問題，如果現在黏土是用總應力分析，那麼對於不飽和黏土或是乾黏土也建議用總應力分析嗎？因為如果用總應力分析，那在

主動土壓力的部分會產生一段張力區，有沒有可能我的淺層黏土比較厚，會有一段張力區土層會沒有主動土壓，在經驗上有沒有什麼考慮。

**主講人(石強博士)：**

不飽和土壤我們沒有考慮水壓，我們還是用單位重下去算。第二個問題，在程式裡當土壤產生張力區的時候，土壓力當作零，不會有作用力拉擋土壁。在設計考量上，張力裂縫若積水時，會產生側壓力，可以輸入垂直向的超載來考慮。程式有提供一個工具來模擬，程式上有提供在表層可以輸入與連續壁垂直的三角形水壓力。

**與會者(曾瑜婷工程師)：**

大家好，我是中鼎公司的曾瑜婷。我們在桃園觀塘有作擋土排樁開挖，可是我們的擋土排樁是有overlap的，不曉得這樣的情況下，是否可以把它當作壁體考慮？在TORSAS裡雖有擋土排樁開挖，可是它是有間距的，可能不能直接採用。

**主講人(石強博士)：**

這個我來回答一下，您講的是切樁的情況。目前程式沒有考慮這個情況的自動計算功能。程式中雖然有輔助畫面，但是遇到較特殊情況時，實際計算的數字還是需要由使用者自行修正。

**主持人(林宏達教授)：**

謝謝石博士的回答。TORSAS的理論基礎很紮實，當遇到比較特殊複雜例如扶壁、地中壁、切樁等，其實您只要瞭解TORSAS的核心理論再加上土壤力學、工程常識與判斷，它還是有延伸應用的可能性，當然工程師一定要進來作出合理的工程判斷。我想這也是TORSAS非常不錯的原因。

**與會者(林裕翔工程師)：**

我是大陸公司林裕翔。我想請教王姿勻學妹，您模擬這麼多貫入深度的案子裡面，我比較好奇的是，當要貫入岩盤的時候，您是怎麼考量的？因為鑽探報告裡面，我們只有 $q_u$ 值，但是我看很多人在進行岩盤貫入深度的計算，只要貫入三到五米，所以他們常常會給 $c$ 等於5、 $\phi$ 等於40度，這樣的參數轉換來進行有效應力分析，不曉得裡面的考量是什麼？

**主講人(林姿勻工程師)：**

這個經驗值可能不太適合。以我個人的經驗，如果是岩盤有 $c$ 、 $\phi$ ，若想要保守一點可以只輸入摩擦角。以上淺見還請各位前輩協助補充。

**主講人(石強博士)：**

岩盤來講應該比較偏向硬黏土，用 $c$ 來做應該是比較合理。但是岩盤本來有一些裂隙，若裡面有水的時候，水壓力可能會有影響，若兩側不能平衡的話，我會在牆上加一個側向力來考量。我為什麼會這樣講，主要是在過去有一個案子，有一個風化很厲害的厚層砂岩邊坡，平常都站的好好的，但是有一次下大雨，那個岩盤邊坡就開始崩落。主要是因為雨水入滲到裂隙後，水壓力去推動岩塊使其崩落壓壞坡趾的房屋。另外要考量的是，雖然在開挖過程中是假設沒有水的條件，但是若天氣不穩定而下大雨，就會使得牆背所承受側壓力比較大。在分析以建議以地表超載來考慮比較好。

**主持人(謝旭昇董事長)：**

我沒有設計經驗，但是我的作法會是在程式中直接取岩盤一半的單壓強度當作它的 $S_u$ 。若是岩盤單壓強度為 $5\text{kg/cm}^2$ ，會取 $2.5\text{kg/cm}^2$ 當作它的 $S_u$ 。因此您一個簡單的問題，我們有三種不同的答案，所以工程師的判斷非常重要。

**與會者(黃建順技師)：**

我是大亞公司黃建順。剛才針對應力分析求得貫入深度安全係數的時候，有幾個案子例如松山、信義計畫區都是黏土層，水壓的考慮有均勻滲流，但是這些案子都是貫入到黏土層，不曉得用均勻滲流是否合適？一般底部假設若是砂層，它有抽水也有滲流發生，擋土壁底部的水壓才會一致，類似一個均勻滲流的方式。

另外在程式分析裡面，對於水的考慮，一般可以採用內、外側水壓分佈的情形，採用三角形先扣掉水壓，或是進到底部不透水層的線性水壓分佈，再進行彎矩平衡計算。不曉得這個程式對於彎矩的檢核是怎麼處理的呢？黏土層採用總應力的話，那水壓是否就沒有扣掉了，有效應力和水壓是含在一起的。這幾個情況都不大一樣，希望向各位就教。

**主講人(石強博士)：**

目前整個T3-STONE是根據規範來寫的，規範裡面對於貫入深度的檢核定義的非常清楚，主要是有效的土壓加上淨水壓。所以土壤側及開挖側都有水壓存在時，程式會計算出淨水壓，所以不管是均勻滲流還是二邊都是靜態，只要有水壓差，程式都會算出和有效土壓加在一起進行平衡運算。

至於均勻滲流主要是在單一地層比較可能發生，如果是砂、黏土互層，因為黏土滲透係數較低，可能無法發現黏土水壓的變動，理論上不大會產生均勻滲流的條件。但如果是單一地層，不管是砂、黏土的話，它會有均勻滲流的現象。我記得在七十幾年曾經在連續壁裝設一些土、水壓計的量測，再用SEEP分析看看兩者的差異，確實在分析時可以看到內、外兩側的水壓差。TORSAS程式裡假設的均勻滲流是這樣子，土壤側和開挖側的水壓差在整個路徑裡要平均消散掉。

**與會者(廖文藝工程師)：**

大家好我是廖文藝。剛剛有提到在厚層的軟弱黏土層，在隆起計算時不過。那我記得過去老師有說，就算去做地盤改良，在隆起分析時，也不應該把改良後的 $S_u$ 值納入分析。想請教一下，這樣的想法還是正確的嗎？

**主講人(賴建名經理)：**

我想一個連續壁的長度去計算有很多考量，包括貫入深度、管湧和隆起等。原則上，我們會參考過去的案例在這個地區所需的深度大概是多少。基本上在黏土地層中，不管深度再怎麼加長也不一定有用。以我們實務操作來講，我們也會考慮地盤改良的強度，若不考慮改良強度而一直加長貫入深度也不合理。以上是顧問公司在實務上的作法給大家參考。

**主講人(石強博士)：**

實務上在黏土層擋土壁的總長和開挖深度會有一個比值，大家可能久了就會有經驗。早期的話，因為是挖十幾米，所以約2.0就夠了。但是現在越挖越深，這個比值以目前規範來講，這個比值約要達2.7~2.8。我們曾經有個案子開挖深度也是要約十幾米，但是因為有限高，使得傳統機具沒辦法拉高，

擋土壁沒辦法做很深，只好做很淺。在這種情況我們也是採用柱狀地盤改良。我記得改良率還蠻高的，因為廖洪鈞老師有在地工技術發表相關文章，其中有提到若改良率低到某個程度，折減率就必需折減到很低。另外需注意的是，改良的深度需要到樁底，不可以只在開挖區，因為若是改良區在破壞弧內則完全沒用。因此若是改良深度可以達到壁體底部甚至深一點，它的行為就像是抗滑樁一樣，改良成效應該可以考量。我們在那個案子做了很多梅花樁的柱狀改良，依經驗來講，這麼短的貫入深度早就翻掉了，但是最後也都順利完工了，而且變位也很小。

**主持人(林宏達教授)：**

您的問題是滑動弧可能會延著改良體間的弱層滑動，感覺上改良效果可能有限。但是若從整體考量的話，應該還是有一點效果，但確實這是個蠻複雜的問題。剛好我記得有一個學生有做過真三軸試驗研究，我們得到的結果和石博士的經驗值接近，大約0.2~0.3左右。後來我們發現因為底部隆起是伸張破壞，而改良樁在伸張的情況下，抗張強度與單壓強度的比例大概就是1/4。

**主持人(歐章煜教授)：**

這個其實也是用林老師之前的經驗，的確是沒錯，以前廖老師在地工技術發表的文章。改良樁強度乘上0.25，就大概等於伸張強度與單壓強度的比值。最近我們有做一些研究，比較不同改良率，用分析結果顯示，破壞面不會穿過改良樁之間，就像林老師講的，它就把土壤當成一個複合材料，其實土壤和改良樁都是伸張破壞，理論分析上它叫作tension cutoff。所以整體強度上，我相信應該是有幫助的。

**主持人(謝旭昇董事長)：**

做個總結，針對您的問題，答案就是您要自己判斷。樁太短，破壞面會繞過的話就無效；若是改良樁很長，它是會有幫助的，謝謝。

**主講人(楊國鑫教授)：**

我的問題是有關卵礫石開挖的問題。首先我覺得私人的建設公司可以做到大型現地直剪試驗很不簡單。我的問題是有關卵礫石的Kh，有關剪力強度陳經理給我們一個很好的

建議，大概 $\phi$ 等於50度，Kh則是用100N來評估，可是卵礫石一般SPT-N值都是大於50，不曉得在評估Kh值時，N值是用多少？另外一個問題是，不曉得是否可以利用現地平鉸載重試驗推估地盤反力係數？

**主講人(陳楷仁經理)：**

我回答第一個問題，在Kh的評估上，我們採用N值等於50來推估Kh。第二個問題是有關用平鉸載重試驗推求Kh。這個是我們產學合作案的計畫內容，由黃老師來主持辦理，黃老師有利用現地試驗有把Kv推出來，在產學合作的報告中會有比較詳細的說明。我們是否可以請黃老師的研究團隊來作說明。

**與會者(盧志杰博士)：**

各先進大家好，有關臺中卵礫石層的現地試驗目前是由黃俊鴻老師的研究團隊來執行，現地的試驗規畫是由鄧源昌博士來規劃辦理。我們這個平鉸載重試驗最大的特色在於載重達500噸，但是由數據上看還沒有觀察到礫石層破壞的情況。未來若有相關的試驗規範可能需要更大的呆載重。後續我們會儘快整理相關的試驗數據來公開發表，和各位先進分享成果，謝謝。

**主持人(林宏達教授)：**

我再稍微補充一下剛剛國鑫老師提到的問題。陳正興老師在的話一定不會說這是個簡單的問題，而是土壤-結構互制的問題，他有出一本書在討論這些問題。在學理上，我們的平鉸載重試驗有尺寸效應，不是直接可以使用。很難得在礫石土可以有這麼大的現地試驗，確實應該可以從裡面得到很有用的參考數據，即使沒有破壞，也可以由變位與荷重關係求得勁度參數。我自己剛好前幾年有一些研究案需要土壤Kv參數，我們用了PLAXIS 3D程式，進行許多數值試驗，發現這個Kv值與尺寸有很大的關係。這只是土壤地層，卵礫石地層可能尺寸效應可能會更明顯。我也沒有正確答案，這確實是一個不容易很簡單就得到答案的問題。不過還好在TORSAS深開挖分析中，謝博士給了一些建議值，使用起來也蠻不錯的。所以國鑫老師的這個問題後面應該還有很多研究可以做。

**主持人(謝旭昇董事長)：**

如果您對這個問題有興趣的話，可以參考在 Canadian Geotechnical Journal 裡一篇莊長賢老師用臺中卵礫石做平鉸載重試驗的文章，文章內有 Kv 和摩擦角的介紹，其中摩擦角我記得約為 54.3 度。

**主持人(歐章煜教授)：**

有關臺中卵礫石層的 Kh，我覺得是可以利用一個簡單的方法就可以得到，若是壁面有量到變形，並假設摩擦角為 50 度。再利用 TORSAL 程式進行反算分析，就可以得到 Kh。這個準確度還蠻高的，可能比 SPT-N 值間接評估的方式要可靠一些。因為在開挖的過程是一個解壓的行為，Kh、E 值等勁度參數都是在彈性狀況，用反算分析來推估應該是合理的。

**與會者(詹士勝技師)：**

各位先進大家好，我叫詹士勝，是一個執業的大地工程技師。在這邊想請教王工程師簡報中提到的內湖軟弱黏土案例。我們目前的程式包括 TORSAL 和 RIDO 都沒有辦法考慮到開挖解壓後，架設支撐的過程中由於時間的延遲所造成的潛變。分析中是以修改土壤參數去擬合變形，這個變形包含潛變，不曉得需要考慮那些因素來修正參數？

**主講人(賴建名經理)：**

目前中興公司都是用有效應力來做所有的黏土和砂土地層開挖分析，和剛剛老師建議的方式有些不同。主要的考量是在做過去的案例分析 and 回饋中，因為每一個捷運工程施工的時間都非常長。我們過去曾經針對黏土層以總應力分析，砂土層以有效應力分析，所得到的結果偏不保守。所以後來有些案子我們還是嘗試用這個樣子去分析。

我們在高捷有做過一件事情，各家顧問公司都用 RIDO 程式，分析類似的案例。我們發現不管是世曦、中興、萬鼎，雖然考量的方式不一樣，但是因為各公司都有一些經驗案例的回饋，所以我們的差距在 5~10% 內。由於有捷運大量的案例，顧問公司都會有一套系統性的模式去處理您所述的問題。大地工程常常注重在經驗的回饋，因應法規的變動，我們也會依過去的經驗，調整適合的作法。確實目前潛變

因素在分析中是沒有考慮的，所以在民間工程與捷運工程的分析方式就不一樣，前者速度快、開挖快，後者則是開挖慢、速度慢。以上報告實務上對於這個問題的作法供大家參考。

**主持人(林宏達教授)：**

這個其實歐老師也做很多。早上鄧老師提到世界知名的經典逆打案例裡，我們有參與一小部分，進行有關潛變的研究，後來也建立了一個分析方法。我如果沒記錯的話，在歐老師發表的文章中，有很詳細的紀錄我們所認為潛變的量和它發展的過程，甚至孔隙水壓都整理出來，證明確實有潛變現象。

不過如同剛剛建名經理提到，真要看狀況，我們的案例黏土層很厚，而且因為採用逆打工法，放置時間很長，才可以用一些學理進行分析。如果我沒記錯的話，變位量大概會再增加 30%。後來我有一個博士班學生叫王建智，有做一些室內潛變試驗，建立了一個比較簡單的雙曲線模式，不過可惜我們沒有跟 TORSAL 和 RIDO 程式作結合，還是需要二維的分析軟體來評估類似的行為。我記得磐碩林董曾經跟我提到，對於有潛變效應的深開挖案例，潛變在經驗上的推估量約是 20~30% 的變位。所以他們很高興看到我的研究，可以提供他們一個佐證。至於 TORSAL3 和 T3-STONE 應該是沒有把潛變納入分析考量，因此必需由工程師自行判斷。

**主持人(謝旭昇董事長)：**

最簡單的處理方式就是把參數作折減，例如  $S_u$  等於  $0.2\sigma_v'$ ，比較有把握可以用到  $S_u$  等於  $0.25\sigma_v'$ 。擔心營造廠的施工品質或是土壤會潛變，就把土壤參數降下來，謝謝。

**與會者(黃建順技師)：**

我再請教一下。針對王姿勻工程師的一些分析，應該是用有效應力不排水強度的分析。新的規範則是要用總應力不排水強度分析。另外一個就像是郭博士用的總應力分析。這兩個分析結果包括安全係數、主動土壓、被動土壓等有什麼區別？

另外剛才有一個問題似乎沒有完全回答。對於厚層黏土，水壓是要考量均勻滲流，還是用靜態水壓的分佈方式？



**主講人(王姿勻工程師)：**

針對剛剛這個問題，如果擋土壁都是在黏土層的話，可以採用均勻滲流的方式。如果擋土壁有經歷到砂、黏土互層，就可以用分層給定水壓的方式處理。如果在砂、黏土互層，滲流的路徑只會在砂土，所以必需手動輸入。以上說明。

**主講人(石強博士)：**

未來T3-STONE是要依照規範來走，若是規範修正的話程式也會一併修正。如果還有半年時間的話，那我們會加緊腳步，趕快來改寫程式。

在七十幾年，對於單一地層我們有稍微研究，即便是黏土層也是屬於單一地層，我記得那個時候做出來它是會有均勻滲流的現象。通常開挖解壓的時候，它水壓力的改變，不是抽水產生，因為它滲透係數太低了。水壓力的變動應該來自開挖解壓。我們在擋土壁上有埋設土壓計、水壓計去測水壓力的變動。我記得所得出來的淨水壓分佈是三角形的，表示它有變動。因為規範要求現在貫入深度的檢核是用有效應力在做，因此在單一地層時建議用均勻滲流會比較合理。

**主持人(歐章煜教授)：**

很多國家的規範，在黏土層的開挖都必需要做兩個分析。一個是短期行為，也就是不排水；一個是長期行為，也就是排水，經過滲流。我們目前的規範是二、三十年前所制訂，大部分的人也不瞭解它的背景。但是它對於貫入深度的檢核，不曉得是什麼，應該所指的是長期的效果。如果是就長期的效果來講，學理上應該就是指滲流所造成的結果，對於單一黏土層或是砂、黏土互層都會產生滲流。滲流的問題

要考慮長期效果的話，砂、黏土互層還是需要考慮滲流，在分析起來就複雜了。不過實務上有很多軟體例如SEEP，都可以分析出來滲流以後的水壓力。我們新版的規範就是把這部分拿掉，要做短期或是長期的分析由工程師自行判斷。通常開挖都是短期工程，所以大部分來講都是做短期分析。所以我們新版的規範，有關貫入深度的檢核，我們是建議用總應力分析。至於剛才黃建順技師問到有效應力不排水分析與總應力不排水分析的土壓力差別，基本上在TORS3和T3-STONE程式，沒有有效應力不排水分析，只有總應力不排水分析，所以很難比較。在PLAXIS裡有以下分析方法，有效應力分析跟不排水分析。基於有效應力原理，應該還是要相信有效應力分析。

**主講人(賴建名經理)：**

在開挖裡面，我們自己就面臨短期開挖和長期開挖。我舉一個實際案例。當初我們在做美麗島站，美麗島站連續壁貫入到六十幾米，貫入到黏土層。通常貫入到黏土層之後，我內部抽水應該不會影響到外部。在初期沒有影響，但是在後期會有影響，也就是說裡面抽水時會發生滲流行為，只是滲流是微幅的滲流。所以原則上我們自己在看我們的工程也會分為短期開挖和長期開挖。假設長期開挖我們都是偏向有效應力、排水，短期開挖才會考慮總應力。

**主持人(謝旭昇博士)：**

謝謝各位的回覆，今天時間也到了，感謝各位今天的與會，更謝謝所有主持人和主講者，謝謝。



「TORS3暨T3-STONE程式使用研習」研討會，主講人與主持人合影(2020.8.14 台大應力所)