

地工技術

研討會專欄

地工技術第 26 次研討會~台灣邊坡管理制度

時 間：2012 年 7 月 10 日(星期二) 上午 9:00~15:30

地 點：台灣大學應用力學研究所 國際會議廳

主持人：林三賢(台灣海洋大學河海工程系 教授)

講 題

國道高速公路的邊坡管理制度

國道既有地錨檢測作業說明

台灣高速鐵路的邊坡安全維護管理

台灣高速鐵路的邊坡安全維護作業

公路邊坡設施維護與管理規範草案探討

邊坡破壞—意料之外！ 意料之外？

主 講 人

葉韓生(交通部臺灣區國道高速公路局 副總工程司)

同上

王可寒(台灣高速鐵路股份有限公司 協理)

邱榮江(台灣高速鐵路股份有限公司 高級工程師)

周功台(台灣世曦工程顧問(股)公司 總工程師)

董家鈞(中央大學應用地質研究所 副教授)

高秋振* 整理

綜合討論

主持人(林三賢教授)：

各位工程界的先輩、朋友，以及研究生，感謝大家參加地工技術的第 26 次研討會。這個綜合討論最主要是提供大家有互相交流的機會，借這個機會可以和演講者進行相互的交流以了解各單位之邊坡管理制度，現在就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。

楊政文主任(台灣高鐵公司)：

國內高速公路近來作了很多地錨檢測，我想請教地錨檢測結果的不合格率是多少？是否有分析地錨不合格率與地錨施工時間(年代)有無關係？

葉韓生副總工程司：

大家都很關心這問題，我們確實作了很多地錨檢測，現在陸續整理中。原則上這些資料整理後，會與台灣世曦、大地工程學會進一步研究，所有的資料整理後將針對設計階段、施工階段與維護階段，分別作歸納統計與分析，這工作量是很大的，以後應該可以看到這些結果。

洪造先生(洪仲營建技術公司)：

我有三個問題，第一問題是針對高速公路，

剛才講到邊坡的問題，我們看到國道三號 3.1k 的實際滑動面很大，所以假如我們去進行監測，只能在路權範圍內，因為路權外不是自己的土地不能進行監測，但邊坡上頭的破裂面是在山的另一頭，它距離路權範圍還很遠，所以怎麼進行有效的監測？第二問題是剛才提到在地錨的自由段進行補灌漿，我很好奇的是多數的地錨要施加預力，需要這自由段才能發揮預力的作用，如果在自由段灌漿，那不就變成了與微型樁差不多了！第三問題是請教高鐵公司，高鐵由北往南，C210與C220是日商公司聯合承攬(JV)施作的，C230與C240是韓國公司JV施作的，C250、C260與C270是德國公司JV施作的。據我所知，德國公司曾經針對邊坡土壤是飽和或是不飽和的問題，與業主有很大的爭執，不知道後來是否已解決？這解決的依據是什麼？

葉韓生副總工程司：

國道三號 3.1k 的主要滑動面的確是在路權範圍外，周總工程師待會可以補充說明當初設計階段如何考量路權範圍。針對這點，調查報告已經提到，所以我們也在公路法與養護手冊進行這方面的檢討與修正。爾後針對路權範圍外的調查與監測，還是要去協調當地的居民。第二

問題是地錨的自由段補灌漿，是針對已施拉預力地錨，主要目的是加強防銹，因當初地錨灌漿施工時水泥漿乾縮或漏漿流失，所以變成有一段鋼鍵沒有水泥漿保護而容易銹蝕，高速公路這次事件後就對地錨護坡進行全面的調查。事實上現在新作的地錨在施加預力後都須在自由段進行灌漿的，主要就是作防銹用。所以我們對既有的地錨進行補灌漿，而新作的地錨採用重力式分二次進行自由段的灌漿。

周功台總工程師：

我補充一下剛才葉副總工程司提到路權範圍外用地取得以供達到監測的效果。就邊坡的破壞行為或滑移的狀況，不見得要監測邊坡的最頂端，也就是在設計上或室內資料整理掌握上，根據下坡段的監測資料反應就可以掌握邊坡的滑動、擠壓變位或水位的升降；路權範圍外主要是地表的措施，就是一些地表的截排水設施，因為有些措施只能作在區域內，區外的水若因開發不當或維護不當，它的水往下坡段沖刷而影響了下坡段的穩定性，這部份在管理上是有這個盲點在，但在監測上應該是影響不大的，也就是在公路用地範圍內的一些擋土牆、岩錨、水位或結構構造物等，是可以透過量測，監測到邊坡的異常，不一定要監測到最頂端的。第二點有關地錨自由段的灌漿問題，假如自由段的鋼鍵沒有採用一些管材包覆，在施加預力後以水泥漿灌死，爾後若地下水位有升降變化、下滑力有變動，或地震造成變化，在邊坡上因變位而產生一些預力出現，如果鋼鍵的伸展被灌死了確實會有一些風險存在。但若在每一支的鋼鍵自由段都採用塑膠管(PE管)保護，然後在管外之孔隙以水泥漿灌死，鋼鍵還是可以伸縮的，因應外力的變化預力還是可以發揮增減的。

王可寒協理：

關於路權內設置監測系統，我們高鐵的經驗是設置在路權內，如果真的有需要在路權外設置，我們會與地主協商，或是透過與高鐵局所訂定的「興建營運合約」以用地徵收新增路權方式辦理，但通常困難度比較高。我們的經驗是無論作一般的巡檢或是委託外部顧問公司作專業的檢查，我們都必需要針對風險比較高的邊坡，到路權外去檢查，甚至於我們公司有 24 小時的保全巡邏，要求看到鄰近高鐵路權範圍有異常的狀況都必需通報。我們的工程師或委託

的顧問公司，偶爾看到鄰近高鐵路權外有不當開發，我們都會作特別處理。

邱榮江高級工程師：

有關 C260 飽和與不飽和設計參數的爭議，設計顧問和 ICE (獨立審查顧問)各有堅持，我的瞭解最後是以長期監測作為驗證。

洪造先生(洪仲營建技術公司)：

這個是很大的不幸，因為三個不同的國家，Design code 都不一樣，我們台灣也沒作過這東西，而且是那麼快作出來的。假如剛剛講的問題沒有解決，那這個風險是屬於政府的，還是台灣高鐵公司，或是顧問公司？可能將來會有很大的爭議發生。

邱榮江高級工程師：

有關 C260 飽和與不飽和設計參數，在不飽和的部份，國內的工程師根據長期累積的經驗作判斷，ICE 則是以保守態度去獨立審查。

蕭秋安副理(台灣世曦)：

我想請教台灣高鐵公司的王協理或邱先生，早上的簡報我們看到高鐵公司在邊坡的檢查，是有評分的方式。不曉得評分完成後，在後續的管理作業是如何的應用？據我所知，高公局針對邊坡是有分為 A、B、C、D 四個等級，A 級是比較危險的，那 D 級是最安全的，不同的等級他們具體的作為是不一樣的，以 A 級來講，必需每個月去作一次巡查，而 D 級則是三年才巡查一次。所以請教台灣高鐵公司針對評分後，管理作業是如何的應用。

邱榮江高級工程師：

我們請專業顧問公司進行邊坡檢查與評分，評分後分為 A、B、C、D 四個等級，前幾年有列為 A 級的邊坡，陸續改善後，最近兩年已經沒有 A 級的，而且 B 級的邊坡也越來越少。針對 B 級以上的邊坡，當年度專業顧問公司會作一次複查。我們把 A、B、C、D 分級結果，作為下一年度人工監測頻率調整的參考依據，C 級以上邊坡一年進行三次人工監測，D 級邊坡一年進行一次人工監測，此外，我們針對特殊狀況邊坡會加強監測。

蕭秋安副理(台灣世曦)：

另外，不曉得高鐵公司的邊坡評分，分數評分高的是比較危險的，而使用分數來分級，經過這幾年實行下來，是否有調整的需要？或者它的合理性是如何？

邱榮江高級工程師：

這我補充一下，在專業的邊坡檢查表內有一些特定項目，如果嚴重程度比較高，就可能列為 B 級坡，並不單純用分數分等級。統計資料顯示，A、B、C、D 級的平均分數有相對差異，各級分數的範圍是有一些重疊。

周功台總工程師：

高鐵公司邊坡分級的方式與目前我們高速公路邊坡評估分級的方式是不一樣，我們的分數高的表示安全係數高，高鐵的分數高的認為是危險度高，兩種評估方式是相反的。我有思考我們這部份可以作調整，假如我們是檢查邊坡危險度的問題，分數是應該反應它的危險度。最近我看日本的評估，發現他們都是以危險度作為指標，點數越多是越不利的、越不安全的。目前我們的研究案，地錨評分是把好的訂得比較高，所以我在思考是否應該要作調整，不知道葉副總對這樣的調整有無指導的意見？

葉韓生副總工程師：

我在想，事情是否要以負面的去表達，因為如果邊坡進行了一些補強措施，那評分應該可以上升而不是下降；從另一角度看，強調的是危險度，那作了補強，分數就要降低的。平常我們都是鼓勵小朋友考試要及格，分數越高越好！所以這種表達方式各有所考量，這可以再花一些時間再溝通討論。說實在的，高公局比較幸運的，我們作分級訂定時，多達三十家顧問公司一起參與討論，在任何一個分級訂定時，大家都開始表示了自己的看法。分級辦法修改後提出，大家又再討論；我們也以一些案例來做檢視驗證，結果是相當精準的。所以目前這套分級系統原則是可行的，也獲得交通部認可，在 2011 年 2 月高公局就頒布採用。將來這實際案例資料會越來越多，也許我們可以再進一步檢討，看看可不可以再作修正，使它可以更精緻。

與會者(新北市工務局)：

剛才周功台總工程師有提到不同邊坡有不同的封路監測管理值，我們也有在作順向坡的管理，不知道這封路監測預警資料能否提供我們參考？另外，請教葉副總，高公局在訂定封路時有無標準的作業程序，因為目前我們也有快速道路的順向坡監測，我們也想要建立這套系統。

周功台總工程師：

不同的邊坡有不同的封路監測管理值，最主要是因為邊坡的滑動量、速率與其岩性、邊坡坡度與高度(規模)等等有密切關聯，例如含泥量高的泥岩、崩積岩塊層等會有不同的臨界滑動量與速率。第二是要借助監測系統去判斷邊坡的安全性，是否會影響道路的使用，這在鄉道、省道與國道的意義應該是不一樣的，簡單講風險與行為差異一定要能區隔出來，不能訂一個標準就要從高速公路用到產業道路的邊坡。如果是快速道路的邊坡，也許可以參考高速公路的標準。

葉韓生副總工程師：

這些資料我們都可以提供，只要是高速公路的作業文件，應該都可以在高公局網站上找到，如果沒有的話，請電話與我們聯繫。至於封路的標準作業程序(SOP)，我們在民國 99 年配合監測作業文件擬訂，就開始建立了 SOP，事實上高速公路的災害處理與緊急應變早就有了 SOP，SOP 的重點要考慮組織、職掌與動員能力。第二是替代路線要事先規劃好，這套 SOP 規定以後，所有相關的人員與配合單位都要演練，以確定協調完備。在監測部分，要確認這監測值的有效與代表性，尤其是自動控制的交通系統，所有的訊號都需再確認，確認後才會有反應**操作與動作**。

王傳奇先生(中鼎工程公司)：

請教各位專家學者，第一問題是從林肯大郡與國道 3.1k 來看，地錨工法在其強度與功能性方面，比較明顯會隨著時間衰弱，從這角度看，不知道我們現行的設計或施工規範(包括國工局的或者是高鐵的)是否需要再嚴格限制或加強規定，以便可以延長地錨的使用年限，並進一步確保邊坡的安全。第二問題是假如地錨在先天上或本質上有這樣子的特性，我在想與其花那麼多的時間在地錨施工完成後還要進行監測、檢測與巡查，是否在某些情況下限制不要使用地錨，而改用其他的擋土或護坡的方式，這樣子會比較經濟有效，也讓用路人心裡比較踏實一些，感覺比較安全一些。

洪造先生(洪仲營建技術公司)：

趁今天很多專家學者在這裡，我請教關於地錨材料的一個問題。我們今天看到林肯大郡，還有國道三號 3.1k 的問題，但我們忘了還有一

個吵了很久的貓空纜車塔座，也是一個山坡地的問題，上次被民意代表吵得一塌胡塗。因為國道三號 3.1k 發生以後，台北市政府就考慮到貓空纜車塔座不要再出事情，所以有一計畫是把貓空纜車三個塔柱進行補強。剛好國道三號 3.1k 的問題，大家說是地錨鋼鍵生鏽的問題，所以就有人提出為什麼我們不用不會生鏽的地錨。因為地錨的鋼鍵用到不銹鋼材料，還是會生鏽！而且會碎會斷。然後在裡面灌油脂，但這些仍然不能解決問題。所以就有人提出為什麼不用碳纖維？這種材料在日本、歐洲有用了三十年以上。最近我在香港看到一位法國的地工老博士，他說他們不用灌油脂的方式，而是採用不會生鏽的材料。據我所知，在一個委員會審查中就有人提出，委員會中有數位大顧問公司的專家都說這是好的東西，會中第一位專家發言的好像是廖教授，他說他等了三十年，也呼籲了三十年，今天總算有顧問公司提出要採用不會生鏽的材料。可是幾個月後，台北市政府還是走回頭路，因為全世界只有兩個國家有生產這種東西，一個是日本，另一個是意大利，價格大概是一般鋼鍵的 6~10 倍以上。但若以生命週期來看，很多問題的想法就會不一樣了。另外，很高興聽到剛才董教授講的 Observation method，台灣作隧道工程的（這也是與地工有關的），天天在講新奧工法，像是把新奧工法當作符一樣貼在隧道口就以為可以了，其實台灣很多施作的隧道根本不應該用新奧工法的！很高興這次聽到 Observation method，因為 Terzaghi 應該是比德國與奧地利提出的教授早好幾十年。有一次我與意大利的人談這「新奧工法」，他們說「新奧工法」未提出前，意大利早就採用了 Observation method 去挖掘山洞！所以希望以後大家不要再把「新奧工法」當作符貼在隧道口。

周功台總工程師：

我補充剛才王傳奇先生提的幾個問題，順向坡的滑移破壞關鍵是它的材料特性，不管是林肯大郡或是國道 3 號 3.1k 造成的災害，地層都是砂岩夾泥岩或頁岩，而使塊體整個下來。當初設計時在調查、試驗、強度參數上，沒有很清楚掌握到滑動的砂岩夾泥岩或頁岩，剛才董教授也有提到，假如蒙脫土的含量佔多數的時候，它的殘餘摩擦角會降到 5° ；如果是高嶺

土，則會比較高，大概是 15° 。作試驗對這部份不是掌握得很清楚，往往高估了順向坡弱面夾泥的強度。第二是以地錨去抑制順向坡塊體滑動的力量分布，基本設計上的行為考量，其實目前規範的分析方法是有問題的。簡單的講，把整個塊體下滑的力量分布到地錨去承擔，就是當外力改變或地層強度降低而增加的下滑力，分析上以所有的地錨去平均分擔，這與實際上的狀況是有差異的！現在的規範或設計手冊所訂定地錨的自由段長度只要伸入滑動面以下某個長度就夠了，但順向坡底端與頂端的自由段長度是不一樣的。當這塊體滑動的時候，那裡的力量是最大的？顯然的，同樣的滑移量下，自由段長度較小的，力量是最大的！所以順向坡塊體滑動可能造成的破壞機制，不是設計規範或設計手冊所訂的破壞模式，就是當初規範的盲點。其他的，例如環境因素或別的因素而造成比較差的影響，或是弱化的條件，在這就不一一探討了。我今天主要是解釋關於厚層砂岩順向坡塊體滑動，設計規範或設計手冊的相關規定是有問題的。另外，有關貓纜的問題，一開始我們就有掌握了，並無所謂順向坡的滑動機制，而是大雨沖蝕造成由下而上漸近式的坍塌行為，結果塔基的樁部份露出來，但這並不代表基礎整個受損！當然它有受到些微外在土壤的變形擠壓效應，後來也處理掉了。經過全面的體檢，確實如洪先生剛才所說的，因為地錨作為永久性構造物，而對鋼鍵材料的抗銹蝕、耐久性等先天上產生的一些問題，有考慮採用碳纖維材料，但這部份因現在國內的發包制度，公務人員對使用特殊材料會有疑慮。其實材料費多了 5~8 成，但對整體地錨工程而言，總費用增加的有限。但因為發包制度，最後還是放棄，決定採用傳統的方式。

吳鎮富先生：

各位先進，我本身也有作 SCE 的預力系統。我有一個問題請教葉副總，目前高速公路的地錨進行補強施工，我比較好奇的是針對既有地錨的殘餘預力要如何補強恢復到原來的鎖定預力？因為我們知道對既有傳統的地錨錨頭很難去作復拉的動作。另外，剛才講的 FRP(碳纖維)地錨，事實上不是只用地錨，在橋樑的橋頭上也有在施作。誠如剛才周總工講的，新的材料要在市場上推動，我個人就

推得很久，真的是很困難。以日本來講，是由某個協會認定了6~7種地錨材料，大家就可以很自由的去設計選用。我認為也許這是一個方向，不然就像廖教授講的，台灣真是春風不渡玉門關，三十年了始終還是用最早期的那種鋼鍵、浪管等，大家都習慣了地錨就是這樣子。日本早期也是如此，但現在他們已經進入第三階段，而我們台灣目前還是停留在第一階段，是有點可惜。從國道三號 3.1k 發生以後，大家也都注意到這問題，非常好。

周功台總工程師：

三、四十年前有些地錨是不施預力的，地錨有、沒有施預力各有不同的功能，主動與被動機制不同。施預力的地錨基本上有兩個好處，第一個好處是在開挖情況施作地錨，開挖對岩體會有解壓作用，因此施預力可讓這岩體的解壓適度的減少。第二個好處是施預力可減少對上邊坡的構造物影響，因為如果沒有施預力，自由段要有了一些變位後地錨才能產生抵抗力，但變位對上邊坡的構造物會有一些負面的影響。所以大部份的地錨都會施預力，施預力的量大概會達到設計拉力的 0.6~1.15 之間，因為有些狀況是地錨施作在回填區上，尤其是作在擋土牆上，擋土牆會有背填土，如果施預力太大的話，擋土牆可能會往後傾倒，所以要用比較低的預力；在岩盤則用比較高的預力，最主要是考慮預力地錨施工後會有預力損失。一般造成預力損失的原因可能會有 7~8 種，包括裝設時接觸面未完全密合，錨碇段灌漿材料的乾縮、潛變，自由段地層的壓縮變形，還有鋼鍵材料的鬆弛等等，一般上預力損失約在 15% 以內，比如施加 100 噸，經過 3~5 年再檢驗其殘餘預力，可能僅剩下 85 噸，基本上這是屬於正常的現象。我反而比較擔心的是施加 100 噸，3~5 年後其殘餘預力變成 110 噸，這表示外在的條件讓力量增加了，地錨提供的抵抗力可能有所不足，這是第一個問題；第二個問題是地錨的預力不能降得太低，比如殘餘預力降到只佔設計預力的 15~20%，這表示地錨內部可能有問題，可能是鋼鍵有部份斷掉、拉脫，或是格梁、承壓座後面被沖刷淘空，這就要去檢核是那一部分出問題。至於殘餘預力小，是否需回復其預力，假如是我剛才所講的，殘餘預力佔設計預力的 80~100%，是不需要去作復拉的；至於殘餘預力

過高的話，則要去補作地錨，因為地錨整體的安全度是不夠的；殘餘預力過低的話，則要去檢視那些地方的功能因為某些因素影響，因而需補作地錨或是修繕措施的一些問題。因此原來的地錨是沒有必要額外再去作復拉的。地錨檢測的意義主要是反應地錨行為與安全度的關係。

葉韓生副總工程師：

高速公路的地錨已辦理揚起試驗，其他的就如剛才周總工程師所說的，評估後部份邊坡殘餘預力較低時，視狀況增補地錨。

陳周財技師(榮工工程公司)：

我以前也曾經在國工局工作了一段時間，那時候我看到的顧問公司給業主的圖面，沿線的邊坡並無分析資料。因為並無將邊坡的保護型式指定在某一區域，我那時覺得很奇怪，為什麼重要的交流道都是植生、格梁與護框等很多種類的。當時往往是出了事情再找專家學者大家來想辦法去解決，最明顯的是新店一號隧道北側，本來是路塹的後來改為隧道。我印象比較深刻的是在整個邊坡防護上，比較有用的措施應該是兵樁(排樁)系統，後來施工時的補救似乎都靠兵樁。兵樁在設計上是大構造，這構造的材料與技術是很明確可靠的，不像地錨打個洞塞進鋼鍵，很多問題是看不到的！我只是重點想問的，不管是一高或二高，邊坡的保護措施是不是有設計圖？我感覺到當初設計時只重視的是定線、橋工與隧道工程，邊坡的工程圖上很少標示，邊坡的保護措施好像是在施工時再決定處方的，如果是這樣子，我覺得這是問題的源頭。

葉韓生副總工程師：

我們將會有答案的，因為邊坡管理系統正在建置中，我們第二期總顧問的工作計畫就是要把這些地質與設計資料找回來；至於技術上及設計的問題，在這次規範修訂工作中，會針對每個階段都進行檢討並提出結果建議。

周功台總工程師：

我再向大家報告一個設計的概念，我們對一個不穩定滑動的塊體作擋土的措施，基本上它的阻抗來源有三種。第一種阻抗是靠本身的重量，例如重力式擋土牆；第二種阻抗是構造物下部的被動土壓去阻擋，例如剛才講的兵樁(排樁)擋土；第三種阻抗是伸入邊坡深層去拉住塊體，地錨/岩錨就是藉由鋼鍵與傳力的構件，把

這下滑力傳到深層的塊體去拉住。這三種發揮地層穩定機制的構造，可以混合整合在一起使用，要看現場的條件及對地質的掌握程度，並無那一種構造是最好或最經濟的。我們大家現在對地錨存在某些疑慮，但從林肯大郡到現在快 20 年了，地錨仍然有在使用，因為不可能只靠重力式擋土牆或抗滑排樁就可以處理，因為如果高差很大，抗滑排樁直徑或斷面可能需要作得很大(可能 3~4 公尺)，才能傳遞被動土壓力。這情況就需要配合深層的岩塊去拉住數十公尺高的下滑力，所以這是某些條件下不得不採取的穩定機制。因而地錨不是完全不能用，而是要設法檢討，不管是材料、品質控管，或是設計理念，都可以去改進，把大家可能產生的疑慮一一消除。如果因噎廢食而把這工法廢除不用，可能對日後工程問題處理造成很大的障礙。

葉韓生副總工程師：

關於設計圖，事實上並不是沒有，像 3.1k 之後，比如地錨強度設計資料、竣工圖等在調查報告中都可見。在國工局與高公局保存的施工資料，地錨的長度與數量也都有。另外，設計分析與計算書為設計階段成果，大概不會隨著施工資料一起存放；關鍵是承包商拿到這些設計圖說與數量，會自己重新作細部施工規劃與放樣計算，監造則進一步審查確認。所以基本上，很細節的部份不會在設計圖上畫出來，但需要的資訊都會有，有些是在特定條款或一般施工規範中有訂定。

傅建華(環興科技公司)：

其實中興工程公司是國內第一個引進地錨用在邊坡設計上，包括剛才介紹的翡翠水庫的案例，但到目前我們都沒有聽過設計的邊坡有任何的狀況發生過。其實很重要的理由是當初設計的這批工程師都被派到現場監造，施工完成後還要回來。我們都知道，其實地錨的設計沒有那麼複雜，可是在施工的細節是要非常小心的。所以在這些細節內容裡，反而設計的人比較知道當初設計的要求，比如固定段必需要到達一定的長度與深度，還有對滑動面的掌握到底在那裡。但目前設計與監造往往分開執行的，設計的人幾乎不到工地去；監造的人從工地結束後就到另一工地去，而且可能不是作專業的工程，比如這次施作橋樑，但下一工地可能是作邊坡的，所以真正專

業的人沒有用在對的地方，這方面專業能力也沒有辦法直接去落實。我也回應剛才董教授所提的新奧工法，新奧工法是邊設計邊施工，這與剛才提的 Observation method 理念是同樣的，就是由施工中觀察到的現象再去修正設計。第二個問題是包括高公局與高鐵公司對邊坡的管理制度都有自己的看法，最近台北市大地工程處也有作很多順向坡的管理工作，分級方式也都不一樣，大地工程處的有分為 5 級，把保全對象也放了進來。其實大家都是大地工程界的，希望大家都是同一套標準，不然對從業人員而言，不同的制度會產生困擾，這可能是大家未來要努力的目標。

主持人(林三賢教授)：

關於邊坡的分級制度，我有空會到台北市大地工程處拜訪溝通，包括風險管理、評分機制與分級標準，最後與周總大家再協調一下，今天也很高興聽到高鐵公司對邊坡的分級制度，我們也會納入參考，作為未來規範的一個標準。最後，有關新奧工法與 Observation method，請董教授再加強說明以來作個結語。

董家鈞副教授：

我不敢作結語，不過可以稍微回應一下剛才的意見。以前我在唸書時，看到新奧工法先期的 paper，開宗明義就說新奧工法其實不是一個工法，它只是一個觀念，就是要讓岩體發揮最大的支持能力。但要如何知道它是否已發揮最大的支持能力？那就是必需在施工時持續的觀察它的反應。關於 Observation method 的推展，Terzaghi 也說過很久了，相信大家都對它的重要性是無庸置疑的，大家也都能理解。我自己覺得可能最大的阻礙是變更設計的背後文化，這件事是制度面的問題。如果設計工程師不能隨時隨地免於被冠上變更設計的污名，恐怕對推展 Terzaghi 的 Observation method，可能還有很大的困難。

主持人(林三賢教授)：

因時間關係，今天的研討會非常感謝大家的參與，如果對這研討會有任何建議或批評指教，我們都很歡迎，往後還有相類似的研討會，我們再一起研討，也希望大家能夠踴躍參加，今天研討會就到止結束，謝謝大家！