

地王技術

地錨邊坡之新契機



廖洪鈞



廖洪鈞先生，台灣雲林人。民國 68 年畢業於台灣大學土木工程學系，民國 70 年赴英美留學，先後在英國以培養大地工程師聞名之帝國學院獲得土木工程碩士學位；以及在美國以從事土壤灌漿工程研究聞名之西北大學獲得土木工程博士學位。民國 75 年學成回國，於國立台灣工業技術學院（今國立台灣科技大學之前身）營建工程系擔任副教授，講授灌漿工程、地盤改良工程、地錨工程等大地工程專業課程，並進行相關研究工作。在台灣科技大學服務期間，除教學研究外，廖先生自民國 89 年起，先後擔任營建系主任、總務長、研發長、主任秘書、和副校長等行政職務。此外，廖先生長期參與 中華民國大地工程學會的運作，並於民國 98 年榮任學會第 7 屆理事長，任內突破種種困難，成功地讓大地工程學會加入國際土壤力學和大地工程學會 (ISSMGE)，成為正式會員，為台灣大地工程之國際化，開拓了新契機。

廖先生從民國 75 年到台灣工業技術學院任教開始，即走實務學術研究路線，長期與政府機關和工程界保持密切的合作關係，從實際工程問題中尋找研究題材，研究主軸涵蓋坡地工程、地錨工程、和地盤改良工程等方面。其中，在地錨工程研究方面，廖先生有多年之研究和實務經驗，並曾擁有多項地錨專利。民國 80 年曾接受國道新建工程局委託，在中國土木水利工程學會下組成地錨研究小組，編定國內首部較為完整的「地錨設計與施工準則」。同時也在大地工程之重要國際期刊和國際研討會上發表多篇地錨研究論文，是國內從事地錨研究工作的先驅者。也因此，當國道 3 號 3.1 公里之地錨邊坡發生走山事件時，廖先生即代表中華民國大地工程學會接受交通部之委託，擔任走山事件災變原因調查小組之召集人，召集跨國(台、美、日、香港)和跨領域(大地、土木、地質、水保)之國內外專家學者組成調查委員會，展開走山事件原因調查和國道沿線順向坡安全調查作業，隨後並積極協助高速公路局和公路總局進行全台主要道路邊坡之體檢和升級工作，對提升台灣地錨邊坡之安全不遺餘力。

預力地錨於民國 60 年代引進台灣，首次用在達見水庫(後來改名為德基水庫)兩側壩基之穩固工程。之後，已有數以萬計的地錨，用在台灣各地大大小小的邊坡工程，擔任邊坡穩定的重要工作。記得初次看到德基水庫所使用之預力地錨設計圖時，對其徒手畫工的工整程度，即留下深刻的印象，從錨頭、自由段(含套管)、到錨碇段等各主要地錨構件都有說明，只是在細節上，如分隔自由段與錨碇段鋼絞線之封漿器、以及錨頭保護措施等，並未作清楚地交代。可見當時防蝕保護的觀念還是很薄弱，整支地錨除了水泥漿外，並無其他的防蝕保護措施。由於未特別注意防蝕保護，因此地錨的施工就顯得相當簡單，只要能在地上鑽個洞，把

組立好的鋼絞線放進去，灌入水泥漿，並能成功地施加要求之拉力，即可用混凝土把錨頭封起來，完成地錨施工。因技術門檻不高，所以本地的廠商很快地便能上手，因此地錨便在台灣快速地普及了。而這樣簡易的地錨構造和施工方式，到現在仍是被普遍地使用在台灣各地的地錨工程上，三十多年來，世界地錨工程技術的進步，對台灣基層建設的地錨工程毫無影響，真讓人有「春風不度玉門關」之憾。

但在另一方面，因台灣地質較為複雜，當初德基水庫使用的地錨型式，只能用在岩性較佳的地層，當使用在泥岩和頁岩地層中，常發現地錨孔之孔壁受到鑽孔用水之影響，會有軟化現象，而且鑽孔過程所產生之泥渣，常沾黏

地工技術

在孔壁上，除了會降低地錨與地層間之摩擦力外，也會在入鍵的過程中，污染鋼絞線，降低鋼絞線與水泥漿間之握裹力，致使地錨有錨碇力不足的情形。為因應地錨在泥岩和頁岩地層中錨碇力不足和預力損失問題，民國70年代，國內廠商先後開發了多種不同型式的擴座地錨和預力可調式錨頭，在台灣地錨發展史上，算是百家爭鳴，最有創意的年代。但由於各種擴座地錨和可調式錨頭均有專利，後來因廠商間之競爭，演變成專利糾紛最多的戰國年代，造成工程主辦機關對使用地錨專利的投鼠忌器，也阻礙了後來台灣地錨工程之後續發展。

民國70年代後期，因國內工程地錨之用量大增，交通部國道新建工程局以研究案的方式委託中國土木水利工程學會，著手研訂“地錨設計與施工準則”，召集國內的學者專家組成研究團隊，參考歐洲(FIP)、德國、日本、和香港等國的地錨資料，編寫了國內首部較為完整的地錨規範，但因當時國內地錨之經驗較少，因此當時地錨準則的內容多是直接引用他國之經驗，並未經國內工程、地質、和氣候環境的考驗，且與當時國內之地錨設計和施工水準與國外相較，尚有落差，因此該地錨準則後來便成為曲高和寡的眾多研究報告之一，未受特別重視。事實上，當時此一地錨準則即闕有專章說明地錨防蝕保護之重要性，並提供國外的作法供作參考，但因當時國內之工程環境尚未能體認到地錨防蝕保護的重要性，所以準則中所建議的防蝕保護，並未引起工程業主和工程顧問公司太多的注意。而以當時國內地錨工程的水準而言，注意力仍是放在地錨是否拉得住，鮮少注意到數年後，才會發生的銹蝕問題。另一方面，因當時地錨之專利糾紛不斷，工程顧問公司在設計圖上也盡量避免提供太多的細部設計，而改以功能性的說明，並配合地錨示意圖的方式來發包，得標廠商再於事後提供細部設計圖來進行施工，這樣的作業模式，常會造成業主、設計單位、和施工單位間認知上的差異，最後地錨的品質常會因得標廠商水準的高低而有差異，而防蝕保護的工作，則往往是最容易被忽視和犧牲的一環。也因此，近期經由

對台灣現有地錨普查的結果發現，目前的地錨普遍地存在不同程度的銹蝕問題，情況堪慮，公私業主單位應重視此一問題，並擬定計畫分批逐年進行改善，以維護地錨邊坡之安全。

民國99年4月25日下午2點33分在無風無雨的情況下，國道三號3.1K之地錨邊坡突然發生走山事件，震驚全國！數百萬人每天使用的高速公路，為何會突然發生走山事件？而且又把人車壓在裡面！這對絕大多數的國人而言，都是難以置信的消息。這個事件把長期以來國內地錨邊坡的設計、施工、和維護管理的問題，全部一次暴露出來，讓大家有機會再次檢視我們生活環境裏地錨邊坡的安全問題。自從民國60年代地錨初次引進台灣以來，已曾發生過為數不少的地錨邊坡破壞案例，其中較著名的有民國86年汐止林肯大郡順向坡滑動事件，造成嚴重的生命財產損失，在當時曾引起廣大的注意，但因該事件是民間坡地開發工程，而且又有人謀不臧的因素涉入，所以後來只是以行政措施，消極地限制山坡地的開發和地錨的使用，工程界並未從該事件中，積極地尋求坡地工程開發技術之提升和預力地錨品質的確保。相較之下，國道三號走山事件，因所牽涉的單位都是國內頂尖的工程單位，發生的地點又是國人引以為傲的國道工程，其受重視的程度遠遠超過當年的林肯大郡事件，因此在民氣匯集下，工程主管機關啟動積極的作為，以全生命週期的思維，有計畫地提升國內道路邊坡工程的安全性，是令人十分振奮的事情。

雖然過去曾因地錨擋土設施的風險性問題，以消極抵制的方式，限制地錨的使用。但事實上，台灣地錨使用的數量，卻仍隨著工程建設的開發而不斷的增加，原因就在於台灣的人稠山多，山坡地之開挖是無法避免的作法，既然禁止不了，就應面對地錨用於坡地工程所會產生的問題，善用每次坡地災變的契機，提升地錨邊坡工程之設計、施工和維護管理的水準，尤其是要尊重地錨在維護邊坡穩定所要扮演的吃重角色，勿讓其成為穩定邊坡的唯一元件，應再配合其他的措施，如適當的坡面護坡工程和排水工程等，以確保國人在享受台灣山林之美的同時，也能免於走山的威脅。