

複合式加勁結構在緊鄰斷層破碎帶之應用

Author：吳嘉文，張家銘

一、前言

基樁在大地工程應用上除可做為上部結構的承載基礎或抗浮系統外，在貫入深度超過邊坡潛在滑動面達一定深度後，又可做為坡趾下方基礎土壤補強結構。地錨結構常被用在都市深開挖的背拉支撐系統、抗浮系統，更常被用在邊坡及擋土牆中抵抗滑動輔助結構，其力學機制是經由錨碇段中漿體與周圍土層固結，提供結構所需錨碇力，經自由段鋼鍵施拉預力並鎖定後將土層中錨碇力傳遞至結構物上。加勁結構是由加勁格網與回填土壤間之摩擦抵抗提供結構體所需之穩定來源。本案例即是結合上述三種工法搭配排水系統，在緊鄰斷層破碎帶進行道路工程修復。

二、災變原因探討及地質情況描述

工址施工初期邊坡已產生大量位移，公路單位更在上邊坡打設水平排水管與坡面噴漿溝處理用以導出邊坡入滲水與截取坡面地表水，道路兩側並打設鋼軌樁維持道路單線通車，確保地滑區之暫時穩定。唯 2007 年 6 月 8 日工址因暴雨造成路基坍塌長度約 80m，高差約 30m 之滑動破壞，下邊坡地錨護坡也在滑動後造成多組地錨拉斷破壞，坡趾處並形成一明顯隆起現象，邊坡栽植檳榔樹也因坍塌呈現傾斜情況。

根據現地鑽探報告顯示，工址鄰近之地質構造，包括有水里坑斷層、車埕斷層、深坑斷層、雙冬斷層(大茅埔-雙冬斷層)、集集大山向斜、大岸山向斜及頂崁向斜等；其中雙冬斷層為中央地質調查所公告之活動斷層。車埕斷層和水里坑斷層分別位在工址的東西兩側且相當接近，約 100~200 公尺間，呈逆斷層型式向西逆衝；故工址地層受這兩斷層之影響，接近地表地層相當破碎或已呈斷層泥狀；地層位態相當混亂，一部份向東傾斜，另一部份因斷層剪裂擾動有倒轉向西傾斜之情形。覆蓋邊坡主要由坡地崩積層及回填層所構成，另水里坑斷層切過本區域之西側，研判坍塌區之岩體應受斷層之影響，至岩體較破碎並可能存在一受壓水層。

另根據中央氣象局雨量統計資料顯示，邊坡滑動前一天當地累積降雨量為 123mm，滑動當天仍有 88mm，現勘後也發現道路上邊坡已有多處張力裂縫產生，導致降雨之入滲水滲入坡地堆積層中，當邊坡地質材料排水不良導致土層內部孔隙水壓升高後，路基邊坡土層穩定性大幅尚失後產生大規模坍塌。同時根據現場鑽探結果顯示，由孔頂往下依序為崩積土、破碎頁岩夾斷層泥、較完整硬頁岩，地下水位約在崩積層與破碎頁岩層間。綜合以上資料顯示導致邊坡破壞主因為地質材料破碎下地層中含水量問題，故道路修復上設計單位也特別注意排水問題的解決。

三、工法選擇

由於破壞區系屬水庫水質水源保護區內，考量基礎部分將遭遇水庫蓄水時水位升降問題，且根據鑽探報告由既有路面往下 35m 處才有強度較高之硬頁岩，設計單位採全套管基樁及擋土牆上方做為複合式加勁工法基礎保護結構。RC 牆面打設三階地錨。擋土牆上方則採回包式加勁擋土牆，牆面坡度(V:H)為 1:0.3，牆高為 17m 分 4 階施做。為有效解決排水問題，加勁結構中並配有完整之內外部排水系統，回填材料則現地土壤做為回填料(破碎頁岩含沉泥)。



四、 結論

本案例為緊鄰斷層帶，造成地質材料較破碎，崩積層排水不良導致暴雨期間道路邊坡穩定性降低下產生大規模坍塌。設計上採剛性與柔性共構之複合式加勁結構，配置內外部排水系統同時控制現地回填料夯實品質，由傾斜管及水位觀測井經一年期間監測，期間並遭遇莫拉克風災，但修復邊坡變位速率並未隨水位面提高而增加，變位速率隨時間增加而趨於穩定，研判結構在排水系統確實設計與施工下，當遭遇破碎地質又需採高填方情況時，複合式加勁工法確實可被考慮。