

 國立宜蘭大學

工學院

土木工程學系

(三年級)

專題研究成果競賽

構想書

地錨荷重計取代揚起試驗之可行性分析

組員： 劉佳容

林柏均

林博奕

指導老師： 趙紹錚 老師

中華民國 109 年 04 月 25 日

地錨荷重計取代揚起試驗之可行性分析

劉佳容¹、林柏均¹、林博奕¹、趙紹錚²

1 國立宜蘭大學土木工程學系 學生

2 國立宜蘭大學土木工程學系 教授

*Email: kiaz779524@gmail.com

摘要

台灣地形複雜、邊坡眾多，為了防治邊坡災害，早期引進地錨擋土牆結構應用於邊坡工程。由於地錨在邊坡擋土與地基開挖上效果良好，因此被廣泛應用於道路交通建設及邊坡穩定，隨著時間推移效果逐漸下滑甚至失去作用，導致相關災害頻傳，嚴重影響交通機能與國民安全，為了降低事故發生的機率，定期對地錨做安全檢測顯得格外重要，然而地錨檢測需要大量人力資源，現今社會科技已逐漸取代人工。本研究將簡單敘述邊坡、地錨、地錨既存荷重檢測方法與評級，並以台灣北部數支地錨近年的檢查結果作為樣本，評估地錨荷重計取代揚起試驗之可行性。

關鍵字：地錨、既存荷重檢測

1. 前言

台灣位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊的交界處，造山運動頻繁且經過多條斷層帶，故有大量的邊坡及斷崖，加上台灣氣候型態降雨量高且多颱風，導致容易山崩、土石流等邊坡滑動的地質災害。

為了解決以上問題，台灣早在1960年便引進地錨技術，最早的大型工程使用案例，應是1969年的德基水庫，近幾年來，發生多起重大邊坡事件，導致大面積坍方、毀損，甚至傷及國民，例如國道3號3.1k崩塌事件，南下3.1k處路段山坡崩落，因走山掉落至高速公路主線，阻斷高速公路交通，造成重大災害。

許多邊坡災害與地錨有關，因此地錨之檢測受到外界關注，其中既存荷重評分佔單一地錨功能評估較大比例，而揚起試驗為現今較普遍的檢驗方法，揚起試驗為破壞性試驗，需要大量人力進行試驗，因此想透過與非破壞性試驗之荷重計比較分析，來探討荷重計取代傳統揚起試驗之可行性。

2. 國道邊坡安全與地錨之探討

國道邊坡安全與地錨之關係密不可分，若要防止邊坡滑動需透過地錨工法，以下將探討各項工程上常見之名詞的概念。

2.1 國道邊坡安全簡述

國道高速公路為台灣交通及經濟之主要動脈，且因台灣山坡地面積約佔全島面積的四分之三，為了提升路人行車安全，國道沿線邊坡之維護工作成為高速公路局極為重視的環節。就工程的生命週期而言，可分為規劃、設計、施工、維護等四個階段，目前國道高速公路已進入最重要的維護階段，因此高公局對沿線邊坡進行了更完整的管理及維護[1]。

2.2 地錨簡述

2.2.1 地錨的構造

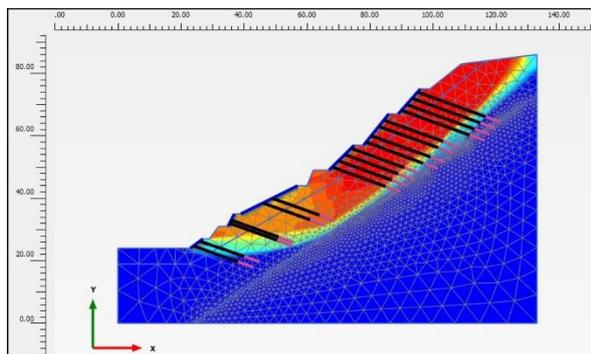
地錨(如圖一)的構造可分為三個部分，由內而外依序為錨碇段、自由段以及錨頭。錨碇段為承受鋼腱施加預力時的所有荷重，為提供錨碇力的部分。自由段為抗拉材負責受拉伸張及傳遞錨碇力至錨頭之部分。錨頭為負責鎖定鋼腱並將錨碇力傳遞至承壓板及基座。為防止接觸空氣而生鏽損壞，地錨內部應確實灌漿成實心，錨頭塗上防鏽液並裝上保護蓋增加安全性。



圖一：地錨示意圖

2.2.2 邊坡地錨之應用

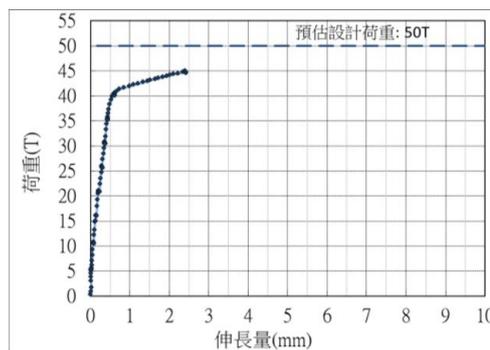
就國道邊坡滑動、崩坍之問題而言，由於地錨是一種後拉式的預力構件，其可提供極大抗拉力之地工構造物，其原理係利用打入地層中的鋼腱，將其一端固定在穩定的地層，另一端固定在地表的承壓結構體上，並在地表端的鋼腱施加預力後，加以鎖定形成一地錨構造(如圖二)。其地錨所承受的力量將傳遞於承壓結構體上，將使其兩端間的地體夾緊而成為一穩定的塊體，增加邊坡的安全性。



圖二：地錨護坡示意圖[2]



圖三：地錨荷重計示意圖



圖四：P- δ 圖

3. 地錨既存荷重檢測方法與評分

近年來國道高速公路局對地錨之既存荷重不只透過揚起試驗，也開始採用非破壞性監測來進行地錨功能之評估，既存荷重之監測可採用地錨荷重計和電磁感應環兩種方式，以下分別簡單介紹揚起試驗與地錨荷重計。

3.1 揚起試驗

揚起試驗(如圖三)目的是利用儀器分階段對錨頭施加拉力(P)，當拉力大於地錨之既存荷重時，錨頭會產生極小段的位移量(δ)，藉由繪製拉力荷重與位移量之關係曲線，所得 P- δ 圖(如圖四)來評估地錨之既存荷重(Tr)，為防止試驗過程損壞地錨，禁止施加超過設計荷重(Tw) 之 1.2 倍拉力[3]。

選點原則以混凝土保護座鑿開後之錨頭外觀異常者，如銹蝕、銹水痕跡、白華或預鑄格梁與地面有分離之地錨為優先檢測對象，但若由外觀即可判斷明顯損壞者，如鋼絞線已拉斷則不進行試驗，其他再以外觀正常者平均及隨機抽驗。

3.2 地錨荷重計

此儀器系統之組成包括：荷重計、數位指示器及訊號線，其原理為地錨承受荷重時，將產生應變，裝設於地錨之荷重計本體內亦隨著發生變化，透過量測換算成地錨荷重之大小。

3.3 既存荷重評分

透過既存荷重(Tr)與設計荷重(Tw)之比值將其分級由上至下為：X、A、B、C、D(如表一)，可瞭解該地錨之承壓或受拉狀況，並判定鋼腱是否將達到或超過降伏強度，以致進入應變硬化區甚至達到鋼腱破裂，進而判斷其功能是否將喪失。

表一：既存荷重分級

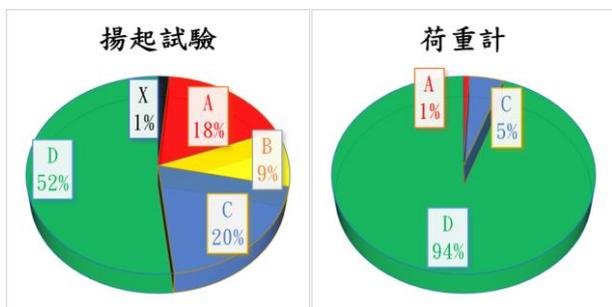
檢視內容	級
拉脫、鋼腱斷裂、 $Tr=0$	X
$Tr > 1.2Tw$ 或 $Tr \leq 0.2Tw$	A
$0.2Tw < Tr \leq 0.5Tw$	B
$0.5Tw < Tr \leq 0.8Tw$	C
$0.8Tw < Tr \leq 1.2Tw$	D

4. 地錨荷重計取代揚起試驗可行性評估

揚起試驗需要大量人力進行，若能藉由荷重計進行監測，便能縮減人力成本，故藉台灣北區之地錨數據，進行抽樣數據進行分析和探討，評估地錨荷重計取代揚起試驗之可行性為此章節之目的。

4.1 案例敘述

本次以台灣北區近期之地錨數據作為研究樣本，原始資料包含揚起試驗、地錨荷重計之既存荷重(Tr)，透過既存荷重與設計荷重之比值，得出各地錨之總評級(如圖五)。



圖五：既存荷重之揚起試驗、荷重計評級比例

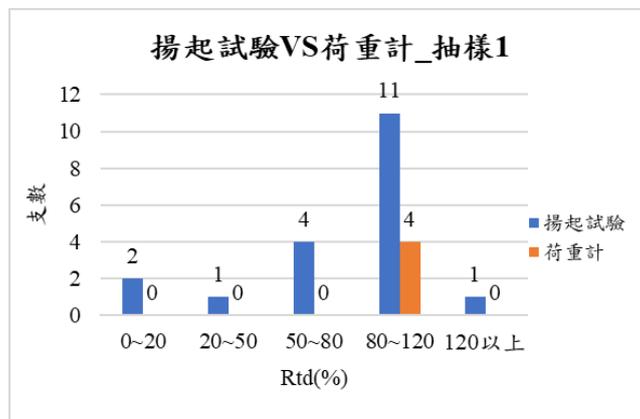
4.2 抽樣分析

由圖五可看出荷重計其既存荷重評級較揚起試驗高，其中揚起試驗，喪失功能的 X 有 8 支，其中有 5 支拉脫，而功能極差 A 的有 94 支，其中有 5 支鋼腱部分斷裂、4 支鋼腱鬆弛、1 支鋼腱內縮（如圖六）。

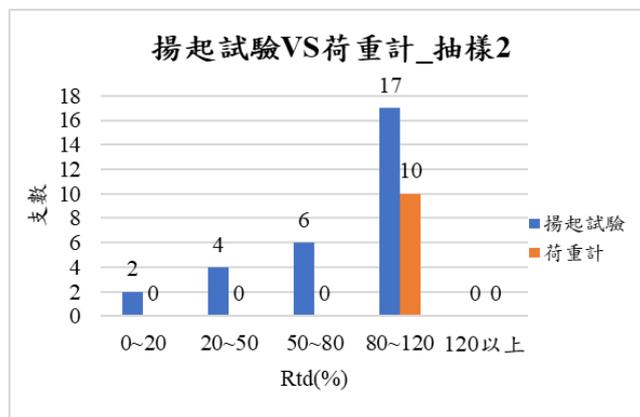
綜合評估	Rtd(%)	補充說明	綜合評估	Rtd(%)	補充說明
X	10.00%	拉脫	A	10.00%	鋼腱鬆弛
X	6.67%		A	5.00%	鋼腱鬆弛
X	13.33%	拉脫	A	30.00%	鋼腱內縮3條
X	6.67%	拉脫	A	50.00%	鋼腱部份斷裂
X	8.33%	拉脫	A	83.33%	鋼腱部份斷裂
X	0.00%		A	36.67%	鋼腱部份斷裂
X	0.00%		A	10.00%	鋼腱鬆弛
X	0.00%		A	40.00%	鋼腱部份斷裂
X	0.00%		A	76.00%	鋼腱部份斷裂
X	0.00%	拉脫	A	5.00%	鋼腱鬆弛

圖六：揚起試驗之 X、A 級補充說明

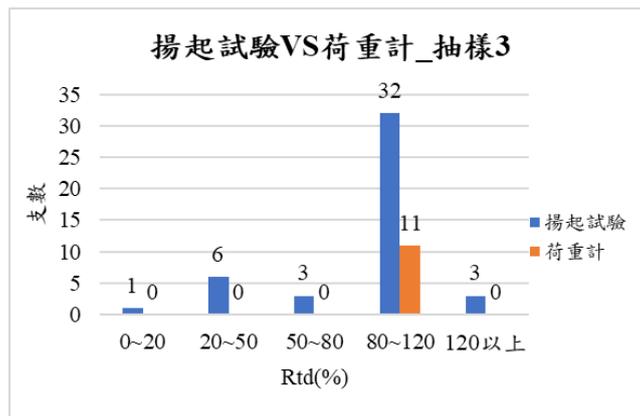
以下為隨機抽樣五個區段來進行 Rtd 分佈分析(如圖七~十一)，並將其進行平均且分析(如圖十二)。



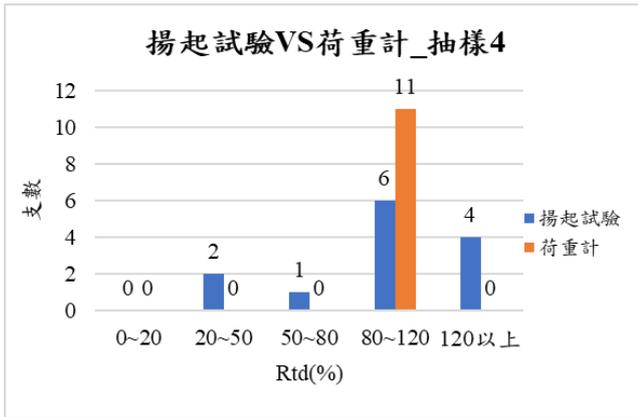
圖七：抽樣 1 之 Rtd 分佈



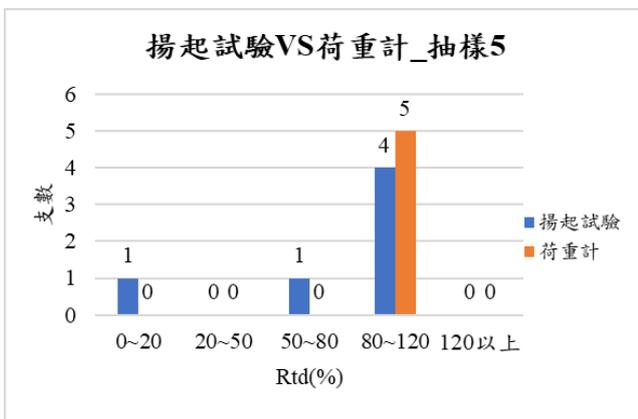
圖八：抽樣 2 之 Rtd 分佈



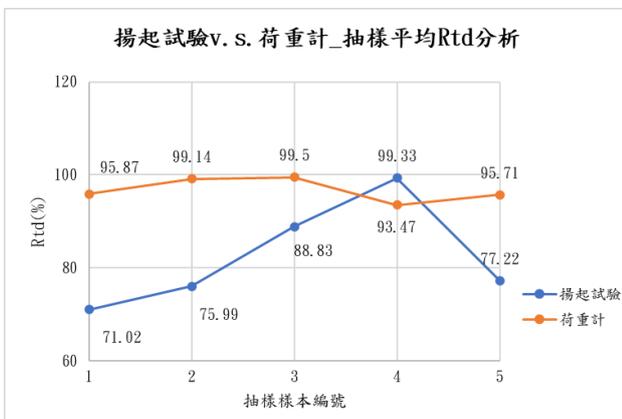
圖九：抽樣 3 之 Rtd 分佈



圖十：抽樣 4 之 Rtd 分佈



圖十一：抽樣 5 之 Rtd 分佈



圖十二：各區段平均 Rtd 分佈

透過抽樣分析發現荷重計 Rtd 值多座落於 80~120%之間，也就是綜合評級之 D 級，而透過平均 Rtd 值可發現荷重計遠大於揚起試驗，因此荷重計無法完全取代揚起試驗。

5. 結論

由於近年發生多起地錨邊坡災害，地錨檢測除了破壞性揚起試驗外，還有非破壞性試驗可檢測其既存荷重，但因揚起試驗需大量人力，故藉此分析非破壞性試驗之荷重計是否能取代揚起試驗。

總結上述之探討，可發現荷重計與揚起試驗結果相差甚遠，故荷重計無法完全取代揚起試驗，揚起試驗透過外觀檢視、組件檢視後，優先對有問題之地錨進行試驗，故綜合評級偏差，而荷重計又會因長期曝露於環境中，造成故障或接觸不良等問題，準確性有待探討。且裝設荷重計之地錨與揚起試驗之地錨並不同，若能將裝設荷重計之地錨利用揚起試驗進行複拉，再將其結果進行探討，結果會更加精確。

6. 參考文獻

1. 魏佳韻、黃亦敏、趙紹錚、黃政裕，國道邊坡系統化管理作為與地錨效能檢測，大地技師期刊第 17 期，2018。
2. 賴思翰，國道邊坡地錨效能評估及既存荷重數值模擬。
3. 方仲欣、劉啟川、許鈺漳、李漢洲、楊熾宗、何智能，地錨揚起試驗之應用探討，台北市立土木技師公會，技師期刊 67 期，第 26-41 頁，2014。
4. 簡茂洲，擋土設施及支撐之種類及其工作原理，2012。
5. 廖瑞堂、陳昭維、陳御崇，從地錨功能檢測經驗談坡地社區地錨管理維護機制，台北市立土木技師公會，技師期刊 67 期，第 62-72 頁，2014。
6. 隼星科技，工程監測儀器，地錨荷重計。
7. 楊賢德、鄭清江、黃立遠、陳仁達，臺北市人工邊坡地錨護坡設施檢測案例介紹，台北市立土木技師公會，技師期刊 67 期，第 13-25 頁，2014。
8. 林柏維、孫淑霞、黃立遠，山坡地防災預警與監測系統，臺北市政府工務局大地工程處，第 28-31 頁，2016。