

# 國立交通大學土木工程學系 專題研究成果報告

## 時域反射方法於地錨監測技術研發

指導教授：林志平  
                  鐘志忠 博士

專題生：王裕中

# 研究目的與流程

- 緣由：

地錨工法常因組件鏽蝕、自由端未滿漿……等問題，使得邊坡出現無預警崩塌之災害，由此突顯地錨防蝕之重要。



林肯大郡山坡地房屋倒塌

- 目的：

本專題探討利用時域反射法(Time Domain Reflectometer)，加裝同軸纜線於地錨上，檢測地錨是否受到鏽蝕、灌漿不確實……等因素使得拉力降低，藉此提供一個新的方法可以大範圍且經濟的監測該邊坡地錨拉力狀況。

- 流程：

相關文獻閱讀與探討

室內地錨模型實驗規劃

實驗器材設計及實驗施作

實驗數據分析與整理

# 文獻回顧

- 總計所有地錨，約有95%破壞於自由端以上範圍。（久保弘明，2010年）

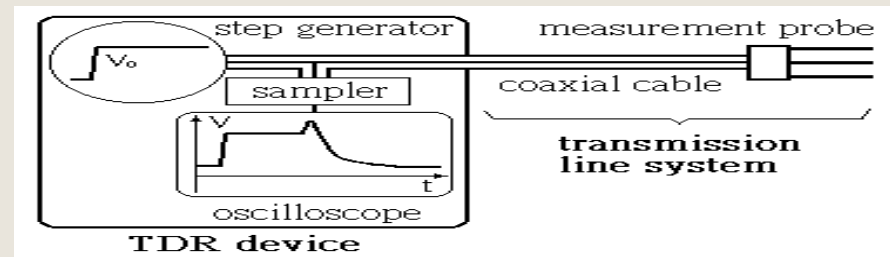
1. 自由段未滿漿破壞占82.7%
2. 自由段鏽蝕破壞占80.2%
3. 無水泥漿防蝕保護鋼腱，未來因鏽蝕程度加劇導致破壞者有85%。

（土工雜誌130期 - 國內永久性地錨性能影響因素分析與建議及案例彙整）

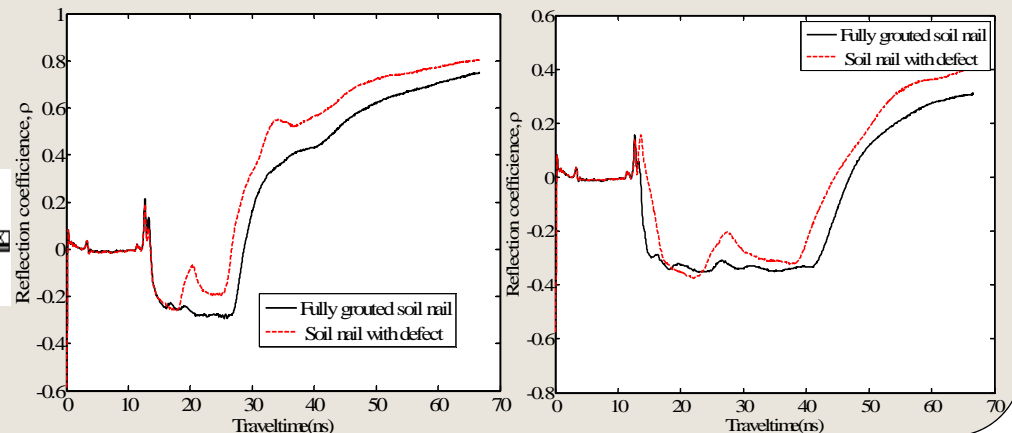
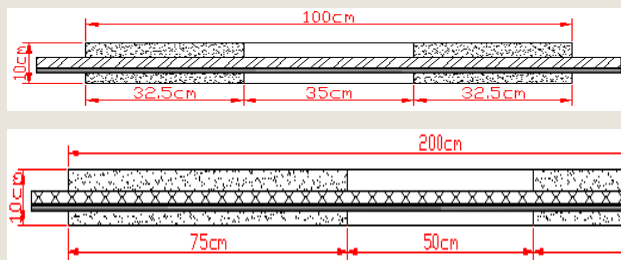
➡ 地錨錨頭及自由端防蝕應盡快改善。

- 時域反射儀（Time Domain Reflectometer）（Lin 2009）

利用傳送電磁波，接收傳輸線或導波器阻抗不連續造成之反射訊號，屬於提前預警輔助系統，為自動化監測，量測的頻率可為每小時量測或每天量測數次。



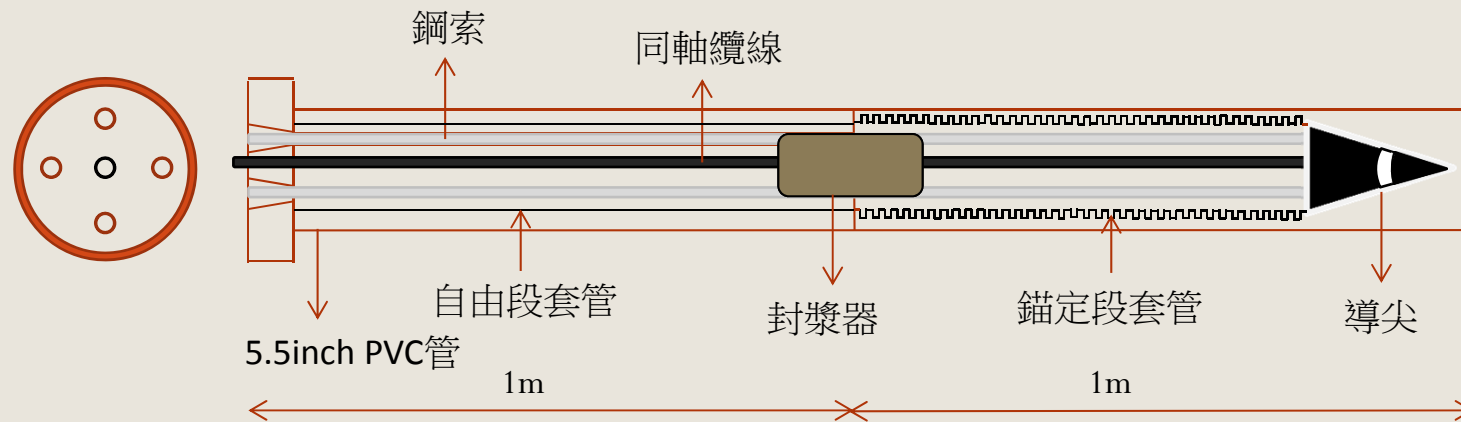
- 土釘模型試驗（林志昇 2009）



➡ 回填灌漿品質檢測效果顯著。

# 研究方法

## ● 地錨物理模型示意圖



規劃地錨長度為2m的物理模型，鋼腱(or鋼筋)採四根圍一束，在地錨結構物中間增加一條QR320同軸纜線(直徑約1cm左右)。

外導體：四根圍一束之鋼鍵  
內導體：QR320同軸纜線之鋁殼

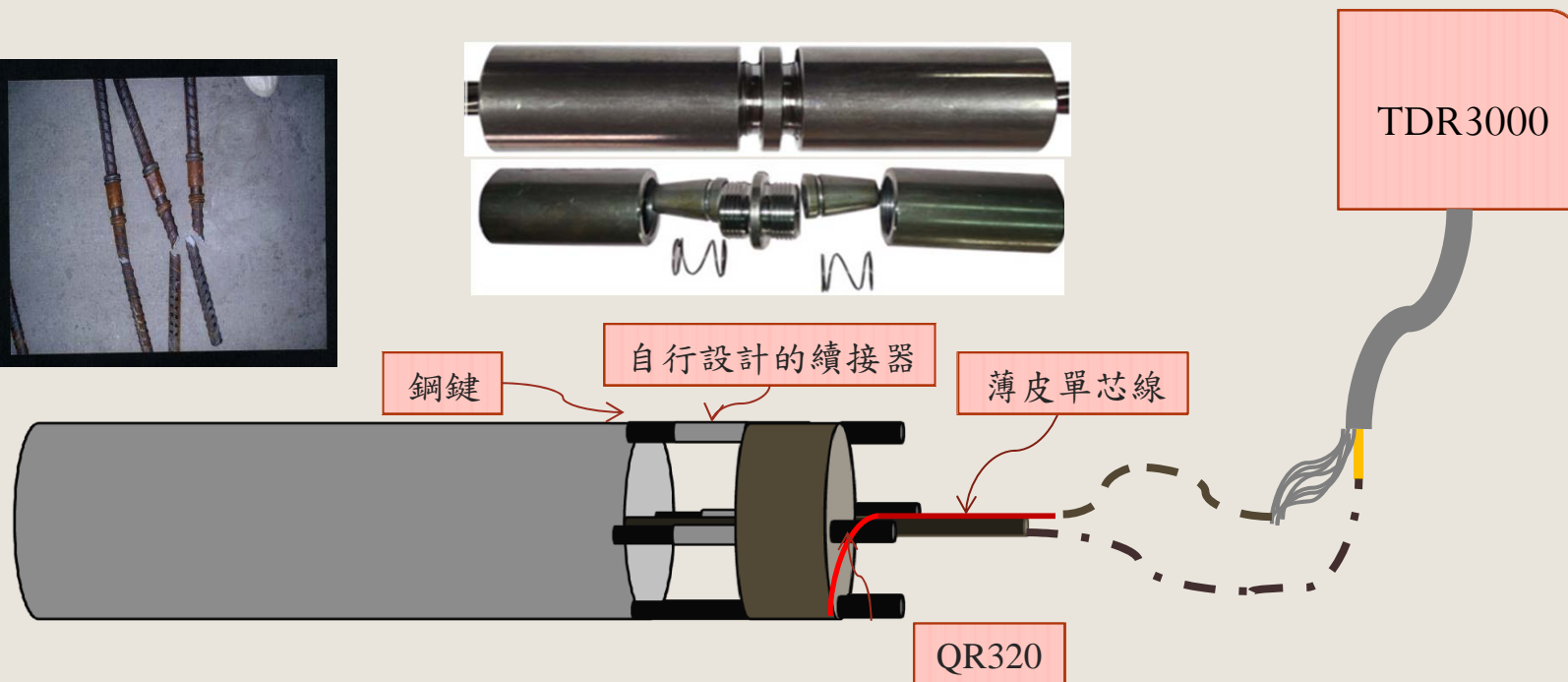
→ 形成電磁波傳遞之正負極。



# 研究方法

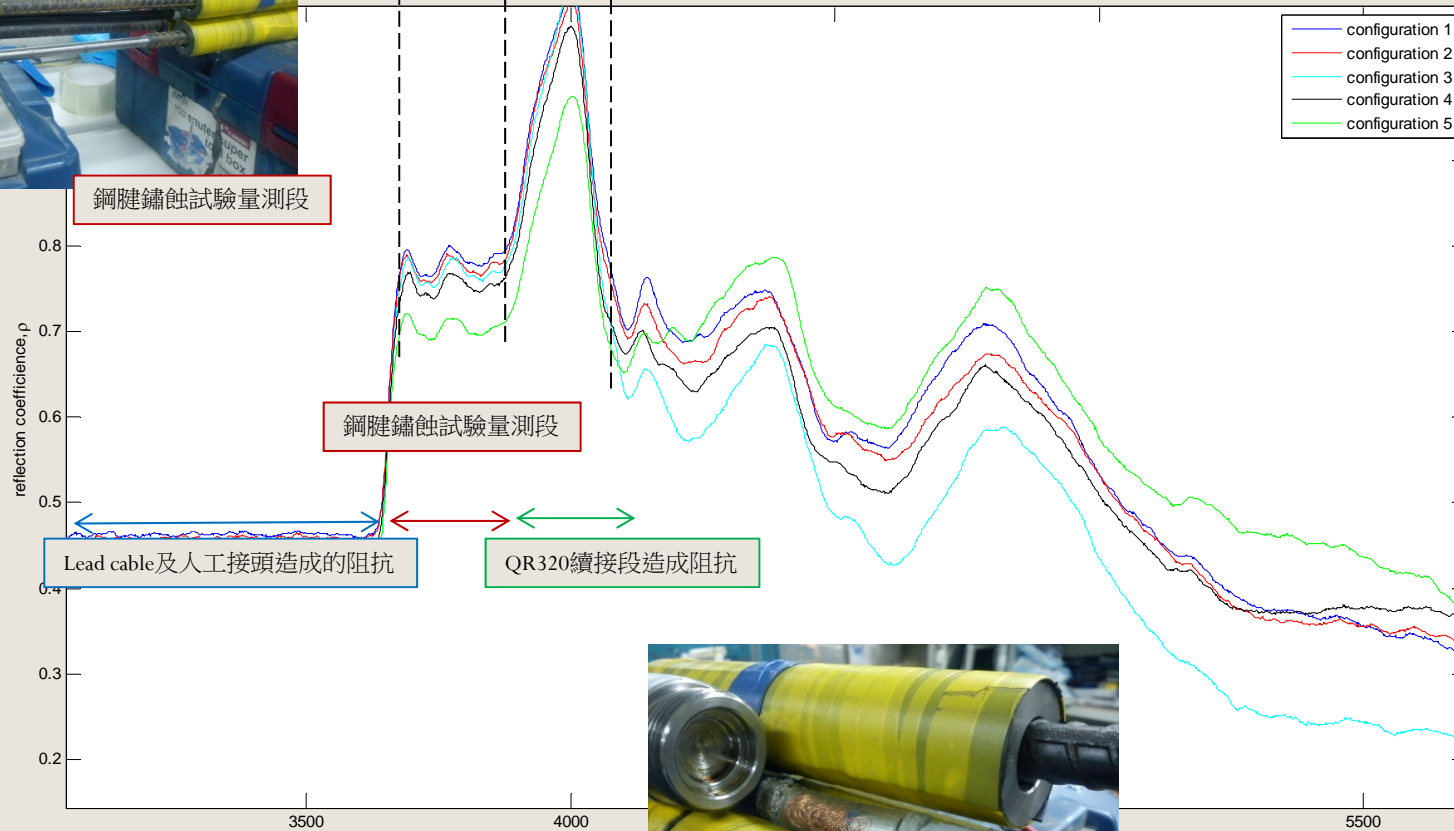
## ● 實驗流程

- Step1 先將地錨模型其中一支鋼筋以薄皮單芯線連接, 並沿QR320線路固定露出線頭。
- Step2 將lead cable的內外導體分別連接QR320及薄皮單心線。
- Step3 讀取波形, 判定波形穩定再進行儲存資料。
- Step4 換上鏽蝕斷面積50%之鋼筋, 並進行Step3。
- Step5 換上鏽蝕斷面積25%之鋼筋, 並進行Step3。
- Step6 進行五組實驗, 探討波形是否有規律性。



# 研究結果

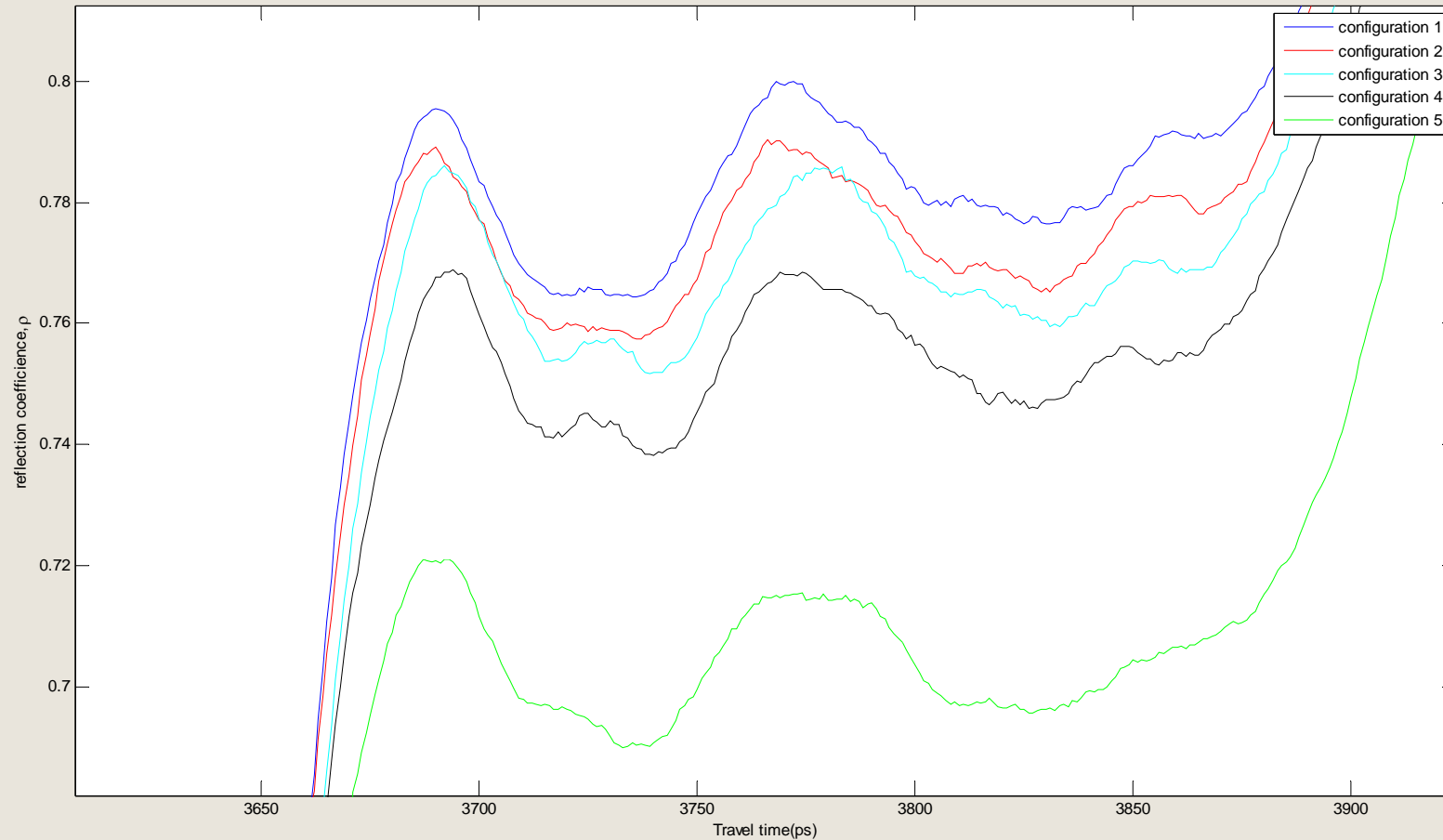
	鋼鍵1	鋼鍵2	鋼鍵3	鋼鍵4	Waveform Number
400%	100%	100%	100%	100%	configuration1
300%	100%	100%	100%	0%	configuration2
200%	50%	50%	50%	50%	configuration3
175%	50%	50%	50%	25%	configuration4
100%	25%	25%	25%	25%	configuration5



QR320續接段造成阻抗

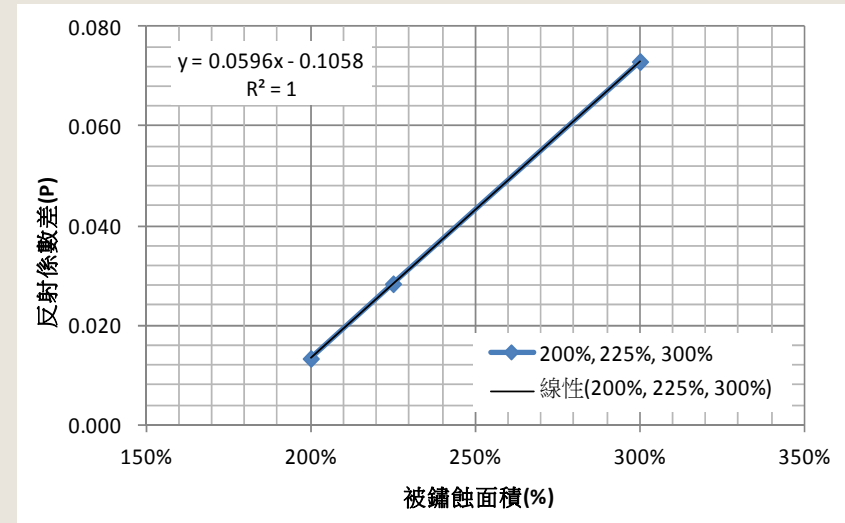
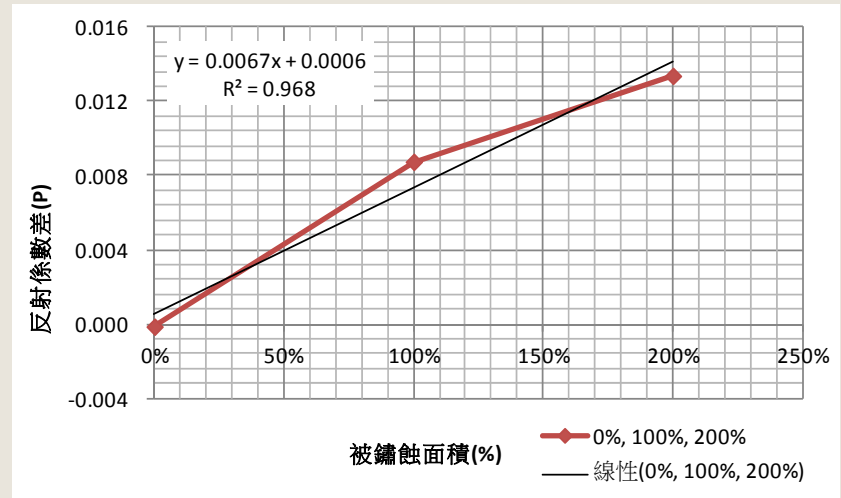
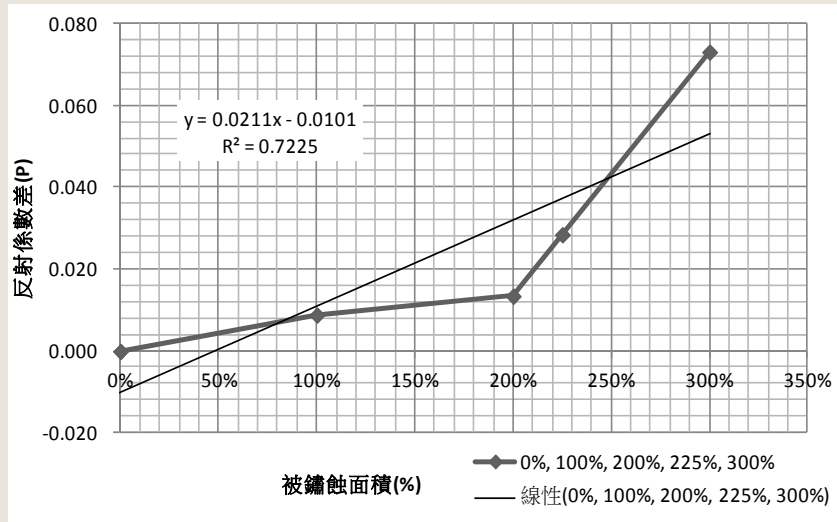
# 研究結果

	鋼鍵1	鋼鍵2	鋼鍵3	鋼鍵4	Waveform Number
400%	100%	100%	100%	100%	configuration1
300%	100%	100%	100%	0%	configuration2
200%	50%	50%	50%	50%	configuration3
175%	50%	50%	50%	25%	configuration4
100%	25%	25%	25%	25%	configuration5



- 將鏽蝕段波形放大判讀，發現鋼鍵的鏽蝕變化與電阻抗的關係，當鏽蝕越嚴重時電阻抗會下降。

# 研究結果



- 將波形反射係數差和被鏽蝕面積百分比作圖，發現200%為明顯分界(上圖)，分別呈現線型分佈(左圖)，表示4根鋼筋鏽蝕總面積高於200%時，反射阻抗會有明顯變化。



# 結論與建議

## ● 結論

本專題利用時域反射法原理，加裝同軸纜線QR320於地錨模型，以QR320鋁殼為內導體、四根鋼鍵圍束為外導體，實驗結果經波形判讀發現，鏽蝕程度與電阻抗有一相關性，當鏽蝕越嚴重時，其電阻抗越低，且在被鏽蝕面積高於200%時，反射阻抗斜率將產生劇烈變化。然而在QR320接頭續接部分仍需要做更細膩的處理，方能降低不必要之反射訊號。

## ● 建議

1. QR320及人工續接頭、QR320及QR320續接段在進行續接時應做到平行續接，減低阻抗產生。
2. 詢問顧問公司關於空氣段實際長度，並無故定長度，建議可保留20cm便於檢測內部鋼筋是否鏽蝕。因此，鏽蝕段設計建議以20cm為基準。
3. QR320續接段之後仍有兩段阻抗(高峰)產生，推估為灌實部分中之鋼鍵並未確實平行及灌實不確實所致，因此後續實驗建議重新製作地錨模型，平行置入鋼筋以及確實灌漿，降低不必要之阻抗產生。
4. 待定性試驗完成後，將以鏽蝕程度做出定量分析，並應用於實務地錨檢測技術。