

工程品質保證計劃及程序

錨固(岩錨、泥釘)工程

一、通則及適用範圍

錨固一般是指利用抗張材（預力鋼棒、鋼腱/鋼絞線等），以灌注的形式錨碇於所在之地層。其功用主要是作為控制擋土結構物、土(岩)邊坡、上部結構物或地下室開挖等之變形，將承受的拉力傳遞於土體或岩石之持力層。錨固系統大致可分為預應力錨固和無預應力錨固兩種類型，在使用功能上可分為臨時性和永久性，一般來說若使用超過兩年，可視為永久錨固。

錨固/地錨之品質保證應有三方面的基本要求：

- ✓ 錨固位置的要求；
- ✓ 錨固抗張材、組件（錨頭、鎖定器、置中器、連接器、阻塞器、承壓板 and 台座等）及灌漿材料質量之要求；
- ✓ 錨固系統支承荷載能力及整體穩定性之要求。

上述基本要求均需要滿足設計與相關標準、法規條款。

二、工程品質保證文件之要求

錨固工程於各施工階段，需提交下列文件作審閱或記錄存檔：

工程施工前

- ✓ 工地之地質鑽探報告；
- ✓ 工地監測計劃；
- ✓ 錨固、組件、護管、灌漿材料及密封劑等之詳細資料，包括材料產地來源證明書（如錨固抗張材料之產地來源、規格尺寸、重量、力學性能及化學分析等）、灌漿材料配比和相關的檢驗報告、添加劑/無收縮添加劑技術資料等；
- ✓ 施工/安裝方案，安裝計劃須包括錨固種類、錨固數量、錨固長度、灌漿資料、錨固承載能力、保護侵蝕之裝置和安裝之技術等；
- ✓ 施工機具資料及校正有效證書，包括鑽孔機具、油壓千斤頂、壓力計及灌漿機具等；
- ✓ 檢測計劃。

工程施工階段或竣工驗收時

- ✓ 錨固/地錨位置測量放綫圖 (含位置偏差之量測)；
- ✓ 材料試驗記錄和報告；
- ✓ 錨固安裝記錄；
- ✓ 錨固竣工圖 (包括錨頭位置之水平、高程及角度偏差)；
- ✓ 錨固試驗報告 (評估試驗和驗收試驗)。

三、檢查、測試及驗收工作

錨固工程的檢查工作可歸納於下表：

錨固工程檢查項目表							
檢查項目	位置偏差			施工控制	檢查頻率	標準要求	備註
	水平	高程	角度				
基準點控制	✓	✓		✓	全數檢查	a, b	
施工頻率控制 ¹				✓	全數檢查	d	
錨頭位置/軸向 ²	✓	✓	✓	✓	全數檢查	a, c, d	
鑽孔土層記錄				✓	全數檢查	a	
錨固段之岩石樣本或持力層樣本				✓	全數檢查	--	
地下水位深度				✓	全數檢查	--	
錨固段及自由段長度記錄 ³				✓	全數檢查	a	
錨固材料外觀質量				✓	全數檢查	c	
錨固系統/護管防蝕保護				✓	全數檢查	a, c	
評估試驗 ⁴				✓	1% 或 2% ①	a, c, d	
錨固安裝監測				✓	全數檢查	a	
灌漿壓力/體積/長度				✓	全數檢查	a	
灌漿材料配比				✓	全數檢查	a	
預力地錨施拉力記錄				✓	全數檢查	c	
設備檢查				✓	施工前	--	

註： 檢查項目

- 1 - 在錨固系統完成灌漿的 12 小時內，其 10m 半徑範圍內不得進行其他錨固鑽孔 [4]。
- 2 - 錨固系統一般容許之鑽孔方向與傾斜角度誤差為 $\pm 2^\circ$ [4]。
- 3 - 錨固的鑽孔長度應至少為錨固指定長度加上 50mm，使尾端鋼筋至少有 50mm 之水泥漿包裹 [4]。
- 4 - 評估試驗
此試驗項目乃對大型之錨固工程計劃，於每一種地基及施工條件所進行之試驗。按相關之荷載級數之數目、每級之持續時間及荷載循環之使用，用以證明所使用的設計參數（如錨固能力潛變界限荷載、表面拉腿自由長度等）。評估試驗的工作適合於錨固安裝前進行。

檢查頻率

- ① - 當錨固破壞，僅導致輕微之後果時，對每一種地基條件之臨時錨固的評估試驗數目最少應為 1%；但在錨固破壞後，能導致嚴重後果的情況下，永久錨固或臨時錨固的評估試驗數目最少應為 2%。

標準要求

- a - 擋土結構與土方工程規章及指引 [1]
- b - 地工技術規章 [2]
- c - 專案工程技術規格/承攬規則
- d - General Specification for Civil Engineering Works [4]

錨固工程的測試及驗收工作可歸納於下表：

錨固(岩錨、泥釘)工程測試及驗收項目表						
檢測項目 检测方法	錨固系 統材料	錨固/地錨 整體性能	建議檢 測頻率	標準 要求	合格 準則	備註
錨固抗張材料強度試驗 ¹	✓	✓	每批量及每種類	c	i	
錨固系統鍍鋅/塗層厚度及 均勻性測試 ²	✓		每批量及每種類	c	ii	
灌漿材料強度測試 ³	✓		每次灌注時	a, b, c	iii	
灌漿材料流動性試驗 ³	✓		每次灌注時	a, b, c, d	iv	
灌漿材料出水(泌水)試驗 ⁴	✓		每次灌注時	f, c	v	
錨固/地錨系統驗收試驗(有 預應力) ⁵		✓	100%	a, b, e	vi	
泥釘或岩錨系統(無預應力) ⁵		✓	10%	c	vi	

註： 检测方法

- 1 - 錨固抗張材料強度試驗包括單項材料試驗(如鋼筋、連接器及承重板單項試驗)及組合材料試驗(如鋼筋裝配上連接器及錨頭整體試驗)。關於抗張材料的強度測試可參閱相關的材料品質保證計劃及程序。
- 2 - 錨固系統鍍鋅/塗層厚度測試方法與標準，可參閱「工程品質保證計劃及程序控制手冊」之「塗料/油漆工程」和「金屬建材及施工/安裝工藝」內容。
- 3 - 灌漿材料強度/流動性測試 (Grout-Crushing Strength / Flow Cone Efflux Time)
水泥漿對錨固/地錨而言，除可形成錨錠體外，也可保護抗張材免受腐蝕。對於漿體所要求之品質，首先是良好的流動性，從拌合後至灌入，漿體應保持良好的流動性，且凝結後體積變化要小，完全凝固後，需具有充份的強度，同時具有優良的水密性。

水泥漿體應製作 100mm 之立方試件進行抗壓強度測試（每組試體應由九個試件所組成，以進行三天、七天及二十八天之強度測試），待試件之抗壓強度達允許施拉強度以上方可施加預力，以免因水泥強度不足，在地錨施拉過程中造成錨碇段漿體開裂或壓碎。

4 - 灌漿材料出水(泌水)試驗(Bleeding Test)

灌漿材料出水試驗是以 100±10mm 直徑 x100±5mm 高的圓柱型試體，於 3 小時量測其出水量(與原總體積的百分比)，以確定有關數值不超過設計要求或 GS [4]所規定的條款。

5 錨固/地錨及泥釘系統驗收試驗

試驗的目的乃確認施工後之地錨是否符合設計之要求。試驗的方法建議參考 [3]及[4] 之規程進行，按規程各階段施拉時，必須量測荷重、變位量和時間等項目。

標準要求

- a - 擋土結構與土方工程規章及指引 [1]
- b - 專案工程技術規格/承攬規則
- c - General Specification for Civil Engineering Works [4]
- d - ASTM C939 [5]
- e - Model Specification for Prestressed Ground Anchors [3]
- f - ASTM C940 [7]

合格準則

- i - 錨杆符合鋼筋混凝土用熱軋鋼筋標準[10]或 BS4449[11]、螺母符合 BS4190[12]、連接器、承重板(Bearing plate)符合專案工程技術規格/承攬規則。
- ii - 試驗結果須符合 BS729 [8]或 ISO1461 [9]所定的最少厚度 85μm。
- iii - 灌漿材料試體抗壓強度須符合設計要求及不少於 30MPa。
- iv - 漿液排出錐筒的時間不可少於 15 秒。
- v - 試樣出水(泌水)量於 3 小時不可超過總體積的 0.5%。
- vi - 當試驗結果未能滿足有關之法規或要求時，需提交補救方案，並進行適當之補強工作。

四、引用法規/參考技術文件

- [1] 法令第 32/97/M 號, 擋土結構與土方工程規章, 澳門政府
- [2] 法令第 47/96/M 號, 地工技術規章, 澳門政府
- [3] Geospec 1, Model Specification for Prestressed Ground Anchors, Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering Department, Hong Kong
- [4] General Specification for Civil Engineering Works, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region
- [5] ASTM C939, Standard Test Method for Flow of Grout for Preplaced-Aggregate Concrete (Flow Cone Method)
- [6] 地錨設計與施工準則暨解說, 科技圖書
- [7] ASTM C940 Standard Test Method for Expansion and Bleeding of Freshly Mixed Grouts for Preplaced-Aggregate Concrete in the Laboratory
- [8] BS 729, Specification for hot dip galvanized coatings on iron and steel articles
- [9] ISO 1461, Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles. Specifications and test methods
- [10] 法令第 64/96/M 號, 鋼筋混凝土用熱軋鋼筋標準, 澳門政府
- [11] BS 4449, Specification for carbon steel bars for the reinforcement of concrete
- [12] BS 4190, ISO metric black hexagon bolts, screws and nuts. Specification