

Q與A專欄

歐晉德*

本問題與解答專欄將定期於本刊登出，所擬問題均選自目前大地工程界於施工中可能遭遇之些疑難小問題，此類問題雖小，但常造成施工人員之困擾。本欄歡迎名讀者提出問題，並歡迎學者專家就解答內容提供意見。有鑑於大地工程牽涉範圍及變化甚多，讀者亦請避免將本欄提供之解答視為唯一方案，以免造成施工或尋求解決方法之錯誤。

Q 29：地錨握裹力受長期地下水位變化影響如何？若地下水具腐蝕性時，對握裹力產生何種影響？地錨本身之疲勞變化如何？（泰興工程顧問公司工程師提出）

A. 土壤握裹力大小與地錨裝設地層之有效應力相關，而有效應力直接受地下水位高低之影響，地下水位以下地層通常假設呈飽和狀態，設計時，為保守計，常估計地錨有效使用期間內可能之最高地下水位，用以推算土壤之有效應力，因此若地下水位降低，通常導致有效覆土應力增加，對握裹力具有利影響，在實際之應用中，因地錨握裹力受地層擾動因素，灌漿壓力大小之影響遠甚於正常狀況之水位變化，為簡便計，地下水位之影響當予忽略。

至於地下水對地錨腐蝕性之影響，主要可分成兩方面，一為對灌漿體之腐蝕，可能造成局部地層與灌漿體間握裹力之降低，但此方面影響程度如何仍未被充分了解，另外為對鋼鍵之腐蝕，則直接影響地錨整體之錨錠能力，因地錨常處於承受張力狀態，而致灌漿體發生細微張力裂縫，地下水即可能經此裂隙而腐蝕鋼鍵，腐蝕一旦發生，一方面減少鋼鍵之有效斷面積，次方面腐蝕亦可能沿鋼鍵與灌漿體接觸面發生，而減低鋼鍵與灌漿體之間之握裹能力，因此當地下水具腐蝕性而具腐蝕地錨之可能性時，地錨本身即應有適當之防蝕處理，尤其是永久性地錨更應注意。

有關地錨防蝕處理之選擇標準甚多，茲舉香港工程發展局之規定供讀者參考：

- (1) 其有效期限必需與使用地錨保護之構造物使用年限相同。
- (2) 必需足以防止侵蝕且不減少地錨組件之抗拉能力。
- (3) 必需能與地錨材料變形配合，以減少腐蝕可能。
- (4) 除非其易於置換，否則均應為永久型態。
- (5) 不得妨礙自由端之伸縮，亦不得影響地錨之監測工作。
- (6) 不得在裝設灌漿及預力過程中損壞（特別是保護系統及組件銜接部份的損壞）。
- (7) 具足夠韌性，以免在生產、運送及裝設過程遭受損壞。
- (8) 需在工廠或適當狀況下經過測試，測試應特別檢核其裝設後之防蝕能力及有效性。
- (9) 需易於地錨插入鑽孔前檢視其保護成效。
- (10) 對經久後易變脆之材料，不得使用。
- (11) 必需保證不留空隙而導致腐蝕，此應特別注意接頭部位。
- (12) 應提供錨頭部份之保護，以保護金屬組件，但必需能保持受力時組件之活動性，且不妨礙監測之正確性。
- (13) 可予錨頭部位提供伸縮式套鞘，並加填充料，以防止水之滲入。
- (14) 若地錨裝設在可以目視之區域，其保護設施

應與四周環境諧和。

至於地錨之疲勞問題，在地錨工程中，如承受經常性反復作用力的機會不多時，常不被重視，亦不認為有太多影響，僅需注意及，地錨若承受反復荷重，可能導致其保護層局部破裂，此時若地下水滲入，腐蝕關鍵，則亦可導致某程度之應力集中以致鋼鍵破壞。（張吉佐）

Q30：地錨之施工程序，使用材料，檢驗強度方法以及管理等有否標準規範可資參考？（彰化市林崇達先生提出）

A. 規範之目的通常係提供工程師指針，以達成某一可接受之工程水準，同時亦提供給一般對此類施工法較不熟悉之工程人員指引，以避免忽略某些重要因素，所有的規範，都不可避免者，即對一些特殊狀況無法涵蓋，因此工程師亦應對規範訂立的背景或基本條件有所了解，以保持適度的彈性運用。

至於施工技術常是日新月異，在科學發展中，當經驗與知識不停的彙集，即可發展出新的施工程序與方法，新的知識常係伴隨新的嘗試而產生，特別是地錨的應用，常因地質狀況、施工機械、施工材料等而有不同的控制方法，建議讀者在應用時常保持開放而審慎的心態面對地錨之施工與設計問題。

需注意者，並無任何一規範為全世界所通用，亦無一規範係放諸四海而皆準者，謹提供最近幾年在世界各國會建議之地錨規範以供讀者參考。

- (1) "Soil and Rock Anchors: Bonded Anchors for Temporary Purposes in Loose Stone—Dimensioning, Structural Testing and Design", 德國國家標準 DIN4125, Vol. 1, 1972.
- (2) "Soil and Rock Anchors: Bonded Anchors for Permanent Anchorages in Loore Stone—Dimensioning, Structural Design and Testing," 德國國家標準 DIN4125, Vol. 2, 1974.
- (3) "Draft Standard for Prestressed Rock Anchors" 捷克國家標準 Czechoslovakia Standard, 1974.
- (4) "Prestressed Anchors for Soil and Rock" , 奧國標準 Austrian Onorm, B4455, 1976.

- (5) "Ground and Rock Anchors", 瑞士標準 Swiss Norm, 533/191, 1977.
- (6) "Recommendations Regarding the Design, Calculation, Installation and Inspection of Ground Anchors", 法國標準 French Bureau Securitas, 1977.
- (7) "Draft for Development—Recommendations for Ground Anchorages" 英國標準 British Standards Institution, DD81, 1982.
- (8) "Model Specification for Prestressed Ground Anchors" 香港，Geotechnical Control Office, New Works Division, Hong Kong, 1984.
- (9) "Recommendations for the Design and Construction of Prestressed Concrete Ground Anchors" 國際預力混凝土協會建議規範，Federation Internationale de la Precontrainte, 1982.
- (10) "アースアンカーの設計・施工基準", 日本標準 JSF 規格 D1-77, 1977。

由於地錨之發展日益新穎，新的地錨系統不斷產生，設計者及監督管理者應兼顧其安全性及發展性，因此不宜限制某類型特殊施工法，以免限制發展，但亦不應漫無標準，有關之管理辦法，筆者缺直接之資料，謹提供香港政府頒佈之地錨系統核可辦法供讀者參考。

香港政府於1984年頒佈，規定所有使用於政府工程之永久地錨系統均應事先經由工程發展局之核可，該規定並說明政府有權檢討此規定並予修訂，修訂後所有已經核可之地錨系統仍應在一個月內再依新辦法提出申請核可，以免因有所疏漏而影響公共安全。

申請核可之程序大致為：

- 一、初審(Preliminary Submission)
由該地錨系統之代理商或其子公司提出申請，申請資料應包含：
 - (1)該系統母公司之授權證明。
 - (2)該系統有效使用成功之案例證明。
 - (3)其他國家核可使用證明。
 - (4)該系統於香港地區之使用證明或將使用之證明*。
- * 此點經筆者與香港方面查證，如無工程使用證明，而以該系統在香港地區進行現場試驗

具完整紀錄者亦可接受。

二、複審(Final Submission)

初審結果核可並以書面通知後即可提出申請複審，複審應包含以下文件：

(1)圖說

應提該系統之組件、縱斷面、橫斷面等圖說細部並應予放大，圖比例大致為1：5，細部組件應按等比例或更大比例繪製，最大圖紙為A1尺寸。

(2)規範

應列表說明各組件項目名稱：

- a) 組件編號
- b) 組件名稱
- c) 材料
- d) 材料規格
- e) 製作程序
- f) 表面護層

(3)報告

說明該系統之特性及其適用情況。

(4)作業手冊

該系統之作業手冊，應詳細說明其製造者所建議有關儲藏，運送，裝置，加壓，試驗，監測，解壓以及保養之詳細步驟。

(5)營造單位

說明將使用該系統之營造商名稱，該營造廠並應提出書面保證將依該系統之規定進行作業。

複審結果如不合要求，均以書面通知並說明不合格之理由，以便廠商再度提出申請時修正之需。

三、檢核與試驗

於必要時政府有權提出對該系統各組件進行檢核之要求。甚至亦可要求該系統進行現場試驗(Full Scale Demonstration)，該項費用亦由申請之廠商負擔。

四、核准之標準

於接到申請書後，工程發展局通常根據下列要求審定：

(1) 該系統已為國際所接受並認可者。

(2) 該系統在香港已有正式之代理商負責供應零件，並對施工問題提供技術服務。

(3) 在香港必需至少有一家營造廠熟悉該系統之安裝，施力及試驗程序。該廠商應獲得該地

錨系統製造廠之認可。

(4) 該系統必需能滿足香港地錨規範之各項要求

。(“Model Specification for Prestressed Ground Anchors”, Geotechnical Control Office, Engineering Development Department, H.K.)

(5) 防蝕方法必需符合有關永久地錨防蝕之各項規定。(參見Q29)。

五、核准

政府於檢核後如認為可接受該系統，即以書面核准並說明核准之條件，於核准後工程局仍隨時檢核該系統之使用狀況，將來如發現該系統之使用狀況有不合條件或不適宜之處，可要求廠商提出說明，如仍不能符合需求時，可撤消核准證明。

所有地錨工程均應在專業技師的督導下進行，該專業技師必需定期向工程局提出書面報告，如專業技師認為該系統有所不妥時，工程局亦可考慮其請求撤消核可。

六、營造廠

香港對使用地錨之營造廠商亦有嚴格規定，所有將使用地錨系統之營造廠除需提出其名稱及通訊地址、電話號碼外，尚應說明以下各點：

(1) 總公司中與預力地錨工程直接關連之人員名單。

(2) 現場負責裝設地錨人員名單。

(3) 地錨作業工程師之學經歷與相關經驗。

(4) 工地主任之姓名及資歷。

(5) 領班之姓名及其地錨裝設經驗。

(6) 鑽機之型號，能力及購置使用年齡。

(7) 油壓千斤頂型號，能力及使用年齡。

(8) 擬採用之地錨之安裝方法。

(9) 過去三年內地錨工程經驗，包含業主名稱，工期工程地點，工程金額及使用之地錨系統。

(10) 該廠商會使用過經核准之地錨系統細節說明，並提出該系統之核可證明。

(11) 其他已使用之地錨系統經驗，並提出該系統於香港地區代理商之名稱。

自以上規定可見香港政府對使用地錨之謹慎態度，足供我國之工程界參考。