

# 第 02492 章 預力地錨

## 1. 通則

### 1.1 本章概要

說明用於基礎之抗傾及抗浮穩定或擋土構造物之臨時性與長久性預力地錨(不包括鋼棒)其材料、施工及檢驗等相關規定。

### 1.2 工作範圍

包括鑽孔、預灌工作、鋼腱組立與安裝、灌漿、施拉預力、錨頭處理與防蝕保護、各項試驗及品質檢驗等。

### 1.3 相關章節

1.3.1 第 01330 章--資料送審

1.3.2 第 01450 章--品質管理

1.3.3 第 02316 章--構造物開挖

1.3.4 第 03110 章--場鑄結構混凝土用模板

1.3.5 第 03210 章--鋼筋

1.3.6 第 03050 章--混凝土基本材料及施工一般要求

1.3.7 第 03150 章--混凝土附屬品

1.3.8 第 03310 章--結構用混凝土

1.3.9 第 03601 章--無收縮水泥砂漿

### 1.4 相關準則

#### 1.4.1 中華民國國家標準 (CNS)

(1) CNS 61 R2001 卜特蘭水泥

(2) CNS 1010 R3032 水硬性水泥壘料抗壓強度檢驗法(用 50 mm 或 2 in. 立方體試體)

- (3) CNS 1237 A3050 混凝土拌和用水試驗法
- (4) CNS 1240 A2029 混凝土粒料
- (5) CNS 3036 A2040 卜特蘭水泥混凝土用飛灰及天然或煨燒卜作嵐攪和物
- (6) CNS 3090 A2042 預拌混凝土
- (7) CNS 3332 G3073 預力混凝土用鋼線及鋼絞線
- (8) CNS 12833 A2245 流動化混凝土用化學摻料
- (9) CNS 13961 A2269 混凝土拌和用水
- (10) CNS 13333-1 K61012-1 塑膠－非發泡塑膠之密度測定法－第 1 部：浸漬法、液體比重瓶法及滴定法
- (11) CNS 15918-1 K61238-1 熱塑性塑膠管－抗拉性能測定第 1 部：一般試驗法
- (12) CNS 15918-3 K61238-3 熱塑性塑膠管－抗拉性能測定－第 3 部：聚烯烴管

#### 1.4.2 美國混凝土學會(ACI)

- (1) ACI 318 Building Code Requirements for Reinforced Concrete  
結構混凝土設計規範

#### 1.4.3 美國材料試驗協會(ASTM)

- (1) ASTM D36 Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus)  
瀝青軟化點的標準試驗方法（環球儀）
- (2) ASTM D94 Standard Test Methods for Saponification Number of Petroleum Products  
石油產品皂化數的標準試驗法
- (3) ASTM D566 Standard Test Method for Dropping Point of Lubricating Grease  
潤滑脂滴點的標準試驗方法

(4) ASTM D3350                      Standard Specification for Polyethylene  
Plastics Pipe and Fittings Materials  
聚乙烯塑料管材和管件材料之標準規範

1.5      定義

1.5.1    地錨係土錨及岩錨之統稱，為可將拉力傳遞至特定地層之裝置，此種裝置包含錨頭、自由段與錨碇段等三部分構造，並按其錨碇段所在地層類別可再細分為錨碇於土層中之土錨，以及錨碇於岩層中之岩錨，通常與基礎或擋土構造物之施工配合使用。

1.5.2    預力地錨就其使用目的和使用年限之不同，分為臨時性地錨(Temporary Ground Anchors)和長久性地錨(Permanent Ground Anchors)，兩種地錨依其使用年限，以及其一旦發生破壞所可能造成之災害、危害公共安全與造成財物損失程度的不同，對其設計安全係數和防蝕保護要求皆有不同。

1.5.3    預力地錨由下列主要部分構成：

(1) 錨碇段：係將地錨拉力傳遞至錨碇地層之部分，以提供施拉預力地錨之錨碇力，一般摩擦阻抗型地錨之錨碇段長度不得小於 3m。錨碇段之鋼腱組合，應使其軸心與鑽孔之軸心一致，除岩石、堅實黏土等低滲透性地層，可以無加壓式灌漿外，其他應視地層狀況和契約圖說規定以適當壓力灌注水泥漿。錨碇段之長度應按契約圖說規定施工，必要時仍應視證明試驗(Proving Test)結果及地質實際情況調整之。

(2) 自由段：為錨頭與錨碇段間之部分，為提供施拉預力時鋼腱所需之彈性變位量，並將錨碇力傳遞至錨頭和構造物。為求在施拉過程中鋼腱能自由伸張，自由段鋼腱通常分別使用自由段 PE 細管和防蝕油脂保護，以使鋼腱與漿體隔離，保持自由伸張之能力。

(3) 錨頭：係由錨頭護蓋、固定鋼腱之鎖定器（握線器或螺帽）、承壓板以及調整地錨設置角度用之基座等組成。承壓板須能依契約圖說

所示，均勻傳布鋼腱拉力至基座、橫檔或其與基礎或擋土設施結構體之接觸面，而其本身應力則應在容許應力範圍內。基座應足以安全地承受來自承壓板之全部荷重。除另有規定外，於自由段灌漿後，如屬臨時性地錨，錨頭應以防鏽油漆及護蓋加以保護；如屬長久性地錨，錨頭應採可拆式錨頭護蓋(可為鍍鋅或鋁合金材質等)保護，惟位於上邊坡有落石之虞及鄰近河道下邊坡有河道沖刷之虞時，可採隱藏性錨頭保護措施(保護蓋外部再打設混凝土保護，錨頭例行性維護時再將混凝土打除拆卸保護蓋即可)。當無複拉或預力檢測之必要時，可以混凝土或其他密封材將錨頭護蓋封填；但若須進行複拉或預力檢測時，則應採用可拆式錨頭護蓋。可拆式錨頭護蓋下方之錨頭構件，須以防蝕油脂/油膏保護，且施工時必須注意錨頭護蓋和承壓板間封合之水密性，其施工應依 3.2.7 規定辦理。

## 1.6 系統設計要求

### 1.6.1 地錨設計安全係數

除契約圖說另有規定外，地錨設計安全係數應符合表 02492-1 所列，對抗張材、地層/漿體介面、和漿體/抗張材介面之規定；另工程司亦可依據地錨證明試驗(Proving Test)結果，調整表列之安全係數。

表 02492-1 單一地錨設計之最小安全係數

分 類	抗張材	地層/漿體介面	漿體/抗張材介面
臨時性地錨	1.6	2.0	2.0
長久性地錨	2.0	3.0	3.0

註 1：安全係數可視證明試驗結果及可能引致之風險損失酌予調整。  
 註 2：除使用鋼腱做為抗張材及以水泥漿為灌漿材料外，其餘使用特殊抗張材或灌漿設計之情況，其介面間的抗剪安全性，需在證明試驗時加以驗證。  
 註 3：以上安全係數僅供地錨設計使用，非供決定最大試驗拉力使用。

## 1.7 資料送審

廠商應於施工前依契約圖說相關規定提供施工計畫(含設計計算書)、品質計畫(含試驗計畫)、施工製造圖、工作圖、品質證明及其他有關資料，送請工程司審核。

#### 1.7.1 施工計畫

- (1) 廠商於施工期間，應指派至少一名對地錨施工(含預力操作)富有經驗之工程師常駐工地負責施工及管理，並於工地發生變異現象時作必要之因應措施，所指派之專職工程師應事先徵得工程司之同意。
- (2) 地錨施工所使用設備(包括鑽孔及灌漿機具之型式及性能等)、施工程序(包含預力施作之方法與順序、灌漿之程序、混凝土澆置等)。
- (3) 設計計算書  
內容應包括錨碇段長度、錨碇段所承受之最大拉力、預力鋼腱有效應力、初期及暫時應力、預力損失之性質及大小、鋼腱伸長量以及承板橫擋與托架之計算等。
- (4) 鋼材之應力/應變曲線，說明在錨頭安裝後之正常預期滑動量，與設計計算之假設值之對照。每一鋼材應附完整之應力圖。

#### 1.7.2 品質計畫

- (1) 材料之詳細說明包含預力鋼腱、錨頭護蓋、承壓板與鋼套管及握線器、HDPE 管、間隔器、灌漿管、導尖護蓋、熱縮管、止水膠圈等之材料規格。
- (2) 鋼腱防蝕處理方式及材料。
- (3) 灌漿液及混凝土配比設計。
- (4) 品質計畫中應含產品試驗計畫，包括證明試驗 (Proving Tests) 和適用性試驗 (Suitability Tests)，內容涵蓋：現場布置、儀器設備、荷重施加步驟、試驗結果分析、試驗施加荷重循環階段與最少觀測時間等，試驗方法如附錄 A 及附錄 B。

#### 1.7.3 施工製造圖

- (1) 預力工作所擬採用產品之相關圖說及計算書，應經由專業技師簽證。

- (2) 施工製造圖之內容若經更新或重新安排，則應經工程司核可後方可繼續施作。
- (3) 應至少包括下列資料：
- A. 與契約圖說不同之新增或重新安排之鋼筋、預力鋼材位置與錨頭之配置，均須計算後繪製細部圖，以能符合設計需求並避免互相衝突為準，且應與埋入混凝土內之預埋件相互配合。
  - B. 地錨全長詳圖及重點位置剖面圖、錨頭護蓋、承壓板、預埋管、止水封、固定管、間隔器、灌漿管及迴漿管(有設封漿器時)、各處封口(含錨頭護蓋與承壓板、自由段護管與止水封、自由段護管與錨碇段浪管、自由段 PE 細管與錨碇段鋼腱等之接頭)之詳圖，並於施工後，將施工詳圖納入竣工圖內，並依工程司指示填列相關資料。
  - C. 材料明細表、裝配圖與其他工作相關連之細節。

#### 1.7.4 工作圖

- (1) 模板工作圖
- (2) 千斤頂操作示意圖

#### 1.7.5 廠商資料

#### 1.7.6 證明文件

- (1) 預力鋼腱、承壓板及握線器(或螺帽)、護管材料及灌漿材料之試驗合格證明文件。
- (2) 液壓式千斤頂  
每一液壓式千斤頂應提交認證之刻劃校正曲線。
- (3) 防蝕膏及防蝕油脂之試驗合格證明文件與出廠證明或購買證明。

#### 1.7.7 樣品

包括預力鋼腱、錨頭護蓋、承壓板與鋼套管及握線器、HDPE 管、間隔器、灌漿管及迴漿管(有設封漿器時)、導尖護蓋、熱縮管、止水膠圈等之樣品。

#### 1.7.8 施工及管理紀錄

## 1.8 運送、儲存及處理

- 1.8.1 預力鋼腱出廠前應妥為包裝，以防受損、受潮或為油污或其他穢物所污染。鋼腱材料如因銹蝕而有斑點現象者，不得使用。
- 1.8.2 預力鋼腱各部組件運達工地及安裝地點後，應依製造廠商建議並經工程司核可之方法儲存及處理。
- 1.8.3 取用及放置鋼腱時，須特別小心，並應詳細檢查鋼腱是否受損或受潮，其兩端是否良好以及有無缺陷或刻痕等。
- 1.8.4 存放預力鋼腱或腱束之鄰近處，不得進行銲接工作，更不得將鋼腱各部件作為銲接基座或與電銲電極觸碰。

## 2. 產品

### 2.1 材料

#### 2.1.1 預力鋼腱

- (1) 預力鋼腱應為無銹蝕且具光澤之新品，其品質須符合契約圖說及 CNS 3332 之規定，且不得附有塵垢、油脂或其他有害物質，並不得銲接或含有接頭。
- (2) 廠商應提送預力鋼腱製造廠商之品質證明，其內容應包括機械性質、化學成分分析、應力—應變曲線圖等。

#### 2.1.2 承壓板及握線器

- (1) 承壓板須經工程司之認可，其抗壓能力應能充分地抵抗地錨在使用期間和施拉過程之最大拉力，品質應符合 ACI 318 規範之規定，且需熱浸鍍鋅處理，鍍鋅量 $\geq 550\text{g}/\text{m}^2$ 。
- (2) 握線器在使用前，應以靜載重試驗進行檢驗，其鎖定能力需足以使抗張材受力達到 95%極限強度而不致拉斷。若與楔型夾片和承壓板配合使用時，夾片與錨頭每一股間之楔合性應符合 ACI 318 規範之要求，鎖定後不可使抗張材產生過大之滑動量。

#### 2.1.3 護管材料

- (1) 護管（含自由段平滑護管、自由段 PE 細管、錨碇段浪管）為非再生高密度聚乙烯製品，其材質依 ASTM D3350 應符合下列要求：
  - A. 抗拉降伏強度  $\geq 200\text{kgf/cm}^2$ 。
  - B. 伸長率  $\geq 350\%$ 。
  - C. 密度  $\geq 0.941\text{ g/cm}^3$ 。
- (2) 除契約圖說另有規定外，臨時性或長久性地錨自由段及錨碇段之鋼腱均以浪形護管包裹，管厚應大於 1mm。若地錨長度大於 25m 時，且自由段採浪管入腱有困難者，經工程司同意後自由段可改採平滑護管包裹，平滑護管之管厚應大於 3mm。自由段平滑護管與錨碇段浪管接合處應妥善固定並以熱縮管包覆，以防止脫落或地下水入滲。
- (3) 長久性地錨之自由段，除保護鋼腱之護管外，各條鋼腱還須套上自由段 PE 細管（厚度至少應在 1 mm 以上），並以防蝕油脂填充或包覆，以達到與腐蝕環境隔離的效果。
- (4) 地錨自由段各條鋼腱與自由段 PE 細管間，以及錨頭防蝕保護使用之防蝕油脂/油膏，應具有防蝕、品質穩定、和遇水不產生變質的功能。
- (5) 通過構造物部分除該護管外，應按契約圖說所示預埋外護管，其內徑應略大於鑽孔孔徑或鑽孔時所用套管之外徑。

#### 2.1.4 防蝕膏、防蝕油脂

- (1) 防蝕膏係為植物短纖維混合多種防蝕材料製造而成之防蝕材料，為具可塑性之膏狀物，具有黏彈性，可耐高溫至 90°C 而不滲油，在震動、乾燥及高溫環境下，不會發生龜裂、品質變化、析油和收縮現象，為半永久性之防蝕材料。
- (2) 防蝕油脂之主成分為中性且具棕色之半固狀石油臘脂 (Petrolatum)，經由添加惰性劑、防蝕劑、和防水劑等製造而成，惟不含金屬皂 (Metallic soap) 成分。
- (3) 除契約圖說另有規定外，防蝕膏及防蝕油脂應符合下列規定：



名稱	檢驗項目	依據之方法	規範之要求
錨頭防蝕膏	軟化點	ASTM D36	$\geq 60^{\circ}\text{C}$
	皂化值	ASTM D94	$\leq 5\text{mg KOH/g}$
鋼絞線防蝕 油脂(耐水)	滴點	ASTM D566	$\geq 60^{\circ}\text{C}$
	皂化值	ASTM D94	$\leq 5\text{mg KOH/g}$

### 2.1.5 O型圈(O-ring)

錨頭保護蓋應有適當之止漏設計，例如：寬版之O-ring。

### 2.1.6 灌漿材料

- (1) 水泥應符合第 03050 章「水泥混凝土之一般要求」第 I 型或第 II 型卜特蘭水泥之規定。
- (2) 拌合用水應符合第 03050 章「水泥混凝土之一般要求」之規定。
- (3) 當需要添加化學摻料時，摻料應符合第 03050 章「水泥混凝土之一般要求」或第 03601 章「無收縮水泥砂漿」之規定，含有氯化鈣之摻料不得使用。用料規範、製造廠商之說明書及樣品應先送請工程司核可，如工程司認為有先予試驗之必要時，廠商應即照辦，並負擔其費用。
- (4) 地錨錨碇端及自由端採水灰比為 0.5 之水泥漿。

### 2.1.7 混凝土

應符合第 03050 章「混凝土基本材料及施工一般要求」及第 03310 章「結構用混凝土」之規定。

### 2.1.8 模板

應符合第 03110 章「場鑄結構混凝土用模板」之規定。

### 2.1.9 鋼筋

應符合第 03210 章「鋼筋」之規定。

## 3. 施工

### 3.1 準備工作

#### 3.1.1 一般要求

- (1) 地錨之各部組件，於運達工地及安裝地點後，其儲存及處置，應依製造廠商產品要求條件辦理。
- (2) 製造廠商運送地錨應妥為包裝，以防受損、受潮或為油污或其他穢物所污染。
- (3) 鋼腱材料如因銹蝕而有斑點現象者，絕不得使用。
- (4) 取用及放置鋼腱時，須特別小心，並應詳細檢查鋼腱是否受損或受潮，其兩端是否良好，以及有無缺口或刻痕等。
- (4) 在存放預力鋼腱或腱束之鄰近處，不得進行銲接工作，更不得將地錨各有關部件作為銲接基座或與電銲電極觸碰。

### 3.1.2 邊坡整理

如有截水需求應先完成頂部邊坡之臨時截水溝，再依照契約圖說所示或工程司指示之階次(每階高約 2~4m 為原則)，先從最上階地錨位置開挖，並完成該階鋼筋混凝土幕牆梁板(或其他結構物)工程、預力地錨工作後，再依序往下分階施工，每階之水平接縫應位於上下層錨頭之間。開挖時應小心施工，避免鬆動土壤或岩盤。必要時應採用跳島式間隔開挖，以避免嚴重之坍方。開挖後之坡面應平順，並符合設計高程及坡度。

## 3.2 施工方法

### 3.2.1 鑽孔

- (1) 鑽孔可用旋轉式或水沖式鑽機施鑽，其鑽頭外徑不得小於設計孔徑。鑽孔進行中，應視地層實際情況，於必要時，以套管保護孔壁，以免發生崩坍現象。
- (2) 鑽孔時如遇節理發達或含大裂隙之岩層，會因嚴重漏水而無法繼續施鑽，廠商應採取預灌措施。預灌可先採用水泥砂漿施灌，若尚無法堵住漏水，則可改用瞬結型化學漿液或其他材料堵住裂隙。預灌後，待漿體固結完成應繼續施鑽，並以較深處之完整岩盤做為地錨錨碇層。
- (3) 鑽孔時若遇岩盤，應確實紀錄岩盤位置及入岩深度，錨碇段深度內

得視需求取土樣或岩心試樣，以供研判地質及校核錨碇段長度。如工程司認為由相鄰兩側孔所鑽取之土樣或岩心試樣可判明該孔之地質時，則該孔可免取土樣或岩心試樣。

- (4) 鑽孔應按契約圖說規定之位置、孔徑、長度及方向正確施工。鑽孔時如不是採用全套管施工時，應特別注意鑽桿角度是否與預埋導管一致。
- (5) 鑽孔前應檢查擋土構造物內預埋外護管之角度及尺寸，避免鑽孔角度與預埋管角度不一致或口徑大小不一致，而造成地錨折角現象。
- (6) 含泥量低之砂土層，一般應採用套管方式施鑽，以保護孔壁防止崩坍。
- (7) 高含泥量地層之鑽孔宜採用乾鑽方式，避免因水洗而軟化孔壁，使下鋼腱過程中，鋼腱沾上污泥。
- (8) 鑽孔用循環水不得使用污水或添加對地錨錨碇強度有不良影響之藥液。
- (9) 鑽孔完成後，應依鑽孔方式以高壓水或高壓空氣反覆清理附著於孔壁之碎屑、泥漿及施鑽產生之廢水等，以免影響地錨錨碇力。

### 3.2.2 地錨構件組立及安裝

- (1) 地錨構件組立前，應小心檢查構件及防蝕措施是否受損，以及有無有害物質附著，發現扭曲或變形之鋼腱應予退回。組立及儲存時，地錨應有支撐墊避免與地面接觸。組立過程中及完成時，應檢查鋼腱以確定尺寸和數量符合設計要求。
- (2) 當地錨使用封漿器時，止水填塞可用水泥漿或其他止水材料。施作時，宜將自由段之鋼腱提高使封漿器成半直立狀態，以方便止水材料之填塞。
- (3) 平滑護管或浪形管皆不允許有續接情況或開孔，若自由段採平滑護管，則自由段平滑護管與錨碇段浪管接合處，使用熱縮管包覆予以聯結，包覆長度應達 30cm 以上(平滑護管與浪管應各包覆 15cm 以上)，避免該聯結處施預力後變位致地下水滲入。

- (4) 自由段鋼腱應均勻且確實地塗抹防蝕油脂之後再套上 PE 細管，並將自由段 PE 細管底部與錨碇段鋼腱交界處以熱縮管將自由段 PE 細管與鋼腱密封起來，包覆長度最少 15cm(自由段與鋼腱應各包覆 7.5cm 以上)，以免進行地錨護管內部灌漿時，漿液漏進自由段 PE 細管內部，影響爾後自由段鋼腱施拉預力時之自由伸張。
- (5) 地錨構件組立及安裝時，所使用之塑膠或鐵製之間隔器均需確定其保持原來的位置。地錨距離孔口位置應設置外間隔器，錨碇段其淨保護層不小於 10 mm。倘地錨之鋼腱係採用多條鋼絞線時，應維持各條鋼絞線間保有 5 mm 以上之淨間距。另外錨碇段內之鋼腱依規定之間距(一般為 60cm 左右)設置內間隔器，平滑護管與浪型護管外側每隔 1.5m 設外間隔器，避免護管或浪型護管入孔後底部與孔底接觸影響摩擦力。
- (6) 導尖前端除契約圖說另有規定外，一般設有 2 根灌漿管(供浪型管內外灌漿用)，導尖護蓋採密閉式與浪管接合長度應達 20cm 以上，並以 4 顆螺絲交錯排列固定後以熱縮管包覆。
- (7) 鋼腱之裁切宜採用砂輪機，運送到工地之鋼腱不得加熱處理及電焊，鋼腱應保護免受熔渣、銲接或切割過程影響。切割後之鋼腱應去除銳利面。
- (8) 地錨入孔前應確保地錨鑽孔內部無碎石或污泥，地錨入孔之速率應維持穩定，以免地錨構件破損或變形。浪管地錨入腱時，常因浪管與套管管口碰觸到而刮損到浪管，故入腱時得可在套管管口上外接一個喇叭管或是架設支撐滾輪，避免浪管入腱時因摩擦到套管管口而產生浪管割損情形。

### 3.2.3 錨碇段灌漿

- (1) 鑽孔後放入鋼腱，應於 24 小時內進行錨碇段灌漿。
- (2) 除契約圖說另有規定外，以水灰比為 0.5 之水泥漿(可視需要摻用化學摻料)，用壓力灌漿將錨碇段灌滿，如該段設有防蝕護管時，則其內外空隙均應灌滿，且灌漿壓力除另有規定外，應介於

3~7kgf/cm<sup>2</sup>，並應保持定壓觀察 10 分鐘。如壓力低落，應再施灌直至無低落現象為止。倘於灌漿作業進行中，發生灌漿中斷情事時，廠商應將預力鋼腱立即拔出，重新施鑽錨孔。拔出之預力鋼腱及各部件，應經工程司檢視合格後，方可再行使用，否則應廢棄之。如預力鋼腱無法拔出時，應予作廢，廠商應即提出重做補強計畫，送請工程司核可後施工。上述所需費用概由廠商負擔，不另給價。

- (3) 向下傾斜之地錨，應由孔底往孔口灌注，俾能排出孔內積水及空氣。灌漿時如有多餘之水泥漿溢入自由段，應即清洗乾淨，以免施預力時受影響。
- (4) 若另有規定或依地質現況，廠商提出鑽孔後先灌漿再放入鋼腱，再灌錨碇段內外部水泥漿，較可確保灌漿品質，應先提出施工計畫，經工程司核可後方可辦理。

#### 3.2.4 地錨之施加預力

- (1) 地錨應於錨碇段所灌水泥漿之立方體試體抗壓強度已符合契約圖說規定且不低於 200kgf/cm<sup>2</sup>，以及混凝土基座施工完成達到規定強度並經工程司認可後，方可開始施預力。
- (2) 多餘浪管及灌漿管切除後將橡膠止水封套入鍍鋅鋼管，再安裝承壓鋼板及鍍鋅鋼管。
- (3) 安裝承壓板與鋼套管時，應將鋼腱調整於套管中央及承壓板與地錨孔軸線保持垂直與結構物壁體密貼。若承壓板與鋼筋混凝土調坡塊壁體有間隙時，應塗環氧樹脂或其他適當材料封合。
- (4) 施預力機具不得有漏油情形並須備有 6 個月內校正合格之荷重計或油壓錶，並應符合下列規定：
  - A. 用以施預力之千斤頂應配備有油壓系統，油壓系統應含壓力計或荷重計以判讀施載應力。
  - B. 千斤頂油壓系統之壓力計或荷重計其精度許可差應校正至±2%，檢驗頻率至少為半年 1 次。
  - C. 荷重計之額定荷重(Rated Capacity)前 10%值不可用於判讀千斤

頂之施拉預力。

D. 拉力控制設備應為自動式，並於達到某一設定拉力噸數時，即能自動停止且維持該拉力者。

(5) 施預力時，除契約圖說另有規定外，應將地錨之全部鋼腱以油壓千斤頂整束施拉，倘鋼腱係採用多條鋼線或鋼絞線時，不得對每條鋼線或鋼絞線單獨分別施拉。其施拉程序及驗收規定，應依 3.3.1 規定辦理。

(6) 每一預力構件於施拉預力後，即記錄鋼材伸長量，並送工程司備核。

### 3.2.5 自由段灌漿

(1) 地錨完成施預力鎖定後，自由段護管內壁之間隙應於 24 小時內進行灌漿，以加強自由段鋼腱之防蝕保護措施。

(2) 護管內灌漿

錨頭應採適當方法密封並預留迴漿管路，以證明試驗地錨核定之方式由錨頭灌漿孔緩慢灌入水灰比為 0.5 之水泥漿或鋼絞線防蝕油脂（耐水），直至迴漿管路出漿穩定且無氣泡冒出；反之，當迴漿管路持續未冒漿時，廠商應告知工程司，並依工程司同意之方式辦理改善措施。

(2) 鍍鋅鋼管及護管外灌漿

由承壓板上方預留之護管外灌漿孔進行水泥漿補灌，採重力流方式緩慢入漿，直至出漿穩定且無氣泡冒出。

### 3.2.6 鋼腱裁剪與錨頭保護

(1) 地錨施預力完畢經工程司檢驗合格且自由段灌漿完成後，外露之鋼腱即可裁剪。

(2) 除契約圖說另有規定外，保留外露長度 5 cm 以上。若日後維護期間有複拉需求之地錨，其外露之鋼腱長度要保留 20 cm 以上。鋼腱剪斷時應使用砂輪機裁剪，不可使用燒切，並應依下列規定處理：

A. 除契約圖說另有規定外，屬臨時性工程，鋼腱錨頭應以油漆及護蓋加以保護。

- B. 除契約圖說另有規定外，屬長久性工程，則應將自由段護管以套管延伸至錨頭，並以鋼筋混凝土密封。
- C. 當錨頭採用可拆式錨頭護蓋進行保護時，錨頭護蓋應有止漏設計，並於內部填充防蝕油脂/油膏，錨頭保護相關細節應依契約圖說之規定辦理。

### 3.3 檢驗

#### 3.3.1 驗收試驗

(1) 驗收試驗分為例行驗收試驗及追加驗收試驗。所有結構地錨均應接受例行驗收試驗。除契約圖說另有規定外，每 10 支應取 1 支進行

(2) 不合規定之地錨

施工中如發生地錨構件損壞，以致使得鋼索或鋼線拉力無法符合契約圖說規定之拉力或無法符合驗收試驗之要求時，應視為不合格，廠商應提出重做或加做補強計畫，經工程司核可後施工，其費用概由廠商負擔。

(3) 其他規定

A. 預力操作人員須具有此項工作經驗者，施預力時，其安全防護設施應符合要求。

B. 每一地錨之施工應有詳細紀錄，且應於施工完成後提送工程司備查，施預力及檢校預力時應於 24 小時前通知工程司，以辦理抽驗作業。

#### 3.3.2 自由段灌漿檢驗

(1) 為確保錨頭下方之自由段灌漿確實灌滿，每 10 支地錨中抽驗 1 支，進行檢驗。

(2) 利用錨頭上方之預留孔施鑽直徑約 1 cm 之檢驗孔，深度可達承壓板下方約 10 cm，以工業用內視鏡檢驗孔邊有無空洞，經檢視無空洞視為合格，並將檢驗孔回填水泥漿或防蝕油脂/油膏。

(3) 抽驗有空洞，廠商應提出改善計畫，經工程司核可後施工，其費用

概由廠商負擔。

3.3.3 除契約圖說另有規定外，地錨材料及施工成果之檢(試)驗如表 02492-2 及表 02492-3。

表 02942-2 地錨材料之檢(試)驗

名稱	檢驗項目	依據之方法	規範之要求	頻 率
預力鋼腱	對應 0.2%橫距法永久伸長率之負載	CNS 3332	依契約圖說及 CNS 3332 之規定	每 30 捲(不足 30 捲時以 30 捲計)為 1 批，並自同批內任意 1 捲之一端取樣之。
	拉伸負載			每 5 捲(不足 5 捲時以 5 捲計)為 1 批，並自同批內任意 1 捲之一端取樣之。
	伸長率			1. 每 30 捲(不足 30 捲時以 30 捲計)取樣 1 次，若連續試驗 6 次(含經加倍取樣重驗)均合格則頻率放寬為每 60 捲，其後若有不合格且經加倍取樣重驗仍不合格，則回歸原頻率。 2. 試驗持續時間應為 1,000 小時，如採外插法計算 1,000 小時鬆弛率，則應先亦可連續測至 200 小時後，再予以推算。廠商應提出一年內連續測至 1,000 小時檢驗合格證明文件作為佐證。
	鬆弛率			
	形狀、尺度			
外觀	1 捲取 1 個。			
承壓板及握線器	靜載重試驗	本規範 2.1.2(2)	抗張材受力達到 95%極限強度而不致拉斷	每批次進料取樣 1 次。
錨頭保護蓋、承壓板	鍍鋅量	CNS 1247	$\geq 550\text{g/m}^2$	每批次進料取樣 1 次
護管材料	抗拉降伏強度	CNS 15918-1	$\geq 200\text{kgf/cm}^2$	每批次進料取樣 1 次
	伸長率	CNS 15918-3	$\geq 350\%$	
	密度	CNS 13333-1	$\geq 0.941\text{g/cm}^3$	



名稱	檢驗項目	依據之方法	規範之要求	頻 率
灌漿材料	抗壓強度	CNS 1010	契約圖說規定且不低於200kgf/cm <sup>2</sup>	1. 每支抽樣1組，每組試體至少應製作3個。 2. 以灌漿管口(或回漿管)漿液製作試體。

- (1) 預力地錨數量100支以下時，預力鋼腱得免檢驗，依2.1.1規定，檢送出廠及試驗合格證明文件；承壓板及握線器得免辦理靜載重試驗，由廠商提出1年內實驗機構辦理相同製造廠同型號握線器之試驗報告。數量超過100支時，應依表02492-2檢驗。
- (2) 鋼腱材料不合格時，應依程序辦理退料，惟機械性質不合格時，廠商得申請複驗。機械性質複驗應再自原試樣之捲上取1試樣，並自同一批中其他任2捲之一端各加取1試樣進行檢驗。試驗結果須3個試樣均符合規定，此批才視為合格，若任一個不符合規定，則整批視為不合格。至於另兩項複驗則應再自原試樣之捲上取1試樣進行檢驗，如試驗結果仍不合格則該捲退料運離工地。
- (3) 若承壓板、握線器或護管檢驗不合格時，應依程序辦理退貨，惟廠商得申請複驗，該批次再取2倍試樣進行檢驗，其結果均須符合各項規定方為合格，若有任何1項不合格時，則該批視為不合格。
- (4) 為確保品質控制，廠商應慎選產品，該產品若有3次檢驗不合格時，廠商應改採其他廠牌之產品。

表 02942-3 地錨施工成果之檢(試)驗

名稱	檢驗項目	依據之方法	規範之要求	頻 率
地錨	例行驗收試驗	附錄 C	1. 未實施證明試驗時，長久性和臨時性地錨之最大試驗荷重潛變係數應小於 1.2 mm。 2. 已實施證明試驗，長久性地錨之最大試驗荷重潛變係數應小於 1.5 mm。 3. 臨時性地錨之最大試驗荷重潛變係數應小於 1.8 mm。	所有地錨
	追加驗收試驗	附錄 C	1. 潛變伸長量 Kd 應小於 2mm。 2. 有效自由段長度 Lef 需符合現場適用性試驗之要求。 3. 檢查預估摩擦損失是否正確。若由於錯估摩擦損失致使試驗結果顯示作用於錨碇段之有效拉力小於所需拉力之 90%，應使用正確試驗拉力重做試驗。	每 10 支地錨中抽驗 1 支，進行檢驗。
	自由段灌漿檢驗	本規範 3.3.2	經檢視無空洞。	每 10 支地錨中抽驗 1 支，進行檢驗。

#### 4. 計量與計價

##### 4.1 計量

##### 4.1.1 預力地錨

預力地錨(包含試驗用之地錨)按實際埋設長度(從承壓板底面至錨碇段尾)以「支」或「公尺」計量。

##### 4.1.2 鋼筋混凝土幕牆梁板工程

應分別依第 02316 章「構造物開挖」、第 03110 章「場鑄結構混凝土用模板」、第 03210 章「鋼筋」及第 03310 章「結構用混凝土」等相關章節之規定計量。

##### 4.1.3 除契約圖說另有規定外，幕牆之合理超挖部分以同強度混凝土回填，其數量以 5cm 厚度計算體積，以立方公尺計量。

## 4.2 計價

### 4.2.1 預力地錨

地錨按經驗收合格之實際埋設長度以「支」或「公尺」計價。該項單價已包括鑽孔(含取樣)、套管(含自由段 PE 小護管)、灌漿輔助蓋、防蝕油脂、預灌工作、鋼腱(含預留施拉長度)及其製作與安裝、灌漿、施預力、錨頭之防蝕保護、一切附屬配件(諸如橫擋、托架等)、各項試驗及品質檢驗等,以及為完成地錨所需之一切人工、材料、機具、設備、運輸、搬運、動力、工作架、安全設施以及其他有關之費用在內。

### 4.2.2 鋼筋混凝土幕牆梁板工程

應分別依第 02316 章「構造物開挖」、第 03110 章「場鑄結構混凝土用模板」、第 03210 章「鋼筋」及第 03310 章「結構用混凝土」等相關章節之規定計價。

4.2.3 除契約圖說另有規定外,幕牆之合理超挖部分以同強度混凝土回填,其數量以 5cm 厚度計算體積,以立方公尺計價。

4.2.4 開挖時若因廠商之施工疏忽引起岩石鬆動或掉落,則所需回填同級混凝土等一切費用由廠商負擔。

4.2.5 節理發達或含大裂隙岩層或破碎地質施作地錨時,可能衍生地盤止漏和預先灌漿等工作,以達到裂隙封堵目的。當有上述工作衍生事實,廠商應告知工程司辦理會勘並依工程司指示辦理後續事宜。

## 附錄 A 證明試驗

1. 本試驗為地錨設計階段或尚未全面施工前所進行之現場試驗，主要用來瞭解地錨極限荷重和潛變極限荷重，以求取地錨設計參數；或檢驗地錨之潛變行為，並可配合地錨自由段防蝕灌漿措施之檢視，檢驗地錨防蝕灌漿成效。
2. 地錨之所有構件需針對其使用要求，於製造廠或實驗室測試其適用性。
3. 試驗應於具代表性的地點且以工作地錨尺寸進行試驗，但為求取地錨之極限錨碇力，證明試驗可縮短地錨尺寸，施拉力至破壞後，視需要挖出檢視地錨自由段、破壞模式及地錨防蝕保護情況，並應拆除錨頭檢視地錨自由段 PE 細管與自由段護管內壁間之間隙是否灌滿水泥漿。
4. 試驗應依契約圖說或工程司指示辦理。除契約圖說另有規定之外，相同錨碇地層以進行 3 支地錨證明試驗為原則，其數量得視需要增減。若對試驗結果未能有合理之詮釋，則應再增補試驗數量。
5. 試驗之荷重循環階段與最少觀測時間，如表 A-1 所示。初始荷重( $T_i$ )以工作荷重( $T_w$ )之 0.15 倍為原則，在初始荷重至最大試驗荷重區間，應至少劃分 6 個循環階段進行施拉與解拉。各階段荷重之錨頭變位量應以初始荷重之量測值為相對基準值，當循環施拉至表定各階段荷重時，應維持該荷重一段時間，並定時進行量測工作。但當需將試驗地錨拔出，則應於完成最大試驗荷重之循環施拉後，以一定之速度再施拉至地錨破壞為止。
6. 試驗結果應以各荷重循環階段與最少觀測時間內所測讀之地錨變位量，繪製下列相關曲線，配合施工紀錄及地層條件，進行結果詮釋並判斷其代表性，包括：荷重～變位量關係圖、荷重～彈性和塑性變位量關係圖、每階段荷重之對數時間～潛變位移量關係圖、和荷重～潛變係數關係圖，以評估地錨潛變極限荷重( $T_k$ )。

表 A-1 證明試驗之荷重循環階段與最少觀測時間

階段	試驗荷重	最少觀測時間 (分)	
		粗粒土層或岩層	細粒土層
初始荷重	$T_i \leq 0.15T_w$	1	1
1	$0.60T_w$	15	15
2	$0.85T_w$	15	15
3	$1.00T_w$	30	60
4	$1.20T_w$	30	60
5	$1.35T_w$	30	60
6	$1.50T_w$	60	180

7. 試驗結果評估

(1) 試驗應依照表 A-1 之規定測觀時間，進行各階段維持荷重期間變位量之量測，並繪製變位量~對數時間圖，如圖 A-1。由各階段荷重之最後兩個量測時段的位移量，代入下列公式求得潛變係數( $k_s$ )。

$$k_s = (s_2 - s_1) / \log t_2 - \log t_1 \quad (mm) \quad \text{公式 A-(1)}$$

其中， $s_1$ ：某循環荷重維持  $t_1$  時間後所量得之變位量；

$s_2$ ：某循環荷重維持  $t_2$  時間後所量得之變位量。

(2) 繪出每一階段荷重~潛變係數之曲線圖，如圖 A-2 所示。

(3) 潛變係數  $k_s=2.0$  mm 所對應之荷重，為該地錨之潛變極限荷重( $T_k$ )。若各階段荷重所求得之潛變係數  $k_s$  均小於 2.0 mm，則可由圖 A-2 所示之外插方式求得潛變極限荷重(對應  $k_s$  等於 2 mm)。若不易以外插方式求取潛變極限荷重時，可保守地考慮以該地錨之最大試驗荷重作為潛變極限荷重( $T_k$ )。依規定長久性地錨之容許潛變荷重或工作荷重( $T_w$ )需小於  $T_k/1.5$ ，臨時性地錨之容許潛變荷重或工作荷重則需小於  $T_k/1.2$ 。

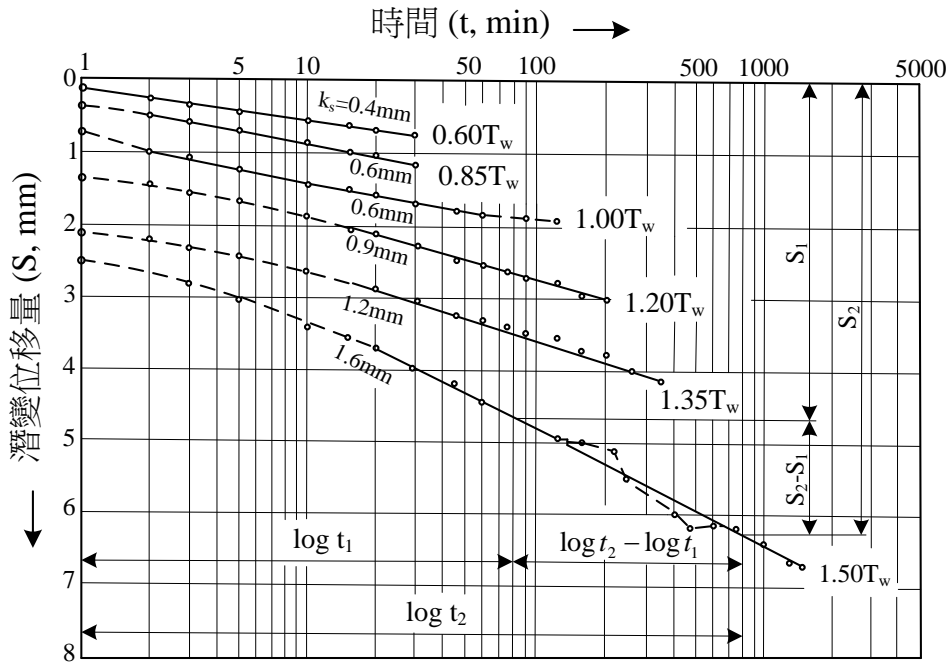


圖 A-1 各階段荷重維持時間內潛變位移量~對數時間圖

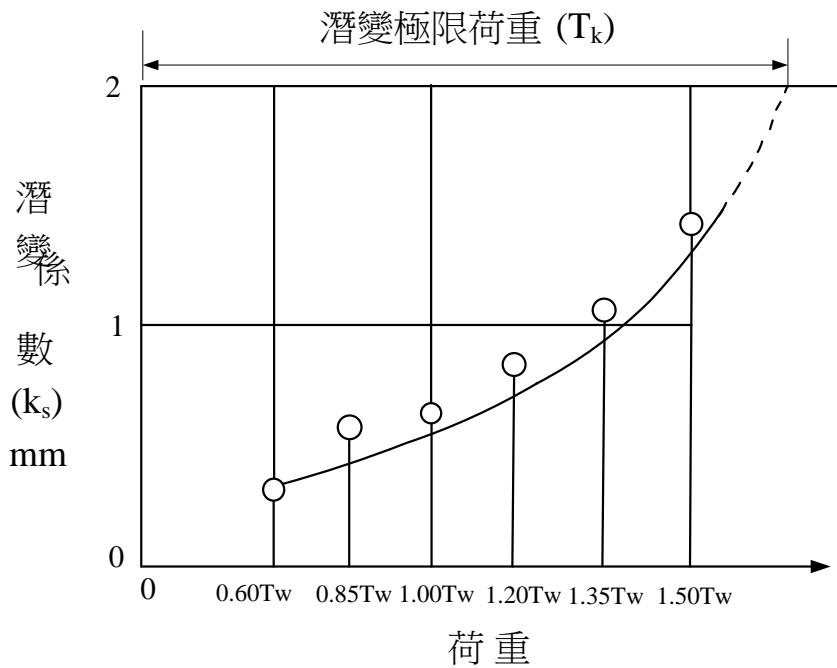


圖 A-2 各階段荷重~潛變係數關係圖

## 附錄 B 適用性試驗

1. 本試驗以實際使用之工作地錨為試驗對象，宜就不同錨碇地層、不同地錨構件等條件來施作適用性試驗。試驗時應以荷重循環施拉方式，來確認現場施工之工作地錨荷重行為能否符合設計要求，並求取地錨荷重和變位值，作為檢核驗收試驗(Acceptance Test)地錨是否合格之依據。
2. 試驗數量若契約圖說未規定，在相同錨碇地層之地錨總支數的試驗數量應依表 B-1 規定辦理。

表 B-1 適用性試驗地錨試驗數量

試 驗 數 量			
相同錨碇地層之地錨總支數	臨時性且較不重要之地錨，其使用期限不超過 6 個月	臨時性但較重要之地錨，其使用期限不超過 2 年	長久性地錨或萬一失敗後果很嚴重之臨時性地錨
	地錨總數之 1%，但至少 1 支	地錨總數之 2%，但至少 1 支	地錨總數之 3%，但至少 1 支

3. 試驗之荷重循環階段與最少觀測時間，如表 B-2 所示。初始荷重( $T_i$ )以工作荷重( $T_w$ )之 0.15 倍為原則，在初始荷重至最大試驗荷重區間，至少劃分 5 階段進行循環施拉。當循環施拉至表定各階段荷重時，應維持該荷重一段時間，並定時進行變位量測工作。循環施拉試驗完成後，由初始荷重再施拉至最大試驗荷重，然後分成 6 個相同荷重解拉至 0.15 $T_w$ ，爾後以 5 個相同荷重施拉至鎖定荷重( $T_o$ )。

表 B-2 適用性試驗之荷重循環階段與最少觀測時間

階段	試驗荷重		最 少 觀 測 時 間 ( 分 )			
			臨 時 性 地 錨		長 久 性 地 錨	
	臨時性地錨	長久性地錨	粗粒土層或岩層	細粒土層	粗粒土層或岩層	細粒土層
初始荷重	$T_i \leq 0.15T_w$	$T_i \leq 0.15T_w$	1	1	1	1
1	0.60 $T_w$	0.60 $T_w$	1	1	15	15
2	0.80 $T_w$	0.90 $T_w$	1	1	15	15
3	1.00 $T_w$	1.10 $T_w$	5	5	30	60
4	1.10 $T_w$	1.30 $T_w$	5	5	30	60
5	1.20 $T_w$	1.50 $T_w$	30	60	60	180

4. 試驗結果應繪製下列相關曲線，配合施工紀錄及地層情況，進行結果詮釋，評估工作地錨之適用性，作為工作地錨驗收試驗之辦理依據。

- (1) 繪製荷重~變位量關係圖(如圖 B-1)，研判有效自由段長度(Lef)。
- (2) 繪製荷重~彈、塑性變位量關係圖(如圖 B-2)，求得各循環荷重之變位量。
- (3) 繪製每階段荷重之對數時間~潛變位移量關係圖(如圖 B-3)，計算每一循環荷重下之潛變係數(ks)。

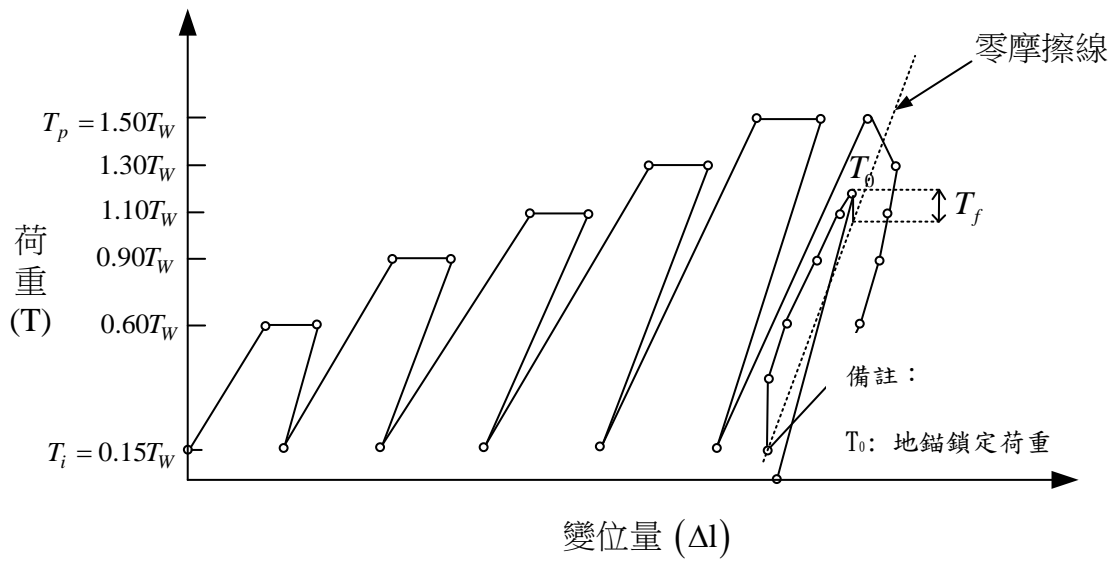


圖 B-1 適用性試驗荷重~變位量關係圖

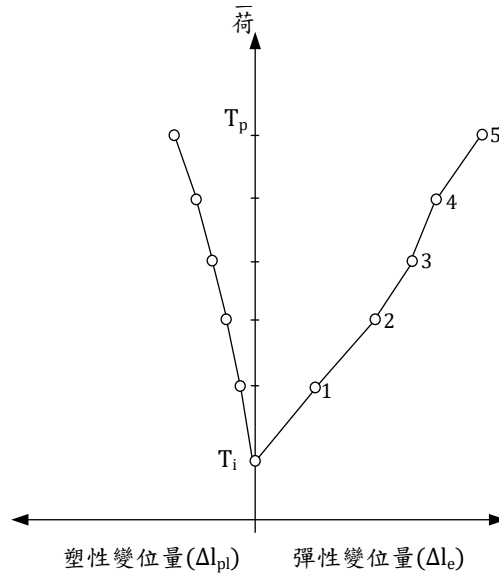


圖 B-2 荷重~彈、塑性變位量關係圖



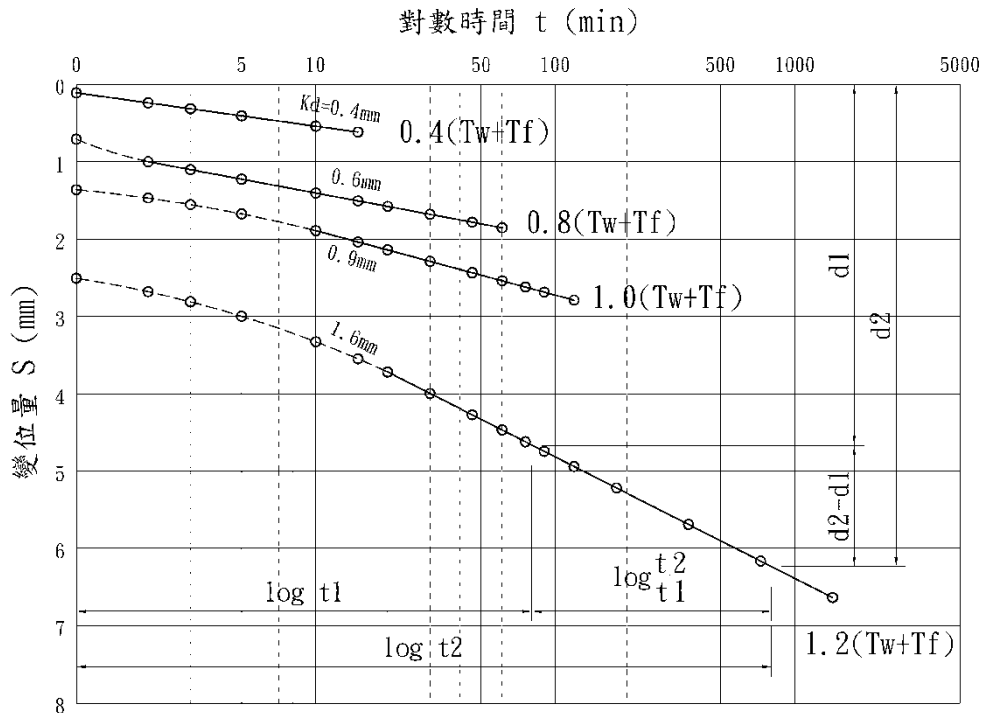


圖 B-3 變位量~對數時間關係圖

#### 5. 試驗結果評估

- (1) 試驗應依照表 B-2 之規定測觀時間，進行各階段維持荷重期間變位量之量測，並繪製變位量~對數時間圖如圖 A-1，由各階段荷重之最後兩個量測時段的位移量，代入公式 A-(1) 求得潛變係數(ks)。
- (2) 當進行試驗之前未實施證明試驗時，長久性和臨時性地錨容許潛變荷重或工作荷重(Tw)所對應之潛變係數應小於 0.8 mm；若已實施證明試驗，長久性地錨容許潛變荷重或工作荷重(Tw)所對應之潛變係數應小於 1.0 mm；而臨時性地錨容許潛變荷重或工作荷重(Tw)所對應之潛變係數應小於 1.2 mm。否則，需考量增加錨碇段長度，或依照試驗結果另求該適用性試驗地錨之潛變極限荷重(Tk)，並據以調降地錨之工作荷重(Tw)。
- (3) 有效自由段長度  $L_{ef}$  應滿足下列公式：

$$0.9L_{ft} \leq L_{ef} \leq L_{ft} + 0.5L_{at} \quad \text{公式 B-(1)}$$

其中， $L_{ef} = (\Delta l(x) / \Delta T) A_s \cdot E_s$  可經由零摩擦荷重~變位量圖，利用下列關係計算出有效自由段長度。 $(\Delta l(x) / \Delta T)$ ：零摩擦荷重~變位量關係直線之斜率； $A_s$ ：抗張材斷面積； $E_s$ ：抗張材彈性模數； $L_{ft}$ ：抗張材自由段長； $L_{at}$ ：抗張材錨碇段長。

## 附錄 C 驗收試驗

1. 例行驗收試驗於每 1 支地錨(追加驗收試驗地錨除外)進行,其荷重循環階段與最少觀測時間,如表 C-1 所示,由初始荷重( $T_i = 0.15T_w$ )施拉至最大試驗荷重( $=1.2T_w$ ),量測維持荷重期間之變位後,將荷重降至鎖定荷重( $T_o = 1.1 \sim 1.2T_w$ )後鎖定。

表 C-1 例行驗收試驗之階段荷重與最少觀測時間

階段	最少測觀時間(分)			
	臨時性地錨	長久性地錨	粗粒土層 或岩層	細粒土層
	試驗荷重			
初始荷重	$T_i \leq 0.15T_w$		1	1
1	$0.60T_w$		1	1
2	$0.80T_w$		1	1
3	$1.00T_w$		1	1
4	$1.10T_w$		1	1
5	$1.20T_w$		5	15

2. 追加驗收試驗於每 10 支地錨應進行 1 支,其荷重循環階段與最少觀測時間,如表 C-2 所示。由初始荷重( $T_i = 0.15T_w$ )開始施拉,在初始荷重至最大試驗荷重區間,至少劃分五階段進行施拉,記錄其變位量。待完成最大試驗荷重階段後,分成 6 個相同荷重解拉至  $0.15T_w$ ,再由  $0.15T_w$  分 5 個相同荷重階段施拉至鎖定荷重。

表 C-2 追加驗收試驗之荷重循環階段與最少觀測時間

階段	試驗荷重		最少觀測時間(分)			
			臨時性地錨		長久性地錨	
	臨時性地錨	長久性地錨	粗粒土層 或岩層	細粒土層	粗粒土層 或岩層	細粒土層
初始荷重	$T_i \leq 0.15T_w$	$T_i \leq 0.15T_w$	1	1	1	1
1	$0.60T_w$	$0.60T_w$	1	1	1	1
2	$0.80T_w$	$0.90T_w$	1	1	1	1
3	$1.00T_w$	$1.10T_w$	1	1	1	1
4	$1.10T_w$	$1.30T_w$	1	1	1	1
5	$1.20T_w$	$1.50T_w$	5	15	5	15

### 3. 試驗結果之評估

- (1) 於粗粒土層或岩層，最大試驗荷重至少維持 5 分鐘；細粒土層則至少維持 15 分鐘。若之前未實施證明試驗時，長久性和臨時性地錨之最大試驗荷重潛變係數應小於 1.2 mm；若已實施證明試驗，長久性地錨之最大試驗荷重潛變係數應小於 1.5 mm，而臨時性地錨之最大試驗荷重潛變係數應小於 1.8 mm。
- (2) 鋼絞線摩擦損失若小於所施拉力之 5% ，於適用性試驗及驗收試驗時可不需考慮。
- (3) 若地錨無法滿足以上規定，則應延長最大試驗荷重維持時間(最長至 60 分鐘)，再由該荷重維持時間之最後兩個量測時段的位移量，求取潛變係數。若再不滿足規定時，則需進行適用性試驗求該地錨之潛變極限荷重，並將其工作荷重( $T_w$ )依試驗結果予以降低。
- (4) 由追加驗收試驗求得之零摩擦線和有效自由段長度須接近適用性試驗所求得者。

〈本章結束〉