

## 第 02495 章 監測儀器

### 1. 通則

#### 1.1 本章概要

1.1.1 本章係說明為監控施工中地盤、孔隙水壓、開挖支撐擋土結構之應力應變及周遭鄰近結構物與公用管線等移動變化之量測儀器之規定。使用之監測儀器包括其供應、設置、監測、維護及拆除等工作。

#### 1.2 工作範圍

1.2.1 對隧道襯砌環片之收斂釘監測另於第 02414 章「潛盾工法隧道開挖」內規定。

1.2.2 本章之監測主要為施工中構造物之安全控制，除另有說明或工程司指示外，皆屬於臨時性之工作。廠商應負責規劃、採購、安裝、維護保養及監測，以維護施工中構造物、工區及鄰近結構物之安全參考資料。

1.2.3 除非另經工程司同意，廠商於每一鑽孔位置均應試挖，或其他經工程司同意之方法確實檢查有無管線或障礙物存在，如有發現應立即向工程司報告其處理方式，經核可後據以執行。

#### 1.3 相關章節

1.3.1 第 01330 章--資料送審

1.3.2 第 01451 章--品質管理

1.3.3 第 01725 章--施工測量

1.3.4 第 02341 章--地盤灌漿處理

1.3.5 第 02260 章--開挖支撐及保護

1.3.6 第 02291 章--工程施工前鄰近建築物現況調查

1.3.7 第 02240 章--祛水

1.3.8 第 02253 章--建築物及構造物之保護

1.3.9 第 02316 章--構造物開挖

- 1.3.10 第 02317 章--構造物回填
- 1.3.11 第 02414 章--潛盾工法隧道開挖
- 1.3.12 第 02266 章--連續壁
- 1.3.13 第 03010 章--卜特蘭水泥混凝土 1.4 相關準則
- 1.4.1 中國國家標準 (CNS):
  - (1) CNS 1298 聚氯乙稀塑膠硬質管
  - (2) CNS 2056 低壓有縫鋼管
  - (3) CNS 2943 螺紋式展性鑄鐵管件
- 1.4.2 美國材料試驗協會 (ASTM):
  - (1) ASTM A36M 結構鋼件
  - (2) ASTM A53 熱浸鍍鋅焊接無縫黑鋼管
- 1.5 定義
- 1.5.1 儀器監測：廠商須按核准的時程及頻率測讀所裝設的儀器，且將測得之數據加以歸算，包括高程、距離計算及始末高程及距離之變化等；並將測得數據繪成圖表。在規定時間內將有關之讀數、計算、繪圖與分析資料提送工程司。
- 1.5.2 測量控制：廠商需使用適當的方法和儀器，由合格人員按本章規定之種類與型式，實施精確之現場測量，以完成本章之工作。
- 1.5.3 監測儀器詳細內容如本章以及契約圖所示。若兩者相抵觸，則以契約圖為準。
- 1.5.4 儀器說明
  - (1) 永久水準點：其端點固定於岩盤或深承載層，並使用外套管與其周圍土壤隔離。其功能為決定其他沉陷基準點高程之控制水準點。該永久水準點之設置應配合第 01725 章（已知點檢測）需求時程前完成埋設。
  - (2) 水位觀測井：設於地下適當深度，而其外套管係採用多孔或穿孔 PVC、HDPE、ABS 或同等材質豎管。其功能可直接量測地層地下水位。

- (3) 水壓計：係設於地盤內垂直孔中之多孔元件，可藉由使用直接量測或轉換器原理或其他之方法量測特定深度或特定土層處之孔隙水壓。
- (4) 沉陷觀測點：係設於結構物、公用管線、地表或淺層地下之固定測點。其功能為偵測施工時，受測物是否發生垂直變位。
- (5) 土中傾度管：設於土壤中之垂直鑽孔內。傾度管內需設十字槽以供放置雙軸感應器，以監測各深度土層於施工時之水平位移量。
- (6) 連續壁內（與地盤內）傾度管：設於連續壁壁中已裝設之垂直外套管內，且其傾度管至連續壁壁底（下方之緊密土層）安裝完成後之傾度管需確保雙軸感應器能順利通過，以便能監測施工期間各深度壁體（及其下方土層）之水平位移量。
- (7) 地層沉陷計：量測各地層之沉陷量，可使用機械或電力式感應器，以及附設磁感式或其它感應器之配合傾度管或其他獨立管予以量測。
- (8) 應變計：電阻式或振弦式測量變形之裝置，係裝設於連續壁臨時內撐系統支撐件，或其他指定的位置上，應變計可間接量測所在構件之應力。若此構件之斷面積已知，則可由量測所得之數據（應變量以  $10^{-6}$  為單位）計算出應力。惟應同時量測溫度，以便於計算應變時依溫度效應修正。
- (9) 鋼筋應力計：與鋼筋籠連接，並置於連續壁內，以量測主體工程施工時鋼筋應力的一種裝置。
- (10) 收斂釘：安置於隧道襯砌上之錨釘，用以量測隧道直徑及各基準點間距離之變化。於隧道使用時，用捲尺伸縮儀等量距設備，量測錨釘間之距離，以監測收斂量及其他之移動情形。
- (11) 傾斜計：設於傾斜板上之活動式或永久式裝置，用以監測結構物之單軸或雙軸轉角或傾斜角。傾斜板為裝設於牆、樓板或支撐架構上之基座。
- (12) 荷重計：用於量測開挖或隧道工作之背拉地錨或支撐系統荷重。

其構造應足以承受並量測偏心載重。

- (13) 裂縫計或裂縫儀：裝設於建築物或其他結構物上，垂直橫跨裂縫延伸方向，用以觀測及量測裂縫大小及變化量。
- (14) 桿式伸縮儀：其用以監測施工期間地盤發生之沉陷、變形。桿式伸縮儀可包括一個或多個錨頭，且其以灌漿錨定在鑽孔中選定之位置，錨頭與置於軟管內的測桿底端連接，利用錨定裝置與孔口參考之相對位移，量測岩石或土中監測點之移動情形。測桿頂端可使用精確之光學方法直接監測，亦可用機械式深度測微計，自參考點量測桿之深度，亦可在測桿上安裝電位計，以電力方式連續監測移動。
- (15) 隆起桿：裝置於鑽孔中，將隆起桿前端錨座壓至所需高程，利用量測連接錨座圓桿之高程變化，以監測開挖面的隆起量。
- (16) 岩栓軸力計 (Rock Bolt Axial Force Meters)：為一種應變計，其直接黏接於支撐岩石隧道、開挖、邊坡之永久或臨時岩栓上，用以間接量測岩栓上所受之軸向力。
- (17) 隧道臨時襯砌壓力計 (Tunnel Temporary Lining Pressure Cells)：與隧道面保護鋼線網連接，裝設於噴凝土襯砌內之裝置，用以量測噴凝土內部或噴凝土與周圍地盤界面間，沿徑向和切線方向之壓力。

## 1.6 資料送審

1.6.1 依照第 01451 章及第 01330 章之規定提送施工計畫審核，至少需含下列資料：

- (1) 人員資格：依第 1.7.1 款之人員資格規定。
- (2) 監測儀器採購計畫：包含監測與測讀儀器之廠牌、型號、靈敏度、使用範圍及採購數量、採購時程、驗收時程、儀器儲存之方式等。
- (3) 儀器安裝計畫：包含各種監測儀器之安裝位置、時程及詳細圖說、施工步驟，與其他工程項目之配合等。

1.6.2 監測及測讀儀器證明文件，均依規定於安裝前提送：

- (1) 有關監測及測讀儀器均應按第 1.7.2 款內容提出儀器之規格、出廠證明、保證書及使用指引等資料。

1.6.3 監測工作執行後所需提送之資料

(1) 日報表和測量簿記：

- A. 廠商應將日報表與測量簿記提供工程司，就工地及鄰近建築物之氣候、土壤及地下水狀況等提出儀器之測讀數與觀測結果。
- B. 日報表應每日提供。日報表及測量簿記之格式應經工程司核准。
- C. 簿記與日報表應按下列數量及時間提送：
  - a. 3份控制測量之現場原始簿記。
  - b. 每次進行觀測後，立即提送3份現場原始簿記與監測資料。
  - c. 進行觀測後之24小時內或依工程司核定之時程提送1份日報表及其掃描電子檔。
- D. 簿記及日報表中至少應包括下列資料：
  - a. 溫度；
  - b. 晴雨表；
  - c. 儀器觀測執行項目表；
  - d. 觀測日期及時間；
  - e. 觀測位置座標；
  - f. 作業人員姓名；
  - g. 監測器材之型式及序碼；
  - h. 隧道作業：依環片逐環記載每次前進作業及穿過擋土壁下方、流木、巨石、地下水流、不穩定或其他不尋常事件所導致之地盤損失；(隧道鑽掘前進時)沉陷點、傾度計等之監測紀錄。
  - i. 開挖作業：內支撐之架設時間，包括施加預載等之紀錄。
  - j. 鄰近監測區域之施工載重。
  - k. 干擾或延誤監測作業之時間與原因。
  - l. 廠商所作之補救措施。
  - m. 結構物之任何裂縫或損壞，或其他事故。

(2) 資料庫輸入檔

廠商採用之測讀資料檔案處理系統應與捷運局之資料庫作業系統相容，於進行觀測後 24 小時內或依工程司核定之時程內，將監測所得一份完整資料庫輸入檔提送工程司。此外，廠商應填報含日報表及測量簿記、監測資料、潛盾施工紀錄、重要施工紀錄等之大地監測資料庫相關電腦報表及傳送給工程司。

(3) 月報告

A. 廠商每月 5 日前應提送前月之月監測報告。

B. 月報告至少應包括但不限於下列資料：

- a. 工地施工狀況。
- b. 監測系統一覽表，異於往日之狀況描述。
- c. 觀測結果之歷時曲線。
- d. 超過警戒值或行動值之監測儀器及補救措施。
- e. 該工區含各種監測儀器編碼並依座標繪製之監測儀器平面配置圖（含\*.tif 電子圖檔以作為 GIS 定位之用）
- f. 其他事項。

(4) 最終報告

最終報告應於該施工標之監測工作完成後 2 個月內提送，其內容應與月報告類似。

1.6.4 如廠商採用自動監測系統，其相關之設備及電腦程式亦應提送相關驗證資料。

1.7 品質保證

1.7.1 人員資格

- (1) 大地專業技師：廠商應設專任有經驗的大地專業技師。負責有關鑽探、灌漿、監測儀器安裝，開挖支撐系統等工作計畫及成果研析之簽證，並依「臺北市政府所屬各機關公共工程施工安全衛生須知」之規定巡視工地。其中在監測作業中應負責在監測資料提出前，先行判讀、釋疑及簽證。並對超出警戒值之監測結果應立即向工程司提出警訊並研擬改善方案之建議以供工程司審核。大

地專業技師之資格需依照 01310 章之規定。

- (2) 專業技師：其主要職責為負責規劃監測儀器之細節。撰寫各種監測儀器之安裝步驟，並親自督導各種儀器最先兩組之整個安裝過程，並負責所有監測儀器安裝及測讀結果之簽證。上述各項工作必須為具土木或大地技師資格者。並符合下列任一條經歷：
  - A. 土木工程碩士以上，並具至少四年大地工程及監測之經驗，並含安裝及監測作業。
  - B. 土木工程學士，並具至少六年大地工程及監測之經驗，並含安裝及監測作業。
  - C. 大專土木工程科畢業，並具至少九年大地工程及監測之經驗，並含安裝及監測作業。
- (3) 現地工程師：其職責為長駐工地全程監督儀器之安裝及參與監測作業（含監測儀器之水準高程測量及結構物沉陷等之測量工作）。應符合下列任一條資格：
  - A. 土木工程學士以上學歷及兩年以上之現場安裝及監測實務經驗。
  - B. 大專土木工程科畢業及四年以上之現場安裝及監測實務經驗。
  - C. 高工畢業及七年以上之現場安裝及監測實務經驗。
- (4) 分包廠商：如廠商之監測儀器規劃、採購、裝設、監測及分析等工作係委由專業分包廠商執行。應於監測儀器安裝 90 天前將分包廠商之資料提送至捷運局審核同意。提送之資料應包含該公司過去三年類似工作之業績及上述(2)至(3)目人員之學經歷資料。

#### 1.7.2 儀器採購

- (1) 採購計畫：廠商應就細部設計顧問所提出之監測儀器內容及精度要求，對其合適性先行檢討後提出採購計畫，規劃出所欲安裝監測儀器之品牌、型號、與測讀儀器之型號及其備份（應以區段標考量）之採購數量給工程司審核。
- (2) 出廠證明：電子或機械式之每個監測儀器皆由生產之工廠提供校

正曲線，涵蓋工地使用之最大及最小之讀數範圍，儀器上並應有永久性之唯一編號。測讀儀器之校正更應涵蓋數組不同溫度變化下之校正曲線，以確定溫度變化對讀數之影響。每組監測儀器出廠前之品管檢核表都應按序完成並提出證明。

- (3) 監測儀器之使用指引：上述監測儀器與測讀設備，製造廠商應備有使用指引，至少包含下列各項之說明：
- A. 監測之目的：包含監測的參數及其應用。
  - B. 操作原理：包含基本之文字說明，及用圖示或電路圖，說明其量測原理。
  - C. 校正手續：包含儀器交到使用者手中要驗證其功能正常所需之驗證試驗步驟；經常性之校正步驟及校正頻率之建議；測讀儀器之校正手續及頻率，如有需要亦應含使用者本身之簡單校驗方式。
  - D. 安裝方式：包含儀器本身及附屬零件之安裝步驟，連接方法及安裝時之注意要點；需要之安裝孔徑；安裝時須作紀錄之重點，以備日後測讀之參考。
  - E. 維修步驟：包含正常維修步驟；正確之拆裝指引；清潔潤滑指示；蓄電池充電之方法；維修之頻率；消耗材之備品數量；異常狀況之可能原因及處理方式表；維修站之電話地址等資料。
  - F. 測讀步驟：包含測讀器之操作；各接頭之功能及控制；人員或儀器之注意事項；初始值之測讀方式；正常監測讀數方式；環境影響對讀數之修正；工地紀錄表及測讀樣本。
  - G. 資料處理：包含詳細計算步驟；製造商提供之電腦程式使用手冊；計算書樣本；圖示資料方法及樣本；其他注意事項。

### 1.7.3. 靈敏度、量度範圍及準確度

- (1) 廠商應依本章第二節所規定之靈敏度、量度範圍及精確度提供所需之儀器。
- (2) 廠商得提供較佳之替代系統，但不得要求額外費用。



#### 1.7.4 檢驗單位

儀器週期性之檢驗，應由財團法人全國認證基金會（TAF）或經國際標準組織（ISO）所認證之公私立機構或經業主認可之公信單位進行檢驗。

#### 1.7.5 警戒值及行動值

- (1) 某一監測儀器於施工前之基本量測值（初讀值）與任一後續量測值之差值，等於某一規定之限度值時，稱此監測值達『警戒值』或『行動值』，表示目前之施工情況可能導致不安全的結果。各監測儀器之警戒值於特定條款或契約圖說中說明。
- (2) 某一監測儀器之『行動值』為該儀器監測之量測值將超越其設計限度之值，各監測儀器之『行動值』及建議之補救措施均於特定條款或契約圖說中說明。
- (3) 特定條款或契約圖說內所訂之警戒值及行動值，廠商可依據施工程序及觀測資料與計算分析比較，並參考以往施工監測數據，經工程司之認可後得加以修正之。本警戒值及行動值係依設計圖示所擬定之施工方法而訂；施工方法改變時其警戒值及行動值應由廠商計算修訂後經工程司核可。
- (4) 若某一監測儀器量測值接近其警戒值時，廠商應立刻報告工程司並覆核該量測值以確定此讀數，讀數若有不符，廠商應檢查該監測儀器之正常功能並解決測讀值間之差異。該讀數若一經證實，則廠商應立即找出該監測值發生變異之原因，除依工程司之指示增設監測儀器外，並研擬準備採取補救措施之方式且對施工方法作檢討，並在工程司之同意下，於其後之施工中進行適當之改善。例如廠商應立即對被監測物結構作調查，且增加監測頻率以確定被監測物之穩定狀況。被監測物若有新裂痕出現時應立即量測其寬度，並追蹤其裂縫是否持續擴大，且全面清查附近儀器監測值是否達警戒值。不論監測值是否超出警戒值，廠商應隨時注意被監測物是否有不穩定之徵兆，（例如發生裂縫或原有裂縫加寬），且隨時準備採取補救措施。所新增之監測儀器不另予計價。

- (5) 一旦量測值達行動值時，廠商應停止所有會影響該監測結構物之施工作業及採取必要之意外事故防止措施，俟對其完成妥善之補救措施而由監測之結果，證實已安全穩定後，其補救措施方得視為有效並經工程司認可後始得復工。
- (6) 若任兩連續讀數間之差值呈現不尋常之差異，廠商應即刻檢查儀器之功能並查核該異常出現之原因，以便採取必要之措施。
- (7) 上述可能之意外防止措施或補救作業並非限制廠商之選擇。廠商應單獨承擔實施適當措施之責任，以控制建築物沉陷或位移並保護建築結構物之安全性與完整性。

1.7.6 不同儀器之監測頻率係依施工作業與工作技術之不同而定，除另有說明外，最初之最少之監測頻率應如契約圖說所示，惟亦得依據現場情況加以調整。一旦開挖工作開始，定期測讀即應立刻開始，於契約期間除非經由工程司認可，應持續進行。

- (1) 監測頻率之時程得由工程司依據位置、開挖進度、支撐系統之效能、建物保護灌漿、位移速率及其他影響結構物安全及完整性等因素隨時加以修正，監測應按每一儀器之基本定期時程進行，除非由工程司特別核准，監測不得中斷或受干擾。
- (2) 工程作業屬一般條款第 H.8 條規定之停工期間，儀器監測對象屬未施作之工程項目時，經工程司認可後，該部份之儀器監測可暫時停止。而監測對象為已施作之工程項目時，經工程司認可後可減少監測之頻率。

#### 1.7.7 施工步驟之改變

當監測數據達到警戒值或行動值時，如變更施工步驟能提高安全時，廠商應對其施工步驟作適當之修正或採取其他有效措施。施工步驟之變更或措施均應經工程司認可，其增加之費用由廠商自行負擔。

#### 1.7.8 緊急情況

當施工階段發生異常狀況如土壤流失、地表下陷而危及鄰近建築結構物時，廠商應立即採取措施以控制鄰近建築物之安全，不能等待儀器

監測的結果。廠商應在處理行動後 48 小時內，向工程司提出書面報告，內容至少但不限於下列各項：

- (1) 契約編號和地點
- (2) 意外事件發生日期
- (3) 意外事件之描述
- (4) 意外事件預防或補救措施所採取之行動。
- (5) 與其他主管機關公文往來之記錄。
- (6) 意外事件經過處理後的目前狀況
- (7) 意外發生前後期間，鄰近地點監測資料。

#### 1.8 現場環境

1.8.1 未經捷運局事先核准，不得對外發佈或出版儀器監測資料。

1.8.2 廠商應視實際之施工需要，自行增設監測儀器，但不得向捷運局索取額外費用。廠商應自行研判監測數據以及時採取必要之補救措施。

1.8.3 到達儀器之通路：廠商應隨時提供工程司或其代表到任何儀器測讀之便利通路。通路包括階梯、工作台或其他必要設施。

#### 1.8.4 裝設：

- (1) 除非另有經工程司核准之安排，儀器之裝設應由工程司在場監督與檢驗。
- (2) 緊鄰擋土牆、隧道或其他埋設結構物之土中監測儀器，於裝設時應特別注意維持結構物與儀器間之適當距離。
- (3) 所有端點電匣及儀器均應有堅實牢靠之保護設施。監測儀器之電纜及管線均應妥為保護，若需重新架設或移置，應立即通知工程司。

#### 1.8.5 資料處理

承包商採用之測讀資料檔案處理系統應與捷運局之資料庫作業系統相容，監測所得資料必須有一份完整之電腦檔提送至捷運局。

#### 1.8.6 監測作業管理

- (1) 廠商應提供並維護兩組相同且校正好之測讀儀器，供其與工程司

使用，在任何情況下，當一組有故障時，另一組要能接替使用，故障的一組必須儘速修復並校正完成。

- (2) 廠商應負責執行為工程安全及建物保護所需之所有監測工作，監測之結果按 1.6 項之規定提送，對每一個監測儀器首次超出警戒值之監測數據應由專業工程師以另一套測讀儀器進行複測，以確定讀數之正確性。
- (3) 當監測結果確已達警戒值時，廠商應立即報告工程司並提出該監測結果異常之原因研判。如後續之施工有可能造成監測讀數之增加，則廠商應提出對施工行為之改善措施以供工程司核可，並防止監測讀數達到行動值，相關儀器之監測頻率亦應視情況提高。
- (4) 如監測儀器之讀數值達到行動值，廠商應立即停止會影響該監測讀值之所有施工活動，並採取補救措施，俟完成補救措施而由監測之結果監測讀值不會因後續施工活動而繼續增加或經研判不會造成鄰近建物危險，其補救措施方得視為有效，並應經工程司核可後才准許復工。
- (5) 監測儀器之警戒值可經由廠商專業工程師提出書面評估資料，並經工程司同意後修訂。
- (6) 任何施工階段如相鄰之監測讀值如有明顯變化，都應確實查明原因，並確認其功能是否正常。
- (7) 除由監測儀器偵測工地施工中之安全以外，廠商仍應經常性地檢視工地是否有異常之現象，以確保施工之安全。
- (8) 廠商專業工程師須辦理工程司提出監測儀器不定期會測要求時之監測工作。

## 2. 產品

### 2.1 材料

#### 2.1.1 監測儀器之材料應具耐久性，使其在監測之過程中維持正常之測讀功

能。而若採用電子式之監測儀器則應有良好之水密性。

2.1.2 監測儀器在正常工作溫度下能操作正常外，對安裝過程中之焊接或水化熱等之溫度亦應有抵抗之能力。

2.1.3 監測儀器之本體及附屬之管線、測讀器之接頭等都應具有妥善保護措施之設計。

2.2 靈敏度、量度範圍、精確度及其他規定

2.2.1 水位觀測井：

- (1) 內徑至少為 35mm。
- (2) 開孔部份至少 1.5m，開孔率至少 3.5%。
- (3) 濾網或不織布透水係數不小於 10-2cm/sec；最大孔隙為 100 微米。

2.2.2 豎管式水壓計：

- (1) 內徑不得小於 26mm。
- (2) 透水單元長度不小於 150mm。
- (3) 孔隙大小為  $60\pm 10$  微米、最大透水係數 (K) 0.3cm/sec。

2.2.3 電子感應式水壓計：

- (1) 感應濾孔大小： $60\pm 10$  微米。
- (2) 感應器靈敏度： $\pm 0.05t/m^2$ 。
- (3) 系統整體精度：足尺之 $\pm 0.25\%$ 。
- (4) 傳感器承受之最大壓力：不小於安裝深度至地表之水壓加上  $15t/m^2$ 。

2.2.4 土中傾度管及測讀器：

- (1) ABS 管，標準外徑不大於 90mm 且不小於 69mm。
- (2) 管內凹槽在垂直方向上每 3 公尺不得超過 0.5 度之旋轉。
- (3) 管接頭依契約圖說所示。
- (4) 感測靈敏度： $\pm 0.04\%$ 。
- (5) 系統整體精度： $\pm 0.04\%$ 。
- (6) 量度範圍：0 度至 $\pm 30$  度。

(7) 持續操作時間：12 小時。

2.2.5 連續壁內（與地盤內）傾度管及測讀器：

- (1) 與土中傾度管及測讀器要求相同，惟壁體內之接頭可用固定式接頭。
- (2) 連續壁壁體內傾度管與套管間之縫隙須以水泥砂漿回填。

2.2.6 磁感式地層沉陷計：

量測精度 $\pm 5\text{mm}$  以內。

2.2.7 應變計：

- (1) 最大應變範圍：3000 微應變（3000 Micro-mm/mm）。
- (2) 平均靈敏度：1 微應變（1 Micro-mm/mm）。
- (3) 適用溫度範圍：-10 至  $60^{\circ}\text{C}$ 。
- (4) 附熱阻器及提供熱阻器之測讀裝置。

2.2.8 鋼筋應力計：

- (1) 靈敏度：全量度範圍之 0.5%。
- (2) 系統整體精度：全量度範圍之 $\pm 2.0\%$ 。
- (3) 量度範圍： $0\pm 3000\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

2.2.9 收斂觀測設備：

- (1) 量距設備應使用鈷鋼尺，量測精確度為 $\pm 0.1\text{mm}$ 。
- (2) 收斂釘為勾掛型且露出長度約 40 mm，潛盾隧道用之收斂釘應於環片安裝前預埋或裝設，並不得使用膨脹螺栓。

2.2.10 傾斜計：

- (1) 系統靈敏度：20 秒弧度。
- (2) 系統整體精度： $\pm 40$  秒弧度。
- (3) 量度範圍： $\pm 40$  分弧度。

2.2.11 荷重計：

- (1) 靈敏度：全量度範圍之 0.5%。
- (2) 系統整體精度：全量度範圍之 $\pm 2.0\%$ 。
- (3) 量度範圍：最大設計載重之 1.5 倍。

2.2.12 裂縫計：

- (1) 觀測精度為 1mm。
- (2) 量度範圍：10mm。

2.2.13 裂縫儀（電子式）：

- (1) 靈敏度：0.05mm。
- (2) 系統整體精度：0.1mm。
- (3) 量度範圍：0mm 至 5mm。

2.2.14 桿式伸縮儀：

- (1) 靈敏度：±0.5mm。
- (2) 系統整體精度：±2mm。
- (3) 量度範圍：0 至±100mm。

### 3. 施工

#### 3.1 儀器裝設時機

3.1.1 廠商應按核准之儀器安裝計畫，配合施工進度安裝監測儀器。除另有指示外，應符合下列：

- (1) 明挖覆蓋施工有關之監測儀器，應於連續壁導溝及擋土壁施作前，安裝並完成初始讀數。
- (2) 在鑽掘隧道發進井前方 50 公尺範圍內，隧道監測斷面上之監測儀器（收斂釘除外），應於發進鏡面破除前，安裝並完成初始讀數。
- (3) 若建物保護工作需於開挖前完成時，則應於該工作施作前，先進行監測儀器之安裝與初始讀數量測。

3.1.2 須經驗證試驗、初步試用或檢驗程序之儀器設備，其採購與裝設時程應妥為安排，在裝設之前留有充裕之作業時間。

3.1.3 所有監測儀器之裝設工作皆須於安裝前二日通知工程司，於工程司之監督下執行安裝工作。

3.1.4 安裝完成後之監測儀器即應分別由測讀儀器及其備份分別讀取初始

值，互相比對校驗，並作日後測讀之依據。

### 3.2 儀器位置

3.2.1 儀器之裝設應依現場實際狀況，儘可能接近圖示之約略位置。儀器裝設位置應事前經工程司核准。

3.2.2 每一儀器均應予以編號，並將此號碼以鏤空字型板油漆在鄰近表面上，或以經工程司同意之方式清楚標示。若無鄰近表面可供利用，則依圖示裝設號碼牌。

3.2.3 儀器裝設完成，或損壞重設後，應製作該儀器之裝設或重設之摘要工作圖及報告。

(1) 於工作圖上標示契約主要工作之配置情形，以利標示監測儀器之所在位置。

(2) 於工作圖上標示各永久水準點之設置高程及各沉陷基準點之最初高程。

(3) 於工作圖上標示儀器之識別號碼及儀器型式。

(4) 於工作圖或報告中標示下列各項：

A. 各儀器之裝設步驟及裝設日期。

B. 各儀器之完工狀況，包括深度、長度、高程、測站偏移及各主要組件之尺寸。

C. 儀器符合容許誤差之驗證紀錄。

3.2.4 測定各儀器之位置座標，其精確度應在 30mm 以內。於隧道內，則應同時測定各儀器之支距及相對於上、下行軌道中心線之偏移量。測得之座標、測站及支距等資料均應標示於平面工作圖上。

### 3.3 儀器之裝設

3.3.1 儀器之裝設步驟由廠商提出，經工程司核可後裝設。裝設之正確作業時程皆應知會工程司，並在工程司之監督下完成，廠商之裝設及測讀人員之相關規定依照 1.7.1 款之規定。

3.3.2 儀器及附屬之管線等皆須有保護之措施，如保護箱為加鎖或用特定之扳手者，其開啟工具須提供工程司一套使用。



3.3.4 儀器安裝完成後都須經過功能之測試，為正常者方可接受。否則須由廠商評估合適之位置另行補設。不被接受之監測儀器不予計價。

3.3.5 觀測井裝設之深度至少為 10 公尺或在現存水位以下 5 公尺取其較大者。

3.3.6 鋼筋計之連接應以機械式而不得以焊接之方式連接。

3.4 水準點之測量控制

3.4.1 建立監測各儀器所需之永久水準點高程。

3.4.2 以捷運局水準點為準，建立各永久水準點之座標，其誤差不得超過本規範之容許值。

3.4.3 以捷運局水準點為起迄點，使用迴路高程測量法建立各永久水準點之高程。

(1) 水準測量時建立之轉點，應使其前視與後視之距離約略相等。

(2) 轉點應為固定物表面上易於辨認之點，或為打入路面之水泥釘。

(3) 除非另經核可，標稱視距應約為 35m。

(4) 迴路測量之閉合誤差應除以轉點數後，平均分攤至各轉點用以調校測量數據。

(5) 各永久水準點之高程，應以至少 3 次迴路測量查核其正確性，3 次迴路測量之結果均符合下列之規定時，方能確定其數據正確。

A. 迴路高程測量之閉合差應小於 4 mm ( $k$ =公里數)，若迴路之閉合差大於 4 mm 時，即應重測。若任何永久水準點高程之各次測量結果出現不一致之情形，亦應就該水平迴路進行重測，至重覆獲得正確高程數據為止。

3.4.4 於工地之施工工作開始前，建立上述各測點及其原始高程數據。

3.4.5 永久水準點之高程應每三個月查核。如有異常現象時則應提高量測頻率。

3.5 儀器之監測

3.5.1 測量方式：

(1) 依與測量控制相同之規定方式，測讀各儀器之數據。

- (2) 以永久水準點為起迄點，使用迴路高程測量法量測各儀器之初始及後續高程。
- (3) 建物沉陷觀測點之高程紀錄應使用精密之測量方法，容許誤差為 0.5mm。完成之高程環形閉合誤差應在 1.0mm 以下。
- (4) 地表沉陷觀測點、地層沉陷計底部測量點與隆起桿錨座測量點，其高程測量紀錄之容許誤差為 1.5mm；完成之高程環形閉合差應小於 4 mm (k: 公里數) 以下。

3.5.2 捲尺伸縮儀：於隧道內，依圖示收斂點位置及量測位置（地點）設置捲尺伸縮儀之收斂觀測點。伸縮儀之讀數須定期測取，並依指示提高測取頻率。讀數資料應於測取後 24 小時內提交工程司。

3.5.3 對周圍溫度敏感之儀器，於觀測時應同時量測其溫度。

3.5.4 各儀器之監測頻率及終止監測之時機得按實際施工之狀況調整，但須由廠商之專業工程師以書面提出並經工程司核可。

3.5.5 監測頻率：除另有規定外，依設計圖監測儀器表所示。

### 3.6 儀器之保護、維護及重設

3.6.1 各項儀器均應妥為保護及維護，保護箱內之積水應予排除，雜物亦應沖除，保護箱應隨時上鎖，並應將鑰匙複製一份交給工程司。

3.6.2 設置於無鋪面地區之永久水準點、沉陷基準點、及土中傾度管、觀測井、水壓計、地層沉陷計與其他經工程司指定之儀器四周，應依其狀況所需，設置合適堅實之保護裝置。

3.6.3 各項儀器或其組件與零件如有損壞或遺失，除非事前已依 3.5.4 款規定經工程司同意終止監測者，均應立即修復或換新，且不得向捷運局索取其費用。

### 3.7 儀器之停止量測

3.7.1 除竣工自應移除監測儀器外，廠商應依各監測儀器特性及工程需求，對監測對象提出安全、穩定性評估及各監測儀器停止量測時機，並經工程司核可後據以執行。

3.7.2 停止量測後，若有異常變化產生，廠商仍需依工程司指示恢復量測（或

重新安裝儀器量測)，該恢復量測（新增儀器）不再重新計價。

### 3.8 儀器之移除及復舊

3.8.1 於工程最終驗收前，經工程司指示，依下列之規定移除並修整各項儀器

- (1) 地表沉陷點（沉陷觀測點）：移除並復舊。
- (2) 地層沉陷計（桿式伸縮儀）：移除上端 1 公尺及保護箱，地表復舊。
- (3) 土中傾度管：使用經核可之材料回填，移除上端 1 公尺及保護箱，地表復舊。
- (4) 水壓計：按工程司之指示保留於原地或使用經核可之材料回填，移除上端 1 公尺及保護箱，地表復舊。
- (5) 建築（或結構）物沉陷點：移除並復舊。
- (6) 傾斜計（傾斜儀）：移除並復舊。
- (7) 永久水準點：留置原地，保護箱頂應與最終之地表齊平。
- (8) 設於永久結構內或其上之監測儀器，如鋼筋應力計、壁中傾度管、開挖區內水壓計：不須移除，但應以水泥砂漿填壓予以修整以使永久性工程維持完整
- (9) 潛盾隧道用之收斂釘：移除。
- (10) 裂縫計、裂縫儀：移除並復舊。

3.8.2 復舊之方法應由廠商提出並經工程司同意。廠商應確實將受擾動或破壞之表面及鋪面修整至裝設監測儀器前或工程司同意之狀態。

## 4. 計量與計價

### 4.1 計量

4.1.1 本章之工作按第 01271 章及本章之規定計量。

4.1.2 本章工作之附屬工作項目將不予另單獨立項計量，其費用應已包含於其相關項目內。附屬工作項目包括但不限於如下所列：

- (1) 測量水準點、基線及各參考點之設置。
  - (2) 錨件。
  - (3) 資料之記錄、報告之製作、及相關之協調工作。
  - (4) 支撐及施工架。
  - (5) 水電之供應。
  - (6) 許可証之取得。
  - (7) 移除及復舊。
- 4.1.3 計量項目包含試挖、孔之鑽掘、臨時套管、接線盒及保護箱、各種監測儀器安裝所需之附屬項目、各項儀器之拆除，孔洞之回填及復舊。
- 4.1.4 下列項目按安裝公尺計量：
- (1) 永久水準點。
  - (2) 土中傾度管。
  - (3) 連續壁內（與地盤內）傾度管。
- 4.1.5 下列項目按處數計量：
- (1) 捲尺收斂點。（每處指四個收斂釘或同一斷面）
  - (2) 沉陷觀測點，按契約圖示之型式、位置及材質，分別計量。
  - (3) 水位觀測井。
  - (4) 豎管式水壓計。
  - (5) 電子感應式水壓計。
  - (6) 多點式桿式伸縮儀。
  - (7) 隆起桿。
- 4.1.6 下列項目按組數計量：
- (1) 鋼筋應力計（1組2個）。
  - (2) 裂縫計或裂縫儀。
  - (3) 傾斜計（含安裝臨時板）。
  - (4) 應變計（1組2個）。
  - (5) 地層沉陷計。
- 4.1.7 監測系統觀測之費用包含測讀儀器與資料處理設備之使用，維修及折

舊等費用以一式計量。

4.2 計價

4.2.1 本章之工作依工程價目單所示之契約單價或一式金額計價。

<本章結束>