

## 第 02447 章 隧道計測及儀器

### 1. 通則

•中華民國 94 年 12 月 31 日編定

#### 1.1 本章概要

本章說明隧道施工各項監測儀器安裝量測相關規定。

#### 1.2 工作範圍

本章規定收斂岩釘、伸縮儀、沉陷觀測釘、應力計、計測岩栓、圓盤荷重計、及應變計各項監測儀器設備之產品要求、監測計畫、準備工作、安裝、觀測及紀錄等相關事宜。承包商應依據設計圖、本規範及監造人員之指示，於隧道地表及隧道內埋（裝）設計測儀器量測、紀錄整理、分析隧道開挖前後地層及支撐系統應力分佈等，作為研判隧道穩定及選用支撐系統或回饋調整支撐系統之依據。

#### 1.3 資料送審

##### 1.3.1 品質管制計畫書

承包商應依契約規定將相關品質管制計畫書送請監造人員核可。

##### 1.3.2 承包商應於監測儀器安裝開始 30 天前提送計測計畫書送請監造人員核可，計畫書內容包含：

- (1) 監測器材之品牌、型號、規格、紀錄格式、說明書、規範、安裝方法及有經驗之監測督導人員（包含儀器供應商或原廠售後服務工程師）資格及經歷等。
- (2) 工作圖。
- (3) 廠商資料。
- (4) 各種材料樣品二份。
- (5) 緊急應變作業程序。

##### 1.3.3 若承包商採用之機具材料係屬專利品時，應按相關規定辦理。

### 2. 產品

#### 2.1 功能

##### 2.1.1 承包商須保證其埋設之監測儀器能維持其準確性，可供契約期間有效使用。為確保監測儀器之功能、品質及售後服務，承包商採購之儀器限已廣泛引用且實績良好之廠牌，若為進口之儀器須具有國外原廠在台代理銷售或授權製造之證明，且應有國外原廠派員辦理售後服務之能力者。

##### 2.1.2 收斂岩釘材料得為耐候或鍍鋅鋼製品或鋁製品，一端為錨固端，另一端則附螺紋並以塑膠帽保護，最小直徑為 20mm，長度至少 25cm，能適合所

使用收斂儀量測者。收斂儀測讀精密度達 0.01mm 以內。若採用 3D 光學觀測者，所採反光規標在任何時間旋轉隻中心位置應保持固定不變，其反光有效距離應大於 100mm。測距儀器須具高精度，其水平及垂直角度須達 1" 以內，距離精密度須達 1.0mm 以內。

- 2.1.3 伸縮儀應能防腐蝕，可為單點式或多點式。整支長度不可以短桿續接而成，伸縮桿調整範圍至少為±50mm。伸縮儀應以機械式或電子式測微錶量測之，測微表之精確度至少為 0.01mm。
- 2.1.4 沉陷觀測釘材料同本章第 2.1.2 款收斂岩釘之規定，觀測儀器之精度應在 1mm 以內。
- 2.1.5 應力計應為液壓平衡閥式，具有消除溫度和乾縮影響之功能，且能配合使用手動液體壓力測定儀。徑向應力計可直接讀取達 50kgf/cm<sup>2</sup>以上，精確度在 0.05kgf/cm<sup>2</sup>以內；切向應力計可直接讀取達 200kgf/cm<sup>2</sup>以上，精確度在 0.1kgf/cm<sup>2</sup>以內。
- 2.1.6 計測岩栓應為機械式，且具四測點。量測間距 0.75m 至 1.5m，荷重可達 25t 以上，計測岩栓應以機械式或電子式測微表量測之，測微表精確度 0.01mm 以內。
- 2.1.7 圓盤荷重計工作荷重為 25t 以上，利用機械或液體受壓可傳導壓力之原理製成，精確度應至量測值之±2%以內。中空內徑為 30mm 以上，且易於安裝者。
- 2.1.8 應變計應不受溫度、彎曲影響，且防潮避震，包括管線、接線箱與測讀設備，其精度在±1%以內，量測範圍最少 3,000  $\mu$ m/m (Micro-Strain)，測讀設備可直接讀定。

### 3. 施工

#### 3.1 準備工作

- 3.1.1 承包商應於安裝前提供符合本規範規定型式之監測儀器經監造人員核可後，依製造廠商提出並經監造人員核定之方法安裝監測儀器。
- 3.1.2 隧道開挖後，初期支撐應於最短時間內完成，以便監測儀器能於開挖後 12 小時內安裝。
- 3.1.3 承包商應指派足以勝任之地工技術專業工程師 (Geotechnical Engineer) 及工程員 (兩者之學經歷均須報請監造人員認可) 於施工期間長駐工地，負責全部計測儀器之安裝、督導及分析等工作。
- 3.1.4 承包商執行計測儀器之安裝工作時，應參考現場開挖後之地質變化情況 (如頂拱小崩落、節理等)、施工異常、滲水現象，會同現場地質師與監造人員決定計測斷面、位置，並根據現場地質師提供之地質資料及各項

計測儀器量測成果進行分析，如計測分析結果有任何異常現象發生時，應立即採取緊急因應措施，並立即通知監造人員。

### 3.2 安裝

#### 3.2.1 收斂岩釘

安裝位置由監造人員視地質情況指定，以儘量靠近開挖面為原則，收斂岩釘埋設後應避免碰撞，並裝有顏色之螺帽以資識別及保護。

#### 3.2.2 伸縮儀

- (1) 安裝位置應儘量靠近隧道開挖面。監造人員選定安裝位置後，承包商應即清除破碎鬆動之岩石，以確保安裝及量測人員之安全。
- (2) 伸縮儀若採單點式，每一計測位置應分別埋設如設計圖說所示各種不同長度伸縮儀各一支，伸縮儀應間隔約 30cm，安裝時應予適當排列。
- (3) 安裝伸縮儀之鑽孔孔徑應按製造廠商之規定，並經監造人員之認可，承包商不可任意變更。各孔施鑽長度如設計圖說所示，鑽孔方向應保持筆直避免彎曲。若採用鑽炸法，承包商並應詳加紀錄鑽孔附近開炸使用之炸藥量、孔數、配置及地質情況等，並將資料提送監造人員備查。鑽孔完成後應將孔內之岩屑清理乾淨，始可安裝伸縮儀。
- (4) 伸縮儀應先行於孔外裝妥，經監造人員檢視認可後，由監造人員同意之熟練技術人員埋設，其操作應謹慎小心，若有損壞應更換新品，其費用概由承包商自理。
- (5) 伸縮儀應依監造人員指示或製造商之規定安裝，惟承包商仍應負責保證可供量測使用及保持應有之精確性。
- (6) 安裝用之水泥砂漿配比須經監造人員認可。
- (7) 伸縮儀安裝完成且砂漿固結後，承包商應隨即調整量測桿，並讀取初始讀數，並將結果提送監造人員紀錄。

#### 3.2.3 沉陷觀測釘

其安裝應符合本章第 3.2.1 款收斂岩釘之安裝規定。

#### 3.2.4 應力計

應力計每組包含切向及徑向應力計各一支。安裝時，現場須由有經驗人員指導（該員資歷應先送審），並通知監造人員至現場監督，監造人員不在場不得安裝。待一切安裝妥當，確認應力計在噴凝土施噴時不致改變原有位置及方向時，方可進行施噴。

#### 3.2.5 計測岩栓

依據設計圖說所示位置或在隧道開挖期間視地質情況由監造人員指定適

當位置埋設。埋設長度、方向由監造人員決定。

### 3.2.6 圓盤荷重計

依據設計圖說所示位置或監造人員視現場地質狀況指定適當位置安裝。

### 3.2.7 應變計

(1) 應變計每組包含埋設於噴凝土內外兩側之應變計各一支，埋設時應確定應變計均勻包容於噴凝土中，且依量測方向及位置確實固定，使其不致於噴凝土作業中受衝擊而改變方向。

(2) 應變計不可安裝於大超挖處，且不可太靠近鋼肋、岩栓處。

(3) 應變計安裝位置及距岩盤、噴凝土表面之距離應予詳細紀錄標示清楚。

(4) 每一計測斷面上所有應變計電纜線 (Cable) 應集中放置於左右兩側壁上，以方便測讀且集中保護，避免於施工中受損。

### 3.2.8 各式安裝完成之計測儀器，承包商應註明編號、樁號、位置、長度、安裝時間等，並量測初始讀數。

## 3.3 量測方法

### 3.3.1 所有量測設備均應在使用前，由監造人員代表會同進行校正。每一類量測設備經校正合格後，應予編號紀錄，工地現場應有該紀錄備查，其副本應提送監造人員存查。

### 3.3.2 測讀及紀錄工作由承包商辦理，若有監造人員會同測讀時，承包商應予必要之協助，提供所需之人力及設備。測讀紀錄及初步成果研判，並應按監造人員指定時間送監造人員核備，以為承包商施工及監造人員檢討設計之依據。承包商應指派技術員並提供工作架以協助監造人員進行量測工作。

### 3.3.3 採 3D 光學觀測收斂岩釘及沉陷觀測者，須於計測後可透過有〔無〕線傳輸或儲存裝置將原始量測數據載入操作軟體中，並可立即計算顯示、列印收斂、沉陷量測結果以及各項歷時曲線與分佈曲線；於量測作業過程中，監造人員得隨時查核此系統運作之正確性，並取回量測結果表。

### 3.3.4 隧道量測頻率原則上為安裝後 7 天內，每 1 天測讀一次；自第 8 天起，每 3 天測讀一次，經 1 個月後，每 1 週測讀一次至收斂變形趨近於穩定，並經監造人員核准為止。監造人員得視地質情況及量測分析結果調整量測頻率及期限。

## 3.4 報告

### 3.4.1 承包商應於全部監測工作完成後，將全部監測工作結果彙整做成監測總報告一式三份送監造人員備查。

### 3.4.2 監測報告最少包括以下各項資料：

- (1) 監測日期及時間。
- (2) 氣候（包括溫度、相對濕度、雨量等）。
- (3) 監測儀器及監測設備之編號、規格或型式。
- (4) 監測儀器埋設位置。
- (5) 監測儀器運作情形。
- (6) 在儀器四週之施工載重情形及特殊之施工活動情形（必要時以照片及圖示說明之）。

監測儀器遭破壞或不能測讀時，承包商採取之各種補救措施。

#### 4. 計量與計價

##### 4.1 計量

- 4.1.1 收斂岩釘安裝及觀測、伸縮儀安裝及觀測、沉陷觀測釘安裝及觀測及計測岩栓安裝及觀測以支為單位計量；應力計安裝及觀測及應變計安裝及觀測以組為單位計量；圓盤荷重計安裝及觀測以個為單位計量。
- 4.1.2 收斂岩釘及沉陷觀測釘如以 3D 光學儀器進行量測，仍依「收斂岩釘安裝及觀測」、「沉陷觀測釘安裝及觀測」項目，以支為單位計量與計價。
- 4.1.3 承包商若量測資料不全，監造人員得按比例予以折減價款。另若各計測項目未按規定之量測頻率進行量測分析與判釋或其量測品質不佳，監造人員可不予計量。

##### 4.2 計價

- 4.2.1 各式量測工作按契約詳細價目表「收斂岩釘安裝及觀測」、「伸縮儀安裝及觀測」、「沉陷觀測釘安裝及觀測」、「計測岩栓安裝及觀測」、「應力計安裝及觀測」、「應變計安裝及觀測」、「圓盤荷重計安裝觀測」項目計價。
- 4.2.2 各式工作項目之契約單價包括所埋設之監測儀器設備及其附件、量測儀器之使用、安裝、岩面處理、工作架、器材搬運、量測、紀錄、成果整理及研判等所需之人工、材料、設備及其他為完成本項工作之一切費用。
- 4.2.3 隧道施工監測儀器安裝及觀測期間，承包商應善盡保護責任，若監測儀器遭到非自然損毀而致失效時，監測儀器應予作廢，且必須重新安裝，作廢之監測儀器不予計價。

〈本章結束〉