

## 第 02423 章 隧道用岩栓

### 1. 通則

•中華民國 94 年 12 月 31 日編定

#### 1.1 本章概要

說明隧道及地下工程結構支撐所使用之各種型式岩栓之材料、設備、施工及檢驗等相關規定，本章有關規定亦適用於隧道洞口邊坡、明挖隧道或豎井之岩栓。

#### 1.2 工作範圍

##### 1.2.1 SN 岩栓

##### 1.2.2 樹脂岩栓

##### 1.2.3 開縫管岩栓

##### 1.2.4 膨脹管岩栓

##### 1.2.5 自鑽式岩栓

##### 1.2.6 玻璃纖維岩栓

##### 1.2.7 岩栓鋼護帶

#### 1.3 定義

1.3.1 SN 岩栓：鑽孔後，孔底灌注水泥砂漿，若為預力岩栓則裝入瞬結劑，再補灌水泥砂漿，插入岩栓，旋轉岩栓可刺破瞬結劑，讓砂漿及早硬化迅速固定岩栓。

1.3.2 樹脂岩栓：鑽孔後，將樹脂膠囊插入孔底，然後插入岩栓，刺破膠囊並攪拌，使樹脂充滿孔內，黏住整支岩栓。

1.3.3 開縫管岩栓：鑽孔孔徑稍微較岩栓直徑小一些，然後用鑽機將開縫管岩栓用力推入孔內，此種岩栓能立即產生支撐作用。

1.3.4 膨脹管岩栓：鑽孔後，將岩栓管插入孔內，用手提高壓水泵以預設水壓將孔內岩栓管膨脹，使其與孔內岩壁不規則面產生摩擦力，岩栓管膨脹使岩栓長度縮短與端板緊壓岩面或噴凝土面。

1.3.5 自鑽式岩栓：岩栓本身可以接續，是鑽桿也是灌漿管，使鑽孔、灌漿、錨碇與固結一次作完，適用於鑽孔困難但又不致於堵塞灌漿孔的岩體，灌漿錨固可採用水泥系列材料或化學材料。

1.3.6 玻璃纖維岩栓：岩栓是由約 70%的玻璃纖維加在多元酯 (Polyester) 或環氧樹脂 (Epoxy Resin) 製造而成，可以樹脂或水泥漿使其與岩體錨固。

1.3.7 岩栓鋼護帶：連結兩個以上之岩栓外露端以支撐岩栓間之岩盤；防止未支撐岩盤可能造成之危險。

- 1.4 系統設計要求  
減少岩體變形量，此變形量是因開挖所引發的應力重分配與鬆弛岩楔的自重而產生的。
- 1.5 資料送審  
承包商在各種型式岩栓使用前 30 天應提出製造廠商試驗合格證明，詳述此種岩栓之圖樣、類型、排列、佈置、長度、配件、鑽孔、安裝、錨固、灌漿（含水泥砂漿配比、樹脂藥包、條型包裝水泥砂漿及瞬結劑等）、施工、試驗及其他有關細節，送請監造人員核准。
  - 1.5.1 品質管理計畫書
  - 1.5.2 施工計畫
  - 1.5.3 施工製造圖
  - 1.5.4 工作圖
  - 1.5.5 廠商資料
  - 1.5.6 材料應提送樣品二份。
- 1.6 品質保證
  - 1.6.1 提送監造人員認可之實驗機構檢驗合格，證明各項材料均符合規定。
  - 1.6.2 各種型式之岩栓必須經工地拉拔試驗合格後方可使用。
  - 1.6.3 承包商應提出錨固材料製造廠之品質保證證明及製造日期。
  - 1.6.4 監造人員於施工中得要求抽樣辦理拉拔試驗，以保證施工品質。
- 1.7 運送、儲存及處理
  - 1.7.1 岩栓及錨固所使用之材料之裝卸、運送及放置應注意安全，避免受到撞擊，承包商須提出製造廠規定之儲存期間，並依規定之儲存期間妥善置於乾燥防潮溼處，防止鏽蝕或變質。
- 1.8 現場環境  
岩栓可於隧道頂拱、側壁及仰拱安裝，可以局部或系統化安裝，可與噴凝土共同作用形成岩拱產生承载力，亦可使用於開挖面作為臨時支撐。
- 1.9 工作順序及進度  
應於岩盤開挖後儘速裝設。
- 1.10 機關指示
  - 1.10.1 岩栓應依設計圖規定之標準支撐系統安裝或視實際地質情況依監造人員指示辦理。
  - 1.10.2 由計測或觀察結果認為有必要並經監造人員認可，得增加岩栓以補強。
- 2. 產品

## 2.1 功能

以增加岩體剪力強度來改善岩質，若施預力或與噴凝土共同產生三度空間圍壓狀態，可形成岩拱增進岩體自持能力。

## 2.2 材料

所有材料應符合下列規定或其同等品質。

### 2.2.1 SN 岩栓

- (1) 錨桿：應符合 CNS 560 A2006 SD420 或 ASTM A615/A615M 之 D25 至 D29 竹節鋼筋或直徑約為 25 至 29mm 之螺紋節鋼筋製成。
- (2) 承板：材質應符合 CNS 2473 G3039 SS400 或 ASTM A36/A36M、JIS G3101 SS41 之規定。
- (3) 螺帽：材質應符合 CNS 3128 B2126 或 ASTM A30702 之規定。
- (4) 墊圈：材質應符合 CNS 150 B2010 或 ANSI B27.2 之規定。
- (5) 水泥、砂、水及附加劑：材質應符合第 03050 章「混凝土基本材料及施工方法」之規定。
- (6) 瞬結劑：材質應依規定之拉拔試驗證明合格，其氯化物之含量不得超過自重之 1%。

### 2.2.2 樹脂岩栓

- (1) 錨桿：由符合 CNS 560 A2006 SD420 或 ASTM A615/A615M 之 D25 至 D29 竹節鋼筋或直徑約為 25 至 29 mm 之螺紋節鋼筋製成。
- (2) 承板：材質應符合 CNS 2473 G3039 SS400 或 ASTM A36/A36M、JIS G3101 SS41 之規定。
- (3) 螺帽：材質應符合 CNS 3128 B2126 或 ASTM A307 之規定。
- (4) 墊圈：材質應符合 CNS 150 B2010 或 ANSI B27.2 之規定。
- (5) 樹脂錨固材料：材質應依 ASTM D695 試驗，其抗壓強度應在  $800\text{kgf/cm}^2$  以上，並依規定施作拉拔試驗證明合格。

### 2.2.3 開縫管岩栓

- (1) 錨桿：由符合 CNS 或 ASTM 之圓形鋼管製成。
- (2) 承板：材質應符合 CNS 2473 G3039 SS400 或 ASTM A36/A36M、JIS G3101 SS41 與 ASTM F432 之規定。

### 2.2.4 膨脹管岩栓

- (1) 錨桿：由符合 CNS 或 ASTM 之圓形鋼管製成。
- (2) 承板：材質應符合 CNS 2473 G3039 SS400 或 ASTM A36/A36M 與 JIS G3101 SS41 之規定。

### 2.2.5 自鑽式岩栓

- (1) 錨桿：符合 CNS 560 A2006 SD420 或 ASTM 竹節鋼筋圓形鋼管製成。
- (2) 承板：材質應符合 CNS 2473 G3039 SS400 或 ASTM A36/A36M、JIS G3101 SS41 規定。
- (3) 螺帽：材質應符合 CNS 3128 B2126 或 ASTM A307 之規定。
- (4) 墊圈：材質應符合 CNS 150 B2010 或 ANSI B27.2 之規定。
- (5) 續接器：材質應符合 CNS 或 ASTM 之規定。
- (6) 水泥、砂、水及附加劑：材質應符合第 03050 章「混凝土基本材料及施工方法」規定。
- (7) 樹脂錨固灌漿材料：材質應依規定之拉拔試驗證明合格。

#### 2.2.6 玻璃纖維岩栓

- (1) 錨桿、承板、螺帽及墊圈：皆由玻璃纖維製成，材質須符合 CNS 或 ASTM 之規定。
- (2) 水泥、砂、水及附加劑：材質應符合第 03050 章「混凝土基本材料及施工方法」之規定。
- (3) 樹脂錨固灌漿材料：材質應依規定之拉拔試驗證明合格。

#### 2.2.7 岩栓鋼護帶：材質應符合 CNS 2473 G3039 SS400 規定之軟鋼板或結構鋼。

### 2.3 設備

#### 2.3.1 岩栓須以鑽機鑽孔，樹脂岩栓須利用鑽機攪拌樹脂藥包，鑽機轉速最大可達 500rpm 與約 40kgf/m 之旋轉扭矩。

#### 2.3.2 水泥砂漿須以壓漿機 (Mortar Feeder) 灌填。

#### 2.3.3 開縫管岩栓裝設須使用衝擊式鑽機。

#### 2.3.4 膨脹管岩栓裝設須使用高壓泵提供至少 300kgf/cm<sup>2</sup>之安裝水壓力。

#### 2.3.5 灌漿錨固依材料之不同，由承包商提供灌漿設備。

#### 2.3.6 拉拔試驗器由承包商提供，拉拔施力表應具有最大壓力 20t。

### 2.4 備品

各種型式岩栓所需之材料應有充分之備用庫存量俾應付工程需要以免延誤工程進度。

### 2.5 設計與製造

#### 2.5.1 錨桿

- (1) 除開縫管及膨脹管岩栓外，一般岩栓錨桿的一端應為尖型以便插入孔內，另一端附螺牙，螺牙滾壓成型或反牙製成，且應具平滑、潔淨及輾壓之螺紋，螺牙直徑應與岩栓之標稱直徑相同，每 cm 具有 3 至 4 牙，螺紋應為左旋，長度至少為 20cm，若為鋼材則加工後以油脂塗敷，並以塑膠包紮保護，以免受損，自鑽式岩栓中間有接續器，

其螺牙與螺紋之設計與製造亦雷同。

- (2) 開縫管岩栓：為一全長皆有縫槽之圓形鋼管，一端應為尖型以便插入孔內，另一端鐸有固定承板用之環形凸緣。
- (3) 膨脹管岩栓：為一全長皆有凹槽之圓形鋼管，兩端以高強度軸套鐸接封口而成，內軸套為尖型以便插入孔內，外軸套用來固定承板。
- 2.5.2 承板：承板應以平爐鋼或電爐鋼製成，配合岩栓的極限強度，使岩栓拉力平均傳至不規則噴凝土面或岩石面，使不致產生錨桿之彎曲應力，承板的尺度、型式與厚度應使岩盤不致被破壞與噴凝土不致被穿裂為原則。
- 2.5.3 螺帽與墊圈：螺帽與墊圈設計應以岩栓極限強度為依據，以平爐鋼或電爐鋼製成，螺帽應為高強度螺帽，其尺度與錨桿頭相同，墊圈為硬鋼。
- 2.5.4 水泥砂漿：承包商得按岩栓製造廠家所建議並經監造人員認可之配比在工地拌和水泥砂漿，一般而言，瞬結劑含量可約為水泥量之 2%(重量比)，水灰比 0.30~0.45。
- 2.5.5 瞬結劑：瞬結劑通常以玻璃管包裝，直徑約 25mm，長約 500mm，內裝 1,000c.c. 急結液及粒徑 5~10mm 之輕質粒料或採用條狀之類似品。
- 2.5.6 樹脂藥包：聚酯樹脂藥包內，設有容納定量硬化劑之夾層，樹脂藥包品質須經認可，包裝須能防潮且易於碎裂俾能完全攪和。
- 2.6 工廠品質管理
- 2.6.1 錨桿
  - (1) SN 與樹脂岩栓：其直徑 25mm 鋼筋之破壞載重可達 16t，其直徑 29mm 鋼筋之破壞載重可達 20t。
  - (2) 開縫管岩栓：其岩栓孔徑 31~33mm 者之破壞載重可達 7t，其岩栓孔徑 35~38mm 者之破壞載重可達 9t，其岩栓孔徑 41~45mm 者之破壞載重可達 14t。
  - (3) 膨脹管岩栓：其外徑 41mm 壁厚 2mm 之破壞載重可達 10t，其外徑 54mm 壁厚 3mm 之破壞載重可達 20t。
  - (4) 自鑽式岩栓：其外徑 25mm 內徑 14mm 之破壞載重可達 20t，其外徑 32mm 內徑 20mm 之破壞載重可達 28t，其外徑 32mm 內徑 15mm 之破壞載重可達 36t，其外徑 38mm 內徑 14mm 之破壞載重可達 5t。
  - (5) 玻璃纖維岩栓：其外徑 22mm 實心錨桿之破壞載重可達 38t，其外徑 22mm 壁厚 10~12mm 之破壞載重可達 31t。
  - (6) 各類岩栓之抗拉強度應依設計圖說之規定辦理。
- 2.6.2 水泥砂漿：水泥砂漿應以一份水泥與一份砂及適當之水拌和而成，水灰比在 0.35~0.45 之間，5cm<sup>3</sup> 立方試體之三天齡期抗壓強度應達到

310kgf/cm<sup>2</sup>以上，其稠度應為灌注於朝上之垂直孔而不致發生垂流。

- 2.6.3 樹脂藥包：「快凝型」樹脂藥包凝固時間（Cure time）為 15 分鐘，「慢凝型」樹脂藥包凝固時間（Gel time）為 30 分鐘，依 ASTM D2471 辦理。

### 3. 施工

#### 3.1 準備工作

- 3.1.1 岩栓之鑽孔應如岩栓製造廠之建議，視地質情況選定並經監造人員認可。

- (1) SN 岩栓若未規定尺度，則鑽孔孔徑以岩栓直徑 1.5 倍為原則或較岩栓錨桿直徑大 10mm 至 20mm，但不大於瞬結劑管徑與岩栓直徑之和。
- (2) 樹脂岩栓的鑽孔孔徑須較岩栓直徑至少大 12mm，不宜太大以確保樹脂最好的攪拌與固結。
- (3) 開縫管岩栓之鑽孔孔徑反而應較岩栓錨桿直徑小約 2 至 7mm，依地質軟硬而定。
- (4) 膨脹管岩栓之鑽孔孔徑反而應較膨脹後岩栓錨桿直徑小約 2 至 10mm，依地質軟硬而定。
- (5) 自鑽式岩栓之錨桿在鑽孔時就是鑽桿，得用續接器延伸錨桿長度。
- (6) 玻璃纖維岩栓則比照 SN 岩栓或樹脂岩栓辦理。

- 3.1.2 岩栓鑽孔之長度應超過岩栓的長度至規定之深度，岩栓宜穿過不穩定岩層，並錨碇於良質岩盤，其鑽孔深度亦須配合辦理。岩栓孔鑽至規定深度後，應以壓縮空氣或水噴洗清除孔內之浮土、岩屑、岩泥及碎片。

#### 3.2 安裝

##### 3.2.1 SN 岩栓

- (1) 灌漿時將灌漿產品從孔底開始灌注直至孔內完全灌滿為止，灌漿產品填滿後應立即將岩栓推入孔內，不得有所延遲，水泥砂漿之稠度應使灌注於向上垂直孔時不致發生垂流。
- (2) 預力岩栓如需使用瞬結劑，須按監造人員指示使用，灌漿時先將灌漿用軟管伸入孔底，由裡往外灌填一段長約 50cm，隨即抽出軟管並迅速將瞬結劑（包裝於容器內）插至孔底，再由裡向外灌注砂漿，至確實灌滿為止，並即將岩栓插入孔內，用力穿破瞬結劑容器直至孔底，並快速轉動旋轉錨桿使瞬結劑與砂漿完全混合，且有砂漿溢出孔口，錨桿應儘量保持於孔中央避免偏心，安裝動作必須連續進行，不得停頓，並儘速完成。

##### 3.2.2 樹脂岩栓

- (1) 將岩栓插入鑽孔中檢試其是否可旋轉自如，若可旋轉自如則將所需

之樹脂藥包塞入孔中，再將螺栓插入直至孔底並以鑽機將之旋轉約 [30 秒] 使充分拌和。

- (2) 承包商應依製造廠商說明插入所需類型及數量之樹脂藥包，以確保岩栓放入後，孔內充分填滿樹脂，樹脂藥包不得超過其保持時間。
- (3) 若為預力岩栓，孔內最深端應裝「快凝型」樹脂藥包以錨碇岩栓，孔內其餘部分則以「慢凝型」樹脂填充，並在「快凝型」樹脂凝固後而「慢凝型」樹脂未凝固前即施預力。

#### 3.2.3 開縫管岩栓

- (1) 將鑽桿取下換上裝岩栓的套管 (Driver Tool)，套管有長或短、公或母與螺牙或尖型等之區別，必須配合鑽機型式與施工空間選擇並經監造人員認可。
- (2) 岩栓錨桿凸緣裝配承板後以套管驅動，將錨桿尖端放入推進孔內。
- (3) 當承板適度貼緊凸緣端與噴凝土面或岩面時，就不要繼續再衝擊岩栓以免受損。

#### 3.2.4 膨脹管岩栓

- (1) 先在岩栓錨桿外端之凸緣上套上承板送入鑽孔內。
- (2) 將高壓水管之軋頭 (Chuck) 與岩栓軸套連接，啟動由  $5\sim 7\text{kgf/cm}^2$  壓力空氣所推動的高壓泵，將水由壓力至少  $0.5\text{kgf/cm}^2$  加壓至預定之安裝水壓力，該水壓力應為  $300\text{kgf/cm}^2$  或監造人員指示值，但不得低於  $280\text{kgf/cm}^2$ ，並從軸套上之小孔注入岩栓錨桿內，將其脹大並與鑽孔壁密接。
- (3) 於岩栓錨桿膨脹之同時，岩栓錨桿兩端之軸套會內縮，將承板緊壓岩盤面。
- (4) 高壓泵於加壓至預定水壓力  $300\text{kgf/cm}^2$  或監造人員指示值時，須能自動停止，一旦高壓泵自動停止後，即為岩栓安裝完成。岩栓安裝完成後，岩栓錨桿內之高壓水應可由軸套上小孔自由排出。若發生無法加壓至預定水壓力時，高壓泵及有關設施應檢查並經監造人員認可後方得繼續使用。

#### 3.2.5 自鑽式岩栓：岩栓錨桿就是鑽孔的鑽桿，以續接器延伸錨桿長度鑽至規定深度後灌水泥漿或水泥砂漿，錨桿是中空的，高壓沖水及灌漿漿液可以通過中空管徑，使浮土與岩屑清理乾淨，並使岩栓為水泥漿或水泥砂漿包裹錨碇在岩石或土壤中。

#### 3.2.6 玻璃纖維岩栓：玻璃纖維岩栓可為實心的，類似 SN 岩栓或樹脂岩栓，使用水泥漿、水泥砂漿或樹脂藥包錨碇，亦可為中空的並可以續接器延伸

長度類似自鑽式岩栓，使用水泥漿、樹脂藥包或樹脂灌漿錨碇，故其安裝方式可比照上述各相關型式岩栓辦理。

### 3.3 施工方法

3.3.1 除開縫管岩栓與膨脹管岩栓安裝與施工作業一次完成外，使用水泥漿、水泥砂漿、樹脂藥包或樹脂灌漿錨碇之岩栓，漿液或樹脂凝固硬化期間，錨桿不得攪動、轉動或施加载重，錨桿安裝 2 小時後，方可裝置承板，承板應與錨桿直交且貼緊岩面，如承板未與錨桿直交或未能貼緊岩面，其縫隙應以速凝填料充填，填充料抗壓強度應足以承受岩釘負載。

3.3.2 非預力岩栓原則上在安裝後約 24 小時，應將螺帽和承板旋緊，或依監造人員指示辦理。

3.3.3 預力岩栓在安裝完成後 3 至 4 小時以內，即應以氣動或手動扭力板手旋緊施預力，錨桿直徑 25mm 者至 6t，直徑 29mm 者至 8t，或至監造人員指定之預力值，施預力時須通知監造人員到場監視，扭力板手須於使用前送請有關單位校正，並附有證明，岩栓一旦經施拉預力後，不得為開炸或其他目的而將其預力解除。

3.3.4 安裝失敗，裝妥後因其他因素而遭破壞，無法達到規定之預力與扭矩、或監造人員認為不合規定時，該岩栓應予廢除，並依監造人員指示之位置重新裝設。

3.3.5 安裝完成或已施預力之岩栓，其曝露之錨桿頭應採必要之防護措施。

### 3.4 示範及訓練

承包商須以熟練的技工及方法進行岩栓之安裝。

### 3.5 檢驗

#### 3.5.1 錨固材料試驗

除開縫管岩栓與膨脹管岩栓之外，施工前承包商應對擬使用之岩栓錨固材料，辦理現場拉拔試驗以確立成效，其費用已包含於相關項目單價內，不另計價。

#### 3.5.2 工地拉拔試驗

施工前應依照監造人員指示，於不同性質之岩盤內施作拉拔試驗，以確定岩盤中之錨碇力及錨碇之可靠性，岩栓拉力 10t 時，所需之正確扭矩及每支岩栓達破壞拉力 15t 應使用的錨固材料數量，施工中未經監造人員在場見證之進一步試驗證明，不得改變上述扭矩及錨固材料數量，每種性質之岩盤至少應辦理兩支拉拔試驗，岩栓在岩盤中之錨碇力至少應達 15t 或監造人員指示值，若未達 15t 即破壞者，由監造人員研判其破壞原因後，再依監造人員指示辦理。



### 3.5.3 施工中抽驗

安裝完成之岩栓，監造人員得於每 100 支任意指定 1 支辦理拉拔試驗，但得視地質變化（例如膨脹管岩栓安裝時，水壓低於預定壓力值超過  $10\text{kgf/cm}^2$  與品質穩定度，酌量增加抽樣或調整試驗頻率，其試驗荷重（或相當的扭矩）應不得小於 10t 或監造人員指示值，若抽驗結果不合格時，由監造人員再任意指定 2 支作拉拔試驗，如 2 支均合格，則除原抽驗不合格之岩栓需由承包商無償補設外，該批 100 支岩栓均視為合格，如 2 支中有任何 1 支不合格，則所代表之 100 支岩栓全部視為不合格，承包商應提出因應補強方案，經監造人員認可後據以施工，或依監造人員之指示辦理。

### 3.6 現場品質管理

3.6.1 施工中，若岩栓未達規定之扭矩或拉力即已破壞時，該岩栓不予接受，並應依工地監造人員之指示補裝，補裝之岩栓應按原規定施工。

3.6.2 曝露之錨桿頭若因承包商防護不周，致影響岩栓抽樣檢驗時，應依監造人員指示處理。

### 3.7 保護

於監造人員指示辦理抽樣檢驗後，必要時應依監造人員指示於曝露之錨桿頭上澆置正方形（30cm），厚為 20cm 之混凝土、噴凝土或水泥砂漿封頭保護，或由承包商提出保護方式經監造人員認可後施作與辦理。

## 4. 計量與計價

### 4.1 計量

4.1.1 岩栓依設計圖說所示或監造人員指示安裝並檢驗合格之各型及各類長度之岩栓以支為單位計量。

4.1.2 品質原已符合規定之支撐，若經由計測或觀察結果認為有必要增加岩栓以補強時，該增加安裝之岩栓，經檢驗合格後，按不同長度依實作數量以支為單位計量。

4.1.3 經監造人員認可安裝之各類型岩栓，經檢驗合格後，其長度與設計圖所示不同時，按實作數量以公尺為單位計量。

4.1.4 岩栓封頭保護依據承包商所繪製並經監造人員認可之工作圖計算所得之個數核計。

### 4.2 計價

4.2.1 按契約詳細價目表所列各類型與各種長度岩栓及岩栓封頭單價給付。

4.2.2 各類型岩栓之契約單價皆包含鑽孔、岩栓之供給、安裝、灌漿、施工、

滲水或湧水處理、施預力、抽驗等工作所需之人工、材料、機具、動力、工作架及其他為完成本項工作所需之一切費用。

- 4.2.3 [岩栓封頭]之契約單價皆包含安裝及施工所需之人工、材料、機具、動力、工作架及其他零星費用。

〈本章結束〉