

# 第 02356 章 V3.0

## 水庫固結灌漿

### 1. 通則

#### 1.1 本章概要

說明大壩基礎灌漿工程中之固結灌漿所需之材料、設備、施工等相關規定。

#### 1.2 工作範圍

1.2.1 固結灌漿旨在改善淺層基礎岩盤天然缺陷，以期增強岩盤承载力，而達到防止基礎不均勻沉陷，增加淺層岩盤之水密性，同時減少固結灌漿時可能之表面漏漿。

1.2.2 試驗灌漿，主要目的在於提供最適宜之灌漿孔距、排列、壓力及配比，進而瞭解所需工料及預估工程數量、安排施工進度、確定處理方針。

1.2.3 灌漿材料試驗，漿液係由水泥及水混合而成，並可加砂及其他附加劑。漿液之基本成份、配比及稠度、以及所需添加之其他物料或附加劑應由工地工程司決定及試驗規定之。

1.2.4 固結灌漿管件及埋設（含套管鑽孔）。

1.2.5 AX 或 EX 旋轉式鑽孔。

1.2.6 壓力沖洗。

1.2.7 壓力試水。

1.2.8 水泥壓力灌漿。

1.2.9 AX 或 EX 重鑽孔。

1.2.10 透水試驗（Lugeon Test）。

1.2.11 NX 岩心探查孔。

1.2.12 灌漿砂。

- 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 01725 章--施工測量
  - 1.3.4 第 02220 章--工地拆除
  - 1.3.5 第 02344 章--鑽孔及灌漿

- 1.4 相關準則
  - 1.4.1 中華民國國家標準 (CNS)
    - (1) CNS 13961 混凝土拌和用水
  - 1.4.2 美國材料試驗協會 (ASTM)
    - (1) ASTM D98-77a 氯化鈣品質
    - (2) ASTM A120
  - 1.4.3 日本工業規格協會(JIS)
    - (1) JIS K1408
    - (2) JIS G3452

## 1.5 資料送審

- 1.5.1 品質管理計畫書
- 1.5.2 施工計畫

施工計畫應包括所擬使用施工機具之類型、如期完工進度表、鑽機及灌漿機之數目、擬採行之工作班數、各期施工機具、設施之一般佈置圖等。至於施工細節如漿液之配比、施灌壓力、灌漿速率、灌漿孔之鑽灌順序等，則由工地工程司按現場情況決定並加以指示之。

## 1.6 定義

### 1.6.1 幕段 (Section)

幕段係指沿灌漿幕之某一範圍，在其範圍內，灌漿作業不得與鑽孔同時

進行。但如情況許可，灌漿幕可細分為小幕段以加速承包商之作業。

#### 1.6.2 幕區 (Zone)

幕區係在灌漿幕內預經指定之部分深度。各幕區之深度應由工程司依照實際地質情況決定之。

#### 1.6.3 批次 (Sequence)

批次係在指定區域內將全部灌漿孔分成數批施工順序，第一批次孔應拉大距離並須鑽灌完成後，再進行中間之次一批次孔之鑽灌。如此鑽灌直至達到灌漿效果所須之最後間距為止。各批次之間距應由工地工程司依照實際地質情況決定之。

#### 1.6.4 孔段 (Stage)

在各幕區深度範圍內，將灌漿孔分段施工，謂之孔段。各孔段之實際深度，將隨所遇地質情況而異，可為幕區深度之一部分或其全部，一般為5m。

#### 1.6.5 沖洗

沖洗係用以沖除鑽孔中之岩屑，或洗除其岩縫中所含之鬆動物質。

#### 1.6.6 試水 (或壓力試水)

本項工作係於各孔段以壓力水注入，俾探測可能之漏水及滲水區域，進而估定岩縫之滲透率。

#### 1.6.7 洗漿

本項工作係以低壓水沖洗灌漿孔中尚未凝固之漿液。

#### 1.6.8 重鑽

本項工作係於灌漿孔中將整個孔段已凝固之漿柱以鑽孔法鑽除。

#### 1.6.9 劈距

在兩灌孔之中央，增一新孔之步驟，謂之劈距。

#### 1.6.10 探查孔

凡非為壓力灌漿，而於任何地區為探查所進行之鑽孔均稱之。探查孔之施鑽可以包括為壓力試水、為裝設孔隙壓力計或上舉壓力計，以及為確定堆積層或岩盤性質之目的所施鑽之孔。

### 1.6.11 旋轉式鑽孔

旋轉式鑽孔係指在岩面或混凝土面上，以旋轉式鑽機及鑽石鑽頭連續旋轉和加壓方式進行其鑽孔謂之。

### 1.6.12 衝擊式鑽孔

衝擊式鑽孔係指間歇旋轉或全不旋轉之鑽頭，藉錘擊或本身落差衝擊岩面或混凝土面以進行其鑽孔者。

### 1.6.13 取岩心鑽孔

屬旋轉式鑽孔法，藉取心之鑽石鑽頭及岩心管於進行鑽孔之同時，採取連續之岩心。

### 1.6.14 不取岩心鑽孔

不取岩心鑽孔亦屬旋轉式鑽孔，藉實心之圓柱型或閉塞型之鑽石鑽頭於孔中進行不取岩心之鑽孔。

## 2. 產品

### 2.1 材料

漿液係由水泥及水混合而成，並可加砂及其他附加劑。漿液之配比須視各孔段所遭遇之實際地質情況而定。漿液之基本成份、配比及稠度，以及所應添加之其他物料或附加劑應由工地工程司決定、試驗及規定之。承包商應嚴格遵照工地工程司所指示配比及程序進行拌和，以維持漿液品質。除工程司批准者外，凡經拌和後之漿液，不論原因，如未能於[2小時][ ]內施灌者須將其廢棄。

#### 2.1.1 水

用於鑽孔、沖洗、試水及拌漿之水，必須相當潔淨且無過量之污泥、有機物、鹼類、鹽類、酸類及其他雜物等。混凝土拌和用水應符合[CNS 13961][ ]之規定。

## 2.1.2 水泥

除工程司另有指示或規定者外，水泥之品質應符合第 02344 章「鑽孔及灌漿」之規定。

## 2.1.3 附加劑

### (1) 一般

附加劑得加入水泥漿液中使用。特殊附加劑之使用應依據初期灌漿成果，及試驗室對漿液進行試驗之結果辦理。所需使用附加劑之類別由工程司決定。凡未經工地工程司認可之附加劑不准使用。

### (2) 氯化鈣

氯化鈣應儲存陰涼乾燥之處，如需使用，其拌和量不得超過水泥重量之[2%][ ]。氯化鈣之品質須符合[ASTM D98-77a 第二型][ ]之規定。

### (3) 著色劑

著色劑為查漏時使用，須為[910-黃色氧化鐵][ ]，並須符合下列要求：

顏色：黃色

基底：氧化鐵

形狀：粉末

著色劑須由氧化鐵類顏料所組成，並須具備抗光、抗風化及抗水侵蝕之功能，且於混入水泥中時可保持安定。

### (4) 皂土 (Bentonite)

拌入漿液內之皂土須為粉末狀，其品質須符合下列要求：

細度：通過美國 200 號標準篩 90%

液限：200%~500%

塑限：150%~420%

塑性指數：50%~80%

復原性：8%~12%

除工程司核准者外，皂土須於拌入漿液前經 24 小時之水化。

(5) 水玻璃

灌漿用水玻璃溶液之品質須符合[JIS K1408][ ]之規定。使用於有地下水之灌漿。

(6) 砂

灌漿砂之品質須符合混凝土所用之規定，其級配應符合下列要求：

美國標準方眼篩	通過重量百分率
8	100
16	95~100
30	60~85
50	20~50
100	10~30
200	0~5

砂之細度模數應在 1.4~2.1 之間。

2.2 設備

除工程司批准者外，承包商所擬使用之機具應符合下述各項規定：

2.2.1 鑽孔

鑽孔所用之設備須為濕式之旋轉式鑽機，鑽機能力在 AX 孔徑須達到設計孔深 100m 以上。承包商須選用適當類型及足夠數量之機具，俾可依本章之規定及設計圖之要求進行鑽孔工作。

2.2.2 壓力試水、透水試驗及灌漿站基本設備

每一工作站至少應包括下列器材：

水槽 1 座。

水表 1 只。

壓力表數只。

試水泵 1 台。

拌漿機 1 台。

攪拌機 2 台（拌漿廠及灌漿站各 1 台）。

量水箱 2 具（拌漿廠及灌漿站各 1 具）。

灌漿泵 1 台另加備份 1 台。

自動壓力及流量記錄器 1 套。

洗孔及試水設備各 1 套。

大小不同栓塞各數支。

岐管 1 組。

控制閥及止回閥、必要之管路、灌漿軟管、配件及堵漏材料和工具等。

#### (1) 壓力表

承包商須自備大小不同之各種壓力表，其最大指示壓力應達  $[20\text{kgf}/\text{cm}^2$ （或不大於  $[3$  倍  $[$  預期的最大壓力  $]$ ），各種壓力表其最小刻劃不得大於  $[0.5\text{kgf}/\text{cm}^2]$   $[$  ]（透水試驗之壓力表精度須在  $0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$   $[$   $]$  以內），刻度盤面不得小於  $[10\text{cm}]$   $[$  ]，壓力表之管材應屬磷質青銅。除上述規定外，壓力表應設有適當保護措施，以防止漿液流入。壓力表 1 只裝在灌漿泵，另 1 只裝在孔口，並須經常檢查壓力表之靈活精確。壓力表之品質須符合國家標準，承包商須於各批壓力表運抵工地時，立即會同工地工程司取樣，自費送商品檢驗局試驗，試樣之選取及數量由工地工程司決定，凡試驗結果不合格時，該批壓力表不得使用於本工程。

#### (2) 水表

水表型式可為單盤雙指針之  $[$  青銅  $]$   $[$  ] 製品，長針及短針旋轉一周之水量分別為 10 公升及 100 公升，或為數字式水表，其個位及十位數迴轉一周之水量分別為 10 公升及 100 公升，並須附設累計器與重新設定鈕。水表面盤之直徑不得小於 10cm。在水表前端之供水管應裝設有清理器及過濾器各 1 個，以防砂粒或雜物流入水表中。操作迅速之閘門裝設於水表之前端。承包商應定期試驗校正水表之精度，其許可差於每分鐘 60 公升時不起過  $[2\%]$   $[$  ]。

(3) 壓力試水泵

壓力試水泵應可在最大試水之壓力下，輸送至少 150 公升/min 之水量，且保持壓力及流量之穩定。

(4) 拌漿機（攪拌機）

拌漿機應為[高速機械式][旋渦拌和式][ ]，並且能夠拌和膠狀漿液者，拌漿方式為槳葉型或輪葉型，其轉速不得低於 800RPM。拌漿機（單桶或雙桶）最小拌漿容量應為 400 公升，並須附有精確的量水設備，以控制漿液之用水量，量水設備讀數應由 10 公升至 300 公升。拌漿機亦應有容量相匹配之機械式攪拌桶。每一拌漿機須有各種材料秤量設備、輸送帶及方眼篩等，以便機動調整不同配比之材料拌和量。

(5) 灌漿泵（灌漿用）或水泵（透水試驗用）

為達到預期之灌漿要求，灌漿泵之泵送方式須為螺旋式灌漿泵，並可在最大輸漿壓力下以每分鐘 100 公升之能量泵送濃漿（W:C=1:1）。灌漿泵並應裝有控制壓力及流量之裝置。所使用之水泵須具有穩定之流量，當壓力為[10kgf/cm<sup>2</sup>][ ]時，水泵之輸水量不得小於[150 公升/min][ ]。

(6) 止漿閥

輸氣管線應使用黃銅質之球形止水閥或同類型，其他各類閥應屬快速開關、直通式。在輸漿管路上之閥門（對水、氣體）之工作壓力均為[50kgf/cm<sup>2</sup>][ ]。

(7) 灌漿軟管

輸泵之吸入管須為標稱直徑 5 至 10cm 之重型管，連至注入器之注漿管應為高壓抗磨損之軟管，標稱直徑為 1 至 2 吋，工作壓力應達[50kgf/cm<sup>2</sup>][ ]，爆裂壓力應達[100kgf/cm<sup>2</sup>][ ]以上。記錄器至孔口之注入軟管長度不得大於[3m][ ]。

(8) 工作台架

固結灌漿一般係於高低不平之山坡上施工，為正確控制灌漿孔之方向及角度，承包商應依工程司之指示於灌漿位置架設固定工作架及活動工作台，其工料費用均包括在有關單價內不再給價。

所有灌漿站之工作台架應能承載有關設備之全部重量，以及可承受灌漿泵及拌漿機所產生之振動，且在不規則岩面上從事吃重之工作仍堅固如恆。其供工作人員操作之台架表面應有防滑措施，且四周應設置欄杆及良好照明設備。

(9) 灌漿孔及透水試驗之栓塞 (Packer)

承包商應配合工作進度提供足量及適用之栓塞供試水、灌漿透水試驗之用。一般而言，栓塞應由橡膠、皮革或其他適宜材料所製成之膨脹管或盤圈安置於注入管之尾端。栓塞之設計須可藉膨脹而固定於指定之孔深將灌漿孔或透水試驗孔封隔，栓塞經膨脹後須可承受與灌漿最大壓力相等之水壓而不漏水。於灌漿孔遇有特殊地質情況之處，承包商應提供氣壓式栓塞或特殊型式之栓塞，俾使灌漿工作得以順利進行。由栓塞至孔口間之注入管，應使用內徑相同管壁光滑之鋼管，鋼管內徑應為 3/4 吋或 1 吋，其連接部分應為平接 (Flush Joint)，以免注入之壓力水或漿液於接頭部分受阻產生亂流。用於透水試驗之栓塞應屬雙圈型式，或經工地工程司認可之單圈型式，並須承受大於  $[20\text{kgf/cm}^2]$  [ ] 之壓力。

(10) 壓力及流量記錄器

承包商應在每台灌漿機配備 1 套自動記錄器連線使用，此項自動記錄器性能及精度須符合下列規定：

A. 須為電力驅動。

B. 壓力測定範圍：0 ~  $[30\text{kgf/cm}^2]$  [ ]，最小刻劃不得大於  $[0.5\text{kgf/cm}^2]$  [ ]。

C. 流量測定範圍：0 ~ 120 公升 / min，最小刻劃不得大於 1 公升 / min。

- D. 量測精度應在最大值之[1%][ ]以內。
- E. 施灌過程之壓力、流量及累積流量，應以不同顏色繪在紀錄紙帶上，紀錄速度至少須有 3 種可變換之速度。
- F. 記錄器之供應廠商，應提供業主及承包商雙方工作人員對儀器性能及操作及維修之講解與訓練。

### 3. 施工

#### 3.1 準備工作

- 3.1.1 固結灌漿工作開始前，承包商應按照細部設計圖說所示灌漿幕中心線於現地放樣，清除地面有礙工作之雜草樹木，並測量[1/200][ ]地形剖面圖送交工程司，工程司將依實際地形而調整灌漿孔施工位置、方向、傾角、孔深及孔數並指示之，承包商應遵照工程司之指示施工，以確保漿幕之完整。

#### 3.2 施工方法

##### 3.2.1 固結灌漿作業方法

###### (1) 階段灌漿法 (Downstage Grouting Method)

一般而言，鑽灌工作應以階段灌漿法，其作業程序為施鑽該孔至某一規定深度，然後洗孔、試水、灌漿；待灌漿孔內之漿達到初凝時，以沖孔或其他方法清洗已灌之孔段，以免因漿過份硬化而須重鑽。當孔周圍之漿達到初凝，然後續予施鑽至更深之孔段，再依上法連續作業；如此直至各區段鑽灌完成。通常為控制岩盤上舉力及表面漏漿必須在上階段孔之底端裝設栓塞。如承包商未能在漿凝結前將灌孔沖洗潔淨，則重鑽費用由承包商自行負擔。但如係工地工程司授意者，則重鑽部份依契約單價給付。鑽孔雖分段施灌，亦以契約單價給付，不另給價，其他諸如上階段孔井之清洗，設備之遷移等亦不另給價。

(2) 逆級灌漿法 (Upstage Grouting Method)

鑽灌作業亦可照工程司之指示採行逆級灌漿法，其有關之操作如下所述：灌漿孔之鑽孔應逐孔段進行施鑽、洗孔及試水以迄其全孔深；再自灌孔之最下孔段以栓塞隔開進行灌漿；俟灌妥孔段內之漿液反壓力消失後，再將栓塞移至其上層孔段並再行灌漿；準此作業程序由下往上逐段施灌，以迄全孔深灌漿完成為止。以本逆級灌漿法施工時，於鑽孔過程中如發現任何孔段之施鑽用水漏失或遇及岩盤節理發達時，應即停鑽並先行灌漿，且在漿液未達足夠強度以前不得重行施灌。

- (3) 上述作業方法之採行，除工程司另有指示外，依照階段灌漿法 (Downstage Grouting Method) 為主。灌漿作業應採分批 (Sequence) 與分段 (Stage) 進行，第一批次孔之位置與間距由工程司指定，第二、三、四批次孔及其後之增加孔和檢查孔，概由工程司視實際灌漿情形決定增減之。

### 3.2.2 灌漿管件及埋設

- (1) 現地灌孔之佈設，應按設計控制點精確測量，現地放樣。各灌孔開始埋管之前，其鑽機之架設位置、方向及傾角，必須經工地工程司檢測認可後，始可開始鑽孔埋設灌漿管。
- (2) 鑽孔應選用旋轉式鑽機，孔徑為“NX”，覆蓋土層之鑽孔應同時放下套管以防塌孔，鑽孔深度應入岩盤至少[70~80cm][ ]。
- (3) 為灌漿管與附件應埋設於指定位置之混凝土襯砌或栓錨入岩盤內。如是漿管係栓錨在岩盤，則管之周圍空間必須以水泥砂漿小心填塞固定。管之口徑及埋管深度，應依照工地工程司指示。埋管或錨管前所有管及附件必須徹底去除附於其上之污物、油脂、水泥漿、砂漿等雜物。如於預埋於混凝土內之灌漿管，其管端應低於混凝土飾面不小於 5cm，為便於使管理入混凝土中能合乎規定，所有灌漿管其管端應加上標準接頭 (Couplings) 及有包裹物之短管 (Wrapped Nipple)。所需之管、附件、黃麻、鉛線、線圈、臨時

支柱等材料由承包商負責。灌漿管須符合[ASTM A120 Schedule40][JIS G3452][ ]經許可之相當規格之材料製成之標準黑鐵管，附件須為展性鐵製成，管之鍛造（如削平加螺絲等）及安裝均由承包商負責。

- (4) 埋管係自地面鑽孔，故埋管長度應自地面起算至管底之實際深度計量，其突出地面之管不另計。凡因承包商埋管不當，以致需重新埋管時，所須之費用概由承包商自行負擔。

### 3.2.3 AX 旋轉式鑽孔及 AX 重鑽孔

- (1) 固結灌漿孔須施鑽入岩盤中，非經工程司之同意，所有灌漿孔必須用旋轉式鑽機及鑽石鑽頭施鑽。所有鑽桿或灌孔內，除准予在鑽孔用水中加入經認可之中性肥皂液外，均不得使用油脂潤滑劑或其他油脂。
- (2) 施鑽灌漿孔最小孔徑不得小於商用標準“AX”，鑽頭約 45mm（1 3/4 吋）。灌漿孔段施鑽完成後至灌漿之前，其孔口應加蓋保護，以防孔段被堵塞，若發生堵塞情形，承包商應在灌漿前負責將其清除，其費用由承包商負擔。
- (3) 鑽孔作業應俟埋管之水泥砂漿硬化後，始可向下鑽孔。同一批次之灌孔得以數部鑽機同時施鑽。
- (4) 凡鑽孔過程中，迴水少於[50%][ ]時，或遇有湧水或有崩孔時，雖未到達孔段深度，應即停止鑽孔，並以水灰比 W/C=1.0 以下之濃漿先行灌漿處理完成後再繼續往下鑽孔施工。
- (5) 各孔段於完成鑽孔後，拔出鑽桿時應即檢驗鑽孔深度。檢驗要領為：“鑽桿總長度-地面剩餘長度=鑽孔實際深度”。
- (6) 鑽孔係經由埋設之灌漿管內施行鑽孔，因此鑽孔計量應將埋管長度自鑽孔總長度中扣除。
- (7) 固結灌漿孔遇有灌入水泥量大於[20 包（1,000kg）][ ]之孔段，其下一孔段之鑽孔至少需隔[8 小時][ ]後，待孔內漿液完全凝固後始能施鑽，施鑽凝漿之部份以重鑽孔計量計價。而一般吃漿量較

少之情況，須待孔內之漿液達到初凝時（約為[4 小時][ ]），以洗漿法清洗先前施灌之漿液，以免漿液過分硬化而需重鑽，此類因作業不當之重鑽所須之費用概由承包商自行負擔。

#### 3.2.4 壓力沖洗

- (1) 各孔段完成鑽孔後，應即利用鑽桿或沖管將孔內礦物填縫料及孔壁沖洗至迴水轉清為止（低壓沖洗），始可進行下一步驟試水及灌漿。
- (2) 各孔段原則上不做壓力沖洗，但遇有地質特殊之孔段（洗孔時發現岩盤內有軟弱泥層，黃色或灰色迴水之情形），則須以壓力水、風施行壓力沖洗，但沖洗壓力不得超過灌漿壓力。
- (3) 壓力沖洗時，以壓力水、風交替沖洗各 3~5min，重複沖洗數次至迴水轉清為止，如沖洗壓力為零或無迴水之情形，則連續注入水、風沖洗[30min][ ]。

#### 3.2.5 壓力試水

- (1) 各孔完成鑽孔及洗孔後進行壓力試水，試水可採用自動壓力及流量記錄器（以下簡稱記錄器），或使用一般壓力表及水表以人工控制紀錄，由工地工程司決定之。
- (2) 每次試水時間係自壓力及流量穩定後起算 10min，紀錄注入水量及壓力，試水壓力與灌漿規定壓力相同。
- (3) 試水時如地表有漏水現象，應即堵漏後再行試水，倘若地表漏水嚴重而無法有效堵漏，或注水量很大不能達到規定壓力時，則放棄試水並於報表內加註說明原因。

#### 3.2.6 水泥壓力灌漿

- (1) 灌漿作業應使用記錄器施灌。
- (2) 不論吃漿率之大小，灌漿設備之安排與操作應使漿液可於整個系統中循環不已，同時亦可藉操作迴漿管路上之閘門，以獲致所需之灌漿壓力。此灌漿設備及其管線應經常循環漿液，定時（每灌 8 小時）用水沖洗漿泵、管線及記錄器以防堵塞；沖洗時應關閉進漿閘，開啟供水閘及全速運轉灌漿機。如工程司認為灌漿設備之安排不能適

應灌漿作業時，承包商應按照指示改善之。

### (3) 灌漿壓力及漿液配比

#### A. 灌漿壓力

- a. 灌漿工作所應使用之壓力端視各孔所遭遇之地質情況和上覆岩體及荷重而定，並須依工程司所指示之壓力進行灌漿。
- b. 預期之灌漿壓力約介於 $[1.0\text{kgf/cm}^2]$  [ ] 至 $[20.0\text{kgf/cm}^2]$  [ ]，但任何狀況下不得大於 $[20\text{kgf/cm}^2]$  [ ]。一般而言，經由設在孔口之壓力表所測得之平均灌漿壓力須介於 0.2 至  $0.4\text{kgf/cm}^2$ -M 孔深。前述孔深係指灌漿孔口至各該灌漿孔段之中點而言。
- c. 在頭兩批次孔之灌漿處理時，採用低壓先行灌漿，其後續之批次孔則用較高壓灌漿為原則。

#### B. 漿液配比

- a. 灌漿之漿液水灰比以重量計，各孔段因所遭遇之節理情況不同，灌漿水灰比亦有所差異，其開始施灌之水灰比依試水結果而定，原則上細狹縫以稀漿起灌，而較大之縫隙或地表漏水漏漿時，則以濃漿起灌，然後視吃漿情形或漏漿情形逐漸改濃水灰比。
- b. 漿液之水灰比 (W/C) 以重量計，須按工地工程司所指示之比例拌和，在施灌期間，工地工程司得隨時依照各灌孔實際之地質情況及灌漿情形予以變更漿液之配比，其範圍將介於 4.0 至 0.4 之間。漿液之類型計有下列兩種：
  - 水泥漿：係由水泥、水及可能添加之附加劑拌和而成。
  - 砂漿：係由水泥、水、砂及可能添加之附加劑拌和而成。

### (4) 注灌

- A. 一般而言，如灌孔經壓力試水後被判定為一緊密孔，則應以稀漿施灌。凡因鑽孔時之漏水、或沖洗時無法聚蓄壓力等現象所判定之開放孔應以灌漿施灌，並儘可能使灌漿泵維持恆速運轉；必要

時得降低水灰比，以期獲致所需之灌漿壓力。如經此措施尚無法產生所需之灌漿壓力，則應改以可達預期效果之砂漿配比施灌。於灌漿壓力有適度升高跡象時，應據實際需要增大水灰比值及（或）變更或終止砂漿之配比以利灌漿效果，如有必要應定時加注清水，以過早遭致阻塞。無論任何狀況下均不得將灌漿壓力或送漿速率驟然增減，俾不致產生水錘作用而導致阻塞。

- B. 於無法聚蓄所需灌漿壓力之大規模破碎地帶，須以適量具有工作性之最低水灰比之砂漿施灌，其流值應介於 15~21sec，但灌漿機之泵送速率應予減低或採斷續注漿方式，俾使注入之砂漿有充份時間凝固。如經採用上述減緩灌漿泵速率之措施仍無法獲致預期績效時，工地工程司得指示暫時停止施行灌漿工作。於此情況時，應將灌孔清理，並俟漿液凝固後再於該孔內或於工程司所指示該孔之鄰近地區進行鑽灌工作，以迄獲致所需之灌漿壓力而後止。
- C. 於完成灌漿之任何孔段，應以止漿閘保持灌漿之壓力，直至孔內漿液凝固為止。

(5) 灌漿完成條件

在正常狀況下，任何孔段之灌漿作業應繼續施灌，以迄灌孔達到下述之壓力及時間，其吃漿率少於 1 公升/min 時，該孔段方得認為灌漿完成：

壓力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	時間 (min)
3.5 (或小於)	10
3.5~7.0	15
7.0 以上	20

或連續灌漿 1 小時，其吃漿量未達 70 公升者，方可認為該孔段灌漿完成，關閉孔口閘，保持壓力至孔內漿液凝固為止。

- (6) 換孔起灌時，應將攪拌桶及管線內剩漿稀釋至規定起灌水灰比始可使用；但如換孔起灌水灰比濃於剩漿時，則可將所剩之稀漿先灌完

後（應於備註欄說明）再直接換用規定之漿液施灌，但應注意進漿率如有減少趨勢時，則不必更改水灰比。

### 3.2.7 透水試驗（Lugeon Test）

- (1) 岩盤透水試驗（Lugeon Test）之目的係為偵測及瞭解固結灌漿處理區域內，實施灌漿後岩層之實際透水情形。
- (2) 透水試驗採由上向下逐段鑽孔、試驗及灌漿之方法，逐段進行至預定深度，試驗孔段深度依照施工資料表實施。
- (3) 各孔段完成鑽孔後，即以鑽桿或沖管用清水將孔內礦物填縫料及岩屑沖除乾淨，隨後再（必須）以壓縮空氣將孔內餘水全部吹出。
- (4) 拔出鑽桿或沖管，隨即量測地下水位。地下水位之量測必須採用導電式水位探測器，每隔 10min 探測 1 次，連續 3 次量測結果相同（最後 3 次差值在 10cm 以內者可認為相同），即為該孔段之地下水位。
- (5) 將栓塞鎖定於試驗孔段之頂部進行透水試驗。
- (6) 透水試驗時應俟注水壓力及流量穩定並維持 10~15min 後，始得開始紀錄該壓力下 5min 之注入水量，按照上述要領變換各種壓力，以求得各階壓力之注入水量。
- (7) 透水試驗之壓力須依下列順序及數值逐步施行或照工地工程司指示辦理。透水試驗注水壓力變換最少分為[7 階]，除特殊地層另行指示外，一般情形按照下列壓力（kgf/cm<sup>2</sup>）規定試驗：

	一階	二階	三階	四階	五階	六階	七階
	(kgf/cm <sup>2</sup> )						
第 1 段( 0~ 5m )	0	0.5	1.0	1.5	1.0	0.5	0
第 2 段( 5~10m )	0	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	0
第 3 段( 10~15m )	0	1.5	3.0	4.0	3.0	1.5	0
第 4 段( 15~20m )	0	2.0	4.0	5.0	4.0	2.0	0
註：試驗深度超過 20m 之孔段，試驗壓力依其上覆荷重增加。							

- (8) 如鑽孔內之地質屬鬆軟及破碎地層，並不宜施行上述透水試驗，經工地工程司決定施行“定水頭法”試驗時，承包商應遵照工程司之指示辦理。所謂定水頭法係使設於地面上之水槽處於恆定水位進行量測其漏水量。試驗時，孔口須裝設一水表以紀錄實際漏水量。

### 3.2.8 NX 岩心探查孔

- (1) 工程司得於任何工作階段要求承包商進行探查孔之施鑽。所有探查孔須使用旋轉式鑽機及鑽石取岩心鑽頭施鑽。岩心之回收尤以儘量收取各種未曾料及之軟弱地層最為重要，因此承包商應使用裝有標準球軸承旋轉龍頭之三層岩心管和鑽石頭及標準岩心提取器鑽取岩心。探查孔之施鑽數量及其要求，須依工程司之指示辦理。
- (2) 探查孔之孔徑為 NX 或工地工程司所指示之尺度，其最大鑽孔深度，自孔口量起 100m。所有岩心鑽取工作須以卓越方法及由有才幹及有經驗之人員小心為之，並儘可能自各孔中獲致良好滿意之岩心。承包商須將岩心保持於工程司滿意之狀況，並提供所有探查孔之正確施工之鑽探紀錄，此鑽探紀錄應包括施鑽期間所遭遇各種地層之詳細說明，以及特殊地質情況的位置如層縫、裂縫開口軟弱岩層、發生不正常漏水或湧水之處，以及其他與探查孔施鑽目的有關之事項。
- (3) 承包商應供給岩心木箱，將所鑽得之岩心按序盛入木箱，及將各孔岩心分別放置，每一岩心箱不得裝盛 1 孔以上之岩心，每一岩心箱於經適當標記其孔號及深度後，須連同柱狀圖及彩色照片一併送交工程司，岩心木箱之蓋板應妥為固定於岩心箱上，再將該箱送至工程司指定之附近工作地點存放。於施鑽完成後如情況需要，探查孔留做地下水觀測井時，應埋設[2 吋][ ]之有孔 PVC 管，否則該孔井必須施行壓力灌漿回填。

### 3.2.9 灌漿成果評估

依據透水試驗及岩心探查孔所取樣之岩心，評估灌漿幕之透水值，所需透水值依設計圖之規定，灌漿後之透水值須小於設計圖要求之透水值。

## 4. 計量與計價

### 4.1 計量

所有鑽灌工作均照實作數量驗收，但未經工地工程司同意之數量不予驗收計量。

#### 4.1.1 灌漿管及埋設

固結灌漿所埋設之塑膠管及附件按契約規定以公尺計量。契約單價包括鑽孔、下套管、管件及埋設等作業所需之人工、材料、機具、動力及一切連帶費用。

#### 4.1.2 AX 旋轉式鑽孔及 AX 重鑽孔

岩石或水泥漿之鑽孔及重鑽孔分別依其各種不同之類型，按有關之契約之規定以公尺計量。經由埋設之灌漿管內施行鑽孔時，應將此項埋管長度自鑽孔總長度中扣除。凡因承包商灌漿管理設不當，致需施行額外鑽孔時，則該段之鑽孔長度一律不予計量。

#### 4.1.3 壓力沖洗

壓力沖洗按契約規定以小時計量。計量依工地工程司所指示或認可之沖洗時間核計。於鑽孔完成時所做之低壓水沖孔已包括在鑽孔內不另計量。

#### 4.1.4 壓力試水

試水按契約單價以實作次數計量。計量依工程司認可之次數核計。

#### 4.1.5 水泥壓力灌漿

壓力灌漿按契約規定以實際灌入之固體材料，以公噸計價。所使用之固體材料，如水泥由業主供給不予計量；灌漿砂依據第 4.1.8 款之規定另計。

#### 4.1.6 透水試驗

透水試驗按契約規定以實作次數計量，計量依工地工程司認可之次數核計。

#### 4.1.7 “NX”岩心探查孔

岩石或混凝土之岩心鑽取，按契約規定以[公尺][ ]計量。計量應依據設計圖之實作數量核計，經由埋設於混凝土中之預埋管內施行鑽孔時，應將此項埋管長度自鑽孔總長度中扣除，但經由岩盤面先行鑽孔後再予埋管錨碇者不扣除。凡因灌漿管埋設不當，致需於混凝土面施行額外鑽孔時，則該段混凝土之鑽孔長度一律不予計量。

#### 4.1.8 灌漿砂

- (1) 各類灌漿所使用之砂按契約規定以實際灌入之材料以[公噸][ ]計量。計量依據拌漿廠紀錄，經工地工程司所認可之重量核計。
- (2) 各類灌漿過程中經工程司認可拌製之漿液，超過規定時限及灌漿完成後之餘漿，應按指示予以廢棄，此種廢漿為合理廢漿，所拌和之材料依契約規定計量。
- (3) 不合規定或未經工程司認可而承包商擅自拌和之漿液，及其他因承包商過失所造成之廢漿或漏漿，稱為不合理廢漿。不合理廢漿所拌和之材料及所需任何費用概由承包商自行負擔。如水泥由業主供給，則該部分之水泥由承包商負責賠償。

#### 4.1.9 附加劑

灌漿所添加之附加劑包含於相關之灌漿項目內不另計量。

### 4.2 計價

所有鑽灌工作均照實作數量驗收及按契約相關工作項目之單價乘以驗收數量計價。

#### 4.2.1 灌漿管及埋設

固結灌漿所埋設之塑膠管及附件按契約規定以[公尺][ ]計價。契約單價包括鑽孔、下套管、管件及埋設等作業所需之人工、材料、機具、動力及一切連帶費用。

#### 4.2.2 AX 旋轉式鑽孔及 AX 重鑽孔

岩石或水泥漿之鑽孔及重鑽孔分別依其各種不同之類型，按有關之契約之規定以公尺計價。契約單價包括鑽孔作業所需之人工、材料、機具、動力及一切相關費用在內。經由埋設之灌漿管內施行鑽孔時，應將此項埋管長度自鑽孔總長度中扣除。凡因承包商灌漿管理設不當，致需施行額外鑽孔時，則該段之鑽孔長度一律不予計價。

#### 4.2.3 壓力沖洗

壓力沖洗按契約規定以小時計價，契約單價包括壓力沖洗作業所需之人工、材料、機具、動力及一切相關費用在內。於鑽孔完成時所做之低壓水沖孔已包括在鑽孔內不另計價。

#### 4.2.4 壓力試水

試水按契約單價以實作次數計價。

#### 4.2.5 水泥壓力灌漿

壓力灌漿按契約單價以實際灌入之固體材料，以單位重量公噸計價。[所使用之固體材料，除水泥由業主供給不另給價。]灌漿砂依據 4.2.8 款之規定另計。

#### 4.2.6 透水試驗

透水試驗按契約單價以[實作次數][ ]計價。計量依工地工程司認可之次數核計。

#### 4.2.7 “NX”岩心探查孔

岩石或混凝土之岩心鑽取，按契約單價以單位長度[公尺][ ]計價。計量應依據設計圖之實作數量核計，經由埋設於混凝土中之預埋管內施行鑽孔時，應將此項埋管長度自鑽孔總長度中扣除，但經由岩盤面先行鑽孔後再予埋管錨碇者不扣除。凡因灌漿管理設不當，致需於混凝土面施行額外鑽孔時，則該段混凝土之鑽孔長度一律不予計價。

#### 4.2.8 灌漿砂

(1) 各類灌漿所使用之砂按契約單價以實際灌入之材料以單位重量[公噸][ ]計價。計量依據拌漿廠紀錄，經工地工程司所認可之重量核計。

(2) 各類灌漿過程中經工程司認可拌製之漿液，超過規定時限及灌漿完成後之餘漿，應按指示予以廢棄，此種廢漿為合理廢漿，所拌和之材料依契約單價計價。

#### 4.2.9 附加劑

灌漿所添加之附加劑包含於相關之灌漿項目內不另計價。

4.2.10 如承包商未能在漿凝結前將灌孔沖洗潔淨，則重鑽費用由承包商自行負擔；其他諸如上階段孔井之清洗，設備之遷移等亦不另給價。

〈本章結束〉