

第 02344 章 V7.0

鑽孔及灌漿

1. 通則

1.1 本章概要

本章說明提高地層之承载力、降低透水性或實施地質調查，所進行之鑽孔及灌漿有關作業之相關規定。

1.2 工作範圍

本章規定鑽孔及灌漿施工作業要求，包括計畫之擬定、材料性質、設備規格、作業方法及程序等。承包商辦理各式灌漿，其施灌地段及方式，應依設計圖說及地質辦理，由承包商提出作業計畫經工程司認可後施作。工程司之認可並不免除承包商該項責任。

1.3 相關準則

1.3.1 中華民國國家標準 (CNS)

- | | | |
|-----|-----------|-------------------------|
| (1) | CNS 61 | 卜特蘭水泥 |
| (2) | CNS 2238 | 矽酸鈉 |
| (3) | CNS 3036 | 混凝土用飛灰及天然或煨燒卜作嵐攪和物 |
| (4) | CNS 5088 | 土壤液性限度試驗、塑性限度試驗及塑性指數決定法 |
| (5) | CNS 13961 | 混凝土拌和用水 |
| (6) | CNS 15286 | 水硬性混合水泥 |

1.4 資料送審

1.4.1 鑽孔探查施工前，承包商應提送鑽探調查計畫書，完整詳述預定鑽孔位置、角度、深度、鑽探方法、使用機具、取樣方式及現場與室內試驗等，供工程司核可後辦理。

1.4.2 承包商應於灌漿作業開始[30天][]前提出施工計畫書，送經工程司核可後施工。計畫書內容應至少包含以下各項（含相關設計圖說）：

- (1) 灌漿作業施工範圍。
- (2) 灌漿施作目的。
- (3) 施工方法。
- (4) 施工所用機具或設備之規格及其相關管線配設說明。
- (5) 施工材料（含灌漿材料種類、性質、配比及材料之運送與保存等）。
- (6) 施工作業（如施工場地佈置、鑽孔位置、鑽孔孔徑、鑽孔角度、鑽孔深度、鑽機種類、灌漿深度、灌漿程序、灌漿階段、灌漿壓力、灌漿量、廢漿處理等）。
- (7) [灌漿成效檢驗與評估方式][]。

1.4.3 品質管理計畫書

承包商應依契約規定將相關品質管理計畫書送請工程司核可。

2. 產品

2.1 材料

2.1.1 水泥漿液

- (1) 漿液係由水泥與水混合而成，必要時得另加細粒料、礦物質填料、飛灰、化學藥液及其他附加劑等。漿液混合物之基本成份、組成與稠度以及任何其他添加物或附加劑等之使用，應經工程司核可或指定。除工程司核可外，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) 拌漿用水須符合 CNS 13961 之規定。
- (3) 水泥之品質除工程司另有指示外，應符合 [CNS 61 第 I 型][CNS 15286 IS(<70)][]之規定，必要時現場使用前先以 100 號標準篩乾篩之，拌妥之漿液須通過[12 號標準篩][]濕濾之。若以水泥系處理劑代替水泥時，則水泥系處理劑應符合[CNS 15286][]之規定，惟化學成份中三氧化硫(SO₃)應小於 12%。
- (4) 細粒料應符合本章之相關規定，其級配及細度模數應符合下列之要求：

A. 級配

篩 號	通過百分率%
NO. 8	100
NO. 16	95~100
NO. 30	60~ 85
NO. 50	20~ 50
NO.100	10~ 30
NO.200	0~ 5

B. 細度模數：細粒料之細度模數應在 1.4~2.1 之間。

- (5) 附加劑

A. 水泥漿液得依工程司之指示加入附加劑。特定附加劑之使用依初期灌漿成果及試驗作基本漿液試驗所獲結果決定之。

B. 經核准使用之著色劑應具備對於光線、氣候及水份侵蝕之功能，及在水泥中之安定性。

C. 膨土 (Bentonite) 應為粉末狀，且應符合細度 (通過 200 號標準篩) 90% 以上；液限 200~500%；塑限 50~80%；塑性指數 150~420%，液限、塑限及塑性指數之試驗方法參照 CNS 5088 之相關試驗方法。除工程司核准外，膨土應於使用漿液前 24 小時水化。

D. 飛灰應符合 CNS 3036 之規定。

2.1.2 化學藥液

(1) 化學藥液可使用矽酸鈉系 (Sodium Silicate Formulation)、聚亞胺樹脂系 (Polyurethane Resin)、氯化氧鎂基水泥系 (Magnesium Oxychloride Inorganic) 化學藥劑，並應符合下列要求：

- A. 可為單劑型或多劑混合型。
- B. 在各種正常溫度下呈現穩定，施工中無有害氣體產生。
- C. 無腐蝕性、無爆炸性，混合後至固結完成後長期無毒性。
- D. 固結後不會溶於水或分解。
- E. 具耐久性。
- F. 對地下水中酸鹼不起反應。
- G. 具有抗壓、抗拉、抗剪強度。
- H. 於鑽孔或預灌時，使用化學藥劑灌漿前不得使用膨土。

(2) 矽酸鈉系 (水玻璃液)

主劑為非有機化合物，其品質須符合[CNS 2238 之#3 號矽酸鈉品質規定][]。硬化劑於凝結後為中性；於溶液中應含有[30%][]之矽酸鈉。

(3) 聚亞胺樹脂系

為聚異氰酸鹽 (Polyisocyanate) 與聚合醚聚合烯烴 (Polyether Polyols) 或其他如聚醚 (Polyethers)、多元酯 (Polyesters)、兩劑混合並加三碳氫基氮 (Tertiary Amines) 及錫鹽 (Tin Salts) 等以控制反應速率及膠結與發泡速率同步進行及表面活性劑控制發泡尺度。

(4) 氯化氧鎂基水泥系

為氧化鎂與氯化鎂兩種成份混合之無機化學灌漿材料 (Sorel Cement)，作為封堵地下岩縫及固結岩層之用，具有低黏滯度、可有效注入小於 0.05mm 之縫隙，固結後具有膨脹性，能緊密封堵具完全之氣密性，能達到止氣之效果。

- (5) 化學藥劑使用前，承包商應將該劑之完整規範如組成材料、成分、配比、凝結時間、固結後力學性質與詳細灌注方法及有關詳細資料，包括物理及化學特性、試驗成果及灌注實例等提請工程司核可。

2.2 設備

2.2.1 鑽孔設備

應視工作需要，分別選用衝擊式或旋轉式鑽機，若需鑽取岩心時應使用旋轉式鑽機及不小於 N 級尺度鑽孔之鑽頭及三套管。

2.2.2 灌漿設備

(1) 拌漿機

應為機動高速（轉速達 500 轉／分鐘以上），足能拌和膠質漿液者，其高速拌和之機件應為輪葉或漿葉型為原則。

(2) 攪拌機

應為常用之攪拌水泥漿機，其容量應與拌漿機容量配合，並應具備液體量箱，以調整水及附加劑之攪和量。

(3) 水錶

若採用水錶，其材質應為青銅製品，且為單盤型式，有長短針各一，長針迴轉一周為 10L 水量，短針一周為 100L 水量，並應附裝累計器及重校把手，為避免砂粒或雜物磨蝕，在水錶前端之供水管應安裝附有清理閥之過濾器 1 個，水錶進口前端則應以急閉閥控制。同時應定期校核使流量許可差不超過[2%][]。

(4) 壓力計

其管材應為磷青銅質，其最大指示壓力應視各灌漿工作之壓力而定，最高不得超過指定最大壓力之 2~3 倍，壓力計之刻度以不超過所需最大灌漿壓力之[10%][]為原則。

(5) 閥

黃銅球形閥或同類閥應用以控制供氣管；其他各類閥應屬快速開關、直通式兩端有螺紋之油潤旋塞閥，並應為正向螺旋填料蓋型，拌漿機上之排漿閥應為油潤旋塞閥。

(6) 灌漿橡皮管

泵之吸入管應為重型管，標稱直徑在 7~10cm 之間。聯至注漿組合管之輸漿管應為高壓、鋼線編織，液壓型或油膏型橡皮管，其編織物須為三層，標稱直徑不得小於 32mm，迸裂壓力強度應在 160kgf/m² 以上。但使用於各個灌漿工作之橡皮管之工作壓力，以能達指定最大灌漿壓力之兩倍以上即可。

(7) 施工架

灌漿工場之施工架應為可滑動或有輪座之輕便台架。該台架應能承載有關設備之一切荷重，承受泵與拌漿機之振動，並充分堅固以便在不規則岩面上從事重型工作。灌漿處理所需工作台架應視地形、開挖等條件搭建合宜堅固台架。供工作人員操作之台架不得為滑溜表面，應設有足夠欄杆。

(8) 灌漿孔之緊圈

緊圈應為橡皮、皮革或其他合宜材料製成之可膨脹管或圈組成，並固定於供漿管端。緊圈之設計，應能於指定之孔深藉膨脹以封隔灌漿孔，且在其膨脹後，應能承受本章指定之最大灌漿壓力之水壓，試水 10 分鐘，不得漏水。

(9) 灌漿機

灌漿機宜為無段變速調整速率雙筒雙動式排量型灌漿泵（Duplex Double Acting, Positive Displacement Slush Pump）之型式為原則，承包商應具備最大輸漿壓力可達 30kgf/cm²，灌注濃漿（水灰重量比 W : C = 1 : 1）之速率不得小於[100L/min][]者。

(10) 壓力試水泵

試水泵應具有無段變速調整速率之設備，承包商應具備最大壓力可達 $[30\text{kgf/cm}^2]$ []，且抽水速率不得小於 $[100\text{L}/\text{分鐘}]$ []者為原則。

(11) 拌漿場

當漿液係以中央泵分送至各孔時，承包商應裝設半自動拌漿場。該場宜備有水泥儲倉、飛灰倉、砂倉、計重器、水錶（或液體量箱）、附加劑等設備及紀錄裝置，各項計重設備及紀錄裝置應每月校正 1 次，以求精確。上述紀錄裝置應能將每次灌漿材料之重量逐一印製或自動繪製於清楚可見之單頁圖表或紙帶上。

(12) 自動壓力及流量記錄器

每台灌漿機應配備一套自動記錄器（依需要選用一液或二液型）連線使用此項自動記錄器須為電力驅動，其性能及精度須符合下列規定：

- A. 一液型自動壓力及流量記錄器需能設定施灌壓力，並宜附有自動迴漿裝置，當注入壓力超過設定壓力時，迴漿裝置即自動控制迴漿量，保持在設定壓力下連續施灌，以確保灌漿之安全品質。
- B. 一般壓力測定範圍： $0\sim 60\text{kgf/cm}^2$ ，最小刻劃不得大於 0.5kgf/m^2 。
- C. 流量測定範圍： $0\sim 120\text{L}/\text{min}$ ，最小刻劃不得大於 $1\text{L}/\text{min}$ 。
- D. 累積流量顯示器之顯示值以 L 為單位，至少應有五位數。
- E. 量測精度應在最大值之 2%。
- F. 施灌過程之壓力及流量應以不同顏色繪示紀錄於紙帶上。
- G. 記錄器速度至少須有 3 種可變換之速度。

3. 施工

3.1 準備工作

灌漿工作開始前，承包商應依經工程司核可之施工計畫書完成所有準備工作，如水、水泥、細粒料、飛灰、化學藥劑及附加劑等材料之檢驗工作及機具設施佈設。

3.2 施工方法

3.2.1 鑽孔

- (1) 鑽孔分為不取心探查孔與取岩心探查孔兩種。不取心探查孔孔徑至少應為[N 級][]尺度之鑽孔，取岩心探查孔以旋轉式鑽機施鑽。岩心之回收以儘量收取軟碎岩層最為重要，遇及上述岩層或於工程司指示時，承包商應使用裝有鑽石鑽頭及標準三層岩心管鑽取岩心，如因地質特殊無法以三層岩心管鑽取岩心時，應以書面報請工程司同意後，改以其他方式施作。
- (2) 探查孔之施鑽位置、深度、角度數量及要求，須依設計圖說或工程司之指示辦理。鑽孔尺度至少應為 N 級尺度之鑽孔或依工程司所指示，其最大鑽孔深度，依設計圖說或工程司指示辦理。
- (3) 所有岩心鑽取工作須由有經驗人員謹慎施作，並儘可能自各孔中獲致良好之岩心。承包商應提供所有探查孔之正確鑽探紀錄，其內容應包括施鑽期間所遭遇各種岩層之詳細描述、所遇特殊地質情況，如層縫、裂隙開口、軟碎岩層、發生不正常漏水及湧水之處，以及其他與探查孔施鑽目的有關之事項。
- (4) 承包商應提供岩心箱，將所鑽得之岩心（含土壤）按序盛入箱內。各孔岩心應分別放置，每一岩心箱限僅裝盛同一孔之岩心。岩心箱之蓋板應妥為固定於箱上。每一岩心箱標記其孔號及深度後，連同鑽孔紀錄、彩色照片一併送至工程司指定地點。

- (5) 如屬需要，探查孔得於施鑽完成後施行壓力灌漿回填，該項灌漿工作須一次完成，且承包商無須清除鑽孔中任何部分之漿液。除工程司另有指示外，未經灌漿之探查孔應以經工程司認可之適當材料回填。

3.2.2 固結灌漿

(1) 洗孔

各孔段施灌前或因故停頓時，須用壓縮空氣或高壓水徹底沖洗灌漿孔，使灌漿管路暢通，方可進行灌漿。

(2) 灌漿方法

除工程司另有指示外，採從孔口向孔底或從孔底向孔口分階灌漿。凡須使用緊圈灌漿處，則將緊圈置於所灌最深孔段之上端，以規定之灌漿壓力施灌，待無回壓時，將緊圈移至次深孔段之頂端施灌，依序依規定壓力逐步施灌，直至該孔灌漿完成為止。

(3) 漿液配比及灌漿壓力

漿液配比須經工程司認可，工程司得按各灌孔之各別地質情況隨時變更漿液配比，漿液可為水泥漿、水泥砂漿或化學藥液，並視需要酌加附加劑，其水灰比（以重量計）介於 0.4~8 之間，並得依各孔實際灌漿情況調整之（化學藥液之配比應先經工程司之認可，並視灌漿效果及灌入量做適當的調整）孔口灌漿淨壓力介於[2~20kgf/cm²] []間或地下水水壓的[3 倍][]，工程司可視實際情況調整之。

(4) 漏漿控制

在灌漿進行中，發現漿液由臨近孔或相通處流出時，應設法堵漏或將該孔或相通處暫時封塞。在相通孔中漿液未凝結前，可由灌漿泵以規定壓力施灌該孔。若灌漿過程中發現漿液由山脊、混凝土構造物或其他地點流出時，承包商應即確實堵漏。

(5) 灌漿完成之壓力及時間

A. 水泥灌漿在下表規定壓力及時間下，其吃漿量小於[5L][]時，可視為施灌完成。

灌漿完成壓力及時間估量表得參考下表或由契約規定之。

壓 力	時 間
3.0 kgf/cm ² 以下	15 分
3.0~8.0 kgf/cm ²	10 分
8.0~15.0 kgf/cm ²	5 分
大於 15 kgf/cm ²	3 分

B. 施灌過程中之灌漿壓力以維持最大容許壓力為原則，但為防止岩盤或噴凝土擠動，或為控制漿流及堵漏，工程司得要求降低灌漿壓力及速度或暫停施灌。當吃漿量甚大時，承包商應採間歇施灌，待岩盤之漿液凝固後，恢復施灌或改以砂漿施灌。施灌完成之孔須以活栓或閘栓緊以保持壓力，直至漿液凝固。

3.2.3 回填灌漿

(1) 灌漿方法

A. 若於內襯砌外進行回填灌漿，本灌漿工作應俟內襯砌混凝土強度具 15 天之齡期後，始得於工程司在場監督下進行，必要時，並應在重要地點裝設測微錶 (Dial Gauge) 且在灌漿過程中指派專人紀錄變形情形，凡變形嚴重時應立即停止，俟工程司之指示作必要之處理。

B. 回填灌漿作業須沿隧道方向由低處往高處依序進行，不得跳灌，凡一次連續之施灌中，灌至某一排氣管回漿，且該排氣管下方之各灌漿孔，亦經排除稀漿，即可認為已排除稀漿之灌漿孔附近業已完成灌漿，而該灌漿孔即可免灌。凡工程司認定已完成之孔，應關閉孔口閘並保持壓力。

C.本回填灌漿一旦開始，即應連續完成，不得中斷。灌漿過程中，如因表面漏漿，應即進行堵漏及降低施灌壓力間歇施灌，若不得已必須中斷灌漿時，應立即以人力或其他動力抽水沖洗，保持活孔俾可恢復施灌。

(2) 漿液配比、灌漿壓力及灌漿完成

除工程司另有指示外，回填灌漿應以水泥砂漿施灌，其水灰比（按重量計）應介於 0.4~2.0 之間，視各孔吃漿情形及壓力變化隨時調整，施灌時，灌漿泵及孔口均應裝設壓力表，以控制灌漿壓力。孔口最大施灌淨壓力為 $[2\text{kgf/cm}^2]$ 而不致阻塞管路為原則。正常情況之進漿率在每分鐘 10~30L 之間。如因改變配比而使漿路過早阻塞，則應以水將漿路沖開，改為較稀之漿液繼續施灌，直至進漿率每分鐘少於 2L 時即可結束。

3.3 現場品質管理

3.3.1 灌漿完成後，依不同的灌漿目的，應按契約規定鑽取岩心或進行試水，以檢驗灌漿成果。

3.3.2 灌漿工作全程均應有工程司在現場督導，並作成紀錄。灌漿紀錄應包含：

- (1) 灌漿材料（水泥、細粒料、飛灰、附加劑、化學藥液）之進、出場數量應有詳細紀錄及管制。
- (2) 灌漿過程之紀錄表（如壓力與流量紀錄表等）均應有完整之紀錄。

4. 計量與計價

4.1 計量

4.1.1 鑽孔分成不取岩心及取岩心兩種，均依設計圖說或工程司指示之實際鑽探長度以[公尺]為單位計量。

4.1.2 固結灌漿以工程司指示實際注入於灌漿孔內所有之水泥用量，以[包][立方公尺]]為單位計量（每包 50 公斤）。化學藥液矽酸鈉系以立方公尺為單位計量，聚亞胺樹脂系及氯化氧鎂基水泥系以公斤為單位計量。

4.1.3 回填灌漿

回填灌漿以工程司指示實際注入於灌漿孔內所有之水泥用量以[包][立方公尺]]為單位計量（每包 50 公斤）。為填充襯砌混凝土與防水層間隙之回填灌漿不另計量。

4.2 計價

4.2.1 鑽孔依契約詳細價目表「鑽孔」項目計價，契約單價包含所有人工、材料、機具、設備、用水、用地補償及其他為完成本項工作所需之一切費用。鑽孔之計價規定如下表，惟通過斷層破碎帶等不易提取之岩層或地層，得經工程司同意後不受下表提取率之限制，依進尺數計量及計價。

岩心提取率	計價百分比
≥90%	100
70~90%	70
50~70%	50
<50%	0

4.2.2 固結灌漿依契約詳細價目表「固結灌漿（註明漿液）」項目計價。契約單價包括灌漿、堵漏等工作所需之人工、材料、機具、設備（包括通信器材）及其他為完成本項工作所需之一切費用。

4.2.3 回填灌漿依契約詳細價目表「回填灌漿」項目計價。契約單價包括灌漿、堵漏等工作所需之人工、材料、機具、設備（包括通信器材）及其他為完成本項工作所需之一切費用。

下列計價項目及計價單位供訂約參考。

工作項目名稱	計價單位
鑽孔（取岩心）	公尺
鑽孔（不取岩心）	公尺
固結灌漿（水泥漿液）	[包][立方公尺]
	[]
固結灌漿（矽酸鈉系化學藥液）	立方公尺
固結灌漿（聚亞胺樹脂系化學藥液）	公斤
固結灌漿（氯化氧鎂基水泥系化學藥液）	公斤
回填灌漿（水泥漿液）	[包][立方公尺]
	[]

〈本章結束〉