

第 02357 章

固結灌漿

1. 通則

1.1 本章概要

說明施作固結灌漿（適用於地層承载力或透水性之改善）之材料、設備及施工等相關規定。

1.2 工作範圍

1.2.1 包括灌漿鑽孔、透水試驗及灌漿。

1.3 相關章節

1.3.1 第 03310 章--結構用混凝土

1.3.2 第 03052 章--卜特蘭水泥

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準（CNS）

- | | |
|--------------|--------------------|
| (1) CNS 380 | 氯化鈣（工業用） |
| (2) CNS 1240 | 混凝土粒料 |
| (3) CNS 2238 | 矽酸鈉 |
| (4) CNS 3036 | 混凝土用飛灰及天然或煨燒卜作嵐攪和物 |

1.5 資料送審

1.5.1 品質計畫

1.5.2 施工計畫

1.5.3 施工製造圖

1.5.4 廠商資料

2. 產品

2.1 材料：固結灌漿用之漿液係由水與水泥拌和而成之懸濁型水泥漿，並視需要另加細粒料、礦物質填料、化學劑、飛灰及其他附加劑等。

2.1.1 水：鑽孔、洗孔、壓力透水試驗及拌漿用之水，需符合第 03310 章「結構用混凝土」之規定。

2.1.2 水泥：除工程司另有指示或規定者外，水泥須符合第 03052 章「卜特蘭水泥」之規定。

2.1.3 細粒料：細粒料除應符合 CNS 1240 A2029 之有關規定外，其細度模數(FM)應在 1.4~2.1，級配須符下表 02357-1 之規定：

表 02357-1 固結灌漿用細粒料及配表

篩號 (mm)	過篩重量百分比
8 (2.360)	100
16 (1.180)	95~100
30 (0.600)	55~80
50 (0.300)	30~50
100 (0.150)	10~30
200 (0.075)	0~10

2.1.4 飛灰：飛灰品質須符合 CNS 3036 A2040 規定，其添加量約為水泥重量之 5%，或由工程司規定之。

2.1.5 氯化鈣：氯化鈣品質須符合 CNS 380 K1030 之規定，其添加量不得超過水泥重量之 3%，且應儲於陰涼和乾燥之場所。

2.1.6 附加劑：漿液中可加入附加劑，但須徵得工程司同意後方可使用。

(1) 膨土：膨土須為粉末狀，具品質須符合下列要求：

A. 細度：通過 200 號篩 90%以上。

B. 液限 (%)：200~500。

C. 塑限 (%)：50~80。

D. 塑性指數 (%)：150~420。

E. 除工程司特准者外，膨土應於拌入漿液前經過 24 小時之水化。

(2) 矽酸鈉 (俗稱水玻璃)：灌漿用矽酸鈉溶液之品質須符合 CNS 2238 K1082 之規定。

(3) 其他經工程司核可之附加劑。

2.1.7 化學灌漿材料

(1) 視地層改良之目的，若為增加地層強度或減少地下水滲透性等，得採用化學材料灌漿，所採用材料及施工方法應送請工程司核可。

(2) 灌漿用化學材料屬主劑為矽酸鈉溶液系列產品，或其他具有穩定性而無公害之系列產品，含有毒質或氟化物者均不得使用。

2.2 設備

2.2.1 鑽孔機具：施工承攬廠商應視地層狀況及工作上之需要，選用衝擊式或旋轉式之鑽孔機具，其鑽孔能力能順利且迅速地驅動 BX 鑽頭至 15m 以上之深度。

2.2.2 壓力透水試驗設備：壓力透水試驗所需設備至少如下：

(1) 抽水機 1 部，供水量 190L/min 以上。

(2) 蓄水槽 1 個，蓄水量 70L 以上。

(3) 活門壓力計 1 支，最小刻度 0.5kgf/cm²，量度範圍在 15kgf/cm² 以上。

(4) 透水濾管及耐壓栓塞 (耐壓力在 15kgf/cm² 以上) 1 組，視其損耗狀況，應準備數組備用。

(5) 供水管路、耐壓橡皮管及分歧管組。

2.2.3 灌漿設備

(1) 灌漿設備所需器具至少如下：

A. 抽水機 1 部 (可與壓力透水試驗共用)。

B. 拌漿機 1 部。

C. 攪漿機 1 部。

- D. 灌漿機 2 部。
 - E. 水表 1 個（測量拌漿機之供水量）。
 - F. 紀錄壓力及注入漿量等自動紀錄儀 1 組。
 - G. 控制閥及止回閥。
 - H. 供水管路、輸漿管路（包括溢流管路及迴流管路）之耐壓橡皮管及灌漿桶分成歧管等 1 組。
 - I. 灌漿孔之止漏栓塞數組備用。
 - J. 出漿桶。
- (2) 上述器具應有如下性能：
- A. 拌漿機：為拌和膠質用之高速拌漿機，其拌漿能量需達 $3\text{m}^3/\text{h}$ 以上（漿液配比：水灰比=0.5，灰砂比=0.5）。
 - B. 攪漿機：攪漿機之轉速應為 100 轉／分以上，其供輸能量應與拌漿機組配合，於攪漿過程中，應避免將空氣攪入漿液中。
 - C. 灌漿機：灌漿機之最大灌注壓力應達 $20\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上，在壓力達 $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ 時，灌漿量需達到 200L／分，同時亦能灌注高濃度漿液（水灰比=0.5，灰砂比=0.5）。
 - D. 水表及壓力計：水表及壓力計須為高品質、高精度、且經檢驗機構檢驗合格之產品。水表之最小刻度不得大於 1L/min，表面直徑不得小於 15cm。壓力計之最小刻度不得大於 $0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ ，表面直徑不得小於 10cm，最大指示壓力應在 $20\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上。
 - E. 壓力及注入漿量等自動紀錄儀應能以適當之比例尺將灌漿作業時之壓力、注漿量連續地自動紀錄在紙上。漿液之稠度及配比成份對紀錄許可差之影響應在±5%以內。
 - F. 控制閥及止回閥：各類閥應屬快速開閥，直通式油潤旋塞型，耐壓強度應在 $20\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上。
 - G. 供水管路、輸漿管路之耐壓橡皮管、及分歧管組：供水管及灌漿機之吸水管須為重型管，標稱直徑為 7~10cm。連接注漿組合管之輸漿管（包括溢流管及迴流管）應為耐高壓之橡皮管，管壁為

3層編織物，管之標稱直徑不得小於38mm，能承受之工作壓力應達20kgf/cm²以上。

H. 灌漿孔之止漏栓塞：止漏栓塞可由膨脹橡膠管、橡膠圈、皮革、或其他聯結於注漿管端之適當材料組合而成。栓塞須能順利地安置於灌漿孔內之預定深度，於膨脹後能在15kgf/cm²之灌漿壓力下，封隔灌漿孔使其不漏漿，而於壓力透水試驗時不漏水。

3. 施工

3.1 施工要求

3.1.1 壓力透水試驗

- (1) 本試驗係以壓力水注入所鑽之孔內，在各種不同深度之區段，測量該區段之滲漏情況及壓力水擠壓影響，作為選定灌漿壓力、漿液配比、及灌漿作業完成後檢驗灌漿效果之依據。
- (2) 按照契約圖或施工計畫所示之試驗孔位進行試驗。原則上每孔以每5m深度為一區段，自孔口逐段向下試驗。每區段鑽孔完成，應將孔內之鑽泥、石屑等清除潔淨。
- (3) 試驗時應觀察鄰近地區地表面位移現象，以防隆起、裂縫等發生。
- (4) 注水壓力：注水壓力 P (kgf/cm²) 有下列數種：0、2、4、6、8、10，每次壓力提高並穩定後，須維持該壓力達15分鐘，測量其吃水量 Q (L/min)。倘若因漏水致壓力無法提高到10kgf/cm²或因外側坡面發生位移現象時，試驗即至該最高壓力為止。
- (5) 試驗報告：試驗報告包括各區段之壓力與注水量之關係曲線 (P-Q 曲線) 及地表面於不同注水壓力時之位移觀測值。

3.1.2 灌漿作業

(1) 要領

A. 灌漿應採分段灌漿法，原則上採用孔口向下分段灌漿，惟工程司得視鑽孔所得之地層破碎情況，變更為孔底向上分段灌漿。凡需

要使用栓塞處，需將灌漿管端之栓塞置於所要灌孔段之上端，以規定之壓力施灌，待無回壓時再予移動，依序進行。施灌作業，施工承攬廠商應備足量之輸漿管及栓塞，不使作業中輟。

- B. 灌漿作業應依照第 1 次孔、第 2 次孔至第 N 次孔等次序辦理，即：
 - a. 第 1 次孔作業，先行鑽孔、洗孔、壓力試驗、選定漿液配比與灌漿壓力、以及灌漿。
 - b. 檢討前孔之灌漿資料（P-Q 關係曲線），再進行第 2 次孔之施工。
 - c. 依前述方法依序進行至最後 1 次孔。
 - C. 鑽孔進行中如遇到特殊之層縫或大空隙，應於穿過該縫隙後，即行沖洗及作灌漿處理，方可繼續向下施工。所採用之漿液配比及附加劑或砂量視隙縫情況由工程司決定之。
 - D. 各區段之灌漿一旦開始，除非所供應之電力中斷或地層漏漿嚴重經工程司同意外，不得中輟。若灌漿因電力中斷，應即以其他動力抽水，徹底沖洗該灌漿孔，以確保復灌時該區段可繼續注入漿液。
- (2) 漿液配比與灌漿壓力：漿液配比隨各區段之地層性質而異，工程司得依各孔壓力透水試驗及實際灌漿情況更改配比。漿液可為水泥漿或水泥砂漿，並視需要酌摻附加劑。漿液水灰比（以重量計）為 8~0.4，倘開始灌注後在單位時間內灌注量未見減少，即可逐漸降低水灰比，直至灌注壓力達到最高壓力為止。若於降低水灰比後，灌注量突然減少或壓力驟然升高，則須將水灰比再略予增加。灌漿壓力介於 2~20kgf/cm² 之間，由工程司視實際情況調整之。
- (3) 灌漿完成時之壓力和時間：
- A. 灌漿作業在下表 02357-2 規定壓力及時間內，若其吃漿量小於 5L 之情形時，灌漿工作即告完成。

表 02357-2 灌漿完成時之壓力與時間表

壓力 (kgf/cm ²)	時間 (min)	吃漿量 (L)
3.5 以下	20	5L
3.5~7.0	15	5L
7.0~14.0	10	5L
大於 14.0	5	5L

- B. 在情況許可下，灌漿壓力以維持最大容許壓力為準，但為防止岩盤或構造物（如隧道之襯砌或噴凝土）擠動，或為控制嚴重漏漿起見，得降低壓力及灌注速度，甚或暫停施灌。
- C. 當施灌孔吃漿量甚大，應依工程司指示作間歇施灌，待岩盤之漿液凝固後再恢復施灌。施灌完成後之孔，必須以活栓或閘栓緊，以保持壓力，直至漿液凝固。

3.1.3 化學灌漿

(1) 漿液配比及拌和

- A. 漿液配比由施工承攬廠商依地層改良目的、地層及藥液性質等，擬具最適當之配比送請工程司核定。並視灌漿效果再做適當調整，惟配比之調整須先徵得工程司同意。
- B. 化學藥液如為兩液型時，A、B 液應分別攪拌均勻後，再依所採用灌漿方法混合之，並應於膠凝時間內灌入地層。當天未用完之混合液應予廢棄。

(2) 灌漿方法

- A. 灌漿計畫由施工承攬廠商提出，經工程司核定後實施，工程司得視灌漿時實際情況再予調整。灌漿計畫包括下列項目：
- a. 灌漿管形式。
 - b. 灌漿材混合方式。
 - c. 灌漿過程。
 - d. 灌漿管理：包括灌漿間隔、膠凝時間，灌注流量及灌注壓力等。
 - e. 灌漿完成之準則。

B. 上述項目應與地層性質及地層改良目的相配合。灌漿進行時，必須不斷監視灌漿壓力、吃漿量及已完成構造物（如隧道襯砌或噴凝土）之變化，如發現有異常情況時，應立即停止灌漿，調查原因並採取適當應變措施。實施化學灌漿鄰近地區之地下水，工程司於必要時得指示施工承攬廠商取樣，送指定之機構檢驗，以確定水質是否受污染。

3.1.4 施工紀錄：施工承攬廠商須保持灌漿孔之鑽孔、壓力透水試驗及灌漿等作業之完整紀錄。其內容應包括灌漿孔地質柱狀圖、洗孔、壓力透水試驗、灌漿作業之起迄時間、灌漿量及速率、灌漿壓力及漿液配比變化、各種附加劑及材料等紀錄，以及工程司認為必要之事項。又鑽孔時遇有大量漏水或大層縫、空隙等，亦均應詳細紀錄。

3.2 檢驗

3.2.1 依規定進行產品及施工檢驗，項目如下：每批 1 次

4. 計量與計價

4.1 計量

除契約另有規定外，鑽孔以每公尺長度，灌漿以漿液體積立方公尺，透水試驗以次計量。

4.2 計價

本章之工作依公尺、立方公尺或次計價，該項單價包括完成本工作所需之一切人工、材料、機具、設備、運輸、動力及附屬工作費用在內。

〈本章結束〉