

第 03372 章

噴凝土

1. 通則

1.1 本章概要

說明邊坡坡面保護及基礎開挖面所使用之噴凝土材料、設備、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

包括邊坡坡面及基礎開挖面保護所使用噴凝土之材料、配比設計、坡面表面清理、拌和、試噴、施噴、養護及檢驗等相關工作。

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 03050 章--混凝土基本材料及施工一般要求

1.3.4 第 03210 章--鋼筋

1.3.5 第 03220 章--銲接鋼線網

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準 (CNS)

(1) CNS 61 卜特蘭水泥

(2) CNS 386 試驗篩

(3) CNS 1238 混凝土鑽心試體及鋸切長條試體取樣法

(4) CNS 1240 混凝土粒料

(5) CNS 1241 利用鑽心試體測定混凝土構件厚度試驗法

(6) CNS 1298 聚氯乙稀塑膠硬質管

(7) CNS 8829 工業用編織鋼線網

(8) CNS 14688 噴凝土用材料

(9) CNS 14917 噴凝土試驗格板樣品之準備與測試法

1.4.2 美國混凝土學會 (ACI)

ACI 506.2 噴凝土之規範

1.4.3 中國土木水利工程學會

土木 402 混凝土工程施工規範與解說

1.4.4 內政部

結構混凝土施工規範

1.5 資料送審

1.5.1 品質計畫

1.5.2 施工計畫

1.5.3 廠商資料

(1) 噴凝土用摻料之型錄、產品出廠證明及試驗合格證明文件。

(2) 噴凝土設備規格文件。

1.5.4 配比設計

(1) 一般規定

A. 於現場實地施作噴凝土施工前，應經實驗室試拌及工地試噴程序，訂出噴凝土配比。

B. 噴凝土配比應符合實地施作所需強度等特性需求，並應考量各成份材料之間相容性及最佳成份比例。

(2) 材料比例

除契約圖說另有規定者外，噴凝土配比設計須依「結構混凝土施工規範」、土木 402 或 ACI 506.2 之要求辦理。

2. 產品

2.1 材料

2.1.1 材料之一致性

(1) 現場施作所使用之水泥、粒料、摻料、水及其他材料，均應與工程司核定之配比設計相同。

(2) 經試拌後決定之噴凝土成分配比，除經工程司核可外，於現場施作時不得變動。

2.1.2 噴凝土用材料

(1) 水泥

噴凝土所使用之水泥應符合 CNS 61 之規定。

(2) 粒料

噴凝土用之粒料應符合 CNS 1240 之規定及表 03372-1 粒料之級配需求。

(3) 其他

其他噴凝土用材料應符合 CNS 14688 規定。

表 03372-1 噴凝土粒料之級配需求

試驗篩之標稱孔寬 (CNS 386)	過篩百分率 (%)		
	級配 I	級配 II	級配 III
19.0mm (3/4")	—	—	100
12.5mm (1/2")	—	100	80~95
9.5 mm (3/8")	100	90~100	70~90
4.75mm (No. 4)	95~100	70~85	50~70
2.36mm (No. 8)	80~98	50~70	35~55
1.18mm (No. 16)	50~85	35~55	20~40
0.6mm (No. 30)	25~60	20~35	10~30
0.3mm (No. 50)	10~30	8~20	5~17
0.15mm(No. 100)	2~10	2~10	2~10

2.1.3 編織鋼線網

編織鋼線網應符合 CNS 8829 之規定，線徑及網眼尺度依契約圖說所示。

2.1.4 銲接鋼線網

銲接鋼線網應符合第 03220 章「銲接鋼線網」之規定，線徑及網眼尺度依契約圖說所示。

2.1.5 鋼筋

鋼筋應符合第 03210 章「鋼筋」之規定。

2.1.6 洩水管

除契約圖說另有規定外，應採用符合 CNS 1298 之 B 管（厚管）規定之聚氯乙烯塑膠硬質管（PVC 管）。

3. 施工

3.1 準備工作

3.1.1 施工面處理

- (1) 施噴前，施工面應以壓縮空氣或高壓水澈底清除風化碎片、泥土、污物等所有鬆動物或其他有礙噴凝土與岩盤黏結之物質，再以壓縮空氣吹乾游離水，所有掉落物應予清除。
- (2) 施工面如有滲水或漏水，應先以適宜方式排水，以解除水壓。
- (3) 多孔性表面或土質邊坡整修後，應在施噴前 1~2 小時將表面噴濕，以不造成施工面泥化為度。

3.2 設備

3.2.1 噴凝土機

無論為乾拌式或濕拌式，均能以適當速度，將預拌材料均勻順利輸送至噴嘴，噴嘴另配備水或速凝劑加入設備。

3.2.2 壓縮空氣設備

空壓機容量須能維持供應足量之潔淨、乾燥空氣，其壓力須能滿足噴凝土機械之需要及管路損失。為維持應有之噴射速度，並能吹除反彈料，噴嘴尖端之空氣壓力平均應有 3.5kgf/cm^2 ；水壓力為 5kgf/cm^2 。

3.2.3 機械施噴臂

須為液壓操作式，噴嘴應具遙控操作設備，其操作範圍及角度須能配合施工程序，涵蓋全部施工面。

3.3 施工方法

- 3.3.1 坡面開挖後，工程司得視地質情況，指示承包商立即施噴第 1 次噴凝土（封面）。

3.3.2 洩水孔

洩水孔之材質、尺度及位置應依契約圖說所示施工。洩水管之埋設須牢固。

3.3.3 鋼線網鋪設

- (1) 鋼線網或鋼筋網之鋪設，應於契約圖說所示之位置用錨定鋼筋確實固定，以防施噴時鬆動。
- (2) 除契約圖說另有約定外，為增加岩盤面黏著力而設之直徑 3mm 以下鋼線網，應儘可能緊貼岩盤面。除契約圖說另有約定外，為加強噴凝土強度而設置直徑 5mm 以上之鋼線網或鋼筋網，距離待噴面須至少 3cm，距完成面亦須至少 2cm 之保護層。露天噴凝土之錨定鋼筋或其他鐵件，均不得露出完成面。

3.3.4 錨定鋼筋

錨定鋼筋之鑽孔沖洗、鋼筋置放及灌入水泥砂漿依契約圖說所示。施工錨定鋼筋應依契約圖說所示留出筋頭，以固定鋼線網或鋼筋網。

3.3.5 拌和

噴凝土除另有規定者外，並經工程司核可後，可依實地情況採用濕拌法或乾拌法。

(1) 濕拌法 (Wet Mix Process)

將配比規定之材料於拌和機中拌和均勻後用輸送機以壓縮空氣壓送至噴嘴，再與速凝劑混合後施噴於施工面上。

(2) 乾拌法 (Dry Mix Process)

將水泥及粒料與摻料依規定配比於拌和機中先行乾拌均勻，送進乾式噴泵機具，隨後加入非液態速凝劑拌和（若為液態速凝劑則加於拌和水中），用輸送機以壓縮空氣壓送至噴嘴處加水後噴出。乾拌時間不得少於 1.5 分鐘，噴凝土拌和料有下列任一種情形均應予廢棄，不得使用：

A. 水泥加入粒料後未拌和，超過 30 分鐘者。

B. 自水泥投入拌和機拌和，未連續攪拌超過 60 分鐘者。

C. 自水泥投入拌和機拌和，連續攪拌超過 90 分鐘者。

3.3.6 試噴

- (1) 各項施工前試驗，應於正式使用前完成並試驗合格。
- (2) 施工前，每組作業人員應於垂直面或仰面試驗平板上試噴，以證明其可均勻施噴，且達工程司滿意及可接受之熟練程度後始可正式施作。
- (3) 模擬工地噴凝土工作面條件，依 CNS 14917 規定之格板試驗(Panel Test) 辦理。
- (4) 試驗格板：容納噴凝土之隔板模可為木造或鋼製，應有足夠剛度以避免噴凝土震動時外流或產生變形，模板之最小長和寬均為 610mm，最小深度為 89mm，周邊為四角型或成傾斜側面，針對噴嘴操作員技能、設備之確認或配比設計，宜用較大之格板。
- (5) 格板數量：依各種拌和料（各型摻料或不同劑量，各型纖維或不同用量）施工時預期噴射之位置（如平板、斜坡、垂直或上仰）等不同條件之格板分別施噴。
- (6) 養護：試驗格板製作完成後，應依 CNS 14917 之規定進行養護。
- (7) 試體取得：依 CNS 1238 之規定，自格板內鑽取鑽心試體。鑽取之試體須由格板樣品之中間部分取得，不得從格板外緣向內距離等於深度加 25.4mm 之範圍內的噴凝土中取樣。試體不能因不均勻之鑽取而有皺紋或細痕等情形。供抗壓試驗用之鑽心試體應垂直於格板面鑽取。
 - A. 齡期：試體須在規定齡期自格板中取得並試驗，除規定有養護條件外，樣品應在試驗前 2 小時以內自格板中取樣。
 - B. 養護：除契約另有約定外，鑽取試體之養護應依 CNS 1238 之規定。
- (8) 強度：鑽心試體須依 CNS 1238 之規定修正抗壓強度。

3.3.7 施噴

- (1) 應依契約圖說所示使用下列各種噴凝土：

- A. 未加鋼線網強化之噴凝土。
 - B. 使用鋼線網強化之噴凝土。
- (2) 除契約圖說另有規定外，噴凝土之施噴、表面修飾及養護作業應符合本章規定辦理。
- (3) 施噴厚度
- A. 噴凝土層之厚度須依契約圖說或工程司之指示。任何一處之完成厚度，均不得小於契約圖說規定之厚度。
 - B. 噴凝土厚度大於 8cm 時須分層施噴，每層平均厚度不超過 5cm，次一層之施噴須隔 30 分鐘至 1 小時，並俟前一層之強度足以支撐所增加之施噴層時才開始施噴，以防止脫落。
 - C. 施噴時可採用適當長度之鐵釘釘入岩層中，作為噴射厚度之基準。鐵釘之位置及間隔，應依工程司之指示辦理。
- (4) 施噴工作
- A. 施噴作業應適當規劃與控制，以免發生噴凝土機及管路阻塞。
 - B. 施噴時噴嘴須儘可能垂直於噴射面，噴嘴離開噴射面應保持 1m 左右之距離。
 - C. 施噴中墜落地上之噴凝土，絕對不能再用並須清除。
 - D. 在施噴次一層之前，必須將前 1 層噴凝土面上附著之塵土、鬆砂或其他外物清除乾淨，並在充分潤濕之後，用壓縮空氣將附著水完全吹除。
 - E. 每次噴凝土工作完成後，應清除所有回彈及施噴中墜落地上之噴凝土。
 - F. 施工面未有遮蔽者於雨天不得施行噴凝土工作。
- (5) 自噴凝土施工面流出或滲出之水，應使用導水管或其他經工程司核可之方法導至施工範圍外。
- (6) 須預留洩水孔以降低噴凝土背面之水壓。另除依據契約圖說設置洩水管外，凡有地下水滲出，而可能在噴凝土背面產生靜水壓之處，應加設洩水孔。

- (7) 施工縫之位置及型式，均應符合契約圖說所示施作。
- (8) 噴凝土施噴時，應提供適當之通風設備及保障工作人員安全所需之其他設施，包括噴漿工使用之面具等。

3.3.8 表面刷毛

噴凝土分層施噴時，前層噴凝土達初凝強度時刷毛表面。

3.3.9 養護與保護

- (1) 噴凝土施噴後，施噴面須連續保持濕潤養護達 7 天、或達預定強度或次一層施噴前。
- (2) 當施噴面周圍環境相對濕度持續保持 95%以上時，得採用自然養護方式。
- (3) 施噴面養護方式應依第 03390 章「混凝土養護」規定辦理。

3.3.10 施工不良之噴凝土（如：有裂縫或以鐵鎚敲打時產生空洞聲等），承包商應打除重噴，或另提改善方案經工程司核可後辦理。

3.4 檢驗

3.4.1 施工前之檢驗

(1) 凝結時間

凝結時間檢驗應依 CNS 14689 及契約圖說之規定辦理。

(2) 試噴

試噴應依 CNS 14917 之規定辦理。

3.4.2 除契約另有約定外，噴凝土之檢驗項目如下表：

名稱	檢驗項目	依據之標準	規範之要求	頻率
噴凝土	28 天抗壓強度	CNS 1238	1. 3 個試體平均 $\geq f'_c$ 。 2. 每個試體之個別值 $\geq 0.85 f'_c$ 。	1. 數量未達 100 m ² 時，免檢驗。 2. 數量達 100~500 m ² 者，噴製 1 塊尺度同 CNS 14917 之試驗格板，鑽取 1 組 3 個試體。 3. 數量超過 500 m ² 時，每 500 m ² 加驗 1 組。 4. 試驗格板之設置、施噴應與現場施噴者相同，並依 CNS 14917 之規定辦理養護。
	厚度	CNS 1241	每組試體平均厚度應達契約圖說之規定厚度以上	1. 數量未達 100 m ² 時，免檢驗。 2. 數量達 100~500 m ² 者，由其表面鑽取試體 1 組 3 個。 3. 數量超過 500m ² 時，每 500 m ² 鑽取試體 1 組 3 個。

3.4.3 鑽心試驗

試體抗壓強度測試結果若無法達到設計強度要求，於不合格試體所代表位置，現場隨機鑽取 1 組 3 個試體，依 CNS 1238 試驗方法進行抗壓強度試驗。試驗結果應符合以下要求：

- A. 同組 3 個試體抗壓強度平均值 $\geq 0.85 f'_c$ 。
- B. 同組任一試體抗壓強度個別值 $\geq 0.75 f'_c$ 。

4. 計量與計價

4.1 計量

除契約另有約定者外，噴凝土依不同厚度、型式，如圖 03372-1 所示以平行於整體斜坡之斜面投影面面積，或工程司同意面積之平方公尺計量。

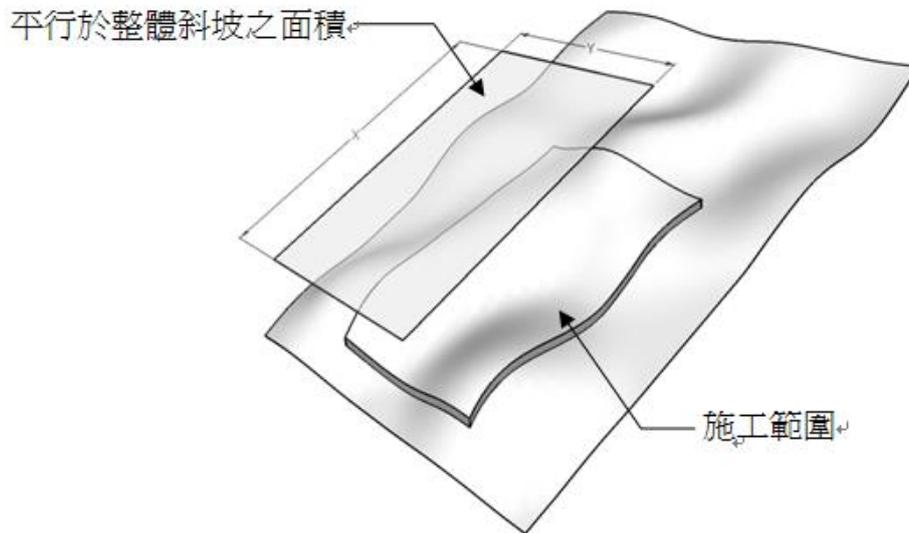


圖 03372-1 噴凝土施作斜面投影面面積示意圖

4.2 計價

除契約另有約定者外，噴凝土依不同厚度、型式，如圖 03372-1 所示以平行於整體斜坡之斜面投影面面積，或工程司同意面積之平方公尺計價。該單價包括搭架或安全索等安全設施、表面清理、鑽孔、排水管、裝設錨定鋼筋、鋼線網、施噴與養護噴凝土及其他必要工作所需之一切人工、材料、機具、設備、動力、運輸及回彈損耗率等費用在內。

〈本章結束〉