

第 03372 章

噴凝土

1. 通則

1.1 本章概要

說明邊坡坡面及基礎開挖面所使用噴凝土材料、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

包括邊坡坡面保護及基礎開挖面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。

噴凝土之施工方法無論採用乾拌法或濕拌法皆須符合本章之要求。

1.3 相關章節

1.3.1 第 03050 章--混凝土基本材料及施工一般要求

1.3.2 第 03052 章--卜特蘭水泥

1.3.3 第 03210 章--鋼筋

1.3.4 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 386 | 試驗篩 |
| (2) CNS 1238 | 混凝土鑽心試體及鋸切長條試體取樣法 |
| (3) CNS 1240 | 混凝土粒料 |
| (4) CNS 1298 | 聚氯乙烯塑膠硬質管 |
| (5) CNS 13961 | 混凝土拌和用水 |
| (6) CNS 14688 | 噴凝土用材料 |

- (7) CNS 14689 噴凝土用摻料
- (8) 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)
 - (1) ACI 506.2 噴凝土之規範
- 1.4.3 中國土木水利工程學會
 - (1) 土木 402 混凝土工程施工規範與解說
- 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、技術文件、原廠產品出廠證明、產品檢驗合格證明。
 - (2) 噴凝土設備規格技術文件。
 - 1.5.4 配比設計
 - (1) 一般規定
 - A. 於現場實地施作噴凝土至少 30 天前，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 ACI 506.2 或土木 402 之要求辦理。

2. 產品

2.1 材料

2.1.1 鋼線網

鋼線網材質應符合「第 03220 章--銲接鋼線網」之規定，其網眼之尺度依契約圖所示。

2.1.2 鋼筋

鋼筋應符合「第 03210 章--鋼筋」之規定。

2.1.3 噴凝土用材料

噴凝土用材料應符合 CNS 14688 之規定。

(1) 水泥

噴凝土所使用之水泥，其品質應符合「第 03052 章--卜特蘭水泥」之規定。

(2) 粒料

噴凝土用之粒料應符合 CNS 1240 之一般規定及表一粒料級配需求之規定。

(3) 拌和用水

拌和用水應符合 CNS 13961 之規定。

(4) 摻料

除契約圖說另有規定外，噴凝土用摻料應符合 CNS 14689 規定。

(5) 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 (%)		
	I	I I	I I I
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

試驗篩之標稱孔寬 (CNS 386)	過篩百分率 (%)		
	I	I I	I I I
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

2.1.4 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，均應與試噴區及 CNS 14917 格板試驗所使用者相同。
- (2) 經試拌後決定之噴凝土成份配比，除經工程司核可外，於現場施作時不得變動。

2.1.5 洩水管

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

3. 施工

3.1 準備工作

3.1.1 一般規定

施工承攬廠商應於施工前，依其機具設備能量，提出適當配比，經工程司會同於工地實地試噴均符合規定後始得採用。所使用之各項材料，均須經事先證明或試驗符合規定。

3.1.2 施工面清理

- (1) 施噴前，施工表面之鬆動碎片、表土或其他有礙噴凝土與施工面黏結之物質，應清理乾淨。
- (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) 多孔性表面在施噴前應維持 1~2 小時潮濕，以不造成施工面泥化為宜。

3.2 施工方法

3.2.1 灌漿錨筋

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

3.2.2 洩水孔

洩水孔之材質、尺度及位置應依契約圖說所示施工，洩水管埋設須牢固。

3.2.3 鋼線網鋪設

鋼線網或鋼筋網之鋪設，應依契約圖所示之位置用錨錠鋼筋確實固定，以防噴凝土時鬆動。

3.2.4 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

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

將水泥及粒料於拌和機中先行乾拌均勻，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。

3.2.5 試噴

- (1) 各項施工前試驗，應於正式使用至少 30 天前完成並試驗合格。
- (2) 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。
- (3) 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，模版之最小長和寬均為 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。

- (4) 養護：試驗格板製作完成後，應依 CNS 14917 之規定進行養護。
- (5) 試體取得：依 CNS 1238 之規定，自格板內鑽取鑽心試體或鋸取稜柱試體。鑽取或鋸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鋸切或鑽取而有皺紋或細痕等情形，鋸切試體應確保取得互為平行且平滑之平面。供抗壓試驗用之鑽心試體應垂直於格板面鑽取，稜柱試體之受力方向則可垂直或平行格板面。
 - 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：除契約另有規定外，鑽取或鋸取試體之養護應依 CNS 1238 之規定。
- (6) 強度：鑽心試體須依 CNS 1238 之規定修正抗壓強度，鋸切試體之抗壓強度應乘以修正因子 0.85 得到與鑽心試體相當之強度。

3.2.6 施噴

- (1) 開挖後應視地質情況，經工程司認可後施噴第一次噴凝土（封面）。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 ACI 506.2 之規定。
- (2) 施噴厚度
 - A. 噴凝土厚度須依契約圖說或經工程司認可後辦理，任何一處完成之厚度，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，次一層之施噴須俟前一層之強度足以支撐所增加之施噴層時才開始施噴，以防脫落。
 - C. 施噴時應用適當長度之鐵釘釘入施工面中，作為施噴厚度之基準。鐵釘之位置及間隔，應經工程司認可後辦理。
- (3) 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施噴面，噴嘴離開施噴面之距離約 1.0m，施噴量應穩定、順暢及均勻。
 - C. 施噴中墜落地上之噴凝土，不能再用。
 - D. 在施噴次一層之前，必須將前一層噴凝土面上之附著塵土、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. 露天工程於雨天不得施行噴凝土工作。
- (4) 自噴凝土施作面流出或滲出之水，應使用 PVC 塑膠布、導水管、油毛氈或其他方法導至施工範圍外。
 - (5) 噴凝土除依據契約圖設置洩水管外，凡有地下水滲出，而可能在噴凝土背面產生靜水壓之處，應另鑽設洩水孔。
 - (6) 施工縫之位置及型式等，均應妥為選定，並經工程司之認可。
隧道內噴凝土施噴時，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。

3.2.7 表面修飾

表面修飾應符合 ACI 506.2 之規定辦理。

3.2.8 養護與保護

- (1) 養護應符合 ACI 506.2 之規定辦理。
- (2) 噴凝土施噴後 7 天內，施噴面必須連續保持濕潤。

3.3 檢驗

3.3.1 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。

3.3.2 抗壓強度與厚度檢驗

除契約另有規定外，各項材料及施工之抗壓強度與厚度檢驗項目如表 03372-2。

表 03372-2 噴凝土抗壓強度檢驗表

檢驗項目	依據標準	規範要求	頻率
28 天抗壓強度	CNS 1238	除契約圖說規定外，應符合下列規定： 1. 3 個試體之平均值 $\geq f'c$ 。 2. 每個試體之個別值 $\geq 0.85f'c$ 。	1. 數量未達 100m ² 者免檢驗。 2. 數量達 100~500m ² 者，噴置 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 500m ² 者，每 500m 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 100m ² 者免檢驗。 2. 數量達 100~500m ² 者，由其表面鑽取試體 1 組 3 個。 3. 數量超過 500m ² 者，每 500m ² 鑽取試體 1 組 3 個。

3.3.3 鑽心試驗

(1) 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 3 個試體，依 CNS 1238 試驗方法立即進行抗壓強度試驗。試驗結果應符合以下要求：

- A. 3 個試體平均值 $\geq 0.85f'c$ 。
- B. 每個試體個別值 $\geq 0.75f'c$ 。

- (2) 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），
施工承攬廠商應打除重噴，或另提改善方案經工程司核可後辦理。

4. 計量與計價

4.1 計量

噴凝土依工程司認可之施工面積，以平方公尺為單位計量。

4.2 計價

噴凝土依契約詳細價目表「噴凝土（註明厚度）」項目計價。本單價包括搭架、表面清除、岩石清洗、鑽孔、裝設錨筋及鋼線網，噴凝土施噴與養護、洩水孔及其他必要工作所需之一切人工、材料、機具、工具、雜項及回彈損耗等費用在內。

〈本章結束〉