

工程品質保證計劃及程序

噴射混凝土、砂漿工程

一、通則及適用範圍

本節所述適用於一般噴射混凝土及噴射砂漿工程所使用之材料及施工之品質保證要求。噴射混凝土及噴射砂漿，常用於岩土邊坡上之剛性地表保護層，透過減少雨水滲入邊坡之岩土中，保持邊坡內部壓力，並防止邊坡表面的沖蝕，用以增加邊坡之穩定性。除了用於岩土邊坡之保護外，噴射混凝土及噴射砂漿亦常於隧道、地下室或基坑的支護或止水帷幕工作上，但本地仍然以應用於邊坡保護為主。

在訂定噴射混凝土及噴射砂漿材料之配合比及厚度時，需考慮以下特性：

- ✓ 滲透性；
- ✓ 耐久性；
- ✓ 強度；
- ✓ 泵送及噴射時之操作性；
- ✓ 收縮特性。

低滲透性之噴射混凝土及噴射砂漿中可減少邊坡表層之滲入作用，而噴射材料之高耐久性可確保保護表層之使用年期，至於選取合適之噴料層厚度，則可增加地表層之壽命。噴射材料強度對地表保護層防止流水沖刷起重要作用，同時對耐久性及滲透性亦有間接影響，噴射材料之 28 天抗壓強度需達設計要求強度。有關使用於噴射混凝土之骨料，因考慮泵送及噴射時之施工操作及離析問題，骨料最大顆粒尺寸不應大於 10 mm。若選用噴射砂漿時，應注意乾固收縮而產生開裂問題。

一般岩土邊坡之噴射混凝土或砂漿層常配合鋼筋網及排水孔使用，本節亦有對鋼筋網及排水孔之品質工作加以說明。

二、工程品質保證文件之要求

噴射混凝土或噴射砂漿工程於各施工階段，需提交下列文件作審閱或記錄存檔：

工程施工前

[噴射混凝土或噴射砂漿材料]

- ✓ 水泥物料證明書
須符合澳門水泥標準(法令第 63/96/M 號)第七條之質量要求，證書上須提供生產商名稱/水泥

種類/等級、物理性質(包括凝結時間、力學強度、膨脹率)及化學分析(包括燒失量、不溶殘餘物、硫酸鹽 SO_3 、氯化物、鹼含量)，若無法提交上述要求之證書，應按水泥標準第九條之接收控制要求進行驗收工作。

- ✓ 骨料質量證明書
關於骨料及砂/石粉，證書上須提供來源地、粒徑分析、細度模數、其他力學、物理及化學特性之資料。
- ✓ 混合劑產品說明書/質量證明書
混合劑須符合相關適用標準，產品說明書/質量證明書上須提供混合劑來源、比重、化學分析及氯含量等資料。
- ✓ 附加劑質量證明書
 - 附加劑包括粉煤灰、硅微粒、火山灰、高爐礦渣等，須符合相關適用標準。
- ✓ 拌合水
須符合澳門混凝土標準(法令第 42/97/M 號)表二之質量要求，一般情況下以自來水作為拌合水不需進行檢查，如由其他方法取得之水或對水質有懷疑時，須抽樣測試。
- ✓ 噴射混凝土或噴射砂漿配比及規格資料
須提供下列有關資料：
 - 強度等級；
 - 水泥種類、用量及水灰比；
 - 骨料用量及最大粒徑；
 - 混合劑種類及用量；
 - 附加劑種類及用量。
- ✓ 施工機具資料
包括混合料之拌合機具、泵送設備及噴射機具等技術資料。
- ✓ 施工方案
包括噴射前之預備工作、噴射料之拌製、噴射操作等。
- ✓ 噴料作業完成後之養護方案

[鋼筋網材料]

- ✓ 鋼筋網質量證明書
按每批量、級號及尺寸的鋼筋網提交質量證明/產品來源證明文件，包括化學成份分析、力學性能（幾何尺寸、抗拉強度、屈服強度、伸長率及雙向彎曲試驗等）、材料識別（爐號和生產商標識等）；
- ✓ 儲存及運送資料及證明；
- ✓ 施工方案，包括鋼筋網之搭接方法、保護層厚度之控制等；
- ✓ 檢測計劃。

工程施工階段或竣工驗收時

- ✓ 噴射材料之拌合記錄表，包括每次拌合時各項材料之用量、配料時間、拌合開始及完成時間、噴射開始及完成時間、噴射部位說明(含圖示)、噴射材料用量累計及相應試驗板製作及養心編號等；
- ✓ 噴射材料抗壓強度測試報告；
- ✓ 鋼筋網到場記錄（每批量材料之數量、相關之產地來源證明書）；
- ✓ 鋼筋網抗拉試驗報告及焊接位置剪力試驗報告。

三、工程品質保證文件之要求

噴射混凝土及噴射砂漿工程的檢查工作可歸納於下表：

噴射混凝土及噴射砂漿工程檢查項目表							
檢查項目 \ 檢查目的	工作性能	結構品質	結構精度	施工控制	檢查頻率	標準要求	備註
鋼筋網運送及儲存		✓		✓	每批量	a, d	
鋼筋網鋪設及搭接 ¹		✓	✓	✓	每次噴置施工前，全數檢查	d	
排水孔佈置 ²		✓		✓		d	
骨料狀況及用量 ³		✓	✓	✓		d	
水泥狀況及用量 ⁴		✓	✓	✓		c, d	
材料拌合機具		✓		✓		d	
機具	✓	✓	✓	✓		d	
噴射材料均勻性	✓	✓		✓	噴置期間全數檢查	b, d	
噴射材料厚度		✓		✓		d	
噴射材料養護 ⁵		✓		✓	全數檢查	b, d	

註： 檢查項目

- 1 - 鋼筋網鋪設及搭接
包括束網、最少保護層厚度、搭接及固定。
- 2 - 排水孔佈置
包括排水孔尺寸、間距及定位。
- 3 - 骨料狀況及用量
包括顆粒尺寸、含水量、微細粒子含量及骨料用量控制。
- 4 - 水泥狀況及用量
包括水泥標識、種類、等級及用量。
- 5 - 噴料養護

包括養護方法、最小養護時間。

標準要求

- a - 鋼筋混凝土用熱軋鋼筋標準 [1]
- b - 混凝土標準 [2]
- c - 水泥標準 [3]
- d - 專案工程技術規格/承攬規則

噴射混凝土及噴射砂漿工程的測試及驗收工作可歸納於下表：

噴射混凝土及噴射砂漿工程測試及驗收項目								
檢測項目 檢測方法		材料自 身材質	結構 性能	測試 標準	建議檢測頻率	標準 要求	合格 準則	備註
噴 射 材 料	噴射材料試拌分 析 ¹	✓	✓	EN 12504-1 [4] ISO 1920-4 [5] EN 12390-8 [6]	對未經檢定的噴射材 料，於施工前配比及 規格進行	b, d		
	試驗板抗壓強度 測試 ²	✓		EN 12504-1 [4] ISO 1920-4 [5]	每批 ①	b, d		
	鑽孔取心測試 ³	✓	✓	EN 12504-1 [4]	詳見 ②	b, d		
	滲水性測試	✓	✓	EN 12390-8 [6]	如有需要 ③	b, d	i	
	密度測試	✓		ISO 6275 [7]				
	氯含量取樣測試		✓	-		b, d	i	
鋼 筋 網 材 料	幾何尺寸及重量 之測量	✓		BS 4483 [8] EN 10002-1 [9] BS 4449 [10] BS 4482 [12]	每批號(同一爐號、級 號及規格)鋼筋網應 抽取試樣進行驗收測 試，每十噸抽取一個 1m x 1m 之樣本	a, d	ii	
	拉伸性能測試	✓				a, d	ii	
	焊接位置剪力測 試	✓	✓			a, d	ii	
	正反向彎曲測試	✓				a, d	ii	
	化學成分分析	✓		-	如有需要 ③	a, d	ii	

註： 檢測方法

1 - 噴射材料試拌分析

包括噴射混凝土或噴射砂漿抗壓強度測試、均勻性檢定、骨料粒徑分析及其他噴料特性分析 (如工程條件需要時，試拌分析須考慮吸水率和滲水性的測定)。

2 - 試驗板抗壓強度測試

試驗板尺寸至少為 1 m x 1 m，厚度為 250 mm。在製造試驗板時，模具之斜度需與邊坡之斜度相同，而試驗板之養護方法亦需與邊坡噴料之養護方法相同。在試驗板上需鑽取 3 個噴料樣心試體，樣心直徑為 100 mm，而取心位置應距離試驗板邊至少 125 mm。樣心試體於 28 天齡期時抗壓強度之平均值為該試驗板之試驗結果

[11]。

3 - 鑽孔取心測試

若試驗板樣心的結果不能滿足合格準則要求，或不能提供測試結果，或現有樣本結果數目不足以符合規範或承攬規則中所定義之取樣計劃，或當施工出錯，或受惡劣天氣條件影響而對結構之強度、耐久性或安全有懷疑時，應從現場已噴置之噴料鑽取樣心試體加以檢驗評定其強度。

標準要求

- a - 鋼筋混凝土用熱軋鋼筋標準 [1]
- b - 混凝土標準 [2]
- c - 水泥標準 [3]
- d - 專案工程技術規格/承攬規則

建議檢測頻率

- ① - 若專案工程技術規格或承攬規則沒有註明試驗板抗壓測試取樣率時，可以 500 m²所需之噴料量為一批[11]。
- ② - 於相應的一個缺漏樣本或一個疑問樣本結果的區域或位置，需鑽取至少 3 個直徑在 70 或 100mm 之樣心。
- ③ - 當工程的設計或施工要求須特定考慮該項測試結果作為工程的指標；或該項測試結果/參數對該工程的施工或質量有著重要的影響時，須加以考慮進行。

合格準則

- i - 關於混凝土材料測試及品質控制之合格準則，按承攬規則之要求。
- ii - 當有試樣不符合力學性能要求，在同批鋼筋網中抽取另外兩個試樣進行測試。如有一個或以上再次取樣的試樣不符合要求時，該批鋼筋網視為不符合標準。

四、引用法規/參考技術文件

- [1] 法令第 64/96/M 號，鋼筋混凝土用熱軋鋼筋標準，澳門政府
- [2] 法令第 42/97/M 號，混凝土標準，澳門政府
- [3] 法令第 63/96/M 號，水泥標準，澳門政府
- [4] EN 12504-1, Testing Concrete in Structures - Cored Specimens - Taking, Examining and Testing in Compression
- [5] ISO 1920-4, Testing of Concrete – Strength of Hardened Concrete
- [6] EN 12390-8, Testing hardened concrete. Depth of penetration of water under pressure
- [7] ISO 6275, Concrete, hardened – Determination of density
- [8] BS 4483, Steel fabric for reinforcement of concrete
- [9] EN 10002, Tensile testing of metallic materials
- [10] BS 4449, Specification for carbon steel bars for the reinforcement of concrete
- [11] General Specification for Civil Engineering Works, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region
- [12] BS 4482, Specification for cold reduced steel wire for the reinforcement of concrete