

工程品質保證計劃及程序

填土工程

一、通則及適用範圍

本節內容適用於一般的填土工程，包括作為結構物之承載基層、周邊回填、路基基礎和區域整地等，而填築材料利用機械設備（碾壓、夯實或振動）經分層之夯實/壓密後，可增加土之抗剪強度，能提高地基承載力及穩定性，因此壓實程度為控制填土工程品質最重要之手段。

填土工程之品質保證應有下列二方面的基本要求：

- ✓ 對填築材料之要求；
- ✓ 鋪設過程及完成後整體壓實程度之要求。

上述基本要求均需要滿足設計與相關標準、法規條款。

二、工程品質保證文件之要求

填土工程於各施工階段，需提交下列文件作審閱或記錄存檔：

工程施工前

- ✓ 工地之地質鑽探報告（有需要時）；
- ✓ 填土材料的種類、來源證明；
- ✓ 填土材料之相關試驗報告；
- ✓ 現場滾壓/夯實設備的資料（含機械設備之尺寸、重量、壓實能量和振動頻率等）；
- ✓ 排水材料/濾膜之質檢及說明書；
- ✓ 監測計劃；
- ✓ 施工方案（包括基地準備/場地清理、填土壓實的方法及分層鋪築的程序、在填築過程中含水量之控制等）；
- ✓ 檢測計劃。

工程施工階段或竣工驗收時

- ✓ 現場測量圖（含現場實際高程及範圍）；
- ✓ 相關每種類填土於試驗室之壓實試驗報告；

- ✓ 驗收試驗 (如工地密度試驗等)
- ✓ 竣工測量圖 (含回填完成後之地形及標高等)。

三、檢查、測試及驗收工作

回填工程的檢查工作可歸納於下表：

回填工程檢查項目表						
檢查項目	位置偏差		施工控制	檢查頻率	標準要求	備註
	平面	高程				
基準點控制	✓	✓	✓	持續進行	--	
現場地形測量記錄	✓	✓	✓		--	
受保護之植被			✓		a, b	
採料場/挖方區取土			✓		b	
填築材料運輸			✓		b, c	
填築材料			✓		b, c, d, e	
回填/夯實程序			✓		b, c, d, e	
分層鋪築控制			✓		b, c, d, e	
基地沉降、傾斜和水位監測			✓		b, c, d, e	
回填面之保護及排水			✓		b, c, d, e	
排水材料/濾膜之安裝			✓		b, c, d, e	
設備檢查			✓	施工前	--	

註：標準要求

- a - 相關條例或規章
- b - 專案工程技術規格/承攬規則
- c - 擋土結構與土方工程規章及指引 [1]
- d - 斜坡岩土工程手冊 [2]
- e - General Specification for Civil Engineering Works [3]

檢查、測試及驗收工作 (續)

填土工程的測試及驗收工作可歸納於下表：

填土工程測試及驗收項目表						
檢測項目 检测方法	填土材料實驗室試驗	填土現場試驗	建議檢測頻率	標準要求	合格準則	備註
顆粒分析	✓		每 5000M ³ 或來源地變更時	a, b ASTM D422 [4]	-	
阿太堡限度試驗 (液性、塑性限度)	✓			a, b ASTM D4318 [5]	-	
實驗室 CBR 值測定	✓			a, b ASTM D1883 [6]	-	
最大乾密度測試 (夯實試驗)	✓			a, b ASTM D698 [7] ASTM D1557 [8]	-	
土壤直接剪力試驗	✓		如有需要 ①	a, b ASTM D3080 [9]	-	
砂當量試驗	✓			a, b ASTM D2419 [10]	-	
有機物含量	✓			a, b BS1377 [11]	-	
硫酸鹽含量	✓			a, b	-	
填土滾壓後的含水量 ¹		✓	每 500M ² ②	a, b ASTM D4944 [12]	i	
工地密度試驗 ¹		✓	每 500M ² ②	a, b ASTM D1556 [13]	i	
土工布/排水板強度試驗 ²	✓		每批量	a, b ASTM D5261 [14] ASTM D4595 [15] ISO 12236 [16]		

註： 检测方法

1 - 填土滾壓後的含水量/工地密度試驗

於進行現場工地密度試驗前，須於現場採集相關的回填材料進行實驗室的試驗工作，透過修正夯實試驗 (Modified Portor Compaction Test) 取得回填材料的最大乾密度和最佳含水量，利用現場工地密度的測試結果與實驗室的結果進行比較，可取得現場相對的壓實度 (Relative Compaction)。

2 - 土工物料/土工布測試

土工布物料建議至少需進行以下的測試：

單位面積質量測定、大寬度抗拉強度測定和 CBR 刺破強度測定。

建議檢查頻率

- ① - 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。
- ② - 對檢測面積的位置須進行分層的工地密度試驗工作，以測定其現場壓實度，分層方式最小須滿足以下要求：
 - ✎ 自回填完成面以下 1.1m 位置；
 - ✎ 自回填完成面以下 0.5m 位置；
 - ✎ 回填完成面。

標準要求

- a – 專案工程技術規格/承攬規則
- b – 擋土結構與土方工程規章及指引 [1]

合格準則

- i – 利用現場工地密度的測試結果與實驗室土壤最大乾密度的結果進行比較，可獲得現場相對的壓實程度。當壓實程度未能滿足有關之法規或技術規格/承攬規則的要求時，建議再進行夯實或碾壓，以達到最佳效果及規格的要求。

四、引用法規/參考技術文件

- [1] 法令第 32/97/M 號, 擋土結構與土方工程規章, 澳門政府
- [2] 斜坡岩土工程手冊, 土力工程處, 土木工程署, 香港特別行政區政府
- [3] General Specification for Civil Engineering Works, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region
- [4] ASTM D422, Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
- [5] ASTM D4318, Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
- [6] ASTM D1883, Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
- [7] ASTM D698, Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort
- [8] ASTM D1557, Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort
- [9] ASTM D3080, Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions
- [10] ASTM D2419, Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate
- [11] BS1377, Methods of test for soils for civil engineering purposes
- [12] ASTM D4944, Standard Test Method for Field Determination of Water (Moisture) Content of Soil by the Calcium Carbide Gas Pressure Tester Method
- [13] ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method
- [14] ASTM D5261, Standard Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Geotextiles
- [15] ASTM D4595, Standard Test Method for Tensile Properties of Geotextiles by the Wide-Width Strip Method
- [16] ISO12236, Static Puncture Test (CBR Test)