

工程品質保證計劃及程序

淺基礎(底承基礎)

一、通則及適用範圍

淺基礎一般定義是以基礎的深寬比(depth ratio)小於 10 者為界，而底承基礎基本屬於淺基礎的一種，又稱為擴大基礎，其特性是上部建築物或結構傳來的重量/荷載大部份被分散傳遞至較接近表面的土體或岩層上，此類基礎可包括放腳基礎(可為各種形狀)、筏式基礎及連續基礎等。由於承載土體或岩層的特徵值是此類基礎設計的主要因素，故此有關特徵值的可靠性及代表性尤為重要，以達到安全並兼顧到經濟的效益。

淺基礎(底承基礎)之品質保證應有三方面的基本要求：

- ✓ 承載土體或岩層的性能(特徵)要求；
- ✓ 構成基礎結構的材料(如混凝土、鋼筋及其他相關物料)的質量之要求；
- ✓ 地域性因素的要求(如特殊的環境條件足以影響基礎的安全、地震或斜坡等因素)。

上述基本要求均需要滿足設計與相關標準、法規的條款。

二、工程品質保證文件之要求

淺基礎(底承基礎)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(調查)報告；
- ✓ 現場承載面的承載能力評估試驗報告；
- ✓ 構成基礎體的所有材料的技術資料，包括鋼材之產地來源證明書(mill certificate)、混凝土配比及規格資料、水泥、骨料、混合劑和附加劑資料及其他相關物料等，對上述混凝土材料和鋼筋材料的技術資料要求，可詳閱鋼筋混凝土工程的品質保證計劃及程序；
- ✓ 施工方案；
- ✓ 檢測計劃。

工程施工階段或竣工驗收時

- ✓ 基礎位置測量放綫圖；

- ✓ 竣工圖(含位置偏差之量測) ；
- ✓ 施工工藝的質量控制(包括鋼筋扎作、承載面的處理及模板的豎立等) ；
- ✓ 材料試驗報告。

三、檢查、測試及驗收工作

淺基礎(底承基礎)工程的檢查工作可歸納於下表：

淺基礎(底承基礎)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
	水平	高程				
基準點控制	✓	✓	✓	全數檢查	a, b	
鄰近結構物安全監測			✓	如有需要 ^①		
基礎位置	✓	✓	✓	全數檢查	a, b	
幾何尺寸			✓	全數檢查	a, b, c	
承載面的處理			✓	全數檢查	a, b, c	
地下水位深度			✓	全數檢查	-	
挖掘土層記錄			✓	全數檢查	-	
承載土體或基岩樣本			✓	全數檢查	-	
基礎體沉降測量			✓	如有需要 ^①	a, b, c	
設備檢查			✓	施工前	-	

註： 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或監測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。可參閱地工安全監測的品質保證計劃及程序。

標準要求

- a - 地工技術規章 [1]
- b - 基礎設計指引 [2]
- c - 專案工程技術規格/承攬規則

檢查、測試及驗收工作 (續)

淺基礎(底承基礎)工程的測試及驗收工作可歸納於下表：

淺基礎(底承基礎)工程測試及驗收項目表						
檢測項目 檢測方法	基礎自 身材質	承載土體 或基岩性 能	建議檢 測頻率	標準 要求	合格 準則	備註
鋼筋強度測試 ¹	✓		-	-	-	
混凝土強度測試 ¹	✓		-	-	-	
岩芯無圍壓縮試驗 ²		✓	如有需要 ^①	a, b, c ASTM D2938 [3]	i	
岩芯點荷載強度試驗 ³		✓	如有需要 ^①	a, b, c ASTM D5731 [4]	i	
岩石質量指標 (RQD) ⁴		✓	如有需要 ^①	a, b, c	i	
壓縮空氣鑽孔試驗 ⁵		✓	詳見 ^②	a, b, c	i	
平板載重試驗 ⁶		✓	詳見 ^②	a, b, c ASTM D1194 [5]	i	
基礎體沉降評估 ⁷		✓	如有需要 ^①	a, b, c	i	
現場壓密度試驗 ⁸		✓	如有需要 ^①	a, b, c ASTM D1556 [7] ASTM D1557 [10] ASTM D4253 [11]	ii	

註： 檢測方法

- 1 - 鋼筋及混凝土強度測試可參閱相關的材料品質保證計劃及程序。
- 2 - 岩芯無圍壓縮試驗 (Unconfined Compressive Strength Test of Intact Rock Core Specimens)
適用於承載面為基岩，參照 ASTM D2938 [3] 標準進行岩芯無圍壓縮試驗，岩芯試體直徑不得少於 60mm，試體高度與直徑之比值須符合 2.0~2.5 倍的要求，從而獲得岩芯的抗壓強度值作為評估現場實際特徵值是否符合或滿足設計及規範的要求[2]。
- 3 - 岩芯點荷載強度試驗 (Point Load Strength Test of Rock Core Specimens)
適用於承載面為基岩，參照 ASTM D5731 [4] 標準進行岩芯點荷載試驗，岩芯試體直徑不得少於 60mm，試體高度與直徑之比值須符合 1.0~1.5 倍的要求，從而獲得岩芯的點荷載強度值作為評估現場實際特徵值是否符合或滿足設計及規範的要求[2]。
- 4 - 岩石質量指標 (Rock Quality Designation, RQD)
適用於承載面為基岩，須於欲驗收的承載面位置向下鑽取深度最少 5m 的岩石芯樣(芯樣直徑不應少於 60mm)，具體作法是以鑽孔獲取的大於 10cm 的岩芯斷塊長度與岩芯進尺總長度之比，作為岩石質量指標。作為評估現場岩體質量和確定承載面以下約 5m 深度內是否存在軟弱土層的依據[2]。
- 5 - 壓縮空氣鑽孔試驗
適用於承載面為基岩，利用符合規格的鑽機、鑽桿、鑽頭及壓縮空氣於基岩進行鑽孔試驗，以確定基岩底部約 4.5 m 深度內是否存在軟弱土層。
- 6 - 平板載重試驗 (Plate Load Test)
適用於承載面為土體或風化石層，參照 ASTM D1194 [5] 標準進行平板載重試驗，試驗內容主要以小平板模擬版基，在現場求取基礎承載力與沉降量之方法，從而評估現場承載土體的承載能力是否滿足設計及規範的要求 [2] [13]。
- 7 - 基礎體沉降評估

當承載面為土體(如黏土等)時,須以現場已完成的基礎體實際沉陷量測值與設計所容許的最大(總)沉降值和差異沉降值作比較和評估,並須符合「基礎設計指引」第 4.4.6 項的要求[2]。

8 - 現場壓密度試驗 (砂錐法)

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) 或土壤最大密度試驗(Maximum Index Density of Soil) 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,以獲得現場回填基礎面相對的壓實度 (Relative Compaction),作為評估壓密程度是否達到設計或規範的要求。

建議檢測頻率

- 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作的指標;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 - 建議每 300 m² 的基礎承載面至少應選取 1 點位置進行檢測驗收,超過 3000 m² 部分每 500 m² 不應少於 1 點,但每一工地的基礎面至少應選取 3 點位置進行檢測驗收的工作。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作的指標;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,對每一獨立基礎亦應至少選取 1 點位置進行檢測驗收工作 [12]。

標準要求

- a - 地工技術規章 [1]
- b - 基礎設計指引 [2]
- c - 專案工程技術規格

合格準則

- i - 當試驗結果未能滿足有關設計或規範的要求時,需提交補救方案或遵照有關設計及監管單位的指示進行。
- ii - 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 47/96/M 號, 地工技術規章, 澳門政府
- [2] 基礎設計指引, 土地工務運輸司, 澳門政府
- [3] ASTM D2938, Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Intact Rock Core Specimens
- [4] ASTM D5731, Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock
- [5] ASTM D1194, Standard Test Method for Bearing Capacity of Soil for Static Load and Spread Footings
- [6] ASTM D2435, Standard Test Method for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading
- [7] ASTM D1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by Sand-Cone Method
- [8] Foundation Design: Principles and Practices, Donald P. Coduto
- [9] 基礎工程, 中國土木水利工程學會 出版委員會

- [10] ASTM D1557, Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil using Modified Effort.
- [11] ASTM D4253, Standard Test Methods for Maximum Index Density and Unit Weight of Soils using a Vibrating Table.
- [12] GB 50202, 建築地基基礎工程施工質量驗收規範
- [13] Code of Practice for Foundations, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region