

工程品質保證計劃及程序

沉箱 (開口沉箱)

一、通則及適用範圍

沉箱(開口沉箱)，是以機械或人工挖掘方式用連續管壁作開挖，一般用混凝土於現場澆注環圈作加固，每段管節不可超過 1.0m。其加固構件可於孔內制作，亦可於地面完成後以沉入方式沉入至預定之承載地層中。

沉箱工程之品質保證應有兩方面的基本要求：

- ✓ 沉箱位置的要求；
- ✓ 沉箱本身材質結構完整性和承載力的要求。

兩方面的基本要求均需要滿足設計與相關標準、法規的要求。

二、工程品質保證文件之要求

沉箱工程於各施工階段，需提交下列文件作審閱或記錄存檔：

工程施工前

- ✓ 工地及鄰房之監測計劃；
- ✓ 工地之地質鑽探報告 (有需要時)；
- ✓ 沉箱所使用材料的詳細資料，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等；
- ✓ 沉箱之施工方案；
- ✓ 檢測計劃。

工程施工階段或竣工驗收時

- ✓ 沉箱位置測量放綫圖 (含位置偏差之量測)；
- ✓ 材料試驗記錄和報告；
- ✓ 沉箱的竣工平面圖及施工記錄 (開挖面至設計或完成標高的沉箱位置圖)；
- ✓ 沉箱的檢測報告 (包括沉箱的鑽孔取心試驗資料、超聲波檢測報告等)。

三、檢查、測試及驗收工作

沉箱工程的檢查工作可歸納於下表：

沉箱工程檢查項目表							
檢查項目	檢查目的	位置偏差		施工控制	檢查頻率	標準要求	備註
		平面	垂直				
基準點位置		✓		✓	每 孔 沉 箱	a, b, c	
沉箱頂部位置		✓	✓	✓		a, b, c	
幾何尺寸				✓		a, b, c, d	
垂直度				✓		a, b, c, d	
地下水位深度				✓		-	
挖掘土層記錄				✓		-	
持力層/岩層樣本				✓		-	
設備檢查				✓	施工前	-	

註： a - 地工技術規章 (RF) [1]
b - 基礎設計指引 [2]
c - 擋土結構與土方工程 [3]
d - 專案工程技術規格/承攬規則

檢查、測試及驗收工作 (續)

沉箱工程的測試及驗收工作可歸納於下表：

沉箱工程測試及驗收項目								
檢測項目 檢測方法	沉箱自 身材質	沉箱完 整性	沉箱底部持 力層/岩層 之確定	沉箱承 載力	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	✓				-	-	-	
超聲波檢測試 ²	✓	✓			100%	a, b, c	-	
混凝土鑽孔取芯測試 ³	✓	✓			5%	a, b, d	i	
壓縮空氣鑽孔試驗 ⁴			✓		100%	a, b	ii	
接觸面鑽孔取芯測試 ⁵		✓			100%	a, b	-	
靜荷載試驗				✓	1%	a, b, d, e	i	

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 - 超聲波測試 (埋設聲測管超聲波試驗, Cross-hole Sonic Logging test, CSL)

利用超聲波檢測設備(超聲波檢測儀、發射換能器/發射探頭、接收換能器/接收探頭等)，透過預埋於混凝土沉箱內的聲測管，可判斷沉箱本身混凝土的完整性和質量。

在下放鋼筋籠之前應將聲測管焊接或綁扎在鋼筋籠內側，每節測管在鋼筋籠上固定點間距離不可超過 1.0 m，聲測管之間應在全長範圍內都互相平行，並需延伸出地面 1.5 m 的範圍，以便試驗之進行。根據沉箱不同的深度，可採用內徑為 50 mm 以上的鑄鐵管。

聲測管的埋設數目根據沉箱大小確定，每一對聲測管組成一個檢測面，當沉箱直徑為 0.75 ~ 0.9 m 時，應埋設三根聲測管，可組成三個檢測面；沉箱直徑超過 0.9 m 時，應埋設四根聲測管，可組成六個檢測面。

若檢驗結果評定為進需一步檢驗時，需對該樁額外進行混凝土鑽孔取芯測試或補修。

當驗收測試完成後，聲測管內需以已獲批核之無收縮回填材料進行全面灌漿。

3 - 混凝土鑽孔取芯測試

利用鑽機進行機械式鑽孔取芯，以檢測樁身混凝土的完整性及混凝土的強度是否符合設計的要求，鑽孔取芯的深度應為樁身全長及鑽入嵌岩段持力層/岩層，鑽取岩層長度應為樁直徑的一半或 1m(選取較大者)。

鑽取芯樣直徑必需至少為混凝土最大骨料直徑的 3 倍，一般應至少為 70mm [9]；

對於樁身混凝土芯樣抗壓強度測試之取樣，當樁長小於 10m 時，建議可選取 2 組(每組三個芯樣)；當樁長為 10~30m 時，建議可選取 3 組(每組三個芯樣)；當樁長大於 30m 時，建議可選取不少於 4 組(每組三個芯樣)作混凝土抗壓強度測試；

上部芯樣取樣位置距樁頂設計標高不宜大於 1 倍樁徑或 2m，下部芯樣取樣位置距樁底不宜大於 1 倍樁徑或 2m，中間芯樣宜等間距取樣；

當同一基樁的鑽孔數大於 1 個，其中一孔在某深度存在缺陷時，應在其他孔的相同深度位置抽取芯樣進行混凝土抗壓試驗；

當驗收測試完成後，鑽孔內需以已獲批核之無收縮回填材料進行全面灌漿。

- 4 - 壓縮空氣鑽孔試驗
利用符合規格的鑽機、鑽桿、鑽頭及壓縮空氣於沉箱底部進行鑽孔試驗，以確定沉箱底部約 4.5 m 深度內是否存在軟弱土層。
- 5 - 接觸面鑽孔取芯測試
利用預埋樁身之鑄鐵管或鋼管，以鑽機進行機械式鑽孔取芯，以檢測樁底以上 1m 混凝土與岩層交接面的完整性，鑽取岩層長度應為樁直徑的一半或 1m(選取較大者)。

一般建議可採用直徑不少於 150mm 的鑄鐵管或鋼管，預埋管之埋設深度放至樁底以上 1m 便可，預留管之續接方式建議使用機械連接方式進行，而所鑽取的芯樣尺寸應不小於 60mm；

當驗收測試完成後，鑽孔內需以已獲批核之無收縮回填材料進行全面灌漿。

標準要求

- a - 地工技術規章 [1]
- b - 基礎設計指引 [2]
- c - ASTM D6760 [4]
- d - 專案工程技術規格/承攬規則
- e - ASTM D1143 [5]
- f - 擋土結構與土方工程 [3]

合格準則

- i - 當測試結果不能滿足法規或技術規格要求時，建議另外選取兩個鄰近的沉箱進行覆試，對於不能滿足要求之沉箱，需提交補救措施/方案，並進行適當的補強工作。
- ii - 當測試結果不能滿足法規或技術規格要求時，沉箱之深度必須增加，直至到達滿足準則要求的持力層/岩層。

四、引用法規/參考技術文件

- [1] 地工技術規章, Regulamento de Fundações
- [2] 基礎設計指引, Guia de Dimensionamento Fundações
- [3] 擋土結構與土方工程規章, Regulamento de Estruturas de Suporte e Obras de Terra
- [4] ASTM D6760, Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing
- [5] ASTM D1143, Standard Test Method for Piles Under Static Axial Compressive Load
- [6] General Specification for Building, Architectural Services Department, Hong Kong SAR
- [7] General Specification for Civil Engineering Works, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region
- [8] 樁基檢驗手冊, 中國水利水電出版社
- [9] JGJ 106, 建築基樁檢測技術規範