

名詞解說

儲槽試水預壓(Hydraulic Test or Water Test)

蘇百加*

儲油(水)槽於建造期間或建造完成之後,經常藉儲槽試水預壓之執行,經濟且迅速的檢驗儲槽安全性及儲運功能。除偵測槽體是否滲漏及焊接良窳外,同時在嚴格控制進水速率下預壓土壤,改良其強度,增強土壤承载力,減少日後壓縮性。

為防止儲槽快速滿載,地層發生剪力破壞、塑流或過量沉陷,儲槽試水預壓執行前,需根據地質鑽探及試驗結果,研擬包含試水時程、監測系統、沉陷觀測分析及應變處置措施之試水計劃。

試水全程包括進水、持水及洩水等程序,一般採用階段式進水及洩水。即進水時逐段增高水位,待土壤獲得足夠強度以支承次一階段載重時,再提升水位。每階段載重之大小、進水速率及持水時間之長短,視基礎土壤性質、槽體大小、施工程序、供水量及工期等因素預估之,再依據試水期間現場監測結果審慎分析調控。洩水時亦逐次降低水位,其分析及控制要領與進水階段相同。

由於地質之非均一性、土壤力學理論未臻完善及諸多不確定因素,為確保試水預壓過程中儲槽之安全,並對現況變化及時評估掌控,進而追蹤儲槽之長期穩定狀況,作為日後基礎設計及施工參考,應建立儲槽試水預壓監測系統於試水全程監控之。常用之監測儀器、監測項目及埋設位置詳如表一所示。

儲槽的破壞或儲運功能的喪失,多數係基礎土壤的沉陷量或差異沉陷過大所致,因此沉陷量觀測運用於評估儲槽安全性最簡單適宜。而儲槽沉陷評估在槽殼沉陷方面需包括(1)最大沉陷量(2)平面傾斜率(3)局部傾斜率(4)非平面沉陷量(5)非平面扭曲率,在底鈹沉陷方面包括(1)中央與邊緣之傾斜率(2)局部凹陷傾斜率。MALIK et al.(1977),PENMAN (1978),MARR et al.(1982),API(1991)及陳煌銘(1987)等根據試驗及實地觀測資料對各評估項目有其建議容許標準。

試水過程監測資料顯現異狀時,應即

表一 儲槽試水預壓常用之監測儀器、監測項目及埋設位置

監測儀器	槽殼沉陷點	底鈹沉陷點	伸縮儀、連續沉陷計	水平傾斜儀	沉陷板	變位樁、地面變位計
監測項目	槽殼沉陷量	底鈹沉陷量	土層壓縮量	基礎、土層沉陷量	基礎沉陷量	儲槽周圍之地表位移量
埋設位置	槽殼圓周	底鈹	基礎下各土層	底鈹下方基礎內	槽殼外緣之基礎	儲槽周圍地表
監測儀器	傾斜變位計	水位觀測井	水壓計	傾斜計	土壓計	應變計
監測項目	土層滑動(剪力、塑流破壞)	地下水水位	孔隙水壓	儲槽傾斜度	底鈹承重後之反力、儲槽基礎反力及應力大小	槽殼或底鈹之變形及應力
埋設位置	槽殼外緣	儲槽附近之土層	底鈹下方及附近粘土層中央	槽殼圓周	底鈹中央、槽殼下方或土中	槽殼、底鈹

刻採取應變措施，防止儲槽持續惡化。於進水階段則停止進水並迅速洩水待檢測完成研擬改善方案後，再重行試水預壓。

參考文獻

- 陳煌銘(1985)，“大型儲油槽之試水監測及功能評估”，地工技術雜誌，第10期，第24~38頁。
- 陳煌銘(1987)，“大型儲油槽容許沉陷標準之研究”，土木水利季刊，第14卷第1期，第73~88頁。
- 蘇百加、黃建隆、陳煌銘(1991)，“儲槽區地下管線施工對儲槽變位之影響”，第四屆大地工程學術研究討論會，花蓮天祥，第799~810頁。
- API STANDARD 653 (1991) Appendix B.
- BELL, R. D., and IWAKIRI, J. (1980), “Settlement Comparison Used in Tank-Failure Study”, Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 106, No. GT2, PP. 153~169.
- DARRAGH, R. D. (1964), “Controlled Water Test to Preload Tank Foundations”, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 90, No. SM5, PP. 303-329.
- MALIK, Z., MORTON, J., and RUIZ, C. (1977), “Ovalization of Cylindrical Tanks as a Result of Foundation Settlement”, Journal of Strain Analysis, Vol. 12, No. 4, PP. 339-348.
- MARR, W. A., RAMOS, J. A., and LAME, T. W. (1982), “Criteria for Settlement of Tanks”, Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 108, No. GT8, PP. 1017~1039.
- PENMAN, A. D. (1978), “Soil-Structure Interaction and Deformation Problems with Large Oil Tanks”, Ground Engineering, Vol. 11, No. 2, PP. 22~51.

預壓工法(Preloading or Precompression Method)

蘇百加*

預壓工法係針對軟弱可壓縮土壤，在持續一段時間內，施加暫時性靜載重，以減小土壤孔隙比、含水量、透水性，增大密度、增強土壤剪力強度、側向應力及結構穩定性，並獲得預壓密效果。是一種最古老且廣泛使用於建築物、公路路堤、跑道、新生地及儲槽基礎之土壤改良方法。

預壓工法適用於疏鬆砂土及粉土、軟弱飽和粘土、有機粘土、有機粉土、疏鬆泥炭土及沼澤土等各類自然沉積土壤，或疏浚材料、工業廢棄物堆置而成之人造土壤，但該技術最有利於軟弱粘土之運用。其施行經常在規劃結構物(如廠房、屋舍)施築建造前即執行，亦可能在構造物(如儲槽)部份或全部完成時方進行。預壓施行方式可採用者包括：

(1)堆填土石材料－為最普遍採用者，主要在地表堆置砂、礫石等超載，排除孔隙水壓及壓縮土壤。本方式簡單價廉且使用之填材可搬運重複使用，但施工過程易產生飛塵、噪音，影響環境及交通。

(2)降低地下水位－採挖壕溝、點井或深井抽真空等方式降低地下水位，增加有效應力及壓密壓力。

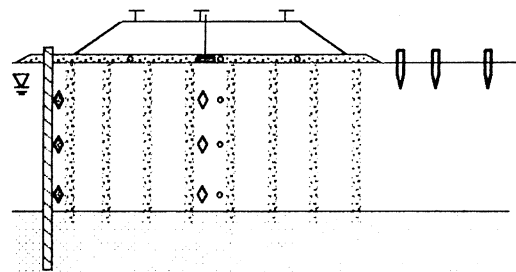
(3)真空預壓－將不透水膜覆蓋於地表面，再從其下方抽氣形成真空，約可增加超載約60~80kpa。

(4)錨或千斤頂系統－使用在新建築物或增建樓層建築物之獨立基腳。

(5)電滲法(Electro-Osmosis)－適用於正常壓密飽和粉土或粉質粘土。

(6)水預壓－使用於小面積儲槽或大面積帶狀池塘之加水預壓。

採用(2)、(3)或(5)之預壓方式，不需搬填大量超載材料亦無穩定問題之虞，惟執行程序較複雜。對於無機粘土及粉土等，壓縮沉陷係肇因於土壤之主壓密發生者，於土層內增加如圖一所示之排水砂樁或排水帶等垂直排水設施可加速土層沉陷速率，獲致土壤強度。



圖例：

T：沉陷觀測點 ◇：水壓計 ∇：變位樁
□：傾斜變位管 ⊥：沉陷鈹 •：沉陷計

圖一 排水預壓工法及監測系統

為避免預壓時地盤突發破壞、瞭解地層之沉陷速率、變位狀況及孔隙水壓之發展情形，以便於調整控制施工時程或設計土壤參數之回饋分析，在地盤預壓前宜適量配置安裝沉陷觀測點、沉陷計、沉陷鈹、傾斜變位儀、變位樁或水壓計等觀測系統以利觀察評估。

工程基地施行預壓工法可以減少結構體日後之總沉陷量及差異沉陷量，亦可

選擇比較經濟的基礎型式。具施工費用低、施工與監測設備簡單，可立即評估土壤改良成效，預期未來行為之優點。在選用前仍需有詳實之地質資料作設計依據，審慎評估所規劃設備或結構物之穩定性及容許沉陷、可資利用之施工空間與材料、容許作業時間、是否會損壞鄰近結構物或影響環境等。

參考文獻

- DUNNICLIFF, J., and GREEN, G.E. (1988), Geotechnical Instrumentation for Monitoring Field Performance, John Wiley & Sons Inc., New York.
- HAUSMANN, M. R. (1990), Engineering Principles of Ground Modification, McGraw-Hill Publishing Company, New York.
- JOHNSON, S. J. (1970) "Precompression for Improving Foundation Soils", Journal of the Soil Mechanics and Foundation Engineering, ASCE, Vol.96, No.SM1, PP.111-144.
- MITCHELL, J. K., and WAN, T. Y. (1977), "Electro-Osmotic Consolidation, Its Effect on Soft Soil", Proceedings 9th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol.1, PP.219-224.
- STAMATOPOULOS, A. C., and KOTZIAS, P. C. (1985), Soil Improvement by Preloading, John Wiley & Sons, Inc., New York.