

## 名詞解說專欄

### 樁底後灌漿工法 – 樁底高壓沖洗灌漿

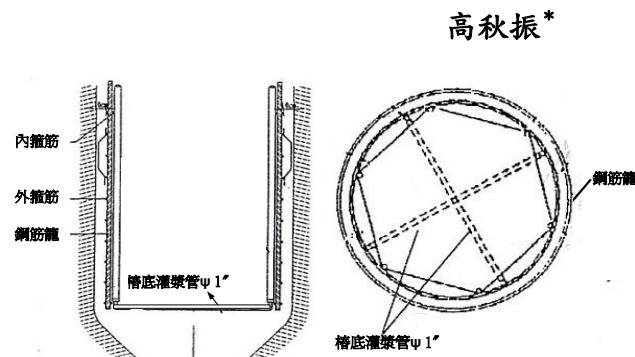
(Post Grouting Method - Pile tip jet cleaning and grouting)

基樁『後灌漿工法』(Post Grouting)主要分為“樁周灌漿”與“樁底灌漿”，為場鑄基樁成樁後，通過預埋在樁身的灌漿管與裝置，利用壓力將固結的漿液注入樁周或樁底，以提高樁的承載力或減少基樁的沉陷量。

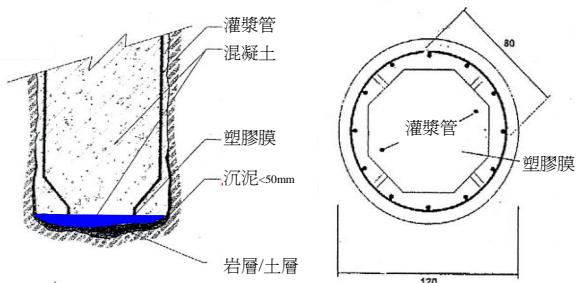
葉文謙(1993)曾於地工技術第43期之名詞解說專欄介紹“樁底灌漿工法”，根據該解說，當時常用者有U型管灌漿、鐵鋸座後灌漿(Flat Jack)及R.C座排泥灌漿三種。

一般“樁底灌漿”工法之分類有依灌漿方式、樁端預留注漿裝置的形式、注漿埋管等方式，而有不同的分類(沈保漢，2001)；目前台灣地區常用的灌漿方法依改良機制主要分為開式注漿、閉式注漿與沉泥沖洗注漿三類。開式注漿即為注漿材料可經由預埋管開孔向外滲透、水力劈裂而固結改良樁底沉泥、周圍土壤與一定深度之樁周泥皮，U型管灌漿工法(圖一)即為其典型代表；閉式注漿則為注漿材料經由預埋管擠入樁底約相等截面積之密閉預留裝置，而對樁底沉泥與周圍土壤施加預壓作用，Flat Jack(圖二)即為其典型代表；而沉泥沖洗注漿則結合一般地盤改良之高壓旋噴灌漿技術，透過清水高壓旋噴沖洗以清除樁底沉泥，再以水泥漿進行靜壓注漿，高壓沖洗灌漿工法(圖三)即為其典型代表(高秋振等，2007)。由於結合了高壓旋噴灌漿與靜壓注漿技術，因此大陸地區有稱此工法為“複合注漿法”(胡賀松，2006)及“綜合注漿法”(鍾志均等，1998)。此外，亦因先以高壓旋噴處理在前，注漿處理在後，是兩道工序，故大陸地區亦有稱此工法為“高壓旋噴後注漿法”(楊立華，2004)。

台灣地區“樁底高壓沖洗灌漿工法”源於1999年台北101大樓之基樁工程，該工程初期曾採用U型管作為反循環基樁(樁徑1.5m)之後灌漿

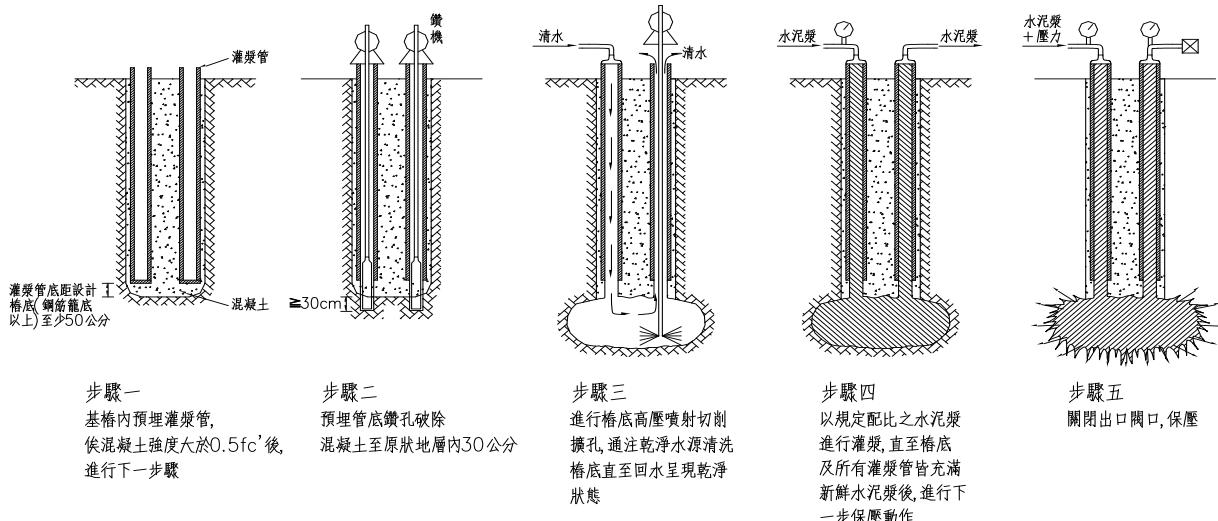


圖一 樁底灌漿 U 型管基本構造(何樹根，2000)



圖二 樁底灌漿 Flat Jack 基本構造(何樹根，2000)

工法，然而因採用高分子聚合物穩定液(Polymer)，Polymer填滿了樁底沉泥顆粒間之空隙而影響了水泥漿滲入之改良效果，根據樁底鑽心結果，僅少數鑽孔鑽心樣品有少量水泥漿痕跡。此外，有關Flat Jack工法之適用性，BAUER公司曾提出樁底沉泥厚度必須小於10cm，否則其效應便無把握(何樹根，2000)。由於上述兩工法皆保留沉泥於樁底，而Polymer之影響使得其改良效應不佳或無法掌握，為克服此不確定性，因此改採預埋鋼管鑽心以“高壓沖洗灌漿”方式進行樁底沉泥沖洗及水泥漿置換工作(徐明志等，2002)，同時根據三百餘根基樁之高壓沖洗灌漿資料統計與經驗，將此“高壓沖洗灌漿”標準步驟寫成規範而加以推廣(何樹根，2000)。隨後根據不同案例累積之經驗再加以改進此工法之步驟與規定(圖三)，而逐漸普遍應用於台北市地區。



圖三 高壓沖洗灌漿工法示意圖(高秋振等, 2007)

表一 國內常用樁底後灌漿工法之比較 (高秋振等, 2007)

工法 項目	U型管	Flat Jack	高壓沖洗灌漿
樁底處理方式	將水泥漿以壓力擠入或滲入樁底壓縮並與沉泥混合	將水泥漿以壓力擠入樁底壓縮沉泥	以高壓水將樁底沉泥洗出, 以水泥漿置換
預埋裝置	鋼筋籠內裝設二支約 $\phi 1"$ 預埋管, 樁底預埋管開孔外覆橡皮作逆止閥	鋼筋籠底裝置一片鐵鋟下覆橡皮膜, 鐵鋟上連接約 $\phi 1"$ 預埋管至樁頂	距鋼筋籠底部約50cm以上裝設二支約 $\phi 3.5" \sim 5"$ 預埋管
施工設備	漿液拌合機、高壓泵與高壓輸送管	漿液拌合機、高壓泵與高壓輸送管	高壓噴射鑽機、漿液拌合機、高壓泵與高壓輸送管
費用(參考價)/每支	低(約2~3萬台幣)	中(約6~7萬台幣)	高(約8~10萬台幣)
適用條件	樁底沉渣為細砂至砂礫(可滲透改良之材料)	樁底約為平坦狀, 沉泥厚度 < 10cm	適用於樁底各種形狀, 樁底地層承載力越高者越具經濟效益
處理效果	不易掌握	不易掌握	處理後樁底端承力可充份發揮
改 良 機 制	置換樁底沉泥	▽	○
	滲入固結改良	▽	▽
	樁底擴座	×	▽
	樁周阻力增強*	▽	▽
	樁底樁身預壓	▽	▽

註：1.×不良；▽部份效果；○良好

2.\*指樁底灌漿時水泥漿沿著樁周上升，使樁底以上一定範圍之側向摩擦力增強。

圖四即為台北市之一成功案例，原設計基樁採用U型管灌漿，於試驗加載超過1000tons後，樁頂沉陷量隨載重增加而大幅度增加；而另一相同尺寸基樁改以高壓沖洗灌漿，此基樁試驗加載結果與U型管灌漿之基樁比較，其承載力或沉陷行為有大幅改善。

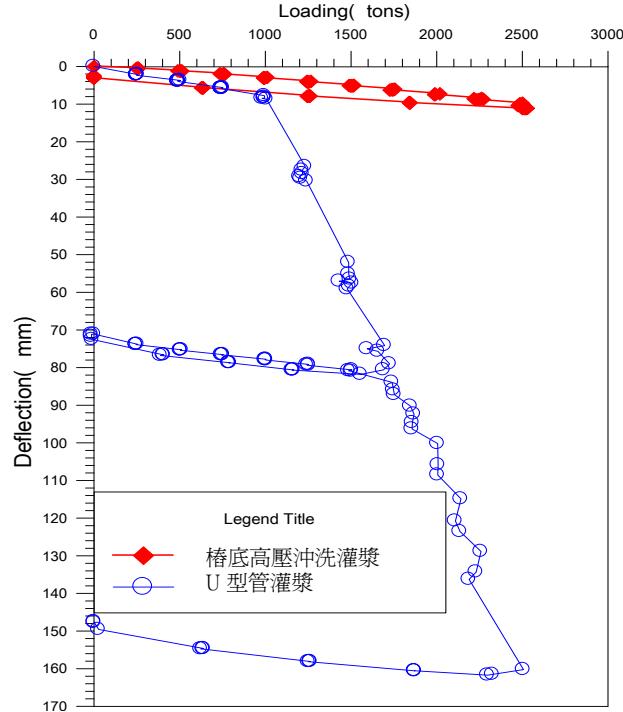
表一為目前台灣地區樁底後灌漿常用工法之簡要說明與優缺點比較，由於各種工法其改良機制並不相同，因此合適之樁底後灌漿工法應考

量各種地層與基樁鑽掘施工方式之不同。高壓沖洗灌漿工法除了可清除樁底沉泥外，尚可加強樁底地層之承載力，因此與未灌漿之基樁比較，其承載力大幅提高或沉陷量大幅減少，然而其施工費用亦是較高的。一般上樁底後灌漿工法施工原理簡單，但施工技術與控制項目較為複雜，因此除了需選擇俱資深經驗與信譽良好之灌漿施工廠商外，施工中亦應有大地工程師進行督導。

有關上述樁底後灌漿工法之施工步驟、效果

探討與注意事項等可進一步參閱何樹根(2000)與高秋振等(2004、2005、2007)之文章。

## 參考文獻



圖四 台北市案例高壓沖洗灌漿改良前後之樁載重試驗結果(高秋振等，2004)

- 何樹根，2000，“場鑄基樁施工之考量”，樁基工程，地工技術研究發展基金會。
- 葉文謙，1993，“樁底灌漿工法”，地工技術，名詞解說專欄，第43期，P84~85。
- 徐明志、何樹根、陳斗生，2002，“大口徑場鑄基樁施工質量之控管經驗-臺北國際金融中心案例探討”，海峽兩岸岩土工程/地工技術交流研討會論文集，P345~356。
- 高秋振、徐明志、何樹根、陳斗生，2004，“樁底高壓沖洗灌漿施工與應用”，2004海峽兩岸地工技術/岩土工程交流研討會論文集，P203~210。
- 高秋振、何樹根，2005，“樁底高壓沖洗灌漿之效果探討”，第十一屆大地工程研討會論文集。
- 高秋振、徐明志，2007，“大直徑場鑄基樁樁底後灌漿工法之應用”，2007海峽兩岸地工技術/岩土工程交流研討會論文集，P241~248。
- 沈保漢，2001，“後注漿樁技術(1)-後注漿樁技術的產生與發展”，工業建築，2001年第31卷第5期P64~66。
- 胡賀松，2006，“複合注漿法加固處理缺陷樁基技術”，廣州建築，2006年第6期，P20~23。
- 楊立華，2004，“高壓噴射技術與注漿技術的結合”，西部探礦工程，2004年第3期，P83~84。
- 鍾志均，1998，“綜合注漿法在灌注樁施工中的應用”，冶金礦山設計與建設，第30卷第1期，P38~42。