

# 旋挖钻进工艺在钻孔灌注桩后压浆工程中的应用

陈 飞<sup>1</sup>, 陈雄志<sup>2</sup>

(1. 江西理工大学资源与环境工程学院, 江西 赣州 341000; 2. 赣西北地质大队, 江西 九江 332000)

**摘 要:** 针对武汉东湖一号钻孔灌注桩后压浆工程地质条件复杂, 铁渣层、卵石层厚的特点, 经过多种施工方案分析比较, 采用旋挖钻进工艺, 优化泥浆配制, 满足了工程质量和进度要求。对旋挖钻进施工工艺、技术措施进行了总结, 可供同类工程参考。

**关键词:** 旋挖钻进; 铁渣层; 砂卵石层; 钻孔灌注桩; 后压浆

**中图分类号:** TU473.1<sup>+</sup>4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2012)12-0057-03

**Application of Rotary Drilling in Post Pressure Grouting of Bored Grouting Pile / CHEN Fei<sup>1</sup>, CHEN Xiong-zhi<sup>2</sup>**  
(1. Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou Jiangxi 341000, China; 2. Geological Brigade of the Northwest of Jiangxi, Jiujiang Jiangxi 332000, China)

**Abstract:** The paper presents a post pressure grouting construction case in Wuhan. According to the complicated geological conditions with thick slag and pebble layers, by the analysis and comparison of several construction schemes, rotary drilling was selected with optimized high quality mud to satisfy the requirements of engineering quality and construction progress. The construction technologies and the technical measures of rotary drilling were summed up to be reference to the similar projects.

**Key words:** rotaty drilling; iron slag layer; sandy pebble layer; bored grouting pile; post grouting

## 1 工程概况与工程地质条件

### 1.1 工程概况

东湖壹号高层住宅楼位于武汉市东湖路, 总建筑面积 150000 m<sup>2</sup>, 由 4 栋 28 层高层建筑组成, 结构类型框剪, 地下室 1 层, 桩基础采用钻孔灌注桩后压浆。本工程共有桩基 345 根, 桩径 1000 mm、桩深 36 m, 桩身砼强度等级 C30。钢筋笼主筋 Ø16 mm、加劲箍 Ø14 mm@2000 mm、箍筋 Ø8 mm@2000 mm, 桩端持力层进入卵石层不小于 4.5 m, 注浆压力为 1.5~2 MPa, 分桩侧、桩端注浆, 桩端注浆水泥量 2.5 t, 桩侧注浆水泥量 2 t, 单桩竖向承载力特征值为 5800 kN。

### 1.2 工程地质条件

根据岩土工程勘察报告, 本工程的工程地质条件如表 1 所示。

表 1 地层分层及物理力学指标

层号	土层名称	埋深 /m	层厚 /m	$E_s$ /MPa	$q_{sia}$ /kPa	$P_a$ /kPa
①	杂填土	1.50	1.50			
②	废铁渣	6.70	5.20			
③	粉质粘土	19.40	12.70	12.0	40.0	
④	粉土夹粉砂	25.50	6.10	12.0	35.0	
⑤	卵石层及中粗砂	42.30	16.80	24.0	60.0	1150
⑥	强风化泥岩	45.90	3.60	35.0	50.0	800
⑦	中风化泥岩	未钻穿		$F_{tc} = 6.0$ MPa		1600

## 2 成孔方案优化选择

施工场地原址为武汉重型机械厂工业废渣弃场, 场地内废旧铁渣厚达 5.20 m, 呈板结状态。工程桩施工前进行了 3 组试桩施工, 试桩用 GPS-15 型回转钻机采用泵吸反循环钻进工艺, 每根桩平均成孔时间长达 12 天, 其中废铁渣层钻进用了 8 天、卵石层钻进平均用了 2 天多, 卵石最大粒径达 36 cm。试桩施工时钻头磨损严重, 施工一个孔要消耗 64 个硬质合金块, 施工时发生了护筒掉落、坍孔、漏浆、堵管事故, 这些都是由于对地层认识不足、工艺选取不当造成的, 因此, 从试桩施工的情况看采用泵吸反循环回转钻进工艺无法完成本工程施工任务。

根据地层特点及试桩施工情况, 本工程成孔施工关键要解决废旧铁渣层及卵石层的施工, 成孔可以从人工挖孔、冲击钻、冲击加回转、旋挖钻进等几种工艺中进行选择。

### 2.1 人工挖孔桩

虽然在废旧铁渣层中进行人工挖孔可以采用下钢护筒的措施以防坍孔, 但本工程卵石层及中砂层厚、易坍孔、施工人员安全难以保证及施工速度慢, 因此不考虑此方案。

### 2.2 冲击钻或冲击加回转钻进

收稿日期: 2012-08-19

作者简介: 陈飞(1969-), 男(汉族), 湖南邵东人, 江西理工大学矿山地质工程研究所所长、副教授, 地质工程专业, 从事地质工程、岩土工程专业的教学与科研工作, 江西省赣州市客家大道 156 号, chenfei1025@tom.com。

采用冲击钻成孔,对于废旧铁渣层钻进效果较好,也可以解决卵石层钻进问题,但由于本工程砂卵石层为砂质充填、不稳定,在受到冲击震动情况下,易发生跌落、滑动、坍塌,而且在粉质粘土层钻进效率低。如采用冲击钻机处理铁渣层再换回转钻机钻进,存在每孔用两种钻机施工增加了施工时间及现场施工管理难度,无法满足 45 天的工期要求,故这两种钻进方法都不宜采用。

2.3 旋挖钻进

旋挖钻机通过钻头的旋转、削土、提升、卸土,反复循环而成孔,具有功率大、移位方便、钻孔速度快、工作效率高的特点。根据地层特点配备旋挖斗、筒式钻,可以在铁渣层、卵石层取得理想的钻进效果,钻斗每钻进一斗入土 0.5 ~ 0.8 m,用时 5 h 左右即可成孔。

综上所述,根据地层特点和试桩情况,工程桩决定采用旋挖钻进工艺。

3 施工工艺及主要技术措施

本工程桩基施工流程为:桩位放线→护筒埋设→泥浆制备→旋挖钻进→成孔检测→一次清孔→钢筋笼及压浆管制安→安装导管→灌注混凝土→压浆。

3.1 施工设备选择

根据采用工艺的施工特点,结合施工现场的地质条件及工期要求,成孔采用 2 台 SR150C 型旋挖钻机,钻斗用旋挖斗和筒式钻,其性能参数为扭矩 150 kN·m,最大钻进深度 56 m,最大钻孔直径 1500 mm,转速 7 ~ 40 r/min,最大加压力 150 kN。采用 BW-250 型泵用于压浆,用自制灌浆平台进行水下混凝土灌注。

3.2 泥浆制备

根据已有的施工经验,用好泥浆是孔壁稳定、成孔顺利、混凝土灌注质量好的重要保证。本工程铁渣层、卵砾石层厚,地层松散,极易漏浆、塌孔,因此对泥浆性能要求较高。开钻前用优质膨润土搅浆,在施工中定期检测泥浆性能,及时清除钻渣,始终保持泥浆性能良好,在钻进过程中及时向孔内补充泥浆,使孔内泥浆始终高于地下水位以维护孔壁稳定,泥浆性能参数见表 2。

3.3 旋挖钻进

成孔前,检查钻头保径装置、钻头直径、钻头磨损情况,施工过程中对磨损超标的钻头及时更换。钻机就位后,调整钻杆垂直度,注入调制好的泥浆,然后进行钻孔。当钻头下降到预定深度后,旋转钻

表 2 泥浆性能参数表

使用过程	相对密度 /(g·cm <sup>-3</sup> )	粘度 /s	静切力 /(mg·cm <sup>-3</sup> )	含砂率 /%	pH 值	胶体率 /%	失水量 /[mL·(30min) <sup>-1</sup> ]
钻进泥浆	1.10 ~ 1.20	22 ~ 24	0 ~ 8	< 2	8 ~ 9	> 98	13 ~ 18
清孔泥浆	1.05	18 ~ 20	0 ~ 4	< 0.5	8 ~ 9	> 98	12 ~ 15

斗并施加压力,将土挤入钻斗内,仪表自动显示筒满时,钻斗底部关闭,提升钻斗将土卸于堆放地点。钻斗在伸缩钻杆旋转驱动下,旋转切削挖掘土层,将土渣挤入钻斗内,装满后提出孔外卸土,如此循环形成桩孔。

钻进中对软岩及土层使用旋挖斗一次成孔,对于部分用旋挖斗一次难于成孔的铁渣层用螺旋钻头成小孔,然后用旋挖斗进行扩挖成孔。在卵石层选用中国地质科学院勘探技术研究所生产的 TZD1000 型卵砾石钻抓斗,成孔效果良好。

3.4 清孔

成孔后及时清除孔底沉渣,提钻并下检孔器,检查合格后即吊放钢筋笼及压浆管、安装混凝土导管,二次清孔用换浆法。

3.5 钢筋笼及压浆管制作与安装

钢筋笼采用十字交叉法在钢筋圈制作平台上进行,桩底压浆管 2 根,对称布设于钢筋笼两侧,桩侧 1 根,桩底、桩侧压浆管采用冷扎圆管,节与节之间用套筒焊接。吊入钢筋笼时,对准孔位轻放、慢放,遇阻时可随起随落,以防钢筋笼损坏或碰坏孔壁。

3.6 灌注水下混凝土

灌注水下混凝土是钻孔灌注桩施工的重要工序,导管使用前进行水密性和承压试验,并检查防水胶垫的完整性。在灌注混凝土过程中,要求灌注连续不断进行并严格控制埋管长度,保持导管埋深 2 ~ 6 m。

3.7 压浆

压浆设备采用 JW/80 型灰浆搅拌机,注浆用 BW250 型泵,压力注浆管路由排浆管段、压浆导管段和地面输浆管路组成。压浆于成桩后 2 ~ 3 天进行,早期压浆有利于水泥浆分布均匀,注浆压力 0.6 ~ 0.8 MPa,水泥浆水灰比 0.5,使用 32.5 普通硅酸盐水泥。

4 施工中的问题及处理措施

4.1 孔口坍塌

在试桩施工时,3 组试桩都发生了孔口坍塌事故,其中 1 根桩进尺 8 m 后护筒即掉入孔内,因为

护筒埋设在铁渣层,成孔时由于振动和泥浆的冲刷影响,使护筒的周围和底部坍塌,发生事故后即打捞护筒并对事故孔用粘土回填重新钻进。在工程桩施工时,先在桩位处挖出  $\varnothing 1400$  mm 的圆坑,护筒选用  $\varnothing 1200$  mm、长 2.5 m 的钢护筒,将护筒放入坑内,护筒底部 0.5 m 四周回填混凝土,其余部分回填粘土,此后未发生孔口坍塌事故。

#### 4.2 漏浆、塌孔的处理

前期工程桩施工时几乎所有的孔在开孔即遇漏浆问题,因此在开孔钻进时采用浓泥浆并投入膨润土粉,待泥浆面不下降后重新钻孔。

36 号桩施工至 35 m 时发生塌孔事故,起钻后测孔深为 26 m,发生此情况后即用粘土进行全孔回填,待 5 天后重新开钻,成孔过程顺利。

### 5 结语

武汉东湖一号桩基工程开动 2 台旋挖钻机,平均每根桩成孔时间仅用 5 h,仅用 42 天就完成了施工任务。经检测,工程桩 I 类桩达 97.9%,无 III 类桩,工程桩进行了 3 根单桩静载荷试验,极限承载力均超达 12800 kN。由于旋挖钻机所形成的孔壁较粗糙,增加了桩侧摩阻力,克服了回转钻机桩侧摩阻力低的缺点,因此在同等情况下旋挖钻进成桩的承载力也高于回转钻进所成桩的承载力,如图 1 所示。试桩 S1 采用泵吸反循环工艺其极限承载力为 11600 kN,68 号工程桩采用旋挖钻进成孔其极限承载力为 13000 kN,68 号桩极限承载力高出 S1 试桩 12.07%。

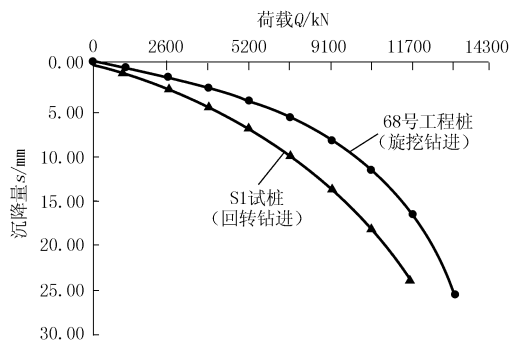


图 1 S1 试桩与 68 号工程桩  $Q-s$  曲线对比

本工程的成功实践说明,旋挖钻机具有施工质量可靠、成孔速度快、成孔效率高、地层适应性强、环保的优点,具有广阔的前景。在桩基施工中应根据切实可行、经济、高效的原则进行钻进方法的优化选择,技术措施合理,就能确保获得理想的施工效率和成桩质量。

#### 参考文献:

- [1] 周红军. 旋挖钻进技术适用性的初步研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(8): 39-42.
- [2] 杨明星, 王丽仙. 旋挖钻孔低粘降失水泥浆配制应用技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(2): 64-66.
- [3] 孙琦, 仲文涛, 李玉成. 旋挖钻机与冲击钻机组合在嵌岩桩施工中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(8): 50-52.
- [4] 潘宏雨, 孙芳. 钻孔灌注桩后压浆技术实践及其效果分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(7): 56-58.
- [5] 刘宝新, 唐世杰, 陈跃武. 提高钻孔桩桩底压浆工效及保证质量的技术措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(10): 56-59.

(上接第 56 页)

基坑围护在施工完 28 天后,对双轴搅拌桩重力坝进行了 3 组钻心取样,经检测其 28 天无侧限抗压强度满足设计要求(见表 2)。

表 2 3 组钻心取样检测结果

点号	设计强度/MPa	检测强度/MPa	检测结果
1	0.80	0.84	合格
2	0.80	0.86	合格
3	0.80	0.89	合格

### 7 结语

通过周密的讨论和筛选,经过科学验算,合理安排、精心施工,最终各项检验指标满足设计和规范要

求,说明双轴搅拌桩重力坝在该项目中得到了成功应用,既节省了项目建设成本,确保了工程施工质量及安全,又为大面积基坑施工提供了一种工艺的选择和经验。

#### 参考文献:

- [1] 龚晓南, 高有潮. 深基坑工程设计施工手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社出版, 1998.
- [2] 刘建航, 侯学渊. 基坑工程手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.
- [3] 俞跃平. 深层搅拌桩法在深基坑围护中的应用[J]. 岩土工程界, 2000, (12).
- [4] GB 50497-2009, 建筑基坑工程监测技术规范[S].
- [5] JGJ 106-2003, 建筑基桩检测技术规范[S].