

气动潜孔锤配合长螺旋钻机在复杂地层桩基施工中的应用

刘伟, 苏波, 邓树密

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610072)

摘要:传统旋挖钻机在完整中~硬质基岩段以及易塌孔孔段施工难度大、效率低,极易发生孔内事故。以南京电建地产洛悦府桩基础项目为背景,比较了普通旋挖钻机、潜孔锤钻机、长螺旋钻机三种方案的优缺点,充分利用大直径潜孔锤钻具进尺效率高的特点,同时利用粘性土胶结性好的特点,有效解决了塌孔的施工难题,拓宽了其在复杂地层的施工范围,为施工类似地层提供了技术参考。

关键词:气动潜孔锤;长螺旋钻机;桩基础;复杂地层

中图分类号:TV223;TV553;TV53+8.2

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)06-0088-04

随着城市化进程的不断推进,越来越多的桩基础要在地下水位高、地质条件复杂、土体原位性能极不均匀、岩体强度极高的条件下进行施工。适当的施工工艺有助于提高工效,节约成本资源。因此,开展复杂地层条件下桩基础施工工艺研究、为类似地质情况的桩基础施工积累经验及提供参考具有十分重要的意义。笔者以南京电建地产洛悦府桩基础项目为背景,探究了潜孔锤配合长螺旋钻机在复杂地层条件下的施工工艺。采用潜孔锤钻具配合长螺旋钻机钻进成孔作业,解决了桩基础需要穿透大粒径、不规则块石、漂石、孤石以及卵砾石等复杂地层、地层较完整、裂隙不发育的中~硬质基岩的桩基成孔技术难题^[1]。

1 工程概述

南京市电建地产洛悦府项目位于南京市栖霞区万寿村伏家场迈尧路611号,东依华山路,南临迈化路,西近乐居雅花园一、二期,北靠神农路。拟建建筑物共33栋,主要由住宅楼、商业用房、幼儿园组成。桩基工程采用混凝土钻孔灌注桩,桩长6~16.6 m,桩径为600 mm,桩身混凝土强度等级为C30。钻孔要求入中等风化粉砂岩深度大于、等于1 m,实行桩长与入岩双控。

场地表层为人工填土,其下局部为全新统(Q₄)新近沉积的粉质粘土,中部为一般沉积的粉质粘土,下部为上更新统(Q₃)沉积的粉质粘土,下伏基岩为侏罗系象山群(J₁₋₂xn³)的含砾粉

砂岩、砂砾岩,强风化基岩埋深0.5~24.7 m,中等风化基岩埋深2~29 m,岩面局部起伏较大。拟建场地B-05楼原为南京化纤股份有限公司厂区,建筑物拆除后一直荒废、闲置并曾临时作为乐居雅花园一、二期建筑垃圾堆放场地。勘察施工时,场区内不均匀分布着大面积的厚层杂填土,该厚层杂填土主要由粉质粘土夹含少量碎石、砖块和建筑垃圾组成,硬质杂物含量不均,一般为10%~20%,局部富集达50%左右,直径一般为0.5~30 cm不等,局部夹少量直径大于50 cm的碎石,结构极松散。

2 施工工艺的选取

B-05楼建设场地杂填土地层的地质条件复杂,粉质粘土、碎石、建筑垃圾未被均匀压实,回填层中含有大量粒径不均的硬质杂物,采用普通旋挖钻机在钻孔灌注桩基施工时面临卡钻、倾斜及塌孔等技术问题;回填层中大粒径硬质杂物形成的空洞在桩基的混凝土灌注过程中会造成大量混凝土的外漏;下伏的中等风化基岩强度较大,普通旋挖钻机钻进效率可能受影响。

针对可能面临的技术难题,项目部通过采用不同的施工工艺进行现场试桩试验:(1)普通旋挖钻机钻进成孔(图1);(2)长螺旋钻机钻进成孔(图2);(3)潜孔锤冲击回转钻进成孔(图3)。

根据地质勘察报告中B-05楼现场工程地质条件,选取地质情况接近的六处进行了三个试桩(SZ-01, SZ-02, SZ-03)的施工,分别采用普

收稿日期:2016-10-10

通旋挖钻机钻进成孔、长螺旋钻机钻进成孔、潜孔锤冲击回转成孔,利用试桩成孔情况比较了其成孔效率及成孔质量。



图1 普通旋挖钻机图



图2 长螺旋钻机图

在试桩施工钻进中等风化含砾粉砂岩、砂砾岩的过程中,SZ-01采用配合耐磨合金钢铲式斗齿的单底钻斗进行施工,由于桩径较大,中等风化含砾粉砂岩段结构完整、裂隙不发育,旋挖钻机在钻进过程中经常出现憋钻现象,随后采用普通单



图3 潜孔锤钻机图

底钻斗与凿岩筒钻两种钻进方法交替进行钻进,但钻进仍较困难,进尺效率低下。采用该工艺的SZ-01号试桩缓慢钻至设计孔深,但耗时太长,仅基岩段的施工就长达4h。从取得结果看,施工达到了预定的孔深,但旋挖钻机成孔速度快的优点没有得到充分的发挥,同时,钻机压力表显示钻机在钻进中等风化含砾粉砂岩过程中长时间处于超负荷工作状态,并在施工过程中因钻进阻力较大造成一根高压油管爆裂,钻机和钻具损耗太大,硬质合金钻斗齿更换太频繁,综合运转成本过高。SZ-02采用长螺旋钻进成孔,在钻进厚层杂填土(主要由粉质粘土夹含碎石、砖块和建筑垃圾构成)时进尺困难;同时,由于该厚层杂填土强度表现极不均匀,长螺旋钻杆轨迹偶有偏差即导致扩孔率较难控制,使孔径大小与设计值出现偏差,不利于成桩质量的把控。SZ-03采用大直径潜孔锤钻具钻进成孔,该工艺灵活性好,主机体能够360°回转,起拔力大,电动、液压双配套,不用拆换钻具就能一次性满足深孔作业,适应性强,稳定性好,所配备的大扭矩动力头回转速度平稳适中,输出扭矩功率大,始终保持良好的工作性能。SZ-01,SZ-02,SZ-03三根试桩钻进效率见表1。

根据效率统计,大直径潜孔锤钻具钻进成孔效率明显优于普通旋挖钻机钻进成孔和长螺旋钻机钻进成孔。由于杂填土层密实度较低且分布不

表1 钻进效率统计表

项目	深度 /m						
	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7
SZ-01 效率 /m·h ⁻¹	21.5	21.3	3.8	7.8	15.2	15.2	15.2
SZ-02 效率 /m·h ⁻¹	20.3	20.5	0.8	5.5	13.8	14.9	14.2
SZ-03 效率 /m·h ⁻¹	28.2	28.5	16.7	19.6	22.3	22.2	22

项目	深度 /m						
	7~8	8~9	9~10	10~11	11~12	12~13	13~14
SZ-01 效率 /m·h ⁻¹	15	14.7	14.8	14.2	1.8	0.65	0.6
SZ-02 效率 /m·h ⁻¹	13.8	14.1	13.8	13.2	2.47	2.2	1.18
SZ-03 效率 /m·h ⁻¹	22.1	21.8	21.5	21.5	10.2	3.8	3.5

均,下伏粉质粘土层力学强度较低,在大直径潜孔锤钻具成孔后,钻孔出现塌孔现象。经过相关论证,决定先采用大直径潜孔锤钻具进行钻进,至设计孔深后采用黏土回填,最后采取长螺旋钻机进行扫孔及压灌混凝土。具体工艺流程为:测量定位→潜孔锤钻机对位→潜孔锤引孔至设计标高→提钻→扩孔至设计标高→提钻→钻孔回填→长螺旋钻机对位→复钻至设计标高→压灌混凝土→振插钢筋笼→桩端振捣→成桩。

3 气动潜孔锤配合长螺旋钻机成桩施工工艺

3.1 钻机就位

保持平整、稳固,在机架或钻杆上设置标尺,以便控制和记录孔深,就位后校正好钻杆的位置和垂直度,垂直度的容许偏差不大于1%,下放钻杆,将钻头对准桩位点。

3.2 潜孔锤引孔及长螺旋钻机扩孔

大直径潜孔锤钻具以履带式多功能打桩机做桩架,以履带式打桩机动力头做旋转动力,在特制的空心钻杆下悬挂气动式潜孔锤,钻杆内部套装有与空压机相连接的进风管,其出风口与气动潜孔锤导风口相连。由空压机产生的压缩空气经内部进风管传输给气动潜孔锤并驱动其做功,潜孔锤在冲击破碎岩石的同时,动力头带动钻杆及潜孔锤进行适度的钻压与回转钻进,如此实施,既能研磨刻碎岩石,又能使潜孔锤击打位置不停的变化,使潜孔锤底部的合金突出点每次都击打在不同位置,气动潜孔锤排出的废气经钻头排气孔排出,既能冷却钻头,又能将破碎的岩屑吹离孔底并排出孔口,达到快速破碎岩石的作用^[2]。钻进过程中,根据岩层情况及时调整钻进速度,钻进速度应根据岩层情况来确定:残积土、砂卵石、全风化岩层、强风化岩层、中风化岩层为0.2~0.5 m/min。

潜孔锤将桩孔引孔至设计桩长,然后用粘土将桩孔填至孔口。换钻头直径为594 mm的长螺旋钻机扩孔至引孔标高,然后提钻,再用粘土将桩孔填至孔口,长螺旋钻机第二次钻进至设计标高。长螺旋成孔工艺利用一定升角的连续螺旋叶片将底部钻头钻出的土连续不断的返出地面,当第二次钻头到达设计标高后,钻杆空转1~2 min,将孔内残留的回填土返出地面,然后提起30 cm^[3]。

3.3 泵送混凝土

钻头到达设计标高时,钻杆保持原位不停钻,待孔内虚土全部上返后,开始泵送混凝土,待泵压上升至10 MPa且中心管顶部的泄气阀关闭时开始提拔钻杆,一边泵送混合料、一边提钻,提钻速率的控制必须与泵送量相匹配,以保证管内有一定高度的混凝土,直至桩体混凝土高出桩顶设计标高500 mm。

3.4 后插钢筋笼

将振动锤和导入管通过法兰盘连接。将钢筋吊直、扶正缓缓送入孔内,启动振动锤,通过振动用钢筋笼导入管将钢筋笼送入桩身素混凝土内至设计标高,将桩身混凝土振捣密实,同时将钢筋笼固定。

4 成桩效果

该工程桩基础采用气动潜孔锤钻具配合长螺旋泵压混凝土后插钢筋笼桩工艺施工,潜孔锤在厚层杂填土及中~硬质的基岩地层中钻进效率高,回填粘土能有效改善孔壁的完整性,不易塌孔。经南京先科岩土工程检测有限公司检测,B-05#楼在低应变检测的54根桩中,I类桩52根,II类桩2根;堆载法检测钢筋混凝土桩3根,实测单桩承载力均为3 800 kN,满足设计要求。

5 结语

(1)施工工艺的选取,包括施工流程的设计

应结合岩土工程勘察报告,特别是针对中~硬质的基岩地层、易发生坍塌和缩径的地层。对可能发生的各种孔内外事故应提高预见性,做好相关防护工作,准备好应急施工方案。

(2)由于采用了合理的施工工艺和施工流程,在具体施工夹杂建筑垃圾的杂填土及中~硬质的基岩地层时采用了大直径潜孔锤钻具,钻孔移位较机动方便,孔与孔之间的转移施工便捷快速。钻孔施工总时间较普通旋挖钻机钻进成孔以及冲击钻冲击成孔大大减少,提高了长螺旋钻机施工的效率,同时亦降低了各种原材料的消耗,取得了可观的经济效益^[4]。

(3)大直径潜孔锤钻具配合长螺旋钻机成桩工艺,解决了钻进复杂地层及塌孔的施工难题。该施工技术应用于桩基工程施工中,具有节约成本,缩短工期,减少场地污染,保证工程质量的优

(上接第68页)

80~100 mm左右,以便于处理控制。

(9)再次按照项(1)~(8)项的处理程序对露出段接力器活塞杆进行堆焊及打磨、抛光处理,直至接力器活塞杆受损部位全部处理合格为止。采用PT方式,对接力器活塞杆处理部位进行表面检查,未发现裂纹等焊接缺欠。

(10)对接力器处理部位及外露部位进行全面的清扫、清洗。打开调速器,采用逐级加压的方式,缓慢操作接力器向关导叶方向运动,检查接力器活塞的运行情况以及端部密封的漏油情况,直至其满足要求。

3 接力器活塞杆处理后的效果

观音岩水电站2#机组导叶接力器在处理完成并通过检查确认后,正式投入额定压力油进行动作试验,发现端部密封部位基本没有漏油情况,仅随着活塞杆向外侧运行时其表面会带出极少量的油膜。观音岩水电站2#机组已于2015年4月正式投产发电,至今已经安全运行达10个月,接力器运行情况稳定,密封正常。

4 结 语

通过对观音岩水电站2#机组导叶接力器活塞杆表面严重拉伤处理工艺的制定并严格控制,圆满完成了接力器活塞杆的处理工作,达到了

点,值得在复杂地层桩基施工中进行推广。

参考文献:

- [1] 谭现锋,朱学顺,胡克祯,等.潜孔锤旋挖钻机组合在基岩桩施工中的应用[J].探矿工程-岩土钻掘工程,2006,33(7):22-23,26.
- [2] 余翔.高压气动潜孔锤钻进成孔工艺在炸山填海复杂地质条件下的应用[J].石油工程建设,2014,36(5):87-90.
- [3] 刘起霞,李慧生.大直径潜孔锤与长螺旋多功能桩机组合孔技术[C].第二届中国国际桩与深基础峰会论文集.2012:118-121.

作者简介:

刘伟(1982-),男,四川仁寿人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

苏波(1989-),男,四川绵阳人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

邓树密(1971-),男,四川广安人,基础分局总工程师,教授级高级工程师,从事水利水电、工业与民用建筑工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

预期的处理效果,同时避免了拆除、更换接力器,为2#机组的按期投产发电赢得了宝贵的时间,整个处理工艺成功、有效,同时也为机组长期安全稳定运行打下了良好的基础,间接为业主赢得了一定的经济效益,为大型机组类似问题的处理积累了经验,提供了借鉴。

为减少和避免同类型机组接力器在调试过程中发生类似问题,笔者提出以下建议:

(1)调试前期,为保证不发生误动作酿成事故,建议先将锁定装置解开,不参与调试工作。在接力器所有调试均完成后再投入锁定装置进行联动试验,且试验时现场应安排专人进行严密监视,如有异动则立即停止操作。

(2)建议设计及厂家在设计环节即考虑增加锁定投入闭锁判定,在接力器活塞杆动作未到位的情况下,不允许投入锁定装置,以避免锁定与活塞杆发生擦挂。

作者简介:

吕玉忠(1976-),男,四川彭州人,项目副经理兼总工程师,工程师,从事水利水电工程机电设备安装技术与管理工作;

马云川(1981-),女,四川乐山人,助理工程师,从事水利水电工程机电设备安装技术工作。

(责任编辑:李燕辉)