

三轴搅拌桩止水帷幕施工及质量控制

邹大鹏, 徐斗均

(中广核环保产业有限公司 工程部, 广东 深圳 518000)

摘要:工程采用三轴搅拌桩围护截水方案,设计为双排三轴搅拌桩止水帷幕,止水帷幕选用 $\Phi 850@1\ 200\ \text{mm}$ 三轴搅拌桩,施工过程中对测量定位、水泥掺入比、搅拌下沉上升速度、冷缝等严格控制,采用技术措施有效解决了施工过程中出现的预搅下沉困难、垂直度难以控制、浆管堵塞、意外停机等问题,经检测成桩质量符合规范和设计要求。地下工程施工期间,地下围护结构止水状况良好,保证了地下工程的顺利施工。

关键词:深基坑;三轴搅拌桩;质量控制

中图分类号:TV52

文献标识码:A

文章编号:1671-9891(2018)04-0053-04

0 引言

三轴搅拌桩围护截水方案的具体设计采用双排三轴搅拌桩止水帷幕,止水帷幕选用 $\Phi 850@1\ 200\ \text{mm}$ 三轴搅拌桩,施工过程中对测量定位、水泥掺入比、搅拌下沉上升速度、冷缝等严格控制,经检测成桩质量符合规范和设计要求。地下工程施工期间,地下围护结构止水状况良好,保证地下工程安全施工,可以为后期类似深基坑作业三轴搅拌桩围护施工积累宝贵的经验。

1 工程概况

项目位于苏州市姑苏区西环路,总建筑面积 $90\ 260\ \text{m}^2$,地下 2 层,建筑总高度 $98.7\ \text{m}$,地下室最大开挖深度达 $12\ \text{m}$,属一级基坑。项目周边关系如表 1 所示。

表 1 项目周边关系及地下管线调查统计

序号	部位	简况
1	西侧	5 层砖混结构住宅小区,距基坑水平距离约 $14\ \text{m}$;
2	北侧	2 幢 7 层框架结构建筑物,距基坑水平距离约 $16\ \text{m}$;
3	东侧	为河道,河道宽约 $18\ \text{m}$,距基坑水平距离约 $30\ \text{m}$,河道水位较场地落低 $1.5\ \text{m}$;
4	南侧	为河道,河道宽约 $16\ \text{m}$,距基坑水平距离约 $30\ \text{m}$,河道水位较场地落低 $1.5\ \text{m}$;
	备注	基坑北侧分布有雨水管、污水管,均为无压管。

1.1 工程地质条件

项目位于市区内,原有建筑已经拆除,场地比较平坦,具备较好的施工条件。基础持力层为粉质黏土层,土质密实,工程特性较好。

(1)填土:杂色,稍密~松散,主要成分为碎石、碎砖等建筑垃圾,夹有少量黏性土,原道路表层为 $15\ \text{cm}$ 左右厚的砂,下部以碎砖石、灰渣为主,底部局部夹有少量灰黑色淤泥及生活垃圾,静力触探孔在施工时部分孔进行人工引孔。层厚 $0.40\sim 3.90\ \text{m}$,层底标高 $-1.06\sim -2.97\ \text{m}$,该土层场地内多有分布,压缩性极不均,工程特性差。

(2)粉质黏土:灰色,软塑~流塑,层厚 $0.80\sim 15.80\ \text{m}$,层底标高 $-40.70\sim -22.36\ \text{m}$,该层场地内局部缺失,压缩性中等,工程特性一般。

收稿日期:2018-05-14

作者简介:邹大鹏(1980—),男,河北唐山人,中广核环保产业有限公司工程部工程师。

(3)黏土:暗绿色~灰绿色,可塑~硬塑,均质致密,下部夹有灰黄色条纹,层厚 1.20~3.90 m,层底标高 -26.11~-24.28 m,该层场地内局部缺失,压缩性中等,工程特性良好。

(4)2号粉质黏土:灰绿~灰黄色,可塑,局部粉粒含量偏高时呈软塑,含少量钙质结核。层厚 1.40~8.20 m,层底标高-36.41~-28.70 m。该层场地内大多有分布,压缩性中等,工程特性较好。

(5)粉土:灰绿色~灰黄色~灰色,饱和,中密~密实,上部夹有薄层粉质黏土,含云母碎屑,层厚 1.70~9.40 m,层底标高-38.77~-36.84 m,该层场地内局部缺失,压缩性中等偏低,工程特性良好。

1.2 水文地质条件

(1)地表水。拟建场地区域地表水主要为场地东侧及南侧河道(河道与西侧京杭大运河连通)中水,勘察期间测得河道水面标高为 1.35 m,河道水深在 1.20~4.00 m 之间,淤泥厚度在 0.50 m 左右。

(2)地下水。潜水主要赋存于 1 杂填土、2 素(回)填土(黏性土为主)层中。微承压水主要赋存于粉土夹粉砂、粉砂、粉质黏土夹粉砂层中,稳定水位标高在 1.07~1.20 m。

第 I 承压水主要赋存于粉土层中,其富水性及透水性均较好,该层埋深在自然地面 30 m 以下,其上有较好的隔水层 2 号粉质黏土、粘土、2 号粉质黏土层,具有相对较好的封闭条件,对本工程基本无影响。据我院区域水文地质资料,承压水同样呈现气候型动态特征,其常年稳定水位标高在 -2.70~-3.00 m 之间,变化幅度很小,年变幅 0.50 m 左右。

1.3 围护形式概述

基坑支护采用钻孔灌注桩配合双排三轴搅拌桩,外加一道钢筋混凝土支撑坑内管井疏干支护方案:止水帷幕选用 $\Phi 850@1\ 200$ mm 三轴搅拌桩,采用套接一孔法施工,其中内排三轴搅拌桩 $\Phi 850@1\ 200$ 。^[1]有效桩长 28.5/32 m,内插 6 000@500 mm 钢管,上部 200 mm 厚混凝土压顶,共计 413 幅;外排三轴搅拌桩 $\Phi 850@1\ 200$,有效桩长 22.5/24.5 m,上部 200 mm 厚混凝土压顶,共计 417 幅。水泥采用 P.O42.5 级普通硅酸盐水泥,水泥掺入量为 20%,水灰比应严格控制在 1.2~1.5 之间,水泥土搅拌桩桩体 28 天无侧限抗压强度不小于 0.5 MPa,墙体抗渗系数小于 10~7 cm/sec,膨润土掺量为 5%~8%(质量比)。

2 止水帷幕施工工艺

2.1 工艺流程

本工程止水帷幕采用双排三轴搅拌桩,内外排三轴搅拌桩搭接 200 mm。采用 ZKD85 动力头配备 JB160 型及 SF808 型打桩架进行作业。为了确保三轴搅拌桩的成桩质量,施工前进行相关试验,确定水泥的掺入比等相关工艺条件。三轴搅拌桩帷幕采用“一喷一搅”工艺。

2.2 工艺步骤及开挖要求

(1)测量放样。根据建设方提供的地下室外墙轴线、水准点,严格按照设计图进行桩位中心轴线定位放样及高程引测工作,作好轴线控制点标志,并将基坑的转角等特殊部位采用木桩标记好。

(2)开挖沟槽。为满足三轴搅拌桩的施工条件,保证施工的顺利进行,开挖前需要用 0.6 m³ 挖机开挖 1 000×1 000 mm 搅拌桩槽沟进行边线测放。开挖的同时,清除沟槽内垃圾和土体。

(3)障碍物清理。施工前根据地质勘察报告和物探报告,对施工区域地下障碍物进行清理,以满足施工条件和施工的连续性。^[2]

(4)设置导向定位线、分幅。按照设计要求设置导向定位线、分幅。特别注意的是转角处采用“十”字接头的形式,即在接头处两边都多打出半幅桩,以保证转角处的止水效果。

(5)桩机就位。由当班机长统一指挥桩机就位,桩机就位前应对桩机行走路线上的场地进行平整压实,铺设路基板,保证行走场地耐力大于 100 kPa,以满足大型机械施工承载力的要求。桩机就位后应校正、复核桩机底盘水平度和钻塔导向架的垂直度。

桩机就位应平稳、平正,并用线锤从互相垂直的两个方向对龙门立柱垂直定位观测以确保桩机的垂直度,立柱导向架的垂直度偏差应小于 1/250,施工过程中经常进行观测,如发现垂直度偏差较大应及时纠正,符合要求后才可以进行钻孔施工。

每幅桩施工前以中间钻杆上的中心点对准导向定位线上的分幅标记,以螺旋叶片外缘切上施工线为标

准,三轴水泥搅拌桩桩位定位偏差应小于1 cm。桩机就位完毕后再进行桩位复核,偏差值不应大于5 mm。

(6)制备水泥浆液。在施工现场搭建拌浆施工平台,所有作业人员必须按要求进行作业。计量工具要进行标定合格后方可投入使用。拌浆时间不少于2分钟,现拌现用。因故搁置超过2小时以上的拌制浆液,应作为废浆处理,严禁再用。膨润土掺量严格控制,保证膨润土掺量不少于8%。水泥、水、膨润土投放要严格计量并如实记录,对材料投放量应经常进行检查。

(7)成桩和注浆。定位后开动桩机使钻头下沉,同时喷浆、喷气切割搅拌土体。到达设计桩底标高后重复搅拌注浆,随后钻头提升,水泥浆液同时注入。

施工中必须控制好钻具下沉及提升速度,结合地质条件及施工经验,钻机钻进搅拌和提升速度控制在0.6~0.8 m/min,在桩底部分重复搅拌注浆。下沉与提升时间应详细记录,避免出现真空负压、孔壁塌方等现象。桩施工时,不得冲水下沉。^[9]成桩检测须满足设计要求。

(8)桩间套接一孔搭接措施。施工采用套接一孔搭接措施,由于施工地地质条件相对复杂,选择双孔复搅和单侧挤压结合的施工方式。

3 技术措施

(1)挖机配合措施。现场配备挖掘机以配合三轴搅拌桩进行施工。

(2)钻进缓慢处理措施。遇到预搅下沉困难、电流值偏高、进尺缓慢等情况时,若地层内含有砂层或硬质土层,阻力大,应更换或在钻头加焊合金刀片并辅以稀水泥浆搅拌下沉;若桩机振动,地下可能存在障碍物,要采取开挖并回填的方式解决。

(3)遇地下障碍物的处理措施。施工前根据勘查报告和物探报告,清理影响施工的地下障碍物,如果埋深较深无法清理,需联系监理单位和设计单位采取补桩措施。

(4)垂直度控制及纠斜措施。施工前需进行场地平整压实,保证桩机的垂直度。若施工作业面内存在承载力比较差的回填土或淤泥质土等不利作业条件,应进行换填处理,要求将不利土层全部挖除,换填成黏性土、砂土等承载力较好的土,适当掺加石灰粉分层压实,桩机施工时铺设钢板或路基箱,从施工场地源头上控制设备和成桩的垂直度。桩机就位后,其钻杆中心与桩中心需在一个垂直面上,钻杆垂直度要符合施工要求。钻进过程中桩体垂直度偏差不大于1/250。

(5)浆管堵塞、断浆处理措施。如果在施工的过程中出现浆管由于水泥结块等原因造成的堵塞甚至断浆等问题,应及时拆洗输浆管,检查喷浆是否达到设计标高,问题解决后重新进行喷浆施工。

(6)意外停机时的应急措施。打桩因故中断而续打时,为防止断桩或缺浆,应使搅拌轴下沉至停浆面以下0.5 m,待恢复供浆后再继续喷浆提升。对由意外造成停机时间超过24小时的桩,则需采用补桩措施进行冷缝处理。

(7)冷缝处理措施。搭接施工的相邻桩的间歇时间超过24小时的部位应进行接头冷缝处理。

(8)断桩、开叉等的补救措施。在基坑开挖中发现三轴止水帷幕有断桩、开叉处,则采用在基坑外侧注浆,必要时在外侧采用旋喷桩止水封闭。

(9)超前注浆钢管施工措施。超前注浆钢管按照设计要求制作布置。注浆钢管沿内排三轴搅拌桩,每500 mm设置一道,每根长度6 m。注浆钢管宜在三轴搅拌桩施工完成后6小时内施工。钢管土钉注浆材料选用水泥浆,水泥浆液配合比为水泥:水=1:0.4~1:0.45,注浆压力0.5~0.8 MPa。

4 成桩质量检测

水泥土搅拌桩的质量控制应贯穿在施工的全过程,施工过程中必须随时检查施工记录和计量记录,对照规定的施工工艺对每根桩进行质量评定。^[4-10]检查重点是:水泥用量、桩长、搅拌头转数、提升速度、停浆处理方法等。

三轴搅拌桩施工两周后进行开挖检查,开挖深度停浆面下0.5 m,目测桩的搅拌均匀性,量测成桩直径,检查数量为桩总数的5%。经检查,桩的均匀性和成桩直径满足设计和规范要求。

水泥土搅拌桩进行现场取芯试验,取芯总数量为总数的2%,并不少于5根,检验施工成桩质量的连续性、均匀性、抗压强度。经检测质量符合标准,连续、均匀、28d无侧限抗压强度标准值 ≥ 0.5 MPa,说明三轴

搅拌桩施工成桩质量较好,满足成桩标准的要求。

5 结束语

地下结构施工期间,三轴搅拌桩止水帷幕的止水效果良好,施工期间采取的技术措施有效地解决了搅拌桩施工过程中出现的预搅下沉困难、进度缓慢、垂直度难以控制、浆管堵塞甚至断浆、意外停机等问题,并合理布置超前注浆钢管,保证了三轴搅拌桩成桩质量。经检测,成桩质量满足成桩标准的要求,表明三轴搅拌桩工艺是工程止水帷幕施工质量控制的有效方法。

参考文献:

- [1]梅海青.圆环支撑在苏州地区大面积基坑中的应用[J].安徽建筑,2018,(4):133-134,184.
- [2]黄吉祥.三轴水泥搅拌桩在教学实验楼施工中的应用[J].福建建材,2018,(6):62-64.
- [3]王树强.深基坑支护采用SMW工法桩施工工艺[J].山西建筑,2017,(36):72-74.
- [4]中国有色金属工业协会.GB50026-2007 工程测量规范[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [5]中国建筑科学研究院.JGJ120-2012 建筑基坑支护技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [6]上海市建设和管理委员会.GB50202-2002 建筑地基基础工程施工质量验收规范[S].北京:中国计划出版社,2002.
- [7]中国建筑科学研究院.GB50164-2011 混凝土质量控制标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [8]中国建筑科学研究院.GB50300-2013 建筑工程施工质量验收统一标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2013.
- [9]交通部公路科学研究院.JTG E51-2009 工程无机结合料稳定材料试验规程[S].北京:人民交通出版社,2009.
- [10]郑云刚,王自忠,杨世相.城市复杂条件下超深基坑支护技术的研究与应用[J].施工技术,2014,(1):73-77.

(责任编辑:顾力豪)

Three-axis Mixing Pile Water Curtain Construction and Quality Control

ZOU Da-peng, XU Dou-jun

(Dept. of Engineering, Beijing Urban Construction 9th Construction Engineering Co., Ltd., Shenzhen 518000, China)

Abstract: The project adopts three-axis mixing pile enclosing water scheme, designed as a double-row three-axis mixing pile water interception curtain. The water interception curtain adopts $\Phi 850@1200\text{mm}$ three-axis mixing pile. During construction process, measurement positioning, the ratio of cement mixing, rate of descending and ascending mixing rate and cold joint are strictly controlled. The technical measures applied effectively help solve the problems of pre-stirring and sinking difficulties during construction, difficulty in controlling verticality, blockage of slurry pipes, unplanned shutdown, etc. Through detection, the quality of piling meets the requirement of specifications and design. During the construction of underground projects, the underground retaining structure renders a proper water interception condition, which ensures the smooth construction of underground projects.

Key words: deep foundation pit; three-axis mixing pile; quality control