温州世贸中心大厦超深大直径钻孔灌注桩施工技术

徐辉雄¹, 张涛¹, 晏军², 杨建林², 鄢泰宁¹, 蒋国盛¹

(1. 中国地质大学 武汉 工程学院, 湖北 武汉 430074; 2. 江西省地质工程总公司, 江西 南昌 330002)

摘要:介绍了超深大直径钻孔灌注桩在温州世贸中心大厦桩基工程中的应用情况,对其施工中出现的主要问题进行了分析和处理,并提出了解决措施。

关键词:超深孔,大直径,钻孔灌注桩,温州世贸中心大厦

中图分类号:TU473.1⁺⁴ 文献标识码:B 文章编号:1672-7428(2004)09-0035-03

Application of Bored Pile with Large Diameter and Deep Depth in Wenzhou World Trade Center/XU Hui-xiong¹, ZHANG Tao¹, YAN Jun², YANG Jian-lin², YAN Tai-ning¹, JIANG Guo-sheng¹(1. China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074, China; 2. Jiangxi Geology Engineering Corporation, Nanchang Jiangxi 330002, China)

Abstract: This paper introduces the application of bore pile with large diameter and Deep Depth in Wenzhou World Trade Center, and analyzes main problems with construction. Some prevention measures are proposed.

Key words: deep hole; large diameter; bored pile; Wenzhou World Trade Center

钻孔灌注桩施工方便,设备简单,施工噪声低,无振动、无挤压,对相邻建筑影响小,能适应各种土质条件,因而在土木建筑、水利水电以及港口、交通等各种工程中被广泛采用。另外,它对桩径、桩深限制小,可施工大直径、超深度、高承载力的单桩。然而,超深大直径钻孔灌注桩(桩径 > 800 mm,长径比 $L/D > 50$ 的桩)往往需要穿透多层地层及复杂地层,一般成孔时间较长,都需要采用泥浆护壁成孔,再者对桩孔的垂直度、钢筋笼制安、灌注砼面高度的测定等都提出了更高的要求,施工难度相对较大。本文结合温州世贸中心大厦钻孔灌注桩工程(孔径1100 mm,孔深75~125 m)实例,介绍超深大直径钻孔灌注桩的施工技术。

1 工程概述

温州世贸中心大厦是温州市标志性工程,集购物、旅游、餐饮、娱乐、办公、宾馆于一体的大型城市综合建筑,系温州市及浙江省最高超高层建筑。拟建场地位于温州市区解放南路8号地块,东临解放南路,南接马鞍池路,总用地面积31000 m²,总建筑面积约174631 m²。主楼68层,高度323.3 m,裙楼6层,地下室4层,地下室深20 m。

本工程基础采用大直径钻孔灌注桩,孔径1100 mm,孔深75~125 m,是目前国内工民建相当规模超高层建筑中首次采用钻孔灌注桩的工程。采用地

下连续墙作为基坑围护体系,连续墙同时作为地下室墙体,即采用“两墙合一”的形式。长桩的持力层为第⑨₂层强风化基岩,为确保主楼桩的承载力设计值达到14250 kN以及桩基的整体稳定,桩尖进入持入层⑨₂层的深度要达到10 m以上。当⑨₂层的厚度不足10 m时,桩尖须进入⑨₃层中风化层1.1 m以上。

2 工程地质条件

本工程位于温州海滨淤积平原,第四纪沉积作用明显。该场地地层自上而下分层描述如下:

①层杂填土,杂色,土性呈湿饱和,松散~稍密,中~高压缩性,层厚0.5~4.4 m;

②层粘土,褐灰、灰黄色,土性可塑~软塑,中~高压缩性,层厚0.3~1.7 m;

③层淤泥,青灰色,流塑,高压缩性,层状,下层局部为淤泥质粘土,层厚15.7~34.7 m;

④层粘土,灰、灰绿、灰黄~灰白色,土性呈可塑~软塑,中压缩性,层厚8.65~45.1 m;

⑤层粉质粘土夹粘土,灰褐色,可塑~软塑,中压缩性,下层为黑灰色泥炭质土,层厚3.3~35.5 m;

⑥层粘土夹粉质粘土,灰绿、灰黄、灰白色,可塑,中压缩性,层厚2.7~18.3 m;

⑦层粘土夹粉质粘土,灰黄色,可塑,中压缩性,

收稿日期 2004-04-03

作者简介:徐辉雄(1980-)男(汉族)湖北人,中国地质大学(武汉)硕士在读,地质工程专业,从事桩基、地基基础、非开挖技术及工程管理方面的研究工作,湖北省武汉市武昌鲁磨路中国地质大学(武汉)研200207信箱, xhx21st@163.com。

下层为局部粉质粘土混碎石,层厚 2.65~26.4 m;

⑧层粉质粘土混碎石,杂色,由粉质粘土不均匀地混有碎石、块石组成,粒径 2~20 cm,少量大于 30 cm,土性呈饱和,中压缩性,层厚 0.2~10.9 m;

⑨层基岩,以石英闪长岩体为主,并见到辉绿岩、细斑岩、石英斑岩脉;

⑩₋₁₋₁层全风化基岩,杂色,以灰黄为主,组织结构基本破坏,有微弱的残余结构强度,局部夹有中风化或强风化残留体,呈可塑,中压缩性,层厚 2.7~30.2 m;

⑪₋₁₋₂层全风化基岩,杂色,以黄褐色为主,组织结构基本破坏,有微弱的残余结构强度,常夹有中风化或强风化残留体,呈可塑,中压缩性,层厚 7.1~48.7 m;

⑫₋₂层强风化基岩,杂色,以灰黄色为主,裂隙发育,岩石风化,且不均匀,一般呈砂质粉土状或土夹碎石,层厚 1.0~26.6 m;

⑬₋₃层中风化基岩,主要为石英闪长岩,其次为辉绿岩、霏细岩、石灰斑岩等岩性,呈致密块状,节理裂隙发育,随深度增加,风化程度降低。

3 施工技术

3.1 施工准备

由于该桩基工程施工工期紧迫,为此,根据工程地质条件和施工条件,参照设计要求和桩孔深度,选用的主要设备如下:GPS-30型工程钻机 6台, GPS-20HA型钻机 4台, 3PNL型泥浆泵 18台, 6BS型砂石泵 15台, QY-16型 50 t 汽车吊 4台, HP-750 wcu型空压机 2台, BX-300-1型电焊机 10台, 索佳 2110型全站仪 1台, DS-3型水准仪 1台。

现场做好“三通一平”,四周挖好排水沟,截面为 50 cm×50 cm,大门出口处修建洗车台和沉淀池,整个施工现场应进行“硬地化”,厚为 10~12 cm,尤其是要合理安排主干道,厚度为 15~18 cm。

根据现场桩位布置情况,设置泥浆循环系统 8套,每套系统含泥浆池 1个,容积为 2 m×4 m×1.5 m,沉淀池 1个,容积为 4 m×6 m×1.5 m。各池与桩孔用循环沟连通,循环沟断面为 80 cm×60 cm。现场另挖储浆池 2个,容积约为 200 m³,用于存积废浆。

3.2 施工工艺

根据本工程地质特点,采用泥浆护壁反循环回转钻进成孔、反循环清孔排渣、二次换浆清孔、导管法灌注水下砼的施工工艺。其工艺流程为:测定桩

位→埋设钢护筒(包括挖泥浆沟槽)→复测桩位→安装钻机就位(包括接通电源)→钻进成孔(包括供给护壁泥浆)→冲孔(第一次清孔)→吊接钢筋笼→下放导管→清孔(第二次清孔)→水下导管法灌注砼→清洗机具→移至新桩位。

钻机安装就位后,用水平尺校正水平,保证钻机、天车、转盘和桩位中心在同一铅垂线上,钻机在开钻前必须空载运转,以检查机械性能。根据试桩时第四系地层情况,选用龙门式单腰带三翼硬质合金钻头钻进。开孔后先用正循环轻压慢转的钻进参数钻进,缓慢注水,使冲洗液达到密度为 1.15~1.25 kg/L,粘度 20~22 s 时,开始正常钻进。正常钻进中,泥浆性能保持不变,采用中等转速(23 r/min)较大泵量,保持适当钻速进行钻进。在淤泥层中,采用中压慢转小泵量。在含粘土砂砾层、角砾石层中钻进时,采用轻压慢转的钻进参数穿过该地层。钻进至强风化基岩后,随时注意钻机运行情况,及时返出钻渣岩性,准确判断中风化残留体情况,及时更换滚刀钻头,采取有效措施预防孔斜。钻进至设计要求的桩底标高,用测绳准确测量孔深,符合要求后,停止加压,采用慢转速、大泵量进行第一次清孔,清孔持续时间 20~30 min,并检测泥浆中含砂率指标(≤8%),合格后结束该道工序。

钢筋笼主筋连接采用镦粗直螺纹套筒连接,下放钢筋笼时采用吊车吊放,在下入时应对准孔位。吊直扶稳,缓慢下放,若遇阻应正反旋转,不得猛放,防止碰撞孔壁。笼体下放到设计位置后,应立即固定钢筋笼,防止钢筋笼上浮下窜。

本工程采用商品砼,坍落度 20~22 cm,砼等级为水下 C40,采用砼车直接运至孔口,用吊车或灌注平台进行水下灌注。灌注前要检测砼的坍落度,并取样作好砼试块,试块制取按规范要求进行,做好灌注施工记录。为确保初灌质量,保证砼初灌埋深在 0.8 m 以上,采用大漏斗初灌方法,大漏斗直接灌注方量为 6 m³,初灌后用小漏斗直接灌注。砼灌注必须连续进行,要求商品砼供应间隔时间不得超过 30 min,灌注中及时测量管内外砼面高度,并做好灌注记录。

4 施工中出现的問題及解决措施

4.1 糊钻、埋钻

在软塑粘土层或风化泥页岩层钻进时,因泥浆太稠,进尺太快,钻渣数量过大或渣径过大堵塞出浆口而造成。

处理方法是提高转速 ,加大泵量 ,稀泥浆钻进 ,认真对泥浆稠度、钻杆内径、钻渣进出口、排渣设备进行检查计算 ,并控制适当的进尺 ,选择合理的钻进参数。在钻头的结构设计上 ,减少钻头构件 ,采用腰带翼板间不加焊肋板 ,确保液流畅通 ,保证翼板表面光滑 ,上边缘薄 ,呈锋刃状 ,有利于土屑成条移动与折断 ,选择高“龙门”吸渣水口 ,确保冲洗液与粘土屑顺利进入 ,不在吸口处积聚 ;加导流罩 ,以加强孔底流场强度 ,提高排屑效率。

4.2 断钻杆

钻杆折断主要集中在法兰盘上部加强筋根部 ,有时出现连接滚刀钻头的钻杆或连接配重块与滚刀钻头的短钻杆折断 ,造成钻头体的脱落。原因一是钻杆壁厚太薄 ,强度不够 ;二是部分钻杆本身及焊接质量不合格 ,造成应力过于集中形成裂纹 ;三是地层复杂 ,钻杆在孔内的受力状态变化大。钻杆在回转过程中 ,当滚刀钻头滚轮齿冲切不平整孔底岩石时 ,钻头及钻杆的重力作用迫使钻头中心线偏离钻孔轴线 ,钻杆带动钻头回转使钻杆环截面产生周期性拉压交变应力 ,且应力集中在钻具最大过渡断面 ,在回转扭矩的同时作用下造成疲劳折断。

解决办法主要有 :将原来的壁厚 12 mm 钻杆换成 16 mm 钻杆 ;选择合理的钻进工艺参数 ;掉入孔内应及时打捞。可采用 2 块厚 20 mm 以上的钢板 (长度一般为 20 ~ 25 cm ,宽 10 ~ 15 cm ,割成像立式电扇风叶的形状 ,一端稍尖一点 ,另一端割成与钻杆半径相同的圆弧) ,把 2 块钢板制成弯钩 ,下入孔内打捞钻杆。

4.3 断螺栓

连接两个法兰盘的螺栓断裂 ,从而使下部钻具留在孔内 ,又由于未及时发现造成法兰盘磨损。原因是钻杆在孔内转动时 ,不仅绕自身轴线旋转 ,而且绕孔内轴线公转 ,致使连接法兰盘的螺栓受周期性的交变拉应力 ,从而使螺栓在应力集中的薄弱端面产生疲劳断裂。

防止措施是尽量保证钻杆钻进时的同心度和成孔的垂直度 (为检查垂直度 ,分别在钻深 30、60、90、110 m 处 ,采用测斜仪测量孔的垂直度 ,并根据具体

测量结果调整钻进工艺参数) ,避免扭曲和扩孔。

4.4 灌注砼面高度确定

根据设计要求 ,采用地下连续墙的基坑 (深 20 m) 支护形式 ,砼超灌 2 m ,仍还有 18 m 左右的上部钻孔为空段 ,用传统的探绳探测存在较大误差。因此怎样确定砼的灌注深度 ,在超深桩中是一个必须解决的问题。我们采用打捞砼骨料的方法确定砼面高度。

4.5 钢筋笼制安

因为桩身长、细长比小 ,有效桩长较长 ,如何保证钢筋笼制安的质量也是超深大直径桩施工中应考虑的一个重要问题。本工程施工中钢筋笼采用现场加工成形 ,钢筋接头采用挤压套管配合精扎直螺纹连接 ,相连钢筋控制在同一直线上 ,确保桩基钢筋按照设计要求成形并精确定位。在钢筋笼内设置十字支撑钢筋 ,避免钢筋骨架变形 ,支撑钢筋用扎丝加以固定 ,以便拆卸。该方法大大提高了钢筋笼连接的质量和效率。

5 结语

(1) 采用反循环工艺施工 ,钻进效率高 ,清渣能力强。

(2) 尽可能地减少第二次清孔至水下砼灌注的时间间隔 ,有利于维护孔壁稳定、降低孔底沉渣厚度。

(3) 使用钢筋笼螺纹连接 ,有助于提高钢筋笼制安效率 ,保证成桩质量。

(4) 在施工中采取加强管理、缩短各道工序的作业时间、各施工段平行作业等措施 ,取得了良好的经济效益和社会效益。

参考文献 :

- [1] 刘金砺. 桩基设计施工与检测 [M]. 北京 :中国建材工业出版社 2001.
- [2] 段新胜 ,顾湘. 桩基工程 [M]. 武汉 :中国地质大学出版社 ,1995.
- [3] 赵旭清. 上海软土地区大直径超深钻孔灌注桩施工技术 [J]. 岩土工程界 2003 (6).
- [4] JGJ 94 - 94 建筑桩基技术规范 [S].

中国拟在建项目网全新改版

为了满足广大用户的更高要求 ,北京华信捷投资咨询有限公司在网站开通六周年之际 ,将其业内知名网站 :中国拟在建项目网 (www. bhi. com. cn) 全新改版 ! 改版后网站提供全国各地各行业拟在建项目、项目动态、项目标讯、专

题项目、投资动态、投资政策、行业动态、经济要闻、分析研究、展会信息等多个在线信息查询服务栏目 ,信息权威、及时、丰富 ! 并抛弃项目库安装不方便和更新周期长的弊病 ,将信息建立在网站平台上 ,只需上网 ,一切即可轻松完成 !