

温州世贸中心大厦超深大直径钻孔灌注桩施工技术

杨德才

(温州市勘察测绘研究院,浙江温州 325027)

摘要:介绍了温州世贸中心大厦 120 m 超深大直径钻孔灌注桩的施工技术,针对超深大直径钻孔灌注桩施工中极易引起的钻进孔斜、卡钻、垮孔、堵管等问题,提出了相应的处理措施。

关键词:温州世贸中心大厦;钻孔灌注桩;超深孔;大直径孔

中图分类号:TU473.1⁺4 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)01-0027-03

Quality Control for Extra-deep Large-diameter Borehole Cast-in-place Pile Construction in Wenzhou Trade Mansion/YANG De-cai (Wenzhou Geotechnical Institute, Wenzhou Zhejiang 325027, China)

Abstract: Borehole cast-in-place pile technology is widely used in the treatment of soft soil and rock foundations. This article is intended to illustrate the construction technology applied in the 120m extra-deep large-diameter borehole cast-in-place pile of Wenzhou World Trade Center Mansion, and to present relative measures taken for the problems easily encountered during the construction, such as skewing boring, sticking, breakdown, blocking, etc.

Key words: Wenzhou Trade Center Mansion; cast-in-place pile; extra-deep borehole; large-diameter borehole

1 工程概况

温州世贸中心大厦、世贸中心广场是温州市标志性工程,也是目前浙江省最高超高层建筑,主楼高 68 层,高度 323.3 m,总建筑面积约 229450 m²,采用钢管砼柱框-筒结构体系,钢管砼柱最大内力约 85000 kN,裙房柱的最大内力 15000 kN。

基础采用大直径钻孔灌注桩,其中:主楼设计 242 根长桩,桩径 1100 mm,桩长 90~130 m,实际施工最深桩 122.74 m;设计短桩 108 根,桩径 800 mm,桩长 50~80 m。桩基持力层为中风化基岩,进入强风化基岩 10 m 或中风化基岩 1.1 m。

2 场地工程地质条件

拟建场地位于温州海滨淤积平原,在勘探深度内场区地基土自上而下分层描述如下:

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

②粘土层,褐灰、灰黄色,土性呈可塑~软塑状,中~高压缩性,层厚 0.3~1.7 m;

③₁、③₂淤泥层,青灰色,土性呈流塑状,高压缩性,层厚 15.7~34.7 m;

③₃淤泥质粘土层,青灰色,土性呈流塑状,高压缩性,高灵敏度,层厚 1.5~9.6 m;

④粘土层,灰黄、灰绿色,土性呈可塑~软塑状,

中压缩性,层厚 8.65~45.1 m;

⑤粉质粘土夹粘土层,灰、浅灰色,土性呈可塑~软塑状,中压缩性,层厚 3.3~35.5 m;

⑥粘土夹粉质粘土层,灰、灰绿、灰黄色,土性呈可塑状,中压缩性,层厚 0.75~4.2 m;

⑦粘土层,灰色,土性呈可塑~软塑状,中压缩性,层厚 1.6~13.5 m;

⑧粉质粘土混碎石层,杂色,土性呈饱和状,中压缩性,层厚 0.2~10.9 m;

⑨₁全风化基岩层,杂色,呈可塑状,中压缩性,层厚 2.7~30.2 m;

⑨₂强风化基岩层,杂色,裂隙发育,层厚 1.0~26.6 m;

⑨₃中风化基岩层,主要有石英闪长岩,呈致密块状,节理裂隙发育,揭露厚度 2.1~21.8 m。

各层岩土的设计参数取值见表 1。

场地表层地下水属潜水型,水位随大气降水季节变化,年水位变化约 3.0 m,勘察期间稳定水位埋深为 0~2.05 m,地下水对砼不具有腐蚀性,对钢结构具有中~弱腐蚀性。

3 工程技术要求及施工要点

3.1 超深的桩长施工难度大

根据设计要求,本工程最大孔深为 120 多米,桩

收稿日期:2006-08-30; 改回日期:2006-12-26

作者简介:杨德才(1963-),男(汉族),辽宁人,温州市勘察测绘研究院高级工程师、注册岩土(土木)工程师,水文及工程地质专业,从事水文及工程地质、岩土工程、工程技术管理等方面的研究工作,浙江省温州市学院中路 289 号,13757725838,888ydc@163.com。

表1 岩土设计计算参数表

层号	土层名称	地基土承载力标准值 f_k /kPa	压缩模量 E_s /MPa	单桩第 i 层岩土极限侧阻力标准值 q_{sik} /kPa	单桩极限端阻力标准值 q_{pk} /kPa
①	杂填土				
②	粘土	100	4.0	22	
③ ₁	淤泥	42	1.0	10	
③ ₂	淤泥	52	1.5	16	
③ ₃	淤泥质粘土	70	2.8	20	
④	粘土	120	5.5	45	500
⑤	粉质粘土夹粘土	150	6.5	50	550
⑥	粘土夹粉质粘土	160	6.5	60	800
⑦	粘土	150	5.0	45	500
⑧	粉质粘土混碎石	180	6.0	55	700
⑨ ₁	全风化基岩	190	7.0	60	1200

尖进入持入层⑨₂层的深度要达到10 m以上,当⑨₂层的厚度<10 m时,桩尖须进入⑨₃中风化层1.1 m以上,孔底沉渣厚度≤50 mm,桩身垂直度偏差≤0.5%。超深的桩长,加之桩身垂直度偏差要求高,钻进难度大。

3.2 地层复杂

(1)场地地层淤泥层厚达30多米;

(2)全风化、强风化层中有中风化残留体,大小不一,厚度不匀;

(3)有201根桩持力层进入中风化基岩,且基岩起伏不平、倾角大、强度高。

3.3 中风化地层及中风化残留体的钻进问题

本工程主楼201根桩桩尖需进入中风化基岩,该层岩质坚硬,抗压强度达到180 MPa,钻进难度极大。特别是全风化、强风化基岩中夹有厚度0.5~14 m的中风化残留体,岩质坚硬、抗压强度达到160 MPa、层面倾斜,极易引起钻进孔斜、卡钻、垮孔、堵管等一系列事故,给施工带来极大的困难。

3.4 孔壁稳定性问题

该地层有深度约2~40 m的淤泥层,容易坍塌和缩径,反循环钻进时必须严格控制泥浆性能,保证孔内水头压力,以达到护壁的效果。

4 施工工艺

4.1 施工机械设备

根据场地工程地质条件、设计要求,结合本工程的特点,选用上海金泰工程机械有限公司生产的GPS-30A型钻机6台套,采用泵吸反循环和气举反循环相结合,转盘扭矩为120 kN·m,配以4PNL型泥浆泵、6BSA型砂石泵、Ø245 mm气举反循环钻杆。4台套GPS-20HA型钻机配以3PNL型泥浆泵、6BSA型砂石泵、Ø194 mm钻杆。根据现场地质

资料配备GPS-30A型钻机施工深孔,GPS-20HA型钻机施工浅孔。

4.2 钻进方式

根据场地岩土工程勘察报告,结合施工经验,采用泵吸反循环钻进成孔。由于钻孔超深,必须调整好钻机水平。钻进过程中注意检查钻机水平,开孔时轻压慢转,第四系松散层钻进采用单腰带三翼刮刀钻头、中转速、大泵量,以利于切削土层、加快进尺,同时防止钻杆甩打孔壁,钻至强风化或中风化残留体,换用滚刀钻头加配重,同时下入钻杆导正器,防止钻孔倾斜。易斜地层采取减压钻进,同时加强钻孔垂直度监控,出现孔斜征兆及时纠斜,钻进过程中调节好泥浆性能,保持孔壁稳定,钻进至终孔前注意调整好泥浆密度在1.15~1.2 kg/L之间。

钻进过程中,按“钻孔柱状图”及时捞取钻渣,分析地层吻合情况,以便及时调整钻速和泥浆指标,密切注意观察有无异常情况,出现异常情况立即停钻,分析原因,及时处理,保证成孔质量。

4.3 钢筋笼安放

钢筋笼主筋采用20根Ø22 mm钢筋,由于钻孔深、桩身长,钢筋笼节数多达12节,采用焊接的方式费时较长,极易造成孔内事故和影响工程进度,为减少钢筋笼下放时间,钢筋笼主筋连接采用滚压直螺纹套筒连接,其每个接头仅用时30 min,减少了下放时间又确保了工程质量。为防止钢筋笼放置偏心,以及保证砼保护层的厚度,每隔2 m设置一组定位钢筋,并在定位钢筋上穿预制好的圆圈形砂浆垫块。钻进过程中要经常检查钻机水平情况,并减少晃动,以免倾斜超差,造成钢筋笼、导管下放困难,砼浇筑质量得不到保证。

4.4 清孔

由于大直径、超深钻孔,泥浆方量大,为了保证清孔质量,采用两次清孔,在保证泥浆性能的同时,必须做到终孔清一次孔和浇筑前清一次孔。第一次清孔在成孔结束时不提钻头慢速反循环进行,第二次清孔在吊放钢筋笼后迅速利用浇筑导管进行,终孔前应注意调整好泥浆密度在1.15~1.2 kg/L,以减少二次清孔换浆时间。为缩短二次清孔时间,保证清孔质量,终孔至二次清孔时用吊车吊住导管并提离孔底一定距离,逐渐送浆清孔,后慢慢地下放导管,至导管底端距孔底300~500 mm处全泵量清孔,清孔过程中导管要向四周活动,以利于清干净孔底四周的沉渣。

清孔后泥浆密度维持在1.15~1.2 kg/L,不得

停歇过久,使泥浆、钻渣沉淀增多,造成清孔困难甚至塌孔。

4.5 砼灌注

砼灌注在二次清孔后 25 min 内及时进行,若时间过长须再测沉渣,超标要重新清孔。由于超深大桩孔初灌量大,灌注时间长,为确保砼的灌注质量,灌浆管必须严格检查接头及密封,配备相应容量的初灌大斗,保证砼的初灌量,使导管的埋深达到规范要求的 0.8 m 以上,同时,要求砼初凝时间 > 10 h,由于桩孔超深,灌注形成的浮浆很厚,且空孔段长达 18 m,灌注时对导管理深及砼方面的判定至关重要。

灌注过程中严格控制导管理深,浇筑时设专人检测砼上升情况,及时掌握导管理入深度,不得盲目提升。

砼在拌制和浇筑过程中应当经常检查水泥、砂石、外加剂等材料用量,并检查坍落度,按规程、规范要求制作砼试块,试块在浇筑砼同盘的搅拌机中留取,其制做、养护、试验应当符合有关规定。

5 施工技术措施

超深大直径钻孔灌注桩施工必须严格按施工规范及工艺要求进行,加强组织管理,各施工班组协同合作,方能保证成孔、成桩质量,施工中应当注意以下问题。

(1)首先要保证钻机水平,控制垂直偏差不超过规范及工艺要求,保证顺利地下放钢筋笼、安放浇筑导管。

(2)采用正、反循环的钻进方式,充分发挥两种钻进方式的优点,成孔后下钢筋笼至浇筑过程必须严密组织,快速施工,尽快缩短钢筋笼接长时间、缩短砼浇筑准备时间等。

(3)由于钻孔超深,孔内事故的处理难度很大,

成孔过程中,加强质量巡查工作,认真作好孔内事故的预防极为重要,钻进过程中要做到勤检查孔内钻具。

(4)影响充盈系数的因数很多,主要有导正器对桩孔的扩径、钻杆对孔壁的甩动、钻杆的刚度、钻机的稳定性、钻进参数如钻压、转速、泵量、泥浆性能等,通过对各因素的综合考虑,采取相应的措施,保证充盈系数达到规范要求的范围。

(5)清孔是钻孔灌注桩的重要环节,清孔的质量直接影响桩的承载力,由于桩孔超深,其下入的导管很难清理干净孔底四周的沉渣,为缩短清孔时间保证清孔质量,应尽量缩短终孔至清孔的时间,减少孔内泥浆的沉淀。

(6)灌注砼时孔壁部分泥皮随砼面上升,由于桩孔超深,灌注形成的浮浆很厚,灌注时对导管理深及砼方面的判定至关重要,灌注过程中严格控制导管理深。

6 结语

钻孔灌注桩由于施工技术成熟,成桩质量高、适应范围广等优点,已经广泛应用于房屋、桥梁、集中荷载建筑物的地基处理中。在超深大直径钻孔灌注桩施工中,应当根据场地工程地质条件、设计要求,结合施工经验,采用合理的施工工艺,通过严格控制钻孔灌注桩施工过程中的各个工序环节,保证工程质量。

参考文献:

- [1] 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).
- [2] 杨德才.模糊数学在工程岩体质量评价中的应用[J].城市勘测,2005,(1).

(上接第 26 页)

8 体会

本工程所遇到的泥质砂岩和疏松砂岩互层强度虽然不高,但由于钻孔嵌岩深,施工有一定的难度,钻进效率不高。针对本项目的现场施工情况,总结出如下几点体会。

(1)泥质砂岩岩质稍硬,普通硬质合金刮刀钻头较难钻进;强风化含泥较高的砂岩岩质稍软,易糊钻,特别是采用滚刀钻头时,因此钻头的选择和加工

至关重要,应尽量选用刮刀钻头,刮刀钻头硬质合金刀片要选择合理的入岩角度和布置方法。

(2)泥浆性能方面,应降低含砂率,使之不大于 2%,这样将大大降低钻头磨损。

(3)钻进工艺方面,采用孔底加压孔口减压钻进方法;减少钻头糊钻次数;避免钻头糊钻后继续钻进引起不正常磨损的发生。

(4)提高钻机操作人员的操作水平和责任心,能够按操作规程合理操作钻机,对于钻进时进尺异常等情况能够做出正确的判断,并做出合适的处理。