

编者按 温州世贸中心大厦是温州市标志性建设工程,也是目前浙江省最高超高层建筑,主楼 68 层,高度 323.3 m,地下室埋深 20 m,总建筑面积约 174631 m²。该桩基工程施工深度和难度大,堪称全国桩基之最。最大深度达 120 m,且地层中间夹有坚硬的中风化基岩残留体,残留体一般厚度为 2.7~30.2 m,单孔累计厚度达 50 m,残留体的一般强度值达到 47.8~109.6 MPa,最高达到 330 MPa。采用泵吸反循环在 120 m 超深桩孔中的应用,在全国是罕见的,在厚度大、硬度高的中风化残留体中施工,更是少有的。因此在业界享有“中国第一桩”的称号。

大厦桩基工程由江西省地质工程总公司承接,江西省昌水建设工程有限公司组织施工。该公司在承接该工程后,组建了强有力的施工队伍,实行了项目化管理,成立了技术攻关小组,通过摸索和大胆实践,攻克了一道道技术难关,圆满完成了施工任务,得到了业主和监理方的一致好评。

为此本刊组织了参与现场施工的技术人员对该工程的施工技术和经验进行总结,具有较强的针对性和实用性,可供广大同行参考借鉴。

温州世贸中心大厦钻孔灌注桩施工技术

詹龙和,金克柏,谢秋明

(江西省昌水建设工程有限公司,江西南昌 330012)

摘要 介绍了温州世贸中心大厦钻孔灌注桩的主要特点和施工难点,以及在生产施工中所采取的主要技术措施,特别针对该工程中风化残留体施工难度大、桩孔深的特点,介绍了相应的处理办法和注意事项。

关键词 温州世贸中心大厦;钻孔灌注桩;超深桩孔;中风化残留体

中图分类号 :TU473.1⁺4 **文献标识码** B **文章编号** :1672-7428(2004)10-0001-03

Bored Pile Tech. in Wenzhou World Trade Center/ZHAN Long-he, JIN Ke-bai, XIE Qiu-ming (Jiangxi Provincial Changshui Construction Engineering Co. Ltd, Nanchang Jiangxi 330012, China)

Abstract :The main peculiarities, the engineering difficulties, and the chief technical countermeasures of bored pile drilling for Wenzhou World Trade Center were introduced. The relative treatments and points for attention to drill deep pile hole in intermediary weathering remain rock body were also mentioned.

Key words :Wenzhou World Trade Center; bored piles; super-deep; intermediary weathering remain rock body

1 工程概况

温州世贸中心大厦是温州市标志性建筑工程,系目前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,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,地下室埋深 20 m。

2 场地工程地质、水文地质条件

拟建场地地层由杂填土、粘土、淤泥及淤泥质粘土、深部粘性土、坡残积粉质粘土混碎石、风化基岩等 9 个工程地质层组成。

其中,全风化基岩中夹有风化不均的中风化基岩残留体,层厚 0.5~41 m,单孔残留体累计厚度最大达 50 m,残留体的一般强度值达到 47.8~109.6

MPa,最高达到 330 MPa。强风化基岩裂隙发育,风化不均匀,一般呈砂质粉土状或土夹碎石,层厚 1.0~26.6 m;中风化基岩呈致密块状,节理裂隙发育,随深度增加,风化程度降低。

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,地下水对砼不具有腐蚀性,对钢结构具有中~弱腐蚀性。

3 设计要求

该工程基础采用钻孔灌注桩,主楼设计 242 根 Ø1100 mm 钻孔灌注桩,孔深 90~120 m。裙楼为 Ø800 mm 钻孔灌注桩,孔深 60~85 m。主楼桩的承载力设计要求达到 14250 kN,要求桩尖进入持力层(强风化地层)10 m 以上。当强风化层的厚度不足

收稿日期 2004-09-14

作者简介:詹龙和(1953-)男(汉族),江西婺源人,江西省昌水建设工程有限公司高级工程师,水文地质专业,从事水文地质与工程地质、大口径桩基施工工作,江西省南昌市罗家镇北省水文地质大队院内(0791)8195006, jzxx@jxgky.com。

10 m 时,桩尖须嵌入中风化岩层 1.1 m 以上。孔底沉渣厚度 ≤ 50 mm,桩身垂身度偏差 $\leq 0.5\%$ 。

4 工程特点及难点

(1)超深的桩长。根据设计要求,本工程最大孔深为 120 m,在桩基中罕见。

(2)地层复杂。工勘资料表明,场地地下障碍物多,中央原来有一条地下水沟通过,水沟两边为条石、块石砌筑而成,最大埋深达 6 m,场地内淤泥层厚度达 30 多米,易坍塌、缩径;全风化、强风化层中夹有中风化残留体,残留体大小不一,厚度不匀,抗压强度大;有 201 根桩持力层必须进入中风化基岩,基岩面起伏不平、倾角大、强度高。

(3)中风化地层及中风化残留体施工难度大。本工程主楼 201 根桩桩尖需进入中风化基岩,该层岩质坚硬,抗压强度最大达到 330 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 ~ 41 m 的中风化残留体,单孔残留体累计厚度达 50 m 以上,岩质坚硬、抗压强度大、层面倾斜,极易引起钻进孔斜、卡钻、垮孔、堵管等孔内事故,给施工带来极大的困难。

(4)布桩密集。主楼桩按设计要求,数量为 242 根,桩位最小中心距仅为 3.3 m。因此对桩身的垂直度要求很高,超出规范要求(桩身倾斜度 $\leq 0.5\%$)。

(5)孔壁稳定性差。根据勘察资料,该地层有深度约 30 m 的淤泥层,容易坍塌和缩径,同时还有破碎的强风化地层,极易掉块。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。

(6)砼面的探测难度大。由于桩孔超深、空孔段长达 18 m,灌注时对上升砼面的检测至关重要。

5 施工技术

5.1 钻进设备

根据场地工程地质条件、设计要求,结合本工程的特点,设备选用 6 台套 GPS-30A 型钻机配以 4PNL 型泥浆泵、6BSA 型砂石泵、 $\varnothing 245$ mm 钻杆,主要用于施工难度较大、较深的桩孔。另外 4 台套 GPS-20HA 型钻机配以 3PNL 型泥浆泵、6BSA 型砂石泵、 $\varnothing 194$ mm 钻杆,用于施工难度、深度相对较浅的钻孔。

5.2 成孔技术

5.2.1 成孔工艺

根据场地工程勘察报告,结合以往施工经验,采用泵吸反循环工艺钻进成孔。

5.2.2 钻进方法

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;强~中风化或中风化残留体钻进换用滚刀钻头加配重,钻进过程中调整好泥浆性能,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。

5.2.3 超深桩孔的施工技术

(1)防止孔斜。由于钻孔超深,必须做好钻机的稳固,开钻前用水平仪校正好钻机水平,使钻机天车中心、转盘中心、桩孔中心三点在同一铅垂线上;钻进过程中注意经常校正钻机水平。开孔钻进 15 m 以内易发生孔斜,必须控制钻进速度,严禁盲目加压钻进。钻头以上 2 根钻杆配扶正器,必要时钻具中间再配扶正器。为保证钻孔垂直,钻具中间加导正,采用减压钻进,同时加强钻孔垂直度监控,出现孔斜征兆及时纠斜。

(2)预防事故的发生。下入钻具时应仔细检查钻头、钻杆的强度,检查连接螺纹的好坏,并一定要上紧,防止松扣导致钻具掉入孔内。

5.2.4 中风化残留体施工技术

(1)钻进至残留体时,应控制钻进速度,轻压慢转,同时校正桩孔垂直度,防止桩孔在残留体的界面上发生偏斜。

(2)根据残留体的岩层硬度,选择合适的滚刀钻头,在滚刀钻头回转钻进前,应采用反循环清除孔底沉渣,然后轻压慢转,控制进尺,防止桩孔偏斜。

(3)对于强风化或较软的中风化地层,采用焊齿滚刀钻头,施工效率高、钻头胎体磨损小、易于修复、使用成本低。对于硬度较大的中风化地层采用镶齿滚刀钻头,其强度高、耐磨性好。

(4)当钻进平稳后,应逐渐加大转速和钻压,给予钻头破碎岩层需要的压力。

(5)采用滚刀钻头钻进时,应保证孔底干净,防止掉物,以提高钻头寿命。

5.3 钢筋笼安放

钢筋笼主筋采用 20 根 $\varnothing 22$ mm 钢筋,由于钻孔深、桩身长,钢筋笼节数多达 12 节,钢筋笼连接垂直度要求高,采用焊接的方式费时较长,难保钢筋笼的垂直度。为减少钢筋笼下放时间,保证钢筋笼的连接速度,提高效率,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,既减少了下放

时间又确保了工程质量。

5.4 二次清孔

由于大直径、超深钻孔,泥浆量大,终孔前应注意调整好泥浆密度在 $1.15 \sim 1.2 \text{ kg/L}$,以减少二次清孔换浆时间,同时应尽量缩短终孔至二次清孔的间隔时间,以减少孔内泥浆的沉淀。二次清孔时用吊车吊住导管提离孔底一定距离,逐渐送浆清孔,之后慢慢地下放导管,导管底端距孔底 $300 \sim 500 \text{ mm}$ 处时全泵量清孔,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。测量孔深时,由于桩孔超深,常规测绳难以满足要求,我们特别定做了长 150 m 、直径 6 mm 的钢丝测绳。

5.5 砼灌注

5.5.1 灌注方法

由于超深,桩孔初灌量大,灌注时间长,为确保砼的灌注质量,对灌注导管必须进行严格检查,事前做好抗压试验和水密试验,确保接头密封,保证灌注导管的强度和密封性,并配备相应容量的初灌大斗,保证初灌量,使导管的埋深达到规范要求($< 0.8 \text{ m}$)。我们采用了 6 m^3 的初灌斗,并根据灌注时间,要求砼初凝时间 $> 10 \text{ h}$ 。

5.5.2 砼面的检测

因桩孔超深,灌注形成的浮浆很厚,灌注时砼面的检测难度加大。灌注过程中一般采用钢丝测绳检测砼面,但要严格控制导管埋深在 $3 \sim 8 \text{ m}$ 。主楼桩空孔段长达 18 m ,为保证桩顶砼强度,设计超灌 2 m 。为了在如此深的空孔中准确判断终灌砼面,必须采取切实措施。

我们首先采用测绳系砼打捞器在桩顶位置捞取,如能顺利捞取砼石子,则表明砼面高度已达到设

计桩顶位置,否则,采用 $1.5 \text{ in}(\text{Ø}38.1 \text{ mm})$ 水管连接砼打捞器,下入孔内桩顶砼面位置捞取石子。每根水管长度为 3 m ,便于人工拆卸。

6 施工体会

温州世贸中心大厦桩基工程顺利完工,共灌注砼量 22333 m^3 ,其中最深的桩孔为 121.93 m 。通过对该大厦钻孔灌注桩工程的施工,有如下体会。

(1)由于钻孔超深,孔内事故的处理难度极大,因此施工过程中应特别注意预防孔内事故的发生,下入钻具前应仔细检查,钻进过程中发现异常情况,应及时起钻检查,不能存在侥幸心理。

(2)中风化残留体和中风化基岩的施工极为重要,桩孔施工成败的关键也就是残留体地层的施工。该地层容易发生偏斜,又容易出现孔内事故,同时也是影响钻进效率的关键环节。因此,选择合适的滚刀钻头,提高钻头的使用寿命,是该工程桩基施工成败的关键。

(3)二次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,下入的导管很难清干净孔底四周的沉渣,为缩短二次清孔时间,保证清孔质量,应首先做好一清工作(即在终孔后起钻前的清孔工作),合理地安排施工,注意各工序的衔接,尽量缩短终孔至二次清孔的时间,减少孔内泥浆的沉淀。

(4)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,灌注时对导管埋深及砼面的判定至关重要,灌注过程中要严格控制导管埋深。

连云港至霍尔果斯高等级公路全线建成

2004年10月8日,交通部副部长黄先耀在连云港宣布,经过14年分段建设,全长4395 km、横贯我国东中西部的国道主干线——连云港至霍尔果斯高等级公路全线建成。汽车从连云港出发到霍尔果斯所需时间,由14年前的15天缩短到现在的50个小时。

连霍国道主干线通达江苏、安徽、河南、陕西、甘肃和新疆6个省区,辐射山东、山西、宁夏、青海等8个省区,是我国建成的首条横贯东西的高等级公路,是全国“五纵七横”国道干线公路网中重要的一条,也是国际“新丝绸之路”的组成部分。

连霍高等级公路的全线建成,对缩短东西部的时空距离,密切沿线各省区的经济联系具有重要意义。连霍公路沿“古丝绸之路”向西延伸,经中亚和欧洲直通大西洋,构成了对亚欧大陆经贸活动发挥巨大作用的“新丝绸之路”,对促进沿线国家经贸合作也将发挥重要作用。江苏省的连徐高速公路是连霍高等级公路的东龙头段,已于2002年底建成通车。连云港是这条“新丝绸之路”的东方起点,因此,连霍高等级公路的全线建成,也为江苏省东陇海产业带的崛起和连云港经济的发展注入了新的活力。

(据《新华日报》2004-10-09)