

复杂地质条件下 超长超密钻孔灌注桩群施工工法

(TGJGF-03·04-14)

中铁十四局集团有限公司

一、前言

复杂地质条件下超长超密钻孔灌注桩群的施工是一项难度大、风险大的工程作业。

东营黄河公路大桥8*~11*墩基础为超长超密群桩基础共206根钻孔灌注桩,其中9*、10*墩下各有49根桩,桩长115m,施工中,通过合理的机械匹配,完善的施工工艺,有效的过程控制措施,顺利地完成了桩基施工,经检测,全部为I类优良桩。在不断总结经验,完善施工工艺的过程中形成本工法。

二、工法特点

1. 施工工艺完善、简便,可操作性强。
2. 施工质量能够得到很好的控制,满足设计要求。
3. 进度稳定,控制措施完善,工期保障性强。

三、适用范围

本工法适用于复杂地质条件下超长超密钻孔灌注桩群的施工,特别是土质地层条件下钻孔灌注桩群的施工。

四、施工工艺

1. 设备选择

根据孔深及地质情况,应选用扭矩大、稳定性好的钻机,正循环作业。施工中选用GW-250型全液压回旋钻机,其主要性能如下:钻孔直径2.0m,钻孔深度130m,转盘扭矩80kN·m,提升能力30t,驱动动力55kW,钻机重量22t。

使用证明,该型号钻机稳定性好,对相邻孔位施工干扰较小,成孔质量均满足设计要求:孔的倾斜度 $\leq 0.5\%$ 、孔位偏差 $\geq 5\text{cm}$,施工进度也较理想,适合于较软弱的亚砂土、黏性土地质条件下的桩基施工。

2. 钻孔作业

钻孔作业采用隔桩施作,灌注混凝土静置24h后方可施钻其相邻桩。

(1) 埋设钢护筒

陆地护筒埋设采用挖埋法,基坑直径比护筒外径大0.8~1.0m。埋设时,护筒外用黏土填充,分层夯实,护筒顶高出地面0.5m。护筒中心平面位置偏差不大于5cm,垂直度的偏差不大于1%。

水中钢护筒埋设其底标高一般应深入到原地面以下的第一层亚黏土或黏土层,顶标高高于常水位1.5m左右,护筒直径应大于设计桩径0.1m以上。

(2) 设置钻孔平台

水中钻孔平台视桩位地质情况,可以利用钢护筒做下部基础,也可施作钢管桩作基础进行搭设。水位较深的地段,可以利用浮船作为水上钻孔平台。

(3) 钻机就位控制

钻机就位坚持“一控三查”。即钻杆中心位置控制,保证桩位准确;钻机稳定性检查、钻头的直径检查、钻杆的竖直度检查,保证钻孔直径和垂直度。

(4) 泥浆配置

亚砂土地层,采用水、膨润土和碱按一定比例配制泥浆;黏性土(亚黏土)地层,利用原土造浆。施工

中泥浆指标按表 1 进行控制。

表 1 泥浆性能

钻孔方法	地层情况	相对密度	黏度/s	含砂率/%	胶体率/%	失水率/(ml·30min ⁻¹)	泥皮厚/(mm·30min ⁻¹)	净切力/Pa	酸碱度 pH 值
正循环	黏性土	1.15~1.25	18~22	≤4	≥96	≤25	≤2	1.8~2.5	8~10
	砂类土	1.30~1.45	20~28	≤4	≥96	≤15	≤2	3.5~5	8~10

(5) 钻进

开始钻进时,将泥浆指标调制至上限(即比重 1.45、黏度 28),采用低档位、轻钻压慢速钻进,使护筒底有足够的泥浆护壁,防止护筒底部薄弱区域出现坍孔、涌砂现象。当深度达到护筒刃脚下 1m 后,根据土质类别正常钻进。钻进时必须严格控制成孔中的各个施工环节。

经常用水平尺来检查钻机底盘的水平度,观察测量钻杆的垂直度和稳定性,发现问题及时调整。每钻进 20~30m 用 JJC-1A 测井仪检查桩的垂直度、孔径,若不符合要求,立即采取措施予以修正。

保持孔内 2.5m 水头。每工班开始时检测排浆口密度、黏度,以后每隔 2 小时测定一次进浆口和排浆口的泥浆比重、黏度、pH 值,并根据地质条件及时进行调整。

适当控制钻进速度。对于亚砂土及粉细砂层要保持减压、中速钻进的方式,一般保持在 10~15r/min。对于黏土及亚黏土地层速度也不要太快,钻头转速一般保持在 20~30r/min。

钻孔遇到亚砂土中比较坚硬的“板砂”层时,不易进尺,且有“跳钻”现象,此时应将泥浆指标调至最大,减小钻压慢速钻进,经常检查钻机的水平,以保证孔的垂直度;在亚黏土和黏土层钻进出现“糊钻”现象时,应将泥浆比重和黏度调到最小,向孔内投适量砂石,适当控制进尺。

(6) 清孔

钻孔达到设计标高后,将钻头提起 20cm,以慢档空转,同时以相对密度为 1.08~1.1 的纯泥浆置换孔内泥浆,使孔内泥浆含砂率达到 2% 左右,比重 1.10~1.15,混凝土导管安装完毕,进行二次清孔,用 1.03~1.05 的纯泥浆置换孔内泥浆使比重达到 1.05~1.10 之间,孔底沉渣厚度符合《规范》要求。

3. 钢筋笼施工

钢筋笼施工包括场内分节制作与孔口对接。钢筋笼分节要做到既有利于运输与吊装,又能减少孔口的对接时间;制作加工要符合有关规范规定。若要求安装检测管进行无破损检测,安装时检测管最下面一节固定,其余节段相对活动,连接时先两接头直接对焊,再用长 10cm 套管封罩。钢筋笼孔口对接安排 4 台电焊机同时对称施工。

4. 灌注水下混凝土

混凝土配合比要保证混凝土有较好的和易性,坍落度为 19~22cm,2 小时后坍落度损失小于 10%,初凝时间不小于 6 小时,强度满足设计要求。

混凝土采用拌合站集中搅拌,导管用 $\phi 30\text{cm}$ 、壁厚 6mm 的无缝钢管。第一次使用前,每施工完 7~10 根桩后对导管进行气密性试验。认真计算首盘封底混凝土的用量,保证首盘混凝土浇注后导管下口埋深符合规范要求。混凝土灌注过程中经常测量混凝土深度,保证导管埋置深度在 2~4m 之间。当混凝土快达到设计标高时,应严格控制混凝土数量,准确测量混凝土顶面标高以免超灌或欠灌。

五、机具设备(见表 2)

六、劳动组织(见表 3)

七、质量控制

(一) 质量控制标准

符合施工设计图纸的具体要求。执行《公路工程质量检验评定标准》(JTJ071—98),《桩基低应变动力检测规程》(JGJ/T93—95)。

(二) 质量控制要点

1. 水中钢护筒的底部标高要深入到原地面以下的第一层亚黏土或黏土层中,当钻进至护筒底部时,严格控制钻进速度,防止护筒坍塌。

表2 机具设备

序号	机械名称	数量	型号	规格
1	装载机	1	ZL50D	154kW 3m ³
2	混凝土拌合站	1	HZS50E	50m ³ /h 168kW
3	混凝土搅拌运输车	3	利勃海尔	6m ³ 224kW
4	回旋钻机	1	GW-250	90kW
5	发电机	2		250kW
6	电焊机	4	BX1-300	30kW
7	对焊机	2	WN-100	100kW
8	钢筋弯曲机	2	GJB7-40B	6~40mm 5kW
9	钢筋切断机	1	GQ40B	40mm 5.5kW
10	测井仪	1	JJC-1A	

表3 劳动组织

序号	分工	作业内容	人数
1	机长	负责本台钻机的施工质量与现场协调管理	每钻机1名
2	操作工	钻机的操作、日常维修、保养等	每钻机3名
3	钢筋班	钢筋笼的加工、孔口焊接	根据工程数量大小而定
4	混凝土班	混凝土的搅拌、运输	拌合站20人
5	试验员	混凝土和易性的检测	每工班3人
6	技术员	施工资料的填写、过程检测	2人

2. 根据不同的地层及时调整泥浆比重,形成良好的护壁,并控制钻进速度防止出现坍孔或缩径。
3. 对于深度大于80m以上的钻孔灌注桩,要严格检查钻进过程中的钻杆,防止因扭矩过大,造成掉钻、卡钻事故。
4. 通过钻井检测仪,严格控制钻孔的垂直度和孔径。
5. 制定合理的加固钢筋笼和导管的措施,保证施工的顺利进行。
6. 灌注混凝土时,应由专业技术人员操作,严格控制导管理入混凝土内的深度。

八、安全措施

1. 钻机、钻具和吊钻头的钢丝绳,均须符合设计要求,使用时有专人检查维修。
2. 工作平台及钻机平台上满铺脚手板,设置栏杆、走道,及时清除杂物。
3. 凡已施工的孔口,均应回填或加防护盖。
4. 钻机的钢丝绳在卷筒上排列整齐。卷绕钢丝绳时,严禁工作人员在其上跨越。卷筒上的钢丝绳不得放完,至少保留三圈,严禁人为卷绕钢丝绳。
5. 电动卷筒在工作中,如遇停电或停机检查保养时,将电源关闭。工作停止后,亦将电源关闭,锁好开关箱。
6. 钻机钻进时,如需换挡,要事先停车,挂上档后,再开车钻进。
7. 拆钻杆为双层作业时,防止落物伤人。严禁用机械动力拆接钻杆。
8. 使用旋转钻机钻孔,当滑移钻台平车时,防止挤压电缆及风水管。
9. 在施工现场架立必要而合适的警告、危险、禁止等标志牌。

九、效益分析

采用GW-250钻机进行正循环的钻进方式施工,通过合理的机械配置,严格的过程控制,百米深桩的成桩周期一般可控制在7~9d,工作效率较传统的施工工法提高1.3倍左右,施工安全可靠,保证了复杂地质条件下成桩的质量,杜绝了桩基施工中常见质量事故的发生,经济效益和社会效益显著。

十、工程实例

山东省东营黄河公路大桥是黄河最下游的一座特大桥,主桥为预应力混凝土刚构—连续梁。8*~11*墩为超长超密桩基础,桩径1.5m,桩中心间距3.9m。其中9*、10*墩下布置49根设计长度为115m的钻孔灌注桩。桩位原地面以下三层为透水性强、触动易液化的软塑、局部流塑状的粉细砂、亚砂土层。三层以

下的地质基本为亚砂土与亚黏土交替地层,局部地层中夹杂厚度不等的粉细砂薄层,地质条件复杂。

经对已经完成的 8"~11"墩 206 根桩基 100% 无破损检测及 3% 钻芯取样检验,全部为 I 类桩。该工程为复杂地质条件下超长超密桩基施工积累了经验,为同类型的桩基施工提供了良好的借鉴。

执笔:周洪顺 薛 峰 孙晓迈