

浅析大孔径超深桩成孔及泥浆置换清孔施工技术探究

张东 杜齐 俞家珺 袁文斌

中建新疆建工(集团)有限公司西北分公司 甘肃 兰州 730000

摘要: 以本项目为例,阐述了重度湿陷性黄土地区大孔径超深灌注桩全桩长泥浆护壁钻孔及泥浆置换清孔施工方法。通过钻机选定、试钻成孔、泥浆质量控制、泥浆循环控制、泥浆的净化系统及泥浆置换清孔等施工技术的探究分析,解决了超深桩钻进时易塌孔、桩身垂直度、桩底沉渣过厚等施工难题。

关键词: 重度湿陷性黄土;超深灌注桩;泥浆护壁成孔;泥浆置换清孔

引言

本工程所在区域为Ⅳ级重度湿陷性黄土地区,设计持力层选择较深,导致灌注桩长达89~99米。地质稳定性差且湿陷下限深度35~53m之间,对大孔径超深灌注桩成孔影响甚大,孔壁极易坍塌,且具有极大的负摩擦阻力。再者,项目中包括健康管理中心、甘肃省第一个生物安全三级实验室及免疫规划疫苗冷库等重要设施,因此施工技术对整个工程项目的质量影响不言而喻。

1 地质条件

根据地勘报告显示,地层由素填土、马兰黄土、粉质黏土、砾砂、粉质黏土夹层构成,下部地层主要为第三系泥岩。场地地层自上而下依次分布如下:

1.1 素填土层(Q4ml):分布于整个场地区域,主要为场地挖填整平形成,厚度1.0~23.6m。

1.2 马兰黄土层(Q3eol):分布于整个场地,层面埋深1.0~23.6m,厚度63.2~92.2m。

1.3 粉质黏土(Q3al+pl):分布于马兰黄土下部,钻至深部泥岩层的钻孔均有分布,层面埋深80.3~93.0m,厚度2.0~10.5m。

1.4 砾砂层(Q1al+pl):钻至深部泥岩层的钻孔均有分布,层面埋深87.2~99.0m,厚度2.0~20.4m。

1.5 粉质黏土夹层(Q1al+pl):分布于场地内大部分钻孔中,以夹层状或透镜体状多分布于④砾砂层中,厚度1.0~9.0m。

1.6 强风化泥岩(N):分布于整个场地,层面埋深95.0~111.9m,勘察揭露厚度3.1~6.8m。

2 施工技术探究

2.1 钻机选定

根据钻孔直径、钻孔深度要求,选择合适型号的旋挖钻。本工程钻孔灌注桩的深度达99m,对钻机的扭矩及钻杆质量要求较高,选用技术性能先进,提升能力和配重较大的大型钻机投入本工程施工。

2.2 试钻成孔

选定钻机后,选取具有参照价值的位置进行试桩成孔,通过转盘扭矩和钻头比压,确定钻进方式及钻进参数。试钻成孔完成后,对成孔及深度进行检验,确保符合本工程设计及施工要求,方可选定。通过试桩成孔,确定成孔过程分为三个阶段:护筒内钻进阶段、土层内钻进阶段、第一次清孔阶段。

2.3 泥浆质量控制

大孔径超深钻孔灌注桩由于Ⅳ级大厚度重度湿陷性黄土稳定性差、钻杆与孔壁间环形断面较大,成孔成桩的周期较长和孔壁裸露时间长,容易引起塌孔和缩径等孔内事故,造成成孔效率低和成桩质量差的现象。因此泥浆的性能变的尤为重要,需要控制好泥浆质量,要求它具备良好的护壁性和低失水性,还要有较强的清孔和携带钻渣能力。因此通过试验,对泥浆相对密度、含砂率、黏度等进行测定对比分析,选择最佳泥浆配合比。

通过采取控制变量法,膨润土配比为变量,分别对含量占比8%、9%、10%试验分析对比,确定最佳膨润土占比为8%^[3]。确定最佳膨润土占比之后,通过对泥浆成分分析,添加羧甲基纤维素、水解聚丙烯酰胺、碳酸钠等微量添加剂,使泥浆质量达到最好状态。

2.4 泥浆循环控制

做好泥浆的循环利用,是保障大孔径超深灌注桩成孔及置换清孔的必要条件。在本工程施工中,穿过大厚度湿陷性黄土抵达砾砂层时,泥浆中含砂率将变高,从而导致泥浆性能指标满足不了护壁要求。因此经过多次尝试,利用场地充足的现场条件,对泥浆循环控制方法加以改良,适当加长循环槽长度并且在靠近沉淀池的位置增加沉渣池,这样做的目的是砂粒比重较大在长泥浆循环槽流动过程中会逐渐沉淀,并且在经过沉渣池时会率先沉积,泥浆在循环过程中含沙量逐渐下降和胶体率逐渐上升。通过对泥浆的预处理,进入总泥浆池的循环泥

浆又能继续使用。通过摸索总结,在本工程中泥浆循环的顺序是:钻孔内→沉渣池→沉淀池→循环池→储备池→钻孔内。沉渣池作用是过滤较大颗粒的砾砂,沉淀池起

净化作用,当进入循环池后再投入泥浆制备剂,制成符合要求的优质泥浆,然后流入储备池,等待新循环^[2]。

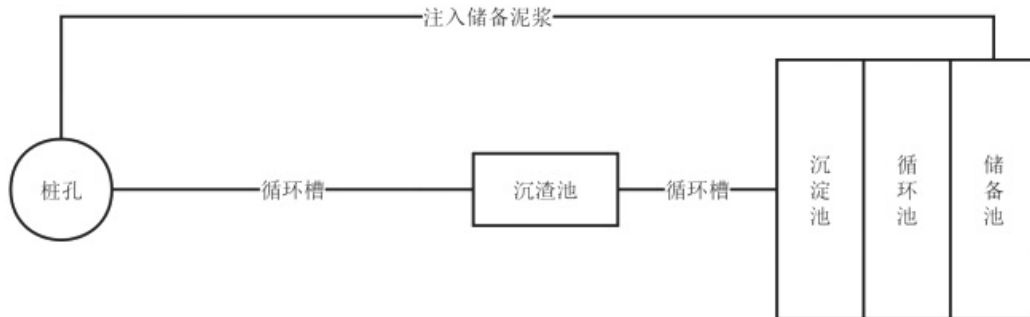


图2.2.2-1 泥浆循环控制

2.5 泥浆的净化系统

完善泥浆的净化系统,对泥浆循环再利用至关重要。泥浆的净化处理分两种方法,一是自然沉淀后,由挖掘机或人工进行清理沉渣;二是机械处理,对经过自然沉淀处理后浮在池的上部泥浆采用分离泵进行再次分离处理。为使泥浆性能达到最优,本项目采用机械处理:选用分离泵处理能力不低于 200m^3 的设备对泥浆进行处理。

2.6 泥浆置换清孔

因工程桩穿越重度湿陷性黄土地层,为减少桩基沉渣,本工程采用二次清孔作业。

2.6.1 第一次清孔

在成孔完成时进行一次清孔,即将钻头提离孔底约 200mm ,令钻头原位空转 $10\sim 30\text{min}$,泥浆密度控制在 $1.05\sim 1.15$ 内,用性能良好的新泥浆进行循环清孔,拔出钻杆前必须达到一次清孔的各项指标,再下钢筋笼,放导管。

2.6.2 第二次清孔

灌注混凝土前进行二次清孔,利用灌注混凝土导管作为吸泥管进行,采用高压风作动力将孔内泥浆抽排走。在二次清孔过程中,按照规范要求:粘度 $22\sim 28\text{S}$,泥浆比重介于 $1.15\sim 1.25$ 之间,含砂率 $\leq 8\%$;孔底沉渣厚度小于 50mm 。通过配置 1.15 、 1.2 、 1.25 三种泥浆不同的比重进行现场试验可知,泥浆比重选择 1.25 时孔底沉渣厚度为 30mm ,含砂率 $\leq 5\%$,满足规范要求^[1]。

2.7 改进成孔钻速

施工中,采用不同的钻进速度,测试穿透马兰黄土层时是否容易引发塌孔^[4]。为验证钻速对成孔的质量影响,挑选了深度相当的12根灌注桩分为4组,每组为3根,并全部使用同种型号的旋挖钻采用四种钻速对每一组分别进行了成孔质量的数据采集与分析。

通过数据分析表明,钻进速度较快,则不利于成孔质量,沉渣较大、充盈系数偏大等,说明速度过快易对孔壁破坏及泥皮的成型等有影响,有利于工期。反之,成孔效果较好,但不利于工期。因此从质量、工期及经济效益等因素综合考量下,在4种钻进速度中确定在大厚度马兰黄土层中快速钻进的速率为 $9\sim 10\text{m/h}$ 。

2.8 垂直度监测

本工程工程桩基础作为承载上部结构荷载的关键,对结构安全至关重要。桩身垂直度较差容易使桩的受力状况发生改变,因此桩身垂直度及控制对结构的安全影响深远。在实施钻孔阶段,发现钻机加压进行钻进时,会出现钻杆和桅杆会出现一些偏移,经过测算垂直偏差在 0.3% 左右。项目在桩机自身的垂直控制系统外,为加强钻机垂直度监测,采用全站仪电磁波反射技术,在钻机上、下端钻杆中心线上粘贴反射片。通过电磁波反射定位,全站仪可直观反映出精确坐标值,通过对比数据差值反映出钻杆上、下端的空间位置情况,加强对钻机垂直度监测及实时调整。

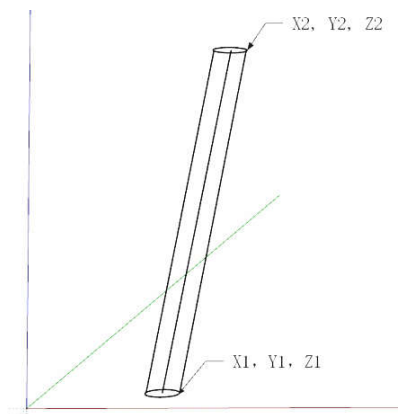


图2.2.2-2 垂直度测量控制示意

计算方式如下:

下端反射坐标为 ($X_1 = 10.000$, $Y_1 = 10.000$, $Z_1 = 10.000$)

上端反射坐标为 ($X_2 = 10.010$, $Y_2 = 10.010$, $Z_2 = 20.000$)

若 $X_2 - X_1 = 0$, $Y_2 - Y_1 = 0$ 时, 即目标为绝对垂直的。

若 $X_2 - X_1 \neq 0$, $Y_2 - Y_1 \neq 0$ 时, 即目标不为垂直的, 可计算偏差。

计算式如下:

$$d = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

$$i = \frac{d}{\sqrt{Z_2 - Z_1}}$$

通过数据可以直观反映出偏差, 并且可以利用正负值数据进行垂直度调整。

结束语:

因本工程最深桩长99mm需穿越硬质胶结砾砂层深至强风化泥岩, 钻进时泥浆使用比选最优配比, 采用复合型

旋挖钻头分层钻进, 并且从钻机的选型、过程泥浆循环控制、泥浆质量控制、泥浆置换清孔、改进成孔钻速、垂直度监测技术等方面详细研究超深灌注桩成孔时的技术难点, 通过对施工过程的事前研判分析及严格的过程质量控制, 解决了大孔径超深灌注桩全桩长泥浆护壁钻孔及泥浆置换清孔施工中关键技术问题, 经过试验检测桩身完整性等关键指标, 均达到了设计要求, 对今后该地区同类桩施工提供了技术依据及宝贵的施工经验。

参考文献:

[1] 湿陷性黄土地区建筑灌注桩基技术规程, DB62/T25-3084-2014, 2015-04-01 实施

[2] 欧阳继平, 黄学龙. 超厚砂层超深埋深大孔径钻孔灌注桩施工技术研究[J]. 新型工业化, 2019, 9(3): 98-102

[3] 戴中华, 宁英杰, 叶卫东. 泥浆配合比方案选择. 山西建筑, 1009-6825(2009)03-0186-03