

钻孔灌注桩穿透厚砂层地质施工技术研究

刘金瑞
中铁北京工程局徽州大道南延工程一标项目经理部 安徽 合肥 230000

摘要: 本文以徽州大道南延项目桥梁钻孔灌注桩施工为背景, 该项目地处圩区, 地下水位高, 地层上部为4~8m软弱黏土层, 中部为10~15m砂层, 下部为中风化岩层的特殊地质, 文章介绍了该工程穿透厚砂层地质条件下水下灌注桩基础的施工控制措施, 指出砂层地质下, 极易出现孔壁塌孔造成的质量、工期、成本甚至安全等各种不良影响, 并综合钻机选择、泥浆指标与水头控制、钻进速率、工序控制以及封底工艺等方面总结出在穿透厚砂层地质时的施工控制方法, 从而为同类工程的施工积累了经验。

关键词: 厚砂层; 泥浆指标; 水下灌注; 施工控制

引言

随着国家基础建设的飞速发展, 钻孔灌注桩基础施工工艺已经是十分成熟, 但是在穿透厚砂层地质条件下, 特别是穿透砂层后又遇到岩层的地质, 选择冲击钻或者回转钻将造成工期延长或者增加投入, 选择旋挖钻机又极易引起塌孔、沉渣厚甚至钻机因塌孔而沉陷倾覆的危险, 针对施工过程中可能出现的不良状况进行分析总结, 提出解决措施, 不仅为工程项目减少成本, 也为同类工程施工起到很好的借鉴作用^[1]。

一、工程简述

徽州大道南延工程地处安徽省庐江县境内, 是连接合肥市与庐江县的一条快速通道, 设计时速80km/h, 双向六车道。该区域属于圩区, 项目桩基体量大, 共2152根钻孔灌注桩^[2], 桩长分布与32m至40m, 桩径有1.5m、1.6m和2.0m, 场地范围内大部分为水田, 地势整体较为平坦。根据桥位桩基附近工程地质钻孔资料显示, 从上至下依次主要以4~6m黏土层(含素填土、粉砂、淤泥质黏土等)、10~20m砂层(包含细砂、中砂、粗砂等)及下层强、中风化砂质泥岩等组成。地下水位高, 一般水位在原地面以下1m左右。

二、施工控制

1. 钻机选择

本标段内小里程范围内地质显示桩长范围依上而下4~6m黏土层、10~15m砂层(包含细砂、中砂、粗砂)及下层强风化砂质泥岩组成, 强风化泥岩抗压强度不大于2MPa; 大里程段范围内依上而下则是4~6m黏土层、10~20m砂层(包含细砂、中砂、粗砂)及下层强、中风化砂质泥岩组成, 其中中风化泥岩抗压强度在2~15MPa间。因此在小里程段钻机选择反循环钻机, 大里程段选

择旋挖钻机^[3]。反循环钻机造价低、成孔速度较快, 对孔壁扰动较小, 但遇到岩层就很难钻进。旋挖钻机成孔快、对泥浆需求量小, 能适应软弱岩层的钻进, 但对孔壁扰动较大。

2. 泥浆指标控制

泥浆性能指标的控制是成孔质量保证的一个重要因素, 泥浆指标过小, 将难以形成有效泥皮护壁, 出现缩孔、塌孔现象, 过大又容易造成糊钻, 进尺缓慢的情况。为使得泥浆满足性能指标, 现场采用优质P.H.P(聚丙烯酰胺不分散低固相)泥浆。通过现场实践, 在这种中间夹砂层的地质钻进中, 最适宜指标是泥浆比重1.14~1.15g/cm³, 黏度18~20Pa·s, 含砂率<6%。泥浆储备量应达到桩身3倍体积^[2]如下表1。

表1 各阶段泥浆性能指标

性质	阶段			试验方法
	新制泥浆	循环再生泥浆	清孔泥浆	
容重/(g·cm ⁻³)	≤1.05	1.08~1.20	1.03~1.10	泥浆相对密度计
黏度/(Pa·s)	20~22	17~25	17~20	标准漏斗黏度计
每30min失水量/mL	≤15	14~16	≤10	滤纸、玻璃板
泥皮厚/mm	1.0~1.5	1~2	≤1	尺
胶体率/%	>98	≥96	>98	量筒
含砂量/%	<1.0	<4	<2.0	含砂率计
PH值	8~10	9~10	8~9	试纸

在钻进中应配置滤砂机, 在泥浆循环中, 及时过滤掉钻进中悬浮在泥浆中的砂颗粒。这是由于砂颗粒会短暂悬浮于泥浆中, 清孔完毕后就会很快形成沉渣, 这就会造成沉渣过厚, 影响桩身质量^[3]。

3. 施工过程控制

(1) 钻进速率

在砂层段回转钻机钻进速率应控制在 $1 \sim 3\text{m/h}$, 在黏土或软岩段可以 $0.5 \sim 1\text{m/h}$ 钻进, 现实施工中往往因疏于管理, 在砂层地段钻进过快, 极易发生塌孔, 一是由于快速钻进加大对孔壁的扰动, 二是过快钻进时, 钻头处的泥浆尚未对孔壁形成有效的保护泥皮, 特别在有地下暗流情况时, 就极易发生塌孔。

(2) 水头控制

在这种地下水位高、砂层地质, 如再加上地下暗流, 泥浆液面高度控制就显得尤为重要, 而在实际施工时, 如地势平坦, 作业人员往往图施工简便疏于水头控制, 造成孔内压力不足以抵消孔外水土压力, 这就会引起缩孔现象, 甚至塌孔情况的发生。因此, 这种特别地质情况下, 必须增加水头高度, 因原地面平坦限制则应增加泥浆循环体系的整体高度, 可填土筑岛, 确保孔内压力。针对这种厚砂层地质, 泥浆水头高度应不低于地下水位高度 2.0m 如下图 1。

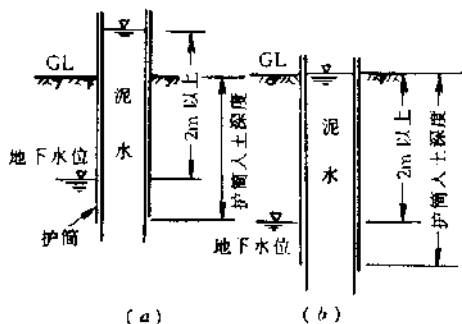


图 1 泥浆水头控制示意图

(3) 钢筋笼下放

钢筋笼下放时, 避免下放时钢筋笼触碰孔壁造成破坏干扰塌孔, 这就需要控制好掉放时的垂直度, 要求掉放钢筋笼时必须增加顶部扁担的方法, 严禁直接将吊钩扣在钢筋笼上, 横向扁担两边的吊点距离等于钢筋笼直径, 就会保证钢筋笼基本竖直下放。同时钢筋笼存放和起吊时要确保不发生变形, 钢筋笼变形势必导致下放式刮蹭孔壁如下图 2。

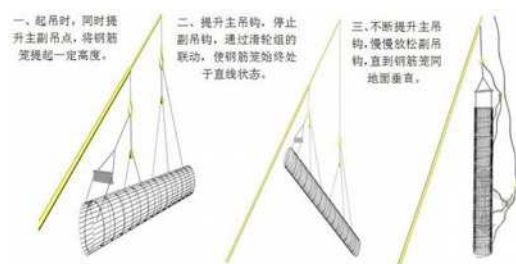


图 2 钢筋笼垂直吊放示意图

(4) 水下灌注

在砂层地质钻进中, 由于悬浮砂颗粒会短暂悬浮后沉底, 因此在二次清孔后沉渣检测后应及时进行灌注。导管进场后, 需试拼试压, 不得漏水。导管组装后轴线偏差, 不超过钻孔深的 0.5% 并不大于 10cm , 试压力为孔底静水压力的 1.5 倍, 导管底部距孔底有 $30 \sim 40\text{cm}$ 。封底混凝土量根据计算确定, 保证封底完成后, 埋入导管 1m 左右。随混凝土灌注高度提升而拔管, 过程中保证导管埋深 $2 \sim 6\text{m}$ 。灌注混凝土应具备良好的流动性, 坍落度宜控制在 $18 \sim 20\text{cm}$, 以及灌注速率控制, 因为混凝土较硬或者灌注速度过快, 都会造成浮笼情况发生, 这不仅是钢筋笼上浮的质量影响, 也会造成钢筋笼上浮时扰动孔壁造成砂层孔壁坍塌现象, 引起混凝土夹层, 造成桩身质量问题。

结束语

(1) 反循环回转钻机适用于含砂地层的成孔, 但不适用于桩身存在非软弱岩层; 旋挖钻机适用于非坚硬岩层的桩基成孔, 在砂层地质钻进时, 对孔壁的扰动相对较大, 易引起扩孔、塌孔现象的发生。在穿透厚砂层地质后遇到非坚硬岩层时, 还是优选旋挖钻机成孔, 但要在泥浆、钻进速率等方面加以控制。

(2) 穿透厚砂层地质的钻孔桩泥浆指标控制尤为重要, 经过实践发现该种地质的泥浆指标为比重 $1.14 \sim 1.15\text{g/cm}^3$, 黏度 $18 \sim 20\text{Pa}\cdot\text{s}$, 含砂率 $< 6\%$ 时在防塌孔和保证桩身质量上最为适宜。

(3) 穿透砂层地质时钻进速率要相对缓慢, 速率应控制在 $1 \sim 3\text{m/h}$, 较为适宜。

通过对泥浆性能指标和钻进速率等的过程控制, 采用 PHP 泥浆并可循环利用, 减少了施工成本。成孔检测结果表明, 垂直度均小于 $1/300$, 扩孔率小于 3% 。成桩后检测桩基完整性良好, I 类桩达到 98% 。

参考文献:

- [1] 钻孔灌注桩施工中常见质量问题及防治措施[J]. 刘帆, 李向东, 周雨枫. 中国住宅设施. 2021(11)
- [2] 冲钻孔灌注桩在房屋建筑中的应用与施工技术分析[J]. 葛闯. 江西建材. 2022(01)
- [3] 钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用[J]. 王晓辉. 住宅与房地产. 2020(33)