

## 理论探讨

## 某厚淤泥层地质场区的桥梁灌注桩施工控制探讨

尹维军

育才-布朗交通咨询监理有限公司 湖南长沙 410076

DOI : 10.12238/jpm.v6i3.7846

[摘要] 厚淤泥层地质条件复杂, 容易出现塌孔、偏斜、桩底沉渣病害, 而影响桥梁桩基质量。本研究结合某桥梁工程实例分析灌注桩施工工艺, 探讨桩基施工质量问题的原因及处置措施, 检测结果表明采取处置措施有助于提升桩基施工质量, 桩基合格率达 96%。且通过实施精细化管理措施, 如实时监控、工序验收和质量评审可进一步保障施工质量。

[关键词] 淤泥层; 桥梁灌注桩; 桥梁施工; 施工控制;

## Discussion on the construction control of bridge cast-in-place pile in the geological field area of a thick silt layer

Yin Weijun

Yucai-Brown Traffic Consulting and Supervision Co., LTD.Hunan Changsha 410076

[Abstract] The geological conditions of thick silt layer are complex, which is easy to collapse hole, deflection and pile bottom sediment disease, and affect the quality of bridge pile foundation. This study analyzes the construction technology of cast-in-place pile based on the example of a bridge project, and discusses the causes and disposal measures of the quality problems of pile foundation construction. The test results show that the disposal measures are helpful to improve the construction quality of pile foundation, and the qualified rate of pile foundation reaches 96%. And through the implementation of fine management measures, truthful time monitoring, process acceptance and quality review can further guarantee the construction quality.

[Key words] silt layer; bridge pouring pile; bridge construction; construction control;

## 引言

复杂地质条件下, 桥梁灌注桩的施工面临更大挑战。厚淤泥层地质场区属于复杂施工环境, 其地下水位高、土层松散, 给灌注桩施工带来较大困难。桩基施工要确保施工工艺精确, 解决地质环境带来的不利影响。因此, 有必要深入研究该类地区桥梁桩基施工中的控制措施。本文旨在通过分析厚淤泥层地质场区的桩基施工工艺, 探讨施工中常见质量问题的原因, 提出相应的控制与改进措施, 为类似地质条件下的桥梁建设提供可行的施工控制方案, 从而提高桥梁桩基的施工质量。

## 1 工程概况

某桥梁位于厚淤泥层地质场区, 总长 2295m, 桩基采用钻孔灌注桩, 设桩墩、边墩多个桩基, 桩长 20-30m。项目施工地质条件复杂, 地基由不同层次的软土、淤泥质土层组成, 包括流塑状、软塑状淤泥层及细砂层, 局部区域为松散的砂土层。淤泥质层厚 6-10m, 流塑状层位于下部, 层厚约 4-6, 软塑状

层深达 10m, 细砂层分布不均, 局部松散。该区域地下水位较高, 施工需注意防水及桩基承载力控制。

## 2 灌注桩基施工工艺

灌注桩基施工采用冲击钻成孔工艺, 首先通过冲击钻设备定位孔位, 成孔, 确保孔径与设计一致。孔内安装钢筋笼, 用平板车运输混凝土至桩位, 通过塔吊完成吊装作业, 混凝土导管导入孔内, 导管直径 0.25m。灌注过程中, 桩头环切控制桩基成型质量, 工艺流程如图 1 所示。

(1) 施工准备。做好地质勘探, 确认土层结构、地下水位情况。检查施工图纸, 调配并检查钻孔设备、平板车、塔吊等施工机械的状态, 确保正常运转。进行施工人员技术培训, 确保施工操作符合规范要求;

(2) 护筒理设。护筒用 8mm 厚钢板制作, 用于保护钻孔桩。筒顶高出地面 0.5m, 防止土层坍塌或周围土壤渗入。护筒倾斜度控制在 1° 以内;

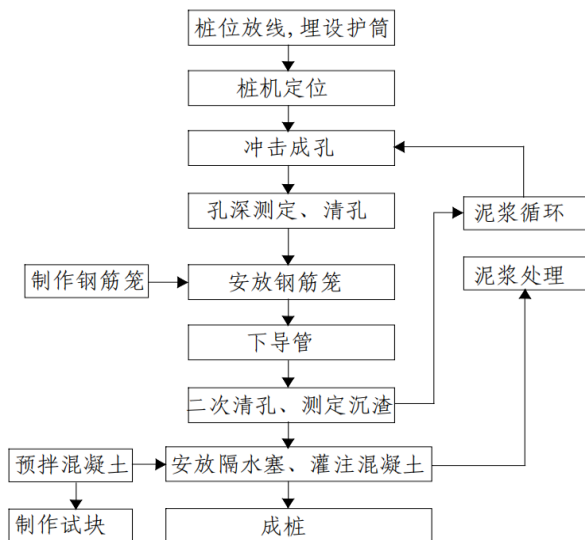


图1 桥梁灌注桩施工工艺流程

(3) 护筒埋设后, 钻机需精确就位。用钢丝绳调整钻机与护筒之间的轴线, 确保钻机方向与设计轴线平行。若发现钻机位置存在偏差, 需及时调整。钻机就位后, 进行最后检查, 确认设备安装稳固;

(4) 泥浆制备及循环。使用膨润土、矿物粉末与水混合, 施工中, 泥浆通过循环系统不断注入钻孔并回流, 保证孔壁不坍塌, 有效带走泥沙;

(5) 钻孔。用低频率锤作业, 有效提高钻进效率, 减少地层扰动。初期钻进深度约 3m, 需调整钻机钻进姿态, 确保钻孔垂直, 防止偏斜。钻孔过程中采用置换泥浆技术, 利用泥浆将钻渣带出孔外, 避免泥沙沉积影响孔内环境;

(6) 成孔和清孔。完成钻进后, 进入清孔阶段, 通过置换泥浆彻底清除孔内沉积的钻渣和杂物, 保证桩底清洁无沉渣。清孔时, 确保桩底沉渣厚度不超过 50mm, 且使用的泥浆比重控制在 1.2-1.3 之间, 保持钻孔环境稳定, 提高成桩质量;

(7) 钢筋笼加工吊放。钢筋笼加工后吊放, 采用两点起吊方式, 吊点设在钢筋笼长度 1/3 处, 以平衡吊装重心。吊放过程中确保起重设备运行正常, 操作人员严格按照安全规范操作;

(8) 二次清孔。借助导管二次清孔, 测量孔底沉渣深度, 确保清孔效果;

(9) 灌注混凝土。导管法灌注混凝土。导管埋管深度 2m 以内, 灌入速度每分钟 10-15cm, 避免因灌注速度过快导致混凝土未充分填充桩身, 出现分层。灌注过程中持续监控导管的稳定性, 防止导管偏移或堵塞, 达到设计强度与密实度。同时, 应控制混凝土的配比, 确保其流动性和工作性符合施工要求。

(10) 精细化管控。1) 做好前期准备工作: 包括地质勘察、施工方案制定和技术交底, 确保施工方案的可行性; 2) 工序验收: 每个施工环节结束后进行严格的工序验收, 确保工序符合标准; 3) 质量评审: 定期召开质量评审会议, 评估施工进度和质量, 及时发现问题并采取改进措施; 4) 监督现场巡查: 项目经理及技术人员定期现场巡查, 确保施工按规范执行, 及时解决现场问题。

### 3 桥梁灌注桩施工质量问题及处置措施

#### 3.1 塌孔

原因分析: 1) 使用不合适的钻头或钻进速度过快, 导致钻孔过程中孔壁无法稳定, 易塌孔; 2) 泥浆质量控制不严格, 无法有效支撑孔壁, 导致孔壁坍塌; 3) 施工地质条件较差, 存在松散土层、淤泥层, 地下水丰富的情况下, 易发生塌孔; 4) 护筒设置不当, 护筒埋设过浅, 未能有效防止孔壁坍塌, 软土层或泥质层中, 护筒保护作用有限。

预防措施: 1) 优化钻孔工艺, 选择合适的钻头, 控制钻进速度, 避免过快钻进导致孔壁失稳;

2) 根据土质条件调整泥浆的比重和粘度, 确保泥浆有足够支护能力, 防止孔壁坍塌; 3) 合理设置护筒: 护筒应高出地面 0.5m, 埋设深度至少 1m, 确保孔壁稳定, 防止外部土壤进入孔内; 4) 强化现场监测: 在施工过程中加强对孔壁稳定性和泥浆状态的实时监控, 确保施工质量。

处理措施: 1) 发生塌孔时立即使用高密度泥浆保护孔壁, 防止进一步坍塌; 2) 重新钻孔: 若塌孔严重, 影响桩基质量时, 需及时清除塌陷部分, 根据设计要求重新钻孔。

#### 3.2 偏斜

原因分析: 1) 钻机就位不准, 未准确对准设计桩位, 导致孔位偏斜; 2) 钻机或导管设备出现故障, 导致钻进过程中孔位不稳定, 影响桩基质量; 3) 地层中存在软土层或松散层, 支撑力差, 导致钻孔偏斜; 4) 施工人员未严格按照技术要求调整钻机姿态, 未及时纠正偏斜, 导致偏斜扩大。

预防措施: 1) 使用激光定位仪或钢丝绳确保钻机与设计桩位对准, 避免偏移; 2) 定期检查钻机设备, 确保正常运行, 防止设备故障导致偏斜; 3) 合理控制钻进速度和压力, 避免过快钻进造成孔壁失稳; 4) 加强现场监控, 施工过程中定期检查孔位、角度, 及时发现并纠正偏斜问题。

处理措施: 1) 对于偏斜较轻的情况, 需调整钻机角度, 纠正偏斜, 确保桩基位置准确; 2) 若偏斜严重且影响桩基承载力, 需停止钻进, 重新钻孔。

#### 3.3 桩身混凝土保护层偏薄

原因分析: 1) 灌注混凝土过程中未严格控制混凝土保护层厚度, 导致实际厚度偏薄; 2) 吊装或放置过程中钢筋笼偏移, 导致混凝土保护层无法达到设计要求; 3) 施工工艺问题, 混凝土灌注过程中未按照规范要求分层浇筑, 造成保护层不均匀或局部偏薄。

预防措施: 1) 严格控制混凝土保护层厚度, 施工前严格按照设计要求检查钢筋笼的安装位置, 并确保保护层厚度符合规范要求。2) 吊装钢筋笼时, 使用精确的定位工具, 确保钢筋笼位置准确, 避免偏移影响保护层厚度; 3) 采用分层浇筑、震动和振捣等技术, 确保混凝土均匀密实, 避免局部空洞和保护层不均。

处理措施: 1) 对于已发现保护层偏薄的部位, 及时采取补充浇筑混凝土的措施, 保证保护层厚度符合设计要求。2) 通过超声波检测或钻芯取样等方法, 检查桩身混凝土保护层的厚度, 确保其符合设计规范。如发现问题, 及时进行补救, 确保桩基质量。

#### 3.4 桩底沉渣

原因分析: 1) 泥浆比重不足或粘度过低, 无法有效支撑孔壁, 导致沉渣堆积于桩底。2) 钻进速度过快, 无法及时排除钻渣, 导致部分泥渣沉积于桩底。

预防措施: 1) 控制泥浆质量: 根据土质条件调整泥浆的比重、粘度, 确保泥浆能有效支撑孔壁, 减少沉渣堆积; 2) 合理控制钻进速度: 确保钻进速度适当, 保证施工效率, 避免过快钻进导致沉渣堆积; 3) 定期清理钻渣: 钻孔过程中定期清理钻渣, 确保孔底不受影响; 4) 实时监测泥浆流动情况, 及时发现问题, 保证桩底清洁。

处理措施: 1) 发现桩底沉渣时, 采用洗孔或换浆的方式清理沉渣, 确保孔底干净, 符合施工要求; 2) 用高密度泥浆替换原有泥浆, 增强泥浆的排渣能力, 避免沉渣再度堆积。

### 3.5 混凝土杂质

原因分析: 1) 使用的水泥、砂石等原材料质量不符合规范要求, 含有过多杂质; 2) 混凝土原材料在运输或储存过程中暴露在环境中, 未加盖防护, 受到雨水、风沙等外部污染, 导致杂质混入。

预防措施: 1) 选用符合国家标准、工程要求的优质水泥、砂石等材料, 确保其纯净度和质量, 杜绝杂质混入; 2) 加强材料储存管理, 合理储存混凝土原材料, 避免暴露在环境中, 使用防水防尘设施遮盖, 定期检查储存情况; 3) 加强施工现场清洁, 及时清理现场的垃圾杂物, 防止杂质进入混凝土; 4) 材料运输过程防护: 采取密封运输、遮盖等防护措施, 避免原材料受到污染。

处理措施: 1) 清理杂质: 一旦发现混凝土中存在杂质, 及时采取筛分、清洗等方法去除混凝土中的杂质, 确保混凝土质量; 2) 如果混凝土杂质影响其强度、使用性能, 需停止使用该混凝土, 进行重新配料、浇筑。

### 3.6 桩基检测问题

原因分析: 1) 声测管安装不规范, 安装位置不正确, 声波无法准确传播至桩身底部, 影响声波检测结果; 2) 测点设置不合理或数量不足, 无法全面反映桩基的整体情况, 检测结果失真; 3) 桩头混凝土在浇筑过程中未充分震捣或养护不到位, 导致桩头顶部出现离析现象; 4) 桩基混凝土强度不达标。

预防措施: 1) 严格按照设计要求和规范安装声测管, 确保其垂直、无堵塞; 2) 根据桩基的尺寸和设计要求, 合理设置测点位置, 确保每个桩基均有足够测点覆盖, 测点数量根据桩深、桩径和设计荷载等参数调整; 3) 浇筑混凝土时使用适当震捣设备, 确保桩头混凝土充分密实, 防止离析; 4) 严格控制混凝土的配比, 确保水泥、砂、石等原材料符合设计要求; 桩基施工后采取适当养护措施, 保证混凝土强度达标。

处理措施: 1) 检测水质, 确保水质符合混凝土配比要求, 避免因水质问题影响检测结果; 2) 及时清除桩头高出平面的混凝土部分, 确保桩顶平整, 避免影响声波传播; 3) 疑似不合格桩基可采用钻芯法进行混凝土强度检测, 通过钻取核心样本, 进行实验室检测, 提高检测的准确性。

## 4 处置措施应用效果分析

该工程共涉及 360 根桩基施工, 采取处置措施后, 经检测大部分桩基达到设计要求, 其中一类桩基占比达到 96%, 说明采取科学的施工工艺及有效质量控制措施, 桩基施工质量显著提升。

## 结论

综上所述, 通过施工工艺优化、质量控制及问题处理措施

的实施, 该工程桩基施工质量有效提高。为厚淤泥层地质场区的桥梁桩基施工提供了有效的质量控制方案, 具有较强的现实应用价值。

(1) 在厚淤泥层地质场区, 地下水位较高, 土层松散, 尤其是流塑状和软塑状淤泥层的存在, 极易导致桩基施工中的质量问题, 如塌孔和偏斜。因此, 施工前需充分了解地质勘察报告, 合理调整施工工艺。

(2) 采用冲击钻成孔工艺, 优化钻头选择与钻进速度, 避免孔壁塌陷和偏斜。研究表明合理控制泥浆比重和粘度, 能够有效支撑孔壁, 减少沉渣堆积。施工过程中严格进行工序验收、现场巡查是确保桩基质量的关键。施工过程中采取二次清孔、导管法灌注混凝土可有效防止桩底沉渣问题, 确保混凝土填充密实。

(3) 施工中常见的质量问题包括塌孔、偏斜、桩身混凝土保护层偏薄、桩底沉渣及混凝土杂质等。通过科学的预防措施, 包括优化钻孔工艺、调整泥浆成分、加强钢筋吊装精度等, 可以有效降低问题发生率。采取改进措施后, 该工程的桩基合格率达到 96%。

(4) 严格的桩基检测手段, 如声测管安装、混凝土强度检测及桩头平整度检查, 能够及时发现并纠正潜在的施工缺陷, 确保桩基满足设计要求。通过对 360 根桩基的检测, 发现大部分桩基达到设计强度和承载力标准。

## 参考文献

- [1]胡力鹏, 陈真银, 易磊, 等.基于旋挖钻机的桥梁灌注桩施工关键技术[J].工程建设与设计, 2024, (22): 121-123;
- [2]王学军.公路桥梁冲孔灌注桩施工技术与管理控制措施研究[J].工程技术研究, 2024, 9(15): 60-62;
- [3]陈琦璠, 安静.市政道桥钻孔桩施工关键技术探究[J].新城建科技, 2024, 33(07): 142-144;
- [4]秦会来, 黄俊, 李奇志, 胡立新, 史一剑.深厚淤泥地层深基坑变形影响因素分析[J].岩土工程学报, 2021, 43(S2): 23-26;
- [5]乔世范, 蔡子勇, 檀俊坤, 董常瑞, 刘钰.深厚淤泥软土地层桩基承载力性状研究[J].建筑结构, 2022, 52(S1): 2729-2735;
- [6]李斌.高陡边坡桥梁桩基防护施工技术[C]//中国公路学会.第七届全国绿色公路技术交流会论文集, 2021: 54;
- [7]汤立.超大直径超深桩长深厚淤泥质地层快速成孔[J].绿色环保建材, 2021, No.173(07): 123-124;
- [8]吕正贵.高速公路桥梁桩基施工质量问题研究和处理技术[C]//重庆市鼎耘文化传播有限公司.2020年智慧建造与设计学术云论坛(成都)论文集, 2020: 29-34;
- [9]赵永强, 王之宇, 张磊等.深厚淤泥地层中预应力管桩偏斜机制分析及预防处理技术[J].西北民族大学学报(自然科学版), 2021, 42(01): 43-49;
- [10]吴昌星.深厚淤泥质地层土方开挖对管桩偏位的影响及处理措施研究[J].福建建材, 2022, No.253(05): 38-40;