

公路工程钻孔灌注桩施工质量监理控制要点研究

吴志强

浙江交科工程管理有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 本文聚焦公路工程钻孔灌注桩施工质量监理控制要点。阐述其施工工艺原理与质量核心要求,分析施工各阶段质量风险及影响因素,划分风险等级并明确管控方向;详细论述施工全流程监理控制要点,包括准备、成孔、钢筋笼施工、混凝土灌注等阶段;同时提出监理控制方法优化与保障措施,旨在提升监理效能,保障钻孔灌注桩施工质量,为公路工程结构安全奠定基础。

关键词: 公路工程; 钻孔灌注桩; 施工质量; 监理控制; 质量管控

引言: 公路工程中, 钻孔灌注桩作为桥梁基础核心形式, 其质量关乎结构安全与使用性能。施工过程受多种因素影响, 易出现桩位偏差、孔壁坍塌、断桩等质量缺陷。监理作为质量管控关键力量, 需全面把控施工各环节。研究钻孔灌注桩施工质量监理控制要点, 有助于明确监理职责, 精准识别风险, 采取有效管控措施, 提升施工质量, 对公路工程建设具有重要意义。

1 公路工程钻孔灌注桩施工与监理基础理论

1.1 钻孔灌注桩施工工艺原理

钻孔灌注桩是公路工程桥梁基础的核心形式之一, 其工艺原理是通过专业钻孔设备在指定桩位钻孔, 形成符合设计直径和深度的桩孔, 清除孔内沉渣后, 放入钢筋笼并浇筑混凝土, 最终形成承受上部结构荷载的竖向承重桩。该工艺适用于各类土层、砂层及岩层地质, 具有承载力高、抗震性能好、对周边环境扰动小等优势。施工中需依托钻孔机械切削、冲击或研磨地层, 同时通过泥浆循环护壁、携渣, 防止孔壁坍塌, 保障桩孔成型质量^[1]。其核心逻辑是通过精准控制钻孔、清孔、钢筋笼安装及混凝土灌注各环节, 使桩体与周边地层紧密结合, 充分发挥桩身抗压、抗拔能力, 满足公路工程结构安全需求。

1.2 钻孔灌注桩施工质量核心要求

钻孔灌注桩施工质量核心要求围绕桩体完整性、承载力达标及结构耐久性展开, 需严格遵循设计规范及公路工程质量验收标准。桩位偏差需控制在规范允许范围内, 单排桩偏差不大于50mm, 群桩偏差不大于100mm, 确保桩体受力位置准确。成孔质量需满足孔径、孔深及垂直度要求, 孔径不得小于设计桩径, 孔深需超出设计标高0.5-1.0m以清除沉渣, 垂直度偏差不大于1%。清孔后孔底沉渣厚度需严格把控, 端承桩不大于50mm, 摩擦桩不大于100mm, 避免沉渣影响桩端承载力。钢筋笼

制作与安装需保证钢筋规格、间距、保护层厚度符合设计, 焊接或机械连接质量达标, 安装时居中下放, 防止偏移。混凝土需采用符合设计强度等级的商品混凝土, 坍落度控制在180-220mm, 灌注过程连续匀速, 防止断桩、夹渣等质量缺陷, 确保桩体完整性达标。

1.3 公路工程施工监理核心职责

公路工程钻孔灌注桩施工监理核心职责是依据法律法规、设计文件及监理合同, 对施工全过程实施质量、进度、投资及安全控制, 保障工程符合验收标准。质量控制方面, 监理需审核施工方案、进场材料及设备资质, 对关键工序实行旁站监理, 核查桩位放线、成孔质量、清孔效果、钢筋笼安装及混凝土灌注等环节, 对不合格项下达整改指令并跟踪复核。进度控制需结合工程总进度计划, 审核施工单位施工组织设计, 监控各工序施工周期, 及时协调解决施工瓶颈, 确保施工进度有序推进。投资控制需严格审核工程变更、签证及计量支付, 核实工程量及费用, 避免超额支出。安全控制需检查施工单位安全防护措施、机械设备安全状态及人员安全培训情况, 排查安全隐患, 防范坍塌、机械伤害等安全事故。

2 公路工程钻孔灌注桩施工质量风险识别与分析

2.1 施工各阶段主要质量风险

公路工程钻孔灌注桩施工各阶段均存在潜在质量风险, 需精准识别以提前防控。施工准备阶段, 风险主要包括桩位放线偏差、地质勘察资料失真、进场材料质量不合格及施工方案不完善, 易导致后续施工偏离设计要求。成孔阶段是风险高发期, 孔壁坍塌风险多见于软土、砂层地质, 因泥浆比重不足或循环不畅引发; 钻孔偏斜多由设备安装不水平、钻杆弯曲或地层软硬不均导致; 孔径不足或孔深不够则影响桩体受力性能。钢筋笼施工阶段, 风险包括钢筋规格不符、焊接质量缺陷、保

护层厚度不足及钢筋笼上浮,易降低桩体抗裂性和耐久性。混凝土灌注阶段,断桩、夹渣、蜂窝麻面是主要风险,多因混凝土供应中断、导管理深不当、灌注速度失控所致。养护及检测阶段,养护不及时易导致混凝土强度不足,检测方法不当则可能误判桩体质量^[2]。

2.2 质量风险影响因素分析

钻孔灌注桩施工质量风险受人为、地质、设备、材料及环境多因素综合影响,需逐一剖析明确管控重点。人为因素是核心影响因素,施工人员操作不规范,如钻孔速度过快、清孔不彻底、钢筋笼安装偏移等,直接引发质量缺陷;监理人员履职不到位,对关键工序把控不严,会导致隐患遗漏。地质因素具有不确定性,软土、流沙层易引发孔壁坍塌,岩层裂隙发育可能导致泥浆流失,不均匀地层则增加钻孔偏斜风险。设备因素包括钻孔机械精度不足、泥浆泵性能不佳、导管密封不严等,设备故障或精度偏差会直接影响施工质量。材料因素方面,钢筋力学性能不达标、混凝土配合比不当、泥浆质量不合格,会降低桩体强度和耐久性。

2.3 质量风险等级划分与重点管控方向

质量风险等级依据影响程度、发生概率及可控性,划分为重大、较大、一般三个等级,对应不同管控策略。重大风险指可能导致桩体报废、结构失稳,发生概率较高且难以控制的风险,如孔壁坍塌、断桩,此类风险需重点管控,制定专项防控方案,全程旁站监理。较大风险指可能影响桩体承载力,发生概率中等的风险,如钻孔偏斜、钢筋笼上浮、沉渣厚度超标,需强化过程检查,落实整改措施,定期复核管控效果。一般风险指对工程质量影响较小,发生概率低且易控制的风险,如混凝土表面轻微蜂窝、钢筋间距偏差,需加强日常巡查,及时纠正违规操作。重点管控方向需结合风险等级,重大风险聚焦事前预防,优化施工方案,加强地质预判;较大风险强化事中控制,细化检测指标,规范操作流程;一般风险注重事后整改,建立隐患台账,跟踪闭环管理,形成全流程风险管控体系。

3 公路工程钻孔灌注桩施工全流程监理控制要点

3.1 施工准备阶段监理控制要点

施工准备阶段监理控制需立足源头防控,确保各项条件满足施工要求。首先审核施工组织设计及专项施工方案,重点核查方案中钻孔工艺、泥浆参数、清孔方法、应急措施等内容,确保符合地质条件及设计规范。核查进场材料资质,钢筋、水泥、外加剂等需提供出厂合格证及复试报告,混凝土配合比需经试验室确认,泥浆材料需检测性能指标,不合格材料严禁进场。检查施

工机械设备,钻孔机、泥浆泵、导管等需调试合格,计量器具需校验合格并在有效期内,确保设备精度及性能达标。复核桩位放线成果,采用全站仪实地检测桩位坐标及高程,偏差需控制在规范范围内,同时检查场地平整、排水系统及临时设施布置,保障施工顺利开展。另外,核查施工单位质量管理体系、人员资质及安全培训情况,确保施工团队具备相应能力,各项准备工作经监理验收合格后方可开工。

3.2 成孔阶段监理控制要点

成孔阶段监理需全程跟踪管控,聚焦孔径、孔深、垂直度及泥浆质量四大核心指标。钻孔前再次复核桩位及钻机水平度、垂直度,确保设备定位准确。钻孔过程中,监理需检查泥浆比重、黏度、含砂率等参数,根据地层变化及时调整,软土、砂层地层泥浆比重控制在1.1-1.3,岩层地层控制在1.05-1.1,同时监测泥浆循环情况,防止漏浆、塌孔^[3]。采用测绳、孔径仪定期检测孔深及孔径,孔深需超出设计标高0.5-1.0m,孔径不得小于设计桩径,发现偏差及时督促施工单位调整钻机参数。钻孔至设计标高后,监理见证清孔过程,采用换浆法或抽浆法清孔,清孔后检测孔底沉渣厚度,端承桩不大于50mm,摩擦桩不大于100mm,同时复核泥浆性能指标,清孔合格后签署验收意见,方可进入下道工序,严禁未经验收进行钢筋笼安装。

3.3 钢筋笼施工阶段监理控制要点

钢筋笼施工阶段监理需重点把控制作质量及安装精度,保障桩体受力性能。钢筋笼制作前,核查钢筋规格、型号及外观质量,锈蚀、变形钢筋需处理合格后方可使用。制作过程中,检查钢筋间距、箍筋间距及焊接质量,主筋间距偏差不大于10mm,箍筋间距偏差不大于20mm,焊接接头需符合规范,力学性能复试合格。采用保护层垫块控制保护层厚度,垫块强度不低于桩身混凝土强度,间距均匀布置,每2-3m设置一组,每组不少于4块。钢筋笼安装时,监理旁站监督,检查下放垂直度,采用吊机匀速下放,避免碰撞孔壁,下放至设计标高后,固定牢固防止上浮或偏移。安装完成后,复核钢筋笼顶标高、中心位置,偏差需符合规范要求,同时检查钢筋笼与导管间距,避免影响混凝土灌注,验收合格后方可进行混凝土浇筑准备工作。

3.4 混凝土灌注阶段监理控制要点

混凝土灌注阶段是控制桩体完整性的关键环节,监理需全程旁站,严格把控各流程参数。灌注前,检查导管密封性及下放深度,导管底部距孔底距离控制在300-500mm,同时再次检测孔底沉渣厚度,超出标准时需二

次清孔。核查混凝土进场质量,检测坍落度、扩展度及和易性,坍落度控制在180-220mm,每车混凝土需留置试块,做好标识养护。灌注过程中,控制灌注速度,首批混凝土浇筑量需满足导管理深不小于1.0m,后续浇筑中及时测量导管理深,保持埋深在2.0-6.0m范围内,严禁导管拔出混凝土面。监理跟踪观察混凝土浇筑情况,发现导管堵塞、漏浆等问题,督促施工单位及时采取应急措施。灌注至桩顶设计标高以上0.5-1.0m,确保桩顶混凝土强度达标,浇筑完成后,及时拔出导管并清理,做好施工记录,同步核查桩顶标高及混凝土浇筑量。

3.5 养护与质量检测阶段监理控制要点

养护与质量检测阶段监理控制需保障桩体强度增长及质量验收准确性。混凝土浇筑完成后,督促施工单位及时覆盖保湿材料,养护时间不少于14天,高温天气加强洒水降温,低温天气采取保温措施,防止混凝土产生裂缝。桩体达到设计强度75%后,方可进行桩头破除,破除时避免损伤桩身混凝土,桩头标高需符合设计要求。质量检测方面,监理见证检测全过程,按规范要求选取检测桩位,低应变法检测桩体完整性,抽检比例不低于总桩数的10%,对地质复杂、施工存在隐患的桩,采用钻芯法进一步检测。检测结果需符合设计及规范要求,对检测不合格的桩,督促施工单位制定处理方案,经审核后实施,处理完成后重新检测,直至合格。

4 监理控制方法优化与保障措施

4.1 监理控制方法优化

为提升钻孔灌注桩监理控制效能,需结合工程实际优化监理控制方法,实现精准管控。推行“事前预判、事中管控、事后复盘”全流程监理模式,事前结合地质勘察资料,梳理各环节风险点,制定针对性监理细则,明确检测频率及标准。优化旁站监理方式,聚焦成孔、清孔、混凝土灌注等关键工序,采用“定点旁站+动态巡查”结合模式,配备便携式检测设备,实时监测泥浆参数、沉渣厚度等指标,提高管控及时性^[4]。引入信息化监理手段,运用BIM技术模拟施工流程,预判施工偏差;通过工程管理平台记录施工数据,实现质量信息可追溯,便于及时发现问题并整改。强化平行检验力度,对钢

筋、混凝土等材料及成孔质量、钢筋笼制作等工序,按比例独立抽样检测,确保检测结果真实可靠。

4.2 监理工作保障措施

监理工作保障措施需从人员、制度、技术、资源四方面入手,确保监理职责落实到位。人员保障方面,组建专业监理团队,监理人员需具备相应资质及丰富施工监理经验,定期开展业务培训,更新专业知识,提升风险预判及应急处理能力。制度保障需完善监理工作制度,建立质量责任制、旁站监理制度、平行检验制度及隐患整改闭环制度,明确各岗位职责,规范监理工作流程,确保各项工作有章可循。技术保障方面,配备先进检测设备,如全站仪、孔径仪、泥浆测试仪等,定期校验设备精度,为监理检测提供技术支撑;加强地质研判,联合勘察单位优化施工方案,针对复杂地质制定专项监理措施。资源保障需合理配置监理资源,确保监理人员、设备、资金及时到位,满足施工监理需求。建立监理考核机制,强化监理人员履职监督,对违规履职行为严肃处理,保障监理工作质量。

结束语

公路工程钻孔灌注桩施工质量监理控制至关重要。通过明确施工各阶段监理控制要点,优化监理控制方法,完善保障措施,可实现对施工质量的精准管控。监理人员需不断提升专业素养,严格履行职责,及时发现并解决问题。未来,随着技术发展,应持续创新监理手段,提高监理水平,为公路工程钻孔灌注桩施工质量提供更坚实保障,推动公路工程高质量发展。

参考文献

- [1]孙衍臣,史立强,刘洪喜,等.钻孔灌注桩施工工艺及技术管理研究[J].价值工程,2022,41(24):91-93.
- [2]葛菲菲.市政工程中钻孔灌注桩施工工艺研究[J].建筑与预算,2022(12):80-82.
- [3]李雁东.公路工程钻孔灌注桩施工质量监理控制要点研究[J].大众标准化,2023,(06):13-15.
- [4]张学盈,李英霞.浅谈公路工程钻孔灌注桩施工质量监理控制要点[J].居舍,2021,(06):143-144.