钻孔灌注桩工艺在道桥工程中的应用分析

周林峰

(四川三江交通建设工程有限公司, 四川 宜宾 644000)

摘要 钻孔灌注桩工艺是道桥工程中常见的基础施工方法, 与传统桩基相比, 钻孔灌注桩能够适应更为复杂的地质条件, 并在施工过程中展现出更高的效率。本文探讨了钻孔灌注桩在道桥工程中的应用, 提出了地质勘察、设备选型、桩孔施工流程、混凝土灌注与固化管理、质量检测、施工现场管理等保障措施, 以期对确保桩基的承载力有所裨益, 从而推动钻孔灌注桩工艺在道桥工程中的应用。

关键词 钻孔灌注桩工艺; 道桥工程; 地质勘察; 施工设备

中图分类号: U445

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.10.041

0 引言

随着我国基础设施建设的快速发展, 道桥工程作为重要的交通枢纽, 其施工质量直接影响到交通安全。桩基是桥梁基础的重要组成部分, 承担着桥梁结构的荷载, 并确保桥梁的稳定性。然而, 传统的桩基施工方法在许多复杂地质条件下可能存在一定的局限性。钻孔灌注桩工艺由于其独特的施工方式, 能够克服地质条件不利等因素, 成为道桥工程中广泛应用的桩基施工技术。

1 进行精细化地质勘察, 制定合理的施工方案

在进行勘察时, 施工人员必须综合考虑施工区域的土壤层次、岩石的性质、地下水位以及可能存在的地质缺陷等因素, 对钻孔取样和现场测试, 获得土层的厚度、土质的紧实度、承载力等数据, 准确评估土层的承载能力。这些数据是桩基设计的重要依据, 能够为后续的施工方案制定提供科学支持。如果勘察不充分, 容易导致对土质的误判, 从而影响后续施工的稳定性。在桩基设计阶段, 施工人员必须依据地质勘察资料, 结合道桥工程的结构需求, 选取适当的桩型和桩长。设计方案需要考虑多方面因素, 如土层的变化、地下水的影响、施工设备的适应性等^[1]。

施工人员还要综合分析桩基的施工难度、成本和施工周期, 制定出既经济又安全的施工方案。合理的方案设计不仅能够提高施工效率, 减少不必要的时间浪费, 还能够不同的地质条件下保障桩基的承载力。勘察结果还应提供土质分布的空间性数据, 以便对桩基的布置进行合理规划。合理的方案设计不仅仅是对施工技术的选择, 更是在充分了解地质条件后, 对整个项目的可行性、稳定性和安全性的保障。在地质勘

察和方案制定过程中, 还需要考虑地下水的影响。地下水位的高低直接关系到桩基施工的难度, 特别是在软土和粘土等土质条件下, 地下水的存在可能会影响桩基的稳定性。如果地下水位较高, 桩基的施工可能会受到不利影响, 造成桩孔塌方或混凝土灌注困难。为了应对这些问题, 勘察时必须准确测量地下水位, 并根据水文条件制定相应的施工措施, 如采取降水措施或使用抗浮桩等技术手段, 确保桩基施工过程的顺利进行。

2 选择合适的施工设备, 确保工程顺利进行

施工设备的合理选择直接影响施工效率、施工质量以及项目的整体进度, 特别是在道桥工程这种要求高精度和高安全性的建设项目中, 施工设备的选择更是不可忽视。合适的设备能够提高施工的精准度, 减少施工中的不确定性, 降低施工风险, 因此在选择施工设备时, 施工人员必须综合考虑多个因素, 包括施工现场的具体条件、工程的技术要求、设备的适应性以及施工周期等。选择施工设备时需要根据施工环境和施工工艺的特殊性来进行合理配置, 不同土质条件下的施工要求不同, 土质坚硬的区域需要选用具有较强钻进能力的钻机, 而软土或水位较高的区域则需要选用更适应环境的设备。在考虑土质的同时, 还应综合考虑地下水的影响, 选择能够有效应对地下水渗透问题的设备, 确保施工过程中不发生桩孔坍塌或者灌注混凝土不密实现象。

设备的适应性是选择过程中不可忽视的一个因素, 施工人员必须确保设备能够适应工程所在地的地质和环境条件, 从而提高施工质量和工作效率。钻孔灌注桩工艺要求施工设备具备较高的钻进能力、精准的定

位功能以及高效的混凝土灌注系统。钻机的性能直接影响钻孔的精度与质量,因此选用高性能的钻机尤为重要,钻机的稳定性、负荷能力、转速范围等都需要根据工程规模和土质条件进行评估^[2]。此外,灌注系统的选择也应着重考虑,其稳定性和工作效率决定了混凝土灌注的质量。如果灌注过程中出现问题,将直接影响桩基的承载能力,甚至可能导致工程质量事故。高效、智能化的施工设备不仅能够提高施工速度,还能降低人为操作的风险,减少施工人员的劳动强度,提高施工的安全性。随着科技的发展,许多现代化施工设备具备了智能控制系统,能够实时监测施工过程中各项参数,及时反馈施工数据,便于工程人员根据实时数据调整施工计划,确保桩基施工的各个环节都能够精准执行。此外,操作简便性也能够减少设备故障率,提高设备的使用寿命,避免因设备故障造成的施工延误和不必要的经济损失。

3 控制桩孔施工过程,保证质量符合要求

在施工过程中,施工人员需使用高精度测量仪器实时监测钻孔的深度,确保符合设计要求。一旦发现偏差,施工人员必须立即调整施工工艺,防止后续混凝土灌注影响桩基质量。同时,桩孔的垂直度是控制桩孔质量的关键,偏斜的桩孔会降低桩基的稳定性,影响桥梁结构安全。因此,施工中要配备先进的垂直度控制系统,确保钻孔始终垂直,避免过度偏斜。钻孔完成后,必须及时清理桩孔内的泥浆、岩屑和杂物,确保桩孔内壁干净,以便混凝土能够充分接触土层,保证桩基承载力。清孔工作分为两次进行:首次在成孔后进行,第二次在钢筋笼吊入后,直到水下混凝土浇筑前。钻孔达到设计孔底标高并达到嵌岩深度后,停止进尺,并稍微提高冲击锤以小冲程(约50~100 cm)反复冲击桩底沉渣。利用泥浆泵反循环置浆并注入清水清孔,直至沉渣厚度、泥浆比重和含砂率符合规范要求。具体清孔指标为泥浆的相对密度(或比重)1.03~1.15,黏度17~20 Pa·s,含砂率<2%,胶体率>98%。钢筋笼安装后,进行第二次清孔,直到孔底沉渣厚度达到规范要求。需要注意的是,施工期间要及时补充泥浆,保持稳定的水头高度,严禁通过加深钻孔深度来代替清孔。若清孔不彻底,可能会导致混凝土灌注时出现空隙、气泡或夹杂物,从而影响桩基的密实度与强度,进而降低桩基的稳定性和安全性^[3]。

如果施工过程中水位上升,施工人员可以采用降水措施或使用防水护筒等设备,确保桩孔不受地下水的干扰。此外,在特殊地质条件下,还应加强对土层

的监控,确保钻进过程中不会遇到超预期的困难,及时采取措施调整施工方案。灌注混凝土时要避免出现离析、分层和气泡等现象,这些问题会直接影响桩基的密实度和承载力。灌注混凝土时,要控制灌注速度,确保混凝土均匀填充桩孔,避免因灌注过快而导致的混凝土不均匀。混凝土的配比也必须符合设计要求,确保其强度能够满足工程需求。施工过程中要实时监测混凝土的配合比,确保每一批次的混凝土质量稳定。同时,灌注过程中要避免空气夹杂,可以采用振动器进行振捣,确保混凝土的密实性和均匀性。灌注完成后,要及时进行养护,确保混凝土能够充分固化,达到设计强度。施工人员要对每一根桩进行质量检查,确保其符合设计规范和技术要求。

4 混凝土灌注与固化管理,确保桩基强度

根据流塑地层的特点,需配置高粘度、中等容重的泥浆。其配比为:水:膨润土:CMC:纯碱=1 000:140:2.5:4,并加入少许粘土,搅拌均匀后控制泥浆容重在1.20左右,粘度不小于45 s, pH值应大于8。在调配过程中,需要特别注意的是,膨润土、纤维素和纯碱应先在泥浆池中静置24小时,待膨润土完全水合后,再加入粘土并用长臂小挖掘机充分搅拌。在开钻前2小时,应再次使用小挖掘机搅拌泥浆,并检测泥浆各项参数是否符合要求。若泥浆未达到要求,应根据情况向泥浆池中添加适量的制浆材料。在施工过程中,为了防止泥浆外溢或孔壁坍塌,应保持泥浆液面高出地下水水面2~3 m。可以通过加高护筒或在孔周围设置粘土坝来实现这一目标。同时,应通过调整操作方式,确保在钻孔过程中始终保持泥浆液面距护筒上边缘30~40 cm,特别是在提钻时。钻进软土和砂层时,这些地层容易塌孔,因此操作时应尽量减少对孔壁的冲刷和扰动,严格遵循“三慢”原则:即提钻、放钻及钻进转速慢,以减少泥浆对孔壁的扰动,并为泥皮的形成留足时间。

在灌注过程中,施工人员要确保混凝土均匀、连续地灌入桩孔,防止发生分层或者出现大量气泡,避免影响桩基的密实度。灌注时要控制混凝土的流动性,确保其能够填充桩孔的每个角落,同时还要控制灌注的速度,避免过快或过慢影响混凝土的均匀性。过快的灌注可能导致混凝土未能充分填充桩孔,而过慢的灌注则容易产生固化前的分离现象,从而影响桩基的整体质量。因此,灌注速度需要在严格控制下进行,同时要根据施工条件不断调整灌注方式,确保混凝土的高质量填充^[4]。振捣时要确保振动均匀,振捣时间

要适度,既要避免因振捣时间过短导致混凝土不密实,又要防止振捣过度引起混凝土的分层或者离析。在振捣过程中,应该使用适合桩基施工的振动设备,以确保振捣效果达到预期要求。在灌注后的初期阶段,混凝土表面容易受到外界环境因素的影响,因此需要采取有效的固化养护措施,以防止水分蒸发过快或温度变化过大。

5 进行质量检测,把控施工质量

钻孔过程中要随时检测钻机的运行状态,防止因设备故障或操作不当导致的钻孔质量问题。钻孔完成后,必须对桩孔进行清孔检查,确保桩孔内部没有杂物,且孔壁清洁,避免在混凝土灌注时出现问题。混凝土的配比必须确保符合设计要求,使用的原材料必须经过质量检验,保证其稳定性和适应性。灌注过程中要实时监控混凝土的流动性,确保灌注过程不出现分层、离析或气泡现象。灌注完成后,振捣工作也需要进行有效检测,确保混凝土充分密实,避免孔隙的存在影响桩基的承载能力。为了保证灌注质量,还应定期取样混凝土样本,进行强度检测,确保混凝土强度达到设计要求。在固化期间,必须定期检查养护温度和湿度,确保混凝土表面湿润并且温度控制在合理范围内,避免温差过大或水分蒸发过快导致混凝土强度降低。

施工人员还要定期进行混凝土强度的检测,检查混凝土是否达到了设计强度要求。整个固化过程要有专门的养护人员和监测设备进行全程跟踪,确保混凝土在最佳条件下养护,从而获得所需的强度和耐久性。施工过程中每一次检测的结果都需要及时记录在案,形成完整的质量管理档案。这些数据不仅有助于工程进度的管理,也为后期的工程验收提供了详细的依据。特别是在出现质量问题时,可以通过查看相关记录,迅速找到问题的根源,及时采取补救措施,避免问题的进一步扩展。随着技术的不断进步,现代检测手段日趋多样化,许多先进的检测设备能够实时监测施工质量,并将检测结果反馈给工程管理人员。例如:施工人员可以利用高精度的激光测量仪器,实时监测钻孔的深度及垂直度,确保桩孔的精确性,或者采用超声波探伤技术,检测混凝土内部的空洞或裂缝,确保混凝土的密实性。

6 加强施工安全管理,识别施工中的风险

在施工前,施工单位必须对施工现场进行全面的评估,了解周围环境的影响以及施工区域内潜在的安全隐患。施工人员的安全教育和培训也应提前进行,确保每一位参与施工的人员都能熟知施工中的安全操作规程。施工现场应设置必要的安全防护设施,

如防护栏杆、安全警示标志等,并且要明确分工,确保每个岗位人员都能在特定的区域内安全操作。特别在复杂环境下进行作业,对施工人员的安全提出了更高的要求^[5]。因此,施工单位必须为施工人员提供必要的安全防护装备,确保人员在任何环境下都能得到有效的保护。特别是在深孔钻进和混凝土灌注过程中,施工现场的危险系数较高,施工人员需要加强对操作规范的遵守,确保每个环节操作安全、到位。

施工过程中还需要安排专门的安全员对现场进行实时监控,及时发现并处理可能存在的安全问题,确保人员作业环境的安全。除了对人员的保护外,施工中的安全管理还需要对施工现场进行有效的监控。现场的安全隐患可能来自多个方面,包括设备故障、环境不稳定以及材料的存储等,必须建立一套完整的安全监控体系。对施工设备进行定期检查,确保设备运行正常,避免因设备故障导致事故发生。同时,施工现场周围的环境因素也必须时刻关注,特别是地质条件变化和地下水位变化等,这些因素都可能对施工过程产生影响,增加施工过程中的不确定性风险。加强对这些因素的监控,及时采取应对措施,确保施工过程中的安全。施工单位必须制定详细的紧急预案,并定期组织演练。无论是设备故障、事故伤害,还是其他突发事件,现场所有人员都应该了解应急处理流程,掌握基本的急救知识,以便在紧急情况下快速应对。

7 结束语

在钻孔灌注桩工艺的实施过程中,确保各项策略的有效执行对于道桥工程的顺利完成至关重要。从详细的地质勘察,到严格的质量控制,每一环节都密切相关,缺一不可。面对复杂的施工环境,施工人员要持续创新管理手段,有效降低施工风险,提高项目的安全性,为未来更多类似工程的成功实施提供宝贵的经验,推动我国基础设施建设高质量可持续发展。

参考文献:

- [1] 张第,刘宏昊.建筑地基施工旋挖钻孔灌注桩工艺研究[J].建筑技术开发,2025,52(02):154-156.
- [2] 伍贤峰.水中大桩径钢管复合桩孔灌注施工工艺及质量控制分析[J].广东建材,2025,41(01):55-59.
- [3] 臧国宽.复杂水流条件下桥梁钻孔灌注桩施工工艺优化研究[J].珠江水运,2024(24):123-125.
- [4] 雷蓼.市政工程钻孔灌注桩施工工艺探析[J].散装水泥,2024(06):23-25.
- [5] 许浩鹏.路桥施工中钻孔灌注桩施工工艺分析[J].散装水泥,2024(06):119-121.