

在砂卵石地层中施工混凝土灌注桩塌孔问题的预防和处理

杨沁欣

北京市第五建筑工程集团有限公司, 北京 100020

[摘要]在工程领域, 混凝土灌注桩作为一种重要的基础工程技术, 广泛应用于桥梁、建筑物和其他重要结构的基础支撑中。然而, 在复杂的地质条件下, 如砂卵石地层, 其施工过程中常常面临塌孔等问题, 不仅会影响工程进度和安全性, 还会对工程质量造成不良影响。文中探讨在砂卵石地层中施工混凝土灌注桩时常见的塌孔问题, 并提出相应的预防和处理策略, 以提升工程施工质量和效率。

[关键词]砂卵石地层; 混凝土灌注桩; 塌孔问题; 预防和处理

DOI: 10.33142/sca.v7i9.13398

中图分类号: TU4

文献标识码: A

Prevention and Treatment of Collapse of Concrete Cast-in-place Piles in Sand and Gravel Formations during Construction

YANG Qinxin

Beijing No.5 Construction Engineering Group Co., Ltd., Beijing, 100020, China

Abstract: In the field of engineering, concrete cast-in-place piles, as an important foundation engineering technology, are widely used in the foundation support of bridges, buildings, and other important structures. However, in complex geological conditions such as sand and gravel formations, the construction process often faces problems such as hole collapse, which not only affects the progress and safety of the project, but also has a negative impact on the quality of the project. The article discusses the common problem of hole collapse during the construction of concrete cast-in-place piles in sandy gravel formations, and proposes corresponding prevention and treatment strategies to improve the quality and efficiency of engineering construction.

Keywords: sand and gravel formation; concrete cast-in-place pile; hole collapse problem; prevention and treatment

1 背景分析

混凝土灌注桩作为一种常见的基础工程技术, 在桥梁、建筑物及其他结构的基础支撑中发挥着重要作用^[1]。其优点包括施工速度快、适应性强、成本相对较低等, 因此在现代土木工程中得到了广泛应用。然而, 地质条件的复杂性对混凝土灌注桩的施工提出了挑战, 尤其是在砂卵石地层这样的特殊环境中。砂卵石地层通常具有松散性、裂隙多、不均匀性强的特点, 这些因素给灌注桩的施工带来了一系列技术难题。在这种地层中, 常见的问题包括塌孔、套筒下沉以及地层破坏等, 这些问题不仅会影响施工的连续性和效率, 还可能对工程的稳定性和安全性构成潜在威胁。

塌孔问题是在钻孔过程中地层因支撑不足或填充物被挤压移动而发生的地层塌陷现象。这种现象可能导致套筒沉降、施工难度增加, 甚至对周边环境和结构物的稳定性造成不利影响。因此, 如何有效预防和处理砂卵石地层中混凝土灌注桩的塌孔问题, 成为了当前土木工程领域急需解决的重要问题。

本项目在面对砂卵石地层施工混凝土灌注桩时遇到的技术挑战和工程实践中的问题。在实际工程中, 地质勘察、套筒设计优化、施工工艺改进等方面都是解决问题的关键。通过对不同地质条件下的实际案例和数据进行分析 and 总结, 可以为今后类似工程提供经验教训和科学依据,

以期改善施工质量、提升工程效率和确保工程安全。

2 塌孔原因分析及预防处理方案

2.1 原因分析

2.1.1 地层松散性和裂隙多

在砂卵石地层中, 混凝土灌注桩发生塌孔问题的主要原因是地层的松散性和裂隙多^[2]。砂卵石地层通常由砾石、碎石等颗粒组成, 其粒径较大, 颗粒之间的填隙空间较多, 松散性使得地层的密实度相对较低, 抗剪强度较弱, 特别是在未经过固结和加密处理的情况下, 其稳定性和承载能力都较差。在混凝土灌注桩的施工过程中, 如果地层松散, 钻孔会引起土体的塌陷和侧向移动, 导致钻孔孔壁的塌陷, 即所谓的塌孔现象。除了地层的松散性外, 砂卵石地层还常常伴随着大量的裂隙, 裂隙可能是天然形成的, 也可以是由于地质活动或人为活动引起的。裂隙的存在导致了地层内部结构的不均匀性和局部弱化, 使得在施工过程中地层的稳定性更加脆弱。钻孔过程中, 如果套筒未能有效地支撑和保护周围的土体, 填充物和土体的位移会进一步加剧裂隙的扩展, 从而引发更严重的地层塌陷现象。

2.1.2 填充物被挤压移动

在砂卵石地层中, 混凝土灌注桩施工过程中填充物被挤压移动通常发生在钻孔过程中, 尤其是当使用较大直径套筒时, 填充物如砾石、碎石等可能会由于套筒的挤压而

发生移动,进而导致地层的支撑力减弱,最终引发地层塌陷和钻孔孔壁的塌陷^[3]。

砂卵石地层中填充物(如砾石、碎石)通常用于灌注桩钻孔过程中,旨在填充和支撑套筒周围的土体,防止地层塌陷。然而,由于地层本身的松散性和填充物的颗粒结构,填充物在钻孔时会受到套筒上部和侧壁的压力,这种压力会导致填充物向周围的土体挤压和移动。填充物的颗粒特性:填充物的颗粒大小、形状和密度直接影响其在钻孔过程中的稳定性。颗粒较大或形状不规则的填充物更容易在受到挤压力时移动和重新分布。

2.1.3 套筒设计不当

套筒在混凝土灌注桩的施工中扮演着重要角色,不仅用于钻孔过程中的土壤支撑和保护,还直接影响到最终灌注桩的质量和稳定性。因此,如果套筒的设计不合理或选择不当,会导致地层的塌陷、套筒的移位或破坏,从而使整个工程面临安全和质量风险。一方面,套筒直径和长度不匹配,选择过小的套筒直径可能无法充分支撑和保护钻孔周围的土壤,导致在钻孔过程中发生土体塌陷。反之,过大的套筒直径则增加施工难度,同时增加填充物被挤压移动的风险。另一方面,套筒壁厚不足,套筒的壁厚直接影响其在施工过程中的稳定性和耐压能力。壁厚过薄的套筒可能在施工过程中变形或受损,无法有效地保护填充物和地层,从而引发塌孔问题。同时,套筒与土壤之间的摩擦系数和接触面积直接影响其在施工过程中的稳定性,如果摩擦系数过小或接触面积不足,套筒可能无法提供足够的支撑力,易导致钻孔孔壁的塌陷和地层的移动。

2.2 预防和处理方案

2.2.1 套筒选择优化

优化套筒选择涉及到多个方面,包括套筒的材料、尺寸、设计参数以及施工环境的适配性。第一,进行详细的地质勘察。在进行灌注桩施工前,必须进行充分的地质勘察,了解地层特性、土壤类型及其稳定性,根据地质勘察结果,确定最适合的套筒材料和尺寸,确保能够有效地支撑和保护钻孔周围的土层。第二,根据设计要求选择套筒材料,根据工程设计和施工环境选择套筒材料,考虑其耐磨性、抗压性和耐腐蚀性等性能。如,在强腐蚀环境中,可以选择不锈钢套筒,确保长期稳定的使用效果。第三,合理设计套筒的尺寸和壁厚。根据地质勘察结果和工程设计要求,合理设计套筒的直径、长度和壁厚,尺寸过大可能增加施工难度和成本,而尺寸过小则可能影响桩的稳定性和承载能力。第四,考虑施工过程中的特殊情况。在特殊施工环境或复杂地质条件下,需特别注意套筒的选择和设计。如,在软弱地层中,增加套筒的长度和壁厚,以提高桩身的稳定性和承载能力。

2.2.2 套筒壁厚和摩擦系数的计算和选择

正确选择套筒的壁厚和摩擦系数,直接影响着桩身的

稳定性、施工的安全性以及最终工程质量的保证。套筒的壁厚决定了其在施工过程中的强度和稳定性,其一,土层稳定性分析。混凝土灌注桩施工前,进行详细的地质勘察和土层稳定性分析,根据地质勘察结果,确定套筒需要承受的最大外部力和压力,从而计算出合适的壁厚,以保证套筒在施工过程中不会变形或破坏。其二,承载能力要求。根据工程设计和预期的桩身承载能力,选择适当的套筒壁厚。其三,材料特性考虑。套筒的壁厚选择也与其材料的特性密切相关。不同材料的套筒具有不同的强度和耐久性,需要根据材料的力学特性和耐磨性,合理确定壁厚,以确保套筒在长期使用中不会出现问题。

同时,套筒与周围土层之间的摩擦系数直接影响着桩身的稳定性和抗侧移能力。一是地层类型和条件:不同类型的土层具有不同的摩擦特性。在砂卵石地层中,摩擦系数通常较高,需要选择能够提供良好摩擦力的套筒,以防止桩身的侧移和不稳定现象。二是接触面积和表面处理:套筒与土层的接触面积和表面处理也会影响摩擦系数的选择。在设计 and 施工过程中,需要考虑采取适当的表面处理措施,以增加套筒与土层之间的摩擦力,提高桩身的稳定性。三是施工参数和实测调整:摩擦系数的选择不仅依赖于理论计算,还需要根据实际施工情况进行实测和调整,通过实测数据,评估套筒与土层之间的实际摩擦特性,并根据需要调整施工参数和措施,以确保桩身的安全和稳定。

为了有效预防和处理套筒壁厚和摩擦系数选择不当导致的塌孔问题,在施工前进行全面的地质勘察和土层分析,确保准确评估地层特性,为套筒壁厚和摩擦系数的选择提供科学依据。同时,根据地层特性和施工环境,选择具有合适强度和耐磨性的套筒材料,并设计合理的壁厚和尺寸。施工过程中实时监测套筒与土层的摩擦系数和壁厚的工作状态,及时调整施工参数和措施,以确保施工的安全性和质量。

2.2.3 加长套筒的埋设与拔出考虑

混凝土灌注桩施工中,塌孔是指桩周土体在施工过程中由于外力作用或土体自身特性发生变化而引起的下陷或塌陷现象,严重影响桩的承载能力和工程质量^[4]。因此,设计和实施加长套筒的埋设与拔出策略是确保施工安全和质量的重要措施。第一,土层稳定性分析:选择加长套筒的埋设深度时,必须进行详细的地质勘察和土层稳定性分析。根据地质勘察结果,确定桩基部分及其周围土层的物理力学性质,以确保加长套筒能够稳定地承载设计要求的荷载,避免因土层不稳定而导致的塌孔。第二,埋设深度的选择:埋设深度应根据预期的荷载和土层特性来确定。通常情况下,加长套筒的埋设深度应超过可能的变动土层范围,确保套筒与稳定土层之间有足够的嵌固深度,以增加桩身的稳定性和抗侧移能力。第三,预防水文影响:埋设加长套筒时,需考虑地下水位及其对土层稳定性的影响。

必要时,采取防水措施以避免因地下水涌入导致的土体松动或侵蚀,从而减少塌孔风险。

在施工完成后,正确的加长套筒拔出过程同样至关重要,以避免因拔出不当而引起的土层变形或塌陷。在拔出加长套筒时,需按照设计的拔出顺序和方法进行操作。通常采用液压拔筒机或其他专用设备,逐步施加力量进行拔出,避免突然剧烈振动或外力作用,从而导致土体变形或周围土层的塌陷。在拔出过程中,应实时监测周围土层的变形情况,如有必要,及时调整拔出力量或方法,以确保加长套筒的安全拔出,同时保持周围土体的稳定性。

3 钻孔机械的选择及施工方法改进

3.1 机械选择

钻孔机械的选择直接影响到工程的进行和最终成果,因此需要根据具体的施工条件和需求做出合理的决策。首先,钻孔机械的选择应考虑到工程的规模和类型。如,对于大型基础工程如桥梁、高层建筑等,通常选择大功率、高效率的钻孔设备,能够应对复杂的地质条件和深度要求。这类机械通常具备强大的动力系统和稳定的结构设计,能够确保在大规模项目中的稳定运行和长时间工作。其次,钻孔机械的选择还应考虑到地质环境和土壤条件。不同地质条件下,钻孔机械的适用性会有所不同。如对于坚硬岩石地层,可能需要选择配备有足够功率和耐磨性的岩心钻机或旋挖钻机;而在软弱地层,需要考虑使用挖掘机配合低转速的钻具,以确保钻孔的稳定性和安全性。另外,钻孔机械的选择还应考虑到施工环境的限制和特殊要求。例如,在城市建设中,常常需要选择噪音低、震动小的钻孔设备,以减少对周边居民和建筑物的影响;在狭窄空间或有限工作区域内,需要选择结构紧凑、机动性强的小型钻孔设备,能够灵活操作并完成任务。此外,现代钻孔机械通常具备自动化控制和实时监测系统,能够提高施工的精度和安全性。通过GPS定位系统和数据采集技术,实现钻孔轨迹的精确控制和数据记录,从而保证钻孔的准确度和一致性。

3.2 施工方法改进

在钻孔施工中,施工方法的改进直接影响到工程的效率、质量和安全性,特别是在复杂地质条件或特殊施工环境下,采用合适的施工方法能够显著提升施工的整体效果。首先,通过优化钻孔参数来改进施工方法。钻孔参数包括转速、进给速度、钻具选用等。合理设置钻孔参数可以有效降低钻头磨损、提高作业效率,并避免对钻孔机械的不必要损耗。其次,考虑工艺流程的优化。这包括施工前的准备工作、钻孔过程中的操作规范,以及钻孔后的清理和维护工作等。通过精细化管理和标准化操作,可以提高施

工的整体效率和质量稳定性。再次,施工方法改进中,必须重视安全措施完善的,包括施工人员的安全培训、作业现场的安全管理,以及钻孔设备的安全检查和维护等。通过建立健全的安全管理体系,确保施工过程中人员和设备的安全,减少意外事件的发生。最后,利用现代技术,引入智能化钻孔设备、实时监测系统和远程控制技术,提高施工的精度和可控性,同时减少人力投入和施工周期,从而降低成本并提升效率。

3.3 其他技术要点的扩展

除了钻孔机械的选择和施工方法改进外,钻孔施工中的其他技术要点扩展包括多方面的考虑和应用,在提升施工效率、质量和安全性方面起着关键作用。一是地质雷达和其他探测技术能够有效识别和分析地下岩层、土壤结构及地下水情况,为钻孔施工提供精准的地质信息,通过实时数据的获取和分析,可以调整钻孔方案、优化钻孔位置,避免地质灾害和不必要的施工延误。二是水力喷射技术可以在钻孔过程中同时进行土层加固或者孔洞清洁。通过高压水射流清洗孔洞,可以有效去除钻孔中的泥浆和碎屑,保证钻孔的质量和稳定性。此外,水力喷射还可以注入特定材料来加固孔壁,提高土层的稳定性和承载能力。三是断层和隐伏工程构筑物的处理技术:钻孔施工过程中,可能会遇到断层或者隐伏的工程构筑物,如地下管线或者电缆,采用先进的探测技术和防护措施,可以避免对这些构筑物的损坏和影响,确保施工安全和工程的长期可靠性。

4 结束语

通过以上技术要点的综合应用,可以有效预防和处理砂卵石地层中混凝土灌注桩施工过程中可能出现的塌孔问题,提高工程的安全性、施工效率和质量,确保工程顺利进行。

[参考文献]

- [1]李学良,高德存,张笑林.特大桥梁钻孔灌注桩塌孔分析及处理措施[J].建筑技术,2022,53(12):1685-1686.
- [2]冯文力,白江伟,王明涛,等.高水位卵石层中钻孔灌注桩施工技术改进[J].建筑安全,2023,38(7):51-54.
- [3]贾欣媛,岳大昌,李明,等.易塌孔地层长护筒+冲抓+旋挖钻孔灌注桩施工工法[J].四川建筑,2021,41(1):3.
- [4]邵坤厚,曹波涛,刘相如,等.钻孔灌注桩塌孔原因探析及处理应用研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(11):4.

作者简介:杨沁欣(1997.9—),悉尼科技大学,土木工程专业,单位:北京市第五建筑工程集团有限公司,职务:项目技术员,职称:助理工程师。