

港口航道工程建设中的钻孔灌注桩施工技术

李 新

(烟台港集团莱州港有限公司, 山东 烟台 261400)

摘 要: 从目前的建设现状来看, 钻孔灌注桩技术应用广泛, 但在港口码头工程中尚未达到普及水平。出现这种现象的原因是码头靠近水域, 周围没有良好的地质条件, 土壤承载力水平不够。然而, 码头工程的建设需要极高的土壤承载力。因此, 为了充分发挥该技术的作用, 有必要加强项目的质量控制。

关键词: 港口航道工程建设 钻孔灌注桩施工技术 分析研究

DOI: 10.12319/j.issn.2096-1200.2022.24.190

一、钻孔灌注桩施工技术综述

在工程建设的早期阶段, 需要采用钻孔桩技术进行基础施工, 通常采取设备钻孔或人工钻孔的形式对基础进行处理, 此外还要进行基础钻孔, 然后将钢筋混凝土放入孔中, 提高地基承载力, 加强地基稳定性。钻孔灌注桩技术在土木工程中的应用, 不仅可以保证后续工序的顺利进行, 而且可以对延长建筑物的使用寿命起到一定的作用。在实际施工过程中, 该技术不仅适用于不同的地质环境。目前, 钻孔灌注桩施工技术广泛应用于公路工程、建筑工程、基坑开挖等工程中。

二、钻孔灌注桩技术特点

钻孔灌注桩技术的工作流程是使用各种类型的钻孔方法钻出具有一定形状的孔。在这些孔满足实际施工要求后, 将钢骨架放入钻孔中, 然后将混凝土注入这些孔中。静置一段时间后, 形成具有一定强度和承载力的桩。钻孔灌注桩技术具有成本低、施工工艺方便、适应性强等优点, 该技术已被广泛应用于许多工程项目, 但由于诸多因素, 该技术尚未在港口工程中得到广泛应用。这主要是因为港口建设环境非常特殊, 施工难度更大, 需要更高的施工技术^[1]。

总的来说, 港口和码头附近的人行道靠近水域, 这使得这些地区的地质状况不太理想, 并大大降低了其承载能力。为了满足港口工程质量的要求, 有必要采用钻孔灌注桩技术。此外, 重力式沉箱码头后轨道梁承受的荷载主要在垂直方向。在这种情况下, 如果采用混凝土预制桩或钢管桩, 施工成本相对较高, 并且会受到现场各种因素的严重制约, 从而影响施工进度和工程质量。钻孔灌注桩技术在高桩码头中具有很大的应用优势。

三、钻孔灌注桩技术实施过程分析

(一) 准备

(1) 路线图。施工前, 必须使用各种全站仪进行精确测

量。在具体施工过程中, 要准确确定各点坐标, 为后续施工提供具体指导, 并对测量结果进行有效核查。

(2) 搭建施工平台。钻机的选择应根据工程施工人员的技术水平, 并充分考虑施工环境等因素。本工程钢护筒是一种打桩船锤沉桩, 外径略大于孔的自身直径, 因此在成孔过程中不会出现塌孔现象。如果是引桥的支架, 应在两个桩上安装匹配的小钢套管, 以有效保证平台支撑力的稳定性。

(二) 埋设保护筒

在预埋钢套管时, 首先应将坚固性和耐久性作为套管选择的首要标准, 以便使用硬度和强度等良好钢板进行焊接。护筒内径应控制在桩直径的300mm以内, 以便为上部和下部结构的稳定性提供基本保证。同时, 可以采用锤击的方式进行掩埋, 引导和定位的操作要提前到位。由于波浪的影响, 保护筒顶部应略高于施工水位约1.5~2m。此外, 在施工过程中, 应防止气缸内的水。如果出现任何不利情况, 应立即停止, 并在后续调整后继续进行。

(三) 成孔

(1) 准备。钻孔前, 施工单位质检员应检查钻孔位置。检验合格后, 报监理工程师验收。只有检查合格后, 才能进行钻孔作业。当所有准备工作完成后, 将钻头移至指定位置, 以确保钻头的中心点与防护筒的中心点重合, 这被视为零位。

(2) 钻井作业。操作员启动钻机, 缓慢地将钻头降到套管顶部, 并通过使用计算机重置功能将显示器设置为零来监控钻井操作。将钻头缓慢下放到套管中, 并按正序钻进。在钻进过程中, 应保持低速和慢速钻进。起重机钢丝绳承受的载荷不应小于钻杆和钻具总重量的20%, 以避免孔位偏移。在粘性土壤中钻孔时, 切换到更高的钻速(ROP), 并钻至小于60cm的深度。当钻入砂层时, 由于砂土的稳定性较差, 土壤在受到扰动后更容易坍塌。因此,

应降低钻进速度，每次钻进40cm为宜。在钻井过程中，可适当增加泥浆灌注量，避免塌孔现象。在提升钻杆的过程中，泥浆会冲刷孔壁。在特殊情况下，孔内可能会产生负压，从而导致孔的坍塌。因此，在这种情况下，应严格控制钻井和起杆速度。一般情况下，钻杆速度应保持在0.5m/s以内。在钻孔过程中，施工人员必须严格控制进尺的速度，全程监控孔内的变化，如果孔内泥浆水平降低，应立即进行灌浆处理。泥浆通常是泵送的，泥浆的高度不应低于地下水位和保护筒底部，否则存在一定的塌孔事故可能性^[2]。

（四）成孔检测

测试绳和孔探用于测试成孔深度、桩孔直径、桩孔倾角和孔底沉积物厚度。施工单位质检员组织监理单位对成孔质量进行验收。验收合格后方可进入下一道施工工序。孔深检测：为了提高测量结果的准确性，施工单位选择使用钢丝绳检测绳，其重量为2kg。孔深度是从孔底部到防护筒顶部测量的。孔径检测：使用孔探头进行检测。探头由螺旋钢制成，规格为 $\phi 20\text{mm}$ 。

（五）孔洞清理

钻孔完成后，应尽快清除孔内杂物，以保证灌注桩的承载力。孔隙清洁是基于泥浆本身的动能影响和清除杂质（如沉积在井底的沉积物）的粘结能力。为了确保冲洗达到既定效果，泥浆材料应科学配置，一般情况下，含砂量不超过6%，胶体率不低于90%；此外，测量粘度时，时间间隔应控制在17到20分钟之间。

（六）钢筋笼制作安装

制作钢筋笼时，需要除锈并切断钢筋，以确保钢筋笼最大程度地满足要求。具体生产可采用整体或分段的方式，但同时应符合实际安装条件。搬运和提升钢笼时，应尽量避免变形。如有必要，可通过加强箍筋固定，以方便后续拆卸。此外，在钢筋笼的每个主钢筋部分设置混凝土垫，然后固定。在钢筋笼安装环节，需要做好安全处理；起重设备启动时，施工人员不得站在起重机塔下或钢笼附近，以免发生安全事故。4.6导管安装和二次清孔混凝土浇筑应使用直径260mm的导管进行。安装前，应配备足够的导管，总长度应符合既定的灌注要求。此外，还必须确保没有裂缝和变形的不良情况；钢笼完全放置后，即可安装导管。导管下口应位于孔底部约30cm；在钻机的正循环系统中，良好的泥浆被压入。泥浆重量小于1.15表示泥浆良好。应彻底清理孔底大于1.25的泥浆。第二次清孔后的泥浆比例应在不超过1.2的标准范围内，以达到既定的施工标准。正常情况下，第二次清孔时间应控制在30分钟左右。

整个清孔完成后，质量监督人员将确定所有指标符合既定要求，然后才能进行后续施工。

（七）混凝土填筑施工

1.混凝土材料要求和相关设备的制造。混凝土由沙子、水泥、水和其他材料组成，其级配要求足够合理。最大粒径应严格控制，且不宜过大。此外，骨料中的碎屑含量也需要满足要求，否则需要安排清理和筛分处理，去除杂质，以免影响骨料的正常使用。

导管、漏斗和储料斗都是混凝土浇筑施工中的重要辅助设备。管道采用3mm厚钢板为原材料，缠绕后直径不小于250mm。直径根据桩长、桩径和浇筑速度确定。导管由多个段组成，以快速完成每个段的处理和拆卸。中段长度约2m，下端段可适当增加，如4~6m。漏斗下方设有长度约1m的上端段管道。在中段法兰的两端，厚度为10~12mm的法兰焊接稳定，以便螺栓彼此连接。在一个法兰附近焊接一对小吊耳，用于钢丝绳悬挂。取一个4~5mm厚的橡胶垫圈，垫在上下法兰之间。漏斗为圆锥形，制作并成型2~3mm厚的钢板。环对称焊接在距漏斗顶部15cm的外侧两侧。锥形漏斗插入导管的深度通常为15厘米，可根据实际情况灵活调整。储料斗的原材料为3mm厚的钢板和加强筋。出口设有闸门，底部做成斜坡状，料斗出口下方设有主动溜槽^[3]。

2.混凝土搅拌。混凝土是钻孔灌注桩施工中的重要材料，配合比的设计对其质量控制至关重要。其中坍落度18~22cm为宜；骨料粒径为0.5~3cm，材料可为机制砾石。水灰比控制在0.5~0.6；取水泥时，实际标高比设计标高高10%~15%。在确定具体的混合比后，准确称量适量的优质原料，然后按特定顺序混合并充分搅拌。为了保证混凝土的均匀性，搅拌时间要求不小于2~2.5min。在装载底部材料之前，确保已经在混合器中的混合物完全排出。如果由于某些原因，搅拌机停止使用超过30分钟，则需要首先清洁搅拌机，在此前提下可以继续搅拌。

3.混凝土灌注。遵循连续作业的原则，尽量缩短每斗混凝土填筑的间隔时间；合理协调，争取拔除导管时间不超过15分钟；浇筑混凝土时，应及时检测混凝土表面的高度，并根据实际情况拆除或抬高导管。整个导管的埋深应为2~4m，最大不应超过6m。钻孔灌注桩混凝土施工中应注意：及时检测并合理控制导管下端位置，导管下端距离桩底0.3~0.4m；严格控制导管埋在混凝土中的深度，整个过程应 $\geq 1.0\text{m}$ ；水下混凝土浇筑施工中，以桩顶设计标高为基准，要求桩顶实际标高略大于0.5m；合理选择优质导管，

并在混凝土浇筑过程中加强防护,以免导管泄漏导致断桩。

四、港口工程钻孔灌注桩施工工艺中应注意的问题

(一) 钻孔倾角

港口项目建设条件普遍较差,受环境影响因素较大。在施工过程中,由于施工现场条件对钻机安装的影响,钻孔位置倾斜。此外,软土层和硬土层的不规则分布,或大型纸牌和其他硬物体的掺杂,也可能导致钻孔位置倾斜。施工前,对施工环境进行分析,确保施工平台平整,钻机安装平稳,立架减少位置偏差,成孔过程中定期检查和纠正。施工进入硬土层,无强制压力,控制钻进速度。对于偏斜的钻孔,控制缓慢的钻进速度以升降,并多次扫孔以纠正偏斜。

(二) 钻孔坍塌

钻孔坍塌是一种容易发生的事故。通常,在钻井过程中,如果发现泥浆不断起泡,或者泥浆突然流失,则表明存在钻井坍塌的迹象。软质地质很容易导致钻孔坍塌。钻孔坍塌也可能是由于加快钻孔速度以达到最后期限或在钻孔形成后未及时浇筑混凝土造成的。为了防止这一问题,应采取必要的保护措施。它受到泥浆壁保护和滚筒密封的保护。筒体埋深适当,采用优质泥浆,防止外力变形的影响。在施工中,一方面要注意钻孔速度,另一方面要及时浇筑混凝土,避免因施工组织不当造成质量问题。对于潮下钻探,要做好准备工作,留出充足的时间,针对实施过程中可能出现的问题做好预案。在浅滩和潮汐作业中,应指派专人完成水深探测和潮位报告工作。

(三) 钢笼浮动

在施工过程中,钢筋笼上浮的频率很高。此类事故通常无法纠正,因此有必要了解事故上升的原因,并尽量减少施工过程中的事故发生频率。导管理深过深可能会导致钢筋笼漂浮。混凝土流出导流管后,冲击力很大,混凝土以一定速度顶起,推动钢筋笼漂浮。解决方案是确保第一批混凝土埋管深度不小于1m,混凝土浇筑过程中,埋管深度应保证在2~6m之间。导管不应提升得太快,以防止导管钩连接钢笼。混凝土浇筑过快也会导致钢筋笼漂浮。孔内的混凝土上升会对钢笼产生摩擦,而泥浆上升会产生摩擦,此时钢笼未埋在导管底部以下足够深的地方,导致钢筋笼漂浮。解决方法是减慢混凝土浇筑速度,或暂停10~15分钟,直到钢筋笼稳定,然后继续浇筑。

五、港口钻孔灌注桩施工质量控制

(一) 重视混凝土运输

在混凝土运输过程中,相关人员应严格遵守规范,尽可能采用罐车运输,可采用4mm铁板制作溜槽作为垂直运输

工具,使用这种方式可节省大量人力、财力,节约施工成本,确保经济效益最大化。同时,可以避免恶劣气候和环境对混凝土的影响,提高工作效率。同时,还应建立具体的接收和接收系统。对混凝土到达目的地后的搅拌、运输和复验进行全面检查和检验,及时解决问题,防止混凝土在运输过程中离析、分层和泌水。

(二) 加强混凝土浇筑控制

混凝土的浇筑过程比较复杂,需要施工人员有一定的耐心。在混凝土浇筑中,施工人员不能盲目求快,必须逐层浇筑,并做好新旧混凝土交接现场处理。最后,在混凝土浇筑后半天内,施工人员应进行混凝土的第一次养护,使用新的养护剂,铺设草袋和洒水养护相结合;同时,施工人员应确保混凝土的平整度,避免混凝土出现裂缝,影响整个工程的进度,从而提高混凝土养护的安全性,降低成本,确保港口建设的顺利进行。

(三) 完善施工管理体系

港口工程施工的安全管理离不开内部完善的施工管理体系,这直接决定了港口工程混凝土施工的质量。因此,完善施工管理制度,一方面要在相关企业建立相应的监督管理部门,任命严肃负责的施工人员,明确工作职责和范围,制定监督制度和奖惩措施。另一方面,监理部门和施工人员应监督施工过程中的操作,定期检查施工现场,消除安全风险,做好安全监督工作。对一些违法违规、影响安全的行为,要制定处罚措施,适当加大处罚力度,确保港口建设取得实效^[4]。

六、结语

综上所述,在钻孔灌注桩施工过程中,必须确保所有工序严格按照相关规范进行操作。钻孔灌注桩的施工技术虽然极其简单,但也非常复杂和系统。因此,在实际施工中要统一指挥、统一调度、责任落实,严格遵守相关设计要求和施工规范。确保工程质量和安全可靠,促进建筑业稳步发展。

参考文献

- [1]汤彬.水利工程中钻孔灌注桩施工技术要点分析[J].现代物业(中旬刊),2018(09):220.
- [2]胡华锋.港口工程中的钻孔灌注桩施工技术探讨[J].工程技术研究,2017(07):9-10.
- [3]刘松林.水上钻孔灌注桩施工技术及应用分析[J].四川水泥,2017(06):254-255.
- [4]刘传臻.港口码头钻孔灌注桩施工技术分析[J].山东工业技术,2017(08):109.