

高速铁路钻孔灌注桩施工质量问题探讨

马哲

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

摘要: 铁路作为我国重要的基础设施, 对于促进社会发展具有极为重要的意义。在铁路建设过程中, 钻孔灌注桩作为铁路桥梁工程地基处理的重要组成部分, 其施工工艺已广泛用于铁路工程建设领域。阐述了对钻孔灌注桩成桩质量问题进行的探究过程。

关键词: 高速铁路; 钻孔灌注桩; 质量问题; 质量控制; 预防措施

中图分类号: U215; U215.1; U215.7

文献标志码: B

文章编号: 1001-2184(2024)增 2-0062-04

Discussion on Construction Quality of Bored Piles in High-speed Railway

MA Zhe

(Sinohydro Bureau 5 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610066)

Abstract: Railways, as an important infrastructure, are of great significance to promoting social development. As an important part of foundation treatment of railway bridge engineering, bored piles have been widely used in the field of railway construction engineering. This paper explores the quality of bored piles.

Key words: High-speed railway; Bored piles; Quality issues; Quality control; Preventive measures

1 概述

在铁路工程建设中, 钻孔灌注桩施工具有钻孔速度快、成桩质量高等优点。但在潮湿、多雨季、地下水丰富、软弱地层等环境施工时, 往往容易出现孔底沉渣厚度难以控制、桩身夹泥、钢筋笼偏位上浮、桩身缩颈等质量问题, 需要在施工过程中严格控制各项参数。笔者以某高铁项目建设为例, 对钻孔灌注桩成桩工艺进行了研究, 结合桩基检测结果对桩身存在的质量问题进行了分析, 总结出今后施工时的注意事项。

2 钻孔灌注桩存在的质量问题及采取的应对措施

2.1 桩身混凝土质量缺陷应对措施

在某高铁项目建设过程中, 笔者结合大量的超声波法检测桩身完整性时发现: 钻孔灌注桩桩身出现的共性问题为每间隔 2 m 或 3 m 和 6 m 将会出现一道缺陷波, 其表现形式为包络线首波延迟、波速轻微降低、声时增高、波幅降低。桩身混凝土出现空洞、蜂窝、离析、夹泥等质量缺陷。

(1) 问题分析: 混凝土导管埋深过浅会导致混

凝土浇筑面由顶升式变成摊铺式。在混凝土灌注过程中间隔 2 m 出现缺陷波的原因为: 在大直径混凝土桩灌注过程中, 每车混凝土浇筑上升的高度相符; 在混凝土灌注过程中, 由于工人操作失误导致导管埋深达不到设计要求的深度、导管埋深处于两车混凝土灌注的间隙; 抽拔导管造成桩身质量缺陷; 间隔 3 m 和 6 m 出现的原因因为导管埋深过浅, 导致在拔导管工序后的下一车混凝土浇筑时, 将顶升上来的沉渣等异物堆积在混凝土桩的周围形成缩颈, 进而影响到各项检测参数。笔者对产生问题的桩进行过开挖验证, 事实证明: 由于顶升力不够, 使得沉渣等异物在桩身堆积并呈环绕状分布, 严重的部分侵入至声测管外侧。

(2) 应对措施: 提高混凝土的顶升力, 辅以工序的改进, 严格控制导管的埋深, 由专人测量混凝土埋深和导管内外混凝土的高差, 填写灌注记录。对于水下混凝土, 要求其埋深维持在 2~6 m。严格控制导管的插捣幅度, 拆卸导管后应上下插动 (将幅度控制在 50 cm 左右) 以缩短混凝土灌注时的等待时间以确保混凝土灌注的连续性; 对于人工拆卸导管的时间应进一步缩短。必须做好

收稿日期: 2024-09-04

对混凝土灌注过程的管控,试验室应全程盯控并参与到灌注的全过程,时刻关注混凝土塌落度的变化情况。

2.2 孔底沉渣过厚的应对措施

采用超声波法检测桩身完整性时发现桩底沉渣厚度超过规范标准。

(1)问题分析:桩基成孔后未进行二次清孔或二次清孔不彻底、泥浆比重不满足设计要求或泥浆注入量不足导致无法将沉渣上浮、排出孔外。钢筋笼在其吊放过程中未对准孔位或钢筋笼出现晃动、碰撞孔壁造成泥土塌落;二次清孔后混凝土灌注时间过长,导致孔内的泥浆与钻屑静置下沉,桩底沉渣过多。

(2)应对措施:所拌制的泥浆应满足混凝土护壁要求,泥浆面应高出地下水位 1.5~2 m。必须保证泥浆胶体率高、砂率小,以降低泥浆沉淀速度过快的影响。钻进过程中,应经常测定泥浆的相对密度、黏度、含砂率和胶体率等指标,及时对泥浆的各项性能指标进行调整。为保证桩底沉渣厚度达到相关规范和设计要求,在钻孔深度达到设计孔深后一定要对泥浆进行加水稀释以降低泥浆的相对密度,清除泥浆中悬浮的钻屑。钢筋安装吊放过程中,严禁其触碰孔壁,可以通过增加钢筋笼混凝土垫块数量的方式用来降低钢筋笼与孔壁的摩擦强度。除此之外,二次清孔还可使用真空泵深入桩底抽排桩底的沉渣。

2.3 桩身断桩的应对措施

在先后两次浇筑的混凝土层间其桩径的整个界面夹有泥浆或钻屑夹层,其基本无水、仅有泥浆黏接时为断桩。

(1)问题分析:混凝土灌注过程中,由于混凝土中的砂石料级配不良,粗骨料粒径较大而导致混凝土塌落度较小,灌注过程中极易发生混凝土离析。导管橡胶套老化或脱离造成导管密封不严、浇注过程中导管进水后会在两层混凝土中产生部分夹有泥浆渣土的截面而导致断桩。导管出现堵塞后未能及时进行处理,混凝土灌注过程中出现导管触碰或卡住钢筋笼的情况,桩孔出现严重坍孔而导致桩身严重夹泥,混凝土桩身出现断裂;二次清孔不彻底或混凝土灌注时间过长,首批

混凝土已发生初凝,而后续混凝土因顶升力不足难以冲破混凝土顶层与泥浆的混合面而造成桩身断裂。

(2)应对措施:在拌和站拌制混凝土时应严格按照设计图纸和相关规范要求控制坍落度,适当延长混凝土的初凝时间,可以采用慢凝水泥,掺加缓凝剂,粗骨料采用卵石以增加含砂率,控制粗骨料的粒径等方式。混凝土拌制后、运输前应检查导管、混凝土罐车、搅拌机等设备是否正常,导管气密性是否正常,交通是否堵塞,现场试验人员是否到位,以确保混凝土能连续灌注。混凝土灌注过程中一定要边灌注、边拔管以确保导管深入混凝土的深度为 2~6 m。导管理入过浅或拔出混凝土面容易导致混凝土出现断桩。

2.4 桩头未超高浇筑的应对措施

钻孔桩桩头混凝土未按照相关要求超出设计桩顶标高 0.5~1.0 m。

(1)问题分析:桩身混凝土灌注过程中,随着导管理深的增加导管未能及时上拔,导致混凝土顶升力不足而造成混凝土浇筑困难,桩头混凝土未达到设计桩顶标高或超过设计桩顶标高的高度不足。当桩身混凝土即将灌注到桩顶标高时,采用非标准测锤进行测量,或采用桩基超浇预警装置进行测量时误将桩顶表面的泥浆沉渣、坍落土渣判定为桩顶混凝土而过早地完成混凝土灌注导致桩顶标高高度不足;因地质情况较为复杂而很容易造成桩基孔位偏差,如在软土地区,桩基孔位易发生变形,混凝土灌注量明显高于设计量而误以为桩头混凝土的灌注量已超出设计总量并超过桩顶设计标高。

(2)应对措施:当采用桩基混凝土超高浇筑预警装置时,需要提高混凝土探测头的判定精度,准确识别新鲜混凝土与钻屑、泥渣的接触面,提高测量的准确度。当使用标准测锤测量钻孔深度时,在混凝土灌注接近桩顶设计标高时,利用取样容器进行取样鉴定,判断混凝土的界面位置,控制混凝土灌注量达到超高浇筑的要求。当桩顶设计标高不足时需要进行接桩处理,无地下水或地下水位较低时可直接开挖并按照已审批的方案进行接桩;地下水位较高时,需要通过接长护筒下沉至已

灌注的混凝土面,凿除桩头后按已审批的方案进行接桩。

2.5 桩身钢筋笼上浮的应对措施

桩头破除后,当伸入承台的钢筋长度超过设计图纸要求时将导致钢筋笼上浮。

(1)问题分析:桩身混凝土在灌注过程中上升至与钢筋笼接触面时,混凝土灌注速率过快,对钢筋笼造成冲击而带动钢筋笼向上浮动。由于混凝土的坍落度较小,流动性较差,混凝土与钢筋笼的摩擦力大于钢筋笼的自重,混凝土顶升过程中推动钢筋笼向上浮动;混凝土灌注过程中,导管卡住钢筋笼,抽拔导管时带动钢筋笼上浮;钢筋笼下放时不垂直,孔口固定钢筋笼的设施不牢固而导致钢筋笼上浮;混凝土浇筑时间过长、混凝土面发生初凝,混凝土顶升时带动钢筋笼上浮。

(2)应对措施:对首批混凝土的灌注量应认真进行计算,必须保证导管埋深 ≥ 1 m。灌注过程中需逐步提升导管并保证导管与混凝土顶面的埋深在 2~6 m 之间。遇到钢筋笼时需降低混凝土的灌注速度,减少其对钢筋笼的冲击。钢筋笼应适当增加定位钢筋以加大其与孔壁的接触面积,严禁将定位钢筋嵌入孔壁,可以在孔口位置增加钢筋笼的锚固装置防止钢筋笼上浮。混凝土灌注导管应处于钢筋笼的中心位置,在提升导管的过程中发生卡挂钢筋笼时不可硬拉,防止导管脱落和钢筋笼上浮,可慢速抽拔导管或人工转动导管方向使其脱离钢筋笼。混凝土浇筑前,应加强与混凝土拌和站工作人员的沟通,确保混凝土的拌和和运输。试验室应根据气温及运程合理调配混凝土的和易性,以减少混凝土灌注对钢筋笼的冲击上浮影响。

2.6 桩身混凝土缩颈及采取的应对措施

桩基浇筑完成后,通过声波透射法检测桩身的完整性,发现桩身直径变小、出现缩颈。

(1)问题分析:桩基成孔后,泥浆护壁效果不佳,地层中的膨胀土遇水膨胀,混凝土灌注过程中桩身孔径变小、出现缩颈。初步分析认为:混凝土出场后其和易性不满足要求,混凝土的流动性较差,坍落度小,骨料离析等导致混凝土在浇筑过程中不能完全置换出桩孔中的护壁泥

浆,骨料离析处被护壁泥浆充填形成缩颈;桩基成孔后未能及时浇筑混凝土,钻孔放置时间过长,泥浆的自重压力无法支撑地层收缩及溃流带来的压力,导致桩基完成浇筑后出现缩颈;桩基成孔未采取隔桩跳打施工,相邻桩基之间出现扰动,周围土体向已浇筑完成的桩身靠拢,土体对桩身产生动压力,加之混凝土浇筑初期强度较低的影响导致桩身出现缩颈。

(2)应对措施:针对复杂地质条件易产生缩孔的情况,可适当增加钻孔的直径,提前考虑缩孔量以保证桩身的直径。采用优质膨润土拌制泥浆,适当加大泥浆的比重(加大泥浆比重后可以增大泥浆对桩身孔壁的支撑力),降低孔壁收缩的速率,进而缓解钻孔孔径的缩颈程度。钻头穿过软弱地层时,应适当降低钻进速度以保证泥浆充分浸润地层,降低该位置地层的坍塌与溃流程度,保证桩径满足要求。在富水地区钻进成孔过程中,一定要加大泥浆的泵送量,加快桩基的钻进速率,使泥浆在孔壁内迅速形成泥皮以降低渗水风险。混凝土灌注前,应做好灌注前的准备工作、保证混凝土的连续供应,最大限度地缩短桩基成孔后等待灌注的时间。

3 施工技术要点

3.1 施工准备

在施工场地三通一平的基础上,利用已提供的坐标控制点和高程点对桩基桩位进行测量及放样,埋设护筒采用钢护筒,护筒长度一般为 2.0~2.5 m,并可根据地质情况适当加长。护筒内径应大于设计桩径 20 cm,护筒顶面至少高出施工地面 0.5 m。将泥浆池设置在墩与墩中间,采用三级沉淀的方式,泥浆采用优质膨润土拌制。对于地质情况较为复杂或存在粉砂、粉质黏土时可掺入适量的烧碱或碳酸钠等掺和料进行调配,以保证泥浆的性能指标稳定、沉淀量较低、护壁效果好、钻孔桩成孔质量高等要求。

3.2 钻孔及成孔

钻机就位后,将钻头中心点对准校核后的孔位中心,同时调整钻杆至垂直状态,每次钻孔时需在深度表上对零,通过深度表或已安置的钻杆长度控制钻进的情况。在成孔及终孔过程中,需要

对钻孔进行阶段性的成孔质量检查,采用 6 m 长的检孔器检测孔径,采用测绳检测孔深,采用标准测锤检测沉渣厚度,孔底沉渣不得超过验标要求,严禁采用加深桩孔深度的方法代替清孔。

3.3 清 孔

采用换浆抽渣法进行换浆清孔。清孔后的泥浆指标:泥浆比重不大于 1.1,黏度为 17~20 s,含砂率小于 2%,黏度为 17~20 s。连续梁主墩桩基的孔底沉渣厚度不大于 5 cm,摩擦桩孔底的沉渣厚度不大于 10 cm。在钢筋笼和导管安放完毕、灌注水下混凝土前,使用标准测锤检测桩底沉渣的厚度,若沉渣厚度超标,则需立即进行第二次清孔,直至沉渣厚度符合设计要求后方可进行下道工序的施工。

3.4 钢筋笼的制作与安装

钢筋笼在钢筋场内采用全自动数控钢筋笼滚焊机进行钢筋笼的加工。全自动数控钢筋笼滚焊机集钢筋笼主筋定位、盘圆箍筋调直、箍筋缠绕及二氧化碳保护焊于一体采用全自动数控操作。钢筋笼的入孔采用吊车吊装,钢筋笼焊接后的整体应平直,所用钢筋表面应无油污和锈蚀,电焊条必须符合设计与相关规范要求。

3.5 灌注水下混凝土

采用导管法进行水下混凝土的灌注施工。导管选用圆形螺旋快速接头,上接浇筑漏斗,由吊车或钻机悬吊,灌注过程中可以通过抽拔导管对混凝土的灌注速度和灌注高度进行控制。导管直径为 300 mm,壁厚 5.4 mm,中间节每节长 3 m,底节长度为 4 m,漏斗下使用 1 m 长的导管。下导管时,其底口距孔底的距离为 30~50 cm(不能埋入沉淀的淤泥中)。导管安装完成后开始进行二

次清孔,特殊结构桥梁墩台摩擦桩的桩底沉渣厚度不大于 5 cm(一般桥梁的墩台摩擦桩的桩底沉渣厚不大于 10 cm)。首批混凝土的灌注量必须通过计算确定,且必须满足导管首次埋入的深度(1~3 m)。混凝土一定要完全填充至导管底部,漏斗底口处必须设置严密的隔水装置并能保证混凝土顺利的排出导管。混凝土浇筑应连续进行,不允许间断,对于灌注过程需详细记录。

通过采取以上合理且有效的钻孔灌注桩施工技术,顺利完成了工程施工。

4 结 语

在我国高速铁路桥梁工程快速发展的进程中,桥梁桩基的施工技术得到了快速的更新,并可预计桥梁桩基的质量将会遇到更多的挑战。研究发现:地质条件的复杂程度、泥浆的性能指标、混凝土的和易性、混凝土的灌注速度、导管的埋深等都是高速铁路桥梁钻孔灌注桩施工中产生桩身质量问题的重要因素,这就要求从业者在施工过程中一定要严格按照各项通过试验确定的技术参数施工,关注工序间的衔接,发现类似影响因素时必须提前介入进行处理,避免造成施工质量问题。

参考文献:

- [1] 铁路桥梁钻孔桩施工技术规范:Q/CR 9212-2015[S].
- [2] 高速铁路桥涵工程施工质量验收标准:TB10752-2018[S].
- [3] 高速铁路桥涵工程施工技术规范:Q/CR 9603-2015[S].
- [4] 铁路工程基桩检测技术规范:TB 10218-2019[S].
- [5] 王文亮. 探索钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用[J]. 中国建筑装饰装修,2022,21(4):172-173.

作者简介:

马 哲(1990-),男,河北石家庄人,工程师,学士,从事高速铁路工程建设施工技术与管理工。

(编辑:李燕辉)