

# 桥梁工程钻孔灌注桩施工技术探讨

贾顺尧

(东明金桥公路工程有限公司, 山东 东明 274500)

**摘要:**为探讨公路桥梁工程项目的钻孔灌注桩施工技术,采用工程实例结合理论实践的方法,立足钻孔灌注桩施工技术的优势,分析了此项技术在公路桥梁工程项目中的应用要点,并提出常见问题的成因以及解决方法。分析结果表明,钻孔灌注桩是目前工程项目施工中最常用的工艺之一,具有操作便捷、效率高、施工周期短等一系列优势,而且自动化水平比较高,可满足各大工程项目施工建设的需求,被广泛应用。

**关键词:**公路桥梁;钻孔灌注桩施工技术;钻孔;钢筋笼

**中图分类号:**U445.4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-7344(2023)07-0073-03

## 0 引言

公路桥梁工程项目施工中对基础的稳定性、承载力有很高的要求,和其他基础设计型式相比,钻孔灌注桩在施工工艺、工期、造价等方面有显著优势,被广泛应用在各大工程项目施工建设中。但具体应用中需要结合工程项目所在区域的水文地质条件和工程特点,合理调整施工参数和工艺标准,才能更好地保证工程建设质量。基于此,开展公路桥梁工程项目的钻孔灌注桩施工技术的探讨就显得尤为必要。

## 1 工程概述

某公路桥梁工程,设计总长度为 14.68km,为双向 4 车道桥梁工程,跨越了较复杂的地质层,其中约 1.24km 地段软土地基,强度低、承载力不足。通过调查施工现场和地质勘探,本桥梁工程位于旱地,采用钻孔灌注桩基础设计。

## 2 钻孔灌注桩施工技术的优势

目前钻孔灌注桩施工技术被广泛应用建筑工程、公路桥梁、铁路工程、港航工程等项目的基础施工中,其优势主要体现在以下 4 个方面。

(1)土石方工作量少。在公路桥梁工程项目施工中应用钻孔灌注桩施工技术可有效减少土石方工作量,减轻施工人员的体力劳动量,缩短施工工期。

(2)适应性比较强。钻孔灌注桩施工技术在各种土层、岩层以及淤泥质层中都能得到很好的应用,而且不会受到地下水位高低的影响和限制,无须进行降排水和放坡等操作,而且形成的振动比较小,不会对周围既有建筑造成影响。

(3)单桩承载力比较大。钻孔灌注桩单桩的承载力在几十吨到几百吨,甚至是上千吨,不仅可以承受垂直荷载,也可以承受水平荷载。而且钻孔灌注桩根据不同

的地质土质条件,按照摩擦桩或支撑桩设计,计算出不同的桩径和桩长,以满足承载力的要求,提升钻孔灌注桩的整体稳定性和牢固性<sup>[1]</sup>。

(4)造价低。钻孔灌注桩施工技术比其他基础结构设计,体积小,施工周期短,可更好地节约施工成本,获得更大的经济效益。

## 3 钻孔灌注桩施工技术在公路桥梁工程项目中的应用要点

### 3.1 做好场地整平和测量放线

场地整平和测量放线是钻孔灌注桩施工的关键,为给钻机钻孔施工营造一个平整的场地,在钻机就位之前,先用反铲挖掘机对施工现场进行整平压实处理,清理施工现场的淤泥、杂物,为钻机就位、其他机具存放及后续施工等提供良好的环境条件。然后进行测量放线,按照公路桥梁工程项目设计图纸的要求利用经纬仪和全站仪相结合方法,测量放线出每根钻孔灌注桩的具体位置,并做好标记。

### 3.2 护筒埋设和钻机就位

场地整平和放线测量完成之后,即可着手进行护筒埋设作业。护筒制作时,应在顶、底口处适当加强,以保证其在埋设或沉设过程中不变形。为保证护筒埋设的精度,采取十字线法进行护筒埋设,选择小规模吊机将制作好的护筒吊装到测量放线好的位置,再进行人工辅助定位,保证护筒定位准确,埋设牢固,回填密实,控制护筒顶高于地面 30cm,埋置深度为 2m,平面位置最大偏差不超过 5cm,倾斜度不超过 0.5%,也可采取振动振入到指定的深度。

护筒埋设完成后及时跟进钻机就位作业,若不能及时进行钻机就位钻孔施工,要对护筒进行保护(根据孔径、孔深、桩位处的地质和水文情况,本工程选择用 6

台 GPS-15 型回旋钻机进行钻孔作业)。钻机就位前,检查钻孔各项准备工作是否到位。缓慢移动钻机到护筒埋设位置,辅以人工定位,在启动钻机前,需要进行多次校核,以保证钻头、钻杆、护筒中心在同一条竖直线上。钻机底部铺垫稳固,通过水平尺校正水平,在钻孔操作中不能产生任何位移、沉降等,以保证成孔质量。

### 3.3 钻孔和清孔

本工程钻孔灌注桩的桩径有两种,分别是 1.2m、1.5m,最大桩长 36m,结合本工程所在区域的地质水文条件及区域类似工程的施工经验,采取回旋钻成孔工艺,泥浆护壁,正循环钻孔。如果遇到孤石可采取冲击成孔工艺进行正循环冲击成孔,冲击成孔中钻头采取“十字形”钻头,为保证钻孔的安全性,及时处理掉钻问

题,在钻头位置设置一个打捞环,钻头锥顶和提升钢丝绳之间设置一个能够自行转向的装置,以免形成梅花孔<sup>[2]</sup>。开钻时应缓慢钻进,待导向部位或钻头全部进入地层后再正常钻进。钻孔应当连续不断的进行,边钻孔,边对泥浆进行测试,根据地质勘探报告不同地层采取不同的钻进参数,尤其是护壁泥浆的性能需要严格控制,比重在 1.05~1.20,黏度在 16~22Pa·s,含砂量不超过 8%,胶体率不小于 96%。在进行钻孔施工中需要及时将孔内的残渣排出,以免残渣过多引起埋钻问题,影响钻孔质量。本工程在排残渣中采取了抽渣筒法,钻头钻进深度达到 4~5m 后,每钻进 1~2m 就抽渣一次,并及时补充新的浆液,以免因为浆液不足引起塌孔问题。钻孔成孔的质量标准要满足表 1 中的规定。

表 1 钻孔成孔质量标准

项目	允许偏差
孔的中心位置	群桩 100mm,单排桩 50mm
孔径	不低于设计桩径
倾斜度	不超过 1%
孔深	摩擦桩不低于设计规定,端承桩比设计深度超声不小于 50mm
沉淀厚度	摩擦桩符合设计规定(对直径小于 1.5m 的桩,沉淀厚度不超过 20cm,对直径超过 1500mm 的桩或者土质条件比较差的桩,沉淀厚度不超过 30cm)。支撑桩不能大于设计规定,设计未规定时不超过 5cm。
清孔后的泥浆指标	相对密度在 1.03~1.10;黏度 17~20Pa·s;含砂率不超过 2%,胶体率大于 98%

当钻孔经过检查各项标准(孔径、孔深、倾斜度)都达到设计要求后,及时开展清孔作业。本工程在清孔中采取了空气升液反循环法,利用压缩空气在清空端的气室位置形成负压,将沉渣吸入管道中,再从关口喷出。在整个清孔过程中,需要不停的向钻孔中泵送优质浆液,以保证浆液液面的高度(孔内水头)在规定的范围内,以免发生塌孔。

### 3.4 钢筋笼制作和安装

钢筋笼的制作和安装也是钻孔灌注桩施工技术的关键工序,本工程钻孔的深度比较深,为保证施工质量,钢筋笼制作需要严格遵循平直规整、尺寸准确、焊接牢固的原则,尤其焊接的接头以及搭接的长度必须符合规范要求。钢筋笼在吊装前,需要按照设计方案的规定,在钢筋笼上绑扎上三根声测管,为后期超声检测提供条件,声测管要做到顺直无扭曲、等边布置<sup>[3]</sup>。导管采用直径为 25cm 的无缝钢管卡口连接,在吊装前先进行试拼,进行水密承压和接头抗拉试验,导管要布设在钢筋笼中间位置,在混凝土灌注前需要进行升降试验,以保证导管能够自由升降,导管的长度要根据钻孔深度合理确定,保证导管下口到孔底之间的距离在 30~50cm。具体的钢筋笼吊装做法如图 1 所示。

### 3.5 混凝土灌注

钢筋笼吊放完成之后,及时进行混凝土灌注作业,但在灌注前需对孔内泥浆的性能以及孔底沉渣厚度进

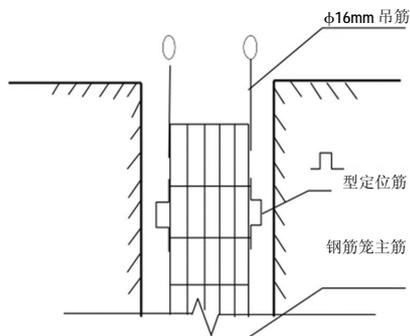


图 1 钻孔灌注桩钢筋笼吊装做法

行检查,如果沉渣厚度超过 5cm,需要二次清孔后再灌注混凝土。混凝土要按照实验室确定的配合比进行配制,拌合站集中拌合,保证混凝土的坍落度、流动性等都满足设计要求,坍落度控制在 18~22cm,粗骨料的粒径控制在 1~3cm,以保证所配制的混凝土具有良好的和易性。在混凝土灌注中首批混凝土灌注量是重中之重,要满足导管首次埋置深度不低于 1m,首批混凝土灌注量可通过式(1)计算出来。

$$V = \pi D^2/4 \times (H_1 + H_2) + \pi d^2/4 \times h_1 \quad (1)$$

式中:V——首批混凝土灌注量, m<sup>3</sup>; D——钻孔灌注桩的直径, m; H<sub>1</sub>——桩孔底部到导管底端之间的距离, m,本工程取值为 0.4m; H<sub>2</sub>——导管被混凝土埋置的初次深度, m; d——导管的内径, m; h<sub>1</sub>——钻孔灌注桩内部混凝土达到埋置深度 H<sub>2</sub> 时,导管中混凝土柱平衡导管

外压力所需的高度,  $m$ , 其计算如式(2)所示。

$$h_1 = \frac{H_w \times \gamma_w}{\gamma_c} \quad (2)$$

式中:  $H_w$ ——钻孔中泥浆的深度,  $m$ ;  $\gamma_w$ ——钻孔中泥浆的重度,  $kN/m^3$ ;  $\gamma_c$ ——混凝土拌合物的重度,  $kN/m^3$ , 本工程取值为  $24kN/m^3$ 。

灌注水下混凝土, 需要连续不断的进行, 不得中断, 同时尽量缩短导管拆管的时间, 控制混凝土上升的速度, 并定期检查孔内混凝土面的位置, 控制好导管埋置深度, 导管埋置深度要控制在  $4\sim 6m$ , 提导管时切不可将导管底端提出混凝土面<sup>[4]</sup>。灌注过程中应采取措施防止钢筋笼上浮, 当灌注混凝土顶面距钢筋笼底部  $1m$  左右时, 降低灌注速度。灌注混凝土的桩顶标高需要高出设计标高  $0.5\sim 1.0m$ , 以保证桩顶混凝土强度满足设计的要求。此外, 妥善处置泥浆的回收和排放工作, 严禁泥浆随意排放, 污染环境。

### 3.6 桩头凿除和检测验收

当混凝土灌注的标高达到设计要求后, 立即拔出导管, 对导管进行清洗。钢护筒需要等桩身混凝土强度达到设计要求的强度后再拆除。等钻孔灌注桩的龄期达到要求后, 进行桩头凿除工作, 本工程选择用空压机风镐辅以人工的方法凿除桩头。用超声波检测仪对钻孔灌注桩施工质量进行检测, 达标后进行下一道工序施工。

## 4 常见问题的成因以及解决方法

虽然钻孔灌注桩施工技术在工艺、工期、成本等方面有很大优势, 但在具体施工中, 施工质量控制难度大, 难免会出现一系列问题, 影响钻孔灌注桩的强度和质, 需要采取有针对性的措施来解决这些问题。在本工程施工中遇到了护筒冒水、钻孔偏斜、缩颈 3 种问题, 采取的处理方法如下。

### 4.1 护筒冒水

表现形式为护筒外壁向外冒水, 甚至会出现地基下沉、护筒倾斜等问题, 导致钻孔工作无法继续进行。主要原因是在护筒埋设时护筒四周的土回填密实度不足, 或者是护筒水位差过大, 此外, 钻头起落碰撞护筒, 也会引起此类问题。

解决方法: 在进行护筒埋设中, 护筒四周需要用最佳含水量的黏土进行分层夯实, 并在护筒上部适当位置开孔, 控制护筒中的水头高度始终保持在  $1\sim 1.5m$ 。在钻头起落操作中, 需要加强控制, 避免钻头碰撞护筒, 一旦发生护筒冒水问题, 立即停止施工, 重新安装护筒后再继续施工。

### 4.2 钻孔偏斜

主要表现为钻孔完成后桩孔的垂直度出现较大偏

差, 主要原因是钻机安装的稳定性不足, 或者是地层软弱变化复杂, 没有及时调整钻机参数。

解决方法: 在钻机进入施工现场前, 需要对施工场地进行夯实平整处理, 轨道枕木要均匀着地, 在不均匀地层钻进过程中, 要及时调整钻机参数, 采取自重、钻杆刚度大的钻机。在进入不均匀地层中, 要降低钻进速度, 等钻进稳定后再适当提升钻进速度<sup>[5]</sup>。如果遇到钻孔偏斜问题, 可适当提起钻头, 上下反复扫钻几次, 如果没有效果要提出钻头, 回填黏土到偏孔位置  $50cm$  以上处, 重新钻孔。

### 4.3 缩颈

主要表现为钻孔孔径小于设计孔径, 主要成因是在钻孔中遇到了塑性土膨胀问题。

解决方法: 配制合适泥浆, 降低失水量, 提高护壁效果。在进行成孔作业时, 需要适当加大泵量, 提升成孔速度。在成孔一段时间内, 孔壁会形成泥皮, 从而抑制膨胀土膨胀。遇到缩颈问题, 可上下反复扫孔, 以扩大孔径。

## 5 结语

综上所述, 结合工程实例, 探讨了公路桥梁工程项目的钻孔灌注桩施工技术, 探讨结果表明, 公路桥梁工程项目对基础的稳定性、质量、承载力有严格要求。在基础施工中采取钻孔灌注桩施工技术, 可为公路桥梁工程项目施工建设营造一个稳定的基础, 将桥梁上部结构的荷载全部传递到地下, 提升桥梁工程的稳定性。而且钻孔灌注桩施工技术具有良好适应性, 在绝大多数地层中都能很好的应用。但在具体应用中需要结合桥梁工程所在区域的地质水文条件, 控制好每道工序的质量, 才能发挥出钻孔灌注桩施工的优势, 更好的保证桥梁工程施工质量。

### 参考文献

- [1] 李建凯. 钻孔灌注桩施工技术在高速公路桥梁工程中的应用要点[J]. 运输经理世界, 2021(17): 124-126.
- [2] 鲁成辉. 高速公路桥梁工程中钻孔灌注桩施工技术及其质量控制要点分析[J]. 工程技术研究, 2020, 5(21): 55-56.
- [3] 向寒. 公路桥梁工程钻孔灌注桩施工技术分析[J]. 运输经理世界, 2020(10): 37-38.
- [4] 张小毅. 高速公路桥梁工程中的钻孔灌注桩施工技术解析[J]. 运输经理世界, 2020(10): 45-46.
- [5] 张岳欣. 公路桥梁工程钻孔灌注桩施工技术[J]. 交通世界, 2020(10): 102-103.

作者简介: 贾顺尧(1987—), 男, 汉族, 山东菏泽人, 本科, 工程师, 主要从事道路与桥梁工程施工与管理工作。