

桥梁钻孔灌注桩施工遇阻成孔技术

王军舰

(武汉建工集团股份有限公司, 湖北 武汉 430056)

摘要: 钻孔灌注桩因单桩承载力高、抗震性能好和地质适应性强等特点,成为桩基工程领域应用广泛的一种承载形式。以某桥梁工程为例,研究以下三种桩基施工遇阻情况:一是钢护筒无法正常埋设;二是钻进过程中钢护筒变形或偏斜;三是钻进过程中遇障碍物无法钻进。并据此提出了针对性的桩基遇阻成孔解决方案,为今后同类工程的施工提供借鉴和参考。

关键词: 钻孔灌注桩;遇阻;障碍物;成孔

中图分类号: U445.55

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)12-0103-03

1 工程概况

某桥梁工程位于曹妃甸工业区中部,跨纳潮河,是工业区综合服务区南北向的主要生活性城市桥梁。桥梁全长1 015.30 m。

场区的地表水为海水,最高潮位高程为4.32 m,水深3.52~19.35 m;最低潮位高程为0.89 m,水深0.09~15.92 m。根据钻孔揭露,该场地为中软土,地层结构简单,主要由第四系沉积物组成:场区水中的地层以粉土、粉质黏土、粉砂、淤泥为主;陆地的地层以粉质黏土、粉土和粉砂为主,其上覆盖填筑土。在勘察过程中于河床底部发现沉船、孤石、废弃自来水管等海上废弃物,这些障碍物给桩基施工带来较大的困难。

该工程桩基共计291根,主桥桩基桩长100 m,引桥桩基桩长有70 m、75 m、80 m三种,桩径均为2 m。主桥桩基采用回旋钻机钻孔,泵吸反循环排渣。引桥桩基采用正循环回转钻进,正循环排渣。在桩基施工过程中,先后处理遇阻桩基共计46根。

2 关键成孔技术

目前,国内外学者对钻孔灌注桩的研究主要着重于成孔机械及其受力性能方面,对钻孔灌注桩施工遇阻成孔技术的研究尚少^[1-4],尤其缺乏针对钻孔灌注桩施工遇阻的解决措施。本工程先后有46根桩基施工遇阻,致使工程遭遇较大工期风险。为此,专

门对施工遇阻桩基成孔技术展开研究。将桩基施工遇阻大致划分为以下三种情况:一是钢护筒无法正常埋设;二是钻进过程中钢护筒变形或偏斜;三是钻进过程中遇障碍物无法钻进。本文针对上述三种情况提出相应的解决方案。

2.1 钢护筒无法正常埋设——混合接力钻进法

南岸桥台正位于纳潮河海岸线边坡上,为减少海水或潮水对海岸的冲刷侵蚀,海岸边坡均采用抛石挤淤+浆砌片石护坡加固。此处桩基施工因受坡脚抛石的影响,护筒不能正常打设,回旋钻亦无法正常钻进。因此,南岸桥台处桩基采用混合钻进的办法。具体施工方法如下:

(1)挖机在桩位处开挖埋设钢护筒,周边回填压实,利用冲击钻钻进,穿透护坡抛石层。

(2)提升冲击钻钻头,移开冲击钻机,利用回旋筒钻打捞桩孔内孤石,如图1所示。



图1 捞渣回旋筒钻

(3)待孔内孤石打捞完成后,采用回旋钻接力正常钻进至桩基成孔。

此类方法共处理南岸桥台桩基计24根。

收稿日期: 2021-01-14

作者简介: 王军舰(1986—),男,硕士,工程师,从事桥梁工程技术工作。

2.2 钻进过程中钢护筒变形或偏斜

2.2.1 回旋钻头加导向滑轮纠偏法

右幅 Pz6-5、左幅 Pz8-6、Pz8-7、Pz9-1 桩基钢护筒打设 35.2 m, 桩基施工钻进至 33 m 处遇阻, 主要表现为钻头护圈与钢护筒发生严重摩擦, 导致无法正常钻进。前期采用水下氧焊切割钢护筒, 在切割过程中部分发生小范围坍塌, 而且切割成本较高, 施工进度缓慢。根据现场实际情况, 对部分倾斜度较小的钢护筒 (具体为钻头能下钻至钢护筒 33~35 m), 采用回旋钻头加导向滑轮纠偏的施工方法。回旋钻头加导向滑轮纠偏法主要为钻头的改装, 将回旋钻头的护圈安装四个滑轮, 在护圈与钢护筒摩擦时起导向作用。

2.2.2 护筒拔出重新打设法

左幅 Pz7-5、Pz12-1 桩基钢护筒打设 35.2 m, 桩基钻进至 31 m 处遇阻, 后使用 1.4 m 钻头仍钻进困难。钻机置换清水后, 潜水员水下探查, 为钢护筒部分变形, 发生内凹。此类情况必须将钢护筒拔出重新打设。起初使用 100 t 履带吊 +180 型振动锤拔钢护筒失败, 后采用打设辅助 $\Phi 820$ 钢管桩, 加铺贝雷梁与工字钢组成加固钢平台支撑体系, 使用四个 250 t 千斤顶拔出, 如图 2 所示。割除变形部分, 偏位约 50 cm 重新打设。钢护筒打设至设计深度后, 继续后续施工。



图2 钢护筒拔出施工

2.2.3 水下氧焊切割法

右幅 Pz7-9、Pz14-3 桩基钢护筒打设 35.2 m, 桩基钻进 30 m 处遇阻, 钢护筒倾斜较大。施工初期采用水下氧焊切割法, 如图 3 和图 4 所示。具体施工过程如下:

首先, 用 1.4 m 钻头钻进至 36 m, 使用钻机置换孔内泥浆, 直至接近清水。

其次, 下潜潜水员清理护筒内壁黏土并进行水下切割, 吊出切割钢护筒, 回填黏土静置。

待周围桩基施工完成后, 接长钢护筒, 调整振动锤夹片距离, 单侧打设钢护筒纠偏。

其中, 置换泥浆需要 3 d, 潜水员清理侧壁 5 d,



图3 潜水员下潜



图4 钢护筒底口割除

切割 2 d, 吊装 1 d, 成本较高。且在切割右幅 Pz14-3 时, 由于该断面主要为砂层, 侧壁切割处出现小范围坍塌, 导致后期钻进发生串孔。因此, 在后期处理桩基时不采用此方法。

2.3 钻进过程中遇障碍物无法钻进

2.3.1 井点降水法

左幅 Pz2-1、Pz2-2、Pz3-1、Pz3-2 桩位钢护筒打设 8.0 m, 桩基施工钻进至 10~12 m 处遇市政自来水管线 (直径 600 mm)。前期准备采用水下切割自来水管的方法进行处理, 但自来水管外侧包裹有防腐层, 管内另有一根 $\Phi 500$ PE 管。目前, 曹妃甸地区比较常规的水下切割是采用水下特种焊条, 利用氧焊进行切割, 与潜水员的沟通和现场试验后, 此方法无法实施。通过与施工队伍交流探讨, 决定采用护筒周边井点降水法处理。具体过程为: 首先跟进钢护筒, 打设至自来水管顶部, 钢护筒无法下沉后, 割除上部多余部分。在护筒周边打设小孔径水井, 沿井孔竖向埋设水泥管, 孔底回填部分粗砂, 用水泵抽水, 同时抽除护筒内泥浆。露出自来水管后, 人工清理自来水管外侧泥浆, 凿除管道包裹的防腐层, 正常切割。跟进后续施工, 即接长钢护筒正常打设, 穿过自来水管。

2.3.2 水下金刚石筒钻切割法

左幅 Pz9-2、Pz9-3、Pz10-1、Pz10-2、Pz10-3 桩基钢护筒打设 26 m 处遇市政自来水管（直径 600 mm）。前期左幅 Pz10-3 采用冲击钻加回填片石冲击自来水管施工,但自来水管被冲断后,孔内残留片石和自来水管铁片,孔侧挤入部分片石,接长钢护筒打设,下沉 1 m 后停止,无法继续下沉钢护筒。此种工艺只作为试验性的处理方法,后续终止。左幅 Pz9-2、Pz9-3、Pz10-1、Pz10-2 使用筒钻切割法。具体为:使用 2 cm 钢板卷制长 1.2 m、直径 2.15 m 钢护筒,一端为锯齿状,另一端使用钢板封头。在锯齿端焊接金刚石作为切割片,如图 5 所示,在封头端与钻杆焊接,并将筒钻安装在回旋钻机,切割自来水管。待自来水管切断后,使用 25 t 汽车吊 + 抓斗打捞切断的自来水管,如图 6 所示。



图 5 金刚石筒钻



图 6 打捞的自来水管

当钻孔深度达到设计标高后,进行孔底标高的确定,然后吊检孔器放入钻孔内检测孔径、孔形和垂直

度。要求孔径不小于设计桩径,桩身垂直度允许最大偏差不大于 1/150^[9],其他的成孔质量标准详见表 1。

表 1 钻孔灌注桩成孔质量标准

项目	质量标准
孔的中心位置	小于等于 50 mm
孔径	不小于设计桩径
倾斜度	小于 1/150
孔深	不小于设计规定
沉淀厚度	小于等于 100 mm
清空后泥浆指标	相对密度:1.06~1.10,黏度 18~28Pa·s 含砂率小于 4%,胶体率大于等于 95%

3 结 语

钻孔灌注桩广泛应用于桥梁工程中,但缺乏桩基施工遇阻处理技术的相关研究。本文对某桥梁工程桩基施工遇阻情况及其解决方案进行了总结,得出如下结论可供借鉴:

(1)桩基施工遇阻分为三种情况:一是钢护筒无法正常埋设;二是钻进过程中钢护筒变形或偏斜;三是钻进过程中遇障碍物无法钻进。

(2)钢护筒无法正常埋设时,采用冲击钻 + 回旋钻混合钻进的方法成孔。钻进过程中钢护筒变形或偏斜时,采用回旋钻头加导向滑轮纠偏法、护筒拔出重新打设法或者水下氧焊切割法进行处理。钻进过程中遇障碍物无法钻进时,采用井点降水法或者水下金刚石筒钻切割法进行处理。

参考文献:

[1] 钱德良.复杂环境下的桩基无损清障施工技术研究[J].建筑施工,2019,41(11):1966-1968.
[2] 刘晓伟.公路桥梁桩基施工的常见故障和处理技术[J].交通世界,2020(9):98-99.
[3] 游天亮,吕欣豪,等.复杂地质条件下旋挖桩全钢护筒施工[J].施工技术,2020,49(6):54-57.
[4] 张文吕.外海超长桩基础施工关键技术研究[J].城市道桥与防洪,2020,2(2):131-133.
[5] 宋芑,段军朝,王墨龙.深水钻孔灌注桩桩基成孔遇阻处理技术[J].施工技术,2017,46(7):73-75,119.