

内河水上移动平台旋挖桩集成技术案例研究

杨帆, 郑洁

(华设设计集团股份有限公司, 江苏 南京 210014)

摘要: 灌注桩传统的水上施工工艺存在水、陆交叉作业, 水上需要搭建平台、陆上需要建立临时交通, 对周边条件要求高。由于航道建设存在里程长, 周边交通条件差, 制约因素多, 传统的建设工艺已不适应当前的建设环境, 迫切需要结合依水而建的项目特点, 不断改变和提升原有的施工设备和施工工艺。本文以某航道整治护岸工程为例, 探讨研究内河水上移动平台旋挖桩集成技术的施工方案, 为类似灌注桩水上施工提供参考。

关键词: 钻孔灌注桩; 旋挖; 钻机; 水上移动平台; 钻具; 减摩剂

中图分类号: U615 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 08—0147—03

现浇混凝土护岸结构具有刚度大、承载能力强, 后期易于维护的特点, 在航道工程中得到了广泛采用。目前, 常见的现浇混凝土护岸结构为现浇混凝土重力式挡墙和连排灌注桩两种形式。当拟建护岸周边无建构筑物, 施工制约因素少, 具备大范围基坑开挖条件时, 多采用现浇混凝土重力式挡墙结构。当岸边开挖范围受限制, 制约因素多时, 为减少开挖范围, 保护周边建筑物, 多采用连排灌注桩护岸。

联排灌注桩传统的水上施工工艺存在水、陆交叉作业, 水上需要搭建平台、陆上需要建立临时交通, 对周边条件要求高。由于航道建设存在里程长, 周边交通条件差, 制约因素多^[1], 传统的建设工艺已不适应当前的建设环境, 迫切需要结合依水而建的项目特点, 不断改变和提升原有的施工设备和施工工艺。本文以某航道整治护岸工程为例, 探讨研究内河水上移动平台旋挖桩集成技术的施工方案。

1 工程概况

该航道整治已基本进行了交工验收, 仅剩下零星尾留段在施工, 由于尾留段落两岸均为厂区的重要设施, 如若整治拓宽将造成一半以上的厂区停产 (图1), 经过数次论证暂时不具备拓宽条件。而老护岸破损较为严重, 除了少量厂区进行修复的护岸外, 大多也受到船行波影响, 水位变幅区掏空严重, 还有部分护岸墙身已经倒塌 (图2、3)。因此, 对该段尾留航道老驳岸利用灌注桩进行加固, 并对河床进行疏浚。



图1 某航道整治护岸工程



图2 护岸墙身倒塌



图3 护岸墙身倒塌

2 地质条件

据地勘揭露, 中天钢铁段整个航段土质从上至下为: 1-2a 粉质粘土 ($f=120 \sim 140\text{kPa}$)、2-1 粘土 ($f=200 \sim 240\text{kPa}$)、2-2 粉质粘土 ($f=130 \sim 140\text{kPa}$)、2-3 粉质粘土 ($f=150 \sim 170\text{kPa}$)。段落内土质均为硬质粘土。

3 设计加固方案

对于护岸受到船行波冲刷已倒塌段落, 由于倒塌后水下有大量墙身块石, 故采用钻孔灌注桩结构形式 (图

4)。对于中底板埋深较浅，但现状完好的老驳岸加固护岸，采用灌注桩+贴面的结构型式（图5）。

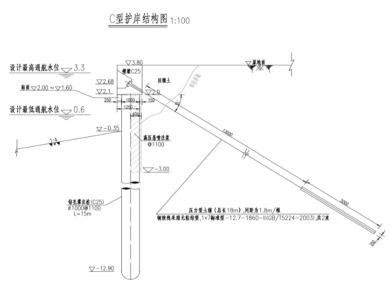


图4 钻孔灌注桩结构形式

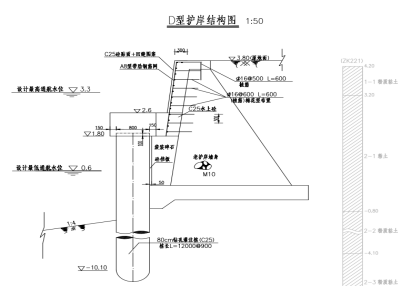


图5 灌注桩+贴面的结构型式

4 施工工艺

结合本案例不具备岸侧施工条件的特点，拟采用水上钻孔灌注桩施工工艺。传统水中灌注桩施工工艺一般采用水中平台（或围堰）+回旋钻机进行钻孔作业^[2]，但是，该施工工艺存在下列问题：

- （1）泥浆排放量大，解决泥浆排放对环境影响的难度较大；
- （2）对于硬质土层，回旋钻成孔速度慢，施工效率低；
- （3）占用水域面积大；
- （4）施工船舶安全调度难度大；
- （5）水上作业安全风险较高。

因此，传统的水上钻孔灌注桩施工工艺无法满足现在环保集约型施工技术的要求，针对传统水上钻孔灌注桩存在的问题展开研究，聚焦环保、集约型施工工艺的发展，提出旋挖式灌注桩水上施工工艺，通过旋挖工艺，抽离成孔过程中产生的泥浆，以避免传统回旋钻施工将泥浆直接排放至航道中，并且可以大幅提高硬质土层中的成孔速度，提高施工效率^[3]。体现了该施工工艺环保、集约的优势。

4.1 旋挖钻机及钻头型式的选型

采用360挖机+SE-30旋挖钻机改装组合，通过拆

除挖机小臂，在大臂上安装旋挖钻杆及动力系统，并在操作室内加装旋挖钻孔控制系统，使之满足旋挖钻孔的需要。由于该型旋挖钻保留了原挖机大臂，因此其旋转半径能达到4.3m左右，满足在多功能平台上施工作业的需要（图6、7）。

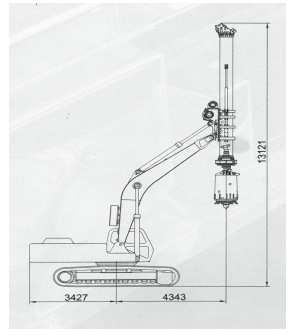


图6 360挖机+SE-30旋挖钻机改装组合



图7 旋挖钻大臂

初步选用了三种钻头型式进行试桩：开瓣式筒钻，短螺旋钻和底开式筒钻，结合现场试钻，推荐筒径为0.78cm、钻齿倾角 $\leq 30^\circ$ 、进渣孔口宽20cm的底开式筒钻。

4.2 水上移动施工平台研究

经过现场试验，通过在多功能船四边加装了定位桩以及在作业区一侧船帮加装两个 $\phi 400$ 的抱箍装置（其中一个固定，一个可纵向滑移），使多功能船能与预先打设的固定桩抱扣锁紧，确保移动平台的稳定性不受船行波和钻孔反作用力的影响。且平台自身抗撞击能力强，有效降低水上作业安全风险，为航道正常通航提供了保障（图8、9）。



图8 加装抱箍装置



图9 加装抱箍装置

4.3 护筒选型及减摩方案研究

通过对双护筒、钢套箱+护筒、开瓣式护筒、护筒内衬PE板、护筒内刷减摩剂等方案的比选，选择最佳的护筒方案。结合现场试验，分析混凝土的冷却硬化情况，以及成桩的完整性和成桩过程中的漏浆情况，分析护筒的拆卸时间、尺寸以及高度。最终采用上口内径

0.82m, 下口内径为 0.85m, 长 3.75m 的推拔式护筒。护筒埋设前应烘干内壁, 涂刷减摩剂(图 10), 护筒入土埋深 $\geq 1.5\text{m}$ 。



图 10 护筒涂刷减摩剂

4.4 施工工艺应用

案例共计 2569 根灌注桩, 且施工段落航道口宽窄(整治后最窄处口宽仅 57m), 船舶流量大(日均流量 800 艘次), 传统水上灌注桩水上施工工艺不具备可行性。

采用前文所述的水上移动平台旋挖桩集成技术研究成果, 相较于传统水上固定平台+回旋钻施工, 实际有效工日较传统施工工艺节省约 55%, 所需配套船舶约为回旋钻施工所需船舶数量的一半, 直接节约工程投资达到 150 万元, 具备良好的社会及经济效益。

4.5 灌注桩水上旋挖工艺综合效益实例分析

通过 AHP 层次分析法进行综合效益分析, 直接效益评价可以通过施工技术、施工效率、方案综合造价、社会影响、环境影响等指标进行; 间接经济效益评价可以通过行业带动效应、低碳效应、示范效应等指标进行。

对于工程实例, 综合评价的结果显示传统灌注桩施工工艺效益主要体现在直接效益, 对行业带动、节能减排的间接效益体系较弱。灌注桩水上旋挖工艺具有较好的示范效益, 且直接效益和间接效益均良好。传统灌注桩施工工艺属于一般项目范围。

4.6 灌注桩水上旋挖工艺综合效益适用性分析

在施工技术成功应用在案例的基础上, 结合工程的应用情况, 开展本施工工艺的适用性分析。

(1) 工程地质: 案例工程的土质为粉质粘土+粉砂, 采用筒钻取得了较好的成孔效果。而江苏省内河航道工程基本均为粉质黏土和粉砂的地质情况, 因此, 该施工工艺适应省内大部分航道的工程地质条件。

(2) 作业环境: 案例工程岸侧建筑过多, 不具备

陆上施工条件, 并且施工期不断航, 现场水域条件有限。采用本施工工艺进行施工, 取得了良好的施工效果。因此, 该施工工艺对于不具备岸侧施工条件, 进出场道路以及水域条件受限的作业环境具有较大优势。

(3) 通航净空及水深: 水上移动平台+旋挖钻机, 在进场时需满足净空尺度不小于 5.5m, 通航净宽不小于 10m, 旋挖钻机施工时, 平台船的吃水约为 1.5m。因此, 本专题的研究成果适用于现状 V 级及以上的航段。

5 结语

通过本工程案例的分析, 我们提出了包含旋挖钻机, 钻具, 水上移动平台, 护筒选型的一系列成套设备和集成技术。并对以上设备的选型、施工、适用性等关键技术进行研究应用。形成了相关的成套设备和施工体系。并对其在内河航道护岸应用的综合效益, 建立了综合评价体系。最终通过依托项目进行试验段工程建设, 通过实际设计、生产、施工对研究成果进行了验证和优化, 并对实际工程的综合效益进行了分析。

运用内河水面上移动平台旋挖桩集成技术作为内河航道受限制段落航道灌注桩护岸的施工工艺, 能够有效缩短施工时间, 减小对周边环境的影响, 减少施工水运占用, 减少人工和能耗, 减小泥浆排放, 减小水上作业安全风险。内河水面上移动平台旋挖桩集成技术不仅可以直接应用于依托工程, 并且可为存在类似施工条件的内河航道工程中应用, 具有广阔的工程应用前景。

参考文献:

- [1] 沈保汉. 水下混凝土灌注施工技术 [J]. 施工技术, 2002, 31(3):50-52.
- [2] 陆青涛. 旋挖钻孔灌注桩施工技术 [J]. 技术与市场, 2012, 19(1):24-25.
- [3] 沈保汉. 旋挖钻斗钻成孔灌注桩(续) [J]. 工程机械与维修, 2012(10、12).