

复杂交互粉砂地质高频免共振钢管桩施工技术研究

杨军

安徽建工集团股份有限公司

DOI:10.12238/ems.v6i9.8881

[摘要] 随着桥梁建设施工环境的复杂化, 针对钢栈桥钢管桩基础施工的常规技术无法满足在特殊情况下实施。本工程以王引河大桥为例, 对处于粉砂地质下钢管桩施工的技术进行优化, 通过优化插打设备、设置双层导向架、桩底锚固等方式避免了粉砂液化, 提高了钢管桩沉桩质量。本文就复杂交互粉砂地质高频免共振钢管桩施工技术进行介绍, 阐述钢管桩免共振的技术原理及施工技术的操作要点。

[关键词] 免共振、钢管桩、双层导向架、工字钢锚固

Research on the construction technology of high-frequency resonance-free steel pipe pile in complex interactive silt geology

Yang Jun

Anhui Construction Engineering Group,

[Abstract] With the complexity of the bridge construction environment, the conventional technology for steel stack and steel pipe pile foundation construction can not meet the implementation under special circumstances. Taking Wangyin River Bridge as an example, the technology of steel pipe pile construction under silty geology is optimized, and silt liquefaction is avoided by optimizing the insertion equipment, setting double guide frame, pile bottom anchor and improving the quality of steel pipe pile driving. This paper introduces the construction technology of complex interactive silt geological high frequency resonance steel pipe pile, expounds the technical principle of steel pipe pile and the operation points of construction technology.

[Keywords] no resonance, steel pipe pile, double-layer guide frame, I-steel anchorage

引言

钢管桩在国内外得到了广泛的应用, 但针对复杂环境下钢管桩沉桩成为一项技术难题, 而学者们针对工程特点, 对钢管桩沉桩技术展开了研究。李雪芬^[1]针对水位较深且地层为裸岩的水文地质条件下的钢管桩沉桩问题, 提出了冲击、旋挖等组合引孔技术, 解决了沉桩深度不足、桩身失稳等问题。张竹庭^[2]根据上海软土的实际情况, 设计和试验 PC 工法组合钢管桩成桩打拔技术, 再采用振动锤进行大口径组合钢管桩插打, 打拔对邻近土体及周边环境影响在可控范围内。严江华^[3]以秘鲁某工程为例, 通过研究在砂卵石层进行钢管桩沉桩, 进而发现由于卵石的影响导致该土层与一般岩土层存在较大出入, 若采用常规施工技术将会导致一定误差, 从而影响施工质量。上述研究说明, 针对施工实际情况改变常规施工技术才能有效保证钢管桩施工的质量。

在一些特殊环境下进行钢管桩施工采用引孔或改变桩基

基础结构等方式仍无法有效解决实际情况。如在粉砂地层中采用振动锤对钢管桩插打, 粉砂地层的颗粒结构受到相同的频率而呈现压密趋势, 但这种趋势会导致孔隙水压力的骤然上升, 使得粉砂呈现液态, 出现液化现象, 导致钢管桩出现承载力下降的问题。部分学者针对粉砂地层也进行了相应的研究, 黄浩^[4]进行了钢管桩静载试验, 并分析地层流砂破坏情况, 确定了流砂破坏对钢管桩承载力的影响, 便采用注浆增加钢管桩承载力, 同时可以抑制后期沉降。吴骏^[5]针对粉细砂层环境下进行大直径钢管桩沉放困难的问题, 通过优化沉桩设备、施工顺序、插打方式等措施, 确保了钢管桩沉桩质量。

综上所述, 学者们针对复杂地层下钢管桩的施工展开了研究, 基本上围绕钢管桩插打设备、钢管桩锚固、钢管组合桩等进行改进。钢管桩在复杂土层的研究基本上围绕卵石、裸岩、硬岩等, 而针对砂土、粉土等地质的钢管桩沉桩研究

相对较少,基本上采用钢管内注浆的方式提高钢管桩的稳定性。由于本工程所处地质基本上以粉砂为主,由于粉砂相互间的摩擦力较小,同时具备共振液化的特点,导致钢管桩施工时可能会发生失稳现象,从而影响钢栈桥的使用,因此为了解决复杂交互粉砂地质条件下钢管桩的施工问题,同时为保证钢管桩施工具有较好的经济、社会效益,开发一种适用于复杂交互粉砂地质条件的钢管桩施工技术具有重要的现实意义和工程价值。

1 工程概况

王引河大桥位于淮北市濉溪县境内,于 S101 王引河桥下游约 650m、仲大庄闸上游约 3.6km 处跨越王引河,桥位对应河道治理桩号 25+600 (入沱河口 0+000~省界 43+000)。桥梁全长 511.5m (含两侧桥台),桥梁轴线法线与河道水流方向夹角约为 40° ,桥轴线顺水流方向。为配合现场施工,需在便道上施做临时钢栈桥,连接两端便道。钢栈桥上部采用连续贝雷梁,下部结构采用钢管桩基础。钢栈桥面宽 6m,设计长度 102m,标准跨径为 9m。栈桥标准段为上承式便桥,结构形式为横向 10 排单层贝雷桁架,便桥采用 321 型贝雷,桥面板为 8mm 扁豆形花纹钢板,桥面系横向分配梁为 I22a,承重梁为 2I40a,钢管桩桩采用中 610x11mm 规格。贝雷片弦杆、竖杆、斜杆及花架等连接构件均采用 16Mn 钢材;桥面板采用 Q235 材质定型组合桥面板 (I14 工字钢+8mm 厚钢板);桥面板下分配横梁为 Q235 材质 I22a 工字钢;桩顶横向分配梁采用 Q235 材质的双拼 I40a 工字钢。

2 技术原理

2.1 高频免共振

高频免共振锤具有调节功能,通过调节免共振锤中的偏心块,实现偏心矩的可变调节。免共振锤工作时,将偏心块推向零力矩的位置,此时偏心矩为 0,振动输出为 0。另外,发生共振说明沉桩的震动频率与土体震动频率一致,这就需要免共振锤具有较高的工作转速,使得其震动频率超过土体震动频率,才能避免发生共振。高频率可以增加免共振锤的激振力幅值,进一步实现偏心块的工作转速,使其从 0 达到极高工作转速,进而其震动频率超过土体固有频率,避免与土壤产生共振^[6]。

2.2 工字钢稳固

由于粉砂地层土质松散、稳定性差、抗冲能力弱,导致钢管桩植入粉砂地层易出现不稳现象,为加强钢管桩桩端嵌固强度,通过在钢管桩内钻孔,然后植入工字钢插,增大钢管桩与粉砂地层的接触面积,再进行注浆和混凝土灌注,使钢管桩和工字钢护桩形成整体,加强了钢管桩与粉砂地层的咬合。

2.3 水中导向架

一种悬臂式双层水中导向架装置,包括限位孔、延长杆、U 型卡槽、双拼工字钢、高强螺栓、附着杆等。采用双拼工字钢与定位框顶部 U 型卡槽连接,悬挂安装于钢栈桥上,中部通过附着杆二次固定于钢栈桥。通过设置双层导向框,减

少钢管桩在限位孔内的晃动,有利于精准定位,便于钢管桩的下端部进入限位孔中,加速完成插打。

3 总体施工工艺

3.1 工艺流程

复杂交互粉砂地质高频免共振钢管桩施工工艺主要分为五个阶段,包括施工准备、悬臂导向架安装、免共振沉桩、接桩及桩底锚固,如图 3.1 所示。

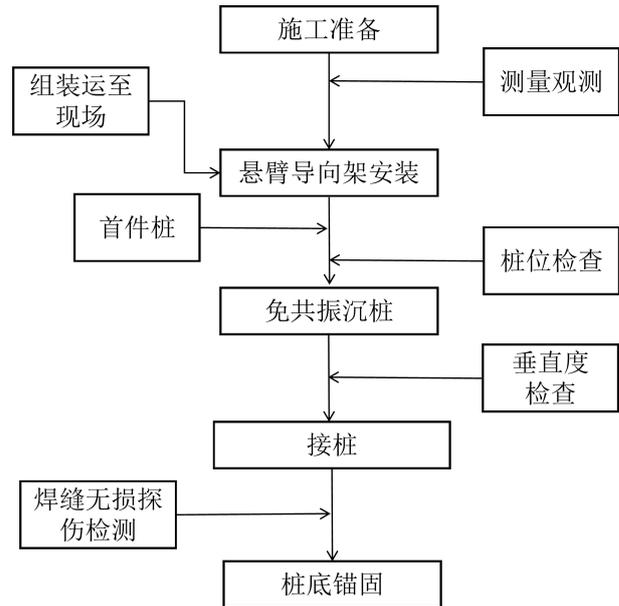


图 3.1 施工工艺流程

3.2 操作要点

3.2.1 施工准备

1、钢管桩在加工厂加工完成,在加工厂由挂车拖运至打桩现场,按设计要求,为防止钢管桩发生腐蚀的情况,在钢管除锈后,涂红丹底漆、面漆,以满足临时栈桥使用寿命。

2、为方面钢管桩接桩时对接桩长度、插打深度、贯入度等技术参数的控制,在已经涂装好的钢管桩面上,用喷漆逐米标记。

3.2.2 悬臂导向架安装

采用钢管及型钢安装成水陆双层导向架,通过连接杆使若干水陆双层导向架形成整体。通过安装接长杆、三角支撑及锚固钉形成陆地双层导向架,或将双拼工字钢与顶部 U 型卡槽连接,悬挂安装于钢栈桥上,形成水中双层导向架。

陆地双层导向架安装步骤为:四根延长杆两端分别安装于定位框格上,定位框格两端焊接 U 型卡槽,相邻定位框格间使用第一螺栓将连接板两端固定于 U 型卡槽上,延长杆一侧焊接紧固卡扣,相邻延长杆使用连接杆固定于紧固卡扣上,若个导向架连接成整体。底层处的定位框格安装若干接长杆,接长杆另一端安装三角支撑,三角支撑底部焊接若干锚固钉。

水中双层导向架安装步骤为:按陆地双层导向架安装方式组成若干导向架连接成整体,双拼工字钢通过机械连接安装于定位框格上,采用高强螺栓将双拼工字钢安装于钢栈桥上,附着杆焊接于延长杆上,另一端固定于贝雷梁上。

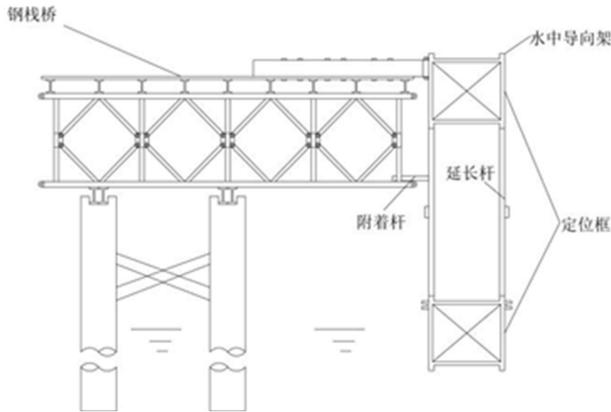


图 3.2.2 导向架安装示意图

3.2.3 免共振沉桩

主栈桥桩基础采用 $\Phi 610 \times 11\text{mm}$ 的钢管，每排三根。为减轻摩擦阻力的影响，防止钢管桩发生变形，采用与钢管桩材质相同的钢板加工成宽 500mm、厚 10mm 的加强箍，用电焊满焊于钢管桩底部。

采用水准仪、全站仪等进行定位，安装好导向架后，由高频免共振锤夹住钢管桩后，先校核钢管桩桩位、垂直度等，再慢慢下放钢管桩，沿着导向架定位孔在自重的作用下垂直下落沉入覆盖层中。停止下沉后，校核桩身、导向架、振动锤等中心轴线处于同一位置后，采用高频免共振锤进行沉桩，在沉桩过程中需要对钢管桩进行观测和检查，若发现钢管桩偏移、倾斜等情况应立即修正。

3.2.4 接桩

第一节插打到一定深度后水中拼接第二节继续沉桩，每节钢管标准长度为 6m。吊车将第二钢管吊至指定位置，两节钢管大致对接后，将接长导向装置包裹两节钢管对接处，将焊缝处对齐焊接窗中心线，再用螺栓拧紧接长导向装置，轻微拧松接长导向装置，旋转 90° 后将裸露剩余未焊接部分焊接。

其中，接长导向装置包括前半圆筒、后半圆筒、侧连接板，钢板制作成半圆形，将中间部分切割成焊接窗，两端焊接侧连接板，制作成半圆筒，侧连接板上设置若干螺栓孔，利用螺栓穿过螺栓孔，连接前半圆筒和后半圆筒。

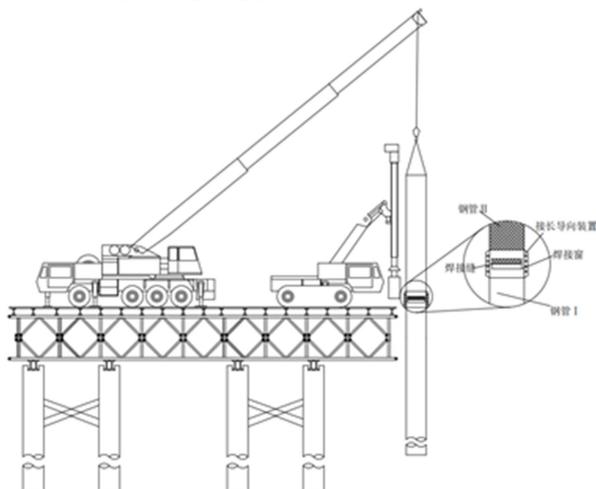


图 3.2.4 接桩示意图

3.2.5 桩底锚固

完成剪刀撑、平联连接等施工后，再利用地质钻探机在钢管内部钻探取芯。每根钢管桩布设 3 个孔位，钻孔深度为入管桩桩端以下 3.5m。工字钢单根长 6.5m，孔内 3.5m，孔外 3m。孔位钻好后，沿钢管桩中心打入定位钢管，若干工字钢顶部和底部设置 U 型滑块，U 型滑块对牢定位钢管凹槽向下打入粉砂地层中，再抽出定位钢管。

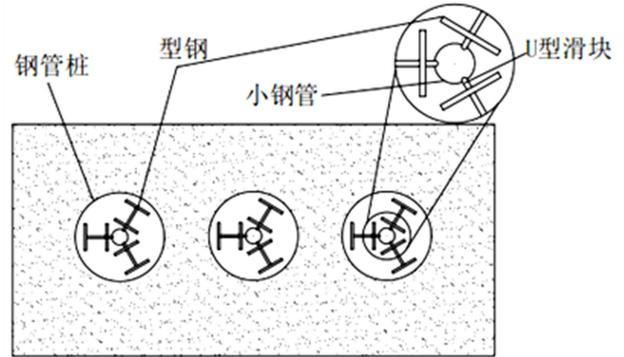


图 3.2.5 桩底锚固示意图

工字钢安放完毕后，再向管内放入注浆管，孔位上部设置橡胶塞子，通过注浆向 3 个孔内注入纯水泥浆，水泥浆采用 P.0 42.5 级普通硅酸盐水泥，水灰比为 0.45。然后再往钢管内浇筑 3m 高 C30 混凝土，形成锚固护桩稳定系统。

4 结论

采用复杂交互粉砂地质高频免共振钢管桩施工技术，有效提高了钢管桩沉桩质量，应用成熟可靠，具有先进性。通过使用超过土壤固有频率的工作频率，实现钢管桩免共振沉桩，无粉砂液化现象，降低了 15% 人工工日。当钢管桩沉桩后，将型钢从管桩内插入土层中，再往管桩内浇筑混凝土完成锚固，提高了钢管桩在粉砂地层的稳定性；采用悬臂式水中导向架辅助沉桩，通过双层定位框减少导向钢管桩下沉的晃动，提高了钢管桩沉桩精度。采用上述技术施工取得了良好的工程效果，加快了施工进度，缩短了施工工期，具有经济节约优势和显著的社会效益。

[参考文献]

- [1] 李雪芬. 深水裸岩地质环境下钢管桩施工技术[J]. 西部交通科技, 2023, (02): 115-117.
 - [2] 张竹庭. 深基坑大口径 PC 工法组合钢管桩成桩试验研究[J]. 施工技术(中英文), 2024, 53(11): 69-73.
 - [3] 严江华, 郑帅恒. 极密实砂卵石层中薄壁钢管桩沉桩性能研究[J]. 中国水运(下半月), 2023, 23(05): 147-149.
 - [4] 黄浩. 静压钢管桩在砂性土持力层承载特性分析[J]. 江苏建筑, 2022, (05): 122-126.
 - [5] 吴骏. 以闵浦三桥为例总结粉细砂层大直径钢管桩沉放工艺研究[J]. 中国市政工程, 2022, (03): 108-111+144.
 - [6] 解洪. 高频免共振钢管桩在市中心快速化改建工程中的应用[J]. 安徽建筑, 2023, 30(02): 157-159.
- 作者简介: 杨军, 1981-12-15, 男, 高级工程师, 安徽建工集团股份有限公司。