

钢板桩支护在淤泥质土中的运用

夏友为, 程铁锤

(中国水利水电第八工程有限公司, 湖南 长沙 410004)

摘要: 钢板桩是一种支护结构类型, 不仅质量轻、隔水性能好, 而且施工便捷、可以重复利用, 应用范围越来越广泛。文章对钢板桩支护进行了介绍, 然后以印尼庞卡兰苏苏电厂为研究对象, 对钢板桩支护在淤泥质土中应用方式进行详细探究, 以期类似工程提供借鉴。

关键词: 钢板桩支护; 淤泥质土; 机械设备

中图分类号: U673.38 **文献标志码:** B

文章编号: 1672-4011(2017)09-0116-02

DOI: 10.3969/j.issn.1672-4011.2017.09.057

1 钢板桩支护概述

1.1 钢板桩的优点

钢板桩是一种高效、节能的建筑施工材料, 被广泛应用于防护施工、挡土墙施工、基坑支护施工等方面。将钢板桩支护施工技术应用用于工程项目建设中, 不仅施工便捷, 而且对施工空间的要求比较低; 在实际施工过程中, 不会受到天气因素的影响, 而且节能环保性能比较好。

1.2 常见基坑支护钢板桩种类

1) 工字钢钢板桩, 其刚度比较大, 适用范围比较广, 被广泛应用于各种类型的基坑支护工程施工中。在工字钢钢板桩的实际施工过程中, 由于其密闭性比较差, 因而需要将其与水泥搅拌桩相结合进行施工, 以有效提升支护的防水能力。

2) 拉森钢板桩, 是一种热轧型钢, 带有锁扣或者钳口, 锁扣或钳口相互连接形成钢板桩, 由于锁扣结合密实度比较高, 因而具有良好的挡水能力和挡土能力^[1]。

1.3 基坑钢板桩施工机械设备

在钢板桩支护的实际施工过程中, 需要采用多种机械设备辅助施工, 比如机械手、打桩机、振动锤等, 不同机械设备的使用性能和使用方法是不同的, 这就要求综合考虑施工现场地质条件、水文条件等因素, 选择适宜的机械设备, 保证施工的顺利进行。

2 工程概况

印尼庞卡兰苏苏电厂二期项目于2015年开始建设, 本工程厂址位于海岸附近冲击层(离海岸线直线距离约100 m), 冲击层由河流、沼泽沉积的淤泥、砂、生物沉积物组成。表面深度25~30 m, 土质非常松软, 夹杂腐烂木头、贝壳等杂物, 该层淤泥标准贯入击数普遍小于2击, 含水量高, 属于典型的软弱黏性土。

汽机房及辅机部位结构为火电厂核心部位, 为保证该基础的稳定性, 本项目采用预制混凝土管桩(PC桩)进行地基处理, 如何避免PC桩在软基质土开挖过程中发生偏移、断裂, 为土建施工关键控制点。

根据试桩报告及前期施工过程中的数据, PC桩在基坑开挖高差超过1.5 m时, 如不采取桩基保护措施, 其在土压力和机械压力的作用下极易发生位移。

此次钢板桩支护区域均为软土地基, 基坑结构设计最大开挖深度-7.6 m, 平面尺寸长、宽分别约为32.5 m和25 m。

3 钢板桩支护在淤泥质土中的运用

3.1 钢板桩选型

此部位基础范围大、开挖较深, 因施工区域有限, 经技术、经济对比分析, 考虑采用钢板桩和支撑结构联合支护的方式进行开挖支护, 钢板桩各尺寸见图1。

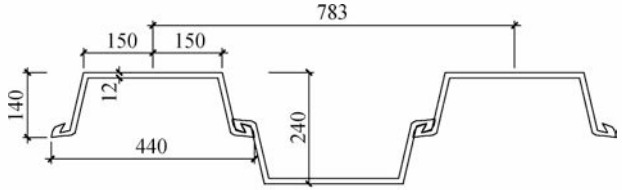


图1 钢板桩尺寸图

3.2 钢板桩计算

1) 钢板桩基本参数。截面面积 $A = 200.43 \text{ cm}^2/\text{m}$; 惯性矩 $I = 14817.37 \text{ cm}^4/\text{m}$; 截面模量 $W = 1234.781 \text{ cm}^3/\text{m}$; 钢板桩桩长12 m。

2) 土层参数。根据地勘报告钻孔数据, 土重度 $\gamma = 16.4 \text{ kN/m}^3$, 粘聚力 $c = 12 \text{ kN/m}^2$, 内摩擦角 $\varphi = 1.4^\circ$ 。

3) 内力计算。主动土压力系数 $K_a = \tan^2(45^\circ - 1.4^\circ/2) = 0.976$; 被动土压力系数 $K_p = \tan^2(45^\circ + 1.4^\circ/2) = 1.05$ 。地面超载 q 按40 t考虑, 换算成均布荷载为 20 kN/m^2 , 换算成土高度 $h_0 = q/\gamma = 1.22 \text{ m}$ 。

4) 围檩计算。第一层围檩受力(近似法计算): $q_1 = (19.53 + 51.54) \times 2/2 = 71.07 \text{ kN/m}$; 第二层围檩受力(近似法计算): $q_2 = (19.53 + 51.54) \times 2/2 + (51.54 + 99.56) \times 3/2 = 297.72 \text{ kN/m}$; 第三层围檩受力(近似法计算): $q_3 = (51.54 + 99.56) \times 3/2 + (99.56 + 107.57) \times 0.5/2 = 278.43 \text{ kN/m}$ 。

围檩选用双 HW200 × 200, $W = 944 \text{ cm}^3$, $[f] = 215 \text{ MPa}$ 按连续梁两端固接计算最大弯矩:

$$M_{\max} = 0.07ql^2 = 0.07 \times 297.72 \times 2.888^2 = 173.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma = M_{\max}/W = 173.82 \times 10^6 / (944 \times 10^3) = 184.1 \text{ MPa} <$$

收稿日期: 2017-07-10

作者简介: 夏友为(1987-), 男, 安徽安庆人, 本科, 主要从事火电站土建施工工作。



东南岩土提供下载分享 | 不做商业用途 | www.geoseu.cn

$[f] = 215 \text{ MPa}$ 。

5) 钢板桩计算。钢板桩按连续梁计算, 跨中最大弯矩:

$M_{\max} = 60.46 \text{ kN} \cdot \text{m}; \sigma = M_{\max} / \beta W$, 当设有整体围擦和冠梁时, β 取 1.0; 所以 $\sigma = 60.46 \times 10^6 / (1234.781 \times 10^3) = 48.96 \text{ MPa} < [f] = 215 \text{ MPa}$ 。

6) 支撑计算。支撑内力 $R = q_k (L_1 + L_2) / 2$, 式中, q_k 为围楞所受均布荷载, L_1 、 L_2 为相邻两支撑间距。

第一层支撑: $R_1 = 71.07 \times (5.3 + 3.515) / 2 = 313.24 \text{ kN}$ 。

第二层支撑: $R_2 = 297.72 \times (5.3 + 3.515) / 2 = 1312.2 \text{ kN}$ 。

第三层支撑: $R_3 = 278.43 \times (5.3 + 3.515) / 2 = 1227.18 \text{ kN}$ 。

采用 $\phi 402 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$ 钢管, 钢材强度为 Q235。

截面面积 $A = 146.95 \text{ cm}^2$; 惯性矩 $I = 27987.08 \text{ cm}^4$;

截面模量 $W = 1392.39 \text{ cm}^3$; 回转半径 $i = 13.8 \text{ cm}$ 。

沿开挖方向在 -1.0、-3.0、-6.0 m 处布置三道支撑, 假定支撑为两端铰接, 最长杆件的计算长度 $L = 11.82 - 0.24 - 0.4 = 11.18 \text{ m}$, 长细比 $\lambda = L / i = 81$ 。

根据 GB 50017-2003《钢结构设计规范》第 5.1.2 条, 对于轧制的钢管截面分类为 a 类, 同时根据附录 C 可得轴心受压构件的稳定系数 $\psi = 0.776$ 。

选取第二层支撑进行验算。自重弯矩 $M = 0.125 q l^2 = 0.125 \times 1.1542 \times 11.18^2 = 18.03 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。

$\sigma = N / (\psi A) + M_{\max} / W = 1312.2 \times 10^3 / (0.776 \times 146.95 \times 10^2) + 18.03 \times 10^6 / (1392.39 \times 10^3) = 128.02 \text{ MPa} < [f] = 215 \text{ MPa}$ 。

3.3 工程施工的准备

在进行钢板桩支护施工前, 首先需要对施工总体规划进行详细了解, 对施工现场进行地质勘察, 并明确工程设计图纸中的要求。在实际施工前, 项目工程师首先需要根据工程设计图纸、施工地质勘察结果等, 结合工程项目建设目标, 拟定具体的工程建设方案, 并且确定最佳钢板桩支护施工方案。另外, 在正式施工前, 还应应对施工方案进行严格审查, 同时对施工流程进行仔细分析。在实际施工过程中, 需要根据设计完成的施工图纸组织施工, 如果遇到特殊问题, 则还应该结合施工条件对施工方案进行调整。除此以外, 还应该注意, 在钢板桩支护施工前, 需要对各类机械设备的使用性能进行检查, 确保其符合工程建设要求^[2]。

3.4 钢板桩支护施工

1) 测量放样。汽机房及周边结构开挖支护工作面较为紧凑, 开挖前, 测量需按图示现场放样, 各开挖面需按测量控制点严格控制开挖尺寸, 包括平面长、宽尺寸及开挖标高控制等。

2) 主厂房区域围护钢板桩按图示及工艺流程施工, 钢板桩顶面与现有地面高程齐平。

3) 循环水管坑区域。现场开挖至 -1.2 m 高程(分层开挖, 分层高度 $\leq 60 \text{ cm}$), 挖机挖斗需垂直开挖, 垂直提升; -1

m 位置围檩及钢支撑施工(H 型钢 $200 \times 200 (\text{mm})$), 包括斜向支撑), 围檩、钢板桩及支撑间采用焊接, 焊接高度不小于 8 mm; -1.2 ~ -3.2 m 高程开挖; -3 m 位置围檩及钢支撑施工(H 型钢 $200 \times 200 (\text{mm})$), 围檩、钢板桩及支撑间采用焊接, 焊接高度不小于 8 mm; -3.2 ~ -5.7 m 高程开挖; -5.5 m 位置围檩及钢支撑施工(H 型钢 $200 \times 200 (\text{mm})$), 围檩、钢板桩及支撑间采用焊接, 焊接高度 $\geq 8 \text{ mm}$; -5.7 ~ -7.4 m 高程开挖, 开挖工作如果不能在短时间内完成, 注意观察天气变化, 如预报降雨概率较大, 应做到对已开挖面及时浇筑垫层混凝土固化, 对未完成的开挖面, 开挖排水沟及集水井, 以便雨水汇集及及时排出; 现场开挖达到设计标高后即进行垫层混凝土施工; 对基础承台桩进行 PHT 施工, 并完成循环水管坑承台及连梁钢筋混凝土施工; 循环水管坑周边分层回填至 -6.2 m 高程, 完成 100 mm 厚 C15 混凝土垫层施工, 并拆除 -5.5 m 位置钢支撑; 循环水管坑底板钢筋混凝土施工, 底板布置 10 块 $250 \times 250 (\text{mm})$ 垫铁, 板顶标高与坑底板齐平, 用于钢支架安装; 底板混凝土浇筑完成后, 安装 10 根竖向钢支架 $200 \times 200 (\text{mm})$, 与底板焊接, 焊缝高度 $\geq 8 \text{ mm}$; 循环水管坑侧墙施工(侧墙施工至 -3.2 m 位置, 对分层位置注意设置止水带), 拆除 -3 m 位置支撑及围檩; 侧墙施工至 -1.2 m 位置, 拆除 -1 m 位置支撑后, 完成所有侧墙混凝土施工; 循环水管坑 -2.2 m 以下回填, 需注意, 要在循环水管套管位置预留口进行封堵(内外侧均需), 回填时注意保护竖向钢支撑; 完成 ± 0.00 以下剩余侧墙钢筋混凝土施工; 待侧墙混凝土达到一定强度后(至少 3 d), 安装坑内及坑外 -2 m 位置内支撑, 坑内支撑与竖向支撑焊接, 坑外支撑和钢板桩固定; 拔除循环水泵坑与汽机底板间钢板桩, 即循环水管坑及相关基础完成施工^[3]。

3.5 钢板桩变形观测

此基坑施工期间, 严密观察钢板桩变形量, 通过数据观察, 在基坑开挖前和基坑施工后对比, 钢板桩仅变形约 1.5 cm, 现场无 PC 桩基损坏。

4 结束语

在钢板桩支护结构的实际应用中, 首先要结合工程建设需要选择钢板桩类型, 对施工现场进行地质勘察, 结合施工条件、工程项目建设目标拟定施工方案, 并加强施工工艺及施工过程控制, 这样才能充分发挥钢板桩的应用优势。

[ID:004783]

参考文献:

- [1] 郑瑞杰, 彭鹏, 郭劲. 整体装配式钢板桩围堰在海外深水环境中的应用[J]. 施工技术, 2013, 43(21): 73-77.
- [2] 董利华, 邢国然, 刘有才, 等. 深厚淤泥质土层中半逆作法基坑支护设计与分析[J]. 施工技术, 2012, 42(8): 56-60.
- [3] 罗会平. 复合土钉支护在软土区基坑围护中的应用[J]. 都市轨道交通, 2011, 24(3): 61-64.