

# 钢板桩围堰施工技术

唐子超 王振清 李维汉

中建八局第二建设有限公司 山东济南 250000

**摘要:** 钢板桩围堰是一种使用钢板桩逐根插打, 钢板桩之间相互咬接, 最后封闭成一个整体, 可以挡住外侧的水土的围堰方法。其优点为: 强度高, 容易打入坚硬土层; 可在深水中施工, 必要时加斜支撑成为一个围笼。防水性能好; 能按需要组成各种外形的围堰, 并可多次重复使用。本文结合工程实例, 介绍了钢板桩作为建桥围堰的施工技术, 为同类工程提供参考价值。

**关键词:** 钢板桩; 围堰; 深基坑

## 一、工程简介

某工程以高架桥形式跨越某河, 河道顶宽 196 米, 河槽宽 100 米, 河床深约 2m, 河底地质主要以素填土、粉质粘土、粘土为主。规划通航等级为 VI 级, 高架桥与河交角约为  $70^\circ$ , 采用 (50+80+50) 米连续梁跨越。该连续梁两个主墩位于该河中, 下部构造均为钻孔灌注桩+承台+独立墩, 桩基直径 1.5m, 承台尺寸  $11.2\text{m} \times 11.8\text{m} \times 3.6\text{m}$ , 墩柱尺寸  $3.80\text{m} \times 6.4\text{m} \times 18.5\text{m}$ 。上部结构连续梁采用挂篮施工。

## 二、钢围堰设计方案

该河现状水位标高约 +17.5, 河底高程约 +15.5, 承台底约 +10.5, 钢板桩顶设计标高约 +19.5, 该连续梁承台按照深基坑施工。围堰采用钢板桩围堰, 安装 2 层围檩, 最顶层支撑距离围堰顶 2m, 第二道距围堰顶 6m, 承台每侧各留 1m 操作空间, 围堰的平面尺寸为  $13.6\text{m} \times 13.6\text{m}$ 。围堰采用  $400 \times 170\text{mm}$  的 18m 长拉森 IV 型钢板桩, 围檩采用双拼  $\text{HN}500 \times 200 \times 10 \times 16$  型钢, 内支撑采用  $609 \times 16\text{mm}$  钢管。基坑采用 0.5mC30 混凝土封底, 封底后拆除第二道支撑。

## 三、支架施工工艺

### 1. 施工准备

钢板桩采用拉森 IV 型钢板桩, 钢板桩长度 18m, 宽度为 400mm, 高度为 170mm, 板厚为 15.5mm, 转角处应采用特制转角钢板桩, 钢板桩齿口应完好, 齿缝间先填充黄油或嵌缝材料, 以提高防渗性能。钢围檩采用 HW400 型钢, 钢材种类为 Q235, 高度 400mm, 宽度 408mm, 腹板厚 13mm, 翼板厚 21mm。内支撑采用  $609 \times 16\text{mm}$  钢管。

### 2. 测量放样

利用已经设置并校核的测量控制点, 在导向梁安装之前, 用全站仪测放出围堰的钢板桩中心线, 在钢板桩插打过程中, 用铅垂线控制钢板桩的垂直度。

### 3. 导向架安装

导向架采用 I25a 型钢和卡板组成, 型钢净间距比钢板桩外径大 8~10mm。卡板作用是防止钢板桩安装过程中的移动和转动。

### 4. 钢板桩插打

(1) 钢板桩采用 DX500LC-9C 打桩机进行插打。钢板桩围堰在拼装下沉前, 组桩及单桩的锁扣内均应涂以黄油混合膏, 以减少插打摩阻力, 保证防渗性能。第一根桩为后续桩的基准桩, 所以需要仔细安装, 每插打一块钢板桩都要用全站仪确定其正确的位置且没有倾斜。

(2) 从钢板桩的结构特点看, 钢板桩围堰的插打施工难度在于合龙, 而拔出难度则是第一根钢板桩的拔出, 因此, 确定钢板桩的施工顺序至关重要。钢板桩插打顺序从钢围堰上游开始, 两侧对称打设, 在钢板桩围堰下游面中心处合龙。

### 5. 围檩及内支撑安装

开挖至围檩中心线下方 0.5m 处停止开挖, 安设围檩及内支撑。围檩安装前准确测量支撑中心标高, 清理钢板桩并焊接牛腿支撑, 根据围檩底面标高定位支撑牛腿顶面标高。

围檩整根进行吊装, 采用汽车吊水平吊运至设计位置, 吊点设置在  $L/3$  和  $2L/3$  处。安装围檩时, 在平台上将围檩型钢和内支撑焊接成整体后下方至牛腿位置。再将围檩拼接成整体, 最后焊接内支撑。

### 6. 土方开挖

钢板桩围堰完成后, 进行第一层基坑开挖, 开挖深度至围檩支撑下 0.5m, 开挖方式采用长臂挖机施工, 在取土过程中及时测量坑底标高, 防止超挖, 逐步分层开挖, 不得冒进超挖。

### 7. 钢围堰封底

小清河围堰开挖到承台底 -0.5m 标高时, 将泥土清理干净, 测量标高(多点测量), 平整度达到施工要求后, 可施工封底混凝土。同时四周设置排水明沟, 排水沟深 0.2m, 底宽应不小于 0.2m, 并在基坑对角最底处设置 2 个集水井, 集水井截面积为 0.5 × 0.5m, 深度 0.35m, 基坑内积水水流汇集集水井内, 再用水泵将水排出基坑外侧, 以确保深基坑内不积水。第二道支撑在封底混凝土达到强度后拆除。

### 8. 基坑监测

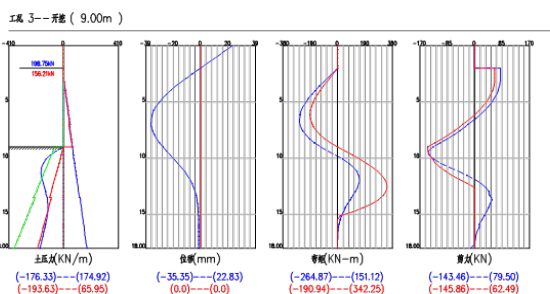
围堰施工过程中应进行监测, 监测内容包括围堰顶部水平、竖向位移; 周边地表竖向位移; 周边建筑倾斜; 周边建筑物裂缝、地表裂缝; 周边管线竖向位移等

## 四、钢板桩围堰设计计算

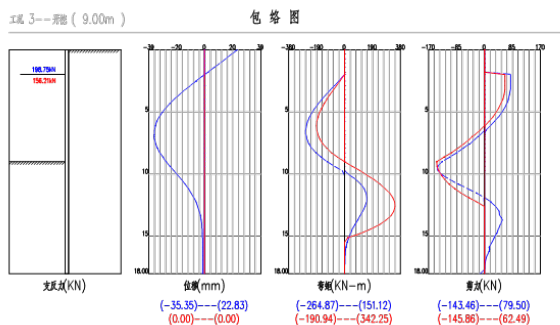
### 1. 基本信息

基坑深度 h(m):9m, 嵌固深度 (m):9m; 内力计算方法: 增量法; 支护结构重要性系数  $\gamma_0$ : 1.00

### 2. 结构计算



内力位移包络图:



### 3. 截面验算

基坑外侧抗弯验算 (不考虑轴力)

$$\sigma_{wai} = M_w / W_x = 188.898 / (2200.000 \times 10^6) = 85.863 \text{ (MPa)} < f = 215.000 \text{ (MPa)}$$

满足

基坑内侧抗弯验算 (不考虑轴力)

$$\sigma_{nei} = M_n / W_x = 331.088 / (2200.000 \times 10^6) = 150.494 \text{ (MPa)} < f = 215.000 \text{ (MPa)}$$

满足

式中:

- f —— 钢材的抗弯强度设计值 (MPa);
- $\sigma_{wai}$  —— 基坑外侧最大弯矩处的正应力 (MPa);
- $\sigma_{nei}$  —— 基坑内侧最大弯矩处的正应力 (MPa);
- $W_x$  —— 钢材对 x 轴的净截面模量 ( $m^3$ );
- $M_w$  —— 基坑外侧最大弯矩设计值 (kN.m);
- $M_n$  —— 基坑内侧最大弯矩设计值 (kN.m);

### 4. 整体稳定验算

应力状态: 有效应力法; 条分法中的土条宽度: 1.00m;

计算方法: 瑞典条分法;

滑裂面数据:

圆弧半径 (m) R=18.466; 圆心坐标 X (m) X=-2.064; 圆心坐标 Y (m) Y=9.301;  
整体稳定安全系数  $K_t = 1.863 > 1.30$ , 满足规范要求。

### 5. 抗倾覆稳定性验算

抗倾覆 (踢脚破坏) 稳定性验算: 绕最下道支撑的抗倾覆稳定性验算,

多支点参考《建筑地基基础设计规范 GB50007-2011》附录 W  
单支点参考《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012 4.2.3 节

$$K_t = \frac{\sum M_{Ep}}{\sum M_{Ea}}$$

$K_t$  —— 带支撑桩、墙式支护抗倾覆稳定安全系数, 取  $K_t \geq 1.200$ ;  
 $\sum M_{Ea}$  —— 主动区倾覆作用力矩总和 (kN.m/m);  
 $\sum M_{Ep}$  —— 被动区抗倾覆作用力矩总和 (kN.m/m)。

工况 1:

此工况不进行抗倾覆稳定性验算!

工况 2:

$$K_t = \frac{54513.157}{14279.392}$$

$K_t = 3.818 \geq 1.200$ , 满足规范要求。

工况 3:

$$K_t = \frac{24613.580}{14279.392}$$

$K_t = 1.724 \geq 1.200$ , 满足规范要求。

安全系数最小的工况号：工况 3。

最小安全  $K_t = 1.724 \geq 1.200$ , 满足规范抗倾覆要求。

#### 6. 嵌固段基坑内侧土反力验算

工况1:  $P_s = 1461.826 \leq E_p = 5337.933$ , 土反力满足要求。

工况2:  $P_s = 1461.826 \leq E_p = 5337.933$ , 土反力满足要求。

工况3:  $P_s = 1216.317 \leq E_p = 1965.189$ , 土反力满足要求。

式中:  $E_p$  为作用在挡土构件嵌固段上的被动土压力合力 (kN);  $P_s$  为作用在挡土构件嵌固段上的基坑内侧土反力合力 (kN)。

#### 五、结束语

钢板桩围堰相比其他围堰方式具有①强度高, 容易打

入坚硬土层, 可在深水中施工。②防水性能好, 能根据需要组成各种外形的围堰。③可设置内支撑控制其变形。④施工快捷, 可多次重复使用, 经济性高等优点, 广泛应用于水中桥梁承台和深基坑施工。

#### 参考文献

[1] 中国建筑科学研究院《建筑基坑支护技术规程》[S], 中国建筑工业出版社出版, 2012.

[2] 建研地基基础工程有限责任公司《钢板桩支护技术规程》[S], 中国建筑工业出版社, 2021.