

沮漳河特大桥钢板桩围堰设计与施工

陈三华 陈 超

摘 要 沮漳河特大桥 99#墩施工中,通过前期对钢板桩围堰的结构稳定性计算,合理地确定钢板桩围堰的结构形式,为围堰的施工提供安全可靠理论依据;同时在施工过程中,精心地施工,保质保期地完成了钢板桩围堰的安装任务。

关键词 钢板桩围堰;设计;施工

1 工程概况

武汉至宜昌铁路工程沮漳河特大桥位于湖北省荆州市与宜昌市交界的灌溉区,里程起始于 DK224+773.86~终止于 DK230+811.67。其中 99#、100#墩连续梁要跨越沮漳河河道,99#位于沮漳河河道内。承台 10.6×14.6×3.5m,桩基采用 12根 $\varnothing 1.5\text{m}$ 的钻孔桩。

施工时最高水位 $\nabla + 38.6\text{m}$,河床底标高 $\nabla + 34.5$ 承台底高程 $\nabla + 26.099\text{m}$,开挖高程 $\nabla + 25.599\text{m}$,封底混凝土厚 50cm。主墩承台施工采用采用钢板桩围堰施工法。

2 工程地质情况

根据设计单位提供的工程勘察报告,水中墩地质土层分布由上至下依次为: $\nabla + 34.5\text{m} \sim + 27.5\text{m}$ 为淤泥质土, $\nabla + 27.5 \sim + 21.08$ 为中粗砂, $\nabla + 21.08 \sim + 9.58$ 为卵石土, $\nabla + 9.58 \sim + 7.08$ 为粗圆砾土。

3 钢板桩围堰结构设计

3.1 钢板桩围堰总体尺寸确定

矩形钢板桩围堰的形式及大小根据承台的形式及大小而定,同时必需满足作业人员操作的净空要求。该承台为矩形承台,且紧靠施工栈桥,采用矩形钢板桩围堰,围堰平面尺寸为 17.4×13.8m,钢板桩围堰根据施工期间的水位及现场的地质情况,该围堰采用德国拉森 IV型长度为 18m 的钢板桩,桩顶距沮漳河常年汛期最高水位 0.5m 左右,

钢板桩入土深度约为 5.0m。钢板桩结构见图 1。

3.2 钢板桩围堰内支撑层数的确定及结构形式

钢板桩围堰内支撑层数的数量及其位置,根据钢板桩围堰的深度及钢板桩本身的抗弯强度及地质情况而定。根据此主墩承台的埋深及承台的高度,钢板桩围堰设置 4道围圈:第 1道围圈主要承受水的压力,采用 2HN700×300 工字钢做围圈,两根 $\varnothing 630$ 钢管做斜撑;第 2道围圈主要承受水的压力和土的压力,采用 2HN588×300 工字钢做围圈,两根 $\varnothing 630$ 钢管做斜撑;第 3道围圈主要承受水的压力和土的压力,采用 2HN588×300 工字钢做围圈,一根 $\varnothing 630$ 钢管做斜撑;第 4道围圈主要承受水的压力和土的压力,采用 2HN588×300 工字钢做围圈,无斜撑。

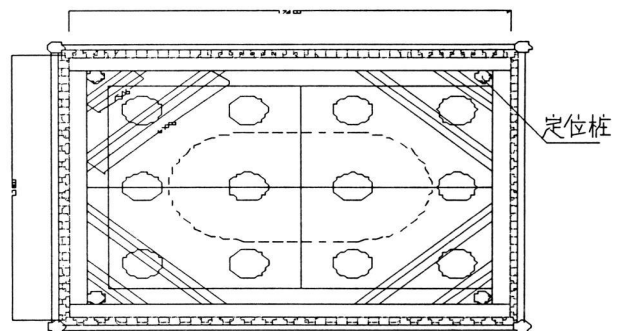


图 1 钢板桩结构图

4 钢板桩围堰结构验算

4.1 基本数据

(1) 土层性质

土层性质	土层厚度 (h)/(m)	容重 (γ) /(KN/m^3)	内摩擦角 (φ)/($^\circ$)
淤泥质土	7.5	18	20

中砂 5.4 20 30

(2)基本参数计算

土层的平均容重

$$\bar{\gamma} = \frac{\sum \gamma h}{\sum h} = \frac{18 \times 7.5 \times 20 \times 5.4}{7.5 \times 5.4} = 18$$

83KN/m³

土层的平均内摩擦角

$$\bar{\phi} = \frac{\sum \phi h}{\sum h} = \frac{20 \times 7.5 \times 30 \times 5.4}{7.5 \times 5.4} = 24.19^\circ$$

主动土压力系数

$$h_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = \tan^2(45^\circ - 20/2) =$$

0.49

被动土压力系数

$$h_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2) = \tan^2(45^\circ + 20/2) =$$

2.04

4.2 钢板桩入土深度验算

钢板桩入土深度的检算采用等值梁法,即将土压力为零的深度处近视为钢板桩地下部分的反弯点,该点以上部分钢板桩内力与该点作为固定支撑,各支撑点简化多跨连续梁的内力是等值的。钢板桩受力如图 2 所示。

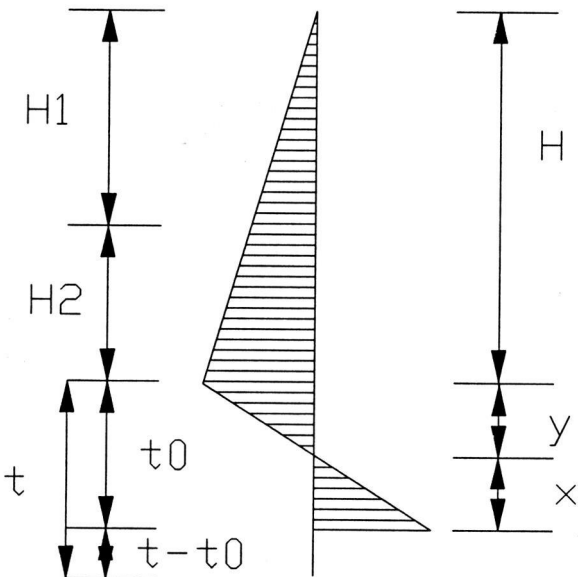


图 2 钢板桩受力示意图

(1) 土压力零点位置 y 值计算。设距基底 y 处钢板桩前的被动土压力等于钢板桩后的主动土压力。此时被动土压力修正系数取 1.7,主动土压力不作修正。零点位置 y 为

$$y = (\gamma_w H_1 + \gamma K_a H_2) / [\gamma (K_p - K_a)]$$

$$y = (9.8 \times 4.1 + 18 \times 2.04 \times 0.49 \times 8$$

$$9) / [20(1.7 \times 2.04 - 0.49)] = 1.99m$$

(2) 钢板桩入土深度 (t₀) 的确定,及 t₀ = x + y 其中 x 根据 P_c 和钢板桩 C 点以下部分的被动土压力与主动土压力之和对桩底端力矩相等求的。钢板桩受力分析见图 2。

$$P_a = \gamma H_2 K_a + \gamma_w H_1 = 18.83 \times 8.9 \times 0.49 + 10 \times 4.1 = 118.11kN/m^2$$

$$P_c = (1 + 4.1 + 8.9) P_a / (1 + 4.1 + 8.9 + 1.99) = 103.346kN/m^2$$

$$\text{因为 } P_{c_x} = (\gamma h K_p X - \gamma K_a x) x^2 / 6$$

$$x = \sqrt{6P_c / (\gamma K_p + \gamma K_a)} = 2.88m$$

$$\text{即 } x + y = 1.99 + 2.88 = 4.87m。$$

实际中,钢板桩的入土深度为 5.0m,大于 4.87m,入土深度满足设计要求。

(3) 坑底涌砂验算

围堰基坑处于含松散粗砂夹卵石,对基坑内抽水可能引起涌砂的危险,用渗流理论对基坑进行涌砂验算。

不产生涌砂得奖安全条件为:

$$K \times i \times r_w \leq r'$$

式中: K 为安全系数; i 为水力梯度; i = h' / (h₁ + t); r_w 为水的容重, r' 为土的浮容重。

$$\text{水力梯度 } i = h' / (h_1 + t) = 13.5 / (13.9 + 5) = 0.71;$$

$$K = r' / (i \times r_w) = 1.10 / (0.71 \times 1) = 1.55。$$

由以上验算发现本基坑在使用 18m 长的钢板桩时,对基坑不出现涌砂情况的安全系数为 1.55 > 1.5;基本满足设计要求。

4.3 钢板桩围堰内支撑的设计

在确保安全的前提下,基坑支撑的施工与基坑内的水位下降按“先支撑后降水,分层支撑分层降水”的原则进行。结合本基坑的特点,在基坑机械开挖至 ∇+ 33.5 安装第一层围圈;在基坑机械开挖至 + 31.5 高程安装第二层围圈;由于在这个高程本承台的 12 根钻孔桩已全部出现,隧采用射水吸泥的方法开挖至 ∇+ 29.5 安装第三层围圈;开挖至 ∇+ 27.5 安装第四层围圈。

5 钢板桩围堰的施工

5.1 钢板桩围堰施工工艺流程及施工机械

(1) 施工工艺: 插打定位钢管桩 → 布设围堰到相框 → 插打钢板桩 → 合拢 → 边开挖、抽水边安装围

圈 → 浇注底板混凝土 → 安装承台模板 → 浇注承台混凝土 → 安装墩身模板 → 浇注墩身混凝土 → 拆除钢板桩

(2) 钢板桩插打的工艺。用振动锤夹正钢板桩 → 起吊至围堰顶部, 对准锁扣插入钢板桩, 并在锁扣位置涂抹润滑油 → 启动振动锤, 缓慢下钩, 调整好钢板桩与导向架的距离, 下到土面 → 插打至设计高程 → 如遇坚硬地质, 将钢板桩拔起, 反复插打, 直至设计高程

(3) 钢板桩围堰施工施工机械

施工中采用的设备清单如下:

名称	型号	数量
履带吊	QUY 50	1
汽车吊	QY 20	1
平板拖车		
振动锤	DZ- 90	1
配电柜	HY - 380	1
电焊机	SBX 3- 300	3
氧气割枪		3

5.2 钢板桩围堰施工质量控制及其处理方法

(1) 倾斜: 随着钢板桩的下沉往往会发生钢板桩头部向打桩行进方向倾斜, 其主要原因是打桩行进方向, 钢板桩贯入阻力小。防治方法, 除了在插打的过程中必须严格控制每片钢板桩的垂直度之外, 对发现已经倾斜的钢板桩要及时纠正。倾斜纠正一般用外力使钢板桩垂直, 并在导向架上焊接钢板或者钢筋, 使桩固定, 再插打下一根桩, 如一次不能将倾斜调整过来, 便分多次调整, 直至其倾斜度满足要求。

(2) 扭转: 由于拉森式钢板桩的锁扣是铰式连接, 钢板桩在插打和锤击的过程中发生扭转, 因此会牵动临近的已打入的钢板桩, 而使钢板桩的中心轴线成为折线形, 严重影响钢板桩的刚度和多层支架围圈的架设。防止扭转方法, 在打桩进行方向用卡板锁住钢板桩的前锁口, 主要控制钢板桩中心轴线正确; 在钢板桩与围圈之间两边空隙内, 各设置一道定位架, 制止钢板桩在下沉过程中转动。

5.3 钢板桩围堰施工中的防漏水措施

钢板桩锁口之间连接是否紧密是钢板桩围堰施工中的难点, 是关系到围堰是否成功开挖并进行下一道工序的关键, 须对施工中每道工序进行控制:

(1) 在钢板桩施工过程中应充分保证其垂直

度, 防止相互倾斜的钢板桩之间锁口无法连接严实;

(2) 在钢板桩进场后, 须组织专人对锁口进行清理, 最好在锁口处涂抹黄油;

(3) 钢板桩围堰在抽水后若存在少量的漏水现象, 在施工过程中可看清明显的漏水处, 利用漏水处水压差降产生的原理, 在漏水处钢板桩外侧抛洒煤灰和锯木屑的混合物 (煤灰: 锯木屑: 水 = 1: 1: 0.4), 在吸力的作用下, 填充物会被吸入接缝的漏水, 将漏水通道堵塞, 有效地减少漏水量。若漏水量较大, 则将旧棉被或破布剪成长条状, 在围堰内将漏水处封堵住。

6 结语

(1) 沮漳河特大桥 9#墩钢板桩围堰施工实际效果表明, 钢板桩围堰施工简洁、快速, 完全能满足整体施工工期以及安全质量等各方面的要求;

(2) 钢板桩围堰施工占地空间小, 对周围环境影响较小, 具有显著地环保效果, 减少了开挖量。

(3) 在钢板桩施工过程中, 钢板桩插打及抽水堵漏是整个施工过程中的关键环节。钢板桩插打的垂直、准确、桩与桩之间锁口是否紧密, 直接关系到整个钢板桩的防水性。因此, 在钢板桩的施工过程中, 必须严格控制打桩的精度, 确保桩的轴线位置正确和桩的竖直。

(4) 在钢板桩插打施工中, 为保证整套钢板桩顺利合拢, 要求桩身垂直, 并且围堰周围的钢板桩数量要均分。因此在施工的过程中, 要加强测量工作, 发现倾斜, 及时调整; 为使围堰周边的钢板桩分部均匀, 事先在导向架上按桩的实际宽度画出每根桩的位置, 使宽度误差分散, 在插打中不断调整桩的位置。钢板桩一般选在在角桩处合拢。

(5) 在钢板桩的施工中, 需要根据插打部位的地质条件, 对钢板桩的入土深度及内支撑布置做专门的设计和验算; 在抽水、开挖期间, 对钢板桩的变形、位移进行观测, 以确保基坑安全。

【作者简介】

陈三华 男 葛洲坝集团第五工程有限公司 高级工程师 湖北宜昌 443002

陈超 男 葛洲坝集团第五工程有限公司 助理工程师 湖北宜昌 443002