

单排钢板桩围堰施工工艺

戴 汕, 杨明军

(宁波交通工程建设集团有限公司, 浙江 宁波 315000)

摘要: 介绍单排钢板桩在浙江船厂 8 万吨级船台施工围堰中的应用, 阐述单排钢板桩围堰的施工工艺和效果。

关键词: 钢板桩; 围堰; 支撑

中图分类号: U 655.54*1

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2007)07-0081-04

Construction Technology of Single-row Steel Sheet Pile Cofferdam

DAI Shan, YANG Ming-jun

(Ningbo Communications Engineering Construction Group Co., Ltd., Ningbo 315200, China)

Abstract: The application of single-row steel sheet piles in 80000dwt ship-building berth's construction cofferdam of Zhejiang Shipyard is introduced. The construction technology and effect of single-row steel sheet pile cofferdam is expounded.

Key words: steel sheet pile; cofferdam; support

浙江某船厂半坞式船台工程, 船台总长 284 m, 宽 45 m, 口门墩顶面高程 6.50 m (吴淞高程系), 底高程 -2.376 m, 口门底板厚 1.00 m, 最大开挖深度近 10 m。口门底板施工采用围堰后干地施工法。施工围堰设计为单排 $\phi 800$ mm 钻孔灌注桩作受力结构, 外侧用 $\phi 800$ mm 高压旋喷桩用作止水, 钻孔灌注桩顶部用圈梁连接, 上部设砼挡水墙, 内设上下两道钢管支撑。

工程在进行至最后一段口门底板施工时遭遇风暴潮袭击, 造成约 -8.00 m 以上部分围堰向内倾倒, 施工被迫停止 (图 1)。

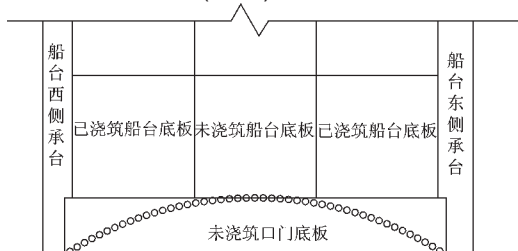


图 1 围堰倒塌时的底板浇筑情况

事故发生后相关专家对事故发生原因进行了分析, 并根据现场条件和现成可用的桩提出 3 种重新围堰的方案: 1) 施打钢管桩围堰, 高压旋喷桩止水; 2) 施打 PHC 桩围堰, 高压旋喷桩止水; 3) 直接采用钢板桩围堰及止水。根据业主对船台使用的迫切性和现场实际情况 (除口门段外船台内其余结构均已完成), 综合分析材料设备的调配、施工周期、止水效果、围堰拆除及成本等因素后, 决定采用单排钢板桩加钢管内支撑结构进行重新围堰施工的方案。即在船台的口门处 (原围堰灌注桩及旋喷桩旁) 施打一排围堰钢板桩, 桩顶高程 5.20 m (最高潮位在 5.0 m 左右), 钢板桩两端与原承台连接处采用高压旋喷桩结合砼加固止水。钢板桩顶部采用 4 根 25# 槽钢作钢围圈, 钢板桩内侧采用上下 2 道 700 mm \times 300 mm H 型双钢梁作为水平受力结构, 并分别通过钢管支撑在船台侧壁和底板上。

单排钢板桩围堰施工工艺

1 准备工作

1.1 障碍清除

由于原施工围堰倒在船台口门内侧，原围堰的挡墙、圈梁、灌注桩均应凿除清理，否则影响新围堰施工时钢管支撑的安装；对口门外钢板桩沉桩位置先用挖泥船进行探测并清渣，以免沉桩时遇到障碍物而影响围堰进度。

1.2 钢板桩的选用和检验

根据工程地质条件并结合钢板桩的特性、施工方法等因素，选用拉森 IV 型钢板桩，该钢板桩宽度适中，抗弯性能好。

根据原围堰灌注桩倾倒后的位置和倾斜度，经探测测算出灌注桩弯折位置高程大致在 -8.00 m 左右，且该位置的土层为淤泥质黏土，所以最终确定钢板桩长度为 16 m。

钢板桩进场后，对外观表面缺陷、长度、宽度、厚度、高度、端头矩形比、平直度和锁口形状等进行检验。对桩上影响施打的焊接件进行割除（有割孔、断面缺损应补强），锁口变形部分进行调直或割除。

1.3 打桩设备的选用

现场用 60 t 旋转式起重船吊桩及用振动锤施打，振动锤选用浙江振中的 DZJ60 型。

2 钢板桩施打^[1]

先将打桩用的振动锤挂在起重船吊钩上，振动锤上绑两根牵引索用以控制位置和方向。桩起吊时，先用振动锤上的吊桩钢丝绳捆绑住钢板桩，起吊竖直后对准位置，然后慢慢放下，用振动锤液压夹板夹住钢板桩吊至桩位，用经纬仪控制定位。钢板桩准确定位后，由西往东进行施打沉桩时，先利用钢板桩和锤自重下沉，在自沉停止后开启振动锤，沉桩过程中根据桩的下沉速度适当控制振动锤激振力。第一根桩打至高程后先将桩固定在船台口门侧壁上，再将第二根桩套上第一根桩锁口后沉桩，每沉好一根桩后立即与前一根桩焊牢，防止下根桩下沉时被带下。刚开始打的几根桩，可根据地质情况及打桩难易程度先预留一些高程，待沉桩稳定时再作调整。并且刚开始的桩一定要控制好前后、左右的垂直度，在桩的

下沉过程中，桩顶要尽量向已经沉好的桩方向紧靠，控制桩向外倾斜，否则纠正很难。沉桩过程中要随时检查吊桩钢丝绳，防止钢丝绳磨损而突然断裂。夹板夹住桩后在起吊和打桩的开始阶段严禁解掉吊桩钢丝绳，防止夹板脱出，造成重大安全事故。

3 钢板桩与船台侧壁接头处的封堵^[1]

泥层部分采用钢板桩内侧各施打 3 根高压旋喷桩进行加固土体和封闭；泥层以上部分浇筑砼进行封堵，在钢板桩与船台侧壁立斜角模板，模板插入泥层约 1 m，模板与钢板桩间放入 $\phi 8$ 的钢筋网片以增加砼的强度。

4 钢围图设置

在钢板桩顶部高程 5.0 m 处设置一道钢围图（图 2），钢围图采用两根 25# 槽钢在钢板桩两侧并用 $\phi 25$ 螺栓夹紧，两根槽钢背覆焊接，中间留 28 mm 间隙用以穿螺栓。钢围图的作用是把整排钢板桩连成一体，增加水平方向的刚度，防止钢板桩间的锁口脱开，同时也便于施工人员通行。

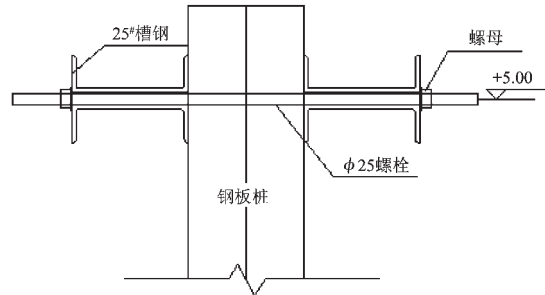


图 2 钢围图示意图

5 支撑设置

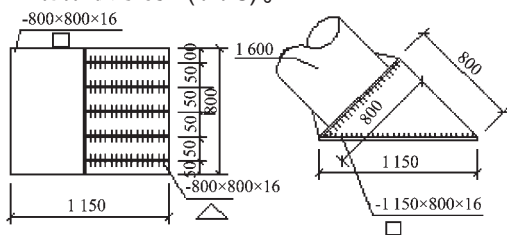
根据围堰内外水压力、钢板桩的入土长度等因素，计算确定支撑体系，分上下两道设置。

撑杆采用 $\phi 609 \times 12$ 钢管，分别通过 H 型钢梁、钢支座与船台侧壁或底板连接。H 型钢梁采用 H700 \times 300 \times 13 \times 24 两榀 H 型钢对覆拼接而成，在钢梁支座位置处的 H 型钢翼缘内侧每侧加焊 4 道加强肋，并设 20 mm 厚的支座钢板。支撑钢管后支座焊于侧壁或底板的预埋钢板上，预埋钢板预先用 12~16 根 $\phi 25$ 螺栓用强力胶锚固在侧壁或底板上。钢梁安装前应按照设计高程在钢板桩上

单排钢板桩围堰施工工艺

焊接好支架，保证钢梁正位和安全。

第一道支撑：钢梁中心高程为 3.00 m，钢支座中心高程为 2.50 m。撑杆共 6 根，两边各 2 根斜撑，斜撑一端撑于钢梁上，另一端撑于钢支座上。中间 2 根直撑，直撑一端撑于钢梁上，另一端支撑在船台 3 轴线位置的滑道梁立面上，中心高程为 0.33 m，滑道梁立面设预埋钢板，两根直撑间用 28 工字钢设置 X 撑和一字撑，以保证支撑刚度和稳性。各支撑杆端点上根据实际放样设置钢支座（图 3），以保证撑杆与支撑面轴线垂直。长斜撑和直撑中间位置均设有钢立柱，撑杆架于钢立柱上并用型钢固定（图 4），以防止撑杆产生过大挠度而变形。每 2 根斜撑中间再用 H400×400 的 H 型钢作联系撑（图 5）。



注：图中钢板厚均为 16 cm，外板角度应根据实际角度调整。

图 3 斜撑与围图围梁节点详图

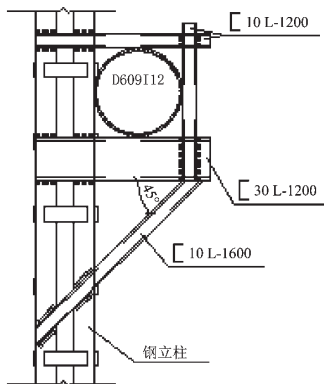


图 4 钢立柱示意

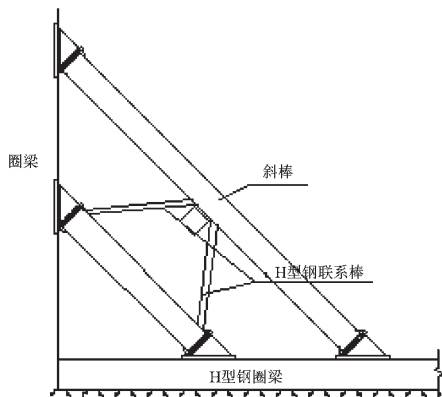


图 5 联系撑

第二道支撑：共设置 8 根直撑，一端支撑在钢梁上，中心高程 -1.70 m；另一端支撑在船台砼底板的钢支座上，中心高程 -1.97m，砼底板上钻孔用强力胶埋设 16 根 $\phi 25$ 螺栓，螺栓上安装车档结构的钢支座（图 6）。

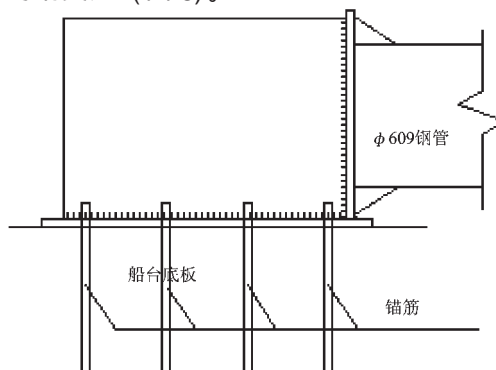


图 6 钢支座结构

撑杆安装：撑杆安装均在低潮位时进行，先安装两边再安装中间，安装后撑杆端头用加强三角肋与支座焊接加固。

6 水位控制

由于施工区域潮差有 4 m 多，单排钢板桩承受水平推力的能力较差，所以在施工过程中控制内外水位差是十分关键的一个程序。在沉桩即将完成时，要按照事先设计的位置、流量口径在钢板桩上开设通水口，用以控制围堰封闭时内外水头差。还应配一定数量的大口径水泵，以备通水口流量不能满足时应急用。

撑杆安装要在合适的水位进行，因此水位控制很重要，在正常情况下，控制内外差在 2.00 m 左右。涨潮时，当外水位高于内水位大于 2.00 m 时，要打开阀门向内放水，以控制内外水位差。退潮时，当内外水位基本持平时，要打开阀门向外放水，如果放水流量不能满足控制内外水位差，则要开启备用水泵排水。要绝对控制内水位低于外水位，否则会使围堰向外倾斜，破坏端头止水。当第一道钢梁及支撑安装完成后，外水位可控制在高于内水位 3.00 m 左右。第二道钢梁及支撑完成后抽干船台内水进行开挖及底板施工。

7 钢板桩止水

钢板桩完成后要对其拼接的锁口处进行止水

单排钢板桩围堰施工工艺

处理，一般成色较新的钢板桩沉桩后锁口处密封较好，基本上不要作大的处理。如果有漏水，应进行堵漏处理。漏水部位在最低潮位以上的可用玻璃胶封堵，有损坏的也可用电焊补强；低水位以下部分可用薄膜拧成一束，在一端绑重物，顺着漏水处下沉，在水压的作用下，薄膜会把漏缝堵住；也可用煤碴等轻质半悬浮颗粒堵漏。围堰完成抽水后，内外水位差加大，钢板桩受力后会发生变形，其锁口处也容易产生漏水，可以用同样的方法进行堵漏。

8 围堰拆除

在完成围堰内所有施工项目后，按安装的反程序进行拆除。先割除各撑杆与支座的加强肋板和加固焊缝，再候低潮位吊除撑杆，一个低潮完不成的需放水保持内外水头差，一般内水位控制在有效支撑下 2.50~3.00 m。

9 施工体会

钢板桩围堰的施工速度快、费用省。从材料设备进场到完成支撑安装加固共用了不到一个月时间，拆除时间更少，只用了 4 d。其费用约为 PHC 桩的 1/4 和钢管桩的 1/6 左右。但一字型单排钢板作大型坞门围堰还应该根据具体条件有选择进行。

钢板桩围堰自身止水效果好。较新的钢板桩沉桩后锁口处止水良好，基本上不要作大的处理。

钢板桩沉桩过程中最好配用导梁，以保证打

出的钢板桩顺直，避免在安装 H 型钢圈梁时因不紧贴钢板桩而受力不均匀。

每一道撑杆安装时间最好控制在同一潮位进行，这样安装后的撑杆受力相对均匀。或在撑杆端头采用活络接头，在受力调配均匀后再进行加固。且由于撑杆需在低潮时安装，故安装前要做好充分的准备（材料、设备、人员），避免因准备不够而造成施工时间的耽误。

整个围堰对各部件的要求较高，各受力部件的强度和刚度应基本一致，才能充分发挥整体作用；尤其是部件的焊接质量必须保证^[3]。随着各道支撑的完成，围堰内的水位逐渐降低，钢板桩及支 的受力越来越大。各撑杆的受力通过 H 型钢梁重新分配，如果各部件受力不均，会造成 H 型钢梁、钢支座和撑杆钢管焊缝的拉裂。每天应进行多次检查，如发现有裂缝要及时补好，对于有变形的部件进行加固，防止发生意外。

在施工过程中必须严格控制内外的水位差，要及时放水平衡。严禁围堰内的水位高于围堰外。

参考文献:

- [1] JTJ292—98, 板桩码头设计与施工规范[S].
- [2] 郑守仁. 导流截流及围堰工程[M]. 北京: 水利水电出版社, 2005.
- [3] 方立新, 孟宪刚. 板桩围堰的设计与施工[EB/OL]. (2006-04-18) [2007-01-30] <http://www.eduact.com/paper/wenke/unwen/zonghe/ei/2006418/3367>