

图2 重力式挡墙典型断面(单位: mm)

表1 重力式挡墙与预应力砼板桩造价比较

| 顺水流每1 m长单位长度河道比较 | | | | 重力式 | | U形板桩式 | |
|------------------|----------------|----------|----------------|-------|----------|----------|----------|
| 序号 | 项目 | 单价/元 | 单位 | 数量 | 合计/元 | 数量 | 合计/元 |
| 1 | 土方开挖 | 28.63 | m ³ | 23.20 | 664.22 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 土方回填 | 22.95 | m ³ | 9.56 | 219.40 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | C20 砼挡墙 | 489.92 | m ³ | 6.20 | 3 037.50 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 干砌块石回填 | 172.06 | m ³ | 2.12 | 364.77 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 钢筋制安 | 6 779.80 | t | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 162.72 |
| 6 | U形预应力混凝土板桩 350 | 550.00 | m | 0.00 | 0.00 | 10.00 | 5 500.00 |
| 7 | C25 砼桩帽 | 554.95 | m ³ | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 221.98 |
| 8 | 模板 | 55.28 | m ² | 12.20 | 674.42 | 1.60 | 88.45 |
| 9 | 土方围堰 | 51.02 | m ³ | 21.88 | 1 116.06 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 寺方围堰拆除 | 28.63 | m ³ | 21.88 | 626.28 | 0.00 | 0.00 |
| 合计 | | | | | 6 076.37 | 5 873.14 | |

方案一：U形预应力混凝土板桩方案

优点：可不设围堰，可直接沉桩施工，且板桩对地形的变化适应性强。

缺点：对地层要求高，遇岩基、砂基较难打入。

方案二：重力式挡墙方案

优点：局部损坏后易修补，常规施工。

缺点：施工要设围堰，对地基承载力要求高，局部软基要进行地基处理。

从经济角度看，2者的投资基本一致，由于该河段工期紧迫，且U形预应力混凝土板桩施工速度也较快，且沿线在地质勘察显示，大部分为粉质粘土，局部有淤泥质土，故综合考虑采用U形预应力混凝土板桩方案。

2.2 施工工艺流程

1) 总体施工顺序

施工从多个工作面进行，两边护岸可以同时进行，

以减少场地占用和设备转场时间。

2) 施工工艺流程(见图3)

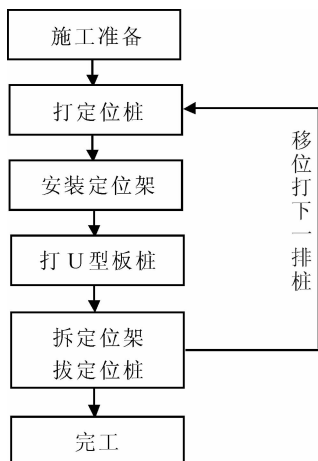


图3 施工工艺流程示意

2.3 沉桩施工

1) 板桩定位系统

为保证U形板桩平面位置准确、线条平顺、接缝紧密,施打板桩时采用定位系统辅助。板桩定位由辅助定位桩、钢围檩、限位梁、限位拉紧装置等组成^[3]。定位桩采用直径为40 cm、壁厚为8 mm、长为18 m的钢管桩,每根钢管桩均设桩尖,桩尖夹角为35°。桩顶加工抱箍,用于支撑钢围檩主梁,抱箍用1 cm厚钢板加工,内径为39 cm,两侧支腿长为40 cm,抱箍高度为15 cm,每侧支架采用2根18 mm螺栓紧固。主梁为20工字钢加20槽钢组合,两端用10个槽钢对拉固定。首桩限位由10个槽钢固定,后续板桩通过手拉葫芦和限位滚轮调整位置和间隙。定位系统结构图如图4所示。

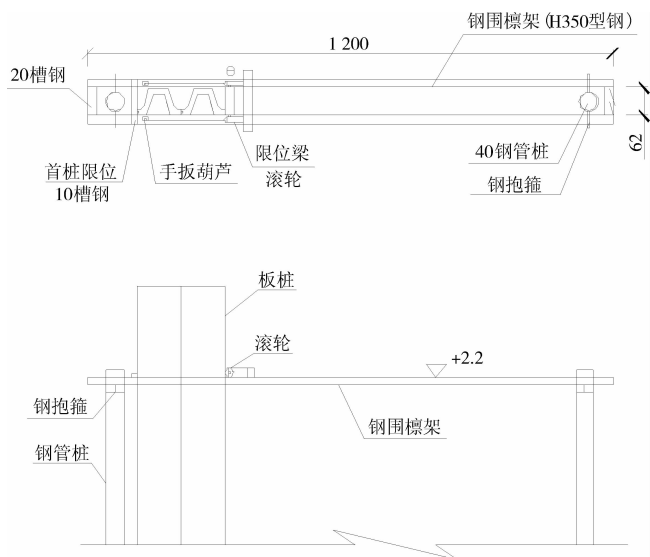


图4 定位系统结构示意图(单位:高程 m;长度 cm)

第一排桩施打完成后,钢围檩架只需1根定位桩,另一端利用已打好的板桩固定。

2) 定位系统安装

定位桩采用履带吊吊挂液压振动锤将钢管桩逐步振入。定位桩共加工2根,板桩打至定位桩处,拔定位桩至下一桩位,循环利用。

测量定位方法:在附近架设全站仪,用免棱镜偏心测量方式确定定位桩桩中心,施打过程中实时监测定位桩的垂直度,测量人员通过对讲机与施工人员实时沟通调整,全站仪为南方NTS-312R+免棱镜精度为2+2 ppm,可以满足定位要求。定位桩允许偏差:平面位置 ± 10 cm,垂直度偏差 $< 1/100$ 。

定位桩打设好后,安装钢抱箍,钢抱箍安装好后,利用履带吊车吊装钢围檩主梁,主梁顶标高为-0.50 m,略低桩顶标高为0.5 m。主梁两端用10个槽钢对拉固定,首根桩在端头安装限位槽钢。

在定位桩顶部放置木板,用全站仪放样出定位桩中心,再根据定位桩中心对围檩进行精确调整,水平位置采用水准仪确定。

3) 插打板桩

起重设备采用50 t履带吊车,吊臂长 > 20 m。U形板桩通过安装在桩顶的吊耳和钢丝绳起吊。U形板桩顶部设置有4个黄锌锚栓孔位,预埋直径30 mm带内螺纹的套筒,用于套接螺栓连接固定吊具,桩身预埋有2个吊耳,起吊时为桩顶桩身3个吊点。吊具采用3 cm厚钢板加工,所有孔洞均钻孔形成,不得气割。吊耳与底座连接处利用角焊连接,采用二氧化碳保护焊。

5 m长350板桩自重为1.94 t,拟采用2根直径为20 mm、抗拉强度为 $1\ 550$ N/mm²的6×19交互捻钢丝绳作吊索,该钢丝绳单根破断拉力总和为225 kN。卡环采用型号2.1的D形卡环。

U形板桩起吊时通过吊耳对称穿2根钢丝绳,吊钩下用卡环卡紧。板桩起吊后放入限位架内,依靠桩自身重力下沉,插桩时测量人员应控制桩位和垂直度,第1根桩紧靠端部限位槽钢下放,第2根桩紧靠第1根桩下放,依次类推,每次下桩后用手扳葫芦拉紧限位滚轮,将两根桩挤紧。

4) 振动锤沉桩

板桩吊入限位架后,依靠自重溜桩下沉,待限位滚轮拉紧后,吊起振动锤,将夹具套入桩头,吊车移位,施工人员观察锤和桩的轴线一致后即可开动,开始锤击时,应调小振动频率,同时测量人员观测桩偏

位,实时调整限位装置的松紧程度,确保桩垂直、紧靠下沉,待桩身进入土层一定深度后,开始用高频振动。沉桩过程中,测量人员应适时观测板桩贯入度,施工人员应注意观察桩身桩顶情况,发现问题及时停止。

3 结论

U形预应力混凝土板桩相比于传统的挡土护坡材料如重力式挡墙等,其板桩具有挡土截面大、受力性能优、性价比高等优点^[4],在降低造价的同时还能缩短工期,同时对地基适应能力较强,混凝土板桩具有成桩墙后整体美观、工程耐久性好、质量可靠、施工速度快、不截流、不受汛期影响的优点,由于采用的合理的受力结构,节省了大量的材料,且材料耐腐蚀

性好,不用维护。

参考文献:

- [1] 杨末丽. U形预应力混凝土板桩在海洋护岸工程中的应用及探索研究[J]. 混凝土与水泥制品, 2012(6): 25-29.
- [2] 潘少云, 陆建君. “U”形板桩在佛山市禅城区丰收涌升级改造中的应用[J]. 广东水利水电, 2013(8): 28-31.
- [3] 徐斌, 范柯杰, 郭洪林. U形预应力混凝土板桩在钱塘江堤防工程中的应用[J]. 水利建设与管理, 2013(8): 16-18.
- [4] 张后禅. U形预应力混凝土板桩[J]. 中国水利, 2010(21): 67.

(本文责任编辑 王瑞兰)

Application of U-shaped Concrete Pile to Hydraulic Conservancy Project

ZHANG Aoxue

(HuaYu Hydra-engineering Survey and Design Co. Ltd. Of Huizhou, Huizhou 516003, China)

Abstract: Compared with traditional retaining wall, U-shaped prestressed concrete sheet piles are with obvious advantages in retaining sections, mechanical characteristics, and easy-construction. The construction process of prestressed concrete U-shaped sheet piles has been discussed in this paper, which can provide reference for similar future projects

Key words: U-shaped prestressed concrete sheet pile; retaining wall; sinking pile

(上接第15页)

基反力对底板的作用更明显,须在加固底板内配置一定量的钢筋加强;④通过分析不同工况下的位移、应力得知,下浦水闸加固方案合理、可行。

参考文献:

- [1] 和桂玲, 贾乃波, 张启海. 水闸除险加固工程设计[M]. 北京: 水利水电出版社, 2008.
- [2] 王勖成, 邵敏. 有限单元法基本原理和数值分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 1997: 186-192.

- [3] K. J. Bathe. ADINA Theory and Modeling Guide[M]. ADINA R & D, Inc. USA, 2008.
- [4] SL265-2001 水闸设计规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.
- [5] 王庆, 郭德发. 水闸地基整体结构有限元分析[J]. 中国水运, 2009, 9(2): 149-151.

(本文责任编辑 马克俊)

Three-Dimensional Finite Element Analysis on Xiapu Sluice

GAO Ruiqiang¹, HU Wei²

(1. Guangdong Hydropower Planning & Design Institute, Guangzhou 510635, China;

2. College of Water Conservancy and Civil Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Applying with ADINA finite element software, reinforced Xiapu sluice is under the three-dimensional finite element structural calculations. After the analysis on the displacement and stress of the reinforcement sluice under different conditions, the reliability of the program is evaluated, and the structure of the site recommendations need to strengthen is pointed out.

Key words: sluice; finite element analysis; reinforcement; stress; displacement