

常熟某江边枢纽围堰设计与施工方案

汪亮

(江苏省鸿源招标代理股份有限公司, 江苏 南京 210001)

摘 要:常熟某江边枢纽为通江泵闸, 具有防洪、排涝, 兼顾畅流活水、通航等作用。工程施工采用断流施工, 布置内、外河围堰形成干地施工条件。根据枢纽布置、施工条件、施工工期等因素, 经多方案比选, 外河围堰采用钢板桩围堰, 内河围堰采用粘土围堰。施工过程中, 通过合理组织, 30 天完成了围堰施工, 取得了良好效果。

关键词:江边枢纽; 围堰; 施工

中图分类号: U655 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2021) 08—0089—03

1 工程概况

常熟某江边枢纽工程设计排水流量 30m³/s, 设计引水流量为 20m³/s, 水闸净宽 10m。工程实施既是提高太湖流域阳澄淀泖片区排涝能力的需要, 又是实现常熟市畅流活水的需要。

枢纽工程主要有泵房、闸室、进出水池及消力池、内外河侧海漫段、内河清污机、外河拦污栅, 管理区等建筑物构成, 采用“泵+闸”的单边布置型式。闸室布置于河道东侧, 采用升卧门, 1 孔, 净宽 10m。泵房采用 3 台 10m³/s 立式轴流泵, 总流量为 30m³/s, 双向引排, 布置于河道西侧。

本工程等别为 II 等, 主要建筑物为 2 级水工建筑物, 次要建筑物为 3 级水工建筑物, 临时工程为 4 级水工建筑物。

2 水文、地质、周边环境条件

2.1 水文条件

2.1.1 内河侧水位

内河 20 年一遇水位: 4.15m

内河历史最高洪水位: 4.26m

内河警戒水位: 3.7m

内河近年来常水位: 3.3~3.4

2.1.2 外河侧水位

外河 20 年一遇高潮位: 6.33m

外河 50 年一遇高潮位: 6.7m

外河多年平均高潮位: 5.53m

外河多年平均低潮位: 0.95m

2.2 地质条件

本工程地勘揭示 50.30m 以浅各土层属第四系全新统 (Q4) 至上更新统 (Q3) 地层, 根据土层成因、时代、

工程性能, 自上而下可分为 7 个工程地质层, 其中①、④层各分为 2 个亚层, 各土层分别描述见表 1。

表 1 综合地层一览表

层号	岩土名称	地 层 描 述	厚度范围值 (m)	厚度平均值 (m)
①-1	杂填土	杂色, 稍密, 表层约有 0.2m 的道砖路面, 其下以砂石填土及建筑垃圾为主, 底部夹粉质壤土, 碎石、砖块, 土质不均, 欠固结。	2.10 ~ 3.40	2.58
①-2	素填土	灰黄~灰色, 稍密~松散, 主要近代人工填土 (三七土及粉质壤土为主) 为主, 局部为重粉质壤土, 土质不均, 欠固结。	1.80 ~ 3.30	2.50
②	重粉质壤土	灰黄~灰色, 软塑, 见少量褐色铁迹浸染斑纹, 底部夹有少量粉质砂壤土薄层, 稍有光泽, 无摇振反应, 干强度中等, 韧性中等。	1.00 ~ 2.20	1.60
③	轻砂壤土夹粉质壤土	灰色, 湿~很湿, 稍密~中密状, 夹少量粉质壤土薄层, 含云母片, 切面粗糙, 摇振反应迅速, 干强度与韧性低。	3.50 ~ 9.40	6.58
④-1	重粉质壤土	灰色, 中等压缩性, 土质较均匀, 夹有少量粉质砂壤土薄层, 见少量云母碎片, 切面较光滑, 稍有光泽, 干强度与韧性中等。	4.30 ~ 8.30	6.37
④-1A	轻砂壤土夹粉质壤土	灰色, 湿~很湿, 稍密状, 压缩性中等, 夹有粉质壤土薄层薄层, 见少量云母碎片, 切面粗糙, 摇振反应中等至迅速, 干强度与韧性低。	1.50 ~ 5.60	2.94
④-2	重粉质壤土	灰色, 中等压缩性, 土质较均匀, 夹有少量粉质砂壤土薄层, 见少量云母碎片, 切面较光滑, 稍有光泽, 干强度与韧性中等。	7.20 ~ 10.90	9.79
⑤	轻砂壤土	灰色, 湿~很湿, 中密~密实状, 压缩性中等, 夹少量粉质壤土薄层, 含云母片, 切面粗糙, 摇振反应迅速, 干强度与韧性低。	7.00 ~ 8.00	7.68
⑥	重粉质壤土	灰色, 软塑, 土质较均匀, 夹有粉土薄层, 见少量云母碎片, 切面较光滑, 稍有光泽, 无摇振反应, 干强度与韧性中等, 中等压缩性。	6.60 ~ 8.40	7.82
⑦	轻砂壤土	灰色, 湿~很湿, 中密~密实状, 压缩性中等, 夹有砂土, 含云母片, 切面粗糙, 摇振反应迅速, 干强度与韧性低。	未揭露	

2.3 周边环境条件

本工程外江现状河底高程为 -1.0~-1.80m, 外江堤设计标准为 50 年一遇, 堤顶高程 8.5m 左右, 外坡为砌石护坡, 堤脚有抛石。内河为浆砌石挡墙护岸, 现状河底高程为 0.5~1.0m, 现状护岸顶高程 5.0m 左右。

3 围堰布置及设计方案

3.1 导流方案及导流标准

3.1.1 导流方案

本工程采用断流施工方案, 布置内、外河围堰形

成枢纽基坑干地施工条件。在河道断流期间，原河道的引排水功能由该区域水系协调调度解决。为保障施工期区域防洪除涝安全，建议施工期内河常水位适当降低至3.2m。同时，在河道断流期间，通过运行调度，加大周边口门的引排力度，保障除涝安全。

3.1.2 导流标准

根据工程建设计划，围堰需要汛期运行。

根据规范^[1]，本工程围堰的级别为4级，设计标准为20~10年一遇洪水标准。根据规范^[2]，在已建堤防上破口新建穿堤建筑物时，需跨汛期运用的围堰，不应降低所在堤防的防洪标准，外河围堰应满足50年一遇洪水的度汛要求。

3.2 围堰布置

外侧围堰距离外河防冲槽约110m，内侧围堰距离老闸闸室约50m。

3.3 围堰设计

3.3.1 围堰结构型式比选

本工程围堰型式主要考虑粘土围堰、钢管桩围堰、钢板桩围堰三种围堰型式进行比选。

围堰型式需充分考虑地基承载力、抗剪强度、抗冲刷能力及抗渗透能力的特征，以确保围堰稳定、安全运行。不同型式围堰特点比较见表2。

表2 不同材料围堰特点比较表

围堰型式	结构形式	特点
粘土围堰	直接水中抛填土作为围堰堰体	1) 抗冲刷能力最差，迎水面需护坡； 2) 施工工艺简单，施工方便，但须填筑压实； 3) 对于本工程来说，外河围堰处于外江水位变动区，护坡工程量大，导致围堰费用较高； 4) 施工加载速度较快时，沉降量较大，容易造成围堰失稳； 4) 由于围堰断面较大，堰基沉降对现状护坡的边坡稳定存在不利影响。
钢管桩围堰	打设双排钢管桩，中间填土（用竹棚结合土工布充填钢管桩之间缝隙）	1) 用土量少； 2) 抗冲刷能力强，维护工作量少； 3) 钢管桩适用于软基； 4) 钢管桩可租赁，工程完工后可回收再利用； 5) 施工工艺较复杂； 6) 结构稳定性好。
钢板桩围堰	打设双排钢板桩（锁口链接），中间填土	1) 用土量少； 2) 抗冲刷能力强，维护工作量少； 3) 钢板桩适用于软基； 4) 钢板桩可租赁，工程完工后可回收再利用； 5) 施工工艺成熟、简单； 6) 堰身防渗性能较好，且对于堰基有透水土层的情况，钢板桩围堰尤其适合。

从表2及本工程施工特点可知：外河围堰堰身较高，处于通江口，须考虑水流冲刷对堰体的影响及减少围堰的维护工作量，且外河围堰挡水高度较高，须考虑围堰的渗透稳定，推荐采用钢板桩围堰；内河围堰堰身较低，水位变幅较小，推荐采用粘土围堰。

3.3.2 围堰断面

(1) 内河围堰。内河围堰宽5.0m，顶高程5.0m，水上边坡为1:2.0，水下边坡为1:2.5。

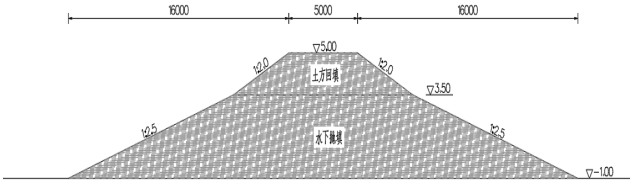


图1 内河围堰断面图

(2) 外河围堰。外河围堰宽9.0m，顶高程8.5~7.5m，现状河底标高为-1.8m左右，围堰的宽高比0.97，靠近岸边区域钢板桩长15m（有效宽度400mm，有效高度170mm，腹板厚度15.5mm），河槽区域钢板桩长18.0m（有效宽度600mm，有效高度210mm，腹板厚度18.0mm），双排钢板桩采用两道 $\phi 32$ 钢筋对拉，第一道对拉钢筋的高程为7.00m，拉杆间距为1.2m，第二道对拉钢筋的高程为4.50m，拉杆间距为1.2m。双排钢板桩之间回填黏性土。

为增加围堰的稳定，围堰两侧设置戗堤，内侧戗堤顶高程4.0m，顶宽4.0m，外侧戗堤顶高程4.0m，顶宽4.0m。

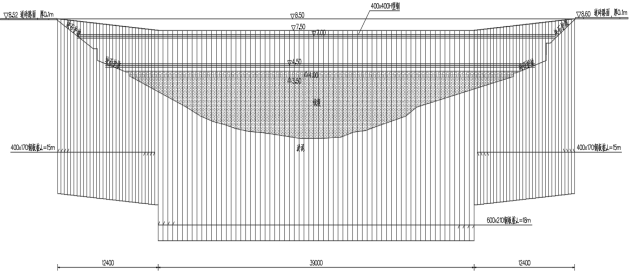


图2 外河围堰纵剖面图

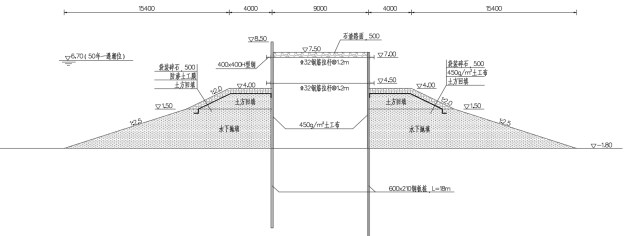


图3 外河围堰横剖面图（河槽区）

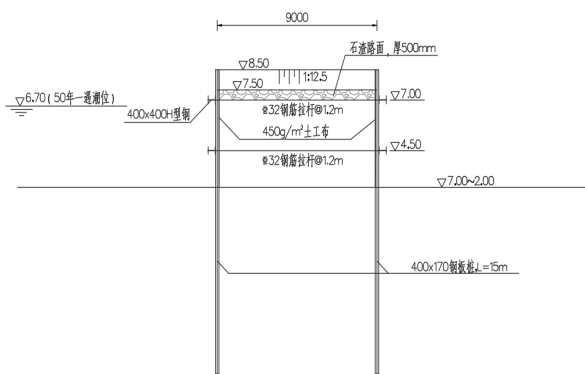


图4 外河围堰横剖面图(近岸区)

4 围堰施工方案

4.1 围堰施工安排

围堰施工分为11个阶段:

第一阶段:施工准备。包括人员设备进场,测量验线、技术交底材料设备报验等手续。

第二阶段:材料准备。内外河围堰粘土在建设单位指定的土料场取土,外河围堰钢板桩采取市场租赁。

第三阶段:围堰土方填筑、河道截流断航。在土料场挖土、装运至围堰,通过修建的临时道路运入河面进行填筑,当粘土料填筑形成龙口时,再龙口堆积土方后,由推土机集中快速挖推至龙口,直至合龙。施工时,先进行内河围堰截流合龙,再实施外河侧围堰合龙。

第四阶段:拉森钢板桩插打。外河围堰合龙后,进行场地平整,形成打桩平台,现场安排一台打桩机进行钢板桩打设,从西向东打设,打设前应试打1-2根,掌握送桩速度与激振动力。

第五阶段:钢板桩内第一层对拉及H型钢围檩加固施工。

第六阶段:土方分层填筑。

第七阶段:钢板桩内第二层对拉及H型钢围檩加固施工。

第八阶段:围堰顶路面泥结碎石施工。

第九阶段:围堰验收、基坑排水。

第十阶段:围堰运行、观测与监测。

第十一阶段:围堰拆除。土方开挖拆除、钢围檩拆除、钢板桩拔出。

4.2 围堰施工工艺技术

(1)内河围堰施工工艺总流程:测量定位→修建临时道路→接头处清理→粘土填筑→形成龙口→截流合

龙→围堰整理→围堰运行、监测→围堰拆除。

(2)外河围堰施工工艺总流程:测量定位→修建临时道路→接头处清理→粘土填筑→形成龙口→截流合龙→围堰整理→钢板桩外侧,袋装碎石铺设→钢板桩位置测量放样→桩机就位→施打钢板桩→校核轴线、垂直度→打至设计深度→移机→▽4.5m层H型钢对拉加固→钢板桩内粘土加高填筑至▽7.0m→▽7.0m层H型钢对拉加固→顶部泥结碎石路面施工▽7.5m→内外河围堰验收→基坑排水→围堰运行、监测→围堰拆除。



图5 外河围堰完工现场图



图6 内河围堰完工现场图

参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利行业标准. 水利水电工程等级划分及洪水标准(SL252-2017)[M]. 北京: 中华人民共和国水利部, 2017.
- [2] 中华人民共和国水利行业标准. 水利水电工程围堰设计规范(SL645-2013)[M]. 北京: 中华人民共和国水利部, 2013.