

汉江河口区四明滩段四明上护岸坍岸修复技术

唐从华¹, 张柠², 柯亨富¹, 刘勇³

(1. 长江武汉航道工程局, 湖北 武汉 430000; 2. 长江武汉航道局, 湖北 武汉 430000;
3. 长江航道工程局有限责任公司, 湖北 武汉 430013)

摘 要: 汉江河口区四明滩段的四明上护岸为软基护岸, 受降雨和后缘积水等原因的影响, 堤身内外水位差增大, 场内外渗透压力增, 造成护岸局部塌陷。针对四明上护岸这种罕见坍塌情况, 修复时采取设置截排水沟来加强坡面降雨向汉江的排导, 对表层填土层进行换填来加强地下水的渗流和排导, 同时增加水下镇脚抛石区的厚度增加水下部分的抗滑力, 提高岸坡的稳定性。工程修复完成后, 经过一个汛期后, 踏勘表明护岸结构完整稳定, 初步证明了修复方案的可靠性, 可为相似工程实例提供参考。

关键词: 护岸; 修复技术; 坍岸; 渗透

中图分类号: U617.8

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 04—0067—03

汉江为长江左岸最大的一级支流，四明滩护岸属于汉江蔡甸汉阳闸至南岸嘴段航道整治工程，工程河段位于汉江河口段，上屹蔡甸汉阳闸附近（航行里程33km），下至河口红岸嘴（航行里程0km）、长江交汇处，全长约33km，总体流向由西向东。右岸隶属蔡甸区、汉阳区，左岸隶属东西湖区、硚口区，地貌类型属冲积平原地貌。地形平坦开阔，河床高程一般2~11m；两岸主要为Ⅰ级阶地，高程一般19~21m，局部Ⅱ级阶地高程22~24m。

该河道为武汉市堤防确保河段，河道两岸均已修建了汉江干堤，横断面呈梯形，堤高一般 5.2 ~ 8.0m，堤顶宽 8m，堤顶高程约 30m。岸坡坡顶高程一般 24 ~ 26m，岸坡坡度一般 $16^{\circ} \sim 22^{\circ}$ ，坡顶地形平缓宽阔，多种植林木、蔬菜，分布较多砂场和码头。本工程建设标准：蔡甸 ~ 南岸咀段 3.2m 水深、75m 航宽、550m 弯曲半径。

1 护岸原结构简介

四明滩段四明上护岸全长 530m，原结构是采用平顺护岸方式，根据工程实际地形情况，护岸工程由陆上护坡、基平台、水下护底和水下镇脚共四个部分组成。基平台以下为水下软体排护底和水下镇脚，枯水平台以上为陆上护坡（断面结构见图 1）。原护岸工程于 2018 年上半年完工。

2018 年 12 月, 四明上护岸工程局部发生塌陷, 本次坍塌区域位于四明滩段的四明上护岸工程区 (如图 2、图 3、图 4)。

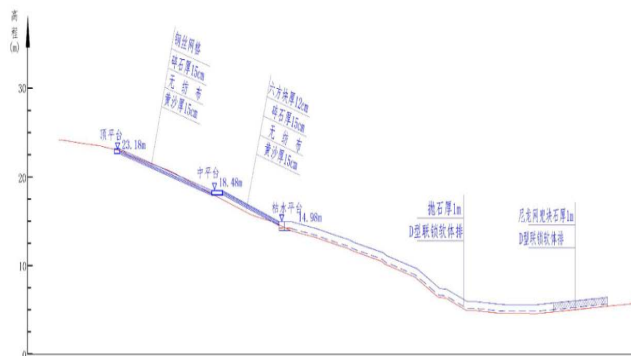


图 1 四明上护岸原设计断面结构图



图 2 坍岸区地理位置示意图

2 坍岸原因分析

坍岸发生后,经过多次现场踏勘,并收集坍塌沉降、位移观测、地质勘察数据。综合分析坍岸原因:



图3 坍塌区平面形态图



图4 坍塌区实景图

在土堤后方原为拆迁区、废弃砂场和鱼塘，地下为垃圾填埋场，目前正在实施垃圾填埋场生态修复工程。该工程的积水之前可以排放，因此，护岸工程在上半年完工后，一直较为稳定。2018年12月份连续降水，有21天降雨天气，降雨量较大，积水无法及时排放，向子堤和岸坡渗流。从现场踏勘情况看，后方工程的施工在土堤的坡脚形成了一条水沟，水沟宽约3m，深约2m，形成一个较为固定的水源，该水沟距离护岸工程区较近，约15m。

从现场调查来看，12月17日该水沟的水位为26.6m，河道内水位为13.54m，存在13.06m的高差，12月29日现场踏勘发现，水沟的水位为26.8m，汉江水位为12.53m，存在14.27m的高差。从12月18日至12月28日观测点顶平台最大变形水平位移0.97m、沉降0.52m，中平台水平位移0.92m，沉降0.27m，枯水平平台水平位移0.7m、沉降0.3m，从沉降的观测来看，由于护岸岸坡存在较大的渗透压力，岸坡变化较大。12月30日，后方积水部分排出后，水沟水位降低，根据12

月29日至2019年1月2日观测资料，顶平台最大变形水平位移0.22m、沉降0.27m，中平台水平位移0.25m、沉降0.16m，枯水平平台水平位移0.18m、沉降0.1m，岸坡变化趋缓。

因此可以判定，堤身内外水位差增大，场内外渗透压力增加，是影响岸坡稳定的主要因素。

3 坍塌修复技术

考虑到坍塌区形成的主要原因是降雨，后缘积水、岸坡地下水上升等，经多方寻找专业研究机构咨询，初步探索按以下思路进行修复。

护岸排水系统采用“上截下排”方式，设置截排水沟来加强坡面降雨向汉江的排导，对表层填土层进行换填来加强地下水的渗流和排导，既减小渗透压力，又在一定程度上增加坡体的抗剪强度；增加水下镇脚抛石区的厚度增加水下部分的抗滑力，提高岸坡的稳定性。具体实施如下：

(1) 土体换填：对于坡面表面填土层，采用换填的方式进行处理，纵向换填范围为子堤堤脚至枯水平平台，子堤堤脚至中平台之间换填厚度2.5m，中平台至枯水平平台之间换填厚度1.5m，不同换填厚度之间按1:10坡率进行衔接，另外，坍塌治理之后的地形和高程与坍塌发生之前的地形和高程保持一致，换填范围为坍塌体左侧边界到右侧边界。换填采用砂石混合料，由块石、碎石、中粗砂组成，其中比例分别为75:15:10，块石粒径为10kg–100kg、碎石粒径为1–3cm（非级配）。岸坡土体换填前，要求对变形土体进行夯实碾压，压实度不小于93%。关于换填后坡率，按原设计进行恢复；对顶平台和施工便道外侧（变形体后缘）的区域的坡率，换填后坡率与换填前一致。

(2) 截流沟：在坍塌区前缘设有1.95m宽的截流沟。其中，截流排水沟宽50cm、深45cm；截流沟外侧以及底部均为浆砌块石，横断面尺寸分别为宽100cm、深40cm，宽140cm、深45cm和宽45cm、深45cm；其中在内侧的浆砌块石壁上距顶端35cm的地方设置碎石反滤包和长45cm、直径为7.5cm的PVC管，PVC管沿截流沟每隔5m布置一根。

(3) 排水明沟：在坍塌区两侧分别一条排水沟。

排水沟底宽为 140cm, 高 90cm, 三面均为厚 45cm 的浆砌块石, 沟深 45cm、宽 100cm。排水沟顶端与截流沟连通, 底端与枯水平台齐平。

(4) 水下镇脚: 对坍岸区坡脚增加抛石量, 增加工程的整体稳定性。方案为高程位于原枯水平台 1m 以下的岸坡向岸侧抛石, 抛至尼龙网兜抛石岸侧边线附近, 厚度 1.0m。

(5) 护面修复: 按原方案进行护面修复, 护岸中平台以下采用六方块, 中平台以上部位采用钢丝网格。经现场踏勘, 原护面面层钢丝网格、六方块、顶平台、中平台虽有一定变形, 但破损不严重, 90% 的材料可以从新利用。

(6) 中平台和顶平台修复: 按原方案进行中平台和顶平台修复, 按变形前的方案设置平台和顶平台, 高程和位置不变。顶平台宽 1m, 厚度 0.5m, 结构自上而下分别为 0.1m 厚护面砖、0.05m 厚碎石、0.35m 厚铺石; 中平台宽为 2m, 厚度为 0.5m, 结构自上而下分别为 0.1m 厚护面砖、0.05m 厚碎石、0.35m 厚铺石。

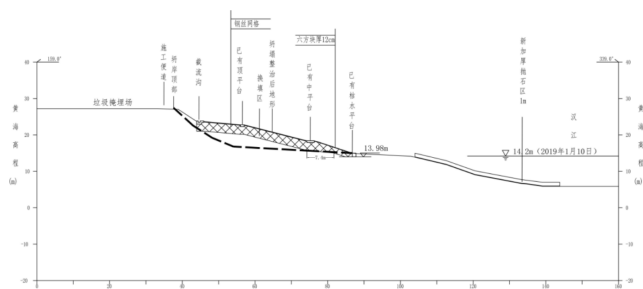


图 5 坍岸区修复方案断面结构图

4 修复效果及结论

四明上护岸修复工作在 2020 年 9 月 ~ 2021 年 5 月全部完成, 各项工程实体质量符合相关技术规范要求。2021 年汛后, 经过现场踏勘观测, 护岸结构整体稳定, 观感质量合格 (修复效果见图 6), 初步验证了本修复技术的可靠性和可行性。同时可以对后期类似护岸工程的损毁维修加固、设计结构优化、使用寿命延长等方面提供参考。



图 6 护岸修复后效果实景图

参考文献:

- [1] 姜华, 张晓旭. 河道整治建筑物的维修方法 [J]. 黑龙江水利科技, 2009(4):287.
- [2] 赵龙, 陈捷, 陈冬等. 江苏省内河航道护岸常见病害及维修加固技术研究 [J]. 中国水运, 2015(4):238-239+314.
- [3] 张腾宵, 杨桂鹏. 高流速水下混凝土护岸修复施工技术 [J]. 云南水利发电, 2021(10):33-35.
- [4] 颜年生. 南官河护岸维修加固工程模袋砼施工方案 [J]. 江西建材, 2015(7):75+77.
- [5] 长江航道规划设计研究院. 汉江蔡甸汉阳闸至南岸嘴段航道整治工程七标段施工图设计 [R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2020.

