

复杂环境条件下市政河道整治工程设计方案研究

周赢涛

[上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200125]

摘要: 市政河道作为城市主要过水通道起到盛蓄水体的作用,是防洪排涝的重要行泄通道。周边环境条件制约了河道整治工程的实施,也因此影响设计方案的选择。以浙江省嘉兴市车站港河道整治工程为例,由于周边存在既有建筑物,对整治工程实施过程中的边坡、挡墙位移和周边土体沉降有严格控制要求,因此在设计过程中提出了宽底板挡墙设计方案和边坡加固措施,并结合施工步骤进行了有限元模拟计算。证明了设计方案的合理性,为复杂环境条件下市政河道整治工程的设计提供参考和借鉴。

关键词: 市政河道;复杂环境;水工挡土墙;有限元模拟;设计

中图分类号: TV8

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)02-0150-04

Research on Design Scheme of Municipal River Regulation Project under Complex Environmental Conditions

ZHOU Yingtao

[Shanghai Urban Construction Design and Research Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200125, China]

Abstract: The municipal rivers, as main water crossing channels in cities, play the role of holding water and are the important channels of flood control and waterlogging drainage. The surrounding environmental conditions restrict the implementation of river regulation projects, and also impact the selection of design schemes. Taking the Zhejiang Province Jiaxing City Chezhan Port River Regulation Project as an example, and due to the presence of existing buildings around, there are strict control requirements for the side slope, retaining wall displacement and surrounding soil settlement during the implementation of the regulation project. Therefore, the wide-base retaining wall design scheme and the side slope reinforcement measures are proposed in the design process. And combined with the construction steps, the finite element simulation calculation is carried out to certify the rationality of the design scheme, which provides the valuable insights and references for the design of municipal river regulation projects under the complex environmental conditions.

Keywords: municipal river; complex environment; hydraulic retaining wall; finite element simulation; design

0 引言

市政河道作为盛蓄水体的重要空间,在城市防洪排涝功能中起到关键作用^[1]。长三角区域的市政河道多以河道蓝线作为计算水面率的关键指标,是重要的规划控制线^[2-3]。城市内河水系多受口门建筑物控制,在一定时段内水位保持稳定。水工挡土墙作为河道护岸的重要一环,不仅在水位变动区起

到防冲保土的重要作用,而且对于护岸整体来说,是保持边坡稳定的重要一环。水工挡土墙在设计验算中需满足抗滑移、抗倾覆、基底应力比及边坡整体稳定验算,如有不满足规范限值要求则需进行地基处理,以保证挡墙结构和整体边坡的稳定^[4-5]。

1 工程区域特点

车站港河道整治工程位于嘉兴市勤俭路以西。东侧连通嘉兴市主干河道菜花泾,北侧靠近嘉兴市税务局,南侧靠近高铁嘉兴站,西侧靠近有轨电车T1线一期,见图1(a)。车站港西北侧现状驳岸均有挡墙结构,墙前堆填了杂填土和部分垃圾,图1(b)、图1(c);西南侧驳岸无挡墙结构,目前为堆土;东南侧驳岸有部分挡墙结构,但已被填埋;东北侧驳岸有箱涵与勤俭路北侧车站浜连通。工程区域现状表层土

收稿日期: 2024-09-02

基金项目: 自然资源部海洋生态保护与修复重点实验室/福建省海洋生态保护与修复重点实验室开放基金课题(EPR2023009);海南省海洋地质资源与环境重点实验室开放基金(22-HNHYDZZYHJKF028)

作者简介: 周赢涛(1994—),男,硕士,工程师,从事水利工程设计工作。

零,即认为现状土体在均布荷载作用下已趋于稳定,以注浆加固后作为模型初始工况进行计算(工况一)。模型工况设置见表2,为比较注浆加固对边坡整体稳定和既有建筑物影响,对比设置了未注浆加固工况(工况二)。模型参数的设置见表2。

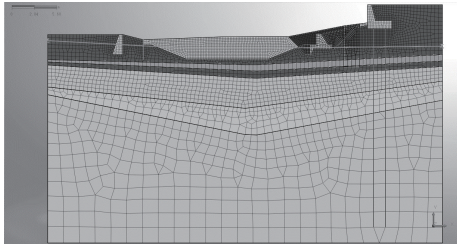


图3 模型网格

表1 模型设置工况

模型 工况	步骤 一	步骤二	步骤三	步骤四	步骤五
工况一	注浆 加固	东南岸挡墙 基坑开挖	东南岸挡墙 基坑回填	西北岸仿木 桩施工	河道整体开挖
工况二	—	东南岸挡墙 基坑开挖	东南岸挡墙 基坑回填	西北岸仿木 桩施工	河道整体开挖

表2 模型设置工况

序号	材料名称	容重/(kN·m ⁻³)	黏聚力/(kN·m ⁻²)	摩擦角/(°)	刚度/(kN·m ⁻²)	弹性模量/(kN·m ⁻²)	模型类型
1	杂填土	19	10	10	15 000	30 000	修正摩尔库伦
2	淤泥	17.6	8	5	20 000	60 000	
3	淤泥质黏土	17.6	14.4	10.6	11 500	34 500	
4	黏土	19.6	34.3	13.4	25 000	75 000	
5	粉质黏土	18.7	19.5	9.9	19 000	57 000	
6	砂质粉土	19.1	5	21.8	24 000	72 000	
7	回填土	20	10	10	20 000	100 000	
8	注浆加固	20	30	36	30 000	90 000	弹性
9	浆砌块石	22	—	—	—	19 300 000	
10	混凝土(桩)	25	—	—	—	25 200 000	

4 结果分析

4.1 边坡加固措施的影响

对边坡进行注浆加固后开挖挡墙基坑(工况一,见图4(a)),现状火车站挡墙后土体沉降0.5 mm,开挖基坑隆起0.25 mm。原因是现状土卸载导致了初始稳定的地应力改变,火车站挡墙后地坪受上部荷载影响,浅部土体出现了沉降。而开挖基坑底后同样由于卸载导致土体回弹,但整体位移变幅小于1 mm。工况二坑底隆起的范围较工况一更大(见图4(b)),说明注浆加固限制了隆起的空间分布范围,但整体来说影响不大。挡墙施工完成及对基坑进行回填后,现状火车站挡墙的沉降并未进一步发展并

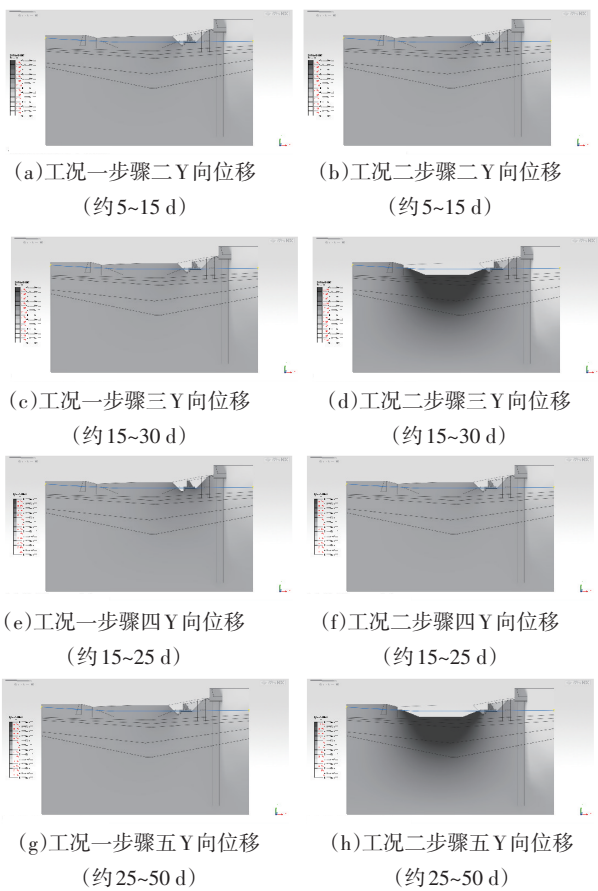
趋于稳定,且工况一、二下几乎无沉降差异。回填土有发生轻微沉降的趋势但总体可控(小于0.2 mm),可以通过控制回填分层厚度和碾压密实,减小回填土沉降对周边环境的影响(见图4(c)、图4(d))。两种工况下西岸的仿木桩施工对河道东岸的土体变形几乎无影响(见图4(e)、图4(f))。在所有施工步骤中,河道整体开挖对场地扰动的程度最大。当开挖至设计河底高程后,火车站挡墙后地坪沉降累计峰值达到9 mm,影响范围至地下约20 m深度,沉降值自地坪向地下逐渐降低;同时坑底出现隆起峰值也达到9 mm,影响范围深至河底高程以下约15 m,隆起值自河底向地下逐渐降低,基本与墙后地坪的地下影响深度相同。但地下6.5 m以下,沉降值和隆起值均小于0.3 mm,基本认为对土体无影响(见图4(g)、图4(h))。总的来看,相比于工况一,工况二的步骤二和步骤五所导致的坑底隆起影响范围均较大,但对火车站挡墙后现状地坪的沉降影响差别很

小。在施工过程中,应特别注意刚开挖卸土时,火车站挡墙后的土压力重新分布所导致的沉降,因此开挖卸土需要分层分区域逐次卸荷,以最大程度减小对周边既有建筑物的影响。

在施工过程中应重点关注两个时期,分别是东岸挡墙基坑开挖和河道整体开挖时,原因是在应力释放初期,土体扰动对现状既有建筑物沉降影响较大。

4.2 位移监测数据分析

根据《建筑基坑工程监测技术标准》(GB 50497—2019)相关条文规定及工程实际经验,在结构过施工过程中对现状已见火车站挡墙进行沉降观测,设定监测频率为每天1次,设定报警值为垂直位移5 mm/d



注:图中所示天数为自步骤一开始后的累计施工天数。

图4 工况一各施工步骤下土体变形

或累计位移 30 mm,当垂直位移超过上述限值时,则应立即停工并采取有效措施。

从施工期位移变化的空间性来看(见图5),场地内沉降最大的是距离施工影响区域最近的东岸火车站挡墙,其受土层开挖卸荷的影响最大。从监测数据平面位置来看,南侧的火车站挡墙沉降值(WQ1、WQ3测点)较北侧挡墙(WQ7)大,原因是由于南侧墙背开挖面距离火车站挡墙更近,土体受扰动影响更大。火车站挡墙沉降数值在施工期 60 d 后,即河道整治工程范围土方全部开挖卸载后达到最大,累计沉降约 4.3 mm。既有建筑物的影响总体较小,南侧火车站挡墙后房屋 JZ11 距离施工影响范围仅 8 m,其沉降数值最大,施工完成后稳定值约 3.3 mm;南侧房屋 JZ06 距离影响范围约 12 mm,其沉降稳定值为 2.5 mm;北侧房屋 JZ16 距离 5.4 m,虽然未受局部挡墙开挖影响,但整体河道开挖影响下,沉降稳定值达 3 mm。现状道路和通讯铁塔的沉降变幅相近,均稳定趋于 3.8 mm,小于监测报警值累计沉降量 30 mm。

从位移变化的时间性来看,从第 6 d 开始进行东

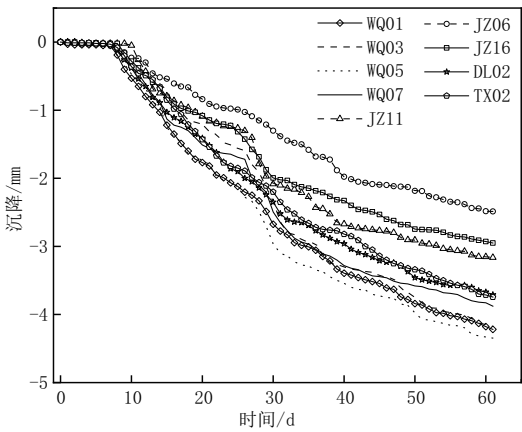


图5 施工期历时位移监测数据变化

岸挡墙开挖,首先发生沉降的是距离施工区域最近的火车站挡墙,且沉降的发展具有滞后性。在第 7~10 d,既有建筑物、现状道路和通讯铁塔陆续出现沉降,但总体变幅小于 0.05 mm/d,远小于危险报警值 3 mm/d。在第 15~25 d,由于挡墙基坑的完全开挖,沉降日均值逐渐变大,约 0.1 mm/d,但逐渐趋向稳定。在第 25 d 左右均值逐渐减小,降为 0.01 mm/d。第 25~30 d,由于整治范围内整体河道开挖,日均沉降值陡增,达到 0.2 mm/d,整体在 30~40 d 期间都存在波动,但在 40 d 以后日沉降均值区域稳定,约 0.02 mm/d。第 50 d 后,河道开挖完成,工程处于收尾阶段,沉降值均逐渐降低并趋于稳定。

5 结 语

基于实际工程背景,对复杂环境条件的调查分析后提出合理的河道整治工程设计方案,极大限度的避免了对周边既有建筑物的影响。通过建立 MIDAS GTS-NX 河道断面有限元模型,科学分析施工步骤对于工程区域土体的整体沉降影响,结合实测数据验证设计方案的合理性,得到了如下结论。

(1)为减小对周边既有建筑物的影响,避免进行地基加固处理,提出了宽底板挡土墙设计方案,经验算基底应力比符合规范要求。

(2)有限元模拟计算和持续监测的结果可知,河道整治工程实施过程中对周边既有建筑物影响极小,河道整体开挖时沉降值达到最大,约 0.2 mm/d,工程完成后逐步达到稳定。

(3)本工程边坡采用注浆加固进一步增强了护岸整体稳定性。在复杂环境条件下,开展河道整治工程设计不仅需充分考虑周边不利因素,而且要考虑施工步骤对周边既有建筑物的影响。

(下转第 175 页)