

灌注排桩支护对大孔径活动堰 结构计算的影响

费照骅, 李 昱, 吕 犇, 郑宏伟

(江苏省太湖水利规划设计研究院有限公司, 江苏 苏州 215103)

摘要:河道控导工程的基坑一般采用放坡的型式,当施工范围受征地拆迁限制时,常需要采用灌注排桩等基坑支护措施。苏南地区活动堰结构的设计常采用“弹性地基梁”法计算典型断面的弯矩,然后参照规范进行配筋,其中基坑的开挖方式会对活动堰结构内力产生显著的影响。通过数值模拟计算的方法,以太仓 28 m 大孔径活动堰为例,研究了不同基坑开挖方式下活动堰底板弯矩的变化。研究表明:灌注排桩支护可以有效减小底板的弯矩,且随着桩长的增加效果越明显。

关键词:灌注排桩;活动堰;结构内力;底板结构

中图分类号:TV553

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2021)09-0012-04

Influence of cast – in – place pile support on calculation of large aperture movable weir structure

FEI Zhaohua, LI Yu, LYU Ben, ZHENG Hongwei

(Jiangsu Taihu Planning and Design Institute of Water Resources Co., Ltd., Suzhou 215103, China)

Abstract: The foundation pit of river course control and guide engineering generally adopts the type of slope placement. When the construction scope was limited by land requisition and removal, it's often necessary to adopt foundation pit support measures such as cast – in – place pile and so on. In the design of movable The elastic foundation beam method was often used to calculate the bending moment of the typical section in the design of the movable weir structure in southern Jiangsu, and then the reinforcement was carried out according to the specification. The excavation method of the foundation pit would have a significant impact on the internal force of movable weir structure. By means of numerical simulation and calculation, taking 28 m large aperture moving weir in Taicang as an example, the change of bending moment of movable weir bottom plate under different excavation methods was studied. The results showed that the cast – in – place pile support could effectively reduce the bending moment of the bottom plate, and the more obvious the effect was with the increase of pile length.

Key words: cast – in – place pile; movable weir; internal force of structure; floor structure

闸室底板作为整个闸室结构的基础,是全面支承在地基梁上一块受力条件复杂的弹性基础板。此结构体系严格上应按照空间问题对其应力分布进行分析,不过此计算较为繁琐,工程上常采用“截

板成梁”的方法对将其简化为平面问题,采用相应的有限元计算软件按弹性地基梁法对底板弯矩进行计算^[1],从而选定合适的底板结构尺寸。

河道控导工程基坑一般采用边坡开挖的方式

收稿日期:2020-12-13

作者简介:费照骅(1994—),男,主要从事水利水电工程工作。

进行施工,该施工方式需要足够的施工场地区域。苏南地区经济发达,河道施工影响范围内可能存在无法拆迁的房屋或者重要管线,需采用灌注排桩等基坑支护方式减小河道开挖影响范围。闸室结构应力主要受几大因素影响,包括:填土边载、地下水位、地质情况等。不同的基坑开挖方式,作用的边载也不同,且荷载的传递还会受灌注排桩支护的阻隔作用^[2]。对于大跨径节制闸而言,闸室底板厚度越后,边载的荷载效应越明显^[3],支护方式对于闸室结构应力影响越大。本文以太仓市主城区 28 m 活动堰为例,采用二维数值模拟的方式,比较了不同基坑支护方式下活动堰底板的弯矩,研究表明,采用灌注排桩支护的方式可以有效减小底板弯矩;灌注排桩对边载的阻隔作用随着桩长的增大而增大。

1 工程概况

太仓市主城区水质提升控导工程是太仓市主城区畅流活水工程之一,是保障入城水质、实现入城水量可控的重要工程,是满足“二环”内主城区先期活水需求的核心内容之一。控导工程将对十八港东岸及盐铁塘东岸现状敞开的口门新建控制建筑物,使杨林塘水可通过十八港、湖川塘流向西南部的中心城区而不往东流失,满足引水期间目标区域的水动力提升要求。按实施主体不同,14 座活动堰分为 5 座水务局实施项目和 9 座高新区实施项目,其中水务局实施项目包括:洙泾河、湖川塘东、城北河活动堰单孔净宽均为 28m。本文拟对洙泾河及城北河活动堰的结构计算进行分析。

洙泾河活动堰实施范围内地形开阔,无制约因素,可采用边坡开挖的方式进行基坑施工;城北河活动堰南北侧存在市政道路,无法采用常规的基坑开挖方式,经方案论证,拟采用灌注排桩支护及放坡相结合的方式,具体如图 1 所示。

2 数值模拟计算

2.1 计算方法

节制闸结构计算是在各土层土质均匀的前提下进行^[4]。计算按平面有限元思想,用 AutoBank 建模进行计算。

2.2 计算假定及边界条件

(1) 闸室可简化为“U”型结构进行计算^[5]。

(2) 活动堰稳定计算是在各土层土质均匀的前提下进行^[6]。

2.3 计算荷载的选取

根据规范规定,闸室主要承受的水平荷载为顺水流方向的水压力、地震动水压力、地震惯性力等;竖向力主要有结构自重、水重、扬压力等^[7]。

3 计算结果分析

通过各工况计算分析发现,完建期活动堰底板弯矩最大,为活动堰底板结构设计控制工况,弯矩分布如图 2、图 3 所示。由计算结果可知,洙泾河活动堰完建期最大弯矩为 3 610 kN·m,城北河活动堰完建期最大弯矩为 2 190 kN·m,对于同一净宽的闸室底板而言,采用不同基坑施工方案闸室底板内力相差较大,结构尺寸也可相应调整^[8]。

“弹性地基梁法”计算闸室底板结构内力时,主要依靠底板下土层来传递边载的荷载效应^[9]。闸室底板内力的大小取决于各作用在闸室结构上的荷载、空箱侧回填土的边载以及地板下土体的性质^[10]。当基坑采取灌注排桩支护时,回填土的边载减小,回填土对于地板下土体的约束变形影响受灌注排桩的限制相应减弱,即边载对底板周边的荷载效应受到排桩的阻隔,所以对于相同跨径的活动堰,底板弯矩却相差悬殊,底板结构也可进行相应优化。

4 灌注排桩长度对于底板内力的影响分析

为了更准确地研究灌注排桩对大孔径活动堰内力的影响,本文拟在相同地质及荷载条件下,研究采取不同长度的灌注排桩支护时 28 m 活动堰底板内力变化情况,结果如图 4 所示。(为了对比灌注桩对边载的影响,同时计算了无边载且不采用灌注桩支护的工况)

由图 4 可知,采用灌注桩支护方案时,底板面层最大弯矩值开始减小,这是因为灌注桩支护开始阻隔边载对土体所产生的变形而传递到地板上的荷载效应,随着灌注桩长度的增长,这种阻隔效应更明显。当桩长到达 20 m 时,底板面层弯矩值为 529 kN·m,与无边载时的底板面层弯矩值靠近,可以认为边载的荷载效应已经基本被灌注桩挡墙所阻隔。

对于大跨径的底板而言,其结构尺寸主要受内力计算结果所控制,其中又以底板面层弯矩最为重要。当活动堰受环境因素所限需要采取灌注排桩的基坑支护方式时,应具体分析不同桩长时底板内

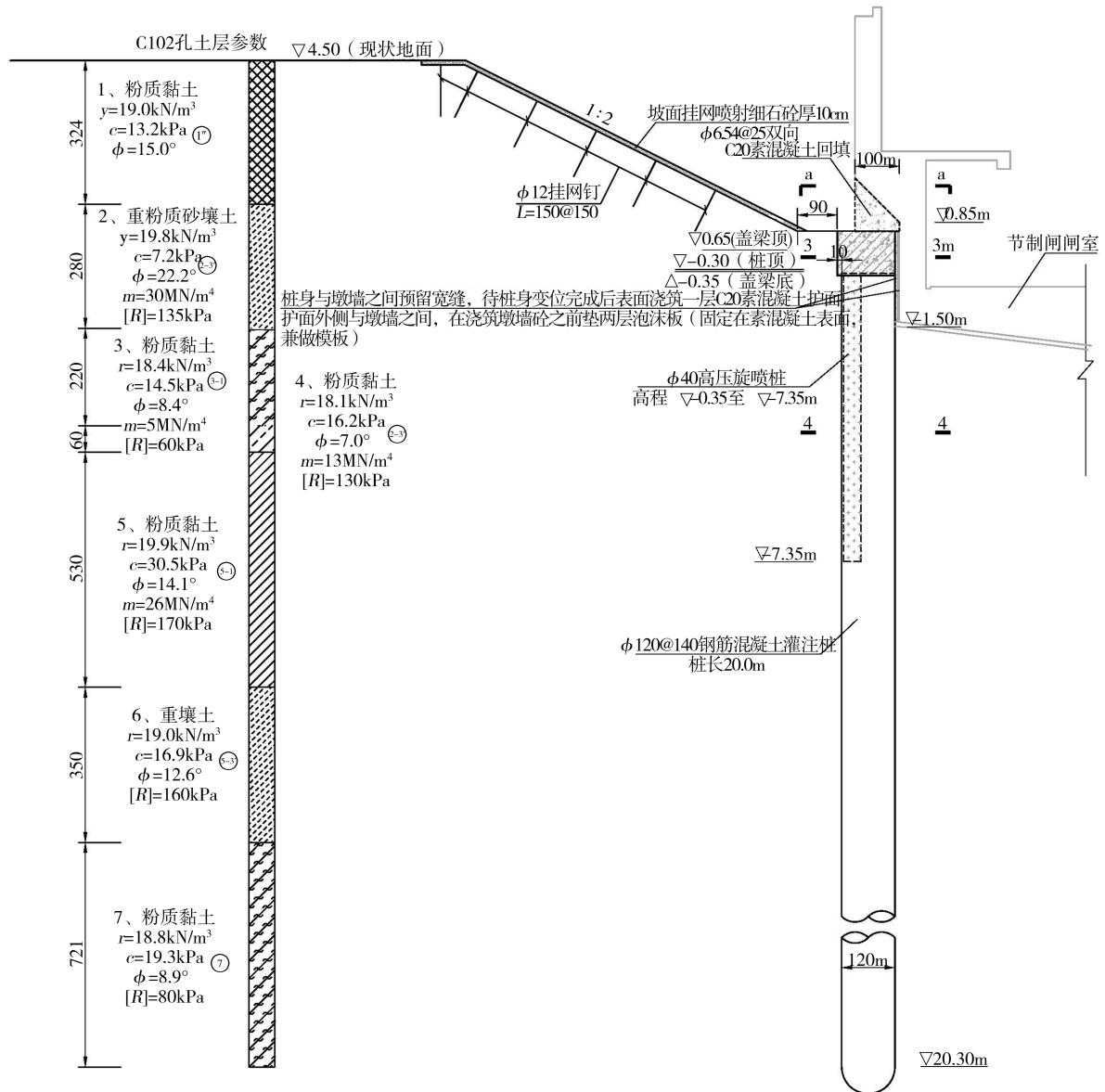


图1 活动堰基坑支护方案示意图

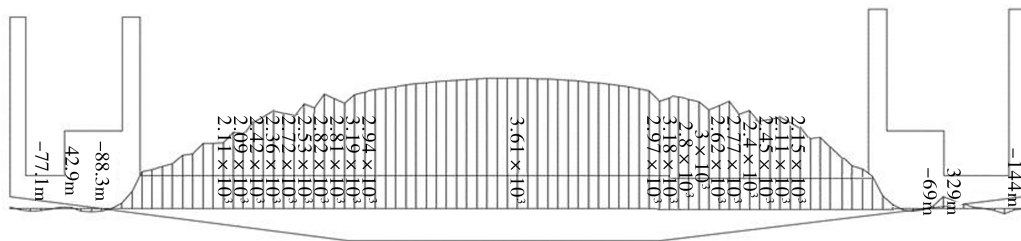


图2 洙泾河活动堰底板弯矩图(完建期)

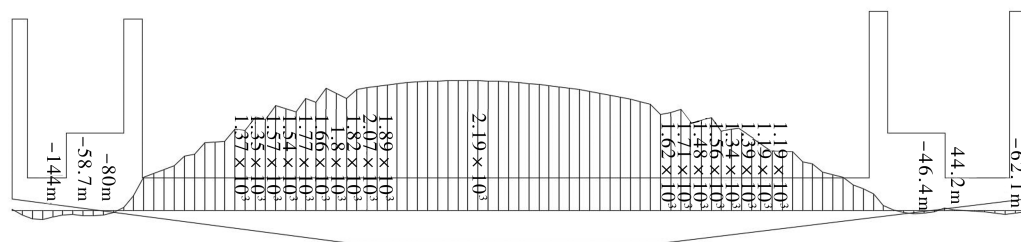


图3 城北河活动堰底板弯矩图(完建期)

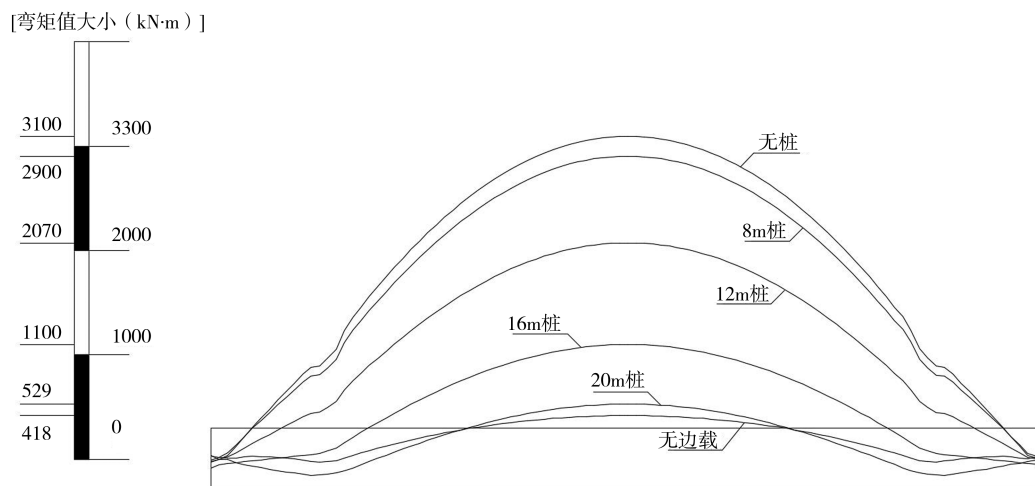


图4 不同长度的灌注排桩支护时底板弯矩图

力情况,从而采取合适的排桩长度,从而减小地板尺寸,优化结构内力。底板结构的优化,一方面可以节省混凝土的方量,另一方面可以减少大体积混凝土浇筑的温控措施费,节约整体的工程投资。

对于灌注排桩而言,桩长越长,支护成本越高,故应该对整体施工支护方案进行综合计算比选,采用合理的桩长,既能优化底板结构内力,减小底板尺寸,又能节约工程投资。

5 结 论

(1) 基坑开挖采用灌注排桩支护时能显著减小大跨径底板的面层弯矩,有利于底板结构的优化。

(2) 采用的灌注排桩桩长越长,对于结构内力优化效果越明显。

(3) 实际工程运用中如需采用灌注排桩的基坑支护方式,宜通过计算的方式确定合适的灌注桩长度,既对底板内力结构进行优化,又节约投资。

参考文献:

[1] 张尚根,华瑞平,刘新宇,等. 基坑支护结构内力及

变形动态分析[J]. 工程勘察, 2000(2):44-46.

[2] 林孟洁,刘孟良. 深基坑支护结构的实用计算方法及其应用[J]. 建筑技术, 2014(7):625-627.

[3] 肖武权,冷伍明,律文田. 某深基坑支护结构内力与变形研究[J]. 岩土力学, 2004, 25(8):1271-1274.

[4] 王丽军. 船闸结构内力的分析与研究[D]. 合肥:合肥工业大学, 2006.

[5] 刘万新. 西河闸枢纽节制闸闸底板结构复核设计[J]. 北京水利科技, 2004(1):48-50, 60.

[6] 李杨红. 水闸底板弹性地基梁的边荷载处理方法[J]. 中国农村水利水电, 2001(11):48-49.

[7] 许尚伟. 预应力混凝土闸墩结构计算分析研究[D]. 济南:山东大学, 2010.

[8] 傅建彬,田利勇,肖志乔. 大跨径水闸地基基础处理研究[J]. 上海水务, 2012(1):13-15.

[9] 李涛. 浅谈弹性地基梁法在水闸底板设计中的应用[J]. 河南水利与南水北调, 2013(2):32-34.

[10] 王伟,杜晖,白勇. 弹性地基梁法在南水北调水闸底板结构计算中的运用[J]. 河南水利与南水北调, 2015(12):55-56.