

锁口钢管桩围堰在城南大桥深水基坑的应用

钟正强¹, 毛润华¹, 黄春亮², 王泽升³

(1.长沙理工大学 土木工程学院, 湖南 长沙 410004; 2.中交通力建设股份有限公司 湖南分公司, 湖南 长沙 410015;
3.中铁十七局集团有限公司, 山西 太原 030006)

摘要:永州市城南大桥所在区域地下水稳定后标高为 92~95 m, 设计洪水位为 104 m, 需进行深基坑水下施工。文中以该桥 10[#] 主墩为例, 对多种承台围堰施工方案进行比选, 确定采用锁口钢管桩围堰施工; 采用 MIDAS/Civil 2015 软件对该围堰建立空间有限元模型进行整体和局部受力分析, 结果表明其受力、变形均满足规范要求。

关键词:桥梁; 矮塔斜拉桥; 深水基坑; 锁口钢管桩围堰

中图分类号: U445.4

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)05-0121-03

1 工程概况

永州市城南大桥主桥为 (70+120+120+70) m 三塔单索面矮塔斜拉桥 (见图 1)。其中 10[#] 主墩基础由矩形承台和 15 根直径为 200 cm 桩组成, 承台截面尺寸为 13.7 m×24.2 m, 埋置深度 5 m。

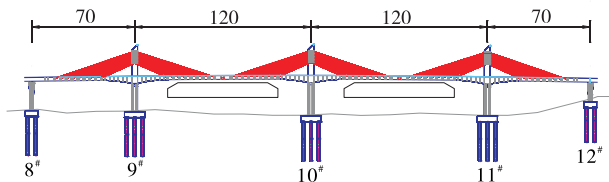


图 1 永州市城南大桥桥型布置 (单位: m)

该桥所在区域覆盖层以粉质黏土、砂石为主, 下伏基岩为白垩系下统神皇山组 (K1S) 地层, 岩性为粉砂质泥岩夹泥质粉砂岩。水资源丰富, 降雨量较大, 桥址位于永州市冷水滩区的湘江, 附近小溪与沟渠繁多。地下水稳定时与泄洪时的水位分别为 95.1~96.8 和 92.1~94.9 m。湘江该区域的含水层主要包括砂砾层和卵石层, 其水位变化规律与湘江水位有关。根据 2014—2016 年水文资料, 其水位较稳定, 正常水位维持在 97 m 左右。地下水稳定后标高为 92~95 m, 设计洪水位为 104 m, 需进行深基坑水下施工。

2 围堰总体设计

2.1 围堰结构方案比选

桥梁或市政工程水下施工常见的围堰形式有钢板桩围堰、双壁钢围堰和锁口钢管桩围堰。

(1) 钢板桩围堰结构的防水性能较好, 刚度整体性强, 可打入较硬的土层, 围堰拼装形式多样, 施工简便, 且由于其结构材料强度及形状, 可用于砂类土、碎石土、风化岩的坚硬河床施工。但由于钢板桩一般为工厂定制, 过长的钢板桩运输不便, 超过一定长度的钢板桩需现场加工制作, 施工难度增大; 钢板桩围堰的支撑数量较多、结构复杂, 导致其稳定性差, 对该工程不适用。

(2) 双壁钢围堰能打入土质偏硬的土层, 拼装方式灵活多变; 其结构稳定, 适用于大型或超大型承台施工。但双壁钢围堰的厚度较宽, 导致围堰下沉难度较大, 需使用爆破的方式施工, 施工难度大, 且难以保证施工安全; 拆除工程需进行水下切割, 影响整体施工进度, 不宜采用。

(3) 锁口钢管桩围堰整体结构稳定性强, 加工制造过程快速, 可节约施工工期; 使用小型吊装设施即可在桩基施工的同时安装钢管桩; 其整体与局部刚度相对较大, 钢管材料可循环利用, 平面布置灵活; 能较好地适应河流软弱覆盖层河床, 且能将钢管桩插打进较大的深度, 满足该工程承台入岩超过 3 m 的要求。与其他围堰相比, 该围堰更适用于该工程。故采用锁口钢管桩围堰进行该工程深水基坑施工。

2.2 围堰结构设计

该工程围堰顶部高程约 98 m, 一般正常水位为 96.5 m。安装内支撑时, 按照实际水位施工。围堰设计为 24.20 m×13.70 m 矩形结构, 高 13 m。主要构件为 I20 工字钢, 直径 180 mm、厚度 8 mm 的钢管, 直径 168 mm、厚度 8 mm 的钢管, 直径 529 mm、厚度 10 mm 的螺旋管。锁口钢管桩采用

表 1 围堰计算工况

工况	工况描述	外侧水位/m	内侧水位/m	水头差/m	外侧土高程/m	内侧土高程/m
1	插打钢管至围堰合龙	+98	+98.0	0.0	+88.3	+88.3
2	安装第一道支撑,抽水至+93.5 m	+98	+93.5	4.5	+88.3	+88.3
3	安装第二道支撑,抽水至+91 m	+98	+91.0	7.0	+88.3	+88.3
4	安装第三道支撑,抽水至+88.5 m	+98	+88.5	9.5	+88.3	+88.3
5	安装第四道支撑,抽水开挖至基坑底以下 0.5 m	+98	+83.5	14.5	+88.3	+83.0

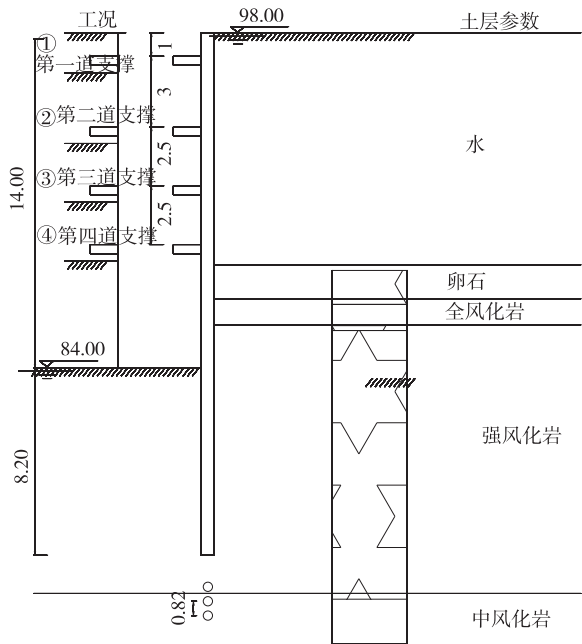


图 5 围堰立面计算示意图(单位:m)

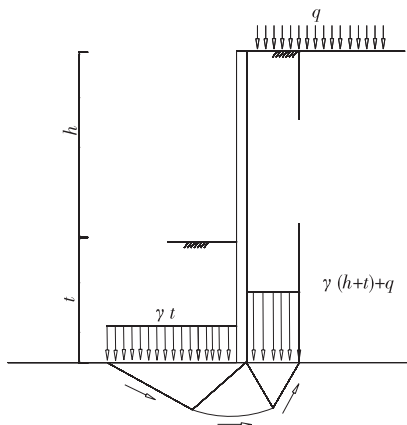


图 6 基坑抗隆起计算示意图

均采用梁单元模拟,土层对钢管桩的作用采用水平弹性支承模拟,每隔 1 m 建立一个弹性支承,弹性刚度系数为 mb_0h 。

由于桥址处河床下土层为风化岩石,水平反力系数 $C_0=mh$ 为一定值,不随深度变化,根据 JTG D60—2015《公路桥涵设计通用规范》,取 $C_0=30\text{ MN/m}^3$ 。土层水平反力系数 m 根据 JGJ 120—



图 7 围堰计算模型

2012《建筑基坑支护技术规程》中的公式计算:

$$m=\frac{0.2\varphi^2-\varphi+c}{v_b}$$

式中: c 、 φ 分别为土的内聚力(kPa)、内摩擦角($^\circ$); v_b 为挡土结构在基坑底部的水平位移(mm),若其值不大于 10 mm,则取 $v_b=10\text{ mm}$ 。

按照实际开挖情况,在 MIDAS/Civil 2015 软件中建立相对应的施工工况模拟实际施工阶段,每个施工阶段影响后续施工阶段的受力及变形。根据围堰的计算工况及设计条件对围堰进行受力分析,计算结果如下:1) 锁扣钢管桩的最大应力发生在第二道支撑安装完成、围堰内开挖至封底垫层底部(继续抽水至 7 m)时,此时第二道支撑受力处于最不利状态,钢管桩应力 $\sigma=367.4\times 10^6/2\ 076\ 000=176.6\text{ MPa}<1.3\times 145=188.2\text{ MPa}$,满足要求。2) 圈梁最大组合应力为 $109.1\text{ MPa}<145\text{ MPa}$;内支撑组合应力,对于受压构件,还需计算其受压稳定性。 $\phi 630\times 10\text{ mm}$ 支撑杆件计算长度 $l=16\text{ m}$, $\lambda=72.9$, $\varphi=0.82^\circ$,其最大组合应力为 $103.3\text{ MPa}<0.82\times 145=118.9\text{ MPa}$,满足规范要求。

4 结语

永州市城南大桥主墩承台采用锁扣钢管桩围堰方法施工,经计算分析,各工况下结构的位移、内力及稳定性均满足规范要求,且围堰结构形式较新颖。但由于围堰结构拼装组件较多,漏水问题较突出,做
(下转第 142 页)

kN·m,基本组合作用下荷载效应值小于极限抗力值,正常使用状态下最大裂缝宽度为0.07 mm,远小于规范允许的0.2 mm,空心板梁强度及刚度均得到改善(见表8)。维修加固后,该桥实际运营状况良好,未见新增裂缝及其他结构性病害。

表8 桥梁加固前后状态对比(按JTG D62—2004计算)

时间	边板横截面下缘 最大应力/MPa	边板最大 挠度/mm
加固前	12.97	8.54
加固后	13.08	8.18

5 结语

钢筋砼结构火灾后的检测评估是目前桥梁病害检测中的一个新问题,如何采取合适的检测评估方法,并及时提出合理的维修加固方案是一个新挑战。某钢筋砼梁桥火灾受损后根据检测结果采取在梁底采用钢筋网灌注高性能砂浆和粘钢锚固的加固方案,有效提高了桥梁的承载能力,可为钢筋砼梁桥同类病害的检测及维修加固提供参考。

参考文献:

- [1] 侯旭.混凝土梁式桥火灾后检测评估与维修加固技术研究[D].西安:长安大学,2009.

(上接第123页)

好防漏防渗是施工中的重点。

参考文献:

- [1] 王寅峰,吴杰良.武汉青山长江公路大桥南主墩锁口钢管桩围堰设计[J].桥梁建设,2017(1).
- [2] 宋伟俊,张德铭,连泽平,等.南京大胜关长江大桥主墩深水基础施工技术[J].桥梁建设,2008(4).
- [3] 宋伟俊,张德铭.武汉天兴洲公铁两用长江大桥主塔墩深基础施工[J].桥梁建设,2007(2).
- [4] 王东辉,张立超.平潭海峡公铁两用大桥栈桥设计[J].桥梁建设,2015(4).
- [5] 龚晓南,高有潮.深基坑工程设计施工手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1998.
- [6] 何树凯.跨江大桥水中基础施工方案设计[J].世界桥梁,2014,42(2).
- [7] 凌志平,易经武.基础工程[M].北京:人民交通出版社,2001.

- [2] 吴耀斌.宁德大桥火灾受损检测与加固处理[J].公路与汽运,2011(4).
- [3] 陈鸣,邵永治.加载火烧后的钢筋混凝土梁受力性能的试验研究[J].浙江大学学报:工学版,1993,27(4).
- [4] 姚童刚.新屋桥检测评估与加固研究[D].长沙:中南大学,2012.
- [5] JTG TH21—2011,公路桥梁技术状况评定标准[S].
- [6] JTG H11—2004,公路桥涵养护规范[S].
- [7] JTG/T J22—2008,公路桥梁加固设计规范[S].
- [8] JTJ 022—85,公路碎石及混凝土桥涵设计规范[S].
- [9] 姜冲虎,陈铨恺.新屋桥火损病害处治[J].公路与汽运,2012(5).
- [10] JTG/T J21—2011,公路桥梁承载能力检测评定规程[S].
- [11] JTG D62—2004,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [12] 姜冲虎,陈铨恺.新屋桥火损病害处治[J].公路与汽运,2012(5).
- [13] 余江滔.火灾后混凝土构件损伤评估的试验及理论研究[D].上海:同济大学,2007.
- [14] 童浩,季晓燕,赵佳军,等.先张法预应力空心板火损评定方法及处治对策[J].公路交通科技,2012,29(3).
- [15] 刘其伟,王峰,徐开顺,等.火灾受损桥梁检测评估与加固处理[J].公路交通科技,2005,22(2).

收稿日期:2018—06—09

- [8] JGJ 120—2012,建筑基坑支护技术规程[S].
- [9] 赵学峰,吴振宏.泰州大桥南塔承台锁口钢管桩围堰设计与施工[J].现代交通技术,2013,10(3).
- [10] 孙宏飞,张飞.大西客运专线晋陕黄河特大桥主墩深水基础锁口钢管桩围堰设计与检算[J].铁道标准设计,2011(增刊).
- [11] 谭晓明,王达变,孔屹松.百色竹洲大桥锁口钢管桩围堰施工技术[J].西部交通科技,2011(9).
- [12] 周洪庆.深水基础锁口钢管桩施工技术研究[J].中小企业管理与科技:上旬刊,2013(2).
- [13] 侯福金,张志刚,李茂政,等.锁口钢管桩插板围堰设计与施工技术要点[J].公路,2009(9).
- [14] 任八峰.钢管桩围堰的设计与实践[J].四川建筑,2012(1).
- [15] 韩勇.锁口钢管桩围堰在南宁五象大桥承台施工中的应用[J].科技信息,2010(15).

收稿日期:2018—03—18