

水下桥梁桩基础新型压入钢套筒加固技术

刘志国¹, 王高飞², 魏 洋², 朱 超², 田 哲¹, 钱 昊²

(1.江苏现代路桥有限责任公司, 江苏 南京 210049; 2.南京林业大学 土木工程学院, 江苏 南京 210037)

摘 要: 桥梁桩基长期受河水的冲刷, 经常会出现很多的病害, 如蜂窝孔洞、钢筋外露等, 直接影响桥梁结构的承载能力和使用安全。针对某特大桥的桩基长期受潮水起落的冲刷, 部分桩基病害严重的问题, 提出新型压入钢套筒加固桩基技术。此技术集自反力体系与吊装设备于一体, 利用静力压入技术, 将节段焊接拼装的加固钢管沿桥墩、桩基础四周压入土中, 形成四周围堰, 将钢管与桥墩、桩基础间隙间的水抽去之后, 灌注快凝混凝土对桥墩、桩基础实现加固, 给出了加固的关键施工工艺, 加固后桩基表面混凝土光滑, 无孔洞、大面积蜂窝麻面现象, 病害治理效果明显。

关键词: 桥梁工程; 桩基; 潮汐水位; 压入钢套筒; 加固施工

中图分类号: U445.7+2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)10-0138-04

0 引言

桥梁的桩基一般处于水中, 由于长期经受起落潮水的冲刷, 桩基混凝土会慢慢产生破损, 钢筋外露等病害^[1-4], 从而影响桥梁的正常使用, 所以需要采取相应加固措施。在桥梁日常养护过程中, 发现大量水下钻孔灌注桩病害多发于桩基与立柱(系梁)连接部位或以下部分, 如果该病害处在河流水位较浅的区域, 则采用土石围堰施工, 施工难度相对较小。如果该病害处于水位较深的区域或潮汐水位较高的区域, 则施工难度大、工艺复杂, 不适合采用土石围堰法施工, 而传统的钢围堰施工^[5-9]对操作空间要求又大、占用航道空间且造价高。本文针对某特大桥的桩基长期受潮水起落的冲刷, 部分桩基病害严重, 且桥位附近有2个较大的码头正常通航, 操作空间较小, 无法采用传统的围堰法施工的问题, 创新地提出了一种压入钢套筒加固桩基技术^[10-14], 并基于本技术对其桩基进行增大截面加固。此技术主要优点是: 适用于水中结构的加固和修复; 不干扰路面交通; 对操作空间要求小, 不影响通航; 对桩基础的尺寸、结构影响不大; 经济性较好。

1 工程概况

某特大桥全长2 513.61 m, 桥面全宽34.5 m, 上部结构为先张法预制空心板梁, 下部结构为 $\phi 120$ cm

钻孔灌注桩, 墩身直径 $\phi 100$ cm, 系梁断面尺寸为80 cm $\times$ 80 cm, 河床向下5 m范围内地质以粉质黏土为主。其中3#、4#墩位于潮汐水位变化较大的太平河内, 水下桩基均受到不同程度的损伤, 如4-2#号桩基纵向偏位15 cm, 桩基1点~4点方向, 桩基顶部距系梁底35 cm范围内混凝土保护层大面积剥落, 面积约1.4 m $\times$ 1.3 m, 导致钢筋笼外露, 桩身混凝土掏空, 最深处达16 cm; 桩基6点方向混凝土破损, 面积约0.8 m $\times$ 0.6 m, 最深约14 cm; 钢筋笼向3点方向偏位, 保护层缺失, 钢筋笼里面掏空16 cm, 具体病害情况如图1和图2所示, 这些病害严重威胁到桥梁结构的安全性, 需要对此类桩基采取必要的加固措施。



图1 左幅4-2#桩基5点钟方向典型病害



图2 左幅4-2#桩基3点钟方向典型病害

收稿日期: 2021-04-20

作者简介: 刘志国(1969—), 男, 本科, 高级工程师, 从事路桥检测和加固工作。

2 桩基加固方案选择

目前,桥梁水下桩基加固方法多以围堰法施工为主,土石围堰法更适合水位较浅的桩基加固,传统的钢围堰虽适用于加固深水基础,但围堰法施工对施工空间有一定的要求,会占用航道空间且造价高。根据前期技术人员对该特大桥地质水文条件的调查发现,施工区域的所处河流距离长江口 1.2 km,潮汐水位变化大,凌晨 2 点达到最大水位,下午 3 点达到最小水位,水位差约 1.7 m;施工区域的系梁顶距离河床约 4.2 m,水位较深且调查流域有两座较大的码头,可供操作的空间狭小;同时施工区域河流属于正常通航流域,不可占用航道空间。综上因素考虑,无法采用传统的围堰法进行施工。

为避免影响正常交通,且考虑到系梁的存在对操作空间的影响,对该特大桥桩基病害提出一种新型的压入钢套箱加固桩基础技术,如图 3 所示,该技术是利用静力压入技术,将节段焊接拼装的加固钢管沿桥墩、桩基础四周压入土中,将钢管与桥墩、桩基础间隙间的水抽去之后,灌注快凝混凝土对桥墩、桩基础实现加固。为了实现静力压入钢套箱的目的,在桥墩或桩基础靠近顶部设置反力架,反力架固定于待加固结构四周侧面,在静力压入时,其通过自身反力实现平衡。再将千斤顶压入装置安装在加固结构的四周,千斤顶上方与反力架焊接;通过压入装置施加压力,将加固钢管压入到桩基础之中;在压入过程中,根据千斤顶的运动方向对其位置进行调整;当首节钢管被压入其中后,然后对下一节钢管进行拼装、焊接后再次压入,直至与设计标准相符合。



图 3 压入钢套箱加固桩基础技术原理

该加固技术集自反力体系与吊装设备于一体,安装和拆卸便利,解决了桥墩之间存在系梁而难以操作的难题,大大提高了施工效率,且对桩基础的尺

寸、结构影响不大,经济性较好,特别适用于深水或潮汐水位变化较大区域内的桩基础加固。

3 桩基加固施工技术

在进行了一系列的工前调查后,针对该特大桥潮汐水位下的桩基加固,提出了一套完整详细的压入钢套箱桩基加固的施工方,具体的操作步骤如图 4 所示。

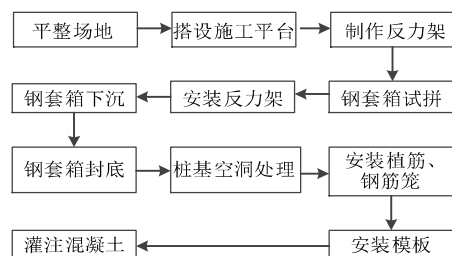


图 4 压入钢套箱加固桩基础技术施工方流程图

(1)平整场地:采用航道挖泥船对施工区域进行河床疏浚,河床清淤,保证河床平整。同时加大航道断面从而保证施工期间不影响社会船舶的正常通行。

(2)搭设施工平台:采用 $\phi 48$ 钢管在河岸及河床上搭设满堂脚手架从而方便施工材料机械的运输。

(3)制作反力架:安装反力架,加工钢套箱,钢套箱直径 5 m,采用钢板及型钢并委托专业加工企业工厂制作。根据计算,每根桩需要 6 m 长钢套箱。为了方便拼装和运输,钢套箱应分节制作,每节 0.5 m。

(4)钢套箱试拼:首先在岸上对钢套箱进行试拼,打磨毛刺,修整边角确保各个部件吻合。对于拼装连接部位采用橡胶条进行填充以达到止水的目的。

(5)安装反力架:反力架由抱箍和若干工字钢纵梁组成。其中反力架的安装首先需要在需要加固的基础墩柱上安装抱箍,以两者产生摩擦力提供上部结构的支承反力;抱箍采用两块半圆弧形钢板(板厚 12 mm 左右)制成,抱箍高度不小于 30 cm,采用高强螺栓连接(如 M24 螺栓);抱箍上方采用 U 型螺栓连接纵横工字钢梁,呈“井”字形排布,在工字钢纵梁反力点处采用钢丝绳(不小于 $\phi 20$)通过倒链固定于系梁底口桩基上所示,以保证纵梁提供足够的抗弯承载力。

(6)钢套箱下沉:钢套箱由底板+侧板组成,其中底板由钻孔平台转换而成,侧板由分块模板拼装形成;通过手拉葫芦吊起钢套箱的分片,在系梁下口进行分节水下拼装,拼装完成后进行沉入;采用千斤顶和手拉葫芦相配合沉入钢套箱,采用反压法下沉;待钢套箱的上缘有足够空间时,再进行第二节钢套

箱的拼装和沉入。依次进行,直至钢套箱下缘达到设计标高。

根据土层土质的不同,该加固方案采用两种不同的钢套箱反压法沉入:针对钢套箱所在的土层土质较软、地基反力较小的情况,采用千斤顶法沉入钢套箱,主要用于钢套箱下沉施工过程的前部分;而对于钢套箱所在的土层土质较硬接近于持力层、地基反力较大的情况,这里则采用倒链法沉入钢套箱,主要用于钢套箱下沉施工过程的后半部分。

(7)钢套箱封底:在对钢套箱封底之前,要先检查套箱底板封孔的情况,并清理钢护筒上的附着物,以增加混凝土和钢护筒间的握裹力。并且要在潮汐影响较小的低水位进行浇筑,采用快凝水泥混凝土浇筑封底层,封底层厚度不小于 50 cm。封底前若河床冲刷严重,围堰外侧则采用回填土进行夯实,以保证围堰不串水。当封底混凝土初凝后根据河道水位变化及时补水及抽水,以减小水头压力差,保证封底混凝土一次封底成功。

(8)桩基空洞处理:围堰内排水后,对围堰内的桩基础病害进行再次检查记录。对于桩基础出现的深度较浅、小面积的缺陷,采用水泥砂浆人工涂抹进行修补;对于较大空洞,采用混凝土材料进行修补或者喷浆修补法;并采用高压水枪清洗钢围堰内部及桩基础表面。

(9)安装植筋、钢筋笼:植筋应错开原结构钢筋位置,根据设计图纸的配筋位置及数量标注出植筋位置,按照深度置放设计钢筋。

(10)安装模板:钢模板厚度一般不小于 5 mm,钢模板运至现场后对模板内面进行除锈清理,涂刷模板油,宜在现场对其预拼装和编号,便于后续正式拼装。通过围堰反力架上的倒链分片起吊安装,下放到指定位置,由专人指挥,保证下放垂直度,模板接缝必须严密,应在接缝处使用海绵胶条防止漏浆;

(11)灌注混凝土:桩身加固混凝土采用快凝混凝土,混凝土强度等级 $>C50$,成型后桩身直径为 180 cm。为防止气泡以及空洞、蜂窝麻面等现象出现,灌注过程应缓慢持续,注浆压力不低于 0.1 MPa,灌注后对桩基进行覆盖洒水养护,严禁再对钢模板进行锤击。

典型关键工艺施工现场如图 5~图 7 所示,经加固后的桩基,检测其灌浆料强度、轴线偏位、竖直度和加固厚度等技术指标经,均符合规范要求。此外还对施工加固完成后的外观进行了检查,桥梁的桩基

表面混凝土光滑,无孔洞、大面积蜂窝麻面现象,保证其与原桩基垂直度一致,灌浆料填充饱满并且加固截面顶面平整光滑。



图 5 反力架安装



图 6 钢套箱拼装



图 7 封底混凝土浇筑

4 结 论

本文针对某位于潮汐河水位下的特大桥水下钻孔灌注桩桩身病害,提出了一种新型的压入钢套箱加固桩基础技术,对其如何应对潮汐水位的施工方案进行了详细的介绍。

本文提出的压入钢套箱加固桩基础技术集自反力体系与吊装设备于一体,该技术是利用静力压入技术,将节段焊接拼装的加固钢管沿桥墩、桩基础四周压入土中,将钢管与桥墩、桩基础间隙间的水抽去之后,灌注快凝混凝土对桥墩、桩基础实现加固。此

技术可以很好地进行水中作业、对操作空间的要求较小、经济型较好,另外还可以很好地解决桩基础的混凝土离析、钢筋外露等病害,从而达到桩基加固的目的。经该次加固施工后,桥梁桩基表面无孔洞及大面积蜂窝麻面现象发生,且轴线偏位、竖直度和加固厚度等技术指标均符合规范要求。

该技术目前已经在同类桥梁桩基加固工程中得到推广应用,本文为今后同类型桥梁加固项目施工总结了经验,提供了参考。

参考文献:

- [1] 应伟.某现役桥梁水中桩基加固小围堰工艺探讨[J].公路交通科技(应用技术版),2018(4):242-243.
- [2] 冯龙.桥梁主墩承台单壁钢套筒围堰设计与施工分析[J].公路交通科技(应用技术版),2017(4):194-196.
- [3] 王军,何力.单壁有底式钢套筒仿真分析及施工关键技术[J].公路交通科技(应用技术版),2019(8):120-122.
- [4] 胡浩,贺鹏,杨学祥.武穴长江公路大桥钢套筒围堰施工关键技术[J].世界桥梁,2019,47(5):39-43.
- [5] 李陆平.武汉鹦鹉洲长江大桥中塔基础施工关键技术[J].桥梁建设,2015,45(4):7-12.
- [6] 黄存东,吕迪.东人工岛水下钢套筒承台施工工艺[J].公路,2018,63(8):159-163.
- [7] 邱兴友,王东伟,王显臣,张盼.乐清湾大桥大体积防撞钢套筒围堰拼装及整体下放施工技术[J].公路,2016,61(8):90-102.
- [8] 金红岩.武汉青山长江公路大桥钢套筒围堰下沉施工技术[J].桥梁建设,2018,48(2):7-12.
- [9] 李陆平,尤继勤,王吉连.蔡家湾汉江特大桥深水基础钢套筒围堰施工技术[J].桥梁建设,2010(1):59-62.
- [10] 冯龙.桥梁主墩承台单壁钢套筒围堰设计与施工分析[J].公路交通科技:应用技术版,2017(4):194-196.
- [11] 吴成宏,傅志霖.跨海特大桥通航孔承台采用无底钢套筒围堰施工[J].工程建设与设计,2019(3):233-236.
- [12] 杨齐海,何加江.公安长江公铁两用特大桥4号墩钢围堰施工技术[J].桥梁建设,2015,45(5):99-104.
- [13] 尹玉林,余昌平,易佳飞.钢套筒水下封底施工技术探讨[J].公路,2019,64(5):97-101.
- [14] 许鑫,王同民.宜昌香溪河大桥4号桥塔墩钢围堰封底技术[J].桥梁建设,2018,48(2):105-110.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com