

波纹钢板加固石拱桥关键技术创新研究

张卫国

滕州市农村公路事务中心 山东 滕州 277500

摘要: 石拱桥作为目前农村公路桥梁中较为常见的一种类型,普遍存在年久失修的状况。为消不安全除隐患,保证桥梁完好的工作状态,充分发挥农村公路桥梁的使用功能,加强危旧桥梁加固与改造已是目前我们急需解决的问题。本文对利用波形钢板加固拱桥的施工技术进行了探讨,为后续同类型危桥改造提供技术参考。

关键词: 公路桥梁, 石拱桥, 波纹钢板, 混凝土施工技术

前言

众所周知,由于目前公路超限运输严重,道路桥梁的结构破坏一直都存在,特别是年限久远的石拱桥随时都有可能成为危桥。目前我国已投入运营的公路桥梁中,技术状况评定等级为一、二、三类的多达49万座,占桥梁总数的83.5%,评定等级为四类、五类即“危桥”的多达9.7万座,其中农村公路危桥占比达93.2%,而石拱桥作为目前农村公路桥梁中较为常见的一种类型,普遍存在年久失修的状况^[1]。为保证桥梁完好的工作状态,充分发挥农村公路桥梁的功能,加强危旧桥梁加固与改造已是目前我们面临的重要问题。

1 项目概述

滕州市境内石拱桥总体上承载力偏低,难于适应目前公路运输重载需要。对桥梁进行全面改造,需要投入相当多的改造资金。由于这些石拱桥经过几十年的使用,大部分基础较为稳定,加上石拱桥本身具有一定的承载潜力,在桥梁改造中可以考虑予以充分的发挥利用,以减少投资。因此,在桥梁养护工作中,对于石拱桥的改造,应以提高石拱桥承载能力的加固方案为主,以改建方案为辅。

本项目依托滕州市农村公路危桥改造工程东洪林石拱桥改造为背景,结合波纹钢板在危桥加固中的应用,为后续同类型危桥改造提供技术参考。

2 适用范围

石拱桥加固大部分位于杂草重生的老河沟处,场地不平,桥下净空低,不利于机械施工且波纹钢板重量较重;由于混凝土热胀冷缩影响为保证后期波纹钢板受力均匀,需保障波纹钢板安装尺度精度;波纹钢板距拱圈下距离为10cm,混凝土浇筑困难,浇筑后混凝土是否密实直接影响加固质量;桥上交通量较大,无法采取完全封闭交通施工的条件下实现波纹钢板快速安装定位及有限空间混凝土浇筑。

3 工艺要点

3.1 施工作业平台搭设及波纹钢板安装定位微调装置
施工平台采用厚度2.4毫米,直径是48毫米架管搭设,步距为60cm*60m,高度为1米左右(高度与两侧基础持平)架管上方铺设5cm后宽度30cm木板左右施工平台。平台搭设宽出桥梁投影宽度约4.5米,作为波纹钢板拼装平台。平台上安装道轨,波纹钢板在露天平台拼装完成后采用道轨推入指定位置安装,安装前对位置及弧度进行调整,调整完成后就位固定。

3.2 有限空间混凝土浇筑方法研究

通过波纹钢板弧顶位置开设排气孔(排气孔深入钢板10cm),通过排气孔是否排出浆体判断弧顶位置是否填充密实。浇筑时预留浇筑孔,浇筑孔做阀门浇筑完成后关闭阀门保证浇筑孔位置密实^[2]。

4 施工方案

4.1 工艺流程

施工顺序为施工准备---整平场地---河道铺砌---基坑开挖---绑扎钢筋---第一次浇筑加强拱座---波纹钢板安装就位---二次浇筑加强工作---洞口封堵---缝隙细石混凝土浇筑---洞口处理。

4.2 施工方法

4.2.1 修筑施工便道及整平场地

外购石渣、建筑垃圾对进场临时便道进行修筑,确保机械设备及材料能够顺利运送至桥下。采用挖掘机、装载机,辅以人工,对桥下河道进行整平处理。

4.2.2 河道铺砌

在整平的场地上摊铺10cm砂垫层,采用钢轮压路机进行碾压密实,拱下压路机无法到达部位,采用平板夯进行人工夯实。C20混凝土进行河道铺砌浇筑时,务必保证铺砌表面平整度,便于后期移动平台行走。

4.2.3 加强拱座基础开挖

按照图纸要求,使用20型小挖机对基槽进行开挖,

严格控制基坑尺寸，同时确保基坑以外土体不被扰动，如图1：



图1 拱座基础开挖

4.2.4 拱座钢筋安装及检测

按照图纸要求对原重力式墩台进行植筋（见图2），严格控制植筋打孔深度，空压机对孔内杂质进行清理，采用A级建筑结构胶对植筋进行锚固^[3]。待结构胶完全硬化后，试验检测人员对锚固筋进行抗拔力检测，经检测抗拔力不低于47kN后方可进行全面钢筋安装。



图2 植筋抗拔力检测

4.2.5 首次加强拱座浇筑

对原重力式墩台及拱圈进行彻底的清理，然后安装模板，浇筑加强拱座。严格控制振捣质量，确保不出现漏振、过振现象。

4.2.6 波纹钢拱安装就位

在洞口搭设安装平台，在硬化场地上拼装1#和2#拱片，采用M24高强螺栓连接，并用泡沫密封垫密封严密，检查断面尺寸，满足要求后，用吊车将拼装好的拱片吊上安装平台，然后定位。边安装边采用装载机辅助推进。波纹钢拱边安装边推进，调整位置，符合设计要求后，安装地脚螺栓（见图3）。

4.2.7 二次加强拱座浇筑

地脚螺栓固定好后，复核波形钢拱的安装位置，确认无误后，二次浇筑加强拱座。



图3 波纹钢拱安装就位后

4.2.8 洞口封堵

采用木模对原拱圈与波形钢拱圈之间的缝隙进行封堵，模板安装牢固，并在侧模腰部、顶部预留注浆口。同时在每拱波纹钢板下方安装4台附着式振动器（见图4）。



图4 洞口侧模封堵

4.2.9 填隙混凝土浇筑

混凝土浇筑前，对填隙混凝土进行严格的配合比设计，保证混凝土具有补偿收缩功能，防止因混凝土硬化收缩，使旧拱圈与波纹钢板之间结合不紧密。

混凝土浇筑过程中，试验检测人员全程旁站，每车混凝土均进行和易性检验，如发现不合格时，及时对混凝土进行退场处理^[4]。采用高压泵机将C30微膨胀细石混凝土泵送至缝隙处，现场技术人员时刻注意排气孔。同时安排测量人员对波纹钢拱上布测沉降观测点，由专人对拱顶的沉降进行监测，沉降量如出现异常，及时暂停混凝土浇筑，查明原因并采取有效措施后，方可继续进行混凝土浇筑。

浇筑完成24h后，拆除模板，对外表面进行修饰处理。

5 经济效益分析

通过搭设施工平台及漏天拼装平台，使其通过道轨连接成整体，波纹钢板漏天拼接，通过道轨就位安装，解决了波纹钢板对拱桥加固的环境影响提高了工作效率，减少了人力，缩短了工期，节约了成本。

浇筑时波纹钢板与老拱圈采用弧顶位置开设排气孔，浇筑孔做阀门设计，通过排气孔是否排出浆体判断

弧顶位置是否填充密实。通过此浇筑方法保证了钢板与拱圈之间的填充密实，保障了施工质量，有效避免了因

填隙混凝土空洞质量问题进行二次打孔注浆的经济投入（见图5、6）。



图5 成品展示1



图6 成品展示2

结束语

综上所述，对于石拱桥基础较为稳定，拱圈完好，检测可以继续使用的，所处位置又不在主要道路上的拱桥，在桥梁改造中可以优先考虑予以加固利用，以减少投资。所以我们与设计部门共同探讨，选定了采用波形钢板加固桥拱的设计方案，以隧道施工的二次衬砌为模版，配合施工单位完成了技术攻坚。节约了投资，节省了资源，取得了很好的社会效益。本文对利用波形钢板加固拱桥的施工技术进行了探讨，为后续同类型危桥改造提供技术参考。

参考文献

- [1]史彦芳.混凝土施工中常见质量问题的防治措施[J].居业,2015(24):103-104.
- [2]赵文进.浅析道路与桥梁施工中现浇混凝土的质量通病及解决措施[J].建筑与装饰,2021(7):116
- [3]邢海红,段宏跃.道路与桥梁施工质量问题探讨与研究[J].建筑与装饰,2020(3):121,124.
- [4]波纹钢板组合框架结构技术规程(附条文说明):T/CECS 709-2020[S]. 2020.