

预应力碳纤维板在预应力桥梁加固中的应用

段艳菊¹, 秦爱红²

(1.大连市市政设计研究院有限责任公司, 辽宁 大连 116021; 2.青岛城市学院, 山东 青岛 266000)

摘要: 结合工程实例, 从设计角度介绍了预应力碳纤维板加固方法在预应力桥梁加固中的应用, 并通过有限元计算软件, 对比分析加固前后桥梁正常使用极限状态的应力情况和承载能力极限状态下的承载能力, 验证了此种加固方法在控制桥梁开裂和提升结构承载能力方面效果显著, 在预应力桥梁加固中是一种有效的方法。

关键词: 预应力碳纤维板加固; 抗裂; 承载能力; 预应力桥梁

中图分类号: U445.7⁺2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)10-0297-03

0 引言

预应力混凝土桥梁因其跨越能力强、建筑高度小、钢材用量少、养护费用低等优点, 得到广泛的应用。但由于构造处理不当、配束不合理、未按规定施工以及车辆超载等因素影响^[1], 部分预应力混凝土桥梁甚至全预应力混凝土桥梁中都有可能出现裂缝。

对于预应力混凝土桥梁的加固, 应考虑加固措施可减少和封闭裂缝, 并尽可能提升结构的安全储备。因此, 对于预应力桥梁建议采用预应力加固技术^[1], 通过对后补强材料施加预应力, 对桥梁结构进行主动加固, 其中预应力碳纤维板加固方法是近年来越来越受到业内关注和认可的方法^[2-4]。

本文结合大连市东联路金三角匝道桥加固设计, 详细介绍预应力碳纤维板加固设计方法, 并通过有限元软件对该桥加固前后的受力情况进行分析, 结果显示加固效果较好, 可为其他类似项目的加固设计提供参考。

1 工程概况

大连市东联路是连接市区南北交通的高架快速路, 全长 10.6 km, 东联路金三角匝道位于松江路以南, 桥梁建于 2009 年。匝道桥梁宽度 8.26 m=0.63 m 防撞护栏 +7.0 m 车行道 +0.63 m 防撞护栏。上部结构采用预应力混凝土连续梁, 断面为单箱多室鱼腹

梁形式(见图 1), 梁高 1.6 m, 标准联跨径组合 3 × 30 m。桥梁设计荷载为城-A, 上部结构按照预应力 A 类构件进行设计。

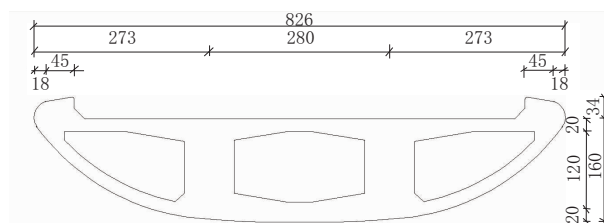


图 1 桥梁横断面图(单位:cm)

该桥在桥梁定期检测时发现, 梁底跨中出现横向弯曲裂缝(见图 2), 被评定为 D 级桥梁。为进一步确认桥梁的承载能力, 选取特征跨进行了桥梁动静载试验。桥梁荷载试验不满足项: 桥梁试验孔跨的挠度校验系数大于 1, 表明承载能力不满足设计荷载要求, 安全储备不足, 因此, 需要进行桥梁结构加固设计。



图 2 桥梁病害照片

2 桥梁加固方案

2.1 桥梁加固方案的选择

经过查阅桥梁原设计文件并计算复核后, 原设计

收稿日期: 2023-11-06

作者简介: 段艳菊(1980—), 女, 硕士, 高级工程师, 从事桥梁设计工作。

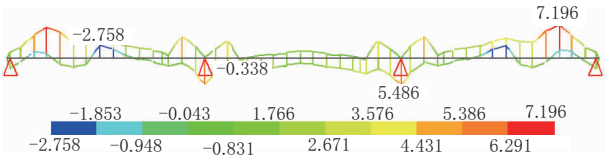


图 6 加固前频遇组合截面顶缘、底缘拉应力图(单位:MPa)

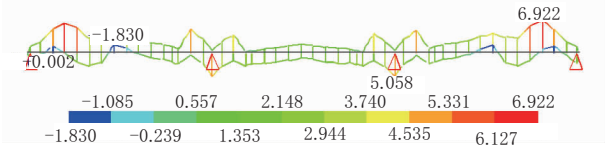


图 7 加固后频遇组合截面顶缘、底缘拉应力图(单位:MPa)

结果分别见图 8、图 9。

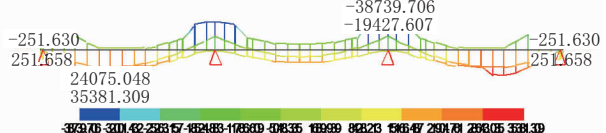


图 8 加固前最大弯矩及其对应的抗力图(单位:kN·m)

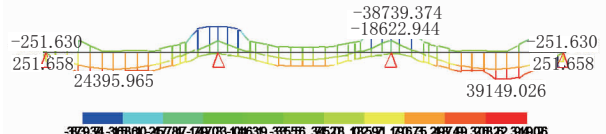


图 9 加固后最大弯矩及其对应的抗力图(单位:kN·m)

根据计算结果对比,加固完成后桥梁的受力性能明显改善,有效控制截面开裂,同时正截面承载力也提升了 17.6%,提升了桥梁的安全储备。图 10 所示为桥梁加固后的实景照片。



图 10 加固后现场照片

(3)加固后荷载试验及结论

在桥梁结构进行加固施工后,为达到以下目的,再次进行了桥梁荷载试验检测。

a. 荷载试验目的

通过静载荷载试验,掌握桥梁在荷载作用下的应力应变及挠度变化情况,明确桥梁加固后的承载力状况。

通过动载试验综合分析桥梁结构自身的动力特性以及结构抵抗受迫振动和突发荷载作用的能力,以判断结构的实际工作状态和实际承载能力,同时评估桥梁的加固效果。

为建设单位提供数据资料,用以指导桥梁日常养护管理工作。

b. 荷载试验简介

本次试验采用三轴载重车加载,共 4 辆。加载车辆经测量轴距和过磅称重,相关指标见表 2,表 2 中 A、B、C 参数含义见图 11。荷载试验现场照片见图 12。

表 2 加载车辆主要技术参数

车辆 编号	A/ m	B/ m	C/ m	前轴重 / kN	中轴重 / kN	后轴重 / kN	总重 / kN
1	3.50	1.40	1.80	79	159	159	397
2	3.50	1.40	1.80	81	162	159	402
3	3.50	1.40	1.80	80	161	161	402
4	3.50	1.40	1.80	78	157	158	393

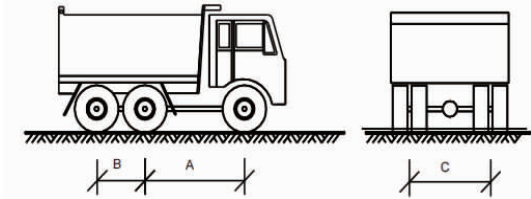


图 11 加载车辆示意图



图 12 荷载试验现场照片

c. 荷载试验结论

原不满足项桥梁试验孔跨的挠度校验系数最大值由加固前的 1.03 减小至 0.82,可满足承载能力要求,加固效果明显。

3 结 语

传统的增大截面法、粘贴碳纤维布或钢板法等被动加固方法一般适用于钢筋混凝土结构的加固。对于预应力桥梁结构的加固,一般推荐使用体外预应力或预应力碳纤维板法等主动加固方法。本文结合工程实例,从设计角度介绍了预应力碳纤维板加固方法在预应力桥梁加固中的应用,并通过有限元计算软件,对比分析加固前后桥梁受力状态,验证了此种加固方法在控制桥梁开裂和提升结构承载能力方面效果显著,在预应力桥梁加固中是一种有效的方法。

(下转第 304 页)

③监控量测:加强监控量测以检验整治措施及施工方法是否合理及安全,及时反馈量测信息,根据量测信息的分析结果,对整治的方法与措施及时做出调整与修正。

5 结 语

本文以某在建高速隧道为研究对象,针对施工过程中出现的初支变形侵限问题进行了深入的探讨和分析。通过对侵限段的地质条件、地下水、勘察设计、施工工艺、监控量测等原因进行梳理,确定本次隧道侵限的直接原因为系统锚杆、锁脚锚杆及安全步距等施工工艺不规范,间接原因为地质条件突变导致的均匀性差和监控量测预警不及时。经过对现场情况的合理分析判定,针对变形发展的应急控制和后续工程的实施,给出了相应的应急处置方案和保障方案,避免了风险的进一步扩大,确保了工程的顺利实施,经验证方案切实可行,可为其他类似工程提供较好的经验借鉴。

参考文献:

- [1] 杨哲峰,高勇.地下隧道新奥法施工综述[J].水利规划与设计,2003(4):40-48.
- [2] 刘富成,蒋宗鑫,陈建平.通省隧道变质软岩变形破坏灾变因子及其权重研究[J].安全与环境工程,2013,20(2):146-151.
- [3] 赵华.高地应力段初支大变形换拱施工技术[J].铁道建筑技术,2014(5):93-96.
- [4] 窦继平,陈德健.苏家湾隧道初期支护变形侵限处理措施及施工工艺的研究[J].现代隧道技术,2014(6):154-159,178.
- [5] 宋秉元.锁脚锚杆在软弱围岩隧道中的应用[J].交通标准化,2014,42(15):210-212,217.
- [6] 陈德健.苏家湾隧道初期支护变形侵限分析及处理措施的研究[J].北方交通,2015(2):102-106.
- [7] 夏润禾,崔小鹏,周泉.复杂地质隧道衬砌变形分析与工程治理技术[J].铁道工程学报,2015(8):66-72.
- [8] 柳果红,文艺.大石岭隧道右洞初支变形侵限换拱处理施工[J].广东公路交通,2016(4):97-100.
- [9] 张晓今,钟毫忠,张超.浅埋山岭隧道软岩段塌方原因分析及处理技术[J].现代隧道技术,2018(2):201-207.
- [10] 龚渠洪.浅谈铁路隧道衬砌常见施工质量问题及预防措施[J].现代隧道技术,2018(2):208-211.

~~~~~  
(上接第299页)

## 参考文献:

- [1] 张树仁,王宗林.桥梁病害诊断与改造加固设计[M].北京:人民交通出版社,2006.
- [2] 周杰锋.预应力碳纤维加固技术在莫大桥中的应用[J].特种结构,2019,36(2):57-60.
- [3] 彭全敏,王海良,陈培奇.预应力碳纤维片材在桥梁加固中的发展现

状与展望[J].铁道建筑,2008(7):7-11.

- [4] 陈华,张鹏,邓朗妮.预应力碳纤维板加固钢筋混凝土梁的设计及应用[J].建筑科学,2010,26(7):39-51.
- [5] JTG/T J22—2008,公路桥梁加固设计规范[S].
- [6] GB 50728—2011,工程结构加固材料安全性鉴定技术规范[S].
- [7] GB 50367—2013,混凝土结构加固设计规范[S].