

拼宽梁桥横向受力及偏载系数分析

杜苗鸿¹, 童汉元², 曾子浩³

(1.赣州城市投资控股集团有限责任公司, 江西 赣州 341000; 2.南昌市城市规划设计研究总院, 江西 南昌 330038;

3.赣州发展城镇投资开发有限责任公司, 江西 赣州 341000)

摘 要:以某钢-混凝土拼宽连续梁桥为例,研究了不同连接方案形式下拼宽桥的结构力学性能。通过有限元梁格模型对拼宽桥梁进行了横向受力分析,分析结果表明,连接形式对弯矩的影响主要在横向截面中间连接位置处,而对轴力和剪力的影响主要在横向截面的两端处,铰接形式的受力较刚接形式更为不利。同时对桥梁拼宽改造前后的偏载系数进行了研究,分析表明拼宽后偏载系数较原桥有所降低,建议偏载系数为1.18,可供同类工程参考。

关键词:拼宽桥;横向受力分析;有限元法;偏载系数

中图分类号: U448.21

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)05-0097-04

0 引言

随着我国经济的不断发展,人民生活水平的提高,城市交通量不断增加^[1],对现有的桥梁通行能力提出了更高的要求。早期建造的桥梁由于当时条件的限制,往往其技术标准低以及通行能力不高,已经不能满足现在社会发展的需求。但是对原有老桥进行拆除重建会造成资金的浪费和环境的污染,因此对桥梁加宽改造深入研究具有十分重要的意义^[2]。通过对老桥的拼宽改造处理,可以消除桥梁的安全隐患,提高了桥梁的通行能力和服务水平^[3]。桥梁拼宽改造受到混凝土收缩徐变、基础的不均匀沉降等因素影响^[4],同时不同的桥梁连接形式对结构的受力影响较大,改造过程中需要对上述问题进行分析研究。

本工程的改造方案是将钢箱梁和原有混凝土桥梁进行拼宽,为了研究不同连接形式下结构受力特性,通过有限元模型,对比分析桥梁横向受力性能,根据计算结果分析了铰接和刚接连接形式下的内力分布规律,同时对拼宽桥的偏载系数进行了研究,并提出了合理的建议值。

1 工程概况

本工程老桥主梁为单箱双室的连续预应力混凝土箱梁,跨径为 $25\text{ m}+3\times 30\text{ m}+25\text{ m}=140\text{ m}$,桥宽17 m,双向4车道,下部结构为花瓶墩、承台及桩基

础。主梁横断面见图1。

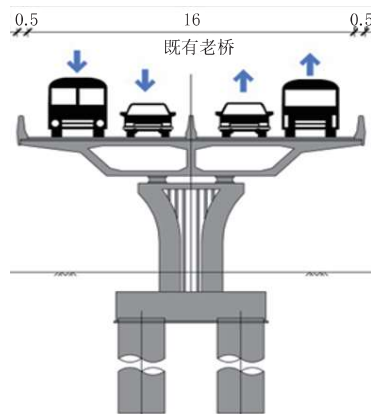


图1 主梁横断面示意(单位:m)

为满足快速路的通行,桥梁桥面需要改造为双向6车道。考虑到经济性和施工周期,本项目采用新建钢箱梁和现有混凝土箱梁拼宽的改造方案,桥梁改造方案见图2。

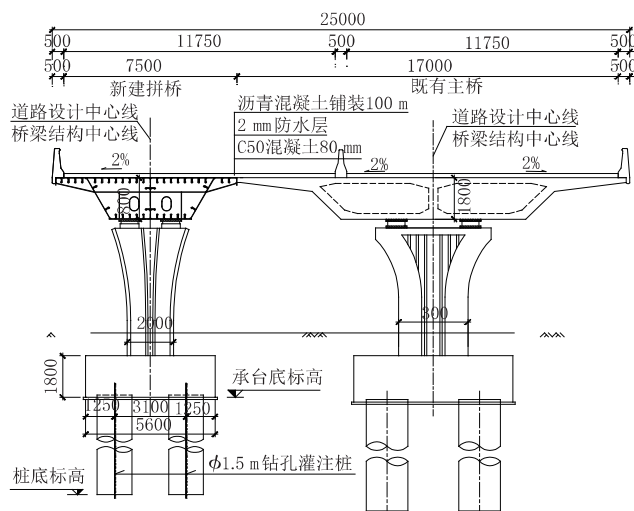


图2 桥梁拼宽改造方案示意图(单位:mm)

收稿日期: 2021-08-21

作者简介: 杜苗鸿(1989—),女,硕士,工程师,从事工程管理工作。

新建拼宽钢桥为单箱单室箱梁,桥宽 8 m。和现有混凝土箱梁拼宽组成的桥梁宽度为 25 m,中间设置 0.5 m 防撞护栏,改造后桥梁满足双向 6 车道的交通需求。

2 拼宽桥横向受力分析

2.1 概述

拼宽桥梁中结构的连接形式对受力影响较大,本节主要分析刚接以及铰接两种不同连接形式下的拼宽桥受力特性。通过有限元梁格模型,对结构的横向受力特性进行分析,为桥梁拼宽改造工程提供相应数据支撑。

2.2 有限元模型

采用 Midas Civil 建模,新旧桥梁分别以梁单元模拟,其中间采用虚拟横梁模拟横向刚度,分别建立模型详见图 3。分别建立刚性连接模型和铰接模型。其中,刚接模型的连接边界模拟方式为共节点,铰接模型的模拟方式为释放梁端约束、取消对弯矩的约束。支座布置采用双支座模拟,考虑扭转效应。

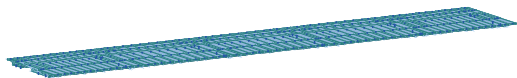


图 3 计算模型

2.3 结果对比分析

为了研究结构的横向受力特性,在 Midas 中采用横向移动荷载进行分析,考虑到本桥梁的对称性,因此本次加载截面主要为三个跨中位置,具体见图 4、图 5。提取加载截面的内力结果,对拼宽桥梁的横向受力性能进行分析研究。

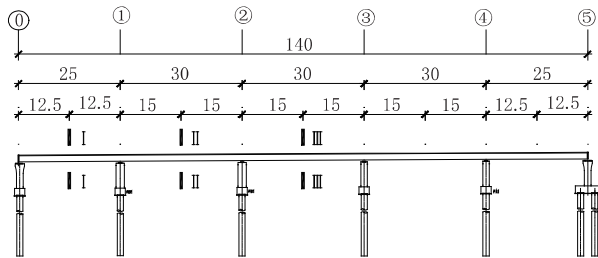


图 4 横向荷载加载位置示意图(单位:m)

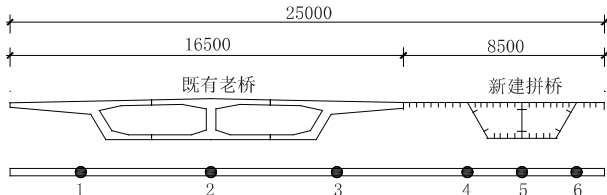


图 5 截面主梁横向位置编号图(单位:mm)

(1) 弯矩计算结果

横向加载下,各加载截面的弯矩计算结果见图 6。

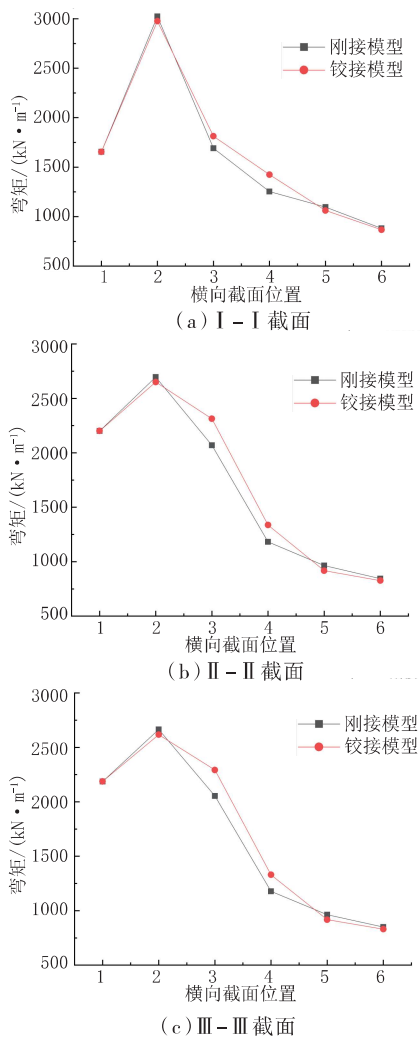


图 6 各截面弯矩示意图(单位:kN/m)

由图 6 可知,在横向移动荷载作用下,刚接模型以及铰接模型的弯矩图呈现出两端纵梁数据接近,中间纵梁弯矩铰接模型大于刚接模型的规律。其中第一跨加载时 3、4 截面位置铰接模型分别比刚接模型弯矩增大 6.73% 和 12%; 第二跨加载时 3、4 截面位置铰接模型分别比刚接模型弯矩增大 10.56% 和 11.59%; 第三跨加载时 3、4 截面位置铰接模型分别比刚接模型弯矩增大 10.47% 和 11.47%。分析可知,桥梁铰接时接缝处不能传递弯矩,从而导致拼宽桥中间连接处纵梁的弯矩增大,增大的荷载值相比于刚接模型约 11% 左右。

(2) 轴力计算结果

横向加载下,各加载截面的轴力计算结果见图 7。

由图 7 可知,在横向移动荷载作用下,刚接模型以及铰接模型的轴力图在横向截面上两端差距较大,横截面中间位置数据较为接近,对钢箱梁边梁的影响大于混凝土边梁。铰接模型的轴力总体上大于刚接模型,且在混凝土边梁增大约 11% 左右,钢

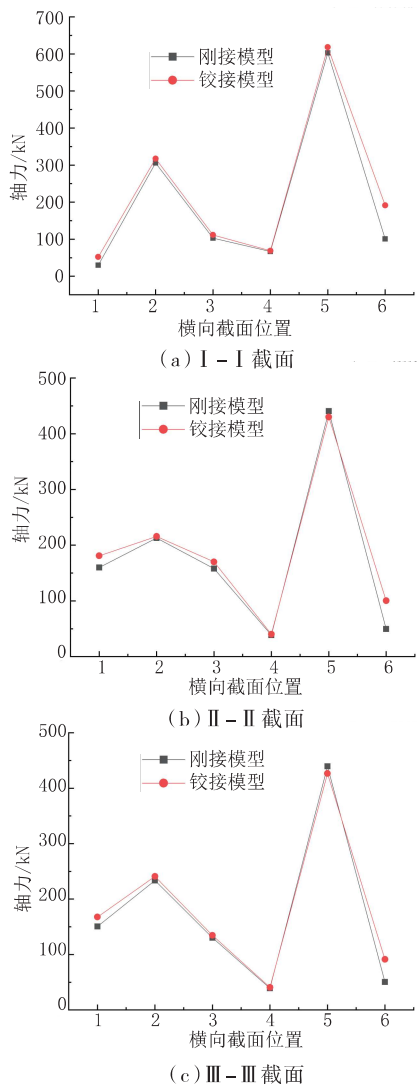


图 7 各截面轴力示意图(单位:kN)

箱梁边梁增大约 50%左右,中间纵梁增大约 2%~7%。

(3)剪力计算结果

横向加载下,各加载截面的剪力计算结果见图 8。由图 8 可知,在横向移动荷载作用下,混凝土梁处两种模型的剪力基本一致,而钢箱梁处铰接模型剪力值明显大于刚接模型,剪力增大约 44%~51%。

3 拼宽桥偏载系数分析

3.1 概述

箱梁在偏载作用下,其应力的组成共有三部分,分别是弯曲正应力、扭转正应力以及箱梁翘曲畸变产生的正应力,偏载系数计算见式(1)。由于扭转和翘曲畸变产生的正应力计算较为复杂^[5,6],因此在工程设计应用中常采用经验系数。目前来说经验系数对常规桥梁该方法是适用的,拼宽桥由于宽度较大,因此其偏载系数需要进一步研究。

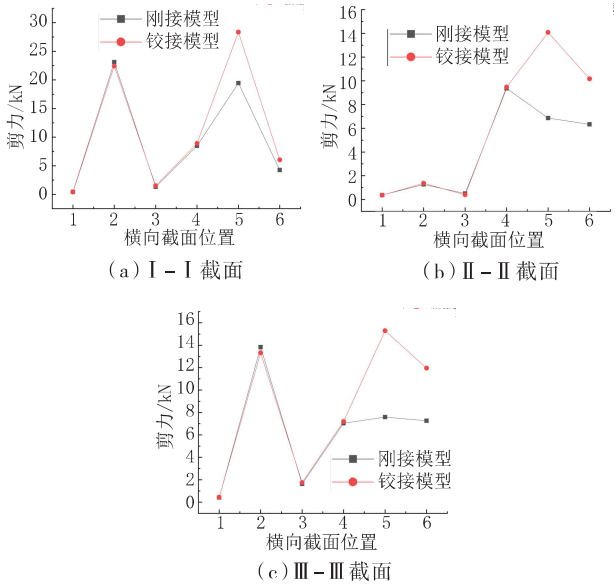


图 8 各截面剪力示意图(单位:kN)

$$\xi = \frac{\sigma_{\text{弯曲}} + \sigma_{\text{扭转}} + \sigma_{\text{翘曲、畸变}}}{\sigma} \quad (1)$$

3.2 有限元模型

有限元模型采用上文中的计算模型一致,桥梁分析截面位置见图 9,分析截面选择了边跨跨中截面、墩顶截面以及中跨跨中截面。在加载截面按照规范要求进行影响线加载,通过挠度增大系数和应力增大系数计算不同连接形式下的拼宽桥偏载系数。

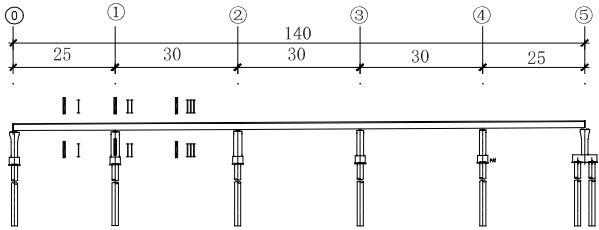


图 9 偏载系数分析截面示意图(单位:m)

3.3 分析结果

通过计算得到拼接前和两种不同拼接方案的挠度偏载系数和应力偏载系数结果见表 1 和表 2。

由表 1 和表 2 可知,桥梁拼宽后,不管是铰接还是刚接其偏载系数都相对于老桥的偏载系数有所降低,这说明拼宽增加桥梁的横向刚度有利于荷载的横向分配。可以得出拼宽后挠度偏载系数的范围在 1.05~1.15 之间,应力偏载系数在 1.04~1.17 之间。本工程为了安全考虑建议设计时对不利截面取 1.18 的偏载系数。

4 结论

(1)连接形式对弯矩的影响主要在横向截面中间连接位置处,铰接比刚接约增大 10%弯矩效应;连接

表1 不同方案桥梁挠度偏载系数计算表格

不同方案的桥型	控制截面	计算挠度/mm		最大挠度/mm	平均挠度/mm	挠度增大系数
		4# 梁	6# 梁			
拼接前新桥	I-I 截面	16.32	11.95	16.32	14.14	1.15
	III-III 截面	16.58	11.70	16.58	14.14	1.17
刚接后新桥	I-I 截面	9.83	13.21	13.21	11.52	1.15
	III-III 截面	6.61	9.00	9.00	7.81	1.15
铰接后新桥	I-I 截面	13.86	12.62	13.86	13.24	1.05
	III-III 截面	9.96	8.29	9.96	9.13	1.09

表2 不同方案桥梁应力偏载系数计算表格

不同方案的桥型	控制截面	计算应力/MPa		最大应力/MPa	平均应力/MPa	应力增大系数
		4# 梁	6# 梁			
拼接前新桥	I-I 截面	14.10	12.40	14.10	13.25	1.06
	II-II 截面	22.80	16.00	22.80	19.40	1.18
	III-III 截面	13.60	12.00	13.60	12.80	1.06
刚接后新桥	I-I 截面	3.77	4.08	4.08	3.93	1.04
	II-II 截面	3.43	2.75	3.43	3.09	1.11
	III-III 截面	1.84	2.40	2.40	2.12	1.13
铰接后新桥	I-I 截面	6.36	4.49	6.36	5.43	1.17
	II-II 截面	4.37	3.24	4.37	3.56	1.15
	III-III 截面	1.86	2.36	2.36	2.11	1.12

形式对轴力的影响主要在横向截面两端处,且混凝土侧影响较钢箱梁侧小,铰接比刚接分别增大11%和50%剪力效应;连接形式对剪力的影响主要在横向截面两端处,且混凝土侧基本一致,钢箱梁侧影响较大;铰接比刚接增大约44%~51%剪力效应。

(2)拼宽桥桥梁不同位置的处的偏载系数不同,同时桥梁的偏载系数是沿桥梁纵向变化的。

(3)桥梁拼宽后其偏载系数较拼宽前均有所降低,桥梁横向刚度的增加有利于荷载的横向分配,建议最不利截面偏载系数选取1.18,可供同类工程参考。

参考文献:

- [1] 袁磊.预应力混凝土连续刚构桥拓宽拼接的可行性及相关因素研究[Z].北京:铁道部科学研究院,2007.
- [2] 廖绍贤.公路桥梁加宽的若干特点[J].中南公路工程,1990(2):51-52.
- [3] 毛翠荣,李艳均.旧桥加固改造及其技术的应用[J].河南科技,2007(4):42-43.
- [4] 叶生.旧桥整体加宽中若干问题的研究[D].合肥:合肥工业大学,2006.
- [5] 陈水生,苗守举,桂永荣,等.单箱多室波形钢腹板箱梁偏载系数参数分析[J].工业建筑,2016,46(5):160-165.
- [6] 徐敏.单箱多室箱梁偏载系数计算方法研究[J].城市道桥与防洪,2014(6):272-274.

《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