

公路拼接桥梁桥面横坡调整方案研究

李海洋¹ 王恒武²

1 中南勘察设计院集团有限公司, 湖北 武汉 430070

2 武汉理工大设计研究院有限公司, 湖北 武汉 430061

[摘要]近几年公路拼接加宽桥梁日益增多, 拼接后老桥桥面往往由双向横坡调整成单坡, 为减少上部梁体荷载增加, 使桥面排水平顺, 桥面横坡调整方案成为桥梁拼接方案成功的关键, 文章结合实际工程介绍三种拼接桥梁桥面横坡调整方案, 以及每个方案在实际应用中的优缺点, 为类似工程提供参考。

[关键词]公路拼接桥梁; 桥面横坡; 调整方案

DOI: 10.33142/aem.v5i2.7917

中图分类号: U445

文献标识码: A

Study on the Adjustment Scheme of Bridge Deck Cross Slope of Highway Splice Bridge

LI Haiyang¹, WANG Hengwu²

1 Zhongnan Engineering Corporation Limited, Wuhan, Hubei, 430070, China

2 WHUT Design and Research Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430061, China

Abstract: In recent years, more and more bridges have been spliced and widened. After splicing, the old bridge deck is often adjusted from a two-way cross slope to a single slope. In order to reduce the increase of the load on the upper beam body and make the bridge deck drainage smooth, the bridge deck cross slope adjustment scheme has become the key to the success of the bridge splicing scheme. The article introduces three adjustment schemes for the bridge deck cross slope of the spliced bridge, as well as the advantages and disadvantages of each scheme in practical application, so as to provide reference for similar projects.

Keywords: highway splice bridge; bridge deck cross slope; adjustment scheme

引言

随着区域经济的快速发展以及区域基础设施建设不断推进, 现状老路宽度已经难以适应日益增长的交通需求, 为进一步完善路网结构, 有效改善区域交通出行条件, 部分道路需要由两车道加宽到四车道或六车道^{[1][2]}。桥梁作为道路改扩建的重要节点, 利用既有桥梁拼接加宽, 即可节约成本, 又可缩短建设周期, 因此在改扩建工程中广泛使用。在老桥拼接加宽中, 为减少上部梁体荷载增加, 使桥面排水平顺, 桥面横坡调整往往成为部分桥梁拼接成功的关键^{[3][4]}。现以某项目路面改造工程中 XXX 大桥为例分析, 介绍三种拼接桥梁桥面横坡调整方案。

1 工程概况

现状 XXX 大桥上部结构采用 (7-20) m 预应力砼空心板梁, 下部结构采用柱式墩台, 桥面横坡为双向 2%, 桥面总宽 15m, 横断面组成为 0.5m (防撞护栏)+14m (行车道)+0.5m (防撞墙)=15m; 老桥上部 20m 预应力砼空心板梁, 结构简支, 桥面连续, 梁高为 80cm, 每跨布置 14 片板梁, 中梁梁宽 1m, 边梁梁宽 1.5m。桥面铺装为 11cm 现浇层混凝土+5cm 沥青混凝土。根据现场调查, 桥始建于 2007 年, 设计荷载为公路-I 级 (2004 版)。改扩建后桥面宽度调整为 30m, 断面组成为 0.5m (防撞护栏)+4.5m (人非混合车道)+2m (侧分带)+16m (行车道)+2m (侧

分带)+4.5m (人非混合车道)+0.5m (防撞墙)=30m。拼接方式采用单侧拼接。改扩建后桥梁断面形式 (图 1) 如下图所示:

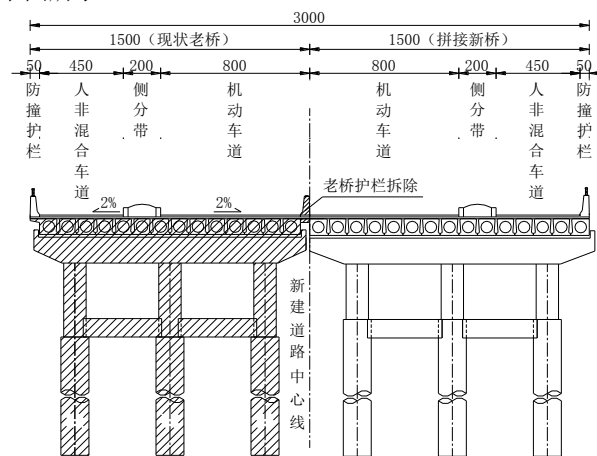


图 1 改扩建后桥梁断面形式 (单位: cm)

经有限元软件计算分析, 拼宽前老桥抗弯承载力满足《公路工程技术标准》第 6.0.10 条要求^[5], 即拼宽利用的原有桥涵, 应满足原有桥梁设计荷载, 且其极限承载能力应满足或采用加固措施后满足现行规范要求, 因此老桥板梁可以加固后利用。

2 桥面横坡调整方案

考虑差异沉降对结构的影响^[6]和拼接后桥梁行车舒适度和整理美观性,桥的改造拼接采用上部结构连接但下部不连接的拼接方案^{[7][8][9]}。由于老桥桥面横坡为双向2%,拼宽后调整为单侧2%,老桥铺装增加厚度为0~30cm,由于老桥建设年代较早,不能增加过多荷载,因此如何调整桥面横坡是本次板梁能否利用的关键。本文结合实际工程给出三种调整方案:

(1)方案一:轻质混凝土铺装加设加劲UPVC管(图2)

施工步骤:

- ①铣刨老桥沥青铺装层,混凝土桥面现浇层凿毛;
- ②加设不同直径加劲UPVC管,加铺现浇层钢筋网;
- ③浇筑轻质混凝土铺装加高层;
- ④摊铺桥面沥青铺装层。

施工注意事项:

- ①加劲UPVC管壁最小间隙不小于5cm;轻质混凝土铺装层最小厚度不小于5cm。
- ②加劲UPVC管两端需采取措施封头以防铺装混凝土进入管内。

③为防止UPVC管混凝土浇筑过程中上浮,每个2m设置一道U形箍筋。

(2)方案二:加高支座垫石调整横坡^[10](图3)

施工步骤:

- ①铣刨老桥沥青铺装层,凿除加高侧桥面现浇层;
- ②切开加高侧板梁铰缝,移走板梁,加高支座垫石;
- ③架设老桥板梁,重做板梁铰缝;
- ④重做桥面现浇层、沥青铺装层。

施工注意事项:

①凿除加高侧桥面现浇层时,注意采取必要措施,不得凿穿板梁顶板。建议不要采用大型机械施工,应采用小型工具人工凿除。

②重做铰缝注意凿除老桥铰缝混凝土,新、老混凝土结合面凿毛。

(3)方案三:新建桥梁桥面沿老桥横坡外侧顺接(图4)

施工步骤:

- ①铣刨老桥沥青铺装层,凿除新老桥拼接处老桥侧2.0m范围内混凝土铺装层;
- ②铺设新桥桥面现浇层钢筋至老桥凿除处(2m范围);
- ③重做桥面现浇层、沥青铺装层。

施工注意事项:

半幅通车半幅施工,新老桥衔接处混凝土浇筑时,应做防震措施,防止行车引起的板梁震动造成后浇混凝土开裂。

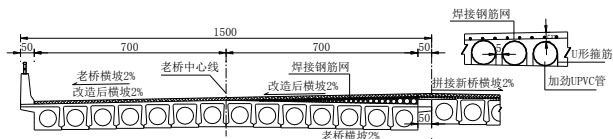


图2 轻质混凝土铺装加设加劲UPVC管(单位:cm)

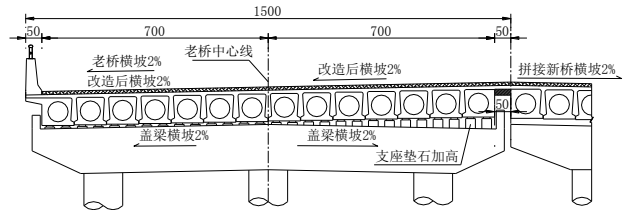


图3 加高支座垫石调整横坡(单位:cm)

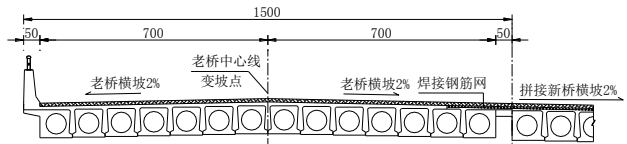


图4 新建桥梁桥面沿老桥横坡外侧顺接(单位:cm)

(4)方案对比分析

三种桥面横坡调整方案均有适用范围和优缺点,在桥梁拼宽前,应结合老桥的资料和上下部的计算文件确定合理的横坡调整方案。方案对比分析(表1)如下:

表1 方案对比分析

序号	方案	优点	缺点	造价
1	轻质混凝土铺装加设加劲UPVC管	①桥面排水平顺; ②桥面景观效果好;	上部结构荷载增加; ②施工不当易产生收缩裂缝	较高(含加固费)
2	加高支座垫石	①上部荷载无增加; ②桥面排水平顺;	老桥改造量大,费用高; ②重做铰缝会削弱原有铰缝连接;	较高
3	新建桥梁桥面顺沿老桥横坡	①上部荷载无增加; ②拼接改造费用低; ③施工周期短、施工难度小;	坡点不在桥梁中间,单侧排水量大; ②路基横坡为适应桥面横坡需要增设超高变化段; ③压缩桥下净空; ④桥面景观效果差	较低

3 轻质混凝土加设加劲UPVC管计算分析

3.1 铺装验算

本文对“轻质混凝土铺装加设加劲UPVC管”方案进行承载能力验算和正常使用阶段裂缝验算,不考虑UPVC管的挤压力。荷载作用示意图(图5)和计算简图立面(图6)、计算简图平面(图7)。

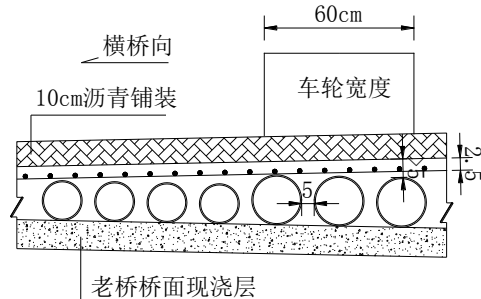


图5 荷载作用示意图(单位:cm)

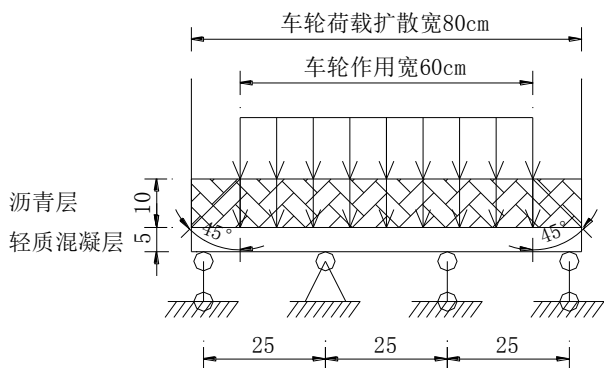


图6 计算简图 立面 (单位: cm)

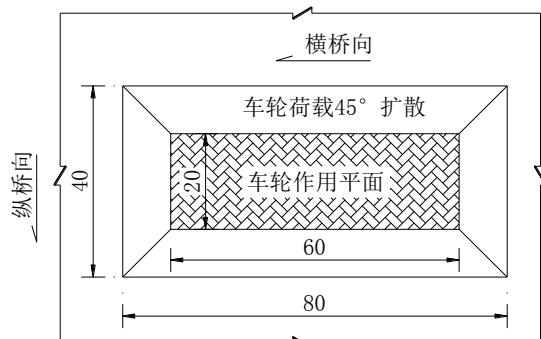


图7 计算简图 平面 (单位: cm)

本文计算采用3跨连续梁进行有限元分析,抗弯承载能力和裂缝宽度验算仅考虑5cm厚桥面板(桥面板控制最薄5cm),其中车轮轴重取70kN,汽车荷载分项系数 $\gamma_{Q1}=1.8$,冲击系数0.3;汽车荷载频遇组合系数 $\psi_{f1}=0.7$ 。抗弯承载能力验算结果(表2)、正常使用阶段裂缝验算结果(表3)

表2 抗弯承载能力验算结果 (单位: kN·m)

验算位置	内力	抗力	是否通过
支点	3.54	5.28	是
跨中	2.84	5.28	是

表3 正常使用阶段裂缝验算 (单位: mm)

验算位置	裂缝宽度	限值	是否通过
支点	0.050	0.20	是
跨中	0.043	0.20	是

注:梁计算宽度1m;结构重要系数为1.1。

经计算结果可知,结构抗弯承载力和正常使用阶段裂缝验算均满足规范要求。因此桥面调坡采用轻质混凝土铺装加设加劲UPVC管”方案可行。

3.2 板梁加固计算

经计算加铺轻质混凝土铺装加设加劲UPVC管方案,板梁承载力不满足规范《公路工程技术标准》第6.0.10条要求,加固前抗弯承载能力验算结果如图9,为有效提高板梁承载力,老桥板梁加固采用底板粘贴纵向钢板法,钢板粘贴加固如图10。钢板胶黏剂采用A级胶,钢板与

板梁底板混凝土通过5.8级M8锚栓连接,锚栓避开空心板梁绞线。加固后抗弯承载能力验算结果如图11。

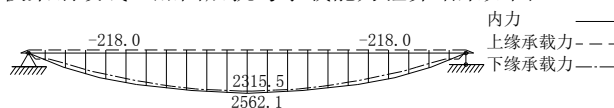


图9-1 边梁最大抗力及最大抗力对应内力

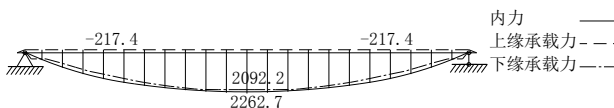


图9-2 中梁最大抗力及最大抗力对应内力

图9 加固前抗弯承载能力验算结果 (单位: kN·m)

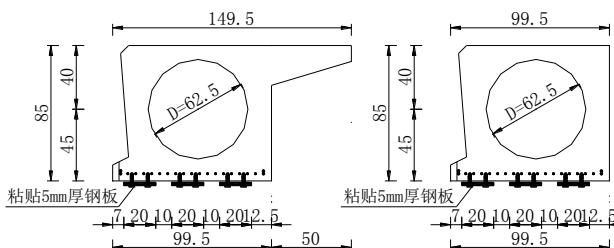


图10 钢板粘贴加固 (单位: cm)

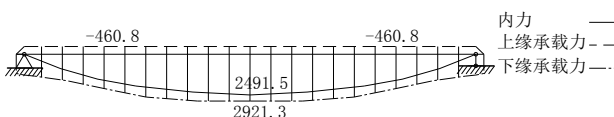


图11-1 边梁最大抗力及最大抗力对应内力

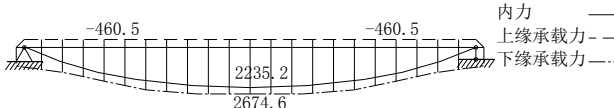


图11-2 中梁最大抗力及最大抗力对应内力

图11 加固后抗弯承载能力验算结果 (单位: kN·m)

经计算可知采用板梁采用钢板加固板梁承载能力可以显著提高。加固后板梁承载力满足规范要求。因此,采用轻质混凝土加设加劲UPVC管方案可行。

4 施工注意事项

(1) 加劲UPVC管的抗压承载力不应低于5kPa,施工时UPVC管两端需采取措施封口以防铺装混凝土进入管内。

(2) 板梁铰缝切开建议采用水刀;重新施工铰缝混凝土,用1cm厚的泡沫板将梁缝塞住,防止漏浆,然后用水湿润梁铰缝,浇注铰缝混凝土,用手提式振动棒将混凝土振捣密实;所有新、老混凝土结合面均应凿毛处理。

(3) 新建桥面沿老桥横坡外侧顺接大小桩号侧路基长度不应小于50m,以适用超高渐变。

(4) 对于原桥外边梁护栏的拆除禁止采用凿岩机、风镐等破坏性强的凿除方式,建议采用人工凿出,避免拆除过程中对板结构的损坏;对于原桥现浇桥面层、板梁悬臂需凿除暴露钢筋的部分,建议采用人工小锤凿除方式。

(5) 桥梁拼接施工前需要复测老桥的坐标。为控制

新建部分与原桥平面对齐拼接,新拼桥梁桩位放样时必须双控:即按照施工图设计给定的桩位座标放出桩位,然后将老桥墩台盖梁的边线延长,边线延长后与按施工图实放桩位中心拟合,控制误差范围为纵向和横向误差不大于2cm。误差超过范围必须调整新建桥的桩基座标以确保新老桥对齐拼接。要求每孔拟合一次,以确保桩位准确。

(6)桥梁拼接施工前需要复测老桥的高程。为控制架梁后的桥面铺装顶面高程与原桥改造后桥面铺装顶面高程一致,在拼宽桥梁墩台帽梁施工前,复核高程,核查原桥的建筑高度的各分层厚度,施工依据各桥具体情况测量分析后,可通过调整帽梁特征点高程或支座垫石的高度来实现。

(7)新加宽桥采用桩基础,施工时应确保老桥结构不受损伤。靠近老桥的桩基采用冲击钻工艺时要严格控制冲程,并采用有效措施保护老桥桩基础和老路路基的安全。为了控制桩基础差异沉降,必须严格按照规范控制灌注桩桩尖沉淀层厚度,不得采用超钻的方法补偿清孔不足所造成的沉淀层厚度过大。由于老桥沉降基本完成,为减少新桥沉降对老桥的影响,严格要求孔底的沉淀厚度应 ≥ 5 cm,浇注混凝土前应检查孔底的沉淀层厚度,超出范围的必须二次清孔。

灌注桩在墩柱及承台浇注前均应作无破损检测,确证桩的承载力满足设计要求,并没有断桩,方可进行下一步施工。桥台施工时,应在基坑开挖前做好施工拼宽桥台基础的准备,待基坑开挖完毕后,及时施工基础,以避免施工污水或雨水浸泡基坑,降低了地基承载力。

(8)桥台施工时需要桥台台后填土及锥坡开挖采用拉森钢板桩进行局部防护,确保既有路基的稳定性。桥台结构尽量采用座板式,降低桥台处开挖深度,减小对旧路路基的影响;施工采用先回填土,再反向开挖的形式,即:先临时填土至帽梁底面标高附近,进行桩基钻孔施工。桩基施工完成后再次开挖填土进行承台施工,然后进行帽梁及耳背墙的施工;最后进行台后填土的换填施工。开挖施工中严禁对原有地面进行大面积开挖,同时路基边坡按照设计图要求进行梯形开挖和清表工作,桥头侧的锥坡开挖尚应采取一定的防护措施确保路基的稳定性。桩基施工中应在泥浆池底部和侧壁进行防渗处理,防止泥浆池内水渗出浸泡路基,影响新路路基质量。桥台施工期间,外侧车道实施临时管制。

(9)其他

①施工时,应注意新老桥拼接端连接筋的放置,以期给搭接钢筋的顺利焊接及绑扎创造条件。

②所有新、老混凝土结合面均应严格凿毛处理。

③浇筑桥面现浇层混凝土前应将梁顶浮浆、油污清除干净,以保证新、老混凝土良好结合,注意预埋泄水管及交通工程的通讯管线预埋件。

④使用时应根据选用的伸缩缝型号布置相应的伸缩缝预埋钢筋。

5 结语

综上所述,在公路改扩建工程中,桥面横坡调整方案选择对桥梁拼接的成功起至关重要的作用。桥梁设计人员应结合桥梁的实际情况,尽量减小改造的工程施工难度,在满足安全可靠的前提下,选择科学、合理、可行的桥面横坡调整方案。对于老桥上部结构为小箱梁或T梁、老桥建设年代较近或承载能力富裕度较大的情况,桥面横坡调整建议采用“轻质混凝土铺装加设加劲UPVC管”;老桥上部结构为空心板梁或建设年代较久空心板梁存在渗水较缝需要维修的情况,桥面横坡调整建议采用“加高支座垫石”;老桥桥面较窄、桥下空间富裕较大、桥头两侧有较长的路基段的情况,桥面横坡调整建议采用“新建桥梁桥面顺沿老桥横坡”。

[参考文献]

- [1]游新,何睿华.浅谈公路装配式桥梁桥面横坡[D].青海:青海交通科技,2016.
 - [2]刘志才,狄云鹏.山区公路曲线预制小箱梁桥面横坡的调整方法[J].天津:天津建设科技,2020,30(4):1.
 - [3]陈传军.桥梁横坡的处理方法[D].北京:科技创新导报,2008.
 - [4]刘日圣.浅谈施工中桥梁桥面横坡的处理[D].山西:山西建筑,2007.
 - [5]何方毕.公路改扩建桥梁拼接设计关键技术[J].黑龙江:黑龙江交通科技,2019,42(5):160-161.
 - [6]龚鸣,魏巍.高速公路改扩建桥梁拼接设计技术分析[J].黑龙江:黑龙江交通科技,2015,38(11):124.
 - [7]黄其冰.改扩建新旧桥梁拼接施工技术应用[J].云南:建材发展导向,2020,18(24):56-57.
 - [8]刘志明.改扩建新旧桥梁拼接施工技术应用[J].北京:中国公路,2019(20):108-109.
 - [9]郭晓宇.换梁法在梁体病害整治中的应用[D].山东:现代企业教育,2012.
- 作者简介:李海洋(1988-)男,研究生、硕士,毕业于石家庄铁道大学,就职于中南勘察设计院集团有限公司,目前职称工程师。