

弹性混凝土拼缝在桥梁拼宽中的应用

赵 蒙

(湖南大学设计研究院有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘 要: 随着经济的高速发展,物流需求越来越高,道路的通行能力受限日益显著。在道路扩容过程中,为降低建设费用,对桥梁普遍采用拼宽的结构形式。为避免新老桥结构的相互影响,保证桥面连续的同时,兼顾安全、美观、行车舒适,可采用弹性混凝土拼缝。该拼缝形式相较于传统拼宽方式应用范围较小,结合实际项目情况,从结构设计、材料选用、施工、验收、造价等方面进行具体分析,为类似工程建设提供参考。

关键词: 弹性混凝土;桥梁;拼宽;应用

中图分类号: U445.7⁺⁴

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)01-0269-04

Application of Elastic Concrete Joint in Bridge Widening

ZHAO Meng

(Hunan University Design and Research Institute Co., Ltd., Changsha 410000, China)

Abstract: With the rapid development of economy, the demand of logistics is higher and higher, and the traffic capacity of road is more and more limited. In order to reduce the construction cost during the expansion of the road, the structure form of widening is generally adopted for the bridges. To avoid the interaction between the new and old bridge structures, ensure the continuity of the bridge deck, and take into account the safety, beauty and driving comfort, the elastic concrete joint can be used. Compared with the traditional widening method, the application range of this widening method is smaller. Combined with the actual project situation, the structural design, material selection, construction, check, acceptance, cost and the other aspects are analyzed in detail, which provides the reference for the construction of similar projects.

Keywords: elastic concrete; bridge; widening; application

0 引 言

伴随国家城市化的进程,人民生活水平的提高,个人汽车保有量持续增长,交通运输需求越来越大,提升道路通行能力愈发重要和紧迫,拓宽改造既有道路是提高通行能力的重要举措。在道路改扩建过程中,面临着诸多不同于新建道路工程的问题,桥梁作为道路工程中的重要节点,新老桥拼宽技术是关系到改扩建工程顺利实施的关键。

随着新材料新技术的发展,弹性混凝土在新老桥梁拼接中得到了一定的应用。弹性混凝土是一种新型的沥青混合材料,具有黏结力强、弹性及塑性好、热稳定性好、防水性能优越、施工快捷等特性。其在高强振动等活载作用下显示为弹性,而在低频缓力(如温度、收缩、沉降等)的作用下,则显示为塑

性。在汽车荷载作用下,桥梁呈高频振动,弹性混凝土呈现弹性特征,可以缓和因拼宽纵缝两侧挠度不同带来的影响。新老桥的沉降、温度和收缩等变形是缓慢的,弹性混凝土在这种缓慢变化过程中,显示的塑性同样能适应这种变化^[1]。弹性混凝土的这种“两面性”能很好地解决普通沥青混凝土铺装拼缝处开裂的问题。

弹性混凝土拼缝部分案例见图1。

1 常用拼宽形式分析

国内外在扩建工程中新老桥梁梁体连接的形式主要有以下几种。

(1)桥梁上部结构不连,铺装连续。

(2)桥梁上部结构不连,铺装不连续(纵向伸缩缝)。

(3)桥梁上部结构连接(刚性连接、半刚性连接、铰接连接)。

不同形式拼宽优缺点比较详见表1。

收稿日期: 2023-12-22

作者简介: 赵蒙(1991—),男,本科,中级工程师,从事桥梁设计工作。



图1 弹性混凝土拼缝部分案例

表1 不同形式拼宽优缺点比较

拼宽形式	主要措施	优点	缺点	备注
桥梁上部结构不连,铺装连续	普通桥面铺装	避免了新老桥结构的相互影响;对沉降控制要求较低;前期行车舒适性好;施工快捷,前期费用相对较低	由于新老桥变形差异的存在,在运营过程中将不可避免地出现接缝处桥面铺装开裂问题,为后期养护维修带来隐患	全国第一条扩建的广佛高速公路(广州至佛山)在1997年进行拓宽扩建时采用了该方式,在运营过程中出现铺装开裂等问题 ^[2]
	弹性混凝土铺装	避免了新老桥结构的相互影响;对沉降控制要求低;性能与沥青混凝土铺装相似,噪声低,行车舒适性好;抗裂性能优越,耐久性较高,施工难度小,工期短	前期投入费用高,运营期间需定期维护	当新老桥出现较大高差时,可通过调整两侧沥青铺装厚度及拼缝弹性混凝土厚度进行重新顺接
桥梁上部结构不连,铺装不连续	设置纵向伸缩缝	避免了新老桥结构的相互影响;对沉降控制要求较低;能很好地适应新老桥主梁间的纵向和竖向变形差;伸缩缝表面作防滑处理,可以保障雨雪天气行车安全	安装及维护费用较高;新老桥两侧容易形成高差,存在安全隐患;噪声略高,有轻微颠簸感,视觉冲击较大;施工时需在老桥侧植筋,破坏既有结构;施工难度较大;工期较长	适用于单座桥梁的拼宽,目前国内桥梁拼宽中常采用橡胶板式伸缩缝、型钢伸缩缝;国外应用较多的是英国 Britflex 系列纵向伸缩缝,其在欧洲和香港应用较为成功,但造价较高,且需要日常养护,在国内还没有推广 ^[3]
桥梁上部结构连接	刚性连接	结构整体性和耐久性较好,桥梁整体刚度大;桥面顺接,行车平稳;费用较低;几乎不需要养护	上部结构连接施工难度最大,需解决在不封闭交通情况下保证纵缝混凝土浇注质量等问题;对桥梁结构的局部受力和整体受力有较大影响;对新建桥梁基础沉降控制要求高	在中小跨径预制桥梁的拓宽改造中得到广泛应用;对于箱梁,新老桥沉降控制在5 mm内时,可考虑采用此措施 ^[4]
	半刚性连接	新老桥梁两侧不会形成挠度差,桥面平顺,行车安全;其效果介于铰接连接和刚性连接之间,能释放部分弯矩;桥梁整体刚度较大;费用较低;几乎不需要养护	其构造相对较复杂,需解决在不封闭交通情况下保证纵缝混凝土浇注质量等问题;对结构的局部受力和整体受力有影响;对新建桥梁基础沉降控制要求较高	多用于板梁,2002年广佛高速采用了这种拼宽方式
	铰接连接	铰接构造能释放新老桥梁之间产生的弯矩,降低新老结构的相互影响;费用较低;几乎不需要养护	新老桥梁两侧可能成挠度差;桥梁整体刚度较小,在运营过程中将不可避免地出现接缝处桥面铺装开裂问题,为后期养护维修带来隐患,增加维护的费用	该结构适合柔性路面,沪宁高速及沪杭甬高速采用了这种拼宽方式

2 结合具体项目分析

长沙湘府路(河西段)快速化改造工程在跨越靳江河时采用的是双侧拼宽的方式,拼缝长度约

1 138 m,包含一联(41.5+72+48.5)m变高连续梁,其余跨径均为30 m。老桥采用单箱双室结构,其翼板边缘厚度为18 cm,桥面布置横向预应力钢筋,间距50 cm,其锚固点中心离梁边缘10 cm,离桥面9 cm;

新增拼宽桥采用单箱单室结构,其翼板边缘厚度为 20 cm。

靳江河桥拼宽图示见图 2。

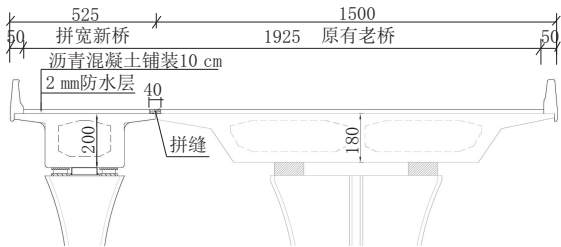


图 2 靳江河桥拼宽图示(单位:cm)

由于靳江河区域地质条件较复杂,存在岩溶发育情况,新建桥梁沉降量难以预估及控制,而老桥沉降已基本稳定,加之大范围老桥植筋会对桥面结构造成破坏,影响桥面横向预应力锚固构造的安全。因此不考虑影响新老桥结构受力的刚性连接、半刚性连接和铰接连接,主要考虑采用弹性混凝土铺装连续方案和纵向伸缩缝方案。

根据表 1 分析结果,相比纵向伸缩缝方案,采用弹性混凝土铺装连续方案能明显减少对已有老桥结构的影响,提高行车舒适性及安全性,施工及维护便捷,防水性能优越,虽然其前期投入相对较高,但优势依然明显。

3 弹性混凝土拼缝设计

3.1 构造设计

结合项目具体情况,在新老桥主梁悬臂接触处预留结构缝 2 cm,左右各 20 cm 范围内铺设与沥青铺装层同厚度弹性混凝土。弹性混凝土拼缝设计见图 3。

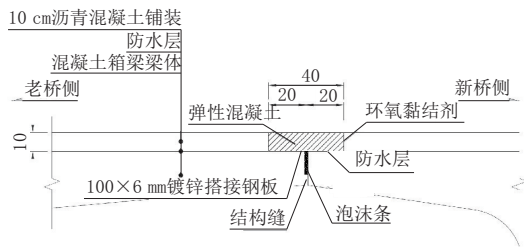


图 3 弹性混凝土拼缝设计(单位:cm)

3.2 材料选用

弹性混凝土是采用高弹塑性能的韩国路保密封胶与辉绿岩(或玄武岩)骨料,在 190 ℃ 的温度下热拌而成的。由于采用具有专利技术的装备搅拌弹性混凝土,在热拌过程中能对温度以及密封胶与骨料的配合比实施有效控制,使得弹性混凝土具有很强的黏结力、弹性、热稳定性。其能与铺装和梁体有效

黏结,形成无缝的弹塑性连续体,满足行车及变形需求。相关技术指标见表 2~表 4^[1]。

表 2 弹性材料(特种沥青)的技术指标

检测项目	检测标准	检测方法
针入度(25 ℃,100 g,5 s)/0.1 mm	20 ~ 80	T0604
延度(5 ℃,5 cm/min)/mm	大于 150	T0605
软化点(环球法)/℃	大于 90	T0606
弹性恢复率(25 ℃)/%	大于 40	T0662

表 3 弹性沥青混凝土常温下物理性能指标 单位:MPa

检测项目	检测标准	备注
15 ℃抗压强度	≥2.0	Φ100 式样
15 ℃剪切强度	≥1.0	剪切角度=40°
15 ℃粘贴强度	≥0.5	8 字样试样
15 ℃抗压回弹模量	150 ~ 250	Φ100 式样

表 4 弹性沥青混凝土高低温下物理性能指标 单位:MPa

检测项目	检测标准	备注
60 ℃抗压强度	≥0.2	Φ100 式样
-10 ℃抗压强度	≥5.0	
60 ℃剪切强度	≥0.1	剪切角度=40°
-10 ℃剪切强度	≥2.0	
60 ℃粘贴强度	≥0.01	8 字样试样
-10 ℃粘贴强度	≥1.0	

3.3 其他处理

(1)防水处理(见图 4)。拼缝处易损坏,雨水下渗影响桥梁景观,且冬季形成冰凌危害较大。弹性混凝土本身具有憎水性,再通过两侧及底部的防水措施,能消除拼缝渗水现象。同时在缝隙内设置泡沫条,用密封胶固定,防止雨水沿缝隙下渗。在拼缝槽内底部设置环氧黏结层,防止雨水从混凝土的微小裂缝中下渗。



图 4 弹性混凝土拼缝防水处理

(2)防滑处理。弹性混凝土拼缝表面较为光滑,将炒热的碎石撒布在拼缝热结面料上,增加粗糙度,碾压后冷却完成即可满足车辆通行要求。

4 弹性混凝土拼缝施工及验收

4.1 施工要求

(1)放样。以桥面纵向拼缝为基准线,划出拼缝两侧各 20 cm 弹性伸缩缝施工线,可一并划出相近有

坑塘、龟裂、碎裂等损坏路面维修范围,放样中须注意放样线应与基准线纵向平行、横向垂直。

(2)切割。为了确保在翻挖时不损坏完好路面结构,沿上述测放直线用路面切割机进行切割,切深 4~6 cm,长度为当日准备施工完成的长度。

(3)凿除。用静音空压机凿除切割范围内的铺装层,清理凿除物至结构底板,凿除过程中不得损坏既有梁体结构,若损坏必须按原结构强度予以修复。

(4)弹性混凝土拼接缝铺装。可根据项目情况采用分段施工,在路面修复后以每天 40~50 m 的进度进行弹性混凝土拼接缝施工。

a.清理沟槽。施工前,对拼接缝两侧 20 cm 范围内沟槽进行再次清理,并用液化气烘干沟槽口。在槽口两侧路面粘贴 5 cm 宽防污胶带纸,以保证相邻路面干净及拼接缝顺直。

b.支撑钢板安装。在拼缝两侧刷环氧黏结剂或乳化沥青,居中安装支撑钢板。接头处设置 500 mm × 100 mm × 6 mm 钢板搭接。

c.弹性混凝土混合料浇筑。为了使弹性混凝土混合料与原路面铺装层连接良好,在槽侧面涂抹黏结剂(路保密封胶 54011)。用 3 套专用搅拌设备现场加热、搅拌混合料,搅拌温度 190~200 ℃,每套设备一次搅拌 1 m³,搅拌时间 3 h,出料后立即注入沟槽内人工进行铺筑,一次铺筑厚度 6~10 cm,弹性混凝土混合料施工温度控制在 190 ℃左右。

d.碾压。槽内弹性混凝土混合料浇筑后,用小型压路机碾压密实,碾压成型后的弹性混凝土拼接缝根据施工时的环境温度进行预抛高,相关参数见表 5。

表 5 高弹塑材料预抛高参数

施工环境温度/℃	5~10	10~20	20~30	>30
预抛高值 δ/mm	-1	0	1~2	3~5

e.表面处置。在碾压成型的弹性混凝土材料表面抹一层黏结剂(路保密封胶 54133)作为面层防水处理,在其表面抹平及防滑处理后,撕除防污胶带纸,自然冷却至常温后开放交通。

4.2 质量验收标准^[5-6]

(1)弹性混凝土混合料与沥青接边处的允许高差为 2 mm(水平尺、塞尺),封边处应密实,不留间隙,无起壳、松散现象。

(2)弹性混凝土填充料黏接牢固,无任何裂纹及

表面凹凸不平现象,具有良好的密封性。

(3)密封胶、弹性混凝土混合料物理性能要符合施工图要求。

(4)钢板加工制作应符合相关规范要求。

5 经济分析

对于采用上部结构不连续的拼宽结构,主要连接技术有弹性混凝土拼缝及异型钢拼缝两种。两种不同方式的经济性分析见表 6。

表 6 弹性混凝土拼缝与异型钢拼缝造价对比

拼缝形式	综合单价/(元·m ⁻¹)	后期维护/(元·m ⁻¹)	备注
弹性混凝土	2 400	150(养护视相关厂家而异,一般 3 a 质保,3 a 后每 2 a 养护一次,一般处理表层 2~3 cm)	参考《沪市政额(2008)020 号》为 1 374 元/m(尺寸 30 cm × 10 cm);一般修复尺寸为 40 cm × 10 cm,折算单价约为 2 200 元/m,考虑防水 200 元/m
异型钢伸缩缝	2 200	需日常养护,橡胶条易损坏,出现问题维修困难	综合单价未计入老桥侧植筋费用

6 结 语

对于结构受力较为敏感的老桥,为降低新老桥结构的相互影响,连接技术大多考虑弹性混凝土拼缝及异型钢拼缝两种。随着弹性混凝土在桥梁拼宽中的应用增多,其优势也得到了时间认证,施工技术也更加完善,被越来越多的工程项目所接受。本文通过相关案例,结合实际工程,从弹性混凝土拼缝设计、施工、造价等方面进行分析,为今后类似工程提供参考。

参考文献:

[1] 倪芳,周如明.新老桥梁柔性拼接新技术[J].市政设施管理,2012,101(4):30-32.
[2] 梁志广,王萍,王甲辰,等.广佛高速公路桥梁新旧结构连接方式[J].中国市政工程,2006,119(1):30-34.
[3] 宗周红,夏樟华,陈宜言,等.既有桥梁拓宽改造纵向接缝研究现状与实例分析[J].福州大学学报(自然科学版),2009,37(2):248-260.
[4] 许有胜.公路桥梁拓宽改造纵向接缝研究[D].福州:福州大学,2006.
[5] CJJ 2—2008,城市桥梁工程施工与质量验收规范[S].
[6] GB/T 709—2019,热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差[S].