

市政桥梁伸缩缝处积水病害防治研究应用

赵树康¹, 李海彪²

[1. 中交路桥建设有限公司, 北京市 100027; 2. 华蓝设计(集团)有限公司, 广西 南宁 530011]

摘要: 详细分析了因桥梁伸缩缝处沥青路面层内部积水引起的病害现象和形成机理, 从设计、施工和运营管养 3 个阶段, 系统性地提出该病害的防治方案, 并将该方案应用于广西南宁市某市政桥梁工程。工程应用结果表明, 该方案可有效排除桥梁伸缩缝处沥青路面层内的积水, 大幅延长桥梁沥青路面层的使用寿命, 减少后期维修、养护的费用, 具有显著的经济效益。

关键词: 市政桥梁; 伸缩缝; 桥梁沥青路面层积水病害; 积水防治措施

中图分类号: U44

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)11-0165-05

Research and Application of the Prevention and Control of Water Accumulation Diseases at the Expansion Joints of Municipal Bridges

ZHAO Shukang¹, LI Haibiao²

[1. Road & Bridge International Co., Ltd., Beijing 100027, China; 2. Hualan Design (Group) Co., Ltd, Nanning 530011, China]

Abstract: This paper analyzes in detail the disease phenomenon and formation mechanism caused by water accumulation in the asphalt pavement layer at the expansion joint of the bridge, and systematically proposes a prevention and control plan for the disease from the three aspects of design, construction and operation and maintenance, and applies the plan to a municipal bridge project in Nanning, Guangxi. The engineering application results show that the plan can effectively remove the water accumulation in the asphalt pavement layer at the expansion joint of the bridge, greatly extend the service life of the asphalt pavement layer of the bridge, reduce the cost of later maintenance, and has significant economic benefits.

Keywords: municipal bridges; expansion joints; water accumulation in the asphalt pavement of bridges; water accumulation prevention and control

0 引言

随着我国城镇化率的大幅提升, 城镇交通基础设施不断完善, 市政道路和桥梁里程快速增长, 而沥青混凝土路面因施工与维修便捷、行车噪声低、行车舒适度高、抗滑性能好和气候适应性强等优点被广泛应用于市政道路工程中。然而, 在市政桥梁日常的运营检查时经常会发现, 桥梁伸缩缝处的沥青路面层未达到设计使用年限就出现开裂、剥落、破损、跳车等病害, 严重影响桥梁的行车安全和舒适度^[1-2]。

陈霆等^[3]认为, 桥梁伸缩缝处沥青路面层的病

害是由桥梁防排水系统设计不合理引起的, 提出“合理设置排水设施和桥梁防排水的细节设计, 是桥梁防排水系统能否有效运行的关键”; 赵胜兵等^[4]分析了桥梁伸缩缝处沥青路面层病害形成的原因, 并提出在伸缩缝混凝土中预埋沥青路面层横向集水槽钢的防治方案; 陈荣刚等^[5]基于传统桥面排水处置装置技术, 提出了通过在桥梁伸缩缝处的混凝土中沿横桥向埋设特制的排水花管, 将沥青路面层内的积水排除的防治方案; 张恩辰^[6]提出在桥梁伸缩缝处的桥面横坡最低点预埋渗水漏管装置, 将沥青路面内的积水排除的方案。《城市桥梁桥面防水工程技术规程》^[7]第 4.4.4 条也规定: 当桥面铺装为沥青混凝土面层时, 应在桥梁伸缩缝旁边且位于桥梁纵坡高点的一侧, 沿桥梁横坡的坡底处设置渗水漏管。

综上所述, 当前国内学者和规范就桥梁伸缩缝处沥青路面层内部积水的原因和防治方法进行了大量研究, 并提出了多种解决方案。但这些方案未从

收稿日期: 2025-03-31

作者简介: 赵树康(1994—), 男, 硕士, 工程师, 从事桥梁设计工作。

通信作者: 李海彪(1992—), 男, 学士, 工程师, 从事桥梁设计工作。电子邮箱: 804060049@qq.com

设计、施工和运营阶段统筹考虑,都存在一些明显的缺陷。本文在前人研究的基础上,以广西壮族自治区(简称“广西”)南宁市某市政桥梁为例,阐述市政桥梁伸缩缝处沥青路面层内部积水病害产生的机理,并结合该桥梁的特点,创造性地提出了一种排水效果好、结构简单、适用性强、造价便宜、施工便捷、维护成本低的防治方案,为同类桥梁伸缩缝处沥青路面层内部积水病害的防治提供技术参考。

1 伸缩缝处积水病害机理及原因分析

1.1 积水病害形成的机理

桥面沥青路面层内部存在大量的孔隙,透水性较强,雨水或日常清洗道路的水通过孔隙渗透进沥青路面层内部,并沿着桥梁纵坡和横坡向低洼处汇集。为满足桥梁梁体纵向变形的需求,设计方案通常在每联的梁端设置伸缩缝,并采用不透水的钢纤维混凝土进行固定。当从沥青路面层渗入的孔隙水汇集到伸缩缝处时,被钢纤维混凝土阻挡无法排出,从而形成积水(见图1),伸缩缝处的沥青路面层长期浸泡在积水中。在桥梁运营期间,桥面经受着车辆长期、反复的冲击、碾压,在此作用下,沥青混凝土材料性能快速退化,未达到设计使用年限就出现局部开裂、剥落、破损等病害(见图2),严重影响行车安全性与舒适性。

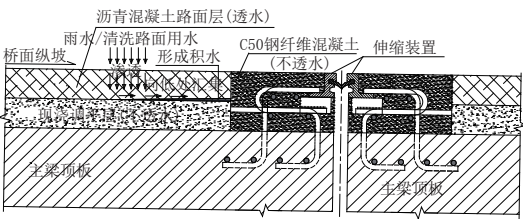


图1 伸缩缝处积水形成机理图



图2 伸缩缝处沥青路面因积水损坏

1.2 积水病害的影响分析

桥面伸缩缝处沥青路面层内部积水,会导致路面结构承载力降低、大幅缩短沥青路面的使用寿命、伸缩缝处跳车等问题,具体包括以下3个方面。

1.2.1 路面结构损坏

水损害:雨水沿着沥青路面层的裂缝或孔隙渗入后,在伸缩缝处的沥青路面层内部形成积水,在车辆荷载反复作用下,水分会逐渐剥离沥青与集料的黏附性,导致沥青混凝土松散、剥落,形成坑洞或裂缝^[8]。

冻胀破坏:在寒冷地区,渗入沥青路面层内部的积水在低温时结冰膨胀,造成沥青路面层开裂、层间脱离、内部松散、脱空破坏^[9]。

1.2.2 交通安全隐患

打滑风险:积水路面的摩擦力会显著降低,使得车辆易发生侧滑或失控,尤其是在伸缩缝锚固区的混凝土附近,车辆高速行驶时可能引发“水滑现象”^[10]。

跳车风险:积水区域的沥青路面层通常会产生车辙、坑洞等病害,车辆快速通过时,会产生跳车现象,严重影响行车的舒适性和安全性,甚至可能导致车辆失控,增加交通事故的风险^[11]。

1.2.3 维护成本增加

积水区域的沥青路面层使用寿命大幅缩短,需频繁修补裂缝、填补坑槽、局部翻修或提前大修,大幅增加养护成本。

1.3 积水产生的原因分析

桥面伸缩缝处沥青路面层内部积水是设计、施工和运营管养问题的综合体现,可以通过优化排水设计、严控施工工艺和加强管养,实现系统性的治理(见图3)。

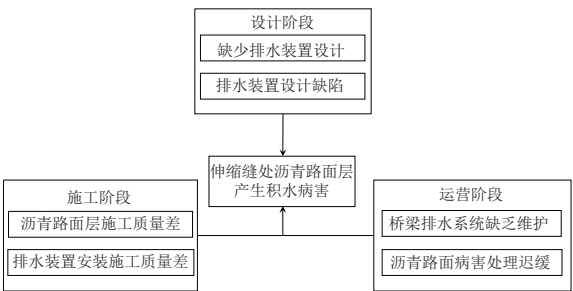


图3 伸缩缝处沥青路面内部积水病害原因分析

1.3.1 设计阶段

(1)缺少排水装置设计

桥梁设计人员缺乏精细化的设计理念。只关注桥面排水系统的设计,而忽视了伸缩缝处沥青路面层内部的积水问题,缺少针对该处积水排除的精细化设计图纸与说明;同时,伸缩缝厂家安装伸缩缝时,也未考虑该处积水的排水问题。

(2)排水装置设计缺陷

伸缩缝处沥青路面层排水装置结构设计不合理,存在无法有效排除积水或使用寿命较短等问题。另外,桥面泄水孔纵向布置不合理,导致桥面容易形成积水,加剧伸缩缝处沥青路面层内部的积水问题。

1.3.2 施工阶段

(1)沥青路面层施工质量差

沥青混凝土的原材料质量不合格、选用的配合比不合理、集料级配离析或碾压不到位等^[12]导致沥青路面层的孔隙率和透水性过高,雨水更容易渗入沥青路面层内部。

(2)排水装置安装施工质量差

桥面现浇调平层的平整度差、排水装置安装质量差等问题,均会影响排水装置的排水效果^[13]。

1.3.3 管养阶段

(1)桥梁排水系统缺乏维护

桥面排水设施缺乏维护,如排水孔堵塞、极端天气时未加强雨水疏导等,导致桥面积水渗入沥青路面层内部。

(2)沥青路面层病害处理不及时

当沥青路面层出现轻微龟裂、松散剥落或局部破损时,运营管养单位常因维修成本、影响交通等因素不及时处理病害,直到沥青路面层出现大面积病害或者严重破损时才进行处理,导致大量的雨水从裂缝和破损处渗入沥青路面层内部。

2 伸缩缝处积水病害防治对策

2.1 设计阶段

2.1.1 培养桥梁精细化设计理念

桥梁设计人员应培养精细化设计理念,加强桥梁附属结构的精细化设计,重视沥青路面层内部的积水问题。

2.1.2 排水装置要统筹设计

设计桥梁伸缩处沥青路面层的排水装置时,应从设计、施工和运营 3 个阶段综合考虑,结合桥梁的实际情况,选用合理的排水方案^[14]并合理布置排水装置是桥面排水设计的关键^[15]

2.2 施工阶段

2.2.1 严控沥青路面层施工质量

严格把控沥青混凝土的原材料质量、配合比、摊铺温度和碾压工艺等,从而降低沥青路面层的透水性。

2.2.2 严控排水装置安装质量

排水装置应按设计图纸安装到位,浇筑伸缩缝处的混凝土时应采取有效的措施,避免混凝土堵塞排水装置,确保其能有效排除积水。

2.3 运营管养阶段

2.3.1 加强日常维护与检查

桥梁运营管养单位应重视沥青路面层内部的积水问题,在日常巡查过程中,应加强对沥青路面层和桥梁排水设施的检查,发现问题时,应及时采取处置措施。

2.3.2 加强沥青路面层病害修复

当沥青路面层出现轻微龟裂、松散剥落或局部破损时,应及时处理病害,避免雨水从裂缝和破损处渗入沥青路面层内部形成积水。

3 工程应用

3.1 工程概况

南宁市某市政道路工程路线全长 5 203 m,横断面形式为双幅路,双向 4 车道,道路等级为城市次干路,设计速度为 50 km/h。

桥面铺装层结构采用 4 cm 细粒式橡胶改性沥青混凝土+粘层油(0.5 kg/m²)+6 cm 中粒式改性沥青混凝土+粘层油(0.5 kg/m²)+防水涂料+10 cm C50 混凝土现浇层。

3.2 桥梁概况

本项目有预制梁桥和现浇梁桥,桥梁横断面布置形式如图 4 和图 5 所示。因此,本项目的沥青路面层排水装置需适应不同类型和横断面布置的桥梁。

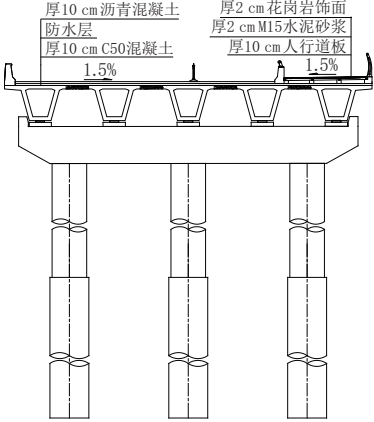


图4 预制梁桥横断面(单位:cm)

3.3 设计方案

本文基于南宁市某市政桥梁工程,提出了一种全新的桥梁伸缩缝处沥青路面层内部积水排除技术方案,排水装置具体构造如图 6 ~ 图 9 所示。

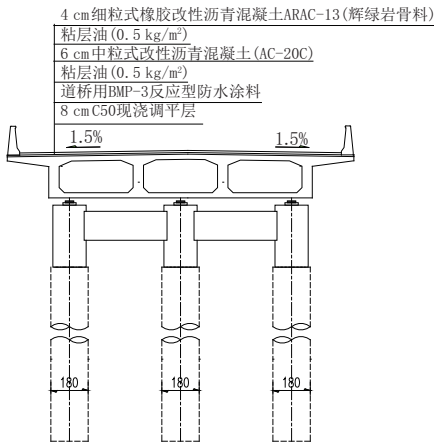


图5 现浇梁桥横断面(单位:cm)

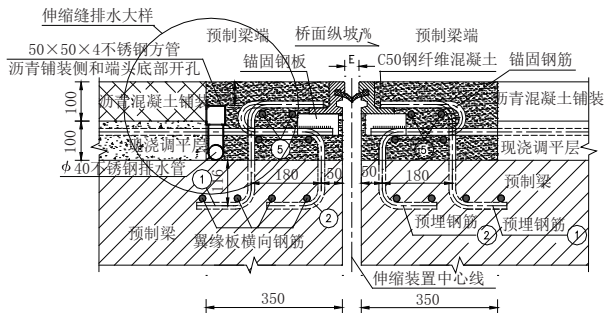


图6 F80伸缩缝横断面图(单位:mm)

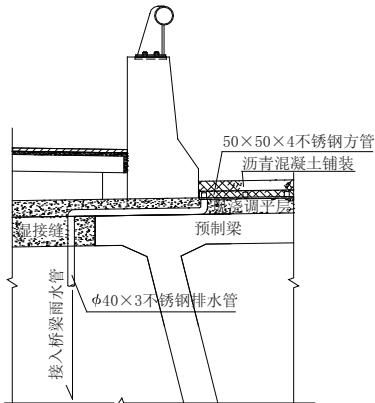


图7 伸缩缝处排水装置立面图(单位:mm)

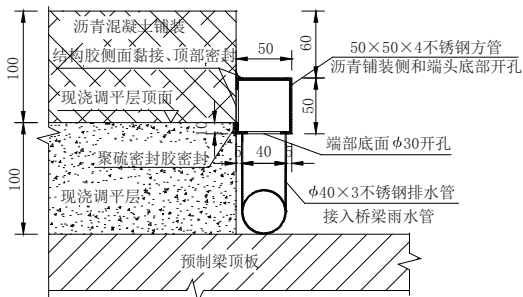


图8 排水装置横断面大样图(单位:mm)

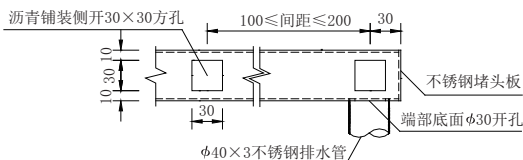


图9 排水方管开孔大样图(单位:mm)

积水排除原理:桥梁沥青路面层内部的积水沿桥梁纵坡和横坡汇集至伸缩缝处时,从侧面的开孔流入不锈钢方管,并沿着横坡流入方管端部的不锈钢排水管中,最终汇入桥梁纵向雨水管。

该排水装置的特点:一是采用标准尺寸的不锈钢管材加工而成,采用结构胶临时固定和密封胶密封,排水装置结构简单、安装便捷、维护成本低。二是通过调整方管的长度和侧面开孔的间距,可适应各类桥梁横断面和不同地区的排水需求。三是伸缩缝钢纤维混凝土和沥青路面层交界处属于刚性与柔性相接的部位,容易因材料竖向变形不协调而出现错台^[11],导致锚固区的混凝土长期受到车辆荷载的冲击,对锚固区混凝土和排水装置的性能提出更高的要求。在确保方管顶部的锚固区混凝土厚度不小于6 cm的前提下,选用截面尺寸和壁厚较大的方管,能有效提升排水效果和提高排水装置的使用寿命。

3.4 施工工艺

在桥梁上面层的沥青混凝土铺装施工完成后,根据伸缩缝预留的槽口位置进行精确施工、放样定位,按照伸缩缝施工方法切割沥青混凝土路面层和部分水泥混凝土现浇调平层,整理伸缩缝的预埋筋,清理坑槽,安装伸缩装置和钢筋,安装横向排水装置(安装完毕后须检验排水性能),浇筑锚固区钢纤维混凝土。具体的工艺流程如图10所示,安装过程如图11~图14所示。

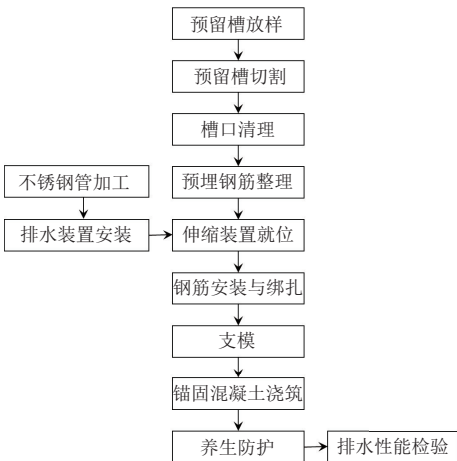


图10 伸缩缝施工工艺图

3.5 应用效果

施工完成效果如图15所示。工程实践表明,在桥梁伸缩缝混凝土与沥青路面交界处设置该排水装置,可以有效排除沥青路面层内部的积水,显著减少沥青路面层因积水产生病害的现象,既提高了行车的安全性和舒适性,又大幅提升了沥青路面层和伸



图 11 开槽



图 12 排水装置安装

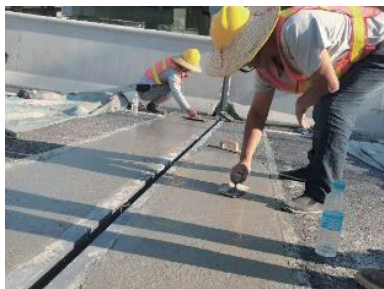


图 13 浇筑混凝土



图 14 养生防护

缩缝的使用寿命,降低运营养护成本,还有效规避了因频繁维修导致的交通中断等次生经济损失。

4 结 语

本文详细分析了桥梁伸缩缝处沥青路面层内部积水问题产生的原因和危害,并结合实际工程需求,分别从设计、施工和运营3个阶段,系统性地提出了伸缩缝处积水病害防治的措施,并在广西南宁市某市政桥梁工程中进行了实际应用。实践应用表明,

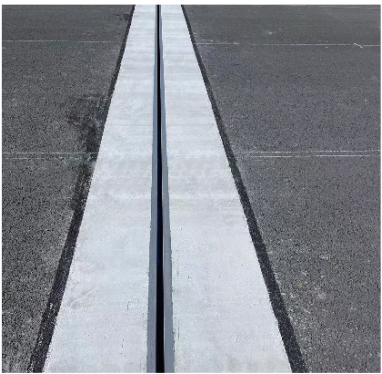


图 15 工程应用效果图

该方案具有排水效果好、结构简单、适用性强、造价便宜、施工便捷、维护成本低的优点。因此,本文所提出的伸缩缝处沥青路面层排水方案具有广阔的应用前景,值得在今后的新建桥梁和旧桥维修工程中进一步推广与应用。

参考文献:

[1] 孙保海.市政路面积水问题防治措施研究[J].工程与建设,2022,36(4):1047-1048;1090.

[2] 张延年,李玉兵,郑怡,等.混凝土梁式桥桥面铺装层病害分析[J].辽宁工业大学学报(自然科学版),2016,36(5):300-304;308.

[3] 陈霆,周建华,邵明洁.城市中小桥梁防排水精细化设计[J].山东交通科技,2024(4):145-148.

[4] 赵胜兵,罗献燕,李琪.桥梁伸缩缝处积水病害的研究:以广西南宁市东西向快速高架桥梁为例[J].广西城镇建设,2023(7):52-59.

[5] 陈荣刚,杨益伦,王振海.桥梁伸缩缝处沥青混凝土铺装层间积水排除技术研究[J].交通科技与管理,2023(24):82-84;78.

[6] 张恩辰.一种桥梁伸缩缝防渗水装置[J].工程与建设,2019,33(4):632-633.

[7] CJJ 139—2010.城市桥梁桥面防水工程技术规程[S].

[8] 张昊,李茂奇.沥青混凝土桥面铺装层病害成因分析及防治措施研究[J].城市道桥与防洪,2014(12):94-97;12.

[9] 张洪刚,黄慧,钱国平.沥青路面层间脱空区积水结冰膨胀与损害分析[J].中外公路,2012,32(2):84-88.

[10] 王婷宇,周梓豪,杨梦.高速公路沥青路面积水病害综合处治对策[J].湖南交通科技,2022,48(1):34-36;46.

[11] 潘晓东,杜志刚,杨晓光.桥头跳车对行车安全影响评价指标的研究[J].同济大学学报(自然科学版),2006(5):634-637.

[12] 张旭生.浅谈高速公路桥面混凝土铺装层病害及处治措施[J].公路交通科技,2010(12):89-91.

[13] 万剑平,张亮,罗杰.我国目前桥面排水系统设计施工现状[J].中南公路工程,2004(2):17-19.

[14] 杨自珍.基于行车安全的桥面排水设计及优化措施研究[D].重庆:重庆交通大学,2014.

[15] 薛敏蓉,郭林,别继艳.青岛市杭州支路—鞍山路高架快速路桥面排水工程设计[J].给水排水,2009,45(3):53-55.