

市政道桥工程沥青路面裂缝施工处理技术分析

王付鹏

(安徽省新路建设工程集团有限责任公司, 安徽 阜阳 236000)

摘要 为了解决市政道桥工程建设中沥青路面耐久度以及行车安全问题, 本文以某市政道路为例进行探讨, 对沥青路面开裂现象进行分类并论述其产生原因, 在此基础上对温度影响、水的侵入、车辆荷载等方面的作用进行了说明, 并详细介绍了灌缝、嵌缝、粘贴缝等修补处理工艺的技术要求, 以期为类似工程项目裂缝治理提供参考。结果表明: 对于不同类型裂缝选取合适的处理技术可以达到控制损害发展的目的, 从而保证路面的使用效果。

关键词 市政道桥工程; 沥青路面; 裂缝施工技术

中图分类号: U416

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.14.031

0 引言

在市政道路桥梁工程中, 沥青路面裂缝是最常见的损坏类型之一, 不仅降低了行车满意度和安全感, 也会加快路面的损耗速度从而提高其维护成本。由于城市道路交通压力不断加大以及气候条件的影响, 对裂缝进行防治工作成为养护管理的重要任务。虽然现阶段各种裂缝防治方法被广泛使用, 但是它们是否合适以及防治效果如何还得根据具体工程进行研究。鉴于此, 本文在分析了产生沥青路面裂缝的原因之后, 针对灌缝、填缝及贴缝三项关键技术进行实例解析, 以期为提高裂缝整治效率提供借鉴。

1 沥青路面裂缝成因分析

1.1 温度变化

温度的变化是诱发沥青路面开裂的本质性物理原因。它主要通过材料的体胀率不一样而引起的内应力以及材料老化的影响来体现的。沥青混合料作为温度敏感型材料, 它的弹性模量、刚度和应变松弛性能都会随着温度急剧改变。当夜晚或者季节气温突然大幅度波动的时候, 路基的不同层次之间(尤其是面层与下基层之间)由于材料的热物性指标(线膨胀率等)有别, 则会存在不同的膨胀和收缩现象, 在层间的结合处就会形成相当复杂的一系列约束应力和剪力。

1.2 水分渗透

水分渗入是引起并加剧沥青混凝土路表裂缝破坏的主要因素之一。它的破坏方式多样复杂, 具有长期性和持续性的影响。在实际工况条件下, 雨水主要是沿着已有的裂缝或者空隙以及接缝位置进入路表层里,

从而产生一系列的结构破坏。首先是由于沥青混合料受到水分侵蚀产生的破坏, 水分渗入沥青胶体与骨料之间的交界面处, 使沥青与矿料间粘结力下降, 在车辆行驶时反复冲击挤压的作用下造成矿质颗粒表面沥青膜脱落、破损、松散成块, 形成坑洞以及使原本已经存在的裂缝继续扩大^[1]。

1.3 交通负荷

行车荷载是引起沥青路面裂缝形成与发展的主要机械因素之一。它的工作原理是行驶的车辆轮子对路基、路槽等结构进行反复的冲击力作用。行车荷载主要是由于疲劳造成路面破坏。在标准轴载的作用下, 沥青路面底层或基层顶面会出现规律性的弯拉应力及应变, 据经典的沥青路面疲劳公式, 如果上述的这种反复应力或者应变强度超过了材料的疲劳强度, 就会使微细裂纹逐渐积累, 从而在材料中产生宏观裂缝^[2]。

2 市政道桥工程沥青路面裂缝施工处理技术分析

本项目整治路段总长约为 12.5 km, 双向六车道。经过仔细排查, 需要处理的各种裂缝累计长度达 9 200 延米左右, 横向温度裂缝占 65%, 纵向裂缝以及块状网裂占 35%, 工程量包括密封胶灌缝、抗裂贴贴缝等多种工艺, 施工面积达到 15 万 m² 以上。

2.1 灌缝技术

2.1.1 施工工艺

对于前期调查发现的本项目工程所存在的 9 200 延米裂缝中, 其中有大约 65% 属于宽度大于 3 mm 的稳定横向裂缝, 针对此类裂缝特征, 选择开槽灌缝为主导性的修整方法, 主要是为了达到长久性隔离的目的,

作者简介: 王付鹏(1990-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 市政道路施工技术。

避免水分渗透以及降低结构应力。其次,严格按照预防性养护的技术规范要求,使用机械式的开槽机具沿着裂缝方向开凿一个长方形截面槽,宽度为1.3 cm深为1.8 cm左右,高宽比设置成1.2~1.5的比例范围,从而保证足够的修补材料的填充空间与机械嵌入作用力。清缝是重要先期准备过程,选择输出温度 $\geq 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、压力0.7 MPa的热气流进行清扫,无渣残留及干燥表面含水量小于1%,灌封料采用SBS与橡胶复合改性高质量密封胶,主要指标符合《公路沥青路面养护技术规范》(JTG/T 5142-2019)要求,在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下针入度55、软化点达到 $98\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、零下 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 伸长率大于15 cm、弹性复原率大于85%。在施工过程中,材料在双层加热桶内均

匀混合并加热到 $195\text{ }^{\circ}\text{C}$ 流动性,经保温管道传送^[3]。

2.1.2 施工条件

注浆工艺必须保证在裂缝两侧都有不少于2.5 cm宽的黏附面,在注完浆之后胶体中间有大约3 mm左右的一个凹槽。质量检测采用现场拉拔以及渗水系数相结合的方式检验,密封胶跟混凝土之间的粘接强度不小于1.0 MPa,涂抹完毕以后裂缝中的渗水系数要低于20 mL/min。此技术将隔绝水分的能力提高到了95%以上,同时也能承受住 $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的变化而不从结构上脱落,预计可以有效抑制开裂3~5年之久。整段工程都要选择路面温度超过 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 且连续晴朗无雨期来进行施工(见表1)。

表1 灌缝施工关键技术参数

项目	关键参数	技术指标
裂缝及开槽参数	裂缝比例与槽体尺寸	裂缝大约有9 200 m左右,其中65%以上 $\geq 3\text{ mm}$ 横向裂缝;开槽宽度1.3 cm、深度1.8 cm,高宽比1.2~1.5
材料与施工条件	密封胶性能与施工温度	SBS+橡胶改性密封胶;针入度55,软化点 $98\text{ }^{\circ}\text{C}$;加热 $195\text{ }^{\circ}\text{C}$ 灌注;施工温度 $\geq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$
质量控制与效果	粘结与密封性能	粘结强度 $\geq 1.0\text{ MPa}$;渗水系数 $\leq 20\text{ mL/min}$;防水性能 $\geq 95\%$;开裂时间延长3~5年

2.2 填缝技术

2.2.1 施工工艺

对于该工程项目,由于宽度较大普遍超过1 cm并且有少量基层松散、啃边情况的纵向裂缝以及一些局部块状网状裂缝,项目选择的是结构修复型的封口施工方法,施工步骤如图1所示。该方法适合需要恢复路面体局部结构完整性的病害,但是单靠表面封闭达不到预期效果。该方法主要是把松散层清除干净,再补强底部结构层然后填充高强度混合料。首先把选定裂缝处进行扩大,用小型铣铺机开挖出规则形槽体。槽宽一般为裂缝两边各扩展到15~20 cm左右,槽深依据探查结果一直挖到稳定基层顶面,一般是8~12 cm左右,形成一个稳定的直角形承压面。清理完毕之后,在槽底及两侧均匀地喷洒高黏度的乳化沥青形成粘层油,使用量大约是 $0.4\sim 0.6\text{ kg/m}^2$,填筑材料选择的是级配以及性能都好于原路面的冷拌聚合物改性沥青砂(PAMS)或者密级配热拌沥青混合料(AC-10),冷拌PAMS的油石比一般在5.5%~6.5%,需要保证它的马歇尔稳定度 $\geq 5\text{ kN}$ ^[4]。

2.2.2 施工条件

摊铺厚度一般为两层,下层的松铺系数约1.2~1.3左右,采用的手持式振动压路机和平板夯进行压实,压实度达到实测标定密度的96%以上,顶面平整度通

过3 m直尺测量,其平整度 $\leq 3\text{ mm}$ 。针对较深坑槽,在距离路表上方4 cm处铺设一层耐高温玻纤格栅来提高抗反射裂缝的能力。此项工艺的技术性主要把控的是回填料的现场密度情况以及渗水系数(需要小于50 mL/min),还有与原路面板之间的拼缝粘结力。经过修复后的路面局部路段,承载能力和防水能力明显提升,可以防止裂缝继续扩展以及出现结构性沉降,一般情况下可延长3年到5年的使用周期。施工应在气温大于 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况下并且路面要干透以后再施工(见图1)。

2.3 贴缝技术

2.3.1 施工工艺

对于本工程项目中存在的一些宽度在3~5 mm之间、还未出现明显的错台和松散等现象的静止性裂缝(主要分布在次车道上)采用高分子聚合物自黏贴缝带进行应急修补处理。该方法是一种非开挖型的表面封闭技术。施工前应对裂缝部位细致清理,在裂缝两边各10~15 cm的范围内用高压风吹和钢丝刷把灰尘、杂物及水分全部清掉,保证施工底面干净、无油污、平整。对于湿滑的路面还要用喷枪加热使基层温度达到 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。所选择的贴缝带是以改性沥青作为黏结层,聚丙烯无纺布或者玻纤网作为加强筋的复合材料,主要性能指标必须符合《公路沥青路面养护技术规范》(JTG/T 5142-2019)的规定。

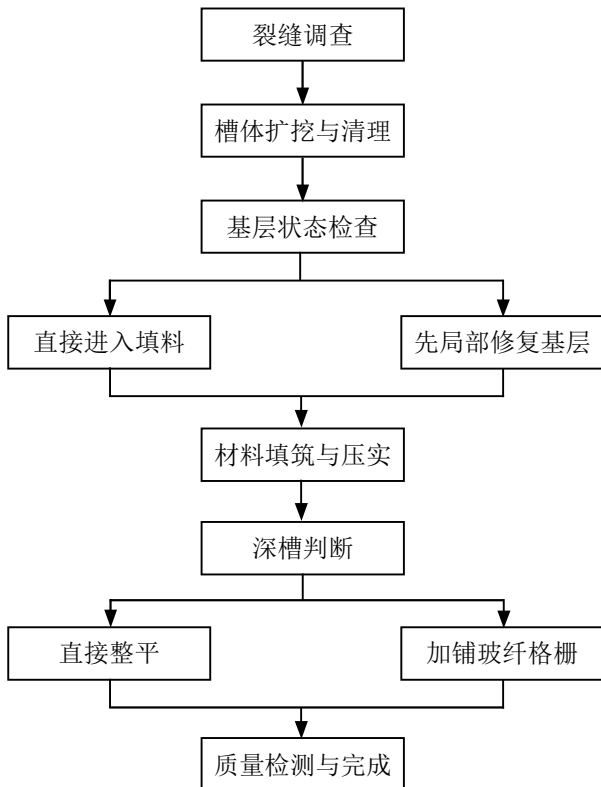


图 1 填缝施工技术流程图

2.3.2 施工条件

材料厚度一般在 1.5 ~ 2.0 mm 之间, 软化点不低于 90 °C, 在 -20 °C 绕规定直径圆棒弯曲无裂纹, 其底层为高粘聚合物改性沥青, 剥离强度应大于 0.8 MPa。施工中要在环境温度大于 15 °C、路面处于干燥状态下方可实施, 撕开隔离膜后, 把贴缝带中心线精确地放在裂缝上, 然后用人工碾压的方法将其平稳地铺设在路面上。再马上利用专门的夯压器具, 在不低于 0.3 MPa 的压力下以连续式的方式沿着带体长度进行滚压 2 ~ 3 次, 使它能够更好地接触道路表面, 尤其是其两侧的裂缝处, 达到紧密结合的目的, 将内部空隙内的气体排出^[5]。

3 市政道桥工程沥青路面裂缝施工处理技术效果分析

完成灌缝、填缝及贴缝等工作之后对上述市政主干道养护工程的技术效果进行综合评价。从路表防水和裂缝扩展来看, 灌缝与贴缝技术有效地提高了裂缝部位的防水性能, 施工结束后经过现场漏水检测、降雨后的观察结果发现, 裂缝位置的渗漏量大幅度减少, 漏水情况也得到了较好的改善。

为了定量评估裂缝修复的效果, 引入路面裂缝修

缮效率指数 CEI (Crack Effectiveness Index)。它的计算公式如下:

$$CEI = \sum_{i=1}^n w_i \times \frac{P_{i1} - P_{i2}}{P_{i1}} \quad (1)$$

式 (1) 中: CEI 表示的是裂缝治理性能指数; w_i 是第 i 个评价指标的权重; P_{i1} 是施工前的指标数值; P_{i2} 是施工后的指标数值; n 是评价指标的数量。

由该工程项目现场测试结果可知, 裂缝扩展程度相比施工初期减少近 72%, 路面渗水情况减小了大约 80%, IRI 路面平整度指数提高 35%, 局部结构强度增加了 25%。将有关数值带入上述公式进行估算得出总综合裂缝治疗效果系数 $CEI \approx 0.83$, 说明总体治理成效较好。此外, 在竣工养护一年后无明显新的裂缝蔓延状况, 在行车舒适度以及路面总体稳定情况上都有很大程度的提高。

4 结论

针对市政道路桥梁工程中沥青路面裂缝修补问题, 本文在总结裂缝形成原因的基础上, 对防治技术加以探讨, 并以实例形式阐述了不同类型裂缝采用的灌缝、填缝以及贴缝方法对预防裂缝发生和发展的作用大小。研究表明: (1) 温度应力、水破坏作用和行车负荷是引起沥青面层出现裂缝及发展的主要原因, 三者同时作用下会使路基整体强度迅速下降; (2) 根据不同的裂缝种类选择合适的灌缝、填缝与贴缝技术, 严格把控好刨槽宽度、清理缝隙和材料质量等方面的技术要求, 能提高修补材料封闭性和抗剪能力; (3) 通过对工程处治前后的渗水量、裂缝发展程度和平整度等指标进行比较分析, 修复后的路面渗漏量减少, 裂缝扩展情况得到缓解, 平整度有所提高, 总体上达到了预期的养护目标。

参考文献:

- [1] 张钰. 复杂环境下公路路面裂缝自动识别技术[J]. 四川建材, 2026, 52(01): 182-184.
- [2] 独陆周. 农村公路水泥混凝土路面裂缝修补技术[J]. 四川水泥, 2026(01): 168-170.
- [3] 全刚. 市政道路养护中沥青路面裂缝修复技术研究[J]. 江西建材, 2023(03): 387-388, 393.
- [4] 蔡信昕. 解析市政道路白加黑路面反射裂缝防治技术[J]. 福建建材, 2021(08): 74-75, 87.
- [5] 王文全. 市政道路维修养护前技术状况调查及评价方法探讨[J]. 山西建筑, 2020, 46(15): 120-122, 198.