

城市市政道路沥青路面裂缝及检测修复技术

张超喜

广西壮族自治区建筑工程质量检测中心有限公司

摘要:现代道路工程以沥青路面为主,在路面竣工并投入使用后,容易发生裂缝病害。从当前的经验总结情况看,从形式上主要分为横向、纵向、龟裂,从影响因素方面,一般将其分为荷载裂缝、温度裂缝、反射裂缝、沉降裂缝等。对此类裂缝的处理,一般采用灌缝技术。裂缝使得路面下部结构暴露于外界环境中,使得路面结构强度迅速衰减。此种状况下,应采取针对性措施对路面裂缝实施处理,如填缝、封缝等,能有效控制路面裂缝发展,从而保障路面性能。实践表明,通过科学手段对路面裂缝实施防治养护,能有效防止裂缝病害进一步加剧和恶化,降低路面整体养护费用。基于此,本篇文章对城市市政道路沥青路面裂缝及检测修复技术进行研究,以供参考。

关键词:城市市政道路;沥青路面裂缝;检测修复技术;应用分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.14.041

引言

随着社会经济的不断发展,人们对便捷交通的需求也在随之提升。沥青道路作为交通基础设施,其工程量呈现逐年上升趋势。沥青材料以其良好的美观性、行车舒适性及较好的降噪效果等优点,成为我国道路路面首选材料。但沥青路面易受荷载、温度等因素影响而出现裂缝问题,随着时间的推移,裂缝容易恶化发展,导致雨水渗入相关结构层,破坏路基路面,进一步降低路面的荷载承受能力,甚至导致道路结构的完全破坏,大大影响行车安全和舒适度。因此,需要采取相应措施来改善和解决沥青路面裂缝问题。基于此,本文从城市市政道路沥青路面裂缝的分类以及危害出发,分析其成因,提出相应的防控和治理措施。

一、相关概述

(一) 沥青混凝土裂缝病害

沥青混凝土路面是运用最广泛的道路路面之一,大部分采用沥青混凝土材料铺装的路面在半刚性的路基上进行铺建,其设计使用寿命一般为15年。造成沥青混凝土路面产生病害的因素有很多,从其结构本身看,有路面结构设计不合理、现场施工质量不达标等因素;从运营期间的外界影响来看,由于近年来频繁出现车辆超限超载行驶的原因,重载下的车路耦合效应致使沥青混凝土收到不同程度的损伤和破坏,因而我国较多的沥青混凝土路面提早进入了维修阶段。目前沥青混凝土路面的病害主要有裂缝、水破坏、松散等。沥青混凝土路面

裂缝破坏主要分为纵梁裂缝破坏和横向裂缝破坏两种,两种裂缝破坏的产生机理存在差异。沥青混凝土路面纵向裂缝破坏的主要成因是地基填土密度在横向剖面上的不均匀,地基土的填筑厚度或压实度会影响路基剖面在横向上的稳定性,此外,地表水的侵入也可能会改变路基不同结构层的密实度,从而在路面上表现为纵向裂缝的形式。沥青混凝土路面横向裂缝主要是由于温度应力作用下的疲劳裂缝,由于路面温度变化率较大,随着时间推移沥青面层的抗裂能力逐渐下降,温度裂缝逐年延伸,在路面上会表现为横向裂缝形式。对于沥青混凝土路面开裂机理或预防措施方面的研究,结合实际工程中沥青混凝土路面对横向裂缝产生的原因进行了分析,得到不均匀沉降和半刚性基层强度偏高是裂缝产生的主要原因,并提出了针对性的预防措施减少沥青路面的裂缝;依托某高速公路对沥青路面半刚性基层裂缝进行了注浆试验,得出非开挖注浆技术对该类型裂缝的修补效果良好;以黑龙江省半刚性基层沥青混凝土路面为研究对象,分析得出沥青混凝土路面的损坏机理和形式。此外,还有一些专家学者对沥青混凝土路面的裂缝产生机理和预防修补措施进行了不同程度的研究,大多数研究显示,对于沥青混凝土路面而言,裂缝这一病害类型是最主要的早期破坏之一,对路面结构的影响较大,需要做出及时的识别和处理。

(二) 裂缝原因分析

1. 设计方面

路面结构设计不合理,EME层的沥青混凝土并未在车道全宽范围内设置,EME层外侧部分由级配碎石(GNT)填筑而成,在进行碾压时,级配碎石由于缺少横向支撑,很容易在压路机的振动作用下沿路线横向被挤出,导致压实不充分,该部位路面结构强度低,很容易产生横向裂缝。同时,阿尔及利亚当地高速公路实行统一进入的管理模式,几乎所有类型的车辆都可以进入,超载情况较多,重车往往长期占用应急车道低速行驶,并排堵车迫使车辆行驶至路面边缘的情况也经常发生,因此路面面层会经受长期的荷载,对应结构层形成的拉应力逐步积累,会超过疲劳强度,进而产生裂缝。

2. 路面施工不当导致裂缝

路面施工不当是导致沥青路面裂缝的主要主观原因,第一,道路施工过程中,碾压工艺不合理会导致填土压实不均匀或道路两侧密实度不均匀的问题,从而导致路基产生不均匀沉降问题,进而导致路面裂缝的产生;第二,道路改建过程中,新路和旧路新接触没有进

行特殊处理可能会导致路基不均匀沉降,从而导致路面纵向裂缝的产生;第三,道路维护保养过程中,若新建好的路基或还在重点维护阶段的路基被雨水长期浸泡,则会导致沥青混合物含水量增加,进而由于冻胀作用而产生路面裂缝;第四,在道路摊铺过程中,沥青混合料摊铺不规范导致接缝处存在渗水风险,进而在车辆荷载作用下形成路面裂缝;第五,在沥青混合料配备阶段,若工作人员没有根据施工所在地气候特点调整配备方案,则会导致沥青性能不符合质量要求,进而导致道路在使用过程中出现裂缝。路面施工不当因素具有可控性,只要加强道路工程施工现场管理和质量管理,就能有效规避上述五个比较常出现的施工问题,进而避免路面裂缝的产生。

3. 客体因素的影响

(1) 荷载型裂缝。车辆在路面行驶时,路面受到车辆的竖向作用力,车辆在制动时,路面会受到车辆的横向作用力,且伴有相应的振动荷载。路面受到车辆荷载的长期循环作用,当荷载大于半刚性基层材料的抗拉强度时,半刚性基层的底部就会出现开裂,随着时间推移,底部裂缝会逐渐向上发展至路面,导致沥青路面产生裂缝问题。(2) 温度型裂缝。受温度影响,各结构层被破坏,就会出现沥青路面裂缝问题。在沥青路面处理工艺中,往往通过分层来处理各层施工材料,并根据材料性能来降低环境温度应力对其产生的负面影响,避免温度裂缝的发生。即使低温收缩应力没有达到导致路面裂缝的应力值,也会由于疲劳损伤使沥青材料的弹性模量降低。所以,沥青路面老化速度会在荷载、温差的双重作用下被加快,就会容易破坏沥青材料,对路面结构存在一定的负面影响,导致沥青路面出现裂缝现象。

(3) 反射型裂缝。反射型裂缝主要是指在已开裂沥青路面上重新铺设新路面,当温度应力或荷载达到一定程度时,也会导致沥青路面再次开裂,这种开裂与原沥青路面上的裂纹有一定关系。反射型裂缝也可以分为温度型以及荷载型。温度型反射裂缝是由于沥青面层受温度应力影响导致再次开裂。荷载型反射裂缝与温度型反射裂缝类似,当应力集中于某一区域时,沥青路面在长期循环荷载作用下,也会导致面层出现内部损伤,积累到一定程度时就会上延至路面表层,导致沥青路面出现裂缝问题。

(三) 裂缝分布情况及特点

(1) 纵向裂缝:裂缝和线路走向大致平行,裂缝长度较长,有的甚至达到100多米,宽度大致为5~10mm之间,以单条裂缝居多。多分布在主车道与应急车道交接的区间。还有在车辆减速区域和车道相连接的位置。

(2) 横向裂缝:表现为与线路方向相交或大体垂直,裂缝短而多,裂缝一般较短,多在2米左右,很少超过5米,且支缝少,缝宽大多小于5mm。并分布无规律性,

在全线不同地方均有分布;一种是在桥头及填挖交接处分布较多。有一种是涵洞顶板处主线道路上。(3) 不规则龟裂裂缝:裂缝杂乱无序,纵横向裂缝杂乱交错,多呈现网裂,块状碎裂,甚至局部出现少许泛浆的情况,局部存在轻微凹陷。这种情况主要形成原因是路面结构和材料设计不合理,路基的压实度不足,或者材料配比未完全达到拌合均匀的效果;也有可能是因路面上地下水渗漏后形成严重裂缝未及时进行封填处理,导致上层地表水分渗透至下层,进而进行路面损坏的加剧。不同成因也导致了它可能分布在项目全线的每处,分布无规律性。

二、沥青路面裂缝灌缝材料技术优势

从优势方面看,普通热沥青具有投入成本少、施工操作简便、黏度好、防水性能优越等比较优势,缺点集中在对环境温度敏感性较高方面,不适用年温差较大的施工区域。与之相比,改性沥青则可以通过在普通热沥青中添加改性剂、高黏层添加剂等,构成基于高分子聚合物的高性能沥青,增强其抗裂性能、延展性能等,规避高温条件下的剪切破坏与低温条件下的敏感性等。但是,改性沥青应用时工序比较复杂,对于新材料、新技术、新工艺的应用相对较多,在实际应用时要求结合具体工程对改性沥青的开展细致检测,确保其在实验阶段达到检测指标后,再通过试验段制备应用,确认无误后将其推广应用到沥青路面裂缝处理中。

三、城市市政道路沥青路面裂缝及检测修复技术应用分析

(一) 半刚性基层反射裂缝综合处理技术

(1) 材料:高聚物发泡材料,具有质量轻、固化快、膨胀性强、防水效果好等优点。(2) 施工机具:注浆机、FWD、钻孔设备、供电设备、套管、PVC管。

(3) 施工工艺:封闭交通→注浆区域定位→标记注浆孔→设备检测→钻孔→安装注浆管→设置注浆帽→注浆→质量验收→封孔→现场清理→开放交通。(4) 施工要点:水泥浆应拌和均匀,注浆严格按照由两边向中间的顺序依次推进;注浆时,严格监控注浆部位地面状况,如出现路面凸起,应调整注浆压力,必要时可停止注浆;注浆时紧邻的注浆孔不得同步进行,避免浆液穿孔;注浆完成后,采用密封效果好的材料封闭注浆孔,如密封胶、沥青等材料。

(二) 环氧树脂打底封边技术

为有效解决当前裂缝填料黏结性能与自身抗裂能力不匹配的问题,确定利用环氧树脂材料封底,以有效增强填缝材料与缝壁黏结性能。结合稀释剂性能、固化剂固化时间、拌和物用量及其与抗磨砂黏结试验来总结环氧树脂打底封边技术。

1. 稀释剂

(1) 稀释剂效果试验:试验材料选用无水乙醇、

丙三醇、三氯乙二胺；采用60℃温水将环氧树脂浸泡2min；滤干水分后，加入等量稀释剂拌和，观察效果。

(2) 检测结果发现：无水乙醇稀释效果最佳，丙三醇效果一般，三氯乙二胺腐蚀性强，具有一定毒性，不能大规模应用。因此，建议选用无水乙醇作稀释剂。(2) 稀释剂用量：采用60℃温水将环氧树脂浸泡2min；滤干水分后，加入不同比例的稀释剂拌和，观察效果；检测结果见表1，对比用量为30%、20%、10%的稀释剂，通过观察稀释效果发现，当用量为10%时其效果最好，且经济效果显著。

表1 稀释剂用量实验结论

环氧树脂/g	固化剂聚酰胺/g	稀释剂无水乙醇/g	百分数(%)
25.0	25.0	7.50	30.0
18.0	18.0	3.60	20.0
18.0	18.0	1.80	10.0

2. 固化剂

具体配比如表2所示

表2

环氧树脂/g	固化剂(%)	百分数(%)
100.0	无锡(6822)	45.0
100.0	上海(JT-6280)	50.0
100.0	聚酰胺	100.0

3. 试验结果见表3

表3 固化时间试验结果

固化剂品牌	试验开始时间	固化状态时间	达固化状态时长
无锡(6822)	11:30	当天 16:30	5.0
上海(JT-6280)	11:30	当天 18:30	7.0
聚酰胺	11:30	当天 22:30	11.0

通过表3能够看出，无锡(6822)固化时间最短，效果最好；上海(JT-6280)效果一般，聚酰胺效果最差。因此，建议采用无锡(6822)固化剂。

4. 环氧树脂用量试验

结合本文采用的材料及相关实验结论，推荐环氧树脂胶黏剂配比为：10%无水乙醇稀释剂+45%无锡(6822B)固化剂+45%环氧树脂。(3) 对试验段的检测证明：采用高聚物注浆加固能有效改善基层脱空现象，对提高路基强度，预防路面裂缝效果显著。

四、裂缝养护效果分析

(一) 经济效益

(1) 高聚物注浆加固采用质控措施之前的使用寿命为2年，采用质控措施后的使用寿命为3年。第1年初、第3年初、第5年初高聚物注浆加固成本分别为

4.654元/m、2.29元/m、2.29元/m，第6年末净现值为13.17元/m，可节省养护费用22.03%。(2) 高聚物注浆加固质控措施之前的使用寿命为1.5年，采用质控措施之后的使用寿命为2年。第1年初、第两年半、第3年半、第4年半、第5年半的直接灌缝成本均为2.29元/m，第6年末净现值为12.33元/m，可节省养护费用23.58%。

(3) 贴缝采用质控措施之前的使用寿命为1.5年，采用质控措施之后的使用寿命为2年。第1年初、第2年半、第3年半、第4年半、第5年半的贴灌缝成本为4.6元/m，第6年末净现值为24.76元/m，可节省养护费用23.59%。综上可知，本工程采用裂缝养护处治技术具有好的经济性，能够节省养护成本支出。

(二) 社会效益

(1) 本工程采用的裂缝处治方案能够减少交通封闭时间，降低养护维修施工对道路交通的影响。(2) 本工程采用的裂缝处治方案能够延缓路面性能衰减，延缓大中修养护时间，减少养护次数，降低频繁养护施工对周围环境带来的污染。(3) 本养护工程的决策过程清晰，针对不同类型裂缝采用不同的处治方案，避免了裂缝养护决策的盲目性。在裂缝处治5月后检查路面状况，检查结果表明裂缝材料外形良好，没有发现灌缝胶脱空、开裂现象，以及贴缝带脱离现象，证明本次裂缝养护效果良好。

结束语

总而言之，市政道路工程沥青路面裂缝问题影响市容市貌和可能导致交通事故的严峻问题，相关从业人员必须明确各类沥青路面裂缝的成因并采取对应的防治策略，秉承“防大于治”的工程理念，在道路工程设计和施工过程中对工程质量开展严格监管，从根本上解决路面裂缝问题，延长道路使用寿命。

参考文献

- [1] 江鹏锐. 市政道路“白加黑”改建工程的设计思路研究[J]. 四川水泥, 2020(03): 107-108.
- [2] 卢彪. 浅谈市政道路施工质量控制[J]. 四川水泥, 2020(01): 60.
- [3] 孟大勇. 城市道路水泥混凝土路面白加黑处理措施[D]. 东南大学, 2019. 004645.
- [4] 陆晴青. 城市沥青路面深层病害快速养护技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(14): 127-129.
- [5] 吴立鹏. 城市道路车道上检查井病害综合防治技术研究[D]. 武汉工程大学, 2018.
- [6] 王胜男. 城市道路三维重建快速检测技术研究[D]. 北京建筑大学, 2018.
- [7] 王嘉祺. 城市道路路面管理系统研究[D]. 东南大学, 2018.