

新型防裂基布应用于新疆公路养护工程的效果研究

宿松亚¹, 谢海巍¹, 刘尊青¹, 田斌²

(1.新疆农业大学 交通与物流工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2.天鼎丰聚丙烯材料技术有限公司, 山东 德州 253000)

摘要: 基于疲劳和现场足尺抗裂性能试验,对新型防裂基布的抗疲劳和抗裂性能进行试验验证,同时对新疆半刚性基层沥青路面养护工程中已使用新型防裂基布和未使用防裂基布路段的路面破损指数、平整度指数、车辙指数、裂缝率等进行对比分析,评价使用新型防裂基布路段沥青路面的使用性能;对使用新型防裂基布路段沥青路面钻取芯样进行抗剪切试验,分析沥青面层的层间结合情况。结果表明,使用新型防裂基布路段的防裂效果较好,防裂基布能有效延缓沥青路面反射裂缝的发展;使用防裂基布能保证面层和基层层间结合良好。

关键词: 公路;沥青路面;半刚性基层;新型防裂基布;路用性能

中图分类号:U418.4

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2021)02-0087-03

新疆地区气候具有夏季温度高、冬季温度低、昼夜温差大等特点,对沥青路面带来了严酷考验。同时新疆长期以来绿洲经济、强基薄面的设计特点,半刚性基层干线道路占比在 95% 以上。目前,反射裂缝已成为新疆公路半刚性基层沥青路面最常见的病害之一,而且由于交通量及载重增加,在重载的反复作用下,路面反射裂缝日趋严重。

在病害处治方面,Emiliano Pasquini 等提出合理选择和应用优化的土工格栅加筋沥青膜可显著提高沥青路面的抗反射裂缝能力;辛顺超等通过试验验证了铺设防裂基布能使沥青砼路面耐疲劳损伤性能得到提高,有效延缓反射裂缝的产生;张晶等通过试验段铺筑验证了路面结构中加铺防裂基布能减少或抑制反射裂缝的产生;饶斌等为防止反射裂缝产生,结合工程实践提出了基于防裂基布夹层的沥青路面施工质量控制体系;严胜红结合工程实例分析防裂基布防反射裂缝的防护性能,表明防裂基布能有效分担水平荷载,延缓由基层反射裂缝而引起的开裂破坏。实际工程中也普遍通过在路面结构中设置土工合成材料夹层来延缓和抑制反射裂缝。但针对这方面的研究多采用室内试验、理论分析或软件模拟、实地施工质量控制研究等,对于实际应用于道路中一段时间后防裂效果的分析研究较少。为较好反映新疆不同气候、不同区域道路下新型防裂基布的路用性能,该文选择具有代表性的南疆 G3012 高速公路路段 K230—K24、北疆省道 S223 路段 K0—K37 进行调研,分析公路养护中使用防裂基布的路面防裂效果。

1 新型防裂基布的性能

1.1 防裂基布的技术指标

新型防裂基布为 100% 聚丙烯连续长丝材料,是一种聚合物高分子材料,具有低延伸性和高抗拉强度,特别是能和沥青黏结层形成牢固的增强型复合材料。其材料结构是各向同性的,不同于常见的纺织性结构,完全可以便利地被粉碎,可实现路面材料的再生循环使用。在实验室对防裂基布材料的物理、力学指标及熔融、玻璃化温度等热力学指标进行测试,各项检测结果均满足规范要求(见表 1)。

表 1 新型防裂基布的技术指标试验结果

检测项目	检测结果	技术指标
单位面积质量/(g·m ⁻²)	155	140~160
厚度/mm	1.4	1.4~1.6
最大拉伸断裂	MD	11.9
强力/(kN·m ⁻¹)	CD	10.9
断裂伸长率/%	MD	99
	CD	96
CBR 顶破强力/N		1 800
	MD	730
撕裂强度/N	CD	650
垂直渗透系数/(cm·s ⁻¹)		0.2

1.2 防裂基布室内外试验结果

制作标准试件,在规范试验条件下进行疲劳试验,验证防裂基布的抗疲劳性能,同时利用现场足尺抗裂性能试验检测室外铺设防裂基布的防裂效果。

(1) 疲劳试验中试件随荷载增加的位移变化。

疲劳试验测试中,未铺设防裂基布试件在施加均匀持续荷载至 3 500 N 时完全裂开,产生最大位移约 8 mm;铺设防裂基布试件在施加均匀持续荷载至 7 000 N 时完全裂开,产生最大位移约 10.2 mm(见图 1)。

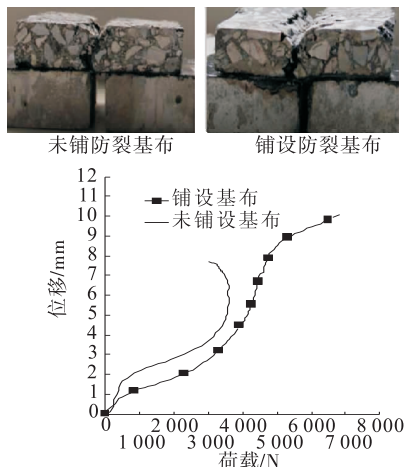


图1 疲劳试验位移变化

(2) 疲劳试验中试件随荷载作用次数增加产生的疲劳损坏。未铺设防裂基布试件疲劳破坏时作用次数为 1 800 次,铺设防裂基布试件疲劳破坏时作用次数为 4 800 次(见图 2),后者疲劳破坏作用次数是前者的 2.7 倍,铺设防裂基布试件表现出良好的抗疲劳性能。

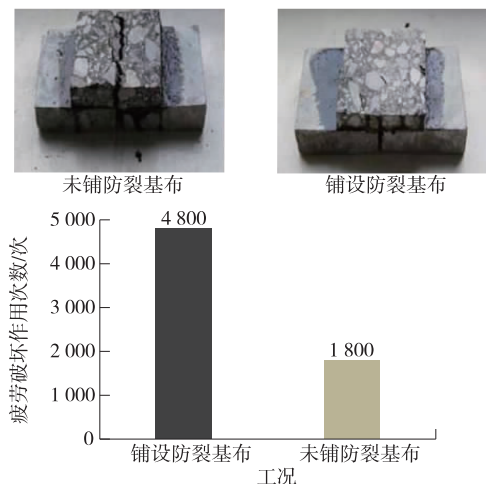


图2 疲劳试验中试件疲劳损坏情况

(3) 现场足尺抗裂性能试验结果。随着试验尺度的升级,对防裂基布各项试验结果进行定性评价,评定结果见表 2,均为有效果。

综上,使用防裂基布试件的抵抗变形能力和抗疲劳损坏能力远大于未使用防裂基布试件,表明防裂基布的防裂效果良好。现场足尺抗裂性能试验也验证了防裂基布的防裂效果。

表2 新型防裂基布现场足尺抗裂性能试验结果

试验尺度	试验名称	定性评价
小尺度	MTS 承载力试验	有效果
	MTS 疲劳试验	有效果
	德州罩面	有效果
中等尺度	抗裂性能模型试验	有效果
现场尺度	抗裂、应变等观测	有效果
数值分析	足尺值分析	有效果
主线调查		有效果

2 防裂基布使用效果分析

2.1 调研路段概况

省道 S223 线路:2016 年对 K0—K37 段实施大中修养护,其中 K0—K31 段主要养护方案为局部路段挖除原沥青面层作罩面处理或采用同步碎石封层,K31—K37 段中修罩面采用 5 cmAC—16C 沥青砼面层+新型防裂基布。

G3012 线路:2017 年对 K230—K240 段进行维修养护,其中 K230+000—K237+965 段采用加铺 5 cmARAC—16C 中粒式橡胶沥青砼+新型防裂基布方案,K237+965—K240+000 段采用铣刨 4 cm 原沥青面层+加铺 4 cmARAC—16C 中粒式橡胶沥青砼+新型防裂基布方案。

2.2 裂缝率分析评价

采用人工调查法对 S223 线 K31—K37 段(设防裂基布)和 K27—K31 段(未设防裂基布)、G3012 线 K230—K234 段(设防裂基布)和 K242—K245 段(未设防裂基布)的裂缝率(每公里裂缝条数)进行分析,结果见图 3、图 4。

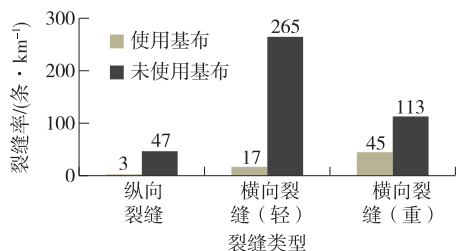


图3 S223 道路裂缝率

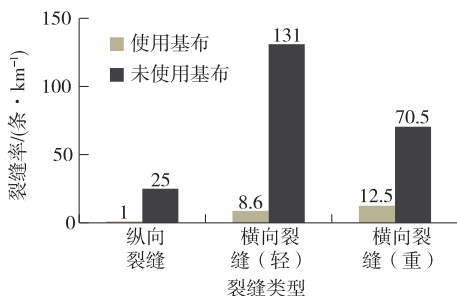


图4 G3012 道路裂缝率

由图3、图4可知:使用防裂基布道路的裂缝率比未使用防裂基布道路的小。

2.3 道路性能评价

根据多功能综合检测车的检测数据对路面损坏指数 PCI 、路面平整度指数 RQI 、路面车辙指数 RDI 、路面综合评价指数 PQI 进行评价,结果见表3、图5。

表3 路面使用性能指数评价结果

道路名称	桩号	PCI	RQI	RDI
S223	K27—K28	83.84	90.01	93.60
	K28—K29	83.18	92.37	94.89
	K29—K30	81.79	91.74	93.77
	K30—K31	81.03	89.88	93.68
	K31—K32	87.63	92.02	94.76
	K32—K33	88.73	94.07	96.65
	K33—K34	88.08	92.19	95.47
	K34—K35	89.39	92.52	95.44
	K35—K36	87.05	92.78	94.97
	K36—K37	88.92	92.68	95.43
G3012	K230—K231	98.31	93.46	89.76
	K231—K232	94.32	93.80	86.36
	K232—K233	96.48	94.13	86.24
	K233—K234	97.83	92.69	86.95
	K234—K235	95.16	93.53	92.66
	K240—K241	86.30	91.08	94.90
	K241—K242	81.78	92.82	88.89
	K242—K243	84.54	90.33	93.95
	K243—K244	83.16	94.87	95.23
	K244—K245	86.04	93.98	93.26

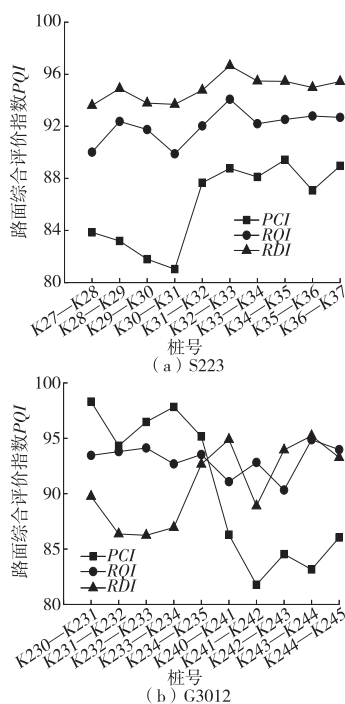


图5 路面使用性能指数分布

由表3、图5可知:1) S223的 PCI 值均大于80,根据 JTG H20—2018《公路技术状况评定标准》,评定为良;使用防裂基布路段(K31—K37)的 PCI 值均优于未使用防裂基布路段。G3012的 PCI 大于80,评定为良;使用防裂基布路段(K230—K235)的 PCI 值均大于90,评定为优。2) 两线路的 RQI 、 RDI 值变化均较小,评定为优,主要是由于铺设的防裂基布为功能层,并不具有结构层的作用,对路面平整度和车辙指数的影响较小。路面损坏指数与路面病害密切相关,调查路段的主要病害为裂缝类,且未使用防裂基布路段的裂缝数量多于使用防裂基布路段,与人工调查计算裂缝率结果一致。防裂基布能较好地延缓沥青路面反射裂缝的发展。

2.4 路面层间结合分析

通过在铺设防裂基布和未铺设防裂基路面面的无病害处、横纵向裂缝处钻芯取样,根据芯样状况(见图6)对路面结构完整性进行分析。



(a) S223 K30+113纵缝处芯样 (b) S223 K31+340横缝处芯样

图6 现场芯样

由图6可知:1) 未铺设防裂基布的裂缝处取出的芯样基本无完整性,层间结合不良,裂缝自上而下贯穿整个芯样并开裂成块;裂缝处的芯样多数由基层反射裂缝导致开裂,裂缝自下而上反射至路面。2) 铺设防裂基布的裂缝处取出的芯样完整性好,层间结合良好。温缩裂缝处钻芯,裂缝未贯穿整个芯样,下面层未出现开裂情况;反射裂缝处钻芯,反射裂缝自下而上延伸至沥青面层底部的防裂基布层便中止,未反射至沥青面层。表明防裂基布可有效延缓沥青路面反射裂缝的发展,缓解路面温缩裂缝进一步扩大,较好地解决面层和基层层间结合问题,保证路面结构的完整性。

2.5 芯样抗剪切试验分析

抗剪切试验能反映面层抗剪强度,表明路面层间结合能力。在铺设防裂基布路段选择有代表性的病害处钻取芯样展开抗剪切试验,试验结果见表4。

(下转第92页)

损坏的深层次原因;分析水泥砼路面结构强度、服务功能和路面损坏三者的关系和区别,尤其是不同损坏情况(损坏类型和损坏程度)对路面性能和服务寿命的影响。

(2) 确定养护维修措施选择基本参数。基于水泥砼路面养护维修成功经验,结合国内外路面养护维修最新成果,确定水泥砼路面主要养护维修措施,沿用现有水泥砼路面路况、损坏类型和损坏程度、服务年限等作为制定养护维修措施的基本决策参数。

(3) 确定养护维修措施评价方法。采用四级水平评价法(包括强烈推荐、一般推荐、有限推荐和不推荐)对养护维修措施的效果或适应性进行评价;同时采用三分制评分尺度(强烈推荐为3分,一般推荐为2分,有限推荐为1分,不推荐为零分)对养护维修措施进行量化评价,分数越高,说明越适用于现有路况。

水泥砼路面养护维修决策矩阵编制期间适逢山西省开展高速公路路面专项维修处治,结合祁临(祁县—临汾)、汾军(汾阳—柳林县军渡)、侯运(侯马—运城)、运三(运城—三门峡)和运城环城高速公路养护维修实际,在进行路面使用性能评价时,采用该养护维修决策矩阵制定路面维修处治设计方案。截至目前,相关路段水泥砼路面使用状况良好,各项指标

均符合设计要求,病害处治达到预期目标,公路服务水平和行车安全均得到显著改善。

3 结语

该文采用元分析方法,系统总结了山西省及中国其他省份水泥砼路面通用养护维修措施,根据水泥砼路面损坏程度提炼了9种水泥砼路面养护维修措施,提出了水泥砼路面养护维修措施应用定量矩阵表。经初步工程应用验证,该矩阵表可行,可供道路养护决策参考。

参考文献:

- [1] 浙江省公路管理局.公路养护技术规范:JTG H10—2009[S].北京:人民交通出版社,2009.
- [2] 姜艺,李硕.水泥混凝土路面几种常用修复方法[J].中外公路,2007,27(2):48—51.
- [3] Office of Pavement Preservation. Maintenance technical advisory guide[S].California:State of California Department of Transportation,2008.
- [4] 交通运输部公路科学研究院.公路技术状况评定标准:JTG H20—2018[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.

收稿日期:2020—02—06

(上接第89页)

表4 芯样抗剪切试验结果

芯样编号	实测值/MPa
1	2.897
2	2.816

现有研究和地方规范指出芯样抗剪强度多小于1 MPa。由表4可知:铺设防裂基布路段的抗剪切强度满足这一要求,芯样层间结合良好。

3 结论

(1) 使用防裂基布能较好地抑制沥青路面反射裂缝的发展,降低路面裂缝率。

(2) 使用防裂基布能较好地解决面层和基层层间结合问题,保证路面结构的完整性。

参考文献:

- [1] 王显赫,陈发明.新疆沥青路面反射裂缝病理分析及防治[J].交通科技与经济,2013,15(2):4—6.

- [2] EMILIANO Pasquini, MARCO Pasetto, FRANCESCO Canestrari. Road materials and pavement design[J]. Road Materials and Pavement Design, 2015, 16(4): 815—835.
- [3] 辛顺超,尼玛卓玛,熊鹰,等.西藏地区防反射裂缝沥青路面疲劳损伤与动态蠕变特性研究[J].公路交通技术,2019,35(2):28—34.
- [4] 张晶,付伟,何斌,等.半刚性基层沥青路面防裂基布防裂效果现场试验研究[J].公路,2018(12):48—52.
- [5] 饶斌,李立伟,吴志明.基于防裂基布沥青路面施工质量控制研究[J].公路交通科技(应用技术版),2017(8):24—26.
- [6] 严胜红.基于 Texas Overlay 的复合式应力吸收层防反射裂缝性能研究[J].中国水运(下半月),2017,17(2):252—253.
- [7] 张海伟,郝培文,张强,等.土工布应力吸收层对沥青路面性能影响试验评价[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2016,39(4):508—513.

收稿日期:2020—07—08