

南方湿热地区沥青路面裂缝填封材料性能研究

黄金山

(湖南路桥建设集团有限责任公司, 湖南 长沙 410004)

摘要:选取 70[#] 基质沥青、改性沥青、五类专用密封胶作为沥青路面裂缝填封材料进行室内性能试验,分析南方湿热地区高速公路沥青路面裂缝填封材料性能提升方向。结果表明,南方湿热地区沥青路面裂缝处治密封胶未来改善方向主要为抗硬物破坏性能、浸水低温拉伸性能、低温拉伸性能三方面,使其能适应气候、地质及高速重载环境。

关键词:公路;沥青路面;裂缝填封材料;性能研究

中图分类号:U418.6

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2018)03-0106-03

对开裂病害沥青路面进行维修处治,是提升路面路用性能的重要途径之一。如山东省在 2003 年对 17 个地市采用先进的沥青路面裂缝填封材料完成了开裂沥青路面灌缝 260 万 m,在历经 2 年强降雨后没有出现封填失效问题。美国在 20 世纪 90 年代开展了沥青路面 SHRP 专项研究,其中包括对沥青路面裂缝填封材料基础性能的研究,证明美国对沥青路面裂缝处治技术高度重视。该文对中国南方湿热地区沥青路面裂缝填封材料进行性能研究。

1 试验材料及试验方案

路面裂缝填封材料选取基质沥青、改性沥青和高分子聚合物密封胶,材料情况见表 1。密封材料试验细则及对应参考规范见表 2。

表 1 裂缝填封试验用材料

材料类型	材料名称
基质沥青	70 [#] 基质沥青
改性沥青	兰亭高科改性沥青
密封胶	I、II、III、IV、V 类专用密封胶

表 2 试验项目及对应参考规范

技术指标	测试的性能	参考技术规范
软化点	高温稳定能力	JT/T 740(2015)
针入度	抵抗剪切能力	JT/T 740(2015)
5℃延度	低温抗裂能力	JTG E20(2015)
弹性试验	对硬质物嵌入的抵抗能力	JT/T 740(2015)
粘韧性试验	耗能情况	JTG E20 (2015)
低温粘结拉伸	低温粘结情况	JT/T 740(2015)
浸水低温粘结拉伸	浸水低温粘结情况	ASTM(D6690)

2 密封材料性能分析

2.1 软化点

沥青的软化点越高,对应密封材料的耐热性越高,越不容易出现液化流淌问题。通过现场调查,南方湿热地区高速公路沥青路面的温度区间为 65~70℃,以软化点在 70℃以上为标准,考虑到密封材料的力学性能,软化点建议取 80℃。选取 70[#] 基质沥青、改性沥青和专用密封胶,参照 JT/T 740—2015《路面加热型密封胶》进行软化点试验,试验结果见表 3。

表 3 裂缝填封材料软化点试验结果 ℃

材料名称	软化点	
	试验结果	建议值
基质沥青	48.6	
改性沥青	97.8	
专用密封胶	I	60.3
	II	76.4
	III	84.3
	IV	87.6
	V	93.2

从表 3 可看出:基质沥青的软化点为 48.6℃,兰亭高科改性沥青的软化点为 97.8℃,五类密封胶的软化点为 60~93℃。基质沥青材料的软化点无法满足施工需要,当前市场上的改性沥青和专用密封胶的耐高温能力较理想,且相互之间差别较小。

2.2 延度

延度能在一定程度上反映密封材料在低温条件

下的抗裂能力,相关试验结果表明,温度为 5℃时沥青砼的延度越高,则密封材料的延展抗裂性越好。现场调查表明:南方湿热地区高速公路沥青路面裂缝填封材料的延伸率值应大于 2.5;如填缝时裂缝较窄,为 2 mm,则需采用延伸率达到 4 的材料。例如裂缝宽度为 4 mm,需选用延伸率达到 2 的材料,在冬季裂缝较宽时则需选取延伸率达到 1 的材料。通过对比,扩槽灌缝的优势较显著,且扩槽后裂缝宽度峰值变化不明显,综合分析,建议延伸率取 2.5。

选取 70# 基质沥青、改性沥青及专用密封胶在 5℃下按 JT/T 740—2015《路面加热型密封胶》进行延度试验,试验结果见表 4。延伸率按下式计算:

$$\delta=l/L$$

式中: δ 为延伸率; l 为试验中实际拉伸长度; L 为延度八字模端模之间的距离, $L=30\text{ mm}$ 。

表 4 裂缝填封材料 5℃延度试验结果

材料类别	延度/mm	延伸率	
		试验结果	建议值
基质沥青	17	0.57	
改性沥青	480	16.00	
I	107	3.57	>2.5
II	57	1.90	
专用密封胶 III	220	7.33	
IV	256	8.53	
V	129	4.30	

从表 4 可看出:各密封材料的低温延度,基质沥青最低,延度和延伸率分别为 17 mm、0.57;兰亭高科改性沥青最大,延度和延伸率分别为 480 mm、16;五类密封胶的延度为 57~256 mm、延度率为 1.9~8.53。基质沥青的延伸率无法满足要求,目前市场上的改性沥青和密封胶的延伸率较理想,平均水平也相当。

2.3 弹性恢复性能

填封料的使用会对砂石等杂物产生一定抵抗作用,这种抵抗作用通常用弹性恢复来表示,抵抗力大小则用弹性恢复率来体现,两者成正比关系,填封料抵抗杂物深入的能力越强,其弹性恢复率越大。为了保证路面的基本性能满足后期使用需求,结合 JT/T 740—2015《路面加热型密封胶》对材料弹性恢复率的要求,建议南方湿热地区高速公路沥青路面裂缝填封处治材料的弹性恢复率控制在 30%~

70%。选取 70# 基质沥青、改性沥青、五类密封胶开展弹性恢复试验,试验结果见表 5。

表 5 裂缝填封材料弹性恢复试验结果 %

材料名称	弹性恢复率	
	试验结果	建议值
基质沥青	0.90	
改性沥青	63.60	
I	12.45	30~70
II	35.00	
专用密封胶 III	31.65	
IV	45.40	
V	34.55	

从表 5 可看出:3 种材料的弹性恢复率各不相同,其大小排序为兰亭高科改性沥青(63.6%)>五类密封胶(12.45%~45.40%)>基质沥青(0.9%)。多数密封胶和改性沥青的弹性恢复率可满足南方湿热地区公路建设的要求,而基质沥青的弹性恢复率难以满足。

2.4 针入度

硬度和软度是决定填封料作用性能的重要指标,通常用针入度表示,针入度大小直接反映高温体积稳定性和抵抗剪切破坏的能力,两者之间成反比关系。为了保证路面的基本性能满足后期使用需求,结合 JT/T 740—2015《路面加热型密封胶》对材料的针入度要求,南方湿热地区高速公路沥青路面裂缝填封处治材料的针入度建议取 30~50 (0.1 mm)。选取 70# 基质沥青、改性沥青、五类密封胶开展针入度试验,试验结果见表 6。

表 6 裂缝填封材料针入度试验结果 0.1 mm

材料名称	针入度	
	试验结果	建议值
基质沥青	48.37	
改性沥青	36.00	
I	54.50	<50 (高温区)
II	33.60	
专用密封胶 III	53.23	
IV	59.63	
V	33.87	

从表 6 可看出:3 种材料的针入度各不相同,基

质沥青和兰亭高科改性沥青的针入度较稳定且大多处于中间水平;密封胶的针入度随着型号及规格的不同有很大差距,密封胶Ⅱ和Ⅴ的针入度较小,分别为 33.60、33.87 (0.1 mm);密封胶Ⅲ、Ⅰ、Ⅳ的针入度较大,分别为 53.23、54.50、59.63 (0.1 mm)。大多数填封材料的抗剪切破坏能力可满足南方湿热地区高温气候的基本需要。

2.5 粘韧性

填封料的耗能性能是满足高速公路高速行驶需要的保证,粘韧性是填封材料耗能性能的体现,两者之间成正比关系,粘韧性越大则填封材料的耗能越大。参考密封胶材料粘韧性的相关要求,南方湿热地区高速公路沥青路面裂缝填封料 25℃ 下的粘韧性需大于 9.0 N·m。选取 70# 基质沥青、改性沥青、五类密封胶开展粘韧性试验,试验结果见表 7。

表 7 裂缝填封材料粘韧性试验结果 N·m

材料名称	粘韧性	
	试验结果	建议值
改性沥青	3.70	
Ⅰ	7.70	
Ⅱ	6.90	>9 (25℃以下)
Ⅲ	10.50	
Ⅳ	4.60	
Ⅴ	13.50	

从表 7 可看出:改性沥青的粘韧性最小,为 3.70 N·m;密封胶的粘韧性最高,平均为 8.60 N·m。

2.6 低温拉伸性能

低温开裂是密封胶多频次发生的病害之一,可通过低温拉伸试验检验密封材料的低温性能。根据低温拉伸试验结果,大多数密封胶样品的低温拉伸性能较差,难以满足南方湿热地区高速公路沥青路面裂缝填封料密封性的基本需要。

2.7 压缝带抗卷走性能

依据现场对压缝带失效模式的调查结果,通过压缝带抗卷走性能试验分析裂缝密封材料的抗车辆轮胎卷走性能。如图 1 所示,压缝带抗卷走试验中需测定车辆轮胎对压缝带的粘附力 F 、路面与压缝带间的粘结力 R 。试验温度为 25、40 和 60℃,试验仪器为 LKR-G 沥青粘韧性试验仪。轮胎对压缝带粘附力试验结果见表 8,压缝带与路面粘结力试验结果见表 9。

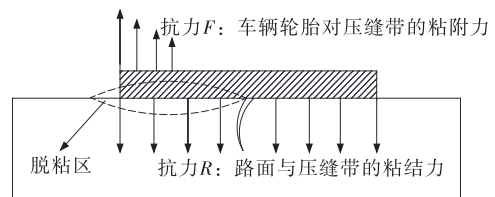


图 1 压缝带轮胎卷走受力示意图

表 8 轮胎对压缝带粘附力试验结果

试验温度/℃	最大吸附力/N	总功/(N·mm)
25	513	257.5
40	504	528.0
60	199	921.5

表 9 压缝带与路面粘结力试验结果

试验温度/℃	最大吸附力/N	总功/(N·mm)
25	194	383.00
40	54	69.00
60	31	57.01

从表 8 可看出:温度为 25℃ 时吸附力最大,温度为 60℃ 时产生的总功最高。说明在温度持续升高的情况下,轮胎对压缝带的吸附力逐渐下降,但总功率不断增加,相应的压缝带被卷走的发生率提升。

从表 9 可看出:温度为 25℃ 时吸附力最大、总功最大。随温度持续升高,压缝带对路面的粘结力和总功逐渐下降,压缝带被卷走的几率升高。

3 结论

根据裂缝填封材料的性能试验结果,基质沥青的软化点最低,兰亭高科改性沥青的软化点最高,五类密封胶的软化点为 60~93℃;基质沥青的延度最低,兰亭高科改性沥青的延度最大,五类密封胶的延度为 57~256 mm、延伸率为 1.9~8.53;三类材料中弹性恢复率最低的为基质沥青,弹性恢复率最高的是兰亭高科改性沥青,五类密封胶的弹性恢复率居于上述两种材料之间;不同类型密封材料的针入度差异较大,基质沥青的针入度为 36.00 (0.1 mm),兰亭高科改性沥青的针入度为 48.37 (0.1 mm),密封胶的针入度随着型号及规格的不同有很大差别;改性沥青的粘韧性最小,密封胶的粘韧性平均为 8.60 N·m。综上,基质沥青的高温性能、粘韧性、低温拉伸性能均不能满足使用要求,对于沥青路面

(下转第 147 页)

同步张拉,张拉完成后进行真空压浆。

5 结语

嘉鱼长江大桥 11[#] 南主塔下横梁采用先塔后梁的施工方法,下横梁支架由钢管支架和牛腿托架组成,钢管支撑在承台顶面,托架支撑在下塔柱上。为避免塔柱外倾造成塔肢根部应力过大,在下横梁底部设置拉压体系。拉压体系设计新颖(结合主体结构预应力设计及支架牛腿布置方案),在整个施工过程中塔肢根部拉应力控制恰当,不但保证了下横梁施工质量,且节约了近 45 d 工期。

(上接第 108 页)

裂缝处治不适用;市场上的沥青路面裂缝处治密封胶的低温拉伸和弹性恢复指标较差,但其软化点、延伸率、针入度和粘韧性指标较高。根据南方湿热地区的湿热特性和目前材料现状,沥青路面裂缝处治密封胶未来的改善方向主要为抗硬物破坏、浸水低温拉伸、低温拉伸性三方面,使其能适应气候、地质及高速载重环境。

参考文献:

- [1] 宋健民,白鹏飞,管晓晴.半刚性基层沥青路面反射裂缝建模分析[J].公路工程,2017,42(3).
- [2] 丛林,于露,魏强.沥青路面防水抗裂功能层缓解反射裂缝的数值分析[J].公路工程,2014,39(4).
- [3] 李强,倪富健,王文达,等.沥青路面裂缝修补材料技术性能对比研究[J].公路工程,2013,38(6).

(上接第 136 页)

全站仪对塔架进行全过程监控,并根据观测数据不断调整吊运速度和方向。

参考文献:

- [1] 顾安邦.桥梁工程(下册)[M].北京:人民交通出版社,2000.
- [2] 向中富.桥梁施工控制技术[M].北京:人民交通出版社,2001.
- [3] 邓志华.大跨度钢筋混凝土拱桥空间稳定性分析[J].四川建筑,2005,25(1).
- [4] 张奇志,毛生华.吊井岩大桥施工中扣索受力分析及拱肋安装[J].公路与汽运,2008(4).
- [5] 赵朝阳,杨文爽,李传习.缆索吊装主索系统的受力分

参考文献:

- [1] 欧阳晓勇,张建军,崔学涛.苏通大桥主 5 号墩索塔下横梁施工技术[A].第三届全国公路科技创新高层论坛论文集(下册)[C].2006.
- [2] 余定军,王吉英,刘勇,等.斜拉桥钻石形主塔下横梁与塔柱异步施工技术[J].公路,2010(11).
- [3] JTG/T F50—2011,公路桥涵施工技术规范[S].
- [4] 李盛泽.闽江大桥主塔下横梁施工方案优化与技术研究[J].公路交通科技:应用技术版,2011(4).

收稿日期:2018-03-04

- [4] 刘浩,黄开宇,邓蓉.考虑半刚性结构层横向贯通裂缝的沥青路面疲劳特性分析[J].公路工程,2012,37(2).
- [5] 马玉成.丘陵地区沥青路面裂缝原因分析及预防对策研究[J].湖南交通科技,2012,38(3).
- [6] 彭鹏.沥青路面反射裂缝的研究现状分析[J].湖南交通科技,2012,38(3).
- [7] 刘畔.高速公路沥青路面裂缝分析与处治措施研究[J].公路与汽运,2016(1).
- [8] 李茂山.沥青路面裂缝深层处治方法的研究与应用[J].公路与汽运,2011(4).
- [9] Ai-Qadi I L.Characterization of bituminous-sextants utilizing modified bending beam rheometer[A].Transportation Research Board 85th Annual Meeting[C].2006.
- [10] JT/T 740—2015,路面加热型密封胶[S].

收稿日期:2017-12-09

析算法与工作性能[J].广西大学学报:自然科学版,2010,35(4).

- [6] 王勃.大跨径拱桥缆索吊装施工系统仿真分析[D].西安:长安大学,2012.
- [7] 王国俊.大跨度钢管混凝土拱桥无支架缆索吊装过程中的仿真计算分析[D].长沙:长沙理工大学,2005.
- [8] 刘兴臣.大跨度箱形拱桥缆索吊装施工过程监控[D].成都:西南交通大学,2008.
- [9] 刘雪峰.钢筋砼拱桥钢拱架现浇施工控制关键技术[J].公路与汽运,2016(5).
- [10] 黄祖华.基于环境振动试验的钢筋砼拱桥有限元模型研究[J].公路与汽运,2015(1).

收稿日期:2017-12-28