

Experiment Study on the Polyester Fiber Mix into Asphalt Mixture

Minwei Xie^{1*}, Baoping Feng²

¹Hangzhou City Traffic Engineering Group Co., Ltd., Hangzhou

²Shaanxi Provincial Expressway Construction Group Co., Xi'an

Email: *462814608@qq.com

Received: Mar. 28th, 2013; revised: Apr. 21st, 2013; accepted: Apr. 30th, 2013

Copyright © 2013 Minwei Xie, Baoping Feng. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: The paper analyzes three kinds of asphalt mixture with the same gradation mixture of matrix asphalt, adding 4.5% SBS modified mixes agent and simultaneously adding 0.25% polyester fiber and 4.5% SBS modifier. The three kinds of mixture are conducted by Marshall stability test, rutting test, split test, residual stability and freeze-thaw splitting test, aiming to properties of mixture Marshall stability, water stability, high temperature stability and low temperature crack resistance. The results show that the high temperature stability, asphalt mixture rutting resistance and low temperature properties of asphalt mixture can be improved by the addition of the SBS modifier and polyester fiber. Asphalt mixture with polyester fiber and SBS modifier is better than that of SBS modified asphalt and asphalt mixture in the aspects of rutting resistance, low temperature performance, water stability and freeze-thaw splitting strength ratio.

Keywords: Polyester Fiber; Road Service Performance; Asphalt Mixture; Modified Asphalt

基于掺加聚酯纤维的沥青混合料对比试验研究

谢民伟^{1*}, 冯宝平²

¹杭州市交通工程集团有限公司, 杭州

²陕西省高速公路建设集团公司, 西安

Email: *462814608@qq.com

收稿日期: 2013年3月28日; 修回日期: 2013年4月21日; 录用日期: 2013年4月30日

摘要: 文章对相同配合比的基质沥青、掺加 4.5% SBS 改性剂和同时掺加 0.25% 聚酯纤维与 4.5% SBS 改性剂的混合料分别进行了马歇尔稳定度试验、车辙试验、劈裂试验、残留稳定度和冻融劈裂试验, 研究三种沥青混合料的马歇尔稳定度、水稳定性、高温稳定性及低温抗裂性。结果表明: 掺加 SBS 改性剂和聚酯纤维后, 沥青混合料的高温稳定性能得到改善。抗车辙能力和低温性能优劣依次为掺加聚酯纤维和 SBS 改性沥青混合料、SBS 改性沥青混合料、基质沥青混合料。残留稳定度和冻融劈裂强度比的优劣顺序为: 纤维沥青混合料、SBS 改性沥青混合料、基质沥青混合料。

关键词: 聚酯纤维; 路用性能; 沥青混合料; 改性沥青

1. 引言

近年来, 我国公路建设与研究部门将加强沥青混

合料路面铺筑技术研究、改善沥青混合料路面使用品质、延长其使用寿命列为研究对象。其中聚酯纤维在沥青混合料路面上的应用, 被视为一个提高沥青混合

*通讯作者。

料路面路用性能的有效措施，正日益受到公路行业的重视。

2. 材料及试验

本试验所用石料均为玄武岩，石料洁净、干燥、无风化、无杂质，细集料以及填料包括天然砂、石屑、矿粉、水泥。经试验测定质量符合(公路沥青路面施工技术规范)JTG F40-2004 中规定的沥青面层用集料质量技术要求。本试验所用基质沥青为埃索 AH-90 重交通道路沥青，改性剂为燕山 SBS，剂量 4.5%，改性沥青质量检测结果见表 1。纤维采用美国杜邦公司生产的聚酯纤维，主要技术参数见表 2。

3. 矿料级配

采用 AC-13C 级配类型，级配范围及合成级配见表 3。

4. 沥青混合料性能试验

4.1. 马歇尔稳定度

按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》

(JTJ052-2000)的方法，进行了混合料的马歇尔稳定度试验，结果见表 4。

由表 4 可知，在相同的级配下，基质沥青混合料的油石比最小，SBS 沥青混合料和加博尼纤维沥青混合料的油石比比基质沥青混合料的油石比增加 0.2%~0.3%，由于纤维比表面大，加入沥青混合料后会吸收一定量的沥青，故使得混合料的油石比有所增加^[1]。

从稳定度结果看，SBS 改性沥青混合料、掺加纤维的 SBS 改性沥青混合料马歇尔稳定度明显高于未改性沥青的稳定度，这从一定程度上说明 SBS 改性沥青混合料和加纤维沥青混合料的高温稳定性得到改善。由于纤维在混合料中的纵横交错的分布和加筋作用，加强了混合料的受力性能，从而使纤维沥青混合料的马歇尔稳定度较基质沥青混合料获得提高。

4.2. 抗车辙试验

对表 4 的 3 种混合料按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ052-2000)的试验方法，进行车辙试验。从图 1 的试验结果可以看出，聚酯纤维沥青

Table 1. Asphalt index
表 1. 沥青指标

项目	单位	实测值	规范值	试验方法
针入度(25℃, 100 g, 5 s)	0.1 mm	86.3	80~100	T0604
针入度指数 PI, 不小于		-1.24	-1.5~+1.0	T0604
10℃延度, 不小于	(cm)	136.8	20	T0605
15℃延度不小于	(cm)	129.8	100	T0605
软化点(环球法), 不小于	(℃)	45.5	45	T0606
运动粘度 60℃, 不小于	(Pa·s)	197.6	160	T0620
含蜡量(蒸馏法), 不大于	%	1.8	2.2	T0615
闪点, 不小于	(℃)	295	245	T0611
溶解度(三氯乙烯), 不小于	(%)	99.8	99.5	T0607
密度(15℃)	(g/cm ³)	1.011	实测记录	T0603
质量变化, 不大于	(%)	0.55	±0.8	T0609
残留针入度比(25℃), 不小于	(%)	73.1	57	T0604
残留延度(10℃), 不小于	(cm)	8.14	8	T0605

Table 2. The physical chemistry index of polyester fiber
表 1. 聚酯纤维物理化学指标

直径(mm)	长度(mm)	密度(g/cm ³)	弹性模量(MPa)	熔点(℃)	断裂伸长率(%)	抗拉强度(MPa)
0.10~0.025	6 ± 1.5	1.36~1.40	9524	260	38	>500

Table 3. Gradation of AC-13C mixture
表 3. AC-13C 混合料级配

级配	通过以下筛孔质量百分率(%)									
	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
合成级配	100.0	99.1	76.5	45.6	25.9	19.8	14.7	12.2	10.2	7.5
级配范围	100	90	68	38	24	15	10	7	5	4
		100	85	68	50	38	28	20	15	8

Table 4. Marshall stability test of asphalt mixture
表 4. 沥青混合料马歇尔试验

序号	沥青混合料	油石比(%)	空隙率(%)	饱和度(%)	密度(g/cm ³)	稳定度(KN)	流值(mm)	马氏模数(N/0.01cm)
①	沥青	4.8	3.75	77.5	2.492	9.05	3.51	2.602
②	沥青 + 4.5%SBS	5.2	3.21	79.8	2.514	14.37	4.43	3.321
③	沥青 + 4.5%SBS + 0.25%纤维	5.8	3.41	81.5	2.581	13.01	4.53	2.914
	技术要求	-	3~5	65~75	-	>8.0	2.0~5.0	-

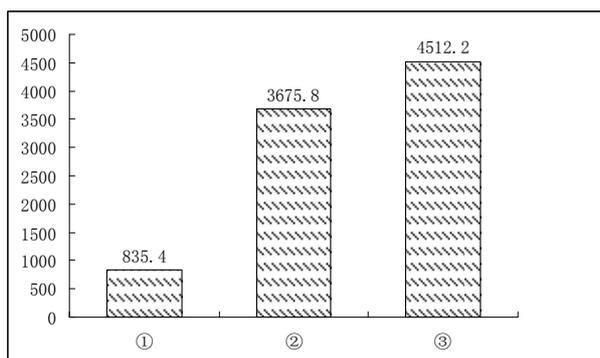


Figure 1. Wheel tracking test of asphalt mixture
图 1. 沥青混合料车辙试验

混合料的抗车辙能力高于 SBS 改性沥青混合料、基质沥青混合料。加入聚酯纤维后，由于纤维的吸附作用，使沥青的粘稠度和粘聚力增大，同时由于纵横交错的加筋作用，能够抵抗高温条件下行车荷载的反复作用产生的沥青混合料变形性能，使沥青的高温稳定性得到了很大的提高，从而增强了混合料的抗车辙能力。

4.3. 间接拉伸试验

间接拉伸试验即通常所说的劈裂试验，按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ052-2000)的试验方法，进行-10℃沥青混合料间接拉伸试验，结果见表 5。

一般情况下，良好的低温抗拉伸性能反映为较大的抗拉伸强度，较大的变形和较小的劲度模量^[2]。从

破坏应力、破坏应变、破坏劲度都可以得出，沥青混合料的低温性能优劣顺序为：SBS + 纤维 > SBS > 基质沥青。纤维沥青混合料中纵横交错的纤维使混合料具有了较高的弹性，沥青混合料的强度得到提高，相应地沥青混合料脆性有所降低。在受力过程中聚酯纤维阻止了裂缝的引发^[3]，从而减少了裂缝源的数量，并使裂缝尺度变小，降低了裂缝尖端的应力强度因子，缓和了裂缝尖端的应力集中程度。

4.4. 水稳定性试验

本文主要采用浸水马歇尔试验残留稳定性和冻融劈裂试验劈裂强度比双指标来评价其抗水害能力，沥青混合料水稳定性试验结果见表 6。

从试验数据可以看出相同级配的沥青混合料残留稳定性和冻融劈裂强度比的排列顺序为：SBS + 聚酯纤维沥青混合料 > SBS 改性沥青混合料 > 基质沥青混合料。因为纤维可以吸附部分沥青，从而增大沥青用量，提高沥青饱和度，并且使粘附在矿料上的结构沥青膜变厚，降低了水对沥青胶浆的浸蚀破坏作用，使纤维沥青混合料抗水损害能力强于基质沥青混合料的抗水害能力^[4]。在相同击实条件下，纤维混合料的孔隙率大，而孔隙率对抗冻融破坏影响又较大，故施工中特别强调压实遍数比普通混合料要多，以保证纤维沥青混合料空隙率减小，使纤维改善性能得以发挥。

Table 5. The results of indirect tensile test of asphalt mixture
表 5. 沥青混合料间接拉伸试验结果

序号	沥青混合料	破坏应力(MPa)	破坏应变($\mu\epsilon$)	破坏劲度(MPa)
①	沥青	3.84	3.978	77.5
②	沥青 + 4.5%SBS	4.62	3.21	79.8
③	沥青 + 4.5%SBS + 0.25%纤维	5.04	3.41	81.5

Table 6. The water stability of asphalt mixture surface
表 6. 沥青混合料水稳定性

序号	沥青混合料	残留稳定度(%)	冻融劈裂残留强度比(%)
①	沥青	89.1	84.2
②	沥青 + 4.5%SBS	92.1	91.3
③	沥青 + 4.5%SBS + 0.25%纤维	94.6	94.8

5. 施工过程中的几个关键性问题

1) 纤维沥青混合料采用马歇尔击实试验确定最佳沥青用量,与普通混合料相比,一般增加 0.15%~0.6%的沥青用量。

2) 纤维的掺加方式有 2 种:一是根据每盘沥青混合料的总重量计算出纤维的用量,预先用易熔塑料袋包装好,在热料进入拌缸后,立即投入,在沥青加入前,纤维已经基本均匀分布在矿料中;二是通过压缩空气从筒仓吹入到拌缸。本文采取的是第一种方法。

3) 为了保证矿料与纤维均匀混合,干拌和湿拌的时间都要延长,拌和时间延长多少,取决于拌缸的构造和拌和方式以及加入纤维的类型和数量。在一般情况下,干拌时间比普通混合料延长 5~15 s,湿拌时间要延长 5~10,具体情况应根据纤维的分散性来确定。

4) 适当提高混合料的出厂温度,一般控制在 170℃~180℃。

5) 试拌一盘后要及时进行抽样检测,并仔细观察纤维是否分散均匀。

6) 摊铺完成后及时进行碾压,初压温度不小于 150℃,复压温度不小于 120℃,终压温度不小于 100℃。

6. 结论

1) 掺入 0.25%聚酯纤维和 4.5%SBS 的改性沥青混合料抗车辙能力、低温抗裂性和水稳定性比 SBS 改性沥青混合料、基质沥青混合料均有明显的改善和提

高。

2) SBS 改性沥青混合料和加纤维沥青混合料的高温稳定性能均得到改善。

3) 掺加聚酯纤维和 SBS 改性剂沥青混合料的抗车辙能力高于 SBS 改性沥青混合料、基质沥青混合料。

4) 相同级配的沥青混合料残留稳定度和冻融劈裂强度比的排列顺序为:掺加聚酯纤维和 SBS 改性沥青混合料 > SBS 改性沥青混合料 > 基质沥青混合料。

5) 掺加聚酯纤维沥青混合料明显改善沥青路面的使用性能。尽管建设期投资比普通沥青路面高出较多。但是从减少路面病害和延长路面使用年限等方面综合考虑。纤维沥青路面的社会效益和经济效益还是高于普通沥青路面。尤其是在高速公路、桥面铺装上,值得大力推广。

参考文献 (References)

- [1] 李洪斌. 纤维稳定剂对沥青混合料路用性能影响分析[J]. 中外公路, 2005, 25(6): 113-115.
- [2] 沈金安. 沥青及沥青混合料路用性能[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [3] 孙同策. 纤维沥青混凝土试验及应用[J]. 公路交通科技, 2005, 22(2): 20-23.
- [4] 李明, 邹勃. 聚酯纤维增强沥青混合料性能研究[J]. 西部交通科技, 2007, 1: 44-46.