

文章编号: 0451-0712(2004)12-0199-05

中图分类号: U416.042

文献标识码: B

聚酯纤维材料在高速公路养护中的应用分析

徐 蕾

(浙江沪杭甬高速公路股份有限公司嘉兴管理处 嘉兴市 314001)

摘 要: 通过聚酯纤维材料在沪杭高速公路路面养护整修项目中的工程实例和有关试验, 总结介绍聚酯纤维材料在改善和提高沥青混凝土面层的各项力学性能方面的作用。

关键词: 聚酯纤维; 高速公路; 应用分析;

随着高速公路的不断发展, 交通量不断增大, 重型车不断增多, 不少高速公路在营运初期就发生了不同程度的损坏, 影响了路面的正常使用, 而在通车的高速公路上维修, 必须局部封闭交通, 维修困难, 社会影响大, 因此, 选择一种高性能的路面材料, 加强和改善路面的使用品质, 延长路面的使用寿命, 以减少维修次数, 应是一种值得研究的方法。

参考国内外发展动态与作法, 我们在沪杭高速公路嘉兴段路面养护整修项目施工中, 尝试在某些代表路段采用添加聚酯纤维(Good Road II)材料的热沥青混凝土和改性沥青混凝土进行病害处理和罩面, 并在相同的施工条件下, 与未添加聚酯纤维材料的处理路段进行比较。通过有关试验和检测结果表明, 添加该种材料后可以较明显地改善沥青混凝土面层的高温稳定性、低温抗裂性和水稳定性, 现就实际施工和有关试验作一介绍。

收稿日期: 2004-07-01

1 交通量分析

沪杭高速公路(嘉兴段)全长 88.195 km, 是目前连接上海和杭州的唯一一条高速公路, 1998 年年底通车, 交通流量很大, 且增长迅速。现将 1999 年至 2003 年的年平均交通流量介绍如表 1。

表 1 1999 年~2003 年年平均流量情况表

年份	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
年平均流量/辆	1 223 901	1 510 787	1 887 868	2 304 007	2 731 315
比上一年的增长率	0	23%	25%	22%	19%

2 试验概况简述

沪杭高速公路(嘉兴段)对添加聚酯纤维的沥青混凝土的研究和试验最早在 2001 年, 当时主要应用于病害处理施工中, 在观察了两年使用情况后, 又于 2003 年应用于罩面施工中。我们主要选择了两段代表性路段分别进行病害处理和罩面试验, 其中病害

A Study on Void Underneath Slab of Joint Concrete Pavement and Slab Jacking Treatment

ZHOU Wen-xian, SUN Li-jun, KAN Sheng-nan

(MOE Road and Traffic Engineering Open Lab of Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: In this paper the main reasons for the void underneath slab are presented, a comment on methods of void detection is made. The theory and procedure of stabilization, and the key technology of which are also discussed. In the end, the criteria of check and acceptance are given.

Key words: joint concrete pavement; void underneath; slab jacking technology

处理 800 m, 罩面 1950 m, 施工的具体时间分别为 2001 的 10 月 10 日和 2003 年的 9 月 15 日。现将两试验段的施工情况简要叙述如下。

2.1 病害处理路段

该段位于沪杭高速公路(嘉兴段)K124+200~K125+100 上海至杭州方向, 实际路面施工长度为 800 m。处理前该段由于地势较低, 排水不良, 水稳性差, 出现的病害主要是唧浆和坑洞, 采用铣刨后回填普通沥青混凝土的维修方法试了几次, 效果甚微, 往往一次处理后半年内又重新出现病害。2001 年 10 月 10 日, 我们尝试采用添加聚酯纤维的沥青混凝土对该路段病害进行处理, 聚酯纤维采用 Good Road II, 处理后基本无病害出现。2003 年 7 月, 沪杭高速公路(嘉兴段)为了改善路况, 实施全线罩面, 该段也进行了罩面, 截止罩面前, 该段仅出现了一个 0.04 m² 的小坑。

2.2 罩面施工路段

试验路段选择了沪杭高速公路嘉兴段 K99+440~K100+728(杭向)和 K99+800~K100+560(沪向)两处, 处于沪杭高速公路与乍嘉苏高速公路连接处, 其中杭向为乍嘉苏高速公路转入沪杭高速公路的入口路段, 沪向为沪杭高速公路转入乍嘉苏高速公路的出口路段, 车辆多刹车, 对路面磨损较大。而且该路段沪杭双向车流量均较大, 车型主要以超载、超限的重车为主, 因而破损严重, 出现的病害主要是连片坑洞。2002 年曾对该路段进行大面积修补后采用 AC—13 I 型改性沥青混凝土罩面 4 cm, 但效果不好, 通车不久就重新出现连续坑槽等病害。2003 年 9 月 15 日和 16 日, 我们尝试采用添加聚酯纤维的 AK—13A 型沥青混凝土对该段进行罩面, 处理后至今无病害出现。

3 聚酯纤维沥青混凝土的材料组成

3.1 沥青

(1) 病害处理

用于病害处理的沥青为壳牌 AH—70 号热沥青, 其主要技术指标如表 2 所示。

(2) 罩面

用于罩面的沥青为壳牌 SBS(I)—C 改性沥青, 其主要技术指标如表 3 所示。

3.2 集料

(1) 粗集料采用浙江湖州鹿山坞产的辉绿岩, 其技术指标试验结果如表 4 所示。

表 2 壳牌 AH—70 号热沥青主要技术指标试验结果

序号	检测项目	单位	规定值	实测值	
1	针入度(25 C, 100g, 5s)	0.1 mm	60~80	70	
2	延度(5cm/min, 15 C)	cm	≥100	150	
3	软化点(环球法)	C	44~54	47.5	
4	闪点(COC)	C	≥230	332	
5	含蜡量(蒸馏法)	%	≤3	2	
6	密度(15 C)	g/cm ³	实测记录	1.031	
7	溶解度(三氯乙烯)	%	≥99.0	99.68	
8	薄膜加热试验 163 C 5h	质量损失	%	≤0.8	0.04
9		针入度比	%	≥55	75.7
10		延度(25 C)	cm	≥50	75

表 3 壳牌 SBS(I)—C 改性沥青主要技术指标试验结果

序号	检测项目	单位	规定值	实测值	
1	针入度(25 C, 100 g, 5 s) 最小	0.1 mm	60	67.4	
2	针入度指数 PI 最小		-0.2	1.3	
3	延度(5cm/min, 5 C) 最小	cm	30	83.30	
4	软化点 最小	C	55	73.8	
5	运动粘度 135 C 最大	Pa·s	3	0.902	
6	离析, 软化点差 最大	C	2.5	2.2	
7	弹性恢复 25 C 最小	%	65	94.2	
8	薄膜加热试验 163 C 5 h	质量损失 最大	%	1	0.15
		针入度比 (25 C) 最小	%	60	72.4
		延度(5 C) 最小	cm	20	77.9

表 4 粗集料技术指标

项目	规定值	实测值
与沥青粘结力	≥4 级	5 级
洛杉矶磨耗值	≤30%	16.9%
压碎值	≤28%	13.5%
视密度	≥2.5	2.741
针片状含量	≤15%	7.4
软弱颗粒含量	≤5%	0
吸水率	≤2%	0.5%
坚固性	≤12%	6.8%

(2) 细集料采用江苏宜兴佳乐产的机制人工砂, 其技术指标试验结果如表 5 所示。

(3) 矿粉采用浙江湖州产的矿粉, 其主要指标均满足规范的要求。

表5 细集料技术指标

项目	规定值	实测值
砂当量/%	≥60	74
视密度(t/m^3)	≥2.5	2.72

(4)为改善沥青与石料的粘结性,在沥青混凝土

表6 沥青混合料矿料级配

级配类型	通过下列筛孔(方孔筛,mm)的质量百分率/%										
	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC-16 I	100	95~100	75~90	58~78	42~63	32~50	22~37	16~28	11~21	7~15	4~8
AK-13A		100	90~100	60~80	30~53	20~40	15~30	10~23	7~18	5~12	4~8

(2)罩面

罩面采用 AK-13A 型改性沥青混凝土,集料的具体级配范围如表 6 所示。

3.4 聚酯纤维的基本性能指标

纤维质量的好坏是沥青混凝土质量保证的关键,差的纤维拌和后往往不能起到加筋作用反而会使沥青混凝土结团结块影响施工质量。在本文介绍的病害处理和罩面试验中掺加的纤维均为 Good Road II 聚酯纤维,每吨沥青混合料中的添加量约为 2.27 kg,其基本性能指标如下。

- (1)化学成份:聚酯
- (2)纤化类型:单丝
- (3)直径:0.02 mm±0.005 mm
- (4)丹尼尔:6.1 dpf
- (5)长度:6 mm
- (6)比重:1.38
- (7)颜色:自然色(白色)
- (8)熔点温度:>249℃
- (9)燃点温度:>556℃
- (10)抗拉强度:928 MPa
- (11)断裂延伸率:最大 50%
- (12)湿度恢复:0.2%
- (13)卷曲性:无

4 施工工艺介绍

添加聚酯纤维后沥青混凝土的施工工艺与不添加时基本相同,本文不再详细介绍,现主要介绍一些不同点。

4.1 聚酯纤维的添加比例

聚酯纤维的添加比例与路面承受的日交通量有关,以 Good Road II 聚酯纤维为例,每吨沥青混合料

中掺加消石灰增加粘附性,消石灰采用二级灰。

3.3 矿料级配

(1)病害处理

病害处理采用 AC-16 I 型沥青混凝土,集料的具体级配范围如表 6 所示。

中的添加量的参考值如下:

(1)用于高等级公路时

日交通量/辆	添加量(kg/t)
3 000	1.135
3 000~80 000	2.27
80 000	3.405

当重车较多时,则添加量相应提高一个档次。

(2)用于桥面铺装时

磨耗层:	3.405 kg/t
气膜层:	2.27 kg/t

4.2 沥青混凝土级配

由于在沥青混凝土中添加了聚酯纤维,聚酯纤维对沥青有一定的吸附作用,因此,沥青混凝土的沥青用量需随纤维掺量的增加而适当增加,否则,反而会因沥青含量不够,降低路面强度。经实测,本次病害处理和罩面试验,聚酯纤维的掺量均为 2.27 kg/t,相应的沥青用量的增加量分别为 0.23%和 0.26%。

4.3 沥青混凝土的拌和

添加聚酯纤维的沥青混凝土的拌和与一般沥青混凝土的拌和略有不同,具体要求如下:

在砂石料放入搅拌锅的同时,将聚酯纤维从搅拌锅的观察孔按比例投入锅中,让聚酯纤维先与砂石料一起干拌 30 s(一般沥青混凝土的干拌时间为 15 s~18 s),延长干拌时间,是为了确保聚酯纤维能拌和均匀、分布到位。然后再加入沥青湿拌 30 s。

4.4 沥青混凝土的压实

添加聚酯纤维后的沥青混凝土,其压路机压实遍数应比平常增加 2~3 遍。

4.5 施工注意事项

聚酯纤维的掺量与路面施工质量密切相关,投放过多,会引起路面泛油,投放过少,又会降低路面强度。因

此,为保证施工质量,聚酯纤维的投放工作非常重要,须监督投放。一般纤维的包装均采用 PE 包装,无需拆封,直接投入投料口,否则,易偷工减料。

5 检测与试验

在 2001 年和 2003 年的路面整修工程中,我们按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)做了一系列检测与试验,分别对同级配的掺加聚酯纤维和不加聚酯纤维的路段进行比较分析,现将实际施工数据采集如下。

5.1 马歇尔试验

从拌和场采集同级配的掺加聚酯纤维和不加聚酯纤维的沥青混合料,按击实法分别制成沥青混合料试件,进行马歇尔稳定度试验和浸水马歇尔稳定度试验,测试其物理指标及稳定度、残留稳定度和流值等技术参数,具体试验结果如表 7 和表 8 所示。

表 7 沥青混合料马歇尔试验结果

沥青混凝土类型	沥青含量/%	密度 g/cm ³	空隙率/%	饱和度/%	稳定度/kN	流值 0.1 mm
AC-16 I	5.1	2.379	4.2	74	10.82	32.9
AC-16 I + Good Road II	5.3	2.430	2.2	84.9	11.1	31.5
SBS AK-13A	4.59	2.369	6.1	63.5	9.75	35.5
SBS AK-13A +Good Road II	4.85	2.374	5.8	65.8	9.82	36.1

表 8 沥青混合料残留稳定度试验结果

沥青混合料类型	AC-16 I	AC-16 I + Good Road I	SBS AK- 13A	SBS AK-13A +Good Road II
残留稳定度/%	86.2	89.7	93.2	96.1

(1)标准马歇尔试验结果。

(2)浸水马歇尔试验结果。

将从拌和场采集的同级配的掺加聚酯纤维和不加聚酯纤维的沥青混合料,按击实法分别制成的沥青混合料试件在 60℃ 水温中保温 48 h 后进行测试,试验条件均满足《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)的要求,具体试验结果如表 8 所示。

万方数据

5.2 高温稳定性试验

按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)中沥青混合料车辙试验的规定,从掺加聚酯纤维和不掺加聚酯纤维的路段施工现场,分别切割制作长 300 mm、宽 150 mm、厚 50 mm 的板块状试件,在试验温度为 60℃,轮压为 0.7 MPa 的试验条件下,分别测定其动稳定度,具体试验结果如表 9 所示。

表 9 沥青混合料车辙试验结果

沥青混合料类型	AC-16 I	AC-16 I + Good Road II	SBS AK-13A	SBS AK-13A +Good Road II
动稳定度 次/mm	2 271	2 453	4 451	4 896

5.3 低温抗裂性试验

按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)中沥青混合料劈裂试验的规定,从掺加聚酯纤维和不掺加聚酯纤维的路段施工现场,分别钻取直径 100 mm±2 mm,高 40 mm±5 mm 的圆柱体试件,在试验温度为 -10℃±0.5℃,加载速度为 1 mm/min 的试验条件下,压条宽度为 12.7 mm,采用万能材料试验机进行试验,分别测定其劈裂抗拉强度,以评价沥青混合料的低温抗裂性能,具体试验结果详见表 10。

表 10 沥青混合料劈裂强度试验结果

沥青混合料类型	劈裂强度/MPa	破坏劲度模量/MPa
AC-16 I	3.067	5803
AC-16 I +Good Road II	3.374	6815
SBS AK-13A	3.652	6910
SBS AK-13A+Good Road II	4.201	8485

5.4 冻融劈裂试验

按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)中沥青混合料冻融劈裂试验的规定,从拌和场采集掺加聚酯纤维和不掺加聚酯纤维的同级配沥青混合料,按击实法分别制作成 4 组圆柱体试件,每组试件 8 个,用马歇尔击实仪双面击实各 50 次。每组试件中有 4 个试件用于干燥条件的试验,另有 4 个试件用于冻融条件的试验。实际操作时按沥青混合料冻融劈裂试验的要求对沥青混合料进行冻融循环,测定其劈裂抗拉强度和冻融劈裂抗拉强度比,以评价沥青混合料的水稳定性。具体试验结果详见表 11。

表 11 沥青混合料冻融劈裂试验结果

沥青混合料类型	劈裂抗拉强度/MPa		冻融劈裂强度比/%
	冻融前	冻融后	
AC-16 I	0.623	0.538	86.3
AC-16 I + Good Road II	0.675	0.605	89.7
SBS AK-13A	0.744	0.682	91.6
SBS AK-13A + Good Road II	0.792	0.747	94.3

6 结语

通过对掺加聚酯纤维的沥青混凝土和不掺加聚酯纤维的沥青混凝土现场施工和试验检测比较,从施工工艺、力学性能和成本分析三个方面得出如下结论。

6.1 施工工艺方面

沥青混合料中掺加聚酯纤维后,施工简单,无需增加任何附属设备。由于聚酯纤维对沥青的吸附作用,掺加聚酯纤维后,沥青混凝土的沥青用量需随纤维掺量的增加而适当增加。沥青混合料的拌和时间适当延长,压路机的碾压遍数也适当增加。

6.2 力学性能方面

(1) 高温抗车辙性能的改善

试验数据表明,与未掺加聚酯纤维的沥青混合料相比,加入聚酯纤维后,沥青混合料的马歇尔稳定度、流值以及车辙动稳定度指标均有所提高,沥青混合料的高温稳定性能有所改善。

(2) 水稳性的改善

试验数据表明,与未掺加聚酯纤维的沥青混合料相比,加入聚酯纤维后,沥青混合料的浸水马歇尔试验测得的残留稳定度、冻融劈裂试验测得的冻融劈裂抗拉强度比均有所提高,沥青混合料的水稳性能有所改善。

(3) 低温抗裂性能

试验数据表明,与未掺加聚酯纤维的沥青混合料相比,加入聚酯纤维后,沥青混合料的低温抗裂试验测得的劈裂抗拉强度均有所提高,沥青混合料的低温抗裂性能有所改善。

6.3 成本分析方面

由于聚酯纤维对沥青的吸附作用,掺加聚酯纤维后,沥青混凝土的沥青用量会随纤维掺量的增加而适当增加、沥青混合料的拌和时间适当延长、压路机的碾压遍数也适当增加等原因以及纤维自身的成本需要会使沥青混凝土的成本有所增加,现按本试验为例,与未掺纤维的沥青混凝土相比,掺加 Good Road II 聚酯纤维后(掺加量为 2.27 kg/t),因前述原因所增加的费用约为 600 元/m³,而其中因纤维自身成本所增加的费用为 416 元/m³。

参考文献:

- [1] 张勇强,等. 聚酯纤维材料在沥青混凝土桥面铺装上的应用[J]. 公路,2003,(5).
- [2] JTJ 052-2000,公路工程沥青与沥青混合料试验规程[S].

Application and Analysis of Polyester Fibers in Maintenance of Expressway

XU Lei

(Jiaxing Administration of Zhejiang Huhangyong Expressway Co. Ltd., Jiaxing 314001, China)

Abstract: Through polyester fibers applied and tested in Shanghai-Hangzhou Expressway pavement rehabilitation, the results indicate that polyester fibers can improve and advance the dynamic properties of asphalt pavement.

Key words: polyester fibers; expressway; application and analysis