

文章编号:1671-8879(2008)05-0018-05

旧沥青路面表面处治层抗剪性能

盛燕萍,陈拴发,张登良

(长安大学 特殊地区公路工程教育部重点实验室,陕西 西安 710064)

摘要:为了提高旧沥青路面的防滑、防水和耐磨等路面使用功能,提出旧沥青路面铺设两油一布撒铺碎石矿料进行综合表面处治技术。根据表面处治层的结构特点确定室内试件制作方法,选择 8 种不同沥青和土工布的结构组合,得出各种结构组合的沥青和矿料单位面积最佳用量。对 8 种不同结构组合的表面处治层进行了抗剪性能测试,得出最佳结构组合;通过不同的垂直正压力和试验温度,对最佳结构组合进行抗剪性能测试,得出其摩擦系数和高低温抗剪性能。结果表明,表面处治层的最佳结构组合为采用克拉玛依 90[#] 基质沥青和单位面积质量为 300 g/m² 的短纤维土工布,测得其摩擦系数为 0.598 9,且其低温抗剪性能优于高温抗剪性能。

关键词:道路工程;旧沥青路面;结构组合;摩擦系数;抗剪性能

中图分类号:U412.222 **文献标志码:**A

Shear capability of surface treatment on old asphalt pavement

SHENG Yan-ping, CHEN Shuan-fa, ZHANG Deng-liang

(Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education,
Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: The composite treatment method, one layer of geo-textile added between the two asphalt layers and then with the mineral aggregates paved on them, can improve the efficiency of slip resistance, waterproof and wear resistance on old asphalt road surface. Sample facture is ascertained by structural characteristics of treatment method, 8 kinds of structures with different asphalt and geotextile are selected, and the optimal dosage of asphalt and mineral aggregate are gained. The optimal structural combination is put forward on the basis of testing shear capability of 8 kinds of structures. The shear capability of the optimal structural combination is tested under different vertical pressures and temperatures, and the friction coefficient and shear capability are deduced. The results show that the optimal structural combination is KLM90[#] substrate asphalt and short fiber geotextile with densities of 300 g/m², the friction coefficient is 0.598 9, and the shear capability under high temperature is better than that under low temperature. 7 tabs, 4 figs, 10 refs.

Key words: road engineering; old asphalt surface; structural combination; friction coefficient; shear capability

收稿日期:2007-11-16

基金项目:国家西部交通建设科技项目(200631800005)

作者简介:盛燕萍(1981-),女,浙江临安人,工学博士研究生, E-mail:shengyanping2003@yahoo.com.cn.

0 引言

沥青处治路面是指沥青和集料按层铺法或拌和法施工的厚度不大于 3 cm 的一种较薄面层,一般不起提高强度作用,仅仅改善路面的行车条件,承担行车磨耗及大气作用,增强防水性,提高平整度,起到预防性养护作用^[1-2]。20 世纪 70 年代中期以后,表面处治在世界范围内获得了很大的发展,其中法国较为典型,新西兰、澳大利亚等地人稀的国家对表面处治技术的应用也很广泛。研究表明^[3],使用表面处治技术可以有效地延长旧沥青路面的平均寿命。铺设两油一布撒铺碎石矿料进行综合表面处治技术,目前在新西兰、澳大利亚等国家应用较多,而

在中国尚未看见相关应用。为此,本文对该综合表面处治层的材料用量、结构组成及其抗剪性能进行试验研究,并分析其结果。

1 原材料及室内试验

1.1 试验用原材料

1.1.1 沥青

采用两种沥青,分别为克拉玛依 90# 基质沥青及加 4% SBS 改性剂(质量分数)的克拉玛依 90# SBS 改性沥青,有关技术指标见表 1^[4]。

1.1.2 矿料

矿料为耐磨、抗滑和洁净的花岗岩碎石,粒径为单一粒径(5~10 mm),有关技术指标见表 2^[5]。

表 1 沥青技术指标

沥青品种	不同温度(℃)下针入度/0.1 mm		不同温度(℃)下延度/cm			软化点/℃	针入度指数 PI	弹性恢复/%	蒸发损失(薄膜烘箱老化后)		
	25	5	25	15	5				质量损失率/%	针入度比/%	5℃时的延度/cm
克拉玛依 90# 基质沥青	96	12	>150	>150	42	46	-0.45	26	0.01	63	35
克拉玛依 90# 基质沥青 SBS 改性沥青	76	16	70	37	28	49	1.77	42	0.06	78	13

表 2 碎石技术指标

试验项目	洛杉矶磨耗 损失/%	集料压碎 值/%	集料吸水 率/%	细长扁平 颗粒质量 分数/%	与沥青的粘附性/级			集料视密度/ (g·cm ⁻³)
					克拉玛依 90# 基质沥青	掺抗剥落剂(老化后)/%		
						3	4	
实测结果	21.7	18.1	0.64	5.36	2	4	5	2.68

注:掺入的抗剥落剂是以质量分数掺入。

1.1.3 土工布

采用单位面积质量为 300 g/m² 和 200 g/m² 的长、短纤维土工布。

1.1.4 沥青混合料

采用 AC-16 I 型沥青混合料,制成车辙板,以模拟旧沥青路面。

1.2 试件制作

综合表面处治与传统表面处治的主要区别在于其加入了土工布,并且采用层铺法施工,即沥青→土工布→沥青→矿料的施工顺序。其结构特点是“两油”(沥青)必须上下渗透至中间“一布”(土工布)内,以形成油层结构整体;矿料采用单一粒径,单层铺筑,且嵌入上层沥青的 2/3,以便达到与沥青充分胶结,裸露的 1/3 矿料则对路表面起耐磨、防滑作用。“两油”主要起粘结各层作用,“一布”主要起防水和增加路面柔性作用。土工布能减缓基层降温,降低温差应力,抑制温度裂缝的产生。土工布浸透沥青之后形成防渗层,可阻止路面雨水的下渗而造成的基层软化。即使出现微小裂缝,也能有效地缓解

裂缝处的应力集中,吸收部分拉伸能量,承担部分水平应力^[6],其结构层如图 1 所示。试验中表面处治各层材料用量确定时的实际效果如图 2 所示。

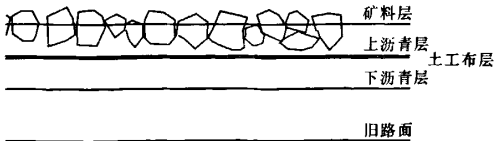
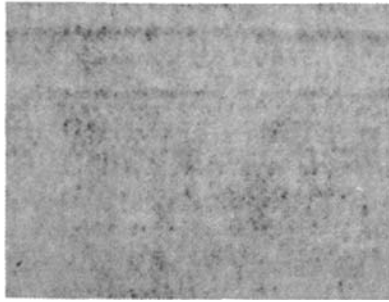
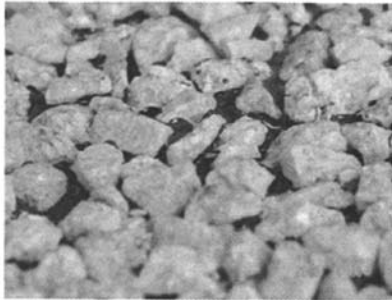


图 1 旧沥青路面综合表面处治结构层

根据图 1 的结构特点和图 2 的实际效果图,经过反复试验,提出室内试件的制作方法为:①先将 AC-16 I 型沥青混合料成型车辙板,在 60℃干燥箱内保温 2 h 左右;②取出车辙板,将克拉玛依 90# 沥青加热至 160℃~170℃(改性沥青加热至 170℃~180℃),称取一定质量的沥青,迅速均匀地刷涂到车辙板上;③铺上土工布,并在车辙成型仪上用 0.7 MPa 的压力压 2 遍;④再称取一定质量的沥青,迅速均匀地刷涂到土工布上;⑤称取一定质量的碎石,同样迅速均匀地铺撒到试件上,并在车辙成型仪上用 0.7 MPa 的压力压实 6 遍,由于碎石不可能按要



(a) 下层沥青用量确定的实际效果



(b) 上层沥青用量确定的实际效果

图2 表面处治各层材料用量确定的实际效果

求那样单层均匀排列,因此压实完后用手轻拂外露碎石,看是否存在剥落,并称取其剥落量(如剥落量大,下次试验适当减少碎石量,直到碎石量合适为止);⑥在车辙成型仪上用0.7 MPa的压力再压实6遍,以保证试件碎石表面的平整度。

1.3 材料用量确定

1.3.1 矿料最佳用量

矿料为单层铺筑,所以事先可计算其用量。测得矿料表观密度为 2.65 g/m^3 ,矿料粒径为 $4.75\sim 9.5\text{ mm}$,计算时取中间值 7 mm ,车辙板的尺寸为 $30\text{ cm}\times 30\text{ cm}$ 。假设矿料为直径 7 mm 的均匀球状体,每个球状体的体积为 $4/3\times 0.35^3\pi=0.18\text{ (cm}^3\text{)}$;又假设这些球状颗粒均匀连续地排列在 $30\text{ cm}\times 30\text{ cm}$ 的车辙板上,则总体积为 $0.18\times (30/0.7)\times (30/0.7)=330.6\text{ (cm}^3\text{)}$,所以计算出质量为 $330.6\times 2.65=876\text{ (g)}$ 。根据该表面处治层的结构特点,反复进行试验,得到最佳矿料用量(表3)。

1.3.2 沥青最佳用量

同样经过反复试验,确定上下两层的最佳沥青用量(表4)。

表3 矿料最佳用量

沥 青	克拉玛依 90 [#] 基质沥青				克拉玛依 90 [#] SBS 改性沥青			
	土工布 长纤维 (300 g/m ²)	短纤维 (300 g/m ²)	长纤维 (200 g/m ²)	短纤维 (200 g/m ²)	长纤维 (300 g/m ²)	短纤维 (300 g/m ²)	长纤维 (200 g/m ²)	短纤维 (200 g/m ²)
计算质量/g	876	876	876	876	876	876	876	876
剥落量(质量)/g	176	106	156	146	86	106	76	106
实际用量(质量)/g	700	770	720	730	790	770	800	770
单位面积用量/(g·m ⁻²)	7 778	8 556	8 000	8 111	8 778	8 556	8 889	8 556

表4 沥青最佳用量

沥 青	克拉玛依 90 [#] 基质沥青				克拉玛依 90 [#] SBS 改性沥青			
	土工布 长纤维 (300 g/m ²)	短纤维 (300 g/m ²)	长纤维 (200 g/m ²)	短纤维 (200 g/m ²)	长纤维 (300 g/m ²)	短纤维 (300 g/m ²)	长纤维 (200 g/m ²)	短纤维 (200 g/m ²)
下层单位面积用量/(g·m ⁻²)	1 111	1 222	889	1 000	1 333	1 333	1 222	1 222
上层单位面积用量/(g·m ⁻²)	1 333	1 333	1 111	1 111	1 444	1 556	1 333	1 444
总单位面积用量/(g·m ⁻²)	2 444	2 555	2 000	2 111	2 777	2 889	2 555	2 666

由表4可以看到,克拉玛依90[#] SBS改性沥青所需沥青比克拉玛依90[#]基质沥青要多。由于改性沥青的粘度较高,所以其渗透性相对较差。对于不同单位面积质量的土工布,单位面积质量为300 g/m²比200 g/m²所需沥青用量多。对于不同种类纤维的土工布,短纤维土工布比长纤维所需沥青用量多。

2 抗剪性能测试结果与分析

沥青表面处治层作为磨损层主要起耐磨防滑作用,其结构层抗剪性能的好坏是关键。因此,本文采

用自行研制的沥青路面结构层抗剪试验机进行抗剪性能测试。

2.1 沥青路面结构层抗剪试验机

沥青路面结构层抗剪试验机的原理为测试表土层与橡胶板(模拟汽车轮胎)之间的摩擦系数 f ,即为水平牵引力和垂直荷载的比值。在试验时,用千斤顶在试件顶面施加垂直正压力,压力大小可由压力传感器测定,对小车施加一水平牵引力使其前进。在垂直正压力和水平牵引力的综合作用下,粘结力较低的碎石会剥离沥青,试件就会产生剪切破坏。试验

机如图 3 所示。

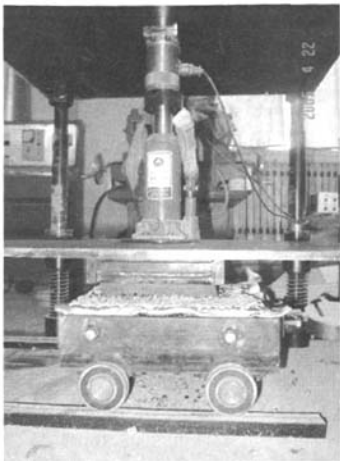


图 3 沥青路面结构层抗剪试验机

表 5 8 种不同结构组合的抗剪性能测试结果

沥 青	克拉玛依 90 [#] 基质沥青				克拉玛依 90 [#] SBS 改性沥青			
	长纤维 (300 g/m ²)	短纤维 (300 g/m ²)	长纤维 (200 g/m ²)	短纤维 (200 g/m ²)	长纤维 (300 g/m ²)	短纤维 (300 g/m ²)	长纤维 (200 g/m ²)	短纤维 (200 g/m ²)
最大牵引力产生时的 垂直正压力 N/kN	26.85	26.04	27.70	27.40	25.33	25.79	25.01	25.12
最大牵引力 F/kN	25.67	25.23	24.94	24.69	23.22	23.84	22.56	22.87
f	0.956	0.969	0.900	0.901	0.917	0.924	0.902	0.910

的相容性好,虽然彼此间结合很好,但不能对性能有多大改善;若两种材料相容性太差,分散相不能很好分散,则其性质也不可能有多大改善。只有具备适当的相容性,又有良好的界面性质才能得到性质优良的改性材料。尽管克拉玛依 90[#] 基质沥青的改性效果不是很好,但是考虑到试验路当地情况和试验的可比性,仍采用了这两种沥青。由表 5 可以看出,采用 300 g/m² 的土工布比 200 g/m² 的土工布承受的最大牵引力要大。而不同纤维的土工布,对最大牵引力影响并不大。

根据室内抗剪性能测试结果,沥青路面综合处治结构层沥青采用克拉玛依 90[#] 基质沥青较好,土工布采用 300 g/m² 较好。由于不同纤维对最大牵引力影响不大,又由表 4 所知,短纤维土工布所需的沥青用量要比长纤维较少,所以综合考虑经济因素,采用短纤维土工布。

2.2.2 垂直正压力对表面处治层抗剪性能的影响

根据上述分析结果,最佳表面处治结构组合为克拉玛依 90[#] 基质沥青和 300 g/m² 短纤维土工布。设定试验温度为 20 ℃,在 3 种不同垂直正压力下,对该结构进行抗剪性能测试,结果见表 6。

2.2 试验结果与分析

2.2.1 不同结构组合对表面处治层抗剪性能的影响

试验设定垂直正压力为 0.7 MPa(25 kN),其垂直压力随着水平牵引力改变而改变,当最大水平牵引力 F 出现时,对应出现垂直正压力 N。设定试验温度为 20 ℃,对 8 种不同结构组合进行抗剪性能测试,结果见表 5。

由表 5 可以看出,克拉玛依 90[#] 基质沥青要比克拉玛依 90[#] SBS 改性沥青承受的最大牵引力要大,这与克拉玛依 90[#] SBS 改性沥青的性质差有关。SBS 沥青改性剂的改性效果取决于多方面的因素^[7-8],特别是对克拉玛依沥青的改性,由于自身性能比较好,再对其进行改性以进一步提高各方面的性能就变得更为困难^[9]。按照共混改性原理^[10],如果两种材料的物理性质比较接近,那么这两种材料

表 6 不同垂直正压力下的抗剪性能测试结果

垂直正压力/MPa	最大牵引力 F/kN	最大牵引力产生时的垂直正压力 N/kN	f
0.5	8.57	14.54	0.589
0.7	12.53	21.07	0.595
0.9	15.91	26.80	0.594

根据表 6 的试验结果,可知最大牵引力 F 与其垂直正压力 N 存在良好的线性关系(图 4),其回归的相关关系式为: $F=0.598\ 9N-0.121\ 9$ (R^2 为相关系数)。由此可以得到该结构表面处治层的摩擦系数 f 为 0.598 9。

2.2.3 温度对表面处治层抗剪性能的影响

设定垂直正压力为 0.7 MPa,在 4 种不同温度

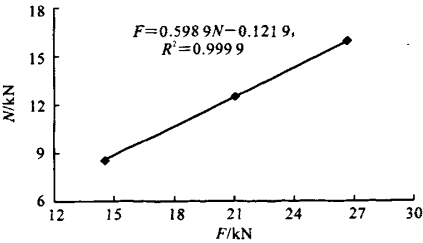


图 4 F 与 N 的关系

下,对该结构进行抗剪性能测试,结果见表 7。

表 7 不同试验温度下的抗剪性能测试结果

温度/℃	最大牵引力 F/kN	最大牵引力产生时的 垂直正压力 N/kN	f
0	15.58	24.64	0.63
20	11.30	19.82	0.57
40	10.60	19.63	0.54
60	8.96	17.23	0.52

由表 7 可以看出,随着温度的升高,该表面处治层结构承受的最大牵引力反而降低,表明该最佳表面处治层结构的低温抗剪性能优于高温抗剪性能。

3 结 语

(1)旧沥青路面综合表面处治层具有良好的抗剪性能。

(2)试验表明,当采用克拉玛依 90# 基质沥青和 300 g/m² 短纤维土工布的结构组合时其抗剪性能最佳。不同垂直正压力下,对该结构进行抗剪性能测试,测得其摩擦系数为 0.598 9。不同试验温度下,对该结构组合进行抗剪性能测试的结果表明,该表面处治层结构比较适用于低温地区。

(3)室内抗剪性能试验采用 AC-16 I 型混合料的车辙板模拟旧路面,得出的量化结论具有一定局限性,还有待于进一步研究。

参考文献:

References:

- [1] 姚玉玲,任 勇,陈拴发. 沥青路面的预防性养护时机[J]. 长安大学学报: 自然科学版,2006,26(6): 34-38.
YAO Yu-ling, REN Yong, CHEN Shuan-fa. Preventive maintenance timing of asphalt pavement [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2006, 26(6): 34-38.
- [2] Federation of Canadian/Municipalities. Timely preventive maintenance for municipal road primer[R]. Ottawa: Federation of Canadian Municipalities, 2003.
- [3] 陈学文. 改良型沥青表处技术研究[J]. 公路交通科技, 2005, 22(11): 61-64.
CHEN Xue-wen. Study on the modified asphalt treatment[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2005, 22(11): 61-64.
- [4] JTJ 052-2000, 公路工程沥青及沥青混凝土试验规程[S].
- [5] JTJ 058-2000, 公路工程集料试验规程[S].
- [6] 江辉峰. 土工布在旧沥青路面补强设计中的应用[J]. 中国市政工程, 2000, 91(4): 29-30.
JIANG Hui-feng. Geotextile applied to old asphalt pavement strengthening [J]. China Municipal Engineering, 2000, 91(4): 29-30.
- [7] 原健安,周吉萍,李玉珍. SBS 与沥青的相互作用性分析[J]. 中国公路学报, 2005, 18(4): 21-26.
YUAN Jian-an, ZHOU Ji-ping, LI Yu-zhen. Analysis of interaction between SBS and asphalt [J]. China Journal of Highway and Transport, 2005, 18(4): 21-26.
- [8] 原健安,纪 东,祝志刚. SBS 剂量对改性沥青性质的影响[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2005, 25(3): 19-22.
YUAN Jian-an, JI Dong, ZHU Zhi-gang. Effect of different dosage SBS on properties of modified asphalt [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2005, 25(3): 19-22.
- [9] 韩 森,张彩利,薛生高,等. SBS 改性克拉玛依沥青相容性的改善[J]. 公路交通科技, 2004, 21(10): 22-25.
HAN Sen, ZHANG Cai-li, XUE Sheng-gao, et al. Modification of KLM asphalt by SBS and improvement of their compatibility [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2004, 21(10): 22-25.
- [10] 张登良. 改性沥青机理及应用[J]. 石油沥青, 2003, 17(2): 36-38.
ZHANG Deng-liang. The mechanism and application of modified asphalt [J]. Petroleum Asphalt, 2003, 17(2): 36-38.