

TPS 高粘改性沥青胶浆高温流变特性研究

陈拴发, 豆怀兵, 邢明亮, 何 锐, 刘状壮

(长安大学交通铺面材料教育部工程研究中心, 陕西 西安 710064)

摘要: 采用动态剪切流变仪和布氏旋转粘度计, 对不同粉胶比下的 TPS 高粘改性沥青胶浆流变特性进行研究, 分析了粉胶比和试验温度对相位角、复数剪切模量、车辙因子、疲劳因子以及布氏粘度的影响。试验结果表明: 在各粉胶比下沥青胶浆的复数剪切模量、车辙因子和疲劳因子都随温度的升高而减小; 温度一定时, 随粉胶比的增大, 车辙因子显著增大, 疲劳因子逐渐减小, 当粉胶比大于 1.4 时, 车辙因子的增长幅度明显减小; 当粉胶比小于 1.2 时, 粘度随温度的增长速率较小, 粉胶比大于 1.2 时粘度随温度升高急剧增大, 沥青胶浆的感温性随温度升高而增大。综合各指标来看, 粉胶比在 1.2~1.4 之间时, TPS 高粘改性沥青胶浆流变性能优越。

关键词: 路面工程; 粉胶比; 沥青胶浆; 感温性

中图分类号: U214

文献标识码: A

文章编号: 1006-7930(2014)03-0380-05

超薄磨耗层作为一种路面养护材料, 主要应用于高等级沥青或水泥混凝土路面的预防性养护和轻微病害的矫正性处理, 也可作为新建道路表面的磨耗层, 具有抗车辙、抗滑、抗磨耗的优良性能, 是一种超长耐久的沥青路面表面层^[1-2]。同时由于超薄磨耗层沥青混合料在级配组成上具有矿料的公称最大粒径小的特点, 相比于其他沥青混合料, 粗集料的承载能力和嵌挤力明显不足, 在外界荷载和环境因素作用下容易失稳而发生破坏, 所以对其使用的沥青结合料提出了更高的要求, 要求沥青结合料对集料要有较强的包裹能力和高粘附性^[3-5]。普通沥青材料由于其黏度较低, 粘结能力不足易造成超薄磨耗层出现水损害和高温承载力不足^[6]。TPS 高粘改性沥青以其优越的粘度特性和粘附能力, 已在排水路面中得到了广泛应用^[7], 能否将其应用于超薄磨耗层值得研究。

现代胶浆理论认为, 沥青混合料是由粗集料、细集料和胶浆组成的三维分散体系, 其中由沥青和矿粉等填料形成的沥青胶浆不仅发挥粘结作用, 而且是影响沥青混合料粘弹性的根本因素^{[4][8]}。国内张争奇教授和李平博士^[8]采用 SHRP 试验设备研究得出, 连续密级配沥青混合料粉胶比应控制在 0.8~1.6 之间, 而 TPS 高粘改性沥青由于其粘度较大, 此粉胶比范围能否适用需进一步研究。利用流变测试技术可以模拟和探索不同环境下的沥青材料行为模式和行为规律^[9]。基于此, 本文采用动态剪切流变仪和布氏布氏旋转粘度计, 对不同粉胶比和不同温度下 TPS 高粘改性沥青胶浆的高温性能和粘温流变特性进行系统的研究, 提出合适的粉胶比范围, 为促进 TPS 高粘改性沥青在超薄磨耗层中的应用打下良好基础。

1 原材料与试验方法

1.1 原材料

TPS 高粘改性沥青由 AS70# 和 12%TPS 沥青改性剂制备, 其中沥青改性剂选用日本大有株氏会社生产的 TPS 高粘改性剂, 基质沥青和 TPS 高粘改性沥青的基本技术指标分别见表 1 和表 2。矿

粉选用磨细的石灰石粉, 试验前用 0.075 mm 的方孔筛将矿粉中粒径大于 0.075 mm 的部分筛除, 保留粒径小于 0.075 mm 的部分用于制备 TPS 高粘改性沥青胶浆。

1.2 TPS高粘改性沥青胶浆的制备

采用人工搅拌的方法制备TPS高粘改性沥青胶浆。首先将通过0.075 mm筛下的矿粉放入105±5℃的烘箱中烘干至恒重, 称取相应质量的矿粉, 将矿粉加入已经改性好的160℃的TPS高粘改性沥青, 并用玻璃棒不

表1 AS70#的技术指标

Tab.1 Technical index of AS70#

试验项目	针入度(25℃, 100 g, 5 s) / (0.1 mm)	软化点 /℃	延度5 cm/min, 5℃/cm	闪点/℃	RTFOT后质量损失/%
实测值	62.8	51.0	>100	289	0.21
技术标准	60.0~80.0	≥46.0	>100	≥260.0	±0.8

收稿日期: 2013-10-12

修改稿日期: 2014-06-18

基金项目: 国家自然科学基金项目 (50978031)

作者简介: 陈拴发 (1963-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事道路结构与材料方面的研究。E-mail: chensf@chd.edu.cn

断搅拌, 直至混合均匀.

表2 TPS高粘改性沥青的技术指标
Tab.2 Technical index of TPS high viscosity modified asphalt

试验项目	针入度/25℃, 100 g, 5 s/0.1mm	软化点/℃	延度5 cm/min, 5℃ /cm	弹性恢 复/%	动力粘 度、60℃, Pa·s	粘韧性 /N·m	韧性 /N·m
实测值	44.0	86.7	41.4	95.4	62 714	28.6	16.3

1.3 试验方法

采用 Bohlin Gemin II 型动态剪切流变仪 (DSR) 评价 TPS 高粘改性沥青胶浆的动态剪切流变效果. 通过测定复数模量 G^* 和相位角 δ 表征沥青胶浆的粘性和弹性性质. G^* 是材料重复剪切变形时总阻力的度量, 包括弹性 (可恢复) 部分和粘性 (不可恢复) 部分, δ 是可恢复和不可恢复变形数量的相对指标. 在 SHRP 沥青胶结料规范中, 采用车辙因子 $G^*/\sin \delta$ 表征沥青材料的抗车辙能力, $G^*/\sin \delta$ 能反映出 G^* 和 δ 的综合影响, 在最高路面设计温度下, $G^*/\sin \delta$ 越大越好. 基于对路面年平均温度下抗疲劳开裂的能力的要求, 对疲劳因子 $G^*\sin \delta$ 提出限制, 即在年平均温度下, 沥青发生疲劳开裂时以弹性成分为主, 粘性成分相对较少, 即 δ 较小, 所以当 $G^*\sin \delta$ 粘性部分增大时, $G^*\cos \delta$ 弹性部分将变得更大, 导致沥青胶结料不能有效地消散应力, 使其抗疲劳效果降低^[10].

美国 SHRP 战略公路研究计划推荐采用布氏粘度计 (Brookfield) 方法测定不同温度下沥青材料的粘度, 以控制沥青的施工性能^[11]. 沥青结合料的粘度与结合料类型密切相关, 本文中测定不同粉胶比下沥青胶浆的布氏粘度, 评价不同粉胶比下沥青胶浆的粘温性能.

2 试验结果与分析

2.1 高温性能

对粉胶比为 0、0.8、1.0、1.2、1.4 和 1.6 的 TPS 高粘改性沥青胶浆进行 DSR 试验. 试验结果如表 3 所示.

2.1.1 粉胶比对沥青胶浆高温性能的影响

从表 3 可以看出, 在同一试验温度下, 随着粉胶比的增加, $G^*/\sin \delta$ 逐渐增大, 这是因为矿粉呈碱性且有很大的比表面积, 而沥青呈酸性, 当粉胶比增大时, 矿粉比例增大, 需要吸附更多的沥青裹覆矿粉并形成大量的结构沥青, 同时自由沥青的数量相对减少. 胶浆固体成分相对增多, 高温时其流动变形减小, 抗车辙能力增强. 当粉胶比大于 1.4 时, $G^*/\sin \delta$ 的增长速率逐渐变缓, 表明此时增大粉胶比对 $G^*/\sin \delta$ 的贡献不明显. 当粉胶比增大时, $G^*\sin \delta$ 随之增大, 例如, 当温度为 40℃ 时, 粉胶比为 1.4 的胶浆的 $G^*\sin \delta$ 相比于粉胶比为 0.8 时增大 50%, 表明增大粉胶比会降低沥青胶浆的抗疲劳性能. 这主要与矿粉在胶浆中的存在形态有关, 在矿粉掺量较大的情况下, 部分矿粉结团使胶浆的均匀性变差, 沥青无法充分地裹附在矿粉表面^[12], 因此降低了胶浆的粘结力和稳定性, 因此从

表3 DSR试验结果
Tab.3 The results of DSR test

粉胶比	温度/℃	相位角/°	复数模量 /kPa	车辙因子 /kPa	疲劳因子 /kPa
0.8	40	61.042	2 080	2 380	182
	50	62.432	641	723	56.8
	60	60.842	231	265	20.2
	70	58.472	110	129	9.38
	80	57.036	56.9	67.9	4.78
1.0	40	59.952	2 450	2 830	212
	50	61.05	764	874	66.9
	60	59.414	282	327	24.2
	70	56.734	129	155	10.8
	80	55.19	68.5	83.5	5.62
1.2	40	57.57	2 670	3 290	218
	50	60.328	936	1 080	81.3
	60	59.888	351	406	30.3
	70	58.3	149	175	12.7
	80	57.138	79.1	94.3	6.64
1.4	40	59.446	3 200	3 720	275
	50	61.084	1 050	1 210	92.3
	60	59.684	362	419	31.2
	70	58.222	166	195	14.1
	80	56.446	87.8	106	7.31
1.6	40	63.55	2 890	3 240	257
	50	60.774	1 170	1 340	102
	60	59.856	442	511	38.2
	70	58.58	192	225	16.4
	80	55.566	107	131	8.85

抗疲劳的角度看,粉胶比也不宜太大.综合考虑粉胶比对 $G^*/\sin \delta$ 和 $G^*\sin \delta$ 的影响,粉胶比都不宜大于 1.4.

2.1.2 温度对沥青胶浆高温性能的影响

从表 3 可以看出,在同一粉胶比下,所有沥青胶浆的 G^* 都随试验温度的升高而减小,且减小的速率均是先慢后快,这是因为随温度升高,沥青软化,粘结能力降低,沥青胶浆由弹性向塑性转变,复数模量减小.五种沥青胶浆的 $G^*/\sin \delta$ 随温度升高而下降,但下降幅度均随温度升高而减小.例如,在粉胶比为 1.2 的条件下,温度由 40℃ 升高到 50℃ 时, $G^*/\sin \delta$ 下降了 67.17%;当温度由 70℃ 升高到 80℃ 时, $G^*/\sin \delta$ 下降 46.11%.这是因为随温度的升高,沥青的粘性成分增大,容易产生永久变形,但是改性剂和矿粉对沥青弹性的贡献削弱了粘性的增长趋势,表现为 $G^*/\sin \delta$ 下降幅度随温度升高而降低^[7].随温度升高,沥青胶浆的 $G^*\sin \delta$ 急剧减小,最后趋于平缓,表明沥青胶浆主要在低温时发生疲劳破坏,这是因为,温度降低时,沥青胶浆变硬,模量增大,当应变一定时,胶浆承受的应力增大,使抗疲劳性能下降.

不同粉胶比下沥青胶浆的 $G^*/\sin \delta$ 随温度的变化趋势相同,随温度的升高 $G^*/\sin \delta$ 以双对数线性递减,可用如下公式表示:

$$\lg \lg (G^*/\sin \delta) = K \lg T + C$$

(1)

式中: $G^*/\sin \delta$ 为车辙因子; T 为试验温度; K 和 C 为回归系数, $|K|$ 越小,说明沥青胶浆的感温性越小,回归结果如表 4.

从表 4 可以看出, $|K|$ 随粉胶比的增大而减小,但彼此之间相差不大,表明 $G^*/\sin \delta$ 对温度的敏感程度随粉胶比的增大而减小,但总体而言感温性

表 4 车辙因子与温度回归系数结果

Tab.4 The results of regression between $G^*/\sin \delta$ and temperature

回归参数	粉胶比				
	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
K	-0.066 3	-0.063 7	-0.063 3	-0.062 2	-0.056 3
C	0.590 2	0.597 3	0.607 9	0.611 8	0.603
R^2	0.998 1	0.998	0.999 1	0.997 5	0.997 3

相差不大. $G^*/\sin \delta$ 随温度的升高而降低,加入矿粉后,矿粉发挥了体积增强作用和吸附作用,部分抵消 $G^*/\sin \delta$ 的降低,表现为 $G^*/\sin \delta$ 对温度的敏感程度随粉胶比增大而降低^[13-16].

2.2 粘温性能

对粉胶比为 0.8、1.0、1.2、1.4 和 1.6 的 TPS 高粘改性沥青胶浆进行布氏粘度试验,并与 TPS 高粘改性沥青进行对比,分析粉胶比和试验温度对粘度的影响,试验温度分别为 135℃、155℃ 和 175℃,试验结果如图 1 和图 2 所示.

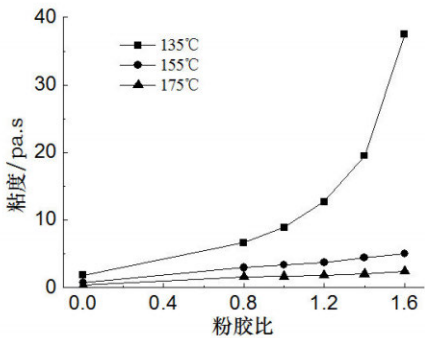


图 1 粘度随粉胶比的变化

Fig.1 Viscosity changing with dust-to-binder ratio

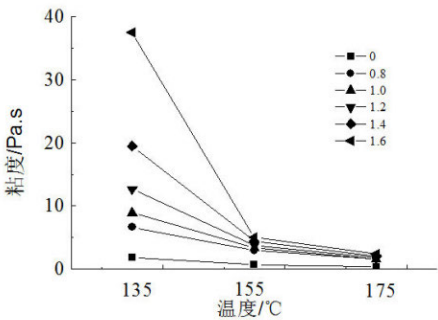


图 2 粘度随温度的变化

Fig.2 Viscosity changing with temperature

2.2.1 粉胶比对沥青胶浆粘温性能的影响

从图 1 可以看出,胶浆粘度随粉胶比的增大而增大,矿粉的加入使 TPS 高粘改性沥青的粘度得到大幅提高,粉胶比从 0 增至 0.8 时,135℃、155℃ 和 175℃ 的粘度分别提高 2.6 倍、3.2 倍和 3.8 倍,而当粉胶比从 0 增至 1.6 时,135℃、155℃ 和 175℃ 的粘度分别提高了 19.3 倍、6.1 倍和 6.2 倍,可见粉胶比的变化对胶浆粘度的影响非常显著.矿粉的加入,增加了 TPS 高粘改性沥青中高分子链之间的摩擦,使分子运动阻力增大,表现为粘度的增长^[13].当粉胶比小于 1.2 时,各温度下粘度随粉胶比的增长速率较小,当粉胶比大于 1.4 时,粘度随粉胶比大幅增长,此时,过大的粘度会对混合料的拌合与压实产生不利影响.

2.2.2 温度对沥青胶浆粘温性能的影响

从图 2 可以看出,同一粉胶比下,沥青胶浆的粘度随温度的升高急剧减小,例如当粉胶比为 1.6 时,155℃和 175℃的粘度相比于 135℃分别下降 86.7%和 93.5%;当粉胶比为 0.8 时,155℃和 175℃的粘度相比于 135℃分别下降 55.9%和 75.7%。随着测试温度的升高,沥青更多的表现为粘性流动,粘度下降,并起到润滑作用,因此胶浆粘度也随之降低。

沥青材料的感温性指标较多,本文按 Audrade 的理论^[15-16]对不同粉胶比下沥青胶浆的粘度与温度用式(2)进行回归,并根据 Saal 试验式^[15](3)计算粘温指数 VTS,结果见表 5。

$$\eta = Ae^{BT}$$

(2)

$$VTS = \frac{\lg \lg(\eta_1 \times 10^3) - \lg \lg(\eta_2 \times 10^3)}{\lg(T_1 + 273.13) - \lg(T_2 + 273.13)}$$

(3)

式中: A 、 B 为常数; T 为绝对温度 (°K); η_1 和 η_2 为不同温度 T_1 和 T_2 (°C)时的粘度(Pa.s)。 B 和 $|VTS|$ 越大说明温度变化对粘度影响越明显^[9-10]。

从表 5 可以看出,当粉胶比为 0.8 时,相对于 TPS 高粘改性沥青,高粘改性沥青胶浆的 A 值和粘温指数 $|VTS|$ 都有所减小,而当粉胶比大于 0.8 时, A 值和 $|VTS|$ 都随粉胶比增大而增大。矿粉的加入改变了 TPS 高粘改性沥青的感温性,当矿粉掺量较小时,矿粉对沥青产生体积增强和物化作用;当粉胶比较大时,太多的矿粉隔断了部分高分子链与链之间的交联与缠绕,粘结性能下降,部分胶浆中矿粉颗粒间相互接触,摩擦力降低,整体表现沥青胶浆的温度敏感性随粉胶比增大而增大。从粘温性能考虑,粉胶比的最佳范围应在 1.2~1.4 之间。

表 5 胶浆粘温曲线不同回归方式结果
Tab.5 Viscosity-temperature curve of asphalt mortar in different regression ways

粉胶比	Audrade 回归方程	相关系数 R^2	粘温指数 VTS
0	$y=6E+07e^{-0.042\ 3x}$	0.992 8	-18.118 1
0.8	$y=1E+07e^{-0.035\ 4x}$	0.992 1	-15.157
1.0	$y=3E+08e^{-0.042\ 4x}$	0.993 3	-18.135 6
1.2	$y=4E+09e^{-0.048\ 5x}$	0.961 8	-20.749 4
1.4	$y=2E+11e^{-0.056\ 7x}$	0.970 5	-24.276 5
1.6	$y=3E+12e^{-0.062\ 6x}$	0.942 9	-26.774 3

3 结论

(1)试验温度相同时,随粉胶比的增大,TPS 高粘改性沥青胶浆的高温抗变形性能逐渐增强,温度敏感性逐渐降低,而抗疲劳性能逐渐变差,当粉胶比大于 1.4 时,粉胶比对高温抗变形能力的贡献不明显。

(2)温度一定时,当粉胶比小于 1.2 时,沥青胶浆粘度随粉胶比的小幅增长,当粉胶比大于 1.4 时,粘度随粉胶比急剧增长,此时过大的粘度对混合料的拌合与压实产生不利影响。

(3)在同一粉胶比下,沥青胶浆的粘度随温度升高急剧下降;沥青胶浆的感温性随粉胶比增大而增大,从感温性角度考虑粉胶比也不宜大于 1.4。

(4)综合 DSR 试验与布什粘度试验结果,粉胶比在 1.2~1.4 之间时,TPS 高粘改性沥青胶浆的高温流变性能优越。

参考文献 Reference

[1] Brosscaud Y,Bellanger J,Gourdon J.Thinner Asphalt Layers for the Maintenance of French Roads[J].Transportation Research Record TRR1334.1992(8):9-12.

[2] 郑卫,蔡伦涛,魏开家.超薄沥青磨耗层力学特性与疲劳性能研究[J].武汉理工大学学报,2009,31(16):40-43.
ZHENG Wei,CAI Luntao,WEI Kaijia.Investigation of the Mechanical Properties and Fatigue Performance of Ultra Thin Friction Course[J].Journal of Wu han University of Technology,2009,31(16):40-43.

[3] 孟勇军.不同嵌段比SBS改性沥青流变性能研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2008.
MENG Yongjun.Study of Rheological Performance of SBS Modified Asphalt Made[D].Harbin:Harbin University of Technology,2008.

[4] 邢明亮,陈拴发,关博文,等.高粘沥青胶浆低温性能评价与分析[J].西安建筑科技大学学报:自然科学版,2013,45(3):416-420.
XING Mingliang,CHEN Shuanfa,GUAN Bowen,et al.The evaluation and analysis of low-temperature performance of high viscosity asphalt mortar[J].J. of Xi'an Univ. of Arch. & Tech.:Natural Science Edition,2013,45(3):416-420.

[5] 祝斯月,陈拴发,秦先涛,等.透水性沥青路面高粘改性沥青动态力学性能[J].武汉理工大学学报,2012,34(12):52-56.
ZHU Siyue,CHEN Shuanfa,QIN Xiantao,et al.Dynamic Mechanical Properties of High Viscosity Modified Asphalt of Pervious Asphalt Pavement[J].Journal of Wuhan University of Technology,2012,34(12):52-56.

- [6] 胡曙光, 黄绍龙, 张厚记, 等. 开级配沥青磨耗层(OGFC)的研究[J]. 武汉理工大学学报, 2004, 26(8): 23-25.
HU Shuguang, HUANG Shaolong, ZHANG Houji, et al. Study on the Design Performance of Open-graded Asphalt Friction Course[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2004, 26(8): 23-25.
- [7] 陈瑶, 谭忆秋, 陈克群. TPS 改性剂对高黏沥青性能的影响[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2012, 44(6): 82-85.
CHEN Yao, TAN Yiqiu, CHEN Kequn. Effect of TPS modifier on the properties of high-viscosity asphalt[J]. Journal of Harbin University of Technology, 2012, 44(6): 82-85.
- [8] 张争奇, 张卫平, 李平. 沥青混合料粉胶比[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2004, 24(5): 7-10.
ZHANG Zhengqi, ZHANG Weiping, LI Ping. Ratio of filler bitumen of asphalt mixture[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2004, 24(5): 7-10.
- [9] 樊亮, 孔祥利, 林江涛, 等. 基于流变测试技术的沥青评价方法研究进展[J]. 材料导报 A: 综述篇, 2012(26): 123-128.
FAN Liang, KONG Xiangli, LIN Jiangtao, ZHANG Yuzhen, et al. Review of Asphalt Evaluation Methods Based on Rheological Measure Technology[J]. Journal of materials A: Review article, 2012(26): 123-128.
- [10] 郑传峰, 仵磊, 张力, 等. SEAM 改性沥青流变特性[J]. 吉林大学学报: 工学版, 2011, 41(5): 1284-1288.
ZHENG Chuan-feng, ER Lei, ZHANG Li et al. Rheological properties of SEAM modified asphalt binder[J]. Journal of Jilin University: Engineering and Technology Edition, 2011, 41(5): 1284-1288.
- [11] 孙杨勇, 张起森. 沥青粘度测定及其影响因素分析[J]. 长沙交通学院学报, 2002, 18(2): 67-70.
SUN Yangyong, ZHANG Qisen. Determination and analysis of the factors influencing the viscosity of asphalt[J]. Journal of Changsha Institute of traffic, 2002, 18(2): 67-70.
- [12] 邹桂莲, 张肖宁, 韩传代. 应用 DSR 评价沥青胶浆路用性能的研究[J]. 哈尔滨建筑大学学报, 2001, 34(3): 112-115.
ZOU Guilian, ZHANG Xiaoning, HAN Chuandai. Utilization of DSR for evaluation of pavement performance. Journal of Harbin university of science building, 2001, 34(3): 112-115.
- [13] 冯浩. 基于粘弹性理论的沥青胶浆试验特性研究[D]. 长沙: 长沙理工大学, 2008.
FENG Hao. Research on experimentation characteristic of asphalt mortar with visco-elasticity theory[D]. Changsha: Changsha University of Technology, 2008.
- [14] 王安国, 朱洪洲, 陈团结, 等. 硅藻土改性沥青胶浆高温性能评价[J]. 公路工程, 2010, 35(1): 150-154.
WANG Anguo, ZHU Hongzhou, CHEN Tuanjie, et al. Evaluation on High-temperature Behavior of Diatomite Modified Asphalt[J]. Highway Engineering, 2010, 35(1): 150-154.
- [15] 邢明亮. 排水路面沥青混合料的胶浆特性与矿料组成研究[D]. 西安: 长安大学, 2010.
XING Mingliang. Study on the Mortar and Composition of Pervious Asphalt Mixture[D]. Xi'an: Chang'an University, 2010.
- [16] 李祖仲. 应力吸收层沥青混合料组成设计及抗裂性能研究[D]. 西安: 长安大学, 2009.
LI Zuzhong. Research on Material of Stress-absorbing layer Asphalt Mixture and Anti-cracking performance[D]. Xi'an: Chang'an University, 2009.
- [17] SZYDLO A, MACKIEWICZ P. Asphalt mixes deformation sensitivity to change in rheological parameters[J]. Journal of Materials in Civil Engineering, 2005, 17(1): 1-9.

Study on the rheological properties of high temperature asphalt mortar with high viscosity of TPS

CHEN Shuanfa, DOU Huaibing, XING Mingliang, HE Rui

(1. School of Material Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: The properties of different dust-to-binder Ratio of TPS high viscosity modified asphalt mortar were researched comparatively with Dynamic Shear Rheometer(DSR) and Brookfield Viscometer. The variation of phase angle, complex shear modulus, rutting factor, fatigue factor and Brookfield viscosity with Dust-to-Binder Ratio and test temperature were analyzed. The results were as follows: the complex shear modulus, rutting factor and fatigue factor of all asphalt mortar decreased as the temperature rose up; While the temperature was constant, with the Dust-to-Binder Ratio increasing, the rut factor increased significantly and the fatigue factor decreased gradually and when the Dust-to-Binder Ratio was greater than 1.4, the growth rate of rutting factor reduced significantly; When the Dust-to-Binder Ratio was less than 1.2, the growth rate of viscosity with temperature was smaller, and when the Dust-to-Binder Ratio was greater than 1.2, the viscosity increased rapidly with the rising of temperature. The temperature susceptibility of asphalt mortar increased as temperature rise. All factors considered, when the Dust-to-Binder Ratio was between 1.2 and 1.4, the rheological properties of asphalt mortar with high viscosity of TPS are superior.

Key words: pavement engineering; Dust-to-Binder Ratio; asphalt mortar; temperature susceptibility

(本文编辑 吴海西)