

文章编号:1005-0523(2014)02-0009-05

盐度对 Sasobit 温拌沥青胶结料性能影响分析

陈景雅, 王坤, 瞿翔, 王一

(河海大学土木与交通学院, 江苏 南京 210098)

摘要: Sasobit 温拌排水沥青路面以其良好的环境效益和使用效果而受到越来越多的关注, 但试验表明其低温和疲劳性能指标有所下降。为了提高其性能指标, 采用掺加不同剂量(1%, 3%, 5%, 7%)食盐于 Sasobit 高粘沥青中, 通过室内试验模拟沥青路面使用过程中沥青的短、长期老化, 并进行相应的流变性质试验、弯曲蠕变劲度试验以及布氏旋转粘度试验, 试验结果表明: 相比较原样高粘沥青, Sasobit 高粘沥青的车辙因子有较大幅度的提升, 蠕变劲度有所下降; 添加食盐的 Sasobit 高粘沥青的车辙因子略有降低, 但蠕变劲度和疲劳因子随食盐掺加量的增加有先减后增的趋势; 进一步的粘温曲线图表明最佳的食盐用量为沥青质量的 5%。

关键词: 温拌添加剂 Sasobit; 沥青胶结料; 盐度; 低温与老化性能

中图分类号: U416.217

文献标志码: A

温拌技术可以较大程度的降低能源消耗和环境污染, 排水沥青路面的抗滑性能高, 可以改善雨天和夜间行驶的舒适性, 减少轮胎与路面摩擦产生的噪音, 因此, 温拌排水沥青路面的应用越来越多, 但是该路面的沥青胶结料在长期的车辆荷载和低温环境的作用下表现出较差的耐低温性能和抗疲劳性能, 针对此情况, 有必要就如何改善沥青的耐低温性能和抗疲劳性能的问题就行深入的探究。

在改善沥青胶结料低温性能和老化性能研究方面, Ali Jamshidi 等^[1]通过试验模拟出 Sasobit 对沥青胶结料的低温性能有一定的不利影响, Velasquez, Raul^[2]等则对沥青的低温性能测试方法进行了深入的探讨, 张雪韬等^[3]则对 TPS 和 SBS 改性高粘沥青老化后的性能进行了研究, Hui Yao 等^[4]、Araujo 等^[5]对聚合物改性沥青的性能进行了相关的研究, Chen H 等^[6]研究了纤维对沥青的稳定与性能加强, Al-Khateeb 等^[7]研究了波特兰水泥对沥青性能的影响, Heitzman M 等^[8]、Hunt L 等^[9]、Roberts F L 等^[10]、Cong P 等^[11]研究了橡胶粉对沥青胶结料的性能影响, 可以看出, 在改善沥青胶结料低温、老化性能方面的研究虽然有一定的成果, 但大都停留在分析影响方面以及对普通沥青的研究层面上, 对温拌排水路面所需的高粘沥青的研究较少, 并且在改善沥青的此类性能方面的办法很少, 而关于添加盐分与沥青胶结料中的研究更少, 针对此问题, 本文采用掺加不同剂量的食盐于 Sasobit 高粘沥青中, 通过室内试验模拟沥青路面使用过程中沥青的短、长期老化, 进而进行相关的低温性能与老化性能的测试, 并进行布氏粘度试验得到适宜的沥青施工拌和温度, 最终确定最佳食盐用量。

1 试验部分

1.1 试验原料

高粘沥青为江阴泰富沥青有限公司生产, 无结块; 温拌剂是重庆中交科技生产, 白色颗粒状固体 Sasobit; 食盐: 潍坊海巨化工有限公司生产, 无团粒。

收稿日期: 2013-12-18

基金项目: 江苏省普通高校研究生科研创新计划项目(2013B20914)

作者简介: 陈景雅(1967—), 女, 教授, 硕士, 研究方向为道路与铁道工程。

1.2 高粘改性沥青的制备

将高粘沥青置于烘箱中加热至 $(175\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 保持1 h,加入2.5%的Sasobit,保持恒定温度,用高速剪切机搅拌0.5 h,制成Sasobit高粘沥青。往已制成的Sasobit高粘沥青中再分别加入沥青质量1%,3%,5%,7%的食盐,同样条件下高速剪切搅拌0.5 h,制成4种含盐Sasobit高粘沥青。

1.3 物理和化学性质测试

文中所用高粘沥青的各指标检测结果可看出试验所用高粘沥青的各项指标均满足其技术要求。

为便于施工及质量控制,推荐选用颗粒形态的Sasobit温拌剂,施工过程可直接掺入混合料,其物理化学指标如表1中所示。

表1 Sasobit的物理和化学性质
Tab.1 Physical and chemical properties of Sasobit

性质类型	性质	性质类型	性质
颜色	白色	沸点	沸点以下发生温度分裂
气味	无味	水稳性(20℃)	不溶
凝固点	$\geq 100^{\circ}\text{C}$	pH值	中性
25℃密度	$0.94\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$	物态	凝固点下为固体,以上为液体
闪点/℃	$\geq 285^{\circ}\text{C}$	135℃粘度/cp	< 12
25℃针入度/0.1mm	< 1	65℃针入度/0.1mm	< 7

1.4 沥青SHRP性能指标试验

布氏旋转粘度试验。按照JTG E20—2011中T0625的规定,采用布洛克菲尔德黏度计旋转法分别测定各沥青在不同温度下的黏度,根据结果绘制粘温曲线,确定Sasobit高粘沥青的最佳施工温度。

旋转薄膜烘箱老化。分别对6种沥青按照JTG E20—2011中T0610的规定,利用旋转薄膜烘箱进行短期老化试验,模拟沥青在拌和与摊铺过程中的老化,试验条件为 $163\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 老化5 h。

压力老化箱老化。按照JTG E20—2011中T0630的规定,利用沥青压力老化箱对经过短期老化后的沥青进行压力老化试验,模拟结合料在实际服务期内的长期老化。试验条件是: $100\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, $(2.1\pm 0.1)\text{MPa}$ 空气环境老化20 h。

沥青高温动态剪切流变试验。按照JTG E20—2011中T0628的规定,利用动态剪切流变仪对未经老化的六种沥青分别进行试验,测定其 $52\sim 76^{\circ}\text{C}$ 下的车辙因子 $G^*/\sin\delta$,用来评价沥青的高温指标;对长期老化后的六种沥青分别进行试验,测定疲劳因子 $G^*/\sin\delta$,用来评价沥青的抗疲劳特性。

沥青低温弯曲蠕变劲度试验。按照JTG E20—2011中T0627的规定,利用弯曲梁流变仪对经压力老化后的6种沥青分别进行试验,分别测定6种沥青在 -12°C , -18°C , 24°C 下的弯曲蠕变劲度和 m 值,用来评价沥青的低温性能指标。

2 结果与讨论

2.1 盐分对沥青高温性能指标的影响

对未经老化的6种沥青(原样高粘沥青、2.5%Sasobit高粘沥青与含盐量分别为1%,3%,5%,7%的Sasobit高粘沥青)进行 $52\sim 76^{\circ}\text{C}$ 下的动态剪切流变试验,每隔 6°C 测定一次,试验所用试样用直径为25 mm的试模浇筑,如图1所示,试验结果见图2。

由图2可看出,温拌剂对高粘沥青的高温性能有较大的提高,盐分的加入使高温指标有所下降,但较原样高粘沥青的高温指标影响不大,6种沥青的车辙因子均随温度的升高呈逐渐下降的趋势。

2.2 盐分对PAV后沥青抗开裂能力

路面使用过程中沥青的长期老化用沥青在压力老化箱中的老化来模拟,PAV后的抗开裂能力包括抵



图1 DSR 试样

Fig. 1 DSR test sample

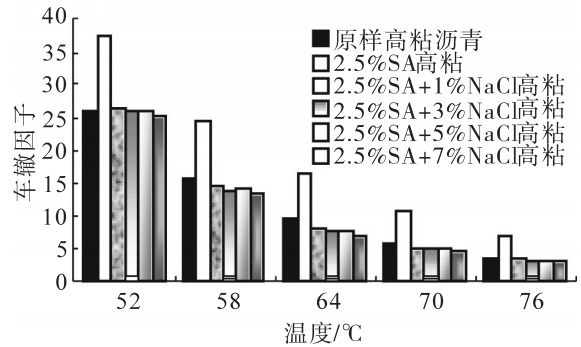


图2 DSR 试验结果

Fig. 2 DSR test results

抗低温开裂和疲劳开裂的能力。

2.2.1 盐分对沥青低温性能指标的影响

对经压力老化后的6种沥青进行低温弯曲蠕变劲度试验,选取-12℃,-18℃,-24℃三个温度测试点,采用蠕变劲度 S 与蠕变速率 m 来评价沥青抗低温开裂能力,在满足 $S < 300, m > 0.3$ 的前提下, S 越小, m 越大,低温性能越好,6种沥青的 S 值测试结果见图3, m 值见图4。

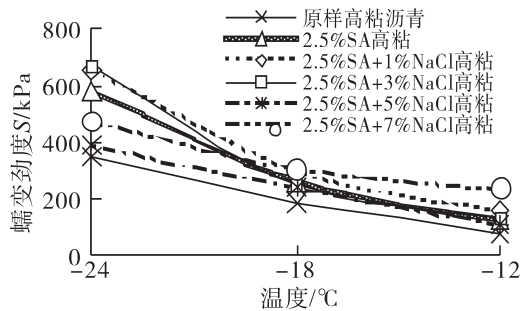


图3 蠕变劲度测试结果

Fig. 3 Results of bending creep stiffness

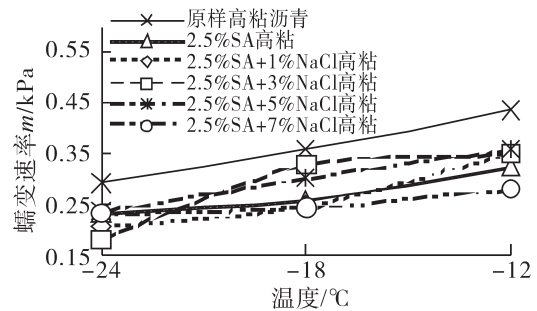


图4 蠕变速率测试结果

Fig. 4 Results of creep rate

由图3可知, S 值随温度的升高呈现出下降趋势,且加 Sasobit 的沥青的较原样沥青的 S 值有提高,说明 Sasobit 对沥青的低温性能不利。加盐的四种沥青的 S 值均有所降低,说明盐对沥青的低温性能是有提高的,且盐掺量在 5% 下的沥青的 S 值最小,说明对低温性能最有利的掺盐量为 5%。

由图4知, m 值随温度的升高均呈现出递增的趋势,加 Sasobit 和加盐可分别使得 m 值下降和升高,即分别对沥青产生不利和有利的影 响,5% 掺盐量下的沥青可以获得最好的低温性能。

2.2.2 盐分对沥青抗疲劳性能的影响

沥青抗疲劳性能检验采用经过 PAV 后所得到的沥青,温度条件是 13-34℃,每隔 3℃ 测试一个点,用疲劳因子 $G^* \cdot \sin\delta$ 来评价沥青的抗疲劳特性,要求 $G^* \cdot \sin\delta \leq 5$ MPa, G^* 和 δ 值越小,材料越具柔性,抗疲劳开裂能力越强。6 种沥青的疲劳因子的测试结果见表 2。

由前文的试验数据可知 6 种沥青的 PG 分级分别为 PG76-28, PG76-22, PG76-22, PG76-28, PG76-28, PG76-16, 根据石宁^[12]的“美国 SHRP 基于性能的沥青结合料分级规范”中所阐述的观点,六种沥青对应的疲劳因子的检测温度分别是 28℃, 31℃, 31℃, 28℃, 28℃, 34℃, 其对应的疲劳因子见表 2, 可以看出掺加 Sasobit 的沥青疲劳因子最大,掺加 5% 盐的沥青最小,说明 Sasobit 对沥青的抗疲劳开裂不利,盐可以增加沥青的抗疲劳开裂能力,5% 的盐对沥青抵抗疲劳开裂最有利。

表2 疲劳因子测试结果

Tab. 2 Results of $G^* \cdot \sin \delta$

沥青种类	温度/°C							
	13	16	19	22	25	28	31	34
原样高粘沥青	568.6	386.8	251.4	163.1	102.5	629.8	427.9	387
2.5%SA高粘	885.9	617.2	391.6	258.3	167.2	106.7	672.9	559
2.5%SA+1%NaCl高粘	525.0	437.5	156.5	159.3	146.7.5	683.6	676.65	480
2.5%SA+3%NaCl高粘	458.7	483.6	493.8	362.8	287.9	660	496.5	346
2.5%SA+5%NaCl高粘	353.1	246.3	190.8	172.0	120.3	481	400.7	330.1
2.5%SA+7%NaCl高粘	483.0	457.1	347.8	221.8	186.4	137.8	980	656.8

2.3 盐分对沥青布氏黏度的影响

分别对六种沥青进行90°C, 110°C, 135°C, 150°C, 170°C下的布氏黏度试验, 根据所得结果绘制沥青的黏温曲线, 见图5。

图5显示, 5种改性沥青的黏度在温度大于150°C时几乎无差别, 且较原样沥青的黏度有所下降, 说明经改性后的沥青的施工温度可以控制在150°C左右而保证有较好的和易性。在90°C~135°C范围内, 改性沥青的黏度有稍大幅度的下降。

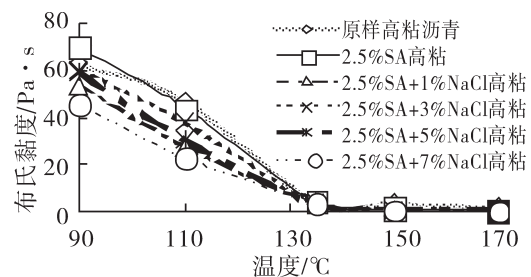


图5 沥青的黏温曲线图

Fig.5 Viscosity-temperature curve

3 结论

1) Sasobit可以较大幅度的提高高粘沥青的高温抗车辙能力, 盐分的加入对Sasobit高粘沥青的高温指标较原样高粘沥青的高温指标影响不大, 但是相比较Sasobit高粘沥青的高温指标略有下降。

2) Sasobit高粘沥青抗低温开裂和抗疲劳开裂的能力随盐分掺量的增加均呈现出先增后减的趋势, 且5%掺量的盐可以在一定程度上弥补加入Sasobit带来的沥青低温指标和疲劳指标降低的缺陷, 最佳掺盐量推荐为沥青质量的5%

3) 盐分可以使沥青的布氏黏度略有下降, 粘温曲线显示加盐Sasobit高粘沥青适宜的拌和温度仍为150°C, 较普通高粘沥青降低25°C。

参考文献:

- [1] JAMSHIDI A, HAMZAH M O, YOU Z. Performance of warm mix asphalt containing Sasobit: state-of-the-art[J]. Construction and Building Materials, 2013, 38: 530-553.
- [2] VELASQUEZ R, TABATABAEE H, BAHIA H. Low temperature cracking characterization of asphalt binders by means of the single-edge notch bending (SENB) test[J]. Asphalt Paving Technology-Proceedings Association of Asphalt Technologists, 2011, 80: 583.
- [3] 张雪韬, 陈淑萍, 任德良, 等. 高粘度改性沥青的老化性能研究[J]. 武汉理工大学学报, 2011, 33(1): 79-81.
- [4] YAO H, YOU Z, LI L, et al. Performance of asphalt binder blended with non-modified and polymer-modified nanoclay[J]. Construction and Building Materials, 2012, 35: 159-170.
- [5] DE SÁ ARAUJO M D F A, LINS V D F C, PASA V M D, et al. Weathering aging of modified asphalt binders[J]. Fuel Processing

- Technology, 2013, 115: 19–25.
- [6] CHEN H, XU Q. Experimental study of fibers in stabilizing and reinforcing asphalt binder[J]. Fuel, 2010, 89(7): 1616–1622.
- [7] AL-KHATEEB G G, AL-AKHRAS N M. Properties of Portland cement–modified asphalt binder using Superpave tests[J]. Construction and Building Materials, 2011, 25(2): 926–932.
- [8] HEITZMAN M. Design and construction of asphalt paving materials with crumb rubber modifier[M]. 1992.
- [9] HUNT L, PETERS W. Crumb rubber modified asphalt concrete in Oregon[R]. Oregon Department of Transportation, Research Group, 2002.
- [10] ROBERTS F L, KANDHAL P S, BROWN E R, et al. Investigation and evaluation of ground tire rubber in hot mix asphalt[R]. National Center for Asphalt Technology, 1989.
- [11] CONG P, XUN P, XING M, et al. Investigation of asphalt binder containing various crumb rubbers and asphalts[J]. Construction and Building Materials, 2013, 40: 632–641.
- [12] 石宁. 美国 SHRP 基于性能的沥青结合料分级规范[J]. 黑龙江交通科技, 2004(7):27.

Influence of Salinity on Performance of Sasobit Warm Asphalt

Chen Jingya, Wang Kun, Qu Xiang, Wang Yi

(School of Civil and Transportation Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Sasobit warm mix drainage asphalt pavement has become increasingly popular due to its environmental benefits and using effects. However, test results show that its low temperature and anti-fatigue performance indicators have a certain decline. In this study, four different doses (1%, 3%, 5%, 7%) of salt were added to the Sasobit asphalt to improve the performance indicators. Laboratory tests were used to simulate short and long term aging asphalt in the process of construction and pavement usage. A series of binder tests including bending beam rheometer (BBR), dynamic shear rheometer (DSR) and Brookfield viscosity tests were conducted. Results show a slight decrease of $G^*/\sin\delta$ for Sasobit asphalt with salt and the creep stiffness and $G^*/\sin\delta$ present a tendency of declining first and then increasing with the increase of salt. The viscosity–temperature curve shows that the best content of salt is 5%.

Key words: warm–mix additive Sasobit; asphalt; salt; low temperature and anti–fatigue performance