

飞灰替代矿粉对沥青胶浆性能的影响

吴书君¹, 唐军², 吴艳玲^{3*}

1. 菏泽交通投资发展集团有限公司, 山东 菏泽 274000; 2. 山东省交通科学研究院, 山东 济南 250031;
3. 山东交通学院 交通土建工程学院, 山东 济南 250357

摘要:为减少垃圾焚烧处理中飞灰对环境的污染,将飞灰应用于沥青道路工程中,研究掺入飞灰的沥青胶浆及沥青混合料的使用性能。通过常规试验、动态剪切试验、低温弯曲梁试验及疲劳试验研究飞灰替代矿粉后沥青胶浆的性能变化,及掺入添加剂硫和氢氧化钠对飞灰沥青胶浆性能的影响。研究表明:飞灰替代矿粉的质量比约为25%时,沥青胶浆的常规性能变化较明显;提高粉胶质量比、飞灰替换矿粉的质量比均能大幅提高沥青胶浆的高温流变性能,但低温流变性能降低;在中低温条件下,掺入飞灰后沥青胶浆的抗疲劳性能显著降低;掺入添加剂硫和氢氧化钠后飞灰沥青胶浆的高温流变性能降低,低温流变性能有所提高。因此,在沥青混合料中掺入一定量的飞灰,提高粉胶质量比,掺入适量添加剂后可提高沥青胶浆的路用性能。

关键词:道路工程;飞灰;沥青胶浆;流变性能;抗疲劳性能;矿粉

中图分类号:U414

文献标志码:A

文章编号:1672-0032(2022)03-0115-08

引用格式:吴书君,唐军,吴艳玲.飞灰替代矿粉对沥青胶浆性能的影响[J].山东交通学院学报,2022,30(3):115-122.

WU Shujun, TANG Jun, WU Yanling. The influence of fly ash replacement of mineral powder on performance of asphalt mortar[J]. Journal of Shandong Jiaotong University, 2022, 30(3): 115-122.

0 引言

因土地资源日趋紧张,焚烧法逐步取代卫生填埋法成为城市生活垃圾的主要处理方式。垃圾焚烧处理过程中产生大量飞灰,飞灰富集高浸出毒性的重金属及二噁英等有害物质,属于危险废物^[1-4]。沥青具有优良的黏结性、不透水性和化学稳定性,飞灰的粒径、形貌及组成与矿粉极为相似,若能替代部分矿粉制备沥青混凝土,利用沥青对飞灰进行包裹,减少矿粉等天然建材的使用量,固化有害物质,在道路工程中对飞灰进行无害化、资源化处理^[5-6]具有重要意义。

Kürsat等^[7]研究飞灰对沥青混凝土开裂的自愈效果,发现掺入飞灰有利于提高沥青混凝土的自愈性。李菁若等^[8]发现将水洗后的飞灰掺入沥青混合料中可提升沥青的抗拉强度。谭巍等^[9]发现将飞灰掺入沥青混合料后可改善沥青的高温性能,降低重金属的渗出率,大幅降低水稳性。陈毅国^[10]提出适量飞灰替代矿粉制备的沥青混合料的各项指标均能满足设计要求。

沥青混合料中的胶浆具有填充和胶结作用^[11]。Tri等^[12]采用飞灰替代水泥制备沥青砂浆,发现沥青砂浆的早期无侧限抗压强度较低,但28d后无侧限抗压强度迅速提高,可满足使用要求。为提高飞灰材料使用的安全性,Sawada等^[13]发现在沥青混合料中掺入飞灰并添加适量硫粉和高纯度氢氧化钠有助于

收稿日期:2021-07-22

基金项目:山东交通学院博士科研启动基金项目(BS50004952)

第一作者简介:吴书君(1977—),男,山东菏泽人,高级工程师,主要研究方向为公路工程材料质量检测、技术开发和工程技术服务及项目管理,E-mail:wushujun619@163.com。

***通信作者简介:**吴艳玲(1989—),女,山东菏泽人,工学博士,主要研究方向为纳米材料的制备与改性,E-mail:wuyanling621@163.com。

固化飞灰中的有害物质。刘富尧^[14]、李菁若等^[15]研究添加剂对飞灰沥青中固化重金属的影响,发现在沥青混合料中硫化钠的质量分数为3%时固化效果最好。减少重金属浸出率,提高安全性,符合绿色公路的发展理念。

但研究中较少涉及粉胶质量比、添加剂对沥青混合料各项指标的综合影响。本文采用沥青、飞灰和矿粉为原材料制备沥青胶浆,通过动态剪切试验、低温弯曲梁试验及疲劳试验,研究粉胶质量比、飞灰替代矿粉的质量比及添加剂对沥青胶浆抗疲劳性能、高低温流变性能的影响,以期为沥青混合料的设计提供可靠的理论依据。

1 试验材料和方法

1.1 试验材料

试验采用70#A级道路石油基质沥青、石灰岩矿粉和飞灰,物理指标如表1~3所示。添加剂为化学药品升华硫粉和高纯度氢氧化钠。

表1 基质沥青的物理指标

项目	软化点/℃	25℃针入度/mm	15℃延度/cm	60℃动力黏度/(Pa·s)	135℃动力黏度/(Pa·s)
实测结果	47.1	71.7	>150	211.3	435
文献[16]要求	>46.0	60~80	>100	>180.0	

表2 石灰岩矿粉的物理指标

项目	表观密度/(g·cm ⁻³)	水的质量分数/%	亲水系数	不同直径颗粒的质量分数/%			比表面积/(m ² ·g ⁻¹)
				<0.6 mm	<0.15 mm	<0.075 mm	
实测结果	2.72	0.4	0.79	100	97.8	78.3	1.39
文献[16]要求	>2.50	<1.0	<1.00	100	90~100	75~100	

表3 飞灰的物理指标

项目	表观密度/(g·cm ⁻³)	比表面积/(m ² ·g ⁻¹)	亲水系数	不同直径颗粒百分比/%		
				<0.6 mm	<0.15 mm	<0.075 mm
实测结果	2.28	6.48	0.65	100	95.7	77.5
文献[16]要求	>2.50		<1.00	100	90~100	75~100

1.2 飞灰沥青胶浆制备工艺

将基质沥青、矿粉和飞灰分别预热至135℃左右,粉胶质量比分别为0、0.6、0.8和1.0,将飞灰分别按矿粉原有质量的0%、25%、50%、75%、100%替代矿粉加入基质沥青,采用搅拌机对沥青混合料进行低、高速搅拌备用。当飞灰完全替代矿粉时,添加硫和氢氧化钠,添加剂与飞灰的质量比为7%,其他参数保持不变。

2 结果与讨论

根据文献[17]的要求测试沥青胶浆的复数模量、蠕变劲度与蠕变速率等指标。

2.1 飞灰沥青胶浆的性能

粉胶质量比为0.8时,飞灰替代矿粉的质量比不同对沥青胶浆的针入度、延度和软化点有不同影响,如表4所示。

表4 飞灰替代矿粉的质量比不同对沥青胶浆性能的影响

飞灰替代矿粉的质量比/%	软化点/℃	25℃针入度/mm	15℃延度/cm
0	54.2	34.6	8.5
25	57.0	32.5	7.3
50	57.3	32.0	6.8
75	57.9	30.8	6.4
100	29.3	58.1	6.1

由表4可知:粉胶质量比为0.8时,随飞灰替代矿粉的质量比提高,沥青胶浆的针入度和延度降低,但软化点升高。在飞灰替代矿粉的质量比由0增至25%时,沥青胶浆的常规性能指标变化明显。

不同温度下,飞灰替代矿粉的质量比对沥青胶浆60℃动力黏度的影响如图1所示。

由图1可知:飞灰替代矿粉的质量比为25%时可显著改善沥青胶浆的高温性,原因是飞灰的亲水系数较低,比表面积和孔隙率较大,飞灰与沥青结合后沥青混合料的吸附与粘结作用更强,沥青胶浆在高温下流动变慢,高温性能得以改善。

2.2 高温流变性能

2.2.1 粉胶质量比对沥青胶浆车辙因子的影响

根据文献[18],对沥青胶浆进行动态剪切流变(dynamic shear rheological, DSR)试验,测试飞灰替代矿粉的质量比不同时,粉胶质量比对沥青胶浆车辙因子(复合剪切模量与相位角之比)的影响,结果如图2所示。

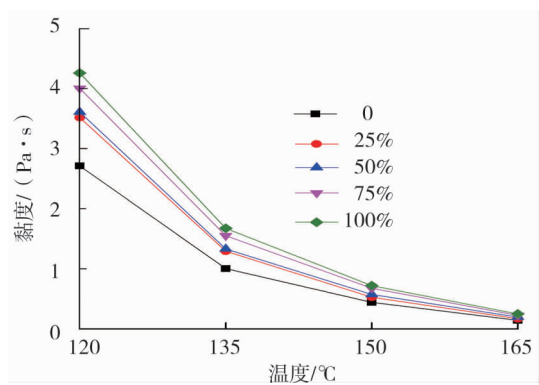


图1 不同温度下飞灰替代矿粉的质量比对沥青胶浆黏度的影响

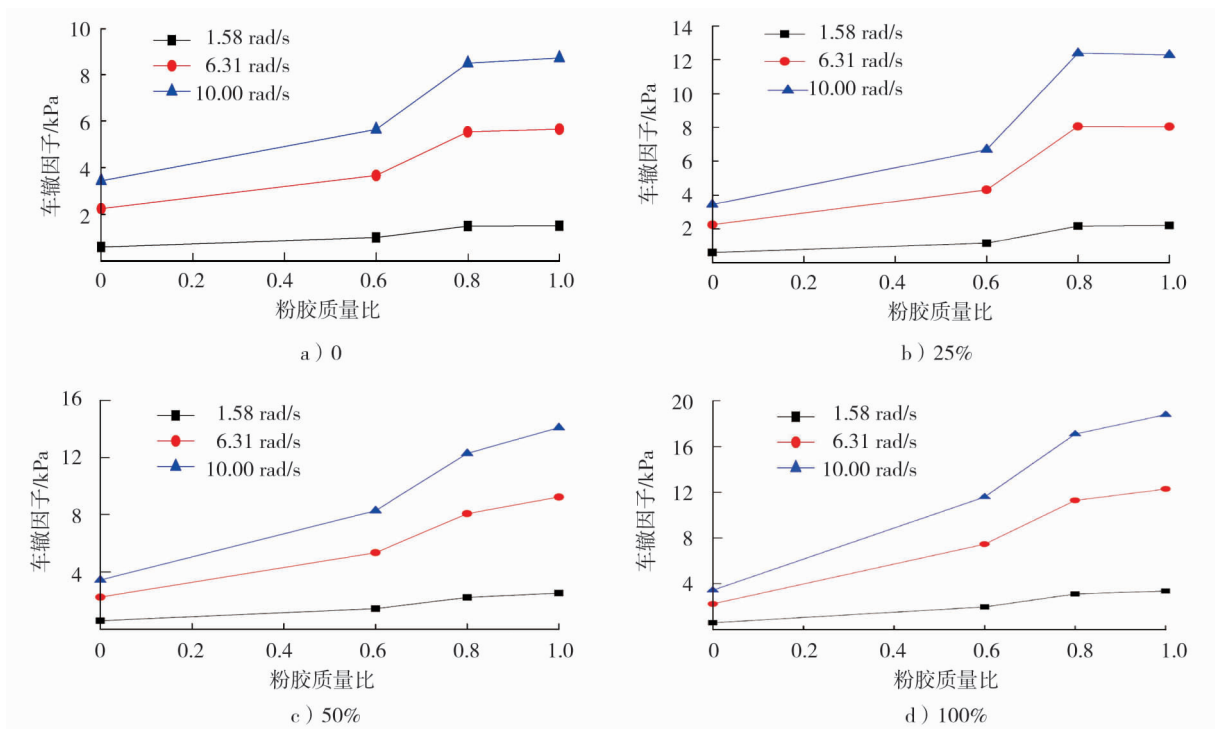


图2 飞灰替代矿粉的质量比不同时粉胶质量比对沥青胶浆车辙因子的影响

由图2可知:沥青胶浆的车辙因子随粉胶质量比的增大而增大,原因是沥青中的轻质组分被飞灰和矿粉吸收,沥青黏度增大,可改善沥青胶浆的高温流变性能。当粉胶质量比超过一定范围时,飞灰、矿粉与沥青间原有的相互作用发生了改变:随粉胶质量比的增大,车辙因子未呈线性增加;飞灰替代矿粉的质量比越大,车辙因子增幅越大,表明粉胶质量比对掺入飞灰的沥青胶浆的高温性能影响较大。随粉胶质量比的增大,荷载频率较高时沥青胶浆的车辙因子大于荷载频率较低时,原因是荷载频率较低时,沥青混合料中存在较多的黏性成份。

2.2.2 飞灰替代矿粉的质量比对沥青胶浆车辙因子的影响

粉胶质量比不同时飞灰替代矿粉的质量比对沥青胶浆车辙因子的影响如图3所示。

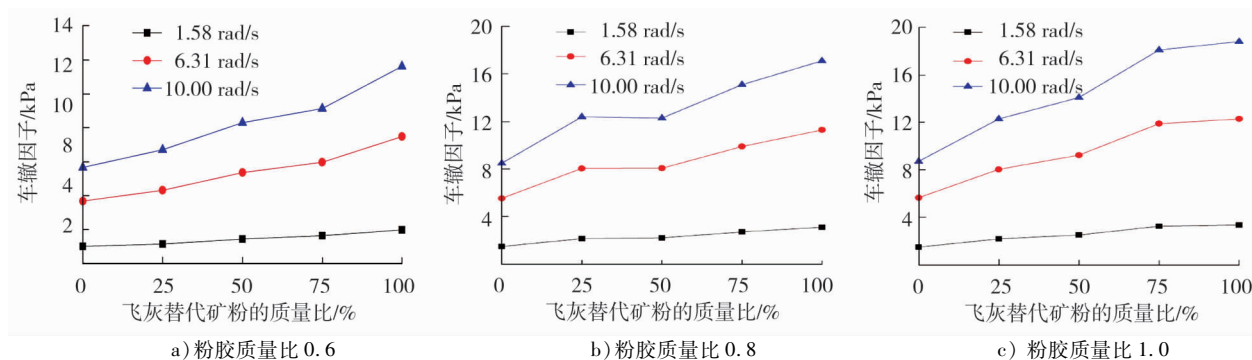


图3 粉胶质量比不同时飞灰替代矿粉的质量比对沥青胶浆车辙因子的影响

由图3可知:同一粉胶质量比下,沥青胶浆的车辙因子随飞灰替代矿粉质量比的增加而逐渐增加。原因是飞灰具有较大比表面积和较好亲水性,可吸收大量的自由沥青,沥青与飞灰相互作用,二者间的黏附性增大^[19-20]。荷载频率较低时,车辙因子随飞灰替代矿粉的质量比增大而增大,但增大的幅度小于荷载频率较高的情况,原因是荷载频率较低时,沥青更多表现为黏性力学行为,飞灰替代矿粉的质量比变化对沥青高温性能的影响变小。

粉胶质量比和荷载频率相同时,随飞灰替代矿粉的质量比增大,沥青的车辙因子增大;粉胶质量比和飞灰替代矿粉的质量比相同时,随荷载频率的增大,沥青的车辙因子增大;飞灰替代矿粉的质量比和荷载频率相同时,粉胶质量比为0.8的沥青车辙因子比粉胶质量比为0.6的显著增大。适量的飞灰代替矿粉可改善沥青胶浆的高温特性。

2.3 低温流变性能

粉胶质量比不同时,通过试验测试不同温度下沥青胶浆的蠕变劲度 S 和蠕变速率 v ,如图4所示。

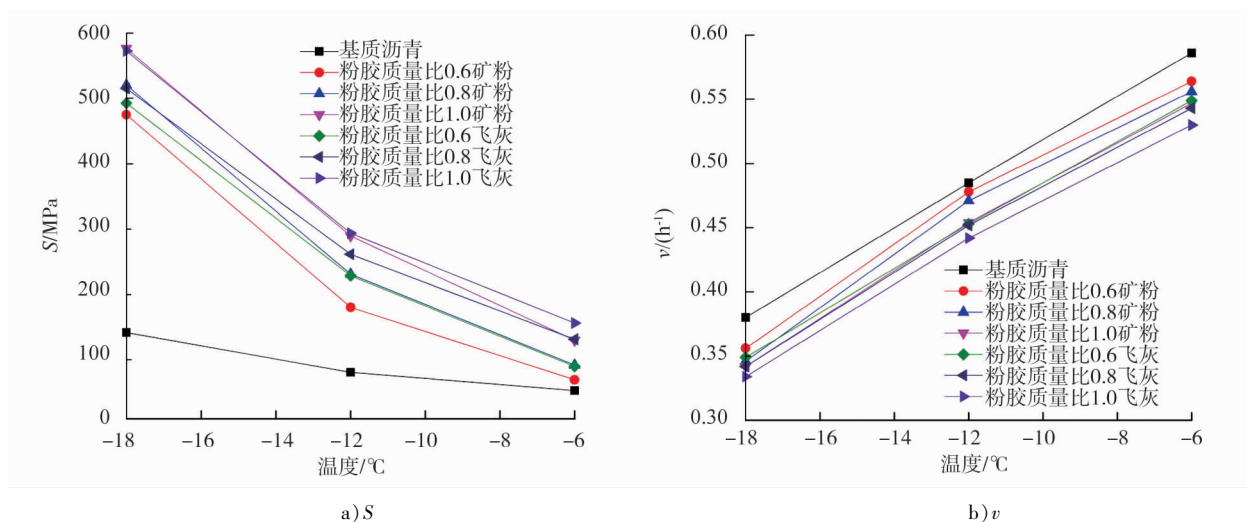


图4 不同填料、不同粉胶质量比的沥青胶浆的 S 、 v 随温度的变化曲线

由图4可知:温度和粉胶质量比相同时,分别以飞灰和矿粉作为填料的2种沥青胶浆的 S 总体变化趋势相同,表明2种沥青胶浆具有相似的低温抗裂性。温度和填料相同时, S 随粉胶质量比增大而增大, v 随粉胶质量比增大而减小,表明沥青在低温状态下变硬变脆。因此,粉胶质量比过高不利于沥青胶浆在低温时的性能表现。

2.4 飞灰替代矿粉的质量比及粉胶质量比对飞灰沥青胶浆流变性能的影响

增加粉胶质量比或等质量飞灰替代矿粉均可提升沥青胶浆的高温特性,但增大粉胶质量比对沥青胶浆的低温抗裂性产生不利影响。粉胶质量比和飞灰替代矿粉的质量比不同时,测试低温下沥青胶浆的 S 和车辙因子的变化,结果如表5所示。

表5 低温下粉胶质量比及飞灰替代矿粉的质量比对沥青胶浆 S 和车辙因子的影响

粉胶质量比	飞灰替代矿粉的质量比/%	S/MPa		车辙因子/ Pa	
		$-12\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$6.31\text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$	$10.00\text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$
0.6	0	176.2	471.3	3670	5650
	25	187.3	472.6	4310	6690
	50	205.4	480.3	5350	8290
	75	220.8	493.5	5960	9120
0.8	0	238.3	525.2	5540	8500
	25	243.5	520.6	8060	12 400
	50	246.8	517.7	8080	12 300
	75	257.6	514.9	9910	15 100
1.0	0	301.9	586.4	5660	8720

由表5可知:粉胶质量比为0.6、0.8时,沥青胶浆不同温度下的 S 和不同荷载频率下的车辙因子均随飞灰替代矿粉的质量比的增大而增大,车辙因子小幅增大;粉胶质量比为1.0时,沥青胶浆的车辙因子减小;相同温度下,与矿粉沥青胶浆(粉胶质量比为1.0)相比,飞灰矿粉沥青胶浆的 S 减小,车辙因子略增大,说明用适量的飞灰替代矿粉掺入沥青混合料中,沥青胶浆的低温性能提高。因此,道路工程中进行飞灰新材料的配合比设计时,用适量的飞灰取代部分矿粉,可保证粉胶质量比较低时沥青胶浆的高温性能较好,且不损害沥青胶浆的低温性能。

2.5 飞灰沥青胶浆的低温抗疲劳性能

温度较低时,沥青路面在重复交通荷载作用下易发生疲劳破坏。沥青胶浆在沥青混合料中起填充和黏附作用,矿物集料无侧限抗压强度远大于沥青胶浆,重复交通荷载作用下胶浆易先发生断裂破坏^[21]。可采用疲劳因子评价沥青混合料的抗疲劳性能,疲劳因子为沥青胶浆复合剪切模量与相位角的乘积,常用于表征沥青混合料在受载过程中的能量损失^[22-23]。一般在胶浆的复数模量衰减至初始模量的1/2时认为材料发生疲劳破坏,可发现胶浆的疲劳破坏结果同沥青混合料有较好的相关性^[24-25]。以临界温度和临界加载次数作为评价沥青胶浆抗疲劳性能的指标,测试粉胶质量比为0.8时,飞灰替代矿粉质量比不同时沥青胶浆的疲劳因子随温度的变化曲线,及复数模量随加载次数的变化曲线,试验结果如图5、6所示。

由图5可知:粉胶质量比为0.8时,飞灰替代矿粉的质量比增大,沥青胶浆的疲劳因子均随温度升高而减小。同一温度下,随飞灰替代矿粉的质量比增加,沥青胶浆的疲劳因子逐渐增大,温度越高,沥青胶浆的疲劳因子越接近。飞灰替代矿粉的质量比分别为0、25%、50%、75%、100%时,沥青胶浆的疲劳因子达到5 MPa的临界温度分别为21.8、23.4、24.4、25.0、26.4 $^{\circ}\text{C}$,临界温度呈上升趋势。临界温度升高,表明沥青胶浆受疲劳损伤、发生疲劳破坏的温度范围扩大。

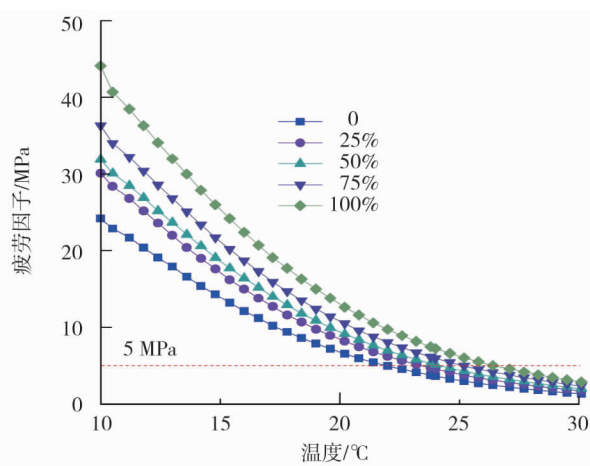


图5 飞灰替代矿粉的质量比不同时沥青胶浆的疲劳因子随温度的变化曲线

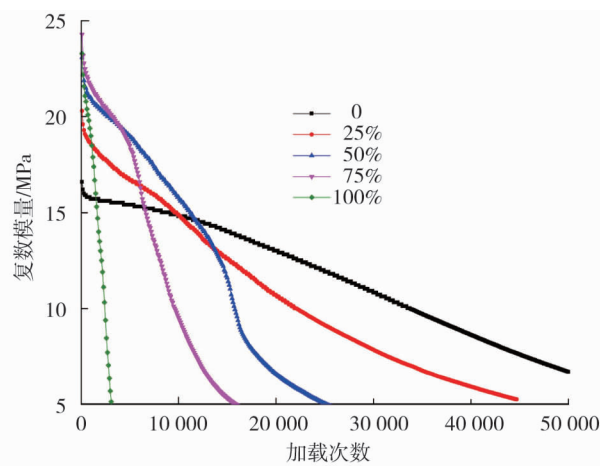


图6 飞灰替代矿粉的质量比不同时沥青胶浆的复数模量加载次数的变化曲线

由图6可知:粉胶质量比为0.8时,在相同温度和固定重复应变情况下,飞灰替代矿粉质量比不同的沥青胶浆的复数模量随加载次数的增加而减小,但减小速度差别较大。飞灰替代矿粉的质量比分别为0、25%、50%、75%、100%时,沥青胶浆的复数模量降到初始模量1/2的临界加载次数分别为4.15万次、2.13万次、1.50万次、0.83万次、0.23万次,表明掺入飞灰导致沥青胶浆的抗疲劳性能大幅降低。原因是掺入飞灰使胶浆填料的总比表面积显著增大,矿物颗粒间的自由沥青急剧减少,胶浆变硬变脆,弹性恢复能力变差,更易发生损伤。

2.6 添加剂对沥青胶浆流变性能的影响

2.6.1 高温流变性能

添加剂为硫和氢氧化钠时,不同粉胶质量比的沥青胶浆的车辙因子与荷载频率的关系曲线如图7所示。

由图7可知:当粉胶质量比分别为0.6、0.8和1.0时,与没有添加剂相比,掺入添加剂的沥青胶浆的车辙因子分别降低40%、23%、5%,表明掺入添加剂后,飞灰沥青胶浆的高温抗车辙性能降低。

2.6.2 低温流变性能

粉胶质量比为0.8时,不同添加剂下沥青胶浆在不同温度下的 S 和 v 如表6所示。

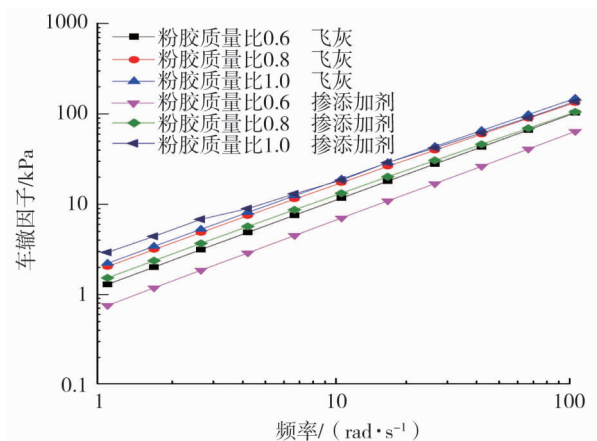


图7 掺添加剂硫和氢氧化钠不同粉胶质量比下频率与车辙因子的关系曲线

表6 添加剂不同的沥青胶浆的 S 和 v

添加剂	S/MPa			$v/(\text{h}^{-1})$		
	-6 °C	-12 °C	-18 °C	-6 °C	-12 °C	-18 °C
无	131.600	261.8	515.2	0.543	0.452	0.342
硫和氢氧化钠	78.975	240.4	517.1	0.550	0.465	0.344
100%矿粉	92.100	231.4	520.5	0.556	0.471	0.346

由表6可知:与未掺入添加剂的沥青胶浆相比,不同温度下掺入添加剂硫和氢氧化钠的飞灰沥青胶浆的 S 下降, v 基本不变。试验温度分别为-6、-12 °C时,3种沥青胶浆的 S 降幅明显;试验温度为-18 °C时,3种沥青胶浆的 S 几乎相同,表明低温时填料类型及添加剂对沥青胶浆的性能影响较小。

3 结论

1)采用沥青、石灰岩矿粉和飞灰制备沥青胶浆,可降低沥青胶浆的延度及针入度,提高其软化点。

2)增加粉胶质量比可提高飞灰沥青胶浆的高温稳定性,降低其低温抗裂性。粉胶质量比较小时,飞灰替代部分矿粉可提高沥青胶浆在低温状态下的柔韧性。飞灰替代矿粉质量比越大,沥青胶浆越易发生疲劳损伤,即抗疲劳性能越差。因此,飞灰替换矿粉的质量比不宜过大。

3)加入适当的添加剂(硫和氢氧化钠)可提升沥青胶浆的低温抗裂性能,但其高温稳定性有所下降。

参考文献:

- [1] SAKAI S, URANO S, TAKATSUKI H. Leaching behavior of PCBs and PCDDs/DFs from some waste materials[J]. Waste Management, 2000, 20(2/3):241-247.
- [2] TAKAOKA M, TAKEDA N, MIURA S. The behavior of heavy metals and phosphorus in an ash melting process[J]. Wastewater Sludge-Waste or Resource, 1997, 36(11):275-282.
- [3] 生活垃圾焚烧污染控制标准:GB 18485—2014[S]. 北京:中国环境出版集团,2014.
- [4] 彭雯. 城市生活垃圾焚烧飞灰中重金属的浸出特性及沥青固化飞灰的实验研究[D]. 杭州:浙江大学,2004.
- [5] 李新明,王士革,乐金朝,等. 城市垃圾焚烧飞灰资源化利用研究进展[J]. 热力发电,2010,39(5):1-5.
LI Xinming, WANG Shige, LE Jinzhao, et al. Advancement of study on utilizing fly ash resource from MSW incineration[J]. Thermal Power Generation, 2010, 39(5):1-5.
- [6] 刘青. 焚烧飞灰无害化处理过程中的固化处理分析[J]. 北方环境,2010,25(3):76-77.
LIU Qing. Safe disposal of fly ash in the process of solidification processing and analysis[J]. Northern Environment, 2010, 25(3):76-77.
- [7] KÜRSAT Y, ATAKAN M. Improving microwave healing characteristic of asphalt concrete by using fly ash as a filler-science direct[J]. Construction and Building Materials, 2020, 262(30):120448-120457.
- [8] 李菁若,谭巍. 城市生活垃圾焚烧飞灰对沥青混合料 TSR 的影响分析[J]. 中外公路,2016,36(1):250-253.
- [9] 谭巍,李菁若,季炜,等. 城市生活垃圾焚烧飞灰在沥青混合料中的应用[J]. 中国公路学报,2016,29(4):14-21.
TAN Wei, LI Jingruo, JI Wei, et al. Application of municipal solid waste incinerator fly ash in asphalt mixture[J]. China Journal of Highway and Transport, 2016, 29(4):14-21.
- [10] 陈毅国. 焚烧飞灰在沥青路面中的应用[J]. 交通世界(下旬刊),2017(3):129-131.
- [11] 张永满,赵慧丽. 沥青胶浆路用性能研究[J]. 公路交通科技,2005,22(10):8-10.
ZHANG Yongman, ZHAO Huili. Study on asphalt lime powder mixtures road use performance[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2005, 22(10):8-10.
- [12] TRI H M L, PARK D W, PARK J Y, et al. Evaluation of the effect of fly ash and slag on the properties of cement asphalt mortar[J]. Advances in Materials Science and Engineering, 2019(2):1-10.
- [13] SAWADA K, MATSUDA H, MIZUTANI M. Immobilization of lead compounds in fly ash by mixing with asphalt, sulfur and sodium hydroxide[J]. Journal of Chemical Engineering of Japan, 2001, 34(7):878-883.
- [14] 刘富尧. 沥青固化医疗废物焚烧飞灰的实验研究[D]. 成都:西南交通大学,2007.
- [15] 李菁若,谭巍,张东长,等. 城市生活垃圾焚烧飞灰/沥青胶浆的性能研究[J]. 公路交通科技,2017,34(11):23-30.
LI Jingruo, TAN Wei, ZHANG Dongchang, et al. Study on performance of municipal solid waste incinerator fly ash/asphalt mastic[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2017, 34(11):23-30.
- [16] 公路沥青路面施工技术规范:JTG F40—2004[S]. 北京:人民交通出版社,2004.
- [17] 公路工程沥青及沥青混合料试验规程:JTG E20—2011[S]. 北京:人民交通出版社,2011.
- [18] 涂辉招,黄卫东. Superpave 结合料规范的评价及研究进展[J]. 石油沥青,2003,17(1):55-59.
TU Huizhao, HUANG Weidong. Evaluation and development of superpave binder specifications[J]. Petroleum Asphalt, 2003, 17(1):55-59.
- [19] 乔建刚,韩苗苗,王英,等. 生活垃圾焚烧飞灰沥青混合料的路用性能[J]. 材料科学与工程学报,2019,37(2):

- 291-295.
- QIAO Jiangang, HAN Miaomiao, WANG Ying, et al. Pavement performance of municipal solid waste incineration fly ash asphalt mixture[J]. *Journal of Materials Science and Engineering*, 2019, 37(2):291-295.
- [20] HESAMI E, BIRGISSON B, KRINGOS N. Numerical and experimental evaluation of the influence of the filler-bitumen interface in mastics[J]. *Materials and Structures*, 2013, 47(8):1325-1337.
- [21] 刘全涛. 沥青胶浆的疲劳性能研究[D]. 武汉:武汉理工大学, 2008.
- [22] MA Qingwei, GUO Zhongyin, GUO Ping, et al. Research on fatigue prediction model of asphalt mixture with high RAP content[J]. *Sustainability*, 2021, 13:7995-8010.
- [23] 彭芳星. 炉渣粉沥青胶浆疲劳性能的研究[J]. *石油沥青*, 2017, 31(2):39-44.
- PENG Fangxing. Study on fatigue performance of asphalt mastic made by bottom ash powder[J]. *Petroleum Asphalt*, 2017, 31(2):39-44.
- [24] ZHAO Z, WANG S, REN J, et al. Fatigue characteristics and prediction of cement-stabilized cold recycled mixture with road-milling materials considering recycled aggregate composition[J]. *Construction and Building Materials*, 2021, 301(11):124122.
- [25] 袁燕, 张肖宁, 陈育书. 改性沥青胶浆的疲劳评价研究现状[J]. *中外公路*, 2005, 25(4):163-166.

The influence of fly ash replacement of mineral powder on performance of asphalt mortar

WU Shujun¹, TANG Jun², WU Yanling^{3*}

1. Heze Transportation Investment Development Group Co., Ltd., Heze 274000, China;

2. Shandong Transportation Institute, Jinan 250031, China;

3. School of Transportation and Civil Engineering, Shandong Jiaotong University, Jinan 250357, China

Abstract: In order to reduce the pollution caused by fly ash in refuse incineration, fly ash has been applied to asphalt road engineering. The performance changes of asphalt mortar after replacing mineral powder with fly ash, and the effect of adding additives S and NaOH on the performance of fly ash asphalt mortar are studied by routine test, dynamic shear test, low temperature bending beam test and fatigue test. The results show that the conventional performance of asphalt mortar changes most obviously when the replacement amount of fly ash is about 25%. The high temperature rheological properties of asphalt mortar can be greatly improved by increasing the ratio of powder to binder and the mass ratio of fly ash replacing mineral powder, but the low temperature rheological properties are decreased to a certain extent. At medium and low temperature, the anti-fatigue performance of asphalt mortar decreases significantly after fly ash is added. The high temperature rheological properties of fly ash asphalt mortar decrease and the low temperature rheological properties are improved after adding additives S and NaOH. The road performance of asphalt mortar can be improved by adding a certain amount of fly ash, improving the ratio of powder to binder, and adding a proper amount of additives.

Keywords: road engineering; fly ash; asphalt mortar; rheological property; anti-fatigue performance; mineral powder

(责任编辑:王惠)