

温度与氯盐作用下橡胶粉沥青混合料试验研究

孙 烨¹,唐海峰¹,尹明干²

(1.盐城市公路机械化施工处,江苏 盐城 224002; 2.盐城工学院 土木工程学院,江苏 盐城 224051)

摘要:以基质沥青混合料与 80 目 10% 橡胶粉沥青混合料为试验对象,分析橡胶粉沥青混合料在温度和氯盐侵蚀耦合作用下对马歇尔试验结果的影响。试验考虑了 NaCl 溶液浓度和浸泡时间 2 个因素,进行了 18 组试验。结果表明:基质沥青混合料和橡胶粉沥青混合料在 NaCl 溶液中,随着浸泡时间的延长,稳定度呈现下降趋势;橡胶粉具有改善沥青混合料抵抗温度、盐侵蚀的能力。SEM 微观分析表明:NaCl 溶液的盐腐蚀加剧了沥青混合料的进一步损伤。

关键词:温度;盐腐蚀;橡胶粉;沥青混合料

中图分类号:U414 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2015)02-0065-04

近年来,随着沿海开发的逐步深入,沿海公路的等级要求也在逐步提高。在沿海地区恶劣的气候环境下,沥青路面的工作环境越来越复杂,沥青路面不仅需要抵御温差、湿度、荷载等因素的影响,同时,还要面临盐度的侵蚀。目前,沥青路面水稳定性能的研究颇多^[1-5],而沿海地区沥青路面路用性能研究并不多见。熊锐等^[6]研究了 10% Na₂SO₄ 溶液加速劣化条件下真空饱水冻融劈裂试验,以冻融腐蚀因子评价沥青混凝土在冻融与腐蚀耦合作用下的性能变化规律,结果表明硫酸盐腐蚀加剧了冻融循环对沥青混凝土的破坏作用;任传军等^[7]对 SBS 改性沥青混合料耐海水侵蚀的性能进行了研究,结果表明:在海水和硫酸盐溶液的作用下,SBS 改性沥青的水稳定性有一定程度的下降,通过掺加短纤维增强的方法,可以减弱海水及硫酸盐溶液对混合料水稳定性的影响。

本文以基质沥青混合料与 80 目 10% 橡胶粉沥青混合料为试验对象,对比研究 2 种混合料在温度和氯盐侵蚀耦合作用下,对马歇尔试验的影响。

1 原材料

1.1 橡胶粉改性沥青

试验所用基质沥青为中海油江苏省泰州分公司生产的 70#沥青,橡胶粉选用江阴橡胶粉厂加工生产的斜交胎胶粉,粒径 80 目(橡胶粉的细度基本都为 80 目,如果细度更细,价格非常贵),橡胶粉细度筛分结果见表 1。橡胶粉掺入基质沥青制备改性沥青的工艺参数如下:胶粉掺量 10%、搅拌温度 160 ~ 180 ℃、搅拌速率 500 r/min、搅拌时间 60 min、溶胀时间 45 min、溶胀温度 160 ℃。制备成的橡胶粉沥青与基质沥青技术指标见表 2。

表 1 橡胶粉筛分结果
Table 1 Rubber power screening results

种类	筛孔/mm				
	<0.075	0.075	0.15	0.3	0.6
80	31	70	97	100	100

1.2 集料

试验采用的粗、细集料取自江苏省镇江市茅迪实业有限公司生产的石灰岩,矿粉为磨细的石灰岩。经检测,各项指标均符合国家规范要求。沥青混合料的级配采用常用的 AC-13 密级配,见表 3。

表 2 沥青技术指标
Table 2 Asphalt specification

沥青	针入度(25℃) /(0.1mm)	延度(5℃) /cm	软化点 /℃	质量损失 /%	RTFOT 后残留物	
					25℃ 针入度比	延度(5℃) /cm
70#	78.8	11.1	47.8	0.68	0.67	/
80 目 10% 橡胶粉沥青	80.9	8.8	50.5	0.36	0.66	/

表 3 矿料合成级配
Table 3 Miner aggregate synthesis gradation

级配类型	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分比/%									
	0.075	0.15	0.3	0.6	1.18	2.36	4.75	9.5	13.2	16
AC-13	6.6	8	11.7	17.5	29.3	38.4	52.2	80.4	96.5	100

2 马歇尔稳定度试验

2.1 试验方法

(1)为模拟温度与氯盐腐蚀耦合作用下对马歇尔试验的影响,试验采用 NaCl 与自来水配置盐溶液,浓度分别选用 10% 和 15%。按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ052 - 2010)^[8]制作标准马歇尔试件,同时为模拟温度对氯离子侵蚀混合料的作用,将试件分别浸泡在 60 ℃ 的配制溶液中 12 h,在 20 ℃ 溶液中每 12 h 为一个循环来模拟温度影响。

(2)为得到温度与氯盐腐蚀耦合作用下循环次数对马歇尔试验的影响,试验进行了 1 次、2 次、3 次循环,并进行马歇尔稳定度试验。

(3)为对比氯盐腐蚀程度,试验又增加浸泡清水一组工况。

2.2 试验结果

为进一步明确温度和氯盐腐蚀下对橡胶粉沥青混合料马歇尔试验影响,试验考虑采用基质沥青混合料、橡胶粉掺量取 10%。试验材料基本性能见表 3,级配选用 AC-13 密级配,基质沥青与橡胶粉改性沥青油石比均为 4.2%。

试验制作的各组试件按照要求分别浸泡在清水、10% NaCl 溶液和 15% NaCl 溶液,测定 1 次、2 次、3 次循环的稳定度及流值,结果见表 4。

从表 4 和图 1 中可以看出:

(1)随着浸泡循环次数的增加,普通沥青混合料和橡胶粉沥青混合料的稳定度在清水和 NaCl 溶液中均呈现下降趋势。

(2)在清水和 NaCl 溶液中,橡胶沥青混合料较普通沥青混合料的稳定度在相同循环次数下均有所增加,增大幅值分别为 19%、26% 和 13%,可

表 4 马歇尔试验结果
Table 4 Marshall Test results

浸泡 介质	混合料 沥青类型	循环 次数	稳定度	流值
清水	基质沥青	1	12.63	5.52
		2	11.15	5.88
		3	10.74	5.95
	10% 橡胶粉 沥青	1	14.14	4.13
		2	13.25	5.57
		3	12.63	7.17
10% NaCl 溶液	基质 沥青	1	11.33	5.23
		2	10.5	6.94
		3	9.34	7.18
	10% 橡胶粉 沥青	1	13.4	5.32
		2	12.62	7.63
		3	11.73	8.53
15% NaCl 溶液	基质 沥青	1	11.3	4.59
		2	10.24	5.66
		3	9.57	5.9
	10% 橡胶粉 沥青	1	12.04	5.51
		2	11.51	5.83
		3	10.53	6.91

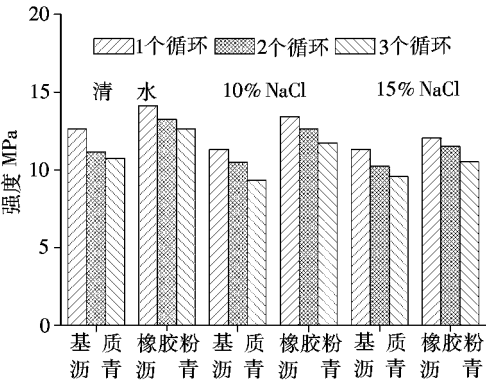


图 1 马歇尔稳定度对比图
Fig. 1 Marshall stability comparison chart

见橡胶粉可以有效改善沥青混合料抗温度与盐侵蚀性能。

(3)普通沥青混合料在清水和 NaCl 溶液中稳定度平均衰减率分别为13.34%、12.44%、12.35%,橡胶粉沥青混合料在清水和NaCl溶液中稳定度平均衰减率分别为:8.49%;9.14%、8.47%(平均衰减率:指第2次、第3次循环后稳定度较前一次稳定度衰减平均值)。可以看出,橡胶粉沥青混合料较普通沥青混合料具有抵抗盐侵蚀的能力,并且具有较好的水稳定性能。

3 试验结果机理分析

3.1 氯离子腐蚀机理分析

从图 1 可以看出,氯离子腐蚀环境下沥青混合料的稳定度均低于清水中沥青混合料的稳定度,表明氯离子促进了温度、湿度对沥青混合料的破坏作用,加剧路面性能衰减。根据表面张力理论^[9],水侵入沥青与集料界面后,表面张力发生变化,水与集料亲和力大于沥青,造成沥青逐渐从集料表面剥离,而在氯离子溶液中,随着氯盐浓度增加、温度的升高,加速了这一剥离,从而导致沥青混合料稳定度下降。由于氯化钠溶液较水更易于侵入沥青与集料界面中,当水分子蒸发后,氯化钠晶体附着在界面中,随着荷载、环境因素等影响,产生膨胀力,导致沥青混合料进一步损伤。图 2~图 3 是经过干燥后试样的 SEM 图片。从图 2 可以看出水分子蒸发后,在裂缝、空隙等地方出现大量的氯化钠晶体,表明氯化钠溶液已经渗透进沥青混合料内部;图 3 中线条标出的是裂缝产生的位置,可以看出氯化钠晶体在外部环境因素影响下,产生膨胀作用,使得沥青混合料出现裂缝损伤。

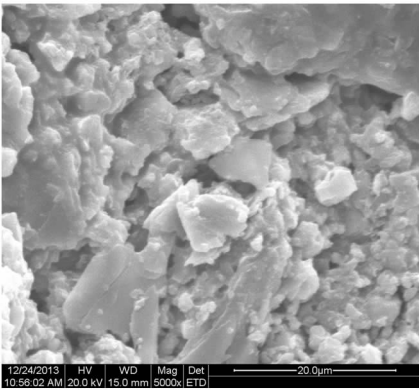


图 2 NaCl 晶体 SEM 照片

Fig. 2 NaCl crystal SEM photo

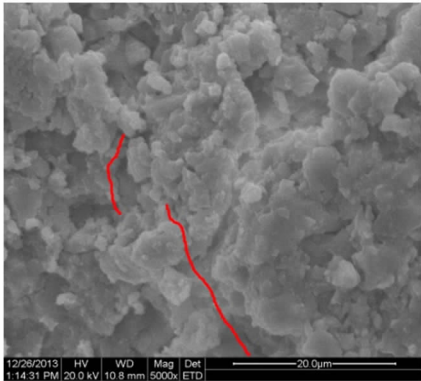


图 3 膨胀裂缝 SEM 照片

Fig. 3 Expansion crack SEM photo

3.2 橡胶粉改性沥青机理分析

从图 1 可以看出,在温度和氯离子腐蚀耦合作用下橡胶粉沥青混合料的衰减率低于普通沥青混合料,表明橡胶粉改性沥青混合料抵抗氯离子侵蚀作用的能力增强。原因可能是由于橡胶粉的掺入,提高了沥青的软化点,增大了沥青粘稠度,进而增加了沥青与集料的握裹力,使得氯离子不易侵入沥青与集料界面中,从而提高了橡胶粉沥青混合料的抗侵蚀能力。

4 结论

通过模拟温度与氯盐腐蚀耦合作用,分析普通沥青混和料与橡胶粉沥青混合料马歇尔试验结果,考察橡胶粉对沥青混合料性能的影响,结论如下:

- (1)普通沥青混合料和橡胶粉沥青混合料的稳定度在清水和 NaCl 溶液中,随着浸泡时间的延长,均呈现下降趋势;但从两者对比来看,橡胶粉具有改善沥青混合料抵抗温度与盐侵蚀的能力;
- (2)NaCl 溶液较水更易于侵入沥青与集料界面中,当水分子蒸发后,NaCl 晶体附着在界面中,随着荷载、环境因素等影响,产生膨胀力,加剧沥青混合料的进一步损伤。
- (3)橡胶粉的掺入提高了沥青软化点和粘稠度,增加了沥青与集料的握裹力,使得氯离子不易侵入沥青与集料界面中,从而提高橡胶粉沥青混合料的抗侵蚀能力。

参考文献:

[1] 彭浩,王福成,杨涛. 矿料级配对沥青混合料路用性能影响的试验分析[J]. 公路工程,2013,38(2):36-39.
[2] 王延海. 三种沥青抗剥落剂的性能对比研究[J]. 公路工程,2011,36(3):172-174.
[3] 谢昭彬,马韧,贺国京. 橡胶沥青老化对其混合料水稳定性影响研究[J]. 公路工程,2011,36(2):178-182.
[4] 马新,郑传峰. 沥青混合料水稳定性评价方法的实验研究[J]. 公路工程,2008,33(4):75-78.
[5] 罗志刚,周志刚,郑健龙. 沥青路面水损害问题研究现状[J]. 长沙交通学院学报,2003,19(3):39-44.
[6] 熊锐,陈拴发,关博文,等. 冻融与腐蚀耦合作用下沥青混凝土性能研究[J]. 武汉理工大学学报,2011,33(2):72-76.
[7] 任传军,施惠生,关函非. SBS 改性沥青混合料耐海水侵蚀性能研究[J]. 中南公路工程,2006,31(6):58-60.
[8] 交通部公路科学研究所. JTJ 052-2000,公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S]. 北京:人民交通出版社,2010.
[9] 赵永利,吴震,黄晓明. 沥青混合料水稳定性试验研究[J]. 东南大学学报:自然科学版,2001,31(3):99-102.

Test Research On Rubber Power Asphalt Mixture Under the Action of Temperature And Chlorine Salt

SUN Ye¹, TANG Haifeng¹, YIN Minggan²

(1. Yancheng Highway Mechanized Construction, Yancheng Jiangsu 224002, China;
2. School of Civil Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China)

Abstract: This experiment analyzes the relation between rubber power asphalt mixture and Marshall Test results under the action of the temperature and salt corrosion, by using matrix asphalt mixture and 80 mesh 10% rubber power. It carries out 18 tests, considering two factors of NaCl solution solubility and soak time. The tests results indicate that the stability of the matrix asphalt mixture and the rubber power asphalt mixture that immersion in the Nacl solution is trending downward, with the increase of immersion time; Rubber power can improve the ability of asphalt mixture for resistance temperature and salinity. According to SEM micro-analysis, NaCl solution of salt corrosion can contribute to the further damage of asphalt mixture.

Keywords: Temperature; Chlorine Salt Corrosion; Rubber Power; Asphalt Mixture

(责任编辑:张英健)