

沥青混合料抗水损害提升效果研究

许尚江¹, 王增强¹, 荆靖¹, 王静²

¹山东省高速养护集团有限公司, 山东 济南

²山东大学齐鲁交通学院, 山东 济南

收稿日期: 2022年9月1日; 录用日期: 2022年9月19日; 发布日期: 2022年9月26日

摘要

为提高沥青混合料的水稳定性, 选用了JW-2、XT-1抗剥落剂制备沥青混合料, 并通过浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验研究了两种抗剥落剂对混合料抗水损害提升效果的研究。结果表明: 两种抗剥落剂均能提高沥青混合料的抗水损害能力, 其中XT-1抗剥落剂的提升效果更好。

关键词

沥青混合料, 水损害, 动水压力, 抗剥落剂

Study on the Improvement Effect of Water Resistance of Asphalt Mixture

Shangjiang Xu¹, Zengqiang Wang¹, Jing Jing¹, Jing Wang²

¹Shandong Hi-Speed Maintenance Group Co., Ltd., Jinan Shandong

²School of Qilu Transportation, Shandong University, Jinan Shandong

Received: Sep. 1st, 2022; accepted: Sep. 19th, 2022; published: Sep. 26th, 2022

Abstract

In order to improve the water stability of asphalt mixture, JW-2 and XT-1 anti-stripping agents are selected to prepare asphalt mixture, and the effect of anti-stripping agents on improving the water damage resistance of asphalt mixture is studied through Immersion Marshall Test and Freeze-thaw Splitting Test. The results show that both anti-stripping agents can improve the water damage resistance of asphalt mixture, and XT-1 anti-stripping agent has better effect.

Keywords

Asphalt Mixture, Moisture Damage, Hydrodynamic Pressure, Anti-Stripping Agent

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,我国公路交通蓬勃发展,截至2021年底,我国公路通车里程达到528.07万公里,高速公路通车里程达到16.91万公里。沥青路面由于拥有表面平整、行驶舒适、耐磨、噪音低、易于维修等优点,成为我国高等级路面公路的主要铺面形式[1]。

然而,沥青路面在有水存在时,在车轮荷载的作用下,水会被挤压进入路面孔隙中,而随着车辆驶离路面,水从路面孔隙中析出,从而形成一种高频正负交替的动水压力环境,使沥青对集料的粘结力逐渐丧失,沥青膜从集料表面剥落,导致沥青路面产生松散、剥落等水损病害,降低沥青路面的使用性能并缩短服役寿命[2][3]。因此,提高沥青路面的抗水损害能力十分必要。

为了提高沥青路面的抗水损害能力,国内外学者进行了相关研究。张勇等[4]人采用水泥和消石灰代替部分矿粉来提高沥青混合料的水稳定性,发现随着掺量的增加,混合料的冻融劈裂强度比和浸水残留稳定度先增大后减小。吕春飞等[5]人采用浸水马歇尔试验及冻融劈裂试验发现AR-68抗剥落剂、水泥、消石灰均能提高沥青混合料抗水损害性能,其中AR-68抗剥落剂与水泥复掺时的改善效果最为明显。周璐等[6]人进行了拉拔试验、肯塔堡飞散实验和浸水汉堡车辙试验,发现岩沥青能够显著提高沥青的内聚性能和粘附性能,显著提高沥青混合料的抗水损害性能。

现有研究采用浸水马歇尔试验、冻融劈裂试验等证明了不同措施对沥青混合料抗水损害的提升效果,但由于沥青路面处于一种高频正负压交替的服役环境,因此,本文采用动水压力模拟装置,研究了动水压力作用对沥青混合料水稳定性的效果,来评价抗剥落剂对沥青混合料抗水损害能力的提升效果。

2. 试验材料及方法

2.1. 材料

1) 沥青

本文研究中所用的AH-70沥青(Virgin)由华瑞道路材料公司提供,按照JTG E20-2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》进行沥青的基本性能指标测试,结果如表1所示。

Table 1. Basic performance index of matrix asphalt

表 1. 基质沥青基本性能指标

测试项目	测试结果	单位
针入度(25℃)	68.3	0.1 mm
延度(10℃)	40.1	cm
延度(15℃)	>150	cm
软化点	48.2	℃
135℃粘度	0.450	Pa·s
密度(15℃)	1.035	g/cm ³
溶解度	99.6	%

2) 集料与矿粉

本研究所用集料为玄武岩集料，矿粉是玄武岩集料经粉磨得到。按照 JTG E42-2005《公路工程集料试验规程》进行基本性能指标测试，如表 2、表 3 所示。

Table 2. Basic performance index of mineral powder

表 2. 矿粉基本性能指标

测试项目	技术要求	试验结果
表观密度(g/cm ³)	≥2.5	2.744
<0.6 mm	100	100
粒度范围%	<0.15 mm	90~100
	<0.075 mm	75~100
亲水系数	<1	0.86
外观	无团粒结块	无团粒结块

Table 3. Basic performance index of aggregates

表 3. 集料基本性能指标

测试项目	0~3 mm	3~5 mm	5~10 mm	10~20 mm
表观相对密度(g/cm ³)	2.687	2.713	2.736	2.728
表干相对密度(g/cm ³)	-	2.632	2.672	2.686
毛体积相对密度(g/cm ³)	-	2.584	2.652	2.662
吸水率(%)	0.82	1.882	1.236	0.637

3) 抗剥落剂

本文采用 JW-2 型和 XT-1 型沥青抗剥落剂，掺量为沥青质量的 0.4%，其中 JW-AS2 是深圳嘉盛威公司生产的固态的非胺类抗剥落剂，XT-1 型沥青抗剥落剂是济南溪川公司生产的液态的非胺类抗剥落剂，表 4 为两种抗剥落剂的主要技术指标。

Table 4. Main technical indexes of anti-stripping agents

表 4. 抗剥落剂主要技术指标

类型	外观	密度(g/cm ³)	溶解性
JW-2	棕白色粉末固体	0.96	与热熔沥青相容性好
XT-1	棕色粘稠液体	0.95	与热熔沥青相容性好

2.2. 沥青混合料配合比设计

本研究制备的沥青混合料类型为 AC-20，根据山东省的气候和交通条件选择了山东省交通科学研究院推荐的工程级配范围[7]，级配范围如表 5 所示，并设计了三种初始级配。根据经验，初始设定沥青用量为 4.1%，根据空隙率、矿料间隙率、饱和度及稳定度、流值等试验结果，选择了级配 1 作为本研究级配，级配组成如表 6 所示。

Table 5. Engineering grading range recommended by Shandong Transportation Institute
表 5. 山东省交通科学研究院推荐的工程级配范围

级配类型	通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)											
	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC-20	100	90~100	83~95	73~86	56~70	35~48	22~33	15~23	10~16	6~11	5~9	4~6

Table 6. Grading composition used in this study
表 6. 本研究所用级配组成

筛孔尺寸	15~20	10~15	5~10	3~5	0~3	矿粉
百分率(%)	25	26	20	9	19	1

2.3. 试验方法

本研究制备了三种沥青混合料：普通沥青混合料(AC-20)、JW-2 沥青混合料(JW-2)、XT-1 沥青混合料(XT-1)。按照 JTG E20-2011《公路工程沥青及沥青混合料实验规程》中规定的方法进行浸水马歇尔试验、冻融劈裂试验，并计算残留稳定度(MS0)和冻融劈裂强度比(TSR)来评价沥青混合料的水稳定性。在进行冻融劈裂试验前，采用自主研发的动水压力装置对沥青混合料试样进行动水压力冲刷 0 h, 2 h, 4 h, 6 h, 到达设定时间后，按照规范进行沥青混合料的冻融劈裂试验。

3. 结果与讨论

3.1. 浸水马歇尔试验

本节采用浸水马歇尔试验评价沥青混合料的水稳定性。表 7 为三种沥青混合料的浸水马歇尔试验结果。根据 JTG F40-2004《公路沥青路面施工技术规范》，一般基质沥青混合料的浸水马歇尔残留稳定度应大于 80% [7]。在本研究中，三种沥青混合料的残留稳定度均满足规范要求抗剥落剂能够显著提高沥青混合料的残留稳定度，掺加 JW-2 型抗剥落剂、XT-1 型抗剥落剂使沥青混合料残留稳定度分别增加约 7.2%、10.8%，这说明两种均能够提高沥青混合料的水稳定性，其中 XT-1 型抗剥落剂改善沥青混合料抗水损害的效果更好，抗剥落剂增强了沥青与集料的粘附性，水稳定性提高。

Table 7. Immersion Marshall test results
表 7. 浸水马歇尔试验结果

沥青混合料类型	AC-20	JW-2	XT-1
残留稳定度(%)	83	89	92

3.2. 冻融劈裂试验

沥青混合料的水稳性是影响沥青混合料耐久性的重要因素。图 1 是动水压力作用不同时间后不同沥青混合料的冻融劈裂强度比(TSR)。

从图中可以看出，在未进行动水压力作用时，三种沥青混合料的 TSR 均能满足规范要求(70%)，且添加 JW-2、XT-1 抗剥落剂能够显著提高沥青混合料的 TSR，比未掺加抗剥落剂相比分别提高了 8.5%、11.7%，这说明两种均能够提高沥青胶浆 - 集料界面粘附特性，从而提高沥青混合料抗水损害的能力，增强沥青混合料的水稳定性。这是因为抗剥落剂的加入增强了与集料之间的吸附作用，使沥青与集料之间

的粘附性增大。在动水压力作用后, 沥青混合料的冻融劈裂强度比随着作用时间的延长, 三种沥青混合料的 TSR 出现不同程度的下降, 其中未参加抗剥落剂的沥青混合料在动水压力作用时间达到 4 h 后, TSR 低于 70%, 不能满足规范的要求。而参加抗剥落剂的两种沥青混合料, 其 TSR 在动水压力作用达到 6 h 时, TSR 仍满足规范要求, 且参加 XT-1 型抗剥落剂的 TSR 始终高于参加 JW-2 型抗剥落剂, 说明 XT-1 型抗剥落剂改善沥青混合料抗水损害的效果更好, 这是因液体抗剥落剂的分散性较固体更好, 分布更均匀, 使其效果更好。

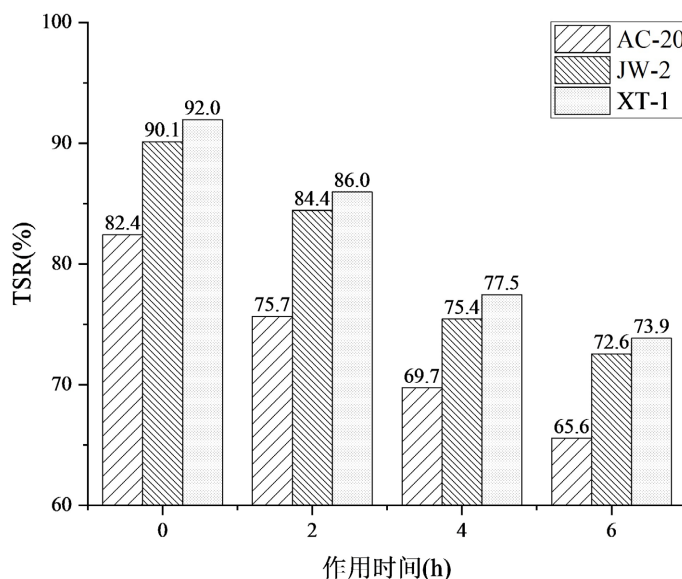


Figure 1. Results of Freeze thaw splitting strength ratio

图 1. 冻融劈裂强度比结果

4. 结论

本文研究了两种抗剥落剂对沥青混合料水损害提升效果的研究, 主要结论如下:

1) JW-2 抗剥落剂和 XT-1 抗剥落剂均能有效提高沥青混合料的马歇尔残留稳定度、冻融劈裂强度比, 提高沥青混合料抗水损害的能力, 增强沥青混合料的水稳定性;

2) 动水压力作用会加快水分到达沥青 - 集料界面, 加速沥青混合料的水损害进程, XT-1 抗剥落剂对于提高沥青混合料抗水损害的效果更好。

参考文献

- [1] 周志雄. 填料对沥青胶浆高低温性能影响与沥青胶浆性能预测研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南大学, 2013.
- [2] 刘洋. 沥青路面水损害机理分析及对策研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2014.
- [3] 王振勇. 动水压力作用下沥青路面水损坏研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2016.
- [4] 张勇, 刘春艳, 胡伟. 水泥和消石灰对沥青混合料抗水损害效果试验研究[J]. 北方交通, 2010(4): 82-84.
- [5] 吕春飞, 李凌, 詹成根. 改善沥青混合料抗水损害性能的措施研究[J]. 路基工程, 2011(4): 90-92.
- [6] 周璐, 黄卫东, 吕泉, 郑茂. 不同改性剂对沥青黏结及抗水损害性能的影响[J]. 建筑材料学报, 2021, 24(2): 377-384.
- [7] 交通部公路科学研究所. JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2009.