

SBS 沥青胶浆的黏附性及混合料抗水损性能研究

郭仪南¹, 肖嘉庆², 底江天¹, 龚修平¹, 胡航¹

(1.成都交通投资集团有限公司, 四川 成都 610000; 2.成都兴西华工程咨询有限公司, 四川 成都 610000)

摘要: 分别制备不同 SBS 掺量和稳定剂掺量的 SBS 改性沥青胶浆和混合料, 并通过 BBS 拉拔试验和冻融劈裂试验、汉堡车辙试验, 系统研究了 SBS 改性沥青胶浆的黏附性及其混合料的抗水损性能, 探究了两者之间的联系。研究表明: SBS 的掺入增强和提升了沥青的黏附性和沥青胶浆的抗水敏感性; SBS 改性沥青胶浆的黏附性及其混合料的抗水损性能均随着 SBS 掺量的增加而不断提升, 均随着稳定剂掺量的增加先提升后下降, SBS 掺量为 4.5% 的改性沥青最优稳定剂掺量为 0.15%; 冻融劈裂抗拉强度比 TSR 较损害变形速率 MR 能更好地反映沥青混合料对水的敏感性, 冻融劈裂试验较汉堡车辙试验更适用于评价 SBS 改性沥青混合料的抗水损性能。

关键词: SBS 改性沥青胶浆; 黏附性; 抗水损性能; 评价方法

中图分类号: U414

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2023)07-0220-04

0 引言

水损害是沥青路面早期损坏类型中较为重要且影响程度较大的一类。沥青路面中的水分会导致集料与沥青之间的黏附力损失或胶浆的内聚破坏。大量试验研究和现场报告都表明, 唧泥、松散、剥落、坑槽等路面早期破坏形式都与水损害有着密切的联系。

百余年前, 众多学者便开始研究沥青混合料的水损害问题, 但是到目前为止, 依旧有许多问题没有研究清楚。其中最重要的 2 点是: (1) 提高混合料抗水损害能力的方法; (2) 实验室合理评价混合料抗水损害能力的方法和指标^[1]。

SBS 改性沥青应用十分广泛^[2]。多项研究表明, SBS 改性沥青混合料具有优异的高温性能、低温性能、抗疲劳性能等路用性能^[3]。以前大多数关于 SBS 改性沥青混合料的研究主要集中在其高低温性能、抗疲劳性能以及老化性能^[4-5], 鲜有从黏附性的角度来系统地研究其抗水损性能。同时, 国内外学者对水损害的研究主要从沥青-集料界面黏附性以及水敏感性出发, 提出了一系列的评价方法。由于评价方法繁多, 因此对于方法选用以及沥青-集料黏附性与混合料抗水损性能之间的联系紧密程度争议较大, 且对于黏附性能的研究大都从沥青的层面出发。而众所周知, 在大部分情况下, 沥青在混合料中是以胶

浆的形态存在的, 所以从这个角度来说, 从胶浆角度研究黏附性才是最为合理的。

基于以上所述, 本文从 SBS 改性沥青胶浆的黏附性出发, 结合多种试验手段, 研究了 SBS 改性沥青胶浆-集料的黏附性及混合料的抗水损性能, 并对两者之间的联系进行探讨, 由此提出较为合适的评价 SBS 改性沥青混合料抗水损性能的方法, 同时从黏附性和抗水损性能角度研究 SBS 改性沥青的最优配方。

1 材料与试验

1.1 原材料

本文采用的基质沥青为 ESSO70# 基质沥青; 由于工业中主要采用线型 SBS 对沥青进行改性, 故 SBS 采用岳阳巴陵石化有限公司出产的 SBS1301-1 (YH-791H); 另外, 为改善 SBS 与基质沥青的相容性等性能, 还需要在 SBS 改性沥青中添加一定掺量的稳定剂, 本文采用的稳定剂为硫磺。

混合料级配为 AC-13, 使用的集料共分为 15-10、10-5、5-3、0-3 和矿粉 5 档, 其中前 3 档使用玄武岩, 0-3 档使用弱碱性的石灰岩。混合料级配见表 1。

表 1 混合料级配

筛孔尺寸/mm	通过率/%	筛孔尺寸/mm	通过率/%
16	100	1.18	26.5
13.2	95	0.6	19
9.5	76.5	0.3	13.5
4.75	53	0.15	10
2.36	37	0.075	6

收稿日期: 2022-09-04

作者简介: 郭仪南(1984—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事道路交通管理工作。

为研究 SBS 掺量对 SBS 改性沥青胶浆黏附性及 SBS 改性沥青混合料抗水损性能的影响,分别制备 SBS 掺量为 0%、1.5%、3.0%和 4.5%的 SBS 改性沥青,其中稳定剂掺量均为 0.15%;为从黏附性及抗水损性能研究稳定剂的最佳掺量,将 SBS 掺量固定为 4.5%,分别制备稳定剂掺量为 0%、0.10%、0.15%和 0.20%的 SBS 改性沥青。

在制备好改性沥青后,需制备改性沥青胶浆。具体制备工艺为:将相应的 SBS 改性沥青加热到 185 ℃,按粉胶比 1:1 加入矿粉,在高温条件下搅拌 20 min。

表 2 为不同 SBS 掺量和稳定剂掺量的 SBS 改性沥青级配。

表 2 SBS 改性沥青胶浆级配		
试件编号	SBS 掺量 /%	稳定剂掺量 /%
ESS070	0	0
1.5+0.15wdj	1.5	0.15
3.0+0.15wdj	3.0	0.15
4.5+0.15wdj	4.5	0.15
4.5+0wdj	4.5	0
4.5+0.10wdj	4.5	0.10
4.5+0.20wdj	4.5	0.20

1.2 试验方法

1.2.1 BBS 拉拔试验

本文采用 BBS 拉拔试验来评价和研究 SBS 改性沥青胶浆的黏附性。本文使用的拉拔试验仪器为美国 DeFelsko 公司生产的 PosiTestAT-A 全自动数字显示拉拔式附着力测试仪,同时工程实际中常用玄武岩作为集料,而本文混合料集料也以玄武岩为主,因此本文拉拔试验选用玄武岩石板作为底座,尺寸为 100 mm×100 mm×10 mm。

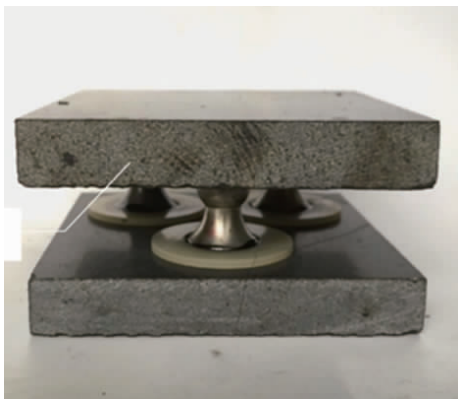


图 1 拉拔试验试件的成型养护

1.2.2 冻融劈裂试验

为研究 SBS 改性沥青混合料的抗水损性能,根

据《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20—2011)进行冻融劈裂试验。

1.2.3 汉堡车辙试验

为探究更合理地评价 SBS 改性沥青混合料抗水损性能的试验方法,本文同时采用汉堡车辙试验(HWT)来评价沥青混合料抗水损性能。在 60 ℃浸水条件下,通过钢轮在试件上施加荷载并反复移动碾压,直至钢轮达到 20 000 次往返运动或者试件产生 20 mm 的车辙变形;之后对试验曲线进行拟合校正等,并计算新指标。新指标选用“损害变形速率 MR”。

2 试验结果与分析

2.1 SBS 改性沥青胶浆的黏附性

对不同 SBS 掺量(0%、1.5%、3.0%、4.5%)和不同稳定剂掺量(0%、0.10%、0.15%、0.20%)的 SBS 改性沥青胶浆进行 BBS 拉拔试验,用以研究其黏附性。在干燥养护和水养护条件下,SBS 改性沥青胶浆的拉拔试验结果见图 2。

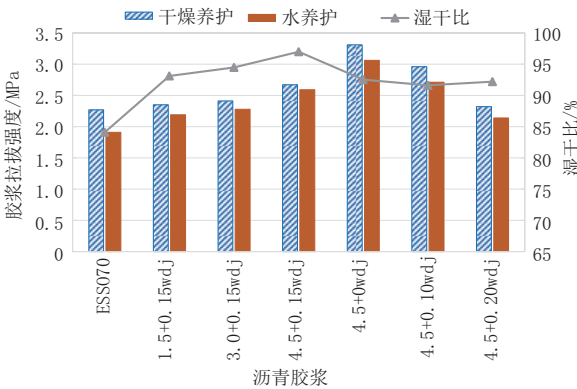


图 2 SBS 改性沥青胶浆的拉拔试验结果

由图 2 可知,无论是在干燥养护还是水养护条件下,SBS 改性沥青胶浆的拉拔强度均随着 SBS 掺量的提高而不断增大,这说明 SBS 的掺入增强了沥青的黏附性。同时,SBS 掺量越高,湿干比越大,说明 SBS 的掺入提升了沥青胶浆的抗水敏感性。当 SBS 掺量达到 4.5%时,湿干比达到最大,且相对于 SBS 掺量为 3.0%时提升较大。因此从抗水损角度来说,工业上常用 4.5%掺量的 SBS 改性沥青是比较合理的。

当 SBS 掺量相同时,无论是在干燥养护还是水养护条件下,改性沥青胶浆的拉拔强度均随着稳定剂掺量的提高而不断下降。这是由于稳定剂的掺入使改性沥青内形成了网络结构,从而降低了沥青的流动性,进而影响试件成型过程中沥青与集料的裹附,导致 SBS 改性沥青胶浆黏附性下降。同时,随着

稳定剂掺量的提高,改性沥青胶浆的湿干比先增大后降低,当稳定剂掺量为 0.15% 时,SBS 改性沥青胶浆的湿干比最大,这说明此时其抗水敏感性最强。因此稳定剂的最佳掺量为 0.15%。

2.2 SBS 改性沥青混合料的抗水损性能

目前,关于沥青混合料抗水损性能的评价方法众多,其中最为成熟和主流的评价方法是冻融劈裂试验和汉堡车辙试验。本文对不同 SBS 掺量(0%、1.5%、3.0%、4.5%)和不同稳定剂掺量(0%、0.10%、0.15%、0.20%)的 SBS 改性沥青混合料进行冻融劈裂试验和汉堡车辙试验,以研究其抗水损性能。

2.2.1 冻融劈裂试验结果

为增大不同 SBS 改性沥青混合料抗水损性能的差异,本文在进行冻融劈裂试验时共进行了 3 次冻融循环。

SBS 改性沥青混合料的劈裂强度和 TSR(冻融劈裂抗拉强度比)结果见图 3。

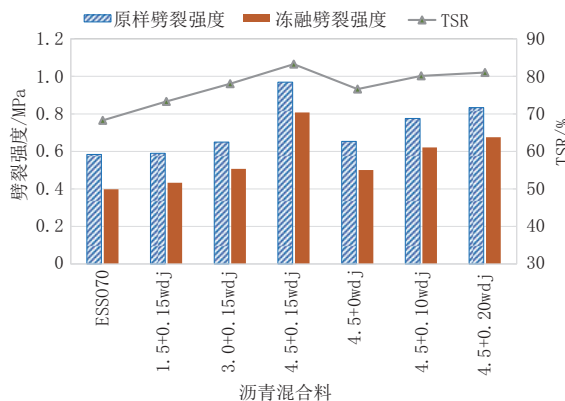


图 3 SBS 改性沥青混合料的冻融劈裂试验结果

由图 3 可知,混合料的原样劈裂强度、冻融劈裂强度和 TSR 均随着 SBS 掺量的增加而明显提高。这表明,SBS 的掺入提升了沥青混合料的强度和抗水损性能,这与拉拔试验得到的黏附性变化规律一致。

由图 3 还可以得知,混合料的原样劈裂强度、冻融劈裂强度和 TSR 均随着稳定剂掺量的增加先增大后减小,这说明加入稳定剂有利于增强沥青混合料的抗水损性能;但是当稳定剂掺量超过 0.15% 后,稳定剂反而会削弱沥青混合料抗水损性能。从抗水损性能看,稳定剂的最佳掺量为 0.15%,与拉拔试验结果一致。

2.2.2 汉堡车辙试验

通过对汉堡高温浸水车辙试验曲线进行拟合、校正、再拟合后,根据曲线计算“水损害变形速率 MR”这一新参数。MR 越小表明混合料抗水损性能越好。不同 SBS 改性沥青混合料的 MR 计算结果见图 4。

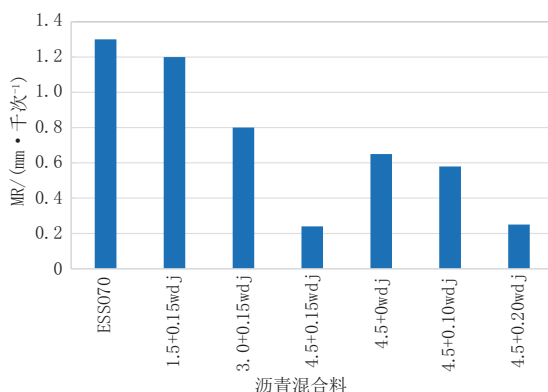


图 4 SBS 改性沥青混合料的汉堡车辙试验结果

由图 4 可知,随着 SBS 掺量的提高,MR 逐渐变小,这表明混合料的抗水损性能逐渐提高;随着稳定剂掺量的提高,MR 先减小后增大,在稳定剂掺量为 0.15% 时,混合料的 MR 值达到最小,此时其抗水损性能最好。由此可见,汉堡车辙试验结果的规律与冻融劈裂试验结果的规律一致。

2.3 SBS 改性沥青胶浆黏附性与混合料抗水损性能的联系

2.2 节结果表明,SBS 改性沥青混合料的冻融劈裂、汉堡车辙试验结果规律与拉拔试验结果规律一致。为了进一步研究混合料抗水损性能与 SBS 改性沥青胶浆黏附性的联系,探究哪种方法最优,对 TSR、1/MR 与湿干比进行相关性分析,结果如图 5 和图 6 所示。

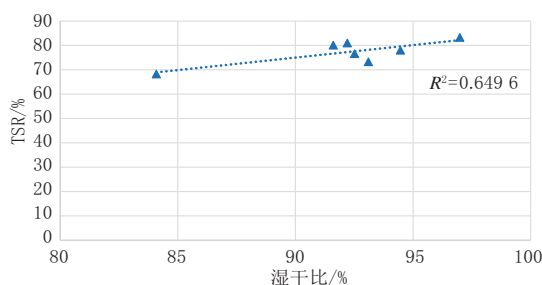


图 5 SBS 改性沥青胶浆的湿干比与其混合料 TSR 的相关性

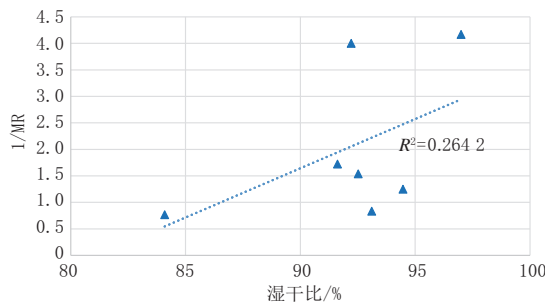


图 6 SBS 改性沥青胶浆的湿干比与其混合料 1/MR 的相关性

图 5 和图 6 表明,SBS 改性沥青混合料的 TSR 与 SBS 改性沥青胶浆的湿干比具有较强的正相关性,而 MR 与湿干比是弱相关关系。这表明,TSR 较

MR 能更好地反映沥青混合料对水的敏感性。所以,从相关性结果来看,虽然 2 种混合料试验得到的结果一致,但冻融劈裂试验较汉堡车辙试验更适用于评价 SBS 改性沥青混合料的抗水损性能。

3 结 语

(1)SBS 的掺入增强和提升了沥青的黏附性和沥青胶浆的抗水敏感性。从抗水损角度来说,工业上常用 SBS 掺量为 4.5% 的 SBS 改性沥青是比较合理的。

(2)稳定剂的最佳掺量为 0.15%。随着稳定剂掺量的提高,SBS 改性沥青胶浆的湿干比先增大后降低,当稳定剂掺量为 0.15% 时,SBS 改性沥青胶浆的湿比干最大,这说明此时其抗水敏感性最强。

(3)冻融劈裂试验结果与汉堡车辙试验结果一致:随着 SBS 掺量的增加,SBS 改性沥青混合料的抗水损性能逐渐提升;随着稳定剂掺量的增加,SBS 改

性沥青混合料的抗水损性能先提高后下降,稳定剂的最优掺量是 0.15%。

(4)TSR 较 MR 能更好地反映沥青混合料对水的敏感性。从这个角度而言,冻融劈裂试验较汉堡车辙试验更适用于评价 SBS 改性沥青混合料的抗水损性能。

参考文献:

- [1] HAMED I G H, NEJAD F M. Use of aggregate nanocoating to decrease moisture damage of hot mix asphalt[J]. Road Materials and Pavement Design, 2016, 17(1): 32-51.
- [2] 卜宗. SBS 改性沥青在公路面层中的应用[J]. 中国公路, 2022(12): 94-95.
- [3] 谷秀丽. SBS 改性沥青混合料工程应用研究[J]. 交通世界, 2022(17): 29-32.
- [4] 庞拓, 仰建岗, 张伟, 等. 高含量 SBS 改性沥青老化性能及老化机理[J]. 科学技术与工程, 2022, 22(15): 6308-6316.
- [5] 范定旺. SBS 改性沥青混合料低温性能试验研究[J]. 山西交通科技, 2021(6): 3.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴, 为您提供平台, 携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com