

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.04.051

用于坑槽修补自流平沥青混合料路用性能研究

陈 曙¹, 钟皓白², 李艺博¹, 陈 石¹

(1.广州市高速公路有限公司营运分公司, 广东 广州 510030; 2.同济大学道路与交通工程教育部重点实验室, 上海市 201804)

摘要: 自流平沥青混合料是修补沥青路面坑槽的可靠材料。采用贯入度试验、车辙试验、低温弯曲试验、冻融劈裂试验分别评价不同自流平沥青混合料的静态稳定性、高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性。结果表明:自流平沥青混合料由于矿粉含量高,沥青用量大,高温性能普遍较差,仅适合小面积的坑槽修补;高SBS掺量改性沥青,在沥青中形成了SBS网状结构,提高了沥青的劲度和弹性,因此具有良好的抗低温、水稳定性能。由于自流平沥青混合料工艺特性,拌合温度较高,因此应重点考察沥青耐老化性能。

关键词: 自流平;贯入度;车辙;低温弯曲;冻融劈裂

中图分类号: U414

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2022)04-0187-03

0 引言

沥青路面在服役过程中,胶结料受阳光、水、空气以及行车荷载作用等影响会出现老化,沥青自身黏附性下降,出现内聚性破坏。与此同时,滞留在路面中的水不断产生动水冲刷作用,沥青与集料之间黏附力减弱,最终导致沥青与集料剥离,出现黏附性破坏。内聚性破坏和黏附性破坏同时导致沥青路面出现集料松散脱落,最终形成坑槽。坑槽不仅严重影响车辆交通的运行速度,降低行车过程中舒适度,而且还会极大地危害人身及财产安全,容易引发安全事故。传统的修补方式是采用热料与冷料方式进行修补。但坑槽修补具有点多、量小的特点,热拌混合料受温度影响,极易导致修补面不平整、孔隙率过大易二次损坏等缺陷;冷料修补一般采用冷补料直接修补,具有直接修补、几乎不需要碾压、工艺简单等特点,但是因为冷补料一般采用溶剂型,初期修补后混合料具有较大孔隙率,在后期行车碾压后逐步密实,导致整体封水效果较弱,在多次雨水后容易再次损坏^[1-6]。

自流平沥青混合料是指在施工温度条件下可以自动流淌成型的混合料,无需碾压即可达到规定的密实度和平整度。在修补路面坑槽过程中使用自流平沥青混合料,可以解决坑槽修补过程中存在的热拌沥青混合料温度降低后不易压实,冷拌沥青混合料初期强度较低等问题。本文对用于沥青路面坑槽修补的自流平沥青混合料进行性能评价,为沥青路

面坑槽修补提供经验和依据。

1 材料

1.1 沥青

试验选用SK沥青(以下简称SK)、中石化SBS沥青(以下简称SBS)以及在实验室制备的高掺量SBS改性沥青(以下简称HSBS)。HSBS制备方法为,将基质沥青SK加温到180℃,加入7%SBS后高速搅拌1h,然后添加硫磺作为稳定剂,继续高速搅拌0.5h,得到HSBS。沥青指标见表1。

表1 沥青指标

指标	SK	SBS	HSBS
针入度/0.1 mm	68	48	36
软化点/℃	50.2	69.5	90.2
5℃延度/cm	0	34.5	42.7
黏度(135℃)/(Pa·s)	0.418	2.38	3.72

1.2 级配

试验所用粗集料(粒径≥2.36mm)为辉绿岩,细集料(粒径<2.36mm)采用机制砂,填料使用矿粉。集料各项指标符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)^[7]要求。油石比7.5%,拌和温度220℃。设计级配如图1所示。

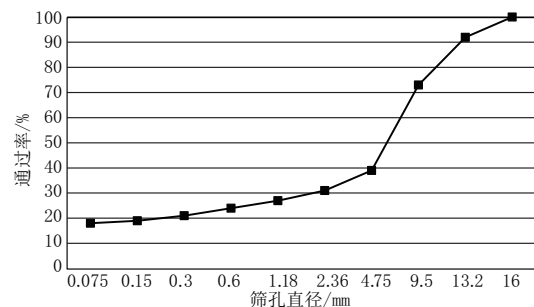


图1 沥青混合料级配设计

收稿日期: 2021-04-06

作者简介: 陈曙(1992—),男,硕士,工程师,主要从事高速公路运营管理工作。

2 性能评价

2.1 贯入度试验

贯入度试验最早在德国普及应用,主要用于评价沥青混合料的静态稳定性以及抵抗变形的能力。贯入度试验试件尺寸为 70.7 mm × 70.7 mm × 70.7 mm,加载质量为 50 kg,记录 30 min 与 60 min 贯入量,30 min 到 60 min 的差值即为贯入量增量,为了对比不同温度条件下的贯入度,试验温度分别采用 40 °C 和 60 °C。试验结果见表 2。

表 2 贯入度试验结果

指标	40 °C 贯入度 /mm	60 °C 贯入度 /mm
SK	1.03	2.35
SBS	0.92	1.74
HSBS	0.85	1.28

试验结果表明,在 40 °C 时,3 种自流平沥青混合料贯入度相差不大,HSBS 略优于 SBS,优于 SK,在 60 °C 时,差距逐渐增大。HSBS 的静态稳定性明显优于其他两种沥青混合料。

2.2 车辙试验

采用动稳定度试验评价自流平混合料在高温条件下的稳定性。成型后的车辙板试件如图 2 所示。试验温度为 60 °C,试件尺寸为 300 mm × 300 mm × 50 mm,胎压 0.7 MPa,试验结果见表 3。



图 2 成型后的车辙板试件

表 3 车辙试验结果

指标	动稳定度 / (次·mm)	变形量 /mm
SK	294.4	2.14
SBS	353.9	1.78
HSBS	403.8	1.56

试验结果表明,3 种自流平沥青混合料的高温稳定性都较低,HSBS 相对较高。传统沥青混凝土的结构强度主要依靠集料之间的内摩阻力以及嵌挤力,而胶结料的黏结作用并不起主要作用。自流平沥青混合料由于其材料特性需求,粗集料比例相对较低,

并未形成骨架结构,因此高温稳定性普遍较差。但由于自流平沥青混合料是应用于坑槽修补,面积一般较小,不易出现车辙。

2.3 低温弯曲试验

采用低温弯曲试验主要是评价自流平沥青混合料在低温时抵抗变形的能力。试验温度 -10 °C,试件尺寸 250 mm × 30 mm × 35 mm。低温弯曲试验跨径 200 mm,跨中加载。试验结果见表 4。

表 4 低温弯曲试验结果

指标	劲度模量 /GPa	最大弯拉应变 /10 ⁻³
SK	4 753.6	1.37
SBS	7 104.3	1.72
HSBS	9 320.3	1.46

试验结果表明,HSBS 低温抗开裂性能明显高于 SBS 和 SK。这是因为聚合物在沥青中形成了弹性网络,提高了混合料在低温下的弹性,减弱了脆性的影响,HSBS 沥青混合料在低温下具有良好的弯曲性能。

2.4 冻融劈裂试验

采用冻融劈裂试验评价自流平沥青混合料的水稳定性能。成型后的马歇尔试件如图 3 所示。试验将试件分成两组,每组 4 个马歇尔试件。第一组常温养生,第二组常温养生 5 d,按照标准饱水试验方法真空饱水 15 min,然后恢复常压,试件在水中放置 0.5 h,取出试件放入添加 10 mL 水的密封袋中密封,将其放入恒温 -18 °C 的冰箱中冷冻 16 h,取出后立刻去除塑料袋放入 25 °C 的恒温水箱融化 24 h,最后与第一组试件 25 °C 水浴 2 h 后取出进行劈裂试验,结果取平均值。试验结果见表 5。

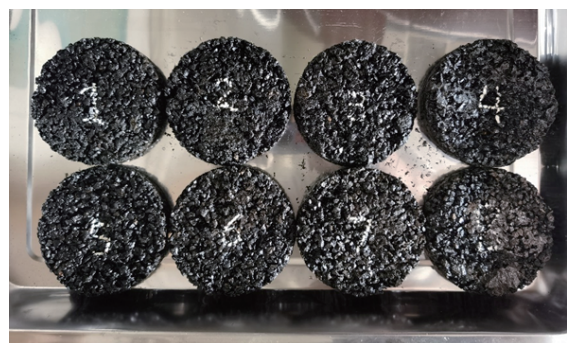


图 3 用于试验的部分马歇尔试件

表 5 冻融劈裂试验结果

指标	冻融前 /kN	冻融后 /kN	劈裂强度比 /%
SK	2.67	1.29	48.3
SBS	6.28	5.13	81.7
HSBS	7.14	7.02	98.3

试验结果表明,3种自流平沥青混合料的水稳定性性能差距较大,HSBS最高。SK的冻融劈裂强度比较低,这是因为在高温拌和过程中,沥青老化较严重,胶结料丧失了部分黏结能力,导致经历冻融循环后强度较低。沥青路面出现坑槽往往是由于水损害,因此SK不适用于坑槽修补。

3 结语

本文制备了一种高掺量SBS改性沥青HSBS,与SBS沥青、SK沥青作为自流平材料的胶结料,综合对比其静态稳定性、高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性,并得到以下结论:

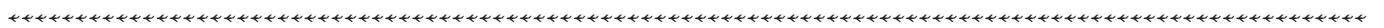
(1)由于矿粉含量高,沥青用量大,自流平沥青混合料高温性能普遍较差,因此不适用于大面积的应用,仅适用于小面积的坑槽修补。

(2)HSBS由于其高SBS掺量的特点,在沥青中形成了SBS网状结构,提高了沥青的劲度和弹性,因此具有良好的抗低温、水稳定性能。

(3)由于自流平沥青混合料工艺特性,拌合温度较高,因此易老化的沥青不适用于自流平沥青混合料,在选择胶结料的过程中应重点考察沥青耐老化性能。

参考文献:

- [1] 余世敏. 储存式冷铺沥青混合料的设计及应用研究[D]. 上海: 同济大学, 2008.
- [2] 刘学. 冷补沥青混合料的评价方法研究[D]. 江苏南京: 东南大学, 2012.
- [3] 彭东波. 冷补沥青混合料矿料级配研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2012.
- [4] 李璐, 李睿, 盛兴跃, 等. 高性能反应型沥青冷补液研究[J]. 公路工程, 2015(2):83-86.
- [5] 胡丹. 沥青路面坑槽冷补材料研究[D]. 湖南长沙: 长沙理工大学, 2008.
- [6] 李春雷, 张天, 季晓东. 沥青路面坑槽修补工艺的研究[J]. 筑路机械与施工机械化, 2006(8):34-35.
- [7] JTG F40—2004, 公路沥青路面施工技术规范[S].



《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