

废旧轮胎橡胶改性沥青混合料路用性能

樊兴华

陕西铁路工程职业技术学院道桥工程系, 陕西渭南 714000

摘要 废旧轮胎堆积造成“黑色污染”已成为世界各国普遍面临的环境问题, 为了有效利用废旧轮胎, 解决橡胶粉作为改性剂的难点, 采用 3 种不同剂量的废旧橡胶轮胎粉 (CR7、CR10、CR13) 作为改性剂, 研究其对基质沥青 AH-70 物理特性和动态流变特性的影响, 矿料级配采用 AC-13 型, 对这 4 种沥青混合料进行马歇尔试验、车辙试验、劈裂试验、低温弯曲试验测定, 分析橡胶粉掺量对沥青性能的影响。试验结果表明, 橡胶粉的加入有效提高了沥青高温性能、水稳定性和低温性能, 综合得出, CR10 改性沥青混合料比 AH-70、CR7 和 CR13 沥青混合料具有更好的路用性能。研究成果为废旧橡胶轮胎用于公路建设的再生利用, 提供理论参考和借鉴。

关键词 废旧轮胎橡胶; 沥青混合料; 流变; 路用性能; 高温稳定性

中图分类号 U416.217

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.21.012

Performance of Asphalt Mixture Made From Waste Tire Rubber

FAN Xinghua

Department of Road and Bridge Engineering, Shaanxi Institute of Railway Engineering Technology, Weinan 714000, Shaanxi Province, China

Abstract The accumulation of waste tires will lead to "black pollution", posing environmental problems. In order to use effectively the waste tire rubber, solve the technical problems about using the waste tire rubber as a material additive, tests were conducted on asphalt mixtures of four types (AH-70, CR7, CR10 and CR13) made from waste tire rubber, in AC-13 aggregate gradation. The physical and rheological characteristics are analyzed through the Marshall experiment, rutting test, splitting test, bending test at low temperatures for the four types of the asphalt mixture. The analyses include the effects of rubber power contents on the properties of the asphalt. Test results show that the addition of rubber power would effectively improve the performance and the temperature sensitivity. Compared to AH-70, CR7 and CR13, the rubber modified bitumen CR10 is found to have the most satisfactory pavement performance.

Keywords waste tire rubber; asphalt mixture; rheological; pavement performance; high temperature stability

0 引言

据世界环境保护组织统计, 目前世界废旧轮胎积存量已达 30 多亿条, 并以每年约 15 亿条的数量增长, 质量约 4200 万 t^[1]。废旧轮胎的闲置造成了巨大的环境污染和经济损失。如何利用这些资源, 开发新的应用领域迫在眉睫。据美国资料显示, 废旧轮胎橡胶粉改性沥青用于道路工程已有 15a 历史, 试验路的路用性能调查检测结果表明, 这种路面的热稳定性和低温抗裂方面都比一般沥青路面要好^[2]。废旧轮胎橡胶沥青混合料的路用性能是否优良, 与很多因素相关, 如橡胶粉的细度、剂量、拌合条件、投放顺序、压实方法等。本文利

用美国公路战略研究计划中针对沥青混合料路用性能评价的基本原理, 分析废旧轮胎橡胶改性沥青混合料的力学性能, 并从机制上建立橡胶改性沥青混合料受力的相关性。

1 原材料的选用

1.1 沥青结合料

废旧轮胎橡胶回收后在工厂进行加工研磨, 最大粒径为 0.6mm。改性沥青的基质沥青为镇江泰普克 70# 道路石油沥青 (AH-70)。本文的废旧轮胎橡胶粉改性沥青的生产工艺是先将基质沥青加热到 150℃, 然后将一定剂量的橡胶粉投入其

收稿日期: 2010-09-15; 修回日期: 2011-06-01

作者简介: 樊兴华, 讲师, 研究方向为道路工程, 电子邮箱: fanxinghua_1981@sina.com

4 路用性能试验

4.1 高温稳定性

沥青路面的高温稳定性就是指沥青混凝土的抗车辙能力, 由于车辙试验能很好地反映车辙的形成及发展过程, 研究中采用动稳定度来评价沥青改性前后的抗车辙能力^[6]。动稳定度表示沥青混合料试件在温度为 60℃、轮压为 0.7MPa 的情况下, 每变形 1mm 的车轮作用次数, 其值越大说明该混合料抗车辙能力越强。结果如表 6 所示。

表 6 车辙试验结果
Table 6 Result of rutting test

沥青类型	AH-70	CR7	CR10	CR13
动稳定度/(次·mm ⁻¹)	972	1068	1818	1383

从试验结果中可以看出 3 种橡胶改性沥青混合料的高温稳定性明显优于常规沥青混合料,特别是 CR10 橡胶改性沥青混合料的高温稳定性最优。

4.2 水稳定性

在水稳定性的比较研究中,测试设备采用河北省虹宇仪器设备有限公司生产的 LD127-3 型间接张拉测试仪,评价方法采用美国 AASHTO T238 和 ASTM D 4867 的原理^[68],冻融循环条件是试件在 $(60\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 水浴中养护 $(24\pm 1)\text{h}$ 后,置于 $(-18\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 温度下冻结 16h,然后在 $(60\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 融解 $(24\pm 1)\text{h}$ 后在测试温度 25°C 下静止 2h。经验表明,间接张拉强度比越高,说明该沥青混合料的水稳定性越强,测试结果如图 1 所示。由此可见,CR10 橡胶改沥青混合料的水稳定性在同类 4 种沥青混合料中是最显著的。

4.3 低温抗裂性

为了防止路面开裂,沥青混合料在低温状况下必须保持有足够的韧性。在沥青混合料低温评价方面,鉴于劈裂试验得到的强度值较稳定,且变异性较小,本研究采用劈裂试验的方法评价4种沥青混合料的低温抗裂性能,并用劲度模量指标表征^[9-10],其值越小表明该沥青混合料的低温抗裂性能越大,试验结果如图2所示。结果表明,橡胶改性沥青混合料表现了较好的低温抗裂性,改性剂橡胶粉的剂量对其性能的影响显著,CR10改性沥青混合料的低温抗裂性最优。

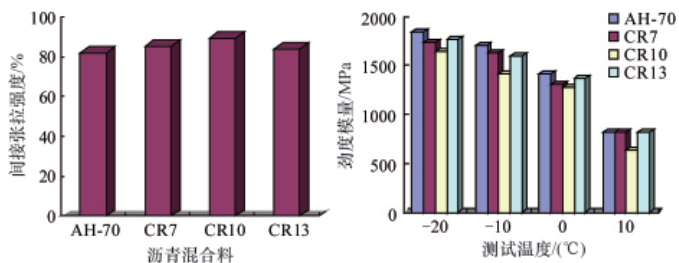


图 1 水稳定性试验结果

Fig .1 Result of the water stability

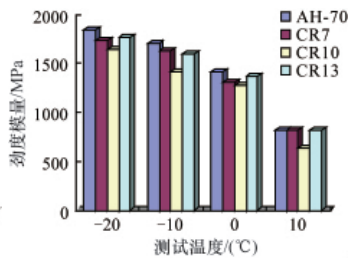


图 2 低温性试验结果
Fig. 2 Result of the low temperature stability

5 结论

(1) 以橡胶改性沥青为胶结料的沥青混合料, 表现了较好的高温稳定性、低温抗裂性和水稳定性。

(2) 橡胶粉的剂量对路用性能产生很大的影响,针对本研究,当橡胶粉的剂量占沥青混合料质量 10% 时,物理特性和稳定性是最优的。

参考文献 (References)

- [1] 国家发展改革委环境和资源综合利用司. 废旧轮胎回收利用大有可为[J]. 中国经贸导刊, 2003(21): 27.
National Development Innovation Committee and Resource Comprehensive Utilization. *China Economic Herald*, 2003(21): 27.
- [2] Maupin G W. Hot mix asphalt rubber applications in Virginia [J]. *Transportation Research Board*, 1998, 15: 1-6.
- [3] 中华人民共和国交通部. 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, 2005.
Ministry of Transportation of the People's Republic of China. JTG F40—2004 Standard test methods bitumen and bituminous mixtures for highway engineering[S]. Beijing: China Communications Press, 2000.
- [4] SHRP. Project A367 Superior Performance Asphalt Pavements [S]. US: The United States Strategic Highway Research Program, 1990.
- [5] Kandhal P S. Evaluation of asphalt pavement analyzer for HMA mix design, NCAT report No.99-4 [M]. Alabama: National Center for Asphalt Technology, Auburn University, 1999.
- [6] ASTM. Standard Test Method for Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixtures [S]. USA: American Society for Testing and Materials, 2009.
- [7] 中华人民共和国交通部. 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, 2000.
Ministry of Transportation of the People's Republic of China. Technical specification for construction of highway asphalt pavements [S]. Beijing: China Communications Press, 2000.
- [8] AASHTO. Resistance of Compacted Bituminous Mixture to Moisture-Induced Damage [S]. USA: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004.
- [9] BSI. Method for determining resistance to permanent deformation of bituminous mixtures subject to unconfined dynamic loading [S]. London, UK: British Standards Institution, 1996.
- [10] Rezgallah H. Evaluation of arabian asphalt binder for low-temperature cracking[J]. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 1998,1: 26-32.

(责任编辑 岳臣)

《科技导报》“综述文章”栏目征稿

“综述文章”栏目发表对当前自然科学有关学科领域的研究热点、前沿分支发展现状及动向的评述性文章。要求在所属学科领域从事比较深入研究的一线科研人员在研读相当数量文献资料的基础上,全面、深入、系统地论述该领域的问题,并对所综述的内容进行归纳、分析、评价,以反映作者的观点和见解。在线投稿: www.kjdb.org。