

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2018.08.017

纤维类型及用量对沥青混合料抗裂性的影响分析^①

廖小春¹, 喻宝金¹, 李月光², 伊书国²

1. 江西省交通工程集团有限公司, 南昌 330038; 2. 武汉理工大学, 武汉 430063

摘要: 纤维类型及用量对提高沥青混合料抗裂性能有重要影响. 采用间接拉伸试验方法, 以破坏拉伸应变和应变能作为评价指标, 通过添加聚丙烯腈纤维、玄武岩纤维和木质素纤维制成纤维沥青混合料, 比较不同纤维类型和纤维掺量对沥青混合料抗裂性能的影响. 结果表明: 对于破坏拉伸应变和应变能指标, 从大到小依次为聚丙烯腈纤维、玄武岩纤维、木质素纤维; 纤维掺量在 0%~0.2% 范围内, 纤维掺量提高对于变形能力有较大提升.

关键词: 纤维; 沥青混合料; 抗裂性能; 间接拉伸试验

中图分类号: U416.217

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2018)08-0098-04

路面裂缝是沥青路面的主要病害, 每年由于裂缝造成的维修成本巨大, 路面裂缝产生, 直接影响道路行车舒适性, 影响交通安全及道路通行能力, 同时水分沿裂纹位置进入沥青路面内部, 动水压力作用使得沥青面层不断冲刷导致松散病害. 因此, 对于沥青路面裂缝问题的研究, 对提高路面耐久性及经济性有重要意义.

通过对目前在国内外路面工程的实例总结, 添加纤维成为改善沥青混合料抗裂性能的重要途径之一^[1-2]. 玻璃纤维和石棉纤维两种纤维在沥青路面建设中使用较早, 后来出现了木质素纤维和玄武岩纤维等^[3]. 不同类型纤维及其用量对纤维沥青混合料的抗裂性有较大影响, 本文选取木质素纤维、玄武岩纤维和聚丙烯腈纤维 3 种常用纤维, 通过试验比较其加筋后的抗裂性能.

1 纤维对沥青混合料抗裂作用机理

1) 纤维对沥青的吸附作用

纤维直径较小, 因此加入少量纤维则具有相当大的比表面积, 由于有较大比表面积, 可以吸附沥青. 由于纤维的存在使得沥青在混合料中的结构发生改变, 形成新的结构层, 新的结构层的性质影响沥青混合料路用性能, 同时形成更多的结构沥青, 增强材料粘结力, 进而提升混合料力学性能.

2) 纤维的稳定作用

沥青混凝土中掺加少量纤维, 这些纤维散布在沥青中形成纵横交错的网络, 这些使得胶浆内部具有一定的结构, 提高胶浆的模量, 提高胶浆的高温稳定性.

3) 纤维加筋作用

由于纤维的存在, 纤维两端分别在裂纹的两端, 在受外力作用时, 纤维约束裂纹的扩展, 对裂纹两端起到连接作用, 因此纤维具有一定的阻裂作用, 同时也能提高沥青胶浆的自愈合能力, 减少路面的裂缝, 延长路面使用寿命.

① 收稿日期: 2016-09-08

基金项目: 江西省交通科技计划项目(2014Y0003).

作者简介: 廖小春(1973-), 男, 高级工程师, 主要从事路桥工程项目管理与施工技术.

4) 纤维的增韧作用

疲劳破坏是一个损伤过程, 沥青混合料内部存在着各种各样的缺陷, 这些缺陷在重复荷载作用下, 产生裂纹萌生、扩展和联结的过程, 纤维由于阻裂作用, 能够推迟材料失稳扩展时间, 使得材料在失稳之前能有较大的变形, 从而提高材料的韧性, 减少脆性破坏的可能, 同时由于纤维沥青混凝土能承受较大变形, 因此重复荷载作用下也不会产生较多的裂纹, 从而减少疲劳破坏的可能。

2 纤维对沥青混合料抗裂性影响的试验分析

2.1 试验方法及评价指标

为研究不同纤维类型对沥青混合料抗裂性影响, 本文选取木质素纤维、玄武岩纤维和聚丙烯腈纤维 3 种纤维类型, 这 3 种纤维类型也是目前最常用的纤维类型, 其中以木质素纤维最为常用. 为比较不同纤维掺量对抗裂性影响, 纤维掺量选取 0.1%, 0.2% 和 0.3% 3 种掺量, 集料采用玄武岩石料, 石灰石矿粉, SBS 改性沥青, 通过马歇尔混合料设计方法确定沥青混合料的最佳沥青用量。

对于沥青混合料这种复合材料, 直接拉伸试验由于试验方法较为复杂, 试件制备、安装测试及断裂位置不易控制, 因此对于工程实际评价混合料抗裂性有一定难度, 规范中引入间接拉伸试验评级沥青混合料抗裂性. 间接拉伸试验方法试验装置和试件制备较为简单, 即普通马歇尔或旋转压实试件, 并且测试过程简单, 能有效地评价沥青混合料抗裂性能. 根据试验规程^[4], 间接拉伸试验的试件直径为 100 ± 2.0 mm、压条宽度为 12.7 mm 及试件直径为 150.0 ± 2.5 mm, 根据试验数据计算试件劈裂抗拉强度和破坏最大应变。

由于沥青混合料破坏过程中产生较大的变形, 如果破坏过程中不同时间点应力接近则能吸收较多的能量, 即应变能. 应变能是综合表征强度和变形能力的指标, 应变能越大证明破坏前吸收能量越多, 抗裂效果越好. 通常应变能计算方法如图 1 所示, 通过材料应力应变曲线, 对应力应变曲线进行积分, 计算应力应变曲线下方面积, 即得到应变能^[5].

间接拉伸试验比较适合工程应用, 而破坏最大应变和应变能两个指标能较好表征材料抗裂性, 因此选取间接拉伸试验破坏最大应变和应变能两个指标作为评价抗裂性方法。

2.2 纤维类型对抗裂性影响

不同纤维类型间接拉伸试验破坏拉伸应变和应变能如图 2 和图 3 所示。

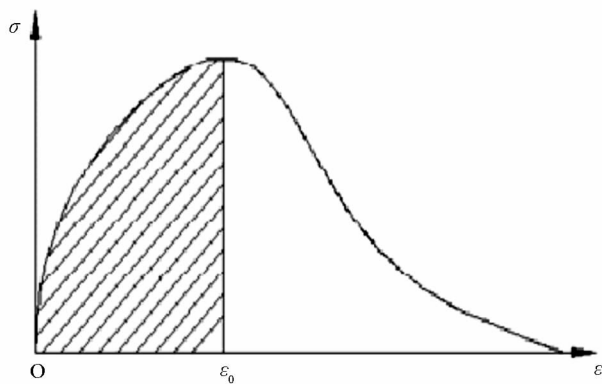


图 1 应变能计算方法

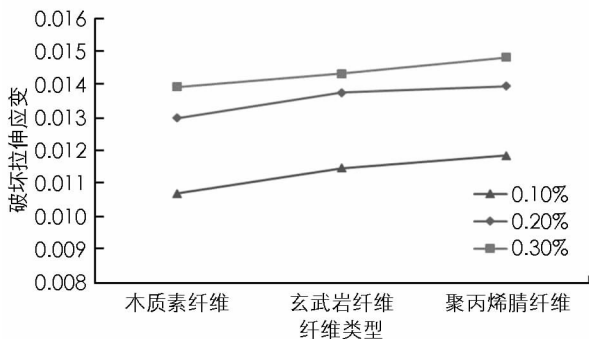


图 2 不同纤维类型破坏拉伸应变

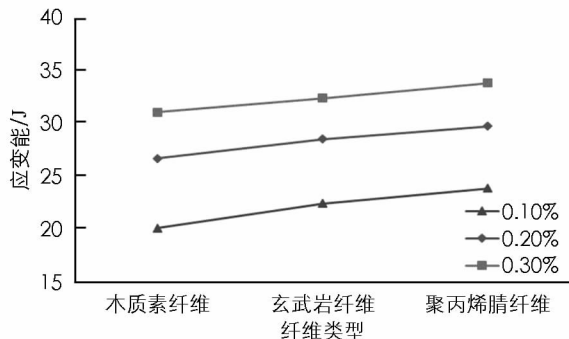


图 3 不同纤维类型应变能

由图 2 和图 3 可知,不同纤维掺量条件下,对于破坏拉伸应变和应变能指标,均表现出从大到小依次为聚丙烯腈纤维、玄武岩纤维、木质素纤维的规律.对于破坏拉伸应变指标,0.1%掺量条件下,聚丙烯腈纤维比木质素纤维破坏拉伸应变大约提升 10%,0.2%掺量条件下,破坏拉伸应变大约提升 8%,0.3%掺量条件下,破坏拉伸应变大约提升 6%.对于应变能指标,0.1%掺量条件下,聚丙烯腈纤维比木质素纤维应变能大约提升 19%,0.2%掺量条件下,应变能大约提升 11%,0.3%掺量条件下,应变能大约提升 9%,说明在纤维掺量低的条件下,聚丙烯腈纤维比木质素纤维变形能力提升较多.产生这种现象可能的原因是木质素纤维虽然可以使胶浆粘聚力增强,但是木质素纤维长度较短并且松散,相比矿物聚合物纤维抗拉性能较差,因此破坏抗拉应变聚合物纤维强于木质素纤维,说明聚合物纤维具有较好的抗裂效果.

2.3 纤维掺量对抗裂性影响

不同纤维掺量间接拉伸试验破坏拉伸应变和应变能如图 4 和 5 所示.

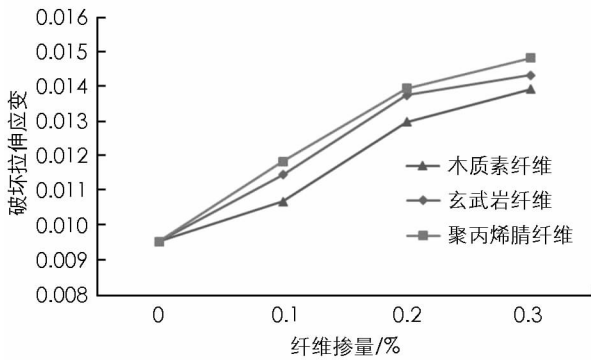


图 4 不同纤维掺量破坏拉伸应变

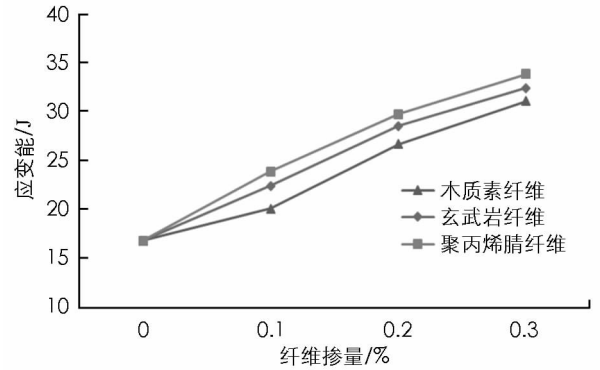


图 5 不同纤维掺量应变能

由图 4 和图 5 可知,3 种纤维类型不同掺量均表现出相同规律,即在掺量 0%~0.3% 范围内,随着纤维掺量的增加,破坏拉伸应变和应变能均随之增长,同时相比于未掺加纤维沥青混合料,抗拉性能有较大提升.对于破坏拉伸应变指标,木质素纤维掺量由 0% 到 0.1%,破坏拉伸应变提升 12%,掺量由 0.1% 到 0.2%,破坏拉伸应变提升 21%,掺量由 0.2% 到 0.3%,破坏拉伸应变提升 8%;玄武岩纤维掺量由 0% 到 0.1%,破坏拉伸应变提升 20%,掺量由 0.1% 到 0.2%,破坏拉伸应变提升 20%,掺量由 0.2% 到 0.3%,破坏拉伸应变提升 4%;聚丙烯腈纤维掺量由 0% 到 0.1%,破坏拉伸应变提升 24%,掺量由 0.1% 到 0.2%,破坏拉伸应变提升 17%,掺量由 0.2% 到 0.3%,破坏拉伸应变提升 6%.

由以上结果可知,在 0%~0.2% 范围内,掺加纤维量提高对于破坏拉伸应变有较大提升,当掺加量大于 0.2% 之后,虽然破坏拉伸应变随着掺量增加仍有增长,但增长幅度明显小于在 0%~0.2% 范围内,说明当纤维掺加量达到一定量,纤维在胶浆中接近饱和,再增加纤维量对变形能力已没有较大提升.

3 结 语

本文主要研究纤维对沥青混合料抗裂性的影响,试验方法采用间接拉伸试验,采用破坏拉伸应变和应变能作为评价指标.结果表明:

1) 对于破坏拉伸应变和应变能指标,不同纤维类型沥青混合料规律为:指标从大到小依次为聚丙烯腈纤维、玄武岩纤维、木质素纤维;

2) 纤维掺量在 0%~0.2% 范围内,掺加纤维量提高对于破坏拉伸应变有较大提升,当掺加量大于 0.2% 之后,虽然破坏拉伸应变随着掺量增加仍有增长,但增长幅度明显小于在 0%~0.2% 范围内.

参考文献:

- [1] REED B F, JAMES L, BURAT J R. Polyester Fibers in Asphalt Paving Mixtures [J]. Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists. 1996, 65(1): 65-66.

- [2] 范文孝. 玄武岩纤维增强路面材料性能试验研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2011.
- [3] 赵书林, 王恩清. 玄武岩连续纤维及其复合材料 [J]. 纺织工程, 2006(4): 36—39.
- [4] 交通运输部公路科学研究所. 公路工程沥青及沥青混合料试验规程: JTG E20—2011 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2011: 11.
- [5] 张 俊. 基于弯曲应变能的纤维沥青混凝土抗裂性能评价方法 [J]. 上海公路, 2012(3): 60—63.

Effect of Fiber Type and Mixing Amount on Anti-Cracking Performance of Asphalt for Asphalt Mixture

LIAO Xiao-chun¹, YU Bao-jin¹, LI Yue-guang², YI Shu-guo²

1. Jiangxi Transportation Engineering Group Co. Ltd., Nanchang 430038, China;

2. Wuhan University of Technology, Wuhan 430063, China

Abstract: Fiber type and mixing amount has a significant impact on improving anti-cracking performance of asphalt mixture. In this paper, indirect tensile test is used to evaluate the anti-cracking performance of asphalt mixture with and destroy tensile strain and strain energy can be used as evaluation parameters. By adding polyacrylonitrile fiber, basalt fiber and lignin fiber to asphalt mixture, cracking resistance performance is compared with different types of fibers and fiber content of the asphalt mixture. The results show that, for the destruction of tensile strain and strain energy index, polyacrylonitrile fibers > basalt fiber > lignin fiber; For fiber content in the range of 0%—0.2%. Resistance to deformation is improved with increasing the fiber content.

Key words: fibers; asphalt mixture; anti-cracking performance; indirect tensile test

责任编辑 汤振金