

文章编号:1671-6833(2008)03-0001-04

木质素纤维对 OGFC 性能影响的试验研究

高丹盈, 夏 丹, 李花歌, 汤寄予

(郑州大学 新型建筑复合材料研究中心, 河南 郑州 450002)

摘 要:通过在 OGFC-13 混合料中加入木质素纤维的掺量为 0.2%、0.3% 和 0.4% 的各项性能试验, 研究木质素纤维对 OGFC-13 混合料路用性能的影响, 并寻求最佳木质素纤维掺量. 试验结果表明:加入木质素纤维后 OGFC 混合料的最佳油石比增加较多, 但随着木质素纤维掺量的进一步增加, 最佳油石比增量减缓; 木质素纤维对 OGFC-13 的马歇尔稳定性、水稳定性和高温稳定性均有明显的改善作用, 此三项性能分别提高了 7%、31% 和 86%. 综合考虑木质素纤维掺量对 OGFC-13 混合料各项路用性能的影响, 建议最佳掺量取为 0.2%.

关键词:开级配抗滑磨耗层; 木质素纤维; 最佳掺量; 路用性能

中图分类号: U 414 **文献标识码:** A

0 引言

开级配抗滑磨耗层 (Open - Graded Asphalt Friction Course, 简称 OGFC) 是一种新型的路面材料, 属骨架空隙型结构, 内部具有大量相互连通的空隙, 因而具有良好的抗滑、透水、吸声降噪等表面性能.

国内外大量试验研究表明: 当纤维分散到普通沥青混合料中, 纤维巨大的表面积成为可使沥青浸润的界面. 在此界面上纤维可以吸附大量的沥青, 纤维及其周围结构沥青一同裹覆于集料表面, 使集料表面沥青膜厚度增大, 沥青砂浆的黏滞性增强, 软化点提高, 从而使纤维混合料抗高温稳定性提高^[1]; 同时提高了沥青混合料中的沥青与集料形成的界面膜抵抗水分剥离作用的能力^[2-3].

OGFC 路面在欧、美、日等发达国家已研究多年, 国内则处在研究与试验路铺筑的起步阶段. 由于 OGFC 的空隙率通常在 15% 以上, 其水稳定性等值较低, 针对大空隙的 OGFC 混合料, 借鉴普通沥青混合料的经验, 加入木质素纤维以期提高路用性能. 国内外研究者均认为在 OGFC 混合料中加入木质素纤维后能改善混合料路用性能^[4], 一些工程在铺筑路面时也掺加了 0.3% 左右的木

质素纤维^[5], 有必要针对木质素纤维对 OGFC 混合料路用性能的影响进行系统研究. 为此, 笔者通过室内试验, 研究加入木质素纤维对 OGFC 混合料多项路用性能的影响, 寻求木质素纤维的最佳掺量.

1 原材料性能

1.1 沥青

采用国产 AH-90 重交沥青. 按照公路工程沥青及沥青混合料试验规程 JTJ 052-2000^[6] 进行沥青结合料性能指标的试验, 试验结果见表 1. 从表 1 中 AH-90 重交沥青的三大性能试验值可以看出, 符合规范^[7] 对 90 号 A 级沥青的要求.

表 1 AH-90 沥青的性能指标

Tab. 1 The performance indexes of AH-90

测试 指标	25℃ 针入度 /(0.1mm)	25℃ 延度 /cm	软化点 /℃	密度 /(g·cm ⁻³)
试验标准	T0604	T0605	T0606	T0603
试验值	85	>100	44.3	1.009

1.2 集料

粗集料为河南鹤壁产玄武岩碎石, 按粒径分 5~10 mm 和 10~15 mm 两档. 细集料采用河南

收稿日期: 2008-04-29; 修订日期: 2008-06-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (50678159)

作者简介: 高丹盈 (1962-), 男, 河南三门峡人, 郑州大学教授, 博士, 博士生导师, 主要从事新型复合建筑材料及其结构性能研究.

叶县产机制砂.集料的各项性能指标按照公路工程集料试验规程 JTG E42-2005^[8]进行试验,结果见表 2.其中两档粗集料吸水率分别是 2.373%和 2.320%,大于规范^[6]要求,其余指标满足规范要求.

1.3 填料

填料采用山东长清石料公司生产的石灰岩矿粉.填料的各项性能指标均按照试验规程 JTG E42-2005^[8]进行试验,结果见表 3.

表 2 集料技术性质
Tab.2 The technical indexes of aggregates

指标	视密度 /(g·cm ⁻³)	吸水率 /%	洛杉矶 磨耗损失 /%	压碎值 /%	针片状 粒含量 /%
规范要求	≥2.50	≤2	≤28	≤26	≤15
10~15 mm 粗集料	2.884	2.320	25.5	21.1	4.7
5~10 mm 粗集料	2.909	2.373	26.3	21.1	2.5
细集料	2.632	—	—	—	—

表 3 填料的性能指标
Tab.3 The performance indexes of stuffing

填料 类型	视密度 /(g·cm ⁻³)	亲水系数 /%	通过筛孔(mm)的 质量百分率/%		
			0.3	0.15	0.075
矿粉	2.702	0.39	100	100	97.8

1.4 纤维

木质素纤维采用江苏宝恒牌木质素纤维,外观呈松散状,纤维的表现密度为 1.483 g/L.

2 试验设计与方法

首先按规范^[6]对 OGFC-13 规定的级配范围初选 3 个矿料级配,采用同一个经验油石比 4.8%成型马歇尔试件,由马歇尔试验结果结合析漏损失和飞散损失量确定的设计矿料级配见表 4.然后在设计的矿料级配下,以 4.8%油石比为基础,

0.5%为间隔变化的 5 组油石比,由飞散损失量和析漏损失量与油石比关系曲线的拐点得出最佳油石比为 4.3%,以此作为对比组 OGFC-13 的目标配合比.在确定的目标配合比基础上,向 OGFC 混合料中加入占矿料总质量 0.2%、0.3%和 0.4%的木质素纤维,研究木质素纤维对 OGFC-13 路用性能的影响.

由于木质素纤维直径很小、比表面积大,能吸附大量沥青.木质素纤维的加入会使普通混合料最佳油石比增加,随着掺加量的增大,最佳油石比的增大速率减缓^[9].文献[9]研究表明,沥青混合料中掺加 0.2%的木质素纤维后能使最佳油石比增大 0.2%,以后每增加 0.1%的木质素纤维用量,油石比增大 0.1%.在本试验中,加入木质素纤维后的 OGFC 混合料不能采用原来没有加木质素纤维时混合料的最佳油石比.若仍采用原最佳油石比,则会因为沥青不足,使混合料变得干稠.掺加木质素纤维后的 OGFC-13 混合料的最佳油石比是在对比组最佳油石比的基础上,参考上述结论,同时结合析漏和飞散试验验证得到,见表 5.

在对比组及掺加木质素纤维后的 OGFC-13 混合料目标配合比确定后,按试验规程 JTJ 052-2000^[6]规定的方法分别成型试件进行马歇尔试验、浸水马歇尔试验、高温车辙试验,以分析木质素纤维对 OGFC-13 混合料物理力学性能的影响,评价掺加木质素纤维后 OGFC-13 混合料的水稳定性和高温稳定性能.

3 试验结果分析

3.1 OGFC 混合料的马歇尔稳定性

表 5 给出了 OGFC-13 混合料的马歇尔试验结果.可以看出,在 OGFC-13 混合料中加入木质素纤维后,混合料的体积参数有不同程度的变化,马歇尔稳定度有所增加,混合料的流值均比未掺加木质素纤维时的大,并且随着掺量的增加,OGFC-13 混合料的压实密度增大,空隙率呈减少趋

表 4 OGFC-13 的级配
Tab.4 Gradation of OGFC-13

级配	通过下列筛孔(mm)的质量百分率/%									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
设计级配	100	97	55.1	16.7	13.2	10.5	8.4	6.7	5.3	4.2
规范范围	100	90~100	60~80	12~30	10~22	6~18	4~15	3~12	3~8	2~6

表 5 马歇尔、浸水马歇尔以及高温车辙的试验结果

Tab. 5 Test results of Marshall, immersion Marshall and high temperature rutting test

混合料 类型	油石比 /%	毛体积 密度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	空隙率 /%	马歇尔 稳定度 /kN	马歇尔 流值 /mm	浸水马歇 尔稳定度 /kN	浸水残留 稳定度 /%	动稳 定度/ (次 $\cdot\text{mm}^{-1}$)
OGFC-13	4.3	2.037	19.3	4.431	2.162	2.645	59.7	765
OGFC-13, 掺 0.2% 木质素	4.7	2.055	18.0	4.697	2.419	3.673	78.2	1 424
OGFC-13, 掺 0.3% 木质素	4.8	2.069	17.3	4.775	2.208	3.520	73.7	918
OGFC-13, 掺 0.4% 木质素	4.9	2.061	17.4	4.380	2.870	3.073	70.1	1 090

势. 当木质素纤维掺加量为 0.2%、0.3% 时, 马歇尔稳定度值相差不多, 均比未加木质素纤维的增加了约 7%. 随着掺加量的进一步增加, 马歇尔稳定度呈下降趋势, 当木质素纤维掺量为 0.4% 时, 马歇尔稳定度值比未掺加时还小, 说明木质素纤维掺加量并不是越大越好. 这是因为木质素纤维量太大, 纤维的分散性变差, 只有分散开的纤维才对沥青混合料起稳定和加筋作用, 部分没有分散好的纤维结团成束后成为混合料的瑕疵点, 使稳定度下降. 根据本试验结果, OGFC-13 混合料木质素的纤维掺加量不宜超过 0.3%.

3.2 OGFC 混合料的水稳定性

OGFC-13 混合料的浸水马歇尔试验结果见表 5. 可以看出, 掺加木质素纤维后均能使 OGFC-13 混合料的浸水马歇尔稳定度及浸水残留稳定度有一定的提高. 木质素纤维加入使 OGFC-13 的最佳油石比有不同程度的增加, 从而增加了矿料表面沥青膜的厚度, 减少了混合料的空隙; 且由于木质素纤维加入时混合料内部结构沥青含量增加, 结构沥青与矿料间的界面作用更强烈, 这些都有利于混合料的水稳性.

对于浸水马歇尔稳定度和浸水残留稳定度, 当木质素纤维掺量为 0.2%, 与未掺加木质素纤维相比改善效果最好, 分别达到 3.673 kN 和 78.2%, 增加了约 39% 和 31%. 其后随着木质素纤维掺量的增加, 浸水马歇尔稳定度和浸水残留稳定度逐渐减少, 浸水残留稳定度最大降低了 10%, 但仍比未掺加木质素纤维的大. 这是因为随着木质素纤维掺量增大, 由于纤维的分散性能受到限制, 最佳油石比增加不大, 反而使混合料较难压实, 混合料的空隙率有增大趋势. 另外, 由于过多纤维的加入, 就有可能有一部份纤维分散到结合料和集料的界面上, 使矿料和矿料之间的某些

部分不是由沥青来连接, 粘结面积减小, 水稳定性反而有所减小.

3.3 OGFC 混合料的高温稳定性

不同木质素纤维掺量下 OGFC-13 混合料动稳定度的试验结果见表 5. 可以看出, 加入木质素纤维后, 混合料的高温稳定性得到明显改善, 木质素纤维掺量为 0.2%、0.3% 和 0.4% 时, 混合料动稳定度分别比未掺加木质素纤维的增加了 86%、20% 和 42%. 掺 0.2% 木质素纤维时 OGFC-13 混合料的动稳定度达到 1 424 次/mm, 对高温稳定性的改善作用最明显, 与马歇尔稳定性试验结果和水稳定性试验结果得出的结论相同. 从试验结果也可看出, 随着木质素纤维掺量的增大, OGFC-13 混合料的高温稳定性也呈降低趋势, 这可能因为添加较大剂量的纤维时, 分散均匀性下降, 也说明只有分散开的纤维才对沥青混合料起稳定和加筋作用.

上述 OGFC-13 混合料的马歇尔试验及各项路用性能试验结果表明, 掺加木质素纤维对 OGFC-13 的马歇尔稳定性、水稳定性、高温稳定性有较好的改善作用. 随着木质素纤维的加入, OGFC-13 混合料的各项路用性能均得到不同程度的改善, 其程度与木质素纤维掺量有关, 但纤维掺量并不是越大越好, 存在一个合理的取值. 综合考虑各项性能, 对 OGFC-13 混合料的木质素纤维最佳掺量为 0.2%, 即加入占矿料总质量 0.2% 的木质素纤维时, 其对混合料路用性能改善效果最好.

4 结论

(1) 在 OGFC 混合料中加入木质素纤维后, 混合料的最佳油石比会随着木质素纤维掺量的增加而逐渐增大. 当木质素纤维掺量为 0.2% 时, 最

佳油石比比未加纤维时增加 0.4% 左右;当木质素纤维掺量进一步增大时,最佳油石比增加速率减缓,每增加 0.1% 的纤维用量,最佳油石比增加 0.1%。

(2)在 OGFC 混合料中加入木质素纤维后,混合料的体积参数发生变化,压实密度增大,空隙率比未加纤维时减小;随着木质素纤维掺量的加入,OGFC-13 混合料的马歇尔稳定性、水稳定性及高温稳定性均得到不同程度的改善,其程度与纤维掺量有关,但纤维掺量并不是越大越好,存在一个合理的取值。考虑木质素纤维掺量对 OGFC-13 混合料各项路用性能的综合影响,木质素纤维的最佳掺量为占矿料总质量的 0.2%,此掺量分别使 OGFC 混合料的马歇尔稳定度、浸水残留稳定度和车辙动稳定度增加了 7%、31% 和 86%。

(3)本试验所用沥青是普通沥青,集料及矿粉均属质量一般的材料,若采用改性沥青及品质高的矿料,OGFC 混合料的性能指标还有很大的提升空间。

参考文献:

- [1] 鲁华英,陈小丽,郭彦章,等.纤维沥青混凝土的作用及机理[J].中外公路,2004,24(4):143-146.
- [2] 杨红辉,袁宏伟,郝培文,等.木质素纤维沥青混合料路用性能研究[J].公路交通科技,2003,20(4):10-15.
- [3] 丁智勇,黄杰,彭波,等.纤维沥青混合料性能研究[J].郑州大学学报:工学版,2007,28(2):11-14.
- [4] 李闯民.级配沥青磨耗层(OGFC)的研究[J].公路,2002,3(3):70-75.
- [5] 夏文俊,高英,黄晓明,等. OGFC 应用技术研究[J].现代交通技术,2005,(1):13-17.
- [6] JTJ 052-2000,公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].
- [7] JTJ F40-2004,公路沥青路面施工技术规范[S].
- [8] JTG E42-2005,公路工程集料试验规程[S].
- [9] 朱朝辉.外掺纤维沥青混合料的路用性能[D].西安:长安大学,2004:21-40.

Experimental Study on Effects of Cellulose Fiber on the Pavement Performance of OGFC

GAO Dan - ying, XIA Dan, LI Hua - ge, TANG Ji - yu

(Research Center of New Building Material & Structure, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Through the tests of OGFC-13 mixture with cellulose fiber whose dosage is 0.2%, 0.3%, and 0.4%, the effects of cellulose fiber on the road performances of OGFC and the optimum content of cellulose fiber were studied. The test results indicate that the optimal ratio of asphalt to aggregate increases obviously compared with the non-fiber mixture, but the optimal ratio of asphalt to aggregate increases slowly when the cellulose fiber content further increases. Marshall stability, water stability and dynamic stability of OGFC-13 mixture can be meliorated after adding cellulose fiber to the mixture. The three performance indexes are increased by 7%, 31% and 86% respectively. The optimal content of cellulose fiber is 0.2% in OGFC-13 mixture according to the comprehensive analysis of test results.

Key words: OGFC; cellulose fiber; optimal content; pavement performance