

文章编号: 0451—0712(2005)12—0089—03

中图分类号: U416. 217

文献标识码: B

纤维沥青混凝土应用探讨

张乐飞¹, 金跃成²

(1. 浙江交通职业技术学院 杭州市 311112; 2. 浙江省宏途交通建设有限公司 杭州市 300012)

摘 要: 虽然纤维沥青混凝土路面在我国的部分地区得到了初步应用,但对大部分施工单位而言,并不了解这种新型材料和普通沥青混凝土路面在哪些方面存在不同,因此妨碍了其进一步推广应用。从设计与施工控制角度着手,通过对采用不同类型纤维和纤维用量的沥青混凝土进行马歇尔试验,得到了加入纤维后沥青混凝土马歇尔指标的变化规律,为施工时选择纤维和确定纤维用量提供了依据,增强了纤维沥青混凝土路面推广应用的可操作性。

关键词: 纤维沥青混凝土; 马歇尔试验; 应用探讨

虽然纤维沥青混凝土路面在我国的部分地区得到了初步应用,但对大部分施工单位而言,并不了解这种新型材料和普通沥青混凝土路面在哪些方面存在不同。文献[1]就聚酯纤维对其马歇尔试验结果进行了一些探讨,对于其他纤维没有考虑,缺乏全面性。文献[2]、[3]也对多种纤维进行了研究,但对施工单位的指导性不强。为此,本文从纤维用量和纤维类型2大角度对纤维沥青混凝土路面的马歇尔试验结果进行了分析,为施工时选择纤维和确定纤维用量提供依据。

本研究中所选沥青为埃索AH-70。试验所用纤维有:聚酯纤维、聚丙烯腈纤维、木质素纤维和石棉纤维。矿质集料有:辉绿岩碎石、石灰岩石屑和矿粉。矿料级配选用了AC-16I和AC-13I这2种,为尽量避免级配范围的影响,试验中采用了规范规定的级配中值。

1 纤维用量的影响

纤维用量是指纤维占全部纤维沥青混凝土的质量百分比。纤维用量不同,纤维在混合料中的分散性、有效比表面积及对混合料的加强作用也不尽相同,为此,本文选择聚酯纤维用AC1-6I的混合料进行了马歇尔试验结果比较,纤维用量分别采用0、0.20%、0.35%和0.50%,其结果如表1所列。

从表1可以看出,随着纤维用量的增加,沥青混凝土的最佳沥青用量有一最大值,混合料的密度降

表1 纤维用量对马歇尔试验结果的影响

纤维用量 %	最佳沥青 用量/%	密度 g/cm ³	稳定度 kN	流值 0.1 mm	空隙率 %	VMA %
0.00	4.5	2.442	9.9	31.4	3.1	14.0
0.20	4.6	2.433	10.2	32.7	3.5	14.5
0.35	4.7	2.428	10.4	35.6	3.7	14.9
0.50	4.6	2.419	10.0	36.8	3.8	15.0

低,空隙率与VMA将增大,马歇尔稳定度出现一最大值,而流值随纤维用量增加而增加。

由于纤维的加入如同矿粉一样,需要有更多沥青包裹在纤维的表面,纤维越多,其总比表面积越大,其表面吸附沥青也越多;但当纤维用量过高时,纤维在沥青混凝土中的分散性将受到限制,会产生结团成束现象,使其总比表面积不增加或增加不大,故混合料的最佳沥青用量也不再增加。由此可见,纤维的加入并非越多越好,应视其分散性而定。

纤维的相对密度要比矿质集料的小,一般小于1.4,体积较疏松。纤维加入混合料后要占用一定的空间,且纤维有一定的弹性效应,在相同的击(压)实功作用下,纤维沥青混凝土的密实过程相对要困难些,从而使纤维沥青混凝土的密度下降,且纤维用量越高、密度越低。因此,施工中应通过提高压实功能或压实遍数以满足纤维沥青混凝土的压实度要求。正因为纤维沥青混凝土的密度有所下降,纤维要占据一定的空间,密实过程受到一定的限制,使其空隙

率有所增大。同时,沥青所占的体积百分比增加,因而矿料间隙率 VMA 也将增大。

从复合材料角度看,宏观上纤维沥青混凝土是连续的,但从微观角度看又是不连续且非均质的,因而纤维加入后,往往在其分散性受到限制时,结团成束的纤维会成为混合料中的“强度弱点”,引起强度不均匀,有使混合料强度下降的趋势。同时,纤维在混合料中又有不同程度的桥接加筋作用,并提高了沥青与矿料间的界面强度,使混合料整体强度有所提高。因此,纤维沥青混凝土的强度值应视其加强与减弱作用的综合情况而定。故在较低用量时,纤维混合料的稳定度增大,但纤维用量太高,分散性下降,强度削弱,反而使混合料的稳定度值降低。

表 2 最佳沥青用量下纤维类型对马歇尔试验结果的影响

级配 类型	纤维类型	最佳沥青用量 %	密度 g/cm ³	空隙率 %	VMA %	VFA %	稳定度 kN	流值 0.1 mm
AC-16I	聚酯纤维	4.64	2.435	3.6	14.8	75.9	10.4	35.9
	聚丙烯腈纤维	4.69	2.434	3.6	14.9	75.9	10.6	36.2
	木质素纤维	5.08	2.424	3.9	16.1	75.9	10.0	37.4
	石棉纤维	4.81	2.428	3.7	15.3	75.7	10.1	37.1
	不加纤维	4.49	2.442	3.1	14.0	77.9	9.9	31.4
AC-13I	聚酯纤维	5.60	2.419	3.2	16.6	81.0	8.6	34.6
	聚丙烯腈纤维	5.61	2.415	3.3	16.8	80.2	8.6	34.8
	木质素纤维	6.10	2.413	3.2	17.9	82.0	8.5	36.9
	石棉纤维	5.80	2.412	3.2	17.2	81.1	8.5	36.6
	不加纤维	5.29	2.443	3.2	16.0	80.3	8.4	33.4

从试验结果看,各纤维沥青混凝土最佳沥青用量均有增加,其增长幅度同纤维类型有关。木质素纤维和石棉纤维比表面积大,吸附沥青能力强,尤其是木质素纤维,故其最佳沥青用量最大,其次是石棉纤维;聚酯纤维和聚丙烯腈纤维吸附沥青能力相差不多,这 2 种纤维的最佳沥青用量相差不多。

纤维加入后混合料密度均有所下降,理由如前所述。由于聚酯纤维和聚丙烯腈纤维的相对密度比石棉纤维和木质素纤维的要大,且沥青用量也低 0.3%~0.4%,故此 2 种纤维的混合料密度降低较少。同理,空隙率和矿料间隙率增加幅度也要小些,但均比不加纤维的混合料大。

在最佳沥青用量下,各纤维沥青混凝土的稳定度均增加,但聚酯纤维和聚丙烯腈纤维增加最多,尤其是聚丙烯腈纤维,其长径比最大,故其稳定度值也最高。流值的变化同沥青用量关系密切,沥青用量越

流值同沥青用量关系十分密切,沥青用量越大,流值也越高。纤维加入后,混合料的最佳沥青用量增加,同时纤维又有提高混合料抗变形能力的作用,因此,纤维混合料的流值随纤维用量的增加也是增高的,但其增加幅度将趋于收敛。

2 纤维类型的影响

2.1 在最佳沥青用量下纤维类型的影响

纤维类型不同,结构组成也不一样,在混合料中的作用也不尽相同。本研究中采用了目前国内常见的 4 类纤维,分别按马歇尔法确定出各纤维在相同纤维用量下(0.25%)的最佳沥青用量,再进行最佳沥青用量下的马歇尔试验,结果如表 2 所列。

高,流值也越大,故木质素纤维和石棉纤维的混合料的流值最大。

2.2 在相同沥青用量下纤维类型的影响

为比较相同沥青用量下纤维类型对马歇尔试验结果的影响,本文是在普通混合料的最佳沥青用量下进行马歇尔试验,其结果如表 3 所列。

从试验结果看,混合料密度均减小,原理与最佳沥青用量时基本相同。而由于木质素纤维和石棉纤维的最佳沥青用量比普通混合料的要大 0.30%~0.50%,故在较低的沥青用量下,石棉纤维和木质素纤维没有足够的沥青包裹并填充到矿料孔隙中,故其空隙率最大。相比较而言,聚酯纤维和聚丙烯腈纤维的最佳沥青用量较前 2 种要小,相对密度要大,故其占用空间较小,空隙率增加要少些。同理可见,VMA 也是木质素纤维和石棉纤维的增加最大,而聚酯纤维和聚丙烯腈纤维增加较少。

表 3 相同沥青用量下马歇尔试验结果比较

级配类型	沥青用量/%	纤维类型	密度 g/cm ³	空隙率 %	VMA %	VFA %	稳定度 kN	流值 0.1 mm
AC-16I	4.50	聚酯纤维	2.425	4.9	15.8	68.6	9.8	35.1
		聚丙烯腈纤维	2.422	5.0	15.9	68.1	9.9	36.4
		木质素纤维	2.405	5.7	16.5	65.2	9.5	34.6
		石棉纤维	2.408	5.6	16.4	65.7	9.6	34.5
		不加纤维	2.442	3.1	14.0	77.9	9.9	31.2
AC-13I	5.00	聚酯纤维	2.359	5.6	17.4	67.4	8.0	31.3
		聚丙烯腈纤维	2.35	5.6	17.4	67.4	8.0	31.7
		木质素纤维	2.337	6.1	17.8	65.3	7.6	32.1
		石棉纤维	2.339	6.0	17.7	65.7	7.6	33.3
		不加纤维	2.414	4.2	16.3	73.9	8.3	31.1

由于纤维沥青混凝土的马歇尔稳定度一般是在其最佳沥青用量处有最大值,故在较低的沥青用量下,没有足够沥青包裹纤维和矿料,使混合料间的粘结作用减弱,使得各纤维沥青混凝土的稳定度值均比最佳沥青用量时低。而木质素纤维与石棉纤维的最佳沥青用量最大,纤维的加筋作用也较小,故它们的稳定度值较小。纤维加入均可不同程度地提高混合料的抗变形能力,具有阻裂效果,故各纤维沥青混凝土的流值均有所增大。

3 结语

从纤维沥青混凝土的马歇尔试验结果,可得出如下几点结论:

(1)同普通混合料相比,纤维沥青混凝土的最佳沥青用量均有所增加;

- (2)纤维沥青混凝土的密度随纤维的加入而减小;
- (3)纤维加入后,混合料的矿料间隙率均增大,其变化规律与空隙率的变化相似,但在最佳沥青用量下,饱和度却变化不大,表明纤维加入后,混合料的沥青膜厚度增大,提高了混合料的耐久性能;
- (4)纤维沥青混凝土的稳定度最大值一般在最佳沥青用量左右取得。

参考文献:

[1] Reed B Freeman, James L Burati, J R. Polyester Fibers in Asphalt Paving Mixtures[Z]. AAPT, 1996.

[2] 张争奇. 纤维加强沥青混凝土的研究[J]. 西安公路交通学报,1998,(3).

[3] 张争奇,胡长顺. 纤维加强沥青混凝土几个问题和讨论[J]. 西安公路交通学报,2001,(1).

欢迎订阅 2006 年《公路》杂志

《公路》月刊于1956 年9 月创刊。是我国公路行业出版最早的综合技术类科学技术期刊;全国中文核心期刊。《公路》杂志由交通部主管,由中交公路规划设计院主办,由《公路》杂志社出版。《公路》杂志1996 年获第二届全国优秀科技期刊三等奖;双效期刊;2005 年荣获第三届国家期刊奖百种重点期刊。

《公路》杂志为大16 开,全年12 期。栏目主要有道路、桥梁、公路养护与环保、材料与试验、隧道、综合…等等;读者对象主要是从事公路建设的有关人员、大中专院校师生及市政、铁路、水利、林业、机场、矿业及石油等行业的有关人员。

2006 年度报刊杂志征订工作已经开始,请您到当地邮局办理订阅手续。

《公路》杂志邮发代号:2—81。每期每本单价:6.80 元。

若订阅不便的读者,可直接在我部办理零售业务。2006 年零售价全年每套 81.60 元(免全年邮寄费)。另本刊还有《公路》2000 年~2005 年合订本,每年度合订本 200.00 元(免邮寄费)。欢迎选购。

零售部联系电话:010—65235625,65279988(总机)转 1408(上午)、2202(下午)

联系人:叶萍 地址:北京东四前炒面胡同 33 号 邮编:100010