

复合掺入纤维改善透水沥青混合料及其性能影响因素分析

罗旭艳

(中交一航局第四工程有限公司, 江西 南昌 330100)

摘要 近些年,随着路面技术的革新发展,一种适用范围广、性能更好的透水沥青混合料路面材料在路面工程中广泛应用,尤其在“海绵城市”的发展理念影响下应用范围更为广阔,但透水沥青路面的质量参差不齐,而且透水沥青混合料根据目前的试验和实际应用总结出强度并不高,同时它的抗裂和耐久性较差,为进一步提升透水沥青路面的质量及在重力重压下的路用性能,通过对透水沥青混合料掺入多种纤维,研究其变化规律,通过多种实验确定最佳配比。

关键词 透水沥青混合料; 渗水性能; 试验

中图分类号: U414

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0016-03

随着海绵城市在我国的不断推进,在市政道路或公园园路规划和建设中使用具备一定功能性的透水沥青路面已成为新技术应用的一个重点方向。当前应用最多的市政道路或公园路面材料为沥青,常用的沥青为密级配的沥青拌合混合料,如常规AC, SMA级配对,孔隙率很低,在面临降雨时,路面雨水依靠预埋排水管网排除路面雨水,不能因地面雨水的下渗降低城市热岛效应,同时雨量较大时降落至地面的雨水不能及时通过预埋管网排出而造成积水,汽车在运行过程中安全性与舒适性会大大降低,对路面透水性能开展课题研究的相关专家或学者^[1],根据研究分析构想可以使用功能不同的路面适用的透水沥青铺设的路面结构层,即一种孔隙相比传统沥青的孔隙大的沥青混合料路面,孔隙率通常在18%~25%之间。研究发现,提高细骨料P-0.075含量能更好地提高沥青混合料黏结性。目前国内外提高透水沥青的耐久性仍以高黏改性剂居多,复掺纤维提高透水沥青拌和物性能方面研究很少。本次对于聚酯纤维(PF)和玄武岩纤维(BF)在市政道路或公园路面沥青透水材料中的性能进行研究,分析透水沥青的水稳定性和高温稳定性对沥青路面的抗疲劳性能改善影响程度,总结出复掺纤维的最优配比范围。

1 研究材料

在传统沥青的基础研究之上结合掺加沥青改性剂进行改性的基础沥青,同石油树脂和橡胶油作为本次论文研究分析的可变与控制对象,其研究技术参数见表1。

表1 改善沥青指标

序号	指标	单位	试验结果
1	软化点	℃	110.6
2	针入度(25℃)	0.1 mm	42.3
3	延度(15℃)	cm	68
4	黏性(25℃)	N·m	21.1
5	韧性(25℃)	N·m	7.4
6	弯曲抗拉韧度(-20℃)	kPa	427.5
7	弯曲抗拉模量(-20℃)	MPa	96.2
8	脆点	/	-22
9	闪点	℃	265

根据试验需要,将集料严格筛分为9档,分别为0.075~0.15 mm、0.15~0.3 mm、0.3~0.6 mm、0.6~1.18 mm、1.18~2.36 mm、2.36~4.75 mm、4.75~9.5 mm、9.5~13.2 mm、13.2~16 mm。矿粉采用磨细的石灰岩。试验严格按照项目所应用的规范开展物理试验,通过试验总结出技术参数见表2。

2 试验方案

为研究复掺聚酯纤维(PF)、玄武岩纤维(BF)的情况下对透水沥青的耐久性影响^[2],本研究共设计了六套不同的混合料,其中,第1组是在没有加入纤维时对比沥青混合料,其他的对比组纤维掺入量均为质量比。通过对比各试件的路用性能来验证掺入纤维后改善路面使用性能的有效性^[3]。纤维掺入透水沥青混合料后,其

体积特性将发生变化，改变了它们的沥青使用配比的最优含量，通过做谢伦堡析漏的试验，对每组透水沥青使用配比的最优含量进行了分析。采用扫描电子显微镜观

察了各组试件内部微裂纹情况，各试件内部微裂缝逐渐增多，且分布更加均匀。透水沥青的性能试验满足相应规范中准飞散、水稳定试验等^[4]。（见表 3、表 4）

表 2 材料部分参数

序号	试验项目	表观相对密度	毛体积相对密度	相对密度	试验项目
1	粗集料 (mm)	13.2	2.922	2.888	/
2		9.5	2.933	2.863	/
3		4.75	2.921	2.797	/
4		2.36	2.742	2.569	/
5		1.18	2.666	/	/
6		0.6	2.655	/	/
7	细集料 (mm)	0.3	2.664	/	/
8		0.15	2.676	/	/
9		0.075	2.652	/	/

表 3 试验纤维的技术性指标

序号	指标	单位	聚酯纤维	规范要求	玄武岩纤维	规范要求
1	密度	g/cm	1.36	/	2.65	/
2	直径	/m	20	10 ~ 25	14	/
3	长度	mm	6	6±1.5	6	/
4	抗拉强度	MPa	550	≥ 500	2 360	≥ 2 000
5	弹性模量	GPa	13.5	/	96	≥ 85
6	断裂伸长率	%	17	≥ 15	3.0	≥ 2.5

表 4 骨料级配

序号	筛孔尺寸 /mm	OGF C-13 级配 /%			
		级配下限	级配中值	级配上限	设计级配
1	16	100	100	100	100
2	13.2	90	95	100	92
3	9.5	62	70	81	65
4	4.75	11	25	35	18
5	2.36	8	16	25	10
6	1.18	7	13	21	8
7	0.6	5	10	17	7
8	0.3	4	8	14	6
9	0.15	3	6	10	5
10	0.075	3	5	7	4

3 试验结果与分析

该研究为检验混合料集料对沥青的黏附能力,做标准飞散试验,从各组实验结果可以看出,飞散的损失情况在 $\leq 11\%$,符合规范规定在 15% 以下。说明混合料具有良好的抵抗水损害的优良性能、抗高温车辙的优势,可以作为路面结构材料使用。随纤维混入,每组飞散损失均减少,聚酯纤维含量在 0.2% 玄武岩抗飞散损失在 0.1% 时表现最好,同为加入纤维的试验分析对比,增加了近 40% ;随温度升高,分析试验组的飞散损失情况概率呈现减小状态,但在高温情况下,其变化幅度较大。随纤维含量的提高,各分组飞散损失几乎均呈现上升的趋势,但是增加的幅度均很小。纤维在沥青混合料中按合适的掺量掺入时,有可能把沥青里过多的油吸走,改善沥青黏结性,强化沥青与矿物料之间的黏附性;同时纤维本身也可充当胶结材料,形成强界面黏结力,改善沥青混合料黏附性等^[5];另外,掺入一定量的玄武岩纤维后,会在一定程度上降低沥青混合料的空隙率、减少其孔隙率。

采用不同纤维配比进行掺加试验,对透水沥青混合料抗剪强度有一定影响。随纤维掺量的增大,其稳定度和被水浸泡 48 h 后稳定度通过试验可知呈现先升后降的走势^[6]。由试验数据可以看出,掺入不同类型的纤维材料均对透水沥青混合料水稳定性有一定程度的改善作用,但各掺加方式下效果不尽相同。分析单独加入纤维的实验情况,掺入 0.2% 的聚酯纤维时透水沥青混合料稳定度 $\leq 9.14\text{ kN}$,与没有加入纤维透水沥青混合料相比增加 32.7% ;与单一加入纤维的试验相比分析,复掺聚酯纤维与玄武岩纤维对提高混合料稳定度具有明显优势,当聚酯纤维掺量为 0.1% 和玄武岩掺量为 0.2% 时,比无纤维试验组提高 38.2% 。掺加纤维材料的沥青混合料抗剪强度指标均大于未掺纤维的沥青混合料。另外,被水浸泡四十八小时稳定度普遍不高于标准马歇尔试验数据,且掺有纤维试验组浸水残留稳定度保持在含量 90% 左右,与未掺纤维的试验组相比提高了。分析冻融循环作用前劈裂和抗拉的实验资料,抗拉强度均可得到改善,最大可达到 0.48 MPa ,比无纤维试验组提高 59.3% 。随着温度的升高,掺加聚酯纤维试件劈裂强度比呈递增趋势,而掺入玄武岩纤维则呈递减趋势^[7]。在单掺纤维的试验组,冻融循环作用下,劈裂强度比随着掺量的增加逐渐提高,但是与无纤维试验组比较,最大的只是上升的高度;复掺及双掺纤维试验组中随着纤维掺量的增多,劈裂强度比也随之增加。复掺纤维的试验组,随着纤维掺

量的增大,冻融循环作用下,劈裂强度比呈现先升高后降低的趋势,在纤维掺量超标的情况下,它在冻融作用下,劈裂强度显著降低。本试验范围内掺入适量的聚酯纤维和玄武岩纤维材料可以显著降低混合料的水稳系数,其中以复合掺合料的减水率最优。研究分析可知, 0.3% 左右的复掺聚酯纤维与玄武岩纤维对改善透水沥青混合料水稳定性具有明显优点,在稳定度、冻融劈裂强度方面基本上都比同一组好^[8]。通过分析提出了一种综合考虑两种材料性能差异以及两者复合作用下,总结出混合掺入量的方式可有效改善混合料的相关性能。

4 结束语

复掺聚酯纤维与玄武岩纤维能显著提高透水沥青混合料的黏附性与水稳定性,相对于未掺纤维,复掺纤维能提高抗飞散损失 40% ,马歇尔稳定度 32.7% , 48 h 浸水马歇尔稳定度 38.2% ,劈裂抗拉强度 59.3% 。考虑了改性透水沥青存在的黏附性和水稳定性,以及高温稳定性和抗疲劳性能等,纤维复合掺比 $0.1\% \sim 0.2\%$ 聚酯纤维, $0.1\% \sim 0.2\%$ 玄武岩纤维。综上所述,透水沥青混合料在目前的沥青路面铺设中有着广泛的应用,在海绵城市建设中透水沥青混合料受到了普遍关注。不同级配的透水沥青混合料所拥有的渗透性能是存在差异的,为了更好地发挥透水沥青混合料的优点,在实践中通过不同级配的透水沥青混合料试件试验来对不同孔隙率的透水沥青混合料渗透性能进行确认,应用科学性显著提升。

参考文献:

- [1] 李俊,李明亮.不同类型高黏剂多孔沥青混合料路用性能对比[J].公路,2020,65(02):1-5.
- [2] 罗倩.玄武岩纤维对大空隙高黏沥青混合料路用性能的影响[J].公路,2020,65(10):286-292.
- [3] 赵阳,贾晓东.基于分散技术的聚乙烯醇纤维沥青胶浆疲劳性能分析[J].科学技术与工程,2021,21(32):13886-13892.
- [4] 汪华莉.聚丙烯纤维长度和掺量对混凝土耐久性影响试验研究[J].新型建筑材料,2021,48(09):63-65.
- [5] 同[3].
- [6] 夏鹏圆,胡力群,严江.高黏度改性沥青低温性能评价指标[J].中国科技论文,2020,15(12):1417-1421.
- [7] 同[3].
- [8] 同[6].