

粉煤灰代替矿粉拌制沥青混合料的试验研究

周松涛, 闫 风

(安徽阜阳经纬公路设计有限责任公司, 安徽 阜阳 236000)

摘要:粉煤灰作填料拌制沥青混合料, 采用大马歇尔试验方法进行室内试验. 结果表明: 粉煤灰代替矿粉作填料的沥青混合料各项技术指标均能满足规范要求. 因此, 从合理利用资源、保护环境的角度出发, 将粉煤灰应用到沥青混合料中具有一定经济效益和社会效益.

关键词:粉煤灰; 沥青砼; 大马歇尔试验; 填料

中图分类号: U414.1

文献标识码: A

文章编号: 1674-0696(2007)S-0050-03

Experimental Research of Asphalt Mixture Making Fly Ash Instead of Powdered Limestone

ZHOU Song-tao, YAN Feng

(Anhui Fuyang Jingwei Highway-Design Limited Liability Company, Anhui Fuyang 236000, China)

Abstract: Fly ash, serving as padding, was mixed into the asphalt mixture, and the test were performed by the big Marshall experiment in laboratory. The result showed that all the technical specification of bitumen mixture making the fly ash instead of powdered limestone could meet all the requirements for norms. Therefore, it owns certainly economic efficiency and social efficiency in terms of using resources reasonably and protecting environment by applying fly ash to bituminous mixture.

Key words: fly ash; asphalt concrete; big Marshall experiment; padding

粉煤灰是火力发电厂和大型企业锅炉燃烧煤粉后产生的一种工业废料. 每吨煤粉燃烧后可产生250~300 kg的粉煤灰, 排放量大, 分布面广, 灰场占地多, 同时还严重污染环境. 因此如何将粉煤灰化害为利、变废为宝是我国急需解决的问题.

目前, 我国对粉煤灰利用主要集中在筑路、回填、水泥砼混合材料、墙体材料等方面, 对于利用粉煤灰作填料拌制沥青混合料, 我国则还处于研究开发阶段. 从矿粉在沥青混合料中所起的作用来看, 主要有两个作用: 填充集料骨架空隙, 为大集料颗粒间的接触创造条件; 与沥青一起形成高黏度的沥青-矿粉胶浆, 并将集料黏结在一起. 用电镜扫描粉煤灰分析发现^[1]: 粉煤灰是由具有各种形状和不同颜色(灰色、棕褐色和黑色)的颗粒组成的混合物; 实心 and 空心圆形小球占很大比例, 还有凸起和中空的角状颗粒, 开口形壳体; 颗粒以非晶质的玻璃质体为主. 石灰石则主要由不规则的表面具有棱角的大小不一的矿物组成. 粉煤灰的主要成分为硅酸盐矿物,

石灰石矿粉的主要成分为碳酸盐(CaCO_3), 两者化学成分不同, 但不影响粉煤灰代替石灰石矿粉. 故本次试验将粉煤灰作填料应用到AC-25沥青混合料中, 采用大马歇尔试验方法进行室内对比试验, 取得满意效果.

1 原材料试验

1) 集料采用石灰石碎石, 石料压碎值为13%.

2) 矿粉为石灰石矿粉. 粉煤灰采用电收尘干排粉煤灰, 其主要化学成分见表1.

表1 粉煤灰的化学成分/%

原材料	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	烧失量
粉煤灰	46.2	29.5	11.5	2.6	1.1	5.9

2 粉煤灰和石灰石矿粉对沥青的影响

2.1 沥青试验

将粉煤灰和石灰石矿粉按一定质量比例分别掺进AH-90沥青中, 进行沥青三大指标试验, 试验结果如表2. 从表2可以看出, 2种填料按质量比1:1

收稿日期: 2006-04-14; 修订日期: 2006-05-12

作者简介: 周松涛(1979-), 男, 安徽临泉人, 助理工程师, 研究方向为公路工程.

与沥青拌和均匀后,针入度和延度均比基质沥青要小,软化点却都有提高,其中以粉煤灰的变化最为显著,掺粉煤灰的沥青胶浆比掺矿粉的软化点多提高了近 2℃,表现出良好的高温性能,而针入度、延度却比掺矿粉的沥青胶浆低,表现出变硬和变稠的特点。

表 2 试验结果

试验指标	填料: 沥青		
	0:1	矿粉 1:1	粉煤灰 1:1
针入度(25℃,100g,5s)/(0.1 mm)	90.8	75.1	60.6
延度(5 cm/min,25℃)/cm	131.2	67.0	41.7
软化点/℃	46.1	49.3	51.2

2.2 黏附性能对比试验

作为沥青混合料的的填料,无论是粉煤灰还是石灰石矿粉,它们与沥青一起,形成沥青胶浆,在沥青混合料中即起填充作用,又起黏结力作用. 试验将粉煤灰、矿粉分别按一定质量比例掺进沥青中,用水煮法作剥落对比试验,以检验其黏附性能. 试验结果

表 4 矿料合成级配/%

各级筛孔/mm	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
级配范围	90~100	75~90	65~83	57~76	45~65	24~52	16~42	12~33	8~24	5~17	4~13	3~7
级配中值	95	82.5	74	66.5	55	38	29	22.5	16	11	8.5	5
矿料级配	98.0	89.4	78.0	64.9	48.0	35.1	25.3	18.5	11.4	7.9	6.1	5.1

3.2 马歇尔试验

由于 AC-25 混合料公称最大粒径较大,粗集料较多,现行的沥青混合料试验规程规定^[2]:对粒径 > 26.5 mm 的粗粒径沥青混合料,其 > 26.5 mm 的集料应用等量的 13.2~26.5 mm 集料代替(替代法),也可采用直径 $\Phi 152.4$ mm 的大型圆柱体试件. 考虑到采用替代法进行马歇尔试验势必破坏原定沥青混合料的级配,且替代量越大,级配变化也越大,因而造成试验系统误差也就越大. 故本次试验采用大马歇尔试验方法,试件尺寸 $\phi 152.4$ mm \times 95.3 mm. 通过增大试件尺寸,使试件在击实过程中,粗集料可以充分移动和嵌挤,试件更加密实,从而形成骨架-密实型沥青混合料结构。

如表 3. 从表中可知两种填料掺进沥青后均能提高沥青与集料的黏附性,其中掺粉煤灰的沥青胶浆较掺石灰石矿粉的效果更为明显,黏附等级提高了两个等级,这说明粉煤灰能有效改善沥青与集料的黏结性能。

表 3 黏附性能试验

填料: 沥青	石料表面沥青剥落面积/%	黏附等级
0:1	12	3
矿粉 1:1	5	4
粉煤灰 1:1	0	5

3 沥青混合料马歇尔试验

3.1 级配设计

级配设计依据粗集料在混合料中形成骨架嵌挤的原则来进行设计,适当减少公称最大粒径附近的粗集料用量,并减少 0.6 mm 以下部分细料的用量,使中等粒径集料较多,从而形成 S 型级配曲线. 矿料级配如表 4.

粉煤灰和石灰石矿粉两种填料分别掺进 AC-25 沥青混合料中进行大马歇尔试验,试验结果如表 5、表 6. 从表 5、表 6 可以看出,粉煤灰和石灰石矿粉作填料的马歇尔各项技术指标测试结果都比较接近. 其中掺粉煤灰的比掺矿粉的密度大,空隙率小,混合料更加密实,而且前者的稳定度要比后者大,但两种填料的 AC-25 沥青混合料各项技术指标均符合规范要求(注:FAC-25 表示用粉煤灰作填料的沥青混合料,AC-25 表示用石灰石矿粉作填料的沥青混合料)。

4 混合料性能试验

根据所选级配和马歇尔试验确定的最佳沥青用量,分别对两种填料的沥青混合料的进行性能对比试验。

表 5 FAC-25 马歇尔试验结果

FAC-25 油石比/ %	毛体积相对密度/ (g·cm ⁻³)	空隙率/ %	沥青饱和度/ %	矿料间隙率/ %	稳定度/ kN	流值/ (0.01 cm)
3	2.423	7.5	47.5	14.3	22.47	43
3.5	2.448	5.1	61.3	13.1	23.66	49
4	2.451	3.8	71.4	12.9	26.01	57
4.5	2.462	2.3	82.0	12.6	23.57	63
5	2.474	1.3	89.5	12.8	19.27	65

表6 AC-25 马歇尔试验结果

AC-25 油石比/ %	毛体积相对密度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	空隙率/ %	沥青饱和度/ %	矿料间隙率/ %	稳定度/ kN	流值/ (0.01 cm)
3	2.421	7.7	47.5	14.7	18.50	51
3.5	2.437	5.9	58.7	14.1	19.49	58
4	2.441	4.4	68.4	13.8	21.70	59
4.5	2.453	2.7	80.0	13.3	20.68	66
5	2.467	1.8	86.9	13.6	19.34	69

4.1 高温稳定性能

目前,国内外评价沥青混合料高温稳定性的方法主要有蠕变试验、车辙试验、简单剪切试验等。本次试验采用车辙试验来评价沥青混合料的高温稳定性。传统的车辙试件采用轮碾成型,试件尺寸为 $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ 。根据有关研究表明,大粒径沥青混合料压实厚度至少为公称最大粒径的 2.5~3 倍。当碾压厚度小于该厚度时,粗集料之间不能形成良好的骨架嵌挤结构,在轮载作用下,粗集料发生容易侧向推挤,永久变形大,最终导致动稳定度偏小。故本次试验增加车辙试件厚度,试件尺寸为 $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ 。车辙试验结果如表 7。从表 7 可以看出,掺粉煤灰的 FAC-25 的高温性能要好于掺石灰石矿粉的 AC-25 沥青混合料,提高了约 26%,显示出粉煤灰作填料的沥青混合料具有良好的高温稳定性。

表7 车辙试验结果/(次· mm^{-1})

混合料类型	1	2	3	平均值
AC-25	1 209	1 192	1 147	1 182
FAC-25	1 437	1 392	1 641	1 490

4.2 抗水损害性能

沥青混合料的抗水损害能力是决定沥青路面水稳性的决定性因素。目前评价沥青混合料水稳定性的试验方法有很多,如浸水马歇尔试验、真空饱水马歇尔试验、浸水劈裂试验、冻融劈裂强度试验等。本次试验采用浸水马歇尔试验和冻融劈裂强度试验来评价沥青混合料的水稳定性,水损害试验结果如表 8、表 9。从表 8、表 9 试验结果可以看出,掺粉煤灰的和掺石灰石矿粉的沥青混合料的两项水稳定性指标均能满足规范要求,且掺粉煤灰的试验结果略好于

掺石灰石矿粉的,表明用粉煤灰作填料的沥青混合料同样具有良好的水稳定性。

表8 水损害试验结果

混合料类型	马歇尔 稳定度/kN	浸水马歇尔 稳定度/kN	残留稳定度 $S_0/\%$
AC-25	20.82	18.76	90
FAC-25	25.34	23.64	93

表9 冻融劈裂强度试验

混合料类型	冻融劈裂 强度/MPa	未冻融劈 裂强度/MPa	冻融劈裂试验 强度比 TSR/%
AC-25	0.87	1.06	82.3
FAC-25	0.98	1.19	82.4

5 结 语

从试验结果来看,掺粉煤灰的 FAC-25 的高温稳定性要优于掺矿粉的 AC-25 沥青混合料,而且水稳定性前者也要好于后者。因此,从保护环境、合理利用资源的角度出发,将粉煤灰应用到沥青混合料中,可化害为利、变废为宝,具有一定经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 廖正环. 公路工程新材料及其应用指南[M]. 北京:人民交通出版社,2004.
- [2] JTJ052—2000, 公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].
- [3] 米三棣. 高钙粉煤灰改善沥青混合料性能的探索[J]. 华东公路,1994,(2):63-65.
- [4] 沈金安. 沥青及沥青混合料路面性能[M]. 北京:人民交通出版社,2001.