

高性能沥青混合料路用性能的研究^{*}

彭 波, 陈忠达, 戴经梁

(长安大学 公路学院, 陕西西安 710064)

摘要: 通过试验研究, 系统分析了高性能沥青混合料和密级配沥青砼的路用性能, 包括马歇尔稳定度, 水稳定性, 抗冻融破坏性, 低温抗裂性, 高温稳定性, 疲劳耐久性、摩擦系数和构造深度. 结果表明: 高性能沥青混合料具有较密级配沥青混合料更好的路用性能, 可以改善沥青路面使用品质, 延长使用寿命, 具有较好的经济和社会效益. 是一种性能优良的沥青混合料.

关 键 词: 高性能沥青混合料; 密级配沥青砼; 路用性能

中图分类号: U414.75 文献标识码: B 文章编号: 1001-716X(2003)03-0037-03

我国国民经济高速发展的同时, 交通流量的增大, 轴载的加重以及渠化交通等已成为现代交通的显著特点, 已是公路运输发展的必然趋势. 鉴于这种形势, 对路面提出了更高的要求, 如高速、安全、舒适、耐久等. 我国现在使用较多的密级配沥青砼(AC)抵抗早期损坏以及高温车辙的能力相当弱, 且AC型沥青砼表面略显光滑, 高速行车条件下易形成汽车的“漂滑”现象, 对交通安全危害极大, 如何提高沥青混合料抵抗早期损坏的能力, 提高高温稳定性和抗滑性能, 是目前各级公路部门都致力解决的难题.

在公路交通高度发达的美国, 也受此难题困扰. 自1988年开展SHRP研究计划以来, 其中的沥青研究项目经费占整个SHRP计划的三分之一, 约五千万美元, 其研究成果之一就是提出了一种新的、性能优良的高性能沥青混合料, 在国际引起了较大的反映. SHRP计划的开展, 将会对我国沥青路面的研究与发展产生一定的影响.

1 原材料性能

1.1 沥青

采用盘锦AH-90重交通道路石油沥青, 其指标

如表1.

表1 沥青结合料的性能指标

针入度(25℃, 1/10mm)	软化点(℃)	25℃延度(cm)	25℃密度(g/cm ³)	含蜡量(%)	薄膜加热试验(163℃, 5h)			T _{1.2} (℃)	T ₈₀₀ (℃)
					质量损失(%)	针入度比(%)	25℃延度(cm)		
89	46.8	>100	1.0194	1.9	0.002	61.8	>100	-18.4	48.6

注: T_{1.2}、T₈₀₀中相关系数 R=0.999.

1.2 集料

其指标如表2.

集料采用周口石灰岩, 矿粉由石灰岩磨细而成.

表2 集料物理性能指标

类 型	指 标	密度 g/cm ³	压碎值 (%)	洛杉矶磨耗值 (%)	扁平状含量 (%)	磨光值 (BPN)	冲击值	亲水系数
集料		2.7135	18.5	24.3	13	61	22.7	/
矿粉		2.6897	/	/	/	/	/	0.7681

收稿日期: 2002-11-13

作者简介: 彭波(1970-), 男, 陕西西安人, 讲师, 主要从事道路工程材料性能及设计与施工方法方面的研究.

1.3 级配类型

采用密级配沥青砼 AC—16 I 及高性能沥青混

合料两种级配类型, 级配时采用逐级回配的方法以中值为目标级配, 如表 3、图 1.

表 3 沥青混合料级配

级配	筛孔尺寸 (mm)										
	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC—16I	100	97.5	82.5	68	52.5	41	29.5	22	16	11	6
高性能	100	95	82.5	70	46	31.5	20	13.5	10.5	7	4

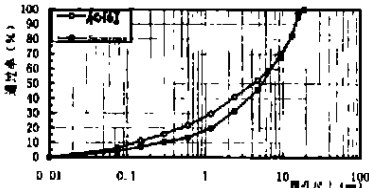


图 1 级对比图

从级配可以看出, 高性能沥青混合料与密级配

沥青砼 AC—16 I 相比, 其显著特点就是集料粒径明显“粗化”, 混合料中粗集料含量增多. 这一变化将从总体上影响混合料的路用性能

2 沥青混合料路用性能研究

2.1 沥青混合料马歇尔试验

不同类型沥青混合料马歇尔试验结果如表 4.

表 4 沥青混合料马歇尔试验

级配类型	最佳油石比 (%)	马歇尔稳定度 (kN)	矿料间隙率 (%)	流值 (0.1mm)	沥青饱和度 (%)	密度 (g/cm³)	空隙率 (%)
AC—16I	4.7	9.35	13.85	30.1	79.0	2.4820	4.89
高性能	4.7	7.79	16.28	39.8	74.6	2.4187	3.56

从表 4 可以看出, 密级配沥青砼 AC—16 I 的马歇尔稳定度较高, 其次为高性能沥青混合料.

我国目前使用较多的 AC 型沥青砼, 属于典型的密实—悬浮结构, 细集料胶浆多且致密, 反映在力学性能上则其马歇尔稳定度较高. 而高性能沥青混合料级配中增加了粗集料含量, 相应的细集料胶浆的比例有所下降, 降低了沥青混合料的粘结力 C, 因此其马歇尔稳定度有所降低, 但其值满足我国现行规范规定的限值标准.

2.2 沥青混合料水稳定性

不同级配沥青混合料水稳定性试验结果如表 5.

表 5 沥青混合料水稳定性

类型	残留稳定度 (%)	冻融劈裂强度比 (%)
AC—16I	82	74
高性能	87	93

由表 5 可以看出, 高性能沥青混合料的水稳定性比密级配沥青砼的水稳定性好. 尤其是冻融劈裂强度比, 密级配沥青砼的效果相对较差一些. 这与高性能沥青混合料中粗集料含量较高, 能在一定程度上形成嵌挤结构有关, 混合料受冻收缩时, 粗集料之间的骨架结构会提供较大的内摩阻力, 能在一定程度上抵抗收缩应力, 减小收缩应力对混合料造成的损失, 改善沥青混合料的冻融稳定性.

从上述结果来看, 粗集料含量高并不一定会损失水稳定性. 沥青混合料对水损害的抵抗能力很大程度上取决于沥青与集料的粘附性以及细集料胶浆

是否充分填充了粗集料留下的空隙, 即与剩余空隙率的大小有关. 粘附性及填充效果越好, 水稳定性越好. 在沥青与集料一致的情况下, 水稳定性就与剩余空隙率 (VV) 有很大关系. 密级配沥青砼剩余空隙率为 4.89%, 高性能沥青混合料剩余空隙率为 3.56%, 也就是说高性能在粗集料含量高的情况下同样形成了密实填充效果, 剩余空隙率小, 其相应的水稳定性就好一些.

2.3 沥青混合料高温稳定性

高温稳定性试验采用 60℃车辙试验, 结果如表 6.

表 6 车辙试验

类型	动稳定度 (次/mm)
AC—16I	315
高性能	877

从表 6 可以看出, 高性能沥青混合料的动稳定度显著高于密级配沥青砼.

对沥青混合料而言, 高温抗车辙能力受集料级配和沥青性能影响. 夏天沥青胶浆变软时, 车辙就主要靠级配骨架起作用. 高性能沥青混合料中粗集料含量的增加, 有利于粗集料之间互相嵌挤锁结, 形成一定程度的空间骨架结构, 提高混合料的内摩阻力, 有效改善沥青混合料在行车荷载作用下抵抗车辙变形的能力, 即提高沥青混合料的高温稳定性.

2.4 沥青混合料低温抗裂性

不同级配类型沥青混合料低温抗裂性能采用切口小梁能量法来评价, 试验结果如表 7.

表 7 沥青混合料 0℃弯曲应变能(kJ/m³)

类型	0℃弯曲应变能(kJ/m³)
AC—16I	0.06
高性能	0.04

从试验结果看, 密级配沥青砼低温抗裂性能较高性能沥青混合料好. 由于高性能沥青混合料集料的“粗化”现象, 其低温劲度偏大, 会在一定程度上影响低温抗裂性能. 故高性能沥青混合料的低温抗裂性较密级配沥青砼略差, 但二者差异不是很明显.

2.5 沥青混合料的疲劳耐久性

疲劳试验采用控制应力的三分点加载小梁试验, 试验温度 15℃. 不同级配沥青混合料试验结果如表 8.

表 8 沥青混合料疲劳试验

类型	应力比	疲劳寿命(次)	疲劳方程
AC-16I	0.2	28788	$N_f=4256.2\left(\frac{1}{\sigma}\right)^{-1.1595}$ $K=4256.2$ $n=-1.1595$ $R^2=0.9731$
	0.3	15596	
	0.4	11993	
	0.5	10175	
	0.6	8619	
	0.7	5807	
高性能	0.3	22878	$N_f=2648.9\left(\frac{1}{\sigma}\right)^{-1.9431}$ $K=2648.9$ $n=-1.9431$ $R^2=0.9442$
	0.4	16773	
	0.5	12608	
	0.6	7944	
	0.7	5461	
	0.8	3243	

从疲劳试验结果可以看出, 密级配沥青砼的疲劳性能较好, 而高性能沥青混合料较差一些. 高性能沥青混合料中粗集料含量较高, 相应地减少了细集料胶浆的含量, 而细集料胶浆的减少改变了沥青砼的劲度, 使沥青砼具有硬化趋势. 劲度模量在很大程度上影响着沥青砼的疲劳耐久性. 因此, 从级配组成上看, 高性能沥青混合料的疲劳耐久性要略差一些.

2.6 沥青混合料抗滑性能

沥青混合料抗滑性能采用摩擦系数和构造深度

来评定, 试验结果如表 9.

表 9 沥青混合料抗滑性能

类型	摩擦系数	构造深度(mm)
AC—16I	42	0.60
高性能	59	0.73

以抗滑性能来看, 尤其是构造深度, 高性能沥青混合料具有相当好的抗滑性能, 密级配沥青砼则相对较差. 高性能沥青混合料的一大显著特点是粗集料含量高, 其 4.75mm 通过率为 46%, 而密级配沥青砼高达 52.5%; 其 2.36mm 通过率为 31.5%, 而密级配沥青砼高达 41%. 因此高性能沥青混合料中高含量的粗集料能在一定程度上形成嵌挤锁结构, 表现为混合料表面较大的宏观纹理构造, 提高了混合料的抗滑性能.

3 结 语

- 1. 高性能沥青混合料在水稳定性、高温稳定性、摩擦系数和构造深度等方面表现出较好的性能.
- 2. 密级配沥青混合料在马歇尔稳定性、低温抗裂性和疲劳耐久性方面表现出较好的性能.
- 3. 从综合性能上分析, 高性能沥青混合料也具有较好的路用性能, 适用于沥青面层.
- 4. 在施工工艺方面, 高性能沥青混合料与密级配沥青砼在机械、设备方面一致, 不需增加成本, 易于为工程部门接受, 具有较好的推广应用前景.

参考文献:

[1] 沈金安. 沥青及沥青混合料路用性能[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.

[2] 吕伟民. 沥青混合料设计原理与方法[M]. 上海: 同济大学出版社, 2001.

[3] 郝培文. 沥青玛蹄脂碎石砼路用性能的研究[J]. 西安公路交通大学学报, 2001, 21(1): 26—28.

[4] FHWA, NAPA. superpave Construction Guideline[S]. NAPA, FHWA P(180), 1998.

Study on superpave bituminous mixture performance

PENG Bo, CHEN Zhong-da, DAI Jing-liang
(College of Highway Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: A series of test are carried out to analyze the characteristics of Marshall stability, high temperature rutting, low temperature crack resistance, water stability, freeze and cleave strength ratio, texture meter, fatigue resistance and skid resistance of bituminous mixtures and denseior to the others. Finally the results show that its life has been prolonged, of better social and economic value, and it is a kind of higher-performance bituminous mixture.

Key words: superpave; dense graded asphalt concrete; performance