

文章编号: 0451-0712(2006)01-0175-04

中图分类号: U414. 01

文献标识码: A

SBS 改性沥青低温性能评价

陈 平, 吴 超

(南京长江第三大桥建设指挥部 南京市 210028)

摘 要: 与基质沥青相比, SBS 改性沥青的低温性能更加复杂, 因此, 选用更合适的评价指标是必要的。采用测力延度试验, 本文分析了不同 SBS 改性沥青在不同温度, 不同改性剂掺量下的性能变化特点。选用柔量 D/F_z , 应力差值比 $(F_1 - F_2)/(F_0 - F_2)$ 和能量比 W_2/W_1 作为评价指标并加以阐述, 以更有效地评价 SBS 改性沥青的低温性能。

关键词: SBS 改性沥青; 测力延度; 柔量; 应力差值比; 能量比

随着沥青路面的不断发展, 改性沥青的使用量大大增加。其中, SBS 改性沥青成为目前最主要的改性沥青品种, 国际上 SBS 的使用量占改性剂总使用

量的 50% 左右, 我国 SBS 的使用量更远远超过这一比例, 许多省份不仅在上面层使用 SBS 改性沥青, 而且在中面层也同样加以使用。而用延度以及回弹率

收稿日期: 2005-08-28

源级配的为 4.56 mm。从图 4 中还可以看出, 振动压实工艺下 3 种级配的累积永久变形都是最小的, 无论是 5.09 MPa 下的压密变形还是 15.29 MPa 下的累积永久变形, 规律一致均是最小的, 而回弹模量值基本上是最大的。这主要是因为对粗集料含量较多的沥青混合料而言, 振动压实不仅使集料摩擦阻力减小向密实、稳定状态移动, 而且使沥青混凝土组成结构达到良好的组合, 从而增强其强度及抗变形能力。由此可见, 影响 HMA 路用性能的内因不仅取决于沥青混合料粒级分布, 更取决于材料与压实工艺的相互作用。因此, 进行材料设计时, 应根据材料特点选择适宜的压实工艺, 使材料的特性得以体现。

2 结论

碾压成型是形成沥青混合料强度和保证使用性能的关键因素, 成型工艺与材料间的相互作用直接影响材料的使用性能。

(1) 压实工艺对材料类型的压实效果有显著影响。击实和振动压实是构成松散体强度的两种不同受力类型, 对于悬浮—密实型或松骨架—密实型, 两种成型工艺构成的混合料物理力学性质相差不大, 但对紧骨架—密实型混合料两种成型工艺得到的混合料, 物理力学性质差别明显。因此, 应根据材料特点建立相应的压实标准, 对悬浮—密实型或

松骨架—密实型采用击实标准; 对紧骨架—密实型混合料采用振动压实标准。

(2) 材料因素对压实效果有显著影响。同一压实工艺下, 不同级配类型沥青混合料的使用性能有较大差异, 说明被压材料对压实工艺有影响, 影响程度与级配类型和粒径分布有关。

(3) 不同类型沥青碎石混合料 3 种不同压实工艺的比较研究表明成型工艺对材料形成的组成结构有很大影响, 从而决定了材料的使用性能。根据试验结果推荐沥青碎石混合料适宜的成型方法为振动压实, 压实工艺为激振力 7 kN—频率 30 Hz—振幅 0.957 mm—振时 2.5 min。

以上分析表明, 压实工艺与被压材料是相互影响的, 因此, 应根据材料特点选择适宜的压实工艺, 保证材料的特性得以体现。

参考文献:

- [1] 长国辉, 关长禄. Superpave 沥青混合料配合比设计方法的实践应用[J]. 公路, 2003, (10).
- [2] 王克中. 从 GTM 试验看路面的严格压实[J]. 公路交通科技, 2003, (4).
- [3] 马松林, 王龙. 土石混合料的室内振动压实特性[J]. 公路, 2000, (5).
- [4] 解晓光, 王哲人. 沥青碎石混合料动力变形特性的研究[J]. 中国公路学报, 2005, (3).

等并不能有效评价其低温性能变化特点。因此,为了适应这样的变化,需要选用更合适的低温性能评价指标。

由于测力延度能有效测定拉伸过程中力、功和曲线的变化,反映出改性沥青的更多特性。因此,采用测力延度评价方法对控制改性沥青路面的使用性能具有更重要的意义。

本文主要研究 SBS 改性沥青在不同改性剂含量,不同温度以及不同基质沥青等级下的低温性能。同时确定合适的评价指标来反映这样的变化特点。

1 温度和改性剂掺量的影响

图 1 和图 2 分别为改性泰普克 90 号沥青在不同 SBS 掺量和不同温度时的测力延度。

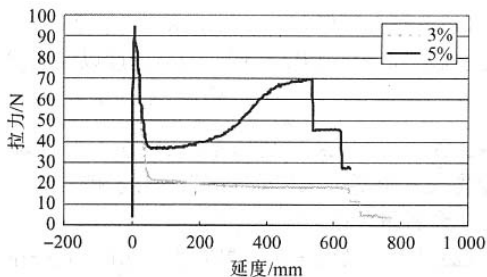


图 1 SBS 掺量对沥青测力延度的影响(7℃)

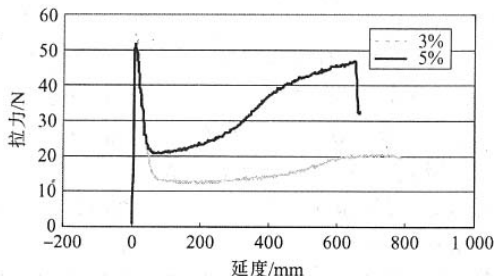


图 2 SBS 掺量对沥青测力延度的影响(10℃)

从图中可以看出,随着 SBS 掺量的提高,测力延度曲线的初始阶段基本没有变化,说明其主要反映的是基质沥青的性能,但其后半部分却变化明显,反映了 SBS 在沥青中所起的作用;SBS 掺量的提高使沥青在拉伸后期的抗拉能力提高,但其延度有减小的趋势。一般认为,在改性剂含量不是很大的情况下,随着 SBS 掺量的增加,性能是随之变好的。因此,从这个角度上来看,延度不能反映这样的变化特点。

同时,可以看出,温度增加降低了沥青的内部应力,但前半部分曲线和后半部分曲线中的峰值力的

变化幅度却大有不同,如表 1 所示。可以看出,曲线后期抗拉能力的下降幅度明显小于初始抗拉能力的下降幅度,这说明基质沥青的温度敏感性明显大于 SBS 化合物的温度敏感性。

表 1 峰值力变化

N

沥青种类	前半部分曲线		后半部分曲线	
	7℃	10℃	7℃	10℃
泰普克 90 号 SBS3%	93	55	19*	20
泰普克 90 号 SBS5%	95	53	70	48

注: * 为后半部分曲线无明显上升趋势,取最后断裂点应力。

2 沥青等级的影响

图 3 为分别添加 5% SBS 改性剂的加德士 70 号沥青和泰普克 90 号沥青的测力延度曲线,从中可以看出,由于沥青等级不同,测力延度曲线的初始最大拉力明显不同,但两条曲线的后半部分却有相互接近的趋势,从而进一步证明,测力曲线的后半部分主要受 SBS 改性剂的影响。

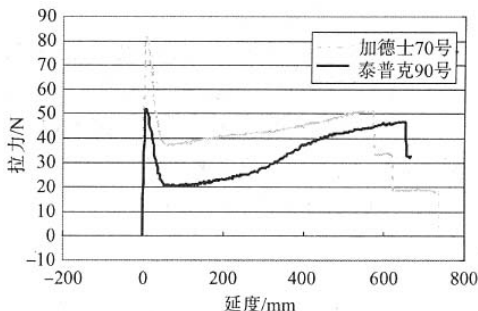


图 3 SBS 改性不同基质沥青的测力延度曲线(10℃)

3 选用的评价指标

在选用指标时,已经提出了采用柔量 D/F_z ^[1] 来反映 SBS 改性沥青的低温性能,该指标与 SHRP 低温劲度有很好的相关性。但进一步研究发现,仅用柔量 D/F_z 仍然可能存在一定的片面性,所以,在此增加了应力差值比 $(F_1 - F_2)/(F_0 - F_2)$ 和能量比 W_2/W_1 指标,以更好地评价 SBS 改性沥青的低温性能,与 SHRP 低温劲度同样有很好的相关性,如表 2 所示。

其中,各符号如图 4 所示。 F_0 为第一个峰值力,对应延度为 D_0 ,第二个峰值力为 F_1 ,对应延度为 D_1 ,总延度为 D , K_1 为第一个峰值力之后的下降段曲线的变化率,与横轴的交点为 D_i ,转折点的力为 F_z 。 W_1 为 K_1 直线和左边曲线所围面积这部分的功, W_2 为 K_1 直线和右边曲线所围面积这部分的功, W 为总功。

表 2 测力延度评价指标与低温劲度 S 的相关性

	改性壳牌 70 号			改性泰普克 90 号			R^2
	原样	R85 (min)	PAV (20 h)	原样	R85 (min)	PAV (20 h)	
$S(-6\text{ }^{\circ}\text{C})/\text{MPa}$	14.9	27.1	44.5	20.2	28.6	51.7	
$(D/F_z)/(\text{mm}/\text{N})$	166.7	87.0	8.23	166.7	77.2	9.70	0.939 7
W_2/W_1	15.67	6.97	0.05	11.89	8.01	1.20	0.914 3
$(F_1-F_z)/$ (F_0-F_z)	1.714	0.556	0.222	1.250	0.900	0.061	0.942 6

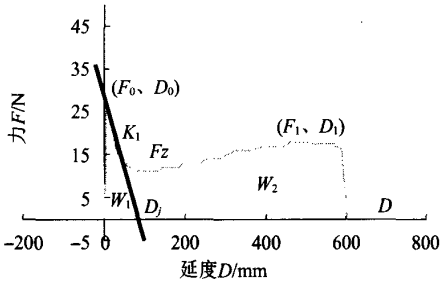


图 4 SBS 改性沥青的测力延度曲线

第一峰值力 F_0 反映沥青的极限弹性状态,转折点力 F_z 是 SBS 改性沥青的典型代表点,柔量 D/F_z 可以认为是测力曲线平均状态的一种反应, (F_1-F_z) 主要体现了 SBS 含量的影响, (F_0-F_z) 反映了沥青的松弛,两者的比值综合反映改性沥青的总体性能,而能量比 W_2/W_1 可以用来反映沥青的韧性。因此均具有一定的物理含义,作为评价指标是合理的。

因为基质沥青的性能、改性剂的掺量以及两者的相容性均会影响改性沥青的性能,从而使改性沥青的性能变得更加复杂。因此,对于所确定的测力延度指标可能并不一定完全一致,在此将对所提出的指标做一些进一步的说明。表 3 为一些改性沥青的测力延度指标值。

表 3 改性沥青的测力延度指标(10 $^{\circ}\text{C}$)

	欢喜岭 90 号 SBS5%	泰普克 90 号 SBS3%	泰普克 90 号 SBS5%	加德士 70 号 SBS5%
延度 D/mm	624	867	736	646
F_0/N	52	55	53	84
F_z/N	19	12	20	38
F_1/N	45	20	48	52
$(D/F_z)/(\text{mm}/\text{N})$	32.8	72.3	36.8	17.9
$(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$	0.788	0.186	0.848	0.304
W_1/J	2.31	1.88	1.81	3.43
W_2/J	16.38	11.96	21.70	23.10
W_2/W_1	7.09	6.36	11.99	6.73

3.1 柔量 D/F_z

一般来说,基质沥青的性能越好,与改性剂的相容性越好,则拐点力 F_z 将越小,柔性越好,如表 3 中的欢喜岭 90 号 SBS5%、泰普克 90 号 SBS5%和加德士 70 号 SBS5%三者之间的比较。但是,如果改性剂的含量减少,则同样会降低拐点力 F_z 的值,如泰普克 90 号 SBS3%。一般认为,在改性剂含量不是很大的情况下,随着 SBS 掺量的增加,性能是随之变好的。因此,在这种情况下,柔量 D/F_z 不能反映这样的变化特点。

实际使用中的改性沥青,改性剂的掺量之间的差异是比较小的,因此拐点力 F_z 主要由基质沥青的性能与改性剂的融合程度决定,采用柔量 D/F_z 来判断沥青的性能是比较有效的。

3.2 应力差值比 $(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$

鉴于柔量 D/F_z 在反映改性剂掺量影响上的不足,采用应力差值比 $(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$ 来做进一步的补充。基质沥青性能越差,改性剂掺量越低,则会使曲线前半段下降得越多,后半段上斜越小,应力差值比 $(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$ 越小,沥青性能越差,如泰普克 90 号 SBS3%和加德士 70 号 SBS5%。由于该指标值的大小更多受 (F_1-F_z) 的值决定,因此,可能少量的改性剂差异就能引起指标值的较大变化,从而在反映基质沥青的性能和与改性剂的相容性方面有所欠缺。

3.3 能量比 W_2/W_1

基质沥青的性能较差的话,那么相应的能量 W_1 也是较大的。而能量 W_2 即使因为应力较大而有所增加(假如延度不是减小很多),但增幅比能量 W_1 要小,因此能量比 W_2/W_1 是变小的。此时改性沥青性能则较差。

在改性剂含量不是很大的情况下,随着 SBS 掺量的增加,总能量是随之增加的。而能量 W_1 主要由基质沥青的性能决定,如泰普克 90 号 SBS3%和泰普克 90 号 SBS5%两者的峰值力相接近,能量 W_1 分别为 1.88 J 和 1.81 J,基本上未发生较大的变化,则能量 W_2 随着改性剂掺量的增加而增加,所以能量比 W_2/W_1 相应变大。改性沥青性能较好。

这说明用能量比 W_2/W_1 来反映改性沥青的性能是更加有效的。但是确定能量值与前两个指标相比要麻烦一些。必须首先确定斜率 K_1 所代表的直线方程,求出与 X 轴的交点 D_j ,然后在测力延度数据表中找到其对应的能量值 W_j ,最后以 W_j 近似代表

能量 W_1 ,而能量 W_2 可以通过总能量 W 与能量 W_1 相减得到。同时由于斜率 K_1 具有一定的随意性,可能会产生一定的误差,从而会使不同沥青之间的差异变小,如欢喜岭 90 号 SBS5%和加德士 70 号 SBS5%沥青之间的差异与前两个指标相比要小得多。

综上所述,为了评价 SBS 改性沥青的低温性能,可以综合考虑以上指标,一般情况下可以只采用前两项指标,说明如下。

(1)判断改性沥青的性能。

① D/F_z 和 $(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$ 均比较大,说明基质沥青的性能较好、改性剂的含量较高以及两者的相容性较好。沥青的改性效果好,低温性能好。

② D/F_z 和 $(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$ 均比较小,说明基质沥青的性能较差、与改性剂的相容性也不是很好、改性剂的含量可能较低。沥青的改性效果差,低温性能差。

③ D/F_z 较大、 $(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$ 较小,说明基质沥青的性能较好、改性剂含量较低。沥青的改性效果不能令人满意,低温性能可能不足。

④ D/F_z 较小、 $(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$ 较大,说明基质沥青的性能较差,与改性剂的相容性也不是很好,改性剂的含量可能很高。沥青的改性效果不能令人满意,低温性能不好。

70 号、90 号改性沥青的参考值: $D/F_z > 25 \text{ mm/N}$, $(F_1-F_z)/(F_0-F_z) > 0.5$ (10°C 、 5 cm/min)。

(2)比较不同改性沥青性能的优劣。

① D/F_z 和 $(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$ 两者一致,则指标值较大者性能较好。

② D/F_z 和 $(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$ 两者不一致,则哪一项指标值均在参考值以下就比较该指标,如泰普克 90 号 SBS3%和加德士 70 号 SBS5%之间就适宜采用 $(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$ 。同时也可参考能量比 W_2/W_1 确定。

4 结论

通过试验分析研究,可以得到如下结论。

(1)不同的温度、改性剂含量和基质沥青等级均会影响改性沥青的低温性能,在测力延度曲线上可以得到明显的反映。

(2)综合选用柔量 D/F_z 、应力差值比 $(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$ 和能量比 W_2/W_1 能很好地评价 SBS 改性沥青的低温性能以及不同改性沥青之间的性能优劣。

参考文献:

- [1] 陈平. 测力延度在沥青低温性能指标研究中的应用[J]. 公路交通科技, 2005, (7).
- [2] 沈金安. 沥青及沥青混和料路用性能[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001, (5).
- [3] 郭淑华. 改性剂对改性沥青性能影响的综合评价[J]. 石油沥青, 2002, (12).
- [4] 郭峰伟. 沥青测力延度仪的应用分析[J]. 华东公路, 2003, (10).

Appraisal of Low-Temperature Performances of SBS Modified Asphalt

CHEN Ping, WU Chao

(Nanjing No. 3 Yangtze River Bridge Headquarters, Nanjing 210028, China)

Abstract: Compared with unmodified asphalt, the low-temperature performances of modified asphalt are more complicated, therefore it is necessary to choose fitter appraisal indexes. Through lots of force ductility tests, the tensile performances of the different SBS modified asphalts in different temperatures are analyzed. Compliance D/F_z , stress difference ratio $(F_1-F_z)/(F_0-F_z)$ and energy-ratio W_2/W_1 are selected to appraise more effectively the low-temperature performance of SBS modified asphalt.

Key words: SBS modified asphalt; force ductility; compliance; stress difference ratio; energy ratio