

文章编号: 0451-0712(2005)06-0164-04

中图分类号:U414.75

文献标识码:B

HR 改性沥青性能初探及应用

贾海庆, 周海防, 李 武, 徐 峰

(山东省公路工程总公司 济南市 250002)

摘 要: 介绍了一种新型的化学改性沥青—HR 改性沥青的性能和在工程上的应用。

关键词: HR 改性沥青; 化学改性; 性能; 应用

改性沥青在世界各国发展都很快,我国改性沥青的用量近年来大幅度地增加。正确选择改性沥青种类,首先必须确定改性的目的与要求,考虑经济效益、社会效益和性能价格比,尽量采用相对简单、方便和实用的施工设备和方法。现在除了常用的SBS改性沥青,其他聚合物改性沥青以及化学改性沥青和天然沥青等也得到了较多的应用。本文介绍了一种新型的化学改性沥青—HR 改性沥青的性能和在工程上的应用。

1 HR 改性沥青的性能

1.1 性能研究

HR 改性沥青是一种化学凝胶改性沥青,它是将HR 改性剂加入沥青中与之发生化学反应生成球型的胶体,随着加入更多的改性剂它们开始形成了胶体串,有类似于聚合物的非常高的表观分子量,通过DSR 试验发现它们提高了劲度减少了相位角。

一旦纤维结构开始形成,沥青胶结料的高温劲度就会有很大提高。然而,在低温试验时并没有发现抗开裂性能的提高。其结构类似于沥青置于海绵骨架中。这就使沥青提高了弹性而没有提高抗低温开裂性能。取某品牌重交沥青 90 号和 70 号,分别加入 1%、1.5% 和 2% 的 HR 改性剂,对制备的改性沥青检测其常规试验指标和 SHRP 试验指标,得出的结果如表 1 所示。

其中,为了便于比较不同改性剂掺量对沥青性能的影响,SHRP 试验的高温统一取 $64\text{ }^{\circ}\text{C}$,低温取 $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。因为PG 分级是以 $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为一个级别,我们将各样品试验得出的 PG 等级和实际级别均列于表 1 中,便于发现细微的变化。

根据试验结果看出 HR 改性沥青的高温性能随改性剂剂量的增加明显提高,比基质沥青软化点升高,针入度降低,粘度增大,感温性能得到改善,抗老化性能提高,可以将沥青的高温等级提高1~3个等

收稿日期:2005-03-21

A Study on Interlayer Cling-Material of Asphalt Pavements

*SU Kai*¹, *WU Jian-min*², *DAI Jing-liang*², *SUN Li-jun*¹

(1. Key Laboratory of Road and Traffic Engineering of Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. Key Laboratory of Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: Aiming at cutting-slippage between surface and semi-rigid base of asphalt pavements, interlayer cling-materials are studied. Then lots of laboratory experiments for cutting-slippage are carried out with shear testing instrument. Last, some technical means including SBR cling-materials are recommended to prevent cutting-slippage between base and surface.

Key words: road engineering; asphalt pavement with semi-rigid base; cutting-slippage between base and surface; interlayer cling-materials

表 1 不同剂量 HR 改性沥青试验结果

指 标			单位	沥青标号及改性剂掺量					
				90 号			70 号		
				1%	1.5%	2%	1%	1.5%	2%
原样沥青	闪点		℃	>250	>250	>250	>250	>250	>250
	软化点 $T_{R\&B}$		℃	56.1	61.7	66.7	57.2	62.2	67.8
	针入度(25℃,100 g,5 s)		0.1 mm	51	42	35	44	38	30
	动力粘度(60℃)		Pa·s	594.1	1 161	3 909.4	827.7	1 890.7	5 780.3
	运动粘度(135℃)		Pa·s	0.637 5	0.837 5	1.362	0.725	1.038	1.625
	动态剪切,(TP5), (10 rad/s,64℃)	$G^*/\sin\delta$	kPa	2.996	4.847	10.77	3.804	7.174	13.71
相位角		(°)	82.33	76.27	67.4	81.39	74.27	66.47	
RTFOT 残留 沥青	质量变化		%	−0.14	−0.14	−0.283	−0.23	−0.086	−0.086
	动态剪切,(TP5), (10 rad/s,64℃)	$G^*/\sin\delta$	kPa	6.794	13.09	28.79	9.056	17.65	31.87
		相位角	(°)	74.79	65.95	55.94	73.59	64.67	56.33
PAV(100℃) 残留沥青	动态剪切,(TP5), $G^*/\sin\delta$, (10 rad/s,25℃)		kPa	2 562	2 701	3 036	3 113	3 292	4 782
	蠕变劲度,(TP1), (60 s,−12℃)	m 值		0.365	0.357	0.344	0.342	0.339	0.329
		S	MPa	157	160	160	178	188	190
性能等级	PG 等级			70—28	76—28	82—22	70—22	76—22	82—22
	按 1℃分级			73—29	76—28	84—26	75—26	81—25	86—24

级,对于沥青的低温性能并没有改进,甚至有微小的降低,所以评价 HR 改性沥青主要注重它的高温性能。

生产 HR 改性沥青只需将改性剂加入沥青中在 170℃下搅拌 30~45 min 即可,不需要胶体磨等复杂设备,生产成本低。它具有良好的热储存稳定性,

可长时间储存无离析之忧。改性费用约 600 元/t,是一种经济的改性沥青。

1.2 技术要求

对于路用化学改性沥青,ASTM(美国试验与材料协会)D 6154—04 有标准的规范,如表 2 所示。

表 2 ASTM D 6154—04 化学改性沥青的技术要求

指 标		单位	CM 5—10	CM 10—20	CM 20—30	CM 30—40
动力粘度(60℃)		Pa·s	≥50	≥100	≥200	≥300
运动粘度(135℃)		Pa·s	0.2~2.0	0.4~4.0	0.7~6.0	1.0~8.0
针入度(4℃,200g,60s)		0.1mm	40~100	30~65	20~45	12~35
针入度(25℃,100g,5s)		0.1mm	140~185	100~140	65~100	35~65
闪点		C	≥246	≥246	≥246	≥246
软化点 $T_{R\&B}$		C	≥50	≥55	≥60	≥65
溶解度		%	≥99.0	≥99.0	≥99.0	≥99.0
TFOT 后残留物	老化指数		≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5

沥青等级划分中 CM 是 chemically modified(化学改性)的缩写。它是按 60℃动力粘度划分等级的,CM 5—10 指用 60℃动力粘度 50 Pa·s 的基质沥青通过化学改性的方法生成的 60℃动力粘度 100 Pa·s 的改性沥青。由于化学改性沥青的种类很多,性能指

标的差别也较大,HR 改性沥青主要是提高沥青的高温性能,所以我们参考 ASTM 的化学改性沥青规范和国内规范中聚合物改性沥青的 EVA、PE 类的技术要求,根据地域气候对改性沥青性能要求的不同,对 HR 改性沥青分为 A、B、C、D 等 4 个等级,如表 3 所示。

表 3 HR 改性沥青的技术要求

指 标		单位	A	B	C	D	试验方法
针入度(25 ℃,100 g,5 s)		0.1 mm	>80	60~80	40~60	30~40	T 0604
针入度指数 PI			≥-1.0	≥-0.8	≥-0.6	≥-0.4	T 0604
软化点 $T_{R\&B}$		℃	≥ 48	≥ 52	≥ 56	≥ 60	T 0606
动力粘度(60 ℃)		Pa·s	≥ 50	≥ 100	≥ 200	≥ 300	T 0620
运动粘度(135 ℃)		Pa·s	≤ 3				T 0625
闪点		℃	≥ 230				T 0611
溶解度		%	≥ 99				T 0607
RTFOT 后残留物	质量变化	%	$\leq \pm 1.0$				T 0610
	针入度比(25 ℃)	%	≥ 50	≥ 55	≥ 58	≥ 60	T 0604

2 工程实例

2004 年 7 月~9 月,在内蒙古清水河沿黄路工程使用了 HR 改性沥青。内蒙古清水河县地处晋蒙交界,按气候分区为 2—2 夏热冬寒区,雨量为半干区。沿黄公路南连 109 国道,北接 103 省道,是准格尔煤田煤炭运输的重要通道。全线按二级公路标准设计,路线长 41 km,路面宽 7 m。沥青路面为两层,下面层(AC-13)4 cm+上面层(AC-10)3 cm,均使用了 HR 改性沥青。该路段经过半年的通车使用,路面情况良好,没有发生病害,长期的路用效果还有待进一步的观察。

本工程选用的基质沥青为滨化 AH-90,改性剂为 HR-82 改性剂,掺量 1.5%(外掺)。基质沥青滨化 AH-90 和改性好的沥青的技术指标如表 4 和表 5 所示。

表 4 滨化 AH-90 的技术指标

指 标		单位	技术要求	试验结果
针入度(25 ℃,100 g,5 s)		0.1 mm	80~100	91
针入度指数 PI			$-1.5\sim+1.0$	-1.07
软化点 $T_{R\&B}$		℃	≥ 44	45
15 ℃延度		cm	≥ 100	>146
密度(15 ℃)		g/cm ³	实测记录	1.010 5
闪点(COC)		℃	≥ 245	302
溶解度		%	≥ 99.5	99.99
蜡含量(蒸馏法)		%	≤ 2.2	2.0
TFOT 后	质量变化	%	$\leq \pm 0.8$	0.01
	残留针入度比	%	≥ 57	67.2
	残留延度(15 ℃)	cm	≥ 20	>146

改性后的沥青符合 HR 改性沥青 C 级标准。用水煮法评价与工程所用粗集料的粘附性为 5 级。

表 5 沿黄路工程用 HR 改性沥青的技术指标

指 标		单位	技术要求	试验结果
针入度(25 ℃,100 g,5 s)		0.1 mm	40~60	47.0
针入度指数 PI			≥-0.6	-0.1
软化点 $T_{R\&B}$		℃	≥ 56	57.3
动力粘度(60 ℃)		Pa·s	≥ 200	1 019
运动粘度(135 ℃)		Pa·s	≤ 3	0.868
闪点		℃	≥ 230	300
溶解度		%	≥ 99	99.92
RTFOT 后残留物	质量变化	%	$\leq \pm 1.0$	0.01
	针入度比(25 ℃)	%	≥ 58	76

2.1 配合比设计

本文仅介绍上面层 AC-10 沥青混合料配合比设计,粗集料用石灰岩 5~10 mm 碎石,细集料用石灰岩机制砂和天然砂,填充料为石灰石矿粉。实验室试件成型的温度确定为 150~155 ℃,各集料的规格如表 6 所示。

表 6 集料规格

筛孔尺寸 mm	通过各筛孔的质量百分率/%			
	5~10 mm 碎石	机制砂	天然砂	矿粉
13.2	100	100	100	100
9.5	99.3	100	100	100
4.75	46.0	98.4	94.5	100
2.36	11.1	69.7	84.6	100
1.18	6.4	48.2	72.4	100
0.6	6.4	30.3	51.7	100
0.3	6.4	19.7	34.0	99.6
0.15	3.5	10.0	9.8	99.0
0.075	3.2	1.0	2.4	92.8

确定的级配为:5~10 mm 碎石:机制砂:天然砂:填充料=58:25:14:3,混合料的合成级配如表 7 所示。

表 7 混合料合成级配									
级配类型	通过下列筛孔(mm)的质量百分率/%								
	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
合成级配	100	99.6	67.5	38.7	28.9	21.5	16.4	8.8	5.2
AC-10 级配范围	100	90~100	45~75	30~58	20~44	13~32	9~23	6~16	4~8

采用马歇尔试验配合比设计方法,参考一级公路标准,由于该路段重车较多,按重载交通的混合料技术标准,确定的最佳沥青含量为 4.8%,沥青混合料技术指标如表 8 所示。

表 8 沥青混合料技术指标			
试验指标	单位	技术标准	试验结果
击实次数(双面)	次	75	75
空隙率	%	3~5	4.5
矿料间隙率	%	≥14.5	≥13.7
沥青饱和度	%	65~75	67.04
稳定度	kN	≥8	≥13.2
流值	mm	2~4	2.94
动稳定度	次/mm	≥2 400	≥2 887
冻融劈裂试验的残留强度比	%	≥75	≥83.9

2.2 施工工艺

HR 改性沥青混合料路面的施工应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)的规定,它在施工温度范围内的粘度介于基质沥青和常用的 SBS 改性沥青之间,与普通重交 90 号沥青混合料相比,施工温度应提高约 10~20℃。沿黄路工程的施工温度如表 9 所示。

压实机械配备两台双钢轮振动压路机和一台胶轮压路机,压实时注意高温压实,高频低幅,跟踪碾

表 9 沥青混合料施工温度	
工 序	温 度/℃
沥青加热温度	150~170
集料加热温度	170~190
混合料出厂温度	150~170
混合料最高温度(废弃温度)	190
摊铺温度	≥150
初压开始温度	≥140
碾压终了的表面温度	≥90
开放交通时的路表温度	≤50

压,保证初压和终压的温度。

3 结论

HR 改性沥青是一种化学改性沥青,它能提高沥青的软化点,使针入度降低,粘度增大,高温性能明显改善,抗老化性能提高。对于沥青的低温性能并没有改进。

生产 HR 改性沥青只需将改性剂加入沥青中搅拌即可,生产成本低,它具有良好的热储存稳定性,不需要添加稳定剂,改性费用低,是一种经济的改性沥青。

HR 改性沥青混合料施工方便,没什么特殊要求。混合料的各项技术指标满足规范的要求。

参考文献:

- [1] Standard Specification for Chemically Modified Asphalt Cement for Use in Pavement Construction[J]. ASTM,2004,04(03).
- [2] JTG F40—2004,公路沥青路面施工技术规范[S].
- [3] 陈江,等. 内蒙古清水河沿黄路工程沥青混凝土上面层目标配合比设计报告[R]. 山东省交通建设工程检测中心,2004.



南京长江三桥合龙

2005 年 5 月 22 日 9 时 50 分,交通部副部长冯正霖、江苏省常务副省长蒋定之和南京市委书记罗志军同时按下按钮,南京长江三桥最后一节钢箱梁随之被缓缓吊起,嵌进了钢桥面,与两边箱梁紧密结合在一起,南京长江三桥顺利合龙。南京长江三桥主桥自 2003 年 8 月 29 日正式开工以来,经过广大建设者 21 个月的奋战,主体工程全面完工,将于 2005 年 10 月建成通车。届时,长江南京段将拥有三条快速过江通道。南京长江三桥南与南京绕城公路相接,北与宁合高速公路相连,全长约 15.6 km,其中跨江大桥长 4.744 km。南京三桥主桥主跨为 648 m 的双塔钢箱梁斜拉桥,桥塔高 215 m,钢结构“人”字型曲线设计被誉为“中国第一”,也是世界上第一座弧线形钢塔斜拉桥。南京三桥设计时速 100 km,开通后,开车过桥只需 9 min 左右。南京长江三桥是上海至成都国道主干线的重要组成部分,是江苏省 2010 年前在长江江苏段规划建设的五大战略性通道之一,也是江苏省和南京市“富民强市,率先基本实现现代化”的先导工程。南京长江三桥建成后将彻底解决南京市的过境交通问题,对于带动江南、江北共同发展,呼应沿江开发战略,促进都市圈共同繁荣和长三角一体化都将起到至关重要的作用。