

文章编号: 0451-0712(2006)12-0140-03

中图分类号: U414.75

文献标识码: B

岩沥青改性沥青应用研究

周富强¹, 周必功², 李保国³, 李建东⁴

(1. 同济大学道路与交通工程教育部重点实验室 上海市 200092; 2. 浙江登峰交通集团工程有限公司 杭州市 311203;
3. 山东省德州市公路局禹城市公路分局 德州市 251200; 4. 山东省淄博市公路管理局博山分局 淄博市 255200)

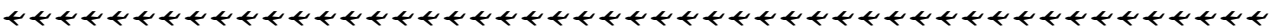
摘 要: 介绍了天然沥青的应用情况, 岩沥青改性沥青的特点, 室内试验及生产现场配制岩沥青改性沥青的方法。将岩沥青改性沥青混合料同 SBS 改性沥青混合料的高温稳定性和水稳定性进行了对比, 发现岩沥青改性沥青混合料的稳定度和劈裂强度大幅提高, 结构层疲劳寿命增长 4.6 倍以上。

关键词: 天然沥青; 岩沥青; 稳定度; 劈裂强度; 疲劳寿命

公路交通量的迅猛增长和荷载特点的变化对沥青混凝土路面提出了更高的要求, 改性沥青得到了越来越广泛的应用。目前, 在我国研究和应用最广泛的主要是 SBS 改性沥青和 PE 改性沥青这样的聚合物改性沥青。但大多数聚合物改性剂与沥青不相容, 这就意味着生产聚合物改性沥青必须使用特殊的设备以及较高的能量消耗, 从而造成价格较高, 限制了其使用。而且聚合物改性沥青容易存在离析现象, 施工单位往往只能在施工即将开始时准备改性沥青, 不利于研究工作在非施工季节的开展。人们开始考

虑将天然沥青掺加到普通沥青中来改变普通沥青的性质。天然沥青是石油在经过亿万年的地质变化过程中, 在热、压力、氧化、触媒、细菌综合作用下生成的沥青类物质, 通常包括湖沥青、岩沥青和海底沥青。存在于岩石缝隙的天然沥青, 称为岩沥青。岩沥青中含有许多砂和岩石, 经过水的熬制, 可以得到纯净的沥青。早期使用的天然沥青以特立尼达湖沥青 (TLA) 为代表, 近些年产于南太平洋印度尼西亚苏拉威西岛东南部布敦岛的布敦岩沥青 (BMA) 在我国也有了一定的应用, 取得了非常好的效果^[1,2]。

收稿日期: 2006-06-06



Influence of Fiber Contents on Compressive Resilient Modulus of Asphalt Concrete

GUO Nai-sheng, ZHAO Ying-hua

(Institute of Road and Bridge Engineering, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China)

Abstract: Uniaxial static compress test is conducted to study compressive resilient modulus and compressive strength of asphalt concrete with different fiber contents. The cylinder samples, with five kinds of polyester fiber contents, are tested on MTS810 under 20 C. The test mechanism of fiber reinforced asphalt concrete and the relation between the fiber content and two parameters of compressive strength and static modulus are analyzed as well as rational value of resilient modulus is discussed. The results show that the mechanics performance is sensitive to fiber contents; both compressive strength and resilient modulus receive the maximum value as fiber contents increase. The rational polyester fiber content that lies in 0.2%~0.25% is given according to test results, the resilient modulus values of mixtures including 0.3% still need to be researched thoroughly.

Key words: fibers reinforced asphalt concrete; resilient modulus; compressive strength; fiber content

1 国产的岩沥青

国外进口的天然沥青因为运输成本造成价格较高,不利于大面积的推广使用。我国最近几年在四川广安等地开发了国产的岩沥青,具有很好的应用前景。经过加工后的岩沥青改性剂呈红褐色粉状,表观密度为 1.3~1.5 g/cm³。在我国的山东、广西、河北等地的高速公路上和四川省的市政道路中得到了应用,效果良好。

下面我们结合室内试验情况,分析一下岩沥青改性沥青的特点、加工方法及其混合料的路用性能。

2 岩沥青改性沥青

普通改性沥青采用壳牌 SBS 改性沥青(简称 SBS 改性沥青),其性能指标如表 1 所示。岩沥青改性沥青采用壳牌 SBS 改性沥青掺加 8%(岩沥青与 SBS 改性沥青的质量比)的岩沥青,其性能指标如表 2 所示。

表 1 SBS 改性沥青性能指标检测结果

检测项目		单位	检测结果	技术要求
针入度(5 s,100 g)25℃		0.1 mm	50	40~60
针入度指数			0.68(R=0.997)	≥0
软化点		℃	70	≥60
5℃延度(5 cm/min)		cm	39	≥20
135℃运动粘度		Pa·s	1.5	≤3
闪点(开口式)		℃	330	≥230
溶解度(三氯乙烯)		%	99.5	≥99
旋转薄膜 加热试验 163℃,85 min	质量损失	%	0.05	±1.0
	针入度比	%	82	≥60
	5℃延度 (5 cm/min)	cm	28	≥15

表 2 岩沥青改性沥青性能指标检测结果

检测项目	单位	检测结果	技术要求
针入度(5 s,100 g)25℃	0.1 mm	38	可参考对湖沥青的要求 ^[3] ,但不严格要求。
针入度指数		0.22(R=0.999)	
软化点	℃	79.5	
5℃延度(5 cm/min)	cm	15	
135℃运动粘度	Pa·s	2.8	
灰分含量	%	0.2	
闪点(开口式)	℃	352	
溶解度(三氯乙烯)	%	97.5	

从表 2 中可以看出,掺加岩沥青以后沥青的针入度下降,软化点提高,低温延度降低,针入度指数有所降低。单从胶结料的角度考虑岩沥青改性沥青的性质并不及改性前好,但我们更注重的应该是其拌和的混合料的性质。

在实验室制作岩沥青改性沥青的方法:采用电磁搅拌器和自动控温电炉,将计量过的 SBS 改性沥青加热至 165~175℃,然后将要求比例的岩沥青改性剂粉末加入 SBS 改性沥青中,温度升高并控制在(175±5)℃,搅拌 30 min,制得岩沥青改性沥青,置入 170℃恒温箱内培育 2 h 备用。加工后的岩沥青改性沥青应看不到岩沥青改性剂粉末。

在施工现场岩沥青改性沥青的制作方法:将 SBS 改性沥青通过流量计计量后输至带有搅拌装置的沥青罐中并加热至 165~175℃,将岩沥青改性剂按规定比例加入罐中进行搅拌混合,搅拌温度控制在(175±5)℃,20~30 min 即可。如果生产设备带有胶体磨,那么通过胶体磨后效果更佳。加工完毕后,抽入储存罐中备用。如果设备简陋,改性沥青生产完毕后应在储存罐中培育 2 h 后方可使用。如果矿粉浮在 SBS 改性沥青表面,应降低液面至最高的搅拌叶处,利用搅拌叶的力量将矿粉搅匀。由于岩沥青改性剂呈粉状,容易污染,生产现场配制岩沥青改性沥青要注意工人的健康防护。

如果是对普通沥青进行岩沥青改性,可适当降低拌和及储存温度。

3 岩沥青改性沥青混合料

用 SBS 改性沥青和岩沥青改性沥青分别制作马歇尔试件,对比其高温稳定性和水稳定性。对比试验为掺加橡胶粉的低噪声 SMA 沥青路面,采用改进后的 SMA-13 级配,级配如表 3 所示。

表 3 改进的 SMA-13 级配

筛孔尺寸/mm	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过百分率/%	100	97.2	72.6	27.2	26.0	20.2	16.6	13.1	11.5	10.3

混合料中掺加 0.1% 的颗粒纤维和 0.1% 聚酯纤维(均为占矿料质量的比例),油石比均为各自的最佳油石比 6.5%,双面各击实 50 次。从室内试验的情况来看,岩沥青改性沥青在同样温度下比普通的 SBS 改性沥青具有更高的稠度。

高温稳定性试验结果如表 4 所示,水稳定性试验结果如表 5 所示。马歇尔试件的空隙率为 3.8%~4.4%。

表 4 高温稳定性试验结果

混合料使用的沥青	动稳定度/(次/mm)	
	试验结果	规范要求
壳牌 SBS 改性沥青	4 814	≥3 000
壳牌 SBS 改性沥青加 8%岩沥青	5 331	

表 5 水稳定性试验结果汇总

混合料使用的沥青	项目		试验结果	规范要求
壳牌 SBS 改性沥青	冻融 劈裂*	冻融试件的劈裂强度/MPa	0.86	—
		普通试件的劈裂强度/MPa	0.91	—
		强度比(<i>TRS</i>)/%	94.6	≥80
	浸水 马歇尔	浸水 48 h 试件的稳定度/kN	9.45	—
		浸水 0.5 h 试件的稳定度/kN	9.50	≥6.0
		残留稳定度/%	99.5	≥80
壳牌 SBS 改性沥青加 8%岩沥青	冻融 劈裂*	冻融试件的劈裂强度/MPa	1.20	—
		普通试件的劈裂强度/MPa	1.32	—
		强度比(<i>TRS</i>)/%	90.9	≥80
	浸水 马歇尔	浸水 48 h 试件的稳定度/kN	15.6	—
		浸水 0.5 h 试件的稳定度/kN	16.9	≥6.0
		残留稳定度/%	92.3	≥80

注:文献[4]中劈裂强度推荐值为 0.8 MPa,可以以此作为指标要求。

从表 4 可以看出,岩沥青改性沥青混合料同 SBS 改性沥青混合料相比,动稳定度略有提高,但不明显,基本在一个级别,这可能是由于 SBS 改性沥青本身提高了混合料的抗车辙能力,掺加岩沥青后提升的空间不大。从表 5 看出:两种沥青混合料的冻融劈裂强度比和残留稳定度均在 90%以上,不加岩沥青的略高,区别也不明显;但从稳定性和劈裂强度的大小上来看,岩沥青改性沥青混合料较 SBS 改性沥青混合料有大幅提高,前者的稳定度较后者提高 65%以上,前者的劈裂强度较后者提高 40%以上。

劈裂强度的提高对提高结构层的疲劳寿命非常有利。根据《公路沥青路面设计规范》(JTJ 014—97)^[5]推算结构层的疲劳寿命与混合料的劈裂强度和结构层拉应力的关系为:

$$N_e=\left(\frac{A_c\cdot\sigma_{sp}}{0.09\times A_u\cdot\sigma_m}\right)^{\frac{50}{11}}$$

(1)

式中: N_e 为结构层能承受的标准轴载作用次数; σ_{sp} 为沥青混凝土的劈裂强度,MPa; σ_m 为结构层底面计算点的拉应力; A_c 为公路等级系数,高速公路、一级公路为 1.0,二级公路为 1.1,三、四级公路为 1.2; A_u 为沥青混凝土级配类型系数,细、中粒式沥青混凝土为 1.0,粗粒式沥青混凝土为 1.1。

根据式(1),同样条件下使用岩沥青改性沥青结构层的疲劳寿命为使用改性沥青结构层疲劳寿命的 $1.4^{\frac{50}{11}}=4.6$ 倍。

4 结论与建议

通过对比试验得出以下结论与建议。

(1)岩沥青改性沥青混合料的稳定性和劈裂强度比普通改性沥青混合料有大幅提高,对劈裂强度的提高可以使得结构层的疲劳寿命增长 4.6 倍。

(2)室内试验和施工现场加工岩沥青改性沥青的设备简单,对工艺要求不高,利于研究和施工工作的开展。

(3)SBS 改性沥青掺加岩沥青后动稳定度提高不明显,可以考虑在普通沥青中掺加岩沥青来提高普通沥青混合料的路用性能。

参考文献:

[1] 曹亚东,严军,曹祖光,蔡明. BMA 天然沥青的性能及应用研究[J]. 上海建设科技,2005,(1).

[2] 杜群乐,王庆凯,王国清. 布敦岩改性沥青路用性能评价的研究[J]. 公路,2005,(8).

[3] JTG F40—2004,公路沥青路面施工技术规范[S].

[4] 姚祖康. 公路设计手册:路面. 人民交通出版社,1999.

[5] JTJ 014—97,公路沥青路面设计规范[S].