

布敦岩沥青混合料路用性能研究

王联芳

河北省交通勘察设计研究院 (石家庄 050091)

摘要 通过试验验证了 BUTON (布敦) 岩沥青混合料的路用性能。利用 GTM 试验方法对掺加不同掺量布敦岩沥青的混合料进行了配合比设计, 得出了最佳油石比和标准密度; 并对 0%、10%、15%、20% 掺量的布敦岩沥青混合料的高温抗车辙性能、低温抗裂性能和水损害性能进行了试验研究; 结果表明掺加布敦岩沥青后沥青混合料的动稳定度由 906 次/mm 提高到 2 032 次/mm, 低温弯沉应变由 2 050 μE 提高到 2 940 μE , 冻融劈裂强度比由 85.5% 提高到 98.6%; 并且随着布敦岩沥青掺量的增加, 路用性能仍继续提高。试验结果说明了布敦岩沥青混合料是一种性能优良的沥青混合料。

关键词 布敦岩沥青 GTM 设计 路用性能

布敦岩沥青是产于印度尼西亚布敦岛的天然岩沥青, 由古生代石油渗透到岩层中, 经过长期的海底沉积、承受压力和地质变动而形成的沥青岩, 其中沥青含量约 20%, 其余为石灰岩矿物质。其外观呈深褐色细颗粒状, 最大粒径小于 2 mm, 稍有煤油味。根据有关研究^[1], 岩沥青中的沥青的软化点达到 70~90 °C, 由于岩沥青经过无数年的环境考验, 耐老化性能特别好, 作为石油沥青的改性剂将会起到良好的效果。岩沥青中的矿物质不仅粒度很细, 而且有很好的吸收沥青的能力, 均属于石灰岩性质, 具有提高沥青与集料的粘附性的作用, 在印尼也称为活性剂。为了检验布敦岩沥青的路用性能, 根据印尼的布敦岩沥青质量标准对布敦岩沥青进行了室内试验, 结果见表 1。

表 1 布敦岩沥青试验

项 目	试验结果	印度尼西亚国家标准	
		Min	Max
沥青含量, %	24.0	18	
溶解度 (三氯乙烯), %	24.0	18	
密度 / (g·cm ⁻³)	1.83	1.70	1.90
闪点 / °C	270	230	
加热损失, %	0.55		2.0
含水量, %	0.64		2.0
矿物质最大颗粒尺寸 / mm	1.18		2.0

从表 1 看出, 所检试样质量除密度指标外, 其余指标均高于印尼国家标准要求。

布敦岩沥青颗粒尺寸筛分结果见表 2。

表 2 布敦岩沥青颗粒尺寸筛分结果

项 目	筛孔尺寸 / mm					
	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率, %	100.0	94.5	74.4	50.8	29.4	11.4

1 掺布敦岩沥青的沥青混凝土性能研究

1.1 试验方案

布敦岩沥青的掺量对沥青混合料的技术指标和成本影响较大, 为此我们进行了不同掺量的布敦岩沥青的沥青混合料性能的试验。试验采用外掺, 纯布敦岩沥青掺量分别为普通沥青的 0%、10%、15%、20%。由于岩沥青中含有 24% 的沥青, 其余 76% 为岩石粉, 因此在进行配合比试验和沥青混合料性能试验时, 应该根据含油量的不同对各种料的比例进行调整, 保证合成矿料级配不变。沥青混合料配合比设计采用 GTM 设计方法, 确定最佳用量和最大密度。

收稿日期: 2005-07-12。

作者简介: 王联芳, 男, 工程师。1992 年毕业于石家庄铁道学院桥梁系建筑材料专业。2003 年河北工业大学函授本科毕业, 土木工程专业。从事高速公路道路材料研究及试验工作。

1.2 原材料及矿料级配设计

集料采用鹿泉产石灰岩石料；填料为鹿泉产矿粉。

沥青采用韩国 SK AH-70 沥青，密度为 1.035 g/cm^3 。

沥青混合料级配采用调整的 AC-20 配合比，其合成后的级配见表 3。

表 3 沥青混合料合成矿料级配

筛孔尺寸/mm	合成级配, %	规范要求, %
26.5	100	100
19.0	97.0	95~100
16.0	89.2	82~90
13.2	81.2	70~89
9.5	67.9	58~70
4.75	46.4	40~52
2.36	28.3	27~37
1.18	19.6	18~26
0.6	17.3	12~20
0.3	12.9	7~15
0.15	10.0	5~11
0.075	7.0	4~8

1.3 沥青混合料 GTM 设计结果

GTM 试验方法是基于应力应变理论的沥青混合料配合比设计方法。采用 GTM 设计的沥青混合料的抗剪强度高于所受的剪应力，沥青混合料高温稳定性好，更适用于高等级公路的路面设计。试验采用 GTM 设计方法，设定试验压强为 0.7 MPa ，根据 ASTM D3387—1996 规范，进行不同油石比情况下的 GTM 试验，最终确定的最佳油石比及相应标准密度见表 4。

表 4 沥青混合料 GTM 设计结果

项 目	纯布敦岩沥青外掺量, %			
	0	10	15	20
最佳油石比, %	4.0	4.2	4.2	4.2
标准密度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	2.495	2.482	2.490	2.511

由表 4 看出，随着纯布敦岩沥青用量的增加，

最佳油石比相差不大，标准密度逐渐增加。

1.4 沥青混合料高温性能的对比

检验高温稳定性的车辙试验，依据 JTJ 052—2000《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》进行，加载压力 0.7 MPa ，试验温度 $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 。试验结果见表 5。

表 5 沥青混合料车辙试验结果

项 目	纯布敦岩沥青外掺量, %			
	0	10	15	20
车辙深度/mm				
45 min	2.944 2	1.968 7	1.865 1	1.505 1
60 min	3.633 2	2.280 4	2.108 3	1.697 6
DS / ($\text{次}\cdot\text{mm}^{-1}$)	906	203 2	259 4	330 3

从以上数据可以看出随着布敦岩沥青用量的增加，混合料的抗高温性能增强，掺岩沥青 10% 时，沥青混合料的动稳定度次数达到了规范要求的改性沥青混合料要求；与未掺岩沥青的混合料相比，掺 10% 岩沥青时，动稳定度 (DS) 值提高 124%，15% 时提高 187%，20% 时提高 265%，提高效果显著。同时随着掺量的增加，车辙的深度也在降低，这说明采用布敦岩沥青可以有效提高混合料的高温稳定性。

1.5 抗水损害性能的试验

水稳性试验采用简化的 Lottman 试验方法。采用 GTM 成型试件，试件的压实度为 97%。试件在常温下浸水 20 min， 0.09 MPa 真空条件下抽空 20 min，然后在 $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ 条件下冷冻 16 h，在 $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 水浴中放置 24 h，然后在 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 水中放置 2 h 后测劈裂强度。试验结果见表 6。掺布敦岩沥青的混合料抗水损害能力提高，是因为布敦岩中含有大量的活性物质。布敦岩岩石粉中主要成份为 CaCO_3 ，含量达到 60%，属于碱性物质，可以有效地提高沥青与集料的粘结性，提高混合料的抗水损害性。

1.6 抗裂性能的研究

采用低温弯曲试验，试验依据 JTJ 052—2000，采用轮碾成型机制作车辙件，切割后进行试验，加载速度 50 mm/min ，试验结果见表 6。试验结果表明随着布敦岩沥青用量的增加，沥青混

合料的抗变形能力增强。文献[2]的结论中指出：“沥青的性能是低温开裂和温度疲劳开裂的最主要因素。在最佳用油量的范围内，沥青用量的变化对低温开裂和温度疲劳开裂的影响甚微，空隙率、压实度、渗透系数等指标的变化对低温开裂和温度疲劳开裂的影响甚微”。因此，掺有岩沥青的混合料由于起到对沥青胶结料的改性作用，增加了集料间的粘结力，使得混合料的抗变形能力加强。

表 6 沥青混合料冻融、低温弯曲试验结果

项 目	纯布敦岩沥青外掺量, %			
	0	10	15	20
冻融试件劈裂强度/MPa	0.67	0.93	0.98	1.04
未冻试件劈裂强度/MPa	0.78	0.94	0.99	1.02
冻融劈裂强度比, %	85.5	98.6	99.3	102.0
低温弯曲应变/ $\mu\epsilon$	205.0	294.0	350.0	399.0

2 结语

由于天然沥青经受了大自然长期恶劣环境的锤炼，耐久性优良，作为改性剂掺入沥青混合料中可以提高沥青混合料的路用性能，增强路面的耐久性。室内试验的结果表明：

a) 布敦岩沥青混合料高温性能优良，随着掺量的增加，耐高温性增长。

b) 掺入布敦岩沥青后由于提高了沥青与集料的粘附性，使得沥青混合料的水稳性提高。

c) 掺入布敦岩沥青后由于提高了粘结力，沥青混合料低温抗裂性能增强。

参考文献

- 董志伟. 印尼布敦岩沥青 (BRA) 在路面工程中的应用研究. 山西交通科技. 2004: (1)
- Ted S, Vinson, et al. Summary Report on Low Temperature and Thermal Fatigue Cracking. SR-OSU-A-003A-89-1

Research on the Pavement Performance of Buton Rock Asphalt

Wang Lianfang

Hebei Communication Survey & Design Institute (Shijiazhuang 050091, china)

Abstract: According to the experiment of the BUTON rock asphalt mixture, it is verified that it can be used in the road. The mixed ratio of BUTON rock asphalt mixture with different proportion was designed, by the GTM experimental method. Then, the optimum proportion of the oil and stone, and the standard density were obtained. The performances of the resisting rut under high temperature, the resisting dehiscence under low temperature, and the resisting damage by water of the BUTON rock asphalt mixture with 0%、10%、15%、20% proportion have been researched. The result indicated that the dynamic stability rised from 906 times/mm to 2032 times/mm, the bending strain under low temperature rised from 2 050 $\mu\epsilon$ to 2 940 $\mu\epsilon$, the freeze-thaw cleavage strength rised from 85.5% to 98.6%. And with the the proportion of BUTON rock asphalt rising, the mixture can be better used in road. It indicates that the BUTON rock asphalt mixture is good in performance.

Keywords: BUTON rock asphalt; GTM design method; Pavement performance