

EME 沥青混凝土在江阴大桥连接线路面养护中的应用

李向阳

江苏现代路桥有限责任公司, 江苏 南京 210049

[摘要] 为了评价复合高模量 EME-14 沥青混凝土在路面养护中的应用效果, 文章结合江阴大桥路面养护工程, 从沥青混合料配合比设计、路用性能验证、拌合、摊铺、碾压及质量控制等方面, 系统阐述了复合高模量沥青混凝土 EME-14 铺面技术。通过双控压实度指标检验表明, 复合高模量剂 HM 具有良好的温拌效果易压成型, 复合高模量沥青混凝土 EME 养护技术在沥青路面养护工程中产生了良好的应用效果, 可为以后路面养护工程提供借鉴。

[关键词] 复合高模量; EME; 复合高模量剂 HM; 施工技术; 质量控制引言

DOI: 10.33142/aem.v1i4.1032

中图分类号: U416.217

文献标识码: A

Application of EME Asphalt Concrete in Maintenance of Connecting Line Surface of Jiangyin Bridge

LI Xiangyang

Jiangsu Xiandai Road and Bridge Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210049, China

Abstract: In order to evaluate application effect of composite high modulus EME-14 asphalt concrete in pavement maintenance, this paper systematically expounds EME-14 pavement technology of composite high modulus asphalt concrete from aspects of asphalt mix design, pavement performance verification, mixing, paving, rolling and quality control, combining with pavement maintenance project of Jiangyin Bridge. The test of double-controlled compactness index shows that composite high modulus agent HM has good warm mixing effect and easy compression forming. EME maintenance technology of composite high modulus asphalt concrete has produced good application effect in asphalt pavement maintenance engineering, which can provide reference for future pavement maintenance engineering.

Keywords: composite high modulus; EME; composite high modulus agent HM; construction technology; quality control introduction

江阴大桥连接线由于通车时间较长, 在车辆荷载及环境因素的综合作用下, 江阴大桥连接线路面出现较严重车辙、裂缝、坑塘、网裂等病害, 为了解决江阴大桥连接线沥青路面典型的疲劳裂缝、空槽、车辙等病害, 首次采用复合高模量沥青混凝土 EME-14 结构, 以提高江阴大桥沥青路面使用性能, 延长沥青路面养护周期。

1 复合高模量 EME 的特点

复合高模量混凝土源自法国 EME 沥青混合料铺面技术, 一般是指复数模量超过 14000MPa 的沥青混合料。以复合高模量剂 HM 对普通沥青进行改性, 拌合石灰岩(或玄武岩、辉绿岩)制备而成。EME 沥青混合料设计思路是采用连续级配外加一定比例的高模量剂来提高沥青混凝土的模量以及减小荷载作用下的应变, 从而提高路面抗车辙能力。EME 沥青混凝土具有以下特点:

- (1) SBS 改性沥青掺加复合高模量剂。
- (2) 油石比高。
- (3) 空隙率低(旋转压实空隙率 1.5~3.0%)。

由于复合高模量沥青混凝土 EME 在结构组成方面具有上述特点, 所以它的高温稳定性能、抗水损害性能及抗疲劳性能相比其他类型混合料较优越^[1]。

2 原材料技术要求

2.1 复合高模量剂 HM

复合高模量剂 HM 采用线型含有芳香基团的低密度聚乙烯 LLDPE, 复配多链聚烯烃的弹性剂为原材料, 属于一种增强沥青刚性, 改善沥青变形恢复能力的外掺改性剂。本项目所添加复合高模量剂的掺量为矿料质量 1.0%, 其质量要求如下表 1 所示。

表1 复合高模量剂 HM 技术要求

试验项目	单位	技术指标
针入度 (25℃, 100g, 5s)	0.1 mm	≤5
软化点	℃	110~140
灰分	%	≤1.0
熔滴点	℃	100~145
掺量	%	矿料质量 1~1.5%

复合高模量剂 HM 有胶结作用,加筋作用以及变形作用。另外,复合高模量剂具有一定的温拌效果,降低施工温度,提高施工性能。

2.2 沥青胶结料

本项目所采用的沥青为 SBS 改性沥青,沥青各项性能指标符合下表 2 要求。

表2 SBS 改性沥青技术要求

试验项目	技术要求	
针入度 (25℃, 100g, 5s) (0.1 mm)	40~70	
延度 (5 cm/min, 5℃) (cm)	≥25	
软化点 (环球法) (℃)	≥70	
溶解度 (%)	≥99	
60℃旋转粘度 (Pa. s)	≥20000	
135℃运动粘度 (Pa. s)	≤3	
闪点 (℃)	≥245	
弹性恢复 (%)	≥80	
离析, 软化点差 (℃)	≤2.5	
RTFOT 试验	质量损失 (%)	±0.5
	针入度比 (25℃) (%)	≥65
	延度 (5 cm/min, 5℃) (cm)	≥15
PG 分级	PG76-22	

2.3 粗集料

粗集料的品质好坏对高模量沥青混凝土 EME 性能由较大的影响,因此,宜选用高黏附性、高耐磨耗性、高耐破碎性的优质玄武岩集料,且需特别注意控制集料压碎值指标不能超过 18%。在集料加工过程中应严格控制集料针片状颗粒的含量,集料颗粒近似立方体^[2]。

2.4 细集料

细集料选用质地坚硬、干净清洁,有一定级配的米砂,细集料的压碎值要小于 10%、棱角性小于 30S (流动时间法),砂当量应不小于 60%, 0.075 mm 筛孔通过率不大于 12%。

2.5 矿粉

矿粉选用石灰岩石料磨细的矿粉,矿粉应干燥、清洁,无结团。0.075 mm 筛孔通过率大于 80%,亲水系数小于 0.8,

含水量小于 0.9%。

3 混合料级配设计

3.1 级配设计

复合高模量沥青混合料 EME-14 配合比采用 Superpave 设计方法,混合料的级配为骨架密实结构的连续级配,与我国连续级配混合料的差异重点在筛孔 0.075 mm 通过率,或是矿粉的含量。复合高模量 EME-14 沥青混合料典型级配要求如下表 3 所示。

表 3 复合高模量混凝土 EME-14 级配要求

筛子通过率 (mm)	最小	最大
13.2	90	100
4.75	40	60
2.36	25	38
0.075	6	8

本项目通过拌合楼调试及室内试验,确定了如表 4 所示的级配,即 1 号料 (5~15mm) : 2 号料 (3~5mm) : 3 号料 (0~3mm) : 矿粉=50% : 17% : 29% : 4%。

表 4 复合高模量沥青混凝土 EME-14 级配设计结果

筛孔 集料	通过筛孔 (方孔筛, mm) 百分率/%									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
1 号料	100	97.2	61.7	3.6	2.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
2 号料	100	100	100	71.9	8.1	4.6	1.9	1.1	0.9	0.7
3 号料	100	100	100	100	72.9	49.2	29.6	19	14.9	12.2
矿粉	100	100	100	100	100	100	100	100	99.7	81.3
合成级配	100	98.6	80.9	46.7	27	19.4	13.4	10.3	9.1	7.5
级配范围	-	100~90	-	60~40	38~25	-	-	-	-	8~6

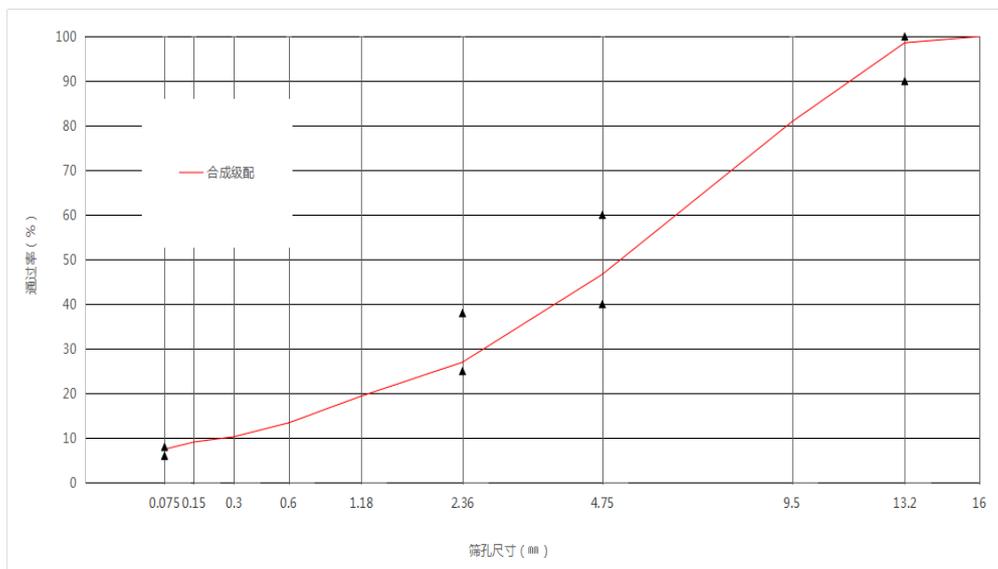


图 1 合成级配曲线图

3.2 油石比的设计

江阴大桥连接线路面养护项目采用的 EME-14 高模量沥青混合料的胶结料用量通过丰度系数 K 控制, 要求丰度系数 $K > 3.4$, 本项目系数 K 计算结果如表 5.

表 5 K 值计算参数

参数	G/%	S/%	s/%	f/%	$\rho_G / g \cdot cm^{-3}$
计算结果	35.2	54.7	2.7	7.4	2.704

由计算可知, 当综合油石比为 5.5% 时, $K=3.44 > 3.4$, 即 5.5% 的油石比可作为设计油石比, 沥青用量为 SBS 改性沥青与复合高模量改性剂 HM 配制合计用量。

3.3 混合料设计指标及性能验证

根据沥青混合料旋转压实技术的要求对试拌混合料进行旋转压实试验, 试验结果汇总如表 7 所示。

表 6 旋转压实设备要求

试验方法	旋转压实仪试验
试验参数	EN12697-31
旋转压实角度	内部角 ($1.16^\circ \pm 0.02^\circ$)
旋转次数	100 次
转速	$30 \pm 0.5 \text{ rev/min}$
竖向压力	$0.6 \pm 0.018 \text{ MPa}$
试件直径	$150 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$

表 7 旋转压实试验结果汇总

体积指标 级配	油石比 (%)	试件毛体积相对密度	理论最大相对密度	空隙率 VV (%)
合成级配	5.5	2.456	2.495	1.6
技术要求	/	/	/	1.5~4.0

根据合成级配矿料比例并按照 5.5% 油石比进行复合高模量沥青混凝土 EME-14 浸水马歇尔试验、冻融劈裂试验检验设计沥青混合料水稳定性能; 车辙试验 ($60 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 $0.7 \pm 0.05 \text{ MPa}$) 检验沥青混合料高温稳定性能; 弯曲试验 (-10°C) 性能验证检验沥青混合料低温抗裂性; 试验结果如下表 8 所示。

表 8 设计的复合高模量沥青混凝土 EME-14 性能验证

技术指标	设计结果	设计要求
浸水残留稳定度 (%)	90.8	≥ 85
冻融劈裂强度比 (%)	84.9	≥ 80
动稳定度 (次/mm)	6947	≥ 6000
弯曲应变 ($\mu\epsilon$)	2233	≥ 1800

4 复合高模量沥青混凝土 EME-14 施工控制

复合高模量沥青混凝土 EME-14 施工控制的关键在于怎样精准控制复合高模量剂 HM 的投放, 在本项目中, 复合高模量剂 HM 用量先根据拌和机的生产能力计算每锅掺加量, 然后将每锅的复合高模量剂 HM 按袋分装, 采用机械投放,

确保复合高模量剂搅拌充分、分散均质，最大限度发挥复合高模量剂改性作用^[3]。

4.1 混合料拌合

EME-14 的拌合以沥青混合料拌合均匀、无花白料为度。先将预先称重的复合高模量剂 HM 与集料进行干拌，干拌时间 15 秒，然后加入 SBS 改性沥青进行湿拌，拌合时间约 50-55 秒。拌合要注意目测检查混合料的均匀性，观察混合料有无花白、冒青烟和离析等现象。

表 9 复合高模量 EME-14 沥青混合料的施工温度 (°C)

SBS 改性沥青加热温度	165~170
矿料温度	185~190
混合料出厂温度	170~180 超过 190 者废弃
混合料运输到现场温度	≥165
摊铺温度	≥160
初压温度	不低于 150
复压温度	不低于 130

4.2 混合料运输

为保证沥青混合料及时地运至摊铺现场，本项目配备了 30 台运输车辆，每台车辆载重 40 吨以上。在装料前，仔细检查车厢内是否清洁、是否涂有隔离剂等，装料时采用来回移动装料方式防止离析。在运输过程中，采取油毡布及棉被覆盖，防止温度散失。混合料到达摊铺现场后专人测量混合料温度，到场温度控制在 165°C~180°C，不符合要求的应当废弃。每台车的发动机和油箱位置采用有效的防漏油措施^[4]。

4.3 混合料摊铺

由于路面宽度为 11.25m，所以本项目采用 2 台摊铺机梯队进行摊铺，两台摊铺机前后行走间距为 5m~10m，搭接宽度控制在 5cm~10cm，以确保纵向接缝质量。当摊铺至桥头时，左右两边每 5 米设置一个控制桩，按照计算松铺厚度走钢丝绳进行摊铺。摊铺过程中尽量减少收斗次数，减少混合料离析。摊铺机后配置专人检查摊铺厚度及观察离析情况，摊铺速度控制在 2m/min~3m/min 范围内。

4.4 混合料压实

沥青混合料的压实是沥青面层施工质量的最重要环节，本项目主要配备 12t 双钢轮压路机 4 台，30t 胶轮压路机 4 台。先采用 12t 双钢轮压路机 3 台紧跟摊铺机静压各 2 遍，然后采用 30t 胶轮压路机 3 台碾压 3 遍，最后采用 12t 双钢轮压路机 2 台进行收光碾压，消除轮迹。相邻碾压带重叠 0~5cm，避免双钢轮对某些局部过压或欠压。

5 路面压实度质量检测

本项目压实度采用双控指标，要求室内旋转标准密度的压实度不小于 98%，最大理论密度压实度为 94%~97%，实测空隙率应在 2%~4%最佳。

表 10 江阴大桥 EME-14 施工混合料芯样压实度检测

取芯位置	芯样高度 (cm)	芯样相对密 度	马氏相对密 度	理论最大相 对密度	压实度/%	
					马氏	理论
K1057+500 二车道 距缝 1.5m	4.2	2.398	2.435	2.510	98.5	95.5
K1057+700 二车道 距缝 1.5m	4.1	2.403	2.435	2.510	98.7	95.7
K1057+900 二车道 距缝 1.5m	4.2	2.420	2.435	2.510	99.4	96.4

取芯位置	芯样高度 (cm)	芯样相对密 度	马氏相对密 度	理论最大相 对密度	压实度/%	
					马氏	理论
K1057+100 一车道 距缝 1.5m	3.9	2.423	2.435	2.510	99.5	96.5
K1057+300 一车道 距缝 1.5m	3.9	2.418	2.435	2.510	99.3	96.3
K1057+150 二车道 距缝 1.5m	4.0	2.411	2.435	2.510	99.0	96.1
K1057+320 二车道 距缝 1.5m	4.0	2.403	2.435	2.510	98.7	95.7
K1057+150 三车道 距缝 1.5m	3.9	2.421	2.436	2.516	99.4	96.2
K1057+300 三车道 距缝 1.5m	4.0	2.431	2.436	2.516	99.8	96.6
代表值	4.0	/	/	/	98.8	95.9
平均值	4.0	2.414	2.435	2.511	99.1	96.1
设计要求	≥4.0	/	/	/	≥98	95~97

6 结束语

(1) 复合高模量沥青混凝土 EME-14 空隙率低、高温稳定性强、施工和易性优, 在江阴大桥路面养护工程中得到了成功应用。

(2) 经过试验验证, 复合高模量沥青混凝土 EME-14 高低温性能以及水稳定性均符合设计要求。

(3) 复合高模量剂 HM 通过人工直投方式添加, 施工工艺简单, 施工碾压温度按 150℃ 控制, 双控压实度指标满足要求, 验证了复合高模量剂 HM 具有良好的温拌效果利于碾压成型, 能够有效确保沥青路面的施工质量。

[参考文献]

- [1] 薛善光. 法国高模量级配与国内典型级配的沥青混合料力学性能对比[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2018, 14(02): 102-104.
- [2] 戚林玲, 龚建君, 王晓菲, 吴超. 基于抗车辙性能提升的复合高模量沥青混合料研究[J]. 工程技术研究, 2019, 4(02): 9-11.
- [3] 陈李峰, 关永胜. 基于低标号沥青颗粒掺配技术的耐久性高模量沥青混合料应用研究[J]. 公路交通技术, 2014, 6(03): 14-22.
- [4] JTG F40-2004《公路沥青路面施工技术规范》[S]. 北京
- 作者简介: 李向阳(1982-), 本科, 工程师。