

水性高分子改性乳化沥青混合料性能评价

王寒

(山东交通学院 山东济南 250357)

摘要:采用水性高分子材料作为改性剂、丙烯酸树脂作为增韧剂对乳化沥青进行改性,以此制备水性高分子改性乳化沥青混合料,测试其路用性能,并与热拌沥青混合料进行对比。试验结果表明,采用此种改性方式制备的改性乳化沥青混合料路用性能较热拌沥青具有明显优势,而加入适量的增韧剂能有效的提高水性高分子改性乳化沥青混合料的低温性能,可使混合料的低温性能达到了规范的要求。

关键词:冷拌冷铺沥青混合料;水性高分子改性乳化沥青;路用性能;性能对比

Performance evaluation of waterborne polymer modified emulsified asphalt mixture

Wang Han

(Shandong Transportation College, Jinan, Shandong Province, 250357)

Abstract: In this paper, water-based polymer materials as a modifier, the use of acrylic resin as a toughening agent, which will be added to the emulsified asphalt emulsified asphalt modified to form a water-based polymer modified emulsified asphalt mixture. The material was evaluated and its performance was evaluated and compared with hot mix asphalt. The test results show that adding appropriate amount of toughening agent can effectively improve the low temperature performance of modified water-polymer modified asphalt mixture. The low temperature performance of the mixture to meet the norms of the requirements.

Key words: cold mix cold asphalt mixture; water-based polymer modified emulsified asphalt; road performance; performance comparison

0. 前言

针对现有热拌沥青路面技术能耗高、污染重、排放大以及传统冷拌沥青路面技术性能差、普适低、应用窄等现状^[1-2],开发新一代高性能冷拌沥青路面技术^[3,4],打破现有热拌沥青路面和传统冷拌沥青路面的技术壁垒,在显著提高传统冷拌沥青路面性能的同时克服现有热拌沥青路面技术的缺点,真正体现高性能冷拌沥青路面技术的双重优势^[5]。

水性环氧沥青是一种可以再低温的条件下施工的新型材料,它采用的低温拌合技术能有效的减少废气的排放,从而保护了施工人员的健康,也做到了绿色施工的要求^[6]。但对水性高分子改性乳化沥青混合料性能评价研究较少,本文将其路用性能进行评价,并与热拌沥青混合料进行对比。

1. 试验部分

1.1 原材料

(1) 基质沥青

基质沥青采用 SK-90A 沥青,基质沥青 SK-90A 技术指标见表 1。

表 1 沥青 SK-90A 性能测试结果

指标	25° C 针入度 /0.1mm	软化点/ ° C	10° C 延度 /cm	RTFOT 后的残留物		
				质量变 化/%	针入度 比/%	10° C 残 留物延 度/cm
实测值	82	54	50	-0.124	53	9.7
技术标准	80~100	≥42	≥30	≤±0.8	≥50	≥6

(2) 乳化剂

采用的乳化剂是阳离子乳化剂,破乳速度为慢裂,其性能见表 2。

表 2 乳化剂性能测试结构

项目	活性物含量/%	PH 值	外观	气味
指标	76	8.5	黑褐色粘稠液体	无刺激性气味

(3) 改性剂

改性剂采用水性环氧树脂、固化剂以及增韧剂。水性环氧树脂为某国产水性环氧树脂 E51,固化剂为胺类 T-450 固化剂,其性能见表 3。增韧剂为丙烯酸乳液 Soleryl SX-1420,性能见表 4。水性聚氨酯性能见表 5。

表 3 水性环氧树脂及固化剂技术指标

项目	外观	固含量 /%	比重	粘度	PH 值	环氧值	活泼 氢当 量
水性环氧树脂	乳白色均匀液体	≥58	1.05~1.10	≤2	6~8	0.24~0.27	-
固化剂	淡黄色透明液体	≥50	1.05~1.10	≤10	8~10	-	300

表 4 丙烯酸乳液 Soleryl SX-1420 技术指标

项目	技术指标
外观	半透明乳液
固含量 wt%	42
分子量	≥200000
PH 值	8.5
粘度 (cps)	1200
密度 (g/ml)	1.05

表 5 水性聚氨酯技术指标

项目	指标
外观	乳白色半透明液体
固含量	35±1
PH 值	7±1
粘度 (25° C.MPA.S)	2000±3000
密度 (25° C)	1.05

1.2 混合料的级配

选取 AC-13 型沥青混合料作为研究对象, 混合料合成级配

表 6 AC-13 型混合料试验级配

AC-13	通过以下筛孔 (mm) 集料的质量分数 (%)									
	0.075	0.15	0.3	0.6	1.18	2.36	4.75	9.5	13.2	16
上限	8	15	20	28	38	50	68	85	100	100
下限	4	5	7	10	15	24	38	68	90	100
级配	6.0	10.0	13.0	19.0	26.0	37.0	53.0	76.0	95.0	100

1.3 水性环氧乳化沥青的制备

乳化沥青制备步骤: (1) 在烘箱中, 将基质沥青加热到 130℃。(2) 将乳化剂与水按照比例进行混合, 并加热到 60℃。在加热过程中人工搅拌, 保证乳化剂均匀溶解。(3) 将剪切仪放入乳液中, 打开剪切仪, 低速剪切, 将 130℃的热沥青分两次缓慢加入乳液中。(4) 将沥青和乳液混合溶液在 60℃下剪切 120min。(5) 将剪切完全的乳化沥青冷却至室温 (冷却降温过程中注意搅拌, 避免结皮), 贮存待用。

2. 试验结果与结论

2.1 水稳定性能

水性高分子乳化改性沥青与集料的粘附性比普通乳化沥青与集料的粘附性有所提高, 所以在一定程度上可以提高其水稳定性, 结果见表 7 及 8。由表 7 可知, 未加增韧剂的水性高分子乳化沥青混合料和加入增韧剂的水性高分子乳化改性沥青混合料的残留稳定度差别不是很大, 但它们都相对于普通热拌沥青混合料有所降低, 表明它们的在浸水后强度损失比普通沥青混合料要大。造成强度损失的原因是由于乳化沥青中含有的大量的水, 在一次击实后的 110℃ 养生条件下, 温度较高, 水分蒸发后, 原本水分占据的空间就成了空隙, 虽然进行了二次击实, 但是二次击实对于微空隙并没有明显的效果。在长期的浸水条件下, 水分进入微空隙中, 破坏了沥青与集料之间的粘聚性, 使其强度下降。

表 7 浸水马歇尔试验数据

类型	浸水 2h 马歇尔稳定度 /KN	浸水 48h 马歇尔稳定度 /KN	残留稳定度 /%
水性高分子改性乳化沥青混合料	13.2	10.6	80.2
水性高分子改性乳化增韧沥青混合料	14.1	11.33	80.4
SK-90#热拌沥青混合料	8.2	6.9	84.0
普通乳化沥青	6.3	5.4	85
规范要求	≥8	-	≥85

由表 8 可知, 加入增韧剂和未加增韧剂的水性高分子乳化改性沥青混合料冻融后的劈裂强度较低, 甚至不冻的水性高分子乳化改性沥青混合料比冻融过后的热拌沥青混合料的劈裂强度还要低。但是, 比较冻融前后的劈裂强度发现, 无论是加了增韧剂还是不加增韧剂的水性高分子乳化改性沥青的劈裂强度都没有明显的变化, 说明冻融循环对水性高分子乳化改性沥青并没有影响, 并且, 加入增韧剂和没加增韧剂的水性高分子乳化改性沥青混合料的 TSR 都要远高于普通热拌沥青混合料。对比未加改性剂和加入改性剂的乳化沥青发现, 加入改性剂有效的提高了乳化沥青混合料的劈裂强度和 TSR。根据规范, 加入增韧剂的水性高分子乳化改性乳化沥青混合料的水稳定性满足

见表 6。

要求。

表 8 四种混合料冻融劈裂试验结果

类型	冻融前劈裂强度 /MPa	冻融后劈裂强度 /MPa	TSR /%	规范要求 /%
热拌沥青混合料	0.90	0.81	90.00	≥80
水性高分子改性乳化沥青混合料	0.53	0.52	98.11	≥75
水性高分子改性乳化沥青混合料	0.59	0.57	96.61	≥75
普通乳化沥青混合料	0.49	0.30	61.22	--

2.2 高温稳定性

从表 9 可以看出, 水性高分子改性乳化沥青混合料的动稳定度较高, 高于热拌沥青混合料的实测值和技术规范中的要求, 约为技术规范最低值的 8.65 倍, 热拌沥青混合料的 22.77 倍, 由此可见加入环氧树脂可以显著提高混合料的高温性能。这主要是由于环氧树脂分子与沥青分子相互交联, 形成立体空间网状结构, 从加入了增韧剂的水性高分子改性乳化沥青混合料动稳定度可以看出, 加入增韧剂以后的水性高分子改性乳化沥青混合料的动稳定度比没加增韧剂的水性高分子改性乳化沥青混合料提高了 1.5 倍, 远远超过热拌沥青混合料和规范值, 由于增韧剂加强了环氧树脂分子与沥青分子的相互交联, 使网状结构更加紧密, 当沥青吸附在这些结构上时, 温度在 60 摄氏度是也不会发生蠕变, 且环氧树脂分子中的高活性环氧基团已与固化, 和水泥水化反应的氢氧根离子促进固化, 形成具有热固性三维网络结构的环氧树脂固化物, 提升了与集料的胶结能力, 进而提升了混合料的高温性能。

表 9 三种混合料车辙试验结果

类型	测试值 / (次 /mm)	规范要求 / (次 /mm)
热拌沥青混合料	760	≥600
水性高分子改性乳化沥青混合料	17303	≥2000
水性高分子改性乳化增韧沥青混合料	26918	≥2000

2.3 低温性能

由于目前对冷拌沥青混合料的低温性能皮匠依据没有相关的规范, 因此此采用与热拌沥青混合料的技术指标进行对比分析, 使用低温弯曲试验进行评估。从表 10 可以看出, 未加入增韧剂的水性高分子改性乳化沥青混合料的低温弯曲破坏应变不满足规范要求, 且低于传统的热拌沥青混合料, 比热拌沥青混合料下降了 19%, 究其原因是因为, 乳化剂对沥青的低温性能有严重的破坏作用, 在制作乳化沥青的过程中, 高速剪切和加热会加速沥青的老化, 从而降低沥青的延度。加之环氧树脂的

固化反应是一种不可逆的化学反应，一旦发生固化就会产生较大的脆性，降低了混合料的韧性，使混合料的变形能力降低，在试验时会发生脆断。还有就是在制作混合料时加入了 1.5% 的水泥代替原来的矿粉，水泥和水发生水化反应形成的产物也是一种脆性材。分析加入了增韧剂的水性高分子乳化改性沥青混合料发现，因为增韧剂的加入，水性高分子改性乳化沥青混合料的低温破坏应变有了明显的提高，甚至超过了热拌沥青混合料，且满足规范的最低要求。

表 10 混合料低温弯曲试验记录

类型	破坏应变/ $\mu\epsilon$	规范要求/ $\mu\epsilon$
热拌沥青混合料	2206	≥ 2000
水性高分子改性乳化沥青混合料	1786	≥ 2000
水性高分子改性乳化增韧沥青混合料	2436	≥ 2300

3. 结论

对增韧前后的水性高分子乳化改性沥青混合料的高温性能，低温性能，水稳定性能进行了测试，并与热拌沥青混合料进行对比，通过对试验数据的分析：

(1) 增韧后的性高分子乳化改性沥青混合料的高温性能和水稳定性能较不增韧的性高分子乳化改性沥青混合料有一定的提高，且能满足规范的要求。其中高温性能较普通沥青的提高较为巨大。

(2) 加入增韧剂以后的性高分子乳化改性沥青混合料低温性能较不加增韧剂的有明显改善，且能够达到规范的要求，但超出规范的部分较低，在严寒地区仍然不适用。

参考文献：

- [1] 姚晓光,许涛,王燕.沥青路面不同厂拌热再生方案经济环保性量化评价[J].武汉大学学报(工学版),2021,54(12): 1133-1139.
- [2] 项艇,张庆.热拌沥青混合料施工节能减排技术研究[J].黑龙江交通科技,2020,43(04):53-54.
- [3] 刘永峰.冷拌冷铺水性环氧乳化沥青路面建设期内能耗与排放测算[J].中国公路,2022(15):108-110.
- [4] 李佳林.环氧树脂与环氧涂料[M].化学工业出版社.2003.3.
- [5] 何远航,张荣辉.水性环氧树脂改性乳化沥青在公路养护中的应用[J].新型建筑材料,2001,34(5):37-40.
- [6] 傅豪,王朝辉,刘鲁清,刘伟,余四新.路用水性环氧改性乳化沥青组成优化及耐久性能评价[J].材料导报,2023(18):1-22.