

文章编号:1005-0523(2013)02-0090-05

不同温拌外加剂对沥青混合料的降温效果研究

车常伟,高晓月,陈景雅,陈俊

(河海大学土木与交通学院,江苏南京 210098)

摘要:温拌技术的关键是温拌外加剂。不同的温拌外加剂对沥青混合料的降温效果不同,从而需要经过具体试验来选择合适的温拌外加剂,以达到理想状态。研究4种温拌外加剂对AC-13混合料的降温效果。试验方案:用同种级配及油石比,对不同外加剂的温拌沥青混合料在不同温度下进行马歇尔击实试验,检测试件空隙率变化情况,并对不同外加剂的温拌沥青混合料达相同空隙率时的击实温度进行对比,确定降温效果最为明显的外加剂,并与热拌SBS改性沥青击实试件相对比,确定降温效果。

关键词:温拌外加剂;马歇尔击实试验;降温效果

中图分类号:U416.217

文献标志码:A

随着高等级道路的不断发 展,沥青路面已成为主要的路面形式。我国的沥青路面大多采用热拌沥青混合料,这种混合料在拌和、摊铺及碾压时需要较高的温度,因而不仅需要消耗大量的能源,而且排出大量的废气和粉尘,影响周围的环境质量和施工人员的身体健康,同时较高的温度还会使沥青产生热老化而影响路用性能。温拌沥青混合料较热拌沥青混合料其燃料消耗量降低 20%~30%,摊铺、碾压过程中烟气排放减少 50%以上^[1-3]。

温拌沥青混合料的关键技术是温拌外加剂,温拌外加剂主要是通过降低沥青胶结料的黏度,从而降低其温度^[4-5],然而,国内外对温拌沥青混合料的研究还处于探索阶段,本文主要是研究温拌外加剂对沥青混合料的降温效果,通过实验比较出降温效果比较好的温拌外加剂,从而对温拌沥青路面中温拌外加剂的选用提供参考,也为推动温拌技术的发展提供理论依据。

1 原材料及试验方法

1.1 原材料

本研究所使用的粗、细集料均为玄武岩,其中:1#料规格为 10~15 mm,2#料规格为 5~10 mm,3#料规格为 3~5 mm,4#料规格为 0~3 mm;沥青为 SBS 改性沥青。各集料的配合比例分别为 30%,32%,5%,28%,其中矿粉的含量为 5%,油石比为 5.1%。

1.2 试验方法

本研究所用试验的具体添加流程如下:①用拌铲将干拌后的石料拉成一斜面,露出拌锅底部,同时将热沥青倒入露出的拌锅底部;②将拌合桨下降到正好可以将烧杯或纸杯探入的位置,将添加剂倒在沥青液面上,尽量避免倒在石料上;③继续下降搅拌桨,开始拌合,其余同热拌沥青混合料。拌合示意图如图 1

收稿日期:2012-12-06

基金项目:国家自然科学基金项目(51208178)

作者简介:车常伟(1987—),男,硕士研究生,研究方向为道路与轨道工程。

所示。

试验中,由于需要准确地控制混合料的成型温度,因此在混合料拌和之后均放入恒温烘箱中,在目标温度下养护2 h,并在成型时控制温度以确保混合料的成型温度在目标温度的 ± 2 °C范围内。采取烘箱养护2 h的方法,此方法是借鉴了 Superpave 规范中有关旋转压实试件成型前的养护方法^[6],兼有模拟混合料在生产及运输过程中短期老化的目的。

2 结果及讨论

2.1 DAT温拌外加剂

DAT温拌外加剂是美国新开发的一项技术,采用了化学外加剂和沥青分散技术。此种外加剂能够提高沥青与集料的裹覆能力及混合料和易性、提高粘附力等作用,并分散在含有70%的沥青的乳液中。与传统沥青不同的是,DAT外加剂在80 °C的情况下储存。当它与热集料拌和的时候,乳液中的水以蒸汽的形式释放出来,使其形成与热拌沥青相似的对集料的裹覆情况^[7]。

本研究是根据经验选取5.1%的油石比进行不同温度下的马歇尔击实试验,其中,温拌外加剂与沥青的参加比例为添加剂:沥青=10:90^[8],集料的加热及拌合温度如表1所示。

拌合完成后,在拌合的沥青混合料放入烘箱中保温至所需温度,然后进行马歇尔击实试验,试验结果如表2所示。

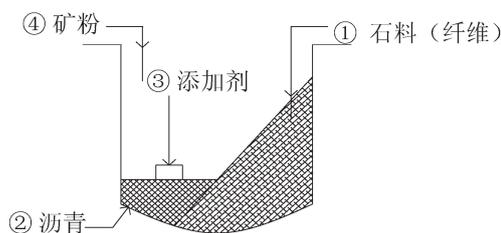


图1 添加剂添加方式示意图

Fig.1 Schematic diagram of additive methods

表1 沥青、集料加热及拌合温度

Tab.1 The temperature of asphalt, aggregate heating and mixing

项目	加热温度/°C
沥青	165 ~ 175
集料	160 ~ 170
拌合	150 ~ 160

表2 不同温度下的DAT温拌沥青马歇尔击实试验结果

Tab.2 The result of DAT warm mix asphalt Marshall compaction test under different temperatures

试验指标	击实温度/°C					普通热拌/°C	要求
	130	140	150	160	170	170	
空隙率/%	6.8	6.3	5.8	5.5	5.2	5.9	3.5 ~ 5.5
毛体积相对密度	2.442	2.456	2.468	2.476	2.484	2.465	-
计算理论密度	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	-

根据以上结果,对比温拌沥青试验结果,发现相同温度条件下,DAT温拌沥青混合料密度得到了提高,相应的空隙率降低,且150 °C的马氏空隙率接近规范要求,说明DAT降温效果相对较好。

2.2 壳牌温拌沥青

壳牌温拌沥青属于第三代温拌技术,是一种新型温拌技术。其性能符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)的相关规定。其检测/检验方法可参照普通热沥青结合料相应检测/检验方法,壳牌公司总结现有的应用成果,参考Shell Bitumen(壳牌沥青)在欧洲的研究资料、NCAT的研究报告和调查数据以及我国的国家规范和行业规范,完成了一份规范和指导温拌沥青混合料的设计、施工和竣工验收,保证采用温拌技术施工路面质量的技术指南。

本研究是根据经验选取5.1%的油石比进行不同温度下的马歇尔击实试验,拌合完成后,在烘箱中保温至所需温度,然后进行马歇尔击实试验,试验结果如表3所示。

表3 不同温度下壳牌温拌沥青马歇尔击实试验结果

Tab.3 The result of Shell warm mix asphalt Marshall compaction test under different temperatures

试验指标	击实温度/℃					要求
	130	140	150	160	170	
空隙率/%	7.6	7.2	6.8	6.5	5.9	3.5~5.5
毛体积相对密度	2.422	2.431	2.442	2.450	2.466	-
计算理论密度	2.623	2.623	2.623	2.623	2.623	-

由实验结果可以看出,相同温度条件下,壳牌温拌沥青空隙率比DAT温拌沥青试件空隙率大,降温效果有较大差别。为保证试验结果的准确性,对此类温拌沥青降温效果进行进一步验证。由于油石比采用5.1%时空隙率偏大,因此,结合经验将油石比提高,以使空隙率接近规范值。选取5.3%的油石比进行不同温度下的马歇尔击实试验,拌合完成后,在烘箱中保温至所需温度,然后进行马歇尔击实试验,试验结果如表4所示。

表4 不同温度下的壳牌温拌沥青马歇尔击实试验结果

Tab.4 The result of Shell warm mix asphalt Marshall compaction test under different temperatures

试验指标	击实温度/℃		普通热拌/℃	要求
	145	155	175	
空隙率/%	6.3	5.9	4.2	3.5~5.5
毛体积相对密度	2.423 6	2.433 7	2.478 6	-
计算理论密度	2.587	2.587	2.587	-

由于马歇尔试件的空隙率试验结果不满足规范要求,而且结果差别比较大。同时,在试验室发现当击实温度为145℃时,混合料的插捣还比较困难,热捣棒上还粘有很多集料,155℃时,仅达到与要求的接近位置,与达到相似空隙率的Sasobit添加剂的温度(145℃)相差10℃。根据以上结果可见壳牌温拌沥青的降温效果相对比较差。

2.3 Sasobit温拌外加剂

Sasobit技术在国内外应用较多,自1997年以来已有超过142个工程使用温拌添加剂Sasobit,铺筑面积达2 271 499 m²,工程涉及到澳大利亚、比利时、中国、捷克、丹麦、法国、德国、匈牙利、意大利、马来西亚、荷兰、新西兰、俄罗斯、南非、瑞典、瑞士、英国、美国等国家。

Sasobit的优点是在经济性和使用方便上。Sasobit可以增加沥青的高温稳定性,代替改性剂,较乳化沥青具有经济上的优势。同时,Sasobit可以直接添加,使用方便。且在使用温度下,Sasobit改性沥青的抗车辙能力增强。此外,据Sasol-Wax公司报道,在同样的滚轮荷载下,其压实性与非改性沥青相比有所增加。Sasol-Wax公司建议加入混合料质量的3%的Sasobit,以使粘度降到所需的标准,并且不应超过4%,以免对胶结料的低温性能产生不良影响^[9]。

结合国内外大量研究以及对Sasobit温拌沥青试验研究,本研究首先对3%掺量Sasobit温拌沥青进行马歇尔击实试验,油石比采用5.3%,研究其降温效果。试验结果如表5所示。

由实验结果可以看出,在相同温度条件下,Sasobit温拌沥青混合料试件的空隙率明显小于壳牌温拌沥青,降温效果明显。根据以上结果,对比温拌沥青试验结果,发现不同温度的马氏密度都得到了提高,相应的空隙率降低了,可以满足施工技术规范^[10]的要求,而且145℃的马氏空隙率接近规范要求。

表5 不同温度下 Sasobit 温拌沥青马歇尔击实试验结果

Tab.5 The result of Sasobit warm mix asphalt Marshall compaction test under different temperatures

试验指标	击实温度/℃				要求
	125	135	145	155	
空隙率/%	7.0	6.6	5.9	5.2	3.5 ~ 5.5
毛体积相对密度	2.405	2.417	2.434	2.452	-
计算理论密度	2.587	2.587	2.587	2.587	-

2.4 RH 温拌外加剂

RH 温拌沥青技术是基于交通运输部公路科学研究院开发的 RH 沥青温拌改性剂研发的成套技术,通过使用 RH 温拌改性剂材料制备温拌沥青,达到节能减排(ES 型)和低温季节施工(CW 型)促进压实的目的。RH 温拌沥青技术具有国际前沿温拌技术的绝大多数优点与特性,在确保节能环保效果的前提下,不降低热拌沥青混合料各种路用性能;同时,与国内外常用的同类产品相比,公路院 RH 温拌技术还有以下优势:与沥青相容性和溶解分散特性更好,加工时只需简单搅拌即可与沥青混融均匀;与国外同类添加剂产品相比,温拌效果相当^[11]。

由于 Sasobit 温拌外加剂效果较好,对 RH 温拌外加剂进行马歇尔击实试验,与 Sasobit 温拌外加剂进行对比研究,研究其效果。为保证试验具有对比性,本研究采用 5.3% 的油石比,进行不同温度下的马歇尔击实试验,所得试验结果如表 6 所示。

表6 不同温度下 RH 温拌沥青马歇尔击实试验结果

Tab.6 The result of RH warm mix asphalt Marshall compaction test under different temperatures

试验指标	击实温度/℃				热拌改性沥青 175℃	要求
	125	135	145	155		
空隙率/%	7.2	6.8	6.1	5.4	5.5	3.5 ~ 5.5
毛体积相对密度	2.401	2.411	2.429	2.447	2.445	-
计算理论密度	2.587	2.587	2.587	2.587	2.587	-

由实验结果可以看出,在相同温度和相同条件下,Sasobit 温拌沥青试件空隙率最小,达相同空隙率时,Sasobit 的温度最低,降温效果最为明显,与 DAT 温拌沥青效果相近。

3 结论

1) 由马歇尔的实验结果可以看出,同一种相同质量添加剂的马歇尔试件的空隙率会随着温度的提高而逐渐的减小。

2) 在相同温度条件下壳牌温拌沥青的马歇尔试件的空隙率比较大,降温效果不是很理想。

3) 在相同温度和相同条件下 Sasobit 温拌沥青试件空隙率最小,当达到相同空隙率时,Sasobit 的温度最低,降温效果最为明显,降温幅度可以达到 30℃ 左右。

参考文献

- [1] 杨泉华,王丽丽,吕锡坤. 温拌与热拌沥青混合料性能比较[J]. 现代交通技术,2011,8(1):10-12.
- [2] 徐宝军,冯建宗,董晓梅. 温拌沥青混合料在公路路面中的应用[J]. 公路与汽运,2010(5):77-78.

- [3] 曹少谦. 热拌与温拌沥青混合料性能对比试验研究[J]. 山西交通科技, 2011(2):3-5.
- [4] 杨小娟, 李淑明, 史保华. 温拌沥青混合料的技术与应用分析[J]. 石油沥青, 2007, 21(4):58-61.
- [5] 王飞, 李立寒. 温拌沥青混合料配合比设计中若干问题的试验探究[J]. 华东交通大学学报, 2010, 27(4):22-25.
- [6] 中华人民共和国行业标准. JTG E20-2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S]. 北京:人民交通出版社, 2011.
- [7] 刘伟, 李强. Sasobit和Evotherm 温拌剂对沥青胶结料性能影响[J]. 中国水运, 2012, 12(7):265-266.
- [8] 王鹏, 黄卫东. 采用DAT添加剂的温拌沥青拌合温度[J]. 长沙理工大学学报, 2010, 7(2):12-19.
- [9] 张锐, 黄晓明. 添加Sasobit的沥青与沥青混合料性能分析[J]. 交通运输工程学报, 2007, 7(4):54-57.
- [10] 中华人民共和国行业标准. JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范[S]. 北京:人民交通出版社, 2004.
- [11] 谢丽, 刘化学. 不同温拌剂对沥青混合料性能影响特性研究及效果评价[J]. 公路交通科技, 2012(11):186-189.

The Cooling Effect of Different Warm Mix Additives on Asphalt Mixture

Che Changwei, Gao Xiaoyue, Chen Jingya, Chen Jun

(College of Civil and Transportation Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: The key of warm mixing technique is warm mix additive. Because different warm mix additives have different cooling effect on asphalt mixture, so it requires specific tests to select the appropriate warm mix additive in order to achieve the ideal state. This paper compares the cooling effect of four kinds of warm mix additives on AC-13 mixture. With the same grading and asphalt-aggregate ratio, this study conducts Marshall compaction test of warm mix asphalt mixture with different warm mix additives under different temperatures to detect specimen porosity. By comparing the compaction temperatures when the warm mix asphalt mixture with different additives reach the same porosity, this study determines the additive with the most obvious cooling effect. Finally the cooling effect can be determined when compared with the compacted specimens of hot mix asphalt modified by SBS.

Key words: warm mix additive; Marshall compaction test; cooling effect