

文章编号:1671-6833(2013)03-0068-04

大粒径沥青混凝土降温规律研究

刘红瑛, 叶松

(长安大学 道路结构与材料交通行业重点实验室, 陕西 西安 710064)

摘 要:大粒径沥青混合料最大公称粒径一般大于 26.5 mm,其摊铺厚度可达 12~18 cm,其施工工艺尤其是摊铺压实与普通沥青混凝土有较大不同.采用室内模拟降温试验评价了不同类型大粒径沥青混合料的降温规律,试验结果表明:大粒径沥青混合料表面降温速率大,其与混合料中间温差可达到 15~25℃,然后保持到表面温度达到碾压终了温度,从而延长了有效压实时间;大粒径沥青混合料施工厚度大,储热能力强,对温度离析没有一般沥青混合料敏感;环境温度和摊铺厚度对大粒径沥青混合料的降温规律有很大的影响,而级配类型的影响相对来说要小的多.

关键词:大粒径沥青混合料;级配;温度;规律;施工

中图分类号:U416.61

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1671-6833.2013.03.017

0 引言

大粒径沥青混凝土由于集料的最大公称粒径大于 26.5 mm,其摊铺厚度按照规范可达到 12~18 cm^[1].其施工工艺如摊铺机速度、碾压机械的组合、初压、复压、终压温度等与普通沥青混凝土施工有明显不同^[1-2].对热拌沥青混凝土路面,碾压是沥青路面施工的最后道工序,压实对其路用性能和耐久性有很大影响.研究表明^[3-4]:在渠化交通条件下,若是压实不足,压实度每降低 1%,残留空隙率增加约 1%,从而会出现较大的车辙,疲劳寿命将要降低约 35%,沥青混合料的渗透率提高两倍,沥青的老化加速;若过压将会使矿料破碎空隙率过小,易出现泛油和失稳,影响路面的强度和稳定性.碾压工作的内容包括多个方面,如碾压机械的选型和组合、碾压温度、速度、碾压方式等,而沥青混合料摊铺后的降温规律对压实起到了决定性的作用.

对于大粒径沥青混合料国内外主要针对不同级如 ATB-25、ATB-30、ATPB-25、ATPB-30 等进行级配优化设计;采用大马歇尔试验方法确定其最佳沥青用量,并通过室内试验对比评价不同大粒径沥青碎石的路用性能和力学性能^[7-8].同时针对超大粒径沥青混合料(SLSM)的特征,利

用旋转压实(SGC)法、大马歇尔击实法和振动击实法等成型方法制备试件并计算相关体积参数,分析不同成型方法对混合料性质的影响^[9].

对于沥青混合料降温规律,目前国内主要针对普通的沥青混合料通过室内试验,对不同摊铺厚度及环境温度下的不同基质沥青、级配类型的热拌沥青混合料的降温情况进行研究,得出了热拌沥青混合料的降温规律,为热拌沥青混合料的室内试验及生产施工控制提供参考^[10],很少提及针对大粒径沥青混合料降温规律的研究.因此,笔者在实验室研究了大粒径沥青混凝土摊铺后的降温规律,为沥青路面碾压施工提供有效的指导.

1 原材料与试验方案

1.1 沥青

采用了埃索 A-70#沥青,按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052-2000)进行常规指标测试,各项指标结果见表 1,其结果满足重交通道路石油沥青技术指标 A-70#要求.

1.2 集料

粗集料采用了河北鹿泉市石灰岩,矿粉为石灰岩磨制而成.经测定集料的各项性能指标均符合规范《公路工程集料试验规程》(JTJ 051-2000)要求.各种规格集料密度见表 2,粗集料的

收稿日期:2012-11-20;修订日期:2012-03-01

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51278060)

作者简介:刘红瑛(1971-),女,河南通许人,长安大学副教授,博士,研究方向为路面工程,E-mail:superpave@163.com.

石料压碎值为 16.5%,与沥青粘附值(水煮法)为 5.

表 1 沥青性质指标

Tab. 1 The performance indicators of bitumen

试验项目	数值	
密度(15 ℃)/(g · cm ⁻³)	1.034 7	
针入度(25 ℃,5 s,100 g)/(10 ⁻¹ mm)	67	
延度(15 ℃,5 cm/min)/cm	>100	
软化点(环与球)/℃	48.2	
溶解度(三氯乙烯)/%	99.88	
闪点(COC)/℃	305	
薄膜加热 试验 (163 ℃,5 h)	质量损失/%	0.05
	针入度比/%	77.59
	延度(25 ℃,5 cm/min)/cm	>100
	延度(15 ℃,5 cm/min)/cm	90.3
含蜡量(蒸馏法)/%	2.5	

表 2 集料密度测定结果

Tab. 2 Aggregate density measurement results

筛孔尺寸/mm	37.5	31.5	26.5	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	矿粉
视密度/ (g·cm ⁻³)	2.728	2.725	2.730	2.695	2.726	2.725	2.726	2.730	2.714	2.711	2.715	2.711	2.687	2.856

表 3 大粒径沥青混合料的矿料级配

Tab. 3 Large size asphalt mixture aggregate gradation

筛孔尺寸/ mm	通过各筛孔的质量百分率/%		
	TJ-31.5	BL-31.5	SP-31.5
37.50	100.0	100	100
31.50	89.2	91.38	95.2
26.50	70.7	86.09	89.0
19.00	68.4	73.75	81.0
16.00	56.7	65.55	73.0
13.20	53.5	54.29	62.0
9.50	41.9	43.99	51.0
4.75	24.4	29.28	39.5
2.36	18.0	20.86	28.8
1.18	13.7	14.61	21.1
0.60	10.8	10.38	15.6
0.30	8.8	7.80	11.4
0.15	7.4	6.20	7.6
0.075	4.4	4.10	4.6

2 大粒径沥青混合料总的降温规律

TJ-31.5、SP-31.5 和 BL-31.5 3 种级配混合料的实测温度结果如图 1~图 3. 可以看出:

(1)在不同环境温度和厚度下,所有级配大粒径沥青混合料从规范规定的初碾温度降到碾压终了温度,所用时间最短 90 min,最长达到 210 min 左右;

1.3 级配确定

本研究采用目前常用 3 种大粒径沥青混合料级配类型,包括 Superpave 级配(简称 SP)、体积法设计级配(简称 TJ)以及贝雷法设计级配^[5](简称 BL). 其设计级配的曲线见表 3 所示.

1.4 室内模拟降温试验^[6]

室内模拟试验时自制了 3 种高度的木箱,用来装热拌沥青混合料,采用可控温的环境箱模拟降温环境. 模拟的 3 种设计厚度为 12 cm、15 cm 和 18 cm,松铺系数采用 1.15. 木箱内尺寸分别为 30 cm×30 cm×13.8 cm、30 cm×30 cm×17.25 cm 和 30 cm×30 cm×20.7 cm. 试验时将热混合料装入木箱放置在 15℃、25℃、35℃的环境中,用温度传感器和电子温度采集仪对沥青混合料表面、中间和底面 3 个部位的温度进行采集.

(2)大粒径沥青混合料表面刚与空气接触时,降温速率大,表面温度迅速降低,与混合料中间温差可达到 15~25℃,然后保持这种温差直至表面达到碾压终了温度;

(3)大粒径沥青混合料中间温度由于不与空气接触,降温速率开始稍小,然后一直保持较均匀的降温速率;

(4)大粒径沥青混合料底面温度开始由于与接触面温差大,降温速率大,底面温度迅速降低,与混合料中间温差达到 15~25℃,然后降温速率变的最小,到碾压终了温度时与沥青混合料的温度趋于一致,相差很小.

3 不同因素对大粒径沥青混合料降温规律影响

3.1 环境温度的影响

不同环境温度对级配 BL-31.5、SP-31.5、TJ-31.5 混合料储热性能的影响如图 4 所示. 通过分析图 4,研究气温对大粒径沥青混合料碾压时温度降低的影响可知:①随着环境温度的升高,在厚度相同的情况下每种级配下的大粒径沥青混合料其表面降低相同的温度需要的时间也越来越长. ②环境温度越高,混合料表面降至终碾温度时,内部温度与表面温度的差值越小. ③环境温度在混合料热量散失的初期 30 min 以内对表面降

温速率有很大的影响,热的空气屏蔽区一旦形成,常温区离混合料表面较远,环境温度的影响减弱.

④环境温度对中间温度几乎没有什么影响,混合

料中间一直以较为稳定的降温速率降温到终碾成为止.

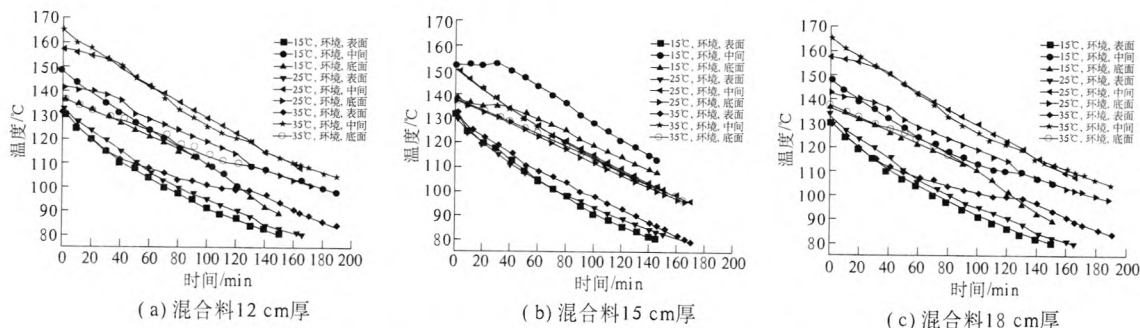


图1 TJ-31.5 不同环境温度下实测温度

Fig.1 TJ-31.5 temperature result in different environmental temperatures

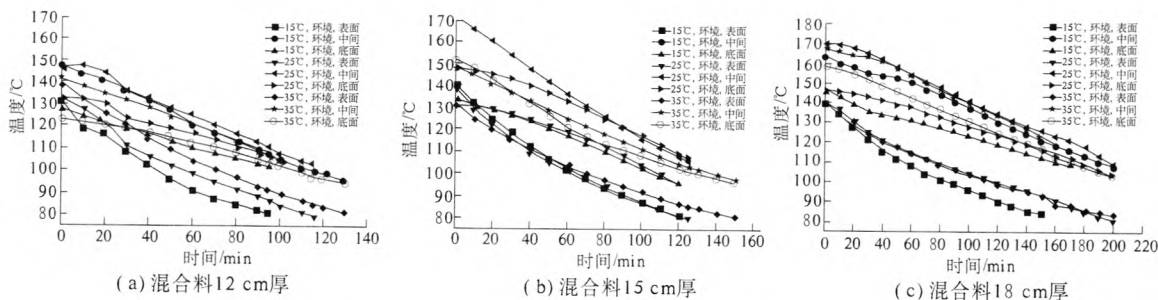


图2 SP-31.5 不同环境温度下实测温度

Fig.2 SP-31.5 temperature result in different environmental temperatures

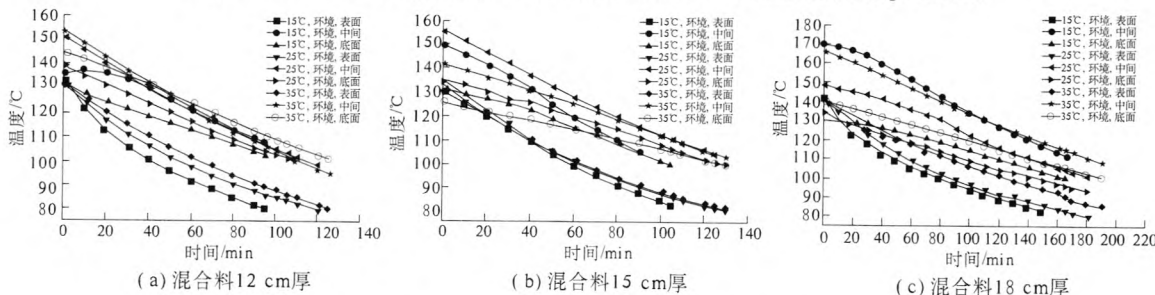


图3 BL-31.5 不同环境温度下实测温度

Fig.3 BL-31.5 temperature result in different environmental temperatures

3.2 摊铺厚度的影响

由图4分析知,摊铺厚度对大粒径沥青混合料碾压时降温规律的影响有以下几点:①摊铺厚度由12 cm增大到18 cm时,混合料表面降低到终碾温度需要的时间也越来越长,当环境温度相同时,一般增长80~100 min;②摊铺厚度越厚,混合料表面降低到终碾温度时,与中间和底面温度的差距越小.这是因为摊铺厚度越大,混合料的储热能力越强,在混合料上部更容易形成热空气屏蔽区,从而表面温度与中间温度及底面温度差距缩小.

3.3 不同级配的影响

对图4分析后发现:在相同条件下级配SP-

31.5混合料降温速率最小,到达终碾温度时间要更长一些,这表明混合料中的细集料含量和沥青含量对降温速率也有一定的影响,细集料和沥青含量增加后,由于沥青和细集料的保温性能比粗集料更优良,所以混合料降温速率最小.

4 结论

笔者对大粒径沥青混合料摊铺时降温规律进行了研究,结果表明:大粒径沥青混合料表面降温速率大,其与混合料中间温差可达到15~25℃,然后保持到表面温度达到碾压终了温度,从而延长了有效压实时间;大粒径沥青混合料中沥青膜厚度大,施工时摊铺厚度大,储热能力越强,其对

温度离析没有一般沥青混合料敏感;环境温度和摊铺厚度对大粒径沥青混合料的降温规律有很大的影响,而级配类型的影响相对来说要小的多;大粒径沥青混凝土降温规律为其施工参数如摊铺厚度、压实组合、碾压温度的确定提供了可靠的技术支撑。

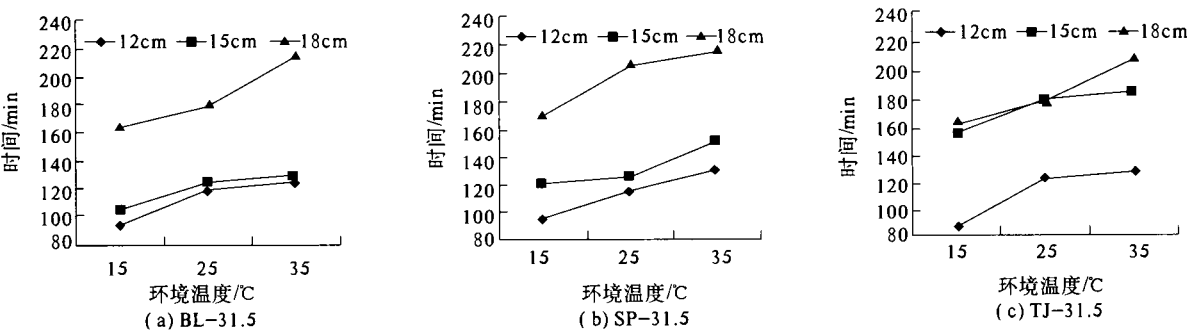


图 4 环境温度对级配 BL-31.5,SP-31.5,TJ-31.5 混合料储热性能影响
Fig.4 Effect of temperature on BL-31.5,SP-31.5,TJ-31.5 thermal storage

参考文献:

[1] JTGF 40—2004,公路沥青路面施工技术规范[S].北京:人民交通出版社,2004.

[2] 魏建国,查旭东,郑健龙,等.大粒径沥青混合料基层施工技术[J].中外公路,2007,27(6):62-65.

[3] 沙庆林.高速公路沥青路面早期破坏现象及预防[M].北京:人民交通出版社,2001.

[4] 任传哲.沥青稳定碎石混合料(ATB30)温度下降规律室内试验研究[J].中外公路,2009,29(5):226-228.

[5] 郝培文,徐金枝,周怀治.应用贝雷法进行级配组成设计的关键技术[J].长安大学学报:自然科学版,2004,11(6):1-6.

[6] 叶松.大粒径沥青混凝土技术性能研究[D].西安:长安大学公路学院,2005.

[7] 李惠霞,王建,童申家.大粒径沥青碎石下面层的材料设计[J].中外公路,2012,32(5):213-215.

[8] 江晓霞,沙爱民.超大粒径沥青混合料的成型方法[J].长安大学学报:自然科学版,2012,32(4):7-11.

[9] FAKHRI M,MAHMOODINIA N. Rutting resistance evaluation of large stone asphalt mixtures[J]. Journal of Civil Engineering,2012,23(1):123-135.

[10] 赖文忠,孙杨勇,陈强.热拌沥青混合料降温规律试验研究[J].西部交通科技,2012(8):4-9.

The Cooling Rule of Large Size Asphalt Mixture

LIU Hong-ying, YE Song

(Key Laboratory of Road Structure and Material of MOC, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: The maximum nominal particle size of large size asphalt mixture is generally greater than 26.5 mm. The asphalt mixture paving thickness is up to 12 ~ 18 cm. The construction technology of the large size asphalt mixture especially compaction technology are quite different. The paper evaluated the cooling law of different types of large size asphalt mixture using the indoor simulated cooling temperature test. The results show that large size asphalt mixture surface cooling rate was greater than HMA, temperature difference between the surface and the middle of the mix can reach 15 ~ 25 °C, and then keep the surface temperature until the rolling finishing temperature, thus extending the effective compaction time; the large size asphalt mixture paved thickness larger, thermal energy storage longer, and no sensitive to temperature segregation than the normal asphalt mixture. The environment temperature and paving thickness of large size asphalt mixture have a great influence to cooling law, while the gradation type of impact is relatively much smaller.

Key words: large size asphalt mixture; gradation; temperature; rule; construction