

文章编号: 0451-0712(2006)01-0171-04

中图分类号: U414. 03

文献标识码: B

沥青混合料压实工艺与 被压材料相互影响的研究

解晓光, 王 龙, 王哲人

(哈尔滨工业大学交通学院 哈尔滨市 150090)

摘 要: 碾压成型是形成沥青混合料强度和保证使用性能的关键,通过不同类型沥青混合料在不同压实工艺下的性能分析,研究压实工艺与被压材料间的相互影响关系,为不同材料类型制定相应的压实标准提供依据。

关键词: 沥青混合料; 压实工艺; 力学性能

松散材料的压实是成型外力与被压材料相互作用的结果,而沥青混合料成型方法与标准直接影响热拌沥青混合料(HMA)的使用性能,因此对 HMA 材料设计来说,成型方法与标准具有重要的实际意义。目前国内外沥青混合料的成型方法主要有以下 3 种类型:(1)马歇尔法;(2)振动压实法;(3)旋转压实法。马歇尔法虽然操作方便,但仅是以击实次数从 50 次/面到 75 次/面来代表交通量的增长,已不能满足现代交通量大、轮载重的特点,具有一定的局限性。在此基础上提出的旋转压实仪可以近似地模拟荷载在公路上行驶时轮胎与路面的相互作用,使试件中沥青混合料的密实度达到汽车轮胎实际作用于路面时所产生的密实度。正是由于旋转压实仪具有较好的模拟性和数据采集的便利性,使其成为沥青混合料制件中较理想的压实工具^[1]。为了适应现代交通车辆向大型化、重载化发展,美国工程兵发明了旋转压实试验机(简称 GTM),该仪器把压实、搓揉、剪切等特点集合为一体,最大限度地模拟了汽车对

路面的实际作用情况,主要应用于重交通沥青路面材料设计和路面结构中,是提高沥青混合料抗剪强度的最佳试验方法^[2]。

以上几种成型方法的分析说明,交通条件发生变化后,级配设计思想随之改变,而成型方法和压实标准是解决问题的关键。面对现代高速交通特点,对沥青混合料的设计方法提出了挑战,重要的并不是在于鼓励搓揉法、弃击实法,而在于应根据材料特点来确定相应的成型方法与标准。

1 试验研究

1.1 沥青混凝土混合料

1.1.1 材料

选择具有代表性的松排骨架—密实型(AC-13 I)、悬浮—密实型(AC-20 I)和紧排骨架—密实型(AC-13 V)3 种沥青混合料(表 1)进行了不同压实工艺的对比试验。

表 1 混合料级配

级配类型	通过下列筛孔(mm)的质量百分率/%											
	26.5	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC-13 V	100	100	100	100	62	35	33	25	19	14	9	5.5
AC-13 I	100	100	100	97.5	75	50	37	26	19	13	9	5
AC-20 I	100	97.2	85.6	75.2	60.3	52.1	40.2	30.1	25.2	16.2	12.1	6.2

1.1.2 压实工艺

主要采用了马歇尔击实和振动压实两种成型方法,具体压实工艺如表 2 所示。

1.1.3 结果分析

对不同组成的 HMA 进行的击实成型与振动成型的比较试验表明,对松排骨架—密实(AC-13 I)

表 2 压实工艺

工艺编号	工艺类型
1	激振力 5 kN—频率 30 Hz—振幅 0.794 mm
2	激振力 6 kN—频率 45 Hz—振幅 0.476 mm
3	标准马歇尔击实, 双面各击实 75 次

或细料较多的悬浮—密实型(AC-20 I)而言只要压实的能量到位,两种压实效果接近(图1)。但对骨架—密实型组成结构的沥青混合料(如 AC-13 V),两类成型外力压实效果差异随着形成骨架的粗集料数量差异而更突出(表3)。当粗集料增加到一定程度时,成型方式以及振动参数对压实效果影响极大(图2)。如大于 4.75 mm 粗集料含量在 50%左右的 AC-13 II 型和 AC-20 I 型沥青混合料,马歇尔击实与振动压实效果相当;当大于 4.75 mm 的含量为 65%时(AC-13 V),振动压实可明显提高沥青混合料的密实度,使其具有较高的稳定度和耐久性。分析原因,正是振动不仅使集料摩擦阻力减小提高了压实效果,从空隙率、间隙率、饱和度等体积指标的优化组合(表4)可以推测出材料与工艺在相互作用的基础上使混合料组成结构发生变化,集料颗粒重新排列组合,使 HMA 形成了合理的紧排骨架—密实组成结构,相应地其力学强度也随之提高。AC-13 V 型的车辙试验也表明振动压实法的动稳定度明显优于马歇尔法,动稳定度数值大约提高 20%~30%左右。说明振动有利于骨料重新排列组合,形成骨架结构,增加其抵抗变形的能力。同时振动压实可以明显提高密实度,使试件由马歇尔法的 2.281 g/cm³ 提高至 2.374 g/cm³,保证了试件在密实状态下合理评价路面的使用性能。而且已有的碎石土击实法与振动压实对比试验也表明^[3],随着含土量的变化两种压实方法的效果,当含土量小于 30%~40%时有明显的差异。这个试验结果与沥青混合料的试验结果一致,即对于粗集料含量大于 60%的混合料,马歇尔轮碾压实标准偏低,振动压实可以明显提高压实标准。

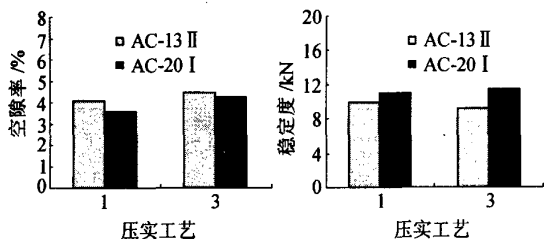


图 1 不同级配类型混合料不同工艺的结果对比

表 3 不同类型沥青混合料马歇尔击实法与振动击实法的比较

级配类型	AC-13 V		AC-13 II		AC-20 I	
>4.75mm 含量/%	65		50		48	
工艺编号	振动法	马歇尔法	振动法	马歇尔法	振动法	马歇尔法
空隙率/%	4.6~5.4	6.7~7.4	3.7~4.5	4.4~4.6	3.5~3.7	4.1~4.6
稳定度/kN	15.6~17.3	8.0~9.7	8.3~11.5	8.6~9.6	10.6~11.6	10.2~13.5
动稳定度次/mm	676.1~726.0	478.4~516.2				

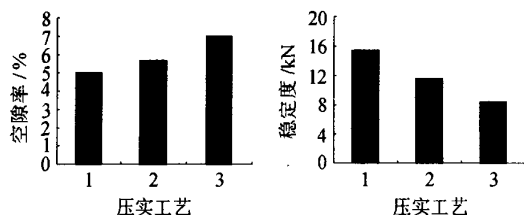


图 2 AC-13 V 型级配混合料不同工艺的结果对比

表 4 AC-13 V 型沥青混合料物理、力学指标对比

压实工艺	试件编号	密度 g/cm ³	空隙率 %	矿料间隙率/%	沥青饱和度/%	稳定度 kN	流值 0.1 mm
5 kN 30 Hz 0.794 mm	H-1	2.423	4.6	16.0	71.0	15.60	52.50
	H-2	2.416	4.9	16.3	69.8	17.25	45.00
	H-3	2.405	5.4	16.7	67.9	13.45	41.25
6 kN 45 Hz 0.476 mm	M-6	2.399	5.6	16.9	66.9	11.43	40.63
	M-7	2.401	5.5	16.8	67.2	12.34	45.00
标准马歇尔击实	M-8	2.385	6.1	17.3	64.6	10.97	48.75
	B-1	2.363	7.0	18.1	61.3	8.04	39.38
	B-2	2.354	7.4	18.4	60.1	7.65	42.25
	B-3	2.371	6.7	17.8	62.5	9.70	46.25

以上研究成果表明材料与压实工艺间的影响是相互的,对同一材料采用不同的压实工艺,压实效果有明显差异;同样,同一压实工艺作用在不同类型组成结构的混合料上压实效果也不同。因此对不同材料来说,均存在材料与压实工艺的最佳组合,应根据材料类型制定压实标准。

1.2 沥青碎石混合料

1.2.1 材料

根据已有研究成果及相关参考文献,对悬浮—密实型沥青混合料 3 种工艺类型的压实效果基本一致,均使材料达到密实状态;而对嵌挤骨架类材料压

实类型不同,压实后效果差异较大。因此本文选择材料时没有考虑悬浮—密实型,仅考虑具有不同空隙

的嵌挤骨架型沥青碎石混合料^[4]即:4—N—0.9、4—0.65—0.9 和辽源级配(表 5)。

表 5 混合料级配

级配类型	通过下列筛孔(mm)的质量百分率/%												
	31.5	26.5	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
4—N—0.9	100	100	100	90.0	74.9	43.9	34.0	32.0	28.0	23.0	17.0	12.0	8.0
4—0.65—0.9	100	100	100	90.1	74.9	43.9	34.0	21.6	13.8	8.9	5.6	3.6	2.3
辽源级配	100	98.5	72.7	60.9	49.2	35.4	16.3	9.8	8.4	6.5	4.3	3.3	1.8

注:前 2 种级配代号分别代表粗集料骨架—细集料 n 值—填充系数。

1.2.2 压实工艺

压实工艺采用了 3 种成型方法的不同工艺,分别为大型马歇尔击实、旋转压实和振动压实,各压实类型的工艺参数如表 6 所示。

表 6 压实工艺

级配	大型马歇尔击实	旋转压实	振动压实
4—N—0.9	击锤重:10.2 kg 落锤高度:457 mm 击实次数:两面各 112 次	竖直压力:600 kPa 旋转角度:1.25° 旋转速度:30 r/min 压实次数:125 次	激振力:7 kN 振动频率:30 Hz 振幅:0.957 mm 振动时间:2.5 min
4—0.65—0.9	击实次数:两面各 75 次 其他同上	压实次数:125 次 其他同上	
辽源级配	击实次数:两面各 75 次 其他同上	压实次数:175 次 其他同上	

1.2.3 结果分析

对 3 种沥青碎石混合料分别进行了 3 种压实类型不同工艺参数的对比试验,具体试验结果如图 3 和图 4 所示。

对不同组成结构的沥青混合料采用了大型马歇尔击实、旋转压实和振动压实 3 种方法成型试件,并测定了试件的物理性能与力学性能。试验结果如图 3 和图 4 所示。由图 3 可知,无论是骨架—密实型沥青混合料(4—N—0.9),还是骨架—空隙型沥青混合料(辽源级配),3 种成型方法对试件的物理性能影响不大,但表现出的力学性能有很大差别,特别在永久变形方面(图 4),力学性能上的差异以骨架—空隙型混合料(级配 4—0.65—0.9)更为明显。据此,对

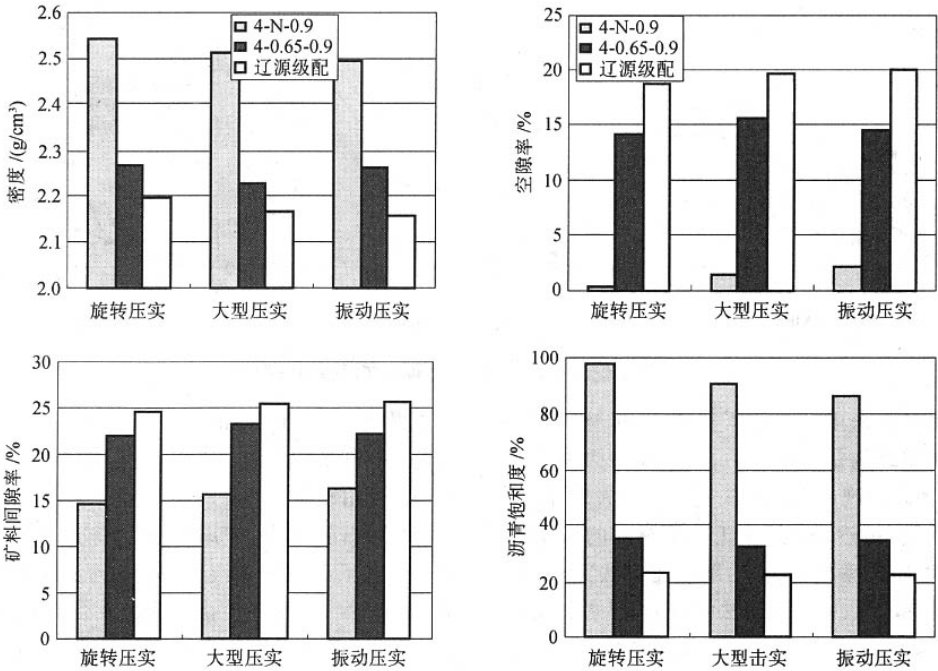


图 3 不同级配沥青混合料 3 种压实类型物理指标对比

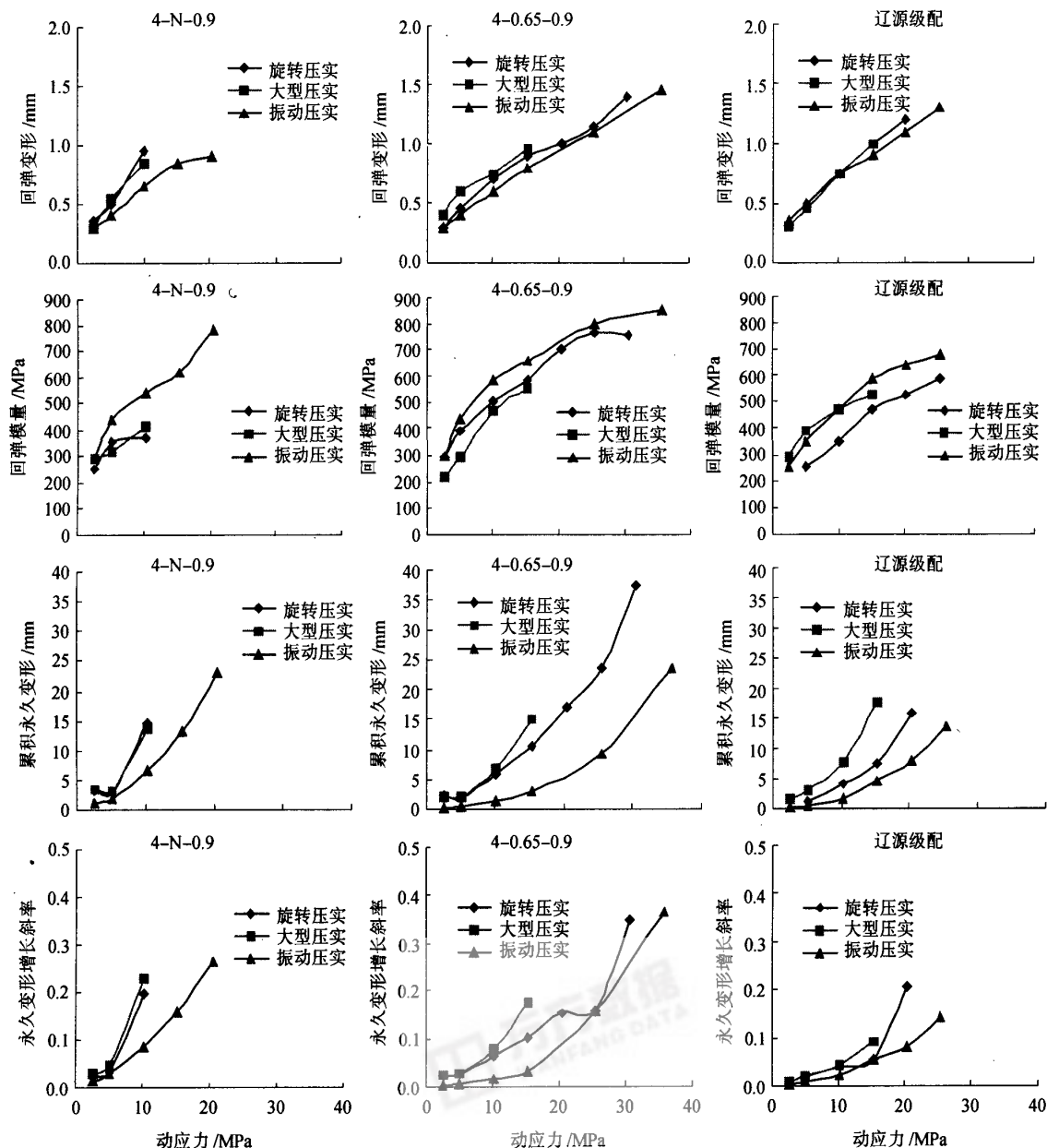


图 4 不同级配沥青碎石混合料 3 种压实类型力学指标

同一级配混合料采用不同的压实工艺,所得到的沥青混合料组成结构是不一样的,而组成结构决定了材料性能,因此表现出来的永久变形有较大差异。以辽源级配为例,虽然 3 种压实工艺下材料的密实程度相差不大,空隙率分别为:马歇尔压实法 19.8%、旋转压实法 18.7%、振动压实法 20.1%,但永久变形有较大的差异,15.29 MPa 下重复加载 100 次后的累积永久变形终值分别为:马歇尔压实法 17.70 mm、旋转压实法 7.45 mm、振动压实法 4.56 mm,不同压实工

艺下累积永久变形可相差 13 mm 之多。由此可见,成型工艺对材料形成的组成结构有很大影响,从而决定了材料的使用性能。同理,相同压实工艺下,不同级配类型沥青碎石混合料的使用性能也有较大差异。在振动压实工艺下,3 种级配混合料的物理力学性能明显不同,如 4-N-0.9 的空隙率为 2.2%,4-0.65-0.9 的为 14.5%,辽源级配的为 20.1%,相应 15.29 MPa 下重复加载 100 次后的累积永久变形终值分别为:4-N-0.9 为 13.17 mm、4-0.65-0.9 为 2.95 mm、辽

文章编号: 0451-0712(2006)01-0175-04

中图分类号: U414. 01

文献标识码: A

SBS 改性沥青低温性能评价

陈 平, 吴 超

(南京长江第三大桥建设指挥部 南京市 210028)

摘 要: 与基质沥青相比, SBS 改性沥青的低温性能更加复杂, 因此, 选用更合适的评价指标是必要的。采用测力延度试验, 本文分析了不同 SBS 改性沥青在不同温度, 不同改性剂掺量下的性能变化特点。选用柔量 D/F_z , 应力差值比 $(F_1 - F_2)/(F_0 - F_2)$ 和能量比 W_2/W_1 作为评价指标并加以阐述, 以更有效地评价 SBS 改性沥青的低温性能。

关键词: SBS 改性沥青; 测力延度; 柔量; 应力差值比; 能量比

随着沥青路面的不断发展, 改性沥青的使用量大大增加。其中, SBS 改性沥青成为目前最主要的改性沥青品种, 国际上 SBS 的使用量占改性剂总使用

量的 50% 左右, 我国 SBS 的使用量更远远超过这一比例, 许多省份不仅在上面层使用 SBS 改性沥青, 而且在中面层也同样加以使用。而用延度以及回弹率

收稿日期: 2005-08-28

源级配的为 4.56 mm。从图 4 中还可以看出, 振动压实工艺下 3 种级配的累积永久变形都是最小的, 无论是 5.09 MPa 下的压密变形还是 15.29 MPa 下的累积永久变形, 规律一致均是最小的, 而回弹模量值基本上是最大的。这主要是因为对粗集料含量较多的沥青混合料而言, 振动压实不仅使集料摩擦阻力减小向密实、稳定状态移动, 而且使沥青混凝土组成结构达到良好的组合, 从而增强其强度及抗变形能力。由此可见, 影响 HMA 路用性能的内因不仅取决于沥青混合料粒级分布, 更取决于材料与压实工艺的相互作用。因此, 进行材料设计时, 应根据材料特点选择适宜的压实工艺, 使材料的特性得以体现。

2 结论

碾压成型是形成沥青混合料强度和保证使用性能的关键因素, 成型工艺与材料间的相互作用直接影响材料的使用性能。

(1) 压实工艺对材料类型的压实效果有显著影响。击实和振动压实是构成松散体强度的两种不同受力类型, 对于悬浮—密实型或松排骨架—密实型, 两种成型工艺构成的混合料物理力学性质相差不大, 但对紧排骨架—密实型混合料两种成型工艺得到的混合料, 物理力学性质差别明显。因此, 应根据材料特点建立相应的压实标准, 对悬浮—密实型或

松排骨架—密实型采用击实标准; 对紧排骨架—密实型混合料采用振动压实标准。

(2) 材料因素对压实效果有显著影响。同一压实工艺下, 不同级配类型沥青混合料的使用性能有较大差异, 说明被压材料对压实工艺有影响, 影响程度与级配类型和粒径分布有关。

(3) 不同类型沥青碎石混合料 3 种不同压实工艺的比较研究表明成型工艺对材料形成的组成结构有很大影响, 从而决定了材料的使用性能。根据试验结果推荐沥青碎石混合料适宜的成型方法为振动压实, 压实工艺为激振力 7 kN—频率 30 Hz—振幅 0.957 mm—振时 2.5 min。

以上分析表明, 压实工艺与被压材料是相互影响的, 因此, 应根据材料特点选择适宜的压实工艺, 保证材料的特性得以体现。

参考文献:

- [1] 长国辉, 关长禄. Superpave 沥青混合料配合比设计方法的实践应用[J]. 公路, 2003, (10).
- [2] 王克中. 从 GTM 试验看路面的严格压实[J]. 公路交通科技, 2003, (4).
- [3] 马松林, 王龙. 土石混合料的室内振动压实特性[J]. 公路, 2000, (5).
- [4] 解晓光, 王哲人. 沥青碎石混合料动力变形特性的研究[J]. 中国公路学报, 2005, (3)