

文章编号:1673-9469(2008)03-0046-04

关键筛孔对多碎石沥青混凝土压实功的影响分析

黄启舒¹,许志鸿²,韩振中¹

(1.贵州省交通建设工程质量监督站,贵阳 550004;2.同济大学 交通运输工程学院,上海 200092)

摘要:针对多碎石沥青混凝土 SAC-20,统计分析 27 个试验级配的压实功与关键筛孔通过率关系后,得出 1.18mm 通过率对压实功影响最大,0.075mm 通过率居其次,细料级配及含量(包括填料)极大地影响着压实功。平均压实次数随 1.18mm 和 0.6mm 通过率的增加都有减小的趋势,若两个筛孔通过率进一步增大而进入 Superpave 相应细集料级配限制区时,压实次数应更少,混合料更容易压实压密,将对抗车辙性能不利,禁区具有一定的合理性,在级配设计时应尽可能保证细集料关键筛孔通过率在限制区下方。

关键词:多碎石沥青混凝土;关键筛孔;压实性能;Superpave 限制区

中图分类号: TU5

文献标识码: A

Analysis on key sieve size to compaction energy of stone asphalt concrete

HUANG Qi-shu¹, XU Zhi-hong², HAN Zhen-zhong¹

(1. Quality Supervision Bureaus for Traffic Construction Project of Guizhou Province, Guiyang 550004, China;

2. Tongji University, School of Traffic and Transportation, Shanghai 200092, China)

Abstract: The relationship between compaction energy and key sieve size passing percentage of 27 experiment gradings are analyzed for SAC-20. The passing percentage of 1.18mm sieve size has the greatest impact on compaction energy, then has the passing percentage of 0.075mm sieve size, so the conclusion that fine aggregate grading and its content(including the filler) has great impact on compaction energy can be get. The average compaction number decreases with the increasing of the passing percentage of 1.18mm and 0.6mm sieve size. When the two passing percentage of the sieve size above increases into the restricted zone of Superpave for the corresponding fine aggregate grading, the compaction number will be less, and the mixture will be compacted more easily, this will reduce the rut-resistance performance of mixture. So the restricted zone has definite rationality, and the passing percentage of key sieve size for fine aggregate should be under the restricted zone.

Key words: stone asphalt concrete (SAC); key sieve size; compaction performance; restricted zone of Superpave

压实功是反映沥青混合料的一项重要指标,与现场压效果关系密切,混合料容易压实或难以压实都表明压实性能不好,易压实的混合料在车辆荷载作用下易产生压密变形,反之,难压实的混合料则因空隙率过大而易产生水损坏。因此找出影响沥青混合料压实功的关键因素就显得十分重要,本文以多碎石沥青混凝土 SAC-20 为例,尝试研究其关键筛孔对压实功的影响。

1 旋转压实试验

由于 SAC-20 是根据 19mm,4.75mm,1.18mm 和 0.075mm 四个关键筛孔通过率进行级配设计的,四个关键筛孔通过率的不同组合就形成了不同的级配,本文以上述四个关键筛孔取不同水平通过率并进行正交组合。19mm 通过率取 100%、95%、90% 三个水平,4.75mm 通过率取 40%、

收稿日期:2008-05-22

作者简介:黄启舒(1982-),男,贵州册亨人,硕士,从事道路结构和材料研究。

35%、30% 三个水平, 1.18 mm 通过率取 21%、18%、15% 三个水平, 0.075mm 通过率取 7%、5%、3% 三个水平, 以上述水平取值为基础进行正交试验设计, 得到 27 个试验级配。

由于旋转压实仪的压实次数可以反映压实混合料所需压实功大小, 因此本文在分析各个筛孔通过率对压实功的影响时, 采用了旋转压实仪成型试件, 考查各个级配在相同质量 (3050 克) 时压实至相同高度 (75mm) 需要的压实次数 (即压实功), 压强取 0.6MPa。每个级配成型三个试件, 表 1 中各级配压实次数即为三个试件压实次数平均值。

2 关键筛孔与压实次数的方差

SPSS 软件是一个通用的统计软件, 其方差分析能很好的反映统计条件下各因素对结果的影响大小, 也能反映各因素自身的变化对结果的影响

趋势, 因此, 本文应用 SPSS 软件对压实次数和各筛孔通过率进行主效应的多因素方差分析和各筛孔的多重比较, 以反映各筛孔通过率对压实功的影响。

2.1 关键筛孔主效应方差分析

由主效应方差分析检验结果知, Sig. 值即 F 检验的 p 值均小于 5%, 可认为各筛孔通过率对压实次数在 5% 水平上是有显著差异的, 各筛孔不同水平对压实功有明显差异, 级配的变动对压实功的影响十分显著; 同时, 由各筛孔 F 值可以看出, $F_{\text{筛}1.18\text{mm}} > F_{\text{筛}0.075\text{mm}} > F_{\text{筛}19\text{mm}} = F_{\text{筛}4.75\text{mm}}$, 即筛 1.18mm 通过率对压实功影响最大, 而筛 0.075mm 居其次。筛 1.18mm 通过率即级配细料含量及细料级配, 筛 0.075mm 通过率即级配填料含量, 因此可以说细料级配及含量 (包括填料) 极大地影响着压实功, 以下分别就各筛孔不同水平比较结果作逐一具体分析 (见表 2)。

表 1 各级配平均压实次数及对应级配关键筛孔通过率

Tab. 1 The average number of all level compaction energy and their key sieve passing percentage

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
空隙率 (%)	7.8	8.1	8.4	7.6	7.8	7.2	7.8	6.7	7.8	7.8	7.9	7.5	7.6	
平均压实次数 (次)	44	59	104	49	80.5	78	78.5	88	86.3	55	115.8	94	75.7	
19mm 通过率 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	95	95	95	
4.75mm 通过率 (%)	40	40	40	35	35	35	30	30	30	40	40	40	35	
1.18mm 通过率 (%)	21	18	15	21	18	15	21	18	15	21	18	15	21	
0.075mm 通过率 (%)	7	5	3	5	3	7	3	7	5	5	3	7	3	
编号	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
空隙率 (%)	6.8	7.3	6.5	6.8	7.3	8.3	7.2	7.9	6.5	7.1	8	6.1	6.9	6.1
平均压实次数 (次)	68.5	88.3	60.3	77.3	153	65	64.7	94.7	50.3	61	123.3	68	80.3	98.7
19mm 通过率 (%)	95	95	95	95	95	90	90	90	90	90	90	90	90	90
4.75mm 通过率 (%)	35	35	30	30	30	40	40	40	35	35	35	30	30	30
1.18mm 通过率 (%)	18	15	21	18	15	21	18	15	21	18	15	21	18	15
0.075mm 通过率 (%)	7	5	7	5	3	3	7	5	7	5	3	5	3	7

表 2 主效应方差分析检验结果 (因变量: 压实次数)

Tab. 2 Test results of main effects analysis of variance

来源	第三类平方和	自由度	均方差	F	Sig.
修正模型	13627.41(b)	8	1703.426	14.668	0.000
截距	172992.053	1	172992.053	1489.659	0.000
筛 19mm	842.580	2	421.290	3.628	0.047
筛 4.75mm	842.587	2	421.293	3.628	0.047
筛 1.18mm	7898.362	2	3949.181	34.007	0.000
筛 0.075mm	4043.882	2	2021.941	17.411	0.000
误差	2090.316	18	116.129		
总和	188709.780	27			
修正后总和	15717.727	26			

2.2 关键筛孔多重比较分析

通过预估压实次数随各筛孔通过率的变化图和关键筛孔的多重分析表可以看出:筛 19mm 通过率为 90%、95% 和 100% 时预估压实次数分别为 78.4、87.5 和 74.1 次,压实数在筛 19mm 通过率为 95% 时达到最大,即此时所需压实功最大。

筛孔 4.75mm 通过率为 30%、35% 和 40% 预估平均压实次数分别为 87.5、74.6 和 77.0 次,由图可明显看出预估平均压实次数在筛孔 4.75mm 通过率从 40% 变化到 35% 时压实次数并无明显变化,而从 35% 变化到 30% 时明显增加,说明了随粗料含量增大,混合料越难压实,取此压实段中点作为压实难易程度的临界点,此时筛 4.75mm 通过率约为 32.5%,压实次数约为 81 次,此临界点接近笔者文中基于抗车辙性能并以 4.75mm 通过率 33.5% 作为悬浮结构和骨架结构的分界点,不过试验结果显示 4.75mm 通过率为 40% 较 30% 所需

压实次数为多,但相差不大,应为试验误差所致。

筛孔 1.18mm 通过率在各个水平的变化对压实功有显著影响,由图知压实次数随 1.18mm 通过率的增加而单调递减,筛 1.18mm 通过率由 15% 增至 21% 时,预估压实次数由 101.6 骤降至 60 次,表明在粗料含量变化范围不大的条件下,混合料所需压实功对细料含量的变化十分敏感。筛孔 0.075mm 通过率分别由 3% 变化到 5% 和 7% 时,压实次数有明显差异,而由 5% 变化到 7% 并没有明显差异(见表 3)。

2.3 Superpave 细集料级配限制区的合理性

图 2 是压实次数与 0.6mm 通过率经单因素方差分析后的结果,尽管在个别点上出现了异常,但仍然可以明显看到平均压实次数随 0.6mm 通过率的增加有减小的趋势,与压实次数随 1.18mm 通过率的关系十分相似。

表 3 各关键筛孔多重比较分析(因变量:压实次数)

Tab.3 Multiplex compare analysis of each key sieve

关键筛孔尺寸(mm)	I(通过率%)	J(通过率%)	平均差值(I-J)	标准差	Sig.	显著性
19	95	100	13.4000(*)	5.08	0.017	显著
	90	100	13.4000(*)	5.08	0.017	显著
	90	95	13.4000(*)	5.08	0.017	显著
4.75	30	35	12.8667(*)	5.08	0.021	显著
	30	40	12.8667(*)	5.08	0.021	显著
	35	40	12.8667(*)	5.08	0.021	显著
1.18	18	21	16.5889(*)	5.08	0.004	显著
	15	21	16.5889(*)	5.08	0.004	显著
	15	18	16.5889(*)	5.08	0.004	显著
0.075	7	5	26.3889(*)	5.08	0.000	显著
	7	3	26.3889(*)	5.08	0.000	显著
	5	3	26.3889(*)	5.08	0.000	显著

注:表中数据依赖于平均观测值,仅列出多重比较分析中显著项;*表示在 5% 水平下平均差值存在显著差异

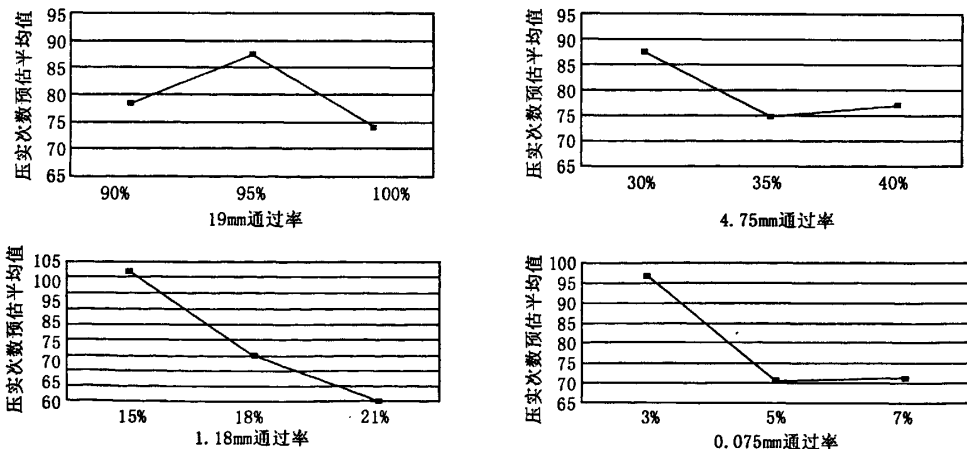


图1 压实次数预估平均值随19mm、4.75mm、1.18mm及0.075mm筛孔通过率的变化

Fig. 1 Change between estimate average compaction number and passing percentage of sieve 19mm、4.75mm、1.18mm and 0.075mm

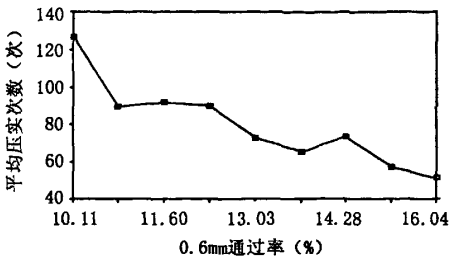


图2 平均压实次数与0.6mm通过率关系

Fig. 2 Relationship between average compaction number and passing percentage of sieve 0.6mm

压实次数与 1.18mm 和 0.6mm 通过率关系的方差分析结果从一定程度上表明:为防止混合料出现容易压实压密的情况,细集料筛孔通过率不能过大。在此结合这个结论简单分析一下 Superpave 细集料限制区是否具有合理性。

表 4 Superpave 细料各级配建议范围及限制区边界

Tab.4 The proposed scope of Superpave fine material at all levels and the border of limitations zone

筛孔尺寸 (mm)	建议级配范围 (%)	限制区边界 (%)	本次试验范围
0.075	2~6	-	3~7
0.15	3~10	-	4.5~9.2
0.3	5~14	13.7	6.7~12.2
0.6	9~17	16.7~20.7	10.1~16.0
1.18	14~22	22.3~28.3	15~21
2.36	23~25	34.6	21.2~28.9
4.75	36~49	-	

对于最大公称粒径 19mm 的沥青混合料而言, Superpave 给出的细集料各筛孔通过率建议值及相对应的禁区边界如表 4。可以看出, Superpave 所建议的级配范围在限制区下方,而本次试验 0.6mm 和 1.18mm 两个筛孔通过率也都在限制区下方,根据本文的结果,压实次数均有随着两个筛孔通过率的增大而减小的趋势,可以预见,若两个筛孔通

过率进一步增大而进入限制区,压实次数应更小,混合料更容易压实压密,这对于混合料抗车辙性能来说是不利的。因此, Superpave 给出的限制区是具有一定合理性的,在级配设计时应尽可能保证细集料关键筛孔通过率在限制区下方。

3 结论

在 5% 显著性水平上,各关键筛孔通过率对压实次数的影响是有显著差异的,各筛孔不同水平对压实功的影响也有明显差异,级配的变动对压实功的影响十分显著;1.18mm 通过率对压实功影响最大,0.075mm 通过率居其次,因此细料级配及含量(包括填料)极大地影响着压实功。


与 1.18mm 通过率相似,平均压实次数随 0.6mm 通过率的增加也有减小的趋势;同时,两个筛孔通过率都在 Superpave 相应细集料级配限制区下方,趋势表明若两个筛孔通过率进一步增大而进入限制区,压实次数应更小,混合料更容易压实压密,这对于混合料抗车辙性能来说是不利的,限制区具有一定的合理性,在级配设计时应尽可能保证细集料关键筛孔通过率在限制区下方。

参考文献:

- [1] 沙庆林.多碎石沥青混凝土 SAC 系列的设计与施工[M].北京:人民交通出版社,2005.
- [2] 北京大学数学力学系概率统计组.正交设计法[M].北京:石油化学工业出版社,1976.
- [3] 薛薇.统计分析与 SPSS 的应用[M].北京:中国人民大学出版社,2001.
- [4] 黄启舒,许志鸿.基于抗车辙性能的多碎石沥青混凝土骨架状态分析[J].公路工程,2008,(5):150-154.
- [5] 许志鸿,陈兴伟. Superpave 级配范围[J].交通运输工程学报,2003,(9):1-6.
- [6] JTJ052-2000,公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].

(责任编辑 刘存英)

关键筛孔对多碎石沥青混凝土压实功的影响分析

作者: [黄启舒](#), [许志鸿](#), [韩振中](#), [HUANG Qi-shu](#), [XU Zhi-hong](#), [HAN Zhen-zhong](#)
作者单位: [黄启舒, 韩振中, HUANG Qi-shu, HAN Zhen-zhong \(贵州省交通建设工程质量监督站, 贵阳, 550004\)](#), [许志鸿, XU Zhi-hong \(同济大学, 交通运输工程学院, 上海, 200092\)](#)
刊名: [河北工程大学学报 \(自然科学版\)](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)
年, 卷(期): 2008, 25 (3)

参考文献(6条)

1. [沙庆林](#) [多碎石沥青混凝土SAC系列的设计与施工](#) 2005
2. [北京大学数学力学系概率统计组](#) [正交设计法](#) 1976
3. [薛薇](#) [统计分析与SPSS的应用](#) 2001
4. [黄启舒; 许志鸿](#) [基于抗车辙性能的多碎石沥青混凝土骨架状态分析](#)[期刊论文]-[公路工程](#) 2008 (05)
5. [许志鸿; 陈兴伟](#) [Superpave级配范围](#)[期刊论文]-[交通运输工程学报](#) 2003 (09)
6. [JTJ 052-2000](#). [公路工程沥青及沥青混合料试验规程](#)

本文读者也读过(3条)

1. [杨婧](#). [朱宁](#). [Yang Jing](#). [Zhu Ning](#) [基于集料堆积密度的高速公路路面质量模型的研究](#)[期刊论文]-[桂林电子科技大学学报](#)2011, 31 (1)
2. [吕浩](#). [李猛](#). [LV Hao](#). [LI Meng](#) [采用“最大理论相对密度”控制沥青路面压实度的探讨](#)[期刊论文]-[公路交通技术](#) 2008 (z1)
3. [张鹏](#). [李冬](#). [康冬冬](#). [ZHANG Peng](#). [LI Dong](#). [KANG Dong-dong](#) [探讨提高高速公路路面质量的改进方案](#)[期刊论文]-[数学的实践与认识](#)2008, 38 (14)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200803013.aspx