

不同拌和方法对沥青混合料体积指标的影响

户桂灵^{1,2}, 孔晨光¹, 胡家波²

(1. 山东建筑大学, 山东 济南 250031; 2. 高速公路养护技术交通行业重点实验室(济南), 山东 济南 250031)

摘要: 通过对流动拌和方法与传统拌和方法生产的沥青混合料体积指标的测试, 比较了不同拌和方法对混合料体积指标的影响, 同时判断流动拌和方法是否具有降低拌和温度和沥青含量的可能。

关键词: 流动拌和; 体积指标; 降低沥青含量; 降低拌和温度

中图分类号: U416. 217

文献标识码: B

The effect on the volume indexes of asphalt mixture with the different mixing method

HU Gui - ling^{1, 2}, KONG Chen - guang¹,
HU Jia - bo²

(1. Shandong Jianzhu University, Shandong Jinan 250031 China; 2. Key Laboratory of Expressway Maintenance Technology Ministry of Communication (Jinan), Shandong Jinan 250031 China)

Abstract: By testing the volume indexes to the specimen using the conventional mixing method and the KGO flowing mixing method produced, this article compares the effect on the volume indexes with the different mixing method, and judged whether the KGO flowing mixing method can reduce the asphalt content and the mixing temperature.

Key words: flowing mixing; volume index; reducing asphalt content; reducing mixing temperature

引言

目前国内沥青混合料的拌和, 无论是在实验室还

是拌和站, 都是采用强制拌和的方式, 针对拌和方法影响混合料性能的研究尚属少见。瑞典道路工作者 Karl Gunnar Ohlson 基于颗粒流动理论, 发明了流动拌和方法, 此方法可以在保证甚至提高沥青混合料性能的基础上, 降低拌和温度和沥青含量。流动拌和方法与传统强制拌和方法不同之处在于其集料分阶段拌和, 热沥青与粗集料先行拌和, 之后填充料缓慢加入, 细集料最后加入, 使得粗集料悬浮于细集料、填充料和沥青形成的玛蹄脂中, 同时玛蹄脂在粗集料形成的骨架空隙中又处于一种流动相。

1 概述^[1-3]

KGO 流动拌和技术自 20 世纪 70 年代发明至今, 先后在美国佛罗里达州、东非、科威特、沙特、利比亚等国, 道路新建和大修中实验性应用。在实际应用中, KGO 流动拌和方法生产的混合料主要用于表面层, 少数用于中面层和下面层, 级配类型可以使用常规沥青混合设计的级配, 也可以使用其推荐的级配类型 AB11, 两者均可降低沥青含量及拌和温度。瑞典国家道路与运输研究所 VTI 关于 KGO 混合料铺筑的试验路段的检测报告指出, 在现场铺筑过程中, 表观上可以看出同一沥青含量, 传统沥青混合料的表面较干燥, 颗粒之间呈松散状态, KGO 混合料则呈现油性特性, 即粗集料表面玛蹄脂膜更厚, 从而可以通过对油石比的优化, 显著减低沥青含量 8% ~ 10%, 降低施工温度 30℃。经过 3 年的交通荷载, 与传统路面对比测试, KGO 混合料在胎噪、路面构造深度、车辙、低温开裂方面都呈现出明显的优势, 显示出良好的耐久性, 且降低拌和温度对其质量没有影响。

目前, 沥青混合料的设计主要是马歇尔设计方法和 superpave 设计方法, 两者都属于体积设计方法, 即通过控制沥青混合料的体积指标来保证混合料的路用性能, 因此本研究对此流动拌和方法与传统拌和方法生产的混合料进行了体积指标的测试, 以比较不同拌和方法对体积指标的影响及判断流动拌和方法是否具有降低拌和温度和沥青含量的可能。

收稿日期: 2011—07—27

作者简介: 户桂灵(1987—), 女, 山东鄄城人, 硕士研究生, 研究方向为沥青与沥青混合料。

2 原材料

2.1 矿料

矿料采用石灰岩 ,分为 0 ~5 mm 5 ~10 mm ,10 ~15 mm 三档。各档矿料密度结果见表 ,筛分结果见表 2。

2.2 沥青试验

试验采用 70 号基质道路石油沥青 ,试验结果见表 3。

表 1 各档矿料密度试验结果

材料名称	表观相对密度 γ_a	毛体积相对密度 γ_b	吸水率 $\omega_s(\%)$
10 ~15 mm	2.728	2.697	0.42
5 ~10 mm	2.711	2.673	0.52
0 ~5 mm	2.751	2.687	0.86
矿粉	2.702	—	—

表 2 各档矿料筛分结果

筛孔尺寸(mm)	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
10 ~15	100.0	100.0	98.9	85.5	12.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.3
5 ~10	100.0	100.0	100.0	100.0	96.9	10.9	4.1	3.3	3.0	2.7	2.6	—
0 ~5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	87.9	1.6	1.3	1.3	1.3	1.3	1.0
矿粉	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.2	93.5	79.8

表 3 沥青试验结果

项 目	单位	结果	质量要求
密度(15℃)	g/cm^3	1.032	实测值
针入度(25℃ , 100g 5s)	0.1 mm	69	60 ~80
软化点(环球法)	℃	46.5	不小于 46
延度(15℃)	cm	>100	不小于 100

3 试验设计

3.1 级配设计

试验采用 AC -13 类型混合料级配 根据各档矿料筛分结果及《公路沥青路面施工技术规范》中规定的级配范围确定各档矿料比例。经设计后 ,确定各档矿料用量为 10 ~15 :5 ~10 :0 ~5 :矿粉 =26 :25 :45 :4。不同拌和方法采用同一级配 ,其组成结果见表 4。

表 4 AC -13 矿料级配设计

筛孔尺寸(mm)	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC -13 上限	100	100	96	83	55	38	28	20	14	10	6
AC -13 下限	100	95	88	72	42	28	20	15	10	6	4
级配中值	100	97.5	92	77.5	48.5	33	24	17.5	12	8	5
确定级配	100	99.7	96.2	76.5	50.4	32.5	22.5	15.7	11.4	9.5	5.9

3.2 试验条件

为了使试验结果更精准 ,本实验一次性备足所需矿料及沥青 ,配料及试件制备均由固定人员独自完成 ,避免了因人员差异出现的结果差异性。其中 ,进行流动拌和的矿料由于要分阶段加入 ,因此配料时 ,各档矿料分别盛盘并加热。试验所需试件在一天之内制备完成 ,保证了试验的连续性 ,试验条件基本相同。由于所用沥青为 70 号基质沥青 ,所以矿料加热温度设定为 160℃ ,拌和温度控制在 150 ~155℃ ,击实

温度为 145 ~147℃。其余要求符合《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG052 - 2000 和《公路沥青路面施工技术规范》JTGF40 - 2004。

3.3 试验方案及结果

对 AC -13 混合料进行流动和常规两种方式拌和。以 4.4% 沥青含量为起点 ,每间隔 0.2% 分别成型 4 个马歇尔试件 ,直至沥青含量为 5.2% ,共计马歇尔试件 40 个。其中流动拌和为粗集料与热沥青先行拌和 ,再加入填充料 ,最后加入细集料。

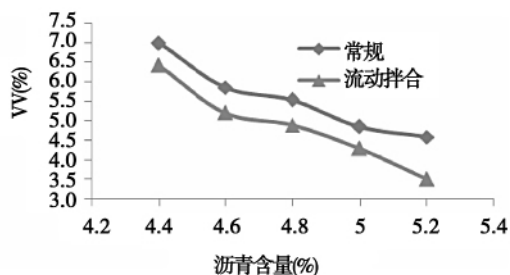


图1 空隙率变化规律

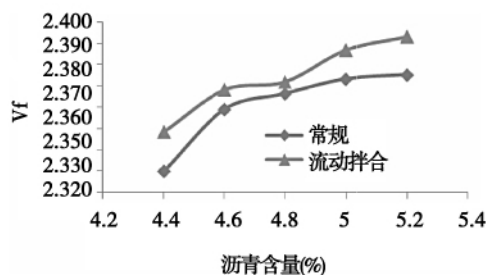


图2 毛体积密度变化规律

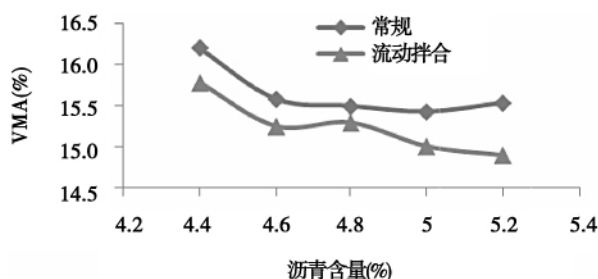


图3 矿料间隙率变化规律

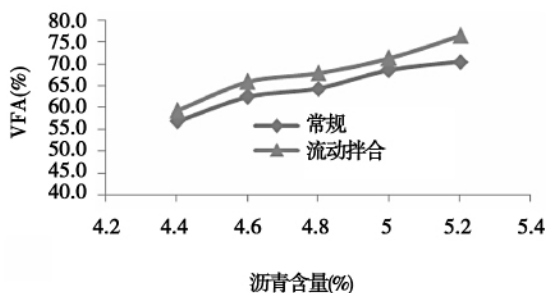


图4 沥青饱和度变化规律

4 试验结果分析

4.1 空隙率变化

空隙率是沥青混合料的主要影响因素,其大小与沥青混合料的高温稳定性、耐久性、抗渗性等密切相关^[4]。由图1可以看出,同一沥青含量时,流动拌和方法生产的混合料空隙率要比常规拌和方法的降低很多,随着沥青含量的增加,曲线保持了这一趋势,混合料的空隙率平均降低0.7%左右。同一空隙率时,流动拌和方法生产的混合料所用沥青比常规拌和方法的也降低很多,随着空隙率的降低,曲线也保持了这一趋势,沥青含量平均降低0.3%左右。因此,从空隙率的变化角度来说,流动拌和方法具有使沥青混合料降低沥青含量的可能。

4.2 毛体积密度变化

毛体积密度在沥青混合料的设计中是一个非常重要的指标,它的变化直接影响着空隙率VV和矿料间隙率VMA的计算^[4]。图2表示,同一沥青含量时,流动拌和混合料毛体积密度比常规拌和混合料高,随着沥青含量增加,毛体积密度的变化保持了这一趋势,这说明流动拌和混合料较常规拌和更容易压实,从而具有降低拌和温度和压实温度的可能。

4.3 矿料间隙率变化

矿料间隙率是混合料设计中的一个重要控制目标,合适的VMA即可以保证有足够的沥青可以将集料粘结在一起,同时不会使沥青富余产生泛油等病害。图3中,同一沥青含量时,流动拌和混合料VMA

比常规拌和低,随着沥青含量增加,曲线呈现同一趋势。VMA的降低说明沥青用量可以在一定程度上降低,实现节省能源的目的。

4.4 沥青饱和度变化

沥青饱和度反映了矿料间隙中有效沥青的含量,由图4可以看出,同一沥青含量时,流动拌和混合料的VFA比常规拌和高,随着沥青含量增加,曲线保持同一趋势,这说明在流动拌和混合料中,集料表面空隙吸收的无效沥青降低了,从而在同一沥青含量时,与常规混合料相比,其形成了沥青富余,由此具备降低混合料中沥青含量的条件。

5 前景与展望

通过对不同拌和方法对混合料体积指标的影响分析,可以得出流动拌和方法混合料与常规拌和方法混合料体积指标有明显差别,流动拌和方法具备使沥青混合料降低沥青含量及降低拌和温度的条件。但是这只是研究的起始阶段,流动拌和方法的原理、具体优化流程如拌和时间、拌和、加料速率的优化及其生产的混合料的性能等都还需进行大量的室内外试验进行研究验证。

KGO流动拌和混合料中,粗集料在沥青玛蹄脂中的悬浮均匀状态,及沥青玛蹄脂在粗集料骨架中呈现流动相,因此可以抵抗低温开裂、高温车辙、颗粒松散等路面多种病害,同时延长路面寿命30%。另外其表面构造性能优良,无集料脱落现象。摊铺时,由于混合料流动性好,密度高,摊铺过程中只需碾压一次即

可达到要求。同时此拌和技术可以降低路面表面层沥青含量大约 8% ~ 10% ,并且可以降低拌和温度 30℃ ,无需使用温拌技术即可实现温拌 ,保护环境 ,减少废气和粉尘的排放^[1]。如果以 AC - 13 类混合料为每吨 500 元计 ,沥青用量减少 10% ,燃料油用量降低 15% ,路面寿命延长 30% ,则每吨混合料可节约 78.5 元 ,为其单价的 15.6%。我国每年生产的混合料大约在 2.4 亿吨 ,照此计算 ,则可节约 188.4 亿元。因此 ,无论是从保护环境的角度还是从节约能源的角度 ,KGO 流动拌和技术都具有非常广泛的应用前景和巨大的经济效益。

参考文献:

- [1] EAPA. Low temperature asphalt. EAPA. June 2005.
- [2] G. F. A. Ball. Enviromental and financial costs and benefits of warm asphalts. Opus International Consultants Ltd. June 2010.
- [3] Nicolas. Bueche. Warm asphalt bituminous mixtures with regards to energy ,emissions and performance. Secetion 8 - Raod Transport (2) .
- [4] 沈金安. 沥青与沥青混合料路用性能 [M]. 北京: 人民交通出版社 2003.
- [5] JTG F40 - 2004 ,公路沥青路面施工技术规范 [S].
- [6] JTG 052 - 2000 ,公路工程沥青及沥青混合料试验规程 [S].

(上接第 53 页)

3.2 沉降量对比分析

将 1、2 号断面沉降量曲线放到同一个图中 ,如图 2 所示。由图中可以看出 ,袋装砂井和土工布的地基处理方法比水泥粉喷桩的处理方法的沉降量要大一些。主要原因:(1) 砂井地基施工扰动对软土结构性的破坏 ,特别是软土表层的硬壳层遭到破坏时 ,使软土结构性在一时难以恢复到原来的状态 ,抗剪强度较低 ,上部路堤荷载的作用明显会导致沉降加大;(2) 砂井地基的固结系数较大 ,固结快 ,因而在施工期的沉降加大。

对于用粉喷桩处理地复合地基 ,由于粉喷桩自身模量较大而使地基总的沉降量较小 ,主要原因:(1) 粉喷桩施工过程中 ,一方面扰动破坏了软土的结构性;另一方面使桩体范围土体及周围土体中的孔隙水能较好地参与水泥粉与土颗粒发生的一系列物理化学反应 ,使水泥土强度提高较快 ,桩间土强度也得到一定的改善。(2) 水泥土本身的压缩模量远大于软土 ,使地基土整体的压缩模量有较大的提高 ,相应的沉降自然较小。

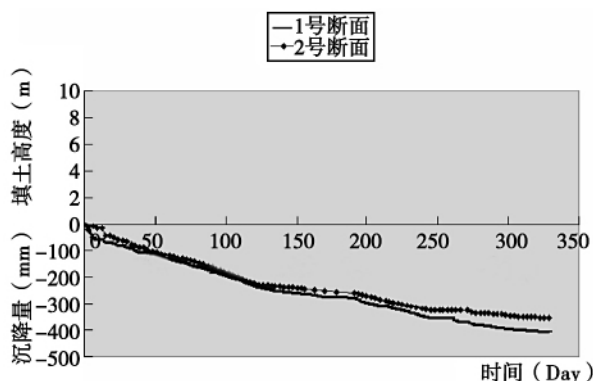


图 2 1、2 号断面的沉降曲线

4 结语

通过对两种地基处理方法的对比分析 ,可以得到以下结论:(1) 袋装砂井加土工布的地基处理方法 ,沉降速率、总沉降量都比粉喷桩大 ,但粉喷桩的沉降稳定速度较慢;(2) 由于粉喷桩工后沉降较小 ,对沉降控制有利 ,因此在沉降控制较为严格的部位(如桥头路段) ,用粉喷桩处理较为理想;(3) 袋装砂井加土工布处理地基 ,具有加快软土固结、施工简单、降低成本、提高施工速度等优点。