

文章编号:0451-0712(2007)02-0121-06

中图分类号:U414.750.1

文献标识码:B

掺加外掺剂后沥青胶浆高低温性能研究

马占伏¹, 晋 琰², 韩 柳¹

(1. 宁夏公路勘察设计院有限责任公司 银川市 750004; 2. 长安大学 西安市 710064)

摘 要: 为研究因沥青混合料中掺加外掺剂后对沥青胶浆高低温性能的影响,结合《六盘山地区公路修筑技术研究》课题研究工作,通过进行沥青胶浆的高温针入度、软化点、低温蠕变等3项室内试验,对沥青胶浆使用纯矿粉和掺加外掺剂后试验指标的变化来研究其高低温性能的变化,并提出选择使用外掺剂种类的原则,推荐采用的合理粉胶比和外掺剂剂量。

关键词: 沥青胶浆; 高温针入度; 软化点; 低温蠕变; 性能研究

在沥青混合料中加入一定剂量的消石灰、水泥和抗剥落剂,目的是为了提高混合料的水稳定性,而加入这些外掺剂以后对沥青胶浆的高低温性能的影响值得进一步探讨。因此,本文通过对使用纯矿粉和掺加不同剂量消石灰和水泥后沥青胶浆的高温针入度、软化点、低温蠕变指标的对比来研究沥青胶浆高低温性能的变化。

1 试验方案及目的

本文共进行三项试验,分别为:沥青胶浆的高温针入度试验、沥青胶浆的软化点试验和沥青胶浆的低温蠕变试验。并针对具体情况建议合理的掺加形式和剂量。试样的制备均采用克拉玛依90号基质沥青,试验方案及目的见表1。

表1 试验方案及目的

试验方案	目的
消石灰与矿粉质量比固定在1:2时采用不同粉胶比进行试验	研究掺加消石灰后粉胶比的变化对沥青胶浆的高低温性能影响
粉胶比固定在1.2:1时改变消石灰与矿粉的质量比	研究在固定粉胶比下消石灰掺量对沥青胶浆的高低温性能影响
水泥与矿粉质量比固定在1:2时采用不同粉胶比进行试验	研究掺加水泥后粉胶比的变化对沥青胶浆的高低温性能影响
粉胶比固定在1.2:1时改变水泥与矿粉的质量比	研究在固定粉胶比下水泥掺量对沥青胶浆的高低温性能影响
粉胶比固定在1.2:1时改变消石灰、水泥与矿粉的质量比	研究在固定粉胶比下同时掺加消石灰、水泥后对沥青胶浆的高低温性能影响
无外掺剂时不同粉胶比的沥青胶浆性能	与有外掺剂的胶浆性能相对比

2 分别掺加水泥、消石灰后沥青胶浆的高低温性能研究

2.1 掺加消石灰后沥青胶浆的高低温性能研究

2.1.1 不同粉胶比的高低温性能试验(见表2)

表2 消石灰与矿粉质量比1:2时
采用不同粉胶比试验结果

编号	1号	2号	3号	4号	5号	6号
粉胶比	0.8:1	1.2:1	1.35:1	1.5:1	1.8:1	2.2:1
沥青质量/g	300	300	300	300	300	300
消石灰质量/g	80	120	135	150	180	220
矿粉质量/g	160	240	270	300	360	440
高温针入度(45℃,5s)/mm	0.808	0.559	0.447	0.360	0.259	0.105
低温变形(5℃,5s)/mm	0.267	0.155	0.123	0.075	0.087	0.061
软化点/℃	52.6	55	57.2	59.2	69.4	81.7

分析表2结果可以得出以下结论。

(1)当消石灰与矿粉质量比固定时,随着粉胶比的增大沥青胶浆的高温针入度、低温变形均减小,通过建立线性关系图可以发现,高温针入度线段的斜率明显较大,说明沥青胶浆中掺入消石灰高温性能变化显著,随着粉胶比的增大,高温性能增加非常明显。

(2)沥青胶浆的高温针入度和低温变形与粉胶比之间存在较好的线性回归关系,且掺消石灰后沥青胶浆的高温针入度对粉胶比变化比低温变形对粉胶比的变化敏感。

(3)随着粉胶比的增大,软化点也依次增大,粉

胶比在 0.8~1.5 之间时,软化点增幅不大;当粉胶比从 1.5 增加至 2.2 时,软化点增幅加大。这反映出当粉胶比在 0.8~1.5 之间时,高温性能逐渐增加,当粉胶比超过 1.5 范围以后,随着粉胶比的增大,高温性能变化非常敏感。

(4) 试验粉胶比从 0.8 : 1, 按回归曲线反算粉胶比为 0.6 时的高温针入度、低温变形、软化点见表 3。

表 3 粉胶比为 0.6 时的计算结果

粉胶比	高温针入度/mm	低温变形/mm	软化点/C
0.6	0.873	0.256	50.7

此时沥青胶浆的高温针入度略有上升,但即便如此粉胶比在 0.6 时的高温针入度值比纯矿粉胶浆的高温针入度值仍然低大约两个百分点,即高温性能依然提高显著。通过建立线性关系图可以看出,当粉胶比为 1.5 : 1 时,沥青胶浆的低温变形趋势线出现折角,此时低温变形能力最差,且随粉胶比的增大,低温变形值继续衰减。高温针入度趋势线也在粉胶比为 1.5 : 1 时出现折角,与软化点值规律相似,因此,建议外掺消石灰后沥青胶浆的粉胶比宜取在 0.6~1.5 之间。

2.1.2 不同质量比时的高低温度性能试验

为使试验用粉胶比具有较普遍的代表性,试验时粉胶比统一采用 1.2 : 1, 试验结果见表 4。

表 4 粉胶比为 1.2 : 1 时消石灰与矿粉质量比不同的试验结果

编号	1号	2号	3号	4号	5号	6号
消石灰 : 矿粉	1 : 5	2 : 4	3 : 3	4 : 2	5 : 1	6 : 0
沥青质量/g	300	300	300	300	300	300
消石灰质量/g	60	120	180	240	300	360
矿粉质量/g	300	240	180	120	60	0
高温针入度(45℃, 5 s)/mm	0.700	0.432	0.306	0.172	0.133	0.117
低温变形(5℃, 5 s)/mm	0.301	0.152	0.128	0.095	0.061	0.035
软化点/C	52.300	58.000	65.200	75.000	86.500	>100

分析表 4 结果可以得出以下结论。

(1) 当粉胶比统一采用 1.2 : 1 时,随着消石灰与矿粉质量比的增加,沥青胶浆的高温针入度和低温变形均减小。说明沥青胶浆的高温性能增强,低温性能减弱。

(2) 消石灰与矿粉质量比的变化与高温针入度和低温变形符合对数回归曲线。

(3) 当消石灰质量占矿粉质量从 20% 到 200%

之间时(即消石灰质量 : 矿粉质量为 1 : 5~4 : 2), 回归曲线斜率大,连线出现折角,说明此时高温性能增加显著,对应的低温性能减小也明显;而从消石灰质量 : 矿粉质量到 4 : 2 即消石灰是矿粉质量的 2 倍以后再增加消石灰用量时,沥青胶浆高温针入度下降已不明显,此时再增加消石灰用量对高温性能的提高已无多大影响,因石灰石矿粉的比表面积约为 2 500~3 500 cm²/g, 而消石灰比表面积达 7 000 cm²/g, 消石灰用量的增加势必增大沥青的用量,而且难以拌和,施工和易性差。因此,确定消石灰的掺加剂量时,消石灰与矿粉比例应小于 2 : 1。

(4) 消石灰比例的增加也导致软化点明显提高。

从以上两组试验结果还可以看出,提高高温性能的途径:一是可以采用消石灰所占比例不变而增加粉胶比;二是粉胶比不变而增加消石灰所占矿粉的比例。在前者的实施中对沥青胶浆低温变形能力的减小并不显著,但后一途径却严重削弱了沥青胶浆的低温变形能力。因此采用增大消石灰在矿粉中所占比例的方法来改善沥青混合料的高温性能和水稳定性时,会严重影响沥青混合料的低温变形能力。

在制备胶浆的过程中,随着消石灰用量的增加,填料和沥青的拌和难度也加大,由于消石灰单位质量的比表面积是一般石灰石矿粉的 2 倍多,因此表现出沥青胶浆变稠,与沥青的和易性差。

2.2 掺水泥沥青胶浆的高低温度性能研究

2.2.1 水泥与矿粉质量比相同时变化粉胶比(见表 5)

表 5 水泥与矿粉质量比为 1 : 2 时不同粉胶比试验结果

编号	1号	2号	3号	4号	5号	6号
粉胶比	0.8 : 1	1.2 : 1	1.35 : 1	1.5 : 1	1.8 : 1	2.2 : 1
沥青质量/g	300	300	300	300	300	300
水泥质量/g	80	120	135	150	180	220
矿粉质量/g	160	240	270	300	360	440
高温针入度(45℃, 5s)/mm	1.168	0.952	0.786	0.718	0.577	0.363
低温变形(5℃, 5s)/mm	0.415	0.344	0.183	0.171	0.105	0.082
软化点/C	49.3	51.3	54	55	56.5	61.7

分析表 5 结果可以得出以下结论。

(1) 当水泥与矿粉质量比固定时,随着粉胶比的增大,沥青胶浆的高温针入度、低温变形均减小。

(2) 粉胶比与沥青胶浆的高低温度性能有较好的线性回归关系,随着粉胶比的增大,沥青胶浆的软化点也依次增大,但总体来说变化幅度较平缓。

(3) 当粉胶比为 1.35 : 1 时,高温针入度值与低

温弯曲值出现折角,通过回归公式计算粉胶比为0.6时的高温针入度为1.24 mm,低温变形为0.44 mm,软化点47.6℃,因此推荐水泥胶浆的粉胶比宜为0.6~1.35。

2.2.2 同一粉胶比时水泥与矿粉质量比不同

为使试验用粉胶比与沥青混合料常用粉胶比具有可比性,试验时粉胶比统一采用1.2:1,试验结果见表6。

表6 粉胶比为1.2:1时水泥与矿粉质量比不同的试验结果

编号	1号	2号	3号	4号	5号	6号
水泥:矿粉	1:5	2:4	3:3	4:2	5:1	6:0
沥青质量/g	300	300	300	300	300	300
水泥质量/g	60	120	180	240	300	360
矿粉质量/g	300	240	180	120	60	0
高温针入度(45℃,5s)/mm	0.823	0.793	0.744	0.680	0.615	0.488
低温变形(5℃,5s)/mm	0.514	0.451	0.333	0.283	0.249	0.204
软化点/℃	49.90	52.00	52.90	54.20	55.80	58.00

分析表6结果可以得出以下结论。

(1)粉胶比统一采用1.2:1时,随着水泥与矿粉质量比的增加,沥青胶浆的高温针入度和低温变形均减小。说明沥青胶浆的高温性能增强,低温性能减弱。

(2)水泥胶浆的高低温性能与水泥与矿粉的质量比之间也有较好的线性回归关系,且两条回归直线的斜率无多大差别,说明水泥胶浆的高低温性能对水泥质量比的增加敏感程度相当。

(3)水泥比例的增加也导致软化点的明显提高,相应的高温性能提高。

(4)当粉胶比固定时,水泥与矿粉的质量比变化趋势线无论高温针入度还是低温变形均相当平顺,无折角。又因为水泥比表面与矿粉相差不大,因此,当外掺水泥时,从理论上讲可以无限制水泥与矿粉的质量比,即水泥可以完全取代矿粉。

(5)制备胶浆的过程中还发现,水泥与沥青的和易性较好,易拌和均匀。

3 掺加外掺剂后沥青胶浆高温性能和低温蠕变试验结果及分析

3.1 沥青胶浆高温性能试验结果及分析

3.1.1 外掺剂(消石灰或水泥)与矿粉质量比固定时高温针入度试验结果及分析

无外掺剂是指沥青胶浆由基质沥青与矿粉按不

同粉胶比混合配制而成;掺消石灰是指消石灰与矿粉按1:2的质量比与沥青混合而成;掺水泥是指水泥与矿粉按1:2的质量比与沥青混合而成,试验结果见表7。

表7 高温针入度试验结果

编号	1号	2号	3号	4号	5号	6号
粉胶比	0.8:1	1.2:1	1.35:1	1.5:1	1.8:1	2.2:1
无外掺剂高温针入度(45℃,5s)/mm	22.85	18.70	16.80	15.53	13.20	11.05
掺消石灰高温针入度(45℃,5s)/mm	0.808	0.559	0.447	0.360	0.259	0.105
掺水泥高温针入度(45℃,5s)/mm	1.168	0.952	0.786	0.718	0.577	0.363

分析表7结果可以得出以下结论。

(1)3种胶浆的粉胶比与针入度之间均可做线性回归。

(2)无外掺剂的沥青胶浆高温针入度值远远大于有外掺剂的胶浆高温针入度值,掺水泥或消石灰后高温针入度值降低明显。在同一个粉胶比下,高温针入度值的大小顺序依次为无外掺剂高温针入度值>掺水泥高温针入度值>掺消石灰高温针入度值。从而高温性能的大小排序为掺消石灰高温针入度值>掺水泥高温针入度值>无外掺剂高温针入度值。

3.1.2 粉胶比固定在1.2:1时外掺剂与矿粉质量比变化时的胶浆针入度试验结果(见表8)及分析

表8 高温针入度试验结果

编号	1号	2号	3号	4号	5号	6号
消石灰(或水泥):矿粉	1:5	2:4	3:3	4:2	5:1	6:0
沥青质量/g	300	300	300	300	300	300
消石灰(或水泥)质量/g	60	120	180	240	300	360
矿粉质量/g	300	240	180	120	60	0
掺消石灰高温针入度(45℃,5s)/mm	0.700	0.432	0.306	0.172	0.133	0.117
掺水泥高温针入度(45℃,5s)/mm	0.823	0.793	0.744	0.712	0.693	0.488

分析表8结果可以得出以下结论。

(1)当粉胶比固定时,随着外掺剂与矿粉质量比的增加,高温针入度值下降,高温性能增加。

(2)在每种粉胶比下,掺消石灰的沥青胶浆高温针入度值都小于掺水泥的沥青胶浆高温针入度值,这说明,掺消石灰的沥青胶浆高温性能要优于掺水泥的沥青胶浆。而且随着外掺剂质量比的增大,这种

现象更加明显。

3.2 沥青胶浆软化点试验

3.2.1 外掺剂与矿粉质量比固定时不同粉胶比的沥青胶浆软化点试验结果及分析

表 9 沥青胶浆软化点试验结果

消石灰(或水泥)与矿粉质量比为 1 : 2 时不同粉胶比试验结果						
编号	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号
粉胶比	0.8 : 1	1.2 : 1	1.35 : 1	1.5 : 1	1.8 : 1	2.2 : 1
软化点/℃ (消石灰 : 矿粉 = 1 : 2)	52.6	55	57.2	59.2	69.4	81.7
软化点/℃ (水泥 : 矿粉 = 1 : 2)	49.3	51.3	54	55	56.5	61.7
软化点/℃ (完全使用矿粉)	48.8	49.5	51.3	52.1	54.4	56

分析表 9 结果可以得出以下结论。

(1) 3 组软化点的值均随着粉胶比的增加而增大,不加外掺剂的胶浆随粉胶比的增大,软化点增加的幅度较小;掺加消石灰的胶浆软化点增加幅度最大;掺加水泥的胶浆软化点增加幅度居中。

(2) 同样粉胶比下,掺加消石灰的沥青胶浆比掺加水泥的沥青胶浆软化点高,掺加水泥的沥青胶浆又比纯矿粉的沥青胶浆软化点高,这说明不论掺加水泥还是消石灰均能改善沥青胶浆的高温性能。而使用消石灰作外掺剂的沥青胶浆比用水泥作外掺剂的高温性能增加显著。

(3) 通过建立折线图上还可看出,完全使用矿粉的胶浆的软化点线形走势与掺加部分水泥的胶浆的线形走势基本相当,即随粉胶比的增加线形走势平缓,掺加消石灰的胶浆软化点折线段走势陡且有转角,说明掺加消石灰的沥青胶浆的高温性能对粉胶比的变化在 3 种胶浆中最敏感。

(4) 掺加消石灰的折线段在粉胶比为 1.5 处有明显转折,说明掺加消石灰后沥青胶浆在粉胶比大于 1.5 以上时,软化点对粉胶比的变化非常敏感。

3.2.2 外掺剂与矿粉质量比变化时的沥青胶浆软化点试验结果(见表 10)及分析

表 10 沥青胶浆软化点试验结果

粉胶比为 1.2 : 1 时消石灰(或水泥)与矿粉质量比不同						
编号	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号
消石灰(或水泥) : 矿粉	1 : 5	2 : 4	3 : 3	4 : 2	5 : 1	6 : 0
掺消石灰软化点/℃	52.30	58.00	65.20	75.00	86.50	105.00
掺水泥软化点/℃	49.10	52.00	52.90	54.20	55.80	58.00

分析表 10 结果可以得出以下结论。

(1) 沥青胶浆中掺加相同比例的消石灰和水泥,水泥胶浆的软化点小于消石灰胶浆的软化点。

(2) 这两种外掺剂的比例同时增加,掺加消石灰的沥青胶浆软化点迅速提高,在拌和中也发现,当消石灰胶浆拌和到第 3 号件,即消石灰与矿粉质量比为 1 : 1,此时沥青胶浆明显变干变硬,要想拌和均匀必须提高拌和温度,而制备第 4~6 号件时胶浆就更加难以拌和,在制作沥青低温小梁时流动性极差。可以推断在沥青混合料中,当消石灰占矿粉质量达到一定比例,必须增加沥青用量,也就是说混合料的最佳油石比要重新确定。

(3) 而水泥胶浆的高温性能与前面几组试验结果相似,在试验粉胶比范围内(0.8~2.2)比纯矿粉胶浆的软化点最高提高 6℃,而用水泥部分甚至全部代替矿粉,软化点增加平缓,且增幅在 10℃左右。水泥胶浆和易性较好,拌和温度与纯矿粉胶浆相当。

3.3 沥青胶浆的低温蠕变试验结果及分析

3.3.1 不同粉胶比的沥青胶浆低温蠕变试验结果(见表 11)及分析

表 11 消石灰(或水泥)与矿粉质量比 1 : 2 时不同粉胶比试验结果

编号	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号
粉胶比	0.8 : 1	1.2 : 1	1.35 : 1	1.5 : 1	1.8 : 1	2.2 : 1
沥青质量/g	300	300	300	300	300	300
消石灰(或水泥)质量/g	80	120	135	150	180	220
矿粉质量/g	160	240	270	300	360	440
掺消石灰低温变形 (5℃ 5s)/mm	0.267	0.155	0.123	0.075	0.087	0.061
掺水泥低温变形 (5℃ 5s)/mm	0.415	0.344	0.183	0.171	0.105	0.082
无外掺剂低温变形 (5℃ 5s)/mm	21.98	13.28	11.25	7.95	6.75	2.93

分析表 11 结果可以得出以下结论。

(1) 3 种类型的胶浆均可做对数回归,从回归公式的 X 项系数比较,掺消石灰胶浆的低温变形对粉胶比的敏感程度最大。

(2) 通过建立对数曲线图可以看出,随着粉胶比的增大,图中的 3 条曲线都呈下降趋势,说明无论有无外掺剂,粉胶比增大沥青胶浆的低温变形均减小。

(3) 为了把 3 条曲线放在同一图上便于比较,把有外掺剂的沥青小梁低温变形值乘以 10 倍,即使如此,掺入外掺剂(水泥或消石灰)的低温蠕变值仍然

比纯矿粉沥青胶浆的值低一个数量级。

(4)从所建立曲线图中3条曲线的位置可以看出,使用外掺剂后,沥青胶浆的低温变形值减小两个数量级,说明掺入水泥或消石灰后,对沥青胶浆的低温性能非常不利。

3.3.2 外掺剂与矿粉质量比变化时的胶浆低温蠕变试验结果(见表12)及分析

表12 粉胶比为1.2:1时消石灰(或水泥)与矿粉质量比不同时的试验结果

编号	1号	2号	3号	4号	5号	6号
消石灰(水泥):矿粉	1:5	2:4	3:3	4:2	5:1	6:0
沥青质量/g	300	300	300	300	300	300
消石灰(或水泥)质量/g	60	120	180	240	300	360
矿粉质量/g	300	240	180	120	60	0
掺消石灰低温变形 (5 C, 5 s)/mm	0.301	0.152	0.128	0.095	0.061	0.035
掺水泥低温变形 (5 C, 5 s)/mm	0.514	0.451	0.333	0.283	0.249	0.204

分析表12结果可以得出以下结论。

(1)消石灰和掺水泥的沥青胶浆的低温蠕变回归曲线走势大体相同,在粉胶比固定的情况下,随消石灰或水泥所占质量比的增加胶浆小梁的低温变形减小。

(2)同一粉胶比质量相同的情况下,掺消石灰小梁的低温变形明显小于掺水泥小梁的低温变形。

(3)通过建立的回归曲线走势图中可以看出,以水泥为外掺剂的低温变形曲线总是位于以消石灰为外掺剂的低温变形曲线的上方,也就是说在相同粉胶比,相同质量比的条件下掺水泥沥青胶浆的低温性能要优于掺消石灰沥青胶浆的低温性能。

3.4 同时掺入消石灰与水泥后沥青胶浆的高低温性能试验

为了对掺入消石灰和水泥后沥青胶浆的高低温性能进行进一步的研究,本文又做了一组按不同的质量比同时掺入消石灰与水泥后沥青胶浆的高低温性能试验。

表13是水泥剂量不变,逐步加大消石灰剂量的同时减少矿粉剂量的试验结果,表14是石灰剂量不变,逐步加大水泥剂量的同时减少矿粉剂量的试验结果。

分析表13和表14结果可以得出以下结论。

(1)通过建立对数曲线分析图可以看出,水泥

表13 水泥剂量不变,逐步加大消石灰剂量的同时减少矿粉剂量的试验结果

编号	1号	2号	3号	4号	5号
水泥:消石灰:矿粉	1:1:4	1:2:3	1:3:2	1:4:1	1:5:0
沥青质量/g	300	300	300	300	300
水泥质量/g	60	60	60	60	60
消石灰质量/g	60	120	180	240	300
矿粉质量/g	240	180	120	60	0
低温变形/mm	0.327	0.237	0.170	0.123	0.115
高温针入度/mm	0.618	0.464	0.290	0.222	0.119
软化点/C	51.00	55.30	64.10	73.90	97.20

表14 石灰剂量不变,逐步加大水泥剂量的同时减少矿粉剂量的试验结果

编号	1号	2号	3号	4号	5号
消石灰:水泥:矿粉	1:1:4	1:2:3	1:3:2	1:4:1	1:5:0
沥青质量/g	300	300	300	300	300
水泥质量/g	60	120	180	240	300
消石灰质量/g	60	60	60	60	60
矿粉质量/g	240	180	120	60	0
低温变形/mm	0.327	0.330	0.340	0.296	0.169
高温针入度/mm	0.618	0.640	0.562	0.565	0.494
软化点/C	51.00	50.00	53.40	54.20	57.00

剂量不变时的低温变形曲线位于消石灰剂量不变时的低温变形曲线之下,说明当消石灰比例大于水泥所占比例时,沥青胶浆的低温变形减小,也证明同等条件下掺水泥的沥青胶浆低温变形性能优于掺消石灰的沥青胶浆低温变形性能。

(2)水泥剂量不变时的低温蠕变曲线的对数回归公式 $y = -0.1387 \ln(x) + 0.3272$;消石灰剂量不变时低温蠕变曲线的对数回归公式 $y = -0.0713 \ln(x) + 0.3607$ 。通式为 $y = -A \ln(x) + B$;在这里 A 值大小是曲线斜率绝对值的大小,代表不同剂量对低温变形的敏感性大小。水泥剂量不变时的 A 值大于消石灰剂量不变时的 A 值,说明低温蠕变值对消石灰剂量的增加更敏感。

(3)水泥剂量不变时高温针入度曲线的对数回归公式 $y = -0.3099 \ln(x) + 0.6394$;消石灰剂量不变时高温针入度曲线的对数回归公式 $y = -0.0728 \ln(x) + 0.6453$ 。通式为 $y = -A \ln(x) + B$;在这里 A 值大小是曲线斜率绝对值的大小,代表不同剂量对高温针入度的敏感性大小。水泥剂量不变时的 A 值大于消石灰剂量不变时的 A 值,说明高

温针入度值对消石灰剂量的增加更敏感。

(4)通过建立软化点的柱状图可以看出,掺加相同剂量的消石灰和水泥,消石灰胶浆的软化点总是高于水泥胶浆的软化点,说明消石灰的高温性能更好。

综上所述,沥青胶浆掺消石灰后,高温及低温敏感性均大于掺水泥的沥青胶浆,高温性能更好,而低温抗裂性能下降。

4 外掺剂种类、添加剂量及合理粉胶比的选择

4.1 外掺剂种类选择

为了改善沥青混合料的水稳定性而添加的各种外掺剂,主要有消石灰、水泥、添加化学抗剥落剂、使用改性沥青等。而具体采用那种方式,应多方考虑,本着因地制宜的原则,如所在地盛产石灰,而低温矛盾又不突出,则可考虑采用消石灰作外掺剂。

考虑气候因素的影响,如高温多雨地区,则消石灰作外掺剂是尚好的选择,从以上胶浆的分析可以看出,消石灰的掺加能大幅度提高沥青胶浆的高温性能,从而在改善水稳定性的同时较大程度地提高沥青混合料的高温性能。而若低温矛盾突出时,从试验结果可知,采用水泥作为外掺剂,其低温效果优于采用消石灰作外掺剂,并且同样改善沥青混合料的水稳定性。

添加化学抗剥落剂施工方便,但是目前市场上的抗剥剂多是一些胶类产品,热稳定性差,耐久性能也难保证,并且抗剥落剂对集料和沥青也有选择性。

改性沥青对沥青混合料水稳定性的改善效果显著,同时改善混合料的高低温性能,是较理想的改善措施,只是成本较高。

4.2 合理粉胶比及外掺剂剂量的选择

从加入外掺剂的胶浆试验结果来看,从“掺入消石灰后不同粉胶比的高低温性能试验”推荐外掺消石灰的合理粉胶比为0.6~1.5,由于消石灰比表面积大,掺入后会耗用过多的沥青,因而在高温性能显著提高的同时损失较多的低温性能,加之施工和易性差,因此,掺入消石灰后粉胶比宜在推荐范围内取小值为佳;从“外掺消石灰不同质量比的高低温性能试验”中可得出消石灰与矿粉的质量比宜小于

2:1。

当外掺剂选用水泥时,从“水泥与矿粉质量比相同时变化粉胶比”的试验中得出,水泥胶浆的粉胶比宜在0.6~1.35;从“同一粉胶比时水泥与矿粉质量比不同”的试验结果分析中得出,粉胶比一定时,水泥与矿粉的质量比可以不受限制,即水泥可以完全取代矿粉。

因此采用合理的粉胶比,则可以保证沥青混合料高温性能与低温性能的平衡,在确定沥青胶浆具有较好的高温性能和低温性能粉胶比时应考虑以下因素。

(1)根据当地的具体气候条件,考虑主要矛盾,兼顾次要矛盾。即考虑重点需要解决的是高温车辙问题还是低温开裂问题。若提高沥青混合料高温车辙问题占主导地位,应适当增大粉胶比;当考虑提高沥青混合料低温抗裂性能时,应酌情减少矿粉用量。

(2)沥青胶浆的性能与所用沥青的品种、标号及矿粉的品质有关,因此确定合理粉胶比时,应该根据所选用的不同的沥青及矿粉试验后确定。

(3)选用沥青胶浆时,还需考虑胶浆对粉胶比变化及外掺剂剂量变化的敏感程度,希望选用对粉胶比变化及外掺剂变化较不敏感的胶浆。

(4)外掺剂剂量应与粉胶比合并考虑,如石灰石矿粉的比表面积约为2 500~3 500 cm²/g,消石灰的比表面积可达7 000 cm²/g,普通硅酸盐水泥的比表面积>3 000 cm²/g,消石灰的比表面积是矿粉比表面积的两倍以上,因此若采用消石灰作外掺剂,则粉胶比宜比纯矿粉的小,否则,必然造成沥青用量偏小,低温性能变差。若采用水泥作外掺剂,水泥比表面积与石灰石矿粉相差不多,因此,粉胶比的选取大体可参照纯沥青胶浆的粉胶比。

参考文献:

- [1] 沈金安 沥青及沥青混合料路用性能[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
- [2] JTG E42—2005,公路工程集料试验规程[S].
- [3] JTG F40—2004,公路沥青路面施工技术规范[S].
- [4] JTG 052—2000,公路工程沥青及沥青混合料试验规范[S].