

蓄盐类沥青混合料路用性能与融冰特性研究

孟献春¹ 孟建玮¹ 潘维霖¹ 李正强¹ 高云²

(1.河南省济阳高速公路有限公司,济源 459003;

2.重庆交通大学交通土建工程材料国家地方联合工程实验室,重庆 400074)

摘要 为评价蓄盐类沥青混合料路用性能与融冰特性,采用等体积置换法设计沥青混合料配合比,探究抗凝冰材料掺量对混合料路用性能与融冰性能的影响,提出合理的掺量范围。结果表明:蓄盐类抗凝冰材料的添加对沥青混合料路用性能有所降低,但在一定掺量范围内满足规范要求。蓄盐类抗凝冰材料通过降低冰点达到主动融冰作用,并且随着掺量的增加,混合料融冰性能越好。综合考虑蓄盐类沥青混合料的路用性能与融冰性能,提出蓄盐类抗凝冰剂合理掺量范围为4%~6%。

关键词 蓄盐类,路用性能,融冰性能,抗凝冰材料

Study on road performance and ice melting characteristics of salt-preserving asphalt mixture

Meng Xianchun¹ Meng Jianwei¹ Pan Weilin¹ Li Zhengqiang¹ Gao Yun²

(1.Henan Jiyang Expressway Co.,Ltd.,Jiyuan 459003;2.National and Local Joint Engineering Laboratory of Traffic Civil Engineering Materials,Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074)

Abstract In order to evaluate the road performance and ice melting characteristics of salt-preserving asphalt mixture,the mixing ratio of asphalt mixture was designed by equal volume replacement method,and the influence of the amount of anti-condensation material on the road performance and melting performance of the mixture was explored. The reasonable range of the dosage was put forward. The results shown that the addition of salt-preserving anti-condensation material reduced the road performance of asphalt mixture,but it met the specification requirements within a certain dosage range. The salt-preserving anti-condensation material achieved active ice melting by lowering the freezing point, and as the amount of the salt increased, the ice melting performance of the mixture was better. Considering the road performance and ice melting performance of the mixture,it was proposed that the reasonable amount of salt-preserving anti-icing agent was 4%~6%.

Key words salt preserving,road performance,ice melting performance,anti-condensation agent

道路积雪结冰,路面摩阻系数大幅度降低,易使行驶的车辆出现打滑、侧翻等现象,给交通安全埋下了极大的隐患^[1-2]。对此,必须采取有效措施及时清除路面上的积雪结冰,提高道路服务质量与通行安全^[3-4]。蓄盐类沥青混合料是通过在沥青混合料中掺加蓄盐类抗凝冰填料,在渗透压、毛细管现象、车辆的轻微摩擦作用和车辆磨耗等作用下,蓄盐材料由沥青混合料内部狭小空间的浓度较高的位置逐渐向路面表面析出,从而起到主动融雪除冰的效果^[5-8]。本研究考察了蓄盐类抗凝冰材料掺量对沥

青混合料路用性能和融冰性能的影响,并提出掺量的合理范围,为工程实际应用提供一定的指导意义。

1 实验部分

1.1 原材料

采用苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SBS)改性沥青进行蓄盐类沥青混合料路用性能与融冰性能研究。集料与矿粉选取重庆合川产的石灰岩。SBS沥青与集料测得的技术指标均满足技术要求。根据《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—

基金项目:河南省交通运输厅科技计划项目(2017Z5)

作者简介:孟献春(1970-),男,硕士,高级工程师,主要从事道路工程材料研究。

2004)并结合实际情况,选用 AC-13C 作为沥青混合料的级配类型,合成级配见表 1。采用马歇尔配合比设计方法确定普通沥青混合料与蓄盐类沥青混合料的最佳油石比均为 4.9%;蓄盐类抗凝冰材料采用等体积置换矿粉形式添加到沥青混合料中,掺杂质量分别取 2%、4%、6%、8%。

表 1 AC-13 型沥青混合料级配范围

筛孔/ mm	通过百分率/%								
	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
级配	96	79	49	33	24	17	12	9	5

蓄盐类抗凝冰材料有效释放成分为氯化钠,并含有有机物与其他矿物盐成分,粒度分布较均匀,表面有微粒附着,表现为包覆结构,呈现较好的热稳定性,低温下能够有效降低冰点,具有良好的融冰效果,其主要技术指标见表 2。

表 2 蓄盐类抗凝冰材料的性质参数

参数	指标
外观	粉状,无结团
密度/($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	2.278
盐分含量/%	57.3
pH	8.4
粒度范围	
<0.6mm 颗粒含量/%	100
<0.15mm 颗粒含量/%	81.2
<0.075mm 颗粒含量/%	66.1

1.2 测试与表征

采用马歇尔电动击实仪(SYD-0702 型)进行马歇尔试件标准成型试验;采用气动车辙试样成型机(SYD-0703-1 型)碾压成型车辙板;采用全自动沥青混合料车辙试验机(HYCZ-7 型)进行高温稳定性研究;采用沥青混合料压力机进行低温抗裂性试验;采用沥青混合料冻融试验机(LQDR-15 型)进行水稳定性与融冰性能测试;采用电导率仪(DDS-11A 型)进行电导率测试。

2 结果与讨论

2.1 蓄盐类抗凝冰材料对蓄盐类沥青混合料路用性能的影响

按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20—2011)规范要求,分别采用车辙试验、冻融劈裂试验、低温小梁弯曲试验评价 AC-13C 沥青混合料和蓄盐类沥青混合料的高温稳定性、水稳定性与低温性能^[9]。

蓄盐类抗凝冰材料掺量对蓄盐类沥青混合料动稳定度的影响见图 1。由图可见,蓄盐类抗凝冰材料的添加降低了蓄盐类沥青混合料的高温性能,并且随着蓄盐类抗凝冰材料掺量的增加,其高温性能有所下降。其原因是蓄盐类抗凝冰材料的表面特性和强度与矿粉存在差异,在一定程度上影响着蓄盐类沥青混合料中自由沥青与结构沥青的比例,从而造成混合料高温性能降低。当蓄盐类抗凝冰材料掺量为 10% 时,蓄盐类沥青混合料动稳定度低于规范值(3000 次/mm),因此,应控制蓄盐类抗凝冰材料掺量范围在 10% 以下。

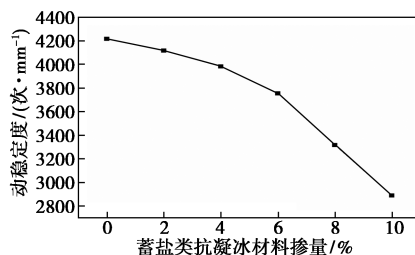


图 1 蓄盐类抗凝冰材料掺量对蓄盐类沥青混合料动稳定度的影响

蓄盐类抗凝冰材料掺量对蓄盐类沥青混合料水稳定性的影响见图 2。由图可见,蓄盐类抗凝冰材料的添加降低了蓄盐类沥青混合料的水稳定性,但在一定掺量范围内仍满足规范要求。随着水分的渗入,蓄盐类抗凝冰填料的组成结构被破坏,混合料中一部分抗凝冰材料析出,降低了沥青与集料的粘附性。同时,抗凝冰剂析出带来的空隙被渗入的水替代,在冻胀作用下加剧了混合料的水稳破坏。当蓄盐类抗凝冰材料掺量高于 8% 时,蓄盐类沥青混合料冻融劈裂强度低于规范值(75%)。因此,应控制蓄盐类抗凝冰材料掺量在 8% 以下,同时改善蓄盐类抗凝冰材料与沥青之间的粘附特性。

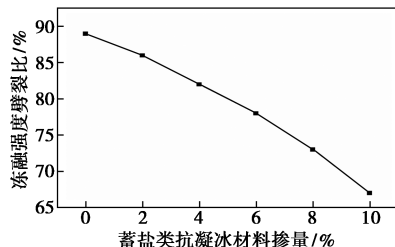


图 2 蓄盐类抗凝冰材料掺量对蓄盐类沥青混合料水稳定性的影响

蓄盐类抗凝冰材料掺量对蓄盐类沥青混合料低温抗裂性的影响见图 3。由图可见,蓄盐类抗凝冰材料采用等体积置换矿粉添加到蓄盐类沥青混合料

中能够略微改善其低温性能,这是由于蓄盐类抗凝冰材料表面纹理没有矿粉丰富,与沥青的粘附性相对较差,从而蓄盐类沥青混合料内部结构中自由沥青相对增多,低温性能得以提高。

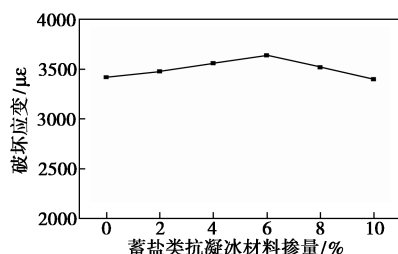


图3 蓄盐类抗凝冰材料掺量对蓄盐类沥青混合料低温抗裂性的影响

2.2 蓄盐类沥青路面融冰性能分析

2.2.1 融冰量分析

蓄盐类抗凝冰材料等体积替代矿粉,按规范制作掺量分别为2%、4%、6%、8%、10%的标准马歇尔试件,并设置不添加该抗凝冰剂的空白对照组。将6组样品置于冻融试验机中预冻5h(-5°C),随后将150g预冻的冰块置于各组马歇尔试件表面进行除冰观察(5°C),每隔15min记录冰块的损失质量,绘制趋势图,见图4。

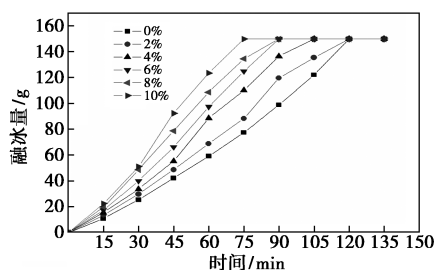


图4 时间对蓄盐类沥青混合料融冰量的影响

由图可见,随着蓄盐类抗凝冰材料掺量的增加,融冰量明显增加。在75min时,普通沥青混合料上预制冰块仅溶解一半左右,而掺量为10%的蓄盐类沥青混合料上预制冰块全部溶解完,融冰效率翻倍。这表明,蓄盐类抗凝材料的掺入能够提高沥青混合料的融冰性能,且掺量越大,融冰效果越好,融冰效率也越高。主要原因在于,当蓄盐类抗凝冰材料掺量越高时,其有效抑制冻结成分释放浓度越大,融冰速率加快。而掺量过低时,融冰效果不明显,融冰效率低。因此,应控制蓄盐类抗凝冰材料掺量在2%以上。

2.2.2 电导率分析

目前通常采用全溶法、密封法和透水法这3种

方法测试马歇尔试件在水溶液中电导率^[10]。蓄盐类抗凝冰材料等体积替代矿粉,按规范制作掺量分别为2%、4%、6%、8%、10%的标准马歇尔试件,并设置不添加该抗凝冰材料的空白对照组。本实验采用全溶法进行电导率实验,即将6组马歇尔试件全部浸入等量水溶液中,每隔1h测试其电导率值,并绘制电导率变化趋势图,结果见图5。通过分析电导率值变化,考察蓄盐类抗凝冰材料掺量对蓄盐类沥青混合料融冰性能的影响程度。

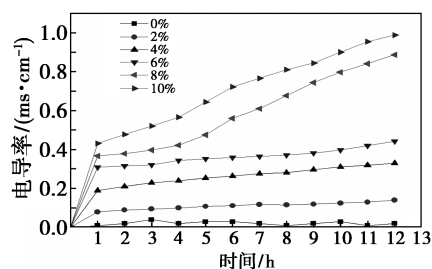


图5 蓄盐类抗凝冰材料掺量对蓄盐类沥青混合料电导率的影响

由图可见,随着蓄盐类抗凝冰材料掺量的增加,电导率值相应增加,表明蓄盐类抗凝冰材料有效抑制了冻结成分氯盐基被释放到水中,降低了水溶液冰点,从而提高了蓄盐类沥青混合料的抗冻粘能力。当蓄盐类抗凝冰材料掺量在2%时,电导率曲线极其平缓,溶液释放的氯盐基浓度较小,融冰效果最差。当蓄盐类抗凝冰材料掺量在4%~6%时,电导率相对于2%时增加明显,且随着时间的延长,电导率值缓慢增加,在此浓度范围内,既达到了较好的融冰效果,又起到了一定的缓释作用。当蓄盐类抗凝冰材料掺量大于8%时,电导率明显增大,氯盐基释放量明显增加,因此融冰效果最好,但由于释放过多氯盐基物质造成的蓄盐类沥青混合料空隙增加,水分更易渗入,使路用性能明显降低。

3 结论

(1)蓄盐类沥青混合料低温性能较普通沥青混合料相比略微增加,但高温性能与水稳定性降低。当蓄盐类抗凝冰剂材料掺量较低时,蓄盐类沥青混合料的高温与水稳定性有所降低但仍满足现行规范要求,当蓄盐类抗凝冰剂材料掺量较高时,蓄盐类沥青混合料的高温性能与水稳定性降低幅度显著增加,且低于现行规范值。为了满足蓄盐类沥青混合料的路用性能,应控制蓄盐类抗凝冰剂材料掺量在8%以下。

(下转第272页)