

融雪剂对排水沥青混合料路用性能的影响

段宝东¹, 李俊², 曹东伟³, 李明亮²(1. 江苏宁宿徐高速公路有限公司, 江苏 宿迁 223800; 2. 交通运输部公路科学研究院;
3. 中路高科(北京)公路技术有限公司)

摘要:采用融雪剂除雪化冰是排水沥青路面常见的冬季养护措施。为了分析氯盐溶液对排水沥青混合料路用性能的影响,该文首先观察了 PAC-13 和 SMA-13 试件表面撒布融雪剂后雪样的融化情况,然后研究分析了不同冻融循环次数之后 PAC-13 沥青混合料的路用性能。结果表明:采用融雪剂除雪时,排水沥青路面的除雪效果要稍差于密级配路面,这是排水沥青路面的骨架-空隙结构决定的;经历多次冻融循环之后,排水沥青混合料的各项路用性能指标仍能满足相关的技术要求,表现出良好的抗冻融能力和对氯盐溶液的适应性。以每年降雪 3~4 次推算,排水沥青路面能够经受 7~10 个冬季的降雪而不发生严重的性能衰减。

关键词: 道路工程; 排水沥青混合料; 路用性能; 融雪剂; 氯盐

融雪剂对密级配沥青混合料路用性能的影响,国内外相关学者已做了大量的研究,但融雪剂对开级配沥青混合料路用性能影响的研究目前相对较少。排水沥青混合料是一种典型的开级配沥青混合料,用其铺筑的排水沥青路面具有良好的排水、抗滑、降噪等功能,但排水沥青路面的多孔结构尤其是内部存在的大量连通空隙导致其较 SMA 和 AC 等密级配路面冬季更易受冻、使用融雪剂除雪时受到的危害也较大,故排水沥青路面的抗冻融能力尤其是氯盐环境下的耐久性一直是道路管养部门关心的问题。鉴于此,该文通过氯盐环境下排水沥青混合料的冻融循环试验和常规试验,研究融雪剂对排水沥青混合料路用性能的影响。

1 试验设计

1.1 融雪剂及沥青混合料

(1) 融雪剂:采用氯盐类融雪剂,主要成分为 NaCl,主要性能指标见表 1。

(2) 沥青混合料:采用 PAC-13 混合料,沥青胶结料为高黏度改性沥青(主要性能指标见表 2),矿料级配组成见表 3,油石比为 4.8%(沥青膜厚度约为 14 μm),设计空隙率为 20%,聚酯纤维掺量为 0.1%(以沥青混合料质量计)。

表 1 融雪剂主要性能指标

指标	单位	检测值	技术要求
性状(2~8 mm 粒径颗粒占总质量的比例)	%	85	≤ 80
气味		无刺激性气味	无刺激性气味
固体溶解时间	s	211	≥ 720
水不溶物	%	2	≥ 5
固体水分	%	1.23	≥ 5
融雪化冰能力	%	280	≤ 90
pH 值		6.61	6~9
冰点	$^{\circ}\text{C}$	I 型	I 型: -15.0~-10.0; II 型: ≤ -15.0

1.2 试验方案

(1) 融雪效果观察

将 SMA-13 和 PAC-13 标准车辙板试件置于 0 $^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中,首先在车辙板表面均匀撒布厚度为 1cm 自然蓬松状的雪(试验所用雪样为冬季自然降雪,提前采集冷藏备用),然后采用钢板将其压实至体积不再变化,以模拟实际车辆对路面积雪的压实作用;最后在车辙板表面均匀撒布 18 g(相当于路面融雪剂撒布量为 200 g/m^2)的融雪剂,持续 180 min 观察 SMA-13 和 PAC-13 车辙板表面雪样的变化情况。

(2) 氯盐环境下排水沥青混合料的耐久性

收稿日期:2019-12-30

基金项目:国家重点研发计划项目(编号:2016YFE0108200);江苏省交通运输科技项目(重大专项)(编号:2016Y01)

作者简介:段宝东,男,大学本科,高级工程师。

表 2 高黏度改性沥青主要性能指标

指标	单位	检测值	技术要求
针入度(25℃,100 g,5 s)	0.1 mm	47.6	≤40
软化点($T_{R\&B}$)	℃	91.5	≤90
延度(5℃,5 cm/min)	cm	32	≤30
动力黏度(60℃)	Pa·s	777 548	≤400 000
布氏旋转黏度(170℃)	Pa·s	1.069	≥3.0
溶解度	%	99.5	≤99
弹性恢复(25℃)	%	98	≤95
相对密度(25℃)		1.017	实测记录
TFOT 质量变化	%	+0.690	±1.0
后残 针入度比(25℃)	%	89.0	≤65
留物 延度(5℃,5 cm/min)	cm	23	≤20

表 3 排水沥青混合料矿料级配组成

筛孔/ mm	质量通过 率/%	筛孔/ mm	质量通过 率/%
16	100	1.18	9.4
13.2	92.4	0.6	7.7
9.5	60.7	0.3	6.8
4.75	14.5	0.15	6.3
2.36	11.5	0.075	5.3

称取适量的融雪剂(按撒布量 200 g/m² 控制),将其置于水中搅拌至充分溶解,配制浓度为 30% 的氯盐饱和溶液。以 SMA-13 混合料作为对比,首先将 PAC-13 马歇尔试件置于氯盐溶液中饱水 0.5 h,然后在“-18℃低温箱中冷冻 4 h+室温氯盐溶液中融化 2 h”的条件下对试件进行冻融循环。冻融循环 5、10、20、30 次之后,分别测试试件的飞散损失和劈裂强度;冻融循环 30 次之后,同时测试试件的动稳定度和马歇尔稳定度、残留稳定度和残留强度比等路用性能指标。

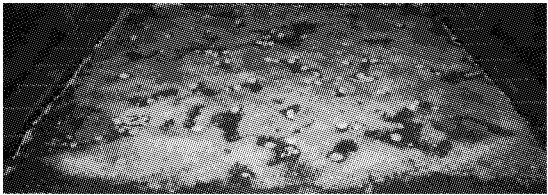
2 试验结果与分析

2.1 不同结构形式沥青混合料融雪效果比较

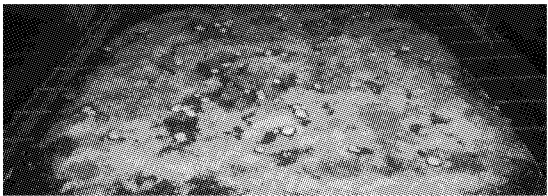
撒布融雪剂 180 min 后,SMA-13 和 PAC-13 车辙板试件表面的雪样状况如图 1 所示。

由图 1 可知:从表面看,在相同的融雪剂用量和融雪时间下,PAC-13 车辙板表面雪样的融化程度要稍差于 SMA-13 车辙板,分析认为这与 PAC-13 车辙板表面雪样融化过程中形成的氯盐溶液经试件内部连通空隙慢慢下渗,导致试件表面的有效融雪成分逐渐减少有关。融雪程度的差异表明,要达到同样的除融

雪效果,排水沥青路面所需的融雪剂用量应较传统的密级配路面适当提高。但从另一个方面讲,在相同的融雪剂用量下,虽然排水路面的融雪效果稍差于密级配路面,但融雪剂融化冰雪形成的氯盐溶液经排水结构层下渗后排到了路外,而不像密级配路面滞留在路表,故其行车安全性较密级配路面大大提高,而且残余的积雪可以使用机械清除。



(a) SMA-13



(b) PAC-13

图 1 车辙板撒布融雪剂 180 min 后融雪效果

2.2 氯盐环境下排水沥青混合料耐久性研究

以 SMA-13 试件作为对比,不同冻融循环次数之后 PAC-13 试件的飞散损失和劈裂强度试验结果见图 2、3。

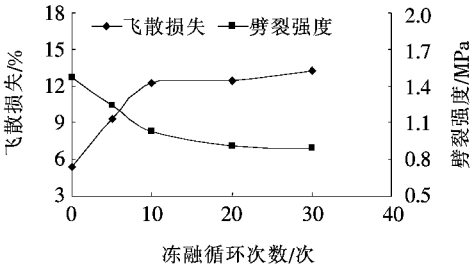


图 2 不同冻融循环次数之后的 PAC-13 试验结果

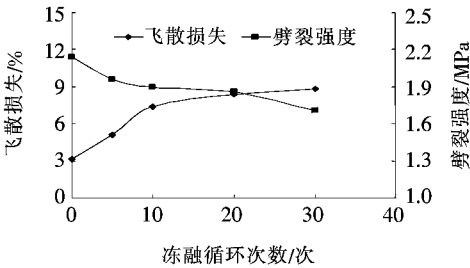


图 3 不同冻融循环次数之后的 SMA-13 试验结果

由图 2、3 可知:随着冻融循环次数增加,PAC-13

和 SMA-13 混合料的飞散损失逐渐增大、劈裂强度逐渐减小,表明不同类型混合料的性能均有一定衰减。以冻融循环 10 次为例,PAC-13 混合料的飞散损失增大至 12.2%,劈裂强度减小至 1.03 MPa,分别为未冻融混合料的 225.9%和 70.1%;SMA-13 混合料的飞散损失增大至 7.4%,劈裂强度减小至 1.90 MPa,分别为未冻融混合料的 238.7%和 88.8%。

但飞散损失或劈裂强度的衰变幅度并不是一直维持很大,而是在冻融循环一定次数之后趋于稳定。对于 PAC-13 混合料,分析认为,经氯盐溶液多次冻融

循环后,沥青混合料内部发生了一定程度的黏聚破坏和黏附破坏,从而导致混合料的性能有所下降。但由于混合料采用了高黏度的沥青胶结料、较高的沥青用量及同时掺加了纤维,即使经历了 30 次的冻融循环,混合料的飞散损失(约 13%)和劈裂强度(约 0.9 MPa)仍能满足相关技术要求,表现出良好的抗冻融能力和对氯盐溶液的适应性。

以 SMA-13 混合料作为对比,冻融循环 30 次之后,该文同时测试了 PAC-13 混合料的其他路用性能指标,试验结果见表 4。

表 4 冻融循环 30 次后 PAC-13、SMA-13 路用性能对比

项目	PAC-13				SMA-13			
	动稳定度/ (次·mm ⁻¹)	马歇尔稳 定度/kN	残留稳 定度/%	残留强 度比/%	动稳定度/ (次·mm ⁻¹)	马歇尔稳 定度/kN	残留稳 定度/%	残留强 度比/%
冻融前	12 580	7.42	94.9	90.7	9 487	9.93	93.8	92.0
冻融后	11 886	6.66	93.1	89.7	9 264	8.52	92.0	89.7
技术要求	≥5 000	≥5	≥85	≥80	≥3 000	≥6	≥80	≥80

由表 4 可知:经冻融循环 30 次之后,PAC-13 和 SMA-13 混合料的各项路用性能指标均有一定衰减,衰减幅度基本在 15%以内,但仍能满足相关的技术要求。结合上述飞散损失和劈裂强度的研究结论,表明两种混合料的路用性能在氯盐冻融循环作用之后并不致于严重衰减。此外,将 PAC-13 和 SMA-13 混合料各项路用性能指标的衰减幅度进行对比,发现二者并无明显差异,这主要与两种混合料均采用优质原材料,对氯盐冻融循环作用适应性较强有关。

对于 PAC-13 混合料,尤其是水稳定性,在氯盐溶液中冻融循环 30 次后,PAC-13 混合料的残留稳定性和残留强度比仍均维持在 90%左右,表明其对氯盐溶液和冻融作用具有较强的适应性。如前文所述,PAC-13 混合料采用了高黏度的沥青胶结料、较高的沥青用量及同时掺加了纤维,使得混合料的黏聚力得到提高,各骨料之间黏结更加牢固。此外,较高的沥青黏度和较大的沥青膜厚度使得骨料裹附充足,减缓了氯盐的侵蚀,降低了黏附损失的幅度。

以每年降雪 3~4 次推算,排水沥青路面能够经受 7~10 个冬季的降雪而不出现严重的性能衰减,已开通运营 13 年的江苏沿海高速公路排水沥青路面现状已得到验证,此高速公路排水沥青路面于 2005 年建成通车,目前其 17 km 排水沥青路面状况总体良好,除局部存在掉粒现象,路面结构无明显病害。

3 结 论

(1) 排水沥青路面的骨架-空隙结构决定了其采用融雪剂除雪的效果要稍差于密级配路面。为了减少融雪剂对排水路面的危害及降低道路除雪成本等,融雪剂的撒布量不宜超过 200 g/m²。

(2) 随着冻融循环次数增加,PAC-13 的飞散损失逐渐增大、劈裂强度逐渐减小,但冻融循环 30 次之后,混合料的各项路用性能指标仍能满足相关的技术要求,表明排水沥青路面具有良好的抗冻融能力和对氯盐溶液的适应性。以每年降雪 3~4 次推算,排水沥青路面能够经受 7~10 个冬季的降雪而不发生严重的性能衰减。

参考文献:

- [1] 冷冰,廖明军,王凯英,等.冬季道路除雪养护研究综述与展望[J].综合运输,2015(5).
- [2] 花涛.国内外公路冬季除雪对比探究[J].交通世界(建养·机械),2014(Z1).
- [3] 李强,李永弟.排水沥青路面典型病害成因分析及预防与养护对策[J].中国市政工程,2017(2).
- [4] 李震,崔亚楠,韩吉伟,等.盐冻循环对沥青性能的影响[J].公路工程,2015(5).
- [5] 魏建国,傅广文,付其林.氯盐融雪剂对沥青结合料路用

试验室压实方法对热拌沥青混合料 空隙率及力学性能的影响

冯新军, 康起 编译

(长沙理工大学 交通运输工程学院, 湖南 长沙 410114)

摘要:马歇尔和 Superpave 沥青混合料设计法都是主要基于体积参数,但是这两种方法确定最佳沥青用量均很大程度上受试验室压实方法的影响,该文主要评价压实方法对沥青混合料空隙率和力学性能的影响。试验方法包括马歇尔和 Superpave 沥青混合料设计法(两种试件尺寸)、法国旋转剪切压实机(PCG)压实法以及 LCPC 法国碾压机碾压法。对压实方法、试件尺寸和旋转压实次数对空隙率和最佳沥青用量、力学性能、永久变形和疲劳性能的影响进行了评价。在中、重交通下,对于公称最大粒径 ≤ 12.5 mm 的沥青混合料,推荐采用直径 100 mm 的 SGC 试件;如果旋转压实次数小于该文采用的 100 次,则建议采用直径 150 mm 的 SGC 试件。

关键词: 沥青混合料; 压实法; 空隙率; 车辙; 疲劳

1 前言

热拌沥青混合料和路面结构设计的目的就是在可用资源范围内提供更高的路面使用性能,并为用户提供安全性和舒适性。为了满足这些性能应减少沥青路面的主要病害类型:疲劳开裂和车辙。

热拌沥青混合料设计方法通常来自试验室试验过程,主要是确定沥青结合料与集料设计级配的比例,从而在现场应用时可获得令人满意的性能。

试验室压实制备的试件应和现场碾压成型的试件内部结构相似,在美国配合比设计方法中,试验室压实过程应模拟现场碾压整个过程,直到最后一遍碾压,最后的碾压指的是在施工碾压之后再经过两年的交通荷

载压实。因为不能真实模拟压路机碾压,传统的马歇尔方法已经被一些研究所质疑。

据研究,在其他条件相同的情况下,对于相同的沥青用量,不同的试验室压实方法也可以得到不同体积特征的试件。一些研究者认为,碾压法是最好的模拟道路压实的方法,用此法得到的试件力学性能和现场路面压实相似。

尽管试验室压实法存在差异,但是试件的体积设计是所有混合料设计过程中的重要环节,试件压实程度不同,却具有相似的体积特性,一旦试件内部的结构产生变化,就可能有不同的力学性能。

法国混合料设计方法中采用了力学试验,以便在混合料设计阶段模拟道路状况,根据多年室内外试验研究分为以下水平:水平1是对法国旋转剪切压实机

性能的影响[J]. 交通运输工程学报,2014(4).

[6] 曹恒涛,李鑫,成钢. 融雪剂对沥青混合料路用性能的影响研究[J]. 公路与汽运,2017(4).

[7] 李长雨. 氯盐融雪剂对沥青混合料路用性能影响研究[J]. 中外公路,2016(2).

[8] 孙健,钱振东,罗桑. 融冰化雪型沥青混合料路用性能的试验评价[J]. 公路,2013(12).

[9] 王明,陈华鑫. 融雪剂对沥青混合料性能的影响[J]. 交通科学与工程,2013(3).

[10] 查旭东,任旭,傅广文. 氯盐融雪剂对 SBS 改性沥青混合

料路用性能的影响分析[J]. 交通科学与工程,2012(1).

[11] 龙颖辉. 融雪剂对沥青路面水稳定性的影响[J]. 筑路机械与施工机械化,2017(3).

[12] 刘嵩,郑南翔,杨军,等. 融雪剂融冰能力及其对沥青混合料抗剥落性能的影响(英文)[J]. Journal of Southeast University(English Edition),2016,32(3):327-332.

[13] 张羽,陈晓冬,单丽岩. 氯盐类融雪剂对沥青混合料水稳定性的影响分析[J]. 公路,2016(6).

[14] 郭平,马朝鲜,周雄. 融雪剂对沥青混合料低温性能影响研究[J]. 筑路机械与施工机械化,2015(10).