

doi: 10.3969/j.issn.1002-0268.2016.09.002

民用机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料性能指标分析

袁捷, 刘文博

(同济大学道路与交通工程教育部重点实验室, 上海 201804)

摘要: 针对民用机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料出现的病害, 通过分析其损坏原因, 选取典型的4类机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料(硅酮类、聚氨酯类、聚硫类、聚硫氨酯类)进行基本物理特性、与接缝壁槽黏结性和耐候性3个方面的性能测试。结合试验结果及国内外接缝嵌缝材料相关技术规范及标准, 根据23℃拉伸模量将材料分为高弹性模量和低弹性模量两种类型, 将表干时间、锥入度、弹性恢复率、拉伸模量、低温拉伸量、定伸黏结性、抗燃油浸入性、抗热性和抗燃性定为机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料的性能指标, 并给出各指标技术要求。

关键词: 道路工程; 道面接缝嵌缝材料; 室内试验; 性能指标分析; 技术要求; 弹性模量

中图分类号: U414.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0268(2016)09-0007-07

Analysis on Performance Index of Joint Sealant Material for Civil Airport Cement Concrete Pavement

YUAN Jie, LIU Wen-bo

(Key Laboratory of Road and Traffic Engineering of the Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: For the civil airport cement concrete joint sealing material disease, through analysing the causes of damage, selecting 4 kinds of typical airport cement joint sealing materials (silicone, polyurethane, polysulfide, polythiourethane), the performance test of basic physical properties, adhesion to joint and weather resistance is conducted. Combining with the experimental result and current domestic and foreign related technical specifications and standards of joint sealant materials, the materials are divided into types of high elastic modulus and low elastic modulus according to 23℃ tensile modulus. Surface dry time, cone penetration, elastic recovery rate, tensile modulus, low temperature tensile elongation, fixed tensile bond, fuel immersion resistance characteristics, heat aging resistant and flame properties are defined as the performance indexes of airport cement concrete pavement joint sealing material, and the performance requirements are proved.

Key words: road engineering; joint sealant materials; laboratory test; performance index analysis; technical requirements; modulus of elasticity

0 引言

在我国, 民用机场绝大多数是水泥混凝土道面, 水泥混凝土材料具有较强的热胀冷缩特性。为了减

小温度或湿度变化在道面结构内引起的收缩或翘曲应力, 需要设置各种形式的接缝, 并在缝槽内使用接缝材料, 起到防水和密封的作用。接缝在水泥混凝土道面中所占的比例很小, 虽然属于功能性构造,

收稿日期: 2015-12-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(51278364)

作者简介: 袁捷(1971-)男, 上海南汇人, 副教授。(yuanjie@tongji.edu.cn)

但对水泥混凝土道面的结构影响很大。大量研究和实际经验表明,水泥混凝土面层发生的早期破坏如接缝破碎、唧泥、脱空等与接缝材料失效有很大关系^[1]。由于接缝材料在环境及荷载作用下逐渐失去密封性能,石子等硬粒杂物进入缝槽内将限制水泥板正常变形,造成边角破碎,而表面水的渗入又加速了基层的冲刷进程,诱使水泥混凝土道面出现板底脱空现象,进而导致了角隅断裂等严重的结构性破坏问题。

对比公路,机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料使用条件更为严格,接缝材料要承受更大的拉伸和剪切应变引起的结构应力^[2];不仅如此,机场道面(尤其是停机坪)容易发生燃油泄漏,在冬季道面会喷洒除冰液,使用吹雪车所产生的高温喷气都会对嵌缝材料性能产生影响^[3]。因此,选择性能优异的接缝嵌缝材料对于提高机场水泥混凝土道面的性能具有重要的意义。本文针对机场水泥混凝土道面的特殊性,根据民用机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料的损坏及其原因,对其性能指标进行分析。

1 机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料破坏形式及成因

1.1 破坏形式

在理想状态下,接缝嵌缝材料应具有与水泥混凝土道面相同的寿命,且当水泥混凝土道面整体翻修之前不需要进行更换。但实际上,大部分接缝嵌缝材料自身会出现不同形式的损坏。通过对机场水泥混凝土道面进行调查,常见破坏形式主要包括:(1)刺入破坏,接缝嵌缝材料没有足够的硬度和弹性,碎石或杂物会发生刺入破坏;(2)黏聚性破坏,接缝嵌缝材料自身内部开裂出现纵向裂缝;(3)黏附性失效,接缝嵌缝材料与缝槽侧壁界面黏附性失效;(4)嵌缝料挤出,接缝嵌缝材料挤出,构成FOD风险;(5)其他形式,接缝嵌缝材料其他破坏形式包括缝槽内长草、随接缝(板角)破碎等接缝破坏形式而伴生的接缝嵌缝材料破坏,以及接缝嵌缝材料受到油污等化学物质侵蚀产生的破坏现象。

1.2 破坏原因

(1) 接缝缝槽水平和竖向位移的影响

飞机轮载和温度作用下,水泥混凝土道面接缝缝槽产生水平和竖向位移,缝槽内接缝嵌缝材料主要受到水平方向的拉伸应力和剪切应力的作用(如图1所示),其结构应力大小取决于缝槽水平/竖向位移量以及接缝嵌缝材料自身流变特性。引起接缝

嵌缝材料重复性结构应力,导致接缝嵌缝材料与缝槽侧壁界面黏附性失效。

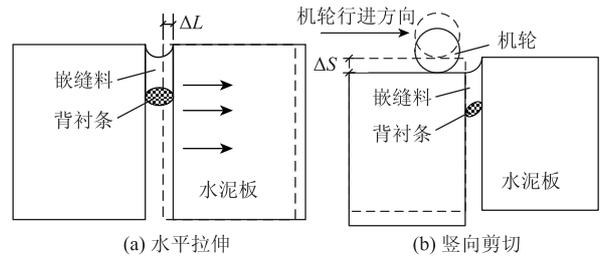


图1 缝槽内接缝嵌缝材料的受力特征

Fig. 1 Stress characteristics of sealing material in joint

(2) 环境因素的影响

接缝嵌缝材料在自然光照射、冷热循环、干湿循环等环境下发生光氧老化、热氧老化、水解作用^[4],材料自身各项力学性能下降,进而导致接缝嵌缝材料在荷载应力或者温度应力作用下,出现与缝槽侧壁界面黏附性失效以及内聚性破坏现象。

(3) 其他偶发因素的影响

偶发因素包括道面上的石子、杂物被机轮压入接缝嵌缝材料内部;大量使用乙二醇飞机除冰液和醋酸盐类道面融雪剂对接缝嵌缝材料的化学腐蚀;跑道以及滑行通道在冬季长期使用热吹除雪设备对接缝嵌缝材料的高温热氧化影响和飞机加油时燃油泄露对接缝嵌缝材料的油料腐蚀等。

2 机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料性能评价指标分析

机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料的性能要求包括:(1)防止/减少水分沿接缝进入道面结构内部;(2)防止石子等硬粒嵌入缝槽后阻碍板块的温缩变化;(3)接缝嵌缝材料必须适应缝槽的水平位移及竖向位移变化,能够在自然环境下保持较长的使用寿命。

根据接缝嵌缝材料损坏成因分析,结合现行国内外接缝嵌缝材料的相关技术规范及标准的资料调研^[5-6],笔者认为机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料可以从材料的基础物理特性、材料与缝槽侧壁的黏结性、材料的耐候性3个方面进行性能评价。

2.1 基础物理特性

机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料的基础物理特性应从抗嵌入能力、固化特性两个方面进行评价指标的选择。

(1) 具有一定硬度,能抵抗杂物嵌入

硬度可根据道路试验的习惯采用针入度或锥入度表征,抗嵌入性能采用弹性恢复率(球针法)指标。

(2) 表干时间能够适应机场不停航施工的运行要求

《民用机场水泥混凝土道面设计规范》(JT/T 589—2004)^[7]和《建筑防水涂料试验方法》(GB/T 13477)^[8]中采用表干时间表征,指从试件浇注后到表面不黏聚乙烯薄膜的时间,该指标的物理意义是接缝嵌缝材料失黏后,飞机轮载经过时不会带起接缝嵌缝材料。

2.2 与缝槽侧壁的黏结性

接缝嵌缝材料低温时处于受拉状态,当黏结强度小于拉伸强度时容易与缝槽侧壁发生脱黏破坏,接缝嵌缝材料在浸水、浸油、紫外光照射条件下其黏结性会衰减,导致与缝槽侧壁失黏^[9]。《水泥混凝土路面嵌缝密封材料》(JT/T 589—2004)^[10]中采用-10℃拉伸量与混凝土黏结强度作为其与缝槽侧壁黏结性的评价指标,美国《密封料、双组分、弹性体、聚合型、抗喷气燃油、冷用密封胶技术要求》(SS-S-200E—1993)^[11]和《建筑防水涂料试验方法》(GB/T 13477)则采用定伸黏结性试验进行评价。前者先在温度为-10℃下14 h,然后以0.05 mm/min的速度均匀拉伸直至出现裂纹,记录长度,计算黏结强度和黏结延伸率;后者为在一般情况,浸水和浸油后在-29℃下拉伸6.35 mm保持4 h后在常温下恢复原状,观察是否出现裂纹,表面是否出现硬化或失去弹性,以此作为接缝嵌缝材料与缝槽侧壁黏结性的评价指标。

2.3 耐候性

由于接缝嵌缝材料在环境因素(自然光照射、冷热循环、干湿循环、浸油等)影响下的光氧老化、热氧老化、水解作用会导致其性能下降,因此有必要对其耐候性进行评价。耐候性评价指标较多,有的是模拟综合环境,有的是单因素考虑。美国《SS-S-200E—1993》中相关指标有:燃油进入后质量变化、人工风化、抗燃性等性能要求;英国《混凝土路面接缝冷用密封胶材料规范》(BS 5212—1990)^[12]中对材料抗高温老化性、抗燃料浸入和抗燃性分别进行了指标要求;而我国现有的建筑和水泥混凝土路面规范中并没有对其提出要求。

3 机场水泥混凝土道面典型接缝嵌缝材料性能测试

为了进一步分析接缝嵌缝材料的性能要求,选

择7种目前我国民用机场水泥混凝土道面典型的接缝嵌缝材料产品,进行了较为系统的性能测试工作。

3.1 试验方案

试验中选择了目前机场水泥混凝土道面常用的聚氨酯、硅酮、聚硫、聚硫氨酯4大类产品,试件编号如表1所示。

表1 接缝嵌缝试验材料编号

材料类型	样品编号	颜色
聚氨酯类	JA-1	深褐
	JA-2	深褐
	JA-3	深褐
硅酮类	GT-1 (非自流平)	浅灰
	GT-2 (自流平)	浅灰
聚硫类	JL-1	黑色
聚硫氨酯类	JLAZ-1	黑色

根据接缝嵌缝材料性能评价指标体系分析,在实测接缝嵌缝材料基础物理特性、材料与缝槽侧壁的黏结性、材料耐候性的试验中,试验方法主要采用了《GB/T 13477—2002》,《JT/T 589—2004》和《BS 5212—1990》,主要试验方法如表2所示。

表2 机场水泥道面典型接缝嵌缝材料试验内容及方法

测试内容	试验方法	表征含义
表干时间	GB/T 13477.5—2002	干燥固化时间
锥入度弹性恢复率	JT/T 589.6—2004	抵抗砂石等杂物嵌入的能力
拉伸模量	GB/T 13477.10—2002	拉伸时的弹性
低温拉伸量	GB/T 13477.8—2002	低温下的工作性能
	GB/T 13477.11—2002	浸水后的工作性能
定伸黏结性	GB/T 13477.12—2002	疲劳性能
	GB/T 13477.13—2002	模拟实际环境下的性能
浸油后质量变化、锥入度和黏结性能	BS 5212-3.10—1990	抗燃料浸入性
	GB/T 13477.19—2003	
加热后质量损失、锥入度和黏结性能	BS 5212-3.9—1990、	抗热性
	GB/T 13477.19—2003	
抗燃性	BS 5212-3.11—1990	不会被引燃

3.2 试验结果分析

(1) 表干时间

典型接缝嵌缝材料表干时间测试结果如表3所示。在公路水泥路面接缝材料技术要求中,聚氨酯类接缝嵌缝材料表干时间的技术要求是≤4 h,硅酮

类材料的技术要求是 ≤ 3 h,与实测结果(特别是硅酮类材料)之间存在较大的差异性。而经过估算,直径0.5 m的飞机轮胎经过12 mm缝槽宽度的接缝时,轮胎最低位置低于道面不到0.5 mm,飞机荷载作用下机场水泥道面接缝缝槽的竖向位移量为0.25~0.61 mm^[13]。根据机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料现场施工要求,灌缝时规定接缝嵌缝材料必须低于道面表面2 mm以上,因此,理论上不存在机轮与填缝料接触的可能性。实际中填缝料被挤出缝槽主要是由于温度升高时板块体积变形引起的,因此,开放交通对接缝嵌缝材料的正常固化并没有实质性影响,表干时间可适当放宽。

表3 机场水泥混凝土道面典型接缝嵌缝材料表干时间测试结果

Tab.3 Surface dry time test result of typical joint sealing material for airport cement concrete pavement

材料类型	样品编号	测试结果/h
聚氨酯类	JA-1	5.0
	JA-2	6.3
	JA-3	5.5
硅酮类	GT-1	10.5
	GT-2	13.5
聚硫类	JL-1	4.5
聚硫聚氨酯类	JLAZ-1	5.5

(2) 锥入度及弹性恢复率

典型接缝嵌缝材料锥入度测试结果如表4所示。美国《SS-S-200E-1993》规定初始锥入度应在0.5~2.0 mm以内,由于试验采用的是锥针进行的试验,数据跟球针相比要大,且目前接缝嵌缝材料注重低模量和高伸长率,硬度都较低,实际应用情况也较好,4类材料都超过该标准,因此建议该指标宜适当放宽,根据不同类型的材料分别制订标准。而弹性恢复率美国和英国的规定都为大于75%,稍高于我国公路指标70%,通过试验得出4种材料都符合此标准,可以采纳。

(3) 拉伸模量

典型接缝嵌缝材料的拉伸模量(23℃、-10℃,100%定伸条件)测试结果如表5所示。根据测试结果看出GT-2和JL-1这两种接缝嵌缝材料至少比其他材料的23℃拉伸模量低43.8%, -10℃拉伸模量甚至低65.6%。可以用拉伸模量(23℃,100%定伸条件)作为接缝嵌缝材料模量高低的区分标准,临界标准宜采用0.15 MPa。将拉伸模量(23℃,100%定伸条件)大于0.15 MPa定为高弹性模量型,小于等于0.15 MPa定为低弹性模量型。

表4 机场水泥混凝土道面典型接缝嵌缝材料锥入度和弹性恢复率测试结果

Tab.4 Cone penetration and elastic recovery rate test result of typical joint sealing material for airport cement concrete pavement

材料类型	样品编号	锥入度/(0.1 mm)	弹性恢复率/%
聚氨酯类	JA-1	66.4	90.5
	JA-2	25.9	91.2
	JA-3	46.4	96.4
硅酮类	GT-1	65.2	95.7
	GT-2	85.5	85.5
聚硫类	JL-1	97.9	81.0
聚硫聚氨酯类	JLAZ-1	75.6	92.1

故GT-2和JL-1属于低弹性模量型,JA-1,JA-2,JA-3,GT-1和JLAZ-1属于高弹性模量型,并且建议低弹性型在气候严寒和寒冷地区使用,高弹性型在气候炎热和温暖地区使用^[14]。

表5 机场水泥混凝土道面典型接缝嵌缝材料拉伸模量测试结果

Tab.5 Tensile modulus test result of typical joint sealing material for airport cement concrete pavement

样品编号	拉伸模量/MPa		类型
	23℃	-10℃	
JA-1	0.16	0.32	高弹性模量
JA-2	0.18	0.36	高弹性模量
JA-3	0.26	0.42	高弹性模量
GT-1	0.19	0.39	高弹性模量
GT-2	0.07	0.11	低弹性模量
JL-1	0.06	0.07	低弹性模量
JLAZ-1	0.35	0.36	高弹性模量

(4) 低温拉伸量

典型接缝嵌缝材料低温拉伸量(-10℃)测试结果如表6所示。《JT/T 589-2004》中规定,高弹性和低弹性通用类常温施工式接缝嵌缝材料-10℃拉伸量的技术标准分别为 ≥ 25 mm和 ≥ 15 mm。试验结果表明,对于低模量材料(GT-2和JL-1)实测低温拉伸量远大于25 mm,对于高模量材料(JA-2,JA-3,GT-1,JLAZ-1),采用 ≥ 15 mm标准是适宜的。

(5) 定伸黏结性

典型接缝嵌缝材料在两种定伸幅度(60%、24 h,100%、24 h)常温,高温(70℃,14 d),浸水(23℃,7 d),浸油(23℃,48 h),冷拉-热压(冷拉50%、-20℃,24 h,热压25%、70℃、

表 6 机场水泥混凝土道面典型接缝嵌缝材料低温拉伸量测试结果 (-10 °C)

Tab. 6 Low temperature tensile elongation test result of typical joint sealing material for airport cement concrete pavement (-10 °C)

材料类型	样品编号	测试结果/mm
聚氨酯类	JA-1	13
	JA-2	17
	JA-3	17
硅酮类	GT-1	16
	GT-2	40
聚硫类	JL-1	72
聚硫氨酯类	JLAZ-1	31

24 h), 应力循环条件下 (100 次拉、50% 压、25% 循环) 的黏结性试验结果如表 7 所示。可以看出, 一方面在不同条件下的定伸黏结性, 聚氨酯类、硅酮类、聚硫类、聚硫氨酯类接缝嵌缝材料之间并没有显著的差别, 只是硅酮类接缝嵌缝材料在耐油料腐蚀方面表现出明显的劣势; 另一方面可以看出几类试件在定伸黏结性 (特别是在 100% 定伸幅度下) 均表现出了一些破坏现象, 因此, 定伸黏结性是控制接缝嵌缝材料性能的关键性指标。

(6) 抗燃料浸入性能

典型接缝嵌缝材料在浸入航空燃油条件下质量变化和锥入度测试结果如表 8 所示, 硅酮类接缝嵌缝材料浸油后会吸收大量燃油, 自身体积和质量都

表 7 机场水泥混凝土道面典型接缝嵌缝材料定伸黏结性试验破坏情况

Tab. 7 Fixed tensile bond test result of typical joint sealing material for airport cement concrete pavement

材料类型	样品编号	定伸幅度/%	正常	浸水 7 d	高温 70 °C, 14 d	浸油 48 h	冷拉 50% 热压 25%	应力循环 100 次 (幅度 +50% 和 -25%)
聚氨酯类	JA-1	60	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏
		100	不破坏	不破坏	2/3 开裂	2/3 开裂	黏结破坏	黏结破坏
	JA-2	60	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏
		100	不破坏	黏结破坏	黏结破坏	不破坏	黏结破坏	黏结破坏
	JA-3	60	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏
		100	1/4 开裂	1/2 开裂	1/2 开裂	1/2 开裂	1/2 开裂	1/2 开裂
硅酮类	GT-1	60	不破坏	不破坏	不破坏	完全开裂	不破坏	不破坏
		100	不破坏	不破坏	不破坏	完全开裂	不破坏	不破坏
	GT-2	60	不破坏	不破坏	1/4 开裂	3/4 开裂	黏结破坏	不破坏
		100	不破坏	不破坏	1/2 开裂	破坏	黏结破坏	1/2 开裂
聚硫类	JL-1	60	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏
		100	不破坏	完全开裂	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏
聚硫氨酯类	JLAZ-1	60	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏	不破坏
		100	不破坏	不破坏	完全开裂	不破坏	不破坏	不破坏

表 8 机场水泥混凝土道面典型接缝嵌缝材料浸油后质量变化及锥入度测试结果

Tab. 8 Oiled quality change rate and cone penetration test result of typical joint sealing material for airport cement concrete pavement

材料类型	样品编号	浸油后质量变化/%	锥入度/(0.1 mm)
聚氨酯类	JA-1	4.24	69.6
	JA-2	-3.12	22.9
	JA-3	3.11	42.0
硅酮类	GT-1	64.84	89.5
	GT-2	89.21	131.9
聚硫类	JL-1	-3.17	82.8
聚硫氨酯类	JLAZ-1	1.32	76.2

会增大数倍, 呈果冻状, 且通过表 8 可以看到硅酮类材料浸油后黏结性能会发生大幅度衰减, 因此抗油性也是接缝嵌缝材料应具备的性能。根据英国《BS

5212—1990》浸油 48 h 后质量变化不增加 5%、不减少 10% 的要求, 除硅酮类外其他不同类型接缝嵌缝材料质量变化都在这个指标, 所以在不影响性能的前提下, 这个指标可以定为 ±5%; 锥入度除了硅酮类外都没有发生较大的变化, 所以锥入度的指标要求不变; 结合表 7 浸油后各类材料的定伸黏结试验结果可以得到硅酮类抗燃料浸入性能最差, 其他材料都能够满足已有的规范。

(7) 抗高温性

典型接缝嵌缝材料在 70 °C 加热 14 d 的条件下质量变化的测试结果如表 9 所示。可以看出, 聚氨酯类接缝嵌缝材料的质量损失较大, 硅酮类和聚硫类质量变化较小。根据英国《BS 5212—1990》中规定将材料在 70 °C 加热 14 d, 质量损失 <6% 且定伸黏结性良好的指标并没有针对不同种类的材料给出相

对应的指标,所以应根据材料的种类分别制订标准。而各类材料的锥入度都出现一定程度的减小,个别出现硬化现象,且根据表7可以看出有一半的材料在100%定伸幅度伸长试验时都发生了开裂或黏结破坏。由此也可以看出抗高温性能对接缝嵌缝材料使用性能来说非常重要。

表9 机场水泥混凝土道面典型接缝嵌缝材料热处理后质量变化和锥入度测试结果

Tab.9 Quality change and cone penetration test result of heated typical joint sealing material for airport cement concrete pavement

材料类型	样品编号	加热后/%	锥入度/(0.1 mm)
聚氨酯类	JA-1	-5.15	66.4
	JA-2	-16.34	25.9
	JA-3	-5.54	46.4
硅酮类	GT-1	-0.31	65.2
	GT-2	-0.88	85.5
聚硫类	JL-1	-2.87	97.9
聚硫氨酯类	JLAZ-1	-3.40	75.6

(8) 抗燃性

对7组样品分别进行了高温抗燃性的测试,除JA-2这组材料出现硬化、失去弹性外,其他材料均保持正常没有出现燃烧、分离,冷却后没有发生明显的硬化和失去弹性现象。

4 机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料的行业技术要求

通过上述对典型接缝嵌缝材料性能和性能指标的分析,可以看出不同种类型号的嵌缝材料差异性很大。硅酮类材料各项性能较优,但耐油性很差不适用于有燃油泄漏部位;聚氨酯类材料都属于高弹性模量材料,但其高温下易老化,使用寿命较短;聚硫类适应变能力较强,但其锥入度较大,容易发生刺入破坏;聚硫氨酯类各项性能较好,但其和聚氨酯类一样耐高温性能较差。故制订统一的民用机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料技术要求非常有必要。结合《民用机场飞行区水泥混凝土道面面层施工技术规范》(MH500—2002)和《水泥混凝土路面嵌缝密封材料》(JT/T 589—2004)分别对高弹性和低弹性常温施工式接缝嵌缝材料性能提出技术要求(表10、表11)。在一般情况下,低弹性模量性适宜在气候寒冷地区使用,高弹性模量性适宜在气候炎热和湿润地区使用。

5 结论

本文通过对民用机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料破坏形式及原因分析,结合现行国内外接缝嵌

表10 高弹性接缝嵌缝材料技术要求

Tab.10 Technical requirements of high elastic joint sealing material

测试项目		技术指标
材料类型		硅酮类 聚氨酯类 聚硫类 聚硫氨酯类
表干时间/h		硅酮类≤16,其他3类≤8
23℃锥入度/(0.1 mm)		≤100
弹性恢复率/%		≥80
拉伸模量/MPa	23℃	≤0.15
	-10℃	≤0.25
	-10℃拉伸量/mm	≥25
浸水7d		
定伸黏结性	冷拉-热压条件 应力循环100次 (幅度+50%,-25%)	无黏附性失效,无黏结性破坏
抗燃料	质量变化率/%	硅酮类不考虑,其他3类±5
浸入性	锥入度/(0.1 mm)	硅酮类不考虑,其他3类≤80
(浸油48h)	定伸黏结	无黏附性失效,无黏结性破坏
抗热性	加热条件下质量 变化率/%	聚氨酯类±10,其他3类±5
	14d)	定伸黏结
		无黏附性失效,无黏结性破坏
抗燃性(260℃,120s)		不燃烧、融化、蒸发,且冷却后没有明显变硬或失去弹性

表11 低弹性接缝嵌缝材料技术要求

Tab.11 Technical requirements of low elastic joint sealing material

测试项目		技术指标
材料类型		硅酮类 聚氨酯类 聚硫类 聚硫氨酯类
表干时间/h		硅酮类≤16,其他3类≤8
23℃锥入度/(0.1 mm)		≤80
弹性恢复率/%		≥90
拉伸模量	23℃/MPa	≥0.15
	-10℃/MPa	≥0.25
	-10℃拉伸量/mm	≥15
浸水7d		
定伸黏结性	冷拉-热压条件 应力循环100次 (幅度+50%,-25%)	无黏附性失效,无黏结性破坏
抗燃料	质量变化率/%	硅酮类不考虑,其他3类±5
浸入性	锥入度/(0.1 mm)	硅酮类不考虑,其他3类≤100
(浸油48h)	定伸黏结	无黏附性失效,无黏结性破坏
抗热性	加热条件下质量 变化率/%	聚氨酯类±10,其他3类±5
	14d)	定伸黏结
		无黏附性失效,无黏结性破坏
抗燃性(260℃,120s)		不燃烧、融化、蒸发,且冷却后没有明显变硬或失去弹性

缝材料的相关技术规范及标准,选取典型的机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料(硅酮、聚氨酯、聚硫、聚氨酯类),从材料的基础物理特性、与缝槽侧壁的黏结性、耐候性3个方面进行性能评价。主要得到以下结论:

(1) 将 23 ℃ 下 100% 拉伸模量大于或等于 0.15 MPa 的接缝嵌缝材料定为高弹性模量材料,低于 0.15 MPa 的定为低弹性模量材料,高弹性模量的接缝嵌缝适用于温差小、接缝位移小的机场道面,而低弹性模量的接缝嵌缝材料适用于温差大、接缝位移较大的寒冷地区机场道面。

(2) 将表干时间、锥入度、弹性恢复率、拉伸模量、低温拉伸量、定伸黏结性、抗燃油浸入性、抗热性和抗燃性定为机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料的性能指标,并对其进行评价分析,根据不同类型接缝嵌缝材料给出了各指标的技术要求。

(3) 由于我国对机场水泥混凝土道面嵌缝料使用情况和技术要求的研究不够充分,并没有一套针对机场道面嵌缝料的规范体系,本文所给出的技术要求有较好的适用性,建议有关部门制订适用于机场水泥混凝土道面接缝嵌缝材料的技术规范,使今后有标准可循。

参考文献:

References:

- [1] 李华,程英华. 我国水泥混凝土路面的现状与问题[J]. 中国公路学报, 1994(增1): 51-56.
LI Hua, CHENG Ying-hua. On the Cement Concrete Pavements Issues in China [J]. China Journal of Highway and Transport, 1994(S1): 51-56.
- [2] 寿崇琦,张志良,邢希学,等. 水泥混凝土路面填缝材料的研究[J]. 公路, 2005(2): 113-115.
SHOU Chong-qi, ZHANG Zhi-liang, XING Xi-xue, et al. Research on Joint Sealants for Cement Concrete Pavement [J]. Highway, 2005(2): 113-115.
- [3] 薛菁,刘晓曦,邹继明. 机场道面新型聚硫聚氨酯接缝材料应用研究[J]. 新型建筑材料, 2011, 38(5): 76-78.
XUE Jing, LIU Xiao-xi, ZOU Ji-ming. Application Study of the New Polythiourethane Jointing Materials for the Airfield Pavement [J]. New Building Materials, 2011, 38(5): 76-78.
- [4] 刘晓曦,王硕太. 机场混凝土道面新型封缝材料应用现状分析[J]. 公路交通科技, 2006, 23(9): 36-39.
LIU Xiao-xi, WANG Shuo-tai. Analysis of Present Application of New Type Airport Concrete Pavement Sealing Materials [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2006, 23(9): 36-39.
- [5] 王硕太,马国靖,吴永根,等. 机场混凝土道面封缝材料技术指标研究[J]. 工业建筑, 2003, 33(2): 52-55.
WANG Shuo-tai, MA Guo-jing, WU Yong-gen, et al. Technical Indexes Studies on Sealing Material for Airport Concrete Pavement [J]. Industrial Construction, 2003, 33(2): 52-55.
- [6] ODUM-EWUAKYE B, ATTOH-OKINE N. Sealing System Selection for Jointed Concrete Pavements: A Review [J]. Construction and Building Materials, 2006, 20(8): 591-602.
- [7] MH/T 5004—2010, 民用机场水泥混凝土道面设计规范[S].
MH/T 5004—2010, Specifications for Airport Cement Concrete Pavement Design [S].
- [8] GB/T 13477, 建筑防水涂料试验方法[S].
GB/T 13477, Test Method for Building Sealants [S].
- [9] 张昊. 机场水泥混凝土道面嵌缝材料性能评价方法研究[D]. 上海: 同济大学, 2013.
ZHANG Hao. Performance Evaluation of Joint Sealants for Airport PCC Pavements [D]. Shanghai: Tongji University, 2013.
- [10] JT/T 589—2004, 水泥混凝土路面嵌缝密封材料[S].
JT/T 589—2004, Joint Sealing Material of Cement Concrete Pavement [S].
- [11] Fed. Spec. SS. S—200E—1993, Sealing Compounds, Two-component, Elastomeric, Polymer Type, Jet-fuel-resistant, Cold Applied[S].
- [12] BS 5212—1990, Cold Applied Joint Sealant Systems for Concrete Pavements[S].
- [13] 苏尔好,袁捷,黄崇伟,等. 机场水泥道面接缝位移及嵌缝材料结构应力[J]. 解放军理工大学学报: 自然科学版, 2015, 16(4): 338-344.
SU Er-hao, YUAN Jie, HUANG Chong-Wei. Displacement of Airport Concrete Pavement Joints and Structural Stress of Sealants [J]. Journal of PLA University of Science and Technology: Natural Science Edition, 2015, 16(4): 338-344.
- [14] WORMS T, SHALABY A, KAVANAGH L N. Accelerated Laboratory Evaluation of Joint Sealants under Cyclic Loads [C]// 2005 Annual Conference of the Transportation Association of Canada. Calgary: [s. n.], 2005.