

文章编号: 1002-0268 (2004) 08-0017-04

常温施工式填缝料的试验分析及评价

陈国明¹, 徐俊庆², 谭忆秋¹, 江厚权³, 冯中良¹

(1. 哈尔滨工业大学交通科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090;

2. 黑龙江省哈同公司方正管理所, 黑龙江 哈尔滨 150001;

3. 河北省建设集团路桥分公司, 河北 保定 071051)

摘要: 根据东北地区的气候特点, 在分析了现有规范推荐评价方法不足的基础上, 补充了用于评定填缝料与水泥混凝土粘结性能的弯曲试验和拉伸试验, 并对7种常温施工式填缝料进行室内试验研究。试验结果表明, 弯曲试验和拉伸试验简便、有效, 能够准确反映材料的使用性能, 并根据试验结果采用模糊评定方法对填缝料的综合性能进行了定量分析。

关键词: 填缝料; 评价方法; 弯曲试验; 拉伸试验; 综合性能

中图分类号: U416 043

文献标识码: A

Experiment Analysis and Evaluation of Sealant

CHEN Guo-ming¹, XU Jun-qing², TAN Yi-qiu¹, JIANG Hou-quan³, FENG Zhong-liang¹

(1. School of Communications Science & Engineering, Harbin Institute of Technology, Heilongjiang Harbin 150090, China;

2. Fang Zheng Administration, Ha Tong Company of Heilongjiang Province, Heilongjiang Harbin 150001, China;

3. Highway and Bridge Branch, Construction Group of Hebei Province, Hebei Baoding 071051, China)

Abstract: According to the climate feature in northeast area, bending and tension test were designed on the basis of the analysis and evaluation of the defect of the present criterion. Two tests were used to evaluate the adherent performance between sealant and concrete. Seven kinds of normal temperature sealant were tested and analyzed in the laboratory. The result showed that both bending and tension tests were simple and effective, and it could reflect the performance of sealant correctly. According to the experimental result, fuzzy evaluation method was adopted to analyze the integrated performance of sealant quantitatively.

Key words: Sealant; Evaluation method; Bending test; Tension test; Integrated performance

0 引言

水泥混凝土路面具有承载能力大、稳定性好、使用寿命长、日常养护费用低等优点, 同时我国水泥产量大、分布广, 各地都可以就近供应。因此自上世纪80年代初开始, 水泥混凝土路面就被广泛用于公路和城市道路的主次干道上, 近几年来更得到迅速发展。水泥混凝土路面在使用过程中常出现裂缝、唧泥、错台等病害, 这些病害严重影响混凝土路面的承载能力和使用寿命。产生这些病害的原因很多, 但在很大程度上与接缝所采用的填缝料有关, 填缝料质量

的好坏是保证水泥混凝土路面是否可以正常使用的关键。由于填缝料性能差, 极易直接造成接缝渗水、填缝料外溢、杂质嵌入等危害, 造成水泥混凝土路面出现裂缝、唧泥、错台。因此准确评价水泥混凝土路面填缝料是十分重要的。

本文根据东北地区的气候特点, 在分析了现有规范推荐评价方法不足的基础上, 补充了用于评定填缝料与水泥混凝土粘结性能的弯曲试验和拉伸试验, 并对7种常温施工式填缝料进行室内试验研究。试验结果表明弯曲试验和拉伸试验简便、有效, 能够准确反映材料的使用性能, 并根据试验结果采用模糊评定方

法对填缝料的综合性能进行了定量评价。

1 常温施工式填缝料的技术指标体系分析^{1,2}

根据交通行业标准《公路水泥混凝土路面接缝材料》(JT/T203-95),主要采用灌入稠度、失粘时间、弹性复原率、流动度和拉伸量等指标评价常温施工式填缝料的性能,其技术指标见表1。

表1 常温施工式填缝料的技术要求

试验项目	技术要求
灌入稠度(20℃) /s	< 20
失粘时间/h	6~24
弹性(复原率,20℃) /%	> 75
流动度/mm	0
拉伸量(-10℃) /mm	< 15

失粘时间是测定填缝料的固化时间,特别是对于双组分聚氨酯类填缝料,固化时间和固化过程决定了开放交通的时间;流动度反映了填缝料在高温时发生流淌的程度,以表征填缝料在夏季高温时抵抗粘失的能力;灌入稠度是检验施工的和易性,确定填缝料的稠度是否适宜灌入水泥混凝土接缝内;弹性试验是表征填缝料适应混凝土板胀缩的弹性恢复能力;拉伸试验是测定填缝材料在低温时的拉伸性能,即测量填缝料与混凝土块脱离或填缝料自身开裂时的伸长量。

填缝料的失效一方面材料本身的性能不能满足要求,另一方面在本身性能良好情况下,由于填缝料粘结能力不好造成填缝料与混凝土板脱离,是填缝料失效主要原因,特别是在低温条件下,材料的收缩量增大,板与填缝料的界面内产生较大的弯、拉应力。我国东北地区冬季寒冷,最低月平均温度达到-20℃以下,而且在冬末和初春季节,昼夜气温变化剧烈,使路面处于冻融循环的加载方式下,此时混凝土板会产生较大的收缩,从而发生翘曲变形,使填缝料实际上处于受弯拉的状态。因此,常用的试验方法不能充分模拟填缝料在实际路面中的受力状态。

为此,本文设计了填缝料与水泥砂浆粘结强度试验来模拟填缝料与水泥混凝土板界面的粘结能力。

2 填缝料与水泥砂浆粘结强度试验³

为补充现有规范推荐评价方法的不足,模拟填缝料在使用时的受力状态,自行设计了填缝料与水泥胶砂试件之间的抗弯强度和抗拉强度及伸长量试验方法。

(1) 试件的制作

弯曲试验的试件采用水泥胶砂试件(尺寸为40mm×40mm×160mm的标准水泥胶砂强度试件),从中间锯成相等的两段,在其间形成尺寸约为40mm×

40mm×10mm的空槽,将各种填缝料灌入空槽中,刮平后冷却待用。

拉伸试验的试件是采用水泥:砂=1:1的水泥砂浆制作的8字型模,中间形成约23mm×25mm×10mm的空槽,同样将各种填缝料灌入空槽中,刮平后冷却待用。

(2) 弯曲试验

弯曲试验采用图1所示的3分点加载,试验温度为25℃左右,加载速率为1mm/min。

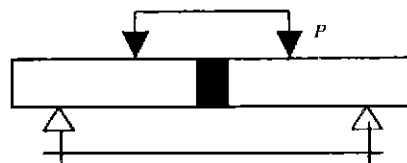


图1 弯曲试验的加载图示

(3) 拉伸试验

拉伸试验采用8字模试件,拉伸速度为50mm/min,试验温度分别为25、-10、-20℃,记录破坏时的最大拉力值和对应的拉伸量,并求出试件的抗拉强度。

3 填缝材料的性能试验及分析

3.1 试验材料

常温施工式填缝材料主要有:聚胺酯焦油类、聚胺酯类、氯丁橡胶类、乳化沥青橡胶类等。本次试验搜集了国内常用的7种常温施工式填缝料,编号如下:1-硅酮密封胶(白色);2-U Seal 907(黑色);3-PU AM111 032(黑色);4-法国索普瑞马防水涂料(灰绿色);5-聚氨酯填缝胶(甲:乙=1:2,黑色);6-聚氨酯类1号(甲:乙=3:5,白色);7-聚氨酯类3号(甲:乙=1:1.5,白色)。

3.2 试验结果分析

7种填缝料的试验结果分别列在表2和图2~图4中。进行抗弯强度、抗拉强度及伸长量试验时,试验时间均为从填缝料失粘后再继续养护48h后进行,以便于比较分析试验结果。

3.2.1 失粘时间试验分析

由表2可见,1、6、7号的失粘时间比较短,小于标准规定的6h;3、4、5号的失粘时间接近标准规定的上限值,失粘时间比较长,2号的失粘时间处于标准规定的中值。既达到了满足失粘时间大于6h的要求,又不会导致开放交通时间太晚。

3.2.2 流动度试验分析

只有4号填缝料的流动度不符合标准要求,其余6种填缝料的流动度均满足标准的要求。

3.2.3 灌入稠度试验分析

只有4、5、6、7号可以测出灌入稠度，5、6、7号都属于聚氨酯类，即聚氨酯类的填缝料的流动性比较大。但其20℃的数值均大于标准规定，在3个试验温度下，1、2、3号填缝料均不流动，无法测出其灌入稠度值。可见，标准规定20s的灌入稠度值过小，是否合理值得商榷。

3.2.4 弹性试验分析

图2中每种填缝料的3个柱形从左到右依次为-10℃和20℃及老化后的弹性复原率。在低温和老化下，除1、4、6号以外，其余4种填缝料的弹性复原率都大于其常温的数值。由于未测出20℃弹性复原率，因此4号填缝料无法进行全面比较，在低温和老化后，1、6号的抗变形能力降低，其余4种填缝料的抗变形能力增强。

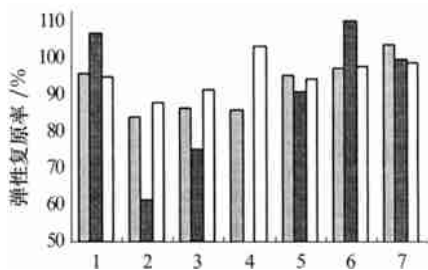


图2 弹性复原率对比

在常温下，弹性复原率的值相差较大，2、3号的弹性复原率在75%以下，未满足标准规定的要求。以1、6号的值最大，即在常温下6号填缝料的弹性恢复能力最好，其抗变形能力最强。

表2 常温施工式填缝料试验结果汇总

试验项目		1	2	3	4	5	6	7
灌入稠度 /s	10℃	—	—	—	—	1002	141	161
	20℃	—	—	—	1580	695	76	59
	30℃	—	—	—	457	425	41	36
弹性复原 率/%	-10℃	95	84	86	86	95	97	103
	20℃	106	61	75	-*	91	109	99
	70℃, 160h	94	88	91	103	94	98	98
伸长量 /mm	-20℃	9.3	11.8	27.4	18.5	19.9	51	20.6
	-10℃	9.9	11.7	32.7	14.1	16	49.1	24.1
	25℃	15.2	20.0	34.9	7.6	12.8	27.0	15.5
失粘时间/h	4.5	10.5	23	18.5	22	5.6	5	
流动度/mm	0	0	0	2.4	0	0	0	
弯曲强度/kPa	351	182	678	57	577	541	743	
拉伸强度/kPa	-20℃	254	259	603	306	855	383	520
	-10℃	243	308	459	155	613	222	578
	25℃	269	237	400	21	306	181	-**

注：—表示填缝料不流动，无法测得灌入稠度；-*表示此填缝料在20℃下，表面层固化，下面还呈现流动状态，球针下落后固化层随之移动，下面的液体流出，因此试验无法完成；-**表示填缝料数量不够，未完成此项试验。

-10℃下，7号的弹性复原率最大，为103%；

2、3、4号的数值最小且比较接近，在84%~86%之间。可见，2、3、4号的低温弹性恢复能力最小，在低温和荷载作用下，弹性恢复能力差。7号的低温弹性恢复率最大，低温下的变形能力最好。

老化后4号的弹性复原率最大，2号和3号的值较小。

3.2.5 填缝料与水泥砂浆粘结强度试验

(1) 抗拉强度试验分析

图3中，每种填缝料的柱形图从左到右依次为-20、-10、25℃下的抗拉强度值。对于3、4、5、6号，随着温度的升高，其抗拉强度具有明显的规律性，其数值逐渐减小；2号和7号的低温抗拉强度均大于其常温值。即这6种填缝料的低温性能分别优于其常温性能；1号在各温度下的数值几乎相等，即随着温度的变化，1号的性能比较稳定。

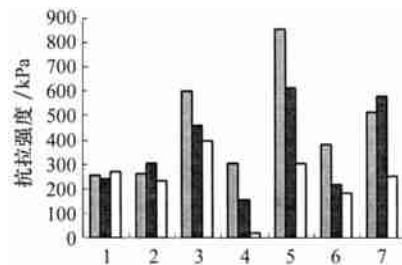


图3 抗拉强度对比

在-10℃和-20℃下，各种填缝料的抗拉强度相差较大，以5号的差值最大，1、2号的差值最小且非常接近。试验中发现，在低温下1号呈现明显的脆性断裂，填缝料试样无明显的塑性伸长状，直接从水泥砂浆接口处拉断，在低温下此填缝料容易从水泥混凝土表面脱离。

在25℃下，1号的抗拉强度值略高于其低温值，其余6种填缝料的抗拉强度值均小于其低温情况下的数值。其中3号的常温抗拉强度最大，4号的数值最小，为最大值的1/19，为次最小值的近1/9，试验中发现，4号填缝料在常温下进行抗拉强度试验时，其破坏形式均是从填缝料中部被拉断，即材料内部粘聚力极小。

(2) 伸长量试验分析

图4中，每种填缝料的柱形图从左到右依次为-20、-10、25℃下的伸长量。对1、2、3号，随着温度的升高，其伸长量逐渐增大，即这3种填缝料的常温性能优于其低温性能；对于4、5、6号，随着温度的升高，其伸长量逐渐降低，即此3种填缝料的低温性能优于其常温情况。

-20℃时6号的伸长量最大，1号和2号的伸长

量最小而且相差不大；在-10℃7种填缝料的伸长量大小与-20℃的情况下一致；常温下，7种填缝料的伸长量与低温情况不一致，其中3号的伸长量最大，4号的值最小。

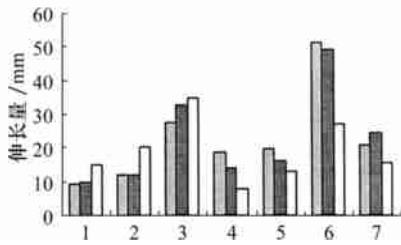


图4 伸长量对比

(3) 弯曲强度试验分析

如表2，7种填缝料的弯曲强度相差很大，3、5、6、7号的弯曲强度都超过500kPa，以7号的值最大。4号的弯曲强度最小，为最大值的1/13。试验中发现，在试件破坏的时候，4号填缝料多为从试件中间破坏，即其内部粘结力很小，小于其与水泥砂浆界面的粘结力，因此容易从填缝料内部撕裂，其余填缝料均是从填缝料与水泥砂浆的界面处破坏。

表3 常温施工式填缝料模糊综合评价

试验项目		1	2	3	4	5	6	7
灌入稠度 /s	10℃	1	1	1	1	2	2	2
	20℃	1	1	1	2	2	2	2
	30℃	1	1	1	2	2	2	2
弹性复原 率/%	-10℃	3	2	2	2	3	3	4
	20℃	4	1	1	2	4	4	4
	70℃, 160h	2	1	2	4	2	3	3
伸长量 /mm	-20℃	1	1	3	2	2	4	2
	-10℃	1	1	3	2	2	4	3
	20℃	2	3	4	1	2	3	2
失粘时间/h		1	4	3	4	3	2	1
流动度/mm		4	4	4	1	4	4	4
弯曲强度/kPa		3	2	4	1	3	3	4
拉伸 强度/kPa	-20℃	1	1	3	2	4	2	3
	-10℃	2	2	3	1	3	2	3
	25℃	3	3	4	1	3	2	3
总评分		30	28	39	28	41	42	42

4 综合评价

为便于综合分析7种填缝料的优劣，可以采用模糊综合评价的方法，将各项指标分成如下的4个等级。对标准中有具体要求的试验项目和指标，将不满足标准要求的分成两类：1—最差、2—较差；满足标准要求的为3—较好、4—最好。对于标准没有具体要求的项目，可以将各项指标分成4类，1—最差、2—较差、3—较好、4—最好。这样可以定量的分析每一种填缝料的综合性能的好坏。4号没有实测出常温弹性复原率，暂以2分来记。

如表3，采用模糊评定的方法，其各项评定的总和可以反映此填缝料综合性能的好坏。5、6、7号的总和超过40分，3号的总评分为39。1、2、4号的总评分较低，大约在同一个水平上。

5 结论

(1) 标准推荐的试验方法存在不足之处，试验细节不明确，力学性能试验没有充分模拟填缝料在实际路面中的受力状态，其评价指标也不够充分。

(2) 为补充标准方法的不足，自行设计了填缝料与水泥砂浆粘结强度试验，考察了填缝料与水泥混凝土之间的抗弯强度、抗拉强度及伸长量，模拟了填缝料实际受力状态，结果表明此方法简便、有效、实用。

(3) 由于填缝材料的各项评定指标较多，本文采用模糊评定方法对填缝料的综合性能进行了定量分析，方法简单而且能够准确、全面、定量的评定各种常温施工式填缝材料的综合性能。

参考文献:

[1] 李华. 水泥混凝土路面修补技术[M]. 人民交通出版社, 1999.
 [2] 中华人民共和国交通部. 公路水泥混凝土路面接缝材料(JT/T 203-95) [S]. 北京: 人民交通出版社, 1995.
 [3] 哈尔滨工业大学交通科学与工程学院. 新型道路填缝料的研制与开发 [R]. 2001.