

[64] ポリマーセメントモルタルの難燃性

正会員 大 浜 嘉 彦 (日本大学工学部)
 正会員 鈴 木 清 司 (日本大学工学部)
 正会員 ○尾 沢 秀 夫 (日本大学工学部)

1. はじめに

一般に、ポリマーセメントモルタルは、普通セメントモルタルと比較して、接着性、防水性、耐摩耗性、耐衝撃性、耐薬品性などに優れており、最近では、建築分野において、床材、防水材、接着材、防食ライニング材などの仕上げ材として広範に使用されている。しかしながら、ポリマーセメントモルタルは、その構成成分として合成樹脂やゴムのようなポリマーを含んでいるため、火災時の性状についての問題点が指摘されることが多い。そこで、本研究は、各種のポリマーセメントモルタルについて、J I S A 1321 (建築物の内装材料及び工法の難燃性試験方法) に規定する基材試験及び表面試験を実施し、その難燃性を検討したものである。

2. 使用材料

2.1 セメント及び骨材

セメントは市販の普通ポルトランドセメントを、骨材は豊浦標準砂を用いた。

2.2 セメント混和用ポリマーディスペーション

セメント混和用ポリマーディスペーションは、市販のステレンブタジエンゴム (S B R) ラテックス、ポリアクリル酸エステル (P A E) エマルジョン、ポリ酢酸ビニル (P V A C) エマルジョン2種及びエチレン酢酸ビニル (E V A) エマルジョンを用いた。これらの一般的な性質は表-1 に示す通りである。

2.3 消ほう剤

消ほう剤は、シリコーンエマルジョン系のもの (有効シリコーン分、30.0%) を用い、各ポリマーディスペーションの全固形分に対して、消ほう剤の有効固形分として0.7%を添加した。

3. 試験方法

3.1 ポリマーセメントモルタルの配合

ポリマーセメントモルタルの配合は、セメント：豊浦標準砂=1：3 (重量比)、ポリマーセメント比 (P/C) 0、5、10、15及び20%とし、練り混ぜ水量はJ I S R 5201 (セメントの物理試験方法) により、フロー値が170 ±5 と一定になるように定めた。各種ポリマーセメントモルタルの配合は、表-2 に示す通りである。

表-1 セメント混和用ポリマーディスペーションの性質

Type of Polymer Dispersion	Total Solids (%)	pH	Viscosity (20°C, cP)	Specific Gravity (20°C)
SBR	47.8	8.2	27	1.02
PAE	44.7	9.3	44	1.07
PVAC-1	50.0	4.7	118	1.09
PVAC-2	42.5	4.3	3770	1.09
EVA	57.8	5.2	2660	1.09

表-2 ポリマーセメントモルタルの配合

Type of Mortar	Cement: Standard Sand (By Weight)	Polymer-Cement Ratio P/C (%)	Water-Cement Ratio W/C (%)	Flow
Plain	1:3	0	79.0	167
SBR-Modified	1:3		5	170
			10	172
			15	173
			20	174
PAE-Modified	1:3		5	167
			10	166
			15	167
			20	174
PVAC-1-Modified	1:3		5	170
			10	171
			15	170
			20	171
PVAC-2-Modified	1:3		5	168
			10	174
			15	174
			20	173
EVA-Modified	1:3		5	170
			10	165
			15	167
			20	175

3.2 試験体の作製

表-2 に示す配合のポリマーセメントモルタルを、JIS A 1171 (試験室におけるポリマーセメントモルタルの作り方) に従い、寸法 $40 \times 40 \times 160$ mm 及び $220 \times 220 \times 15$ mm に成形した後、2日湿空(20℃、80%R. H.)、5日水中(20℃)、21日乾燥(20℃、50%R. H.)養生した。寸法 $40 \times 40 \times 160$ mm のモルタルは寸法 $40 \times 40 \times 50$ mm に切断した後、寸法 $220 \times 220 \times 15$ mm のモルタルと共に、40℃で5日間乾燥し、更に、デシケーター中に24時間保存して試験体とした。基材試験用試験体は、寸法 $40 \times 40 \times 50$ mm であり、表面試験用試験体は、寸法 $220 \times 220 \times 15$ mm である。なお、試験体個数はそれぞれ3個とした。

3.3 基材試験

JIS A 1321 の2. 基材試験に従い、試験体を 750 ± 10 °C に調整した加熱炉内にそう入し、20分間加熱した。判定は、3個の試験体のそれぞれについて行った加熱試験において、試験体そう入後の炉内温度が 810 °C 以下の場合を合格とした。

3.4 表面試験

JIS A 1321 の3. 表面試験に従い、試験体を所定の加熱温度曲線に従って、はじめに副熱源で3分間加熱し、更に主熱源を加えて、難燃1級及び2級では合計10分、難燃3級では合計6分の加熱を行った。試験の結果、試験体の全厚にわたる溶融、試験体の裏面に達するきれつ(裏面におけるきれつの幅が全厚の $1/10$ 以上)、又、防火上著しく有害な変形がないこと、残炎が30秒以上ないこと、単位面積当りの発煙係数が規定値(難燃1級、 30 CA 、難燃2級、 60 CA 、難燃3級、 120 CA)を超えないことなどを判定の条件とした。

3.5 難燃性の判定

基材試験及び表面試験の結果より、JIS A 1321 の1. 総則に基づき、難燃性の級別を判定した。

4. 試験結果及び考察

ポリマーセメント比別にみた各種ポリマーセメントモルタルの基材試験における炉内温度曲線を図-1に示す。表-3には、各種ポリマーセメントモルタルのポリマー含有率、基材試験における発炎時間、 810 °C に達するまでの時間などを示すと共に、合否の判定結果を示す。図-1の炉内温度曲線を見ると、ポリマーセメント比5%では、SBRポリマーセメントモルタルが加熱時間1~2分で、ポリマーの燃焼による急激な温度上昇を示す。しかし、その他のポリマーセメントモルタルでは、大きな温度上昇はみられない。ポリマーセメント比10%では、SBR、PAE及びEVAポリマーセメントモルタルが急激な温度上昇を示し、炉内温度が 810 °C を超えるものが出てくるが、PVACを用いたものは、発炎するにもかかわらず、著しい

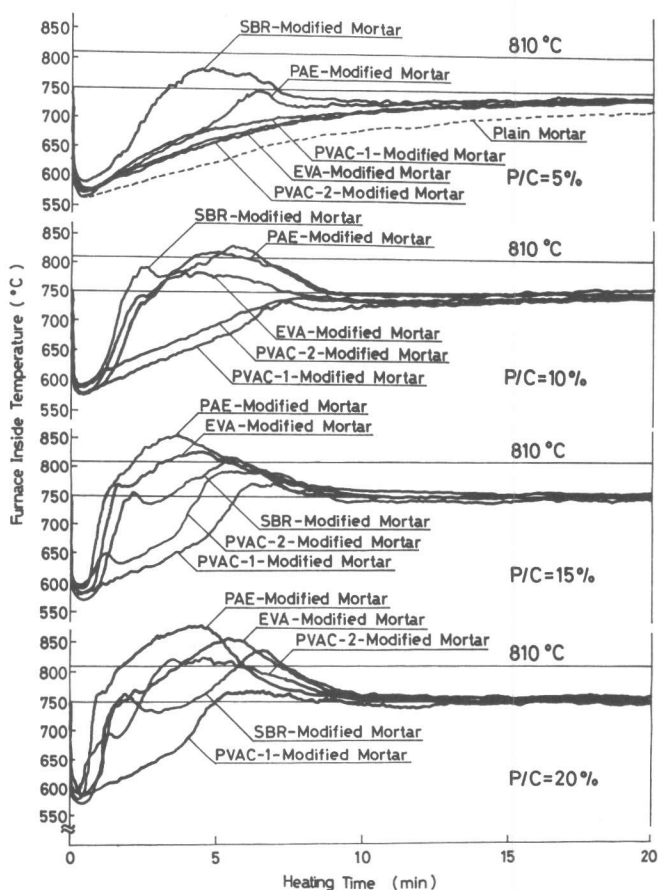


図-1 ポリマーセメントモルタルの基材試験における加熱時間と炉内温度の関係

表-3 ポリマーセメントモルタルの基材試験による難燃性

Type of Mortar	Polymer-Cement Ratio P/C (%)	Polymer* Content (vol.%)	Time until Smoke Start (s)	Smoking Time (s)	Time until Flame Start (s)	Ignition Time (s)	Weight Loss (wt.%)	Time up to 810°C (s)	Judgment
Plain	0	0	Not Smoked	0	Not Flamed	0	2.98	-**	OK
SBR-Modified	5	2.10	155	283	89	393	4.56	-	OK
	10	4.22	62	399	49	432	5.62	290	Not Accepted
	15	6.27	52	439	45	510	6.78	304	Not Accepted
	20	8.40	26	493	26	514	7.55	329	Not Accepted
PAE-Modified	5	1.71	Not Smoked	0	Not Flamed	0	4.11	-	OK
	10	3.33	128	79	82	411	4.94	256	Not Accepted
	15	4.94	60	62	35	376	5.50	144	Not Accepted
	20	6.45	35	269	35	401	6.23	80	Not Accepted
PVAC-1-Modified	5	1.76	Not Smoked	0	Not Flamed	0	3.78	-	OK
	10	3.56	Not Smoked	0	390	161	4.09	-	OK
	15	5.43	Not Smoked	0	303	331	5.43	-	OK
	20	6.58	Not Smoked	0	60	438	5.73	-	OK
PVAC-2-Modified	5	1.93	Not Smoked	0	Not Flamed	0	4.14	-	OK
	10	3.79	Not Smoked	0	50	206	4.96	-	OK
	15	5.64	Not Smoked	0	42	470	5.53	-	OK
	20	7.37	47	165	29	513	6.21	166	Not Accepted
EVA-Modified	5	1.77	Not Smoked	0	Not Flamed	0	4.04	-	OK
	10	3.65	99	63	90	300	5.02	-	OK
	15	5.73	41	278	44	452	5.93	102	Not Accepted
	20	7.51	51	304	41	470	6.68	220	Not Accepted

Note; *Calculated from unit weight of polymer-modified mortars.

**The furnace inside temperature is not more than 810°C within twenty minutes.

温度上昇は起こらない。ポリマーセメント比が15%になると、PVACポリマーセメントモルタルも温度上昇を示すようになるが、他のものに比べて、明らかに温度上昇の時間が遅い。ポリマーセメント比20%では、PVAC-1を用いたもの以外は、加熱初期に急激な温度上昇を示し、810℃を超えている。これらの炉内温度曲線を分類すると、最高温度のピークを与えるもの、一度急激な温度上昇後、温度が低下し、再度最高温度のピークを与えるもの、最高温度の明確なピークを与えずに、ほぼ一定温度に達するものなどとなる。このことより、ポリマーセメントモルタルを加熱した場合、ポリマーディスパージョンの種類やポリマーセメント比によって、分解生成物の種類や量、それに伴う燃焼状況が異なっていることが分かる。

ポリマーセメントモルタルの基材試験における合否の判定結果は、使用するポリマーディスパージョンの種類及びポリマーセメント比に大きく左右され、SBR及びPAEポリマーセメントモルタルでは、ポリマーセメント比5%、EVAポリマーセメントモルタルでは、ポリマーセメント比5%及び10%、PVACポリマーセメントモルタルでは、PVAC-2を用いたポリマーセメント比20%以外のほとんどのものが合格となる。

表-4には、表面試験における残炎時間、単位面積当りの発煙係数、裏面におけるきれつの幅などを示す。表面試験における排気温度曲線は、ほとんどのポリマーセメントモルタルが普通セメントモルタルの場合と変わらず、標準温度曲線を超えることはない。裏面に達するきれつの幅もわずかであり、単位面積当りの発煙係数も規定値を超えるものはない。SBR及びPAEポリマーセメントモルタルは、ポリマーセメント比20%の場合、10分加熱では残炎が30秒以上あるため、6分加熱を行った。

表-5には、JISA 1321に基づく難燃性の級別を示す。ポリマーセメント比5%では、どのポリマーセメントモルタルも難燃1級となる。特に、PVACポリマーセメントモルタルは、ほとんどのものが難燃1級となり、良好な難燃性を有しているといえる。PVACの熱分解では、主鎖が切断するよりも低い温度で、側鎖と隣接水素が脱離反応を起こし、酢酸、水などが多量に生成することが¹⁾、PVACポリマーセメントモルタルの優れた難燃性の原因と推察される。

表-4 ポリマーセメントモルタルの表面試験による難燃性

Type of Mortar	Polymer-Cement Ratio P/C (%)	Polymer* Content (vol.%)	Heating Time (min)	Exhaust Temperature Curve	Fuming Factor per Unit Area (CA)	Lingering Flame (s)	Width of Crack at the Back Side (mm)	Class of Incombustibility by Surface Test
Plain	0	0	10	The exhaust curves do not exceed the reference curve.	0	0	0.2	Grade 1
SBR-Modified	5	2.10	10		1.8	0	0.1	Grade 1
	10	4.22	10		4.5	0	0.2	Grade 1
	15	6.27	10		9.8	12	0.2	Grade 1
	20	8.40	10		20.3	39	0.2	Under Grade 2
	20	8.40	6		1.5	0	0.2	Grade 3
PAE-Modified	5	1.71	10		0	0	0.2	Grade 1
	10	3.33	10		0	0	0.4	Grade 1
	15	4.94	10		0.5	0	0.4	Grade 1
	20	6.45	10		0.8	46	0.4	Under Grade 2
	20	6.45	6		0.6	0	0.1	Grade 3
PVAC-1-Modified	5	1.76	10		0	0	0.1	Grade 1
	10	3.56	10		0	0	0.1	Grade 1
	15	5.43	10		0	0	0.1	Grade 1
	20	6.58	10		0	0	0.3	Grade 1
PVAC-2-Modified	5	1.93	10		0	0	0.1	Grade 1
	10	3.79	10		0	0	0.4	Grade 1
	15	5.64	10		0	0	0.5	Grade 1
	20	7.37	10		0.6	0	0.6	Grade 1
EVA-Modified	5	1.77	10		0	0	0.1	Grade 1
	10	3.65	10	0	0	0.1	Grade 1	
	15	5.73	10	0	0	0.3	Grade 1	
	20	7.51	10	0	0	0.3	Grade 1	

Note; *Calculated from unit weight of polymer-modified mortars.

5. 総括

以上の試験結果を総括すれば、次の通りである。

(1) ポリマーセメント比5%から20%のポリマーセメントモルタルの難燃性は、JIS A 1321の規定によれば、難燃1級から難燃3級の範ちゅうに入り、ポリマーセメント比5%では、いずれのポリマーセメントモルタルも難燃1級となる。

(2) ポリマーセメントモルタルの難燃性は、使用するポリマーディスパージョンの種類によって異なり、ポリ酢酸ビニルエマルジョンを用いたポリマーセメントモルタルは、良好な難燃性を与える。

(3) ポリマーセメントモルタルを建築材料として用いる場合は、ポリマーディスパージョンの種類やポリマーセメント比を適切に選択することが重要である。

謝辞

本研究を進めるに当って、多大なご協力をいただいた、安藤匡彦君及び稲葉茂君に心から感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 大沢善次郎, 「プラスチックの熱分解」, 都市と廃棄物, Vol. 1, No. 1, 1971, pp. 20-25.

表-5 JIS A 1321に基づくポリマーセメントモルタルの難燃性の級別

Type of Mortar	Polymer-Cement Ratio P/C (%)	Class of Incombustibility
Plain	0	Grade 1
SBR-Modified	5	Grade 1
	10	Grade 2
	15	Grade 2
	20	Grade 3
PAE-Modified	5	Grade 1
	10	Grade 2
	15	Grade 2
PVAC-1-Modified	20	Grade 3
	5	Grade 1
	10	Grade 1
PVAC-2-Modified	15	Grade 1
	20	Grade 1
	5	Grade 1
EVA-Modified	10	Grade 1
	15	Grade 1
	20	Grade 2
	5	Grade 1