

# 高強度ポリマーセメントモルタルの開発

- 材料、配合および養生条件 -

太平洋セメント（株） 正会員 林 志翔、 正会員 唐沢 明彦  
 同上 正会員 福田 康昭、 正会員 鳥居南 康一  
 （株）イズコン 安藤 邦広

## 1. はじめに

最近、コンクリート製品の設計や施工の合理化を目的とした部材厚の薄肉化による軽量化が行なわれている。その手段のひとつにコンクリートを高強度化する方法が考えられるが、これまでは圧縮強度を中心に検討されてきた。今回コンクリートの曲げ引張強度を向上させ、設計に反映させることで更に部材厚を薄くすることを考

え、一つの手法として、結合材にポリマーを加えることを検討した。

しかし、市販のコンクリート混合用ポリマーの大部分は、建築仕上げ材用の付着強度を高めるために使用されているもので、特にコンクリート製品の製造過程の蒸気養生を想定して開発されたもので

はなかった。また、これまで超低水セメント比の範囲におけるポリマーセメントモルタルの研究もほとん

とんど報告されていない。そこで、本報告では、蒸気養生に適用される高曲げ強度ポリマーセメントモルタル（以下 PMM：Polymer-Modified Mortar とする）の開発を目的に、その材料、配合および養生条件について検討した。

## 2. 実験概要

本実験に使用する材料および配合を表1および表2に示す。試験は JIS A 1171（ポリマーセメントモルタルの試験方法）に準拠して行った。ただし、フロー試験は0打とし、養生は表3に示す条件で行った。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 ポリマー種類の影響

市販されている代表的なポリマーSBR、EVAおよびPAEを検討した結果、図1に示すように曲げ強度は材齢14日ですべて10N/mm<sup>2</sup>以上の高い値を得ているが、表2の作業性の評価を考慮すると、PAEはコンクリート製品

表1 使用材料

種類	材料名	記号	主成分・性能等
セメント	早強ポルトランドセメント	HC	密度3.14
	普通ポルトランドセメント	OPC	密度3.16
砂	静岡県小笠産陸砂	S	表乾密度2.60g/cm <sup>3</sup> 、吸水率1.5%、F.M.2.75
混和剤	水溶性ポリマー市販品1	SBR	スチレン・ブタジエンゴム、固形分44.4%
	水溶性ポリマー市販品2	EVA	エチレン・酢酸ビニル、固形分44.6%
	水溶性ポリマー市販品3	PAE	ポリアクリル酸エステル、固形分45.8%
	水溶性ポリマー改良品	PAE1	ポリ(メタ)アクリル酸エステル、固形分50.0%
	高性能減水剤	SP	ポリカルボン酸エーテル
	消泡剤	LG	特殊非イオン界面活性剤

表2 高強度 PMM の配合およびフレッシュ性状

No.	検討項目	ポリマー種類	セメント種類	W/C (wt.%)	P固/C (wt.%)	S/C	SP/C (wt.%)	LG/P (wt.%)	フロー (mm)	空気量 (%)	作業性		
											評価	コメント	
1	ポリマー種類	SBR	HC	20.5	11	1.5	2.0	-	185	4.9	×	軟らかいが、粘着性が高く、充填が困難	
2		EVA							222	7.8	×	粘性が高く、充填が困難	
3		PAE							264	4.8		自己充填性があり	
4		PAE1							267	4.2		自己充填性があり	
5	配合条件	PAE1	HC	20.5	11	1.5	3.0	3.0	232	-	×	固く、成型が困難	
6										263	-	×	フロー263mmの割りに固い
7										259	-		自己充填性があり
8										252	-		同上
9										263	3.4		同上
10										230	-		流動性が低く、振動締め固めが必要
11										281	-		自己充填性があり
12										263	-		同上
13										270	3.2		同上

注)P:水溶性ポリマー、P固:水溶性ポリマーの固形分

表3 養生条件

記号	一次養生(24hrまで)	二次養生(所定材齢まで)
水中20	室温20、R.H.80%以上の室内に静置する	20の水中に浸せきする
蒸気65	前置2時間 昇温(20 /hr) 65 × 3hr 自然放冷	20、R.H.80%以上の室内の棚に静置する
蒸気75	前置2時間 昇温(20 /hr) 75 × 3hr 自然放冷	

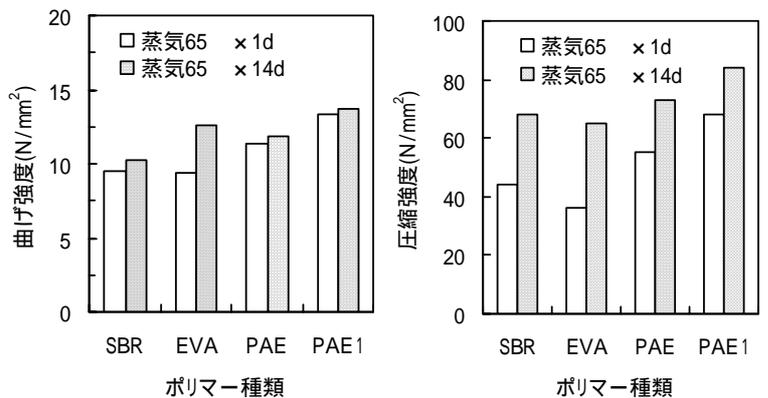


図1 各種ポリマーを用いた高強度 PMM の強度

[キーワード] 高強度、ポリマー、ポリマーセメントモルタル、蒸気養生、コンクリート製品

[連絡先] 〒285-8655 佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株)中央研究所 TEL:043-498-3853、FAX:043-498-3821

混合用ポリマーとして強度とフレッシュ性状に最も優れる。更なる高強度を得るためにPAEを改良した結果、蒸気養生直後（材齢1日）の曲げ強度が13N/mm<sup>2</sup>以上に達するPAE1を得ることができた。

3.2 配合条件の影響

結果を図2および表2に示す。W/Cを19~22%と小さくしたにかかわらず、フローが230mm以上であり、蒸気養生直後（材齢1日）で曲げ強度が13N/mm<sup>2</sup>、圧縮強度が70N/mm<sup>2</sup>以上に達している。これは、ポリマー自身の減水効果と高性能減水剤の減水効果との相乗効果により実現したものである。

S/C については1より1.5の曲げ強度が若干低下し、その後急に低下する。S/Cが小さいほど曲げ強度が増加するが、S/Cが1.0まで小さくなると、モルタル中のペースト分が多くなることに起因する自己収縮（特に低W/Cの場合）や乾燥収縮が懸念されるため、S/Cとして1.5が適当と考えられる。

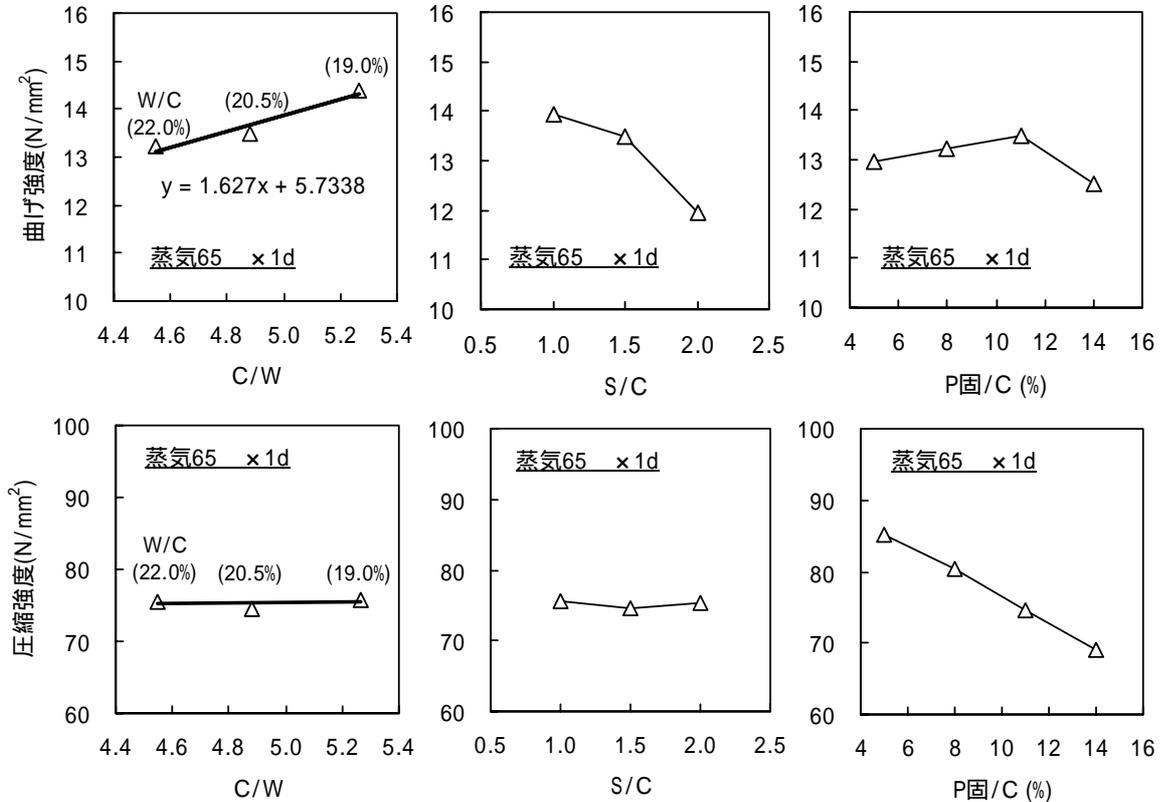


図2 配合要因が高強度PMMの強度に及ぼす影響

P固/Cについて

では11%まではP固/Cの増加とともに曲げ強度は増加するが、11%以上になると曲げ強度は低下する。一方、圧縮強度の場合P固/Cの増加とともに低下する。

3.3 養生条件の影響

図3に示すように蒸気養生の場合、最高温度65よりも75の方が若干早期強度が低い。これは、蒸気養生の最高温度によりできるセメント水和物の組織が違うこと（高温時に生成される水和物の結晶が粗い）と、昇温時にモルタル内部水分の膨張により起きる欠陥が原因と推察される。また、20で水中養生したものの曲げ強度は、早強セメントを使用していることもあり、材齢1日で7.9N/mm<sup>2</sup>、7日で15.3N/mm<sup>2</sup>に達しており、蒸気養生したもののそれをわずかながら超えているが、養生種類による長期材齢の著しい強度の差は認められなかった。一方、普通セメントを使用したPMMはいずれの養生材齢においても強度が早強セメントのものよりも低い。

4. まとめ

ポリ（メタ）アクリル酸エステル系水溶性ポリマー(PAE1)とポリカルボン酸系高性能減水剤と早強セメントを使用し、W/Cを20.5%、P固/Cを11%、S/Cを1.5とした配合の高強度ポリマーセメントモルタルは、フローが260mm以上であり、また、蒸気養生の場合、曲げおよび圧縮強度が材齢1日（脱型直後）で13N/mm<sup>2</sup>および60N/mm<sup>2</sup>以上、材齢14日で15N/mm<sup>2</sup>および80N/mm<sup>2</sup>以上である。

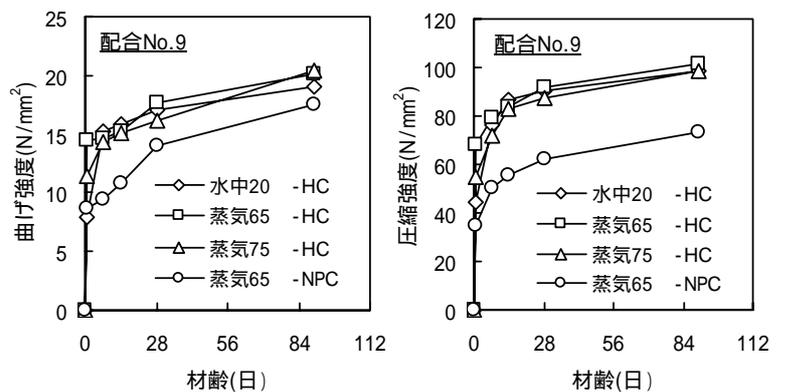


図3 養生条件が高強度PMMの強度に及ぼす影響