

# 論文 アラミド繊維混入形ポリマーセメントモルタルの性能評価に関する研究

中央大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 学生会員 谷ヶ崎 世司  
 中央大学 理工学部土木工学科 学生会員 三浦 智之  
 中央大学 理工学部土木工学科教授 工博 正会員 大下 英吉

## 1. はじめに

近年，鉄筋コンクリート構造物の塩害や中性化，交通荷重によってひび割れが生じ，耐久性・耐荷性が低下していることが予測される。そこで，多数の RC 構造物で補修・補強を施し健全化を図る必要がある。そのような中で，ポリマーセメントモルタルは断面欠損箇所の補修や補強を目的とした補修材料として広く用いられている。また，コンクリートやモルタルの欠点である脆性的な性質を改善し高靱性化する方法の一つに短繊維を混入する方法がある。短繊維を混入することによって，引張力を分担しひび割れを分散させることでひび割れ幅を微細に抑え，大きな引張変形と靱性をもたらすことができる。

本研究では，ポリマーセメントモルタルに短繊維を混入することにより耐力や靱性を向上させ，補修材料としての機能に関する検討を行った。検討においては，フレッシュ性状実験，曲げ試験，圧縮試験を実施し，各種性状の検討を行った。

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料

本実験の短繊維混入形ポリマーセメントモルタルにおいて使用した材料であるが，セメントは普通ポルトランドセメント，セメント混和用ポリマーはアクリル共重合再乳化形粉末樹脂(PAE1)を使用した。また，短繊維は共重合パラ型アラミド繊維(アラミド繊維，AF)を用いた。アラミド繊維の物性は表 - 1 に示す。

### 2.2 練混ぜ方法

練混ぜにはオムニミキサーを用い，まず砂・セメント・ポリマーをブレミックスし，1 分間空練りをした後に水を投入し1分30秒間練混ぜた。その後，低速回転でミキサーを回しながら繊維を投入し，2分間練混ぜを行った。その際，繊維およびポリマー混入による空気量の増大を

抑制するため，ミキサー内を真空にした状態で練混ぜを行った。

### 2.3 養生方法

試験体は，打設後 24 時間で脱型し，水中で 5 日間養生した後，温度  $20 \pm 2$  ，相対湿度  $60 \pm 10\%$  で 21 日間気中養生を施した。

### 2.4 実験パラメータ

実験パラメータを表 - 2 に示す。なお，繊維の径は  $12 \mu\text{m}$  で長さは 6mm である。

### 2.5 測定項目および実験方法

フレッシュ性状に関しては，JIS A 1171 に準拠してスランプ値，フロー値，空気量を測定し，圧縮強度は JIS A 1108 に準拠して  $50\text{mm} \times 100\text{mm}$  の試験体を用いた圧縮試験により求めた<sup>2)</sup>。また，曲げ強度は  $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$  の試験体を用いて，支点間距離 100mm とした静的 3 点曲げ載荷の曲げ試験により求めた。曲げ試験時の載荷速度は  $3\text{kN}/\text{min}$  とし，スパン中央部に変位計を設置してたわみも測定した。

表 - 1 繊維の物性

繊維	比重	引張強度	引張弾性率	破断伸度
	$\text{g}/\text{cm}^3$	$\text{N}/\text{mm}^2$	$\text{N}/\text{mm}^2$	(%)
アラミド	1.39	3500	74000	4.6

表 - 2 実験パラメータ

試験体	W/C(%)	S/C	P/C(%)	Vf(%)	繊維
No.1	45	0	0	0	アラミド
No.2				0.5	
No.3				1	
No.4				0	
No.5				0.1	
No.6			0.3		
No.7			0.5		
No.8			0		
No.9			0.5		
No.10			1		
No.11		1.5	0	0	アラミド
No.12				0.1	
No.13				0.5	
No.14				1	
No.15				0	
No.16			0.1		
No.17			0.3		
No.18			0.5		
No.19			0		
No.20			0.5		
No.21		1			
No.22		2.5	0	0	アラミド
No.23				0	
No.24			0.5		
No.25			1		

キーワード アラミド繊維，ポリマーセメントモルタル，曲げ強度

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学大学院理工学研究科 TEL 03-3817-1892 FAX 03-3817-1803

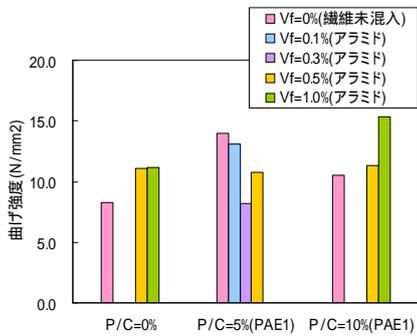


図 - 1 曲げ強度 (S/C=0)

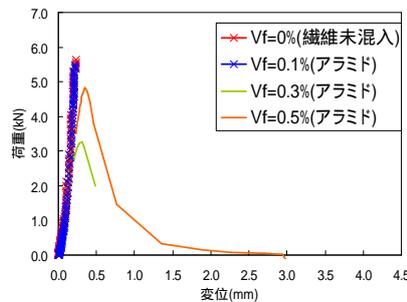


図 - 2 荷重変位関係 (S/C=0, P/C=5%)

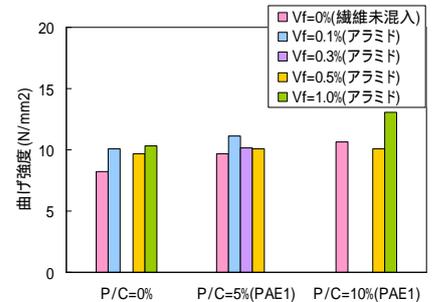


図 - 3 繊維の影響 (S/C=1.5)

### 3. 繊維を混入したポリマーセメントモルタルの曲げ試験による影響評価

#### 3.1 S/C=0(セメントペースト)の場合

図 - 1 より、P/C=5%の場合、Vf=0.0~0.3%の範囲では曲げ強度は繊維の混入率とともに低下し、Vf=0.3%となった時点で最小値を示す。Vf=0.5%時では Vf=0.3%時と比べて曲げ強度は増加するが、その値は Vf=0.0%時よりも小さい。しかし、繊維混入量の増加にともなって、曲げ強度が一度低下してから Vf=0.3%を最小値に上がっていることから Vf=1.0%以上混入すれば曲げ強度は増加すると考えられる。また、図 - 2 の荷重変位関係より、Vf=0.3%以下はピーク荷重以降急激に荷重が低下し、靱性は小さい。

以上の結果から判断すると、ポリマーを混入した場合、繊維混入量が少量(1%未満)であるとポリマーが繊維に被覆し、繊維とセメントマトリックスの付着が著しく低下するものと考えられる。その結果、Vf=0.0~0.3%の範囲では、繊維による曲げ強度の増進は生じないばかりかむしろ繊維が悪影響を及ぼし、繊維未混入時よりも曲げ強度が低下する。

#### 3.2 S/C=1.5(モルタル)の場合

図 - 3 に S/C を 1.5 とした試験体の曲げ強度を示す。同図に示すように P/C=0%の場合、アラミド繊維による曲げ強度は Vf=0.0~0.1%では大きくなるが、Vf=0.1~0.5%の範囲ではほぼ一定である。Vf=1.0%混入することで曲げ強度は約 24%増加した。既往の文献においてアラミド繊維を 3%混入した場合、曲げ強度が 3 倍以上に増加している<sup>1)</sup>。この結果から判断すれば、繊維混入による曲げ強度の増加は Vf=1.0%以上で顕著に生じるものと考えられる。また、Vf=1.0%以下においては繊維が比較的分散するが、既往の文献<sup>1)</sup>より繊維自体の付着力は小さ

いので、繊維の混入率が曲げ強度に及ぼす影響は少なく、曲げ強度の増加は小さい。Vf=1.0%以上では繊維の分散性が悪く、ファイバーボールとなることにより、繊維と母材との一体性が確保され、曲げ強度は大きくなることが考えられる。セメントペーストの場合と同様にアラミド繊維補強の効果は、混入率が Vf=1.0%以上から顕著に生じるものと考えられる。しかし、セメントペーストに比べて曲げ強度の増加割合が小さい。これは繊維と繊維の間に砂が入りこみ、付着が低下するためであると考えられる。

P/C=10%の場合、繊維が少ない場合(Vf=0.5%以下)は繊維による強度増加が見られない。Vf=1.0%のときに繊維による強度増加が見られるのは、アラミド繊維は分散性が非常に悪いためモルタルマトリックス中でポリマーが繊維を被覆していない部分による強度増加と繊維が無い部分のポリマーによる強度増加が重なったと考えられる。

#### 4. まとめ

S/C=0, S/C=1.5 の場合、Vf=0.0~0.5%の範囲では P/C=5, 10%のポリマーを混入したとしても曲げ強度は一定である(S/C=0, P/C=5%の場合には小さくなる)。P/C=10%の場合、Vf=0.5~1.0%では曲げ強度は約 34%大きくなることから判断すると、P/C=5%以上のポリマーを混入する場合 Vf=1.0%以上の繊維を混入しないと繊維の補強効果は発揮されない。

#### 参考文献

- 1) 小川晴果, 林 好正, 三谷一房, 川地 武: 超高曲げ強度モルタルの製造技術に関する基礎的研究, 大林技術研究所報, No.52, pp.107-112, 1996
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書[基準編], 2007