

論文 短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 理工学部土木工学科
中央大学大学院 理工学研究科土木工学専攻
中央大学 理工学部土木工学科教授 工博

学生会員 ○三浦 智之
学生会員 谷ヶ崎 世司
正会員 大下 英吉

1. はじめに

近年，社会基盤に用いられる構造物のリサイクルやライフサイクル延長が重要視されている。コンクリートやモルタル材料もその例外でなく，耐久性向上が要求されている。この材料は時間経過とともに発生する内部応力や併用する鉄筋との膨張収縮挙動差のためにひび割れが起こりやすい。したがって，ひび割れを分散させることが耐久性向上にとって非常に重要である。その手段として短繊維の混入が従来より行われており，特にスチール繊維やポリビニルアルコール繊維は使用実績の点で先行している。

しかしながら多量の混入は，フレッシュ時の流動性を損なわれて混練，圧送，打設，成型などの作業性が悪化したり，細かいヘアクラックの抑制まではできないなどの問題点も抱えていた。本研究ではこのような問題を解決するために補修材として用いられているポリマーセメントモルタルに各種繊維を混入し，フレッシュ性状実験，曲げ試験を実施し，各種性状の検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本実験の繊維混入モルタルにおいて使用した材料は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ポリアクリル酸エステルエマルジョン (PAE0)，粉体で電荷を帯びていないもの (PAE1)，粉体でマイナスの電荷を帯びているもの (PAE2) を使用した。また，繊維は高強度・高弾性を有し，耐熱性・耐薬品性にも優れた合成繊維である共重合パラ型アラミド繊維 (アラミド繊維，TN) およびポリビニルアルコール繊維 (ビニロン，PVA) を用いた。共重合パラ型アラミド繊維の物性とポリビニルアルコール繊維の物性を表 - 1 に示す。

2.2 練混ぜ方法

繊維混入モルタルは，繊維の分散性が悪い場合，補強効果は発現しないことから，以下の手法により練混ぜを行い，繊維の分散性を向上させた。まず，砂・セメント・ポリマーをプレミックスする。次に，水を投入し 1 分 30 秒間オムニミキサーで練混ぜた後に繊維を投入し，ミキサー内を真空にした常態でさらに 2 分間練混ぜを行った。

2.3 実験パラメータ

実験パラメータを表 - 2 に示す。繊維とポリマーを混入している。なお，繊維の径は 12 μm で長さは 6mm である。

2.4 測定項目および実験方法

(1) フレッシュ性状

フレッシュ性状は JIS A 1171 に準拠してスランプ値，フロー値，空気量を求めた。

(2) 曲げ強度

曲げ強度は 40mm × 40mm × 160mm の試験体から，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。また，曲げ試験時の

表 - 1 繊維の物性

繊維	比重	引張強度	引張弾性率	破断伸度
	g/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	(%)
アラミド	1.39	3500	74000	4.6
PVA	1.30	1500	36900	7.2

表 - 2 実験パラメータ

試験体	W/C(%)	S/C(%)	P/C(%)	ポリマー	Vf(%)	繊維
No.1	45	0	0	PAE1	0	共重合パラ型アラミド
No.2			10	PAE2		
No.3			0	PAE1		
No.4			10	PAE2		
No.5			0	PAE1	1	ポリビニルアルコール
No.6			10	PAE2		
No.7			0	PAE1		
No.8			10	PAE2		
No.9		1.5	0	PAE1	0	共重合パラ型アラミド
No.10			10	PAE2		
No.11			0	PAE1		
No.12			10	PAE2		
No.13		2.5	0	PAE1	1	共重合パラ型アラミド
No.14			10	PAE2		
No.15			0	PAE1		
No.16			10	PAE2		
No.17			0	PAE1	0	共重合パラ型アラミド
No.18			10	PAE2		
No.19			0	PAE1		
No.20			10	PAE2		
No.21			0	PAE1	1	共重合パラ型アラミド
No.22			10	PAE2		
No.23			0	PAE1		
No.24			10	PAE2		

キーワード：アラミド繊維，ビニロン繊維，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 中央大学理工学部土木工学科 TEL 03-3817-1892 FAX 03-3817-1803

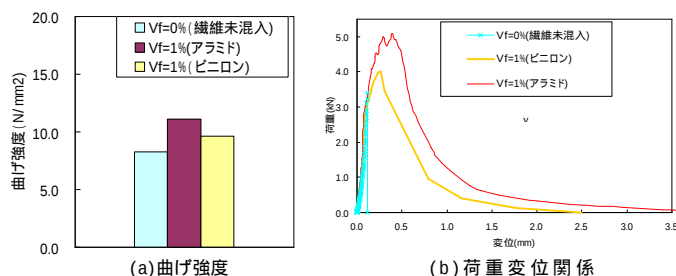


図-1 曲げ強度と繊維の種類 (S/C=0, P/C=0)

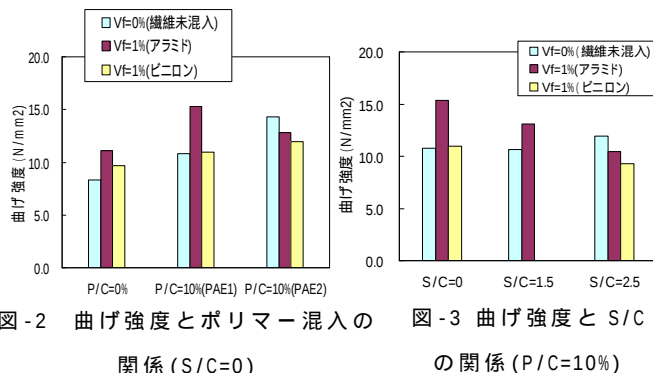


図-2 曲げ強度とポリマー混入の

関係 (S/C=0)

図-3 曲げ強度と S/C

の関係 (P/C=10%)

載荷速度は 3kN/min とし、スパン中央部に変位計を設置してたわみも求めた。

3. 繊維を混入したポリマーセメントモルタルの曲げ性状に及ぼす各種影響評価

3.1 繊維の影響

図-1 に砂セメント比(S/C=0)、短繊維を 1% 混入した試験体の曲げ強度および荷重～変位関係を示す。繊維を混入したセメントペーストの曲げ強度は繊維未混入の場合に比べて増加しており、特にアラミド繊維の場合は顕著な増加傾向を示した。また、荷重変位関係から、繊維混入した場合、ピーク荷重以降には、緩やかに荷重が低下しているが、特にアラミド繊維を混入した場合はその傾向が顕著である。このことは、セメントマトリックス中の繊維が曲げひび割れの拡大を抑制したことによるものであるが、表-1 に示したようにアラミド繊維がビニロンに比べて高強度および高弾性であることによる。すなわち、ビニロンに関しては、破断するのに対して、アラミド繊維は供試体から引き抜けるために荷重の低下割合が小さくなったものと考えられる。

3.2 ポリマーの影響評価

図-2 にポリマーを混入し、S/C=0、繊維を 1% 混入した試験体の曲げ強度を示す。なお、PAE0 の場合は練り混ぜ後にポリマーが分離し繊維がモルタル表面に浮き出てしまったことが

ら載荷試験は実施していない。

同図に示すように、ポリマー未混入(P/C=0%)の場合、繊維の混入により曲げ強度は 3 割程度増加した。ポリマーを混入すると、PAE1 を用いた場合、繊維の混入により曲げ強度は増加したが、その増加割合はポリマー未混入時と同等である。しかし、ビニロン繊維を用いた場合、曲げ強度の増加はほとんど生じていない。PAE2 の場合にいたっては、繊維を混入することにより、曲げ強度は未混入時よりも低下した。

このように、ポリマーの種類によっては、繊維の補強効果が表れないばかりかむしろ悪影響を及ぼす場合がある。これは、繊維表面にポリマーが被覆し、繊維とセメント硬化体との付着が低下し、繊維の補強効果が十分に発揮されていないためであると考えられる。

3.3 砂の影響

図-3 に S/C が異なり、P/C10%(PAE1)、Vf=1.0%の試験体の曲げ強度を示す。同図に示すように、S/C=0 の場合では、繊維混入によって曲げ強度が増加したものの、S/C=2.5 の場合においては、いずれの繊維を用いた場合においても、曲げ強度は Vf=0%である場合よりも低下した。このことは、砂が繊維を巻き込み、繊維とモルタルの一体性が低下したためであると考えられる。

4. まとめ

以下に本研究で得られた知見を示す

- (1)ポリマー未混入の場合、ビニロン繊維よりもアラミド繊維の方が高い曲げ強度を示す。
- (2) アラミド繊維はポリマーが PAE1 の場合の曲げ強度は大きくなり、ビニロン繊維はポリマーの種類に関わらず曲げ強度に悪影響を及ぼす。
- (3)S/C=2.5 以上の場合、繊維混入量が 1%では繊維未混入の場合よりも曲げ強度は低下する。
- (4)PAE2 の場合繊維を混入することによって曲げ強度が低下する。

参考文献

- 1)土木学会：コンクリート標準示方書[基準編], 2007
- 2)大濱嘉彦，出村克宣：ポリマーセメントコンクリート/ポリマーコンクリート pp21-53, 2002