

フェライト混和ポリマーモルタルの機械的性質

秋田大学大学院 学生会員 ○北村 哲哉
秋田大学 加藤弘一朗
秋田大学 正 会 員 徳重 英信
秋田大学 フェロー 川上 洵

1. はじめに

近年、高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物の経年劣化が進行し、適切な補修が大きな課題となっている。その補修材料として早強性、高強度、耐薬品性および耐摩耗性に優れた性質を有するポリマーモルタル (PM) が適用されているが、従来の補修材料にさらに新しい機能を兼ね備えた高機能な補修材料が求められている。一方、フェライトは制振材料¹⁾として用いられており、本研究は、PM にフェライトを混和することで振動吸収性能を向上させた補修材料を開発することを目的とし、実験的検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料は、結合材として不飽和ポリエステル樹脂 (UP, 密度 1.00g/cm^3 , 粘度 $0.25\text{Pa}\cdot\text{s}$)、骨材として JIS R 5201 標準砂 (S, 密度 2.64g/cm^3 , 粒径 $0.080\sim 2.0\text{mm}$) と 2 種類のフェライト FL (密度 4.85g/cm^3 , 粒径 $0.003\sim 0.7\text{mm}$) および FM (密度 4.85g/cm^3 , 粒径 $0.004\sim 0.5\text{mm}$)、そしてフィラーとして炭酸カルシウム (CaCO_3 , 密度 2.60g/cm^3 , 平均粒径 0.005mm) およびフェライトの FS (密度 5.15g/cm^3 , 平均粒径 0.003mm) を用いた。表-1 にフェライト混和ポリマーモルタル (FPM) の示方配合を示す。また、比較用として建設材料として広く用いられる普通ポルトランドセメント (密度 3.16g/cm^3) および JIS R 5201 標準砂を用いたセメントモルタル (CM) を使用した。CM の示方配合と力学的性質を表-2 に示す。

2.2 測定方法

FPM の硬化収縮ひずみは非接触型レーザー変位計により測定し、応力はロードセルを用いて測定した²⁾。各々の供試体寸法は $25\times 36\times 220\text{mm}$ である。また、FPM の圧縮強度は $\phi 50\times 100\text{mm}$ 、曲げ強度は $40\times 40\times 160\text{mm}$ の供試体を用いて、ともに材齢 7 日で測定を行った。振動試験は JIS G 6062 に準拠して単純支持加振法によって行った。試験条件を表-3 に示す。供試体に加速度計を取付け、供

表-1 FPM の示方配合

供試体名	単位量 (kg/m^3)					
	結合材	骨材			フィラー	
	UP	S	FL	FM	CaCO_3	FS
U-Cont	391	1212	-	-	390	-
U-FL		-	2226	-		
U-FM		-	-	2226		
U-FS		1212	-	-	-	773

表-2 CM の示方配合と力学的性質

W/C (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m^3)			圧縮強度 (N/mm^2)	曲げ強度 (N/mm^2)	静弾性係数 (10^3N/mm^2)
		W	C	S			
50	0.8	332	664	1182	50.7	10.8	30.4

表-3 振動試験の試験条件

供試体寸法	載荷方法	振動の検出	スパン	試験温度	材齢
$25\times 25\times 250\text{mm}$	打撃	加速度計	138mm	20°C	1日, 3日, 7日, 28日

試体から高さ 50mm より鉄球 (直径 15mm, 質量 14g) を供試体中央部に自由落下させて得られる振動減衰曲線から対数減衰率を算出し、スペクトル解析により共振周波数を求め、それより動弾性係数³⁾を算出した。

3. 実験結果および考察

図-1 および図-2 に FPM の硬化収縮ひずみおよび硬化収縮応力の経時変化を示す。ひずみは膨張、応力は引張を正としている。FPM の硬化収縮ひずみは打込み後、約 25 分から急激に発生し、12 時間後に一定値に近づいている。U-FL, U-FM および U-FS の硬化収縮ひずみ (打込み後 72 時間の値) は、U-Cont (フェライト無混和) のそれと比較して、12~17%程度減少した。また、打込み後収縮による圧縮応力が発生し、48 時間後には一定値に近づいている。U-FL, U-FM および U-FS の硬化収縮応力 (打込み後 72 時間の値) は、U-Cont のそれと比較して、20~42%程度減少した。フェライトを混和することで硬化収縮ひずみおよび硬化収縮応力ともに減少した。これは骨材の粒径が小さいと比表面積が大きくなり、骨材周りの樹脂膜が薄くなることから、粒径の小さいフェライトを用いたことで硬化収縮ひずみおよび硬化収縮応力が低減したと考えられる。

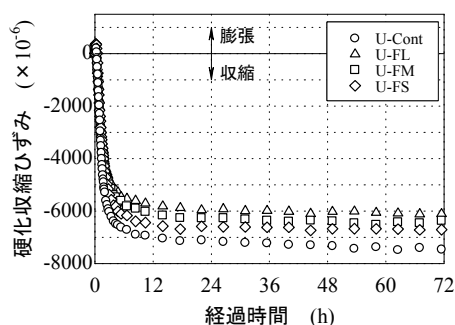


図-1 硬化収縮ひずみの経時変化

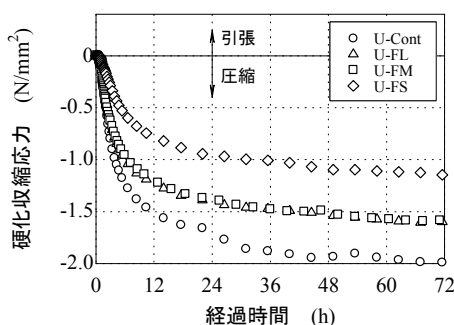


図-2 硬化収縮応力の経時変化

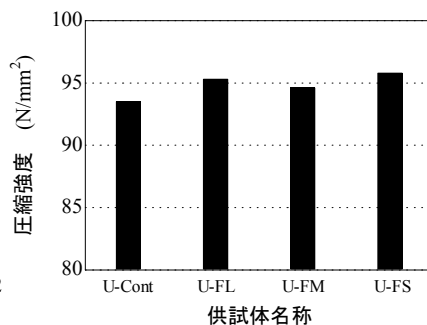


図-3 圧縮強度

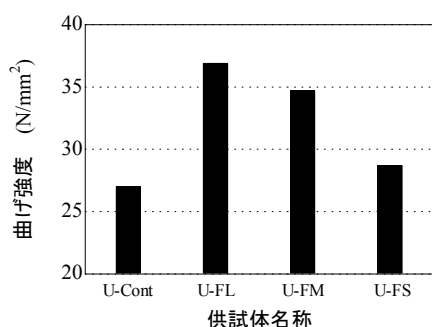


図-4 曲げ強度

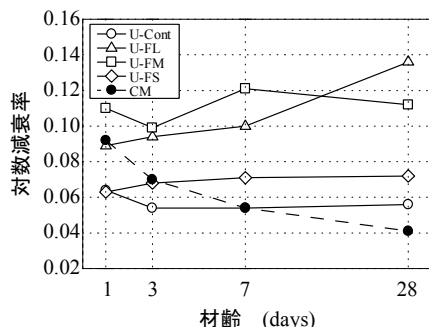


図-5 対数減衰率と材齢の関係

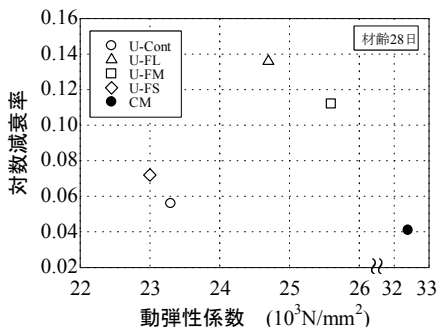


図-6 対数減衰率と動弾性係数の関係

図-3 および図-4 に FPM の圧縮強度および曲げ強度を示す。圧縮強度はフェライト混和による影響は顕著に表れなかったが、曲げ強度はフェライトを混和することで6~45%程度増加した。これはフェライトと樹脂の界面の付着が、珪砂（標準砂）と樹脂の付着に比べて大きいことから、強度は増加したと考えられる。

図-5 に振動試験より求めた対数減衰率と材齢の関係を示す。FPM は早強性に優れているため材齢7日でほぼ一定値に近づくが、CM は水和反応が進むため、材齢の経過に伴い硬化し、対数減衰率は減少する傾向を示した。U-FL および U-FM の対数減衰率（材齢28日の値）は U-Cont のそれと比較して約2倍増加し、CM のそれと比較して約3倍増加した。このように、PM にフェライトを混和することで対数減衰率は増加する傾向を示すことが明らかとなり、フィラーにフェライトを混和するよりも、骨材にフェライトを混和する方が、より振動吸収性能が向上することが期待される。

図-6 に材齢28日における対数減衰率と動弾性係数の関係を示す。一般に弾性係数の大きい材料は振動吸収性能が低いことが知られている¹⁾。本研究においても CM は同様の傾向が見られた。しかし、U-FL および U-FM は U-Cont と比較して動弾性係数が大きく、対数減衰率も大きな値を示した。FPM は高弾性であるにも

関わらず、振動吸収性能も高い材料であることが明らかになった。

4. まとめ

FPM の硬化収縮ひずみは無混和 PM と比較して12~17%程度、硬化収縮応力は20~42%程度低減することが明らかとなった。また、FPM の圧縮強度はフェライト混和による影響が顕著に表れなかったが、曲げ強度はフェライトを混和することで6~45%程度増加した。これらの現象にはフェライトの粒径が影響していると考えられる。さらに、振動試験から FPM は無混和 PM と比較して動弾性係数が増加し、かつ振動吸収性能も高い材料であることを明らかにした。

参考文献

- 1) 間山正一：フェライトエポキシ混合物の振動性状と力学性状，土木学会論文集，第385号/VI-7，pp59-68，1987
- 2) 小侯富士夫他：補修用ポリマーモルタルの硬化収縮により導入される初期応力に関する研究，土木学会論文集，No.684/V-47, pp155-166，2000
- 3) 日本工業規格：JIS A 1127，「共鳴振動によるコンクリートの動弾性係数，動せん断弾性係数及び動ポアソン比試験方法」1958 制定；2001 改正