

カーボンブラック混和ポリマーモルタルの物理的特性

秋田大学大学院 学生会員 ○北村 哲哉
 秋田大学 石澤 泰希
 秋田大学 フェロー 川上 洵
 秋田大学 正会員 徳重 英信

1. はじめに

ポリマーモルタルは早強性、高強度および耐薬品性等の優れた性質を有しており、補修材料に適用されてきている。本研究は、ポリマーモルタルにカーボンブラックを混和することによりポリマーモルタルに導電性という新たな機能性を有し、ひび割れの検知システム、ヒーティングシステムや、帯電による火災を防止する等の材料を開発することを目的とした。また、機能性評価に先立ち、カーボンブラックを混和したポリマーモルタルの硬化収縮および強度に関する実験を行い、その結果について考察を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

ポリマーモルタル (PM) 作製に用いた材料は、結合材に不飽和ポリエステル樹脂 (UP)、骨材に珪砂、フィラーに炭酸カルシウム (CaCO₃) および導電性フィラーのカーボンブラック (CB) である。表-1 に樹脂の密度と粘度を示し、表-2 に骨材およびフィラーの密度および粒径を示す。配合は、質量比で結合材：骨材：フィラー=1：4.18：0.71 である。CB の混和率を結合材に対して 5%、10% および 15% とし、フィラーとして用いた。表-3 に各 PM の配合を示す。

2.2 測定項目

PM のフレッシュ時のフロー値を測定した。また、PM の硬化収縮ひずみを非接触型レーザー変位計により測定を行い、硬化収縮応力はロードセルを用いて測定した。各々の供試体寸法は 25×36×220mm である。硬化後の PM の曲げ強度および圧縮強度試験を材齢 7 日で行った。供試体寸法は、曲げ強度が 40×40×160mm、圧縮強

表-1 樹脂の密度と粘度

使用樹脂	密度 (10 ³ kg/m ³)	粘度 (mPa・s)
UP	1.00	250

表-2 骨材およびフィラーの密度と粒径

使用骨材およびフィラー	密度 (10 ³ kg/m ³)	粒径 (mm)
珪砂	2.64	2~0.08
CaCO ₃	2.60	0.15以下
CB	C (粒状)	1.80
	CD (粉状)	1.80

※CはCDを0.1mm以下の粒状にしたものである。

表-3 PM の配合 (質量比)

供試体名	結合材	骨材	フィラー		
	UP樹脂	珪砂	CaCO ₃	C	CD
U-0	1	4.18	0.71	-	-
U-C5	1	4.18	0.66	0.05	-
U-C10	1	4.18	0.61	0.10	-
U-C15	1	4.18	0.56	0.15	-
U-CD5	1	4.18	0.66	-	0.05
U-CD10	1	4.18	0.61	-	0.10
U-CD15	1	4.18	0.56	-	0.15

度は φ50×100mm で測定した。また、CB を混和した PM の電気抵抗率を、4端子法¹⁾を用いて測定した。

3. 実験結果および考察

PMのCB混和率とフロー値の関係を図-1に示す。フロー値は、CB混和率の増加に伴い、ほぼ直線的に減少する傾向を示し、CBの混和はワーカビリティの低下に大きく影響を与えることが明らかとなった。

U-CシリーズのPMの硬化収縮ひずみと応力の経時変化を図-2および図-3に示す。ひずみは膨張、応力は引張を正としている。硬化収縮ひずみは、CB混和率0% (U-0) は打込み後約0.6時間、5% (U-C5) および10% (U-C10) は約0.7時間、15% (U-C15) は約1.1時間に発生し、すべての供試体が約 9 時間後には一定値に落ち着いている。CBの混和率5%、10%および15%のPMはCB無混和 (U-0) の値に対して硬化収縮ひずみ (打込み後24時間の値) は、各々19.7%、39.6%および60.4%低減した。また、打込み後、収縮による圧縮応力が発生し、すべての供試体が約 12 時間後には緩やかな増加になった。CB混和率5%、10%および15%のPMはCB無混和

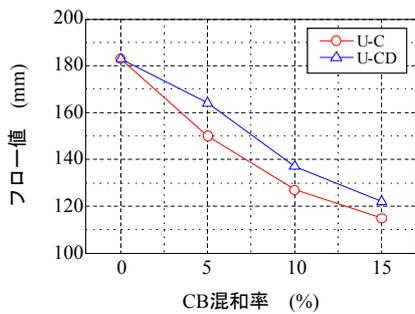


図-1 CB混和率とフロー値の関係

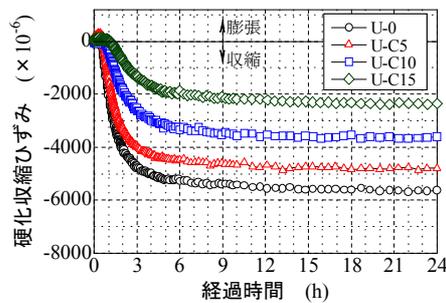


図-2 硬化収縮ひずみの経時変化

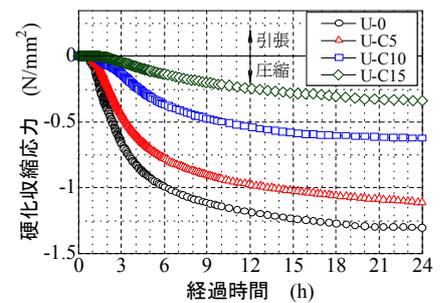


図-3 硬化収縮応力の経時変化

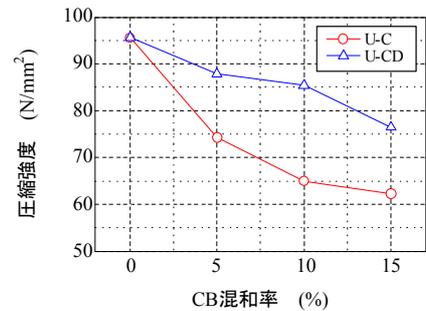


図-4 CB混和率と圧縮強度の関係

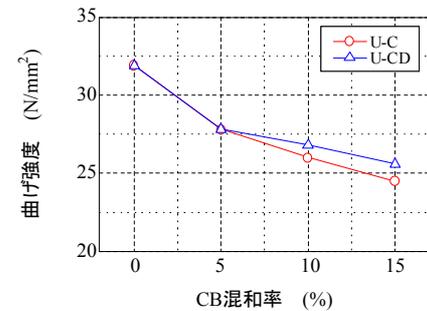


図-5 CB混和率と曲げ強度の関係

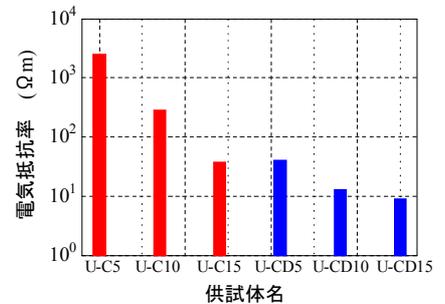


図-6 CB混和PMの電気抵抗率

の値に比べ、硬化収縮応力（打込み後24時間の値）は、各々15.2%、52.1%および74.0%低減した。このように、CBを混和することにより硬化収縮ひずみおよび応力は減少し、混和率の増加に伴い減少する傾向を示した。

CB混和率と圧縮強度の関係を図-4に示す。CB混和率が0~15%のとき、圧縮強度は62~95N/mm²程度を示した。圧縮強度は、CB混和率が増加するに伴い、減少する傾向を示した。Cを混和したときのPMの圧縮強度の減少は、CB混和率0%に対して3割程度であった。同様に、CDを混和したときのPMの圧縮強度は、2割程度減少した。また、CDを混和したPMの圧縮強度は、Cを混和したPMほど減少傾向の影響を受けないことが明らかである。CBの形状の違いから、U-CDの方がU-Cよりも密な構造になっているためと考えられる。

PMのCB混和率と曲げ強度の関係を図-5に示す。CB混和率が0~15%のとき、曲げ強度は24~32N/mm²程度を示した。曲げ強度は、U-CおよびU-CDともに、CB混和率の増加に伴い減少する傾向を示した。本研究の範囲内では、PMにCBを混和することにより、曲げ強度は2割程度減少した。これは、圧縮強度に及ぼす混和率の影響と同様な理由によるものと考えられる。

CBを混和したPMの電気抵抗率を図-6に示す。CBを混和したPMの電気抵抗率は約10~2500Ωm程度を示し、混和率の増加に伴い電気抵抗率は減少した。一般に電気抵抗値が10⁻⁵~10⁵Ωmの値は、半導体と定義されることから、本研究におけるCBを混和したPMは

導電性を有していることが言える。また、土木材料において、ポルトランドセメント系のモルタルの電気抵抗率は、70~150Ωm程度の値を示す^りことから、CBを混和したPMは、U-C15およびU-CDシリーズは、セメントモルタルの値以下を示し、導電性をより有していることが言える。CDがCよりも電気抵抗率が低いのは、CDの比表面積がCよりも大きいことにより、CB粒子間の接する面が多くなることが考えられる。

4. まとめ

- 1) CBを混和することにより硬化収縮ひずみおよび応力は、低減することが明らかになった。
- 2) CBを混和したPMの圧縮強度は、CB混和率の増加に伴い減少することが明らかになった。
- 3) CDを混和したPMの圧縮強度は、Cを混和したPMほど影響を受けなかった。このことは、今後詳細な検討が必要である。
- 4) 曲げ強度は、CB混和率の増加に伴い減少する傾向を示し、CB混和によって曲げ強度は2割ほど低下する。
- 5) CBを混和したPMは導電性を示し、CBの増加に伴い電気抵抗率は減少した。

5. 参考文献

- 1) 川俣孝治ほか,セメント系材料の電気抵抗率測定方法に関する基礎的検討,コンクリート工学年次論文集,Vol.26,No.1,2004