

モルタルの流動性に及ぼす化学混和剤への熱刺激に関する基礎的研究

東海大学 学生会員 ○瀧川 瑞季
東海大学 非会員 土井 駿
東海大学 非会員 喜多 理王
東海大学 正会員 伊達 重之

1. はじめに

一般的に化学混和剤を使用すると、外部温度の影響を受けることでコンクリートの流動性が変化することは広く知られている。しかし混和剤そのものを加熱、高温環境下で貯蔵することでコンクリートの流動性が向上することはあまり知られていない。そこで、本研究では化学混和剤を加熱(以下、熱刺激と称し、熱刺激によるポリマー構造変化のイメージ図を図-1に示す¹⁾)し、加熱条件を変えることでモルタルの流動性にどのような変化が現れるか検証した。また、加熱過程において化学混和剤内にどのような変化が起こっているのかについてもあわせて検証した。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び実験条件

表-1 に使用材料を、表-2 に実験条件を示す。ポリカルボン酸系の化学混和剤(プレキャストコンクリート製品向け; PCa タイプ及び、レディーミクストコンクリート向け; RMC タイプ)を二種類使用した。Case1 として加熱温度の影響を評価するため、混和剤加熱時間を一定とし、加熱温度を 40℃、50℃、60℃の 3 パターンで実験を行った。また Case2 として加熱時間の影響を評価するため、加熱温度を一定とし、加熱時間を 0.5 時間、24 時間で行った。

2.2 試験項目

図-2 に練混ぜ手順を示す。モルタルの流動性を測定するために JIS R 5201「セメントの物理的試験法」に基づきモルタルフロー試験を行った。フロー値の比較を行うために式(1)を用いた。

$$\Delta FL(\%) = \frac{Fi - Fs}{Fs} \times 100 \tag{1}$$

Fi : 熱刺激前のフロー値(mm)

Fs : 熱刺激後のフロー値(mm)

2.3. 動的光散乱

ポリマーの構造解析を行うためにレーザー光散乱解析手法の一つである動的光散乱法を用いた²⁾。動的光散乱法とは、試料中の分子のブラウン運動に関連する分子の密度を動的な揺らぎとして測定し、そこから拡散係数や粒子サイズの分布を求めることができる手法である。今回は緩和時間と散乱光強度との関係から混和剤中のポリマーの大きさの変化を評価した。

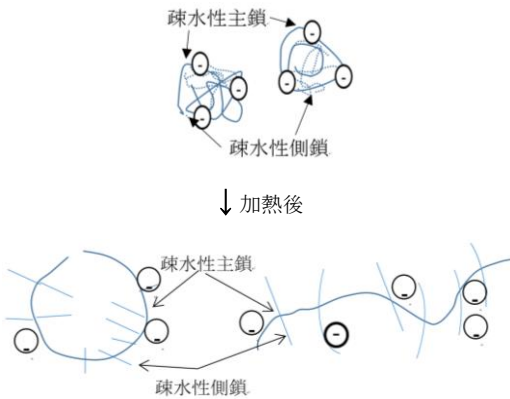


図-1 熱刺激による
ポリマー構造変化のイメージ図

表-1 使用材料

材料名	種類	密度 (g/cm ³)
セメント	普通ポルトランドセメント	3.16
細骨材	神奈川県山北町産川砂	2.69
混和剤	(PCa) 高性能減水剤	—
	(RMC) 高性能減水剤	—

表-2 実験条件

条件	W/C (%)	S/C	加熱温度 (℃)	加熱時間 (hr)
Case1	30	2.0	40, 50, 60	0.5
Casa2			60	0.5, 24

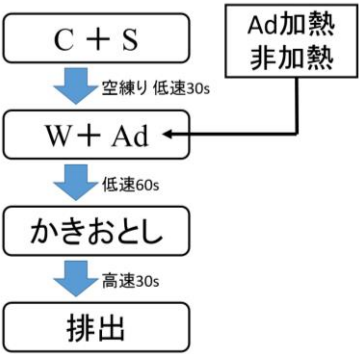


図-2 練混ぜ手順

キーワード 熱刺激、高性能減水剤、ワーカビリティ、モルタル、ポリマー

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学湘南校舎 TEL 0463-58-1211

二種類の混和剤に熱刺激(24 時間, 60℃で加熱)を与えたものと、していないものを用意し、超純水で 150 倍に希釈した。その時刻を 0 時間として、0.45μm のフィルター処理を行い、調整直後から連続で 3 時間測定を行った。また、本研究でレーザーをサンプルに当てる測定角度は θ とした。今回の実験では、 $\theta=90^\circ$ 、測定温度は 25℃とした。今回表及びグラフを作成するにあたり式(2)及び式(3)を使用した。

相関係数

$$g^{(2)}(t) = \frac{\langle I(0) \cdot I(t) \rangle}{\langle I(0) \rangle^2} = 1 + |g^{(1)}(t)|^2 \quad (2)$$

緩和時間の分布関数

$$g^{(1)}(\tau) = \int e^{-\frac{\tau}{\tau}} G(\tau) d\tau \quad (3)$$

緩和時間 $\tau(\text{ms})$: 分子の拡散係数や分子量を求めることができる。

散乱光強度 I : 濃度, サイズ, 分子量に依存する。

3. 結果及び考察

図-3 及び図-4 に、加熱時間及び加熱温度とフローの変化の関係を示す。二つのグラフから混和剤の加熱温度が上がるほど流動性が向上し、加熱時間が長い程流動性が向上していることが分かる。特に PCa タイプより RMC タイプの方が流動性が向上した。また、表-3 に分子強度の変化を、図-5 及び図-6 に RMC タイプ及び PCa タイプにおける分子サイズの変化を示す。分子強度は分子の大きさを示す一つの指標である。結果より、熱刺激を受けることで凝集が起これ、分子サイズが RMC タイプは約 3.3 倍、PCa タイプは約 1.7 倍大きくくなっているように見える。特に図-5 から RMC タイプは熱刺激を与える前後で分子サイズに大きな差が確認できる。これは RMC タイプの混和剤の主成分のポリマーに分散ポリマーと保持ポリマーの二つが混合しているからであると考えられる。PCa タイプは、主成分のうち分散ポリマーが多くを占めるので大きく差が出る結果にならなかったと考えられる。よって、PCa タイプの混和剤より RMC タイプの混和剤の方が熱刺激の効果がよく現れたといえる。

4. まとめ

- (1) 今回使用した混和剤において、加熱温度が上昇するほど、また、加熱時間が長い程、流動性が向上した。
- (2) 熱刺激によって混和剤中の凝集したポリマーの解砕や伸展によって分散効率が向上したものと推察された。

上記より PCa 向け製品に比べ、RMC 向け製品の方がより良い効果が得られた。

参考文献

- 1) 飯場英二, 木之下光男, 稲垣順司, 名和豊春: ポリカルボン酸系分散剤の化学構造が流動性に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.2, 2000
- 2) 柴山充弘: 時分割動的散乱によるゲル化反応解析, ネットワークポリマー, Vol.20, No.3, 1999

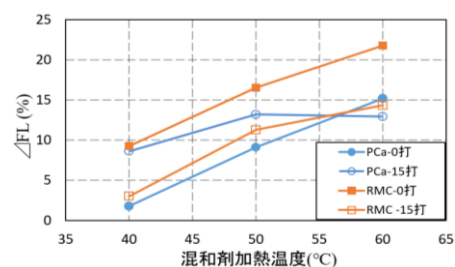


図-3 加熱温度によるフローの変化

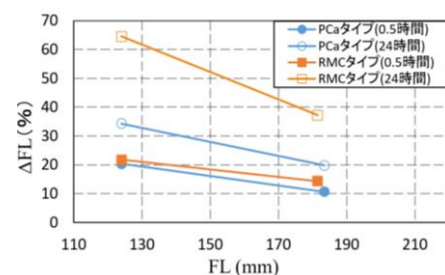


図-4 加熱時間によるフローの変化

表-3 分子強度の変化

混和剤	熱刺激	分子強度 (kHz)	
RMC	前	1.86	約 3.3 倍
	後	6.21	
PCa	前	1.87	約 1.7 倍
	後	3.18	

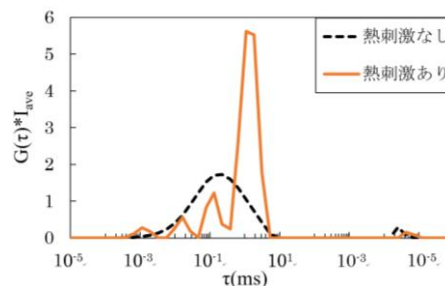


図-5 RMC タイプにおける分子サイズの変化

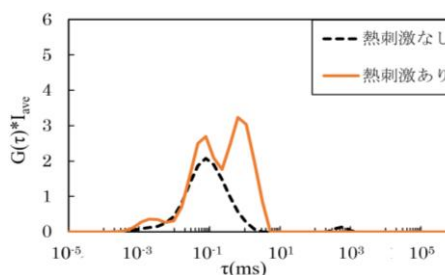


図-6 PCa タイプにおける分子サイズの変化