

化学混和剤の添加率に与える熱刺激効果に関する研究

東海大学大学院 学生会員 ○川副 泰詩
東海大学大学院 学生会員 瀧川 瑞季
千葉工業大学 正会員 橋本 紳一郎
東海大学 正会員 伊達 重之

1. はじめに

一般的に、化学混和剤は温度変化によりモルタルおよびコンクリートの作業性に影響を及ぼすことが経験的に知られている。これまでの研究¹⁾ではポリカルボン酸エーテル系(以下, “PCE 系” とする)の化学混和剤を加熱することによりポリマーの立体投影面積が変化し、セメント粒子との吸着面積が拡大する仮説(以下, 熱刺激とする)によってセメント粒子の分散性が向上することが確認されている。この分散性向上効果により、所定フロー満たす添加率の削減が見込める。添加率を削減することによりモルタルおよびコンクリート製造時のコスト低減や環境負荷低減が見込めると考えた。また、化学混和剤の原料ポリマーの種類には、セメント粒子の分散に寄与する分散ポリマーと、その保持性に寄与する保持ポリマーに大別され、現在上市されている製品は使用用途に合わせて適宜混合されている。本研究では化学混和剤に含まれるポリマーの比率により熱刺激効果の発現に差が生じると考え、ポリマーの含有比による熱刺激の影響を検証した。

2. 実験概要

Case1 では分散性能が高い分散ポリマー単味の高性能減水剤(以下, “DP タイプ” と称す)とスランプ保持性能が高い保持ポリマー単味の高保持タイプの高性能減水剤(以下, “SK タイプ” と称す)を使用し、ポリマーの比率による熱刺激効果の確認を行った。Case2 ではレディーミクストコンクリート向け(以下, “RMC タイプ” と称す)の化学混和剤を使用し、同一の流動性となる配合を採用し熱刺激による添加率の削減率を評価した。

2. 1. 使用材料および実験条件

表-1 に使用材料を表-2 に配合条件を示す。本研究では全て PCE 系を使用した。Case1 では DP タイプと SK タイプを使用し、それぞれ 4 : 6, 3 : 7, 2 : 8, 0 : 10 の比率で混ぜ合わせ実験を行なった。また、ポリマーの比率の違いにより、同一配合での実験が行えないため各水準、練上がりフローが 90±5mm となる配合を設定した。Case2 では RMC タイプを使用し、W/C を 30, 35, 40% の 3 水準とし、モルタルの練混ぜを行った。その際、それぞれ練上がりフロー値を 120±5, 150±5, 180±5mm に設定し、熱刺激を施すことによる化学混和剤の添加率の削減率を評価した。本研究では熱刺激ありの全ての水準において化学混和剤は 60℃, 24 時間の湯煎方式で加熱・保温を行ない、熱刺激なしの化学混和剤は 20℃一定で保管したものを使用した。

2. 2. 試験項目

Case1 では、ポリマーの割合による熱刺激効果を評価するためにセメントペーストを使用し、φ60×50mm のアル
キーワード：熱刺激, 化学混和剤, モルタル, モルタルフロー

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学大学院 Tel:0463-58-1211

表-1 使用材料

使用材料	記号	種類	密度 (g/cm ³)
セメント	C	普通ポルトランドセメント	3.16
細骨材	S	川砂神奈川県山北産	2.69
化学混和剤 (PCE 系)	RMC	高性能 AE 減水剤	-
	DP	高性能減水剤 (高分散タイプ)	-
	SK	高性能 AE 減水剤 (高保持タイプ)	-

表-2 配合条件

条件	化学混和剤		W/C (%)	S/C	添加率 (C×%)
Case1	DP:SK	4:6	27	-	0.90
		3:7	31		
		2:8	33		
		0:10	39		
Case2	RMC		30, 35, 40	1.5	0.20 ~1.05※

※練上がりフローを満たすよう添加率を決定した

ミ製円筒を用いて JIS を参考にフロー試験を行った。Case2 では熱刺激効果による流動性への影響を評価するために JIS に準拠し、フロー試験を行った。

3. 結果および考察

Case1 について、図-1 にポリマーの比率による熱刺激効果を示す。図-1 より、分散ポリマーと保持ポリマーが 3 : 7 の比率において約 32%と最も熱刺激によるフロー値の向上がみられた。しかし、保持ポリマーのみ(ポリマーの比率が 0:10)の場合、他の比率より熱刺激効果が小さいことが確認された。これは、保持ポリマーがスランプの保持性に特化していることから、初期分散性が低いため熱刺激効果が微弱となったと考える。既往の研究より保持ポリマーが多く含まれる RMC タイプの方が熱刺激効果を受けやすいことが確認されているが、保持ポリマーの量が熱刺激効果の発現量に必ずしも比例するとは限らず、分散ポリマーと保持ポリマーの適正なバランスがあると考えられる。

Case2 について、図-2～図-4 にそれぞれの練上がりフローにおける熱刺激による流動性向上効果を示す。熱刺激効果により、所定フローを満たす添加率の削減を確認した。また、180mm の場合では、添加率が高いほど熱刺激効果による添加率の削減率が大きくなる傾向が顕著に表れ、W/C=30%の場合では、熱刺激効果により添加率を約 15%削減できることを確認した。併せて、練上がりフロー120mm の場合よりも 150, 180mm の方が熱刺激効果が発揮されやすいことを確認した。これらの結果より、初期の流動性が高く、化学混和剤の添加率が高いほど、熱刺激効果による添加率の削減が見込めると考えられる。結果より、化学混和剤に熱刺激を施すことで添加率の削減が可能となり、コスト削減や環境負荷低減が可能と考えられる。また、熱刺激効果を実際に適用するにあたり、指標になりうると考えられる。

4. まとめ

本研究において以下の知見を得た。

- 1) 分散ポリマーと保持ポリマーの比率が 3:7 の時に最も熱刺激効果が発揮されることを確認した。
- 2) 本研究では、W/C=30%、練上がりフローが 180mm の場合において、熱刺激効果により化学混和剤の添加率を最大約 15%削減できることを確認した。また、添加率が高くなるほど削減率も多くなる傾向を確認した。

参考文献

- 1) 瀧川瑞季, 土井駿, 喜多理王, 伊達重之 : モルタルの流動性におよぼす化学混和剤への熱刺激に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No1, pp.225-226, 2018
- 2) 瀧川瑞季, 佐々木海渡, 喜多理王, 伊達重之 : モルタルのフレッシュ特性におよぼす化学混和剤への熱刺激効果, コンクリート工学年次論文集, Vol.41, No.1, pp.1139- 1144, 2019

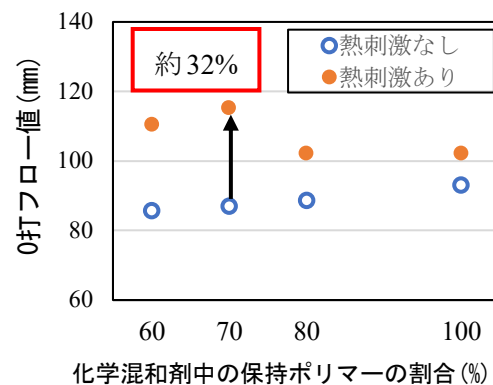


図-1 ポリマーの比率による熱刺激効果

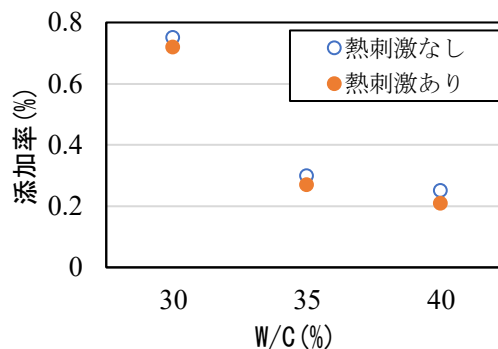


図-2 熱刺激による流動性向上効果 (フロー120mm)

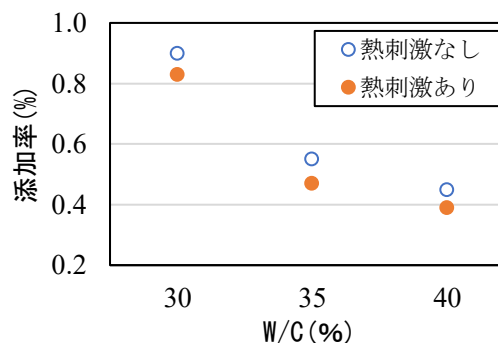


図-3 熱刺激による流動性向上効果 (フロー150mm)

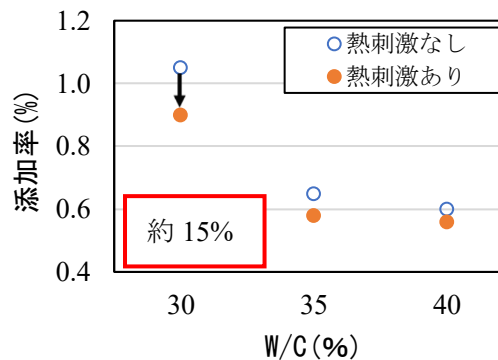


図-4 熱刺激による流動性向上効果 (フロー180mm)