

## 脂肪酸金属塩を含有した高級アルコール系新規収縮低減剤が超高強度モルタルの自己収縮に与える影響

太平洋セメント(株) 正会員 ○黒野 承太郎 正会員 島影 亮司  
 正会員 森 寛晃 正会員 河野 克哉  
 日油(株) 非会員 藤井 基隆 非会員 村岡 俊秀

## 1. はじめに

コンクリートは水セメント比が小さくなると、硬化体組織は緻密になり、高い強度や耐久性が得られる一方で、自己収縮ひずみの増大によるひび割れ発生が懸念されている。この対策の一つとして、収縮低減剤の活用があり、高強度コンクリートに対しては、高級アルコール系の収縮低減剤が有効との報告<sup>1)</sup>がなされている。

著者らはより高い性能の収縮低減剤の開発を目指して、脂肪酸金属塩を含有することを特徴とする高級アルコール系の新規収縮低減剤を試作した。本研究では、超高強度モルタルを対象に、新規収縮低減剤と既存の収縮低減剤を添加した場合の自己収縮特性を検討した。

## 2. 試験概要

## 2. 1 使用材料およびモルタル配合

普通ポルトランドセメントとシリカフューム (BET比表面積 19.3m<sup>2</sup>/g) を使用した水結合材比 20%の高強度モルタルを対象に、表 1 に示す 3 種類の収縮低減剤 (以下、SRA) を評価した。このうち新規の SRA は、ポリアルキレングリコール誘導体 (以下、PAG) を主成分とする SRA1 と、SRA1 に脂肪酸金属塩を含有した SRA2 であり、さらに UFC を対象とした検討<sup>2)</sup>で効果が確認されている SRA3 を比較として用いた。モルタル配合を表 2 に示す。SRA は練混ぜ水に内割置換で使用し、消泡剤はそれぞれの SRA 専用のものを使用した。

## 2. 2 試験項目および試験方法

表 3 にモルタルの試験方法を示す。自己収縮ひずみの測定は、4×4×16cm の供試体断面中央に配置した埋込タイプのひずみゲージを用いて連続的に行った。脱型は打込み 2 日後に行い、ただちに全面にアルミ箔粘着テープでシールし、封緘状態 (20℃) を保った。

内部湿度の測定は、既往文献<sup>2)</sup>を参考にした。供試体は、φ1.5cm のプラスチック製パイプの先端を中央付近となるよう設置し、全面封緘した φ10×20cm を用いた。なお、モルタルに埋設されるパイプ先端部には防水透

表 1 収縮低減剤の種類

記号	備考
SRA1	高級アルコール系ポリアルキレングリコール誘導体
SRA2	高級アルコール系ポリアルキレングリコール誘導体および脂肪酸金属塩の混合物
SRA3	高級アルコール系アルキレンオキシド付加物

表 2 モルタル配合

水準名	W/B (%)	S/B	単位量 (g/L)					SP (B×%)
			W	SRA	G	SF	S	
SRA 無添加	20	0.85	229	—	976	172	939	2.4
SRA1			217	12				2.5
SRA2			217	12				2.5
SRA3			217	12				2.6

表 3 試験方法

項目	試験方法
フロー	無振動、180 秒経過後測定、目標 260±20mm
空気量	JIS A 1128:2005 に準拠、目標 3.0±1.5%
凝結時間	JIS A 1147 を参考に、モルタル自動凝結試験機 (テスコ社製) を使用して測定
圧縮強度	φ5×10cm 供試体を材齢 7 日および 28 日まで 20℃封緘養生した後、脱型、測定
長さ変化	封緘した 4×4×16cm 供試体に対し、埋込タイプのひずみゲージを用いて自己収縮ひずみを連続測定
内部湿度	封緘した φ10×20cm 供試体に対し温湿度センサ (シスコム社、Sensirion SHT35) を用いて測定

湿性素材を貼付け、もう片端部はゴム栓で蓋をし、常にパイプ内がモルタル内部湿度と平衡になるようにした。測定の際は、ゴム栓を外して温湿度センサを挿入し、測定値が安定してから数値を読み取った。

## 3. 試験結果

フロー、空気量、凝結時間、圧縮強度の試験結果を表 4 に示す。いずれの水準も SP および消泡剤の添加量を調整することで、フロー 260±20mm、空気量 3.0±1.5% を満たした。高級アルコール系 SRA は難溶性のため、W に内割で使用すると練混ぜが困難になることも想定されたが、SP 量を微増することで対応可能であった。SRA1 および SRA2 の凝結始発時間は SRA 無添加とほぼ同程度であることから、SRA3 と比べてコンクリート

キーワード 超高強度モルタル、収縮低減剤、高級アルコール、自己収縮、内部湿度

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株)中央研究所 TEL043-498-3893

の製造工程に与える影響は小さいと思われる。圧縮強度は、SRA 無添加に対して、SRA を添加したものはいずれも低下した。ただし、SRA1 および SRA2 の場合は、SRA3 の場合よりも圧縮強度の低下程度は小さかった。

凝結始発を起点とする自己収縮ひずみの測定結果を図 1 に示す。また、SRA 無添加の材齢 42 日時点の自己収縮ひずみを基準として算出した自己収縮低減率を図 2 に示す。なお、図 2 中には、同一配合条件で検討した市販の低級アルコール系収縮低減剤である SRA4 の結果を併記した。

図 2 より、低級アルコール系よりも高級アルコール系の SRA の方が高い収縮低減効果を有し、その中でも SRA2 の効果が最も高いことが分かる。図 1 によると SRA 無添加と比較して、SRA1～SRA3 の添加によって凝結初期の自己収縮ひずみが低減された。その後、SRA1 は SRA 無添加と同様に自己収縮ひずみが緩やかに増大した一方、SRA2 および SRA3 は収束する傾向にある。難溶性の SRA1 において自己収縮が低減した原因は、現在のところ明確でないものの、可溶性の SRA4 のように毛細管空隙水の表面張力を低下させること<sup>3)</sup>とは異なる機構の存在も想定される。

図 3 に内部湿度の測定結果を示す。SRA 無添加と比較して、SRA を添加したものは内部湿度が高い。特に SRA2 は、SRA 無添加および SRA1 よりも内部湿度低下の傾きが緩やかである。内部湿度の変化は、自己収縮ひずみの変化と概ね対応しており、最も収縮を抑制した SRA2 の湿度低下が小さい。この事実と、収縮低減機構との関係は明確ではないが、脂肪酸金属塩による生成物がモルタル内部の水分移動を阻害することで、自己乾燥を低減させた可能性などが考えられる。

4. まとめ

本検討で使用した新規 SRA は従来の高級アルコール系 SRA よりも自己収縮ひずみを低減させること、さらに圧縮強度の低下や凝結遅延に与える影響は小さいことが分かった。今後は、高強度コンクリートに対する性能評価や、脂肪酸金属塩を含有する SRA の収縮低減機構を解明するため、硬化体の細孔構造やセメント水和物の調査を進める予定である。

参考文献

1) 森香奈子ほか：収縮低減剤・膨張剤を使用した超高強度繊維補強コンクリートの自己収縮特性および力学的特性，土木学会第 67 回年次学術講演会，pp.399-400，2012

表 4 フロー・空気量・凝結時間・圧縮強度

配合	フロー (mm)	空気量 (%)	始発時間 (h-min)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
SRA 無添加	258	3.5	13-25	167
SRA1	250	1.5	12-20	155
SRA2	258	2.3	12-25	157
SRA3	253	2.4	16-10	136

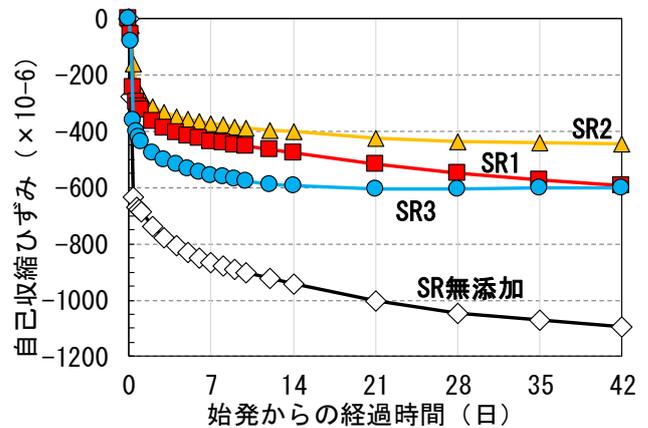


図 1 自己収縮ひずみ

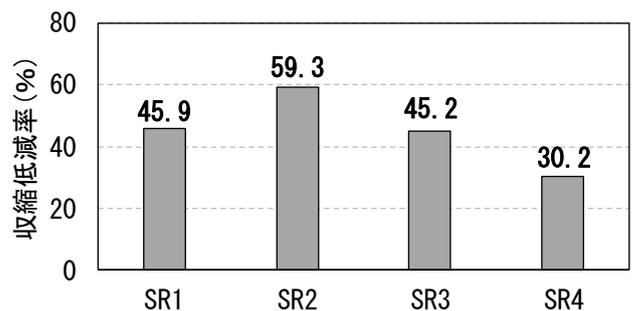


図 2 SR 無添加と比較した収縮低減率(材齢 42 日)

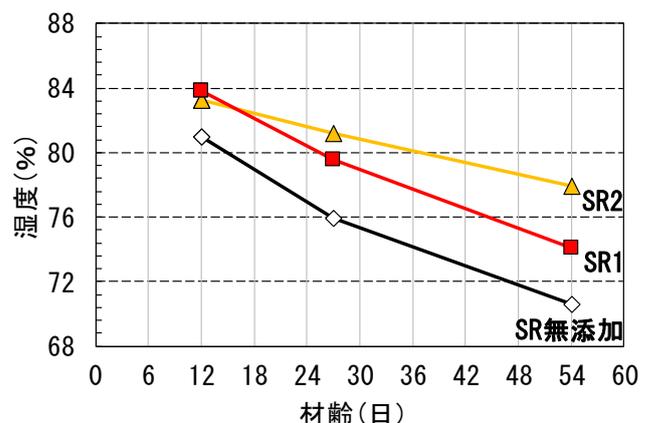


図 3 内部湿度

2) 大野拓也ほか：コンクリート内部の湿気移動速度に及ぼすセメント種類の影響，コンクリート工学年次論文集，pp.419-424，2019  
 3) 栗原諒ほか：収縮低減剤の添加濃度と収縮ひずみの関係に関する実験的検討，セメント・コンクリート論文集，pp.118-123，2015