

凍結融解抵抗性を向上した収縮低減コンクリートの性質

(株)フローリック 正会員 ○西 祐宜
同 正会員 中川 好正
同 正会員 熊本 光弘
北海道大学大学院 正会員 名和 豊春

1. はじめに
昨今、収縮低減材料の一つである収縮低減剤(以下 SRA)がひび割れ対策の一方策として非常に期待されている。SRA は添加量に応じて大幅な収縮低減効果を発揮する。しかし、非イオン系界面活性剤を主成分とする SRA を使用したコンクリートは、収縮低減率を 15%以上確保した場合、耐凍害性が著しく低下する傾向が認められている¹⁾。また、組成される化合物の特性上、ベースコンクリートの空気量に影響を及ぼすといった側面も確認されている¹⁾。本実験では、凍害の駆動力と考えられる凍結水量の減少と制泡効果を考慮して、疎水性化合物をコンクリート中に導入する改良型収縮低減剤(以下 Ad-SRA)を開発し、その改善効果をコンクリート試験にて確認した。

2. 実験概要

コンクリートの目標品質は、SL=18~21cm, Air=4.5~6.0%とした。空気量はロジンカリウム塩系 AE 剤の添加量にて調節した。また、環境温度 10, 20, 30℃で試験を行い、空気連行性の温度依存性を確認した。

(1) 使用材料およびコンクリートの配(調)合

セメントは普通ポルトランドセメント 3 種等量混合(密度 3.16g/cm³)、細骨材は掛川産山砂(密度 2.58 g/cm³, 吸水率 2.29%)、粗骨材は青梅産碎石(密度 2.65g/cm³, 吸水率 0.60%, 実積率 62.5%)を使用した。表-1 に使用した SRA, 表-2 にコンクリートの配(調)合を示す。

(2) 測定項目

フレッシュコンクリートの試験項目は、スランプ、空気量、凝結時間試験とし、それぞれ JIS A 1101:2005, JIS A 1128:2005, JIS A 1147:2007 に準拠した。表-3 に耐久性試験項目を示す。

3. 実験結果および考察

配(調)合の外割で SRA を添加することで、コンクリートの構成材料中の液体比率が増加し、スランプが添加量に応じて若干増加する傾向が認められた。図-1 に SRA 添加量と目標空気量となる AE 剤添加率の関係(20℃)、図-2 に SRA 添加量とベースコンクリートとの始発時間差の関係(20℃)を示す。SRA 添加量の増加に伴い目標空気量となる AE 剤添加率は増加する。消泡性

表-1 SRA の概要

種別(記号)	概要
改良型収縮低減剤 (Ad-SRA)	炭化水素系化合物及びグリコールエーテル系誘導体等
収縮低減剤 (SRA-A)	非イオン系界面活性剤 R-O-(EO) _n /(PO) _m -H R:アルキル基および水素基
収縮低減剤 (SRA-B)	
収縮低減剤 (SRA-C)	
非イオン系界面活性剤 (SA-A)	
非イオン系界面活性剤 (SA-B)	

表-2 コンクリートの配(調)合

W/C (%)	s/a (%)	嵩容積 (m ³ /m ³)	単位量(kg/m ³)				SRA (kg/m ³)	Total (L)	WRA* (kg/m ³)
			W	C	S	G			
50.0	44.1	0.60	178	356	759	986	4~10	1000 +SRA	3.56
1/2S+C+1/2S→10sec.→W+AD→60sec.→G→90sec.→SRA 投入→30sec.→排出 *AE 減水剤標準形 I 種									

表-3 耐久性試験項目

項目	試験方法・養生方法
圧縮強度試験	JIS A 1108:2006 に準拠,標準養生
長さ変化試験	JIS A 1129:2001 に準拠,前養生 1W 標準養生
凍結融解試験	JIS A 1148:2001 に準拠,前養生 4W 標準養生
気泡組織	ASTM C 457-98 に準拠, リニアトランス法

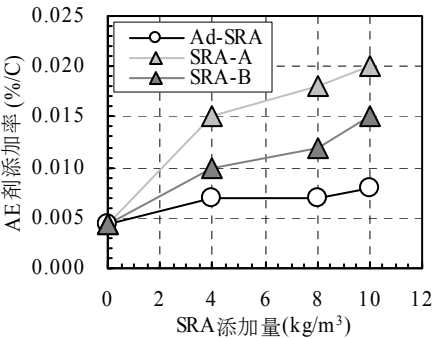


図-1 添加量とAE剤添加率の関係

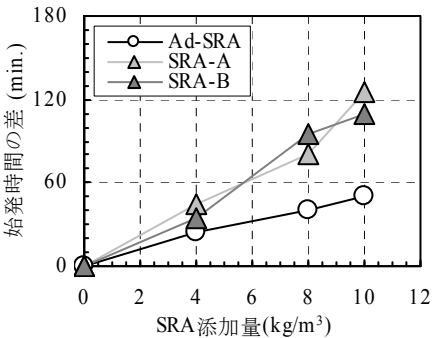


図-2 添加量と始発時間差の関係

キーワード 収縮低減剤, 乾燥収縮, 凍結融解, 気泡間隔係数, 圧縮強度
連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 33-1 (株)フローリック コンクリート研究所 TEL 029-877-1945

のある非イオン系界面活性剤を主成分としていることが原因と考えられる。Ad-SRA に関しては従来の SRA よりも空気連行性に及ぼす影響が小さい結果となった。また、SRA 添加量の増加に伴い凝結時間は大幅に遅延するが、Ad-SRA は従来の SRA よりも遅延性が改善されている。図-3 に環境温度と目標空気量となる AE 剤添加率の関係(SRA10kg/m³)を示す。

SRA を添加した場合、温度が高温になるほど目標空気量となる AE 剤添加率は増大する。非イオン系界面活性剤の特徴である温度依存性が顕著に現れたためである。一方で、Ad-SRA も従来の SRA と同様の傾向であるが、温度依存性は改善されている。図-4 に SRA 添加量と圧縮強度比の関係

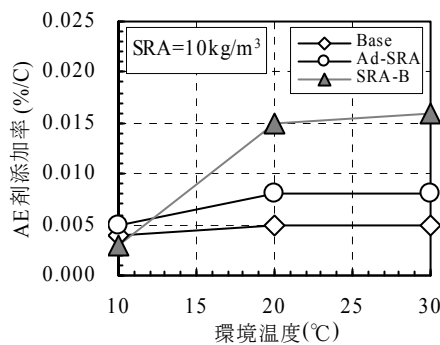


図-3 環境温度とAE剤添加率の関係

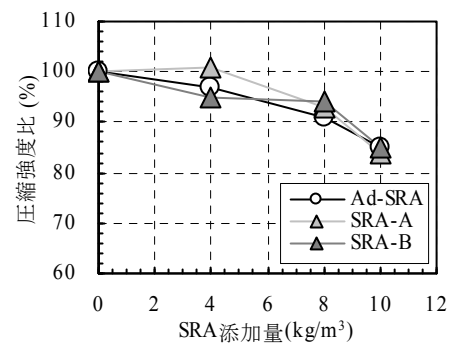


図-4 添加量と圧縮強度比

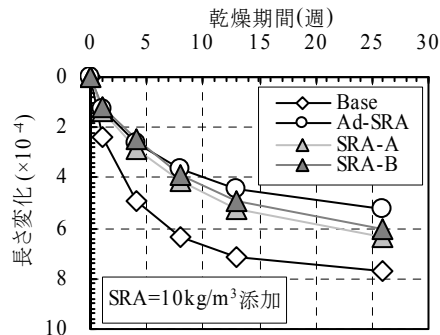


図-5 乾燥期間と長さ変化の関係

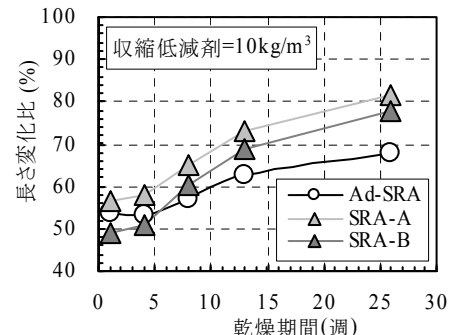


図-6 乾燥期間と長さ変化比の関係

(20℃-材齢 28 日)を示す。本実験のように、配(調)合の外割りで SRA を添加した場合、SRA 添加量の増加に伴い若干圧縮強度比は低下する。図-5 に乾燥期間と長さ変化の関係、図-6 に乾燥期間と長さ変化比の関係を示す。図に示すように、何れの SRA も良好な収縮低減性能を示す。また、収縮低減効果は乾燥初期に大きく、材齢の進行と共に減少する乾燥遅延効果が確認出来る。図-7 にサイクル数と相対動弾性係数の関係、図-8 に長さ変化比と耐久性指数の関係、図-9 に気泡間隔係数と耐久性指数の関係を示す。SRA および SA を添加することで耐凍害性は著しく低下する。一方、Ad-SRA は添加量に関わらず非常に優れた耐凍害性を示している。また、SRA および SA は収縮低減率 15%程度を閾値として急激に耐久性指数が低下している。Ad-SRA は、収縮低減率を約 30%確保しても良好な耐凍害性を示す。気泡間隔係数と耐久性指数の関係は、両者の関係性に明確な傾向は伺えず、SRA を用いた場合、気泡間隔係数では耐凍害性を評価できないといえる。

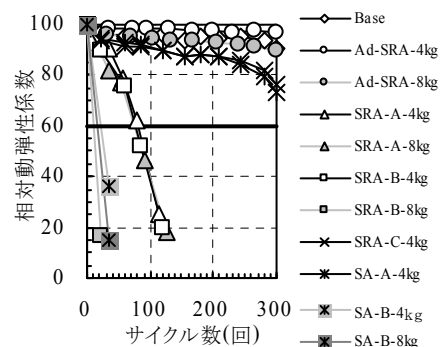


図-7 サイクル数と相対動弾性係数の関係

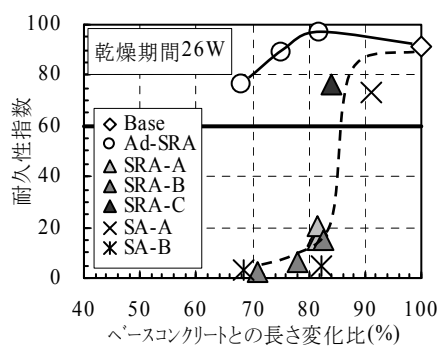


図-8 長さ変化比と耐久性指数の関係

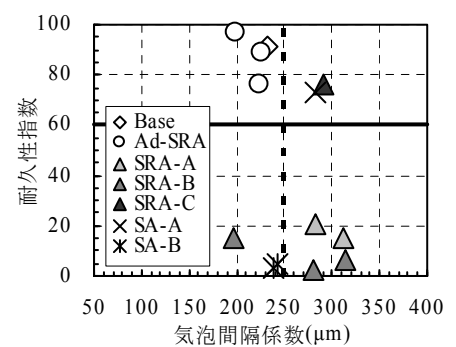


図-9 気泡間隔係数と耐久性指数の関係

4. まとめ

疎水性化合物を組成した改良型収縮低減剤は、大幅な収縮低減効果と良好な耐凍害性を兼備した性能を有することが、コンクリート試験において確認された。

参考文献

- 1) 西祐宜,橋爪進,名和豊春:水溶性収縮低減剤が乾燥収縮および凍結融解に与える影響,コンクリート工学年次論文集,Vol.31,No.1, pp.1099-1104,2009