

収縮低減タイプの AE 減水剤が硬化コンクリート特性に与える影響

(独)水資源機構 正会員 ○國居 史武
 (独)水資源機構 正会員 松枝 修治

1. はじめに

コンクリート構造物の高耐久化や長寿命化を図るためには、配合設計の段階でコンクリートのひび割れ低減対策を行うことが重要である。最近では、従来の AE 減水剤と高性能 AE 減水剤の中間的な性能を有する AE 減水剤（高機能タイプ）や収縮低減成分を配合した収縮低減タイプの化学混和剤が開発されている¹⁾。しかし、これらの化学混和剤を使用する場合、配合条件（粗骨材の最大寸法や結合材の種類等の違い）が硬化コンクリート特性に及ぼす影響については、十分に明らかになっていない。

本稿では、収縮低減タイプの AE 減水剤を使用したコンクリートにおいて、配合条件（粗骨材の最大寸法・結合材の種類等）の違いが硬化コンクリート特性（乾燥収縮特性・耐凍害性）に与える影響について検討した。

表 1 使用材料

種別	細別
粗骨材	砕石・岩種は硬質砂岩
細骨材	砕砂・岩種は硬質砂岩
セメント	中庸熟ポルトランドセメント 普通ポルトランドセメント
フライアッシュ	電源開発竹原火力発電所で製造
膨張材	酸化カルシウムを主成分とした石灰系 JIS A 6202 の膨張材 20 型
AE 減水剤	リグニンスルホン酸化合物
AE 減水剤 (高機能・収縮低減タイプ)	ポリカルボン酸エーテル系化合物とポリグリコール誘導体の複合体
高性能 AE 減水剤 (収縮低減タイプ)	ポリカルボン酸エーテル系化合物とポリグリコール誘導体の複合体
AE 剤	変成ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤

2. 実験概要

表 1 に使用材料を示す。AE 減水剤は遅延形 I 種で JIS A 6204 の規定に適合するものである。検討ケースは、表 2 に示す粗骨材の最大寸法、結合材の種類、膨張材の添加の有無および混和剤の種類を変えた計 14 ケースとした。

配合条件はスランプ値 8cm、空気量 5%、フライアッシュ置換率 30%、粗骨材の最大寸法 40mm のケースでは粗骨材混合比率を 40~20mm : 20~5mm = 50 : 50 とした。ポンプ圧送性およびひび割れ抵抗性を考慮する観点から、示方書²⁾を参考に単位水量の推奨値と単位結合材量の下限值に収まるように配合を設定した。

表 2 検討ケース

配合	粗骨材の最大寸法(mm)		セメントの種類※1		膨張材	混和剤※2			水結合材比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
	40	20	MF30	NF30		①	②	③			水 W	結合材 C+F	細骨材 S	粗骨材	
														G3	G4
ケース1	●		●			●			47.5	45.0	152	320	806	500	500
ケース2	●		●				●		47.5	47.0	152	320	842	482	482
ケース3	●		●					●	45.0	47.0	144	320	852	488	488
ケース4	●			●		●			47.5	47.0	152	320	840	481	481
ケース5	●			●			●		46.9	47.0	150	320	842	482	482
ケース6	●			●				●	45.6	47.0	146	320	847	485	485
ケース7		●	●		●	●			47.5	49.5	164	345	842	0	890
ケース8		●	●		●		●		47.0	49.5	162	345	844	0	892
ケース9		●	●				●		47.0	49.0	162	345	853	0	901
ケース10		●	●		●			●	44.1	49.5	152	345	857	0	906
ケース11		●	●					●	44.1	49.0	152	345	866	0	915
ケース12		●		●	●	●			47.5	51.5	163	343	877	0	855
ケース13		●		●	●		●		46.9	51.5	161	343	879	0	857
ケース14		●		●	●			●	43.7	51.5	150	343	893	0	871

※1: MF=30(中庸熟ポルトランドセメントにフライアッシュを30%置換)、NF=30(普通ポルトランドセメントにフライアッシュを30%置換)

※2: 混和剤①=AE減水剤、混和剤②=AE減水剤(高機能・収縮低減タイプ)、混和剤③=高性能AE減水剤(収縮低減タイプ)

キーワード：収縮低減タイプの AE 減水剤，長さ変化率，相対動弾性係数，質量減少率
 連絡先 〒338-0812 さいたま市桜区大字神田 936 番地 TEL 048-853-1785 FAX: 048-855-1695

3. 実験結果

図1に長さ変化試験 (JIS A 1129-3) で得られた材齢と長さ変化率の関係, 図2に材齢と質量変化率を示す. 図3に凍結融解試験 (A法: JIS A 1148) で得られた凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係, 図4に凍結融解サイクル数と質量減少率の関係を示す. 試験結果から次のことが言える.

(1) 長さ変化率・質量変化率

同一の粗骨材の最大寸法および結合材とした場合, 長さ変化率は, 通常の AE 減水剤 > AE 減水剤 (高機能・収縮低減タイプ) > 高性能 AE 減水剤 (収縮低減タイプ) の順に小さくなる. 質量変化率も長さ変化率と同様の傾向を示すが, MF30 に比べて NF30 のケースの方がより明瞭である. また, NF30 のケースで収縮低減タイプの混和剤を使用すると質量変化率が小さくなっていることから, 収縮低減タイプの混和剤を用いることで硬化コンクリート中に含まれた水分の逸散が少なくなっていると考えられる. MF30 のケースでは AE 減水剤の違いによる質量変化率への顕著な違いは見られない.

(2) 耐凍害性

同一の粗骨材の最大寸法および結合材とした場合, 通常の AE 減水剤を用いたケースと比べて AE 減水剤 (高機能・収縮低減タイプ) および高性能 AE 減水剤 (収縮低減タイプ) のケースの方が相対動弾性係数は低い結果が示された. その程度は各ケースで異なるが, 通常の AE 減水剤に比べて概ね 10%程度低下する傾向が見られる. 特に $G_{max}=20\text{mm}$ で NF30 に収縮低減タイプの混和剤を用いたケース (ケース 13 と 14) の相対動弾性係数の低下は顕著で, 質量減少率も大きく, ケース 13 は供試体の崩壊により試験終了サイクル数が 234 サイクルとなっている. これは, 収縮低減タイプの混和剤の影響だけでなく, 膨張材の添加も影響していると考えられる.

参考文献

- 1) 小林竜平ほか, 収縮低減タイプの化学混和剤, コンクリート工学, 2019. 1, p8-11
- 2) 2017 年制定土木学会コンクリート標準示方書 [施工編]

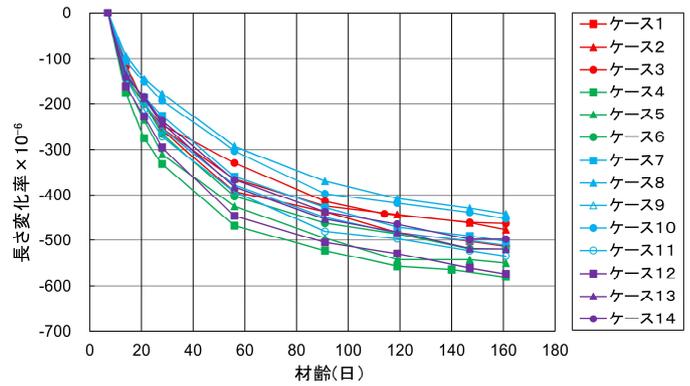


図1 長さ変化試験結果 (長さ変化率)

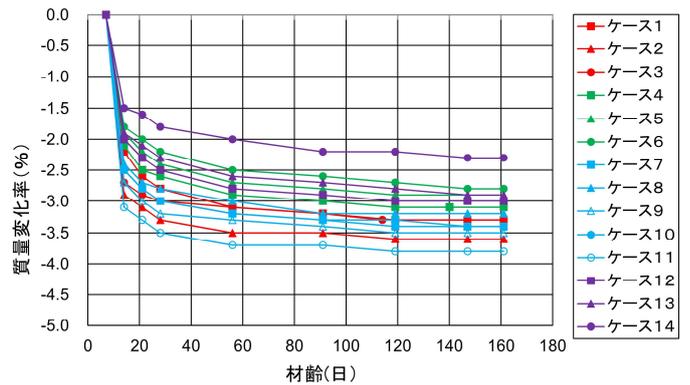


図2 長さ変化試験結果 (質量変化率)

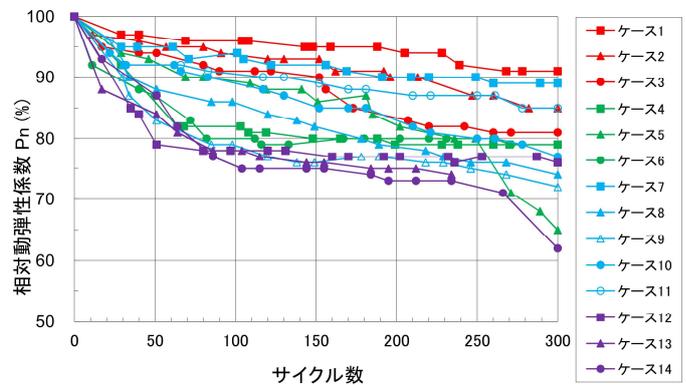


図3 凍結融解試験結果 (相対動弾性係数)

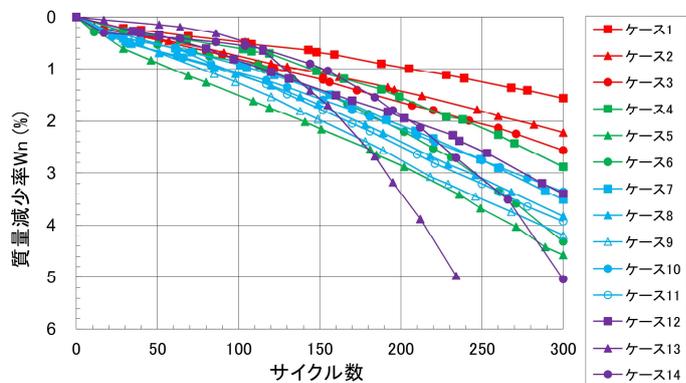


図4 凍結融解試験結果 (質量減少率)