

新規収縮低減剤を使用したコンクリートの性質

竹本油脂（株） 正会員 ○岡田和寿 正会員 齊藤和秀
 非会員 古田章宏 正会員 小林竜平
 名古屋大学大学院 正会員 丸山一平 非会員 間瀬敦之
 非会員 栗原 諒

1. 目的

コンクリート構造物の乾燥収縮ひび割れを低減するための材料の一つとして収縮低減剤が広く使用されているが、従来の収縮低減剤は多量に使用するとコンクリートの凍結融解抵抗性が低下する場合があることが指摘されている¹⁾。そこで筆者らは、凍結融解抵抗性を低下させない新規収縮低減剤を開発し、特にコンクリートの気泡組織に着目した。本報告は、新規収縮低減剤の収縮低減性、凍結融解抵抗性およびその他の諸物性について報告する。

2. 実験概要

2.1 新規収縮低減剤

新規収縮低減剤(以下、NSR)は、耐凍害性を向上させるように設計したアルキレンオキシド重合体である。従来の収縮低減剤(以下 CSR)との比較を表-1に、収縮低減剤の水溶液濃度と表面張力の関係を図-1に示す。収縮低減剤無添加(以下、BLK)と比較し、いずれの収縮低減剤も表面張力は低下するが、CSR に比べて NSR の表面張力の低下は小さかった。

2.2 実験方法

コンクリートの配合を表-2に示す。CSR の添加量は標準添加量 6kg/m^3 とし、NSR は CSR と同等の収縮低減効果が得られる添加量を別試験にて求め 10kg/m^3 とした。目標スランプは $18\pm 1\text{cm}$ 、目標空気量は $5.0\sim 5.5\%$ 、コンクリート温度は 20°C とした。AE 減水剤および収縮低減剤は水の一部とした。

試験項目と試験方法を表-3に示す。

3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュ性状

フレッシュ性状を表-4に示す。収縮低減剤を添加したコンクリートはいずれも BLK に比べて AE 減水剤の添加率が低下した。これは、収縮低減剤の界面活性作用によるセメントや骨材の粒子同士の摩擦が低下したためであると考えられる。

3.2 収縮低減性能

乾燥収縮試験結果を図-2 および図-3 に示す。NSR は添加量 10kg/m^3 で乾燥 26 週における乾燥収縮率が BLK に対して約 200μ (低減率約 30%) 小さく、標準添加量(6kg/m^3)の CSR と同等の収縮低減効果を示した。

表-1 収縮低減剤の比較

記号	種類	分子量
CSR	アルキルアルコールのポリエーテル誘導体	約 300
NSR	アルキレンオキシド重合体	約 5000

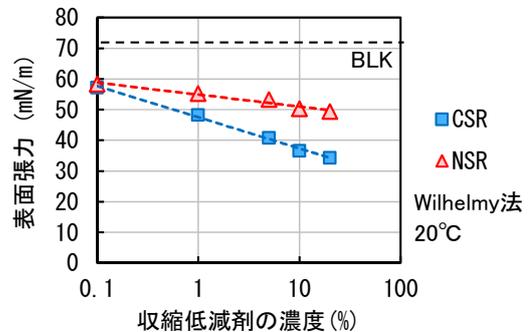


図-1 収縮低減剤の水溶液濃度と表面張力

表-2 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
		W	C	S	G	合計
50	47.1	168	336	825	958	2287

使用材料 セメント：普通ポルトランドセメント 密度 3.16g/cm^3 、
 細骨材：陸砂 密度 2.57g/cm^3 、粗骨材：砕石 密度 2.66g/cm^3

表-3 試験項目と試験方法

試験項目	試験方法
スランプ	JIS A 1101
空気量	JIS A 1128, 圧力法
圧縮強度	JIS A 1108 (標準養生)
乾燥収縮	JIS A 1129 24h 後脱型, 材齢 7 日まで水中養生後を基長として $20^\circ\text{C}, 60\%RH$ で 26 週まで測定
凍結融解	JIS A 1148 A 法, 24h 後に脱型, 材齢 28 日まで水中養生
気泡組織	ASTM C457, リニアトラバース法
硬化後の空気量	$\phi 10 \times 20\text{cm}$ の供試体を 24 時間後に脱型し, 気中質量と水中質量から計算により求める

表-4 フレッシュ性状

記号	AE 減水剤 添加率 (C×%)	AE 剤 添加率 (C×%)	消泡剤 添加率 (C×%)	スランプ (cm)	空気量 (%)
BLK	1.20	0.001	0.0005	18.0	5.1
CSR	1.10	0.022	0.0020	18.0	5.1
NSR	1.00	0.012	0.0020	19.0	5.5

キーワード 乾燥収縮, コンクリート, 収縮低減剤, 凍結融解抵抗性, 気泡間隔係数, 気泡分布
 連絡先 〒443-8311 愛知県蒲郡市港町 2 番 5 号 竹本油脂株式会社 第三事業部 TEL 0533-68-2118

圧縮強度試験結果を図-4に示す。CSRおよびNSRは材齢91日においてBLKの約95%の強度であったが、収縮低減剤の違いによる強度差は見られなかった。

3.4 凍結融解抵抗性と空気量・気泡分布

凍結融解試験結果を図-5および図-6に示す。CSRは270サイクル程度で相対動弾性係数が60%を下回ったが、NSRは300サイクルまで低下は確認されずBLKと同様の結果であった。

フレッシュ時および硬化後の空気量、気泡間隔係数および耐久性指数測定結果を表-5に、気泡間隔係数試験から得られた気泡径と気泡数比率を図-7、気泡径と空気量を図-8に示す。硬化後空気量は、NSRはCSRよりも若干多く、気泡間隔係数は、NSRはCSRよりも若干小さいが、いずれも大きな差は認められなかった。また、凍結融解抵抗性改善に効果的とされる気泡径 $0.1\sim 0.5\text{mm}^2$ の気泡数比率および空気量はBLK、CSR、NSRいずれも同程度であった。収縮低減剤の有無や種類により同じ空気量でも気泡間隔係数、気泡径やその比率に大きな差があるものと予想したが、本結果からは硬化後空気量や気泡間隔係数で差を確認できなかった。このことから、NSRが凍結融解抵抗性を低下させない理由を説明することは難しいと考えられた。

凍結融解抵抗性を低下させない理由の詳細な検討は、今後の課題とする。

4. まとめ

新規収縮低減剤NSRを使用したコンクリートの性質について、得られた知見を以下に示す。

- 1) NSRは従来の収縮低減剤CSRの約1.7倍の添加量でCSRと同等の収縮低減性能を示した。
- 2) NSRを用いたコンクリートの圧縮強度はCSRと同等であった。
- 3) NSRを用いたコンクリートの凍結融解抵抗性はBLKと同等であった。
- 4) NSRを用いたコンクリートの硬化後空気量、気泡間隔係数(気泡分布)はBLKと同等であり、本報告で測定した結果だけではNSRを使用したときの凍結融解抵抗性への気泡組織の影響は説明できなかった。

参考文献

- 1) 張友海, 藤原忠司, 小山田哲也: コンクリートの耐凍害性に及ぼす収縮低減剤の影響, *Cement Science and Concrete Technology*, No.63, pp.458-465
- 2) 濱幸雄, 平野彰彦, 田畑雅幸, 新大軌: コンクリートの気泡組織に影響する要因と耐凍害性に関する研究, *日本建築学会構造系論文集*, vol.73, No.634, pp.2061-2067, 2018.12

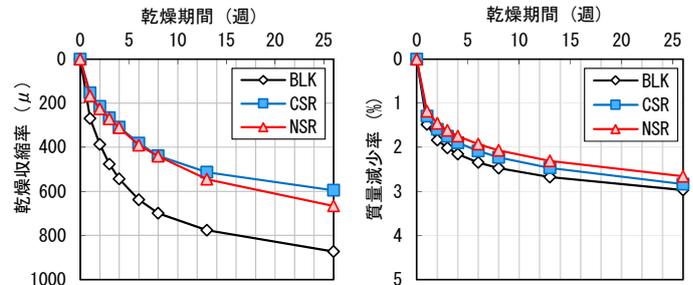


図-2 乾燥収縮率

図-3 質量減少率

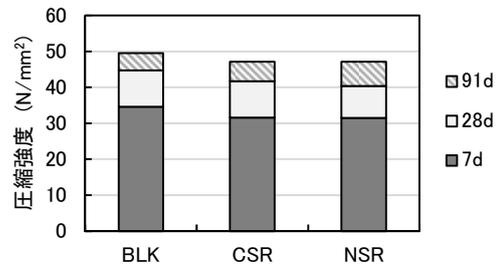


図-4 圧縮強度試験結果

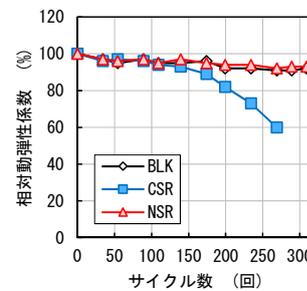


図-5 相対動弾性係数

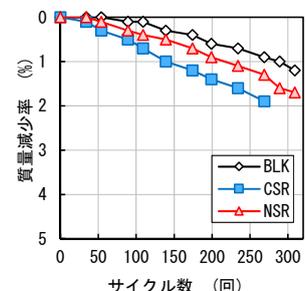


図-6 質量減少率

表-5 空気量、気泡間隔係数および耐久性指数

記号	空気量(%)		気泡間隔係数(μm)	空気量(%) ^{*1}	耐久性指数
	フレッシュ	硬化後			
BLK	5.0	3.8	223	6.4	92
CSR	5.2	3.4	252	6.5	54
NSR	5.4	4.1	204	6.7	93

*1 気泡間隔係数測定結果から得られた値

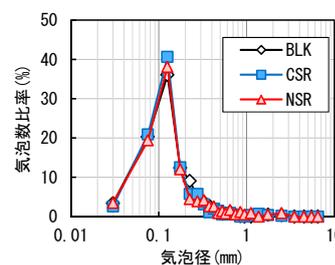


図-7 気泡径と気泡数比率

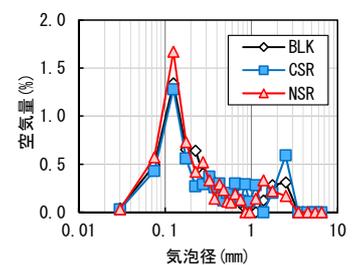


図-8 気泡径と空気量