

膨張材と収縮低減剤を併用したコンクリートの収縮特性

太平洋マテリアル株式会社 正会員○長塩靖祐
同 正会員 竹下永造
同 正会員 佐竹紳也

1. はじめに

コンクリート構造物における収縮ひび割れ抑制には設計，材料，配合および施工の各段階で適切に対策を取る必要がある。そのうちの材料面からの対策では膨張材，収縮低減剤および収縮低減タイプの混和剤等混和材料に関する研究が活発に行われている¹⁾。その中でも例えば膨張材と収縮低減剤を併用し収縮低減を図る方策が挙げられるが，それについては一部報告²⁾されているものの，その検討実績はまだ少ないのが現状である。また，収縮低減剤は比較的その使用量が多く，少ない使用量で膨張材と組み合わせた検討例も少ない。

そこで，本報告は膨張材と低添加型の収縮低減剤を併用したコンクリートについて検討を行い，両者を併用した場合の収縮特性について検討したものである。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメント（C，密度：3.16g/cm³）を，細骨材には静岡県産山砂（S，表乾密度：2.56g/cm³），粗骨材には茨城県産碎石（G，表乾密度：2.64g/cm³），混和剤にはリグニンスルホン酸とポリカルボン酸系複合体のAE減水剤（Ad）を使用した。膨張材には石灰系低添加型膨張材（EX，密度：3.16g/cm³）を，収縮低減剤（SR）にはポリオキシエチレンアルキルエーテル系を主成分とするものを使用した。AE剤（AE）にはロジン系界面活性剤を使用した。

2. 2 コンクリート配合

コンクリートの配合を表1に示す。W/Cは50%，スランプは15±2.5cm，空気量4.5±1.5%になるように混和剤の調整により実施した。膨張材は20kg/m³，収縮低減剤は2kg/m³とした。

2. 3 試験項目

フレッシュ性状としては，スランプ（JIS A 1101に準拠），空気量（JIS A 1128に準拠）を実施した。硬化性状としては圧縮強度試験（JIS A 1108に準拠）を材齢7，28および91日にて実施した。拘束膨張ひずみはJIS A 6202 付属書(参考)のA法とし，測定材齢は1，2，および7日で行った。乾燥収縮試験（長さ変化率試験）はJIS A 1129に準拠し，測定材齢は1，3，7，14，28，56，91，126および182日とした。併せて，質量変化も測定した。

3. 試験結果

表2にフレッシュ性状の試験結果を示す。フレッシュは所要の性状が得られるものであった。収縮低減剤を使用した場合のAE剤量はPLと比較するとやや少ない量で所要の空気量が得られる結果であった。

図1に圧縮強度の試験結果を示す。圧縮強度はEX，SRおよび

表1 コンクリート配合

種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
			W	C	SR	EX	S	G	混和剤 (C+EX) ×%
PL	50	48	170	340	—	—	828	924	0.6
EX			170	320	—	20	828	924	
SR			168	340	2	—	828	924	
EX+SR			168	320	2	20	828	924	

表2 フレッシュ性状試験結果

種類	AE 剤量	スランプ (cm)	空気量 (%)
PL	4A	16.5	5.4
EX	4A	16.5	5.6
SR	3A	16.5	5.5
EX+SR	2A	17.0	5.0

キーワード：膨張材，収縮低減剤，圧縮強度，乾燥収縮

連絡先：千葉県佐倉市大作2-4-2，TEL：043-498-3921，Fax：043-498-3925

EX+SR すべての水準で PL とほぼ同等であった、いずれの材齢においてもどの水準ともにほぼ同等であった。収縮低減剤の使用により圧縮強度は影響を受けることがあるとの報告¹⁾もあるが、本検討内ではその傾向は確認されなかった。

図2に拘束膨張ひずみの試験結果を示す。拘束膨張ひずみは EX に SR を併用すると、EX よりもやや大きくなる結果にあった。収縮低減剤には膨張材の膨張作用を高めるものと、その作用を阻害するものがあることが報告³⁾されている。本検討内で使用した SR は前者の方ではないのかと考えられる。

図3に乾燥収縮の試験結果を示す。乾燥収縮は PL と比較すると材齢 182 日で EX および SR は $90 \sim 100 \mu$ 程度、EX+SR は 150μ 程度低減していることが確認された。材齢 182 日の PL からの乾燥収縮低減率は EX および SR が $11 \sim 12\%$ 程度、EX+SR は 23% 程度であった。EX と SR を併用した場合には、両者の効果が損なわれることなくほぼ重ね合わせた結果となった。EX と低添加型の SR の組み合わせにおいてもその効果は得られるものであった。なお、EX と SR を併用した場合には両者の乾燥収縮低減の機構が異なることから単純な比較は難しいとの報告⁴⁾がある。他方、膨張コンクリートの収縮低減効果を乾燥収縮特性値として換算した場合、 $100 \sim 150 \times 10^{-6}$ 程度という報告⁵⁾がある。例えば、今回の結果と既往の報告と組み合わせ整理した場合、EX+SR の乾燥収縮低減率は $25 \sim 30\%$ 程度となる。膨張材の初期膨張による効果を加味した場合には乾燥収縮低減率が大きくなるが、ここでは EX と SR を併用した場合の効果の程度の目安を把握し、収縮低減対策の際の材料選択の一つの助力となればと考えている。

図4に質量変化率と長さ変化率の関係を示す。EX や EX+SR の水準は質量変化率が小さい傾向を示した。特に EX+SR は質量変化率が小さい結果にあった。

4. まとめ

膨張材と低添加型の収縮低減剤を併用したコンクリートの収縮特性について検討した。その結果、単独で使用するよりも、両者を併用した場合には大きな収縮低減効果が得られるものであった。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：膨張材・収縮低減剤を使用したコンクリートに関する現状，2013
- 2) 例えば郭ほか：膨張材および収縮低減剤を用いたコンクリートの収縮低減効果，コンクリート工学年次論文集，Vol. 29，No. 1，pp. 573-578，2007
- 3) 樋口ほか：膨張材を混和したモルタルの物性におよぼす収縮低減剤種の影響，セメント・コンクリート論文集，No. 65，pp. 196-202，2011
- 4) 日本コンクリート工学協会：コンクリートの収縮問題検討委員，2010. 3
- 5) 三谷ほか：膨張コンクリートの収縮ひび割れ性状に関する検討，日本コンクリート工学会，「高性能膨張コンクリートの性能評価とひび割れ制御システム」に関するシンポジウム論文集，2011

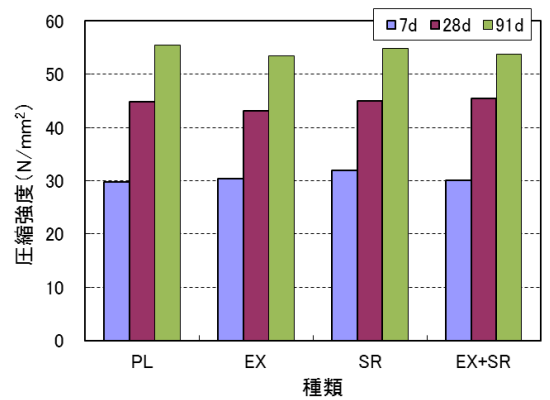


図1 圧縮強度

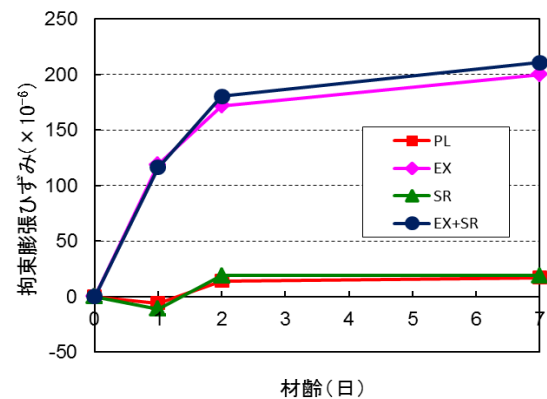


図2 拘束膨張ひずみ

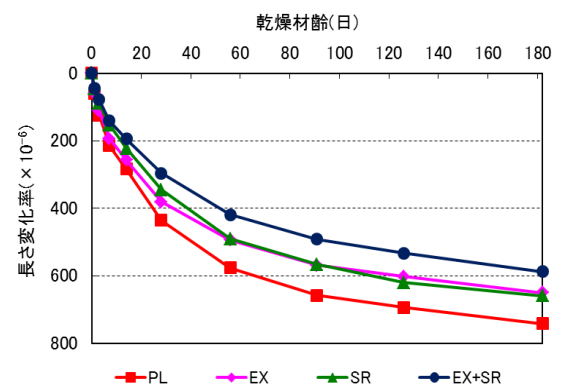


図3 乾燥収縮

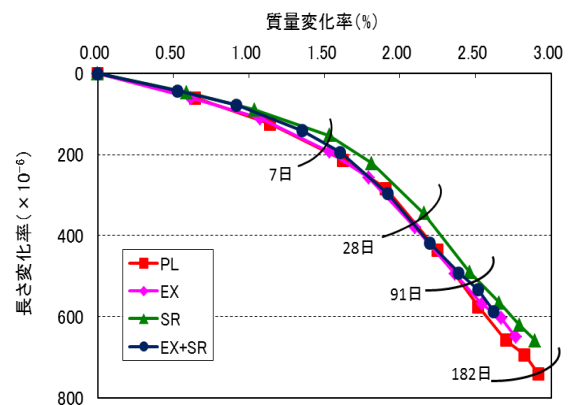


図4 質量変化率と長さ変化率