

結晶性層状ケイ酸ナトリウムを添加したコンクリートの諸性状

(株) トクヤマ	正会員	○新見 龍男
(株) トクヤマ		茶林 敬司
(株) トクヤマ	正会員	古城 誠
(株) トクヤマ	正会員	加藤 弘義
山口大学大学院	正会員	吉武 勇

1. はじめに

近年、建設業界で生産性向上の取り組みが進められている。コンクリート工においては、冬季における初期強度低下の抑制やプレキャストコンクリートの早期脱型など、工期・工程の短縮による生産性向上を目的として硬化促進剤への注目が高まっている。

既往の研究ではこれまで、他のケイ酸ナトリウムとは異なる性質を有する結晶性層状ケイ酸ナトリウム（以下、LS）に着目し、土木建築材料でアルカリ刺激剤としての用途を検討した¹⁾。LSはアルカリイオンの徐放性を有するため、従来からアルカリ刺激剤として用いられている水ガラス（ケイ酸ナトリウム水溶液）とは異なりセメントペースト中で急結せず一定の可使時間を確保できること、セメントの凝結促進効果を有すること、圧縮強さへの影響が小さいことが明らかとなった。このことから、LSはコンクリートの硬化促進剤としても適用できる可能性が考えられた。そこで本研究では、LSを添加したコンクリートの諸性状を調べるため、基礎的検討を行った。

2. 実験概要

本実験では、セメントには普通ポルトランドセメント（以下、OPC）を使用した。LSはSiO₂/Na₂Oモル比2.0の白色粉末であり、平均粒径は60μm程度である。粗骨材には硬質砂岩碎石1505および2010を使用し、混合率は体積比で50:50とした。細骨材には硬質砂岩砕砂および丘砂の混合砂を使用し、混合率は体積比で81.2:18.8とした。混和剤には高機能型AE減水剤およびAE助剤を使用した。表-1にコンクリートの配合条件を示す。LSはセメントの内割および外割置換で添加した。添加量はセメントに対し内割で3%および5%、外割で5%および10%とした。100Lパン型ミキサを用いてコンクリートを混練した。OPC、LS、細骨材および粗骨材を投入後30秒間空練りし、水および混和剤を投入した。その後90秒混練して排出した。所定のスランプおよび空気量が得られたコンクリートを用い各種試験を実施した。Φ100×200mmの円柱供試体を所定の期間水中養生して、圧縮強度を測定した。さらに100×100×400mmの供試体を用いて乾燥収縮を測定した。乾燥収縮は基準、内割5%および外割5%について測定した。また、材齢28日におけるΦ100×200mmの供試体を用いて加圧透水試験を実施した。試験には市販の表層透水試験機を用い、既往の文献²⁾における従来の方法を参考にして実施した。なお、水中養生直後に測定したことから注水後の静置は行わなかった。得られた結果を基に式(1)～(3)によりみかけの透水係数を算出した。

$$L = (d/D)^2 \times (g_1 - g_2) \quad (1)$$

$$q = \{B \times (g_1 - g_2)\} / A \times t \quad (2)$$

$$K = (q \times L) / P \quad (3)$$

表-1 コンクリートの配合

	目標値		kg/m ³						
	スランプ (cm)	空気量 (%)	水	OPC	LS	砕砂	丘砂	碎石 2010	碎石 1505
基準	18.0 ±1.5	4.5±1.0	175	318	0	739	165	459	464
内割3%			175	309	9	728	162		
内割5%			175	302	16	721	161		
外割5%			175	318	16	724	161		
外割10%			182	331	33	685	153		

キーワード 結晶性層状ケイ酸ナトリウム、圧縮強度、乾燥収縮、透水係数

連絡先 〒745-8648 山口県周南市御影町 1-1 (株) トクヤマ セメント開発グループ TEL 0834-34-2515

ここに、 L ：試験時間における浸透深さ(mm)， d ：マイクロメータピンの直径(10mm)， D ：水圧を受けている表面の直径(62mm)， g_1 ：測定開始時のマイクロメータの読み(mm)， g_2 ：測定終了時のマイクロメータの読み(mm)， q ：見掛けの透水速度(mm/s)， B ：マイクロメータピンの断面積(78.6mm²)， A ：水圧を受けている表面の面積(3018mm²)， t ：測定時間(秒)， K ：みかけの透水係数(mm²/s/bar)

3. 試験結果と考察

練上がり時のコンクリートのフレッシュ性状を表-2に示す。LSの添加により単位水量や混和剤添加量が増加する傾向が確認された。また、コンクリートの圧縮強度を図-1に示す。LSの添加により内割および外割ともに1日強度は増加し、硬化促進が示唆された。材齢7日以降の圧縮強度は基準コンクリートより若干低い値を示したが、外割5%の配合においては基準コンクリートと概ね同等の強度を示した。

コンクリートの乾燥収縮を図-2に示す。LSを添加すると乾燥収縮が低減されることが確認された。添加方法に違いによる乾燥収縮への影響は小さかった。コンクリートの見掛けの透水係数を図-3に示す。添加量による傾向は明確ではないものの、LSを添加することによりみかけの透水係数が低下することを確認した。LSの影響によりコンクリート表層において水分の移動や逸散が抑制され、その影響で乾燥収縮の低減に繋がったものと考えられる。

4. まとめ

結晶性層状ケイ酸ナトリウムの添加により、コンクリートの初期強度の増加と乾燥収縮の低減効果が確認された。特に乾燥収縮の低減は、結晶性層状ケイ酸ナトリウムの影響により水分の移動や逸散が主要因と推察された。

参考文献

- 1) 手嶋隆裕ほか：層状ケイ酸ナトリウムの土木資材への応用，科学と工業，No.91，Vol.10，pp.306-309，2017。
- 2) 野中英ほか：表層透水試験方法に関する検討，第6回コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム論文集，pp.175-180，2018。

表-2 コンクリートのフレッシュ性状

	単位水量 (kg/m ³)	混和剤添加量(C×%)		練上がり値	
		AE減水剤	AE剤	スランブ (cm)	空気量 (%)
基準	175	0.65	0.003	18.5	5.0
内割3%	175	1.1	0.004	19.5	5.5
内割5%	175	1.5	0.0044	18.5	4.4
外割5%	175	1.5	0.004	17.5	4.6
外割10%	182	1.5	0.0054	17.5	5.5

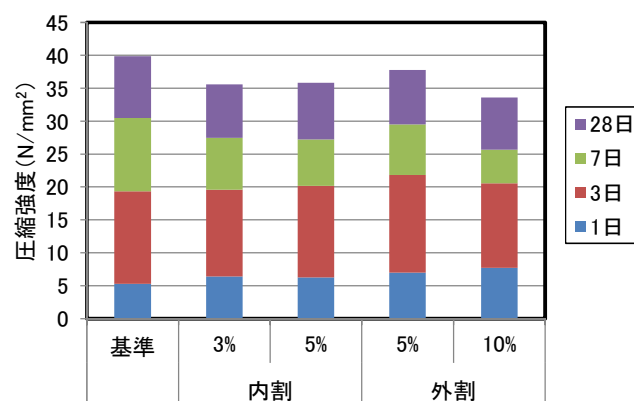


図-1 コンクリートの圧縮強度

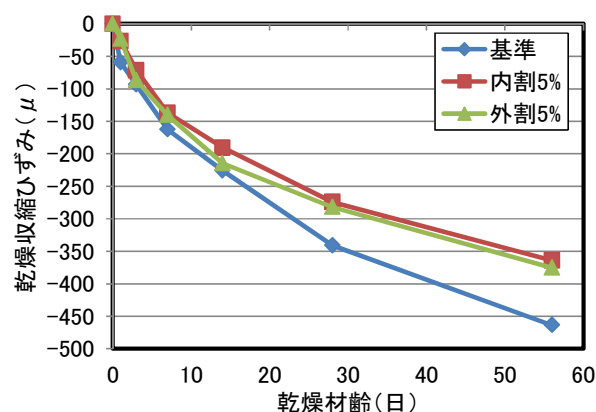


図-2 コンクリートの乾燥収縮

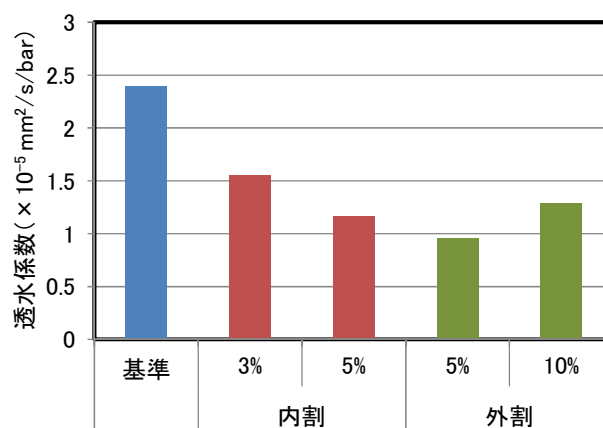


図-3 コンクリートのみかけの透水係数