

C-S-H 系早強剤を使用したコンクリートの基本性能

BASF ジャパン(株) 正会員 ○春日 貴行
BASF ジャパン(株) 正会員 大野 誠彦
BASF ジャパン(株) 正会員 井元 晴丈
BASF ジャパン(株) 矢口 稔

1. はじめに

早期表面仕上げ，早期脱型，加熱養生低減，需要に合わせた生産調整などは，生産の効率化や合理化につながると同時に，省エネ・CO₂削減も期待できる¹⁾．これらを実現させるためには，コンクリートの硬化促進技術が必要不可欠であり，従来から硬化促進に寄与する剤として，塩化カルシウム，硝酸・亜硝酸塩などが知られており，これらは，セメント粒子からのイオンの溶出を促進させることで，セメントの水和反応を促進させる²⁾．

著者らは，従来の促進メカニズムと異なり，カルシウムシリケート水和物の種結晶を液相中に導入することで，硬化を促進させる早強剤（以下，C-S-H 系早強剤と記す）を開発した³⁾．

本報では，コンクリート製品工場などにおける生産の効率化や合理化を図ることを目的とし，C-S-H 系早強剤を使用したコンクリートのブリーディング特性，凝結特性，蒸気養生による圧縮強度発現性について検討した．

2. 試験概要

表－1 に使用材料を，表－2 にコンクリートの配合を示す．試験温度は 20℃とし，空気量は 2.0%となるように調整した．なお，C-S-H 系早強剤（AC）の使用量増加に伴い，目標スランブを得るための SP の使用量は減少した．

試験項目は，スランブ（JIS A 1101:2005），空気量（JIS A 1128:2005），ブリーディング量（JIS A 1123:2012），凝結時間（JIS A 1147:2007），圧縮強度（JIS A 1107:2012）とした．図－1 に蒸気養生条件を示す．20℃で 2 時間前置きし，60℃まで 2 時間で昇温，60℃・RH98%で 3 時間保持後，2 時間で 20℃まで降温，24 時間まで 20℃保持の蒸気養生とし，24 時間後は，20℃・RH60%の気中養生とした．

3. 試験結果

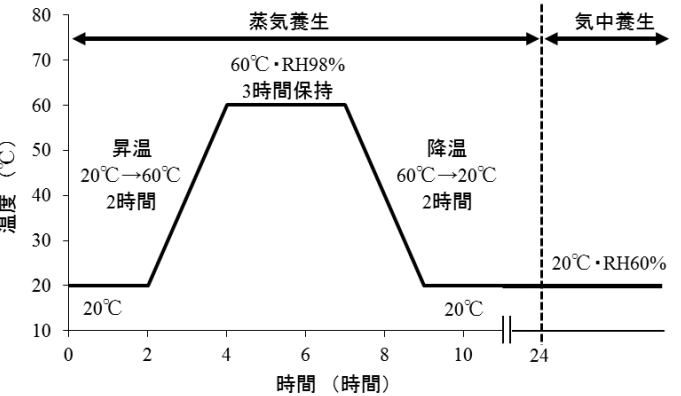
図－2 にブリーディング量の経時変化を示す．W/C が低いほど，ブリーディング量は減少する傾向にあり，AC の使用量増加に伴い，ブリーディング

表－1 使用材料

	記号	種類	物理的・化学的性質
練混ぜ水	W	上水道水	
セメント	C	普通ポルトランドセメント	密度：3.16g/cm ³
細骨材	S	大井川水系陸砂	密度：2.59g/cm ³ ，粗粒率2.57
粗骨材	G	東京都青梅産硬質砂岩碎石	密度：2.65g/cm ³ ，最大寸法：20mm
混和剤	SP	高性能減水剤	ポリカルボン酸エーテル系化合物
	AC	C-S-H系早強剤	C-S-Hの種結晶(粒子サイズ：数10～数100nm)を分散させたサスペンション

表－2 コンクリートの配合

目標 スランブ	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				混和剤 (C×%)	
			W	C	S	G	SP	AC
12cm	50.0	48.8	160	320	908	975	0.85	0
							0.75	2
							0.70	4
	45.0	48.0	160	356	880	975	0.80	0
							0.70	2
							0.60	4
	40.0	47.0	160	400	843	975	0.70	0
							0.60	2
							0.55	4



図－1 蒸気養生条件

キーワード カルシウムシリケート水和物，早強剤，ブリーディング，凝結，常圧蒸気養生，圧縮強度
連絡先 〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722 BASF ジャパン(株) 技術開発センター TEL 0467-59-5182

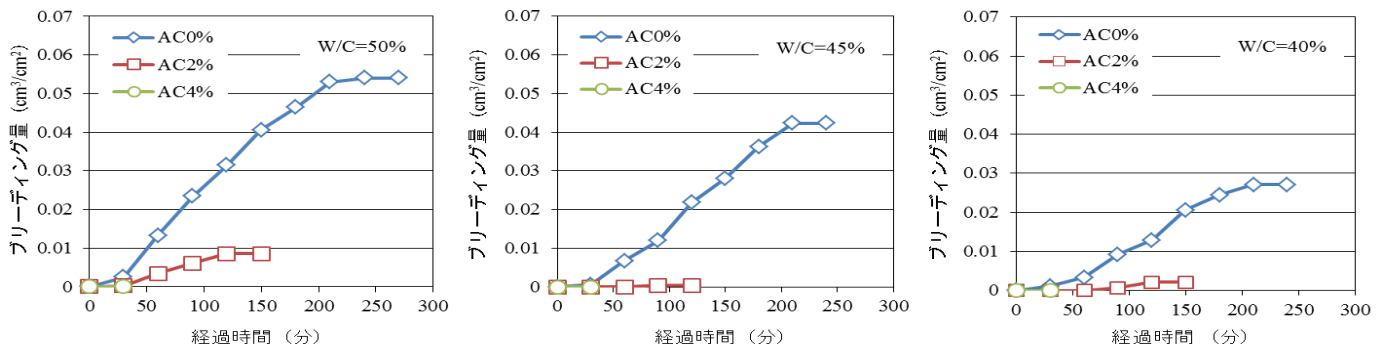


図-2 ブリーディング量の経時変化 (左から W/C=50%, 45%, 40%)

が終了するまでの時間は短縮され、ブリーディング量は減少した。W/C=45%では、AC0%のブリーディングが終了するまでの時間と比較して、AC2%で2時間短縮され、ブリーディング量は、AC0% (100%) に対して1%と僅かであった。また、AC4%においては、ブリーディングが確認されなかった。

図-3に凝結時間を示す。W/Cが低いほど、凝結時間は早くなった。また、何れのW/Cにおいても、ACの使用量増加に伴い、始発は早く、AC0%と比較して、AC2%が約1時間、AC4%が1.5時間早くなった。さらに、始発から終結に至るまでの時間は短くなる傾向にあった。

ブリーディング特性および凝結特性の結果から、C-S-H系早強剤を使用することにより、表面仕上げ作業に取り掛かる時間を短縮できると考えられる。

図-4に材齢7時間の蒸気養生した圧縮強度試験結果を示す。W/Cが低いほど、圧縮強度は大きくなった。また、ACの使用量増加に伴い、圧縮強度は大きくなった。W/C=50%では、AC4%において、セメント量約36kg相当、すなわちW/C=45%と同等の強度増進が確認された。W/C=45%では、AC2%において、セメント量約44kg相当、すなわち、W/C=40%と同等の強度増進が確認された。

C-S-H系早強剤を使用することにより、単位セメント量を増加させることなく所要の強度を満足させることができると考えられる。

4. まとめ

C-S-H系早強剤を使用したコンクリートの基本性能について評価を行った。その結果、C-S-H系早強剤を使用することで、1)ブリーディング量が低下する、2)凝結時間が早くなる、3)蒸気養生した圧縮強度が増進することが確認され、コンクリート製品工場などで生産の効率化や合理化を図れると考えられた。

参考文献

- 1) 特集/CO₂削減に向けて、コンクリート工学, vol.48, No.9, 2010.9
- 2) (社)日本材料学会「コンクリート混和材料ハンドブック」, pp.74-75
- 3) Imoto, H., et al., Effect of Calcium Silicate Hydrates Type Accelerator on the Hydration and the Early Strength Development of Concrete Cured at 20 and 5 Degrees Centigrade, SCMT3, Kyoto (2013) (投稿中)

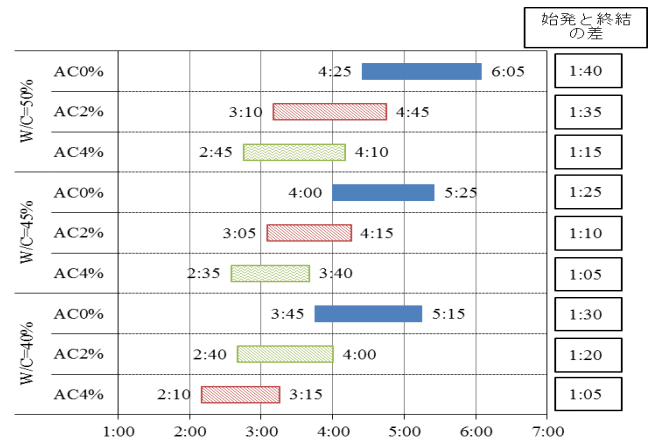


図-3 凝結時間

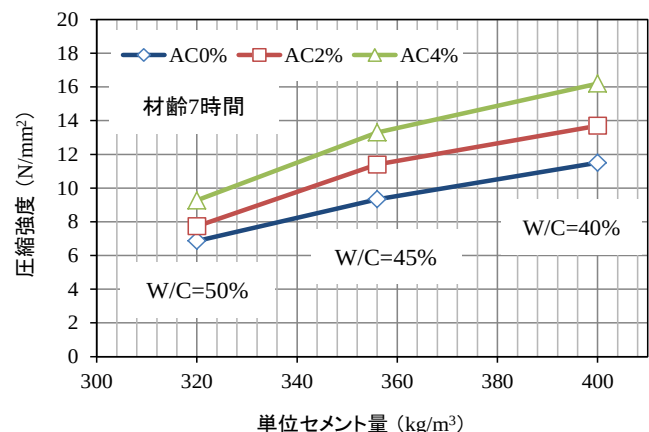


図-4 材齢7時間の蒸気養生した圧縮強度