

C-S-H 系早強剤によるフライアッシュセメント B 種を使用したコンクリートの強度発現性

BASF ジャパン 正会員 ○作榮 二郎
BASF ジャパン 正会員 井元 晴丈
BASF ジャパン 正会員 馬場 勇介
BASF ジャパン 正会員 杉山 知己

1. はじめに

フライアッシュは CO₂ 抑制効果や産業副産物の有効利用の観点から、レディーミクストコンクリートのみならずプレキャストコンクリート製品への適用が考えられる。フライアッシュを使用したコンクリートはポゾラン反応による長期的な強度増進が得られる一方で材齢初期の強度発現性が低い傾向にあり、材齢初期の強度発現性の向上が必要と考えられる。

著者らは、コンクリートの強度発現性に関して、C-S-Hを有効成分とする早強剤(以下、ACXと称す)を開発し、その効果を報告している^{1,2)}。本報ではC-S-H系早強剤によるフライアッシュセメントB種を使用したコンクリートの強度発現性について報告する。

2. 実験概要

表-1 に使用材料を、表-2 にコンクリートの配合を示す。セメントは普通ポルトランドセメント(以下、OPC と称す)と OPC にフライアッシュ II 種を 15%置換したフライアッシュセメント B 種相当(以下、FB と称す)を使用した。コンクリートの配合は水結合材比(以下、W/B と称す)を 40%とし、環境温度 5℃および 20℃で目標スランプ 12.0±2.5cm、目標空気量 2.0±0.5%を満足するように高性能減水剤の使用量を調整した。試験項目は、スランプ(JISA 1101:2005)、空気量(JIS A 1128:2005)、凝結時間(JIS A 1147:2007)および圧縮強度(JIS A 1108:2006)とした。養生条件はそれぞれの環境温度での封緘養生と図-1 に示す蒸気養生とした。

3. 実験結果

図-2 および図-3 に凝結時間を示す。FB の凝結時間は OPC と比較して遅くなっている。

終結時間で比較すると、環境温度 5℃では 120 分程度、環境温度 20℃では 30 分程度遅くなる傾向にあった。これに対して ACX を使用した条件では使用量の増加に伴い凝結時間が促進される傾向にあり、OPC よりも早期に終結し、FB と比較して環境温度 5℃では 270~450 分程度、環境温度 20℃では 120~180 分程度の促進

表-1 使用材料

	記号	種類	物性
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
フライアッシュ	FA	フライアッシュ II 種	密度:2.23g/cm ³
細骨材	S	大井川水系陸砂	表乾密度:2.59g/cm ³
粗骨材	G	青梅産硬質砂岩碎石	表乾密度:2.65g/cm ³ , 最大寸法:20mm
混和剤	SP	高性能減水剤	PAE化合物
	ACX	C-S-H系早強剤	C-S-Hナノサスペンション

表-2 コンクリートの配合

セメントの種類	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤 (B×%)		
			W	C	FA	S	G	SP		ACX
								5℃	20℃	
OPC	40.0	44.0	160	400	-	790	1028	0.60	0.75	-
FB	40.0	42.0	160	340	60	746	1052	0.50	0.65	-
								0.40	0.55	2.00
								0.30	0.45	4.00

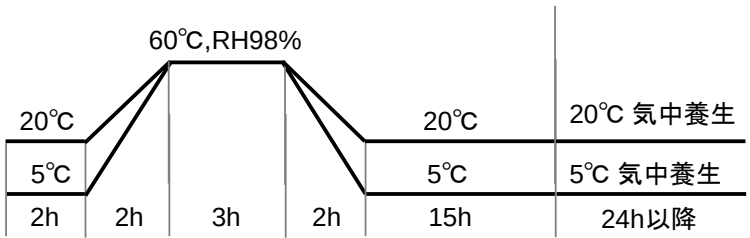


図-1 蒸気養生条件

キーワード C-S-H, 早強剤, フライアッシュセメント B 種, 凝結, 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) 建設化学品事業部 TEL 0467-59-5182

効果が認められた。ACX の使用による凝結時間の促進効果は、C-S-H のナノ粒子が種結晶として水和物の生成に寄与することでセメントの水和反応における誘導期が短縮されるためと考えられている¹⁾。FB を用いた条件でも同様の現象が生じているものと推察された。

図-4 および図-5 に封緘養生による材齢 7 日までの圧縮強度を示す。材齢 24 時間後の圧縮強度を比較すると、環境温度の違いによらず FB は OPC に比べて低いが、ACX を使用した条件では FB より高い値を示し、環境温度 5℃では OPC よりも強度発現性が優れる結果であった。材齢 3 日以降は OPC に比べて低くなるものの、FB と同等以上の位置づけであった。

図-6 および図-7 に蒸気養生による材齢 14 日までの圧縮強度を示す。材齢 7 時間後の圧縮強度を比較すると、環境温度の違いによらず FB は OPC に比べて低いが、ACX を使用した条件では OPC と同等以上であった。材齢 14 日の圧縮強度を比較すると、ACX を B×4%使用した条件では環境温度の違いによらず OPC と概ね同等の圧縮強度を示していることから、FB を使用したプレキャストコンクリートに ACX を使用することで強度発現性の向上が認められた。なお、ACX の使用による強度増進効果は封緘養生に比べて蒸気養生の方が高い。この要因として ACX のセメントおよびフライアッシュのポズラン反応への寄与によるものと推察され、検証が必要と考えられる。

4. まとめ

C-S-H 系早強剤による FB を使用したコンクリートの強度発現性について、環境温度と養生条件の違いから評価を行った。凝結時間は ACX の使用によって促進され、その効果は環境温度が低いほど顕著であった。また、材齢初期の強度発現性に優れ、蒸気養生による圧縮強度は ACX の使用量によっては OPC を使用したコンクリートと同等以上であったことから、FB を使用した条件でも ACX の使用によって強度発現性に優れたプレキャストコンクリートの製造が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 井元 晴丈ほか: C-S-H 系早強剤の凝結・硬化促進メカニズム, 土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, V-550, pp1099-1100, 2013
- 2) 春日貴行ほか: C-S-H 系早強剤を使用したコンクリートの基本性能, 土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, V-551, pp1101-1102, 2013

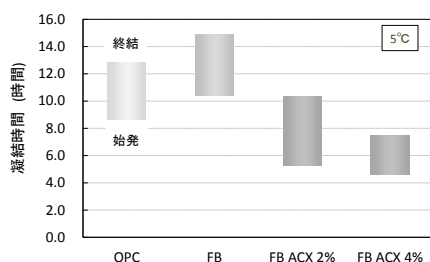


図-2 凝結時間 (5℃)

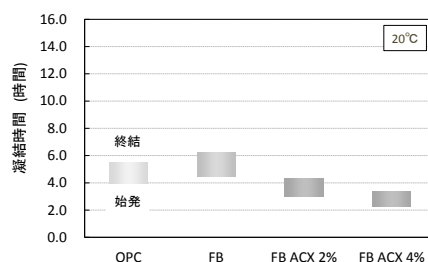


図-3 凝結時間 (20℃)

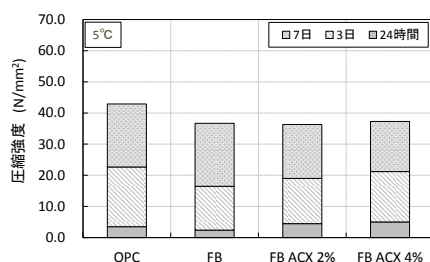


図-4 圧縮強度 (5℃封緘養生)

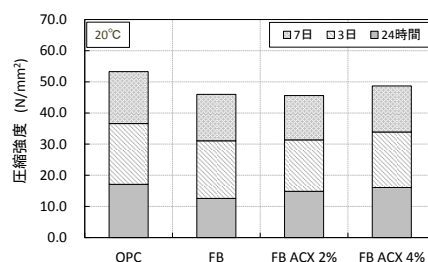


図-5 圧縮強度 (20℃封緘養生)

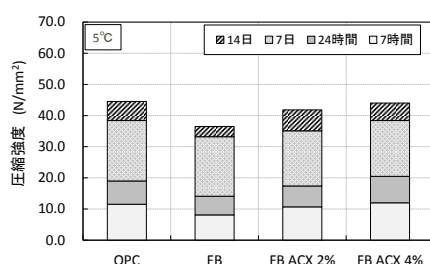


図-6 圧縮強度 (5℃ 蒸気養生)

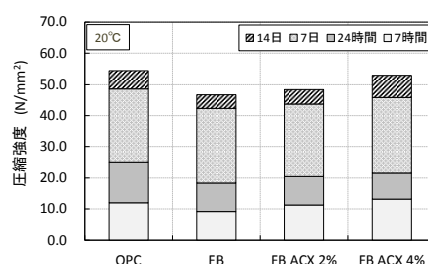


図-7 圧縮強度 (20℃ 蒸気養生)