

高 C₃S フライアッシュセメントを適用したコンクリートの蒸気養生による強度発現性（その 2）

太平洋セメント(株) 正会員 ○目黒 貴史
正会員 森 香奈子
正会員 野中 潔
多田 克彦

1. はじめに

フライアッシュ（以下，FA）を混和材として使用するコンクリートは，ポズラン反応による長期強度の増加や組織の緻密化による化学的抵抗性の向上等の長所を有するものの，一般的には初期材齢の強度発現が低いことが実用上の課題である．当社ではこの課題を改善するために，基材セメント中の C₃S 量を高め，かつブレン比表面積を増加させた高 C₃S セメント（以下，A）と静電分離による未燃カーボンの除去処理を施した FA を混合材として使用した次世代型 FA セメント（以下，AFC）の開発を行ってきた¹⁾．現在，生コン用途に加えて，更なる利用拡大のためにプレキャストコンクリート製品（以下，PCa 製品）への実用化を目指した検討を行っている．

本検討では，PCa 製品への AFC の適用性を目指した検討の一環として，20℃環境下および低温環境を想定した 5℃環境下における AFC の初期強度発現性を評価し，早強ポルトランドセメント（以下，H）や普通ポルトランドセメント（以下，N）を用いた場合と比較した結果を報告する．

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合

表-1 に，使用材料を示す．結合材には A，H，N および FA，細骨材（以下，S）には山砂，粗骨材（以下，G）には碎石を用いた．また，混和剤には高性能減水剤（以下，SP）および AE 剤（以下，AE）を用いた．表-2 に，コンクリートの配合を示す．ここで，AFC は A に FA を 18%置換（フライアッシュセメント B 種相当）したセメントと定義する．配合は，プレストレストコンクリートを想定した配合（以下，PC 配合）および鉄筋コンクリートを想定した配合（以下，RC 配合）とし，各々の比較対象については PC 配合では H，RC 配合では N とした．なお，PC 配合では同等の脱型強度を得るための水セメント比（以下，W/C）を選定し，RC 配合では AFC と N の強度を比較するために同一の W/C とした．また，い

表-1 使用材料

材料	種類	記号	摘要
練混ぜ水	上水道水	W	—
	高C ₃ Sセメント	A	密度:3.11g/cm ³
	早強ポルトランドセメント	H	密度:3.14g/cm ³
セメント	普通ポルトランドセメント	N	密度:3.16g/cm ³
	静電分離灰	FA	密度:2.19g/cm ³
細骨材	山砂	S	表乾密度:2.59g/cm ³
粗骨材	碎石(2005)	G	表乾密度:2.65g/cm ³
混和剤	高性能減水剤	SP	ホリカルボン酸系
	AE剤	AE	アルキルエーテル系
	フライアッシュ用AE剤		アルキルカルボン酸系

表-2 コンクリートの配合

対象	水準名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
				W	セメント			S	G
					AFC	N	H		
PC 配合	AFC33%	33	43	160	485	—	—	699	944
	H39%	39	44	160	—	—	410	756	984
RC 配合	AFC39%	39	44	160	410	—	—	743	968
	N39%	39	44	160	—	410	—	759	984
	AFC47%	47	45	160	340	—	—	790	984
	N47%	47	45	160	—	340	—	800	1000

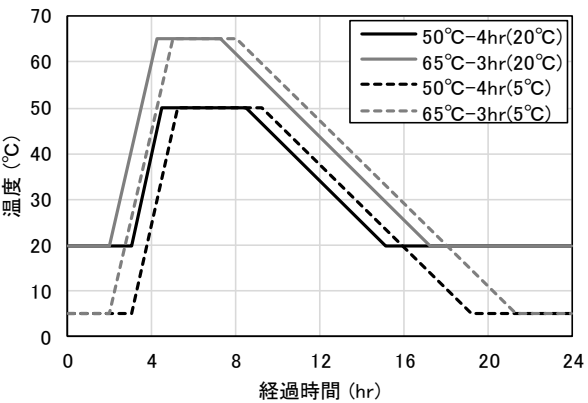


図-1 蒸気養生のパターン

ずれの配合もフレッシュ性状の目標値はスランプを 12±1.5cm，空気量を 4.5±0.5%とした．

(2) コンクリートの練混ぜ/供試体の作製・養生

コンクリートの練混ぜは，20℃および 5℃の試験室でパン型強制練りミキサ（容量 55L）を用いて行った．また，フレッシュ性状の測定後，供試体（φ100mm×200mm の円柱供試体）を作製し，直ちに蒸気養生槽へ移動した．図-1 に，蒸気養生のパター

キーワード 高 C₃S セメント，フライアッシュ，蒸気養生，圧縮強度，低温環境下，プレキャストコンクリート製品
連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント株式会社 中央研究所 TEL:043-498-3915

ンを示す。PC 配合は前置き 3 時間→昇温 20°C/時間→50°C-4 時間保持→降温 4.5°C/時間のパターン (50°C-4hr), RC 配合は前置き 2 時間→昇温 20°C/時間→65°C-3 時間保持→降温 4.5°C/時間のパターン (65°C-3hr) とした。供試体は材齢 18 時間で脱型し、20°C および 5°C 環境下の試験室で気中養生を行い、所定の材齢 (材齢 18 時間, 7 日および 14 日) で圧縮強度試験を実施した。

3. 試験結果

図-2, 3 に、各環境温度における蒸気養生後の圧縮強度を示す。PC 配合においては、20°C 環境下の材齢 18 時間強度は AFC と H でほぼ同等であったが、材齢 14 日までの強度増進は H の方が高かった。一方で、5°C 環境下では材齢 18 時間から AFC は H よりも 7N/mm² 程度高く、この傾向は材齢 14 日まで変わらなかった。RC 配合における同 W/C では、いずれの環境温度においても材齢 18 時間では AFC は N よりも 8N/mm² 程度高い値を示しており、初期の強度発現性が優れていた。なお、この強度差は 5°C 環境下では材齢 14 日まで変わらなかった。また、20°C 環境下の RC 配合では、AFC は材齢 7 日以降の強度増進はあまりみられなかったが、N は材齢 14 日まで増進しており、材齢 14 日における AFC と N の強度はほぼ同等であった。

図-4 に、20°C 環境下に対する強度比を示す。ここで強度比とは、各材齢における 5°C 環境下の圧縮強度を 20°C 環境下の圧縮強度で除した値を百分率で表したものである。強度比の結果より、PC 配合および RC 配合ともに、いずれの材齢においても、AFC は H や N よりも高い強度比を示した。特に、PC 配合における AFC の強度比は 100% 程度であり、5°C 環境下においても 20°C 環境下と同等の強度が得られる結果となった。

これらの結果より、AFC の初期の強度発現性に関して、20°C 環境下で脱型時 (材齢 18 時間) に同等の強度となる W/C で H と比較した場合、5°C 環境下では AFC の方が強度発現に優れており、N と比較した場合にはいずれの環境温度においても AFC の方が優れていた。これより、低温環境かつ W/C が低い配合において、AFC を使用する高いメリットが得られる可能性が示唆された。

4. まとめ

本検討により、プレキャストコンクリート製品向けのコンクリート配合において、以下の知見を得た。

(1) 20°C 環境下における脱型強度 (材齢 18 時間) を同等とした PC 配合において、AFC は H と同等の強

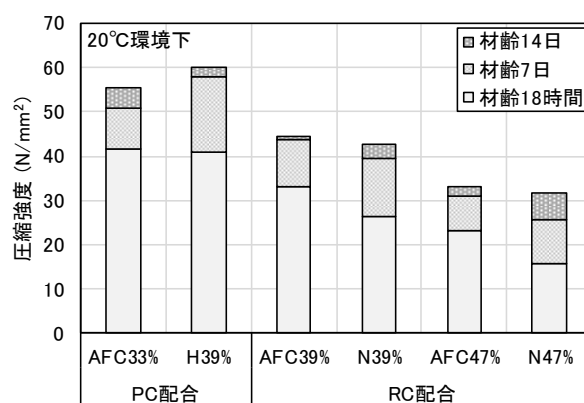


図-2 圧縮強度比較 (20°C環境下)

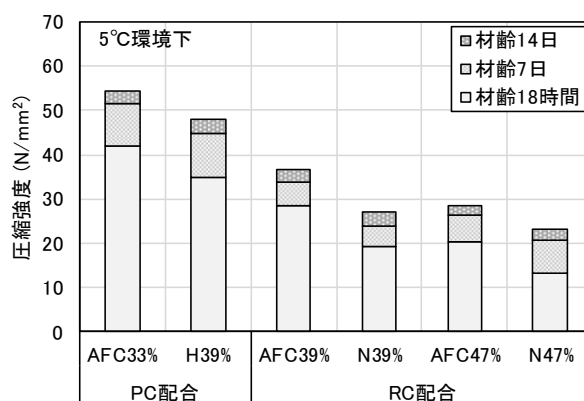


図-3 圧縮強度比較 (5°C環境下)

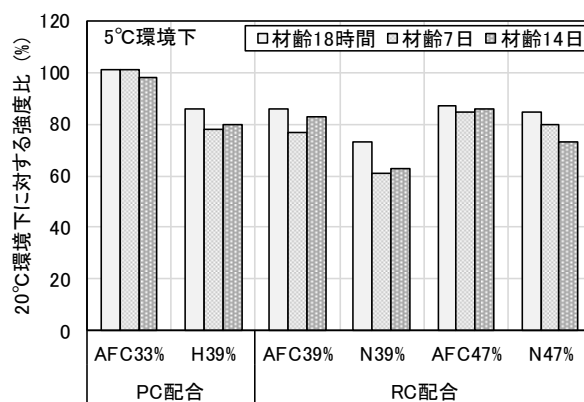


図-4 20°C環境下に対する強度比

度であったが、5°C 環境下では H 以上の強度であった。

(2) RC 配合においては、20°C および 5°C 環境下でも AFC は初期に N 以上の強度発現性を有しており、低温環境下では水セメント比が低いほど、N よりも初期の強度発現に優位性がみられた。

参考文献

[1] 小川洋二ほか: 高 C₃S セメントを用いた FA セメントコンクリートの蒸気養生特性, 土木学会第 73 回年次学術講演会公演概要集, Vol.73, V-215, 2018

【謝辞】

本研究は製品向け AFC 研究会の活動の一環として行ったものであり、関係各位に感謝の意を表する。