

高エーライトセメントを用いたフライアッシュセメントの基本特性

太平洋セメント（株） 正会員 ○安藝 朋子
 太平洋セメント（株） 久我 龍一郎
 太平洋セメント（株） 星野 清一
 太平洋セメント（株） 平尾 宙
 （株）デイ・シイ 正会員 二戸 信和

1. はじめに

近年、社会の低炭素化が求められている中、セメント、コンクリートの二酸化炭素排出量の削減方法の一つとしてフライアッシュ（以下、FA）セメントの利用が挙げられている。しかし FA セメントには初期の強度発現が低い等の課題がある。著者らはこの課題の解決を目指し、高エーライト（ C_3S ）化したセメントを基材に用いた高 C_3S 型 FA セメントの開発を行っている¹⁾。本報では、この高 C_3S 型 FA セメントのモルタル強さや水和熱等の特性を、普通ポルトランドセメント（N）や FA セメント B 種と比較しつつ検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびセメントの水準

試験には、表 1 に示す N、および N に対し C_3S 量を増加させた高 C_3S セメント（以下、A）を用いた。混合材には、ブレン比表面積（ Bl' ） $5270\text{ cm}^2/\text{g}$ の石灰石微粉末

（以下、LSP）、および JIS A6201 の FA II 種に適合する Bl' $3580\text{ cm}^2/\text{g}$ の FA を使用した。これらを用いて表 2 に示す高 C_3S 型 FA セメント（ALF）、比較 N、および比較 FB を作製し各種の試験に供した。ALF および比較 FB における FA の混合割合は JIS R5213 の FA セメント B 種の規格に適合するよう 18%とした。LSP の混合割合は、比較 N については JIS R5210、ALF および比較 FB については JIS R5213 に適合する範囲とし、基材セメント中にそれぞれ 4.5%、3.5%とした。なお、安定性試験の結果をはじめ、その他の特性に関しても ALF は FA セメント B 種の規格を満足するものであった。

2.2 評価方法

JIS R5201 に準拠し、モルタルでの圧縮強さおよび凝結を測定した。また JIS R5203 の溶解熱法によりセメントの水和熱を測定した。流動性については文献²⁾と同様の方法で、ナフタレンスルホン酸系もしくはポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤（花王社製マイティー150、以下 MT、および BASF 社製マスターグレンウム SP8N、以下 SP）をそれぞれ粉体の 0.65%、1.20%添加した場合について評価した。

3. 結果および考察

図 1 に各種セメントの圧縮強さを示す。比較 FB の圧縮強さは比較 N と比べると、材齢 28 日までは低く、その後材齢 56 日以降は増進し比較 N よりも高くなった。それに対し ALF は材齢 3 日から 28 日までは比較 N と同等の圧縮強さを発現した後、材齢 56 日以降は強さが増進し材齢 91 日では比較 N と比べて 7 N/mm^2 高くなった。この理由として材齢 3 日から 28 日までの初期については、基材セメントの C_3S 量を増加させたことにより基材セメント自体の強度発現性が向上し、これが ALF の強さの発現に寄与したためと考えられた。ま

キーワード：低炭素化、フライアッシュセメント、高エーライトセメント、石灰石微粉末、強度発現性、水和熱

連絡先：〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント（株）中央研究所 TEL. 043-498-3843 FAX. 043-498-3832

表 1 材料として用いたセメントの特性

セメント	鉱物量[Bogue] (%)				f.CaO (%)	Bl' (cm^2/g)
	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF		
N	61.1	12.2	9.1	9.6	0.6	3350
A	64.4	8.7	9.5	8.8	1.1	4200

表 2 セメントの水準と各材料の混合割合

水準	混合割合(%)			
	セメント		LSP	FA
	N	A		
比較N	96.5		3.5(3.5)*	
比較FB	78.3		3.7(4.5)*	18.0
ALF		78.3	3.7(4.5)*	18.0

*括弧内の数値は基材セメント中の割合を示す。

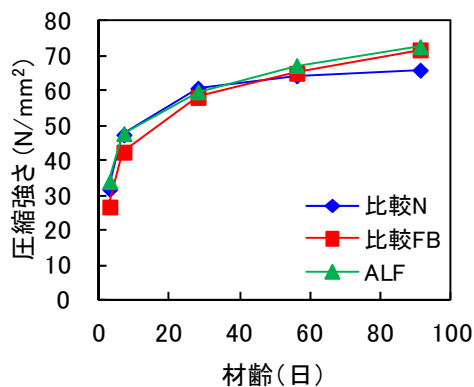


図1 各種セメントの圧縮強さ

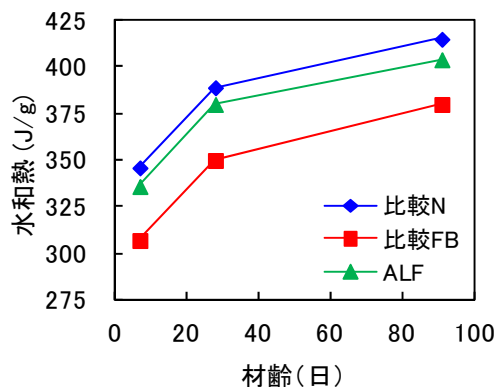


図2 各種セメントの水和熱

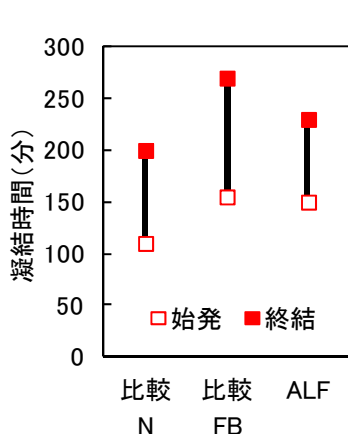


図3 各種セメントの凝結

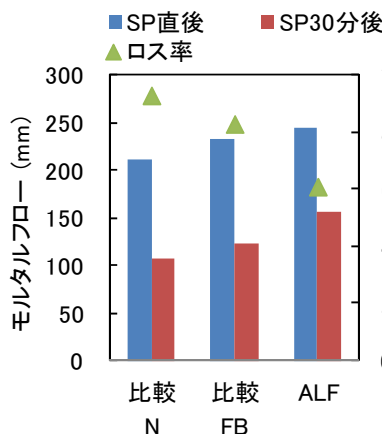


図4 高性能 AE 減水剤(SP および MT)を用いたモルタル流動性

た、材齢 56 日以降については、FA のポズラン反応が開始したことによると考えられる。さらに筆者らは既往の報告¹⁾において、FA セメントに LSP を混合することにより材齢 28 日以降の強さが増進することを見出しており、材齢 56 日以降の強さの発現には前述のポズラン反応に加え、LSP による強度増進効果も寄与していると推察される。以上より、ALF は基材セメントを高 C₃S 化したことと LSP の効果により、全材齢に渡り比較 N と同等以上の圧縮強さを発現したと考えられた。

図 1 において ALF の強度発現性は比較 N と同等以上であったことから、図 2 に示す水和熱も比較 N と同等か大きくなることが想定されたが、ALF の水和熱は全材齢に渡り低くなった。また、ALF の水和熱が比較 N と比べて低くなった理由は、A を用いたことによる水和熱の増大の影響に比べて、FA の混合による水和熱低減の効果の方がより寄与したためと考えられた。ALF の水和熱は比較 FB と比べて高くなったが、これは基材セメントを高 C₃S 化したためと考えられる。図 3 に各種セメントの凝結を示す。ALF は比較 N に比べると始発・終結がともに 30 分程度遅かった。一方、比較 FB と比べると、始発は同程度であり、終結は早かった。図 4 に高性能 AE 減水剤を用いたモルタルの流動性を示す。ALF の接水直後および 30 分後のフロー値は、SP、MT を用いた場合のいずれも比較 N、比較 FB と比べて大きくなった。また、ロス率も比較 N および比較 FB よりも低く、ALF は比較 N および比較 FB に比べて流動性に優れている可能性が示された。

4. まとめ

高 C₃S 型 FA セメントの強度発現性は一般的な N と比べて同等以上となったことに加え、水和熱は全材齢で N よりも低くなった。さらに、一般的な N や FA セメント B 種に比べて流動性に優れている可能性が示された。

謝辞：本報告は次世代 FA セメント研究会の一環として行ったものであり、ご協力頂いた東京工業大学、足利工業大学、法政大学、電源開発（株）社へ感謝の意を表します。

参考文献：

- 1) 安藝ほか：セメント・コンクリート論文集、Vol.70、pp.32-39 (2017)
- 2) 一坪ほか：第 59 回セメント技術大会講演要旨、pp.18-19 (2005)