

高品質化したフライアッシュのコンクリート混和材としての利用に関する基礎的研究

松江工業高等専門学校 正会員 ○周藤将司
 松江工業高等専門学校 正会員 高田龍一
 島根県産業技術センター 江木俊雄

1. はじめに

火力発電所から生じるフライアッシュ（以下、FA）は、コンクリートに混和材として用いた場合に、ポズラン活性や ASR 抑制効果が見られることが知られている。一方で、FA はエントレインドエアの連行を妨げるという欠点を持つ。これは、FA に含まれる未燃カーボンに起因する現象である。FA が持つ未燃カーボン量は、石炭の産地や燃焼温度により変動する。そのため、産出される FA の品質にはばらつきがあり、FA の使用が敬遠される要因のひとつとなっている。

FA の未燃カーボンを除去する方法として、浮遊選鉱法が挙げられる¹⁾。江木らは、この方法を基に FA 洗浄装置の開発を行い、FA の未燃カーボン量を低減させることに成功している²⁾。本研究では、江木らの開発した FA 洗浄装置によって未燃カーボン量を低減させ、高品質化した FA の混和材としての特性を明らかにすることを目的として、モルタルを作製して検討を行った。

2. FA の洗浄の概要

FA の洗浄は、開発した洗浄システム²⁾を用いて行った。まず、FA と灯油（FA に対する重量比 5%）、食用油（気泡剤として、灯油に対する重量比 5%）、水（FA が重量比で 20%以上となる量）を攪拌装置で十分に混合した後、フライアッシュと未燃カーボンを浮遊分離処理した。回収したフライアッシュを含む浮遊液はフィルタープレスで脱水処理を行い、含水率が重量比で 15%前後の固形物を得た。これを 110℃で乾燥させ、試験用の FA とした。本研究では、本処理によって未燃カーボン量を低減させ、高品質化した FA を用いて試験を行った。

3. 試験概要

試験には、JIS A 6201 においてⅡ種に適合する FA を用いた。この FA を FA(1)として、上記の方法によって洗浄処理した FA（以下、FA(2)）、洗浄処理の後に FA に付着して残存する灯油の加熱浄化処理を行った FA

（以下、FA(3)）の、処理の異なる 3 種の FA を用意して試験を行った。なお、それぞれの FA の未燃カーボン量（強熱減量）は FA(1)=5.70%、FA(2)=0.68%、FA(3)=1.07%であった。

検討項目は、フレッシュ性状と力学特性であり、モルタルによって試験を行った。モルタルの基本配合は、W/C 50%、セメント骨材比 1:2.5 であり、この配合をコントロール（Cont.）とした。FA の混入率は、Cont.に対してセメント内割りで 10%、30%、50%とした。

練上がり時のフレッシュ性状の評価では、フロー値（JIS R 5201 に準拠）と空気量（丸東製作所、モルタルエアメータ C13-S を使用）の測定を行った。力学特性の評価では、圧縮強度（JIS R 5201 に準拠）の測定を行った。モルタル供試体は打設翌日に脱型し、脱型後の養生は標準水中養生とした。測定は材齢 7 日、28 日、91 日で行った。

また、試験に用いた 3 種の FA、特に処理を施した FA(2)と FA(3)のフレッシュ性状と力学特性が、JIS で示されている種別上では何種に適合するかを確認するために、JIS A 6201 付属書 2 に規定されているフロー値比と活性度指数の測定を行った。

4. 結果と考察

(1) フロー値比

フロー値比の結果を表 1、各種 FA を使用したモルタルのフロー値を図 1 に示す。表 1 より、FA(1)のフロー値比は JIS 規格のⅡ種（95%以上）の範囲に該当する。処理を施した FA(2)と FA(3)はフロー値比が向上し、Ⅰ種（105%以上）相当の値となることが確認された。フロー値について、Cont.と FA(1)を比較すると、ほぼ同等な値を示した。それに比べ、FA(2)、FA(3)のフロー値は、FA(1)よりも大きな値を示した。これは、未燃カーボンが除去されたことにより、FA のボールベアリング効果がより発揮される環境になったためであると考えられる。以上の結果より、高品質化した FA の流動性は良好

キーワード フライアッシュ、未燃カーボン、強熱減量、浮遊選鉱法、フロー値比、活性度指数

連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬町 14-4, TEL/FAX 0852-36-5260

であることが明らかとなった。

(2) 圧縮強度と活性度指数

圧縮強度の試験結果を図 2 に示す。なお、図中の棒グラフは積み上げ式で強度を表している。

図 2 より、各種 FA を用いることで Cont.と比較して初期強度は劣るものの、材齢 28 日以降の強度増進は大きくなる傾向が確認された。各種 FA を比較すると、洗浄処理の後に灯油の浄化処理を施した FA(3)が最も強度発現が見られることが確認された。この結果からは、FA(3)が最も良質であると言える。これは、未燃カーボンや油分が FA の表面から除去されることで、FA 自身のセメントペーストと接する表面積が大きくなったことが影響していると考えられる。FA(2)では、洗浄の際に用いた油分が FA 表面に残って油膜となり、その油膜がポズラン反応を阻害していることが考えられる。

FA(1)と FA(2)の強度を比較すると、両者に大きな差は見られない。しかし、図 3 に示す空気量の測定結果からは、FA(2)の方が多くの空気を含んでいることがわかる。一般に、コンクリートの圧縮強度は空気量の増加に伴って低下する。しかし、本試験結果からは、その関係は見られない。これは、空気量の増加により低下した分の強度が、高品質化された FA の反応性の向上によって補われた結果であると考えられる。

活性度指数の結果は表 1 にフロー値比と合わせて示している。各種 FA の活性度指数は材齢 28、91 日共に JIS 規格の I 種（28 日：90%以上、91 日：100%以上）に相当することが確認された。各々を比較すると、材齢 28 日では FA(1)が最も高い値を示した。しかし、材齢 91 日では FA(1)<FA(2)<FA(3)の順で大きくなる結果となった。FA(3)が最もポズラン活性に寄与する FA であったと言える。これは、上述の圧縮強度試験結果と同様の考察をすることができる。

5. まとめ

本試験から得られた結論を以下に示す。

- (1) 開発した装置で FA の洗浄を行うことで、品質自体はⅡ種相当であるものの、フロー値比、活性度指数は向上し、Ⅰ種に相当する値を示した。
- (2) 強度試験結果より、処理を重ねるごとにポズラン活性による長期強度の増進が大きくなる傾向が確認された。
- (3) 上記(2)より、洗浄処理で付着した油分を浄化することで、さらに品質の向上を図れることが示唆

表 1 フロー値比と活性度指数

		FA(1)	FA(2)	FA(3)
フロー値比 (%)		102	127	129
活性度指数 (%)	材齢 28 日	106	100	100
	材齢 91 日	101	105	109

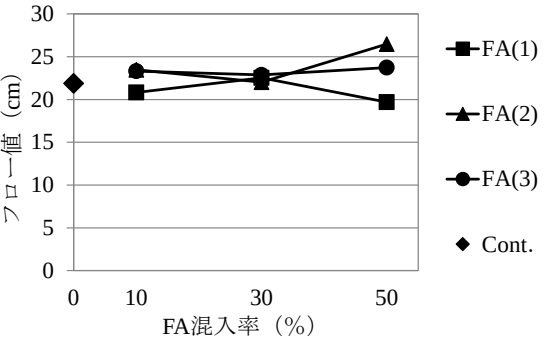


図 1 フロー値

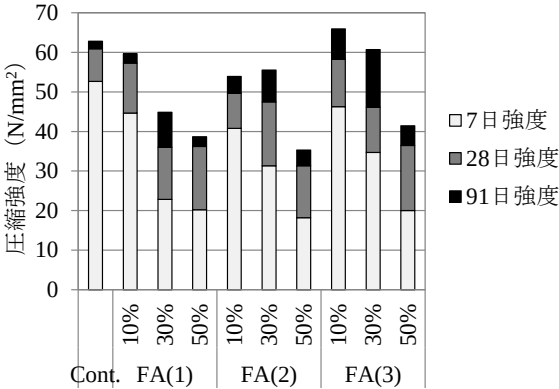


図 2 圧縮強度

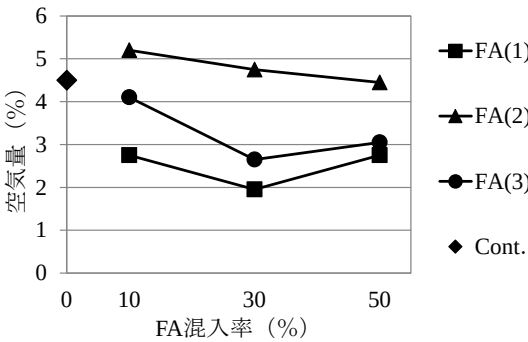


図 3 フレッシュモルタルの空気量

された。

参考文献

1) 松藤泰典ら（1999）：石炭灰をコンクリートに大量使用するための安定化処理に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.22，No.2，pp.115-120
2) 江木俊雄ら（2016）：フライアッシュ洗浄技術の開発と洗浄フライアッシュの品質評価，島根県産業技術センター研究報告，Vol.52，pp.29-31