

## 湿式動圧ろ過装置により改質したフライアッシュの基礎物性向上に関する研究

中国電力（株）  
 松江工業高等専門学校名誉教授  
 （株）藤井基礎設計事務所

○宮本将太 正会員 福本直，河内友一  
 正会員 高田龍一  
 正会員 神門誠

## 1. はじめに

フライアッシュ（主に JIS 規格Ⅱ種）をコンクリート混和材として活用することで、ポゾラン反応に起因した長期強度の増進、遮塩性の向上、セメント使用量を低減することによる水和熱の抑制、ASR 抑制効果が確認されている。さらにフライアッシュの形状が球体状であることから、ボールベアリング効果による単位水量の低減やワーカビリティの向上を可能にする。一方、石炭火力発電所で燃焼する石炭種の違いにより、産出されるフライアッシュの品質低下や JIS 規格に適合しないフライアッシュの産出増加が考えられる。これらに対して、フライアッシュの品質を改善することができればコンクリート用の混和材として利用拡大を図ることが期待できる。

著者らはこれまで湿式動圧ろ過装置を用いたフライアッシュの改質方法を検討しており、ここでは当該装置による改質後のフライアッシュの品質について改善効果を確認したので報告する。

## 2. 改質方法と評価の概要

これまでのフライアッシュの改質方法には乾式法と湿式法の 2 種類に分類される。乾式法では、加熱により未燃カーボンを除去し、強熱減量を低下させる方法やフライアッシュを遠心分級し比表面積を向上させる方法が検討されている。湿式法では、浮遊選鉱によりフライアッシュの未燃カーボンを除去し、強熱減量を低下させる方法がある。

今回の改質方法は、湿式方法に該当し、図-1 に示すとおり、フライアッシュと水を混合させたスラリーを中和装置およびマグネットストレーナに通し、その後、超微細なワイヤスクリーン（スリッド幅 50  $\mu\text{m}$ ）を使用した動圧ろ過により、細粒子と粗粒子に分級するものである。

中和装置では、低 pH のフライアッシュを pH8 程度

のアルカリ性にするることにより、陰イオン系界面活性剤の機能低下を抑制させる。マグネットストレーナでは、磁性凝集を有するマグネタイトを除去することにより、コンクリートの流動性と色合いを改善させる。動圧ろ過では、ポゾラン反応に優位なシリカ、アルミナ系の微細な球形微粒子を取り出し、比表面積の増加により反応性を向上させるとともに、大粒径の未燃カーボンの除去し、コンクリートの空気量を確保するための混和剤の機能を維持することを目的としており、上記 3 つの工程を経てフライアッシュの品質改善を図るものである。

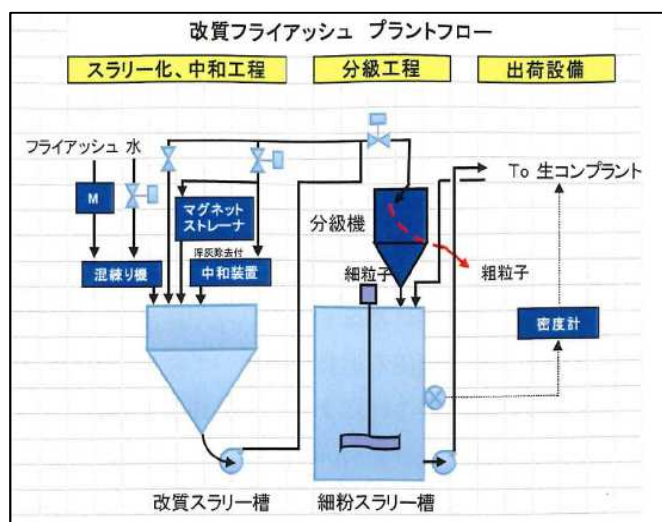


図-1 湿式動圧ろ過装置

今回の実験では、中国電力の石炭火力発電所から排出された JISⅡ種に適合するフライアッシュ 2 種類 (FA1, FA2) と JISⅡ種に適合しない酸性を示すフライアッシュ 1 種類 (FA3) の計 3 種類を使用して湿式動圧ろ過装置により改質し、改質前のフライアッシュ（以下、原粉という。）と改質後のフライアッシュ（以下、改粉という。）についての化学成分、物理的性質試験の結果から、品質の改善効果の確認と評価を行った。

キーワード 湿式動圧ろ過装置、フライアッシュ、改質、pH、強熱減量

連絡先 〒739-0046 東広島市鏡山 3-9-1 中国電力株式会社 エネルギア総合研究所 TEL (082)420-0700

### 3. 試験の結果と考察

改質前後のFA1～FA3の原粉と改粉の化学分析結果を表-1示す。

中和装置により pH 調整した結果、酸性灰の FA3 原粉は、pH8 程度の弱アルカリ性に改質されたことを確認した。また、FA1～FA3 原粉の Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は、改質後に微量ではあるが減少しており、マグネットストレーナによるマグネタイトの除去の効果が確認できた。炭素成分(C)についても、原粉と比較して改質後は、2.6～3.1%減少しており、動圧ろ過による分級により、未燃カーボンが除去されたことが確認できた。

表-1 原粉と改粉の化学分析結果

項目	FA1		FA2		FA3	
	原粉	改粉	原粉	改粉	原粉	改粉
pH	8.5	—	9.6	—	4.8	8.2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.00	4.20	3.72	3.60	3.87	3.59
C	8.72	5.59	8.53	5.88	—	—
SiO <sub>2</sub>	49.9	51.7	53.5	54.4	58.9	58.3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.4	29.3	27.1	28.8	29.6	29.9
CaO	2.86	2.99	1.53	1.67	1.73	1.71

(化学成分の単位：mass%)

FA1～FA3の原粉と改粉の物理試験結果を表-2および図2～4に示す。原粉と比較して改粉の強熱減量は減少しており、前述の炭素成分の減少と一致することがわかる。また、改粉は強熱減量の減少に対し、比表面積および活性度指数が増加しており、これは動圧ろ過の分級により SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成分を多く含む球形の微粒子が取り出されたこと、この微粒子の増加によりポズラン反応が促進されたものと考えられる。

改粉は強熱減量の減少に対し、フロー値比も増加しており、マグネタイトの除去に加えて、強熱減量の除去により流動性の改善も期待できることが確認できた。

表-2 原粉と改粉の物理試験結果

項目	JIS	FA1		FA2		FA3	
	I種	原粉	改粉	原粉	改粉	原粉	改粉
強熱減量(%)	≦3.0	3.1	2.4	3.0	2.1	3.4	3.0
密度(g/cm <sup>3</sup> )	≧1.95	2.2	2.4	2.2	2.4	2.2	2.3
比表面積(cm <sup>2</sup> /g)	≧5000	3,220	4,720	3,240	4,590	2,910	4,380
フロー値比(%)	≧105	109	128	111	125	108	123
活性度(%)	28日	≧90	87	92	85	91	78
	91日	≧100	99	105	98	105	92

### 4. まとめ

動圧ろ過装置を使用することでフライアッシュの強熱減量は減少し、比表面積、フロー値比および活性度指数は増加することを確認した。また、比表面

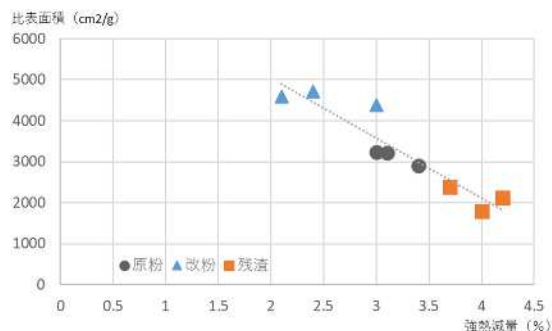


図-2 強熱減量と比表面積の関係

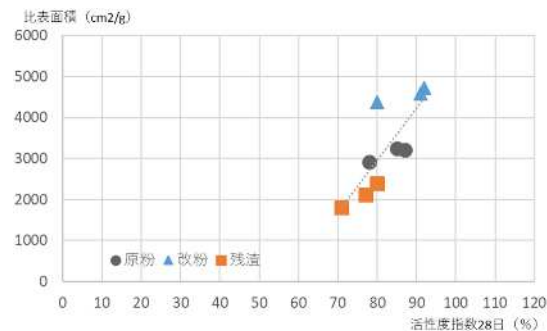


図-3 活性度指数と比表面積の関係

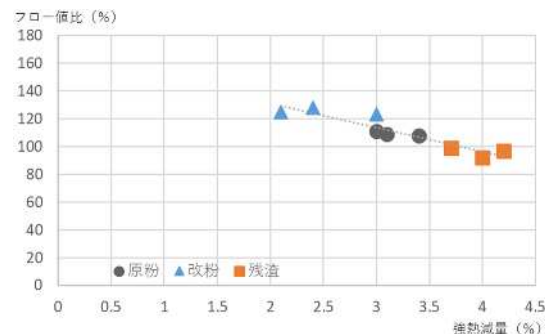


図-4 強熱減量とフロー値比の関係

積を除く物性値は、JIS I 種に適合するまで品質改善できることを確認した。

今後は、中和装置、マグネットストレーナおよび動圧ろ過の3工程のうち、品質改善に最も効果のある工程を選定するとともに、改質するフライアッシュの炭種数を増やし、改質後の品質変動範囲を確認する予定である。

### 参考文献

- 1) 高田龍一、中村博、神門誠、周藤将司、湿式動圧ろ過装置によるフライアッシュ改質分級とその評価に関する研究、コンクリート工学会年次論文集、Vol. 41、No. 1、pp. 173-178、2019
- 2) 宍道亮太、周藤将司、高田龍一、神門誠：湿式動圧ろ過分級によって改質されたフライアッシュのモルタル試験による基礎的性能の評価に関する研究、コンクリート工学年次論文集 Vol. 43、No. 1、pp. 95-100、2021
- 3) 特開平 08-337449 号