

III-513 流動床石炭灰の固化特性について

熊谷組 正員 大原英史
 細田信道
 出光興産(株) 大洞正量
 出光エンジニアリング(株) 原 正典

1. はじめに

近年、新設ボイラーの多くを占める流動床ボイラーから出る石炭灰(以下流動床灰)は微粉炭焚ボイラーから出る石炭灰(以下微粉炭灰)に比較して活性が高く、有効利用方法の開発が期待されている。本研究は、一般産業用ボイラーから出される流動床灰の基本的な特性を求めたものである。

2. 流動床石炭灰の物理化学的特性

流動床灰の物理化学特性を一般産業用ボイラーから出た微粉炭灰と比較して表1に示す。流動床灰が微粉炭灰と特に異なる点は、強熱減量(未燃炭素分)とCaO含有量である。これは流動床ボイラーでは、排ガス中に含まれるNO_x, SO_xを低く抑えるために、燃焼温度¹⁾が微粉炭ボイラーの約1300~1500℃に比べて、約800~1000℃と低く、そして石炭に石灰石を混入して燃焼させていることから、流動床灰の強熱減量、CaOは高くなっている。

3. 流動床石炭灰の締固め特性

JIS A 1210による締固め試験の結果を図1に示す。流動床灰は微粉炭灰と比較して、最適含水比が高く、また乾燥密度が低くなっている。それぞれ最適含水比は46%、25%、乾燥密度は1.09gf/cm³、1.32gf/cm³である。このことは微粉炭灰の形状がほぼ球形であり、また未燃炭素分(強熱減量)が少ないこと、それに対して、流動床灰はふぞろいの形状を呈し、また未燃炭素分が多いことによるものと考えられる。

微粉炭灰は、最適含水比で締固めることにより最大乾燥密度が得られるが、流動床灰では初期にCaOの水和反応(発熱およびCa(OH)₂への変化)が生じて、締固め特性も変化する。図2は流動床灰を混練直後および2時間放置後に締固め試験を行った結果である。2時間放置後の最適含水比は50%、乾燥密度は1.05gf/cm³であり、混練直後の46%、1.09gf/cm³よりも最適含水比は高く、乾燥密度は低くなっている。さらに図2では混練後から供試体作成までの時間経過と密度との関係が最大乾燥密度付近を境として逆転しているのが見られる。この現象は石炭灰のコンシステンシーが、粉末状か、あるいはペースト状であるかによって、大きく異なっている。粉末状の場合(含水比50%以下)は2時間経過後には、水和反応後のCa(OH)₂により膨潤した石炭灰を締固めることになるので、締固め密度が低下すると考えられる。ところ

表1 流動床灰の物理化学特性

項目	流動床灰	微粉炭灰	
比重(絶乾・真比重)	2.49	2.23	
粒度 砂分(0.074mm~)	8.5%	13.0%	
シルト分(0.005~0.074)	77.0	82.0	
粘土分(~0.005)	14.5	5.0	
化学成分	SiO ₂	39.5%	52.9%
	Al ₂ O ₃	22.4	21.9
	Fe ₂ O ₃	2.3	8.0
	CaO	25.4	9.7
	SO ₃	3.9	1.3
強熱減量 lg. Loss	20.7%	1.9%	
pH	13.3	12.5	

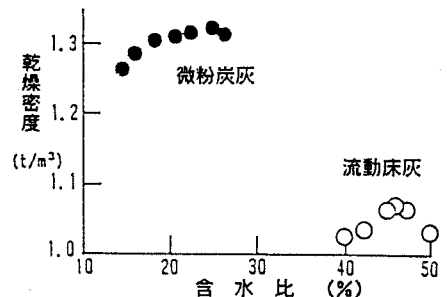


図1 流動床灰の締固め特性

がペースト状の場合は、混練直後に作成すると遊離水とともに締固めることとなり、2時間後に一部の遊離水と水和反応した $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を締固めたものよりも、小さな乾燥密度を示すことになったと考えられる。

4. 流動床灰の強度特性

図3は、流動床灰の最適含水比より5%乾燥側での一軸圧縮強度の経時変化を示したものであり、強度発現は材令1年経過後も継続し、一軸圧縮強度は約 $150\text{kgf}/\text{cm}^2$ に達する。ちなみに微粉炭灰の場合は、180日で $30\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度以下であることから、流動床灰の活性の高いことがわかる。

微粉炭灰の場合は、締固め試験の最大乾燥密度の時の最適含水比で最大の一軸圧縮強度を呈するが、一方、流動床灰の場合は図4にあるように、供試体を混練直後あるいは2時間放置後に作成した場合に異なった強度を示す。その時の含水比は図2にある最大乾燥密度の含水比とは異なっている。

混練直後に供試体を作成する場合は、最大一軸圧縮強度は $72.6\text{kgf}/\text{cm}^2$ で、その時の含水比は55% (乾燥密度は $0.93\text{gf}/\text{cm}^3$) であり、最大乾燥密度 $1.09\text{gf}/\text{cm}^3$ (含水比45%) の時の一軸圧縮強度は $55.3\text{kgf}/\text{cm}^2$ である。

混練2時間後に供試体を作成する場合は、最大一軸圧縮強度は $98.6\text{kgf}/\text{cm}^2$ で、その時の含水比は60% (乾燥密度は $0.98\text{gf}/\text{cm}^3$) であり、最大乾燥密度 $1.05\text{gf}/\text{cm}^3$ (含水比50%) の時の一軸圧縮強度は $35.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ である。このことは、流動床灰の水和反応による膨潤は2時間程度で収まること、2時間の水和による固化の方が、膨潤の強度に対する影響よりも効果が大きいことがいえる。

5. まとめ

上記各試験の結果、流動床灰の特性をまとめると以下に示す通りとなる。

- ① 流動床石灰灰は微粉炭灰に比べ、最適含水比は高く、最大乾燥密度は低いが、一軸圧縮強度は高い値を示す (最高 $\sigma_c = 98.6\text{kgf}/\text{cm}^2$)。
 - ② 流動床石灰灰の最大乾燥密度および最大強度は供試体を水と混練直後に作成するよりも混練2時間経過後に作成する場合に最大乾燥密度は小さくなるが強度は高くなる ($1.09\text{gf}/\text{cm}^3$ 、 $1.05\text{gf}/\text{cm}^3$ 、 $72.6\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、 $98.6\text{kgf}/\text{cm}^2$)。
- 流動床石灰灰の固化特性についてはまだまだ不明確な箇所が多い。今後さらに試験等を行い、その特性について把握していきたいと考えている。

参考文献 1) 石炭技術研究発表会 平成2年8月

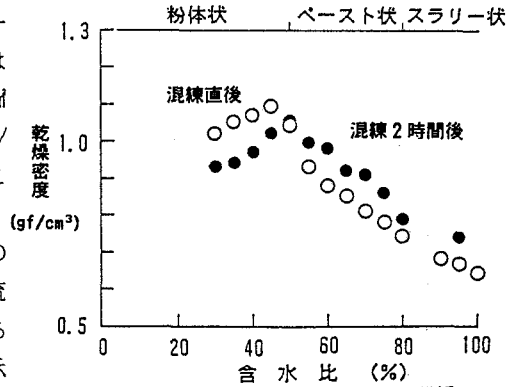


図2 乾燥密度と含水比の関係

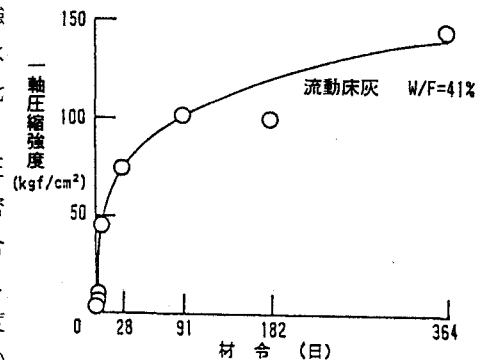


図3 流動床灰の強度発現

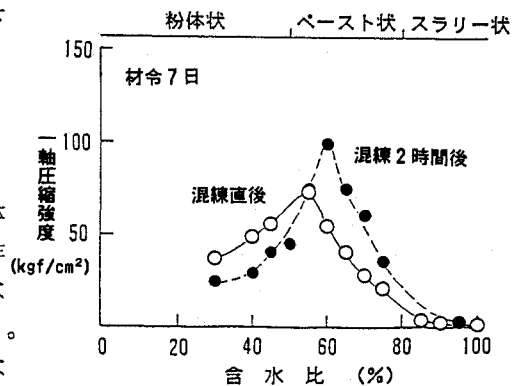


図4 強度発現と含水比の関係