

56. 高圧下 CO₂ ガス化速度に及ぼす炭種の影響

(岐阜大工)○ (正)神原信志*, (正)守富 寛, (出光興産) 藤原 尚樹

Effects of coal quality on CO₂ gasification rate under high pressure condition

○Shinji KAMBARA, Hiroshi MORITOMI (Gifu University, ERES), Naoki Fujiwara (Idemitsu)

SYNOPSIS

Gasification rate of 6 coal chars under high pressure condition was investigated by laser heater system. Effects of pressure, CO₂ concentration and temperature of char particle were considered. Impacts of coal quality on CO₂ gasification rate were studied in view of carbon structure of chars. It is found that carbon structure parameter, G/F, have good correlation with their gasification rate.

1. 緒言

将来の高度発電技術として有望視されている石炭ガス化複合発電プロセスは高圧下（3MPa 程度）で行われる。ガス化炉の設計やガス化用炭の選定のためには、高圧下でのガス化速度とそれに及ぼす炭種の影響を知ることは重要である。

高圧下でのガス化速度を実験的に得るには、加圧管状炉や加圧熱天秤、加圧パイロライザーといった装置が用いられている。しかし、これらの装置は滞留時間や昇温速度の制限や、実験時間とコストの制限から様々な炭種のガス化反応を総括的に迅速に得ることは困難である。

著者らは、レーザーヒーターにより高圧下の石炭のガス化速度を迅速に得る新たな手法を開発した¹⁾。

本研究では、この技術を用いて6炭種のガス化速度を測定し、それに及ぼす炭種の影響を考察した。

2. 実験方法および試料

高圧容器内に設置した粒径 50 μm 程度の1粒の石炭チャーを CO₂ レーザーにより加熱しガス化する。チャーは実験に先立ち、N₂ 雰囲気中でガス化条件と同じ圧力、レーザー出力で作成した。

石炭チャー粒子がガス化していく様子を高速度ビデオカメラで撮影し、石炭粒子の面積変化を画像処理解析で定量的に追跡することにより、石炭チャーのガス化速度を求めた。

石炭チャーは不均質なため、チャー1粒1粒のガス化速度は大きく異なる。予備実験により、代表的なデータが得られる実験回数を30回とし、ガス化速度はその平均から求めた。

実験に用いた6炭種の主な性状を Table 1 に示す。

Tabel.1 石炭の性状

Coal	Moisture	Ash	VM	FC	F.R.
A	11.1	4.1	33.4	51.4	1.54
B	7.3	7.2	30.3	55.1	1.82
C	6.6	6.9	40.2	46.3	1.15
D	15.5	5.0	42.1	37.4	0.89
E	17.9	3.9	41.2	37.0	0.90
F	7.0	6.2	39.2	47.6	1.21

air dry basis

実験条件は、圧力 0.1MPa, 0.5MPa, 3.0MPa, CO₂ 濃度 (N₂ バランス) 10% および 20%, レーザーヒーターパワー 2.0W (1100℃), 2.5W (1300℃), 3.5W (1500℃) とした。

3. 結果および考察

3.1. ガス化速度モデル

Fig.1 にガス化中の粒子面積の変化を示す。

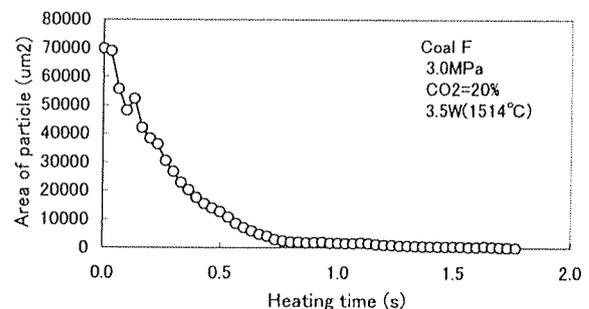


Fig.1 Variation of particle area for coal F

ガス化速度は、ガス化速度がガス化率によって変化するとしたモデル²⁾を用いて評価した。

$$\frac{dX}{dt} = r_a(t)(1-X) \quad (1)$$

Fig.2 には、(1)式によって解析した結果（実線）と実験結果を時間と反応率 X の関係で比較した。両者は良く一致し、レーザーヒーターガス化実験の結果は(1)で解析できることがわかる。

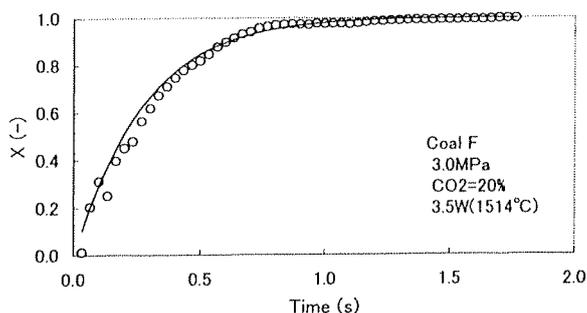


Fig.2 Fitting of gasification model by eq.(1)

3.2 ガス化速度の比較

Fig.3 に圧力に対するガス化速度 ($X=0.5$) の変化を 6 炭種について示す。圧力の増加に対しガス化速度は増加する。炭種によって異なるが、ガス化速度は圧力の 0.17~0.28 乗に比例する。

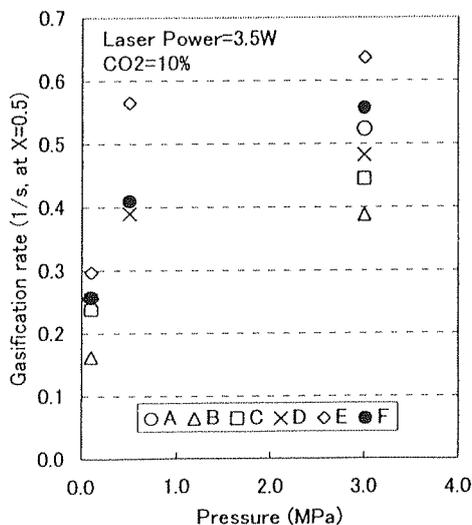


Fig.3 Variation of gasification rate for 6 coals as a function of gasification pressure

3.3 炭種の影響

筆者らは、微粉炭燃焼におけるチャーの燃焼性は、チャー炭素構造、ひいては石炭の炭素構造に強く関係することを示してきた³⁾。石炭やチャーの炭素構造を測定するには、顕微レーザーラマン分光法が最適である。Fig.4 には、顕微レーザーラマンにより C 炭のビトリナイト部を測定した結果を示す。スペクトルは、 1600cm^{-1} 付近にグラファイトのピーク、 1380cm^{-1} 付近に欠陥格子をもつ炭素 (Disorder) のピークが観測される。バックグラウンドは、Ar レーザー 518nm に励起された蛍光によるものである。炭素

環が発達していない構造ほど、バックグラウンドの強度は増す。

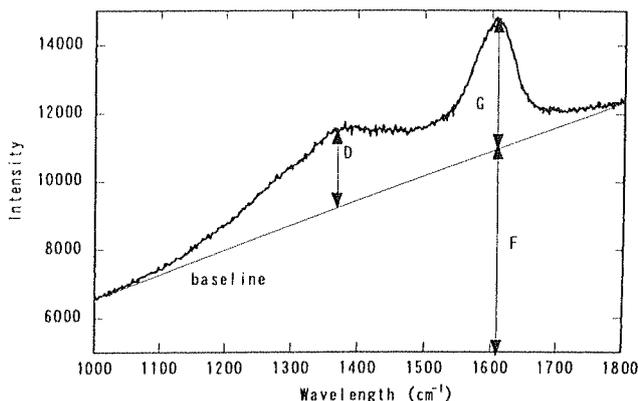


Fig.4 Laser raman spectra of vitrinite for coal C.

著者らは、石炭の炭素構造を評価するパラメータ G/F を先に提案した⁴⁾。Fig.5 には、 G/F とガス化速度の関係を示した。現在のところ 6 炭種ではあるが、両者は非常に良い相関を示す。

ガス化反応は、酸素の炭素への化学吸着が最も重要な役割を果たしているため、炭素構造を定量的に評価できれば、ガス化剤が異なっても炭種の影響を的確に評価できる可能性がある。

顕微レーザーラマン分光より得られるパラメータ G/F は、様々な炭種の高圧下でのガス化速度を推算するための指標となると推測される。

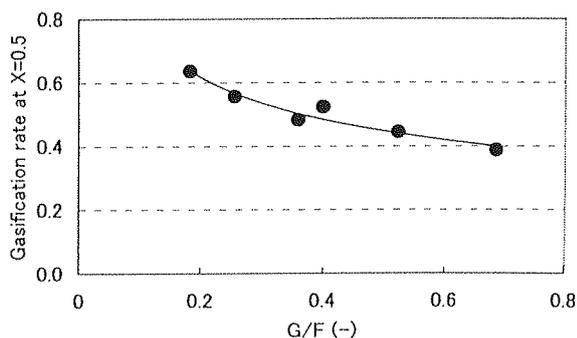


Fig.5 Relation between G/F and Gasification rate. (3.0MPa, $\text{CO}_2=10\%$, 1514°C)

参考文献

- 1) 神原ら, 第 10 回日本エネルギー学会大会大会講演要旨集, 115-118 (2001)
- 2) 笠岡, 阪田, 化学工学論文集, 8, 174-180 (1982)
- 3) Kambara et al., Proc. of 11th Int. Conf. on Coal Science, No.242 (2001)
- 4) Kambara et al., Proc. of 9th Int. Conf. on Coal Science, Essen(Germany), 2, 1241-1244 (1997)
- 5) 橋本, 三浦, 燃料協会誌, 65(10), 798-807 (1986)

*Tel :058-293-2581 Fax :058-293-2581 E-mail :
kambara@cc.gifu-u.ac.jp