

## 8. 微粉炭火力発電プロセスシミュレーターの開発

(岐阜大院)○(学)針金 祐一, (正)神原 信志\*, (正)守富 寛

Development of process simulator for pulverized coal power plants

○ Yuichi HARIGANE, Shinji KAMBARA, Hiroshi MORITOMI (Gifu University, ERES)

### SYNOPSIS

Advanced process simulator for pulverized coal fired power station has been developed to predict coal quality impacts and their economical performance. In this study, process design of a 350 MW power plant is built as an example on ASPEN PLUS. Effects of coal quality on performance of a mill, combustibility, NO<sub>x</sub> emission, power consumption of fans were incorporated as linear equations involving coal properties only. Calculation results of power generation efficiency for three different coals show good agreement with actual plant data.

### 1. 緒言

我が国においては、種々のエネルギー源の確保は重要な課題であり、今後も石炭火力の担う役割は重要である。昨今、原油のみならず石炭も需給が逼迫しており、将来は炭種を問わず、高効率かつクリーンに利用できる技術が求められる。石炭は炭種によって含有成分が異なるため、経済性と環境保全を両立するには、それぞれの炭種に適した運転条件を的確に設定する必要がある。

本研究では、経済性と環境性能に及ぼす炭種の影響を考慮した石炭火力発電プロセスシミュレーターの開発を目的としている。本報告では、汎用のプロセスシミュレーター「Aspen Plus」を基盤として、炭種の影響を独自に組み込んだシステムを構築し、石炭の性状からその影響を予測する微粉炭火力発電プロセスシミュレーターを開発したので報告する。

### 2. プロセスの構築

Aspen Plus を用いて構築した微粉炭燃焼発電プロセスを Fig.1 に示す。

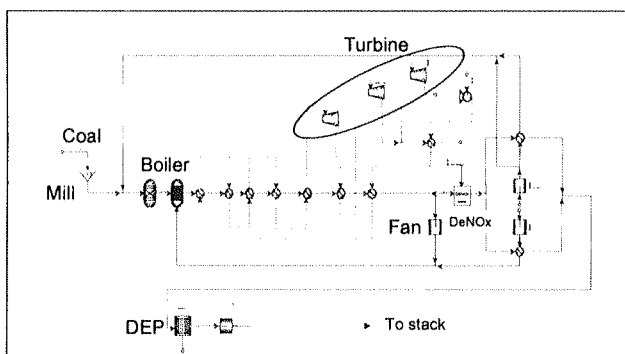


Fig.1 Design of p.c. process by Aspen Plus

プロセスは、微粉炭機、ボイラーを模擬する分解炉と燃焼炉、熱交換機、送風機、タービン、脱硝装置、電気集塵機で構成した。このうち、炭種の影響を考慮した装置は、微粉炭機、ボイラー、電気集塵機および空気量・排ガス量の変化に影響を受ける送風機である。

### 3. 計算入力条件

#### 3.1 石炭

計算に使用した3炭種の石炭性状を Table 1 に示す。燃料比の高い A 炭および燃料比の低い B, C 炭について経済性(発電効率)と環境性能(NO<sub>x</sub>濃度)を推算した。

石炭は、まず 1~5cm の粒径分布で微粉炭機に供給され、平均粒径 60 μm 程度の微粉炭に粉砕されると仮定した。微粉炭はすべての成分が分解炉で炭素(s)とその他成分ガスに分解され、その後の燃焼炉で未燃炭素分を除く成分が燃焼し熱に変換される。燃焼炉から出た高温排ガスは、熱交換機群(Superheater や Reheater)を通過し蒸気を発生させる。本報で想定したプラントは発電量 350MW のプラントであり、Table 2 に示す蒸気に変換され、高圧、中圧、低圧の蒸気タービンにより再熱再生方式で発電される。

入力値は主に石炭の性状から工業分析値、元素分析値、灰組成、HGI および発熱量、実機データから石炭給炭量、燃焼用空気流量、外気温度、蒸気条件等とし、A~C の3炭種 (Table 2) について計算を行った。

Table 1 Steam conditions for calculation

Power generation / MW		350
Main steam	F. rate / kg/h	1,027,779
	Temp. / °C	541
	Pres. / atm	246
Reheat steam	F. rate / kg/h	817,659
	Temp. / °C	595
	Pres. / atm	37

Table 2 Coal properties

Coal		A	B	C	
Total moisture	wt%	8.5	13.2	9.8	
HGI	-	69	46	40	
Heating value	kcal/kg	6868	6670	6699	
Proximate analysis	Moisture	wt%	2.1	8.3	4.0
	Ash	wt%	14.9	5.1	14.2
	VM	wt%	25.0	41.8	40.4
	FC	wt%	58.0	44.9	41.4
Ultimate analysis	C	wt%	74.20	76.00	60.02
	H	wt%	4.19	5.21	5.21
	N	wt%	1.57	1.68	1.30
	S	wt%	0.34	0.55	0.50
	O	wt%	4.50	11.60	13.05

3.2 炭種の影響予測式の導入

プロセスに及ぼす種々の影響を予測するため、シミュレーター内に石炭の性状からの予測式を組み込んだ。これにより微粉炭機動力、未燃分、NOx 濃度、電気集塵機動力の予測が可能となる<sup>1)</sup>。例えば、未燃分の予測は、次式により石炭性状から未燃割合を予測することで計算を行う。

$$\text{未燃割合(\%)} = 9.097 \times \frac{(\text{燃料比})^2}{\text{灰分}} - 0.3654 \quad (1)$$

3.3 シミュレーション結果の評価方法

実際の微粉炭火力において、微粉炭機と送排風機 (PAF, FDF, IDF, GMF) の動力および電気集塵機の動力はプラント所内動力の約9割を占める。本報では、これらの合計を所内動力として定義し、炭種別の発電効率を(2)式で計算し、実機データと比較することで計算精度の評価および炭種の影響評価を行う。

発電効率  $\eta$  (%)

$$= \frac{\text{発電出力}P(W) - \text{所内動力}P_0(W)}{\text{燃料発熱量(kcal/kg)} \times \text{燃料供給量(kg/h)}} \times 100 \quad (2)$$

4. 結果と考察

4.1 NOx 濃度

シミュレーター内に組み込んだ NOx 濃度予測式により、節炭器出口の NOx 濃度を炭種別に計算した。その計算値は実測値よりも低い値となるが、炭種間で比較すると概ね一致することが確認された(Fig.2)。

4.2 所内動力計算結果

先に定義した所内動力を計算した。Fig.3 には動力計算結果の例として、PAF (1次空気送風機) の所要

動力計算値と実機データとを比較したものを示す。両者はほぼ一致し、炭種の影響も表現できる。その他の送風機や微粉炭機、電気集塵機についても同様の結果を示し、これらをもとに発電効率を評価することが可能である。

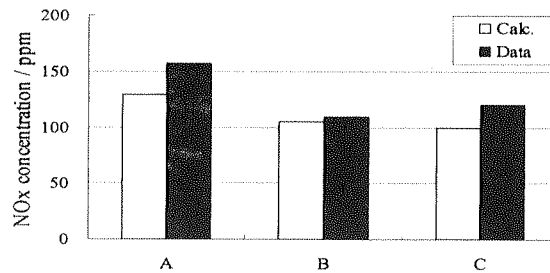


Fig.2 Prediction of NOx concentration

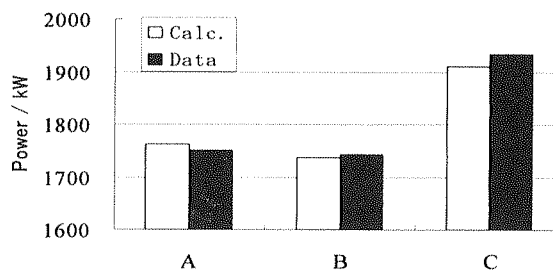


Fig.3 Calc. results of power comparison of PAF.

4.3 発電効率

3炭種についての発電効率の計算結果と実機データとの比較を Fig.4 に示す。図から計算結果は3炭種とも発電効率がやや高くなる傾向があるが、炭種の傾向を含めて精度良く計算できていることがわかる。

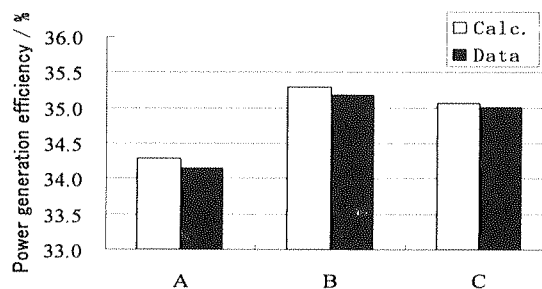


Fig.4 Estimation of power generation efficiency

5. 結言

炭種の影響を考慮した微粉炭火力発電プロセスシミュレーターを開発した。各装置の所用動力と NOx 濃度を予測し、最終的に炭種別の発電効率を評価し、概ね実機データと一致することを確認した。

参考文献

1) S.Kambara and T.Yamada, Effects of Coal Quality on Power Plants 5th Int. Conf., Kansas City(U.S.A), 5, 15-29, 1997.

Tel&Fax:058-293-3341 E-mail:kambara@cc.gifu-u.ac.jp