

40. 石炭・バイオマス火力発電プロセスシミュレーターの開発

(岐阜大院) ○針金祐一, 神原信志, 守富 寛
(シーテック) 西山明雄

Development of process simulator for pulverized coal and biomass power plants

○ Yuichi HIRIGANE, Shinji KAMBARA, Hiroshi MORITOMI (Gifu University, ERES)
Akio NISHIYAMA (C-Tech Corporation, Ltd.)

SYNOPSIS

Advanced process simulator for pulverized coal fired power station has been developed to predict coal quality impacts on economical performance. Process simulation logics of a 350 MW coal fired power plant are built on ASPEN PLUS, and their process characteristics are calculated. In this study, effects of coal quality and biomass blending on performance of power plants were studied. Calculation results of power generation efficiency for coals show good agreement with actual plant data. It is found that biomass co-combustion is decreased power generation efficiency.

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。さらには、二酸化炭素削減の観点から木質バイオマスと石炭との混焼に対する期待は大きく、すでに実用化もなされている。本研究では、経済性と環境性能を評価する石炭・バイオマス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。また、これを利用し木質バイオマスとの混焼の計算も試みた。

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。

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、脱硫装置で構成した。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4炭種の石炭性状を Table 1 に示す。燃料比の高い A 炭, 低い B 炭や発熱量の大きい C 炭について経済性(発電効率)と環境性能(NOx 濃度)を推算した。

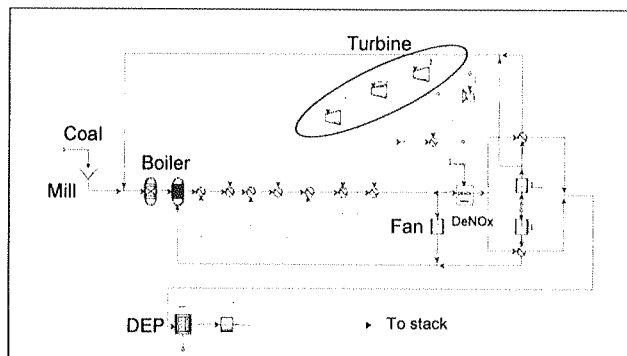


Fig.1 Design of p.c. process by Aspen Plus

Table 1 Fuel properties

Fuel		CoalA	CoalB	CoalC	CoalD	Biomass	
Total moisture	wt%	8.5	13.2	8.6	8.0	20.0	
HGI	-	69	46	66	49	35	
Heating value	kcal/kg	6868	6670	7188	6879	4500	
Proximate analysis	Moisture	wt%	2.1	8.3	2.2	2.1	10.0
	Ash	wt%	14.9	5.1	10.6	12.0	0.5
	VM	wt%	25.0	41.8	32.0	31.7	80.0
	FC	wt%	58.0	44.9	55.2	54.2	9.5
Ultimate analysis	C	wt%	74.20	76.00	76.50	71.67	45.39
	H	wt%	4.19	5.21	4.72	4.60	5.00
	N	wt%	1.57	1.68	1.40	1.62	1.00
	S	wt%	0.34	0.55	0.52	0.40	0.10
	O	wt%	4.50	11.60	6.10	7.62	38.01

石炭は、まず 1~5cm の粒径分布で微粉炭機に供給され、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 (Super heater 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、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、実機データから外気温度、蒸気条件等とし計算を行った。

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。これにより給炭量、微粉炭機動力等所内動力、未燃分、NOx 濃度の予測が可能となる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、微粉炭機と各送排風機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(1)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 η (%)

$$\eta = \frac{\text{発電出力 } P(W) - \text{所内動力 } P_0(W)}{\text{燃料発熱量(kcal/kg)} \times \text{燃料供給量(kg/h)}} \times 100 \quad (1)$$

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)。

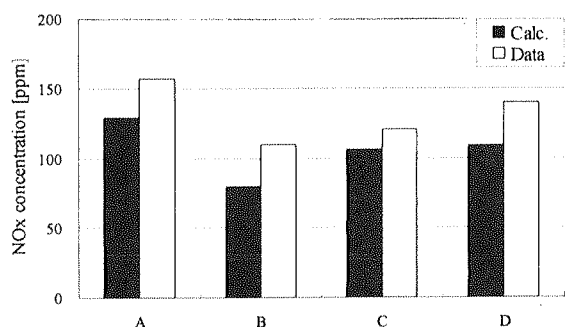


Fig.2 Prediction of NOx concentration

4.2 発電効率

先に定義した所内動力を計算し、発電効率を算出した。Fig.3 には 4 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示す。図から計算結果は 4 炭種とも発電効率がやや低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。

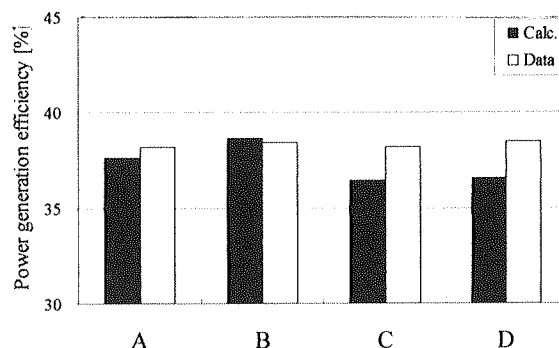


Fig.3 Estimation of power generation efficiency

4.3 木質バイオマス混焼

A 炭と木質バイオマス(建廃チップ)との混焼を計算した。結果から、混焼率が増加するにしたがい発電効率の低下がみられる(Fig.4)。これは粉砕に要する動力が増加するためであり、プラントの運転に影響を及ぼす。14%の混焼で発電効率は約 0.2%の低下となった。

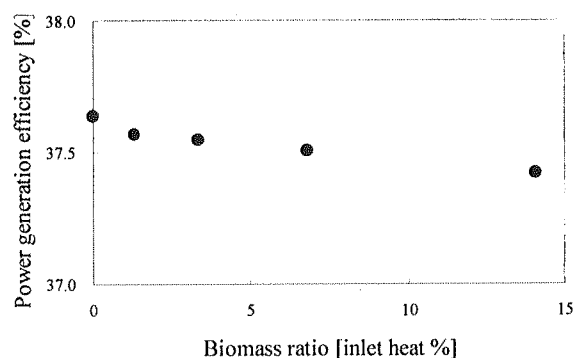


Fig.4 Influence of biomass ratio on power generation efficiency

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。NOx 濃度や発電効率を予測し、概ね実機データと一致した。また、バイオマスの混焼についても計算結果にこれらの影響が現われることが確認された。

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