

22. 微粉炭燃焼プロセスにおける微量元素放出挙動への炭種の影響

(東京電力株) ○ 桑原 隆
(岐阜大学) 神原信志 守富 寛

Effects of coal types on trace elements emission in pulverized coal fired process

○ Takashi KUWABARA (Tokyo Electric Power Company)
Shinji KAMBARA, Hiroshi MORITOMI (Gifu University)

SYNOPSIS: The partitioning behavior of boron in pulverized coal combustion is investigated to estimate boron concentration in waste water from power station. Boron content in fly ash that was collected by cyclone is analyzed for ten coals. Boron recovery is different from coal type; for example, a significant amount of boron is retained in the fly ash for some types of coal. The recovery is compared with boron content and various properties of the coal and the fly ash. However, almost all the properties have not directly correlation with the boron recovery, although only Ca content in fly ash indicates roughly relationship. To clear effects of coal types on the partitioning behavior of boron, it is important to understand boron vaporization process and coagulation process. Fundamental tests for boron vaporization also were performed to determine control process of boron behavior during combustion.

1. 緒言

日本の一般炭消費量は年間(2001)で9,000万トンに達しており、その97%は海外から輸入されている。この内電気事業における使用量は約6,300万トンを占めており、銘柄も数十炭種に及んでいる。電力会社は多くの石炭の中から低コスト、低リスクの炭種を選定するため、それぞれのプラントにおける適合性、経済性を事前に評価するツールを開発し、これを使用して発電所運営にあっている。¹⁾

近年、国内の水質環境規制が強化されたことにより、フッ素とホウ素が新たな規制項目として追加された。これによって石炭を使用するにあたってはこれらを含む微量元素に関する事前評価についても実施する必要性が生じてきている。しかし、燃焼中のホウ素の挙動に関する研究²⁾はあまりなされていない。

本研究では微粉炭燃焼プロセスから放出される微量元素の一つであるホウ素に注目してそのフライアッシュへの移行率について調査した。この結果から移行率が20~100%と幅広い値を示し、炭種の影響が大きいことが示された。この炭種の影響が何に起因するかを調べるため、10炭種の石炭を選定し、燃焼試験装置を使用してフライアッシュへのホウ素の移行率を求め、石炭性状との相関について検討したのでこの結果について報告する。

2. 実験

2.1 試料

実験に使用した石炭はインドネシア炭2炭種、中国炭3炭種、南アフリカ炭2炭種、豪州炭3炭種の合計10炭種

で性状を表-1に示した。燃料比の範囲は0.96から2.16でホウ素の含有率の範囲は25ppmから245ppmである。

表-1 石炭性状

Coal	Proximate[wt%,db]			Fuel ratio [-]	B [mg/kg,db]
	Ash	Volatile	FC		
IND-BD	3.3	49.4	47.4	0.96	101
IND-AB	2.2	49.1	48.7	0.99	84
PRC-RK	19.8	36.9	43.3	1.17	245
PRC-EN	7.7	34.8	57.5	1.65	92
PRC-KS	10.3	32.5	57.3	1.76	65
SAF-DK	13.5	27.6	58.9	2.14	45
SAF-AT	14.4	28.5	57.0	2.00	45
AUS-MC	15.1	32.9	51.9	1.58	74
AUS-ES	11.5	28.0	60.5	2.16	35
AUS-CH	14.7	31.4	53.9	1.72	25

2.2 燃焼試験装置及び条件

図-1及び表-2に燃焼試験装置及び燃焼条件を示した。石炭の処理量は5kg/hrで火炉の大きさは内径300mm、炉長2,500mmである。予め粉碎された石炭は、微粉炭ホッパに貯められた後、テーブルフィーダーによって定量的に切り出され、一次空気で火炉に搬送される。予熱された二次空気がバーナ口と二段燃焼ポートから供給される。燃焼排ガスは火炉出口で一部採取された後、排ガス分析装置によって連続的に分析され、未燃分とフライアッシュはサイクロンで回収される。更に、排ガスはバグフィルタで脱塵され、水スクラバで洗浄されて大気放出される。No3に示す条件でフライアッシュを1hr採取し、フライアッシュの回収量及びホウ素含有率を測定して移行率を求めた。

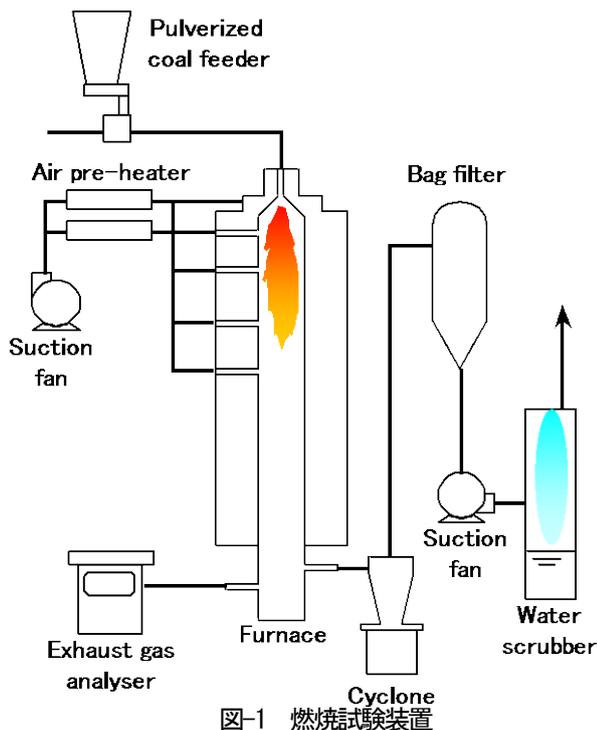


図-1 燃焼試験装置

表-2 燃焼条件

Condition Items	Unit	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
Particle average size	μm			35-45		
Coal feed	kg/hr	4-5 (equivalent to 29,900 kcal/hr)				
Primary air velocity	m/s	19	←	←	←	←
Air ratio	-	1.15	←	←	←	←
OFA factor	-	0	6.7	11.2	16.0	22.3

3. 結果及び考察

3.1 ホウ素移行率

10 炭種のフライアッシュへのホウ素移行率は 25%~69% で幅広い範囲を示した。高い値を示した石炭はインドネシア炭の 2 炭種 (IND-BD, IND-AB) で 70% 近い移行率であった。中国炭の 2 炭種 (PRC-EN, PRC-KS) と南アフリカ炭の 2 炭種 (SAF-DK, SAF-AT) は 55% 前後の移行率を示し、中程度の値を示した。豪州炭の 3 炭種 (AUS-MC, AUS-ES, AUS-CH) と最もホウ素含有率の高い中国炭の 1 炭種 (PRC-RK) は 40% 以下の低い移行率を示した。

3.2 石炭性状とホウ素移行率

フライアッシュへのホウ素移行率がどのような石炭性状に影響を受けるかについて検討するため、様々な石炭性状との相関を調べた。石炭中のホウ素含有率はホウ素移行率とほとんど相関がなかった。また、石炭有機質の特性を示す、燃料比、O/C, H/C についても相関はみられなかったが、一方で灰分とは負の相関がみられた。

原炭の灰組成との相関について調べた結果、CaO と MgO 含有率と正の相関がみられた。CaO とホウ素移行率の関係を図-2 に示した。一方、灰組成から石炭中の CaO と MgO

の含有率として相関を調べると正の相関は認められるものの一部の炭種についてはほぼ同一のホウ素移行率を示すにもかかわらず、CaO と MgO の含有率に大きな差があることがわかった。

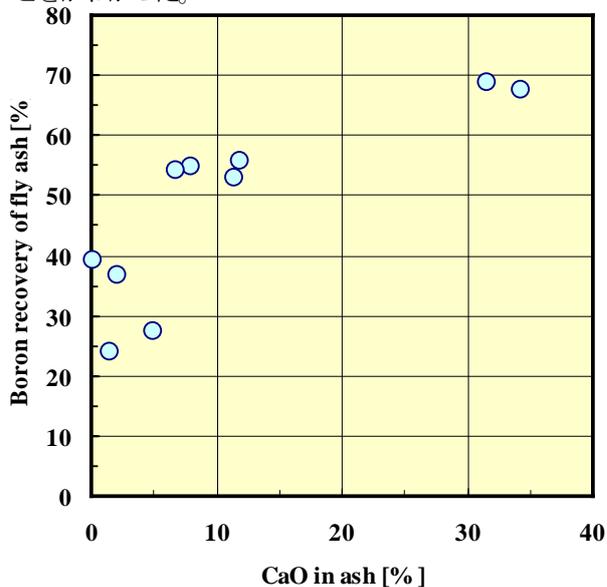


図-2 灰中 CaO 含有率とホウ素移行率の関係

そこで EPMA と XRD を使用して Ca と Mg の石炭中での分散状態と形態を調べたところ、これらが炭種によって異なることがわかった。ホウ素移行率の高いインドネシアの 2 炭種では Ca と Mg が石炭中に微分散しているが、これらを含む鉱物が認められなかった。石炭中の CaO と MgO 含有率の高い南アフリカの 2 炭種では粒子として分散しており、Calcite や Dolomite の存在が認められた。一方、最もホウ素含有率の高い中国の 1 炭種ではこれらの元素の分布と形態がほとんど認められなかった。これらはホウ素のフライアッシュへの移行率が Ca と Mg の含有率だけではなく、その分散及び形態にも影響されることを示しているものと思われる。

4. 結言

10 炭種の石炭について燃焼試験を実施し、フライアッシュへのホウ素移行率について調べた結果、以下の知見を得ることができた。

- ・フライアッシュへのホウ素移行率は原炭中の CaO と MgO 含有率に影響を受ける。
- ・原炭中の Ca と Mg の分散状態と形態にも影響を受ける。

参考文献

- 1) S. Kambara et al., Effects of Coal Quality on Power Plants 5th Int. Conf., (eds) Harding N.S. and Mehta A.K, 5, 15-29, 1997.
- 2) S. Kambara et al., Proc. of 4th UK Meeting on Coal Research and Its Applications, 7, 2002.
- 3) S. Kambara et al, Proc. Coal Sci. Conf. Japan, 38, 203-206, 2001.