石炭の加圧流動ガス化による生成灰

—1980.9.22 受理—

北海道工業開発試験所

田崎米四郎, 本間 專 治, 弓山 翠
武田 詔 平, 北野 邦 尋, 山口 弘
河 端 淳 一

1. 緒 言

わが国で昭和54年度一年間に販売された石炭は、国内産出炭と輸入炭とを合せると約7700万トンにもなっている。その用途は鉄鋼関係が6000万トン、火力発電所が900万トン、その他が800万トンとなっている¹⁾。石炭を燃焼させた後には、石炭中の無機物が灰分として残る。この灰は、火力発電所ではクリンカーアッシュ、シンダーアッシュおよびフライアッシュとして回収され、昭和54年度には約200万トンにも達している。これら石炭火力からの灰²⁾はセメント混和材、人工骨材、埋立、肥料³⁾などとして利用されており、またその他への利用のための研究も盛んである。鉄鋼では灰はスラグとして回収され、その質源化については日本鉄鋼連盟に設置されたスラグ資源化委員会を中心に活発な研究活動が行われている⁴⁾。

石炭の使用量は今後ますます増大するであろう。すなわち、既設の石油火力発電所の石炭への燃料転換、新規石炭火力発電所の建設と石炭エネルギーの新しい利用法として、サンシャイン計画の中で取り組まれている石炭のガス化、液化によるものである。このうち、石炭のガス化では低カロリーガス化、高カロリーガス化の2通りの研究が行われており、双方とも実用化1号プラントは石炭処理量が1000トン/日の規模のものが計画されている⁵⁾。使用する炭種によってその灰分は異なるが、それを約15%としても年間約11万トンもの灰が石炭のガス化によって生産されることになる。さらに実用化プラントがスケールアップされるに従ってガス化灰の量はますます増大する。それ故、石炭のガス化プロセスで排出される灰の有効利用法を確立することが急がれるが、ガス化灰に関する研究報告は1, 2^{6,7)}を除いて見当たらない。

そこで、本研究においては北海道工業開発試験所において昭和50年度から行ってきた石炭チャーを空気と

水蒸気によって加圧流動ガス化した場合に生ずる灰とダストの性状について報告する。

2. 実験装置および試料

ガス化炉の本体はFig. 1にその概要を示したが内径75mm、高さ1400mm、耐圧10気圧である。その他の仕様と運転方法は前報⁸⁾のとおりである。ガス化炉の温度はFig. 2に示したように $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲によく制御されている。炉内上部はこれより 60°C 位低くなっている。

実験に用いた試料は太平洋炭を内径300mmの流動層を用いて 500°C で乾留したチャーで、その工業分析値元素分析値およびその他の性状をTable 1に示した。

Fig. 1 Fluidized pressurized coal gasifier

Fig. 2 Temperature in gasifier

Table 1 Proximate analysis, ultimate analysis and physical properties of coal and coal char employed for the experiment

	Taiheiyo coal	500°C char
Proximate analysis (wt%)		
Moisture	4.7	3.9
Ash	10.2	15.7
Volatile matter	45.9	21.0
Fixed carbon	39.2	59.4
Ultimate analysis (dry%)		
C	68.2	67.4
H	5.7	3.5
O	14.8	12.4
N	1.0	0.8
S	0.1	0.1
ash	10.2	15.7
H. H. V. (Kcal/Kg)	6,487	6,570
u_{mf} (cm/sec)	21.5	15.0
d_p (mm under)	2.0	2.0
$\bar{d}_p$ (mm)*	0.45	0.44
ρ_b (g/cm ³)	0.65	0.38

* mean surface diameter

3. 実験結果および考察

ガス化炉に供給された原料チャーはガス化されて粒子径が小さくなってガス分散板から30cmの高さからオーバーフロー灰として、またガス化炉から出た後で生

成ガスのサイクロンダストおよび水洗浄器捕集ダストとして炉外へ排出される。これら灰およびダストの粒子径分布をFig. 3に示した。実験終了後のガス化炉内残量 (bed residue) の粒子径分布は原料チャーのそれに比べて小さい方へ移行している。オーバーフロー灰は炉内残量よりさらに小さい方へ粒径分布が移行している。流動層は完全混合に近い流動状態にあるとされているが、この結果をみると径の小さい粒子は流動層

Fig. 3 Particle size distribution

Table 2 Mean diameter of 50% cumulative undersize

Run No.	Bed temp. [°C]	Coal char [mm]	Bed residue [mm]	Over-flow ash [mm]	Cyclone dust [mm]	Purifier dust [mm]
55	880	0.73	0.65	0.40	0.18	0.12
82	950	0.73	0.63	0.42	0.20	0.03
68	1,000	0.73	—	0.44	0.17	0.22

上部に分級されて、炉外に排出されていることがわかる。サイクロンと水洗浄器で捕集した生成ガス中の微粉の粒径分布も同図中に示した。Fig. 3の縦軸は篩下重量の積算値を示している。この値が50%になる粒子径を篩下重量50%平均粒子径とし、Table 2に示した。層内残量とオーバーフロー灰の平均径は本実験の温度範囲ではあまり変らなかった。これに対して、サイクロンダストと洗浄器ダストの平均径はばらつきが大きい。これはサイクロンの集塵効率にも依存しており、石炭の流動ガス化プロセスにおける微粉の集塵対策は重要である。

オーバーフロー灰、サイクロンダスト、洗浄器ダストの量はガス化温度、圧力によっても多少影響されたが⁶⁾、おもにガス化炉形式と原料処理量に依存する。本実験の場合、原料処理量とオーバーフロー灰の量およびサイクロンダストと洗浄器ダストを合せた量はガス化炉の操作条件によってばらつきがみられたが、平均的な実験値をTable 3に示した。原料チャーの処理量が大きいと灰とダストを合せた量も大きくなった。この傾向はガス化炉がスケールアップされるに従ってさらに大きくなるとは断定出来ないが、膨大な量には

なるであろう。

Table 3 Relation between throughput of coal char and over-flow ash, cyclone dust and purifier dust [kg/day]

Throughput of coal char	150	100	50
Over-flow ash	36	9	2
Cyclone and purifier dust	67	24	6

これら灰およびダストには未燃分が含まれている。Table 4に、それらの工業分析値と元素分析値を示した。サイクロンと洗浄器ダストは固定炭素が約50%残っており、このままでは灰として利用することは困難である。オーバーフロー灰もガス化温度によって変わるが、灰分が約80%であるので、未燃分の処理方法も重要な研究課題となる。

Table 5にオーバーフロー灰と太平洋炭を約90%用いている電源開発株式会社磯子発電所のフライアッシュの化学分析値を示した。この表では各試料とも強熱減量をゼロとした場合の値を示した。ガス化灰はフライアッシュにくらべてSiO₂が少なく、Al₂O₃および

Table 4 Proximate analysis and ultimate analysis of ash and dust

Bed temp. [°C]	Particles	Proximate analysis (wt%)				Ultimate analysis (dry%)	
		Moisture	Ash	V. M.	F. C.	C	H
880	Over-flow ash	1.50	76.43	3.84	18.23	22.46	0.85
	Bed residue	0.57	88.30	3.57	7.56	12.87	0.56
	Cyclone dust	4.05	36.83	7.96	51.16	58.84	1.72
	Purifier dust	2.94	56.40	10.00	30.66	38.74	1.68
950	Over-flow ash	0.58	73.59	3.16	22.67	24.34	0.72
	Bed residue	0.17	88.51	2.82	8.50	11.03	0.54
	Cyclone dust	2.09	43.97	4.85	49.09	51.57	1.18
	Purifier dust	0.96	70.28	8.69	20.07	25.89	1.19
1000	Over-flow ash	0.47	84.02	3.11	12.40	15.57	0.78
	Bed residue	0.18	95.70	2.35	1.77	4.89	1.06
	Cyclone dust	0.91	48.64	5.49	44.96	46.94	1.04
	Purifier dust	2.66	40.54	8.12	48.68	55.69	1.78

Table 5 Chemical analysis of over-flow ash and fly ash

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
Over-flow ash Bed temp. [°C]							
880	49.9	32.3	6.0	8.3	1.1	1.5	0.4
950	50.0	32.4	6.1	7.8	1.2	1.6	0.5
1000	51.5	32.8	5.7	6.6	0.9	1.6	0.5
Fly ash of Isogo power plant*	56.6	26.6	6.3	4.9	1.0	—	—

* coal direct combustion

CaO が多い。Fe₂O₃ と MgO は同程度である。ガス化灰では、ガス化温度が高くなると SiO₂ が多くなり、CaO は少なくなる。他成分については有為の差は認められない。

4. 結 言

太平洋炭チャーの流動ガス化灰の未燃分は約20%であり、化学組成は同炭を用いる火力発電所から排出されるフライアッシュの化学組成とほぼ同じである。

一方、生成ガス脱塵後の粒子径の小さいサイクロンダスト、洗浄器ダストは未燃固定炭素を約50%含んでいる。これらオーバーフロー灰、サイクロンダスト、洗浄器ダスト中の未燃カーボンは、これを再び熱回収処理することが必要となる。たとえば流動燃焼装置をガス化プラントの一部として組み込んでガス化用水蒸気を製造することが考えられるが、そのための技術的

検討が急がれる。

文 献

- 1) 燃協誌, **59**, 469 (1980)
- 2) 玉貫 滋, 燃協誌, **58**, 815 (1979)
- 3) 本間専治, 田崎米四郎, 伊藤 靖, 三井茂夫, 化学工学協会第44年会講演要旨集 B320 (1979)
- 4) 永井 灝, 骨材資源, No.35 (1977)
- 5) 80年代の通産政策ビジョン, 通商産業省, 産業構造審議会編 (1980年4月)
- 6) 本間専治, 河端淳一, 弓山 翠, 田崎米四郎, 武田詔平, 山口 弘, 燃協誌, **58**, 219 (1979)
- 7) S.J. Gasior, A.J. Forney, W.P. Haynes and R.F. Kenny, AIChE SYMPOSIUM SERIES, No. 156, vol. 72, p. 117

Studies on Ash and Dust Generated by Pressurized Fluidized Bed Gasification of Coal Char

Yoneshiro TAZAKI, Shohei TAKEDA, Midori YUMIYAMA,
Senji HONMA, Kunihiro KITANO, Hiroshi YAMAGUCHI
and Jun-ichi KAWABATA

(Government Industrial Development Laboratory, Hokkaido)

SYNOPSIS:—Properties of coal ash as well as fine dust were analyzed and studied. Coal char was fed continuously to the bed and gasified by air-steam mixture in pressurized fluidized bed gasifier with an inner diameter of 75 mm.

Coal ash was over-flowed from a pipe which was situated at 300 mm from the gas distributor. Fine dust was removed by cyclone and gas purifier.

Produced rate, size distribution, proximate analysis, ultimate analysis and chemical analysis of ash and dust were studied. Especially, chemical analysis of over-flow ash was compared with that of fly ash generated by electric power plant using coal.