

4. 固定発生源におけるばいじん量及び粒度分布調査(第Ⅱ報)

Investigation of Dust Emissions and its Size
Distribution from Stationary Sources.(Ⅱ)

井上俊明	Toshiaki INOUE
中村清治	Seiji NAKAMURA
柴田幸雄	Yukio SHIBATA
鈴木勲	Isao SUZUKI
松尾清孝	Kiyotaka MATSUO
黒沢芳則	Yoshinori KUROSAWA
市橋正之	Masayuki ICHIHASHI
佐藤賢二*	Kenji SATOH

1 はじめに

ばいじん排出量規制の基礎資料を得るために、56年度以降引き続き市内の主要ばい煙発生施設から排出されるばいじん量の実態調査を行っている。

今回、昭和57年度に18施設におけるばいじん排出量及び粒度分布の測定を行ったのでその結果を報告する。

2 調査期間

昭和57年4月～昭和58年1月

3 調査対象施設

ボイラー	15基
COボイラー	1基
キューボラ	1基
高炉熱風炉	1基

なお、測定対象施設の調査時における稼動状況は付表1のとおりである。

4 測定方法

4-1 ばいじん量

JIS Z8808-1977, 「排ガス中のダスト濃度測定方法」による。

* 川崎市公害局騒音振動第二課

4.2 粒度分布

粒度分布測定には、アンダーセンスタックサンプラーを用い、等速吸引等の操作についてはJIS Z 8808-1977に準拠して行った。

4.3 その他

排ガス温度、排ガス中の水分量、排ガス流量の測定は、JIS Z 8808-1977、及びJIS B 8222-1957「陸用ボイラーの熱勘定方式」に準拠して行った。

また、排ガス組成は、オルザット分析により測定した。

5 測定装置

ばいじん捕集装置としてI型円筒濾紙法、粒径分布測定器としてアンダーセンスタックサンプラー(ダイレックMODEL AS-500)を用いて測定した。

アンダーセンスタックサンプラーの概要及び粒子径の計算方法は前報による。¹⁾

6 粒度分布の求め方^{2),3)}

ばいじんの粒度分布の表示は、一般に用いられている累積重量百分率による粒度分布(以下「累積粒度分布」とする)と頻度による粒度分布(以下「粒度分布」とする)の2つの方法によった。

6.1 累積粒度分布

対数正規確立紙を用いて、縦軸に累積重量百分率(%)を、横軸に粒子径(log D_p)をとって各段で捕集されたダスト量の粒径別累積重量百分率(%)をプロットして求める。

6.2 粒度分布

本報告では施設別に比較しやすいように重量百分率(△F(D))を用いて計算した。

縦軸に頻度△F(D)/△log(D_p)を横軸に粒子径log(D_p)をとって各点は次式により求める。

$$\bar{D}_p = 10^{\frac{\log(D_i) + \log(D_{i+1}))}{2}} \quad (\mu m)$$

$$\frac{\Delta F(D)}{\Delta \log(D_p)} = \frac{\Delta F(D)}{\log(D_i) - \log(D_{i+1}))} \quad (\%)$$

\bar{D}_p : 幾何平均粒子径 (μm)

i : 分級段(ステージ)の番号

D_i : 分級効率50%粒子径 (μm)

7 結果と考察

ばいじん濃度測定結果を表1に、粒度分布測定結果を表2に示した。また、ばいじん濃度と大気汚染防止法の規制値との対比結果を表3に示した。

今回調査した施設のばいじん濃度は、表1より明らかかなように全般に低かったが、COボイラーに

においては高濃度を示した。COボイラーは、接触分解装置の触媒再生塔から触媒が飛散し、ばいじんと共に捕集されたためと思われる。

その他の施設では良質燃料の使用、ばいじん処理装置の設置等により低濃度であったものとする。

また、排煙脱硫装置が設置されているボイラーは、ばいじん測定に際して硫酸ミストの影響を受けるのでJIS Z 8808-1977(解説)に基づき硫酸ミストの補正を行った。

表2の粒度分布測定結果は、累積粒度分布図(図1~2, 図5~6, 図9, 図11)より求めたものである。

ここで、ボイラーの粒度分布は1 μ m以下の微小粒径に偏っている施設が多く、また、一部にはほとんどが微小粒子であるため粒子の重量中央径(MMD)が求められなかった施設もある。

施設別の粒度分布についてまとめると次のようになる。

表1 ばいじん濃度測定結果

施設名		乾き排ガス量 (実測値) (m^3N/h)	排ガス 温度 ($^{\circ}C$)	水分 (%)	平均 流速 (m/s)	O ₂ 濃度 (%)	CO ₂ 濃度 (%)	JIS Z 8808 によるダスト濃度 (g/m^3N)
オイル専焼ボイラー	A-1	35000	136	10.8	7.4	6.8	10.0	0.025
	2	274000	160	9.3	16.7	7.3	9.6	0.023
	3	825000	126	12.5	5.4	3~10	11.6	0.002
	4	64800	156	9.3	16.8	8.8	8.3	0.004
	5	28000	45	4.1	1.1	10.4	7.8	0.004
オイルーガス混焼 ボイラー	B-1	362000	150	13.3	16.9	6.4	9.1	0.018
	2	528000	180	7.6	13.2	4.3	19.1	0.001
	3	185000	165	13.9	15.2	4.9	10.3	0.017
	4	30700	156	12.5	3.7	6.7	9.2	0.105
	5	84500	144	5.4	8.1	9.8	7.2	0.008
ガス専焼ボイラー	C	129000	146	9.8	11.6	5.0	13.4	0.002
COボイラー	D	172000	236	17.4	15.1	1.7	15.0	0.291
脱硫装置付ボイラー	E-1	133000	53	17.0	9.9	7.6	9.4	0.022
	2	456000	126	18.0	18.7	5.2	11.2	0.028
	3	32500	40	20.0	3.1	11.1	6.8	0.010
	4	49600	45	12.6	8.3	7.8	9.1	0.023
キューボラ	F	73700	110	2.1	13.0	14.2	6.1	0.005
高炉熱風炉	G	344000	130	7.9	4.5	3.4	22.8	0.001

表 2 粒度分布測定結果

施設名		< 1 μm (%)	< 5 μm (%)	粒子の重量中央径 M M D μm
オイル専焼ボイラー	A-1	8.8	9.5	—
	2	3.8	6.6	2.5
	3	5.1	7.0	0.9
	4	8.4	9.2	—
オイルーガス混焼 ボイラー	B-1	4.1	5.6	3.6
	2	6.5	8.0	—
	3	6.1	7.8	—
	4	4.1	5.7	3.5
	5	8.0	9.5	—
COボイラー	D	2.2	7.7	2.1
キューボラ	F	3.6	7.2	2.0

表 3 大気汚染防止法における規制値の適否

施設名		大気汚染防止法 規制値 g/m^3N	実測値 g/m^3N	適・否
オイル専焼ボイラー	A-1	0.10	0.025	適
	2	0.05	0.023	〃
	3	〃	0.002	〃
	4	0.15	0.004	〃
	5	〃	0.004	〃
オイルーガス混焼 ボイラー	B-1	0.05	0.018	適
	2	〃	0.001	〃
	3	〃	0.017	〃
	4	0.25	0.105	〃
	5	0.15	0.008	〃
ガス専焼ボイラー	C	0.05	0.002	適
COボイラー	D	0.05	0.291	否
脱硫装置付ボイラー	E-1	0.15	0.022	適
	2	0.05	0.028	〃
	3	0.25	0.010	〃
	4	0.15	0.023	〃
キューボラ	F	0.20	0.005	適
高炉熱風炉	G	0.10	0.001	適

7.1 オイル専焼ボイラー

オイル専焼ボイラーの累積粒度分布を図1～2に、粒度分布を図3～4に示した。図3のA-1、A-4では $1\mu m$ 以下の微小粒径に偏った傾向を示し、図4のA-2、A-3では逆に $10\mu m$ 近くの粗大粒子側にピークを示す傾向であった。

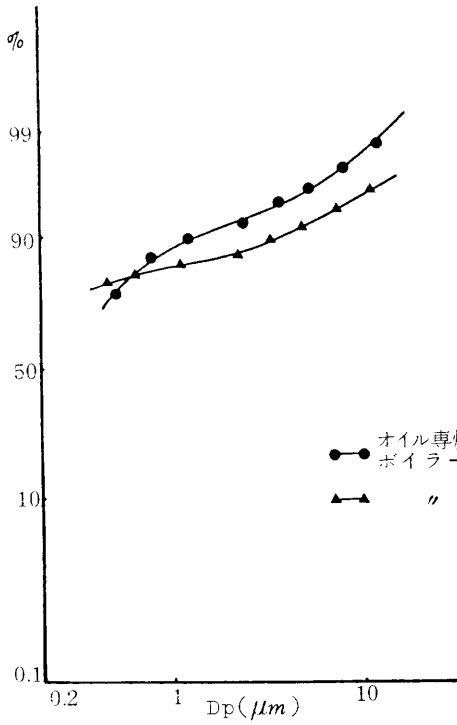


図1 オイル専焼ボイラーのばいじんの累積粒度分布(その1)

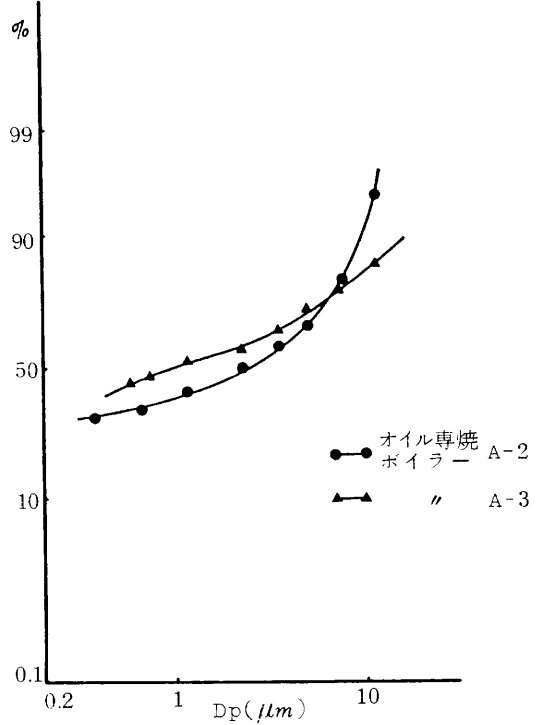


図2 オイル専焼ボイラーのばいじんの累積粒度分布(その2)

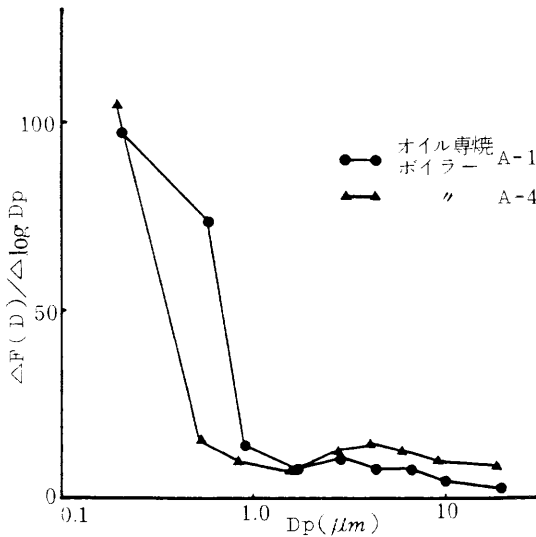


図3 オイル専焼ボイラーのばいじんの粒度分布(その1)

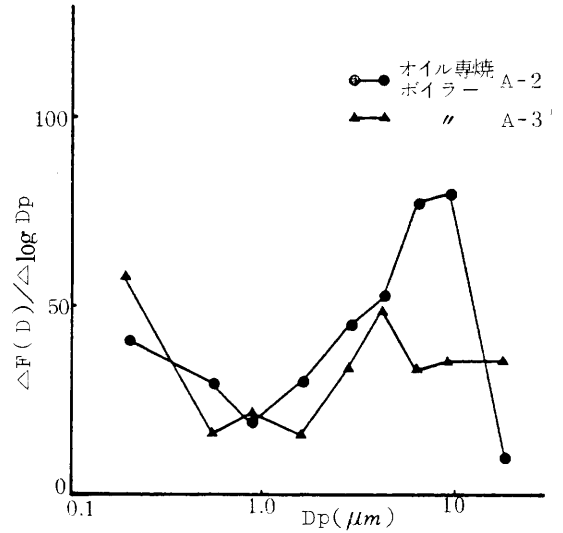


図4 オイル専焼ボイラーのばいじんの粒度分布(その2)

7.2 オイル・ガス混焼ボイラー

オイル・ガス混焼ボイラーの累積粒度分布を図5～6に、粒度分布を図7～8に示した。

図7においては、 $1\mu\text{m}$ 付近に谷を持ち $10\mu\text{m}$ 付近の粗大粒子側にピークのあるパターンを示し、図8では $1\mu\text{m}$ 以下の微小粒子に偏った傾向が見られる。

これらは、前述のオイル専焼ボイラーとやや類似の傾向がみられた。また、前回調査した灯油専焼ボイラーとも類似している。以上のことから、ボイラーにおけるばいじんの粒度分布は燃料の種類もさることながら同一種類の燃料でも炉の形状や燃焼状態によってかなり変化をもたらすことが示された。

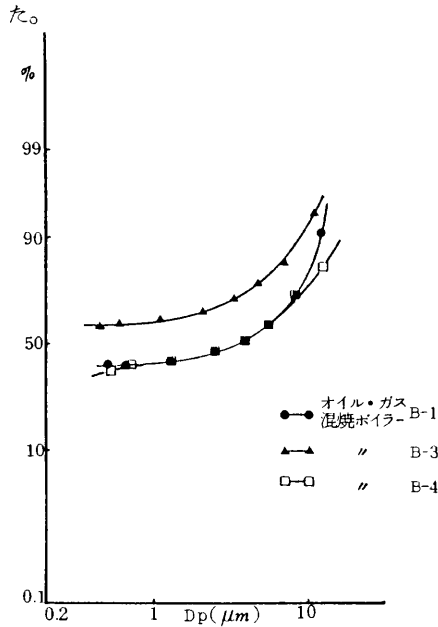


図5 オイル・ガス混焼ボイラーのばいじんの累積粒度分布（その1）

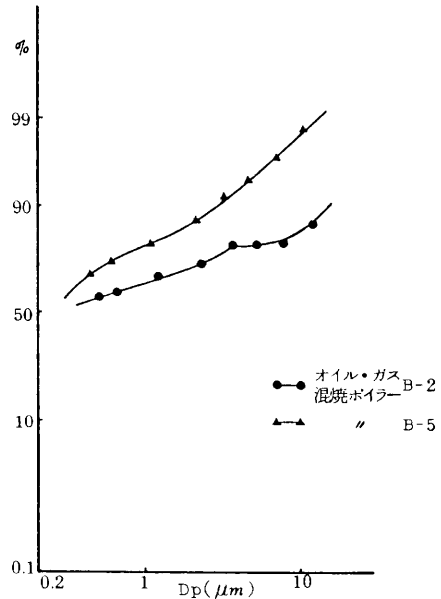


図6 オイル・ガス混焼ボイラーのばいじんの累積粒度分布（その2）

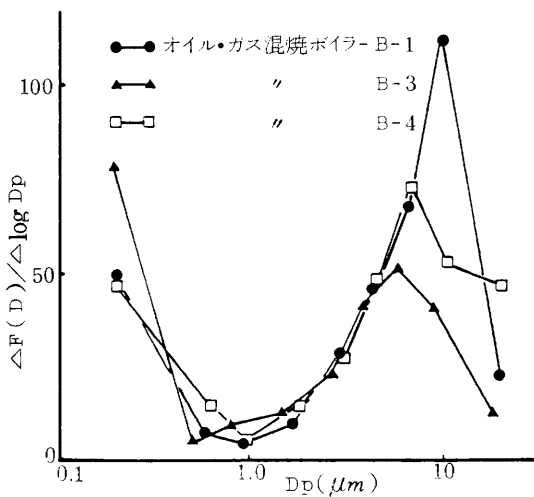


図7 オイル・ガス混焼ボイラーのばいじんの粒度分布（その1）

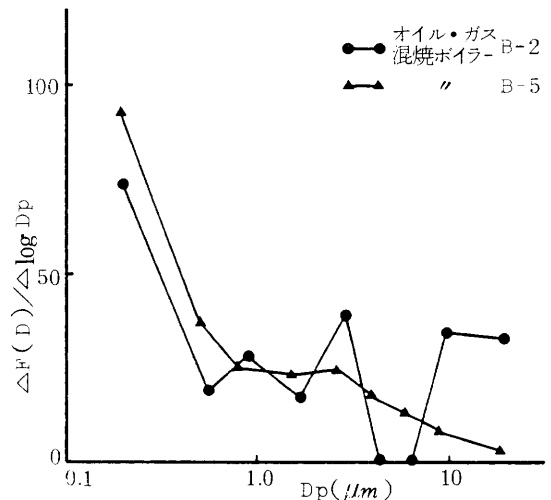


図8 オイル・ガス混焼ボイラーのばいじんの粒度分布（その2）

7.3 COボイラー

COボイラーの累積粒度分布を図9に、粒度分布を図10にそれぞれ示した。

図10においては、 $1.5\mu\text{m}$ 付近にピークを持つ一山型を示し、 $1\sim 5\mu\text{m}$ 前後に粒子が集中していることがわかる。これは、前述のように接触分解装置に使用されている微小粒径の触媒がCOガスと共にCOボイラーに入りばいじんと共に放出されたためと思われる。

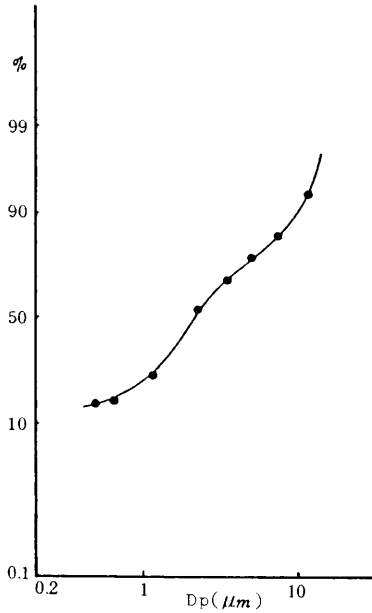


図9 COボイラーDのばいじんの累積粒度分布

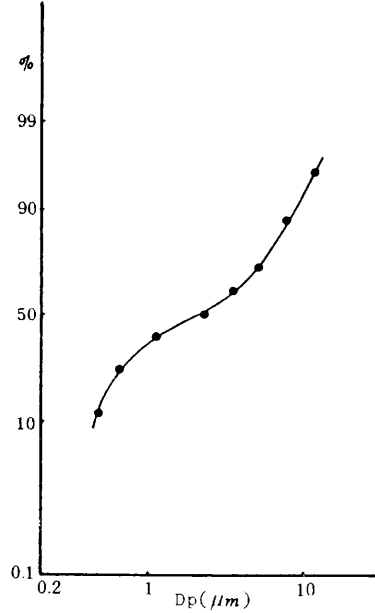


図10 キューボラFのばいじんの累積粒度分布

7.4 キューボラ

キューボラの測定結果の累積粒度分布を図11に、粒度分布を図12にそれぞれ示した。

図12からわかるように、 $2\mu\text{m}$ 付近に谷を持ち $0.6\mu\text{m}$ と $6\mu\text{m}$ 付近にピークを持つ二山型を示している。これは、前年度調査を行った焼結炉と同様のパターンを示している。

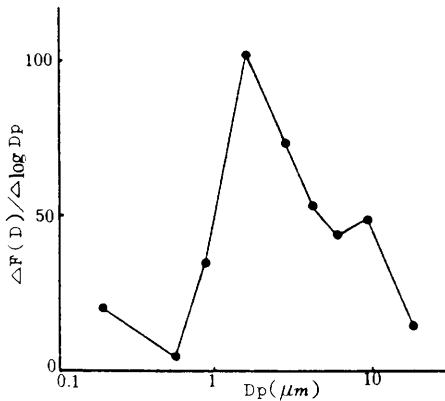


図11 COボイラーDのばいじんの粒度分布

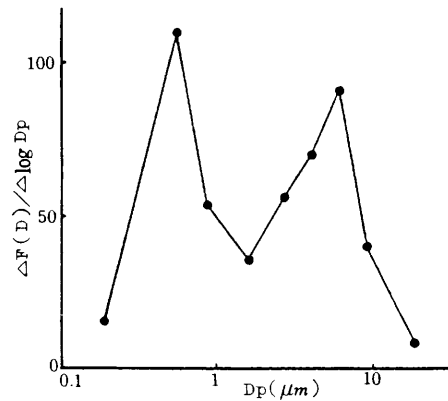


図12 キューボラFのばいじんの粒度分布

8 まとめ

昭和57年度に市内18施設について、ばいじん排出量及び粒度分布の測定を行った結果をまとめると次のとおりである。

- (1) ばいじん排出濃度については、SO_x,NO_x規制の強化により燃料の良質化が進んだことと、ばいじん処理装置が設置されたこと等により全般に低目であった。
- (2) ボイラーのばいじんの粒度分布については1 μm以下の微小粒径に極端に偏った傾向をもつものと微小、粗大の両側にピークを持つ傾向とに大別された。また、同一種類の燃料でも炉の形状や燃焼状態等によって粒度分布のパターンに著しい変化がみられた。
- (3) COボイラーのばいじんの粒度分布は1～5 μm前後に粒子が集中していることがわかった。これらの粒子は接触分解装置に使用している触媒の一部が飛散したものと思われる。
- (4) キューボラのばいじんの粒度分布は2 μm付近に谷を持つ二山型であり、ボイラーと比較すると粗大粒子の割合の多いことがわかる。

文 献

- 1) 井上俊明他：固定発生源におけるばいじん量及び粒度分布調査，川崎市公害研究所年報 9 (1981)
- 2) 橋本芳一：アンダーセンサンプラーによるエアゾルの粒度分布の解析，分析化学 1,36(1975)
- 3) 本間克典：大気汚染粒子状物質の粒度分布測定，公害と対策 9(8),69(1973)
- 4) 井伊谷綱一：粒度測定技術，粉体工学研究会編 S50.8.20
- 5) 佐俣満夫他：固定発生源から排出されるばいじんの粒度分布，横浜市公害研究所報 第4号 (1979)
- 6) 飯豊修司他：アンダーセンスタックサンプラーの捕集効率及び粒度分布の補正 千葉県公害研究所研究報告 13,1(1981)
- 7) MICHAEL J. PILAT : SOURCE TEST CASCADE IMPACTOR Atmospheric Environment Pergamon Press 4,671(1970)

付表1 測定対象施設の稼動状況

施設名	測定 年月	稼 動 状 況				処理装置 有・無	
		燃 料	燃 料 使 用 量	能 力	負 荷		
オイル専焼ボイラー	A-1	57. 5	A重油+C重油	2.08 <i>kl/h</i>	40 t/h	62 %	無
	2	57. 6	C重油	19.5 "	260 "	93 "	E.P※
	3	57.10	ナフサ	33500 <i>kg/h</i>	590 "	70 "	E.P※
	4	58. 1	C重油	3037 <i>kl/h</i>	60 "	67 "	無
	5	57.12	脱硫重油	0.72 "	40 "	26 "	"
オイルーガス混焼 ボイラー	B-1	57. 4	重油	9.5 "	430 "	78 "	無
			副生油	2.6 "			
			ガス	12785 <i>m³N/h</i>			
	2	57. 6	Bガス	153000 "	410 "	71 "	無
			Cガス	13400 "			
			LDガス	2400 "			
	3	57. 6	重油	5.14 <i>kl/h</i>	230 "	90 "	無
			重油	9 "			
			Rガス	5000 <i>m³N/h</i>			
	4	57.10	ROGガス	1500 "	30 "	80 "	無
C重油			0.95 <i>kl/h</i>				
5	57.12	オフガス	514 <i>m³N/h</i>	100 "	68 "	無	
		副生油	4.7 <i>kl/h</i>				
			副生ガス	811 <i>m³N/h</i>			
ガス専焼ボイラー	C	57.12	LCG	48900 "	150 "	52 "	無
COボイラー	D	57. 9	COガス	171904 "	140 "	75 "	無
			オフガス	4510 "			
脱硫装置付ボイラー	E-1	57. 9	C重油	9.2 <i>kl/h</i>	180 "	74 "	脱硫脱硝
			H ₂ ガス	160 <i>m³N/h</i>			
	2	57. 9	C重油	29.3 <i>kl/h</i>	410 "	98 "	"
	3	57.10	C重油	3.47 "	150 "	67 "	脱硫
	4	57.11	C重油	1.1 "	40 "	50 "	"
LSA	0.28 "						
キューボラ	F	57. 5	コークス	2448 <i>kg/h</i>	30 "	63 "	バグフィルター
高炉熱風炉	G	57. 6	Bガス	129000 <i>m³N/h</i>	710 "	74 "	無
			Mガス	15900 "			

※) 電気集じん機