

Testing Limestone



Ash (Left: Overflow B.M., Right: Cyclone Ash)



### 9.3 リグナイト及び石灰石の化学分析

EGATが92年2月に実施した工業分析結果を Table 9-2 に示す。

Table 9-2 Proximate Analysis of Lignite (EGAT data)

Item		Krabi (Klongtone)	Sin Pun	Sin Pun 4 Krabi 1
Moisture Content	% A.R. (A.D.)	33.27 (9.14)	31.2 (13.06)	31.6
Ash Content	% A.R. (D.B.)	25.09 (37.60)	9.78 (14.22)	12.8
Volatile Matter	% A.R. (D.B.)	21.54 (32.28)	31.68 (46.06)	29.7
Fixed Carbon	% A.R. (D.B.)	20.10 (30.12)	27.33 (39.72)	25.9
Heat Value (HH.V.)	Kcal/Kg A.R. (D.B.)	2,518 (3,773)	3,863 (5,615)	3,594
(LHV)	Kcal/kg A.R. (D.B.)	2,148 (3,520)	3,500 (5,362)	3,230
Sulfur Content	A.R. (D.B.)	3.21 (4.81)	131 (9.17)	5.7 5.7
Relative Density (A.D.)		1.67	1.49	

Note) A.R. As Received Base

A.D. Air Dry Base

D.B. Dry Base

上記値は、灰分が地質データの平均値よりも幾分低く、結果として、発熱量が地質データの平均値よりも高くなっている。硫黄分も地質データの平均値よりもやはり低くなっている。

JICA調査団によって分析したリグナイトベース化学分析値を Table 9-3 に示す。(クラビ : シンパン = 1 : 4)

Table 9-3 Chemical Analysis of Lignite (JICA data)  
Blended Lignite (Sin Pun 4: Krabi 1)

Proximate Analysis (Air Dry Base)		Calculated Value from Table 9-1
Total Moisture	15.6%	15.6% (Adjusted)
Ash Content	15.4%	15.8%
Volatile Matter	39.0%	36.6%
Fixed Carbon	30.0%	32.0%
Heat Value (HHU)	4,380 kcal/kg	4,435 kcal/kg
Sulfur Content		
Total	7.45%	--
Non combustible	0.5%	--
Combustible	6.95%	7.03%
Ultimate Analysis (Dry Base)		
Ash	18.3%	
Carbon	52.4%	
Hydrogen	4.3%	
Oxygen	15.67%	
Nitrogen	1.07%	
Combustible Sulfur	8.23%	
Fl	80 mg/kg	
Cl	155 mg/kg	
Grindability Test H.G.I.	45	

BGATとJICAの工業分析値は、上記 Table 9-3 に示す通り、ほぼ同じと考えられるため、化学分析も実施しているJICA調査団の分析値を本試験評価に適用する。

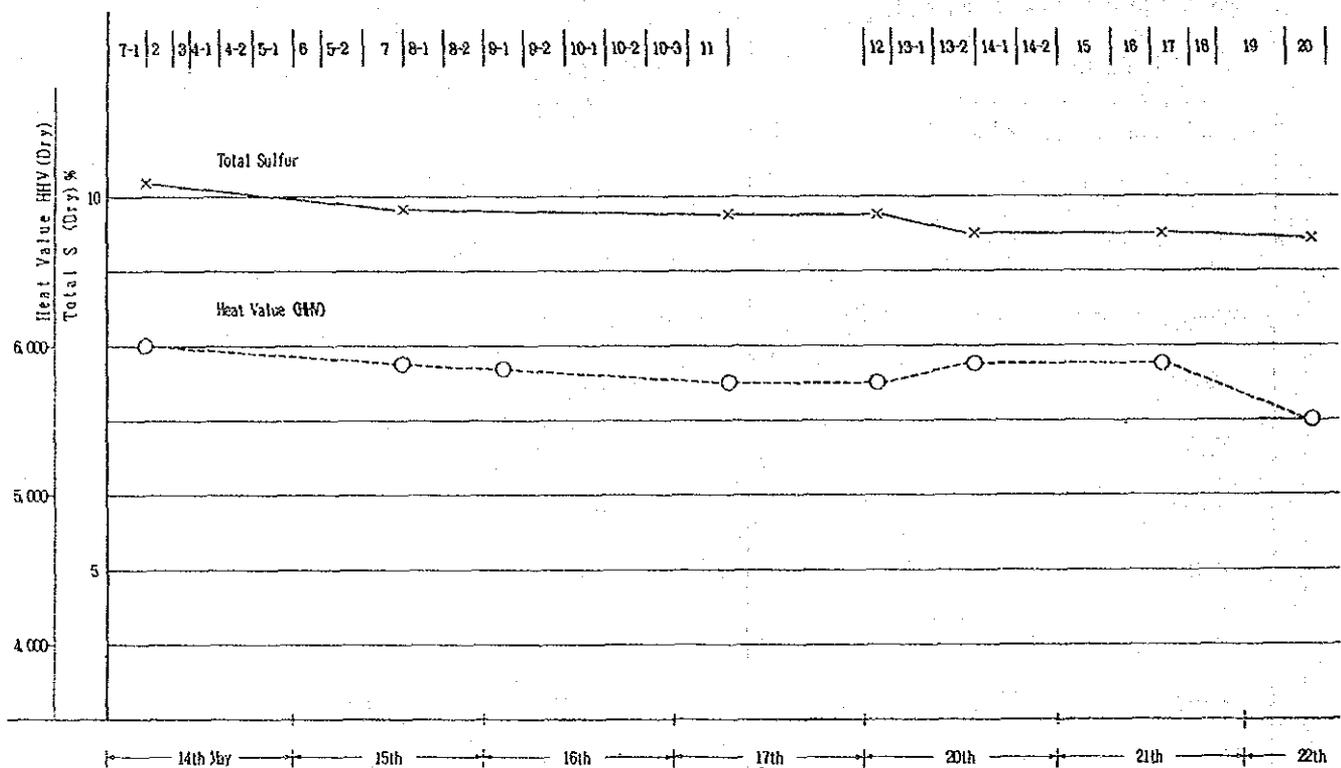
Table 9-4 は混炭の灰性状分析結果を示す。

Table 9-4 Ash Analysis of Blended Lignite (JICA data)

Fusion	Oxidization Atmosphere	Reducing Atmosphere
Initial Deformation Temp.	1,230°C	1,120°C
Softening Temp.	1,330°C	1,250°C
Hemispherical Temp.	1,350°C	1,290°C
Fluid Temp.	1,370°C	1,310°C
Proximate Analysis		
S <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	48.5%	
Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	18.1%	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.1%	
CaO	7.46%	
MgO	0.89%	
Na <sub>2</sub> O	0.06%	
K <sub>2</sub> O	1.32%	
SO <sub>3</sub>	8.10%	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.10%	
TiO <sub>2</sub>	0.56%	
MnO	400 mg/kg	
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	280 mg/kg	
Button Index	0	

上記の灰分析の特徴は、灰中の硫黄分が、地質データの平均値よりも非常に低いことである。Na<sub>2</sub>Oも、アグロメレーション問題を引き起こす程高くなく、灰溶融温度も高く、スラッキング問題を起こさないと判断される。これらから、灰は流動床内では問題なく、唯一、塊状リグナイトから発生する塊状灰の蓄積のみが検討課題となる。この塊状灰の問題は9.6章で紹介したい。

Table 9-5 は、試験期間中の毎日のリグナイト分析結果を示す。結果は、下記に示すように、硫黄分及び発熱量共微少な変動がある。しかし、変動は微少であるため、各試験のCa/Sモル比及び、脱硫効率の算定には、Table 9-5 に示す平均値を採用する。



Trends for Characteristics of Blended Lignite

Table 9-5 Monitoring Results of Lignite Analysis

Sample Date	Item	Ttl H <sub>2</sub> O (wet) %	Ash (dry) %	Ttl S (dry) %	HHV (dry) kcal/kg	Size Check	Remarks
4/28	Blended Lignite	28.6	18.3	8.82	5190	⊙	Ulti. Analysis
4/28	Blended Lignite & crushing	28.4	14.1	9.56	5680	⊙	
5/11	Blended Lignite & Crushing	--	--	--	5830	⊙	
5/13	Blended Lignite & Crushing	25.0	20.7	8.95	4140	⊙	
5/14	Blended Lignite & Crushing	26.1	11.4	10.16	6000	⊙	
5/15	Blended Lignite & Crushing	27.4	11.6	9.79	5850	⊙	Si, Fe
5/17	Blended Lignite & Crushing	--	17.4	9.64	5680	--	
5/20	Blended Lignite & Crushing	27.3	17.4	9.48	5800	--	
5/20	Blended Lignite & Crushing	--	--	9.64	5760	--	
5/21	Blended Lignite & Crushing	27.5	17.0	9.59	5850	--	Si, Fe
5/22	Blended Lignite & Crushing	--	--	9.33	5500	--	Si, Fe
5/14-22	Average Value	27.1	15.0	9.66	5777		
4/28	-8.6 mm Under Feed	23.5	19.3	8.80	5260	⊙	
5/22	-2.8 mm Under Feed	--	--	8.11	4660	⊙	
4/28	Sin Pun Lignite	28.0	14.7	9.91	5680	--	
4/28	Krabi Lignite	21.3	36.7	5.10	3880	--	
5/23	Krabi Lignite	--	--	5.57	4420	--	

(Dry base without Total H<sub>2</sub>O)

Table 9-6 Average Value of Ultimate Analysis  
(As-Fired of Blended Lignite)

Items	Unit	Value	Calculation
Carbon	%	39.11	$37.4 \times \frac{54.92}{52.52}$
Hydrogen	%	3.24	$3.1 \times \frac{54.92}{52.52}$
Nitrogen	%	0.79	$0.76 \times \frac{54.92}{52.52}$
Sulfur	%	7.04	Average Value
Oxygen	%	22.78	$11.26 \times \frac{54.92}{52.52}$
Ash	%	10.94	Average Value
Moisture	%	27.10	Average Value
Higher Heating Value	kcal/kg	3,902	$3,706 \times \frac{4,183}{3,973}$

Note)

Ultimate Analysis Results

Average Data

C = 37.4%  
H = 3.1%  
N = 0.76%  
O = 11.26% ] 52.52%

100 - 45.08 = 54.92%

Ash = 13.00%  
H<sub>2</sub>O = 28.60%  
3,706 kcal/kg (HHV)  
Theoretical air 3,973 Nm<sup>3</sup>/kg

S = 9.66% (Dry) → 7.04% (Wet)  
Ash = 15.00% (Dry) → 10.94% (Wet) ] 45.08%  
H<sub>2</sub>O = 27.1% (Wet)

Table 9-7 にパイロットスケール燃焼試験に使用した石灰石の化学分析結果を示す。

Table 9-7 Chemical Analysis of Limestone

Sample Data		May 9	May 13 9:00	May 21 16:00	May 23 22:00
CaCO <sub>3</sub>	%	88.13	--	--	--
CaO	%	1.15	--	--	--
CaSO <sub>4</sub>	%	0.03	--	--	--
MgO	%	0.09	--	--	--
MgCO <sub>3</sub>	%	5.84	--	--	--
SiO <sub>2</sub>	%	2.06	--	--	--
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.10	--	--	--
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.06	--	--	--
Na <sub>2</sub> O	%	0.01	--	--	--
Total Ca	%	36.4	36.5	36.7	35.3
Ca Purity	%	Aver. Total Ca = $(36.4+36.5+36.7+35.3)/4 = 36.225$ Ca Purity = $(36.225/40.1) * (100) = 90.34$			

\*\*\*) Distributions between CaCO<sub>3</sub> and MgCO<sub>3</sub> from CO<sub>2</sub> decided by Molar Ratio of Ca/Mg

#### 9.4 試験リグナイト及び石灰石粒径分析

試験リグナイトは、天日乾燥の後、ローラ粉碎機によって破碎した。原炭及び、破碎炭は、かなりの量の0.5mmサイズ以下の微粉を含んでいる。

試験のために Table 9-8 に示すように、4種類の粒径分布のリグナイトを用意した。

Table 9-8 Lignite Size for Test

	Size Distribution	Powder less than 0.5 mm
Raw Lignite (After drying)	0 - 250 mm	15%
- 8.6 mm	0 - 8.6 mm	23%
- 2.8 mm	0 - 2.8 mm	45%
2.8 - 8.6 mm	2.8 - 8.6 mm	0%
2.8 - 20 mm	2.8 - 20 mm	0%

破碎のためリグナイトを天日乾燥した結果、原炭中の微粉量は増えたと考えられる。SO<sub>x</sub>排出における微粉の影響を調査するため、ある試験炭から微粉を取り除いた。Fig. 9-4 は上記の粒径分布図を示す。

粒度分布線図 (Rosin-Rammler 式) )  
 SIZE DISTRIBUTION CURVE (Rosin-Rammler CURVE)

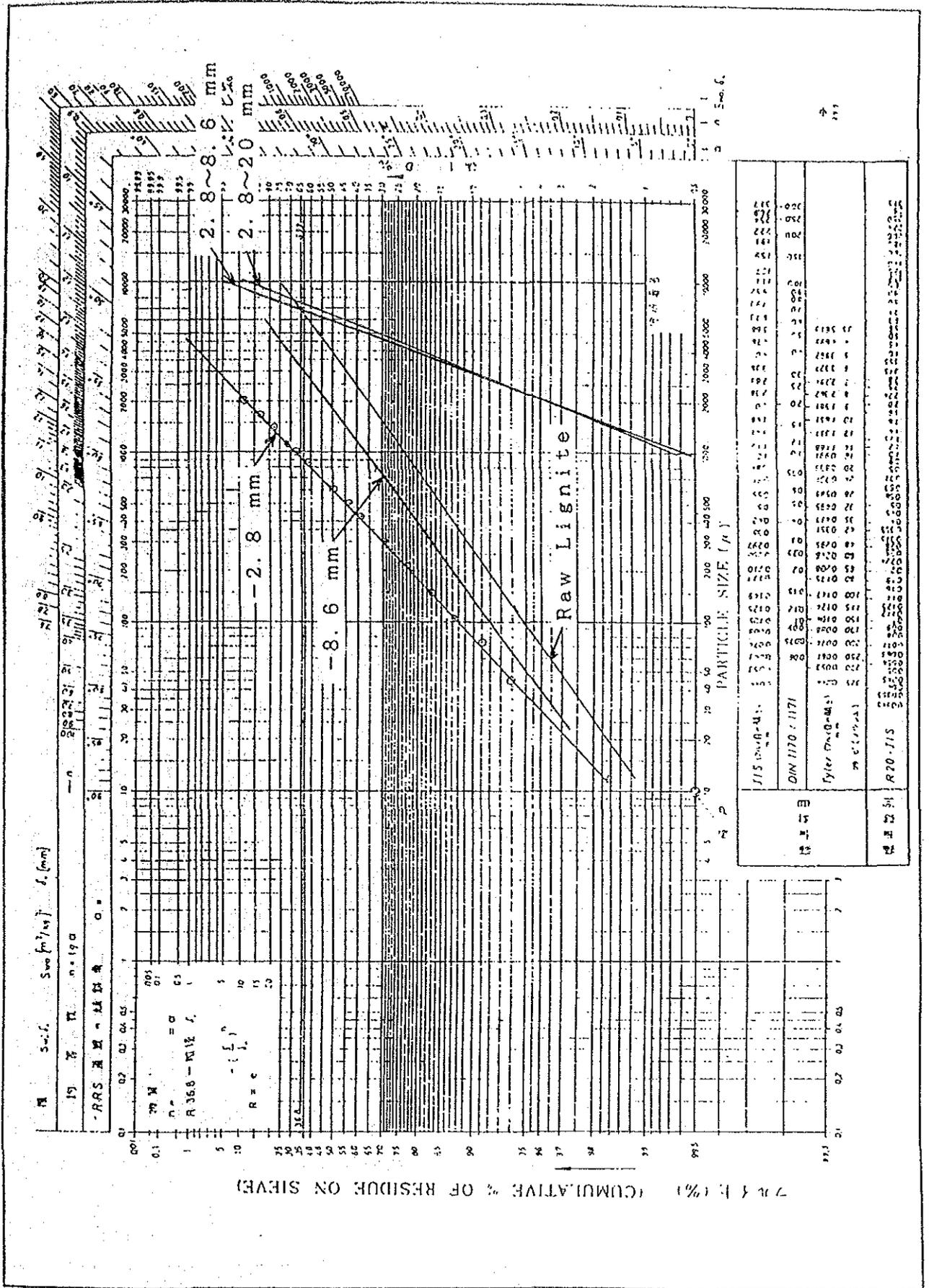


Fig. 9-4 Size Distribution

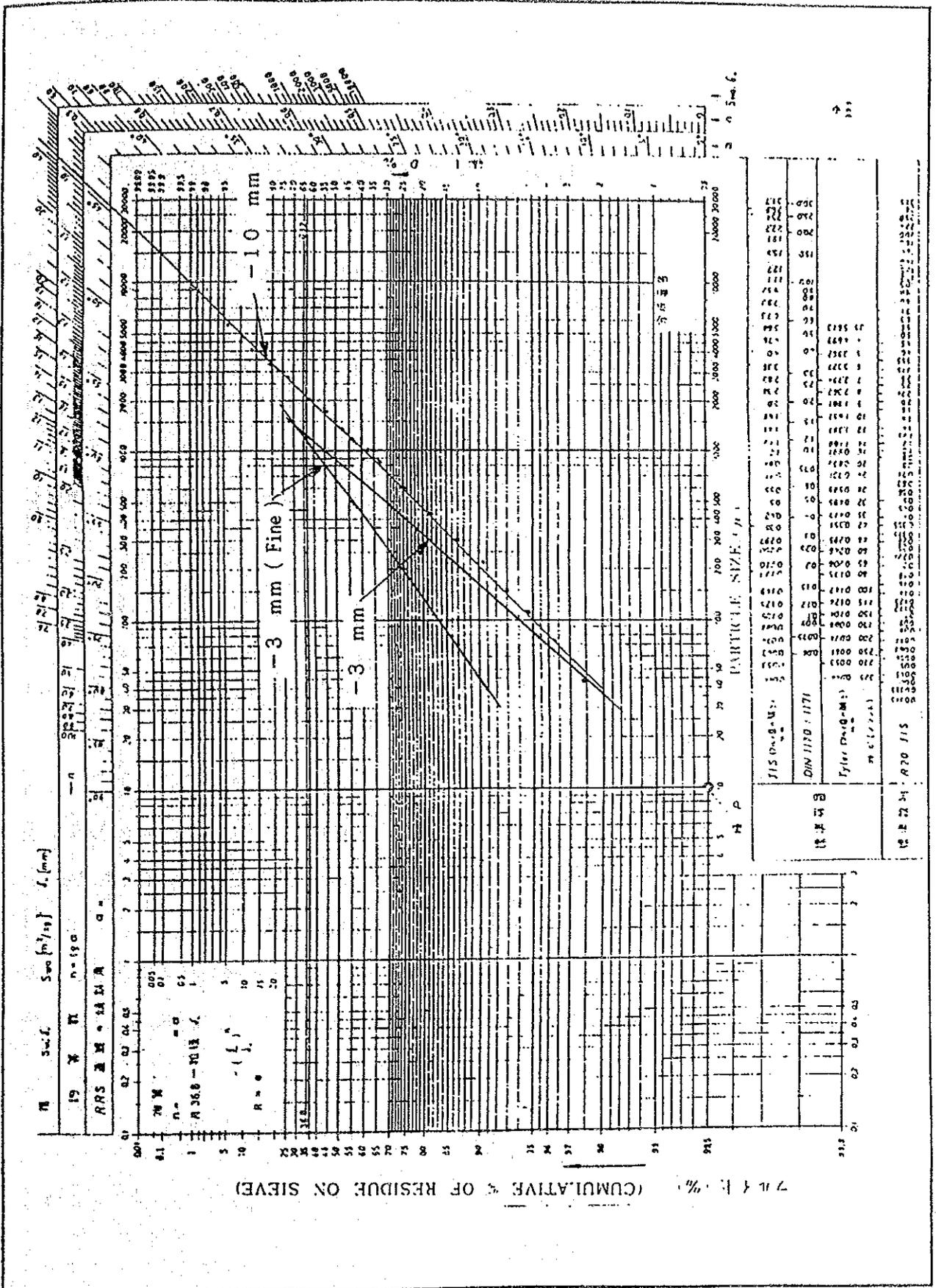
試験用石灰石は、ハンマー型破碎機を使用し破碎した。石灰石の粒径分布を Fig. 9-5 に示す。試験のため、3種類の粒径を用意した。

Table 9-9 は各粒径の微粉含有量の比率を示す。

Table 9-9 Small Particle Involvement of Limestone

Size	0 - 0.5 mm	0 - 1.0 mm	0 - 1.5 mm
- 3 mm (0-3 mm)	30%	55%	70%
-3 mm Fine	43%	60%	70%
-10 mm (0-3 mm)	22%	38%	50%

SIZE DISTRIBUTION CURVE (Rosin-Rammler CURVE)



## 9.5 試験結果

試験結果を Table 9-10a 及び 10b にまとめている。各々の試験結果は、以下の通り。

### (1) 炉床負荷

バブリング型FBCボイラの容量は、炉床負荷と流動床の面積との積に比例する。そのため、高炉床負荷は、小型ボイラ設計を意味する。若松、A-FBC実証炉（50MW）は、空搭速度 1.5m/s で炉床負荷  $1.2 \times 10^6 \text{Kcal/m}^2\text{h}$  を採用している。モンタナダコタA-FBC（80MW）は、空搭速度 3.6m/s で  $2.48 \times 10^6 \text{Kcal/m}^2\text{h}$  を採用している。

ベンチスケール燃焼試験は、炉床負荷  $0.7 \sim 0.9 \times 10^6 \text{Kcal/m}^2\text{h}$  で実施された。92年5月12日、13日に実施したパラメータサーベイ試験で、炉床負荷は、SOx排出に影響を与えないことが確認されたため、炉床負荷変化試験は、 $0.8 \times 10^6 \text{kcal/m}^2\text{h}$ 、 $1.0 \times 10^6 \text{Kcal/m}^2\text{h}$  及び試験炉の最大定格である  $1.2 \times 10^6 \text{Kcal/m}^2\text{h}$  で実施した。結果を Fig. 9-6 に示す。

#### 1) SOx排出

炉床負荷変化  $0.8 \sim 1.2 \times 10^6 \text{Kcal/m}^2\text{h}$ の間では、SOx排出に顕著な差は認められなかった。

#### 2) NOx排出

炉床負荷が増えるにつれ、NOxの排出が増える傾向が確認された。この傾向は瀝青炭を使用した若松20t/h パイロットの試験結果と一致している。排出量はNOxを200~300ppm排出していたベンチテスト結果よりも幾分低い。

空搭部の温度が Fig. 9-7 に示すようにNOx還元の良い影響を与えており、このNOx還元作用は、実機プラントにもまた期待できる。またタイ規制値が1,000mg/Nm<sup>3</sup>つまり

$$\frac{1,000\text{mg/Nm}^3}{46\text{g (NO}_2)} \times 0.0224\text{Nm}^3/\text{mol} = 487\text{ppm (NO}_2)$$

と非常に高いことからNOx削減対策のための追加設備は当面必要ないと考えられる。

Table 9-10a Pilot Scale PFBC Test Data (Final)

Test Date	Time	5/14 12:00	15:00	16:20	20:00	23:00	5/15 00:00	2:00	5:00	12:00	21:00	5/16 00:00	3:00	8:00	12:00	18:00	22:00	5/17 0:00	
Item	Test No.	T-1	T-2	T-3	T-4-1	T-4-2	T-5-1	T-6	T-5-2	T-7	T-8-1	T-8-2	T-8-3	T-9-1	T-9-2	T-10-1	T-10-2	T-10-3	5:00
Coal Feed System	-	0	←	←	←	←	←	←	←	←	U	←	←	U&O	←	0	←	←	←
Coal Size	mm	*1	←	←	←	←	←	←	←	←	-8.6	←	←	*2	←	*1	←	←	-20
O.F. Coal Feed Rate	kg/h	57.1	56.3	57.3	50.9	60.1	64.1	65.0	54.9	60.1	0	0	0	35.0	47.8	61.9	58.9	59.0	59.0
U.F. Coal Feed Rate	kg/h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69.4	74.8	72.5	33.0	17.8	0	0	0	0
Total Coal Feed Rate	kg/h	57.1	56.3	57.3	50.9	60.1	64.1	65.0	54.9	60.1	69.4	74.8	72.5	68.0	65.6	61.9	58.9	59.0	59.0
Lime Feed System	-	0	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
Lime Size	mm	-3	←	←	←	←	←	←	←	-10	-3	←	←	←	←	←	←	←	←
Lime Feed Rate	kg/h	25	25	25	38.5	48	48	48	38.5	38.5	38.5	48	57	48	48	48	38.5	29	48
Ash Recycle Ratio	-	0	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	0.87	0.92	0.92	0
Heat Release Rate	kcal/m <sup>3</sup> h	0.87	0.96	1.05	←	←	←	←	←	←	1.14	←	←	←	←	1.05	←	←	←
Ca/S Molar Ratio	-	1.80	1.80	1.79	3.10	3.28	3.07	3.03	2.88	2.53	2.50	2.88	3.54	3.03	3.08	3.18	2.68	2.02	3.41
Fluid. Air Rate	hm <sup>3</sup> /h	305	335	365	←	←	←	←	←	←	397	←	←	←	←	365	←	←	←
Bed Temperature	°C	850	850	840	790	828	865	885	830	840	840	850	850	830	830	820	820	813	830
Freeboard Out Temp.	°C	873	860	852	794	832	888	880	838	850	798	805	820	812	817	830	838	836	830
Excess Air Ratio	-	1.28	1.42	1.52	1.71	1.45	1.36	1.34	1.59	1.45	1.50	1.39	1.44	1.46	1.48	1.41	1.48	1.48	1.57
O <sub>2</sub>	%	4.25	6.0	7.0	8.5	6.2	5.2	5.0	7.5	6.25	6.75	5.5	6.0	6.25	6.5	5.7	6.5	6.5	6.75
NO <sub>x</sub> ( 5 % O <sub>2</sub> base)	ppm	132	162	193	228	182	161	180	217	192	247	198	205	208	181	182	186	163	194
SO <sub>2</sub> ( 5 % O <sub>2</sub> base)	ppm	2080	2160	2100	2520	970	1070	1240	1045	1960	1474	813	440	581	682	314	641	878	926
Sulfur Removal Eff.	%	75.1	74.2	74.9	69.5	88.2	87.0	85.0	87.4	76.4	82.3	90.2	94.6	91.8	91.7	96.2	92.3	89.5	88.7
Combustion Eff.	%	98.9	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
BM Ash Bottom Blow Rate	kg/h	15.8	13.4	11.2	20.0	20.4	19.7	19.7	19.2	21.0	15.8	21.0	24.3	22.6	22.6	23.5	24.2	20.0	22.4
Cyclone Ash Rate	kg/h	11.2	12.9	14.5	15.8	20.7	24.0	24.0	16.6	13.5	23.5	24.5	29.0	31.4	26.1	17.7	13.3	11.3	18.7
Bag Filter Ash Rate	kg/h	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3.5	3.5	2.5	1.4
Ash Sampling	-	Y	Y	N	N	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

Remarks: O: Over Feed, U: Under Feed  
 \*1: O:Crushing after sieving over 2.8 mm  
 \*2: U: -2.8 mm  
 O:Crushing after sieving over 2.8 mm

Table 9-10b

Pilot Scale PFBC Test Data (Final)

Test Date	Time	5/20 13:00	16:00	18:30	21:00	5/21 0:00	7:00	12:00	17:30	21:00	5/22 7:00	13:30	17:00	5/23 15:00	5/24 0:00	5:00
Item	Test No.	T-12	T-13-1	T-13-2	T-14-1	T-14-2	T-15	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20	T-21	T-22	T-23	T-24
Coal Feed System	-	U & O	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	U	←	←
Coal Size	mm	* 2	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	-2.8	←	←
O.F. Coal Feed Rate	kg/h	41.3	48.0	51.4	59.8	59.8	55.3	55.0	57.1	56.2	54.8	56.5	59.8	0	0	0
U.F. Coal Feed Rate	kg/h	11.0	16.0	19.0	15.0	15.0	17.0	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	76.9	75.9	74.7
Total Coal Feed Rate	kg/h	52.3	64.0	70.4	74.8	74.8	72.3	73.5	75.6	74.7	73.3	75.0	69.8	76.9	75.9	74.7
Lime Feed System	-	O	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	O	←	←
Lime Size	mm	- 3	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	- 3	←	←
Lime Feed Rate	kg/h	34	44.6	46	51	51	35	35	36	42.5	←	←	36	35	←	28
Ash Recycle Ratio	-	0	←	←	←	←	0.58	0.97	1.26	0.56	0.98	1.27	1.31	1.45	1.49	1.51
Heat Release Rate	kcal/m <sup>3</sup> h	0.81	1.01	1.11	1.20	←	←	←	←	←	←	←	←	1.02	←	←
Ca/S Molar Ratio	-	2.78	3.01	2.83	2.91	2.91	2.08	2.06	2.05	2.45	2.50	2.44	2.12	2.31	2.35	1.91
Fluid. Air Rate	Nm <sup>3</sup> /h	282	353	387	417	←	←	←	←	←	←	←	←	355	←	←
Bed Temperature	°C	828	835	820	820	840	835	825	817	830	815	820	810	820	830	823
Freeboard Out Temp.	°C	792	817	818	838	840	850	852	849	843	829	838	858	772	784	788
Excess Air Ratio	-	1.34	1.39	1.39	1.39	1.39	1.44	1.43	1.38	1.40	1.43	1.39	1.43	1.37	1.39	1.41
O <sub>2</sub>	%	5.0	5.5	5.5	5.5	5.5	6.2	6.0	5.5	5.7	6.0	5.6	6.0	5.3	5.5	5.8
NO <sub>x</sub> ( 5 % O <sub>2</sub> base)	ppm	140	169	169	174	174	177	165	145	162	162	155	165	155	166	178
SO <sub>2</sub> ( 6 % O <sub>2</sub> base)	ppm	937	1180	1180	920	1045	1610	1540	1103	1275	1175	974	1100	726	529	1302
Sulfur Removal Eff.	%	88.7	85.7	85.7	88.9	87.4	78.9	81.5	86.8	84.6	85.8	86.0	86.8	91.3	92.4	84.4
Combustion Eff.	%	99.6	←	←	←	←	←	←	99.5	←	←	99.2	←	←	←	←
BM Ash Bottom Blow Rate	kg/h	20.0	21.0	21.0	21.8	21.8	24.5	24.0	24.0	22.5	23.0	23.8	21.8	18.5	18.5	15.0
Cyclone Ash Rate	kg/h	13.4	22.1	20.1	26.3	26.3	13.9	13.6	12.6	18.0	14.5	14.4	14.2	17.9	18.5	14.3
Bag Filter Ash Rate	kg/h	1.2	1.3	1.4	0.7	0.7	3.1	3.6	3.6	2.8	3.8	4.1	3.8	5.1	4.9	5.1
Ash Sampling.	-	Yes	Y	No	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

Remarks : O: Over Feed, U: Under Feed  
 \*1: O: Crushing after sieving over 2.8 mm  
 \*2: U: -2.8 mm  
 O: Crushing after sieving over 2.8 mm

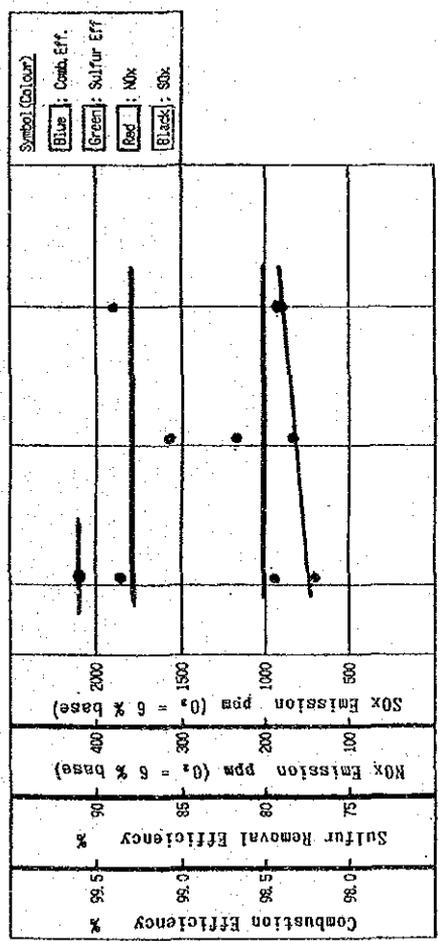
Fig. 9-6 Pilot Scale Combustion Test Results: Effect of Heat Release Rate

**Test Data**

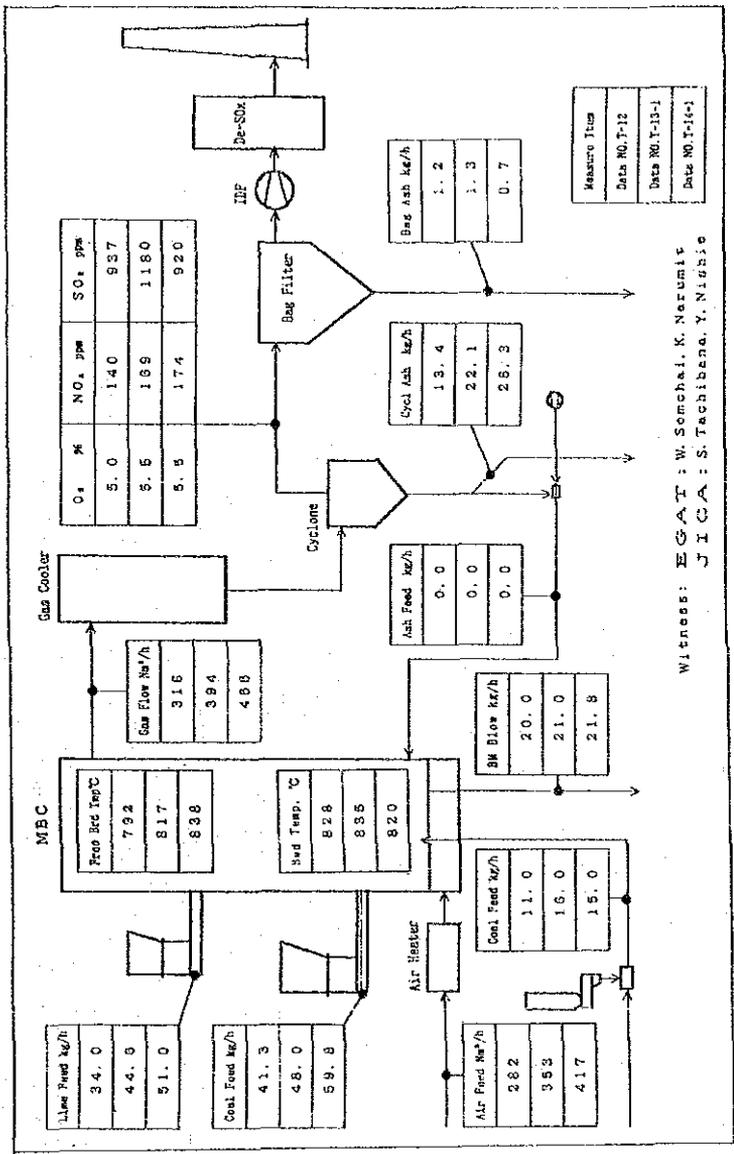
Data NO. T-12 : 1992-May-20  
 Data NO. T-13-1 : 1992-May-20  
 Data NO. T-14-1 : 1992-May-20

**Operating Conditions**

	Data NO. T-12	Data NO. T-13-1	Data NO. T-14-1
Heat Release Rate kcal/mph	$0.81 \times 10^6$	$1.01 \times 10^6$	$1.20 \times 10^6$
Bed Temperature °C	828	835	820
Excess Air Ratio	1.34	1.39	1.29
Cu/S Molar Ratio	2.78	3.01	2.91
Ash Recycle Ratio	0.0	0.0	0.0
Coal Feed Method	Over & Under	Over & Under	Over & Under
Coal Size mm	$+2.8 - 8.6 / -2.8$	$+2.8 - 8.6 / -2.8$	$+2.8 - 8.6 / -2.8$
Line Stirrer Size mm	-3	-3	-3



80 100 120  $\times 10^6$  kcal/mph  
 (Data NO. T-12) (Data NO. T-13-1) (Data NO. T-14-1)



Witness: EGAT : W. Somchai, K. Narumit  
 JICA : S. Tachibana, Y. Niishi



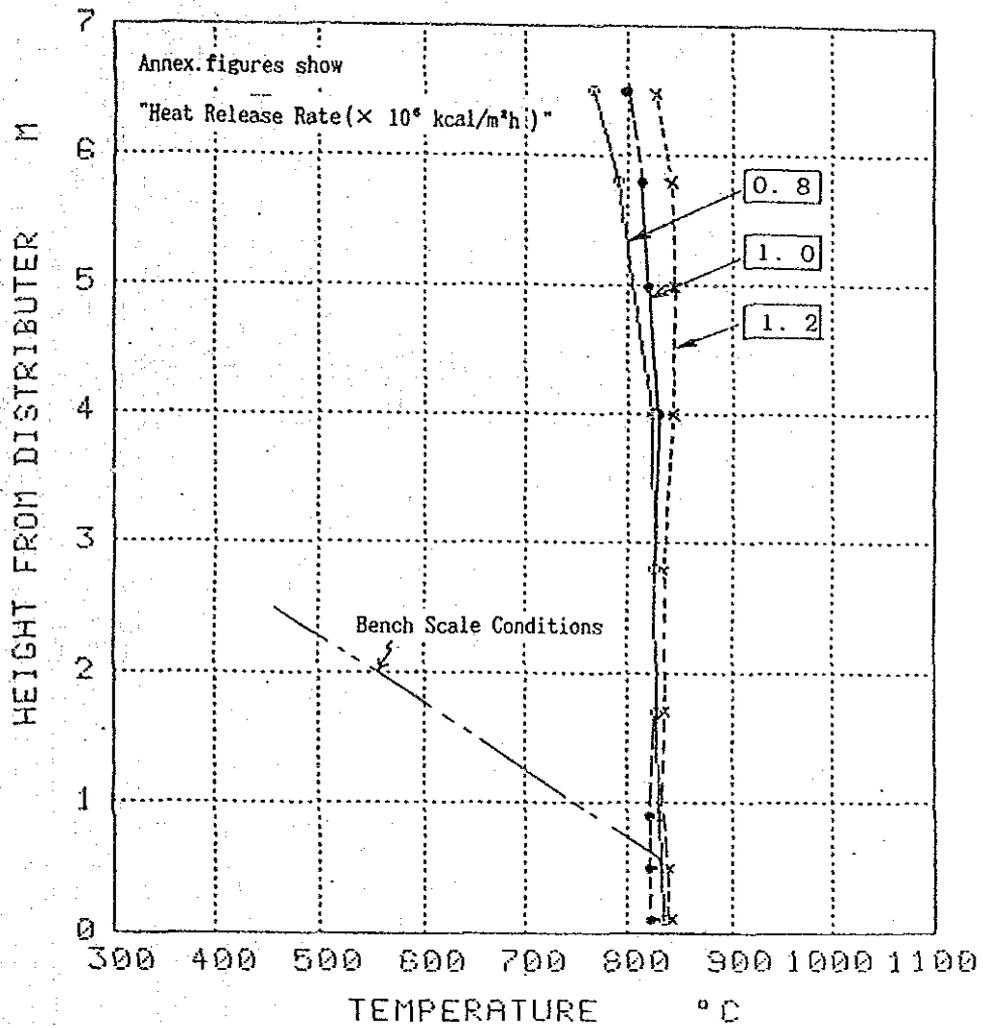
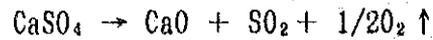


Fig. 9-7 Temperature Profile (Effect of Heat Release Rate)

## (2) 過剰空気率

高い過剰空気率は、高い排ガス損失を招くため、低空気過剰率が望まれる。

一方で、脱硫反応には、ある過剰空気が必要であり、低空気過剰率は、以下の反応で高いSO<sub>x</sub>排出を起こす。



92年5月12日及13日に実施したパラメータサーベイで、ベンチテストで確認された通り、過剰空気率1.2以下では高SO<sub>x</sub>排出が確認された。

そのため、Fig. 9-8 に示す通り、過剰空気率1.24, 1.4 及び1.5 でパラメータを変化させ、試験を実施した。結果は以下の通り。

### 1) SO<sub>x</sub>排出

過剰空気率1.24, 1.4 及び1.5の間では顕著な差はなかった。

### 2) NO<sub>x</sub>排出

NO<sub>x</sub>排出量は過剰空気率の増加に伴い、132ppmから193ppmまで増加した。この傾向は若松実証プラントの経験と一致する。

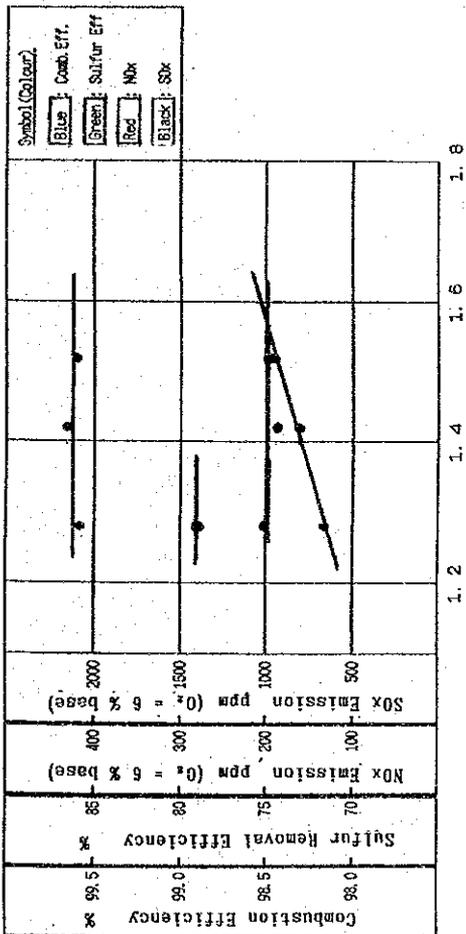
Fig. 9-8. Pilot Scale Comb. Test Results: Effect of Excess Air Ratio

**Test Data**

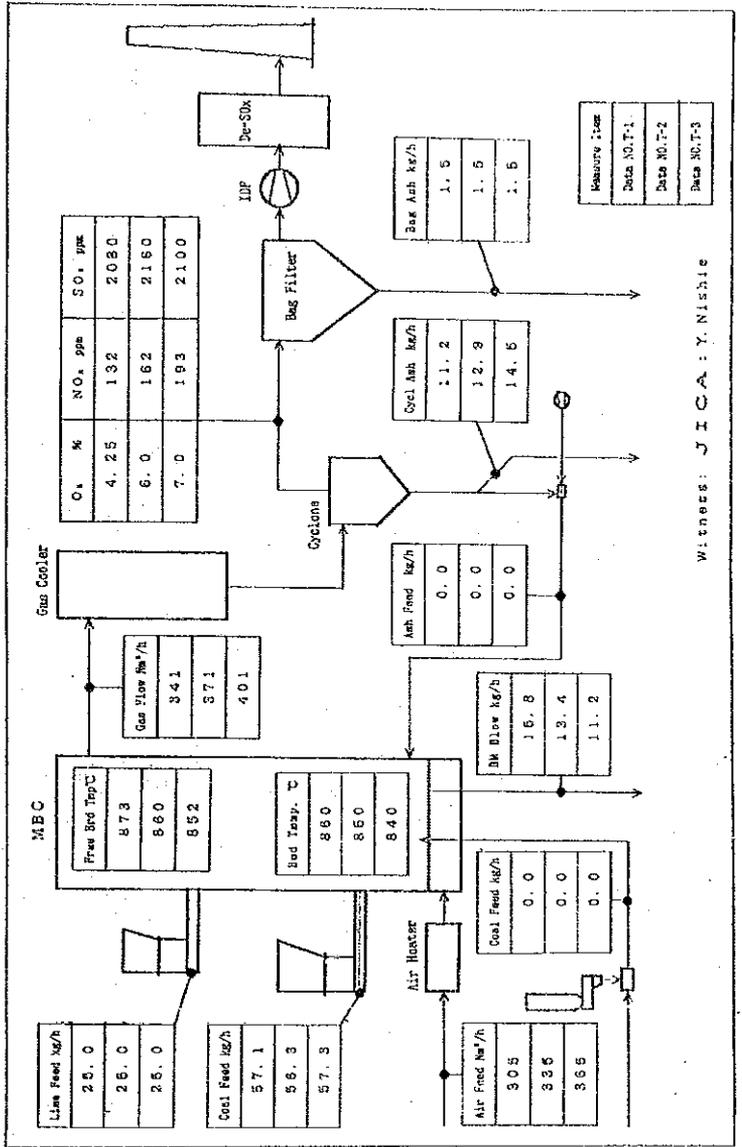
Data NO. T-1 : 1992-May-14  
 Data NO. T-2 : 1992-May-14  
 Data NO. T-3 : 1992-May-14

**Operating Conditions**

	Data NO. T-1	Data NO. T-2	Data NO. T-3
Heat Release Rate kcal/hr	0.87 x 10 <sup>6</sup>	0.96 x 10 <sup>6</sup>	1.05 x 10 <sup>6</sup>
Bed Temperature °C	860	850	840
Excess Air Ratio	1.28	1.42	1.52
Ca/S Molar Ratio	1.80	1.80	1.79
Ash Recycle Ratio	0.0	0.0	0.0
Coal Feed Method	Over Feed	Over Feed	Over Feed
Coal Size mm	+2.8~-8.6	+2.8~-8.6	+2.8~-8.6
Line Stone Size mm	-3	-3	-3



(Data NO. T-1) (Data NO. T-2) (Data NO. T-3)



**Material Balance**

	Data NO. T-1	Data NO. T-2	Data NO. T-3
Coal Feed Rate kg/h	57.1	56.3	57.3
Line Feed Rate kg/h	25.0	25.0	25.0
Ash Recycle kg/h	0.0	0.0	0.0
BT Over Ash kg/h	15.8	13.4	11.2
Cyclone Ash kg/h	11.2	12.9	14.5
Bag Filter Ash kg/h	1.5	1.5	1.5

**Data of Ash Analysis**

	Data NO. T-12	Data NO. T-13-1	Data NO. T-14-1
CaO %	29.92	26.25	8.31
CaCO <sub>3</sub> %	0.80	8.68	2.64
CaSO <sub>4</sub> %	51.89	31.09	42.11
SiO <sub>2</sub> %	11.76	13.01	11.59
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	1.96	8.14	12.91
H <sub>2</sub> O %	0.08	0.13	0.11

Witness: JICA: Y. Nishie



### (3) 層温

ベンチスケール燃焼試験では、脱硫最適流動床温度は約850°Cであった。

パイロットスケール燃焼試験で最適流動床温度を確認した結果、830°C～840°Cに最適温度があることが確認された。

#### 1) SO<sub>x</sub>排出

Fig. 9-9 に示す通り、830°C～840°Cに最適温度がある。試験中、850°C層温で高いSO<sub>x</sub>排出量が確認された。パイロットスケール試験結果として、830°Cを最適温度として選択する。

#### 2) NO<sub>x</sub>排出

各試験において、過剰空気率が異なるため、NO<sub>x</sub>排出の傾向は直接的には把握できなかった。

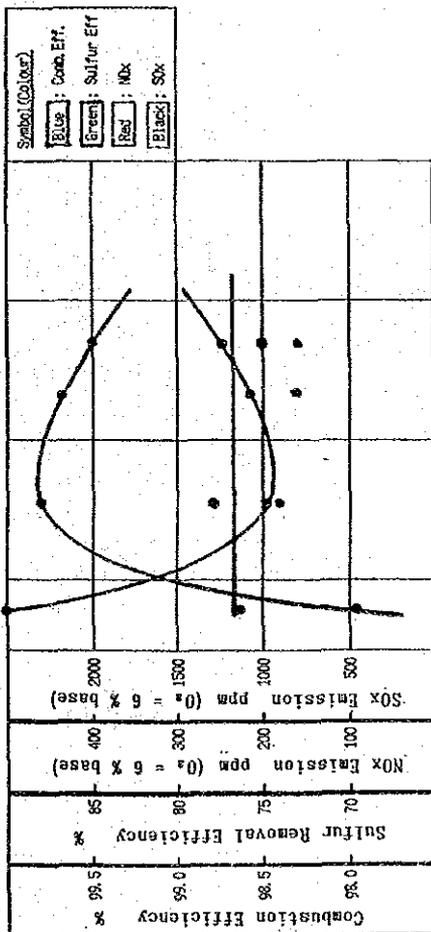
しかし、過剰空気率とNO<sub>x</sub>排出の関係から、NO<sub>x</sub>排出と層温の関係は Fig. 9-10 に示すように修正される。

Fig. 9-10 から、高層温は、高いNO<sub>x</sub>排出を起こすことが推定される。

この傾向は、若松実証プラント結果とも一致している。



Fig. 9-9 Pilot Scale Combustion Test Results : Effect of Bed Temperature



Test Data

Data NO. T-4-1 : 1992-May-14  
 Data NO. T-4-2 : 1992-May-14  
 Data NO. T-6 : 1992-May-15

Operating Conditions

	Data NO. T-4-1	Data NO. T-4-2	Data NO. T-6
Heat Release Rate	1.05 x 10 <sup>6</sup>	1.05 x 10 <sup>6</sup>	1.05 x 10 <sup>6</sup>
Bed Temperature	790	828	885
Excess Air Ratio	1.71	1.45	1.34
C/S Molar Ratio	3.10	3.28	3.03
Ash Recycle Ratio	0.0	0.0	0.0
Coal Feed Method	Over Feed	Over Feed	Over Feed
Coal Size	+2.9~8.6	+2.9~8.6	+2.9~8.6
Line Stone Size	-3	-3	-3

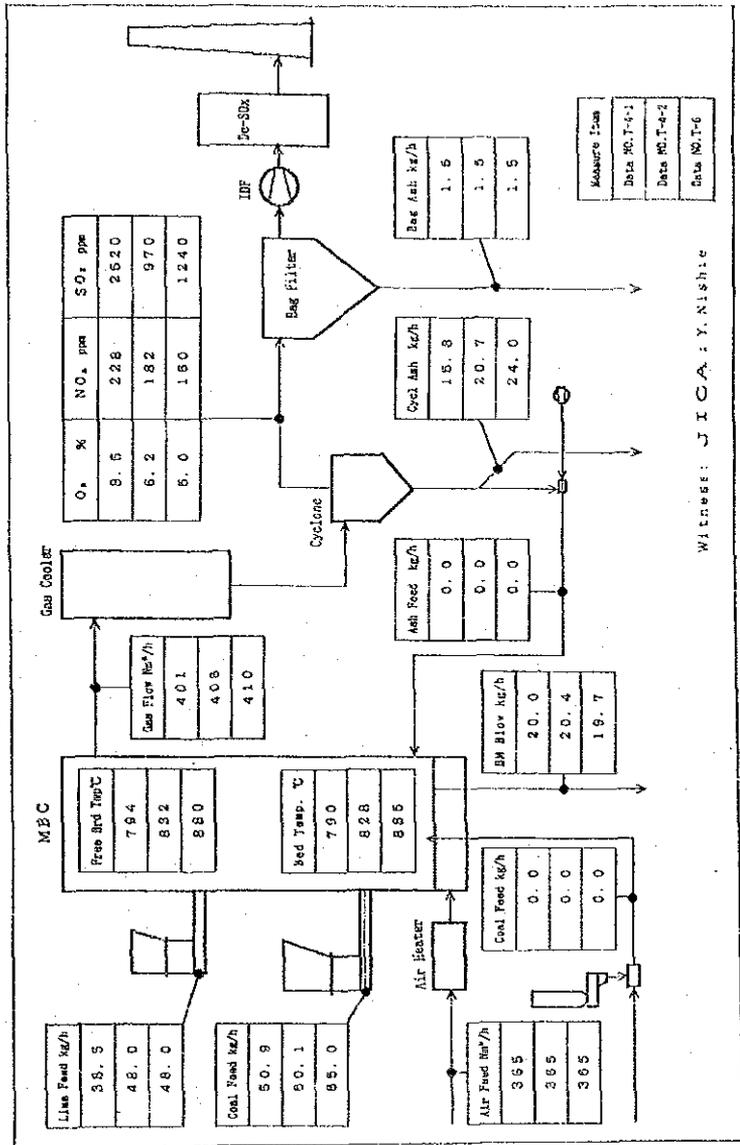
(Data NO. T-4-1) (Data NO. T-4-2) (Data NO. T-6-1) (Data NO. T-6)

Material Balance

	Data NO. T-4-1	Data NO. T-4-2	Data NO. T-6
Coal Feed Rate	50.9	60.1	65.0
Line Feed Rate	38.5	48.0	48.0
Ash Recycle	0.0	0.0	0.0
BN Over Ash	20.0	20.4	19.7
Cyclone Ash	15.8	20.7	24.0
Bag Filter Ash	1.5	1.5	1.5

Data of Ash Analysis

	Data NO. T-4-1			Data NO. T-4-2			Data NO. T-6		
	BN	Cycln	Bag	BN	Cycln	Bag	BN	Cycln	Bag
CaO %	-	-	34.81	26.36	7.02	34.56	34.57	8.61	8.61
CaCO <sub>3</sub> %	-	-	3.25	21.52	2.25	0.58	8.02	3.02	3.02
CaSO <sub>4</sub> %	-	-	50.61	29.98	43.33	53.16	38.51	44.23	44.23
SiO <sub>2</sub> %	-	-	5.81	8.21	11.87	6.51	9.73	10.74	10.74
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	-	-	0.84	4.65	13.36	0.93	4.93	13.39	13.39
Na <sub>2</sub> O %	-	-	0.01	0.03	0.12	0.01	0.02	0.28	0.28



Witness: JICA: Y. Nishio



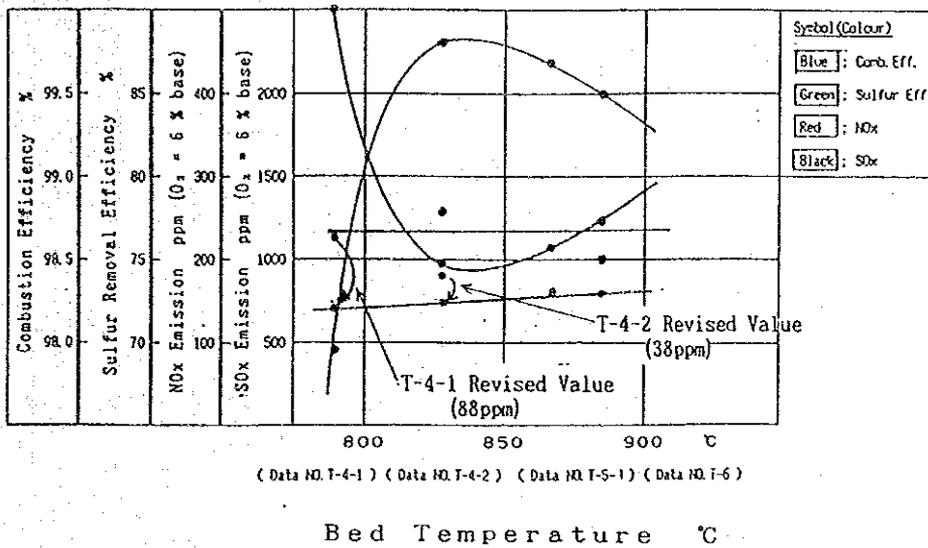
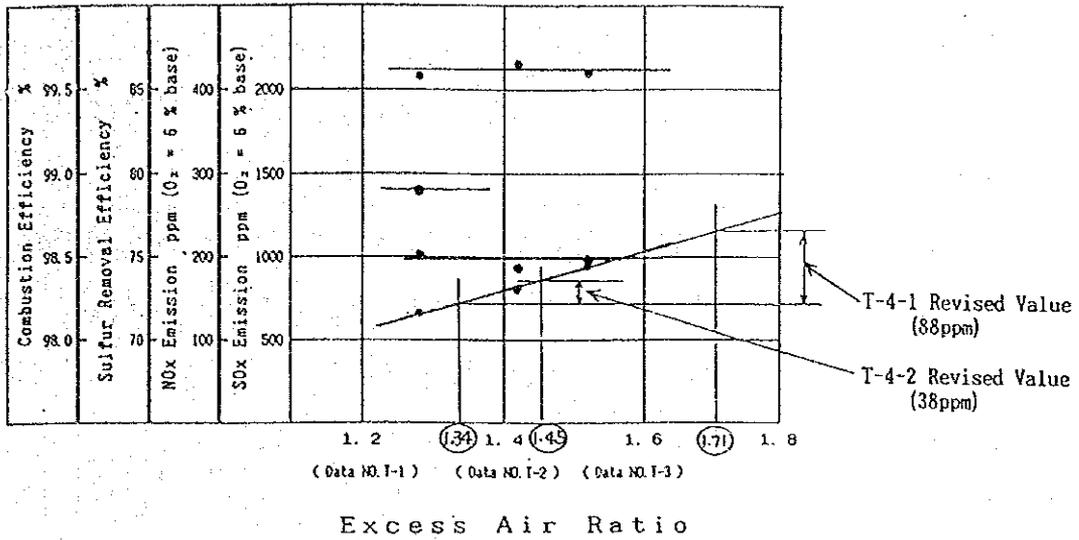


Fig. 9-10 NOx Emission (Effect of Bed Temperature)

#### (4) Ca/Sモル比

パラメータサーベイ試験中、灰リサイクルをさせなくてもCa/Sモル比 3にて脱硫効率90%が確認できた。そのため、本試験は、Ca/Sモル比2.5、3.0及び3.5で灰リサイクルなしで実施した。結果を Fig. 9-11 に示す。

また、パラメータサーベイ試験中、微粉リグナイトは大粒なリグナイトに比較し、上込め給炭方式において高いSO<sub>x</sub>を排出することが確認された。モル比2.0、2.5及び3.0において、大粒リグナイト、灰リサイクルモードにおいて、いかにして90%脱硫を低モル比で達成できるかも確認した。結果を Fig. 9-12 に示す。

##### 1) SO<sub>x</sub>排出

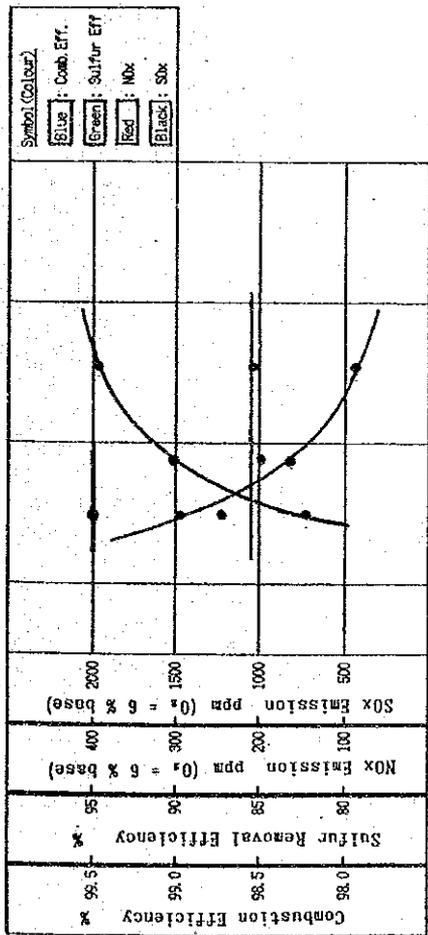
ベンチスケール燃焼試験で確認したと同様に高いモル比は低いSO<sub>x</sub>排出を達成できる。95%脱硫率が灰リサイクルなしでCa/Sモル比3.54で達成できた。

灰リサイクル比0.9で、Ca/Sモル比2.02、リグナイト上込め給炭において89%の脱硫率が確認できた。

##### 2) NO<sub>x</sub>排出

モル比変化によるNO<sub>x</sub>排出変化は確認できなかった。

Fig. 9-11 Pilot Scale Comb. Test Results: Effect of Ca/S Molar Ratio



2.0 3.0 4.0  
(Data NO. T-8-1) (Data NO. T-8-2) (Data NO. T-8-3)

Test Data

Data NO. T-8-1: 1992-May-15  
Data NO. T-8-2: 1992-May-15  
Data NO. T-8-3: 1992-May-16

Operating Conditions

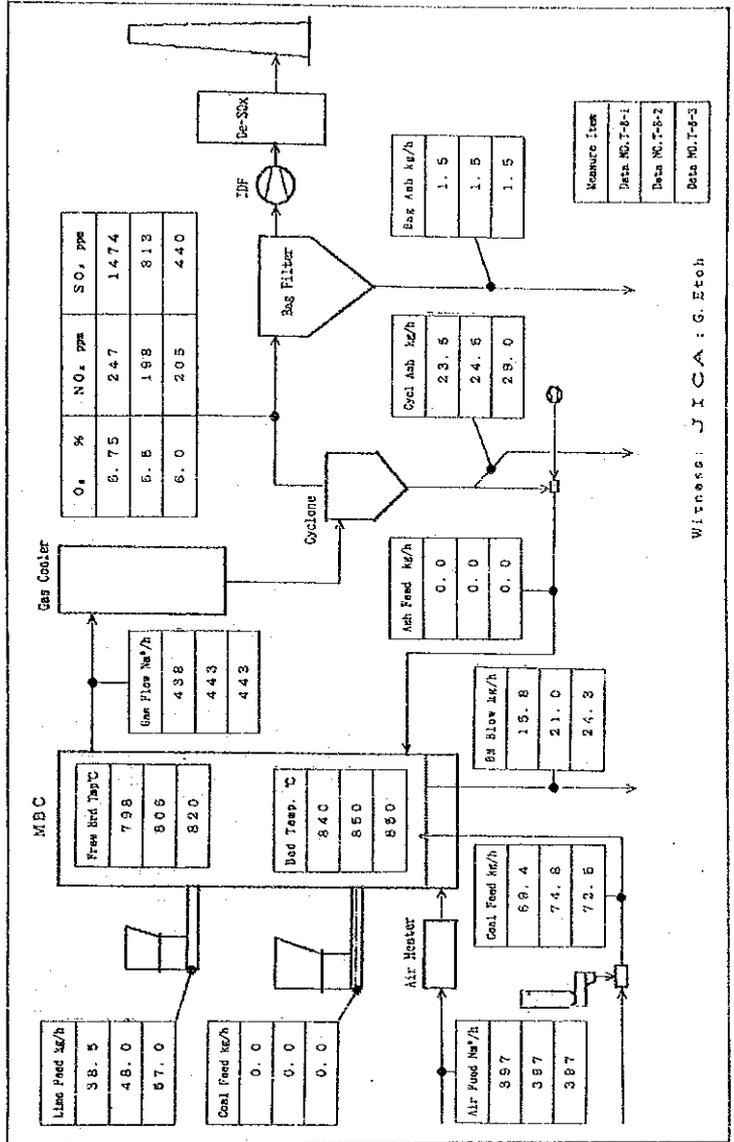
	Data NO. T-8-1	Data NO. T-8-2	Data NO. T-8-3
Heat Release Rate kcal/hr	1.14x10 <sup>6</sup>	1.14x10 <sup>6</sup>	1.14x10 <sup>6</sup>
Bed Temperature °C	840	850	850
Excess Air Ratio	1.50	1.39	1.44
Ca/S Molar Ratio	2.50	2.88	3.54
Ash Recycle Ratio	0.0	0.0	0.0
Coal Feed Method	Under Feed	Under Feed	Under Feed
Coal Size mm	-8.6	-8.6	-9.6
Line Stone Size mm	-3	-3	-3

Material Balances

	Data NO. T-8-1	Data NO. T-8-2	Data NO. T-8-3
Coal Feed Rate kg/h	69.4	74.8	72.5
Line Feed Rate kg/h	38.5	48.0	57.0
Ash Recycle kg/h	0.0	0.0	0.0
BK Over Ash kg/h	15.8	21.0	24.3
Cyclone Ash kg/h	23.5	24.5	29.0
Bag Filter Ash kg/h	1.5	1.5	1.5

Data of Ash Analysis

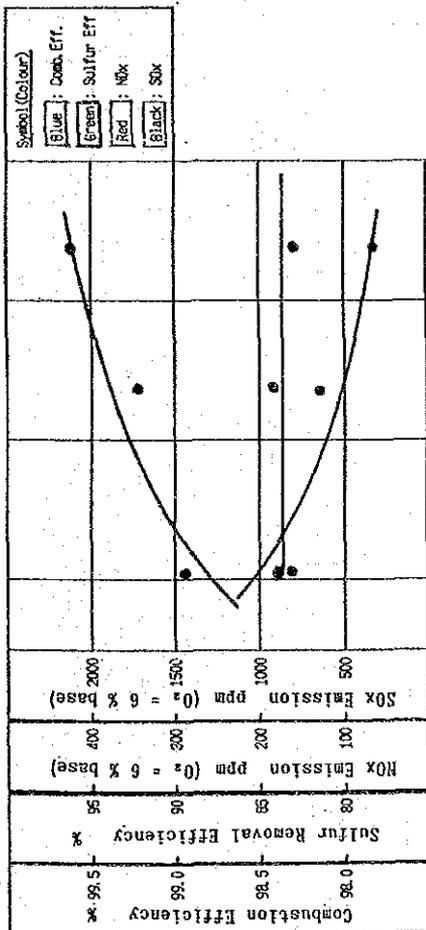
	Data NO. T-8-1	Data NO. T-8-2	Data NO. T-8-3		
BM	Cyclin	Bag	BM	Cyclin	Bag
CuO %	31.65	18.71	4.65	-	-
CaCO <sub>3</sub> %	0.97	18.02	4.05	-	-
CaSO <sub>4</sub> %	55.29	25.14	29.21	-	-
S.O <sub>2</sub> %	6.51	21.24	15.51	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	1.15	5.57	13.13	-	-
Na <sub>2</sub> O %	0.03	0.04	0.11	-	-



Witness: JICA: G. Etoh



Fig. 9-12 Pilot Scale Comb. Test Results : Effect of Ca/S Molar Ratio



Test Data

Data NO. T-10-3 : 1992-May-16  
 Data NO. T-10-2 : 1992-May-16  
 Data NO. T-10-1 : 1992-May-16

Operating Conditions

	Data NO. T-10-3	Data NO. T-10-2	Data NO. T-10-1
Heat Release Rate kcal/m <sup>3</sup> h	1.05 × 10 <sup>6</sup>	1.05 × 10 <sup>6</sup>	1.05 × 10 <sup>6</sup>
Bed Temperature °C	813	820	820
Excess Air Ratio	1.48	1.48	1.41
Ca/S Molar Ratio	2.02	2.68	3.18
Ash Recycle Ratio	0.92	0.92	0.87
Coal Feed Method	Over Feed	Over Feed	Over Feed
Coal Size mm	+2.8 ~ -8.6	+2.8 ~ -8.6	+2.8 ~ -8.6
Line Stone Size mm	-3	-3	-3

2.0 2.5 3.0 3.5

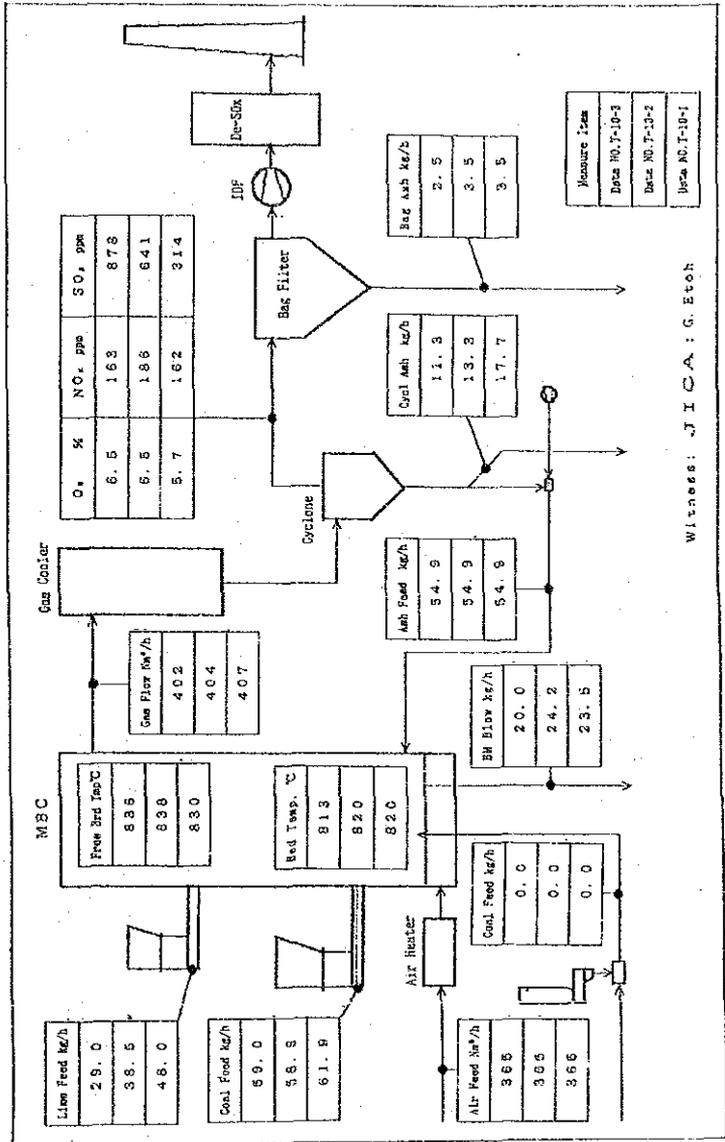
(Data NO. T-10-3) (Data NO. T-10-2) (Data NO. T-10-1)

Material Balance

	Data NO. T-10-1	Data NO. T-10-2	Data NO. T-10-1
Coal Feed Rate kg/h	59.0	58.9	61.9
Line Feed Rate kg/h	29.0	38.5	48.0
Ash Recycle kg/h	54.9	54.9	54.9
BM Over Ash kg/h	20.0	24.2	29.5
Cyclone Ash kg/h	11.3	13.3	17.7
Bag Filter Ash kg/h	2.5	3.5	3.5

Date of Ash Analysis

	Data NO. T-10-3	Data NO. T-10-2	Data NO. T-10-1
CaO %	-	-	-
CaCO <sub>3</sub> %	-	-	-
CaSO <sub>4</sub> %	-	-	-
SiO <sub>2</sub> %	-	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	-	-	-
Na <sub>2</sub> O %	-	-	-



Witness: JICA: G. Etch



#### (5) 灰リサイクル比

灰リサイクルは、脱硫率に大きく寄与する。試験は、Ca/Sモル比2.0及び2.5で実施した。灰リサイクル比は、0.6、1.0及び1.3と変化させた。結果を Fig. 9-13 から Fig. 9-15 に示す。Fig. 9-16 に上記結果を集約した。

##### 1) SO<sub>x</sub>排出

灰リサイクル比増加に伴い、SO<sub>x</sub>排出は減少する。

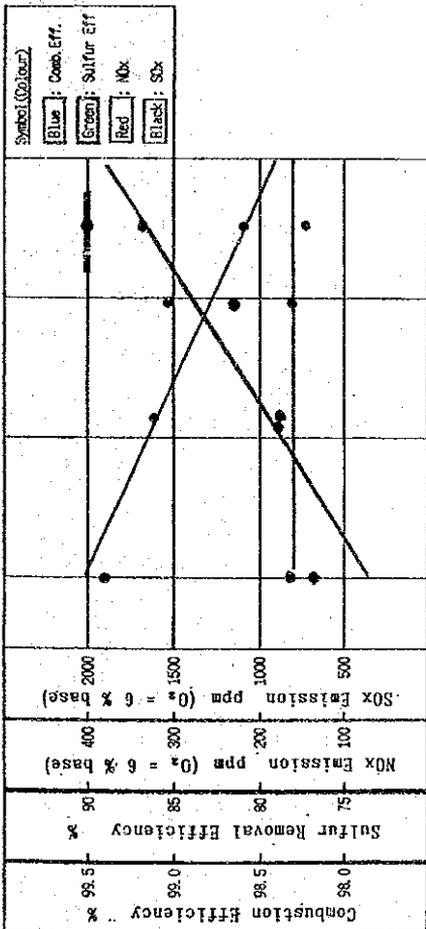
灰リサイクル比1.5により、SO<sub>x</sub>排出量は、灰リサイクルなしの場合に比べ、モル比2.0の条件で50%減少させることができる。

##### 2) NO<sub>x</sub>排出

灰リサイクル比は、NO<sub>x</sub>排出に影響を与えない。



Fig. 9-13 Pilot Scale Comb. Test Results : Effect of Ash Recycle Ratio



Test Date

Data NO. T-15 : 1992-May-21  
 Data NO. T-16 : 1992-May-21  
 Data NO. T-17 : 1992-May-21

Operating Conditions

	Data NO. T-15	Data NO. T-16	Data NO. T-17
Heat Release Rate	1.2 x 10 <sup>6</sup>	1.2 x 10 <sup>6</sup>	1.2 x 10 <sup>6</sup>
Bed Temperature	885	825	817
Excess Air Ratio	1.32	1.40	1.35
C/S Molar Ratio	2.08	2.06	2.05
Ash Recycle Ratio	0.58	0.97	1.26
Coal Feed Method	Over & Under	Over & Under	Over & Under
Coal Size	mm	+2.8~-8.6 / -2.8	+2.8~-8.6 / -2.8
Line Store Size	mm	-3	-3

0.0 0.5 1.0 1.5

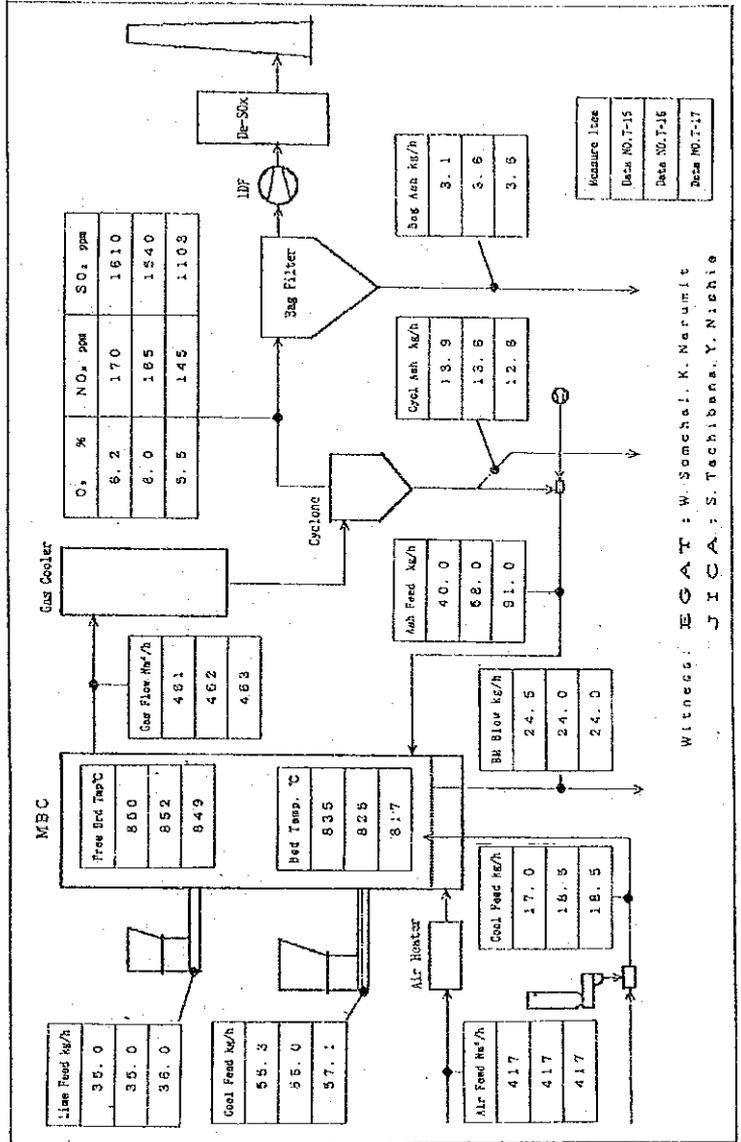
(Data NO. T-9) (Data NO. T-15) (Data NO. T-16) (Data NO. T-17)

Material Balance

	Data NO. T-15	Data NO. T-16	Data NO. T-17
Coal Feed Rate	72.3	73.4	75.6
Line Feed Rate	35.0	35.0	36.0
Ash Recycle	40.0	58.0	91.0
BM Over Ash	24.5	24.0	24.0
Cyclone Ash	13.9	13.6	12.6
Bag Filter Ash	3.1	3.6	3.6

Data of Ash Analysis

	Data NO. T-15	Data NO. T-16	Data NO. T-17
CaO %	BM	BM	BM
CaO %	23.17	23.19	11.64
CaSO <sub>4</sub> %	1.00	4.62	1.25
SiO <sub>2</sub> %	56.99	34.20	41.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	4.54	20.23	15.21
MgO %	0.81	6.84	13.51
Na <sub>2</sub> O %	0.01	0.05	0.08



Witness: EGAT : W. Somchai, K. Narumit  
 JICA : S. Tachibana, Y. Nishio



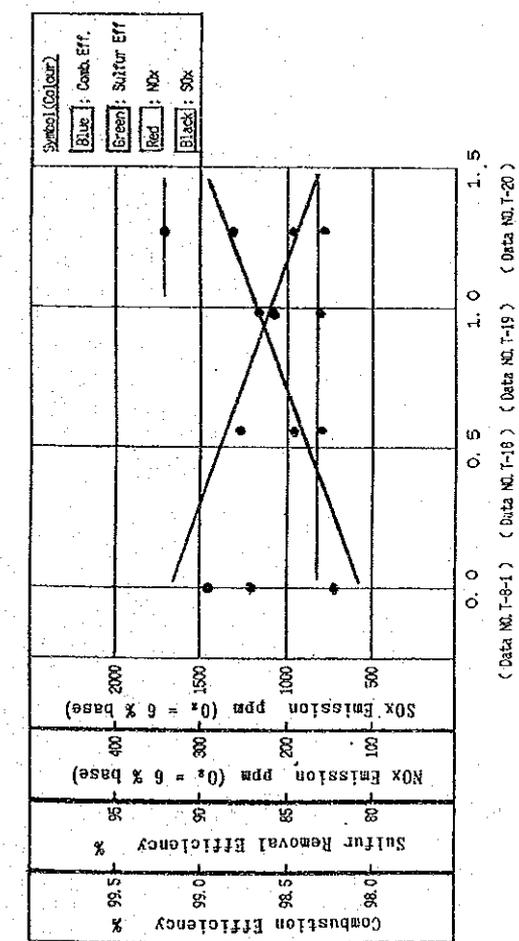
Fig. 9-14 Pilot Scale Comb. Test Results : Effect of Ash Recycle Ratio

**Test Data**

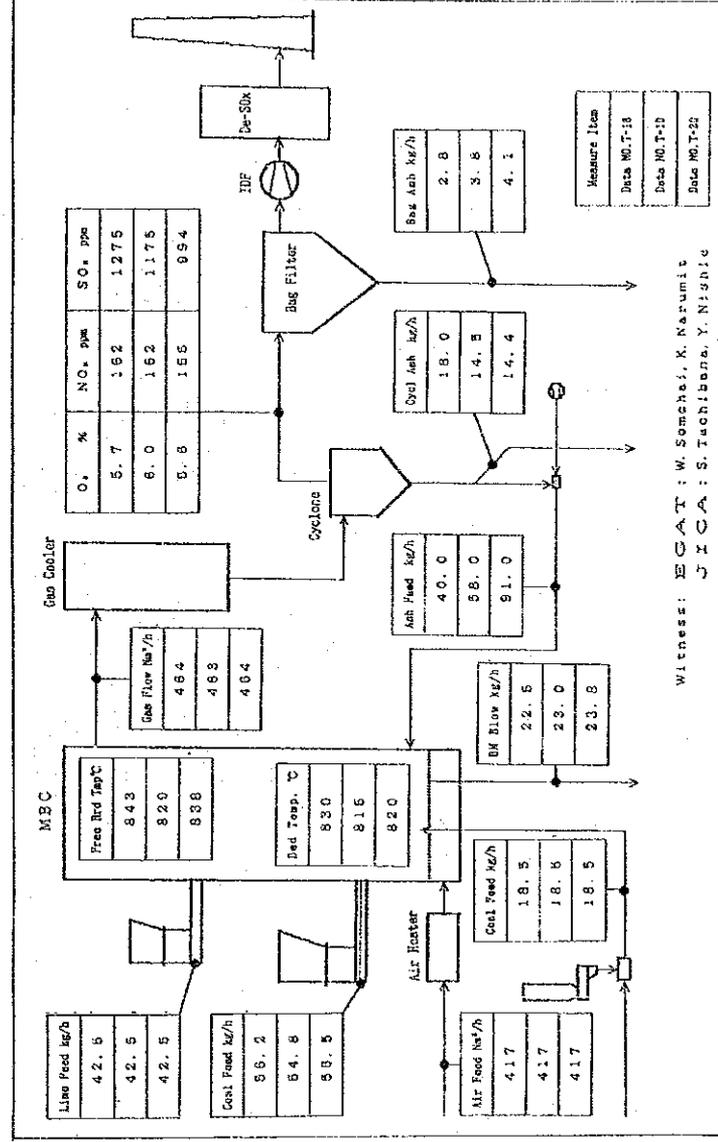
Data NO. T-18 : 1992-May-21  
 Data NO. T-19 : 1992-May-22  
 Data NO. T-20 : 1992-May-22

**Operating Conditions**

	Data NO. T-18	Data NO. T-19	Data NO. T-20
Heat Release Rate	1.20x10 <sup>6</sup>	1.20x10 <sup>6</sup>	1.20x10 <sup>6</sup>
Bed Temperature	830	815	820
Excess Air Ratio	1.40	1.43	1.39
Car/S Molar Ratio	2.45	2.50	2.44
Ash Recycle Ratio	--	0.98	1.27
Coal Feed Method	--	0 & U Feed	0 & U Feed
Coal Size	mm	+2.8~-3.6/-2.8	+2.8~-3.6/-2.8
Line Stone Size	mm	-8	-3



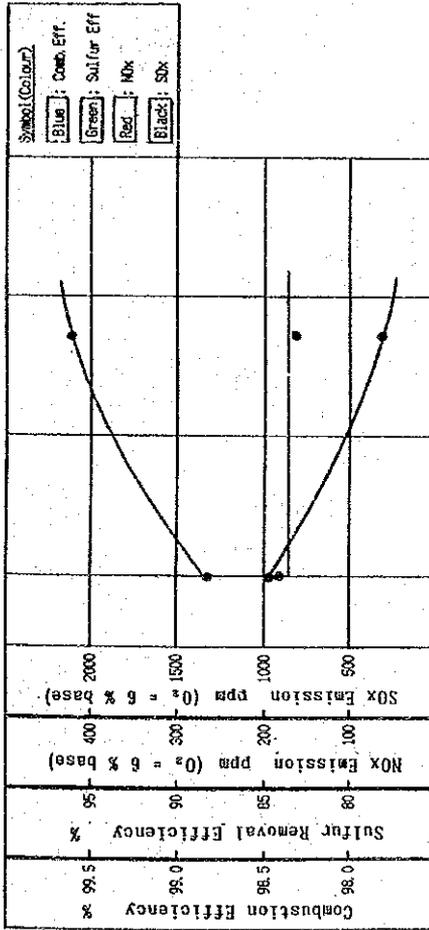
0.0 0.5 1.0 1.5  
 (Data NO. T-8-1) (Data NO. T-18) (Data NO. T-19) (Data NO. T-20)



Witness: EGAT : W. Somchei, K. Narumonit  
 JICA : S. Tachibana, Y. Nishio



Fig. 9-15 Pilot Scale Comb. Test Results: Effect of Ash Recycle Ratio



Test Data

Data NO. T-4-2 : 1992-May-14  
 Data NO. T-10-1 : 1992-May-16  
 Data NO. : -

Operating Conditions

	Data NO. T-4-2	Data NO. T-10-1	Data NO. -
Heat Release Rate	1.05 x 10 <sup>6</sup> kcal/m <sup>3</sup> h	1.05 x 10 <sup>6</sup>	--
Bed Temperature	828 °C	820	--
Excess Air Ratio	1.45	1.41	--
C/S Molar Ratio	3.28	3.18	--
Ash Recycle Ratio	0.0	0.87	--
Coal Feed Method	Over Feed	Over Feed	--
Coal Size	mm -2.8 ~ -8.6	-2.8 ~ -8.6	--
Line Stone Size	mm -3	-3	--

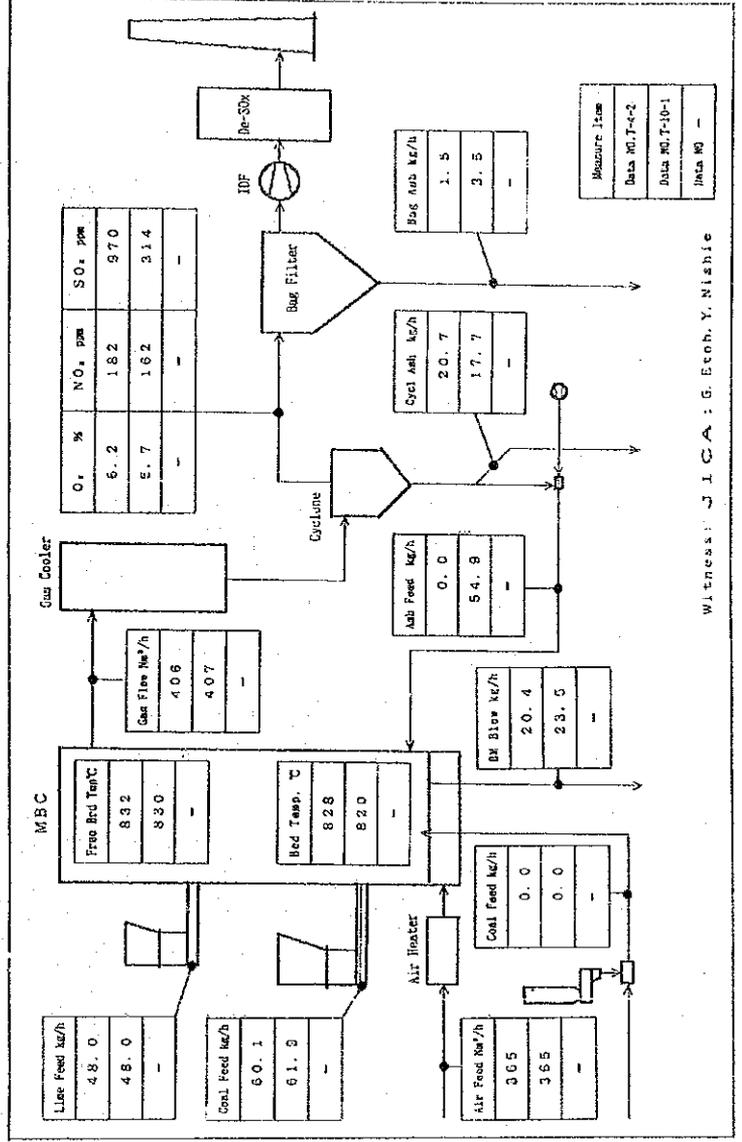
0.0 0.5 1.0 1.5  
 (Data NO. T-4-2) (Data NO. T-10-1)

Material Balance

	Data NO. T-4-2	Data NO. T-10-1	Data NO. -
Coal Feed Rate	60.1 kg/h	61.9	--
Line Feed Rate	48.0 kg/h	48.0	--
Ash Recycle	0.0 kg/h	54.9	--
BH Over Ash	20.4 kg/h	23.5	--
Cyclone Ash	20.7 kg/h	17.7	--
Bag Filter Ash	1.5 kg/h	3.5	--

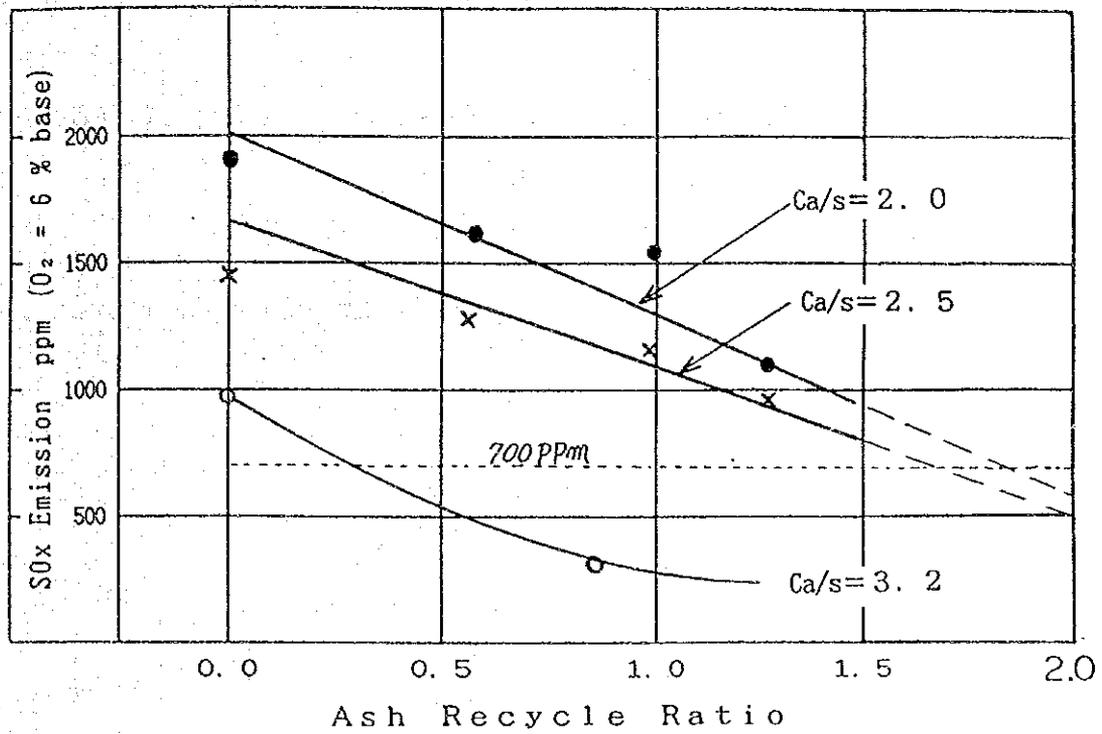
Data of Ash Analysis

	Data NO. T-4-2			Data NO. T-10-1			Data NO. -
	BH	Cyclin	Bag	BH	Cyclin	Bag	
CaO %	34.81	26.36	7.02	-	-	-	-
CaCO <sub>3</sub> %	3.25	21.52	2.25	-	-	-	-
CaSO <sub>4</sub> %	50.61	29.98	43.38	-	-	-	-
SiO <sub>2</sub> %	5.81	8.21	11.87	-	-	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	0.84	4.69	13.36	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> O %	0.01	0.03	0.12	-	-	-	-



Witness: J. I. C. A. : G. E. C. H. Y. N. I. S. H. I. E





**Fig. 9-16** SOx Emission

( Effect of Ash Recycle Ratio )

## (6) リグナイト給炭方式

下込め給炭方式と上込め給炭方式を比較した。下込め、上込め組み合わせた給炭方式についても、試験で確認した。結果を Fig. 9-17 に示す。

### 1) SO<sub>x</sub>排出

上込め給炭に比べ、下込め給炭の方が、脱硫に好結果を出すことが確認された。

Fig. 9-18 は、空搭部の温度分布状況を示す。この温度分布より、上込め給炭方式において微粉リグナイトが空搭部で燃焼し、温度を上げていること、一方、下込め給炭においては、層上の高さに比例し、温度が減少していることが確認できる。

このことから、上込め給炭におけるSO<sub>x</sub>排出値の増加は、流動床に触れることなく、空搭部で燃焼する微粉によるものと考えられる。

### 2) NO<sub>x</sub>排出

リグナイト給他方式の違いによるNO<sub>x</sub>排出の顕著な違いは認められなかった。

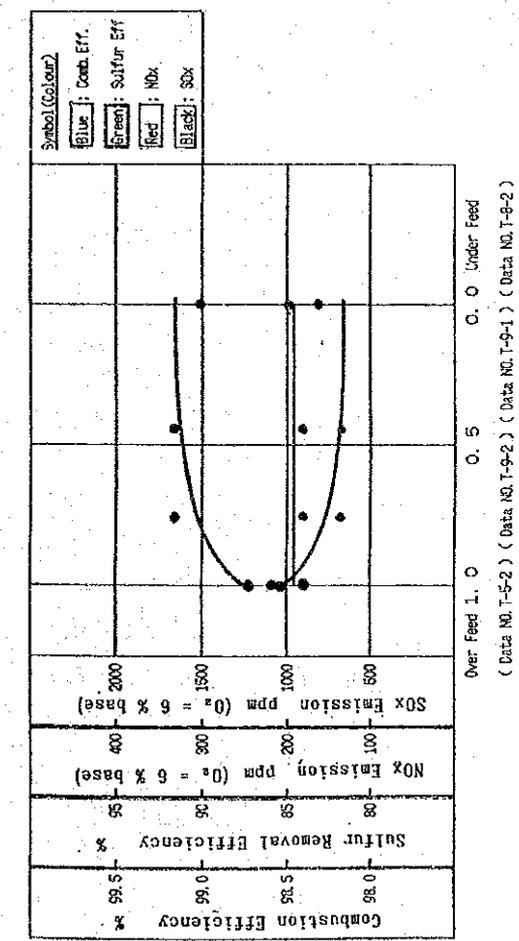
Fig. 9-17 Pilot Scale Comb. Test Results : Effect of Coal Feed Method

Test Data

Data NO. T-5-2 : 1992-May-15  
 Data NO. T-9-2 : 1992-May-16  
 Data NO. T-8-2 : 1992-May-15

Operating Conditions

	Data NO. T-5-2	Data NO. T-9-2	Data NO. T-8-2
Heat Release Rate	1.05x10 <sup>6</sup>	1.14x10 <sup>6</sup>	1.14x10 <sup>6</sup>
Bed Temperature	830	830	850
Excess Air Ratio	1.59	1.48	1.38
Ca/S Molar Ratio	2.88	3.08	2.88
Ash Recycle Ratio	0.0	0.0	0.0
Coal Feed Method	Over Feed	U&O Feed	Under Feed
Coal Size	mm +2.8 ~ -8.6	mm +2.8 ~ -8.6/2.8	mm -8.6
Line Stone Size	mm -3	mm -3	mm -3



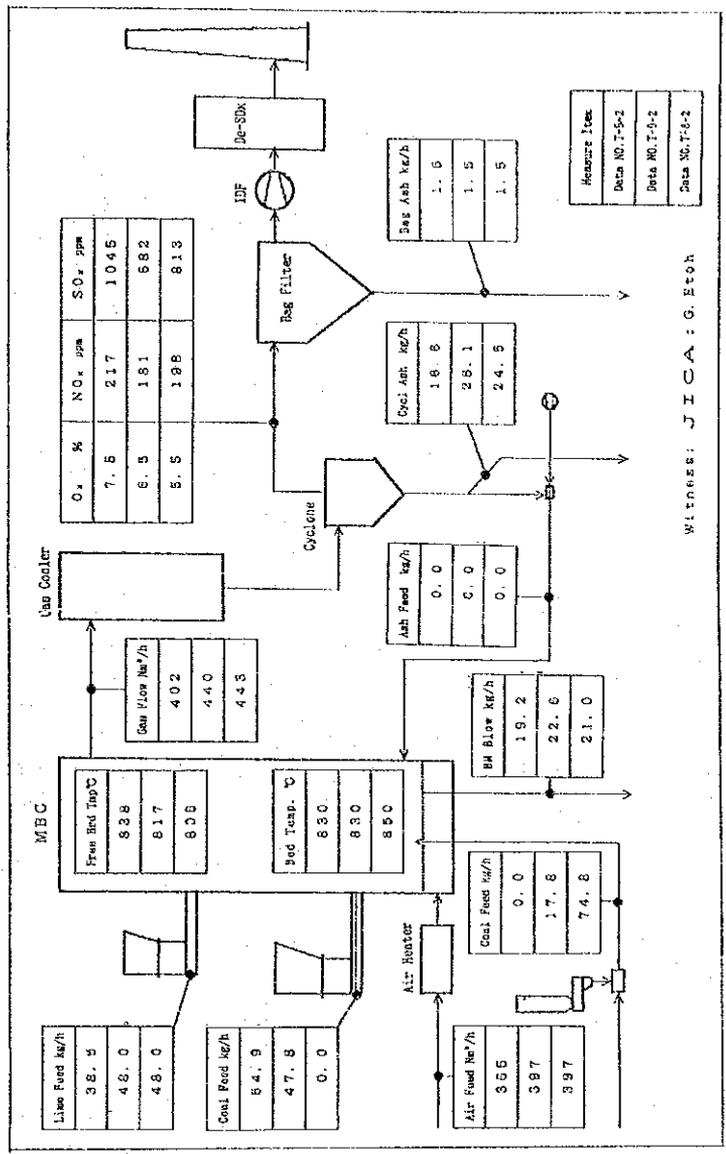
Over Feed 1.0 0.5 0.0 Under Feed  
 (Data NO. T-5-2) (Data NO. T-9-2) (Data NO. T-9-1) (Data NO. T-8-2)

Material Balance

	Data NO. T-5-2	Data NO. T-9-2	Data NO. T-8-2
Coal Feed Rate	54.9	65.6	74.8
Lime Feed Rate	38.5	48.0	48.0
Ash Recycle	0.0	0.0	0.0
BH Over Ash	19.2	22.6	21.0
Cyclone Ash	16.6	26.1	24.5
Sag Filter Ash	1.5	1.5	1.5

Data of Ash Analysis

	Data NO. T-5-2	Data NO. T-9-2	Data NO. T-8-2
BH	33.84	31.55	11.76
Cyclin	1.00	14.88	4.87
Sag	52.31	30.15	42.23
BH	4.78	9.84	10.63
Cyclin	0.76	4.87	12.24
Sag	0.01	0.08	0.12



Witness: JICA: G. ETOH



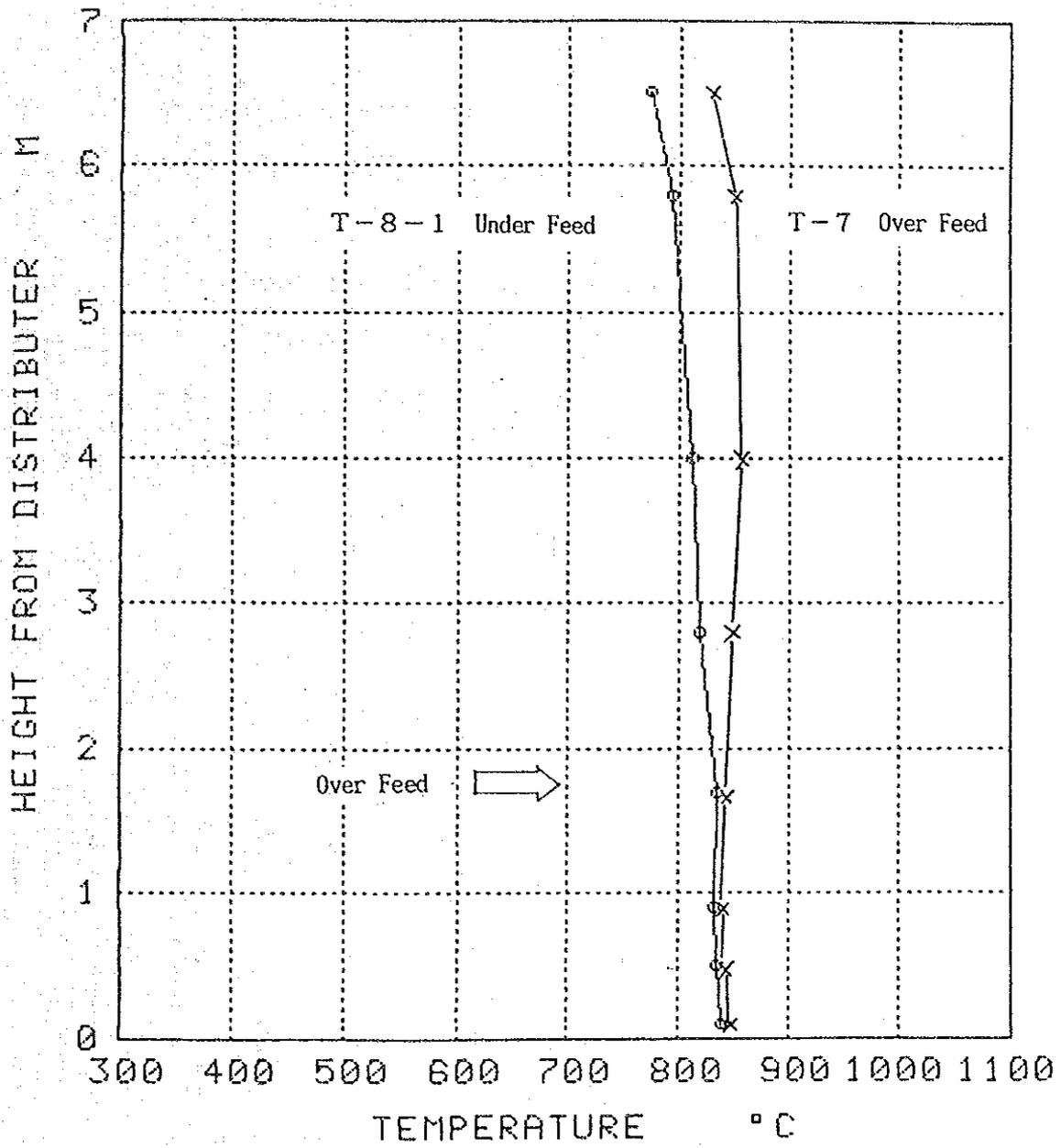


Fig. 9-18 Temperature Profile (Effect of Coal Feed Method)

(7) リグナイト粒径

リグナイト粒径 2.8mm~8.6mm及び 2.8mm~20mmを試験で確認した。Fig. 9-19に示す通り、両サイズともSOx排出、NOx排出において、同様な特性を示した。

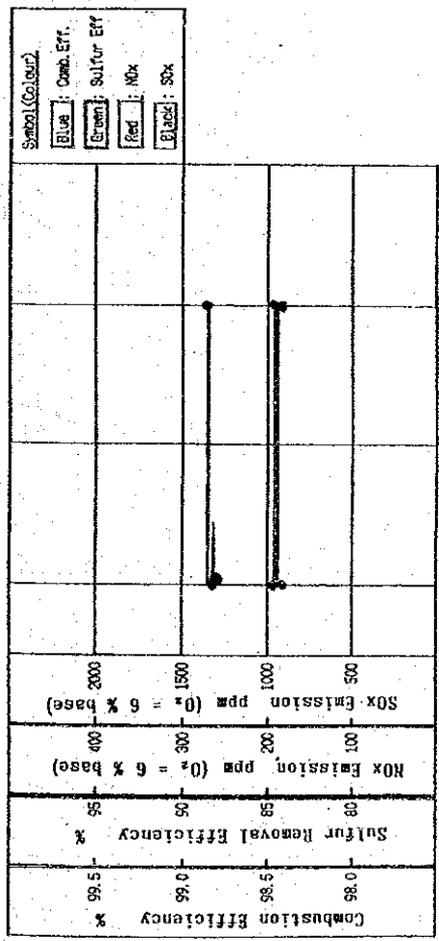
微小粒径の特性を確認するため、以下の2通りの試験を実施した。

- a. 0 - 8.6 mm 上込め
- b. 2.8 - 8.6 mm 上込め
- 0 - 2.8 mm 下込め

Fig. 9-20 に試験結果を示す。Fig. 9-21 に上記試験の温度分布を示す。Fig. 9-20から、微粉リグナイトが上込め給炭されようとも、下込め給炭されようとも、顕著な違いがないことが解る。

Fig. 9-18 及び Fig. 9-21 を比較し、下込めにて 2.8mm以下の微粉を給炭した場合の温度上昇は、2.8mm以下を給炭しない場合に比較し高くなっている。これは、微粉リグナイトを下込め給炭にて供給しても、空搭部にて幾分燃焼していることを示している。

Fig. 9-19 P I L O T S C A L E C O M B I N E D T E S T R E S U L T S : E f f e c t o f C o a l S i z e



Test Data

Data NO. T-4-2 : 1992-May-14  
 Data NO. T-11 : 1992-May-17

Operating Conditions

	Data NO. T-4-2	Data NO. T-11	Data NO. --
Heat Release Rate kcal/h	1.05x10 <sup>4</sup>	1.05x10 <sup>4</sup>	--
Bed Temperature °C	828	830	--
Excess Air Ratio	1.45	1.51	--
C/S Molar Ratio	3.28	3.41	--
Ash Recycle Ratio	0.0	0.0	--
Coal Feed Method	Over Feed	Over Feed	--
Coal Size	+2.8 ~ -8.5	+2.8 ~ -20 mm	--
Line Stone Size	-3	-3	--

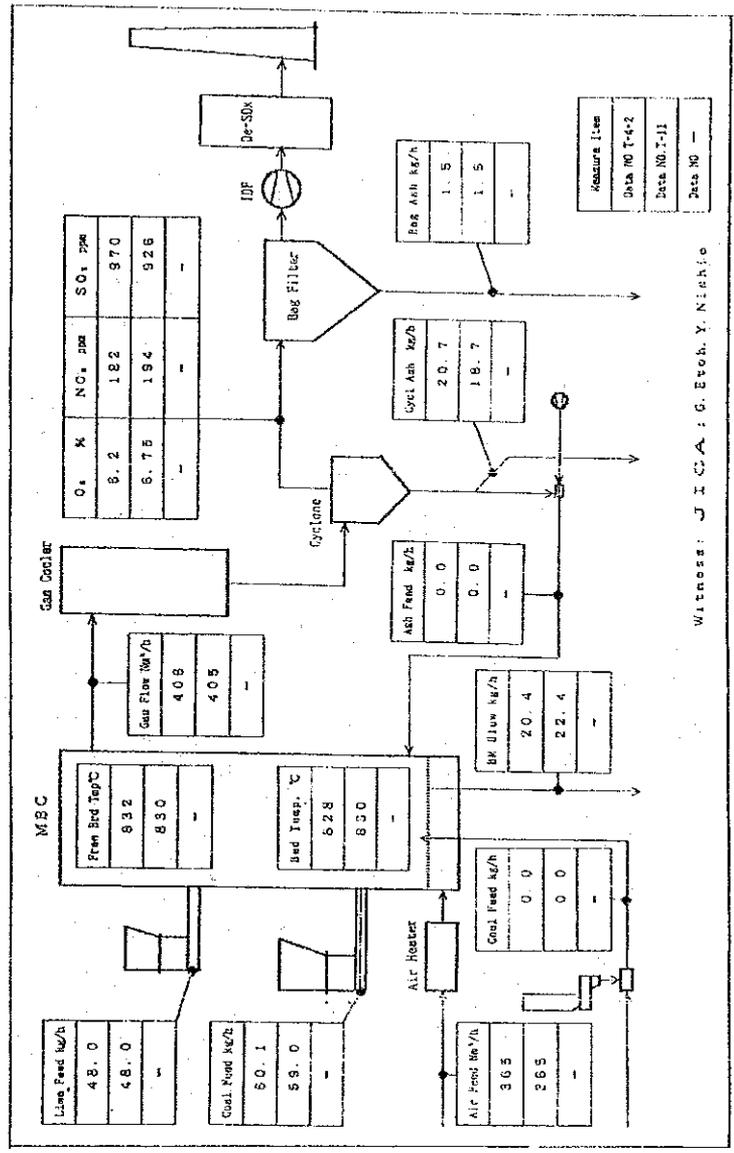
+2.8 ~ -8.6 (Data NO. T-4-2)  
 +2.8 ~ -20 mm (Data NO. T-11)

Material Balance

	Data NO. T-4-2	Data NO. T-11	Data NO. --
Coal Feed Rate kg/h	60.1	59.0	--
Line Feed Rate kg/h	48.0	48.0	--
Ash Recycle kg/h	0.0	0.0	--
BM Over Ash kg/h	20.4	22.4	--
Cyclone Ash kg/h	20.7	18.7	--
Bag Filter Ash kg/h	1.5	1.5	--

Date of Ash Analysis

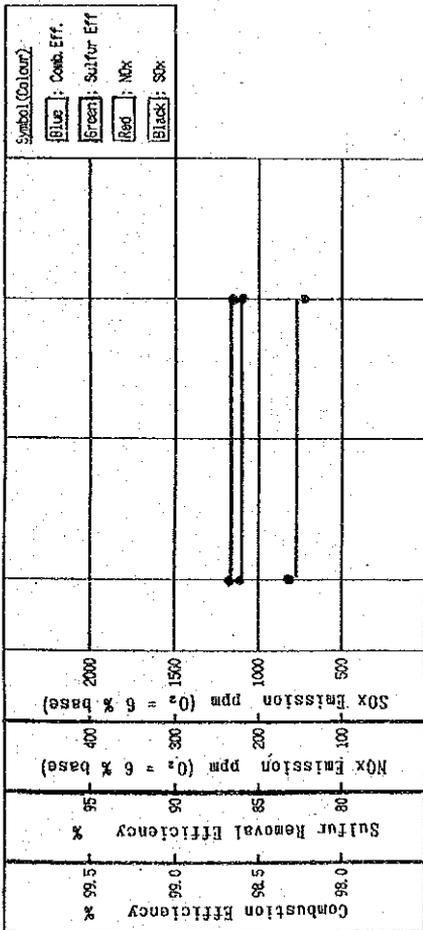
	Data NO. T-4-2	Data NO. T-11	Data NO. --
CaO %	34.81	26.35	7.02
CaCO <sub>3</sub> %	3.25	21.52	2.25
CaSO <sub>4</sub> %	50.61	29.98	43.38
SiO <sub>2</sub> %	5.81	8.21	11.87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	0.84	4.69	13.36
Na <sub>2</sub> O %	0.01	0.03	0.12



Witness: J I C A : G. Evoh, Y. Nishio



Fig. 9-20 Pilot Scale Comb. Test Results : Effect of Coal Size



-8.6 (Data NO. T-21)  
 +2.8 ~ -8.6 mm  
 +2.8 ~ -2.8 (Data NO. T-17)

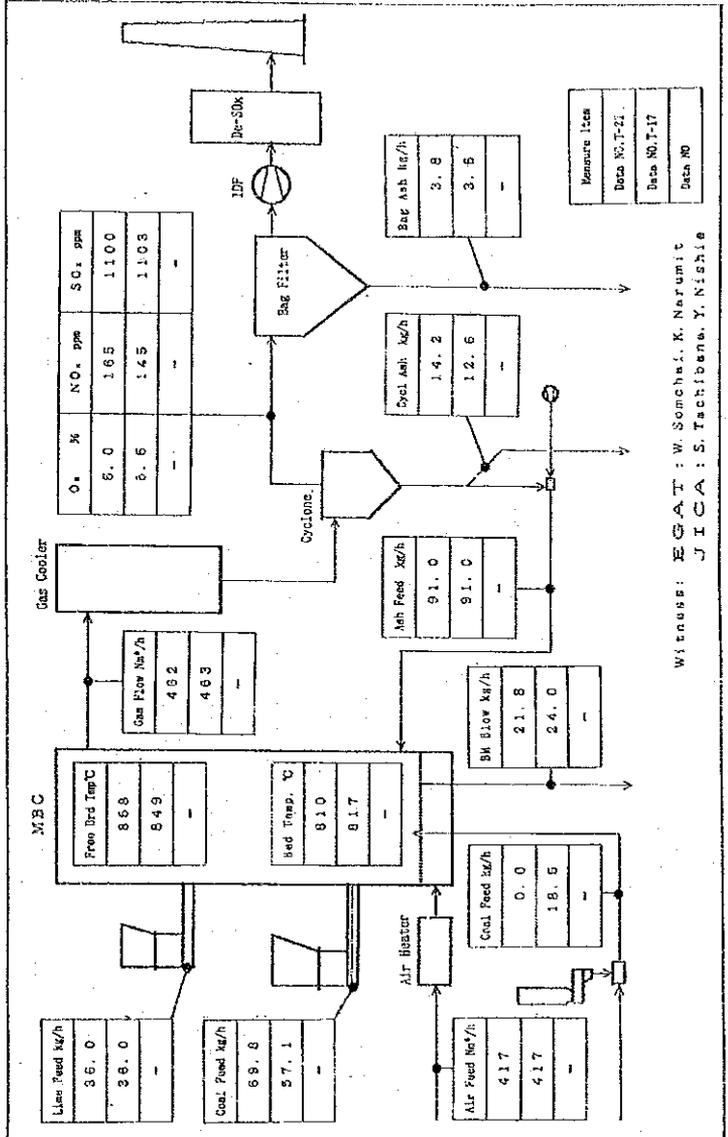
Test Data		Data NO. T-21	Data NO. T-17	Data NO. ---
Data NO. T-21	1992-May-22			
Data NO. T-17	1992-May-21			
Data NO. ---				
Operating Conditions				
Heat Release Rate	keal/wh	1.20x10 <sup>6</sup>	1.20x10 <sup>6</sup>	
Bed Temperature	°C	810	817	
Excess Air Ratio		1.43	1.38	
Ca/S Molar Ratio		2.12	2.05	
Ash Recycle Ratio		1.31	1.26	
Coal Feed Method		Over Feed	O & U Feed	
Coal Size	mm	-8.6	+2.8~-8.6/2.8	
Line Stone Size	mm	-3	-3	

Material Balance

	Data NO. T-21	Data NO. T-17	Data NO. ---
Coal Feed Rate	69.8 kg/h	75.6 kg/h	
Lime Feed Rate	36.0 kg/h	36.0 kg/h	
Ash Recycle	91.0 kg/h	91.0 kg/h	
BH Over Ash	21.8 kg/h	24.0 kg/h	
Cyclone Ash	14.2 kg/h	12.6 kg/h	
Bag Filter Ash	3.6 kg/h	3.6 kg/h	

Data of Ash Analysis

	Data NO. T-21	Data NO. T-17	Data NO. ---			
BH	Crch	Bag	BH	Cycln	Bag	Bag
CaO	%					
CaCO <sub>3</sub>	%					
CaSO <sub>4</sub>	%					
SiO <sub>2</sub>	%					
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%					
Na <sub>2</sub> O	%					



Witness: EGAT : W. Somchai, K. Narumit  
 JICA : S. Tachibana, Y. Nishie



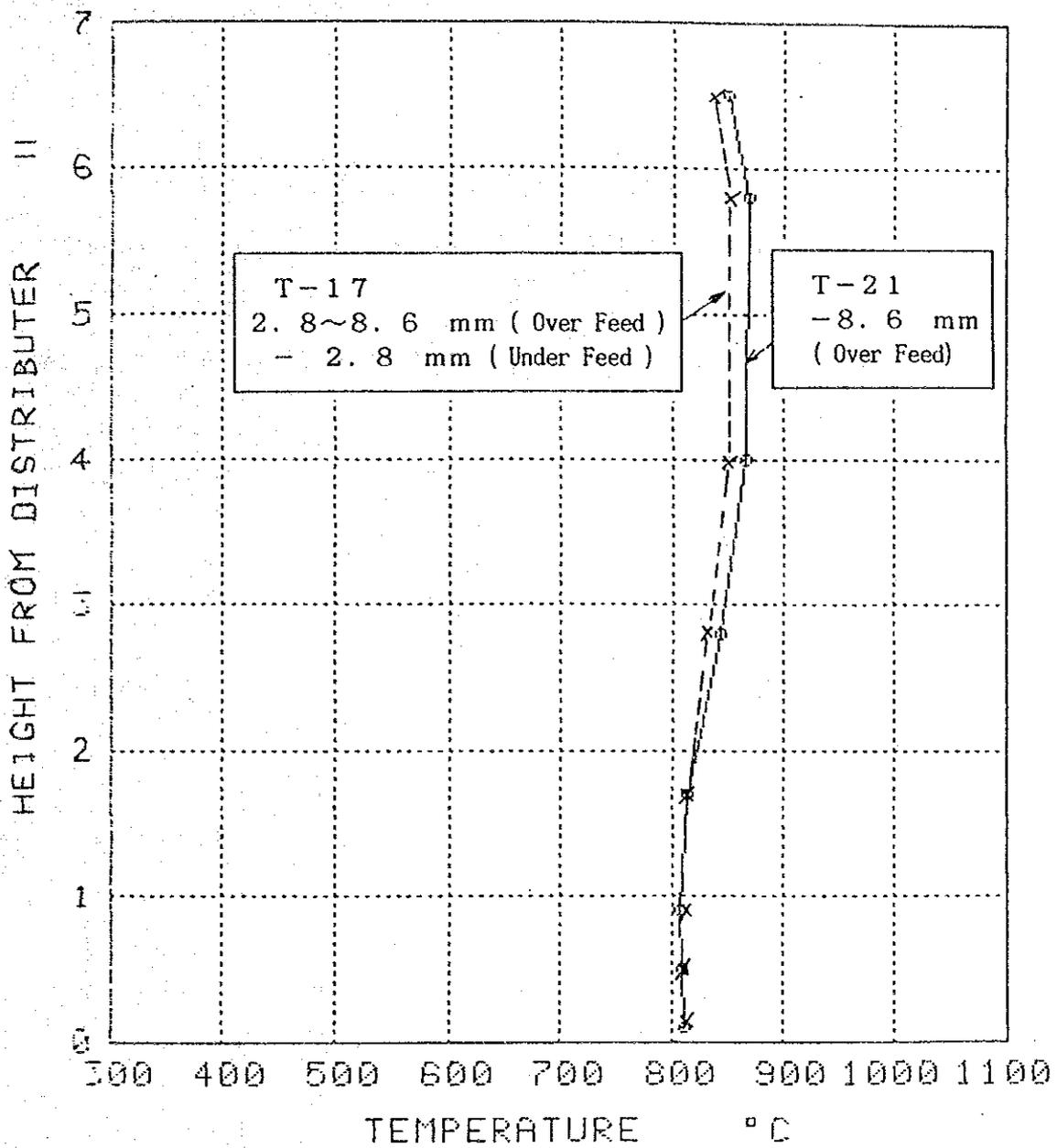


Fig. 9-21 Temperature Profile (Effect of Coal Size)

(8) 石灰石粒径

本試験で石灰石粒径 0 - 3 mm及び 0 - 10mmを試験した。

Fig. 9-22 に結果を示す。

1) SO<sub>x</sub>排出

微粉の多い石灰石は、高脱硫率を達成できる。

また、B.M. 中石膏含有量が少ないことから、粒径サイズと表面積の違いが脱硫効率の違いに表れていることが確認される。

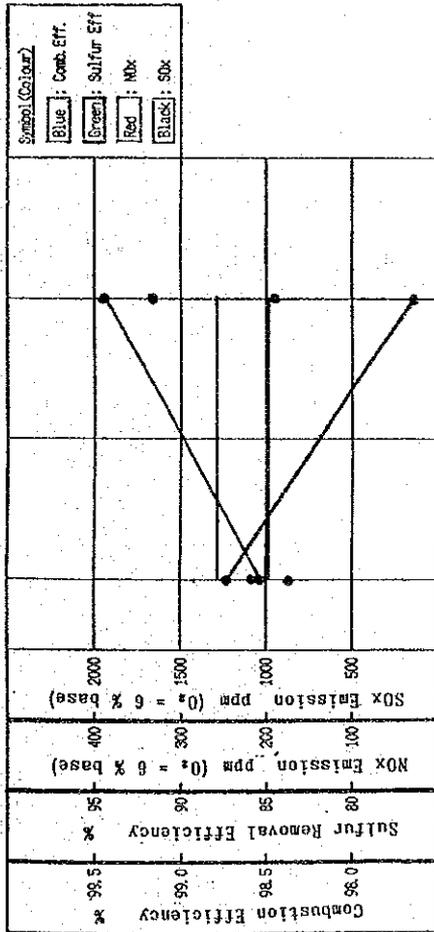
2) NO<sub>x</sub>排出

石灰石粒径の違いによるNO<sub>x</sub>排出の顕著な違いはなかった。

0 - 3 mmの石灰石粒径で比較的微粉含有量の多い石灰石も、比較のため試験燃焼した。Fig. 9-23 に結果を示す。

灰リサイクルを採用することにより、微粉を多く含む石灰石の方が約100ppmの範囲で、脱硫性能を向上させることができる。

Fig. 9-22 Pilot Scale Comb. Test Results : Effect of Lime Stone Size



- 3 -  
(Data NO. T-5-2) (Data NO. T-7)

Test Data  
 Data NO. T-5-2 : 1992-May-15  
 Data NO. T-7 : 1992-May-15  
 Data NO. :  
 Operating Conditions

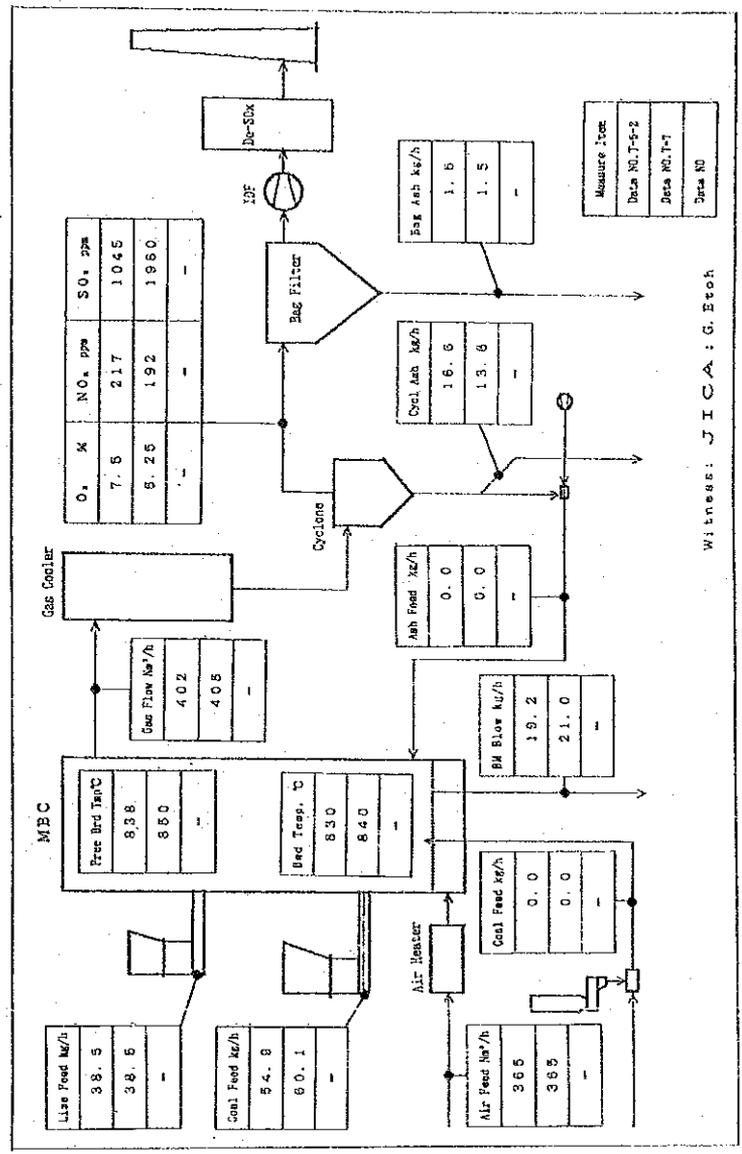
	Data NO. T-5-2	Data NO. T-7	Data NO. ---
Heat Release Rate	1.05 x 10 <sup>6</sup> kcal/h	1.05 x 10 <sup>6</sup>	---
Bed Temperature	830 °C	840	---
Excess Air Ratio	1.59	1.45	---
Ca/S Molar Ratio	2.88	2.68	---
Ash Recycle Ratio	0.0	0.0	---
Coal Feed Method	Over Feed	Over Feed	---
Coal Size	mm -2.8 ~ -8.6	-2.8 ~ -8.6	---
Lime Stone Size	mm -3	-3	---

Material Balance

	Data NO. T-5-2	Data NO. T-7	Data NO. ---
Coal Feed Rate	54.9 kg/h	60.1	---
Lime Feed Rate	38.5 kg/h	38.5	---
Ash Recycle	0.0 kg/h	0.0	---
BN Over Ash	19.2 kg/h	21.0	---
Cyclone Ash	18.6 kg/h	18.6	---
Bag Filter Ash	1.5 kg/h	1.5	---

Data of Ash Analysis

	Data NO. T-5-2	Data NO. T-7	Data NO. ---
CaO %	52.84	51.55	11.76
CaCO <sub>3</sub> %	1.00	14.86	4.87
CaSO <sub>4</sub> %	52.31	32.15	42.23
S.O <sub>2</sub> %	4.73	9.84	10.63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	0.75	4.87	12.24
Na <sub>2</sub> O %	0.01	0.08	0.12
BN	32.84	31.55	35.64
BN Cyclin	26.07	26.07	26.07
BN Cyclin	2.99	2.99	2.99
BN Cyclin	43.81	33.68	43.81
BN Cyclin	11.27	11.27	11.27
BN Cyclin	13.36	13.36	13.36
BN Cyclin	0.11	0.11	0.11



Witness: JICA: G. Bech



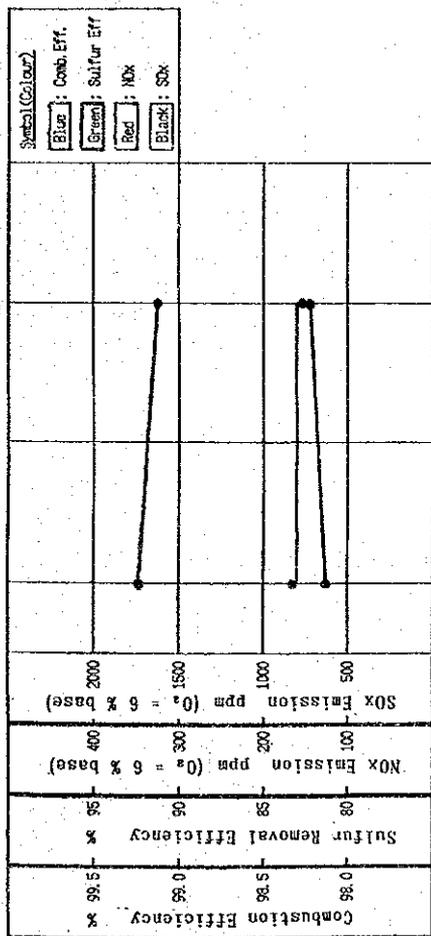
Fig. 9-23 Pilot Scale Comb. Test Results : Effect of Lime Stone Size

Test Data

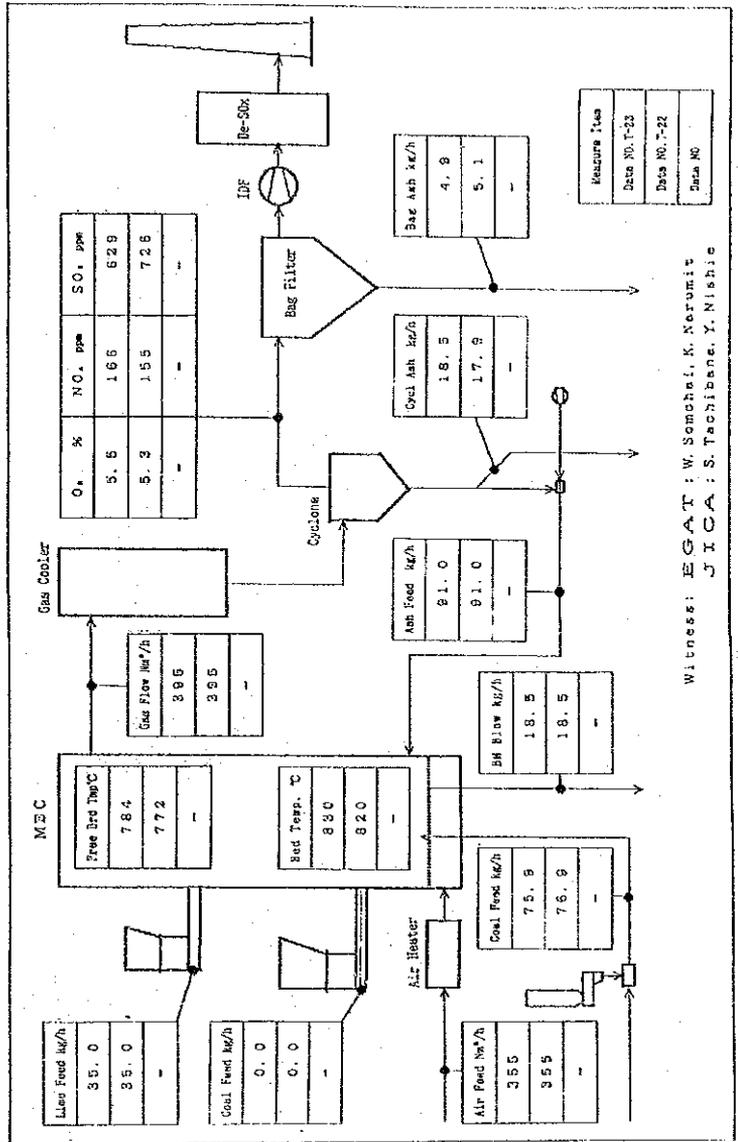
Data NO. T-23 : 1992-May-23  
 Data NO. T-22 : 1992-May-28  
 Date NO. : \_\_\_\_\_

Operating Conditions

	Data NO. T-23	Data NO. T-22	Data NO. ---
Heat Release Rate	1.02 x 10 <sup>6</sup> kcal/wh	1.02 x 10 <sup>6</sup>	---
Bed Temperature	830 °C	820	---
Excess Air Ratio	1.39	1.37	---
Ca/S Molar Ratio	2.35	2.31	---
Ash Recycle Ratio	1.49	1.45	---
Coal Feed Method	Under Feed	Under Feed	---
Coal Size	mm - 2.8	- 2.8	---
Lime Stone Size	mm - 3 (Fine)	- 3	---



3 mm (Fine)  
 (Data NO. T-23)  
 3 mm  
 (Data NO. T-22)



Witness: E. G. A. T. : W. Somchit, K. Neromit  
 J. I. C. A. : S. Tachibane, Y. Nishie



(9) 物質収支

パイロット燃焼試験中、毎時排出される灰の重量を計量しながら、灰の物質収支を確認した。計量結果を各々の試験結果 Fig. 9-6 ~ 9-23 に示す。Fig. 9-24 にB.M. 排出量を主にし結果をまとめ、以下の通り分析できる。

- 1) B.M. 抜き出し量は、空搭速度が増すと減少する。
- 2) B.M. 抜き出し量は、リグナイト粒径を大きくすると増加する。
- 3) B.M. 抜き出し量は、微粒石灰石を投入すると減少する。
- 4) B.M. 抜き出し量は、Ca/Sモル比が増すと増加する。
- 5) B.M. 抜き出し量は、灰リサイクルを開始すると増加する。
- 6) B.M. 抜き出し量は、試験期間中、全灰量の40-60%で、いかなるケースでも、40%を割ることはできなかった。

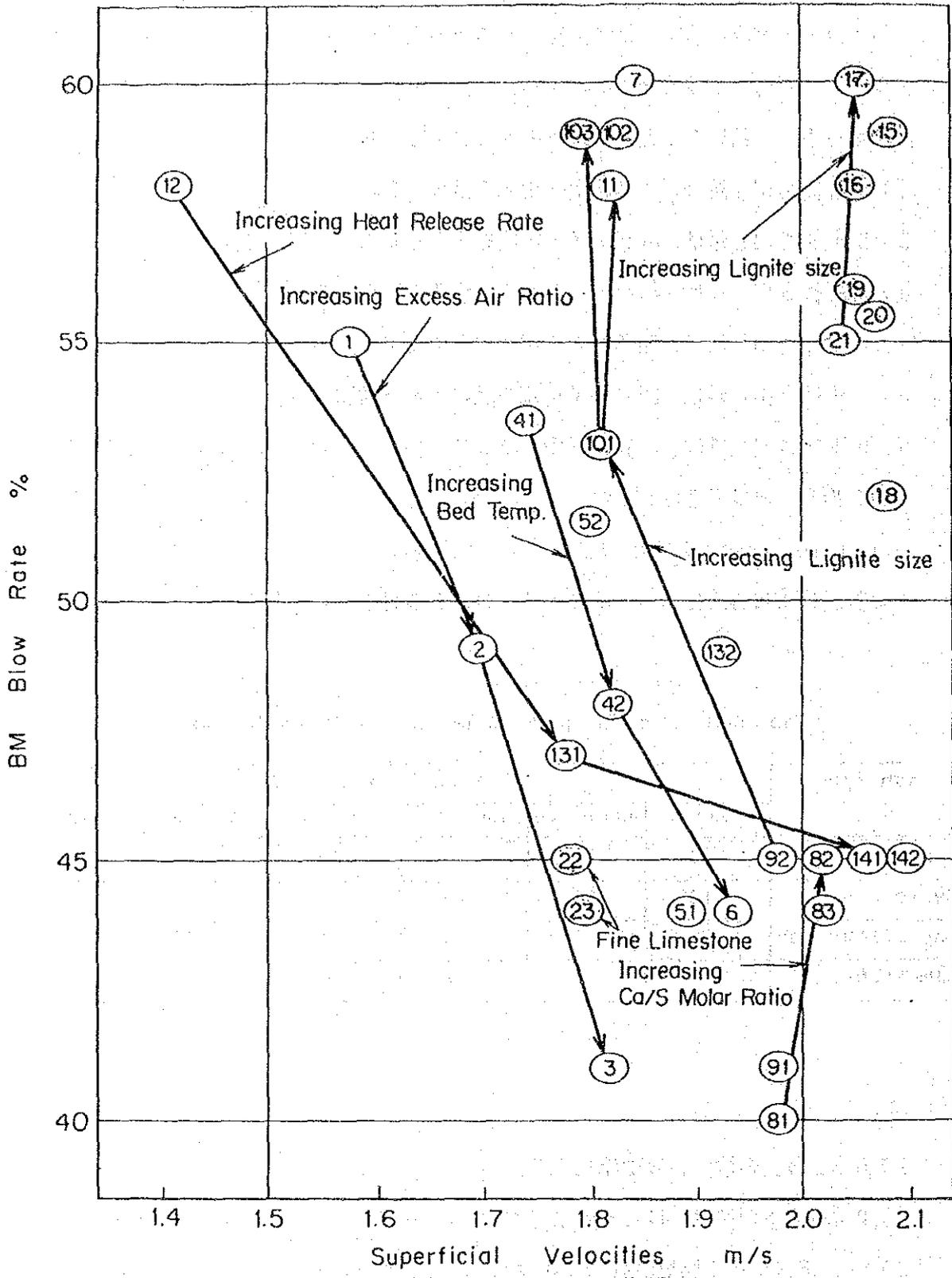
Fig. 9-25 ~ 9-27 にB.M. 灰、サイクロン灰及びバクフィルタ灰の粒径分布を示す。この粒径分布は Table 9-11 にまとめられ以下の通り分析される。

Table 9-11 Size Distribution of Respective Ash and Limestone

Ash Type	Size Distribution (%)					
	- 0.01 mm	0.01-0.05mm	0.05-0.1mm	0.1-0.5mm	0.5-1mm	1mm -
B.M. Ash	0	0	0	16	31	53
Cyclone Ash	10	30	23	36.5	0.5	0
Bag Filter Ash	58	41.5	0.5	0	0	0
Limestone	2	2	2	23	23	48

- 1) 0.5mm以上の粒は、流動床に残る。
- 2) 0.4mm以下の粒は、ほとんどサイクロン灰あるいはバグ灰となり飛散する。
- 3) ベンチスケール燃焼試験時に指摘した通り、塊状のクラビ リグナイトは、約1%の5mm粒径の灰を残す。

これら灰の化学分析を実施した。Table 9-12 に各灰のCaCO<sub>3</sub>分、Table 9-13にSiO<sub>2</sub>、Fe分及び硫黄分の含有を示す。これら表から、以下の通り分析できる。



Note : Figure in the circle means the test number  
 (●) mark : Ash Recycle

Fig. 9-24 BM BLOW RATE  
 ( Effect of Superficial Velocities )



Cyclone T-7-3  
 May 15, 1992 12:00

粉、分佈線圖 Rosin-Rammler 式  
 SIZE DISTRIBUTION CURVE (Rosin-Rammler CURVE)

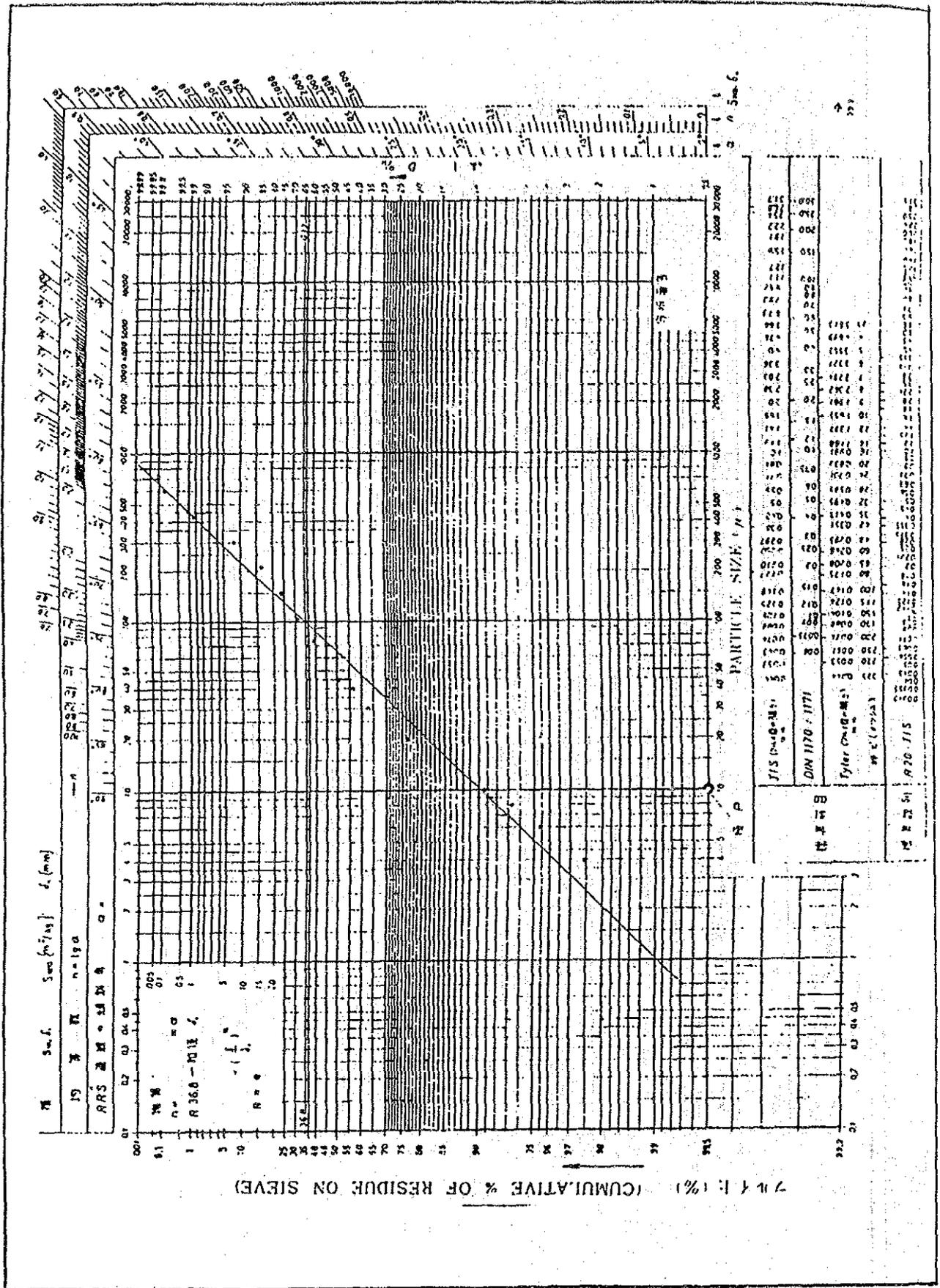


Fig. 9-26 Size Distribution of Cyclone Ash  
 (Data NO. T-7)

T-7-3  
May 15, 1992 12:00

粒度分布線図 (Rosin-Rammler) [4]  
SIZE DISTRIBUTION CURVE (Rosin-Rammler CURVE)

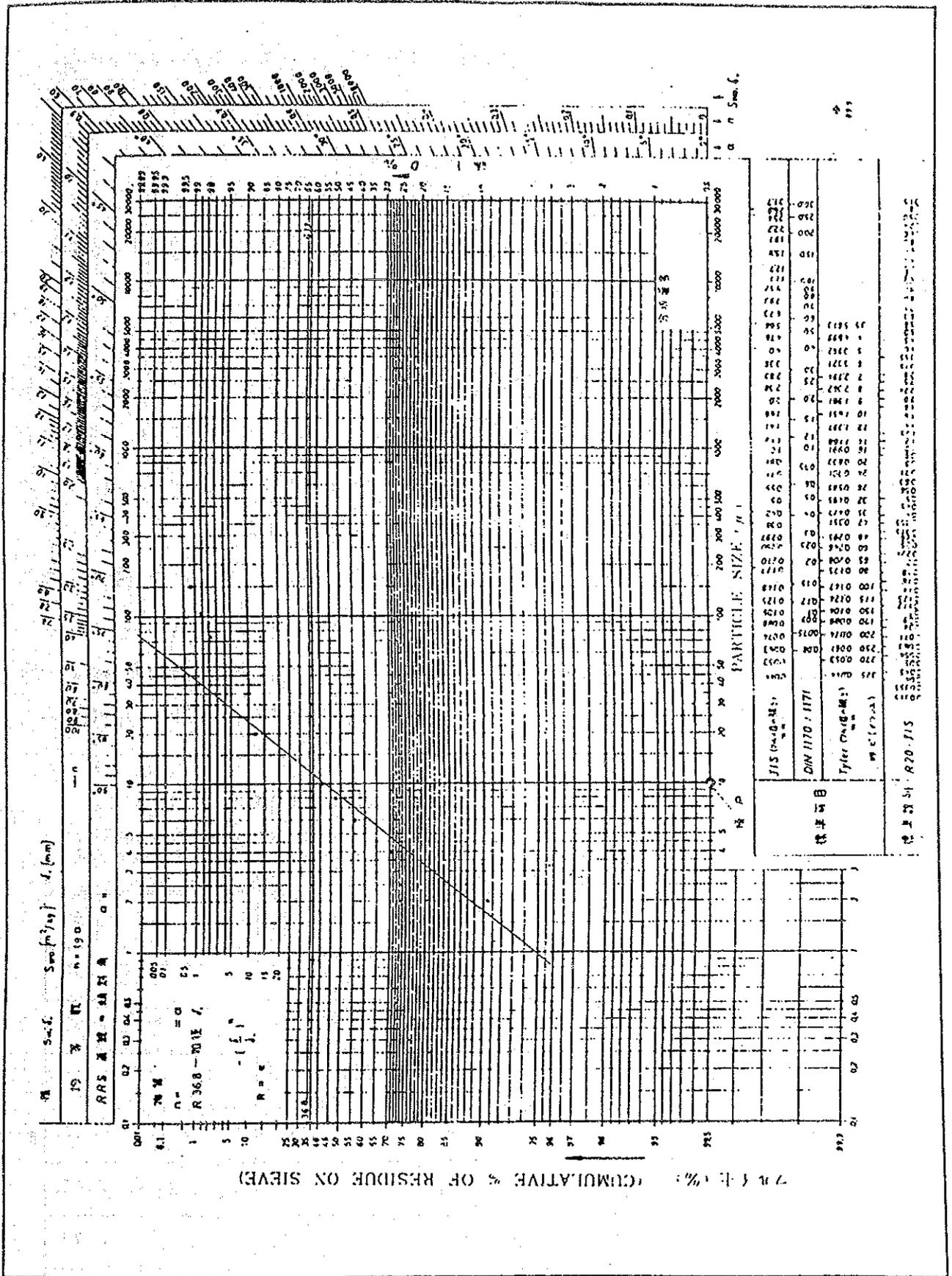


Fig. 9-27 Size Distribution of Bag Filter Ash  
( Data NO. T-7 )

1) サイクロン灰はCaCO<sub>3</sub>の高含有率を持つ、つまり、相当量の非加熱CaCO<sub>3</sub>がメカニカルサイクロンに直接捕集されている。

2) バグフィルターに捕集される灰は、高硫黄分を含む。各灰のS/Caは以下の通り。

B.M. 灰	0.35	—	0.41
サイクロン灰	0.24	—	0.31
バグフィルター灰	0.54	—	0.70

3) B.M. 中のSiO<sub>2</sub>成分は他の2つの灰よりも低く、灰リサイクルを開始すると非常に低くなる。

バグ灰は、小粒径サイズのため、重量の割合に表面積は大きいため、バグ灰の脱硫率は高い。一方で、サイクロン灰は低脱硫性能を示す。30%の原料石灰石は、0.5mm以下の粒径であるため、脱硫反応を起こさずに排ガスとともに飛散する。そのため、サイクロン灰の脱硫性能が低くなる。しかしながら、灰リサイクルを適用することにより、Table 9-13 試番 T-19 及び T-20 のS/Caが0.26から0.35に増えることから解るようにサイクロン灰の脱硫性能は向上する。

リグナイト中のSiO<sub>2</sub>成分はサイクロン灰及びバグ灰中に飛散すると考えられる。BM灰中のSiO<sub>2</sub>成分は石灰石中のものと考えられる。リグナイト中灰分は、大部分飛散するものと考えられる。

Table 9-12 CO<sub>2</sub> Contents of Each Ash

Data No.	BM Blow Ash Z	Cyclone Ash Z	Bag Filter Ash Z
T-1	0.48	5.20	1.58
T-4-2	1.95	12.90	1.35
T-5	0.60	8.92	2.92
T-6	0.35	4.81	1.81
T-7	2.94	5.00	1.50
T-8-1	0.58	10.80	2.43
T-17	0.60	2.77	0.75
T-20	2.53	4.12	1.10
Average	1.25	6.82	1.69

Table 9-13 SiO<sub>2</sub> Content S/Ca & Fe/Si Molar Ratio

Data No.		SiO <sub>2</sub> Content	Fe/Si Molar Ratio	S/Ca Molar Ratio	Coal Feed Method	Ash Recycle Ratio
T-1	BM <sup>*1</sup>	11.76	0.09	0.41	Over	0.0
	CA <sup>*2</sup>	13.01	0.47	0.29		
	BA <sup>*3</sup>	11.59	0.84	0.64		
T-4-2	BM	5.81	0.11	0.36	Over	0.0
	CA	8.21	0.43	0.24		
	BA	11.87	0.84	0.68		
T-5-2	BM	4.78	0.12	0.37	Over	0.0
	CA	9.84	0.37	0.24		
	BA	10.63	0.86	0.54		
T-6	BM	6.51	0.11	0.38	Over	0.0
	CA	9.73	0.38	0.26		
	BA	10.74	0.94	0.64		
T-7	BM	4.37	0.13	0.35	Over	0.0
	CA	12.73	0.43	0.31		
	BA	11.27	0.89	0.64		
T-8-1	BM	6.51	0.13	0.41	Under	0.0
	CA	21.24	0.20	0.26		
	BA	15.51	0.63	0.70		
T-17	BM	4.54	0.13	0.41	Over & Under	1.26
	CA	20.23	0.25	0.35		
	BA	15.21	0.67	0.58		
T-20	BM	3.28	0.18	0.40	Over & Under	1.27
	CA	17.29	0.25	0.35		
	BA	15.49	0.66	0.60		

\*1 Bed Material

\*2 Cyclone Ash

\*3 Bag Ash

## 9.6 結果の評価

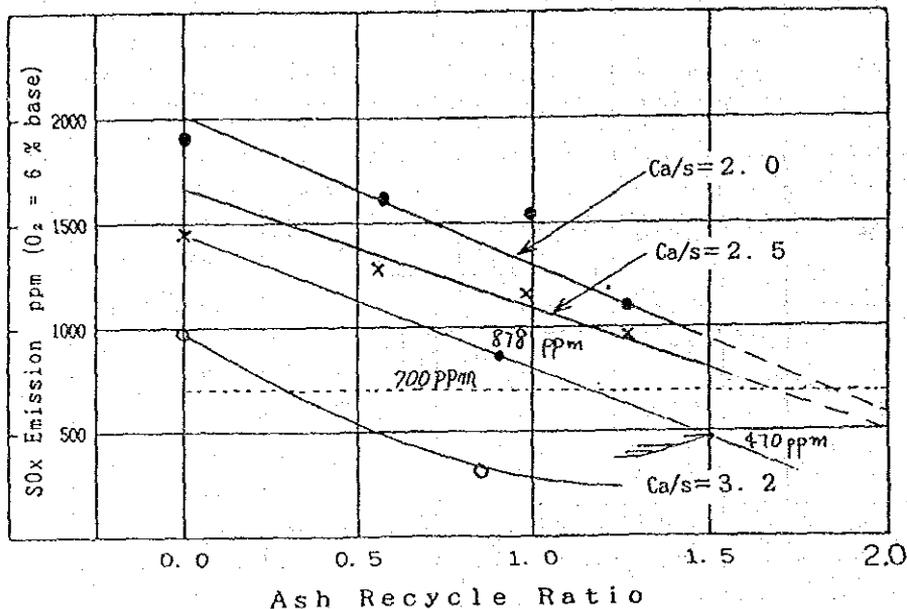
試験は、シンプンクラビリグナイトをA-FBC燃焼させることに対して問題なく順調に行なわれた。試験期間中、アグロメレーションや流動不良といった問題は確認されなかった。シンプンクラビリグナイトは、高脱硫性能とともにA-FBCに対し技術的に適用可能であると判断される。各々の燃焼特性は以下の通り要約できる。

### (1) SO<sub>x</sub>排出

シンプンクラビ混炭は、A-FBCで高脱硫率で燃焼できる。以下のことが試験で確認できた。

- 1) 微粉の少ないリグナイトは、Ca/Sモル比2.02、灰リサイクル比0.92で89%の脱硫率を達成できる。(878ppm)
- 2) 脱硫率は、灰リサイクル系により向上させ得る。

灰リサイクル試験より微粉の少ないリグナイトは、灰リサイクル比1.5で下図に示す通り、94%脱硫で燃焼できる。このことから、A-FBCは、タイ国提案規制値700ppm以下をCa/Sモル比2で達成できる。シンプンリグナイトのみの場合は、ベンチスケール燃焼試験結果から、クラビリグナイトに比べ低いCa/Sモル比で高い脱硫率で燃焼できると推定される。



これらに加え、下記性能も確認された。

- 1) 微小径の石灰石は、高脱硫性能を持ち、灰リサイクル条件で100ppmさらにSO<sub>x</sub>排出を低減できる。

2) バグフィルターは、バグフィルター中の微小径CaO成分により、さらに100ppm SOxを排除できる。

バグフィルター内の反応は、バグフィルターの前後SOx計測によって確認され、また、バグフィルター灰中のCaSO<sub>3</sub>成分の計量によっても確認された。定量的分析は、排ガス系が実機プラントを模擬していないため、正確には推定できない。上記の2点については、石灰石消費量減量のため、実機試運転期間中に確認されなると考える。

B. M. 灰のリサイクルも、B. M. 中の未反応CaOが35%あることから、試運転期間中の確認事項である。日本のあるプラントは、オーバフローB. M. を脱硫剤として採用し、高性能を発揮している。

これらの確認項目は、試運転期間中、BGATにより確認されることを推奨する。

## (2) NOx排出

全試験を通し、最大NOx排出値は、250ppmである。多くの場合は150-200ppmであった。NOx排出は、過剰空気率により調節でき、過剰空気率1.2-1.3によりNOx排出量を150ppmに抑え得ると判断する。

### (3) 燃焼効率

Table 9-14 に各試験の燃焼効率を示す。

Table 9-14 Combustion Efficiency

Data No.	Combustion Eff. (%)	Heat Release Rate (* 1)	Bed Temp. (°C)	Total Air Ratio (--)	Coal Feed Method (---)	Ash Recycle Ratio (---)
T-1	98.9	0.87	860	1.28	0 *2	0.0
T-4-2	98.8	1.05	828	1.45	0	0.0
T-5-2	98.4	1.05	830	1.59	0	0.0
T-6	98.5	1.05	885	1.34	0	0.0
T-7	99.2	1.05	840	1.45	0	0.0
T-8-1	99.5	1.14	840	1.50	0	0.0
T-17	99.5	1.20	817	1.38	U*3 & O	1.26
T-20	99.2	1.20	820	1.39	U & O	1.27

上記表から、シンブークラビリグナイトは低燃料比のため燃焼効率99%をA-PBCで達成できることが解る。

### (4) 物質収支

注入石灰石、B.M. 灰及びサイクロン灰の相関は、その粒径分布に関し、Table 9-11に示すように要約できる。B.M. 灰及び石灰石の重量比は、1mm以上のサイズ及び0.5-1mmのサイズにおいて似ている。サイクロン灰と石灰石粒径分布は、0.1-0.5mmサイズにおいて似ている。そのため、3mm以下の石灰石サイズを1.5mm-2mm以下に減らすことにより、B.M. 抜き出し量は、減らすことができる。つまり、抜き出しB.M. が持ち出す熱損失を減らすことができる。さらに同じCa/Sモル比において脱硫効率も向上させることができる。これら、脱硫性能の向上及び物質収支の改良については、実機の性能試験時、BGATによって確認されることを推奨する。

## 第10章 環境への影響



## 第10章 環境への影響

	頁
10.1 概 要 .....	10- 1
10.2 環境影響評価（大気質） .....	10- 1
10.2.1 環境影響評価 .....	10- 1
10.2.2 予測結果及び評価 .....	10- 3
10.3 環境大気質モニタリング .....	10-11
10.4 その他環境への影響 .....	10-13



## List of Figures

- Fig. 10-1 Iterative Search Routine Used by PIPLU
- Fig. 10-2 Calculated Relation between SO<sub>2</sub> Concentration and Wind Speed
- Fig. 10-3 Calculated Relation between SO<sub>2</sub> Concentration and Down Wind Distance
- Fig. 10-4 Calculated Relation between NO<sub>2</sub> Concentration and Wind Speed
- Fig. 10-5 Calculated Relation between NO<sub>2</sub> Concentration and Down Wind Distance
- Fig. 10-6 Air Quality Monitoring Sites

## List of Tables

Table 10-1	Emission Values
Table 10-2	Computerized Output for SO <sub>2</sub> (No. 1)
Table 10-3	Computerized Output for SO <sub>2</sub> (No. 2)
Table 10-4	Computerized Output for NO <sub>2</sub> (No. 1)
Table 10-5	Computerized Output for NO <sub>2</sub> (No. 2)
Table 10-6	Air Quality Monitoring Results

### 10.1 概 要

石炭火力発電所が運転を開始した場合の環境に与える影響については、EGATがタイ国内の手続きに従って正規の環境影響評価を実施する必要があるが、ここでは予備評価として環境大気質に与える影響について検討した。

予備評価は 11.16.3 に示すばい煙排出諸元を用い、EGATが実施したものである。尚、予備評価対象は、石炭火力発電所運転の際に最も重要な大気汚染物質であるSO<sub>2</sub>とNO<sub>2</sub>について実施した。

また、発電所運開後の参考とするため、シンブン鉱区間周辺3ヵ所での大気質モニタリングを1992年2月22～25日の間、EGATが実施し、大気質の現状を把握した。これについて、将来的なモニタリング体制についても言及した。

更に大気質以外の環境への影響として、排水、温排水、炭じんの影響について検討した。

### 10.2 環境影響評価（大気質）

#### 10.2.1 環境影響評価

今回の環境影響評価は、石炭火力発電所運転の際に最も重要な大気汚染物質であるSO<sub>2</sub>とNO<sub>2</sub>をを対象に、環境大気質に与える影響について検討した。検討に使用したモデルはPTPLU (Point Plume) であり、その概要は次の通りである。

PTPLUは1982年に米国環境保護庁 (United States Environmental Protection Agency ; EPA) が公表した、単一煙源からの最大着地濃度を予測するためにデザインされたガウス拡散モデルであり、風速と大気安定度に関する初期条件に対し、単一煙源からの最大着地濃度と最大着地濃度距離を決定するものである。このモデリングに際しては次の仮定が含まれている。

- (1) 煙突排出口の風速を、排煙の上昇、拡散の両方に適用するものとする。
- (2) 煙突の上昇はBriggsの式によるものとする。
- (3) 汚染物質は一定速度で連続的に排出されるものとする。
- (4) 大気不安定及び中立状態での反射は、地上からの距離と混合層高度上の安定層から計算されるものとする。

最大着地濃度の計算は繰り返し計算により求める。風速、大気安定度の各々の組合せに対し、16通りの距離 (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 20, 30, 40, 50, 100km) が固定されており、これが最大着地濃度距離計算の起点となる。計算は、起点毎に定められているインクリメントで開始される。このインクリメントは、起点が0.1~0.7kmの場合は+0.1km、1~7 kmでは+1 km、10~50kmでは+10km、100 kmでは-10kmである。計算はインクリメントが1 mとなるまで、インクリメントを1/10ずつ小さくしながら続けられる。最大着地濃度距離が100kmを越えた場合はエラーとなる。

Fig. 10-1 に最大着濃度と最大着地濃度距離計算の概念を示す。

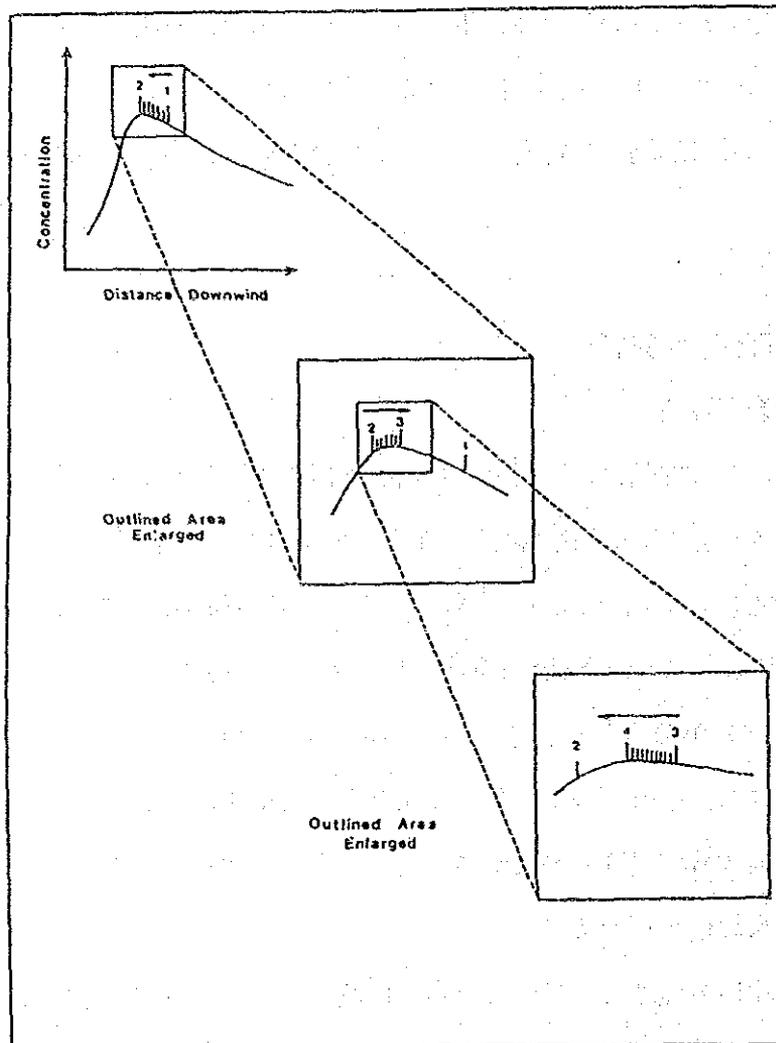


Fig. 10-1 Iterative Search Routine Used by PTPLU

初めに16の固定地点での濃度が順次計算され、この値から最大値を選択する。選択された最大値を図中のポイント1とする。濃度曲線に沿って、定められたインクリメントを右から左に移動させることにより、繰り返し計算を行う。このインクリメントにより低濃度が出現するまで濃度計算を行う。低濃度が出現した点で計算方向を反転し、それまでのインクリメントより1桁小さいインクリメントにより計算を継続する。これを繰り返すため、次の2回の繰り返し計算ではポイント3, 4が起点として現れる。インクリメントが1m迄減少すると計算は終了する。

PTPLUはガウス拡散モデルを基にしたものであるが、次の3つのオプションを選択出来る。

- オプション-1 ; 排煙の上昇勾配の影響 (浮力上昇中の拡散の考慮)
- オプション-2 ; 煙突でのガウスマッスの影響 (排出速度と風速の小さい場合の影響)
- オプション-3 ; 浮力による拡散の影響 (排出従業員の周辺大気巻き込みの考慮)

更にPTPLUでは鉛直方向の風速分布を考慮するため、各大気安定度クラス毎に風速を鉛直距離の幅乗関数で入力する。

これら3種類のオプションと外挿風速により、最大濃度の計算は、より現実に近いものとなっている。

### 10.2.2 予測結果及び評価

今回の評価は、上述のPTPLUを用い、石炭火力発電所運用上、最も重要な大気汚染物質であるSO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>の着地濃度について検討した。11.16.3 によるばい煙排出諸元は、Table 10-1 の通りである。

Table 10-1 Emission Values

Description	2 x 75 MW A-FBC
1. SO <sub>2</sub> Emission Rate	285 g/sec (667 ppm)
2. NO <sub>2</sub> Emission Rate	113.8 g/sec (350 ppm)
3. Stack Height	80 m
4. Flue Gas Temperature	130°C
5. Flue Gas Velocity	27.3 m/sec
6. Stack Diameter	2.5 m
7. Equivalent Diameter for Common Stack	3.54 m

SO<sub>2</sub>の計算結果を Table 10-2, 3 に、大気安定度及び風速に対するSO<sub>2</sub>濃度の24時間値を Fig. 10-2 に、煙源からの距離に対するSO<sub>2</sub>濃度の24時間値を Fig. 10-3 に示す。この結果によれば、SO<sub>2</sub>濃度の24時間最大値は128 μg/m<sup>3</sup>であり、この時の大気安定度区分はA、風速は3 m/secであった。また、最大着濃度距離は830mであった。

NO<sub>2</sub>の計算結果を Table 10-4, 5 に、大気安定度及び風速に対するNO<sub>2</sub>濃度の1時間値を Fig. 10-4 に、煙決からの距離に対するNO<sub>2</sub>濃度の1時間値を Fig. 10-5 に示す。この結果によれば、NO<sub>2</sub>濃度の1時間最大値はわずか85 μg/m<sup>3</sup>であり、この時の大気安定度区分はA、風速は3 m/secであった。また、最大着地濃度距離はSO<sub>2</sub>と同じ830mであった。

これらから、大気中の汚染物質濃度は、ONEB (Office of the National Environment Board) の定める環境基準に対し、充分低い濃度に抑えられることが予測される。

尚、大気安定度区分は次の通りである。

A : 強不安定 B : 並不安定 C : 弱不安定 D : 中立 E : 弱安定 F : 安定

Table 10-2 Computerized Output for SO<sub>2</sub> (No.1)

1 PTFU-2.0 (DATED 86196)  
 AN AIR QUALITY DISPERSION MODEL IN  
 SECTION 3, NON-GUIDELINE MODELS.  
 IN UNAMAP (VERSION 6) JUL 86  
 SOURCE: FILE 21 ON UNAMAP MAGNETIC TAPE FROM NTIS.  
  
 IBM-PC VERSION 1.20  
 (C) COPYRIGHT 1986, TRINITY CONSULTANTS, INC.  
 SERIAL NUMBER 5825 SOLD TO ELECTRICITY GENERATING AUTH OF THAILAND  
 RUN BEGAN ON 07-16-92 AT 10:37:23

>>>INPUT PARAMETERS<<<

\*\*\* TITLE\*\*\* SIN PUN 2x75 MW SO2 24-Hrs.(ug/m<sup>3</sup>)

***OPTIONS***	***METEOROLOGY***	***SOURCE***
IF = 1, USE OPTION	AMBIENT AIR TEMPERATURE = 300.00 (K)	EMISSION RATE = 285.00 (G/SEC)
IF = 0, IGNORE OPTION	MIXING HEIGHT = 5000.00 (M)	STACK HEIGHT = 80.00 (M)
IOPT(1) = 0 (GRAD PLUME RISE)	ANEMOMETER HEIGHT = 10.00 (M)	EXIT TEMP. = 403.15 (K)
IOPT(2) = 1 (STACK DOWNWASH)	WIND PROFILE EXPONENTS = A: .07, B: .07, C: .10	EXIT VELOCITY = 29.70 (M/SEC)
IOPT(3) = 1 (BUOY. INDUCED DISP.)	D: .15, E: .35, F: .55	STACK DIAM. = 3.54 (M)
IDFLT = 1 (1 = USE DEFAULT, 0 = NOT USE DEFAULT)		(Equivalent Diameter for Common Stack)
KUOR = 2 (1 = URBAN, 2 = RURAL)		
0***RECEPTOR HEIGHT*** = 1.50 (M)		

>>>CALCULATED PARAMETERS<<<

VOLUMETRIC FLOW = 292.32 (M<sup>3</sup>/SEC) BUOYANCY FLUX PARAMETER = 233.46 (M<sup>4</sup>/SEC<sup>3</sup>)

SIN PUN 2x75 MW SO2 24-Hrs.(ug/m<sup>3</sup>)

0 ****WINDS CONSTANT WITH HEIGHT****					****STACK TOP WINDS (EXTRAPOLATED FROM 10.0 METERS)****			
STABILITY	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUMB HT (M)	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUMB HT (M)
1	.50	44.61	1.969	2120.7(2)	.58	49.90	1.837	1844.2(2)
1	.80	63.82	1.575	1355.4(2)	.93	69.42	1.471	1182.7(2)
1	1.00	72.94	1.419	1100.3(2)	1.16	79.67	1.327	962.1(2)
1	1.50	91.90	1.180	760.2(2)	1.74	98.68	1.107	668.1(2)
1	2.00	105.53	1.023	590.2(2)	2.31	112.79	.966	521.1(2)
1	2.50	116.36	.938	488.1(2)	2.89	122.42	.888	432.8(2)
1	3.00	123.80	.875	420.1(2)	3.47	128.68	.830	374.0(2)

0 ****WINDS CONSTANT WITH HEIGHT****					****STACK TOP WINDS (EXTRAPOLATED FROM 10.0 METERS)****			
STABILITY	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUMB HT (M)	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUMB HT (M)
2	.50	20.41	10.838(1)	2120.7(2)	.58	22.78	9.524	1844.2(2)
2	.80	28.91	7.171	1355.4(2)	.93	32.05	6.329	1182.7(2)
2	1.00	33.85	5.920	1100.3(2)	1.16	37.40	5.235	962.1(2)
2	1.50	44.33	4.223	760.2(2)	1.74	48.51	3.755	668.1(2)
2	2.00	52.76	3.356	590.2(2)	2.31	57.23	3.000	521.1(2)
2	2.50	59.65	2.829	488.1(2)	2.89	64.18	2.540	432.8(2)
2	3.00	65.32	2.473	420.1(2)	3.47	69.76	2.229	374.0(2)
2	4.00	73.90	2.021	335.1(2)	4.63	77.85	1.836	300.5(2)
2	5.00	79.79	1.746	284.1(2)	5.78	83.06	1.596	256.4(2)

Table 10-3 Computerized Output for SO<sub>2</sub> (No.2)

***WINDS CONSTANT WITH HEIGHT***					***STACK TOP WINDS (EXTRAPOLATED FROM 10.0 METERS)***				
STABILITY	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	
0	3	2.00	36.43	7.468	590.2(2)	2.46	41.89	6.187	494.4(2)
	3	2.50	42.31	6.104	488.1(2)	3.08	48.05	5.097	411.5(2)
	3	3.00	47.33	5.209	420.1(2)	3.69	53.15	4.380	356.3(2)
	3	4.00	55.34	4.107	335.1(2)	4.92	60.85	3.496	287.2(2)
	3	5.00	61.23	3.455	284.1(2)	6.16	66.09	2.972	245.8(2)
	3	7.00	68.65	2.722	225.8(2)	8.62	71.84	2.381	198.4
	3	10.00	73.31	2.178	182.0	12.31	74.06	1.942	162.9
	3	12.00	74.06	1.968	165.0	14.77	73.45	1.771	149.1
	3	15.00	73.35	1.759	148.0	18.47	71.14	1.602	135.3

***WINDS CONSTANT WITH HEIGHT***					***STACK TOP WINDS (EXTRAPOLATED FROM 10.0 METERS)***					
STABILITY	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)		
1	0	4	.50	9999.99	999.999(3)	2120.7(2)	.68	9999.99	999.999(3)	1573.9(2)
	4	.80	9999.99	999.999(3)	1355.4(2)	1.09	9999.99	999.999(3)	1013.7(2)	
	4	1.00	9999.99	999.999(3)	1100.3(2)	1.37	5.27	81.010	826.9(2)	
	4	1.50	5.99	69.291	760.2(2)	2.05	9.03	41.620	578.0(2)	
	4	2.00	8.75	43.300	590.2(2)	2.73	12.76	29.290	453.5(2)	
	4	2.50	11.55	30.571	488.1(2)	3.42	15.97	21.761	378.8(2)	
	4	3.00	14.05	25.810	420.1(2)	4.10	18.89	17.291	329.0(2)	
	4	4.00	18.49	17.811	335.1(2)	5.46	23.86	12.291	266.7(2)	
	4	5.00	22.30	13.611	284.1(2)	6.83	27.75	10.000	229.4(2)	
	4	7.00	28.13	9.822	225.8(2)	9.56	32.47	7.379	186.7	
	4	10.00	32.99	7.101	182.0	13.66	35.70	5.548	154.7	
	4	12.00	34.79	6.120	165.0	16.39	36.41	4.883	142.2	
	4	15.00	36.15	5.190	148.0	20.49	36.58	4.226	129.4	
	4	20.00	36.46	4.303	130.9	27.32	37.06	3.484	114.4	

***WINDS CONSTANT WITH HEIGHT***					***STACK TOP WINDS (EXTRAPOLATED FROM 10.0 METERS)***				
STABILITY	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	
0	5	2.00	47.54	20.563	226.4(2)	4.14	35.67	18.850	194.9
	5	2.50	44.08	20.000	215.9(2)	5.18	32.15	17.351	186.6
	5	3.00	41.08	20.000	207.9(2)	6.21	29.46	16.250	180.3
	5	4.00	36.23	19.090	196.2	8.28	25.54	14.701	171.2
	5	5.00	32.68	17.570	187.9	10.35	22.76	13.651	164.6

***WINDS CONSTANT WITH HEIGHT***					***STACK TOP WINDS (EXTRAPOLATED FROM 10.0 METERS)***				
STABILITY	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	
0	6	2.00	19.03	60.001(1)	201.5(2)	6.28	13.74	37.081	163.0
	6	2.50	18.11	59.991	192.8	7.85	12.69	33.071	157.0
	6	3.00	17.26	55.181	186.1	9.42	11.85	30.271	152.5
	6	4.00	15.89	46.970	176.4	12.55	10.52	30.000	145.9
	6	5.00	14.83	41.672	169.5	15.69	9.47	30.000	141.1

- 0 (1) THE DISTANCE TO THE POINT OF MAXIMUM CONCENTRATION IS SO GREAT THAT THE SAME STABILITY IS NOT LIKELY TO PERSIST LONG ENOUGH FOR THE PLUME TO TRAVEL THIS FAR.
- 0 (2) THE PLUME IS CALCULATED TO BE AT A HEIGHT WHERE CARE SHOULD BE USED IN INTERPRETING THE COMPUTATION.
- 0 (3) NO COMPUTATION WAS ATTEMPTED FOR THIS HEIGHT AS THE POINT OF MAXIMUM CONCENTRATION IS GREATER THAN 100 KILOMETERS FROM THE SOURCE.

RUN ENDED ON 07-16-92 AT 10:43:07

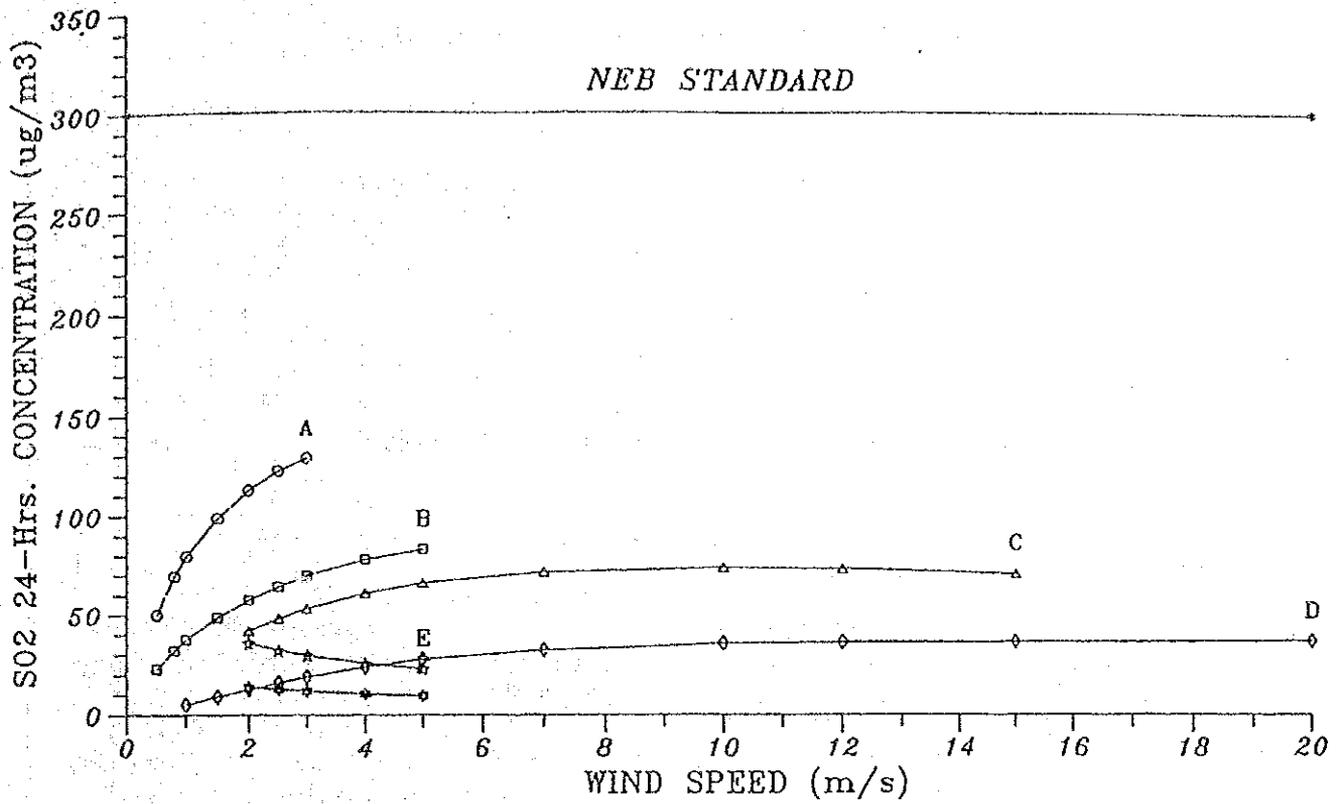


Fig. 10-2 Calculated Relation between SO<sub>2</sub> Concentration and Wind Speed

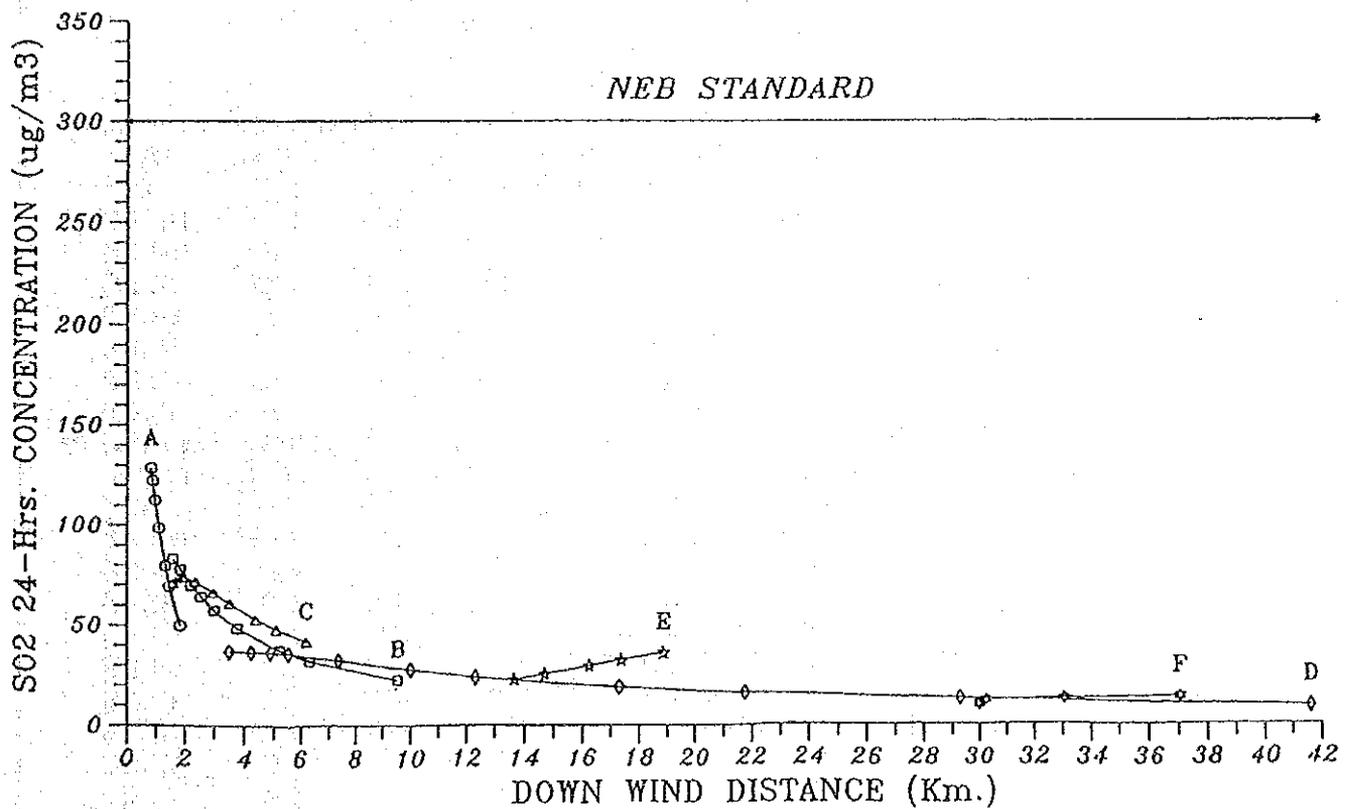


Fig. 10-3 Calculated Relation between SO<sub>2</sub> Concentration and Down Wind Distance

Table 10-4 Computerized Output for NO<sub>2</sub> (No.1)

1 PTPLU-2.0 (DATED 86196)  
 AN AIR QUALITY DISPERSION MODEL IN  
 SECTION 3. NON-GUIDELINE MODELS.  
 IN UNAMAP (VERSION 6) JUL 86  
 SOURCE: FILE 21 ON UNAMAP MAGNETIC TAPE FROM NTIS.

IBM-PC VERSION 1.20  
 (C) COPYRIGHT 1986, TRINITY CONSULTANTS, INC.  
 SERIAL NUMBER 5826 SOLD TO ELECTRICITY GENERATING AUTH OF THAILAND  
 RUN BEGAN ON 07-17-92 AT 09:48:21

>>>INPUT PARAMETERS<<<

\*\*\* TITLE\*\*\* SIN PUN 2x75 MW NO2 1-Hrs.(ug/m<sup>3</sup>)

\*\*\*OPTIONS\*\*\*

IF = 1, USE OPTION  
 IF = 0, IGNORE OPTION  
 IOPT(1) = 0 (GRAD PLUME RISE)  
 IOPT(2) = 1 (STACK DOWNWASH)  
 IOPT(3) = 1 (BUOY. INDUCED DISP.)  
 IDFLT = 1 (1 = USE DEFAULT, 0 = NOT USE DEFAULT)  
 MUOR = 2 (1 = URBAN, 2 = RURAL)  
 0\*\*\*RECEPTOR HEIGHT\*\*\* = 1.50 (M)

\*\*\*METEOROLOGY\*\*\*

AMBIENT AIR TEMPERATURE = 300.00 (K)  
 MIXING HEIGHT = 5000.00 (M)  
 ANEMOMETER HEIGHT = 10.00 (M)  
 WIND PROFILE EXPONENTS = A: .07, B: .07, C: .10  
 D: .15, E: .35, F: .55

\*\*\*SOURCE\*\*\*

EMISSION RATE = 113.80 (G/SEC)  
 STACK HEIGHT = 80.00 (M)  
 EXIT TEMP. = 403.15 (K)  
 EXIT VELOCITY = 29.70 (M/SEC)  
 STACK DIAM. = 3.54 (M)  
 (Equivalent Diameter for Common Stack)

>>>CALCULATED PARAMETERS<<<

VOLUMETRIC FLOW = 292.32 (M<sup>3</sup>/SEC)

BUOYANCY FLUX PARAMETER = 233.46 (M<sup>4</sup>/SEC<sup>3</sup>)

SIN PUN 2x75 MW NO2 1-Hrs.(ug/m<sup>3</sup>)

0 ****WINDS CONSTANT WITH HEIGHT****					****STACK TOP WINDS (EXTRAPOLATED FROM 10.0 METERS)****			
STABILITY	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)
1	.50	29.69	1.969	2120.7(2)	.58	33.20	1.837	1844.2(2)
1	.80	41.94	1.575	1355.4(2)	.93	46.20	1.471	1182.7(2)
1	1.00	48.54	1.419	1100.3(2)	1.16	53.02	1.327	962.1(2)
1	1.50	61.16	1.180	760.2(2)	1.74	65.67	1.107	668.1(2)
1	2.00	70.23	1.023	590.2(2)	2.31	75.06	.966	521.1(2)
1	2.50	77.44	.938	488.1(2)	2.89	81.47	.888	432.8(2)
1	3.00	82.39	.875	420.1(2)	3.47	85.64	.830	374.0(2)
0 ****WINDS CONSTANT WITH HEIGHT****					****STACK TOP WINDS (EXTRAPOLATED FROM 10.0 METERS)****			
STABILITY	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)
2	.50	13.58	10.838(1)	2120.7(2)	.58	15.16	9.524	1844.2(2)
2	.80	19.24	7.171	1355.4(2)	.93	21.34	6.329	1182.7(2)
2	1.00	22.53	5.920	1100.3(2)	1.16	24.89	5.235	962.1(2)
2	1.50	29.50	4.223	760.2(2)	1.74	32.29	3.755	668.1(2)
2	2.00	35.11	3.356	590.2(2)	2.31	38.09	3.000	521.1(2)
2	2.50	39.70	2.829	488.1(2)	2.89	42.71	2.540	432.8(2)
2	3.00	43.47	2.473	420.1(2)	3.47	46.42	2.229	374.0(2)
2	4.00	49.18	2.021	335.1(2)	4.63	51.81	1.836	300.5(2)
2	5.00	53.10	1.746	284.1(2)	5.78	55.28	1.596	256.4(2)

Table 10-5 Computerized Output for NO<sub>2</sub> (No.2)

***WINDS CONSTANT WITH HEIGHT***					***STACK TOP WINDS (EXTRAPOLATED FROM 10.0 METERS)***				
STABILITY	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	
0	3	2.00	24.24	7.468	590.2(2)	2.46	27.88	6.187	494.4(2)
0	3	2.50	28.15	6.104	488.1(2)	3.08	31.98	5.097	411.5(2)
0	3	3.00	31.50	5.209	420.1(2)	3.69	35.37	4.380	356.3(2)
0	3	4.00	36.83	4.107	335.1(2)	4.92	40.49	3.496	287.2(2)
0	3	5.00	40.75	3.455	284.1(2)	6.16	43.98	2.972	245.8(2)
0	3	7.00	45.68	2.722	225.8(2)	8.62	47.81	2.381	198.4
0	3	10.00	48.79	2.178	182.0	12.31	49.29	1.942	162.9
0	3	12.00	49.28	1.968	165.0	14.77	48.88	1.771	149.1
0	3	15.00	48.81	1.759	148.0	18.47	47.34	1.602	135.3

***WINDS CONSTANT WITH HEIGHT***					***STACK TOP WINDS (EXTRAPOLATED FROM 10.0 METERS)***				
STABILITY	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	
1	4	.50	9999.99	999.999(3)	2120.7(2)	.68	9999.99	999.999(3)	1573.9(2)
1	4	.80	9999.99	999.999(3)	1355.4(2)	1.09	9999.99	999.999(3)	1013.7(2)
1	4	1.00	9999.99	999.999(3)	1100.3(2)	1.37	3.51	81.010	826.9(2)
1	4	1.50	3.99	69.291	760.2(2)	2.05	6.01	41.620	578.0(2)
1	4	2.00	5.83	43.300	590.2(2)	2.73	8.49	29.290	453.5(2)
1	4	2.50	7.69	30.571	488.1(2)	3.42	10.63	21.761	378.8(2)
1	4	3.00	9.35	25.810	420.1(2)	4.10	12.57	17.291	329.0(2)
1	4	4.00	12.30	17.811	335.1(2)	5.46	15.88	12.291	266.7(2)
1	4	5.00	14.84	13.611	284.1(2)	6.83	18.47	10.000	229.4(2)
1	4	7.00	18.72	9.822	225.8(2)	9.56	21.60	7.379	186.7
1	4	10.00	21.95	7.101	182.0	13.66	23.76	5.548	154.7
1	4	12.00	23.15	6.120	165.0	16.39	24.23	4.883	142.2
1	4	15.00	24.06	5.190	148.0	20.49	24.35	4.226	129.4
1	4	20.00	24.26	4.393	130.9	27.32	24.67	3.484	114.4

***WINDS CONSTANT WITH HEIGHT***					***STACK TOP WINDS (EXTRAPOLATED FROM 10.0 METERS)***				
STABILITY	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	
0	5	2.00	31.64	20.563	226.4(2)	4.14	23.74	18.850	194.9
0	5	2.50	29.34	20.000	215.9(2)	5.18	21.40	17.351	186.6
0	5	3.00	27.34	20.000	207.9(2)	6.21	19.61	16.250	180.3
0	5	4.00	24.12	19.090	196.2	8.28	16.99	14.701	171.2
0	5	5.00	21.75	17.570	187.9	10.35	15.14	13.651	164.6

***WINDS CONSTANT WITH HEIGHT***					***STACK TOP WINDS (EXTRAPOLATED FROM 10.0 METERS)***				
STABILITY	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	WIND SPEED (M/SEC)	MAX CONC (UG/CU M)	DIST OF MAX (KM)	PLUME HT (M)	
0	6	2.00	12.66	60.001(1)	201.5(2)	6.28	9.15	37.081	163.0
0	6	2.50	12.05	59.991	192.8	7.85	8.45	33.071	157.0
0	6	3.00	11.49	55.181	186.1	9.42	7.89	30.271	152.5
0	6	4.00	10.58	46.970	176.4	12.55	7.00	30.000	145.9
0	6	5.00	9.87	41.672	169.5	15.69	6.31	30.000	141.1

- 0 (1) THE DISTANCE TO THE POINT OF MAXIMUM CONCENTRATION IS SO GREAT THAT THE SAME STABILITY IS NOT LIKELY TO PERSIST LONG ENOUGH FOR THE PLUME TO TRAVEL THIS FAR.
- 0 (2) THE PLUME IS CALCULATED TO BE AT A HEIGHT WHERE CARE SHOULD BE USED IN INTERPRETING THE COMPUTATION.
- 0 (3) NO COMPUTATION WAS ATTEMPTED FOR THIS HEIGHT AS THE POINT OF MAXIMUM CONCENTRATION IS GREATER THAN 100 KILOMETERS FROM THE SOURCE.

RUN ENDED ON 07-17-92 AT 09:54:06

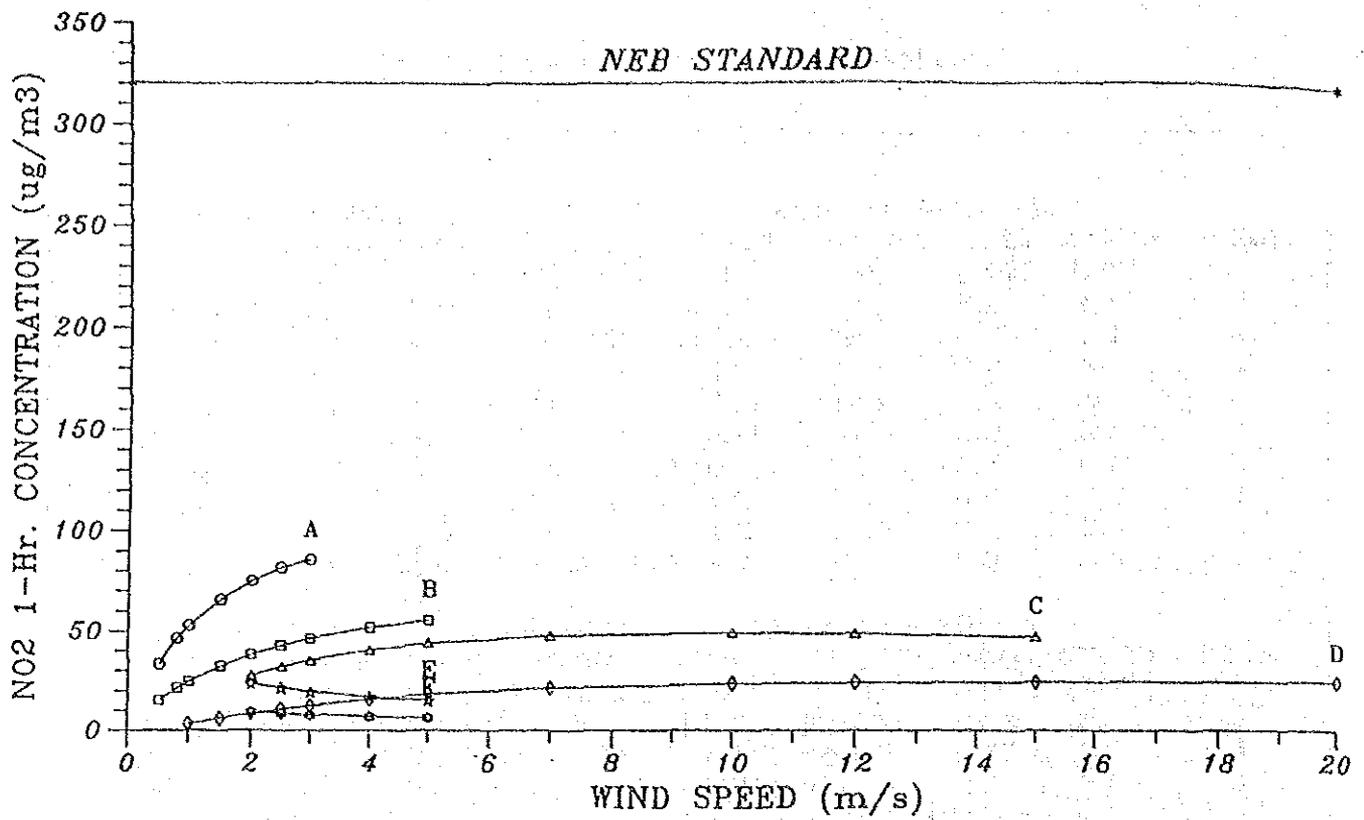


Fig. 10-4 Calculated Relation between NO<sub>2</sub> Concentration and Wind Speed

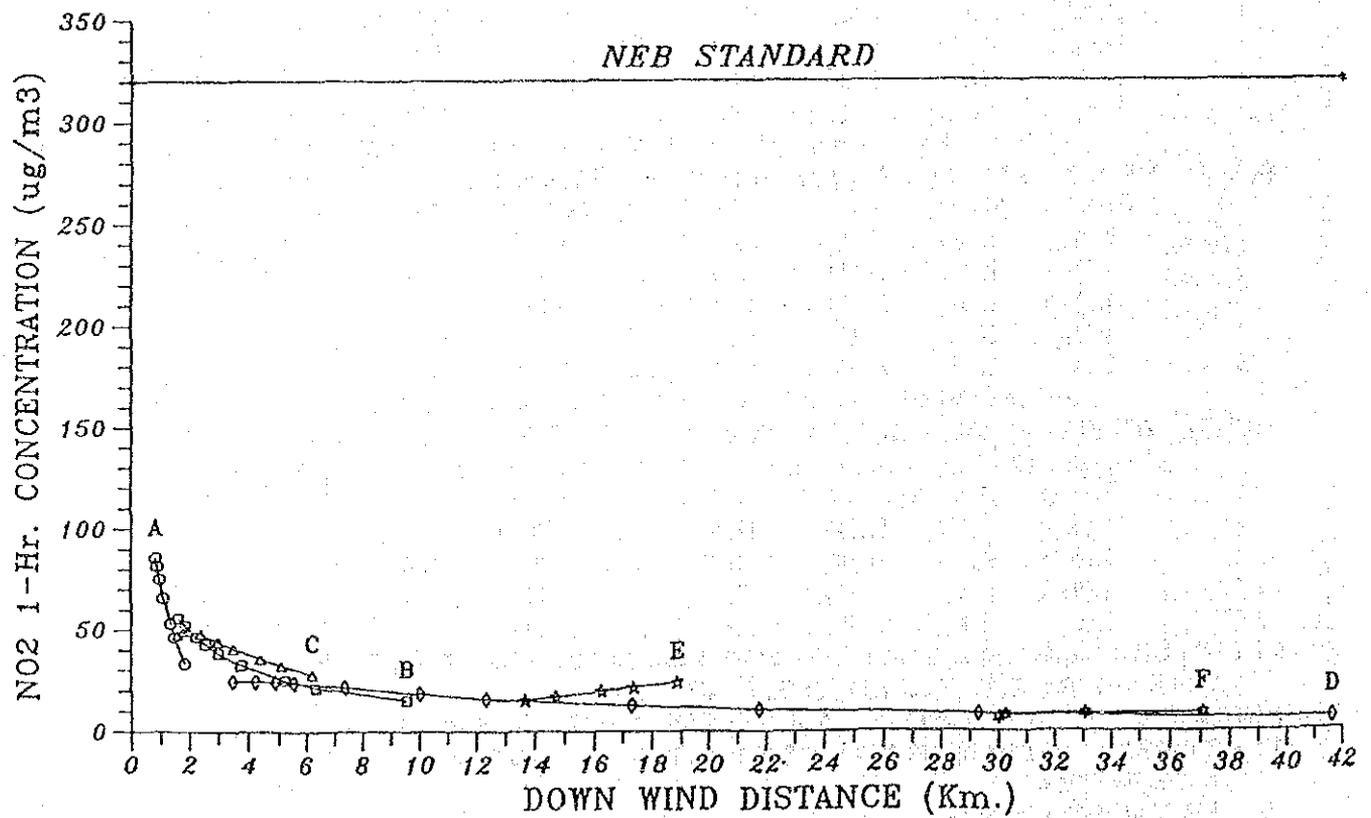


Fig. 10-5 Calculated Relation between NO<sub>2</sub> Concentration and Down Wind Distance

### 10.3 環境大気質モニタリング

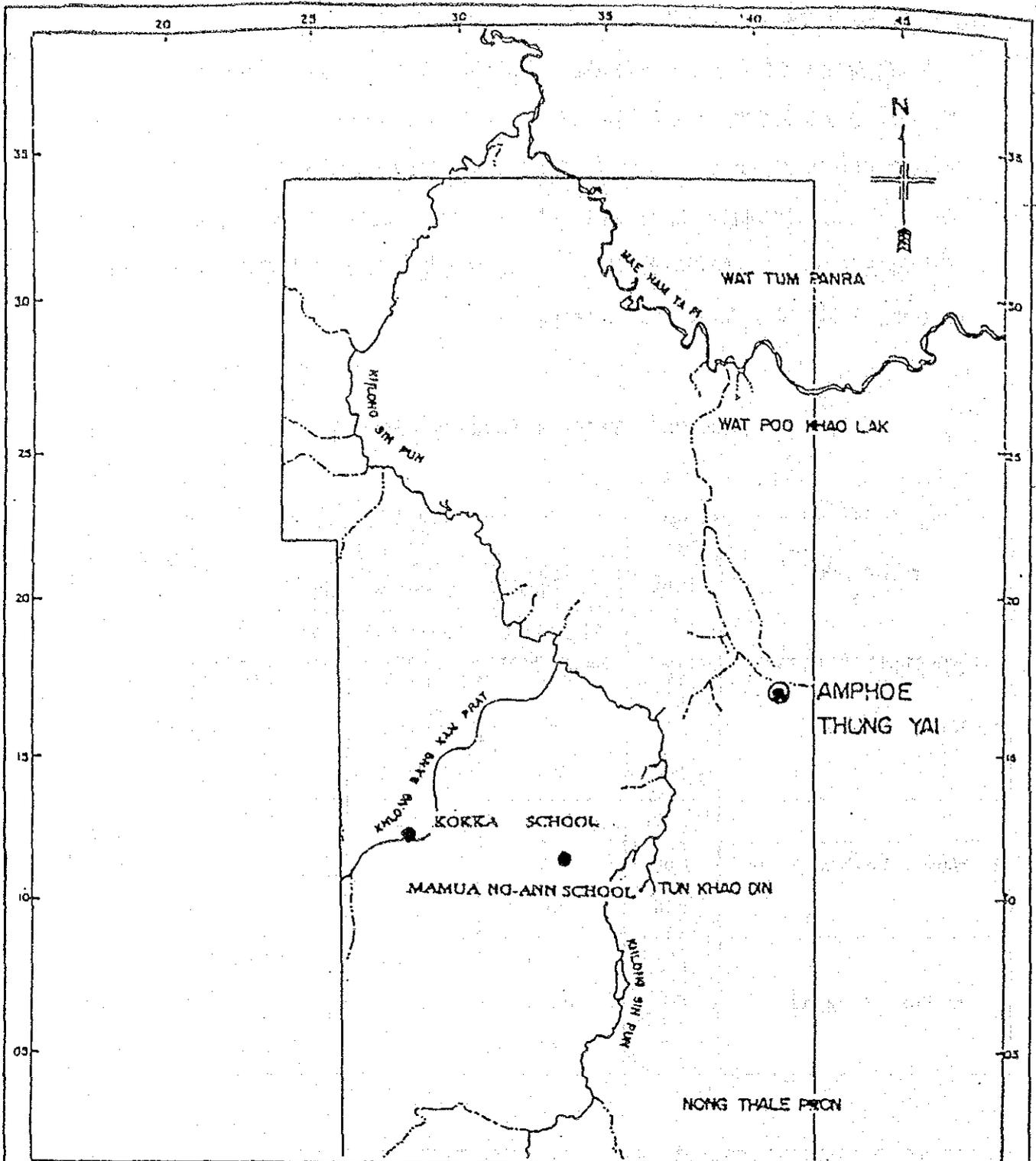
発電所運開後の参考として、大気質の現状把握のため、1992年2月22日～25日に大気質のモニタリングを実施した。測定はシンブン鉱区周辺の3ヵ所で行った。これらの地点を Fig.10-6 に示す。これらの内の2ヵ所は、Kokka学校及びManuang-Ann学校の南、もう1ヵ所はAmphoe Thungyaiの北である。大気質把握のための指標とは、浮遊粒子状物質 (TSP)、二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>)、二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) の3種類の大気汚染物質とした。測定結果を Table 10-6 に示す。

Table 10-6 Air Quality Monitoring Results

Year: 1992

Monitoring Sites	Type	Date			Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		24-Hour Concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
		22-23/2/92	23-24/2/92	24-25/2/92	
1. Kokka School	SO <sub>2</sub>	trace	trace	trace	trace
	NO <sub>2</sub>	trace	trace	trace	trace
	TSP	31	30	24	31
2. Mamua No-Ann School	SO <sub>2</sub>	trace	trace	-	trace
	NO <sub>2</sub>	25	trace	-	25
	TSP	58	57	-	58
3. Amphoe Thungyai	SO <sub>2</sub>	trace	trace	trace	trace
	NO <sub>2</sub>	trace	trace	trace	trace
	TSP	82	128	104	128

Ambient Air Quality Standards	Method of Determination
ONEB Std. for SO <sub>2</sub> in 24 hours = 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO <sub>2</sub> : pararosaniline Method
ONEB Std. for NO <sub>2</sub> in 1 hour = 320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO <sub>2</sub> : Sodium Arsenite Method
ONEB Std. for TSP in 24 hours = 330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TSP: High Volume Method



**SIN-PUN A-FBC COAL-FIRED THERMAL POWER DEVELOPMENT PROJECT**

ELECTRICITY GENERATING AUTHORITY OF THAILAND  
Ecology and Environment Division

Scale  
0 1 2 3 4 KM



*AIR QUALITY SAMPLING SITES*

Fig.10-6 Air Quality Monitoring Sites

SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>はMamuang-Ann学校のNO<sub>2</sub>以外は検出されておらず、また、TSPについてはONEBの定める環境基準に比べ、充分低いレベルにある。この結果から、現状の大気質は農業地域として自然な状態にあるものと判断される。

尚、正規の環境影響評価に際しては、発電所を中心とした10km圏内で数地点程度での大気質の現状把握を行うことが望ましい。また発電所運開後に於いては、その影響度合から常時監視局の設置は必要ないが、運開後2年間、年1回程度の測定を行い、発電所の影響について評価解析しておくことが望ましい。

#### 10.4 その他環境への影響

大気質以外に環境へ影響を及ぼす因子としては、排水、温排水、石炭のトラック輸送に伴う炭じんが考えられる。

- 排水 ……11.16.4 排水処理装置の通り、本計画に於いては凝集、沈澱方式による排水処理装置を設置する。これにより発電所構内排水は排水基準以下に処理される。
- 温排水 ……11.10 冷却用水設備の通り、取水口及び放水口間の温度差は7℃で設計されており、河川水温(32℃)から、仮に排水規準(40℃以下)が適用されたとしても問題はない。更に、Appendix Vにある通り、放水口より下流側にある取水口地点での温度上昇は最大0.3℃程度であり、環境に及ぼす影響は極めて小さいものと判断される。
- 炭じん ……シンブンからクラビ間66kmを25トトラック30台4往復で毎日輸送することとなり、平均8分に1台トラックが通ることとなる。更にリグナイトは活性が強く発じん性が高いため、トラックから道路近傍への炭じん飛散が懸念される。このため、トラックは荷台に開閉扉を付けた仕様のもとし、発じん防止のため散水後輸送することが望ましい。開閉扉付仕様を用いることは、輸送中の水分蒸発による発じん性の増加をも防止することが出来る。

以上の通り、大気質以外の排水、温排水、炭じんについても、適切な対応を施すことにより環境への影響を最小限に抑えることが可能と判断される。



## 第11章 フィージビリティ段階設計



## 第11章 フィージビリティ段階設計

	頁
11.1 概 要 .....	11-1
11.1.1 基本概念 .....	11-1
11.1.2 設計の特徴 .....	11-4
11.2 設計条件 .....	11-7
11.2.1 計画地点の条件 .....	11-7
11.2.2 基本設計条件 .....	11-12
11.2.3 運転条件 .....	11-13
11.2.4 設計要素 .....	11-17
11.3 発電設備要覧 .....	11-25
11.3.1 基本項目 .....	11-25
11.3.2 土地造成 .....	11-26
11.3.3 リグナイト・石灰石前処理システム .....	11-26
11.3.4 油貯蔵タンク .....	11-28
11.3.5 工業揚水供給システム .....	11-29
11.3.6 ボイラ .....	11-29
11.3.7 タービン .....	11-35
11.3.8 循環水設備 .....	11-39
11.3.9 電気設備 .....	11-40
11.3.10 灰処理系統 .....	11-43
11.3.11 純水製造装置 .....	11-44
11.3.12 発電所本館 .....	11-45
11.3.13 煙 突 .....	11-45
11.3.14 補助建屋 .....	11-45
11.3.15 環境対策設備 .....	11-46
11.4 発電所レイアウト .....	11-47
11.4.1 レイアウトの基本概念 .....	11-47
11.4.2 発電所サイトの面積念 .....	11-49

11.4.3	構築物及び設備の位置	11-50
11.5	リグナイト・石灰石前処理系統	11-55
11.5.1	設計条件	11-55
11.5.2	リグナイト受入れ設備	11-56
11.5.3	リグナイト貯炭場	11-59
11.5.4	石灰石受入れ設備	11-67
11.5.5	石灰石貯蔵庫	11-70
11.5.6	リグナイト、石灰石、破碎・混合設備	11-71
11.5.7	リグナイトー石灰石バンカー及びコンベヤ設備	11-74
11.6	油貯蔵タンク	11-77
11.6.1	軽油貯蔵タンク	11-77
11.7	工水供給	11-78
11.7.1	工水供給量	11-78
11.7.2	工水供給源	11-78
11.8	FBCボイラシステム	11-81
11.8.1	FBCボイラ	11-81
11.8.2	リグナイト供給系統	11-93
11.9	蒸気タービン	11-96
11.9.1	蒸気タービン	11-96
11.9.2	蒸気復水系統	11-97
11.9.3	給水加熱器	11-99
11.10	冷却揚水設備	11-100
11.10.1	基本設計条件	11-100
11.10.2	取水口と放水口の位置ならびに形式	11-100
11.10.3	取水ポンプ室	11-101
11.10.4	送・放水管路	11-101
11.10.5	放水槽および放水路	11-111
11.10.6	温排水	11-111
11.11	電気設備	11-116
11.11.1	電圧選定	11-116

11.11.2	発電機の容量	11-117
11.11.3	変電器容量	11-119
11.11.4	制御系統	11-126
11.11.5	遮断器	11-131
11.11.6	非常用電源	11-135
11.12	灰処理設備	11-136
11.12.1	概要	11-136
11.12.2	灰量	11-137
11.12.3	灰処理プロセス	11-140
11.12.4	灰捨場	11-143
11.12.5	日本における灰の有効利用方法	11-151
11.13	発電所本館	11-155
11.13.1	本館レイアウト	11-155
11.13.2	基礎	11-155
11.13.3	上部構造	11-155
11.13.4	建築設備	11-161
11.14	煙突	11-162
11.14.1	設計条件	11-162
11.14.2	型式	11-162
11.15	付属建物	11-163
11.16	環境対策設備	11-164
11.16.1	集じん装置	11-164
11.16.2	排煙脱硫装置	11-166
11.16.3	発生ばい煙量等	11-166
11.16.4	排水処理装置	11-173
11.17	送電計画	11-175



## List of Figures

- Fig. 11-1 Example of Change in NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> Emission Regulation (Yokohama City in Japan)
- Fig. 11-2 Condition of Plant Layout
- Fig. 11-3 General Plan
- Fig. 11-4 General Arrangement of Equipment
- Fig. 11-5 Dump Truck Hopper
- Fig. 11-6 Receiving Conveyor System
- Fig. 11-7 Flow Sheet of Lignite Receiving and Dispatching System
- Fig. 11-8 Lignite Storage Yard
- Fig. 11-9 Limestone Receiving Facilities
- Fig. 11-10 Flow Sheet of Limestone Receiving and Dispatching System
- Fig. 11-11 Limestone Pile and Limestone Storage House
- Fig. 11-12 Lignite Limestone Preparation System
- Fig. 11-13 Time Schedule of Bunker Operation
- Fig. 11-14 Lignite-Limestone Bunker (One side of one boiler)
- Fig. 11-15 FBC Boiler Start-up Outline
- Fig. 11-16 FBC Boiler Start-up Process
- Fig. 11-17 Raw Water Source
- Fig. 11-18 Outline of A-FBC for Sin Pun Lignite
- Fig. 11-19 Comparison of Outline for Respective Boiler
- Fig. 11-20 Bo-Tb Steam Flow Diagram
- Fig. 11-21 Start Up Burner System
- Fig. 11-22 Air-Flue Gas System of FBC
- Fig. 11-23 One Line Diagram of Ash Collecting System
- Fig. 11-24 Under Feeding System of Bubbling FBC Boiler
- Fig. 11-25 Over Feeding System of Bubbling FBC Boiler
- Fig. 11-26 Correlation among Oxygen, Carbonoxide and Sulfur Dioxide on the Fluidized Bed
- Fig. 11-27 Heat Flow Diagram
- Fig. 11-28 Cooling Water Intake, Pump Pit (2-1)
- Fig. 11-29 Cooling Water Intake, Pump Pit (2-2)
- Fig. 11-30 Circulating Water Pipe (2-1)
- Fig. 11-31 Circulating Water Pipe (2-2)
- Fig. 11-32 Cooling Water Outlet Pit, Outlet
- Fig. 11-33 Electrical One Line Diagram
- Fig. 11-34 Load Flow for Krabi Site (Tentative)

Fig. 11-35	Transformer Input and Output
Fig. 11-36	Minimum Required Capacity of Step Up Transformer
Fig. 11-37	Outline of BTG Control System
Fig. 11-38	FBC Control Diagram
Fig. 11-39	115 kV Switch and Auxiliaries Arrangement (One Block)
Fig. 11-40	Outline of Respective Ash Distribution and Limestone
Fig. 11-41	Alternate Limestone Distribution
Fig. 11-42	Outline of Ash Distribution for Alternate Limestone
Fig. 11-43	Medium Grade Ash Handling System
Fig. 11-44	Economic Grade Ash Handling System
Fig. 11-45	Ash Disposal Area (2-1)
Fig. 11-46	Ash Disposal Area (2-2)
Fig. 11-47	Utilization of Coal Ash in 1987
Fig. 11-48	Powerhouse Yard General Arrangement
Fig. 11-49	Powerhouse Plan EL+10,000
Fig. 11-50	Effects of Electrical Resistivity of Dust on Dust Collecting Efficiency (1)
Fig. 11-51	Effects of Electrical Resistivity of Dust on Dust Collecting Efficiency (2)
Fig. 11-52	Power Flow in Region III

## List of Tables

Table 11-1	Scale Merit of Thermal Power Plant (Reference Only)
Table 11-2	Evaluation Factor
Table 11-3	Particular of the Design Lignite (mean value for 25 years usage)
Table 11-4	Minerable Plan of Sin Pun Lignite and Mean Heat Value for 25 years Usage
Table 11-5	Particular of Sin Pun - Krabi Mixture (Mean Value of 25 years usage)
Table 11-6	Water Quality of Pakasai River
Table 11-7	Geologic Conditions of the Site
Table 11-8	Typical Overhaul Period of Coal Fired Power Station in Japan
Table 11-9	Forced Outage of Thermal Power Plant in EGAT
Table 11-10	Load Factor for EGAT Thermal Power Plant in 1990
Table 11-11	Items in General Layout of Power Plant
Table 11-12	Lignite and Limestone Consumption in Respective Cases
Table 11-13	Required Hopper for Lignite Unloading by Truck
Table 11-14	Lignite Receiving Hopper
Table 11-15	Type of Conveyor
Table 11-16	Comparison of Lignite Storage Yard
Table 11-17	Boiler Heat Loss Caused by Increase of Molar Ratio
Table 11-18	Particular of Crushing Machine
Table 11-19	Raw Water Request in Krabi Site
Table 11-20	Basic Design Condition of A-FBC
Table 11-21	Comparison of Boiler Weight (per unit)
Table 11-22	Comparison of Gas Air Heater
Table 11-23	Design Value of FDF and IDF
Table 11-24	Basic Condition for turbine Design
Table 11-25	Outline of Steam Condensing System
Table 11-26	Transmission Line Admittance and Impedance
Table 11-27	Loss of Generator and Cost Comparison
Table 11-28	Practical Standard of Transformer Impedance
Table 11-29	Power Consumption of House Load Auxiliary Equipment (at Rated Load 75 MW)
Table 11-30	Actual Power Consumption Record for 50 MW A-FBC
Table 11-30b	Actual Power Consumption of P/C and C/C for 50MW-A-FBC

Table 11-31	Power Consumption of Station Load Auxiliary Equipment (at Rated Load 2x75MW Full Load)
Table 11-32	Control System Scheme
Table 11-33	Boiler Response Time of FBC and PCF
Table 11-34	Predicting Control and Turbine Follow Control
Table 11-35	Comparison of Switch Yard Configuration
Table 11-36	6.6 kV Switches
Table 11-37	Emergency Power Load
Table 11-38	Chemical Analysis of Ash
Table 11-39	Ash Handling Process
Table 11-41	Comparison of ESPs and Bag Filters for Coal Fired Power Plant
Table 11-42	List of Estimated Emission Characteristics and Standards
Table 11-43	Estimated Volume and Characteristics of Waste Water at the Inlet of the Waste Water Treatment Facility
Table 11-44	Comparison of Waste Water Volume and Characteristics at Facility Outlet and Discharge Standards

11.1 概 要

11.1.1 基本概念

75MW 2基の発電所は、EGATが300MWを標準規模としているため、タイ国系統の中で経済的観点から実現可能性を見出すには規模が比較的小さい。これら300MW規模のユニットは75MW規模に比べ大きなスケールメリットがある。

一般に、投資のスケールメリットは出力規模の0.7~0.8乗で表現される。仮りにこのスケールメリットファクターを0.75乗とすると、Table 11-1 に示すように75MW機の出力当りの価格は、300MW機のそれに比べ40%割高となる。

Table 11-1 Scale Merit of Thermal Power Plant (Reference Only)

	300 MW	75 MW
Plant Cost	100%	$(\frac{75}{300})^{0.75} \approx 35.4$
Unit Cost per Generation (cost/kWh)	100%	141.4%

この小規模であるが故に生じる不利点を補うため、フィージビリティ段階の設計は以下の点を考慮した。

- i. 初期投資額を最小限にするため、既設クラブ発電所の設備を最大限に利用した。
- ii. kWh当りの発電原価を下げるため、高負荷率を採用した。
- iii. 有利な買入れを極力行えるよう、75MW規模で標準的な装置を採用した。

一方で、FBCボイラ及び褐炭・石灰石前処理システムの設計は、タイ国の排出規制強化を考慮に入れ、ある程度の余裕を見た。

Fig. 11-1 は、日本の横浜市におけるNOx及びSOx排出規制強化の過去の推移を示す。NOx排出の場合、政府規制値は10年間で600ppmから184ppmまで強化されており、SOx排出の場合、規制値は当初の規制に比べ10倍も厳しくなっている。

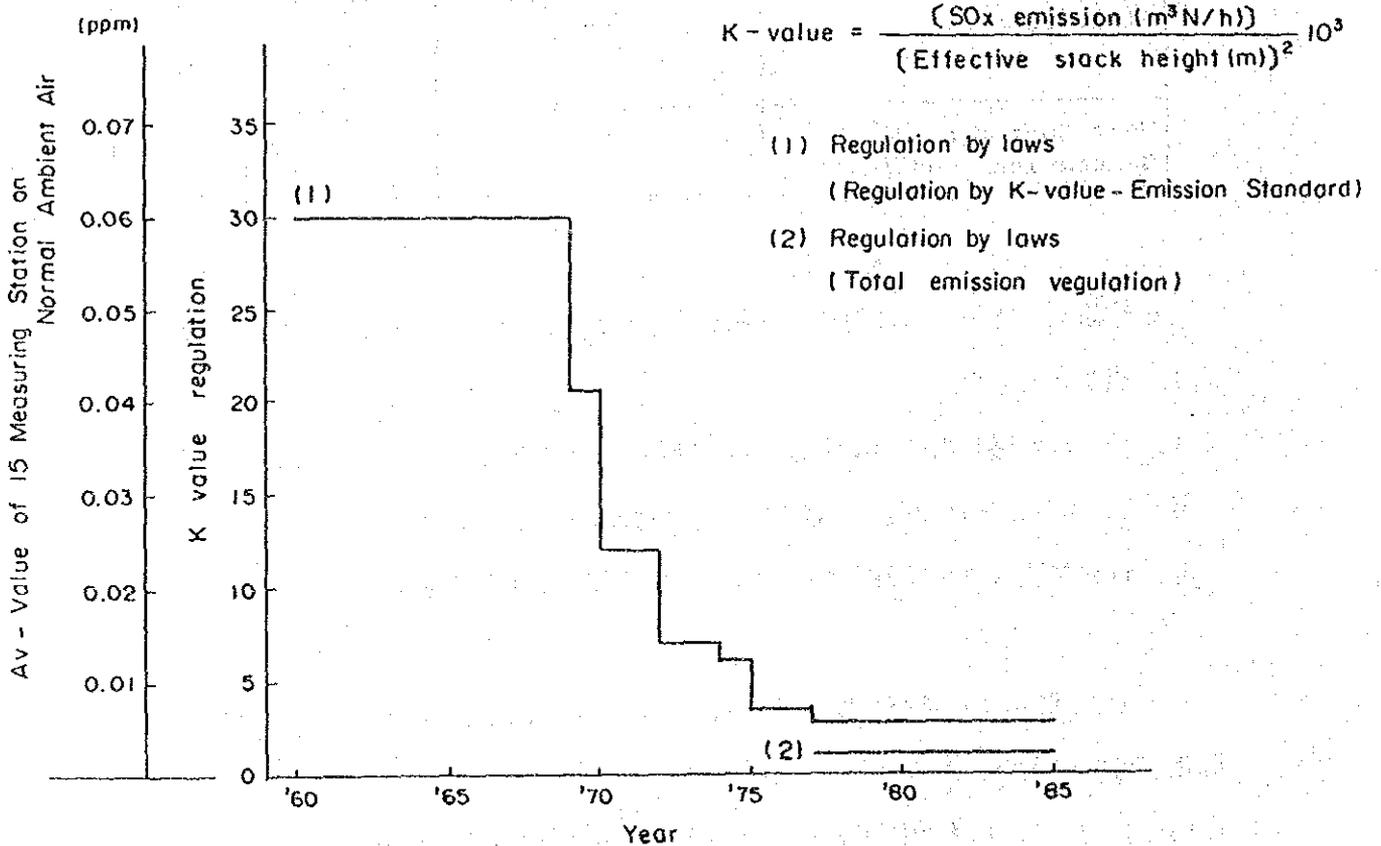
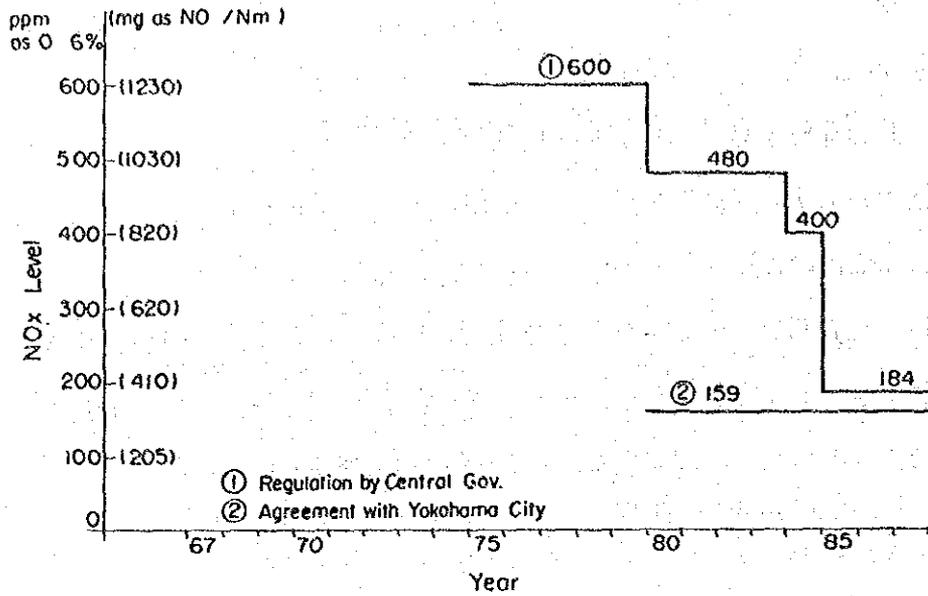


Fig. 11-1 Example of Change in NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> Emission Regulation  
(Yokohama city in Japan)

NOxに関する日本の規制強化の推移を参考にすれば、シンプンークラブリグナイトがNOxを約150ppm排出に抑え得るといふ燃焼試験結果から、本プロジェクトにおいてはNOxに関し特別な考慮は必要ない。しかしながら、SOx排出に関しては、装置は将来の規制強化に備え、ある程度の余裕を見て設計しなければならない。

運転費用の面からは、本調査はボイラ効率及び脱硫効率に主眼を置いた。シンプンリグナイトは、硫黄分が高いため、脱硫運転費用は極めて高く、25年間割引率10%で計算すると、投資額の約10%にもなる。

そのため、プラント設計に当たっては、燃料消費、石灰石消費及び所内電気使用量の評価係数として Table 11-2 に示す値を使い経済設計した。

Table 11-2 Evaluation Factor

(Evaluation Factor at 1992 Base)

	Fuel	Limestone	Electricity
Unit Price in 1992	10 US\$/Gcal.h	160 Baht/t.h	1.2 Baht/kWh
Discount Rate	10%		
25 years Accumulation from 1997 to 2021	11.3 million Baht for one Gcal/h difference	7.0 million Baht for one t/h difference	5.2 million Baht for 100 kW difference

Load Factor 0.8      Exchange rate 130¥/1US\$/26 Baht

## 11.1.2 設計の特徴

### (1) リグナイトの特徴

シンプンクラビリグナイトを設計炭として採用し、シンプンリグナイトのみの場合を代替とし採用した。各々の場合を Table 11-3 に示す。

Table 11-3 Particular of the Design Lignite  
(mean value for 25 years usage)

	Sin Pun, Krabi Mixture	Sin Pun Lignite
Heat Value (L.H.V) kcal/kg	2,556	2,787
Ash Content %	24.15	21.08
Total Moisture %	31.36	32.67
Sulfur Content (Given Value) %	5.96	7.0

Detail of the respective cases are as follows;

各々の場合の詳細は以下の通り。

#### (a) シンプンリグナイト

発電所の寿命を25年間で設計し、その間使用される熱量は、総計約 $63.3 \times 10^9$  Gcalとなる。Table 11-4 に示すように25年間のリグナイトの平均熱量は2,787kcal/kgとなる。シンプン リグナイトを使用する場合の設計にはこの値を使用する。灰分、水分については、地質データの平均値を採用する。

Table 11-4 Minerable Plan of Sin Pun Lignite and Mean Heat Value for 25 Years Usage

ER Interval	Lignite Consumption		Heat Value		
	Lignite (kt)	Cumulative Amount (kt)	Spec Energy (kcal/kg)	10 <sup>3</sup> Gcal	Cum 10 <sup>3</sup> Gal
3-4	4	4	3465	14	
4-5	1160	1165	2975	3451	3465
5-6	3177	4341	2874	9131	12596
6-7	4988	9330	2794	13936	26532
7-8	4587	13917	2778	12743	39275
8-9	3716	17633	2725	10126	49401
9-10	2524	20156	2735	6903	56304
10-11	2267	22424	2737	6205	62509
11-12	2059	24482	2735	5631	68140
12-13	2810	27293	2738	7694	75834
13-14	1408	28700	2729	3842	79676
14-15	943	29644	2736	2580	82256
15-16	914	30557	2717	2483	84739
16-17	862	31420	2732	2355	87094

Source: Sin Pun Conceptual Mining Study

Annual Heat Consumption

$$2 \times 64.83 \text{ t/h} \times 2787 \text{ kcal/kg} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ d} \times 0.8 \times 10^{-3} = 2532 \times 10^3 \text{ Gcal}$$

63300 × 10<sup>3</sup> Gcal for 25 years

$$\text{Total Coal } 22424 \text{ kt} + (63300 - 62509) \times 10^3 / 2737 \text{ kt} = 22713 \text{ kt}$$

909 kt per year

Average Heat Value (L.H.V.)

$$\frac{63300 \times 10^3 \text{ Gcal}}{22713 \text{ kt}} = 2787 \text{ kcal/kg}$$

(b) シンプンークラビリグナイト

熱量を計算するに際し、Table 11-5 に示す通り、シンプン リグナイトとクラビリグナイトの熱量比率7 : 1 (重量比率4 : 1) を採用する。

Table 11-5 Particular of Sin Pun - Krabi Mixture  
(Mean Value of 25 years usage)

	Sin Pun ( $54.5 \times 10^6$ Gcal)	Krabi ( $8.8 \times 10^6$ Gcal)
Heat Value (L.H.V.)	2,795 kcal/kg (ref Table 11-4)	1,600 kcal/kg
Ash Content %	21.08	36.45
Total Moisture %	32.67	26.14
Sulfur Content %	7% (given value)	1.8% (given value)
Weight Ratio	4	1
Mean Value		
Heat Value (L.H.V.)	2,556 kcal/kg	
Ash Content %	24.15 %	
Total Moisture %	31.36 %	
Sulfur Content %	5.96 %	

(c) 石灰石の特徴

Yod Po Silaの石灰石を設計石灰石として採用する。データは Table 4-17 に示す。

## 11.2 設計条件

### 11.2.1 計画地点の条件

#### (1) 計画地点の位置および交通

クラビ地点はチャンワット・クラビ、アンフォー・ムアンのタンボン・クロン・カナンに位置し、クラビの町から南東に約17kmのところにある。

計画地点は次の座標格子線により囲まれた範囲である。

505.8 E	506.2 E
883.2 E	882.9 E

地点はクロン・パカサイー川の右岸に位置し、既設クラビ1号発電所に隣接している。

計画地点への進入道路は、既設の発電所の構内道路へ接続することができる。既設発電所へはクラビの町よりまず国道4号線を南東へ12km行き、次に4036号線を南へ約10km、さらに東へ約4kmで到達する。(Fig. 4-1 参照)

#### (2) 気象

##### 1) 概要

クラビ地点の天候は、一般に明らかな二つの季節すなわち、通常5月から11月までの雨季と12月4月までの乾季を持つ、熱帯性気候に分類される。

フィージビリティ調査段階の設計条件として、雨量データはアンフォー・クロン・トム・クラビ測候所とクラビ発電所の観測データを、また気温と風についてはプーケット測候所の観測データをそれぞれ使用した。

##### 2) 気温

プーケット測候所の1951年から1980年までの観測データによれば、日最高気温の平均値は31.5°Cであり、平均気温は28.2°Cである。また、日最低気温の平均値は24.0°Cである。

日最高気温は3月と4月において、33.2°Cとなっており、日最低気温は1月において23.4°Cである。月間の温度差はわずか2.2°Cである。

また、既往最高気温は4月に37.8°Cを記録しており、既往最低気温は2月に16.

9°Cとなっている。

Temperature

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Mean	28.0	28.8	29.4	29.5	28.5	28.2	27.8	27.9	27.3	27.4	27.5	27.7
Max.	31.5	32.6	33.2	33.2	31.7	31.2	30.9	30.9	30.4	30.6	30.6	30.9
Min.	23.4	23.7	24.2	24.6	24.5	24.4	24.1	24.3	23.9	23.8	23.8	23.7

Station: Phuket  
Recording Period: 1951-1980

3) 雨 量

1956年から1987年までの年間平均雨量は2,219mmであり、これは5月から11月までの雨季に集中している。

この期間の雨量は年間総雨量のおよそ86%である。

前記観測期間中の日当り最大降雨量は1969年の9月に191mmを記録している。

Rainfall

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
29	22	65	137	282	262	254	287	334	280	204	63	2,219

Station: Amphoe Khlong Thom  
Recording Period: 1956-1987

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
8	14	43	123	266	131	168	256	317	308	181	80	1,895

Station: Krabi Power Plant  
Recording Period: 1985-1990

#### 4) 相対湿度

1951年から1980年までの平均相対湿度は77%であり、雨季と乾季では平均値はそれぞれ80%と72%であり、8羽の相違がある。

#### 5) 風

下表の表に示すように、卓越風向は北東から東向き、および西向きである。また、1951年から1980年までの間で記録された最大風速は23m/secである。

#### Wind

Jan.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
Prevailing Wind Direction	NE	E	E	E	W	W
Mean Wind Speed	5.2	4.6	4.1	3.4	3.2	4.3
Max. Wind Speed	25 E	26 NE, E	30 NE, E	35 NE	30 W	40 SW
	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Prevailing Wind Direction	W	W	W	W	NE	NE
Mean Wind Speed	4.2	5.0	4.0	3.3	3.9	5.3
Max. Wind Speed	45 SW	35 SW, W	40 W	40 W	27 NE	28 NE

Station: Phuket

Recording Period: 1951-1980

\* 1 knot = 0.514 m/sec

### (3) 水文条件

#### 1) 一般

計画地点の東側を北から南へ流れるクロン・パカサイ川の水文条件を以下に示す。

#### (a) 流量

引き潮時 :  $86 \text{ m}^3/\text{s}$

満ち潮時 :  $-71 \text{ m}^3/\text{s}$