

4-8-2 建設工事

建設工事を実施するために、施工業者は契約後設計製作を行ない機器製作完了次第関係機関から輸出許可を得て船積みを行ないサイトへ搬入する。

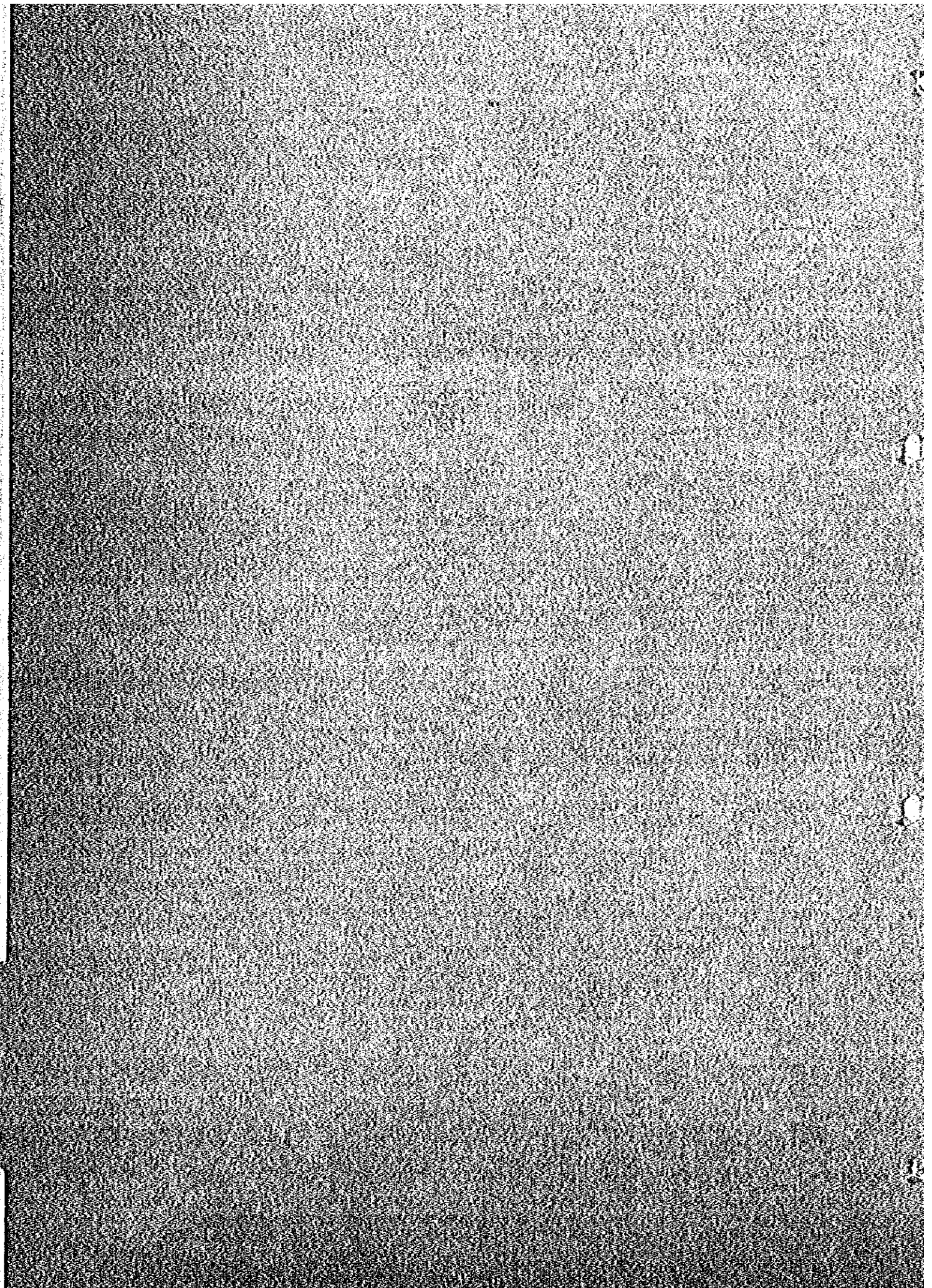
製作開始からサイト搬入時までの期間、現地で実施可能な業務すなわち仮設備設置等の準備工事を行なうことになる。

コンサルタントの契約完了後本プロジェクトの№2ユニットが引渡されるまで57ヶ月要すると考えた。

第 5 章

主要設備の予備設計

(1st Stage 300MV × 2 Units)



第5章 主要設備の予備設計

5-1 主要設備設計条件

5-1-1 設計条件

1) 大気温度および湿度

a	平均	22.4℃
b	最高(平均)	35.9℃(27.8℃)
c	最低(平均)	9.0℃(17.7℃)
d	最高湿度(平均)	64%(39%)
e	設計	

ボイラ

温度 30℃

湿度 52%

電気

電気機器 40℃

地下ケーブル 27℃

送電 最高 42℃

最低 5℃

2) 最高風速(平均) 35m/s(8.9m/s)

3) 地震係数 0.05

4) 最高海水温度(設計) 28℃(27℃)

5) 潮位および敷地高

a	平均大潮干潮位(L.W.L) M.L.W.S	+0.4m
b	平均小潮干潮位 M.L.W.N	+0.7m
c	平均潮位 M.S.L	+1.205m

d	平均潮位 (アレキサンドリ港) M. S. L	+ 1.145 m (E. L. ±0)
e	平均小潮満潮位 M. H. W. N	+ 1.6 m
f	平均大潮満潮位 (H. W. L) M. H. W. S	+ 1.9 m
g	最大波高	+ 2.5 m
h	設計波高	+ 1.5 m
i	敷地高	
	発電所	+ 5.145 m (E. L. +4.0m)
	機橋	+ 4.145 m (E. L. +3.0m)
j	最大潮流	1.5 knot
6)	降雨量	
	月平均降雨量	1.2 mm
	月最大降雨量	23.5 mm

7) 燃料分析值

a 石 炭

			混合石炭	单味石炭
発 熱 量		kcal/kg	6500	6100 ~ 6900
表 面 水 分		%	6.9 ~ 8.8	6.9 ~ 9.2
工業分析	固 有 水 分	%	2.8 ~ 8.3	2.5 ~ 9.3
	灰 分	%	8.9 ~ 17.8	6.3 ~ 19.2
	揮 発 分	%	28.1 ~ 35.1	24.3 ~ 43.3
	固 定 炭 素	%	36.8 ~ 53.4	37.7 ~ 58.4
元素分析	炭 素	%	68.5 ~ 82.3	67.2 ~ 84.4
	水 素	%	4.1 ~ 5.6	3.7 ~ 5.8
	窒 素	%	1.0 ~ 1.7	0.9 ~ 1.8
	酸 素	%	7.4 ~ 15.3	6.2 ~ 16.1
	硫 黄	%	0.8 ~ 1.3	0.3 ~ 2.9
燃 料 比			0.9 ~ 2.1	0.9 ~ 2.4
粉 碎 性			41 ~ 68	39 ~ 72
灰	軟 化 点	℃	1,260 ~ 1,600	1,260 ~ 1,600
	溶 融 点	℃	1,300 ~ 1,600	1,300 ~ 1,600
灰 分 析	SiO ₂	%	45.3 ~ 73.4	40.4 ~ 75.5
	Al ₂ O ₃	%	15.1 ~ 30.7	18.1 ~ 37.5
	Fe ₂ O ₃	%	1.3 ~ 11.6	0.6 ~ 13.5
	CaO	%	1.0 ~ 5.4	0.1 ~ 5.7
	TiO ₂	%	0.4 ~ 1.8	0.5 ~ 2.3
	MgO	%	0.2 ~ 1.8	0.2 ~ 2.2
	SO ₂	%	1.3 ~ 5.2	0.1 ~ 4.9
	P ₂ O ₅	%	0.1 ~ 0.7	0.1 ~ 0.9
	Na ₂ O	%	0.2 ~ 1.6	0.1 ~ 1.9
	K ₂ O	%	0.2 ~ 2.4	0.3 ~ 3.0

b 重油

引火点	最高	150°F
動粘度	R1 at 100°F	Max 2,000 sec
流動点	最高	100°F
残留炭素分	最高	11 wt%
水分	最高	1 vol%
灰分	最高	0.1 wt%
硫黄分	最高	2.5 wt%
比重	最高	0.99 15/4°C
発熱量	最低	10,000 kcal/kg
(低位発熱量)		

c 軽油

引火点	最低	65°C
流動点	最高	4.5°C(冬)
	最高	12.5°C(夏)
硫黄分	最高	1 wt%
残留炭素分	最高	0.08 wt%
蒸留性状	最低	90 Vol% at 360°C
動粘度	6.2 cst	at 30°C
比重	最低	0.85
発熱量(グロス)	10,900 kcal/kg	

8) 海水分析値

P H	8.2
導電率 (micro mho/cm)	6 1,6 0 0
濁 度 (ppm)	2.1
M-アルカリ度 (ppm as CaCO ₃)	1 3 0
クロール・イオン (ppm as cl)	2 4,0 0 0
全硬度 (ppm as CaCO ₃)	7,7 4 0
カルシウム硬度 (ppm as CaCO ₃)	1,2 3 0
マグネシウム硬度 (ppm as CaCO ₃)	6,5 1 0
硫酸イオン (ppm as SO ₄)	2,5 0 0
シリカイオン (ppm as SiO ₂)	0.1

5-1-2 設計基準

材料および設計に関する基準は、日本基準または、同等の国際的基準によるものとする。

使用基準

国際電気委員会規格 (IEC)

日本工業規格 (JIS)

日本電気学会電気規格調査会標準規格 (JEC)

日本電機工業会規格 (JEM)

日本電気協会規定 (JEAC)

日本建築学会規準

日本土木学会で規定された基準

日本道路協会で規定された基準

表 5-1 国内及び輸入炭の性状

Properties of domestic coal (Maghara)

Country of Origin	Brand	Calorific Value kcal/kg	Surface Moisture %	Proximate Analysis			Ultimate Analysis					Fuel ratio	BGI	Fusibility of Ash			Ultimate Analysis of Ash %																	
				Inherent Moisture %	Ash %	Volatile Matter %	Fixed Carbon %	Carbon %	Hydrogen %	Nitrogen %	Oxygen %			Sulphur %	Softening Point °C	Melting Point °C	Pour Point °C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅							
Egypt	Maghara	7,270	—	4.90	6.50	50.70	37.90	70.66	5.67	1.04	8.26	2.57	0.25	—	1,220	1,290	1,320	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Literature	Maghara	7,140	—	5.14	3.96	50.51	40.39	73.74	5.83	1.22	12.21	2.83	0.8	51	1,290	1,340	1,360	65	3.3	4.0	4.4	0.4	6.2	0.4	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace		
For power station	Maghara	6,140	—	4.2	19.2	43.3	33.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

$$\text{Fuel ratio} = \frac{\text{Fixed Carbon}}{\text{Volatile Matter}}$$

Properties of Imported Coal (Australia)

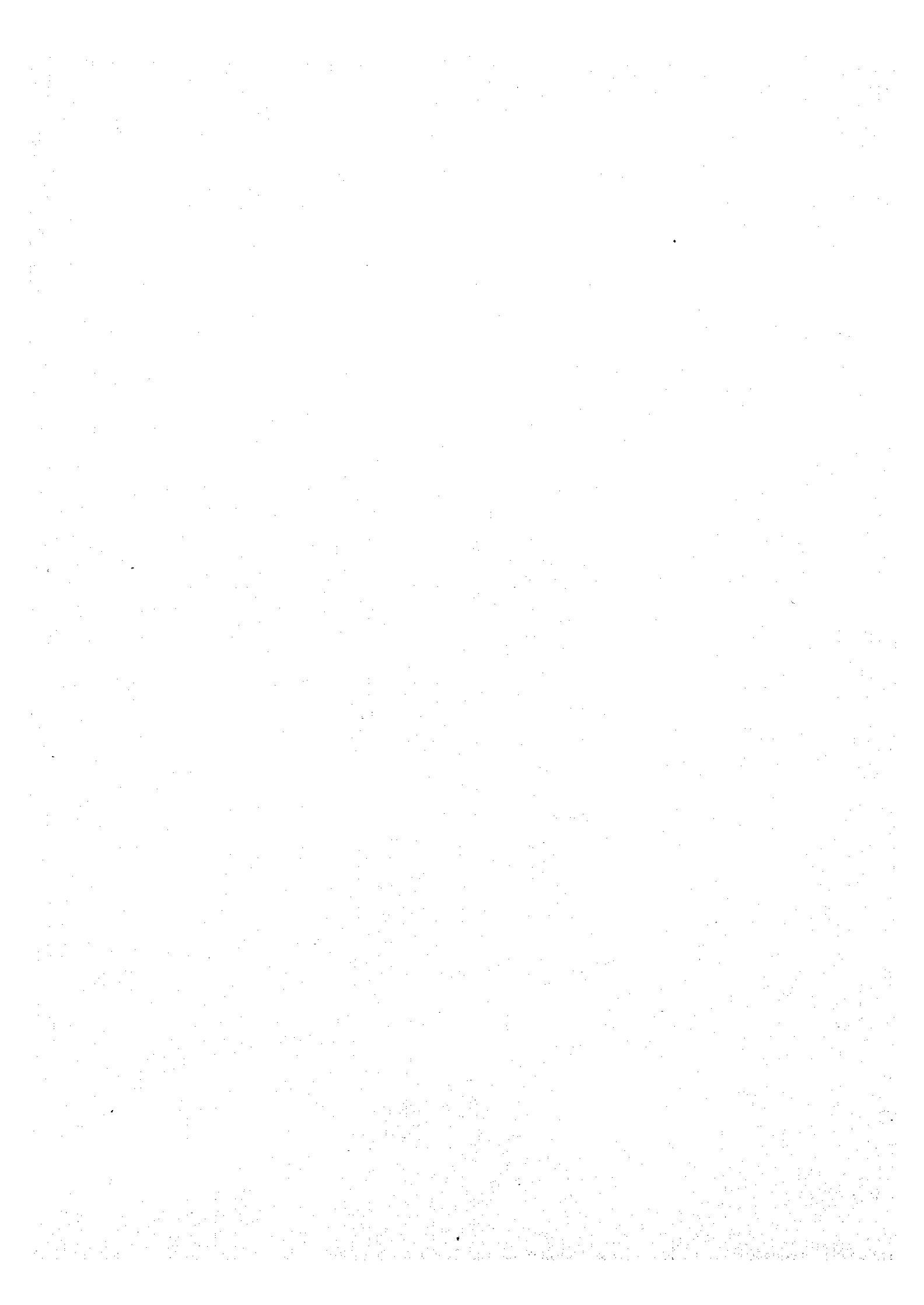
Country of Origin	Brand	Calorific Value kcal/kg	Surface Moisture %	Proximate Analysis			Ultimate Analysis					Fuel ratio	BGI	Fusibility of Ash			Ultimate Analysis of Ash %																	
				Inherent Moisture %	Ash %	Volatile Matter %	Fixed Carbon %	Carbon %	Hydrogen %	Nitrogen %	Oxygen %			Sulphur %	Softening Point °C	Melting Point °C	Pour Point °C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅							
Australia	Leavington	6,660	7.0	2.3	9.0	34.0	54.0	89.3	5.0	1.7	12.4	0.59	1.59	48	1,260	1,300	1,325	51.7	22.6	9.55	5.70	1.60	3.50	1.90	1.42	1.03	0.91	—	—	—	—	—	—	
	Work Worth	6,670	7.0	3.2	13.8	29.3	53.7	68.3	4.4	1.5	11.1	0.47	1.83	49	1,400	1,550	1,560	75.5	18.1	2.7	—	0.2	0.7	0.1	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—	
	Hunter Valley	6,800	9.0	3.5	13.5	34.0	49.0	82.2	5.1	1.8	10.5	0.6	1.44	55	1,500	1,570	>1,600	68.6	24.0	2.7	0.7	—	—	0.5	1.1	1.1	0.3	—	—	—	—	—	—	
	Lithgow	6,400	7.0	3.2	17.4	29.2	50.2	67.5	4.2	1.5	8.2	0.59	1.72	39	1,500	1,500	1,500	60.7	30.6	0.6	—	0.2	1.3	0.1	3.0	0.5	0.1	—	—	—	—	—	—	
	Invincible	6,720	8.0	2.5	16.5	30.0	51.0	83.3	5.4	1.9	8.6	0.7	1.70	48-55	>1,600	>1,600	>1,600	69.1	25.1	0.75	0.26	0.27	0.40	0.30	0.60	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Cross Valley	6,570	8.0	2.5	17.0	24.5	56.0	84.0	4.5	1.6	9.1	0.4	1.29	50-55	>1,600	>1,600	>1,600	66.2	32.0	0.71	0.09	0.22	0.93	0.30	0.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Wambo	6,700	9.0	3.0	14.0	32.0	51.0	82.9	5.5	1.6	9.5	0.5	1.59	47-51	1,280	1,400	1,460	47.8	18.6	5.37	1.72	2.23	1.66	0.63	1.07	—	—	—	—	—	—	—	—	
	South Blackwater	6,370	8.5	6.8	10.5	24.3	58.4	70.7	3.7	1.28	13.2	0.28	2.40	72	1,500	1,540	1,540	50.8	35.0	3.5	0.3	0.8	2.2	0.4	0.3	2.3	0.8	—	—	—	—	—	—	
	Saxtondale	6,530	7.0	3.8	16.1	27.3	52.8	70.8	4.4	1.49	6.2	0.4	1.93	47	1,465	1,500 or more	1,500 or more	72.8	20.3	1.7	0.3	0.3	0.1	0.3	1.5	0.5	0.1	—	—	—	—	—	—	
	SHP	6,690	7.0	3.0	15.6	30.9	50.5	70.1	4.7	1.72	7.0	0.4	1.53	52	1,355	1,500 or more	1,500 or more	64.2	23.1	4.1	3.9	0.7	0.3	0.8	1.2	0.9	0.7	—	—	—	—	—	—	
	Newlands	6,800	8.0	2.7	14.0	25.8	57.5	84.4	5.0	1.7	8.4	0.51	2.23	54	1,550	—	>1,600	53.5	37.5	2.4	0.7	0.4	0.4	0.4	0.5	1.8	1.3	—	—	—	—	—	—	
Briglow	6,120	8.38	9.3	12.5	40.5	37.7	67.2	5.1	0.85	12.6	0.45	0.93	38	1,370	1,500	1,520	54.9	28.3	3.8	4.7	1.4	2.65	0.96	0.40	—	—	—	—	—	—	—	—		

$$\text{Fuel ratio} = \frac{\text{Fixed Carbon}}{\text{Volatile Matter}}$$

Properties of Imported Coal (U.S.A.)

Country of Origin	Brand	Calorific Value kcal/kg	Surface Moisture %	Proximate Analysis			Ultimate Analysis					Fuel ratio	BGI	Fusibility of Ash			Ultimate Analysis of Ash %															
				Inherent Moisture %	Ash %	Volatile Matter %	Fixed Carbon %	Carbon %	Hydrogen %	Nitrogen %	Oxygen %			Sulphur %	Softening Point °C	Melting Point °C	Pour Point °C	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅					
U.S.A. (Eastern Part)	Kanawha	6,890	6.90	—	10.50	35.80	45.90	76.3	5.4	1.4	6.2	0.75	1.31	49	1,482	1,482	1,482	52.94	34.67	3.30	1.10	0.80	0.77	0.72	2.13	—	—	—	—	—	—	0.67
	Drummond	5,390	8.0	—	12.0	31.0	49.0	78.4	4.9	1.4	8.6	0.6	1.58	45	—	—	1,343	40.4	29.51	13.49	4.7	1.51	4.85	0.47	2.10	1.29	0.36	—	—	—	—	—
U.S.A. (Western Part)	Golo Wyo	6,510	—	7.8	4.93	36.44	50.83	73.22	4.97	1.6	14.38	0.47	1.39	50	1,295	1,326	1,344	43.4	23.3	5.4	9.4	1.6	—	3.1	0.6	1.0	—	—	—	—	—	—
	Plateau	6,700	—	5.5	9.45	41.48	43.57	67.20	4.66	1.29	16.09	0.75	1.05	45-50	1,232	1,357	1,421	62.2	17.6	3.5	4.8	1.2	—	0.7	0.9	1.0	—	—	—	—	—	—

$$\text{Fuel ratio} = \frac{\text{Fixed Carbon}}{\text{Volatile Matter}}$$



5 - 2 発電設備の予備設計

5-2-1 全体配置計画

1) 敷地面積

石炭専焼及び重油専焼の Dual Type の火力発電所として発電所送電端出力 1,200 MW (300 MW × 4U 或いは 300 MW × 2U + 600 MW × 1U) の発電設備及びそれに付随する揚・貯炭設備、燃料油タンク設備、発電所設備、その他付属設備を設けるに十分な 500 m × 1,200 m、60 ha の敷地面積とした。

2) 本館

将来の増設及び貯炭場よりの炭塵の飛来を避けるため、風上側である敷地の北側に配置した。

3) 貯炭場

a 大量の揚・貯炭を短時間で処理し得るスタッカ、リクレーマの機械設備を設け、運用に十分な長さや幅を確保し、国内炭と輸入炭を区分けして貯炭する方式とした。

又、石炭は所要カロリーに混炭出来る設備を設け、貯炭パイルは底辺 50 m × 高さ 15 m を想定して、貯炭容量 670×10^3 Ton (1,200 MW 時の 60 日分) を貯炭し得る広さとし、風向条件を考慮し、貯炭場は敷地の南側に設置した。

b 国内炭である Maghara 炭はトラック輸送を行うので、受入・揚・貯炭に便利なよう貯炭場の端部に設けると共に、構内に専用の入口及び道路を設けた。

c コンベヤ

コンベヤの傾斜角度は石炭の最大運搬傾斜角を考慮し 15° 以内として中間建家を配置した。

4) 重油タンク設備

発電所送電端出力1,200MWの30日分の貯油容量をもつタンク群の設置を考慮し、配置は既設P/Sの例及び直接海風を受ける海岸線を避けて内陸側に設置した。

5) 軽油タンク設備

受入・消費等の運用を考慮し、1号・2号ボイラ間の海岸側に設置した。

6) 復水器循環水設備

排水が再循環しないよう、揚炭棧橋を挟んで、片側より取水し、反対側に排水するよう計画した。又構内の取水路・排水路共上部に荷重がかゝらないよう、地上設備・建物が無い配置とした。

7) 水設備

海水淡水化装置、原水タンク、純水製造装置、純水タンクの水設備は1つの区画内に納め、水の流れが便なるよう計画した。

8) 起動用ガスタービン発電装置

運用の便を図り、中央制御室、軽油タンクに近い位置で、1号・2号ボイラの間に設置した。

9) サービスビルディング

本館に隣接して、入口正面に配置し、発電所としての体面を保つよう考慮した。

10) 倉庫設備

定修用、ボイラ、タービン、電気と4棟に区分し、潤滑油倉庫、ポンペ室と共に一区画に纏めた。

11) 工作工場

作業内容に従って2棟に分け、1棟は作業員の詰所とし、計3棟に区分

して1ヶ所に纏めた。

12) 屋外変電所

敷地の有効利用と将来の増設、送電線の引出しを考慮して配置した。

13) 作業員詰所

各作業内容に従って、作業場近くに分散配置した。

14) 緑地帯

樹木、草木が少く、降雨が殆んどない砂漠地帯の中に設置される発電所であるため、発電所排水を利用して現地に適した樹木・草を育て、外観及び人々の目に憩を与えるため、発電所周囲、道路の両側、発電所入口よりサービスビル迄、及びサービスビル前に緑地帯を設けた。

15) 燃料受入棧橋

スエズ運河の航路を阻害せずに、且、土砂の掘さく量が最小限になるよう計画した。

16) 灰捨場

当面600MW時の10年分の灰量 $3.2 \times 10^6 m^3$ を考慮し、深海部を避けて護岸を設置して、建設費の安価を図り、発電所南側海岸に配置し、1,000m \times 950mの広さとした。

17) 荷揚埠頭

発電所敷地造成の排出土砂及びバースの浚渫土砂でもって灰捨場北側に幅100mの荷揚用道路及び埠頭を設け、建設用資機材、特に大型機器の荷揚げが可能になるよう計画した。

18) 社宅位置及び広さ

発電所送電端出力1,200MWにおける従業員を854名と想定し、全員の社宅、地域サービス施設、厚生施設が配置出来る充分な広さの幅400m

×長 750 m を確保し、風向条件を考慮し、騒音、粉じんを避けるため、
発電所と国道の間に計画した。

5-2-2 発電設備

1) 出力

1号機 300 MW (主変圧器高圧側)

2号機 300 MW (主変圧器高圧側)

2) 蒸気条件

主蒸気圧力(タービン入口) 169 kg/cm²g

主蒸気温度(タービン入口) 538 °C

再熱蒸気温度(タービン入口) 538 °C

復水器真空 710 mmHg

本プロジェクトで計画する300MW級のユニットの蒸気条件としては、実績が十分であり、運用も信頼性のある蒸気圧力169 kg/cm²g 蒸気温度538/538°Cを採用した。

3) ボイラ設備

a デュアルタイプボイラの採用

ボイラは石炭を主燃料として計画するが、消費炭については約20%を国内炭、約80%を国外炭とする計画であり、国外炭の輸入に対する不慮の事故時に備え、代替燃料による専焼可能なデュアル型ボイラを採用する。

代替燃料としては重油又はガスが考えられるが、次の理由により重油を採用する。

- a) ガスの場合、燃料計画の項でも述べた通り、輸送配管設備が大規模となり難工事が予想される。
- b) 重油の方がガスと比較して専焼設計が容易でしかも可燃性ガスの漏洩による爆発に対する保安対策が不要なため経済的である。

ボイラの設計炭は、国内炭と外国炭を混炭した平均発熱量 6,500 kcal/kg とする。

また発熱量 6,100~6,900 kcal/kg の単味についても専焼ができるようボイラ設計時考慮するものとする。

外国炭の炭種については、海外炭の市場性及びボイラ設計におよぼす影響（発熱量、灰分、融点、粉碎性等）を考慮して選定する。

b 屋外形ボイラの採用

ユニットの大容量化に伴い大形化するボイラについては、ボイラの構造も進歩し、スキンケージングやウエルデッドパネル形式の炉壁構造となり、ガス漏れもみられなくなった。

又、建設費の節減と据付期間の短縮などから屋外形ボイラが多くなっている。

従って、本プロジェクトでも屋外形ボイラを採用する。

c ドラム形ボイラの採用

ボイラ形式にはドラム形（自然循環式、強制循環式）および貫流形

(亜臨界圧、超臨界圧)等があるがボイラの運転、保守およびボイラ水の水質管理が比較的容易で建設費も経済的なドラム形ボイラを採用する。

石炭の性状がボイラおよびミルに与える影響

a) ボイラに対する影響

i) 灰による伝熱面の摩耗

灰による摩耗については、ボイラ設計上いろいろな考慮が払われている。

灰による摩耗は、灰の量および灰中の SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 等の影響とされ、また、それらが多い程摩耗性は高い。

一方摩耗の速さはガス流速の大きさに大きく左右されるから必要な場合にはガス流速を小さく選定し、また、ガスの偏流による局部流速の増大、ガス中灰量の偏在がないようにする必要がある。

従って灰による摩耗に対しては次のような設計上の対策を講じるものとする。

- ・ガス流速の選定
- ・ガス中の灰分布の均一化
- ・適切な摩耗防止板の設置

b) ミルに対する影響

i) ミルの粉砕性能

石炭の性状(原炭、粒度、水分および粉砕度)およびミル出口の微粉度、乾燥用空気などが、ミルの粉砕性能に影響を与える。

特に石炭性状中の粉砕度(HGI)については、その値が小さい場合、ミルの容量が必要以上に大きくなるなど経済的でない場合もあり、炭種選定時の考慮が必要である。

従って、粉砕度に対しては経済的にも実績のあるものとし炭種の選定にあたって事前に考慮するものとする。

ii) ミルの摩耗

石炭灰分中の成分(SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 等)がミルの摩耗に影響を与える。

灰の摩耗性については前記成分が多い程高いとされているが、摩耗量に対して

定量化されたものではなく製作者独自の手法によって評価されているのが現状である。又摩耗対策もそれによって行なわれている。

本プロジェクトでも摩耗部に対しては、耐摩耗材の内張り、溶接による肉盛りを行なう等、摩耗対策を講じるものとする。

ボイラ設計についての考慮

a) スラッキング対策について

スラッキングは溶融した石炭灰が放射熱を受ける火炉壁およびその他の伝熱面に付着する現象であるが、灰の溶融温度が比較的低温、粘度が高い石炭では付着灰が層を形成して次第に成長しその結果火炉熱吸収低下、火炉開口部の閉塞等のトラブルを生ずることがあるのでその対策を実施する必要がある。

対 策

スラッキングを防止するためにはガス温度を灰の融点以下まで下げる必要があり、下記の対策を採用するものとする。

- i. 火炉熱負荷の低減、均一化のために十分大きい火炉断面積を採用する。
- ii. パーナ入熱（一本当り）の低減によりパーナ周囲熱負荷の低減を計る。
- iii. 火炉出口ガス温度を石炭軟化温度より低くするため、火炉上部に過熱器を設置する。
- iv. 過熱器等火炉よりの放射熱を受ける部分は炉幅方向ピッチを充分にとり、クリンカ成長によるガス通路閉塞トラブルを防止する。

b) ファウリング対策について

ファウリングは火炉から直接放射熱を受けない伝熱面上に灰が付着する現象であるが、灰中の Na を中心とする塩基性物質が多い炭種程起りやすく、ファウリングはボイラ性能を維持するためには重要な問題となるので、その対策を実施する必要がある。

対 策

ファウリングは基本的には有効なスートブロウ運用を可能とする設計により対処するが、その為に下記の対策を採用する。

- i. 接触伝熱管ピッチを拡大する。
- ii. 適正な管群厚さを選定する。
- iii. スートブロウを有効に配置する。

d. 燃 焼 装 置

a) 燃 料 管 理

i. 石 炭

i) 石炭の消費量と性状

ユニットの性能を管理するためには、燃料の消費量および性状を把握する必要がある。

従って、積算用石炭計量機を設け、石炭消費量を管理すると共に、試料採取装置を設けて、湿分、発熱量等の性状分析が行なえるようにする。

ii) 石炭の水分

微粉炭機では、石炭中の水分を乾燥して粉砕するのが通常である。

従って、水分の多い石炭については、微粉炭機入口の熱空気による温度調整を行なって十分乾燥できるようにする。

iii) 微粉炭の粒度

微粉炭機の場合、微粉炭の粒度が燃焼状態に大きく影響を与える。

微粉炭機出口の粒度については、最適な微粉炭機の選定を行なうと共に、微粉炭機の出口に試料採取装置を設けて十分な管理が行なえるようにする。

iv) パーナ廻り

ボイラの燃焼で重要なことは、適正な過剰空気率によって良好な燃焼を維持することである。

パーナ廻りの設計にあたっては、燃焼用2次空気の最適な配分により、適正な過剰空気率が得られるようにする。

ii. 重油

i) 重油の消費量と性状

石炭の場合と同様、積算流量計を設け、重油消費量を管理すると共に試料採取装置を設けて硫黄分、発熱量等の性状分析が行なえるようにする。

ii) 重油バーナ

熱料油を燃焼させるには、空気との接触面積を増すために微粒化する必要がある。

従って、燃料油の微粒化に最適なバーナを選定すると共に、石炭焚と同様適正な過剰空気率が得られるようにする。

b) 燃焼管理

i. 過剰空気率

燃焼管理で最も重要なポイントは適正な過剰空気率による良好な燃焼の維持である。最適な過剰空気率を決めるには各ユニット毎に燃焼試験を行ないボイラ自動制御装置の各部を調整して、燃焼状態、排煙状態および熱効率を記録しながら最良の状態を求めることが必要である。

過剰空気率は、火炉内に噴射される燃料の状態、空気との混合状態等により変わるもので、最適な過剰空気率を維持するためには、燃焼装置のキメ細かい管理が必要である。

i) 微粉炭焚きの場合、微粉炭の粒度が燃焼状態に大きく影響するので、

ミルの管理が大切である。ミルの微粉化する機構が損耗すると粒度にバラツキがでたり、微粉化が不十分となり、燃焼を悪くする。また、分配器の摩耗などによりミルから各バーナへの微粉炭の供給が不均一となり燃焼を悪くするので注意しなければならない。

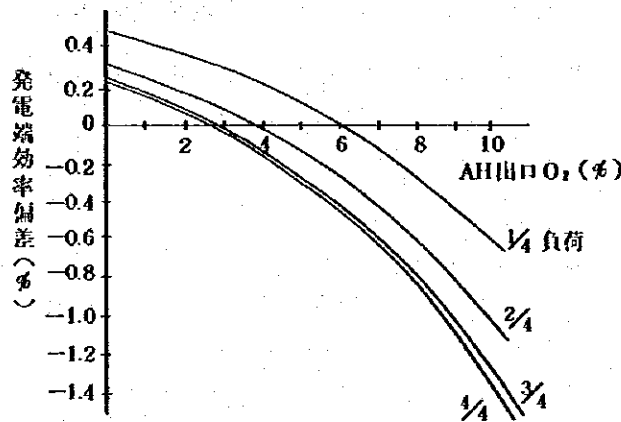
ii) 重・原油焚きの場合、燃料噴霧状態はバーナの状態、バーナ本数と燃料油圧、油温度等に影響される。

バーナは長期間使用するとカーボン付着、チップの摩耗等により燃焼が悪くなるので、適当な周期でガンの掃除およびチップの取替えを行なう。またチップは孔径の摩耗変形、亀裂、打痕の点検および容量試験を行ない厳格な管理を行なう必要がある。

バーナ本数は負荷に応じて適当な本数とし、各バーナを噴霧特性の良い油圧の範囲で使用することが肝要である。油圧が低下すると噴霧が悪くなり、甚しい場合には未燃分を残し、黒煙を発生することがある。

iii) 空気との混合状態については、各バーナ毎に空気ダンパ(またはエアレジスタ)の調整を行ない空気量の適正配分を行ない、燃焼が良好に保てる範囲内でできる限り低 O_2 運転に努めなければならない。

排ガス O_2 と発電端熱効率偏差の一例を図に示す。



排ガス O_2 と発電端熱効率偏差との関係例

ii 排ガス温度

排ガス温度の目標値は、再生式空気予熱器(AH)の低温部メタル温度によって決められている。

AHは、排ガス中の SO_3 等の影響でエレメントの汚損腐食などが発生する。それを防ぐため、 SO_3 露点以上の温度にエレメントの低温部温度(ガス出口側と空気入口側の平均温度=コールドエンドメタル温度)を保つ必要がある。

目標メタル温度の決定は、排ガスの実測露点に安全率を加えた温度とするが、定期的にAHエレメントの腐食減量を実測して適正な温度を決める。

日常の管理にあたっては、蒸気式空気予熱器(SAH)の適正な運用により、排ガス温度を目標値に維持する。またAHのドラフト損失およ

び温度効率を監視し、スートブロワを効果的に実施して伝熱面の清浄化に努めるとともにAH出口 O_2 を定期的に測定し、AHシールプレートの損傷等によるAH漏洩空気の把握に努め管理目標以下とする必要がある。これ等は通風機の動力損失のみならずSAHを含めたプラントの総合熱効率として管理する必要がある。

排ガス温度と発電端熱効率偏差の一例を下図に示す。

iii. 蒸気圧力、蒸気温度

蒸気圧力および蒸気温度の上昇は熱効率の向上に非常に有効であり、このため規定値に保持するよう努めることが必要である。

一般にボイラの燃焼制御は蒸気圧力が常に一定になるような制御を行なっており、ボイラ負荷が

変化すればこれに見合う燃

焼制御（燃料および空気）

が行なわれるが、ボイラの

蒸気温度は、蒸気流量（負

荷）、燃料、燃焼用空気量、

燃焼ガス量、スプレイ量な

どこれ等の増減により変化

し、またバーナの点消火、

バーナ角度および炉内の汚

れなどの諸要因によって変

動し、かつその変化量はその都度状態によって異なる。一般的な傾向と

しては負荷が上昇すれば熱ガス量が増大して蒸気温度が上昇し、負荷が

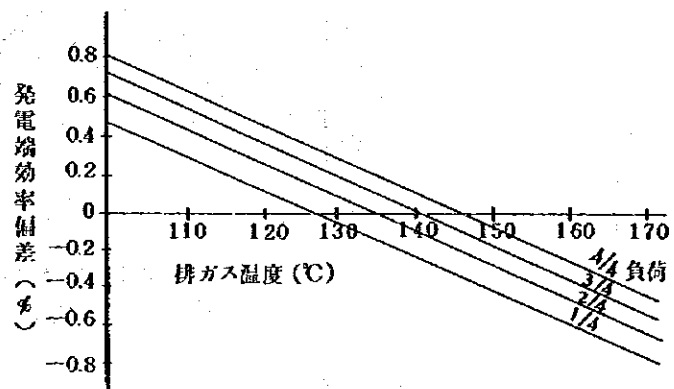
下降すれば熱ガス量が減少して蒸気温度が下降するような現象となって

現われる。そのうえ、ボイラの時定数が非常に大きいこと、などが蒸気

温度制御の難点とされている。したがって蒸気温度を運転目標値に維持

して行くためには、蒸気温度を監視し、ボイラの特性をよく把握して適

宜調整を行なう必要がある。



排ガス温度と発電端熱効率偏差との関係例

c) 微粉炭燃焼装置

微粉炭燃焼装置には、直接燃焼方式と貯蔵燃焼方式とがあるが、設備が簡単、取扱が容易、貯蔵設備が不要で設備費が経済的な直接燃焼方式を採用する。

d) 微粉炭機(ミル)

i ミルの型式

ミルには立形ポウルミルと横形チューブミルがあるが、横形チューブミルと比較して所要動力が少ない、負荷応答性が良い、騒音が低い立形ポウルミルを採用する。

ii. 微粉炭機及びバーナ台数、容量

i) 微粉炭機及びバーナ本数の決定にあたっては、まず微粉炭機台数を決定しその後バーナ本数を決定する。

ii) 微粉炭機容量、台数決定には、特に予備機の要否、最低負荷容量を考慮する必要がある。

微粉炭機の粉砕部のサイズにより標準容量を定めており使用石炭の粉砕性、必要粒度により容量補正を行なう。炭質低下を考慮し、余裕をもった容量とし安定した運転が出来るよう計画する。

一般的に通常運用ユニットで運転される微粉炭機は本館機器配置上4～6台の範囲である。

iii) バーナ容量、個数

a. バーナスロート部熱負荷によるスラッシング発生防止

b. バーナ容量過大による燃え切り時間増及びこれに伴う未燃損失増加防止を考慮し決定する。

なお、バーナ1本当りの入熱に通常 $43 \times 10^6 = \text{kcal/h}$ 程度とされている。

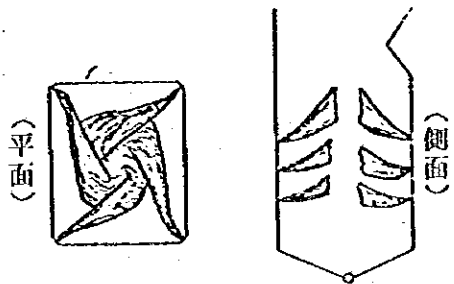
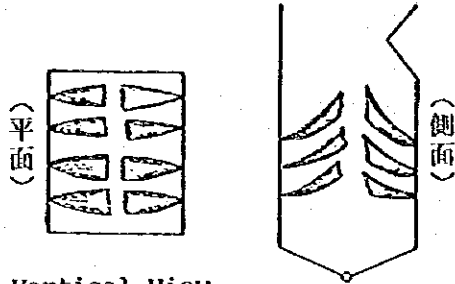
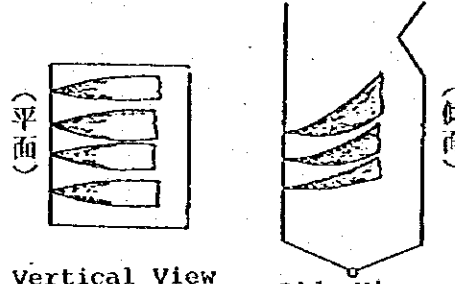
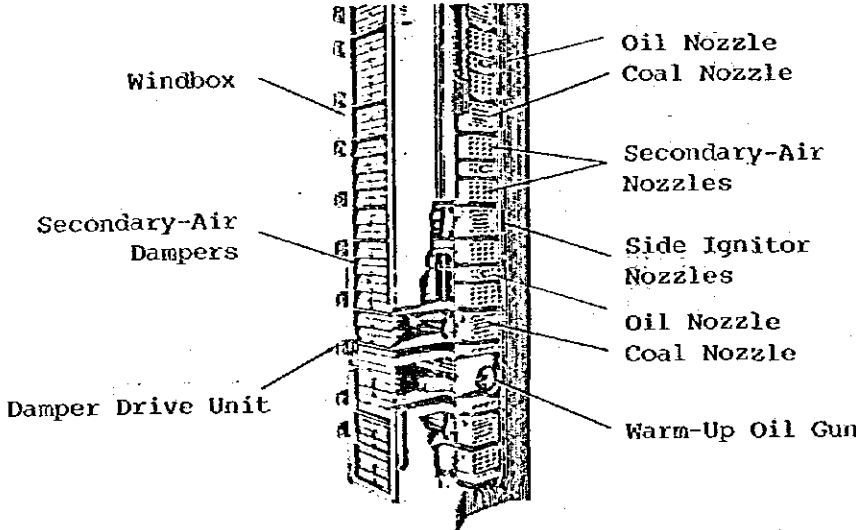
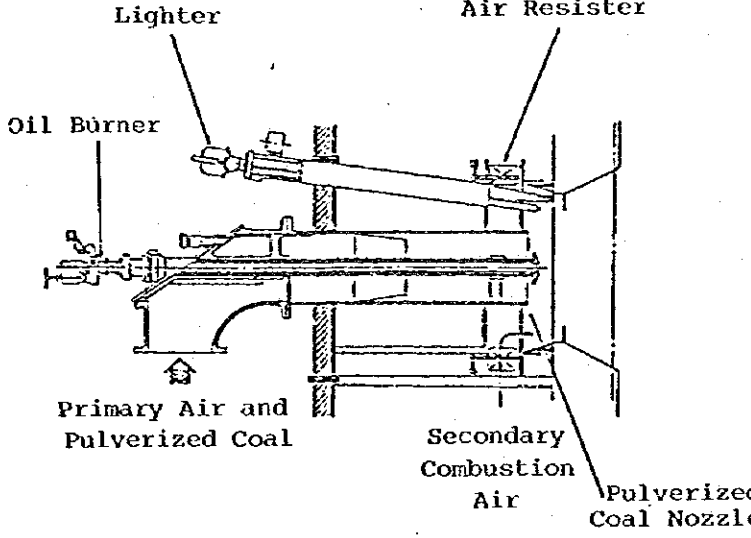
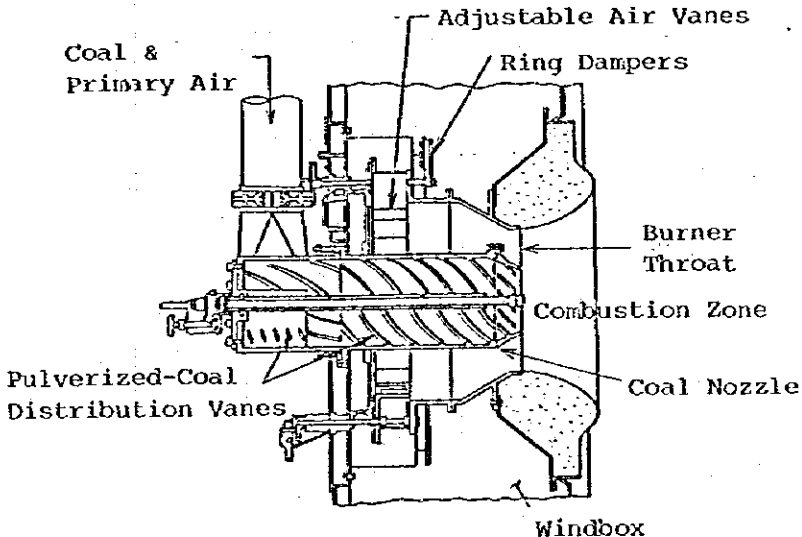
iv) バーナ配置(開口部)はバーナゾーンの均等加熱及びバーナ廻りの操作性を考慮し決定する。

バーナ配置の一般的なものとして、タンゼンシャルファイアリング、オボーズドファイアリング、フロント又はリアファイアリングの3方式がある。

これらの3方式については、性能及び信頼性等が同等である為、各方式に優劣をつけるのが難しく、各ボイラメーカーでは過去の実績から独自の方式を採用している。

従ってボイラメーカーが決まれば、必然的にバーナ配置も決まることになり、そのボイラメーカー以外のバーナ配置を採用する例は少ない。

表 5-2 バーナ配置と構造

	タンゼンシャルファイアリング	オポーズドファイアリング	フロント又はリアファイアリング
配置図	 <p>Vertical View Side View</p>	 <p>Vertical View Side View</p>	 <p>Vertical View Side View</p>
バーナ部構造			
概要	<p>• ユーナファイアリングとも呼ばれ、火炉四隅にバーナを設置する方式である。微粉炭ノズル、燃焼用空気ノズル、重油ノズルが交互に縦に配置され、おのおのは各部屋ごとに仕切られている。又火炎は他の2方式と異なり、火炉内で渦巻きとなる。なお、この方式はノズルの先端の可動チップにより燃料の噴出角度を上下、計60°変えて火炉出口の燃焼ガス温度を変化させ、蒸気温度を制御することができる。</p>	<p>• 火炉前壁および後壁にバーナを設置する方式で大容量ボイラに用いられるが、この方式を対向式と呼ぶこともある。</p> <p>• バーナは微粉炭、重油が混焼出来るように設計されている。</p> <p>このバーナは微粉炭ノズル、重油ノズルおよび燃焼用空気ノズルが一体となっており、ボイラに必要な個数だけ設置される。</p>	<p>• 火炉前壁または後壁にバーナを設置する方式で場合によっては側壁に設けることもある。</p> <p>この方式をシングルウォールファイアリングともいう。</p> <p>バーナは微粉炭、重油が混焼できるオポーズドファイアリング方式と同じ構造となっており、ボイラに必要な個数だけ設置される。</p>

e) 一次通風機

微粉炭を乾燥させて、バーナに搬送するための熱空気（一次空気）を微粉炭機に送るものでそのシステムには一次通風機を空気予熱器の上流側に設置するコールドエアシステムと一次通風機を空気予熱器の下流側に設置するホットエアシステムがあるが、両システムを比較した場合、一次通風機の取扱空気が清浄で温度が低いため信頼性があり、且又設置台数の少ないコールドエアシステムを採用する。

f) 重油燃焼装置

i. バーナの噴霧方式

バーナの噴霧方式には圧力噴霧式と媒体噴霧式（蒸気噴霧式、空気噴霧式）があるが、圧力噴霧式と比較して油の噴射圧力が低く、系統全体が低圧になるため保守が容易であり、また噴霧粒径を細かくできるので燃焼用空気との混合が良好となる媒体噴霧式を採用する。

なお、重油バーナ（負荷用）には蒸気噴霧式を軽油バーナ（起動用）には空気噴霧式を採用するものとする。

ii. 重油噴燃ポンプ

重油噴燃ポンプには遠心式、スクリュウ式等があるが重油の高粘度用に適したスクリュウ式を採用する。

e. 平衡通風方式の採用

ボイラの通風方式には、押込通風機のみによる押込通風方式と、押込通風機と誘引通風機を併用した平衡通風方式があるが、微粉炭焼きボイラの場合ガス漏れを考慮して、炉内ガス圧力を大気圧よりやや低目に保つ平衡通風方式が採用されている。

従って、本プロジェクトでも平衡通風方式を採用する。

f. 空気予熱器および蒸気式空気予熱器

空気予熱器には再生式（回転式、固定式）と伝熱式があるが事業用火
力発電所では殆んどが再生式を採用している。従って本プロジェクトで
も再生式空気予熱器を採用する。

又、空気予熱器の入口空気温度が低い場合、低温部エレメントの温度
がガス露点以下に低下し、燃焼ガス中の硫黄分が硫酸となり、エレメン
トが腐食されるので腐食防止対策として空気予熱器入口部の空気温度を
高くするために蒸気式空気予熱器を設置する。

尚、空気予熱器は、ミル用一次空気と燃焼用二次空気を個別に予熱す
る別置形と、1台の空気予熱器で予熱する兼用形（3-Path形）がある
が、別置形と比較して経済的な兼用形（3-Path形）を採用する。

g. ボイラ給水ポンプ

給水ポンプの駆動方式としては、電動機による場合と蒸気タービン駆
動による場合とがある。

ユニットの大容量化に伴い給水ポンプの所要動力も大幅に増加するた
め所内動力の節減、所内変圧器容量の縮少、さらに給水ポンプ起動時の
電圧降下の面から蒸気タービン駆動方式の給水ポンプが採用されている。

従って、本プロジェクトでも常用として蒸気タービン駆動方式、ボイ
ラの起動用および予備機として電動機駆動方式の併用方式を採用する。

給水ポンプの台数は蒸気タービン駆動式2台、電動機駆動式1台の計
3台とし、容量はいつでもMCR時に必要な水量の55%/台とする。

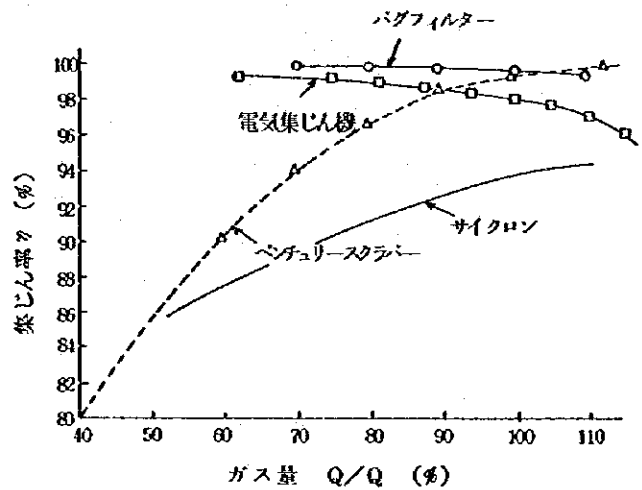
h. 集じん装置

電気集じん器(E P)とバグフィルターの比較

石炭火力発電所用の集じん装置として電気集じん器とバグフィルター方式が考えられる。電気集じん装置は $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細な粒子の捕集が容易で、しかも処理できるガスの性状の範囲が広い。又圧力損失が少いため運転費が少なく、かつ運転保守にほとんど人手を必要とせず一般に数年以上使用可能で、処理ガス量が多いプラントに適合する。

一方バグフィルター式集じん装置はEPと比較して、炭種およびガス量に影響されず右図の様に高效率を得られる等石炭火力用集じん装置として安定した性能が期待できる。その反面通風損失および設置スペースが大で浣布の寿命等の問題がある。

本プロジェクトの場合重油専焼火力として運転することを考慮すると下記の理由により電気集塵装置の採用がベターと考えられる。



- バグフィルターは圧力損失も大きく設置スペースが大きいため設備費が高く、浣布取替等のメンテナンスを必要とする。
- 重油燃焼排ガス中には通常10%程度の水分と20ppm前後の無水硫酸(SO_3)が含まれるためばいじんにも粒子径が細くなるほど比表面積が大きく水分と SO_3 を多量に吸着するのでバグフィルターの場合浣布に付着し目詰りを起しやすい。
- 燃焼によって生成されるばいじんの平均粒子径は微粉炭で $25\mu\text{m}$ 程度になり、又、重油では $15\mu\text{m}$ 程度となり粒子径の小さい重油灰はバグフィルターでの集塵は不適である。
- 重油燃焼ボイラでバグフィルター式集じん装置の実績がない。

電気集じん装置には、空気予熱器の上流側に設置する高温電気集じん装置と下流側に設置する低温電気集じん装置がある。

高温電気集じん装置は、低温電気集じん装置と比較して集じん装置本体が大形となる。又放散熱および消費電力が多く、材料強度上の対策も必要となることなどから、本プロジェクトでは使用実績が多い低温電気集じん装置を採用する。

次表に低温集じん装置と高温集じん装置の比較したものを示す。

表 5-3 電気集じん器とバグフィルター比較表

		電 気 集 じ ん 器	バ グ フ ィ ル タ ー
1.	集じん効率(%)	90~99.9	90~99
2.	ばいじんの粒度(μm)	20~0.01	20~0.1
3.	圧力損失(mmH_2O)	10~20	100~200
4.	ユーティリティ		
	(1) 電 力	100(ベース)	210
	(2) 蒸 気	100(")	220
5.	設備費	100(")	117
6.	メンテナンス費	100(")	180
7.	運転性		
	(1) 起動停止	特に問題なし	起動、停止頻度が多い場合、 帆布の吸湿が生じ易い。
	(2) 経時変化	電極にダスト付着による経時 的性能低下がある。	帆布の目詰り、劣化による性 能低下のため取替える必要が ある。
8.	保守性		
	(1) 運転監視	◦ 荷重状態の監視 ◦ 錘打系の監視	◦ 圧損状態の監視 (帆布の損傷) ◦ 逆パージ装置の監視
	(2) 定修時の保修	◦ 極板、碍子、錘打装置内部 点検	◦ 帆布、逆洗装置内部点検
9.	信頼性	◦ 特に問題無し	◦ 帆布の損傷時は予備室を設 け、取替えを実施する。
10.	炭種への対応	使用炭種が限定される場合が ある。	炭種に左右されない。

表 5-4(1) 低温 E P と高温 E P の比較

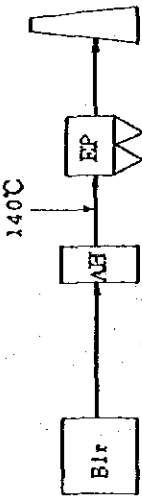
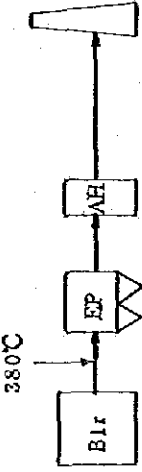
項目	低温 E P	高温 E P
1. 概要		
2. 特長と問題点	<p>(1) 実績が多く、設計、製作及び運転上も特に問題なく、信頼性が高い。</p> <p>(2) 処理ガス量が少なく、集じん性の良いダスト(低抵抗、高硫酸分)では経済的な設計となる。</p> <p>(3) 炭種による柔軟性がなく、性能(サイズ)の変動が大きい。</p> <p>(4) 炭種によっては高抵抗ダストとなりバックコロナが発生しやすい。</p> <p>(5) 高抵抗ダストでは、ほく離効果が小さく性能が低下しやすい。</p>	<p>(1) 炭種(硫酸分)に対して、柔軟性があり性能(サイズ)が安定している。</p> <p>(2) ダストの流動性が良く、灰詰りが生じにくい。</p> <p>(3) ガス量が多いため間口が大きく増大し、配管スペース及びダクトワークが複雑となる。</p> <p>(4) 熱伸縮に対する構造及び材質上の考慮が必要。</p> <p>(5) 熱放散に対しても充分な考慮が必要。</p> <p>(6) 高温のためダストハンドリングがやや困難である。</p>

表 5-4 (2)

項 目	低 温 E P	高 温 E P
3. 問題点と対策	<p>(1) 捕集性の悪いものは大型化し、余裕のある E P としておく。</p> <p>(2) 最も捕集性の困難な炭種にてサイジングしておき、炭種の変動に対しては、捕集性の良い炭種との混炭による性能向上、さらに困難な場合は調質を行う。</p> <p>(3) 槌打効果の良い集じん機及び槌打装置の採用。</p>	<p>(1) 高温に対する材料の選定、スライド機構による伸の吸収、及び保温の強化を行う。</p> <p>(2) 適切な槌打力による再飛散の防止。</p> <p>(3) 特殊な炭種による性能低下に対しては、混炭により性能向上を行う。</p>
4. 運転保守上の問題点	<p>(1) 特に問題はない。</p>	<p>(1) 内部点検時、冷却に時間を要す。</p> <p>(2) 再飛散が生じやすいため、運転状態に応じた槌打調整が必要である。</p>
5. 集じん効率	<p>(1) E P サイズを大きくすれば効率は向上するが、炭種による変動が大きい。</p> <p>(2) 炭種による効率低下に対しては混炭又は調質による効率向上が可能である。</p>	<p>(1) 炭種に関係なく一定レベル以上の効率が出る。</p> <p>(2) 特殊な炭種による効率低下の場合には、混炭による効率向上のみである。</p>

表 5-4 (3)

項 目	低 温 E P	高 温 E P
6. コスト他	(1) 容 積 ベース (2) 集じん面積 ベース (3) ニューティリティ ベース (4) コ ス ト イニシャル ベース ランニング ベース	(1) 容 積 140% (2) 集じん面積 160% (3) ニューティリティ 240% (4) コ ス ト イニシャル 160% ランニング 200%

i 灰処理装置

i) ボトムアッシュおよびフライアッシュ処理装置

ボトムアッシュおよびフライアッシュ処理方式には連続式、断続式、乾式、湿式等その組合せにより多くの方式があるが、本プロジェクトでは灰捨場を発電所に隣接して配置する計画であり灰捨場への搬出に最も経済的なものとしてボトムアッシュ処理は断続灰流管水流方式をフライアッシュ処理は断続真空輸送灰流管水流式を採用する。

火炉ボトムアッシュ灰処理方式

火炉ボトムアッシュ灰処理方式は間欠処理方式と連続処理方式に大別され、さらに湿式及び乾式に分けられる。

ここでは、日本及び米国等の大部分の石炭火力発電所に用いられている灰流管水流式と、欧州にて実績のある機械排出式について比較する。

火炉ボトムアッシュ灰処理方式比較表、系統図を示す。

ii) 灰の回収装置

石炭灰は埋立材、路盤材、セメント用、肥料用、農地用、コンクリート骨材などに有効利用が可能であるが、流通の需給バランスを含めて調査を行う必要がある。

本プロジェクトにおける灰の有効利用については需要に対する予測ができないため、灰の有効利用に関する回収装置は設置しないものとする。

尚、将来灰の需要が発生した場合に備え、灰回収装置等の設置スペースを考慮する。

表 5-5 火 炉 ボ ト ム ア ッ プ ン ュ 灰 処 理 方 式 比 較 表

方式 項目	灰 流 管 水 流 式		機 械 輸 送 方 式	
	直 接 灰 捨 方 式	灰 有 効 利 用 方 式	直 接 灰 捨 方 式	灰 有 効 利 用 方 式
灰 処 理 概 要	<p>本方式は、ボイラ火炉下に内面を耐熱、耐摩耗性のライニングを施した鋼板溶接構造のクリンカホップを設置し、クリンカホップ内に一定水量の水を溜め、ボイラより落下してくるクリンカ灰を、水で急冷破碎し貯留する。貯留された灰は通常8時間々隔で灰出しゲートより排出し、クリンカクラッシャーにて10~20mm程度に破碎し、ジェットポンプにより灰流管内を水流にて輸送する。この方式は灰処理機器の停止時間が8時間中6~7時間と長いため、ボイラ運転中のメンテナンスが容易である。</p>		<p>本方式はボイラ火炉下に設置する水浸式チェーンコンベヤにてクリンカを連続的に排出する方式である。クリンカ灰は水により急冷破碎された後チェーンコンベヤにて運ばれ更に傾斜部にて水切をした後、ベルトコンベヤにて輸送される。この方式は灰処理機器が連続運転のためメンテナンスがしづらい面があり、又チェーンコンベヤの摩耗等によりメンテナンス頻度も多い。</p>	
	<p>本方式はクリンカ灰をジェットポンプにより直接灰捨場まで水流輸送する方式である。</p>	<p>本方式はクリンカ灰をジェットポンプにより脱水槽へ移送し、脱水槽でクリンカを捕集、水切を行ないクリンカのみをトラック等により運搬する方式である。</p>	<p>本方式はベルトコンベヤにて排出したクリンカ灰をクラッシャーにて10~20mm程度に破碎した後、ジェットポンプにて灰捨場まで水流輸送する方式である。</p>	<p>本方式はベルトコンベヤにて排出したクリンカ灰をクラッシャーにて10~20mm程度に破碎した後、ベルトコンベヤにて、ストレージホップに貯蔵し、トラックにて輸送する方式である。</p>
運 転 方 法	間 欠 (8Hr中1~2Hr)	間 欠 (8Hr中1~2Hr)	連 続	連 続
灰 輸 送 機 械	・ジェットポンプ	・ジェットポンプ ・トラック	・水浸式チェーンコンベヤ ・ベルトコンベヤ ・ジェットポンプ	・水浸式チェーンコンベヤ ・ベルトコンベヤ ・トラック
輸 送 距 離	中	大	中	大
系 外 排 水	多	多	少	少
消 費 電 力	中	中	大	小
メンテナン ス 性	容	容	難	難
メンテナン ス 頻 度	少	中	多	多
総 合 評 価	○	△	×	×

j 煙 突

火力発電設備の煙突には独立形（1 缶 1 基）および集合形があるが、独立形の煙突と比較して、排煙の集合効果により煙突の有効高さが増し、そのため硫黄酸化物等の拡散効果が大きい、集合形煙突を採用する。

煙突の高さについては、硫黄酸化物の排出に伴う地上最大濃度および地上最大濃度地点、さらに現地におけるウィンドローズ等を検討して、85 m とし、煙突の材質は鉄筋コンクリート製と比較して工期が短い、コストも安く集合形としても実績の多い鋼製とした。

鋼製及び鉄筋コンクリート製煙突の工期、コストについて比較したものを次表に示す。

尚、煙突の高さに関する検討結果は、第 4 章の 5 - 7 煙突の高さの項参照。

コンクリート製自立型煙突と鋼製集合煙突の比較

設計条件	1. ガス量 : 1052.000~1196.000 m ³ /hr/unit 2. ガス速度 : 28 m/sec 3. ガス温度 : 135℃ 4. 高さ : 85 m
------	--

		コンクリート製		鋼管製
		1 基	2 基	
重量 (ton)	上部	2,300	4,600	500+490=990 (鋼) (ライニング)
	基礎	3,400	6,800	2,280
	計	5,700	11,400	3,270
工期 (同時着工) (月)	基礎	2		2
	上部	6		3
	ライニング	6 (煉瓦)		4 1:4-30# α-400-40#
	計	14		9
コスト (円)	外貨	419×10 ⁶	838×10 ⁶	710×10 ⁶
	内貨	140×10 ⁶	280×10 ⁶	130×10 ⁶ (15.5%)
	計	559×10 ⁶	1,118×10 ⁶	840×10 ⁶
寿命	50年以上		50年以上 (外部塗装、内部ライ ニング修理が必要)	

4) タービン設備

a. タンデムコンパウンド形の採用

タービン形式には、タンデムコンパウンド形とクロスコンパウンド形があるが、300MW級タービンとしては建設費が安く、運用上容易で実績の多い、タンデムコンパウンド形を採用する。

b. タービンバイパスライン

ユニット起動時のタービンメタルマッチングのため貫流形は、勿論ドラム形でもタービンバイパスラインを設置し、再熱器の保護および起動時間の短縮を行っている。

従って、本プロジェクトでもタービンバイパスラインを設置する。

c. 復水器

復水器形式は1折流表面冷却式とし、設計海水温度27℃、管清浄度85%で復水器真空度710mmHgが確保できるものとする。

復水器冷却管の材質は熱伝達性がよく、しかも耐食性の優れたものを選択する。

また、復水器細管の内面には冷却水中の微生物・貝類および土砂異物などの付着・沈着により復水器細管の腐食・破孔ならびに冷却効果の低下により真空度の低下をきたすため、定期的に異物を除去し、復水器細管の清浄が計れるよう復水器逆洗装置ならびに、復水器細管洗浄装置を設ける。

尚、次の理由により復水脱塩装置は設置しない。

通常ユニット起動時クリーンアップ及び負荷上昇過程においてFeイオン等の析出により蒸気中のシリカ濃度が高くなるが貫流ボイラにおいては蒸発器で発生したシリカがストレートに過熱器及びタービンへ流入する。したがって起動バイパス系統を経由して復水脱塩装置において除去する必要があるが、ドラムボイラにおいては、上部ドラムにて蒸気凝縮作用があり、缶水中にシリカが溶解される。そのため昇圧、負荷上昇を

制限しながら倍水ブローを行うことにより過熱器及びタービンへのシリカ流入を防ぐことができる。

復水器の真空度は、700mmHgと710mmHgについて検討を行いユニットの利用率が46%以上で経済的に有利な710mmHgを採用する。

以下に復水器真空度700mmHgと710mmHgの比較したものを示す。

表 5-6 復水器真空700mmHgと710mmHgのコスト比較

i 仕様比較

計画 Value	単位	700mmHg	710mmHg	備考
熱効率 (100% Load)	%	Base	0.5% 良	
復水器面積	m ²	10,510	15,200	
C.W.P 仕様	m ³ /N×m	25,000×12.0	25,000×12.8	想定
C.W.P-IM 軸動力	KW	983×2	1,049×2	(注-1)

(注-1) C.W.P仕様は未定の為、下記を仮定した。

$$S = \frac{25,000 \text{ m}^3/\text{H} \times 12.0 \text{ m} \times 1.025}{60 \times 0.85} \times 0.163 = 983 \text{ kW}$$

ii 経済性比較

計画 Value	単位	700 mmHg	710 mmHg	備考
効率差相当建設費	熱効率	MY	- 236.1	(注-2)
	ポンプ動力	MY	+ 22.4	(")
設備資金	MY	Base	+ 140.0	(注-3)
合計	MY	Base	- 73.7	

(注-2) 効率差相当建設費は次式により算出した。

$$A = \frac{24 \times 365 \times L \times L_f \times F_c}{I_c \times \eta_B \times (1 - L_o) \times 109}$$

$$B = \frac{HR(100) \times \Delta S \times A}{L}$$

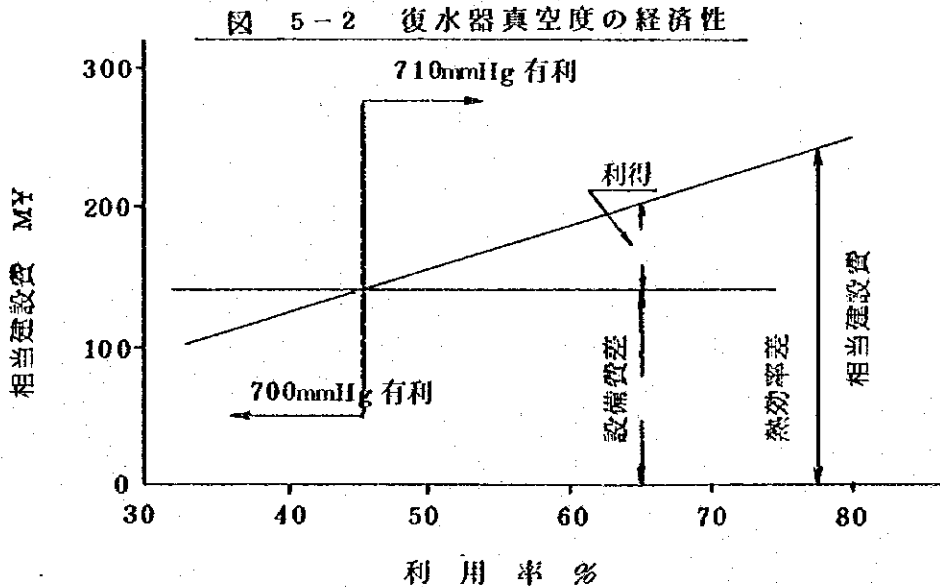
- 但し、 A : 単位熱消費率差相当建設費 24.9 MY/kcal/KWH
 L : プラント定格出力 (300,000) KW
 Lf : 利用率 (0.70) %/100
 Fe : 燃料単価 1.82 (1.93) Y/10³ kcal
 Ic : 固定費率 0.21 (0.16) %/100
 η_B : ボイラ効率 (≒0.90) %/100
 Lo : プラント損失率 (0.01) %/100
 B : 単位所内動力相当建設費 MY/KW
 HR(100): 定格出力時の熱消費率 kcal/KWH
 ΔS : C.W.P モータ入力 KW

$$\Delta S = \frac{\text{モータ動力}}{\text{モータ効率 (モータ効率は 92 \% と仮定した。)}}$$

(注-3) Condenser CWP及びI・Mを含む概略価格(1983年現在値)を示す。
 但し、輸送費、据付費等は含まない。

iii ま と め

経済性については、前項iiに示す通り、設備費の増加に打勝つ運転費の向上が有るので利用率46%以上で設計真空度710mmHg案が経済的には有利となる。(次図参照)



d. 循環水ポンプ

ポンプの形式には、渦巻ポンプ、軸流ポンプ、斜流ポンプ等があるが、大容量で低揚程の循環水ポンプとしては、比較的の小形で、流量変化に対しても軸動力の変動がほとんどなく、また締切運転でも問題が少ない斜流ポンプを設置する。

e. 給水加熱器

給水加熱器には横形と縦形がある、両者において大きな得失はない。しかし、縦形の場合、起動時の水位制御にやや困難性があるため、本プロジェクトでは横形を採用する。

横置型は加熱表面に影響しない様、適切なドレンスペースを持つこと。又、大気放出バルブを備えた効果的なベンチングシステムを持つこと。

抽気段数は7段抽気と8段抽気について検討を行い、ユニットの利用率が52%以上で経済的に有利な8段抽気を採用する。

以下に給水加熱器の横形と縦形の比較及び抽気段数の7段抽気と8段抽気の比較したものを示す。

表 5-7 給水加熱器の縦・横の型式比較表

項目 型式	設計・製作	配設関係	運転・保守	価格
横 型	1. 熱交換に無効な部分 が殆どないので全体と して加熱面積が小さく なる。 2. 長さの制限を受ける ことはあまりないので 不必要に加熱面積が大 きくなることは少ない。	1. 掘付面積が大きく、各個に掘付床が必要。 2. 給水加熱器の各個の脚を固定するため、給水 配管の熱膨張は配管を迂回することによりにげ るため、各加熱器間の給水管は長くなるが、ボ イラに近い所に配置できるので有利。 抽気管、ドレン管は大差ない。 3. 天井クレーン、スパンおよび高さの制約をう けない。	(運 転) 1. 起動時、低負荷時の水位 制御は比較的容易。 (保 守) 1. 本体の引抜きに別にウイ ンチ等が必要。 2. 水室ぶたの取外しは容易	全体として横型 の方が安い。
縦 型	1. ドレン冷却部の反対 側の給水通路部熱交換 に対して無効な部分を 設ける必要があるので 全体として加熱面積が 大きくなる。	1. 給水配管は熱膨張を給水加熱器の掘動脚でに げられるので各加熱器内の給水配管は短い ボイラ側への戻り配管が低くなる。 2. 天井クレーン、スパンおよび高さの制約を受 ける。 縦型ヒーター1系列をタービンサイドに配置 した場合、350 MWでクレーン、スパン25～ 26m必要である。 又、タービン駆動給水ポンプの場合、排気管 によりかなり制約される。 3. 一般的に縦型の場合、掘付面積が節減される。	(運 転) 1. 起動時、低負荷時の水位 制御がしにくいことがある。 (保 守) 1. 本体の引抜きに天井クレ ーンが使用出来る。 2. 水室ぶたの取外しがやや 困難。	

給水加熱器は4段の低圧、4段の高圧としているが、この8抽気型を採用する理由を建設費と運転費から検討する。

概略経済性の比較を下記に示す。

i 仕様比較

		単 位	8 段 抽 気	7 段 抽 気	備 考
熱 効 率		%	Base	≒0.6%劣	
ボイラ MCR		T/H	#	- 50	(注-1)
ヒータ 段 数	HPヒータ	基	3	2	
	脱 気 器	#	1	1	
	LPヒータ	#	4	4	

(注-1) 7段抽気で最高圧ヒータ抽気を低温再熱より抽気すると Capability時蒸気量が約50 T/H減少する。

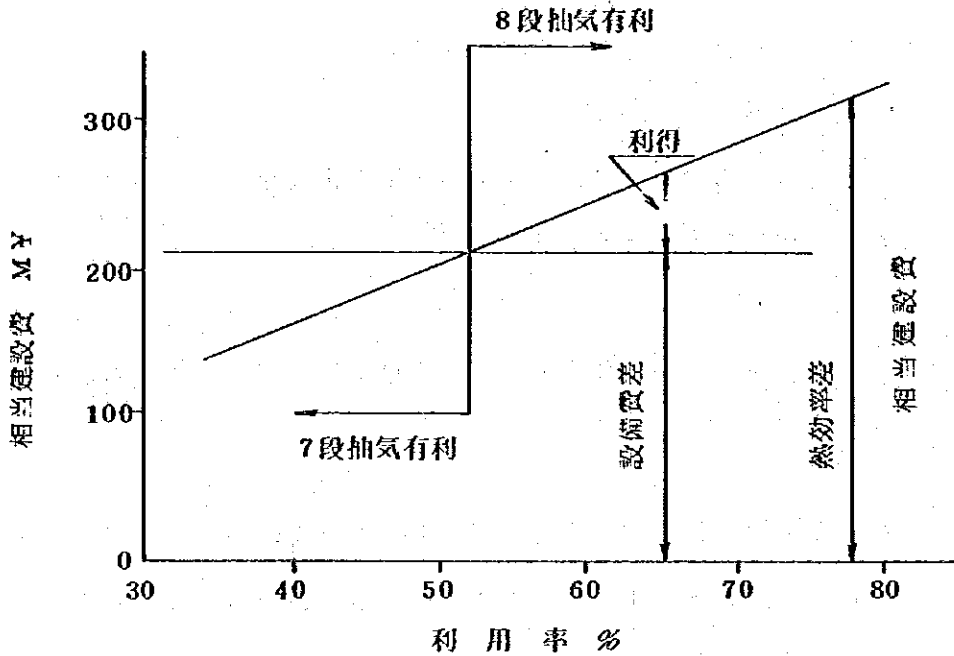
ii 経済性比較

		単 位	8 段 抽 気	7 段 抽 気	備 考
熱効率差相当建設費		MY	Base	+ 283.9	
設 備 費 差		MY	#	- 210.0	(注-2)
合 計		MY	#	- 73.9	

(注-2) 設備費差には、高圧ヒータ1段分及びボイラ蒸発量の差分(1983年現在値)を含む。輸送費、据付費等は含まない。

iii 最高圧ヒータ抽気を低温再熱とした場合と、高圧タービン抽気とした場合の検討例を次図に示す。

8 段 / 7 段 抽 気 方 式 の 経 済 性



IV ま と め

上記の如く、8 段 抽 気 案 が 利 用 率 5 2 % 以 上 で 経 済 的 に 有 利 と な る。

f 空 気 抽 出 装 置

空 気 抽 出 装 置 に は、蒸 気 式 空 気 抽 出 器 と 電 動 機 駆 動 式 ポ ン プ (真 空 ポ ン プ) が あ る。

真 空 ポ ン プ は、操 作 が 簡 単 で、か つ 自 動 操 作 に 適 し て い る が、本 プ ロ ジ ェ ク ト で は ボ イ ラ が ド ラ ム 形 で あ り、貫 流 形 ボ イ ラ の よ う に ボ イ ラ 起 動 と 同 時 に 復 水 器 の 真 空 操 作 を 行 う 必 要 が な い。

従 っ て、真 空 ポ ン プ と 比 較 し て 構 造 が 簡 単 で 設 備 費 が 安 く、回 転 部 や し ゅ う 動 部 が な い た め 故 障 も 少 な く、運 転 保 守 費 が 少 な い 蒸 気 式 空 気 抽 出 器 を 採 用 す る。

g. 天井クレーン

タービン発電機のうち、最大重量物は発電機ステータであるが、ステータの据付はポールアップ方式により行うので、クレーン容量としてはタービン及び発電機ロータを考慮する。

1) 主 巻

主巻容量についてはユニットの吊上最大重量物である発電機ロータが吊上可能なものとする。

2) 補 巻

補巻容量については高・中圧上半車室反転時の荷重を考慮し決定する。

※ 発電機据付け完了後、発電機上・下方向の微調整の必要性が生じた場合は、オイルジャッキ使用にて微調整が可能であり天井クレーンは使用しない。

5) 電気制御設備

a. 電 気 設 備

a) 発 電 機

- i. 単機容量は昇圧変圧器の高圧側(220 kV)に於いて、300MWの出力となる様、所内電力等を考慮して決める。
- ii. 力率は、電力消費地域の電圧改善のため遅れ0.8とし、又系統安定限界内での進相運転が出来るものとする。

iii. 短縮比は、電力システムの安定度向上のため0.58とする。

iv. 冷却方式は、充分実績のある水素冷却方式とする。

b) 主要変圧器

i. 主変圧器(発電機昇圧変圧器)

発電所は、電力消費地域に近い所であるため無負荷時タップ切替器付で充分である。

ii. 所内変圧器

発電機端子電圧の運用値が定格電力の±5%であるので、無負荷時タップ切替器付で充分である。

iii. 起動変圧器

220 kVラインの系統電圧の変動があっても充分対処出来るよう負荷時タップ切替器付とする。

c) 所内電気設備

i. 6.6 kVスイッチギヤ

起動変圧器および所内変圧器より6.6 kVを受電し、所内の大型補機の電源として使用する。6.6 kV電動機は201 kW以上とする。

ii. ユニット起動時には220 kVラインより起動変圧器で受電しコンモン母線、ユニット母線の所内補機に電力を供給する。

ユニット発電機が併入後はユニット母線は所内変圧器より供給し、コンモン母線は起動変圧器より共通補機のみで電力を供給する。

iii. 運炭装置電源は通常は、共通母線より6.6 kVで供給するが、バックアップとしてユニット母線からもフィーダを1回線設ける。

iv. 380 V、スイッチギヤ

6.6 kV母線より、動力変圧器を介して380 Vを受電し、所内の中型補機の電源として使用する。380 V、スイッチギヤの電動機は200

kW 以下 76 kW 以上とする。

v. 380 V、モーターコントロールセンタ

380 V スイッチギヤールより各グループのモーターコントロールセンタに受電し、小型補機の電源として使用する。380 V、モーターコントロールセンタの電動機は 75 kW 以下とする。

vi. 220 V 分電盤

380 V スイッチギヤールより各分電盤に受電し、照明灯電源、作業用電源、空調装置電源等に使用する。

vii. 無停電電源装置

プラント制御装置電源、計算機用電源等は所内電源の喪失や、電源ショック等から守るため、直流電源装置から DC-AC インバータを介して供給する。

viii. 直流電源装置

直流電源はプラントの保守、並びに安全運転上、最も重要な設備であり、その信頼性は 100% でなければならない。

直流電源負荷は、操作電源、表示灯、保護リレー無停電電源等の通常の負荷の外に、所内全停時に於ける重要機器の保安のための直流電動機の動力電源として使用される。

送電線事故等による 220 kV ラインの全停時には別途起動用ガスタービン発電機が自動起動し、約 10 分程度で所内電源は復旧する見込であるが起動失敗等を考慮して、直流電源の蓄電池からの供給時間はタービン発電機が完全に停止する迄の約 60 分間とする。

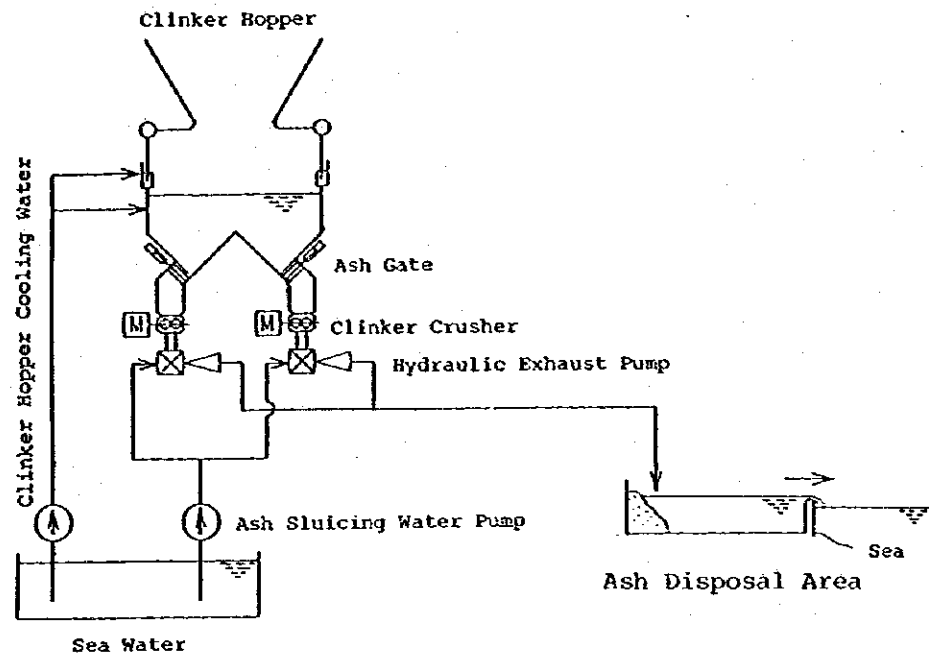
i) 充電器の容量は、通常の直流電源負荷に相当する容量の外に、蓄電池の均等発電に必要な容量を加えたものとする。

ii) 蓄電池の容量は、発電所の安全運転に適切で十分な容量であることが必要である。形式としては、鉛蓄電池またはアルカリ蓄電池のいずれかを本プロジェクトでは採用する。

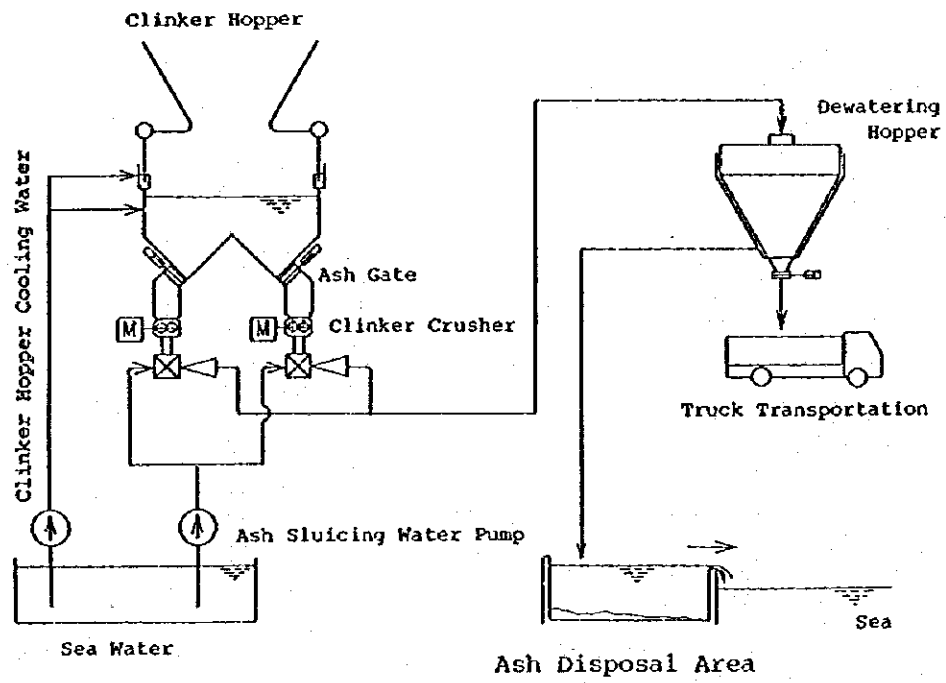
尚、直流電源負荷としては次表のものがある。

WATER EJECTION IN SLURRY FORM

In case of ash disposal

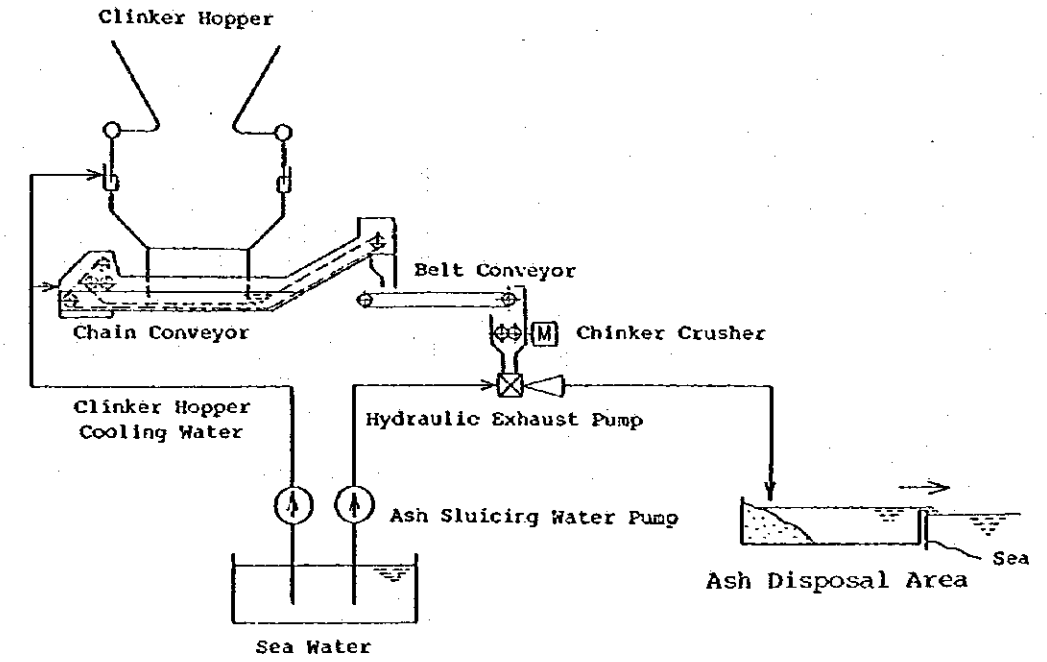


In case of ash re-utilization

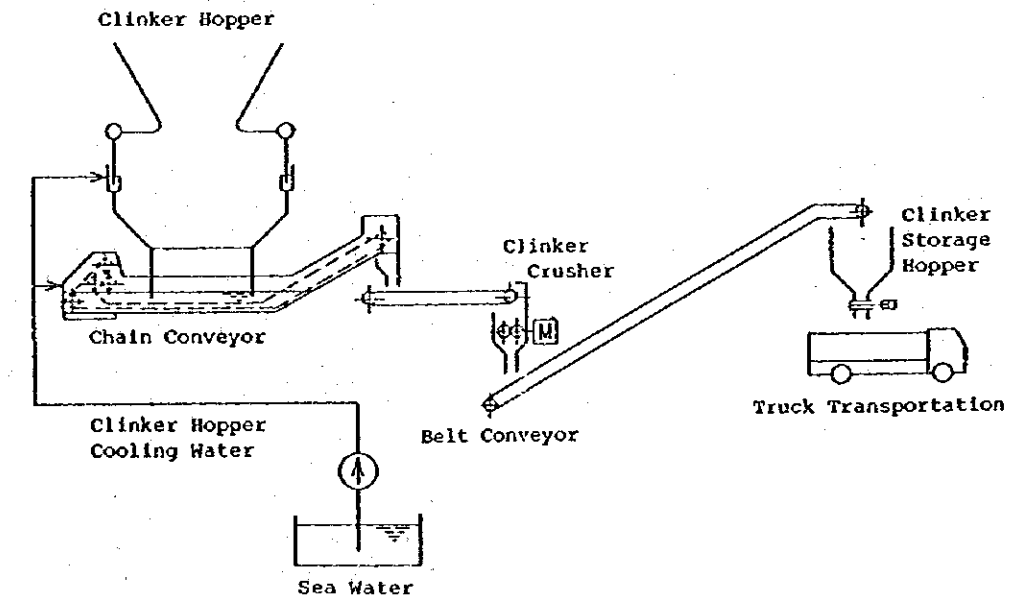


WATER PIT BELT CONVEYOR

In case of ash disposal



In case of ash re-utilization



直 流 負 荷 一 覧 表

項 目	内 容
主タービン 非常用油ポンプ	主タービン軸受焼損防止のための軸受油圧確保用
BFPT 非常用油ポンプ	BFPTタービン軸受焼損防止のための軸受油圧確保用
非常用密封油ポンプ	発電機内水素ガス密封用油圧確保用
非常用 テレビ冷却ファン	炉内監視用テレビ焼損防止のための冷却用空気確保用
操 作 用 電 磁 弁	重油遮断弁，軽油遮断弁，ミル関係ダンパー等の 非常操作用
B T G 制 御 電 源	インターロック，警報，計器，操作制御用
電 気 関 係 操 作 用 電 源	送電線しゃ断器，メタクラ，パワーセンタ操作および 保護リレー用
ガスタービン 起 動 用 電 源	ガスタービンの起動用
非 常 灯	非常時の照明用

d) 起動用ガスタービン発電装置

- i 220 kV 送電線の全停電や、起動用変圧器の故障時などを考慮して起動が容易なガスタービン発電装置を設置する。
- ii 起動用発電機の容量は300MW1ユニットの起動に必要な所内動力分とし、ユニットの起動中は石炭を使用しないので、運炭、並びに灰処理に必要な所内動力は含まないものとする。
- iii ガスタービン発電装置は所内全停時の自動起動方式の外に定期的な起動テストを行える様、中央制御室からの遠隔手動起動も出来るものとする。
- iv ガスタービン発電装置は6.6 kV 所内負荷による過負荷防止のため、ユニット起動に不必要補機の起動ロックアウトを考慮する。

b. 制御装置

a) 自動化のグレード

本プロジェクトは石炭を使用してベースロード火力として運用される年間の起動停止回数も3～5回程度と考えられることから、設備コストの軽減を計るために半自動方式とする

全自動化の火力発電所はピーク火力としての役割を持ち、なお小人数により発電所の起動停止を頻繁に行うために考えられたものであり、起動停止回数の少ないベースロード火力にこれを採用すると日常の保守として自動化機器の動作を常に確認しておく必要があり、不必要な操作によるユニットのミストリップ等を起す原因ともなるので好ましくない。

b) 中央制御装置

ボイラ・タービン発電機は中央制御方式とし、主要機器の運転状態

はすべて中央制御盤にて監視される。

c) ボイラ、タービン発電機の附属装置は、現場制御盤にて単独に自動制御される。但し附属装置でも重要なものは中央にでも監視出来るものとする。

d) その他のローカル装置は各ヤード内に現場操作盤等を設け、直接操作監視する。但し、警報等は一括して中央に発信し正常運転の有無を確認するものとする。

e) ユニットの起動停止

ボイラ、タービン発電機の附属装置並びに共通設備等は現場操作盤にて起動停止する。主要補機等は中央制御盤にて遠隔起動停止を行い中央盤面の操作器等により手動制御又は自動制御される。

f) ユニットのルーチン操作

i 主タービンの保安装置等のテストは現場にて行う。

ii 予備機のある補機等については定期的に切替運転を行うが、これは現場操作盤にて機械を確認しながら手動で行う。

iii コンデンサの片肺運転、ヒータバイパス運転等の特殊運転時の操作はすべて機側で行う。

g) 予備機の自動起動装置

予備機を有する補機は、常用機のトリップ等の時は自動起動し警報を発する。

h) 計算機によるユニットの監視

プラントの運転状態の情報を計算機に入力し必要に応じてCRT又はタイプライターにその情報を印字する。

さらに入力された情報は記憶され必要に応じて、警報を発信したり、性能計算を行うようにする。

又、毎時間毎の日誌の作成、並びに終日集計等を行わせ、プラントの運転監視および運用の資料を作成する。

i) 保護保安機能の設計方針

I ユニットの攪乱を生じた場合に対する配慮

負荷の急変、あるいは所内重要補機の故障停止時、不安定な状態に陥ることがない様にする。

特にボイラ、タービン発電機間で過渡状態でも充分協調のとれた動作を行わせるようにする。

II 制御用電源、空気源喪失および復帰時に対する配慮

制御用電源、空気源については制御装置の重要度に応じて直流、交流、無停電電源装置等の設備を設けるが、電源喪失あるいは空気源喪失の場合は、現状維持、安全側動作、あるいはユニットトリップを行わせることにより異常動作を防止する。電源あるいは空気源が回復した場合は容易に正常制御状態にパンプレスに復帰させる。

I) 現状維持させるもの

電源喪失あるいは空気源喪失の場合は原則として現状維持とする。

II) 安全側に動作させるもの

電磁弁および部分制御装置の空気式のもので特に現状維持を必要としないものは安全側に動作させる。

III) ユニットトリップに至らせるもの

全面的な喪失で短時間に復帰の見通しがたたないものは、ユニットトリップさせる。

c. 通信設備

a) 所内の各部所間の相互通話装置として、電話を設置し所内用自動交換器を設ける。

b) 電力中央指令所および各発電所、変電所との相互連絡用としてマイクロ波回線を利用した保安通話回線を設ける。

c) 所内の各機械装置の運用を円滑に行うための通話装置としてページング装置を設ける。

d 照明設備

a) 屋内照明

本館内、付属建物等には、作業環境を良くするために必要な照明を行う。

b) 屋外照明

屋外変電所、屋外の機械装置、貯炭場、貯油設備、並びに講内道路等には夜間の作業および巡視等が容易に行える様に照明設備を設置する。

6) 屋外変電所設備

本発電所で生産された電力は 220 kV 2 回線の 2 ルートで New Suez S S へ送電され、さらにエジプトの電力消費地帯へと送電される。

一部は、220 kV / 22 kV の配電用変圧器で Ayun Musa 地域へ直接配電される。

又、さらに Sinai 地域の開発のため 220 kV 送電線が南と北に夫々計画されている。

このため、本発電所構内に 220 kV の開閉所を設置するものである。尚、開閉所敷地には将来送電線の増設が可能な様に十分な面積を確保しておくものとする。

a. 変電所の形式は建設費を軽減するため屋外方式とし碍子汚損に対しては水洗装置を設置し、定期的に洗浄する。

b. 送電電圧は New Suez 変電所の 220 kV 系に連系されるため 220 kV とする。

c. 母線形式は 2 重母線方式とする。(但し母線は LS により 4 分割出来るものとする。) シャ断器は $1\frac{1}{2}$ シャ断器方式とする。

d. 通信設備

a) 開閉所内の各機械装置の運用を円滑に行なうための情報伝送装置を設ける。

b) 送電線故障点標定装置を設ける。

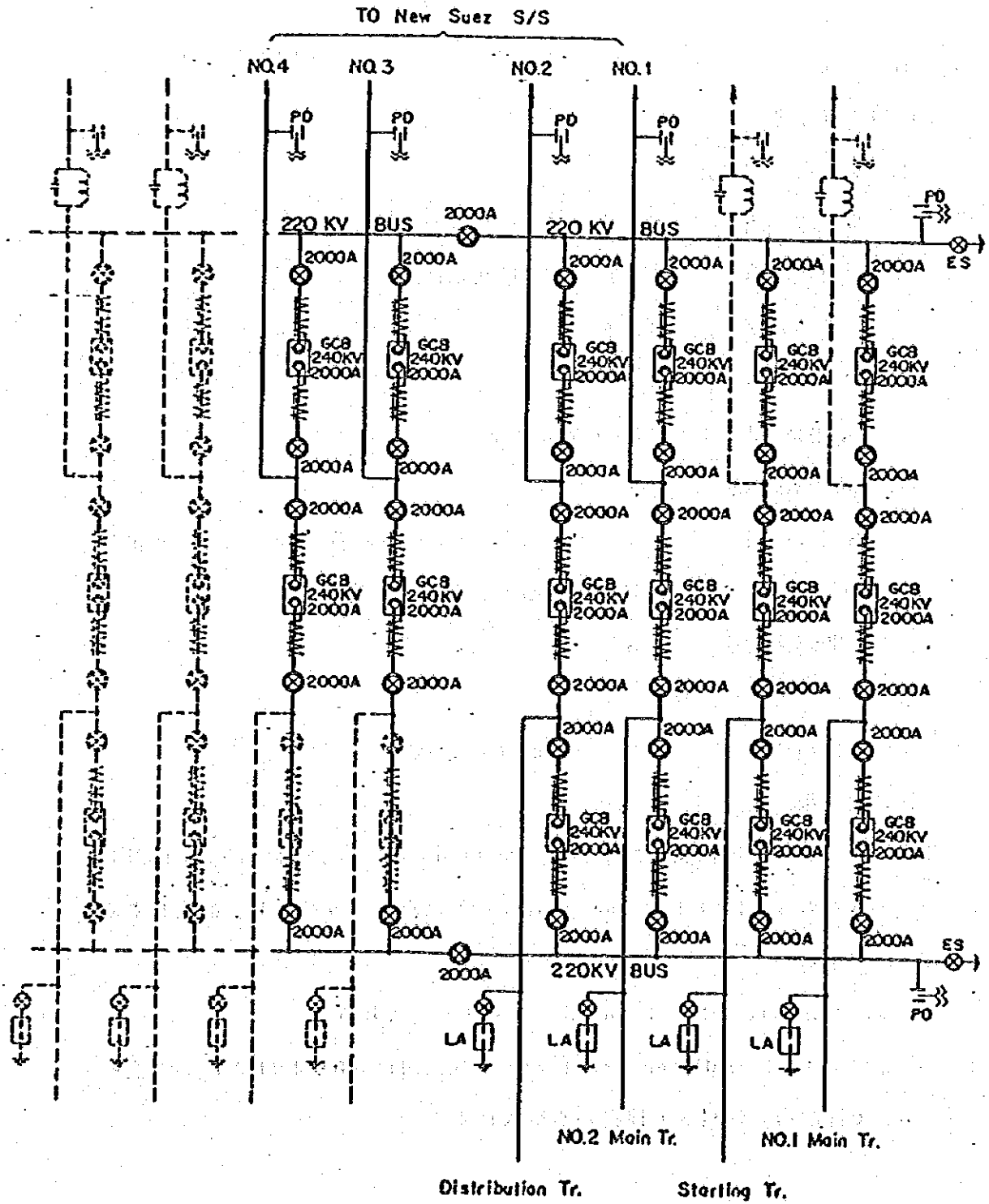
c) 光ファイバケーブル通信装置および端局装置を設ける。

d) マイクロ回線用の鉄塔および端局装置を設ける。

e. 送電線、母線、配電用高圧器等の保護装置盤、通信機器盤、空気圧縮機、電源盤、操作盤等を設置する変電所制御室を設ける。

5-3 Ayun Musa P/S Outdoor Switchyard

Single line Diagram



7) 燃料受入及び貯蔵設備

将来の第2段階600MW増設時において、設備面を修正することなく建設するため、第1段階において、これらの設備、貯蔵設備はプラントの燃料設備を除き1,200MW設備規模とする。

a. 石炭

a) 設計条件

i. 発電所基本諸元

- 型式 : 石炭専焼或いは重油専焼
 定格出力 : 1,200MW (送電端にて)
 発電所効率 : 39%
 利用率 : 80%
 石炭の発熱量 : 6,500 kcal/kg
 石炭の表面水分 : 7%
 石炭の種類 : エジプト国内炭 (Maghara 炭) を使用し、不足分は外国炭を輸入し混炭して使用する。
 石炭の見掛比重 : 0.8

ii. 石炭の消費量 (wet)

1,200MW時 $3,255 \times 10^5$ ton/year

iii. 取扱量

- i) エジプト国内炭の Maghara 炭を $300,000$ ton/year (dry) を使用し、残余の $2,742 \times 10^5$ ton/year (dry) は海外より輸入し、混炭して使用する。
 ii) Maghara 炭は 25 ton 積トラックで受入れる。
 iii) $2,934 \times 10^5$ ton/year (wet) の輸入炭は 60,000 DWT の石炭船で発電所の燃料受入棧橋から受入れる。

IV 操業時間

2交代 14 Hr (7:00~15:00, 14:00~22:00)

但し、1時間のラップは交代の余裕時間

V 貯炭量 (wet)

1日の消費量の60日分とする。 669×10^3 ton

VI 貯炭方式 : 屋外野積式

VII 配置と機器

i) 揚・運炭設備

輸入炭、国内炭の受入及び消費炭の払出しを考慮し、別表の系統及び機器配置とした。

ii) 貯炭場

輸入炭・国内炭の受入及び消費炭量の割合を考慮し、下図のような配置とする。

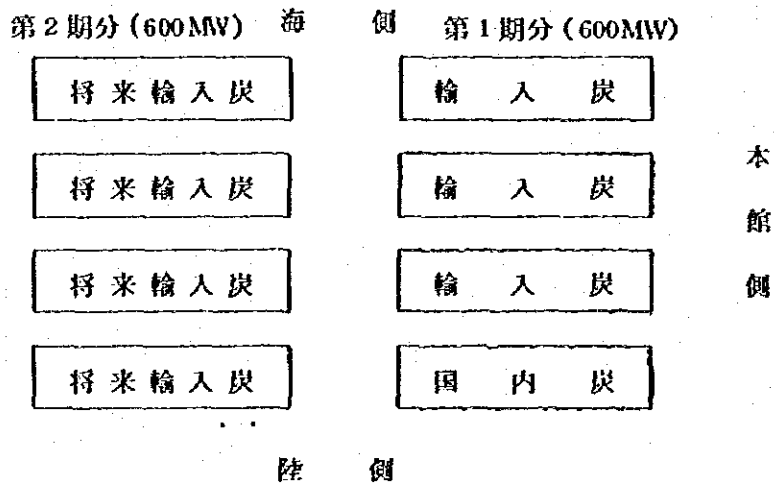
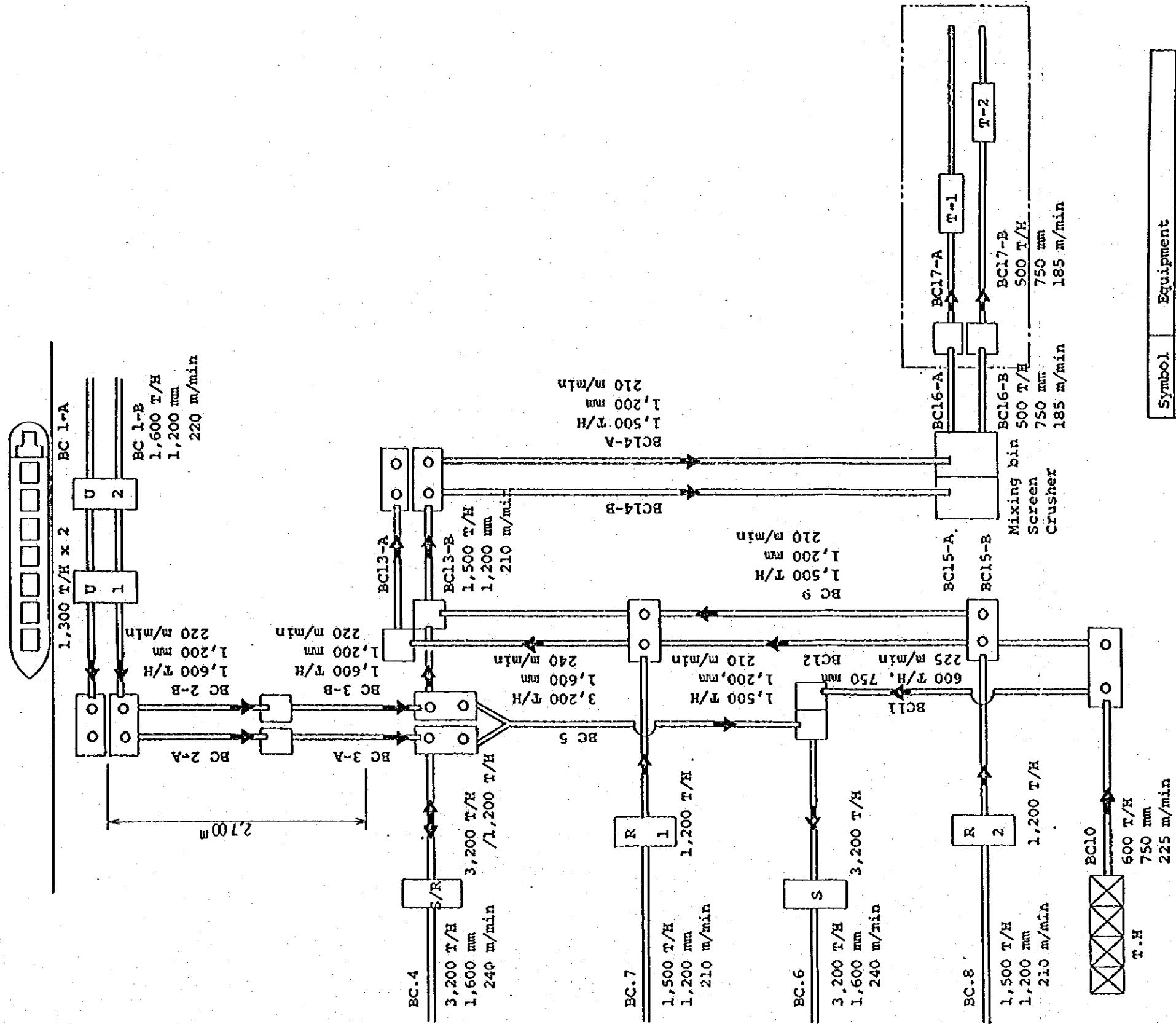


图 5-4 运炭装置系统图



Symbol	Equipment
U	unloader
S/R	Stacker/Reclaimer
S	Stacker
R	Reclaimer
T	Tripper
B.C	Belt Conveyor
T.H	Truck Hopper

b. 予備設計

a) 機器

I. アンローダ

I) 設計条件

A. 輸入炭の年間取扱量: 2934×10^3 ton(wet)

B. 船型: 60,000 DWT

C. 揚炭時間: 2交代(7:00~22:00) 実動14時間

D. 荷役効率: 64%

E. 一船の石炭を陸揚げする日数(D)

(A) 年間稼働日数 310日と仮定

(祭日、波浪等により85%の稼働率とする)

(B) バース占有率: 40~60%

石炭船は、オーストラリアは航海日数(往復)に約60日、米国東部は約50日を必要とし、特に航海中の気象、海象条件の影響を受け、配船計画に狂いを生じ易く、滞船する可能性があるので上記とした。

(C) バース数: 1

$$D = \frac{\text{年間稼働日数} \times \text{バース占有率} \times \text{船型} \times \text{バース数}}{\text{年間石炭取扱量}}$$

$$= \frac{310 \times (0.4 \sim 0.6) \times 60,000 \times 1}{2934 \times 10^3} = 0.25$$

= 2.3~3.5となり、平均2.9=3日

注: 0.25は入港→着棧3時間、離棧→出港3時間とすると

$$1 \text{日に占める割合} \frac{600}{2400} = 0.25$$

F. 荷揚日数

$$\frac{2934 \times 10^3}{60,000} \times 3(\text{日}) = 147 \text{日}$$

II) アンローダ容量

$$\frac{2934 \times 10^3 (\text{T})}{147(\text{日}) \times 14 (\text{Hr}) \times 0.64} = 2,228 \text{T/H}$$

余裕10%を考えると2450T/H

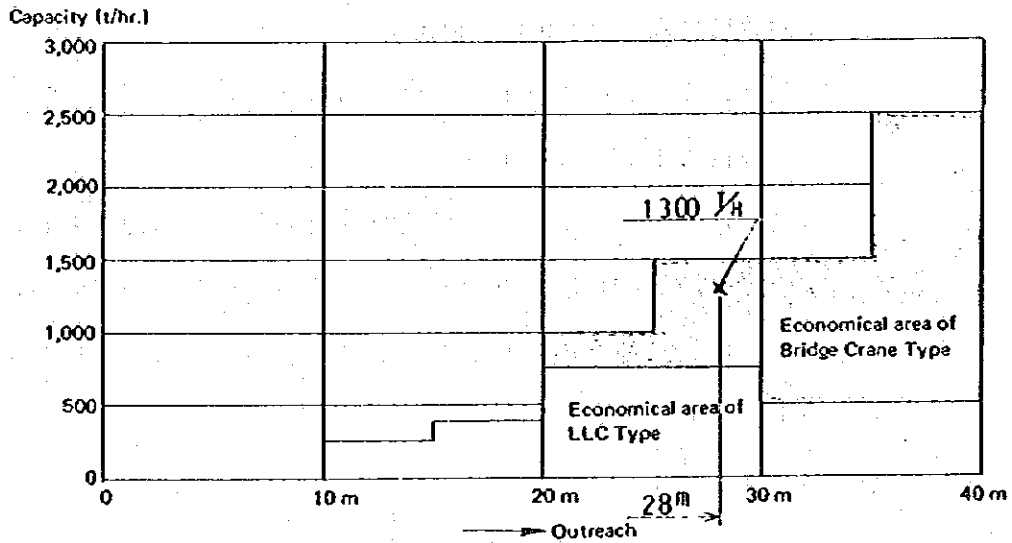
iii) 台数は2台とする。

従って 1,300T/H×2台 (余裕17%)

iv) アンローダの型式

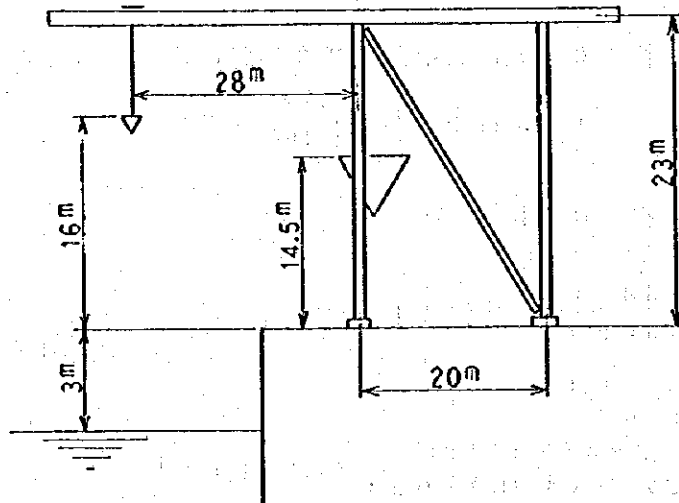
アンローダの型式には、間歇揚炭のクラブ・バケット式と連続揚炭のバケット・エレベータ式・垂直スクレーパー式があるが、現在最も安定した揚炭作業が可能であるクラブ・バケット式とし下図より橋型クレーンとする。

下図により橋型クレーンとする。



* Outreach means the maximum distance of the grab bucket from the quay face to the sea side.

v) アンローダの主要寸法



VI) アンローダの能力

別図参照 図5-5参照

VII) バース占有率

A. バース占有時間

積荷を荷揚する場合船が港にいる時間を下図とすると在港日数は

3.25日となる。

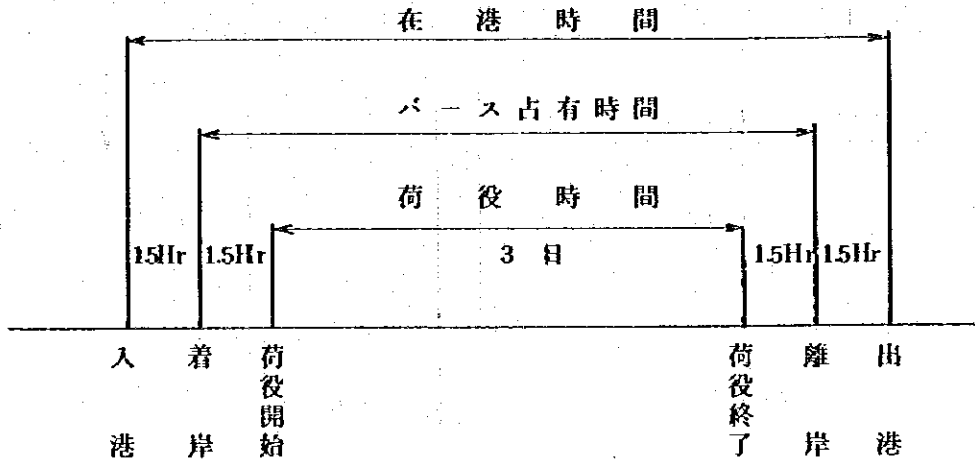
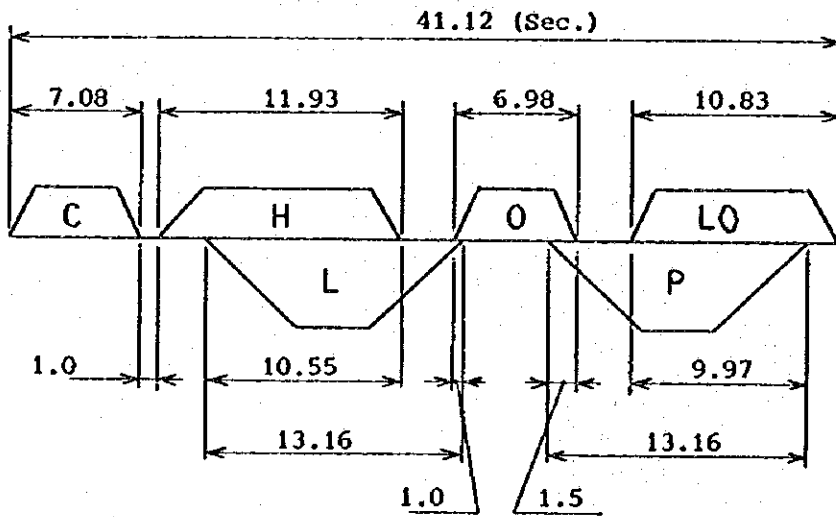
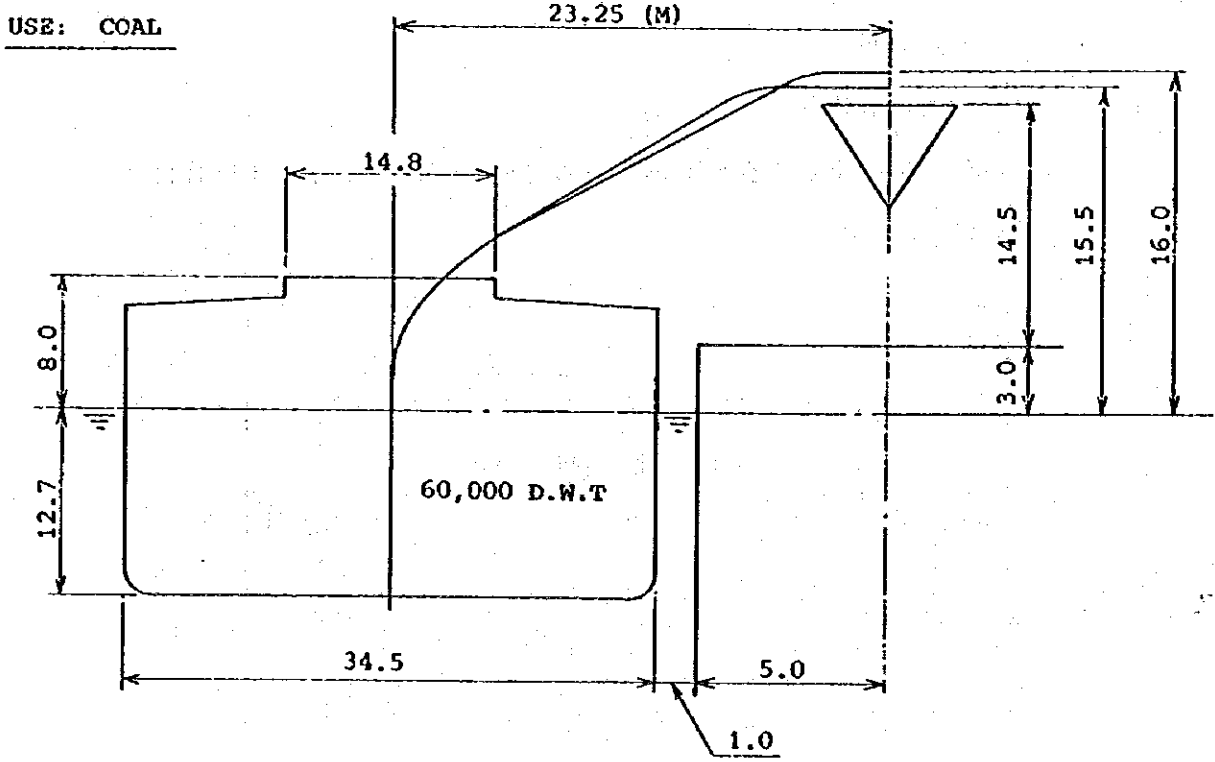


図 5-5 1300 T/H アンローダの能力図



UNLOADING CAPACITY

$$Q = \frac{15 \text{ t} \times 3,600}{41.12} = 1,313 \text{ Ton/Hour}$$

C : Closing	120 m/min
H : Hoisting	120 m/min
L : Luffing	160 m/min
O : Opening	120 m/min
P : Pushing	160 m/min
LO : Lowering	120 m/min

B. バース占有率

$$\circ \text{年間入港隻数} = \frac{2934000}{60000} = 49 \text{ 隻}$$

$$\circ \text{バース占有率} = \frac{325 \times 49 \times 100}{365} = 43.6\%$$

II. 受入コンベヤ

I) 容量 Q_r

$$C_u = \text{アンローダ 1 台の揚炭能力} : 1300 \text{ T/H}$$

$$N = \text{コンベヤ 1 条に供給するアンローダの台数} : 1 \text{ 台}$$

$$\eta = \text{アンローダ揚炭能力のピーク率} : 20\% \text{ up で } 1.2$$

$$Q_r = \text{コンベヤ容量} = 1300 \text{ T/H} \times 1 \times 1.2 = 1560 \div 1600 \text{ T/H}$$

II) 条 数

受入コンベヤは 2 line 設け、2 台のアンローダで各ラインに受入れられるものとする。

$$\text{従って } \underline{1600 \text{ T/H} \times 2 \text{ 条}}$$

III) コンベヤの諸元

$$Q_m = \text{計算輸送能力 (T/H)}$$

$$A = \text{運搬物の積載断面積 (m}^2\text{)} = 0.1676$$

$$\text{ベルト幅} : 1200 \text{ mm}$$

$$\text{トラフ角度} : 35^\circ$$

$$\text{側 角} : 20^\circ$$

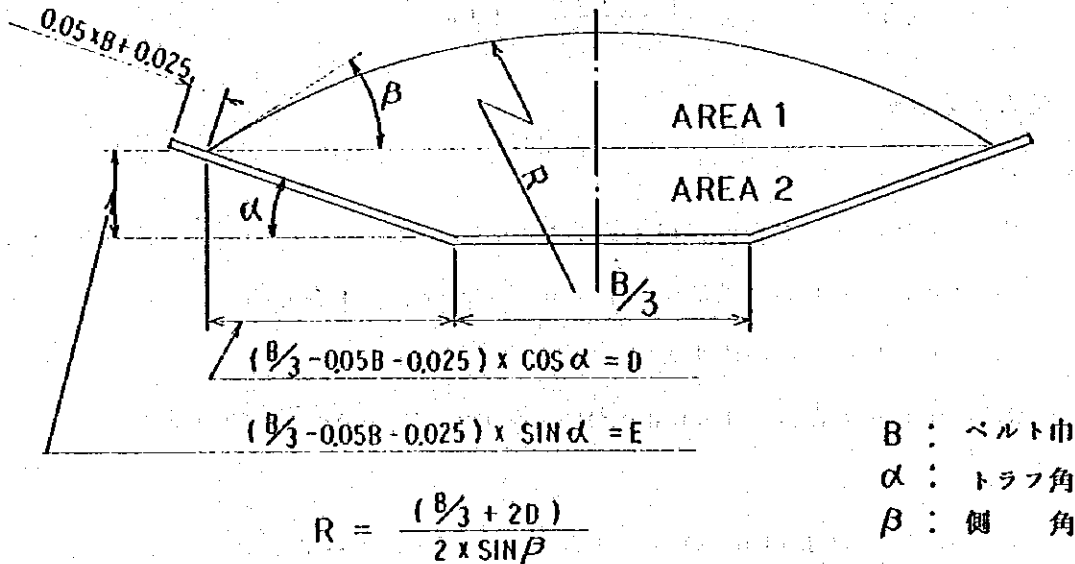
$$V = \text{ベルト速度} : 220 \text{ m/min}$$

$$Q_m = 60 \times A \times V \times 0.8 = 60 \times 0.1676 \times 220 \times 0.8$$

$$\div 1770 > 1600 \text{ T/H (余裕 11\%)}$$

$$\text{従って } \underline{1200 \text{ mm} \times 220 \text{ m/min}}$$

注 ベルト積載断面積 (m²) の説明



$$R = \frac{(\frac{B}{3} + 2D)}{2 \times \sin \beta}$$

$$\text{AREA 1} = \pi R^2 \times \frac{\beta}{180} - R^2 \sin \beta \cos \beta$$

$$\text{AREA 2} = (\frac{B}{3} + D) \times E$$

$$\text{AREA} = \text{AREA 1} + \text{AREA 2}$$

Ⅲ. スタッカ

Ⅰ) 容量 Qs

スタッカと受入コンベヤは直結されており、その能力は受入コンベヤ2台分でなければならない。

$$1,600 \text{ T/H} \times 2 = 3,200 \text{ T/H}$$

Ⅱ) 台数

スタッカ(スタッカ/リクレーマを含む)台数は機器配置の石炭受入ラインより考えて2台とする。

$$\text{従って } \underline{3,200 \text{ T/H} \times 2 \text{ 台}}$$

iii) コンベヤの諸元

$Q_m =$ 計算輸送能力 (T/H)

$A =$ 運搬物の積載断面積 (m^2) = 0.3053

ベルト幅 : 1,600 mm

トラフ角度 : 35°

側角 : 20°

$V =$ ベルト速度 : 240 m/min

$Q_m = 60 \times A \times V \times 0.8 = 60 \times 0.3053 \times 240 \times 0.8$

$\div 3,517 > 3,200 \text{ T/H}$ (余裕10%)

従って 1,600 mm × 240 m/min

iv) トラック卸設備

i) 処理台数

Maghara 炭の年間受入量 300,000 ton(dry)

トラックは25 ton積みを使用し、年間輸送日を310日と仮定する

と、1日の処理台数は

$$\frac{300,000 \text{ T} \times 1.07}{310 \text{ 日} \times 25 \text{ T}} = 41.4 \div 4 \text{ 台}$$

ii) 処理許容時間

$$\frac{8 \text{ H} \times 60}{42} = 11.4 = 12 \text{ 分/台}$$

実際は早朝Maghara 炭鉱を出発し、片道225 kmを往復して、夕方帰鉱することを考えると処理許容時間は1/2以下と考えるのが妥当である。従ってトラック2台、同時処理で5分程度と考える。

iii) 設備

$$2 \text{ 台} \times 25 \text{ ton} \times \frac{60}{5} = 600 \text{ T/H}$$

IV) 条 数

1条とする。

従って $600\text{T}/\text{H} \times 1\text{条}$

V) コンベヤの諸元

$Q_m = \text{計算輸送能力 (T/H)}$

$A = \text{運搬物の積載断面積 (m}^2) = 0.0617$

ベルト幅 : 750mm

トラフ角 : 35°

側角 : 20°

$V = \text{ベルト速度} : 225\text{m}/\text{min}$

$$Q_m = 60 \times A \times V \times 0.8 = 60 \times 0.0617 \times 225 \times 0.8 \\ = 666 > 600\text{T}/\text{H}$$

従って $750\text{mm} \times 225\text{m}/\text{min}$ (余裕11%)

V. リクレーマ

i) 容 量

将来の発電所 300MW×4U の石炭消費量を14時間でパンカへ揚炭可能な容量とする。

リクレーマの荷役効率を75%とすると

$$\frac{11,145\text{ton}}{1400 \times 0.75} = 1.061 \div 1,200\text{T}/\text{H} \quad (\text{余裕}13\%)$$

(注: 1,100T/Hでは余裕4%で少い。)

但し、1,200MW時の混炭比率90:10を考慮し、上記容量の90%とすることも考えられるが、単一銘柄炭を揚炭することを考え、上記1,200T/H容量とする方が余裕もあり、有利である。

ii) 台 数

輸入炭の揚炭中でも石炭の2銘柄が混炭可能とするため、2台とする。

従って $\underline{1,200\text{T}/\text{H} \times 2\text{台}}$

又、スタッカ/リクレーマのリクレーマ容量も $1,200\text{T}/\text{H}$ である。

VI. 払出しコンベヤ

i) 混炭ビンまでのコンベヤ容量

リクレーマのPeak能力20%upを考慮して

$$1,200\text{T}/\text{H} \times 1.2 = 1,440 \div 1,500\text{T}/\text{H}$$

ii) 混炭ビン以後のコンベヤの容量

$$\frac{2,800\text{T}/\text{H} \times 4\text{U}}{14} = 800\text{T}/\text{H}$$

余裕10%を考慮すると

$$800\text{T}/\text{H} \times 1.1 = 880\text{T}/\text{H} \quad (\text{余裕}14\%)$$

従って $\underline{500\text{T}/\text{H} \times 2\text{条}}$ とする。

iii) コンベヤの諸元

A. 混炭ビンまでのコンベヤ

$Q_m = \text{計算輸送能力 (T/H)}$

$$A = \text{運搬物の積載断面積 (m}^2\text{)} = 0.1676$$

ベルト幅 : 1,200mm

トラフ角 : 35°

側角 : 20°

V = ベルト速度 : 210m/min

$$Q_m = 60 \times A \times V \times 0.8 = 60 \times 0.1676 \times 210 \times 0.8$$

$$= 1,689 > 1,500\text{T}/\text{H} \quad (\text{余裕}13\%)$$

従って $\underline{1,200\text{mm} \times 210\text{m}/\text{min}}$

B. 混炭ビン以後のコンベヤ

$Q_m = \text{計算輸送能力 (T/H)}$

$$A = \text{運搬物の積載断面積 (m}^2\text{)} = 0.0617$$

ベルト幅 : 750mm

トラフ角 : 35°

側角 : 20°

$V =$ ベルト速度 : 185 m/min

$$Q_m = 60 \times A \times V \times 0.8 = 60 \times 0.0617 \times 185 \times 0.8$$

$$= 548 > 500 \text{ T/H} \quad (\text{余裕 } 10\%)$$

従って $750 \text{ mm} \times 185 \text{ m/min}$

VII. 混炭ビン

I) 容 量

1台のリクレーマがその受持範囲における最大走行範囲を走行する間、混炭ビンを空にしない為の確保量を容量とする。

ここでリクレーマの走行は混炭ビンレベルをハイレベルにした後開始するものとする。

リクレーマの最大走行範囲 : 510 m

の走行速度 : 30 m/min

$$V = \text{容量} = \frac{510}{30} \times 720 \text{ T/H} \times \frac{1}{60} = 204 \text{ ton}$$

注: 720 T/H は将来最大の払出能力で混炭比90%の時で

$$800 \text{ T/H} \times 0.9 = 720 \text{ T/H}$$

II) リクレーマの払出し個所より混炭ビン迄送炭するに要する時間と混炭ビンに着炭する迄に必要な石炭量

リクレーマから混炭ビン迄のコンベヤの長さ (m)

$$\text{最大 } 260 + 250 + (70 \times 3) + 30 + 130 + 75 = 955$$

$$\text{最小 } 30 + 130 + 75 = 235$$

傾斜、ホッパ、シュートを考え10%増しとして最大 $1,051 \text{ m}$

最小 259 m

ベルト速度 210 m/min

$$\text{最大 } \frac{1,051 \text{ m}}{210 \text{ m/min}} \times 800 \text{ T/H} + \frac{1}{60} = 66.7 \div 67 \text{ T}$$

$$\text{最小} \frac{259}{210} \times 800 \text{ T/H} \times \frac{1}{60} = 16.4 \div 17 \text{ T}$$

$$\text{注: } 800 \text{ T/H} \div \frac{11,145 \text{ T/日}}{14 \text{ H}}$$

$$\text{所要時間は最大} \frac{1,051 \text{ m}}{210 \text{ m/min}} = 5 \text{ min、最小} \frac{259 \text{ m}}{210 \text{ m/min}} = 12 \text{ min}$$

iii) 混炭ビン容量

$$204 \text{ T} + 67 \text{ T} + 27 \text{ T} = 298 \text{ T} \div 300 \text{ ton}$$

注 ここで2分間分の余裕量 $27 \text{ T} (800 \text{ T/H} \times \frac{1}{60 \text{ min}} \times 2 \text{ min} = 27)$ を考慮した。

iv) 混炭ビン下限容量

$$70 \text{ Ton}$$

v) 混炭ビン上限容量

$$204 \text{ T} + 67 \text{ T} = 271 \text{ T} \div 270 \text{ Ton}$$

viii. スクリーン及びクラッシャ

i) スクリーン

スクリーン能力は払出コンベヤと同様 $500 \text{ T/H} \times 2$ 台とし篩目は 50 mm とする。

ii) クラッシャ

クラッシャは払出し能力の約15%分の $+50 \text{ mm}$ 塊炭用として $75 \text{ T/H} \times 2$ 台とする。

ix. サンプラ、計重機、セパレータ

輸入炭・国内炭の受入系統及び払出し系統には、

- i) 石炭の品質及び数量管理のため、サンプラ・計重機を設置する。
- ii) 石炭に混り運搬される鉄片除去のためマグネット・セパレータを設置する。

x. 縮分装置

輸入炭・国内炭・消費炭の分析試料作成のために設置する。

XI. ブルドーザ

コールパイル内残炭整理用 2台

石炭船内集炭用 2台

XII. その他付属設備

i) コールヤードに一定間隔で配置したホース接続口を有する配管及びポンプ設備一式

ii) 換気装置

コンベヤ中継建家、混炭ビン下部、スクリーン、クラッシャ室に設け、集塵装置を設置する。

iii) 消火設備

散水設備と共用とする。

b) 貯炭場

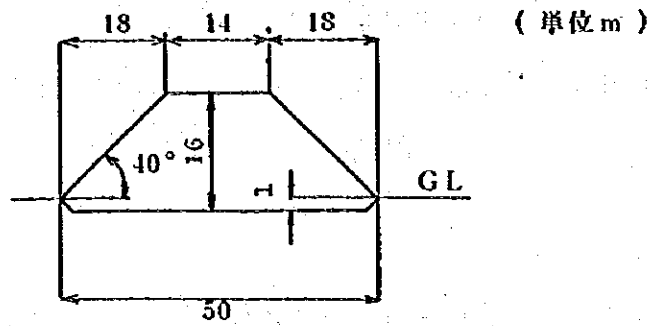
貯炭量について、日本においては用地問題、炭鉱・コールセンタの位置、輸送距離、輸送機関、発電所の重要性により異なるが、おおむね、可能発電量に対して、1～1.5月程度を基準としている。本プロジェクトにおける石炭の安定供給については、大部分が海外よりの輸入であることより、下記より60日分とする。

1. 産炭地、港湾のストライキで最大2ヶ月の石炭の供給が中断されること。
2. 日本でのCoal Centerは、通常2ヶ月の備蓄をもっており、本プロジェクト附近にはコールセンターがないことにより、Coal Centerなみに考える。
3. 石炭の自然発火は、実績より2ヶ月であれば自然発火しないと言われていること。

669×10^3 Ton (Wet)

i) パイルの形状

積巾はスタッカ、リクレーマのブームの長さを勘案して50mとし、積高については過去の実績で、2ヶ月の回転なら自然発火しないと言われている16mとして下記に示す形状を仮定した。



$$\text{断面積} = \frac{50+14}{2} \times 15 + (50-1) \times 1 = 529 \text{ m}^2$$

パイル単位長当り積付実量は積付効率70%として

$$Q = 529 \times 0.8 \times 0.7 = 300 \text{ ton/m}$$

ii. パイルの長さ

パイル数 : 4

$$\frac{669 \times 10^3}{4 \times 300} = 560 \text{ m/面パイル}$$

b. 重油

a) 設計条件

定格出力、効率は石炭と同じ

重油の種類 : エジプト国 Mazaut 油

重油の発熱量 : 10,500 kcal/kg

重油の比重 : 0.94

b) 重油の消費量 : 3,432 KL/日

c) 貯蔵量 : 100,000 KL

d) 貯蔵タンク : 36,000 KL × 3基

e) 受入 : 5,000 KL タンカ或いはバージで 1,000 KL/H

f) 設備

- i. 5,000 KL タンカは 8.5 kg/cm^2 以上の揚油ポンプを保有すると考えられるので、受入用のローディング・アーム、受入設備（エヤセパレータ、ストレーナ、計量機）を岸壁に設置する。

- ii) バージで入荷した場合を考慮し(バージは揚油ポンプを保有しない)岸壁に揚油ポンプを設置する。

c. 軽油

a) 軽油の使用量

- | | | |
|-----|-----------------------|---------|
| i) | 冷機、冷岱で10回起動・停止をする分として | 700KL |
| | 非常用ガスタービンを一週間運転する分として | 1,100KL |
| | 合計 | 1,800KL |
| ii) | ブルトローザ用軽油 | 約 50KL |

b) 貯蔵タンク

- | | | |
|------|----------------------------|--------------|
| i) | プラント起動・停止用
(ガスタービン用を含む) | 2,000KL × 1基 |
| ii) | 貯炭場ブルトローザ用 | 50KL × 1基 |
| iii) | 石炭船ブルトローザ用 | 5KL × 1基 |

c) 設備

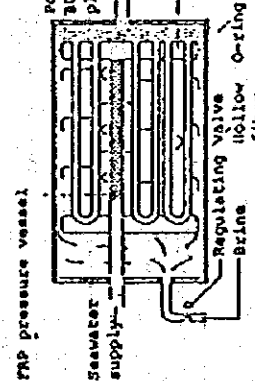
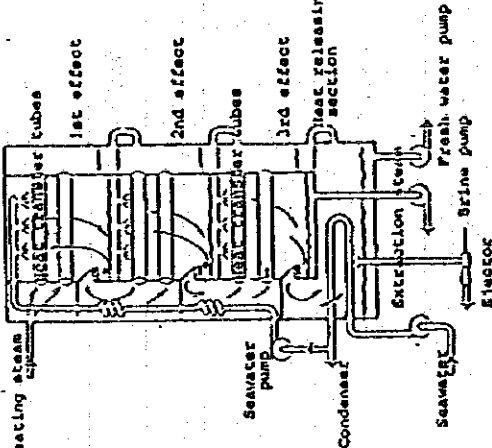
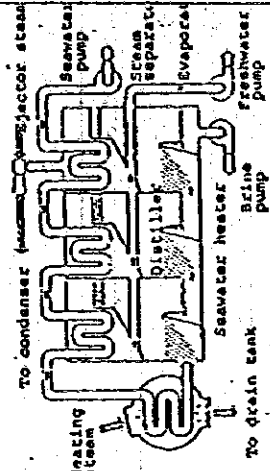
軽油はタンクローリで受入れるので各タンク毎に受入設備を設置する。

8) 発電所用水

- a. 発電所地点近くに、河川・湖沼がなく真水が得られないので、発電所用水は海水淡水化装置を設置し、これにより必要水量を確保する。
- b. 発電所用水は、ボイラ補給水、飲料水、雑用水、社宅用水等があり、1日約 2,000 トン必要である。
- c. 海水淡水化装置は膜法 (RO) と蒸気法 (多重効用型 (MES) と多段フラッシュ型 (MSF)) の 2 方式がある。
 - a) 各法を 1,000 T/D の容量で比較すると、表 5-8 の通りになる。
 - b) 膜法は腐蝕、スケールトラブル等も少く、運転保守も Simple で今後の燃料費の上昇を考えると有利な面があり、技術的にも更に開発が期待されるが、保守管理のため、膜の輸入が継続的に必要となる。又現時点では大容量の実績が少い。
 - c) 多段フラッシュ型は実績も多く、信頼性もあるが、多重効用型の方が自動化が容易で、動力消費、設置面積が少く建設費、造水コストも安い。
 - d) 従って、MES 法による 2,000 T/D を設置する。
- d. ボイラ補給水
 - a) 海水淡水化装置で作られた水は原水タンクに貯蔵する。
 - b) 原水タンクの水は純水製造装置を経由し、ボイラ補給水に適する水となり、純水タンクに貯蔵されるがボイラの必要量は復水器水位により自動的に復水器に補給され、系統を通じて、ボイラに補給される。
- e. 飲料水
原水タンクの水を、飲料に適する用、塩・重炭酸ソーダ等を加え、塩素滅菌後、構内及び社宅の飲料水タンクに送水され、構内飲料水、社宅用水として使用される。

f. 雑用水

原水タンクより構内雑用水タンクに送水され、雑用水として使用される。

ITEMS	Reverse osmosis process (RO)	Distillation process	Multi-stage flash (MSF)
<p>1. Principle</p> <p>2. Schematic Diagram</p>	<p>Seawater pressurized at a higher pressure than the osmotic pressure of seawater (about 25 kg/cm²) is forced along the semi-permeable membrane, through which the fresh water is separated.</p>  <p>FRP pressure vessel Seawater supply Regulating Valve Brine Epoxy tube plate Product water Supporting plate Porous plate Perforated plate Seawater distributing O-ring seal Hollow fiber Membrane</p>	<p>Several evaporating sections are cascaded and the evaporated steam generated in the 1st effect section is used the consecutively to produce fresh water.</p>  <p>Heating steam Seawater pump Condenser 1st effect 2nd effect 3rd effect Distiller tubes Extraction tank Ejector Brine pump Fresh water pump Seawater Seawater releasing section</p>	<p>Heated seawater is flashed at consecutively lower pressures and the flashed steam is condensed into fresh water.</p>  <p>Heating steam To condenser Seawater pump Flasher Steam separator Evaporating Seawater heater Brine pump Fresh water pump To drain tank</p>
<p>3. Specifications</p> <p>Seawater intake flow elect. power consumption Installation area Installation height Water quality (TDS)</p>	<p>145 T/H 333 kWh 1,220 m² 4.5 m Less than 200</p>	<p>565 T/H 113 kWh 130 m² 12.5 m Less than 10 ppm</p>	<p>565 T/H 185 kWh 240 m² 5.5 m Less than 10 ppm</p>
<p>4. Economics</p> <p>Construction cost (million yen) Production cost (yen/T)</p>	<p>620 (2.6 Million US\$) 699 (2.9 US\$/T)</p>	<p>600 (2.5 Million US\$) 657 (2.9 US\$/T)</p>	<p>700 (3.3 Million US\$) 700 (3.5 US\$/T)</p>

9) 灰の利用

a. 石炭灰の生成と性質

a) 生成

石炭火力発電所における燃料炭は一般にミル(いくつかの形式がある)で約0.1 mm以下に微粉碎され空気と混合されボイラ火炉の燃焼バーナに送られ、火炉内で高温燃焼(約1,600℃)し、熔融固化して灰となる。

その際、灰の一部は火炉下部の炉底(ボイラボトム)ホッパに落下する。また火炉の高温燃焼ガスは過熱器、再熱器、節炭器(エコノマイザー)を通過する際にそれらの伝熱面と熱交換し低温化する。これに伴い、燃焼ガス中に含まれる灰の一部が節炭器下部のホッパに落下する。さらにボイラ本体出口煙道に排出された燃焼ガスは多量の微細ばいじんを含んでおり、煙道を通る過程で電気式集塵装置(EP-Electro static Precipitator)、もしくは機械式集塵装置と電気式集塵装置の組合せによって採取される。

このうち、ボイラ底に自然落下したものをクリンカ(炉底灰Clinker ash)、節炭器下で採取されるものをシンダ・アッシュ(Cinder ash)、以下煙道内で採取されるものをフライ・アッシュ(Fly ash)と分類されるが、さらにフライ・アッシュは粒度によりさらに粗粉、細粉と分けられ、うち、細粉がいわゆる通称「フライアッシュ」と呼ばれている。最近の集塵装置は電気式(EP)のみで構成されており、この場合ここで採取されるものを総称してフライ・アッシュ(FA)またはEP粉と分類する。

なお、また呼称についてJISでは下表のように分類されている。

石炭灰の呼称(JIS)

JIS B 0126-1974
(44) 運炭灰処理一般

番号	用語	読み方	意味
4401	Cinder	シンダー	燃焼によって生成される粗粒灰。
4402	fly ash	フライアッシュ	燃焼によって生成される細粒灰。
4403	Pyrite	パイライト	石炭を微粉炭機で粉砕する際に、粉砕されずに排出する異物。
4404	Clinker	クリンカー	燃焼によって生成される灰が塊状となったもの。

b) 石炭灰の成分

表 5-10 各国におけるフライアッシュの試験結果の一例

国名	試料の数	化 学 成 分 (%)										SiO ₂	比重	比表面積 (cm ² /g)	
		強熱減量	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	計				Al ₂ O ₃
日本	12	平均値	073	5796	2586	431	398	158	034	149	215	9840	383	214	3090
		最大値	123	6327	2835	590	674	209	081	236	315	9927	431	223	4150
		最小値	006	5341	2288	282	104	100	002	088	173	9748	347	196	1220
米 国	34	平均値	783	4411	2081	1749	475	112	119	073	197	9973	371	240	3673
		最大値	1800	5190	2830	3130	1200	140	280	210	298	10055	576	269	4795
		最小値	100	3270	1460	850	1110	070	030	022	128	9794	293	214	2430
英 国	14	平均値	386	4616	2699	1044	306	196	159	090	326	9822	292	210	5180
		最大値	1170	5070	3410	1350	770	290	680	190	420	10290	319	233	8100
		最小値	060	4140	2390	640	170	140	060	020	180	9610	252	190	2500
フランス	17	平均値	372	4845	2589	807	595	236	101	064	394	10030	338	-	-
		最大値	1515	5405	3340	1530	3875	445	700	085	600	-	738	-	-
		最小値	030	2990	1080	580	148	110	010	015	070	-	258	-	-
西ドイツ	9	平均値	965	4113	2439	1393	506	185	077	-	-	9678	288	-	-
		最大値	2010	4954	2935	2088	1181	426	210	-	-	9835	357	-	-
		最小値	148	3410	2106	837	218	075	012	-	-	9433	259	-	-
ソ 連	15	平均値	-	5508	2597	783	508	181	163	-	-	9740	370	-	-
		最大値	-	6208	3715	1201	1062	290	378	-	-	-	509	-	-
		最小値	-	4790	2071	308	110	028	020	-	-	-	220	-	-

(セメント、コンクリート用267セメント協会発行資料)

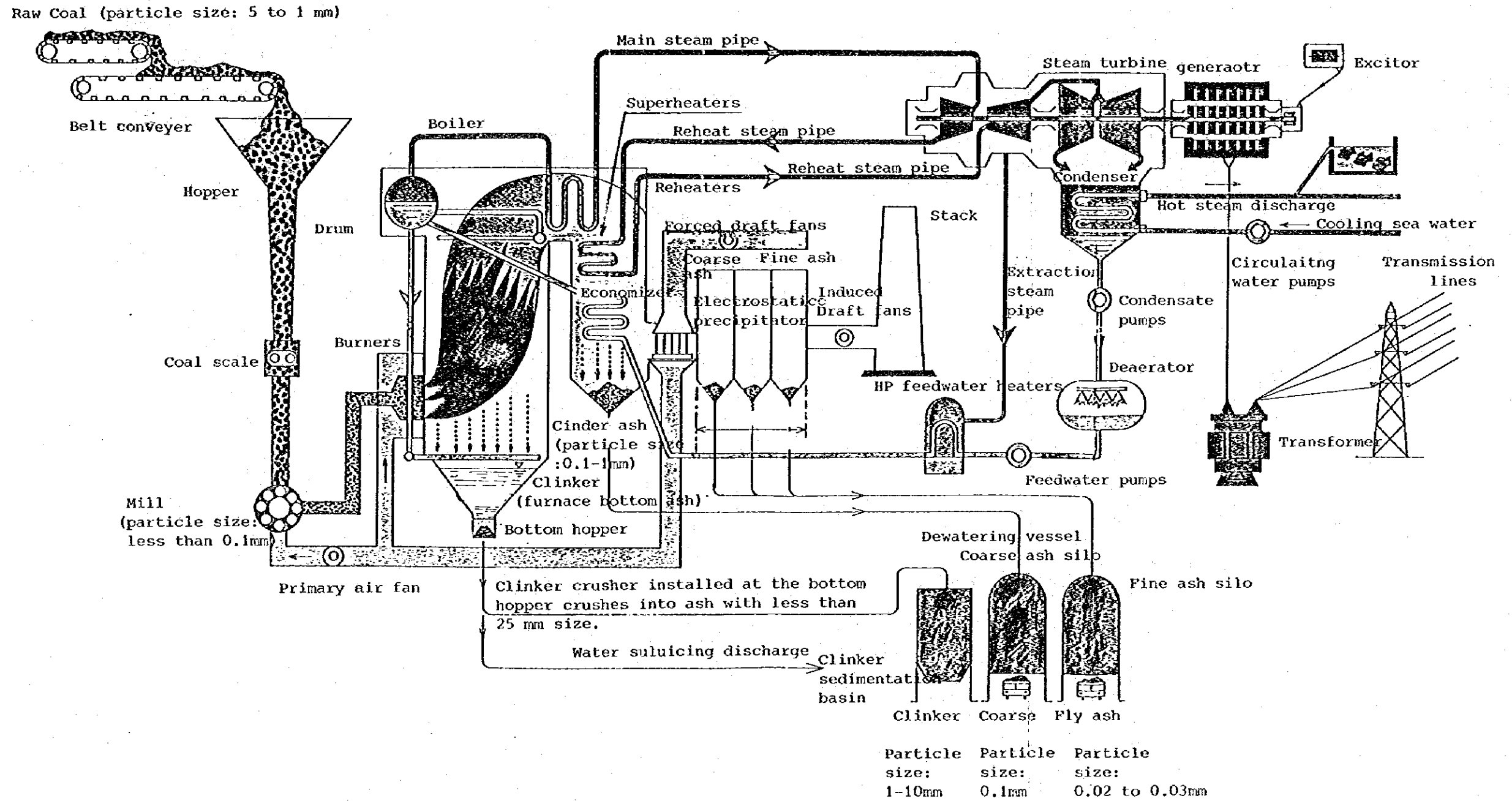
粗 粒 灰 の 成 分 例

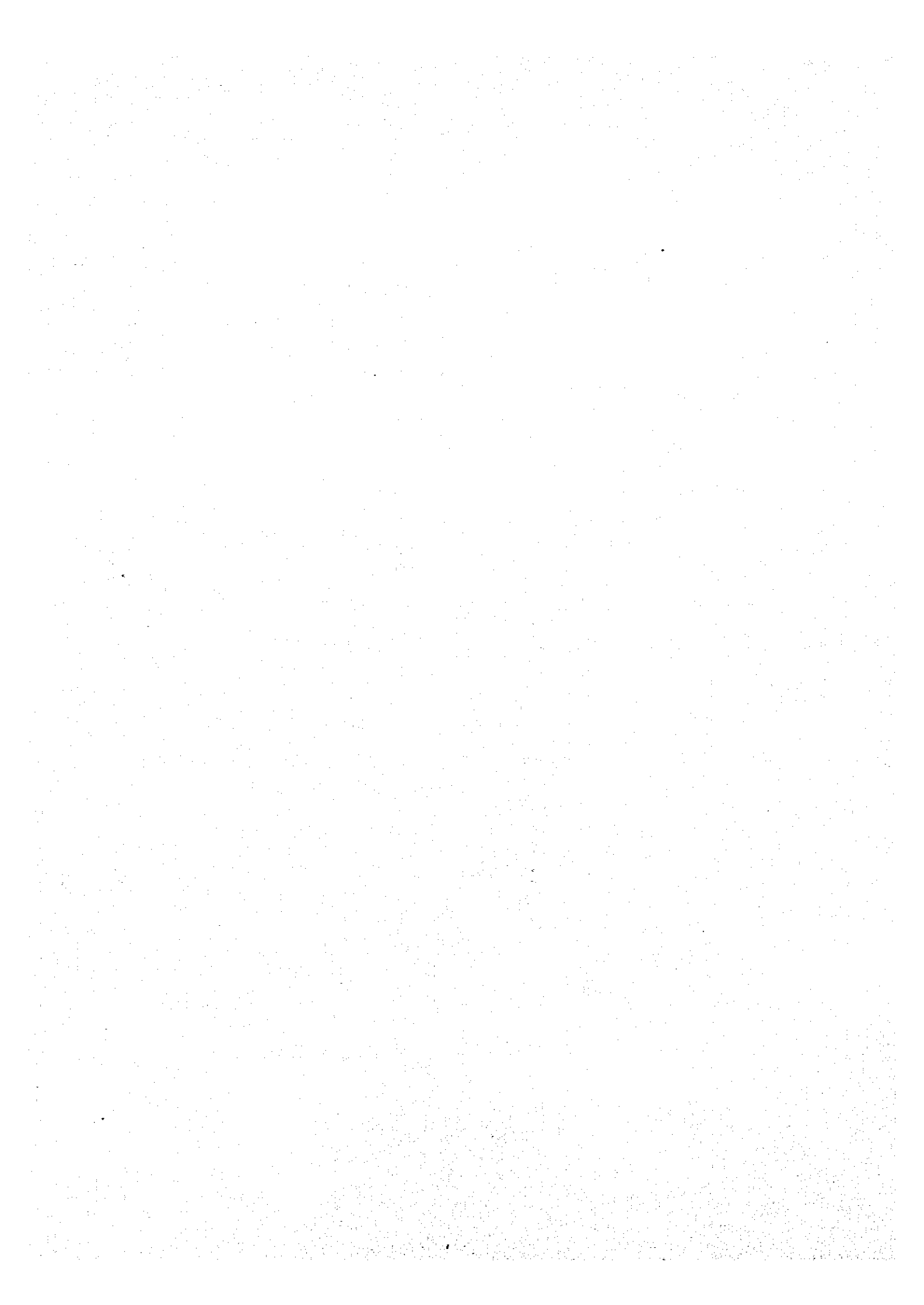
強 熱 減 量 (%)	二酸化 珪 素 (シリカ) SiO ₂	アルミナ Al ₂ O ₃	酸 化 第 二 鉄 Fe ₂ O ₃	酸 化 カ ル シ ウ ム CaO	マ グ ネ シ ュ ム MgO	無 水 硫 酸 SO ₃	チ タ ン TiO ₂	粉 末 度 比 表 面 積 cm ² /g
0.50	599	238	47	38	14	0.1	1.34	1200 ~ 1500

(注：北電興業発行のHOKUDEN SAND-ASHより抜粋。なお、SAND-ASHは北電興業商標名)

粗粒灰の化学組成はシリカとアルミナの和が80%以上を占め、その生成過程から「フライアッシュ」と同一とされ、外観は灰白色、または粒子形態は球状をしたガラス状の粒子である。そのこまかさや性状は使用した微粉炭の品質、燃焼条件、集塵方法によって若干異なる。

图 5-7 石灰灰生成过程图





c. 本プロジェクトの石炭灰の利用計画概要

a) 本プロジェクトの石炭灰生成量及び用途

石炭使用量は年間1,521千トンで20%が灰分とすると石炭灰生成量300千トン/年となる。この灰分布および用途は灰の粒径により下表の様になる。

1. 灰分布及び用途

項 目		灰 分 布 及 用 途			備 考
石炭使用量(千トン/年)		1,521			○ 300MW×2基
生成灰量(千トン/年)		300			千トン/年灰分利用率 ○ 1521×0.2
灰分布	粒径(mm)	1~10	0.1~1	0.1以下	*1 EP灰分級により80%がフライアッシュとして利用出来るものとした。
	比率(%)	20	5	75	
	量(千トン/年)	ボトムアッシュ (クリンカアッシュ) 60	* Eco・AHアッシュ (シンダアッシュ) 15	EP灰 (フライアッシュ)*1 225 (180)	
用 途		○土地埋戻し材 ○路盤材	カワラ ブロック材 グラウト材	○フライアッシュセメント ○生コンへ混入	

* Economizer

ii. 石炭灰の有効利用の概要

1) ボトムアッシュ内シンダアッシュ(Eco・AHホッパー回収灰)

特に加工することなくそのまま掘削跡地に埋戻して土地を復元したり、炭坑の陥坑道に埋戻しする等の例がある。

路盤材として使用する場合砂と同様に輾圧によりよく固結し、耐久性があり軟弱な地盤に埋立てることで遮断層を作り地盤の安定がみられる等の利点があり、欧米等で多数の使用例がある。

○主なる用途 道路舗装、グラウンド整地造成、管工事の埋立等

b. 石炭灰利用の可能性

図 5-8 石炭灰の利用

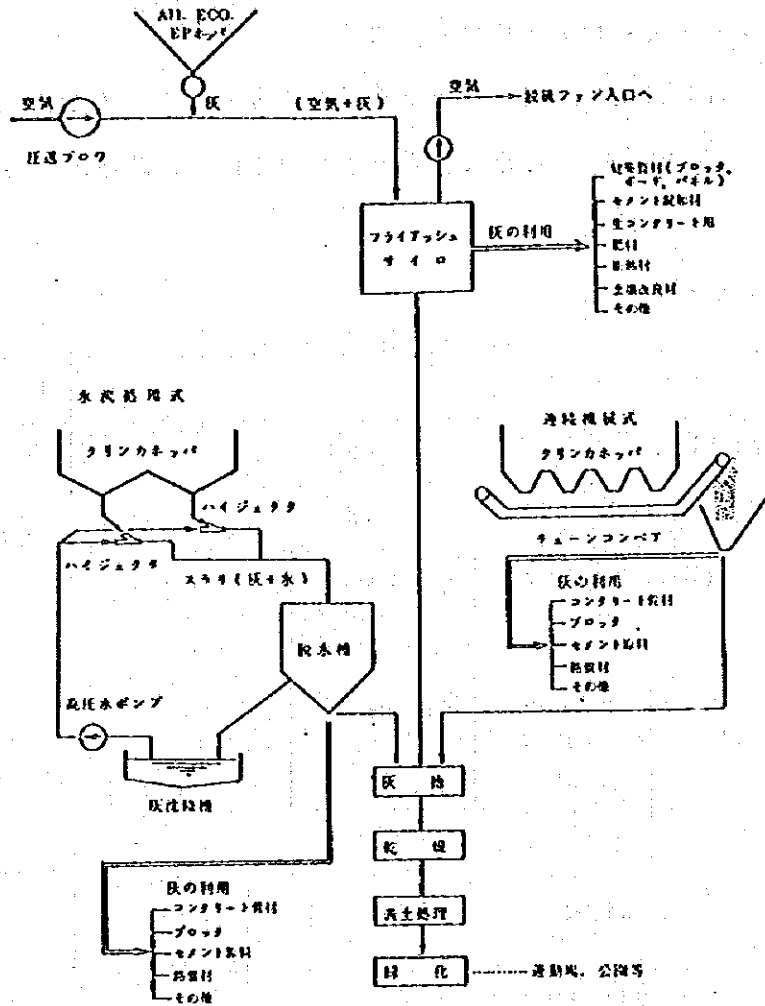
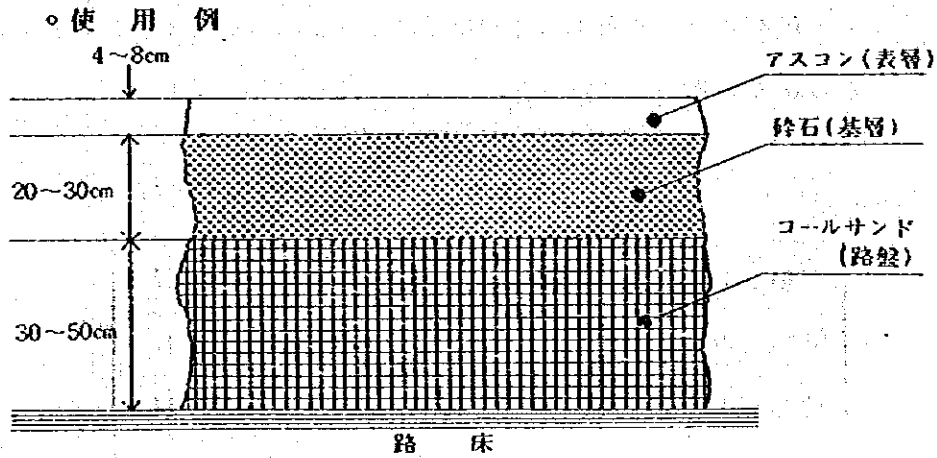


表 5-11 石炭灰利用技術一覧

	利用面	対象灰	内容および利用量タイプ	
①	セメント混和材 生コンクリート用	フライアッシュ フライアッシュ	実用済、近くセメントJIS規格の変更予定 実用済	大量 大量
②	セメント原料	原粉・クリンカアッシュ	粘土代用・実用済	大量
③	コンクリート骨材 (セメント二次製品) 路盤材	粗粉・クリンカアッシュ フライアッシュ・粗粉 クリンカアッシュ・粗粉	砂代用として実用済 ボード・パネル 開発中	大量 中 中
④	人工軽量骨材 人工重質骨材	粗粉・原粉 " "	技術には成功済 事業化の検討は今後	大量 大量
5	魚 鱗	原粉	レジン・コンクリート方式を開発中	中
⑥	特殊肥料 普通肥料	原粉 "	グリーンアッシュとして実用済 けい酸カリ肥料 (カリ塩を混ぜ熱処理して、くろ性けい酸カリ肥料とする)開発中	小 中
⑦	高度利用(断熱材など)	フライアッシュ	実用済	小
8	アルミ原料		外国で研究中	
9	無セメント硬化剤	クリンカアッシュ フライアッシュ	研究中	
10	埋立、土地造成、農地造成		実施済	大量



ii) フライアッシュ

セメント混和材として使用するフライアッシュを大別すると

セメント工場で混合

生コン製造時、コンクリート打設時混合の2通りがある。

フライアッシュセメント

フライアッシュを混合したセメントはコンクリートの単位水量を減じ流動性を良くする性質があり一般建築工事用およびダム工事用として盛んに使用されている。

日本工業規格(JIS)ではフライアッシュセメントとしてフライアッシュの混合割合に応じて下表の様に3種類が規格化されている。

フライアッシュセメントの規格

JIS R5213-1977

項目	種類 フライアッシュ の分量(%)	A 種 (10以下)	B 種 (10をこえ20以下)	C 種 (20をこえ30以下)
		比表面積 (cm ² /g)	2500以上	2500以上
凝 結	始発 (min)	60以後	60以後	60以後
	終結 (h)	10以内	10以内	10以内
安 定 性		良	良	良
圧縮強さ kg/cm ²	3日	70以上	60以上	50以上
	7日	150以上	120以上	100以上
	28日	300以上	260以上	210以上
酸化マグネシウム(%)		5.0以下	5.0以下	5.0以下
三酸化硫黄(%)		3.0以下	3.0以下	3.0以下
強熱減量(%)		3.0以下	-	-
主 な 用 途		一般建築工事用	ビル建築用	ダム工事用

またセメントに混合するフライアッシュについても別途JISが定められている。

フライアッシュの規格

JIS A-6201-1977
単位%

二酸化けい素		45以上
湿 分		1以下
強熱減量		5以下
比 重		1.95以上
粉末度比表面積 (ブレン方法) cm^2/g		2400以上
単位水量比(%)		102以下
圧縮強度比(%)	28日	60以上
	91日	70以上

普通ポルトランドセメントへの添加

1979年10月JIS-R-5210「ポルトランドセメント」の改正によりフライアッシュ、高炉スラッグ等の微粉末を5%まで添加することができ、土木、建築の各工事に万能セメントとして広く利用されている。

iii. 本プロジェクト石炭灰利用の規模

- i) シンダーアッシュおよびE p灰の中でフライアッシュとして利用出来ないものをセメントに約10%混合してカワラ、ブロック材、グラウト材としての用途がある。

灰量約60千トン/年を混合する工場が考えられる。

- ii) フライアッシュセメントの規格からフライアッシュを10~30%混合利用出来ることから灰量約180千トン/年を混合するセメント工場が考えられる。

d. 人工軽量骨材の製造例

製造とコンクリートの品質

a) プロセスの概要

本プロセスは、石炭火力発電所に隣接して設置することにより、次のような特長がある。

- i. 原材料は、発電所のフライアッシュと水および必要により添加する少量の微粉炭である。
- ii. 焼結固化は、加熱着火炉に設けられたバーナーにより、生ペレット上層部に着火するのみで、中下層部は生ペレットに混入された微粉炭により、自然焼結する。
- iii. 大形のロータリキルンがなく、設備全体がコンパクトにまとまる。

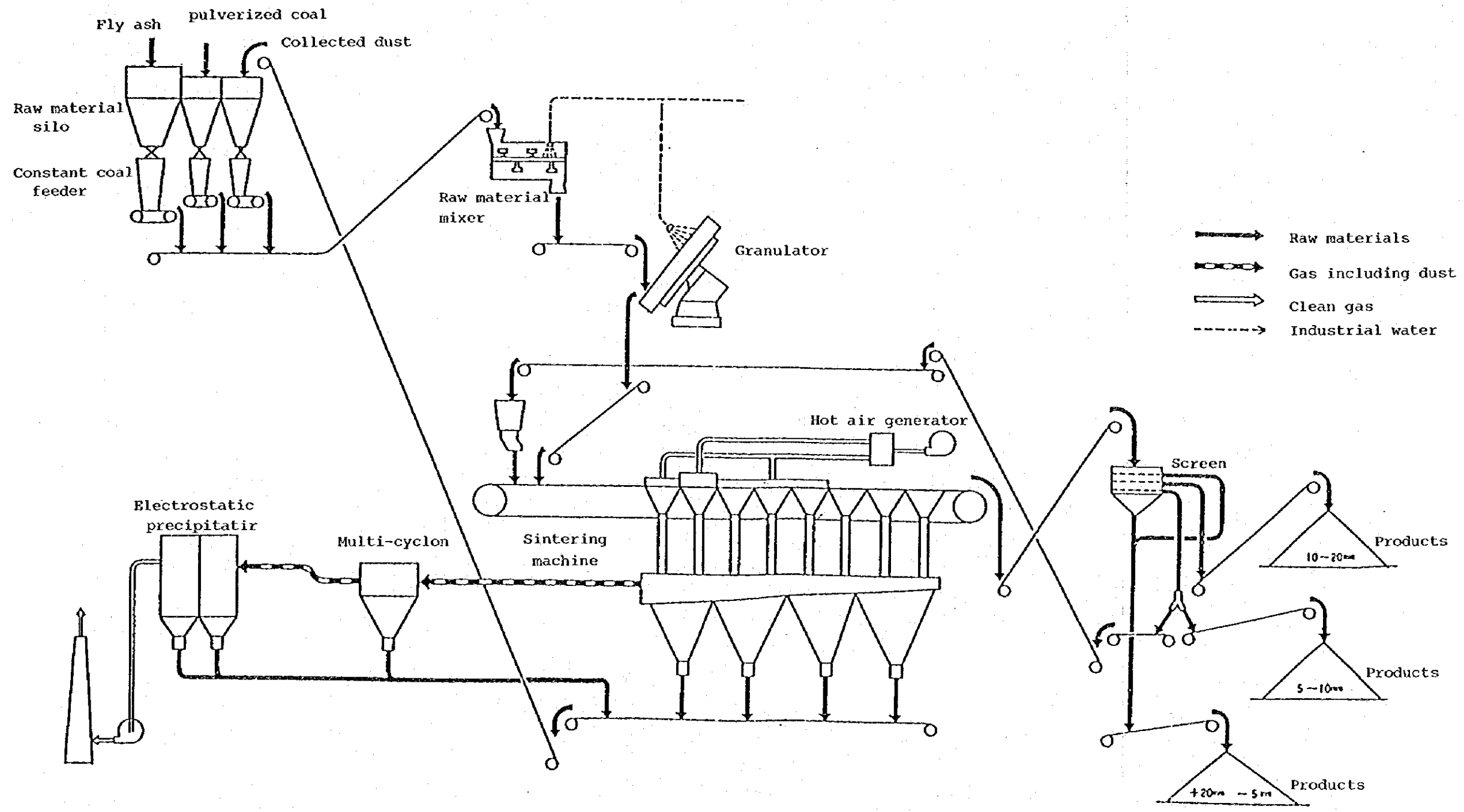
製造方法の概要は図5-9に示す通りである。フライアッシュに少量の微粉炭を混入後、約15%程度の水を添加しながらミキシングし造粒機(パン型ペレタイザ)により任意の粒度分布の生ペレットを製造する。

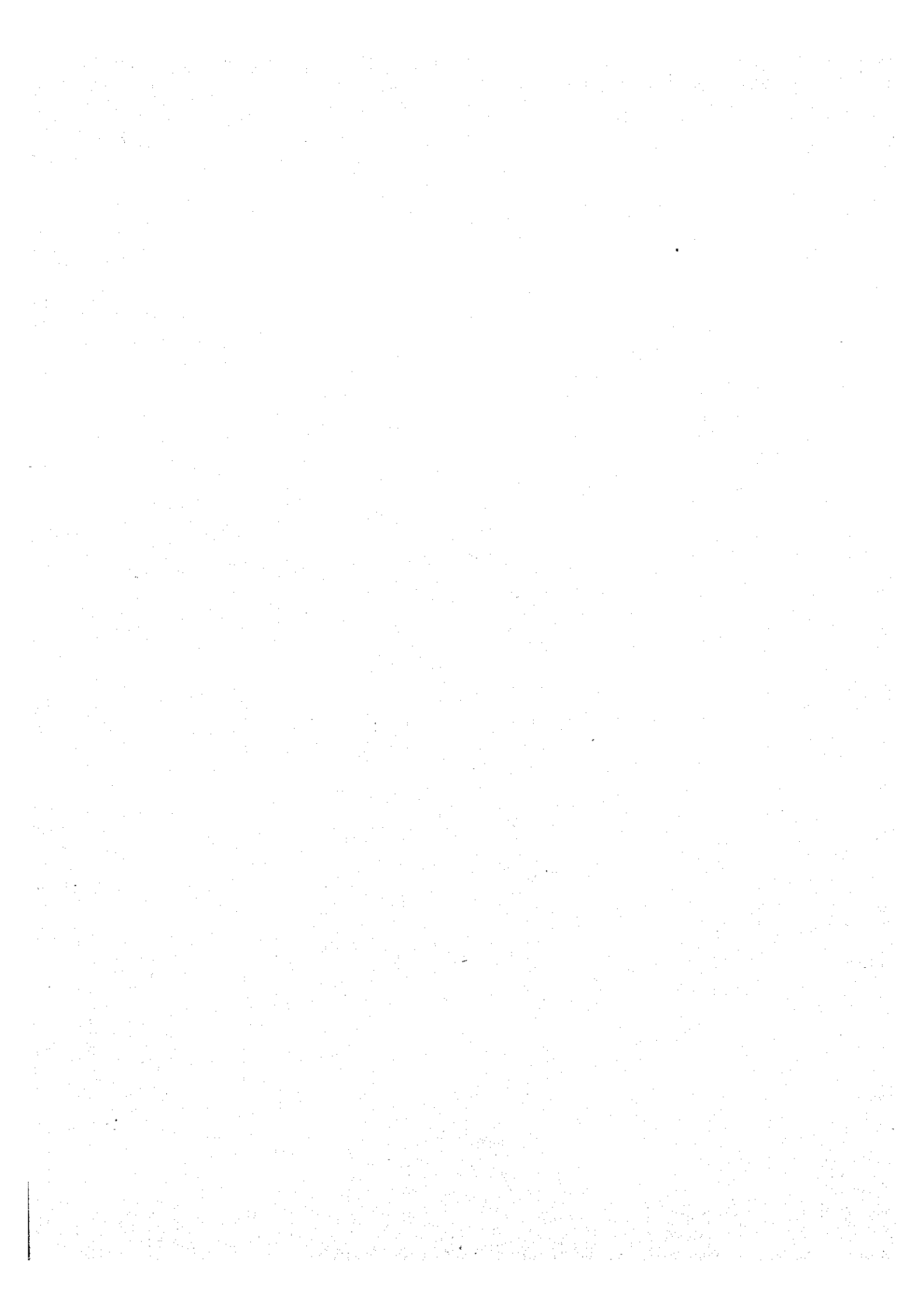
生ペレットは、ドワイトロイド(Dwight-Lloyd)式の連続焼結機で加熱着火後、焼結、冷却され骨材となる。焼結時における個々のペレット間の融着がないため、燃焼用および冷却用空気の通風損失が小さく、送風動力の低減、焼結および冷却時間の短縮、破砕工程の省略等の利点につながっている。

主要設備は図5-9に示す通りである。

原料混合機、造粒機、焼結機、集塵器等で構成され、製品の冷却を必要とせず、比較的簡単な設備となるため、従来のロータリキルンによる外熱方式と比べ設備費は安くなる。

図 5-9 フライアッシュ造粒設備の概略図





b) 軽量骨材の性状

軽量骨材の性状例

項 目	測定値	規 格 値	測 定 法
	粗骨材	粗 骨 材	
絶乾比重	1.30	$1.0 \leq M < 1.5$	JISA 1110 1135
表乾比重	1.64		
吸水率(%)	26.4		
単位容積重量(kg/m ³)	0.86	≥ 6.0	JISA 1104
実積率(%)	60.0		
粘土塊(%)	0.3	≤ 1	JISA 5002
強熱減量(%)	1.4	人工骨材 ≤ 1.0 天然、副産骨材 ≤ 5.0	JISR 5202
安定性(%)	6.2	≤ 12	JISA 1122
塩化物(%)	0	≤ 0.01	JISA 5002
有機不純物	標準色以下	標準色以下	JISA 1105
無水硫酸(%)	0	≤ 0.05	JISR 5202

表 5-12 フライアッシュによる軽量骨材の性状

Kind of coarse aggregate	Mixing No.	Maximum size (mm)	Range of slump (cm)	Range of air Content (%)	Water Content (%)	Rate of fine aggregate (s/a) (%)	Unit Weight					Mixing Rate of lightweight aggregate in coarse aggregate (%)	Weight of unit volume (kg/l)	Compressive strength (kgf/cm ²)		
							Water W (kg)	Cement C (kg)	Absolute volume of coarse aggregate		Absolute volume of fine aggregate (l)			AE Agent (g)	7 days	28 days
									Artificial Aggregate (l)	Natural (l)						
Mixture of Natural and artificial lightweight aggregate	1	20	18 + 1	4 + 1	60.0	50.0	204	340	0	324	324	85	0	2.24	233	302
	2	20	18 + 1	4 + 1	60.0	50.0	198	330	109	220	329	66	33	2.14	223	304
	3	20	18 + 1	4 + 1	60.0	50.0	196	327	220	110	330	49	67	2.07	231	310
	4	20	18 + 1	4 + 1	60.0	50.0	196	327	330	0	330	49	100	1.95	237	326

Data Source: Laboratory of Osaka Cement Co. and OC Engineering Co.

c) Manufacturing Cost for Artificial Lightweight Aggregate

Construction of aggregate manufacturing plant with manufacturing capacity of 200 tons/day:

Approximately $10,000 \times 10^3$ US\$ (including Equipment, Civil works and installation works)

Standard price of product: 37 to 52 US\$/m³

c) 人工軽量骨材製造費用

日産200ton/dayの場合の骨材製造プラント建設費：約 $10,000 \times 10^3$ us\$

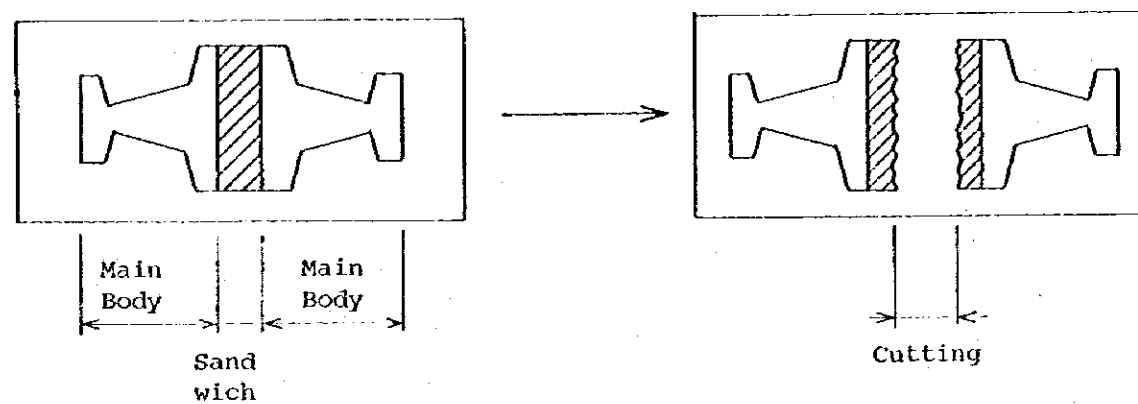
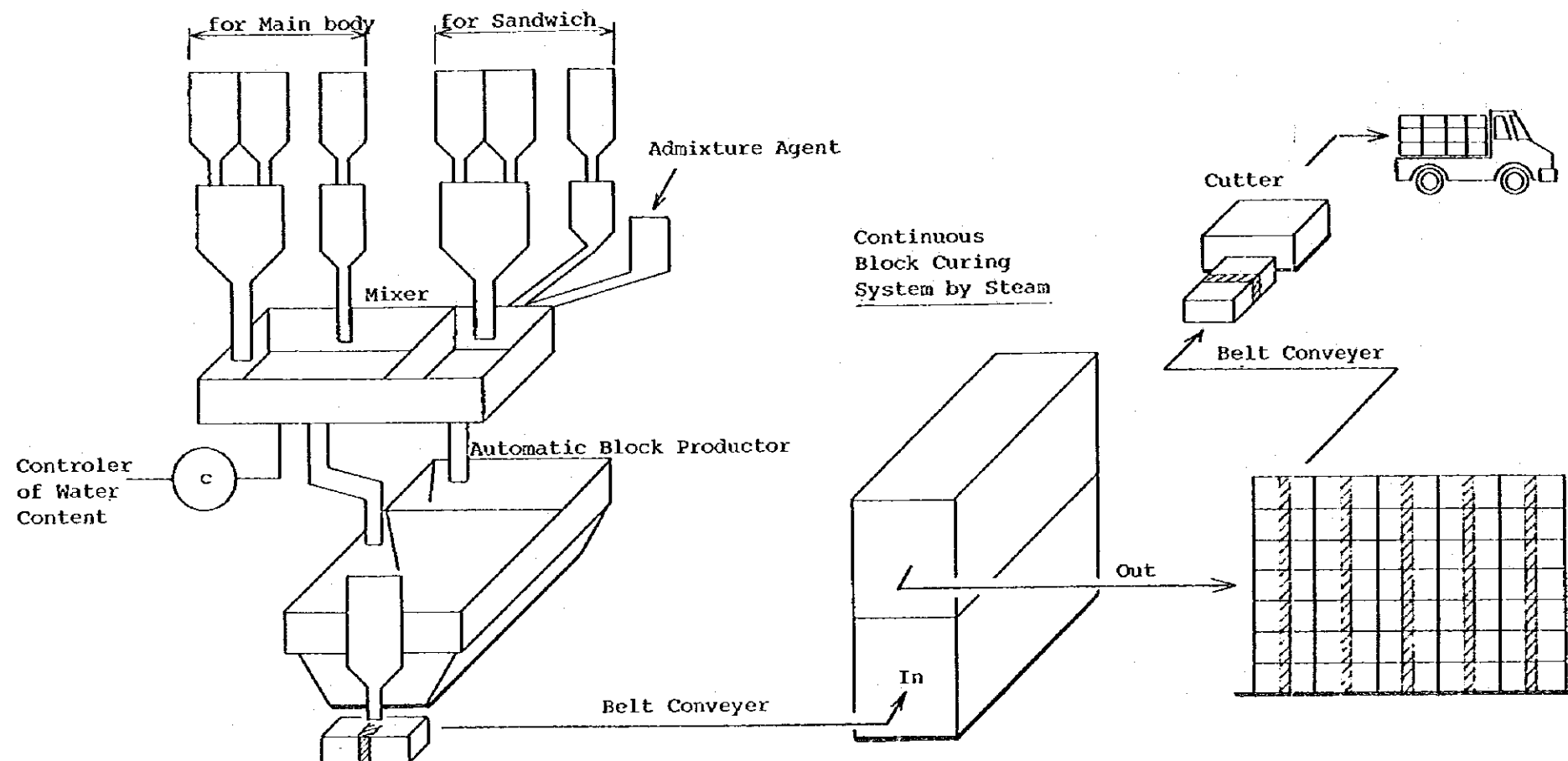
(機器、土木工事、据付工事共)

標準製品価格：37～52 us\$/m³

c. Example of Concrete Block Manufacturing

a) Plant System

図 5-10 コンクリートブロック製造工程



b) Manufacturing conditionsProportion

Unit Water Content	: 120kg/m ³
Cement (C+F)	: 280~300kg/m ³ (F/C+F=20%)
Sand (S)	: 1,048kg/m ³
Gravel (G)	: 901kg/m ³
S content ratio	: 54 %
Air content ratio	: 5 %

Curing of Green Block by Steam

Steam temp	: 40 ~ 60 °C
Curing time	: 4 ~ 6 hrs

Number of daily production

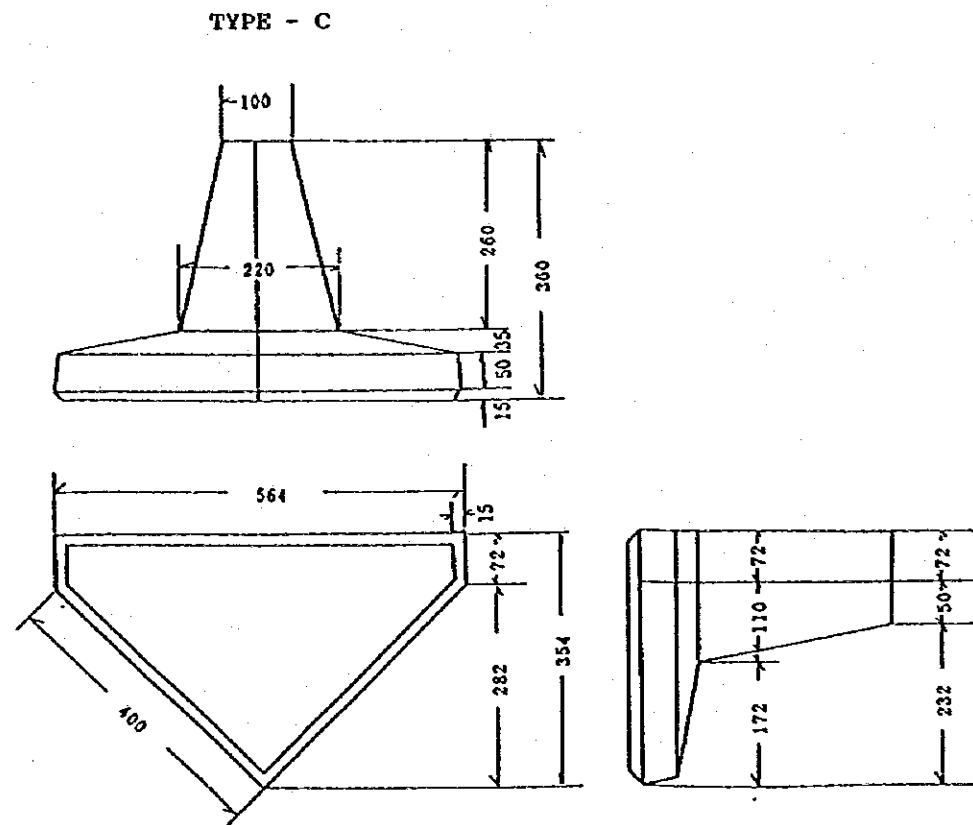
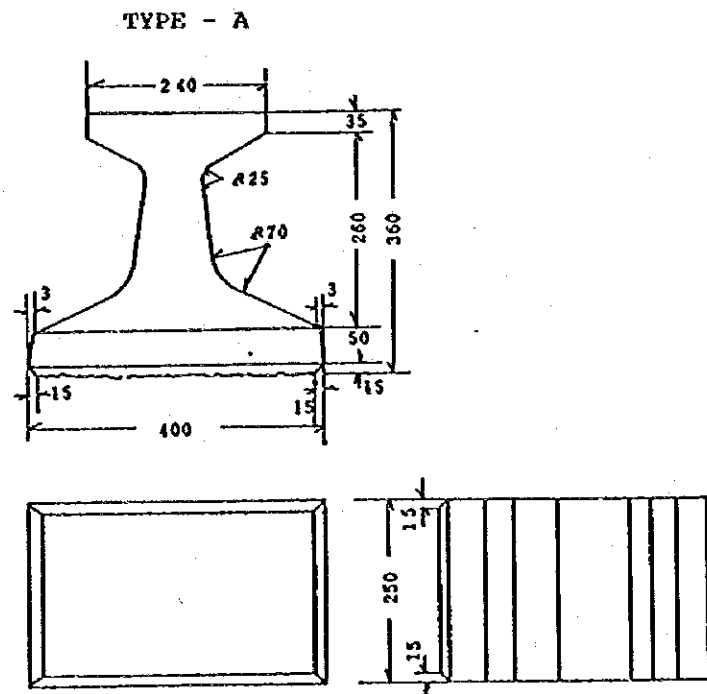
Working hours	: 8 hrs
Daily production	: 1,800~2,000 pcs/unit

Plant and production cost

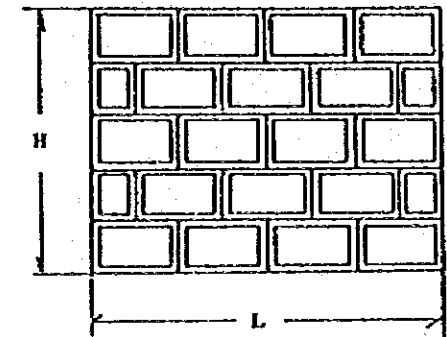
Plant cost incl. eqt, materials and installation cost	
Eqt. & materials	: about 780,000us\$/unit
Installation	: about 200,000us\$/unit
	about 980,000us\$/unit
Production cost	: 2 ~ 3 us\$/piece at Factory

c). Kinds of Concrete Block (Example)

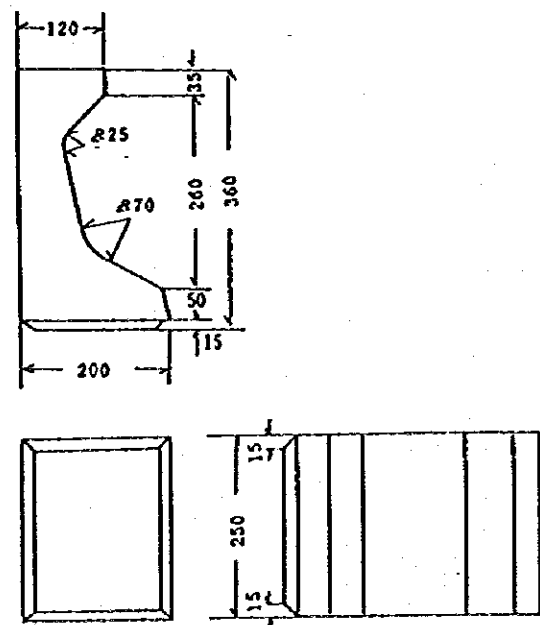
図 5-11 コンクリートブロックの種類



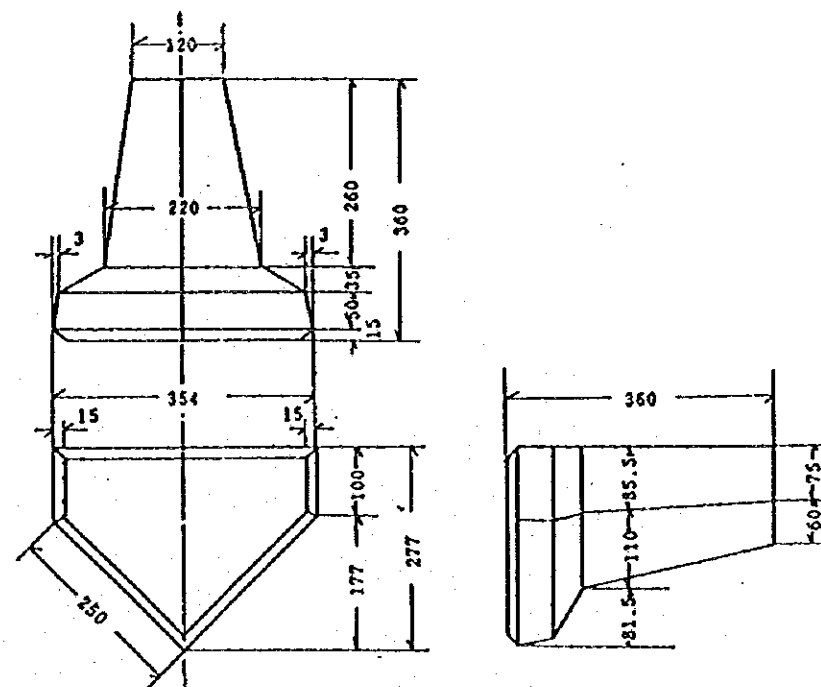
Coursed Masonry



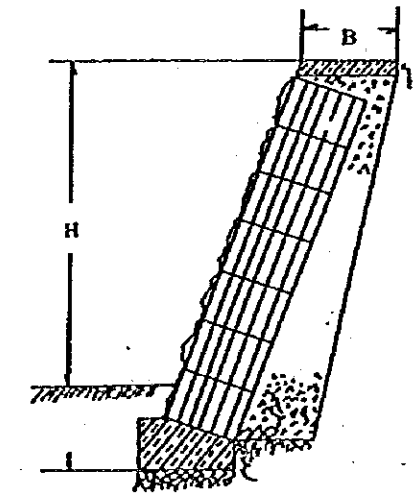
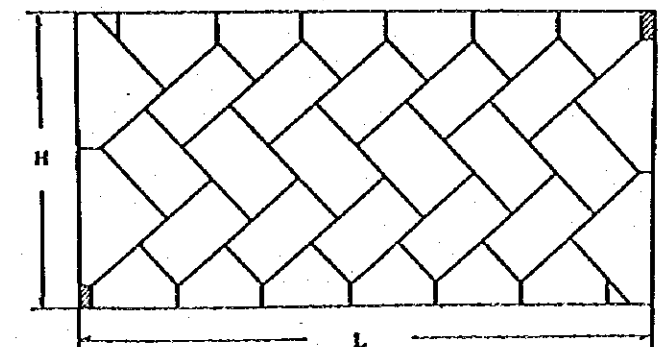
TYPE - B



TYPE - D



Uncoursed Masonry



e 石炭灰有効利用施設への輸送方式について

石炭火力発電所より排出される石炭灰を有効利用施設まで輸送する方式については、発電所より有効利用施設までの距離・ルート等を考慮して決定する必要がある。

又、発電所側に於いては有効利用施設の稼動状態等により、構外灰捨場への灰処理系統及び他輸送先への輸送方式も考慮しておく必要がある。

尚、発電所に隣接して各アッシュの有効利用施設を設置する場合の輸送方式はクリンカアッシュの場合はトラック輸送が一般的であるが、アッシュの有効利用施設を発電所で一括管理する場合は、水流輸送方式が最も経済的である。

トラック及びコンベヤ輸送については両方式共経済的に大差はない。

フライアッシュの場合は空気圧力輸送方式が一般的であり、トラック輸送と比較しても経済的である。

以上、各アッシュ共アッシュの払出し先を限定したものであるが、先にも述べたように有効利用施設の稼動状態によりその他の有効利用施設への輸送を考慮して各アッシュ共前述の輸送方式にトラック輸送を併用できるようにするのが最も妥当と考えられる。

以下にクリンカアッシュとフライアッシュの回収設備及び輸送方式について比較したものを示す。

尚、表中の設備費は灰の有効利用施設を発電所に隣接して設置した場合で、各アッシュ共全量を輸送するものとして算出した。

又、各設備の耐用年数を輸送車4年、それ以外は16年とし、輸送車については4年毎の買替とした。