

## 4.2 石灰石

### 4.2.1 「ブ」国内の現状

#### (1) 石灰石資源分布

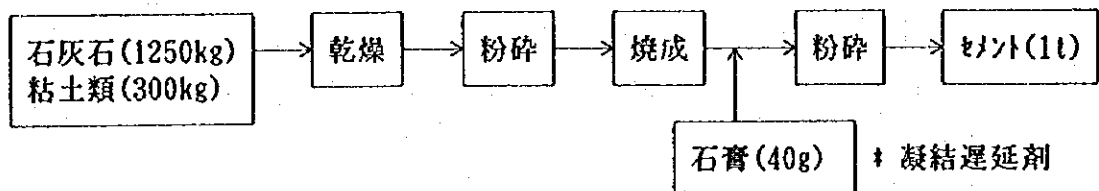
首都ワイワから 100km以内に多く分布し、それ以外には黒海周辺と南部に分布している。その石灰石資源分布とセメント工場を Figure 4-2-1 に示す。

#### (2) セメント産業

(a) 石灰石は、セメント原料の中でメインとなる。

その概略製造方法（例：セメント 1ton製造）は、次のとおりである。

(原料)



(b) セメント工場は石灰石資源の近隣に立地し、全部で 6 工場有る。

なお、粘土類も大部分は工場の近隣から調達出来るが、燃料については全部の工場がロシアから天然ガスを輸入して燃料の全量を賄っている。

(c) セメント生産量は1990年まで年間 500万トン前後であったが、市場経済に移行した1991年以降半分に落ち込み、その消費の大部分は国内で、輸出は微々たるものである。

(d) 全セメント工場の生産能力を Table 4-2-1 に示す。

セメント品質は ISO規格によるが、仕上げミルの構造上高品質のセメント製造が可能なのは唯一 Vulkan 工場に限定される。

(e) 現在、環境面では 011 のみに注目され、各工場とも煙突前段の電気集塵機設置による対応が図られているが、1995年以降は EC 基準 (80mg/m<sup>3</sup>N) を満足する必要が有る。また、騒音、振動については工場の周辺に人家が少ないことから特に問題視されていない。

### 4.2.2 発電所近郊鉱山の特徴

ワグラー・イース第 1 火力発電所の近郊に有る石灰石鉱山とその主な特徴は、次のとおりである。各鉱山所在地を Figure 4-2-2 に示す。

(1) ワグラー・イース 鉱山（発電所から北約 80km, スラ・ワグから東約 25km）

- (a) 当鉱山の運営会社はイネルマット社（本社はスラ・ワラ に有る）である。
- (b) 当所のセメント工場建設計画は先にティミトグラブ鉱山（ブルカ工場）が開発されたので中止され、現在は道路及び建材用の砂利製造所（生産：100万t/y）として運営されており、発電所までの鉄道施設が有る。
- (c) 石灰石埋蔵場所は採石処理場から約7 km山奥に有り、埋蔵量は約 $90 \times 10^6$  トン、表層 2~3mは粘土質でその下 4~5mの石灰石層が有る。

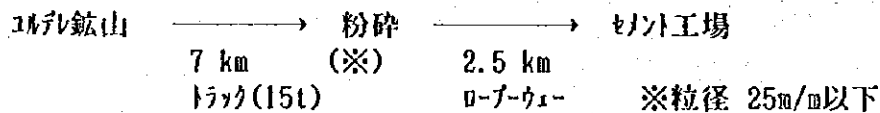
(2) ティミトグラブ 鉱山 2ヶ所 (ムル、フワ)

（発電所から南西約60~90km, ハソグタ から北約10kmと東南約20km）

- (a) 当鉱山の運営会社は ブルカ セメント会社（ティミトグラブに有る）である。
- (b) セメント工場は1947年から生産開始され、セメント原料である石灰石は 2ヶ所から採取しており、その消費量は現在  $500 \times 10^3$  トン/Year であって、2,050 年迄は生産可能と予想されている。
- (c) 石灰石の埋蔵量は次のとおりである。

- ・ムル鉱山  $214 \times 10^6$  トン
- ・フワ 鉱山  $33 \times 10^6$  トン

- (d) 石灰石鉱山からセメント工場までの輸送方法は、次のとおりである。



(3) カネツ鉱山（発電所から東北約100km, シンギルから約30km）

- (a) 当鉱山の所有は シンギル市である。
- (b) 未だ地質調査は行われておらず、埋蔵量等データが一切無い。

### 4.2.3 採石及び輸送計画

(1) 採石計画

(a) 検討条件

- ① 採石鉱山：4 鉱山（ブラチクンエビ, ムル, フワ, カネツ）
- ② 埋蔵量 :
 

ブラチクンエビ 鉱山	=	$90 \times 10^6$ トン	(未開発)
ムル鉱山	=	$214 \times 10^6$ トン	(セメント用に使用中)
フワ 鉱山	=	$33 \times 10^6$ トン	(同 上)
カネツ 鉱山	=	—	(未調査)

- ③ 1kg/h, 1kg/h 鉱山では1kg/h用原料として  $500 \times 10^3$  トン/Year 消費し、2,050 年迄は運転継続する。
- ④ 採石時間は日照時間、労働安全問題等より 1日当たり平均10時間とする。
- ⑤ 再設1kg/h石灰石必要量：
  - 180 t/h (90t/h×2 units)
  - 4,300 t/d (=180t/h×24hr)
  - 1,100,000 t/y (2 units, 年間利用率 0.7)
- ⑥ 各鉱山の石灰石性状 (日本での分析結果)を Table 4-2-2 に示す。
- ⑦ 石灰石粒径は輸送・貯蔵時を考慮して 50 m/mφ以下とする。

(b) 検討結果

- ① 埋蔵量及び性状からすると“1kg/h 鉱山”が最有力であるが、1kg/h 鉱山は1kg/h 燃焼試験結果燃焼及び脱硫効果上特に問題が無かったこと、必要な粒径に粉碎し鉄道輸送が可能であること、脱硫材専用鉱山として開発が可能なこと等から採石鉱山とする。

よって、“1kg/h 鉱山”から採石する計画とする。

- ② 1日必要石灰石量より1時間当たり 430 トンを採石する。

$$[Q = (4,300\text{t/d}) / (10\text{hr}) = 430 \text{ t/h}]$$

- ③ 必要粒径までの粉碎は既設粉碎機を流用することとする。

但し、採石場から粉碎機までの輸送はローワー方式 (7km 新設) とする。

(2) 輸送計画

(a) 検討条件

- ① 輸送方法：鉄道 (1kg/h 鉱山→発電所) 約80km
- ② 輸送石灰石量：4,300 t/d (430t/h×10hr)

(b) 検討結果

- ① 貨車は1日当たり 8編成必要である。[  $8 = (4,300) / (55) \cdot (10)$  ]
- ② 1編成 (10両) 貨車への石灰石積み込み時間を40分 (含む入出庫) とすると、運行時間は1日当たり 6時間を要することとなる。[  $6 = (8) \cdot (40) / (60)$  ]

4.2.4 計画実行に伴う考慮事項

- (1) 脱硫材 (粒径:約3m/mφ以下) として使用する場合、鉱山で粉碎すると輸送貨車構造等による公害問題発生が予想されるので、最終粒径には発電所で粉碎処理する

方が望ましい。

- (2) マカクニズ 鉱山は未開発であり、地質調査が30年前に行われたので、再度地質調査を実施する方が望ましく、石灰石鉱山の開発については、マカクニズ第2火力発電所(No.8 Unit) 排煙脱硫装置設置計画との協調が必要である。

また、その鉱山開発には概ね次の建設費及び運転経費(年間)が必要となる。

[建設費] ①掘削設備 : 1式 4,000,000 US\$

ブルドーザー等掘削装置で採石後、コンクリートで回収トラックでローダー発着所へ運び積み込むまでの機器購入、据付等全ての費用である。

②運搬設備 : 1式 10,000,000 US\$

採石場から貨車積み込み場までの輸送設備購入、据付等全ての費用である。但し、地形等の条件次第で大幅に費用の増減が有り得る。

[運転経費] 1式 800,000 US\$/year

ユーティリティ(燃料、潤滑油、電気etc), 鉄道輸送等に係る費用である。

- (3) マカクニズ 鉱山を利用する場合は、輸送方法やセメント生産等の問題をマカクニズ社及び関係機関と事前協議を要し、埋蔵量等正確な地質を把握するためにも再調査が望ましく、発電所までの距離及び安全・輸送力等を考慮すると鉄道線路の開発が必要となる。

Table 4-2-1 Cement production Capacity of Each Plant

	Plant	Major Production Facility					Production (1,000 t/yr)		No. of Employee
		Raw Material Mill	Bake Kiln	Finishing Mill	Design Production	Actual Production			
1	Beli Izvor	Tube mill 4 units	Dry SP kiln (SP: suspension preheater) 3 units	Tube mill 4 units	1,500	700 ~ 800	1,100		
2	Zlatna Panega	Tube mill 5 units	Dry SP kiln 5 units	Tube mill 5 units	1,000	600	1,000		
3	Devnja	Tube mill several small mills 4 units,	Wet kiln 6 units	Tube mill small mill 4 units 5 units	1,800	1,100 ~ 1,200	1,500		
4	Pleven	Tube mill 2 units	Dry SP kiln 2 units	Tube mill 4 units	300	200	600		
5	Granitoid	Tube mill	Wet kiln 2 units	Tube mill 4 units	700	0 (Suspended)	900		
6	Vulkan	Tube mill	Wet kiln 4 units	Tube mill 5 units	400	200	700		
Total							5,700	2,800 ~ 3,000	5,800

Table 4-2-2 Properties of Sampled Limestone

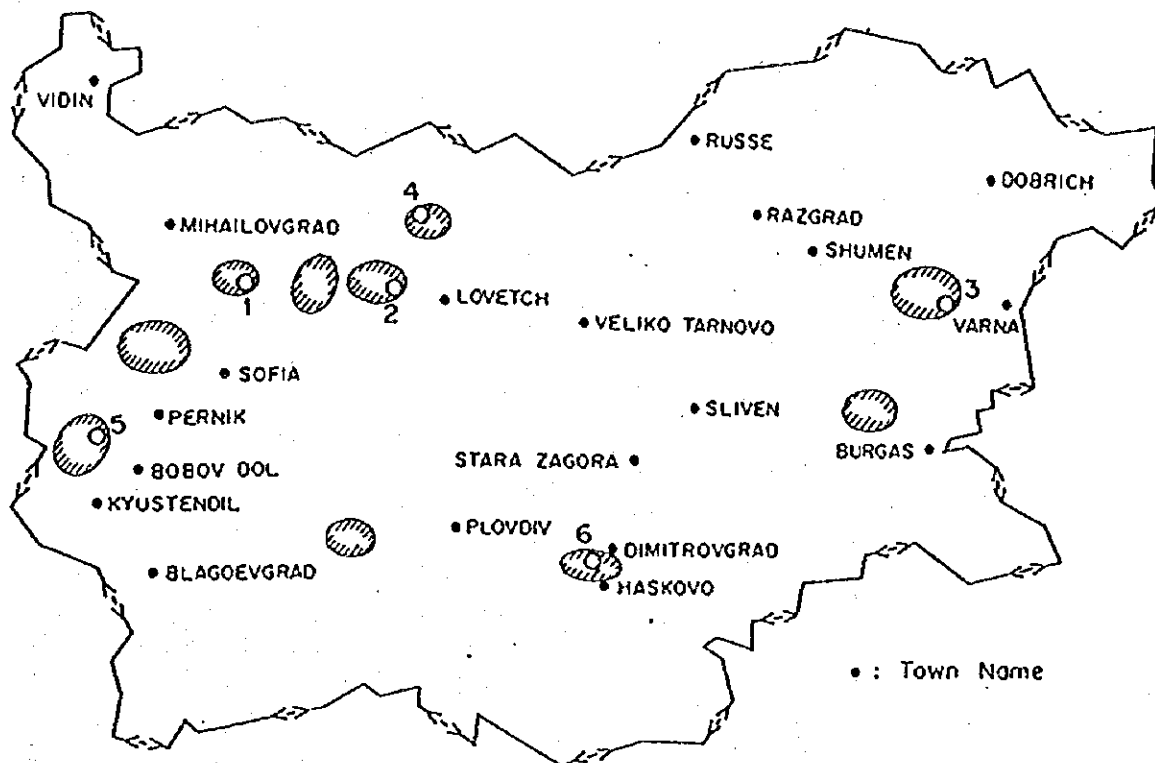
Sampled Location	Unite (%)									
	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ignition Loss (1,000°C)	Purity (as CaO)	Remarks		
Bratyakunchevi	57.91	37.15	0.92	0.53	1.91	45.8	58.84			
Yurdere	54.0	0.16	<0.01	0.13	0.02	43.3	99.41			
Kamenets	54.0	0.38	<0.01	0.13	0.09	43.1	98.88			

(Reference) According to Appendix 3, 'Limestone analysis' in the Request for Development study by Bulgaria (Jan. 12, 1994), the original limestone analysis showed Ca: 38.8% and Mg: 0.1%. The following values are acquired after converting these values into CaO and MgO in the above table.

$$\text{CaO: } 54.32 (= 38.8 \times 56 / 40)$$

$$\text{MgO: } 0.17 (= 0.1 \times 40 / 24)$$

These values are similar to those of the limestone from Yurdere.



• : Town Name

### LEGEND


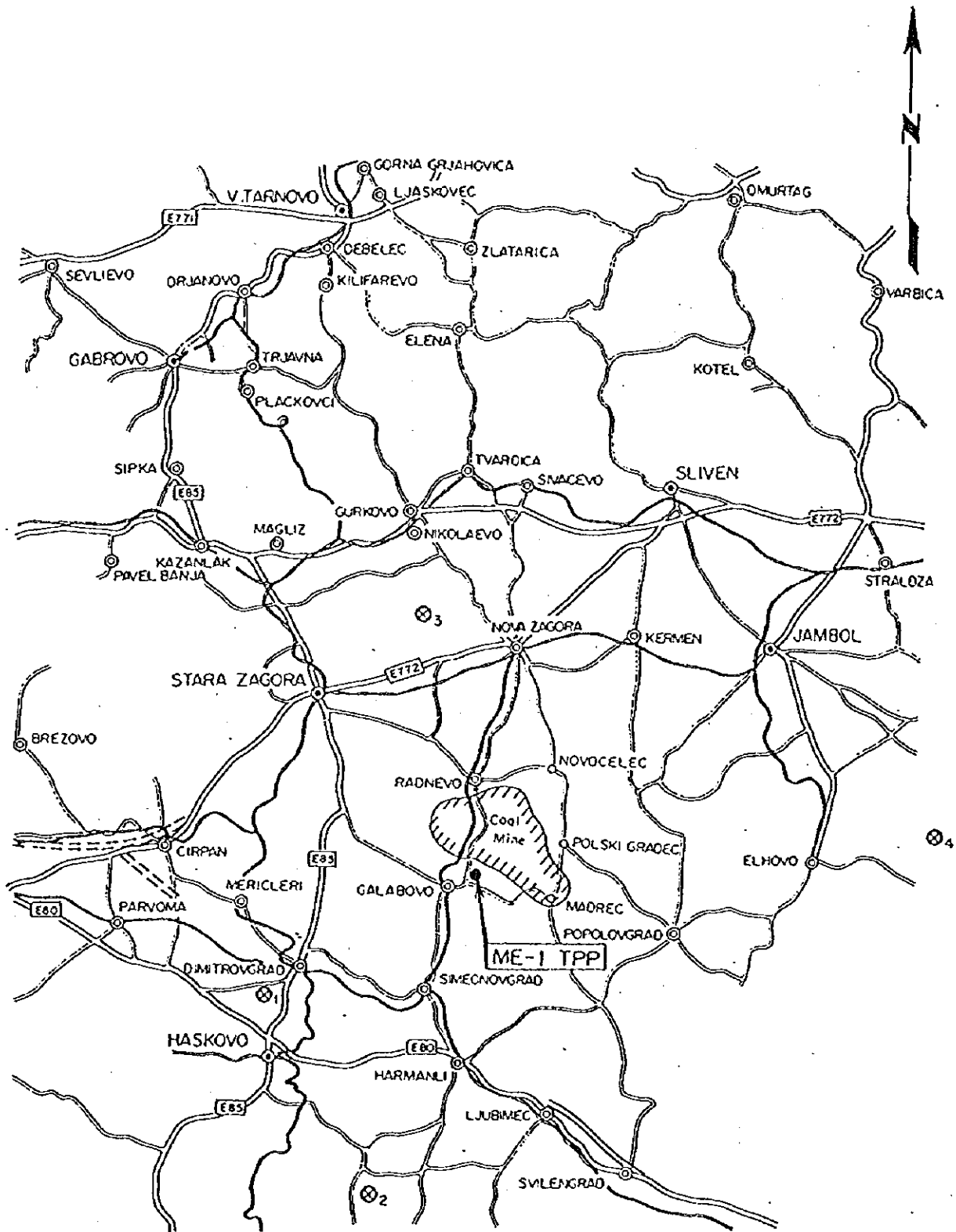
	Limestone Mine Area
○ 1	Beli Izvor / Cement Factory
○ 2	Zlatna Panega / Cement Factory
○ 3	Devnja / Cement Factory
○ 4	Pleven / Cement Factory
○ 5	Granitoid / Cement Factory
○ 6	Vulkan / Cement Factory

Figure 4-2-1 Locations of Limestone Mine and Cement Factory



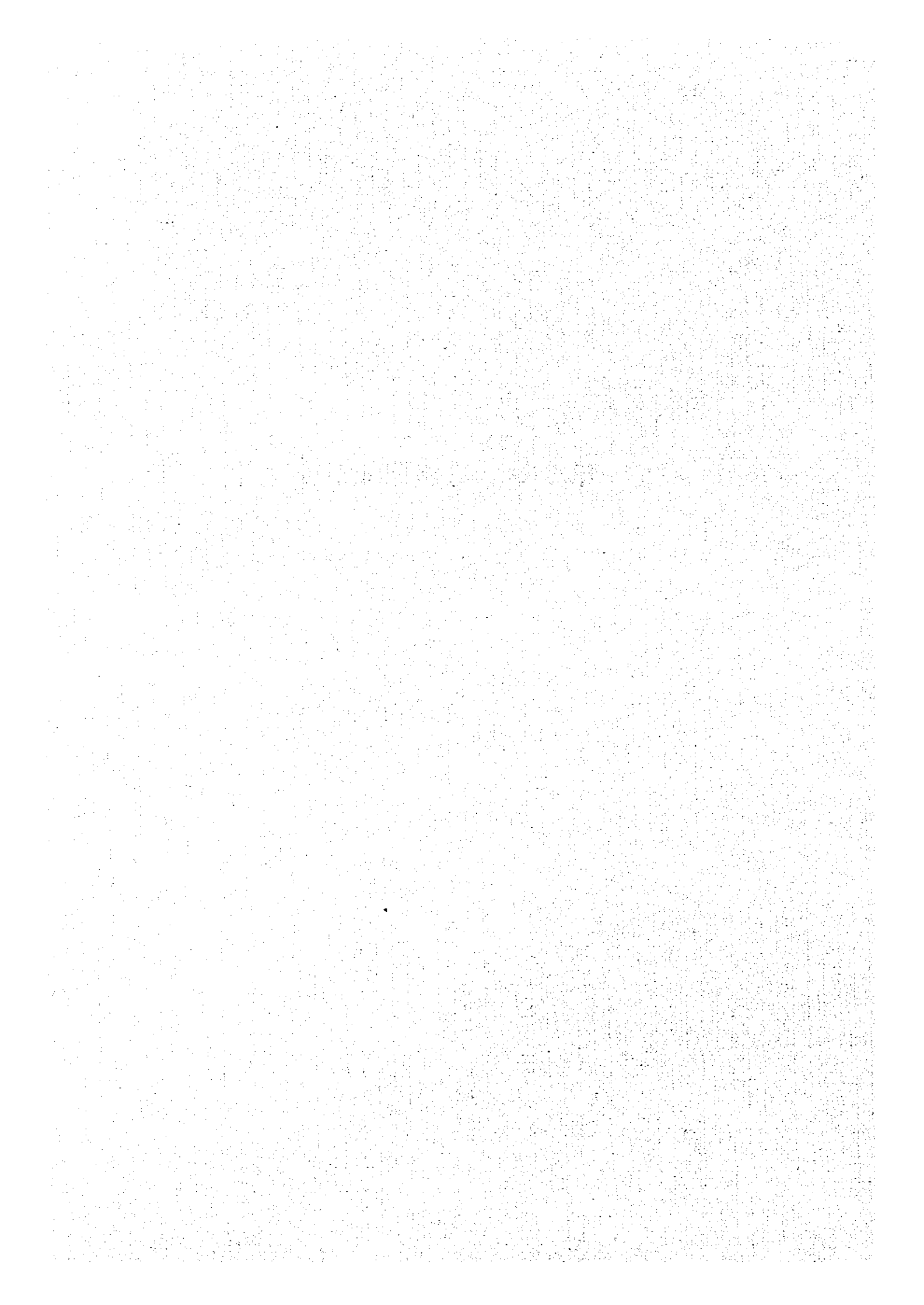
**LEGEND**

⊗ <sub>1</sub>	YURDERE Limestone Mines
⊗ <sub>2</sub>	CHALA Limestone Mines
⊗ <sub>3</sub>	BARACHAKUNCHUVI Limestone Mines
⊗ <sub>4</sub>	KAMENETS Limestone Mines

Figure 4-2-2 Locations of Limestone Mines



## 第 5 章 最適開発計画



## 第5章 最適開発計画

### 5.1 検討諸元

プラント設計を行うに当たって技術面の基本方針の詳細をNEKと協議した結果、基本設計諸元を以下のとおり定めた。

- (1) 定格出力 : 電気出力 230MW×2ユニット
- (2) 地域暖房用温水 : 25Gcal/h

地域暖房用温水設備は両号機に設置するが、供給はどちらか一方のみとする。この時、温水供給している号機の電気出力は供給熱量に応じて減じるものとする。

#### (3) 蒸気条件

- (a) 発生蒸気量 : 740t/h(MCR)

また、タービン入口主蒸気圧力・温度及び再熱蒸気温度は以下に示すように自然循環型ボイラで一般的に用いられている値とする。

- (b) 主蒸気圧力 : 169kg/cm<sup>2</sup>g (2,400lbf/in<sup>2</sup>)
- (c) 主蒸気温度 : 538°C (1,000° F)
- (d) 再熱蒸気温度 : 538°C (1,000° F)

#### (4) 設計リグナイト及び灰性状

開発調査要請書[Terms of Reference]('95年1月12日)Appendix2の "SPECIFICATION OF MARITSA EAST LIGNITE BASIN/TROYANOV02/AFTER1998 FOR MARITSA EAST-1 TPP" 記載値とし、その各性状を Table 5-1-1 に示す。

#### (5) 設計石灰石性状

開発調査要請書[Terms of Reference]('95年1月12日)Appendix3の "LIMESTONE ANALYSES" 記載値とし、その性状を Table 5-1-2 に示す。

#### (6) 設計重油性状

既設重油設備を流用するものとし、その重油性状をTable 5-1-3に示す。

- (7) プラント年間利用率 : 70%
- (8) 最低負荷 : 40%
- (9) 排出ガス基準

以下の基準値を遵守する。

(a) SO<sub>2</sub> : 650mg/m<sup>3</sup>N(227ppm)以下(ブルガリア基準値)又は脱硫効率90%以上  
(高硫黄炭使用時のBC基準)

(b) NO<sub>x</sub> : 600mg/m<sup>3</sup>N(292ppm)以下(ブルガリア基準値)

(c) Dust : 100mg/m<sup>3</sup>N以下(ブルガリア基準値)

(d) CO : 250mg/m<sup>3</sup>N(200ppm)以下(ブルガリア基準値)

(10) 排水基準

ブルガリア国基準「表面流水の水質の評価に適用される指標と基準」(保険省環境保護委員会及び都市計画委員会発行、STATB GAZETTE ISSUE NO.96)の分類Ⅲを遵守する。

(11) 過負荷

以下の過負荷容量が可能なものとする。

(a) ボイラMCR : BCRの103%以下

(b) タービンTMP : 定格出力の105%以下

(c) 発電機 : 定格出力の105%以下

(12) リグナイト及び石灰石の貯蔵量 : 23日分(ブルガリア基準)

**Table 5-1-1 Design Lignite Properties**

Item		Guaranteed	A Max	W Max	Q Max
Ash	(air-dried base) %	35.50	45.00	33.00	30.00
Moisture	(as received) %	55.00	49.00	57.00	55.00
Ash	(as received) %	15.98	22.95	14.09	13.50
Carbon	(as received) %	18.23	18.85	18.22	20.17
Hydrogen	(as received) %	1.54	1.42	1.54	1.70
Oxygen	(as received) %	5.46	5.05	5.47	6.02
Nitrogen	(as received) %	0.32	0.30	0.32	0.35
Combustible sulphur	(as received) %	2.70	3.20	2.90	2.40
Volatiles from mineral substance (as received) %		1.51	2.19	1.35	1.28
Calorific value (LHV)	kcal/kg	1,410	1,315	1,400	1,590
	kJ/kg	5,910	5,510	5,860	6,660
Volatiles %		60 - 64			
Hygroscopic moisture %		11			
Milling efficiency	per K per for guaranteed coal	0.83 - 1.22 K=1.1			
Ash analysis	SiO <sub>2</sub> %	35 - 50			
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	16 - 32			
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	7 - 20			
	MgO %	1.5 - 3.5			
	CaO %	2.5 - 5.0			
	SO <sub>3</sub> %	2.5 - 15			
Ash fusion temperature					
A. In oxidizing environment (by Leits) for Analysis 1,2,3					
Deformation point	°C	1,250		1,210 - 1,300	
Melting point	°C	1,280		1,260 - 1,300	
Running point	°C	1,300		1,280 - 1,300	
B. In semi-reduction environment (by Bunte-Baum) for Analysis 4					
Deformation point	°C			1,050 - 1,150	
Melting point	°C			1,150 - 1,300	
Running point	°C			1,200 - 1,400	
Density	gt/cub. cm	1.5 - 1.9			
Bulk weight	kg/cub. cm	700 - 1,000			

**Table 5-1-2 Design Limestone Properties**

Original limestone analysis  (air dried base)	Ca (%)	38.8	
	Mg (%)	0.1	
	C (%)	11.94	
	S (%)	0.004	
Fraction analysis between 0.125 - 0.250 mm  (air dried base)	Ca (%)	39	
	Mg (%)	0.1	
	C (%)	11.94	
	S (%)	0.003	
Limestone specification	Grade	Reactive Index RI (mol/mol)	Adsorption Capacity CI (Limestone gs/kg)
	excellent	< 2.5	120 <
	good	2.5 - 3.0	100 - 120
	medium	3.0 - 4.0	80 - 100
	low	4.0 - 5.0	60 - 80
	bad	5.0 <	< 60

**Table 5-1-3 Heavy Oil Properties**

Item		Bulgarian Standard	Acceptable Properties
Calorific value [HHV]	MJ/kg	39.8	39.88
	Kcal/kg	9,506	9,525
Kinematics viscosity	mm <sup>2</sup> /s	115	—
Density	g/cm <sup>3</sup>	1.015	0.968
Ash content	Weight %	0.15	0.068
Sulfur content	Weight %	3.5	2.99
Moisture	Volume %	1.0	—
Impurities	Weight %	0.5	—
Flash point	°C	110 or more	120 or more
Pour point	°C	25 or less	7 or less

## 5.2 ボイラ型式選定

### 5.2.1 ボイラ型式の種別

再建するボイラ型式の選定は以下に示す点を考慮して選定する。

- (1) すでに商用発電用としての実績がある。
- (2) 排出ガス基準値の遵守が可能である。
- (3) リグナイト性状等に適合可能である。

この条件を満たす最適なボイラ型式の選定にあたり、

- (1) 循環式流動床ボイラ(C-FBC : Circulating Fluidized Bed Combustion Boiler)
  - (2) バブリング式流動床ボイラ(B-FBC : Bubbling Fluidized Bed Combustion Boiler)
  - (3) 微粉炭焼きボイラ+排煙脱硫装置(PCF : Pulverized Coal Fire Boiler+FGD : Flue Gas Desulphurizer)
- の3型式を比較検討する。

### 5.2.2 ボイラ型式別の概念設計

3型式のボイラについて比較検討を行ったものをTable 5-2-1に示す。また、Ash Max炭で設計した場合の結果をTable 5-2-2に示す。各ボイラの特徴及び相違点は、以下のとおりである。

#### (1) C-FBC(循環式流動床ボイラ)

- (a) 実績として、商用機は中小容量ではあるが多く、リグナイト焼きユニットも数多く見られ、稼働中の最大容量機は250MWまでである。ブルガリア国のリグナイトは高水分のために発電機出力が230MWでも排出ガス量が多くなり、サイクロンの設計が重要になるが、現在、メーカー各社は400~600MW級C-FBCを開発中であり、燃焼テストによりC-FBCの燃料として使用可能であることが確認されたことから、ブルガリア国のリグナイトでの実用機の運転実績は無いが技術的には適用可能と考えられる。
- (b) 排ガス基準値の遵守は、炉内で燃焼ガスと石灰石の接触により炉内脱硫が可能であり、Ca/Sが2以上で脱硫効率90%以上の性能が得られる。また、燃料中の窒素分が少ないことと、低温燃焼のために脱硝装置の必要性はない。
- (c) 建設費及び運転費は、脱硫設備が不要で、ボイラ効率が良い本設備が一番経済的である。

(2) B-FBC(バブリング式流動床ボイラ)

- (a) 実績として、商用機は非常に多いが小容量機が多く、稼働中の最大容量機は瀝青炭では350MWまでであるが、リグナイトでの大容量機の実績はない。固定の流動層内で燃焼させる方式であり、燃料と石灰石を均一に層内に供給する給炭システムの設計が重要になる。給炭方式は燃料を炉底から層中へ空気搬送する「下込み方式」と層上散布で供給する「上込み方式」があるが、ブルガリア国のリグナイトのような高水分燃料は「下込み方式」は閉塞しやすく、また、「上込み方式」では大容量機になると炉床に均一に分散させることが困難になるため、安定した給炭システムの基本的な開発が必要となり、技術的に適用困難と考えられる。
- (b) 排ガス基準値の遵守は、炉内の固定流動層内で燃焼させる方式であり、層内での燃焼ガスと石灰石接触により炉内脱硫が可能である。ダストを再循環させないために脱硫材の石灰石の消費量がC-FBCに比べ多く必要となるが、Ca/Sが2.5以上で脱硫効率90%以上の性能が得られる。また、燃料中の窒素分が少ないことと、低温燃焼のために脱硝装置の必要性はない。
- (c) 燃焼ガス流に同伴する未燃分を含むダストを再循環させないため、瀝青炭火力では燃焼効率向上のために2次燃焼炉の設置が必要となるが、燃料比が低く燃焼しやすいために、CBC(Carbon Burn up Cell : 再燃焼炉)を設置しなくても良好なボイラ効率が得られ、構造の簡素化がはかれる。
- (d) 建設費及び運転費は、脱硫設備が不要ではあるが、効率はC-FBCより劣る本設備がC-FBCについて経済的である。

(3) PCF+FGD(微粉炭焚きボイラ+排煙脱硫装置)

- (a) 実績として、商用機は非常に多く、既存技術により信頼性が確立されており、稼働中のリグナイト焚きの最大容量機は600MWまでである。脱硫装置は湿式石灰石-石膏法が商用機として大容量機まで非常に多い実績を有し、ブルガリア国のリグナイトのような高硫黄での実績はないが、既存技術により信頼性が確立されており、技術的に適用可能と考えられる。ただし、燃料中の高S分と高水分のために酸露点上がり、ボイラ出口より脱硫入口までのガス温度を高温に保つ必要がありボイラ効率の低下が著しい。



- (b) 排ガス基準値の遵守は、ボイラ本体には脱硫機能が無いため脱硫装置の設置が必要となるが、湿式石灰石-石膏法脱硫装置を設置することにより、脱硫効率90%以上の性能が得られる。湿式脱硫装置の補給水の確保が必要であるが、脱硫材の必要量は最小に抑えられる。
- (c) 建設費及び運転費は、ボイラ本体の建設費は安価であるがボイラ効率が低く、脱硫設備が必要な本設備が一番経済性が悪い。

### 5.2.3 ボイラ型式別のレイアウト検討結果

発電所のレイアウト例をFigure 5-2-1~3に示す。

#### (1) レイアウトの基本計画

ボイラの型式にかかわらず全体に関する検討結果を以下に示す。

##### (a) 再建プラントの位置

現在撤去された旧5・6号機の位置に再建されるR1・R2号機設備を設置すると、残存している1~4号機用のリグナイト乾燥機と干渉して建設が困難なため、再建するプラントを北方へ約58m移動した地点に再建する。

##### (b) 既設180m煙突の活用

旧5・6号機で使用していた180mの煙突の有効利用は電気集じん器が煙突と干渉してしまい、ダクトワークで延長して再利用をはかったとしても、将来の再建及び増設を考慮すると再利用は困難となるので、最適な位置に煙突を新設する。

##### (c) 既設120m煙突の活用

旧5・6号機の乾燥用の120mの煙突の有効利用は、再建されるボイラ建屋の高さが70m程度になると考えられることから、Figure 5-2-4に示すように120mの煙突を用いた場合には、ボイラ建屋によるダウンドラフト効果により有効煙突効果が減じられ、煙突より排出されるガスの拡散が妨げられる。さらに煙突出口径が小さいことから本計画のガス量には容量的にも不足するので本煙突の有効利用できない。

##### (d) 貯炭場及び石灰石貯蔵場所の配置

現在使用している貯炭場では23日分の貯炭及び石灰石の貯蔵を行うためには十分な広さが確保できないため、埋め立て完了済の灰捨て場に配置することとする。

(e) 既設灰捨て輸送管

現在使用している灰捨て輸送管は、何れの型式のボイラを選定しても新設煙突と干渉してしまい移設する必要が生じる。今後の詳細設計が進んだ段階で移設ルートを検討が必要である。

(2) ボイラ型式の違いによるレイアウトの基本計画

ボイラ型式よりレイアウトに大きく差異の生じるものの検討結果を以下に示す。

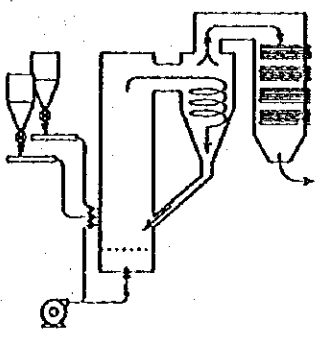
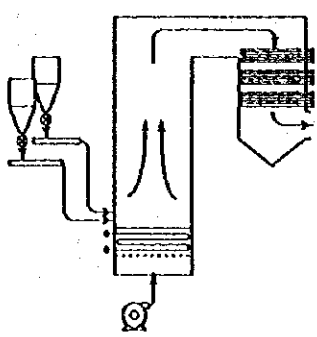
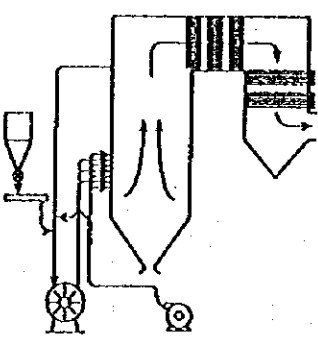
(a) 排水処理装置

FBCはボイラ関連設備の必要面積が少なく、排水処理量もPCF+FGDに比べて少ないため、排水処理装置を新設煙突と既存のリグナイト搬入線路の間に配置可能となるが、PCF+FGDは脱硫設備用地増に加えて、脱硫装置排水があるため排水処理量が多くなり、IH5・6号機の貯炭場に設置する必要がある。

5.2.4 ボイラ型式選定の検討結果

以上の概念設計結果およびレイアウト検討結果より、技術的に適用困難なB-FBC以外のC-FBC及びPCF+FGDについては技術的に適用可能であるが、経済的に最も有利なC-FBCを選定し以下これについてスタディを行う。

Table 5-2-1 評価対象ボイラ型式選定の技術・経済比較

項目	C-FBC	B-FBC	PCF+FGD
<b>技術比較</b> <b>1. 構造 (全体)</b>			
<b>2. 原理</b>	流動媒体飛出し速度を上まわる空気で流動させ、その中に燃料を投入することにより媒体による攪拌混合により燃焼させる。飛散媒体は接触伝熱部前でサイクロンにより高温捕集され炉内へ再循環する。高伝熱火炉もしくは循環媒体冷却により低温燃焼が可能となる。	流動媒体を飛出し速度以下で流動させ、固定の流動料を形成し、その層内の攪拌混合を利用し燃焼させる。ガス流に同伴するダストは原則として再循環しない。固定流動層中の層内伝熱管により、低温燃焼が可能となる。	固形燃料を乾燥微粉化し、気流とともに飛散しながら炉内に高温燃焼する。
<b>3. 燃料</b> (1) 石炭 (2) 粒径 (3) 表面水分	リグナイト、亜亜腐炭、亜腐炭、無煙炭 オイルコークス、木くず、RDF 0.1 ~ 12 mm 燃料供給に支障のないこと	リグナイト、亜亜腐炭、亜腐炭 オイルコークス、木くず、RDF 3 ~ 20 mm 燃料供給に支障のないこと	リグナイト、亜亜腐炭、亜腐炭、無煙炭 0 ~ 10 mm (リグナイト) 200 μmが75%以上 (亜腐炭~無煙炭) 燃料供給に支障のないこと
<b>4. 流動媒体</b>	珪砂、石灰灰、石灰石	珪砂、石灰灰、石灰石	—
<b>5. 炉内脱硫材</b>	石灰石 1~3 mm	石灰石 1~3 mm	—
<b>6. 性能</b> (1) 燃焼温度 (2) 空気過剰率 (3) 燃焼効率 (4) SOx 対策 ・脱硫方法 ・脱硫率 ・Ca/S (5) NOx 対策 ・脱硝方法 (6) 負荷変化率 (7) 専焼可能低負荷 (8) その他特徴	770 ~ 860 °C 1.20 ~ 1.25 ~ 99 % 石灰石による炉内脱硫 > 90 % 2.0 ~ 3.0 低温燃焼、多段燃焼による生成抑制 3 %/分 40% MCR ・GAN 出口温度を下げられる ・火炉温度の制御は容易である ・負荷変動時の燃焼温度上昇及び炉内ダスト中のSOxによるおき燃焼で70%現象発生の可能性有り ・蒸発管スケール発生速度が遅い ・灰溶融が難いためろ材が長い	770 ~ 860 °C 1.20 ~ 1.30 ~ 94 % 石灰石による炉内脱硫 > 90 % 2.5 ~ 3.5 低温燃焼による生成抑制 3 %/分 40% MCR ・GAN 出口温度を下げられる ・機分割方式の場合、起動停止及び負荷変動時におき燃焼下でのおき燃焼により70%現象発生の可能性有り ・蒸発管スケール発生速度が遅い ・灰溶融が難いためろ材が長い ・層内管は磨耗を受けやすい	1,300 ~ 1,500 °C 1.20 ~ 1.25 ~ 99 % 湿式石灰石-石膏法 (外部設置) > 90 % 1.05 ~ 1.1 低NOx 炉内二段燃焼による生成抑制 3 %/分 40% MCR ・GAN 出口温度を下げられない ・超高S分灰のためFGDでのスケール発生の可能性有り ・燃料性状変化に対する適応性は若干良い ・スラグ、ワカグサに注意
<b>7. 構成機器の違い</b> (1) 燃焼炉 ・空塔速度 ・滞留時間 (2) 燃料供給 (3) 石灰前処理 (4) その他	耐火壁、水冷壁 4.5 ~ 15 m/s 3 ~ 5 Sec 直接炉底部への空気搬送吹込み及び循環材よりの持ち込み 貯灰場→列状破砕機→原灰ホッパー ※粘土質混入対策 ・炭鉱での品質管理を強化する ・粘土質排除のシステムを設ける ※石灰ホッパーでの閉塞防止のため、保有量を可能な限り少なくし、ホッパー角度を70度以上とする ・ワカグサは実績のある最大容量のもので数を増やす必要がある ・おき燃焼均一化のための火炉、ワカグサの配置を考慮する ・同等の火炉容量実績はないが、設計可能範囲である	水冷壁 1.2 ~ 2.4 m/s 3 ~ 5 sec 小型のみ層上部散布(飛散防止より大径燃料)もしくは層中空気搬送吹込み 貯灰場→列状破砕機→原灰ホッパー ※粘土質混入対策 ・炭鉱での品質管理を強化する ・粘土質排除のシステムを設ける ※石灰ホッパーでの閉塞防止のため、保有量を可能な限り少なくし、ホッパー角度を70度以上とする	水冷壁 1 ~ 1.5 Sec 微粉燃料によりミルからの乾燥微粉炭を一次空気搬送する 貯灰場→列状破砕機→原灰ホッパー ※粘土質混入対策 ・炭鉱での品質管理を強化する ・粘土質排除のシステムを設ける ※石灰ホッパーでの閉塞防止のため、保有量を可能な限り少なくし、ホッパー角度を70度以上とする
<b>8. 実績・適用</b> (1) 開発年次 (2) 実績数 (3) 大容量実績 (ワカグサ付き) (4) 将来 (ワカグサ付き)	1980年代 約 300基 (但し、中小容量) 稼働中 250基 (フランス/Provence) 建設中 235基/6811/6(フランス) 400 ~ 600 MW 炉内送 Study済 ※ワカグサ付き 740 MW相当の実績はないが設計可能範囲である	1970年代 数千基 (但し、小容量が多い) 稼働中 350基 (日本) 但し、亜腐炭 1300 MW 炉内送 Study済 ※ワカグサ付き 740 MW相当の実績はない	1990年代 多数 (200 ~ 600MW 炉内送が多い) 稼働中 600MW (イギリス) 建設中 350MW (SO <sub>2</sub> =4753ppm/24hr) ※超高濃度 (炉内SO <sub>2</sub> =5000~6000ppm) 用大型FGDの実績はない (3年後2002でFGD運転開始予定)

項目	C-FBC	B-FBC	PCF+FGD
9. 技術水準	△ ・中小容量では商用として確立 ・大容量では実績に乏しい	△ ・中小容量では商用として確立 ・大容量では実績に乏しい	△ ・PCF は商用として確立 ・FGD は超高S分炭での実績無し
10. 信頼性	△ ・炉内の性能確保と磨耗対策、側壁管及び伝熱管の磨耗対策が必要 ・ブローリフトでの実績がなく、技術開発の要素が有る	△ ・確実な石炭供給のための確保が必要 ・側壁管及び炉内伝熱管の磨耗対策が必要 ・ブローリフトでの実績がなく、技術開発の要素が多分に有る	△ ・FGD における腐食・磨耗対策及びブローリフト対策が必要 ・超高S分炭でのFGDの実績が無く、技術開発の要素が有る
11. 運用特性 (1) 負荷追従性 (2) 運転操作性 (3) 起動時間 (4) 安定性	△ 良好 起動後の炉内燃焼安定時は容易 PCF より長い 良好	△ 良好 起動後の炉内燃焼安定時は容易 最長 多少不良	○ 良好 容易、但し、FGD でのブローリフトに要注意 最長 良好
12. 保守性	△ ・耐腐食対策及びその補修が必要	△ ・耐腐食対策及びその補修が必要	△ ・FGD の腐食 腐食対策及びその補修が必要 ・塔・配管等のブローリフト除去が必要
13. 副産品 (1) 種類 (2) 処理	混在 (石灰灰+石膏+生石灰) 廃棄 (灰捨場) ・Ca成分と水分による発熱・固化対策が必要→Handling 注意 ・小浸透性を活かし地下水との遮断に利用可能 (灰捨場底部に散布)	混在 (石灰灰+石膏+生石灰) 廃棄 (灰捨場) ・Ca成分と水分による発熱・固化対策が必要→Handling 注意 ・小浸透性を活かし地下水との遮断に利用可能 (灰捨場底部に散布)	副産 (石灰灰、石膏) 廃棄 (灰捨場) ・有効利用の検討が容易 ・石膏と水分による固化対策が必要 →Handling 注意
14. ブローリフト (1) 吸収剤 (2) 補給水量 (3) 動力 (炉内率)	【利用率70%での値】 石灰石(CaCO <sub>3</sub> ) 520×10 <sup>3</sup> t/y 450×10 <sup>3</sup> t/y 6~7%	【利用率70%での値】 石灰石(CaCO <sub>3</sub> ) 830×10 <sup>3</sup> t/y 520×10 <sup>3</sup> t/y 7~8%	【利用率70%での値】 石灰石(CaCO <sub>3</sub> ) 200×10 <sup>3</sup> t/y 1.120×10 <sup>3</sup> t/y 8~9%
15. 排水	一般排水+純水装置排水	一般排水+純水装置排水	一般排水+純水装置排水+FGD 排水
16. 煙突リフト又は排ガス再加熱	リフト：必要 ※酸露点温度注意	リフト：必要 ※酸露点温度注意	リフト：必要、再加熱：必要 ※酸露点温度注意
17. 設置ベース	○ ・PCF+FGD より小 ・予定敷地内に設置可能 (旧7~10号行跡地 北側ベース 既設灰捨場跡地 7~10号行用乾燥機跡地)	○ ・PCF+FGD より小 ・予定敷地内に設置可能 (旧7~10号行跡地 北側ベース 既設灰捨場跡地 7~10号行用乾燥機跡地)	○ ・FBC より大 ・予定敷地内に設置可能 (旧7~10号行跡地 北側ベース 既設灰捨場跡地 7~10号行用乾燥機跡地)
18. 建設期間	原則変更無し 但し、リフト 焚き同容量規模での実績がない為、試運転時間大の可能性有り	原則変更無し 但し、リフト 焚き同容量規模での実績がない為、試運転時間大の可能性有り	原則変更無し 但し、超高S分炭でのFGDの運転実績がない為、試運転時間 側との協力を十分に行う必要有り
19. 環境対応	○ ・排水性状基準及び環境基準に適合する ・リフトからの排水は殆ど無 ・騒音、振動共に問題となる設備は特に無	○ ・排水性状基準及び環境基準に適合する ・リフトからの排水は殆ど無 ・騒音、振動共に問題となる設備は特に無	○ ・排水性状基準及び環境基準に適合する ・脱硫排水があるため大規模な排水処理装置が必要 ・騒音、振動共に問題となる設備は特に無
技術評価	適用可能  但し、環境対応には十分寄与するが、ブローリフトでの運転実績がないので運転保守に技術開発的要素が有る	適用困難  ブローリフトのような水分の高い石炭での給炭システムの設計が未完である	適用可能  但し、環境対応には十分寄与するが、超高S分炭でのFGD 大型実績がない為技術開発的要素が有る
(経済比較) ※カッコ内は指数表示			
1. 設備費	605.3 M\$ (90)	645.5 M\$ (97)	665.9 M\$ Base (100)
2. 運転(固定可変)費	4.9 ¢/kWh (92)	5.2 ¢/kWh (98)	5.3 ¢/kWh Base (100)
経済評価	優位	やや優位	Base
総合評価	◎  技術的には多少開発要素があるものの、PCF+FGD と同等である。 経済的には最優位である。	△  安定したB-FBCの運転に必要な給炭システムは複雑であり、ブローリフトの様な水分の高い石炭での給炭システムの設計が難点となる。	○  技術的にはFGDに開発要素があるものの、C-FBCと同等である。 経済的にはコスト高である。

Table 5-2-2 Planned Performance

		(per unit)		
1. Boiler type		C-FBC	B-FBC	PCF+FGD
2. Coal		Ash MAX	Ash MAX	Ash MAX
3. Plant efficiency (wet low calorie base)	%	36.5	34.5	32.8
Boiler efficiency	%	87.6	82.6	80.4
Turbine efficiency	%	45.0	45.0	45.0
Auxiliary power consumption	%	7.0	9.0	9.0
Plant loss	%	0.3	0.3	0.3
4. Plant efficiency (wet high calorie base)	%	28.5	26.9	25.6
Boiler efficiency	%	68.3	65.2	62.7
Turbine efficiency	%	45.0	45.0	45.0
Auxiliary power consumption	%	7.0	8.0	9.0
Plant loss	%	0.3	0.3	0.3
5. Coal consumption (wet base)	T/H	412	436	458
	T/D	9,888	10,464	10,992
(annual plant utilization = 70%)	$\times 10^3$ T/Y	2,526	2,674	2,808
6. Limestone consumption	T/H	85	112	47
	T/D	2,040	2,688	1,128
(annual plant utilization = 70%)	$\times 10^3$ T/Y	521	687	288
Surplus rate	—	2.0	2.5	1.05
7. Make up water	T/H	73	80	182
For plant using	T/H	73	80	45
For FGD using	T/H	—	—	137
	T/D	1,752	1,920	4,368
(at plant annual utilization = 70%)	$\times 10^3$ T/Y	448	491	1,116
8. Ash disposal quantity	T/H	225	255	127
	T/D	5,400	6,120	3,048
(annual plant utilization = 70%)	$\times 10^3$ T/Y	1,380	1,564	779
9. By-product gypsum	T/H	—	—	87
	T/D	—	—	2,088
(annual plant utilization = 70%)	$\times 10^3$ T/Y	—	—	533
10. Boiler outlet flue gas				
Wet base	$\times 10^3$ m <sup>3</sup> N/H	1,294	1,473	1,484
Dry base	$\times 10^3$ m <sup>3</sup> N/H	978	1,137	1,131
Gas temperature	°C	165	165	195
11. Flue gas properties at stack outlet				
Wet base	$\times 10^3$ m <sup>3</sup> N/H	1,297	1,477	1,666
Dry base	$\times 10^3$ m <sup>3</sup> N/H	981	1,140	1,191
Gas temperature	°C	170	170	90
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup> N	2,687	2,436	1,384
NO <sub>x</sub>	mg/m <sup>3</sup> N	<600	<600	<600
Dust	mg/m <sup>3</sup> N	<100	<100	<100
CO	mg/m <sup>3</sup> N	<250	<250	<250

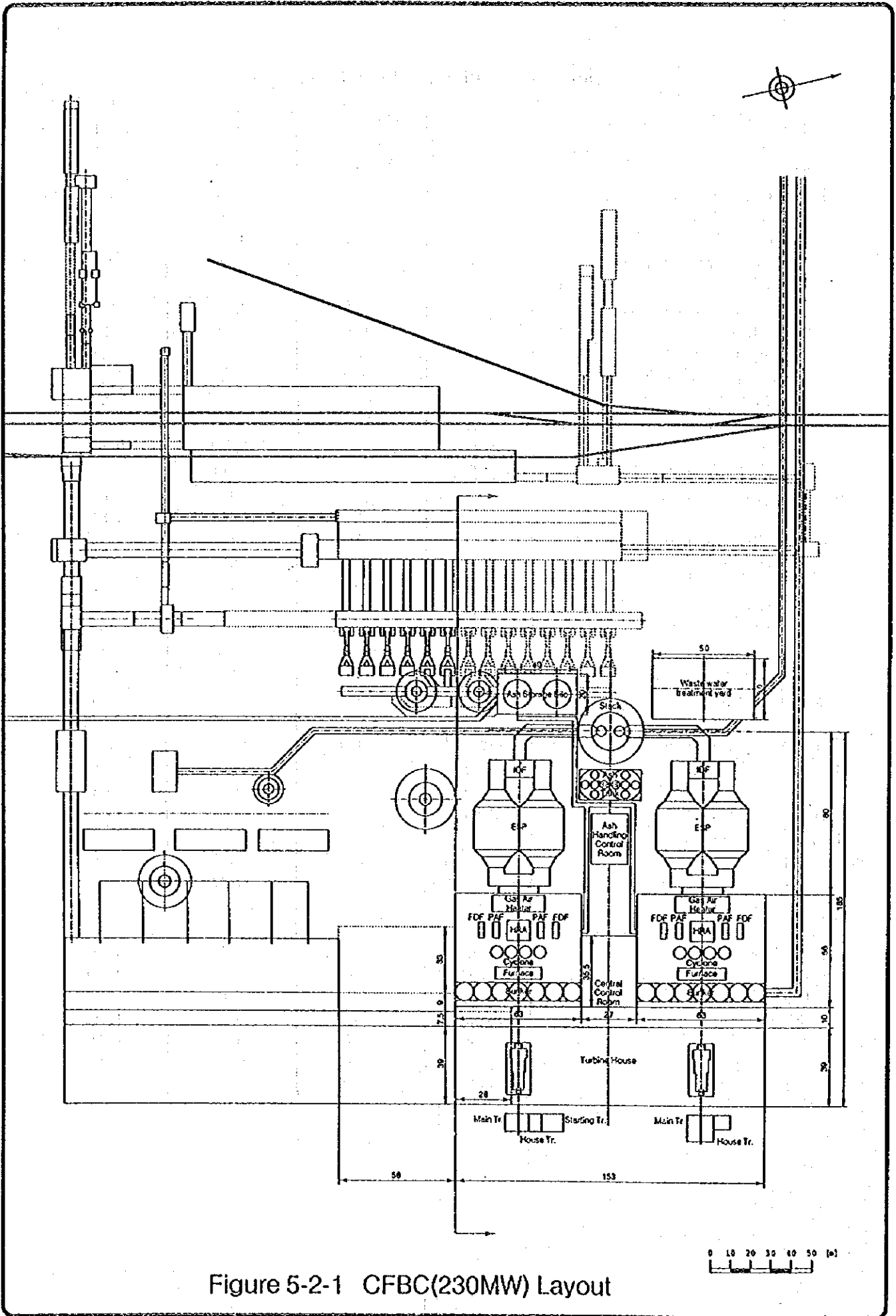


Figure 5-2-1 CFBC(230MW) Layout

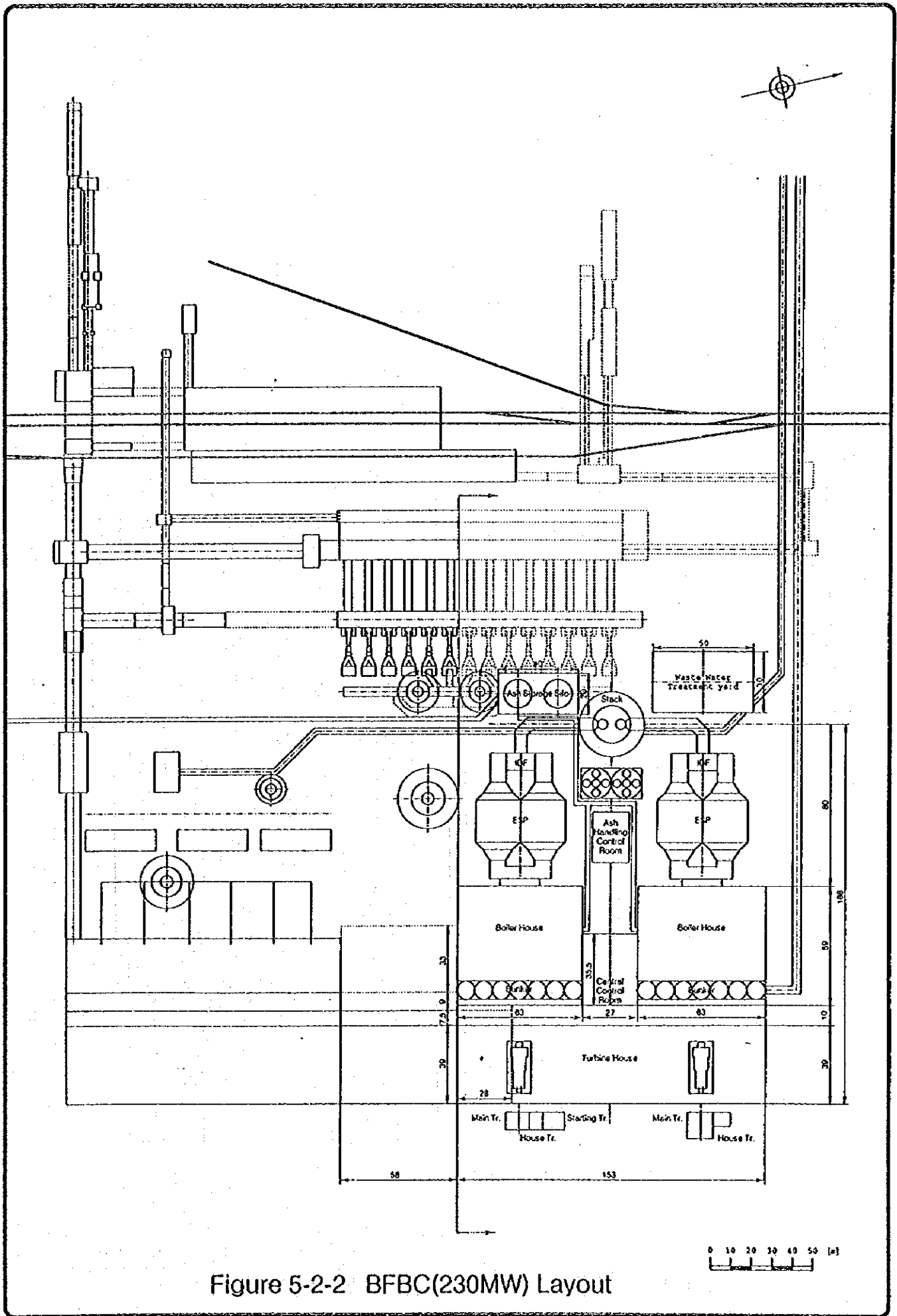
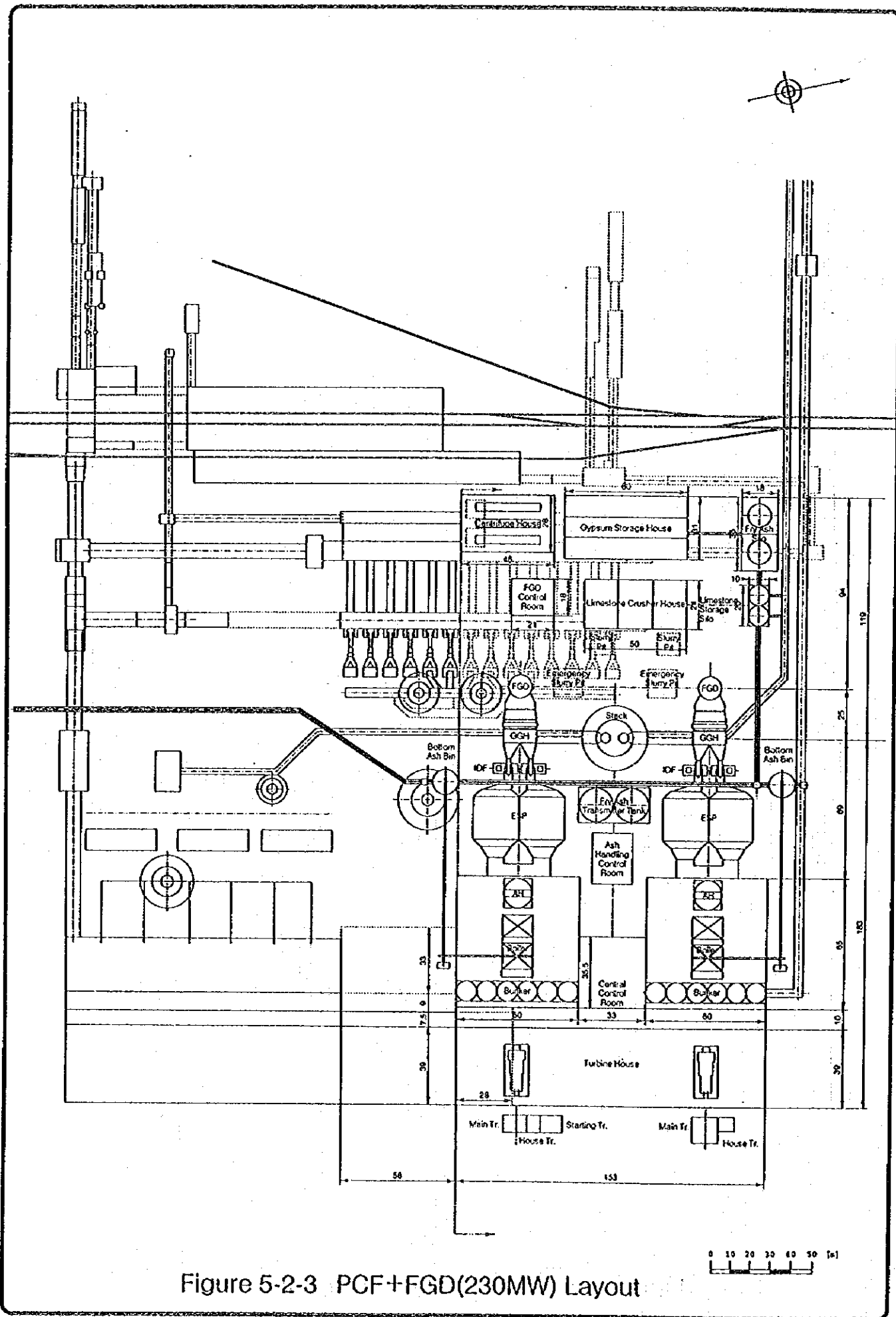


Figure 5-2-2 BFBC(230MW) Layout





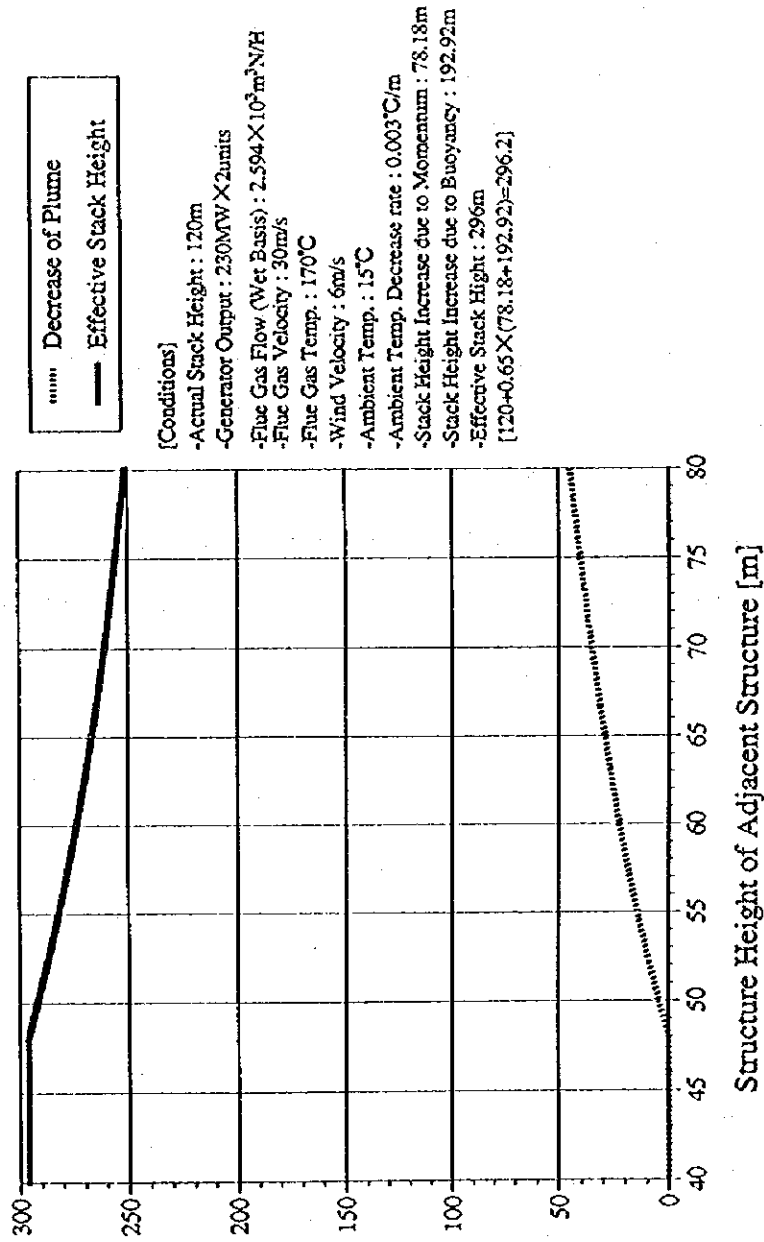


Figure 5-2-4 Effective Stack Height vs. Adjacent Structure Height on a 120m High Stack, ME-1 P/S

### 5.3 タービン・発電機型式選定

#### 5.3.1 蒸気タービン型式選定

マリツァ・イースト第1火力発電所R1号及びR2号機用蒸気タービンとして200MWクラスの発電プラントに設置されている蒸気タービンの実績、運転・保守性の容易さ等により次の型式を選定する。

- ・蒸気タービン型式 : 串型2卓室複流排気型再熱タービン

#### 5.3.2 発電機の型式選定

##### (1) 選定結果及び理由

マリツァ・イースト第1火力発電所のR<sub>1</sub>及びR<sub>2</sub>号機発電機として、水素冷却・横置円筒回転界磁耐爆構造式三相交流同機発電機を選定する。

選定理由は以下の通りである。

- (a) マリツァ・イースト第2火力発電所や第3火力発電所では、類似クラスの発電機に同タイプが採用されており、ブルガリア国においても実績がある。
- (b) 同タイプの発電機は、世界でも信頼のできるメーカーが数多く製造しており、運転、保守が容易である。

## 5.4 既設流用可能設備

### 5.4.1 取放水設備

#### (1) スクリーンポンプ室

スクリーンポンプ室本体については構造的に問題となるような劣化現象がみられないため既存設備の流用は可能であるが、次の2つの機械台基礎部については改造する必要がある。

##### (a) スクリーン部

老朽化したスクリーンを新しいスクリーンに交換するため、コンクリート側面に設けられたスクリーン設置用のガイドウォールを全て改造する必要がある。

##### (b) ポンプ部

新しいポンプに交換するため、ポンプ設置部のコンクリートスラブを全てポンプの据付仕様にあわせて改造する必要がある。

#### (2) 取水路

既設流用部及び新設部を含めた取水路計画ルートをFigure 5-4-1-1に示す。

##### (a) 現状

既設取水路は2条あり、1条あたりコンクリート円形カルバート形式 175mと鋼管直埋形式225mから構成されている。

##### (b) 既設コンクリート円形カルバート部流用可能性の検討

構築後36年以上経過しているが、現在まで健全度調査が行われていなく、コンクリートの劣化状況も不明であるが、当面、コンクリートは健全であると想定した場合の構造検討を行い、その流用可能性について検討することとする。

##### ① 検討結果及び評価

仕様に不明な点がある為、使用鉄筋量を2ケース想定して検討した。

		ケース		ケース 1	ケース 2
使用鉄筋	mm			φ10ctc150	φ10ctc300
断面寸法	B	cm	100		
	H	cm	25		
断面力	M	tf・m	1.294		
	N	tf	9.470		
	S	tf	2.068		
鉄筋量	かぶり	cm	1.5	1.5	
	d	cm	23.5	23.5	
	A <sub>s</sub>	cm <sup>2</sup>	5.240	2.620	
応力度	σ <sub>c</sub>	kgf/cm <sup>2</sup>	25.4	25.4	
	σ <sub>s</sub>	kgf/cm <sup>2</sup>	366.0	732.0	
	τ	kgf/cm <sup>2</sup>	0.88	0.88	
許容応力度	σ <sub>c,s</sub>	kgf/cm <sup>2</sup>	77.0		
	σ <sub>s,s</sub>	kgf/cm <sup>2</sup>	1400.0		
	τ <sub>s</sub>	kgf/cm <sup>2</sup>	4.25		

いずれのケースも発生応力度より許容応力度の方が優っている。

よって、コンクリートが健全であれば流用可能と判断される。

(c) 既設鋼管直埋部流用可能性の検討

鋼管の肉厚は当初 8 mmであったが、1994年 5月に行れた管厚調査結果では、5.5mm~7.4mmとなっており、35年間で2.5mm~0.6mm腐食していることが判明している。

なお、建設中及び運用後には上面道路を車輛等が通過するため、一般部の車輛荷重を 1 t/m<sup>2</sup>とした場合の必要管厚は今後30年間の腐食代を 2 mm考慮すると、φ 2,200mm×22mmとなり、現状ではこの鋼管では必要な強度は確保できないことになる。(想定発生応力4230kgf/cm<sup>2</sup>>許容応力1330kgf/cm<sup>2</sup>)

現状の管厚では薄過ぎて内面からの補強は不可能であり、また、地上部に諸配管基礎があるため、外面からの補強も不可能である。

従って、次のような対策を講じて補強を行うものとする。

① 地上部に諸配管、基礎がある範囲 (Figure 5-4-1-1 赤色部)

φ 1,800mm, t = 18mmの新規の鋼管を既設 φ 2,200mmの鋼管の中に挿入させ、周辺部はモルタル注入する。

なお、既設の鋼管が将来、腐食しても良いように、新規の鋼管で全て荷重を

受け持つ構造とする。

② 地上部に障害となる構造物がない範囲 (Figure 5-4-1-1 黄色部)

既設の管路を撤去し、新規に水路を構築するものとする。

なお、採用する鋼管は $\phi 2,200\text{mm}$ とし、管厚はブルガリアで供給可能な $8\text{mm}$ とし、構造は周面をコンクリートで巻いた鋼管コンクリート巻立て構造とする。

また、コンクリート巻立厚さは、工事中の機械据付機器荷重を想定し、 $7\text{t/m}^2$ の荷重に耐える構造とする。

(d) 新設部の検討 (Figure 5-4-1-1 青色部)

新設部は、上記黄色部と同じ $\phi 2,200\text{mm}$ 、 $t = 8\text{mm}$ の鋼管のコンクリート巻立て構造とする。

(3) 放水路

(a) 現状

既設放水路は、コンクリートボックスカルバート構造で、1連構造が2条あり、1条あたり約 $400\text{m}$ からなっている。

(b) 既設ボックスカルバートの検討

構築後35年以上経過しているが、現在まで健全度調査が行われていなく、コンクリートの劣化状況も不明であるが、当面、コンクリートは健全であると想定し、本カルバートは流用可能であるものとした。

(c) 新設循環水管路の部の検討 (Figure 5-4-1-1 緑色部)

本館建屋からコンクリートボックスカルバートまでの循環水管路は全て新設であり、その構造は取水管と同じ $\phi 2,200\text{mm}$ 、 $t = 8\text{mm}$ の鋼管のコンクリート巻立てとする。

(d) 新設ボックスカルバート (Figure 5-4-1-1 オレンジ色部)

循環水管路取合部から既設ボックスカルバートまでは、既設と同様に内空寸法 $2.20\text{m} \times 2.85\text{m}$ の1連のコンクリートボックスカルバート構造を新設するものとする。

#### (4) 計画実行に伴う考慮事項

既設放水路のコンクリート円形カルバート及び既設放水路のコンクリートボックスカルバートについて、本検討では現在まで健全度調査が行われていなく劣化状況が不明であるため、健全であるものと想定し検討しているが、実施に当たってはカルバート内のコンクリートの健全度調査を十分行った上、その健全度に合わせて流用可能性の検討を行う必要がある。

#### 5.4.2 本館タービン室

再建計画の中で、既設の建物が流用できるものについては、流用するものとして計画を進めてきたが、今回の計画では、タービン室から煙突までの機器配置に対して、スペースが不足し、既設5、6号機タービン室を全面利用するだけでは、機器を配置することは困難と判断されたため、今回の計画では、既設タービン室の一部を利用して、不足分をその横に新たに増築する計画である。既設と新築の両用となるため、タービン室及び周囲の構造物の計画は複雑になるため、建築の計画および詳細設計時には留意すべき点がある。

Table 5-4-1 には既設タービン室の健全性についての調査結果をまとめた。

経済的には、既設を流用した方がメリットがあるので、これが充分発揮できるよう最適な建築計画をする必要がある。

#### 5.4.3 煙突

今回の機器配置によると、既設の煙突の再利用は困難と判断された。したがって、煙突は新築するものとして計画する。既設の煙突は流用可能設備の対象としないものとする。

#### 5.4.4 機械設備

既設機械設備の内、流用可能な設備は以下の通りである。

- (1) 河川水送水ポンプ及び送水配管
- (2) 天井クレーン（タービン建屋）
- (3) 保守用クレーン（循環水ポンプ室）
- (4) 地域熱供給用温水配管

Table 5-4-1 既設タービン室健全性調査まとめ

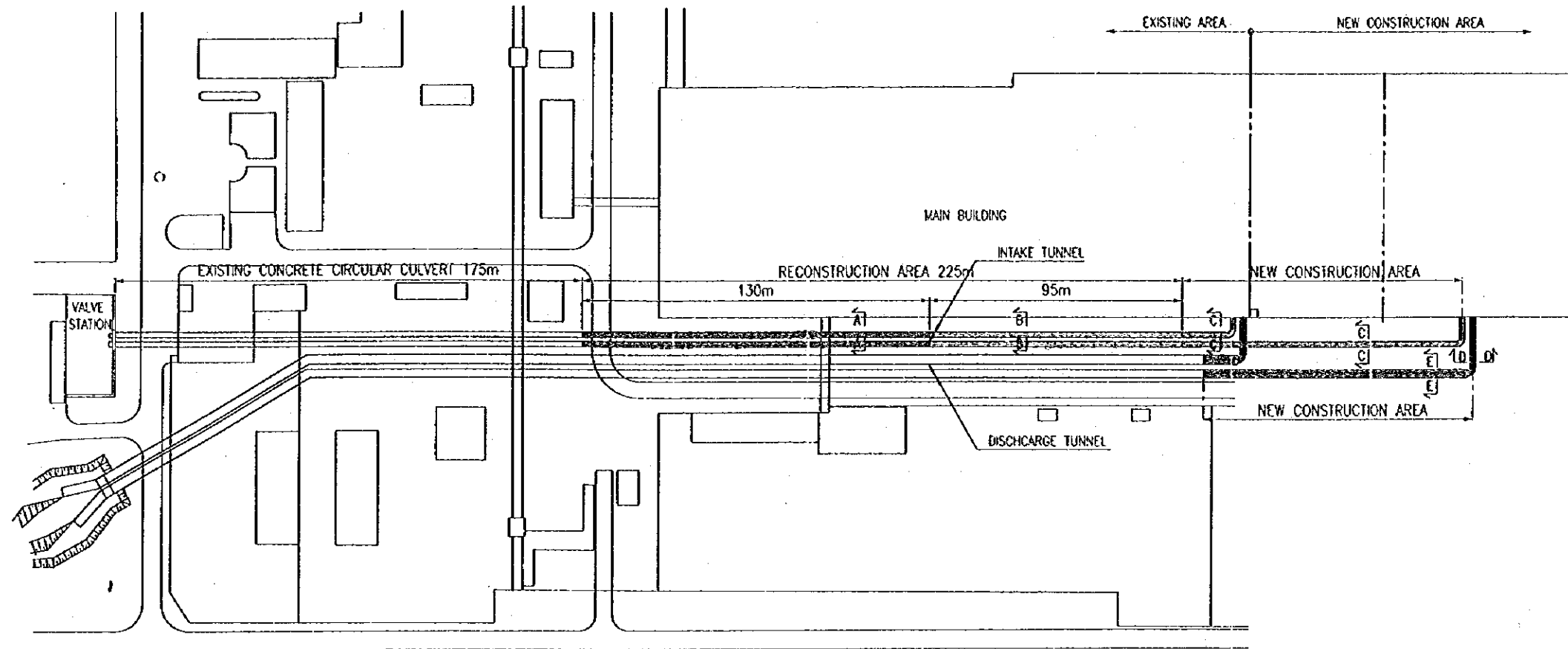
項目	項目別評価			備考
	A通り	B通り	B通り	
亀裂	1	1	1	柱、梁、床に対して貫通していない0.3mm以下の亀裂しか見られなかった。
漏水	1	1	1	床（天井）よりの漏水は見られなかった。
表面劣化	1	1	1	床（天井）のコンクリートに剥落、鉄筋露出、うき、鉄筋錆膨張は見られなかった。
コンクリートの中酸化	0.55	0.43	0.7	柱のサンプリングコアの試験により、A、B通りでは、主筋近くまで中性化が進んでいた。
鉄筋の錆	1	1	1	柱に対して、はつり出した鉄筋の状態は、黒皮の状態に近かった。
コンクリートの化学的損傷	1	1	1	目視による躯体表面及びサンプリングコア表面に異常はなかった。
コンクリート圧縮強度	1	1	1	サンプリングコアによる強度試験により、設計強度以上であることが確認された。
建物ふりく	1	1	1	実測を行い、建物にふりくがなく、2次障害は見られなかった。
たわみ	1	1	1	床、梁、屋根部鉄骨に対して、実測を行い、たわみ量が規定値以下であった。
劣化係数	0.97	0.96	0.98	1を健全として、建物全体の劣化度の割合を示す。
基準残存耐用年（年）	62	62	62	法定耐用年80年と経年34年より計算された。
耐用年指標（%）	75	74	76	法定耐用年に対する劣化度に応じた基準残存耐用年の修正値の割合を示す。
耐用性評価ランク	B			評価はA～Dまでであり、Aは健全であり、Dは即補修等が必要である。
総合評価	コンクリートの中酸化がある程度進行しているが、その他の項目では、健全性が示されている。耐用性評価では、Bランクであり、将来C、Dランクになる恐れがあるので、継続的に点検することが望ましい。			







INTAKE AND DISCHARGE TUNNEL PLAN S=1:1 000



SECTION S=1:100

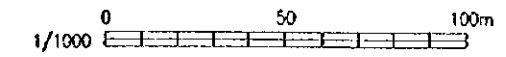
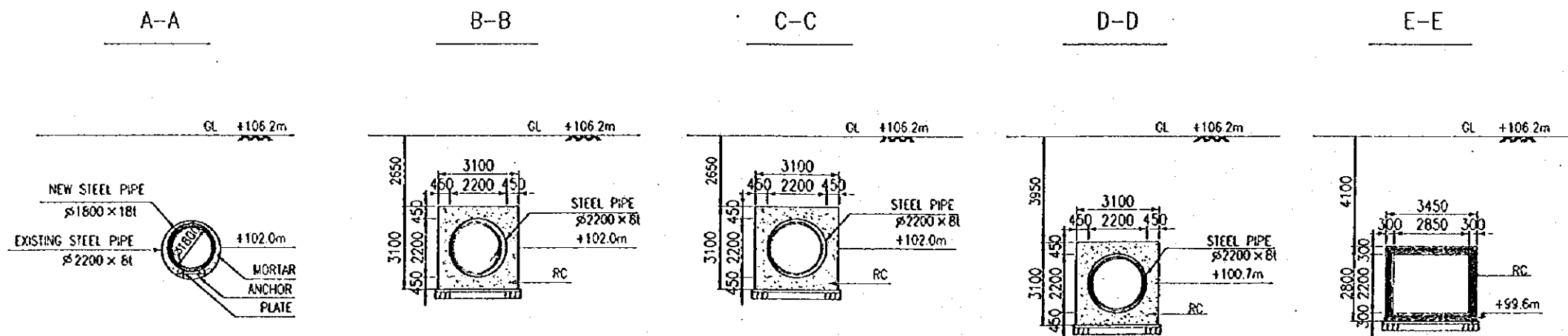


Figure 5-4-1-1 INTAKE AND DISCHARGE TUNNEL PLAN

FEASIBILITY STUDY ON MARITSA EAST NO.1 REPLACING THERMAL POWER PLANT FOR IMPROVEMENT OF THE PERFORMANCE OF THE UNITS AND THE ENVIRONMENTAL PROTECTION IN THE REPUBLIC OF BULGARIA			
<b>INTAKE AND DISCHARGE TUNNEL</b>			
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY TEAM			
APPROVED BY	REVIEWED BY	CHECKED BY	DRAWN BY
DATE		SCALE	DATE
		1/1000, 1/100	

## 第 6 章 概 念 設 計

## 第6章 概念設計

### 6.1 設計諸元

プラント設計を行うに当たって、基本となる共通諸元を以下に示す。

(1) 定格出力 : 電気出力 230MW×2ユニット

(2) 地域暖房用温水 : 25Gcal/h

地域暖房用温水設備は両号機に設置するが、供給はどちらか一方のみとする。この時、温水供給している号機の電気出力は供給熱量に応じて減じるものとする。

#### (3) 蒸気条件

(a) 蒸気発生量 : 740t/h/unit (MCR)

(b) 主蒸気圧力 : 169kg/cm<sup>2</sup>g (2,400lbf/in<sup>2</sup>)

(c) 主蒸気温度 : 538°C (1,000° F)

(d) 再熱蒸気温度 : 538°C (1,000° F)

(4) リグナイト及び灰性状 : Table 6-1-1に示す。

(5) 石灰石性状 : Table 6-1-2に示す。

(6) 重油性状 : Table 6-1-3に示す。

(7) プラント年間利用率 : 70%

(8) 最低負荷 : 40%

#### (9) 排ガス基準

(a) SO<sub>2</sub> : 脱硫効率90%以上

(b) NO<sub>x</sub> : 600mg/m<sup>3</sup>N(292ppm)以下

(c) Dust : 100mg/m<sup>3</sup>N以下

(d) CO : 250mg/m<sup>3</sup>N(200ppm)以下

(10) 排水基準 : ブルガリア国基準「表面流水の水質の評価に適用される指標と基準」の分類Ⅲを遵守する。

#### (11) 過負荷

(a) ボイラMCR : ECRの103%以下

(b) タービンTMP : 定格出力の105%以下

(c) 発電機 : 定格出力の105%以下

(12) リグナイト及び石灰石の貯蔵量 : 23日分

(13) 気温 : -20~40°C

(14) 風力 : 38kg/m<sup>2</sup>

(15) 地震係数 : 0.08G

**Table 6-1-1 Design Lignite Properties**

Coal classification			A Max
Ash	(air-dried base)	%	45.00
Moisture	(as received)	%	49.00
Ash	(as received)	%	22.95
Carbon	(as received)	%	18.85
Hydrogen	(as received)	%	1.42
Oxygen	(as received)	%	5.05
Nitrogen	(as received)	%	0.30
Combustible sulphur	(as received)	%	3.20
Volatiles from mineral substance	(as received)	%	2.19
Calorific value (LHV)	kcal/kg		1,315
	kJ/kg		5,510
Volatiles		%	60 - 64
Hygroscopic moisture		%	11
Milling efficiency	per K per for guaranteed coal		0.83 - 1.22 K=1.1
Ash analysis	SiO <sub>2</sub>	%	35 - 50
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	16 - 32
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	7 - 20
	MgO	%	1.5 - 3.5
	CaO	%	2.5 - 5.0
	SO <sub>3</sub>	%	2.5 - 15
Ash fusion temperature			
A. In oxidizing environment (by Leits) for Analysis 1,2,3			
Deformation point		°C	1,210 - 1,300
Melting point		°C	1,260 - 1,300
Running point		°C	1,280 - 1,300
B. In semi-reduction environment (by Bunte-Baum) for Analysis 4			
Deformation point		°C	1,050 - 1,150
Melting point		°C	1,150 - 1,300
Running point		°C	1,200 - 1,400
Density	gt/cub. cm		1.5 - 1.9
Bulk weight	kg/cub. cm		700 - 1,000

**Table 6-1-2 Design Limestone Properties**

Original limestone analysis  (air dried base)		Ca (%)	38.8
		Mg (%)	0.1
		C (%)	11.94
		S (%)	0.004
Fraction analysis between 0.125 - 0.250 mm  (air dried base)		Ca (%)	39
		Mg (%)	0.1
		C (%)	11.94
		S (%)	0.003
Limestone specification	Grade	Reactive Index RI (mol/mol)	Absorption Capacity CI (Limestone gs/kg)
	excellent	< 2.5	120 <
	good	2.5 - 3.0	100 - 120
	medium	3.0 - 4.0	80 - 100
	low	4.0 - 5.0	60 - 80
	bad	5.0 <	< 60

**Table 6-1-3 Heavy Oil Properties**

Item		Bulgarian Standard	Acceptable Properties
Calorific value [HHV]	MJ/kg	39.8	39.88
	Kcal/kg	9,506	9,525
Kinematics viscosity	mm <sup>2</sup> /s	115	—
Density	g/cm <sup>3</sup>	1.015	0.968
Ash content	Weight %	0.15	0.068
Sulfur content	Weight %	3.5	2.99
Moisture	Volume %	1.0	—
Impurities	Weight %	0.5	—
Flash point	°C	110 or more	120 or more
Pour point	°C	25 or less	7 or less

## 6.2 計画性能

設計諸元に基づき計画した設備及び性能を以下に示す。

### (1) 主要設備型式

- (a) ボイラ : 屋内型循環式流動床単胴放射形再熱式
- (b) 集じん器 : 電気式
- (c) タービン : 串型2車室複流排気型
- (d) 発電機 : 水素冷却形横置回転界磁耐爆構造三相交流同期式

### (2) プラント性能

プラントの効率、ユーティリティ、ガス性状等を Table 6-2-1 に示す。

Table 6-2-1 Planned Performance

(per unit)

1. Boiler type		C-FBC
2. Coal		Ash MAX
3. Plant efficiency (wet low calorie base)	%	36.5
Boiler efficiency	%	87.6
Turbine efficiency	%	45.0
Auxiliary power consumption	%	7.0
Plant loss	%	0.3
4. Plant efficiency (wet high calorie base)	%	28.5
Boiler efficiency	%	68.3
Turbine efficiency	%	45.0
Auxiliary power consumption	%	7.0
Plant loss	%	0.3
5. Coal consumption (wet base)	T/H	412
	T/D	9,888
(plant annual utilization = 70%)	$\times 10^3$ T/Y	2,526
6. Limestone consumption	T/H	85
	T/D	2,040
(plant annual utilization = 70%)	$\times 10^3$ T/Y	521
Surplus rate	—	2.0
7. Make up water	T/H	73
Plant using	T/H	73
FGD using	T/H	—
	T/D	1,752
(plant annual utilization = 70%)	$\times 10^3$ T/Y	448
8. Ash disposal quantity	T/H	225
	T/D	5,400
(plant annual utilization = 70%)	$\times 10^3$ T/Y	1,380
9. By-product gypsum	T/H	—
	T/D	—
(plant annual utilization = 70%)	$\times 10^3$ T/Y	—
10. Boiler outlet flue gas		
Wet base	$\times 10^3$ m <sup>3</sup> N/H	1,294
Dry base	$\times 10^3$ m <sup>3</sup> N/H	978
Gas temperature	°C	165
11. Flue gas properties at stack outlet		
Wet base	$\times 10^3$ m <sup>3</sup> N/H	1,297
Dry base	$\times 10^3$ m <sup>3</sup> N/H	981
Gas temperature	°C	170
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup> N	2,687
NO <sub>x</sub>	mg/m <sup>3</sup> N	<600
Dust	mg/m <sup>3</sup> N	<100
CO	mg/m <sup>3</sup> N	<250

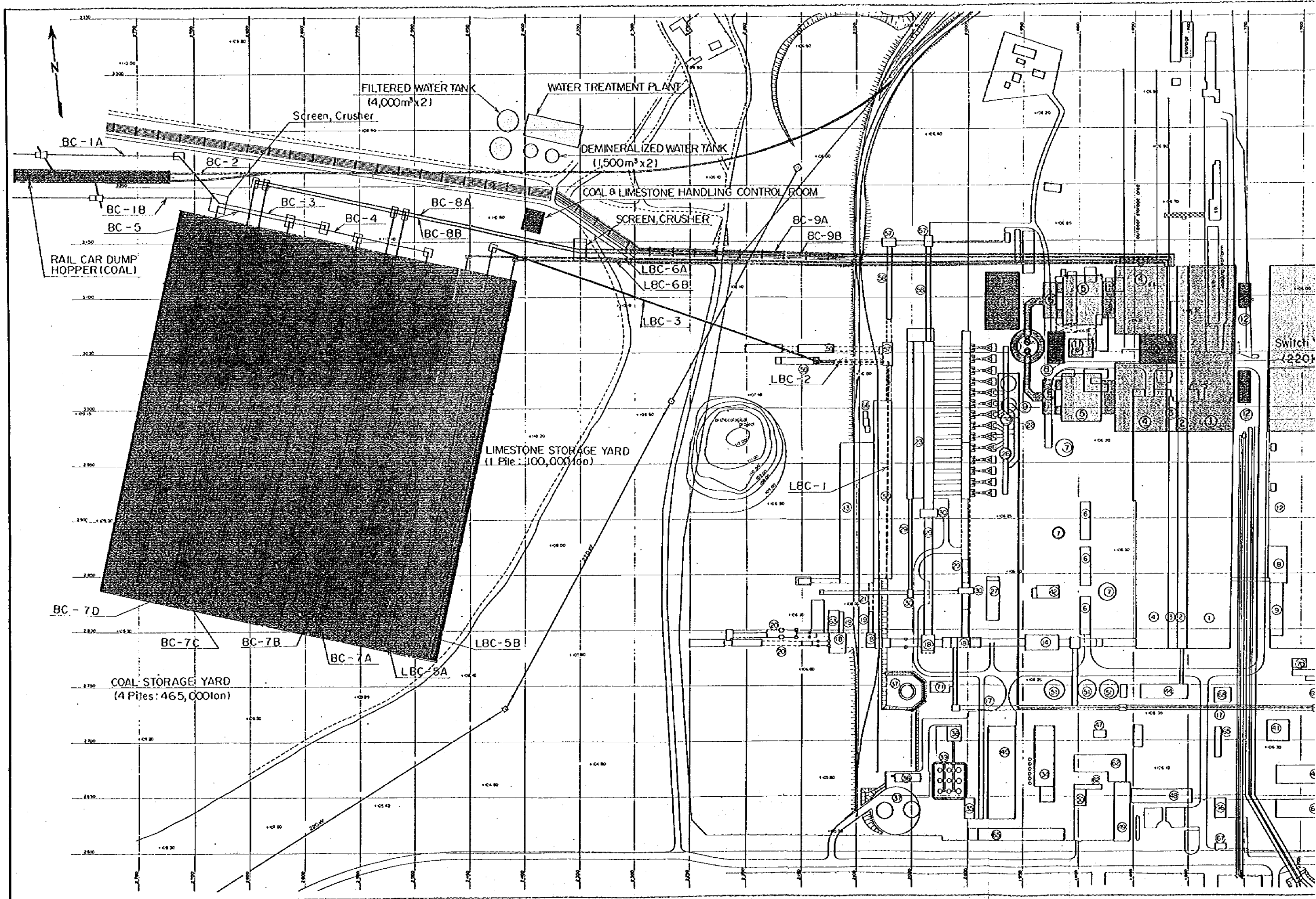


### 6.3 レイアウト

発電所レイアウト図をFigure 6-3-1～2に示す。

- (1) 再建プラントR1・R2号機のタービン建屋を残存使用している1～4号機のタービン建屋より北方へ58m移動した地点に配置する。
- (2) 煙突は180m自立型1筒身2流方式の新設煙突を再建プラントR1・R2号機の中央に配置する。
- (3) 灰処理装置は再建プラントR1・R2号機の電気集じん器の間に配置し、ストレージタンクを經由して所外搬出用鉄道貨車まで空気搬送される。
- (4) 排水処理装置は新設煙突の北西側に配置する。
- (5) 所内用水処理装置は埋め立て完了済みの灰捨て場の北に配置する。
- (6) 貯炭場は埋め立て完了済みの灰捨て場に設置する。
- (7) 石灰石貯蔵場所は埋め立て完了済みの灰捨て場に設置する。





FILTERED WATER TANK  
(4,000m³ x 2)

WATER TREATMENT PLANT

DEMINERALIZED WATER TANK  
(1,500m³ x 2)

COAL & LIMESTONE HANDLING CONTROL ROOM

SCREEN, CRUSHER

BC-1A

BC-2

BC-3

BC-8A

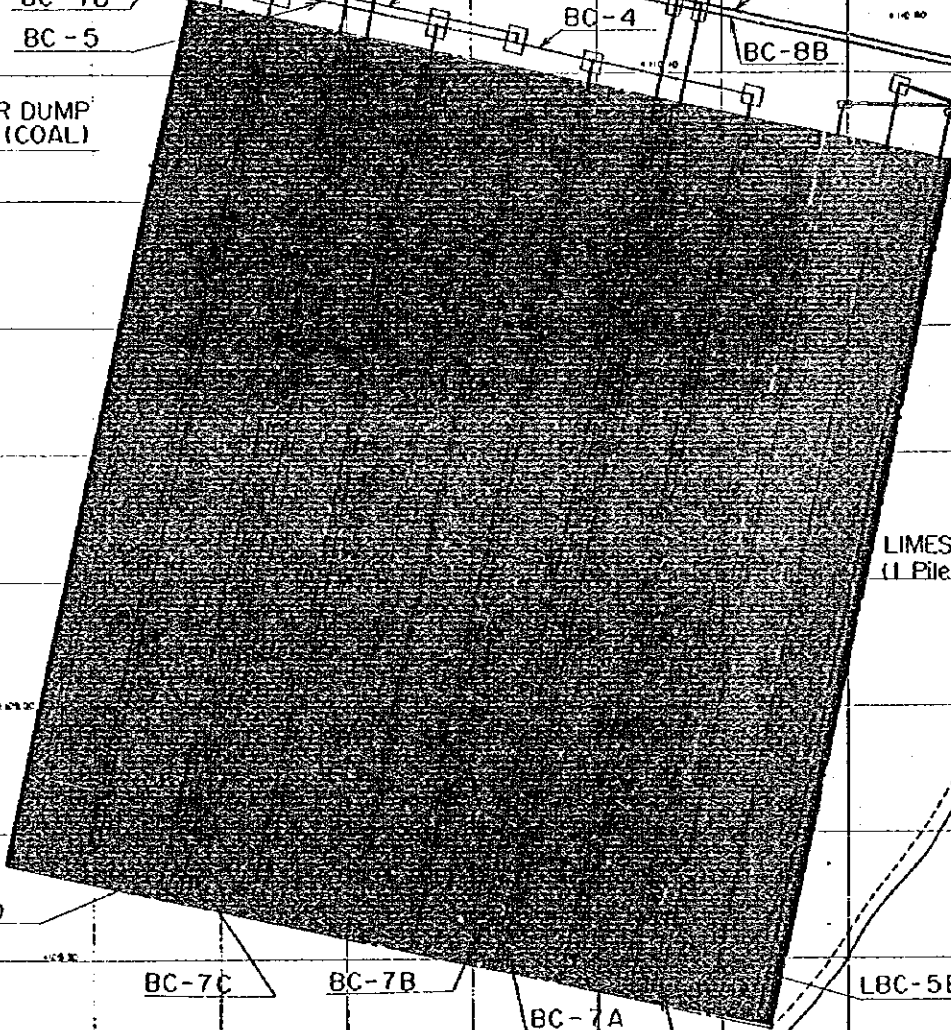
BC-4

BC-8B

BC-9A

BC-9B

RAIL CAR DUMP  
HOPPER (COAL)



LBC-6A

LBC-6B

LBC-3

LBC-2

LIMESTONE STORAGE YARD  
(1 Pile: 100,000tpd)

LBC-1

BC-7D

BC-7C

BC-7B

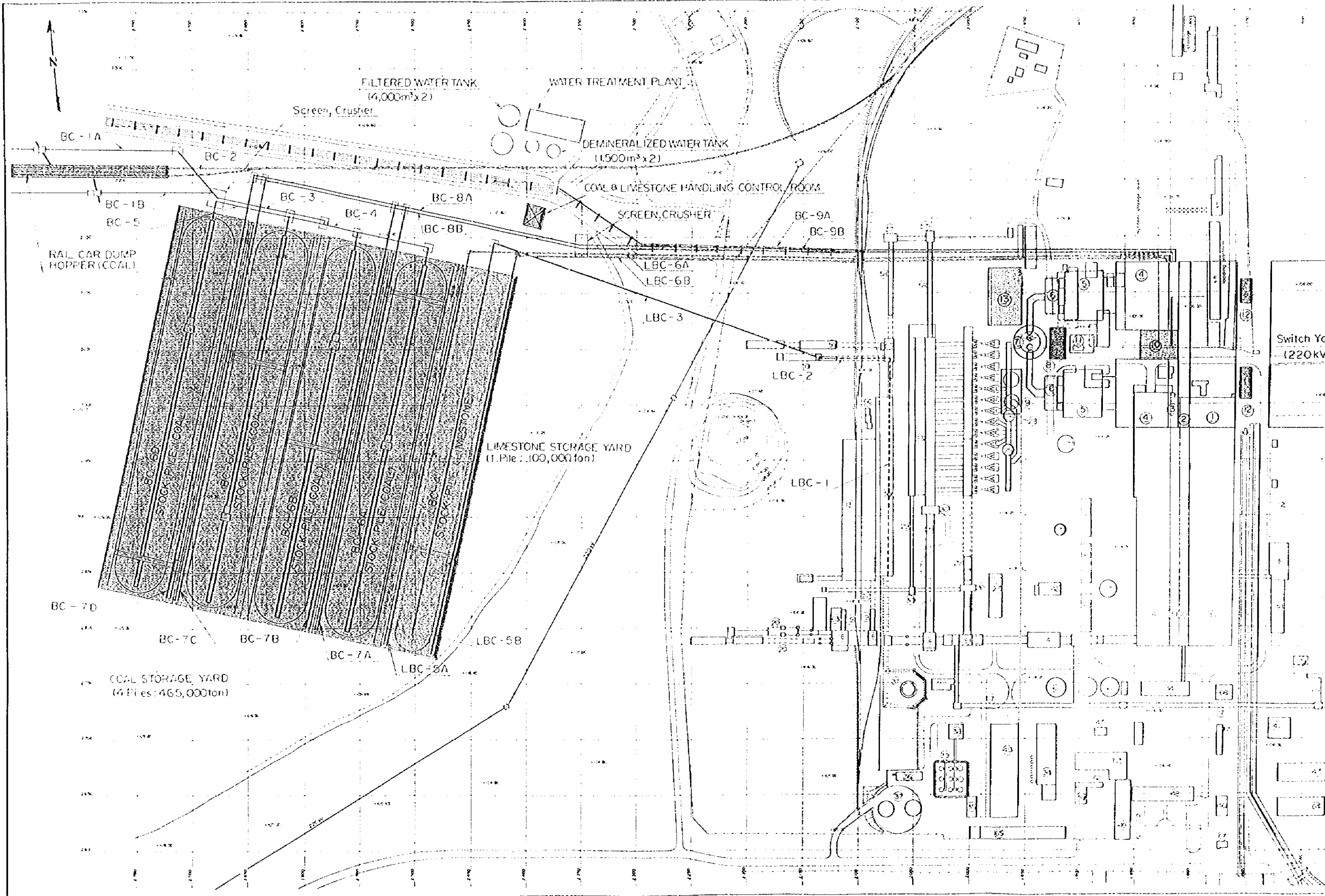
BC-7A

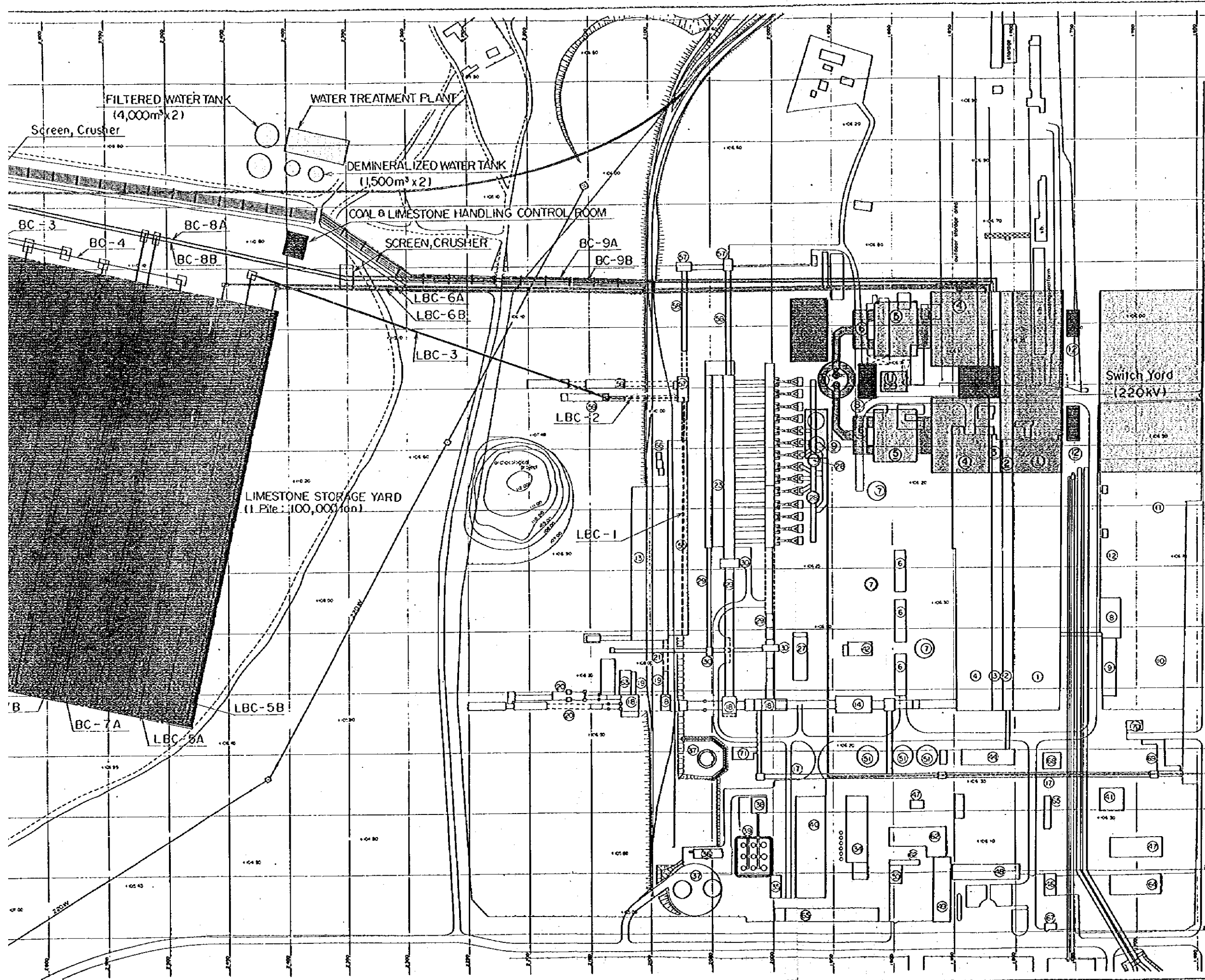
LBC-5B

LBC-5A

COAL STORAGE YARD  
(4 Piles: 465,000ton)

Switch  
(220kV)





No	Description
1	Main Building
2	Turbine hall
3	Deaerator section
4	Bunker section
5	Boiler section
6	Outdoor for fly ash fan
7	Stack
8	Fly ash transmitter tank
9	Fly ash site
10	Control control room
11	Ash handling control room
12	Transformer yard
13	Waste Water Treatment Yard
14	Office building
15	Walkway
16	Security building and health centre
17	Armoury building
18	Administrative building
19	Garage
20	Clubhouse
21	Workshop
22	Reactor shop
23	Acetylene station
24	Compressed air station
25	Accumulator battery
26	Bathroom
27	Garage for bulldozers
28	Restaurant
29	Compressed air storage
30	Building for
31	Bus stop
32	Boiler station for heating supply
33	Anti-vibration building
34	Garage for electric trucks
35	Tools workshop
36	Compressor station
37	Transfer stations No. 5, 6, 7
38	Transfer stations No. 8, 9, 10
39	Transfer stations No. 11, 12, 13, 14
40	Transfer stations No. 15, 16, 17, 18, 19, 20
41	Transfer stations No. 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30
42	Transfer stations No. 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40
43	Transfer stations No. 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50
44	Transfer stations No. 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60
45	Transfer stations No. 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70
46	Transfer stations No. 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80
47	Transfer stations No. 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90
48	Transfer stations No. 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100
49	Transfer stations No. 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110
50	Transfer stations No. 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120
51	Transfer stations No. 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130
52	Transfer stations No. 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140
53	Transfer stations No. 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150
54	Transfer stations No. 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160
55	Transfer stations No. 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170
56	Transfer stations No. 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180
57	Transfer stations No. 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190
58	Transfer stations No. 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200
59	Transfer stations No. 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210
60	Transfer stations No. 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220
61	Transfer stations No. 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230
62	Transfer stations No. 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240
63	Transfer stations No. 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250
64	Transfer stations No. 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260
65	Transfer stations No. 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270
66	Transfer stations No. 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280
67	Transfer stations No. 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290
68	Transfer stations No. 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300
69	Transfer stations No. 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310
70	Transfer stations No. 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320
71	Transfer stations No. 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330
72	Transfer stations No. 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340
73	Transfer stations No. 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350
74	Transfer stations No. 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360
75	Transfer stations No. 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370
76	Transfer stations No. 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380
77	Transfer stations No. 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390
78	Transfer stations No. 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400
79	Transfer stations No. 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410
80	Transfer stations No. 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420
81	Transfer stations No. 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430
82	Transfer stations No. 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440
83	Transfer stations No. 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450
84	Transfer stations No. 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460
85	Transfer stations No. 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470
86	Transfer stations No. 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480
87	Transfer stations No. 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490
88	Transfer stations No. 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500
89	Transfer stations No. 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510
90	Transfer stations No. 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520
91	Transfer stations No. 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530
92	Transfer stations No. 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540
93	Transfer stations No. 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550
94	Transfer stations No. 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560
95	Transfer stations No. 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570
96	Transfer stations No. 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580
97	Transfer stations No. 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590
98	Transfer stations No. 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600
99	Transfer stations No. 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610
100	Transfer stations No. 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620

Replacing Plant	
1	Turbine hall
2	Deaerator section
3	Bunker section
4	Boiler section
5	Electrostatics precipitator
6	IDF (Induced Draft Fan)
7	Stack
8	Fly ash transmitter tank
9	Fly ash site
10	Control control room
11	Ash handling control room
12	Transformer yard
13	Waste Water Treatment Yard

to DRIANOVO 7km

**Figure 6-3-1**

The Feasibility Study  
on  
Moriso East No 1 Replacing Thermal Power Plant  
for  
Improvement of The Performance of The Units  
and  
The Environmental Protection

**General Layout**      SCALE:

JICA TEAM

APPROVED BY:      REVIEWED BY:  
DATE:                      DRAWN BY:  
CHECKED BY:

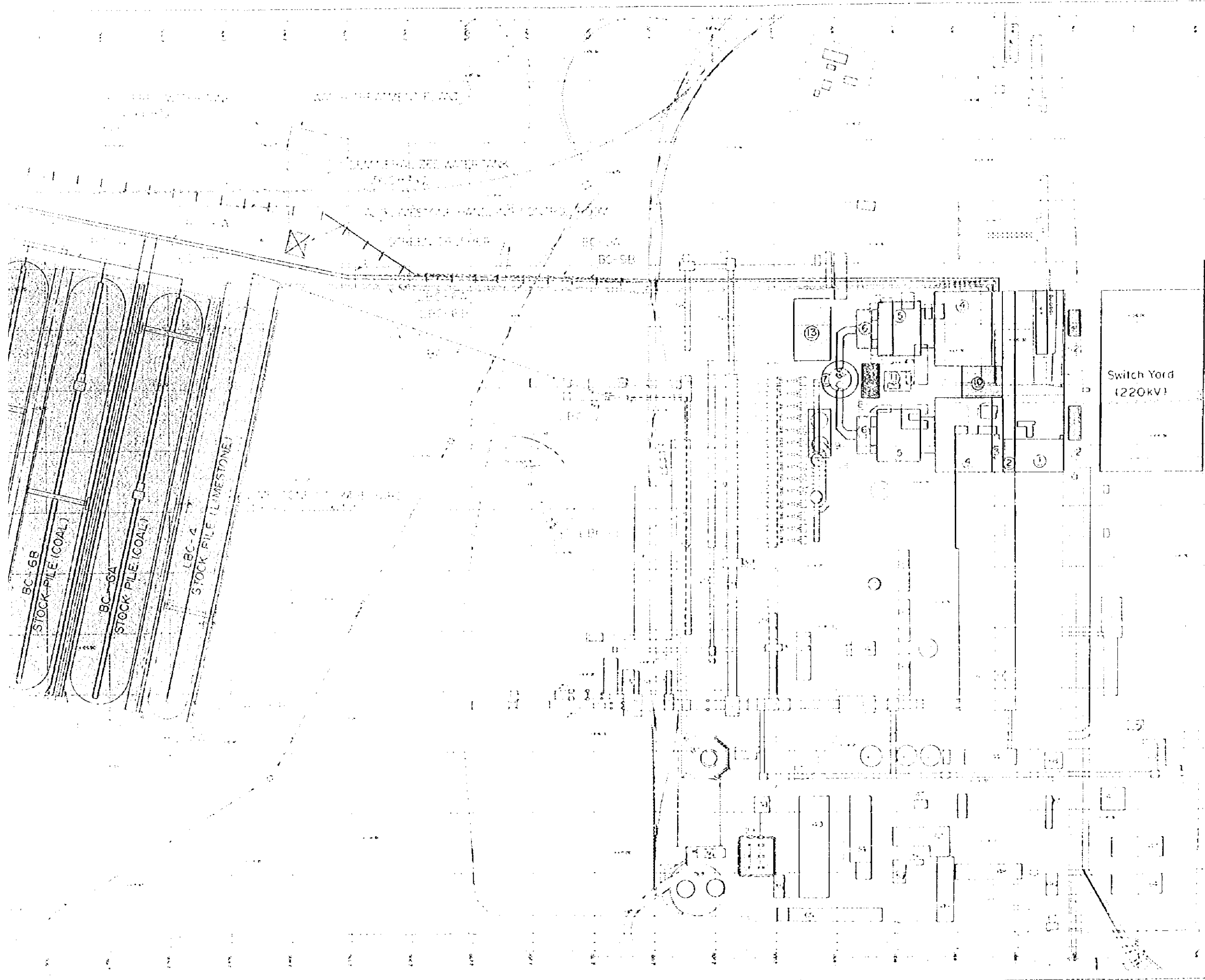


Fig. 10-1  
 General Layout  
 of the  
 Industrial Plant  
 at the  
 site of the  
 power plant  
 at the  
 site of the  
 power plant  
 at the  
 site of the  
 power plant









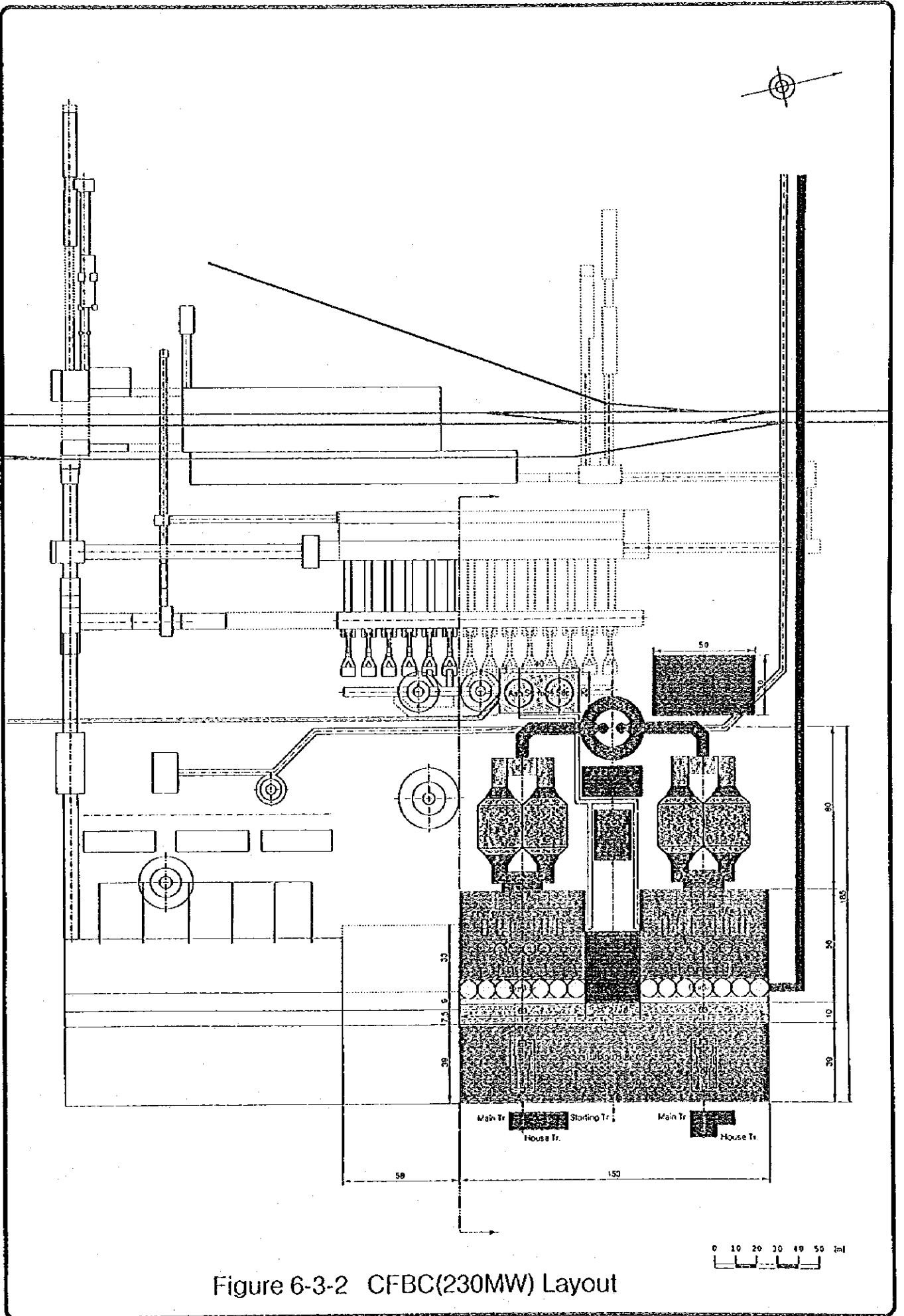


Figure 6-3-2 CFBC(230MW) Layout

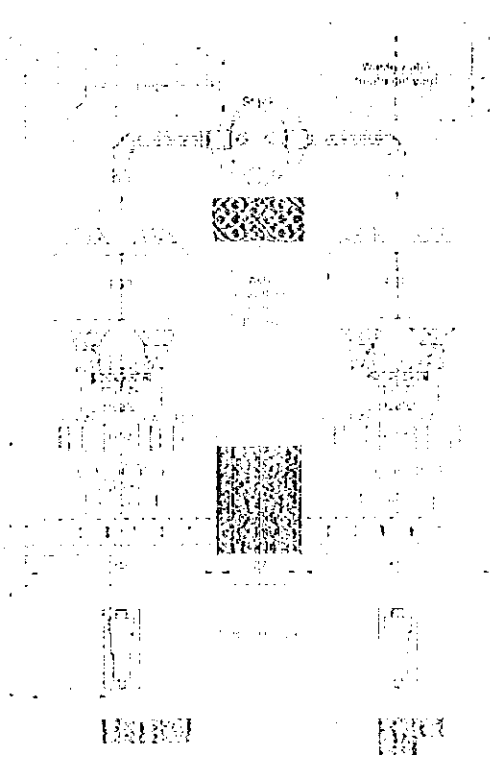
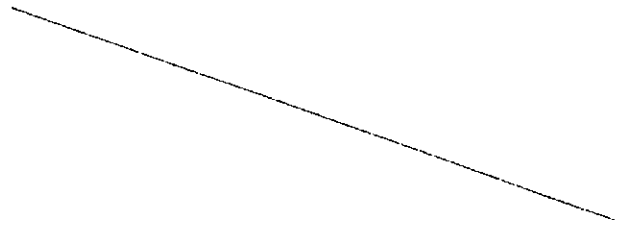


Figure 6-3-2 CFBC(230MW) Layout



#### 6.4 ボイラ/マテリアルバランス

ボイラ設備のマテリアルバランスをFigure 6-4-1に示す。また、ボイラの各系統構成は以下のとおりである。

##### (1) リグナイト供給系統

燃料のリグナイトは、40mm以下に粉碎され、ボイラ建屋内の6基で6時間分の容量を保有している7基のコール・バンカに24時間連続供給され、コール・クラッシャにて12mm以下に粉碎されて、7基のコール・フィード・バンカを経由して14基のコール・フィーダにて火炉周囲より自重で火炉底部に落下し供給される。

##### (2) 石灰石供給系統

脱硫材の石灰石は、50mm以下で、ボイラ建屋内のライムストーン・バンカに供給され、ライムストーン・クラッシャにて3mm以下に粉碎されて、ライムストーン・フィード・バンカを経由して空気搬送によりリグナイトの給炭管に供給され、リグナイトとともに火炉底部に供給される。

##### (3) 空気系統

燃焼用空気はPDFボイラ建屋内より吸気され昇圧された後に分岐され、一方はPAFで更に昇圧された後にGAHで昇温され、炉底のウインド・ボックスより炉内に供給される。他方はGAHで昇温された後に炉内上部に燃焼制御およびNOx発生抑制のために火炉に供給される。(4) ガス系統

炉内で燃焼したガスはサイクロンに導かれ、ガスに同伴されるベット材と分離され、接触伝熱部で蒸気と熱交換をした後、GAHで燃焼用空気と熱交換し、電気集じん器でばいじんを除去されてからIDFを経由して煙突より排出される。一方、分離されたベット材は火炉底部に循環ラインにて戻され炉内温度制御に再利用される。

##### (5) 灰処理系統

炉底部より抜き出されたベット材は、ベッド・マテリアル・クーラーで冷却されアッシュ・トランジット・タンクに真空搬送される。また、BCDホッパー部、GAHホッパー部及び電気集じん器より排出された燃焼灰等もアッシュ・トランジット・タンクに真空搬送され、ベット材と共にアッシュ・ストレージ・サイロを経由して所外の灰捨て場に搬出される。

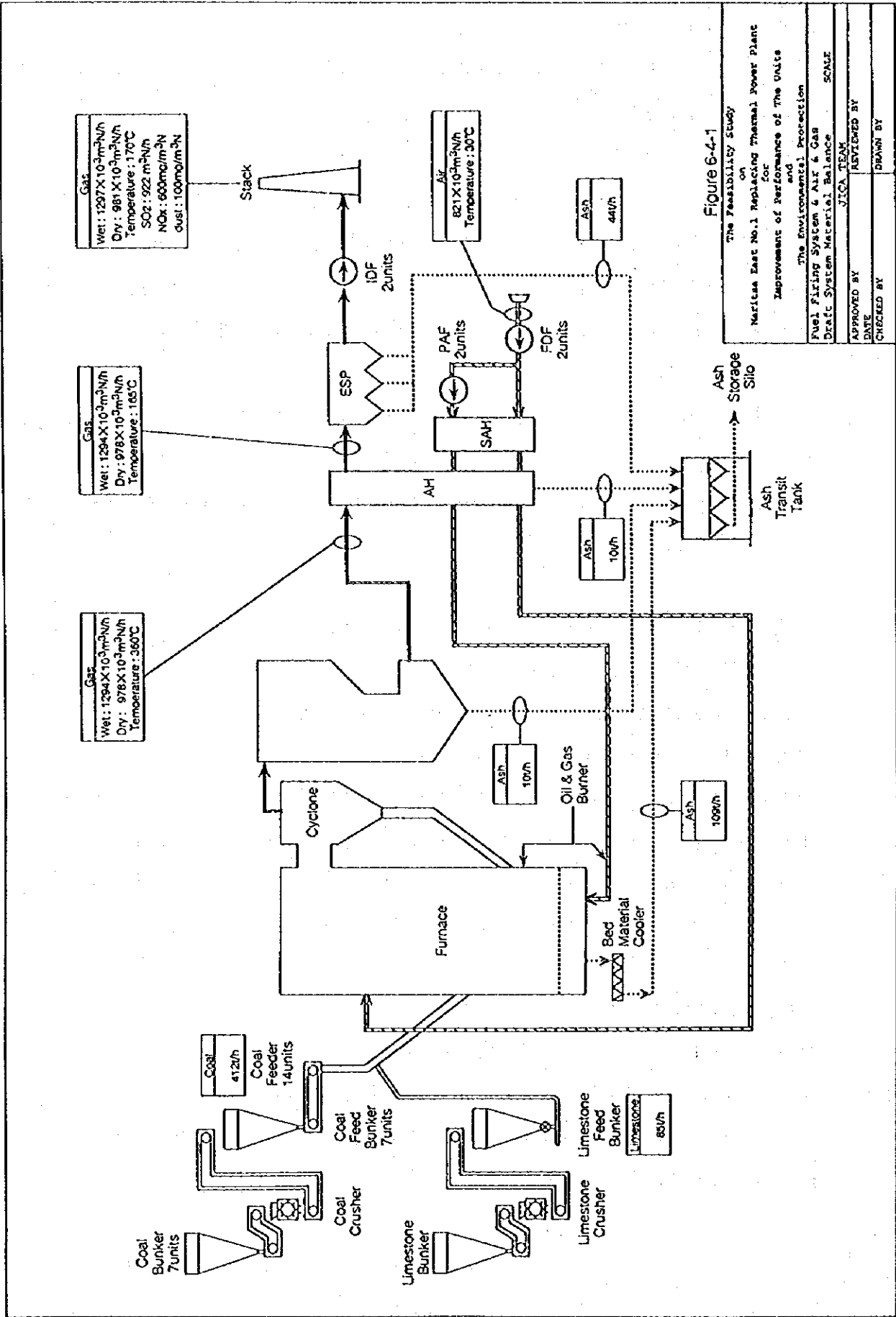


Figure 6-4-1

The Feasibility Study  
 on  
 Maricaca East No.1 Replacing Thermal Power Plant  
 for  
 Improvement of Performance of The Units  
 and  
 The Environmental Protection  
 Fuel Firing System & Air & Gas  
 Draft System Material Balance SCALE

APPROVED BY: JICA TEAM  
 DATE: \_\_\_\_\_ REVIEWED BY: \_\_\_\_\_  
 CHECKED BY: \_\_\_\_\_ DRAWN BY: \_\_\_\_\_

## 6.5 タービンヒートレート

### 6.5.1 定格出力230 MW時（地域熱供給なし）のヒートレート

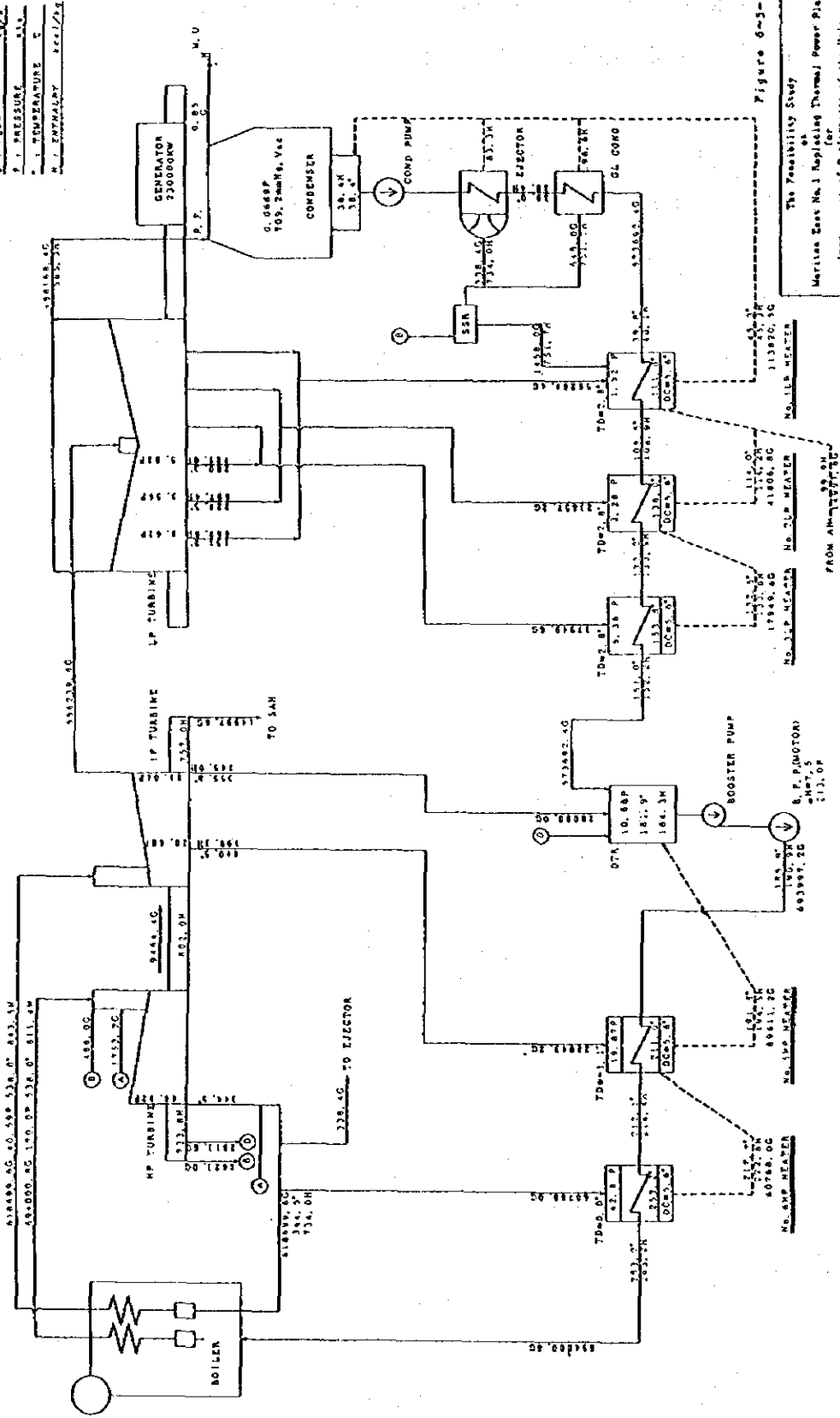
Figure 6-5-1 に定格出力230 MW時のヒートバランス図を示す。

### 6.5.2 定格出力200 MW時（地域熱供給あり）のヒートレート

Figure 6-5-2 に定格出力200 MW時のヒートバランス図を示す。

PLANT SPEC : TURBINE TYPE T05-24, RAT. OUT=1300W, STEAM COND=1701, 6.534/1300, RAT. VAC=709.2mmHg, 4.4, REV=10007 PM  
 GEN. CAPACITY=375MVA, HYDROGEN PRESS=3.218, PT=0.85

LEGEND  
 C - FLOW  
 P - PRESSURE  
 T - TEMPERATURE  
 M - MEASUREMENT



The Feasibility Study  
 at  
 Meritex East No. 1 Replacing Thermal Power Plant  
 for  
 Improvement of Performance of the Units  
 and  
 The Environmental Protection  
 TURBINE CYCLE  
 HEAT BALANCE DIAGRAM (1300W)  
 JICA TEAM  
 PROJECT #1  
 DRAWING NO.  
 SHEET NO. 11, 01/ANO

Figure 6-3-1

HEAT RATE = 103000.00 BTU/KWH  
 = 103000.00 BTU/KWH  
 = 1000 Kcal/KWH  
 230000





## 6.6 ボイラ設備

### 6.6.1 ボイラ設計条件

- (1) ユニット出力 : 230MW(BCR)
- (2) ボイラ型式 : 循環式流動床ボイラ(C-FBC)
- (3) 蒸気条件
  - (a) 蒸発量(MCR) : 740t/h
  - (b) ボイラ出口主蒸気圧力(MCR) : 173kg/cm<sup>2</sup>g
  - (c) ボイラ出口主蒸気温度(MCR) : 541℃
  - (d) ボイラ出口再熱蒸気温度(MCR) : 541℃
- (4) 給水温度(MCR) : 252℃
- (5) 通風方式 : 平衡通風
- (6) 排ガス性状(煙突出口・O<sub>2</sub>=6%ベース)
  - (a) SO<sub>2</sub> : 脱硫率90%以上
  - (b) NO<sub>x</sub> : 600mg/m<sup>3</sup>N以下(292ppm)
  - (c) ばいじん : 100mg/m<sup>3</sup>N以下
  - (d) CO : 250mg/m<sup>3</sup>N以下(200ppm)
- (7) ボイラ側面図 : Figure 6-6-1に示す。

### 6.6.2 ボイラ設備仕様

1基あたりの仕様を以下に示す。

#### (1) ボイラ本体設備

##### (a) ボイラ耐圧部

###### ① 火炉

形式 : 自然循環形全溶接水冷管式

###### ② ドラム

形式 : 気水分離単胴型

###### ③ サイクロン

形式 : 遠心分離形蒸気冷却式

捕集効率 : 99.5%以上

④ 過熱器

形式：接触伝熱器

⑤ 再熱器

形式：接触伝熱器

(b) 空気予熱器(GAH)

① 仕様

形式：再生式

数量：1基

② 要目

GAH出口ガス温度：165℃(MCR)

GAH入口空気温度：65℃(MCR)

(c) 蒸気式空気予熱器(SAH)

① 仕様

形式：蒸気式

数量：1基

② 要目

SAH出口ガス温度：65℃(MCR)

SAH入口空気温度：40℃(MCR)

(d) スートブロワ

形式：自動電動蒸気噴射式

(2) 給炭設備及び石灰石供給設備

(a) 給炭機設備

① コールバンカ

形式：鋼板製

基数：7基(内1基は予備)

容量：6時間分/6基

② コールクラッシャー

形式：ハンマ式

台数：7台（内1基は予備）

容量：70t/h

③ コールフィードバンカ

形式：鋼板製

基数：7基（内1基は予備）

容量：2時間分

④ 給炭機

形式：密閉形ベルト式

数量：14台

容量：50t/h

⑤ 石炭シュート

形式：エアスプレッド付シュート

数量：14基

(b) 石灰石運搬設備

① 石灰石バンカ

形式：鋼板製

容量：6時間

② 石灰石クラッシャー

形式：ハンマ式

容量：90t/h

③ 石灰石フィードバンカ

形式：鋼板製

④ 石灰石ロータリーバルブ

形式：ロータリー式

容量：90t/h

(3) 重油燃焼設備

(a) 重油バーナ

形式：ランスバーナ

容量：30%MCR

(b) 焚上用バーナ

形式：電気着火式ダクトバーナ

容量：15%MCR

(4) 通風機

(a) 押込通風機(FDF)

形式：遠心ファン

数量：2台

(b) 一次通風機(PAF)

形式：遠心ファン

数量：2台

(c) 誘引通風機(IDF)

形式：遠心ファン

数量：2台

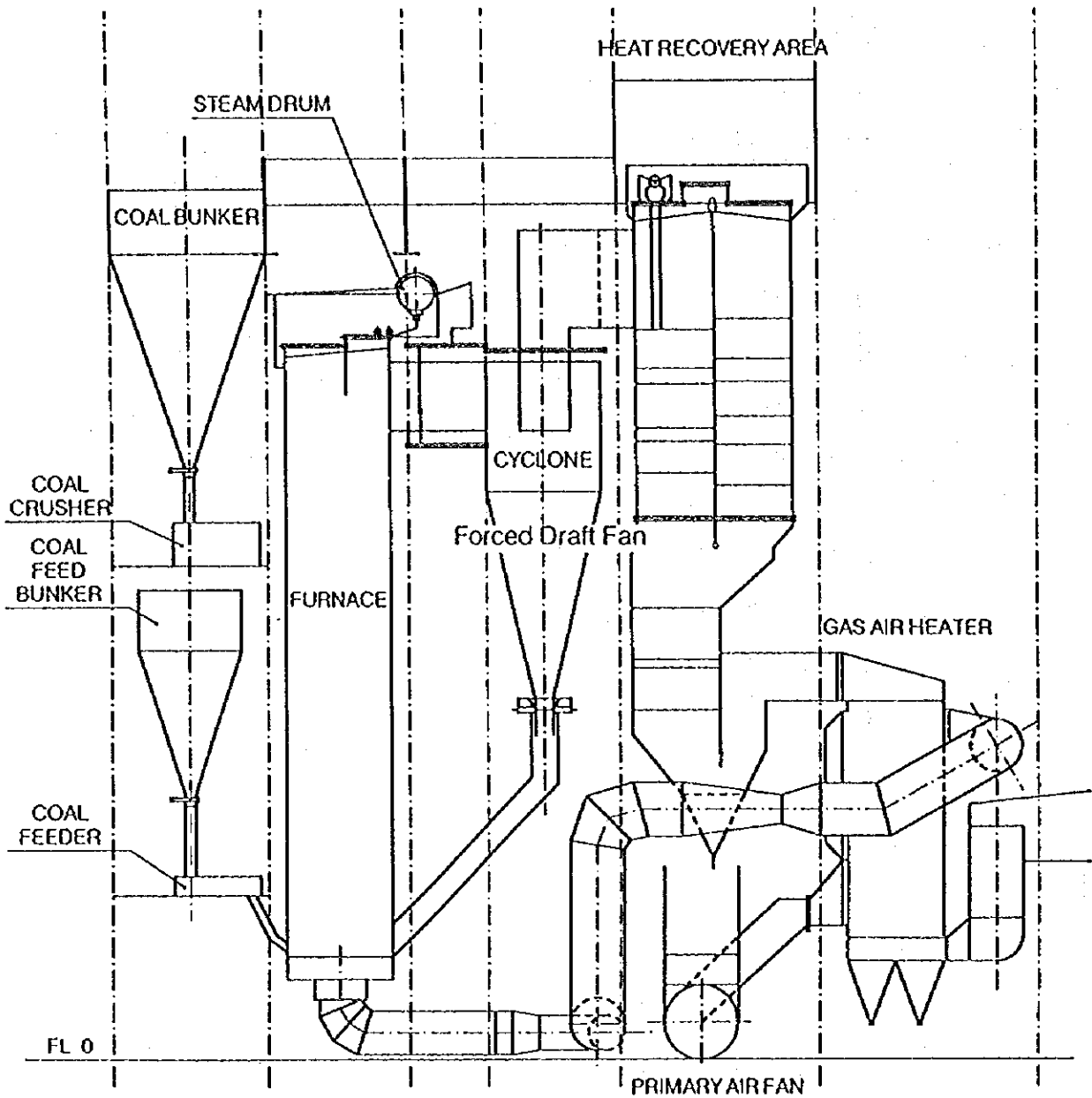


Figure 6-6-1 SIDE VIEW OF C-FBC BOILER PLANT

## 6.7 蒸気タービン設備

### 6.7.1 蒸気タービン

#### (1) 蒸気タービン仕様

- (a) 型式 : 串型2車室複流排気型再熱タービン
- (b) 台数 : 2基
- (c) 定格出力 : 230 MW (地域熱供給なしの場合) / 基  
200 MW (地域熱供給ありの場合) / 基
- (d) 蒸気条件 : 主蒸気圧力 16.9 kg/cm<sup>2</sup>g (タービン入口)  
主蒸気温度 538℃ (タービン入口)  
再熱蒸気温度 538℃ (タービン入口)
- (e) 排気圧力 : 50 mmHg. abs. (定格時)  
90 mmHg. abs. (ケーパビリティ時)
- (f) 回転数 : 3000 rpm
- (g) 制御方式 : 高圧電気油圧式ガバナ制御

#### (2) タービン補機

- (a) 主油タンク : 1台/ユニット
- (b) 補助油ポンプ : 1台/ユニット
- (c) ジャッキング・オイル・ポンプ : 1台/ユニット (必要な場合)
- (d) グランドスチームコンデンサ : 1台/ユニット
- (e) タービンバイパス : 高圧 30%×1式  
低圧 30%×1式
- (f) 復水ポンプ : 100%×2台/ユニット

### 6.7.2 タービン建屋内機器配置

- (1) タービン建屋は2階面構造とし、運転床面(2階面)は既設建屋の一部を流用するため、既設運転床面と同じレベルとする。
- (2) 1階面には、タービン発電機補機関係を配置し、2階面にはタービン発電機本体を配置する。なお、タービン発電機は、タービン建屋長手方向と直角に配置する。尚、タービン建屋内機器配置図は Figure 6-7-1~6-7-3 に示す。

### 6.7.3 復水器及び循環水設備

#### (1) 復水器仕様

- (a) 型式 : 表面接触式、1折流
- (b) 真空度 : 50 mmHg abs.
- (c) 入口冷却水温度 : 21℃ (設計点)
- (d) 清浄度 : 85%
- (e) 蒸気流量 : 458 kcal/kg
- (f) 蒸気エンタルピ : 565.3 kcal/kg
- (g) 復水器細管 : 材質 90-10 キュプロニッケル  
外径寸法 31.75mm  
厚さ 1.00mm
- (h) 冷却水通路数 : 1パス方式
- (i) 復水温度 : 38.4℃ (真空度50mmHg abs. に対する飽和温度)

#### (2) 循環水設備

##### (a) 循環水ポンプ

- ① 型式 : 堅型斜流ポンプ
- ② 台数 : 5台/2ユニット (1台共通予備)

##### (b) 空気抽出装置

主エゼクター及び起動エゼクターを各々1台/ユニット設置する。

##### (c) 復水器保護装置

復水器保護装置として、スクリーン設備及び復水器細管洗浄装置があるが、スクリーン設備は既設を更新すものとし、復水器細管洗浄装置は再建プラントに各1セット設置する。

尚、Figure 6-7-4 に循環水系統図を示す。

### 6.7.4 給水加熱設備

- (1) 給水加熱器は、200MWクラスの発電プラントでの実績及び経済性を考慮して下記の6段とする。

#### (a) 低圧給水加熱器3段+脱気器+高圧給水加熱器2段



(2) 給水加熱器の型式

給水加熱器の型式は、堅型と横型について信頼性、保守性、設置スペース及びコストを比較検討した結果、堅型U字管式熱交換器を採用する。

(3) 脱気器の型式

実績より、スプレー・カム・トレイ式とする。

(4) 給水加熱器の材質

実績により、下記材質とする。

(a) 低圧給水加熱器 : ステンレス鋼

(b) 高圧給水加熱器 : 炭素鋼

尚、Figure 6-7-5 に蒸気・給水系統図を示す。

### 6.7.5 ボイラ給水ポンプ

(1) ボイラ給水ポンプ

(a) 型式 : モータ駆動、可変速横型、多段遠心パーレル、プースタ・ポンプ及び水封装置付き

(b) 台数 : 3台(1台予備)

(c) 容量 : 50%/台

(2) 非常用給水設備

(a) 非常用給水ポンプ : 15%×1台

(b) 非常用給水タンク : 規定給水流量の15%を30分供給できる容量×1台

### 6.7.6 軸受冷却水設備

(1) 軸受冷却水系統

密閉循環型と開放循環型を比較検討した結果、密閉循環型を採用する。

尚、Figure 6-7-6 に軸受冷却水系統図を示す。

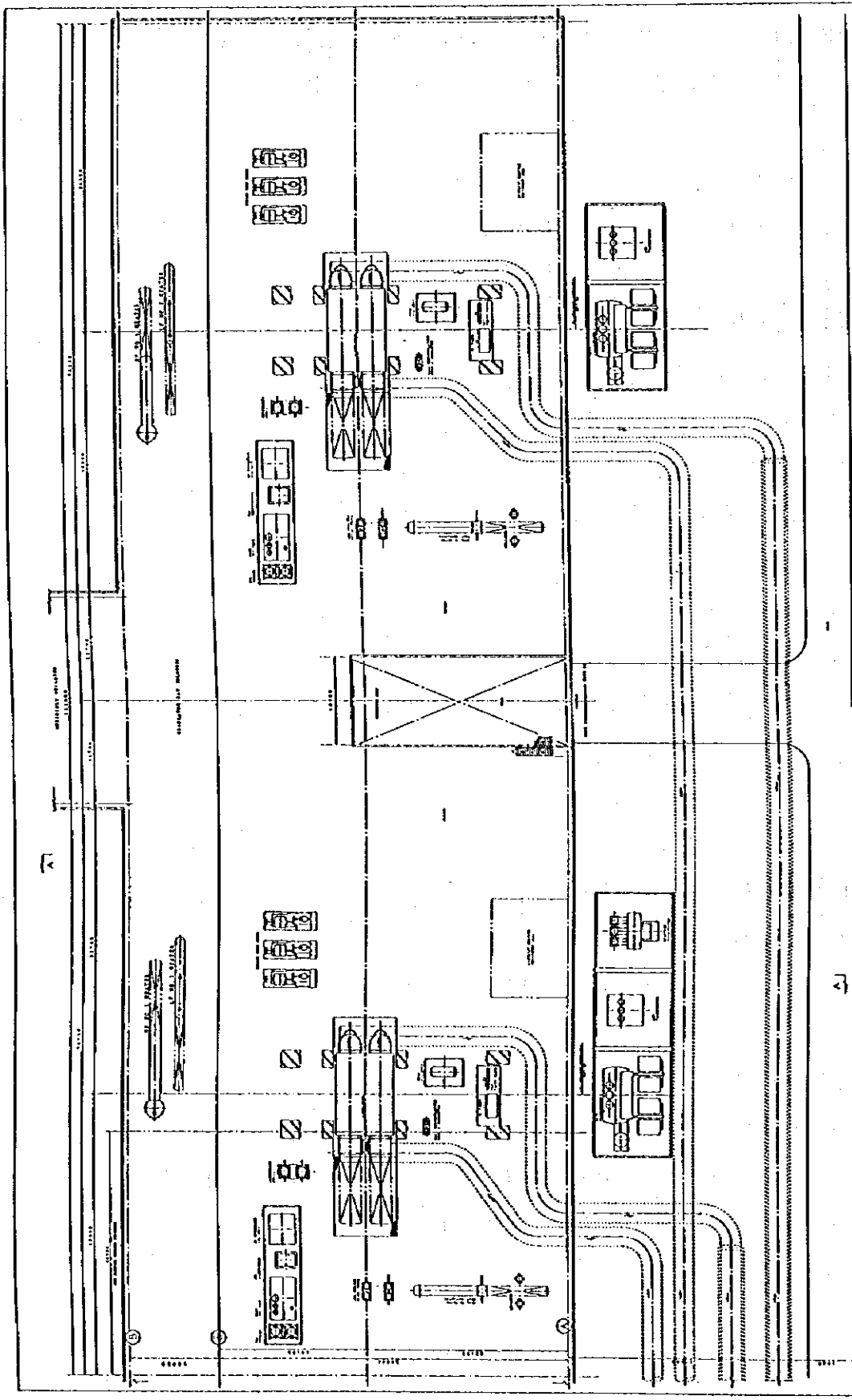


Figure 6-7-1

The Facility Study  
 on  
 Marine Gas Turbine Thermal Pump Plant  
 for the  
 Department of Defense of the United States  
 The Government Protection  
 Agency  
 WASHINGTON, D.C.  
 20301

2

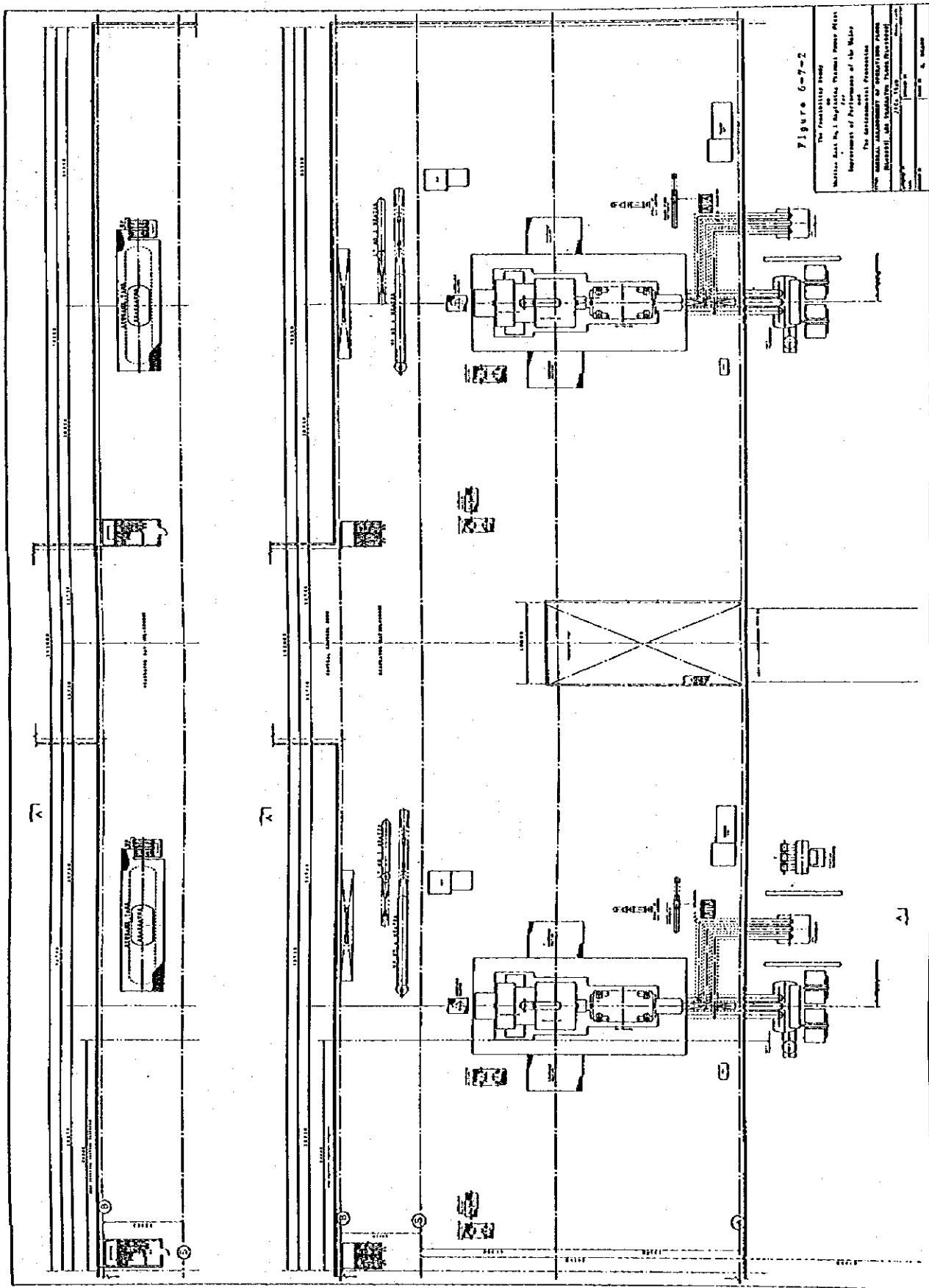


Figure 6-7-2

The Fuel Injection Pump  
 Section Six, 1. Fuel Injection Pump  
 Improvement of Performance of the Motor  
 The Department of Mechanical Engineering  
 Massachusetts Institute of Technology  
 Cambridge, Massachusetts 02139



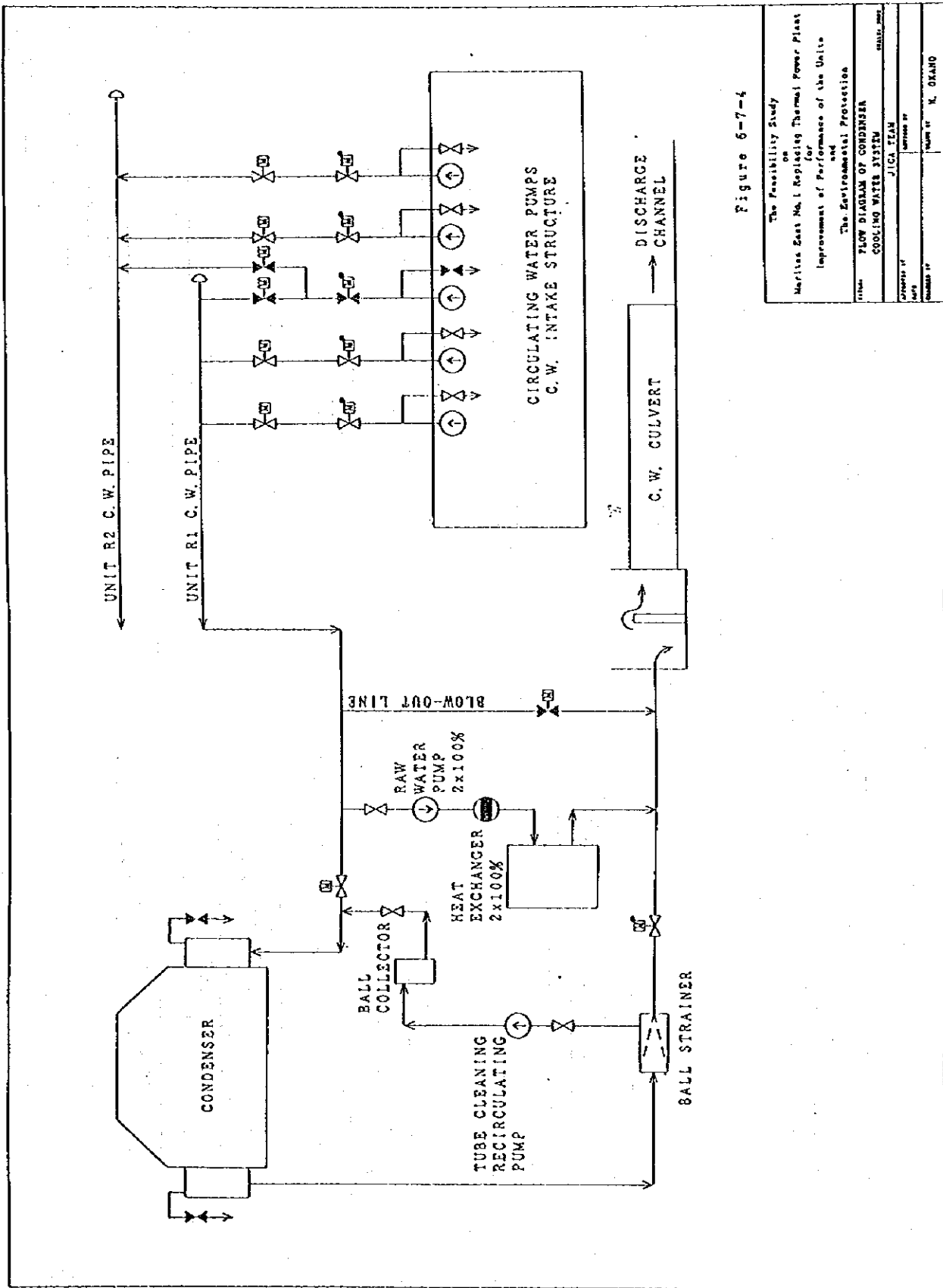


Figure 6-7-6

The Feasibility Study on Marlins East No. 1 Replacing Thermal Power Plant for Improvement of Performance of the Units and The Environmental Protection	
FLOW DIAGRAM OF CONDENSER COOLING WATER SYSTEM	
PROJECT NO.	JICA TEAM
DATE	REVISED BY
DESIGNED BY	NAME OF N. OKANO

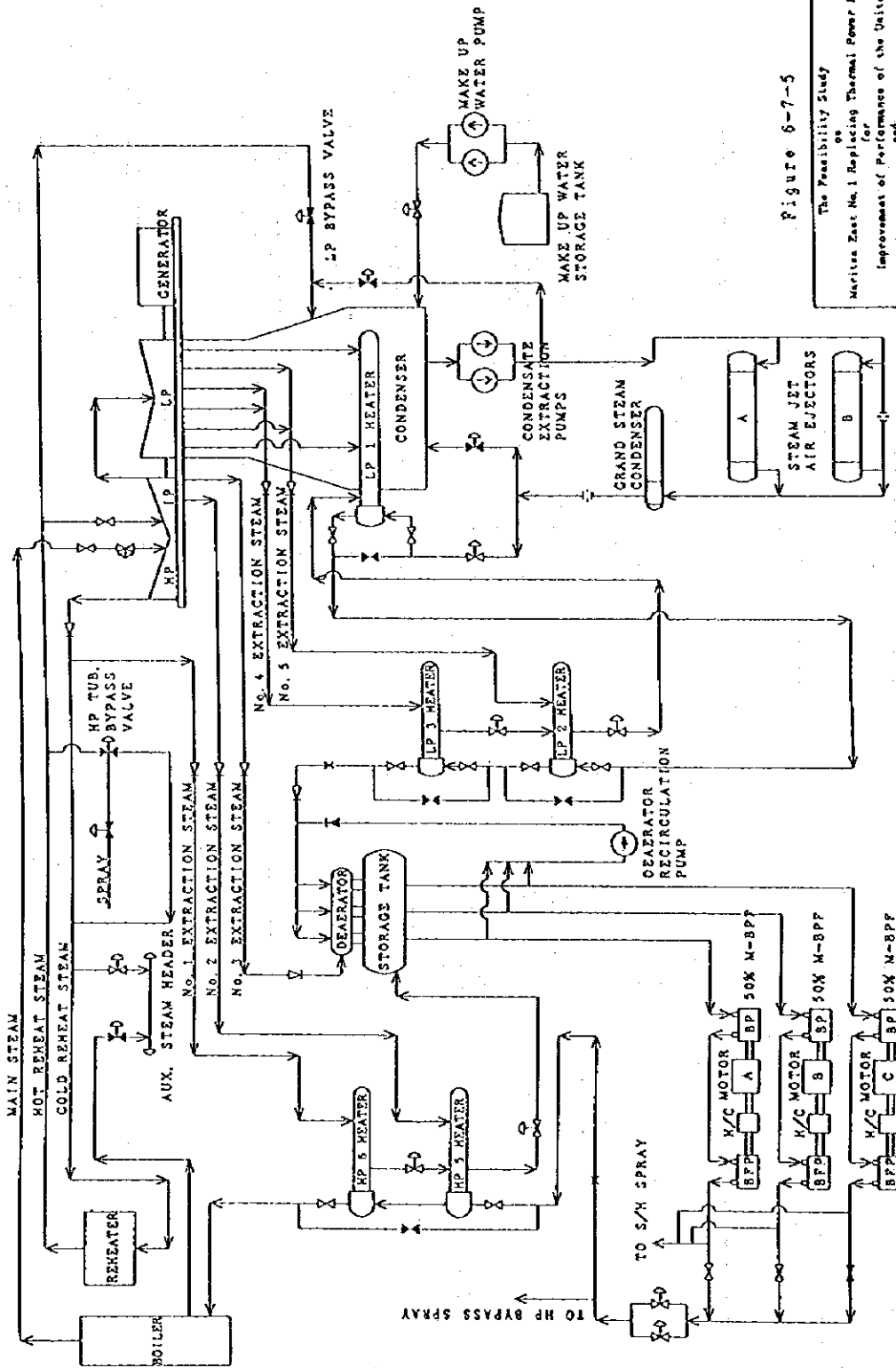


Figure 6-7-5

The Feasibility Study  
 of  
 Navitas East No. 1 Replacing Thermal Power Plant  
 for  
 Improvement of Performance of the Units  
 and  
 The Environmental Protection  
 FLOW DIAGRAM OF CONDENSATE,  
 FEEDWATER AND MAIN STEAM LINE  
 JICA TEAM  
 DRAWN BY  
 CHECKED BY  
 NAME OF N. OKANO

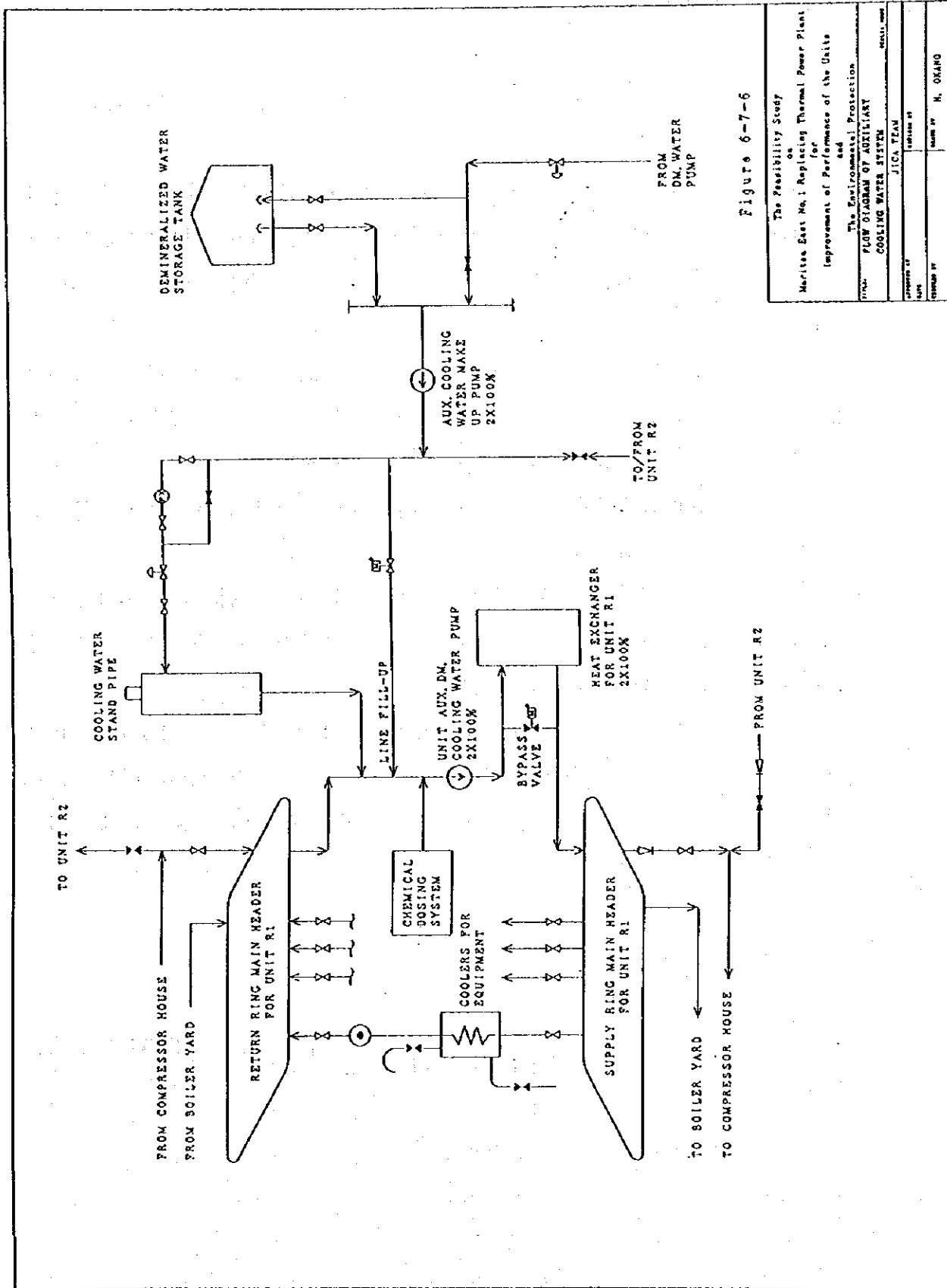


Figure 6-7-6

The Feasibility Study on Maritza East No. 1 Replacing Thermal Power Plant for Improvement of Performance of the Units and The Environmental Protection	
FLOW DIAGRAM OF AUXILIARY COOLING WATER SYSTEM	
PROJECT NO.	JICA TEAM
DATE	
DESIGNED BY	K. OKANO

## 6.8 発電機設備

### 6.8.1 発電機および励磁装置

#### (1) 検討条件

- (a) 発電機は、蒸気タービン直結で横置円筒回転界磁耐爆構造式三相交流同期発電機を採用する。本発電機は105%出力運転も可能とする。
- (b) 冷却方式は固定子および回転子は水素ガス冷却で冷却効果を高めることにより発電機の寸法および重量を減少させ価格の低減を計る。本方式は当発電機出力クラスでの適用実績が豊富であり、マリッツァ・イースト第2、第3火力発電所でも採用されており、発電機の効率向上にも寄与する。
- (c) 水素ガス発生設備は構内に設置し、水素ガス密封油シールに必要な密封油処理装置は1FLに配置する。油ポンプはAC駆動(220V 100%容量1台)によるほか、非常用バックアップとしてDC駆動のポンプ1台を設置する。
- (d) 励磁方式は静止形サイリスター励磁装置で、その電源は発電機回路に接続された励磁変圧器より供給する。
- (e) 励磁装置は、自動電圧調整器、界磁調整回路、検出器、増幅器等より構成され、無効電力調整器、電力系統安定化装置、高および低励磁制限装置を有し、電力系統の静態および動態安定度の改善を計る。
- (f) 発電機主回路はユニットシステムで相分離母線(IPB)を介し、主変圧器に接続され、所内変圧器、励磁変圧器および電圧変成器、サージ吸収器(SA: Surge Absor-ber)に分岐される。また、発電機並列用遮断器は、主変圧器高圧側の220kV回路に接続される。

#### (2) 検討結果

##### (a) 発電機仕様

- ① 型式 : 蒸気タービン直結、横置円筒、回転界磁耐爆構造、三相交流同期発電機
- ② 台数 : 2基
- ③ 定格容量 : 271,000 kVA
- ④ 力率 : 0.85 (delay)
- ⑤ 電圧 : 14.7 kV
- ⑥ 周波数 : 50 Hz



- ⑦ 回転数 : 3,000 rpm
- ⑧ 冷却方式 : 固定子、回転子洪水素ガス冷却
- ⑨ 水素ガス圧力 : 3.2 kgf/cm<sup>2</sup>
- ⑩ 結線方法 : 星形
- ⑪ 励磁方式 : 静止励磁（励磁変圧器）方式

(b) 励磁機

- ① 型式 : 励磁変圧器、サイスタによる速応励磁方式
- ② 電圧 : DC 500V
- ③ 台数 : 2基
- ④ 駆動方式 : 別置・静止形

(c) 発電機水素・密封油装置

① 真空ポンプ

- 型式 : ロータリー式
- 台数 : 2台
- 真空 :  $1 \times 10^{-2}$  mmHg
- モーター : 1.5 kW

② 主密封油ポンプ

- 型式 : ギヤード式
- 台数 : 2台
- 吐出圧力 : 8.5 kgf/cm<sup>2</sup>
- モーター : 15 kW

③ 非常用（バックアップ）密封油ポンプ

- 型式 : ギヤード式
- 台数 : 2台
- 吐出圧力 : 7.4 kgf/cm<sup>2</sup>
- モーター : 11 kW

④ 水素ガスドライヤー

- 型式 : シリカゲル充填・ヒータブロー式
- 電気ヒータ : 0.5 kW×1
- ブロー : 0.2 kW×1
- 台数 : 2台

## 6.9 熱供給設備

### 6.9.1 熱供給系統

地域熱供給用温水を加熱するための蒸気は、中圧蒸気タービン出口から抽気するものとする。温水はタービン建屋内に設置した熱交換器とガラボヴォ町に設置されているステーションを循環させる。

尚、Figure 6-9-1 に熱供給系統を示す。

### 6.9.2 熱供給設備仕様

#### (1) 熱交換器

- ① 型式 : 縦形熱交換器
- ② 台数 : 1台/ユニット
- ③ 容量 : 250calを熱交換できる容量

#### (2) 温水送水ポンプ

- ① 型式 : 横型軸流ポンプ
- ② 台数 : 3台/ユニット (1台予備)
- ③ 容量 : 規定水量の50%/台

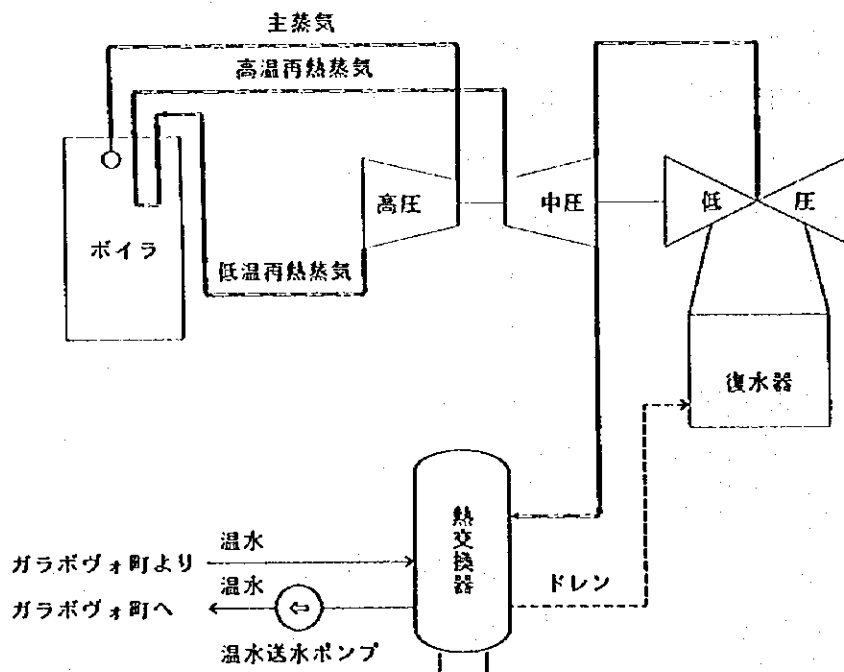


Figure 6-9-1 熱供給系統

## 6.10 環境対策設備

### 6.10.1 集塵設備

#### (1) 流動床ボイラ灰の性状

流動床ボイラから排出される灰の性状については次の通りである。

##### ① 粒度と形状

流動床ボイラでは粉化した流動媒体の飛散に加え、排ガス系統中にサイクロンが設けられており、そのため灰が微粉化している。また、流動床ボイラと微粉炭ボイラでは燃焼機構が異なり、火炎温度に差があるため生成する灰の形状も異なる。

微粉炭ボイラの石炭灰が中実な球形であるのに対し、流動床ボイラではポーラスな非球状となっている。

##### ② ダストの成分と電気抵抗値

ダストの主成分は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaSO}_4$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{CaCO}_3$ である。 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は石炭灰中成分であり、 $\text{CaSO}_4$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{CaCO}_3$ は粉化した流動媒体の飛散によるものである。

#### (2) 集塵設備の比較

石炭火力発電プラントでの集塵設備としては、電気集塵器とバグフィルター及びサイクロンがあるが、サイクロンについては集塵効率が低いため比較検討対象から除外した。

Table6-10-1-1 に示した集塵設備の比較の通り、運転保守性・ろ布の信頼性等を考慮すると電気集塵器の方が優位であり、既設も電気集塵器を使用しており、運転等に熟知していることを考えあわせ、本計画では電気集塵器で検討を行う。

#### (3) 電気集塵器の設備概要

粒子の荷電形式には、直流（単極一方向）荷電、交流（単極双方向）荷電、パルス荷電に大別できるが、電気集塵器の荷電装置としては構造が簡単で安価な直流荷電形式が主流となっている。

荷電効率を高めるためには、電圧と電流密度をできるだけ高くする必要がある。従来からの直流コロナ荷電形式（連続荷電）では、逆電離が生じたとき、コロナ電流が不均一となるので荷電効率が低下する。この欠点を補うために、特に高抵抗ダスト用として注目されているのがパルス荷電形式で、極短時間にパルス状に高電圧

を印加する事で、放電極全体にわたって一様なコロナ放電流が得られ、しかもパルスの波高値、幅、周期を変化させることにより、直流荷電よりピーク電圧が高くなり荷電効率が高まる。しかし、パルス荷電する分電源設備のコスト増となる。

これに対し、連続荷電方式の出力を周期的に間引きして荷電を行う間欠荷電方式があり、省電力と逆電離制御を兼ね、若干の性能向上が図れる本方式を採用する。

ボイラ運転とEPの性能の関係に関しては、ボイラ点火→併入→ボイラ負荷上昇の過程やボイラ停止時において、EPを無槌打で運転した場合、EP性能は経時的に劣化をきたすが、EPに定期的槌打を与えることにより、ボイラ通常運転時と同様の安定した性能を確保することが可能である。

設計条件に、変動巾として処理ガス量5%分及び入口ダスト量10%分を見込んだ場合の電気集塵器の設備概要を以下に示す。

- |           |                                    |
|-----------|------------------------------------|
| a. 炭種     | ブルガリア国リグナイト                        |
| b. 入口ガス量  | 1,359,000 m <sup>3</sup> N/h (wet) |
| c. 入口ダスト量 | 50 g/m <sup>3</sup> N              |
| d. 出口ダスト量 | 100 mg/m <sup>3</sup> N            |
| e. 入口ガス温度 | 165 °C                             |
| f. 圧力損失   | 20 mmAq                            |
| g. ホッパ容量  | 12 時間分                             |

**Table 6-10-1-1 Dust Collector Comparison (1/2)**

**(Outlet Dust : 100 mg/m<sup>3</sup> N)**

Item	Electrostatic Precipitator	Fabric Filter
<p><b>1. Outline</b></p>	<p>Its performance would be affected by changes in the conditions around inlet as the specifications are based on those conditions</p> <p>(gas quantity, gas temperature and composition, content and properties of dust etc.)</p>	<p>This would not be affected by the type of coal or boiler operation conditions as dust in the gas is physically collected by a filter cloth.</p>
<p><b>2. Spec.</b></p> <p>(1) Pressure loss</p> <p>(2) Installation size</p> <p>(3) Performance</p> <p>(4) Reliability</p> <p>(5) Operational Maintain-ability</p>	<p>Small (approx. 20 - 25 mmAq)</p> <p>Same as bag filter</p> <p>Dust collection performance varies in accordance with the inlet conditions such as the type of coal used.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Employed for more than 20 years in coal-fired thermal power plants.</li> <li>• Requires constant monitoring and recording of charging conditions.</li> <li>• Possible to determine component anomalies by monitoring and recording charging voltage and current.</li> <li>• No major maintenance problems.</li> </ul>	<p>Large (approx. 150mmAq)</p> <p>Same as an ESP</p> <p>Only little affected by conditions such as coal and operational conditions.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Heavily dependent on the reliability of the filter bag.</li> <li>• Filter bag service life is 2 - 3 years.</li> <li>• The method of dust concentration and isolation require consideration as the outlet dust content could exceed the standards if the filter bag is broken.</li> <li>• Moisture proof is not known well.</li> <li>• Filter bag damage can be determined by monitoring and recording the inlet/outlet gas pressure loss and outlet dust concentration etc. However, methods to detect the damaged parts and isolation methods require examination.</li> <li>• Filter bag must be replaced regularly.</li> </ul>

**Table 6-10-1-1: Dust Collector Comparison (2/2)**  
**(Outlet Dust : 100 mg/m<sup>3</sup> N)**

Item	Electrostatic Precipitator	Fabric Filter
<b>3. Economy</b> <b>(1) Facility cost</b>  <b>(2) Annual running cost</b> <b>(3) Annual expenses</b>	<b>High</b>  <b>Low</b> <b>Low</b>	<b>Low</b> <b>(dependent on the cost of filter bag)</b> <b>High</b> <b>High</b>
<b>4. Evaluation</b>	<b>Performance is affected by the inlet conditions. However, this causes no serious problem unless the electrical resistivity of the particles change drastically. Optimum design is possible as the facility costs and annual running costs change in accordance with the outlet dust concentration.</b>	<b>Performance almost stable regardless of the inlet conditions. However, since the facility costs and annual running costs do not change regardless of the designed outlet dust concentration, this system becomes advantageous when the outlet dust concentration is strict.</b>

## 6.10.2 排水処理設備

### (1) 排水処理方式および系統

- (a) 排水処理方式は、低塩系排水処理方式及び高塩系排水処理方式とする。
- (b) 低塩系および高塩系排水処理方式は、凝集沈殿、ろ過、中和設備で構成するが、後者にはCODの低減装置等を組み込むものとする。
- (c) 排水処理系統は Figure 6-10-2-1 “Flow Diagram of Waste Water Treatment System” の通りとする。

### (2) 設備仕様

#### (a) 低塩系排水処理装置

- ① 凝集沈殿装置 : 1,500 m<sup>3</sup>/日×1系列
- ② ろ過器 : 1,500 m<sup>3</sup>/日×1系列
- ③ 中和装置 : 1,500 m<sup>3</sup>/日×1系列
- ④ 薬品酸化装置 : 薬品:過酸化水素水  
非定常排水構内バッチ処理方式
- ⑤ 排水貯槽 : 定常排水貯槽 400 m<sup>3</sup>×2槽  
非定常排水貯槽 500 m<sup>3</sup>×2槽

#### (b) 高塩系排水処理装置

- ① 凝集沈殿装置 : 150 m<sup>3</sup>/日×1系列
- ② ろ過器 : 150 m<sup>3</sup>/日×1系列
- ③ 中和装置 : 150 m<sup>3</sup>/日×1系列
- ④ 活性炭吸着装置 : 150 m<sup>3</sup>/日×1系列
- ⑤ 排水貯槽 : 定常排水貯槽 1,500 m<sup>3</sup>×1槽 (AH用)  
非定常排水貯槽 1,000 m<sup>3</sup>×1槽 (EP用)

#### (c) 純水装置排水槽

- ① 低塩系 : 90 m<sup>3</sup>×1槽
- ② 高塩系 : 90 m<sup>3</sup>×1槽

#### (d) 前処理装置排水槽

- ① 低塩系 : 200 m<sup>3</sup>×1槽

#### (e) ユニット排水槽

- ① 低塩系 : 35 m<sup>3</sup>×2槽
- ② 高塩系 : 3 m<sup>3</sup>×2槽

#### (f) 系外フロー槽 : 100 m<sup>3</sup>×2槽

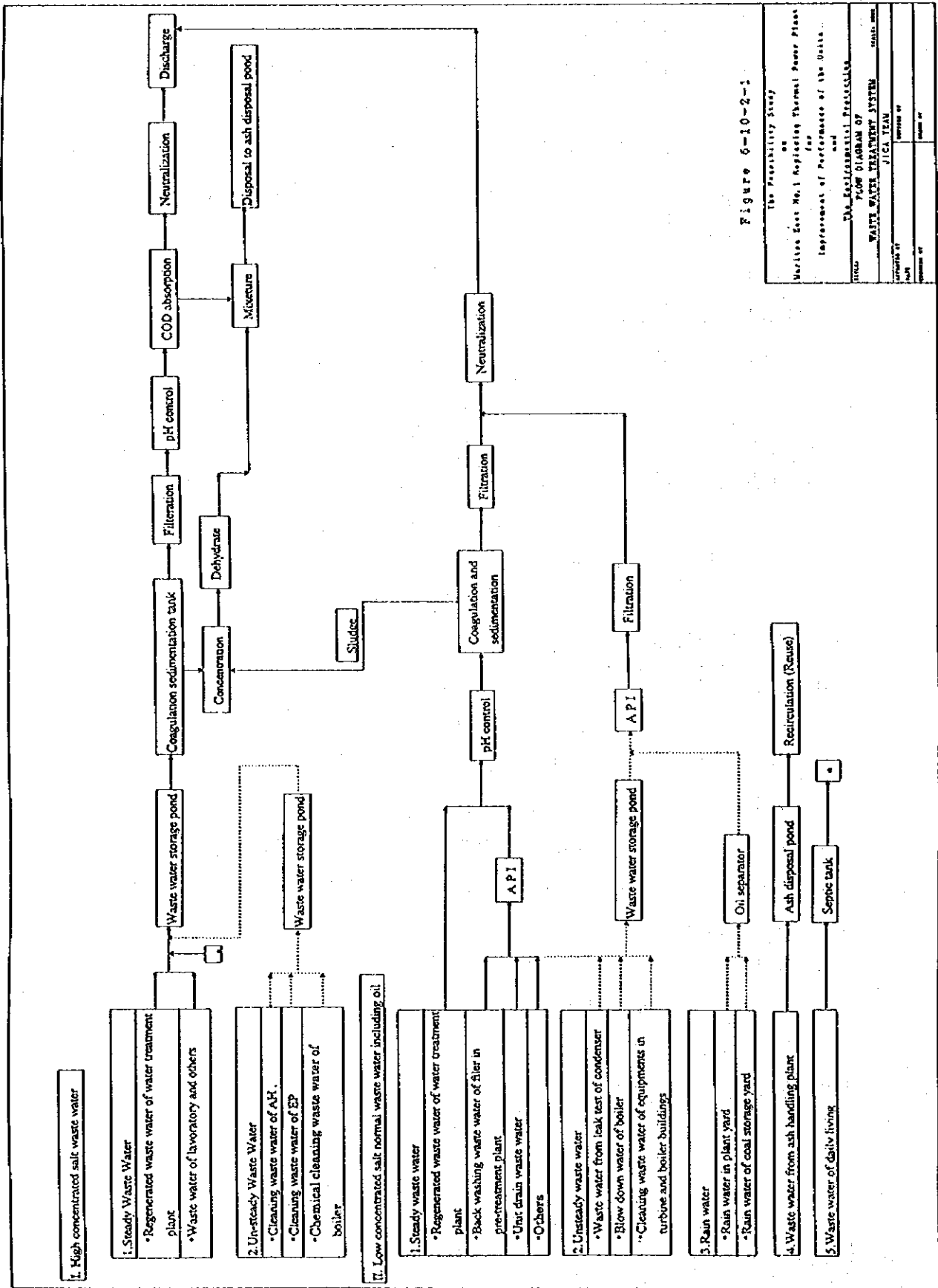


Figure 6-10-2-1

The Feasibility Study	
for	
Improvement of Performance of the Units	
and	
The Exploitation of	
WASTE WATER TREATMENT SYSTEM	
APPROVED BY	DATE
DESIGNED BY	DATE
CHECKED BY	DATE
PROJECT NO.	

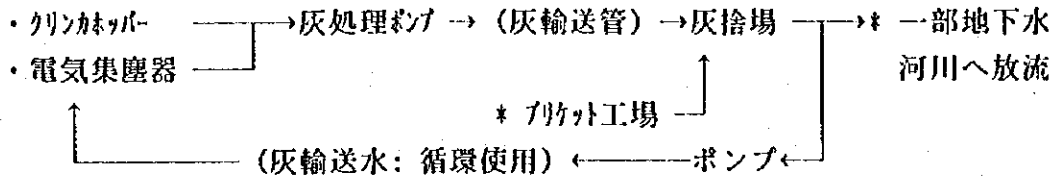


## 6.1.1 灰処理設備

### (1) 検討条件

(a) 既設灰処理の概略系統は次のとおりである。

尚、灰輸送水は循環使用しており、その関係図を Figure 6-11-1 に示す。



(b) 既設灰輸送の特徴は、各灰処理ポンプ（計6台）から各々1本の灰輸送管が灰捨場まで布設され、灰捨場周辺の配管に分岐吐出バルブを設けてバルブ切替えによる均等な排出をしている。

(c) 既設灰捨場は、次のとおりである。

- ・面積：300 ha (3 km<sup>2</sup>)
- ・No.1~2 セクション：満杯（深さ14 m，覆土30 cm）
- ・No.3(A,B)セクション：B-使用中，残容量 6,765,800 m<sup>3</sup> ≒ 12年分 (at 200MW)

(d) 再設ボイラ排出予想灰量は、次のとおりである。

- ・乾灰量（石炭灰，生成石膏，石灰石不純物，他）  
350 t/h (≒ 173 t/h · 2 units), 8,400 t/d, 2,150,000 t/y  
(内訳) 350 t/h: 炉底=220t/h, ECO下=20t/h, AH下=20t/h, BSP下=90t/h
- ・排出灰量（加湿率:30%）  
450 t/h (≒ 173 t/h · 2 units · 1.3), 10,800 t/d

### (2) 検討結果

(a) 上記検討条件に基づき、設計諸元を次のとおりとする。

- ① 既設灰捨場を専有した時の使用可能年数は、灰嵩比重=1.0（推定）として約3年弱（乾灰ベース）であるが、流動床方式の燃焼灰にはCa成分が含まれるため水に反応すると発熱作用やpH高（13以上）になる等その管理方法が非常に困難となるため、灰の最終処理方法として炭鉱表土用運搬貨車（41t/両）を利用し、発電所から南東7km先の表土捨場(DRIANOVO:17km<sup>2</sup>)に廃棄処分するものとする。

その炭鉱表土捨場と炭鉱の概略位置を Figure 4-1-3 に示す。

- ② 灰輸送を水流方式とした場合、灰中のCa成分による配管閉塞等の問題が発生するため、灰捕集設備～灰積込設備までは気流輸送方式とし、灰積込設備は加

湿後運搬貨車までコンベア輸送とする。

- ③ 炉底灰は直接水冷が出来ないので、別置型灰クーラを設置する。
  - ④ 灰積込設備は加湿による固化、発熱問題より貨車積込み地点（隣接ブリケット工場裏側）に設け、積込み直前に加湿（20～30%程度）するがコンベア、トリッパは耐熱仕様にする。
  - ⑤ 灰積込貨車の1編成車両数は、積込み時間を1時間とし12時間運行すると12編成が必要となり、1編成は22両となる。
  - ⑥ 灰中継タンク容量は、タンク上部に設置する捕集装置の配置面積から径を決定して、それに見合った容量（10時間:2,000 m<sup>3</sup>）とする。
  - ⑦ サイロ（貯蔵、積込）容量は2日（48時間）分とし、積込サイロは1日分の必要積み出し量（4,200 m<sup>3</sup>）で残りを貯蔵サイロ容量（4,200 m<sup>3</sup>）とする。
  - ⑧ サイロ（貯蔵、積込）は、R1, R2unitの両方から受入れ可能な系統とする。
  - ⑨ 積込設備等の不具合時、貯蔵サイロには非常用設備（トック搬出）を設ける。
- (b) 上記設計諸元に基づく主要設備概要は、次のとおりである。

そのフローを Figure 6-11-2 に示す。

- ① 灰捕集設備（BM:炉底灰, FA:ECO, AH, ESP灰）
  - ・ BM灰クーラ：回転式灰冷却器 [40 t/h, 3台/unit]
  - ・ 灰搬送管(10B): (BM用) 3系統/unit, (FA用) 2系統/unit
  - ・ 真空ブロウ : 乾式ルッパ [ (BM用) 52 Nm<sup>3</sup>/min, 4台/unit (1台予備) ]  
[ (FA用) 57 Nm<sup>3</sup>/min, 3台/unit (1台予備) ]
  - ・ 捕集装置 : 一体形バグフィルタ [BM=3台/unit, FA=2台/unit]
  - ・ 灰中継タンク：鋼板製円筒円錐形タンク [2,000 m<sup>3</sup> (15mφ×11mH), 1基/unit]
- ② 灰輸送設備
  - ・ 圧力輸送機 : 鋼板製円筒円錐形圧力容器 [50t/h, 4台/unit]
  - ・ 灰搬送管(16B): 1系統/unit
  - ・ 圧送ブロウ : 乾式ルッパ [210 Nm<sup>3</sup>/min, 2台/unit (1台予備)]
  - ・ 灰貯蔵サイロ：鋼板製円筒円錐形サイロ [4,200 m<sup>3</sup> (16.5mφ×20mH), 1基/unit]
  - ・ 加湿機（非常用）：2軸パドル式 [100 t/h(乾灰ベース), 1台/unit]
  - ・ 加湿機給水ポンプ：渦巻きポンプ [190 m<sup>3</sup>/h(5kg/cm<sup>2</sup>g), 3台/2 units(1台予備)]
  - ・ 給水ピット : コンクリート製角形ピット [8 mW×8 mD×4 mH, 1基/2 units]

### ③ 灰積込設備

- ・ 圧力輸送機 : 鋼板製円筒円錐形圧力容器 [50 t/h, 4台/unit]
- ・ 灰搬送管(18B): 2系統/unit
- ・ 圧送ブロワ : 乾式ルーツワウ [270 Nm<sup>3</sup>/min(13,000mmAq), 3台/unit(1台予備)]
- ・ 灰積込サイロ : 鋼板製円筒円錐形サイロ [4,200 m<sup>3</sup>(16.5mφ×20mH), 1基/unit]
- ・ 加湿機 (常用): 2軸パドル式 [250 t/h(乾灰ベース), 3台/unit]
- ・ コンベア : ベルト式コンベア(耐熱仕様) [950 t/h(湿灰ベース), 1台/unit]
- ・ トリッパ : ベルト持上式(耐熱仕様) [950 t/h(湿灰ベース), 1台/unit]

### (3) 計画実行に伴う考慮事項

(a) 貨車運搬時の加湿水量は、灰中のCa割合によって変わり、多ければ固まり、少なければパサパサとなるので、輸送に最適な状態となるよう試運転段階又は別途「ブ」国研研 による FBC燃焼灰の処理研究 (加湿率, 発熱, その他) によって事前確認をしておくことが重要である。

(b) 炭鉱表土用捨場(DRIANOVO:17km<sup>2</sup>)には地下水が流れているため FBC燃焼灰の投棄による溶出成分が混入しないような対策が必要である。

その対策例としては、次のようなことが考えられる。

- ・ 捨場地質の粘土層活用可否を検討する。
- ・ FBC 燃焼灰が水分によって固化する性状を利用し、投棄予定場所の最下部一面を固化層にする。
- ・ また、各種対策を検討するには FBC燃焼灰の溶出成分をより正確に分析し把握しておくことが非常に重要である。

(c) 炭鉱表土用貨車と灰積込貨車の運行が複雑になることが想定されるので、次の配慮が必要である。

- ・ 貨車運行を綿密に計画する。
- ・ 炭鉱会社及び発電所の2者間調整連絡体制を整備する。
- ・ 貨車運行が煩雑となるため、安全管理面より保安操作員を増強する。

(d) FBC燃焼灰投棄は炭鉱会社所有の鉄道及び捨場を活用するため、発電所再建工程, 業務 (操作員雇用含む) 分担, 貨車購入費用分担, その他処理契約等必要事項について、炭鉱会社及び発電所間で事前調整を要する。

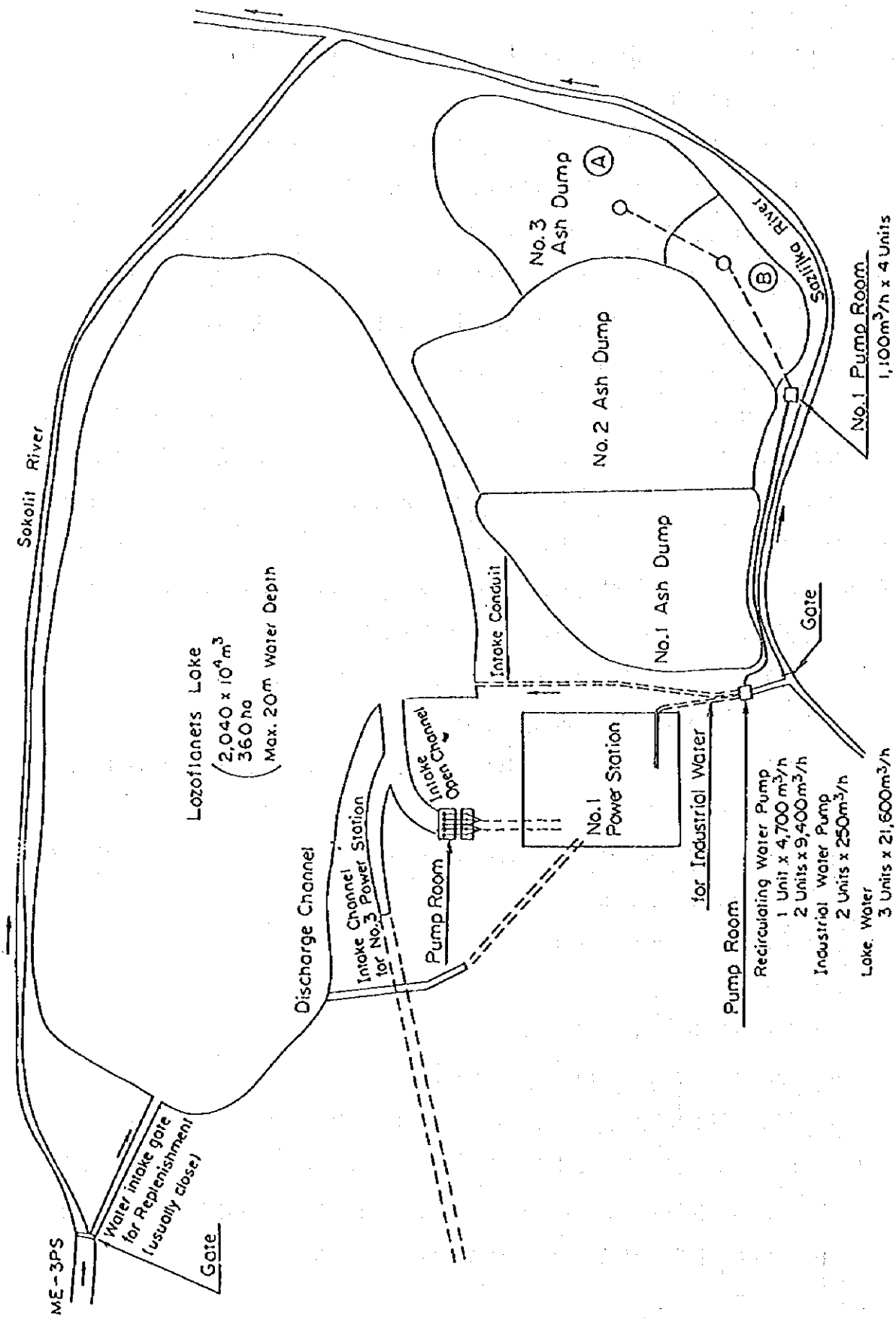


Figure 6-11-1 Water Intake and Discharge System in Power Station

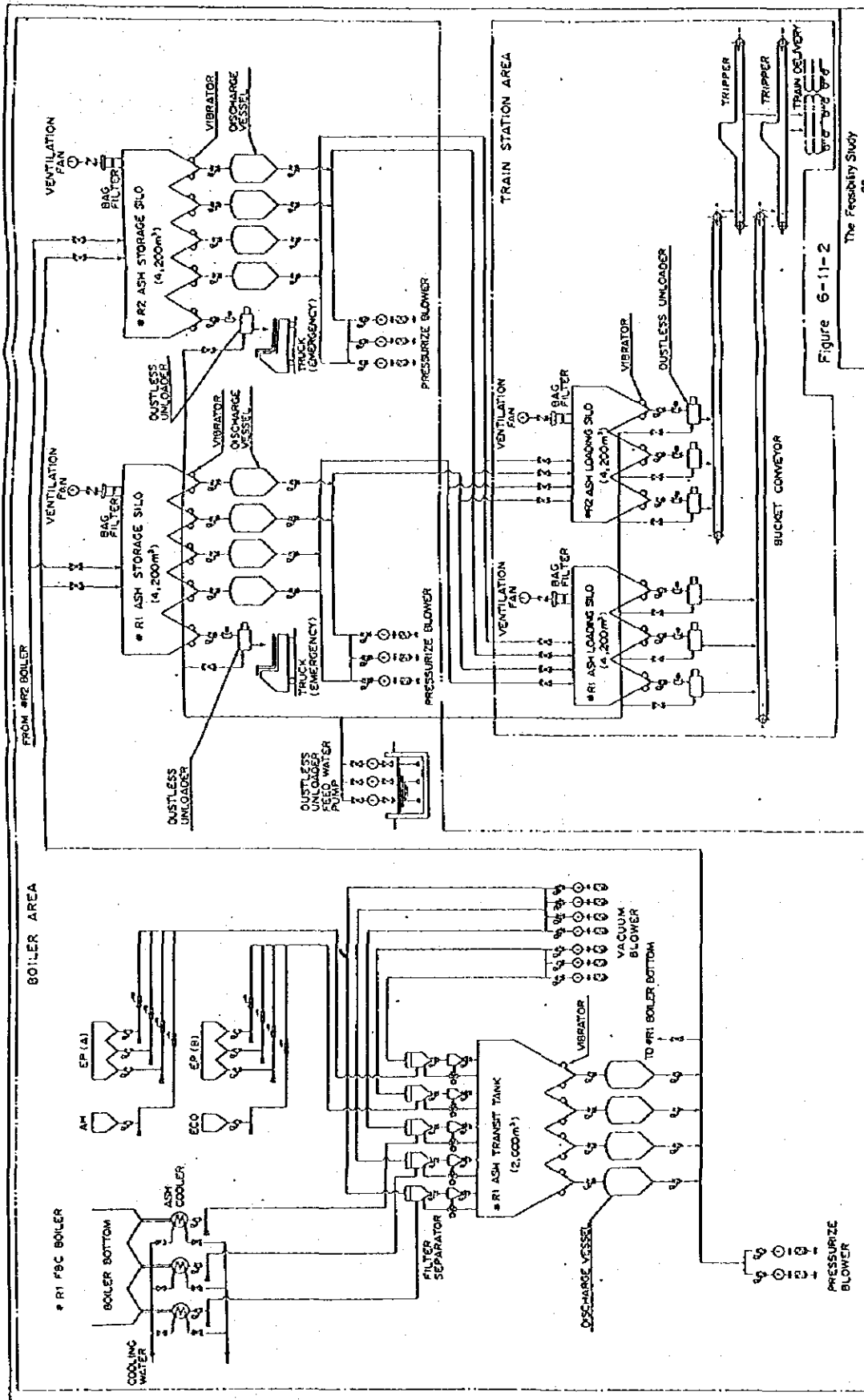


Figure 6-11-2  
 The Feasibility Study  
 on  
 Morito East No.1 Replacing Thermal Power Plant  
 for  
 Improvement of The Performance of The Units  
 and  
 The Environmental Protection  
 ASH HANDLING SYSTEM FLOW SCALE  
 JICA TEAM  
 REVIEWED BY  
 CHECKED BY

LEGEND

Symbol: Butterfly Valve	Symbol: Isolate Valve
Symbol: Globe Valve	Symbol: Air Intake
Symbol: Damper	Symbol: Segment Gate
Symbol: Solenoid Valve	Symbol: Onifice Feeder
Symbol: Dust Valve	

## 6.12 発電所用水設備

### 6.12.1 用水処理方式および系統

- (1) 用水処理方式は、ロソフクラネツ湖の水質の状況とプラントでの使用実績を踏まえて、前処理装置は凝集沈殿方式を、また純水装置はポリッシャー付き複床型とする。
- (2) 用水処理系統は Figure 6-12-1 "Flow Diagram of Water Treatment System" の通りとする。

### 6.12.2 主要設備仕様

#### (1) 前処理装置

- (a) 型式 : 凝集沈殿・ろ過方式
- (b) 容量及び台数 : 1,500 m<sup>3</sup>/日×2系列

#### (2) ろ過水タンク

- (a) 型式 : 鋼製円筒タンク (ドーム式)
- (b) 容量及び台数 : 4,000 m<sup>3</sup>×2系列

#### (3) 純水装置

- (a) 型式 : ポリッシャー付き複床型
- (b) 容量及び台数 : 700 m<sup>3</sup>/日×2系列

#### (4) 純水タンク

- (a) 型式 : 鋼製円筒タンク (インナールーフ式)
- (b) 容量及び台数 : 1,500 m<sup>3</sup>×2系列

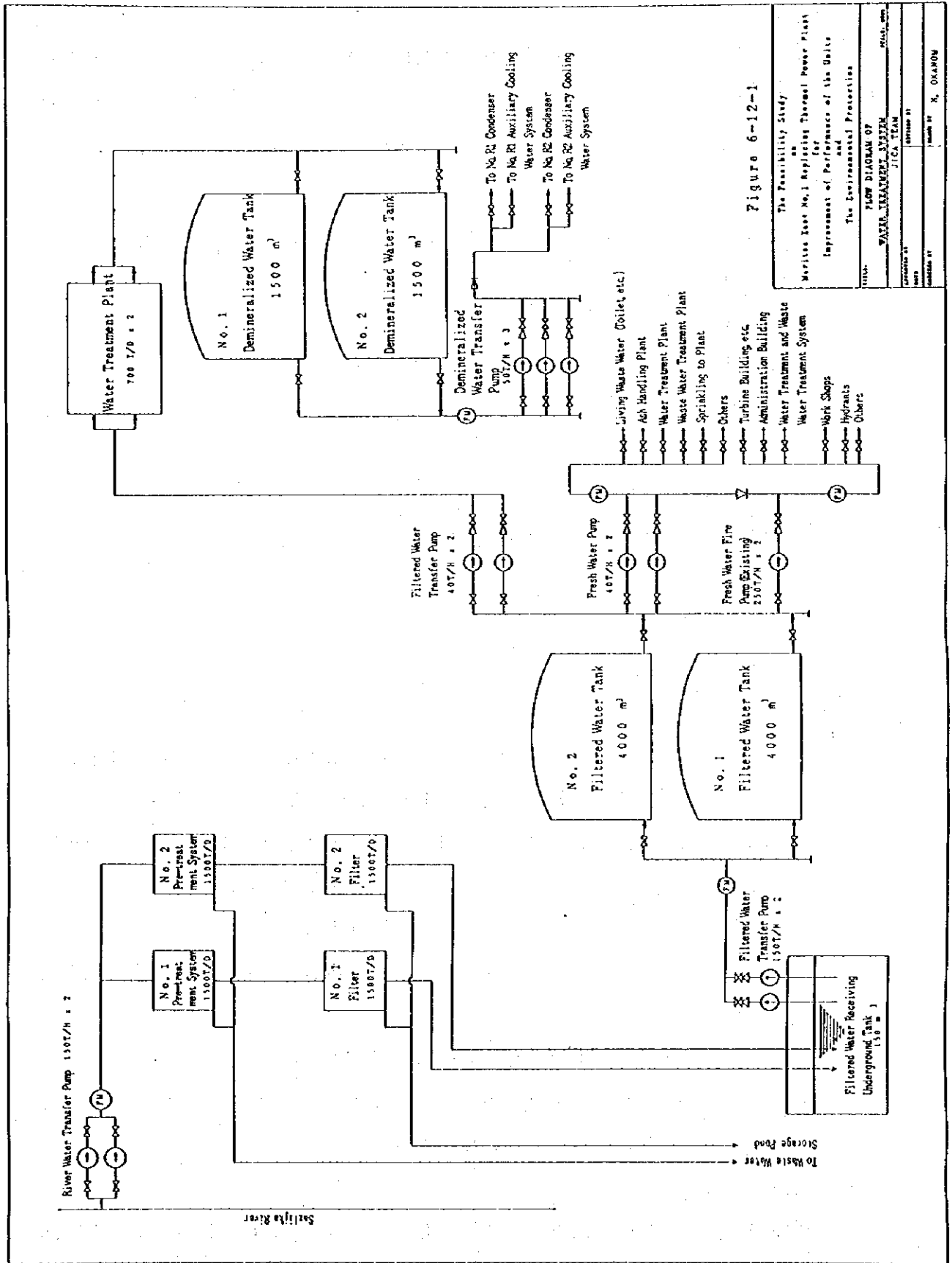


Figure 6-12-1

The Feasibility Study  
 on  
 Various Best No. 1 Replacing Thermal Power Plant  
 for  
 Improvement of Performance of the Units  
 and  
 The Environmental Protection

TITLE: FLOW DIAGRAM OF  
 WATER TREATMENT SYSTEM  
 PROJECT: JICA TEAM  
 DRAWING NO. 6-12-1  
 SCALE: 1/1000  
 DRAWN BY: H. OKAMOTO

## 6.13 空気供給設備

### 6.13.1 制御用空気源設備

所内空気源設備と区別して、使用される空気制御用空気源設備は下記による。ただし、ローカル設備（例えば発電所共通設備として一次水処理装置、燃料貯蔵設備、排水処理設備など）に限定して使用される空気源設備は、個別設備ごとに設ける。

#### (1) 制御用配管系統

##### (a) 制御用配管系統の機器構成

- ・制御用空気圧縮機
- ・制御用空気レシーバ
- ・制御用空気除湿器
- ・空気濾過器
- ・供給ヘッダー
- ・補助空気レシーバ
- ・現場計器盤および接続箱(J.B・LB)
- ・減圧弁
- ・配管および弁類

##### (b) バックアップ系統

###### a. 所内空気連絡管

- ① 所内空気配管からのバックアップは、制御用空気レシーバ入口とする。
- ② 取出し点以降には、分離器（油、ドレン、塵埃用）を設置する。
- ③ 制御空気圧が低下した場合に、自動的にバックアップするように、自動閉止弁、圧力調整弁、空気式圧力コントローラを設置する。

また、圧力調節弁には、バイパス弁を設置する。

###### b. 他ユニットとの制御空気連絡管（2ユニット共通設備として設置する場合は不要となる。）

- ① 制御用空気除湿器出口配管にて連絡接続する。

この連絡弁の開／閉状態が中央操作室にて監視可能なようにリミットスイッチを取付け、ユニットDCSに入力する。

##### (c) 供給空気分割

制御用空気系統及び所内用空気系統ともに、次の系統毎に供給ヘッダーを設け、



これより用途別の供給母管に分割供給される。

- ① ボイラ関係
- ② タービン、発電機関係
- ③ ユニット共通関係

ボイラ、タービン廻りについては、各階ごとに供給母管を設け、この供給配管はループ配管とする。各階の分割については、空気消費量、配管ルートにより適宜分割する。(Figure 6-13-1 参照)

(d) ヘッダーおよび補助レシーバ装置

a. ヘッダー設置箇所は、次のとおりとする。

- ① 供給元ヘッダー ……空気濾過器出口配管に設置
- ② 供給空気ヘッダー ……現場計器盤、現場接続箱などに設置
- ③ 操作端ヘッダー ……駆動装置類に設置

ただし、コントロール銅管 2 芯以上の場合。

b. 補助レシーバ

供給ヘッダーからの供給母管が長くなり、かつ、特定区域の消費量が急増し、空気圧力が低下する恐れのある系統には、中間に補助レシーバを設置する。

(e) バイパス弁

次の機器には、バイパス弁を設置する。

- ① 空気除湿器
- ② 空気濾過器
- ③ 所内空気バックアップ用圧力調節弁、ドレンセパレータ

(f) 空気減圧装置

供給ヘッダー、供給母管等の単位で集合して設置せず、各制御器、操作端毎に減圧装置（フィルター付き）を設置する。

ただし、やむを得ず集合する場合でも、制御装置単位にとどめる。（具体例：蒸気圧力制御装置のコントローラとトランスミッタ共用で減圧装置（フィルター付き）を 1 個設置、スートブロウ圧力制御装置内ダイヤフラム弁に共用で減圧装置（フィルター付き）を 1 個設置）

(g) 配管材料

① 制御空気圧縮機～空気除湿器入口

ガス管（黒） SGP（B）

② 空気除湿器入口～空気濾過器入口

ガス管（白） SGP（W）

空気除湿器入口／出口取合は、フランジ取合とする。

③ 空気濾過器入口弁～現場計器盤、接続函入口（供給母管）

継目無りん脱酸銅管 肉厚 2 mm t

④ 他ユニットとの制御空気連絡管

ガス管（白） SGP（W）

⑤ 空気濾過器バイパス配管

継目無りん脱酸銅管 肉厚 2 mm t

⑥ 現場計器盤、接続箱以降の制御機器関係配管

a. コントロール銅管 （1 芯、2 芯、3 芯、4 芯）通信ケーブル無し

b. 素 管 継目無りん脱酸銅管

⑦ ヘッダー類

供給母管と同じ材質

⑧ その他

標準配管材料は、(2)項のとおりとするが、増設・改造工事などにおいては既設設備との協調、屋外設備については布設場所等とNEK設計基準を勘案し、材料を選定する。

(h) 配管寸法

配管寸法は、制御空気消費量により決定するが、空気除湿器出口以降の供給空気母管、供給空気管、供給空気管および制御配管については、次の標準とする。

① 空気除湿器出口～各階ループ母管

2 B（もしくはこれ以上）

② 各階ループ母管出口～現場計器盤、接続函

3 / 4 B、1 B、1 ½ B

③ 現場計器盤、接続函～制御機器廻り配管

・ 6.0mm<sup>OD</sup>×1.0t

・ 10.0mm<sup>φ</sup>×1.0t

・ 12.0mm<sup>φ</sup>×1.0t

④ 供給ヘッダー

3 B

⑤ 他ユニットとの制御空気連絡管

2 ½ B

### 6.13.2 所内用空気源設備

所内用空気設備は、制御用空気源設備とは独立して、所内で工事用、保守用清掃用等の多目的に使用する圧縮空気源として設置され、使用可能箇所を所内各所に配置する。

(a) 所内空気配管系統の機器構成は、次による。

- ・ 所内用空気圧縮機
- ・ 所内用空気アフターフィルター（空気濾過器）
- ・ 所内用空気レシーバ
- ・ 供給ヘッダー、分岐弁
- ・ 配管、弁類

(b) バックアップ系統

- a. 制御空気圧力低下時のバックアップ連絡系統（自動弁を含む）連絡管
- b. 他ユニットの所内空気系統の連絡管

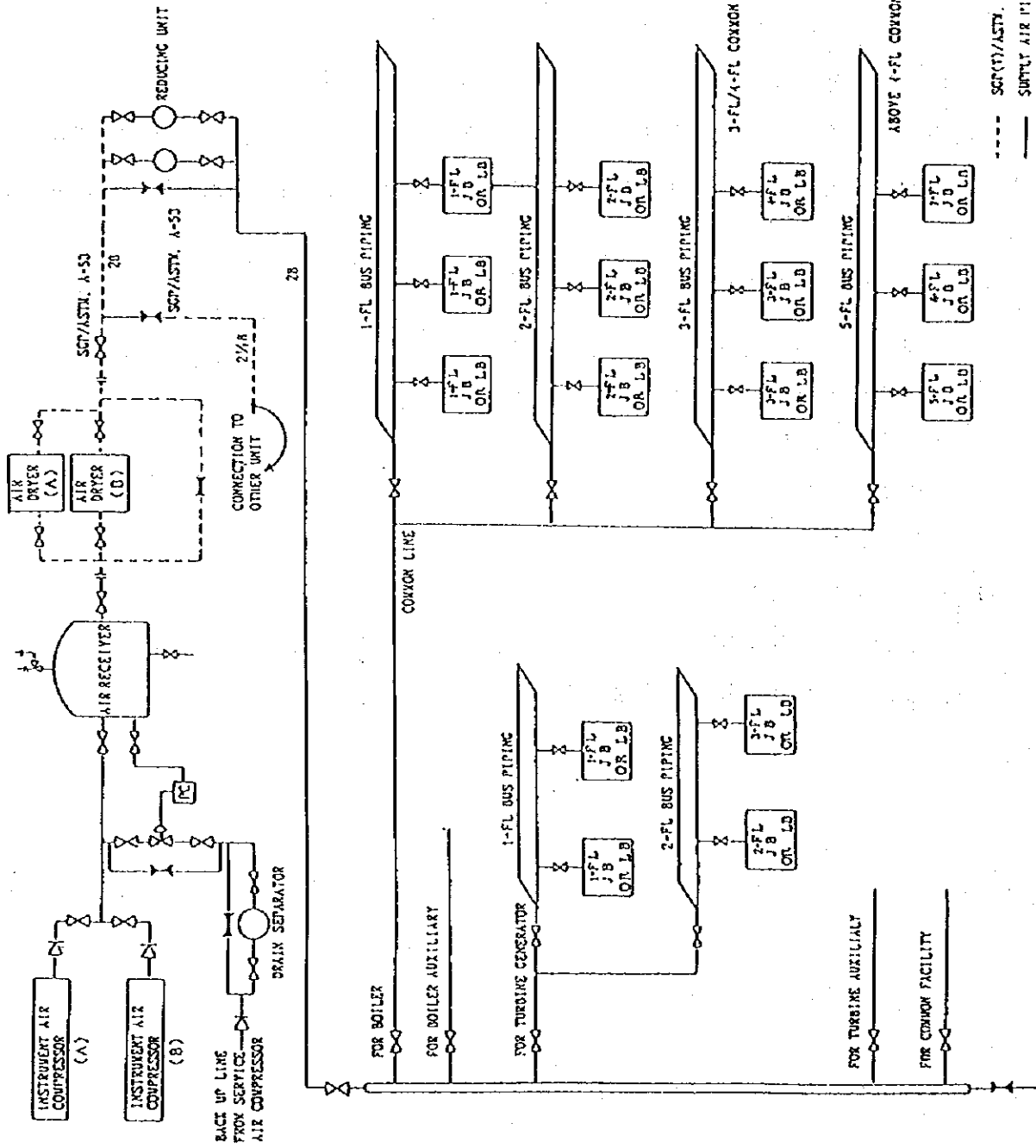


Figure 6-13-1 INSTRUMENT AIR PIPING LINE

## 6.1.4 燃料及び石灰石貯蔵運搬設備

### 6.1.4.1 石炭設備

#### (1) 貯炭設備

##### (a) 検討条件

- ① 既設貯炭場は使用せず、第1灰捨場跡地（整地済）を活用する。
- ② 石炭受入れは鉄道貨車輸送により、既設受入れ運用状況は、次のとおりである。
  - a. 3系統の受入れ設備が有り、その内1系統は撤去予定となっている。
  - b. 貨車積載能力は 55 ton(Coal) /両で、1編成は 7~10両である。
  - c. 受入れ頻度は1日 8~10回、12時間は受入れ可能であり、1回の受入れ処理時間は15分/10両を要する。
- ③ 受入れ石炭中の粘土質分（通称：Black Clay）に対し、次の事項を配慮する。
  - a. 貨車受入れ時、目視等で粘土質分の塊を可能な限り排除する。
  - b. 貯蔵する前に一度破碎し石炭粒径を揃えると共に破碎不可のものと分離する。
  - c. 貯蔵は雨・雪等を避ける構造物内とする。
- ④ 最小必要貯炭量：23日分（「フ」国基準の必要最低日数分）
- ⑤ 再設方針消費予想石炭量： 840 t/h(420 t/h×2 units), 20,200 t/d

##### (b) 検討結果

- ① 上記検討条件に基づき、設計諸元を次のとおりとする。
  - a. 既設鉄道線路から支線を設け、石炭受入れ場を新設貯炭場の近傍に設ける。
  - b. 石炭受入設備は、1回の受入れを2編成（10両×55t/両×2編成）で2系統設備とし、その2編成貨車積載量(1,100t)と処理時間40分（含む入出庫）では1日当たり受入19回、石炭搬入13時間となる。
  - c. 石炭受入系容量は、2編成貨車分を30分で送炭可能な2,200 t/hとするが、受入リクレーマは2台なので各容量は1,100 t/hとなる。
  - d. 貯炭場の容量及び方式を次のようにする。
    - ・貯炭容量→ 465,000 t [23日分=(20,200t/d)・(23d)]
    - ・貯炭方式→ 4列パイル（自然積：断面積 441.6 m<sup>2</sup>、長さ 330m/パイル）
  - e. 粘土質分混在に対し、次のような設備対策をする。
    - ・受入れ系統にスクリーン及びクラッシャー(400→150 mmφ)を設ける。
    - ・貯炭場には屋根（側壁なし）を設ける。

② 上記設計諸元に基づく主要設備概要は、次のとおりである。

そのフローを Figure 6-14-1-1 に示す。

a. 受入設備

- ・石炭貨車停車場：貨車10両（55t/両）×2 編成から石炭を落下させる。
- ・受入リクレーマ：バケットホイール式 [1,100 t/h, 2台]
- ・受入コンベア：ベルトコンベア（BC-1A, 1B） [1,100 t/h, 1,400mm]
- ・移送コンベア：ベルトコンベア（BC-2, 3, 4, 5） [2,200 t/h, 2,000mm]

b. 貯炭設備

- ・建屋：半屋内式（屋根のみ）
- ・トリッパ：2,200 t/h, 5台
- ・トリッパ用コンベア：ベルトコンベア（BC-6A, 6B, 6C, 6D） [2,200 t/h, 2,000mm]

c. その他付属設備

- ・スクリーン：グリッドシャフト式 [2,200 t/h, 1台]
- ・クラッシャー：ハンマー型 [400 t/h, 2台]
- ・マグネットセパレーター、サンプリング装置

(c) 計画実行に伴う考慮事項

- ① 石炭(465,000 t) や受入れ・払出し設備等重量物を灰捨場跡地に設置するため地盤沈下が懸念されるので、地盤状況の調査を要し地質・地盤条件しだいでは地盤改良を行う必要が有る。
- ② 現計画（4パイル, 23日分）では貯蔵設備スペースに問題はないが、石炭受入れ時の2編成貨車数（20両）、搬入回数（19回/1日）、搬入時間（13時間以上）及び既設プラント用石炭の受入れ等貨車輸送の運用面に問題が出てくる。

よって、炭鉱会社、石灰石供給会社及び発電所の3者間で貨車運行計画を綿密に立てると共に調整連絡体制の整備を行う必要が有る。

(2) 運炭設備

(a) 検討条件

- ① 新設貯炭場から再設石炭バンカーまでの系統とする。
- ② 石炭バンカーに投入する石炭粒径は 40m/m以下となるよう系統の途中にクラッシャーを設置する。

- ③ 運炭操作時間は現状と同じ 24 時間とし、石炭バンカ容量は 6時間分とする。
- ④ 輸送はベルトコンベア方式とする。
- ⑤ 再設分の消費予想石炭量： 840 t/h (420 t/h×2 units)

(b) 検討結果

- ① 上記検討条件に基づき、設計諸元を次のとおりとする。
  - a. 払出リクレーマ容量は 420 t/h×4 台とする。
  - b. 石炭払出系容量は 420 t/h×2 系統（1 系統予備）とする。
- ② 上記設計諸元に基づく主要設備概要は、次のとおりである。  
そのフローを Figure 6-14-1-1 に示す。

a. 払出設備

- ・リクレーマ : ポータル型スクレーパ [420 t/h, 4台]
- ・払出コンベア : ベルトコンベア (BC-7A, 7B, 7C, 7D) [420 t/h, 1,000mm]

b. 移送設備

- ・移送コンベア : ベルトコンベア (BC-8A, 8B, 9A, 9B) [840 t/h, 1,200mm]
- ・バンカ用コンベア : ベルトコンベア (BC-10A, 10B) [840 t/h, 1,400mm]
- ・スクレーパ : ベルト持上げ式 [1,200mm]

c. その他付属設備

- ・スクリーン : グリッドシャフト式 [840 t/h, 1台]
- ・一次クラッシャー : ハンマー型 [400 t/h, 1台]
- ・二次クラッシャー : ハンマー型 [400 t/h, 1台]
- ・リフトコンベア : チェーンコンベア [20 t/h, 2台]
- ・マグネットセパレータ, サフリング装置

## 6.14.2 石灰石設備

### (1) 検討条件

- (a) 石灰石受入れは鉄道貨車輸送により、既設石炭受入れ撤去予定システムを活用する。  
よって、貨車積載能力は1編成10両(55トン/両)である。
- (b) 石灰石の受入れ粒径は 50mm以下とする。
- (c) 最小必要貯蔵量：23日分（石炭貯蔵量と同じ）
- (d) 石灰石バンカーへの輸送操作時間は石炭と同じ 24 時間とする。
- (e) 輸送はベルトコンベア方式とする。
- (f) 再設分の消費予想石灰石量：180 t/h(90t/h×2 units), 4,400 t/d

### (2) 検討結果

- (a) 上記検討条件に基づき、設計諸元を次のとおりとする。
  - ① 既設石炭受入れ線路を活用し、貯蔵所は新設貯炭場に隣接する。
  - ② 石灰石消費量、1編成貨車積載量（10両×55t/両）及び1編成貨車処理時間40分（含む入出庫）より、1日当たり受入8回、搬入6時間となる。
  - ③ 石灰石受入系容量は 540 t/h(8hr移送) とする。
  - ④ 貯蔵所は、次のようにする。
    - ・貯蔵量 → 100,000 トン [23日分 = (180t/h)・(24h)・(23d)]
    - ・貯蔵方式 → 1列パイル（自然積：断面積 212 m<sup>2</sup>, 長さ 345 m）  
但し、雨水を避けるためパイルは屋内式とする。
  - ⑤ 石灰石払出系容量は 180 t/h, 2系統（1系統予備）とする。
- (b) 上記設計諸元に基づく主要設備概要は、次のとおりである。

そのフローを Figure 6-14-2-1 に示す。

#### ① 受入設備

- ・石灰石貨車停車場：既設石炭受入れ撤去予定システムを活用する。
- ・ロータリープラウ：プラウ回転走行式 [540 t/h, 1台]
- ・受入コンベア：ベルトコンベア (LBC-1) [540 t/h, 650 mm]
- ・移送コンベア：ベルトコンベア (LBC-2,3) [540 t/h, 650 mm]
- ・マグネットセパレータ：吊り下げ型 (650mm)

#### ② 貯蔵設備

- ・建屋：鉄骨屋内式



- ・トリッパ : 540 t/h, 1台
- ・トリッパ用コンベア : ベルトコンベア (LBC-4) [540 t/h, 650 mm]

③ 払出設備

- ・リクレーマ : ポータル型スクレーパ [180 t/h, 1台]
- ・払出コンベア : ベルトコンベア (LBC-5A, 5B) [180 t/h, 500 mm]

④ 移送設備

- ・移送コンベア : ベルトコンベア (LBC-6A, 6B) [180 t/h, 500 mm]
- ・バンカー用コンベア : ベルトコンベア (LBC-7A, 7B) [180 t/h, 650 mm]
- ・スクレーパ : ベルト持上げ式 [650 mm]
- ・マグネットセパレータ : 吊り下げ型 [500mm]

(3) 計画実行に伴う考慮事項

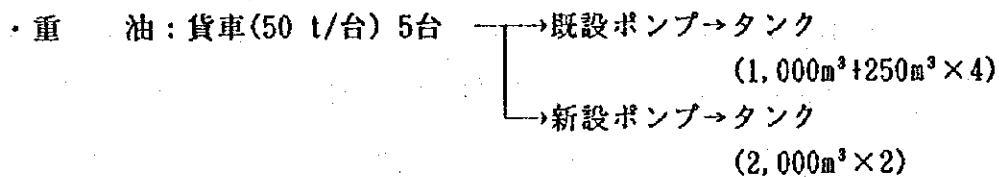
- (a) 石灰石(100,000 t) や受入れ・払出し設備等重量物を灰捨場跡地に設置するため石炭貯蔵所と同様に地盤沈下が懸念されるので、地盤状況の調査を要し地質・地盤条件しだいでは地盤改良を行う必要が有る。
- (b) 現計画(1パイル, 23日分) では貯蔵設備スペースに問題はないが、石炭受入れ時と同様に貨車運行が複雑になることが想定されるので、次の配慮が必要である。
- ① 貨車運行を綿密に計画する。
  - ② 炭鉱会社, 石灰石供給会社及び発電所の3者間調整連絡体制を整備する。
  - ③ 貨車運行が煩雑となるため、安全管理面より保安操作員を増強する。

### 6.14.3 重油, LPG設備

#### (1) 検討条件

(a) 既設の概況は、次のとおりである。

- ① 重油設備（受入, 貯蔵, 払出）と 軽油設備（受入, 貯蔵, 払出）は有るが、LPG設備は無い。
- ② 供給元は 工場/化学コンビナート(初年度: 757 から輸入) であり、鉄道輸送で受け入れている。その受入れ系統は、次のとおりである。



・軽油: 貨車(50 t/台) 5台→ポンプ→タンク(250m³×4)

- ③ 既設重油燃焼系統の運用等は、次のとおりである。

- ・重油系統は、常時ポンプ連続運転によりケミングしている。
- ・配管容量は、従来 #1 ~10号用 に供給可能であった。

- ④ 新設重油設備は、タンク(2,000m³×2), 受入・払出用ポンプ, ヒータ, ストレーナ等で構成され、新設払出配管は既設 炉用配管(90 t/h) に接続されている。

・新設ポンプ仕様→受入用: 119 t/h, 2台, 払出用: 58 t/h, 2台

・新設重油受入・払出の概略系統を Figure 6-14-3-1 に示す。

・重油性状を Table 6-14-3-1 に示す。

(b) 流動床ボイラの起動・停止時に使用する重油, LPG(重油着火用) 使用予想量は、次の条件で算出する。

- ・定期点検のため年間 1回/1ユニット 停止する。
- ・事故等計画外停止は年間 2回/1ユニット とする。
- ・2ユニット の同時起動はしないものとする。
- ・コーク起動停止の使用量をベースとする。

#### (2) 検討結果

(a) 上記検討条件に基づき、設計諸元を次のとおりとする。

- ① 年間使用予想量は、次のとおりとなる。

[重油] コーク起動停止(1回) 使用量(1unit)

・起動 = 熱風炉バーナ :  $75 \text{ t} = 10 \text{ t/h} \times 7.5 \text{ h}$

火 炉バーナ :  $25 \text{ t} = 20 \text{ t/h} \times 1.25 \text{ h}$

・停止 = 火 炉バーナ :  $10 \text{ t} = 20 \text{ t/h} \times 0.5 \text{ h}$

∴年間使用予想量(2units) =  $660 \text{ t/Y}$  [ $680 \text{ m}^3/\text{Y}$ ]

$(75+25+10)\text{t/h} \cdot (1+2) \text{ 回/Y} = 330 \text{ t/Y/unit}$

$330 \text{ t/Y} / 0.968 \approx 340 \text{ m}^3/\text{Y/unit}$

[LPG] 着火バーナ容量は重油バーナ容量の4%とする。

$330 \text{ t/Y} \cdot 0.04 = 13.2 \text{ t/Y}$  (重油バーナ)

$13.2 \text{ t/Y} \cdot 9.525 \text{ kcal/t} / 11.84 \text{ kcal/t} \approx 11 \text{ t/Y}$  (LPGバーナ)

$11 \text{ t/Y} / 0.8 \approx 14 \text{ m}^3/\text{Y}$  (LPGバーナ)

しかし、着火バーナは重油バーナと同じ点火時間ではなく、その使用量は点火時間[重油=8.75 hr(525min), LPG=3 min/バーナ]の比率とする。

∴年間使用予想量(2units) =  $1.0 \text{ m}^3/\text{Y}$

$14 \text{ m}^3/\text{Y} \cdot 3 \text{ min/バーナ} \cdot 6 \text{ バーナ} / 525 \text{ min} \approx 0.5 \text{ m}^3/\text{Y/unit}$

② 重油年間使用量( $680 \text{ m}^3/\text{Y}$ )より重油設備は現在新設されたものを流用し、LPG設備は各ボイラ建屋に隣接して新設するものとする。

但し、法規上集合料斗方式の場合、難燃性壁が有り難燃性料斗内に収納し、総容量は $1.0 \text{ kl}$ 以下であることが規定されている。

③ LPGは料斗( $80 \text{ l}$ )で受入れるものとし、年間使用予想数量は14本(2units)となる。 [ $0.5 \text{ kl} / 80 \text{ l/本} \approx 7 \text{ 本/1 unit} \Rightarrow 14 \text{ 本/2 units}$ ]

(b) 上記設計条件に基づく主要設備概要は、次のとおりである。

① 重油

a. 受入設備 : 新設流用

b. 貯蔵設備 : 同上

c. 払出設備 : 同上

② LPG

a. 受入設備 : トラックで料斗( $80 \text{ l}$ )を搬入する。

b. 貯蔵設備 : 各ボイラ建屋に隣接して難燃性料斗内に料斗(7本)を収納する。

c. 払出設備 : 各ボイラの難燃性料斗内に圧力調整弁、安全弁等を新設する。

Table 6-14-3-1 Heavy Oil Properties

Item		Bulgarian Standard	Acceptable Properties
Calorific value (HHV)	MJ/kg	3 9. 8	3 9. 8 8
	(Kcal/kg)	(9. 506)	(9. 525)
Kenematics viscosity	mm <sup>2</sup> /s	1 1 5	—
Density	g/cm <sup>3</sup>	1. 0 1 5	0. 9 6 8
Ash content	Weight %	0. 1 5	0. 0 6 8
Sulfur content	Weight %	3. 5	2. 9 9
Moisture	Volume %	1. 0	—
Impurities	Weight %	0. 5	—
Flash point	°C	1 1 0 or more	1 2 0 or more
Pour point	°C	2 5 or less	7 or less

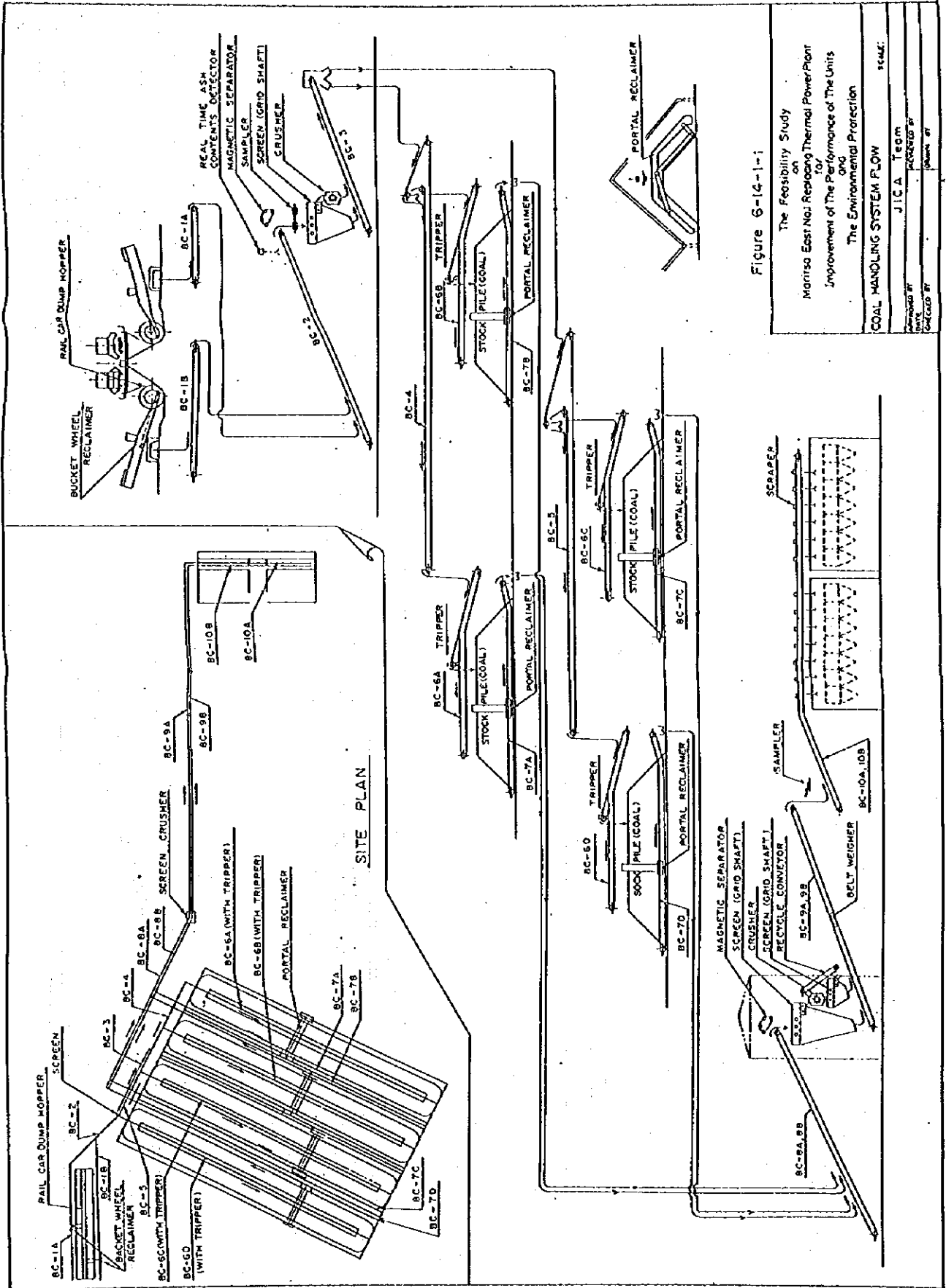
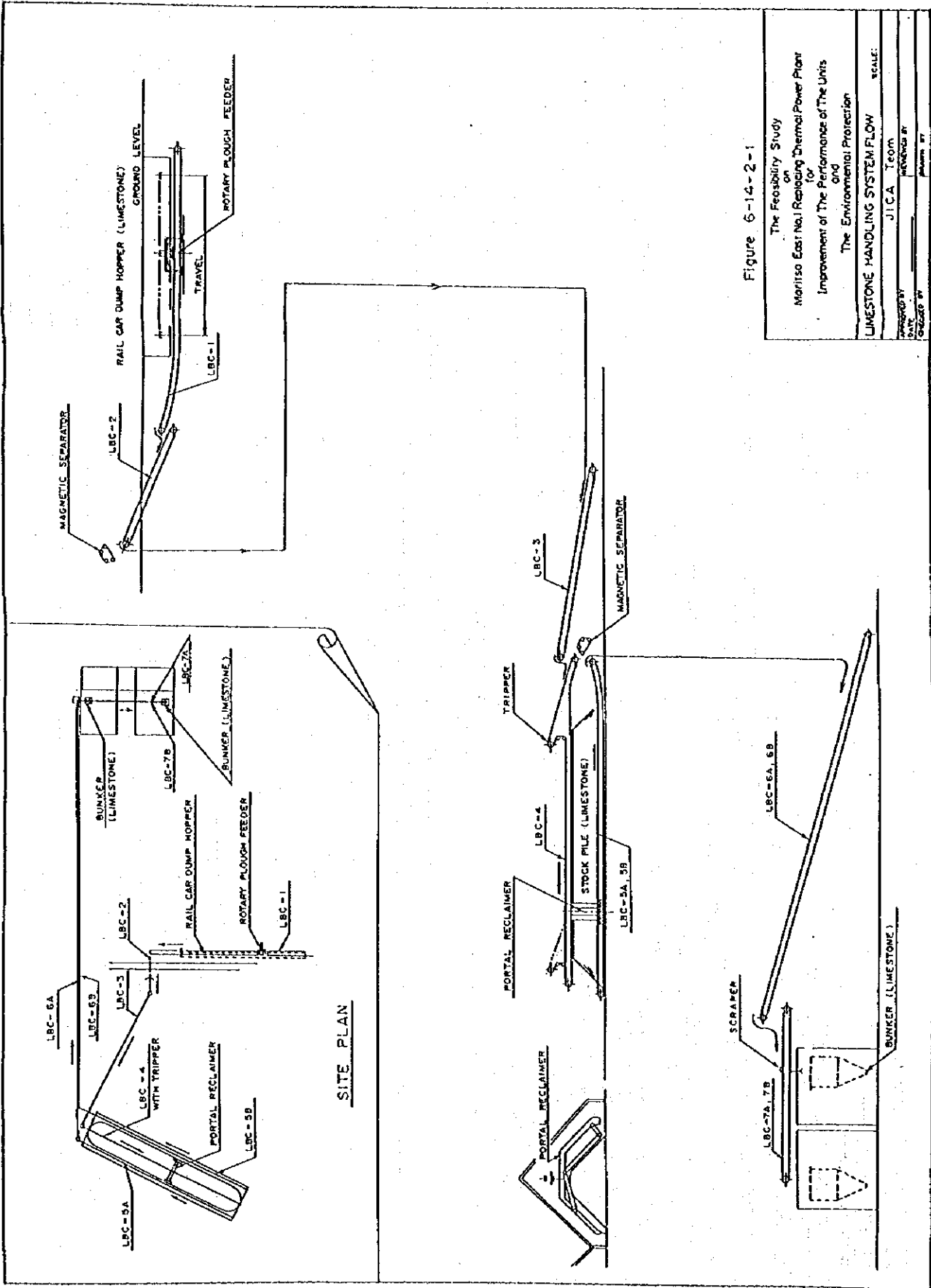


Figure 6-14-1-1

The Feasibility Study  
 on  
 Maritza East Not Replacing Thermal Power Plant  
 for  
 Improvement of The Performance of The Units  
 and  
 The Environmental Protection  
 COAL HANDLING SYSTEM FLOW SCALE:  
 JICA Team  
 DRAWN BY: [Name]  
 CHECKED BY: [Name]  
 DATE: [Date]



SITE PLAN

Figure 6-14-2-1  
 The Feasibility Study  
 on  
 Maritza East Nal Replacing Thermal Power Plant  
 for  
 Improvement of The Performance of The Units  
 and  
 The Environmental Protection  
 LIMESTONE HANDLING SYSTEM FLOW SCALE:

DESIGNED BY	JICA Team
CHECKED BY	
DATE	
APPROVED BY	
PROJECT NO.	
SCALE	

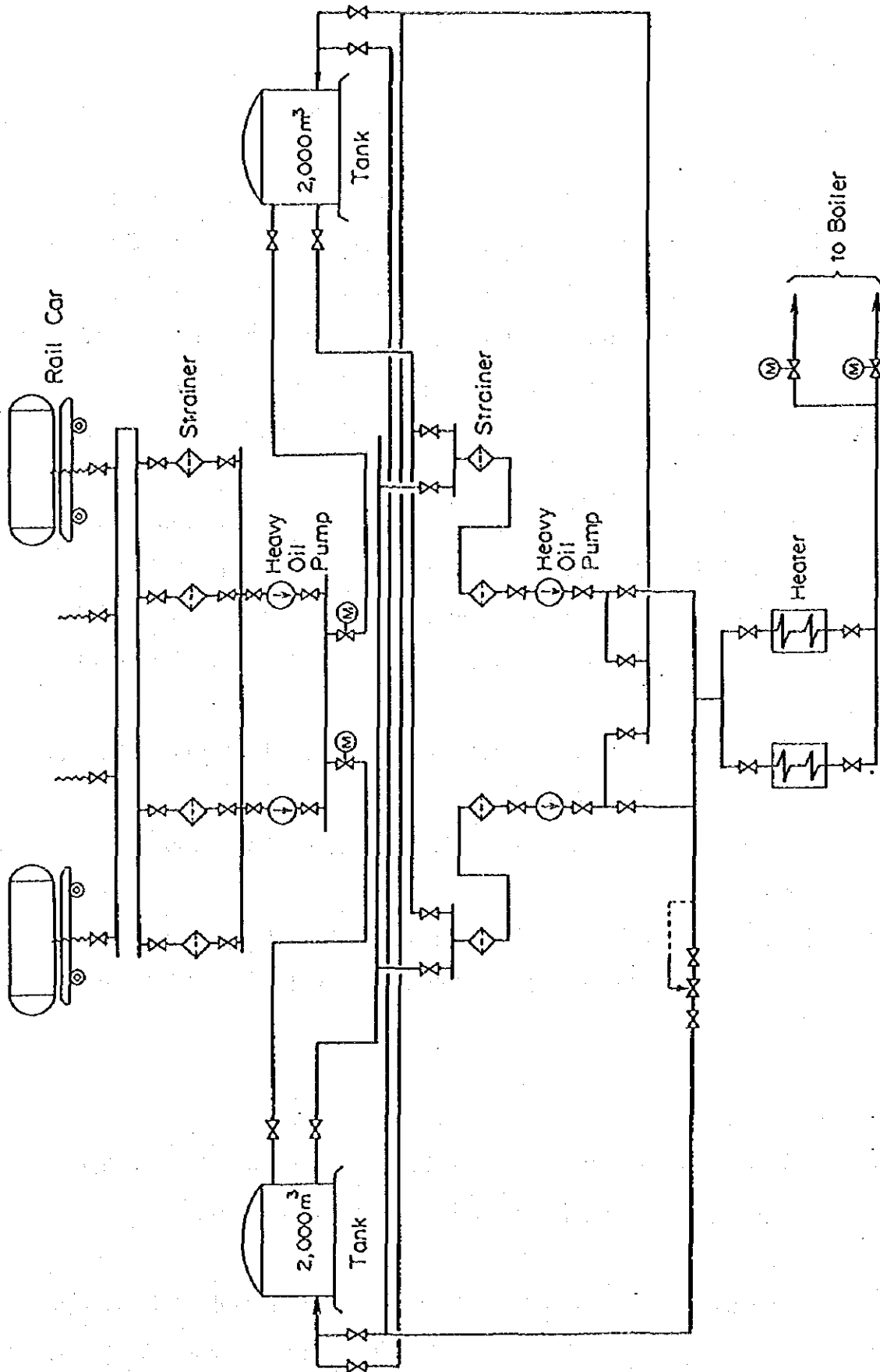


Figure 6-14-3-1 System of Heavy Oil Receiving and Discharging