

6.5 タービン/ヒートバランス

6.5.1 定格出力230MWの場合（地域熱供給を行わない場合）

タービンの定格出力が230MWの場合のヒートバランス図を Figure 6-5-1 に示す。

定格出力230MW時の熱消費率は1,906 kcal/kWh (45.1 %) である。

6.5.2 定格出力200MWの場合（地域熱供給を行う場合）

タービンの定格出力が200MWの場合のヒートバランス図を Figure 6-5-2 に示す。

定格出力200MW時の熱消費率は1,841 kcal/kWh (46.7 %) である。

PLANT SPEC : TURBINE TYPE=ICDF-26, RAT. OUT=200MW, STEAM COND=10x8x.118/132C, AAT, VAC=709, 2mmHg, REV=2000RPM
 GENE. CAPACITY=271MVA, HYDROGEN PRESS=3.2x10⁶, PF=0.85

LEGEND
 O - FLOW
 P - PRESSURE
 T - TEMPERATURE
 M - ENTHALPHY

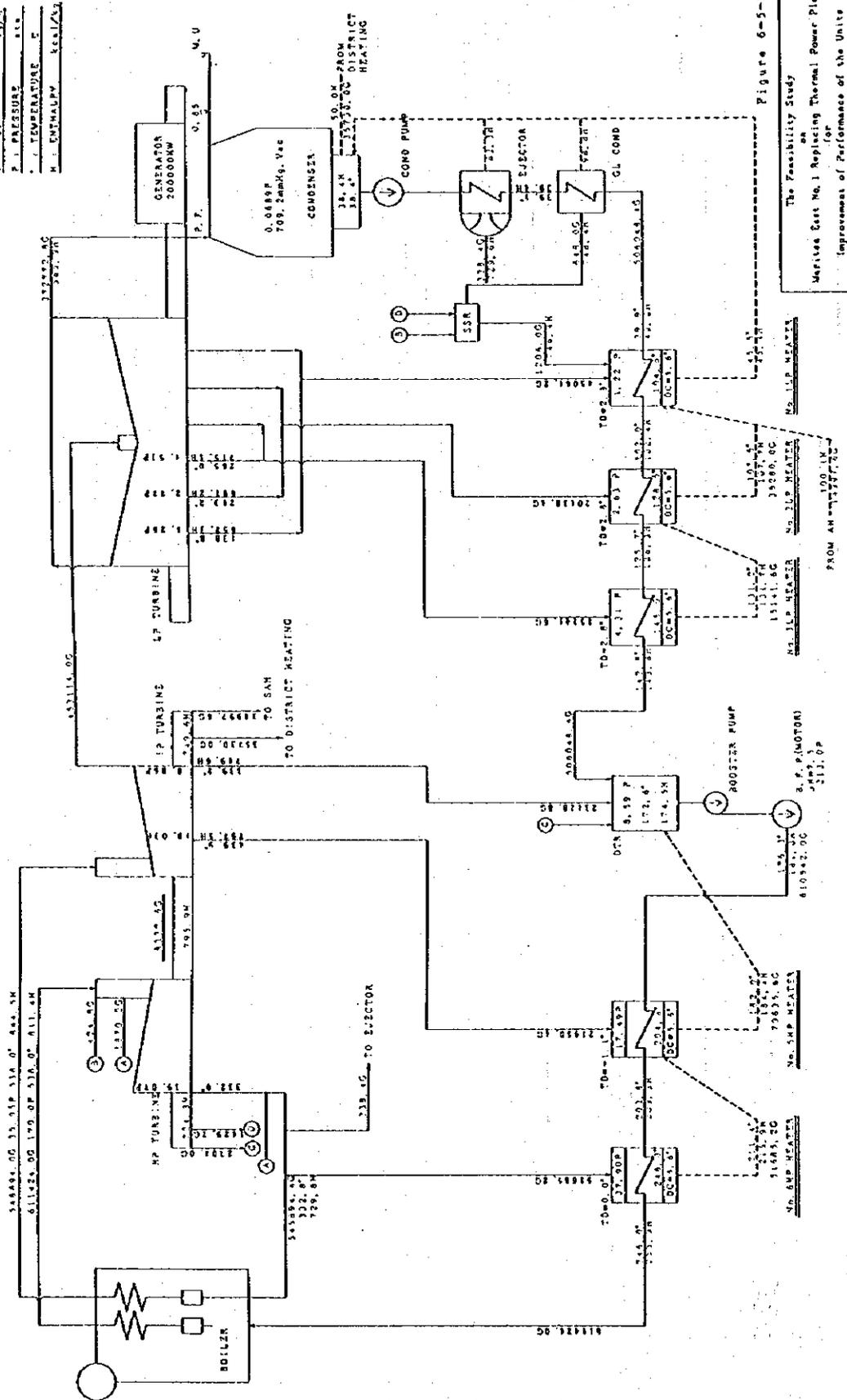


Figure 6-5-2
 The Feasibility Study
 on
 Maritac Est No. 1 Replacing Thermal Power Plant
 for
 Improvement of Performance of the Units
 and
 The Environmental Protection
 TUBSIN-CYCLE
 HEAT BALANCE DIAGRAM (200MW)
 JICA TEAM
 REVIEWED BY
 DRAWN BY
 CHECKED BY
 NAME OF K. OKANO

HEAT RATE = 6111.25 kcal/kwh, 10=1.997, 42.108, 1317.0, 2459.01 -
 6111.25 kcal/kwh, 10=1.997, 42.108, 1317.0, 0.713, 40=1.997, 42.108, 1317.0, 2459.01 -
 1981 kcal/kwh

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 (E C R) |
| (2) ボイラ型式 | : 循環式流動床ボイラ (C - F B C) |
| (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 ² 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 ₂ =6%ベース) | |
| (a) S O ₂ | : 脱硫率90%以上 |
| (b) N O _x | : 600mg/m ³ N以下 (292ppm) |
| (c) D u s t | : 100mg/m ³ N以下 |
| (d) C O | : 250mg/m ³ 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 |
| ⑥ 節炭器 | 型式：横置裸管式 |

(b) ボイラ・ケーシング

形式：保温材+鋼板ラギング

(c) 空気予熱器 (GAH)

- | | |
|--------|---|
| ① 仕様 | 形式：再生式
数量：1基 |
| ② 温度条件 | GAH出口ガス温度：165℃(MCR)
GAH入口空気温度：65℃(MCR) |

(d) 蒸気式空気予熱器 (SAH)

- | | |
|--------|--|
| ① 仕様 | 形式：蒸気式
数量：1基 |
| ② 温度条件 | SAH出口ガス温度：65℃(MCR)
SAH入口空気温度：40℃(MCR) |

(e) スートブロワ

形式：自動電動蒸気噴射式

(f) 風洞及び煙道

形式：鋼板溶接製

(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 |

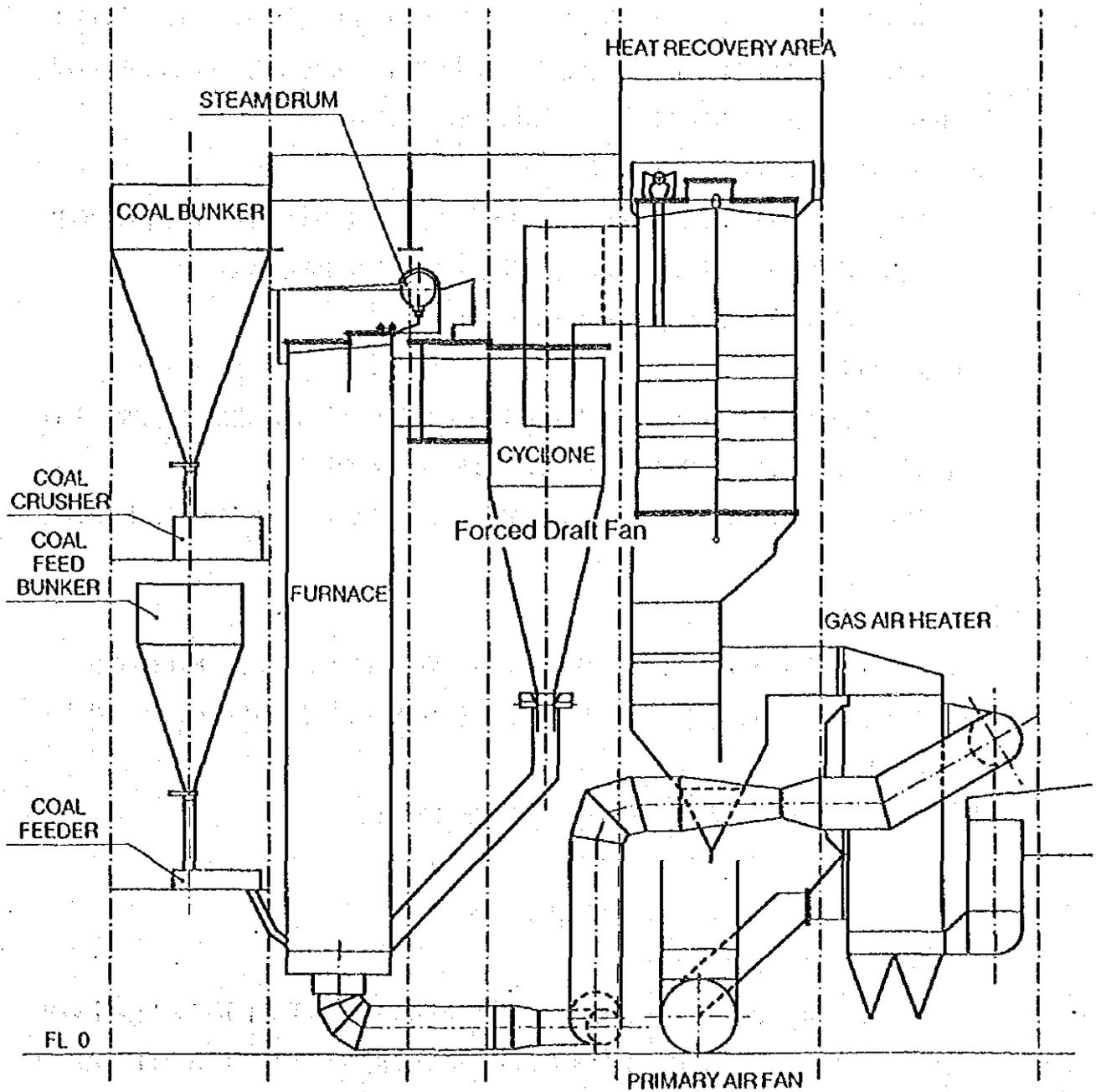


Figure 6-6-1 SIDE VIEW OF C-FBC BOILER PLANT

6.7 蒸気タービン設備

6.7.1 蒸気タービン

(I) 検討条件

(a) タービン定格出力（設計点）

蒸気タービン発電機は、定格入口蒸気条件及び排気圧力50mmHg absに於いて発電機端で、熱併給時200MW、熱併給なしの時230MWの電気出力が得られるものとする。なお、設計復水器冷却水温度は、21℃とする。

(b) タービンケイパビリティ条件

蒸気タービンは、排気圧力90mmHg abs、補給水率0%の条件で定格出力200MW（熱併給あり）及び230MW（熱併給なし）が可能なこととする。
なお、最高復水器冷却水温度は、32℃とする。

(c) 最大出力

定格入口蒸気条件及び排気圧力50mmHg absに於いて、発電機端で200MW（熱併給あり）及び230MW（熱併給なし）以上の出力を保証する。

なお、これに関連してタービン入口最大蒸気流量をタービン製造者に提示させるものとする。

(d) 主蒸気条件

蒸気タービンの設計上、効率を良くするため、高温高圧の蒸気条件を採用することが望ましいが、ユニット・サイズと運転及び保守性を考慮して、亜臨界蒸気条件を採用する。

- ・タービン入口主蒸気圧力 169 kg/cm²g
- ・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 ℃

(e) タービン排気圧力の設計

年間平均冷却水温度、運転状況、復水器冷却水の許容温度上昇（環境保全の観点から $\Delta T = 7\text{℃}$ と設定）、燃料費等を総合的に勘案し、タービン定格排気圧力を50mmHg abs（湖水温度21℃）とする。

(f) タービン補機は、コストダウンを考慮した台数とする。

(2) 検討結果

(a) 蒸気タービン仕様

- ① 型式 : 串型2車室複流排気型再熱タービン
- ② 台数 : 2基
- ③ 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
- ④ 蒸気条件 : 主蒸気圧力 16.9 kg/cm²g (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)
- ⑤ 排気圧力 : 50 mmHg. abs. (定格時)
90 mmHg. abs. (ケーパビリティ時)
- ⑥ 回転数 : 3,000 rpm
- ⑦ 制御方式 : 高圧電気油圧式ガバナ制御

(b) タービン補機概要

マリツァ・イースト第1火力発電所R1、R2号機のタービン補機の型式と台数を以下のように選択した。なお、台数は1ユニット当りを示す。

① 主油タンク

タービン建屋内1階床面に主油タンク1台を設置する。

② 補助油ポンプ

スペース節約のため、主油タンク上に補助油ポンプ1台を設置する。

③ ジャッキング・オイル・ポンプ

ジャッキング・オイル・ポンプの採否は、タービン製造者の設計慣例により決定するのが一般的である。

ジャッキング・オイル・ポンプが必要な場合、このポンプはタービンの起動時と、停止後のみ運転するため、その台数は1台とする。

④ グランドスチームコンデンサー

グラントスチームコンデンサーは1台を設置する。

⑤ タービンバイパスシステム

下記の理由により、高圧/低圧タービンバイパスシステムを採用する。

- 1) 起動特性を良くする。
- 2) プラントの緊急停止時の保護装置とする。

⑥ 復水器

- 1) 復水器は1パス方式とし、水室は2分割とする。
- 2) 復水器細管の材質は、ロソフクラネツ湖の水質を考慮してキュプロ・ニッケル管 (90-10 Cu-Ni)を採用する。
- 3) 復水中の溶存酸素は、このクラスの蒸気条件では、0.03cc/ℓとする。

⑦ 循環水ポンプ

- 1) 循環水ポンプの数は、1ユニット当り2台、共通予備1台、合計5台とする。
- 2) ポンプの容量は規定冷却水量の50%/台とする。
- 3) ポンプの材質は、冷却水の水質、その他の要素を考慮して、主要部分には耐蝕性の優れたステンレス鋼を採用することとする。

⑧ 復水ポンプ

- 1) 復水ポンプの容量は規定復水量の100%/台とする。
- 2) 復水ポンプの数は、近年ポンプ自体の信頼性が向上しているので2台とする。
- 3) 復水ポンプの型式は、多段堅型ポンプとし、吸込口はストレーナを設けることとする。

- 4) 主要部品の材質は以下の通りとする。

インペラー : ステンレス鋼
ケーシング : 鋳鉄又は鋳鋼品
シャフト : ステンレス鋼

⑨ 給水加熱器

- 1) 高圧及び低圧給水加熱器の型式は、操作性と保守性の面から横型U字管型熱交換器を採用する。
- 2) 主要部品の材質は、実績を考慮して次の通りとする。

a. 管材質

— 高圧給水加熱器 : 炭素鋼
— 低圧給水加熱器 : ステンレス鋼

b. 水室及び管板 : JIS SF50, SB45又は同等品

⑩ 脱気器

- 1) 脱気器の型式は、このクラスで実績のあるスプレー・カム・トレイ式とする。
- 2) 脱気器のタンク容量は、156MW ~600MW クラスでは80m³~100 m³であり、寸法は以下の通りである。
 - a. タンク寸法 : 内径 3,500mm、長さ 約14,000mm
 - b. タンク重量 : 組立時 59トン、満水時 240 トン

⑪ 給水ポンプ

- 1) 給水ポンプ1台当りの容量は、規定給水量の50%とする。
- 2) 給水ポンプの台数は、信頼性及び実績から3台(1台予備)とする。
- 3) ポンプの型式は、モータ駆動、可変速横型、多段バーレル、プースタ・ポンプ及び水封入装置付きとする。
- 4) 主要部品の材質は以下の通りである。

インペラー	: ステンレス鋳鋼
ケーシング	: ステンレス鋳鉄
シャフト	: ステンレス鋳鋼

⑫ 軸受冷却水ポンプ

- 1) 軸受冷却水ポンプ1台当りの容量は、規定冷却水量の50%とする。
- 2) 軸受冷却水ポンプの台数は、信頼性及び実績から2台とする。
- 3) ポンプの型式は、横型渦巻ポンプとする。
- 4) 主要部品の材質は以下の通りである。

インペラー	: 鋳 銅
ケーシング	: 鋳 鋼
シャフト	: 炭素鋼

⑬ 空気抽出装置

- 1) 空気抽出装置は、このクラスで実績があり、価格及び保守面で有利な蒸気エジェクターとする。
- 2) 空気抽出装置の台数は、1ユニット当り1台とする。

(3) 計画実行に伴う考慮事項

タービン補機については、コストダウンを考慮して極力予備機を設けない計画としたが、運転・保守技能、予備品の調達の難易度も考慮して予備機の台数を決定する必要がある。

6.7.2 タービン建屋内機器配置

(1) 検討条件

- (a) タービン建屋は既設建屋を一部流用する。但し、新設の煙突及び煙道と既設石炭乾燥工場との位置関係より建屋を85.25m～95.25m延長する必要がある、延長分の建は新設とする。
- (b) タービン発電機は、建屋長手方向と直角に配置（以下“1型配置”）する。
- (c) 1階床面（GL+200）、運転床面（GL+8000）の2階面構造とする。なお、運転床面レベルは、既設天井クレーンを流用するため既設運転床面レベルと同じとする。
- (d) 大物搬入口は、変圧器側に設置する。

(2) 検討結果

(a) 1階床面機器配置平面図（GL+200, Figure 6-7-1）

- ① 1階床面には、主油タンク、ボイラ給水ポンプ、軸受冷却水ポンプ、密封油装置、熱供給用熱交換器、並びに大物搬入口、等を配置する。
- ② 復水器は、地下ピット（GL-4500）に設置する。
- ③ 復水器のチューブ引抜き用のスペースとして開口部を設ける。

(b) 運転床面機器配置平面図（GL+8000, Figure 6-7-2）

- ① 再建プラントでは、運転床面でタービン発電機の分解・点検を行う計画としているので、全面を床張りとする。但し、大物機器の搬出入用、主要ポンプの分解点検用の開口部はグレーチングとする。
- ② 運転床面には、タービン発電機、励磁機、AVR 盤、パワーセンタ、等を配置する。

(c) 脱気器棟各階配置平面図（Figure 6-7-1, 6-7-2）

- ① 脱気器は、既設建屋を一部流用するため、既設と同じレベル (GL+20,000) に設置する。
- ② 各低圧及び高圧給水加熱器は、1階床面及び運転床面レベルと同じフロアに設置する。
- ③ 堅型給水加熱器を設置する場合、本体の長さが約12m、チューブ引抜き代が約10mとなり、合計22mのスペースが設置床面と天井クレーンフックの間に必要となるが、1階床面と天井クレーンの距離は約18mのため、堅型給水加熱器は採用できない。

(d) 機器配置立面図 (Figure 6-7-3)

- ① 運転床面レベルは既設床面レベルと同じ (GL+8000) とし、1階床面レベルは、標準的なGL+20とする。

(3) 計画実行に伴う考慮事項

(a) 運転床面レベルの確認

再建プラントの運転床面は既設天井クレーンを流用するため、既設運転床面と同レベル (GL +8,000) として計画するが、蒸気タービン及び発電機の分解・点検に必要な高さが取れているか検討する。

(b) 蒸気タービン発電機の配置

本計画ではI型配置としているが、微粉炭焚ボイラを採用する場合は、タービン建屋の長さが長くなるので、タービン建屋長手方向に対して蒸気タービン発電機を平行に配置 (T型配置と呼ぶ) も可能となるが、両者を十分に比較・検討する必要がある。

6.7.3 復水器及び循環水設備

(1) 検討条件

(a) 復水器

- ① 型式 : 表面接触式、1折流
- ② 真空度 : 50mmHg abs.
- ③ 冷却水入口温度 : 21℃ (設計点)
- ④ 清浄度 : 85%
- ⑤ 蒸気流量 : 458t/h (230MW 時)
- ⑥ 蒸気エンタルピ : 565.3 kcal/kg
- ⑦ 復水器細管 : 材質はロソフクラネツ湖の水質を考慮して選定し、
外径寸法及び厚さも材質をベースに選定する。
- ⑧ 冷却水通路数 : 1パス方式
- ⑨ 管内流速 : 2.0 m/sec
- ⑩ 復水温度 : 38.4℃ (真空50mmHg abs. に対する飽和温度)

(b) 循環水系統

再建プラントの循環水系統は、Figure 6-7-4を基本とする。

(c) 循環水設備

① 取水路及び放水路

5.4.1項で述べたように、共通取水路の一部及び共通放水路は流用するものとする。但し、共通取水路/放水路と復水器間は管路として、新設するものとする。

② 取水路除塵装置

バースクリーン設備を新設する。

③ 循環水ポンプ

循環水ポンプは新設するものとするが、既設ポンプ室を流用するにあたり一部改造する必要がある。

(2) 検討結果

(a) 復水器

- ① 冷却水面積 : 6,990 m²
- ② 冷却管本数 : 7,060 本
- ③ 管板間距離 : 9,918 mm
- ④ チューブ材質 : 90-10 キュプロニッケル
- ⑤ チューブ寸法 : 外径寸法 31.75 mm 厚さ 1.00 mm
有効長さ 9,918 mm

(b) 復水器仕様の算出根拠

- ① 交換熱量(H) : 242.25 × 10⁶ (kcal/hr)
 - 1) タービン排気 : (565.3 - 38.4) × 458,168.4 = 241.41 × 10⁶ (kcal/h)
 - 2) 給水加熱器等、他 : 0.84 × 10⁶ (kcal/hr)

なお、上記交換熱量は、230MW, 50mmHg abs. 補給水率3%に於ける値である。

② 熱貫流係数

熱貫流係数(K)は、アメリカ熱交換器協会(Heat Exchanger Institute)規格の計算方式によって算定するものとする。

$$K = C \times \sqrt{V} \times C_t \times C_m \times C_c$$
$$= 2,550 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

ここで、

C : 基準係数 C = 2,290

V : 管内流速 V = 2.0 m/sec.

C_t : 冷却水温度による補正係数 21°Cで C_t = 0.999

C_m : 管材質及び厚さによる補正係数 C_m = 0.9275

C_c : 冷却管清浄度 = 0.85

③ 冷却水温度上昇(Δt)

$$\Delta t = (t_s - t_i) \times \left(1 - \frac{1}{e^P}\right)$$
$$= 6.87^\circ\text{C} < 7^\circ\text{C}$$

ここで、

$$t_s = 38.4^\circ\text{C}, t_t = 21^\circ\text{C}$$

$$P = \frac{N \cdot K \cdot L \cdot F}{3,600 \times V \times C_p \cdot \gamma}$$
$$= 0.5023$$

N : 冷却水通路数 $N = 1$

K : $2,550 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

L : 冷却管の有効長さ $L = 9.918\text{m}$

F : 冷却管寸法による係数

$$F = \frac{\pi \times (O.D.)}{\pi \times (O.D. - 2 \times T)^2 / 4}$$
$$= 143$$

V : 2.0 m/sec.

$C_p \cdot \gamma$: 比熱×比重 = $1000 \text{ kcal/m}^2\text{C}$

$e^p = 1.6525$

④ 冷却水必要量 (Q)

$$Q = \frac{H}{\Delta t \cdot C_p \cdot \gamma}$$
$$= 35,342 \text{ m}^3/\text{hr}$$
$$= 9.817 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

ここで、

$$H = 242.25 \times 10^6 \text{ kcal/hr.}$$

$$\Delta t = 7^\circ\text{C}$$

⑤ 冷却面積

$$F = \frac{H}{K \cdot m}$$
$$= 6,985.3 \text{ m}^2$$

ここで、

$$H = 242.25 \times 10^6 \text{ (kcal/hr.)}$$

$$K = 2,550 \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$m = \frac{t_2 - t_1}{\ln \frac{\theta_1}{\theta_2}} \quad (\theta_1 = t_s - t_1, \theta_2 = t_s - t_2)$$

$$= 13.6$$

⑥ 冷却管本数

$$N_r = \frac{Q}{\pi \times (0.0 - 2t)^2 / 4}$$

$$= 7,061 \text{ 本}$$

ここで、

$$Q = 9,817 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$O. D. = 0.03175 \text{ m}$$

$$t = 0.001 \text{ m}$$

⑦ 管板間距離

$$L = \frac{F}{\pi \times O. D. \times N_r}$$

$$= 9.918 \text{ m}$$

ここで、

$$F = 6,985.3 \text{ m}^2$$

$$O. D. = 0.03175 \text{ m}$$

$$N_r = 7,061 \text{ 本}$$

(c) 復水器細管の選定

復水器細管材質は、種々の技術面及び経済性等を考慮して慎重に選定する必要がある。JICA調査チームは、下記の理由で復水器細管材質としてキュプロニッケル管 (90-10Cu-Ni)を採用する。

一般に、アルミニウム黄銅管は、耐海水性と良好な熱伝導率係数を有しているため多くの火力発電所で海水を使用した冷却装置に採用されている。一方、マリツァ・イースト第1火力発電所の復水器冷却水は淡水のため、水に含まれる砂等に対して耐磨耗性のある材質の細管を選定する必要がある。

腐食・侵食に関する各種材料の特性をTable 6-7-1 に示す。

Table 6-7-1 腐食・侵食に関する各種材料の特性

Subject	Admiralty Brass	Aluminium Brass	90-10 Cu-Ni	70-30 Cu-Ni	Stainless Steel	Titanium
General Corrosion	2	3	4	4	5	6
Erosion-Corrosion	2	2	4	5	6	6
Pitting(Operaton)	4	4	5	5	6*1	6
Pitting(Shutdown)	2	2	5	4	5*1	6
High Velocity Water	3	3	4	5	6	6
Inlet Attack	2	2	3	4	6	6
Steam/Drain Attack	2	2	3	4	6	6
Stress Corrosion	1	1	6	5	6	6
Cl Attack	3	5	6	5	1	6
NH Attack	3	2	4	5	6	6

注釈：1. *1は海水用

2. 表中の番号は耐蝕性を示す。6（最大）～1（最少）

3. ステンレス管及びチタニウム管は継目無し管

上記表より、チタニウム管は他の管材質と比較して、優れた耐蝕性を有することが分かる。従って、近年、諸外国の発電所でも復水器の信頼性向上とプラントの利用率を高めるため、耐蝕性に優れたチタニウム管を採用するケースが多くなっている。

しかしながら、チタニウム管は他の管材質に比較して価格が高いことが問題である。

従って、本プラントでは、耐蝕性ではチタニウム管に劣るものの、価格が安く、熱伝導の優れた90-10 キュプロニッケル管を採用する。

(d) 循環水設備

① 循環水ポンプ仕様

- 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）
- 3) 容量 : 18,700m³/hr/pump

- a. 復水器冷却水量 : 35,342 m³/hr
- b. 冷却水冷却器水量 : 1,873 m³/hr
- c. その他使用水量 : 100 m³/hr
- d. 合計 : 37,315 m³/hr
- e. ポンプの必要容量 : 18,700 m³/hr

4) 全揚程 : 16.7 mAq

- a. 静水頭損失 : hf₁ = 0.3 mAq
(5-1-2, (b), Table5-1-14による)
- b. ポンプ室と放水路の最高水位差 : hf₂ = 1.446 mAq
(同上)
- c. 取水管路共通部の損失水頭 : hp₁ = 1.654 mAq
(5-1-2, (b), Table5-1-14による)
- d. 取水管路共通部～R1号機復水器間の管路損失水頭 : hp₂ = 3.78 mAq
- e. 復水器損失水頭 : hc = 3.92 mAq
- f. R1号機復水器～放水路間の管路損失水頭 : hp₃ = 5.54 mAq
- g. 必要揚程 (a.～f.の合計) : 16.64 mAq

5) 電動機容量 : 1,200 kW

a. 必要軸動力

$$P = \frac{0.163 \times \gamma \times Q \times H}{\eta}$$

$$= 998 \text{ kW}$$

ここで、

γ : 比重 = 1.000

Q : 流量 = 311.67 m³/min.

H : 揚程 = 16.7 m

η : ポンプ効率 = 0.85

b. 電動機容量

電動機容量は、次のうちの大きい値と同等又はそれ以上とする。

- ・設計点での軸動力の1.2倍
- ・締切り運転時の軸動力

従って、電動機容量は、1,200kW とする。

② 循環水ポンプ、ヘッド（揚程）計算

1) ポンプ揚程Hは、次の水頭の合計値に余裕を見た値とする。

$$H = hf_1 + hf_2 + hp_1 + hp_2 + hc + hp_3$$

また、5-1-2 項の取・放水路の損失水頭算出結果より、3号機～R1号機が運転している時が最も損失水頭が大きくなるので、ポンプ揚程はその損失水頭を基に算出する。

a. 静水頭損失： hf_1 （別冊第1章の「冷却水路設備の損失水頭」参照）

b. ポンプ室と放水路の最高水位差： hf_2 （同上）

c. 取水管路共通部の損失水頭： hp_1 （同上）

d. 取水管路共通部～R1号機復水器間の管路損失水頭： hp_2

e. 復水器損失水頭： hc

f. R1号機復水器～放水路間の管路損失水頭： hp_3

g. 余裕損失水頭

2) 取水管路共通部～5号機復水器間の管路損失水頭： hp_2

a. 管路損失水頭

ダーシー(Darcy)の式より

$$hp_2' = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$= 0.070 \text{ mAq}$$

ここで、

$$\lambda : \text{損失係数} = 0.020 + \frac{0.0005}{D}$$

$$V : \text{流速} = 2.724 \text{ m/s}$$

$$D : \text{配管径} = 2.2 \text{ m}$$

$$L : \text{配管長さ} = 20 \text{ m}$$

b. バルブ及びフィッティングの水頭損失

$$hp_2'' = \tau \frac{V^2}{2g}$$

$$= 0.735 + 1.750 + 0.175 + 1.05$$

$$= 3.71 \text{ mAq}$$

i) 45° エルボー (1.5m dia. × 2)、V=5.857m/sec.

$$h = 0.21 \times 1.750 \times 2 \\ = 0.735$$

ii) Y字管 (1.5m dia. × 2)、V=5.857m/sec.

$$h = 0.5 \times 1.750 \times 2 \\ = 1.750$$

iii) エキスパンションジョイント (2.2m dia. × 2)

$$h = 0.05 \times 1.750 \times 2 \\ = 0.175$$

iv) バタフライ弁 (1.5m dia. × 2)

$$h = 0.3 \times 1.750 \times 2 \\ = 1.05$$

c. 取水管路共通部～R1号機間の管路損失水頭

$$h_{p_2} = h_{p_2'} + h_{p_2''} = 0.070 + 3.71 \\ = 3.78 \text{ mAq}$$

3) 復水器損失水頭 : hc

a. 復水器の仕様

i) 復水器細管

・外径 : 31.75 mm
・厚さ : 1.000 mm
・長さ : 9,918 mm

ii) 冷却水路数 : 1折流

iii) 管内流速 : 2.0 m/sec.

b. 損失水頭 (蒸気表面に対する基準による (熱交換器協会の復水器))

i) チューブ長さ1m当りの損失水頭 : 0.15 mAq

ii) チューブ損失水頭 (冷却水温度21°Cに於いて)

$$i) \times \text{チューブ長さ} \times \text{冷却水路数} = 0.15 \times 9.918 \times 1 \\ = 1.488 \text{ mAq}$$

iii) 水室損失水頭 (冷却水温度21°Cに於いて) : 0.24 + 0.21 + 0.07
= 0.52 mAq

iv) 合計損失水頭

$$\begin{aligned} h_c &= 2) + 3) \\ &= 2.008 \text{ mAq} \end{aligned}$$

4) R1号機復水器～放水路間の管路損失水頭 : h_{p_3}

a. 配管損失 : h_{p_3}'

ダーシーの式より

$$\begin{aligned} h_{p_3}' &= \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \\ &= 0.070 \text{ mAq} \end{aligned}$$

ここで、

$$\lambda : \text{損失係数} = 0.020 + \frac{0.0005}{D}$$

$$V : \text{流速} = 2.724 \text{ m/s}$$

$$D : \text{配管径} = 2.2 \text{ m}$$

$$L : \text{配管長さ} = 20 \text{ m}$$

b. バルブ及びフィッティングの水頭損失

$$\begin{aligned} h_{p_3}'' &= \tau \frac{V^2}{2g} \\ &= 0.735 + 1.75 + 0.175 + 1.05 \\ &= 3.71 \text{ mAq} \end{aligned}$$

i) 90° エルボー (1.5m dia. × 2)、 $V = 5.857 \text{ m/sec.}$

$$\begin{aligned} h &= 0.31 \times 1.750 \times 2 \\ &= 0.735 \end{aligned}$$

ii) Y字管 (1.5m dia. × 2)、 $V = 5.857 \text{ m/sec.}$

$$\begin{aligned} h &= 0.5 \times 1.750 \times 2 \\ &= 1.750 \end{aligned}$$

iii) エキспанションジョイント (1.5m dia. × 2)

$$\begin{aligned} h &= 0.05 \times 1.750 \times 2 \\ &= 0.175 \end{aligned}$$

iv) バタフライ弁 (1.5m dia. × 2)

$$\begin{aligned} h &= 0.3 \times 1.750 \times 2 \\ &= 1.05 \end{aligned}$$

v) ボール洗浄装置ストレーナ水頭損失 : 0.15 mAq

vi) 配管出口水頭損失 : 1.651 mAq

$$h = \tau \frac{V_1 - V_2}{2g}$$
$$= 1.0 \times \frac{5.857^2 - 1.651^2}{2 \times 9.8}$$
$$= 1.61 \text{ mAq}$$

ここで、

$$\tau = 1.0$$

$$V_1 = 5.857 \text{ m/sec.}$$

$$V_2 = 1.651 \text{ m/sec.}$$

c. R1号機復水器～放水路間の管路損失水頭 : hp_3

$$hp_3 = 0.07 + 3.71 + 0.15 + 1.61$$

$$= 5.54 \text{ mAq}$$

(e) 空気抽出装置

復水器からの空気抽出は、蒸気エゼクター又は真空ポンプ等により行うが、再建プラントでは経済性及び保守性を考慮して蒸気エゼクターを採用する。

本装置の容量及び台数については、熱交換器協会発行の規格により決定する。

① 主エゼクター

1) 型式 : 蒸気噴射式二連、二段空気抽出器、中間及び最終段冷却器付き

2) 容量 : 吸込口真空(絶対圧) 24.5 mmHg, 4.2°Cアンダークールの場合で飽和湿り空気を抽出するものとする。

乾燥空気 25.5 kg/hr

3) 台数 : 1台

② 起動エゼクター

1) 型式 : 蒸気噴射式単段エゼクター

2) 容量 : 抽出空気量 1,850 kg/hr (乾燥空気)

3) 台数 : 1台

(f) 復水器保護装置

① スクリーン装置

- 1) ロソフクラネツ湖より取水しているため、木片、ビニール及びその他のゴミ等の異物を吸込む可能性がある。

従って、効果的な防護装置としてスクリーン設備を設置し、これ等の異物、浮遊物による復水器への悪影響を取り除くものとする。

- 2) 循環水ポンプピット用スクリーン設備

循環水ポンプピット用のスクリーン設備は、既設ポンプ室を流用するという観点から既設と同様にレーキ付バー・スクリーンのみとする。

② 復水器細管洗浄装置

- 1) 復水器細管の洗浄装置として、ボールクリーニング装置を採用する。この装置は、多くの発電プラントで効果的なクリーニング装置として広く使われている。

- 2) 多数のスポンジボールをウォーターボックス手前の復水器冷却水に入れ、復水器の細管に通し、冷却水の圧力の差で自動的に洗浄し、その後ボール捕集器によって捕獲され、ボールコレクターに集められ、循環ポンプによって再循環される。

- 3) 循環水に注入するスポンジボールは、ボール回収、再循環時に装置内にとどまらず、装置内から全て回収できるように配慮しておく必要がある。

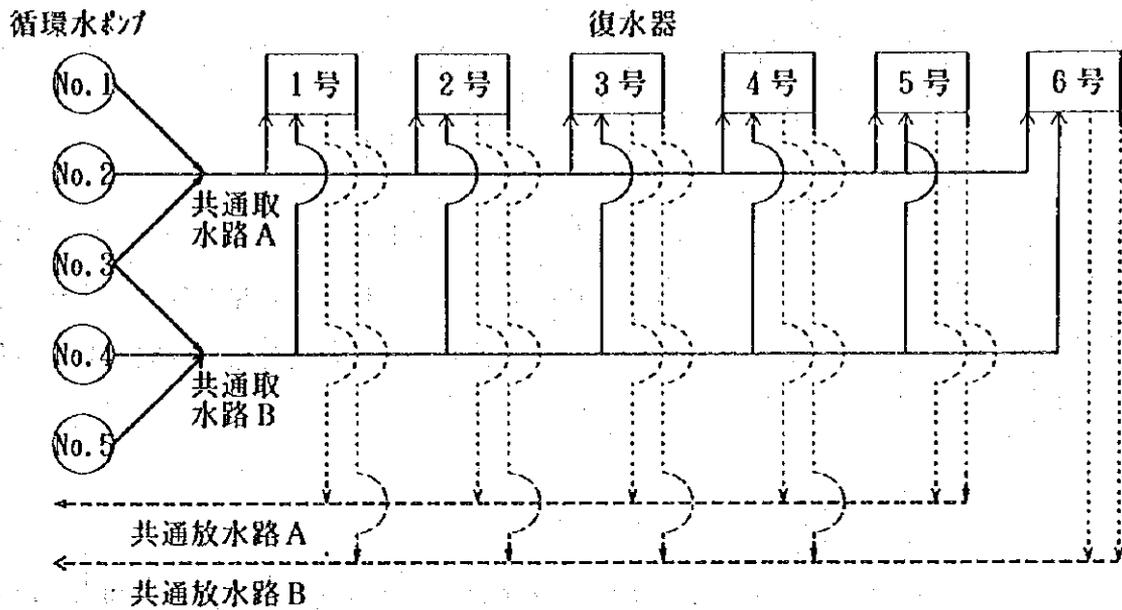
従って、ボールの回収率は最も重要な管理要因である。

(g) 循環水ポンプ取替工事及び運用

既設循環水ポンプは、老朽化のため取り替える計画であるが、ポンプ等の取替工事の既設ポンプ及び既設ユニットの運用、等について以下に検討した。

① 概略循環水系統

下図に既設1～6号機を考慮した概略の循環水系統を示す。



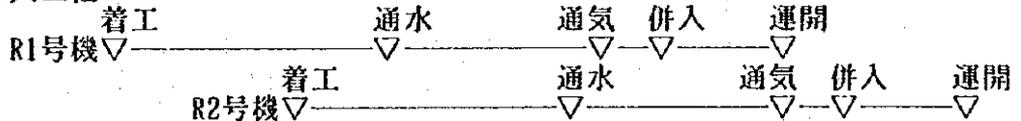
② 循環水ポンプ取替工事における基本条件

- 1) 共通取水路2連(φ2,200mm/連)は流用する。
- 2) 既設循環水ポンプは全て取替えとし、工事はR1及びR2号器の新設時期に合わせて行う。
- 3) 新設ポンプは、R1号用50%×2台、R2号用50%×2台及び共通予備1台とし、合計5台とする。但し、将来の増設ユニットへの送水は行わない。
- 4) 新設R1、R2号機に対しては、上図の如く共通取水路を1連ずつ専用とする。
- 5) 現状の発電出力をあまり落さないようにするため、既設ポンプの取替は一度に全てを行わず、ポンプ取替工事が重ならないようにする。

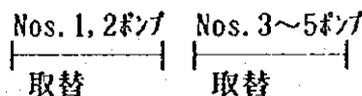
③ 循環水ポンプ取替工事とポンプ運用

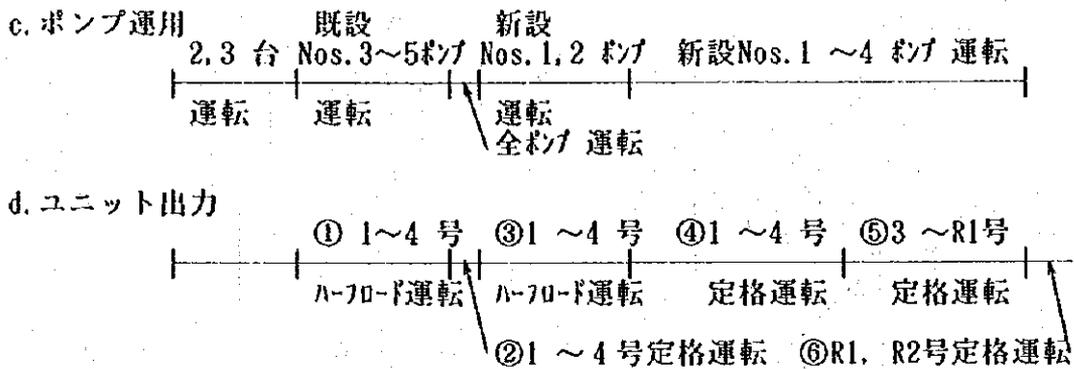
1) 循環水ポンプ取替工事時期

a. 大工程



b. ポンプ取替工事



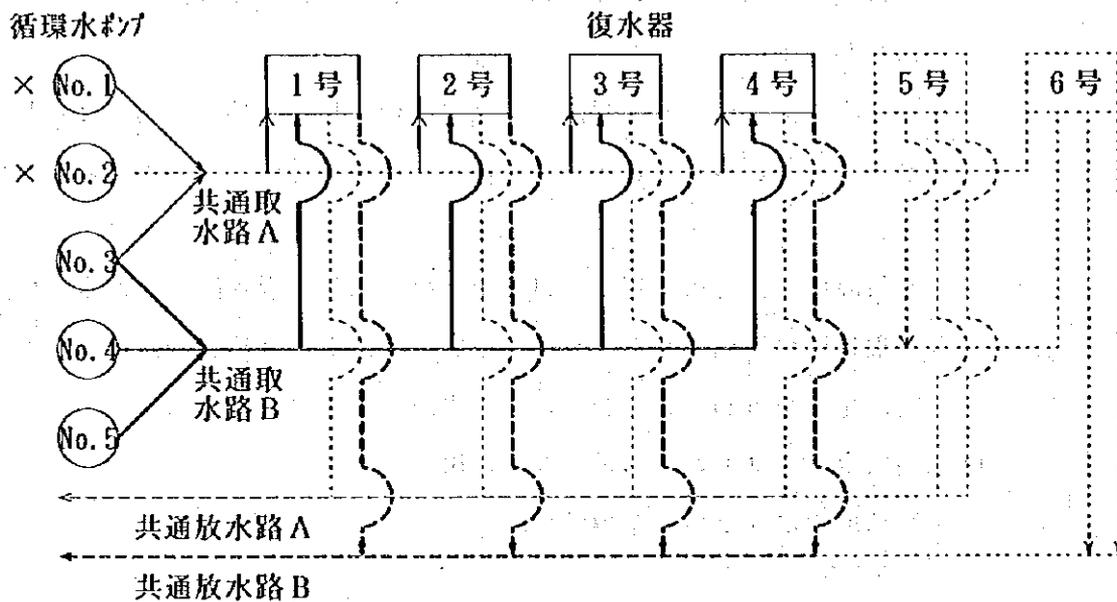


2) ポンプ運用

①に示す各工事期間中のポンプ運用、ユニット出力及び冷却水の流れについて以下に述べる。

a. 既設Nos. 1, 2ポンプ取替時

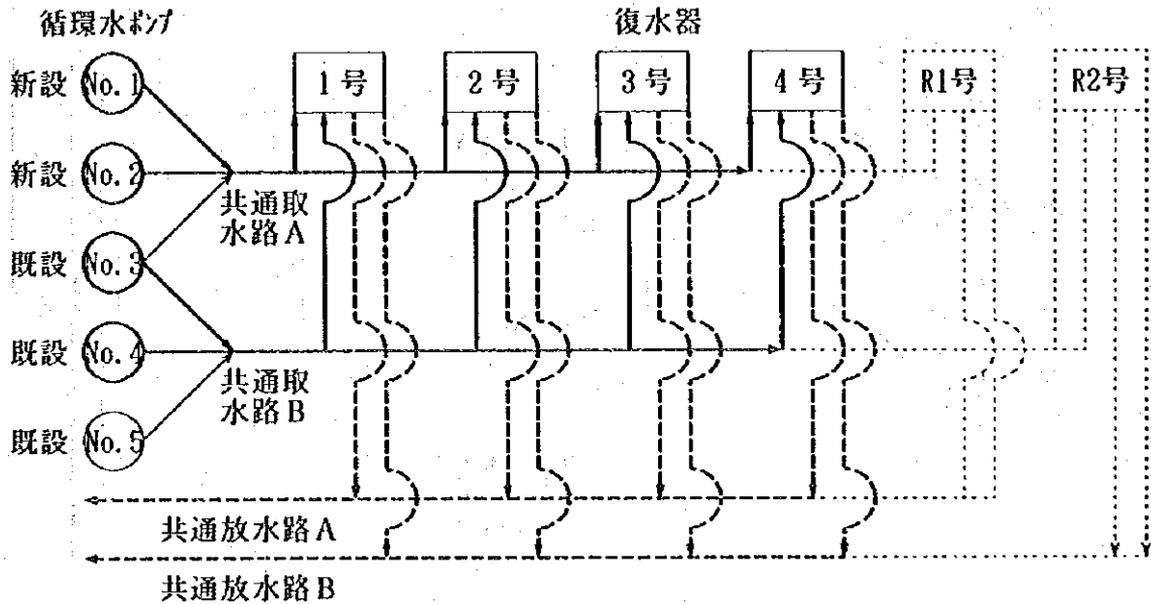
既設Nos. 3 ~5 ポンプの内 2 台を運転する。



b. 既設Nos. 1, 2ポンプ完了後

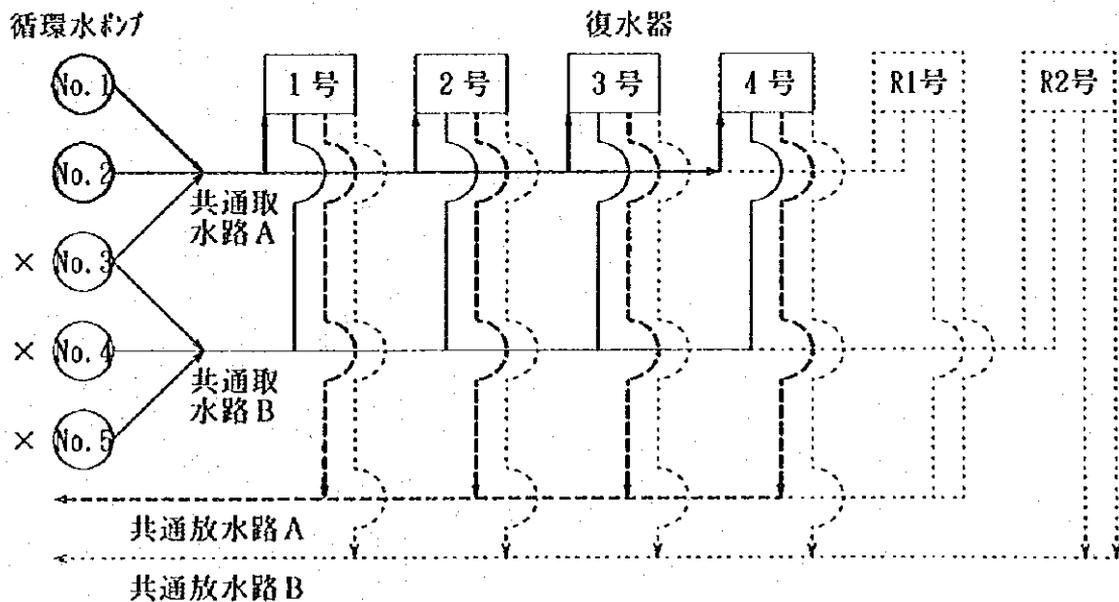
1～4号機が定格運転の時は、Nos. 1, 3, 4 ポンプの内2台を運転する。

なお、R1号機試運転時は全ポンプを運転する。



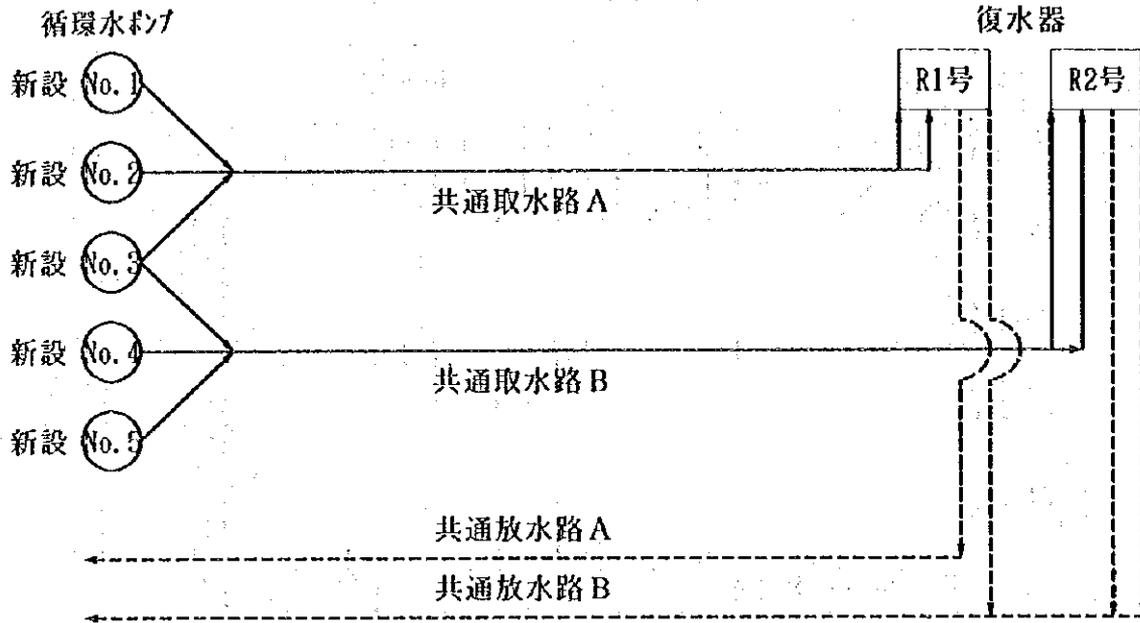
c. Nos. 3～5 ポンプ取替時（新設Nos. 1, 2 ポンプ運転）

共通取水路1連のみを使用するので、1～4号機ハーフロード運転とする。なお、R1号機試運転時は1～4号機停止を停止する。



f. R 2 号機運開後

既設 3、4 号機は廃止し、新設ポンプ 4 台を運転する。



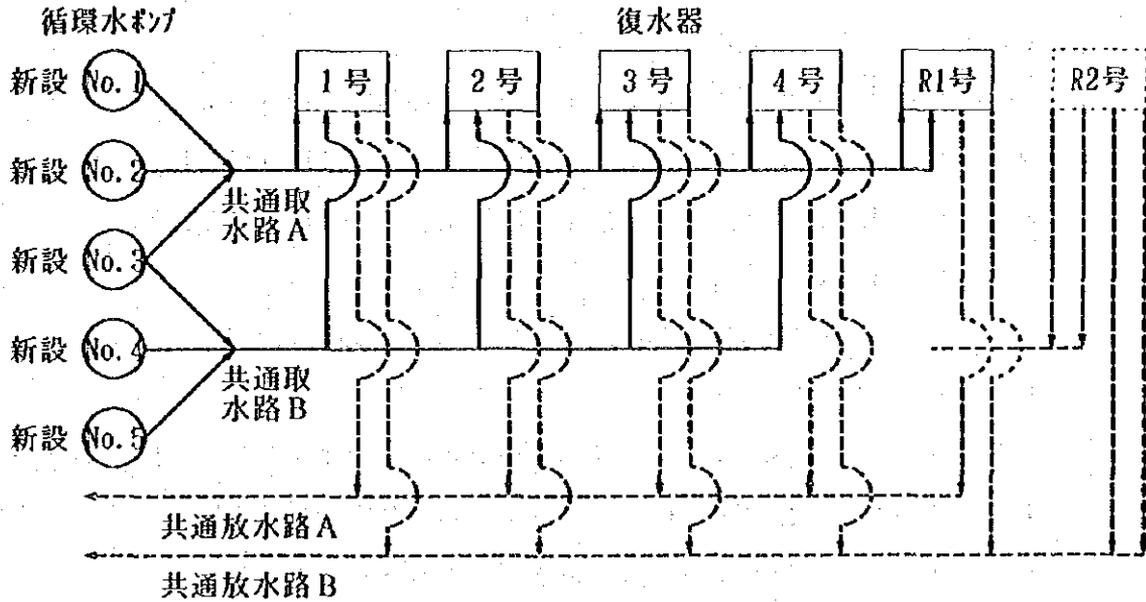
(3) 計画実行に伴う考慮事項

循環水ポンプの取替工事は、詳細設計時に主要発電設備の建設工程を念頭にし、十分検討する必要がある。

d. 既設Nos. 3～5 ポンプ取替後 (No. 3ポンプ は予備機)

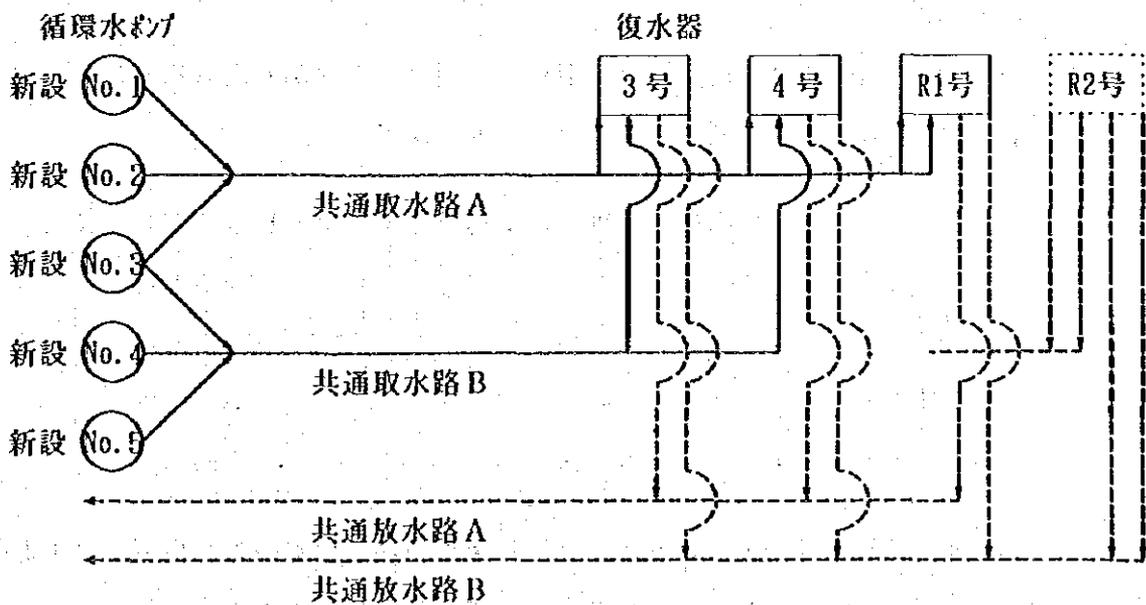
1～4号機を定格運転する時はNo. 1及びNo. 4ポンプ、またはNo. 2及びNo. 5ポンプを運転する。

なお、R1号機試運転時は全ポンプを運転する。



e. R1号機運開後

既設1、2号機は廃止、新設ポンプ4台を運転する。



6.7.4 給水加熱設備

(1) 検討条件

- (a) 復水・給水系統はFigure 6-7-5に示す系統とする。
- (b) 給水加熱器の型式について横型又は縦型のどちらか最適な型式を選定する。
- (c) 給水加熱器は200MWクラスの発電プラントで実績のある下記の3ケースから最適な段数を選定する。
 - ① 低圧給水加熱器3段+脱気器+高圧給水加熱器2段(計6段)
 - ② 低圧給水加熱器4段+脱気器+高圧給水加熱器2段(計7段)
 - ③ 低圧給水加熱器3段+脱気器+高圧給水加熱器3段(計7段)
- (d) 脱気器は実績のあるスプレー・カム・トレイ式とする。
- (e) 復水ポンプは、多段堅形ポンプとし、ポンプの信頼性が向上しているので100%容量×2台とする。
- (f) 加熱蒸気は、タービンの抽気段から抽気される。加熱蒸気は、給水加熱器により熱交換され、前段の低圧側の加熱器に送られ効率的に熱を回収する。最終的には、このドレンは復水系統又は、復水器へ回収される。
- (g) ドレン系統は、緊急時等のいかなる運転に於いても完全に排出できるように考慮する。

(2) 検討結果

(a) 給水加熱器の型式

低圧給水加熱器は、横型又は縦型U字管型熱交換器が考えられるが、下記の比較検討結果により、横型U字管式熱交換器を採用する。

	横型U字管型熱交換器	縦型U字管型熱交換器
信頼性	ベース	やや劣る
保守性	ベース	やや劣る
設置スペース	ベース	やや優る
コスト	ベース	同等

なお、配置スペースとしては、縦型U字管型熱交換器の方が横型より平面的必要スペースは少ないものの、高さ方向の必要スペースが大きくなる。

従って、高圧給水加熱器は、低圧給水加熱器と同様に横型U字管型とし、主タービンからの抽気蒸気により給水を加熱する。

脱気器及び高・低圧給水加熱器は、脱気器棟に設置する。

(b) 給水加熱器の段数

マリツァ・イースト第1火力発電所R1、R2号機の給水加熱設備として次の3ケースについて検討した結果、6段抽気方式を採用することとする。

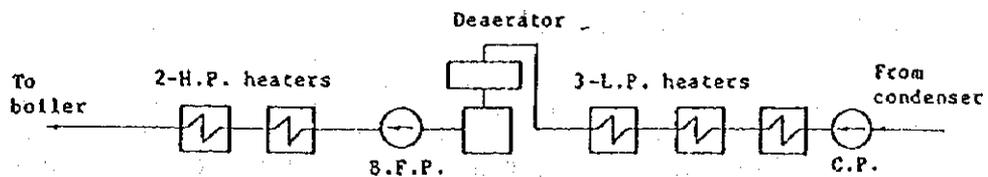
〔ケース1〕 6 (3 + 1 + 2) 段抽気 (最終段抽気は再熱段より)

〔ケース2〕 7 (4 + 1 + 2) 段抽気 (同 上)

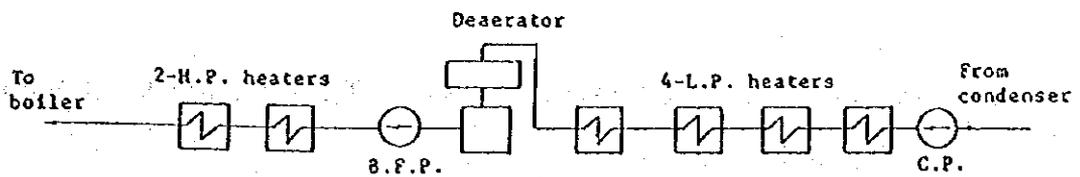
〔ケース3〕 7 (3 + 1 + 3) 段抽気 (同 上)

以下に、各ケースの構成図を示す。

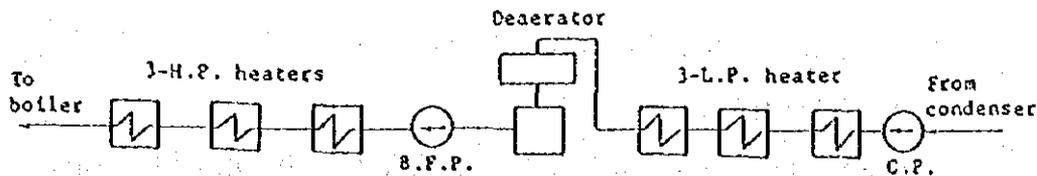
〔ケース1〕 6段抽気方式 (低圧3段、高圧2段)



〔ケース2〕 7段抽気方式 (低圧4段、高圧2段)



[ケース 3] 7 段抽気方式 (低圧 3 段、高圧 3 段)



① 技術的検討

タービンの抽気段数、即ち、給水加熱器の数を多くして、サイクル蒸気を有効に利用すれば、タービンサイクルの効率を向上することができる。一方給水加熱器の数を多くすれば、建設費は増加する。

ここでは、これらを考慮して最適な給水加熱器の段数を検討する。

1) 熱消費率 (230MW ベース)

検討対象の各ケースの熱消費率を下記の通り仮定した。蒸気条件は何れも、 $169\text{kg/cm}^2\text{g}$, $538^\circ\text{C}/538^\circ\text{C}$ とした。

ケース	ケース 1	ケース 2	ケース 3
熱消費率	100	99.53	99.16

上記表より効率面ではケース 3 が最も優れていることが分かる。

2) 配置スペース

当然のことながら、ケース 1 が最もスペースが少ない。

② 経済性検討

前述のケース 1 ~ 3 について、燃料費と建設費 (投下資本) より年間経費を求、経済性比較を行った。

1) 燃料費

タービンサイクルの性能 (熱消費率) による燃料使用量を算出し、年間の燃料費及びその差異を求めた。

ケース	ケース 1	ケース 2	ケース 3
年間燃料消費量	100	99.53	99.16

2) 給水加熱器建設費

ケース1～3について給水加熱器の建設費を次表に示す。

ケース	ケース1	ケース2	ケース3
建設費	100	100.27	100.81

3) 発電コスト

発電原価は固定費と変動費（燃料費）から構成される。

固定費の主なものは金利償却費であるが、ここでは簡略化のために保守維持費も含めて、建設費に対する一定比率で算出する。

i) 固定費

年間固定費を算出するために、建設費に対する金利償却比率を求める。

i. 年利 i

ii. 発電所耐用年数 n

iii. 償却残存価格率 β

これに対する金利償却比率 a は、

$$a = i \times (1+i)^n / \{(1+i)^n - 1\} \times (1-\beta) + i \times \beta$$

iv. 保守維持費（平均値）

以上より、年間固定費率 = a + 保守維持費で表せる。

年間固定費は、建設費 × 固定費率であるので、各ケースの年間固定費は次表に示す通りである。

ケース	ケース1	ケース2	ケース3
年間固定費（円）	100	100.27	100.81

ii) 年間発電コスト

年間発電コスト（比較）を下表に示す。

ケース	ケース1	ケース2	ケース3
年間発電コスト	100	100.05	100.32

③ 総合評価

技術的評価では、ケース3が熱消費率が最も良いので、燃料費も安くなるが、経済性検討では、ケース1が最も経済性があるとの結果となった。

以上の結果を総合的に評価すると、マリツァ・イースト第1火力発電所R1、R2号機では、6段抽気方式（ケース1）を採用するものとする。

(c) 管材質

- ① 給水加熱器に用いる管材質は材料の信頼性（耐腐食・侵食等）、伝熱係数（材料の熱伝導率）及びコストに注意して選択した。
- ② 給水加熱器の管材質は、選定を誤ると管の内面に機械的・化学的影響を受け、腐食と侵食を生じ易い。
- ③ マリツァ・イースト第1火力発電所R1、R2号機の給水加熱器には、次の管材質が考えられる。

1) 低圧給水加熱器

砒素入銅	ASTM B111-80, C14200
アドミラルティイ	ASTM B111-80, C44300 C44400 C44500
炭素銅	ASTM A179-80 A210-80 A556-80
ステンレス鋼	ASTM B213-80, TP304

2) 圧給水加熱器

モネメタル	ASTM B163
炭素鋼	ASTM A179-80 A210-80 A556-80
ステンレス鋼	ASTM B230-80, TP304

3) これらの材料の中で、主系統に鉄系の合金と銅系の合金を混合して使用することは、給水処理が難しくなるので推奨できない。

4) プラント全系統の腐食・侵食を最少限に抑えるために、ボイラ給水及び復水系統の水質は、水質管理基準に従って厳しく管理することが必要であり、ボイラ側の腐食防止のために、このクラス（200MWクラス）のボイラ給水の

pHはボイラに使用する材質から、8.5～9.5と高いpH値が望ましい。

5) このことから、給水加熱器の材質には炭素系鋼材及びステンレス鋼材を採用することとした。

④ マリツァ・イースト第1火力発電所R1、R2号機の給水加熱器材質としては、以下の材質を採用する。

1) 低圧給水加熱器

ステンレス鋼

2) 高圧給水加熱器

炭素鋼

3) 低圧給水加熱器にステンレス鋼を採用した理由は、低圧給水加熱器のチューブの肉厚は薄いため、腐食上の弱点のある炭素鋼の腐れ代を考えるとステンレス鋼の方が好ましいためである。

4) 高圧給水加熱器の炭素鋼管には、材質に適した水質管理を実施することにより保護皮膜を形成し、炭素鋼管を保護することが必要である。

5) また、炭素鋼管は、プラント停止時には、ホットフロー、窒素ガス封入、または蒸気シールによって保管することが必要である。

(3) 計画実行に伴う考慮事項

(a) 給水加熱器の段数

給水加熱器の段数については、6段と7段では経済性で僅かに6段が有利との結果であったが、タービンサイクルの効率としては7段、特に低圧3段+高圧3段のケースが最もいい結果が得られた。

従って、プラント効率を優先する場合は、給水加熱器の段数を7段、更に8段とすることも考えられるので、詳細設計時に検討する必要がある。

(b) ヒータドレンの回収

給水加熱器の加熱蒸気のドレンは、復水器に回収する方法を取っているが、タービンサイクルの効率を上げるにはドレンをドレンタンクに回収して低圧給水加熱器に戻す方法があるので、詳細設計時に検討する必要がある。

6.7.5 ボイラ給水ポンプ

(1) 検討条件

- (a) ボイラ給水ポンプは、火力発電所の最も重要な補機の一つであり、高性能、耐久性及び高信頼性が要求される。
- (b) ボイラ給水ポンプは、例え負荷が変わっても高圧、高温に耐えなければならず、操作と保守が容易なことを条件として、ポンプの型式を選定する。
- (c) ボイラ給水ポンプの型式と台数は、同容量のプラントの実績を基に選定する。
- (d) ユニット緊急停止時のボイラ保護のために、非常用給水設備を設ける。

(2) 検討結果

(a) ボイラ給水ポンプの駆動動力

ボイラ給水ポンプの駆動動力には、モータ駆動とタービン駆動がある。

タービン駆動給水ポンプは通常、300MWを越えるユニットに採用される。

① モータ駆動給水ポンプ

モータ駆動給水ポンプには、下記の2つの組合わせがある。

- 1) ポンプ+増速ギア+モータ
- 2) ポンプ+増速ギア+モータ+ブースタ・ポンプ

一般に、ブースタ・ポンプ無しでは、高温高圧ユニットには適さないので、上記2)を選択する。

なお、ブースタ・ポンプは、ポンプの必要NPSHを確保するために設けるものである。

3) モータ駆動の利点

モータ駆動給水ポンプには次の利点がある。

- a. ポンプ操作が容易である。
- b. ポンプの起動が容易
- c. 保守が容易
- d. 据付が容易

② タービン駆動給水ポンプ

タービン駆動給水ポンプの場合、蒸気は通常運転時には主タービン抽気から取る。

低負荷では、蒸気は主蒸気より取り、排出蒸気はプラントの設計・計画に従って復水器又は給水加熱器に回収する。

1) タービン駆動の利点

- a. ポンプ性能に従って、増速ギアセット無しで容易に高回転速度を得る事が可能である。
- b. 絞り損失がない。
給水調整弁によって、給水流量を調整するシステムに比べて、絞り損失が少なくなる。
- c. 大容量の給水ポンプの製作が可能
- d. 所内動力を減らせる事ができる。

(b) ボイラ給水ポンプの駆動源の選定

マリッツァ・イースト第1火力発電所R1、R2号機のボイラ給水ポンプには、ポンプ選定の一般的な動向により、モータ駆動とする。更に、電力消費節減のため、給水流量をプラントの負荷によるポンプの回転数により制御するため、流体継手（可変速装置）付きのボイラ給水ポンプを採用することとする。

(c) ボイラ給水ポンプの数

モータ駆動ボイラ給水ポンプを採用する場合、ポンプの台数とその容量について検討した。

- ① 2台×100%（1台予備）
- ② 3台×50%（1台予備）
- ③ 4台×1/3（1台予備）

一般に、1台のポンプ容量が200t/hを越える場合、ポンプを分割して、それぞれ50%容量の給水ポンプを3台（1台予備）設置する例が多い。

マリッツァ・イースト第1火力発電所R1、R2号機に対しては、それぞれ50%容量を持った3台の給水ポンプを採用する。

(d) ボイラ給水ポンプの仕様

- ① 型式：モータ駆動、可変速横型、多段遠心バーレル、プースタ・ポンプ及び水封入装置付き
- ② 台数：3台（1台予備）
- ③ 容量：50%(350t/h×210kg/cm²g)/pump

④ 速度 : 6,000rpm (ステップ・アップギア及び流体継手付き)

(e) 非常用給水設備

C-FBCボイラではユニットが緊急停止した場合、ボイラ保護のために以下の非常用給水設備を設けるものとする。

① 非常用給水ポンプ

1) 型式 : ディーゼルエンジン駆動多段遠心バーレル・ポンプ

2) 容量 : 規定給水流量の15%容量

3) 台数 : 1台

② 非常用給水タンク

1) 型式 : 鋼製横形円筒タンク

2) 容量 : 規定給水流量の15%を30分供給できる容量

3) 台数 : 1台

(3) 計画実行に伴う考慮事項

(a) ボイラ給水ポンプの容量及び台数は、実績を考慮して50%×3台としたが、ポンプの信頼性が向上しているので、詳細設計段階では100%×2台についても検討する必要がある。

(b) 非常用給水設備については、非常用給水ポンプ、等を設置する計画としたが、常設のボイラ給水ポンプを3台設置する計画であるので、予備機をディーゼルエンジン駆動とする方法もある。この点については、詳細設計時に最適な設備の選定が必要である。

6.7.6 軸受冷却水設備

(1) 検討条件

- (a) 既設ユニットは、ワンスルー型で軸受冷却水を復水器冷却水系統から分岐して使用している。
- (b) 新設ユニットの軸受冷却水系統は密閉循環型と開放循環型のどちらかを比較検討して選定する。
- (c) 軸受冷却水系統は、Figure 6-7-6「FLOW DIAGRAM OF AUXILIARY COOLING WATER SYSTEM」を基本とする。

(2) 検討結果

(a) 軸受冷却水系統の選定

軸受冷却水系統は主循環系統とは異なり、多くの種類の機器で構成されている。密閉循環型及び開放循環型の2種類の軸受冷却水系統について、技術的、経済的評価を以下の如く実施した。

検討結果により、密閉循環型の軸受冷却水系統を採用することとした。

(b) 密閉循環型と開放循環型の比較

下表に密閉循環型と開放循環型の比較を示す。

	密閉循環型	開放循環型
・ポリウムチャンバー	スタンドパイプ	冷却水ヘッドタンク及び地下タンク
・軸受冷却水ポンプ型式	横型	縦型
・軸冷ポンプの全揚程	系統水頭損失	系統水頭損失+静水頭
・大気との接触面積	小	大
・非常時（AC電源断）	冷却水の流れが無くなる。原則的にはユニットは停止。	原則的に冷却水タンクの貯水容量によるが、冷却水の非常重力流
・構造上のスペース及び荷重	小	大
・系統（戻り）の圧力レベル	少し高め	低め

① 低維持費

密閉循環型の場合は、軸受冷却水ポンプの電動機容量を小さく出来る。また、防錆剤の消費量の低減、大気に触れる箇所が少ない等の利点がある。

② 保守性

横型ポンプは、堅型ポンプに比較して保守が容易であり、過酷な回転スピードに於いてポンプとモーター・サポートの間の共振を低減出来る。

③ 建設費等の低減

開放循環型は、深い地下タンクが必要であり、これに伴って最も適したNPSHを持つ軸受冷却水ポンプを選定しなければならない。また、地上タンクおよび地下タンクの容量は、緊急時に備えて大きくする必要がある。このため、開放循環型はタンクの建設に伴う土木・建築工事が必要であり、工事費も密閉循環型に比較して多くなる。

④ 水質管理の容易性

密閉循環型の場合、系統内の水は大気と接触する箇所がスタンド・パイプの表面だけに限られているので、系統内の水質管理が簡単である。

従って、pHの維持と点検は、1週間毎で十分である。

以上のように密閉循環型は、開放循環型に比較して多くの利点を持っている。

(c) 制御弁等の機能について

① PCV

PCVは系統全体の流量を保持するために用いられる。しかし、個々の系統における流量バランスを制御することは出来ない。

全ての運転条件に於いて、流量を厳密に保持する必要がない系統には、PCVを適用することは余り意味がない。

もし、PCVを採用するのであれば、軸受冷却水主系統の過流量防止のために採用することが最も良い使用方法である。

② TCV (三方弁)

TCVは、軸受冷却水の計画温度を保持するとともに、装置の過冷却の防止に利用出来る。三方弁の制御機能と寸法は、三方弁の使用目的に適合したものを設計する。

しかしながら、冷却水冷却器の一次側温度が一定の時、並びに設備の過冷却が起きないと推定できる場合には、三方弁を使用する必要がない。

ただし、主タービンがターニング運転されている場合には、タービン油温度を変更するため、三方弁による温度設定値を調整することが必要です。

③ スタンド・パイプ

スタンド・パイプは、軸受冷却水ポンプの吸込水頭を一定にするばかりでなく、軸受冷却水ポンプの起動・停止に伴って起こる衝撃、慣性力による悪影響を避けるために必要である。

このためスタンド・パイプを切離すための弁は取付けないこととする。

④ スタンド・パイプの水位制御

連続水位制御装置をこの系統に使用する。

しかしながら、水位制御は、スタンド・パイプが緩衝力タンクとしての機能を持っていることや軸受冷却水ポンプの吸込圧を適正な範囲で維持する目的があり、水位計によるON-OFF制御で十分である。

(3) 計画実行に伴う考慮事項

軸受冷却水を冷却する水冷却器として、従来はシェル・アンド・チューブ型が採用されていたが、プレート式熱交換器の性能がアップし、コスト及び省スペース面でシェル・アンド・チューブ型よりもメリットがあるので再建プラントに採用すべく詳細検討をする必要がある。

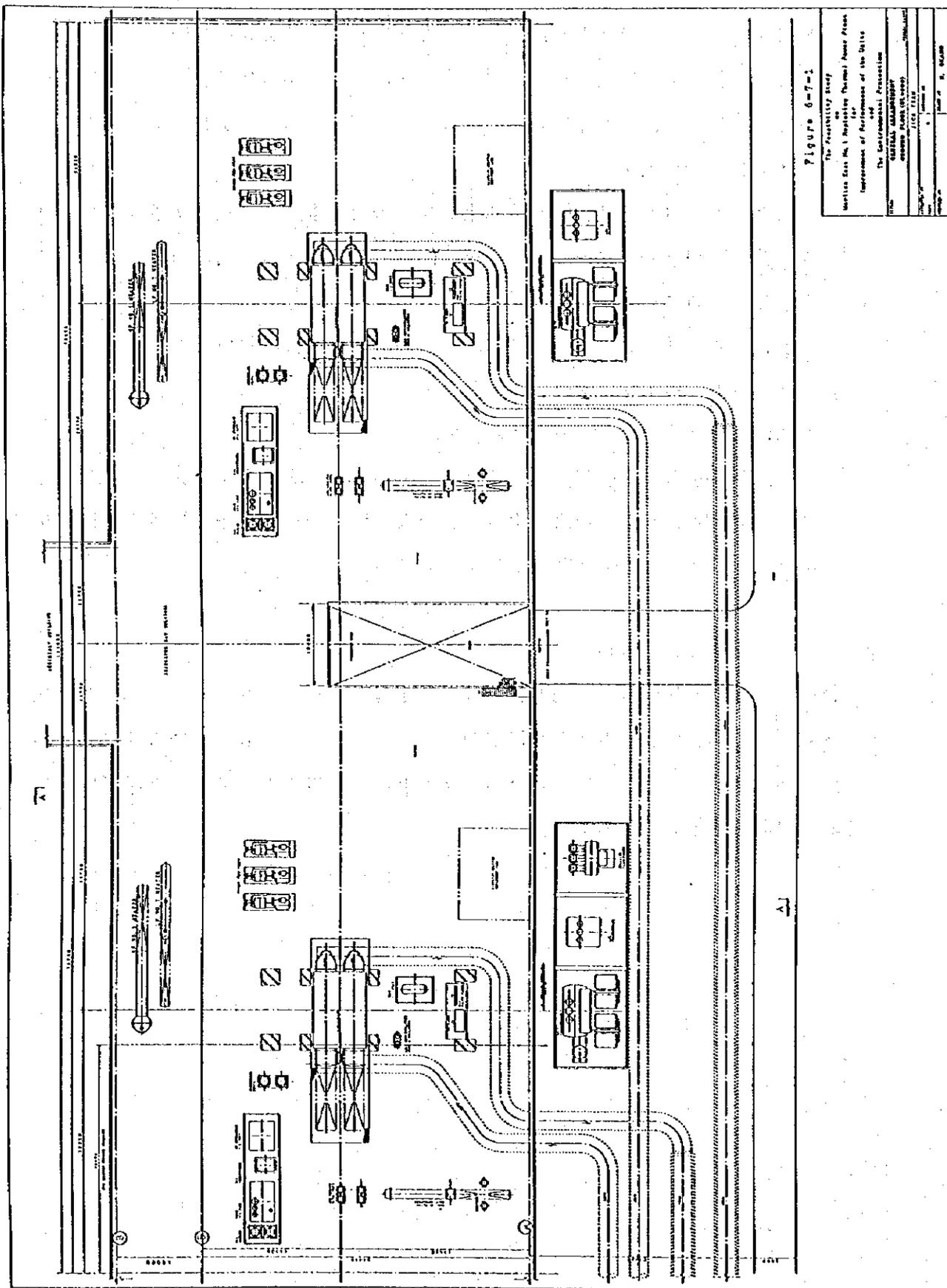
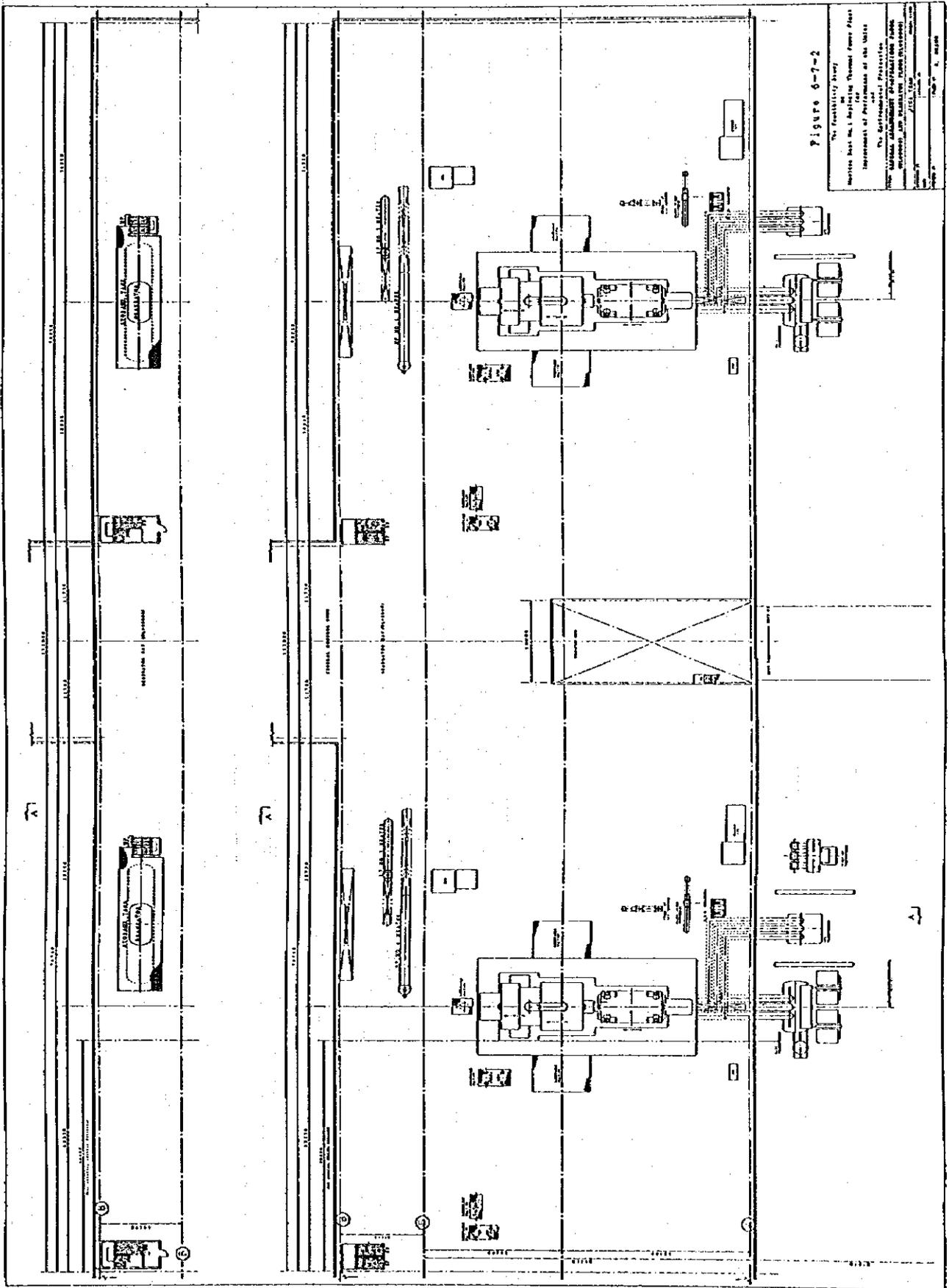


Figure 6-7-1

The Reactivity Study	
Series Six No. 1 Reacting Thermal Power Plant	
Improvement of Performance of the Unit	
and	
The Governmental Protection	
"SISTEM" MANAGEMENT	
DATE	1978.12.15
SCALE	1:1
DESIGNER	Prof. N. S. KALININ



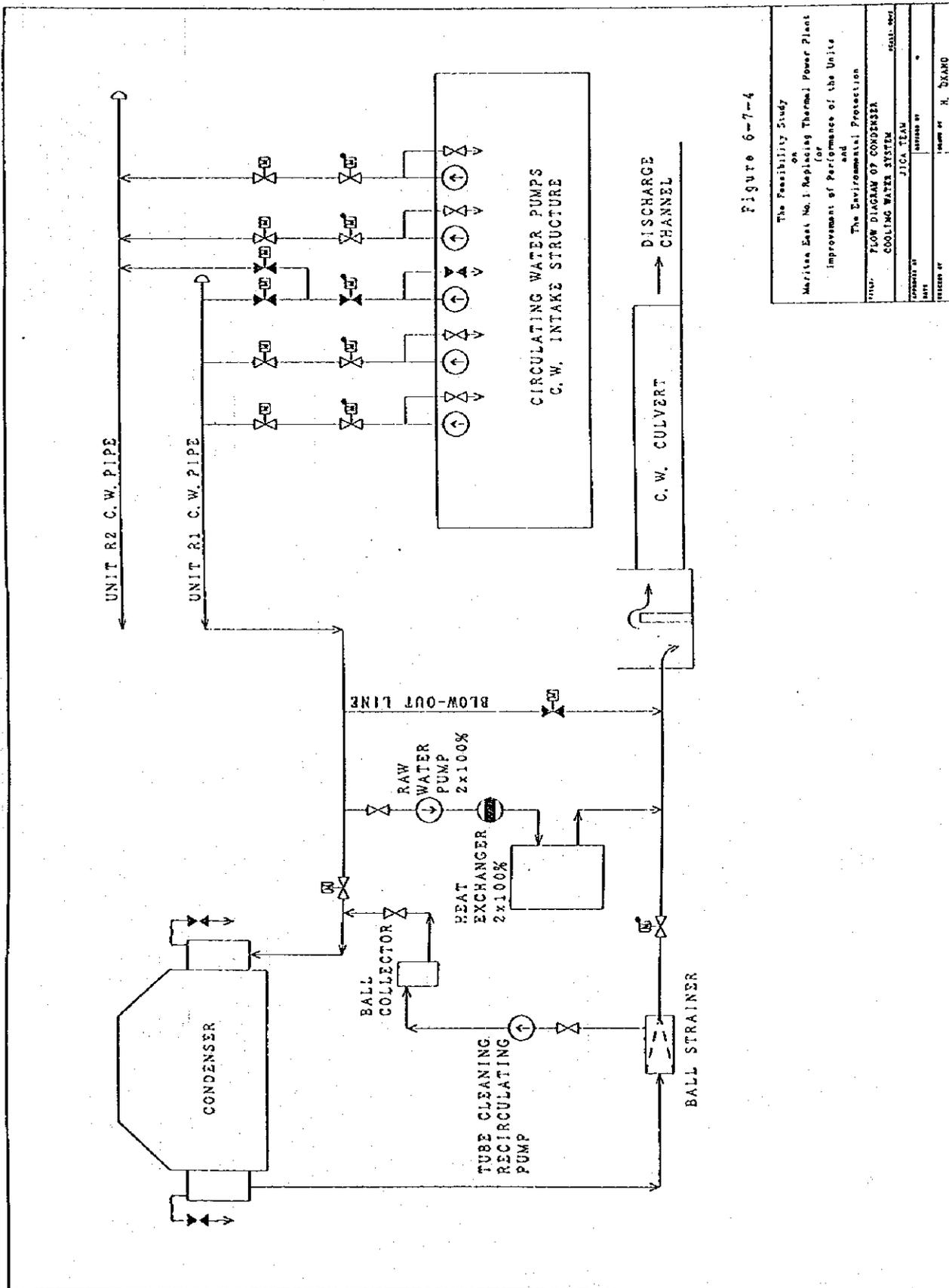


Figure 6-7-4

The Feasibility Study on Maritan East No. 1 Replacing Thermal Power Plant for Improvement of Performance of the Units and The Environmental Protection	
TITLE: FLOW DIAGRAM OF CONDENSER COOLING WATER SYSTEM	
PROJECT NO.	JICA TEAM
DESIGNED BY	
CHECKED BY	
DATE	
SCALE	
DESIGNED BY	H. OKANO

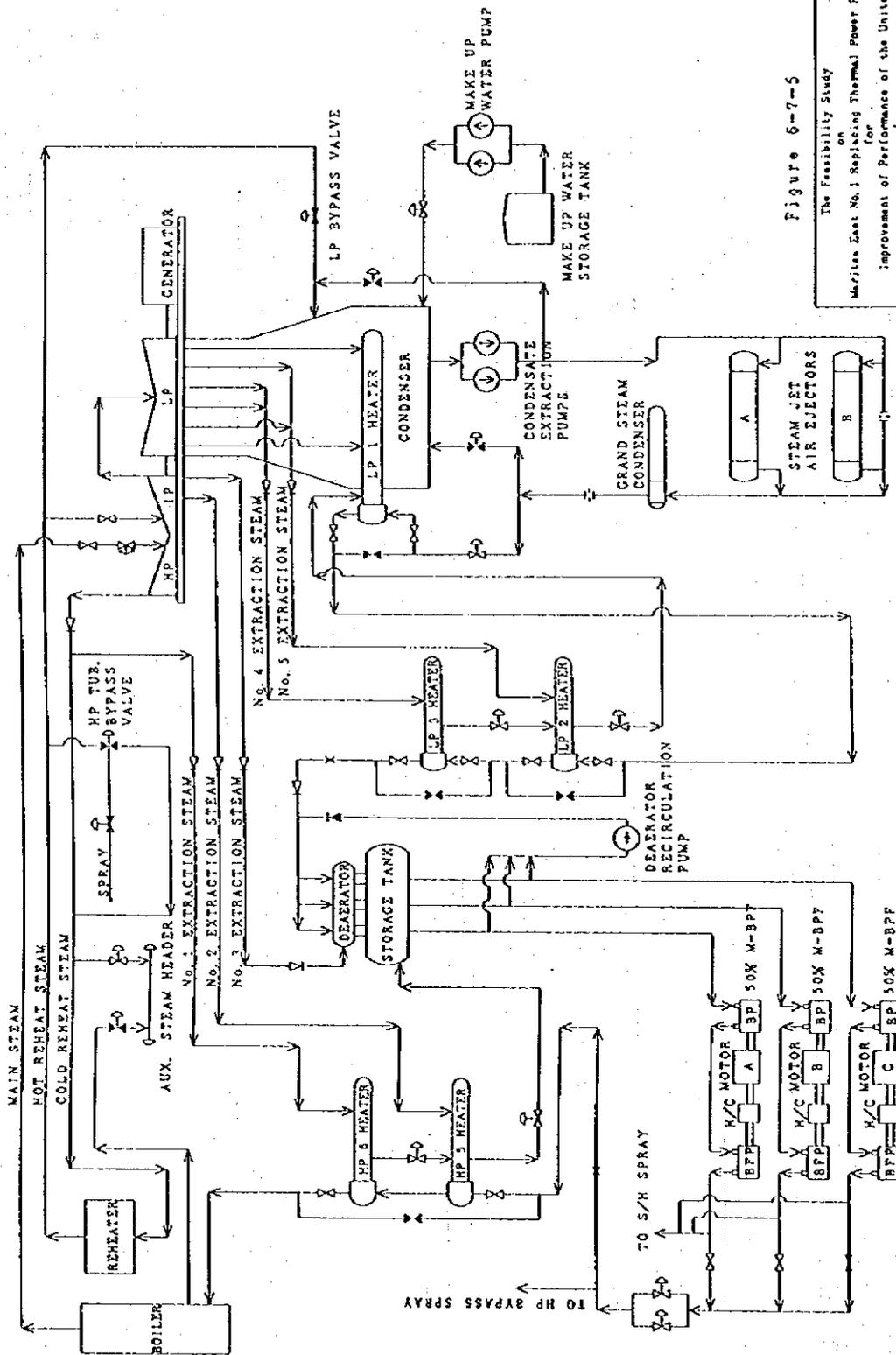


Figure 6-7-5

The Feasibility Study
 for
 Replacing Thermal Power Plant
 and
 Improvement of Performance of the Units
 The Environmental Protection
 Flow Diagram of CONDENSATE,
 FEEDWATER AND MAIN STEAM LINE
 JICA STEAM

PROJECT NO.	10000000
DATE	1980.07
DESIGNED BY	H. OKANO

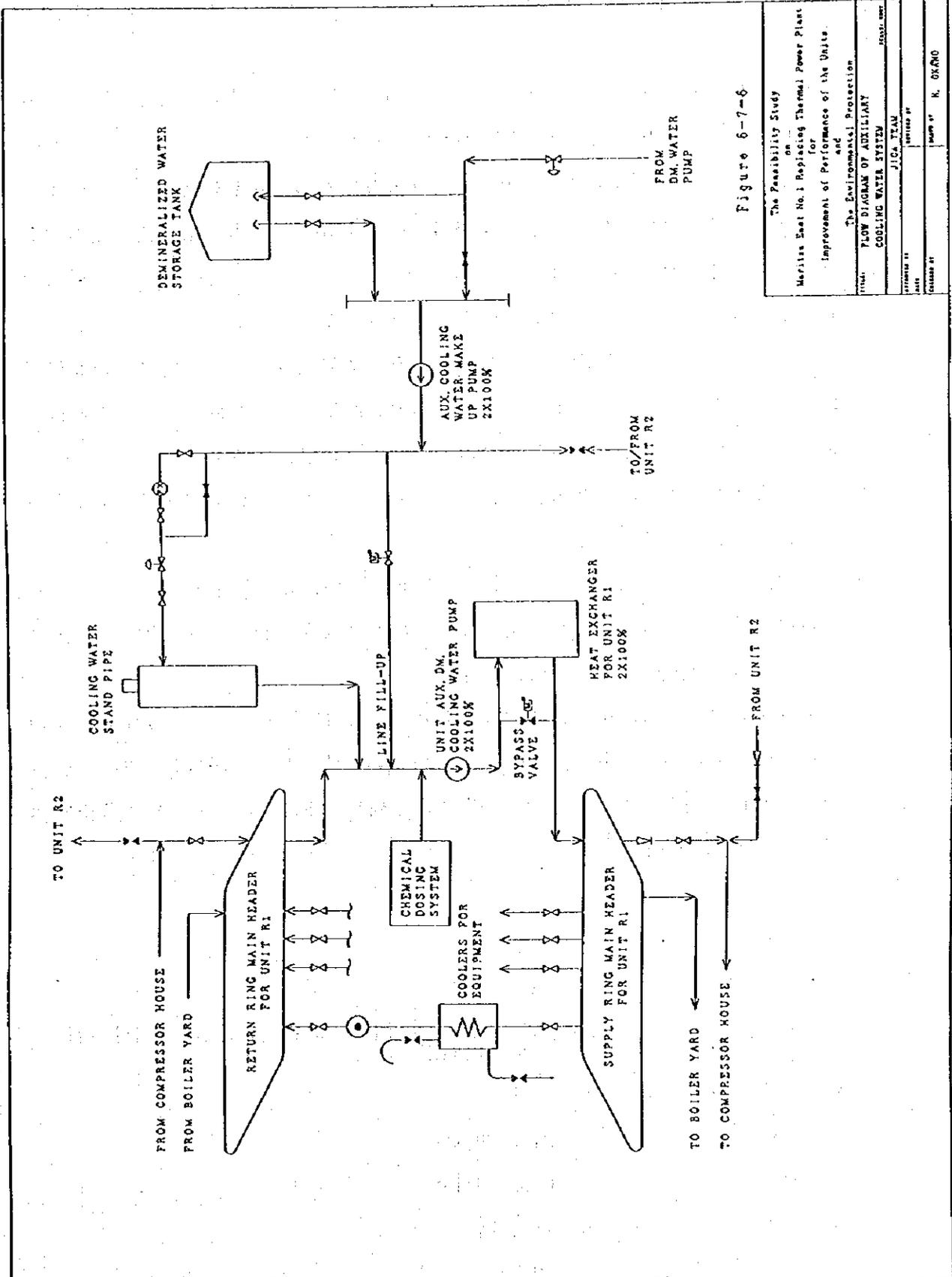


Figure 6-7-6

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

6.8 発電機設備

6.8.1 発電機および付属装置

(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 Absorber)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、回転子共に水素ガス冷却
- ⑨ 水素ガス圧力 : 3.2 kgf/cm²
- 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 : 1×10^{-2} mmHg
- モーター : 1.5 kW

② 主密封油ポンプ

- 型式 : ギヤー式
- 台数 : 2台
- 吐出圧力 : 8.5 kgf/cm²
- モーター : 15 kW

③ 非常用（バックアップ）密封油ポンプ

- 型式 : ギヤー式
- 台数 : 2台
- 吐出圧力 : 7.4 kgf/cm²
- モーター : 11 kW

6.9 熱供給設備

6.9.1 検討条件

- (1) マリッツア・イースト第1火力発電所から蒸気タービンの抽気により熱交換した温水をガラボヴォ町に送っており、発電所タービン建屋内以外の熱供給設備は流用する。
- (2) 現在、既設1～4号タービンより抽気を行っているが、R1、R2号機が完成した後、R1、R2号機のいずれからも25 Gcalの温水(12bar, 140℃)を供給できるものとする。

6.9.2 検討結果

(1) 熱供給系統

- (a) Figure 6-9-1 に新設R1、R2号タービンからの熱供給系統を示す。
- (b) 熱源は、蒸気タービンの中圧段からの抽気蒸気とする。
- (c) タービン建屋1階面に設置した熱交換器により温水を加熱し、同床面に設置した温水送水ポンプによりガラボヴォ町に送水する。熱交換した蒸気ドレンは復水器に回収するものとする。
- (d) 温水は既設配管を流用し、ガラボヴォ町と発電所を循環させるものとする。

(2) 熱供給設備仕様

(a) 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 : 25Gcalを熱交換できる容量

(b) 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
- ③ 容量 : 規定水量の50%/台

(c) 温水配管

既設温水配管を流用する。但し、一部タービン建屋新設による配管の延長が必要である。

6.9.3 計画実行に伴う考慮事項

- (1) 現在、平均気温が 12°C を下回った日が3日以上となった場合に、熱供給を行うことになっているが、熱供給を行う方がタービン効率が高くなるので通年を通して熱を供給できる販路を構築することが好ましい。

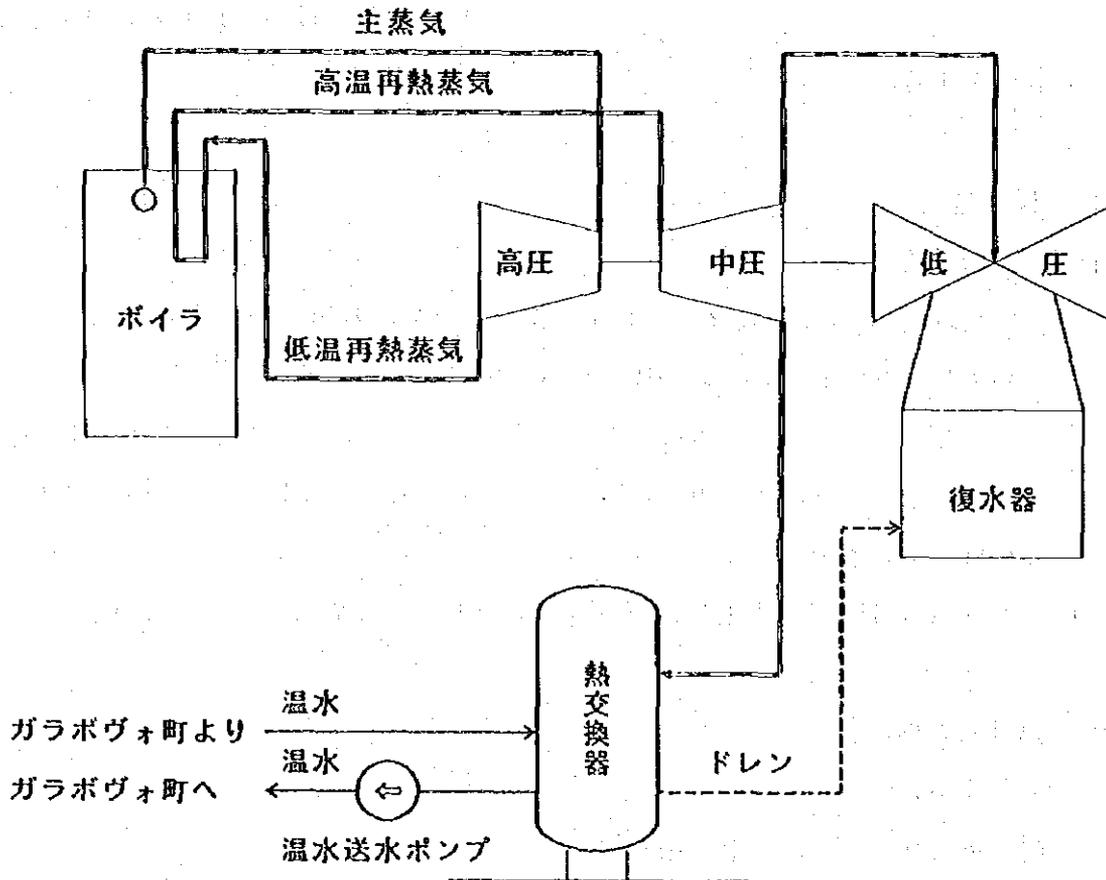


Figure 6-9-1 熱供給系統

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、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaSO_4 、 CaO 、 CaCO_3 である。 SiO_2 、 Al_2O_3 は石炭灰中成分であり、 CaSO_4 、 CaO 、 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

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の他にサイクロンがあるが、集じん効率の悪いサイクロンは対象外とした。

(a) 電気集塵器 (ESP)

電気集塵器は原理的に微細な粒子の捕集が容易であり、電気力、拡散付着力、慣性力、重力等が集塵作用力となるが、最も支配的なものは電気力である。

高圧の電気を流した電極の間にダストを含んだガスを通すと、ダストは-に帯電し集塵極 (+) に捕集される。

ESPの集塵率は、基本的には次の Deutsch の式で表される。

$$\eta = 1 - \exp(-\omega \cdot A/V)$$

ここで、 η はESPの集塵率 (-)、 A はESPの全集塵面積 (m^2)、 V は処理ガス量 (m^3/sec)、 ω はESPのダスト移動速度 (m/sec) を表す。この式において A は集塵面積で言い換えればESPの大きさを示す数値である。 A/V は、ガス量あたりの集塵面積を示すもので、通常比集塵面積 (SCA ; Specific

Collecting Area) と呼ばれ、ESPの単位ガス量あたりの大きさの比較に使われている。またダスト移動速度 ω はダストのESPでの集塵難易度を示すものとなる。これは、ダストが集塵極に引き寄せられる速度と考えられ、この数値の大きいものほど早く集塵極に達する集塵性の良いダストと考えられる。

① ダストの電気抵抗と集塵率

一般に、フライアッシュの電気抵抗と集塵率の関係は Figure 6-10-1-1 のごとく示される。

Aの電気抵抗 $10^4 \Omega\text{-cm}$ 以下では、電気抵抗が低すぎてフライアッシュを集塵極に保持する力が弱く、再びガス流により持ち去られるいわゆるジャンピング現象により集塵率が低下する。

Bの $10^4 \sim 5 \times 10^{11} \Omega\text{-cm}$ の範囲は集塵性能が良好でESPの最も適合する範囲である。

Cの $5 \times 10^{11} \sim 10^{12} \Omega\text{-cm}$ 以上では、集塵極に堆積したフライアッシュ層の電位が高くなり、また部分的に電氣的破壊を生じ集塵極側からも逆の放電現象、いわゆる逆電離 (Back Corona) が生じ集塵率が低下するとともに、集塵極のフライアッシュが電気力により強く集塵極に押しつけられているため剝離の際に強い槌打力が必要となる。

② 灰および排ガスの性状の電気抵抗・移動速度への影響

Figure 6-10-1-2 に示すように、電気抵抗は排ガスの温度と湿度によって大幅に変化する。また、石炭中のS分の量によりダストの移動速度は Figure 6-10-1-3 に示すように変化する。

流動床灰の電気抵抗はCaO成分が多いため微粉炭燃焼ボイラよりも高めであるが、灰が不定形で表面がポーラスなため表面積が大きく電荷を得やすい。又ガス温度によってはガス中の高い水分及び SO_3 による低減効果が期待できる。

(b) バグフィルター

バグフィルターは、粒子を物理的に捕集するもので、ろ布によるダストの捕集機構を示す。ろ布の表面に最初に付着した粒子層 (一次付着層) をろ過層として、微細粒子の分離捕集を行うもので、表面ろ過方式という。

Figure 6-10-1-4 に示すように、ろ布にある粒径分布を持ったダストを通すと、粗い粒子は主として慣性衝突作用により、また細かい粒子は主に拡散作用および

さえぎり作用によって織糸に付着し、織糸と織糸の間にブリッジを形成する。このようにしてできた一次付着層は曲折した多数の細孔を持ち、この小さな細孔によって微細粒子の捕集が行われる。

従って、バグフィルターの運転においてはろ布の目詰まりを防止するため、処理ガス温度はろ布表面において、酸露点以上であることが必要である。一般に、ろ布の単位面積当たりの捕集ダスト量をダスト負荷 (g/cm^2 , kg/m^2) と呼び、運転時間の経過とともに大きくなる。

バグフィルターでは通常、圧力損失の最高値を $150\sim 200\text{mmH}_2\text{O}$ に抑えるように、この値に達すると、ダストの払い落としを行う。Figure 6-10-1-5 にバグフィルターの構造を示す。

(3) 電気集塵器とバグフィルターとの比較

電気集塵器は、ガスを高速 ($\text{数m} \cdot \text{s}^{-1}$) で流しても、圧力損失が低く、しかも高い集塵率が得られることから、大風量用高性能集塵装置として大規模集塵に最も広く利用されている。

バグフィルターは物理的に捕集するため、粒子の形状に関わりなく高効率の集塵が可能な反面、ガス流速を $1\sim 2\text{m}$ にしかとれないことやろ布の定期的な交換が必要である等の特徴を有する。

Table 6-10-1-1 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。

(4) 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ESP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、ESPを無槌打で運転した場合、ESP性能は経時的に劣化をきたすが、ESP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 ³ N/h (wet) |
| c. 入口ダスト量 | 50 g/m ³ N |
| d. 出口ダスト量 | 100 mg/m ³ 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/m³ N)

Item	Electrostatic Precipitator	Fabric Filter
1. Outline	<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>2. Spec.</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"> • Employed for more than 20 years in coal-fired thermal power plants. • Requires constant monitoring and recording of charging conditions. • Possible to determine component anomalies by monitoring and recording charging voltage and current. • No major maintenance problems. 	<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"> • Heavily dependent on the reliability of the filter bag. • Filter bag service life is 2 - 3 years. • The method of dust concentration and isolation require consideration as the outlet dust content could exceed the standards if the filter bag is broken. • Moisture proof is not known well. • 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. • Filter bag must be replaced regularly.

Table 6-10-1-1: Dust Collector Comparison (2/2)
(Outlet Dust : 100 mg/m³ N)

Item	Electrostatic Precipitator	Fabric Filter
3. Economy (1) Facility cost (2) Annual running cost (3) Annual expenses	High Low Low	Low (dependent on the cost of filter bag) High High
4. Evaluation	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.	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.

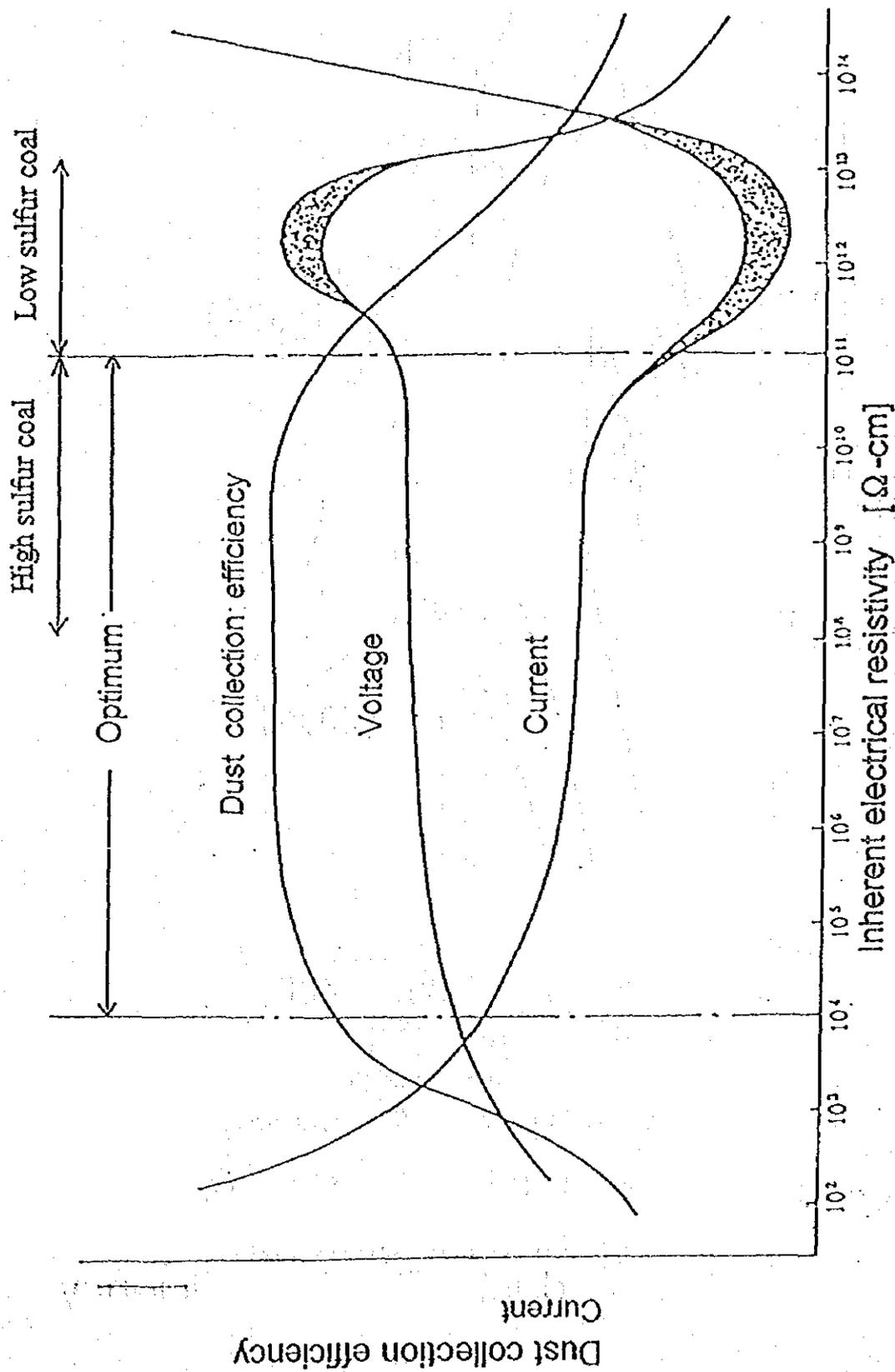


Figure 6-10-1-1 Influence of inherent electrical resistivity on dust collection efficiency (at 150 °C)

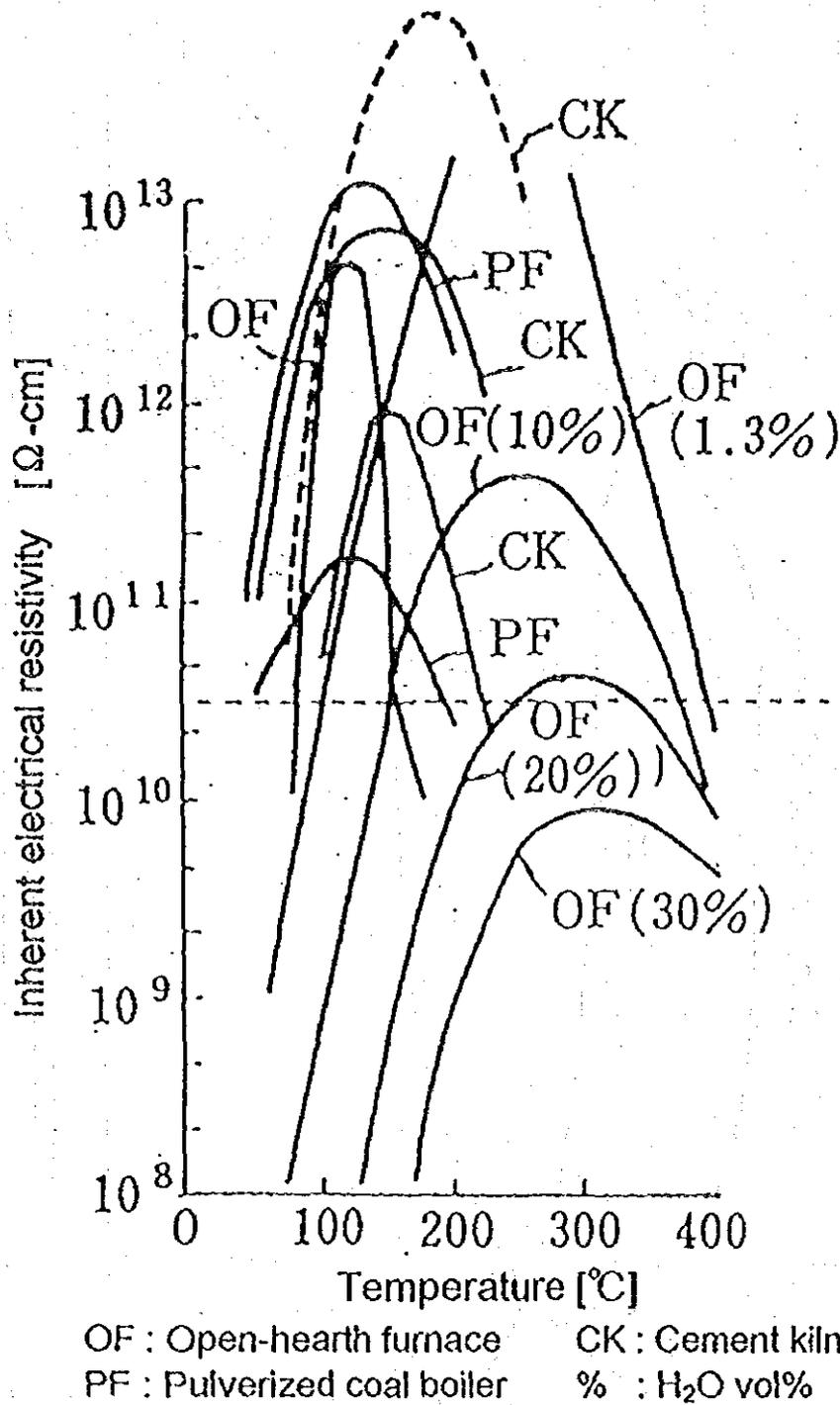


Figure 6-10-1- 2 Influence of temperature and moisture on dust collection efficiency

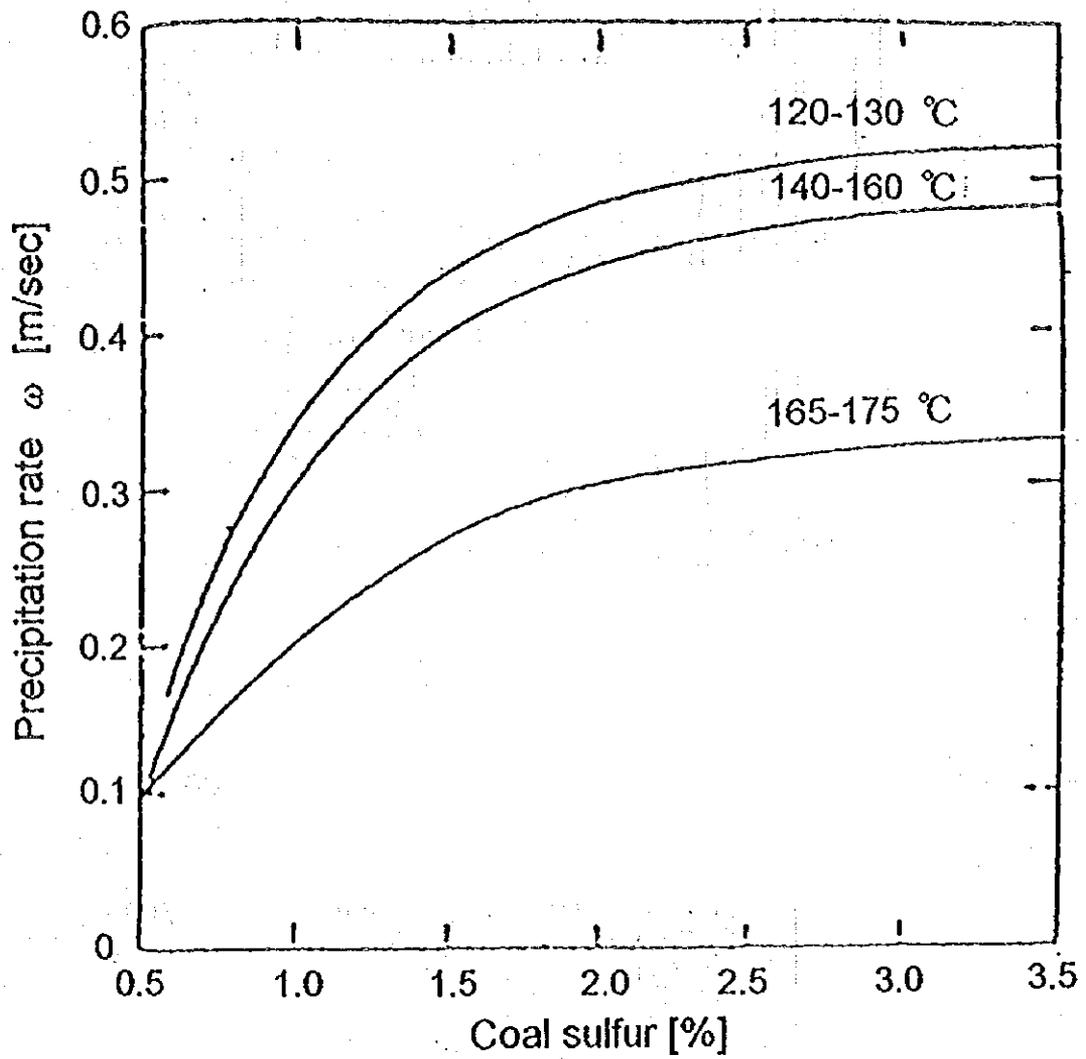


Figure 6-10-1- 3 Influence of sulfur on dust collection efficiency

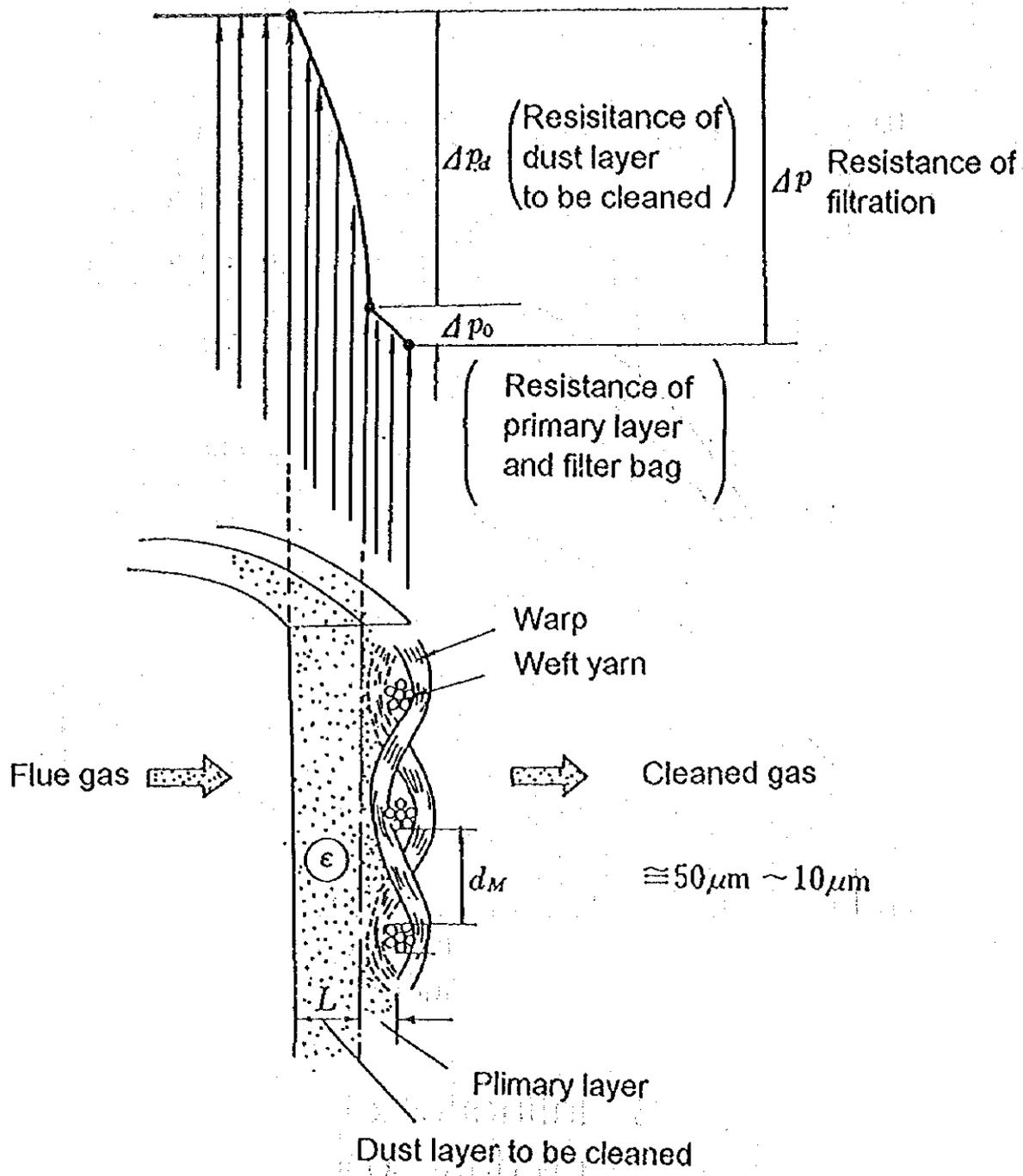


Figure 6-10-1- 4 Dust removal on bag filter

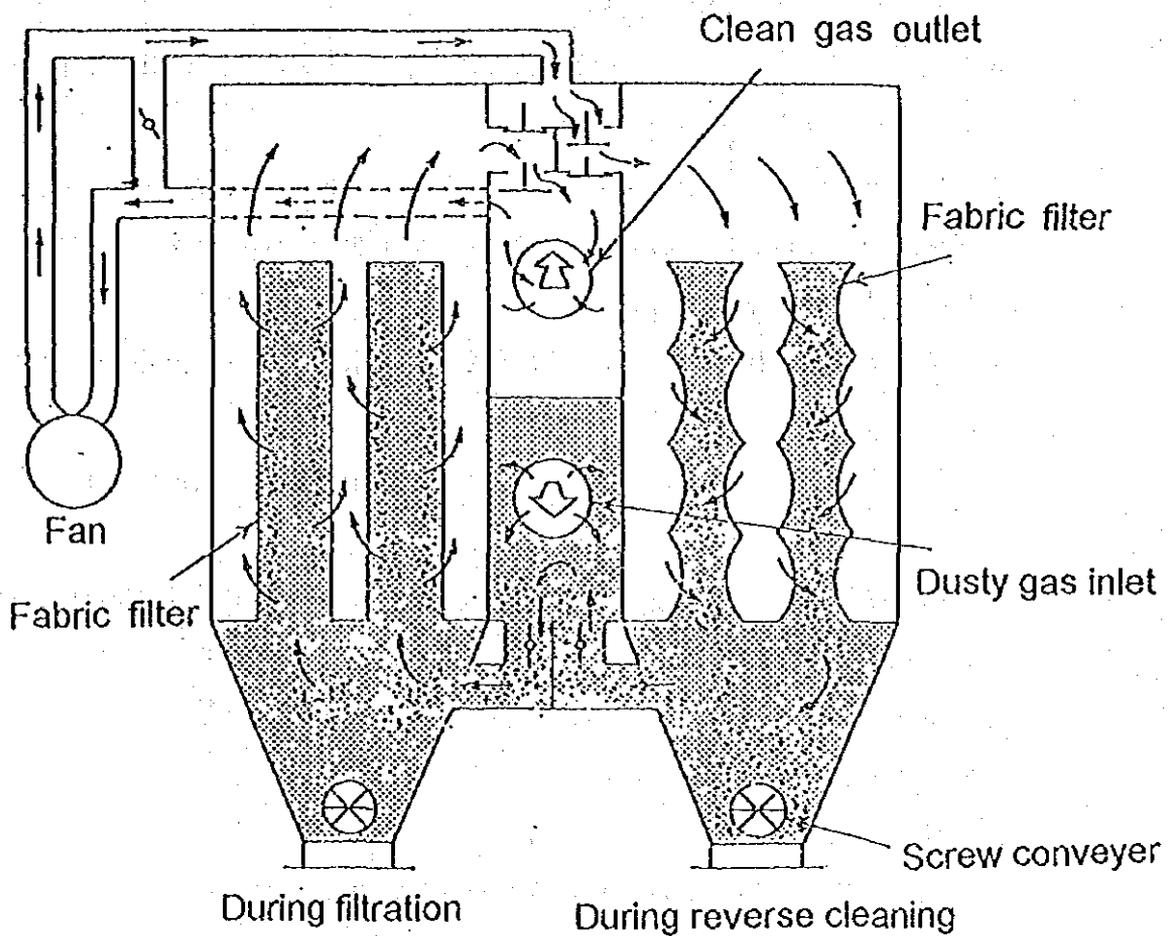


Figure 6-10-1- 5 Bag filter (reverse cleaning type)

6.10.2 排水処理設備

(I) 検討条件

(a) 計画範囲

下記を本計画の範囲とする。

- ① 再建プラントから排出する「排水の全般的系統」
- ② 低塩系排水の「ユニット排水槽、系外フロー槽並びに共通設備から最終チェックピットまでの設備計画」
- ③ 高塩系排水の「ユニット排水槽、機器洗浄排水槽並びに共通設備から最終チェックピットまでの設備計画」
- ④ 生活排水の「浄化槽から最終チェックピットまでの設備計画」 但し、設備仕様については、既設設備からの排水量が不明のため検討を行わない。

(b) 基本系統及び排水処理方式

- ① 排水系統は、排水の種類により「低塩系排水系統」、「高塩系排水系統」で構成する。
- ② 低塩系排水処理方式は、凝集沈殿、ろ過、中和設備で構成する排水処理装置とする。
- ③ 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排水処理装置とするが、CODの低減対策装置等を組み込むものとする。
- ④ 生活系排水処理方式は、ろ過・活性炭吸着・消毒設備で構成する排水処理装置とする。

⑤ COD低減対策

高COD排水源である定検排水及び起動時等の高ヒドラジン含有機器フロー水を対象に、専用槽（非定常排水貯槽）および薬品注入装置を設け個別排水中のCODを酸化・分解する。

⑥ ボイラ酸洗排水

ボイラ酸洗浄等のN、COD及びP等の高濃度特殊排水は、必要に応じて仮設備にて前処理を行うものとする。

⑦ 復水器冷却水排水系

復水器循環水管及び復水器の内部点検等の冷却フロー排水は、プラント排水系統とは別な系統を構成し、それぞれ放水路に排水するものとする。

⑧ 排水処理汚泥

排水処理汚泥は、脱水後、仮置きしトラック等で灰捨場に運搬して処分する。
なお、排水処理系統は、Figure 6-10-2-1「Flow Diagram of Waste Water Treatment System」に示す。

(c) プラント低塩系、高塩系排水水質・水量

① 処理前水質

1) 低塩系排水処理装置へ流入する排水の水質等は、Table 6-10-2-1「Forecast of Source, Quantity and Quality of Low Concentrated Salt Waste Water」に示す。

2) 高塩系排水処理装置へ流入する排水の水質等は、Table 6-10-2-2「Forecast of Source, Quantity and Quality of High Concentrated Salt Waste Water」に示す。

② 処理水質

排水処理水質の計画値は、下記ブルガリア基準を満足する値とする。

pH	6～9	カドミウム	0.02 mg/ℓ
COD	40 mg/ℓ	シアン	1 mg/ℓ
SS	100 mg/ℓ	NH ₄ -N	5 mg/ℓ
油分	0.5 mg/ℓ	有機リン	1 mg/ℓ
フェノール	0.1 mg/ℓ	鉛	0.2 mg/ℓ
銅	0.5 mg/ℓ	六価クロム	0.1 mg/ℓ
鉄	5 mg/ℓ	砒素	0.2 mg/ℓ
NO ₃ -N	20 mg/ℓ	総水銀	検出されないこと
P	3 mg/ℓ	アルキル水銀	検出されないこと
		PCB	検出されないこと

③ 排水量は次の水量を想定するものとする。

1) 低塩系排水 (日最大) 1,030 m³/日

2) 高塩系排水 (日最大) 65 m³/日

なお、排水量の想定値は、Figure 6-10-2-2「Flow Balance of Water and Waste Water」に示す。

(2) 検討結果

(a) 設備仕様及び構成

① 低塩系排水処理装置

- 1) 凝集沈殿装置 : 1, 500 m³/日×1系列
- 2) ろ過器 : 1, 500 m³/日×1系列
- 3) 中和装置 : 1, 500 m³/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 m³×2槽
非定常排水貯槽 500 m³×1槽

② 高塩系排水処理装置

- 1) 凝集沈殿装置 : 150 m³/日×1系列
- 2) ろ過器 : 150 m³/日×1系列
- 3) 中和装置 : 150 m³/日×1系列
- 4) 活性炭吸着装置 : 150 m³/日×1系列
- 5) 排水貯槽 : 定常排水貯槽 1, 500 m³×1槽 (AH用)
非定常排水貯槽 1, 000 m³×1槽 (EP用)

③ 純水装置排水槽

- 1) 低塩系 : 90 m³×1槽
- 2) 高塩系 : 90 m³×1槽

④ 前処理装置排水槽

- 1) 低塩系 : 200 m³×1槽

⑤ ユニット排水槽

- 1) 低塩系 : 35 m³×2槽
- 2) 高塩系 : 3 m³×2槽

⑥ 系外ブロー槽 100 m³×2槽

その他槽類、システム機器については、別冊第1章の「排水処理設備・機器容量算定根拠」に示す。

(b) 設備配置計画

- ① 排水処理装置は、屋外設置とし、石炭乾燥工場の西側の既設石炭受入用鉄道近傍（鉄道の西側）に設置する。
- ② 排水処理装置操作室・電気室・制御室は、上記エリア内に建屋として設置する。
- ③ プロア及びコンプレッサーは、騒音・振動防止対策として排水処理室内に設置する。
- ④ ユニット排水槽及び系外フロー槽は、プラント近傍に配置する。

(c) 監視・制御に関する考え方

- ① 低塩系、高塩系排水処理装置は、排水、汚泥の処理系統別に全自動方式で運転可能なものとし、自動装置が故障の場合、制御盤にて遠隔手動運転が可能なものとする。
- ② 運転・故障状況は、制御盤に個別表示すると共に、主要管理項目はプラント中央操作室共通監視盤等に一括表示できるものとする。
- ③ 総合排水処理出口にはブルガリア基準に対応するpH、濁度及びCODを連続監視できる監視計器・流量計を設けると共に、演算装置にて記録可能なものとする。
- ④ 運転管理データは、水処理装置制御用演算装置に入力・記録できるものとする。
- ⑤ 低塩系、高塩系排水処理装置の処理排水が排水基準を超過する恐れが生じた場合など、速やかに循環運転に切り替える。この場合、貯槽への戻りラインは定常、非定常排水貯槽へ移送できるものとする。
- ⑥ 全自動運転をおこなうために必要な操作弁は、空気式または電気式とし空気喪失、電源喪失時にも異常な水質の排水を放流することのないようシステム化する。

(3) 計画実行に伴う考慮事項

- (a) 事務所等からの生活排水の水質、量が不明のため、それらの測定を行い処理装置の仕様等を検討する必要がある。

(b) 既設発電所では、雨水排水、貯炭場排水、灰捨場余水の処理設備がないので、今後これらの処理設備を検討する必要がある。まずは、構内の雨水排水系統を確立することが先決である。

**Table 6-10-2-1 Forecast of Source, Quantity and Quality of
Low Concentrated Salt Waste Water**

Kind of Waste Water	Quantity (ton/day)	Water Quality (mg/ l)			
		SS	COD	Oil	T-N
Waste water for equipment cooling	20				20
Regenerated waste water of pre-treatment Plant	155	150 - 1800	10 - 30	Tr	1
Regenerated waste water of deminerali- zed water treatment Plant	50	Tr	5 - 15	--	10
Unit drain waste water	490	5 - 10	1 - 3	10 - 20	5
Others	315	1,000	1 - 10	1 - 2	5
Total	1,030				

**Table 6-10-2-2 Forecast of Source, Quantity and Water Quality of
High Concentrated Salt Waste Water**

Kind of Waste Water	Quantity (ton/day)	Water Quality (mg/ l)				
		SS	COD	Oil	T-N	F
Regenerated waste water of water treatment plant	50	Tr	5 - 15	—	10	—
Unit drain waste water	15	5 - 10	1 - 3	10 - 20	2	—
Total	65					
Cleaning waste water of AH	1,300	< 5,000	< 15	Tr	400	10
Cleaning waste water of EP	900	< 5,000	< 20	1 - 2	500	250
Chemical cleaning waste water of boiler	730	15,000	15 - 30	Tr		

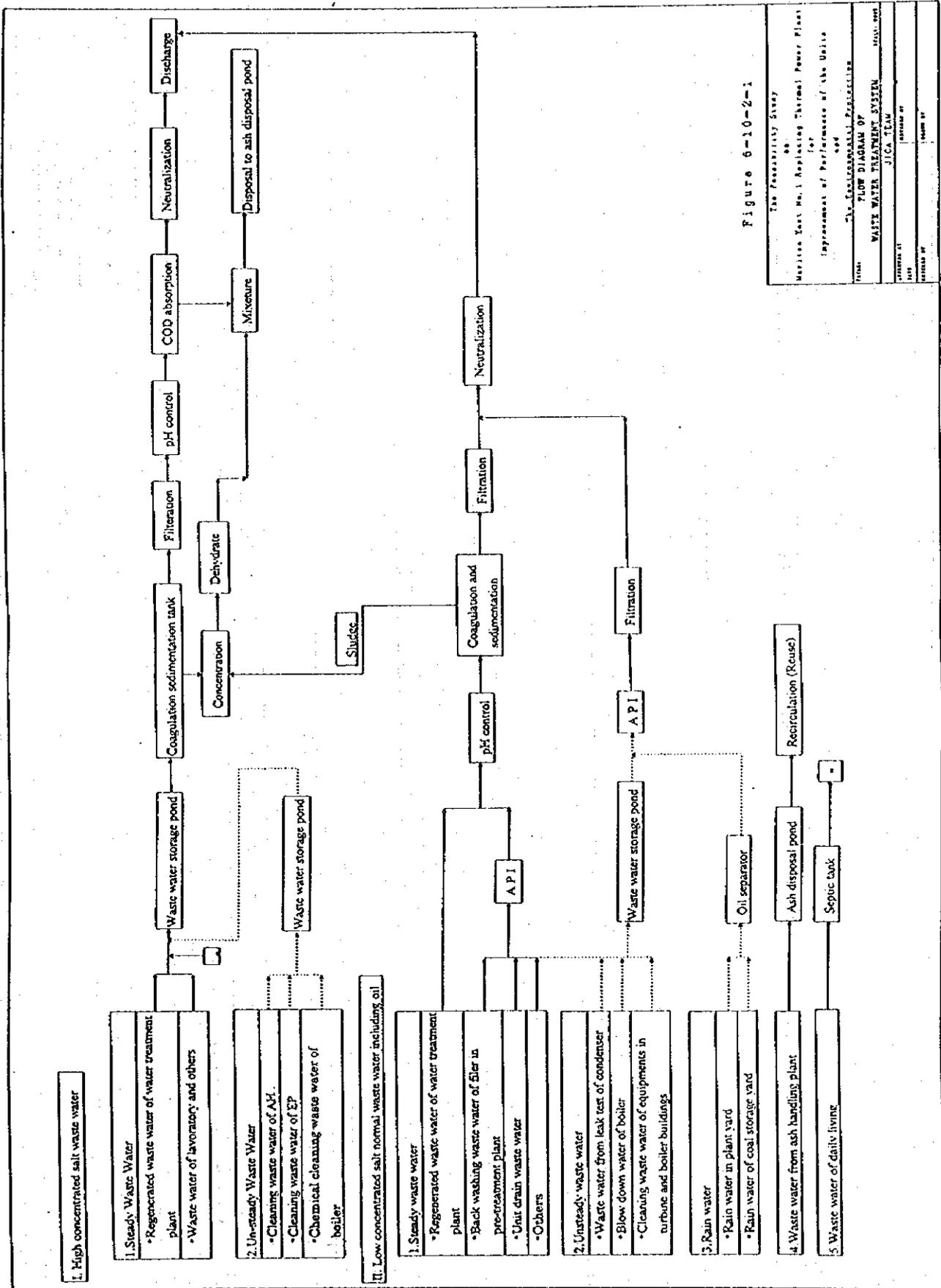


Figure 6-10-2-1

The Feasibility Study	
for	
Improvement of Performance of the Unit	
at	
The Sarcosocorall Processing	
FLOW DIAGRAM OF	
WASTE WATER TREATMENT SYSTEM	
DATE	JICA TEAM
DESIGNED BY	REVIEWED BY
DRAWN BY	SCALE 1/1

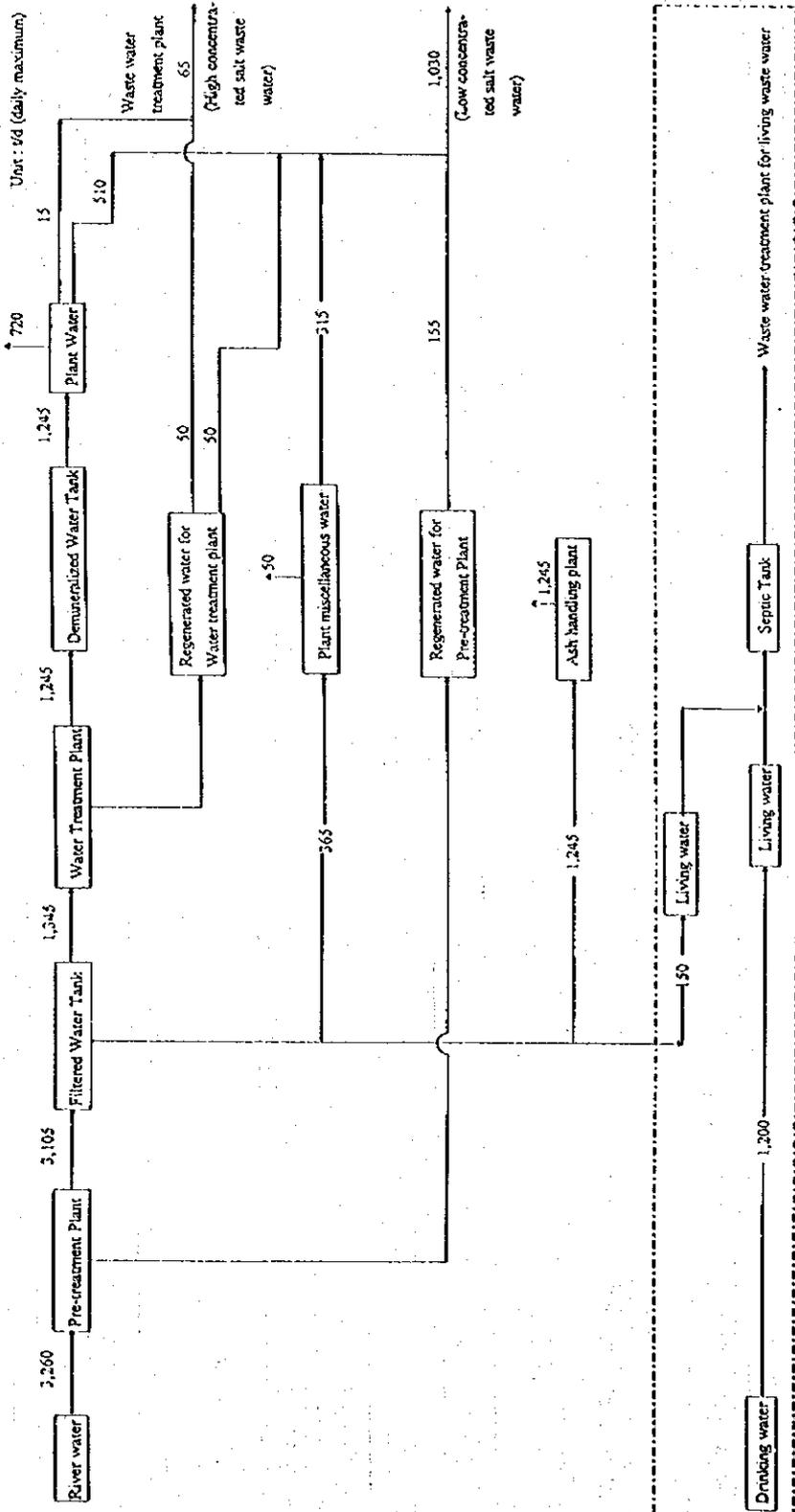


Figure 6-10-2-2

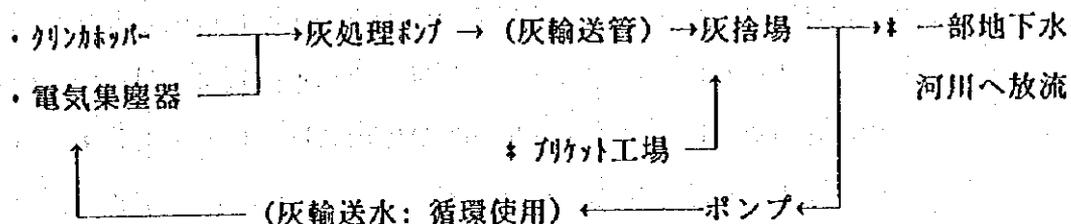
The Feasibility Study	
Maritime East No. 1 Regenerative Thermal Power Plant	
for	
Improvement of Performance of the Units	
and	
"A. REGULATORY AND OPERATIONAL	
FLOW BALANCE OF	
WASTE AND WASTE WATER	
DATE	JICA TEAM
REVISED BY	
REVISION NO.	
NO. OF SHEETS	10 OF 11

6.1.1 灰処理設備

(I) 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。

尚、灰輸送管にはジュラルミン管（630mmφ, t=40mm+3mm/mコーティング）を採用して磨耗対策を行っており、10年間特にトラブルも無く、管の調達も発電所近郊メーカーから容易に入手出来る。（1m当たりの単価＝2,200 LEVA）

(c) 既設灰捨場は、次のとおりである。

- ・面積：300 ha (3 km²)
- ・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 m³ ≒ 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）

$$350 \text{ t/h (} \approx 173 \text{ t/h} \cdot 2 \text{ units)}$$

$$8,400 \text{ t/d (} \approx 350 \text{ t/h} \cdot 24 \text{ hr)}$$

$$2,150,000 \text{ t/y (} \approx 8,400 \text{ t/d} \cdot 365 \text{ d} \cdot 0.7)$$

$$\text{(内訳) } 350 \text{ t/h: 炉底} = 220 \text{ t/h, BCO下} = 20 \text{ t/h}$$

$$\text{AH下} = 20 \text{ t/h, BSP下} = 90 \text{ t/h}$$

- ・排出灰量（加湿率:30%）

$$450 \text{ t/h (} \approx 173 \text{ t/h} \cdot 2 \text{ units} \cdot 1.3)$$

$$10,800 \text{ t/d (} \approx 450 \text{ t/h} \cdot 24 \text{ hr)}$$

(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。

しかし、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。

よって、灰の最終処理方法として炭鉱表土用運搬貨車（41t/両）を利用して発電所から南東7km先の表土捨場（DRIANOVO:17km²）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。

因みに新灰捨場（15年分、深さ=14m）を開発するとなれば約3km²（300ha:既設並み）の土地を要するが、本計画地は30年以上の容量を十分に有している。

$$\cdot 3.2 \text{ y} = [(6,765,800 \text{ m}^3) \cdot (1.0) / (2,150,000 \text{ t/y})]$$

$$\cdot 2.3 \text{ km}^2 = [(15 \text{ y}) \cdot (2,150,000 \text{ t/y}) / (1.0) / (14 \text{ m}) / (10^6)]$$

- ② 灰輸送を水流方式とした場合、灰中のCa成分が輸送水中に溶解し、硫酸塩として溶出又は析出する。又、灰内部の酸化物は、水酸化物として徐々に溶解し、輸送水のpHを高め、このpH値の変化に伴って先に溶出していた金属イオンが析出し、輸送管内面に軟質のスケールとなって付着する。更に、溶存CO₂によって硬質のスケールとなり、成長して配管閉塞の原因となる。

よって、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することとする。

- 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。

但し、加湿後の機器には灰付着の可能性があるので保守には注意を要する。

- 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。

$$\cdot 1 \text{ 編成車両数} : 22 \quad [= (10,800 \text{ t/d}) / (12 \text{ 編成}) / (41 \text{ t/両})]$$

- 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）とする。

・灰中継タンク： $2,000 \text{ m}^3 [\approx 173 \text{ t/h} \cdot 10 \text{ h} \cdot 1.0 \cdot 1.15(\text{余裕})] \times 2 \text{ 基}$

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 t/d)で残りを貯蔵サイロ容量とする。

・積込サイロ： $4,200 \text{ m}^3 [\approx 173 \text{ t/h} \cdot 24 \text{ h} \cdot 1.0] \times 2 \text{ 基}$

・貯蔵サイロ： $4,200 \text{ m}^3 [\approx (8,400 - 4,200) \cdot 1.0] \times 2 \text{ 基}$

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（トロッコ搬出）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: BCO, AH, BSP灰）

・BM灰クーラ：（型式）回転式灰冷却器

（容量） $40 \text{ t/h} \times 3 \text{ 台/unit} \times 2 \text{ units}$

・17-インテークバルブ：（型式）スプリング式逆止弁

（数量）BM用 = $3 \text{ 台/unit} \times 2 \text{ units}$

FA用 = $8 \text{ 台/unit} \times 2 \text{ units}$

・灰搬送管：（管径）10 B

（系列）BM用 = $3 \text{ 系統/unit} \times 2 \text{ units}$

FA用 = $2 \text{ 系統/unit} \times 2 \text{ units}$

・自動切換弁：（型式）ロータリースライド形

（数量）BM用 = $3 \text{ 台/unit} \times 2 \text{ units}$

FA用 = $8 \text{ 台/unit} \times 2 \text{ units}$

・真空ブロワ：（型式）乾式ルーツブロワ

（容量）BM用 = $52 \text{ Nm}^3/\text{min}(-5400\text{mmAq})$

FA用 = $57 \text{ Nm}^3/\text{min}(-5400\text{mmAq})$

（数量）BM用 = $4 \text{ 台/unit} (1 \text{ 台予備}) \times 2 \text{ units}$

FA用 = $3 \text{ 台/unit} (1 \text{ 台予備}) \times 2 \text{ units}$

・捕集装置：（型式）一体形バグフィルタ

（数量）BM用 = $3 \text{ 台/unit} \times 2 \text{ units}$

FA用 = $2 \text{ 台/unit} \times 2 \text{ units}$

- ・灰中継タンク：(型式) 鋼板製円筒円錐形タンク
(容量) $2,000 \text{ m}^3(15\text{m}\phi \times 11\text{mH}) \times 1 \text{ 基/unit} \times 2 \text{ units}$

② 灰輸送設備

- ・圧力輸送機：(型式) 鋼板製円筒円錐形圧力容器
(容量) $50 \text{ t/h} \times 4 \text{ 台/unit} \times 2 \text{ units}$
- ・灰搬送管：(管径) 16 B
(系列) 1 系統/unit $\times 2 \text{ units}$
- ・圧送ブロワ：(型式) 乾式ルーツブロワ
(容量) $210 \text{ Nm}^3/\text{min}(13,000\text{mmAq})$
(数量) 2 台/unit (1台予備) $\times 2 \text{ units}$
- ・灰貯蔵サイロ：(型式) 鋼板製円筒円錐形サイロ
(容量) $4,200 \text{ m}^3(16.5\text{m}\phi \times 20\text{mH}) \times 1 \text{ 基/unit} \times 2 \text{ units}$
- ・加湿機：(型式) 2 軸パドル式
(非常用) (容量) 100 t/h (乾灰ベース) $\times 1 \text{ 台/unit} \times 2 \text{ units}$
- ・加湿機給水ポンプ：(型式) 渦巻きポンプ
(容量) $190 \text{ m}^3/\text{h}$ ($5 \text{ kg/cm}^2\text{g}$) $\times 3 \text{ 台/2 units}$ (1台予備)
- ・給水ピット：(型式) コンクリート製角形ピット
(寸法) $8 \text{ mW} \times 8 \text{ mL} \times 4 \text{ mH} \times 1 \text{ 基/2 units}$

③ 灰積込設備

- ・圧力輸送機：(型式) 鋼板製円筒円錐形圧力容器
(容量) $50 \text{ t/h} \times 4 \text{ 台/unit} \times 2 \text{ units}$
- ・灰搬送管：(管径) 18 B
(系列) 2 系統/unit $\times 2 \text{ units}$
- ・圧送ブロワ：(型式) 乾式ルーツブロワ
(容量) $270 \text{ Nm}^3/\text{min}(13,000\text{mmAq})$
(数量) 3 台/unit (1台予備) $\times 2 \text{ units}$
- ・灰積込サイロ：(型式) 鋼板製円筒円錐形サイロ
(容量) $4,200 \text{ m}^3(16.5\text{m}\phi \times 20\text{mH}) \times 1 \text{ 基/unit} \times 2 \text{ units}$
- ・加湿機：(型式) 2 軸パドル式
(常用) (容量) 250 t/h (乾灰ベース) $\times 3 \text{ 台/unit} \times 2 \text{ units}$

- ・コンベア : (型式) バケット式コンベア (耐熱仕様)
(容量) 950 t/h (湿灰ベース) × 1 台/unit × 2 units
- ・トリッパ : (型式) ベルト持ち上げ式 (耐熱仕様)
(容量) 950 t/h (湿灰ベース) × 1 台/unit × 2 units

(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」国が対峙による 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: 17km²) 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。
- ・ 捨場地質が粘土層と砂・砂利層で構成されているので、先ずその粘土を透水試験等によって浸透性他の性状を確認し、粘土層の活用可否を検討する。
 - ・ 次に 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。

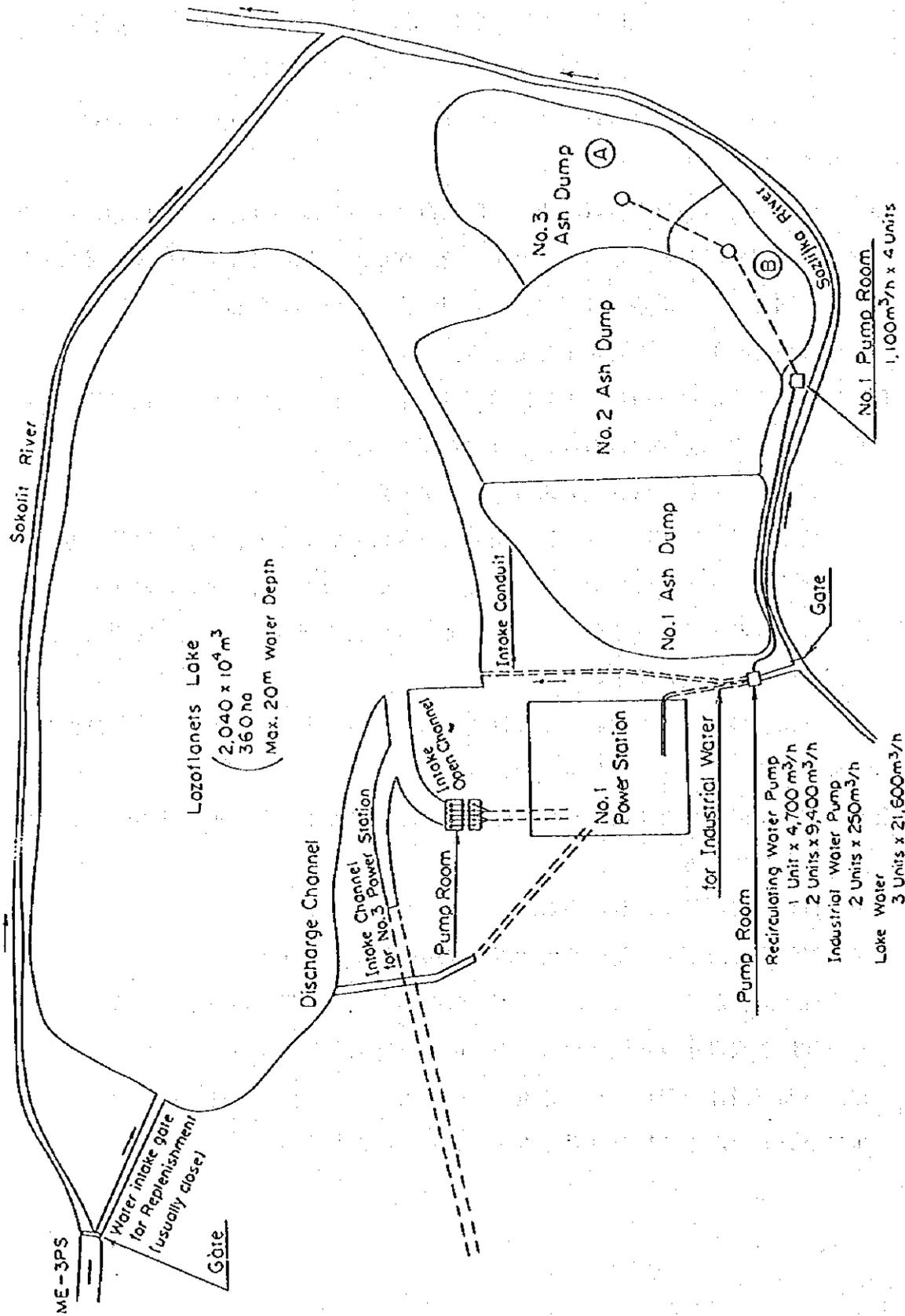


Figure 6-11-1 Water Intake and Discharge System in Power Station

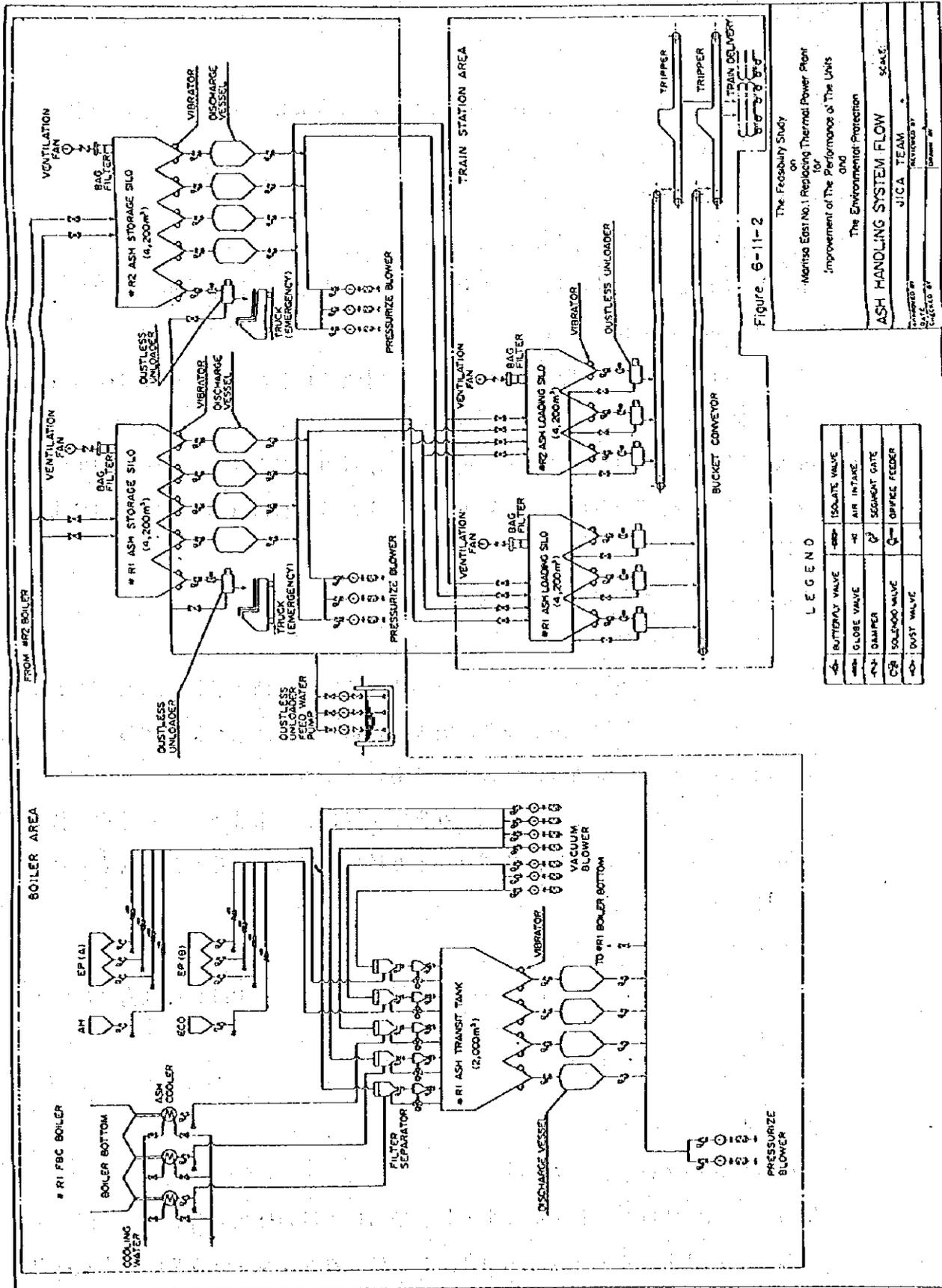


Figure 6-11-2
 The Feasibility Study
 on
 Meritso Est No.1 Replacing Thermal Power Plant
 Improvement of The Performance of The Units
 and
 The Environmental Protection
 ASH HANDLING SYSTEM FLOW SCALE
 JICA TEAM
 PREPARED BY
 DATE
 DRAWING NO.

6.12 発電所用水設備

6.12.1 検討条件

(1) 計画範囲

再建プラントの「サズリーカ川用水受入設備から純水装置までに至るろ過水系統及び純水系統の設備計画」を本計画の範囲とする。

(2) 基本系統及び前処理・純水処理方式

(a) 用水基本系統は、用水の種類により「プラント用水系（純水・所内用水）」及び「生活用水系」で構成する。

基本系統については、Figure 6-12-1 「Flow Diagram of Water Treatment System」に示す。

(b) 用水処理方式は、ロゾフクラネツ湖の水源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複床型を計画する。

基本系統は、以下各々の系統を構成する。

① プラント用水系統

a. プラント用水系統は、サズリーカ川より取水し、前処理後、ろ過水タンクに貯水、ろ過水各使用箇所並びに消火用に供給する系統を構成する。

b. 消火系統はろ過水系統とは分離するものとする。

c. プラント用水系統は、ろ過水より供給を受け、純水装置により純水を製造後、純水タンクに貯水し、各プラント系統に直接供給する系統が構成されるものとする。

② 生活用水（上水）系統

生活用水はGorno Botsuo市より供給を受けており、本計画には含まないものとする。

(3) 設備計画基本方針

(a) 軸冷水系統のクローズド化

軸冷水系統はクローズドサイクルとし、軸冷排水量の低減を図る。

また、BFPプースターポンプのグランドにメカニカルシールを使用するなど軸冷水の逸失を無くするものとする。

(b) 無潤滑式循環水ポンプ

循環水ポンプは、潤滑水が不要な無潤滑式を前提とし、用水節減を図る。

(4) 受入用水

(a) 用水源

- ① プラント用水 : サズリーカ川
- ② 生活用水 : Gorno Botsuo市から上水道

(b) 用水水質

サズリーカ川の水質分析値は、Table 6-12-1 「Raw Water Analysis for Design」の通りである。

(5) 処理水水質

処理水の水質は、Table 6-12-2 「Water Quality of Treated Water」に示すブルガリア基準を遵守するものとする。但し、電導度(Conductivity)についてはブルガリア基準が $0.2 \mu\text{S}/\text{cm}$ と非常に厳しい値であり、この基準を満たすには純水装置が非常に大きくなってしまふので、経済性を考慮して日本の基準を適用する。

(6) 純水装置及び前処理装置容量

(a) 純水タンク及び純水装置

- ① 純水タンク 2 基、純水装置 2 系列を計画する。
- ② 最大純水使用期間 (3 日間) の必要量を、純水装置 1 系列運転と純水タンク 1 基の貯蔵量で賄う。

(b) ろ過水タンク

- ① ろ過水タンク 2 基を基本として必要タンク容量及び基数を算定する。
- ② ろ過水タンク点検中においても、最大ろ過水量の 1 日分を確保する。

(c) 前処理装置

- ① 前処理装置を 2 系列計画する。
- ② 最大ろ過水量 + 純水装置 1 系列運転分を賄う。

6.12.2 検討結果

(1) 主な構成機器及び設備仕様

(a) 前処理装置

- ① 型式 : 凝集沈殿・ろ過方式
- ② 容量 : 1,500 m³/日×2系列

(b) ろ過水タンク

- ① 型式 : 鋼製円筒タンク(ドーム式)
- ② 容量 : 4,000 m³×2基

(c) 純水装置

- ① 型式 : ポリッシャー複床型
- ② 容量 : 700 m³/日×2系列

(d) 純水タンク

- ① 型式 : 鋼製円筒タンク(インナールーフ式)
- ② 容量 : 1,500 m³×2基

(2) 設備容量の算定

以下に各設備の容量を算定した。なお、用水量内訳根拠は、Table 6-12-3「純水使用量の要素予測」、Table 6-12-4「ろ過水使用量の要素予測」及び Figure 6-12-2「FLOW BALANCE OF WATER AND WASTE WATER」に示す。

(a) 純水タンク及び純水装置

- ① R1号機及びR2号機に関しては、2ユニットが同時に起動することはないものとした。
- ② 従って、R1号機が定検起動、R2号機が運転中の場合、純水使用量が最大となる。ピーク期間を3日間として以下に使用水量を示す。

1日目	R1	ボイラ水圧	500 t	} 計	1,150 t
	R2	連続運転	650 t		
2日目	R1	ボイラブロー	360 t	} 計	1,010 t
	R2	連続運転	650 t		
3日目	R1	ボイラブロー	360 t	} 計	1,010 t
	R2	連続運転	650 t		

③ 純水装置と純水タンクの最適設計を考えて、本計画の設計方針を適用すると以下の式が成り立つ。

$$Q = (3 \text{ 日間} \times 1 \text{ 系列} \times X) + (0.8 \times Y) \quad \text{--- 装置+タンクで最大対応}$$

ここで、 Q : ピーク3日間の水量 (t)

X : 純水装置容量 (t/日)

Y : 純水タンク容量 (t)

純水装置容量を700 t/日 (設計基準) とするとタンク必要容量は、

$$Y = [3,170 \text{ t} - (3 \text{ 日} \times 1 \text{ 系列} \times 700 \text{ t/日})] / 0.8$$

$$= 1,338 \text{ t}$$

となり、1,500 m³が適正容量となる。

従って、純水装置は700 t/日 (2系列)、純水タンクは1,500 m³ (2基) とする。

(b) ろ過水タンク

最大ろ過水量の1日分とする。

ろ過水最大使用量	純水製造用ろ過水	1,345 ton
	雑用水	1,610 ton
	生活用ろ過水	150 ton
合 計		3,105 ton

従って、タンクの有効貯水率を80%としてタンク容量を算定すると、タンク定検時対応1基を含め、4,000 m³×2基が必要となる。

(c) 前処理装置

「純水装置1系列分+ろ過水最大使用量」を前処理装置の容量とする。

純水装置1系列	700 t/日+100 t/日	800 t/日
ろ過水	365 t/日+1,245 t/日+100 t/日	1,710 t/日
合 計		2,510 t/日

よって、2系列でこの量を賄うためには、

$$2,600 \text{ t/日} \div 2 \text{ 系列} = 1,300 \text{ t/日}$$

ろ過器の逆洗時間を考えて、22時間で受入可能とするため、

$$1,300 \text{ t/日} \times (24 / 22) \text{ 時間} = 1,500 \text{ t/日} \text{ 必要となる}$$

従って、前処理装置は、1, 500 t/日×2系列とする。

(3) 薬液貯槽設備

純水装置用の薬液貯槽設備は、受入装置、貯蔵タンク及び薬液移送装置で構成され、概要は次の通りである。

(a) 受入設備

塩酸及び苛性ソーダは、純水装置及び排水処理装置に兼用する。これらの薬品の補給は、化学薬品運搬用タンク・ローリ車による。尚、貯蔵タンクへは、薬品受入ポンプを使用する。

① 薬液貯蔵タンク

貯蔵タンクの容量は、下記の理由により20日分以上の保有量とする。

- 1) 標準貯蔵容量は、15日以上の保有量としている。
- 2) 上記の薬品は、排水処理装置と共用される。
- 3) マリッツァ・イースト第1火力発電所は薬品の入手は容易である。

なお、各1基の塩酸タンクと苛性ソーダタンクの構造は円筒横型タンクとする。

② 薬液輸送設備

貯蔵タンクから純水装置までの薬液移送は移送ポンプによる。また、排水処理装置への薬液移送は、薬液貯蔵タンク防油堤内の純水装置用薬液移送ポンプに隣接して設置する排水処理装置用薬液移送ポンプによる。

その他、システム機器の計画仕様及び仕様算定根拠は Table 6-12-5 に示す。

(4) 設備配置計画

- (a) 前処理装置及び純水装置は、敷地内のサズリーカ川付近に設置する。
- (b) 前処理装置は屋外設置とし、純水装置は建屋内設置とする。
- (c) 各装置の操作室、電気室は純水装置室に設置する。
- (d) ろ過水、純水タンク及びろ過水、純水送水ポンプは、上記純水装置近傍に設置する。

以上、基本配置については、Figure 6-3-1 に示す。

(5) 制御に関する考え方

(a) 前処理装置

- ① 粉末薬品の受入、溶解を除いて全自動運転が行えるものとする。
- ② ろ過水タンクの水位により装置の起動停止を行う他、運転系列の増減もろ過水タンクの水位により演算装置で決定するものとする。
- ③ ろ過器の逆洗は、差圧等を検出した自動逆洗方式とする。

(b) 純水装置

- ① シーケンサによる自動運転方式とし、装置の一部または全部を水処理制御盤で遠隔手動操作が出来るものとする。
- ② 再生は、定収量・定水質及び樹脂負荷を予測した運転で自動再生に入る方式とする。
- ③ 装置の起動・停止は、純水タンクの水位等により自動で行うものとする。

- (c) 前処理装置、純水装置の運転・故障状況は制御盤に個別表示すると共に、主要管理項目はプラント中央操作室共通監視盤等に一括表示するものとする。また、遠隔操作で装置の停止が出来るように考慮するものとする。

Table 6-12-1 Raw Water Analysis for Design

Items	Unit	Water Analyzed Data
pH at 20°C		7.89
Conductivity at 20°C	μ S/cm	1116
Total suspended matters	mg/ l	33.0
Dissolved solids	mg/ l	984
DCO	mgO ₂ / l	31.1
Oxydability with KMnO ₄	mgO ₂ / l	12.6
Cl ⁻	mg/ l	39.0
SO ₄ ²⁻	mg/ l	328.4
F ⁻	mg/ l	0.50
HCO ₃	mg/ l	
NO ₃	mg/ l	119.7
NO ₂	mg/ l	6.43
PO ₄ ³⁻	mg/ l	2.89
TH	° F	55.0
TA	° F	0.0
TAC	° F	27.0
Ca ²⁺	mg/ l	160.0
Mg ²⁺	mg/ l	36.45
K ⁺	mg/ l	5.60
Na ⁺	mg/ l	116.0
NH ₄ ⁺	mg/ l	0.80
Fe (total)	mg/ l	1.00
Cu (total)	mg/ l	0.005
Zn (total)	mg/ l	0.073
Cr (total)	mg/ l	< 0.05
Ni (total)	mg/ l	< 0.02
Sr ⁺	mg/ l	1.34
Ba ⁺	mg/ l	< 0.05
SiO ₂	mg/ l	15.23

Table 6-12-2 Water Quality of Treated Water

	Unit	Demi. Water	Feed Water
Conductivity	μ S/cm	0.5	0.2
SiO ₂	μ g/kg	20	40
Cu ⁺⁺	μ g/kg	5	5
Na ⁺	μ g/kg	10	10
H ⁰	μ geqv/kg	—	1
pH		—	9.1 ± 0.1
Fe ⁺⁺	μ g/kg	—	30
O ₂	μ g/kg	—	10
Oil	mg/kg	—	5
NH ₃	μ g/kg	—	1000
N ₂ H ₄	μ g/kg	—	20 to 60

Table 6-12-3 純水使用量の要素予測 (日最大)

(1) 定常 (2 ユニット定格運転中の純水使用量予測)

項 目	排水量 (t/日)			計 画 根 拠
	非回収	回収可能		
		低塩系	高塩系	
①ボイラ・タービン	500	500		BMCR : 740 t/h ボイラ補給水量 : $740\text{t/h} \times 0.03$ $= 22.2\text{ t/h} \times 2\text{units} \times 24\text{hr}$ $= 1,065.7\text{ t/h}$ $\rightarrow 1,000\text{ t/h}$ 半量は蒸発とする。
②ボイラスタートブロー	160			実績より 0.33t/日・MW
③EPポッパ加温蒸気	30			実績より 0.6 t/h・u
④軸冷却水		10		ボール循環ポンプグランド 封水 20t/日 (実績) の 半分と仮定
⑤その他補助蒸気	30			実績値 60 t/d より、その 半量と仮定
⑥分析室			5	実績ベース

項 目	排水量 (t/日)			計 画 根 拠
	非回収	回収可能		
		低塩系	高塩系	
①サンプリング			10	実績値の半量と仮定
合 計	720	510	15	
用 水 量	1,245			

(2) 非定常

項 目	排水量 (t/日)			計 画 根 拠
	非回収	回収可能		
		低塩系	高塩系	
①起動時ブロー		360		実績より仮定
②ボイラ水圧		500		実績より仮定
③ボイラ化洗			740	実績より仮定
④復水器水圧		350		実績より仮定

Table 6-12-4 ろ過水使用量の要素予測 (日最大)

(1) 定常 (2ユニット定格運転中の純水使用量予測)

項 目	排水量 (t/日)			計 画 根 拠
	非回収	回収可能		
		低塩系	高塩系	
①本館雑用水		210		0.45 t/日・MW
②灰処理機器冷却水		20		0.05 t/日・MW
③排水処理装置		55		0.11 t/日・MW
④灰処理装置	1,245			ダストレスアンロード補給水: 51.48 t/h
⑤排水汚泥脱水機		30		実績値60 T/Dの半量と仮定
⑥その他	50			実績より仮定
合 計	1,730	315	0	
用 水 量	2,045			

(2) 非定常

項 目	排水量 (t/日)			計 画 根 拠
	非回収	回収可能		
		低塩系	高塩系	
①AH水洗			1,300	実績値より仮定
②EP水洗			900	実績値より仮定

Table 6-12-5 発電所用水設備・機器容量算定根拠

項目	計画内容	計画根拠
原水移送ポンプ	容量：150 t/h 台数：2台	前処理装置で要求する水量を供給 $Q = 3,000 \text{ t/日} \div 22\text{h}$ $= 136 \text{ t/h} \times 1.1$ $= 150 \text{ t/h}$
原水移送配管	配管径：250A (地上管STPG370Sch40)	原水移送ポンプ容量に対応した配管径を設計基準より、流速2.5m/sで計画 $d = \left[\frac{4 \times 150 \times 2}{3,600 \times \pi \times 2.5} \right]^{1/2}$ $= 0.206\text{m}$
前処理装置	容量：1,500 t/日 台数：2系列	6.12.2. (2), (c)項より
ろ過水地下タンク	地下式コンクリート槽 容量：150 m ³	設計基準より最大受入量の1時間程度の地下式タンクとする。 $Q = (3,000\text{t/日} \div 22) \times 1$ $= 136\text{t} \rightarrow 150 \text{ m}^3$
ろ過水汲上ポンプ	容量：150 t/h 台数：2台	原水移送ポンプと同容量とする。

項目	計画内容	計画根拠
ろ過水タンク	鋼製ドームルーフタイプ 容量：4,000 m ³ 基数：2基	6.12.2. (2), (d)項より
ろ過水送水ポンプ	容量：40 t/h 台数：2台	純水装置2系列を2台で賄う。 (1,400 t/日 ÷ 20h) × 1.1 ÷ 2台 = 38.5 t/h → 40 t/h
ろ過水送水管	配管径：150A × 1条 (地上管STPG370Sch40)	標準流速2.5 ~ 3m/sより算定した。 $d = \left[\frac{4 \times 40 \times 2}{3,600 \times \pi \times 2.5} \right]^{1/2}$ = 0.106m (150A)
純水装置	容量：700 t/h 台数：2系列	6.12.2. (2), (a)項より
純水送水ポンプ	容量：50 t/h 台数：3台	ボイラ水圧(500t/日)の供給を可能とする。 (500 t/h ÷ 12h) × 1.1 = 45.8 → 50 1台予備として3台とする。
純水タンク	鋼製インナールーフタイプ 容量：1,500 m ³ 基数：2基	6.12.2. (2), (a)項より

項目	計画内容	計画根拠
純水送水管	配管径：150A×2条 (地上管SUS304TPSch20)	信頼性確保のため2条とする。 標準流速3～3.5m/sより算定した。 $d = \left[\frac{4 \times 50 \times 2}{3,600 \times \pi \times 3.5} \right]^{1/2}$ =0.101m (150A)
所内用水ポンプ	容量：30t/h 台数：2台	所内用水最大使用量を送水可能な容量とする。 $(1,610\text{t/日} \div 24\text{h}) \div 2$ =33.5×1.1 =40 t/h
所内用水配管	配管径：150A×1条 (地上管STPG370Sch40)	標準流速2.5～3m/sより算定した。 $d = \left[\frac{4 \times 40 \times 3}{3,600 \times \pi \times 3.5} \right]^{1/2}$ =0.130m (150A)

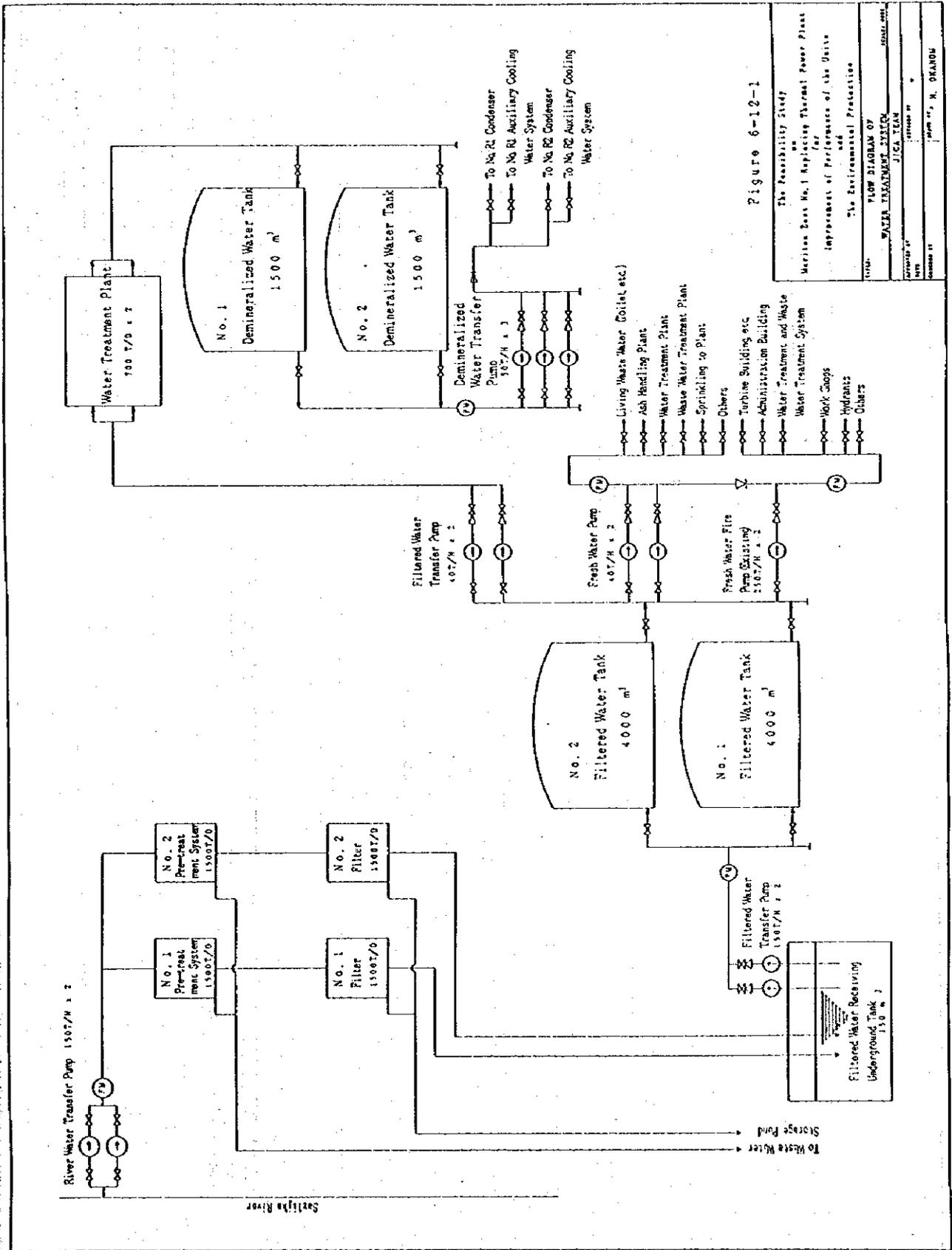
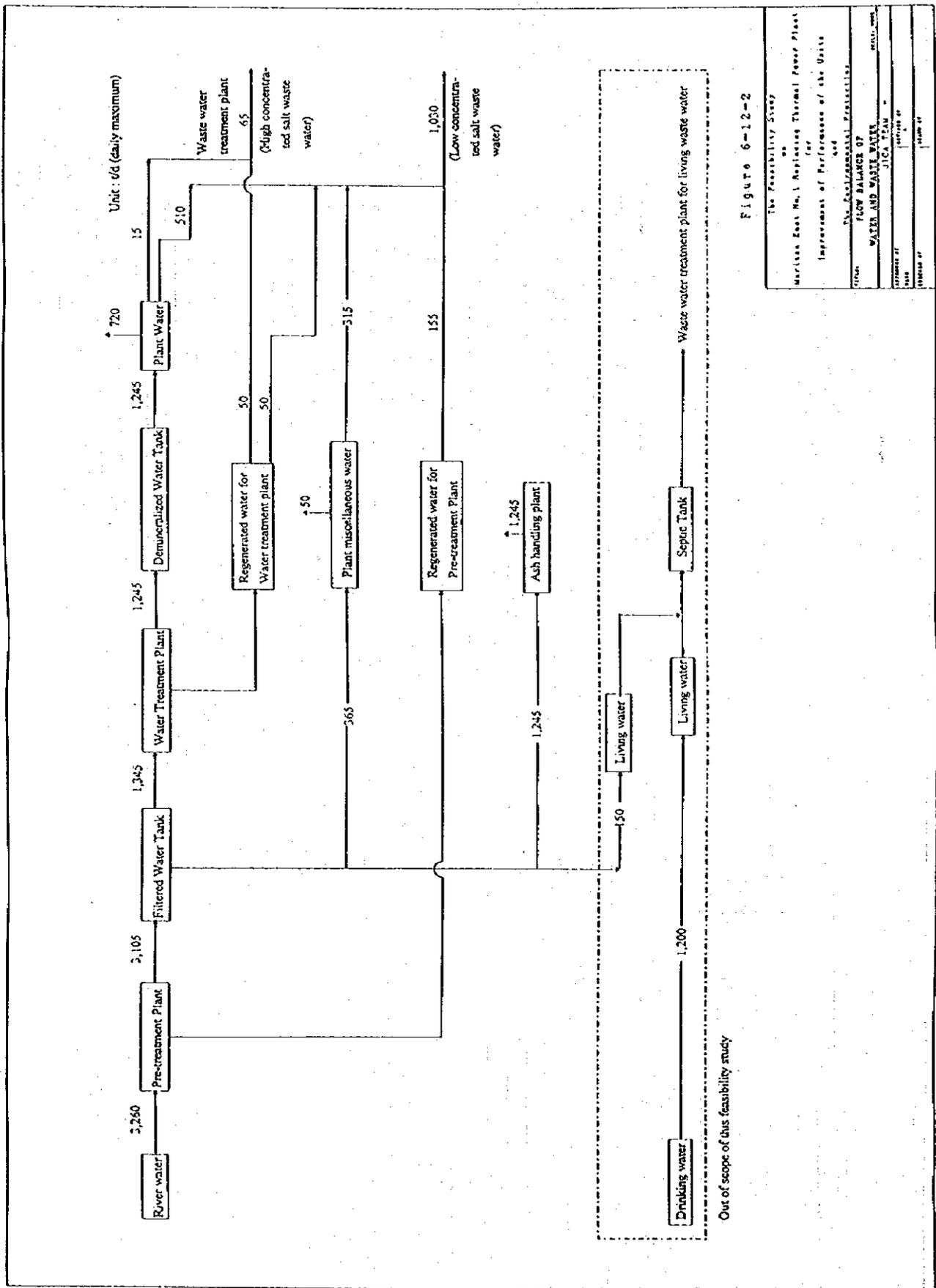


Figure 6-12-1

The Feasibility Study	
Section Best No. 1 Replacing Thermal Power Plant	
Improvement of Performance of the Units	
The Environmental Protection	
DATE	JICA TEAM
PROJECT NO.	
SCALE	
DESIGNED BY	DR. H. OKANO



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。

(I) 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2mm 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2mm 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

2B（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

3/4B、1B、1½B

③ 現場計器盤、接続函～制御機器廻り配管

・ 6.0mm^{OD}×1.0t

・ 10.0mm^{OD}×1.0t

・ 12.0mm^{OD}×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

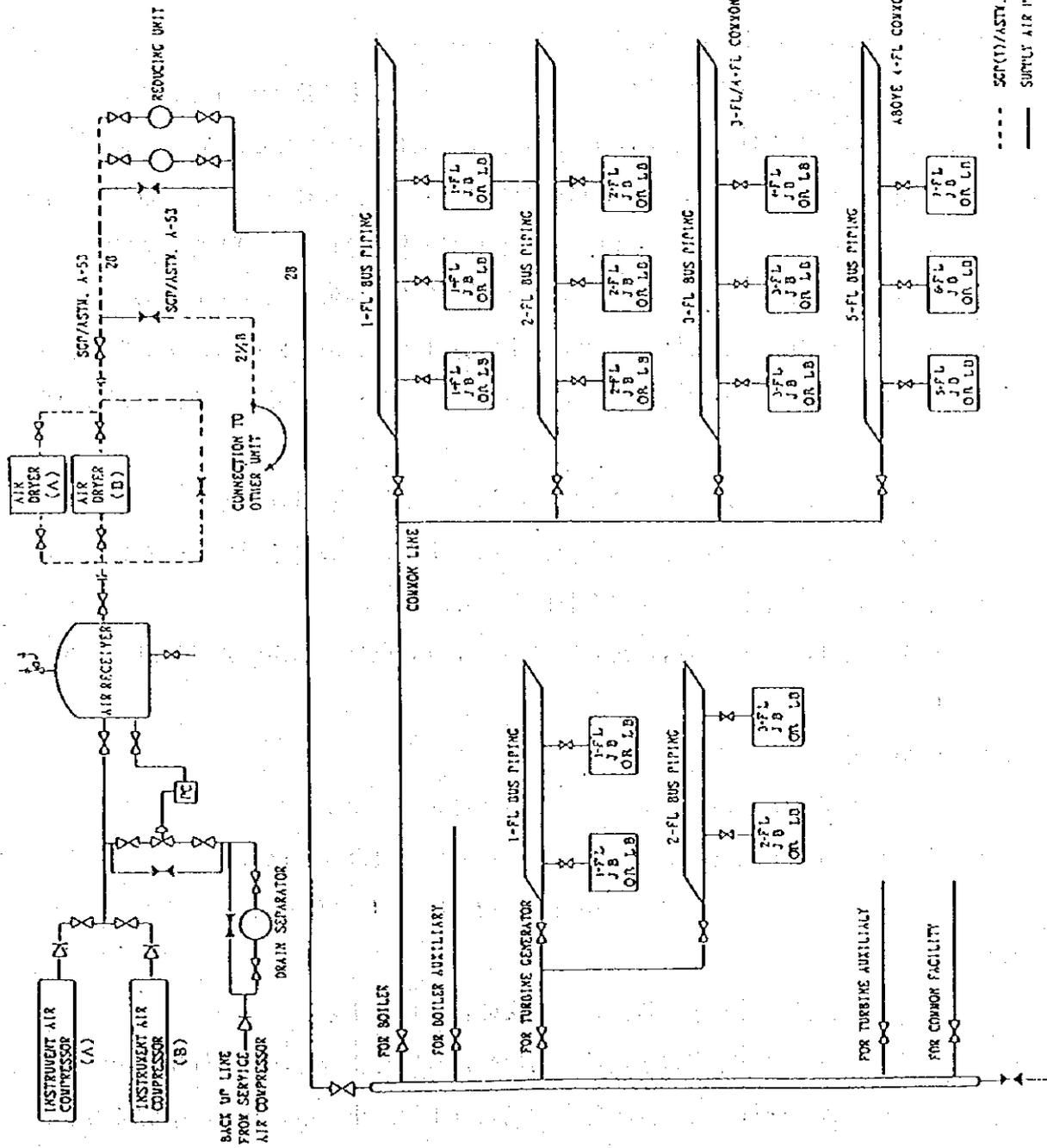


Figure 6-13-1 INSTRUMENT AIR PIPING LINE

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る。
- ③ 既設の受入れ運用状況は、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 t(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 (1hr/回) であるが、操作員数から1日12時間は受入れ可能である。なお、1回の受入れ処理時間は15分/10両を要する。
 - d. 石炭粒径は受入れホッパーのスクリーンサイズ(40cm 角) 以下である。
- ④ 受入れ石炭中には炭層構造上必ず粘土質分（通称: Black Clay）が混在し、気象等特殊条件下では運炭及び燃焼に支障を来すことが稀に発生するため、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。
- ⑤ 石炭受入れに伴う発電所と炭鉱会社の責任分界点は“石炭受入れ時点”となっている。
- ⑥ 最小必要貯炭量：23日分
「ブ」国基準で定められている必要最低日数分とする。
- ⑦ 再設方外消費予想石炭量： 840 t/h ($420 \text{ t/h} \times 2 \text{ units}$)
 $20,200 \text{ t/d}$ ($\approx 840 \text{ t/h} \times 24 \text{ h}$)

(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、石炭受入計量問題より1編成車両数は10両が限度であり、1日当たりの石炭消費量及び受入れ操作員数より1回の受入れを2編成とし、2系統の受入設備とする。

その2編成貨車積載量は1,100t (10両×55t/両×2編成)とし、処理時間を40分(含む入出庫)とする。

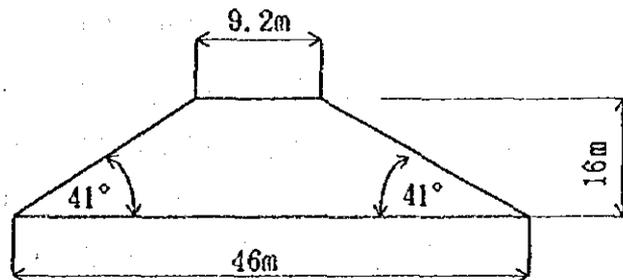
- ・1日当たりの受入回数→19回 [≒ (20,200t/d)/(1,100 t/貨車)]
- ・1日当たりの石炭搬入時間→13時間 [≒ (19回)・(40分)/(60分)]

c. 石炭受入系容量は、2編成貨車分を30分で送炭出来るものとする。

- ・容量→2,200 t/h [≒ (10両)・(55t/両)・(2編成)/(0.5時間)]
- 但し、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→パイル(自然積)
- ・貯炭積付効率=0.85、石炭嵩比重=0.95とする。
- ・断面積形状



$$\therefore A = 441.6 \text{ m}^2$$

・パイルの全長

$$L = (20,200\text{t/d}) \cdot (23\text{d}) / (441.6 \text{ m}^2) \cdot (0.95) \cdot (0.85) \approx 1,303 \text{ m}$$

よって、パイル構成は貯炭場の地形より4列パイル(4×330m/111m)とする。

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：（型 式） バケットホイール式

（容 量） 1,100 t/h × 2 台

（ホイール径） 6,000 mm

・受入コンベア：（型 式） ベルトコンベア（BC-1A, 1B）

（容 量） 1,100 t/h × 2 系統

（ベルト幅） 1,400 mm（140 m/min）

・移送コンベア：（型 式） ベルトコンベア（BC-2, 3, 4, 5）

（容 量） 2,200 t/h

（ベルト幅） 2,000 mm（140 m/min）

b. 貯炭設備

・建 屋：半屋内式（屋根のみ）

・トリッパ：（容 量） 2,200 t/h × 5 台

・トリッパ用コンベア：（型 式） ベルトコンベア（BC-6A, 6B, 6C, 6D）

（容 量） 2,200 t/h × 4 系統

（ベルト幅） 2,000 mm（140 m/min）

c. その他付属設備

・スクリーン：（型 式） グリッドシャフト式

（容 量） 2,200 t/h × 1 台

・クラッシャー：（型 式） ハンマー型

（容 量） 400 t/h × 2 台

・マグネットセパレーター：（型 式） 吊り下げ型（2,000 mm）

・粉砕装置：（型 式） カッターサンプラー

(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ュャーを設置する。
- 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 再設方外消費予想石炭量： 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、1台で1ユニット分（420t/h）を払出すものとする。
： 420 t/h × 4 台
 - b. 石炭払出系容量は、24時間連続で払出すものとし、2ユニット/2系統（1系統予備）とする。
： 420 t/h × 2 系統

- 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 : (型式) ポータル型スクレーパ
(容量) 420 t/h × 4 台
- ・払出コンベア : (型式) ベルトコンベア (BC-7A, 7B, 7C, 7D)
(容量) 420 t/h × 4 系統
(ベルト幅) 1,000 mm (110 m/min)

b. 移送設備

- ・移送コンベア : (型 式) ベルトコンベア (BC-8A, 8B, 9A, 9B)
(容 量) 840 t/h × 2 系統
(ベルト幅) 1,200 mm (140 m/min)
- ・ハンカ用コンベア : (型 式) ベルトコンベア (BC-10A, 10B)
(容 量) 840 t/h × 2 系統
(ベルト幅) 1,400 mm (110 m/min)
- ・スクレーパ : (型 式) ベルト持上げ式
(寸 法) 1,400 mm

c. その他付属設備

- ・スクリーン : (型 式) グリッドシャフト式
(容 量) 400 t/h × 1 台
- ・一次クラッシャー : (型 式) ハンマー型
(容 量) 400 t/h × 1 台
- ・二次クラッシャー : (型 式) ハンマー型
(容 量) 400 t/h × 1 台
- ・マグネットセパレータ : (型 式) 吊り下げ型 (1,200 mm)
- ・マガジン装置 : (型 式) スプーンサンプラー
- ・リサイクルコンベア : (型 式) チェーンコンベア
(容 量) 20 t/h × 2 台

6.14.2 石灰石設備

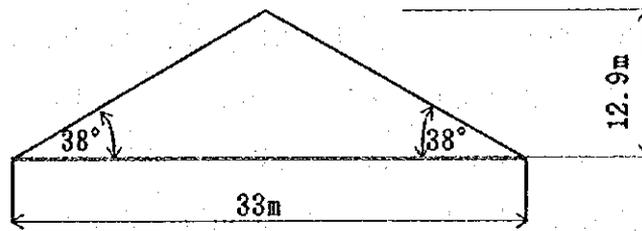
(1) 検討条件

- (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(55t/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) 再設プラント消費予想石灰石量：
180 t/h (90t/h×2 units)
4,400 t/d (≒ 180t/h×24 h)

(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 1日当たりの石灰石消費量より1編成貨車積載量は550t(10両×55t/両)とし、1編成貨車処理時間を40分(含む入出庫)とする。
 - ・1日当たりの受入回数→8回[≒(4,400t/d)/(10両)・(55t/両)]
 - ・1日当たりの石灰石搬入時間→6時間[≒(8回)・(40分)/(60分)]
 - ③ 石灰石受入系容量は、1日当たりの受入総量を8時間で移送出来るものとする。
 - ・容量→540 t/h [≒(180t/h)・(24h)/(8h)]
 - ④ 貯蔵所は、次のようにする。
 - ・貯蔵量 → 100,000 t [23日分≒(180t/h)・(24h)・(23d)]
 - ・貯蔵方式→パイル(自然積)
但し、雨水を避けるためパイルは屋内式とする。
 - ・石灰石の嵩比重=1.6, 積付け効率=0.85とする。
 - ・パイルの長さ
$$L = (180\text{t/h}) \cdot (24\text{h}) \cdot (23\text{d}) / (212\text{ m}^2) \cdot (1.6) \cdot (0.85) \approx 345\text{ m}$$

・断面積形状



∴ $A = 212 \text{ m}^2$

⑤ 石灰石払出系容量は、24時間連続で払出すものとし、2ユニット/2系統（1系統予備）とする。 : 180 t/h × 2系統

(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：（型式） プラウ回転走行式

（容量） 540 t/h × 1台

（ブレード径） 2,500 mm

・受入コンベア : （型式） ベルトコンベア（LBC-1）

（容量） 540 t/h

（ベルト幅） 650 mm (160 m/min)

・移送コンベア : （型式） ベルトコンベア（LBC-2,3）

（容量） 540 t/h

（ベルト幅） 650 mm (160 m/min)

・マグネットセパレータ : （型式） 吊り下げ型（650mm）

② 貯蔵設備

・建屋 : 鉄骨屋内式

・トリッパ : （容量） 540 t/h × 1台

・リッパ用コンベア : （型式） ベルトコンベア（LBC-4）

（容量） 540 t/h

（ベルト幅） 650 mm (160 m/min)

③ 払出設備

- ・リクレーマ : (型 式) ポータル型スクレーパ
(容 量) 180 t/h × 1 台
- ・払出コンベア : (型 式) ベルトコンベア (LBC-5A, 5B)
(容 量) 180 t/h × 2 系統
(ベルト幅) 500 mm (100 m/min)

④ 移送設備

- ・移送コンベア : (型 式) ベルトコンベア (LBC-6A, 6B)
(容 量) 180 t/h × 2 系統
(ベルト幅) 500 mm (100 m/min)
- ・バンカー用コンベア : (型 式) ベルトコンベア (LBC-7A, 7B)
(容 量) 180 t/h × 2 系統
(ベルト幅) 650 mm (60 m/min)
- ・スクレーパ : (型 式) ベルト持上げ式
(寸 法) 650 mm
- ・マグネットセパレータ : (型 式) 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。

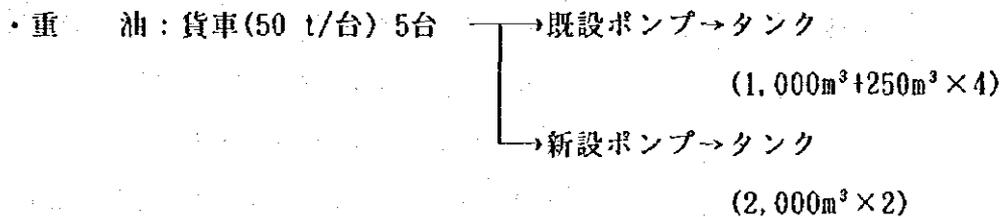
- ① 貨車運行を綿密に計画する。
- ② 炭鉱会社、石灰石供給会社及び発電所の3者間調整連絡体制を整備する。
- ③ 貨車運行が煩雑となるため、安全管理面より保安操作員を増強する。

6.14.3 重油、LPG設備

(I) 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 天然ガス/化学コンビナート(初年度: 75% 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キミングしている。
- ・配管容量は、従来 #1 ~10#用 に供給可能であった。
- ・既設バーナ仕様： 4 t/h/本× 4本/1#用

起動時、3.5~4.0 hrで30~32 t消費する。

- 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 #1用配管(90 t/h)に接続されている。

・新設ポンプ仕様→受入用ポンプ：119 t/h, 55 kW× 2台

払出用ポンプ：58 t/h, 35 bar, 58 kW× 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。
- ・1-#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] コージェネ起動停止(1回) 使用量(lunit)

・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 t/Y [$680 \text{ m}^3/\text{Y}$]

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

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

[LPG] 着火バーナ 容量は重油バーナ 容量の4%とする。

$330 \text{ t/Y} \cdot 0.04 = 13.2 \text{ t/Y}$ (重油ベース)

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

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

しかし、着火バーナ は重油バーナ と同じ点火時間ではないので、その使用量は点火時間の比率とする。

重油 : $7.5 + 1.25 = 8.75 \text{ hr}(525\text{min})$, LPG : 3 min/バーナ

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

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

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、法規上集合貯蔵方式の場合、難燃性壁が有り難燃性貯蔵室内に収納し、総容量は 1.0 kl 以下であることが規定されている。

③ LPG は貯蔵(80ℓ)で受入れるものとし、年間使用予想数量は14本(2units)となる。

$[0.5 \text{ kl} / 80 \text{ ℓ/本} \approx 7 \text{ 本/1 unit} \Rightarrow 14 \text{ 本/2 units}]$

また、その購入費用は年間 $20,600 \text{ Leva/2 units}$ となる。

$[80 \text{ ℓ/本} \cdot 14 \text{ 本} \cdot 0.8 \cdot 23 \text{ Leva/kg} \approx 20,600 \text{ Leva/2 units}]$

(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 [貨車 (50t/台) 5台→受入ポンプ(119t/h×2台) →タンク]

b. 貯蔵設備：

新設流用 [2,000 m³ × 2基]

c. 払出設備：

新設流用 [払出ポンプ(58t/h×2台)→ポンプ×2台→各棟]

② LPG

a. 受入設備：

トラックで80ℓを搬入する。

b. 貯蔵設備：

各棟建屋の難燃性壁に隣接して難燃性タンク内にタンク(7本)を収納する。

c. 払出設備：

各工場の難燃性タンク内に下記設備を新設する。

圧力調整弁、安全弁、圧力計等

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 ² /s	1 1 5	—
Density	g/cm ³	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	Voluem %	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

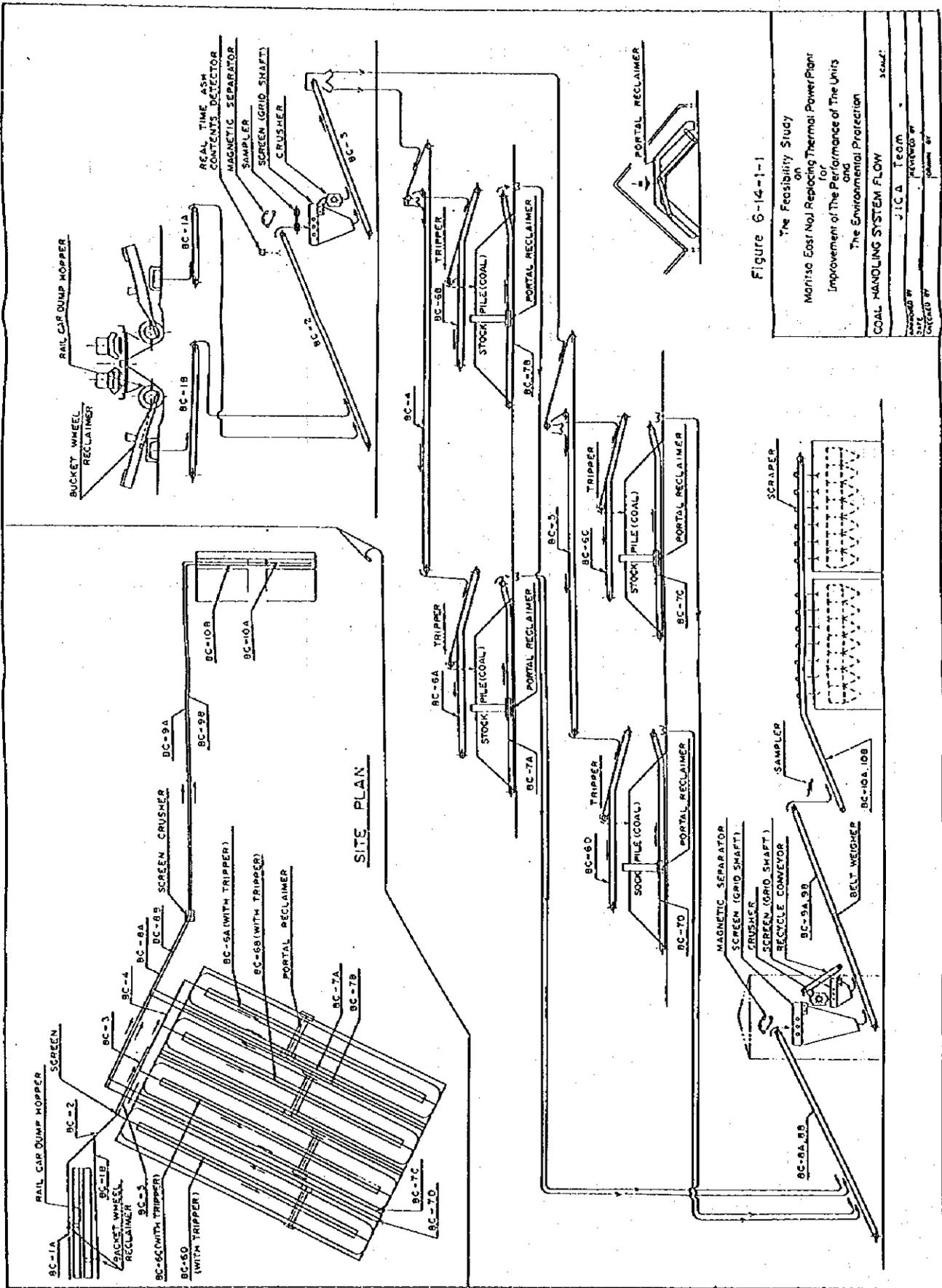


Figure 6-14-1-1
 The Feasibility Study
 on
 Maniac East No. 1 Replacing Thermal Power Plant
 for
 Improvement of The Performance of The Units
 and
 The Environmental Protection
 COAL HANDLING SYSTEM FLOW
 SCALE:
 DRAWN BY JICA Team
 CHECKED BY
 APPROVED BY
 DATE

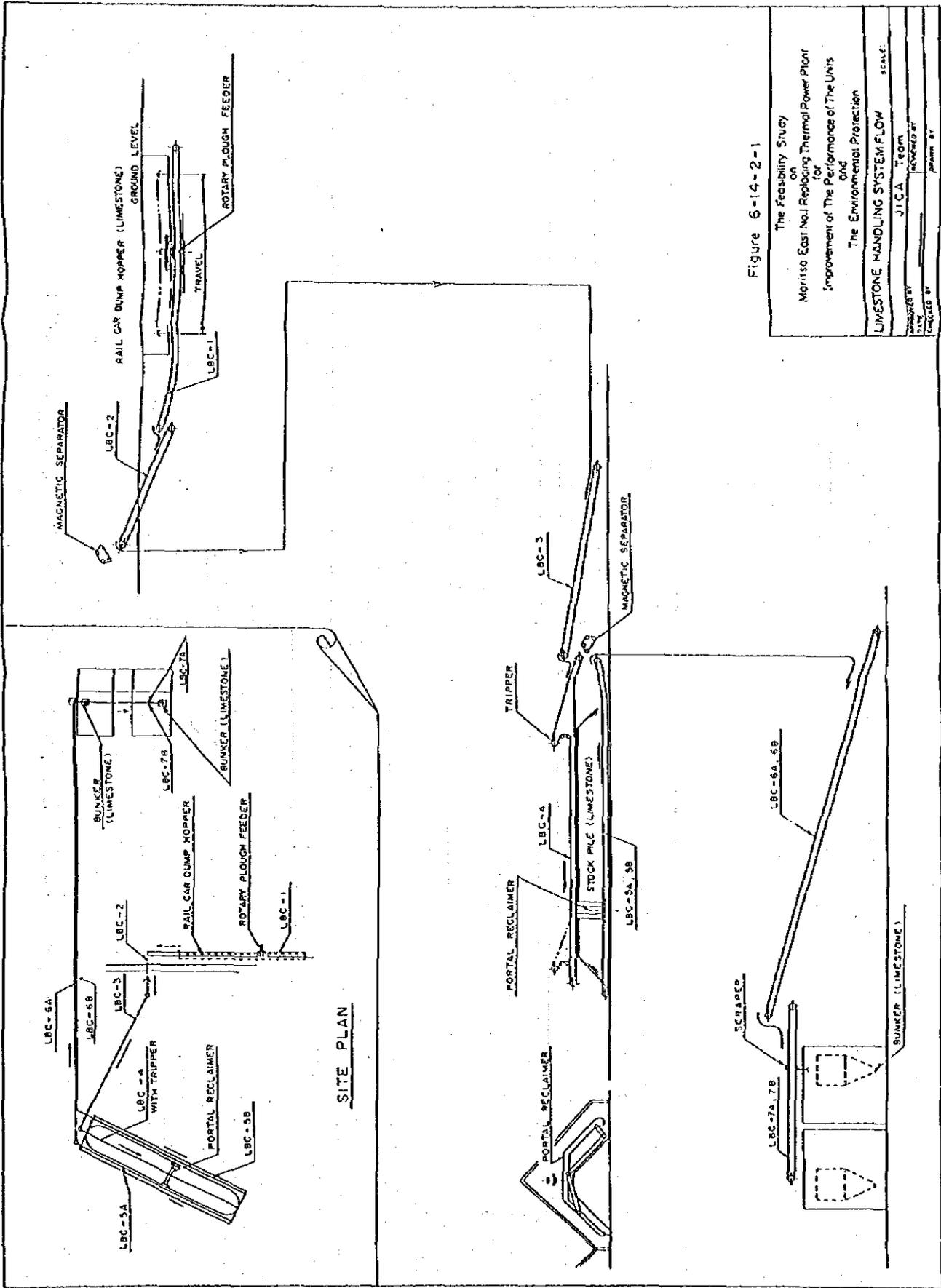


Figure 6-14-2-1

The Feasibility Study	
on	
Morriso East No.1 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	
APPROVED BY	

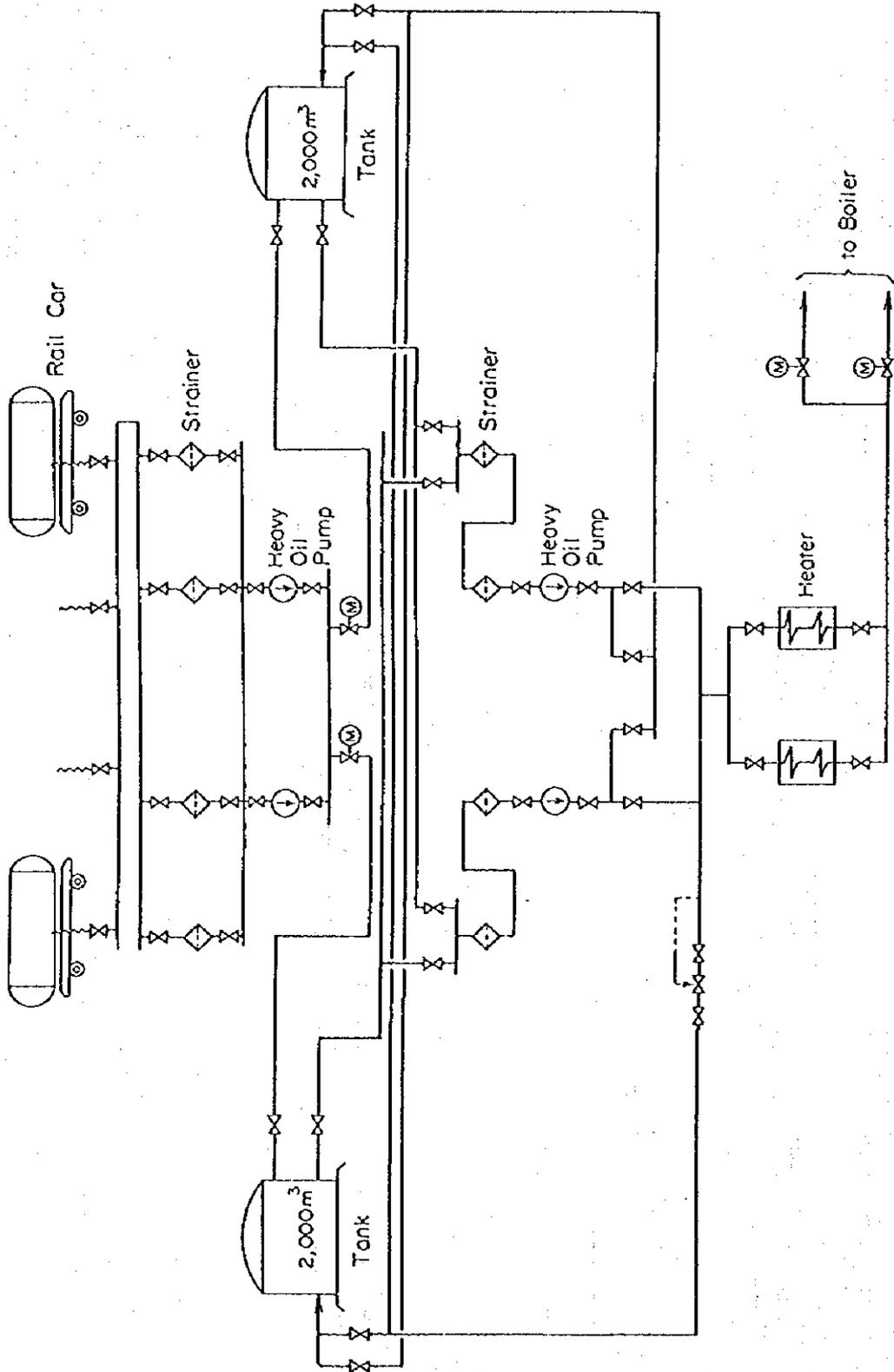


Figure 6-14-3-1 System of Heavy Oil Receiving and Discharging