### 6.7.5 貯炭場および貯炭場設備

(1) 屋外貯炭場

貯炭方式としては、屋外式と屋内式があるが、経済的には明らかに屋外式の方が優れているため、屋外式に限定して検討を行った。

屋外貯炭方式としてはスタッカ・リクレーマ方式、および地下ホッパ方式（ブルドーザ方式）がある。

これら2種類の比較を表6.7－1に示す。

この比較の結果、運転操作性、環境性（騒音、発塵）に優れるスタッカ・リクレーマ方式を選定する。

なお、貯炭量は下記により30万ton とする。

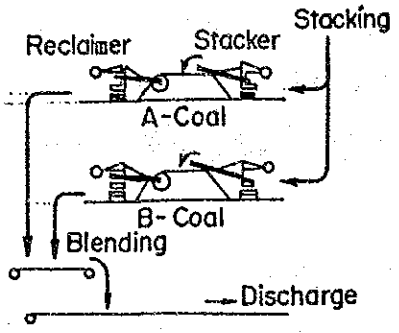
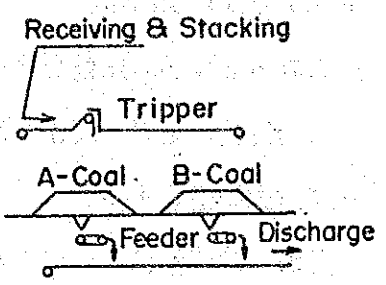
貯炭量＝消費量変動（1か月分）＋必要最小貯炭量（0.5 か月分）

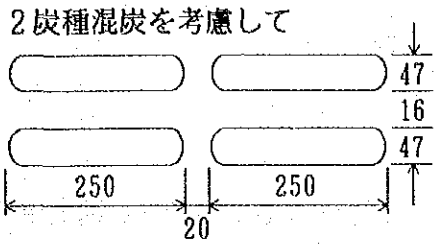
＝ 1.5ヶ月分

＝ 136.2 t/h・ユニット×2ユニット×24h×45日

＝ 294,200 t → 300,000 t

表6.7－1　貯炭方式の比較

| 項　目 | スタッカ・リクレーマ方式 | 地下ホッパ方式<br>（ブルドーザ方式） |
|---|---|---|
| システム構成 |  |  |
| 構成機器<br>及び<br>荷役フロー | 受入コンベヤ<br>↓<br>スタッカ<br>↓<br>（貯炭パイル）<br>↓<br>リクレーマ<br>↓<br>混炭コンベヤ<br>↓<br>払出コンベヤ | 受入コンベヤ<br>↓<br>トリッパ<br>↓<br>（貯炭パイル）<br>↓<br>ブルドーザ<br>↓<br>フィーダ<br>↓<br>払出コンベヤ |
| パイル形状 | 積付高さ；<br>一般的に10～16m。<br>地耐力、機械の作業性、パイル幅との関係により決定する。<br>パイル幅；<br>一般的に30～50m。<br>地耐力、及び敷地面積を考慮して、次のようにする。<br>13m高さ×47m幅 | 積付高さ；<br>ブルドーザの荷役を考慮して、5m程度とする。 |

| 項　目 | スタッカ・リクレーマ方式 | 地下ホッパ方式<br>（ブルドーザ方式） |
|---|---|---|
| 敷地面積 | 2炭種混炭を考慮して<br>  <br><br>（47＋16＋47）×（250＋20＋250）<br>＝59,400㎡ | 2炭種混炭を考慮して<br>$\frac{300,000\ t}{0.8t/m^3 \times 5\ m} \times 1.5$<br>＝ 112,500㎡<br>（貯炭効率が低い） |
| 炭種管理 | 多数炭種に対応可能 | 同　左<br>（地下ホッパ及び払出コンベヤの配置を検討する必要あり） |
| 運転操作 | スタッカ：自動化（無人化）が可能<br>リクレーマ：半自動運転が可能 | 積付用トリッパの運転は遠隔操作可能。しかし、ブルドーザによる運用のため、自動化は困難。 |
| 炭じん飛散 | 散水設備等の対策が必要。 | 同　左<br>スタッカ・リクレーマ方式より、パイル表面積が大きいだけ炭じん飛散量が多くなる。 |
| 騒　音 | 駆動装置及びシュート音であり、ブルドーザ方式より低い。 | ブルドーザのエンジン音であり、騒音値が高い。<br>低騒音型ブルドーザでも大きな効果は期待できない。 |
| ﾔｰﾄﾞｸﾘｰﾆﾝｸﾞ | ブルドーザの補助作業を必要とする。 | 払出用ブルドーザで対応する。 |
| 設備費 | 中 | 小 |
| 運転費 | 中 | 中 |

(2) スタッカ

スタッカの容量および台数は受入コンベヤと同じ考えで1台とし、1,600 t/h とする。

(3) リクレーマ

i) リクレーマ台数

リクレーマはコールバンカへの送炭が機械の故障が原因で中断することのない様に複数台数設置するのが一般的である。また、貯炭パイルの配置に対応して台数が決定される。

ii) リクレーマ能力

a) 計 画 条 件

リクレーマ1台にて必要消費量を満足できる払出能力を有する。

| | |
|---|---|
| 日間払出量 | 1基時 3,270 t/日(MCR時) |
| | 2基時 6,540 t/日(MCR時) |
| 払出時間 | 12 h/日 |
| 混　　炭 | 2炭種混炭、混炭比率 1:1 |

b) 能力の計算

$$\frac{\text{日間払出量}}{\text{実送炭時間}} \times \frac{1}{\eta}$$

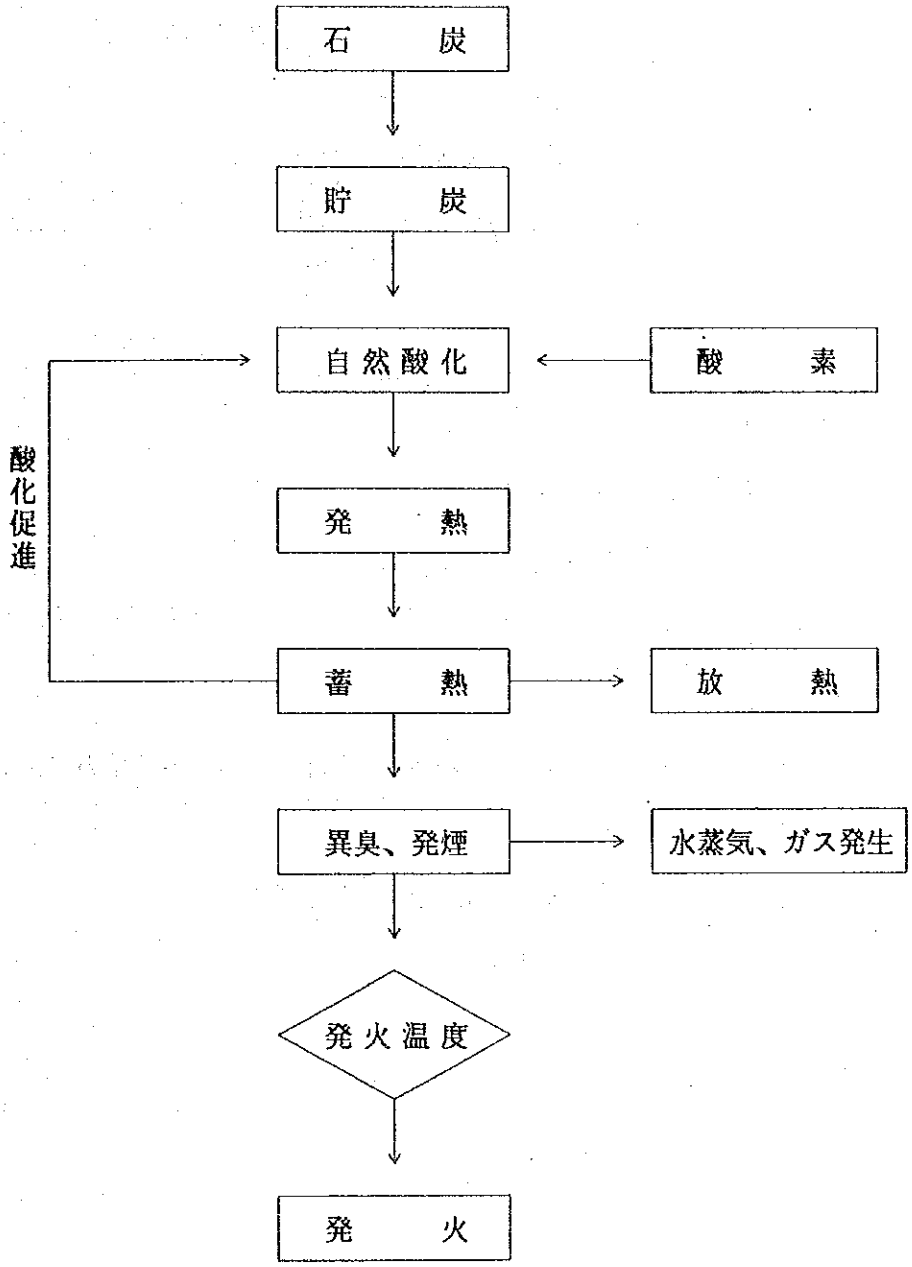
$\eta$ : リクレーマ払出効率 (0.7)

$$\frac{6,540\ \text{t/d}}{12\ \text{h}} \times \frac{1}{0.7}$$

$$= 778.6\ \text{t/h} \rightarrow 800\ \text{t/h}$$

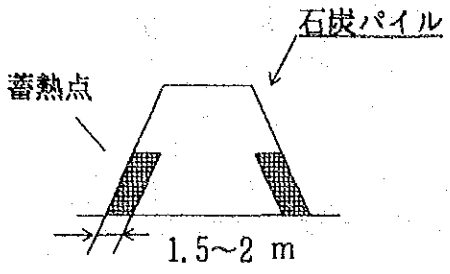
(4) 自然発火防止対策

i ) 自然発火のプロセス



ii）屋外パイルでの自然発火とその処置方法

(a) 蓄熱点：主としてパイル下半分側の表層より 1.5～2 m内部で蓄熱する。




(b) 自然発火の経過

かすかな、きな臭い匂い

↓ 3～7日経過

薄 煙 発 生

(c) 処　　置

・かすかな、きな臭い匂いを発見→その附近をブルで塡圧すれば匂いは消える。

→早めにその附近を払出す。

・煙が発生→表層を少し掘って消火栓により消火。

→早めにその付近を払出す。

iii) 防 止 対 策

自然発火対策としては、予防対策、予知対策及び発火対策に大別されるが、予知対策が重要な防止対策となる。

**予 防 対 策**

・安全貯炭期間での運用
安全貯炭期間は、石炭の性状及び周囲の環境条件により異なるが一般には 1.5～2ヶ月程度とされている。

・長期間の貯蔵を必要とする場合は、ブルドーザによる壇圧（又は表面コーティング処理）等の処置を行う。

↓

**予 知 対 策**

・貯炭温度監視
人為的及び科学的温度監視体制を採り、温度変化の推移を見極める。

・貯炭管理温度（60～70℃）を設定し、それ以上の温度になると温度監視体制を強化する。

・貯炭温度が90℃以上になると、蓄熱部の局部的な冷却（掘返し、散水又は積替等）を行う。

↓

**発 火 対 策**

・石炭の発火温度は 200℃～ 300℃程度であり、万が一発火に至った場合は、空気遮断等の方法にて消火し、速やかに局部払出を行う。
不燃性カバー、消火栓、消火器設置。

なお、本計画ではコンベヤの運用によって石炭の積替えが出来るような設備としてある。又、パイルの温度上昇時の予防対策及び発火に至った場合の消火対策として、散水設備を設置する。

図6.7－7「COAL HANDLING DIAGRAM 」参照

(5) スタッカ、リクレーマ基礎

i ) 地質条件

貯炭場計画地点の現地盤標高は、丘陵地部分のDL＋10mから海域の埋立地部分のDL-0.5mまで変化し、その平均地盤高さは約DL＋1.0mである。従って平均盛土高さは約 2.5mである。盛土材料は丘陵地の掘削岩（砂岩および頁岩）を用いる。この材料は盛土に適しており、地耐力を十分発揮できると思われる。

貯炭場で実施した調査ボーリング（DH-3）によると、地表から深度７mまでシルト混り細砂でそのN値は６程度である。７m以深は砂岩および頁岩となり支持力は十分である。

ii ) スタッカ、リクレーマ基礎

スタッカ、リクレーマ基礎の平面および断面を図6.7－5に示す。基礎の特色は以下の通りである。

・基礎地盤は、基岩層が比較的浅い事、堆積層が砂質土であり沈下量が少ない事および盛土材料が良好である事等の理由により、スタッカ、リクレーマの基礎は枕木を使用した道床基礎とした。

・基礎の高さは排水および基礎部への石炭の流れ込み防止の観点から敷地高さから１m高くし、DL＋4.5 mとした。

・道床基礎の構成は、スタッカ、リクレーマの車輪荷重を分散し、小さくするための枕木、バラスト、路盤から成る。

・スタッカ、リクレーマの初期走行時においては、枕木に若干の沈下が生じるが、バラストを枕木直下に補充する事により簡単に修正が可能である。

・スタッカ、リクレーマの組立ておよび暴風時の係留のための組立て係留場を貯炭場の南側に３ヶ所設置した。

本基礎は組立時のジャッキアップの荷重が大きい事および組立て時の不等沈下を避ける必要から杭基礎構造を採用した。

(6) 石炭積付部基礎

石炭の最大積付高さは13mでその荷重は約12t/㎡である。

基礎地盤は前述の様に良好であるので、多少の沈下は生じるが、側方流動の発生もなく、スタッカ、リクレーマ基礎への悪影響もないので、特別な基礎処理は行わ

ないものとする。

但し、石炭払出しの容易性を考慮し、敷炭を10cm程度行う事とした。

(7) 貯炭場排水

貯炭場内の雨水は貯炭場外に直接排出しないように、貯炭場周辺に排水側溝を設け、貯炭場内の水を集水する。

集水された水は貯炭場東側に設ける沈殿池で、石炭の粒子を沈殿させた後にOyon Bayに放出する。

排水は、貯炭場が南北に長いので貯炭場中心で排水系統を２分し、雨水を南、北に集め２個の沈殿池から各々排水する。なお、南北の側溝は石炭の側溝への流入を防ぐために貯炭場側の壁を１m高くした。

### 6.7.6 払出コンベヤ

(1) コンベヤ条数の検討

取扱炭の混炭運用の必要性およびコールバンカへの石炭安定供給面より、払出コンベヤは２系列方式とする。

(2) 払出コンベヤ能力の決定

(a) ヤード払出ライン

リクレーマの能力に対応するコンベヤ能力とする。

従って、800 t/h とする。

(b) バンカ送炭ライン

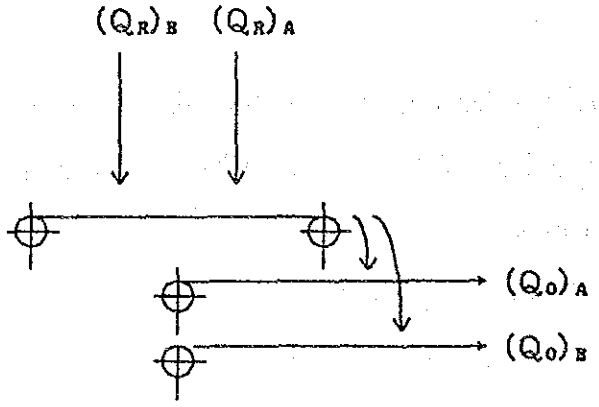
２炭種混炭後のコンベヤは、各ユニットに対応して、ボイラ定検時以外は毎日運転する運用とする。これは、ベルトコンベヤの信頼性が向上していることと、故障時でも運転時間を延長した運用で対応可能だからである。

従って、コンベヤ能力は400 t/h とする。

### 6.7.7 混 炭 方 法

貯炭場からの石炭払出しは2台のリクレーマにて実施する。

混炭装置（混炭ホッパ）を設けず、ベルト上で混炭するシステムを下図に示す。



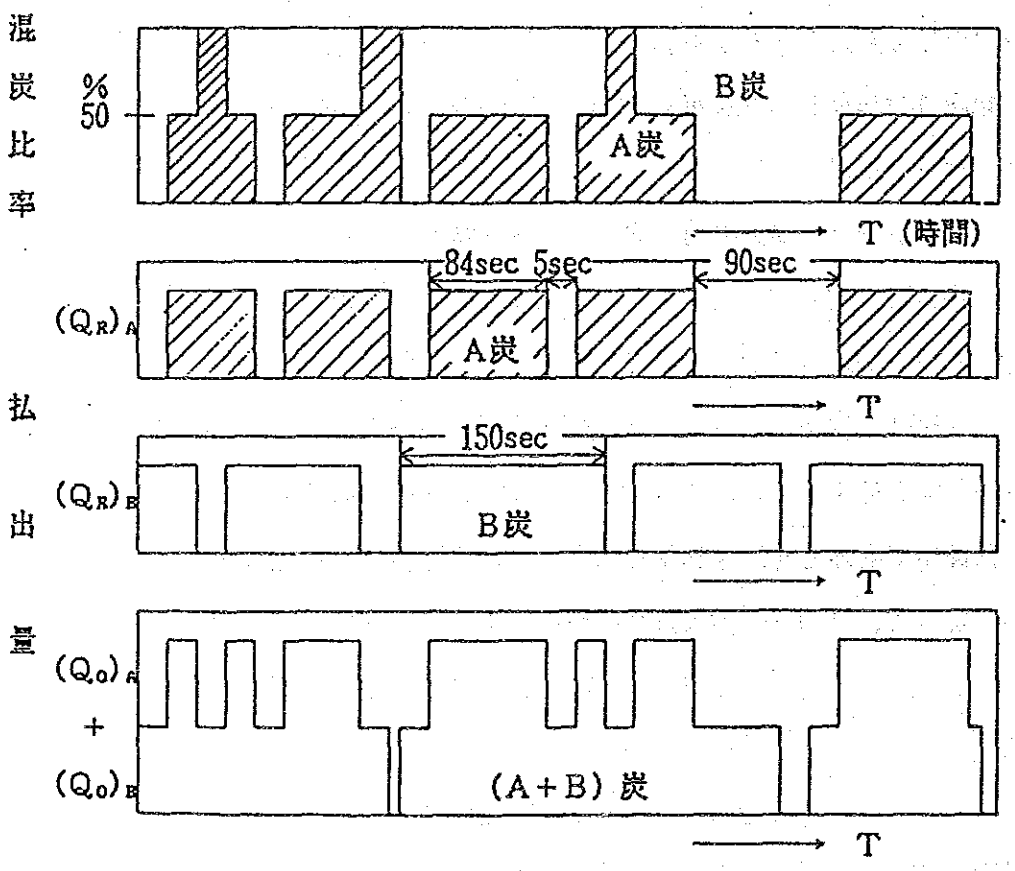

$(Q_R)_A$ ：ﾘｸﾚｰﾏ Aの払出量

$(Q_R)_B$ ：ﾘｸﾚｰﾏ Bの払出量

$(Q_O)_A$ ：A系列送炭量

$(Q_O)_B$ ：B系列送炭量

混炭状況の経時変化の例（50：50 混炭）



混炭装置を設けない場合には、リクレーマからの払出量変化に応じて混炭比率が刻々と変化する。このため、混炭が常に均質でなければならない場合には混炭装置が必要である。

しかし、総払出量を監視しながら各リクレーマを運転すれば、1時間の間には、所要の混炭比率での総払出量を得ることができる。（リクレーマの運転に依存するため、均質の精度としては、±10%程度となる。）

ただし、混炭比率が10：90のように極端な場合には、リクレーマの運転が難しいため、このような混炭方法は困難である。

結論として、混炭比率が30：70から50：50の間で、混炭精度約±10%、部分的な均質性を要求しない場合には混炭装置を省略したベルト上混炭が可能である。

### 6.7.8 コールバンカ

コールバンカの容量は、リクレーマ能力の計算と同じように、送炭していない時間と、その間の石炭消費量によって決定される。

(1) 検 討 条 件

i）1 日 の 無 送 炭 時 間 ： 12 h/d

トラブルに対する余裕時間 ： 1 h/d

計 13 h/d

ii）石炭消費量（MCR） ： 138 t/h

iii）石 炭 の 比 重 ： 0.8 m³／t

iv）バンカ容積効率 ： 0.8

v）バ ン カ 基 数 ： 常用4基（予備1基）

(2) 容 量 計 算

$$\frac{138\ t/h \times 13\ h}{0.8\ t/m^3 \times 4基 \times 0.8}$$

≒ 700 m³／基

となり、バンカ設備は

700 m³／基×5基が適切である。

(3) 投 炭 方 式

バンカの投炭方式と、その特徴は次の通りである。

i ) シャトル・コンベヤ方式

・大規模から小規模までのコールバンカに適する。

・運用制御はやや複雑となる。

・保守性は良好。

・粉じん対策のためにスライド式スチールカバーの設置が必要となる。

・設備費はやや大きい。

ii ) 走行トリッパ方式

・大規模から小規模までのコールバンカに適用可能。

・運用制御は単純。

・保守性は良好。

・粉じん対策のためにゴムベルトシールの設置が必要となる。

・設備費は中程度。

iii ) スクレーパ方式

・中規模から小規模コールバンカに適している。

・運用制御は最も単純。

・摩耗による保守が必要。

・特別な粉じん対策は不要。

・設備費は小さい。

iv ) 定 点 方 式

・中規模から小規模コールバンカに適用可能。

・運用制御は単純。

・他の一般のコンベヤと同じ保守点検でよい。

・特別な粉じん対策は不要。

・設備費はやや大きい。

以上の結果、総合評価としては経済性を考慮してスクレーパ方式を選定する。

### 6.7.9 最適化の検証

揚運炭及び貯炭設備計画の最適化が行われたか否かを検証するため、シミュレーションを行った。シミュレーションに使用したプログラムは、EPDCが開発したものを使用した。

(1) シミュレーション模型

海外から石炭を輸送する場合、石炭船の到着はランダムとなる。これは、需要者のコントロールが及ばないためである。しかし、年間の到着隻数は略一定である。このため、確率模型としてポアソン分布を使用する。

(2) シミュレーション結果

シミュレーションの詳細については（付属資料）で説明している。

シミュレーションの結果は次の通りである。

i）バース待ちの船舶数は平均 1.0隻／日であり、理想的な状況といえる。

ii）海外炭の貯炭容量は、最大27万トン、最小12万トンであり、その変動幅は15万トンである。従って、海外炭については45日分の貯炭日数は妥当である。

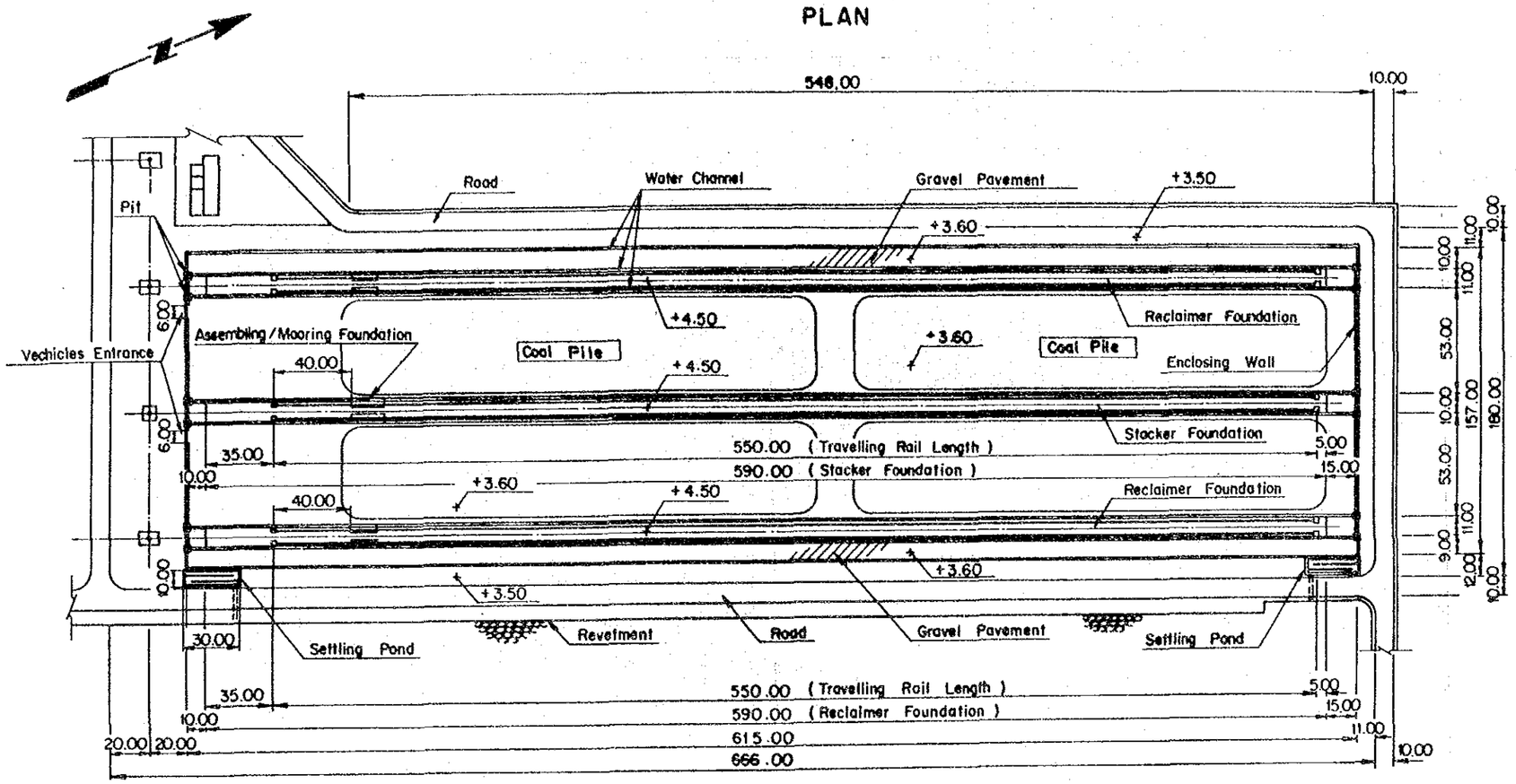
iii）国内炭の貯炭容量は、最大12万トン、最小８万トンであり、その変動幅は４万トンである。従って、国内炭については45日分の貯炭日数は過大であるといえる。

iv）国内炭は5,000DWTの石炭船で輸送するため、その年間入港隻数は 168隻となる。単純に平均すると、おおよそ２日に１隻は入港している状態である。換言すれば国内炭は石炭船が貯炭場の機能を果たしているということが出来る。

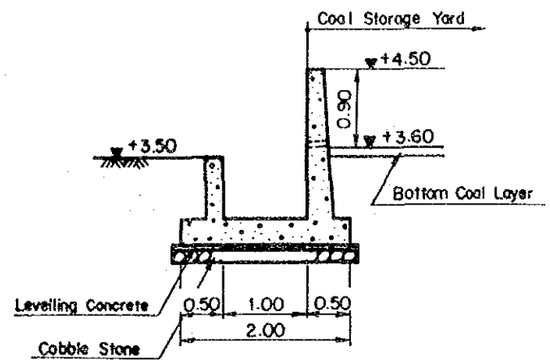
v）国内炭の自然発火問題等、貯炭管理上の問題を考えると、国内炭の貯炭容量は５万トン程度に抑えることを今後検討する必要がある。

vi）シミュレーション結果からみて、アンローダ容量700t/h×２基が妥当と考えられる。

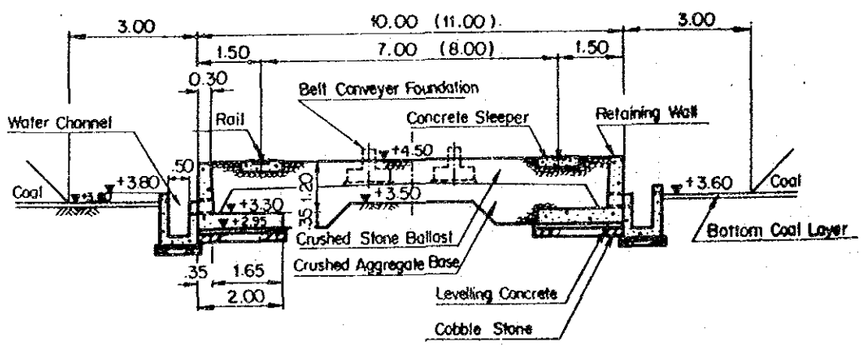
## PLAN



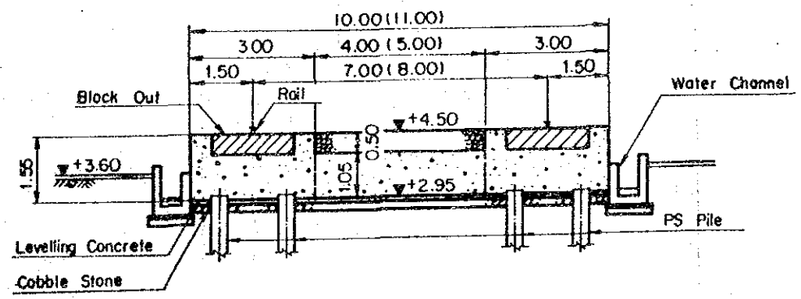

## ENCLOSING WALL




## STACKER, RECLAIMER FOUNDATION




## ASSEMBLING, MOORING FOUNDATION



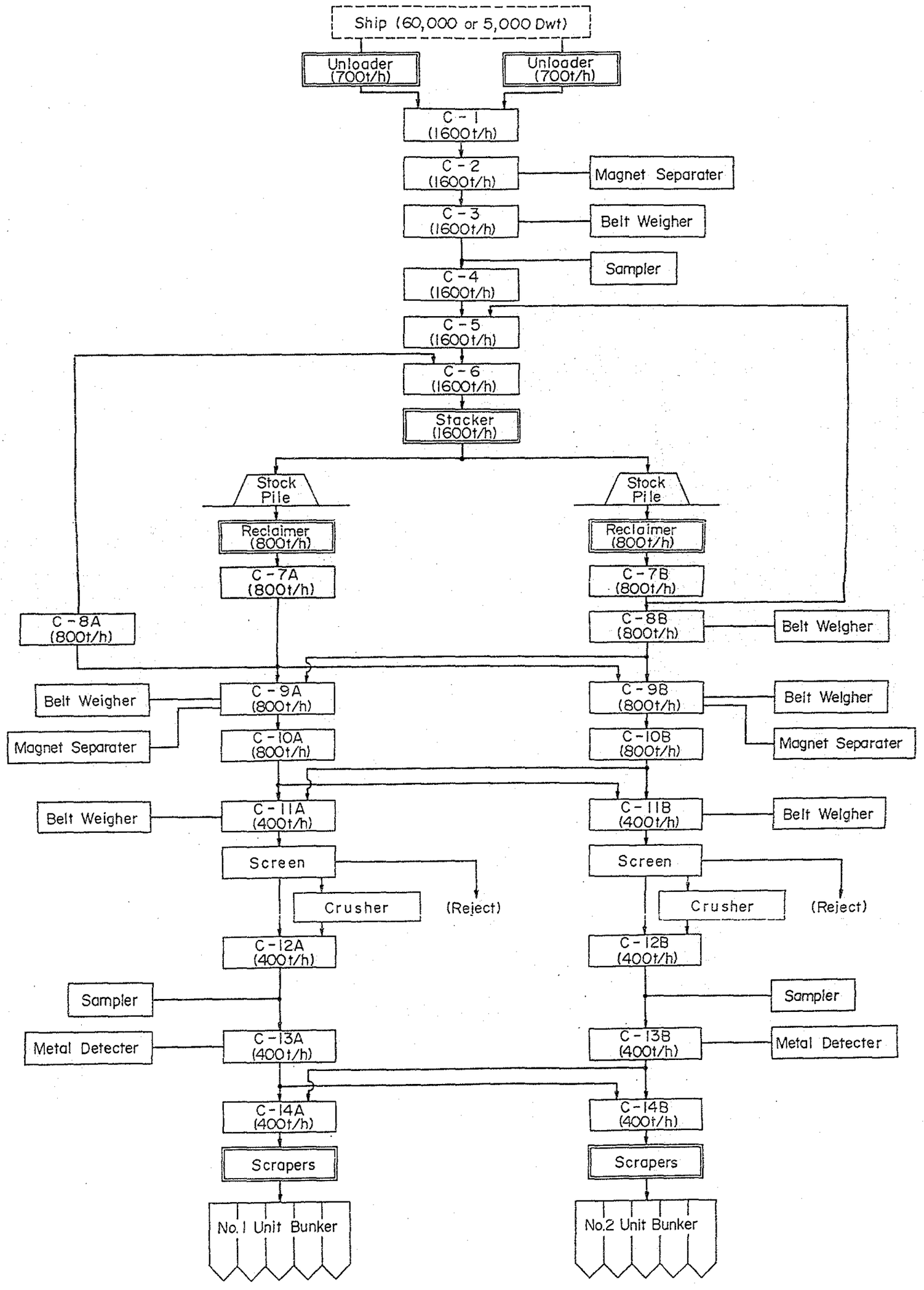

0 — 100 m (PLAN)

0 — 10 m (S/R, A/M FOUD.)

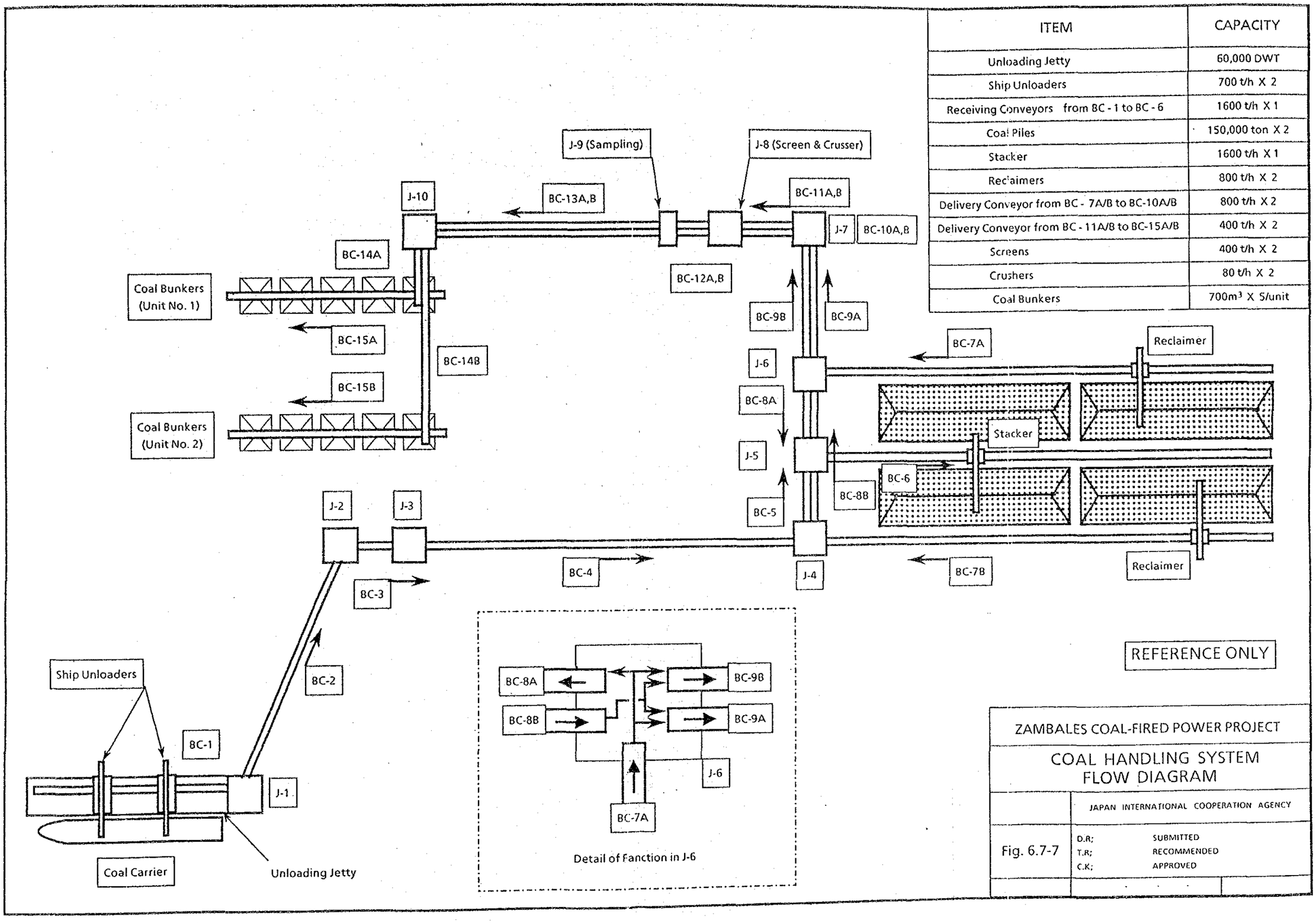
0 — 2.5 m (ENCLOSING WALL)

| | |
|---|---|
| ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT | |
| COAL STORAGE YARD | |
| | JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY |
| Fig. 6.7-5 | D.R.; SUBMITTED; T.R.; RECOMMENDED; C.R.; APPROVED; |

Fig. 6.7-6 Coal Handling Flow Diagram



| ITEM | CAPACITY |
|---|---|
| Unloading Jetty | 60,000 DWT |
| Ship Unloaders | 700 t/h X 2 |
| Receiving Conveyors from BC - 1 to BC - 6 | 1600 t/h X 1 |
| Coal Piles | 150,000 ton X 2 |
| Stacker | 1600 t/h X 1 |
| Reclaimers | 800 t/h X 2 |
| Delivery Conveyor from BC - 7A/B to BC-10A/B | 800 t/h X 2 |
| Delivery Conveyor from BC - 11A/B to BC-15A/B | 400 t/h X 2 |
| Screens | 400 t/h X 2 |
| Crushers | 80 t/h X 2 |
| Coal Bunkers | 700m³ X 5/unit |




ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

COAL HANDLING SYSTEM FLOW DIAGRAM

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig. 6.7-7

D.R; SUBMITTED
T.R; RECOMMENDED
C.K; APPROVED

## 6.8 重軽油貯蔵設備

### 6.8.1 重油貯蔵タンク

(1) タンク容量の考え方

i ) 重油貯蔵量は 300MW×2基の発電プラントが重油を使用するケースを想定して、その場合の日間最大消費量とする。

ii ) 算出した日間最大消費量と既設の石炭火力発電所の貯蔵容量とを比較して本プロジェクトの貯蔵容量を決定する。

iii ) 重油タンクの設置基数はタンク内部点検を考慮して発電プラント1基に対しタンク1基を設置する。

(2) オイルタンカの船型　　500 DWT級とする。

(3) 重油消費量の算定

i ) ケース1.　300MW×1基　　MCR 時の50%油混焼時の重油消費量

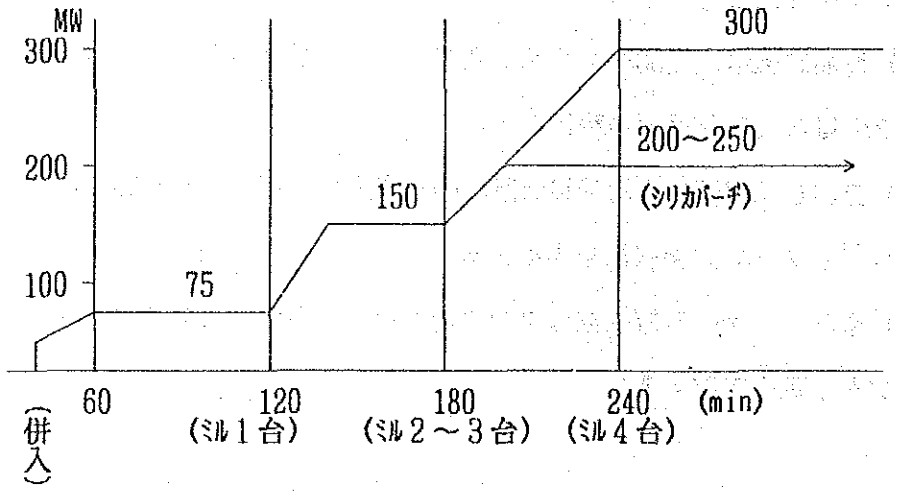
負荷パターン
- 300MW 負荷×17h
- 150MW 負荷× 7h

$$Q = \text{MCR 時石炭消費量} \times \frac{\text{石炭発熱量}}{\text{重油発熱量}} \times 50\% \times \text{運転時間}$$

$$= 138\ \text{t/h} \times \frac{5,262\ \text{kcal/kg}}{10,000\ \text{kcal/kg}} \times 0.5 \times \left(17 + \frac{7}{2}\right)\ \text{h/d}$$

$$= 744\ \text{t/d}$$

ii）ケース２．　プラント起動（Cold state）～ 100%負荷までの負荷パターン




系統併入後に図示の通りのミルが使用されるとする。重油は平均して15MW×５時間相当分使用されるとする。

$$油量\ (ton) = \frac{出力\ (kW) \times 時間\ (h) \times 860\ kcal/kWh}{\eta_P \times 重油発熱量\ kcal/kg}$$

$$= \frac{15 \times 10^3 \times 5 \times 860}{0.36 \times 10,000} \fallingdotseq 18,000\ kg = 18\ t$$

iii）ケース３．　年間８%の発電所停止事故による重油使用量は事故復旧１回当たりの使用量をケース２の場合と同量（18ton)と推定する。

(4)　重油タンク容量

ケース１．～　ケース３．から最大値は 750t/d とする。

50%混焼、ECR 、２基の条件で４～５日相当の貯蔵量が妥当である。

750t/d×４～５日＝ 3,000～4,000t

従って、プラント全体としては300MW ２基分として4,000tタンク２基（計8,000t）を計画する。

(5) タンク基礎および防油堤

重・軽油タンクの配置および断面を図6.8－1に示す。

i）タンク配置および防油堤

タンクの配置および防油堤の高さは以下の点を考慮し決定した。

・タンクと防油堤との間隔は、タンク高さ（H ＝15m）の½以上とした。

・タンク相互間の距離は原則としてタンク直径（D ＝19.4m）以上とした。

・防油堤の容量は、最大タンク（重油タンク）容量の 110%以上とした。

・防油堤内側は、防災対策の観点から10cm程度の敷砂利を行う。

・防油堤には、巡視、点検および消防活動のために、防油堤内への出入が可能な階段を設ける。

ii）タンク基礎

タンク基礎部の現地盤標高はDL＋0.8 mであり、推定岩盤線はボーリングDH-2、DH-3の結果からDL-3.2m程度である。従って4mの砂の堆積層および2.7 mの盛土からなる。

タンク基礎構造の特色は以下の通りである。

・現地盤の砂層および盛土を十分転圧する。

・タンク基礎を補強するため、タンク側板直下は砕石を用い、周辺に鉄筋コンクリートリングを設ける。

・タンク底版に接する部分には、タンク底板の腐食を防止するためアスファルトサンドを施工する。

iii）排　水

防油堤内の雨水は、防油堤内側およびタンク周囲に設けた側溝により集められ、防油堤外に設ける油分離槽まで導びかれ、油分を除去して構内道路の側溝に入る。

### 6.8.2 軽油貯蔵タンク

(1) タンク容量の基本的考え方

i ) オイルタンカ1隻分を受入れ得ること。

ii ) 軽油の貯蔵量は消費量が最大となる時期と期間を考慮する。

(2) オイルタンカの船型

300 DWT 級

(3) 軽油消費量の算定

軽油消費量が最大となる時期は発電プラントの試運転時期である。

試運転工程に於ける主たる軽油消費量

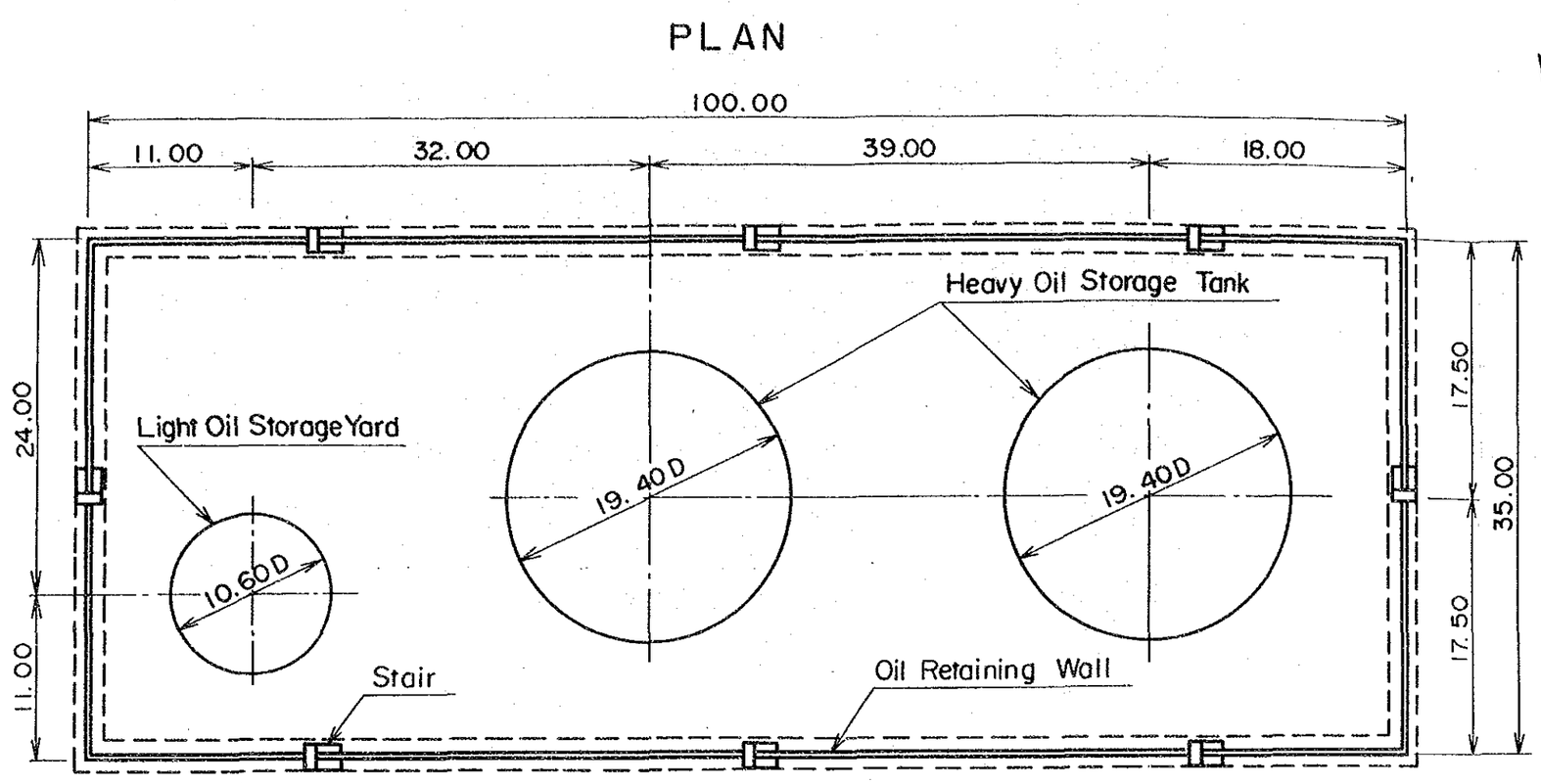
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ① ボイラボイリングアウト | 30 kL | × | 3日 | = | 90 kL |
| ② ボイラ化学洗浄 | 25 kL | × | 3日 | = | 75 kL |
| ③ ボイラブローイングアウト | 100 kL | × | 4日 | = | 400 kL |
| ④ 安全弁試験 | 100 kL | × | 3日 | = | 300 kL |
| | | | 合計 | | 865 kL |

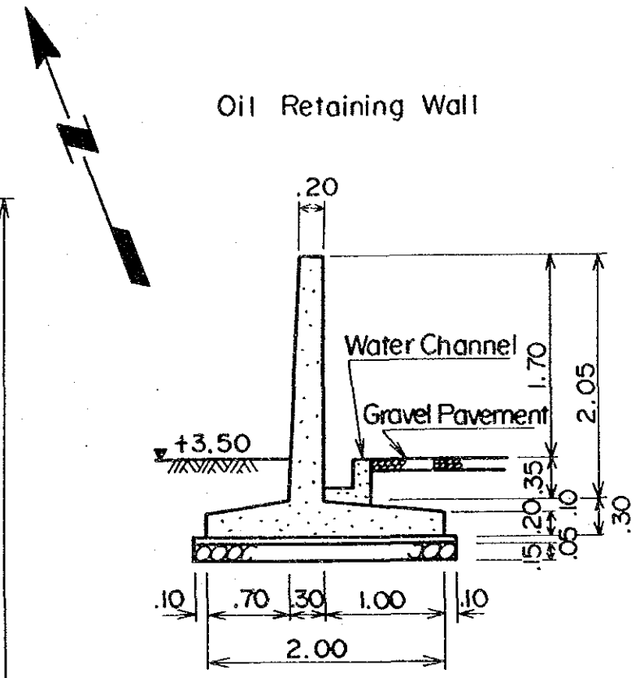
(4) 軽油ストレージタンク容量、タンク基数の決定

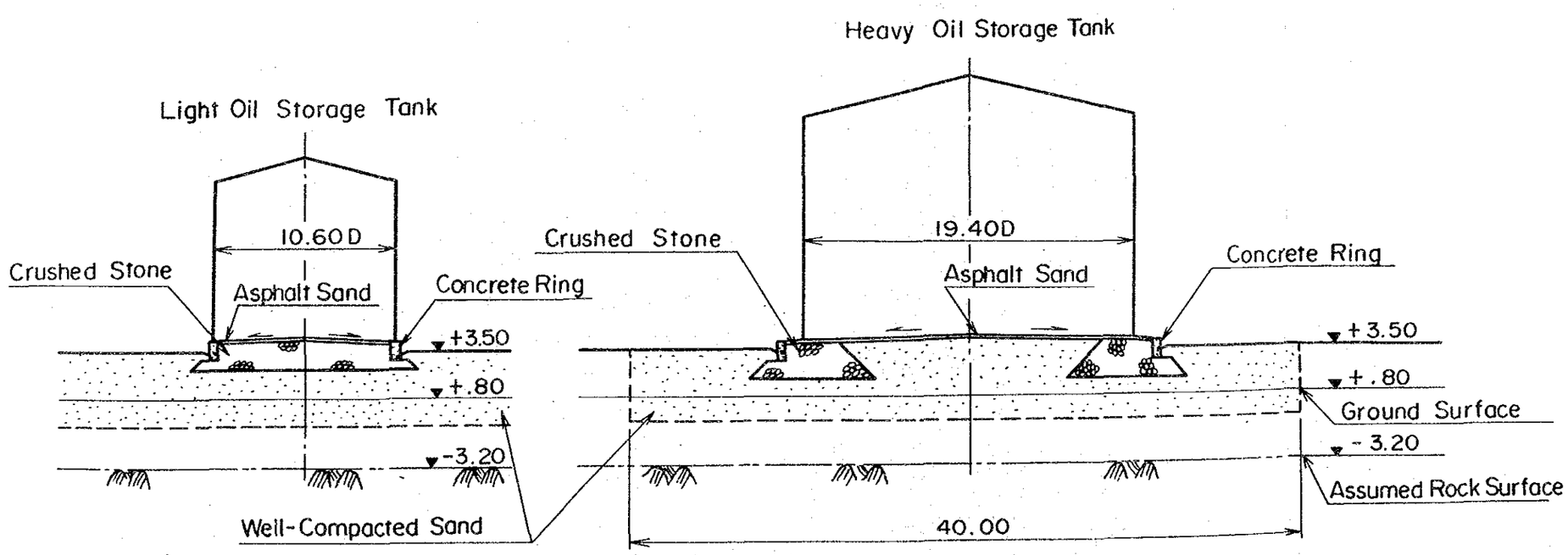
軽油ストレージタンクの容量 ： (3)項で算出した軽油消費量と使用期間を考慮し、タンク容量は1,000 kLとする。

タンク基数 ： 2×300 MWの規模に対しタンク1基

タンク1基の理由 ： 軽油を頻繁に使用する時期は、プラント試運転時である。この状態は6ヶ月間隔としているため、タンク基数は1基とする。




0 20m (PLAN)

0 15m (Oil Tank)

0 2.5m (Retaining Wall)

ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

OIL STORAGE TANK

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig.6.8-1

D.R.; SUBMITTED;
C.R.; RECOMMENDED;
C.K.; APPROVED;

## 6.9 淡水供給設備

### 6.9.1 発電所淡水使用量

(1) 発電所淡水所要量の算出

発電所に必要な淡水は、ボイラに供給される水と、プラントの運転をサポートする各種設備に供給される水に分類される。

一方、水の純度の観点からは、原水、濾過水、飲料水に分類され、それぞれの用途に応じて供給される。

本プロジェクトで計画されている 300MW×2基の石炭火力発電所が必要とする用水を、それぞれの用途別に分類し、必要な水量とその貯蔵容量、並びに用水系統の合理的な運用が可能となるシステムについて検討する。

各用途に要する水量については、表6.9.－1に算出結果をとり纏めた。尚、算出に当たっては、われわれの実績をベースとしてある。この結果本計画の発電所に必要な淡水量は、

$$Q_T = Q_P + Q_F + Q_R = 2,600\ m^3/d$$

$Q_P$ = 純　水
$Q_F$ = 濾過水
$Q_R$ = 原　水

である。

(2) 発電所用水の運用系統

(1)で算出した純水、濾過水、雑用水の運用系統は、プラントの効率的運用を前提として検討した結果、図6.9－1の通りとなる。

(3) 発電所用水と貯蔵タンク

(1)項で検討した用水量と、用水使用系統を円滑に運用するため、用水系統内に必要な貯蔵タンクを設置しなければならない。なお、貯蔵タンクの有効貯水量は80%とする。

i ) 原水タンク

(1)項で検討した合計用水量の3日相当分を貯蔵する。設置基数は1基とする。

$$原水タンク容量 = 2,600m^3/d \times 3日 \times \frac{1}{0.8} \fallingdotseq 10,000m^3$$

ii）濾過水タンク

濾過水1日当りの使用量相当分を貯蔵する。設置基数は1基とする。

プラント補給水(500m³/d) ＋飲料水(150m³/d) ＋濾過装置及び純水装置再生水(165m³/d) ＋その他(310m³/d) ＝1,125 m³/d

$$濾過水タンク容量＝1,125\ m^3/d \times 1日 \times \frac{1}{0.8}$$

$$≒1,400\ m^3$$

iii）純水タンク

300MW石炭火力2基の純水使用が最大となるケースをベースとしてタンク容量を定める。

タンク設置基数は1ユニット当り1基を設置する。

純水を最大に使用するケースは次の条件が考えられる。

1号ボイラプラント

補　給　水　：　990 t/h×24h ×1%×5日＝ 1,190m³

シリカブロー量　：　990 t/h×24h ×（5%× $\frac{5}{7}$ ）＝ 850m³

2号ボイラプラント

ブローイングアウト　：　800m³/d×5日　＝ 4,000m³

純水装置再生用水　：　20m³/d×5日　＝ 100m³

6,140m³

純水装置能力　：1,000m³/d×5日　＝ 5,000m³

所要貯水量　＝　使用量合計－純水装置能力

＝ 6,140 m³－ 5,000 m³

＝ 1,140 m³

$$純水タンク容量 = 1,140m^3 \times \frac{1}{0.8} = 1,425m^3$$

$$タンク1基分 = 1,425m^3 \times \frac{1}{2} ≒ 720m^3$$

純水装置の運用を考慮すると 1,000m³／ユニットが望ましい。

iv）補給水タンク

定常運転時の補給水の1日相当分とする。設置基数は1ユニット1基とする。

補給タンク容量＝ 990 t/h×24hr×1％×$\frac{1}{0.8}$ ＝ 300m³

v）その他貯水タンク

(a) 飲料水タンク

定常必要飲料水の半日分相当量とする。設置基数は1基とする。

飲料水タンク＝63m³/d× 0.5日×$\frac{1}{0.8}$ ＝40m³

(b) 雑用水ヘッドタンク

発電所全停事故時に、雑用水が供給されている機器に供給すべき水量相当分とする。設置基数は1基とする。

濾過供給機器

| | |
|---|---|
| サンプリング系 | 18 m³ |
| CWP 冷却水 | 2 m³ |
| その他 | 6 m³ |
| | 26 m³ |

雑用水ヘッドタンク容量

＝26m³×$\frac{1}{0.8}$ ＝40m³

(4) 水処理装置の容量検討

i）除濁濾過装置

定常運転時、必要な濾過水を製造出来る容量とする。図6.9-1のWater Balanceにより所要容量は 1,070m³/dである。従って 1,100m³/dの容量とする。

ii）純 水 装 置

定常運転時、必要な純水を製造出来る容量とし、 100%容量の予備系列を置く。純粋系統の必要量は 500m³/dであり、この容量の装置を2系列設置する。

iii) 滅 菌 装 置

飲料水の最大使用量を処理出来るものとする。

プラント（1台定検時）

0.2 m³/d・人× 600人＝120 m³/d

船 舶 給 水

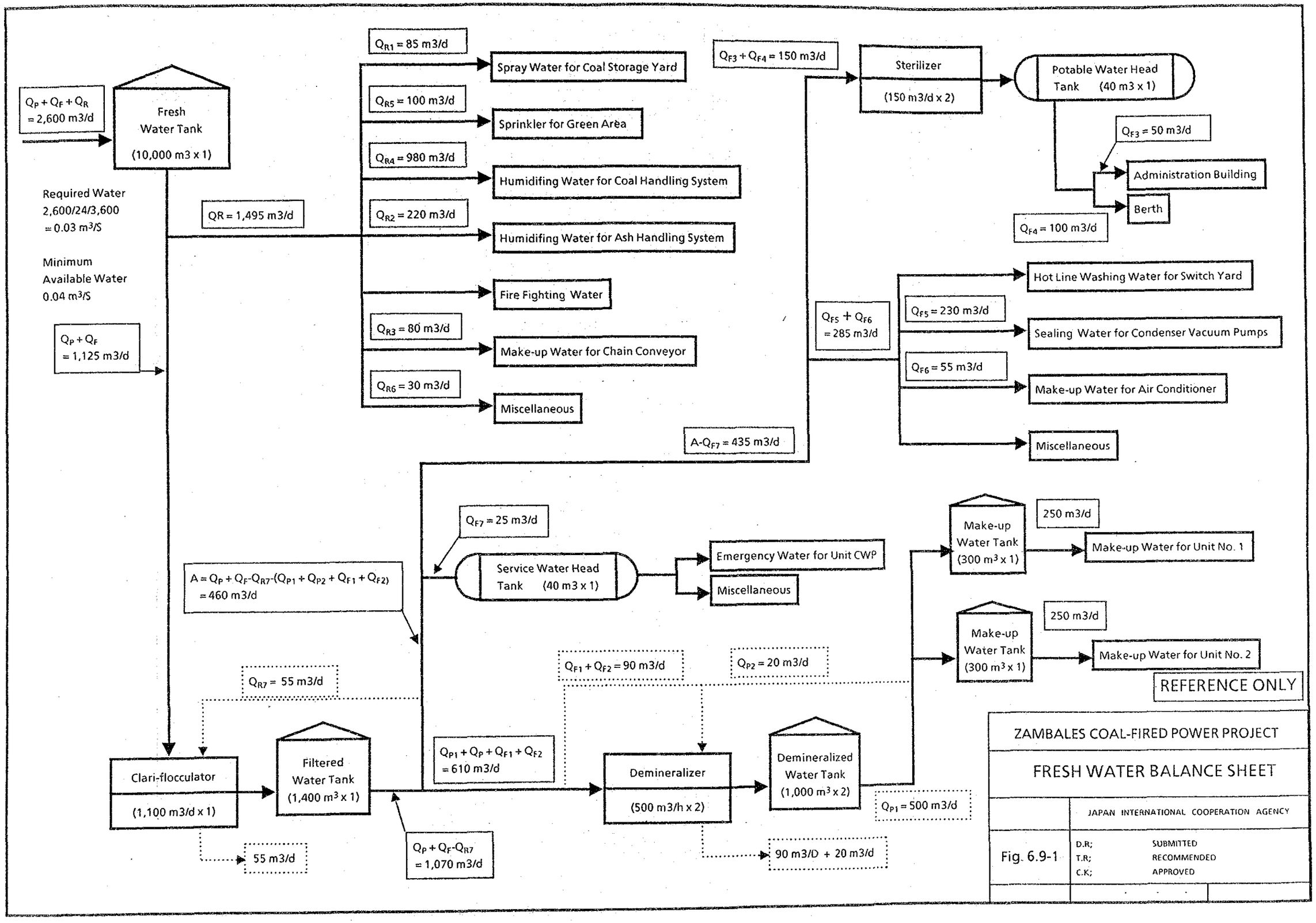
200m³／2日　　＝100 m³/d

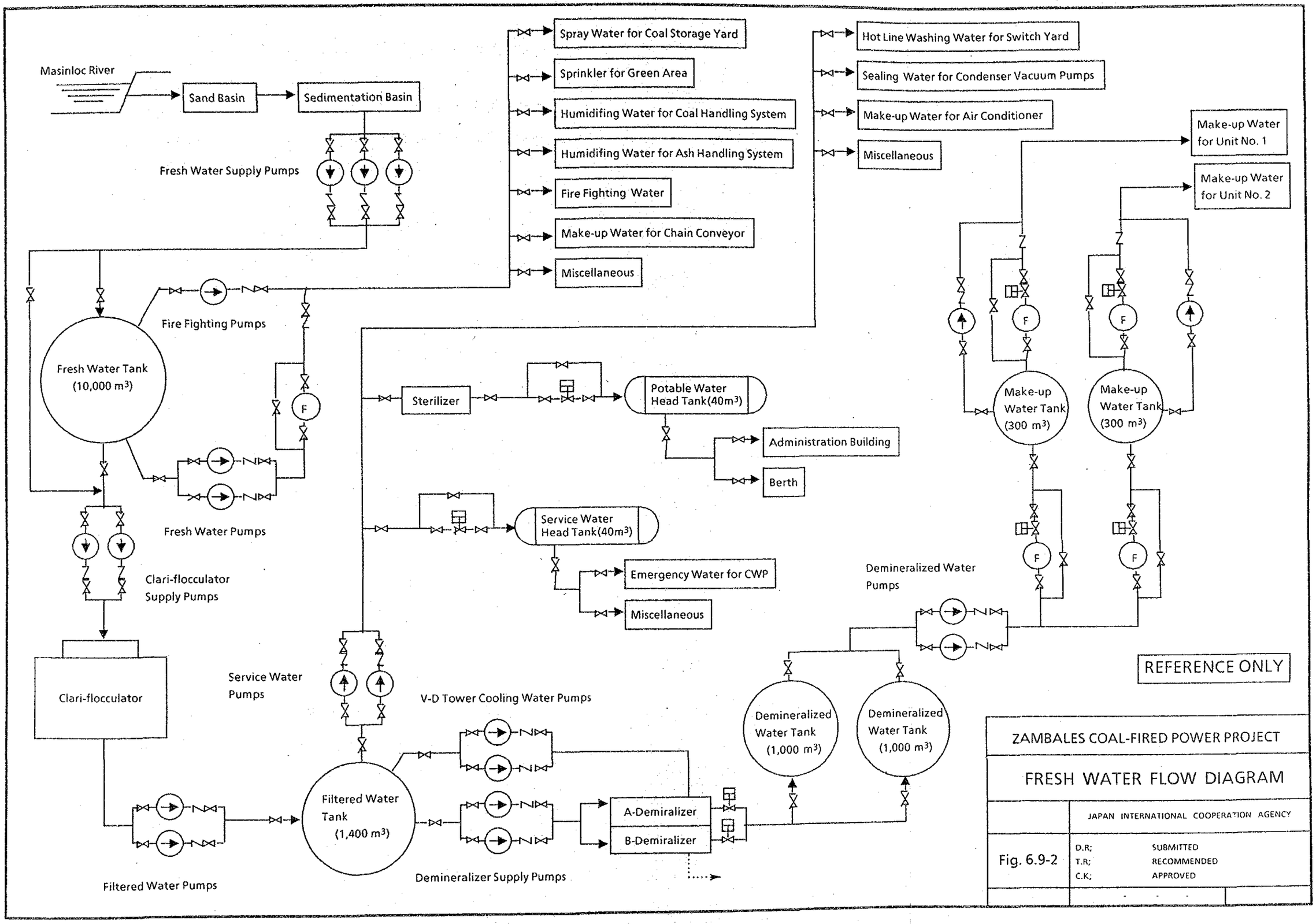
計　　220 m³/d

## 表6.9－1　発電所用水量

| 発電プラント用水 | | 雑用水 |
|---|---|---|
| 純水 | 濾過水 | 原水 |
| (1) プラント補給水　$Q_{P1}$<br>$Q_{P1}$＝ボイラMCR 蒸発量×1％×2基×24h/d<br>＝990t/h×0.01×2基×24h/d<br>≒ 500 m³/d<br><br>(2) 純水装置再生用水　$Q_{P2}$（薬品溶解）<br>$Q_{P2}$＝装置容量×4％<br>＝990t/h×0.01×2基×24 h/d×0.04<br>＝ 20 m³/d<br><br>純水量合計<br>$Q_P$ ＝$Q_{P1}$＋$Q_{P2}$<br>＝ 520 m³/d | (1) 純水再生装置用水　$Q_{F1}$（バックウォシュ）<br>$Q_{F1}$＝装置容量× 6.2%<br>＝ 500 m³/d×0.062<br>＝ 30 m³/d<br><br>(2) 純水装置冷却水（真空脱気用）<br>$Q_{F2}$＝装置容量×12%<br>＝ 500 m³/d×0.12<br>＝ 60 m³/d<br><br>(3) 飲料水　$Q_{F3}$<br>$Q_{F3}$＝ 0.2m³／人・d× 250人<br>＝ 50m³/d<br><br>(4) 船舶給水　$Q_{F4}$<br>60,000dWT → 200m³<br>$Q_{F4}$＝ 200m³／2d＝100 m³/d<br><br>(5) 発電プラントポンプ類シール水　$Q_{F5}$*<br>Condenser 関係 Pump 類<br>$Q_{F5}$＝230 m³/d<br><br>(6) 空調機補給水　$Q_{F6}$*<br>$Q_{F6}$＝ 55 m³/d<br><br>(7) 本館サービスビル雑用水　$Q_{F7}$<br>$Q_{F7}$＝給水単位m³／人・日×250 人<br>＝ 25 m³/d<br><br>(8) 原水濾過設備再生水　$Q_{R7}$<br>$Q_{R7}$＝濾過水合計×5％<br>＝1,100 m³/d×0.05<br>＝ 55 m³/d<br><br>濾過水量合計<br>$Q_F$ ＝$Q_{F1}$＋$Q_{F2}$＋$Q_{F3}$＋$Q_{F4}$＋$Q_{F5}$＋$Q_{F6}$＋$Q_{F7}$＋$Q_{R7}$<br>＝605 m³/d | (1) 貯炭場散水　$Q_{R1}$（3.6ℓ／m²）*<br>$Q_{R1}$＝散水単位量×貯炭場面積×散水回数×$10^{-3}$<br>＝3.6 ℓ／m²×（500m×47m）<br>×1回/d×$10^{-3}$<br>＝ 85 m³<br><br>(2) 灰処理運搬加湿水　$Q_{R2}$<br>$Q_{R2}$＝灰量×30%×2基分<br>＝138t/h×24 h/d×11.2%×30%×2基<br>≒220 m³/d<br><br>(3) チェーンコンベア補給水　$Q_{R3}$*<br>$Q_{R3}$＝ 40 m³/d×2基<br>＝ 80 m³/d<br><br>(4) 揚炭時加湿水　$Q_{R4}$（加湿5％）*<br>$Q_{R4}$＝揚炭量 t/h×揚炭効率×加湿率×揚炭時間 h/d<br>＝1,400 t/h × 0.7×0.05×20 h/d<br>＝980 m³/d<br><br>(5) 緑地散水　$Q_{R5}$*<br>$Q_{R5}$＝100 m³/d<br><br>(6) 作業用水　$Q_{R6}$*<br>$Q_{R6}$＝単位水量×1日当り作業件数<br>＝3m³／1件×10件/d<br>＝ 30 m³/d<br><br>原水量合計<br>$Q_R$ ＝$Q_{R1}$＋$Q_{R2}$＋$Q_{R3}$＋$Q_{R4}$＋$Q_{R5}$＋$Q_{R6}$<br>＝1,495 m³/d |

（注）※印は、実績値をベースとして算出。


$Q_P + Q_F + Q_R$ = 2,600 m3/d
Fresh Water Tank (10,000 m3 x 1)
Required Water 2,600/24/3,600 = 0.03 m³/S
Minimum Available Water 0.04 m³/S
$Q_P + Q_F$ = 1,125 m3/d
QR = 1,495 m3/d
$Q_{R1}$ = 85 m3/d
Spray Water for Coal Storage Yard
$Q_{R5}$ = 100 m3/d
Sprinkler for Green Area
$Q_{R4}$ = 980 m3/d
Humidifing Water for Coal Handling System
$Q_{R2}$ = 220 m3/d
Humidifing Water for Ash Handling System
Fire Fighting Water
$Q_{R3}$ = 80 m3/d
Make-up Water for Chain Conveyor
$Q_{R6}$ = 30 m3/d
Miscellaneous
$Q_{F3} + Q_{F4}$ = 150 m3/d
Sterilizer (150 m3/d x 2)
Potable Water Head Tank (40 m3 x 1)
$Q_{F3}$ = 50 m3/d
Administration Building
Berth
$Q_{F4}$ = 100 m3/d
$Q_{F5} + Q_{F6}$ = 285 m3/d
$Q_{F5}$ = 230 m3/d
Hot Line Washing Water for Switch Yard
Sealing Water for Condenser Vacuum Pumps
$Q_{F6}$ = 55 m3/d
Make-up Water for Air Conditioner
Miscellaneous
A-$Q_{F7}$ = 435 m3/d
$Q_{F7}$ = 25 m3/d
Service Water Head Tank (40 m3 x 1)
Emergency Water for Unit CWP
Miscellaneous
A = $Q_P + Q_F - Q_{R7} - (Q_{P1} + Q_{P2} + Q_{F1} + Q_{F2})$ = 460 m3/d
Make-up Water Tank (300 m³ x 1)
250 m3/d
Make-up Water for Unit No. 1
Make-up Water Tank (300 m³ x 1)
250 m3/d
Make-up Water for Unit No. 2
$Q_{R7}$ = 55 m3/d
$Q_{F1} + Q_{F2}$ = 90 m3/d
$Q_{P2}$ = 20 m3/d
Clari-flocculator (1,100 m3/d x 1)
Filtered Water Tank (1,400 m³ x 1)
$Q_{P1} + Q_P + Q_{F1} + Q_{F2}$ = 610 m3/d
Demineralizer (500 m3/h x 2)
Demineralized Water Tank (1,000 m³ x 2)
$Q_{P1}$ = 500 m3/d
55 m3/d
$Q_P + Q_F - Q_{R7}$ = 1,070 m3/d
90 m3/D + 20 m3/d
REFERENCE ONLY
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT
FRESH WATER BALANCE SHEET
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
Fig. 6.9-1
D.R; SUBMITTED
T.R; RECOMMENDED
C.K; APPROVED


Masinloc River
Sand Basin
Sedimentation Basin
Fresh Water Supply Pumps
Spray Water for Coal Storage Yard
Sprinkler for Green Area
Humidifing Water for Coal Handling System
Humidifing Water for Ash Handling System
Fire Fighting Water
Make-up Water for Chain Conveyor
Miscellaneous
Hot Line Washing Water for Switch Yard
Sealing Water for Condenser Vacuum Pumps
Make-up Water for Air Conditioner
Miscellaneous
Make-up Water for Unit No. 1
Make-up Water for Unit No. 2
Fire Fighting Pumps
Fresh Water Tank (10,000 m3)
F
Sterilizer
Potable Water Head Tank(40m3)
Administration Building
Berth
Make-up Water Tank (300 m3)
Make-up Water Tank (300 m3)
Fresh Water Pumps
Service Water Head Tank(40m3)
Emergency Water for CWP
Miscellaneous
Clari-flocculator Supply Pumps
Demineralized Water Pumps
Clari-flocculator
Service Water Pumps
V-D Tower Cooling Water Pumps
Demineralized Water Tank (1,000 m3)
Demineralized Water Tank (1,000 m3)
Filtered Water Tank (1,400 m3)
A-Demiralizer
B-Demiralizer
Filtered Water Pumps
Demineralizer Supply Pumps
REFERENCE ONLY
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT
FRESH WATER FLOW DIAGRAM
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
Fig. 6.9-2
D.R; SUBMITTED
T.R; RECOMMENDED
C.K; APPROVED

### 6.9.2 取水地点の選定

淡水のSourceとしては「第4章 発電所地点の選定」の項で述べたごとくMasinloc riverを選定した。

その後現地調査および資料収集を行い、Masinloc riverにおける取水口の適地を以下の理由により、河口から約6km上流地点、Babo Puti Hillの東側に決定した。（図6.9－3参照）

- 満潮時においても海水の混入がない事
- 河道が安定しており、渇水期においても容易に河川水を取水できる位置である事
- 取水口およびポンプ場予定地はBabo Puti Hillに隣接しているので地盤が強固であると思われること。
- パイプラインの延長が短くなる事

Tinantapi River でNational Irrigation Administrationが行った1978年から1987年までの10年間の渇水期における流量観測結果は以下の通りである。

| 年・月・日 | 流　　量（m³/sec） |
|---|---|
| 1978・ 3・28 | 0.126 |
| 78・ 4・17 | 0.047 |
| 80・ 1・16 | 0.223 |
| 80・ 2・26 | 0.088 |
| 82・ 1・13 | 0.284 |
| 83・ 5・11 | 0.047 |
| 83・11・ 6 | 0.756 |
| 87・ 3・27 | 0.216 |

以上の結果より、10年間における最渇水流量が 0.047m³/s（≒ 4,000m³／日）であり、この流量にLucan River 分が含まれていない事、および発電所に必要な水量は 0.03m³/s（≒ 2,600m³／日）である事から、当河川で充分賄い得るものである。

### 6.9.3 取水設備およびパイプライン

(1) 取水設備

取水方式として、伏流水取水および表面水取水の2種類が考えられるが、本地点においては現地踏査の結果、取水口地点の地質が細粒土であり、伏流水の取水は困難であること、および本河川上流に設置している灌漑用の取水設備が表面水取水方式であることを考慮し表面水取水方式を採用した。

取水設備の平面および断面を図6.9－4に示す。構造の特色は以下の通りである。

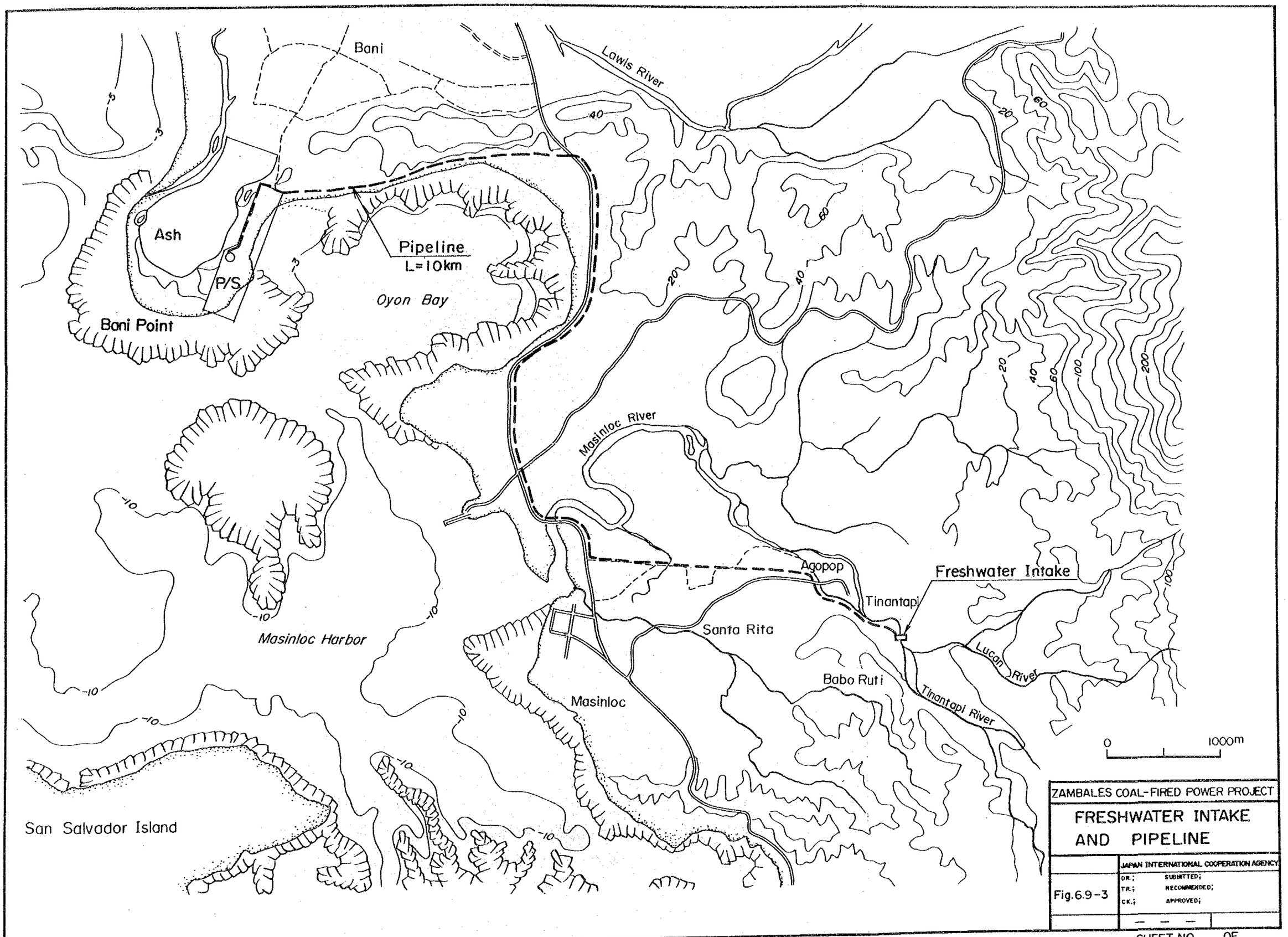
- 計画取水量は、日使用水量 2,600m³／日を24時間で取水できる流量として0.03m³/sを使用した。
- 取水は河川の全幅40mにわたって設置する固定ぜきによって行う。
- せきの高さは、計画取水量を常時支障なく取水するのに必要な水深を保持できるものとし、50cmとした。
- 堆砂対策として固定ぜきの一部に角落しを設置し土砂を下流に排砂できる構造とした。
- せきの基礎を通過する浸透流を減じ、パイピングを防ぐために基礎に止水矢板を施工する。
- せきで取水した水は取水口、沈砂池を経て沈殿池に入る。沈殿池の容量は、自然沈降が完了する時間8時間分の容量約 900m³を確保した。
- 沈殿池で沈殿処理された水は、ポンプにより発電所構内の淡水タンクへ圧送される。

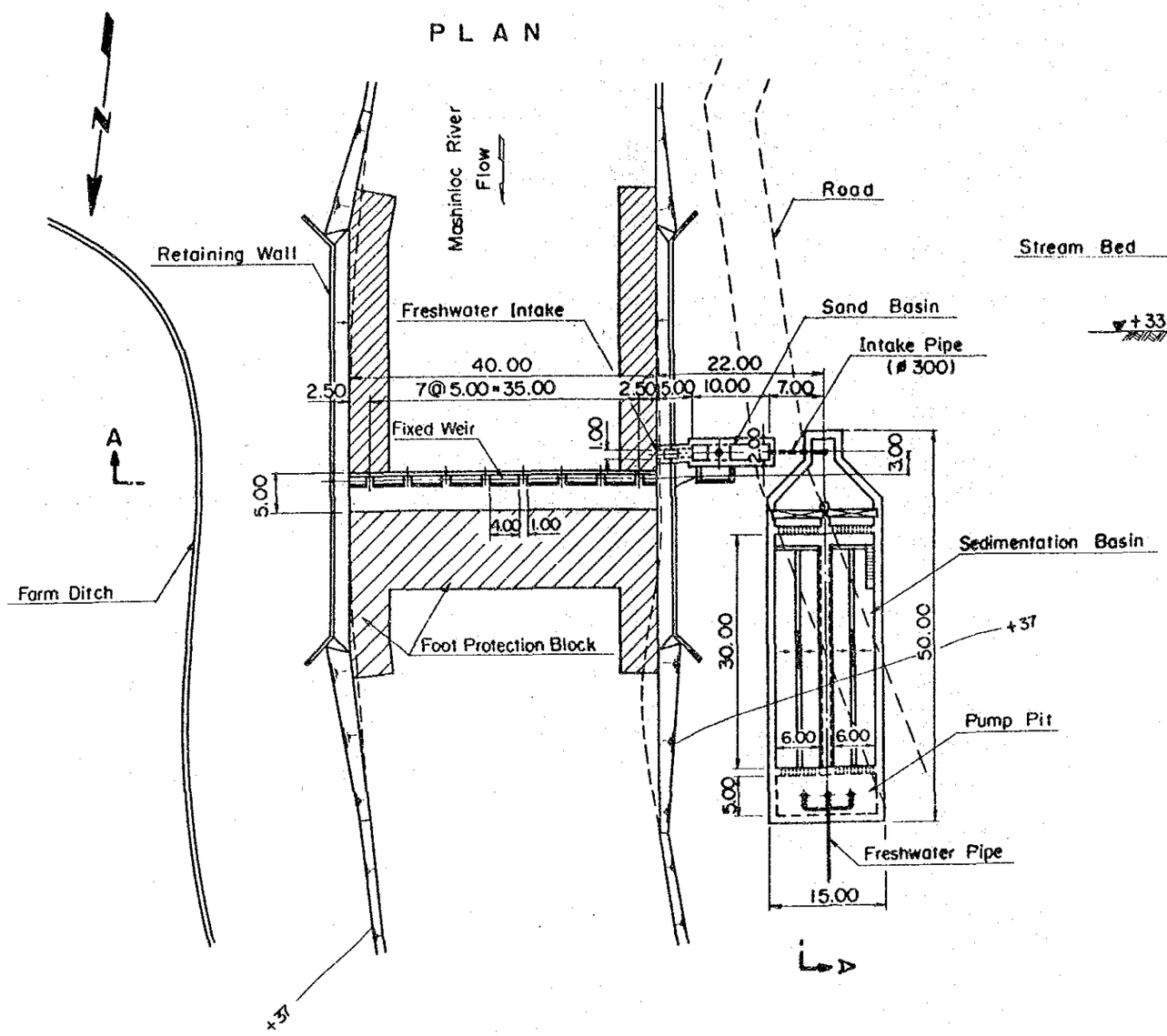
(2) ポンプ場およびパイプライン

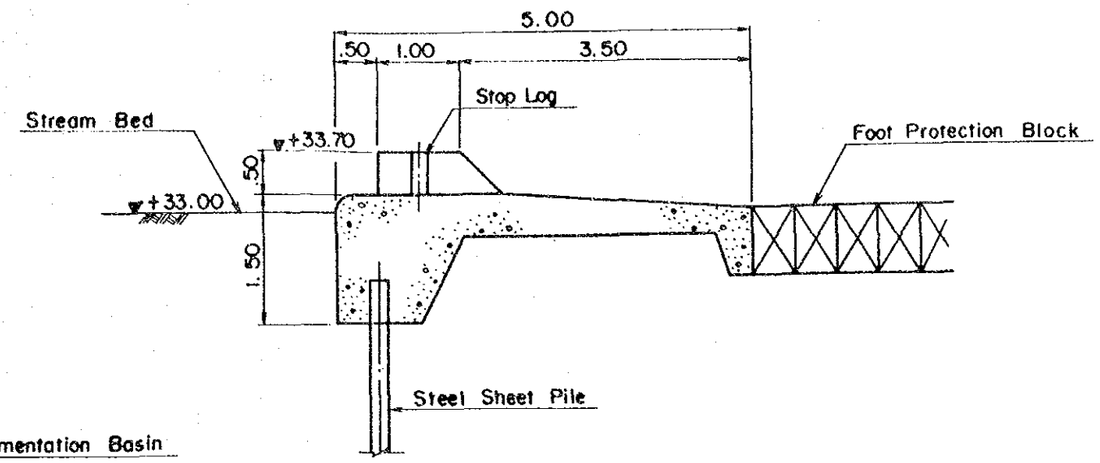
ポンプは日使用量 2,600m³／日を24時間で送水（1.81m³／分）するものとして計画し、能力0.95m³／分×3台（内1台は予備）とした。

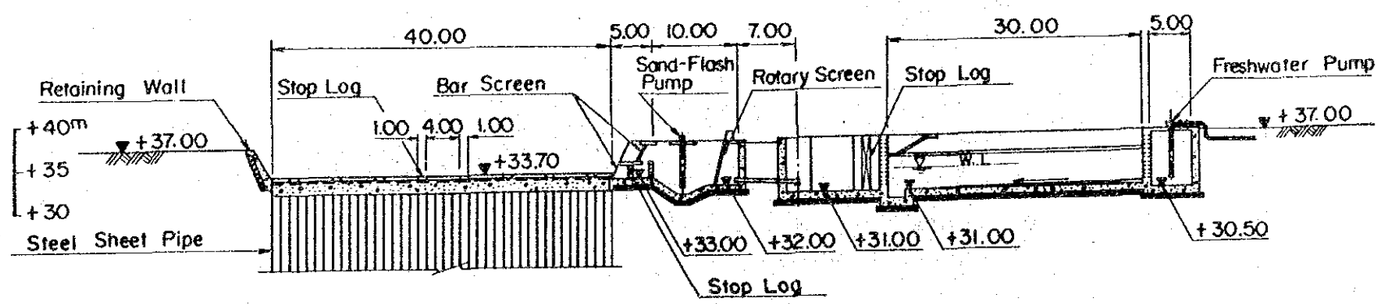
パイプラインのルートは延長を短くする事、起伏が少ない地形である事、布設時の掘削が容易な事等の理由から図6.9－3のルートを選定し、その延長は約10kmである。

パイプラインの径は、経済性を考慮し直径25cmの鋳鉄管を用いる事とした。


Bani
Lawis River
Ash
P/S
Bani Point
Pipeline
L=10km
Oyon Bay
Masinloc River
Masinloc Harbor
Agopop
Freshwater Intake
Tinantapi
Santa Rita
Lucan River
Babo Ruti
Tinantapi River
Masinloc
San Salvador Island
0
1000m
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT
FRESHWATER INTAKE AND PIPELINE
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
DR.; SUBMITTED;
TR.; RECOMMENDED;
CK.; APPROVED;
Fig.6.9-3




0 25m
(PLAN, SECTION A-A)

0 2.5m
(FIXED WEIR)

| | |
|---|---|
| ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT | |
| FRESHWATER INTAKE | |
| Fig. 6.9-4 | JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY<br>DR.; SUBMITTED;<br>TR.; RECOMMENDED;<br>CK.; APPROVED; |

## 6.10 ボイラー設備

### 6.10.1 ボイラー本体

石炭焚きボイラーにおける使用燃料、特に燃焼灰の諸性質がボイラーに与える現象と影響については5.3項「設計炭の選定」に詳しく述べたが、具体的な設計に当っては下記のことを考慮した。

(1) スラッギング対策

本計画の設計炭（Semirara炭／Lemington 炭＝50/50 Wt%）のスラッギング指数は“多い”を示しており、過度のスラッギングを防ぐ方法としては、

i）火炉熱負荷を下げることにより、火炉壁近傍のガス温度を下げて溶融状態にある灰成分を出来るだけ減少させる。

ii）単位面積、単位時間当りの灰付着率を減ずるよう壁面積を大きくとる

という考え方がある。

結果的には両者の複合効果と考えられるが、スラッギング性の強い石炭に対しては、燃焼室断面積を大きく設計するのが有効である。一方燃焼室断面積を大きくし過ぎると蒸気温度の確保が難しいので、石炭性状に応じた適切な設計が必要である。

ここではボイラへの正味入熱を火炉断面積で除した値 NHI/PA を設計ガイドとして用いるが、スラッギング性との関連は次の通りである。

| スラッギング性 | NHI/PA (Btu/ft²・h) |
|---|---|
| 普　通 (Medium) | 1.8～2.2×10⁶ |
| 多　い (High) | 1.6～1.8×10⁶ |
| 厳しい (Severe) | 1.4～1.6×10⁶ |

以上により、本計画の火炉は次のように計画した。

火 炉 寸 法 (PA) ： B 13.4 m×W 12m＝161 m²

火炉正味入熱 (NHI)： 724.5×10⁶ kcal/h

NHI/PA ＝ 724.5×10⁶/161 kcal/m²・h

＝ 4.5 × 10⁶ kcal/m²・h

＝ 1.65 × 10⁶ Btu/ft²・h

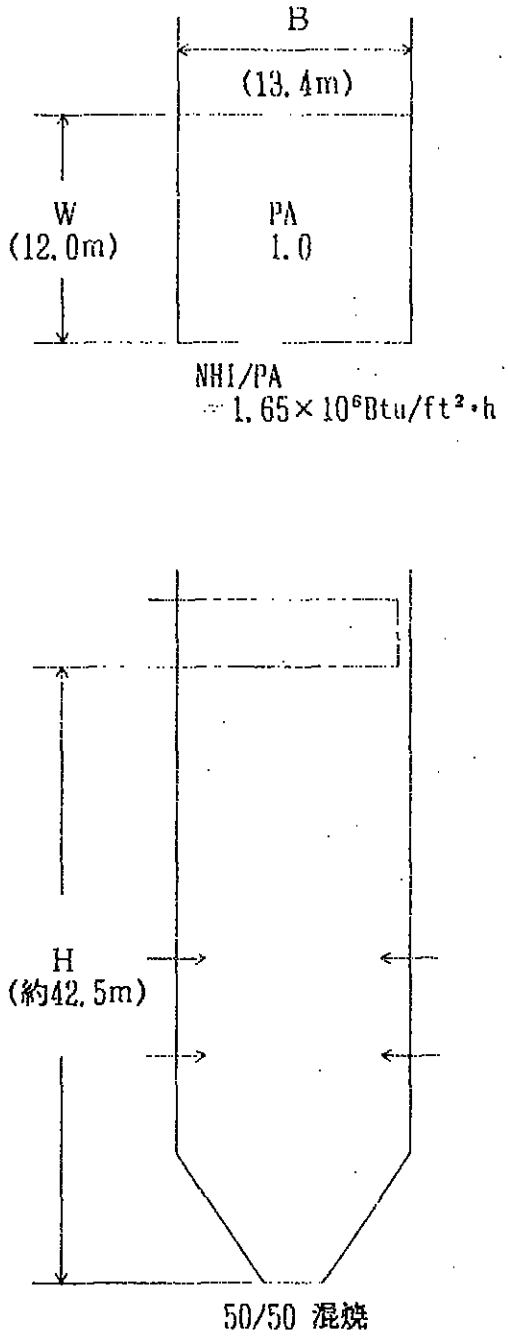



図6.10－1　設計炭における火炉寸法

(2) ファウリング対策

石炭灰によるスラッギングは、前記のように火炉設計によって対応することとしたが、ファウリングは次の対策によって回避することとした。

i ) 適切な火炉出口ガス温度と伝熱管ピッチの選定

ファウリング性が高い場合には、火炉出口ガス温度（チューブピッチ 600mmの対流伝熱面入口）を灰溶融温度以下とする。また伝熱管のピッチを拡大し、灰堆積の制御およびスートブロワ効果の拡大を図る。

ii ) スートブロワの最適配置

ファウリング性およびガス温度とスートブロワの有効半径は、下図に示す通り、ファウリング性が高くなる程減少している。従ってこのようなスートブロワの灰除去効果を考慮してスートブロワの台数を決定する必要がある。

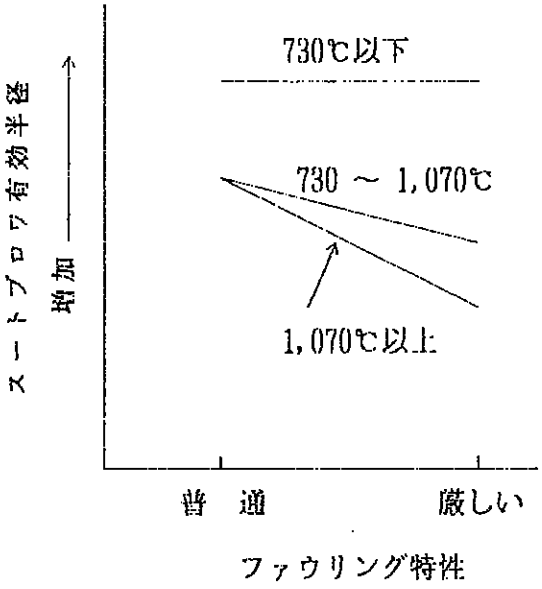



図6.10…2　ファウリング性並びにガス温度と
スートブロワ有効半径の関係

設計炭のファウリング指数は“普通”と“多い”の境目にあり、堆積灰の除去効果に十分な数のスートブロワを配置した。

(3) 灰磨耗対策

灰による伝熱管の磨耗は、石炭焚きボイラの信頼性並びに経済性を左右する重要な要素であり、下記の対策を慎重に考慮した設計としている。

i ) 接触伝熱部ガス流速の低減

石炭灰の磨耗性、発熱量当りの灰量に適した設計ガス流速を選定することが、基本的な灰磨耗対策となる。発熱量当りの灰量と設計ガス流速の関係を下図に示す。

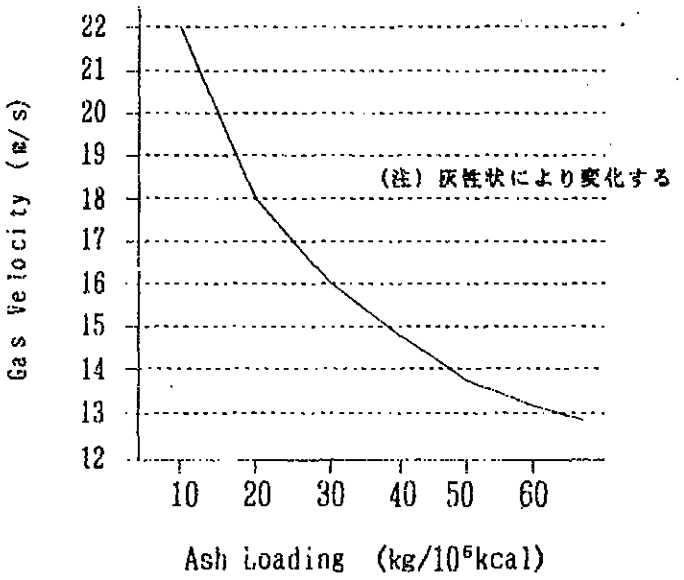



図6.10-3　発熱量当りの灰量と設計ガス流速の関係（目安）

設計炭の発熱量当りの灰量は21.3であり、上図から設計ガス流速は17.5 m/s以下が目安となるが、灰磨耗指数が"厳しい"となっていることから設計ガス流速は16 m/s以下とした。

ii ) 局部的な灰磨耗の防止

燃焼ガスの偏流が大きい場合、局部的にはガス流速が大巾に上昇することになるので、偏流防止を図ると共に、下記の局部的な灰磨耗が多い箇所にバッフル板および保護板を設置する必要がある。

a. ガス流速が急激に変る場所

b. ガス流れがショートカットする箇所

c. スートブロワに近い箇所

(4) 蒸気温度制御法としてのガス再循環方式

石炭焚ボイラで再循環ガス方式（ボイラ燃焼ガスの一部を炉内に導入）を採用する場合、ガス再循環ファン(GRF) の灰による磨耗を軽減するため、次の２方式がある。

ｉ）ESP 後流の灰の少ないガスを使用。

ii）Eco 出口のガスを機械式集塵機（MC）を通して灰濃度を減少してから使用。

保修の容易さからはｉ）が適切であるが、この方法では再循環ガスがAHを通過するためAH容量が増加する。

一方、今回の設計炭（50/50 混炭）は石炭中の水分量が多いため、ミル入口空気温度を高目に設定する必要があり、AH入口ガス温度を高目とする必要がある。さらに、再循環ガス方式を採用すると、AHサイズが極端に大きくなるか、AH出口ガス温度が上昇して効率が悪くなり不経済となるので、今回 GRFは不採用とした。

(5) 混炭比の運用巾

ボイラの設計炭はセミララ炭／レミントン炭＝50/50 Wt%とした。

実際の運用に当っては、設計上の裕度によって、セミララ炭の混炭比率を±15%程度まで拡大出来る可能性がある。

石炭ボイラは、石炭の性状についての運転上のノウ・ハウを蓄積していくことが重要である。また、セミララ炭と組合せる海外炭（設計炭を含め）の性状によって、セミララ炭との混炭比が変化する可能性も充分に存在する。このため、燃料の調達計画と、完成後のボイラによる燃焼によってデータを集積し、国内炭の運用巾を見極めることが肝要である。

(6) レミントン炭専焼運用の検討

50/50 Wt%混炭で計画されたボイラに、レミントン炭専焼を行う場合には、火炉の汚れが少いため、火炉出口ガス温度低下や蒸気温度低下を起こす可能性があるが、下記項目の何れかの採用を検討すれば、蒸気温度制御が出来、海外炭を専焼する事が可能である。

ｉ）再循環ガス方式の採用

ii）FDF 容量増加による高空気過剰率運転

### 6.10.2 微粉炭燃焼装置

(1) 微粉炭燃焼装置システム

本発電所は，ベースロード運転として検討する。微粉炭燃焼方式には、直接燃焼方式とビン方式があるが、性能・費用の両面から直接燃焼方式を採用するのが一般的である。本プロジェクトでも微粉炭燃焼装置は、直接燃焼方式を採用する。

i）直接燃焼方式による機器構成

- コールバンカ
- 給炭機
- ミ　ル
- コールバーナ

ii）予備機の考え方

本プロジェクトの運用条件では，年間稼動日数は 300日で計画されている。

年間利用率75%、250MW 級の石炭火力発電所の微粉炭燃焼装置の運用状況を調査すると、微粉炭機の点検、補修サイクルは石炭処理量が約 100,000～120,000 ton （使用日数では約 240日）で点検、補修を実施している。このような運用経験を踏まえ 5 系列の微粉炭燃焼装置を設定し、内、1 系列を予備機として設置すれば常用 4 系列で安定した発電所の運用が可能となる。

iii）システムを構成する各機器の容量・能力

a）コールバンカの貯炭容量

コールバンカの貯炭容量は、6.7「揚運炭・貯炭設備」で検討した通り、 700 m³／基×5 基（1 基予備）とする。

b）微粉炭機の能力

プラントMCR 運転時の容量に余裕率20%を見込む。

MCR 運転時の炭量： 138t/h

微粉炭機の使用条件：常用 4 台＋予備 1 台

$$\text{微粉炭機能力} = \frac{138\text{t/h} \times 1.2}{4\text{台}} \fallingdotseq 41\text{t/h・台}$$

以上より、微粉炭機設備としては、41t/h ×5 台とする。

c）微粉炭機の形式

微粉炭機の型式には、竪型と横型があり、それぞれの長所、短所がある。従って、設備費、動力量、補修費等により経済評価を行ない、型式選定を行なう。

次に示すように、経済評価の結果は竪型が有利と判断する。

ミルの形式による経済性比較

検 討 条 件

| | |
|---|---|
| 年間利用率 | 70 % |
| 電 力 単 価 | 5.7円/kWh |
| 累積現価換算係数 | 6.566 |
| 石炭消費量 | 138 t/h |

(百万円)

| | 項　　目 | 竪型 ﾊﾞｳﾙﾐﾙ | 横型 ﾁｭｰﾌﾞﾐﾙ |
|---|---|---|---|
| | 設 備 費 | | |
| | ミル本体、付属装置 | Base | 97 |
| | 基 礎 工 事 費 | Base | 72 |
| a | 小　　計 | Base | 170 |
| | 運転経費（累積現在価値） | | |
| | 動　力　費 | Base | 333 |
| | 部　品　費 | Base | 67 |
| | 人　件　費 | Base | — |
| b | 小　　計 | Base | 400 |
| | 合　計　（a＋b） | Base | 570 |

### 6.10.3 重・軽油燃焼装置

重・軽油燃焼装置は下記の条件で計画した。

(1) 計画条件

・重油燃焼装置は発電プラントのMCR 負荷の50%を負担出来る容量とした。

・軽油燃焼装置はボイラ起動時に使用するバーナ点火用イグナイタ並びにボイラの起動に充分な能力を有する容量とした。

・燃料油としての重油、軽油の発熱量は約10,000 kcal/kgとして計画した。

(2) 重油燃焼装置

重油燃焼装置は次の各主要機器から構成される。

重油ポンプ

重油加熱器

重油バーナ

i ) 重油燃焼装置の容量

ボイラMCR 時の50%相当油量Qに5%の余裕を見込む。

$$Q = \text{MCR 時石炭消費量} \times \frac{\text{石炭発熱量}}{\text{重油発熱量}} \times 50\% \times 1.05$$

$$= 138\ \text{t/h} \times \frac{5,262\ \text{kcal/kg}}{10,000\ \text{kcal/kg}} \times 0.5 \times 1.05$$

$$= 38\ \text{t/h}$$

ii ) 重油噴燃ポンプ

重油噴燃ポンプは、燃焼装置容量が 38 t/h であるので、その容量と同じとし、設備台数は2台として計画する。

iii ) 重油加熱器容量

重油加熱器は、燃焼装置容量が 38 t/h であるので、その容量と同じとし、設備台数は1台とする。

iv ) 重油バーナ

一般に300 MW級ボイラ設備には重油バーナが約12本が装備されている。バーナ容量は、12本中の1本がクリーニング中と想定してその容量を算出する。

$$\text{バーナ容量} = \frac{38\ \text{t/h}}{11\ \text{本}} \fallingdotseq 3.5\ \text{t/h・本}$$

全バーナ設備は、3.5 t/h ×12本として計画した。

(3) 軽油燃焼装置

軽油燃焼装置は次の各主要機器から構成される。

軽油ポンプ

軽油バーナ

i ) 軽油燃焼装置

ボイラ点火、昇圧時に必要な軽油容量は、MCR 負荷の8～10%である。計画値は10%を採用し、余裕率5%を見込む。

ボイラMCR 時の10%相当油量Q

$$Q = \text{MCR 時石炭消費量} \times \frac{\text{石炭発熱量}}{\text{軽油発熱量}} \times 0.1 \times 1.05$$

$$= 138\ \text{t/h} \times \frac{5,262\ \text{kcal/kg}}{10,000\ \text{kcal/kg}} \times 0.1 \times 1.05$$

$$\fallingdotseq 8\ \text{t/h}$$

ii ) 軽油ポンプ

軽油ポンプは8 t/h 容量を2台設置する。

iii ) 軽油バーナ

300 MW級のボイラにおける軽油バーナ本数は、一般に4本程度である。従って、軽油バーナの容量は、1本当り2 t/hとする。

### 6.10.4 所内ボイラと補助蒸気

(1) 基本的考え方

本火力発電所の起動に必要な蒸気源を確保するため所内ボイラの設置が必要である。また、主ボイラより所要の蒸気が得られる段階では、補助蒸気系統を所内ボイラから主ボイラの系統に切替えることとなる。

このため、所内ボイラの容量、補助蒸気系統の蒸気条件を検討する。

(2) 補助蒸気量と所内ボイラ容量

発電プラントが冷缶状態から全負荷連続運転に至る時系列と各々の時点での補助蒸気供給先と供給量を図6.10- 5のように想定した。

この結果

所内ボイラ容量　約 5 t/h

主ボイラ付属の補助蒸気設備容量　30 t/h

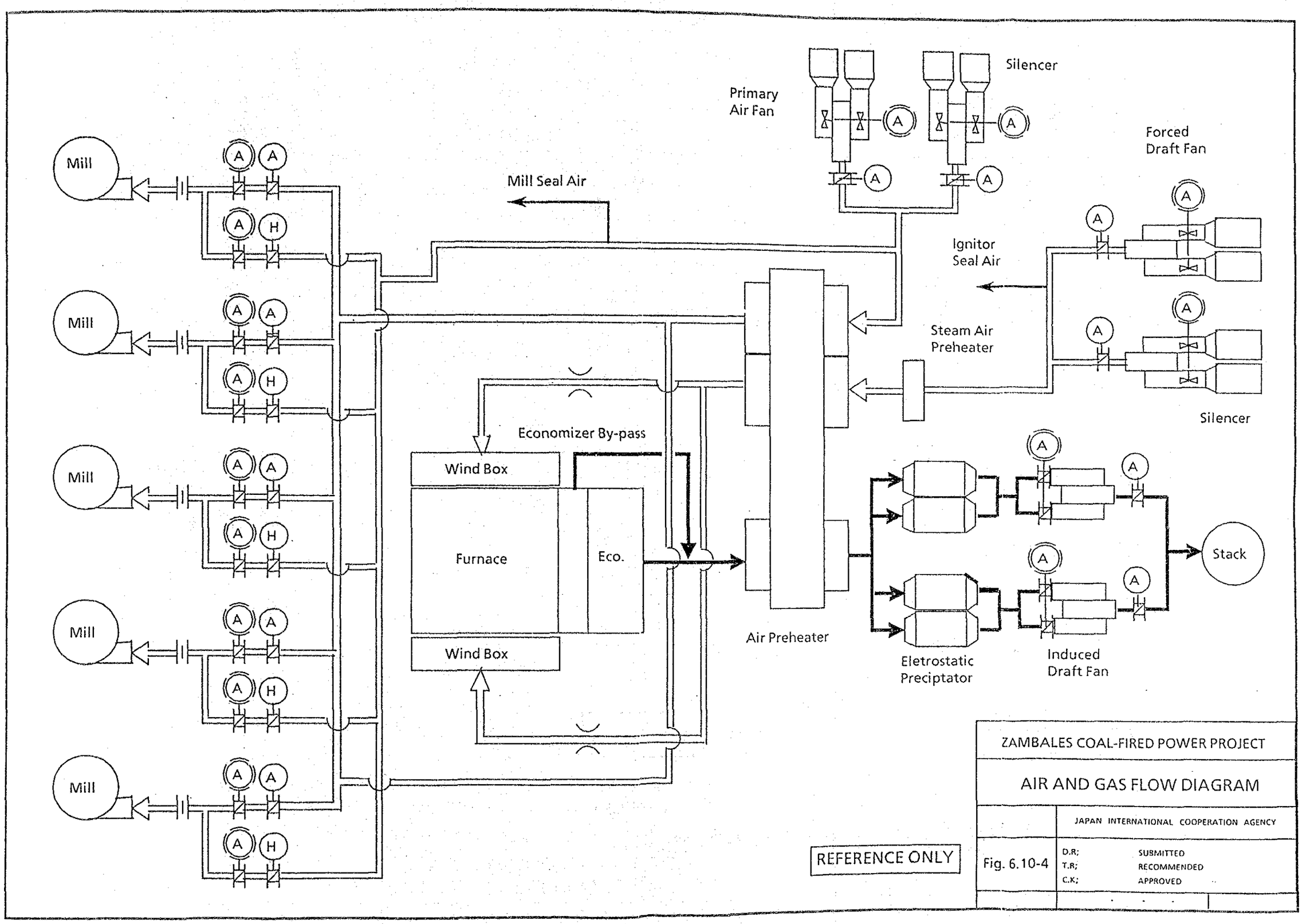
となる。

(3) 補助蒸気の蒸気条件

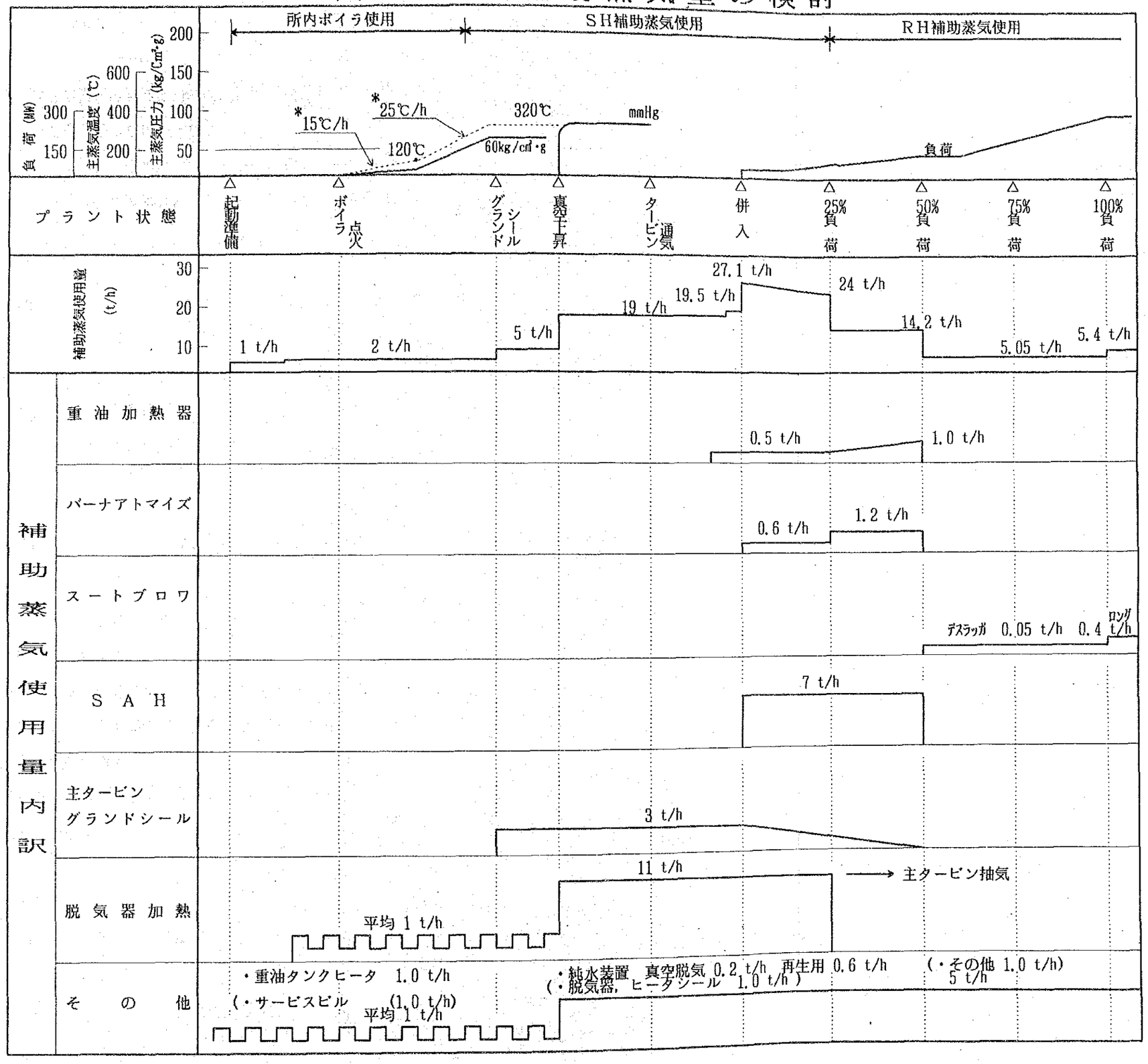
補助蒸気の蒸気条件は、この蒸気の供給先で最もシビアな蒸気条件により決定する。

主タービングランド蒸気　8 kg／cm²　220℃～ 240℃

（グランド蒸気調整器入口）


Mill
Mill
Mill
Mill
Mill
A
H
Mill Seal Air
Primary
Air Fan
Silencer
Forced
Draft Fan
Ignitor
Seal Air
Steam Air
Preheater
Silencer
Economizer By-pass
Wind Box
Furnace
Eco.
Wind Box
Air Preheater
Eletrostatic
Preciptator
Induced
Draft Fan
Stack
REFERENCE ONLY
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT
AIR AND GAS FLOW DIAGRAM
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
Fig. 6.10-4
D.R; SUBMITTED
T.R; RECOMMENDED
C.K; APPROVED

# 図6.10－5　補助蒸気量の検討



## 6.11 蒸気タービン設備

### 6.11.1 復　水　器

復水器はタービン排気を冷却して復水させると同時に、排気圧力を可能な限り低減させ、蒸気タービンの熱効率を増進させる機能を有している。

復水設備は復水器の他、冷却水ポンプ、復水ポンプ、空気抽出器、その他付属装置から構成されている。復水器の型式は、事業用火力プラントでは表面復水器が一般的に用いられている。

(1) 復水器の最適真空度の選定

i）基本条件の設定

a．設計海水温度　　31℃

b．許容海水排出温度　　40℃以下

c．設計上考慮すべき事項として、低圧タービン寸法と復水器寸法の協調性がある。

ii）経済評価手法

復水器真空度60mmHg、温度上昇 7℃のケースを基準として、幾つかのケースにつき経済比較を行う。

a．基準ケースに対するタービン熱効率差を求め、これを年間燃料費に換算し、さらに設備費（現在価値）に換算する。

b．復水器真空度と海水出入口温度差に相当する必要海水量を算出し、海水量の送水に必要な年間ポンプ動力費差を設備費（現在価値）に換算する。

c．復水器、ポンプ設備等の設備費差

復水器の最適真空度は、上記の各値（a＋b＋c）が最小となる点、および復水器寸法の協調性を考慮して決定する。

iii）経済評価の実施

a．経済評価に使用する条件

燃　料　単　価　　1.32円／$10^9$ kcal

電　力　単　価　　5.7 円／kWh

累積現価換算係数　　$a_n = \dfrac{(1+r)^n - 1}{r\,(1+r)^n} = 6.566$

$$\begin{cases} r = 15\% \\ n = 30年 \end{cases}$$

運転経費現在価値　　$P_v = a_n$ ×年間運転経費

年間利用率　　70%

b．経済評価の計算式

・タービン熱消費差（$\Delta H_R$）による年間運転経費差（A）

A（円／年）＝$\Delta H_R$（kcal/kWh）×300,000（kW）×8,760（h／年）

× 0.7×1.32（円／$10^3$ kcal）

Aの現在価値（A′）

A′＝A× 6.566

・CWP 動力差による年間運転経費差（B）

B（円／率）＝ΔkW×300（日／年）×24（h／日）× 5.7（円／kWh）

B の現在価値(B′)

B′＝B × 6.566

・復水器、ポンプ設備等の設備費差（C）

・総合経済性（D）

D＝C ＋ A′＋ B′

iv）総合経済性の評価結果

表6.11－1 の総合経済性を縦軸に、海水出入口差温を横軸にプロットした結果が図6.11－1である。図6.11－1より、本プロジェクトの最適真空度は海水出入口温度差8～9℃の時に真空度は65～70 mmHgaの範囲に存在する。

上記の方法により、経済比較を行なった結果、本プラントに採用すべき真空度は冷却水出入口の温度差8～9℃で、約65～70mmHgである。この値は海水温度がほぼ等しい東南アジア諸国の火力発電プラントの真空度と殆ど同じ値となっている。

## 表6.11－1 最適真空度比較表

| 検討ケース | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 復水器々内圧力 | mmHg a | | 60 ($T_s$ =41.53) | | 65 ($T_s$ =43.06) | | | | 70 ($T_s$ =44.47) | | | | | 75 ($T_s$ =45.84) | | |
| 温度上昇ΔT | ℃ | 7 | 7.75 | 7 | 8 | 9 | 9.28 | 8 | 9 | 10 | 10.69 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12.06 |
| 復水器冷却面積 | m² | 17,900 | 19,680 | 14,260 | 15,630 | 17,520 | 18,180 | 12,990 | 14,140 | 15,660 | 17,040 | 11,230 | 12,020 | 12,990 | 14,250 | 16,110 |
| 復水器管板間距離 | mm | 6,761 | 8,230 | × 5,370 | 6,727 | 8,482 | 9,074 | × 5,568 | 6,819 | 8,390 | 9,758 | × 4,787 | 5,765 | 6,922 | 8,352 | 10,350 |
| 復水器冷却管本数 | 本 | 33,180 | 29,968 | 33,280 | 29,120 | 25,888 | 25,108 | 29,240 | 25,988 | 23,392 | 21,884 | 29,404 | 26,132 | 23,520 | 21,384 | 19,508 |
| ポンプ容量 (50%×2) | m³/h | 26,760 | 24,260 | 26,840 | 23,600 | 21,080 | 20,470 | 23,690 | 21,160 | 19,130 | 17,955 | 23,820 | 21,270 | 19,230 | 17,570 | 16,100 |
| ポンプ揚程 (50%×2) | m | 7.9 | 8.4 | 7.4 | 7.9 | 8.5 | 8.7 | 7.5 | 7.9 | 8.5 | 8.9 | 7.2 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.2 |
| タービン熱消費率差 | kcal/kWh | ベース | ← | 3.4 | ← | ← | ← | 7.9 | ← | ← | ← | 14.0 | ← | ← | ← | ← |
| プラント熱消費率差 | kcal/kWh | ベース | ← | 3.8 | ← | ← | ← | 8.8 | ← | ← | ← | 15.6 | ← | ← | ← | ← |
| 年間燃料費差 | 百万円／本 | ベース | ← | 9.2 | ← | ← | ← | 21.4 | ← | ← | ← | 37.9 | ← | ← | ← | ← |
| 同上現在価値 | 百万円 | ベース | ← | 60.4 | ← | ← | ← | 140.5 | ← | ← | ← | 248.9 | ← | ← | ← | ← |
| ポンプ動力差 | kW | ベース | － 49 | － 82 | － 160 | － 207 | － 214 | － 217 | － 284 | － 314 | － 332 | － 256 | － 334 | － 370 | － 399 | － 407 |
| 年間電力費差 | 百万円／本 | ベース | － 2.0 | － 3.4 | － 6.6 | － 8.5 | － 8.8 | － 8.9 | －11.7 | －12.9 | －13.6 | －10.5 | －13.7 | －15.2 | － 16.4 | － 16.7 |
| 同上現在価値 | 百万円 | ベース | － 13.1 | －22.3 | －43.3 | －55.8 | －57.8 | －58.4 | －76.8 | －74.7 | －89.3 | －68.9 | －90.0 | －99.8 | －107.7 | －109.7 |
| 機器設備費差 | 百万円 | ベース | 14 | － 78 | － 71 | － 51 | － 44 | － 126 | － 120 | － 103 | － 84 | － 163 | － 166 | － 160 | － 146 | － 119 |
| 総合経済性 | 百万円 | ベース | 1 | － 40 | － 54 | － 46 | － 41 | － 44 | － 56 | － 47 | － 33 | － 17 | － 7 | － 11 | － 5 | － 20 |

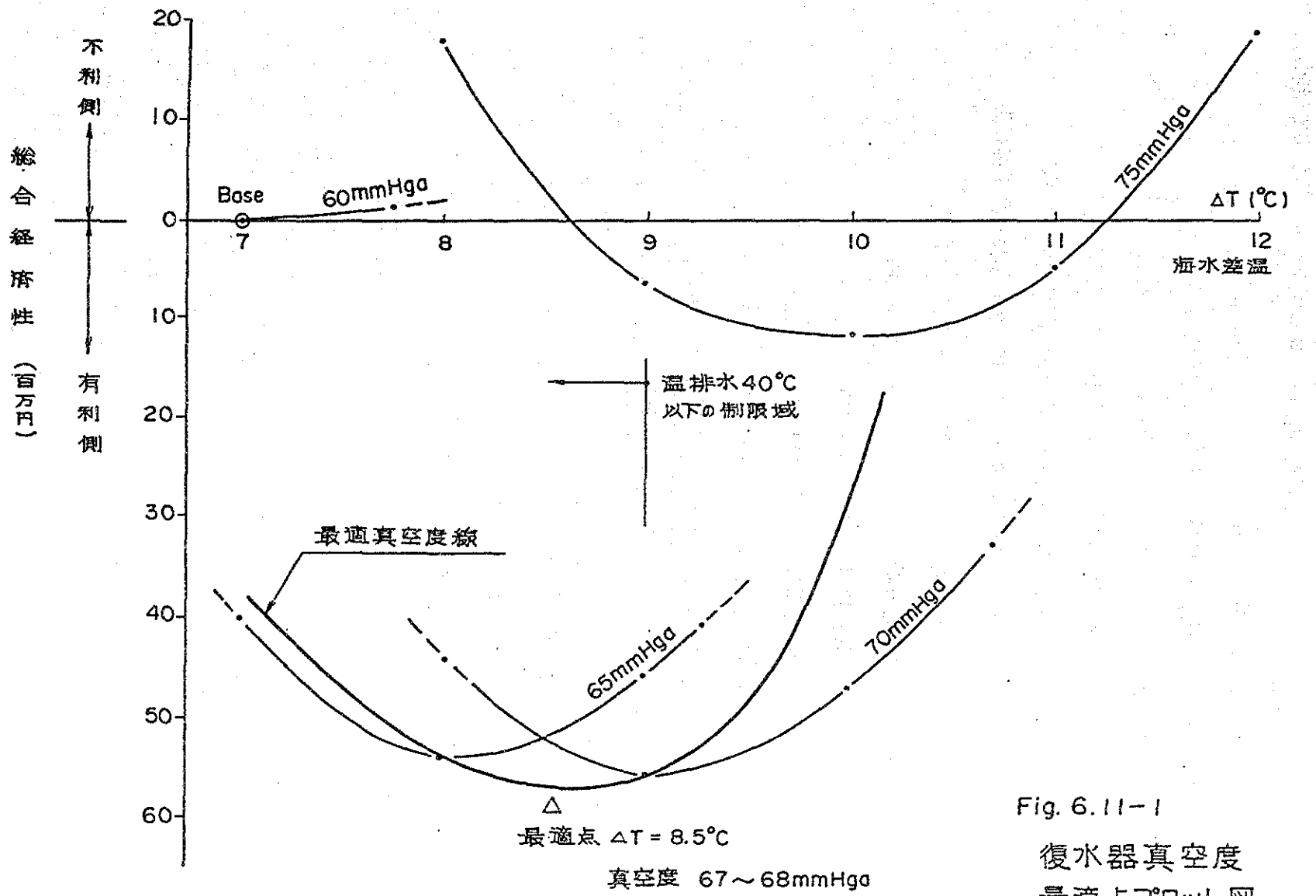



Fig. 6.11-1

復水器真空度
最適点プロット図

(2) 復水器冷却用海水量

i ) 復水器が取り去る熱量

6.2.4発電プラント予備設計基本諸元の(4)項　発電プラントの熱効率で説明したプラント熱勘定より算出する。

復水器で取り去る熱量を（Q）とすると

$Q = kW \times Q_{cond}$

kW　　：タービン出力　300,000kW

$Q_{cond}$：1 kWh 当りの復水器で取り去る熱量（kcal/kWh）

＝タービン熱消費率－タービン機械損失－発電機損失

－ 860 (kcal/kWh)

$\Delta t = 8$ ℃、65 mmHg として

| | |
|---|---|
| タービン熱消費率： | 1,940 kcal/kWh |
| タービン機械損失： | - 5 kcal/kWh |
| 発電機損失： | - 10 kcal/kWh |
| 発電機出力： | - 860 kcal/kWh |
| | 1,065 kcal/kWh |

$Q = kW \times Q_{cond}$

$= 300,000kW \times 1,065$ kcal/kWh

$= 320 \times 10^6$ kcal/h

ii）冷却水量の算出

$$G_W = \frac{Q}{(C_P \times \gamma) \times (t_2 - t_1)}$$

$C_P$ ：海水の比熱　0.94kcal／kg℃

$\gamma$ ：海水の比重量　1,024 kg／m³

$t_2$ ：海水の出口温度　39℃

$t_1$ ：海水の入口温度　31℃

$Q$ ：復水器が取り去る熱量　$320 \times 10^6$ kcal/h

$$G_W = \frac{320 \times 10^6 \text{ kcal/h}}{(0.94\text{kcal／kg℃} \times 1,024 \text{ kg／m}^3) \times (39℃ - 31℃)}$$

$$= \frac{320 \times 10^6}{963 \times 8} \text{ m}^3\text{/h}$$

$$= 41,500\text{m}^3\text{/h}$$

・軸冷水クーラー等への供給量約 2,000m³/h

その他　1,500 m³/h

・合　計　45,000 m³/h

### 6.11.2 主要ポンプ類

大型火力発電所に於ける主要ポンプは循環水ポンプ、復水ポンプ、ボイラ給水ポンプである。

i）復水器冷却用循環水ポンプ

a）運用の便宜上、大型火力発電所の復水器は2室構造を採用している。従って、循環水ポンプも50%容量×2台とする。

b）ポンプの型式

循環水ポンプの特徴は、揚水量は非常に大きいが揚程は比較的低い。この特徴に合わせ、一般には竪型斜流ポンプが採用されている。

c）循環水ポンプの揚程

循環水ポンプの揚程は、下記の損失により定まり、これらの合計を11mとした。

- 取水口水路損失
- 導水管損失
- 復水器損失
- サイフォン損失
- 復水器出口管排出損失

d）循環水ポンプの軸動力、原動機出力

・軸動力：$L_P$ (kW)

$$L_P = \frac{L_W}{\eta_P}$$

- $L_W$ ：水動力＝ $0.163\gamma \cdot Q \cdot H$
- $\eta_P$ ：ポンプ効率　0.85～0.87
- $\gamma$ ：水の比重　1.024 kg／ℓ
- Q ：吐出量　45,000m³/h (＝ 750m³/min)
- H：全揚程　11m

$$L_p = \frac{0.163 \times 1.024 \times 750 \times 11}{0.87} = 1,583 \text{ kW}$$

よって、1台当り 790 kW とする。

・原動機出力：$L_m$ (kw)

$$L_m = \frac{L_p \times (1+\alpha)}{\eta_t}$$

$L_p$ ：軸動力　790 kW

$\alpha$ ：余裕値　0.15

$\eta_t$ ：伝達効率　1.0

$$L_m = \frac{790 \times (1+0.15)}{1.0} \fallingdotseq 910\text{kW}$$

原動機出力は910kW となる。

ii）復水ポンプ

復水量は個々の発電所により多少相異している。その理由は採用主機類の相異や発電所立地地点の外部要因の相異によるものである。このため現在稼働中のプラントを参考として復水ポンプ容量を算定する。

a）稼動中の火力発電所の蒸気量と復水量

| | 250MW | % | 350MW | % |
|---|---|---|---|---|
| (ECR時) | | | | |
| 主蒸気量（t/h） | 767 | 100 | 1,080 | 100 |
| 再熱蒸気量（t/h） | 627 | 81 | 887 | 82 |
| 復　水　量（t/h） | 465 | 74 | 670 | 76 |

b）本発電プラントの復水量

ECR 時

主蒸気量　930t/h

再熱蒸気量　930t/h ×82%＝ 763t/h

推定復水量　930t/h ×75%＝ 698t/h

MCR 時

主蒸気量　990t/h

推定復水量　990t/h ×75%＝ 740～ 750t/h

c）復水ポンプ容量、台数

復水量を約 750t/h とし、ポンプ容量は余裕率５%を見込む。

ポンプ台数は運用の便宜を考慮し、50%容量×３台とする。

復水量＝750 t/h × 1.05 ＝ 788 t/h

復水ポンプ容量＝390t/h×３台

iii）ボイラ給水ポンプ

ボイラ給水ポンプは、発電所のMCR 時の給水量に等しいポンプ容量とする。台数は50%容量×３台設置方式が標準的である。ポンプ容量は余裕率５%を見込む。

ＭＣＲ　時　給　水　量＝990 t/h × 1.05 ＝ 1,045 t/h

ボイラ給水ポンプ容量＝520 t/h ×３台

給水ポンプ駆動方式は、電動方式と蒸気タービン方式がある。本プロジェクトでは運転、保守性を考慮して電動駆動方式を推奨する。

### 6.11.3 給水加熱器

給水加熱器の検討はその最適抽気段数を求める事にある。この段数の選定は、タービン熱効率に及ぼす影響並びに設備費の相違等による。

この規模のプラントの場合、給水加熱器の一般的な段数は7段と8段が考えられる。7段と8段の場合の給水加熱器の配列を示せば次の通りである。

ケース(a)　7段　　高圧給水加熱器2段＋脱気器＋低圧給水加熱器4段

ケース(b)　8段　　高圧給水加熱器3段＋脱気器＋低圧給水加熱器4段

この抽気段数の違いはボイラ給水温度の差、並びにタービン熱効率の差となって表われる。

両者の経済比較を行った結果を次表に示す。

| 記号 | 項目 | 抽気段数 | |
|---|---|---|---|
| | | 7段 | 8段 |
| a | 最終給水温度 (℃) | 約 245 | 約 275 |
| b | タービン熱効率差 (%) | Base | - 0.8 |
| | (kcal/kWh) | Base | - 16 |
| b | ボイラ入熱換算 (kcal/kWh) | Base | - 18 |
| c | 年間燃料費差 (百万円／年) | Base | - 44 |
| d | 運転経費現在価値差 (百万円) | Base | - 290 |
| e | 設備費差 (百万円) | Base | + 200 |
| | d＋e (百万円) | Base | - 90 |

但し

燃料単価　1.32 円／$10^3$kcal

累積現価換算係数　$a_n$ ＝ 6.566

運転経費現在価値　$p_v$ ＝ $a_n$ ×年間燃料費差

本プラントでは、7段のケースより8段のケースが30年間で90百万円の利益となる。従って、本プロジェクトでの給水加熱器はケース(b)の

高圧給水加熱器3段　＋　脱気器　＋　低圧給水加熱器4段

の配列とする。

## 6.12 復水器冷却水設備

### 6.12.1 基 本 条 件

復水器の冷却、軸受の冷却用として海水を使用する。この冷却水は安定して取水でき、かつ水温が低く、ごみ、泥、砂および海洋生成物が少ないことが要求される。

本設備は取水口、ポンプ場、送・放水管、放水口に大別される。

上記設備の設計に用いる主要条件は以下の通りである。

| | | |
|---|---|---|
| 冷却用水量 | : | 25 m³／sec ／2基 |
| 設計取水温度 | : | 31 ℃ |
| 設計放水温度 | : | 39 ℃ |
| 冷却用水の温度上昇 | : | 8 ℃ |

### 6.12.2 取・放水口の位置および形式

取・放水口の位置および形式の決定にあたっては以下の点を考慮した。

- 取・放水路の延長ができるだけ短いこと。
- 温排水の再循環が生じないよう、取水口と放水口の位置を離すこと。
- 取水口は波浪等の影響の少ない安定した海水の取水およびできるだけ低温かつ清浄な海水を取水できること。
- 温排水による周辺環境への悪影響が生じないこと。

上記の点を考慮し、取水口は揚炭桟橋背面に設置し、深層取水方式とし、放水口は約 800m西側に設置し、表層放流方式とした。その理由は、

- Bani Point南側の海底地形（図6.6-1参照）にはサンゴ礁の浅瀬が2箇所存在する。取水口からは低温の海水を取水し、また放水口から排出される温排水の拡散効果（拡散範囲の縮小）という観点から考えると、両設備共ある程度の水深が必要となる。このため、より静穏な条件を要求される取水口を東側の水深の深い部分に、放水口を西側に設置した。この結果、温排水の再循環を防止できる取・放水口間の概略の距離：L（L＝20・Q＝20×25 m/s＝ 500m）を確保できる。

・取水口の形式については、取水口地点がOyon湾に隣接した一部閉鎖海域であることから温排水の滞留が若干懸念される事および波浪の影響を小さくするために深層取水方式を採用した。

・放水口の方式については、取水口を深層取水方式とした事で温排水の再循環が発生しないため、経済的に有利な表層放流方式を採用した。放水口の出口の位置は水深および沿岸部の環境に与える影響を小さくするため汀線から約 300m沖合とした。

### 6.12.3 取水口および取水管

取水口および取水管のルートおよび構造を図6.12-1に示す。

(1) 取 水 口

深層取水の代表的な方式にはカーテンウォール式および海底取水塔式があるが、本海域はサンゴ礁の発達した遠浅の海岸になっているので、海底取水塔式を採用し、製作および施工の容易な鋼製取水口とした。

取水口の呑口は躍層面の乱れ防止および魚類の流入防止等を考慮してベロシティキャップを設ける。ベロシティキャップの呑口の径（D＝9 m）および高さ（H＝2.5 m）は取水流速V＝0.2m/sを満足するよう決定した。

呑口の水深は波浪の影響を小さくする事および仮に温排水が取水口近辺まで拡散したと仮定した場合でも再循環が発生しない深さDL-5.0～-7.5mを採用した。又海底からの土砂の巻込み防止から海底面から1.5 mを確保した。

取水口は1号機当り1個、計2個設置するが、取水口間の相互干渉の影響を無視できる間隔30mを確保した。

(2) 取 水 管

取水管径は、管内流速がV＝1.5 ～ 3.5 m/s程度となる管内径について、取水管、ポンプ場およびポンプの設備費とポンプの運転経費との合計がほぼ最小となる径（D＝3 m）とした。又その管内流速は約1.8 m/s である。

取水管は海底浚渫後埋設し、その周辺は砂で保護し、表面には被覆石を施工し波による浸食を防止する。

### 6.12.4 ポンプ場

ポンプ場は運転および保守管理上の信頼性を考慮し1ユニット当り2基のポンプを設置する。

ポンプ場はスクリーン室、ポンプ室を一体化した構造とし、幅24.6m、高さ11.9m～12.7m、延長35mの鉄筋コンクリート構造とした。基礎の地盤は岩盤であるので直接基礎とした。（図6.12－2参照）

ポンプ室の構造の特色は以下の通りである。

- スクリーン室は取水口から流入した浮遊塵芥などを除去し、復水器管を閉塞させないように、除塵装置としてバースクリーン、ロータリースクリーンを設置した。
- スクリーン室、ポンプ室の補修時に室内をドライに出来るよう角落しを設けた。
- スクリーン接近流速は、スクリーン機器の除塵能力を考慮して0.35 m/sとした。なお、スクリーン室およびポンプ室の水理計算に当っては、貝類の付着代10cmを考慮した。
- ポンプ室底部の深さDL-7.0mは、最低水位（DL-0.5m）時における取水口からポンプ場までのロスおよびポンプが安定して海水を吸う事ができる必要深さを考慮し決定した。
- ポンプ室頂版の高さは1号機のポンプ2機が停止した時に発生するポンプ室内の水面上昇（サージング）を計算し、頂版が水面上昇以上になるようにした。
- ポンプ場周辺の地下水位を仮定し、ポンプ室を空にした場合でも浮き上がりが生じないポンプ場の断面を決定した。

### 6.12.5 送・放水管路

送・放水管路のルートおよび構造を図6.12-3に示す。

送水管はポンプ場から復水器まで冷却水を送る鋼管であり、ポンプ1基につき一本、直径1.8 mとした。

取水管は復水器より放出された水を放水槽まで送る鋼管であり、1号機当り一本、直径2.6 mとした。

送・放水管の構造は道路横断部が多い事、管設置後に開閉所基礎となる事および全延長が比較的短い事等の理由により全長にわたりコンクリートで保護する事とした。

### 6.12.6 放水槽および放水口

放水槽および放水口のルートおよび構造を図6.12-4に示す。

復水器、放水管を通過した冷却水を放水槽に集め、これより開水路である放水口から海域に放流する。

(1) 放 水 槽

放水槽の水位は、ポンプ場、復水器および放水槽を一つのサイホンと仮定し、サイホン効果を損わない高さとする必要がある。

この結果、放水槽の吐出し部水位はDL+0.5 m以上とする必要があり、このため放水槽内の水深0.5 mを考慮し、放水槽出口にDL±0.0 mのせきを設けた。

(2) 放 水 口

放水口の水路は放流流速(V) が1.0 ～ 2.0 m/s程度になるよう、幅5 m、水路勾配 1/800の台形開水路とした。

開水路両側の護岸は天端の高さDL+3.0 m、幅6 mの傾斜堤とした。

放水口の先端は波の影響を考慮して、傾斜堤の前面に消波ブロックを設置する事とした。

### 6.12.7 塩 素 注 入 設 備

火力発電プラントの復水器冷却水系統の機能維持のため海水中に含まれる海生生物、スライム等の付着防止対策が必要である。

この方法として、従来から塩素の滅菌作用を用いた塩素注入設備が用いられている。

塩素注入設備は、大別して下記の2方式に分類される。

(a) 液体塩素を用いてこれを気化設備を通過させ、海水に注入するシステム。

(b) 海水を電解し次亜塩素酸ナトリウムを生成させ、これを海水に注入するシステム。

最近の塩素注入設備の動向は、液体塩素の取扱い上の危険性を抑える観点から海水電解システムの採用が増加している。

本プロジェクトでも安全性と信頼性の観点から海水電解システムの採用を推奨する。

(1) 塩素注入濃度の決定

注入濃度は、下記の点を考慮して決定する。

i ) 放水口地点に於いて、残留塩素濃度が安全値0.02mg／ℓ以下となる事。

ii ) 注入された塩素の消費特性。消費特性は、取水口より放水口に至るまでの海水の通過時間に関連する。

本計画における海水通過時間を概算すると図6.12-5の通りである。

図6.12-5　海水通過時間の推定

| | 取水点 | 取水口設備入口 | 取水口設備出口 | 復水器入口 | 復水器出口 | 放水口出口 | 〔合　計〕 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 距離（m）S | 550 | 50 | 150 | 20 | 700 | | 全長　測定点<br>1,470 m ⇨ 945 m |
| | | | | | ⇧175 | | |
| 流速(m/s) V | 2.0 | 0.3 | 3.0 | 2.0 | 0.4 | | |
| 通過時間 (sec) | 275 | 167 | 50 | 10 | 440 | | 942 sec≒16分 |
| | | | | | ⇧ | | |

残留塩素測定点迄の

海水取水設備長さ　945 m

海水通過時間　16 分

iii）残留塩素濃度は海水が放水口に到る迄の通過時間に関係する。

この関係を図6.12-6に示す。

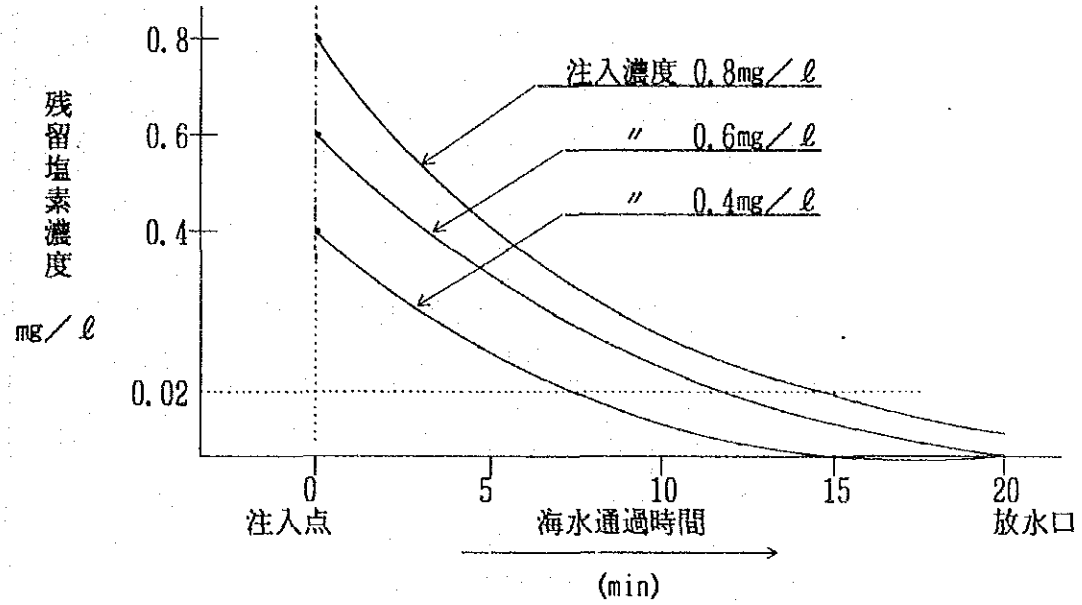



図6.12-6　残留塩素濃度 ― 海水通過時間の関係

既設の発電設備に於ける塩素注入設備は、

海水通過時間　14.3分　の場合

残留塩素濃度　0.02mg／ℓ以下　にする為の

塩素注入濃度は　0.6 mg／ℓ　としている。

これから、本プロジェクトも上記の計画値を採用するとした場合、

海水通過時間　16分

残留塩素濃度　0.02mg／ℓ以下

塩素注入濃度を　0.6 mg／ℓ　とすることが最適である。

(2)　海水電解装置の容量決定

海水電解装置の容量を試算する。

（前提条件）

海水通過時間（T）　16分

塩素注入濃度（D）　0.6 mg／ℓ以下

残留塩素濃度（R）　0.02　〃

海水取水量（Q）　45,000m³／h

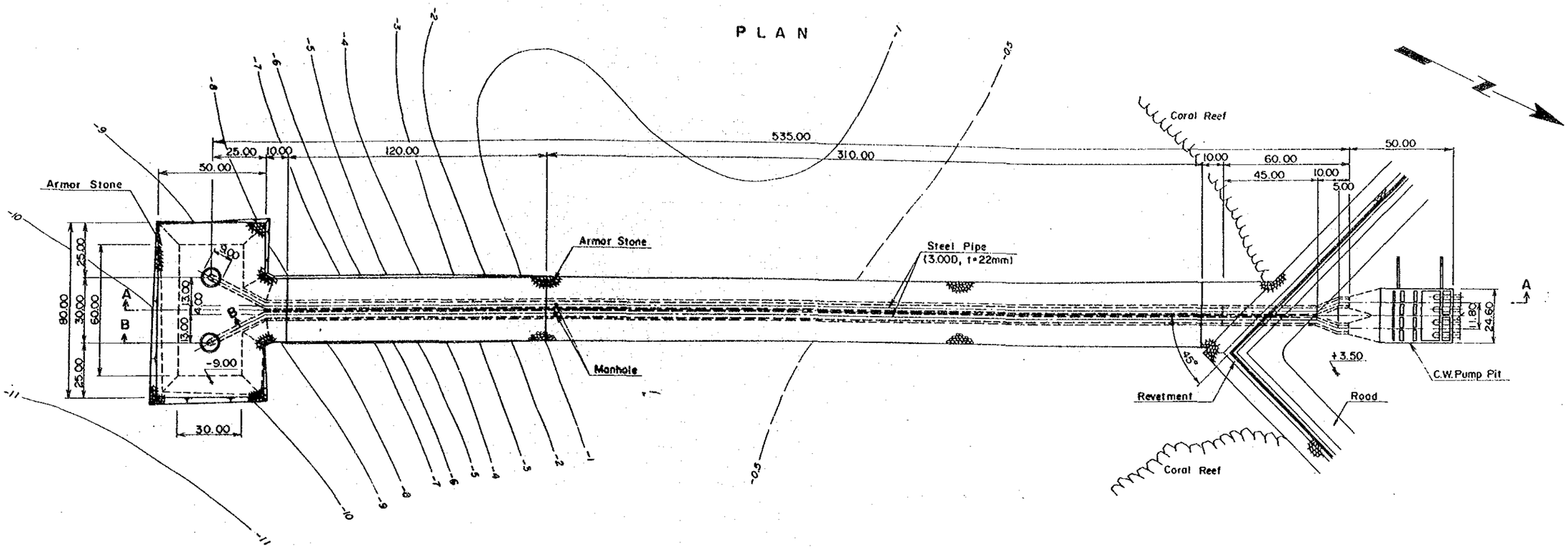
海水電解槽の能力（300 MW×1基）

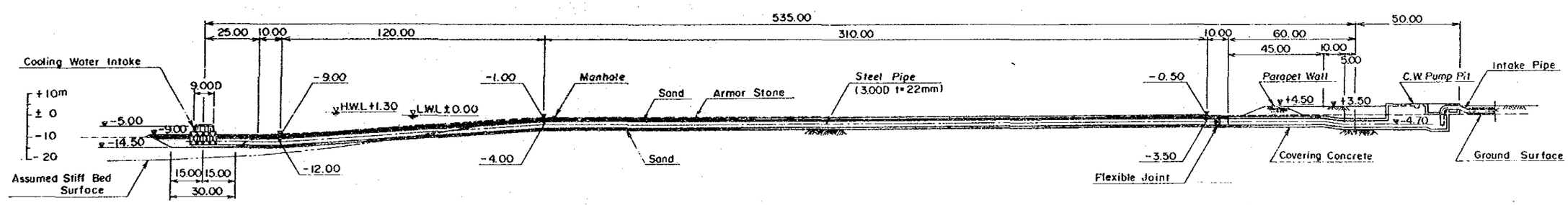
電解槽能力（kg／h）$= Q \times D \times 10^{-3}$

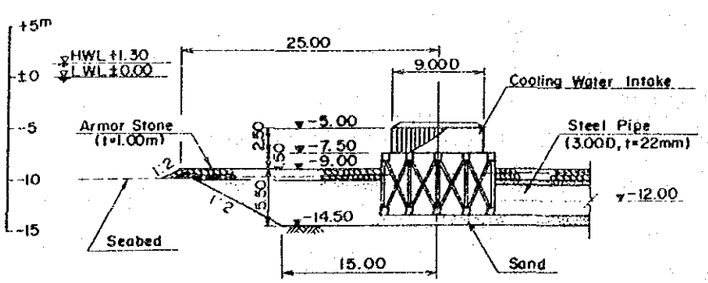
$= 45,000 m^3 / h \times 0.6 mg / \ell \times 10^{-3}$

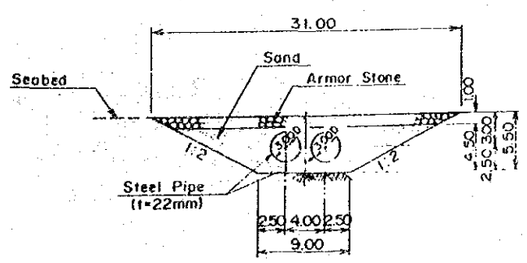
$= 27 kg / h$

$\fallingdotseq 30 kg / h$



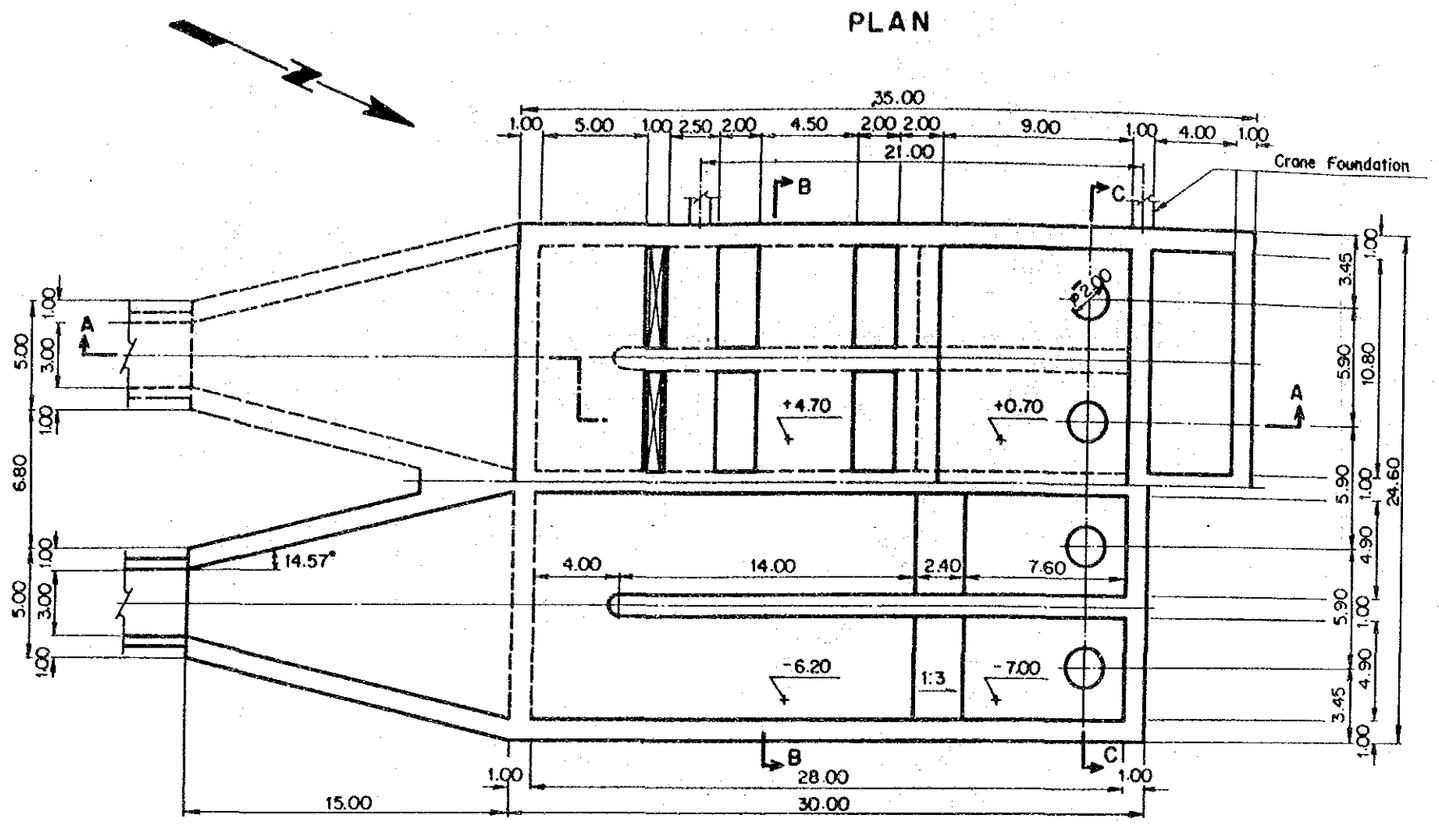



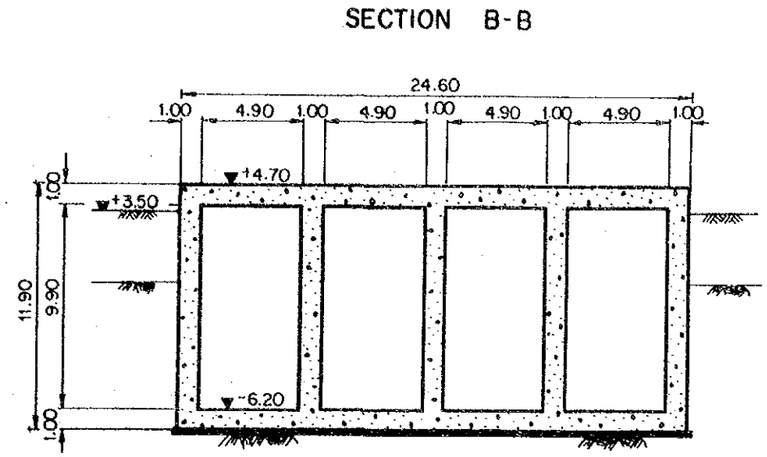



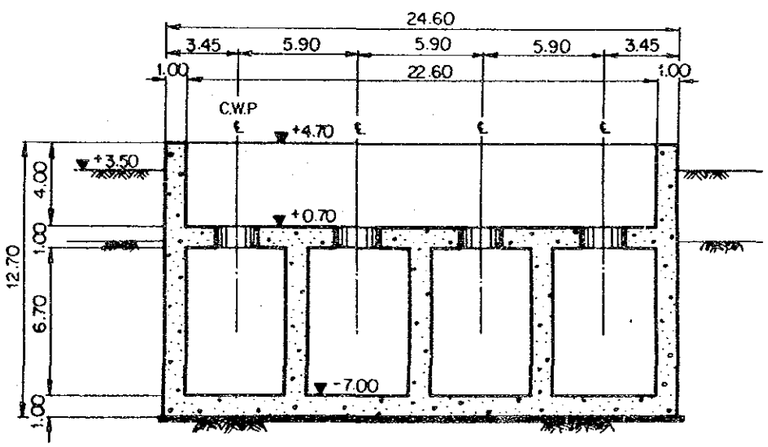

0 — 100m
(PLAN, SECTION A-A)

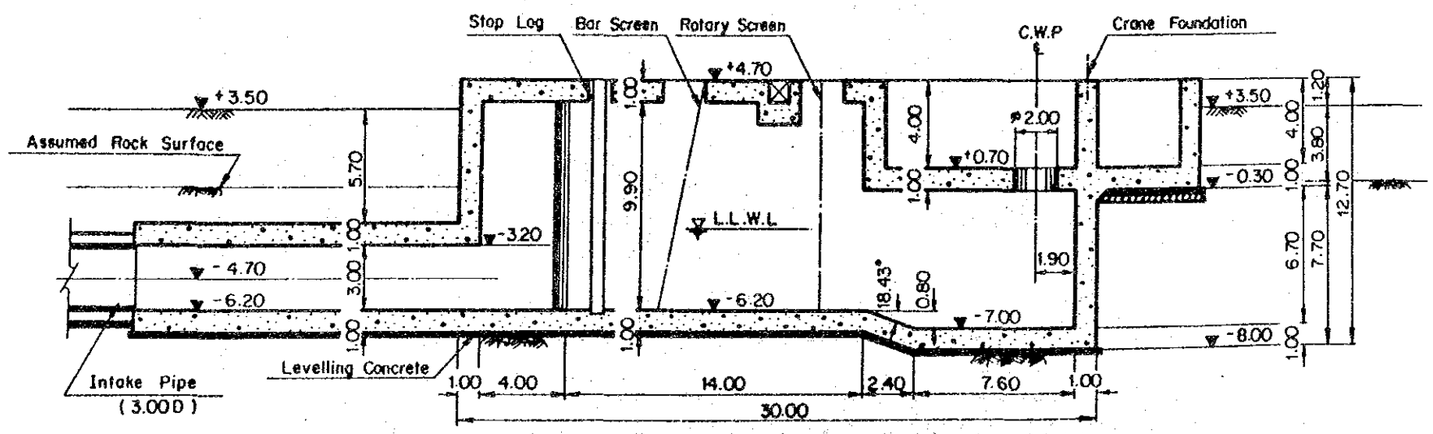
0 — 30m
(SECTION B-B, STANDARD SECTION)

| | |
|---|---|
| ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT | |
| COOLING WATER INTAKE | |
| Fig. 6.12-1 | JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY<br>DR. SUBMITTED;<br>TR. RECOMMENDED;<br>CK. APPROVED; |



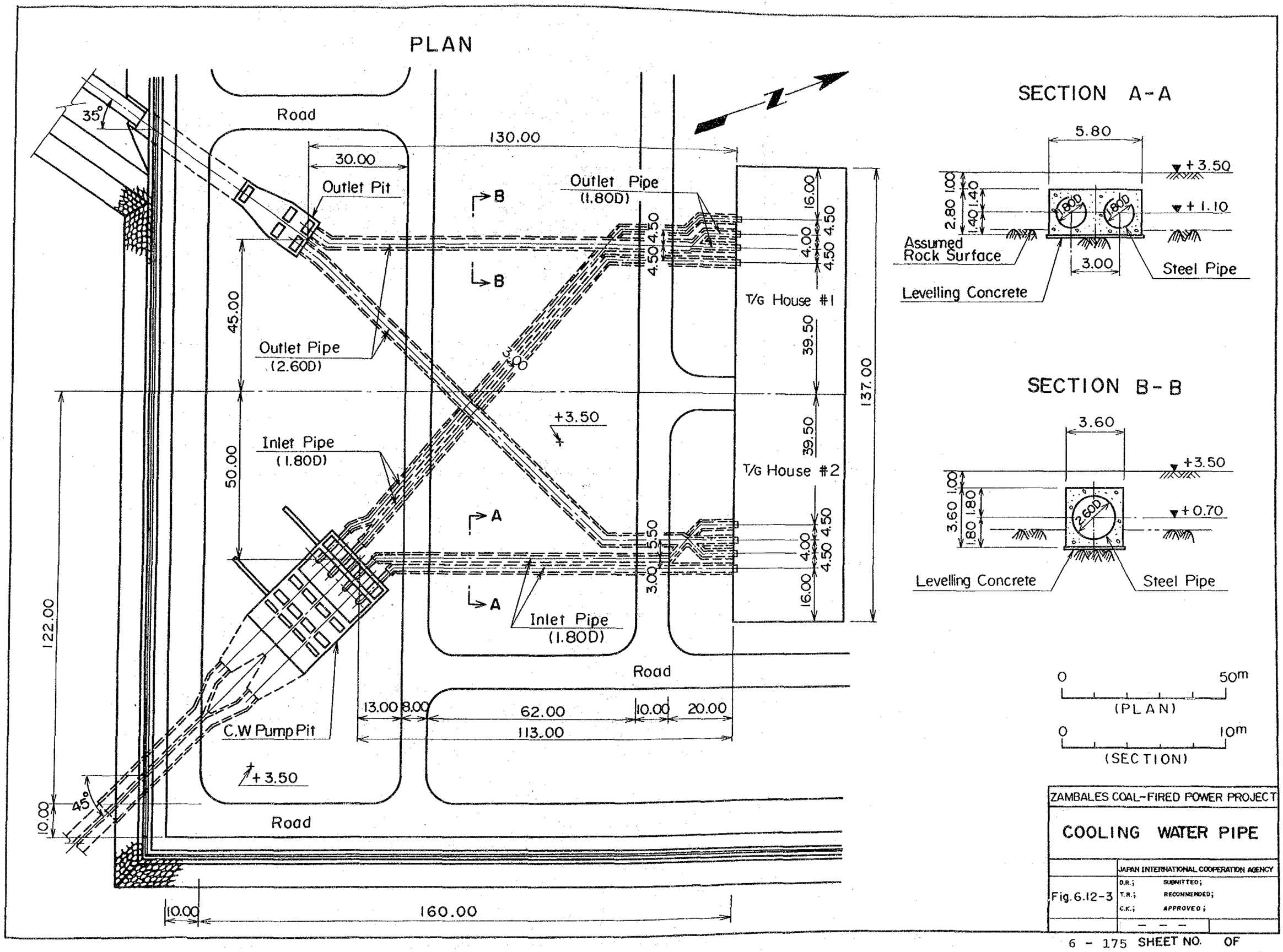




0 10 m

| | |
|---|---|
| ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT | |
| COOLING WATER PUMP PIT | |
| Fig. 6.12-2 | JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY<br>D. R.; SUBMITTED;<br>T. R.; RECOMMENDED;<br>C. K.; APPROVED; |




ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

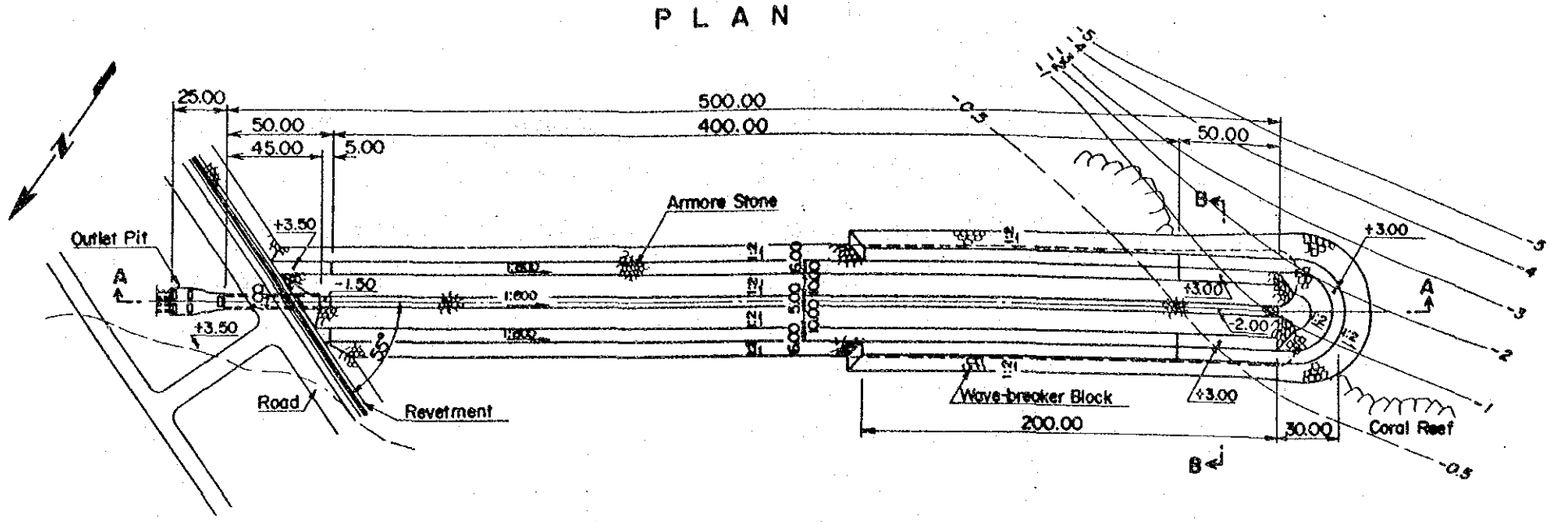
COOLING WATER PIPE

Fig. 6.12-3

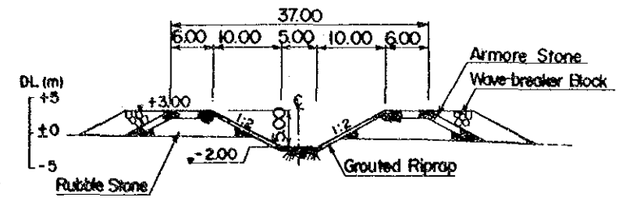
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

D.R.; SUBMITTED;
T.R.; RECOMMENDED;
C.K.; APPROVED;

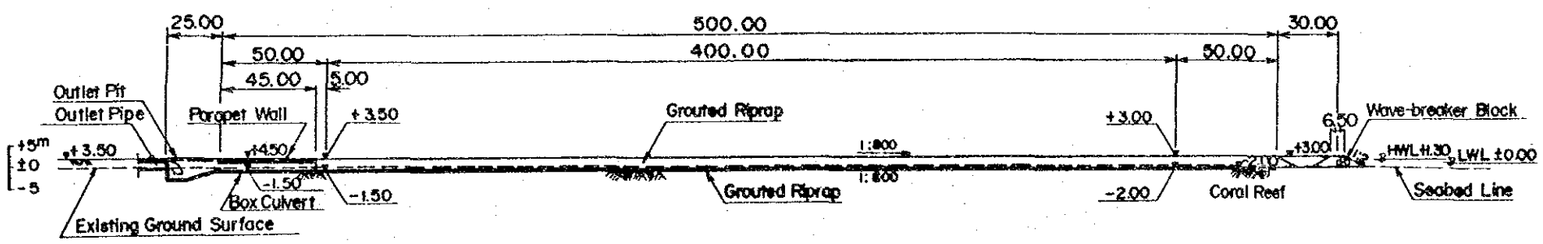
## PLAN




## SECTION B-B

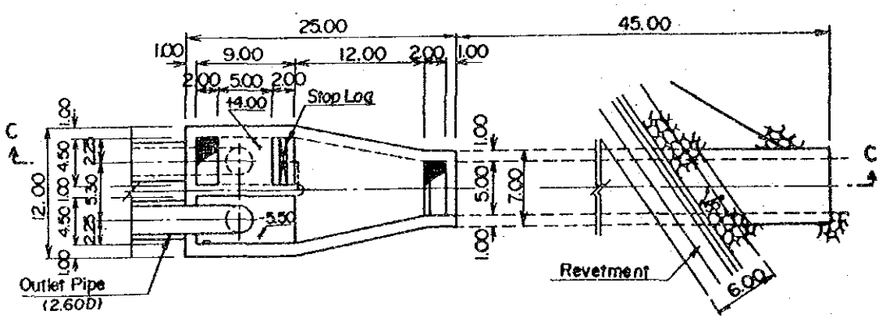



## SECTION A-A

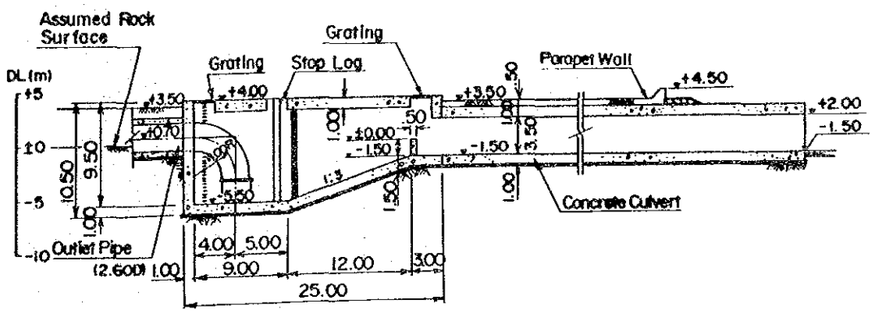



## OUTLET PIT

### PLAN




## SECTION C-C




0 — 10m (PLAN)

0 — 30m (SECTION C-C)

0 — 20m (OUTLET)

| | |
|---|---|
| ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT | |
| COOLING WATER OUTLET | |
| Fig. 6.12-4 | JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY<br>D.R.; SUBMITTED;<br>T.R.; RECOMMENDED;<br>C.K.; APPROVED; |

## 6.13 電 気 設 備

### 6.13.1 電気系統

本プロジェクトの電気設備・系統計画では、設備の安全運転、保守の容易さ及び信頼性のある運用を基本としながら技術的、経済的な検討を加え推奨案を作った。

さらに、電気系統・保護系統では、本プロジェクトと同規模のカラカ火力発電所1号をモデルにすることを推奨する。

ここでは、以下の主装置について検討を行った。

i ) 定格電圧の選定

ii ) 発 電 機 容 量

iii ) 変 圧 器 容 量

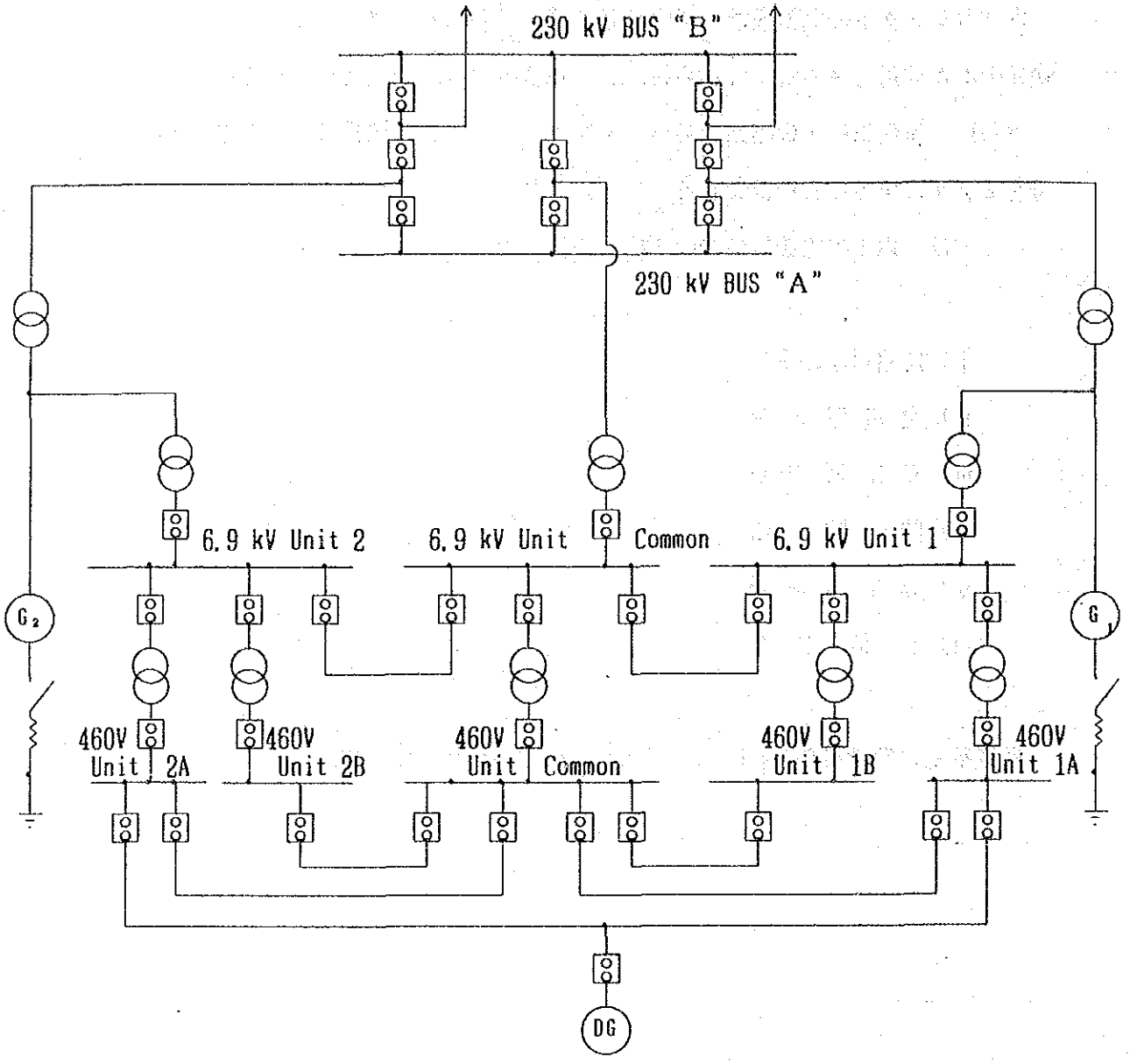
iv ) 開　閉　所

v ) 非 常 用 電 源

vi ) 計 装 制 御

電気系統の推奨案をFig 6.13-1 "One Line Diagram" に示す。

Fig. 6.13-1 One Line Diagram




特　徴

・開閉所は NAPOCORの慣習に従い１½遮断器方式を採用している。
・起動変圧器は、230 kV母線から受電する。
・発電機主回路はユニット方式を採用する。
・経済性の観点から、6.9 kVの高圧補機システムを採用する。（詳細は6.13.2 "定格電圧選定" を参照）
・補機をＡ・Ｂ系列に分離するため、２系列のユニットボードシステムを採用する。
・２ユニットに対し、１系列の共通ボードシステムを採用する。
・6.9 kV、460 V ユニットボードは、各々、共通ボードによってバックアップされる。
・２ユニットに対し１台の非常用電源システムを採用する。

### 6.13.2 定格電圧の選定

以下の定格電圧を採用することを推奨する。

| | |
|---|---|
| i) 発電機電圧 | 18～24 kV |
| ii) 主変圧器 1次／2次電圧 | 18 ～ 24 kV／230 kV |
| iii) 高圧補機電源 | 6.9 kV |
| iv) 低圧補機電源 | 460 V, 220 V／120 V |
| v) 直流補機電源・開閉器操作電源 | 125 V |
| vi) 直流制御電源 | 48 V |
| vii) 交流制御電源（照明） | 220 V／120 V |
| （無停電装置） | 120 V |

(1) 発電機電圧、主変圧器1次電圧

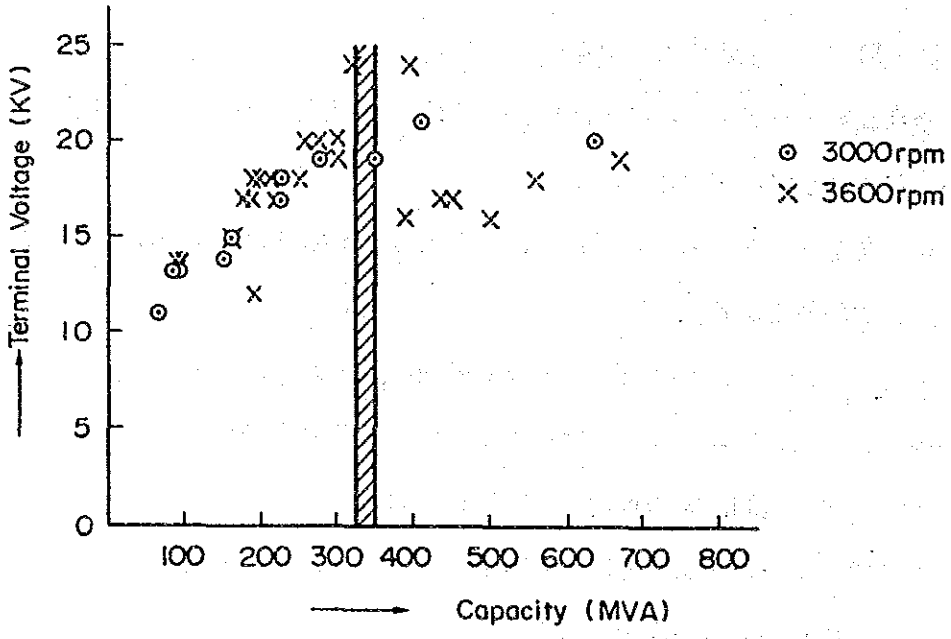
発電機電圧を決定するにあたり、発電機、主変、所変及びIPB の総合コストが最小となるよう検討すべきである。

特に発電機コストの比重が大きいことより、そのコストが最小となるよう検討することが肝要である。

しかしながら、100 MVA を越える発電機では、Fig 6.13-2 "Generator Capacity-Outlet Voltage" で見るように、製作者の経験と経済設計に基づき、発電機電圧が一義的に製作者によって決められる。

そこで本プロジェクトでは、発電機電圧を18～24 kV の範囲として製作者の実績と経済性に基づく値を採用するものとする。

Fig.6·13-2 Generator Capacity - Terminal Voltage



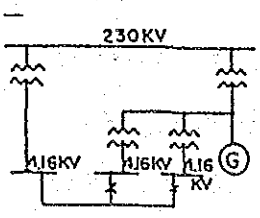
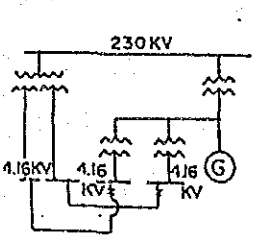
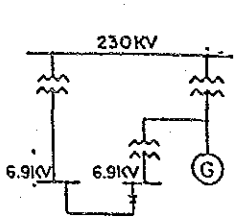
(2) 高圧補機電源

高圧補機電源システムを決めるに当たり、3例のケーススタディを行った。

その結果、6.9 kV, 40 kA 開閉器によるシステムが技術的にも、経済的にも推奨できる。

Table 6.13-1 "High Voltage Switchgear System" に検討結果を示す。

Table 6.13-1 High Voltage Switchgear System

| | | Case 1 | Case 2 | Case 3 |
|---|---|---|---|---|
| Configuration | |  |  |  |
| Short Circuit Current | | House Tr. Side :40KA<br>Starting Tr. Side :40KA | House Tr. Side :40KA<br>Starting Tr. Side:40KA | House Tr. Side :39.8KA<br>Starting Tr. Side:34.6KA |
| Impedance of<br>Main Tr.<br>House Tr.<br>Starting Tr. | | 13% (at 320MVA)<br>6% (at 15MVA)<br>16% (at 40MVA) | 13% (at 320MVA)<br>6% (at 15MVA)<br>8% (at 20MVA) | 13% (at 320MVA)<br>8% (at 30MVA)<br>11% (at 40MVA) |
| Max. Voltage Drop during BFP (4.5MW) Starting | | 20.2% | 15.3% | 13.9% |
| Technical Evaluation | | The tap position of the secondary voltage for the Starting Transformer shall keep 7% higher than the nominal voltage.<br>*Small value of the* starting multipling factor of the BFP current shall be selected. | The special order of the transformer is required.<br>The tap position of the Starting Transformer shall keep *higher than the* nominal voltage. | The operating flexibility is wider than the other two cases. |
| Economical Evaluation (1,000 US$) | Motors | Base | ± 0 | ± 0 |
| | Tr. | Base | + 70 | -300 |
| | Incoming Switchgear | Base | + 40 | -140 |
| | Cable | Base | + 140 | -240 |
| | Total | Base | + 250 | -680 |
| Recommendation | | Base | Not Recommendable | Recommendable |

Note : Grid system impedance 1.8%
*Generator transient impedance 15%*
BFP starting current multipling factor 5.5

NAPOCOR にとって6.9 kVシステムは新しいシステムであるが、数多くの実績もあり且つ経済設計の点から本電圧を高圧補機系に採用する。

(3) 低圧補機電源

460 kV 電源を以下の点から採用した。

i ) NAPOCOR の低圧補機標準電圧である。

ii ) NAPOCOR の保守要員にとって保守が容易である。

200 kW 未満の補機に対し、Table 6.13-2 "Motor Capacity-Critical Cable Length" に示す経済的容量区分に従い、低圧電源を採用する。(なぜなら、補機の大部分は、遮断器から400 m以内に設置されているため)

しかし、揚運炭設備での電圧 — 容量区分は、設備が広範囲に渡り配置されており、この距離により電圧選定が変わるため、コンベヤ設備と配電盤設備の配置が確認された後、その電圧 — 容量区分を検討することを推奨する。

Table 6.13-2 "Motor Capacity-Critical Cable Length"

| Motor Capacity for High Voltage (kW) | Critical Cable length |
|---|---|
| 50 kW | More than 780 m |
| 100 kW | More than 550 m |
| 150 kW | More than 420 m |
| 200 kW | More than 380 m |
| 300 kW | More than 300 m |

パワーセンターとコントロールセンターの区分は 80 kWとし、80 kW 以上の補機はパワーセンターから給電され、80 kW 未満の補機はコントロールセンターから給電されるものとする。

### 6.13.3 発電機容量

(1) 発電機容量

以下の理由から、発電機容量は334MVAを推奨する。

i ) 1996年の潮流予想図から、送電線によって発生する無効電力により、発電機から無効電力を供給することなく、力率95%運用にて受電端電圧を維持できる。

ii ) 力率90%運用では上記と同じ理由で発電端電圧が 110%まで上昇する。

iii ) 力率90%の発電機は、力率85%のものより6%経済的である。

Table 6.13-3 "Cost comparison from Power Factor/Short Circuit Ratio "

| 発電機容量 [MVA] | 力 率 | 短 絡 比 | コ ス ト |
|---|---|---|---|
| 353 | 0.85 | 0.58 | 100 % |
| 334 | 0.90 | 0.58 | 94 % |
| 334 | 0.90 | 0.64 | 97 % |

本スタディでは、力率 0.9を採用し、発電機容量を 334 MVAとすることを推奨する。

(2) 短 絡 比

安定度計算 Fig 3.3-3では、短絡比が0.58においてAVR を切り離した場合、位相角差が45° 以内であることを示す。

上記の理由から、334 MVA 力率、 0.9、短絡比0.58を採用することを推奨する。

### 6.13.4 変圧器容量

(1) 主変圧器容量

変圧器容量は、2次側の電圧・電流によって定義される。

主変圧器容量を決定するために以下の2つの考え方がある。

i）発電機容量よりも10%程度変圧器容量を大きくし、全てのケースで発電量を送電する。

ii）変圧器の遅れ力率消費を考慮し、発電機容量から差し引いた容量

i）のケースは、全負荷で容量性負荷のもとで運転される発電所に適用される。

リアクタンス負荷では、ii）のケースを採用すれば経済的設計になる。

発電機短絡比を0.58に選んでいることより、安定度の点から変圧器インピーダンスを13%以下にする必要はない。そのため、本スタディでは経済設計上、本電圧での経済標準インピーダンスである13%を推奨する。

発電機出力 334 MVA、0.9 遅れの下では、主変圧器（インピーダンス13%）送電電力量は 320 MVA以下である。

全負荷での進相運転は稀なケースであるため、主変圧器の出力は 320 MVAを選択する。

Table 6.13-4 "Standard Impedance of Transformer " は変圧器重量、無負荷損失、負荷損失から決定される日本での経済設計標準インピーダンスを示す。

Table 6.13-4 "Standard Impedance of Transformer "

| 公称電圧 〔kV〕 | インピーダンス電圧（%） |
|---|---|
| 154 | 11 |
| 187 | 12 |
| 220 | 13 |
| 275 | 14 |

(2) 所内変圧器容量

補機の定格容量の合計値を、所内変圧器容量に適用する。

上記容量合計値には予備電源は含まないものとする。

所内変圧器の容量を30 MVAとする。

Table 6.13-5 "Capacity of MC Feeders" は MC 配電盤から分岐している各々の常用負荷を示す。

Table 6.13-5 "Capacity of MC Feeders"

| | Number of unit | Capacity | | |
|---|---|---|---|---|
| | | one unit | Total kV | kVA |
| BFP | 2 | 4,500 | 9,000 | 10,350 |
| IDF | 2 | 1,440 | 2,880 | 3,300 |
| FDF | 2 | 1,050 | 2,100 | 2,400 |
| Mill | 4 | 570 | 2,280 | 2,600 |
| PAF | 2 | 1,000 | 2,000 | 2,300 |
| CWP | 2 | 900 | 1,800 | 2,100 |
| ESP | 1 | 800 | 800 | 800 |
| Ash | 1 | 1,400 | 1,400 | 1,500 |
| Others | | 2,500 | 2,500 | 3,000 |
| Total | | | | 28,850 kVA |

BFP : Boiler Feed-water Pump
IDF : Induced Draft Fun
FDF : Forced Draft Fun
Mill : Coal Pulverizer
PAF : Primaly Air Fun
CWP : Circulating Water Pump
ESP : Electrostatic Precipitator

(3) 起動変圧器容量（共通変圧器）

起動変圧器容量は、1ユニットの所内分と、共通負荷分の合計値とする。

上記基準により起動変圧器の容量は、Table 6.13-6 "Load of Starting Transformer" に示す通り40 MVAとする。

Table 6.13-6 "Load of Starting Transformer"

| 項　　目 | 容　量 (kVA) |
|---|---|
| 1ユニットの所内分 | 28,850 |
| 揚運炭設備 | 7,000 |
| 取水口設備 | 300 |
| 水処理設備 | 1,000 |
| 消化ポンプ設備 | 500 |
| 460 V 動力変圧器 | 1,500 |
| 計 | 39,150 |

6.13.5 開閉所

1½遮断器方式を採用する。

遮断器の構成を以下の表に示す。遮断器は定格 2,000A、遮断容量31.5 kA 遮断器で空気遮断方式とする。

Table 6.13-7 "Comparison Table of Circuit Breaker Scheme" は1½遮断器方式と2遮断器方式の比較結果を示す。

経済設計の観点より、また NAPOCORスタッフが使い慣れたケース2を推奨する。

Fig 6.13-3 に1½遮断器方式による開閉所レイアウトを示す。

Table 6 · 13－7 Comparison Table of Circuit Breaker Scheme

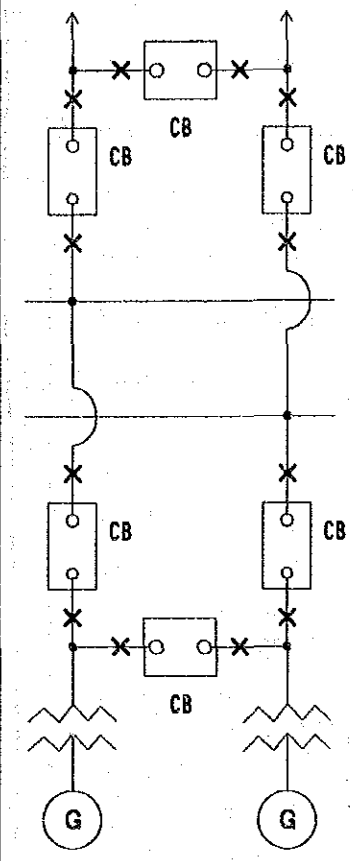
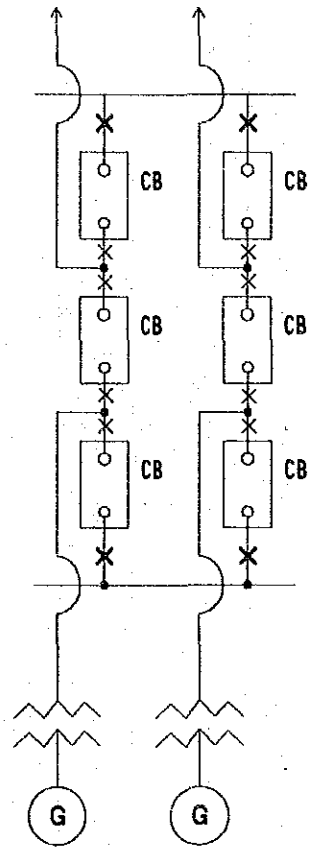
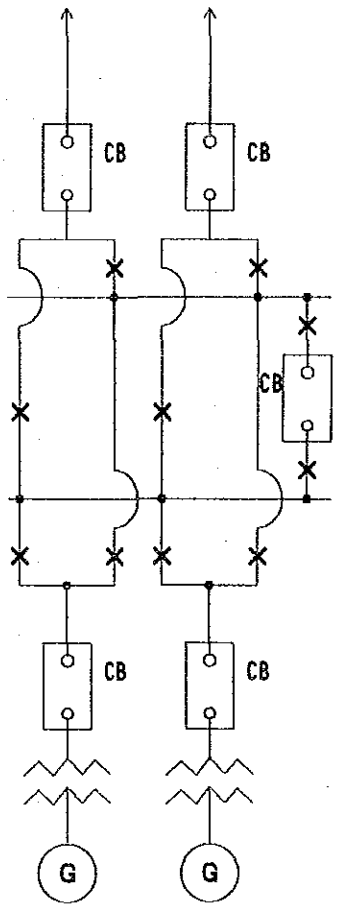
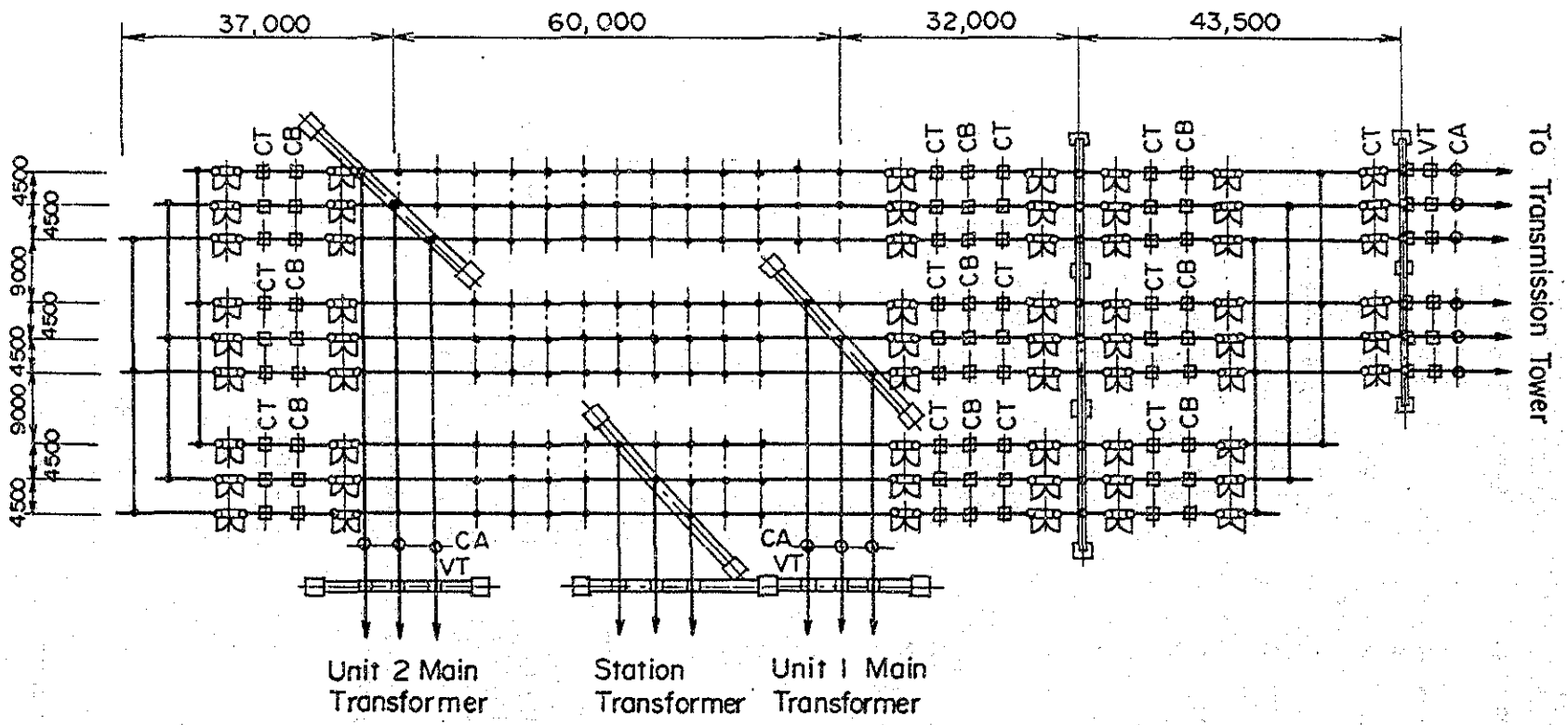
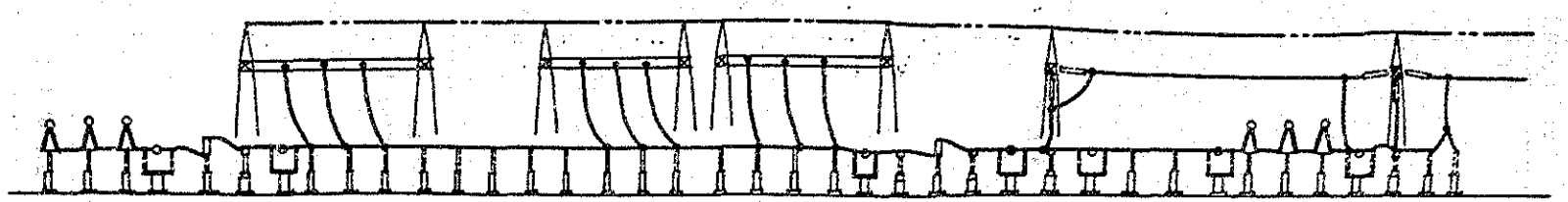
| | One and a Half Breaker Scheme | | One Breaker Scheme |
|---|---|---|---|
| | Case 1 | Case 2 | |
| Skelton |  |  |  |
| Technical Evaluation | · Even one breaker makes trouble, the power can transfer with the two transmission line, i.e. the reliable system with the back up breaker.<br>· Monitoring and protection circuit is very complicated. | · Even one breaker makes trouble, the power can transfer with the two transmission line, i.e. the reliable system with the back up breaker.<br>· Monitoring and protection circuit is rather complicated.<br>· The NAPOCOR is familier with this system so that the reliable operation could expected. | · One breaker troulbe makes less availability of the transmission line or the generator.<br>· Monitoring and protection circuit is simple. |
| Number of C.B | 6 | 6 | 5 |
| Monitoring and Protection Circuit | Rather Complicated | Rather Complicated | Simple |
| Equipment cost | High | High | Low |
| Recomendation | Not recommended | Recommended | Not recommended |

Fig. 6.13-3 Switchyard Layout



遮断器のタイプについては、経済設計の観点からガス絶縁開閉所（GIS)よりも空気絶縁開閉所（CS）を推奨する。

Table 6.13-8 "Comparison Table of CS and GIS for Switchyard " は検討結果を示す。

Table 6.13-8 "Comparison Table of CS and GIS for Switchyard "

| 項　　目 | CS | GIS |
|---|---|---|
| 設置必要面積 | 100 % | 25 % |
| 拡　張　性 | 簡　易 | GIS の特殊性から特別なアダプターが必要になる。 |
| 部　品　交　換 | 簡　易 | GIS の部品交換に長時間を要す。 |
| 設備と材料費 | 50 % | 100 % |
| 推　　奨 | ○ | —— |

塩害対策の方法選択と詳細については、現場での年平均雨量、風速と、塩分付着密度を検討し、詳細設計時に検討すべきであろう。

### 6.13.6 非常電源

所内全停時の安全停止用非常電源としてディーゼル発電機を選ぶ。

起動時間は所内全停後40秒以内とする。

ディーゼル発電機の容量は2ユニット分の容量で 500 kVAとする。

系統全停時、本発電所は系統の電圧回復を待って再起動するシステムとする。

また保安用照明、保安用補機及び計測制御用無停電電源としてDC 125 V直流電源設備を設ける。

この設備の停電時間は1時間とし、蓄電池は上記負荷に見合った容量を選定する。

### 6.13.7 計測制御

半自動制御システムを採用する。

ボイラー及びタービン発電機の主制御装置は以下の通り。

i ) DAS　(情報管理システム)

ii ) APC　(自動プラント制御装置)

iii ) MBC　(ミル、バーナー制御装置)

iv ) B-SQC　(ボイラシーケンス制御装置)

v ) T-SQC　(タービンシーケンス制御装置)

## 6.14 灰処理設備

### 6.14.1 灰の発生量

(1) 灰の発生量は、使用する石炭の発熱量と、灰含有率によって変化する。下図はその状況を示したものである。

(300 MW×1基のケース)

| | 50/50 炭 | Lemington 炭 | Semirara 炭 |
|---|---|---|---|
| 1. 石炭発熱量 kcal/kg | 5,262 | 6,524 | 4,000 |
| 2. 灰　分 % | 11.2 | 10.4 | 12 |
| 3. 設計プラント熱効率 % | 38 | 38 | 38 |
| 4. 時間炭量 t/h | 138 | 110 | 180 |
| 5. 時間灰量 t/h | 15.5 | 11.4 | 21.5 |
| 6. 年間灰量 t/y | 94,000 | 70,000 | 132,000 |
| 7. 30年間灰量 t | 2,800,000 | 2,100,000 | 3,960,000 |

(2) 灰の発生比率

石炭焚ボイラにおける灰の捕集場所は、ボイラ底部等4ヶ所である。

下表は設計炭のケースにおける灰の発生量を推定した。

(300 MW×1基のケース)

| | ホッパ数 | 発生比率 (%) | 基準発生量 (t/h) | 設計値 (t/h) |
|---|---|---|---|---|
| 1. クリンカホッパ | 1 | 5～25 (15) | 2.3 | 3.9 |
| 2. Eco ホッパ | 3 | 1～5 (2.5) | 0.5 | 0.8 |
| 3. AHホッパ | 3 | 1～5 (2.5) | 0.5 | 0.8 |
| 4. ESP ホッパ | 2×9 | 75～85 (80) | 12.2 | 13 |
| 計 | | (100) | 15.5 | 18.5 |

注：(　)の数値は標準値

### 6.14.2 灰処理および灰捨方式

(1) ボトムアッシュ（クリンカーアッシュ）系統

i ) ボトムアッシュの抜出し

淡水を張ったボイラーのボトム内にチェーンコンベアを設置し、連続運転で、炉内からチェーンコンベア上に落下するボトムアッシュを連続的に抜出す。

チェーンコンベアで抜出したボトムアッシュは出口に設けたクリンカークラッシャーで粉砕する。

ii ) 灰の輸送

クラッシャーで粉砕されたクリンカーは、ベルトコンベア上に供給され、ボトムアッシュサイロに輸送される。

ボトムアッシュサイロに一時貯留された灰はトラックによってプラントより約2㎞離れた灰捨場に輸送される。

(2) フライアッシュ系統

i ) ホッパーからの抜出し

節灰器、空気余熱器、電気集塵器ホッパーの灰は順次シーケンシャルに抜き出して、フライアッシュサイロに真空輸送する。

ii ) フライアッシュサイロからの抜出し

フライアッシュサイロ内の灰は、底部から定量づつ切出しながら、ダストレスアンローダにより加湿する。

加湿した灰はトラックにて灰捨場に輸送される。

### 6.14.3 灰処理系統機器の容量

(1) ボトムアッシュ系統

i ) チェーンコンベア

チェーンコンベアは連続運転の為 3.9 t/hの能力でよいが、通常排出容量は排出灰中に含まれる水分による割増しを考慮する。最大排出容量はスートブロワ作動や負荷変化時に多量に落下する灰に対する安全率を考慮する。

すなわち、

通常排出容量　3.9 t/h × 1.33 = 5.2 t/h （水分による割増率33%）

最大排出容量　3.9 t/h × 3 = 11.7 t/h （安全率 3 ）

ii ) ボトムアッシュクラッシャー

ボトムアッシュクラッシャーは連続運転の為、最大容量11.7 t/hで計画する。

iii ) ボトムアッシュ輸送コンベア

ボトムアッシュクラッシャーと同じ、最大容量11.7 t/hで計画する。

iv ) ボイラボトムシール水及び熱交換器

シール水は淡水を循環使用する。淡水は落下灰により温度が上昇するため、海水クーラにより冷却する。

v ) ボトムアッシュサイロ

ボトムアッシュサイロは1unit分のボトムアッシュを休日は灰の搬出作業を行なわないため、2日分貯蔵できる能力を持たせるものとし、湿灰のかさ比重を考慮して下記とする。

$$3.9\ \mathrm{t/h} \times 24\ \mathrm{h/日} \times 2\ 日 \times \frac{1}{0.7\ \mathrm{t/m^3}} = 267\ \mathrm{m^3}$$

vi ) ボトムアッシュ排出量

貯蔵されたボトムアッシュを4時間で排出するとすれば下記の排出能力が必要となる。

$$排出能力 = \frac{267\ \mathrm{m^3}}{4\ \mathrm{h}} = 67\ \mathrm{m^3/h}$$

(2) フライアッシュ系統

i ) フライアッシュ真空輸送設備

フライアッシュは4時間に1回、3時間の処理時間で輸送するものとし、所要能力は下記とする。

灰　　量＝（AHホッパ灰＋Eco ホッパ灰＋ESP ホッパ灰）＝14.6 t/h

$$輸送設備＝(0.8 + 0.8+13.0)\ t/h \times \frac{4\ h}{3\ h} = 19.5\ t/h$$

ii ) フライアッシュサイロ

フライアッシュサイロは1unit分のフライアッシュを2日分貯留できる能力を持たせるものとし、フライアッシュのかさ比重を考慮して下記とする。

$$(0.8 + 0.8+13.0)\ t/h \times 24\ h/日 \times 2日 \times \frac{1}{0.9\ t/m^3} = 779\ \ m^3$$

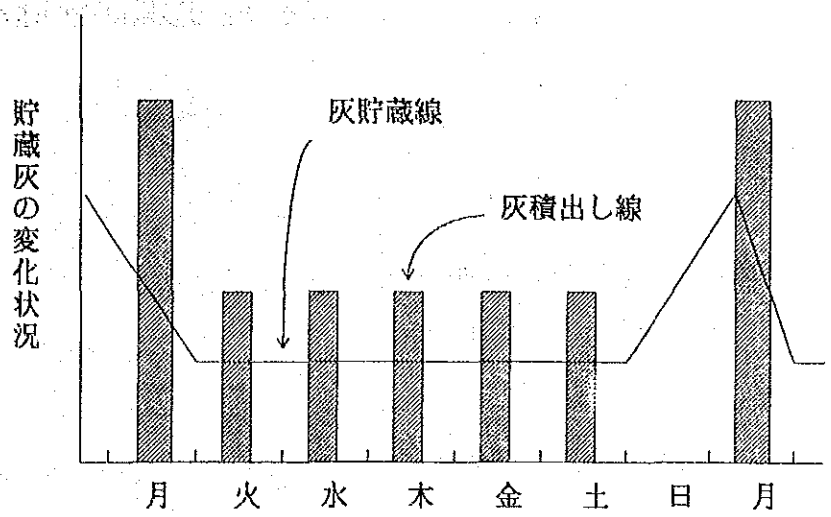
容量安全率 1.3を考えると 1,000m³となる。

iii ) ダストレスアンローダ

ダストレスアンローダの能力は下図の灰貯蔵並びに灰積出しプログラムによるものとする。

運用プログラムの基本計画

| | |
|---|---|
| 灰積出し時間 | 朝8時～夕方4時 |
| 灰積出曜日 | 月　曜～土曜日 |
| 休　　日 | 日曜日 |




灰処理プログラム

火曜日
〜
土曜日　　8時〜16時　灰積出し時間
　　1日分の灰量を8時間で処理

月曜日　　8時〜16時
　　土曜日16時〜月曜日8時　灰積出し時間
　　40時間分の灰量を8時間で処理

上記より月曜日の灰積出し量は、40時間分と月曜日の8時間を含み48時間分の灰を8時間の積出しとする。

ダストレスアンローダ能力

$$\frac{(0.8 + 0.8 + 13.0)\ t/h \times (40 + 8)\ h}{8\ h} = 87.6\ t/h$$

加湿水分 Wt%を考慮すると、87.6 t/h×1.2 = 110 t/h

従ってダストレスアンローダの故障を考えると、110 t/h ×2台の設置とする。

6.14.4 灰輸送トラック

300 MW 1基当りに要する灰輸送トラックおよびその他の設備は次の通りである。

(1) フライアッシュの輸送

i ) 計算条件

24 ton 級ダンプトラック

輸送距離　往復平均　4 km

走行速度　平均　　30km／h

ii ) 灰　量

1日8時間処理量　840 t

積出し設備能力　110 t/h

a. 1往復当りの走行時間

$$\frac{4\,\text{km}}{30\text{km}/\text{h}} = 0.13\ \text{h} = 8\text{分} \fallingdotseq 10\text{分}$$

b. 1台当りの積込時間

$$\frac{24\ \text{t}}{110\ \text{t/h}} = 0.22\ \text{h} = 13\ \text{分}$$

c. 1台当り積込、往復走行時間

10 分 ＋ 13 分 ＝ 23 分 ≒ 30 分

以上より1台当り1時間に2往復可能。

d. トラック所要台数

$$\frac{110\ \text{t/h}}{24\ \text{t}/\text{台} \times 2\ \text{往復}} = 2.29\text{台} \fallingdotseq 3\text{台}$$

(2) ボトムアッシュ

i ) 計算条件　　フライアッシュに同じ

ii ) 灰　　量　　1日4時間処理量 267m³

iii ) 積出し設備能力　67 m³／h

a. 1往復当り走行時間　　10 分

b. 1台当りの積込時間　　10 分

c. 1台当り積込、往復走行時間　30 分

以上より1台当り1時間に2往復可能。

d．トラック所要台数

$$\frac{67\ m^3/h}{24\ t/台 \times 2往復} = 1.4台 \fallingdotseq 2台$$

(3) トラック所要台数

(1)、(2)の所要量に、予備を1台見込む。

全体の所要台数は6台である。

(4) その他設備

i）灰捨場内作業用ブルドーザ　2　台

ii）灰捨トラック、ブルドーザ用

燃料貯蔵設備　1　式

iii）灰捨トラック用ガレージ　1　棟

ブルドーザ用ガレージ　1　棟

6.14.5 灰捨場

(1) 灰捨場位置

灰捨方式には大別して、陸上灰捨および海上灰捨方式があるが、これらの方式について「4章　発電所地点の選定」において比較した結果、陸上灰捨方式が経済的であるので、陸上灰捨方式を選定した。

灰捨場の位置の決定は、発電所から近い事、および灰捨場の築堤が容易に設けられる事、雨水処理が容易である事等の観点から発電所西側に隣接する位置とした。

本灰捨場地点は南および西側が15m～25m程度の丘陵地となっており、この部分が築堤がわりに利用でき経済的である。

排水についても、他区域からの雨水の流入はほとんどないので、雨水処理が容易である。

(2) 灰捨場面積

灰捨は、灰捨場の南側から使用し、10年毎に築堤を設け灰捨を行う。10年、30年における灰捨場の必要面積は以下の通りである。（図6.14-2参照）

10 年 …… 31 ha

30 年 …… 73 ha

6.14.6 灰捨場護岸および排水システム

(1) 灰捨場護岸

発電所から発生した灰はダンプトラックにより灰捨場まで運ばれ、ブルドーザによるまき出し転圧をしながら灰捨を行う。灰の流出を防ぐために、灰捨場護岸を先行して設置する。（図6.14-2参照）

灰捨場護岸の設置順序は以下の通りである。

i）10年分の灰捨容量を確保できる位置に天端高DL＋5.5 m、幅5.0 mの築堤（延長約 600m）を設置する。なお、沈殿池南側は護岸を設置しない。

ii）Bani Point東側に沈殿池を確保するために天端高DL＋5.5 m、幅5.0 mの築堤（延長約 530m）を設置する。

iii）DL＋1.5 mからDL＋5.0 mまでの灰捨を発電所側（灰捨場東域）より行う。灰捨を行う区域は10年分の区域の半分を先行して使用する。

iv）DL＋5.0 mまでの灰捨が完了した時点で、DL＋5.0 から高さ２mの築堤を設け、この箇所に灰捨を行う。

高さ２m毎にこの手順を繰り返す事によりDL＋13.50 mまでの灰捨が可能である。

v）DL＋13.50 mまでの灰捨完了後、灰の飛散防止および土地利用の観点から表面に50cm程度の被覆土を施工する。

vi）上記のiii）～v）の作業を行う事により10年分の区域の半分について灰の盛立が完了する。引き続き残りの10年分の区域についても同様に盛立を行う。

vii）上記の手順で10年分の灰捨完了後、30年分の灰捨についても同様に行う。

築堤の法勾配は１：２とし、高さ3.5 m毎に10mの小段を設ける。

小段は、一部灰運搬道路に使用し、雨水処理のため側溝を設ける。

(2) 排水システム

灰捨場内、外の水を区分して処理する。各排水システムの特色は以下の通りである。

i ) 灰捨場内

灰捨場護岸および丘陵地で囲まれた灰捨場内に降った雨水は灰捨場の表面を流れ、その後灰捨場内に設ける素掘り側溝により沈殿池に導かれる。沈殿池で灰粒子を沈降させた後の水は西側の海に放流される。

沈殿池は最初、灰捨場10年分の区域の雨水を処理し、10年以降は10年から30年分の区域の雨水を処理する。

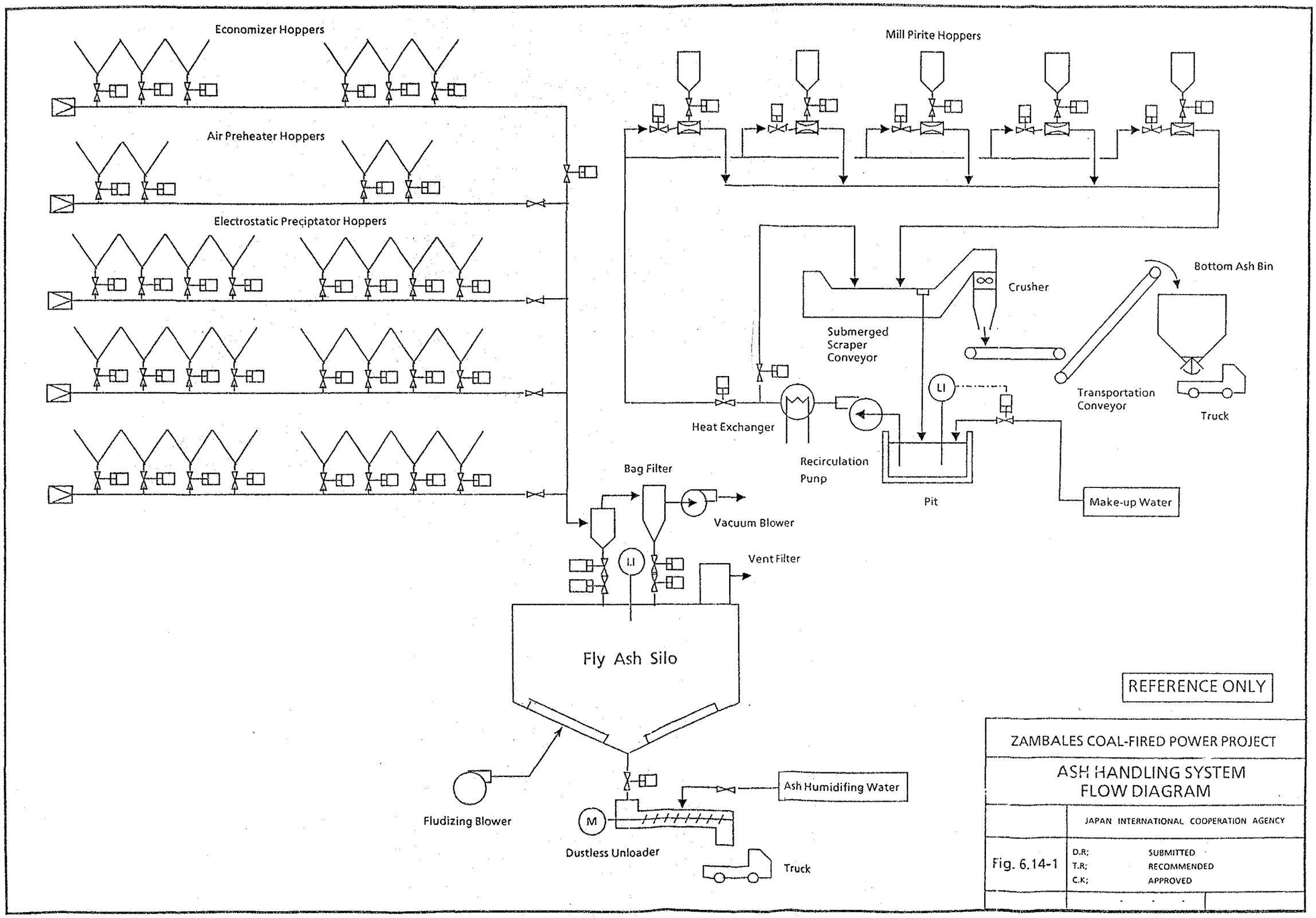
沈殿池の容量は、自然沈降が完了する時間、8時間分の容量約60,000m³を確保した。

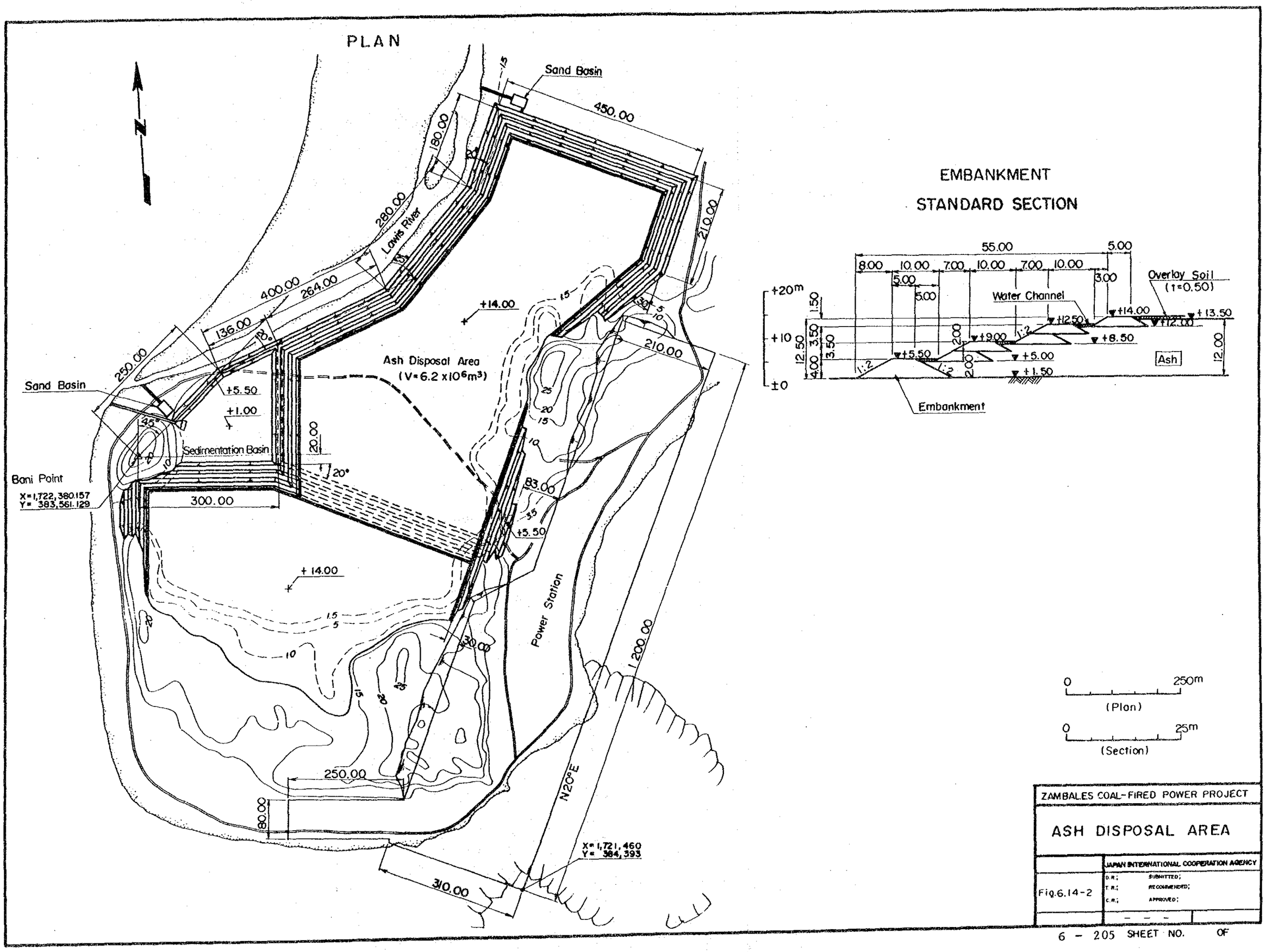
ii ) 灰捨場外

灰捨場外に降った雨水の内、護岸法面については、護岸の小段部に設ける側溝で集水し、西側に設ける沈砂池まで導き、沈殿後放流する。

灰捨完了後の灰捨場上面に降った雨水は、灰捨場上面の周囲に設ける側溝から沈砂池まで導き沈殿後放流する。

沈砂池はBani Pointの北側および灰捨場北側に計2箇所設ける。


Economizer Hoppers
Air Preheater Hoppers
Electrostatic Preciptator Hoppers
Mill Pirite Hoppers
Crusher
Bottom Ash Bin
Submerged Scraper Conveyor
Transportation Conveyor
Truck
Heat Exchanger
Recirculation Pump
Pit
Make-up Water
Bag Filter
Vacuum Blower
Vent Filter
Fly Ash Silo
Fludizing Blower
Dustless Unloader
Ash Humidifing Water
Truck
REFERENCE ONLY
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT
ASH HANDLING SYSTEM
FLOW DIAGRAM
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
Fig. 6.14-1
D.R; SUBMITTED
T.R; RECOMMENDED
C.K; APPROVED


PLAN
N
Sand Basin
450.00
180.00
280.00
Lawis River
400.00
264.00
136.00
250.00
Sand Basin
+5.50
+1.00
Sedimentation Basin
Bani Point
X=1,722,380.157
Y= 383,561.129
300.00
20.00
+14.00
Ash Disposal Area
(V=6.2 x10⁶m³)
210.00
210.00
83.00
+5.50
+14.00
Power Station
1,200.00
N20°E
30.00
250.00
80.00
X=1,721,460
Y= 384,393
310.00
EMBANKMENT
STANDARD SECTION
55.00
5.00
8.00
10.00
7.00
10.00
7.00
10.00
5.00
5.00
3.00
Overlay Soil
(t=0.50)
Water Channel
+20m
+10
±0
1.50
12.50
3.50
3.50
4.00
+14.00
+13.50
+12.50
+12.00
+9.00
+8.50
+5.50
+5.00
+1.50
2.00
2.00
1:2
Ash
12.00
Embankment
0
250m
(Plan)
0
25m
(Section)
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT
ASH DISPOSAL AREA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
D.R.; SUBMITTED;
T.R.; RECOMMENDED;
C.R.; APPROVED;
Fig.6.14-2
6 - 205 SHEET NO. OF

## 6.15 発電所本館

### 6.15.1 本館レイアウト

発電所本館はタービン棟、ヒーターベイ、コントロール棟より構成され、これらの建屋に隣接して屋外式のボイラー棟及びバンカー棟を配置している。

タービン棟には蒸気タービンと発電機が同一中心線上に配置され、上部に点検・整備の為の天井走行クレーンを設置する。

又、大物搬入口は建設時及び定期点検時の利便性を考慮し、1・2号機の中間部に配置する。

タービン室に隣接して、給水加熱器、脱気器等を配置するヒーターベイがあり、ボイラ給水ポンプもこの一階にある。

コントロール棟は中央制御室、リレー及び計算機室、電気盤室、通信機械室、計器室他プラント制御に要する諸室を2、3階に配し、1階に補機室として非常用発電機、所内ボイラ、薬注装置、サンプリングラック、コンプレッサー他を配置した。

各建屋の配置計画に際し、1、2号機を対象配置としてコントロール室をユニットの中間部に配して機能的に制御系統を構成すると共に、各々のユニットの設備配置・配列が極力同一となるよう配慮した。

バンカー棟は建屋構造上のバランス、微粉炭機振動のコントロール室への伝達防止等を考慮してサイドバンカー方式とし、ボイラー棟と一体構造とした。

### 6.15.2 基　礎

発電所本館、ボイラー棟、バンカー棟等主要設備の基礎は基盤として十分信頼に足る地盤に支持され、上部機器及び架構等の荷重を安全に基礎地盤へ伝達し、機器の振動による障害を軽減する為に、十分な強度と剛性を有するものとした。

NAPOCOR の実施したボーリング調査により、発電所本館エリアにおいては、支持岩盤層が浅いものと想定され、基礎構造は鉄筋コンクリートマットによる直接基礎とした。

### 6.15.3 上部構造

大きな屋根スパンであること、機器据付の作業性、軽量化、工期の短縮を考慮して、主架構を鉄骨造とし、各階床に鉄筋コンクリートスラブを配した。

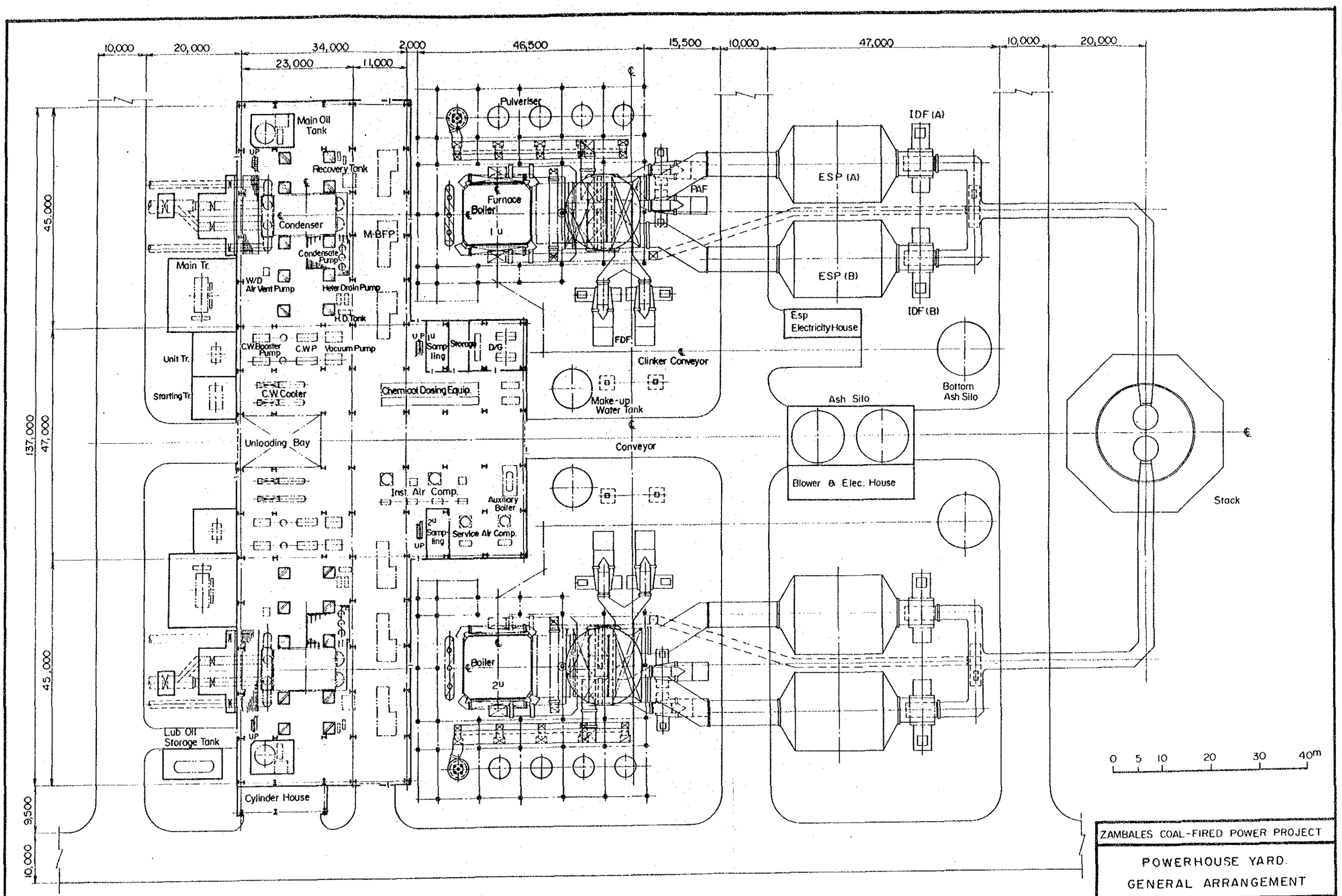
オペレーティングフロアレベル（FL＋12m）に据付けられるタービン・発電機は剛性の高い鉄筋コンクリート造の架台で支持する。

タービン室の換気方式は機器の発熱による温度上昇を防止し、良好な室内環境を保持するために外壁面に吸気口を設け、屋根面に自然排気口並びにピーク対応用の排気ファンを設置するものとした。

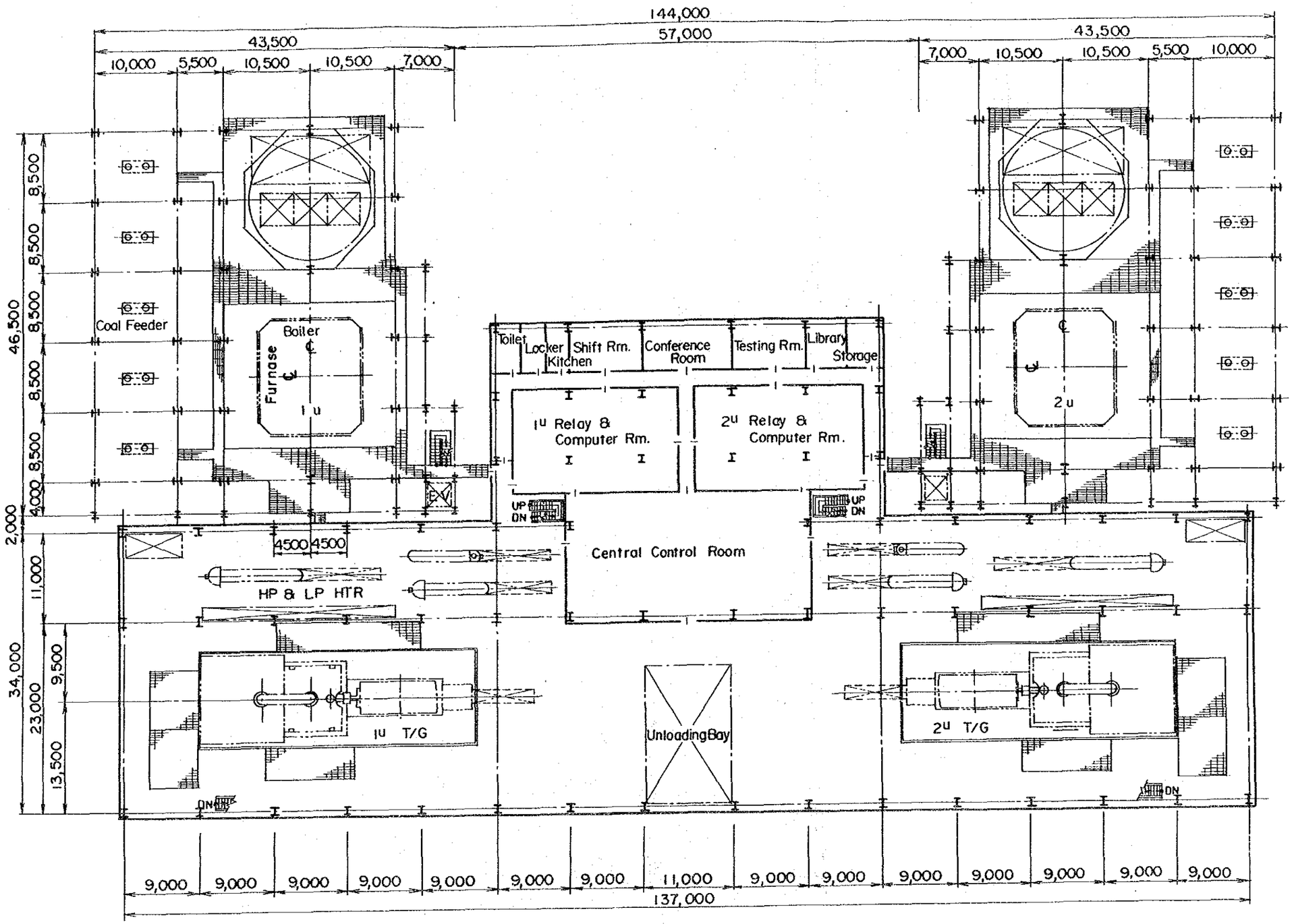
### 6.15.4 建築設備

中央制御室、運転員控室等運転員が常駐する部屋及びリレー室、計算機室、通信機械室等の室温に敏感な精密機器が設置される部屋は空気調和設備、パワーセンター、コントロールセンター等の発熱のある電気盤が設置される部屋は機械換気設備を設置した。

その他の設備として、照明、給排水衛生、消火、火災報知設備を館内全体を対象として設置した。




| | |
|---|---|
| ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT | |
| POWERHOUSE YARD. GENERAL ARRANGEMENT | |
| | JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY |
| Fig. 6.15-1 | DR; SUBMITTED; TR.; RECOMMENDED; CK; APPROVED; |




0 5 10 20 30m

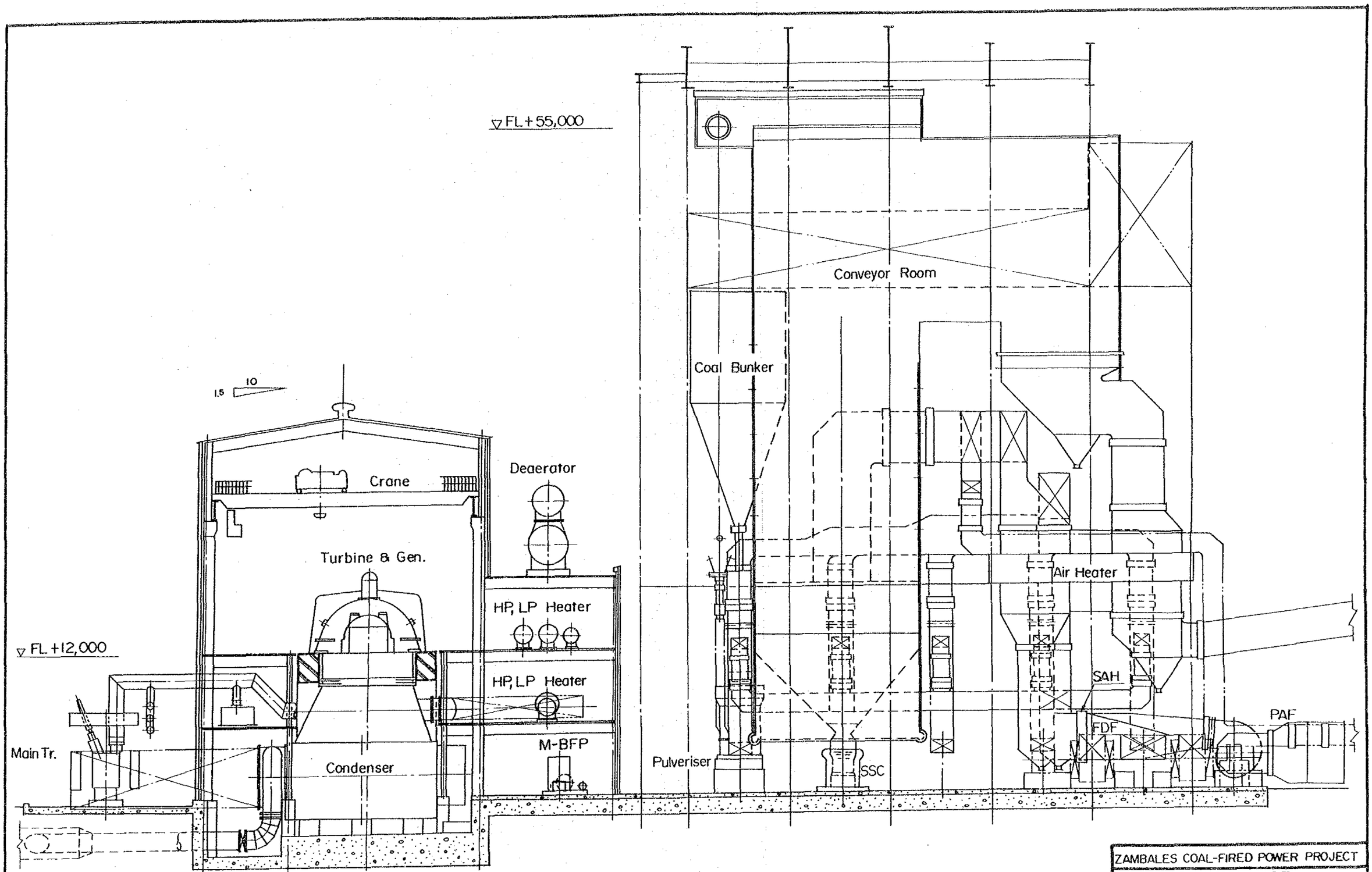
ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

POWER HOUSE
PLAN EL +12,000

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig.6.15-2

DR.; SUBMITTED;
TR.; RECOMMENDED;
CK.; APPROVED;




ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT

POWERHOUSE SECTION

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Fig.6.15-3

DR.; SUBMITTED;
TR.; RECOMMENDED;
CK.; APPROVED;

## 6.16 煙　突

### 6.16.1 設 計 条 件

高　さ　：　120 m

環境保全の観点より、排出ガスの濃度拡散を考慮して決定した。

内筒径　：　頂部4m、一般部　5m　（2本）

排出ガスの吐出速度、量、温度並びに誘引通風機の吐出側ドラフト損失バランス等を考慮して決定した。

### 6.16.2 型　式

煙突の型式は、鉄筋コンクリートタイプと鋼製タイプがある。

前者は通常自立した複数の鋼製他の内筒と鉄筋コンクリート造の外筒で構成され、後者は鋼製筒身と支持鉄塔の組合せである。

本プロジェクトにおいては、検討の結果下記の点で鉄筋コンクリート造タイプが有利であり、これを採用する事とした。

i）竣工後、鋼製タイプのような防錆塗装の塗替えが不要。

ii）鋼製に比べ若干工期が短い。

iii）‘スリップフォーム工法’の採用により、安全な作業床が確保されると共に、周辺工事の安全が図れる。

iv）鋼製に比べ、下部の構造が少ないエリアでよく、全体スペースの上で有利である。

v）内・外筒の間をメンテナンス・スペースとして活用でき、保守・管理が安全かつ容易に行える。

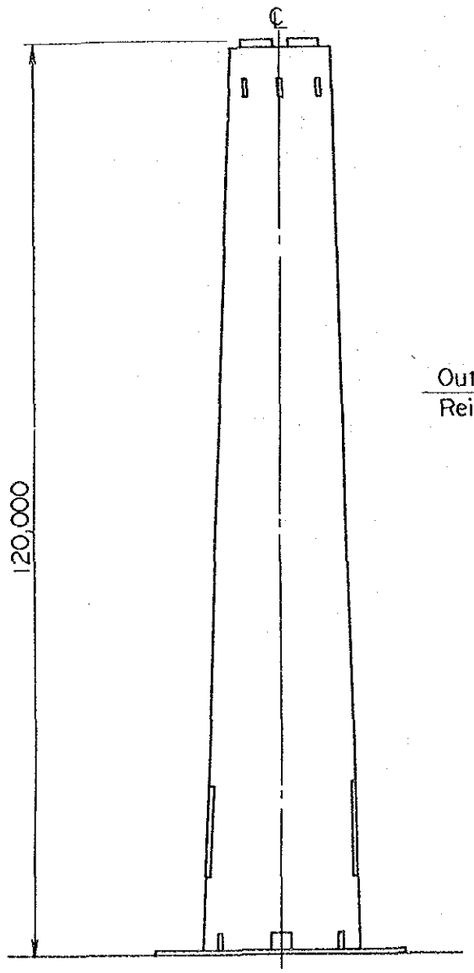
### 6.16.3 工　法

プラント用の鉄筋コンクリート造超高煙突は、‘スリップフォーム工法’と呼ばれる底の無い側面だけの型枠を連続的にジャッキで押し上げ、塔上の鉄筋コンクリート構造物を建設する工法が用いられ、近年その実績も多い。

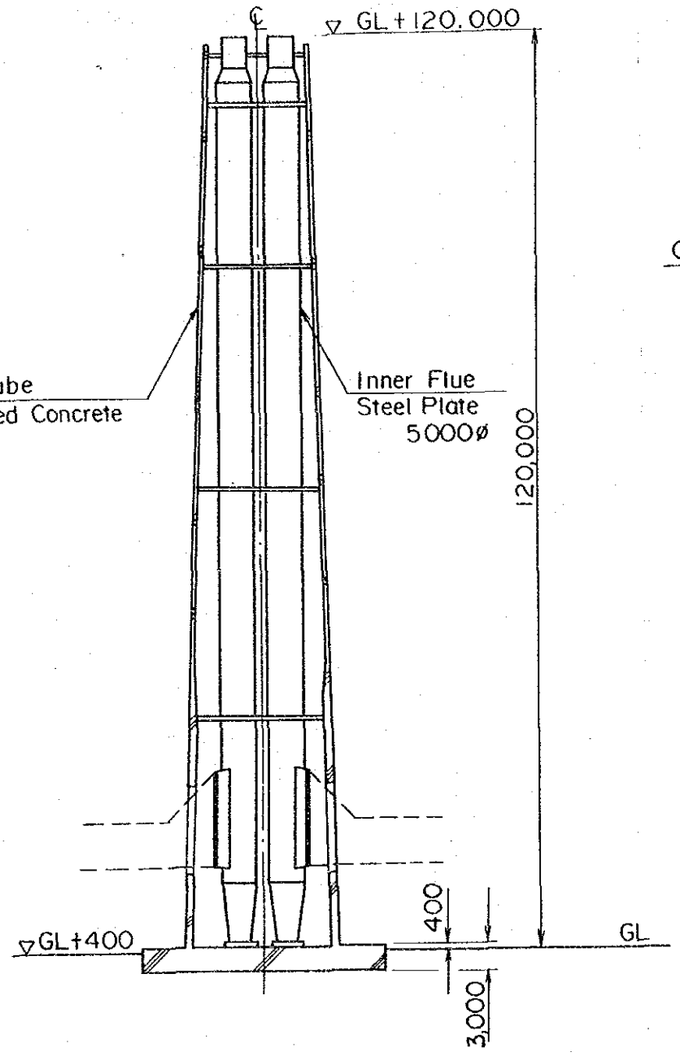
### 6.16.4 その他

内筒の内面には排ガスに含まれる硫黄分による鋼板の腐食を防ぐため、耐酸・耐水性セメント系ライニングを行う。

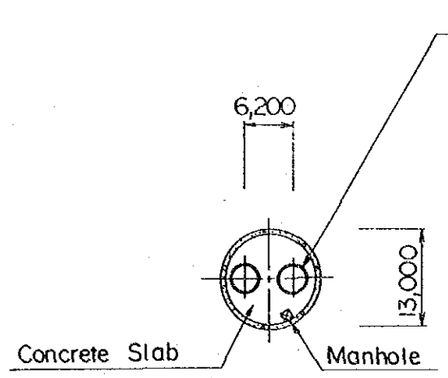
その他設備工事として、避雷針、航空障害灯を設置する。



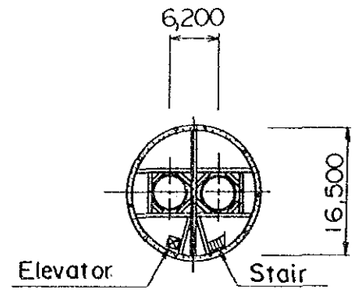

ELEVATION



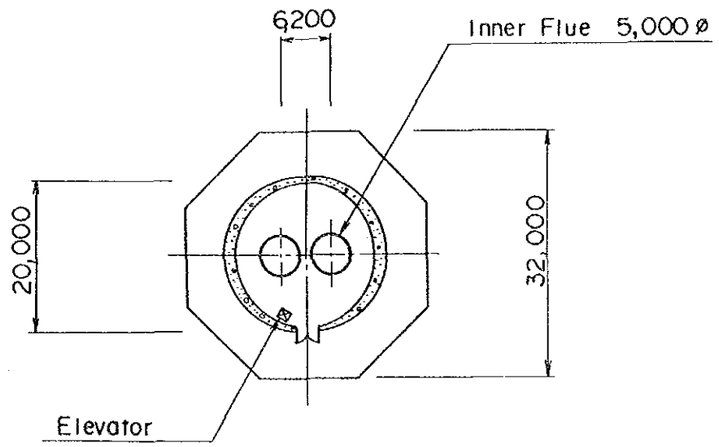

SECTION




PLAN GL+117,500




PLAN GL+60,000




PLAN GL+400

0 5 10 20 30 40m

| | |
|---|---|
| ZAMBALES COAL-FIRED POWER PROJECT | |
| STACK<br>PLAN, ELEVATION & SECTION | |
| | JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY |
| Fig. 6.16-1 | DR.; SUBMITTED;<br>TR.; RECOMMENDED;<br>CK.; APPROVED; |

## 6.17 付 属 建 物

### (1) 管理事務所

管理事務所は発電所管理職員のうち、機器の運転員を除いた全日勤者を対象とした。所要室として事務室、会議室、所長室、化学分析室、資料室、食堂、倉庫、更衣室等を設けた。食堂は発電所従業員全体の利用を想定した。構造は、鉄筋コンクリート造とする。

建築設備として、換気空調、照明、給排水衛生、火災報知、消火設備を設ける。

### (2) その他の建物

管理事務所以外の建物としては、修理工場、部品倉庫、揚運炭制御室、ESP 電気室、水処理室、塩注装置室、自動車車庫、守衛所等が必要である。

機器の修理、整備は全て発電所内で行い、又、部品交換を迅速に行う為に所内に予備品を備えておく必要性を考慮し、修理工場、部品倉庫の規模を決めた。

又、ゲストハウス及び運転員寮を付帯設備ヤードに配置した。

### (3) 付帯設備

発電所構内には環境整備のため造園緑化を施し、敷地の周囲には一般者の進入による事故を防ぐため境界柵を設置する。生活排水は浄化槽で処理した後海に放流する。

又、バスケットコート及びテニスコートを付帯設備ヤードに配置した。