

5-4 発電設備の検討内容

5-4-1 構内配置 (Fig.5-9 ラクラ石炭火力発電所構内配置図参照)

発電所主機設備用敷地を中心として北側に貯炭場、南側にコロニー、西側に将来の増設スペースを配置し、灰捨場は、貯炭場の西側とした。

なお、500KV Grid Stationは発電所建設工事に支障を与えない様、将来の増設用敷地の西側に変更した。

(1) 発電所所要敷地面積

発電所建設に必要な面積は、コロニーの面積 $378,000m^2$ を除き、 $300MW \times 1$ unit (別に $300MW \times 1$ unit分の増設用スペースを含む)の場合、約 $1997,000m^2$ である。

(2) 発電所本館

発電所本館は主機設備用敷地の南西の位置に配置し、将来の増設敷地はそれに隣接して西側に配置した。

(3) 管理棟

管理棟は発電所運営の能率化を計るため発電所本館の東側に近接して位置すると共に、連結歩廊で直接、発電所本館と接続している。

(4) 運炭灰処理制御用建物

運炭灰処理制御用建物は、石炭の受入、貯蔵、払い出し、灰の処理に都合の良い様それ等の設備に近接して配置した。それらの作業は発電所本館より離れた場所で、発電所とは半ば独立して行なわれ、それに従事する人員も多いので独立して建物を設置する。

(5) 燃料貯蔵設備

1) 石炭関係

石炭は鉄道により貯炭場に輸送される。貯蔵には広い面積を必要とするため、発電所の敷地の北の端で且つ道路に近づけて設置している。

貯炭場は、 $63,000t$ 又は2週間分の貯炭用に $48,000m^2$ の敷地を確保した。

5-4-2 本館機械配置

(1) タービン、発電機および同補機は屋内、パンカー、微粉炭機、バーナーは半屋内、ボイラは屋外型とする。(Fig.5-10、5-11および5-12参照)。

(2) タービン、発電機の配置はボイラに対してT型配置とする。

(3) コールパンカーはボイラに対してフロントパンカー型とする。

- (4) 機器は分解搬出入に支障のない配置とすると共に、運転操作点検、保守に便利且つ安全なように配置する。
- (5) 大物搬入口は 1.2 unit で共同出来る様、1号機と2号機の間際に設ける。
- (6) 復水器はタービン軸と直角に配置し、復水器チューブ損傷時には、チューブを屋外に引抜くものとし、本館内の Dead Space の減少を計る。
この目的のため、復水器の逆洗弁ピット寄りの本館の壁には、復水器チューブ引抜に十分な広さのある、シャッター付の開口部を設ける。
- (7) Deaerator は Boiler Feed Pump の Next Positive Suction Head の確保の為 4 F L 上に配置する。
- (8) 主要変圧器は発電機との距離を短くするため、タービン室の外壁に隣接する主要変圧器 Yard に設置する。
所内変圧器は主要変圧器に隣接して設置する。
- (9) 制御用コンプレッサ、雑用コンプレッサー、非常用ディーゼル発電機、ボイラ給水ポンプは騒音防止上本館内 (1 F L) に設置する。
- (10) その他 1 F L の主要機器は復水ポンプ、冷却水ブースターポンプ、冷却水ポンプ、タービン主油タンク、冷却水クーラー、発電機、シールオイルユニット等である。
- (11) 2 F L の主要機器は、空気抽出機、スイッチギヤルーム等である。
- (12) 3 F L には主タービン、発電機、中央制御室、Shift Engineer Room Telecommunication Room 等が配置されている。
- (13) 石炭バンカー、給炭機、微粉炭機、石炭通風機等の一連の微粉炭燃焼設備は、ボイラに最も近い場所設置し、燃料輸送管等の設備の費用の低減をはかっている。
- (14) 石炭の表向水分に依る、バンカー出口および給炭管の閉塞を防止するため、バンカー室には屋根を設けている。

5-4-3 土木構造物

(1) 冷却用水設備

復水器冷却用水設備の位置および構造等については Indus 河の洪水時の調査および地質調査の結果を踏えて、実施設計段階において詳細な検討を行って決定されるなければならない。

今回の調査の内、取水口、放水口の位置および構造等は次の理由により決定した。

Indus 河からの取水地点の範囲は WAPDA 提供の河川縦断図および横断図から判断すると Kotri Barrage から上流 4,300 m ~ 4,600 m 間の範囲が考えられ

る。(Fig 5-3 参照)

この範囲内であれば地形地質から見てどの位置でも取水設備の設置は可能と考えられるので、発電所に最も近く取水路の最も短い位置に設置することとした。

放水口については Kotri Barrage の流入量の少い時に温排水のリサーキュレーションの影響を考え、取水地点から約 1,000 m 下流に設置することとした。

導水方式としては種々方式が考えられるが、現地の地形施工の難易度、経済性を考慮し、その中で現実的であると思われる下記の 2 Case について比較検討を行った。(Fig.5-4 参照)

Case I は Indus 河岸に取水口を設け、隣接して、沈殿池ポンプ槽を設置してポンプ槽より発電所まで鉄管路で導水する方式である。また Case II は Indus 河より、山側へ約 2,600 m を開水路で導水し、そこから取水口、取水暗渠およびポンプ場をへて鉄管路で発電所に導水する方式である。

検討の結果 Case I については沈殿池を設置しなければならないことおよびポンプ槽が発電所から遠く特にスクリーンポンプ等機器の保守管理に問題があり、Case II と比較して工事費が割高となる。Case II は開水路部が沈殿池としての効果を期待できること、Case I に比べ発電所に近く保守管理が容易であり、工事費も安いなどの利点が多いため本案として採用した。しかしながら II 案は開水路に沈殿池としての効果を期待するため、毎年定期的に浚渫を行なう必要がある。

以下に各設備の概要を述べる。

1) 開水路

取水地点での最低水位は Kotri Barrage のゲート修理時の水位 E L.1 4.63 m である。(この時期における Indus 河の水深は約 3 m である。)(Fig. 5-3 参照)

この最低水位の期間は 1975~1979 年の 5 年間のデータによると各年共 1 2 月中旬より年末までの短期間である。したがってこの期間でも取水出来る構造にする必要がある。

一方、Indus 河の洪水期は降雨時期である 6 月~10 月の期間で、この時期には、最高水位が E L.2 3.73 まで上昇する。これらの水位変動を考えると取水地点では洪水期に堆砂の影響が予想される。したがって年間を通して常時取水するためには、取水設備の構造を堆砂の浚渫が容易に行なえる構造とするのがのぞましいので、開水路とした。

また開水路の堆砂を浚渫する時期は、Kotri Barrage の最低水位時期(ゲート修理の時間)以外の渇水期に行なうこととし、浚渫方法は、ポンプ浚渫により行なうことが出来る。開水路の断面は、渇水期にこの開発計画に基づく

(300 MW×1 Unit) の必要とする水量 $Q = 9.80 \text{ m}^3/\text{sec}$ の取水が可能であればよい。

しかし増設分の追加掘削を後で施工する際に、その掘削数量が、比較的少ないことや、掘削期間中の既設開水路に対する堆砂や濁水等の影響を考えると、当初から増設分を考慮した通水断面で掘削した方が得策である。したがって、開水路断面は、増設分を考慮した断面とした。

開水路の築堤天端高さ、法面勾配は洪水時にも安全な構造とした。河川に面した開水路の呑口部は鋼矢板によるセルタイプ構造の導流壁を設け、波浪等による崩壊のない構造とした。

工事の実施にあたっては、開水路の形状および流速、堆砂等について水理模型実験を行ない詳細な検討を行って決定することが望ましい。

2) 取水口、取水路暗渠

取水口、取水路暗渠は Fig.5-6 に示すとおり幅 $2,500 \text{ m} \sim 3,400 \text{ m}$ 、高さ $15.9 \text{ m} \sim 3.90 \text{ m}$ の鉄筋コンクリートによる一体構造とし、基礎はコンクリート杭支持方式とした。取水口呑口は流速を緩かにし、大きな土砂の混入防止を考慮して充分な幅員とした。

取水口には流入した塵芥を処理するため除塵装置としてバースクリーンを設置した。また、バースクリーン補修時に取水口内をドライに出来るよう角落しを設けた。

取水路は道路、鉄道を横断する目的のほか Indus 河洪水時の河川の流積確保のために暗渠とした。

3) ポンプ場

ポンプ場は Fig.5-6 に示すとおり幅 $3,700 \text{ m}$ 、高さ $16.90 \text{ m} \sim 19.40 \text{ m}$ 、長さ $3,500 \text{ m}$ の鉄筋コンクリート構造とし、基礎は岩盤と推定した。

ポンプ場の位置については取水口に隣接することも考えられるが、循環水管の短縮および洪水時の保守管理が容易に出来るように発電所側に設置することとした。

なおポンプ場には塵芥を処理するため、ロータリースクリーン、ネットスクリーンを設置した。

また水路点検やスクリーン補修時にポンプ場内をドライに出来るよう角落しを設けた。

4) 循環水管路

循環水管は内径 2.20 m の地下埋設鋼管とし、1 ユニット当たり 2 条とした。管路は直接埋設とし基礎が岩盤であるため、クッション材として置砂を行う。

鋼管ライニングは内面はタールエポキシ塗装、外面はコールタールエナメルガラスクロス2重巻きとした。

5) 放水路および放水口

放水路は放水槽から放水路暗渠、放水口を経てKotri Barrage調整池に至る水路で、鉄筋コンクリート構造による暗渠とした。

また放水口は、Kotri Barrage調整池の水位が低下した場合に、流水による洗掘防止のため、落差工を設備した。

(2) 敷地造成

発電所の敷地造成についてはサイト周辺の詳細な地形測量及び地盤調査を実施し、その結果を踏まえて実施設計段階において詳細な検討を行って決定されなければならない。今回の調査のうち発電所、貯炭場、その他設備の敷地を含め位置及び構造等は次の理由により決定した。

発電所地点はWAPDA提供の1/50000地形図及び現地踏査の結果をもとに、発電所の必要面積の確保並びにIndus河の洪水時にも絶対安全な場所としてFig. 5-1に示す位置を選定した。

発電所の必要面積は将来の増設分も含めたものとした。また、敷地は一平面となるように計画し掘削した岩ずりは取水路(開水路)の築堤及び灰捨場の築堤の法面保護材に流用するものとし有効利用することとした。

(3) 貯炭場および石炭引出し暗渠

貯炭場は220m×220mの広さで中央部に2条の石炭引出し暗渠を設置した。

降雨時に貯炭場の濁水が流出しないように周辺に防水壁を設置することとした。

また石炭引出し暗渠の末端部には暗渠内の換気を兼ねた事故時の避難坑を設置することとした。

(4) 灰捨場

灰捨場は、出来るだけ発電所に近い所が望ましい。現地踏査の結果、発電所北西側の比較的平坦な低地を灰捨場として計画した。

灰捨場は周囲に築堤を設置し灰の流出を防止する。灰捨を完了した表面には灰飛散防止のため土砂で覆い排水に適した勾配に仕上げるものとする。

築堤の外法面は風雨による崩壊防止のため空石張とした。また築堤周囲には排水溝を設け灰捨場表面からの排水および外部からの流水による築堤の崩壊防止を考慮した。

(5) 灌漑用取水設備

現在灌漑用水の取水計画は決っていないが、発電所から放水する水の有効利用

を目的として灌漑用水取水設備を放水路の中間部に設置した。(Fig.5 - 7 参照)

復水器冷却用水は、取水量で $10.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、排水量で $9.9 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、上記の水温は復水器出口において約 9°C の上昇となる。(復水器の入口における水温プラス約 9°C)

復水器冷却水には、復水器チューブの腐食防止用として化学薬品を用いないので水質には変化が生じない。したがって、復水器から排出される冷却水は農業灌漑に用いることができよう。

5-4-4 発電所用水

発電所のボイラ給水、軸受冷却水、飲料水、雑用水、消火用水については、現地にて水道水の供給が得られないのですべて河川水を処理して使用する。(Fig.5 - 21 参照)

すなわち、Indus河の水の水質分析(Table 5-4)によると濁度がきわめて大きい。

このため、発電所用水は、復水器冷却水の送水管より分岐した河川水を Boost up して Pulsator および Filter に供給して除濁ろ過を行ない、処理を完了したものを原水タンクに貯蔵して下記の各種用途に使用する。

(1) ボイラ用水

原水タンクに貯蔵されている原水は、原水ポンプで純水装置に供給され、ここで高度な水処理が行なわれ純水となり、純水タンクに貯蔵されボイラ用水として用いられる。

(2) 軸受冷却水

タービン室 1 F L 床に設置する冷却水タンクの原水を、軸受冷却水として用いる。(Fig.5 - 22 参照)

なお、軸受冷却水系統はクロードサイクルを採用する。その補給用としては原水ヘッドタンクに貯えられた原水を使用する。

また、軸受冷却水は、冷却水クーラーを介して河川水で冷却される。

(3) 飲料水

管理棟屋上に飲料水処理装置を設備し、原水ヘッドタンクから水を供給して簡単なろ過、滅菌等を行ない、飲料水として使用する。

(4) 消火用水

消火用水は原水タンクより供給する。消火ポンプは電動駆動、エンジン駆動の共用が可能である。

(5) 雑用水

機器水洗水、床の水洗水等の雑用水は、原水ヘッドタンクの水頭差、又は原水

Table 5-4 Data on Analysis of Water from the Indus River

Measuring Item	Unit	Value	Remarks
Temperature	°C	20 to 35°C	The results vary from minimum to maximum limits. The water is clearer in December to February and turbidity increases from March to October.
pH		7.5 to 7.8	
Conductivity	Micr-Mho/cm	0.3×10^3 to 0.4×10^3	
Total Solid	ppm	320 to 450	
Turbidity	ppm	680 to 3,500	
M-Alkalinity	ppm as CaCO ₃	100 to 120	
Chloride	ppm as Cl	40 to 80	
Total Hardness	ppm as CaCO ₃	96 to 120	
Calcium Hardness	ppm as CaCO ₃	80 to 110	
Magnesium Hardness	ppm as CaCO ₃	25 to 45	
Sulfuric Acid Ion	ppm as SO ₄	—	
Total Iron Ion	ppm as Fe	—	
Ammonia Ion	ppm as NH ₄	The remaining results are not available.	
Silica Ion	ppm as SiO ₂		
Langelier Satulation Index	30°C		

ポンプのラインから供給する。

(6) 原水タンクの容量

原水の1日当りの必要量は次の通りである。

1) ボイラ用水の製造に必要な量 (150 MW×2 Units)

$$\begin{aligned} & (\text{ボイラ蒸発量}) 500 \text{ t/h} \times 2 \text{ Units} \times 2 \% (\text{平均 Make-up 量}) \times 24 \text{ hr.} \\ & = 1,000 \times 0.02 \times 24 = 480 \text{ t/day} \end{aligned}$$

2) 軸受冷却水 Make-up 量

$$10 \text{ t/h} \times 24 = 240 \text{ t/day}$$

3) Others

$$10 \text{ t/h} \times 24 = 240 \text{ t/day}$$

$$\text{合計} \quad 960 \text{ t/day} \div 1,000 \text{ t/day}$$

定期点検時の機器水洗、工事に依る水の使用を加味して最大必要量は、平均使用量×1.5 = 1,500 t/day とする。

タンク容量はタンクの内部修理等を加味し 1,500 t×2 基とする。

(7) 純水タンクの容量

300 MW級のプラントのシリカブローの場合 1,500 t/dayの純水が必要となる。

一方、純水装置の能力は 30 t/h×2 系列で2系列を10 hr. 運転した場合の能力は 600 tとなる。

したがって、シリカバージ時の必要純水量－純水装置の能力＝不足純水量

$$= 1,500 \text{ t} - 600 \text{ t} = 900 \text{ t}$$

タンクのデッドスペースを考慮して容量は 1,000 t とし、純水装置の故障、タンクの内部点検を考え、純水タンクは 1,000 t×2 基を設置する。

$$(1,000 \text{ m}^3)$$

5-4-5 燃料設備

(1) 使用燃料

この開発計画には主体燃料として、Lakha Coal Mineから掘り出される石炭を使用し、補助燃料として Sui から産出する Natural Gas を使用する。

Natural Gas は主バーナの点火、ボイラの焚上、低負荷時の火焰の安定用に用いられる。

燃料の諸元または分析値は (Table 5-5) に示す。

(2) 燃料使用量

Plant の利用率 70%、発電端効率、300 MW : 37% および 150 MW :

36%とする。

燃料使用量は下記の式により概略算定した。

$$W = P_G \times 860 / \eta_p \times H_h$$

W = 燃料使用量 (Kg/h)
(Nm³/h)

P_G = 発電端出力 (MW)

η_p = 発電端効率

H_h = Air Dried Base (Kcal/Kg)
Gas, (Kcal/Nm³)

1) 石炭 (Air Dried Base)

$$300 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit} \quad 150 \text{ MW} \times 2 \text{ Units}$$

$$WC = \frac{300 \text{ MW} \times 860}{4,613 \times 0.37} \quad WC = \frac{150 \text{ MW} \times 2 \times 860}{4,613 \times 0.36}$$

$$= 151.2 \text{ t/h} \quad = 155.4 \text{ t/h}$$

2) 天然ガス

天然バーナーの点火用および、火焰の安定、ミル故障時の負荷の確保の目的で設備する。設備容量は300MWUnitで定格負荷の35% (微粉炭機1台の負荷相当分)、150MWUnitで定格負荷の30%とする。

したがって1時間当りのガス使用量は

$$300 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit} \quad 150 \text{ MW} \times 2 \text{ Units}$$

$$WG = \frac{300 \text{ MW} \times 860 \times 0.35}{7,819 \times 0.37} \quad WG = \frac{150 \text{ MW} \times 2 \text{ Units} \times 860 \times 0.3}{7,819 \times 0.36}$$

$$= 3,121.3 \text{ Nm}^3/\text{h} \quad = 2,749.7 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

(3) 燃料貯蔵量

1) 石炭

石炭の消費量は、Air Dried Baseで計算しているため、貯蔵量は、As Recieved Baseに換算すると

$$\frac{\text{Coal \% (Air Dried Base)}}{\text{Coal \% (As Received Base)}} \times 100 = \frac{90.5}{75} \times 100$$

= 120.7% であるので

300 MW × 1 Unit の場合

150 MW × 2 Units の場合

$$151.2 \text{ t/h} \times 1.207$$

$$155.4 \text{ t/h} \times 1.207$$

$$= 182.5 \text{ t/h}$$

$$= 187.6 \text{ t/h}$$

貯炭容量を2週間とすると、

Table 5-5 Specification of Fuel and Ash

1. Coal	
(1) Gross Calorific Value	4,613 Kcal/kg (Air Dried Base)
(2) Proximate Analysis (Air Dried Base)	
Moisture	9.5%
Ash	23.7%
Volatile Matter	34.7%
Total Sulfur	7.1%
Fixed Carbon	25.0%
(3) Ultimate Analysis	
C	65.2%
H	5.2%
O	18.0%
N	1.1%
S	10.5%
(4) Hardgrove Index	72
(5) Refractoriness of Ash	
Initial Deformation Point	1,310°C
Melting Point	1,380°C
Fluid Point	1,410°C
(6) Electrical Resistivity of Ash	
100°C	$2.9 \times 10^{13} \Omega\text{-cm}$
130°C	$3.5 \times 10^{13} \Omega\text{-cm}$
160°C	$2.5 \times 10^{13} \Omega\text{-cm}$
(7) Specific Gravity of Ash	1.54
(8) Composition of Ash	
SiO ₂	32.7%
Al ₂ O ₃	20.18%
Fe ₂ O ₃	30.23%
CaO	4.55%
MgO	2.28%
Na ₂ O	1.18%
K ₂ O	0.62%
SO ₃	6.23%
2. Natural Gas	
(1) Calorific Value	878.7 Btu/cu.ft (7,819 Kcal/cu.m)
(2) Data of Analysis	
Methane (CH ₄)	94.42%
Ethane (C ₂ H ₆)	1.05%
Propane (C ₃ H ₈)	—
Carbon Dioxide (CO ₂)	0.02%
Nitrogen (N ₂)	3.89%

300 MW × 1 Unit	150 MW × 2 Units
182.5 t/h × 24 h × 14 days	187.6 t/h × 24 h × 14 days
= 6,1320 t / 2 weeks	= 6,3034 t / 2 weeks

故に 300 MW × 1 Unit 又は 150 MW × 2 Units の Case 共に貯炭定量は 63,000 t とする。

石炭の積上高さ = 3 m
 石炭の比重 = 0.9 } とすると、
 所要面積は

$$\frac{36,000 \text{ t}}{0.9 \times 3} = 23,300 \text{ m}^2$$

石炭の積み替え、積み上げ効率を考慮して

$$\begin{aligned} \text{計画面積} &= \text{所要面積} \times 2 \\ &= 23,300 \text{ m}^2 \times 2 \\ &= 46,600 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

したがって貯炭場の寸法は 220 m × 220 m とする。

2) 天然ガス

天然ガスは、Indus Gas Company より安定して供給されるものとして、構内に貯蔵設備は設けない。

(4) 運炭および送炭

Lakhr Coal Mine から掘り出された石炭は、専用の鉄道により発電所に搬入されることになる。(Fig.5-19 参照)

1) 受入ホッパーの容量

1日当り石炭の使用量は、 $187.6 \text{ t/h} \times 24 = 4,502 \text{ t}$

受入量は 5,000 t/day とし、1回当り 30 ton 貨車 30 台宛で受入れするものとし、余裕をみて受入ホッパーは 900 t × 2 基設置する。

2) 貯炭場供給コンベヤー

日量 5,000 t の石炭を 5 hr で貯炭場に供給するものとするれば、コンベヤーの容量は $500 \text{ t/h} \times 2$ 基となる。

3) バンカー供給コンベヤー

石炭の消費は 24 h、バンカーへの供給は 8:30~18:00 迄の送炭時間を 8.5 h とし、18:00 の時点で 18:00~翌日の 8:30 迄の必要石炭量が、バンカーに貯炭されているものとするれば、供給コンベヤーの容量は 1 Unit 当り

300 MW × 1 Unit	150 MW × 1 Unit
$\frac{182.5 \text{ t/h} \times 24 \text{ h}}{8.5 \text{ h}}$	$\frac{187.6 \text{ t/h} / 2 \times 24 \text{ h}}{8.5 \text{ h}}$

$$\begin{aligned}
&= 515 \text{ t/h} & = 265 \text{ t/h} \\
&515 \text{ t/h} \times 1.2 & 265 \text{ t/h} \times 1.2 \\
&= 620 \text{ t/h} & = 320 \text{ t/h} \\
&350 \text{ t/h} \times 2 \text{ 系列} & 350 \text{ t/h} \times 1 \text{ 系列を設備する}
\end{aligned}$$

4) バンカー容量

a) 300 MW × 1 Unit

$$14.5 \text{ h} \times 182.5 \text{ t/h} = 2646 \text{ t}$$

石炭の比重 = 0.9、ホッパーの実容積比 = 0.8 とすると、

$$\begin{aligned}
\text{バンカー容量} &= 2646 \times \frac{1}{0.9} \times \frac{1}{0.8} \\
&= 3675 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

バンカーのホッパーは5基(内予備1基)とすると、

$$\text{ホッパー1個当り容積は } \frac{3675}{4} = 919 \text{ m}^3$$

故に $950 \text{ m}^3 \times 5$ 基とする。

b) 150 MW × 1 Unit

14.5 h 分の貯炭量は、

$$14.5 \times 187.6 \text{ t/h} / 2 = 1360 \text{ t}$$

石炭の比重 = 0.9、ホッパー実容積比 = 0.8 とすると、

$$\begin{aligned}
\text{バンカー容量} &= 1360 \text{ t} \times \frac{1}{0.9} \times \frac{1}{0.8} \\
&= 1889 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

バンカーのホッパーは、4基(内予備1基)とすると、

$$\text{ホッパー1個当りの容量は、} \frac{1889 \text{ m}^3}{3} = 630 \text{ m}^3$$

故に $650 \text{ m}^3 \times 4$ 基とする。

(5) 燃料燃焼設備

1) 石炭

a) 給炭機

給炭機の容量は、(As Recieved Baseにて)

$$300 \text{ MW Unit} \quad 150 \text{ MW Unit}$$

$$\frac{182.5 \text{ t/h}}{4} = 45.6 \quad \frac{187.6 \text{ t/h} / 2}{3} = 31.3$$

$$45.6 \text{ t/h} \times 1.2 = 55 \text{ t/h} \quad 31.3 \text{ t/h} \times 1.2 = 38 \text{ t/h}$$

故に $55 \text{ t/h} \times 5$ 台 (内 1 台予備) を設備する。 故に $38 \text{ t/h} \times 4$ 台 (内 1 台予備) を設備する。

b) 微粉炭機

300 MW Unit 150 MW Unit
 $55 \text{ t/h} \times 5$ (内 1 台予備) $38 \text{ t/h} \times 4$ 台 (内 1 台予備)
 を設備する。 を設備する。

c) 微粉炭バーナー

微粉炭バーナーの容量 (As Received Base にて)

300 MW Unit 150 MW Unit
 常用バーナー 16 本 常用バーナー 12 本
 予備バーナー 4 本 予備バーナー 4 本

であるので、バーナー容量は、バーナー 1 本当たり、

$$\frac{300 \text{ MW Unit}}{16} \qquad \frac{150 \text{ MW Unit}}{12}$$

$$\frac{182.5 \text{ t/h}}{16} \qquad \frac{187.6 \text{ t/h} / 2 \text{ Unit}}{12}$$

$$= 11.4 \text{ t/h} \qquad = 7.8 \text{ t/h}$$

故に $12 \text{ t/h} \times 20$ 本 故に $8 \text{ t/h} \times 16$ 本

を設備する。

2) 天然ガス

ガスバーナーの本数は下記を設備する。

300 MW \times 1 Unit 150 MW \times 1 Unit
 点火バーナー 20 本 (内予備 4 本) 16 本 (内予備 4 本)
 焚上用バーナー 20 本 (内予備 4 本) 16 本 (内予備 4 本)

バーナー 1 本当たりの容量は

$$\frac{31,213 \text{ Nm}^3/\text{h}}{16} \qquad \frac{27,497 \text{ Nm}^3/\text{h} / 2 \text{ units}}{12}$$

$$= 1,951 \text{ Nm}^3/\text{h} \qquad = 2,291 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

故に $2,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ の 故に $2,300 \text{ Nm}^3/\text{h}$ の

ガスバーナー 20 本を設備する。 ガスバーナー 16 本を設備する。

5-4-6 灰処理および灰捨設備 (Fig. 5-20 参照)

(1) 灰の発生量

石炭中の灰の含有率は、Air Dried Base にて 23.7% であるので 1 日当り発生する灰は、Air Dried Base にて、

300 MW × 1 Unit	150 MW × 2 Units
15.12 t/h × 24 hr. × 0.237	15.54 t/h × 24 hr. × 0.237
= 860 t/day	= 884 t/day

(2) 灰の発生割合

一般に、灰の発生割合は、	比重	
クリンカー	15%	1.0
シンダー	5%	0.8
フライアッシュ	80%	0.8

とすると

(3) 灰捨量

クリンカー、シンダーアッシュの全量およびフライアッシュの50%を捨てることとすると

1) 1日当りの灰捨量は

300 MW × 1 Unit	150 MW × 2 Units
860 t/day × 0.6	884 t/day × 0.6
= 516 t/day	= 530 t/day

2) 灰捨場の面積は、30年分で計画するとすれば、30年分の灰捨量は

300 MW × 1 Unit	150 MW × 2 Units
516 t/day × 365 days × 0.7	530 t/day × 365 days × 0.7
× 30 years = 3,955,140 t	× 30 years = 4,062,450 t

(4) 灰捨場の所要面積は、

平均比重 = 0.85 積上高 3 m とすると

300 MW × 1 Unit	150 MW × 2 Units
$\frac{3,955,140 \text{ t}}{0.85 \times 3}$	$\frac{4,062,450 \text{ t}}{0.85 \times 3}$
≒ 1,551,000 m ²	≒ 1,593,000 m ²

灰捨場の設計面積は

300 MW の場合 1,600,000 m² とする。

(5) 灰処理関係機器の容量

1) クリンカーホッパーの容量

灰量の2.5倍の水を貯留出来る容量が必要であり、10h毎に灰出しを行うので

300 MW × 1 Unit	150 MW × 1 Unit
15.12 t/h × 0.237 × 0.15	$\frac{15.54 \text{ t/h} \times 0.237 \times 0.15}{2}$
= 5.4 t/h	= 2.8 t/h

$$5.4 \text{ t/h} \times 10 \text{ h} \times 2.5 = 135 \text{ t} \quad 2.8 \text{ t/h} \times 10 \times 2.5 = 70 \text{ t}$$

$$135 \text{ t} \times 1.3 = 176 \text{ t} (176 \text{ m}^3) \quad 70 \text{ t} \times 1.3 = 91 \text{ t} (91 \text{ m}^3)$$

$$90 \text{ m}^3 \times 2 \text{ 基} \quad 100 \text{ m}^3 \times 1 \text{ 基}$$

を設備する。

を設備する。

2) ジェットバルジョンポンプの能力

クリンカーホッパーの灰を 40 min. で処理するとすれば

$$300 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit} \quad 150 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit}$$

$$5.4 \text{ t/h} \times 10 \text{ h} \times 60 \text{ min} / 40 \text{ min} \quad 2.8 \text{ t/h} \times 10 \text{ h} \times 60 \text{ min} / 40 \text{ min}$$

$$= 81 \text{ t}$$

$$= 42 \text{ t}$$

$$81 \text{ t/h} \times 1.3 = 105 \text{ t/h}$$

$$42 \text{ t/h} \times 1.3 = 55 \text{ t/h}$$

故に 50 t/h × 2 台とする。

30 t/h × 2 台とする。

3) 脱水槽の容量 (ユニット当り)

クリンカーホッパー内の混合水 + ジェットバルジョンポンプ用圧力水の容量 + ホッパージェッティング水等が入る容量が必要である。

$$300 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit}$$

$$150 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit}$$

$$(90 \text{ m}^3 \times 2) + (420 \text{ m}^3/\text{h} \times 40/60) \times 2$$

$$100 \text{ m}^3 + (250 \text{ m}^3/\text{h} \times 40/60) \times 2$$

$$+ (100 \text{ m}^3/\text{h} \times 40/60)$$

$$+ (100 \text{ m}^3/\text{h} \times 40/60)$$

$$= 180 \text{ m}^3 + 560 \text{ m}^3 + 70 \text{ m}^3$$

$$= 100 \text{ m}^3 + 330 \text{ m}^3 + 70 \text{ m}^3$$

$$= 810 \text{ m}^3$$

$$= 500 \text{ m}^3$$

故に、900 m³ × 1 基

500 m³ × 1 基 / 1 Unit

を設備する。

を設備する。

4) 灰処理ポンプ容量

ジェットバルジョンポンプおよびクリンカージェッティング用に使用するポンプ容量の決定根拠は下記に示す。

a) クリンカー処理所要水量

$$300 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit}$$

$$150 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit}$$

$$\text{ジェットバルジョン所要水量} (420 \text{ m}^3/\text{h} \times 2)$$

$$(250 \text{ m}^3/\text{h} \times 2) + (100 \text{ m}^3/\text{h})$$

$$+ \text{クリンカージェッティング水} (100 \text{ m}^3/\text{h})$$

$$+ (10 \text{ m}^3/\text{h})$$

$$+ \text{余裕} (20 \text{ m}^3/\text{h}) = 960 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 610 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\approx 1,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\approx 650 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) 灰処理ポンプの容量は

$$300 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit}$$

$$150 \text{ MW} \times 2 \text{ Units}$$

500 m³/h × 3 台を設備する。

650 m³/h × 3 台を設備する。

(内 1 台予備)

(内 1 台予備)

(3) 屋外型ボイラの採用

- 1) 建設中のデッドスペース部分が少なく、建設費が低減出来る。
- 2) 工期が短縮出来る。
- 3) 燃料の漏洩に対して安全である。
- 4) 照明、配線、配管が比較的容易である。
- 5) Jamshoro 地区は雨量が少ない。

(4) 平衡通風方式の採用

- 1) 炉内を大気内より低く保ちながら十分な通風が得られる。
- 2) 燃焼ガスの外部への漏洩が無く安全である。
- 3) 風量の調節が容易である。

(5) 回転再生式空気予熱器の採用

- 1) 灰分による閉塞が少ない。
- 2) 据付面積が小さい。
- 3) 伝熱効率が良い。

(6) 蒸気式空気予熱器の採用

この開発計画で使用する石炭は燃料中の燃焼性硫黄の含有量が7.1%と非常に多いため蒸気式空気予熱器を設備して回転再生式空気予熱器の低温部エレメントの腐蝕を防止する。

(7) 集塵方式の選定

下記の理由に依り、電気集塵器を採用する。

- 1) きわめて高い集塵率が得られる。
- 2) 微細な粒子の捕集が可能である。
- 3) 装置内圧力損失がきわめて小さい。
- 4) 保守が容易で、保守費も安い。
- 5) 腐蝕性のガスおよびダストも処理できる。
- 6) 高温の排ガス処理が可能である。
- 7) 処理ガス量が大きい。

(8) Lakhra Lignite の燃焼ダストの高電気伝導度対策について

1) ダストの電気抵抗と集塵性能

今回の開発計画で使用を予定している石炭のサンプルより灰の電気抵抗を測定した結果、ガス温度が130℃の時 $3.5 \times 10^8 \Omega\text{-cm}$ 、160℃の時、 $2.5 \times 10^{13} \Omega\text{-cm}$ を示している。

一般に、ダストの電気抵抗と集塵性能の関係は Fig.5-4.0 に示す如く $10^4 \sim 10^{11} \Omega\text{-cm}$ の範囲が正常な低温電気集塵器の適用範囲とされている。

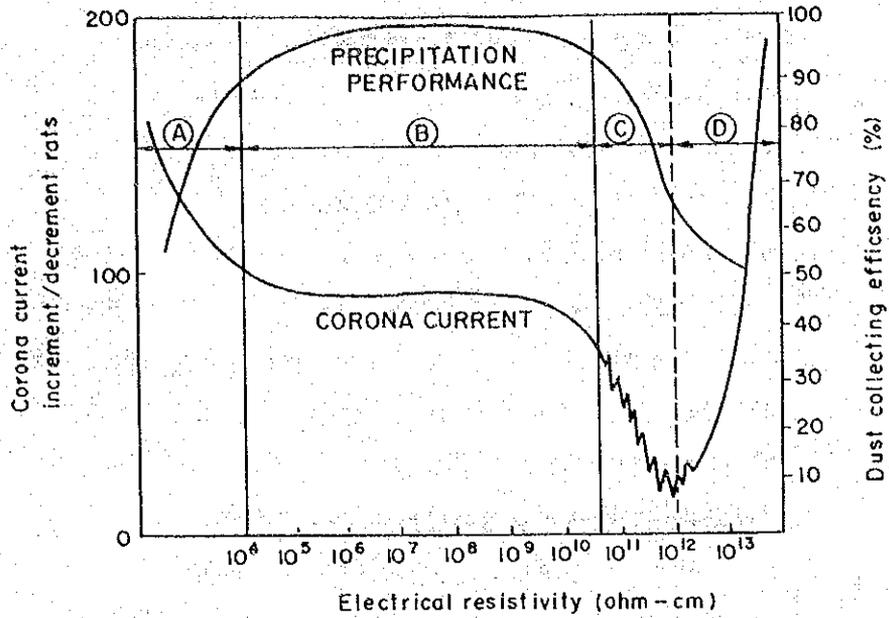


Fig.5-40 Relationship between Precipitator Performance and Resistivity of Dust

電気伝導度が、 $10^{12} \Omega\text{-cm}$ より高い領域即ち、D領域に於いては、バックコロナが集塵極のダストの全層にわたり発生する。

逆コロナ(バックコロナ)とは、ダスト層を通るコロナ電流により発生する電圧($V = R \times I$)がダスト層中のガスの絶縁破壊電圧、以上になった時に生ずる逆放電現象であり、荷電不安定となり、その結果効率が低下する。

また、高抵抗ダストが集塵板に捕捉されても、その電荷をすぐに失わないので、大きな電気力で集塵板に圧縮される。

2) 石炭中の硫黄含有率と電気抵抗値との関係

石炭中の硫黄含有率と電気抵抗値との関係 Fig.5-41に示す。

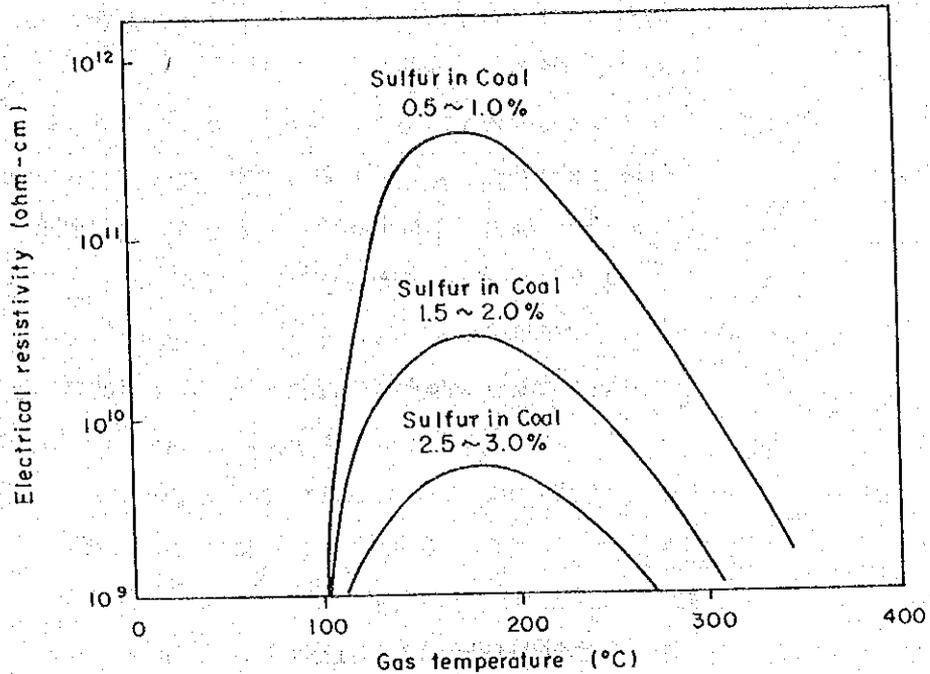


Fig. 5-41 Resistivity of Fly Ash with Variations in Flus Gas Temperature and Coal Sulfur Content

一般に、石炭中の硫黄の含有率が高い程、電気抵抗値は下る傾向がある。
しかし、Lakhra Lignite にはこの傾向は見当たらない。

3) フライアッシュの化学組成と電気抵抗値の関係

フライアッシュの化学組成上から見た場合、 SiO_2 、 Al_2O_3 は比較的高い電気抵抗値を持っているため、これが多くなると電気抵抗値が高くなる。

Na_2O が多いと電気抵抗値は低くなる。

CaO 、 MgO 、 K_2O はアルカリ金属の酸化物であり、 SO_3 の作用を中和する働きがあるため、これが多いと、電気抵抗値は高くなる。

SO_3 が多いものほど、電気抵抗値は低くなる。

Lakhra Lignite の灰の化学組成から見ると、電気抵抗値が高くなる要素は見出せない。

4) 考察および対策

Lakhra Lignite のダストの電気抵抗は前述の通り非常に高く、バックコロナ現象が発生する領域の数値を示しているが、燃料中の硫黄含有率は高く、フライアッシュの組成上も電気抵抗が高くなるべき数値を示していない。

高電気抵抗ダストを集塵器で処理するには次の方法がある。

- a) 高抵抗ダストによる性能低下を集塵器容量の増加、放電極の改良、稲打力の強化により対処する。

高抵抗ダストの集塵においては、ダストに起因するバックコロナ、ダスト固着が発生する。

これを防止するため、バックコロナを発生させないような低電圧においても効果的なコロナ放電電流を得る放電極の選定、ダスト固着に対しては、集塵板に対し、強力な槌打力が得られる槌打方式の採用および効率90%確保のためコンベンショナルな集塵器より容量を約20%増加させる。

b) ダストの調質装置を設置する方法

高抵抗ダストを水分あるいは化学的なダスト調質によってダストの電気抵抗をコントロールするものであり、調質方法としては、空気予熱器出口煙道に SO_3 を注入する方法が、集塵性能の変化がなく信頼出来る。

しかし、現状でもダスト中の SO_3 の含有率は6%程度あるので、注入により果して効果がでるか疑問である。

なお、燃焼により生成する灰の量が非常に多いため注入された SO_3 が灰の粒子に均一に行きわたり、全体の灰の粒子の電気抵抗低下役立つかどうか疑問である。

一方、 SO_3 の注入装置の故障時には、煙道の内面ライニング材の腐蝕を促進するおそれがあり、公害上硫黄酸化物濃度が増加するおそれもある。

c) 高温集塵器の使用

一般に灰の電気抵抗は、含有硫黄分の多寡に関係なく、ガス温度が300℃程度で $10^9 \Omega \cdot cm$ 前後になり集塵性能は安定する。

この特性を利用して、高温集塵器を空気予熱器前に設置し高温域で集塵するものである。

しかし、温度上昇によるガス容積の増大に伴う集塵器容量の増大(60% up)、耐熱材質の使用、保温材の厚さの増加により建設費は約30%増加する。

5) 結 論

技術的および経済的面から集塵器容量の増加、放電極の改良、槌打力の強化の方法を採用して計画する。

しかし、実施設計に当っては下記の事項を再調査して、それに適した集塵器の方式を選定する必要がある。

a) Lakhra 炭坑のWest openpit, East openpit, undergroundから各々4~5点宛のligniteの試料を採取し、100℃~300℃の範囲における灰の電気抵抗の測定、灰の粒度分布、灰の化学組成等の性状を詳細に調査する必要がある。

5-4-8 タービン設備

(1) T型配置の採用

復水器冷却水管の配置、主要変圧器の配置等の関係よりタービンはボイラーに対してT型に配置した。

(2) 再熱サイクルの採用

(3) タンデムコンパウンド方式の採用

(4) 復水器冷却水の水量

復水器冷却用水はSite近傍のIndus河より取水する。

冷却水量は下記により概算を行なった。

$$G_w = \frac{Q}{\gamma \times C_p \times \Delta T}$$

G_w = 復水器冷却水量 (m³/h)

C_p = 冷却水の低圧比熱 (Kcal/Kg°C)

γ = 冷却水の比重 (Kg/m³)

ΔT = 冷却水出口温度 - 冷却水入口温度

$$= 37^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}$$

$$= 9^\circ\text{C}$$

Q = 復水器交換熱量 (Kcal/h)

$$300 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit}$$

$$150 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit}$$

$$\frac{3.2 \times 10^8 \text{ Kcal/h.}}{1,000 \text{ Kg} \times 1 \text{ Kcal} \times 9^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1.7 \times 10^8 \text{ Kcal/h.}}{1,000 \text{ Kg} \times 1 \text{ Kcal} \times 9^\circ\text{C}}$$

$$= 35,600 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$= 18,900 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

(5) 復水器

1) 設計条件は下記の通りとする。

	300 MW Unit	150 MW Unit
真空度	700 mmHg	700 mmHg
冷却水入口温度	28°C	28°C
冷却水量	35,600 m ³ /h	18,900 m ³ /h
交換熱量	3.2 × 10 ⁸ Kcal/h	1.7 × 10 ⁸ Kcal/h
冷却管材質	アルミプラス (保護被膜付)	全左
冷却管内流速	2 m/sec. 以下	全左
冷却管清浄度	85%	全左

(6) 循環水ポンプの容量および台数

循環水ポンプの容量は次記の項目の合計による。

5-4-8 タービン設備

(1) T型配置の採用

復水器冷却水管の配置、主要変圧器の配置等の関係よりタービンはボイラーに対してT型に配置した。

(2) 再熱サイクルの採用

(3) タンデムコンパウンド方式の採用

(4) 復水器冷却水の水量

復水器冷却用水は Site 近傍の Indus 河より取水する。

冷却水量は下記により概算を行なった。

$$G_w = \frac{Q}{\gamma \times C_p \times \Delta T}$$

G_w = 復水器冷却水量 (m^3/h)

C_p = 冷却水の低圧比熱 ($Kcal/Kg^{\circ}C$)

γ = 冷却水の比重 (Kg/m^3)

ΔT = 冷却水出口温度 - 冷却水入口温度

$$= 37^{\circ}C - 28^{\circ}C$$

$$= 9^{\circ}C$$

Q = 復水器交換熱量 ($Kcal/h$)

$$300 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit}$$

$$150 \text{ MW} \times 1 \text{ Unit}$$

$$\frac{3.2 \times 10^8 \text{ Kcal/h.}}{1,000 \text{ Kg} \times 1 \text{ Kcal} \times 9^{\circ}C}$$

$$\frac{1.7 \times 10^8 \text{ Kcal/h.}}{1,000 \text{ Kg} \times 1 \text{ Kcal} \times 9^{\circ}C}$$

$$= 35,600 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$= 18,900 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

(5) 復水器

1) 設計条件は下記の通りとする。

	300 MW Unit	150 MW Unit
真空度	700 mmHg	700 mmHg
冷却水入口温度	28^{\circ}C	28^{\circ}C
冷却水量	35,600 m^3/h	18,900 m^3/h
交換熱量	3.2 \times 10^8 Kcal/h	1.7 \times 10^8 Kcal/h
冷却管材質	アルミプラス (保護被膜付)	全左
冷却管内流速	2 m/sec. 以下	全左
冷却管清浄度	85%	全左

(6) 循環水ポンプの容量および台数

循環水ポンプの容量は次記の項目の合計による。

(8) 給水ポンプの容量は

300 MW×1Unit 150 MW×1Unit

蒸発量の55%容量は各3台設備する。

980 t/h×0.55=540 t/h 500 t/h×0.55=270 t/h

したがって

したがって

540 t/h×3台とする。

270 t/h×3台とする。

(内1台予備)

(内1台予備)

5-4-9 制御装置及び制御方式

ボイラ、タービン、発電機は中央制御方式とし、中央制御室に夫々、ボイラ、タービン、電気制御操作並びに補助盤を設置して運転を監視する。

付属設備の内、取水設備、給水処理装置、運炭灰処理装置は各現場に制御室を設けて、夫々の制御操作盤に依り運転監視を行なう。

なお、主タービンの監視計器は中央操作室で監視出来る他、Localでも温度圧力が監視出来る様にPanelを設ける。

この開発計画における制御方式の主要な項目について下記に示す。

(1) ボイラ自動制御

ボイラ自動制御(Automatic Boiler Control)は主とした電気式とし、装置端末機器(Control Drive Valve)及び現場の圧力、湿度、流量、レベル等の制御装置は主として空気式を採用する。

- 1) 燃焼制御
- 2) 給水制御
- 3) 蒸気温度制御

(2) タービン、発電機の制御

- 1) ガバナー制御
- 2) タービン自動昇速制御
- 3) 自動同期並列システム
- 4) 自動変圧調整器による制御
- 5) 自動負荷追従装置

(3) その他の自動制御装置

- 1) スートフロアコントロール
- 2) 自動バーナーコントロール
ガスバーナー(火焰監視システム付)
- 3) デジタルコンピューター等を設ける。

5-4-10 電気設備

(1) 定格電圧の選定

各系統の定格電圧は下記の通りとする。

	送端電圧	受端電圧
送電電圧	132KV	
発電機出力電圧	18KV (300MW×1台) 15KV (150MW×1台)	
高圧補機電圧	6.9KV	6.6KV
低圧補機電圧	460V	440V
照明器具電圧	220V	200V
直流補機電圧	110V	100V
直流操作回路電圧	110V	

(2) 発電機の容量 P_G

$$P_G = \frac{\text{発電機定格出力 (KW)}}{\text{力率}} \text{ より算出し}$$

$$300\text{MW} \times 1\text{台の場合} \quad 353,000\text{KVA}$$

$$150\text{MW} \times 2\text{台の場合} \quad 177,000\text{KVA} \quad \text{とした。}$$

(3) 主変圧器の容量

所内変圧器の容量を差し引き余裕を附加し

$$353,000 - 30,000 + 5,000 = 328,000\text{KVA} (300\text{MW} \times 1\text{台})$$

$$177,000 - 15,000 + 3,000 = 165,000\text{KVA} (150\text{MW} \times 2\text{台})$$

とした。

(4) 所内変圧器の容量

300MW×1台の場合、所内電力率8.5%、力率0.85とし

$$30,000\text{KVA}$$

150MW×2台の場合、所内電力率8.5%、力率0.85とし

$$15,000\text{KVA} \text{ とした。}$$

(5) 起動変圧器の容量

300MW 1台の場合

所内変圧器の Back-up を考慮し、それと同容量とした。

但し150MW×2台の場合は、他Unitの試運転に必要な電力を考慮し、所内変圧器の約50%増(22,000KVA)とした。

(6) 所内電源構成

高圧補機(6.6KV)は、所内変圧器および起動変圧器ならびに他Unitのいずれからでも供給できるものとした。

低圧捕機(440V)は、4分割したPower Centerより供給し各Power Centerは連系できる方式とした。但し運炭関係については単独とした。

(7) 高圧開閉装置

6.9KVの閉鎖形Switchgear Cubicleで、容量の大きな補機(200KW程度以上)に供給する。

(8) 低圧開閉装置

460VのControl Centerで容量の小さな補機に供給する。なお各Control Centerは負荷に接近して設置する。

(9) 直流電源設備

充電器と蓄電池で構成され、補機の操作、警報、保護インターロックおよび非常用の直流電動機に電源供給を行う。

(10) 予備電源装置

ディーゼルエンジン発電機で構成され、発電所の事故等により所内電源が停止状態となった時

- 1) 各Unitを安全に停止させるのに必要な電源の確保
 - 2) 事故復旧後の再起動に必要な電源の確保
- を目的とする。

(1) 電子計算機

運転状況を記憶させ、定時および適時(Demand time)にデータをType-outさせる。

データ入力は約500要素/Unitを考慮する。

(2) 通信設備

発電所構内自動電話装置 200回線

変電所間通信装置 5回線

発電所構内のページング装置 スピーカー数 70

電話器数 130

を設置する。

5-4-11 タービン発電機の同期調相機運用

タービン発電機はその可能出力曲線で制限される範囲で同期調相機として運用することは技術的に可能であるが、同期調相機として運用する場合には発電機を蒸気タービンと切離す必要がある。これに伴っていくつかの起動方式が考えられるが最も経済的で、かつ小容量タービン発電機で実績のある起動用電動機による起動方式が实际的である。

発電機の可能出力曲線で制限される範囲で同期調相機運用ができるように製作した場合に発電機の付属装置や起動装置に加わる価格増分は約7.3 Million Rs.である。

タービン発電機の同期調相機運用は同じ容量の無効電力供給能力を有する同期調相機を設置する場合(約1.30 Million Rs.)や並列コンデンサと並列リアクトルを組合せて設置する場合(約1.35 Million Rs.)に較べて経済的には有利である。

しかしながら300 MWという大容量のタービン発電機の同期調相機運用は実績がないので実施に当っては十分な検討が必要である。

5-4-12 発電所本館

発電所本館は Fig.5-10~5-12 に示すとおり建築面積 $3,670\text{ m}^2$ ($300\text{ MW}\times 1\text{ Unit}$)、 $4,410\text{ m}^2$ ($150\text{ MW}\times 2\text{ Units}$)、床面積 $1,880\text{ m}^2$ ($300\text{ MW}\times 1\text{ Unit}$)、 $1,3230\text{ m}^2$ ($150\text{ MW}\times 2\text{ Unit}$) で機械室の建物容積は $87,610\text{ m}^3$ ($300\text{ MW}\times 1\text{ Unit}$)、 $100,800\text{ m}^3$ ($150\text{ MW}\times 2\text{ Units}$) の鉄骨造3階建である。

建物は軽量化と工事工程の短縮によるメリットを考慮して乾式構造設計とする。即ち建家は鉄骨造とし外壁は被覆鋼板貼とする。

作業床までの外壁は鉄筋コンクリートとする。各階床は鉄筋コンクリート床を原則とするが、維持管理上開放性を要求される床は鋼製グレーチング床とする。屋内の間仕切壁は鉄筋コンクリート造と、レンガの壁を重要度に応じて使い分ける。

建具の窓はアルミサッシ、出入口はスチールドアとする。また、精密機器の収納個所および所員が常時勤務する居室には空気調和設備を設置し、これらの室の周壁には保冷効果を増すために断熱材を施す。その他発電所本館の建物には付帯設備として照明設備、給排水設備、衛生設備、消火設備、火災警報設備、換気設備を設置する。

なお、将来2号機増設を考慮して中央制御室を増築可能とし、西側壁面を取外し可能な構造とする。

5-4-13 発電所本館および主要設備の基礎

発電所本館およびタービン発電機、ボイラー、誘引通風機、電気集塵器、煙突等の主要設備の基礎は地盤の強度上十分信頼出来る層から支持させなければならない。

今回の調査によれば、発電所建設地点は始新世のLaki石灰岩層によって被わ

れており、直接建造物の基礎を支持させることが可能と判断し、鉄筋コンクリート基礎方式を採用した。

しかしながら、この石灰岩層は種々の泥灰岩や頁岩を挟在している可能性が強く、実施設計に先立って、ボーリング調査、平板載荷試験等地質調査を行なって設計に反映させなければならない。

5-4-14 管理棟およびその他の建物

(1) 管理棟

管理棟は Fig.5-14~5-15 に示すとおり鉄筋コンクリート造3階建の建物で基礎は鉄筋コンクリート基礎である。

建築面積は1,410 m^2 で床面積は4,230 m^2 である。

管理棟の機能用途としては1階に燃料試験室及水分析室、保安課事務室、倉庫、空調機械室、診療所、2階には保修課、会計課、製図課、管理課の各事務室、労働担当官室、訓練調整官室を設け、3階には所長室、次長室、電話交換手室、資料保存室、運転課事務室(2室)、会議室(3室)等を設置した。なお、3階には発電所本館との間に連絡通路を設けた。

(2) その他の建物

上記管理棟の他、次の建物を計画した。

運炭指令室は鉄骨造2階建てで床面積は1,200 m^2 、修理工場は鉄骨造平家建てで床面積は1,800 m^2 、水処理室、水素発生装置室は鉄筋コンクリート造平家建てで床面積はそれぞれ300 m^2 、150 m^2 である。ブルドーザ車庫及び車庫は鉄骨造平家建てで床面積はそれぞれ300 m^2 、280 m^2 である。

危険物倉庫は鉄骨造平家建て2棟で床面積は380 m^2 、倉庫は鉄骨造平家建て4棟で床面積は6,900 m^2 、守衛所は鉄筋コンクリート造平家建てで床面積は150 m^2 、石膏倉庫は鉄骨造平家建て2棟で床面積は3,000 m^2 である。

これらの建物の基礎はいずれも鉄筋コンクリート基礎である。

(3) 建物の付帯設備

建物周壁のうち、精密機器等の収納個所および所員が常時勤務する居室の周壁はすべて断熱材を施し空気調和設備を設置する。

その他建物の付帯設備として照明設備、給排水設備、衛生設備、消火設備、火災警報設備、換気設備を設置する。

5-4-15 支持鉄塔型鋼製煙突(Derrick Type Steel Stack)

煙突の形式は鉄筋コンクリート煙突と鋼製煙突がある。

両者は施工性、経済性等から一長一短がある。

一般に鉄筋コンクリート煙突の場合は、

- 地盤条件が良い場合高さ100m程度迄は実施例も多く、経済性、安全性とも問題がないとされている。

一方短所としては

- コンクリートの経年劣化が鋼材より大であり、検査が難しいと共にその対策が立てにくい。
- 集合化が難しい。
- 筒身に直接ライニングは難しい。
- 地盤条件の悪い所では重量が大きく、耐震性が劣るので経済性は良くないとされている。

鋼製煙突の場合の長所は

- 地盤条件の悪い所では上部構造、基礎共重量が小さいので耐震性をもたせる設計が可能である。
- コンクリートと異なり、直接ライニングが可能である。
- 鋼材は材質のバラツキが少なく、現場施工の部分も試験検査が可能である。
- 経年による劣化、腐食による損傷の発見と対策が容易である。

等である。短所としては

- 上部構造の施工が一般に複雑であり、施工期間が多少長いとされている。

以上のことから総合的に判断すると、Jamshoro 地点の場合、公害対策上煤煙の拡散をよりよくするため煙突高さを150mにしたこと、さらに将来点検、補修の容易なことから支持鉄塔型鋼製煙突を計画した。

煙突の支持鉄塔は高さ140m、筒身は高さ150m、300MW×1基の時1筒身で頂部直径4.9m、底部直径5.4m、150MW×2基の時2筒身でそれぞれ頂部半径2.5m、底部直径3.5mである。なお、筒身内面のライニングは高濃度の硫黄分から筒身表面を防護するため、磁器質レンガ貼とし目地部分は耐酸モルタル詰とする。また、基礎は鉄筋コンクリート基礎とした。

5-5 コロニー

発電所南側に隣接して、Fig.5-1.6に示すとおり、WAPDA職員のためのコロニーエリア(252,000m²)を設けた。

コロニーの配置は中央にパブリックスペースを設け小学校1、郵便局1、銀行1、マーケット2、診療所1、モスク1、レストハウス1、車庫1、クラブハウス1、ポンプハウス1を設置して、日常生活の利便を計った。

コロニーへの進入は National Road (New Petaro Road) に向かって、幅員 10 m の進入路を 2ヶ所設けた。個々の住宅には曲線にて変化をつけた構内道路(幅員 10 m 又は 6 m)によって導びき、直線の区画による単調さを排し、変化に富んだコロニーの景観作りを心掛けた。

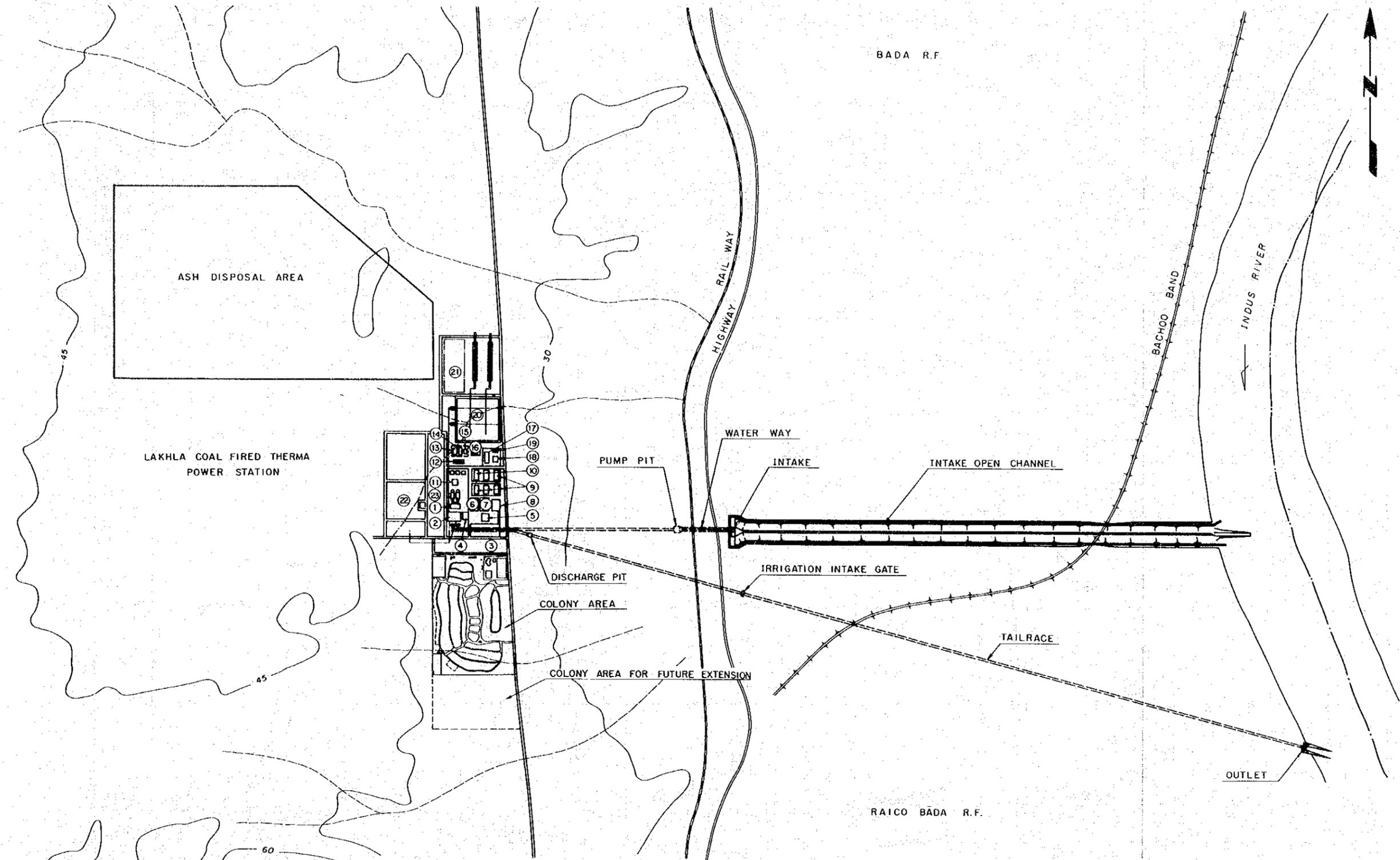
配置した住宅のタイプは下記の通り。

Aタイプ	1戸
Bタイプ	7戸
Cタイプ	25戸
Dタイプ	43戸
Eタイプ (Two Rooms)	103戸
E'タイプ (Single Room)	129戸
Fタイプ	70戸
計	378戸

住宅建設戸数は、発電所勤務人員に対して6割と仮定した。

なお、将来の増設(300 MW×1基あるいは150 MW×2基)を考慮してコロニーエリア南側に増設スペース 126,000 m²を確保した。

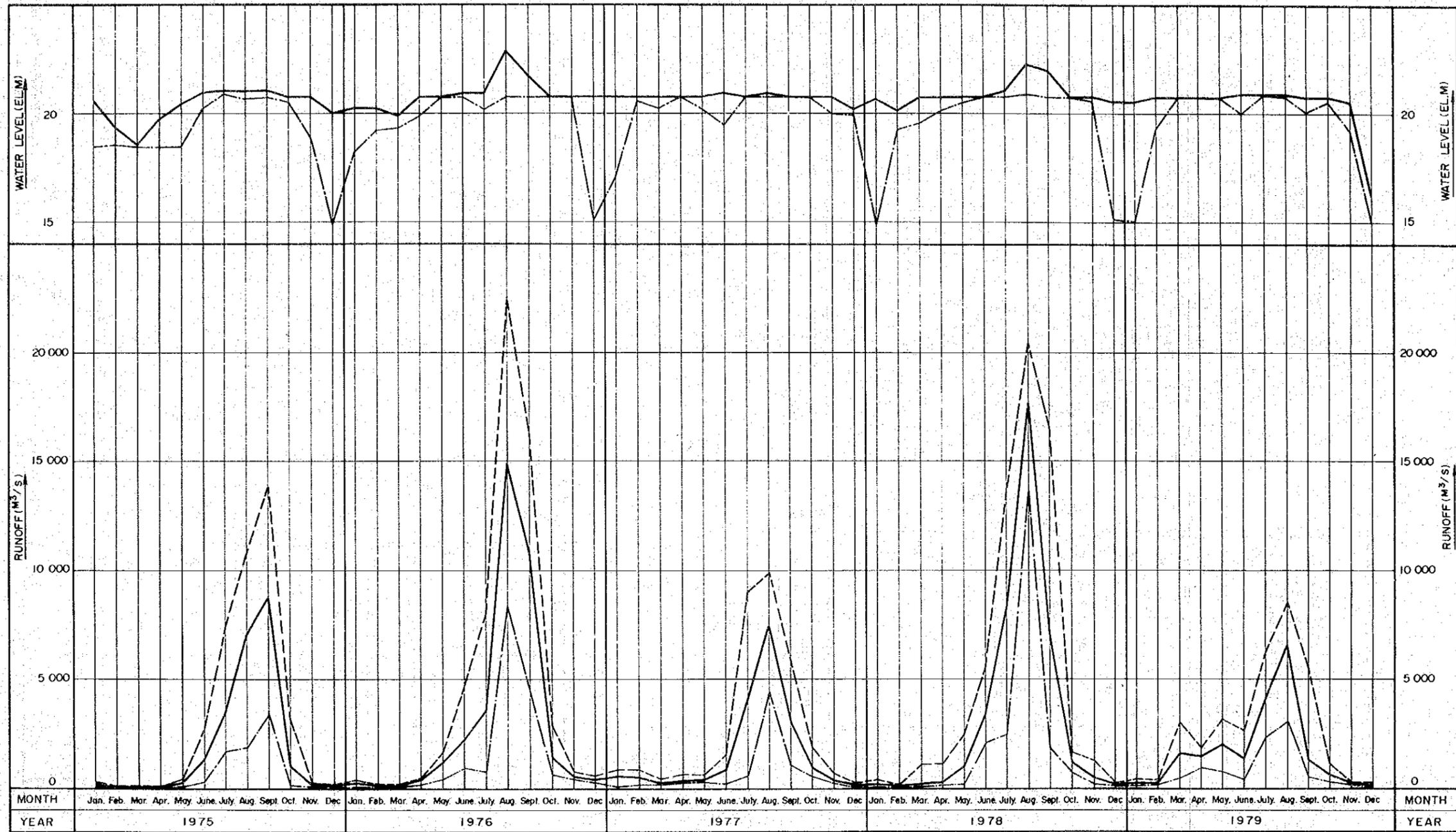
Fig 5-1 GENERAL PLAN (300 MW)



LEGENDE

- | | | | |
|--|--|--|-----------------------------------|
| ① BOILER | ⑦ RAW WATER TANK,
RIVER WATER TREATING FAC. | ⑪ STACK | ⑰ WARE HOUSE |
| ② TURBINE | ⑧ HYDROGEN GENERATIVE PLANT,
EXPLOSIVE STORAGE HOUSE AREA | ⑫ ASH SETTLING POND | ⑱ WASTE WATER TREATING FAC. |
| ③ CW PIPE SPACE | ⑨ WARE HOUS | ⑬ ABSORBENT MAKE UP | ⑲ BULLDOZER GARRAGE |
| ④ ADMIBUILDING | ⑩ GYPSUM WARE HOUSE | ⑭ GYPSUM PRODUCT | ⑳ COAL YARD |
| ⑤ FOUNTAIN | | ⑮ MOTHER LIQUID TREATMENT | ㉑ MATERIAL AND SCRAP STORAGE AREA |
| ⑥ DEMI. WATER TANK,
DEMI. WATER TREATING FAC. | | ⑯ COAL, ASH AND
FGD. PLANT CONTROL ROOM | ㉒ SWITCH YARD |
| | | | ㉓ SPACE FOR FUTURE EXTENSION |

Fig 5-2 MONTHLY WATER LEVEL AND RUNOFF AT KOTRI BARRAGE

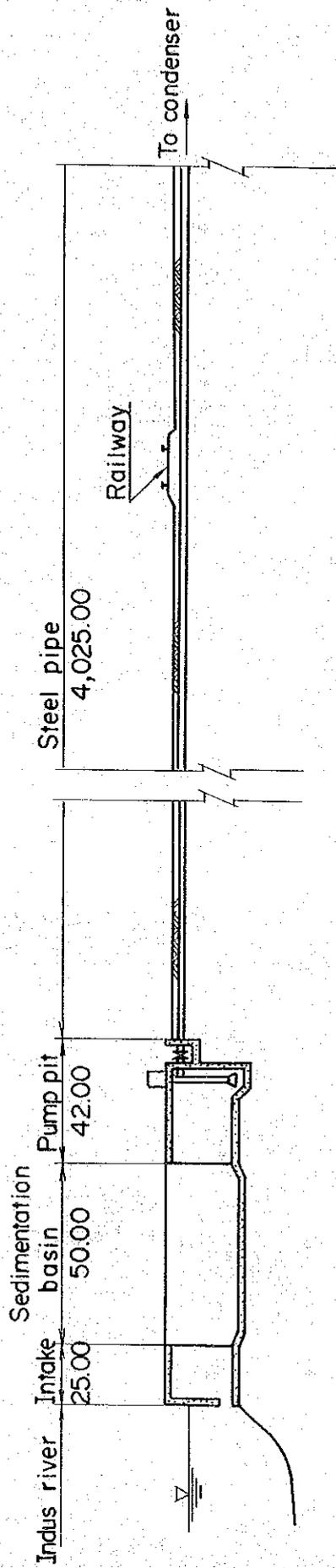


Note

Water Level	—	High Water Level	Max. Water Level = 23.73 m
	- - -	Low Water Level	Nor. High Water Level = 20.73 m
Runoff	· · ·	Maximum Runoff	Low Water Level = 14.84 m
	- · - ·	Average Runoff	Crest Level of Kotri Barrage = 14.63 m
	- - - -	Minimum Runoff	

Fig. 5-4 CIRCULATING WATER SYSTEM

Case I



Case II

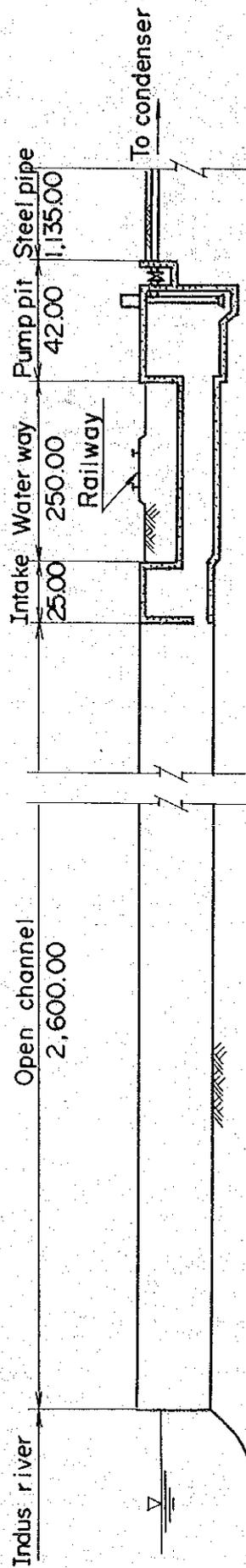
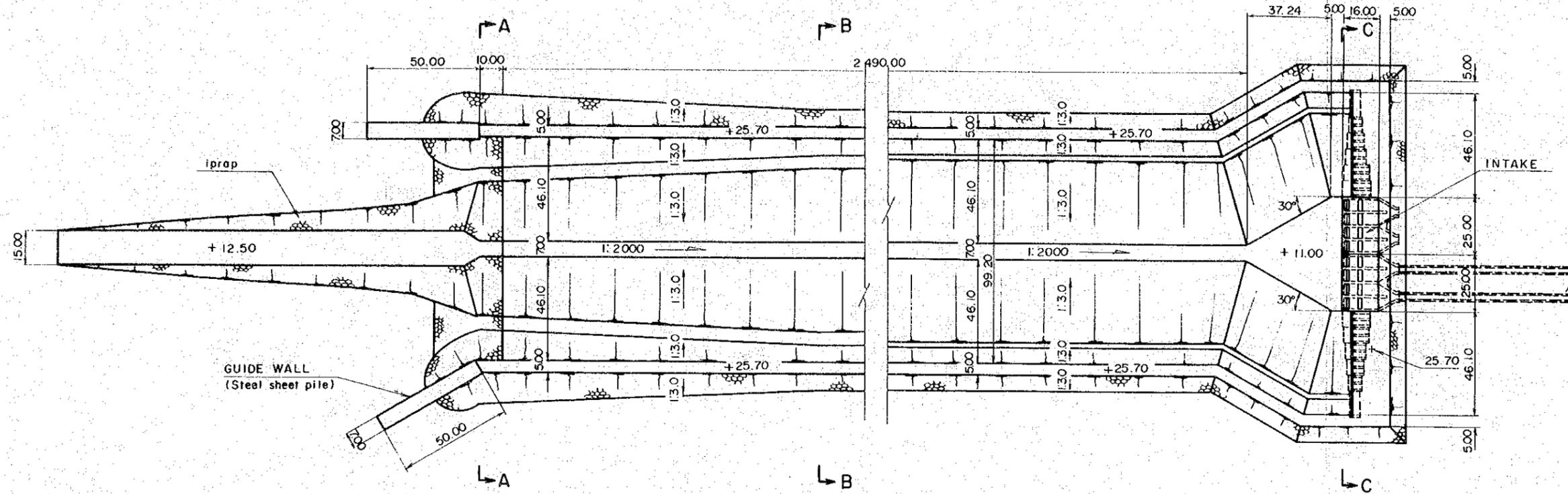


Fig 5-5 INTAKE OPEN CHANNEL

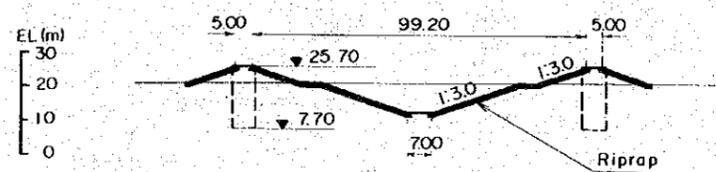
PLAN



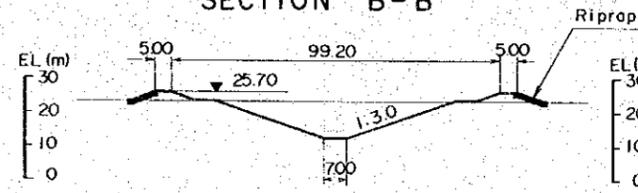
PROFILE



SECTION A-A



SECTION B-B



SECTION C-C

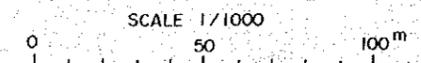
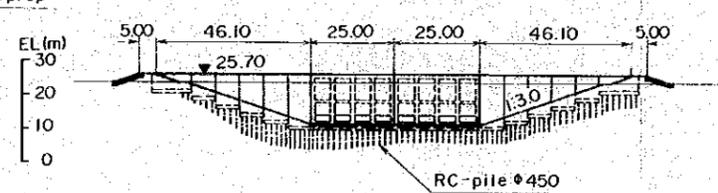
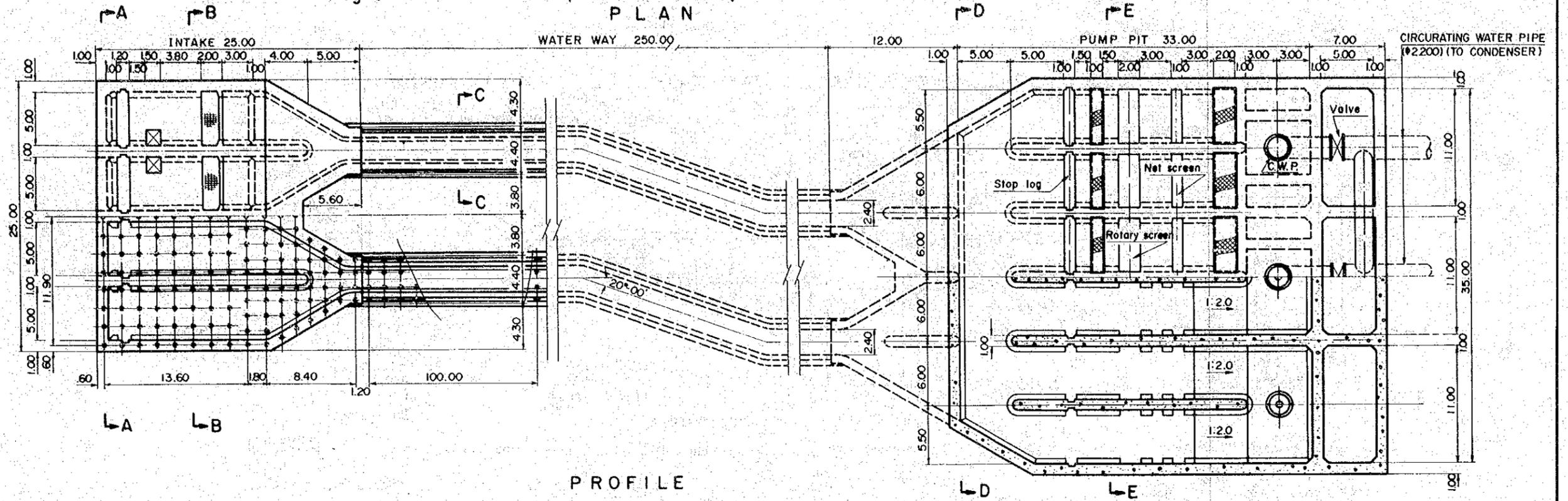
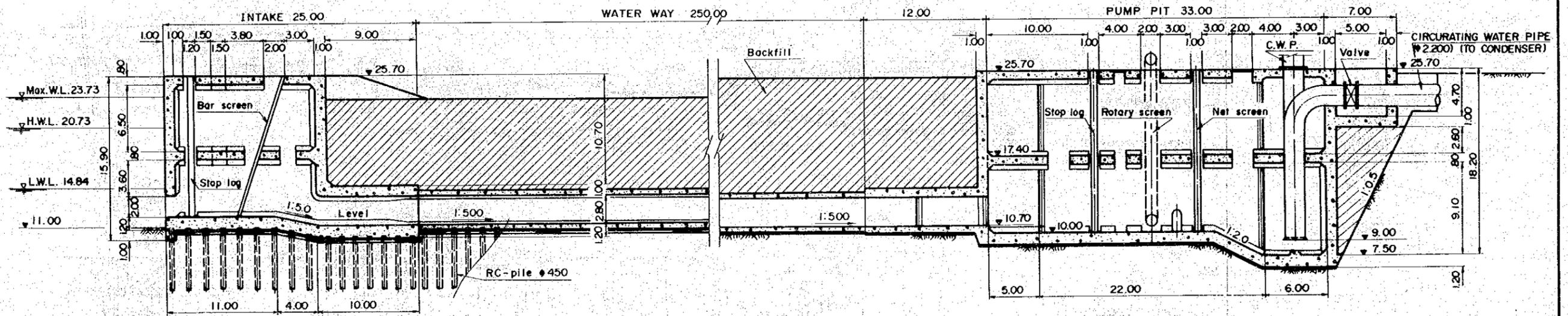


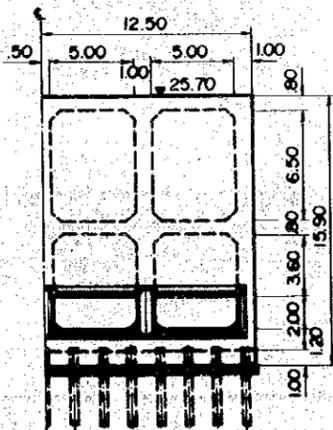
Fig 5-6 INTAKE, WATER WAY, PUMP PIT(300MW)
PLAN



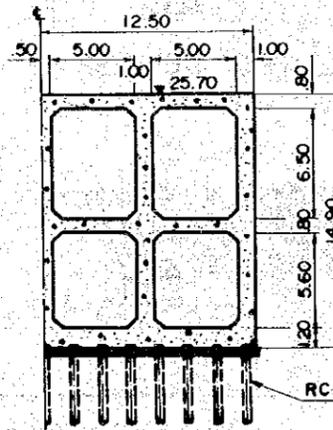
PROFILE



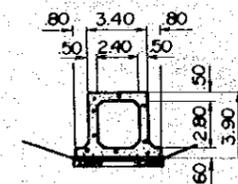
SECTION A-A



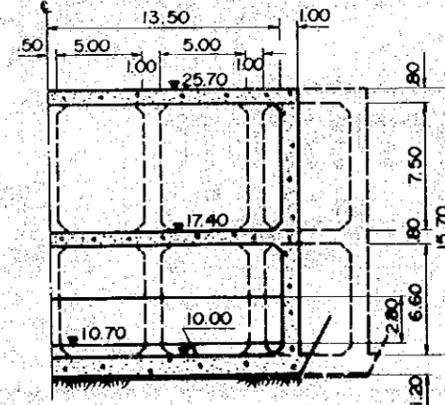
SECTION B-B



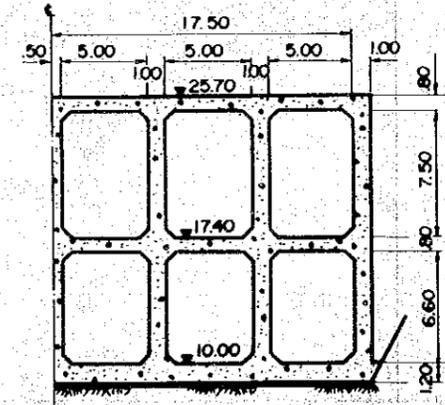
SECTION C-C



SECTION D-D



SECTION E-E



SCALE 1/200

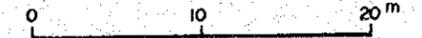
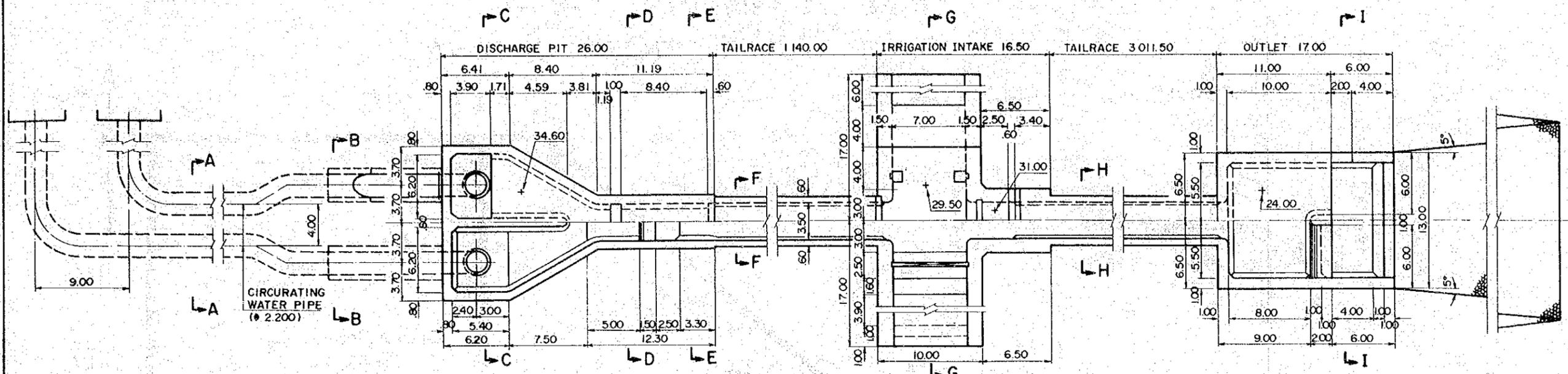
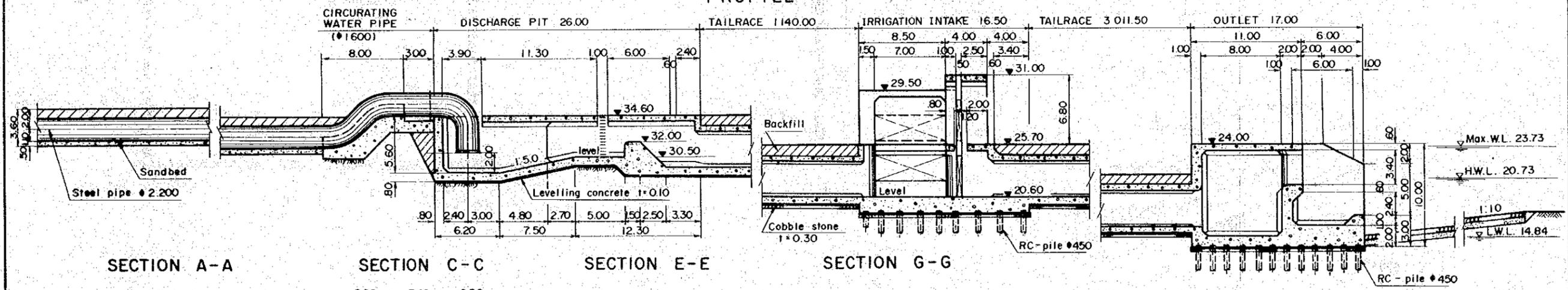


Fig 5 - 7 CIRCURATING WATER PIPE, DISCHARGE PIT, TAILRACE, IRRIGATION INTAKE, OUTLET (300 MW)

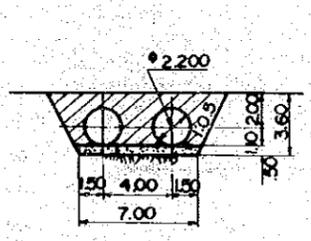
PLAN



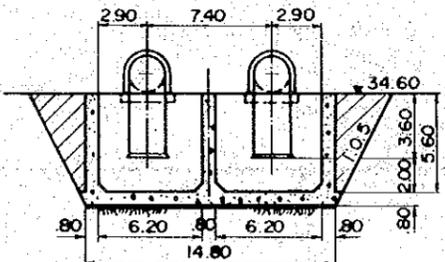
PROFILE



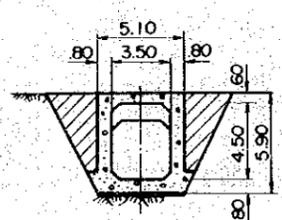
SECTION A-A



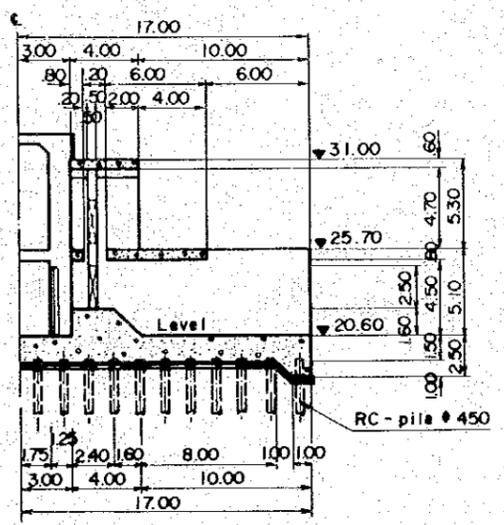
SECTION C-C



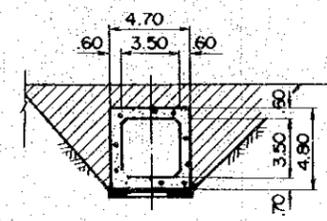
SECTION E-E



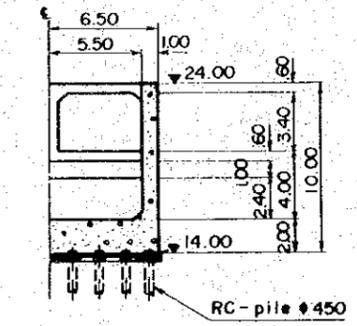
SECTION G-G



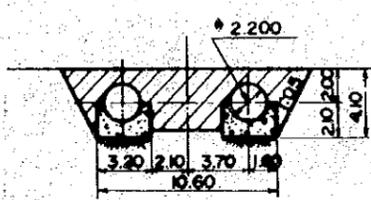
SECTION H-H



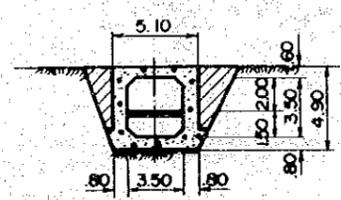
SECTION I-I



SECTION B-B



SECTION D-D



SECTION F-F

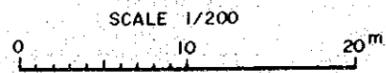
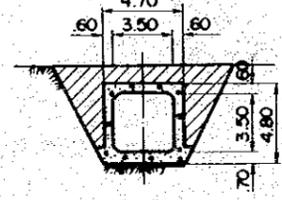
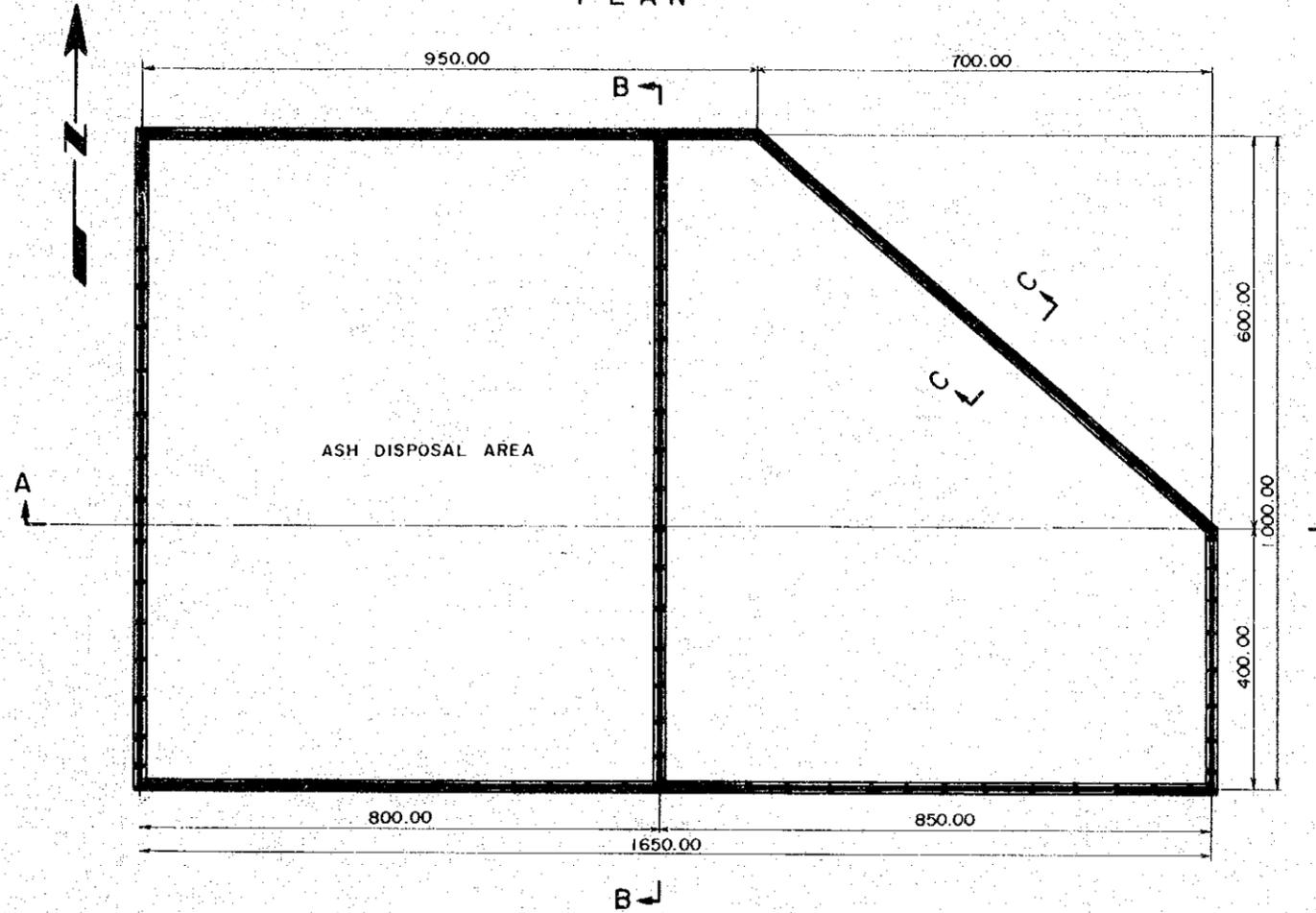
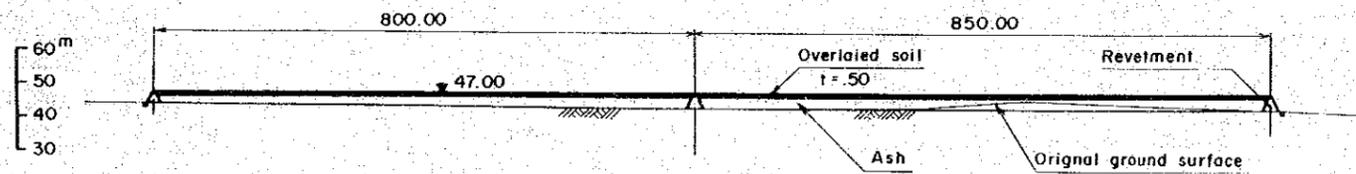


Fig 5-8 ASH DISPOSAL AREA

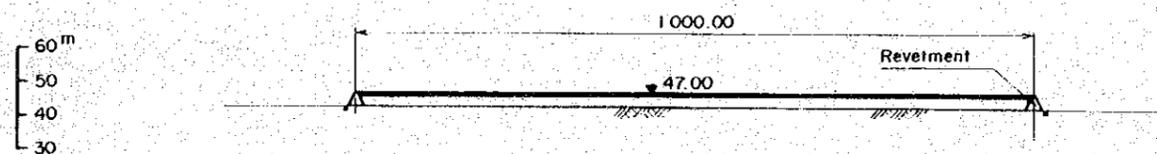
PLAN



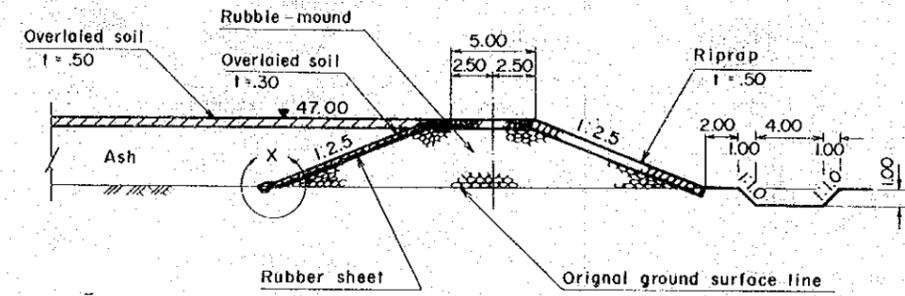
SECTION A-A



SECTION B-B



SECTION C-C



DETAIL OF X

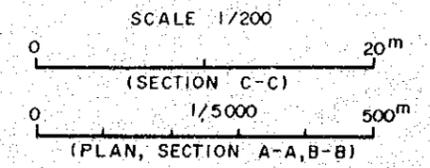
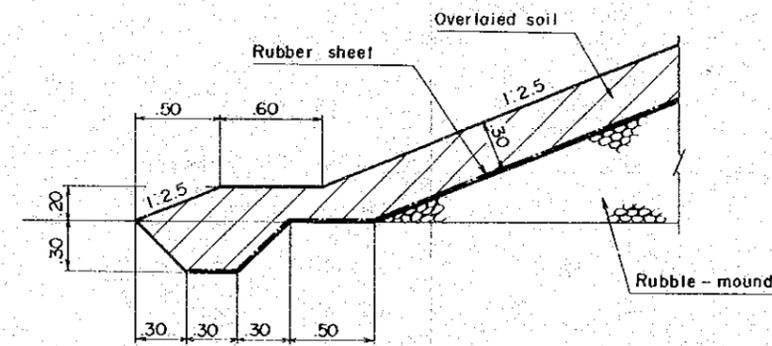
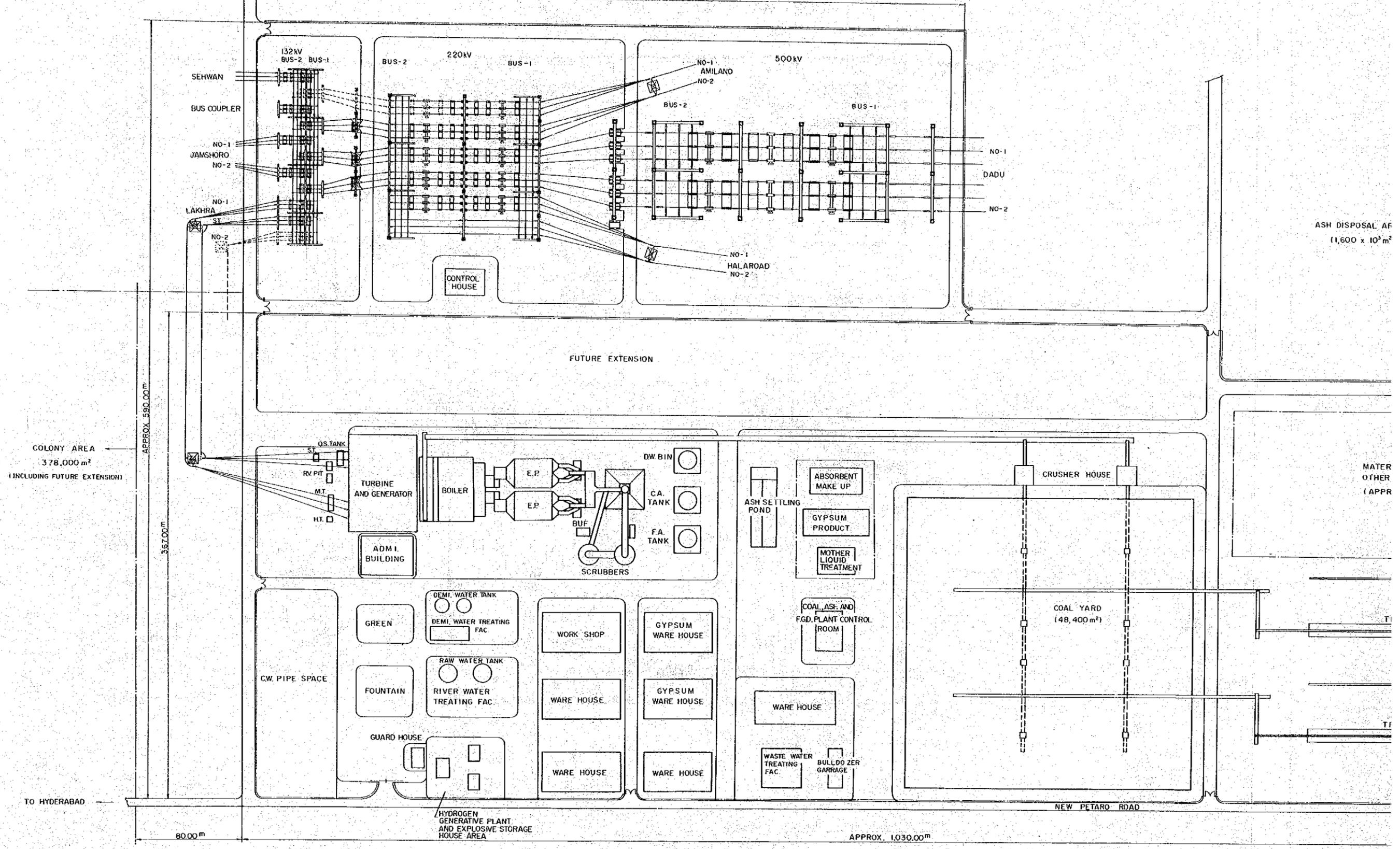


Fig.5-9 LAYOUT OF LAKHRA COAL FIRED THERMAL POWER STATION (300 MW)

550.00m



ASH DISPOSAL AREA
(1,600 x 10³ m²)

MATER OTHER
(APPR)

COLONY AREA
378,000 m²
(INCLUDING FUTURE EXTENSION)

APPROX. 590.00m

367.00m

TO HYDERABAD

80.00m

HYDROGEN
GENERATIVE PLANT
AND EXPLOSIVE STORAGE
HOUSE AREA

APPROX. 1,030.00m

NEW PETARO ROAD

Fig. 5-9 LAYOUT OF LAKHRA COAL FIRED THERMAL POWER STATION (300 MW)

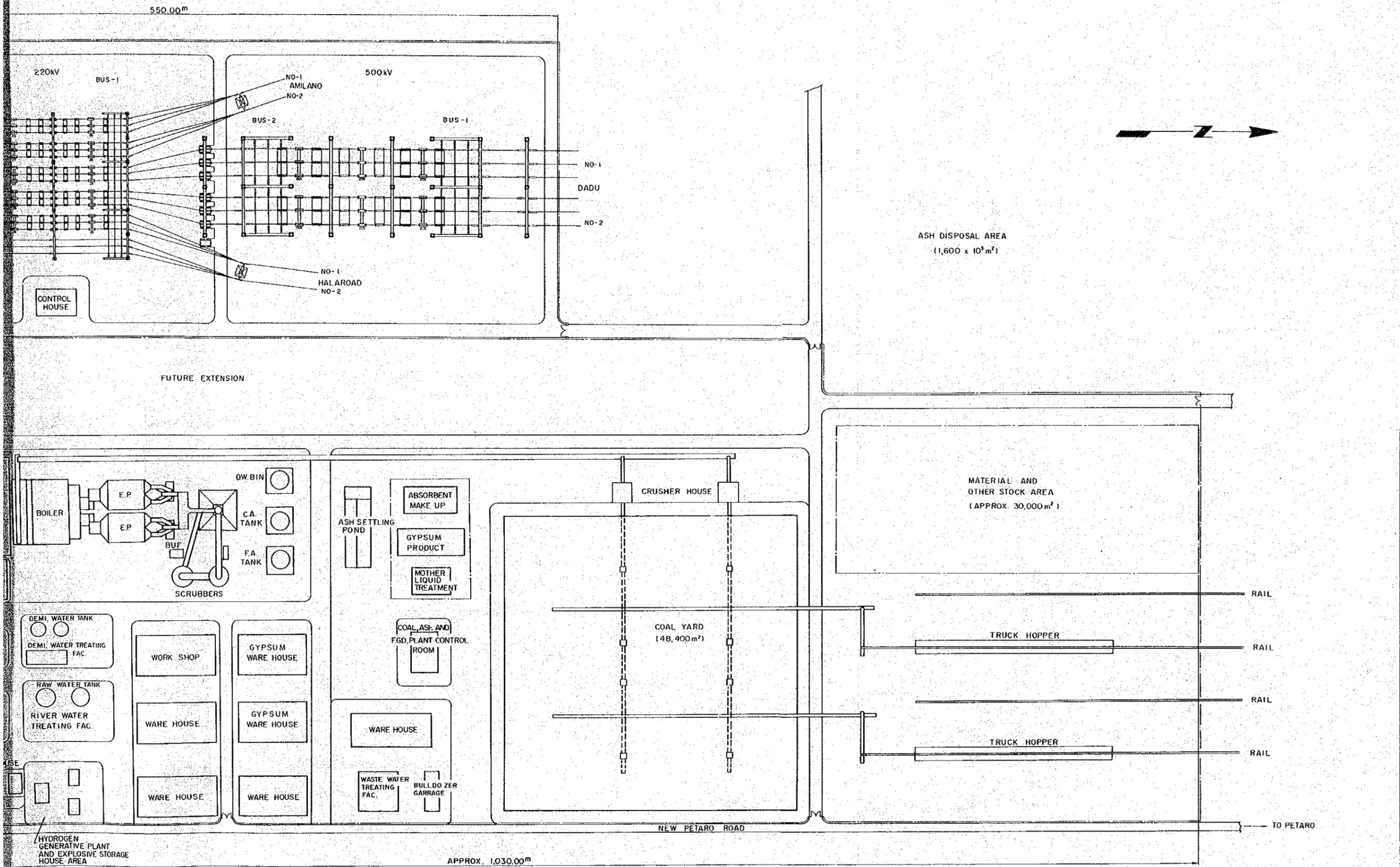


Fig. 5-10 GROUND FLOOR PLAN (300MW)

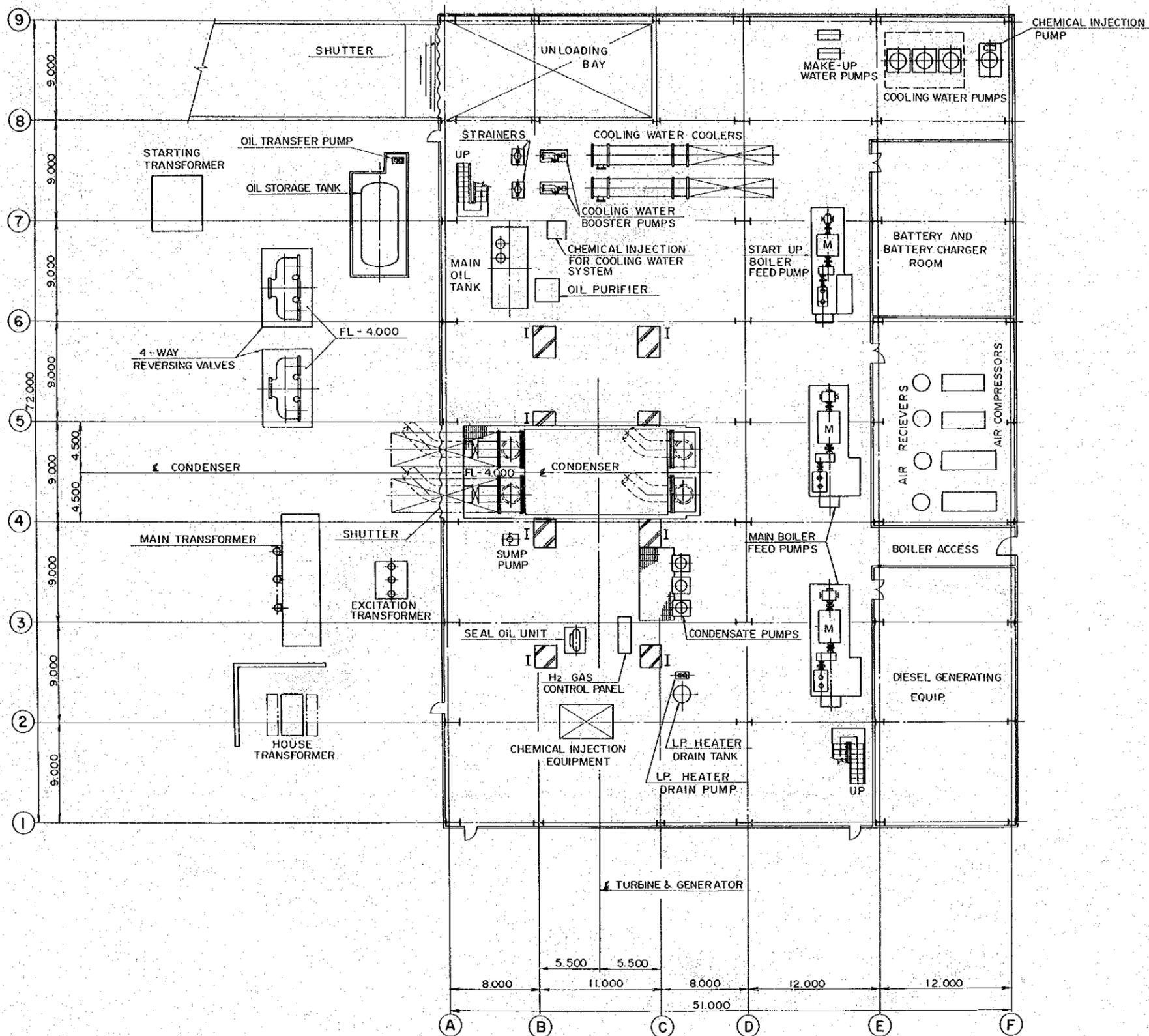


Fig. 5-11 MEZZANING FLOOR PLAN (300MW)

