

(b) 流速

• 計画放水口地点

引き潮時 : 0.65m/sec

満ち潮時 : -0.55m/sec

• 計画取水口地点

引き潮時 : 0.20m/sec

満ち潮時 : -0.15m/sec

(c) 水位

最高水位 : +1.5m a. s. ℓ.

平均高水位 : +0.7m a. s. ℓ.

平均低水位 : -1.0m b. s. ℓ.

最低水位 : -2.3m b. s. ℓ.

(d) 水質

クロン・パカサイ川の水は、既設クラビ1発電所の冷却用水として使用されている。従って、水質に関するデータを集めるため、取水口付近でサンプルを採り、化学分析が行われている。

これらの分析結果は、1986年2月にイタリアのコンサルタントによって報告されている「クラビ2、リグナイト火力発電所」フィージビリティ調査報告書によれば、以下の通りである。

Table 11-6 Water Quality of Pakasai River

	Avg.	Max.	Min.
• pH	7.5	7.9	6.9
• Conductivity (μmhos/cm)	28,206	53,000	6,400
• Turbidity (FTU)	16.7	56.7	4.7
• Tot. Alkalinity (mg/ℓ, as CaCO <sub>3</sub> )	35.0	107.5	2.7
• Tot. Hardness (mg/ℓ, as CaCO <sub>3</sub> )	3,244	6,500	650
• Tot. Dissolved Solids (mg/ℓ)	19,274	84,125	2,440
• Sulfate (mg/ℓ)	2,029	6,072	214.6
• Iron (mg/ℓ)	0.2	0.77	0.005

(4) 地形・地質

1) 一般

計画地点はクロン・パカサイ川の右岸、既設クラビ1発電所の北に位置する。

陸上部の地形は、平均水面上+5.00mから+15.00mの緩やかな傾斜を持った丘陵地である。

計画地域は沖積平野であることから、表土は河川堆積物よりなる。

2) 計画地域の地質概要

計画地域の地質概要については、4.3.6章の(3)に記述の通りである。(p.4-59参照)

計画地点の地質条件の要約を表11-7に示す。

Table 11-7 Geologic Conditions of the Site

Krabi Site	
<b>Surface Deposits</b> · Name · Age · Component · Thickness · Wet Density · Cohesion · Internal frictional angle	Alluvial deposit (uncosolidated) Quarternary Holocene (10,000 years before ~ present) Sandy silt, silt, clay 0 ~ 2 m $\rho = 1.9 \text{ g/cm}^3$ $C = 0.02 \text{ MPa}$ $\phi = 34^\circ$
<b>Bedrock</b> · Name · Age · Component · Thickness · Wet Density · Cohesion · Internal frictional angle	Krabi group, Bang Pu Dam form Tertiary Sandstone, siltstone, claystone More than several tens meters $\rho = 2.3 \text{ g/cm}^2$ $C = 0.16 \text{ MPa}$ $\phi = 34^\circ$
Permeability	$k = 10^{-7} \sim 10^{-6} \text{ cm/s}$ (mainly) $10^{-5} \sim 10^{-4} \text{ cm/s}$ (partially)
Surface Water	The Pakasai river Distance to the sea: 7 km
Ground Water Level	Not more than 2 or 3 m below the ground surface.

\* Based on SIN PUN COALFIELD GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATIONS (EGAT, 1989) and FEASIBILITY STUDY KRABI MINE EXPANSION PROJECT FOR POWER PLANT UNIT 4 (EGAT, 1988).

### 11.2.2 基本設計条件

フィージビリティ調査段階での基本設計条件として、現地調査の結果ならびにタイの地域特性を考慮して以下を決定した。

- 1) 大気温 : 34°C (最大) 27°C (平均)
- 2) 風速 : 30m/s
- 3) 河川水の水温 : 32°C
- 4) 河川水位
  - 高水位 : +1.5m a. s. l.
  - 平均高水位 : +0.7m a. s. l.
  - 平均低水位 : +1.0m b. s. l.
  - 低水位 : +2.3m b. s. l.

#### 5) 地震係数

地震解析に用いる設計値は「タイ王国耐震設計基準」に基づくものとする。

### 11.2.3 運転条件

負荷率は、プロジェクト実現可能性に大きな要素を占める。初期段階において、高負荷率を採用することは、便益上好ましいことである。75MW 2基は、EGATの系統において大きなユニットではないため、発電所はベースロード運用可能である。

また、近年の人件費高騰から、炭鉱開発にかかる費用を低く抑える観点からシンブン炭田をできる限り早期に開発することが好まれる。

上記の理由により、本プロジェクトの年負荷率は80%を採用する。

運転条件の詳細は以下の通り。

#### (1) 定期点検

Table 11-8 に日本における定期点検の例を示す。

**Table 11-8 Typical Overhaul Period of Coal Fired Power Station in Japan**

Unit Capacity	Overhaul Period (days)					
	1st year	2nd year	3rd year	4th year	5th year	Mean Days
156-350 MW	45	25	35	25	45	32.5
500 MW	60	45	60	45	60	52.5
700 MW	70	50	70	50	70	60

Note) 4 years 1 cycle

75MW規模の石炭火力発電所の平均定期点検日数は27.5日である。そのため、本FBCプロジェクトでは定期点検日数を30日とする。

#### (2) 計画停止

月に1度の割合いで、流動層内過熱器及び再熱器管のスケール除去のため12時間停止を行う。計画停止の合計は5.5日となる。

$$(12ヶ月 - 1ヶ月 (定期点検)) \times 0.5日 = 5.5日$$

#### (3) 強制停止

強制停止は、2段階に分類できる。つまり、初期段階における5%と安定期における2%である。Table 11-9 はEGAT火力発電所の強制停止記録が平均4%であることを示す。

Table 11-9 Forced Outage of Thermal Power Plant in EGAT

1990

Power Station	Out Put	Boiler		Turbine		Generator		Control		Others		Total		
		(MW)	(Hrs)	No.	(Hrs)	No.	(Hrs)	No.	(Hrs)	No.	(Hrs)	No.	(Hrs)	No.
1. North Bangkok	1u	75.0	442.1	7	15.9	1	0.0	0	33.3	2	0.7	2	492.0	12
"	2u	75.0	180.5	2	1.8	1	7.9	1	42.7	3	6.9	2	239.8	9
"	3u	87.5	342.9	6	0.0	0	0.0	0	1.7	1	0.6	1	345.2	8
	Total		965.5	15	17.7	2	7.9	1	77.7	6	8.2	5	1077.0	29
2. South Bangkok	1u	200.0	54.1	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	12.2	3	66.3	4
"	2u	200.0	45.9	1	57.8	2	2.4	2	0.0	0	5.4	2	111.5	7
"	3u	310.0	45.4	1	59.0	1	0.0	0	0.0	0	1.0	1	105.4	3
"	4u	310.0	191.0	5	0.0	0	0.0	0	87.6	1	4.3	2	282.9	8
"	5u	310.0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.0	1	8.0	2	10.0	3
	Total		336.4	8	116.8	3	2.4	2	89.6	2	30.9	10	576.1	25
3. Mae Moh	1u	75.0	37.2	3	197.1	7	4.9	1	695.6	4	22.2	2	957.0	17
"	2u	75.0	116.0	4	2.5	2	16.7	3	0.0	0	46.6	1	181.8	10
"	3u	75.0	46.4	6	0.0	0	5.0	1	34.4	3	48.3	1	134.1	11
"	4u	150.0	65.2	2	91.9	1	0.0	0	0.0	0	6.6	3	163.7	6
"	5u	150.0	73.6	3	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.2	1	73.8	4
"	6u	150.0	176.3	6	6.6	1	0.0	0	10.1	1	6.9	3	199.9	11
"	7u	150.0	46.1	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.6	3	48.7	4
"	8u	300.0	320.5	19	14.8	3	9.9	4	109.8	8	12.2	5	467.2	39
"	9u	300.0	88.7	12	0.0	0	0.5	1	4.5	1	0.3	1	94.0	15
	Sub Total		970.0	56	312.9	14	37.0	10	854.4	17	145.9	20	2320.2	117
4. Bang Pakong	1u	550.0	0.0	0	0.0	0	1.6	1	0.7	1	0.0	0	2.3	2
"	2u	550.0	0.6	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.6	1
	Sub Total		0.6	1	0.0	0	1.6	1	0.7	1	0.0	0	2.9	3
5. Krabi	1u	17.0	89.0	4	203.1	6	142.3	1	157.8	3	5.3	4	597.5	18
"	2u	17.0	760.0	15	201.4	10	0.0	0	21.6	1	7.1	2	990.1	28
	Sub Total		849.0	19	403.5	16	142.3	1	179.4	4	12.4	6	1587.6	46
6. Surat Thani	1u	30.0	229.1	5	385.9	7	0.0	0	415.2	10	0.0	0	1030.2	22
7. Khanom	1u	75.0	168.9	9	148.4	2	0.0	0	4.6	1	3.7	1	325.6	13
"	2u	75.0	314.2	19	312.5	7	395.1	5	264.4	6	3.3	2	1289.5	39
	Sub Total		483.1	28	460.9	9	395.1	5	269.0	7	7.0	3	1615.1	52
Total hrs (No.)														

本調査では設計値として5%の強制停止を採用し、計17日とする。

$$[(365 - 30 - 5) \times \frac{5}{100} = 16.5]$$

(4) 総発電日数

設計運転日数は313日になる。(365-30-5.5-16.5=313日)

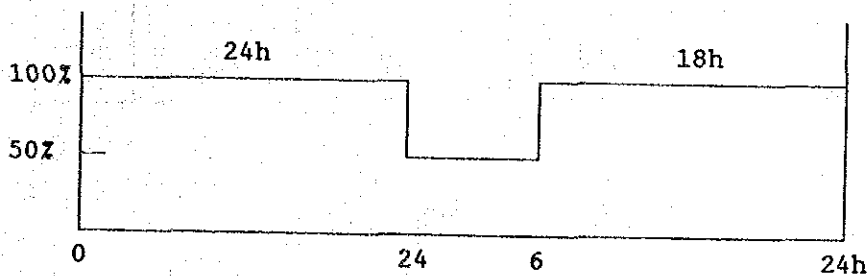
そのため、FBC発電所の年稼働率は85.8%となる。

$$\begin{aligned} \text{年稼働率} &= \frac{\text{運転日}}{365} \times 100 \\ &= \frac{313}{365} \times 100 \\ &= 85.8\% \end{aligned}$$

(5) 負荷パターン

運転期間中の負荷率は  $\frac{80\%}{85.8\%} = 93.2\%$  になる。この負荷率から下記の負

荷パターンが考えられる。



$$\text{Daily Load Factor} = \frac{24+18+(6 \times 0.5) \times 75\text{MW}}{48 \times 75\text{MW}} \times 100\% = 93.7\%$$

$$\text{Annual Load Factor} = 93.7 \times \frac{85.8}{100} = 80.4\%$$

EGAT火力発電所負荷率の過去実績は Table 11-10 に示す通りで、EGATにとって80%負荷率が適性であることを示している。

Table 11-10 Load Factor for EGAT Thermal Power Plant in 1990

Name of Power Station	Out Put [MW]	Generation [GWH]	Load Factor	Operation Hour
Oil & Gas				
North Bangkok 1-3	237.5	1,473	70.8	7,857
South Bangkok 1-5	1,330.0	9,373	80.4	8,256
Khanom 1-2	150.0	1,124	85.5	7,642
Surat Thani 1	30.0	180	68.6	8,660
<u>Sub Total</u>	<u>2,847.5</u>	<u>21,030</u>	<u>81.0</u>	<u>8,331</u>
Lignite				
Krabi 1-2	34	255	85.7	7,625
Mae Moh 1-3	225	1,726	87.6	7,672
Mae Moh 4-7	600	4,949	94.1	8,212
Mae Moh 8-9	600	2,956	56.2	5,019
<u>Sub Total</u>	<u>1,459.0</u>	<u>9,886</u>	<u>71.3</u>	<u>7,487</u>

Note: Mae Moh No.9 was under commissioning.

$$\text{Load Factor} = \frac{\text{Generation}}{\text{Out put} \times 8,760 \text{ hours}}$$

## 11.2.4 設計要素

### (1) ボイラ効率及びプラント効率 (受入れ炭低位発熱量基準)

#### (a) シンプンリグナイト

L.H.V. 2,787 kcal/kg

仮定

ボイラ効率 88%    タービン発電機効率 40.9%

負荷率80%における減衰係数 : 0.97

∴総効率 34.9%

$$\text{リグナイト 使用量} = \frac{75 \times 10^3 \text{ kWh} \times 860 \text{ kcal/kWh}}{0.349 \times 2,787 \text{ kcal/kg}} = 66.31 \text{ t/h} \approx 66 \text{ t/h} \quad \text{1ユニット当たり}$$

損失	条件 : 空気比	1.2	Ca/S	モル比 2.0
	放熱損失	- 0.2	(若松FBC経験値)	
(i) 参照)	排ガス損失 (乾き)	- 4.3 %		
	未燃損失	- 1.0 %	(パイロット燃焼試験結果)	
(ii) 参照)	CaO生成損失	- 1.6 %		
(iii) 参照)	灰分損失	- 2.2 %		
	FDF入力	+ 1.0 %	(若松FBC経験値)	
	計	- 8.3 %		
	修正ボイラ効率	91.7 %		
	修正リグナイト使用量			

$$\frac{75 \times 10^3 \text{ kWh} \times 860 \text{ kcal/kWh}}{0.364 \times 2,787 \text{ kcal/kg}} = 63.58 \text{ t/h} \approx 64 \text{ t/h}$$

#### (i) シンプンリグナイトの必要空気量と排ガス量

データ 1 (無灰無水ベース)      出典 : シンプン地質レポート

C %	63.9810
H %	5.0036
N %	1.1940
S %	12.9224 (燃焼性硫黄)
O <sub>2</sub> %	16.9119



データ 2 (受入れ炭ベース) 出典: シンブン地質レポート

低位発熱量	2715.71 kcal/kg	
灰分	21.08 %	
全水分 (固有水分)	32.67 % (16.90%)	
揮発物	28.11 %	┌ 45.77 %
固定炭素	17.66 %	
硫黄分 (全硫黄)	5.47 %	

データ 1 とデータ 2 では硫黄分に矛盾がある。(12.9224% × 0.4577 = 5.9146 > 5.47%)。そのため、データ 2 の硫黄分には灰分に含まれる硫黄は計上されていないと仮定した。シンブン地質レポートによると、灰中SO<sub>2</sub>の含有率は26.9%になるため、灰中の硫黄分は受入れ炭ベースで約2.27%になる。

$$(A.R. \quad 26.9 \times \frac{21.08}{100} \times \frac{32(S)}{80(SO_2)} = 2.27\%)$$

そのため、データ 2 の全硫黄分は、受入れ炭ベースで7.74%となる。

データ 1 を基に、必要空気量と排ガス量を計算すると以下の通り。

石炭データ (A.R.)

C	:	0.63981 × 0.4577 = 0.2928
H	:	0.05004 × 0.4577 = 0.0229
N	:	0.01194 × 0.4577 = 0.0055
S	:	0.129224 × 0.4577 = 0.0591
O <sub>2</sub> (燃焼性)	:	0.169119 × 0.4577 = 0.0774
水分	:	0.3267

理論空気量：A<sub>0</sub>

$$A_0 = 8.89C + 26.7 \left( h - \frac{O}{8} \right) + 3.33S \quad \text{Nm}^3/\text{kg燃料}$$

$$\approx 3.153 \text{ Nm}^3/\text{kg燃料}$$

空気比1.2とすると必要空気量Aは

$$A = 3.153 \times 1.2$$

$$= 3.784 \text{ Nm}^3/\text{kg燃料}$$

A<sub>0</sub>に対する乾き排ガス量：V<sub>d0</sub>

$$V_{d0} = 8.89C + 21.1 \left( h - \frac{O}{8} \right) + 3.33S + 0.80N$$

$$\approx 3.083 \text{ Nm}^3/\text{kg燃料}$$

空気比1.2から排ガス量V<sub>0</sub>は

$$V_0 = 3.083 + 0.2 \times 3.153$$

$$= 3.714 \text{ Nm}^3/\text{kg燃料}$$

排ガス比熱 0.315 kcal/Nm<sup>3</sup>°C

$$(130^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) \times 0.315 \times = 31.5 \text{ kcal/Nm}^3$$

$$(2,787 \text{ kcal/kg} \div 2715.71 \text{ kcal/kg}) \times 3.714 \text{ Nm}^3/\text{kg fuel} \times 31.5 \text{ kcal/Nm}^3$$

$$= 120 \text{ kcal/kg燃料}$$

$$120 \text{ kcal/kg燃料} \div 2,787 \text{ kcal/kg燃料} = 0.0431$$

(ii) CaO生成損失

全硫黄 7% A.R.

$$66 \text{ ton/h} \times \frac{7.0}{100} = 4.62 \text{ ton/h} \quad \text{修正値 } 4.41 \text{ ton/h}$$

Ca/Sモル比 2.0 石灰石純度90%

$$4.62 \times \frac{100}{32} \times \frac{1}{0.9} \times 2.0 = 32.1 \text{ ton/h 75MWユニット}$$

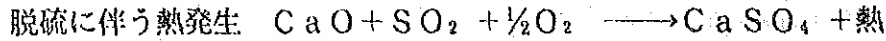
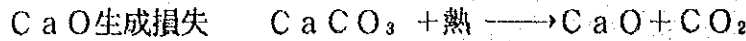
31.1 ton/h

燃焼性硫黄：不燃焼性硫黄 = 7 : 3 (5.47 : 2.27)

CaO生成損失

脱硫率 94%

$$\frac{(1,330 \times 2.0 - 3,160(0.94 - 0.3)) \times 0.07}{2,787} = 0.016$$



(iii) 灰損失

リグナイトから発生する灰  $66 \times 0.2108 = 13.9 \text{ t/h}$

石灰石から発生する灰 (モル比2の場合)

非石灰分  $3.2 (32 \times 0.1) \text{ t/h}$

石灰分  $32 \times 0.9 \times \frac{56}{100} = 16.1 \text{ t/h}$

(石膏-石灰分)  $(4.62 \div 32) \times 0.64 \times (136 - 56) = 7.4 \text{ t/h}$

計  $40.61 \text{ t/h}$

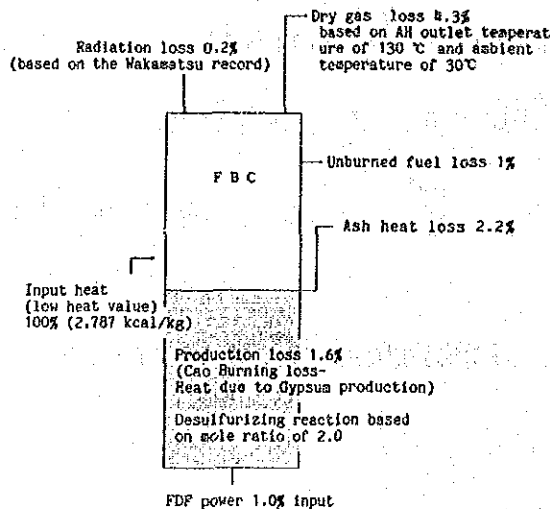
B. M. オーバーフロー 灰 : フライアッシュ : バグ灰 = 45 : 45 : 10 (パイロット燃焼試験結果)

B. M. オーバーフロー 灰	830 °C → 30°C損失	} 比熱 0.21 kcal/kg°C
フライアッシュ	300 °C → 30°C損失	
バグ灰	130 °C → 30°C損失	比熱 0.2 kcal/kg°C

損失

$$\frac{40.61 \times 0.45 \times (830 - 30) \times 0.21 + 40.61 \times (300 - 30) \times 0.2 + 40.61 \times 0.1 \times (130 - 30) \times 0.2}{66 \times 2,787}$$

= 0.022



Assumed Heat Balance of 50t-Pun Coal Fired FBC  
(based on wet coal with a low heat value of 2,787 kcal/kg and sulfur content of 7.0%)

(b) シンブナークラブリグナイト

L. H. V. 2,556 kcal/kg

假定

ボイラ効率 91.7% タービン発電機効率 40.9%

負荷率80%における減衰係数: 0.97

∴総効率 36.4%

$$\text{リグナイト 使用量} = \frac{75 \times 10^3 \text{ kWh} \times 860 \text{ kcal/kWh}}{0.364 \times 2,556 \text{ kcal/kg}} = 69.33 \text{ t/h} \approx 69 \text{ t/h} \quad 1 \text{ ユニット当り}$$

損失	空気比	1.2	Ca/S	モル比 2.0
	放熱損失	- 0.2		
(i) 参照)	排ガス損失 (乾き)	- 4.3 %		
	未燃損失	- 1.0 %		
(ii) 参照)	CaO生成損失	- 1.5 %		
(iii) 参照)	灰分損失	- 2.3 %		
	FDF入力	+ 1.0 %		
	計	- 8.3 %		
	修正ボイラ効率	91.7 %		
	修正リグナイト使用量			

$$\frac{75 \times 10^3 \text{ kWh} \times 860 \text{ kcal/kWh}}{0.364 \times 2,556 \text{ kcal/kg}} = 69.33 \text{ t/h} = 69 \text{ t/h}$$

(i) 排ガス損失

$$(2,556 \div 2,715) \times 3.714 \text{ N m}^3/\text{kg fuel} \times 31.5 \text{ kcal/N m}^3 \\ = 110 \text{ kcal/kg fuel} \quad 110/2,556 = 0.0430 = 4.3 \%$$

(ii) CaO生成損失

全硫黄 : 5.96

必要石灰石 : Ca/S Mol Ration 2.0 purity 90%

$$69 \text{ t/h} \times 0.0596 \times \frac{100}{32} \times \frac{1}{0.9} \times 2 = 28.56 \text{ t/h}$$

燃焼性硫黄 : 不燃焼性硫黄 = 7 : 3

$$\frac{(1,330 \times 2.0 - 3,160(0.94 - 0.3)) \times 0.0596}{2,556} = 0.015 = 1.5\%$$

(iii) 灰損失

リグナイトから発生する灰  $69 \text{ t/h} \times 24.15\% = 16.7 \text{ t/h}$

石灰石から発生する灰

非石灰分  $28.6 \times 0.1 = 2.9 \text{ t/h}$

石灰分  $28.6 \times 0.9 \times \frac{56}{100} = 14.4 \text{ t/h}$

石膏-石炭  $\frac{69 \times 0.0596}{32} \times 0.64 \times (136 - 56) = 6.58$

計  $40.2 \text{ t/h}$

B. M. オールフロー : フライッシュ : バグ灰 = 45 : 45 : 10

$$\frac{40.6 \times 0.45 \times (830 - 30) \times 0.21 + 40.6 \times 0.45 \times (300 - 30) \times 0.2 + 40.6 \times 0.1 \times (130 - 30) \times 0.2}{69 \times 2,556}$$

リグナイト消費量

$$\frac{2 \times 75 \text{ MW} \times 860 \text{ kcal/kwh} \times 10^3}{0.409 \times 0.914 \times 0.97 \times 2,556} = 139 \text{ t/h}$$

∴ 139 ton/h for 150 MW

シンブン リグナイト  $111 \text{ t/h}$       クラビ リグナイト

$28 \text{ t/h}$

シンブン リグナイト  $110 \times 24 \times 365 \times 0.8 = 777,888 \text{ t/year}$

$19.5 \text{ Mt} / 25 \text{ years}$

石灰石消費量

$$139 \times 0.0596 \times \frac{100}{32} \times \frac{1}{0.9} \times 2.0 = 57.5 \text{ t/h} \quad \therefore 58 \text{ t/h}$$

$$58 \times 24 \times 365 \times 0.8 = 406.5 \times 10^3 \text{ t/year} \quad 10.2 \text{ Mt} / 25 \text{ years}$$

(c) クラブリグナイト

L. H. V. 1,600 kcal/kg

仮定

ボイラ効率 91.7% タービン発電機効率 40.9%

負荷率80%における減衰係数 : 0.97

∴総効率 36.4%

$$\text{リグナイト消費量} = \frac{75 \times 10^3 \text{ kWh} \times 860 \text{ kcal/kWh}}{0.364 \times 1,600 \text{ kcal/kg}} = 110.7 \text{ t/h per 1ユニット当たり}$$

損失	空気比	1.2	Ca/S	モル比 2.0
	放熱損失	- 0.2		
(i) 参照)	排ガス損失 (乾き)	- 4.3 %		
	未燃損失	- 1.0 %		
(ii) 参照)	CaO生成損失	- 1.0 %		
(iii) 参照)	灰分損失	- 3.1 %		
	FDF入力	+ 1.0 %		
	計	- 8.6 %		
	修正ボイラ効率	91.4 %		
	修正リグナイト使用量			

$$\frac{75 \times 10^3 \text{ kWh} \times 860 \text{ kcal/kWh}}{0.362 \times 1,600 \text{ kcal/kg}} = 111 \text{ t/h}$$

(i) 排ガス損失

$$(1,600 \div 2,715) \times 3.714 \text{ N m}^3/\text{kg fuel} \times 31.5 \text{ kcal/N m}^3 = 68.94 \text{ kcal/kg fuel}$$

$$\frac{68.94}{1,600} = 0.043$$

(ii) CaO生成損失

全硫黄 : 1.8 % A.R.

Ca/Sモル比 : 2.0 純度 90 %

脱硫効率 : 86 %

$$110.7 \text{ t/h} \times 0.018 \times \frac{100}{32} \times \frac{1}{0.9} \times 2.5 = 17.3 \text{ t/h}$$

修正値 : 17.3 t/h

燃焼性硫黄 : 不燃焼性硫黄 = 7 : 3

$$\frac{(1,330 \times 2.5 - 3,160(0.86 - 0.3)) \times 0.018}{1,600} = 0.010$$

(iii) 灰損失

リグナイトから発生する灰  $110.7 \text{ t/h} \times 0.3645 \% = 40.4 \text{ t/h}$

全解析から発生する灰

非石灰分  $17.3 \times 0.1 = 1.7 \text{ t/h}$

石灰分  $17.3 \times 0.9 \times \frac{56}{100} = 8.7 \text{ t/h}$

石膏-石炭  $\frac{110.7 \times 0.018}{32} \times 0.56 \times (136 - 56) = 2.8 \text{ t/h}$

計 53.6 t/h

B.M. オーバーフロー : フライッシュ : バグ灰 = 45 : 45 : 10

$$\frac{53.6 \times 0.45 \times (830 - 30) \times 0.21 + 53.6 \times 0.45 \times (300 - 30) \times 0.2 + 53.6 \times 0.1 \times (130 - 30) \times 0.2}{109.5 \times 1,600}$$

= 0.031

### 11.3 発電設備要覧

#### 11.3.1 基本項目

設計に際し、以下の項目を適用した。

発電出力 : 2 × 75MW  
ボイラ型式 : 常圧型バブリング型流動床燃焼ボイラ  
年間負荷率 : 80 %  
寿命 : 25 年  
年平均熱負荷 (L. H. V.) :  
2,365kcal/kWh (36.4%)  
(Bo. Eff. 91.7% × Tb Eff. 41.5% × Ge Eff. 98.5%) × 0.97  
主蒸気圧力 : 127 kg/cm<sup>2</sup> g  
蒸気温度 : 538 °C/538 °C  
排ガス : SO<sub>x</sub> 700ppm, NO<sub>x</sub> 1,000mg/Nm<sup>3</sup>  
Dust 500mg/Nm<sup>3</sup> 以下  
石灰石消費量 (Ca/S モル比) : 2.0

褐炭

	<u>シンブンリグナイト</u>	<u>クラビリグナイト</u>
熱量 (LHV) (kcal/Kg)	2,795	1,600
全水分 (%)	32.7	26.1
灰分 (%)	21.1	36.4
硫黄分 (%)	7.0	1.8

リグナイト消費量 : 1,000,000 ton/year

(シンブン 4, クラビ 1)

石灰石消費量 : 400,000 t/year

灰発生量 : 600,000 t/year

工 程 : 1996 12 Unit 1

1997 6 Unit 2

海水温度 : 32 °C

大気温度 : 34 °C (最大) 27 °C (平均)

最大風速 : 30 m/s

水 平 力 : V = 0.07 W



### 11.3.2 土地造成

#### (1) 敷地面積

発電所構内 : 10 ha

ポンプピットと放水路 : 3 ha

灰捨場 No.1 エリア : 49 ha

No.2 エリア : 37 ha

計 99 ha

(2) 発電所敷地高さ : DL. + 7.00 m

(3) 土地造成 : 掘削 approx. 300,000 m<sup>3</sup>

: 盛土 approx. 20,000 m<sup>3</sup>

### 11.3.3 リグナイト・石灰石前処理システム

#### (1) リグナイト受入れ設備

##### 1) リグナイト受入れホッパ

型式 : 鋼板角型 グリズル付

容量 : 30 m<sup>3</sup>

##### 2) リグナイト受入れコンベヤ

No.1 コンベヤ (BC1) : 300 T/H 1 mW × 6 mL  
5.5 kW

No.2 コンベヤ (BC2) : 300 T/H 0.9 mW × 100 mL  
55 kW

No.3 コンベヤ (BC3) : 300 T/H 0.9 mW × 70 mL  
22 kW

No.4 コンベヤ (BC4) : 300 T/H 0.9 mW × 110 mL  
22 kW

(2) リグナイト払い出し装置

1) リグナイト 払い出しホッパ : 鋼板角型 グリズリ付

1.5 m<sup>3</sup> × 6

2) リグナイト 払い出し給炭機 : 300 T/H 0.95 mW × 6

3.7 kW

3) リグナイト払い出しコンベヤ

No.5 コンベヤ (BC5) : 300 T/H 0.9 mW × 90 mL

22 kW

No.6 コンベヤ (BC6) : 300 T/H 0.9 mW × 110 mL

15 kW

(3) 石灰石受入れ装置

1) 石灰石受入れホッパ : 鋼板角型 グリズリ付

型 式 : 300 m<sup>3</sup>

2) 石灰石受入れコンベヤ

No.1 コンベヤ (LBC1) : 150 T/H 1 mW × 6 mL

5.5 kW

No.2 コンベヤ (LBC2) : 150 T/H 0.6 mW × 90 mL

22 kW

No.3 コンベヤ (LBC3) : 150 T/H 0.6 mW × 50 mL

7.5 kW

(4) 石灰石払い出し装置

1) 石灰石払い出しホッパ

型 式 : 鋼板角型 グリズリ付

容 量 : 1.5 m<sup>3</sup> × 2

2) 石灰石払い出しフィーダ : 150 T/H 0.6 mW × 2

2.2 kW

3) 石灰石払い出しコンベヤ

No.4 コンベヤ (LBC4) : 150 T/H 0.6 mW × 55 mL

7.5 kW

(5) リグナイト・石灰石・破碎装置

- 1) リグナイトバケットエレベータ : 350 T/H 20 mH
- 2) リグナイト払い出しホッパ: 鋼板角型 グリズリ付
- 3) 給炭機 : 150 T/H × 2 0.9 mW
- 4) リグナイト破碎機
- 型式 : ダブルローラー型
- 容量 : 150 T/H × 2
- 受入れ 100 mm
- 払い出し 30 mm 90%
- 55 kW
- 5) リグナイトコンベヤ (LLBC1) : 300 T/H 1 mW × 10 ml
- 5.5 kW
- 6) 石灰石バケットコンベヤ : 150 T/H 20 mH 15 kW
- 7) 石灰石破碎機
- 型式 : ハンマー型破碎機
- 容量 : 75 T/H × 2
- 受入れ 100 mm
- 払い出し -1.5 mm, 85%
- 400 kW × 2
- 8) 石灰石コンベヤ (LLBC2) : 150 T/H, 0.6 mW × 10 ml, 3.7 kw
- 9) リグナイト-石灰石コンベヤ : 150 T/H, 1 mW × 80 ml, 22 kw
- (LLBC3)
- 10) リグナイト-石灰石バケットコンベヤ : 500 T/h, 45ml, 110 kW

11.3.4 油貯蔵タンク

- 型式 : 鋼板円筒型
- 数量 : 1
- 容量 : 80 m<sup>3</sup>

### 11.3.5 工業揚水供給システム

- (1) 数量 : 最大 300 m<sup>3</sup>/日
- (2) 水源 : R1 and R2 貯水池
- (3) 取水路
  - 径 :  $\phi$  150 mm
  - 長さ : 約 500 m (R1)
  - : 約 1,500 m (R2)
- (4) 工水タンク
  - 容量 : 1,000 m<sup>3</sup>
  - 数量 : 1 式 / 2 ユニット
- (5) 純粋タンク
  - 容量 : 500 m<sup>3</sup>
  - 数量 : 1 式 / 2 ユニット
- (6) 純粋装置
  - 容量 : 24 m<sup>3</sup>/hr
  - 数量 : 1 式 / 2 ユニット

### 11.3.6 ボイラ

- (1) ボイラ
  - 1) 火 炉 : メンブレン構造
    - 幅 : 15 m
    - 奥行き : 12 m
    - 高さ : 15 m
  - セル分割数 : 8
  - セルサイズ : 3 m × 7.5 m
  - リグナイト給炭方式 : 上込め給炭方式
  - 通風方式 : 平衡通風方式
  - 脱硫剤 : 石灰石
  - 流動床高圧 : 1.2 m
  - 炉床負荷 :  $1.2 \times 10^6$  kcal/m<sup>2</sup>h

熱交換器 : 節炭器  
蒸発器  
過熱器  
再熱器

2) ボイラ補機

ドラム

過熱器減温器

再熱器減温器

ボイラ循環ポンプ : 400 t/h, 190 kW

安全弁、サイレンサ

ドラムレベル計

3) 空気予熱器

型 式 : 再生再熱式

空気側 : 270,000 Nm<sup>3</sup>/h

47°C 入口, 277°C 出口

ガス側 : 310,000 Nm<sup>3</sup>/h

330°C 入口, 130°C 出口

4) スーツブロワ

型 式 : 遠隔制御蒸気噴霧型

数 量 : 2 ユニット当り

5) 連続ブロー装置

6) 鉄屑、ケーシング、足場、階段

7) 保温・耐火断熱材

(2) リグナイト燃焼装置 : 2 式

1) リグナイトバンカ

型 式 : 鋼板ホッパ

数 量 : 8 ユニット当り

容 量 : 150 ton/Hopper (12 hours)

2) リグナイト計量機

型式 : 計量給炭機  
数量 : 8 ユニット当り  
容量 : 20 t/h (Ca/S モル比 4, 20% 余裕)

3) リグナイトスプレッダー

型式 : 回転式  
数量 : 8 ユニット当り  
容量 : 20 t/h

4) 補機 : 8 ユニット当り

リグナイトシュート

ロータリーバルブ

スクリーンコンベヤ

ゲート

(3) 油燃焼装置

1) 熱風炉

型式 : 二重円筒直接過熱式  
数量 : 1  
燃料 : 軽油  
容量 : 2,000 kg/h, 550°C

2) 軽油ポンプ

型式 : 水平スクリーン型  
数量 : 1 (2 式 2 ユニット当り)  
容量 : 4,000 kg/h, 8 kW

3) 軽油中継タンク

型式 : 鋼板円筒型  
数量 : 1 式 2 ユニット当り  
容量 : 20 m<sup>3</sup>

4) ストレーナ、配管及び弁

- (4) 通風排ガス系統 : 2 式
- 1) 押込み通風機
- 型式 : 両吸込み型
- 数量 : 1
- 容量 : 5,520 m<sup>3</sup>/min at 27°C  
2,560 mmH<sub>2</sub>O, 2,860 kW
- 2) 誘引通風機
- 型式 : 両吸込み型
- 数量 : 1
- 容量 : 8,510 m<sup>3</sup>/min at 130 °C  
600 mmH<sub>2</sub>O, 1,100 kW
- 3) 通風ダクト
- 型式 : 鋼板
- 厚さ : 4.5 mm
- 4) 煙路
- 型式 : 鋼板 SS400
- 厚さ : 4.5 mm, 6 mm

(5) 機械式サイクロン灰回収系統

1) 機械式サイクロン

- 型式 : 単円筒型
- 数量 : 1
- 容量 : 312,600 Nm<sup>3</sup>/h, 340°C

2) 灰リサイクルブロワ

- 型式 : ルーツブロワ型
- 数量 : 2
- 容量 : 300 m<sup>3</sup>/min  
2,650 mmH<sub>2</sub>O, 220 kW

3) M/C 灰貯蔵ホッパ

型式 : 円筒型均圧ホッパ付

数量 : 1

容量 : 50 m<sup>3</sup> (3 hours)

4) 補機

スクリュウコンベヤ

ロータリーバルブ

配管、弁

(6) ヘッドマテリアル処理系統

1) B.M. 抽出バルブ : 8 ユニット当り

2) B.M. クーラ

3) 補機 :

B.M. シュート

(7) バグハウス

数量 : 2 式 2 ユニット当り

容量 : 300,000 Nm<sup>3</sup>/H Dry 130°C

-300 mmH<sub>2</sub>O

入口ダクト 20 g/Nm<sup>3</sup>

出口ダクト 0.5 g/Nm<sup>3</sup>

差圧 100 mmH<sub>2</sub>O

(8) 配管・弁

主蒸気管

高温再熱管

低温再熱管

高圧タービンバイパス弁

低圧タービンバイパス弁

主給水管



減温器管  
補助蒸気管  
ブローダウン管  
ドレン管  
冷却水管  
薬注管  
サンプリング管  
空気配管  
フラッシュタンク  
ブローダウンタンク  
その他必要な配管及び弁

(9) その他装置

1) 所内空気圧縮機

数量 : 2式 2ユニット当り  
圧力 : 7 kg/cm<sup>2</sup>g  
容量 : 12 m<sup>3</sup>/min  
空気貯槽 : 1.2 m<sup>3</sup>

2) 薬注装置

3) サンプリング装置

(10) 計測制御

1) APC : デジタル型  
2) ローカル制御 : デジタル型・空気操作方式  
3) ボイラ補機制御 : デジタル型

4) ボイラ監視装置

炉内T、V、

ドラムレベル監視

排ガスO<sub>2</sub>監視装置

その他必要な変換機、指示計及び記録計

## 5) 制御用圧縮機

数量	:	1 ユニット当り
圧力	:	7 kg/cm <sup>2</sup> g
容量	:	10 m <sup>3</sup> /min
空気貯槽	:	4 m <sup>3</sup>

## (1) 電気設備

モーター  
ケーブル及びケーブル工事  
接地

## 11.3.7 タービン

### (1) タービン

#### 1) 蒸気タービン

型式	:	串型再熱再生復水式
数量	:	1
定格	:	75 MW
回転数	:	3,000 rpm
蒸気条件		
主蒸気	:	128 kg/cm <sup>2</sup>
(MSV 入口)	:	538 °C
再熱蒸気	:	30 kg/cm <sup>2</sup>
(RSV 入口)	:	538 °C
抽気段数	:	5
タービン効率	:	41.5%
真空	:	-693 mmAg
冷却水	:	32°C, 海水

#### 2) 主蒸気止め弁

#### 3) 再熱蒸気止め弁

#### 4) タービン速度調節器

- 5) 油滑油装置
- 6) ターニング装置
- 7) グランド蒸気圧力調節装置
- 8) 保安装置
- 9) タービン監視計器

(2) 復水装置

1) 復水器

設計圧力 : -693 mmAg  
 清浄度 : 75%  
 管内速度 : 2.0 m/s  
 海水温度差 : 7 °C  
 電気防蝕  
 スポンジボール洗浄装置

2) 循環水ポンプ

数量 : 2 ユニット当り  
 容量 : 6,900 m<sup>3</sup>/h, 200 kW

3) 復水ポンプ

数量 : 2 (予備 1 台)  
 容量 : 220 m<sup>3</sup>/h  
 6.7 kg/cnf, 75 kW

4) 復水ブースタポンプ

数量 : 2 (1 for stand-by)  
 容量 : 220 m<sup>3</sup>/h

(3) 給水加熱器

1) 低圧No.1 給水加熱器

数量 : 1  
 容量 : 53 kg/s  
 入口 90.5°C, 出口 128°C

必要加熱蒸気 3.3 kg/s, 2.85 kg/cm<sup>2</sup>

排水温度 96.5 °C

2) 低圧No.2 給水加熱器

数量 : 1

容量 : 53 kg/s

入口 44.5°C, 出口 90.5°C

必要加熱蒸気 4.7 kg/s, 0.81 kg/cm<sup>2</sup>

ドレン入口 96.5°C, 3.3 kg/s

出口 93.5°C

3) 高圧No.1 給水加熱器

数量 : 1

容量 : 64.5 kg/s

入口 198°C, 出口 238°C

必要加熱蒸気 5.2 kg/s, 32.3 kg/cm<sup>2</sup>

ドレン温度 204°C

4) 高圧No.2 給水加熱器

数量 : 1

容量 : 64.5 kg/s

入口 163.5°C, 出口 198°C

必要加熱蒸気 3.4 kg/s, 15.2 kg/cm<sup>2</sup>

ドレン入口 5.2 kg/s, 204°C

出口 8.6 kg/s, 169.5°C

5) 脱気器

数量 : 1

容量 : 容存酸素 0.005 cc/l 以下

貯水量 60 m<sup>3</sup>

64.5 kg/s

入口 128°C, 出口 161°C

必要加熱蒸気 2.9kg/s, 6.5 kg/cm<sup>2</sup>

入口ドレン 8.6 kg/s, 169.5°C

6) 補給水ポンプ

数量 : 1  
容量 : 80 m<sup>3</sup>/h  
50 m, 22 kW

(4) ボイラ給水ポンプ

1) モーター駆動BFP

数量 : 2  
容量 : 250 m<sup>3</sup>/h, 165 kg/cm<sup>2</sup>  
3,000 rpm

2) BFP モータ

数量 : 2 (1 台予備)  
容量 : 1,500 kW, 3,000 rpm

3) BFP ブースターポンプ

数量 : 2 (1 台予備)  
容量 : 250 m<sup>3</sup>/h, 3 kg/cm<sup>2</sup>  
1,500 rpm, 30 kW

(5) その他装置

1) 軸受け冷却水ポンプ

数量 : 2 (1 台予備)  
容量 : 800 m<sup>3</sup>/h, 50 m  
1,500 rpm, 160 kW

2) 軸冷水クーラー

数量 : 2 (1 台予備)

3) 軸冷水スタンドパイプ及び温度制御バルブ

4) 天井クレーン

最大容量 : 40 ton  
巾/吊り上げ長さ : 16 m/ 7.5 m

### 11.3.8 循環水設備

#### (1) 取水口ピット

型式	カーテンウォール型取水口
	鉄筋コンクリート構造
寸法	開口部 2m×4m×4式
	巾 : 21.0 m
	高さ : 10.9 m
	長さ : 24.0 m

#### (2) 送水管路

型式	埋設鋼管
寸法	内径 1.1 m
	平均長
	4 路 × 410 m / 2 ユニット

#### (3) 放水管路

型式	埋設鋼管
寸法	内径 1.6 m
	平均長
	2 路 × 150 m / 2 ユニット

#### (4) 放水槽

型式	鉄筋コンクリート構造
寸法	巾 : 8.0 m
	高さ : 9.0 m
	長さ : 7.5 m

#### (5) 放水路

型式	開水路
寸法	底巾 : 10 m
勾配	1/1000

### 11.3.9 電気設備

#### (1) 発電機

- 1) 発電機 : 2 sets
- 数量 : 1
- 容量 : 88.3 MVA
- 11 kV
- 4,635 kA
- 50 Hz, 3,000 rpm
- p. f. 0.85

#### 冷却方法

回転機 : 空気直接冷却

固定子 : 空気間接冷却

短絡比 : 0.45

励磁機 : ブラシレス励磁機

#### 2) 励磁装置

励磁機

同期モーター

空気冷却器 : (4,000 ℓ/min, 入口 37°C, 出口 42°C)

#### 3) 自動電圧調節器

#### 4) 中性点接地抵抗器

#### 5) 電気保安装置

#### 6) 相分離母線 (I. P. B.)

#### (2) 変圧器

#### 1) 主変圧器

数量 : 2 ユニット当り

仕様 : ONAF

85.0 MVA

11 kV/11 kV

2) 所内変圧器

数量 : 2 ユニット当り  
仕様 : ONAF  
10 MVA  
11 kV/6.6 kV

3) 起動変圧器

数量 : 2 ユニット当り  
仕様 : ONAF  
10 MVA  
115 kV/6.6 kV

(4) 開閉所装置

1) 115 kV スイッチ

型式 : 空気しゃ断器  
数量 : 6  
容量 : 800A, 2,000 MVA, 120 kV

2) 115 KV 断路器

型式 : 空気式断路器  
数量 : 18  
容量 : 800A, 115 kV

3) C.T.

型式 : 800/5A × 3 × 100 VA  
数量 : 18

4) P.T. 及び P.D.

型式 : 110 kV/  $\sqrt{3}$ , 500 VA  
数量 : 18

5) 接地スイッチ

数量 : 2



6) 避雷器

数量 : 2

7) 母線 : 1式

(5) 所内回路設備

1) M/C しゃ断器 : 6.6 kV A/C

2) P/C しゃ断器 : 380 V A/C

3) C/C しゃ断器 : 380 V A/C

4) 分電盤

5) 直流 C/C

6) 変圧器

ユニット P/C 変圧器

7) 直流電源装置 : 2 ユニット当り

8) ケーブル・ケーブル工事・接地工事

(6) 計測制御装置

1) 中央制御・監視装置盤

2) ボイラ・タービン・発電機制御盤

3) B.T.G. 補助盤

4) リレー盤

5) 入出力盤

6) 蒸気タービン・発電機制御盤

7) 検出器

8) 現場盤

9) 制御用CVCF

10) 制御ケーブル・ケーブル工事・配管工事

11) 情報処理計算機

(7) 非常用電源

型式 : ディーゼル発電機  
数量 : 1台 2ユニット当り  
容量 : 300 kVA

11.3.10 灰処理系統

(1) FBC, B.M. 移送設備

型式 : 低密度空気移送器  
数量 : 2 (2移送器 × 2路)  
容量 : 50 T/H × 2 (切り換え制御)

(2) FBC, B.M. 灰サイロ

型式 : 鋼板円筒型  
数量 : 1  
容量 : 600 T, 9 mφ × 28 mH  
0.75 kW (R.V.)

(3) FBC, B.M. 移送ブロワ

型式 : ルーツブロワ  
数量 : 3 (1台予備)  
容量 : 115 m<sup>3</sup>/min × 1 kg/cnfg  
260 kW

(4) M.C. 移送設備

型式 : 低密度空気移送器  
数量 : 2 (2移送器 × 2路)  
容量 : 50 T/H × 2 (切り換え制御)

(5) M.C. 灰サイロ

型式 : 鋼板円筒型  
容量 : 600 T, 9 mφ × 28 mH  
0.75 kW (R.V.)

(6) バグハウス灰移送設備

型式 : 低密度空気移送器  
数量 : 2 (4 移送器 × 2 路)

(7) バグ灰サイロ

型式 : 鋼板円筒型  
数量 : 1  
容量 : 120 T, 5.8 mφ × 19 mH  
0.75 kW (R.V.)

(8) M.C. 灰バグ灰移送ブロワ

型式 : ルーツブロワ  
数量 : 3 (1 台予備)  
容量 : 60 m<sup>3</sup>/min × 1 kg/cm<sup>2</sup>  
120 kW

11.3.11. 純水製造装置

型式 : 2床 3塔式  
容量 : 150T/日

### 11.3.12 発電所本館

#### (1) 構築物

基礎	:	鉄筋コンクリートマツト
架構	:	鉄骨構造
外壁	:	鋼板
屋根	:	同上

#### (2) サイズ

建築面積	:	2,900 m <sup>2</sup>
建屋容積	:	79,000 m <sup>3</sup>
高さ	:	28 m

### 11.3.13 煙突

(1) 基礎 : 鉄筋コンクリートマツト

(2) 外筒 : 鉄筋コンクリート造

高さ	:	80 m
径 上部	:	8.0 m
下部	:	13.0 m

(3) 内筒 : 鋼製

高さ	:	80 m
径 上部	:	2.5 m
下部	:	3.5 m

### 11.3.14 付属建物

#### (1) サービスビルディング

##### 1) 構造

基礎	:	鉄筋コンクリート造
架構	:	鉄筋コンクリート造

2) 延床面積 : 4,000 m<sup>2</sup>

### 3) 部屋配置

1 階	:	化学分析室 純水装置室 空調機械室 倉庫
2 階	:	食堂 ロッカー室 図書室
3 階	:	事務室 会議室 所長室
4 階	:	事務室 通信機械室

#### (2) その他建物

1) 倉庫	:	鉄筋コンクリート造 1階 2,300 m <sup>2</sup>
2) 石灰石倉庫	:	鉄筋コンクリート造 1階 1,500 m <sup>2</sup>

### 11.3.15 環境対策設備

#### (1) 排ガス処理設備

1) 脱硫装置	:	炉内脱硫のため、設置せず
2) 脱硝装置	:	規制値以外のため、設置せず

#### (2) 排水処理設備

型式	:	凝集・沈澱処理方式
数量	:	1
容量	:	10 m <sup>3</sup> /h
排水貯槽	:	700 m <sup>3</sup>

## 11.4 発電所レイアウト

### 11.4.1 レイアウトの基本概念

発電所レイアウトの決定に際し、以下の項目を考慮に入れた。

- (1) 風向と煙穴位置
- (2) リグナイト・石灰石輸送トラックの搬入口
- (3) 冷却水・取水点
- (4) 送電線取り込み口
- (5) 既設発電所も含めた景観
- (6) 土木工事費

クラビ地区の風向は主に西で、一部東及び北東である。煙穴排ガスが発電所構内に吹き、ダウンウォッシュ現象を引き起こさないよう煙穴を発電所の中心から、南から東の位置の配置することが好ましい。

リグナイト及び石灰石の搬入口は、発電所入口が西側にあることから、西側に置く。

冷却水取水点は、既設発電所の取水温度が放水によって温度上昇させないように、放水路の下流側から取る。

既設送電線の引き込み口は、発電所の西側に置く。

上記条件を Fig. 11-2 に示す。景観の点から、開閉所、発電所本館及び煙穴は、既設発電所と同じ並びで既設発電所に隣接させることが好ましい。

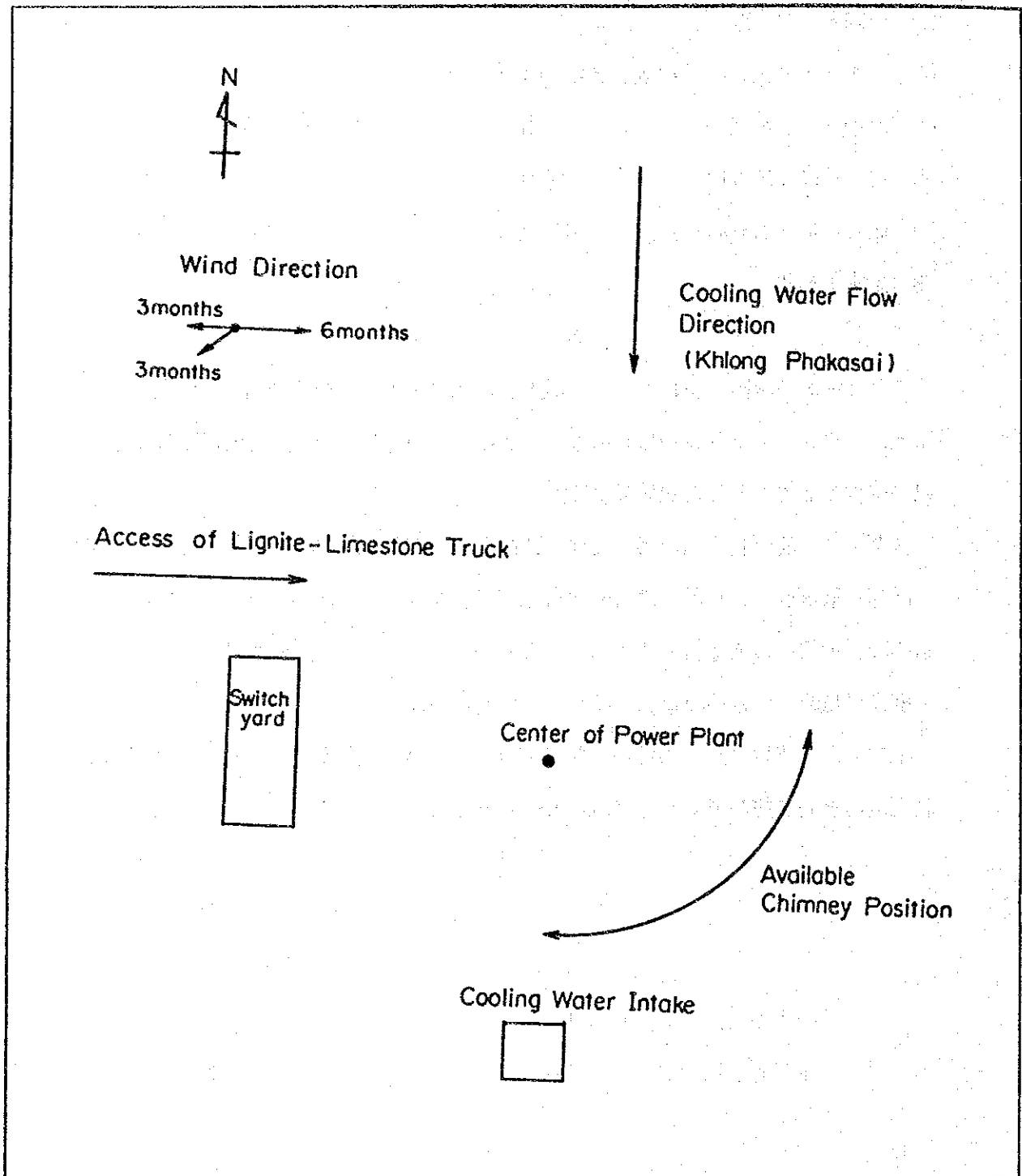


Fig. 11-2. Condition of Plant Layout

#### 11.4.2 発電所サイトの面積

発電所設備項目を Table 11-11 に示す。これらは300m×400mの面積の中に収まるため、既設灰捨場として十分な敷地が確保されている既設発電所の北側に隣接させる。

Table 11- 11 Items in General Layout of Power Plant

System	Item in Layout
1. Switchyard	Switchgear
2. Turbine-Generating System	Turbine House, Tr
3. Boiler System	FBC Boiler, Duct, Air Heater, Mechanical Cyclone, Bag-House, IDF, B.M Tank, Coal Bunker, L. Oil Tank
4. Lignite Storage System	Lignite Storage Yard
5. Limestone Storage System	Limestone Storage House
6. Lignite-Limestone Preparation System	Lignite-Limestone Preparation House
7. Condenser Cooling System	Cooling Water Intake and Outlet
8. Ash Handling System	Ash Handling Equipment
9. Waste Water System	Waste Water Equipment
10. Demineralized System	Demineralized Water Equipment
11. Stack	Stack
12. M/E Annex	M/E Annex
13. Office	Office
14. Store House	Store House and Workshop
15. P.R. Building	P.R. Building



#### 11.4.3 構築物及び設備の位置

Fig. 11-3 及び 11-4 に構築物及び設備の一般配置図を示す。開閉所を発電所の西側に置く。変圧器及びタービン建屋は開閉所に近接させる。M/B建屋・ボイラ建屋、灰処理設備及び煙穴は、タービン建屋に続けて既設発電所と同じ並びで設置させる。

リグナイト搬入道路が近くを通ることから、リグナイト・石灰石貯蔵場を発電所北側に配置する。露天貯炭場は、リグナイトダストが開閉所に届かないよう開閉所からできるだけ離して配置する。

リグナイト・石灰石破碎建屋は、コンベヤ設備費を押さえるため、ボイラ建屋近くに配置する。

冷却水取水口は、既設発電所取水口近傍に位置し、放水口は発電所北側に配置する。

排水処理設備は、配管設備費を抑えるため、純水装置、発電所本館及び放水口の近傍に設置する。事務所及びPR建屋は発電所の西側、つまり入口に配置する。

純水装置は、事務所1階のボイラ室近傍に設置し、配管及び構築物費用の低減を図る。倉庫は、発電所配置の空き地に配置する。

PLAN

E 507,000

N 883,500

N 883,000

N 882,500

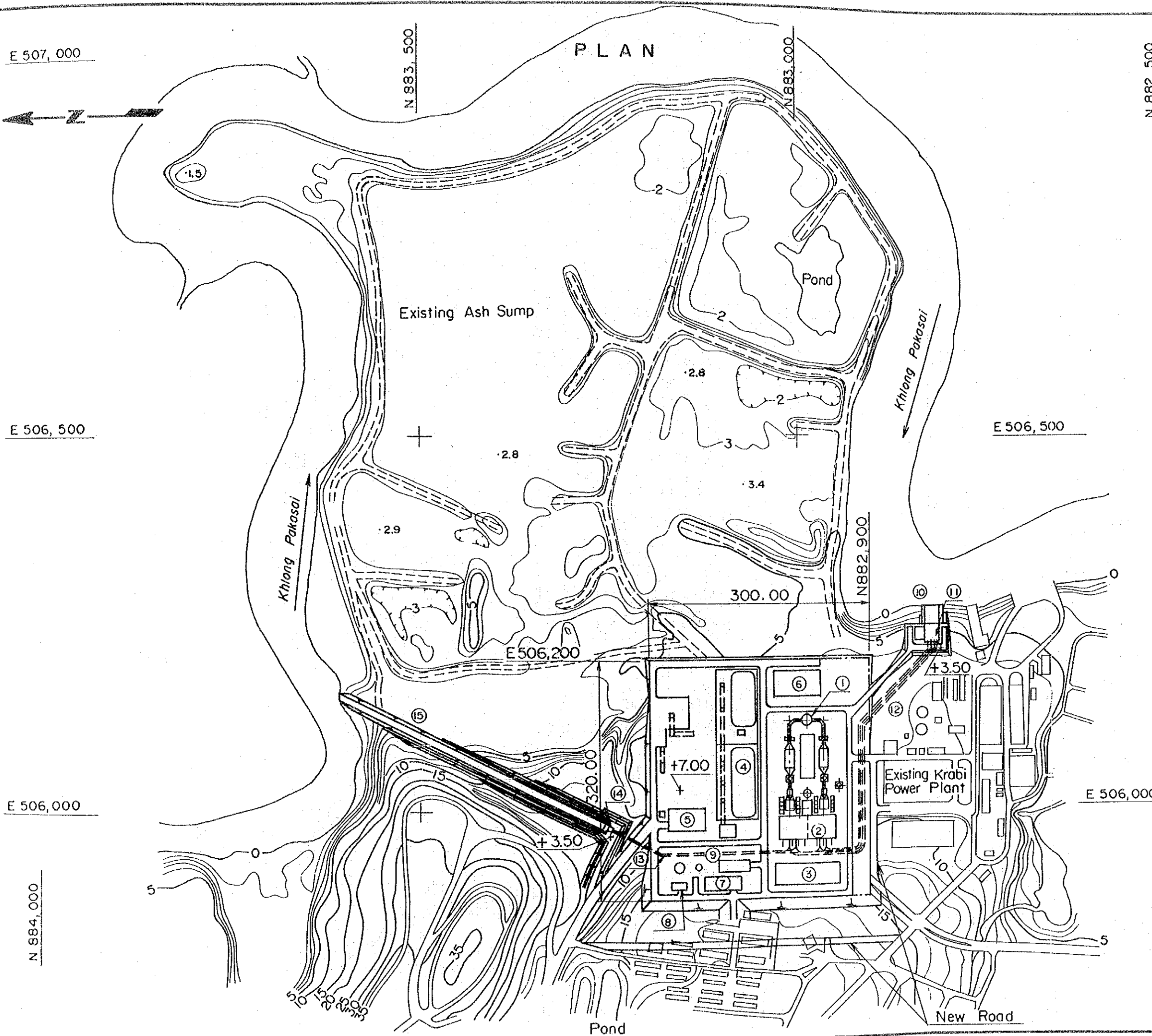
E 506,500

E 506,500

E 506,000

E 506,000

N 884,000



LEGEND

No.	Facility
①	Stack
②	Turbine House
③	Switch Yard
④	Lignite Storage Yard
⑤	Limestone Storage Yard
⑥	Storehouse
⑦	Office
⑧	PR Building
⑨	Waste Water Treatment
⑩	C.W Intake
⑪	C.W Pump Pit
⑫	Inlet Pipe
⑬	Outlet Pipe
⑭	Outlet Pit
⑮	Discharge Channel

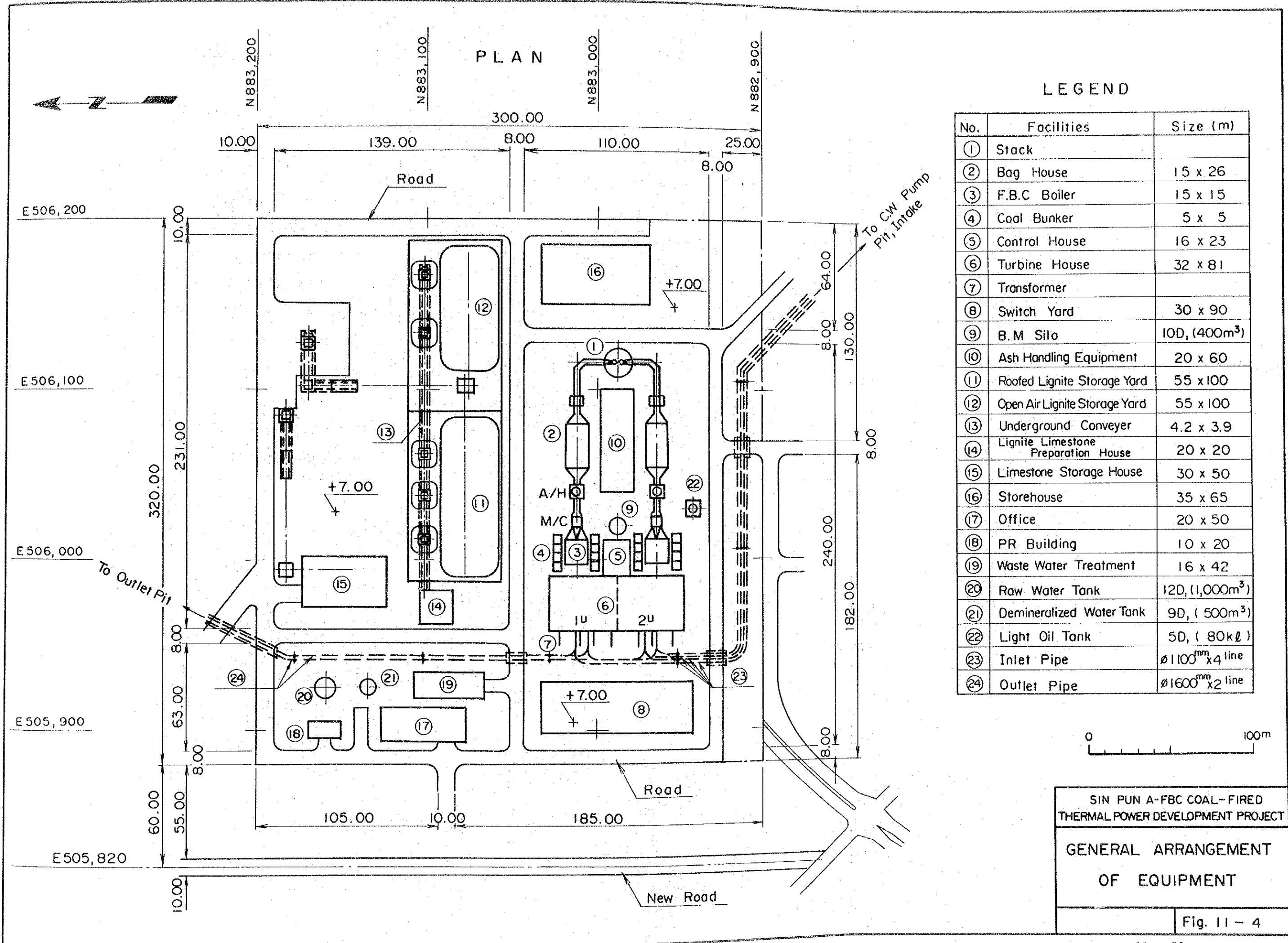


SIN PUN A-FBC COAL-FIRED  
THERMAL POWER DEVELOPMENT PROJECT

GENERAL PLAN

Fig. 11-3







## 11.5 リグナイト・石灰石前処理系統

### 11.5.1 設計条件

リグナイト・石灰石前処理系統は、2交替勤務で設計した（1勤務8時間×2=16時間）。

リグナイト処理系統は シンプン-クラビリグナイト及びシンプンリグナイトを設計炭として設計した。燃焼試験から、クラビリグナイトは塊状灰をB.M.中に残すことが確認されている。この塊状灰は、層の流動化を阻害するため、経済機器設計の面も合わせてクラビリグナイトのみの適用は行わない。

もし、クラビリグナイトのみの適用を図る場合、B.M.リグナイトと石灰石粒経、及びB.M.抜き出しの関係をA-FBC試運転時にさらに調査する必要がある。

リグナイト及び石灰石は、鉱山及び石切り場からトラック輸送で受け入れる。リグナイト・石灰石は、FBCボイラで シンプン-クラビリグナイト条件で、各々138t/h、57t/h消費する。

Table 11-12 に シンプンリグナイト、 シンプン-クラビリグナイト及びクラビリグナイトの場合のリグナイト・石灰石消費量を示す。

Table 11-12 Lignite and Limestone Consumption in Respective Cases

(t/day)

	Sin Pun Lignite Case	Sin Pun + Krabi Mixture Case (Weight base 4 : 1)	Krabi Lignite Case (Not applicable in this study)
Lignite	128 t/h	139 t/h	222 t/h
Limestone	62 t/h (Molar Ratio 2)	58 t/h (Molar Ratio 2)	35 t/h (Molar Ratio 2.5)

Note: The above value is based on the full operation of 2x75 MW.

### 11.5.2 リグナイト受入れ設備

リグナイトは、シンプン及びクラビからトラック輸送で受け入れる。シンプンリグナイトは、トラック運転手の数を減らすため、25トントラックで受け入れるよう設計した。

クラビリグナイトは、荷積み、荷下し時間短縮のため11トントラックで運搬する。

トラック輸送は毎日2交替勤務にて実施する。これらリグナイトは、トラックで Fig. 11-5 に示すように受入れホッパーに荷下しする。

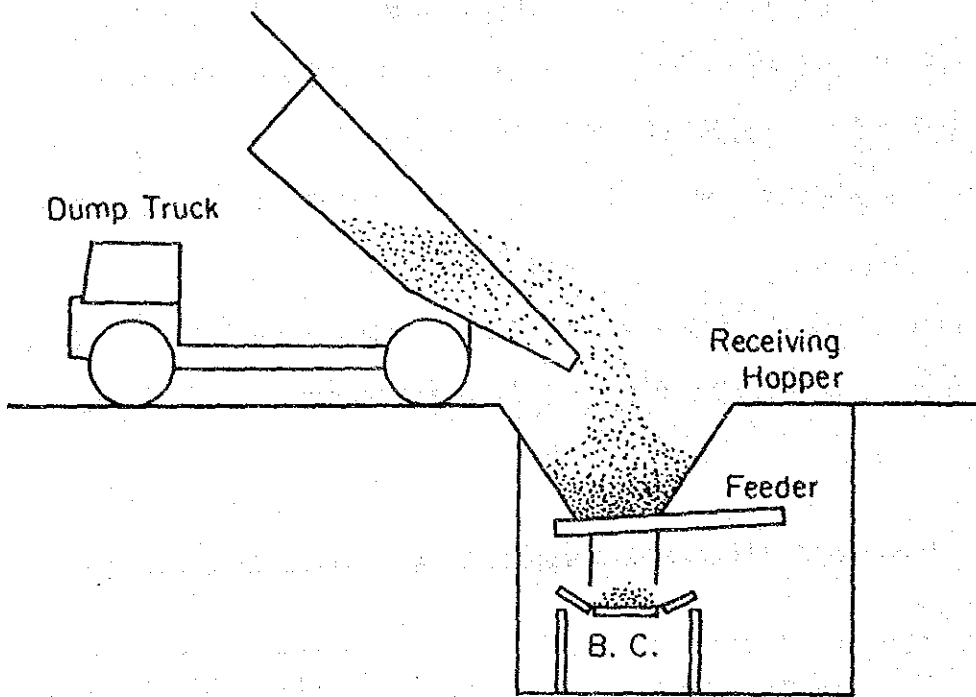


Fig. 11-5 Dump Truck Hopper

1日の受け入れリグナイトは、Table 11-13 に示すように、シンプンークラビリグナイト及びシンプンリグナイトの場合、各々に適用可能なように設計した。

シンプンークラビリグナイトは、このホッパー運用を時間分割することにより行う。

Table 11-13 のケース1の場合、シンプンリグナイトは20分に75ト受け入れ、重量基準で4 : 1の割合いでクラビリグナイトを受け入れるため、クラビリグナイトを20分に19ト受け入れることとなる。そのため、11トトラックの運転時間は1日10時間で、発電所の平均荷下し時間内で運用可能である。

Table 11-13 Required Hopper for Lignite Unloading by Truck

	Case 1		Case 2	
	Sin Pun.Krabi Mixture		Sin Pun Only	
Unloading Lignite per Day (Approx.)	Sin Pun Krabi	2650 t 670 t	Sin Pun	3030t
Total Number of Received Truck	Sin Pun Krabi	106 61	Sin Pun	122
Unloading Time per Truck	25 ton 11 ton	20 min 5 min	25 ton	20 min
Total Time for Unloading	25 ton 11 ton	35.4 hours 5.1 hours	40.7 hours	
Mean Unloading Time in Power Station	25 ton 11 ton	13 hours 15 hours	13 hours	
Required Number of Access to Hopper	25 ton 11 ton	3 Access 1 Access	4 Accesses	

Note: Unloading Time  
25 ton truck

11 ton truck

Access	3 min
No.1 carrier unloading	1 min
No.1 carrier takeout	5 min
Access No.2 carrier	1 min
No.2 carrier unloading	1 min
No.1 and No.2 combining	5 min
Going out	2 min
	<hr/> 20 min

Access	2 min
Unloading	1 min
Going out	2 min
	<hr/> 5 min

Mean unloading time of 11 ton truck and 25 ton truck is different because of the transportation time from Sin Pun to Krabi.



(1) 受け入れホッパ

受け入れホッパについて Table 11-14 に示す 2 通りのケースを考えた。

Table 11-14 Lignite Receiving Hopper

	Case 1 Two Hopper System	Case 2 One Hopper System
Outline		
Feature	Spare area for additional trucks.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Less number of hopper and feeder.</li> <li>• Shorter length of 1st receiving conveyor.</li> </ul>
Recommendation		○

ケース1は、2ホッパ方式でケース2は1ホッパ方式である。両方の場合も、シンブリグナイトとクラブリグナイトはトラックによる順序投炭により混炭される。

Table 11-13 から両方の場合も150MW運転に支障はない。

受け入れコンベヤ系が故障停止した場合、リグナイトは露天貯炭場に積み付ける。経済的観点よりケース2を採用する。

## (2) 受け入れコンベヤ

日平均荷下し時間が13時間であること及び日量約3,500 tのリグナイトを受け入れることから、受け入れコンベヤは、10%余裕を見て300t/hに設計する。受け入れコンベヤシステムの概要を Fig. 11-6 に示す。

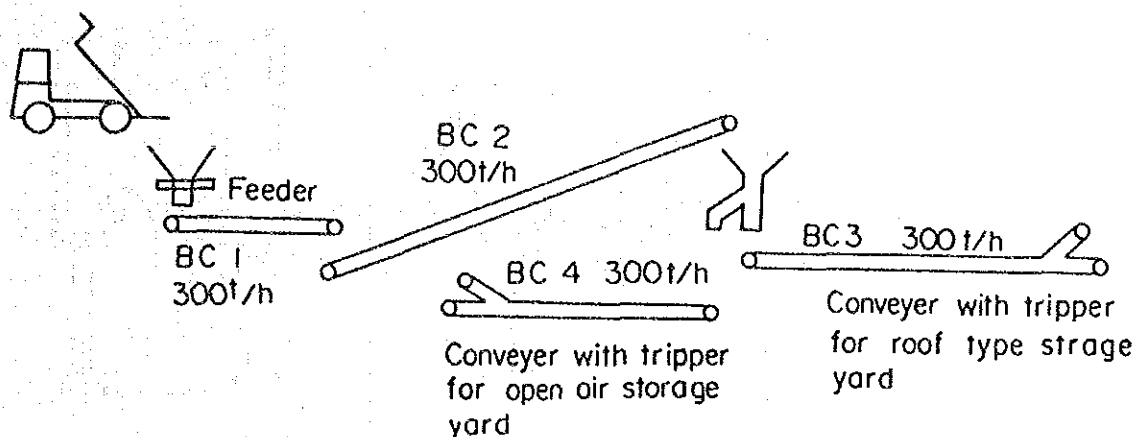


Fig. 11-6 Receiving Conveyor System

コンベヤは傾斜部でリグナイトが滑らないよう雨除けカバー付とする。

Table 11-15 にコンベヤの型式を示すが、経済設計の観点からケース1を推奨する。

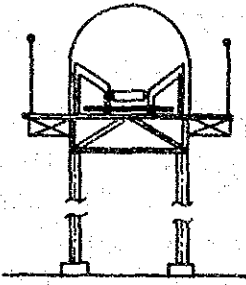
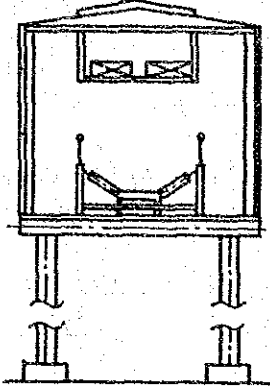
### 11.5.3 リグナイト貯炭場

シンブン 鉱区からクラビ 発電所のリグナイト輸送中、雨期における道路遮断によるリグナイト不足を考え、14日間分の貯炭場を計画する。水分増によるリグナイトバンカ詰り現象及びプラント効率低下を防ぐため、雨除けの屋根付貯炭場を計画する。7日分を屋根付貯炭場とし、7日分を露天貯炭場とする。輸送されたリグナイトは地下ホッパに投炭され、貯炭場まで移送される。

ジャンクションタワーでリグナイトは屋根付貯炭場と露天貯炭場に振り分けられる。

露天貯炭場はリグナイト表面水分を減らすため、乾季に使用され、また雨期には屋根付貯炭場の予備貯炭場として使用される。

Table 11-15 Type of Conveyor

Item	Case 1	Case 2
Outline	<p data-bbox="576 304 810 331">Girder + Cover</p> 	<p data-bbox="994 304 1114 331">Gallery</p> 
Weight	Base (100%)	320%
Recommendation	○	

屋根付貯炭場は雨による水分増を避けるための雨期に使用する。

10%の水分増は下記に示すように約2.58%のボイラ効率減となる。

$$\frac{100 \text{ g/kg} \times 600 \text{ cal/g}}{2,556 \text{ kcal/kg}} = 2.58 \%$$

2.58%のボイラ効率低下は、下記の通り10.06Gcal/hの熱量損失となる。

$$\frac{150,000 \text{ kW} \times 860 \text{ kcal/kWh}}{0.370} \times \frac{0.0258}{0.92 - 0.0258} = 10.06 \text{ Gcal/h}$$

Table 11-2 より、この損失の1992年時点の現在価値は、133百万バツに相当する。一方、尾根付き貯炭場の建設費は約100百万バツになる。Table 11-16 にリグナイト貯炭場比較を示す。

Table 11-16 Comparison of Lignite Storage Yard

Storage Capacity	2 weeks for 150 MW operation 47,000 ton (138 t/h x 24 hours x 14 days)		
Volume	33,000 m <sup>3</sup> with relative density 1.43		
Case Study	Case 1 All Open Air Storage Yard	Case 2 1 week roofed 1 week open air storage yard	Case 3 All roofed storage yard
Investment	Base	+100 Million Baht	+200 Million Baht
Heat Recovery during rainy season	Base	-34 million Baht (30% of 114 million Baht)	-34 Million Baht
Particular	The heat loss by the rain water is large.	Lignite plugging troubles are soften by the rain protection in the lignite- limestone preparation system.	The heat recovery is not met with the investment.
Recommendation		○	

技術的、経済的観点からケース2を推奨する。

Fig. 11-7 にリグナイト受け入れ、払い出しシステムのフロー図を示す。

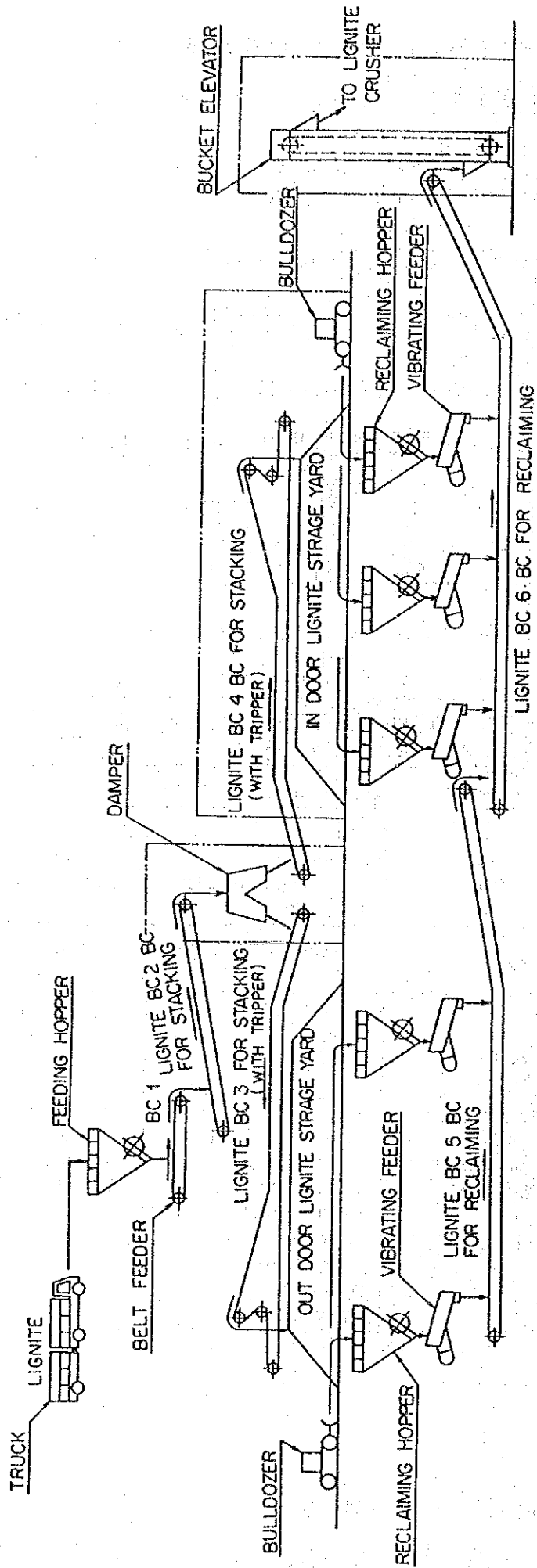


Fig. 11-7 Flow Sheet of Lignite Receiving and Dispatching System

### (1) リグナイト貯蔵部の基礎

リグナイト貯蔵ヤードの平面・断面を Fig. 11-8 に示す。

リグナイト貯蔵ヤードの特徴を以下に示す。

- ・リグナイト貯蔵ヤードとして、屋内式と屋外式の二通りを設置する。それぞれ、屋内式は31,200㎡、屋外式は16,500㎡の容量を持つ。
- ・屋外ヤードのリグナイトパイルの最大積み上げ高さは20mとし、荷重は約28t/㎡である。

リグナイト貯蔵ヤードの計画地点の原地盤高さは+10.0 a. s. l. から+5.0m a. s. l. まで変化している。

従って、ある部分は+7.5mまで掘削され、ある部分は+7.5mまで盛土材で盛り立てられる。

岩盤線は非常に浅く、原地盤線より2m程度のところと推定されるため、リグナイトパイル部の基礎については、掘削部のみならず、盛り立て部についても、盛土材として岩掘削ずりを用いることにより、安定した基礎を容易に得られる。

### (2) リグナイト・コンベアおよびホッパー用地下構造物

リグナイトの受け入れ・払い出しのためのホッパーならびにベルトコンベアを収納するために、地下に鉄筋コンクリート構造のピットならびにカルバートを設ける。

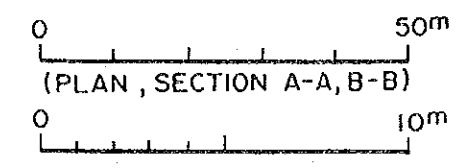
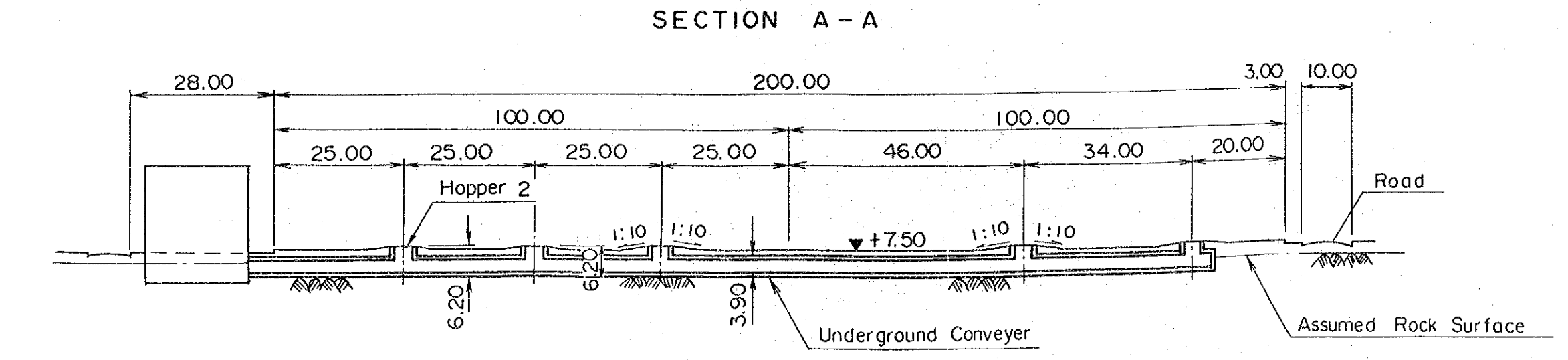
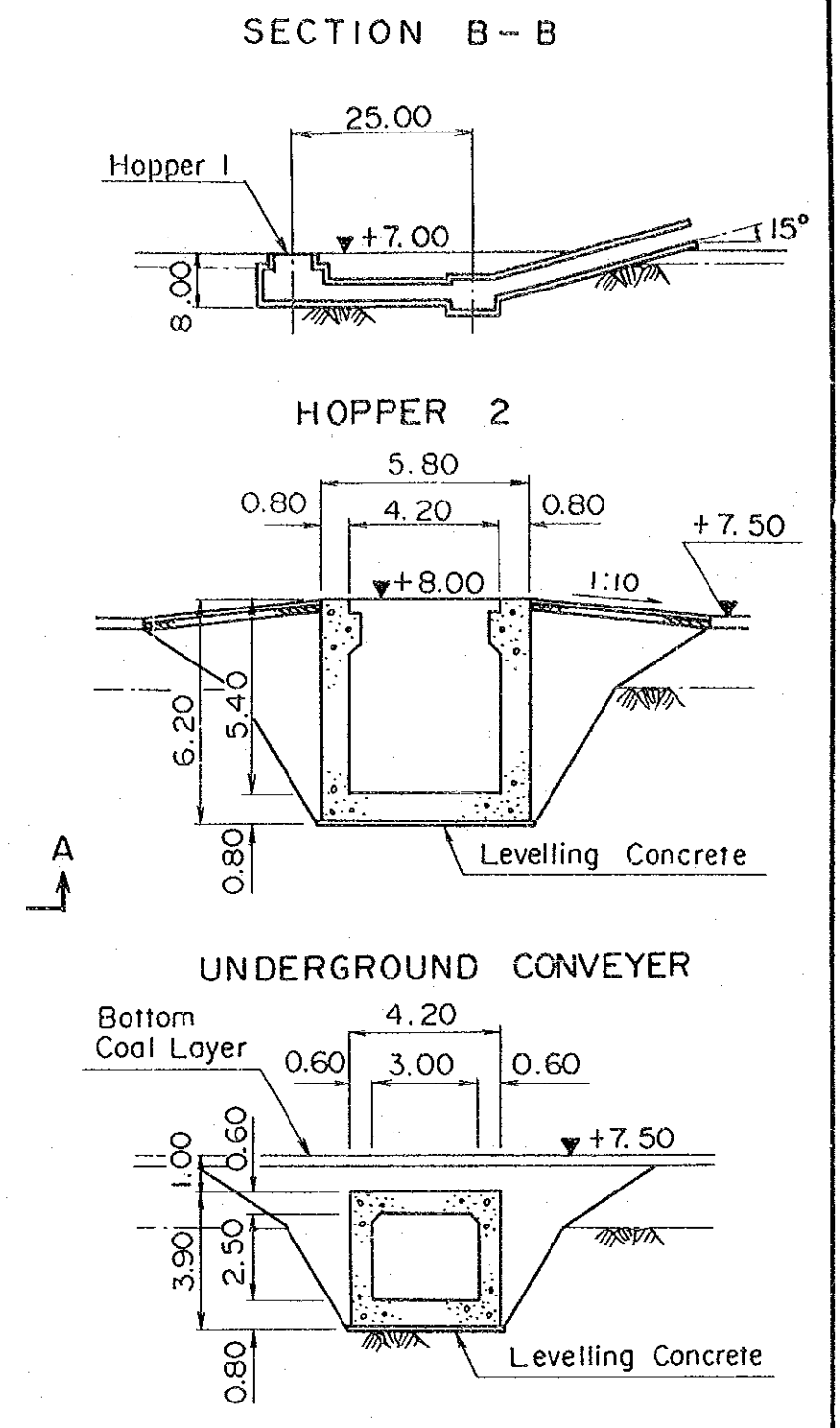
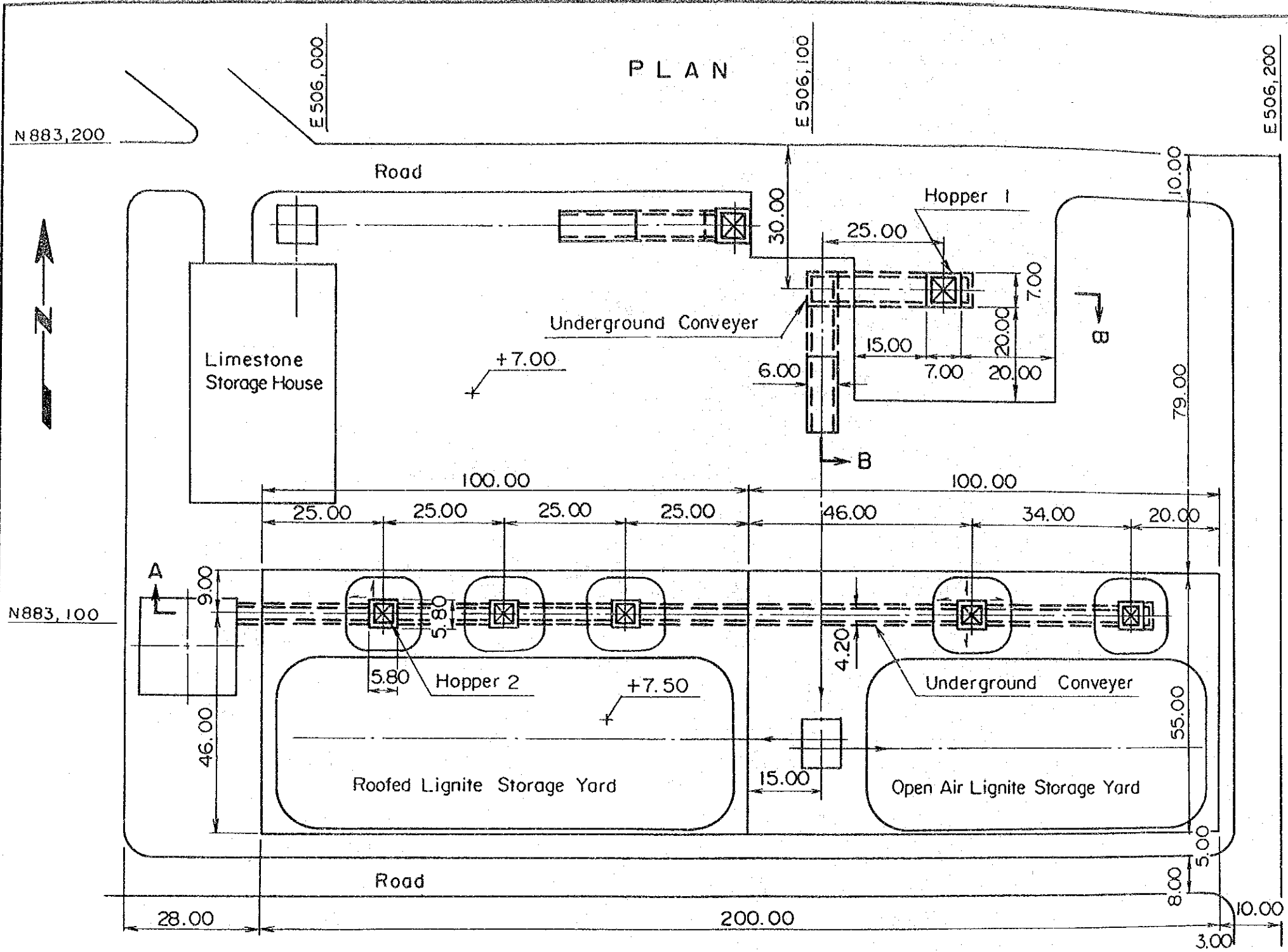
これらの構造物の内空寸法は、ホッパー、コンベア等の機器のために必要な十分なスペースを考慮して決められる。

### (3) リグナイト貯蔵ヤードの排水設備

屋外貯蔵ヤードの雨水は、外部への直接排水を避けるため、ヤードの周辺側溝により集められる。

集められた雨水は、リグナイト貯蔵ヤード付近に設置される沈澱池で石炭粒子を沈降させた後、外部へ排水される。





SIN PUN A-FBC COAL-FIRED  
THERMAL POWER DEVELOPMENT PROJECT

**LIGNITE STORAGE YARD**

Fig. 11 - 8





#### 11.5.4 石灰石受入れ設備

クラビ 地点の石灰石はリグナイトと同様トラックで受入れる。受け入れコンベヤは Fig. 11-9 に示す通り150t/h容量で設計する。

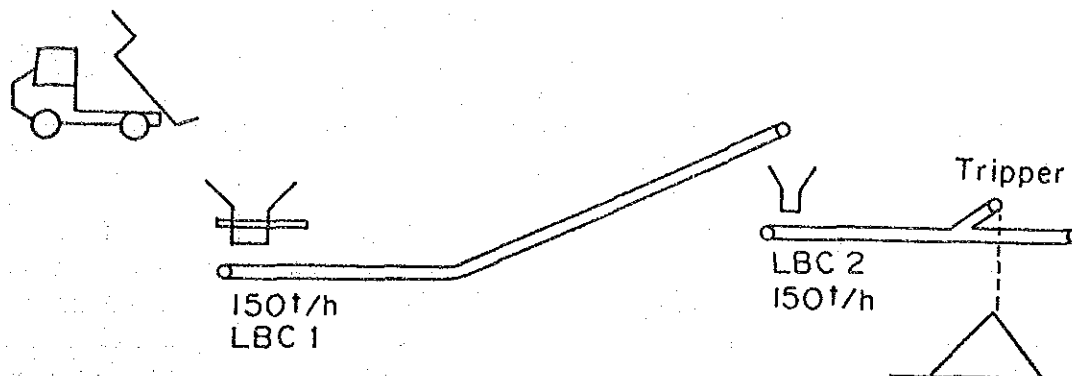


Fig. 11-9 Limestone Receiving Facilities

受け入れコンベヤ容量を選定するに当たり、石灰石消費量は将来のSO<sub>x</sub>排出における規制強化に備えCa/Sモル比3で設計する。

モル比2 (提案規制)

$$62\text{t/h} \times 24\text{時間} \div 13\text{時間} \times 1.3 (\text{余裕}) = 149\text{t/h}$$

モル比3 (将来規制)

$$93\text{t/h} \times 24\text{時間} \div 15\text{時間} \times 1.3 (\text{自動制御}) = 149\text{t/h}$$

モル比4 (さらに規制強化)

$$124\text{t/h} \times 24\text{時間} \div 20\text{時間} \text{運転} = 149\text{t/h}$$

150t/hコンベヤ系は上記のケースをカバーするため、石灰石受け入れコンベヤ容量は150t/hとした。

モル比4又はそれ以上について、層内でのCaO生成損失及び灰損失は Table 11-17 に示す通り、390百万ハツに昇り、後段脱硫装置建設費用に相当する。

そのため、石灰石受け入れ容量は、経済設計の点からも150t/hで設計し、さらにSO<sub>x</sub>排出規制が強化されるばしぼはモル比を4以上に上げる代わりに、後段脱硫装置を採用することを推奨する。

**Table 11-17 Boiler Heat Loss Caused by Increase of Molar Ratio**

Item	Molar Ratio		
	2	3	4
CaO Generation	1.5%	4.6%	7.7%
Ash Loss	2.3%	2.8%	3.3%
Total	Base	+3.6%	+7.2%
Evaluation	Base	144 Million Baht	426 Million Baht

コンベヤはリグナイト受け入れ系統と同様、けた・ばりとカバー付の型式を採用する。

Fig. 11-10 に石灰石受け入れ払い出しフロー図を示す。

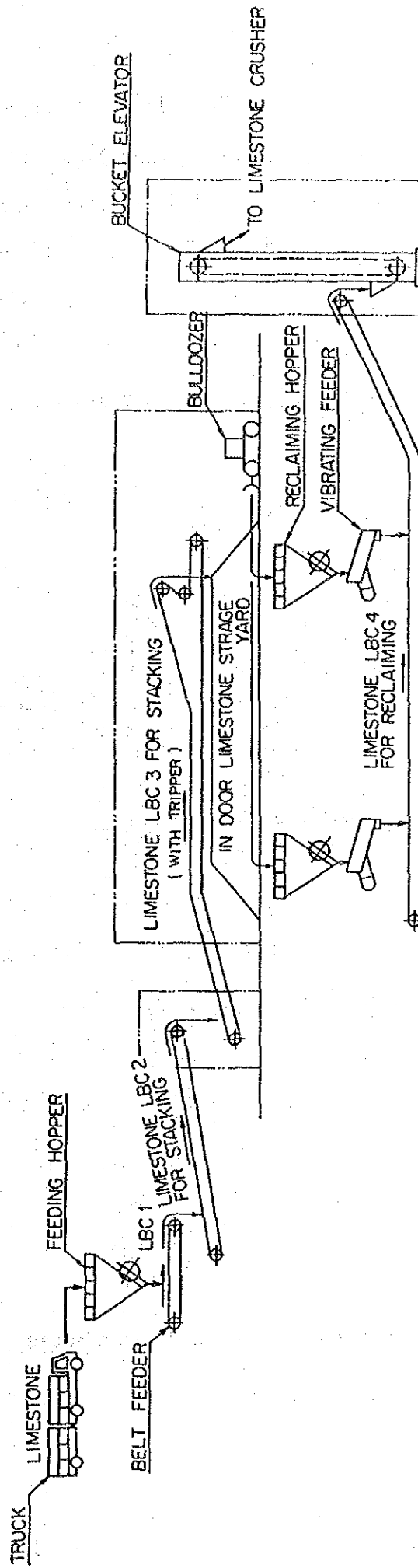


Fig. 11-10 Flow Sheet of Limestone Receiving and Dispatching System

### 11.5.5 石灰石貯蔵庫

石灰石切り場がサイト近傍にあるため、石灰石貯蔵容量は全負荷運転8日分とする  
(Ca/Sモル比3で2日分)。貯蔵庫の設計には、下記条件を適用した。

石灰石消費量 最大 62t/h (シンプンの場合)

比重 1.4

石灰石貯蔵量 3,189 m<sup>3</sup>

水分増を防止するため、Fig. 11-11 に示す通り屋根付貯蔵場を採用する。

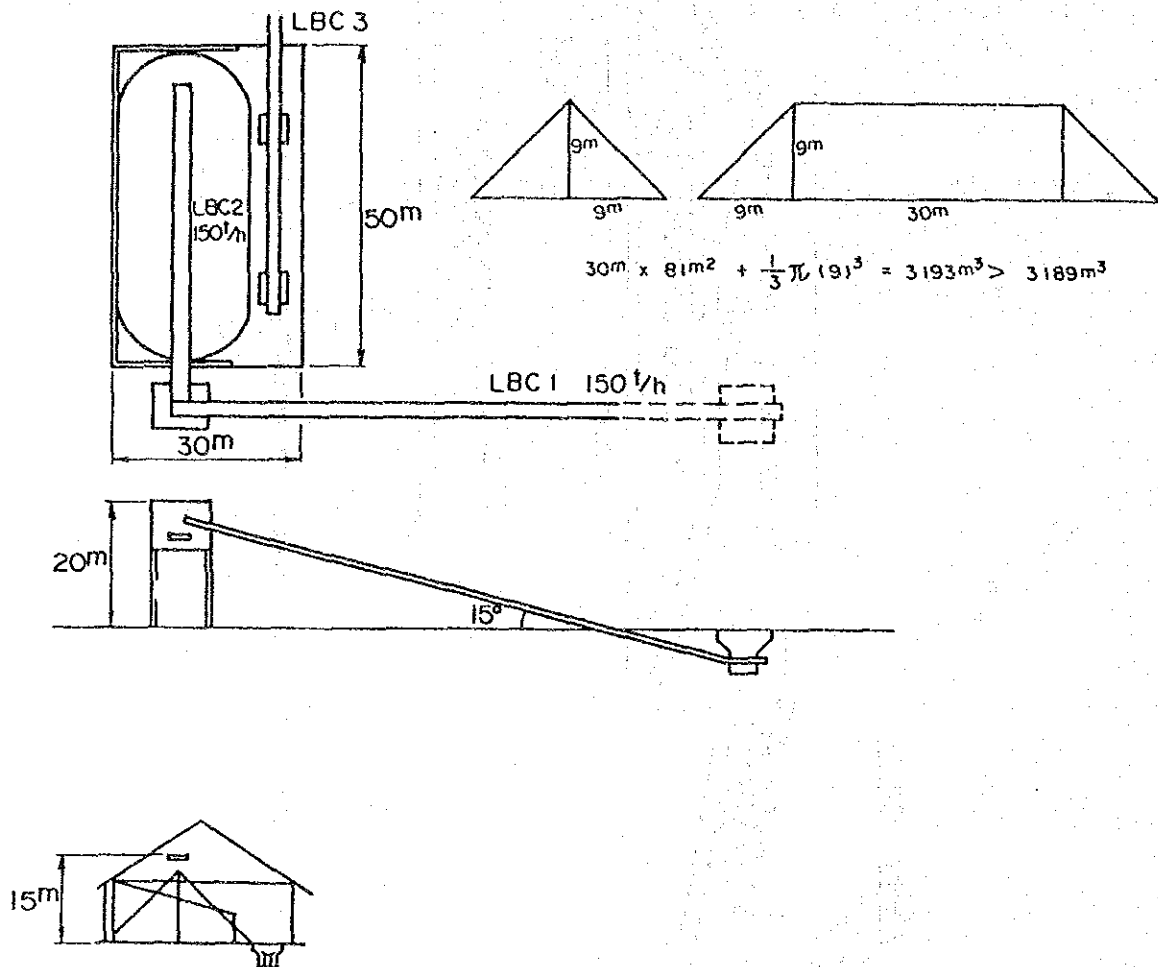


Fig. 11-11 Limestone Pile and Limestone Storage House

### 11.5.6 リグナイト、石灰石、破碎・混合設備

パイロット燃焼試験から、A-FBCの脱硫率を向上させるためには、リグナイト・石灰石の破碎工程が重要な点となることが確認された。

確認項目は以下の通り。

- i. リグナイトサイズ : 10mm以下及び20mm以下の試験炭は同じ脱硫率だった。
- ii. 石灰石サイズ : 3mm以下のサイズは10mm以下のものより良好な脱硫性能を得た。
- iii. 微粉リグナイト : 微粉リグナイトはSO<sub>x</sub>排出量を上込め給炭で200~300ppm、下込め給炭で100~150ppm増加させる。
- iv. オーバーフロー B.M. : オーバーフローB.M. はフライアッシュとほぼ同様である。オーバーフローB.M. の成分はCa化合物から成っており、SiO<sub>2</sub>成分は少ない。

上記のことから下記粒径をA-FBCに推奨する。

褐炭 : 20mm以下 微粉量小

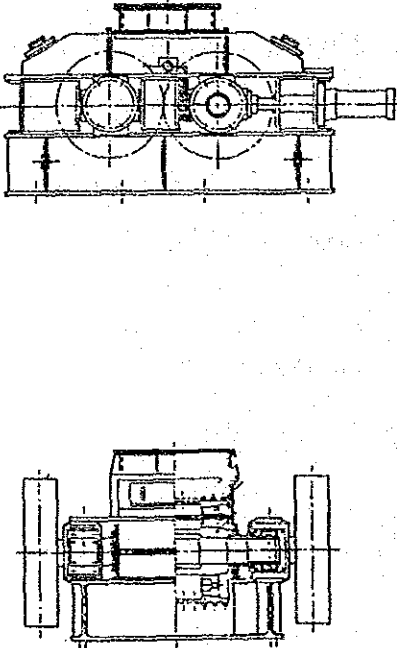
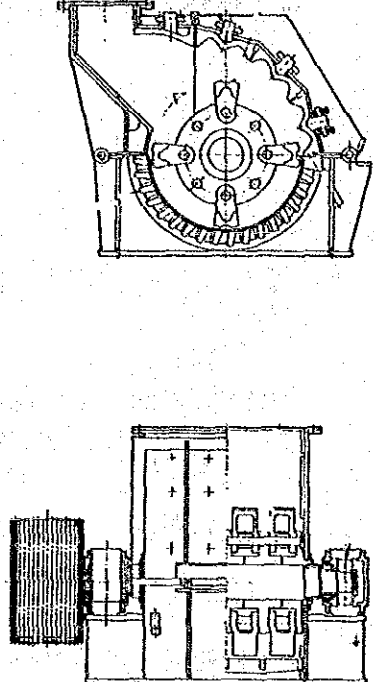
石灰石 : 3mm 微粉量大

上記の粒径を得るため、リグナイトにローラー破碎機を、石灰石にはハンマー破碎機を推奨する。Table 11-18 に各々の機械の特徴を示す。

Fig. 11-12 にリグナイト-石灰石前処理系統を示す。

リグナイトと石灰石の混合は、Fig. 11-12 に示す通り、コンベヤにて粗い混合を行う。

Table 11-18 Particular of Crushing Machine

	Roller Crusher	Hammer Crusher
Outline		
Crushing Rate	4 - 5	more than 20
Particular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Less Powder Particle</li> <li>• Good performance for high moisture material</li> <li>• Easy tuning of sizing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High crushing rate and powder particle content</li> <li>• Less maintenance cost for limestone crushing</li> </ul>

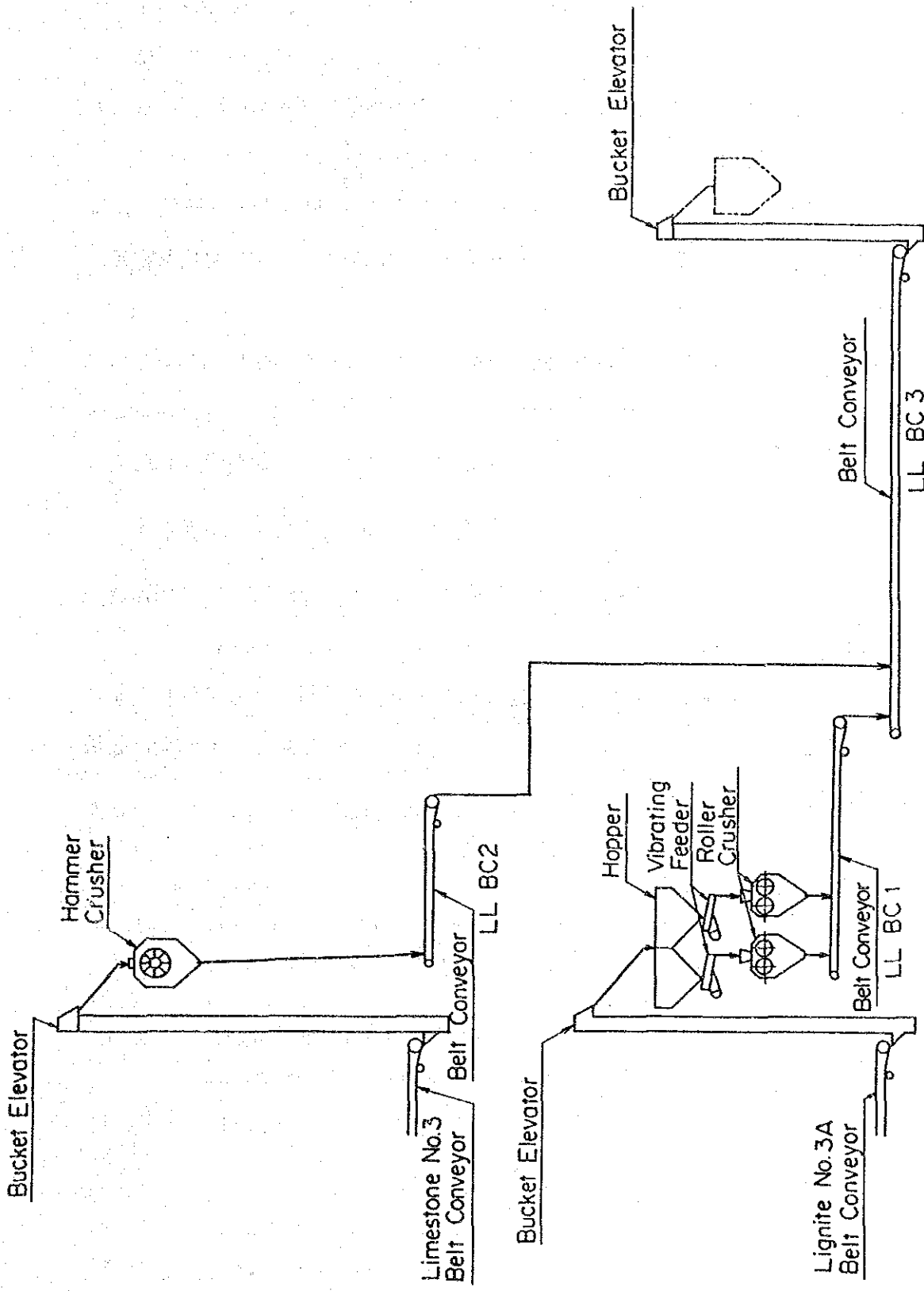


Fig. 11-12 Lignite Limestone Preparation System



### 11.5.7 リグナイト-石灰石バンカー及びコンベヤ設備

リグナイト-石灰石バンカーは、上込め方式でスプレッダー給炭機によってFBCボイラに供給されるリグナイト-石灰石混合物を貯蔵するものである。バンカーはスプレッダー給炭機と同数設置する。スプレッダーの投炭距離は7～8 m程度であるため、スプレッダー及びバンカーは、ボイラの両側に各々設置する。

バンカー容量は、リグナイト-石灰石前処理系統2交替勤務（2×8時間＝16時間）に合わせて12時間全負荷容量とした。代案として本調査では10時間全負荷容量も検討した。

コンベヤの平均運転時間は1日12時間として設計した。そのため払い出しコンベヤの容量は、500t/h（100t/h×24時間÷12時間×2基×1.25）とした。シャトルコンベヤNo.1及びコンベヤトリッパーNo.2の容量は、275t/h（>100t/h×24時間÷12時間× $\frac{60}{56}$ ×1.25）とした。Fig. 11-13 に各々の場合のバンカー運用時間割りを示す。

以上から各リグナイト-石灰石バンカー容量は12時間容量で150t、10時間容量で125tとしFig. 11-14 に示す。

今後、SO<sub>x</sub>排出規制強化に伴い、将来、自動化システムの採用により運転時間を延ばす対応することとする。（Ca/Sモル比4で130t/h：130t/h×24時間÷14時間×2基×1.1<500t/h）

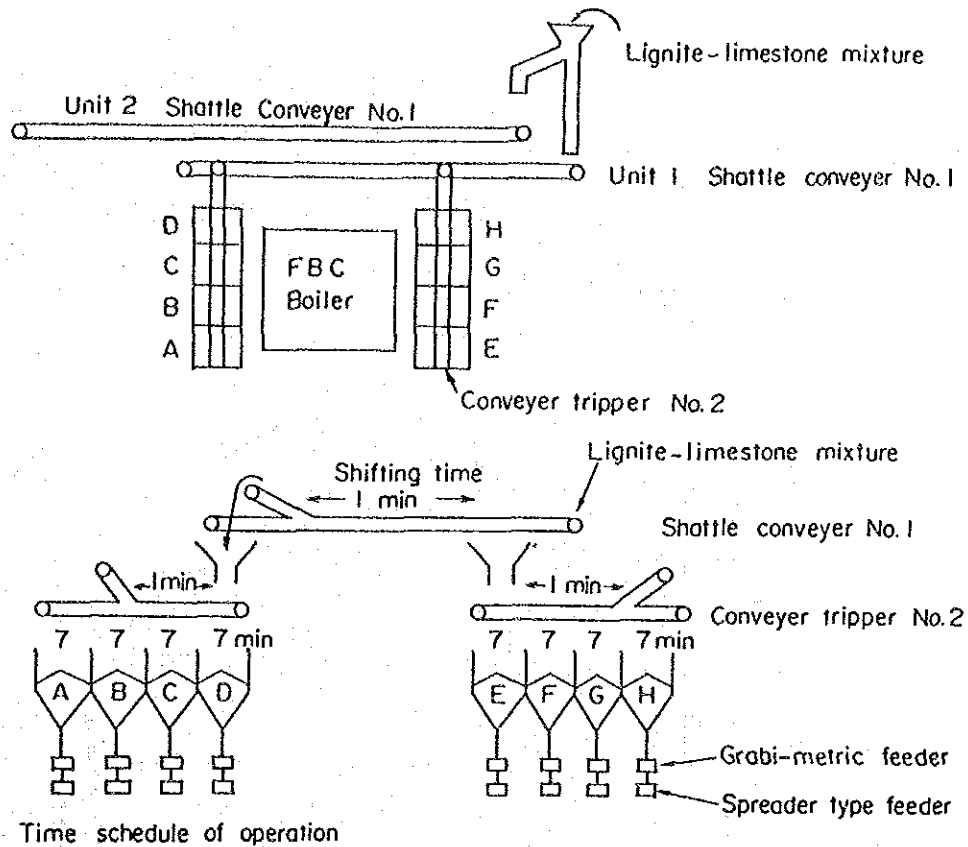
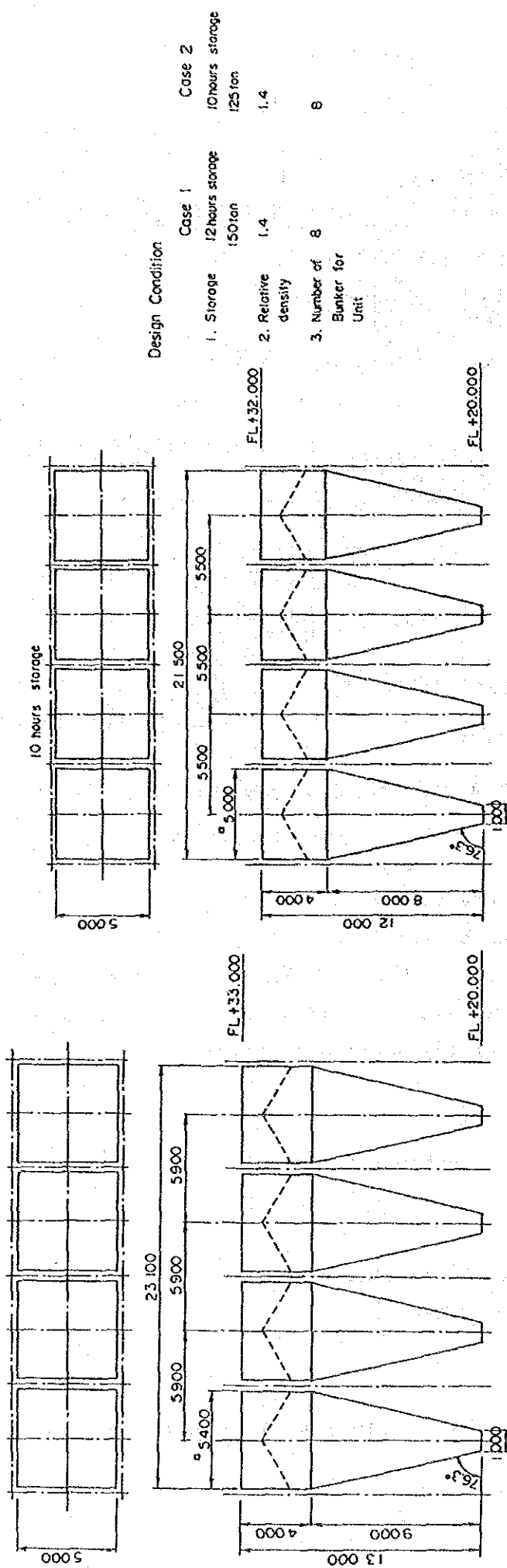


Fig. 11-13 Time Schedule of Bunker Operation

Time schedule of operation

- 7:30 Preparation of operation
- 8:30 Start feeding to bunker (Morning)
- Every 7 minutes, the lignite limestone mixture is feeding to the respective bunker and 4 minutes per hour is idle time for the shift movement of the shuttle conveyors.
- 12:00 Lunch time
- 13:00 Preparation time
- 13:15 Start feeding to bunker (Afternoon)
- 18:00 Dinner time
- 19:00
- 19:15 Start feeding to bunker (Night)
- 23:00 Stop feeding to bunker
- 23:30 Finish the day work

Note) Bunkering time is altered to 3min in case of 10 hours storage.



Design Condition

	Case 1	Case 2
1. Storage	12 hours storage 150 ton	10 hours storage 125 ton
2. Relative density	1.4	1.4
3. Number of Bunker for Unit	8	8

Fig. 11-14 Lignite-Limestone Bunker  
(One side of one boiler)

## 11.6 油貯蔵タンク

### 11.6.1 軽油貯蔵タンク

軽油はFBCを起動する際、リグナイトが流動床内で燃焼できるように、ベッド材を800°Cまで加熱するために使用される。起動プロセスとして通風系統が起動され、Fig. 11-15 に示すように起動セルを最初に流動化させる。

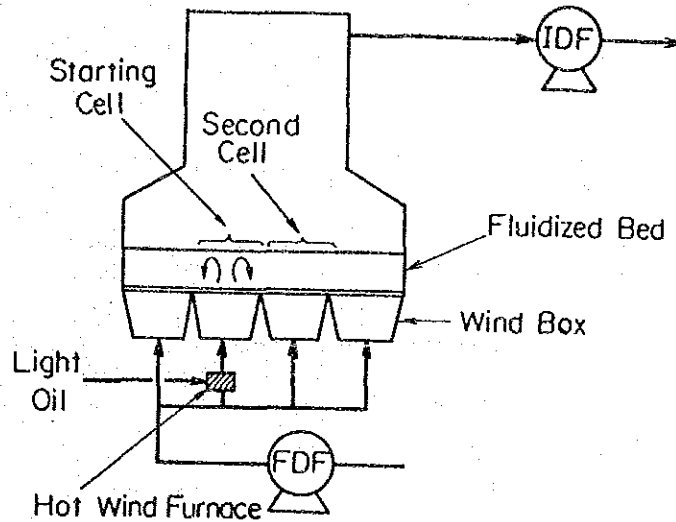


Fig. 11-5 FBC Boiler Start-up Outline

軽油は、排ガスを通して800°C前後までこの起動セルを加熱するために使用される。起動セルを加熱後、リグナイトが起動セルに給炭され、軽油供給は停止される。

Fig. 11-16 に示す通り、軽油は起動時約2時間使用され、その必要量は1,600kg/hである。

軽油タンクは20回の起動停止を考慮し、64 t 容量とする。比重0.8と考え、軽油タンク容積を80klとする。

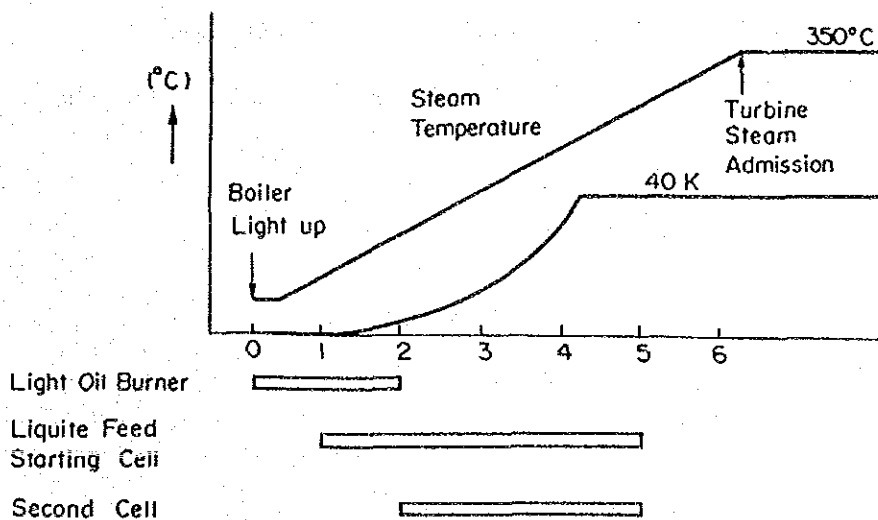


Fig. 11-16 FBC Boiler Start-up Process

## 11.7 工水供給

### 11.7.1 工水供給量

FBCボイラシステムは、ボイラ補給水と一般雑用用水を必要とする。湿式脱硫装置を採用した場合、この他に420 t /日の工水を必要とする。

灰処理系統は、乾灰処理のため相当量の水を必要としない。Table 11-19 は2 × 75MW発電所の代表的用水使用量である。

Table 11-19 Raw Water Request in Krabi Site

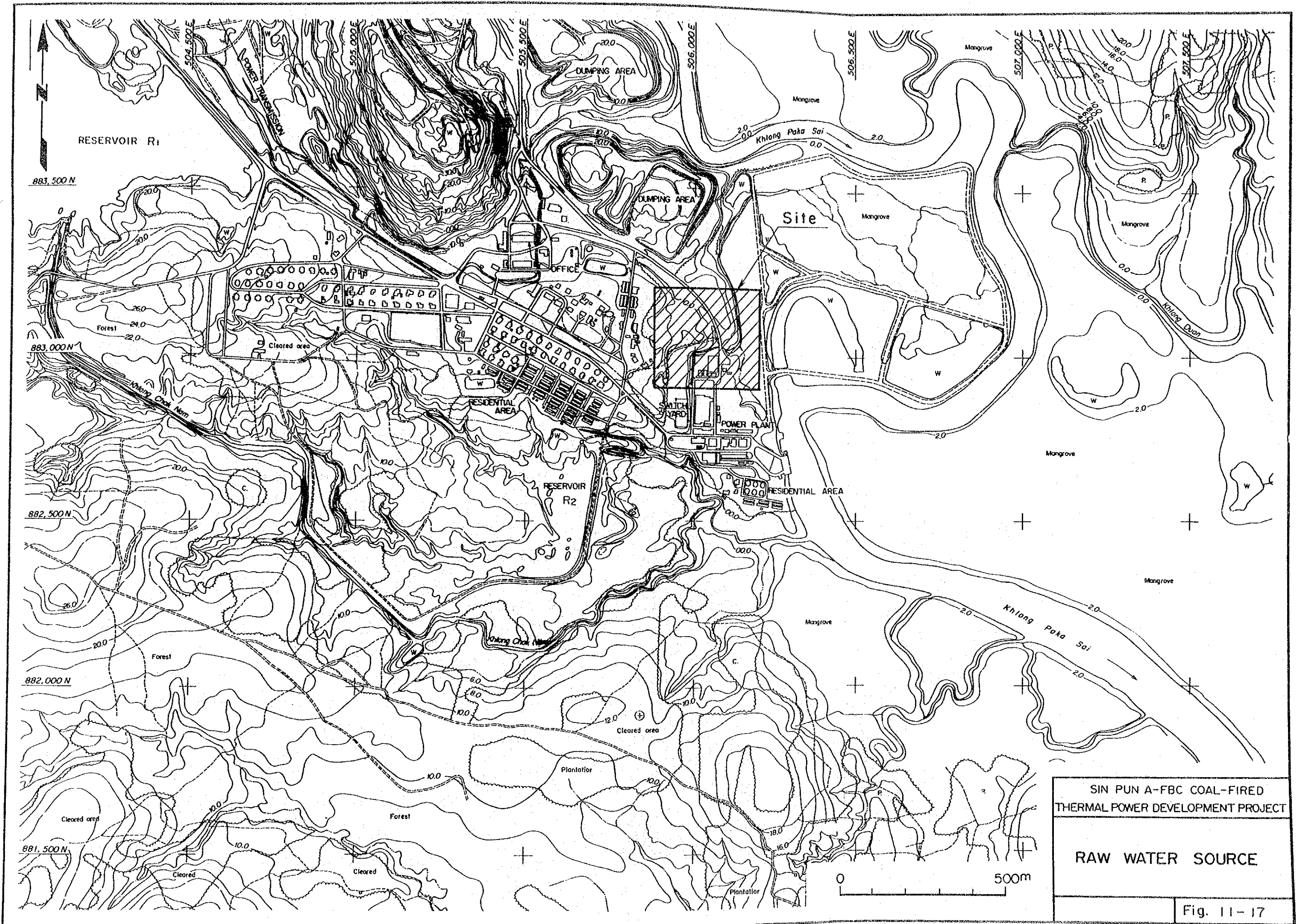
Boiler Make up Water	150 T/Day
General Service Water	150 T/Day
Total	300 T/Day

既設発電所構内に大きな貯水池があるため、用水配管の保修作業を考慮しても3日分の貯水タンクがあれば十分供給に用する。そのため本プロジェクトでは1,000 m<sup>3</sup>タンクを設計した。Fig. 11-4 に示す通り、最適設計の点からタンクは純水装置と事務所近傍に配置した。

### 11.7.2 工水供給源

工水供給源として Fig. 11-17 に示す貯水池R<sub>1</sub> およびR<sub>2</sub> は既設クラビ 発電所に水を供給していても新設発電所に補給するに十分な容量がある。

貯水池R<sub>1</sub> とR<sub>2</sub> からサイトまでの距離は各々約500mと1,500mである。



SIN PUN A-FBC COAL-FIRED  
THERMAL POWER DEVELOPMENT PROJECT

RAW WATER SOURCE

Fig. 11-17



## 11.8 FBCボイラシステム

### 11.8.1 FBCボイラ

#### (1) 基本条件

シンプン FBC ボイラは日本の若松FBC (50MW) の経験に基づき設計した。  
Table 11-20 に設計の基本条件を示す。

Table 11-20 Basic Design Condition of A-FBC

Type	Atmospheric Building Type
Bed Load	$1.2 \times 10^6$ kcal/m <sup>2</sup> ·h (L.H.V.)
Height of Bed	1,200 mm
Space Velocity	Max 2.0 m/s
Air Ratio	1.2
Bed Temperature	800°C - 850°C

#### (2) ボイラ

Fig. 11-18 に示す自立型ボイラを経済的観点より設計した。燃焼試験結果から、リグナイトは99%の高い燃焼効率を示すことが確認され、未燃カーボンを燃焼させるために長い空塔部は不用であることが確認された。

パイロットスケール燃焼試験より7mの空塔部でNO<sub>x</sub>は還元し、150ppmレベルと低い排出値を示すことも確認された。そのためFBCボイラは流動床及び排ガス通路を含め14.5mの高さで設計できる。クラビ 地域の地振水平力が0.07と低いこと及び低層ボイラであることから、自立型ボイラを設計した。ボイラ低部はコンクリート構造物で設計した。このコンクリート構造物の中に850°CのB.M.を直状管で自重で落下させ処理しなければならないため、B.M.クーラーを据え付ける。

75MWの流動床表面積は下記の通り計算できる。

$$\frac{75,000\text{kW} \times 860\text{kcal/kWh}}{0.409 \times 0.86 \times 0.97 \times 1,200,000\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h}} \times 1.1 = 173\text{m}^2$$

(0.86 : 将来の排出規制強化を考慮し、Ca/Sモル比3の場合のボイラ効率)

上記の必要面積から底部より支える表面が15m × 12m = 180m<sup>2</sup>のランチ型ボイラを設計した。



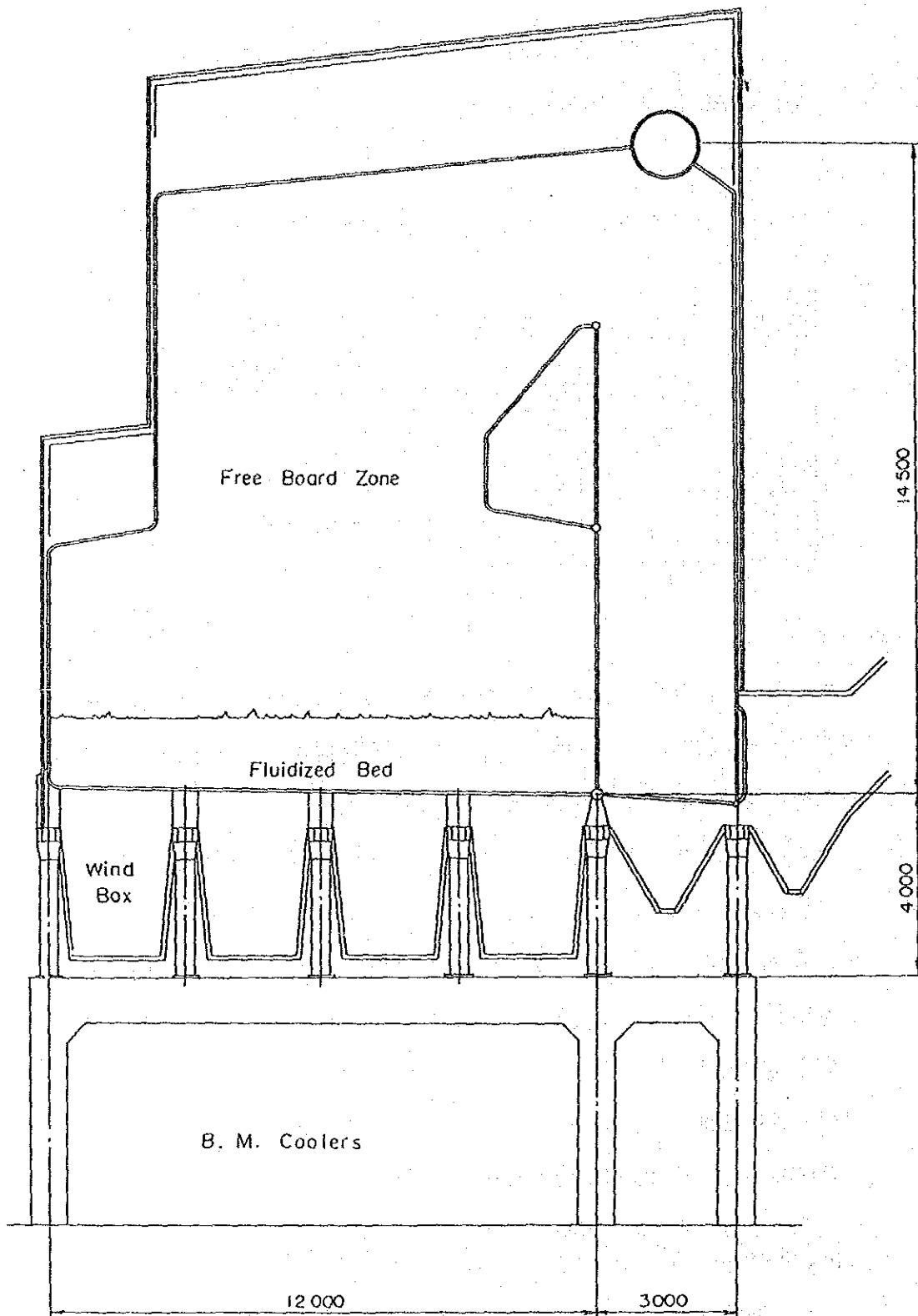
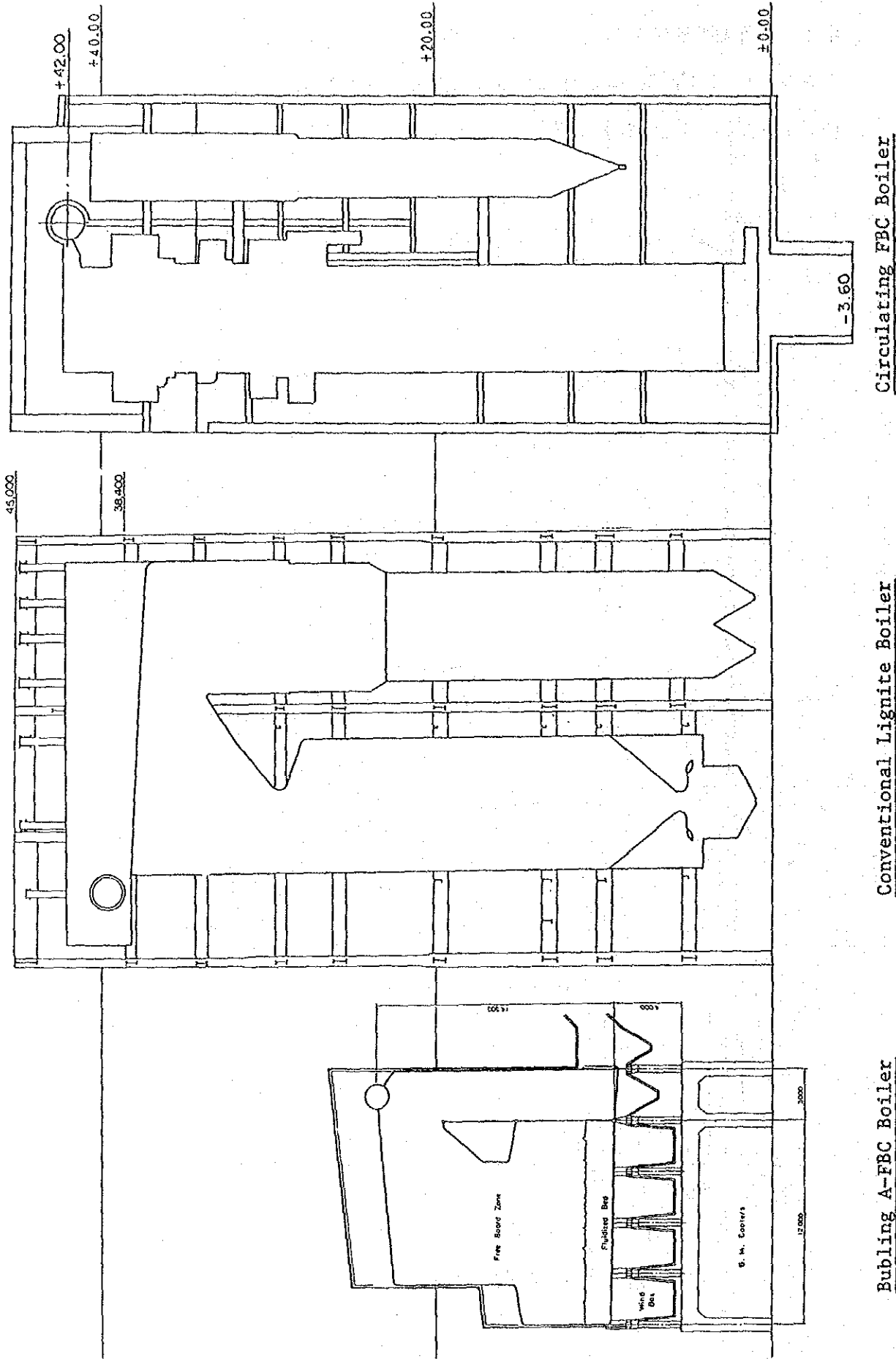


Fig. 11-18 Outline of A-FBC for Sin Pun Lignite

Fig. 11-19 及び Table 11-21 はシンブン FBC、リグナイトボイラ及び循環FBCボイラの外型図及び重量の比較を示す。自立型ボイラを採用することにより、シンブン バブリングFBCは他の2つの型式に比べて経済的利点がある。Fig. 11-20 はバブリングFBCボイラの水蒸気フロー図を示す。



Bubbling A-FBC Boiler

Conventional Lignite Boiler

Circulating FBC Boiler

Fig. 11-19 Comparison of Outline for Respective Boiler

Table 11-21 Comparison of Boiler Weight (per unit)

[t]

	Bubling FBC (Sin Pun Project)	Lignite Boiler	Circulation FBC
Boiler Pressure Part	(800)	(530)	(970)
Drum (including accessory)	110	110	110
Header	30	30	30
S.H. Spray	5	5	5
Evaporator in Bed	60	0	0
Evaporator (Radiation)	310	130	380
R.H.	15 (in Bed)	20	30
S.H.	90 (in Bed)	125	235
ECO	130	80	130
Accessory	50	30	50
Boiler Non Pressure Part	(800)	(1,150)	(1,270)
Steel Structure	10	750	750
Stairs Hand Rail, etc.	50	100	100
Boiler Support	25	15	15
Wind Box	40	5	35
Casing	25	20	20
Boiler Auxiliary	60	60	60
A.H.	190	190	190
B.M. Cooling System	300	-	-
Cast	100	-	200
Total	1,600	1,680	2,240

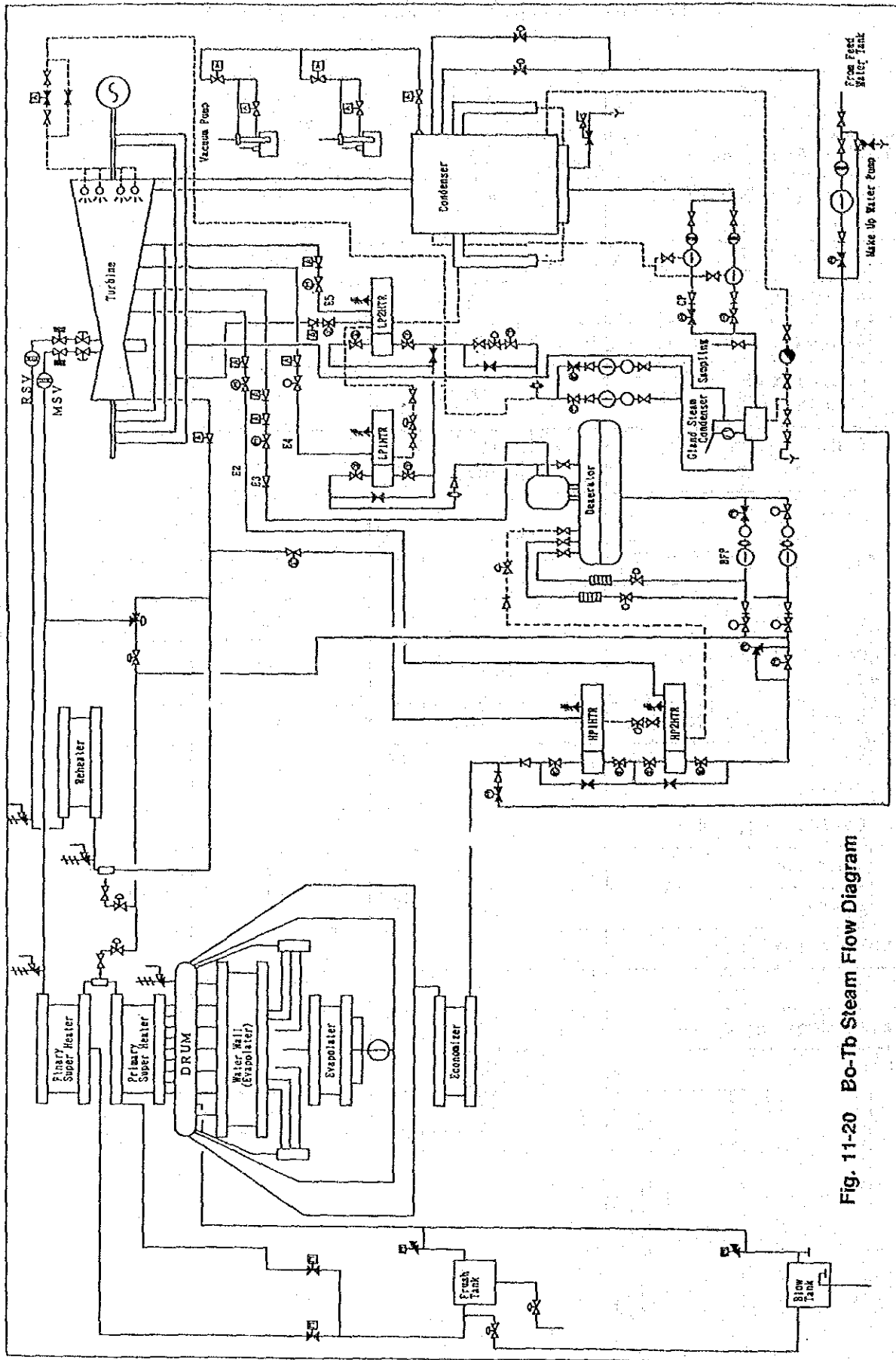


Fig. 11-20 Bo-Tb Steam Flow Diagram

(3) 空気余熱器

A-FBCのPDF出口圧力は流動床を流動化させるため2,000mmH<sub>2</sub>O必要となる。そのためA. H. の漏れは従来型回転再生式A. H. では非常に大きい。

Table 11-22 に再生式型、チューブラー型及びヒートパイプ型A. H. の比較を示す。熱及び電気の評価係数を適用するとセンサードライブ付回転再生型が推奨される。

Table 11-22 Comparison of Gas Air Heater

1992 Base

	Rotary Regenerative Type		Tubular Type	Heat Pipe
	With sancer drive	Without sancer drive		
(1) Pressure Loss	Base (100)		200%	100%
(2) Air Leakage	5%	15%	3%	Non Leak
(3) Heat Exchange Rate	Large		Small	Medium
(4) Space	10m x 10m (100) Base		17m x 35 m (600)	14m x 8m (110)
(5) Cost (for 2 units)	+40 Million Yen	Base	+ 120 Million Yen	+ 200 Million Yen
(6) Station Power	+100 kW	+290 kW	Base	Base
(7) Radiation Loss	Base		0.8 x 10 <sup>6</sup> kcal/h unit	Base
(8) Total Cost (Million Yen)	-59	Base	+60	+49
(9) Particular				Non practice record for Larger unit than 100 MW
Recommendation	o			

(4) 起動バーナー系統

軽油による熱風路は起動時、リグナイトが自燃できるまでB.M.の温度を上げる。

B.M.の温度を効率的に上げるため熱風は Fig. 11-21 に示すようにウィンドボックスへの系統に設置された熱風路から空気分散板から流動床を通して吹きつけられる。さらに、熱風は流動床雰囲気温度を温めて起動時間を短縮するために流動床上つまり空塔部にも吹きつけられる場合がある。

層上熱風を採用することによる起動時間短縮効果は30分のみであるため、ベースロード火力として経済設計を目指す本プロジェクトでは流動床熱風吹き込みのみ採用する。

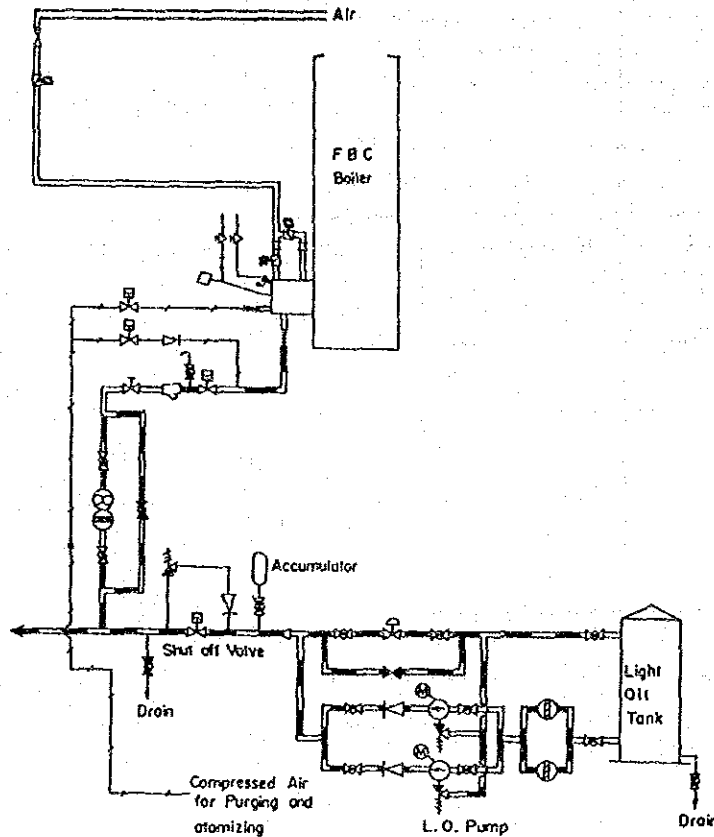


Fig. 11-21 Start Up Burner System

(5) 通風系統

1 FDFと1 IDFによる平衡通風系統を採用する。各々のファンの設計値をTable 11-23 に示す。

Table 11-23 Design Value of FDF and IDF

	FDF	IDF
Amount of Air/Gas (Sin Pun case) (Sin Pun, Krabi mixture)	A = $3.784 \times 63 \times 10^3$ = $2.39 \times 10^5 \text{ Nm}^3/\text{h}$	$V = V_o + \text{Wet.}$ = $(3.714 + 0.663) \times 63 \times 10^3$ = $2.76 \times 10^5 \text{ Nm}^3/\text{h}$
Pressure	2,560 mmH <sub>2</sub> O	600 mmH <sub>2</sub> O
Temperature	27°C	130°C

FDFの吐出圧はセル起動時及びセルスランピングのことを考え、通常運転条件よりも下記の通り高く設計した。

流動床化	1,300 mmH <sub>2</sub> O
セル起動	11 % up
B.M. の過剰積み上げ	10 % up
ダクト損失	720 mmH <sub>2</sub> O × 1.3 (余裕)
計	2,560 mmH <sub>2</sub> O

通常運転時、FDF吐出圧は2,000mmH<sub>2</sub>Oのみである。通風系統図を Fig. 11-22 に示す。

従来型PCFボイラでは火炉圧は燃料を火炉に制御投入するため重要な位置を占めていた。そのため、IDFベーンは火炉圧変動に感度良く速応するため、IDF全吐出圧の60~70%開度に設定してある。

一方、FBCボイラでは空気供給が2,000mmH<sub>2</sub>で供給されていること、及び燃料がスプレッダーにより供給されていることから火炉圧の速応性は必要ない。火炉圧制御は単に灰が火炉または煙道より漏れないよう制御することを目的としている。そのため、A-FBCボイラのIDF圧は従来のPCFボイラよりも20%小さく設計できる。10%の余裕を考え、IDF圧は600mmH<sub>2</sub>Oで設計する。



再生式A. II. を本プロジェクトで採用するため、漏れ空気5%を考慮し、必要空気は $2.51 \times 10^6 \text{ Nm}^3/\text{h}$ であるため、FDFは20%の余裕を取り、 $5,520 \text{ m}^3/\text{min}$ とする。FDF所内負荷を計算するに際し、 $2,000 \text{ mmH}_2\text{O}$ の圧力を採用した。

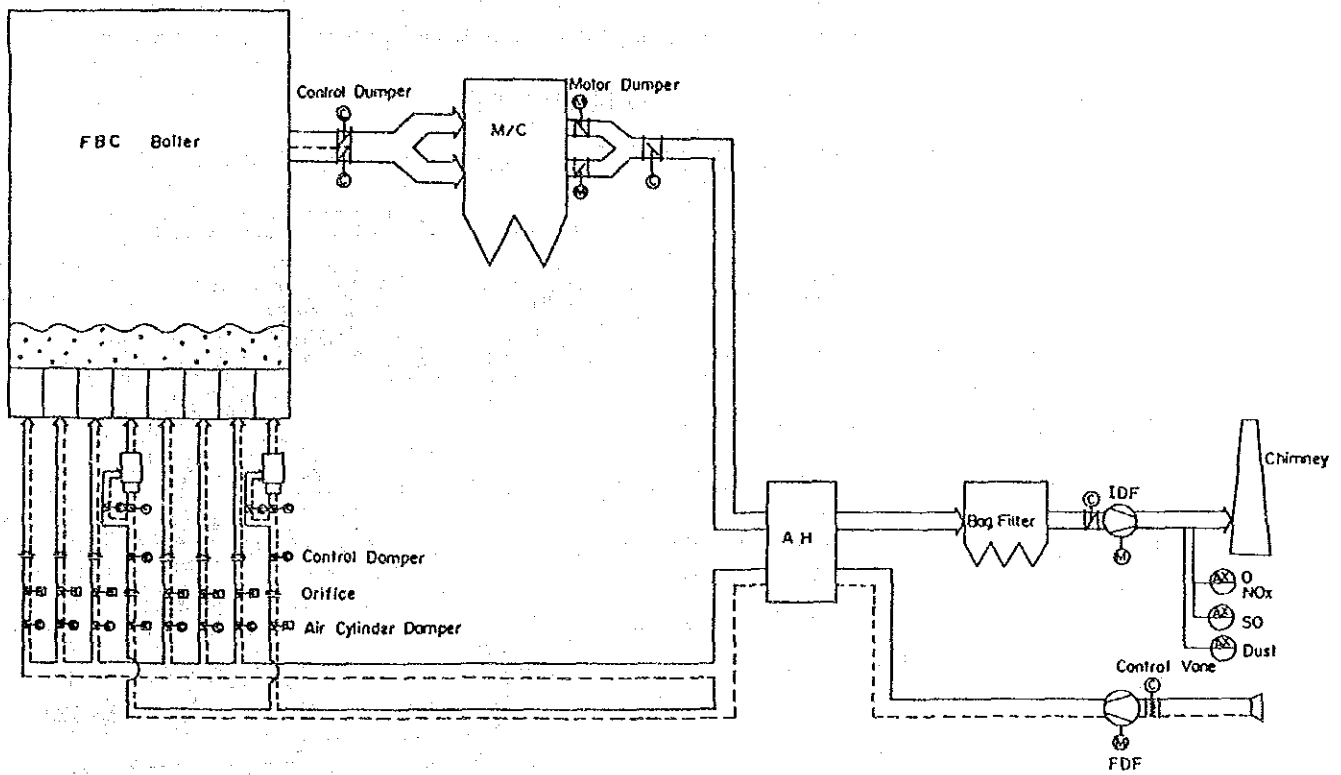
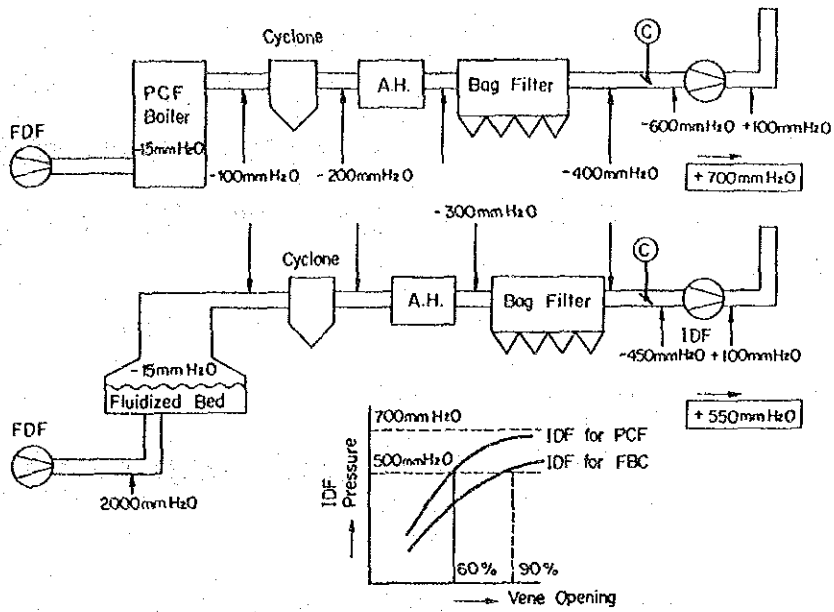


Fig. 11-22 Air-Flue Gas System of FBC

(6) 灰回収装置

A-FBCから以下の3つの灰が発生する。

(i) B.M. 灰

B.M. は流動床のマテリアルバランスを平衡に保つため、床・底部より抽出される。B.M. を抽出する際、流動床底部に蓄積し、流動不良を引き起こす塊状灰も抽出される。

(ii) 機械式サイクロン灰

中径の灰が機械サイクロンによって捕集され、一部は石灰石使用量を節約するためFBCにリサイクルされる。

(iii) 微粉灰

微粉灰はバグフィルターによって捕集される灰中の未反応CaOによるバグ内での脱硫効果を考え、バグフィルター採用を推奨する。

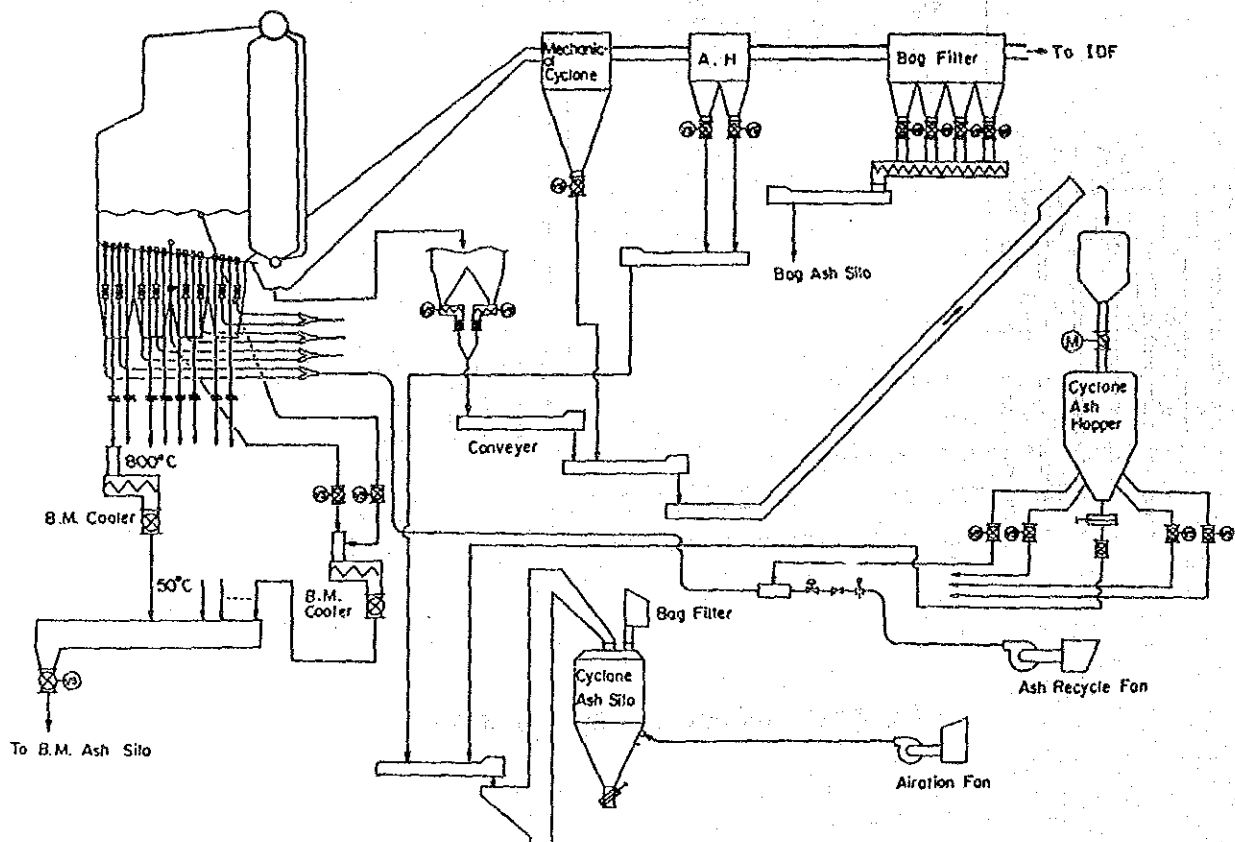


Fig. 11-23 One Line Diagram of Ash Collecting System

### 11.8.2 リグナイト供給系統

バブリング型FBCのリグナイト供給系統を通常2つに分類できる。1つは下込み方式と呼ばれ Fig. 11-24 に示すように燃料搬送空気とともに、流動床下部より供給する方法である。

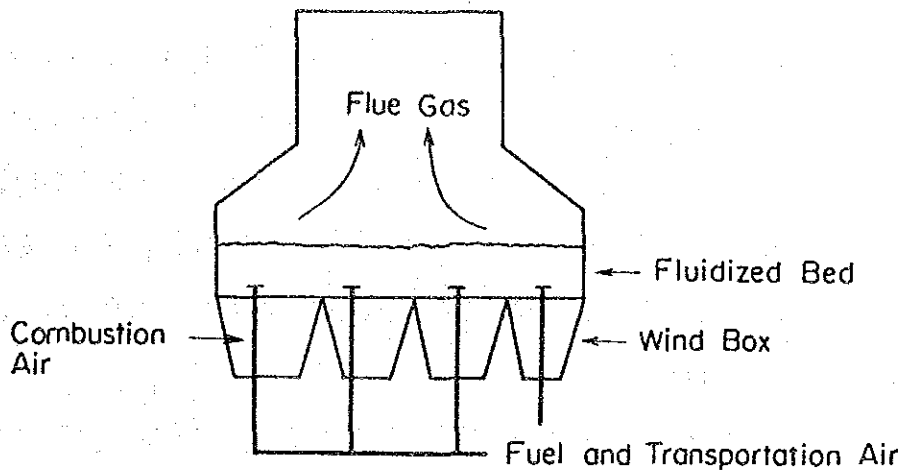


Fig. 11-24 Under Feeding System of Bubbling FBC Boiler

この方式は微粉燃料が流動床を飛び出る前に高温のB.M.と接触し燃焼するため燃焼効率が向上する利点がある。

日本の若松実証プラント（50MW）は、亜瀝青炭を使用していることから、リグナイトよりも早く燃焼せず、最大10%もの未燃カーボンを残すためこの給炭方式を採用した。

一方で、上込み給炭方式と呼ばれる方式は、燃料をFBCボイラに上から Fig. 11-25 に示すようにスプレッダーで供給する方式である。

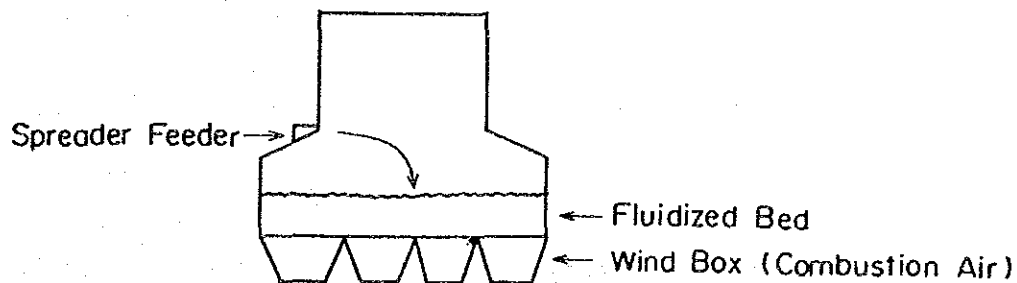


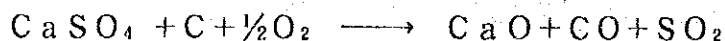
Fig. 11-25 Over Feeding System of Bubbling FBC Boiler

この方法は燃料供給方式を単純化する利点がある一方で、燃焼効率を下げる傾向がある。

本調査の燃焼試験から、シンブン リグナイト及びクラビ リグナイトは高い揮発分つまり低い燃料比のため、上込め給炭方式でも99%の燃焼効率が確認できた。

しかし、脱硫の面からは、上込め方式ではリグナイトの微粉が層内までに届かず、空塔部で燃焼し層内脱硫剤と接触しないため、高いSO<sub>x</sub>を排出する。シンブン 及びクラビ リグナイトは高い硫黄分を有するため、微粉であっても高いSO<sub>x</sub>を排出することになる。そのため、設備費低減を計る意味から、上込め給炭方式を採用し、リグナイトから微粉が出ないような破碎装置を採用することにより脱硫費用つまり石灰石消費量削減を計る。上込め給炭方式は層内で燃焼の不平衡を起こす。Fig. 11-26 は酸素、CO及びSO<sub>2</sub>の分布を、給炭機からの距離を示標として示す。

SO<sub>x</sub>排出は流動床内の酸素濃度と強い相関関係がある。低酸素濃度雰囲気では石炭によって補足されたSO<sub>x</sub>は下記のように放散される傾向がある。



高脱硫率を得るためには、層内炭素含有を平均化することが重要となるため、石灰石消費量を低く抑える、つまり運転費を低く抑えながらSO<sub>x</sub>排出を維持するために可変速スプレッダー採用を推奨する。

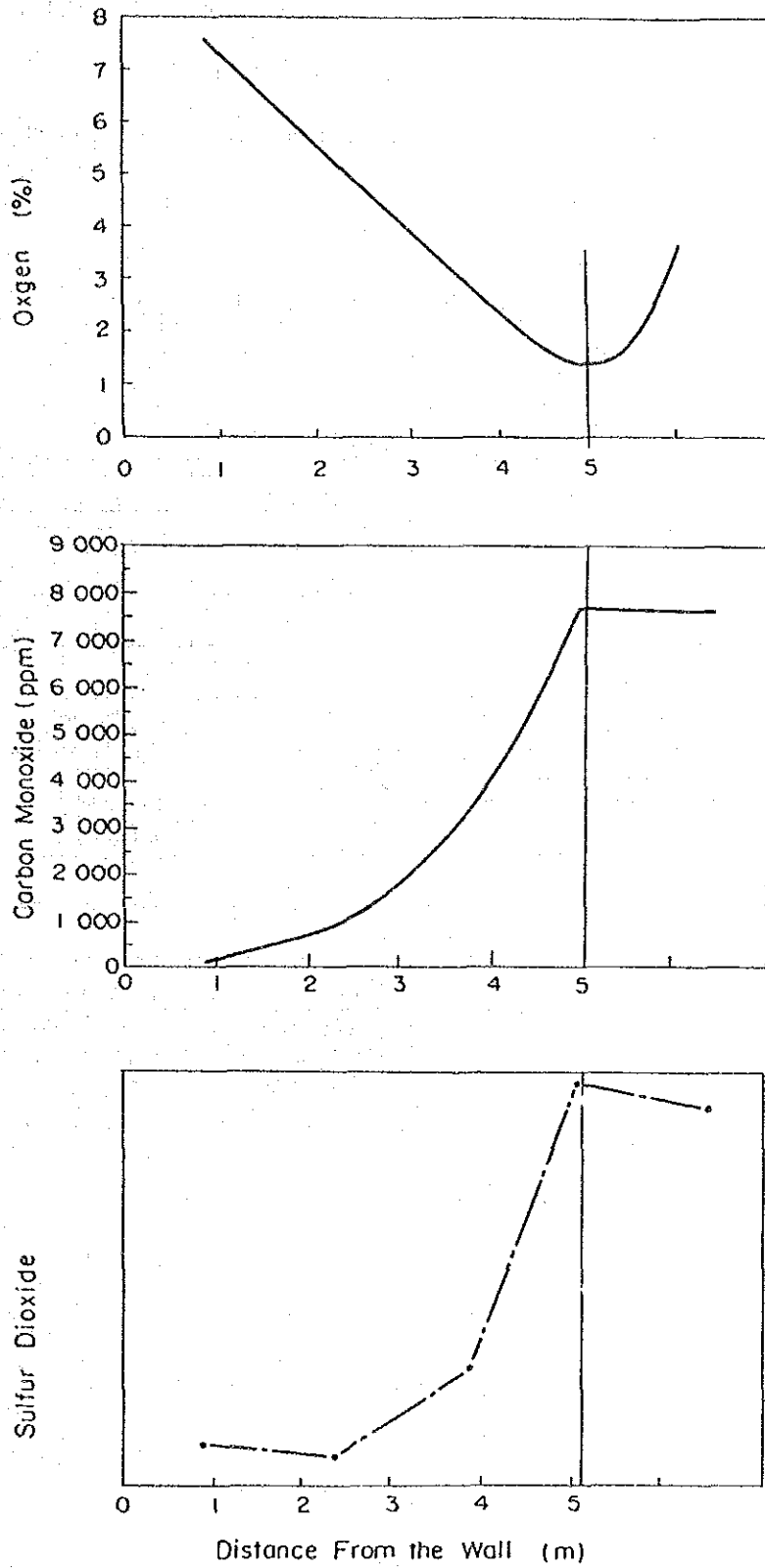


Fig. 11-26 Correlation among Oxygen, Carbonoxide and Sulfur Dioxide on the Fluidized Bed

## 11.9 蒸気タービン

### 11.9.1 蒸気タービン

Table 11-24 に従来型蒸気タービンの基本条件を示す。

蒸気タービンは一般的なタービンを採用する。

Table 11-24 Basic Condition for Turbine Design

Type	
Nominal Output	75,000 kW
Rotation	3,000 rpm
Sea Water Temperature (Cooling Water)	32°C
Steam Condition	
Main Steam Temperature	538°C
Pressure	125.53 bar (127 kg/cm <sup>2</sup> g)
Reheat Steam Temperature	538°C
Pressure	29.40 bar (30 kg/cm <sup>2</sup> g)
Extraction steam	5 stages
Efficiency	41.5%
Vacuum	0.0892 bar (at nominal output, all extraction steam activated, ambient pressure 760 mmHg and cooling water temperature 32°C)

### 11.9.2 蒸気復水系統

蒸気復水器の冷却水温度差を7°Cで設計する。復水器管内流速は管内防蝕のため2.0m/sで設計する。強制電気防蝕及びスポンジボール型管内洗浄装置も採用する。復水系統の概要を Table 11-25 に示す。

Table 11-25 Outline of Steam Condensing System

<u>Condenser</u>	
Designed Vacuum	0.0892 bar at cooling water 32°C
Cleanliness Factor	75%
Water Velocity in Tubes	2.0 m/s
Temperature Difference between Inlet and Outlet	Less than 7°C
Cooling Water	Sea Water
Forced Cathodic Protection	Condenser Inlet
Condenser Cube Cleaning System	Sponge ball type
<u>CWP (circulating on water pump)</u>	
Amount	2 sets for 1 unit
Capacity	6,900 m <sup>3</sup> /h
Head	8.2 m (Required head at mean seawater level : 3.52 m)

CWPの水頭圧は下記の通り設定した。

サイフォンリミット	8 m
復水器トップ	FL - 1 m
床レベル	MSL (平均海水レベル) + 7 m
	LLSL (最低海水レベル) MSL - 2.3 m







## 11.10 冷却用水設備

### 11.10.1 基本設計条件

復水器冷却用水ならびに軸受け冷却用水は、クロン・パカサイ川より取水する。

取水にあたっては、水量が安定していること、低温であること、塵芥、泥、砂等の混入が少ないことが必要である。

復水器冷却水設備として、大きくは次の設備がある。すなわち、取水ポンプ 室、送・放水管路、放水槽、および放水路である。

上記設備の主要設計条件は以下のとおりである。

使用冷却水量： 7.5 m<sup>3</sup>/sec/ 2 ユニット

冷却水上昇温度： 7℃ (注)

(注) 河川の水温は32℃であり、放流水の温度が40℃の上限を超えないよう、取水口および放水口間の温度差は7℃とした。

### 11.10.2 取水口と放水口の位置ならびに形式

取水口および放水口の位置ならびに形式の決定にあたっては以下の点を考慮した。

- ・取水口および放水口までの水路延長をできるだけ短くする。
- ・温排水の再循環を生じないように、放水口出口から取水口部まで十分な距離をとる。
- ・河川の流れによる洗掘の影響を受けない安定した取水口とする。

なお、計画地点の東側には、運転中の既設発電所の取水口があり、新規発電所の放水口をその付近に設置することはできない。

従って、新設の放水口は発電所の北約400mの位置に設けるものとする。一方、新設の取水口は、計画地点の南東、クロン・パカサイ川の右岸に位置する既設取水口に隣接して設置するものとする。

その結果、新設の取水口と放水口間の距離は、クロン・パカサイ川沿いに約2,500 mとなる。

取水口の形式は、河川の水深がそれほど深くないため、表面取水方式とした。

放水口については、経済性を考慮して、表層放流方式とした。

### 11.10.3 取水ポンプ室

運転時の信頼性および維持補修の面を考慮して、1ユニットにつき2台の取水ポンプを設置する。

取水ポンプ室は、幅約21m、高さ約8m～11m、長さ約24mの鉄筋コンクリート構造であり、取水のための開口部、およびバースクリーン、ポンプ室を有する。

取水ポンプ室の基礎は、岩盤線が浅いと想定されるため、岩盤上の直接基礎とする。

(Fig. 11-28 および 11-29 参照)

取水ポンプ室の構造上の特徴は以下のとおりである。

- ・取水口へ入った浮遊する塵芥により復水器の細管が詰まらないよう、スクリーン室に塵芥除去装置としてバースクリーンを設置する。
- ・各ポンプ室には、排水状態で保守作業が可能なよう、角落し設備を設ける。
- ・スクリーンへの接近流速は、スクリーンの塵芥処理能力を考慮して約40cm/sとする。
- ・スクリーンとポンプ室の基本設計条件として、それぞれ10cmの貝の付着代を考慮する。
- ・ポンプ室の底面の深さおよび幅については、低潮時にも安定したポンプの運転を行うために必要な寸法を確保しなければならない。
- ・取水ポンプ室の頂版高さは、詳細設計の段階で設計洪水位を考慮して決定されなければならない。今のところ、高潮位（+1.5m a. s. l.）に2mの余裕を考慮して、+3.5m a. s. l. とする。
- ・取水ポンプ室は、ポンプ室が排水された状態でも浮き上がることのないような構造とする。

### 11.10.4 送・放水管路

送・放水管路のルートと構造を Fig. 11-30 と 11-31 に示す。

送水管は、取水ポンプ室より復水器へ冷却水を送水する鋼管で、直径1.1mの管路を1ユニットあたり2条設置する。管径は、適切な管内流速として2.0m/sを考慮し



PLAN

A

Khlong Pakasai



N 882, 850

N 882, 800

N 882, 810

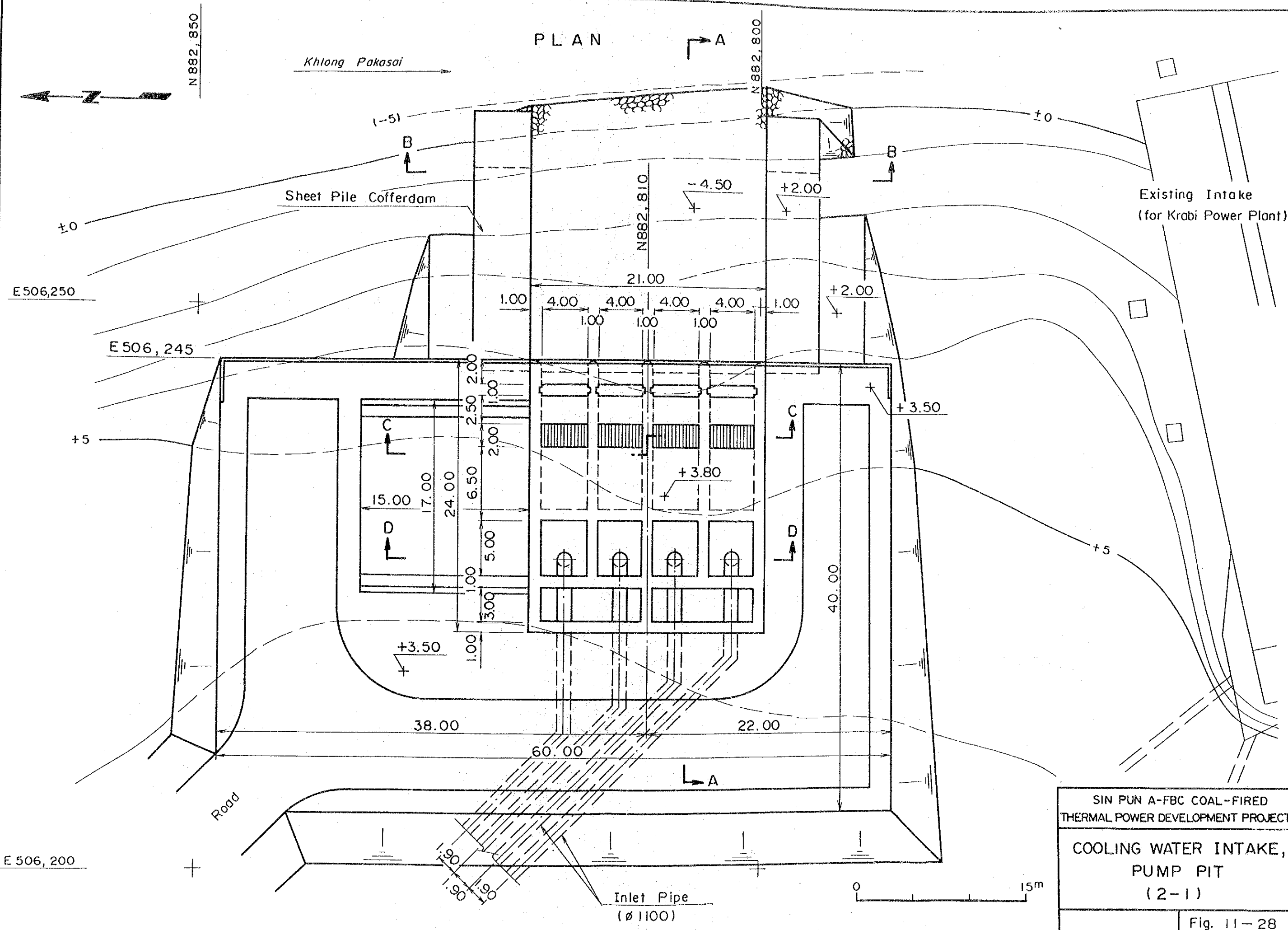
Existing Intake  
(for Krabi Power Plant)

Sheet Pile Cofferdam

Road

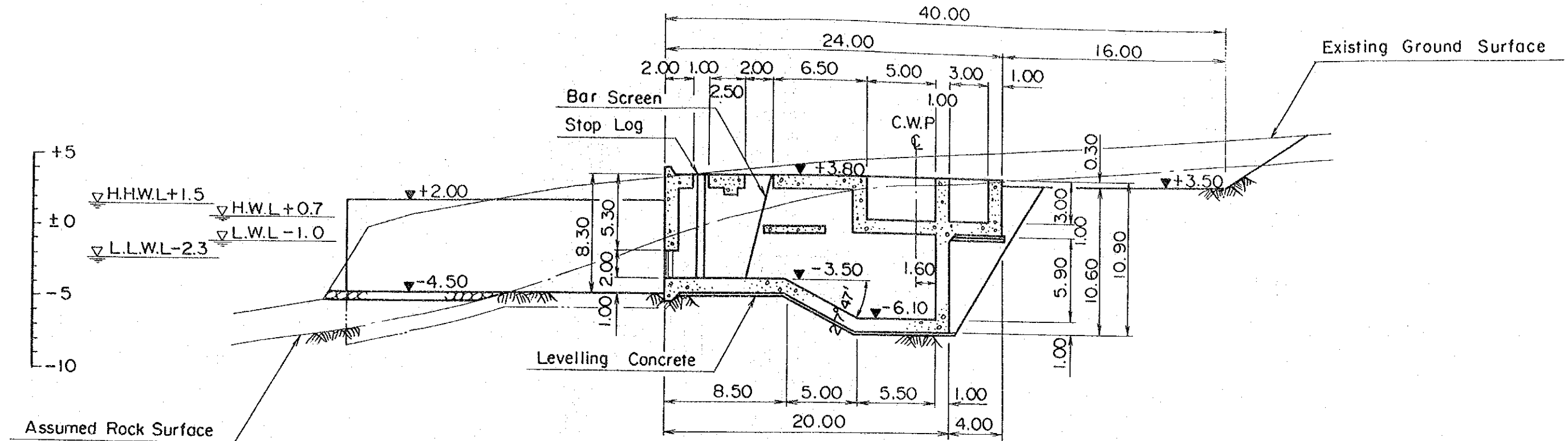
Inlet Pipe  
( $\phi$  1100)

SIN PUN A-FBC COAL-FIRED THERMAL POWER DEVELOPMENT PROJECT
COOLING WATER INTAKE, PUMP PIT (2-1)
Fig. 11-28

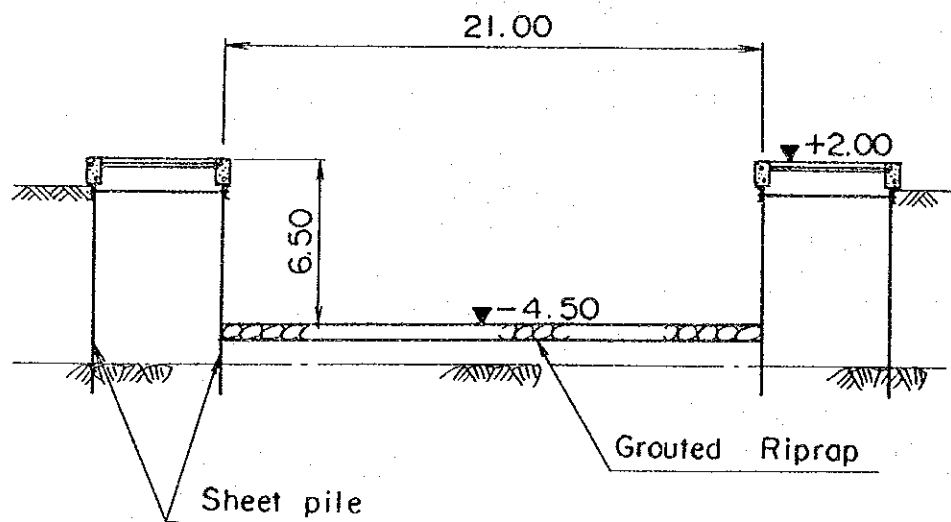




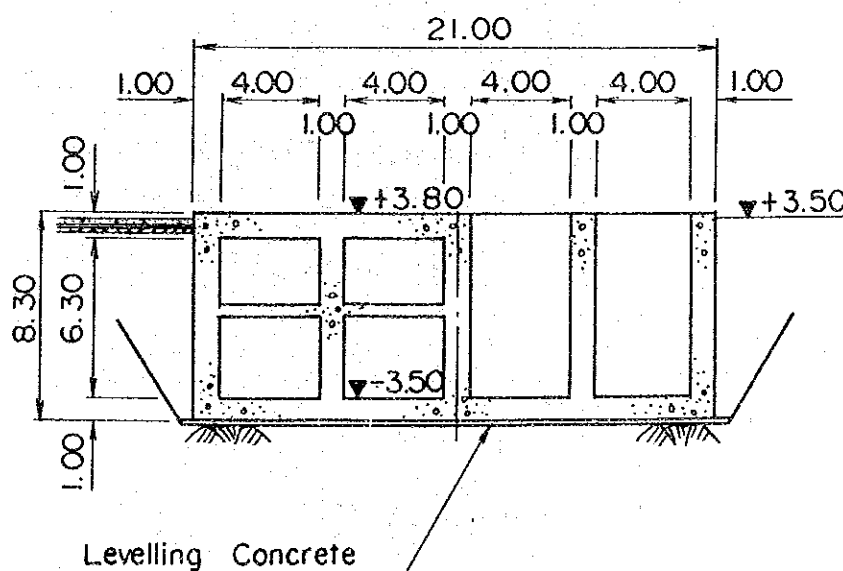
SECTION A - A



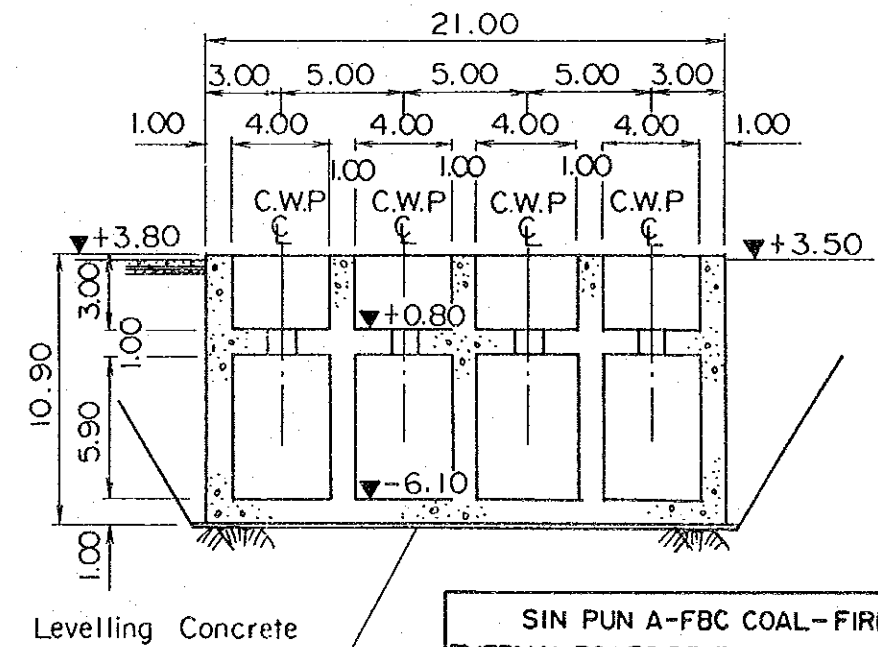
SECTION B - B



SECTION C - C



SECTION D - D



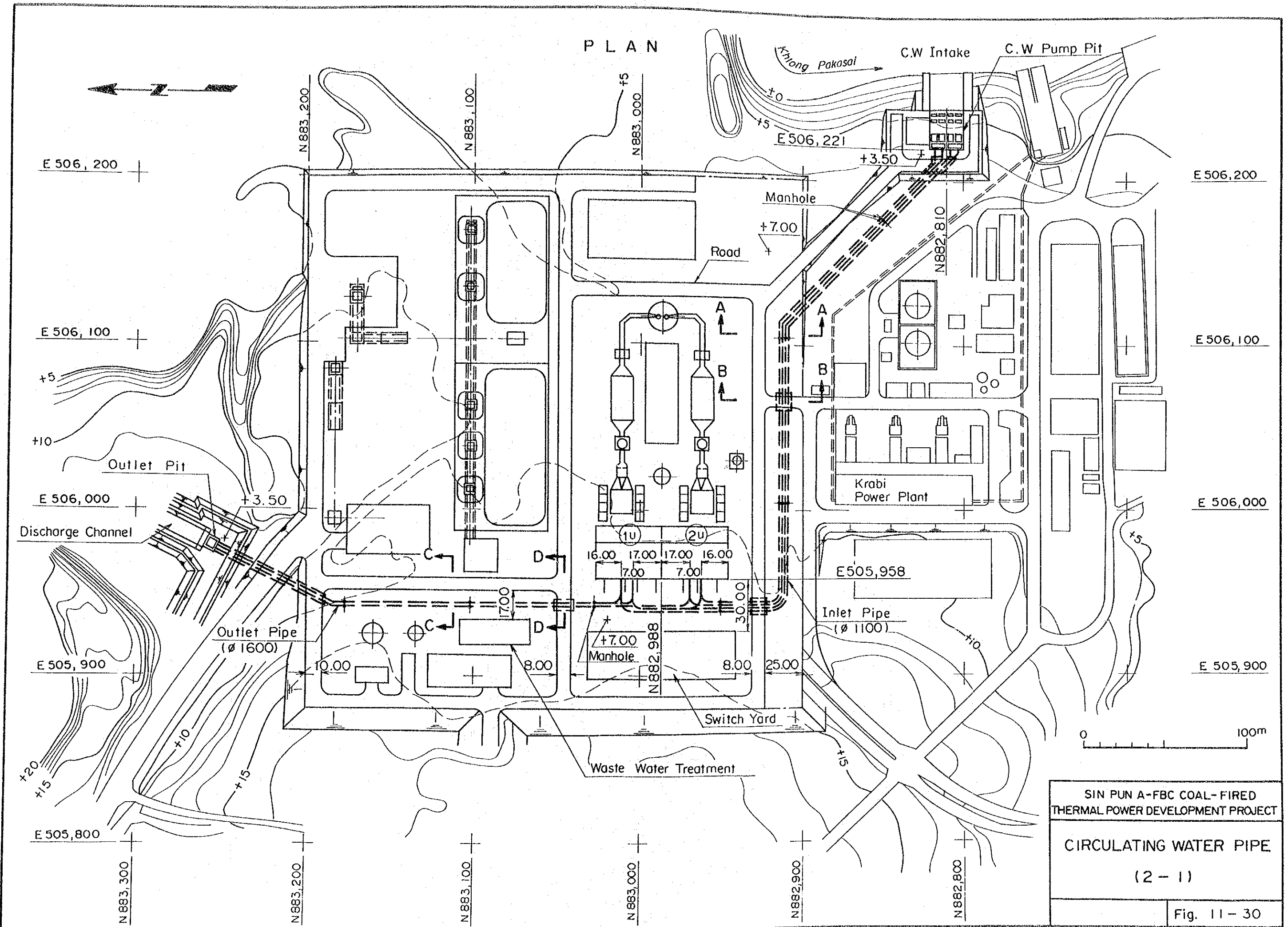
SIN PUN A-FBC COAL-FIRED  
THERMAL POWER DEVELOPMENT PROJECT

COOLING WATER INTAKE,  
PUMP PIT  
(2 - 2)

Fig. 11 - 29

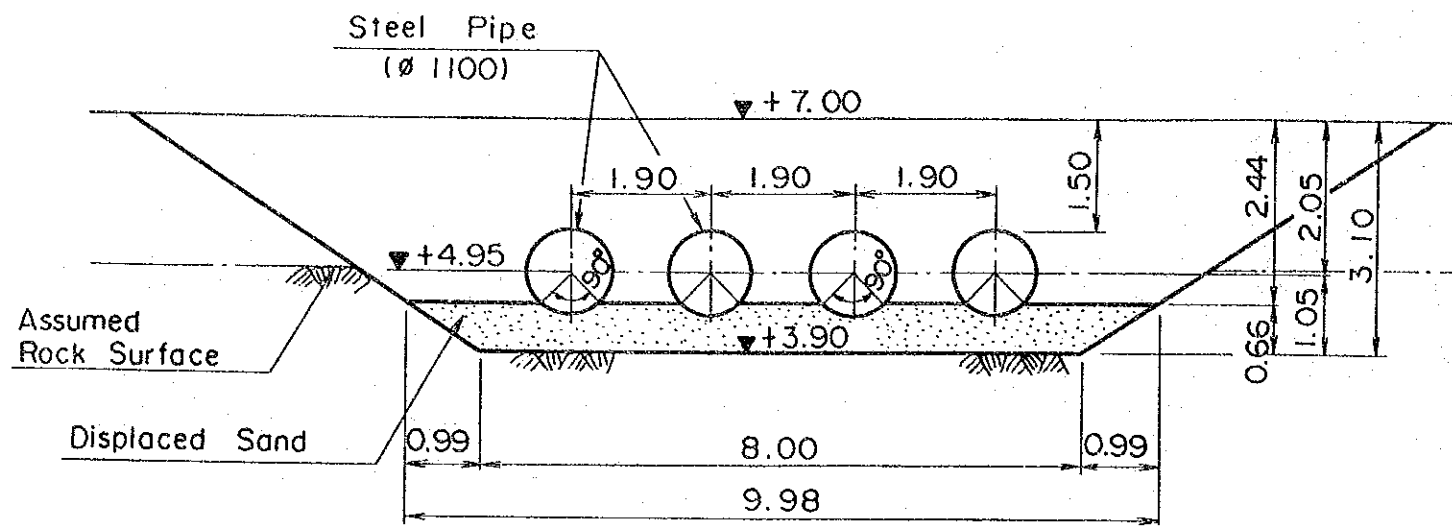




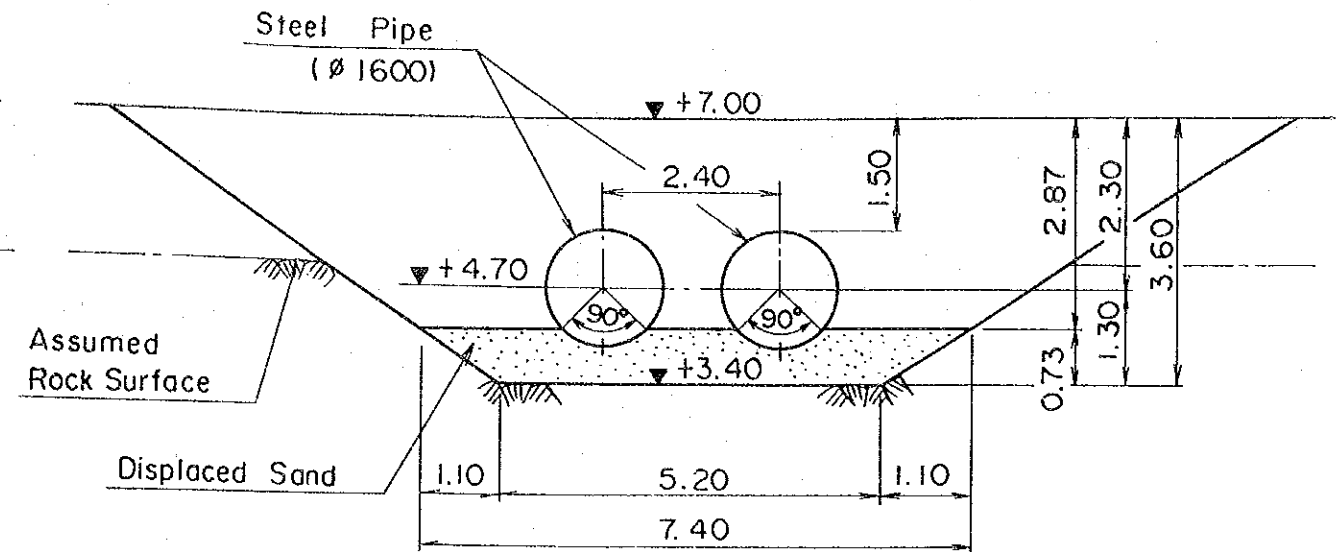




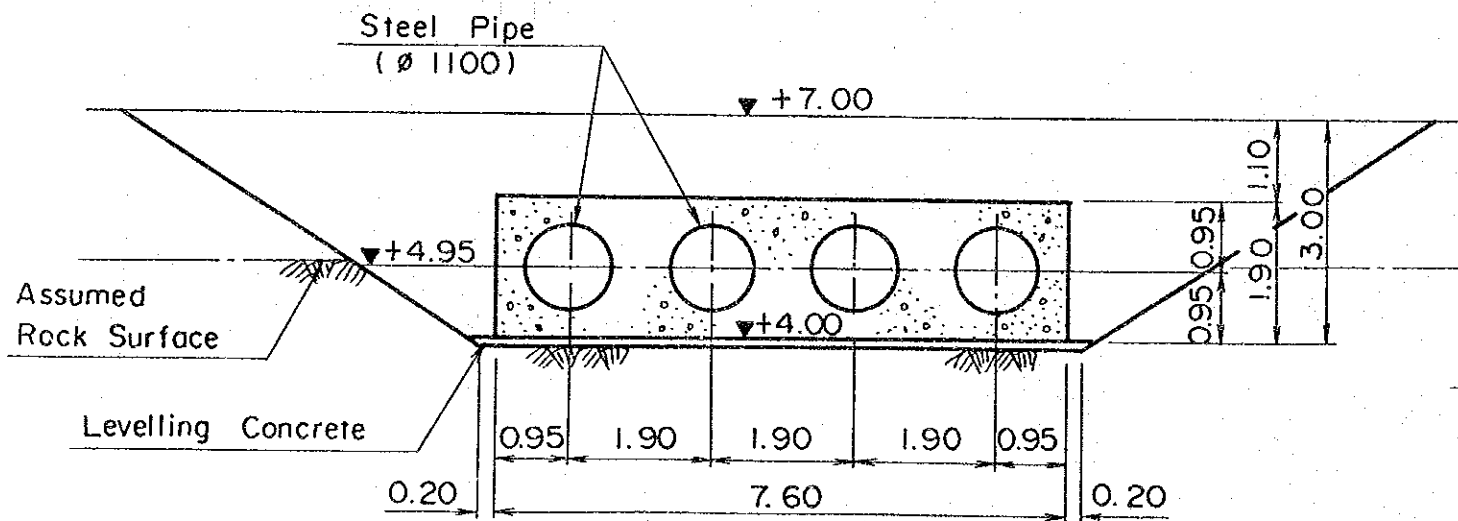
INLET PIPE  
SECTION A-A



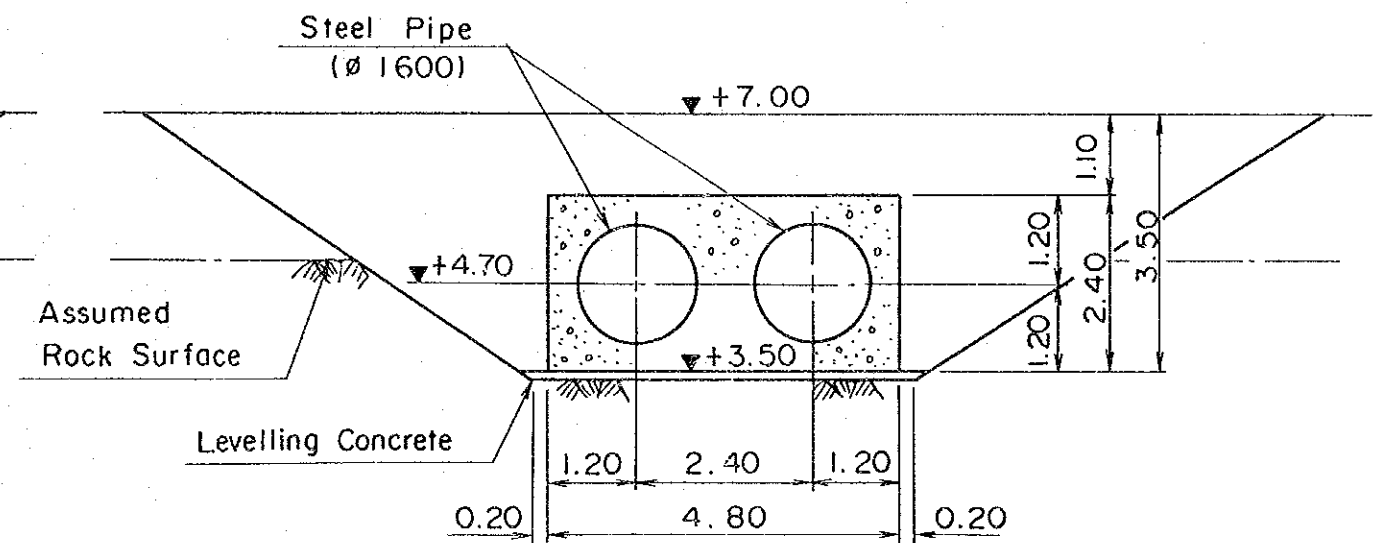
OUTLET PIPE  
SECTION C-C



SECTION B-B



SECTION D-D



SIN PUN A-FBC COAL-FIRED  
THERMAL POWER DEVELOPMENT PROJECT

CIRCULATING WATER PIPE  
(2 - 2)

Fig. 11-31



て定めた。

放水管は、復水器から放水槽まで放水する1ユニットあたり1条設置する。これらの管路のうち、道路横断部については、鋼管の外側をコンクリートで巻いて補強する。

#### 11.10.5 放水槽および放水路

放水槽および放水路の位置と構造を Fig. 11-32 に示す。

復水器および放水管を通過した冷却水は放水槽へ排水され、その後、放水路を流れてクロン・パカサイ川へ放流される。

放水槽の水位は、取水ポンプ室より復水器を通して放水槽までの間のサイホン効果を損なわないような高さに保たれていなければならない。

放水路は、底面幅が10mで勾配が1/1,000の台形水路とする。

放水路に沿った両側の斜面は適当な犬走りを設けた岩の掘削法面そのままとする。

#### 11.10.6 温排水

温排水の影響に関しては、既に、アジア工科大学によって1990年の5月に、以下の報告がまとめられている。

「A STUDY OF IMPACTS OF THERMAL DISCHARGE AND ASH POND EFFLUENT ON THE RECEIVING ENVIRONMENT FROM 75MW LIGNITE KRABI THERMAL POWER PLANT」

この研究は、実測値に基づいて作成された水理模型を使用して行われたもので、温排水に関するこの報告書の結論は以下の通りとなっている。（報告書の p. 1-58 参照）

#### 『 結 論 』

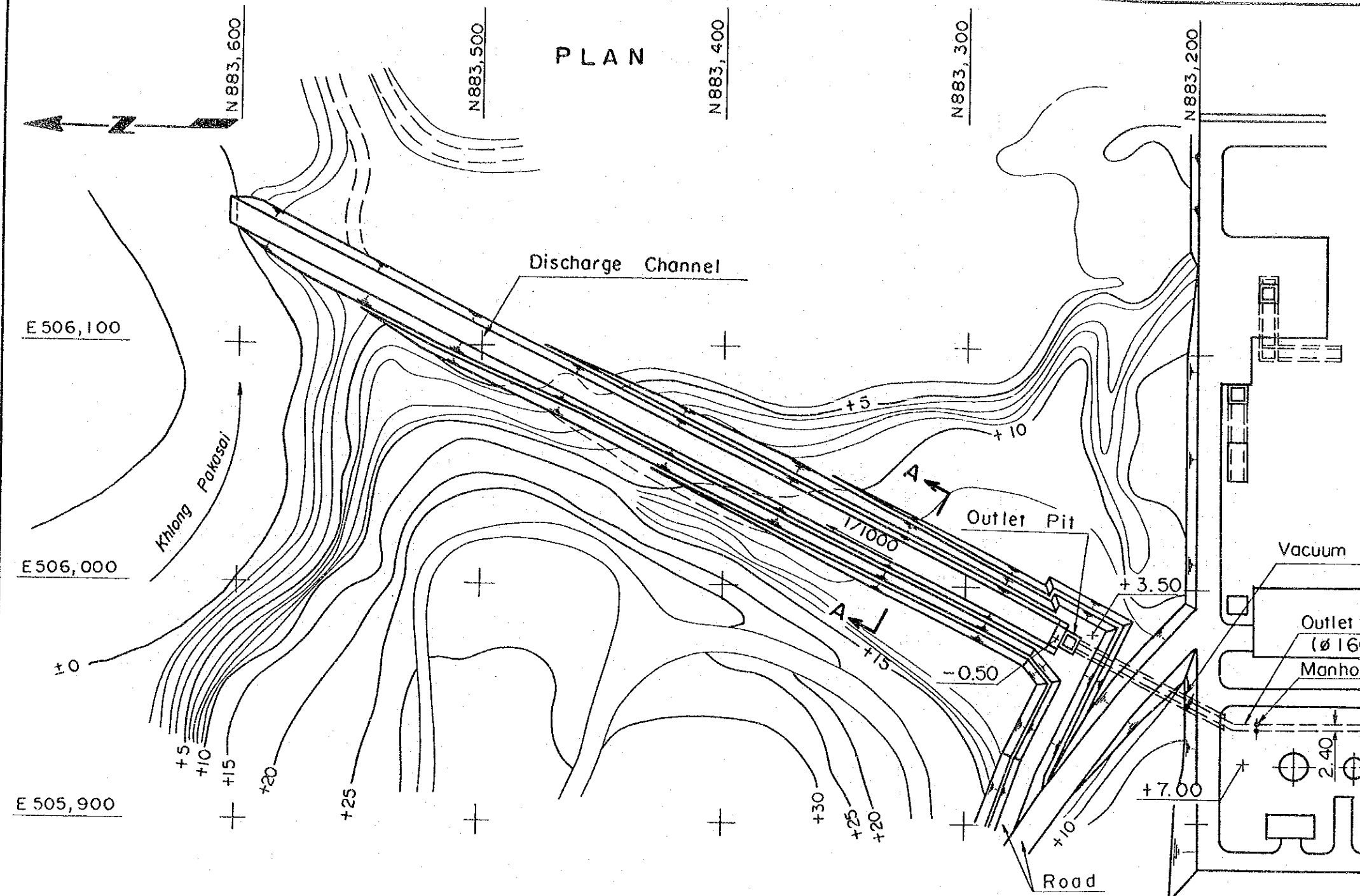
一般的には、計画されている75MWのクラビ・リグナイト火力発電所の冷却用水として設計流量 $3.6\text{m}^3/\text{s}$ をクロン・パカサイ川から取水することは、発電所の運転に影響を与えることなく、問題ないと言える。

温排水が水生生物や他の環境因子に与える影響については、この報告書の中の後ろの部分で、別途説明し論じる。

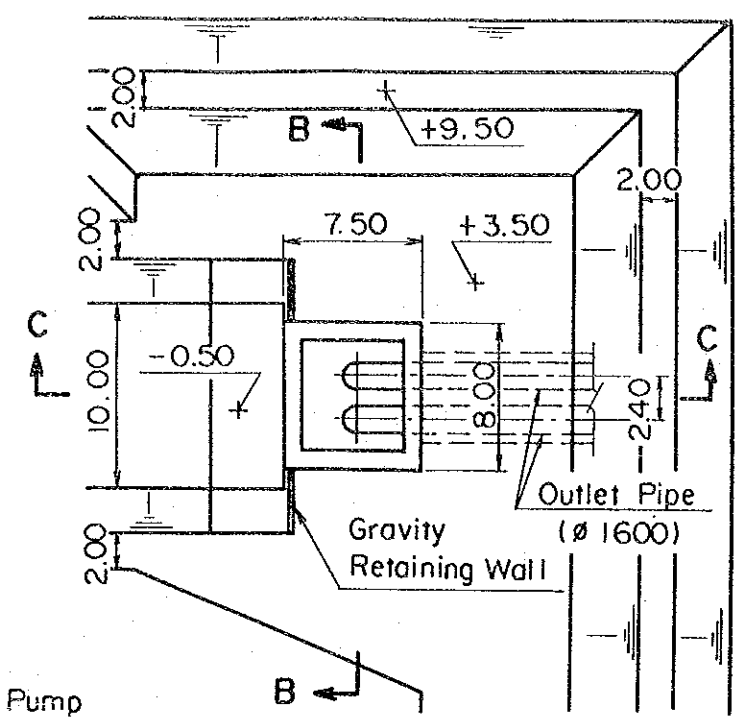
温排水に関する研究の詳細結果は以下のように要約される。



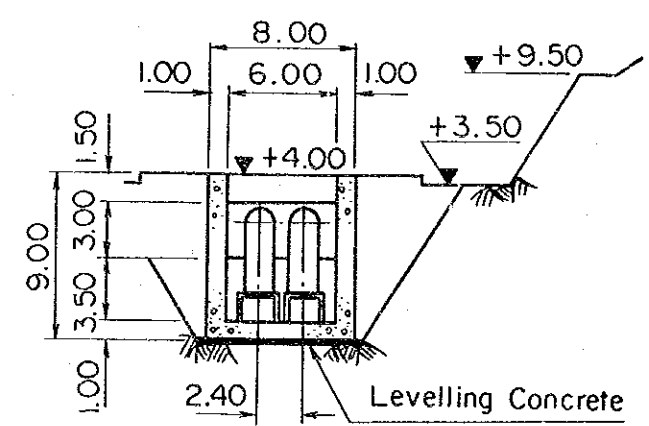
PLAN



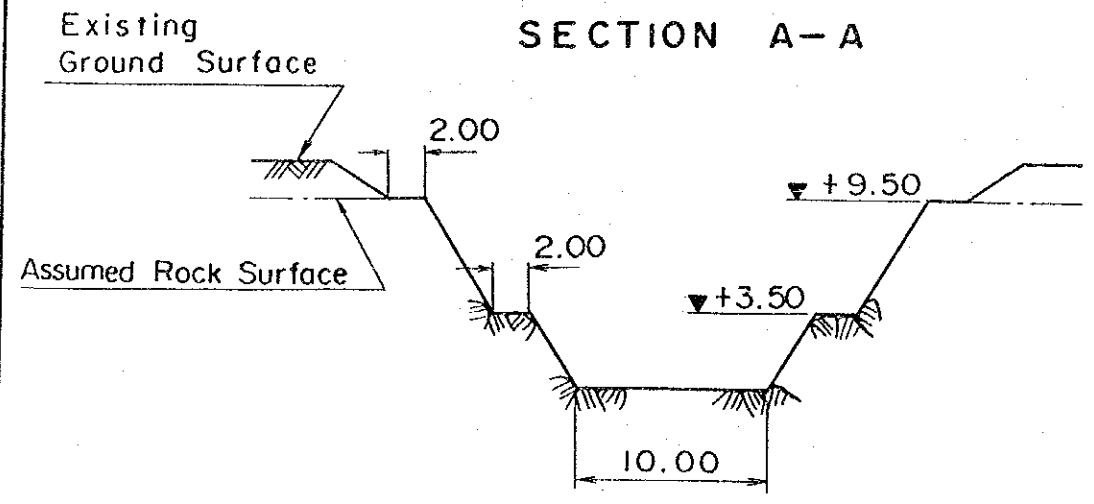
OUTLET PIT PLAN



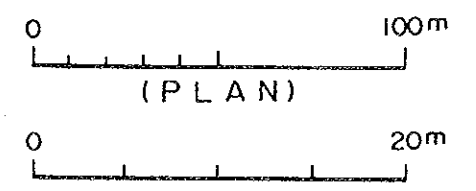
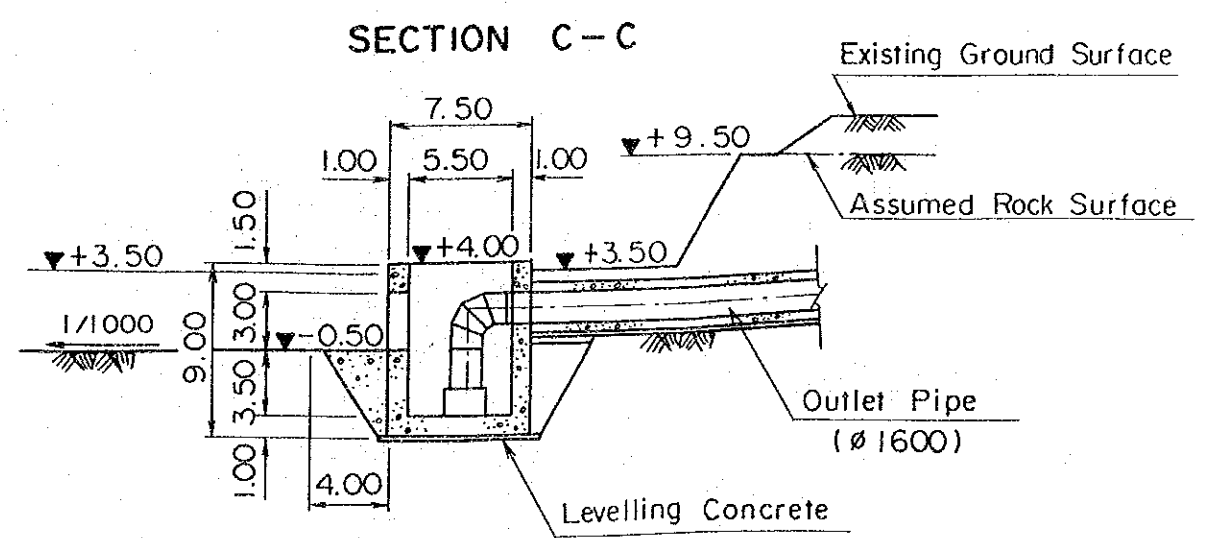
SECTION B-B



SECTION A-A



SECTION C-C



SIN PUN A-FBC COAL-FIRED  
THERMAL POWER DEVELOPMENT PROJECT  
**COOLING WATER OUTLET  
PIT, OUTLET**

Fig. 11-32





- (1) 川の流れの場の変化は、周囲の河川流と相互作用をする温水ブルームの存在により特徴づけられる。
- (2) 流速の場が温排水によって乱される範囲は、放水口より引き潮方向 (Stage8) に沿って290m、満ち潮方向 (Stage4) に80mの範囲に限られる。  
一方、流速場に比べて、温度上昇の影響を受ける範囲は水平方向に広い範囲にわたる。すなわち、1℃上昇範囲は、放水口より引き潮方向 (Stage8) には300mのオーダーで、また、満ち潮方向 (Stage4) には125mのオーダーで拡がる。
- (3) 満潮時の取水口部には、問題となるような温度上昇は生じない。  
干潮時には、取水口部で最大で0.3℃の温度上昇が観測されるのみである。  
取水口と放水口間で2.6Kmもの距離があることが、取水口位置での温度上昇を抑える要因の一つになっている。
- (4) 遠方水域の温度は、放水口からの温排水の影響よりは、潮流の方向と流速の影響をより受けている。

しかしながら、この研究に用いられた放水流量の値は、出力75MWに対するものであり、すなわち3.6m<sup>3</sup>/sであった。

今回、出力150MWに対する流量は7.5m<sup>3</sup>/sである。それ故、上述の水理模型実験による研究結果に基づいて、電算機を用いた追加の数値計算を行った。

この結果を添付の Appendix V に示す。

この計算結果によれば、計画取水口地点での最大温度上昇はやはりわずか0.3℃である。従って、出力150MWの場合についてもAITの報告書の結論と同様のことが言える。

## 11.11 電気設備

### 11.11.1 電圧選定

Krabi発電所の送電線公称電圧は115kVである。本プロジェクトも同じ電圧を採用する。補機の電圧はEGATが一般的に採用している6.6kV及び380Vを採用する。

Fig. 11-33 は本プロジェクトの所内電気回路単線結線図を示す。

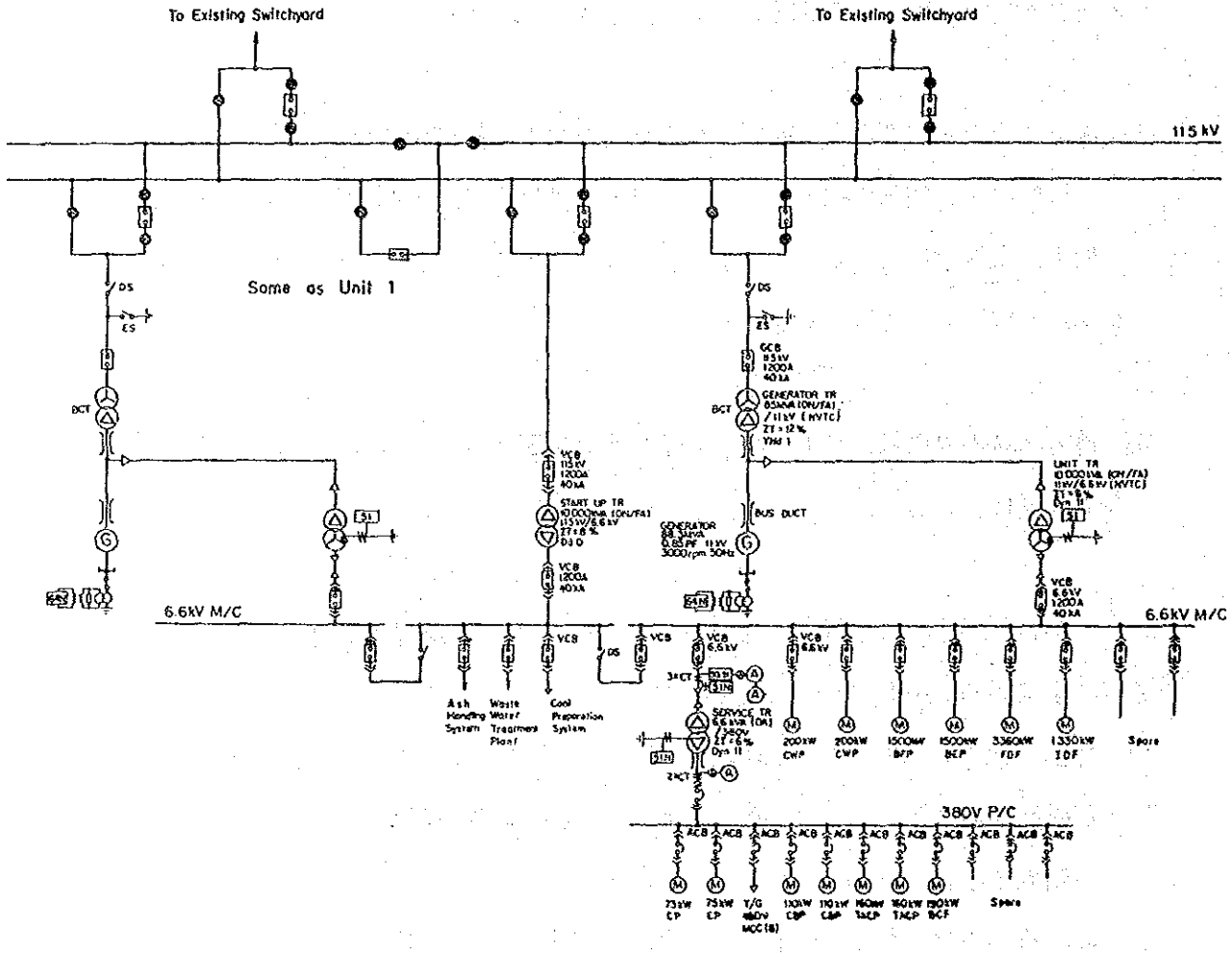


Fig. 11-33 Electrical One Line Diagram

### 11.11.2 発電機の容量

本プロジェクトでは力率0.85（遅れ）を採用する。そのため発電機の容量は88.3MVAになる。

Table 11-26 にクラビ-Phangug, Lam Poo Ra 各々の送電線路のアドミタンス及びインピーダンスを示す。

Table 11-26 Transmission Line Admittance and Impedance

Transmission Line Route	Line	Length of Line	Admittance 1/2Y at 100MVA Base	Impedance at 100MVA Base
1. Krabi-Phangnga	150mm <sup>2</sup> AAAC	abt 97.5 km	1.85%	29.35%+12.5%=41.85%
2. Krabi-Lam Poo Ra	150mm <sup>2</sup> AAAC	abt 84.7 km	1.61%	25.49%+12.5%=37.99%

Condition 150mm<sup>2</sup> AAAC 1/2Y=0.019%/km X=0.301%/km at 100MVA 115kV step up Transformer 10% Impedance at 80 MVA

Fig. 11-34 に各々の送電線路の潮流を示す。

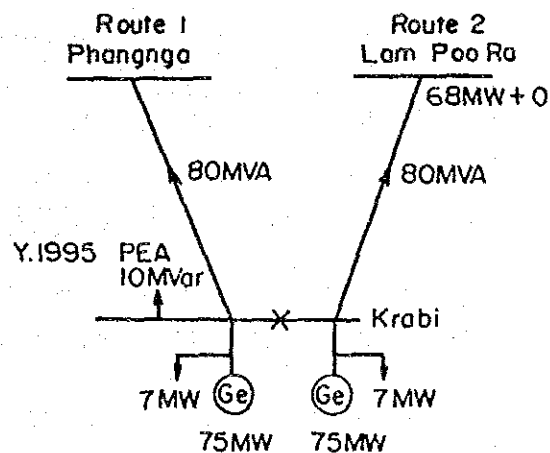


Fig. 11-34 Load Flow for Krabi Site (Tentative)

受電端における無効電力を0MVarとすると、送電端無効電力は以下の通り計算できる。

Image Power

$$|V| = 1 \text{ p.u.} \quad |I| = 0.8 \text{ p.u.}$$

Lead

$$Y_1|V|^2 = 0.0185 \text{ - Route 1}$$

$$Y_2|V|^2 = 0.0161 \text{ - Route 2}$$

Lag

$$X_1|I|^2 = 0.2678 \text{ - Route 1}$$

$$X_2|I|^2 = 0.2431 \text{ - Route 2}$$

Route 1 Total

$$(-0.0185 \times 2 + 0.2678) \quad 100 \text{ MVar} = 23.08 \text{ MVar}$$

Route 2 Total

$$(-0.0161 \times 2 + 0.2431) \quad 100 \text{ MVar} = 21.09 \text{ MVar}$$

各々の送電線及び変圧器に必要な無効電力（遅れ）は20～25MVarであること、及びPEAに10～15MVar必要であることから、発電機力率は経済的観点から0.85とする。

Location	Type	Existing Generator in Region 3			
Rajraprabha	Hydro	3x89 MVA	0.9 pf	355 rpm	13.8 kV
Surat Thani	Gas	3x21.1 MVA	0.85 pf	3,000 rpm	11.5 kV
	Thermal	42 MVA	0.8 pf	3,000 rpm	10.5 kV
Khanom	Thermal	2x88.3 MVA	0.85 pf	3,000 rpm	13.2 kV
Nakhon Si Thammarat	DG	2x1.25 MVA	0.8 pf	750 rpm	3.5 kV
Phuket	DG	4x3.3 MVA	0.8 pf	500 rpm	6.3 kV
Krabi	Lignite	3x25.8 MVA	0.8 pf	300 rpm	10.5 kV
	DG	2x1.2 MVA	0.8 pf	420 rpm	11 kV
Hat Yai	Gas	3x20 MVA	0.8, 0.85 pf	3,000 rpm	10.5/11.5 kV
Banglang	Hydro	3x26.2 MVA	0.85 pf	214 rpm	13.6 kV
	Mini-Hydro	1.3 MVA			
	DG	5x1.2 MVA	0.8 pf	750 rpm	3.5 kV

発電機の冷却方式に関して、Table 11-27 に示すように経済性から空気冷却方式を採用する。

Table 11-27 Loss of Generator and Cost Comparison

Loss		Air Cooled Type	Hydrogen Cooled Type
Friction Loss	kW	51	48
Windage Loss	kW	332	168
Core Loss	kW	153	168
Stator Winding Ohmic Loss	kW	166	180
Stray Load Loss	kW	242	204
Rotor Winding Loss	kW	319	420
Exciter Loss	kW	12	12
Total	kW	1,275	1,200
Cost		Base	+180 Million Yen
Loss (ref Table 11-2)		+20 Million Yen	Base
Total		Base	+160 Million Yen

Note) 1 Baht = 5 Yen

### 11.11.3 変圧器容量

#### (1) 昇圧変圧器

変圧器容量は2次側定格で85MVAを採用する。

変圧器の設計に下記条件を考慮した。

発電機出力 75MW

力率 0.85

所内負荷 >7.1MVA (6,430kW÷0.9)

変圧器による遅れ無効電力消費を考慮に入れると、昇圧変圧器の入口容量は Fig. 11-35 に示すように 3 MVA だけ出口容量より大きくなる。

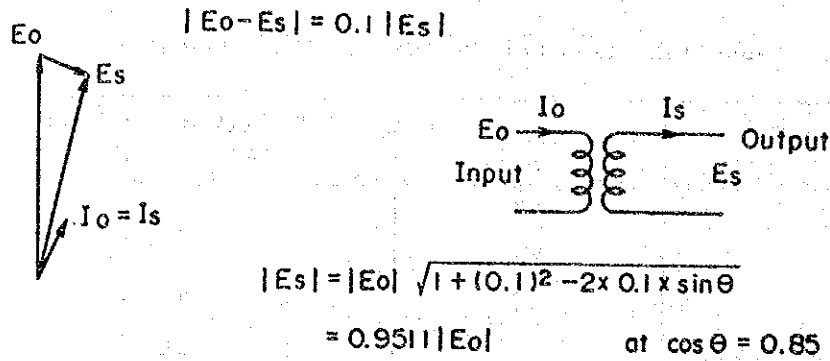


Fig. 11-35 Transformer Input and Output

そのため、JIS規定変圧器では Fig. 11-36 に示すように最小79MVAとなる。

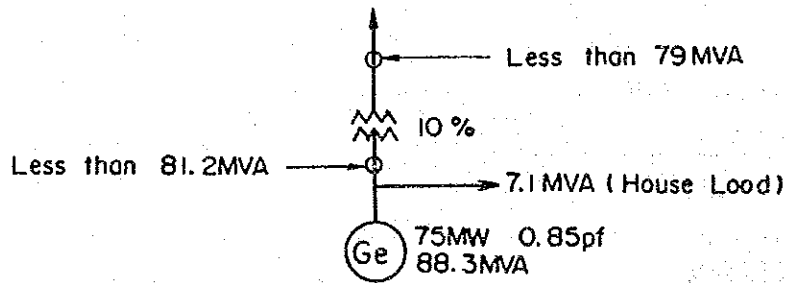


Fig. 11-36 Minimum Required Capacity of Step Up Transformer

一方、最大必要容量は所内負荷を起動変圧器から供給する場合を考えて、下式より計算できる。