

タイ王国

シンポン流動床燃焼  
石炭火力発電開発計画調査

最終報告書  
要約版

平成4年11月

国際協力事業団  
電源開発株式会社

鉱調資

J R

92-188

ARY



タイ王国

シンブン流動床燃焼  
石炭火力発電開発計画調査

最終報告書  
要約版

JICA LIBRARY



1103511101

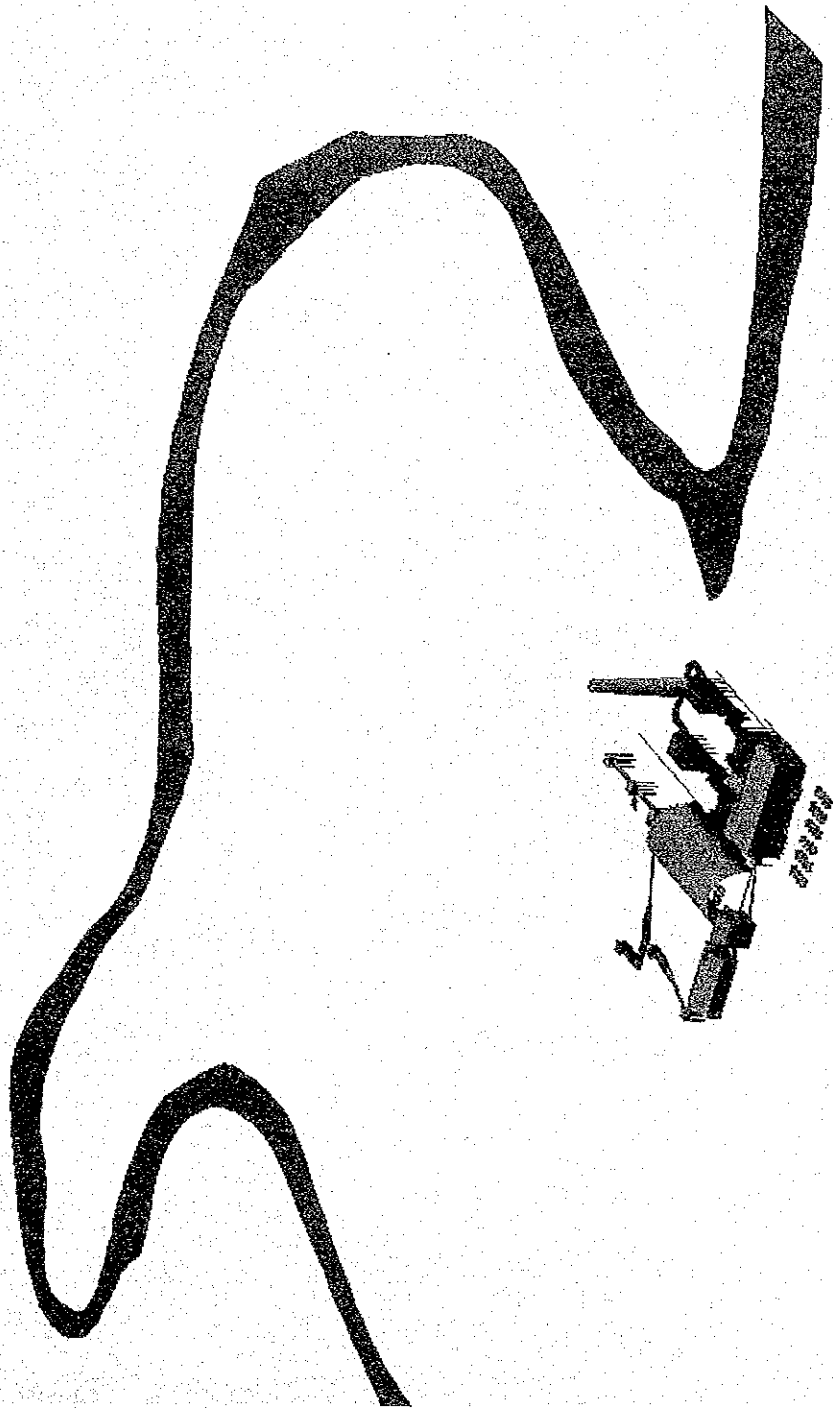
24957

平成4年11月

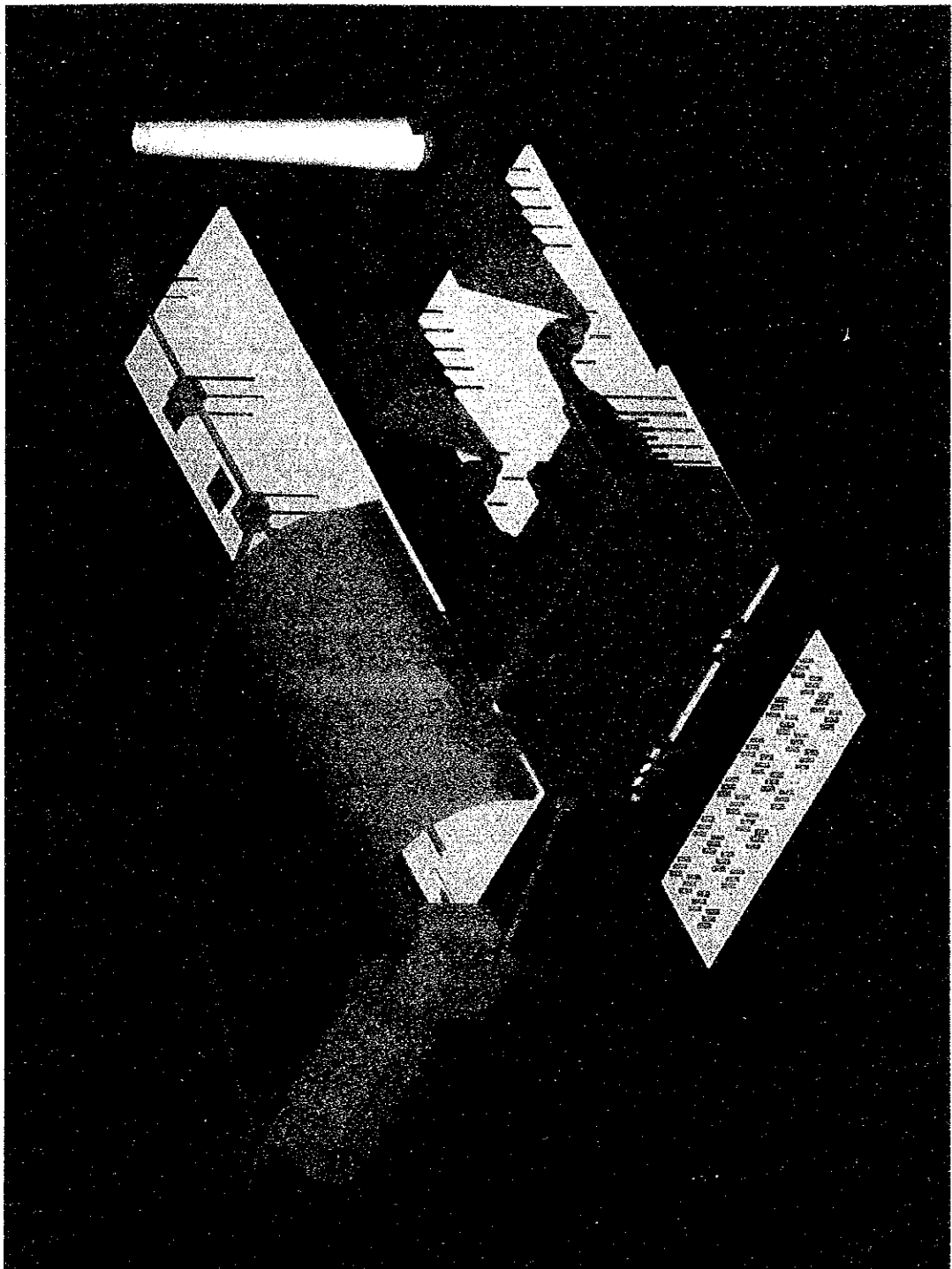
国際協力事業団  
電源開発株式会社

国際協力事業団

24757

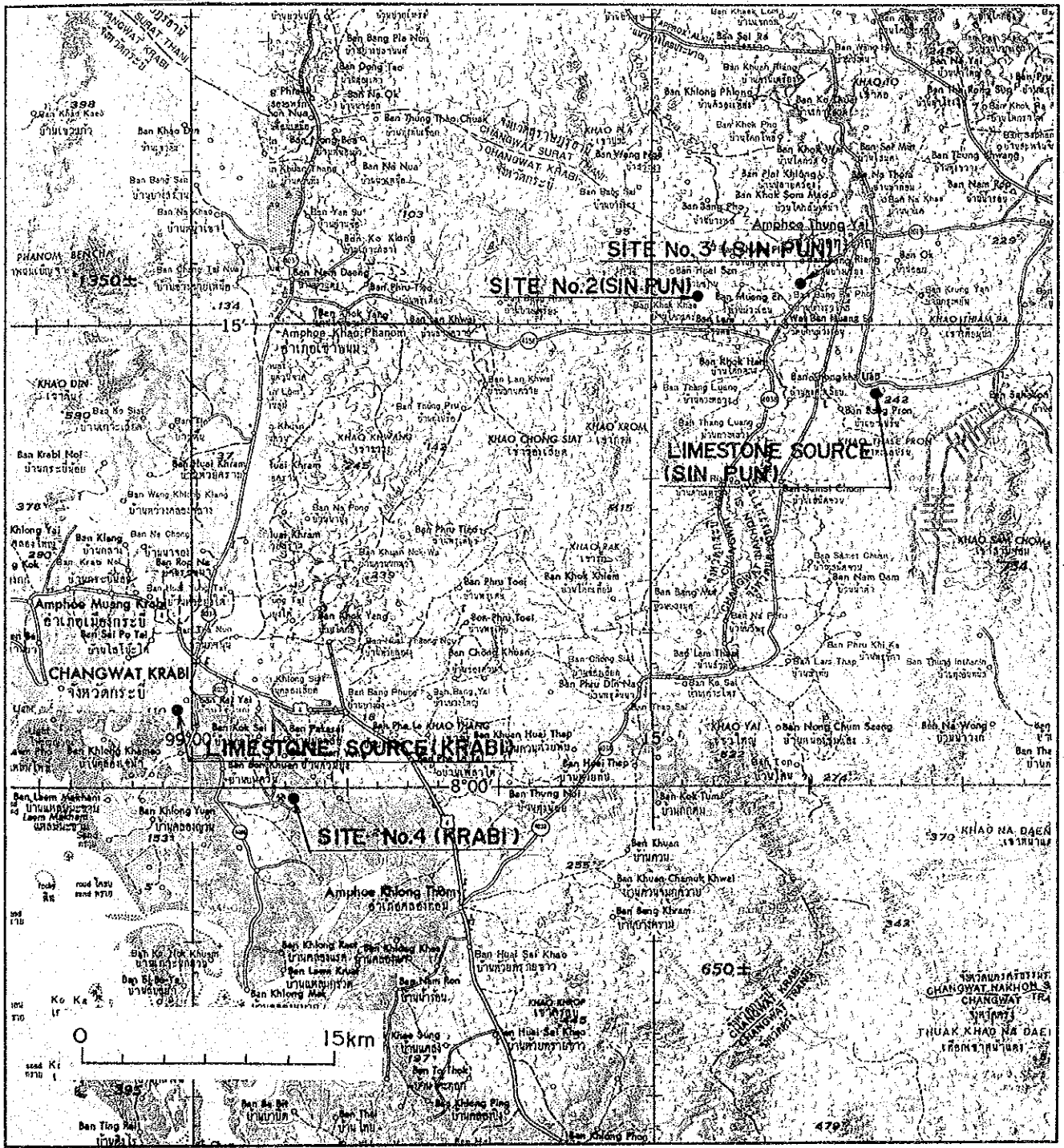
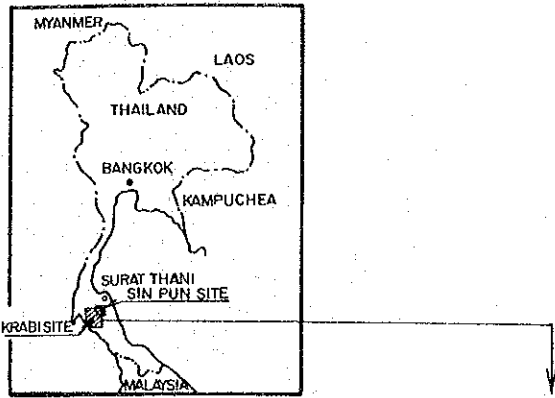














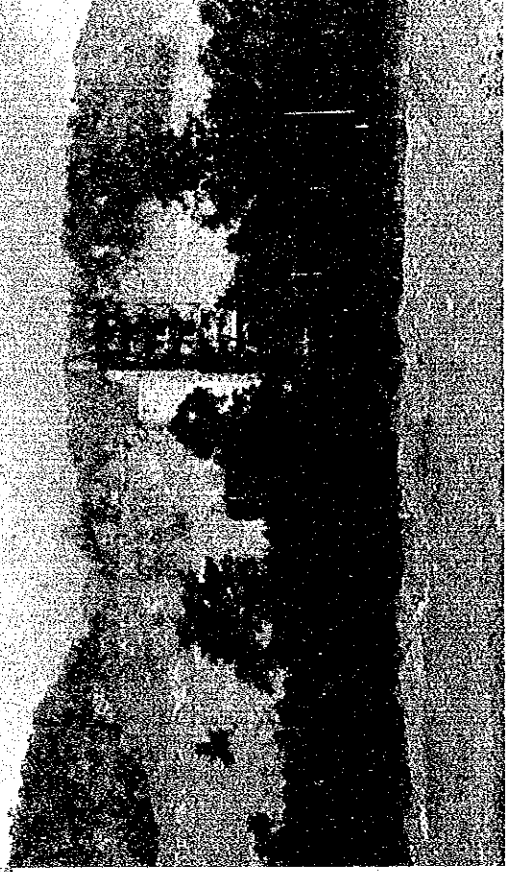


Krabi Site : View From Existing Ash Pond



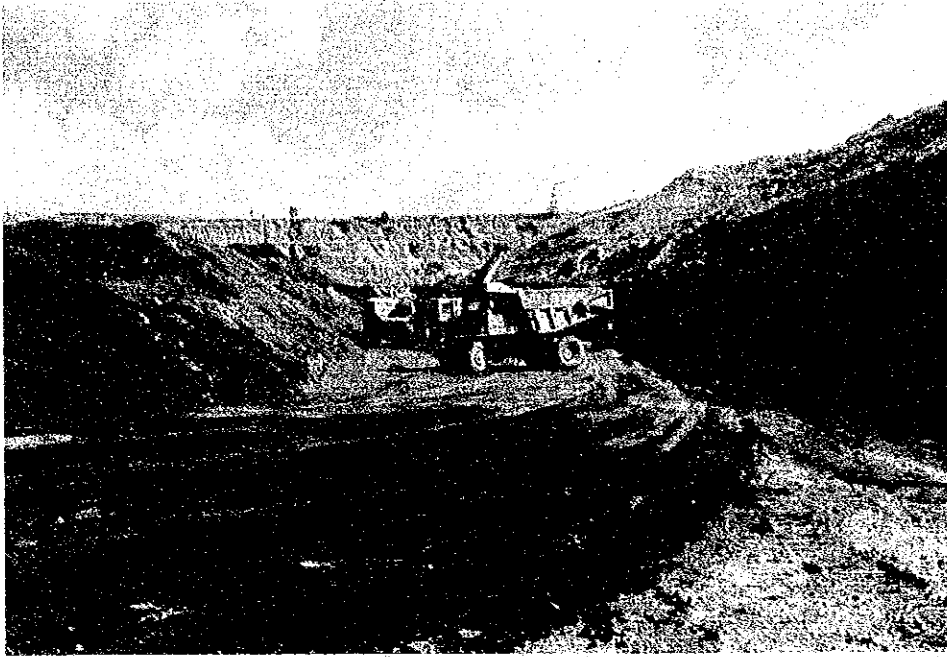


Limestone Quarry in Sin Pun area

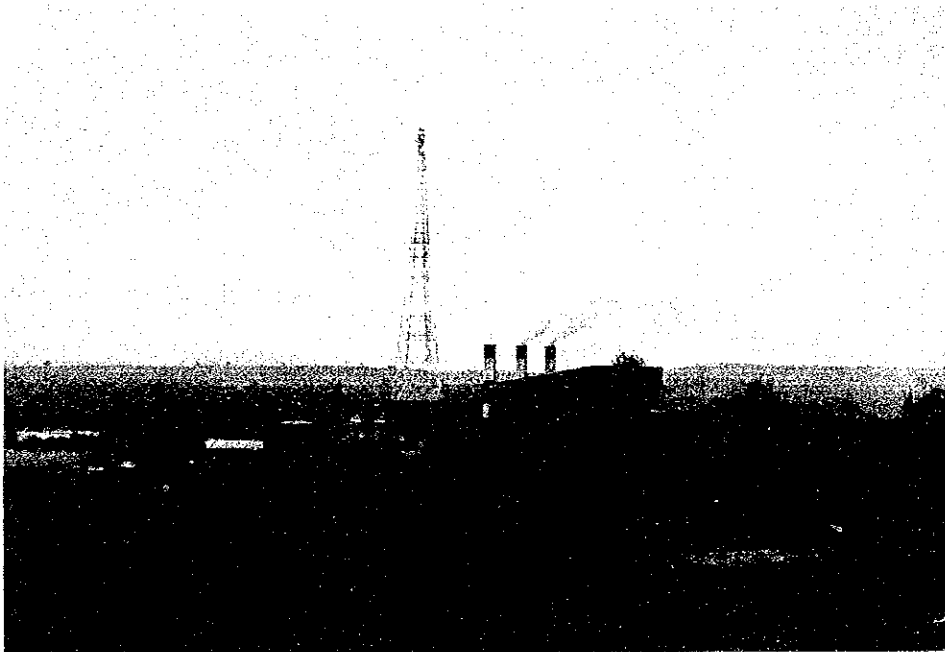


Cement Factory in Thung Song  
(50 km from Sin Pun)





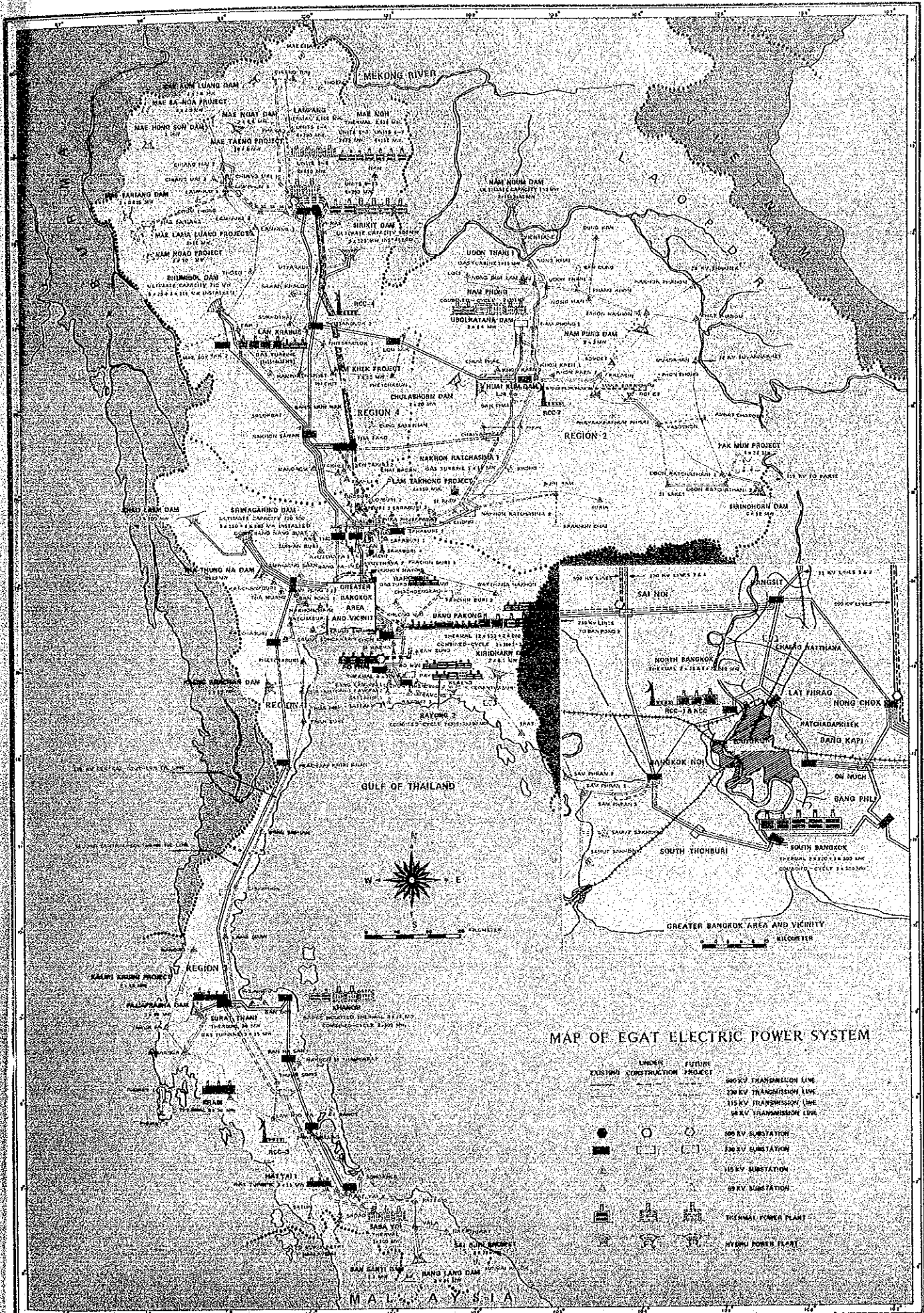
Krabi Lignite Mine



Krabi Power Station



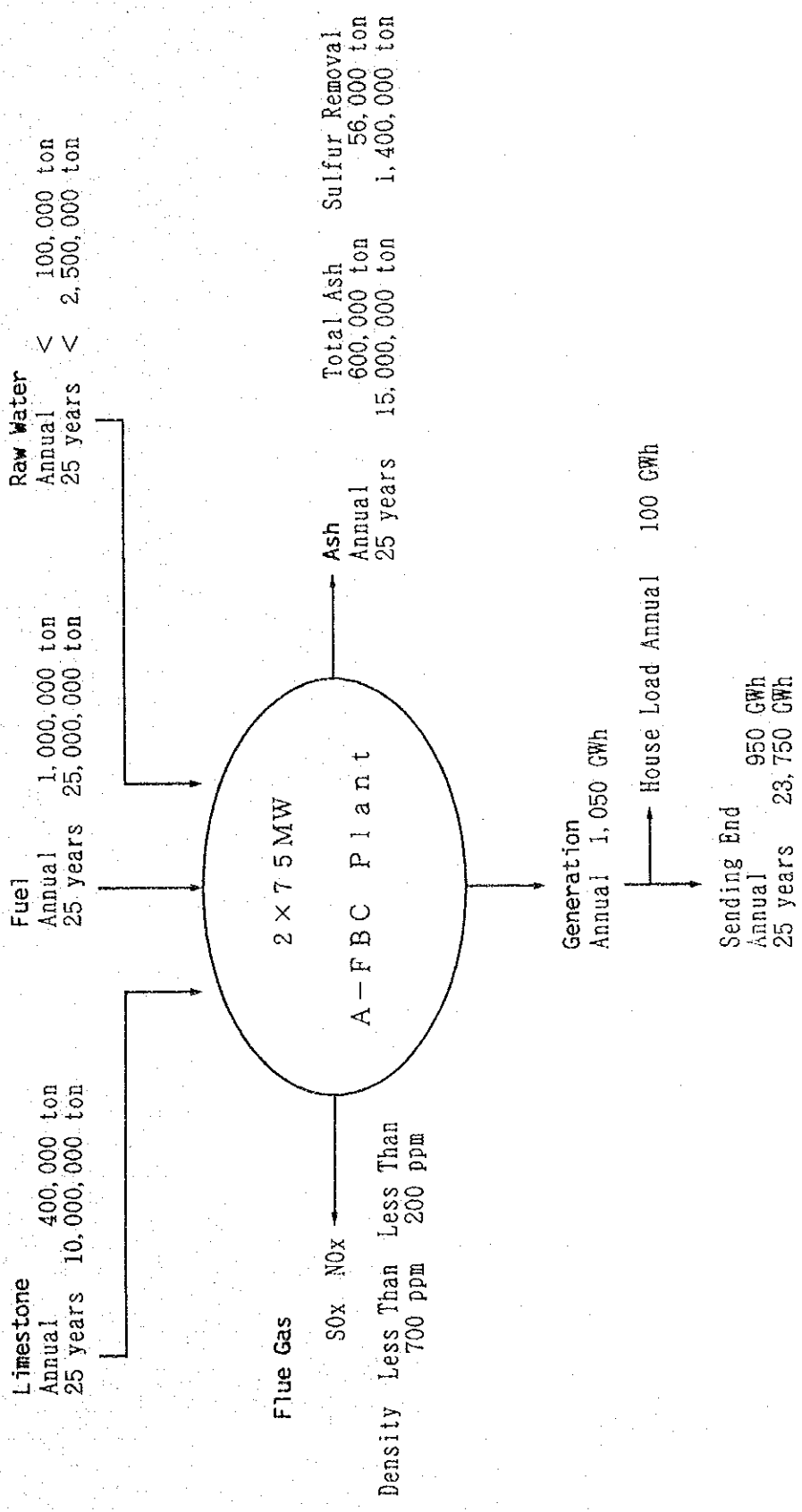




MAP OF EGAT ELECTRIC POWER SYSTEM

EXISTING	UNDER CONSTRUCTION	FUTURE PROJECT	
			500 KV TRANSMISSION LINE
			230 KV TRANSMISSION LINE
			115 KV TRANSMISSION LINE
			66 KV TRANSMISSION LINE
			500 KV SUBSTATION
			230 KV SUBSTATION
			115 KV SUBSTATION
			66 KV SUBSTATION
			THERMAL POWER PLANT
			HYDRO POWER PLANT





## Material Balance of Sin Pun A-FBC Generating Scheme (Sin Pun + Krabi Lignite Case)

PLAN

E 507,000

N 883,500

N 883,000

N 882,500

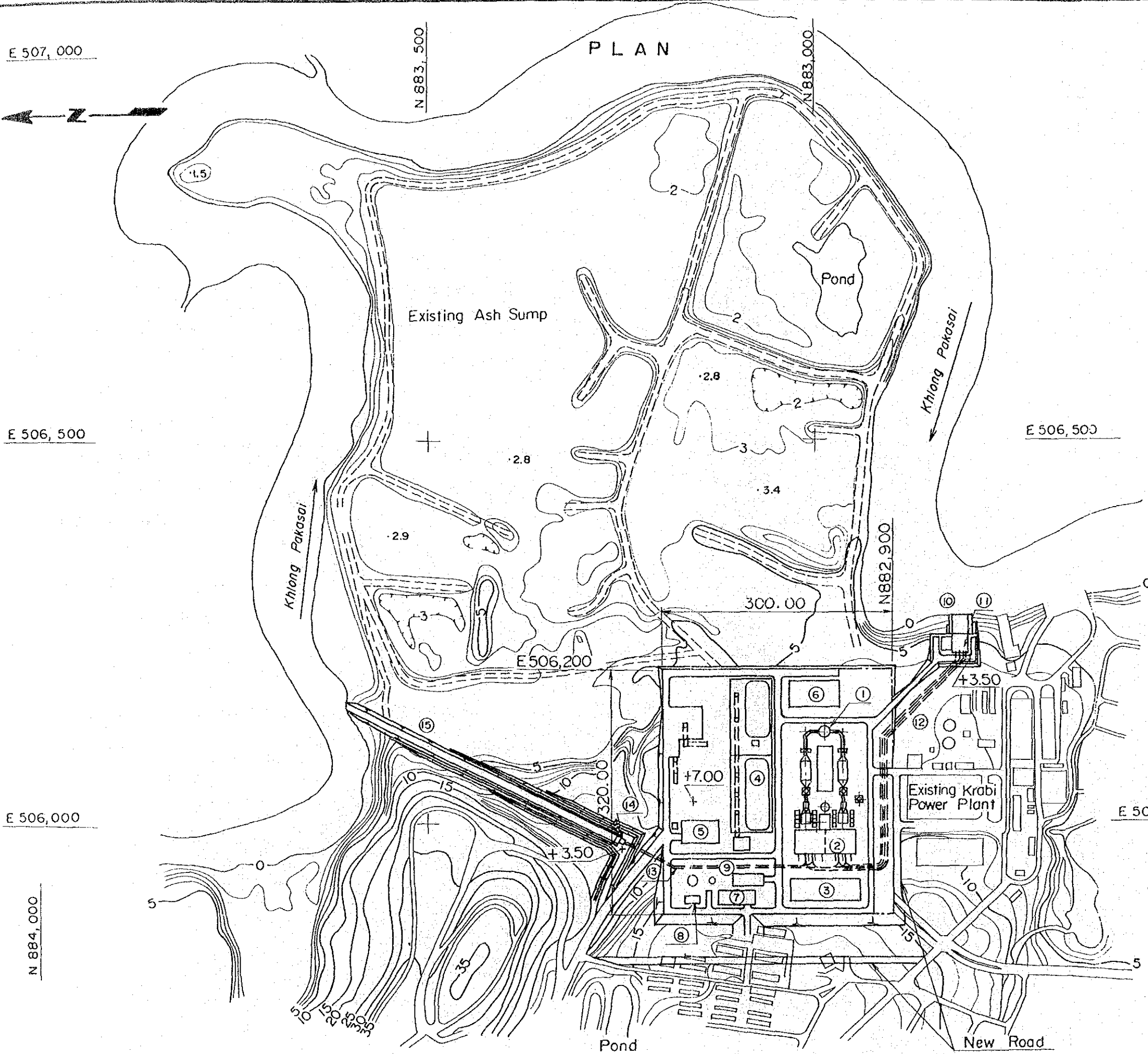
E 506,500

E 506,500

E 506,000

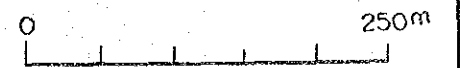
E 506,000

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



# 目 次

	頁
1. 序 論 .....	1
1.1 経 緯 .....	1
1.2 調査目的と業務内容 .....	2
1.3 本計画の特性 .....	3
2. 基礎資料の検討結果 .....	4
2.1 最適電源開発の策定 .....	4
2.2 地点選定 .....	5
2.3 炭鉱開発 .....	7
2.4 石灰石市場 .....	8
2.5 燃焼試験結果 .....	10
2.6 環境予測 .....	13
3. 最適開発計画の概要 .....	14
3.1 計画諸元 .....	14
3.2 計画概要 .....	15
4. 建設工程・建設工事費 .....	29
4.1 建設工程 .....	29
4.2 建設工事費 .....	29
5. 経済評価・財務分析 .....	31
5.1 経済評価 .....	31
5.2 財務評価 .....	31
6. 結 論 .....	32
7. 勧 告 .....	35



## 1. 序 論

### 1.1 経 緯

タイの経済成長率は1989年において12%を記録した。これはアジアの発展途上国の中でも卓越した成長率を示すものであり、特に工業部門での成長が顕著である。

1987年から1991年の過去5ヶ年間のEGATの電力需要の年伸び率の平均は、電力12.9%および電力量13.2%であり、1990年における伸び率はそれぞれ13.8%および18.5%と非常に高い。

将来とも高い電力の伸びが想定される一方でタイ国政府は、自国のエネルギー安定のためには、国産エネルギー資源、すなわち、天然ガス、リグナイト、水力等を利用した石油代替エネルギーを開発し、可能な限り石油の輸入を抑制するという政策を有している。

さらに低硫黄輸入炭を使用し、急成長する電力需要を補う方針も打ち出されているが、近年の硫黄酸化物排出に対する世界的な規制強化の中にあつて、世界市場における低硫黄炭の需給はひっ迫し、価格は、次第に上昇することが予想され、これら輸入炭の拡大とともに国産エネルギーであるリグナイトの需要もさらに高まると考えられる。

高い経済成長及び上記の国策から、また南タイ地方における突出した国産エネルギーがリグナイトであることから、EGATはこの地方にリグナイト火力発電所の建設を考えている。

一方で今日の環境保護に対する世界的な流れに沿って、EGATも低公害型発電設備設置を指向し、タイ国の先駆的な役割を担って公害対策に取り組んできている。

上記の必要性から、EGATはFBC（流動床）ボイラ発電設備について下記の可能性について予備調査を行った。

- i) 従来型微粉炭火力と脱硫設備の組み合わせに比べて低SO<sub>x</sub>排出及び低NO<sub>x</sub>排出に対し経済的なボイラーの設計。
- ii) 高品位炭から低品位炭までの広範囲な石炭の利用。

調査結果、FBCボイラは、最も低公害型で幅広い石炭に対応可能なボイラであることが解った。

上記の予備調査に基づき、タイ国政府は1990年3月、2×75MW規模のA-FBC（常圧型流動床）ボイラー石炭火力発電所可能性調査を日本政府に依頼した。





本要請に応え、JICAは1990年10月に予備調査団をタイ国に派遣し、現地調査および同事前調査により同年11月8日、タイ国側カウンターパートEGATとの間でScope of Workが締結された。

## 1.2 調査目的及び業務内容

本調査は、A-FBC石炭火力発電計画の最適開発計画を作成するとともに、本プロジェクトの技術、環境、経済・財務に対するフィージビリティ調査を主目的とする。

1991年3月、JICAは前記Scope of Workに基づいてその業務を開始した。

続いてJICAは本プロジェクトの現地調査のため調査団を派遣し、下記の報告書を提出した。

1991年3月 3日	～	3月23日	:	第一次現地調査
1991年3月			:	インセプションレポート
1991年9月24日	～	10月 8日	:	第二次現地調査
1991年9月			:	第一回進捗報告書
1992年1月19日	～	2月 2日	:	中間報告書に関する打合せ
1992年1月			:	中間報告書
1992年7月 8日	～	7月22日	:	第三次現地調査
1992年7月			:	第二回進捗報告書
1992年9月16日	～	9月30日	:	最終ドラフトレポートに関する打合せ
1992年9月			:	最終報告書(案)

この間JICA調査団およびEGATによって実施された主な現地調査、試料採取及び試験は以下の通りである。

### ① 地質調査

簡易弾性波探査	3 測線	30 m
---------	------	------

### ② 試料採取

パンスケール 燃焼試験用試料採取	リグナイト	600 kg
------------------	-------	--------

	石灰石	720 kg
--	-----	--------

パイロットスケール 燃焼試験試料採取	リグナイト	20 トン
--------------------	-------	-------

	石灰石	10 トン
--	-----	-------



### ③ 試 験

ベンチスケール 燃焼試験用試料分析	1991年 8月19日～9月15日
パイロットスケール 燃焼試験用試料分析	輸送前 1992年 2月
	輸送後 1992年 5月6日～5月20日
ベンチスケール燃焼試験	1991年 9月2日～11月19日
パイロットスケール燃焼試験	1992年 5月12日～5月23日
灰試料分析	1992年 5月15日～6月15日

### 1.3 本計画の特性

シンブン流動床燃焼石炭火力発電開発計画とは、南部タイ・シンブン地区に埋蔵する高硫黄低発熱量リグナイトを、常圧流動床ボイラで燃焼させる環境対策型発電開発計画である。

シンブンリグナイトは、硫黄分が7%と高く、かつ低発熱量であるため排ガス中SOx濃度は10,000ppmに達する粗悪炭である。また、炭鉱埋蔵量も経済的採埋蔵量が20百万トン程度で近傍のクラビ炭鉱の5百万トン程度を加えても2基×75MW規模の発電に供給する程度しかなく、設備におけるスケールメリットが期待できない計画である。

しかしながら前述の通り、リグナイトは南部タイにおける数少ない国産エネルギーであること、及びこの近傍のクラビ発電所(3基×20MW)が1995年に廃棄されることから、シンブンリグナイト及びクラビリグナイトを使った代替発電設備が望まれている。この地域は、タイ南部開発促進地区であるクラビターミナル近傍にあり、またブーケット島及びクラビなどの観光資源が豊富な中にあるため、環境資源を保存しつつ早急に発電計画を進める必要がある。またタイ国において工業の発展とともに生じた環境破壊に歯止めをかけるため、大気汚染の大きな要因であるSOx及びNOxに排出規制(南タイにおいてはSOx 700ppm、NOx 1,000mg/Nm<sup>3</sup>)を設けつつあり、環境対策型発電設備が不可欠になってきている。

タイ国は経済発展とともに人件費も高騰しており、人件費が多くを占める炭鉱開発を経済的に推し進めるためには、早期に開発に着手する必要がある。

これら炭鉱開発及び発電開発は当該地域の経済開発促進にも大きく寄与することが期待されている。



## 2. 基礎資料の検討結果

### 2.1 最適電源開発の策定

#### (1) タイ国における電力需要

タイ国の急激な経済発展と工業化を支える電力の需要は、急激な伸びを示しており、さらに一部の重要な要因として外国企業の経済投資が更にこの傾向を押し上げている。タイ国の電力需要の1991年迄の実績は、1981年から1991年の平均のピーク電力の伸びは12.01%、電力量では、11.92%の伸びを記録している。

一方、南部タイ（RegionⅢ）に於ける電源設備は1991年時点で、610MWでありその内訳は、312MWが水力で、214MWが汽力、残りの84MWがガスタービンの設備である。需要面から見ると、1991年のピーク負荷は、608MWであり電力量需要は、3,922GWhとなっている。この時点の需給バランスの内、ピーク負荷については、予備率はない。更に電力量のバランスの試算では、1,000GWh以上の不足となった。この地域の電力系統は、タイの全電力系統に接続されているが、基幹送電線は、500km以上も離れており、損失の低減、運用面から基本的には、当該地域で需給バランスをとることが望ましい。

#### (2) RegionⅢに於ける最適電源開発の策定

EGATは、長期電源開発計画用に、最小費用電源拡張プログラムを導入しており、これを使って策定している。このプログラムパッケージは、適用される系統にふさわしいと判断される、供給信頼度の目標を設定し、その範囲に於いて設備費、燃料費及び運転維持費の合計が最小となる電源構成を策定するものである。

JICA調査団は、タイの実際の系統構成を考慮した場合、本プロジェクトの対象地域であるRegionⅢと、バンコクエリアを含む北側の主系統の二つが接続されていると仮定し解析を行った結果、シンブンFBC火力は1998年に運用を開始する事が、最も経済的であるという結果が出た。しかしRegionⅢへの融通電力が常に流れていることを考慮すると、可能な限り早い方が望ましい。このことから本プロジェクトの最短可能年である1997年頃の運開が最適と判断される。



## 2.2 地点選定

A-FBC 石炭火力発電所の候補地点の適性を評価するに当たり、炭鉱開発と発電計画の経済性から  $2 \times 75\text{MW}$  を出力規模として下記項目を考慮する事とした。

- i) 地形的、地質的に良い条件の場所である事
- ii) 石炭及び石灰石が妥当な価格で入手出来る事
- iii) 冷却水とプラント用水が近傍で入手出来る事
- iv) 充分な面積の土地が妥当な価格で問題なく入手出来る事
- v) 近傍に多量の灰捨場が確保出来る事
- vi) 送電線ルートが最少のコストで選べる事
- vii) 労働者や資機材の確保に便利であること
- viii) 環境問題の無いこと
- ix) 大型機器の運搬が容易である事

これらの項目について各候補地点毎に割引率10%での現在価値計算を用いて評価した。結論は以下のとおりである。

- 地質・地形はシンブンサイト及びクラビサイトとの間に大きな差はなく地盤改良費用で大きなコスト差は生じない。

また、一級道路もサイトに近接しているため、アクセス道路の建設費にも大きなコスト差は生じない。

- リグナイト輸送費用は、クラビサイトにおいてシンブンリグナイトを大量に長距離輸送するため、そのコスト差はきわだって大きい。

クラビNo.4 候補地点のコスト試算に当たっては20百万トンのリグナイトをシンブン鉱区からクラビ候補地点に運び、5百万トンのリグナイトをクラビ鉱区から運ぶこととした。

クラビNo.4 候補地点にとって、このコスト差だけがシンブンサイトNo.2 及びNo.3 に対しマイナスの要因である。

- 石灰石の取得費用差は、輸送費及びクラビリグナイトがシンブンリグナイトより低黄硫であるため、必要石灰石量の違うことに起因している。石灰石輸送費の差は大きくない。





- タービン復水器冷却水供給系の設備費及び運転費用は、シンブン地区とクラビ地区とでは異なったシステムであり、そのコスト差は大きい。

シンブン地区は放流タイプを採用するには、取水量が充分でなく、冷却塔方式を採用しており、一方、クラビ地区はPhakasai川から冷却水を採取し、放流タイプを採用している。

コスト差の主な要因は、冷却塔の設備建設費と電気使用量の違いによる。

- 灰捨てのコスト差は、地下水汚染防止のためシンブン地区に灰捨て場周囲に矢板を施設するのに対し、クラビ地区では地下水を飲料水として利用する地域住民がいないため、矢板を必要としない。このコスト差は比較的大きい。
- 送電線と開閉所のコスト差は既存の系統とシンブンサイトを結ぶ送電線建設費が主な要因である。シンブンサイト近傍には送電線が施設されておらず、150MW(2×75MW)の電力を送電するために送電線を施設しなければならない。一方、クラビサイトの場合は、既存の送電線を活用できるため、新しく送電線を施設する必要がない。このコスト差は比較的大きい。
- 装置輸送のコスト差はシンブンサイトまでの内陸輸送によるものである。このコスト差は大きくない。
- 環境保全に関するコスト差は、同じ排出規制値を採用しているためその差は生じない。
- リグナイトの生産費用差は、クラビ炭の発熱量が低いため、単位発熱量当りの単価が高いことによる。
- 土地取得は、クラビ地区が既設発電所構内に立地することから容易に立地できるのに対し、シンブン地区は近傍にゴム農園が営まれており、土地取得の目途は立っていない。
- 発電所々員の住居等の施設は、クラビ地区において既設発電所の既存施設を使用できるが、シンブン地区においては新規に設備を追加しなければならない。

以上、経済評価した結果、各地点の評価値差は、下表の通りクラビ地点に利点があるものの、その差はわずかで初期投資費用の3%内に収まりサイト選定の決定要因にならない。しかしながら、シンブン地区における土地取得の予想が立たない点及び、シンブン地区の灰捨て場排水の生活環境に与える影響が長時間においては未知である



ことから考え、クラビ地点にサイトを選定した。

MB

Site No.	No.2 (Sin Pun)	No.3 (Sin Pun)	No.4 (Krabi)
Cost Difference at 1992 Discount Rate 10%	+149	+191	Base

### 2.3 炭鉱開発

JICAチームは、EGATから提示された報告書を基にして、鉱山開発計画の計画と見直しを実施した。今回の計画は、クラビ発電所構内に立地するA-FBC リグナイト燃焼火力発電所（150MW）に、シンブン炭田から年間 80万ト、クラビ炭鉱から20万トを供給することを基本とした。結論は以下の通り。

- (1) シンブン及びクラビ炭田には、150MW 発電所に25年間供給するリグナイトの量は十分に存在する。
- (2) このリグナイトの品質については、多少バラツキがあるものの、当該FBCボイラーで使用するものとしては問題はないと思われる。しかしながら、2地域の計3採掘区域から供給するため、供給炭の品位のバラツキを極力小さくするためには、混炭システムの導入が望まれる。
- (3) EGATはコンピューターを使用し、地質データを詳細に分析し、技術的、経済的な項目を検討した。その結果、シンブン炭田の5地区から、Bang Sai, North Kuan Klang, South Kuan Klangの3地区を経済的として選んだ。JICAチームのスタディーにおいても、その正当性が確認された。
- (4) JICAチームは、150MW発電所にリグナイトを供給するために最も合理的で、経済的な採掘順序を提案し、EGATサイドもこれに同意した。



- (5) 採掘方法については特殊な方法や、大規模設備を使用することなく、通常のショベル&トラック方式で可能なフィールドである。水理地質学的考慮から、採掘に先立つ排水計画は効果があると思われる。
- (6) 採掘設計の基準は、EGATの経験に基くもので、現実的なものである。
- (7) Contingency 15%、Discount Rate 10% を基礎にした経済評価では、Levelized Costは約US\$20/ton、Average Costは、約US\$18/tonと見込まれる。採掘コストは、25年間という長い期間を考慮した場合、Levelized Costは一定の値に収れんする。Economic Ratioは、US\$10/Gcal 以下といえる。これらの試算は、100MW のケースをベースにして150MWのケースに対するパラメータを想定して求めた。

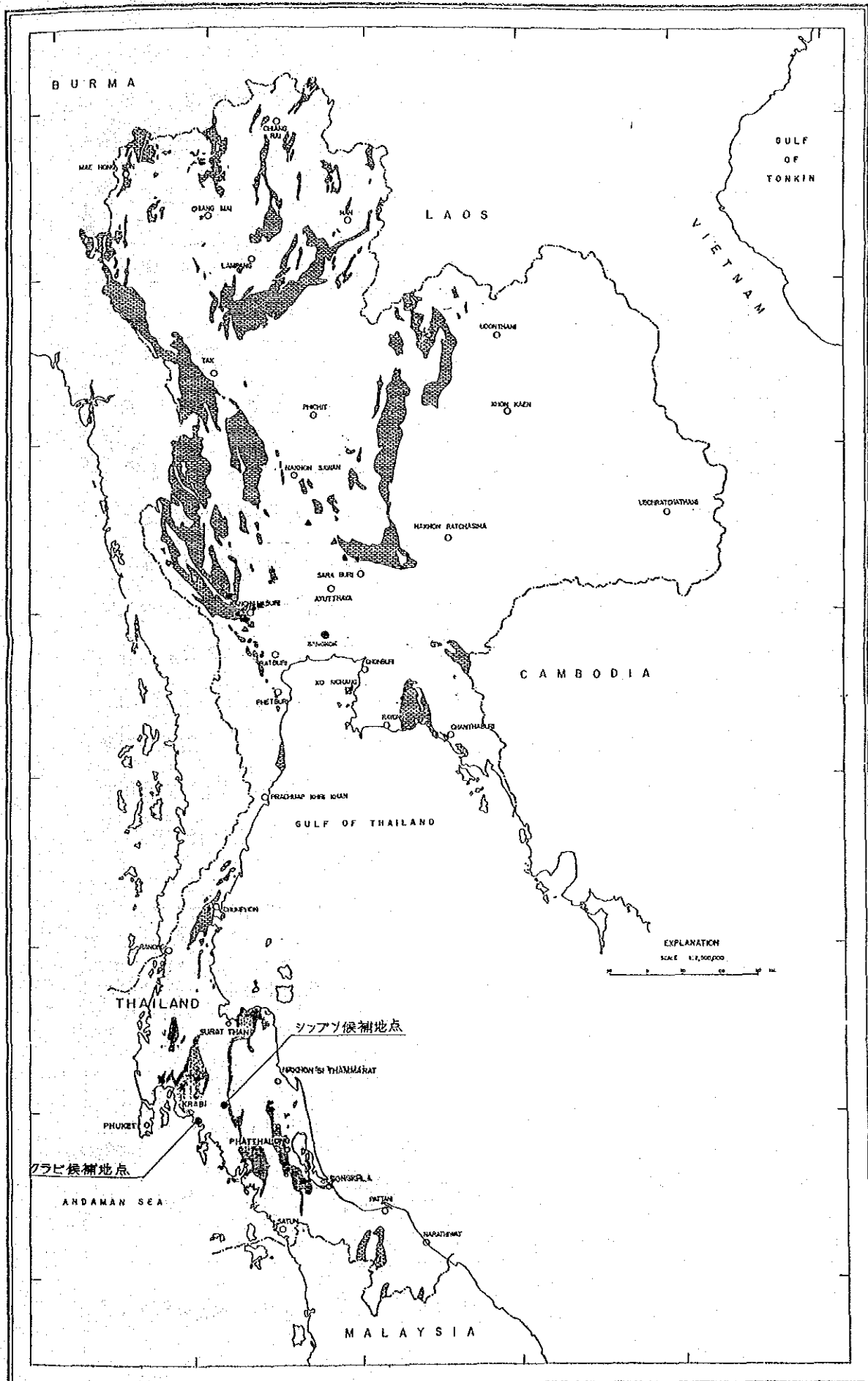
#### 2.4 石灰石市場

常圧バブリン型流動床ボイラは、多量の石灰石を脱硫剤として使用するため、その生産及び輸送価格は、本調査の経済性に大きく影響を与える。

タイ国は、ほぼ全土にわたり豊富に石灰石が分布しており、特に、サイト候補地点近傍には石灰石の岩体が見られる。現在、石灰石は19,000千t生産されており、その99%がセメント産業で消費されている。その大部分はタイ中部地域に集中しており、南部タイでは全体の8%強の1,600千t程度生産されているにすぎない。

2×75MW規模の常圧バブリン型流動ボイラは年間400千tの石灰石を消費すると考えられるため、南部タイの石灰石市場に大きな需給不均衡を生じさせると考えられる。そのため、石灰石はEGAT独自で、近傍の石灰石山より採取することが適切と考えられる。石灰石の切り出し価格はクラビ地区の市場調査により輸送費を含めても145฿/tと考えられ、常圧バンプリング型流動床ボイラで使用する石灰石は粗粒径(3mm以下)であることから破碎費用も経済的で従来の湿脱硫装置に使用する石灰石(325 Mesh: 40µm)の約半値であることが試算によって解った。









## 2.5 燃焼試験結果

タイ国シンブン及びクラビリグナイトの性状は下表に示す通り、日本における輸入炭石炭火力発電所で使用される石炭に比べると、単位発熱量当りの硫黄分は15倍もある高硫黄リグナイトである。

	シンブン対付	クラビリグ対付	日本の電力における輸入炭
発熱量（低位）（kcal/kg）	2,787	1,600	6,000 前後
水分（%）	32.7	26.1	10 前後
灰分（%）	21.1	36.4	10 前後
硫黄分（%）	7.0	1.8	1 前後
燃料比	0.34	0.43	2 前後

シンブン地区近傍の石灰石は純度が90%前後と良好である。またバブリング型流動床燃焼で重要な流動媒体中での石灰石粒度保持の指標となる粉化率は、日本で得られた知見の適用可能範囲内にあり、バブリング型流動床燃焼の脱硫媒体として適切であると判断される。さらに、タイ石灰石は、石灰石が加熱により脱炭酸反応を起こし脱硫媒体である生石灰となるに必要な焼成温度は750℃前後で比較的低いため、流動床燃焼では脱硫活性の高い石灰石であることが試料分析によって解った。

燃焼試験は上記の2種類のリグナイトおよびシンブン近傍の石灰石を使用し、下記の2段階に分けて実施した。

試 験	目 的
ベンチスケール燃焼試験	直径100mm高さ2mの試験炉で、燃焼物性を多様な条件で確認し、設計の指針とするとともにパイロットスケール燃焼試験の運転条件を少量のリグナイトと石灰石で発見する。
パイロットスケール燃焼試験	ベンチスケール燃焼試験で得た結果を基本にし、多量のリグナイト・石灰石を使用して、実規模ボイラを模擬した500mm四方高さ、7mの燃焼炉で流動床燃焼特性を確認し、F/Sレベルの設計に反映させるとともに、経済分析に必要な諸元を得る。

これら2段階の試験結果から以下のことが確認された。



## (1) 環境特性

### (a) 脱硫性能

- (i) シンプリグナイト及びクラビグナイト流動床燃焼時、脱硫反応に最も適した運転条件は、日本で実証運転された常圧バブリング型流動床ボイラの運転範囲にある。(流動層温 830~850°C、空塔速度 1.5~2.0m/s、空気比 1.2以上)
- (ii) 脱硫効率は、燃焼灰を再循環させることにより向上し、石灰石・硫黄分のモル比(Ca/Sモル比) 2で94%脱硫が可能であるため、タイ国提案排出規制値700ppm以下の600ppmを達成できる。
- (iii) 常圧バブリング型流動床ボイラから排出される灰の中には30%近くの未反応脱硫剤が残っており、将来の規制値強化に対し、この灰の有効利用が考えられる。灰混じりの脱硫剤を使用した脱硫装置で現在日本で実証されつつあるものに、バグフィルターを使った簡易脱硫方式、石炭灰混入のスプレードライヤー方式などがある。今後のこれらの実証試験結果から、将来の規制強化に経済的予測を加えて対応できると考えられる。

### (b) 二酸化窒素排出特性

- (i) シンプリグナイト及びクラビグナイトを常圧バブリング型流動床ボイラで燃焼させた場合、二酸化窒素の排出は200ppm以下に抑えることができ、タイ国提案排出規制値1,000mg/Nm<sup>3</sup>(NO<sub>2</sub>換算で500ppm程度)以下で運転できる。
- (ii) 将来の規制値強化に対し、規制値と排出値に大きな差があることから当面は特別な対策は不要と考えられるため、経済的設備設計が可能である。

## (2) 燃焼特性

### (a) 流動特性

試験期間中、塊状灰による流動不良や、灰の塊状成長は確認されなかった。塊状灰による問題は1,000時間単位の燃焼で確認されなければならないものの、試験期間中、顕著な塊状成長が確認されなかったことから、流動灰の連続抜き出し運転により塊状灰の問題は解決されることが確認できた。



(b) 燃焼効率

- (i) 簡易燃料供給方式であるスプレッダーによる上込め給炭方式でも、98%以上の燃焼効率が確認できた。
- (ii) 機械式サイクロン灰補集装置で回収された灰を、流動床内に再循環させることで燃焼効率を99~99.5%まで上げられることが確認できた。
- (iii) 単段流動床で99%以上の燃焼効率を得ることが確認できたため、未燃灰再燃焼炉等の付帯設備が不要となり、経済的ボイラ設計が可能であることが確認できた。

(3) 物質収支

- (a) 脱硫剤として使用される石灰石を3mm以下の粒径、Ca/Sモル比2の量で投入すると流動床オーバーフロー灰は、全灰量の45%になることが確認できた。
- (b) 脱硫剤の粒径をさらに細かくし、灰の再循環運転を行うと脱硫効率が上がり、流動床オーバーフロー灰の量も下がることを確認できた。

(4) その他特記事項

試験装置の後段集じん装置としてバグフィルターを採用したが、バグフィルターの前後で100ppm程度のSO<sub>x</sub>低下傾向が確認された。これは、バグフィルターの布袋に集積した未反応脱硫剤が低流速排ガス中のSO<sub>x</sub>を吸収したためである。

今後、日本で行われているバグフィルターを使用した簡易脱硫装置の実証試験結果の状況を見ながら、詳細設計の検討を行うべきと考える。



## 2.6 環境予測

発電計画で問題となるSOx及びNOxの大気環境予測を下表の条件で行った。計算結果から24時間値の最大着地濃度は、SOxの場合、煙源から830mの場所で $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、NOxの場合1時間値でやはりSOxと同じ煙源から830mの場所で最大 $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であることが予測される。

項目	2×75MW A-FBC排出条件	タイ国提案排出規制値
1. SOx排出値	285g/sec (667ppm)	700ppm以下 (バンコク400ppm以下) 1000mg/Nm <sup>3</sup> 以下 (NO 換算750ppm NO <sub>2</sub> 換算500ppm)
2. NOx排出値	113.8g/sec (350ppm NO <sub>2</sub> 換算最大値)	
3. 煙突高さ	80 m	
4. 排ガス温度	130 °C	
5. 排ガス速度	27.3m/sec	
6. 煙突径	2.5 m	
7. 集合煙突径	3.54m	

下表の通り、シンブン発電開発計画の環境予測値は、タイ国環境基準案を大きく下まわっており、環境は保全されるものと考えられる。

		2×75MW環境予測	タイ国環境基準値案
SOx	24時間規制	$128 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
NOx	1時間規制	$83 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$320 \mu\text{g}/\text{m}^3$

また、その他の環境問題も、以下の通り考えられるため環境的にフィージブルであるとの結論を得た。

- 発電所排水……………排水処理設備を設置し、基準値以内に抑えて排出する。
- 灰捨場余水浸透……クラビ鉱山跡地を灰捨場に使用するが、灰捨は発電所構内にあり、地下水を飲料水として使用する住民はなく、灰捨場余水の地下水浸透による住民への問題は将来とも発生しない。
- 石炭粉塵……………シンブンから、クラビ間66kmを25トトラック30台4往復で毎日輸送することとなり、平均8分に1台荷積みトラックが通ることとなる。そのため、道路近傍の粉塵が問題になると考えられる。このため、トラックは荷台に開閉扉を付けた仕様とし、粉塵防止のため散水した後輸送するものとする。





### 3. 最適開発計画の概要

#### 3.1 計画諸元

調査及び燃焼試験結果をふまえ、下記値を計画諸元とする。

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 : SOx 700ppm, NOx 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

リグナイト

	Sin Pun 褐炭	Krabi 褐炭
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

(Sin Pun 4, Krabi 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 運開

1997 6 Unit 2 運開

海水温度 : 32°C

大気温度 : 34 °C (最大) 27 °C (平均)

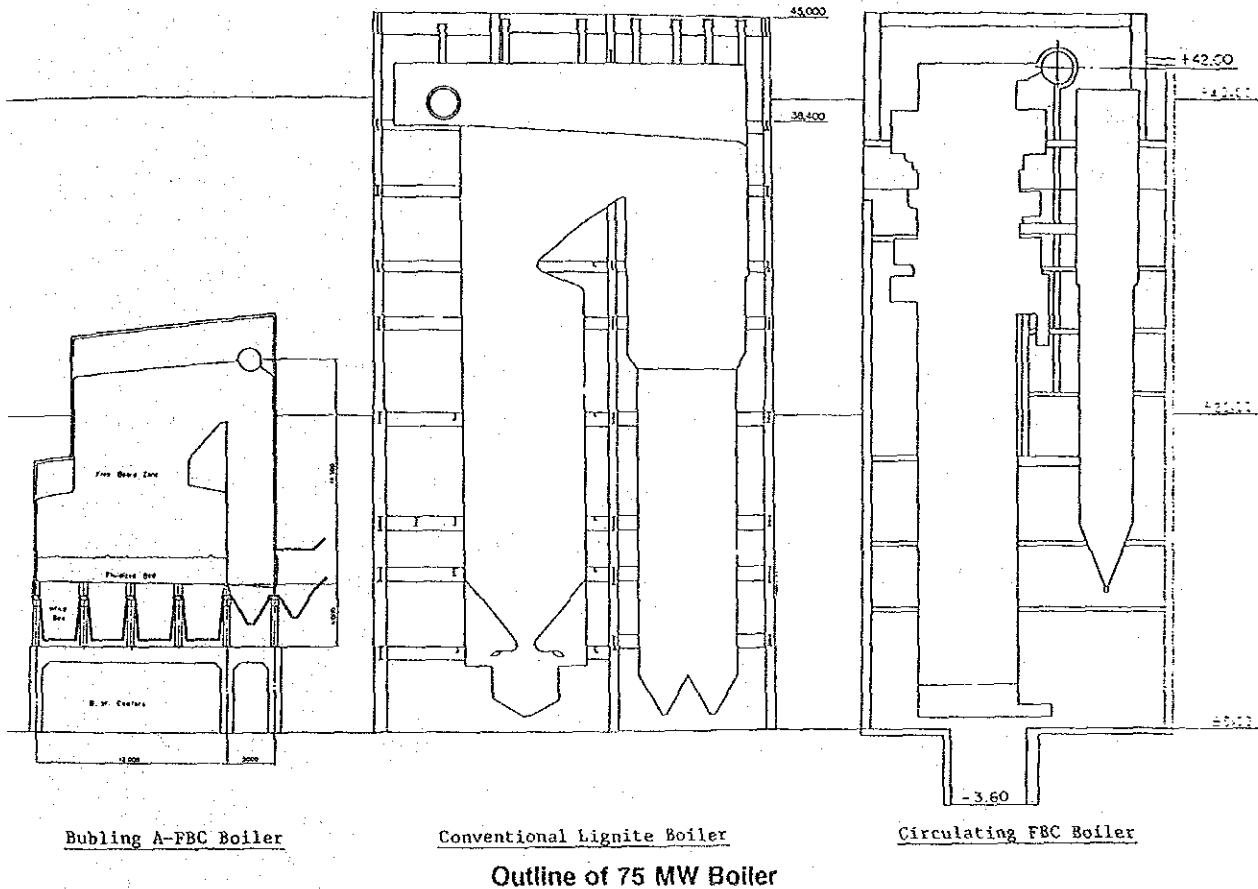
最大風速 : 30 m/s

水平力 : V = 0.07 W



### 3.2 計画概要

燃焼試験結果より、タイ国シンプリングナイトは、常圧バブリング型流動床ボイラにおいて燃焼効率が高く、下図に示すようにコンパクトで経済的ボイラが可能であること、及びSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>等の環境特性は非常に良好であることが確認でき、他の発電設備と比較し、経済的機器設計が実現できることが確認できた。



以下に計画の概要を示す。

#### 3.2.1 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>

### 3.2.2 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  
 2) リグナイト受入れコンベヤ  
 No.1 コンベヤ (BC1) : 300 T/H  
 No.2 コンベヤ (BC2) : 300 T/H  
 No.3 コンベヤ (BC3) : 300 T/H  
 No.4 コンベヤ (BC4) : 300 T/H

#### (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  
 2) リグナイト払い出し給炭機: 300 T/H  
 3) リグナイト払い出しコンベヤ  
 No.5 コンベヤ (BC5) : 300 T/H  
 No.6 コンベヤ (BC6) : 300 T/H

#### (3) 石灰石受入れ装置

- 1) 石灰石受入れホッパ : 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  
 No.2 コンベヤ (LBC2) : 150 T/H  
 No.3 コンベヤ (LBC3) : 150 T/H

#### (4) 石灰石払い出し装置

- 1) 石灰石払い出しホッパ  
 2) 石灰石払い出しフィーダ : 150 T/H  
 3) 石灰石払い出しコンベヤ  
 No.4 コンベヤ (LBC4) : 150 T/H



- (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
  - 2) リグナイト払い出しホッパ
  - 3) 給炭機 : 150 T/H × 2
  - 4) リグナイト破碎機 : ダブルローラー型  
150 T/H × 2
  - 5) リグナイトコンベヤ(LLBC1) : 300 T/H
  - 6) 石灰石バケットコンベヤ : 150 T/H
  - 7) 石灰石破碎機 : ハンマー型破碎機  
75 T/H × 2
  - 8) 石灰石コンベヤ (LLBC2) : 150 T/H
  - 9) リグナイト-石灰石コンベヤ (LLBC3) : 150 T/H
  - 10) リグナイト-石灰石バケットコンベヤ : 500 T/h

3.2.3 油貯蔵タンク : 鋼板円筒型 80 m<sup>3</sup>

#### 3.2.4 工業用水供給システム

- (1) 数量 : 最大 300 m<sup>3</sup>/日
- (2) 水源 : R1 and R2 貯水池
- (3) 取水路 長さ : 約 500 m (R1)  
: 約 1,500 m (R2)
- (4) 工水タンク : 1,000 m<sup>3</sup>
- (5) 純水タンク : 500 m<sup>3</sup>
- (6) 純水装置 : 24 m<sup>3</sup>/hr

#### 3.2.5 蒸気発生装置 (75MW 1unit 当り)

- (1) ボイラ 1) 火 炉 : メンブレン構造  
幅 15 m, 奥行 12 m, 高さ 15 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  
流動床層圧 : 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

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 : 遠隔制御蒸気噴霧型

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 1) リグナイトバンカ : 150 ton/Hopper (12 hours) × 8

2) リグナイト計量機: 20 t/h (Ca/S モル比 4, 20% 余裕) × 8

3) リグナイトスプレッター : 20 t/h × 8

4) 補機

リグナイトシュート

ロータリーバルブ

スクリーコンベヤ

ゲート



- (3) 油燃焼装置
- 1) 熱風炉 : 軽油 2,000 kg/h, 550°C
  - 2) 軽油ポンプ : 4,000 kg/h, 8 kW
  - 3) 軽油中継タンク : 20 m<sup>3</sup>
  - 4) ストレーナ、配管及び弁

- (4) 通風排ガス系統
- 1) 押込み通風機 : 5,520 m<sup>3</sup>/min at 27°C, 2,560 mmH<sub>2</sub>O
  - 2) 誘引通風機 : 8,510 m<sup>3</sup>/min at 130°C, 600 mmH<sub>2</sub>O
  - 3) 通風ダクト
  - 4) 煙路

(5) 機械式サイクロン灰回収系統

- 1) 機械式サイクロン : 312,600 Nm<sup>3</sup>/h, 340°C
- 2) 灰リサイクルブロワ : 300 m<sup>3</sup>/min, 2,650 mmH<sub>2</sub>O × 2
- 3) M/C 灰貯蔵ホッパ : 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
  - 2) B.M. クーラ
  - 3) 補機  
B.M. シュート

- (7) バグハウス : 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 :  $7 \text{ kg/cm}^2 \times 12 \text{ m}^3/\text{min}$
  - 2) 薬注装置
  - 3) サンプリング装置

- (10) 計測制御
- 1) APC
  - 2) ローカル制御
  - 3) ボイラ補機制御
  - 4) ボイラ監視装置  
炉内T.V., ドラムレベル監視, 排ガス $\text{O}_2$ 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 :  $7 \text{ kg/cm}^2 \times 10 \text{ m}^3/\text{min}$

- (11) 電気設備 : モーター, ケーブル及びケーブル工事, 接地

### 3.2.6 タービン (75MW 1ユニット当り)

- (1) タービン
- 1) 蒸気タービン

型式	:	串型再熱再生復水式
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 : 6,900 m<sup>3</sup>/h × 2

3) 復水ポンプ : 220 m<sup>3</sup>/h × 2 (予備1台), 6.7kg/cm<sup>2</sup>

4) 復水プースタポンプ : 220 m<sup>3</sup>/h × 2 (予備1台)

## (3) 給水加熱器

1) 低圧No.1 給水加熱器 : 53 kg/s, 入口 90.5°C, 出口 128°C

2) 低圧No.2 給水加熱器 : 53 kg/s, 入口 44.5°C, 出口 90.5°C

3) 高圧No.1 給水加熱器 : 64.5 kg/s, 入口 198°C, 出口 238°C

4) 高圧No.2 給水加熱器 : 64.5 kg/s, 入口 163.5°C, 出口 198°C

5) 脱気器 : 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





6) 補給水ポンプ : 80 m<sup>3</sup>/h

(4) ボイラ給水ポンプ

1) モーター駆動BFP : 250 m<sup>3</sup>/h × 2 (1台予備), 165 kg/cm<sup>2</sup>,  
3,000 rpm

2) BFP モータ : 1,500 kW × 2 (1台予備), 3,000 rpm

3) BFP ブースターポンプ : 250 m<sup>3</sup>/h × 2 (1台予備),  
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 : 800 m<sup>3</sup>/h × 2 (1台予備),  
50m, 1,500 rpm

2) 軸冷水クーラー

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

3.2.7 循環水設備

(1) 取水口ピット

(2) 送水管路 平均長 4路 × 410 m / 2 ユニット

(3) 放水管路 平均長 2路 × 150 m / 2 ユニット

(4) 放水槽

(5) 放水路

3.2.8 電気設備 (75MW 1ユニット当り)

(1) 発電機

1) 発電機 : 2 sets

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
- 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： ONAF 85.0 MVA 115 kV/11 kV
- 2) 所内変圧器： ONAF 10 MVA 11 kV/6.6 kV
- 3) 起動変圧器： ONAF 10 MVA 115 kV/6.6 kV

(3) 開閉所装置 (ユニット当り)

- 1) 115 kV スイッチ： 空気しゃ断器  
800A, 2,000 MVA, 120 kV × 6
- 2) 115 kV 断路器： 空気式断路器  
800A, 115 kV × 18
- 3) C.T.： 800/5A × 3 × 100 VA × 18
- 4) P.T. 及び P.D.： 110 kV/  $\sqrt{3}$ , 500 VA × 18
- 5) 接地スイッチ
- 6) 避雷器
- 7) 母線

(4) 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
- 8) ケーブル・ケーブル工事・接地工事

(5) 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

(6) 非常用電源

ディーゼル発電機 300 kVA

3.2.9 灰処理系統

- (1) FBC, B.M. 移送設備 50 T/H × 2 (切り換え制御)
- (2) FBC, B.M. 灰サイロ  
型式 600 T
- (3) FBC, B.M. 移送ブロワ
- (4) M.C. 移送設備
- (5) M.C. 灰サイロ 600 T
- (6) バグハウス灰移送設備
- (7) バグ灰サイロ 120 T



(8) M. C. 灰バグ灰移送ブロワ

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

3.2.11 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

3.2.12 付属建物

(1) サービスビルディング : 鉄筋コンクリート造 4階 4,000 m<sup>2</sup>

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

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

3.2.13 環境対策設備

(1) 排ガス処理設備

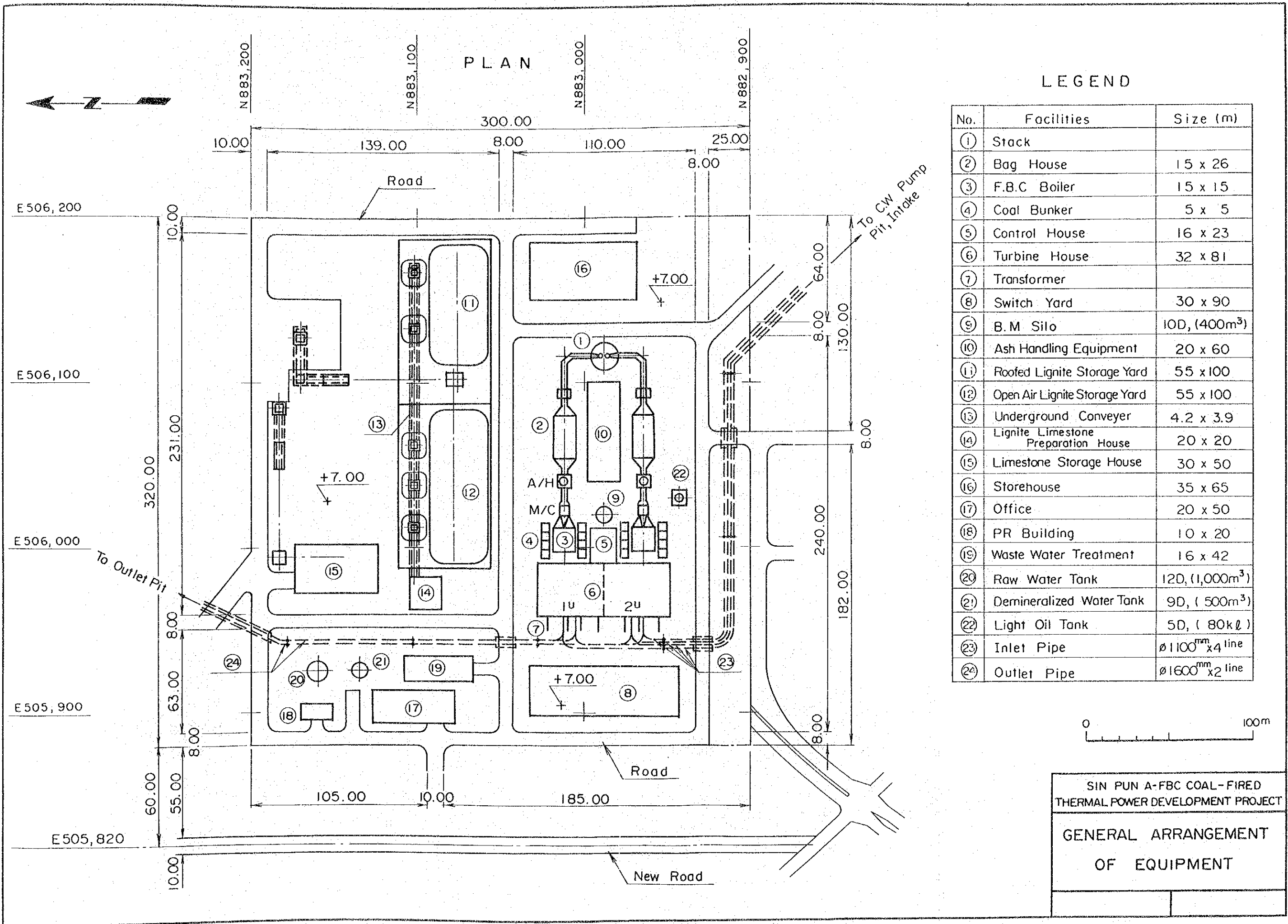
1) 脱硫装置 : 炉内脱硫のため、設置せず

2) 脱硝装置 : 規制値以外のため、設置せず

(2) 排水処理設備 : 凝集・沈澱処理方式 10 m<sup>3</sup>/h

: 排水貯槽 700 m<sup>3</sup>





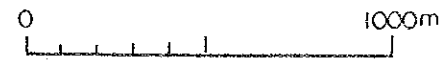
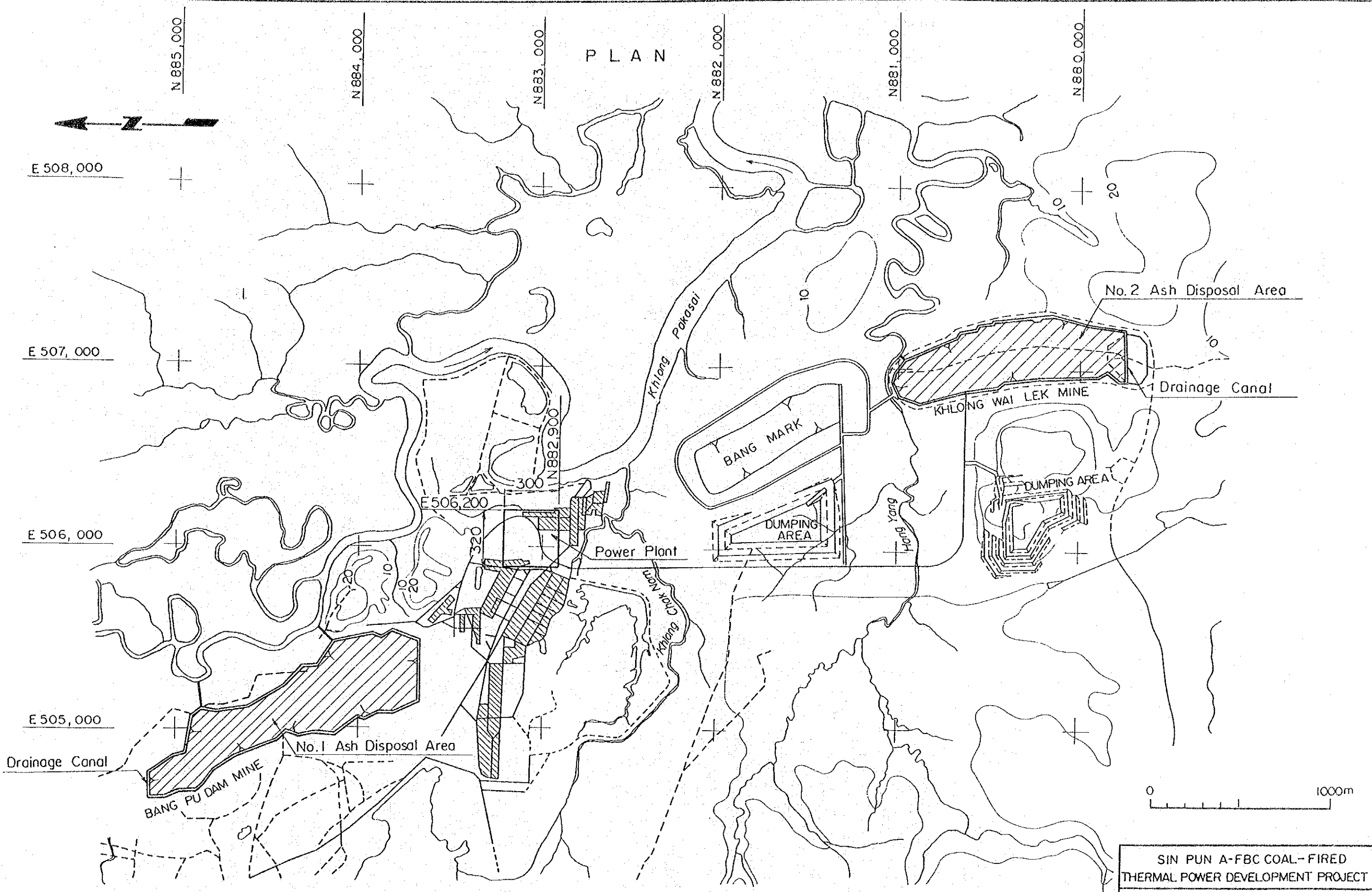
### LEGEND

No.	Facilities	Size (m)
①	Stack	
②	Bag House	15 x 26
③	F.B.C Boiler	15 x 15
④	Coal Bunker	5 x 5
⑤	Control House	16 x 23
⑥	Turbine House	32 x 81
⑦	Transformer	
⑧	Switch Yard	30 x 90
⑨	B.M Silo	10D, (400m <sup>3</sup> )
⑩	Ash Handling Equipment	20 x 60
⑪	Roofed Lignite Storage Yard	55 x 100
⑫	Open Air Lignite Storage Yard	55 x 100
⑬	Underground Conveyer	4.2 x 3.9
⑭	Lignite Limestone Preparation House	20 x 20
⑮	Limestone Storage House	30 x 50
⑯	Storehouse	35 x 65
⑰	Office	20 x 50
⑱	PR Building	10 x 20
⑲	Waste Water Treatment	16 x 42
⑳	Raw Water Tank	12D, (1,000m <sup>3</sup> )
㉑	Demineralized Water Tank	9D, ( 500m <sup>3</sup> )
㉒	Light Oil Tank	5D, ( 80kl )
㉓	Inlet Pipe	∅1100 <sup>mm</sup> x4 line
㉔	Outlet Pipe	∅1600 <sup>mm</sup> x2 line

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

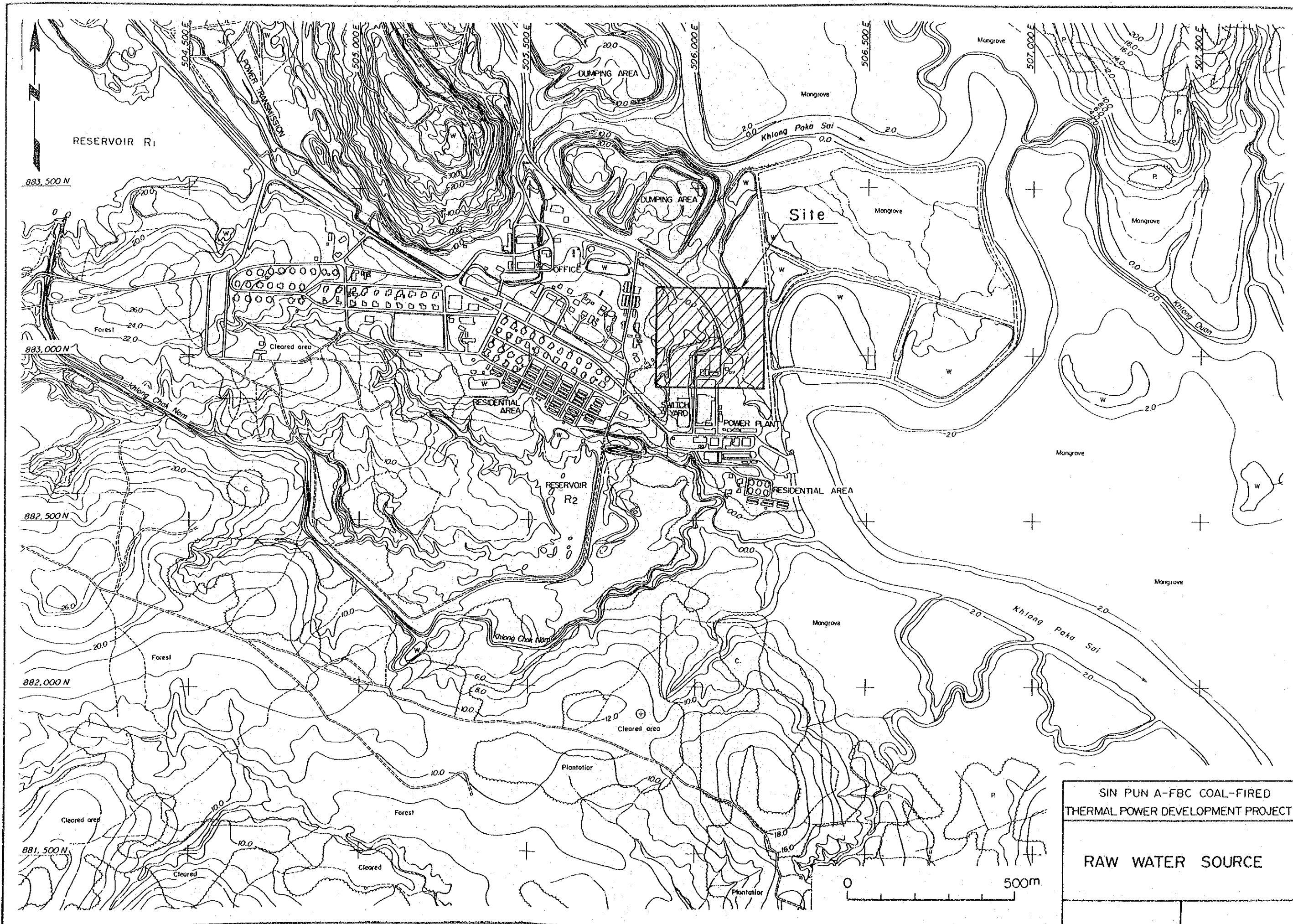
**GENERAL ARRANGEMENT  
OF EQUIPMENT**

PLAN



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

ASH DISPOSAL AREA



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

RAW WATER SOURCE



#### 4. 建設工程・建設工事費

##### 4.1 建設工程

建設工程は、リグナイト産出価格が人件費に大きく依存していること、及び人件費の高騰がタイ国において顕著であることから燃料原価上昇により発電原価が上昇することとなり、最も早期に実現することが望まれる。また南部タイにおいて、1997年に需要が供給を上まわるため発電設備運開予定を下記の通りとした。

1号機 1996年12月末

2号機 1997年6月末

クラビ地点は、発電所構内に立地し土地取得に時間を要さず、また、環境対策型発電設備であることから、早期実現性の高い発電計画である。

##### 4.2 建設工事費

日本製品の価格を基本とし、軽負荷鉄骨構造物は、工事費最適化のため、現地調達品目とし工事費を積算した。総工事費を下表に示す。

Table Total Construction Cost (Million Baht)

	Foreign	Local	Total
Civil & Structure	145.8	910.2	1,056
Boiler	1,363	466.7	1,829.7
Turbine	1,305	318.7	1,623.7
Miscellaneous	547	312.9	859.9
Administration	0	380.0	380.0
Sub Total	3,360.8	2,388.5	5,749.3 (5,317.3)
Import Duty	0	183	183
Sub Total	3,360.8	2,758.5	6,119.3
IDC	515.3	454.7	970
TOTAL	3,876.1	3,026.2	6,902.3

Note: ( ) portion shows the subtotal without the contingency.

1 B = 5 円 約 194 億円 約 151 億円 約 345 億円

注) ( ) 内は、予備費を含まない小合計である。



Development schedule of Sin Pun FBC

	1992	1993	1994	1995	1996	1997
	Jan	Dec	Jan	Dec	Jan	Dec
Feasibility Study (JICA)	Final Report					
Detailed Design & Tender Document						
Preparation Work						
Coal Mining				Discharge to coal storage yard		
Foundation Work			Ground Break			
Civil			Sky Break	Drum Lift-up	Boiler Hydraulic Test Initial Firing	
Boiler Installation					Tuning	
Commissioning					Parallel-in	
Taking Over of Unit 1						
Taking Over of Unit 2 (6 months after the Unit 1)						
Maintenance						





## 5. 経済評価・財務評価

### 5.1 経済評価

(1) 本計画の経済評価は、代替設備アプローチ法を採用することとし、本計画の経済的費用（建設費、燃料費、石灰石費用、運転維持管理費）と、本計画と環境面も含め同等のサービスを提供する代替火力発電所の経済的費用との比較により行った。

(2) 具体的には、本計画に必要な費用と、便益としての代替火力発電所（本計画と同一出力・発生電力量で、同一の燃料を通常の微粉炭ボイラーで燃焼させ脱硫装置により排出レベルを本計画と同一としたもの、及び重油を燃料とし同一の出力・発生電力量と排出レベルを持つもの）に必要な費用とを比較し、

① 便益、費用比率 (B/C)

② 純現在価値 (NPV) [又は便益・費用差 (B-C)]

を算定した。

(3) この結果、

① B/C は 微粉炭火力とでは 1.10、重油火力とでは 0.96

② NPV は 微粉炭火力とでは 885百万バーツ

重油火力とでは -380百万バーツ

となり、本プロジェクトは微粉炭火力との比較においては経済的にフィージブルであるとの結論が得られた。

### 5.2 財務評価

(1) 本計画の財務評価は、本計画に必要な費用を財務的費用とし、本計画が生産する電気の販売収入を財務的便益として両者の比較により財務的内部収益率(FIRR)を算出した。この結果、現行売電単価である1.21B/kWhを適用したときにFIRRが0%となった。これは売電単価に環境対策費用が加味されていないためと考えられる。

(2) BGAT側との協議により本計画、代替計画双方の発電原価を計算し、その比較を行った結果、本計画の方が、微粉炭火力に比べて原価上有利であるということがわかった。



## 6. 結論

本計画は、タイ南部に埋蔵されるシンブンリグナイト及びクラビリグナイトを使用し、環境対策型発電設備である流動床燃焼ボイラを使った、出力規模2×75MWのシンブン流動床燃焼石炭火力発電計画である。調査団は、現地調査の上シンブンリグナイト、クラビリグナイト及びサイト近傍で産出される石灰石を採取し燃焼試験を行い、フィージビリティ調査を実施した。この調査の結果、本計画は技術的、経済的および環境の観点からフィージブルであるとの結論を得た。以下の結論の内容について述べる。

- i) タイ国の電力事業は、経済の飛躍的發展とともに急伸し、電力需要は逼迫している。さらに、南部タイ (Region III) においては1991年に電力が不足し、中部タイから1,000GWh以上の供給を受けている。JICA調査団にて最小費用電源拡張計画の解析を実施したところ、シンブンFBC計画は1998年運開が最も経済的という結果が出たが、Region IIIへの融通電力が常に流れていることから、本プロジェクトの最短可能年である1997年の運開が最適と判断される。
- ii) シンブンリグナイトは硫黄分が高く、脱硫装置を付帯させなければ、10,000ppmものSO<sub>x</sub>を排出し、環境を破壊する恐れがある。また近隣のプーケット島及びクラビの観光資源も破壊しかねないため、環境対策型発電設備が不可欠である。
- iii) 南部タイにおいて長年、電力供給源として運用されたクラビ発電所は、1995年に廃棄されるため、また需給予測においてRegion IIIでは1997年に需要が安定供給を上まわり代替発電設備の開発が急がれている。
- iv) 発電規模決定に際し、100MW と150MW のケースを炭鉱開発計画及び発電計画の総合的経済比較した結果、150MW (2×75MW) が経済的であることが判った。
- v) シンブン2地点及びクラビ発電所構内の計3地点でサイト選定調査を実施した結果、経済的には3地点とも大差ないものの、発電所用地取得及び灰捨て場余水の生活飲料水への影響がシンブン地点では未知であり、多大な出費が将来危惧されることより、サイトはクラビ地点に決定した。
- vi) シンブン及びクラビリグナイトの経済的可採埋蔵量は150MW25年間分を供給するに十分な量はあるが、それ以上の採掘は埋蔵量として充分あるもののEGATの炭鉱開発における経済指標を超えるため経済的に採掘できず大きく期待できない。



- vii) シンプンリグナイト、クラビリグナイト及びサイト近傍の石灰石を使って燃焼試験を実施した結果、常圧バブリング型流動床ボイラで非常に良好な燃焼特性（燃焼効率99%以上）及び環境特性（脱硫効率94%、SOx排出濃度600ppm、NOx排出濃度200ppm以下）が得られることが判り技術的にフィージブルであるとの結論を得た。
- viii) シンプンリグナイト、クラビリグナイトを使って同じ環境特性を示す従来型湿式脱硫装置付き微粉炭ボイラと比較した結果、日本で実証試験された常圧バブリング型流動床ボイラがコンパクトなボイラ設計が可能であり、経済的にフィージブルであるとの結論を得た。
- ix) 本計画はタイ国の大気汚染物質排出基準（SOx 700ppm以下、NOx 1,000/ $\mu\text{m}^3$  = 500ppmNO<sub>2</sub>）以下で運用でき、環境基準も下表に示すように守ることができる、また他環境基準も守れるため、環境は保存される。

	2×75MW環境予測	タイ国環境規制値
SOx 24時間規制	128 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NOx 1時間規制	84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (最大)	320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- x) 本計画の建設費は1992年6月時点で期待される技術水準による設計、施工方法および材料と製品を適用するものとし、日本製品価格及び現地調達品で得た工事費に輸入税、建中利子を含めて積算した。建設費は外貨194億円、内貨30.2億Baht（約151億円）合計345億円である。
- xi) 本計画は出力規模がBGAT系統内にあって2×75MWと比較的小さく、スケールメリットがない。また、脱硫剤費用がかかり環境対策設備が付加されることから、発電原価を1.67Bath/kWh（約8.4円/kWh）にすることによって財務的にフィージブルとなる。
- xii) 本計画は下記の間接的効果を持ち、これらを総合的に判断すると推進すべきプロジェクトであるとの結論を得た。
- 石油代替のため新エネルギー源の開発促進に役立つ。
  - 東南アジアで最初の常圧バブリング型流動床火力発電所となり、東南アジアの国々に対し、技術の普及・伝播が可能となる。
  - タイ国内で開発促進地域に属する本計画周辺地域の振興に寄与できる。
  - BGATの電力系統の最末端である、第3地域に電力供給の質、信頼度の向上に寄与できる。



- 1995年に廃止される予定の既設クラビ発電所の用地を利用するため、他計画よりも比較的早期に着工・運開できる。
- 既設クラビ発電所の従業員を新発電所で継続的に活用でき、解雇・人員整理等の労働問題の発生を防止できるため、廃止に伴う雇用対策費用を節約できる。
- 計画地点近傍には観光地があるため、環境対策を施した新発電所を建設することでリゾート環境の改善及び観光地のイメージ向上に寄与できる。





## 7. 勧告

シンブン流動床燃焼石炭火力発電計画は、技術的および経済的にフィージブルであるが、炭鉱開発費用の30%は人件費であるため炭鉱開発が遅れば、人件費の高騰による燃料原価上昇を誘導するため発電原価を上昇させることとなる。また、南部タイにおいて、1997年に需要が供給を上まわるため、本プロジェクトを早期に実施するよう勧告する。

本計画は1996年末に1号機運転させるべく遂行するには以下の事項を実施する必要がある。

- i) 1992年末に詳細設計に着手し、1993年に入札書類の作成等、建設に必要な諸準備を実施する。
- ii) 環境モニタリングを実施し環境影響評価レポートを早期に作成する。
- iii) 炭鉱開発計画に早期着手する。
- iv) 荷台開閉扉付き仕様のトラックを仕様し、石炭輸送に伴う粉塵公害に細心の対処をする。

JICA

11