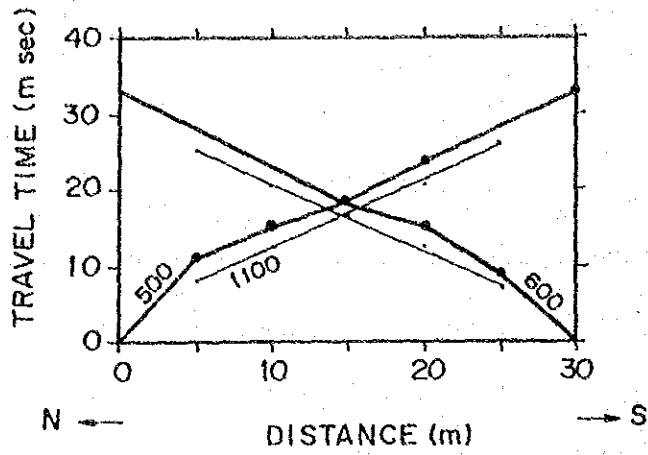


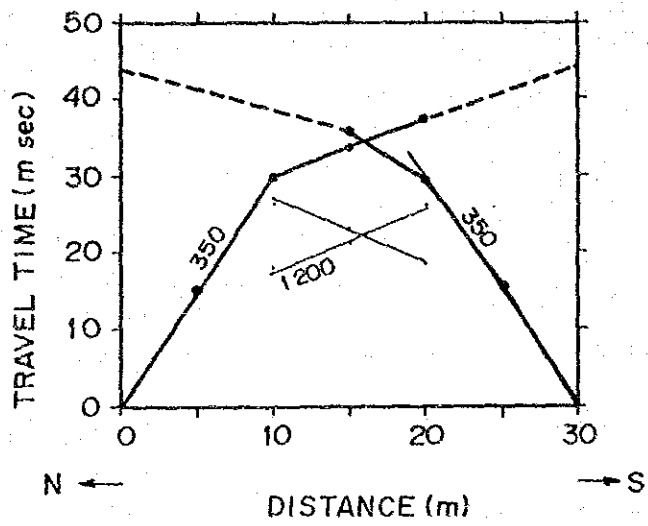
Table 4-6 Geologic Conditions of Each Candidate Site

Site No.	Sin Pun No. 2	Sin Pun No. 3	Krabi No. 4	
Location	4 km to the southwest of Bang Sai lignite area	3 km to the east of Bang Sai lignite area	500m to the north of existing Krabi power plant	
Topography	gentle hill with the change of elevation in about 14 m	gentle hill with the change of elevation in about 12 m	plain with the change of elevation in about 2 m	
Surface Deposits	<ul style="list-style-type: none"> Name: Alluvial deposit (unconsolidated) Age: Quaternary Holocene (10,000 years before ~ Present) 			
	Component: sand, sandy silt, silt, clay		sandy silt, silt, clay	
	<ul style="list-style-type: none"> Thickness: plant yard : not distributed (residual soil : 2-3m) ash disposal are : 1-5m 		<ul style="list-style-type: none"> Thickness: plant yard : not distributed (residual soil : 2-3m) ash disposal are : 5-8m 	<ul style="list-style-type: none"> Thickness: plant yard : 0-1m (residual soil : 0-2m) ash disposal are : 0 m ? (residual soil : 1-2m?)
	<ul style="list-style-type: none"> Estimated * Wet Density: $\rho=2.1 \text{ g/cm}^3$ Shear Strength: $C=0.02 \text{ MPa}$ $\phi=26^\circ$ 		<ul style="list-style-type: none"> Estimated * Wet Density: $\rho=1.9 \text{ g/cm}^3$ Shear Strength: $C=0.02 \text{ MPa}$ $\phi=22^\circ$ 	
	Bedrock			
<ul style="list-style-type: none"> Name: Sin Pun group, Muang En formation Age: Tertiary Component: sandstone, siltstone, claystone, limestone 			<ul style="list-style-type: none"> Name: Krabi group, Bang Pu Dum form. Age: Tertiary Component: sandstone, siltstone, claystone 	
Thickness: more than 100 m		more than several tens meter	more than several tens meter	
<ul style="list-style-type: none"> Estimated * Wet Density: $\rho=2.2 \text{ g/cm}^3$ Shear Strength: $C=0.04 \text{ MPa}$ $\phi=30^\circ$ 		<ul style="list-style-type: none"> Estimated * Wet Density: $\rho=2.3 \text{ g/cm}^3$ Shear Strength: $C=0.16 \text{ MPa}$ $\phi=34^\circ$ 		
Permeability: $k=10^{-7} \sim 10^{-8} \text{ cm/s}$ (mainly), $10^{-6} \sim 10^{-4} \text{ cm/s}$ (partly)				
Surface Water	the Bang Kam Prat river flow rate : 0.3 t/s water temperature : 28.7°C date & time: Mar. 9 '91, 11:44	the Sin Pun river flow rate : 0.3 t/s water temperature : 30.5°C date & time: Mar. 8 '91, 12:25	the Pakasai river distance to the sea: 7 km water temperature : 31.0°C date & time: Mar. 15 '91, 10:20	
Ground Water Level	1 - 6 m below the ground surface		not more than 2 or 3 m below the ground surface	

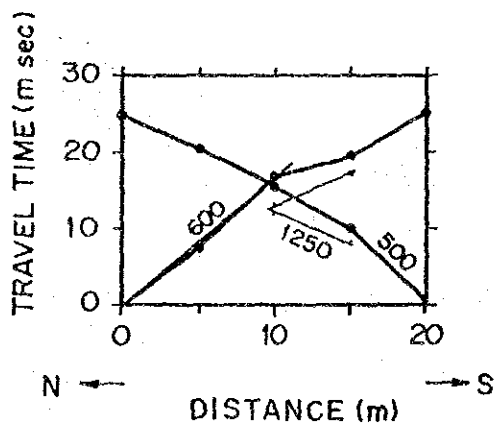
* Based on SIN PUN COALFIELD GEOTECHNICAL AND HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATIONS (EGAT, 1989) and FEASIBILITY STUDY KRABI MINE EXPANSION PROJECT FOR POWER PLANT UNIT 4 (EGAT, 1988)



Sin Pun No.2 Site
 velocity of 1st layer
 $v_1 = 500 \sim 600 \text{ m/s}$
 velocity of 2nd layer
 $v_2 = 1100 \text{ m/s}$
 thickness of 1st layer
 $h_1 = 1 \sim 2 \text{ m}$



Sin Pun No.3 Site
 $v_1 = 350 \text{ m/s}$
 $v_2 = 1200 \text{ m/s}$
 $h_1 = 4 \sim 5 \text{ m}$



Krabi No.4 Site
 $v_1 = 500 \sim 600 \text{ m/s}$
 $v_2 = 1250 \text{ m/s}$
 $h_1 = 1 \sim 3 \text{ m}$

Fig. 4-7 Results of Seismic Prospecting (Time-Distance Curve)

4) サイトNo. 2の水理地質

(a) 地下水位

EGATが実施した水理地質調査の結果によれば、本サイトの地下水位は地表面下1-6mとされている。JICAチームの野外踏査でも、井戸で観察された地下水位は地表面下4-5mであった。これらのデータによれば本サイトの地下水位はかなり高いと言える。

(b) 透水性

EGATが実施した既存のパッカー法透水試験の結果によれば、本サイトの岩盤は、石灰岩、砂岩及び地表付近の風化の進んだ部分が高透水性と成っている以外は、透水性が極めて低い ($10^{-6} \sim 10^{-7}$ cm/s) と言える。

(c) 水質

地表水と地下水の測定及び分析の結果をTable 4-7 に示す。本サイトの水質の特徴は、溶存イオン濃度が高く電気伝導度が大きいことである。これらの調査は乾期に実施されたもので、雨期には若干異なった結果が得られるものと思われる。

Table 4-7 Chemistry of Surface Water and Ground Water

Sample Site No.	Location	Water Type	In Situ Measurement			Water Quality Analyses (mg/L)										Remark								
			Date	Water Temp. (°C)	E.C. (µS/cm)	pH	Chemical Composition					M-					BOD							
			Time			Na ⁺	T-Na	K ⁺	S-Fe	T-Fe	Cr ⁺⁺	Cl	SO ₄ ²⁻	SiO ₂	NH ₄	Alk.								
1	2	Well in the middle of the site *	Mar. 9 '91 12:10	26.5	460	7.5											(not analyzed)							Ground water level: -4.5m
2	2	The Bang Kam Prat river *	Mar. 9 '91 11:40	28.7	222	7.6											(not analyzed)							Discharge: 0.8t/s
3	2	Well to the south of the site **	Mar. 8 '91 14:00	28.2	672	7.2	16	18	4.5	-	3.8	-	0.01	16	6	8.7	1.5	320	380	10	8.6			
4	3	Well in the south of the site ***	Mar. 8 '91 13:00	27.7	70	6.2	4.5	5.8	1.1	-	0.03	-	6	3	5.5	0.9	18	50	4	19				Ground water level: -4.5m
5	3	The Sin Pun river (left bank) ***	Mar. 8 '91 12:15	30.7	527	7.8	3.2	6.0	1.7	0.01	0.27	-	0.01	8	42	8.9	1.0	160	380	13	2.0			Discharge: 0.3t/s
5	3	The Sin Pun river (center of river) ***	Mar. 8 '91 12:25	30.5	530	7.8											(not analyzed)							Discharge: 0.3t/s
6	283	Bang Kam Prat wier ***	Mar. 8 '91 14:50	31.3	271	8.0	3.1	4.9	2.9	0.06	3.4	-	0.01	6	6	8.7	1.1	120	160	14	24			
7	283	Bang Kam Prat reservoir ***	Mar. 8 '91 15:30	31.8	132	8.7	2.9	3.5	4.5	0.02	0.18	-	5	6	7.8	0.9	55	100	7	7.3				
8	283	Bang Kam Prat dam outlet ***	Mar. 8 '91 15:50	27.6	169	7.6											(not analyzed)							

E.C. : Electric Conductivity
TDS : Total Dissolved Solid
- : less than 0.01 mg/L

T- : Total
SS : Suspended Solid (φ<0.5-1µm)

M-Alk. : Methylorange-Alkalinity
BOD : Biochemical Oxygen Demand

* : see Fig. 4-3

** : see Fig. 4-5

*** : see Fig. 4-14

**** : see Fig. 4-11

(4) リグナイト供給 (サイトNo.2)

サイトNo.2の2×75MW A-FBC に供給される全てのリグナイトは、シンブン埋蔵区から供給される。

炭鉱からサイトNo.2の貯炭場まで31.8トトラックを使用してリグナイトを輸送する。リグナイト輸送ルートは Fig. 4-8 のルート(A) に示す。

リグナイト輸送費算出に設定した条件を Table 4-8 のNo.2の列に示す。

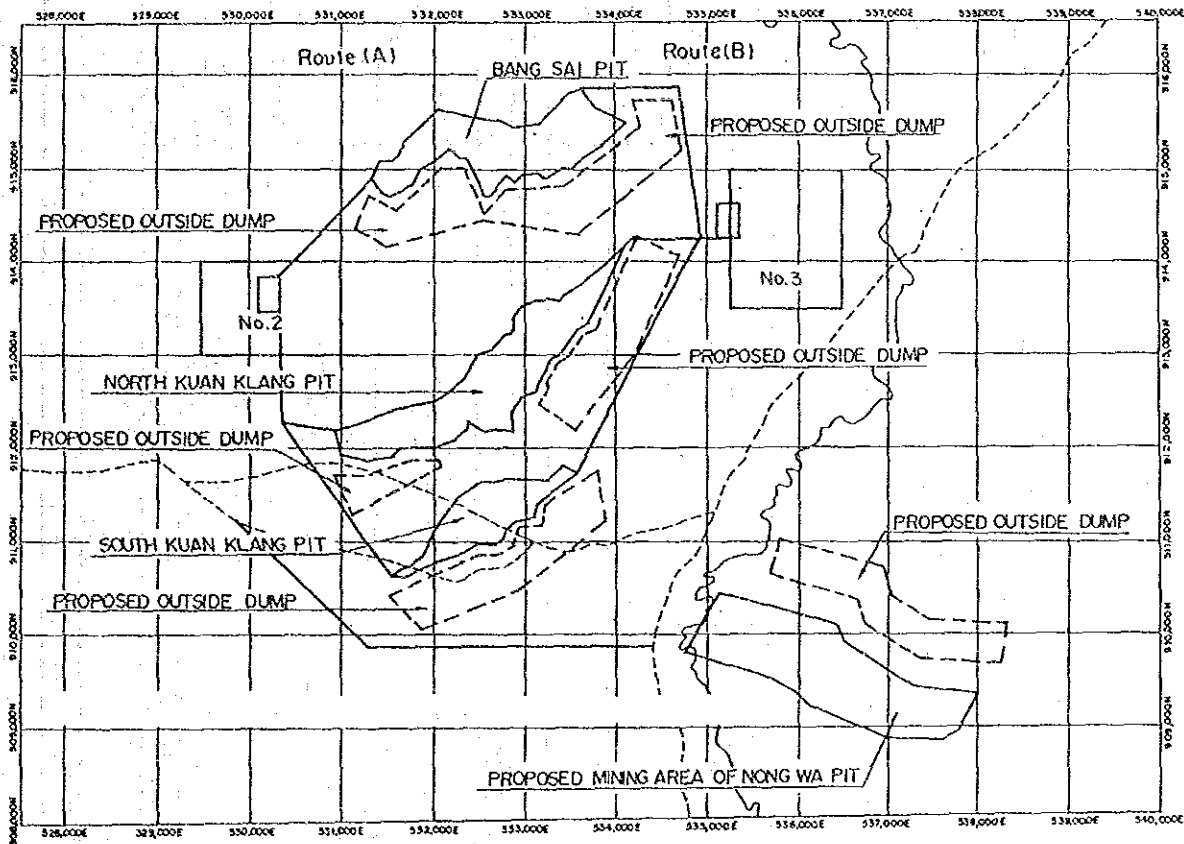


Fig. 4-8 Lignite Supply Route for Site No.2 and Site No.3

Table 4.8 Estimation Premises for Transportation Cost of Lignite

Item	Sin Pun Site No. 2	Sin Pun Site No. 3	Krabi Site No. 4																																							
Amount of Coal Total Annual	22.4 million ton (Sin Pun Lignite) 0.897 Million ton	<---	19.5 Million ton (Sin Pun Lignite) 0.778 Million ton (Sin Pun Lignite) (Plus) 4.9 Million ton (Krabi Lignite) 0.194 Million ton (Krabi Lignite)																																							
Distance from mine to coal storage yard (Average) [km]	3.6 km/ton	3.8 km/ton	Sin Pun mine to Sin Pun coal storage yard - 3.6 km/ Krabi mine to krabi coal storage yard - 3.0 km/ 66																																							
Distance from Sin Pun coal storage yard to Krabi's [km]	-	-																																								
Truck Life time	8 years	<---	8 years for 31.8 ton Truck, 10 ⁶ km for 25 ton Truck																																							
Capacity [ton]	31.8 (469 PS)	<---	31.8 from mines to coal storage yard 11 between coal storage yards																																							
Number	9	<---	8 (Sin Pun) + 2 (krabi) = 10 for 31.8 ton truck 30 for 25 ton truck																																							
Fuel Ratio per coal ton	0.063 ϵ /ton.km	<---	0.063 ϵ /ton km for 31.8 ton truck 0.047 ϵ /ton km for 25 ton truck																																							
Oil cost																																										
Fuel Oil	0.33 US\$/ ϵ	<---	<---																																							
Other Oil		<---	<---																																							
Truck Cost (Baht)	Fuel Cost x 20% 5,400,000	<---	5,400,000 for 32 ton truck 2,870,000 for 25 ton truck																																							
Maintenance cost/year	Truck cost x 5%	<---	<---																																							
Labour and annual cost Added for coal transportation	Base	Base	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>US</th> <th>K US</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Division chief</td> <td>1</td> <td>17.5</td> </tr> <tr> <td>Administration</td> <td>5</td> <td>5,500</td> </tr> <tr> <td>Driver</td> <td>93</td> <td>4,480</td> </tr> <tr> <td>Electrician</td> <td>5</td> <td>27.5</td> </tr> <tr> <td>Fitter</td> <td>30</td> <td>416.64</td> </tr> <tr> <td>Welder</td> <td>20</td> <td>29.45</td> </tr> <tr> <td>Rollief</td> <td>10</td> <td>227.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>113</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>5,650</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>4,660</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>48.6</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>877.79</td> </tr> </tbody> </table>		US	K US	Division chief	1	17.5	Administration	5	5,500	Driver	93	4,480	Electrician	5	27.5	Fitter	30	416.64	Welder	20	29.45	Rollief	10	227.1			113			5,650			4,660			48.6			877.79
	US	K US																																								
Division chief	1	17.5																																								
Administration	5	5,500																																								
Driver	93	4,480																																								
Electrician	5	27.5																																								
Fitter	30	416.64																																								
Welder	20	29.45																																								
Rollief	10	227.1																																								
		113																																								
		5,650																																								
		4,660																																								
		48.6																																								
		877.79																																								
Discount Rate	10.0	<---	<---																																							

Item	Sin Pun Site No. 2	Sin Pun Site No. 3	Krabi Site No. 4
Truck Operation	Base	Base	<p> Krabi ← → Sin Pun Preventive Maintenance 66 km/h 40 km/h 1°40' 66 km 80 km/h = 1°10' Unloading 10' Loading 30' Lunch Loading 30' Dinner Preventive Maintenance Shift 1 Shift 2 </p>

(5) 石灰石供給 (サイトNo.2)

石灰石供給源として下記の4地点を調査した。

- i) Khao Tham Hora
- ii) Thung Song
- iii) Khao Tham Padan
- iv) Wat Khao Din

Table 4-9 に踏査結果を示す。

Table 4-9 Results of Reconnaissance of Candidate Limestone Quarry for Sin Pun Sites

Site Name	Khao Tham Hora	Thung Song	Khao Tham Padan	Wat Khao Din
No. in Map*	1	2	3	4
Distance from No.2 Site	12km(to southeast)	40km(to east)	23km(to southeast)	9km(to east)
Distance from No.3 Site	9km(to southeast)	35km(to east)	22km(to southeast)	4km(to southeast)
Quantity (Mt)	about 13	more than 100	more than 100	about 5
Geology				
Rock Name	Limestone	Limestone	Dolomitic Limestone	Limestone and Muddy limestone
Age (x 10 ⁶ years before)	Carboniferous ~ Permian (240-360)	Ordovician (440-500)	Carboniferous ~ Permian (240-360)	Carboniferous ~ Permian (240-360)
Color	Gray	Dark gray	Gray	Gray, Black, Brown
Feature	Massive limestone with many calcite veins and some fault breccia zones cemented by calcite veins	Massive limestone without remarkable intercalated beds or veins	Massive limestone without remarkable intercalated beds or veins (Note: The part observed in field was the very small part of all.)	Partially mudstone and muddy limestone are intercalated. The ratio of pure limestone will be small.
Utilization of Limestone	The site had been used for a quarry before.	There are many quarries under production.	Not used	A cave was being used for a small temple.
Utilization of Nearby Land	There are not any house and field.	There are not any house and field.	There are a house and field.	There are a house and field.
Road Condition	Paved road of 8 m width	Paved road of 8 m width	Unpaved road of 4 m width	Paved road of 8 m width

* See Fig. 4-4

石灰石を選定するに際し、成分分析、示差熱分析及び粉化性試験の3試験を実施し、A-FBC への適性を調査した。

上記石灰石の各々の試験結果を、日本の若松 A-FBC 50MW で使用されている石灰石のデータと共に Table 4-10 に示す。

各試験結果に対するコメントは以下の通り。

1) 成分分析

(a) Khao Tham HoraとThung Song石灰石の CaCO_3 含有率は脱硫剤として比較的高く、一方、Kahao Tham PadamとWat Khao Dinは比較的低い。

(b) Wat Khao Dimのシリカ成分は非常に高く A-FBC のチューブ材質にエロージョンの問題を起こすことが考えられる。Khao Tham Hora及びThung Songのシリカ成分はやや高いものの、流動床からBM材を適量取り出すことにより対応可能である。

Khao Tham Padamの石灰石は、シリカ成分に対しては問題なしと考えられる。

(c) Al, Fe及びNa成分はアグロメレーションを引き起こす原因となるが、Khao Tham Hora, Thung Song及びKhao Tham Padamの石灰石に多く含まれないものの、Wat Khao Dinの石灰石にはAlが多く含まれる。

(d) 成分分析から、Wat Khao Dinは推奨できないがKhao Tham Hora及びThung Songは適用しても良いと考える。

2) 示差熱分析

示差熱分析の結果を Fig. 4-9 に示す。石灰石の脱炭酸温度は若松A-FBCで使用されているものより30~40°C低い。

(示差熱分析については、Appendix II 参照)

3) 粉化性試験

この試験は石灰石が流動床から飛散する前に脱硫剤として寄与するか否かを調査するために行われた。試験結果各々の石灰石の通過率は比較的低く、石灰石は流動床の中に長く滞留し、脱硫に寄与するであろうことが解った。

Table 4-10 Analysis Result of Limestone for Sin Pun Site
(Site No. 2 and Site No. 3)

Name of Limestone	Test Result				Reference Data (Limestone applied in Wakamatsu FBC 50 MW)	
	Khao Tham Hora	Thung Song	Khao Tham Padam	Wat Khao Din	Funao	Sekino- yama
Component Analysis						
CaSO ₄ wt%	-	-	-	-	<0.1	<0.1
CaCO ₃ wt%	91.6	89.2	66.9	61.5	99.26	98.89
CaO wt%	0.71	0.42	1.74	1.36	<0.1	<0.1
SiO ₂ wt%	6.35	3.01	0.12	24.8	0.05	0.03
Al ₂ O ₃ wt%	0.21	0.83	0.03	4.18	-	-
Fe ₂ O ₃ wt%	0.034	0.31	under 0.01	1.75	-	-
MgCO ₃ wt%	0.61	5.71	28.0	2.82	-	-
MgO wt%	0.036	0.02	0.62	0.05	-	-
Na ₂ O wt%	0.002	0.001	0.0016	0.006	-	-
Differential Thermal Analysis						
Ignition Loss wt%	40.45	42.18	44.01	30.53	43.1	43.0
Decarboxylation Temp. °C	747.7	750.3	740.2	738.1	782.5	785.9
Reduction Ratio (*)	2.3	0.9	0.8	2.9	5.9	0.6

(*) Reduction Ratio

The test was carried out to check whether the limestone can contribute to the desulfurization before flying out from the fluidized bed.

The test was carried out with the following procedure.

1. To size the diameter of limestone between 1.41 mm to 2.00 mm
2. To burn the limestone three hours with 900°C
3. To pulverize 10 g of the above burn limestone within the capsule 70 mm diameter x 65 mm depth under 479 ~ 483 rpm
4. To screen the pulverized limestone with 0.5 mm sieve
5. To measure the weight of passing limestone through 0.5 mm sieve.

上記に示すことから、Khao Tham Hora及びThung Songの石灰石がA-FBCの脱硫剤として採用できると考えられる。Thung Songは、シンパン地点から50km離れているため、石灰石輸送費が発電単価に影響を与えることから、サイトNo.2にはKhao Tham Horaを採用することを推奨する。

石灰石の輸送ルートを図4-10に示す。輸送費算出に必要な条件を図4-11のNo.2の項に示す。

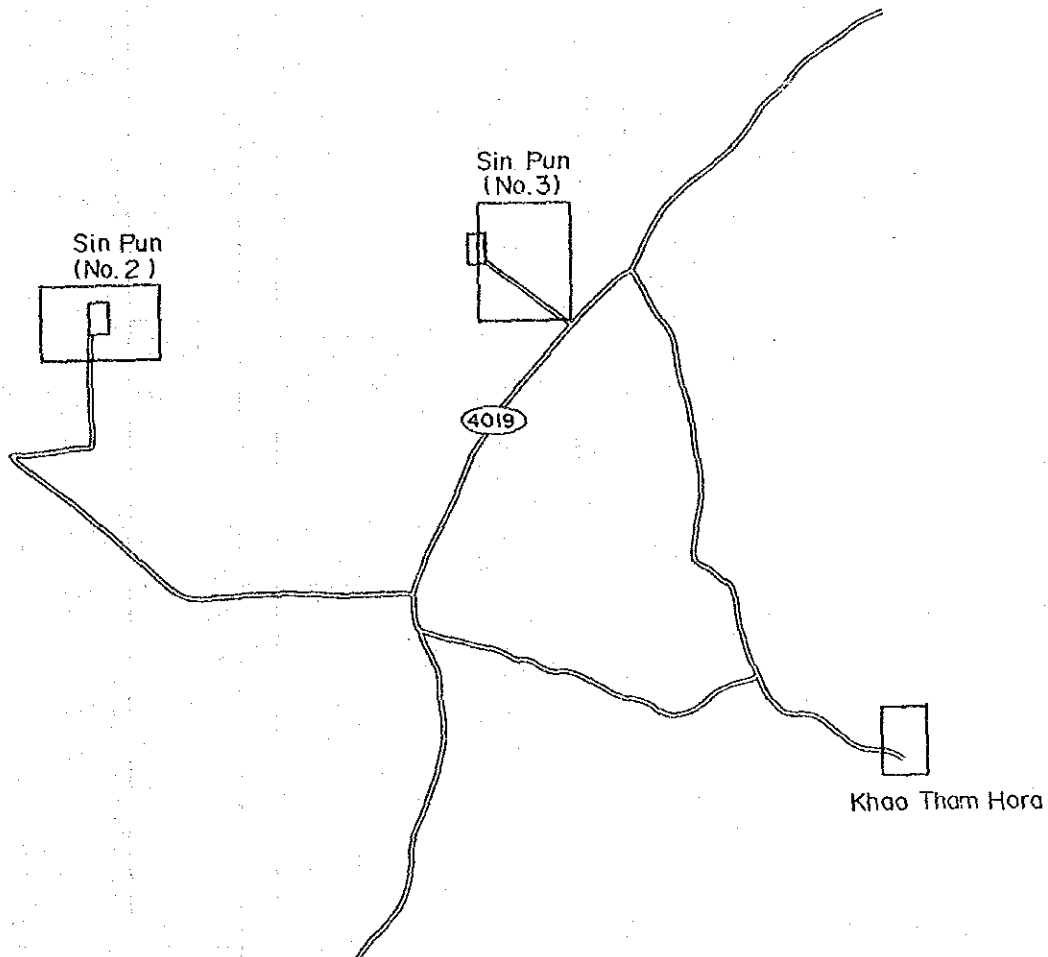


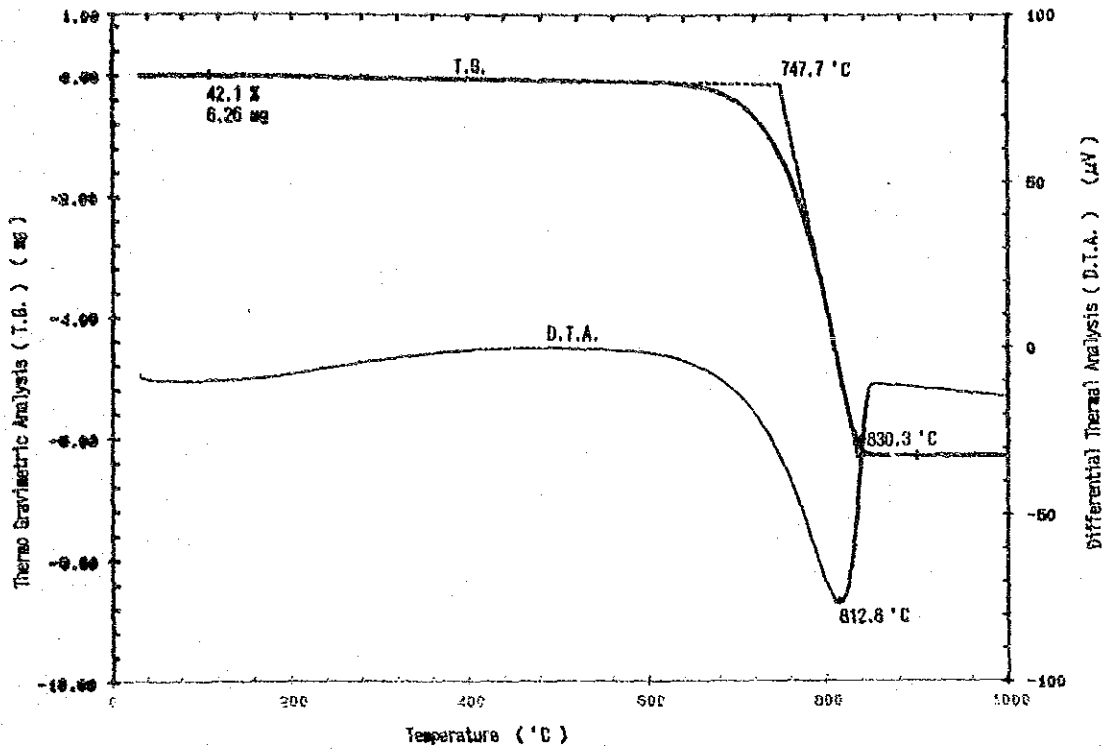
Fig. 4-10 Limestone Transportation Route for Site No.2 and Site No.3

Table 4-11 Estimation Premises for Transportation Cost of Limestone

Item	Sin Pun Site No. 2	Sin Pun Site No. 3	Krabi Site No. 4
Amount of Limestone Total (Million Ton) Annual (Thousand Ton)	10.9 436	10.9 436	10.2 407
Distance from mine to limestone storage yard (Average) [km]	18.6	11.0	11.0
Truck Life time [kW]	1,000,000	1,000,000	1,000,000
Capacity [ton]	25	25	25
Number	7	6	6
Fuel Ratio per coal ton	0.047 t/ton km	0.047 t/ton.km	0.047 t/ton km
Oil cost			
Fuel Oil	0.33 US\$/t	0.33 US\$/t	0.33 US\$/t
Other Oil			
Fuel Cost (Baht)	Fuel Cost x 20%	Fuel Cost x 20%	Fuel Cost x 20%
Truck Cost	2,860,000	2,860,000	2,860,000
Maintenance cost/year	Truck cost x 5%	Truck cost x 5%	Truck cost x 5%
Labour and annual cost Added for coal transportation			
Driver (4,480 US\$/Y)	21	18	18
Fitter (7,570 US\$/Y)	10	8	7
Welder (5,650 US\$/Y)	6	5	4
Relief (4,660 US\$/Y)	3	3	2
	91.08	80.64	80.54
	75.70	60.56	52.99
	33.90	28.25	22.60
	13.98	13.98	9.32
	214.66	183.43	165.55
Discount Rate	10.0	10.0	10.0
Truck Operation (Minutes)	9 times operation	11 times operation	11 times operation
Loading	30	30	30
Going	30	20	20
Unloading	20	20	20
Return	20	15	15

Sample : HOAO THAM HOA

Sampling Time : 1.0 (sec)
Sample Weight : 14.863 (mg)
Heating Rate : 20.0 (°C/min)
Thermo Couple : PR



Sample : THUNG SONG

Sampling Time : 1.0 (sec)
Sample Weight : 14.960 (mg)
Heating Rate : 20.0 (°C/min)
Thermo Couple : PR

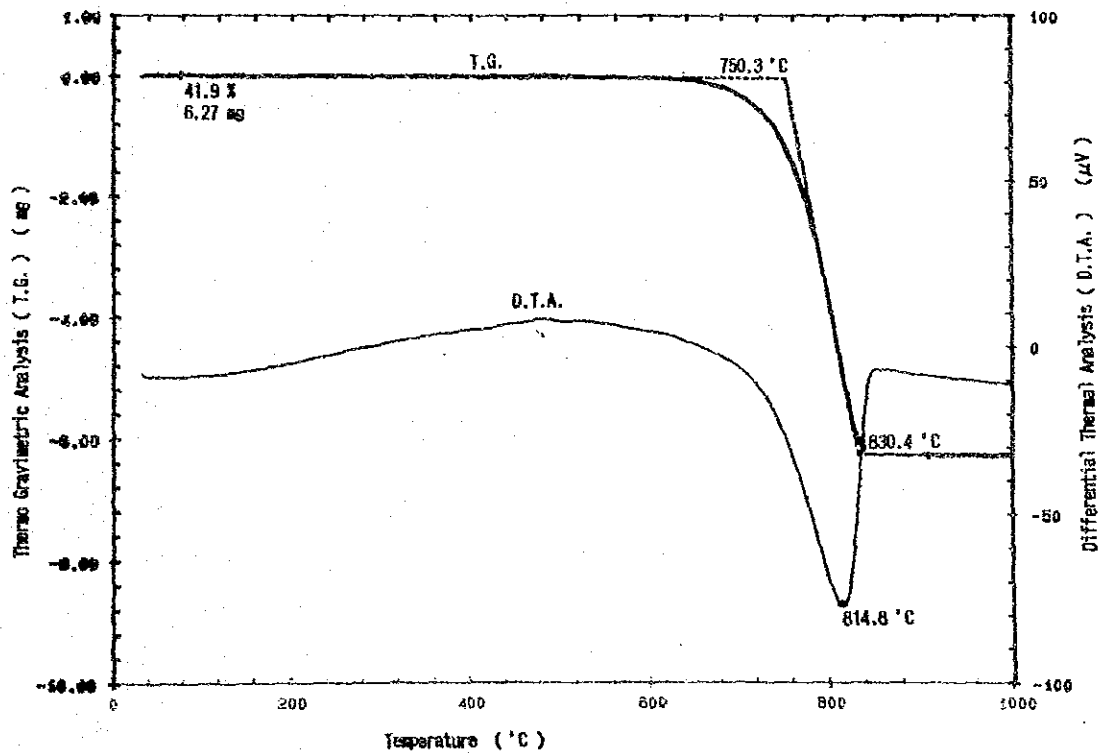
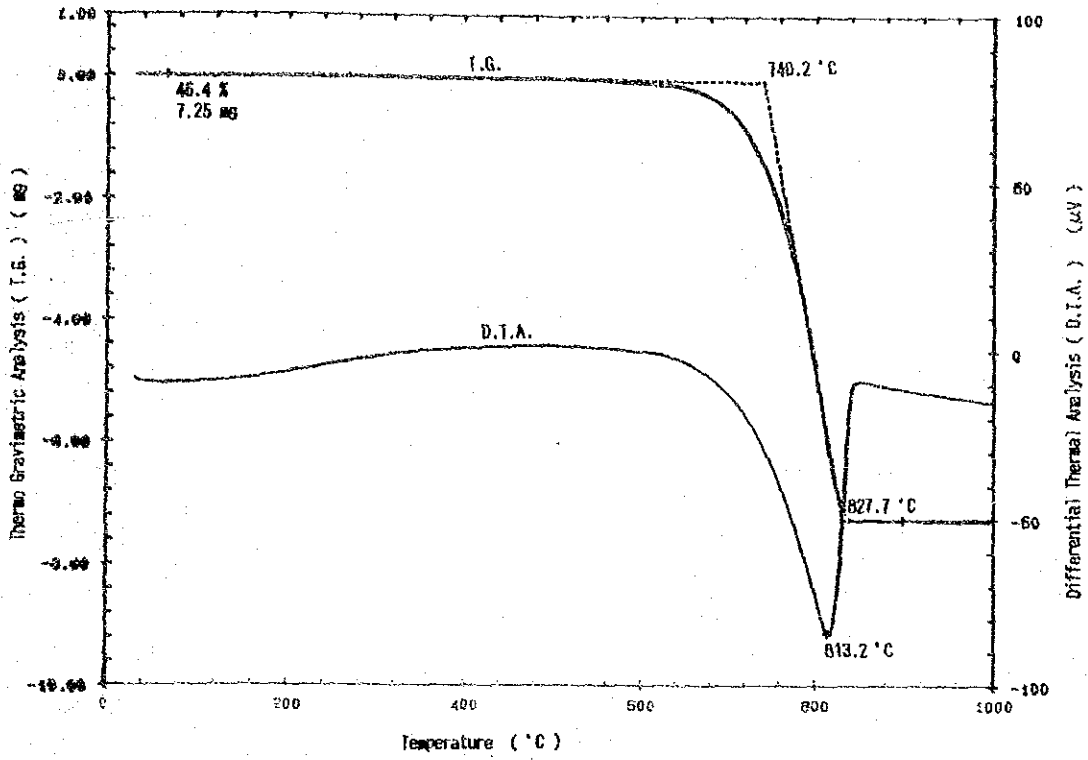


Fig. 4-9 Temperature Profile of Limestone in Sin Pun and Wakamatsu

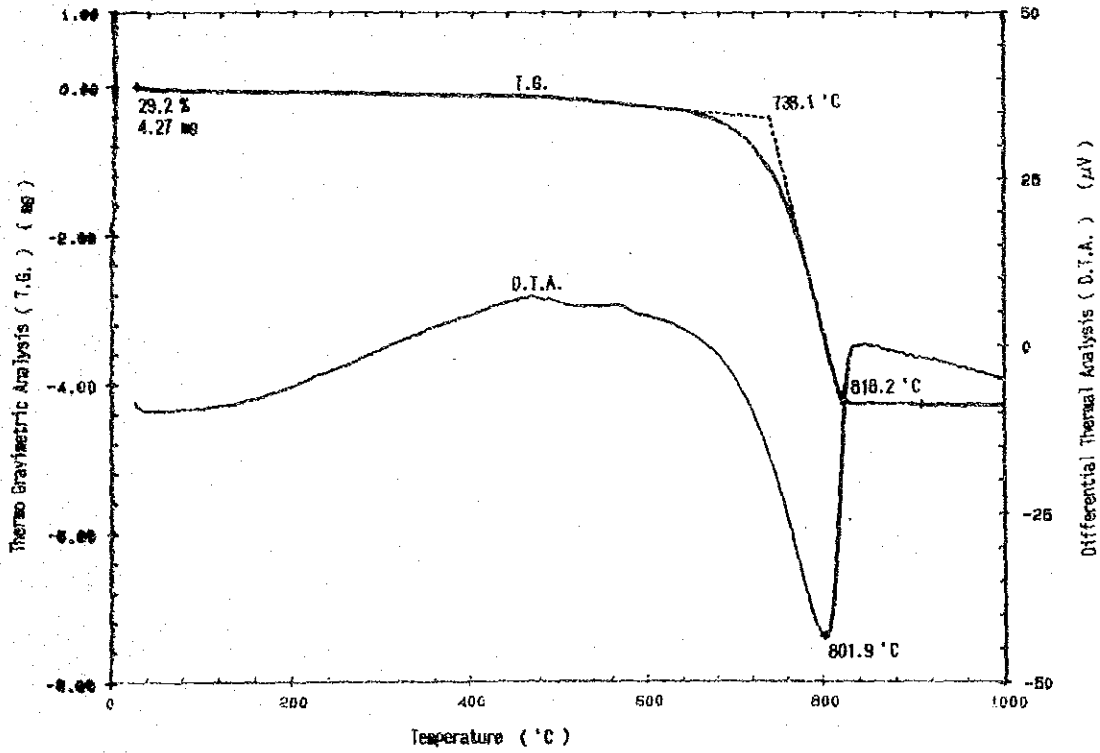
Sample : KHAD THAN PADAN

Sampling Time : 1.0 (sec)
Sample Weight : 15.625 (mg)
Heating Rate : 20.0 (°C/min)
Thermo Couple : PR



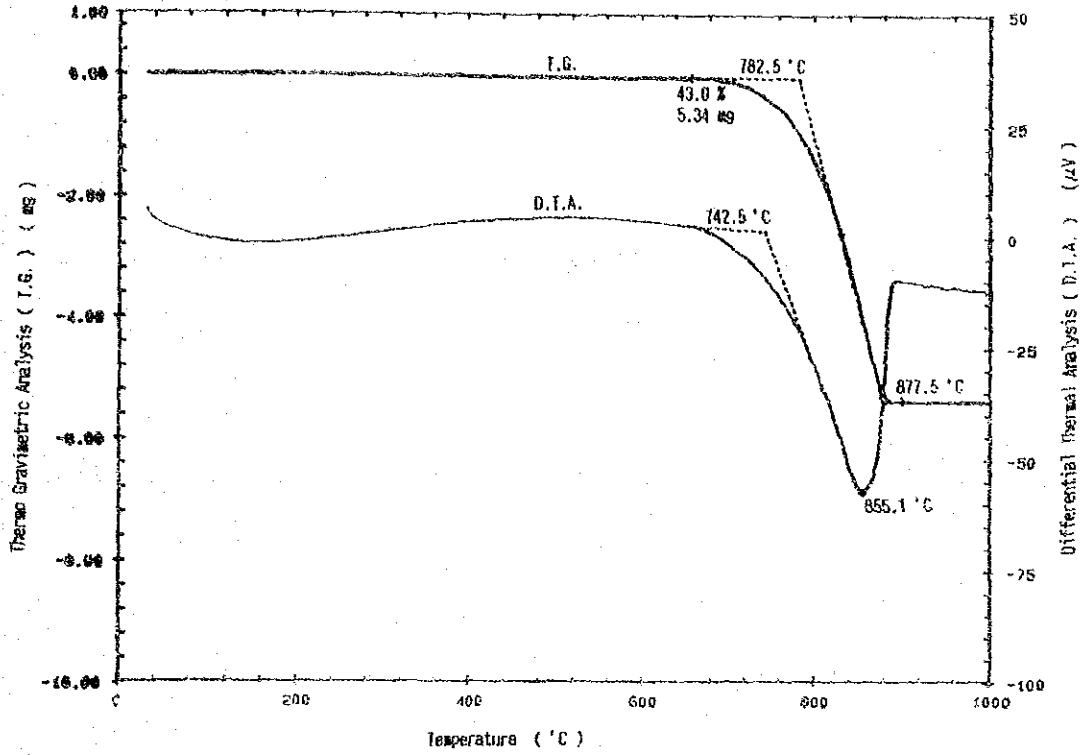
Sample : MAT KHAD DIN

Sampling Time : 1.0 (sec)
Sample Weight : 14.644 (mg)
Heating Rate : 20.0 (°C/min)
Thermo Couple : PR



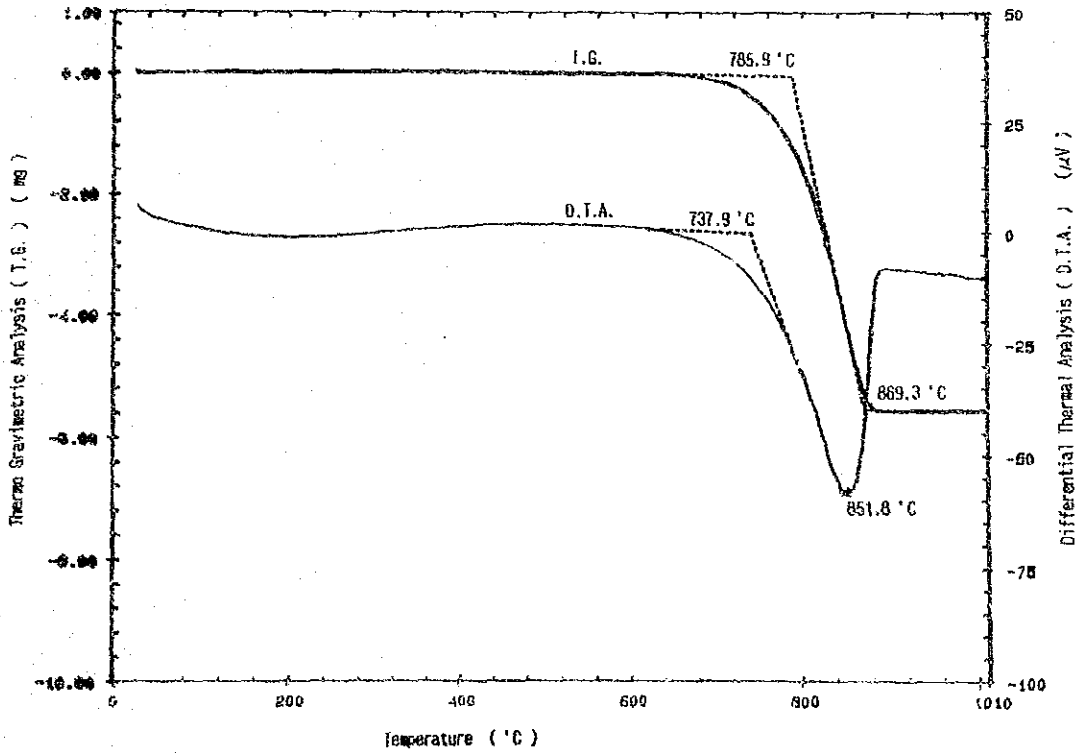
Sample : FUNAO (JAPAN)

Sampling Time : 1.0 (sec)
Sample Weight : 12.432 (mg)
Heating Rate : 20.0 (°C/min)
Thermo Couple : PR



Sample : SEKINUYAMA (JAPAN)

Sampling Time : 1.0 (sec)
Sample Weight : 12.981 (mg)
Heating Rate : 20.0 (°C/min)
Thermo Couple : PR



(6) 冷却水補給 (サイトNo.2)

サイトNo.2に於ける復水器冷却水システムについては、候補地点の近くにワンスルータイプの復水器冷却システムに供給出来るような十分な冷却水を取水可能な海や大きな川が無いために、冷却塔方式を採用する。

シンブン地区の気象データ及び水質データに基づき、5回の濃縮回数が選定され、この結果冷却水システムへの補給水として0.114m³/sの冷却水が必要となる。水質データを Table 4-12 に示す。

Table 4-12 Water Quality Analysis Results of Bang Kam Prat River Water

Items	Wier water	Dam Water		
		1 M.	6 M.	10 M.
Electrical conductivity ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	140.7	19	20	140
pH	6.9	7.1	6.9	6.6
M-alkalinity (mg CaCO_3/l)	60	50	54	60
Total hardness (mg CaCO_3/l)	54	50	50	50
Ca-hardness (mg CaCO_3/l)	44	38	38	38
Mg-hardness (mg CaCO_3/l)	10	12	12	12
Silica (mg SiO_2/l)	9.0	9.2	9.4	10.0
Chlorides (mg Cl^-/l)	7.0	9.0	8.0	6.0
Sulfatas (mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{l}$)	2.01	0.44	0.40	Trace
Total dissolved solid (mg/l)	115	86	87	112
Turbidity (mg/l)	20	4.5	6.0	12.0

Dam Water Analysis from 3 level at the depth, 1 meter, 6 meter and 10 meter

冷却水量に加え、 $0.016 \text{ m}^3/\text{s}$ のプラント水量を考慮する必要があり、プロジェクトに必要な全原水量は合計 $0.13 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

これらの用水の供給源としては、サイトNo.2付近を流れるBang Kam Prat川の上流にあるBang Kam Prat貯水池が適当と考えられる。この貯水池は、シンブン地区のかんがい用として王立かんがい局 (RID) が建設したものであるが、かんがい予定地域が本プロジェクトの対象地域と重複したため、BGATとRIDが協議した結果、発電事業を優先させることとなり、この結果かんがい予定面積が大きく減少し、発電所への用水供給余力が生じたものである (Appendix I 参照)。

発電所用水の送水ルートを図.4-11 に示す。

冷却用水供給コストの算出条件を Table 4-13 のサイトNo.2 欄に示す。

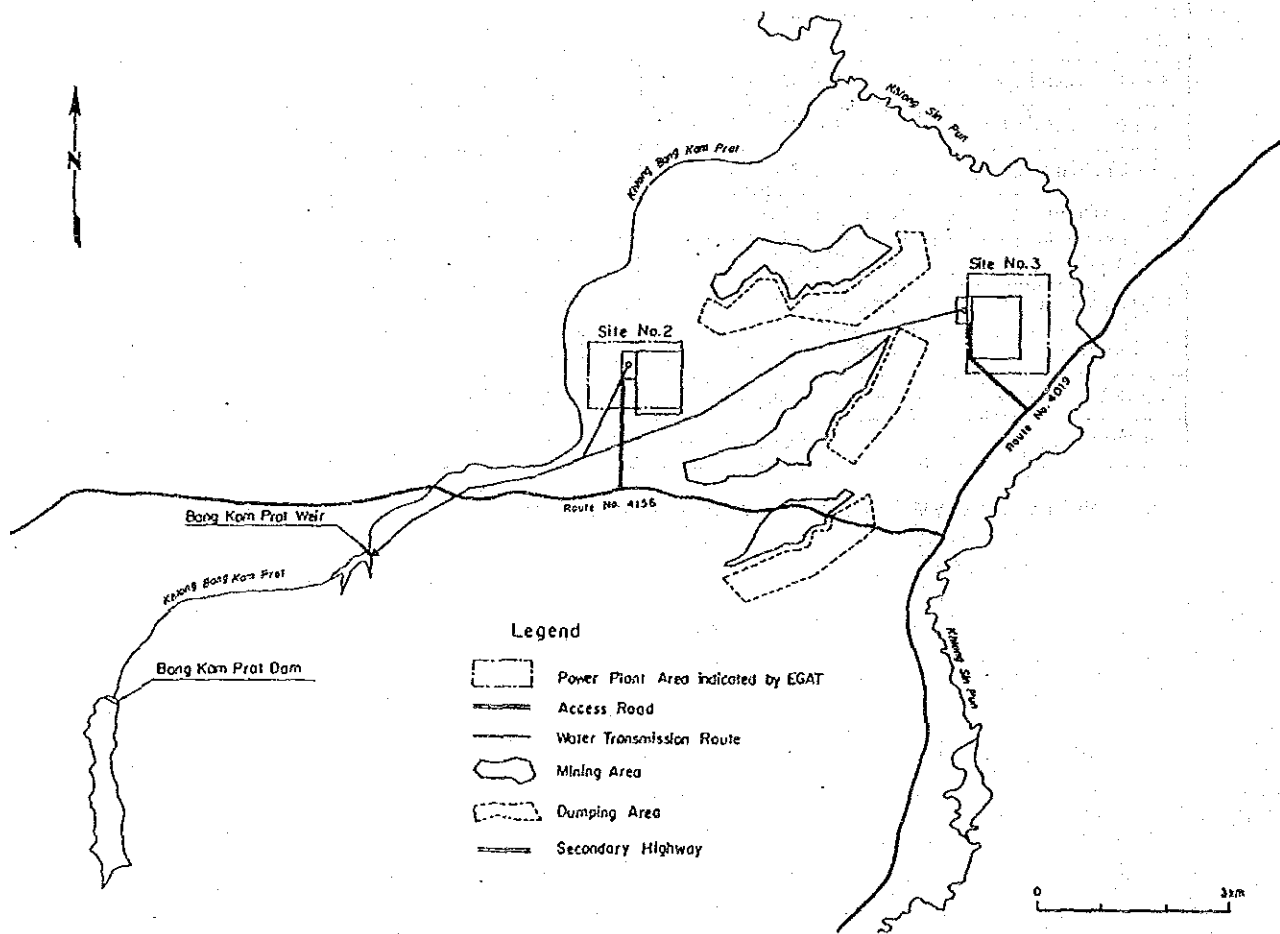


Fig. 4-11 Water Transmission Route and Access Road for Site No.2 and Site No.3

Table 4-13 Estimation Premises for Cooling Water Supply Cost

Item	Sin Pun Site No. 2	Sin Pun Site No. 3	Krabi Site No. 4
Quantity of Cooling Water	0.114 m ³ /sec (Quantity of Make up water at cycles of concentration = 5)	<---	<---
Major Facilities			
Cooling water intake & pump pit			
Cooling water intake pump	5 m ³ /min x 50 m ³ x 60 kW x 3	5 m ³ /min x 60 m ³ x 75 kW x 3	-
Screen or strainer	10 m ³ /min x 2	<---	Screen
Cooling water intake pipe	0.4 mφ x 6 km x 1 line	0.4 mφ x 12 km x 1 line	-
Cooling water tank	7,000 m ³ x 2	<---	-
Make up pump	5 m ³ /min x 30 m ³ x 35 kW x 3	<---	-
Cooling tower	8,910 m ³ /M x 2 (132 kW x 8)	<---	-
Cooling tower pit	1,500 m ³	<---	-
Circulation water pump	4,500 m ³ /h x 17.5 H x 260 kW x 4	<---	6,700 m ³ /h x 17 m x 380 kW x 4
Circulation water pipe	0.9 mφ x 600 m	<---	10 mφ x 160 m
Breed pump	0.6 m ³ /min x 30 mH x 4 kW x 4	<---	-
Discharge canal	-	-	4 mH x 2.5 mH x 460 mL
Maintenance cost/Year	Facility cost x 1.3%	<---	<---
Utility and cost			
Electricity consumption & cost	15,478 x 10 ³ kWh/year (1.26 Baht/kWh)	15,667 x 10 ³ kWh/year (")	8,326 x 10 ³ kWh/year (")
Chemical consumption & cost			
scaling & consumption & cost	4,680 kg/year (200 Baht/kg)	<---	-
slime control	2,880 kg/year (160 Baht/kg)	<---	-
Discount Rate	%	<---	<---
	10		

(7) 土地利用状況 (サイトNo.2)

当該地域は、主として森林及びゴム園を中心とする農地である。なお、本地域の一部は、王立灌漑省によるKhlung Bang Kam Prat灌漑計画の対象となっている。

発電所用地取得のために直接影響を受ける人家の数は、現時点では正確に特定できないが、サイト予定地内には約10戸の家屋が存在すると推定される。

EGATの報告書「Preliminary Environmental Investigation of the Sin Pun Lignite Development」によれば、「Sin Pun Lignite Developmentの対象地域の半分以上は国有林であり、土地の私有は制限されているが、これらの国有林を農地にするために広大な面積が正当な法的手続によらず伐採されている。土地の所有面積は適法なものも違法なものも含め、一戸当たり平均15ライ (約2.4ha) である。」

(8) 灰捨場 (サイトNo.2)

約 15.6×10^6 ton (19.5×10^6 m³) の灰がサイトNo.2での25年間の発電所運転により A-FBC ボイラから発生する。

一般に、山元発電所の場合、灰捨費を軽減するため灰は石炭の採掘跡に捨てる事が可能である。しかし本スタディでは将来の採掘計画に支障を与えないために別の場所に25年間の運転分の灰捨場を確保する事とし又、経済的に柔軟性を持たせる為にその灰捨場は3期に分けて建設すると仮定した。

運開後25年間の灰捨に必要な面積は灰の積み高さを約50mとすれば約67ヘクタールとなる。この広さの場所は発電所用地に隣接する4~10m標高の低い場所に確保出来る。(Fig. 4-3 参照)

灰は30トンダンプに積まれ灰捨場に運ばれるが、運搬距離は約1kmである。サイト周辺には飲料水として井戸水を利用している住民が住んでおり、浸透水の地下水への影響を防ぐ為に灰捨場の周囲に遮水壁を設置する必要があると思われる。なお、遮水壁としては灰捨場の遮水方式として実績の多い鋼矢板壁が適当と考えられる。

灰捨コスト算出条件を Table 4-14 のサイトNo.2 欄に示す。

(9) 送電線ルート (サイトNo.2)

1) 第三地域の送電線の現状

既設の基幹送電系統は230KVと115KV送電線から構成されている。230KV送電

Table 4-14 Estimation Premises for Ash Disposal Cost

Item	Sin Pun Site No. 2	Sin Pun Site No. 3	Krabi Site No. 4
1. Amount of Ash (dry)	15,590,000 ton (19,490,000 m ³) 624,000 ton (780,000 m ³) 2,136 ton (2,670 m ³)	<--- <--- <---	15,770,000 ton (19,710,000 m ³) 631,000 ton (788,000 m ³) 2,150 ton (2,700 m ³)
2. Distance from Ash silo to Disposal area (Average)	1.0 km	1.0 km	2.5 km
3. Truck	8 years 31.8 ton 4 0.063 ℓ/ton.km 0.33 US/ℓ Fuel Cost x 20% 5,400,000 Baht Truck cost x 5%	<--- <--- <--- <--- <--- <--- <--- <---	<--- <--- 5 <--- <--- <--- <--- <---
4. Bulldozer	25 year 500 ton/h.50 m (228 ps) 1 28.3 ℓ/h (average) 0.33 US/ℓ Fuel Cost x 20% 32,900 K¥ Bull. Cost x 5%	<--- <--- <--- <--- <--- <--- <---	<--- <--- <--- <--- <--- <--- <---
5. Labour and annual cost driver	8 x 4480 = 35,840	<---	9 x 4,480 = 40,320
6. Discount Rate	10.0	<---	<---

線は、Songkhlaの南Hat Yai No.2を起点にPhat Thalung、Nakhon Si及びKhanomを經由しSurat Thaniに接続されており、この送電線は全ルート約345km間を2回線で構成されている。更に230KV送電線は、Surat ThaniからRajjaprabh水力発電所間51.3kmが既に運用されている。

115KV送電線は、230KV送電線が建設されるまでは、この地域の唯一の基幹送電線として重要な役割を果たしてきた。現在も尚、ブーケットを含む西部の地方では最も重要な基幹送電線として運用されている。その他の第三地域では、230KV送電線を補完する重要な基幹送電線として運用されている。

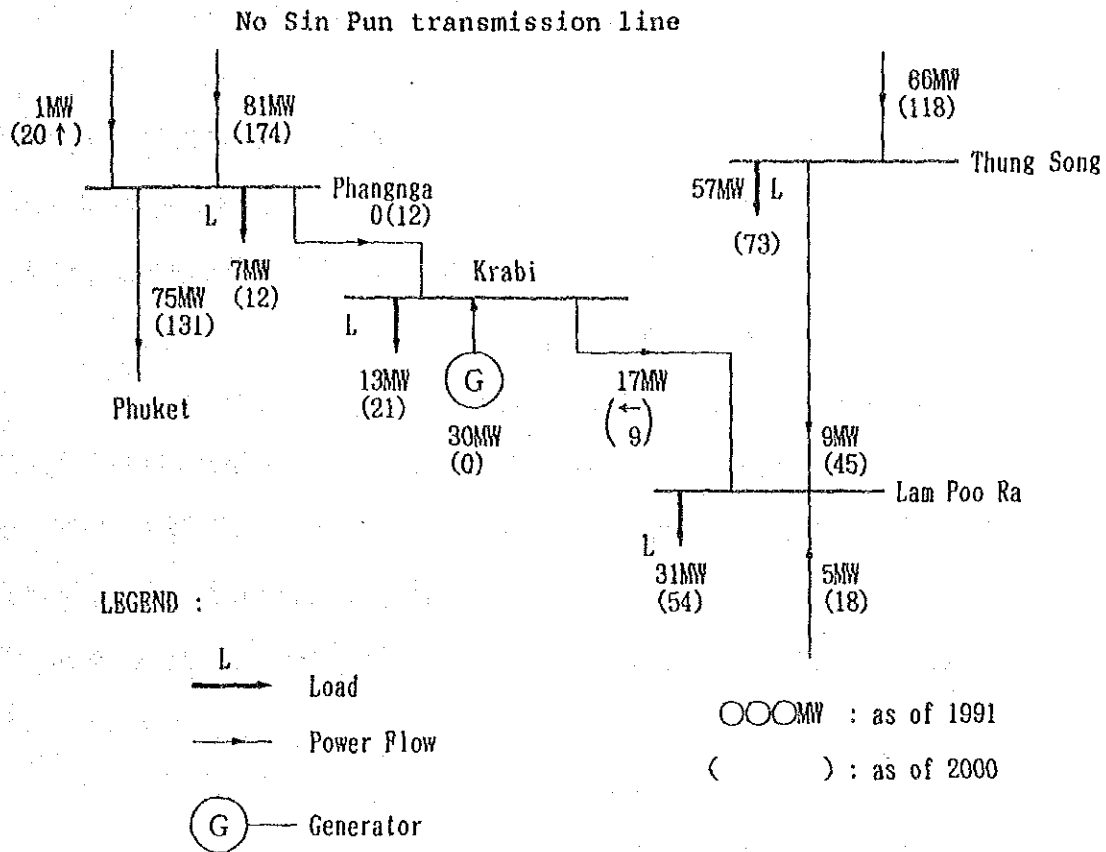
一方、第一地域との連系送電線は、230KVと115KVのそれぞれ2回線があり、マレーシアとの連系は115KV/132KV 1回線が既に運用されている。

2) 第三地域の送電系統拡張計画

第三地域の送電線拡張は、第6次5ヶ年計画(1987~91)の中で、積極的に進められている。一方、同時期にKaeng Krung水力発電所、Khanom Combined Cycle等大規模な電源の開発も進められており、これに引き続きSaba Yoiリグナイト火力発電所の開発も計画されている。これら電源の開発に伴い、更に送電線の拡張計画が必要となり、既設の230KV送電線とはほぼ平行して南部のSaba Yoiから、Surat Thani迄新しい230KV送電線の建設が計画されている。西部地方では、Kaeng KrungからRajjaprabha迄115KV送電線が、又東部のNakhon Si ThammaratからRenut迄115KVそれぞれ2回線が計画されている。このようにEGAT作成のPAPにのっとり送電線の建設が計画されているが、これに伴い新しい変電所の建設及び増設が計画されている。本計画地点近傍のThung Song変電所も増強計画があり、現在の115KVの他に230KV送電線も将来には取り込む計画である。

一方、1991年現在の電力潮流及び2000年の潮流予想を以下に示す。

Fig. 4-12 Power Flow as of 1991 and 2000



現状では、南部には電源が極端に不足しているために、電力潮流方向は北から南へ向いている。

3) シンブン地域の送電線

シンブン地域には既設の送電もなく、又、現在では具体的な計画もない。この事から以下3つの方法が考えられる。

- (a) 東南東方向約50km Thung Songへ1回線
- (b) 南西方向約60km Krabiへ1回線
- (c) Thung Song、Krabiへそれぞれ1回線

電圧は、115KV又は230KVを推奨する。

以下にそれぞれのケースについて、比較結果を示す。

(a) Thung Songへ1回線

建設費は比較的小さく、経済性はいい。発電された電力の一部はThung SongからLam Poo Raを経由して、Krabi方向へ流れるが、ほぼバランスしている。

(b) Krabiへ1回線

西部地域には電源設備は少ない。この事から特にKrabiが1996年にリタイヤしてからは、このケースが有利になってくる。しかしながらPhangnga Krabi、Lam Poo Ra、Thung Song間が容量不足のために、この間の増強が必要となり、これに対する費用が大きい。

(c) Thung Song及びKrabiへそれぞれ1回線

合計の送電線延長が最も長くなることから、建設コストは高くなり、経済性に難がある。又、Thung Song方向の送電線の停止時に備え(b)と同様、既設設備の増強が必要となるか、又は、Sin Punの開閉所の母線を分離する必要がある。

現段階では上記3案の内、経済的、技術的に最も有利と思われる(1)を採用することとしたい。

(10) サイトへのアクセス道路 (サイトNo.2)

サイトの南側を東西方向に走る国道4156号線より、サイトへのアクセス道路を設置することが適当と考えられる。このアクセス道路の延長は約1.7kmである。

(Fig. 4-11 参照)

(11) 利用可能設備 (サイトNo.2)

No.2 サイトはThung Song及びKrabiから各々55km、70km離れた農業地域にあり、近くに建設に利用可能な既存施設は少ない。建設用電源はサイトから約15km離れたThung Yaiより新しく引かねばならず、用水は井戸を新しく掘って供給する必要があり、排水はその水が農園及び近傍の住民の水浴に利用されている為、水質を検査・調整後小さな川に排水しなければならない。

砂利はサイト周辺に石灰石の露頭が沢山あり近傍で容易に入手可能であり、セメント工場はThung Songにある。

小さなレストランはThung Yaiにあるが、ホテルはKrabiかThung Songにしか無い。従業員の日常生活のためにはThung Yaiに社宅を建てることを推奨する。

(12) 環境影響

1) 排ガス対策

① ばいじん

サイクロンとESP又はバグフィルターの組合せにより、排出基準500mg/m³Nの達成は可能と考えられる。

② 一酸化炭素

排ガス中の一酸化炭素濃度は、炭種、石炭粒径（微粉の有無）により異なるが、これまでの実績では100～400ppm程度であることから、排出基準値800ppmに対しては、特別の対策は必要なく達成可能と考えられる。

③ 二酸化硫黄

燃焼試験結果から、炉内脱硫にて排出基準値700ppmは達成可能と考えられる。

④ 窒素酸化物

燃焼試験結果から、特別の対策は必要なく達成可能と考えられる。

2) 排水対策

地点的に内陸であるため、冷却水、灰捨場余水の放流は河川に行く必要があり、下流域での河川水利用に対する配慮が必要であることも考えられる。

3) 固体廃棄物

今回計画で排出が予想される廃棄物は石炭灰が主であり、これについては、排水対策に集約される。

4) その他

におい、騒音、振動等については、一般条項があるのみであり本地点ではこれらが問題となることは考えられない。

(13) 装置輸送（サイトNo.2）

Fig. 4-13に候補地点までの装置輸送ルートを示す。

下記ルートにつき橋の状況に関し調査を行った。

	距離	ルートNo. (道路番号)
i) Songkhla国際港からサイトNo.2	258km	4083-4017-403- 41-4019-4038-4156
ii) Phuket国際港からサイトNo.2	250km	402-4-4037-

iii) クラビ発電所からサイトNo.2

66km

4-4037-4156

道路はいたる所舗装しており、建設資材の輸送にとって良好な状態である。

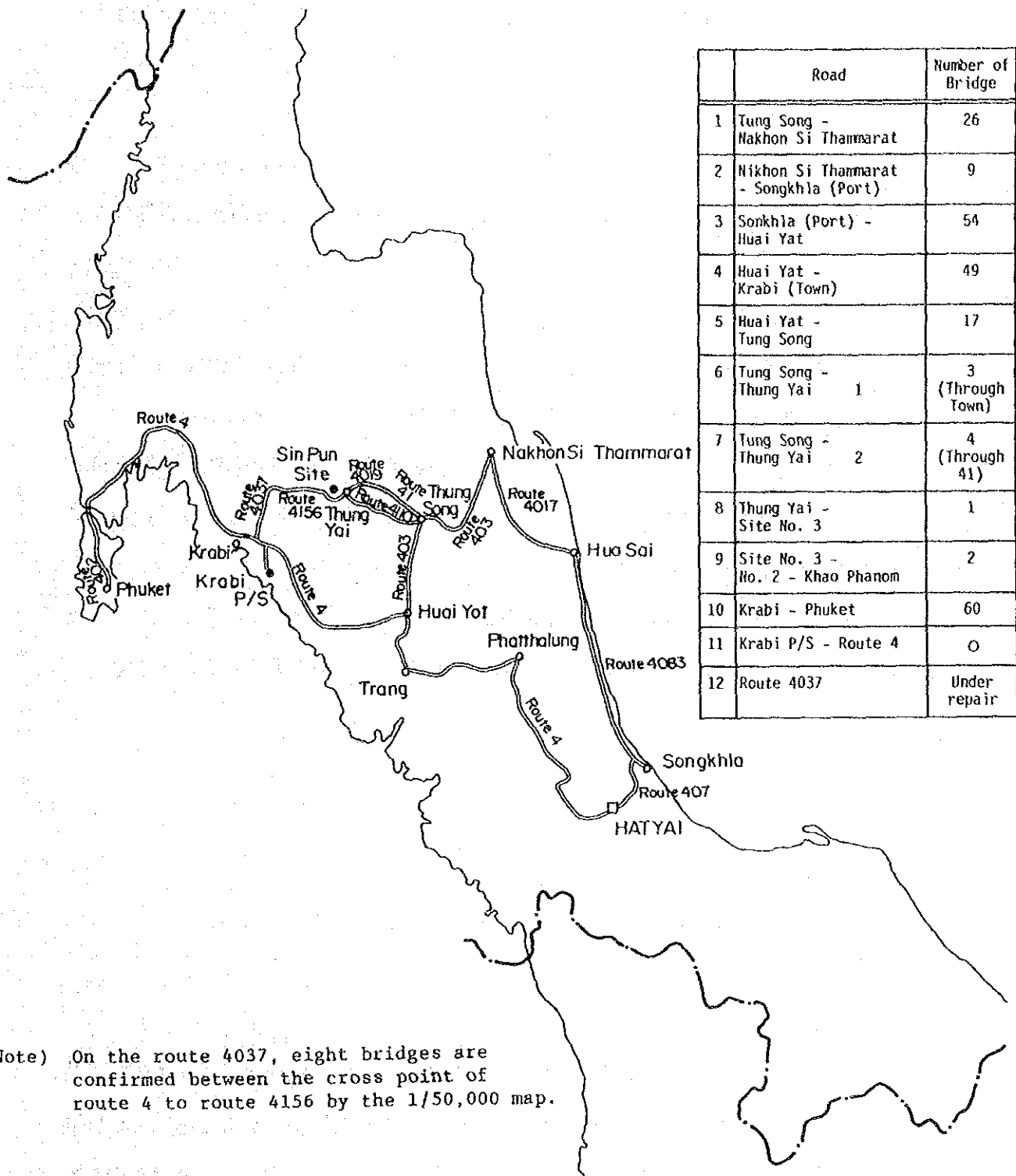
2×75MWユニットに使用される装置及び資材の全重量は、一般的に約35,000tである。

2×75MWユニットの最大重量装置は、発電機固定子で88.3MVAの空冷式で約100tである。(水素冷却式は125tである。)

重量物輸送には、Soukhla港及びPhuket港からの内陸輸送は、途中に多数ある橋の梁の多くが400mmの厚みで5～9m間隔の柱を支えていることから補強が必要であるため適切ではない。

上記のことから考え、輸送費算出には、下記の輸送方法を採用した。

- i) Phuket国際港で荷上げ
- ii) クラビ発電所までバージ船にて輸送
- iii) バージ船から荷上げして、トラック輸送にてFig. 4-17のルート(a)に示す道路で運ぶ。



Note) On the route 4037, eight bridges are confirmed between the cross point of route 4 to route 4156 by the 1/50,000 map.

Fig. 4-13 Road Transportation and Bridge near Candidate Site

4.3.5 サイトNo.3 (Bang Saiリグナイト鉱山東方)

(1) 気象 (サイトNo.3)

サイトNo.3の気象条件はサイトNo.2と同様であり、本サイトに関連する気象データは Table 4-4 に示すとおりである。

(2) 地形及び発電所位置 (サイトNo.3)

EGATよりサイトNo.3として指示されている区域は、北方に流れるSin Pun川の左岸側に位置している。同区域の西端境界付近には標高+40.00m程度の丘陵地があるが、それ以外の大部分は標高+28.00m～+30.00m程度の比較的平坦な低地となっている。発電所位置の暫定案を Fig. 4-14 に示す。この暫定案においては、ヤードの一部がEGATの指示区域からはみ出すものの、岩盤標高が比較的高いと推定される西端境界付近の丘陵地に標高+34.00mの機器ヤードを配置した。

この標高は、Sin Pun川のWat Khong Liap測水所における既応最大洪水位+32.514m (1988年11月24日) より約1.5m高いが、洪水に対する安全性の観点からはもう少し高い方が望ましいので今後検討を要する。

灰捨場は機器ヤードの東側に広がる比較的平坦な低地に配した。灰捨場の外周には、機器ヤードと同じ天端標高を有する不透水性の護岸を設置するものとする。

(3) 地質 (サイトNo.3)

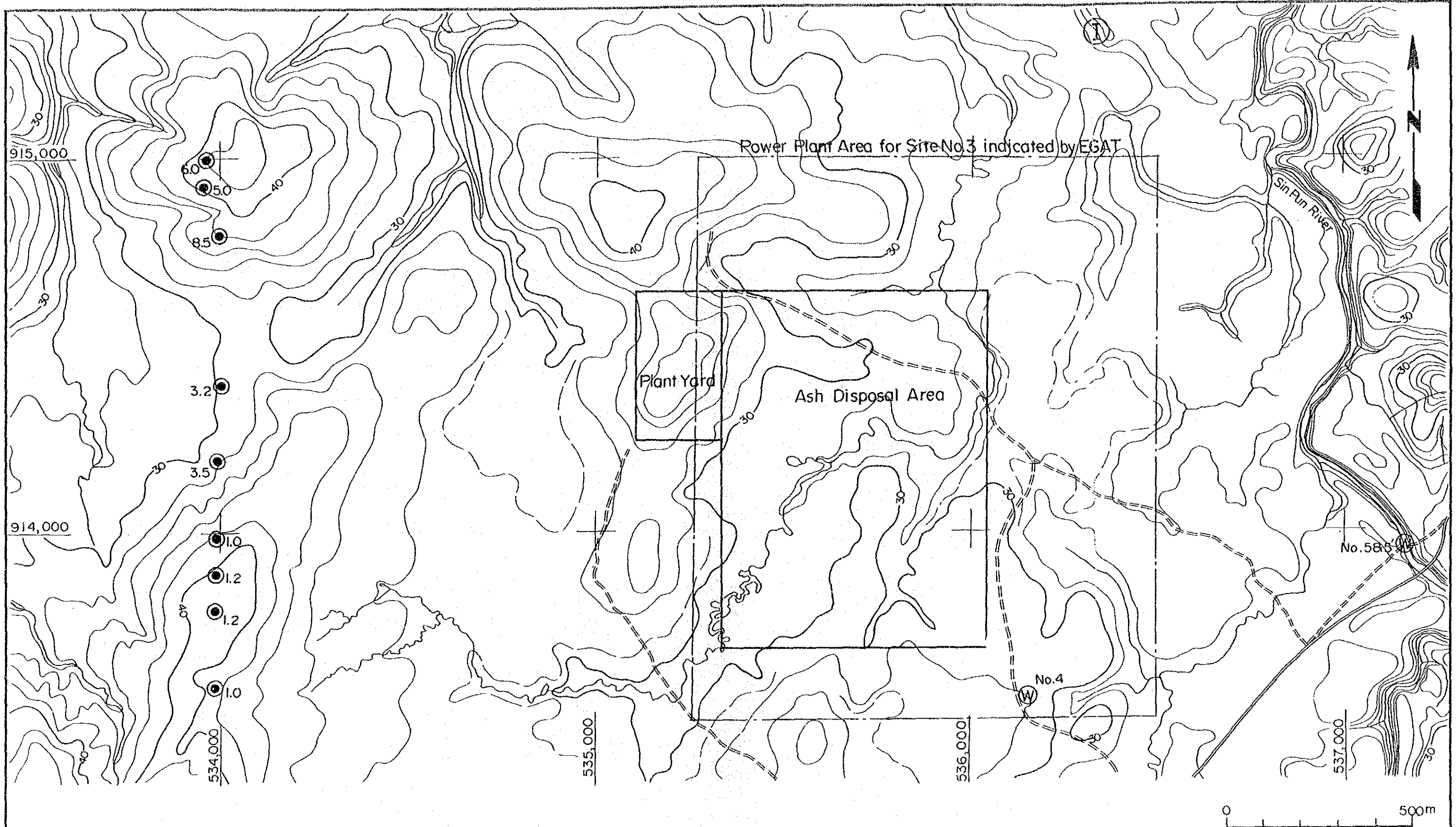
1) 計画地域の地質概要

計画地域の地質概要は4.3.4 (3) 1) で述べたものと同じである。

2) サイトNo.3の地質

サイトNo.3の基礎岩盤は、サイトNo.2の場合と同じく粘土岩、シルト岩、泥岩、砂岩、礫岩及び石灰岩といった半固結ないし固結した堆積岩からなるMuang En層と推定される。EGATの作成した地質図 (1987) によれば、本サイトではこの基礎岩盤は、沖積堆積物に被われている。

褐色の砂質シルトから成る沖積堆積物及び著しく風化した褐灰色シルト岩の露頭が本地点で見られた。プラントヤード計画区域には沖積堆積物は分布せず、表土及び風化残留土の厚さは2-3m程度と推定される。沖積堆積物に覆われている第



LEGEND

- 5.0 Drill Hole and Depth of Bedrock in Meter
- ① Simple Seismic Prospecting Line

- Ⓜ No.1 Sampling of Water and Sample Number

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

Power Plant Yard Location
for Site No. 3

Fig. 4 - 14

三紀の堆積岩から成る基礎岩盤は、地表付近では風化が進んでいるものと推定されるが、地表部を数m掘削すれば、この岩盤は十分に構造物の基礎として利用することが可能であろう。一方、灰捨場計画区域はシンブン川に近い比較的標高の低い地域に位置し、厚い沖積堆積物が分布するものと推定され、その層厚はおよそ5-8m程度と見積もられる。(Fig. 4-14及び Table 4-6参照)

3) 簡易弾性波探査結果

探査測線は長さ30mで、Fig. 4-14 に示す様にサイトの北東側に位置する。測定は4.3.4 (3) 3) で述べたものと同一の方法で実施した。

データは萩原の方法でFig. 4-7 に示すように解析した。その結果350m/sと1,200 m/s の2つの速度層が得られた。厚さ4-5mの第1層は、表土及び沖積堆積物に対応し、第2層は風化の進んだMuang En層の岩盤に対応するものと考えられる。

4) サイトNo. 3の水理地質

(a) 地下水位 (以下の記述はサイトNo. 2の場合と同じである。)

EGATが実施した水理地質調査の結果によれば、本サイトの地下水位は地表面下1-6mとされている。JICAチームの野外踏査でも、井戸で観察された地下水位は地表面下4-5mであった。これらのデータによれば本サイトの地下水位はかなり高いと言える。

(b) 透水性 (以下の記述はサイトNo. 2の場合と同じである。)

EGATが実施した既存のパッカー法透水試験の結果によれば、本サイトの岩盤は、石灰岩、砂岩及び地表付近の風化の進んだ部分が高透水性と成っている以外は、透水性が極めて低い ($10^{-8} \sim 10^{-7}$ cm/s) と言える。

(c) 水質

地表水と地下水の測定および分析の結果をTable 4-7 に示す。本サイトの水質もサイトNo. 2と特に異なるものではないが、サンプルNo. 4の電気伝導度は、他のデータの値よりもかなり小さい。これはシンブン地域にいくつかの異なっ

た性格の帯水層が存在する可能性があることを示している。

(4) リグナイト供給 (サイトNo.3)

サイトNo.3の2×75MW A-FBC に供給される全てのリグナイトは、シンブン埋蔵区から供給される。

炭鉱からサイトNo.3の貯炭場まで31.8トトラックを使用してリグナイトを輸送する。リグナイト輸送ルートは Fig.4-8 のルート(B) に示す。

リグナイト輸送費算出に設定した条件を Table 4-8 のNo.3の項に示す。

(5) 石灰石供給 (サイトNo.3)

サイトNo.2と同様に、サイトNo.3についてもKhao Tham Horaの石灰石を使用することを推奨する。サイトNo.3への石灰石供給ルートを Fig.4-10 のルート(B) に示す。

石灰石供給のために必要な費用計算の条件を Table 4-11 サイトNo.3の項に示す。

(6) 冷却水補給 (サイトNo.3)

サイトNo.3に於ける復水器冷却システムについては候補地点の近くにワンスルータイプの復水器冷却システムに供給出来るような十分な量の冷却水を取水可能な海や大きな川が無いために冷却塔方式を採用することが必要で、サイトNo.2と同じく0.13m³/sの原水がプロジェクトに必要となる。

この用水の供給源は、サイトNo.2と同じく、Bang Kam Prat貯水池が適当と考えられる。なお、代替案としてサイト付近を流れるSin Pun川より取水する案もあり得るが、新たに取水ダムを設置しなければならないので経済性、社会環境面からみて有利とは考えられない。サイトNo.3への送水ルートを Fig.4-11 に示す。

冷却用水供給のコスト算出条件を Table 4-13 サイトNo.3の項に示す。

(7) 土地利用状況 (サイトNo.3)

当該地域は、主として森林及び水田、ゴム園を中心とする農地である。

発電所用地取得のために直接影響を受ける人家の数は現時点では正確に特定できないが、サイト予定地内には約5戸の家屋が存在すると推定される。サイトNo.2と

比べ、本地域は人口密集地であるThung Yaiの町に近い。

EGATの報告書「Preliminary Environmental Investigation of the Sin Pun Lignite Development」によれば、「Sin Pun Lignite Developmentの対象地域の半分以上は国有林であり、土地の私有は制限されているが、これらの国有林を農地にするために広大な面積が正当な法的手続によらず伐採されている。

土地の所有面積は適法なものも違法なものも含め一戸当たり平均15ライ（約2.4ha）である。」

(8) 灰捨場（サイトNo.3）

条件はサイトNo.2 とほぼ同じであり、灰捨場は発電所用地の東側に隣接して確保出来る。

灰捨コスト算出条件を Table 4-14 のサイトNo.3 欄に示す。

(9) 送電線ルート（サイトNo.3）

送電線ルートの選定条件はサイトNo.2 と同じとなる。よってケース(a)のルートつまり、Thung Song 1 回線を採用することとしたい。

(10) サイトへのアクセス道路

サイトの南側を北東 — 南西方向に走る国道4019号線からサイトへのアクセス道路を設置することが適当と考えられる。このアクセス道路の延長は、約1.7kmである。（Fig. 4-11 参照）

(11) 利用可能設備（サイトNo.3）

No.3 サイトはThung SongとKrabiから各々50km、80km離れた所に位置しており、条件はサイトNo.2 とほぼ同一である。

(12) 環境影響（サイトNo.3）

1) 排ガス対策

① ばいじん

サイクロンとESP又はバグフィルターの組合せにより、排出基準500mg/m³Nの達成は可能と考えられる。

② 一酸化炭素

排ガス中の一酸化炭素濃度は、炭種、石炭粒径（微粉の有無）により異なるが、これまでの実績では100～400ppm程度であることから、排出基準値800ppmに対しては、特別の対策は必要なく達成可能と考えられる。

③ 二酸化硫黄

燃焼試験結果から、炉内脱硫にて排出基準値700ppmは達成可能と考えられる。

④ 窒素酸化物

燃焼試験結果から、特別の対策は必要なく達成可能と考えられる。

2) 排水対策

地点的に内陸であるため、冷却水、灰捨場排水の放流は河川に行く必要があり、下流域での河川水利用に対する配慮が必要であることも考えられる。

3) 固体廃棄物

今回計画で排出が予想される廃棄物は石炭灰が主であり、これについては、排水対策に集約される。

4) その他

騒音、振動等については、一般条項があるのみであり、本地点ではこれらが問題となることは考えられない。

(13) 装置輸送（サイトNo.3）

サイトNo.2と同様な状況であるため、下記の輸送方法を採用した。

i) Phuket国際港で荷上げ

ii) クラビ発電所までバージ船にて輸送

iii) バージ船から荷上げして、トラック輸送にてFig. 4-17のルート(b)に示す道路で運ぶ。

4.3.6 サイトNo.4 (クラビ発電所)

(1) 気 候 (サイトNo.4)

シンブン地区と同じく、本サイト付近も熱帯性気候であり、通常5月から11月までが雨期、12月から4月までが乾期となっている。サイト付近で測定された気象データを Table 4-15 に示す。

Table 4-15 Meteorological Data near/ at Site No. 4

1) Temperature

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Mean	28.0	28.8	29.4	29.5	28.5	28.2	27.8	27.9	27.3	27.4	27.5	27.7
Max.	31.5	32.6	33.2	33.2	31.7	31.2	30.9	30.9	30.4	30.6	30.6	30.9
Min.	23.4	23.7	24.2	24.6	24.5	24.4	24.1	24.3	23.9	23.8	23.8	23.7

Station: Phuket

Recording Period: 1951-1980

2) Rainfall

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
8	14	43	123	266	131	168	256	317	308	181	80	1,895

Station: Krabi Power Plant

Recording Period: 1985 - 1990

3) Wind

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
Prevailing Wind Direction	NE	E	E	E	W	W
Mean Wind Speed	5.2	4.6	4.1	3.4	3.2	4.3
Max. Wind Speed	25 E	26 NE,E	30 NE,E	35 NE	30 W	40 SW
	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Prevailing Wind Direction	W	W	W	W	NE	NE
Mean Wind Speed	4.2	5.0	4.0	3.3	3.9	5.3
Max. Wind Speed	45 SW	35 SW,W	40 W	40 W	27 NE	28 NE

Station: Phuket

Recording Period: 1951 - 1980

* 1 knot = 0.514 m/sec

(2) 地形及び発電所位置 (サイトNo.4)

本サイトは、既設Krabi発電所の北側に隣接しており、この付近の標高は+5.00 m～+15.00m程度である。

発電所位置の暫定案を Fig. 4-15 に示す。

冷却用水路の延長ができるだけ短く、かつ発電所設備の基礎として好ましくない既設Krabi発電所の灰捨場を避けた位置に機器ヤードを選定した。機器ヤードの標高は、サイト付近の地形をも考慮し、既設Krabi発電所の敷地標高と同じ+7.00mとした。

(3) 地質 (サイトNo.4)

1) 計画地域の地質概要

タイ国地質図 (スケール1/250,000, DMR刊行) に従って、計画地域周辺の層序と岩質をまとめるとTable 4-5 のとおりである。DMRとBGATの地質図に基づいて編集した計画地域の地質図をFig. 4-4 に示す。

クラビ地域にはペルム紀～石炭紀、中生代および第三紀の堆積岩類が分布している。クラビリグナイトは主に浅海性ないし沿岸域の環境下で堆積した第三紀のクラビ層群中に挟在している。平野部および沿岸部ではこれらの堆積岩類は、それぞれ沖積堆積物 (ないし段丘堆積物および崩積堆積物) および海浜堆積物によって覆われている。

クラビ層群の地層の一般走向は南北方向で、傾斜は20～40° 東から10～20° 西へと褶曲によって変化する。この地域には北東-南西と北西-南東方向の2つの主要な正断層系が発達している。これらの断層は第三紀後期から第四紀初期に形成されたものと言われている。(Chaodumrong et al., 1983)

2) サイトNo.4の地質

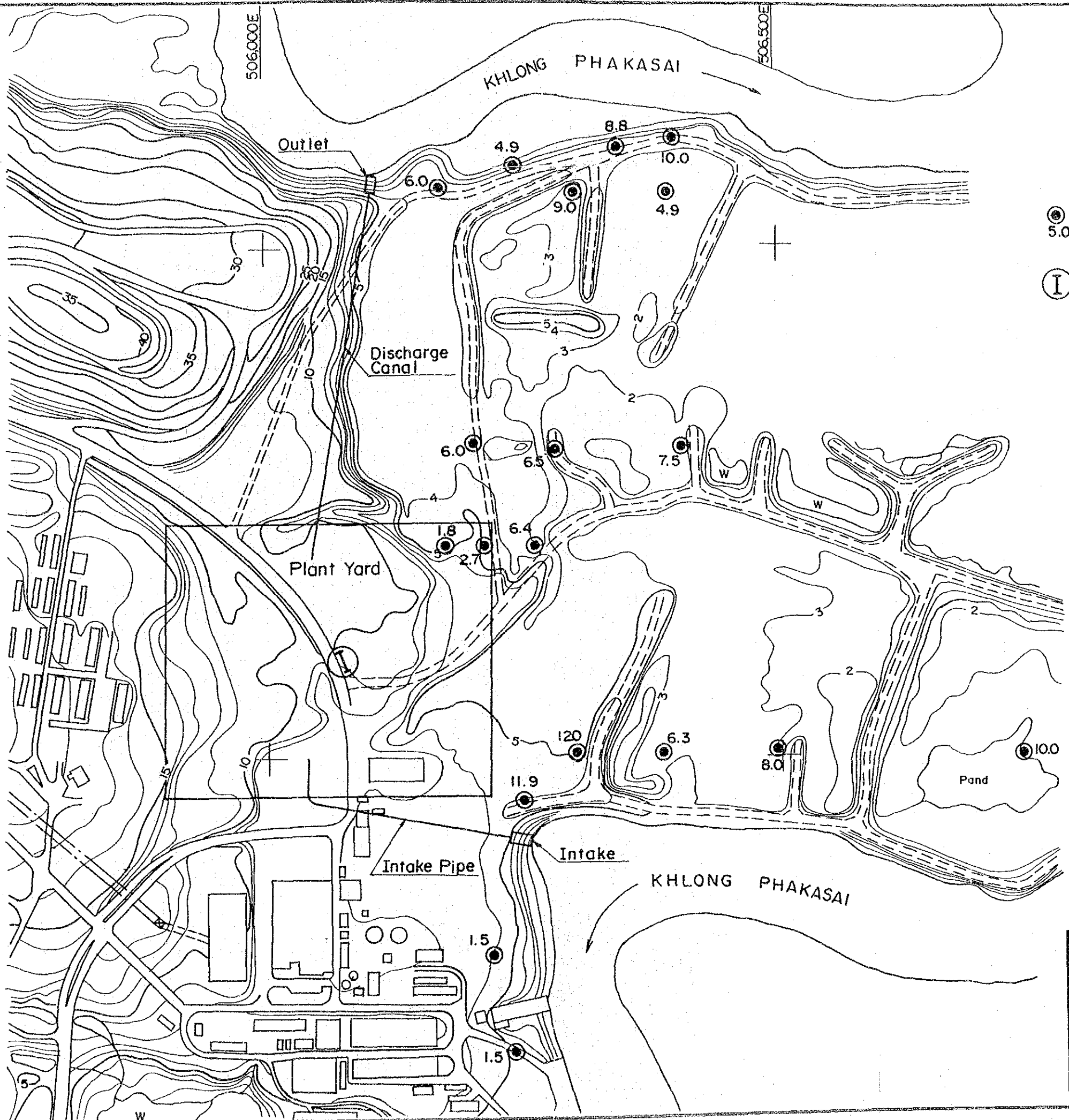
EGATの行ったボーリング調査の結果によれば、クラビ層群は下位の地層から順にFig. 4-16に示したように6つの層に区分することができる。サイトNo.4の基礎岩盤は、粘土岩、シルト岩及び砂岩といった半固結ないし固結した堆積岩からなるBangPu Dum層と推定される。この地層の一般的な走向傾斜は、N-S 20° E である。NNE-SSW の走向の1本の正断層がサイトに存在し、その断層の長さは約 6km、

883,500N

883,000N

506,000E

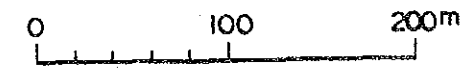
506,500E



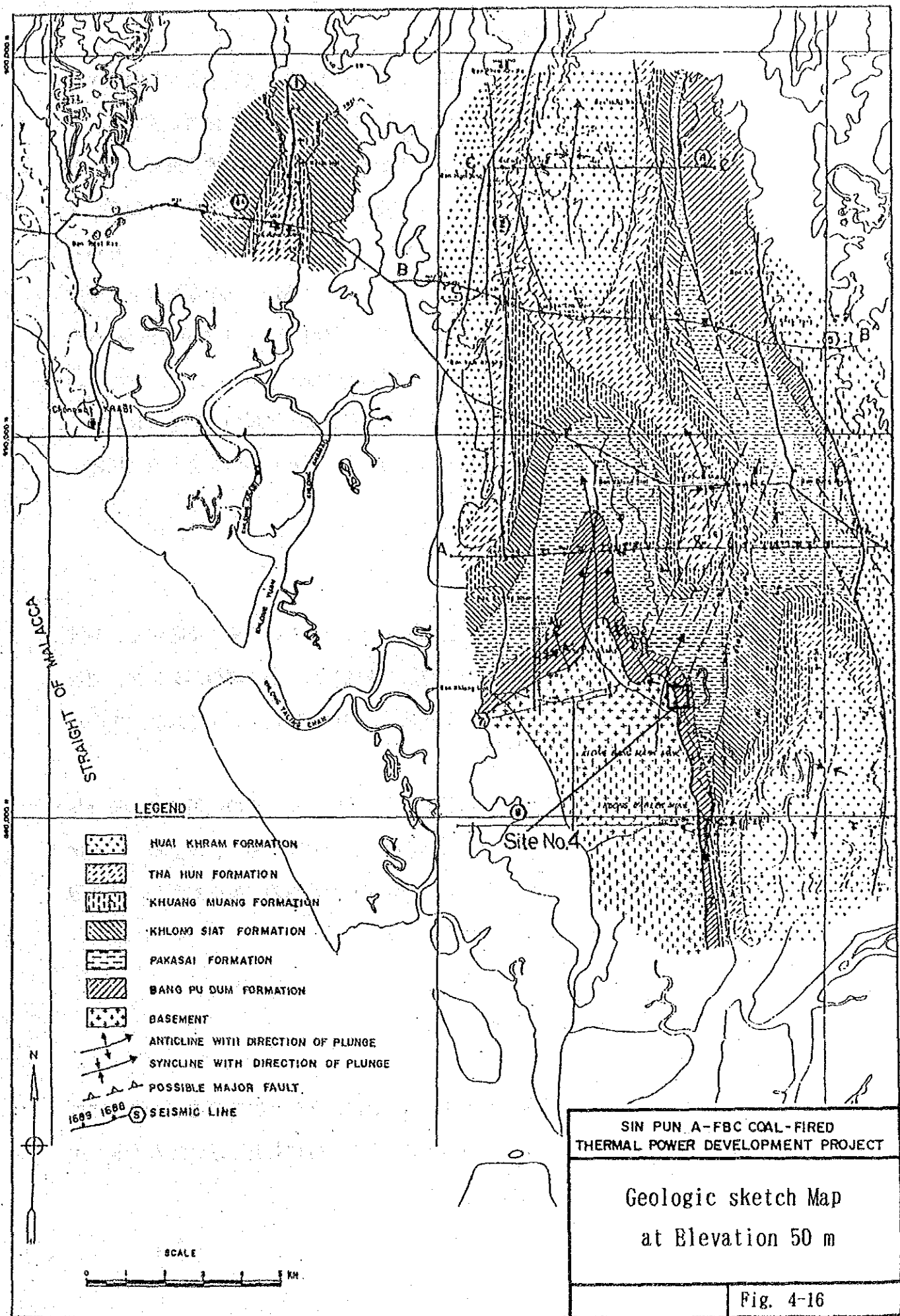
LEGEND

⊙ 5.0 Drill Hole and Depth of Bedrock in Meter

I Simple Seismic Prospecting Line



SIN PUN A-FBC COAL-FIRED THERMAL POWER DEVELOPMENT PROJECT	
Power Plant Yard Location for Site No.4	
	Fig. 4-15



変位量は数十m以上であるとされている。

既設の取水口付近のパカサイ川の川岸には、灰色のシルト岩の露頭が観察されるが、パカサイ川周辺には最大10m以上の厚さの沖積堆積物が分布している。プラントヤード計画地点には沖積堆積物はほとんど分布しないものと推定され、表土および風化残留土の厚さは、リグナイト鉱山のための調査ボーリングのデータによれば、1-2mと推定される (Fig. 4-15参照)。第三紀の堆積岩から成る基礎岩盤は、地表付近では風化が進んでいるものと推定されるが、地表部を数m掘削すれば、この岩盤は十分に構造物の基礎として利用することが可能であろう (Table 4-6 参照)。

灰捨場計画区域の地質に関しては情報が無いが、この区域の地形から判断して、第三紀の堆積岩が分布し、沖積堆積物は分布せず、厚さ1-2mの表土と風化残留土に覆われているものと推定される。

3) 簡易弾性波探査結果

探査測線は長さ20mで、Fig. 4-15 に示す様にサイトの中央に位置する。測定は4.3.4 (3) 3) で述べたものと同一の方法で実施した。探査測線がシンパン地点の2測線に比べて短いのは、本地点が稼働中の発電所に近く、ノイズが大きかったためである。

データは萩原の方法でFig. 4-7 に示すように解析した。その結果 500-600 m/s と1,250 m/s の2つの速度層が得られた。厚さ1-3mの第1層は、表土および風化の進んだ岩盤あるいは人工的に乱されたBang Pu Dum 層の岩盤に対応し、第2層は風化した岩盤に対応するものと考えられる。

4) サイトNo. 4の水理地質

(a) 地下水位

EGATが実施した水理地質調査の結果によれば、クラビ区域の地下水位は地表面下0-6mとされている。本サイトの標高は海面水位に非常に近いいため、本サイトにおける地下水位は2-3m以下である。

(b) 透水性

透水性試験のデータはないが、同様な地層であるシンブン層群の透水性からの類推と、サイト北方のBang Pu Dum ピットでの湧水が極めて少ない事実から、本サイトの岩盤は、透水性が極めて低い ($10^{-8} \sim 10^{-7}$ cm/s) ものと推定される。

(c) 水質

JICAチームは本サイトからは水のサンプリングを行わなかったが、Phakasai 川の河川水の化学組成に関する既存のデータによれば、この河川水は汽水性であり、その塩分濃度は潮位に応じて変動することが分かっている。

(4) リグナイト供給 (サイトNo.4)

サイトNo.4のリグナイトはシンブン鉱区及びクラビ鉱区から同時に供給されるものとする。

シンブン鉱区の石炭はシンブン中継貯炭場までは31.8トトラックを使用し、Fig. 4-8 に示すルート(A) を通り運ばれる。

上記の貯炭場からサイトNo.4にある貯炭場まではリグナイトは11トトラックを使用して運ばれるものとする。

シンブンからクラビ発電所までは Fig. 4-17 に示すルート(A) を通りリグナイトが輸送されるものとする。

リグナイト輸送費算出に必要な条件を Table 4-8 のNo.4の項に示す。

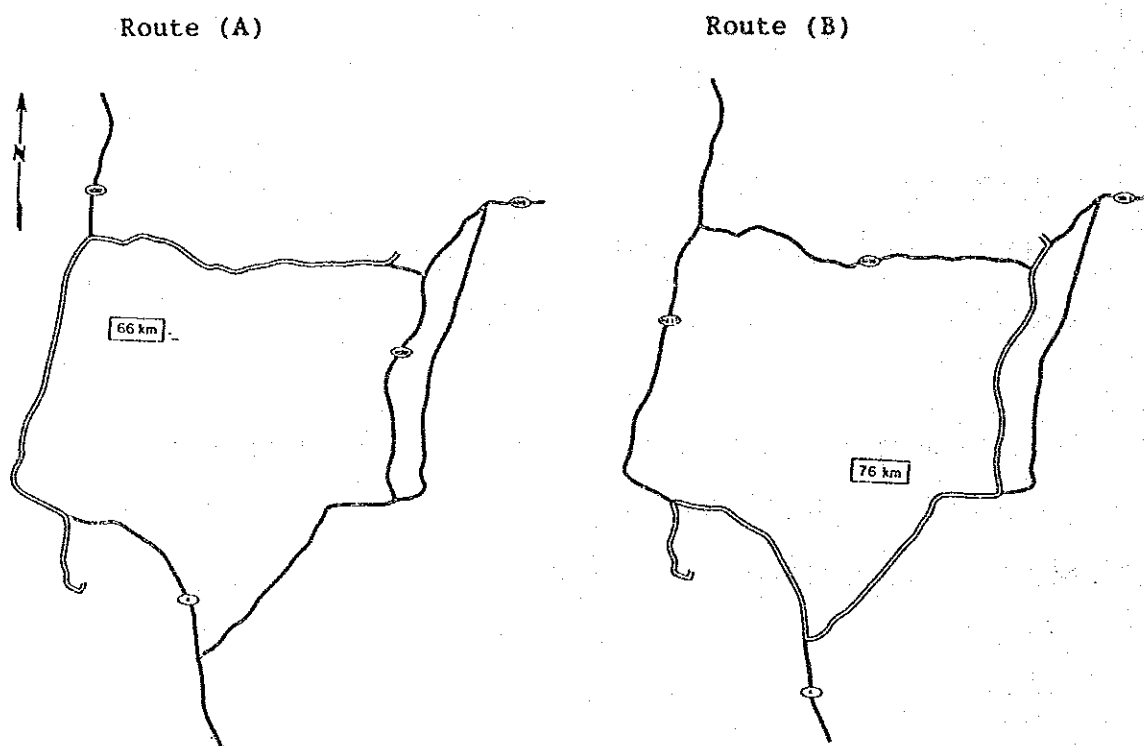


Fig. 4-17 Coal Transportation Route from Sin Pun to Krabi P/S

(5) 石灰石供給 (サイトNo.4)

下記2地点について石灰石供給地の調査を行った。

- i) Khao Kaew
- ii) Yod Po Sira Thong

Table 4-16 に踏査結果を示す。

Table 4-16 Results of Reconnaissance of Candidate Limestone Quarry for Krabi Site

Site Name	Khao Kaow	Yod Po Sira Thong (existing quarry)
No. in Map *	5	6
Distance from No. 4 Site	9km (to northwest)	• existing quarry 22km (to northwest) • crushing factory 19km (to northwest)
Quantity (Mt)	about 3	not clear
Geology		
Rock Name	Limestone	Limestone
Age	Permian (2.4~2.8 x 10 ⁸ years before)	
Color	Pale brownish-gray	Dark gray
Feature	Partially including muddy limestone	Massive limestone with many calcite veins
Utilization of Limestone	Not used	Used for a quarry
Utilization of Nearby Land	There are some houses and field.	not clear
Road Condition	Unpaved road of 4 m width	National highway No. 4 (crushing factory)

*: see Fig. 4-4

シンブン地区の石灰石と同じ試験を上記の2石灰石に行った。

各試験の結果を Table 4-17 に示し、そのコメントは以下の通り。

Table 4-17 Analysis Result of Limestone for Krabi Site (Site No. 4)

Name of Limestone	Test Result	
	KHAO KAEW	YOD PO SILA THONG
Component Analysis		
CaSO ₄ wt%	-	-
CaCO ₃ wt%	94.5	90.6
CaO wt%	1.98	3.04
SiO ₂ wt%	0.41	0.97
Al ₂ O ₃ wt%	0.02	0.11
Fe ₂ O ₃ wt%	0.024	0.053
MgCO ₃ wt%	3.01	4.72
MgO wt%	0.05	0.14
Na ₂ O wt%	0.007	0.003
Differential Thermal Analysis		
Ignition Loss wt%	43.1	42.3
Decarboxylation Temp. °C	735.6	725.2
Reduction Ratio	3.7	3.2

1) 成分分析

- CaCO₃ の含有率はKhao Kaew及びYod Po Sira Thong 共に脱硫剤として比較的高い。
- シリカ成分はA-PBCの層内チューブに摩耗を起こす程高くない。
- Al, Fe及びNaの成分は層内にアグロメレーションを起こす程高くない。
- Mg成分は比較的高い。しかしながらMgの量は石灰石の脱硫性能には大きく影響しない。

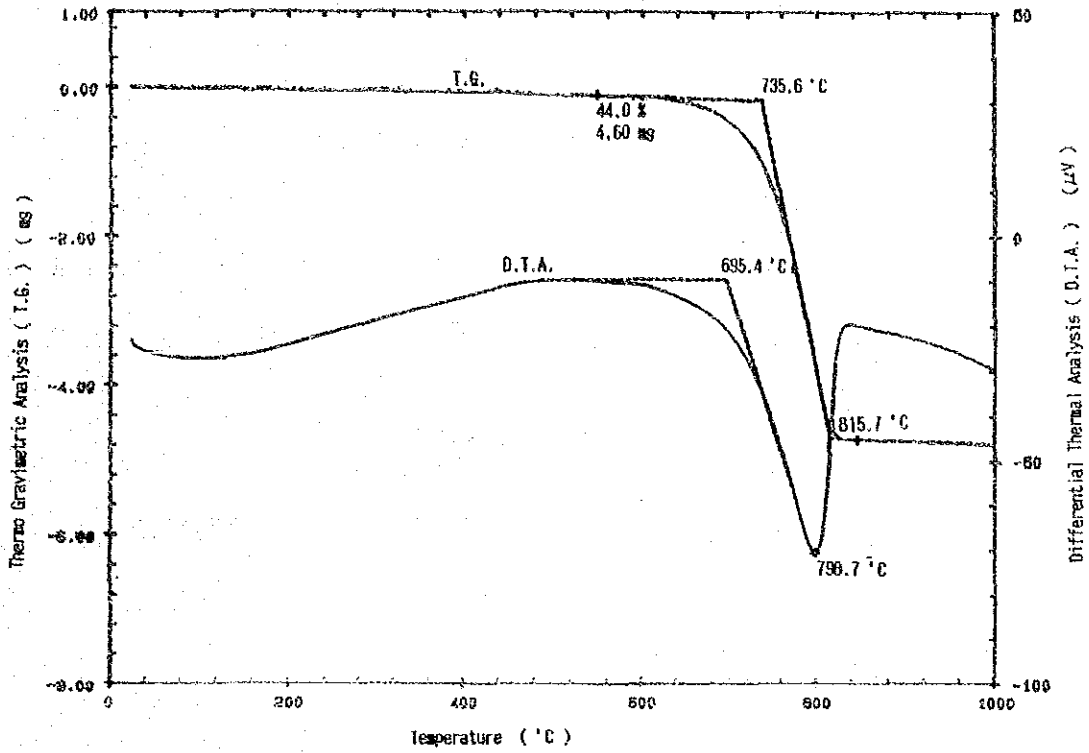
2) 示差熱分析

Fig. 4-18 に示差熱分析結果を示す。

脱硫酸温度は、両石灰石とも若松A-PBC で使用した石灰石よりも50~60°C低い。

Sample : KHAD KAOM

Sampling Time : 1.0 (sec)
Sample Weight : 10.472 (mg)
Heating Rate : 20.0 (°C/min)
Thermo Couple : PR



Sample : YOD PO SIRA THONG

Sampling Time : 1.0 (sec)
Sample Weight : 9.873 (mg)
Heating Rate : 20.0 (°C/min)
Thermo Couple : PR

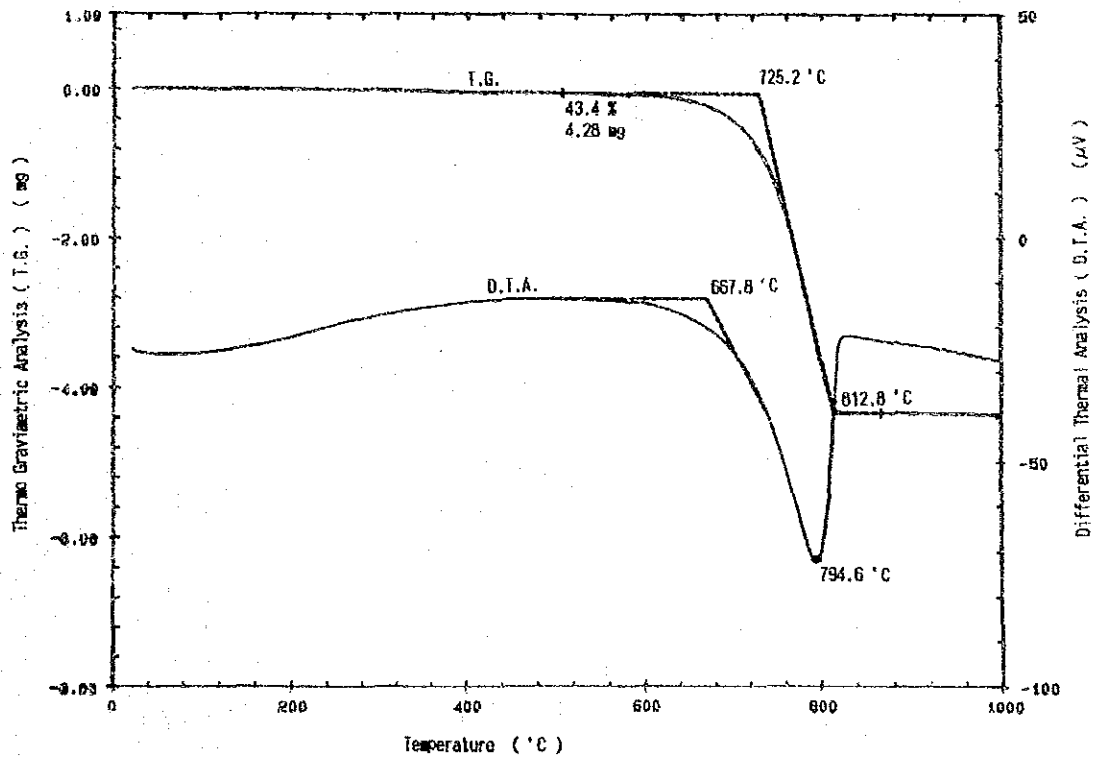


Fig. 4-18 Temperature Profile of Limestone in Krabi

3) 粉化性

Khao Kaew及びYod Po Sira Thong の石灰石の粉化率は各々3.7%及び3.2%と共に比較的低い。

それ由、両石灰石は飛散前に層内で脱硫剤とし作用すると考えられる。

上記のことから、両石灰石ともA-FBCでの脱硫剤として使用可能と考えられる。

本調査では、クラビ発電所近傍に位置するKhas Kaewを石灰石供給地として採用する。

サイトNo.4に石灰石を供給する輸送ルートは Fig. 4-19 に示す。

石灰石輸送費算定の条件を Table 4-8 のNo.4の項に示す。

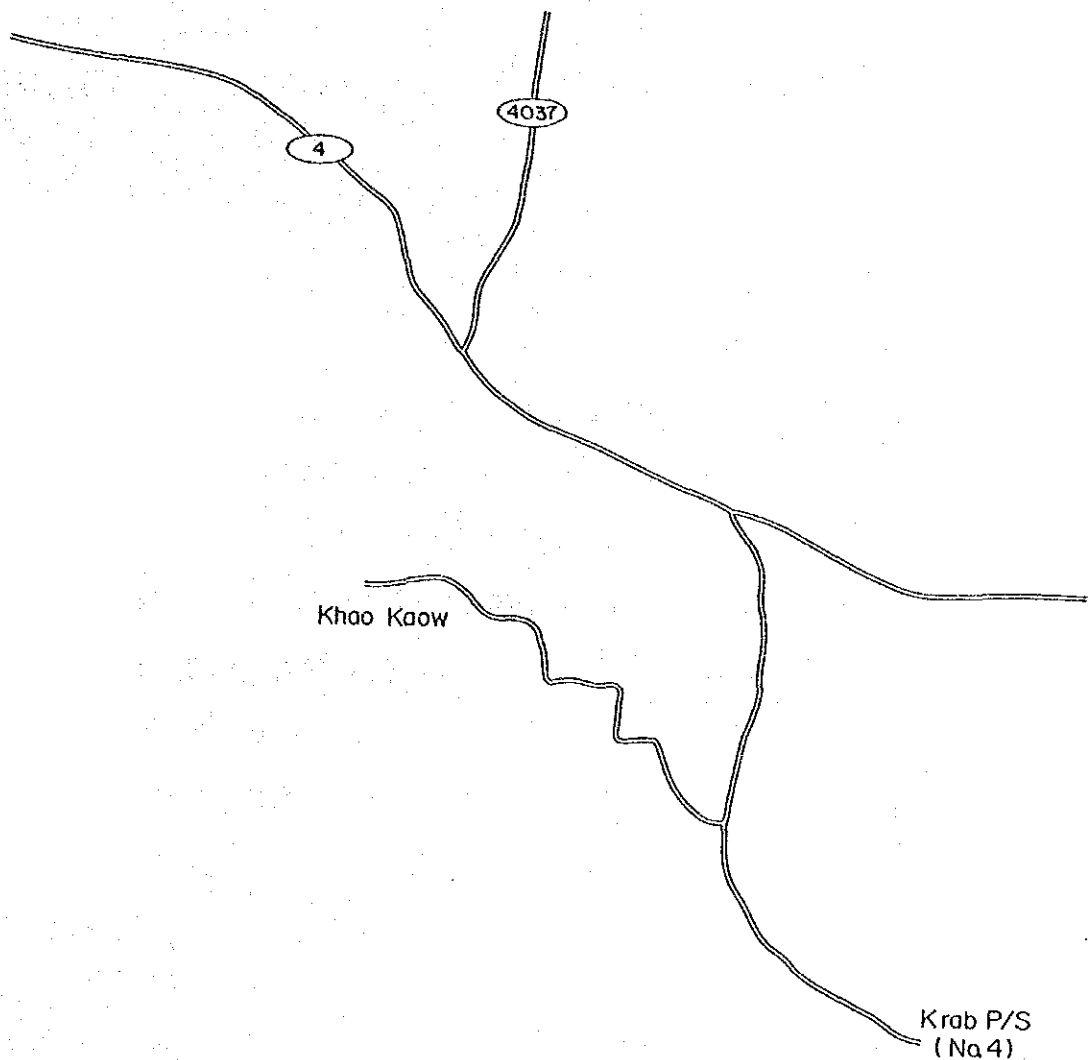


Fig. 4-19 Limestone Transportation Route for Site No.4

(6) 冷却水補給 (サイトNo.4)

サイトNo.4に於ける復水器冷却水システムはPhakasai川を利用したワンスルータイプが採用出来る。復水器から排出される冷却水の温度上昇を川の水温より7℃高めに設計した時の復水器冷却水量は7.5m³/sとなる。

冷却水は計画地点周囲を流れるPhakasai川より取水される。「A Study on Impacts of Thermal Discharge and Ash Pond Effluent on the Receiving Environment from 75MW Lignite Krabi Thermal Power Plant」のドラフトファイナルレポートを参考にし、Fig. 4-15に示す如く取水口を発電所用地の南側(川の下流)に、放水口を北側(川の上流)に配置する事とした。

冷却水供給コスト算出条件を Table 4-13 のサイトNo.4 欄に示す。

(7) 土地利用状況 (サイトNo.4)

予定地は、既存火力発電所構内であり、用地上の問題は特にないと思われる。

(8) 灰捨場 (サイトNo.4)

約15.8×10⁶ton (19.7×10⁶ m³)の灰がサイトNo.4での25年間の発電所運営によりA-FBC ボイラから発生する。

運開後25年間の灰捨に必要な面積は、灰の積み高さを約50mとすれば約68ヘクタールとなる。これだけの広さの場所は、発電所用地がPhakasai川に囲まれている為隣接地には確保出来ず、約2.5km離れた地点となる。(Fig. 4-20)

灰は30tonの容量のダンプカーで灰捨場に運ばれる。

井戸水は飲料水に利用されていないので浸透水の影響は問題とならないものと思われる。

灰捨コストの算出条件を Table 4-14 のサイトNo.4 欄に示す。

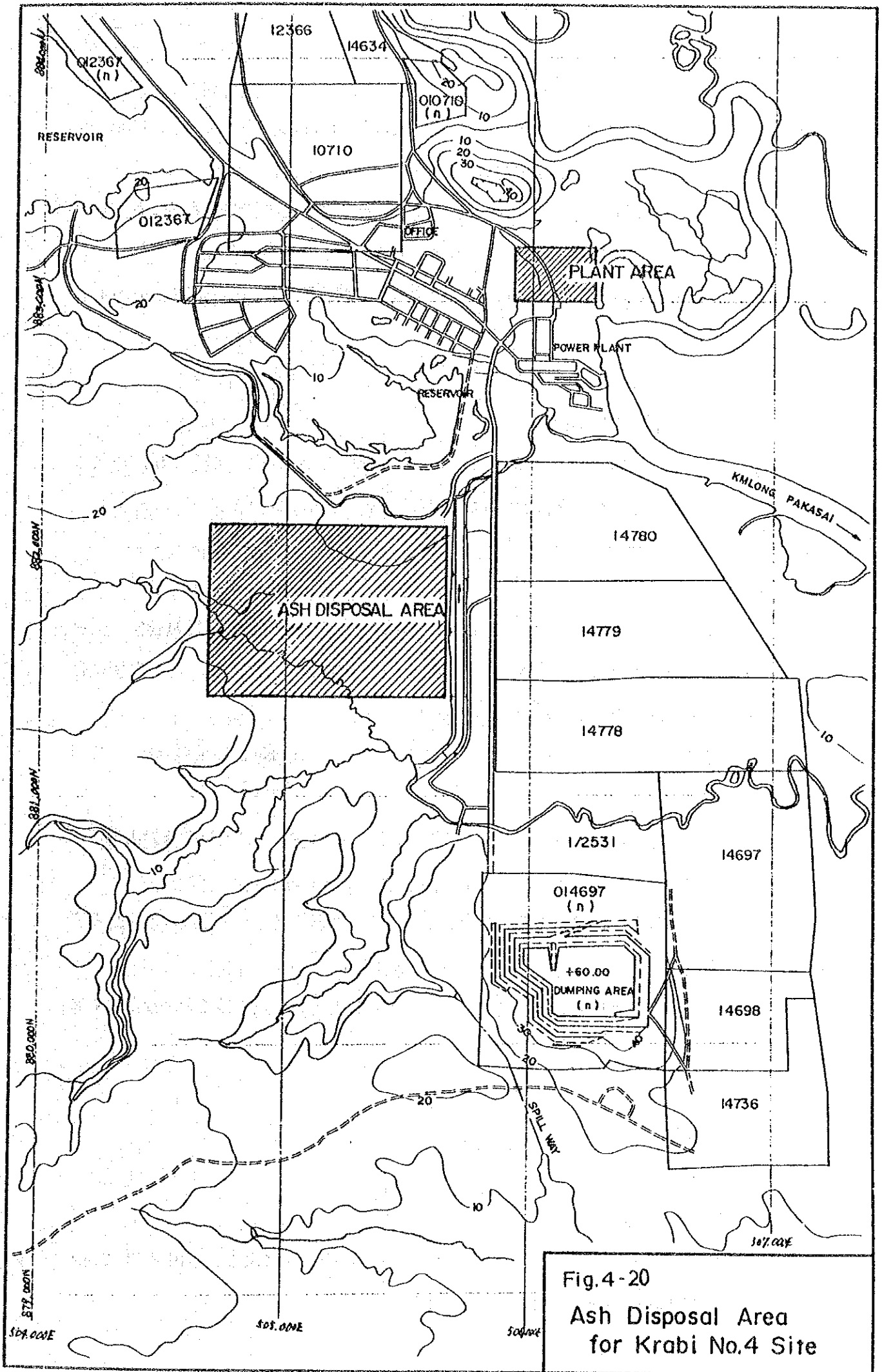


Fig.4-20

Ash Disposal Area
for Krabi No.4 Site

(9) 送電線ルート (サイトNo.4)

現有の115KV送電線は、Krabiから1回線はPhangnga変電所へ、もう1回線はLam Poo Ra変電所へ接続されている。

これらの送電線は、熱容量の関係から建設される発電所の開閉所の母線を分離するか、送電線の事故等の条件で発電所の出力を制限する必要がある。

しかしいずれにしても、今後の送電線増強と、潮流予想についてBGATと協議する必要がある。

(10) サイトへのアクセス道路

本サイトは、既設のKrabi発電所の構内に位置しているため、既設の構内道路にアクセス道路を接続することとなる。

(11) 利用可能設備

No.4 サイトは既設Krabi発電所構内に位置しているため建設用の電気設備、上水、排水は既設設備の利用が容易に可能である。碎石場は発電所から15km離れた所に有り、セメント工場はThung Songにある。

建設工事中の技術者と労働者用のレストランとホテルは約30km離れたKrabiで利用出来る。

その他発電所内にはKhlung Pakasai川を利用して部品や建設資材を運搬出来る物揚場もある。

新発電所運開後は既設発電所用の総ての社宅、修理工場、厚生施設は新設発電所に利用出来る。

この観点からは他地点と比較して既設設備の利用という点ではこの地点が最も有利である。

(12) 環境影響

1) 排ガス対策

① ばいじん

サイクロンとESP又はバグフィルターの組合せにより、排出基準500mg/m³Nの達成は可能と考えられる。

② 一酸化炭素

排ガス中の一酸化炭素濃度は、炭種、石炭粒径（微粉の有無）により異なるが、これまでの実績では100～400ppm程度であることから、排出基準値800ppmに対しては、特別の対策は必要なく達成可能と考えられる。

③ 二酸化硫黄

燃焼試験結果から、炉内脱硫にて排出基準値700ppmは達成可能と考えられる。

④ 窒素酸化物

燃焼試験結果から、特別の対策は必要なく達成可能と考えられる。

2) 排水対策

地点的に海洋に近いため、放流点以降での河川水利用がない点、冷却水、灰捨場余水の放流に対しては、他の2地点に比べ、配慮要素は少ない。

3) 固体廃棄物

今回計画で排出が予想される廃棄物は石炭灰が主であり、これについては、余水対策に集約される。

4) その他

騒音、振動等については、一般条項があるのみであり、本地点ではこれらが問題となることは考えられない。

(13) 装置輸送（サイトNo.4）

下記の輸送方法を輸送費算出のため採用した。

i) Phuket国際港で荷上げ

ii) クラビ発電所までバージ船にて輸送

iii) バージ船から荷上げしてサイトNo.4までトラックで輸送する。

第 5 章 石炭火力開発概要と開発の効果

第5章 石炭火力開発概要と開発の効果

	頁
5.1 計画概要	5-1
5.2 開発の効果	5-2
5.2.1 エネルギー政策と石炭火力発電計画の役割	5-2
5.2.2 石炭火力発電開発計画と産業関連的波及効果	5-3

第5章 石炭火力開発概要と開発の効果

5.1 計画概要

タイ国においては、近年著しい電力需要の伸びが続いており1990年にはピーク需要が7,094MWに達し、最近の数年間では対前年比15%前後の増に達する最大電力の増加となっている。このため、EGATでは南部地域においても大規模な電源開発を計画しており、その一環としてシンブン地区に75MW 2基の火力発電所の開発が2003年及び2004年に1基ずつ計画されている。この電源開発計画においてはリグナイトを中心として水力、天然ガス等の国産エネルギーを有効に使用する方針をとっている。

タイ南部のシンブン地区にはリグナイトが豊富に埋蔵されておりその利用が計画されている。しかしこのリグナイトは低発熱量、高硫黄分、高水分、高灰分の低品位炭であるため、EGATは環境影響低減対策と広範囲な石炭品質の変動に対応できる常圧型気泡流動床ボイラーを導入した火力発電所をタイ南部のシンブン地区、あるいは現在リグナイトを使用した火力発電所のあるクラビ地区に建設することを計画したものである。

以下に概略諸元を示す。

- (1) ボイラー型式 常圧型気泡流動床ボイラー
- (2) 出力 75MW×2
- (3) 石炭性状 (平均値)

	シンブン炭	クラビ炭
i) 湿炭低位発熱量 (kcal/kg)	2,787	1,600
ii) 灰分 (%)	21.08	36.45
iii) 全水分 (%)	32.67	26.14
iv) 硫黄分 (%)	7.0	1.8

5.2 開発の効果

石炭火力発電所の開発計画による開発効果は、基本的には新規追加電力からの便益を享受する人々の支払金額によって、経済、財務分析において評価される。しかしながら、石炭火力発電所の開発計画は大規模であり、エネルギー資源開発、エネルギーならびに電力政策上極めて重要な効果を持つと同時に、産業関連的な波及効果の大きさから経済成長に与える間接的な効果も大きい。

5.2.1 エネルギー政策と石炭火力発電計画の役割

タイ国経済にとって、今後とも安定した持続的な経済成長を達成して行くことが最大の経済政策目標である。

持続的経済成長を達成するには、エネルギーの効率的な使用と安定供給が重要な課題となる。とくに石炭代替エネルギーの開発は、今後高騰が予想される石油の輸入による外貨負担を軽減するとともに、国内未利用資源の有効利用によるエネルギーの自給度の向上と多様化を促進し、エネルギーの安定供給を高めることになる。

石炭火力発電所の開発は、予想される電力需要の急激な増加による電力供給力の低下により懸念される電力不足の解消にとって重要な電源開発である。また、石炭火力発電所の開発は、長期的な電力の安定供給という観点から、発電能力の増加、電力供給システムの信頼性の向上にとって重要な開発計画である。

(1) 石炭火力開発計画と電力の安定供給

- ① 近年のタイ南部地域における電力需要は、タイ国全体の伸びとほぼ等しく著しい伸びを示している。1990年にはピーク需要が553MWに達し、ここ3年間の対前年比伸び率は年平均ピーク電力で約13.7%、電力量では約15.4%となっている。この急激な伸びに対処するため、EGATは電源開発計画として1990年10月に PDP 9 0-03 Power Development Plan を作成しているが、これによれば南部地域の主要電源開発として Khanom Combined Cycle 100MW×2、Kaeng Krung Hydraulic Power Plant 40MW×2、Saba Yoi Lignite Thermal Power Plant 300MW×3、Sin Pun A-FBC Thermal Power Plant 75MW ×2 が計画されている。特に2000年までにリグナイト焚石炭火力の建設を精力的に進め、その後は輸入炭火力の割合を伸ばす計画となっている。

- ② 今後の都市圏の電力需要の増加、および農村地区の電化と系統の拡充が重要な課題であることを考慮すれば、長期的にはベースロード電源としての石炭火力発電開発により系統の強化と、発電部門および系統全体の規模の経済性の追求による発電コストの抑制、及び経済効率の向上を達成することができる。
- ③ 火力発電所にとって、規模の経済性、習熟効果は経済効率上重要な要素である。電力需要の拡大期には需要の成長に伴い、発電ユニットの大型化とボイラー及びタービンの技術上の効率化が期待でき、規模による経済性が大きい。通常石炭火力については容量を2倍にすれば約20%の費用節約効果があるとされている。また連続的な建設と運転経験の累積は習熟効果による費用節約をもたらす、長期的には発電原価の低下という関係が期待される。

(2) エネルギー自給率の向上

国内未利用資源の開発によるエネルギー自給率の向上と石油輸入の削減による外貨負担の減少は重要な政策課題であり、電力における国内石炭開発による石炭火力の導入はエネルギー自給率の向上を一層高めることとなる。

このような石炭火力発電計画による新規の石炭需要の発生は、石炭の国内生産を通してタイ国のエネルギー自給率向上を促す主要な手段である。

5.2.2 石炭火力発電開発計画と産業関連的波及効果

(1) 間接的開発効果

電力生産が電気機械、基礎金属、鉱業、建設などの他産業との取引関係を通じて生産を誘発する産業関連効果は大きい。

国内リグナイトを使用する石炭火力発電計画は、燃料の投入構造を変化させ、また大型の発電設備及び機器の建設は、機械、建設産業に対する電力の投入構造を大きく変えることにより、国内石炭産業、機械、建設等の生産誘発効果を通じた産業関連効果をさらに大きくし、経済成長に影響を及ぼす。とくに、石炭火力開発計画に伴う電力の設備投資がもたらす投資の乗数効果も、同様に経済成長に大きな効果を与える。これらの効果は、石炭火力発電開発が促進され、石炭、機械の国内生産が可能になるに伴いその効果は増大していく。大規模な石炭火力発電開発計画は、発電設備の建設や周辺社会基盤の整備により、地域経済の活性化に役立つとともに、

地域における雇用の創出、および開発による周辺地域の民度の安定に寄与し、地域経済に影響を与える。

(2) 国内石炭供給の増大と生産性向上

石炭火力発電開発計画は、国内石炭需要の増加によるエネルギー自給率の向上を促すと同時に、石炭産業の活性化を通して次のような経済効果を生み出すことが期待される。電力による新規石炭需要は、石炭産業の新鉱山計画のためインフラストラクチャ投資および石炭産業の生産性上昇のための近代化投資を誘発し、石炭生産における生産拡大とスケールメリット効果を可能にする。

また、石炭産業の産業関連効果は電力産業と同様に大きく、電力の国内炭使用の増加に伴い生産増加の産業関連効果が加わることになる。

これらの間接的な波及効果による石炭産業の生産性の向上の効果から、長期的には安い国内炭の供給によるメリットを電気事業も受けることとなる。

第 6 章 炭 鉍 開 発

第6章 炭 鉱 開 発

	頁
6.1 概 要	6-1
6.2 シンプン炭田	6-3
6.2.1 序 論	6-3
6.2.1.1 位置及びアクセス	6-3
6.2.1.2 過去の調査	6-3
6.2.2 鉱床評価	6-6
6.2.2.1 地域概況	6-6
6.2.2.2 地域地質	6-7
6.2.2.3 地質各説(各堆積盆の地質)	6-12
6.2.2.4 地質データベース	6-17
6.2.2.5 原炭の炭質	6-19
6.2.2.6 炭 量	6-20
6.2.2.7 水理地質評価と炭壁傾斜	6-23
6.2.3 シンプン地域におけるJICA調査	6-31
6.3 クラビ炭鉱	6-41
6.3.1 序 論	6-41
6.3.1.1 位置及び交通	6-41
6.3.1.2 炭鉱開発の過程	6-41
6.3.2 地 理	6-44
6.3.3 地 質	6-45
6.3.3.1 地域層序	6-45
6.3.3.2 リグナイト鉱床	6-51
6.3.3.3 地質構造	6-54
6.3.4 炭 量	6-55
6.3.5 炭 質	6-56
6.3.6 クラビ炭鉱のJICA事業	6-59

6.4	採炭計画	6-62
6.4.1	発電所のリグナイト需要	6-62
6.4.2	採炭設計基準と計画パラメーター	6-63
6.4.3	採炭方法の選択	6-64
6.4.4	経済的可採炭量および採掘区域	6-64
6.4.5	炭鉱開発スケジュール	6-68
6.5	経済性評価	6-69
6.5.1	実平均生産性コスト	6-69
6.5.2	Leverized Costの算出	6-69
6.6	結論	6-79

List of Figures

- Fig. 6-1 Sin Pun Location Map
- Fig. 6-2a Stratigraphy of Sin Pun Area
- Fig. 6-2b Sin Pun Basin Geology
- Fig. 6-3 P Seam Coal Sections in Each Deposit
- Fig. 6-4 Floor Structure Contour Map & Economic Ratio Area (P Seam)
- Fig. 6-5a Measured Res. of Tha Khi Rad Deposit Classified by Calorific Value (kcal/kg)
- Fig. 6-5b Measured Resources of Bang Sai Deposit Classified by Calorific Value (kcal/kg)
- Fig. 6-5c Measured Res. of North Kuan Klang Dep. Classified by Calorific Value (kcal/kg)
- Fig. 6-5d Measured Res. of North Kuan Klang Dep. Classified by Calorific Value (kcal/kg)
- Fig. 6-5e Measured Res. of South Kuan Klang Dep. Classified by Calorific Value (kcal/kg)
- Fig. 6-5f Measured Resources of Nong Wa Deposit Classified by Calorific Value (kcal/kg)
- Fig. 6-5g Indicated Resources of Nong Wa Deposit Classified by Calorific Value (kcal/kg)
- Fig. 6-6 Typical Coal Sections of JICA Sampling Drills in Sin Pun Basin
- Fig. 6-7 JICA Sampling Drills in Sin Pun Area
- Fig. 6-8 Trench for Bulk Sample at Bang Sai Deposit
- Fig. 6-9 Krabi Mine Location Map
- Fig. 6-10 Krabi Coal Deposits
- Fig. 6-11 Lithostratigraphy of Krabi Basin
- Fig. 6-12 Geologic Sketch Map at Elev. -50 m (MSL)
- Fig. 6-13 Typical Geological Logging of Five Coal Deposits of Krabi Basin
- Fig. 6-14 Klong Tone Deposit
- Fig. 6-15 JICA Sampling Drills in Krabi Area
- Fig. 6-16 Coal Sections of JICA Sampling Drills in Klong Tone
- Fig. 6-17 Mining Order
- Fig. 6-18 Incremental ER vs Cumulative Tonnage in Sin Pun Area (150 MW Case)
- Fig. 6-19 Development Schedule of Mining

Fig. 6-20

Levelized Cost of Coal 150 MW Case (Cont. 15%)

Fig. 6-21

Comparison of Coal Supplying Costs from South Africa,
Australia, USA

List of Tables

Table 6-1	Meteorological Data in the Sin Pun Area
Table 6-2a	Coal Quality Distribution in Sin Pun Basin (I)
Table 6-2b	Coal Quality Distribution in Sin Pun Basin (II)
Table 6-3	Coal Resources in Sin Pun Basin
Table 6-4a	Measured Resourced of Tha Khi Rad Deposit, Sin Pun Basin
Table 6-4b	Measured Resourced of Bang Sai Deposit, Sin Pun Basin
Table 6-4c	Measured Resourced of North Kuan Klang Deposit, Sin Pun Basin
Table 6-4d	Measured Resourced of North Kuan Klang Deposit, Sin Pun Basin
Table 6-4e	Measured Resourced of South Kuan Klang Deposit, Sin Pun Basin
Table 6-4f	Measured Resourced of Nong Wa Deposit, Sin Pun Basin
Table 6-4g	Measured Resourced of Nong Wa Deposit, Sin Pun Basin
Table 6-5	Meteorological Data at Krabi Area
Table 6-6	Geological Reserves of Krabi Coal Deposit
Table 6-7	Economic Movable Lignite Reserves
Table 6-8	Coal Quality Distribution in Krabi Basin
Table 6-9	Coal Quality of Each Deposit in Krabi Basin
Table 6-10	Coal Resources and Planned Production in Sin Pun Area
Table 6-11	Resources of EMR \$10/Gcal or Less
Table 6-12	Levelized Cost
Table 6-13a	Total Cash Outflow Power Plant 100MW Contingency 20% Discount Rate 10%
Table 6-13b	Total Cash Outflow Power Plant 150MW Contingency 20% Discount Rate 10%
Table 6-13c	Total Cash Outflow Power Plant 150MW Contingency 15% Discount Rate 10%

6.1 概 要

EGATは、クラビ地域においてFBC型の150MWの新発電所建設を計画している。この発電所の石炭消費は、リグナイトで年100万トの見込みであり、リグナイトの80%はシンブン炭田から、残りはクラビ炭鉱から供給される計画である。リグナイト供給のための炭鉱開発はシンブン炭田およびクラビ炭鉱の新地域で計画されている。本スタディーは、シンブン炭田地質報告書（1987）、EGATの第4発電機に対するクラビ炭鉱拡張計画（1988）及びシンブン炭田の採掘概念設計（1991）を基にして、150MW容量の発電所での必要リグナイト量を確保するために、シンブン炭田とクラビ地域で露天掘炭鉱開発の技術的、経済的実行可能性を評価することである。

検討範囲は次の通りである。

- 鉱床の最新の地質構造モデルと地質工学調査及び水理地質学調査の結果。
- ER（Economic Ratio）分析を用いたリグナイト資源の経済的ランク付け。
- 適切な採炭方法の選択と炭鉱開発スケジュール。
- 採炭コスト

結論は次のように要約される。

- (1) シンブン炭田とクラビ炭鉱に賦存するリグナイト鉱床は、当該発電所が必要とする25年分のリグナイトを十分に供給することができる。
- (2) 炭質に関しては、シンブンのリグナイトとクラビのリグナイトをブレンドすることでの問題は起きないだろう。
- (3) シンブン地域とクラビ地域のリグナイト鉱床は通常の採炭方法で採掘できるが、排水に注意を払う必要がある。

(4) 発電所の規模(150MWと100MW)による供給量の差に伴うリグナイトの生産コストには、大きな差がなかった。

(5) シンプン炭田の開発においては、土地の収用、他の地区への移転、リグナイトの運搬や環境といったものに関する地域住民の同意が必要である。

6.2 シンプン炭田

6.2.1 序 論

6.2.1.1 位置及びアクセス

シンプン炭田は、タイ半島の中央の北緯 $8^{\circ} 7'$ から北緯 $8^{\circ} 26'$ 、東経 $99^{\circ} 14'$ から東経 $99^{\circ} 23'$ の間に位置する (Fig. 6-1)。その地域は、次の3県にまたがっている。

- Surat Thani 県 Prasaeng 郡
- Nakhon Sri Thammarat 県 Thung Yai と Chawang 郡
- クラビ 県 Khao Phanom 郡

Thung Yai は、最も近い小さな村で炭田の北端へ舗装道路 (No.4156 及び No.4019) を通って約 7 km の距離にある。よく知られた最も近い町は、Thung Song で Thung Yai から舗装道路 4019 号とハイウェイ 41 号を通って約 45 km である。Thung Song へは鉄道の便もあって、約 1,000 km 北の Bangkok に通じている、またハイウェイ 4 号と 41 号を経由したバスの便が毎日出ている。EGAT の クラビ は砂利道で南西方向約 80 km で達する。

定期便の飛行場は、舗装道路で 100 km 離れた Surat Thani にある。Bangkok から毎日就航している。

6.2.1.2 過去の調査

11 の試験採掘を含むシンプン炭田における最初の地質調査は、1967 年にリグナイト公社 (クラビ炭鉱) によって実施された。5 つの試験採掘でリグナイトの潜頭鉱床が発見された。1967 年から 1969 年の間にリグナイト公社に代わってクラビ炭鉱によって 50 本のボーリングが実施された。ボーリングの結果、深度 2 ~ 57 m、傾斜 $2 \sim 30^{\circ}$ 、発熱量無水ベースで 4100 ~ 4847 kcal/kg の 10 m の厚さのリグナイト層が確認された。

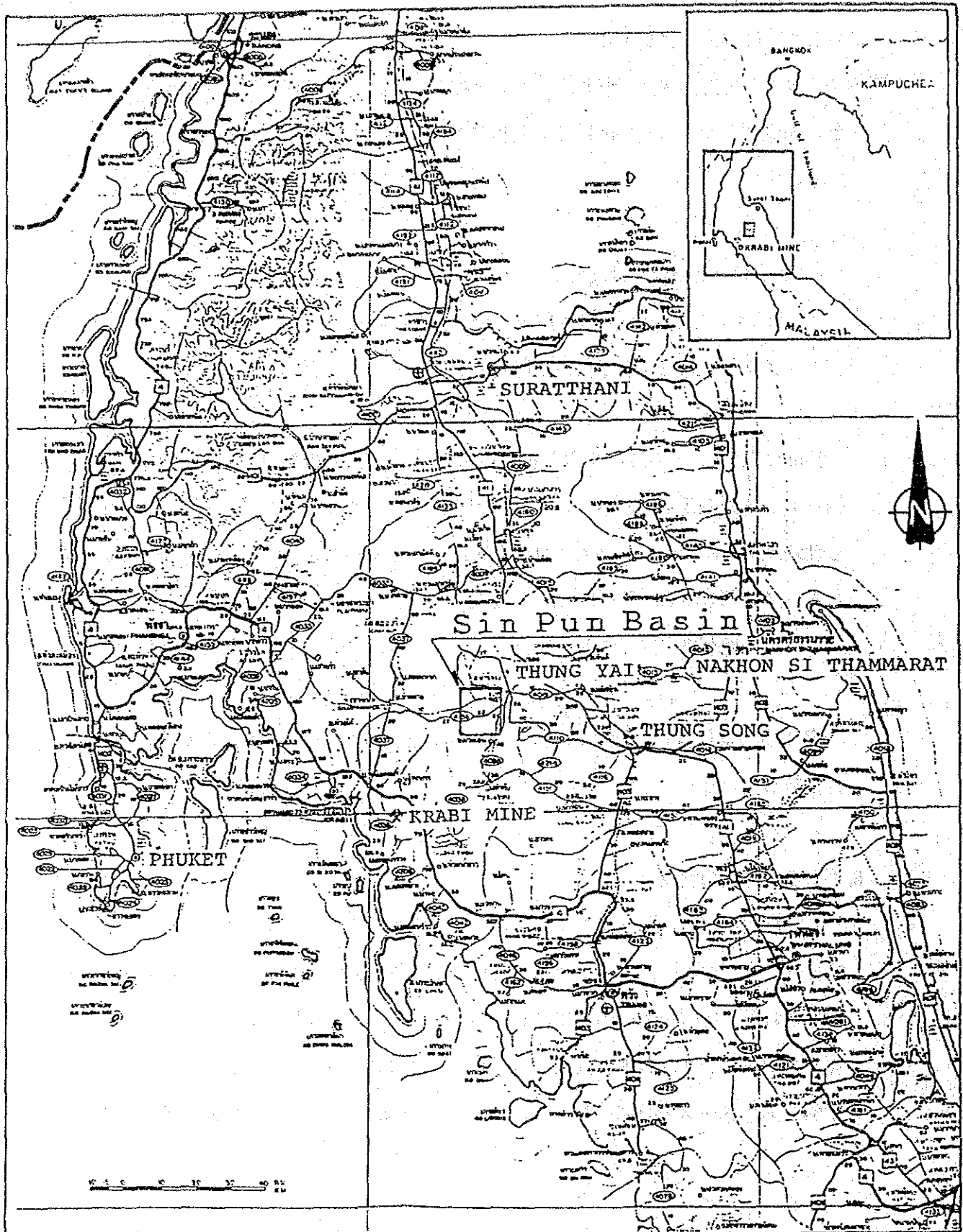


Fig. 6-1 Sin Pun Location Map

1983年と1984年の探査計画の中で、EGATは、シンブン地域で地表地質調査を実施し、次いで156本、延べ10,520mのボーリングを実施した。この調査結果で、EGATは1,670万トンのリグナイト資源を算出した。その平均剝土比は1:3.93、無水ベースで4,100~4,750kcal/kgの発熱量で、灰分は22.73~30%である。

1984年に83本のボーリングを含むタイーオーストラリアリグナイト炭鉱開発プロジェクト（ADABプロジェクト）は、最小でも75MW容量の発電所に供給するに十分な経済的な炭量がシンブン地区に賦存すると評価した。

1984年にシンブン地域は、工業省Department of Mineral Resources（DMR）によって政府のリグナイト調査地域に指定された。

1985年に433本の物理検層を伴うボーリングを含む固体燃料探査プロジェクトが、DMRによって実施された。この結果、4,300万トンのリグナイトの炭量が算出された。無水ベースで発熱量は、2,530~5,050kcal/kgで灰分は17.4~51.1%、硫黄分は、2.0~5.0%である。

1985年と1986年には、621本のボーリングを含む広域探査がEGATによって実施された。炭埋蔵量は6,250万トンに増え、確定炭量が4,870万トン、推定炭量が1,370万トン、予想280万トンである。

1988年と1989年にEGATは、1985年/1986年の探査で得たデータを使って、シンブン炭田における地質工学調査と水理地質調査を実施した。

6.2.2 氈床評価

6.2.2.1 地域概況

炭田の北及び東側は高さ200m (MSL) の小さな丘陵で境されており、南と西側は、南北方~400m (MSL) の高い山となっている。

地域の南半分の地形は、平均80m (MSL) の高さの段丘によって特徴づけられ、北半分の地域は、高さ約40m (MSL) の緩やかな起伏の地形をしているシンブン川とTa Pi川の氾濫原である。

タイ半島の中央部の炭田周辺の気候は、乾季と雨季の2季に分けられる。乾季は1月から5月で晴天で暑く、ほとんど雨も風もない。この熱帯の気候の雨季は、5月から12月までと長い。1985年と1986年の探査期間の現地での気象データは、BGATにより記録されており、結果 Table 6-1 に示す。

Table 6-1 Meteorological Data in the Sin Pun Area

	Temperature			Rainfall	
	Mean (°C)	Ext Max (°C)	Ex Min (°C)	Monthly Rainfall (mm)	No. of Rain Day (day)
Jan.	25.9	32.5	19.3	6.0	2
Feb.	26.5	34.8	18.2	23.5	2
Mar.	28.3	36.4	20.2	63.3	3
Apr.	29.1	36.3	21.9	83.2	7
May	28.2	33.3	23.0	380.7	19
Jun.	27.7	33.1	22.3	101.4	6
Jul.	27.6	33.1	22.0	278.5	19
Aug.	26.9	31.8	22.0	262.4	17
Sep.	27.1	31.7	22.4	213.3	16
Oct.	27.3	32.1	22.6	257.6	11
Nov.	26.7	31.3	22.0	59.3	8
Dec.	25.7	31.4	19.9	104.9	9

Temperature: 1986-1989

Rainfall : 1991

シンブン川は、シンブンBasinの東側を南から北に流れ、Ta Pi川に注ぐ。シンブン川の集水域は、830平方キロにわたり、年平均の集水量は、3億1200万トである。小さな支流が両側からシンブン川に注ぐ。

地域は、国有林やゴム、あぶらやし、米の栽培域に覆われている。高地は、農場や牧場に利用されている。国有林は、人々によって不法に伐採されプランテーションにするために所有されている。

6.2.2.2 地域地質

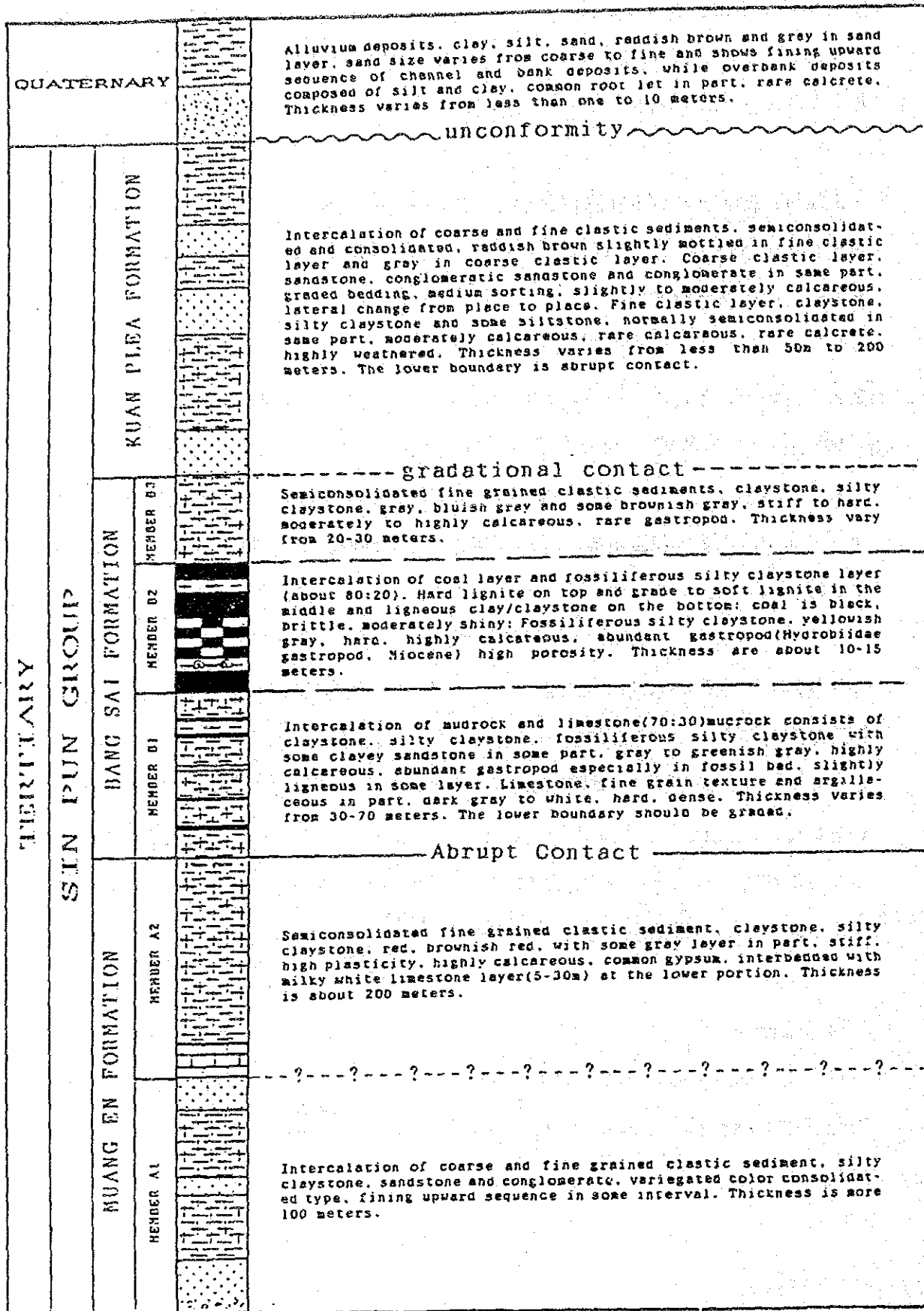
(1) 層序

シンブン炭田は、タイ半島の第三紀の炭田の一つである。これまでの地質調査によって河川成あるいは湖沼成の堆積環境を伴う半地溝山間盆地であったことが知られている。

基盤は、中生代の赤色の堆積岩とリグナイト紀～二畳紀の石灰岩から成っている。第三紀層はレンズ状の石灰岩と石膏をともなった細粒から粗粒の碎屑岩から成っている。リグナイト層は、第三紀層中に挟在している。第三紀層の全体の厚さは分かっていないが、600m以上と推測されている。巻貝化石によると中新世の時代を示す。シンブン地域は1～10mの第四紀堆積物によって覆われている。それらは、未固結の粘土、シルト、砂の堆積物からなっている。

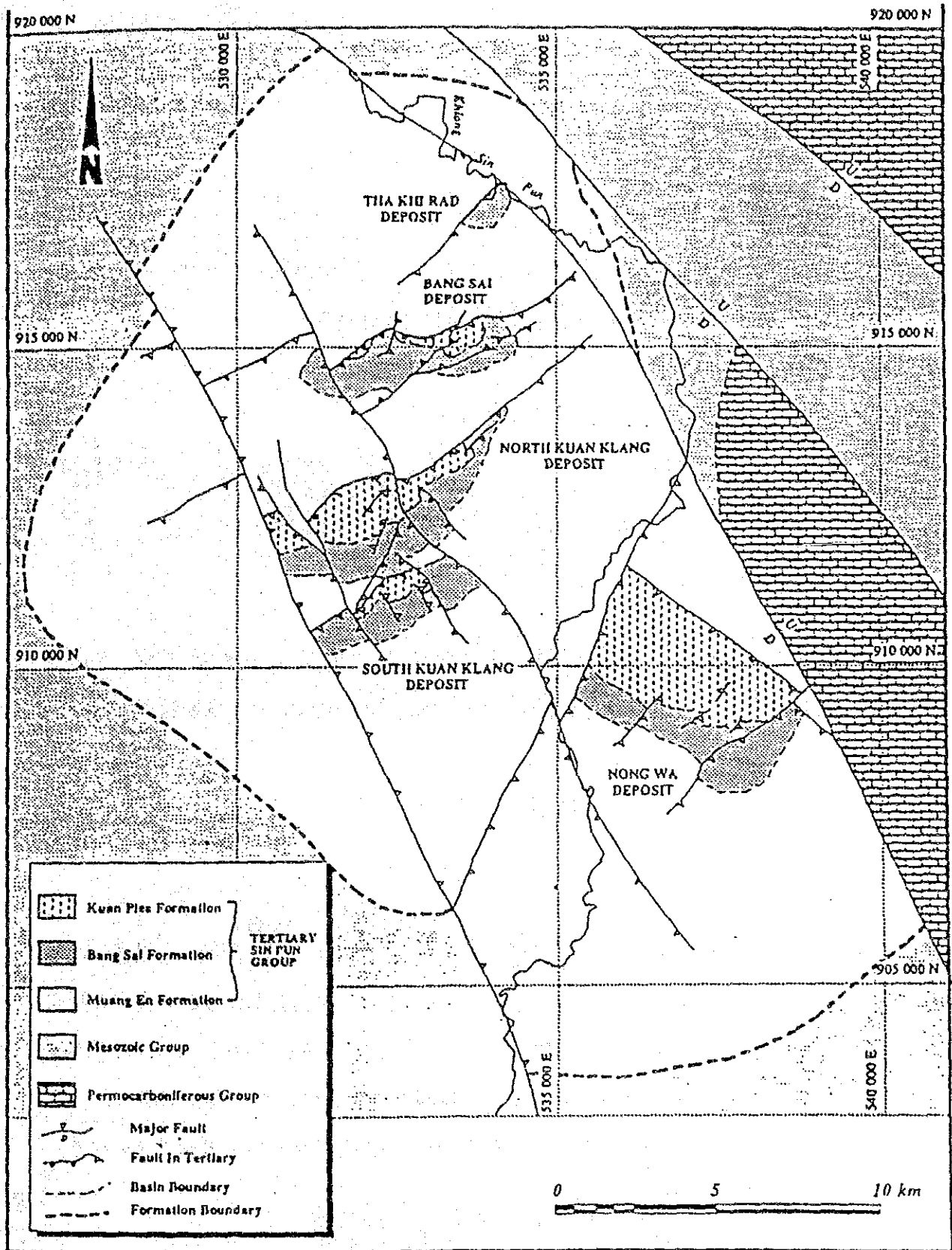
(2) 第三紀層の岩石

シンブン層群と呼ばれている第三紀堆積物は、Muang En層、Ban sai層、Kuan Plea層の3層に分けられる (Fig. 6-2a と Fig. 6-2b)



simplified from Sin Pun Conceptual Mining Study, EGAT May 1991

Fig. 6-2a Stratigraphy of Sin Pun Area



after EGAT-SIN PUN CONCEPTUAL MINING STUDY (May 1991)

Fig. 6-2b Sin Pun Basin Geology

Muang En 層

本層は、シンブン層群の最下位に位置し、粘土岩、シルト岩、泥岩、砂岩、礫岩、石灰岩の半固結ないし固結した岩石から成っている。本層は、赤色を呈していることと無化石であること及びA 1帯とA 2帯の2帯に分帯されることで特徴づけられる。本層の層厚は300m以上である。

Ban sai 層

本層は、主に泥岩からなる夾炭層で、P層とM層と呼称される2リグナイト層を挟有する。層厚は、60~120mと変化し、3帯に分帯される。

Kuan Plea 層

本層は、最上位の地層で、粘土岩、シルト岩、砂岩、礫岩からなる。層厚は、50~200mと変化する。

(3) リグナイト鉱床

シンブン炭田には、北から南にかけてKhi Red 地区、Bang Sai地区、North KuanKlang 地区、South Kuan Klang地区、Nong Wa地区の5つの堆積盆がある。

2炭層は各々のリグナイト堆積盆で確認されている。

P層 (Fig6-3)

P層は、Bang Sai層のB 2帯に挟在する上位の炭層である。層厚は、地表付近の限られた地域内で10~15mに変化し、傾斜方向に徐々に薄化したり、分裂する傾向にあり最後は夾炭層からせん滅する。P層は、上部がEGATでHardLigniteと呼ぶ良質のリグナイトからなり、下位にむかい徐々に炭質が悪くなり、下部は、Soft Ligniteと呼ばれる発熱量の低い悪質リグナイト乃至リグナイト質粘土からなる。貝化石を含む合盤がP層中に挟在する。

THA XHI RAD

BANG SAI

NORTH KUAN KLAN

SOUTH KUAN KLANG

HONG WA

DEPTH MORE THAN 150 M

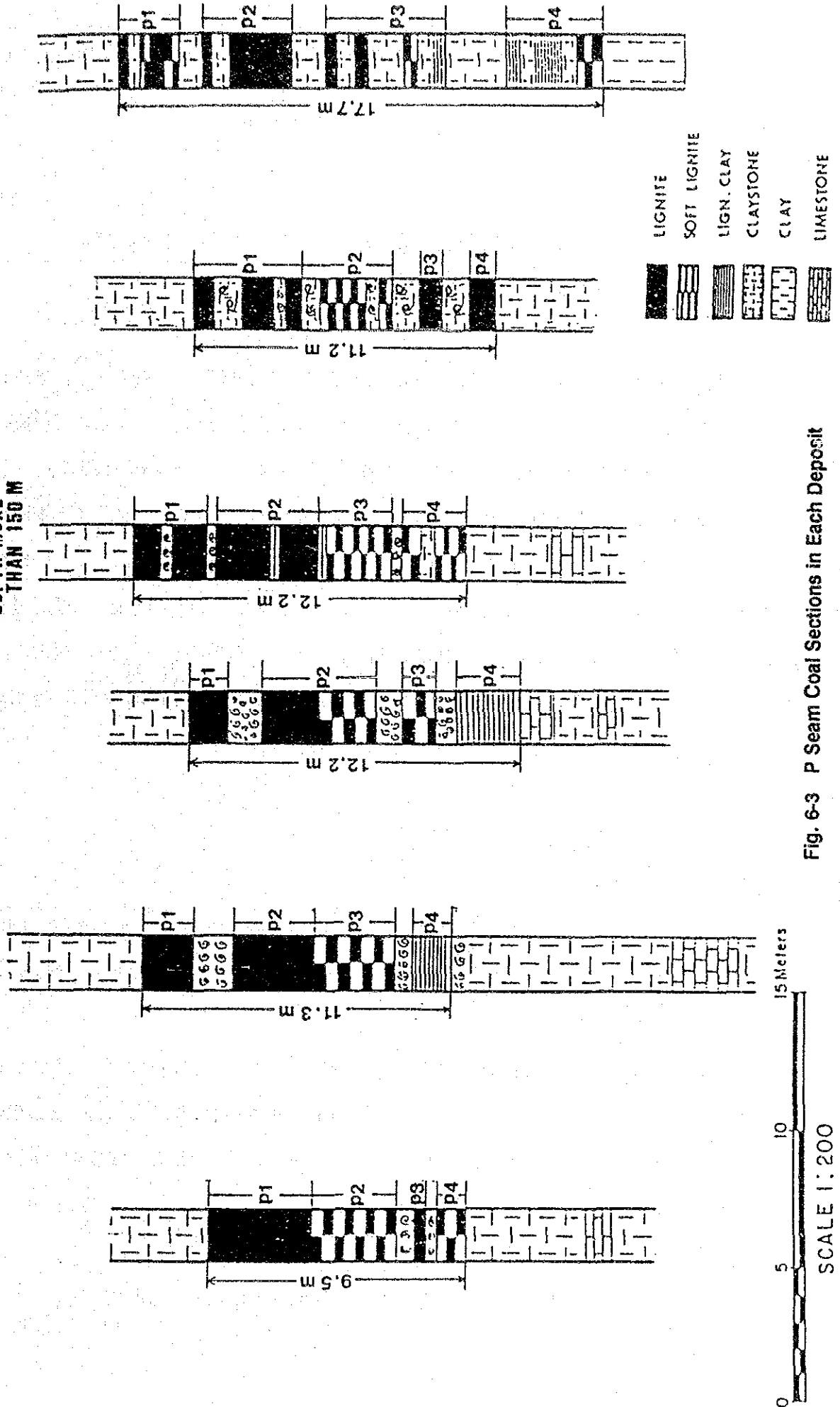


Fig. 6-3 P Seam Coal Sections in Each Deposit

M層

本炭層は、Bang Sai層のB 1帯に下位に挟有される炭層である。本炭層は、層厚が1～2 mと発達が良くない。

(4) 構造

シンブン 炭田には3つの正断層があって、最古のものは、F A、次いでF B、一番新しいものはF Cに区別されている。

最古の断層（F A）は、北東から南西の走向を有し、傾斜は南東で急傾斜である。この断層は、5つのリグナイト堆積盆の各々北西の境界を形成し、より新しい他の2つの断層により分断される。次に古い断層（F B）は、北東から南西の走向を有し、南東ないし北西に70～80° 傾斜している。この断層は、すべてのリグナイト堆積盆に影響を与えている。最も新しい断層（F C）は、北西から南東の走向を示し、傾斜は70～80° で北東もしくは南東に傾斜する。この方向性は、大Khlong Marui断層帯やその他の活動によって発達したものである。このF C断層系は、シンブン 炭田を4ブロックに分断し、それは、主にNorth Kuan Klang堆積盆とSouth Kuan Klang堆積盆に影響を与え、Nong Wa堆積盆の北東の境界を形成した。

6.2.2.3 地質各説（各堆積盆の地質）

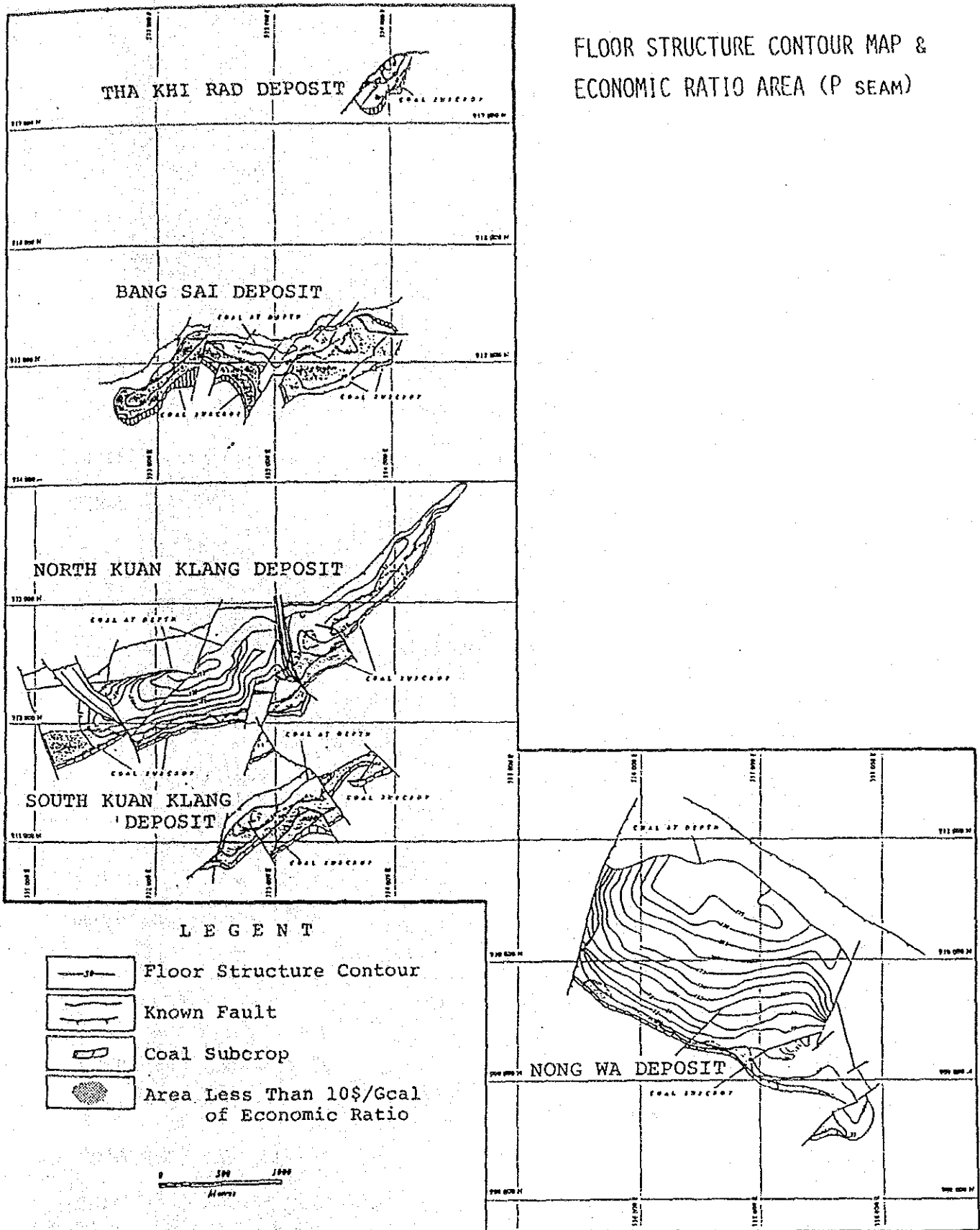
The Khi Rad地区（Fig. 6-4）

本地区は、シンブン川の西岸に位置し、5地区中最小である。面積は、0.168平方キロメートルである。地層は、北東から南西の走向で、10～20° 北西の傾斜を示す。

P層は、本地区の主要稼行炭層で、上部がHard Ligniteで序々にSoft Ligniteに変化し、下部は、リグナイト質粘土にそれぞれ分かれる。P層には、0.3～2 mの合盤が挟在する。炭層厚は、露頭に近いところでは約10mで、深部では薄く、平均では8.4mである。

2断層（F A、F B）が本地区を分断し、深部側の境界を形成している。

FLOOR STRUCTURE CONTOUR MAP &
ECONOMIC RATIO AREA (P SEAM)



modified from Sin Pun Conceptual Mining Study, May 1991

Fig. 6-4 Floor Structure Contour Map & Economic Ratio Area (P Seam)

この地区は、約10mの第四紀堆積物により覆われ、露頭の全長は、0.7kmである。オーバーバーデンの厚さは、最大60mである。

Bang Sai地区 (Fig. 6-4, Photo)

本地区は、Tha Khi Rad地区の南約2kmのところにあつて、面積1.06平方キロメートル目の大きさの小堆積盆である。地層は、北東から南西と東西の分布を示し、北に10~20°傾斜している。

P層は、本地区の主要稼行炭層で、上部が Hard Lignite で序々に Soft Lignite に変化し、下部は、リグナイト質粘土にそれぞれ分かれる。P層は、0.3~2mの累計厚を有する貝化石含有の合盤を挟有する。本炭層は、19.4mから0.2mまで厚さに変化が見られ、平均層厚は、10.2mであり、地表下深度60~120mで消滅するまで深部方向に薄くなる。

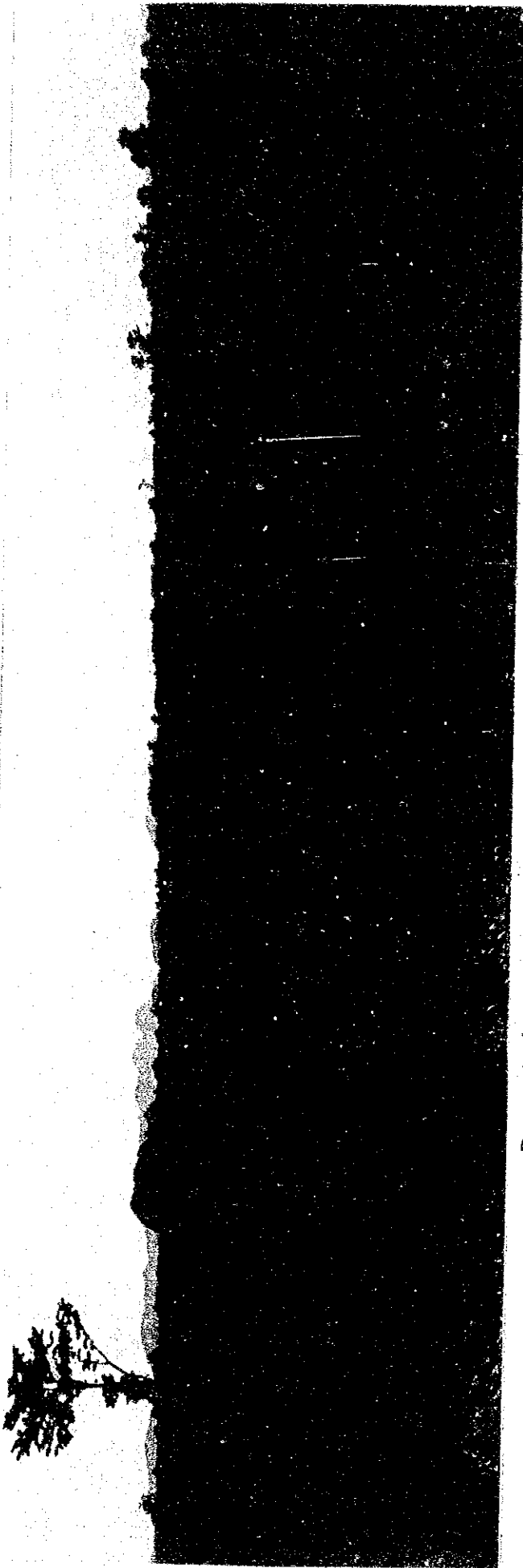
F A断層が北側境界となつており、F B系の10断層が堆積盆を分断する。

オーバーバーデンの厚さは、20~100mと変化し、露頭の長さは約3.0kmである。

North Kuan Klang 地区 (Fig. 6-4, Photo)

本地区は、Bang Sai地区の南約1kmのところにあつて、面積2.1平方キロメートルの第2番目の大きさの小堆積盆である。地層は、西から東へと走向を東北東-西南西から北東-南西へと序々に変化させ、北に10~30°で傾斜している。

P層の岩相は、Bang Sai地区と非常によく類似している。合盤は9.3~0.1mと変化し、化石に富む粘土からなっている。P層は、17.1mから0.2mまで厚さの変化が見られ、平均層厚は、9.7mである。地表下深度100~250mで消滅するまで深部方向に薄くなる。M層は、堆積盆全体にわたつて厚さ0.2~0.5mと発達するように思われる。



Bang Sai Deposit (Sin Pun Area) Facing North



North Kuan Klang Deposit (Sin Pun Area) Facing North

F A断層が北側境界となっており、F B及びF C系の12の断層がこの小堆積盆を分断する。大規模なF C系の断層は、小堆積盆を3つに分断し、地層の走向に影響を与えている。

炭層を覆う岩石の厚さは、20~250m以上に変化し、露頭の全長は約4.3kmである。

South Kuan Klang 地区 (Fig. 6-4)

本地区は、Bang Sai地区の南約0.5kmのところにあつて、面積0.535平方キロメートル番目の大きさの堆積盆である。地層は、北東-南西に走り、北西に10~20° 傾斜している。

P層の岩相は、Bang Sai地区とNorth Kuan Kiang地区に類似しており、合盤の累計は12.4~0.1mと変化し、化石に富む粘土からなっている。本炭層は、19.3mから0.5mまで厚さの変化が見られ、平均層厚は、11.9mである。地表下深度70~150mで消滅するまで深部方向に薄くなる。M層は、局地的に厚さが2.0~3.0mと発達する。

F A断層が北側境界となっており、F B系の1断層とF C系4断層がこの小堆積盆中に存在する。

オーバーバーデンの厚さは、20~100m以上に変化し、露頭の全長は約2.1kmである。

Nong Wa 地区 (Fig. 6-4)

本地区は、Bang Sai地区の南約1kmのところにあつて、面積3.46平方キロメートルの最大の堆積盆である。地層は、北西から南西にかけて分布し、北西に10~30° 傾斜している。

P層の岩相は、他の4つの地区とは全く異なる。合盤累計は、15.8~0.1mに変化し、化石をほとんど含まない粘土からなっている。本炭層は、23.0mから0.1mまで厚さの変化が見られ、平均層厚は、11.7mである。地表下深度200~350mで消滅するまで深部方向に薄くなる。M層は、この小堆積盆全体にわたって厚さ1m以下と貧化している。

F A断層とF C断層は、各々北西と北東の境界を形成し、F B系の7 断層が堆積盆を分断する。

オーバーバーデンの厚さは、20～300m以上に変化し、露頭の全長は約3.1km である。

6.2.2.4 地質データベース

EGATは、1991年5月にシンプン地域における採掘概念設計報告書をVULCANのソフトウェアを用いて作成した。コンピュータ解析に用いた地質基礎データは、次の通りである。

- ・物理検層を実施しての927本のノンコアボーリング
- ・224本の部分コアボーリングとリグナイト分析結果
- ・49本のオールコアボーリングによる地質工学及び地質層序の解析結果

一般に100m間隔あるいは50m ×50m 以下格子の小区域におけるボーリングのデータの質(精度)は、格子モデルとしては、適当である。

次は、P層の図面を各々の堆積盆について出力したものである。

- ・等深線図・・・天盤、下盤
- ・アイソパック・・・炭層丈、リグナイト部分の累計、合盤の累計、
オーバーバーデン
- ・炭質・・・・・・・・・・灰分、低位発熱量、硫黄分、全水分、密度

M層は次のような条件により非経済的であると考えられた。

- ・薄く、連続性に乏しい
- ・P層より深い位置にあって、剝土比が高くなる。
- ・P層より炭質が劣る。

6.2.2.5 原炭の炭質

EGATは、次の基準に従って仕分けされる"ply by ply"法によって、ボーリングコアから石炭試料採取を行った。

- ply は、すべての0.3m以上の岩石変化ごとに決定される。
- 1mと越える合盤は、サンプリングを行わない。
- 全てのコアの流失部分については、最も妥当と判断される岩石を推定した。

大部分の試料分析はオーストラリア工業規格に従って行われた。つぎのリグナイトの試験・分析の項目は、EGATの生産部の分析所、EGATのMae Moh の分析所、オーストラリアコールインダストリー・リサーチ・ラボ、EGATのクラブ リグナイト分析所によって実施された。

- 全硫黄と発熱量を含む工業分析
- 元素分析
- Hardgrove Grindability Index
- 灰分分析
- 灰の融点
- 微量元素分析
- 相対的発火温度

P層原炭の平均的炭質は次の通りである。

低位発熱量	2.716 Kcal/kg
灰分	21.1 %
全水分	32.7 %
密度	1.4 G/CC
硫黄分	5.47 %
揮発分	28.1 %
固定炭素	17.7 %

P層の各小堆積盆における炭質と他の分析の詳細については、各々 Table 6-2a, Table 6-2b に示されている。

6.2.2.6 炭 量

炭量は、VULCANのシステムのVOLRESソフトウェアによって計算された。炭量計算に用い準は、次の通りである。

- ・各々のボーリングからの炭層丈は、無水ベースで灰分60%をカットオフとし、炭丈0.3m以上のものを対象とした。この基準より高い灰分含有率の部分はリグナイトではなく岩石と見なした。
- ・リグナイトの密度は灰分と密度の分析実績からの表を基に計算された。
密度 = $1.13 \times 0.01 \times$ 灰分
- ・計算モデル信頼度を得るために、50 X 50 平方キロメートル格子を用いた。
- ・シンパン堆積盆のリグナイト評価においては、豪州ニューサウスウェールズ州の炭田地質に関する常任委員会の規則に従った。

リグナイト埋蔵量は、確定、推定、予想に次のように計算される。

Table 6-2a Coal Quality Distribution in Sin Pun Basin (I)

Parameters (as received)	Tha Khi Rad			Bang Sai			North Kuan Klang		
	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min
Net Specific Energy (kcal/kg)	2,953	2,950	2,946	3,241	2,825	1,683	3,307	2,924	2,240
Ash Content (%)	17.36	17.30	17.25	37.97	19.29	12.32	29.04	17.61	11.18
Total Moisture (%)	33.97	33.95	33.93	35.84	33.25	26.98	36.28	33.86	29.84
Volatile Matter (%)	-	31.27	-	37.36	27.95	23.14	32.77	28.55	19.62
Fixed Carbon (%)	-	19.48	-	23.43	17.19	11.31	24.31	17.71	11.50
Sulphur Content (%)	9.25	9.17	8.99	10.84	6.54	4.47	10.79	7.19	3.74
Relative Density (g/cc)	1.39	1.39	1.39	1.65	1.41	1.32	1.54	1.39	1.30

Parameters (as received)	South Kuan Klan			Nong Wa			Total		
	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min
Net Specific Energy (kcal/kg)	3,239	3,032	2,316	3,329	2,450	1,477	3,329	2,716	1,477
Ash Content (%)	32.00	16.21	12.36	39.72	25.44	10.81	39.72	21.08	10.81
Total Moisture (%)	35.82	34.41	28.92	36.43	31.16	26.44	36.43	32.70	26.44
Volatile Matter (%)	35.95	29.03	17.41	34.49	23.73	11.52	37.36	28.11	11.52
Fixed Carbon (%)	24.03	18.73	12.45	24.72	15.21	3.01	24.72	17.66	3.01
Sulphur Content (%)	9.08	6.95	4.86	5.55	3.03	0.83	10.84	5.47	0.83
Relative Density (g/cc)	1.57	1.37	1.32	1.67	1.49	1.30	1.67	1.43	1.30

after Sin Pun Conceptual Mining Study, May 1991

Table 6-2b Coal Quality Distribution in Sin Pun Basin (II)

Parameters	Max	Mean	Min
Ultimate Analysis (daf %)			
C	69.0	64.0	51.9
H	6.3	5.0	3.0
N	1.4	1.2	0.7
S	16.8	12.9	5.7
O	38.6	16.9	8.3
CO ₃ (ad)	26.7	5.9	0.2
Sulphur (adb %)			
Pyrite	1.16	0.52	0.16
Sulfate	1.75	0.69	0.21
Organic	7.46	5.33	2.14
Total	8.66	6.55	2.60
Ash Analysis (%)			
SiO ₃	94.00	24.04	3.60
Al ₂ O ₃	20.30	7.29	0.90
Fe ₂ O ₃	23.00	7.52	1.03
CaO	74.20	32.42	4.71
MgO	6.30	2.17	0.01
Na ₂ O	1.40	0.63	0.21
K ₂ O	2.51	0.99	0.38
TiO ₂	0.67	0.23	0.01
Mn ₃ O ₄	0.10	0.04	0.01
SO ₃	47.40	26.90	5.48
P ₂ O ₃	0.60	0.29	0.07
Ash Fusion Temp. (° C)			
Deformation	1,470	1,269	1,090
Sphere	1,540	1,329	1,110
Hemisdsphere	1,550	1,340	1,120
Flow	1,550	1,368	1,140
Trace Element Analysis			
F (ug/g)	500	163	55
As	320	120	27
B	210	102	35
U	66	13	0.4
Hardgrove Grindability Index (HGI)	118	101	79
Relative ignition Temperature. (° C)	180	161	146

Table 6-3 Coal Resources in Sin Pun Basin

Deposit	Resources			Av. Net Calorific Value (kcal/kg)
	Measured	Indicated	Inferred	
	(MT)	(MT)	(MT)	
Tha Khi Rad	1.00	-	-	2,950
Bang Sai	10.03	-	-	2,825
North Kuan Klang	17.21	-	2.76	2,924
South Kuan Klang	5.34	-	-	3,032
Nong Wa	15.17	13.66	-	2,450
Total	48.75	13.66	2.76	2,716
		65.17		

各々の堆積盆における炭量の範疇における深度と発熱量の関係は、Table 6-4a から Table 6-4b にまとめられており、Fig. 6-5a から Fig. 6-5g にグラフ化されている。Nong Wa地区を除く確定炭量の発熱量は2500kcal/kg以上である。Nong Wa 地区の推定炭量は、1,366万トンで、非常に深部に賦存し、オーバーバーデンの厚さは200 m以上である (Table 6-4g、Fig. 6-5g)。North Kuan Klang堆積盆の276万トンの予想炭量はEGATの採掘権の境界外にある。

6.2.2.7 水理地質評価と切羽傾斜

タイ・オーストラリアリグナイト炭鉱開発プロジェクト(TALMDP)は、シンブン炭田は半固結及び固結岩からなり、地下被圧水による高い地下水位を確認している。水理地質を基礎とした採炭保安の点から、地質的要因は次のように上げられる。

パラメータ	レンジ
切り羽の深度	25~150m
地層傾斜 - Highwall	15~25°
- Lowwall	10~30°
地下水の条件	飽和の状態~完全排水された状態

Table 6-4a Measured Resourced of Tha Khi Rad Deposit, Sin Pun Basin

Cal. Value(kcal/kg)	500 ~	1500 ~	2000 ~	2500 ~	3000 ~	TOTAL
Depth from Surf.	1500	2000	2500	3000	4000	tons
0 ~ 25 (m)	0	0	0	96,400	0	96,400
25 ~ 50	0	0	0	900,500	0	900,500
50 ~ 75	0	0	0	2,500	0	2,500
75 ~ 100	0	0	0	0	0	0
100 ~ 125	0	0	0	0	0	0
125 ~ 150	0	0	0	0	0	0
150 ~ 175	0	0	0	0	0	0
175 ~ 200	0	0	0	0	0	0
200 ~ 250	0	0	0	0	0	0
250 ~ 300	0	0	0	0	0	0
300 ~ 400	0	0	0	0	0	0
Total (tons)	0	0	0	999,400	0	999,400

(M. tons)
單位·百万

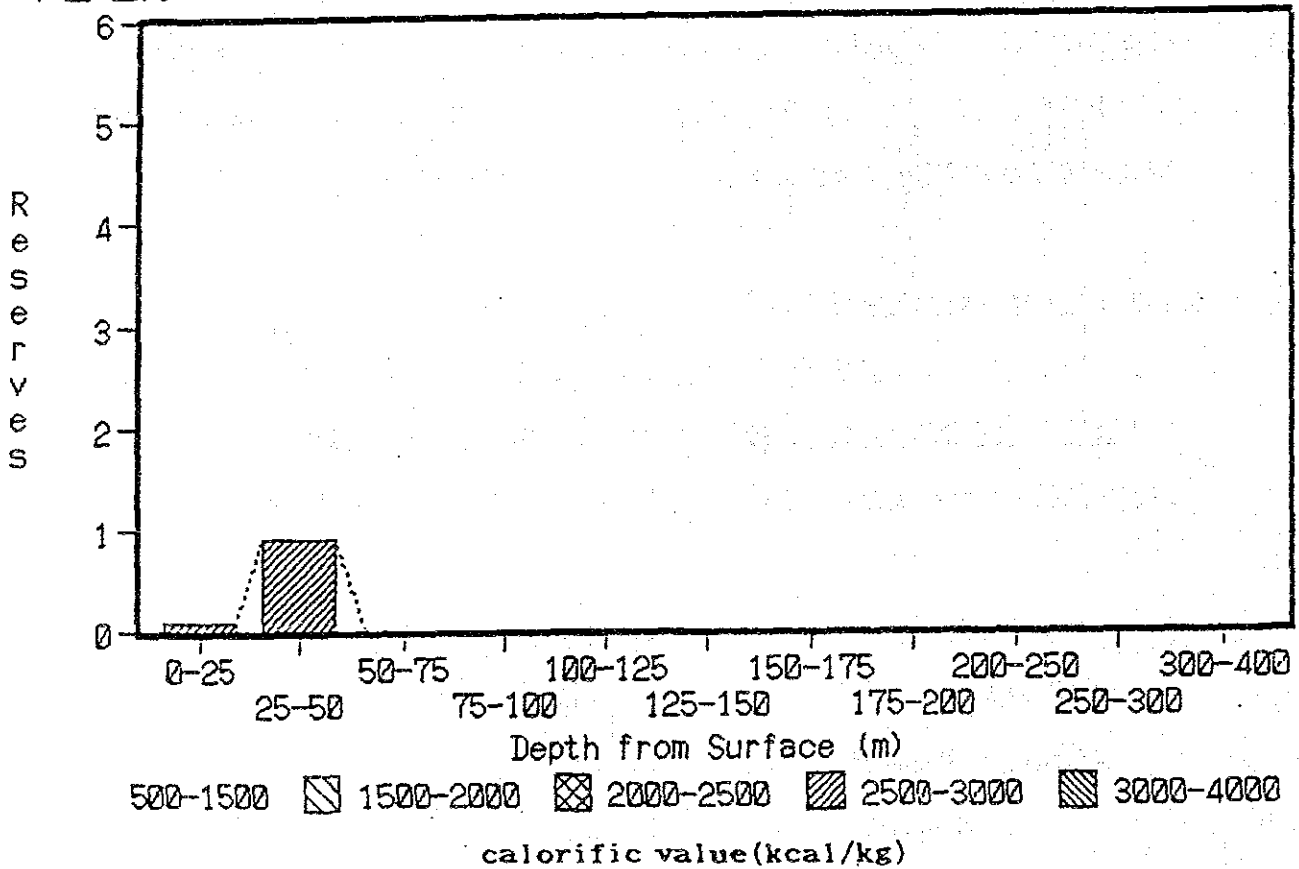


Fig. 6-5a Measured Res. of Tha Khi Rad Deposit Classified by Calorific Value (kcal/kg)

Table 6-4b Measured Resources of Bang Sai Deposit, Sin Pun Basin

Cal. Value(kcal/kg) Depth from Surf.	500 ~		1500 ~		2000 ~		2500 ~		3000 ~		TOTAL tons
	1500	2000	2500	3000	4000						
0 ~ 25 (m)	0	0	96,700	2,286,700	1,052,800	3,440,200					
25 ~ 50	0	0	31,000	3,784,600	958,000	4,773,600					
50 ~ 75	0	0	46,700	1,000,000	32,600	1,079,300					
75 ~ 100	0	7,900	124,800	599,700	0	732,400					
100 ~ 125	0	0	0	0	0	0					
125 ~ 150	0	0	0	0	0	0					
150 ~ 175	0	0	0	0	0	0					
175 ~ 200	0	0	0	0	0	0					
200 ~ 250	0	0	0	0	0	0					
250 ~ 300	0	0	0	0	0	0					
300 ~ 400	0	0	0	0	0	0					
Total (tons)	0	7,900	301,200	7,673,000	2,043,400	10,025,500					

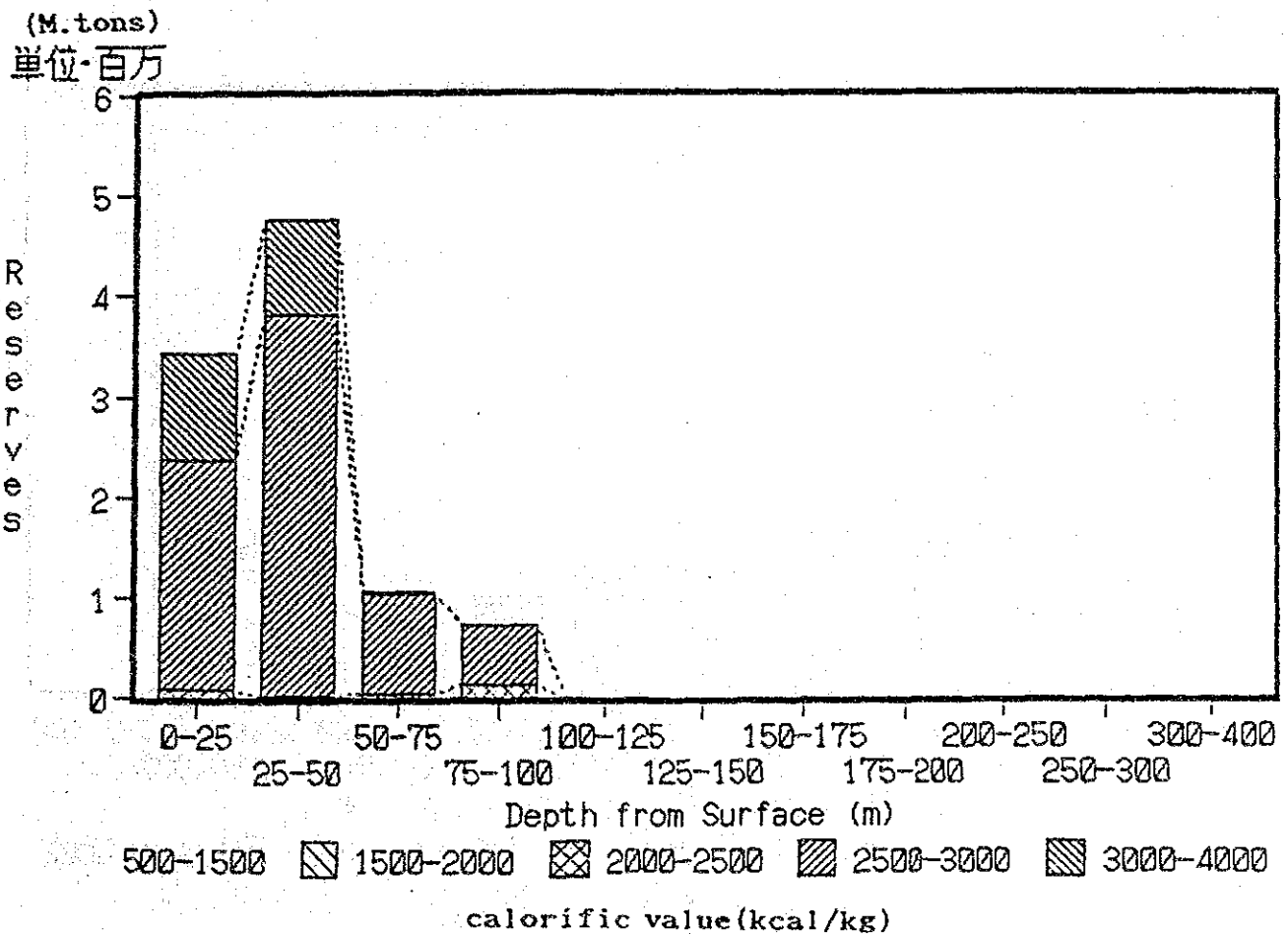


Fig. 6-5b Measured Resources of Bang Sai Deposit Classified by Calorific Value (kcal/kg)