

タイ 国
ラ・グー水力開発計画
プレ・フィジイビリティ調査報告書

昭和 48 年 11 月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1049966[3]

國際協力事業団		
受入 期	'84. 3. 21	122
登録No.	01139	64.3
		KE

は し が き

日本政府はタイ国政府の要請に基づき、同国の電源開発計画に対する協力の一環として I a N g u 水力発電開発計画調査を実施することとし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

当事業団は同国における電力事業の経済的、社会的重要性を勘案の上電源開発株式会社新豊根建設所、豊根工区長西田孜氏を団長とする7名の調査団を編成し1973年2月より同国に派遣した。

調査団は、1973年2月24日より3月29日までタイ国国家動力庁 (National Energy Administration) の協力を得て同国南部に位置する本計画地域の一部の現地踏査、関連地域の調査及び水文、地形、農業等の必要とされる資料の収集を行なった。

本報告書は、調査団が帰国後、現地にて収集した資料及び現地踏査の結果を電源開発株式会社の各分野の専門家の協力を得て解析、検討しプレフィジビリティ報告書 (農業に関してはレコメンドレーション報告書) としてとりまとめられたものである。

本報告書が同国の電源開発に寄与するとともに、同国と我国との経済及び技術交流に役立つならば、幸いと存する次第である。

終りに本調査の任に当られた調査団団員各位の労をねぎらうとともに調査団の派遣にご協力頂いた関係機関各位に対し深く感謝の意を表するものである。

1973年10月

海外技術協力事業団

理事長 田 付 景 一



伝 達 状

海外技術協力事業団
理事長 田付景一殿

ここに提出するのは、タイ国 La Ngu 水力開発計画のプレフィジビリティ調査を骨子とし、これに付随した La Ngu 農業開発計画のレコネッサンス調査に関する報告書であります。

調査団は 1973年2月24日より3月29日までの間、タイ国国家動力庁 (National Energy Administration) 技術陣の協力を得て、計画地域の一部の現地踏査及び関連地域の調査を実施致しました。この間本計画に必要な、水文、地形、地質、電力需給、農業経済等の資料をしゅう集すると共に、NEA技術陣と数次に亘り、本計画に関して意見の交換を行いました。

調査団は、帰国後、現地にしゅう集した資料及び国家動力庁との打合せ事項に基づき、水力開発計画について、水文資料の解析、電力の需要想定、地質資料の分析、発電計画の検討、予備設計、工事費積算、および経済評価等を行うと共に、その下流域で考えられる農業開発計画についても概略の検討を加えてこの報告書を作成しました。

これらの国内作業は調査団の派遣母体である電源開発株式会社のチーフ・エンジニアの指揮のもとに同社技術陣の全面的な協力を得て遂行されました。

La Ngu 開発計画は、マレー半島の北部すなわち南タイに位置し、インド洋側に注ぐ La Ngu 河の上流部に有効容量 $8.40 \times 10^6 \text{ m}^3$ の貯水池を設けて、流入する河水を調節し、170 m の落差を利用して、最大出力 30,000 kW の発電所を建設して、年間 $57.9 \times 10^6 \text{ kWh}$ の電力量を得る水力開発計画と、その下流の平野部において調整された発電所の放流と、残流を利用して、すでに 1959年より計画が推進されつつある Satun Self-help Land Settlement Project を中心とした地域の 110,970 rai (17,755 ha) を灌漑しようとする農業開発計画からなっています。

なお、La Ngu 開発計画の基本的な問題点としては、貯水池の一部がカルスト地域にかゝるものと推定され、このために貯水池からの漏水が懸念されます。

しかしながら、今回の調査では、これらに関する判断資料は全く得られなかったもので、この報告書では、将来貯水池からの漏水問題は解明、解決されることを前提とし、この漏水問題を除外して検討を進めました。

検討結果によれば La Ngu 水力開発計画は、増大を続ける南タイの電力需要に対処するには、極めて効果的かつ有望な計画であり、また農業開発計画も開発の可能性を十分秘めており、両計画ともさらに今後の詳細な調査を推進する価値があることが判明しました。

両計画が実現に至るまでには、今後の詳細調査および検討が実施され、より具体的な開発計

画が策定されることが必要であります。将来両計画の特性が確認され、電力供給、農業の開発をとおりて南タイの経済発展に貢献する有力な Project として各々進展する事を期待するものであります。

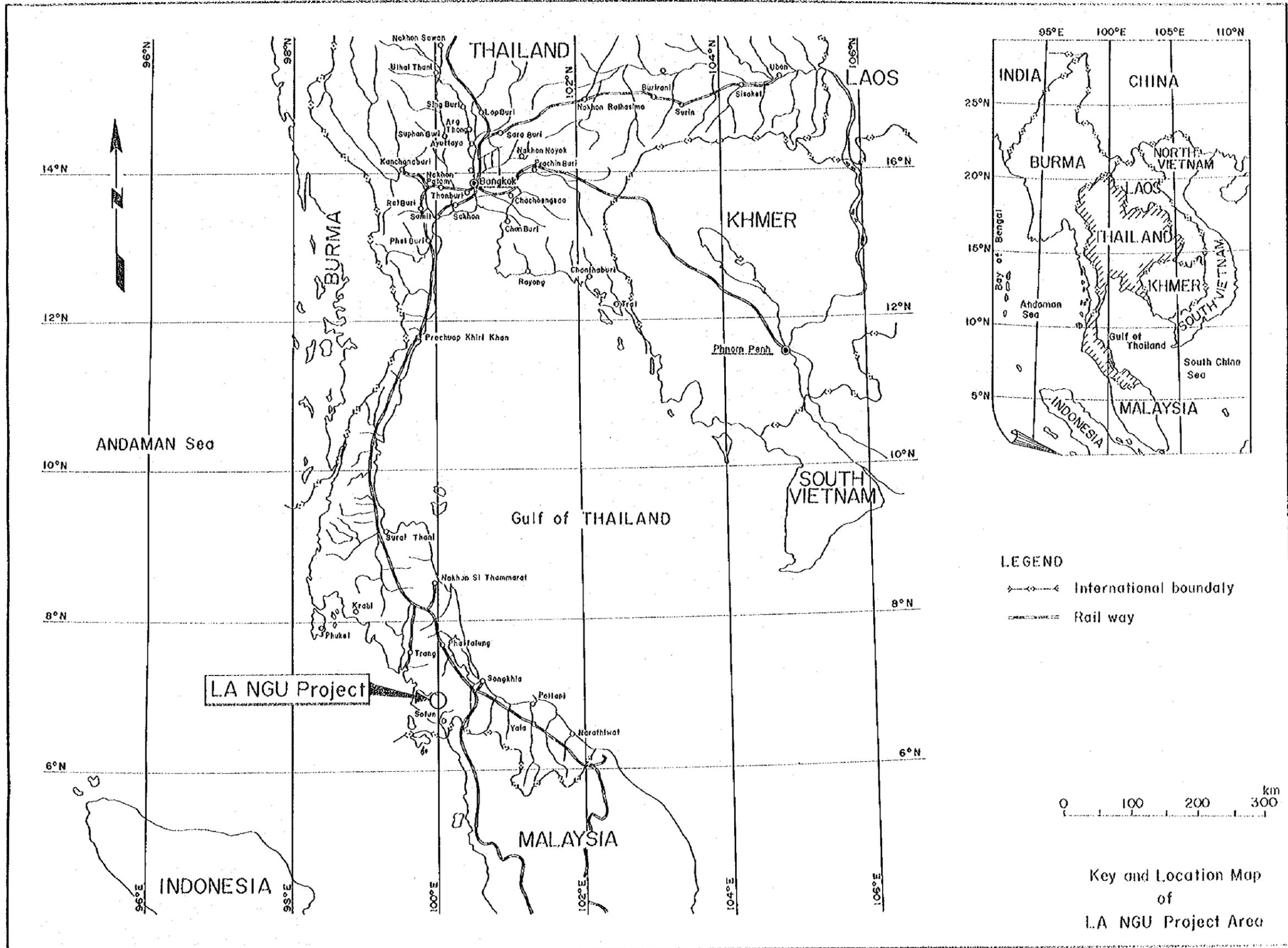
最後に、本報告書の提出にあたり、我々調査団は、現地調査ならびに検討に多大の御助力と御協力を賜った関係各位に対して、心から感謝の意を表すものであります。

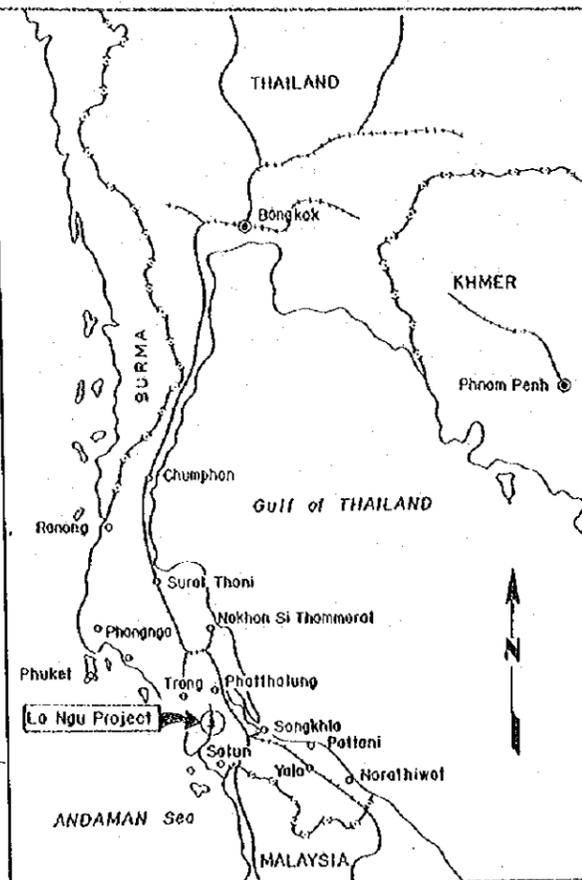
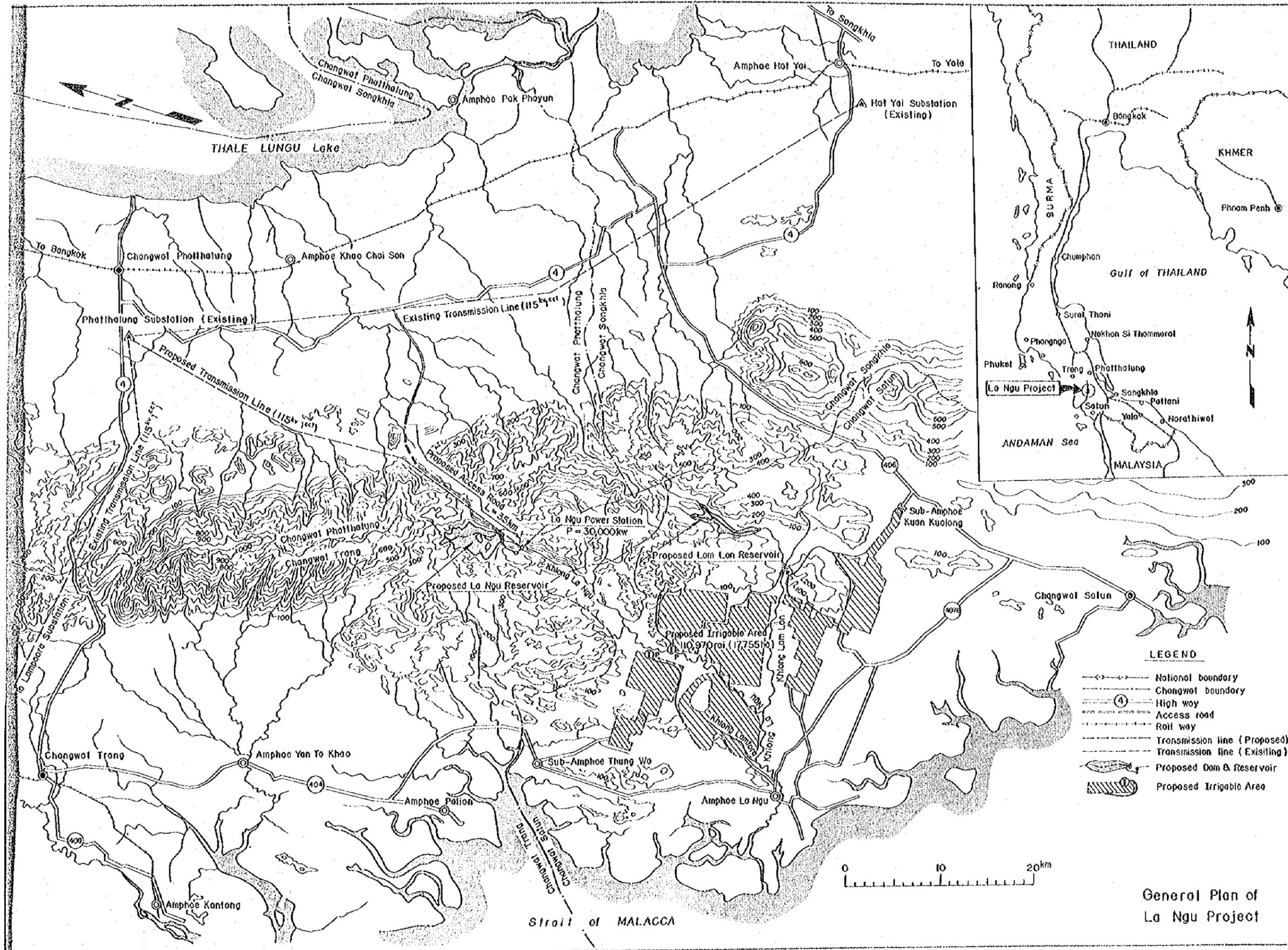
1973年10月

タイ国ラダー水力開発計画

調査団々長

西 田 孜

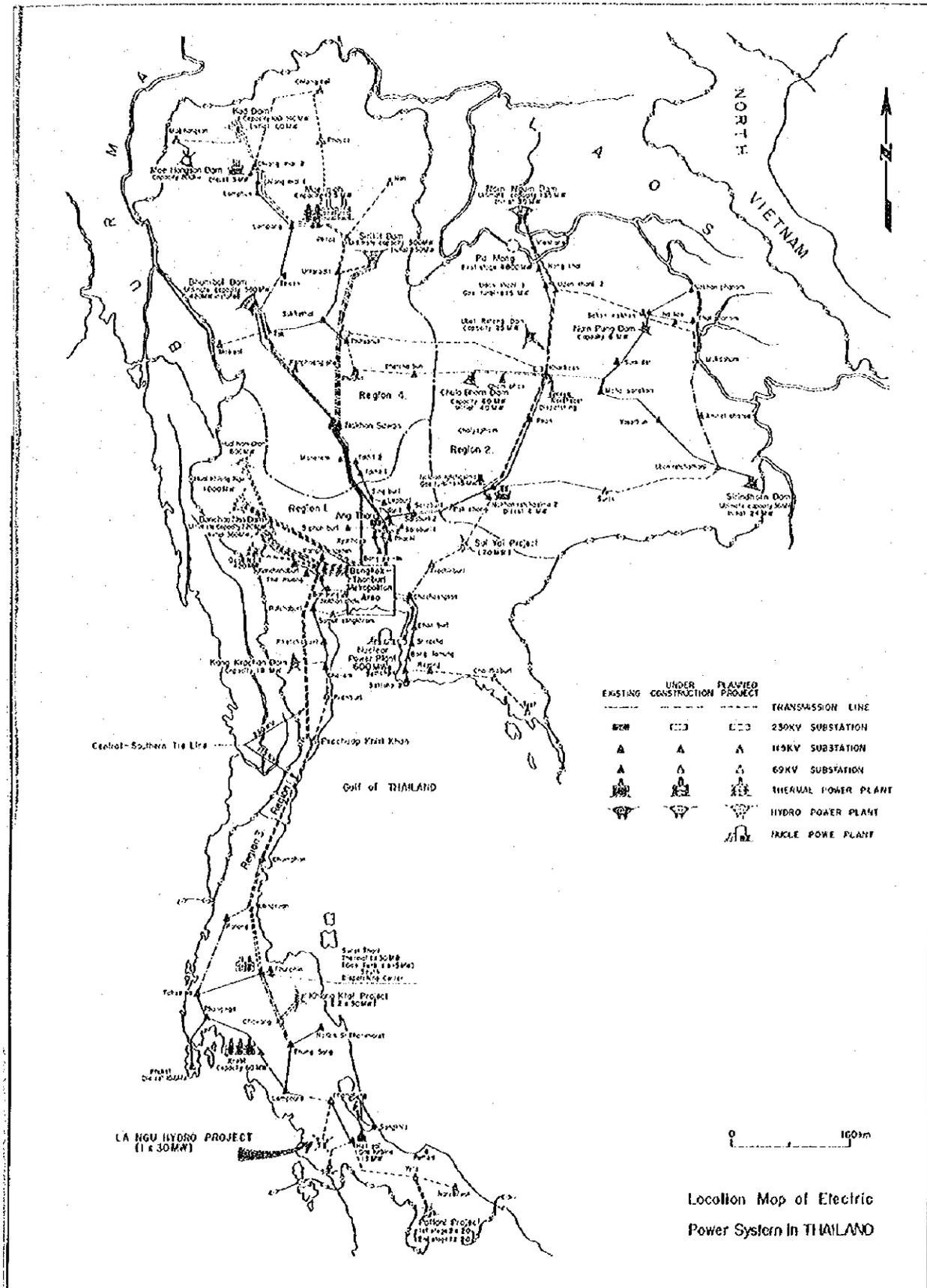




LEGEND

- National boundary
- Chongwat boundary
- ④ High way
- Access road
- - - - - Rail way
- Transmission line (Proposed)
- △ Transmission line (Existing)
- Proposed Dam & Reservoir
- ▨ Proposed Irrigable Area

General Plan of
La Ngu Project



EXISTING	UNDER CONSTRUCTION	PLANNED PROJECT	
—	—	—	TRANSMISSION LINE
△	△	△	230KV SUBSTATION
△	△	△	115KV SUBSTATION
△	△	△	69KV SUBSTATION
⊞	⊞	⊞	THERMAL POWER PLANT
⊞	⊞	⊞	HYDRO POWER PLANT
		⊞	TIDAL POWER PLANT

0 100km

Location Map of Electric Power System in THAILAND

La Ngu 開発計画概要

1. 発電計画

1.1	位 置	Changwat Trang 及び Phattalung
1.2	流域面積	8.0 Km ²
1.3	年平均流入量	4.50 m ³ /s (1.42 × 10 ⁶ m ³)
1.4	貯水池	
	満水位	270.0 m
	有効貯水容量	8.40 × 10 ⁶ m ³
	利用水深	15.0 m
1.5	ダム	
	型式	コンクリート・アーチ
	堤頂標高	275.0 m
	堤長	104.0 m
	堤高	33.0 m
	堤体積	9,600 m ³
1.6	洪水吐	
	型式	自由越流形
	容量	500 m ³ /s
1.7	取水口	
	型式	傾斜型コンクリート構造
1.8	導水路トンネル	
	型式	円型圧力トンネル
	全長	1,520 m
	内径	3.0 m
1.9	調圧水槽	
	型式	制水孔型
	内径	6.0 m
1.10	水圧鉄管	
	型式	溶接鋼管リングガード支持方式
	全長	660.0 m
	内径	3.0 m ~ 1.6 m
1.11	発電所	
	型式	地上式コンクリート構造

1.12 發電機器

單位容量	30,000 kW
台數	1
水車	
型式	立軸フランシス
基準落差	170.0 m
最大流量	21.2 m ³ /s
容量	31,000 kW
回転數	429 rpm
發電機	
型式	3相交流同期發電機
容量	33,000 kVA
電壓	11 kV
周波數	50 Hz
力率	0.9 (遅れ)
変圧器	
型式	屋外3相油入自冷式
容量	33,000 kVA / 7 kVA / 33,000 kVA
電壓	115 kV / 33 kV / 10.5 kV

1.13 送電線

区間・距離・回線數	La Ngu PS--Phattalung SS 52km. l.c.c.t.
電壓	115 kV
周波數	50 Hz

1.14 通信設備

PLC方式

1.15 建設費

發電設備	247 × 10 ⁶ Baht
送・変電, 通信設備	25 × 10 ⁶ Baht
計	272 × 10 ⁶ Baht

1.16 年間発生電力量

57,900,000 kWh

1.17 費用便益比

年間費用	22.96 × 10 ⁶ Baht
電力コスト (Phattalung 変電所渡)	0.401 Baht/kWh
年間便益	31.52 × 10 ⁶ Baht
超過便益	8.56 × 10 ⁶ Baht

費用便益比

1.37

2. 農業開発計画

2.1 位 置

Changwat Satun

2.2 かんがい面積

110,970 rai (17,755ha)

2.3 粗用水量

0.49~6.26m³/s (平均3.38m³/s)

2.4 主要構造物

揚水ポンプ;

La Ngu 河 左岸 内径600mm×3台:1ヶ所

La Ngu 河 右岸 内径900mm×4台:1ヶ所

Lam Lon取水ダム;

流 域 面 積 105km²

満水面標高 78.5m

有効貯水容量 25.3×10⁶ m³

幹線用水路;

8.2 Km

2.5 建設費

422.2×10⁶ Baht

2.6 費用・便益比

年間費用

42.7×10⁶ Baht

年間便益

60.1×10⁶ Baht

費用便益比

1.40

Unit and Conversion

mm	: Millimeter
cm	: Centimeter
m	: Meter
km	: Kilometer
sq. mm	: Square millimeter
sq. cm	: Square centimeter
sq. m	: Square meter
sq. km	: Square kilometer
ha	: Hectare
cu. m	: Cubic meter
mg	: Milligram
gr.	: Gram
kg	: Kilogram
ton	: Metric ton
m/sec.	: Meter per second
cu. m/sec.	: Cubic meter per second
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt hour
MW	: Megawatt
kV	: Kilovolt
kVA	: Kilovolt-Ampere
MWh	: Megawatt hour
MkWh	: Millions of kWh
rpm	: Revolutions per minute
Hz.	: Hertz (cycles per second)
EL	: Height above means sea level
°C	: Centigrade
p. p. m.	: Parts per million
%	: Percentage
1 ha	: 10,000 sq. m.
1 MW	: 1,000 kW

Definitions of Thai Terms

Rai	Unit of land area equal to 1,600 sq. m = 0.16 ha = 0.395 acre
Baht (฿)	Unit of currency equal to 100 Satang
Changwat	A political subdivision of the Kingdom of Thailand; the English equivalent is province.
Amphoe	A political subdivision of a province (Changwat): The English equivalent is district.
Ban	A village
Huai	A rivulet
Khloug	A stream
Khao	A mountain, a hill

目 次

はしがき
口 絵
伝 達 状
Key and Location Map
General Plan of the La Ngu Project
Location Map of Electric Power System in Thailand
La Ngu 開発計画概要
Unit and Conversion

第1章 序 論	1-1
1.1 経 緯	1-1
1.2 報告書の目的と範囲	1-2
1.3 基礎資料	1-2
1.4 調査団の編成	1-2
第2章 結論および勧告	2-1
第3章 南タイの一般事情	3-1
3.1 位 置	3-1
3.2 気 候	3-1
3.3 地形および地質	3-2
3.4 社会状況	3-3
3.4.1 人 口	3-3
3.4.2 宗 教	3-3
3.4.3 教 育	3-3
3.4.4 輸 送	3-4
3.5 南タイの経済活動	3-5
3.5.1 電力の現況	3-5
3.5.2 農 業	3-6
3.5.3 林 業	3-9
3.5.4 畜 産	3-9
3.5.5 漁 業	3-9
3.5.6 鉱 業	3-10

第4章	電力需要想定	4-1
4.1	現 状	4-1
4.1.1	南タイの既存の発電設備	4-1
4.1.2	南タイの電力需要の経過と現状	4-1
4.1.3	日負荷曲線	4-2
4.2	需要想定の概要	4-3
4.2.1	需要想定の方法	4-3
4.2.2	需要想定の結果	4-4
4.3	需給バランス	4-4
第5章	開発計画の概要	5-1
5.1	発電計画	5-1
5.2	農業計画	5-1
第6章	水 文	6-1
6.1	測水所および雨量観測所	6-1
6.2	計画地点の流域面積	6-1
6.3	降 雨 量	6-1
6.4	河川流量	6-2
6.5	計画地点の流量の算定	6-2
6.5.1	降雨量の算定	6-2
6.5.2	流量の算定	6-3
6.6	洪水量	6-4
6.7	貯水池からの蒸発	6-4
6.8	堆 砂	6-4
第7章	地質及び材料	7-1
7.1	概 説	7-1
7.2	計画地域	7-1
7.3	貯水池	7-2
7.4	ダ ム	7-3
7.5	発電所地点	7-4
7.6	導水路トンネル	7-5
7.7	材 料	7-6
7.7.1	粗骨材	7-6
7.7.2	細骨材	7-6
7.7.3	土質材料	7-7

第8章	水力開発計画	8-1
8.1	発電計画の検討	8-1
8.2	貯水池規模	8-1
8.3	貯水池の運用操作	8-2
8.4	保証水量	8-2
8.5	最大使用水量	8-2
8.6	保証尖頭使用水量	8-3
8.7	設備出力および保証尖頭出力	8-3
8.8	主機の台数	8-3
8.9	可能発生電力量	8-4
8.10	送電計画	8-4
8.10.1	南タイの送電系統	8-4
8.10.2	La Ngu送電線	8-4
第9章	水力開発計画の予備設計	9-1
9.1	土木構造物	9-1
9.1.1	ダム	9-1
9.1.2	取水口	9-1
9.1.3	導水路トンネル	9-1
9.1.4	調圧水槽	9-1
9.1.5	水圧管路	9-1
9.1.6	発電所・屋外開閉所	9-2
9.1.7	工事用道路	9-2
9.2	水車および発電機	9-2
9.3	電気回路方式および開閉設備	9-2
9.4	送電設備	9-3
第10章	水力開発計画の工事費	10-1
10.1	基本条件	10-1
10.2	工事費の総括	10-1
10.3	工事工程	10-2
第11章	水力開発計画の経済評価	11-1
11.1	販売可能電力量	11-1
11.2	年間費用と電力コスト	11-1
11.2.1	年間費用	11-1
11.2.2	電力コスト	11-1

1 1.3	年間便益	1 1-1
1 1.4	便益 - 費用比および超過便益	1 1-2
第12章	水力開発計画の今後のスタディに必要な調査	1 2-1
1 2.1	貯水池の地質調査	1 2-1
1 2.2	水文調査	1 2-1
1 2.3	地形図の作成	1 2-2
1 2.4	計画構造物地点の地質調査	1 2-2
第13章	農業開発計画	1 3-1
1 3.1	計画地域の農業概況	1 3-1
1 3.1.1	社会状況	1 3-1
1 3.1.2	農業の自然環境	1 3-1
1 3.1.3	土地利用状況	1 3-2
1 3.1.4	営農状況	1 3-2
1 3.1.5	主要作物の栽培現況	1 3-3
1 3.2	既存の農業開発計画 - Satun Self-help Land Settlement Project	1 3-4
1 3.3	かんがい計画が実施された場合の効果	1 3-7
1 3.3.1	計画が実施されない場合の農業生産 (現状)	1 3-7
1 3.3.2	計画が実施された場合の農業生産	1 3-8
1 3.4	農業開発計画	1 3-9
1 3.4.1	開発の基本構想	1 3-9
1 3.4.2	かんがい計画の骨子	1 3-9
1 3.4.3	計画検討のための基本的前提条件	1 3-11
1 3.4.4	地質状況	1 3-14
1 3.4.5	かんがい計画	1 3-15
1 3.4.6	各種案の経済比較	1 3-18
1 3.4.7	結論および今後調査すべき事項	1 3-19

※

※

Appendix	A	基礎資料リスト
	B	電力系統解析
	C	地質及び材料試験結果
	D	Self-help Land Settlement Project
	E	社会的経済効果の分析

第 1 章

序 論

第 1 章 序 論

1-1 経 緯

タイ国全体の総合的な開発計画の策定及び調整を行なうべき行政機関として設立されたタイ国国家動力庁 (National Energy Administration 以下 N E A と略称する) はその活動の一環として総合エネルギー計画に力を注いでおり、とりわけ長期総合開発計画の立案に努力している。

N E A では南タイに於ける著しい電力需要の増大及び供給力構成の現状に鑑み、タイ国南部ラダー河の水力資源に着目し、1968年にラダー河水力開発計画のプレリミナリー・スタディを行ない、引続き水文資料のしゅう集及び地質調査工事等を実施してきた。またラダー河下流域に於いては20000haに及ぶ灌漑可能地域が存在するのでN E A は上記の水力開発計画と組合せ、ラダー河総合開発計画として調査を実施すべく諸準備を行なってきた。

1973年1月N E A はタイ国経済技術協力庁 (Department of Technical and Economic Cooperation) を通じ、日本政府に対しラダー河総合開発計画のフィジビリティ調査の実施を要請してきた。この要請に応じ、日本政府はその作業の実施を海外技術協力事業団 (Overseas Technical Cooperation Agency 以下 O T C A と略称する) に委託した。O T C A はラダー河総合開発計画の着想が水力開発を基盤として行われたことから、電源開発株式会社 (以下 E P D O と略称する) の6名及びO T C A 職員1名からなる調査団を編成し、タイ国へ派遣した。

調査団は1973年2月24日より3月29日までの間、N E A 技術陣と協同して、計画地域ならびに関連地域の調査を行なった。しかしながら、計画地域の治安状況が極めて不良のため、水力計画地点及び一部の農業計画地点には接近出来ず完全な現地調査を実施出来なかった。また農業計画については当初期待していた精度の資料が十分には入手出来ない事が判明した。

この結果調査団はタイ国政府より日本政府への要請状に添付された Terms of Reference 記載の「総合開発についてのフィジビリティ・レポートの作成」は不可能と判断し、その旨N E A に申し入れを行なった。調査団及びN E A は本件の取扱いについて協議の結果、水力開発計画については、プレ・フィジビリティ、農業計画についてはレコネッサンス・レベルのスタディを行なう事で合意を見るに至った。

調査団は帰国後、1973年3月30日より10月16日までの間、現地でしゅう集された資料及びN E A との打ち合せ結果に基づいてE P D O 本社においてチーフ・エンジニアの指揮の下に同社技師らの協力を得て、この計画の検討を行なって本報告書を作成した。

1-2 報告書の目的と範囲

1-1の経緯をものべてあるとおり、調査団の当初の目的はLa Ngu 開発計画のフイジビリティ調査であったが、水力計画地点および農業計画地域の一部への接近が不可能となったため、水力開発計画についてはプレフイジビリティ調査、農業開発計画についてはレコネッサンス調査とならざるを得なかった。

従って本報告書の目的は、NEAによって計画立案されたLa Ngu 水力開発計画について技術面、経済的からのプレフイジビリティレベルの再検討を行い、最適な開発計画案を選択すると共に、将来行なわれるであろうフイジビリティ調査に必要な事項を明かにすることである。またLa Ngu 農業開発計画については、計画地域内ですでに実施されつゝあるSatun Self-help Land Settlement Projectとの調和を考慮しつつ、水資源有効利用の観点から考えられる代表的な三ケースの灌漑計画について予備的な検討を行い、その経済性の概略を把握すると共に今後の調査に必要な事項を勧告することである。

なお水文、電力の需要想定等については、資料が十分入手し得たので、NEAの要望もあり、フイジビリティレベルと同程度の詳細な検討を行った。

この報告書の検討範囲は、水力開発計画では、貯水池のためのダム、水路、水槽、発電所等の発電施設とPhattalung 変電所に至る約5.2Kmの送変電施設ならびに計画地域までの約3.5Kmの工事用道路が含まれる。

また農業開発計画では、かんがい施設の基幹となる取水ダム、揚水施設、幹線導水路の他、地域内の道路、用・排水路等の末端施設を含めた。またこの計画のもたらす社会的経済効果の分析を行ないAppendix - Eに収めた。

1-3 基礎資料

現地調査期間中に得られたBasic data及びreference booksはAppendix - Aに示す通りである。これらの諸資料に基づいて本報告書は作成された。

1-4 調査団の編成

現地調査に参加した団員の氏名、担当、所属及び従事期間は下記の通りである。

	氏 名	担 当	所 属	従 事 期 間
団 長	西 田 孜	総 括	EPDC	自 1973年2月24日 至 1973年3月29日
団 員	吉 田 嵩	土 木	同 上	同 上
同 上	花 田 剛	電 気	同 上	同 上
同 上	井 上 次 郎	地 質	同 上	同 上
同 上	乙 村 紀 夫	農 業 経 済	同 上	同 上
同 上	角 田 東	農 業	同 上	自 1973年2月26日 至 1973年3月29日
同 上	桜 田 幸 久	経 済 渉 外	OTCA	自 1973年2月26日 至 1973年3月25日

第 2 章

結 論 お よ び 勧 告

第 2 章 結論および勧告

NEAが南タイで開発を企図しているLa Ngu 河の水力開発計画およびそれに附随して考えられる農業開発計画について、調査団はNEAより提供された基礎資料に基づいてゆめされる範囲内での計画地域の現地踏査および関連地域の調査と、帰国後東京において種々の検討を加えた。その結果この計画の基幹となる貯水池からの漏水問題が将来において解明され、解決されることを前提とするならば、現段階の見透しでは、水力開発計画は、La Ngu 河の上流部の盆地の出口に高さ33mのアーチダムを築造し、これによって得られる有効容量 $84.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ の貯水池によって河水をほぼ完全に調節し、この水を延長1,520mの導水路トンネルによって発電所に導き、170mの落差を得て、最大30,000kWの発電を行い、年間 $57.9 \times 10^6 \text{ kWh}$ の電力量を新設する延長5.2kmの送電線によってPhattalung まで送電する計画が最も妥当なものであり、その経済性もすぐれているので、南タイの電力需要の伸びから想定するならば1980年頃に投入するのが、望ましいことが概略判明した。

またこれに附随した農業開発計画も、下流の平野部で、調整された発電所の放流と、残流の水資源を有効に利用し、すでに計画が実施されつつあるSatun Self-help Land Settlement Projectの効果を助長する方向で、取水ダム、揚水設備および延長約8.2kmの幹線用水路を新設し、合計110,970rai(17,755ha)を灌漑するならば、概略の検討では、経済性もあり、開発の可能性が大きく、その関連地域におよぼす経済的な波及効果も大きなものがあることがほぼ明らかとなった。

前述のとおりLa Ngu 開発計画は、現在までの調査、検討の段階ではいずれも有望な計画と考えられるので、第一段階で前提条件となった貯水池からの漏水問題について解明し、それについての見透しを得たならば、第二段階でフィジビリティ調査のための必要な準備作業ならびに諸手続を推進することを勧告する。

今後の調査、検討に必要な調査項目は第12及び第13章に示すとおりである。

第 3 章

南タイの一般事情

第3章 南タイの一般事情

3.1 位 置

南タイはマレー半島の北緯 6° から 12° 、東経 98° から 102° にかけて位置し、南北 750km 、東西 $15\sim 200\text{km}$ の幾分西側へ弓なりになつたほぼ南北に延びる細長い地域で面積は $70,189\text{km}^2$ である。

その西北及び南縁は夫々ビルマ及びマレーシアとの国境に接し、東および西側はタイ湾およびインド洋、アンダマン海に面している。

タイの行政管区分によれば南タイはChumphon, Ranong, Surat Thani, Phangnga, Nakhon Si Thammarat, Phuket, Krabi, Phattalung, Trang, Satun, Songkhla, Pattani, YalaそしてNarathiwatの14Changwatからなり、当La Ngu開発計画地点はChangwat Trang, Phattalung及びSatunの県境の山岳部及び丘陵部に位置する。

3.2 気 候

南タイの気候はケッペンの気候区分によればSongkhlaを中心とする東海岸側の南部は熱帯雨林気候で、その他は熱帯季節風気候に属しており、一般に気温の年較差や日較差が小さい。

マレー半島はほぼ北から南方向に細長く延び、両側を海に囲まれ、気温や湿度が安定した海洋性気候で、年間を通じて寒暑の差が少なく、また乾期でも多少の降雨があり、他の地方に比べて気候的には恵まれている地方である。

又、雨期は南西モンスーンの吹く5月～10月、乾期は北東モンスーンの吹く11月～4月でその交替期には夕立性の降雨をみることがある。しかしこのような雨期と乾期の分布も地域によって差がある。

年降雨量はほぼ $1,400\text{mm}\sim 1,600\text{mm}$ の地域が多くRanongから南の西海岸地帯は $2,400\text{mm}$ 以上で特にRanong, Ban Takuapaを中心とする西海岸側の一部では $4,000\text{mm}$ を越えている。

年平均気温は $26^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ で中央部の平野地帯の $28^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ より低い。月別では4月が最も暑く、北東モンスーンの吹く1月が一番涼しい月となっている。

湿度はPhuket周辺地域及びTrang以南のSongkhlaからSatunにかけての地域では $75\%\sim 80\%$ 、それ以外の地域では $80\%\sim 85\%$ となっている。

地 域	年平均気温 (°C)	平均最 高気温 (°C)	平均最 低気温 (°C)	年間平均 雨量 (mm)	乾 期	雨 期	暑 期
北 部 (Chiang Mai)	21.4~28.7	35.7	13.4	1,245.6	11月~4月	5月~10月	2月~5月
中央部 (Bangkok)	25.6~30.1	34.8	20.2	1,469.9	11月~4月	5月~10月	3月~5月
南 部 (Songkhla)	26.5~28.9	33.2	23.8	2,231.3	12月~3月	4月~11月	4月~5月

3.3 地形および地質

タイ国地形区分ではPeninsular Thailandに相当する南タイの地形は、雁行して南北に連なるいくつかの山地 (mountain) および丘陵 (hill) と、これらを互いにへだてる平地 (plain) あるいはタイ湾とアンダマン海に臨む海岸平野 (coastal plain) から構成され他の地域と比べると非常に特異な様相を示している (Fig. 3-1 参照)。これらの山地、丘陵のうち主なものは北西部のTanaoseおよびこれの南方への連続であるPhuket, 中央部のNakhon Si Thammarat および南東部のMalayan Frontier 山脈の4山脈でありこれらは標高1,000m以上の山頂が連なっている。

山地、丘陵を刻んで流れる河川は、概して流域面積は狭く、流長も短い。

本流の流長が150kmを超えるものは、Phuket山脈とNakhon Si Thammarat 山脈に源を発し、この山脈の間の丘陵、平野を北流し、バンドン湾に注ぐ南タイ最長のLuan河の他十河川ほどである。ちなみに、La Ngu 河は流長70km、流域800km²である。

海岸の形状をみると西海岸は沈降、東海岸は隆起海岸の特徴を示し、東西まったく異なる。すなわちアンダマン海に面する西海岸は、著しく屈曲に富む海岸線を示し、海上には多くの島が散在する。多くの箇所で山地が海岸にせまり、海岸の平地は乏しい。他方タイ湾に面する東海岸は、屈曲が乏しい。各所で長い浜辺が発達し海中の島は少ない。海岸平野は、西海岸に比べいく分広く、特にNakhon Si Thammarat からSongkhlaにかけては、Luan湖 (潟湖) を含む広大な平地が広がっている。

本地区は、地質的には、Burmas-Malaya Geotectonic 帯 (region) に位置し、ほぼ南北の軸 (axis) をもつ3つの背斜 (anticline) と2つの向斜 (Syncline) より構成される。本地区の地質的な特徴は各時代、各種類の堆積岩 (Sedimentary rock) が広く露出するが、火成岩 (igneous rock) は花崗岩 (granite) が分布するにすぎないこと、これらは上記構造 (structure) に支配され、規則正しく配列すること、古生層 (paleozoic) および下部中生層 (lower mesozoic) はほぼしい褶曲 (folding) を蒙っていること、地質が地形を規制していることが挙げられる (Fig. 3-1 参照)。

タイ国では、堆積岩および変成岩 (metamorphic rock) については、カンブリア紀 (Cambrian) のTarutao層群 (Group) から、第4紀 (quaternary) に至る8層群と、9種の火成岩類および変成岩類よりなる層序が組み立てられているが、本地区には、堆積岩および変成岩では8層群を構成する岩石と3種の花崗岩が露出する。

これら地層、岩石は、規則正しくほぼ南北方向に配列し、背斜部は山脈を、向斜部は丘陵あるいは平地をなし、背斜軸に沿っては花崗岩が貫入 (intrusion) している。すなわち古生

界は、山脈およびこれに連なる丘陵の一部に、中生界は丘陵地に、新生界は平地部に分布し、花崗岩類は山脈の中央部を占めその骨格を形成している。

なおこの地区には、南北方向の大構造 (measure structure) に斜交する北東～南西方向の断層 (fault) が、多数確認または推定されているが、地区の地質構造を大きく支配するようなものではない。

3.4 社会状況

3.4.1 人口

1971年の内務省 (Ministry of Interior) の統計によるタイの人口は約 36.82×10^9 人で国連統計による過去10年間の平均人口増加率は3.3%である。

南タイの人口は国家統計局の資料によれば1947年には2,161,000人、1960年には3,272,000人、1970年には4,269,000人と大巾に増加している。又南タイの人口の増加率はTable 3-1 に示す如く対前年比2.7%で全国平均の2.66%をやり上回っているが過去10年間の平均は2.7%とタイ平均の3.3%を下回っている。人口密度は1970年には61人/km²である。

人口の分布状況はPhuket及びSurat Thani以南の東海岸部から内陸部にかけて、又特にSongkhla, Hat Yai等の都市部に集中しており、人口密度の高いChangwatとしては164人/km²のPattani, 125人/km²のPhuket, 93人/km²のSongkhla等があげられる。

タイにおいては、これ迄失業問題はさほど重要なものではなく、1971年の統計年鑑によると1960年の失業率は0.5%でアジア諸国の中でも最も低いものであった。従来は増加する人口を農業における土地の外延的拡大によって吸収してきたが、近年の年平均3%を越える爆発的な人口増加及びそれに伴う新規未熟練労働者の増加は経済構造がいまだ一次産業に依存している現在、潜在失業者を増々増加させ、失業問題を社会問題ならしめている。

タイ政府は人口問題並びに人口の増加に伴う従属者負担の増加、失業問題の顕在化等を勘案して第三次五ヶ年計画に初めて人口政策を取り入れている。

当La Ngu 開発計画は諸産業の基盤となる電力の供給と土地の生産性を高める為のかんがい用水の確保を主たる目的とするものであるのでこれら諸問題解決の一翼をになうことになるであろう。

3.4.2 宗教

タイにおいては仏教 (小乗仏教) が国教であり、国民の93%強がその信者である。その他、回教徒3.9%、キリスト教徒0.6%に分けられる。

南タイはマレーシアの影響を強くうけて回教徒が非常に多く南に下るに従ってその割合が増し、国境を接する各県では住民の70～80%が回教を信仰していると云われている。

3.4.3 教育

タイの発展は人的資源の活用いかんにかかっているととして第三次五ヶ年計画においても

教育に投資する金額は他の産業に比べはるかに多く予算の33%弱の 32.9×10^8 Bahtを予定している (Fig. 3-2 参照)。

この意図とするところは義務教育や職業教育の普及、科学者、技術者、医師、看護婦等の養成を通じて社会全体の質的向上と雇用水準や雇用機会の増大に対処しようとするものと思われる。

南タイに於ける高等教育機関としては総合大学の Songkhla University をはじめ工科大学、教育大学が Songkhla に夫々あり、その他農業専門学校が5ヶ所、職業訓練学校が12ヶ所、教員養成専門学校が4ヶ所ある。

3.4.4 輸送

a) 航空

現在南タイには国際空港はない。国内線は国営のタイ航空により運航されており、空港は Phuket, Trang, Hat Yai 及び Pattani の4ヶ所にある。

b) 港湾

南タイの港湾は、ゴム、錫の積出港としての Songkhla, Kantang, Phuket 等であり、そして海岸沿いには多数の小漁港がある。しかしいずれも設備が貧弱であるため大型船が接岸できず外国との貿易は殆ど Bangkok 近郊の港湾に依存している状態で、南タイにおいての取扱い高は外貨で約10%、内貨で約50%である。

上記の設備状況に対し、これを整備、拡張することは南タイの経済発展を促進する重要なポイントの一つであるとして、タイ国政府は Songkhla, Phuket 等の整備拡張計画を進めようとしている。この両港は今後外国貿易港となり得る地勢を占めている。

c) 鉄道

Bangkok よりマレーシア国境までの990kmに及ぶ南部線がタイ国有鉄道公社 (State Railway of Thailand) により管理運営されている。

過去においては水路交通、現在では急速に発達した道路交通におかれて鉄道輸送量の伸びはあまり大きくない。

貨物輸送は錫、天然ゴム、米、建築資材、石油等が主であるが、乗客の方が貨物より多い事が特徴として挙げられよう。

d) 道路

南タイにおいては、マレーシアまで延びている1級国道の4号線及び2級国道が12路線あるが、全て道路局 (Road Department) により建設・管理されている。

南タイにおいては道路7ヶ年計画 (1965年~71年) で総予算799.7百万 Baht を以って合計609kmの国道建設が行なわれた。

道路は南タイの経済発展にとって重要な要素であり、かかる事の出来ない交通手段であり、各地をつなぐ大切な交通網としての役割を果たしている。

3.5 南タイの経済活動

南タイの経済活動の中心をなすものはゴム栽培を主とする農業を筆頭に錫を主とする鉱業や漁業等の第一次産業である。タイの他の地域に比べ鉱業や漁業に従事する労働者が多いのも当地方の特色であろう。

ゴムは在来種が多く生産性も低いので、新品種へのReplantingが問題となっており、又その栽培規模の拡大と一定規模以下のゴム園は他の果樹に転換するよう指導している。

又錫鉱業については採掘法の改良や新たな錫鉱床の開発、他の鉱物資源や石油資源の開発に努めているのが現状である。

漁業に関しては、東西両海岸の沿岸、各所に散在する沼沢や東海岸の大湖から豊富な漁類が得られ住民に貴重な動物性蛋白質資源を供給している。以下に南タイの諸工業の発展に欠くことの出来ない電力の現況や農業、錫鉱業、漁業等の現況を述べる。

3.5.1 南タイの電力の現況

現在タイ国の電力系統は中央(Region1)、東北部(Region2)、北部(Region4)、および南部(Region3)、の4つのRegionにより構成されているが、このうち地理的に隔絶している南部(R3)は主系統が115kV系で構成され、他のRegionと分離されて単独系統となっている。他のRegion1,2と4は230kVと115kV系統により連系され、単一系統として運営されている。しかし1979年頃には南タイも中央系統と長距離送電線により連系される予定となっている。

発電設備のほとんどはタイ国発電公社(Electricity Generating Authority of Thailand以下EGATと云う)に属し1972年12月現在のEGATの総発電設備は1,424MW(水力515MW,火力704MW,ガスタービン165MW,ディーゼル40MW)である。そのうち南タイは85.6MW(火力60MW,ガスタービン15MW,ディーゼル106MW)で全体のわずか6%である(Table3-2参照)。

なお、PEA(Provincial Electricity Authority)が所有しているディーゼル発電設備は総計75MWでそのうち南タイには21MW設備されている。

現在南タイの発電設備は火力のみであるが、南タイの電力需要は今後1972~1986年の間で最大需要が年平均12.9%の増加率で伸びるものと予想される(第4章「電力需要想定」参照)。このため今後電力系統の新規供給力としては火力以外にピーク供給力として極めて有効な水力の開発が必要となるであろう。

送電線は送電圧が230kV115kVおよび69kVが選定されこれらの1回線当りの総延長距離は1972年現在5,300kmに達している。この内南タイは115kV,680kmであり、全体の約13%を占めている。

変電所は1972年現在、230kV系が7ヶ所、115kV系が39ヶ所、69kV系21ヶ所で合計67ヶ所に達し、変圧器の設備容量は発電所の主要変圧器を含めると1780MVAとなっている。このうち南タイは115kV系11ヶ所、265MVA(全体の約15%)

となっている。

一方1972年における電力需要は発電端においてEGAT 設備で最大ピーク1,029 MW、年間発電々力量5,711MkWh (Table 3-3参照)に達し、この内南タイは4.7 MW、2.45MkWhで全体のそれぞれ約4.6%、4.3%となっている。1人当りの発電電力量はタイ全体で155kWh/capitaで南タイは約半分の62kWh/capitaである。

南タイの1971年における需要の実績は 20.4×10^6 kWhでこのうち工業需要が 10.4×10^6 kWhで、全体の51%を含め、一般需要が 10.0×10^6 kWhであった。

工業需要は鋸工業とChangwat Nakhon Si ThammaratのThung Song 附近にあるセメントプラントにより主に消費されている。

タイ国の包蔵水力資源はタイ国政府よりECAFEに提出された“Energy Resources and Electric Power in Thailand”によると合計84ヶ所で出力11,281MW、年間発生電力量 $40,661 \times 10^6$ kWhであり、このうち南タイには20ヶ所453MW、 $1,161 \times 10^6$ kWhとなっている。

3.5.2 農 業

農業従事者比率が79%に及ぶ南タイの農業は、他の地域でみられるような拡大でかつ平坦な平原で営まれる米作・畑作農業に比べれば地形的には恵まれているとは言い難い。即ち、東西両側は夫々タイ湾及びインド洋に、又中央部は山岳地帯によって占められ、その移行部は石灰岩や砂岩、泥岩から成る起伏に富む丘陵地形が多く農業に適する平坦地は極めて少ない。土壌は一般に肥沃と云われているが酸性土壌が多く、有機質にも乏しい。反面海洋の影響を強く受けるため、気候は年間を通じ温暖である。又南西及び北東の2つのモンスーンは多量の降雨をもたらすため年間降雨分布は他の地域に比べバラツキが少なく安定している。上記のような地形・気象条件下にあるため南タイでは古くからゴムやココナツ、果樹等のTree Cropsを主とした農業が営まれている。

特にゴムの生産量は全国の95%を占め錫と共に輸出品目の上位を占め貴重な外貨をもたらす南タイの経済ばかりでなくタイ国経済の基幹をなしている。しかし近年のゴム価額の下落は南タイ経済をおびやかす、この為政府は生産性の低い在来種から新品種への転換(Replanting)、栽培規模の拡大と肥培管理の促進や小規模の在来ゴム園に対してはゴムから果樹への転換に力を注いでいる。

一方主食である米作は主に東海岸のMain Rice Beltと云われるChangwat Nakhon Si ThammaratからChangwat Songkhlaに至る沖積平野で栽培されその他の地方では山間丘陵部の溪流に沿った平地や海岸沿いの低平地を利用しているのが現状でその面積は極めて少ない。これらから得られる収量では南タイ全住民の需要を充すことは出来ず他の地域からの移入に依存している。

又、Changwat Yala, Narathiwat 及び Satunには国土の有効利用、農地の拡大、自作農の育成等を目的としたSelf-help Land Settlement Projectがある。そこ

では水稲，豆類，綿，トウモロコシ等の作物の他に収益性の高い果樹やOil Palm 等が大規模に栽培され入植農家一戸当りの農業収益は周辺農家に比べ1.5～2倍に達しておりこれらのSettlement Project は南タイの農業の中心的，指導的な役割を果たしていると云ってよい。

当La Ngu 農業開発計画地域は西海岸のChangwat Satunの丘陵地帯に位置し，Satun Self-help Land Settlement Project を含む周辺耕地を対象とする。

a) 土地利用の現況

南タイの面積は約70,189km² (4387×10⁶ rai)でこのうち農用地は約32%の1392×10⁶ rai(2,227,000ha)である。¹⁾ この内訳はゴム，ココナツ，果樹等の栽培面積が約75%の1043×10⁶ rai を占め，水田は23%の32×10⁶ raiである。このように南タイの農業は他の地域に比べ水田や畑地の面積の割合が少ないがゴムやココナツ，果樹等を栽培するTree Crops の栽培面積が多いのが特色である。

Census of Agriculture(1963)による南タイの土地利用を他の地域と比較すればTable 3-4 の通りである。

尚，南タイのかんがい施設の普及率は全国で最も低く又，その施設の90%は東海岸側の米作地帯に偏在している。

1) Agriculture Economic Journal(Vol 187-188) June-July 1972

b) 主要作物とその栽培現況

① Rubber

ゴムは南タイの特産物で錫と共に南タイ経済の基幹をなし，タイ国のゴムの95%を生産している。主たる栽培県はChangwat Songkhla, Trang, Yala, Pattani, Krabi, Narathiwat, PhangngaそしてSatunである。

ゴムは水稲や畑作物の栽培が困難な丘陵地帯や山地を利用して栽培され，品種は在来のもが多く生産量は低い(1.5Kg/tree/year)これを是正するため，品種の改良や栽培規模の拡大が行なわれつつある。

② Oil Crop

南タイにおけるOil Crop の主たるものはココナツであり，主たる産地はChangwat Chumphon, Surat Thani 及びPhuket 等の海岸地帯である。

栽培本数は約11.6×10⁶ 本と云われ¹⁾ いずれも大規模な栽培が行なわれその収益性も高い。主に食用や工業油脂として用いられ今後の需要増が見込まれる有望作物である。その為には栽培面積の拡大と現存するココナツに対しても肥料の施用，古木のReplanting等が必要とされよう。なおProject Area ではOil Crop として

Oil Palm が栽培されている。

③ 果樹類

主たるものは Rambutan, Orange, Mangoos 等で主たる栽培県は交通の便利な東海岸側の Changwat Surat Thani や Chumphon である。Oil Crop と同様高収益が得られ今後需要増が期待される作物で現に政府は小規模のゴム園はこれをカットし果樹を植えることをしょうれいしていることからその重要性はうかがうことが出来よう。

④ 米 作

西海岸側では5月から6月にかけて雨期が始まりこの時期を利用して代掻や苗代作りが行なわれている。一方東海岸側ではやや遅れて6月中旬に苗代作りが開始される。栽培方法は移植によるものが多く又農耕には人力や畜力が専ら利用され大農機具は未だあまりみられない。

南タイの米の主要生産地は東海岸側の Changwat Nakhon Si Thammarat, Patthalung が第一で次いで Changwat Songkhla, Trang が続く。

南タイの平均的な米の生産量は 1 rai 当り 267.4Kg¹⁾ で全国平均の 95% 程度である。しかし乍らかんがい施設の比較的整っている上記の各 Changwat では rai 当り 300 Kg 以上に達しており、米作のあとに換く横かであるが Second Crop も導入されている。

Table 3-5 に南タイの主要作物の栽培面積や収量を示す。

1) = Statistical Yearbook, 29

c) 営農形態と経営規模²⁾

南タイの農家の営農形態は栽培作物及び収入源により次の三つのタイプに分けられる。

Group	Changwat
(1) Rice Cultivation Group	Nakhon Si Thammarat, Patthalung
(2) Rubber Cultivation Group	Songkhla, Trang, Pattani, Phangna, Yala, Krabi, Narathiwat, Satun
(3) Oil Crop Cultivation	Surat Thani, Chumphon, Phuket

作物別に各グループの収入源を比較すれば Table 3-6 の通りである。又、各グループ別の農家一戸当りの平均的な収入を示せば Table 3-7 の通りである。

この表より判る通り南タイの農家一戸当りの3グループの平均的な収入は約 3,920 B で、このうち農業よりの平均収入は 46% の 1,820 B で農外収入は予想外に大きい。反面ゴム栽培農家ではゴムの Cutting に労力を費すため他のグループに比べ農外収入は少ない。

2) = Agriculture Economic Journal (Vol 187-188) 1972

南タイの農家の経営規模は一戸当り平均23raiで全国平均21.68raiよりやや多い。又農家の経営規模をグループ別にみた場合、極端なひらきは見られず、いずれも21～24raiの範囲にある。

農業開発計画の属するChangwat Satunの農家一戸当りの収支は次の通りである。

農業収入……1,160฿ 支出……730฿ 農業純利益……430฿(南タイの最下位)
農外収入……2,600฿で農家収入は約3,030฿である。

このようにSatunは農業の純収益では南タイで最も少なく、この原因は主要栽培作物のゴムに在来種が多く又その経営規模が小さいこと等により収益性が低いものと思われる。

3.5.3 林 業

南タイではTropical Ever Green Forestが大部分を占め、両海岸に沿ってはMangrove Forestがみられその総面積は1,620km²に及びうち875km²は西海岸に745km²は東海岸沿いにある。しかしながら南タイにおいてはこれらの恵まれた森林資源をあまり利用していないのが現状である。

3.5.4 畜 産

タイ国は東南アジアで最大の家畜資源を有していると云われている。1967年の統計によればタイ全土で牛5,173千頭、水牛7,061千頭、豚4,143千頭でこのうち南タイの占める割合は1.3%強で最も少ない。

南タイの牛、水牛、豚の飼養頭数は夫々、661千頭、600千頭、950千頭であるが当地域は口蹄疫、牛疫等の家畜疫病の非汚染地域とされており家畜衛生の点で比較的問題の少ない地域である。

南タイにはSongkhla, Hat Yai等各地に市営屠殺場があり、又、SongkhlaやKan Tangからマレーシアや、シンガポールにも輸出されている。しかしこの地方は上述の如く家畜衛生の点で比較的問題がないものゝ近代的な屠殺場及び加工施設がないため食品衛生の点で問題が残っている。

3.5.5 漁 業

南タイの漁業人口は1967年の海面漁業センサスによれば192,000人、32,600世帯で、全国の漁業人口の61%を占める。

地域的にみた場合の漁業人口比率は南タイ東部が最も多く13%を占め次いで南部の7%で特にマレー半島西岸地域では8.4%となっている。

南タイ漁業の特徴は漁業世帯の過半数が漁業収入のみでは生計を維持することが出来ず、ゴム栽培や農業に従事する兼業世帯が多いことである。

a) 内水面漁業

タイ国の内陸部においては淡水魚は重要な動物性蛋白質源となっているが東西を海に

囲まれている南タイでは淡水魚より海面魚にそれを得ているのが現状である。

したがって漁獲量も増大せず、タイ全体の3~4%を占めるにすぎない。

Inland Fisheries Station は南タイではPattaniにある。

b) 海面漁業

淡水魚の漁獲量の伸び悩みに対し、海面魚は1965~'69年の5ケ年で2倍以上に増加している。南タイの増加率は特に著しく、1965年の126,000tが1969年には521,000tonとなっている。特に漁獲量の増加の著しい県としてはChumphon, Ranong, Trang, Satunである。

Marine Fisheries Station は Songkhla と Phuket に、Salted Fish Factory は Chumphon, Ranong, Surat Thani, Phangnga に、Fish Soy Factory と Shrimp Paste Factory は Ranong に、Fish Meal Factory は Ranong と Nakhon Si Thammarat にあり製氷・冷蔵冷凍業は各県にある。

3.5.6 鉱業

南タイの鉱物資源としてはアンチモン、クロム、金、鉄、鉛、マンガン、錫、タングステン、亜鉛の金属鉱物の他、褐炭、螢石、重晶石、石膏、石炭、カオリン、石英砂などの燃料あるいは窯業の原材料など多くの種類がある。これらの資源のうち、最も重要なものは、錫であるが、タングステンおよびアンチモンも、タイ全土の産出量のかなりを占める。

a) 錫

タイ国の錫産出量は年間約3万t(1970年)で世界第3位であるが、この93%にあたる28,000tはChangwat Phangnga, Phuket, Ranong 等で産出されている。南タイに広く分布する白亜紀ないし新生代初期の花崗岩は "Tinbearing granite" と呼ばれており、また、錫鉱山の分布は花崗岩地帯とよく一致するが、現在、全産出量の90%以上は、第四系の砂鉄床から採掘されている。又、鉱山の規模はそのほとんどが年間70~80t程の鉄石を産出する零細鉱山が多い。

1965年にPhuketに錫精錬所(Thailand Smelting and Refining Co.Ltd.)が設立され、ここでTin Ingotとして米国、オランダ、日本等に輸出され貴重な外貨を獲得している。しかし錫の輸出量は年々減少し1971年には21,700tに減少している。

b) タングステン

タングstenは錫に次ぐものとして近年増々重要視されてきている。

タングstenは錫鉱山の副産物として産出され、産出量はここ数年着実にのびている。これは主に固定した需要とI. T. C(国際錫協定)による錫輸出規制量の代替によるところが大きい。

1970年にはタイ全土で1,380tが産出され、このうち南タイでは、Nakhon Si Thammarat の230tを初めRanong の120t、Songkhlaと続きタイ全土の43

第の590tを産出している。又このうち約90第の880tは日本や西独，英国等に輸出され，その収入は 40×10^8 Bに及んでいる。

c) アンチモン

この他にはアンチモンがあるが産出量はあまり多くない。

アンチモンの全タイ産出量は約550t(1970年)であるが，そのほとんどは，Surat Thani近くで産出されている。

d) 褐炭

褐炭は，Krabi郡群に含まれて存在するが，Krabiではこれを使用した出力60,000kW(20,000kW×3台)の発電所が運転されている。この発電所の年間発生電力量は2314MkWh，使用褐炭は268,460tとなっている。(1971年)

e) カオリンその他

カオリンはSurat Thani近くで良質なものが採掘されている。

石英砂は，Tarutao島，Trang付近で大量に産出されているが，Nakhon Si ThammaratからPattaniにかけての海岸には，質，量ともに秀れた石英砂の堆積がある。これらの他，南タイに広く分布する石灰岩はセメント原料となる他，砕石として骨材や道路の敷砂利に使用されている。

Table 3-1 Area, Population and Number of Households, Average Annual Rate of Population Growth, and Density of Population of Southern Thailand by Changwat in 1970

Changwat & Region	Area		Population			Number of Households (1000)	Average Annual Rate of Population Growth	Density of Population per sq. km
	sq. km	percent	total (1000)	male (1000)	female (1000)			
Whole Kingdom	614,000	100.00	34,152	17,002	17,150	5,804	2.66	66.44
Southern Thailand	70,189	13.66	4,269	2,143	2,126	768	2.70	60.82
Chumphon	5,746	1.12	235	130	105	41	2.98	40.90
Ranong	3,426	0.67	59	31	28	10	4.71	17.22
Surat Thani	12,811	2.49	434	217	217	77	2.90	33.88
Phangnga	4,100	0.80	135	71	64	23	3.84	32.93
Nakhon Si Thammarat	10,169	1.98	927	458	469	148	2.41	91.16
Phuket	801	0.16	100	50	50	16	2.84	124.84
Krabi	4,624	0.90	148	76	72	25	4.70	32.01
Phattalung	3,269	0.64	298	148	150	64	2.48	91.16
Trang	4,944	0.96	326	162	164	56	3.10	65.94
Satun	2,669	0.52	131	62	69	21	6.51	49.08
Songkhla	6,673	1.30	621	310	311	124	2.18	93.06
Pattani	2,013	0.39	330	165	165	67	1.59	163.93
Yala	4,716	0.92	199	100	99	41	2.92	42.20
Narathiwat	4,228	0.82	326	163	163	66	2.06	77.11

Source: Statistical Yearbook No. 29 (1970-1971)

Table 3-2 Installed Electric Generating Capacity
as of December 1972

Name or Location	Installed Generating Capacity (MW x Unit)					Total
	Hydro	Thermal			Total	
		Steam	Gas	Diesel		
<u>REGION 1 & 4</u>						
Mae Moh		6.25x1		1.0x9	15.25	15.25
Chiang Mai				1.0x7	7	7
Bhumibol	70x6					420
North Bangkok		75x2 87.5x1	15x2		267.5	267.5
South Bangkok		200x2	15x4		460	460
Bangkapi			15x1		15	15
Bangkok Noi			15x1		15	15
Lumphini				1.4x6 1.0x5	13.4	13.4
Total REGION 1&4	420	643.75	120	29.4	793.15	1,213.15
<u>REGION 2</u>						
Ubolratana	8.3x3					25
Nam pung	3x2					6
Udon Thani			15x1		15	15
Nakhon Ratchasima			15x1		15	15
Sirindhorn	12x2					24
Chulabhorn	20x2					40
Total REGION 2	95	-	30	-	30	125
<u>REGION 3</u>						
Krabi		20x3			60	60
Phuket				2.65x4	10.6	10.6
Hat Yai			15x1		15	15
Total REGION 3	-	60	15	10.6	85.6	85.6
Grand Total (EGAT)	515	703.75	165	40	908.75	1,423.75

Table 3-3 EGAT Actual Generation Records
1962 - 1972 (Whole Thai)

Fiscal Year	Peak Generation		Energy Generation		Annual Load Factor
	MW	% Growth	MkWh	% Growth	
1962	113	-	512	-	51.7
1963	133	17.8	605	18.2	51.9
1964	178	33.7	780	28.9	50.0
1965	235	31.7	1,097	40.6	53.4
1966	319	35.9	1,529	39.4	54.8
1967	399	25.2	2,035	33.1	58.2
1968	520	30.4	2,612	28.4	57.3
1969	638	22.7	3,368	29.0	60.3
1970	748	17.3	4,096	21.6	62.5
1971	873	16.6	4,793	17.0	62.7
1972	1,029	17.9	5,711	19.2	63.4

Note: Average peak load and energy generation increased by 24.7% and 27.8% respectively in past 10 years (1962 - 1972).

Table 3-4 Total Area of Holdings by Land Use by Region

(Area in rai: excludes holdings under 2 rai)

Region	Total area of holdings (1,000)		Arable land						Land in tree crops	Pasture land	Woodland	Other land			
			Land in crops			Fallow and other arable land									
			Irrigated		Total	Irrigated		Total							
			Area (1,000)	%		Area (1,000)	%						Area (1,000)	%	
Whole Kingdom	69,631	48,452	69.6	22,597	32.5	4,185	6.0	8,502	12.2	564	0.8	5,948	8.5	1,980	2.8
Central Region	19,369	15,596	79.5	9,766	50.4	761	3.9	1,541	8.0	132	0.7	891	4.6	648	3.3
Northeast Region	26,403	19,484	73.8	5,166	19.6	2,329	8.8	555	2.1	160	0.6	3,278	12.4	597	2.3
North Region	12,537	10,212	81.5	6,103	48.7	672	5.4	458	3.6	37	0.3	743	5.9	415	3.3
South Region	11,522	5,360	29.7	1,562	13.8	423	3.7	5,948	52.5	235	2.1	1,036	9.1	320	2.8

Source: Census of Agriculture 1963

Table 3-5 Principal Crops: Harvested Area, Production and Yield, by Changwat in South Region

Changwat	All Rice			Rubber		Coconut			Pine-apple			
	Harvested area (1,000 rai)	Production in 1,000 kg	Yield per rai	No. of tappable trees (1,000)	Production in 1,000 kg	Ave. of trees per holding reporting	No. of bearing trees (1,000)	Production in 1,000 kg	Yield per rai	Harvested area (1,000 rai)	Production in 1,000 kg	Yield per rai
	Total	5,022	705,819	234	81,866	126,098	1,018	6,462	171,208	26	49.5	13,777
Krabi	97	18,824	194	1,842	2,628	1,046	199	5,962	30	2.9	676	234
Chumphon	119	26,274	222	37	81	2,222	894	20,907	23	2.7	785	287
Trang	136	33,470	247	13,445	15,831	1,214	216	6,300	29	3.4	596	177
Nakhon Si Thammarat	986	234,752	238	10,662	16,693	923	1,286	35,655	28	11.8	4,155	351
Narathiwat	139	31,394	226	15,415	29,720	1,024	394	11,779	30	1.7	326	188
Pattani	179	35,310	197	5,407	8,920	611	673	17,768	26	1.4	236	172
Phangnga	48	11,784	244	1,732	2,017	1,413	99	2,272	23	1.5	491	332
Phattalung	409	121,915	298	3,671	5,479	763	189	6,211	33	11.1	2,805	252
Phuket	10	2,842	272	1,805	2,445	1,228	134	3,372	25	0.5	532	1,151
Yaia	59	9,912	169	9,113	14,500	1,180	103	2,988	29	1.4	328	239
Rarong	14	3,144	219	60	91	980	35	692	20	0.7	164	221
Songkhla	497	107,776	217	13,985	20,051	1,138	447	12,776	29	3.8	717	188
Satun	62	9,864	161	1,722	2,477	726	164	5,655	35	0.4	151	409
Surat Thani	267	58,558	220	2,970	5,165	1,090	1,629	38,871	24	6.2	1,815	292

Source = Census of Agriculture 1963

Table 3-6 Agricultural Income by Type of Farm

Type of Farm	Type of Income (%)				
	Rice	Oil crop	Fruit crop	Rubber	Livestock
Rice Cultivation	33	12	13	20	21
Rubber Cultivation	--	--	9	66	14
Oil Crop Cultivation	--	58	11	13	15

* income less than 9% is negligible.

Source: Agriculture Economic Journal (Vol. 187-188) June-July, 1972.

Table 3-7 Family Net Cash Income by Type of Farm

Type of Farm	(Unit: ₭)				
	Agriculture Cash Income	Agriculture Cash Expendence	Net Cash Income	Non Agr. Income	Family Net Cash Income
Rice Cultivation	2,674	1,571	1,103	2,917	4,020
Rubber Cultivation	3,514	1,233	2,281	1,173	3,454
Oil Crop Cultivation	3,761	2,367	1,394	3,985	5,379
Average	3,329	1,509	1,820	2,101	3,921

Source: Agriculture Economic Journal (Vol. 187-188) June-July, 1972.

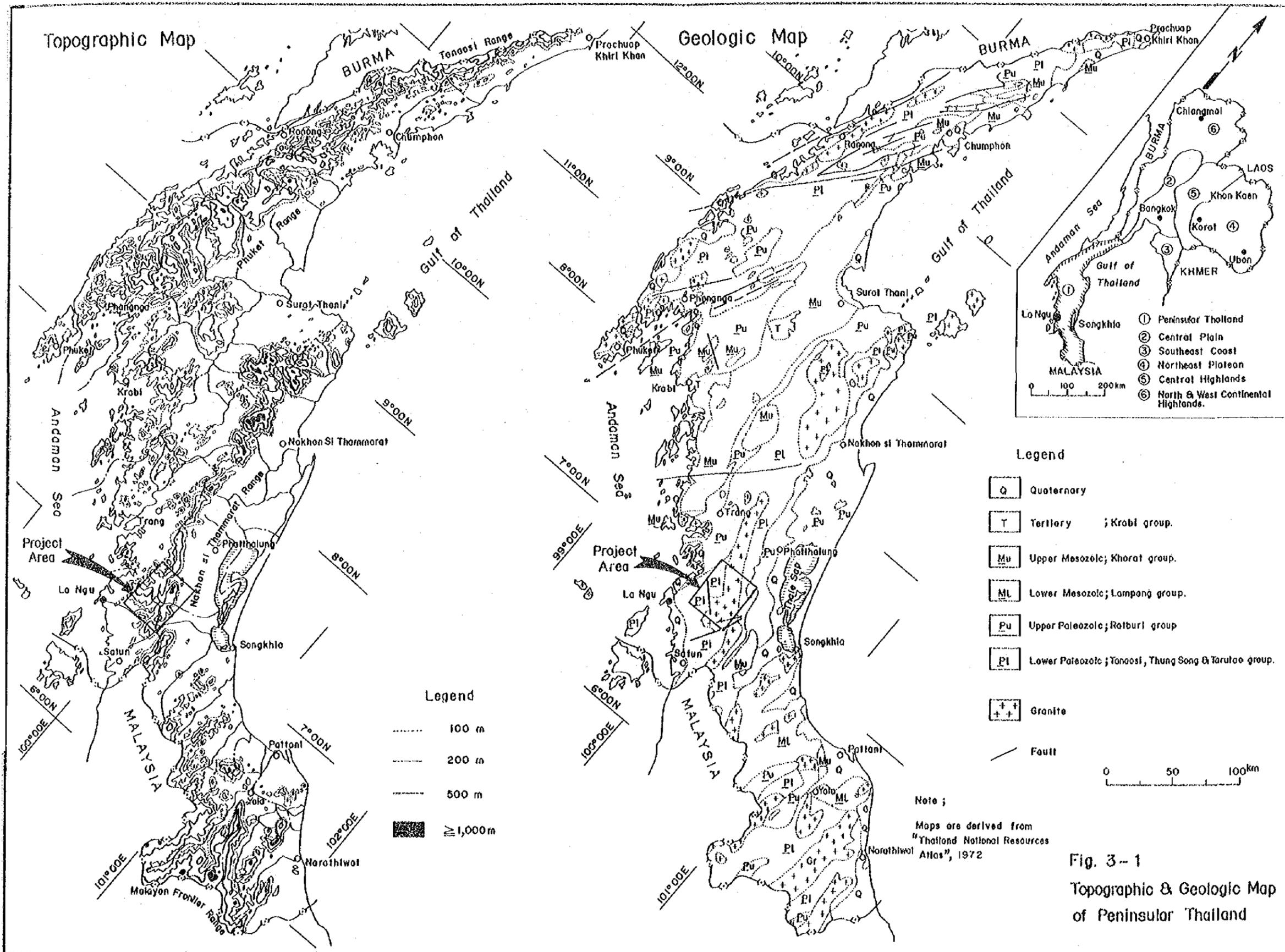
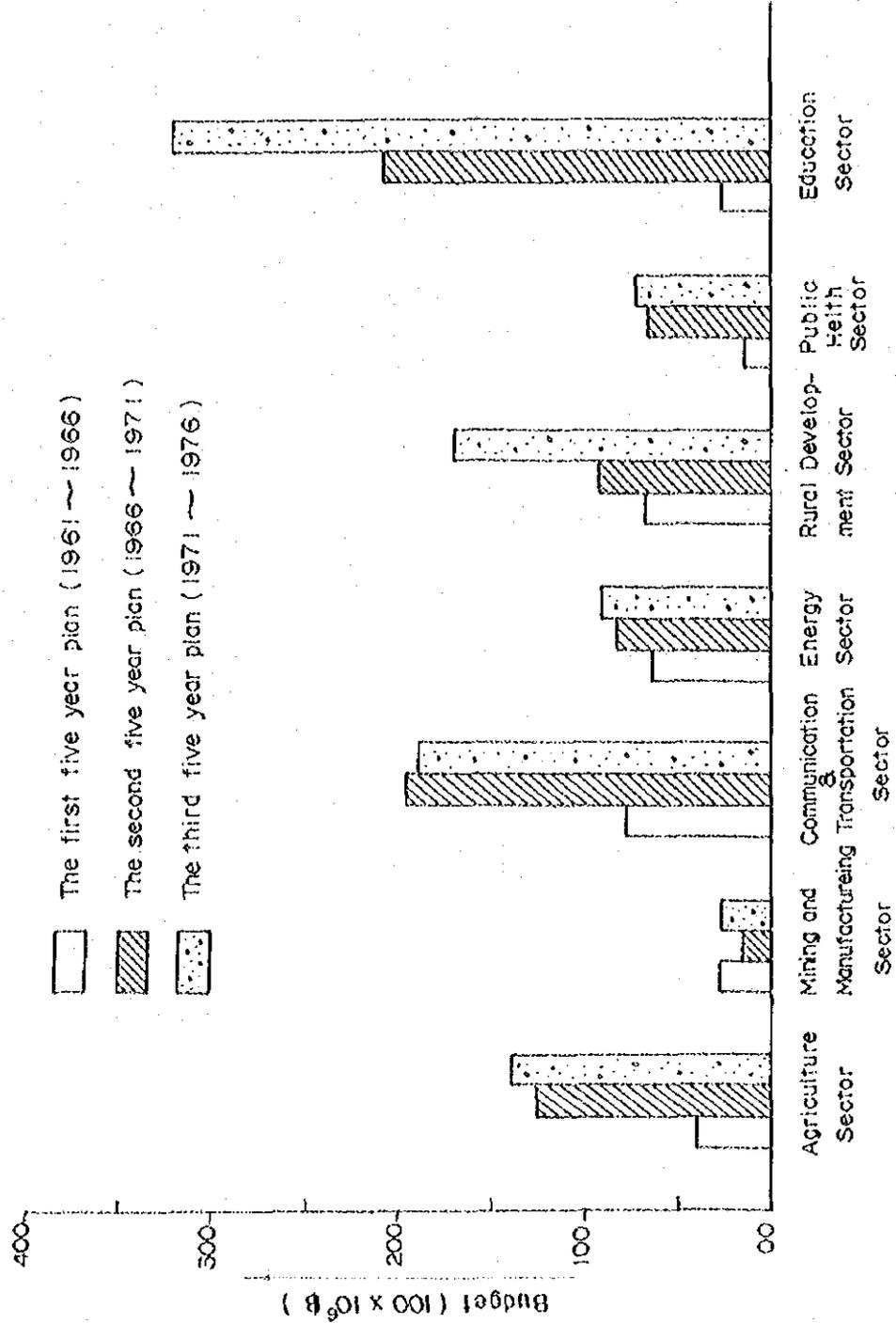


Fig. 3-1
Topographic & Geologic Map
of Peninsular Thailand

Fig. 3-2 Budget for Development by Sectors



第 4 章

電 力 需 要 想 定

第4章 電力需要想定

4.1 現 状

4.1.1 南タイの既存の発電設備

1973年3月現在の南タイの事業用発電設備は合計106.6 MWである。この内訳は次の通り。

Krabi Steam Power Plant	20MW×3 units
Hat yai Gas turbine	15MW×1 unit
Phuket Diesel Plant	2.65MW×4 units
Yala Diesel Plant	21MW
Total	106.6MW

上記発電設備は全て火力発電設備であるがKrabi Steam Power PlantはKrabiの豊富な褐炭による発電である。

なお上記発電設備はYala Diesel Plant 以外EGATに属しYala Diesel PlantはPEAに属してEGATの115kV送電系統とは別に単独系統を構成しているが、しかしEGATの計画によると今後115kV送電線がHat yai からYala, Narathiwat へと拡張される予定であるので将来115kV系統に組入れられると思われる。

4.1.2 南タイの電力需要の経過と現状

錫およびセメント工業を除いて南タイにおいて留意すべき工業はない。南タイの錫の生産は世界市況の大きな影響を受け1971年には価格の低迷により生産活動は低下した。この影響は電力需要にも顕著に反映しており、工業需要の大部分を占める錫工業の需要は1968年の 110×10^6 kWhから1971年には 60×10^6 kWhに低下した。

全需要のうち工業需要の占める割合は1968年の82%から、1971年の51%に低下した。EGATの電力系統からの安定した電力の供給が受けられないために錫工業は自家発電設備に切替を行なっていることと、海底採掘への移行等のため工業需要を一層低下させる一因となっている。

一般需要は新規電源設備の投入および送配電網が拡張されるにつれて急速な需要増を示した。

すなわち、Table 4-1 に示す如く1964年には僅か 20×10^6 kWhにすぎなかった一般需要が7年後の1971年には 94×10^6 kWhに達しこの間の年平均伸び率は24.4%を示した。

このような急速な需要の伸びは1964年には僅か10%であった電化率が1971年には15%まで増加したことが一因である。

南タイのEGATの電力系統における1964年～1972年の間の設備出力と最大ピークの推移はTable4-2に示す通りである。これによると1964年は最大ピークが6.8MWであったものが、1969年は48.4MWと急速な伸びを示したが、これは需要の伸びに対し新規電源設備の投入が順次行なわれて来たことによるものである。

しかし1970年以後は供給能力が約48MW以上ないため(供給能力については後述する)最大ピークは伸びることが出来ず先に述べた工業需要の低下の影響も関係し1971年には逆に42MWと低下した。このことは南タイに新規電源の必要なことを意味している。

これまでの南タイの発電設備はすべて火力である。

火力はその特質上定期的な点検補修が必要であり、Krabiの各ユニットは毎年1回1ヶ月程度これに要している。又火力は事故発生の可能性が水力に比し大きい。

このため予備力は1969年には22.65MW(Krabi 20MW×1, Phuket 2.65MW×1)1970年以後は37.65MW(Krabi 20MW×1, Phuket 2.65MW×1, Hat Yai 1.5MW×1)となり総設備出力のそれぞれ約32%および44%と非常に大きなものとなっている。これはKrabiのユニット容量が非常に大きいことが原因となっている。

したがって1969年以後の供給能力は約48MW(Krabi 20MW×2, Phuket 2.65MW×3)で、日負荷曲線における供給力の負荷分担はベース負荷部分をKrabi Steam Plant が分担し点灯ピーク負荷をPhuket Diesel Plant が分担し需給バランスをとっている。火力の発電経費で燃料費は大きなウエイトを占める。Krabi Steam Plant は発電所の近くでとれる褐炭を使用しているが、Phuket Diesel Plant と Hat Yai Gas Turbine はそれぞれDiesel Oilを使用している。南タイの燃料油の価格は中央タイに比し輸送費の関係で高くなっている。

以上のように南タイの電源設備で年間を通して常時利用しえる供給力は設備出力の約56%と低いことと、さらに年間の負荷率が約59%であることから設備利用率の低下および熱効率の低下をきたし発電コストは高くなっている。

南タイは後述の需要想定の中で述べられるごとく今後年々需要の増加が予想される。この需要の伸びに対処するために新規電源の投入が必要となる。

新規電源の投入計画は負荷曲線の特性、需要の分布、送配電系統との協調をとるとともに、所定の供給信頼度を維持するために必要な予備力を保有されるよう計画する必要がある。また系統全体の経済的運用を計るためにはLa Ngu水力発電計画のような経済的な水力開発を行なって行く必要がある。これによりピーク部分は水力が分担し、火力はベース部分を分担させて経済的発電が可能となる。

4.1.3 日負荷曲線

南タイのEGAT電力系統の1971年、1972年の9月における日負荷曲線をFig 4-1に示すがこれにより大略次のことがいえる。

- (a) 最大ピーク発生時刻は19時頃であるが他の時間帯に比しきわめて大きい。
- (b) ピーク継続時間は約3～4時間である。
- (c) 深夜の最低負荷は午前3時頃で、最大ピークの約50%である。
- (d) 昼間帯は比較的負荷の変化はみられず平坦で最大ピークの約60%程度である。

Load Curve は過去の実績との比較において顕著な変化は認められていないが今後需要の伸びは後述の需要想定の中で述べるが一般電力需要(一般家庭用、商業用)が大きくなるとを占めるものと思われる。したがってこれらは電灯、冷房負荷が中心となると思われるので最大ピークの発生は19時頃を中心とする4hr程度の点灯時となり基本的には今迄のLoad Curveと変わらないものと推察される。又冷房負荷の増加は昼間の時間帯の負荷を高くするであろう。

4.2 需要想定概要

我々が行なった需要想定の対象期間は1972年より1986年までの15年間とした。1972年におけるタイ国の平均一人当り発電々力量155kWh/人と比較すると南タイ国それは62kWh/人で約50%である。

一方、南タイの一人当りのGDPはタイ国全体の平均とほぼ等しいと云われておりこの観点からみれば潜在需要はかなり大きいものと思われる。

需要想定の方法は過去の実績をベースに将来を想定し、得られた想定値をマクロ的にチェックすると共に、南タイ電力系統の1980年における一般需要家の消費電力量が中央電力系統の需要家と比較してどのような位置にあるかのチェックを行なった。

4.2.1 需要想定の方法

需要想定は工業需要と家庭および商業用の一般電力需要とに分けて想定した。

工業需要は錫工業の需要が大部分である。この需要は錫工業の生産に左右されるが、錫工業の生産は1968年の約30ktをピークにその後漸減し1972年は約26.5ktであった。今後は国際価格の動向にもよるが、電力需要はこれからの電力系統の充実を考慮に入れて1968年に記録した実績値までは工業需要も回復するものと想定した。

一方家庭および商業用の一般電力需要は政府の農村電化計画の進展に伴い今後かなりの需要増が期待出来る。タイ国政府よりECAFEに提出された“Energy Resources and Electric Power in Thailand”(1972年12月作成)によればタイ国全体の100%農村電化は25年間で実施することが決められている。したがって南タイ地域も20世紀末までには100%電化されることを前提に年度別の電化率を想定し、1971年の一人当りの需要端消費実績をベースに電化人口を乗じて需要想定を行った。ただしこの場合、ベースとなった1971年の一人当りの消費電力量に対し将来の家庭電化率の向上を毎年4.5%と想定した。

4.2.2 需要想定の結果

電化率が50%となる1980年の1需要家当りの年間消費電力量は1需要家当り6人の家族構成とすれば、1,140 kWhとなりこの値は中央電力系統の1965年の1需要家当りの消費電力量と等しい。

発電端における需要の伸び率はTable 4-3に示す如く年平均12.9%となった。中央電力系統の1986年までの伸び率は年平均12.0%と想定されている。中央電力系統と南タイ電力系統の1964年から1971年までの伸び率の相関は、南タイの工業需要を含めると1.27、除いた場合は0.96であり過去の南タイにおける異常な工業需要の伸びの影響を除けば過去の相関からも12.9%の伸び率は妥当と思われる。

4.3 需給バランス

南タイ電力系統の現在の発電設備は本章4.1.1で述べた如く全て火力発電設備である。現在EGATによって開発が予定されている電源開発計画と今回我々が調査したLa Ngu水力開発計画を含めて南タイ電力系統の発電設備を示すとTable 4-4の如くなる。

南タイの電力系統の需給バランスは将来共南タイ内の電源開発により基本的には保たねばならない。

しかし中央系統との連系送電線を、EGATが計画しており、これは南タイの電力系統内の発電所事故時や補修作業等の予備力として期待出来るため、我々はこの連系送電線を予備力の面に考慮した。

電力系統全体の保証出力としては中央系統との連系送電線が完成する1979年までは南タイの総設備出力より電力系統内の最大ユニット出力とガスタービン1台の出力を差引いたものとし、連系送電線が完成後は総設備出力より電力系統内の最大ユニット出力を差引いたものとした。

この結果kWおよびkWh Balanceを示せばTable 4-5の如くなり、La Ngu水力開発計画の最適開発年度は1980年初旬となった。

今後の開発計画をFig 4-2に示す。

なお、電力系統内におけるLa Ngu水力開発計画の投入前の1979年と投入された時点の1980年の2断面につき日負荷曲線に基づきkW Balanceを作成した(Fig. 4-3参照)。

Table 4-1 Actual Data of Installed Capacity and Energy Consumption in South Thailand

	Unit	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	Increase (%)	Remarks
Total Installed Capacity	MW	61.5	62.9	64.9	75.6	97.1	94.4	99.9	139.5	12.5	
EGAT System	MW	(40.0)	(40.0)	(40.0)	(50.6)	(70.6)	(70.6)	(85.6)	(85.6)	11.6	
Others	MW	(21.5)	(22.9)	(24.9)	(25.0)	(26.5)	(23.8)	(14.3)	(53.9)	14.0	
Generation											
Peak Demand	MW	13.0	24.0	29.0	41.0	49.0	54.0	50.0	51.0	18.8	Estimated value
EGAT System	MW	(6.8)	(17.3)	(25.0)	(34.3)	(44.0)	(48.4)	(43.2)	(42.0)	30.1	
Others	MW	(6.2)	(6.7)	(4.0)	(6.7)	(5.0)	(5.6)	(6.8)	(9.0)	5.5	Estimated value
Energy Generation	10 ⁶ kWh	46.0	105.0	136.0	203.0	246.0	248.0	256.0	270.0	28.9	Including station service
EGAT System	10 ⁶ kWh	(21.0)	(78.0)	(130.0)	(189.0)	(212.0)	(214.0)	(220.0)	(216.0)	39.7	
Others	10 ⁶ kWh	(25.0)	(27.0)	(6.0)	(14.0)	(34.0)	(34.0)	(36.0)	(54.0)	11.7	
Load Factor (EGAT)	%	36.2	51.1	59.6	63.2	54.8	50.3	58.1	58.7	-	
Energy Consumption											
Industries	10 ⁶ kWh	13.1	52.8	90.7	133.3	162.7	140.8	128.6	104.2	34.4	Including energy demand for Siam Cement Industries
Domestic & Commercial	10 ⁶ kWh	20.3	22.5	27.1	29.9	33.7	43.0	51.9	93.7	24.4	
Others	10 ⁶ kWh	-	-	-	0.8	0.9	1.3	2.1	6.0	-	
Total	10 ⁶ kWh	33.4	75.3	117.8	164.0	187.3	185.1	182.6	203.9	29.6	
Loss Factor	%	27	28	14	19	24	25	29	25	-	
Electrification Ratio	%	10.4	10.7	11.0	11.6	12.3	13.0	13.2	15.0	-	
Total Population	10 ³ persons	3,640	3,762	3,950	4,080	4,149	4,245	4,269	4,450	3.1	
Population Served	10 ³ persons	376	403	436	472	510	552	564	668	9.0	
Electricity											
Energy Generation per capita	kWh/capita	13	28	34	50	59	58	60	61	24.9	Divided by total population as reference
Energy Generation Whole Thailand	kWh/capita	37	46	58	74	91	108	124	133	20.3	

Table 4-2 Peak Generating Capacity of Southern Thai System

Year	Name of Plant	Installed Capacity		Peak Generation	
		MWxUnit	Cumulative Total	MW	Increase
1964	Krabi Steam Power Plant No. 1, 2	20 x 2	40.0	6.8	-
1965			40.0	17.3	55
1966			40.0	25.0	45
1967	Phuket Diesel Power Plant	2.65 x 4	50.6	34.3	38
1968	Krabi Steam Power Plant No. 3	20 x 1	70.6	44.0	28
1969			70.6	48.4	10
1970	Hat Yai Gas Turbine Power Plant	15 x 1	85.6	43.2	-11
1971			85.6	42.0	-3
1972			85.6	47.0	12

Table 4-3 Load Forecast for Southern Thailand

	Unit	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Population									
Total Population	10 ³ persons	4,620	4,800	4,950	5,100	5,260	5,420	5,590	5,750
Population to be Served	10 ³ persons	810	1,080	1,360	1,660	1,910	2,130	2,360	2,640
Electricity									
Electrification Ratio	%	17	22	27	32	36	39	42	46
Domestic & Commercial Consumption per capita	kWh/capita	139	147	156	149	158	167	177	182
Energy Consumption									
Industries	10 ⁶ kWh	110	121	133	147	150	150	150	150
Domestic & Commercial	10 ⁶ kWh	113	159	212	247	302	355	418	481
Total	10 ⁶ kWh	223	280	345	394	452	505	568	631
Loss Factor	%	25	24	23	22	21	20	20	20
Energy Generation									
EGAT System	10 ⁶ kWh	297	369	448	505	572	631	710	788
Other	10 ⁶ kWh	(245)	(310)	(388)	(465)	(552)	(631)	(710)	(788)
Max. Peak Demand	MW	(52)	(59)	(60)	(40)	(20)	(0)	(0)	(0)
EGAT System	MW	56	69	84	96	108	120	135	150
Other	MW	(47)	(60)	(75)	(90)	(105)	(120)	(135)	(150)
Load Factor (EGAT)	%	(9)	(9)	(9)	(5)	(3)	(0)	(0)	(0)
* Energy Generation/capita	kWh/capita	59	59	59	59	60	60	60	60
		62	75	89	97	107	115	127	137
	Unit	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	Increase (%)
Population									
Total Population	10 ³ persons	5,890	6,040	6,182	6,330	6,480	6,620	6,770	2.9
Population to be Served	10 ³ persons	2,950	3,220	3,460	3,740	3,950	4,170	4,470	12.9
Electricity									
Electrification Ratio	%	50	53	56	59	61	63	66	-
Domestic & Commercial Consumption per capita	kWh/capita	190	198	208	217	234	249	258	4.5
Energy Consumption									
Industries	10 ⁶ kWh	150	150	150	150	150	150	150	-
Domestic & Commercial	10 ⁶ kWh	560	637	722	812	927	1,036	1,153	18.2
Total	10 ⁶ kWh	710	787	872	962	1,077	1,186	1,303	13.6
Loss Factor	%	20	20	20	20	20	20	20	-
Energy Generation									
EGAT System	10 ⁶ kWh	887	983	1,090	1,202	1,346	1,482	1,629	12.9
Other	10 ⁶ kWh	(887)	(983)	(1,090)	(1,202)	(1,346)	(1,482)	(1,629)	14.5
Max. Peak Demand	MW	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	-
EGAT System	MW	166	184	204	225	248	273	300	12.7
Other	MW	(166)	(184)	(204)	(225)	(248)	(273)	(300)	14.2
Load Factor (EGAT)	%	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	-
* Energy Generation/capita	kWh/capita	61	61	61	61	62	62	62	-
		148	163	176	190	208	224	240	10.2

* Divided by total population

Table 4-4 Supply Capability of Southern Thai System

Name of Power Plant	Installed Capacity (MW x Unit)	Dependable Capacity (MW)	Annual Plant Factor (%)	Firm Energy (GWh)	Remarks
<u>Thermal</u>					
Krabi Steam Power Plant	20 x 3 = 60	60	70	368	existing
Hat Yai Gas Turbine	15 x 1 = 15	15	10	13	"
Phuket Diesel Plant	2.65 x 4 = 10.6	10.6	55	51	"
Yala Diesel Plant	21	21	55	101	"
Surat Thani Steam Power Plant	30 x 1 = 30	30	70	184	in service 1973
Surat Thani Gas Turbine	15 x 1 = 15	15	10	13	in service 1975
Subtotal	151.6	151.6		730	
<u>Hydro</u>					
Pattani Hydro Power Plant (1st stage)	20 x 2 = 40	36.6		120	in service 1977
La Ngu Hydro Power Plant	30 x 1 = 30	27.7		54	in service 1980
Subtotal	70	64.3		174	
Grand Total	221.6	215.9		904	

Table 4-6 KW and kWh Balance in Southern Thailand

Year	Peak Demand		Installed Capacity			Depend- able Capacity (MW)	Reserved Capacity		Energy Demand (GWh)	Firm Energy (GWh)	Average Energy (GWh)	Reserved Energy From Firm (GWh)	Reserved Energy From Average (GWh)	Remarks	
	MW	In- crease (%)	Exist- ing (MW)	New Plant (MW)	Total (MW)		(MW)	(%)							
1	1972	47	-	106.6	-	106.6	71.6	59.6	127	297	533	533	236	236	
2	1973	60	28	106.6	30.0	136.6	91.6	76.6	128	369	717	717	348	348	Surat Thani Steam 30 MW
3	1974	75	25	106.6	30.0	136.6	91.6	61.6	82	448	717	717	269	269	
4	1975	90	20	106.6	45.0	151.6	106.6	61.6	69	505	730	730	225	225	Surat Thani Gas Turbine 15 MW
5	1976	105	17	106.6	45.0	151.6	106.6	46.6	45	572	730	730	158	158	
6	1977	120	15	106.6	85.0	191.6	143.2	71.6	60	631	850	922	219	291	Pattani Hydro 40 MW
7	1978	135	13	106.6	85.0	191.6	143.2	56.6	40	710	850	922	140	212	
8	1979	150	11	106.6	85.0	191.6	158.2	41.6	28	788	850	922	62	134	Central-Southern Tie Line 1st Stage
9	1980	166	11	106.6	115.0	221.6	185.9	55.6	33	887	904	979.9	17	92.9	La Ngu Hydro 30 MW
10	1981	184	11	106.6						983					
11	1982	204	11	106.6						1,090					
12	1983	225	10	106.6						1,202					
13	1984	248	10	106.6						1,346					
14	1985	273	10	106.6						1,482					
15	1986	300	10	106.6						1,629					

Fig.4--1 Daily Load Curves in Southern Thailand (R.)
(EGAT System)

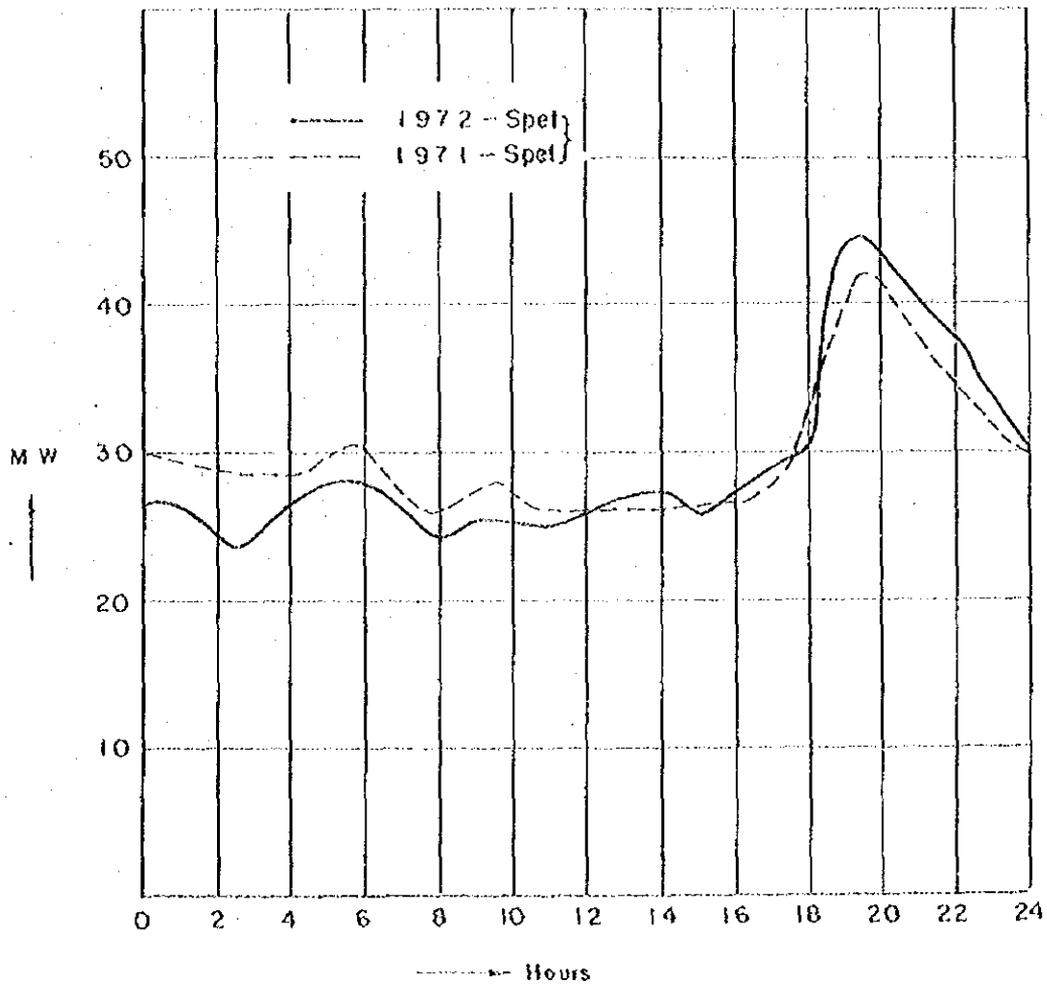


Fig.4-2 Power Development Program in Southern Thailand (R3)

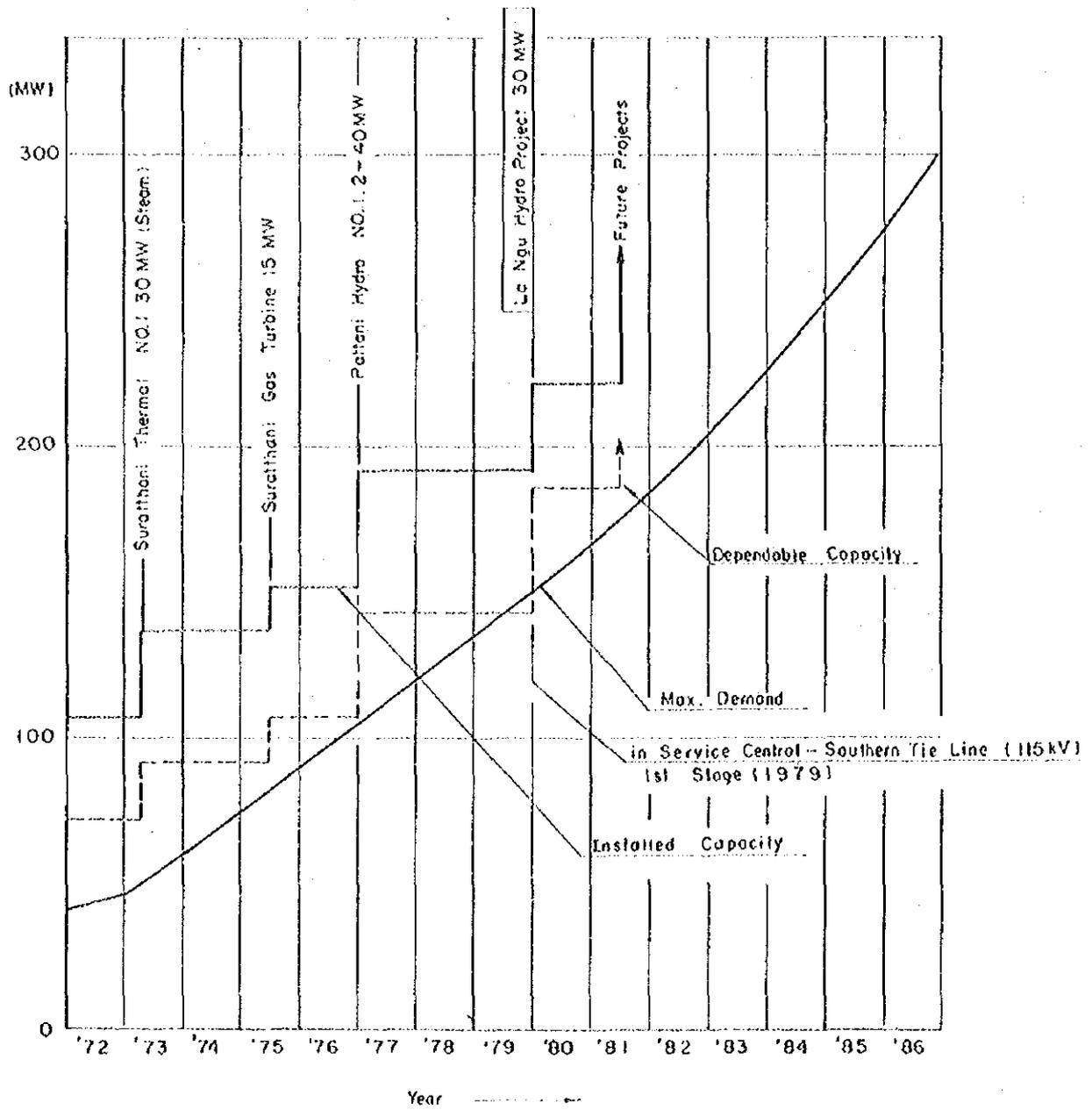
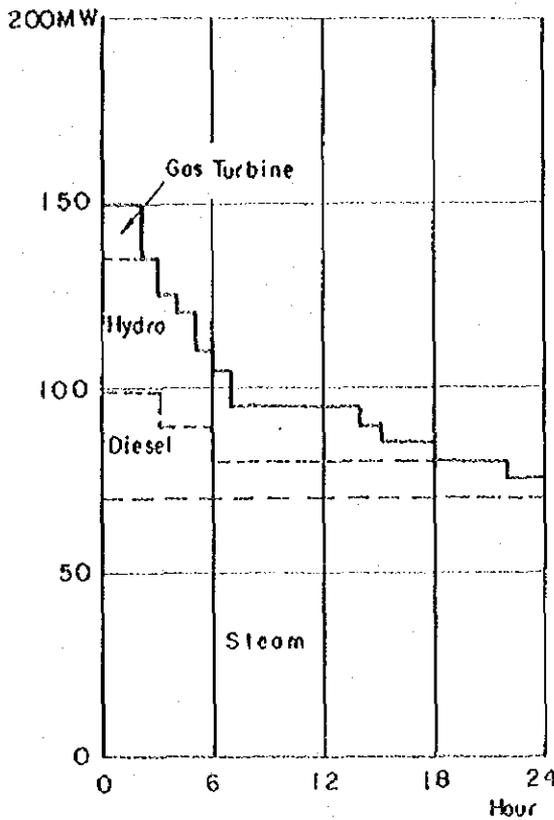


Fig. 4-3 Supply and Demand Balance



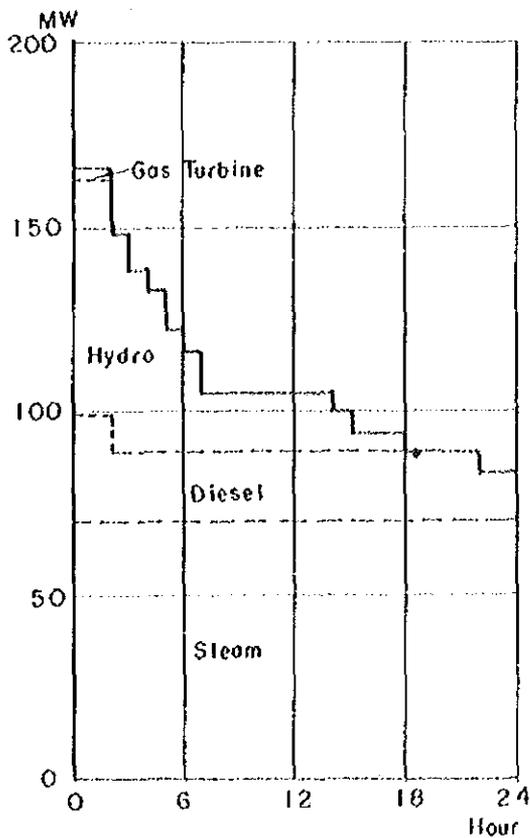
Year : 1979

Max Demand : 150 MW

Energy Demand : 2,380 MWh

Daily L.f : 66%

	Supply	Reserve
Hydro	36.6	0
Steam	70	20
Diesel	29	2.6
Gas Turb	14.4	15.6
Total	150 MW	38.2 MW



Year : 1980

Max Demand : 166 MW

Energy Demand : 2,630 MWh

Daily L.f : 66%

	Supply	Reserve
Hydro	64.3	0
Steam	70	20
Diesel	29	2.6
Gas Turb	2.7	27.3
Total	166 MW	49.9 MW

第 5 章

開発計画の概要

第5章 開発計画の概要

5.1 発電計画

La Ngu河はタイ国南部のTrang県とPhattalung県の県境にあるKhao Chong Pratu山(標高1,075m)の南側に源を発し、山岳部を南流し、平野部に入り流路を西南に変えSatun県平野部を貫流してAmphoe La Nguでインド洋に注ぐ、流路約70km、集水面積約800km²の河川である。

La Ngu河の上流部には南北6km、東西4kmの盆地があり、この盆地の出口は峡谷をなし、下流約2kmの間は河床勾配1/10と著しい急流となっている。

これより下流は急激に緩勾配となり、徐々に勾配をゆるめ平野部へと流下している。

計画地域はマレー半島中央部の山岳部に位置しているため南西モンスーン及び北東モンスーンの影響を受けて他の地方に較べて流況が良い。

又年降雨量も2,000mm~3,500mmと多雨地帯に属している。

この様な特性であるので、La Ngu河の上流部の盆地の出口にダムを築造すれば比較的小規模のダムで大容量の貯水池が得られ、盆地の出口から下流の急流を利用すれば短かい水路で高落差が得られる。即ち発電計画はこの盆地の出口に高さ33m堤頂長、104mのアーチダムを築造し、これにより有効貯水量 84×10^6 m³の貯水池を設け本貯水池で流域面積80km²、年間流入量 142×10^6 m³の水を調整した後、La Ngu河右岸に設けるLa Ngu発電所まで延長1,520m、内径3.0mの導水路で導水し、有効落差170mを得て、最大出力30,000kWの発電を行なうとともに年間 57.9×10^6 kWhの電力量を生産する。

この電力はLa Ngu発電所の開閉所から既設Phattalung変電所まで延長5.2km、電圧115kV、1回線の送電線で送られ南タイにおけるEGATの供給地域に配電される。

本計画遂行に必要な建設費は 272×10^6 Bahtであり、その工事期間は約36ヶ月である。また電力需要より考えるならば1980年頃に運転開始されることが望ましい。

本計画の費用便益比は1.37、超過便益は 8.56×10^6 Bahtである。またPhattalung変電所に対しkWh当りの電力コストは0.401Bahtである。

5.2 農業計画

農業開発計画は上流の貯水池で調整された発電放流量と残流域からの流量を既存のSatun Self-help Land Settlement Projectの92,120raiの耕地とその周辺の耕地18,850rai合計110,970raiの耕地のかんがい用水補給に利用せんとする計画である。即ち、La Ngu河下流左岸に内径600mmの揚水ポンプ3台、右岸に内径900mmのポンプ4台を夫々設置し上流で調整された水を揚水し約31kmの幹線用水路で導水し主としてオイ

ルバームやパインアップル等を栽培する59,170 raiの耕地と、又La Ngu河の支流 Lam Lon川に高さ約22 m、長さ100 mのフィルタイプダムを設け延長51 Kmの幹線用水路で導水し、果樹や水田を主とする51,800 raiの耕地を夫々かんがいする。

これに要する工事費は約 422×10^6 Baht 費用便益比は1.40、超過便益は 17.4×10^6 Baht である。

第 6 章

水 文

第 6 章 水 文

6.1 測水所および雨量観測所

La Ngu 開発計画の流域およびその周辺の測水所および雨量観測所の位置は Fig. 6-1 に示すとおりである。またこれらの観測期間は Fig. 6-1 に示すとおりである。

これに示すように La Ngu 河における測水所は水力開発計画のダムサイトと同一場所の Khlong La Ngu 測水所 (流域面積 80 Km²) 1ヶ所のみである。またその観測記録は 7 年間 (1965 年~71 年) 間である。

6.2 計画地点の流域面積

La Ngu 河の全流域面積は約 800 Km² であり、そのうち水力開発計画の流域面積は Khlong La Ngu 測水所と同一の 80 Km² である。

6.3 降 雨 量

計画地域内における年間降雨量の傾向は Fig. 6-2 に示す通りである。年降雨量は 2,000 mm~3,500 mm 程度でありタイ国内では多雨地帯に属する。

また月別降雨量の変動は Fig. 6-3 に示される如く、雨期乾期の区別はあるがタイ国の北部、中部地方とは異なった傾向を示している。

計画地域はタイ南部地方、マレー半島に位置しているため 8 月~10 月はインド洋からタイ湾に向って季節風が吹き、インド洋側に多雨をもたらし、11 月~1 月には逆にタイ湾からインド洋に向って季節風が吹きタイ湾側に雨を多く降らせる。2 月~4 月は乾期であり全体に雨が少ない。5 月~7 月は乾期から雨期への遷移期間となる。このことは Fig. 6-4 に示す、等雨量線図にはっきり現れている。

インド洋に注ぐ La Ngu 河の流域は 8 月~10 月の季節が一年を通じて最も降雨が多い。しかし水力開発計画地域はインド洋側とタイ湾側を分ける山脈中に位置しているためタイ湾側からの季節風の影響も受けインド洋岸の A. La Ngu, M. Satun に較べると 11 月~1 月の季節も比較的降雨が多い。この傾向は Fig. 6-3 にはっきり現われている。

このような降雨特性はタイにおける他の地域に較べて河川の流況の良いことを示すものであり、本計画地点は水文上からも水力発電計画地点として有利な地点であるということがいえる。

6.4 河川流量

La Ngu 河には Khlong La Ngu 観測所が設けられており、1965年5月より日流量観測が行われている。

1971年末現在約7ヶ年分の日流量資料が存在する。この約7ヶ年の月別平均流量を Table 6-1 に示す。

La Ngu 河の年平均比流量は実測値の平均で $5.84 \text{ m}^3/\text{s}/100\text{km}^2$ である。

なお計画では 6.5 で述べる方法により流量資料の補足を行い種々の検討を実施した。

6.5 計画地点の流量の算定

6.5.1 降雨量の算定

計画地域内に位置する Khlong La Ngu 観測所の降雨量の観測期間は Fig. 6-1 に示すように約7ヶ年間と極めて短期間であり、発電計画を作成検討する上で不十分なものである。

従ってこれを補う方法として、計画地域の周辺で比較的長期に亘って観測されている観測所の降雨量の資料と Khlong La Ngu 観測所の降雨量との相関を調べ回帰させることにより降雨資料の引伸しを図ることとした。

相関のとり方は次の二つの方法で行った。一つは計画地域の季節的特徴を加味した季節別相関法であり、他の一つは、相関係数の値が良好に出る年累加相関法である。

(a) 季節別相関法

この計画地点の周辺の降雨傾向は 6.3 に述べたように季節的特徴が顕著である。この点に着目して Khlong La Ngu 観測所の資料を用いて季節別に相関を調べることにした。

この場合、季節の区分は、年間を便宜的に4つの季節に分けることにした。

季節の分け方としては

Case 1 Apr-May-Jun, July-Aug-Sep, Oct-Nov-Dec, Jan-Feb-Mar,

Case 2 May-Jun-July, Aug-Sep-Oct, Nov-Dec-Jan, Feb-Mar-Apr,

Case 3 Jun-July-Aug, Sep-Oct-Nov, Dec-Jan-Feb, Mar-Apr-May

の3 Case とし

この3 Case について季節別降雨量を Table 6-2 に示すように集計し各季節の合計降雨量の最大値と最小値の差の最も大きい Case 2 を採用することとした。

さらに Fig. 6-4 に示す等雨量線図及びこの地域の物理的特性すなわち、風向、標高、地勢等から判断してもこの季節区分は妥当であると判断される。

この季節区分に基づいて計画地域周辺の観測所の降雨資料と Khlong La Ngu 観測所の降雨資料との相関関係を導いた。その中で比較的相関の良い4ヶ地点の相関係数を Table 6-3 に示す。

Table 6-3 から年間を通じて相関の最も良いのは A. Yan Ta Khao であるが

May, June, Julyに関しては相関が悪いのでその季節については相関が比較的良い Sattunを採用して合成した。

各々の回帰直線は下記のとおりである。

I	May	Jun.	Jul.	$Y = 0.887X + 62.352$
II	Aug.	Sep.	Oct.	$Y = 0.353X + 243.590$
III	Nov.	Dec.	Jan.	$Y = 2.178X + 31.897$
IV	Feb.	Mar.	Apr.	$Y = 0.896X + 49.588$

季節相関法により作成した計画地点の降雨量はTable 6-4 に示す。

(b) 年累加相関法

a) 年間を通して比較的相関の良かった A, Yan Ta Khaoの降雨資料と Khlong La Ngu観測所の資料との年間の累加相関を調べた。

その結果相関係数は $Y = 0.990$ であり回帰直線は

$$Y = 1.366X - 1.478$$

である。

年累加相関法により作成した計画地点の降雨量はTable 6-5 に示す。

上記の二つの方法で作成した計画地点の雨量と Khlong La Ngu観測所の実測値と比較してみると Fig. 6-5 に示す如く、季節別相関法による推定値が実測値に近い値を示しているのも本レポートではこの数値を用いることにした。

しかし推定値と実測値の月別変化を比較すると Fig. 6-6 の如く季節別相関法による11月の値は実測値に較べ非常に大きな値を示すので11月の雨量は年累加相関法による推定値を採用しこの矛盾を解消することにした。

上記により作成した計画地点の降雨量はTable 6-6 に示すとおりでありこれを計画地点の流量作成の基礎資料として使用することにした。

また降雨周期を A, Yan Ta Khao観測所の降雨資料により三項移動平均法により検討してみると Fig. 6-7 に示されるようにほぼ12~13年の周期であると推定される。

したがって上記の方法より算定された計画地点の降雨量は1956~1971年の16年間であるので計画検討に必要な期間として十分なものと判断される。

6.5.2 流量の算定

計画の基準測水所となる Khlong La Ngu測水所の流量資料は前述のとおり約7ケ年間である。

一方降雨周期は6.5.1で検討したとおり12~13年と推定される。

したがって6.5.1で補足された1956年から1965年までの Khlong La Ngu測水所の降雨資料から Khlong La Ngu測水所の実測の降雨量と流量の相関により流量を算定し、実測流量とあわせて16ケ年間の流量により計画を検討することとした。

相関のとり方は Fig. 6-8 に示す年累加相関法による。その結果 Khlong La Ngu

測水所の流量は Table 6-7 に示す通りである。これによると La Ngu 河の年平均比流量は $5.63 \text{ m}^3/\text{s}/100 \text{ km}^2$ である。

6.6 洪水量

La Ngu 河の洪水量については 1972 年 8 月に発行の N E A の Hydrology Section による報告書 Design Flood Study for Khlong La Ngu Project で検討されている。即ち、Khlong La Ngu Gaging Station の日最大雨量と年最大流量の実測値 (Table 6-8 参照) を用いて日最大雨量から Synthetic unit hydrograph 法を用いて、年最大流量から洪水頻度解析 (Flood frequency analysis) を行って発電用ダムサイト (C. A=80 km^2) 地点の確率洪水量が算定されている。また経験式である Austrian Formula を用いて流域内の地形的特性を考慮した洪水量が算定がされている。

調査団は現在入手出来る資料の範囲内ではこれらの解析方法は妥当であると判断した。

上記報告書によると計画地点 (C. A=80 km^2) に対する La Ngu 河の洪水量は Table 6-9 のとおりである。

以上の結果水力開発計画の洪水吐容量は $500 \text{ m}^3/\text{s}$ とした。

6.7 貯水池からの蒸発

蒸発に関する有効な資料は 1968 年 9 月より 1972 年 9 月までの間、Khlong La Ngu 観測所において観測されたものがある。

これによれば年間約 $1,260 \text{ mm}$ (Class A pan 値) である (Table 6-10 参照)。

貯水池の水面からの蒸発は、貯水池が築造される以前の状態即ち植生により蒸発散 (Evapotranspiration) が行なわれていた状態が新たに貯水池が築造されることにより水面蒸発に置き換えられるものと考えた。

この両者の差 (Net Correction Factors) を以て貯水池からの蒸発量とする。

(Table 6-11 参照)

植生による消費量は Blaney - Criddle Formula ($K=0.65$) で求めた。

貯水池からの蒸発量は $1,256 \text{ mm}$ と求められたが貯水池の漏水や浸透も蒸発量の他に考えられるのでこの計画においては安全のため蒸発量の影響はないものとした。

6.8 堆砂

今回の踏査では現地踏査を行なうことができなかったため、堆砂についても十分な資料を得ることができなかった。与えられた資料で地形、地質、気象、流量、植生の状況を検討し、流域の土砂流出量は $200 \text{ m}^3/\text{year}/\text{km}^2$ とした。貯水池を除く流域の面積は 67 km^2 である。従って堆砂量は $200 \text{ m}^3/\text{year}/\text{km}^2 \times 67 \text{ km}^2 = 13,400 \text{ m}^3/\text{year}$ 、100 年間の堆砂量は $1.34 \times 10^6 \text{ m}^3$ となる。

Table 6-1 Existing Runoff Data at Khlong La Ngu Gaging Station

(Unit: Cu.m/sec./100 sq.km)

Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Average
1965	-	2.59	4.08	6.63	5.44	6.59	6.93	7.45	12.60	6.58	3.60	3.50	-
1966	2.59	5.61	5.18	3.69	4.54	4.60	7.32	11.46	21.38	25.63	5.69	3.79	8.46
1967	2.64	2.71	4.45	3.89	6.62	6.91	7.89	11.20	7.32	3.23	2.05	1.38	5.02
1968	1.24	1.89	2.02	3.98	5.60	5.69	6.91	5.14	5.32	6.71	2.54	1.58	4.05
1969	1.19	1.10	2.46	3.66	3.61	7.41	7.94	15.30	9.31	8.34	3.75	2.40	5.54
1970	1.86	2.79	4.68	6.99	4.93	7.55	6.25	12.90	8.87	9.40	3.45	3.01	6.06
1971	1.45	3.14	5.57	3.21	2.53	4.52	15.00	7.37	14.50	-	-	-	-
Average	1.82	2.83	4.06	4.58	4.76	6.18	8.32	10.12	11.33	9.98	3.51	2.61	5.84

Table 6-2 Tentative Classification of Seasons

(Unit: mm)

Month	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Rainfall	146.9	281.4	332.1	290.3	287.5	378.4	416.0	341.0	308.0	180.5	47.6	98.6
Case 1		760.4			956.2			1,065.0			326.7	
Case 2			903.8			1,081.8			829.5			293.1
Case 3	526.9			909.9			1,135.4			536.1		

Table 6-3 Correlation Factors

Station	May-Jun.-Jul.	Aug.-Sep.-Oct.	Nov.-Dec.-Jan.	Feb.-Mar.-Apr.
Satun	0.896	0.319	0.945	-0.146
Phattalung	0.769	-0.436	1.000	0.277
Trang	0.401	0.336	0.950	0.985
A. Yan Ta Khao	0.533	0.993	0.952	0.960

Table 6-4 Monthly Precipitation at Khlong La Ngu Gaging Station
by Seasonal Correlation Method

(Unit: mm)

Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Annual
1956	-	344.0	184.4	395.3	423.7	420.6	335.3	180.4	323.1	89.0	57.4	102.3	2,860.5
1957	261.6	485.9	225.9	494.7	307.4	363.1	332.7	302.0	194.6	31.9	49.6	93.9	2,154.5
1958	63.1	506.5	431.3	101.9	327.4	316.2	352.1	625.0	31.9	38.9	70.0	167.7	3,032.0
1959	143.1	236.3	270.8	482.1	391.5	333.3	327.2	682.5	294.3	54.3	61.1	189.0	3,566.0
1960	136.2	283.7	108.8	331.7	330.5	358.4	287.7	764.2	134.9	160.5	103.3	102.8	3,128.5
1961	204.2	237.3	370.9	221.7	308.4	374.5	359.6	387.3	437.0	40.3	49.6	75.2	3,087.0
1962	196.2	265.3	329.4	482.3	333.2	416.9	367.6	333.6	410.2	65.0	49.6	59.2	3,313.5
1963	69.5	297.2	303.2	235.0	320.5	414.2	422.4	961.0	102.0	46.3	49.6	43.6	3,275.5
1964	149.0	97.5	188.3	310.8	303.1	388.9	329.0	632.8	126.0	31.9	59.0	79.6	2,666.4
1965	273.9	400.5	301.1	337.9	261.9	383.0	417.5	351.0	452.8	140.3	33.2	287.6	3,926.7
1966	206.3	345.3	310.5	271.4	213.0	377.9	356.3	340.5	563.3	497.7	73.4	52.5	3,599.6
1967	132.9	203.3	365.5	260.7	461.4	326.3	334.9	446.6	33.5	16.5	11.2	48.9	2,797.2
1968	125.6	263.2	213.3	363.8	430.7	257.7	256.1	143.1	166.8	230.3	47.3	56.0	2,605.9
1969	177.4	200.2	397.2	245.6	247.0	263.7	482.0	478.0	165.4	200.4	9.4	150.1	3,021.4
1970	95.0	415.4	292.5	419.5	194.2	363.3	251.1	411.5	317.5	160.1	63.9	72.2	3,056.3
1971	86.7	303.3	426.5	131.7	192.2	322.2	723.8	216.4	407.0	18.5	83.6	2.7	2,913.6
1972	154.3	102.9	290.3	301.5	194.6	727.9							1,771.5
Average	137.3	300.4	293.6	315.3	314.7	377.2	376.6	454.7	263.5	114.0	55.5	100.6	3,123.9

Note) Figures after 1963 are measured values.

Table 6-5 Monthly Precipitation at Khlong La Ngu Gaging Station
by Annual Cumulative Correlation Method

(Unit: mm)

Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Annual
1956				480.4	697.0	664.9	354.7	93.2	185.8	35.7	12.0	80.3	2,624.0
1957	321.7	331.8	198.0	674.3	247.2	462.3	345.0	169.3	102.1	0.0	0.0	68.0	2,919.7
1958	19.1	588.1	435.4	289.7	324.2	281.0	419.9	371.9	0.0	4.4	31.2	180.0	2,924.9
1959	141.4	212.3	197.4	546.5	572.5	347.1	323.5	408.0	164.6	14.4	17.6	212.5	3,157.8
1960	130.6	351.8	171.8	488.4	336.1	444.4	170.6	471.8	64.6	80.9	90.3	81.1	2,882.4
1961	234.3	263.6	252.7	206.9	250.3	506.6	448.9	222.9	254.1	5.6	0.0	39.0	2,685.4
1962	222.0	152.6	230.3	394.2	365.9	670.6	479.9	199.2	237.2	20.8	0.0	14.6	2,947.3
1963	28.8	261.0	405.4	223.6	297.8	660.3	692.0	582.8	43.9	9.1	0.0	0.0	3,204.7
1964	150.1	686.6	136.5	278.7	230.2	562.2	330.6	376.9	59.0	0.0	14.2	45.8	2,870.9
1965	340.6	400.5	361.1	387.9	361.9	383.0	417.5	351.0	452.8	140.3	39.2	287.6	3,892.4
1966	206.3	346.8	310.5	241.4	218.0	377.9	356.3	340.5	563.3	497.7	78.4	62.5	3,599.5
1967	182.9	208.8	366.5	260.7	461.4	326.3	384.9	446.6	85.5	16.5	11.2	48.9	2,797.2
1968	125.6	268.2	213.3	363.8	430.7	257.7	296.1	143.1	166.8	230.3	47.3	66.0	2,608.9
1969	177.4	200.2	397.2	245.6	247.0	268.7	482.0	478.0	165.4	200.4	9.4	150.1	3,021.4
1970	95.0	415.4	292.5	419.5	194.2	363.3	251.1	411.5	317.5	160.1	63.9	72.3	3,056.3
1971	86.7	308.3	426.5	131.7	192.2	322.2	728.8	216.4	407.0	18.5	83.6	2.7	2,919.6
1972	154.3	102.9	290.3	301.5	184.6	727.9							1,771.5
Average	163.6	313.7	292.6	344.4	330.7	449.8	404.8	329.6	204.2	89.7	31.2	88.2	2,894.4

Note) Figures after 1965 are measured values.

Table 6-6 Monthly Precipitation at Khlong La Ngu Gaging Station
used for Runoff Calculation

(Unit: mm)

Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Annual
1956	-	344.0	184.4	395.3	423.7	420.6	335.3	93.2	328.1	89.0	57.4	102.2	2,773.3
1957	261.6	496.9	225.9	494.9	307.4	363.1	332.7	188.3	194.6	31.9	49.6	93.9	3,021.6
1958	63.1	506.5	431.3	101.9	327.4	216.2	362.1	371.9	31.9	38.9	70.0	167.7	2,773.9
1959	143.1	336.3	270.8	482.1	391.5	333.3	327.2	403.0	294.3	54.8	61.1	159.0	3,251.5
1960	136.2	263.7	108.8	331.7	330.5	358.4	267.7	471.3	134.9	160.8	108.9	102.8	2,816.1
1961	204.2	257.3	370.9	221.7	308.4	374.5	359.6	222.9	437.0	40.8	49.6	75.2	2,922.6
1962	186.2	265.2	329.4	482.3	338.2	416.9	367.6	189.2	410.2	65.0	49.6	58.2	3,169.1
1963	69.5	297.2	308.2	235.0	320.5	414.2	422.4	582.8	102.0	46.3	49.6	49.6	2,897.3
1964	149.0	67.5	188.8	310.8	303.1	388.9	329.0	375.9	126.0	31.9	59.0	79.6	2,410.5
1965	273.9	400.5	361.1	357.9	361.9	383.0	417.5	351.0	452.8	140.2	39.2	287.6	3,326.7
1966	206.3	346.8	310.5	241.4	218.0	377.9	356.3	340.5	563.3	497.7	73.4	62.5	3,559.6
1967	132.9	208.6	365.5	260.7	481.4	326.3	384.9	446.6	83.5	16.5	11.2	48.9	2,797.2
1968	125.6	268.2	213.3	363.8	430.7	257.7	296.1	143.1	166.8	230.3	47.3	66.0	2,603.9
1969	177.4	200.2	397.2	245.6	247.0	268.7	432.0	473.0	165.4	200.4	9.4	150.1	3,021.4
1970	95.0	415.4	292.5	419.5	194.2	363.3	257.1	411.5	317.5	160.1	63.9	72.3	3,056.3
1971	86.7	308.3	426.5	131.7	192.2	322.2	733.8	216.4	407.0	18.5	83.6	2.7	2,919.6
1972	154.3	102.9	290.3	301.5	194.6	727.9							1,771.5
Average	157.8	300.4	293.6	315.3	314.7	377.2	376.6	329.6	263.5	114.0	55.5	100.6	2,922.5

Note) Figures after 1965 are measured values.

Table 6-7 Monthly Runoff at Khlong La Ngu Gaging Station

(Unit: cu.m./sec./100 sq.km)

Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Average
1956	-	3.50	1.28	6.25	6.50	9.00	8.00	3.50	9.50	3.25	2.00	4.00	5.16
1957	2.75	5.50	3.25	7.88	6.25	9.75	9.50	6.50	7.75	1.25	2.50	6.25	5.76
1958	0.50	5.50	6.00	1.25	5.75	6.50	8.75	11.25	1.00	2.00	2.50	6.50	4.79
1959	1.25	3.67	3.25	6.75	8.00	7.75	8.75	13.75	14.00	3.00	5.00	24.72	8.32
1960	1.25	3.00	1.25	4.00	5.00	6.75	6.00	13.25	4.25	5.50	4.00	4.25	4.88
1961	2.00	2.75	4.75	3.25	5.00	7.75	9.00	6.50	15.25	1.25	2.75	3.25	5.29
1962	2.00	2.75	4.00	7.25	6.50	10.00	10.75	6.50	17.75	3.75	3.31	5.50	6.57
1963	0.50	3.25	3.50	3.25	4.50	8.50	10.00	18.50	4.00	2.00	2.25	2.50	5.23
1964	1.29	0.75	2.25	3.25	4.25	6.75	6.75	9.25	3.75	0.75	2.25	2.25	3.63
1965	1.25	2.59	4.08	6.63	5.44	6.59	6.93	7.45	12.60	6.58	3.60	3.50	5.60
1966	2.59	5.61	5.18	3.69	4.54	4.60	7.32	11.46	21.38	25.63	5.59	3.79	8.46
1967	2.64	2.71	4.45	3.89	6.62	6.91	7.89	11.20	7.32	3.23	2.05	1.38	5.02
1968	1.24	1.89	2.02	3.98	5.60	5.69	6.91	5.14	5.32	6.71	2.54	1.58	4.05
1969	1.19	1.10	2.46	3.66	3.61	7.41	7.94	15.30	9.31	8.34	3.75	2.40	5.54
1970	1.86	2.79	4.68	6.99	4.98	7.55	6.25	12.90	8.87	9.40	3.45	3.01	6.06
1971	1.45	3.14	5.57	3.21	2.53	4.52	15.00	7.37	14.50	-	-	-	6.37
Average	1.58	3.16	3.62	4.70	5.32	7.25	8.48	9.99	9.78	5.51	3.18	4.99	5.63

Table 6-8 Maximum Rainfall and Maximum Runoff
at Khlong La Ngu Gaging Station

Year	1-day Maximum Rainfall (mm)	Maximum Runoff cu. m/sec.
1965	67.2	40.8
1966	112.2	130
1967	164.7	179
1968	71.2	29.4
1969	66.9	91.6
1970	100.5	123
1971	169.8	204

Table 6-9 Flood Flow at Project Site

(C.A.: 80 sq.km)

A. Flood flow as obtained from the synthetic unit hydrograph

Return Period-yrs.	Flood Flow-Cu. m/sec.
10	192
25	226
50	266
100	303
500	394
1,000	439
10,000	587

B. Flood flow as obtained from flood frequency analysis

Return Period-yrs.	Flood Flow-Cu. m/sec.
10	202
25	249
50	284
100	319
500	402
1,000	437
10,000	554

C. Flood flow as obtained by Austrian formula 450 Cu. m/sec.

Table 6-10 Evaporations Recorded at Khlong La Ngu Gaging Station (Class A pan)

(Unit: mm)

Water Year Month	1968	1969	1970	1971	1972	Average
Apr.	-	156.3	116.7	140.1	125.2	134.6
May	-	123.4	107.6	101.9	127.2	115.0
Jun.	-	83.6	103.6	98.4	91.9	94.4
Jul.	-	93.5	88.1	109.0	87.0	94.4
Aug.	-	107.9	97.5	98.1	107.1	102.7
Sep.	93.7	88.8	84.5	97.2	87.9	90.4
Oct.	90.1	85.6	71.2	70.4	-	79.3
Nov.	97.4	69.3	69.3	92.2	-	82.1
Dec.	101.2	80.2	88.3	69.3	-	84.8
Jan.	125.8	111.6	118.2	124.3	-	120.0
Feb.	132.4	117.1	114.1	122.7	-	121.6
Mar.	164.1	131.8	122.2	148.0	-	141.5
Total		1,249.1	1,181.2	1,271.6		1,260.8

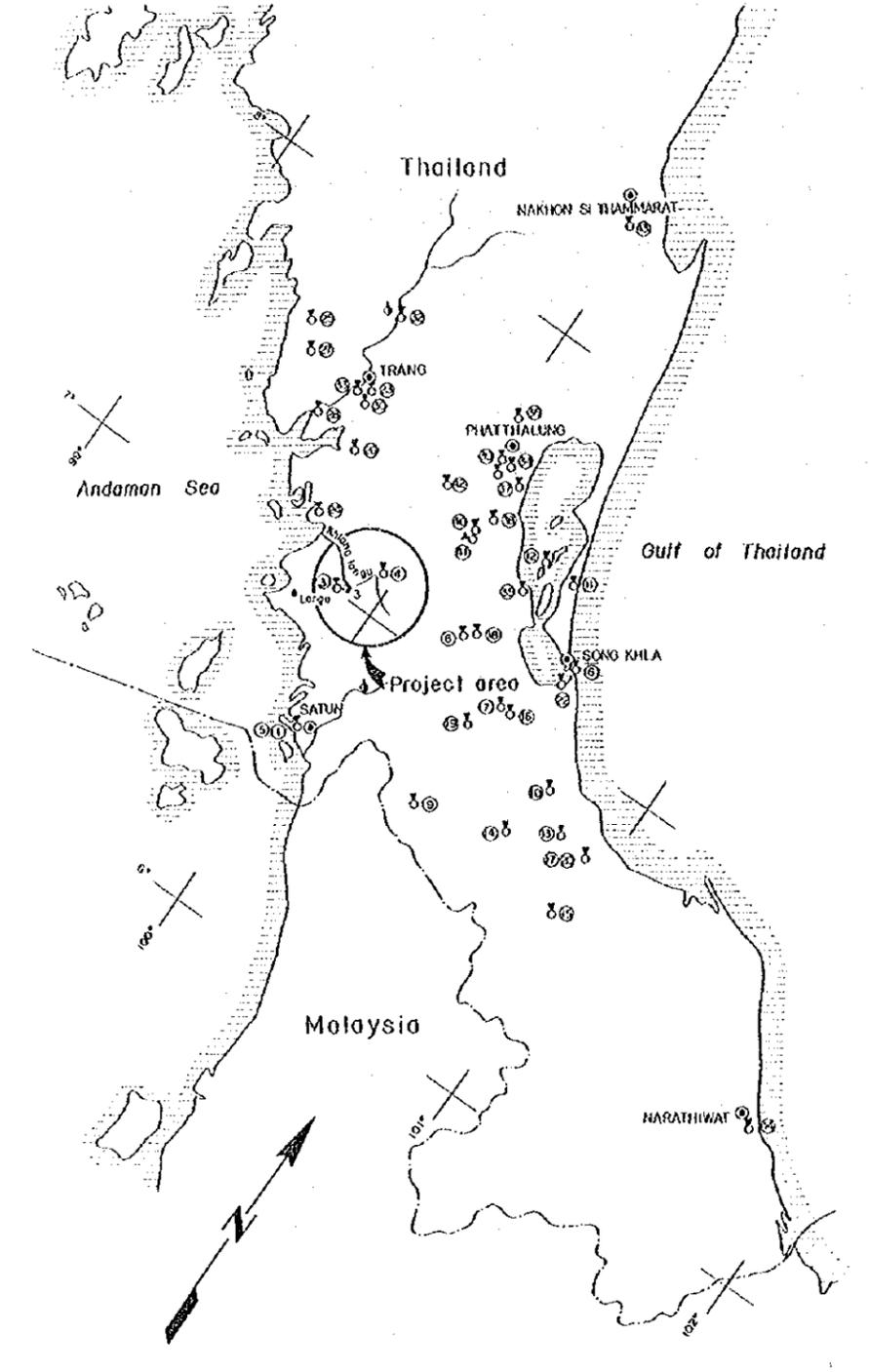
Table 6-11 Correction for Evaporation and Precipitation

Month	Available Precipita- tion (mm) (1)	Mean Tem- perature (°C) (2)	Consumptive Use of Native Vegetation (mm) (3)	Precipitation Consumed (mm) (4)	Evaporation (mm) (5)	Net Correction Factors (6)=(4)-(5) (mm)
Apr.	110	26.9	111	110	101	+9
May	210	26.7	115	115	86	+29
Jun.	249	26.0	111	111	71	+40
Jul.	203	25.7	113	113	71	+42
Aug.	201	25.7	112	112	77	+35
Sep.	265	25.1	105	105	68	+37
Oct.	229	25.1	107	107	60	+47
Nov.	171	25.0	102	102	62	+40
Dec.	154	24.7	104	104	64	+40
Jan.	127	24.0	102	102	90	+12
Feb.	43	24.4	94	43	91	-48
Mar.	79	25.7	109	79	106	-27
Total	2,041	Ave. 25.4	1,285	1,203	947	+256

Note
 Column No. (1) Available precipitation at damsite (1965 to 1972).
 (2) Mean temperature at damsite (1965 to 1972).
 (3) Calculated by Blaney-Criddle Formula ($K = 0.65$).
 (5) Evaporation = pan evaporation x 0.75
 (6) (+) indicates amount of holding and (-) indicates amount of loss.

Rainfall Observatory Station and Existing Date (Monthly record)

NO	PROVINCE	NAME OF STATION	LOCATION		1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972		
			Lat (N)	Long (E)																							
①	SATUN	Muang	6°-38'	100°04'00"	Apr																						
		A. Thung Wo			Apr																						
		A. Lengua			Apr																						
		Khong Lengua	7°-11'	99°57'00"																							
		Nikhom Khuan Kalong																									
②	SONG KHLA	A. Muang	7°-42'-30"	100°35'-25"	Apr																						
		A. Hat Yai	7°-00'-30"	100°28'-00"	Apr																						
		A. Rattaphum	7°-02'-00"	100°15'-30"	Apr																						
		A. Sedee	6°-38'-10"	100°25'-30"	Apr																						
		A. Chara	6°-54'-45"	100°44'-30"	Apr																						
		A. Sathing Phre	7°-28'-18"	100°26'-30"	Apr																						
		A. Bahel	7°-46'-25"	100°19'-12"	Apr																						
		A. Thepko	6°-49'-50"	100°58'-30"	Apr																						
		A. Ma Thawi	6°-44'-20"	100°47'-50"	Apr																						
		A. Saba Yai	6°-37'-00"	100°29'-30"	Apr																						
		Nho Hong Rubber Station	7°-00'-50"	100°30'-00"	Apr																						
		Nikhom Thepha	6°-47'-00"	100°56'-00"	Apr																						
		Nikhom Rattaphum	7°-00'-00"	100°17'-00"	Apr																						
		Ton Nga Chang (Lower)	6°-55'-00"	100°28'-00"	Apr																						
		Khong Thepha	6°-47'-00"	100°56'-00"	Apr																						
Ton Nga Chang (Upper)	7°-11'-00"	100°37'-00"	Apr																								
Song Kio	7°-11'-00"	100°37'-00"	Apr																								
③	TRANO	Muang	7°-33'-20"	100°36'-50"	Apr																						
		A. Pailien	7°-10'-15"	100°47'-15"	Apr																						
		A. Huoi Yoi	7°-40'-58"	100°39'-15"	Apr																						
		A. Yan To Khoo	7°-23'-00"	100°40'-10"	Apr																						
		A. Sikoo	7°-34'-10"	100°20'-55"	Apr																						
		A. Kurlong	7°-24'-10"	100°31'-00"	Apr																						
		Khao Chang Rubber Station	7°-30'-35"	100°37'-20"	Apr																						
		Trang Air Port	7°-30'-35"	100°37'-20"	Apr																						
		Khao Chang Experimental Station	7°-45'-45"	100°32'-25"	Apr																						
		Rom Trang A. Huoi Yoi	7°-45'-45"	100°32'-25"	Apr																						
④	PIATTHALUNG	Muang	7°-32'-00"	100°07'-34"	Apr																						
		A. Pak Phayun	7°-27'-00"	100°49'-30"	Apr																						
		A. Khosa Khosha	7°-44'-00"	100°40'-50"	Apr																						
		Khosa Yai R.R. Experimental Station	7°-34'-20"	100°40'-50"	Apr																						
		A. Khao Chalsen	7°-27'-30"	100°08'-10"	Apr																						
		R.I.D. Office Station	7°-36'-44"	100°08'-10"	Apr																						
		A. Khao Chalsen	7°-23'-00"	100°08'-21"	Apr																						
⑤	NARATHIWAT	A. Khao Chalsen	7°-21'-31"	100°05'-33"	Apr																						
		A. Khao Chalsen	7°-27'-36"	99°57'-41"	Apr																						
		Nikhon Si Thammarat	6°-25'-00"	100°58'-00"	Apr																						
		Harathiwat	6°-25'-00"	100°58'-00"	Apr																						



Daily Rainfall Data

NO	PROVINCE	NAME OF STATION	LOCATION	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
①	SATUN	A. Muang (R.I.D.)	6°-38'-00" 100°04'00"	Apr																		
②	SATUN	A. Lengua (R.I.D.)	7°-11'-00" 99°57'00"	Apr																		
③	TRANO	A. Muang (R.I.D.)	7°-33'-20" 100°36'50"	Apr																		

Runoff Gaging Station and Existing Date (Daily record)

NO	NAME OF RIVER	NAME OF STATION	LOCATION	CATCHMENT AREA (km ²)	1958	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
1	KHLOI OUSON	Tongng Nui (R.I.D.)	6°-48'-00" 100°07'-00"	58.0																	
2	TRANO	6th Sta (R.I.D.)	7°-45'-45" 99°52'-25"	1,801.0																	
3	KHLOI LANGU	A. Lengua (R.I.A.)	7°-11'-00" 99°57'-54"	60.0																	

Fig. 6-1
Location Map of Rainfall and
Runoff Gaging Stations

Fig.6-2 Annual Precipitation

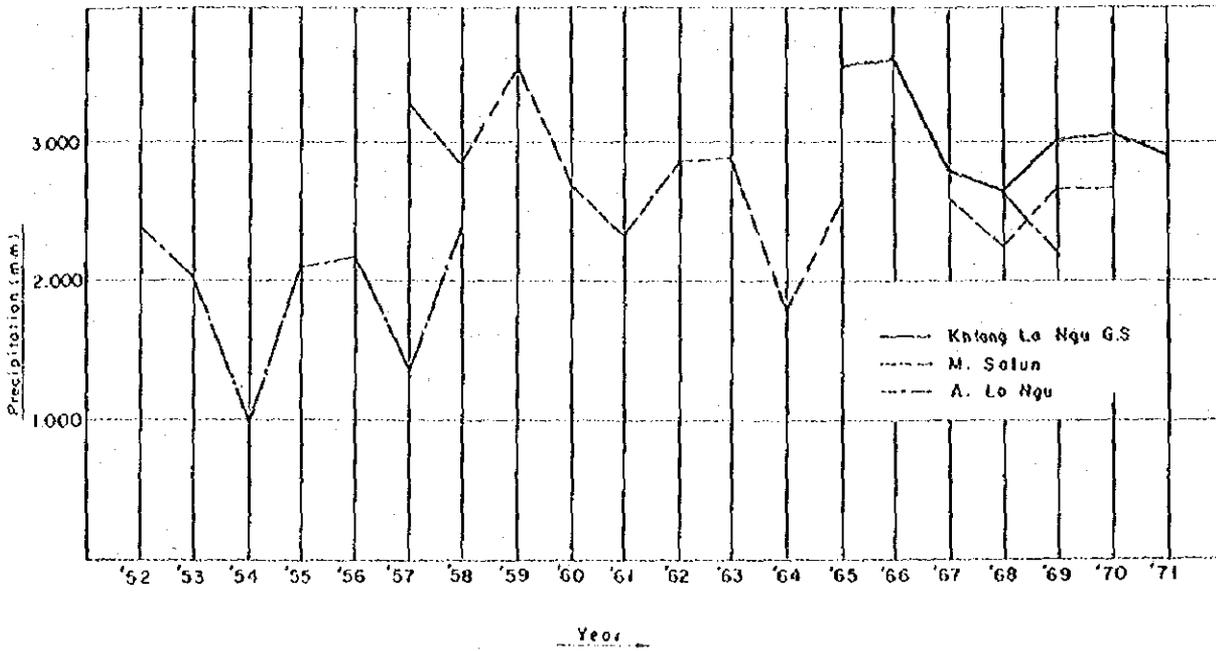
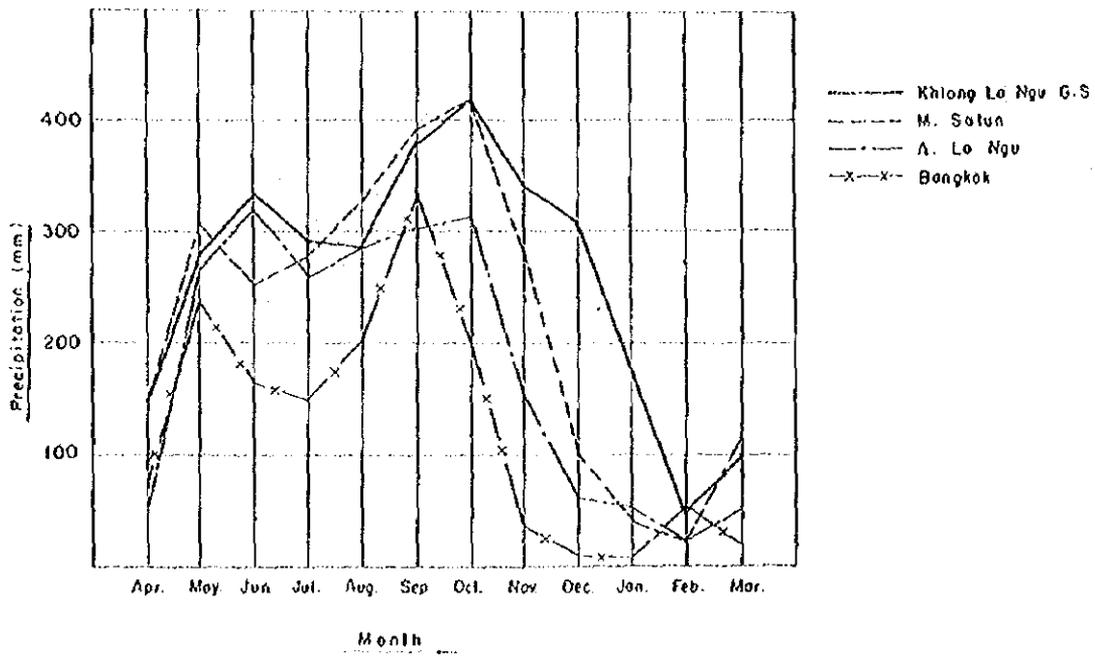


Fig.6-3 Monthly Precipitation



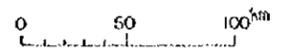
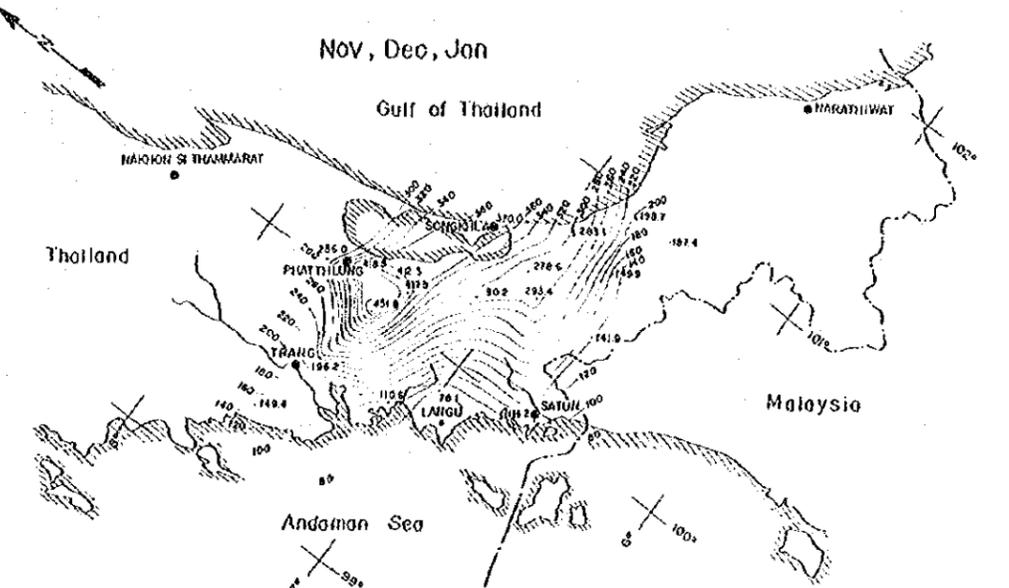
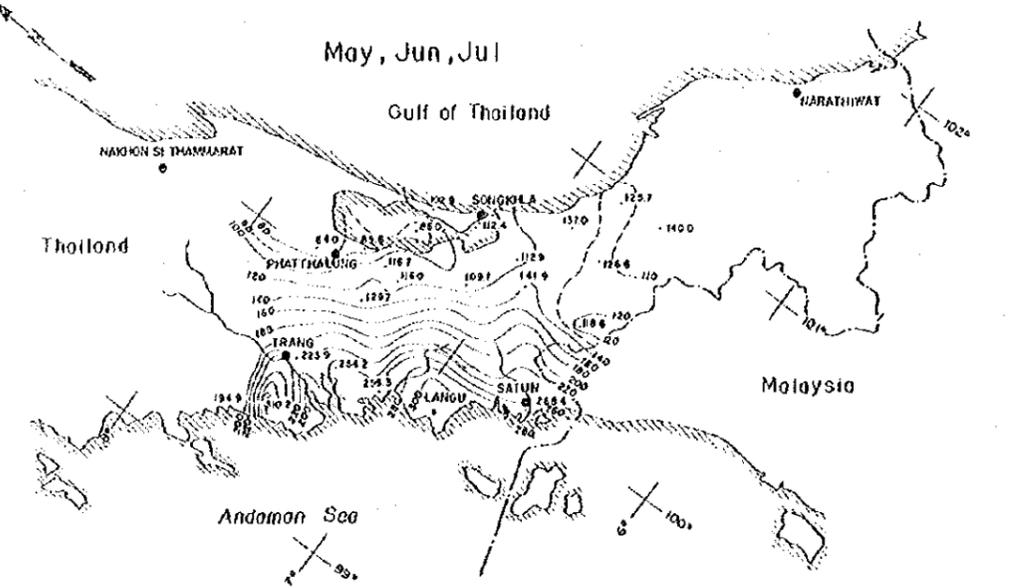
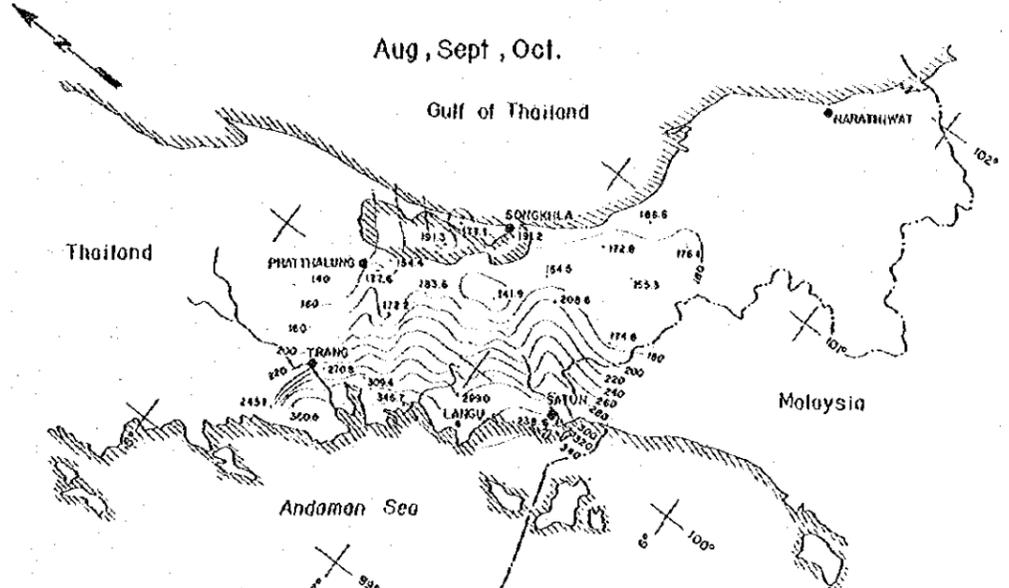
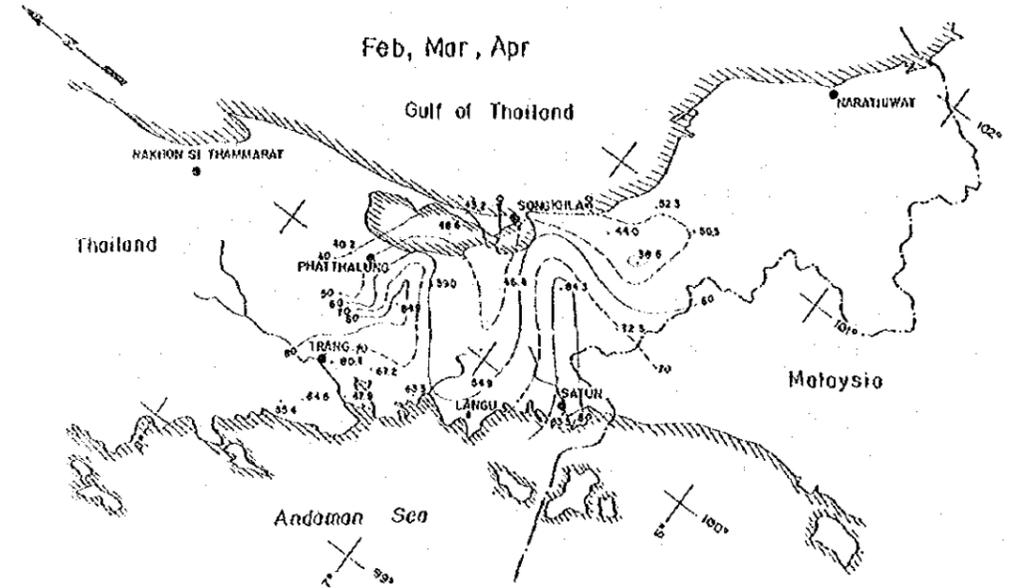


Fig. 6-4 Isohyetal Map

Fig. 6-5 Comparison Between Measured and Calculated Annual Precipitation

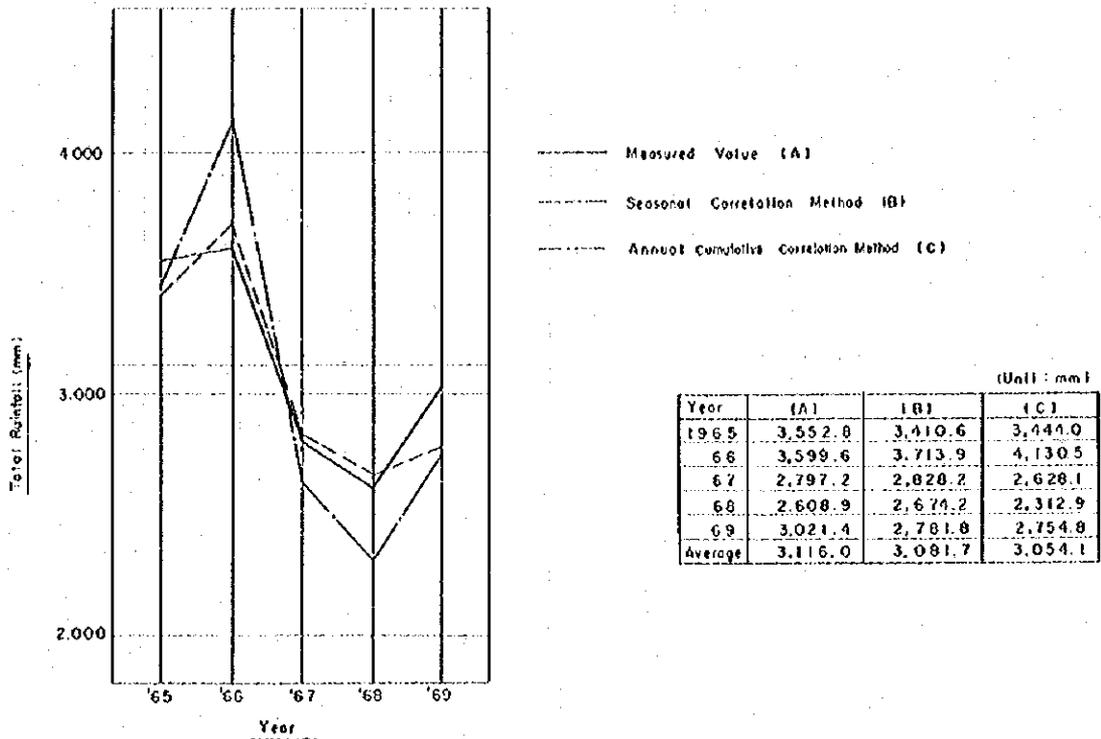


Fig. 6-6 Comparison Between Measured and Calculated Monthly Precipitation

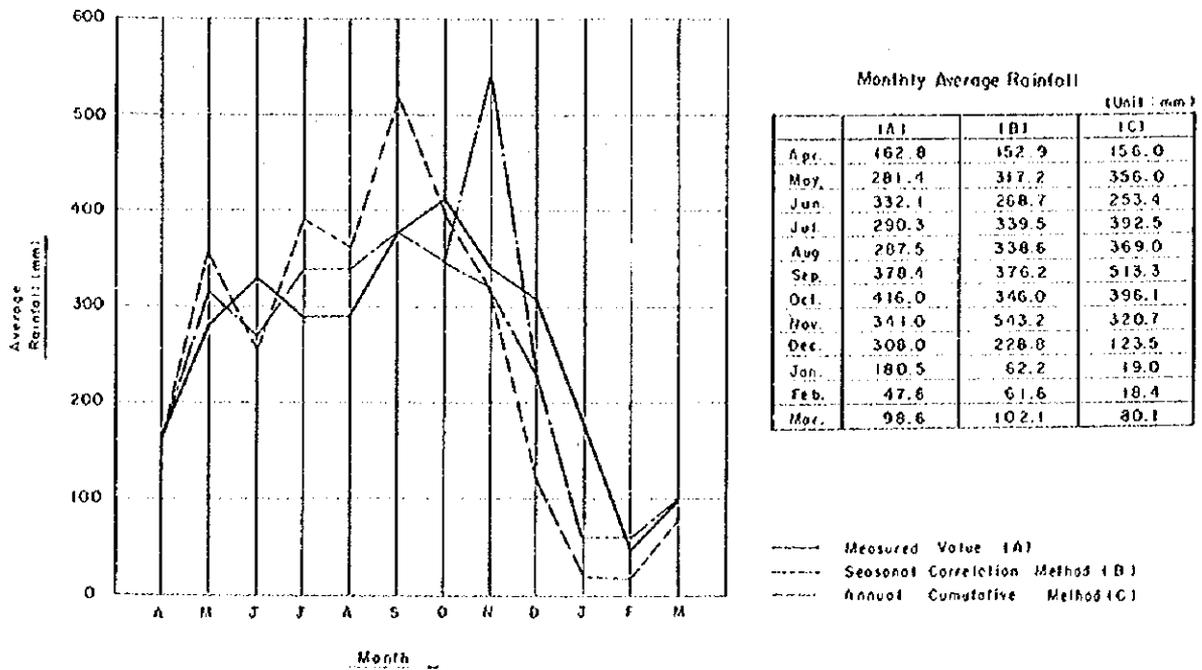
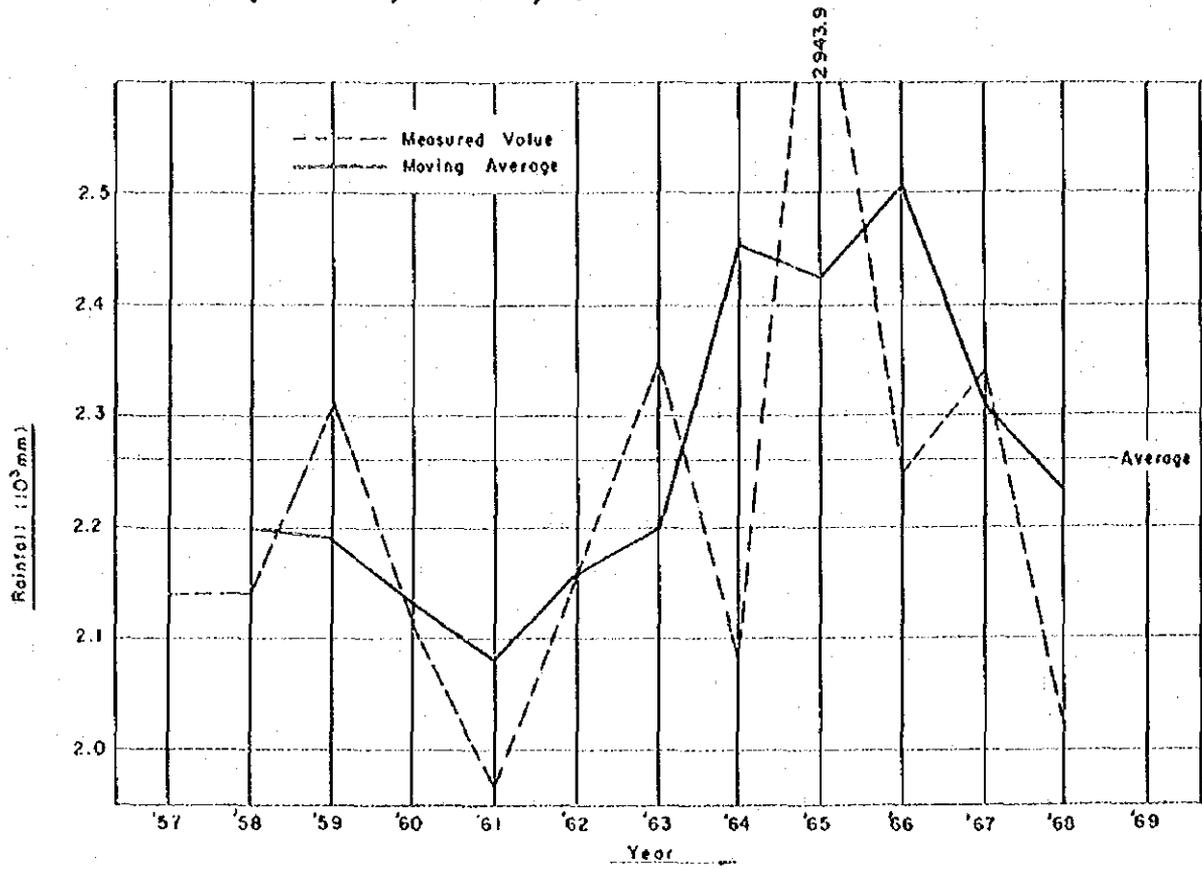


Fig. 6-7 Cycle Analysis



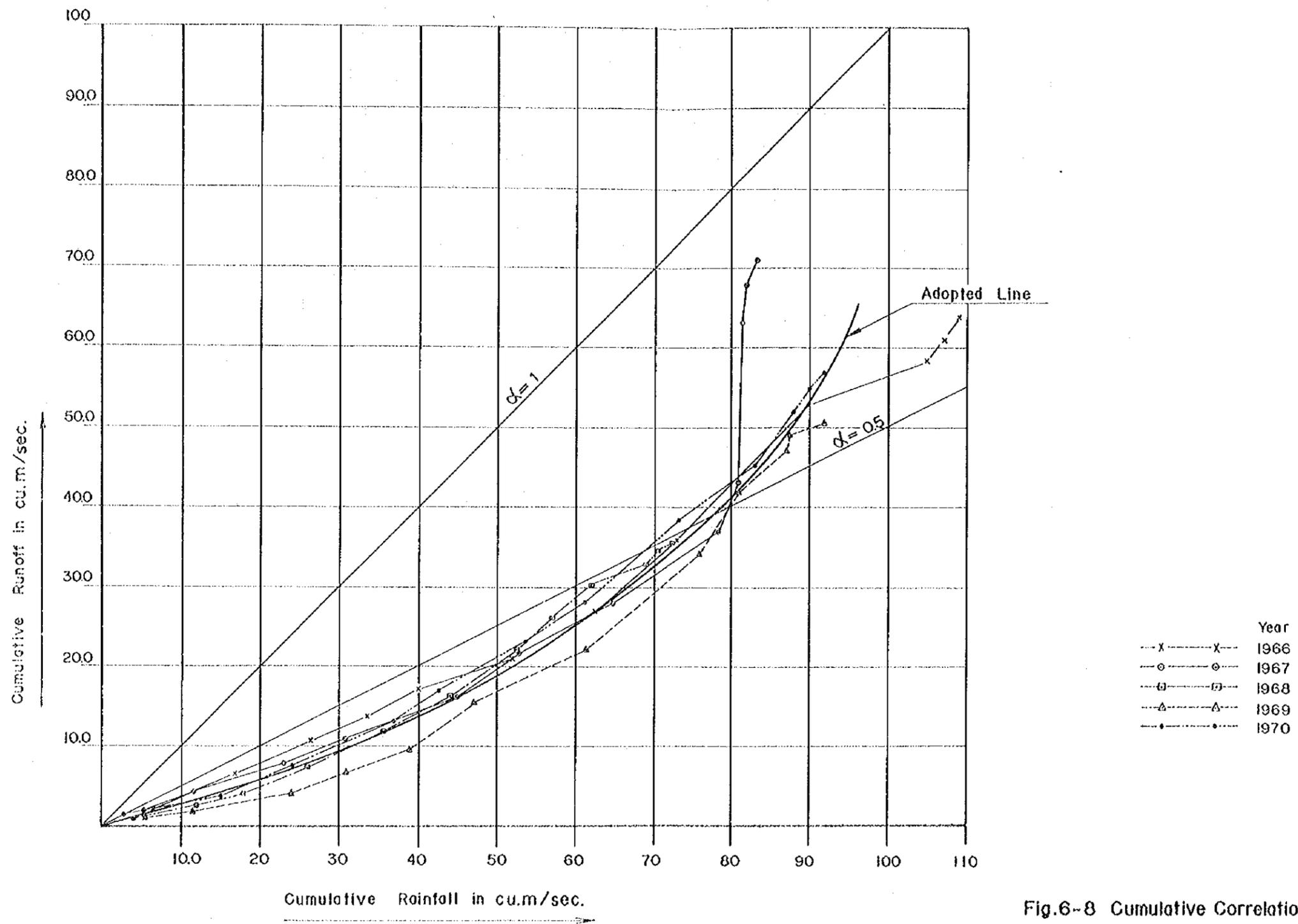


Fig.6-8 Cumulative Correlation between Precipitation and River Runoff at Khlong La Ngu Gaging Station

第 7 章

地 質 お よ び 材 料

第7章 地質および材料

7.1 概 説

今回の調査は前述のとおり治安上の理由により、農業計画地域の一部を概観できただけで、水力計画地域の現地踏査は全く行なうことができなかった。したがって、この章で述べる計画各地点の地形、地質および建設材料に関する報告は、N E Aより提供された既存資料を机上検討しまたN E A地質技師と協議した結果知り得たものであることをことわっておく。

N E Aより提供された資料のリストはApp.-Aに示すが、柱状図あるいは材料試験結果はApp.-Cにとりまとめた。

7.2 計画地域

計画地域は、La Ngu河上流域の標高400 m以上の山頂が連なるかなり急峻な山地であるが、貯水池となる地域は周辺とは著しく異なる盆地状の地形を呈している。

この地域およびその周辺に分布する基盤岩類は、オルドビス紀(ordovician)のThung Song 層、シルル紀(silurian)ないし石炭紀(carboniferous)のKanchanaburi層、石炭紀ないし二畳紀(permian)のRatburi 層、および白亜紀(carboniferous)ないし新生代初期(lower cenozoic)の花崗岩(granite)である。

Thung Song 層は、石灰質頁岩(calcareous shale)、砂質頁岩(sandy shale)をわずかに介在した暗黒色塊状(massive)石灰岩(limestone)で、はげしい褶曲(folding)をこうむっている。この岩石は一般にカルスト性を有し、この層が分布する各地に石灰洞(cave)が存在する。

Department of mineral Resources, Thailand発行1/1,000,000地質図(1969年)〔以下1/1,000,000地質図という〕によると水力計画地域はこの層によって占められていることがなっているが、前記N E A地質報告書によると地域の大部分は後述するKanchanaburi 層から構成されていることが推定される。

Kanchanaburi 層は、砂質岩石(arenaceous rock) 泥質岩石(argillaceous rock)、石灰質岩石(calcareous rock) などからなる累層(formation)で、はげしい褶曲作用を受け、一部は珪岩(quartzite)、粘板岩(Slate)などに変成(metamorphosed)されている。この地層は1/1,000,000地質図では、かんがい計画地域に広く分布している。

Ratburi 層は砂岩(sandstone)、頁岩を挟在する炭灰色塊状石灰岩で、はげしい褶曲をこうむっている。その分布地域は水力計画地域の西方である。この石灰岩も、Thung Song石灰岩と同様カルスト性で、各所に溶洞(cave)を形成している。貯水池西南端付近には

おそらくこの地層が分布するのではないかと推定される。

花崗岩は "Tin-bearing granite" と呼称されている両雲母花崗岩 (two mica granite) で、計画地域東側および北側に分布する。

一般的な地質構造 (geologic structure) の方向は、南-北方向であるが、部分的にはかなり乱れ、南北方向の構造と直交する構造の顕著な地域もあるもようである。

7.3 貯水池

La Ngu 河上流部には、南北 6 Km、東西 2~4 Km の盆地 (basin) がある。ダムはこの盆地に流れ込む支流を集めた La Ngu 河が盆地から流れ出し、峡谷を形成する地点に計画されており、盆地は地形的に効率のよい貯水池を形成する。盆地底部の標高は上流部で 265~270 m、下流部では約 255 m であり、貯水池の水深は最大 25 m である。この盆地周辺を囲む山体は、すべて 300 m 以上、ほとんどの部分は、500 m 以上であるが、1/10,000 地形図によると西南端に、標高 273 m の鞍部 (Saddle) がある。従って鞍部の地質状況および満水位標高の如何によっては、この地点に何らかの遮水対策が必要となる。盆地内には標高 300 m 以上の山体が数個存在し、湛水後は島となって残る。

この山間部の大きい盆地の成因については、構造性のものか、石灰質岩の溶脱 (corrosion) によるものか、あるいはその他の原因によるかは明らかではない。

盆地の底部および周辺の基盤岩類は珪岩、頁岩を主とし、一部石灰岩よりなり、それらの走向 (strike)、傾斜 (dip) は、一定しないが、傾向として走向は NE-SW あるいは、NW-S E の 2 つの系統があり、NW あるいは NE へ傾斜していると報告されている。現段階では貯水池地域の地質調査は、NEA report にその結果が収録されている地表踏査 (field reconnaissance) 以外ほとんど行なわれていないため、岩石の分布、岩質など、地質の詳細は不明な点が多い。

1/2,000 地形図では、盆地南端部、つまりダム地点上流約 300 m には、La Ngu 河を横切り、NE-SW 方向で配列する法肩標高 260 m 前後のシンクホール (sinkhole) と思われる凹地が存在する他、1/10,000 地形図でも貯水池西南端に近い上記鞍部の周辺には、カルストと思われる地形が認められる。さらに、表層堆積物 (overburden) によって、すでに地形的な特徴が隠されたシンクホールが存在する可能性がある。

盆地底部には、砂まじり粘土質シルト (clayey silt with sand) が広く分布する。盆地中央部で行なったボーリング (core boring) DH-B-2 では、この厚さは 6.0 m となっている。

盆地東縁部を流れる La Ngu 河は常時流水がある。また、盆地南端部で行なった土質材料調査のオーガボーリング孔では、地表下 3~4 m で地下水 (ground-water table) に達している。この現象は盆地内の少なくとも一部にはかなり高い地下水面をもつ地下水があり、La Ngu 河を流出経路とする地下および地表の水系が存在することを物語っている。

従って、現状では、仮に盆地内の地表水、地下水は、すべて La Ngu 河に流出しているとしても、現在の地下水面と、貯水池の満水位の間、即ち、地下水面以高の岩盤に他流域に連なる空洞 (cave) がある場合、更に貯水による水圧の増加で、空洞を埋めていた充填物質が流失し、漏水経路となる場合がないとはいえない。

世界各地で、石灰岩地帯に造られた貯水池は多数あるが、調査の結果、貯水池の水密性が保証できないため着工に至らなかった計画も多い。また、ダムは完成したものの、大量の漏水が発生したため、貯水機能が低下し、その目的を達し得ないものもある。

カルスト地域に貯水池を造るに当たっては、十分な地質調査を行ない、その結果、必要であるならば、基盤の水密性を改善する処置がなされなければならない。

この地点についても地質状況から考えて、カルスト性石灰岩に起因する貯水池からの漏水の可能性が考えられるので、今後この計画を進めるに当たっては、何よりも先ずこの問題の解明がなされなければならない。

7.4 ダム

この章では、N E A で選定され既にボーリングがなされているダム地点について述べる。従って第 5 章、第 8 章あるいは第 9 章等で述べるダム地点より約 200 m 下流地点について述べることにするが両地点の地形地質はほとんどかわりがないものと判断される。

ダム地点の河床標高は約 244 m、平水時の河幅は約 15 m で、兩岸とも河道に谷壁がせまっており、氾濫原や段丘 (terraço) など平地部は存在しない (Fig. 7-1 参照)。

谷壁の傾斜は $45 \sim 50^\circ$ と急傾斜をなしている。兩岸を刻む沢はダム地点付近では乏しく、左岸に 1 筋存在するのみであるが、La Ngu 河がゆるやかに蛇行するため、兩岸の等高線 (contour line) は必ずしも直線上ではなく谷の形状も対称的ではない。従って、現計画のダムの高さを変えないとした場合、地形的な見地より、アーチダム位置の選定は非常に限られた範囲内においてのみ可能である。

表層の堆積物としては、河床堆積物、表土 (topsoil) および崖錐堆積物 (talus deposit) がある。河道は河床堆積物でおおわれており、岩石の露頭は認められない。この堆積物は、砂よりなるが、その厚さは薄いようで、ダム軸上流約 150 m で実施したボーリング DH-1-B-4 では 40 cm となっており、ダム地点でも同様な厚さと考えられる。

表土は、山腹の斜面を覆って広く分布し、岩盤の露出は、兩岸河道付近の他は、ほとんど見られない。しかし、顕著な崖錐堆積物はないようである。これら表土および崖錐堆積物の厚さは、ダム地点左岸で行なったボーリング DH-2、および DH-7 では、おのおの 0.5 m および 0.7 m、右岸の DH-5 では 1.5 m であり、全体に薄い。

基盤岩類は珪岩よりなるが、各所に変シルト岩 (meta-siltstone) の薄層が挟在されている。例えば、ボーリング DH-5 孔の深さ 12~14 m では珪岩と変シルト岩が互層 (alternato) することが報告されている。

珪岩は細粒で、新鮮部は、淡褐～褐灰あるいは、赤褐色を呈し、堅硬 (hard)、緻密 (dense) な岩石であり、20 cm～1 m 程度の層理 (bedding) が発達する層と、塊状の層がある。

一方変シルト岩は、珪岩に比べ堅さは劣るが、堅硬、緻密な岩石である。

地層の走向は、N-S ないし NNE-SSW で 20～40° W ないし NW へ傾斜している。確認あるいは、推定しうる断層 (fault) はない。

このダム地点に実施されている5孔のボーリングによれば、コアの採取率 (recovery) は良好である。採取されたコアは堅硬な短柱状のコアが多く、これらの割れ目は深さ 20 m 付近まで褐鉄鉱 (limonite) により汚染されているものが多く、かなり深部にまで風化が及んでいることを示している。しかし風化による粘土化あるいは脆弱化は表層の一部に限られているので、小規模なアーチダムの基礎としては、深い基礎掘削は必要としないものと推定される。

ボーリング孔を利用して行った透水試験 (permeability test) の結果は Table C-2 および Fig. 7-1 に示すとおりであるが、その概要は次の通りである。

河床部の DH-6 では、深さ 6 m 付近までは 50～80 ルジオン (lugon)、6 m～12 m では 10 ルジオン前後、それ以深 25 m までの区間は大きくて 4 ルジオンであり多くは 1 ルジオン以下であった。この結果、河床部では深さ 12 m より深部の岩盤は事実上の難ないし不透水層 (impermeable) とみなしうる。他方、左岸山腹斜面の DH-7 では、深さ 22 m までは 100 ルジオン前後、22 m から孔底の 25 m までは 40～50 ルジオン、右岸山腹の DH-5 では深さ 10.6 m までは 50～150 ルジオン、10.6 m～22.6 m では 10～30 ルジオン、22.6 m から孔底の 25 m では、約 5 ルジオンとなっており、DH-7 では少なくとも深さ 25 m まで、DH-5 では約 22 m までかなりの透水性岩盤である。

これら N B A より提供された data から考察すると、この地点の地質は、両岸山腹部では岩盤は極めて堅硬であるが、かなり割れ目が多く、かなりの深さまで割れ目はいく分間隙しているものと推定される。

この地点は現計画程度のアーチダムを建設する地点としては、地形的にはすぐれており、施工に際しては、入念なグラウト工が要求されるものと判断されるものの地質的にも大きな問題はまずないものと判断される。しかし、アーチダム地点としての適性を詳細に研究するため追加調査が必要である。

7.5 発電所地点

発電所の位置については、2 地点が比較検討されている。(Fig. 7-2 参照)

上流案発電所地点は、南流していた La Ngu 河が東北東へ向きをかえ、再び南流する地点に存在する傾斜約 10° の緩斜面に位置する。

表層堆積物については、地形がかなりゆるやかであるので、川岸近くには小規模な氾濫原

堆積物 (floodplain deposit) が分布し、また、平坦面はいく分厚い表土、崖線堆積物に、おおわれているものと推定される。これら表層堆積物の厚さは発電所基礎掘削の深さ、および掘削法面の安定勾配に影響するものである。

基礎岩盤は珪岩よりなり、全体としては堅硬と予想され、発電所基礎としては十分な支持力 (bearing capacity) を保有していると判断される。

なお、発電所に影響を及ぼすような地沈り (landslide) 現象もない模様である。

下流発電所地点は、上流案発電所地点と同様、ゆるやかな山麓斜面に位置する。

表層堆積物の性質と分布は、上流案発電所とはほぼ同様であろう。

基礎岩盤は、石灰岩よりなるものと推定される。この岩石は、各所に石灰質砂岩、あるいは石灰質シルト岩を挟在し、概して堅硬であり、発電所基礎として十分な地耐力を保有しているものとみなされる。しかし、層理が発達しており、層理に沿って、石灰岩の溶脱が各所にあるもようである。例えば、この地点の上流 700~800m 地点には、シンクホールではないかと思われる凹地があることより、この地点にも表層堆積物に覆れた、このような凹地がないとはいいがたい。

7.6 導水路トンネル

取水口より、上流案調圧水槽までは、トンネルは上、下流両案ともほぼ同経路であり、下流案トンネルはこれより南方へ更に約 2.8 km 延びる。

導水路トンネルは平均 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ のかなり急峻な山体を、標高 230~220m で通過する。トンネル経路部の地表の標高は大部分 350~400m で、経路中に位置するいくつかの沢部分の標高は 280m 前後である。したがって、地形上の最浅部でも 50m 以上の被りが得られる。(Fig. 7-2 参照)

上流案トンネル経路内の岩石は、各所に変シルト岩の薄層を挟在した珪岩である。トンネルの地質調査を目的としたボーリング D H-1 によると、着岩後約 15m は堅硬であるが、割目の多い岩盤で、あまり良好とは云えない。15m~85m (孔底) 間の岩盤は上部と比較すると良好であるが、76~79m 間の如く、ほとんどコアが採取されていない部分が確認されている。地層の走向は NW-SE ないし NNW-SSW、傾斜は $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ NE である。この方向はトンネルとゆるい角度で斜交し、取水口側へ傾斜する。トンネルと交わる断層 (fault)、破砕帯 (shear zone) は現在のところ確認されてはおらず、また、付近の地形、地質の状況より、大量の湧水の発生は先ず考えられない。資料解析の結果からは、このトンネルについては施工上、地質的な大きな問題はないものと判断される。

上記部分の下流側につづく下流案トンネル経路には、上流側より奥扶石灰岩 (massive limestone)、珪岩と石灰岩の互層および層状石灰岩 (bedded limestone) など石灰質岩石が分布する。地層の走向および傾斜は上流案ルートと同じくトンネルとゆるく交わり上流側へゆるく傾斜する傾向がある。

岩石はすべて堅硬、緻密であるが、塊状石灰岩以外の地層は層理に沿っていく分はがれ易い性質があるのではないかと推定される。もしそうであれば、地層の傾斜のゆるいこととあいまって、肌落ちがかなり発生するのではないかと推定される。またこのルート付近にはシンクホールと思われる凹地が点在する。調圧水槽地点で行なったボーリングDH-3では径50cm以上の空洞があったことも報告されている。

このような空洞はトンネル施工にとって不利な条件であり、少なくとも巨大な空洞に遭遇することは避けなければならない。すべての空洞を調査によって予知することは、恐らく不可能であろうが、十分な調査を行なって、空洞の分布の傾向を把握し、出来るだけ良好なルートを選定するとともに、施工方法の検討を行なう資料を得ることが望まれる。

なお上流案調圧水槽下流約500mにある硅岩と石灰岩の境界付近では、地層の傾斜が急変し、また走向もわずかに変化している。従って断層が存在するかもしれないので、確認の必要があろう。

7.7 材 料

7.7.1 粗骨材

河床堆積物は7.4で述べたとおり砂以下の細粒材料よりなる。段丘堆積物の分布は不明であるが、周辺の地形や地質から考えると、恐らく粗粒分は少ないであろう。このため、粗骨材は砕石を使用する他ないものと考えられる。計画地域には、石灰岩や硅岩など堅硬な岩石が広く分布しており、良好な粗骨材が得られるものと考えられる。

湛水後、島として貯水池内部に残る山体の麓部(ダム軸上流約2km)で、2孔(延長52.7m)の材料調査用ボーリングが削孔されている。(Fig.C-14 参照)

その結果によれば、所々に小規模な空洞ではないかと思われる個所があるが、その他はすべて新鮮、堅硬、良好な石灰岩よりなっている。

粗骨材についてLos angels 試験、吸水率(absorption)、比重(specific gravity)などの基本的な材料試験がなされており、その結果はTable C-3に示すとおり良好な結果が得られているが、試料の採取位置が不明である。

7.7.2 細骨材

ダム地点付近から上流約2kmのLa Ngu河の河床部で、20孔以上のオーガーボーリングを行ない、河床堆積物の調査を実施したとのことであるがこれに関する資料は提供されなかった。NBA地質報告書によれば堆積物の厚さは50cm前後と全般に浅いが川床を広く覆っていると報告されている。材質的には、やや細粒分の多いものではないかと推定される。細骨材についても、採取位置は明らかではないが、粒度分析、比重、吸水率の試験がなされており、その結果をTable C-3 に掲げた。

これらの粗骨材と細骨材を使用して、簡単なコンクリート試験がなされている。その結

果は Table C-3 に示したが、これによると配合のわりには強度がいく分小さいように思われる。

7.7.3 土質材料

ダム地点上流 400~800m の地点では 12 本のオーガーボーリングが掘削されており、これらより採取された試料については、粒度およびアッターベルグ限界試験がなされている。また貯水池内で行なったボーリング D11-B-1 および D11-B-2 から採取された表層堆積物については、粒度、アッターベルグ限界、突固め、透水および 3 軸せん断試験がなされている。これら試験結果は Fig. C-12, 13 および 14 に示すとおりである。

これらによると、試料は一般に極めて細粒分に富む土質であるが、粒度分布から予想されるよりもアッターベルグ限界は低い値のようである。試料の自然含水比は測定されていないが、地下水位が高く、細粒土であるので、かなりの高い含水比を持つものではないかと考えられる。

遮水材料としては、適当な締固めにより十分な遮水性が得られるが、あまりにも細粒であるので、設計施工に当っては十分な配慮がなされなければならない。

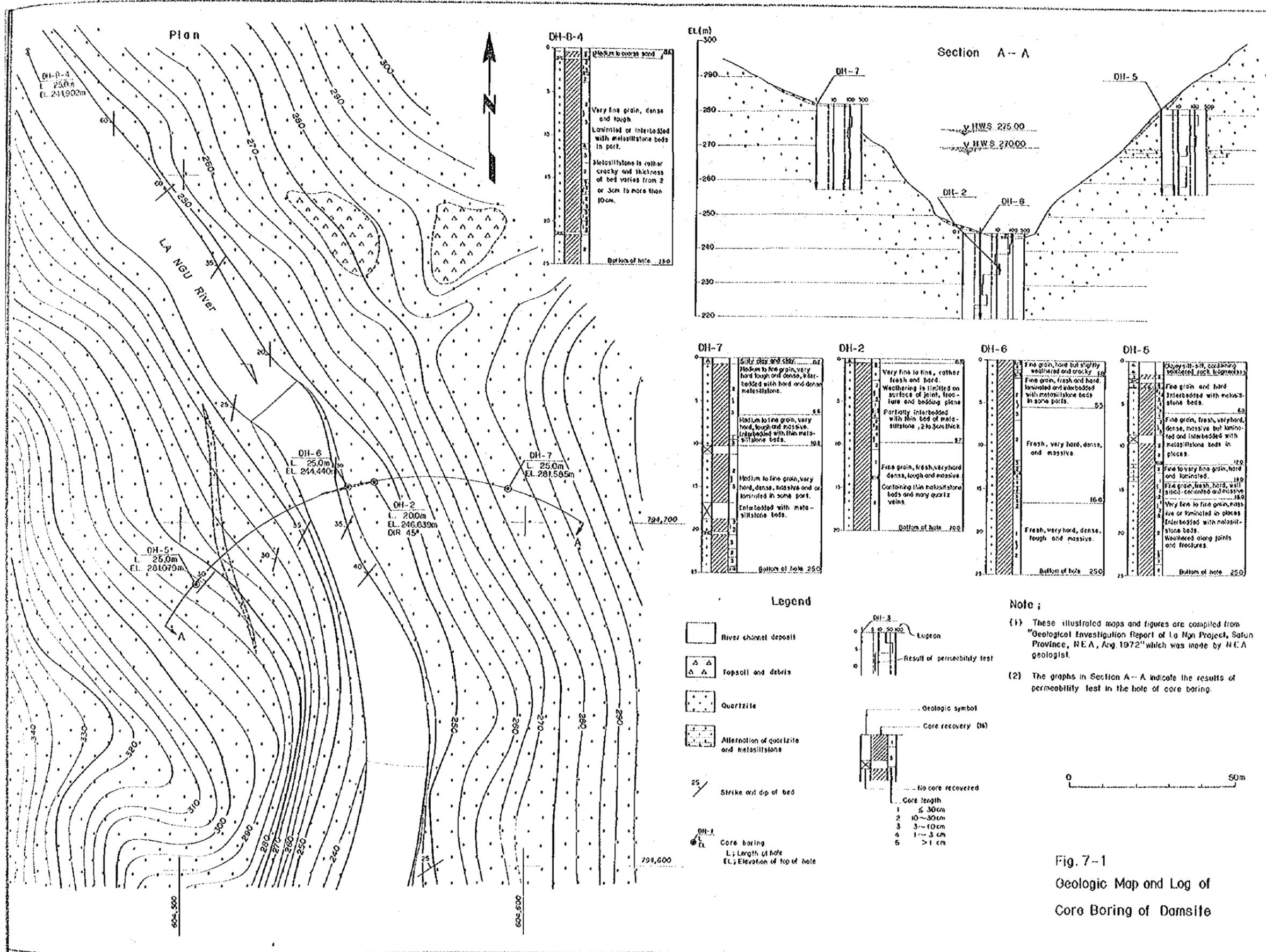
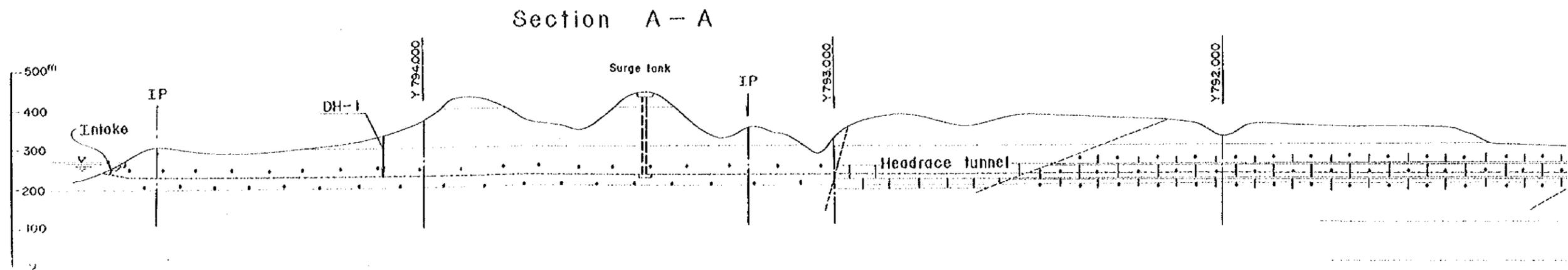
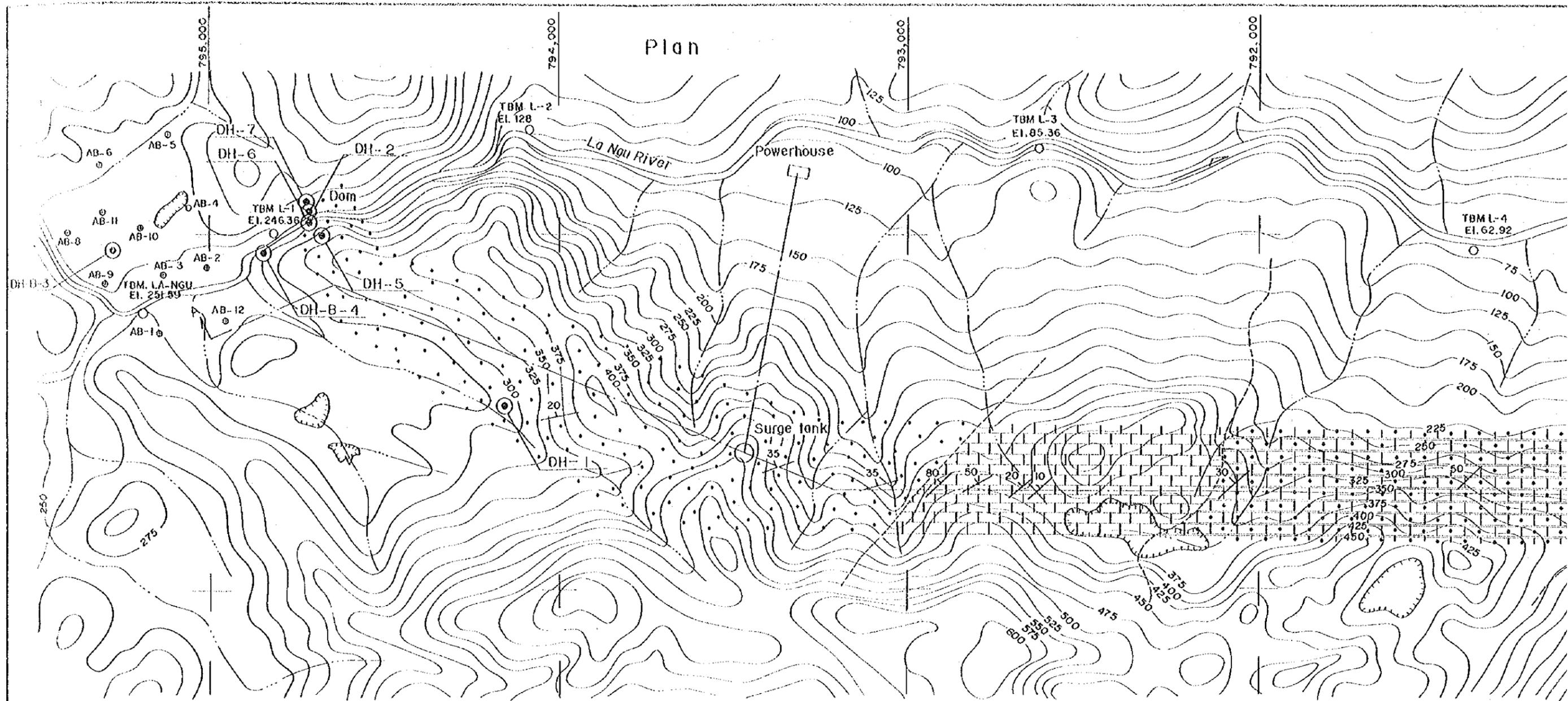
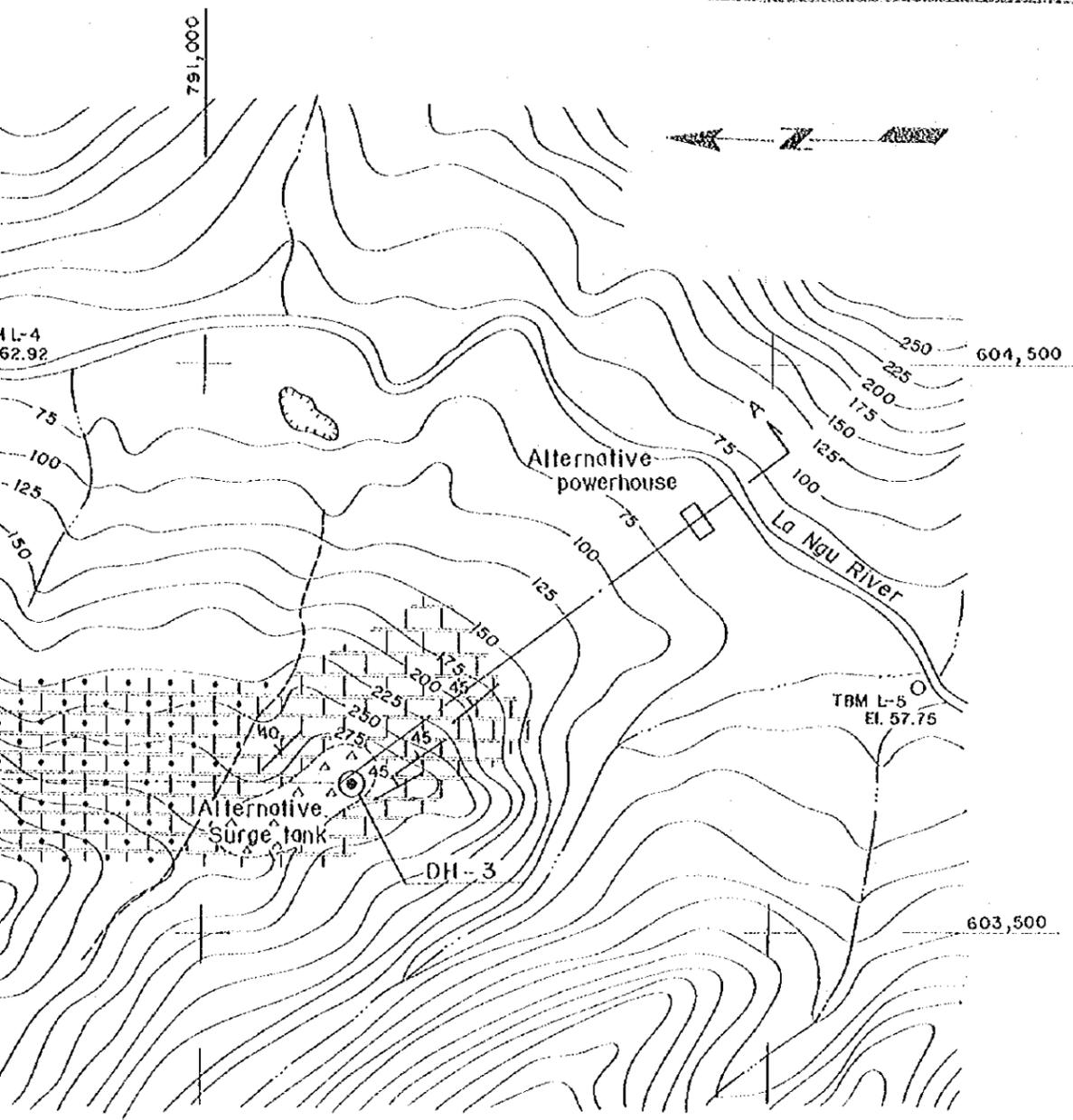
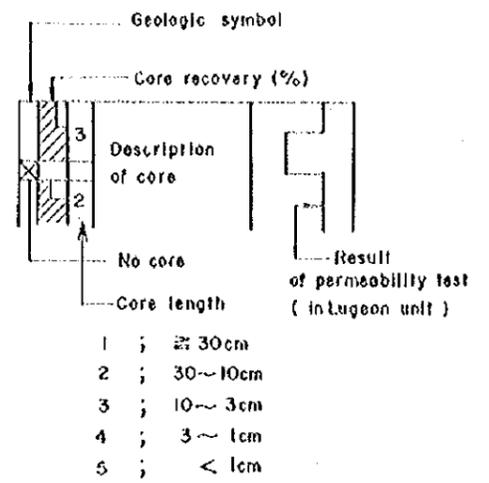
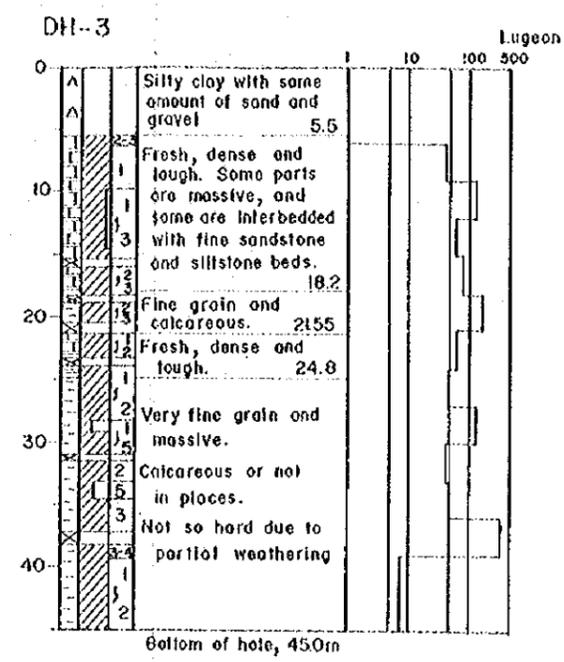
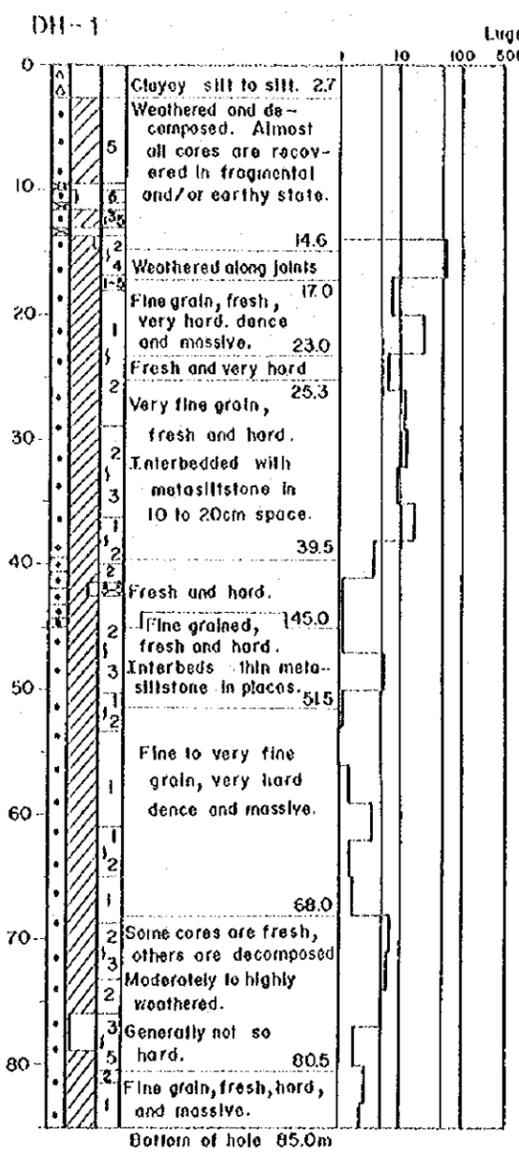


Fig. 7-1
Geologic Map and Log of
Core Boring of Damsite





Geologic Log of Core Boring



Legend

- Debris
- Quartzite
- Meta siltstone
- Alternation of quartzite and meta siltstone
- Massive limestone
- Alternation of quartzite and limestone
- Bedded limestone.
- Geologic boundary
- Strike and dip of bed
- Sinkhole

Note ;

These geologic map are derived from "Geological Investigation Report of Lo Ngu Project, Sotun Province, NEA, Aug. 1972"

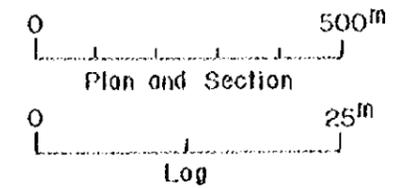
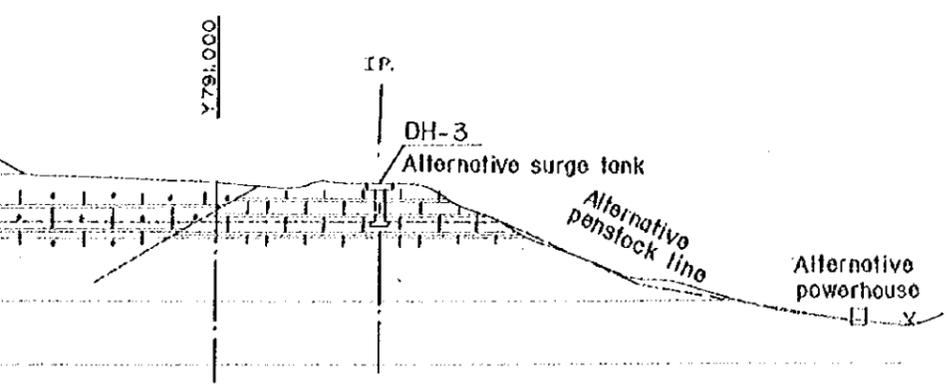


Fig. 7-2. Geologic Map and Log of Core Boring of Waterway Tunnel

第 8 章

水 力 開 発 計 画

第 8 章 水 力 開 発 計 画

8.1 発電計画の検討

La Ngu 河の上流部は南北 6 Km, 東西 4 Km の盆地となっている。この盆地の出口は河床から 30 m ぐらいの高さで谷巾約 70 m の峡谷をなしている。河床勾配は盆地の出口から急勾配となり、出口から下流約 2 Km 間際平均河床勾配は約 $1/10$ と著しい急流をなしている。

又この 2 Km 附近からは急激に河床勾配がゆるくなり右岸から比較的大きな支流の合流する地点までの平均河床勾配は $1/160$ 程度である。これより下流 La Ngu 河は徐々に勾配をゆるめ平野部に流下している。(Fig. 8-1 参照)

このような地形的特性であるので盆地の出口にダムを築造すれば比較的小規模のダムで大容量の貯水池が得られ、盆地の出口下流の急流を利用すれば短かい水路で高落差が得られる。

La Ngu 発電計画案は以上の地形的条件からダムサイトを盆地の出口から河床勾配の急変する約 200 m の区間で縮尺 $1/2,000$ 地形図で地形上最も適当と思われる地点に選定して、ダムサイト下流約 2 Km の河床勾配のかわりめに発電所を設け導水路の延長を出来る限り短かくして高落差を得る計画案(A)と地形的にゆるすかぎり導水路を延長して最大限に落差を利用する計画案(B)の 2 案について発電ルートと比較検討を行なった。

その結果は Table 8-1 のとおりであり、(A)案の方が(B)案に較べて経済性が優れている結果となった。即ち(A)案より下流に水路を延長して kW および kWh を出来る限り大きくする計画案は kW, kWh の増分に較べて水路の工事費の増分が大きく得策ではない。したがって発電計画としては(A)案が妥当であると判断される。

8.2 貯水池規模

貯水池流入量の季節的変動および経年的変動は Fig. 8-2 の Mass Curve に示される如くである。第 6 章で述べた 1956 年 5 月から 1971 年 3 月迄の 16 ヶ年間の流量資料に基づいて月別に集計作成したものである。

この Mass Curve からみると、季節的には年間の前半(1月~6月)は流入量が非常に少なく、後半(7月~12月)に集中している傾向を示している。即ち 16 ヶ年平均年総流入量は $143 \times 10^6 \text{ m}^3$ ($4.5 \text{ m}^3/\text{s}$) であり、このうち 1 月~6 月の流入量は $47 \times 10^6 \text{ m}^3$ ($3.0 \text{ m}^3/\text{s}$)、7 月~12 月 $96 \times 10^6 \text{ m}^3$ ($6.1 \text{ m}^3/\text{s}$) であり後半年の流入量は前半年のそれを約 2 倍である。

またこの 16 ヶ年間の各年流入量を経年的にみると、可成大きな変動がある。16 ヶ年中の最潤水年は 1964 年でこの年の貯水池流入量は $91 \times 10^6 \text{ m}^3$ ($2.9 \text{ m}^3/\text{s}$) であり、豊水年

は1959年で流入量は $212 \times 10^6 \text{ m}^3$ ($6.7 \text{ m}^3/\text{s}$)に達する。

かかる季節的および経年の流入量の変動を調整し水資源を有効的に開発するためには、貯水池への流入量を効果的に調整し、渇水期はもとより渇水年に補給し発電所出力の長期に亘る安定化を図るとともに下流かんがい地域にも安定した水が供給可能な貯水容量を確保することが必要である。

この観点から発電用貯水池の有効容量をMass Curve 貯水容量曲線および地形等から検討して $8.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ とした。また貯水池の満水位は貯水池の有効容量、堆砂、取水口構造物および貯水池内西南端の鞍部の標高(273m)等を考慮の上270mとした。この有効容量を得るためのダムの規模はアーチダムで高さ33m、堤体積 $9,600 \text{ m}^3$ となる。ダム 1 m^3 当りの有効貯水容量は $8,700 \text{ m}^3$ であり、小規模のダムで大容量の貯水池が得られる有利な地点である。

8.3 貯水池の運用操作

発電用貯水池の運用操作ルールは次の諸点を考慮して設定した。

- 1) 豊水年の出水を貯留して渇水年に補給し保証水量を出来るだけ確保するよう運用する。
- 2) 貯水池の無効溢水を出来るだけ小さくなるよう運用する。
- 3) 長期にわたり安定した出力が確保出来、かつ発生電力量が大きくなるよう運用する。

Fig. 8-3は上記により定めた発電用貯水池の運用操作ルールである。この操作ルールはLa Ngu 発電計画の検討のため仮りに設定したものであり、下流かんがいの必要容量の季節変化等は考慮してない。したがって本計画が完成し、実際の運用を行なう時期には下流かんがい計画を考慮に入れて更に精密な運用操作ルールを設定して運転されなければならない。Fig. 8-3に示された貯水池操作ルールに基づいて1956年から1971年までの16ヶ年間に亘り貯水池を運用した場合の使用水量、貯水および補給、貯水池水位等はFig. 8-4に示す。

8.4 保証水量

8.3に述べた貯水池操作ルールにより、発電用貯水池の運用を行った結果はFig. 8-4に示すが、これによると16ヶ年間を通じて保証し得る水量は $4.4 \text{ m}^3/\text{s}$ である。したがって、La Ngu 発電所の保証水量は $4.4 \text{ m}^3/\text{s}$ とする。

8.5 最大使用水量

既に第4章でも述べた如く現在南タイに於けるピーク供給力はカスタービンないしはディーゼル火力発電所によっている。将来La Ngu 発電所が建設された場合はこれら火力発電所にかわって需要のピーク部分を受けもつ重要な発電所になることが予想される。

南タイの典型的な日負荷曲線を見るとピーク継続時間は4時間程度である。

La Ngu 発電所のピーク継続時間は日負荷曲線および南タイにおける電源構成等を考慮して 5 時間 (21%) とした。これにより La Ngu 発電所の最大使用水量は $21.2\text{m}^3/\text{s}$ とした。

8.6 保証尖頭使用水量

発電所の保証尖頭出力を算出するための保証尖頭使用水量は、貯水池が最低水位の時にこの発電所の水車が呑みこむことの出来る最大流量 $20.6\text{m}^3/\text{s}$ を採用した。

8.7 設備出力および保証尖頭出力

設備出力、保証尖頭出力およびそれらの計算は Table 8-2 に示してある。取水水位は設備出力に対しては貯水池の基準水位、保証尖頭出力に対しては貯水池の最低水位とする。放水水位は最大使用水量時の発電所放水口における推定水位とする。

8.8 主機の台数

発電所の主機台数は 1 台案と 2 台案が考えられる。

一般に主機台数を少なくし、容量を大きくした場合は

- (1) 機械装置費が安くなる。
- (2) 線路充電容量が大となる。
- (3) 据付工期が短縮される。

等の利点がある反面

- (4) 事故停止時の系統に与える影響が大きい。
- (5) 定期点検などのため停止が系統運用上むずかしくなる。
- (6) 停止時の無効放流量が増す。
- (7) 部分負荷での効率が悪くなる。
- (8) 建設時の運搬がより困難となる。
- (9) クレーン容量が大となる。
- (10) 予備品が高くなる。

等の欠点がある。

台数、即ち単機容量の決定には系統内の最大単機容量、系統の予備力並びに計画の経済性を考慮しなければならないが、発電所の運転開始となる時点の系統の最大需要は $160\text{MW}\sim 180\text{MW}$ 程度でありこの時点の最大単機容量は Surat Thani 火力発電所の 30MW であり、単機容量を大きくし台数を少なくする方が経済的になるため発電所の水車発電機は 30MW 1 台とした。

8.9 可能発生電力量

8.3で設定した貯水池操作ルールに基づいて算出した可能使用水量と貯水池水位を用いて1956年から1971年までの16ヶ年間の月別可能発生電力量を計算した。その結果はTable 8-3に示す通りである。

La Ngu 発電所の16ヶ年間の年平均可能発生電力量は 57.9×10^6 kWhである。

8.10 送電計画

8.10.1 南タイの送電系統

現在南タイにおける主幹送電線路は、送電々庄115kV送電線で構成されている。

この115kV送電線はEGATの既設発電所のKrabi火力(60MW)、Phuket Diesel(10.6MW)、Hat Yaiガスタービン(15MW)、より発電される電力を11ヶ所の変電所に連系送電している。またこれに1973年4月には新たにSurat Thani火力(30MW)が加わる。

各変電所は南タイ地域の各需要地に適切に配置されている。各変電所で115kVより33kVに降圧し需要地まで配電し一般需要家は220~380Vにて供給を受けている。

なお、33kV配電線以降はPEAが受持っている。

今後予定されている南タイの115kV送電線拡張計画はTable 8-4に示す通りである。また、さらに中央タイと南タイとを長距離送電線で連系する予定となっており、その概要は、Table 8-5に示す通りであるがこの連系送電線は単独系統を構成していた南タイの電力系統に対し発電所事故時や補修作業時等の予備力として期待出来るため系統運用上信頼度の向上、予備力の設備の節減が計られるものと思われる。

8.10.2 La Ngu 送電線

La Ngu 発電所から発生される電力を送電する送電線は、先に述べた通り既設送電系統が115kVで構成されているので送電々庄は115kVとしLa Ngu 発電所に近い所に位置する既設変電所に引込み接続するのが最も妥当である。

引込先としてはPhattalung 変電所、Lampoora 変電所、Hat Yai 変電所の3案が考えられるが今回我々は引込先としてPhattalung 変電所を選定した。

その理由として、①送電距離が最も短かく(約52km)建設費が安く上ること。②送電線を建設する場合材料運搬が大きなウェイトをしめるがLa Ngu 発電所建設用の工事用道路がPhattalung 側から山岳部を通り発電所地点まで建設予定であるのでこの道路沿いに送電線を建設するのが得策であること。③汐流はLa Ngu 発電所が運用する1980年ごろはPhattalung からLampoora側に流れるがその後の電源開発計画により汐流は変り送電損失が少ないと見込まれること。④送電線事故時の過渡安定度は交流計算盤により計算した結果Phattalung に接続するのが良いこと。

Table 8-1 Outline of Alternative Schemes

Description	Unit	(A)	(B)
Installed Capacity	MW	30.0	35.0
Max. Discharge	cu. m/sec	21.2	21.2
Effective Head	m	170	196
Annual Energy	10 ⁶ kWh	57.9	68.4
Length of Headrace Tunnel	m	1,520	4,250
Diameter of Headrace Tunnel	m	3.0	3.0
Construction Cost	10 ⁶ ¥	272	384
Construction Cost per kW	10 ³ ¥	9,070	10,970
Construction Cost per kWh	¥	4.70	5.61
Surplus Benefit	10 ⁶ ¥	8.6	4.6
Benefit-Cost Ratio	-	1.37	1.14

Table 8-2 Calculation of Output

	Unit	Installed Capacity	Firm Peak Output (Dependable Capacity)
Available Discharge	cu. m/sec	21.2	20.6
Intake Water Surface	m	265	255
Tailrace Water Surface	m	82	82
Effective Head	m	170	160
Output	kW	30,000	27,700

Table 8-3 Energy Production

(Unit: 10^6 kWb)

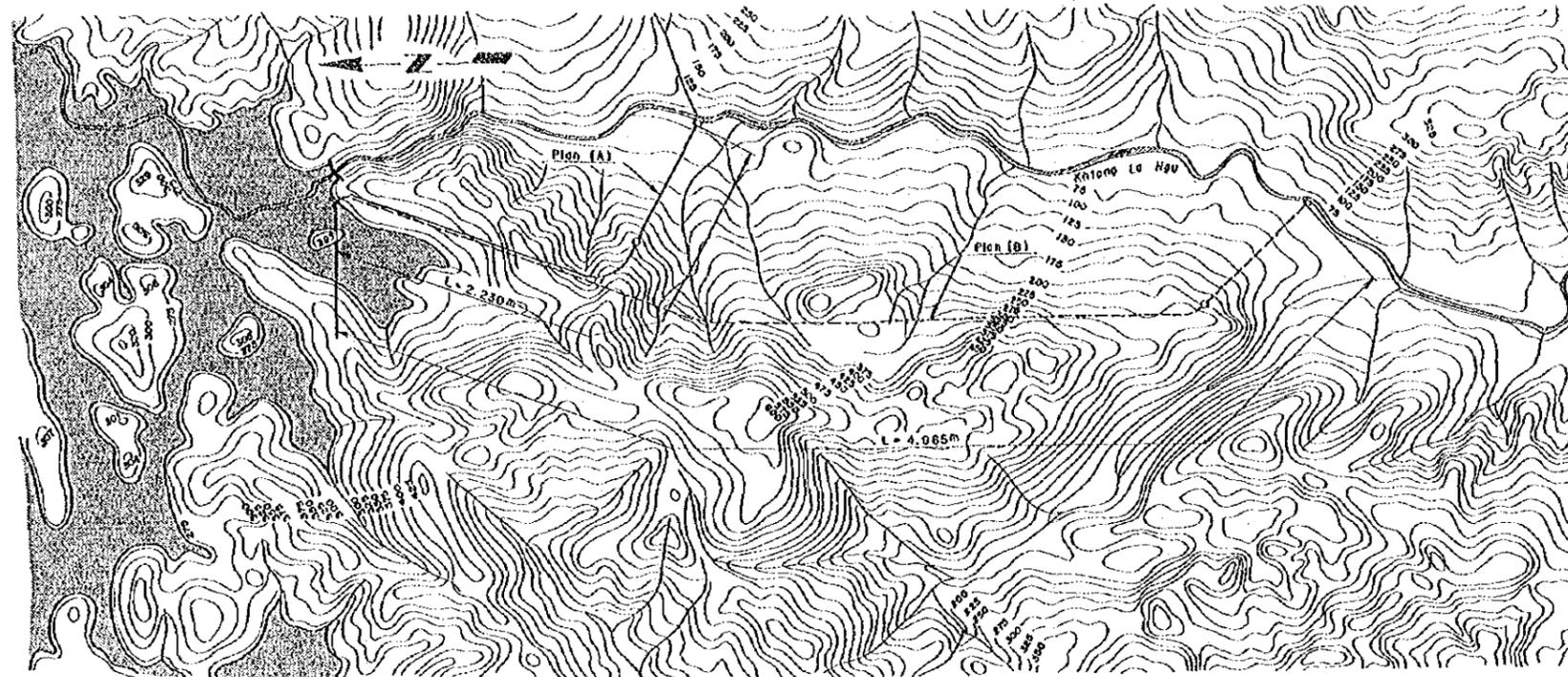
Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total
1956	-	9.3	4.6	4.6	4.6	7.1	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	57.8
1957	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	5.5	4.3	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	56.3
1958	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	55.2
1959	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	8.4	4.6	4.6	18.9	72.7
1960	7.3	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	58.3
1961	4.6	4.6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	54.7
1962	4.6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6	11.1	4.7	4.6	4.6	61.4
1963	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	8.7	4.7	4.6	4.6	4.6	59.4
1964	4.6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.4	4.4	53.9
1965	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	52.1
1966	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.5	4.6	4.6	4.6	53.5
1967	4.6	4.6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6	17.5	4.7	4.7	67.9
1968	6.4	4.6	4.6	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.5	56.4
1969	4.5	4.4	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	52.9
1970	4.4	4.4	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	53.0
1971	4.5	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6	53.7
Total	73.2	76.9	71.9	71.7	71.7	75.2	72.4	76.6	83.3	86.0	73.0	87.3	919.2
Mean	4.9	4.8	4.5	4.5	4.5	4.7	4.5	4.8	5.2	5.4	4.6	5.5	57.9

Table 8-4 Expansion Program of 115 kV Transmission Line
in Southern Thailand

Section	Voltage	Number of cct.	Length km	Scheduled Completion
Takuapa ~ Ranong	115 kV	1 cct	117.2	in 1973
Thung Song ~ Surat Thani	115 kV	2 cct	121.5	in 1973
Hat Yai ~ Yala	115 kV	1 cct	115	in 1974
Yala ~ Narathiwat	115 kV	1 cct	75	in 1975

Table 8-5 Outline of Interconnection Scheme Connecting
Southern and Central Systems

Section	Voltage	Number of cct.	Length km	Scheduled Completion
Cha-am ~ Prachuap Khiri Khan	115 kV	1 cct	100	in 1976
Prachuap Khiri Khan ~ Langsuan	115 kV	2 cct	240	in 1979
Langsuan ~ Surat Thani	115 kV	2 cct	90	in 1979
Langsuan ~ Ranong	115 kV	1 cct	40	in 1979
Banpong 2 ~ Prachuap Khiri Khan	230 kV	2 cct	240	in 1983



Profile of Khlong La Ngu

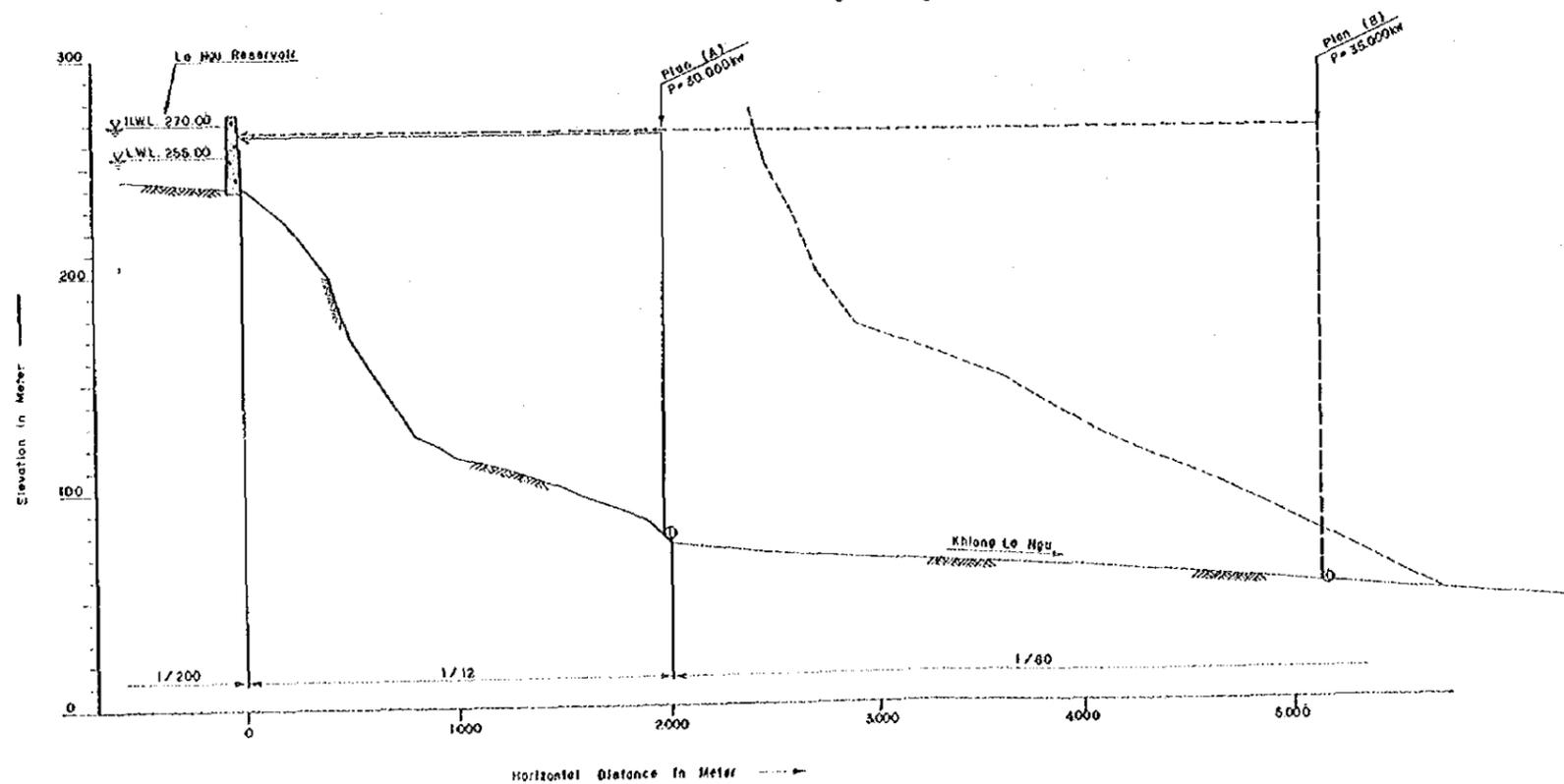


Fig.8-1 General Layouts of La Ngu Project and its Alternative Schemes

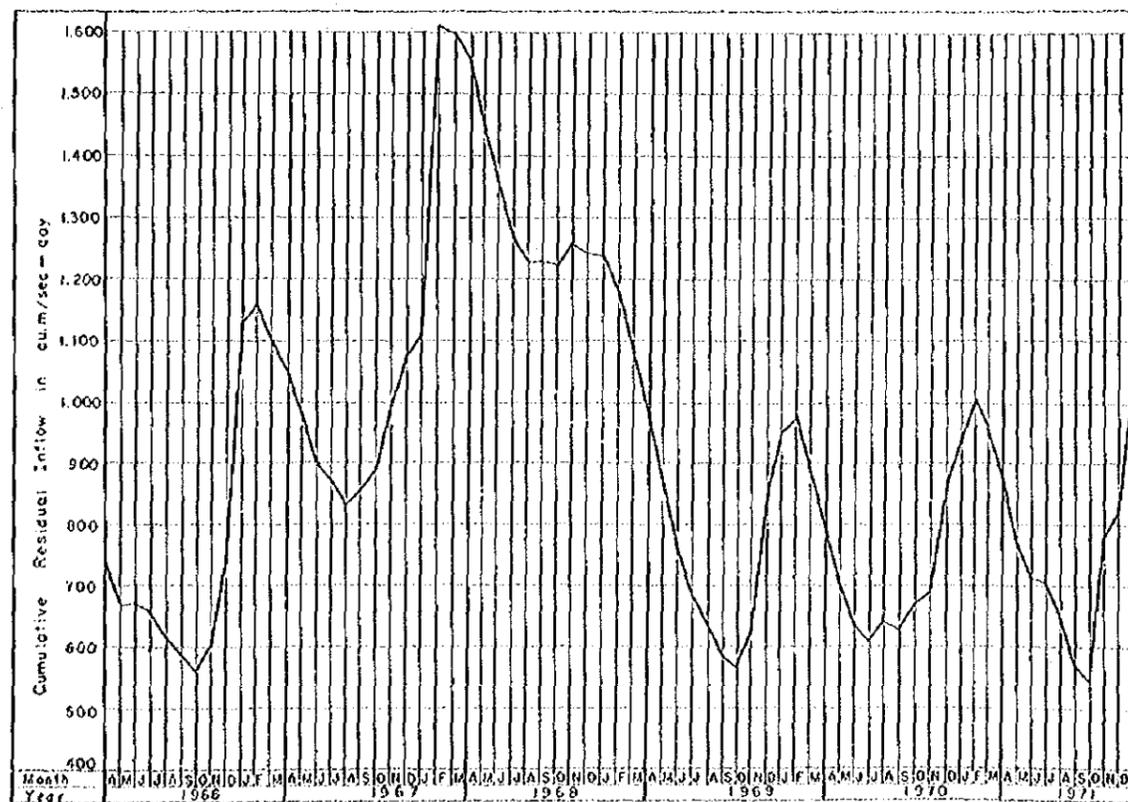
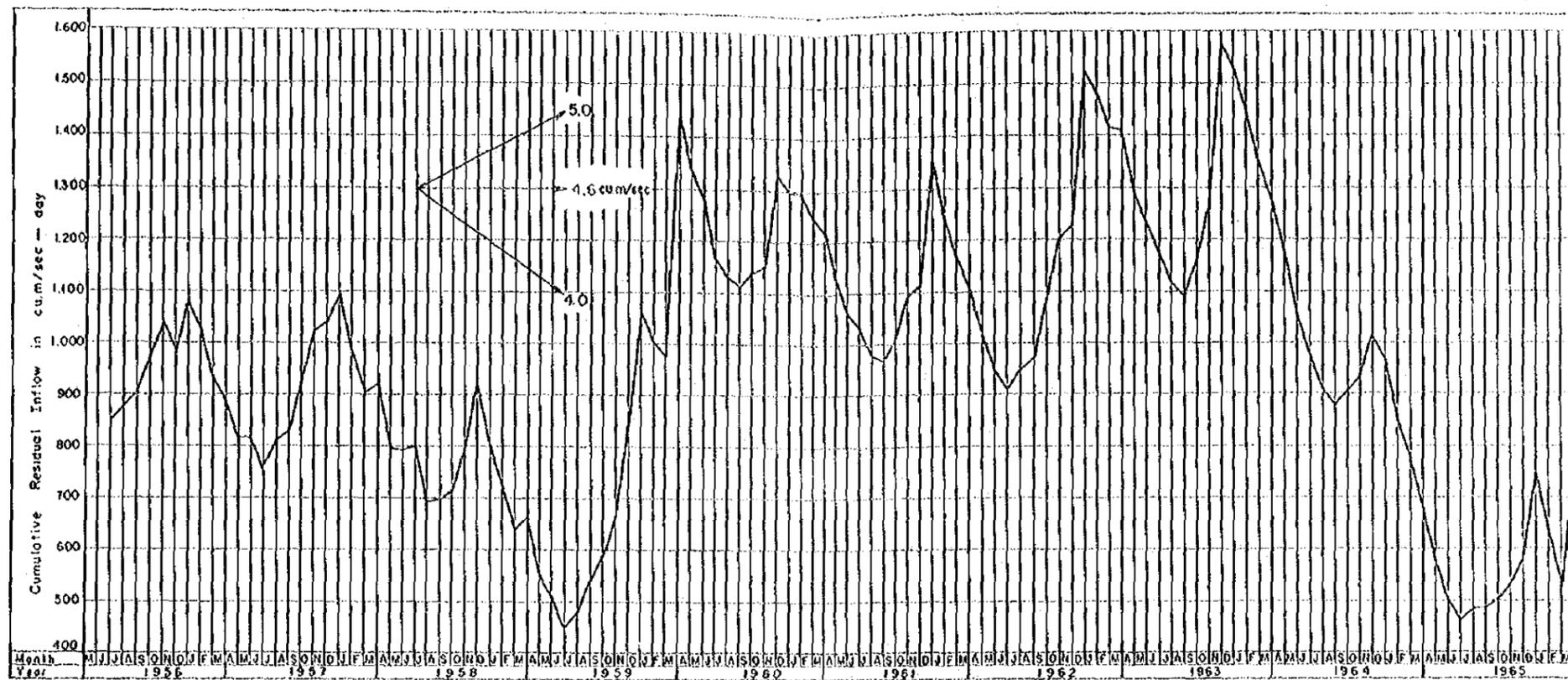


Fig. 8-2 Mass Curve of La Ngu Reservoir

Fig. 8-3 Operation Rule of Reservoir

Month	Vu		VL		Month
	m	10 ⁶ m ³	m	10 ⁶ m ³	
Jan.	270.0	84.4	270.0	84.4	Jan.
Feb.	270.0	84.4	270.0	84.4	Feb.
Mar.	270.0	84.4	270.0	84.4	Mar.
Apr.	270.0	84.4	268.0	67.4	Apr.
May	270.0	84.4	268.0	67.4	May
Jun.	270.0	84.4	268.0	67.4	Jun.
Jul.	270.0	84.4	268.0	67.4	Jul.
Aug.	270.0	84.4	268.0	67.4	Aug.
Sept.	270.0	84.4	268.0	67.4	Sept.
Oct.	270.0	84.4	269.0	75.9	Oct.
Nov.	270.0	84.4	270.0	84.4	Nov.
Dec.	270.0	84.4	270.0	84.4	Dec.

Symbols (Unit : cu.m/sec-month)

- V_{n-1} : Storage of the end of previous month
- V_n : Storage of the end of current month
- V_u : Standard upper limit of storage
- V_l : Standard lower limit of storage
- V_{max} : Maximum storage
- V_{min} : Minimum storage
- f_n : Overflow in current month
- q_n : Inflow in current month
- Q_n : Discharge for power in current month
- Q_{max} : Maximum discharge for power
- Q_u : Standard (upper) discharge for power
- Q_l : Minimum discharge for power

Constants (Unit : cu.m/sec-month)

- Q_{max} = 792.0
- Q_u = 264.0
- Q_l = 132.0

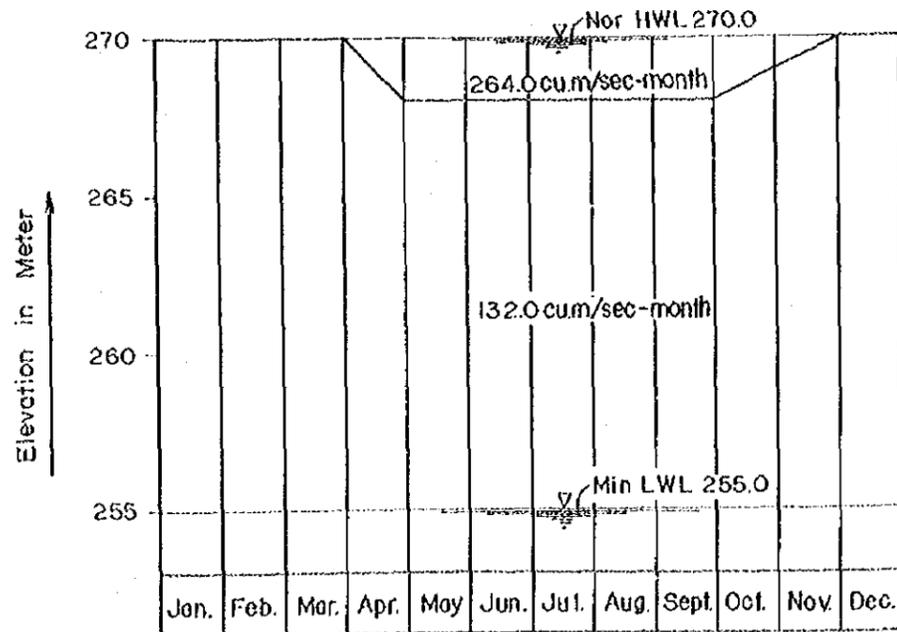
Basic Formula

$$V_{max} \equiv V_{n-1} + q_n - Q_n \implies V_n = V_{n-1} + q_n - Q_n$$

$$V_{max} \equiv V_{n-1} + q_n - Q_n \implies \begin{cases} V_n = V_{n-1} + q_n - Q_n - f_n \\ f_n = V_{n-1} + q_n - Q_n - V_{max} \end{cases}$$

Operation Rule

1. $V_{n-1} + q_n \geq V_u + Q_{max} \implies Q_n = Q_{max}$
2. $V_u + Q_{max} > V_{n-1} + q_n \geq V_u + Q_u \implies Q_n = ((V_{n-1} + q_n - V_u), Q_l)$
3. $V_u + Q_u > V_{n-1} + q_n \geq V_l + Q_u \implies Q_n = Q_u$
4. $V_l + Q_u > V_{n-1} + q_n \geq V_l + Q_l \implies Q_n = ((V_{n-1} + q_n - V_l), Q_l)$
5. $V_l + Q_l > V_{n-1} + q_n \geq Q_l \implies Q_n = Q_l$
6. $Q_l > V_{n-1} + q_n \geq 0 \implies Q_n = q_n$



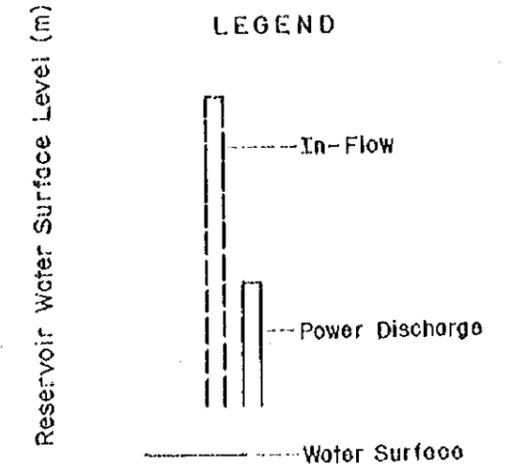
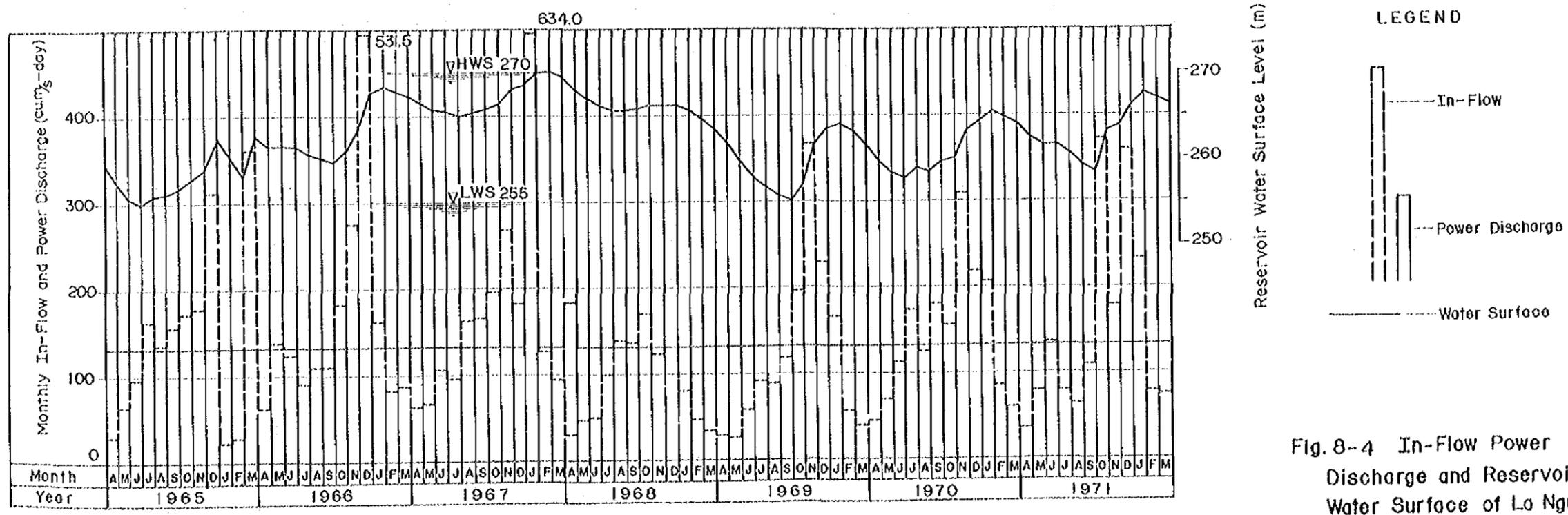
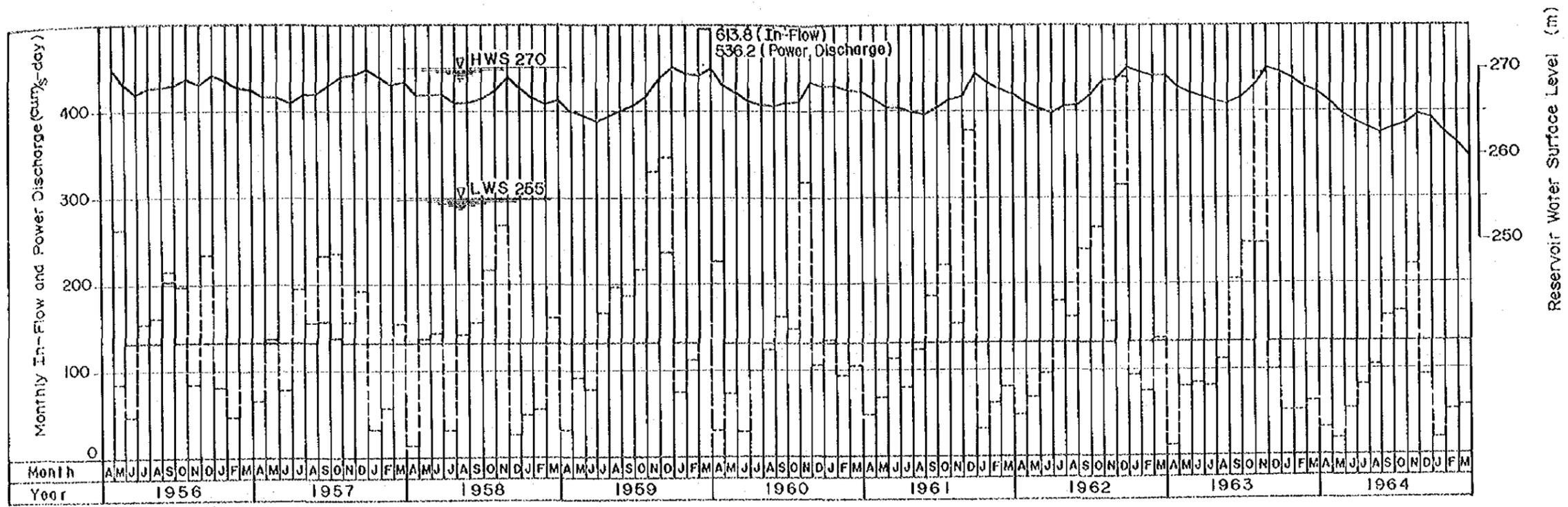


Fig. 8-4 In-Flow Power Discharge and Reservoir Water Surface of La Ngu Power Station

第 9 章

水力開発計画の予備設計

第9章 水力開発計画の予備設計

9.1 土木構造物

土木構造物の設計は治安上の問題で現地踏査が不可能であったため、NBAより提供された縮尺1/10000地形図および縮尺1/2000地形図により図上で概略の検討を行なった。(Fig9-4.5.6参照)

9.1.1 ダム

ダムサイトの地形は急峻で兩岸の傾斜は45~50°、谷巾は河床で約10~20m 標高275mで約70m程度であり、河床勾配は約1/20~1/25である。地質は第7章で述べた如く珪岩および変シルト岩よりなり堅硬緻密な岩石よりなりたっている。

したがってダム型式はダムの規模、地形、地質、洪水量等より判断してアーチダムとした。洪水吐はダム中央部に設け自由越流型とし、流量調節ゲートは設けないものとし計画洪水量は500m³/sとした。

ダム基礎処理は調査ボーリング等から判断してカーテングラウトおよびコンソリデーショングラウトを行なうこととした。

第7章で述べた様に貯水池内には石灰岩のシンクホールによる漏水の恐れが懸念されるがこれに対する処置は考慮していない。

9.1.2 取水口

取水口は土砂の流入を防ぐため、ダム地点から約100m上流の右岸に設けることとした。取水口の敷標高は貯水池の低水位以下5m標高250mに設定した。取水口前面に麻除スクリーンを設け導水路トンネル呑口にトンネルの保守点検等のためスルースゲートを設置した。

9.1.3 導水路トンネル

導水路トンネル型式は円型の圧力トンネルとした。トンネルの断面寸法は数種の内径について年間経費と損失水頭による年間損失便益を算出し、その和が最小となるような内径を選んだ。その検討結果はFig.9-1に示す通りで、トンネルの内径は3.0mとした。

導水路トンネルを設ける取水口と発電所間の地質は第7章「地質と材料」で述べた如く、珪岩よりなり断層、破砕帯および湧水の存在するおそれもないものと考えられ施工上特に問題はないものと考えられる。

9.1.4 調圧水槽

調圧水槽の型式は施工の困難さを避け出来るだけシンプルな型式の制水口調圧水槽とし、断面、形状は円形とした。

9.1.5 水圧管路

水圧管路は設置場所の地形特に地表面の傾斜の状況等を考慮し施工が容易である地表形式を採用した。水圧鉄管は溶接鋼管構造とし、支持方式はリングガード方式を採用した。管路の内径は 3.0 ~ 1.6 m に変化させることとした。

9.1.6 発電所、屋外開閉所

発電所、開閉所は地上式とし、ドラフト管はエルボ型を採用し出口にゲートを設置することとした。屋外開閉所は発電所の下流部に接続して設けた。

9.1.7 工事用道路

La Ngu 発電所への Access Road は縮尺 1/50000 の地形図により下記 2 ルートについて概略の比較をした。(Fig.9-2)

ルート A …… タイ湾側から接近するルート

国道 4 号線の Ban Mao Khri から Ban Khlong Mui を経て山岳部に入り La Ngu 貯水池左岸ぞいにダムを通って発電所に至るルート

ルート B …… インド洋側から接近するルート

国道 404 号線の Amphoc Yan Ta Khao から Ban Mai Dam を経て山岳部に入り La Ngu 貯水池右岸ぞいに取水口、ダムを経て発電所に至るルート

上記ルートの建設費の比較は Table 9-1 のとおりである。その結果ルート A の方が距離も短く、建設費も安い。またインド洋側に比べてタイ湾側は経済活動が活発であり道路、鉄道及び港湾施設も整っている。したがって建設資材および機器の輸送にはルート A が適当であると判断される。

9.2 水車および発電機

この発電所の基準有効落差は 170m, 利用水深は 1.5 m, 最大使用水量は $2.12 \text{ m}^3/\text{s}$ である。この条件に合致する水車としては立軸フランス水車が適当である。

水車の出力は 31,000 kW, 回転数は 429 rpm とする。発電機は定格効率 0.9 (遅れ) において 33,000 kVA, 電圧 11 kV 全閉内冷型とした。

発電所に隣接して設けられる屋外開閉所に 33,000 kVA 3 相油入自冷式変圧器を設ける。変圧器の 2 次電圧は後述のように 115 kV である。

9.3 電気回路方式および開閉設備

電気回路方式は Fig.9-3 に示す通り選定した。

発電機は低圧同期方式を採用し、所内用電源として所内変圧器を 1 台と、予備電源としてディーゼル発電機 1 台を設置するものとした。

開閉所は屋外式とし送電線しや断器、断路器、および保護装置を設置する。

開閉所の母線および送電線の回線数は発電機が 33,000 kVA 1 台であることと、ピーク用発電所であり運転時間が 1 日 5 時間程度であることを考慮し単母線方式で 1 回線とした。

送電線の事故に対する保護方式は発電所と他所との連絡に使用する搬送電線を付属する搬送継電方式を採用した。なお Phattalung 変電所側に La Ngu 送電線用開閉設備を 1 回線分新設するものとした。主要変圧器型式、容量および電気回路は下流地域の農業開発計画が将来実施される事を考慮した。

9.4 送電設備

送電線ルートは La Ngu 発電所の開閉所から Phattalung 変電所までを図 - General Plan of the La Ngu Project に示す通り選定した。支持物は一部山脈部を横断することと、La Ngu 発電所がピーク発電所として電力系統上重要な役割を果たすことになるので鉄塔を使用し、母子は懸垂母子を使用するものとした。

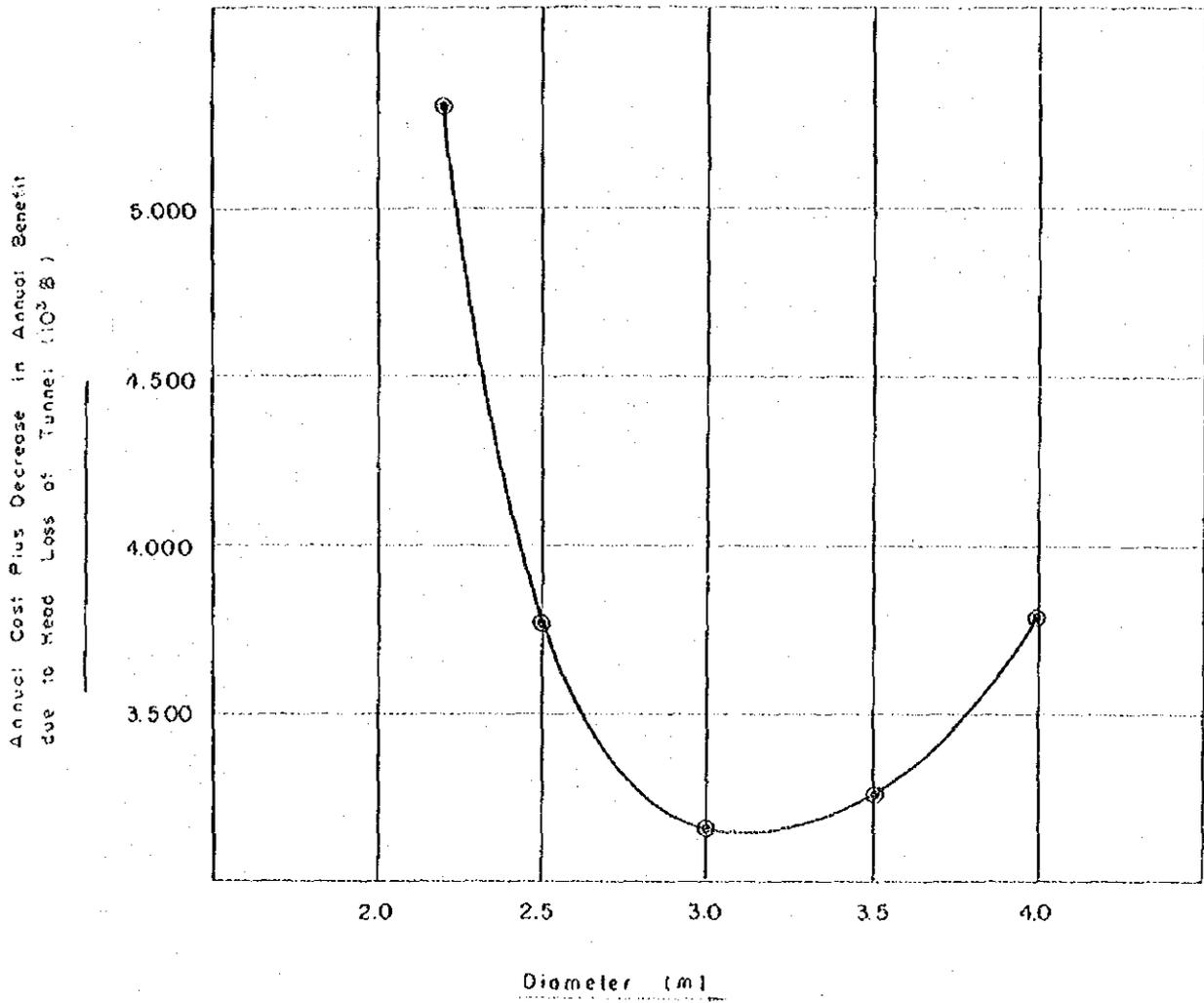
次に設備概要を示す。

Route	La Ngu ~ Phattalung	
Length	5.2 Km	
Voltage	115 kV	
Electrical System	3 Phase 3 Conductors 50 Hz	
No of Circuit	1 cct	
Supports	Steel tower	
Suspension Insulator	250mm × 7	
Conductors	160mm ²	ACSR
Ground Wire	55mm ²	GSC × 1

Table 9-1 Comparison of Access Road

	Route A		Route B	
	Quantity (km)	Cost (10 ³ ¥)	Quantity (km)	Cost (10 ³ ¥)
Flat Area	5	1,000	7	1,400
Mountain Area	18	18,000	10	10,000
Reservoir Area	12	3,600	33	9,900
Others		5,400		8,300
Total	35	28,000	50	29,600

Fig. 9-1 Study on Tunnel Diameter



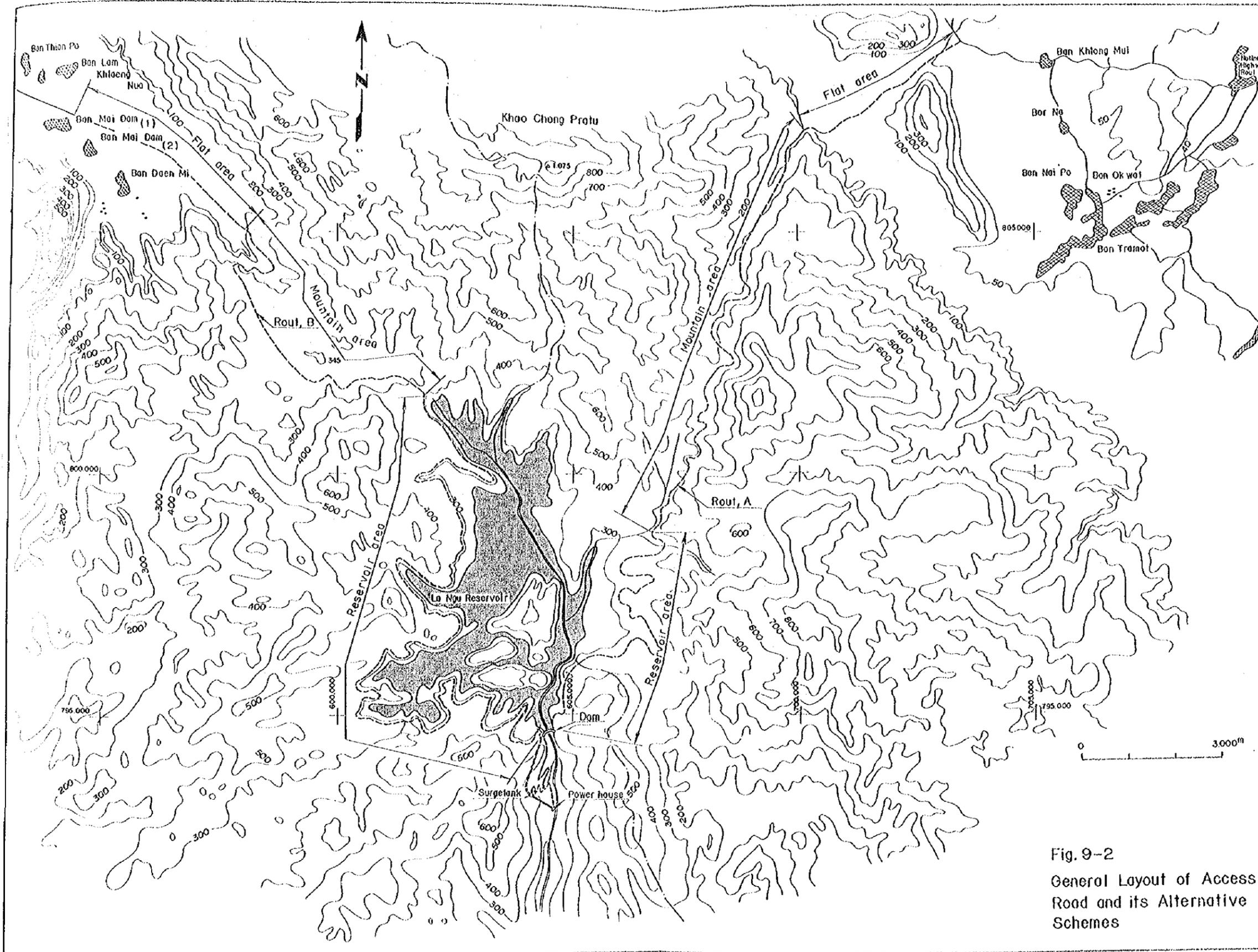
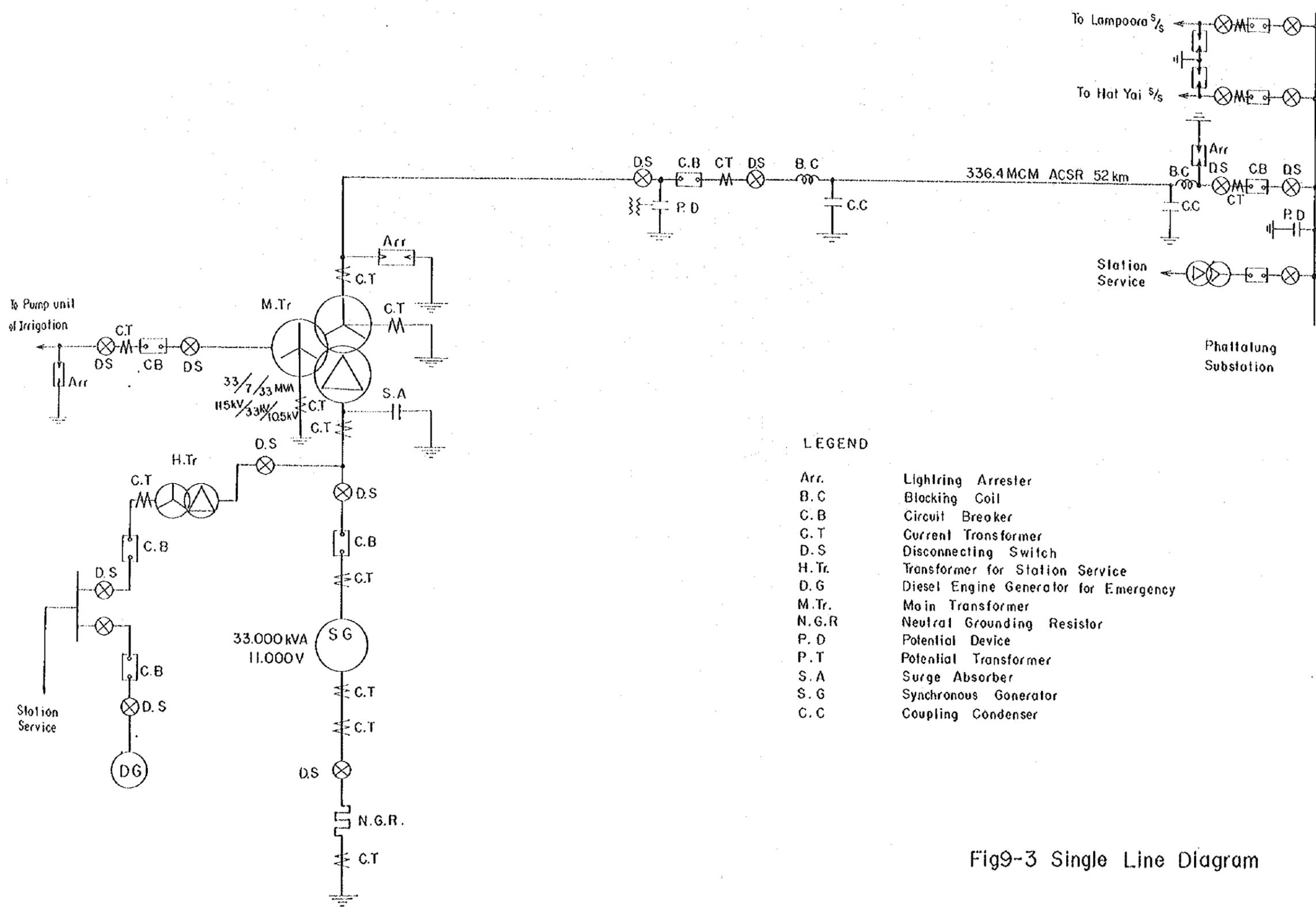
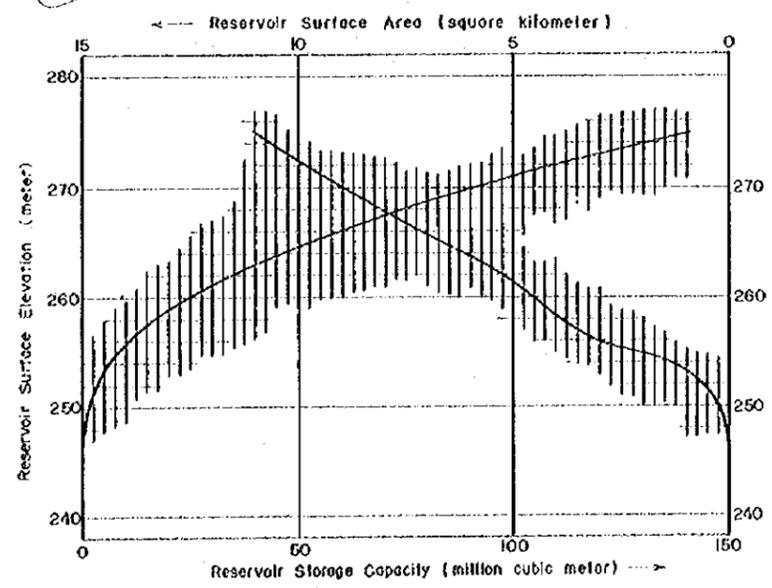
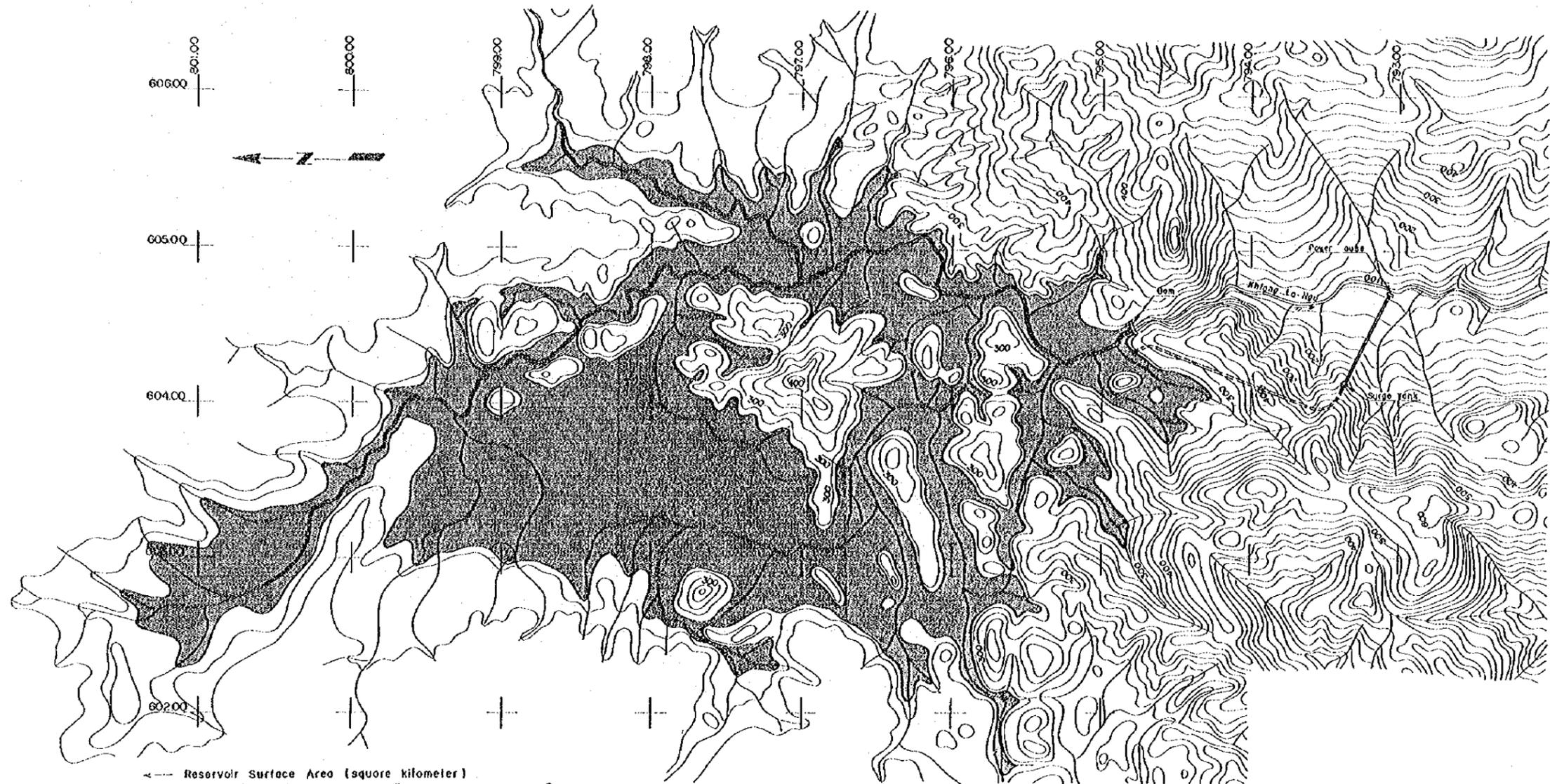


Fig. 9-2
 General Layout of Access
 Road and its Alternative
 Schemes



- LEGEND**
- Arr. Lightning Arrester
 - B.C. Blocking Coil
 - C.B. Circuit Breaker
 - C.T. Current Transformer
 - D.S. Disconnecting Switch
 - H.Tr. Transformer for Station Service
 - D.G. Diesel Engine Generator for Emergency
 - M.Tr. Main Transformer
 - N.G.R. Neutral Grounding Resistor
 - P.D. Potential Device
 - P.T. Potential Transformer
 - S.A. Surge Absorber
 - S.G. Synchronous Generator
 - C.C. Coupling Condenser

Fig9-3 Single Line Diagram



Elevation (m)	Area (sq. km)	Volume (10 ⁶ cu. m)
275	11.1	142.2
270	8.9	92.1
265	6.7	52.9
260	4.5	34.9
255	2.4	17.7
250	0.2	1.3
245	0	0

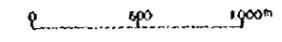


Fig9-4 Reservoir Plan

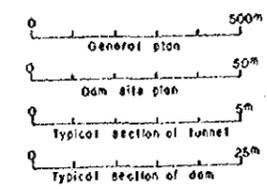
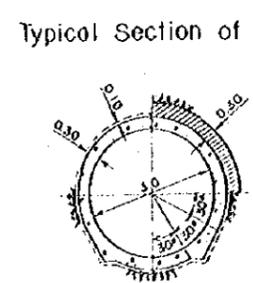
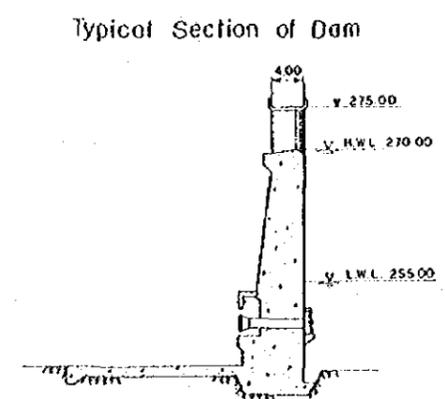
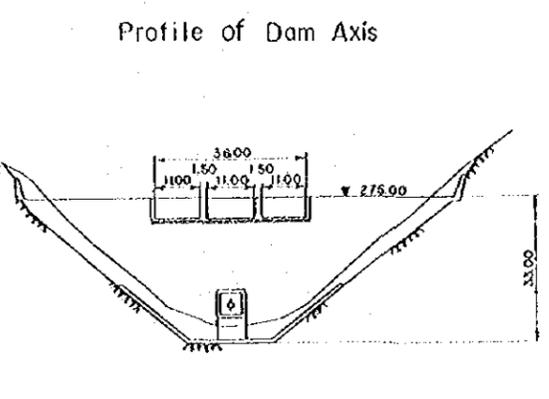
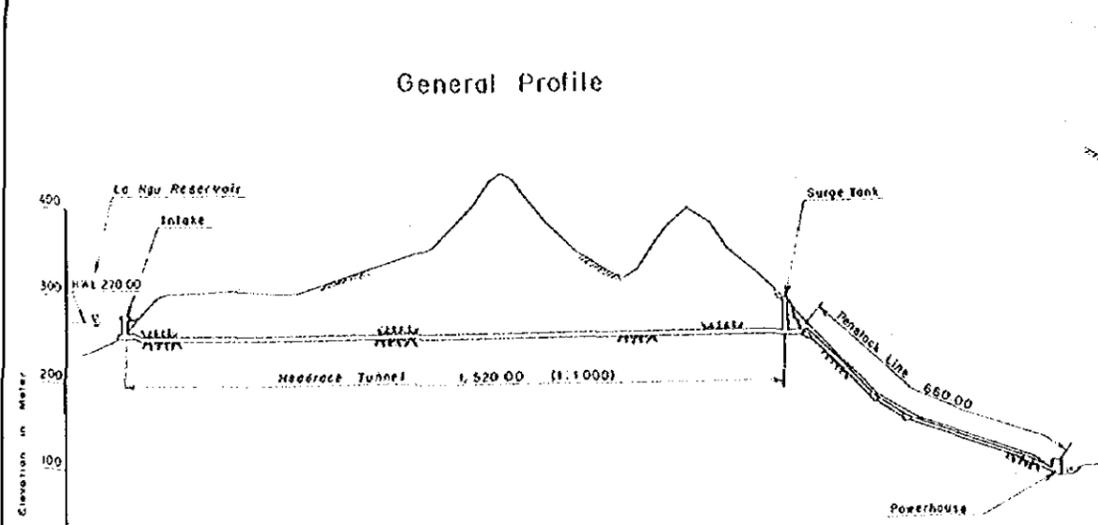
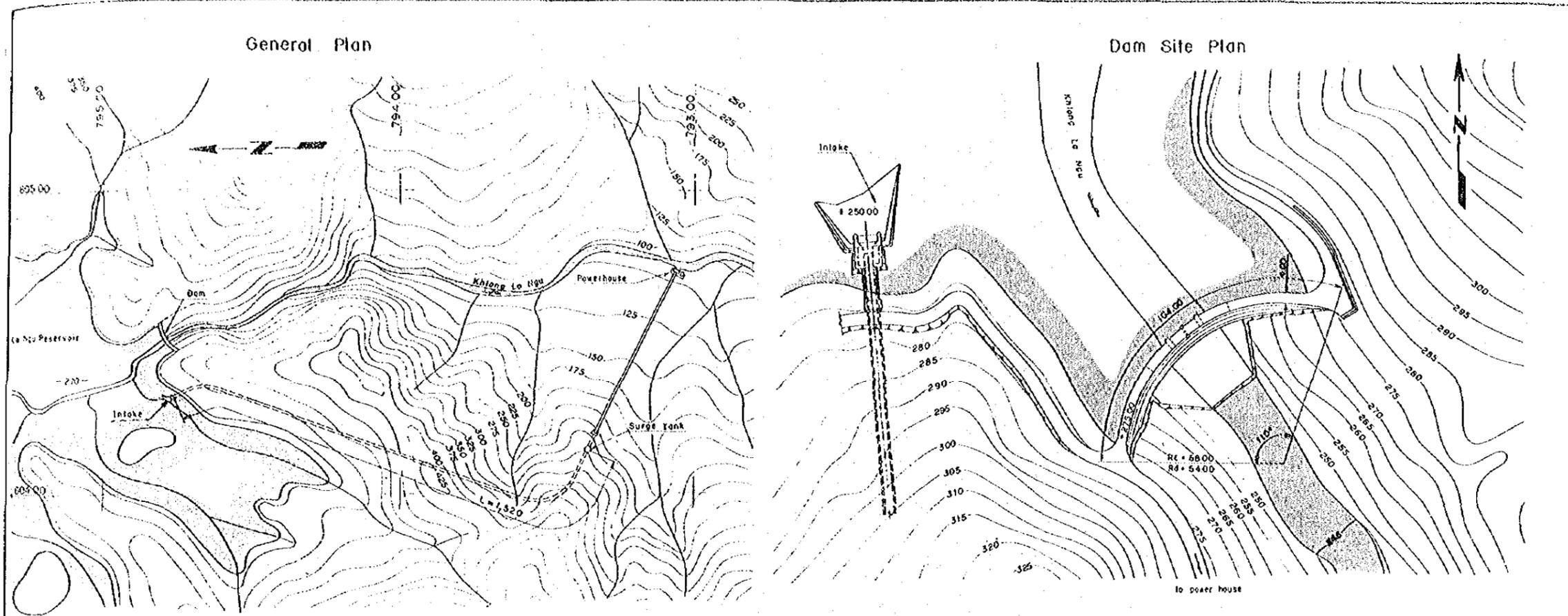


Fig.9-5 La Ngu Power Station
General Plan, Profile
and Dam

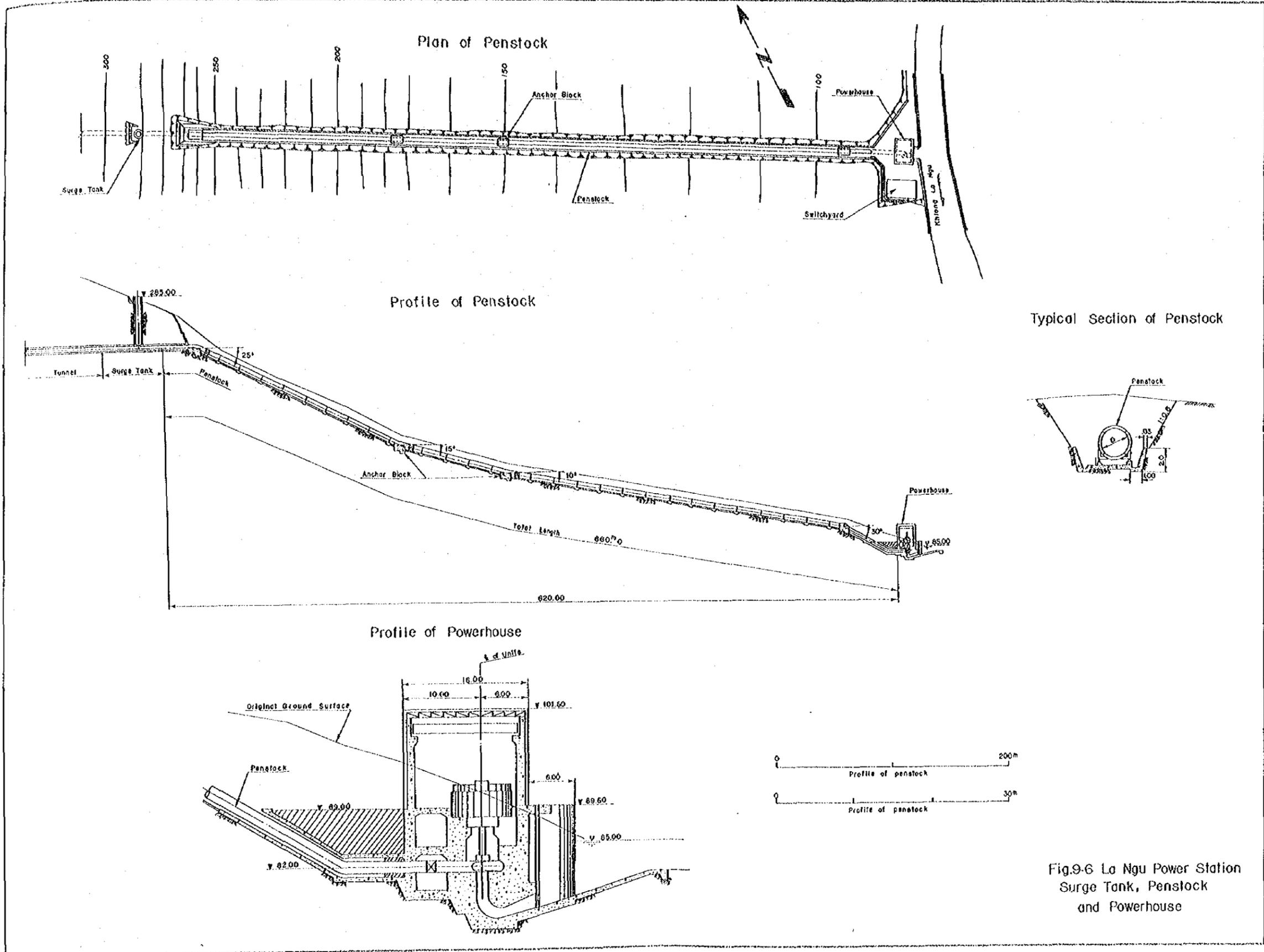


Fig.9-6 La Ngu Power Station
Surge Tank, Penstock
and Powerhouse

第 10 章

水力開発計画の工事費

第10章 水力開発計画の工事費

10.1 基本条件

La Ngu 水力発電計画の工事費積算のための基本条件は次に述べる通りである。

(1) 工事費積算時点

工事費積算時点は 1973 年 3 月時点で積算し、La Ngu 発電所開発時点までの異常な物価の上昇は見込まないものとした。

(2) 工事費積算の範囲

工事費積算の範囲は La Ngu 発電所、同発電所から Phattalung 変電所までの送電線、および Phattalung 変電所における送電線引込み用の開閉設備増設工事迄とする。なお La Ngu 発電所と Phattalung 変電所の間に設けられる通信設備、および国道 4 号線から分岐して各構造物又は発電所に至る工事用道路も含まれるものとした。

(3) 土木工事費

(a) 工事数量は NEA より入手した縮尺 1/50000, 1/10000, 1/2000 地形図により概略設計図を作成の上見積った。

(b) 工事費はタイ国内における最近の水力発電所建設工事実績および日本における近年の建設経験を考慮し、La Ngu 地点の地域条件を加味して見積った。

(4) 機器類の費用

水圧鉄管、主要ダクト類、電気機器、変電設備、通信設備等の機器類はすべて外国において製作され、供給されるものとし、海上運賃、保険料、関税、タイ国内の陸上運賃、現場据付費を加算して算出した。

(5) 技術料

技術料には、詳細設計費および工事監督費に必要な費用を計上した。

(6) 管理費

管理費としては NEA の現地派遣人員の現場手当、NEA およびコンサルティングエンジニアが必要とする事務所、宿泊設備および自動車ならびにその他の必要な諸設備に要する費用を計上した。

(7) 建設中利息

建設中利息は利子率 7 % として算定した。

10.2 工事費の総括

La Ngu 発電計画の実施に要する総工事費は 272,000,000 Baht と算定される。総工事費のうち発電設備工事費は 247,000,000 Baht, 送電線および変電設備工事費は 25,000,000 Baht である。

工事費の総括表は Table 10-1 に示されている。

10.3 工事工程

La Ngu 発電計画の工事期間は工事の規模構造物の配置および地域条件等を考慮して検討した結果 36 ヶ月程度を必要とする。

概略工事工程を Fig. 10-1 に示す。

Table 10-1 Summary of Estimated Construction Cost

(Unit: 10⁸ Baht)

Item	Cost
1. Generating Facilities	209,500
1.1 Civil Works	133,200
(1) Access Road	28,000
(2) Construction Facilities	5,500
(3) Dam	17,900
(4) Intake	2,700
(5) Headrace Tunnel	33,900
(6) Surge Tank	3,100
(7) Penstock Foundation	8,200
(8) Powerhouse	15,300
(9) Switch Yard	1,200
(10) Contingency	17,400
1.2 Hydraulic Equipment	22,800
(1) Gates and Valves	3,200
(2) Penstock	16,700
(3) Screen	800
(4) Contingency	2,100
1.3 Electrical Equipment	53,500
(1) Turbine	15,400
(2) Generator	19,800
(3) Transformer	4,100
(4) Accessories	11,600
(5) Contingency	2,600
2. Transmission Line	21,600
2.1 Transmission Line	17,000
2.2 Switch Yard at Phattalung	3,500
2.3 Contingency	1,100
3. Engineering Fee	11,400
4. Administration Cost	9,100
5. Interest during Construction	20,400
Grand Total	272,000

Fig. 10-1 Construction Schedule

Item	1st Year			2nd Year			3rd Year																	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Access Road																								
Civil Works																								
Electric Equipment																								
Transmission Line and Others																								

第 11 章

水力開発計画の経済評価

第 11 章 水力開発計画の経済評価

11.1 販売可能電力量

第 8 章で述べた如く、La Ngu 発電所の年間発生電力量は発電端において 57900000 kWh である。この電力量は発電所の運転開始後直ちに全量有効に使用されるものと想定した。La Ngu 発電所から Phattalung 変電所までの送電損失率は 1.2 % と想定されるので Phattalung 変電所における可能販売電力量は 57200000 kWh となる。

11.2 年間費用と電力コスト

11.2.1 年間費用

第 10 章で述べたように La Ngu 発電所計画の総工事費は、 272×10^9 Baht である。

施設毎の工事費およびそれらの耐用年数を示すと Table 11-1 のとおりである。

本計画の耐用年数 50 年間にわたる均等化した年間費用を求めると Table 11-2 のとおりとなる。但し利子率は 7 % を適用する。

この表からもわかるように年間費用は 2296×10^9 Baht である。

11.2.2 電力コスト

上で求めた年間費用を販売可能電力量で割れば La Ngu 発電所の Phattalung 変電所渡しの kWh 当りの電力コストが得られる。kWh 当りの電力コストは 0.401 Baht である。

11.3 年間便益

La Ngu 発電所の経済評価は基準火力発電所によつて行なうのが妥当と考えられる。

基準火力は La Ngu 発電所と同出力のディーゼル発電所 30 MW (5 MW, 7 Units 内 1 台は予備) を選定した。

この場合 30 MW \times 2 Units のスチーム火力発電所と上記ディーゼル発電所との年間費用を比較検討した結果ディーゼル発電所の年間費用の方が安くなったのでディーゼル発電所を基準火力発電所に選定した。(Table 11-3 参照)

この基準火力発電所の主要な諸元および工事費は Table 11-4 の通りである。

水力発電所の便益は上記基準火力発電所の kW 当りの年固定費を単位 kW 便益とし、kWh 便益は基準火力の kWh 当りの可変費とした。すなわち次のとおりである。

Benefit per kW	880 Baht/kW
Benefit per kWh	0.136 Baht/kWh

註) ①建設費には Tax and Import Duties を含んでいる。

② Fuel Cost は 0.53 串/1 (including import duty) を使用した。
これにより求められた La Ngu 発電所の年間便益は 31.52×10^6 Baht である。

1.1.4. 便益—費用比および超過便益

前述の如く La Ngu 発電所の年間費用 22.96×10^6 Baht であり、また年間便益は 31.52×10^6 Baht である。

従ってその年間超過便益は 8.56×10^6 Baht となり便益費用比は 1.37 となる。

Table 11-1 Equalized Annual Cost Factor for Project

Item	Generating Plant	Transmission Line
Cost (10 ³ Baht)	247,000	25,000
Serviceable Year	50	40
Annual Interest Rate	7.0%	7.0%
Equalized Annual Cost Factor		
(1) Interest and Depreciation	7.25	7.50
(2) Operation and Maintenance	0.70	2.50
(3) Administration	0.30	0.30
Total	8.25%	10.30%

Table 11-2 Annual Cost of La Ngu Power Plant

Item	(Unit: 10 ³ Baht)		
	Generating Facilities	Transmission Line	Total
1. Interest and Depreciation	17,910	1,880	19,790
2. Operation and Maintenance	1,730	620	2,350
3. Administration	740	80	820
4. Total	20,380	2,580	22,960

Table 11-3 Comparison of Alternative Thermal Power Plants

Item	Steam	Diesel
1. Plant capacity (MW)	60	35
2. Unit capacity (MW) x Number of units	30x2	5x7
3. Plant factor (%)	70	50
4. Annual energy production (MkWh)	368	131.4
5. Station service use (%)	6	1.8
6. Annual available energy (MkWh)	346	129
7. Thermal efficiency at sending end (%)	31	35
8. Annual fuel consumption (10 ⁶ t) (C-Heavy oil)	99	32
9. Service life	25	15
10. Construction cost (10 ⁶ ₪)	460	200
11. Fuel cost (with tax) (₪/t)	0.53	0.53
12. Annual cost		
Fixed cost (10 ⁶ ₪)	52.4	26.4
Variable cost (10 ⁶ ₪)	53.4	17.6
13. Benefit per kW (₪)	978 ^{1/}	880 ^{2/}
14. Benefit per kWh (₪)	0.1543	0.1365

Note: $\frac{1}{60} \times \frac{52.4 \times 10^6 \text{ ₪}}{10^3 \text{ kW}} \times 1.12 = 978 \text{ ₪/kW}$

$\frac{2}{30} \times \frac{26.4 \times 10^6 \text{ ₪}}{10^3 \text{ kW}} = 880 \text{ ₪/kW}$

Table 11-4 Construction Cost and General Features of Alternative Thermal Power Plant

Item	Unit	Value
Installed Capacity	MW	35
Unit Capacity	MW	5
Number of Units	unit	7
Annual Capacity Factor	%	50
Thermal Efficiency of Sending End	%	35
Annual Energy Supply at Sending End	10^6 kWh	129
Annual Fuel Consumption (C-Heavy oil)	10^6 liter	32
Construction Cost	10^6 ₪	200
Service Life	year	15

第 12 章

水力開発計画の今後のスタディに必要な調査

第12章 水力開発計画の今後のスタディに必要な調査

水力発電計画は既に述べた通り有望であるが、貯水池内の漏水問題が懸念される。したがってこの計画を推進するにあたってはまずこの計画の基幹となるべき貯水池からの漏水問題を調査・説明しその対策方法を確立する必要がある。しかる後フィジビリティ調査を実施する事が望ましい。以下に貯水池の漏水調査およびフィジビリティスタディに必要な調査項目を述べる。

12.1 貯水池の地質調査

(1) 地表地質踏査（航空写真判読を含む）

最も基礎的かつ有効な地質踏査を最初に行い12.3.(1)で示す範囲の1/10000地質図を作成する。従ってこの地形図は踏査に先立ち作成しておかなければならない。踏査にあたってはカルストの分布と性状、地表水の状況や水質をも十分観察記録しなければならない。

航空写真判読は有効な補助資料となるが、上記範囲の他その南側についても判読を行うことがより望ましい。

(2) 地質調査工事

調査方法として表土はぎ、トレンチ、立坑、横坑およびボーリングがあるが、その位置、深さは(1)の結果より定められるものである。この場合にも地下水位、その水質を記録しておかなければならない。

(3) 次段階の調査

上記(1)および(2)で得られた資料を詳細に検討することにより、次段階の調査位置および方法が明らかにされるものであるがその方法としては次のようなものがある。

- a) (2)で記した方法および電気探査、地震探査
- b) 水質調査
- c) 食塩、染料、R I等トレーサ、あるいは時限爆弾による地下水の流路調査

12.2 水文調査

La Ngu河における唯一のKhlong La Ngu観測所は1965年5月より観測が開始された。しかし1973年3月頃に発電計画地域内の治安が不安となり観測の継続が不可能となったため下流地点に移設された。この移設された観測所及び治安問題の解決次第再びダムサイトにも観測所を設け併せて観測所の整備と慎重な観測作業を継続する必要がある。洪水観測については上記観測所において洪水波形時間；降雨強度；降雨継続時間等の観測を慎重に行う必要がある。

1.2.3 地形図の作成

計画地点の地形図についてはNEAにおいて縮尺1/10,000及び1/20,000の地形図がFig. 1.2-1に示す範囲について作成されている。この1/10,000地形図と1/20,000地形図とを比較すると河床部の地形及び標高は比較的合いが標高の高い部分では標高差で30m～40mのちがひがあるので実測によるチェックが必要である。尚貯水池西南端部の鞍部については正確な標高をつかむ必要がある。更に地形図の作成を必要とする地点および範囲についてはFig. 1.2-1のとおりであるがその内容を述べると次の通りである。

(1) 計画全般に必要な地形図

貯水池内の地形及び地質を詳細に把握するため及び道路計画を行うために縮尺1/10,000, 等高線間隔5mの地形図の作成。

(2) ダムサイト及び取水口予定地点の地形図の作成

縮尺1/1,000 等高線間隔1m～2m

(3) 調圧水槽, 水圧管, 発電所予定地点の地形図の作成

縮尺1/1,000 等高線間隔1m～2m

(4) 発電所予定地点上下流1Km間の河川縦断図及び横断図の作成

現在の発電計画は1/10,000地形図を基に計画されているので発電所下流の河床低下の可能性及び放水位を決定するために、発電所予定地点附近の河川縦断図及び河川横断図の作成が必要である。河川横断図は縮尺1/200, 横断間隔は100m。

1.2.4 計画構造物地点の地質調査

(1) 計画構造物地点およびその周辺全域の地表地質踏査による1/10,000地質図作成、1.2.1(1)の中に含んで行う。

(2) ダム地点

a) 地表地質踏査 1.2.3(2)で記す範囲の1/10,000の地質図作成,特にダム地点下流側を十分に行う。

b) ボーリング……河床部に長さ30m,一孔のボーリングと併せて透水試験を実施する。

c) 横坑……河床とダム天端中央部に兩岸各一坑,各長20～30m,必要とあればこの坑内で岩盤試験を行う。

(3) 取水口, 調圧水槽および発電所地点

a) 地表地質踏査 1.2.3(2)および(3)で示す範囲の1/1,000地質図作成

b) ボーリング 各地点で1孔行うことが望ましい。

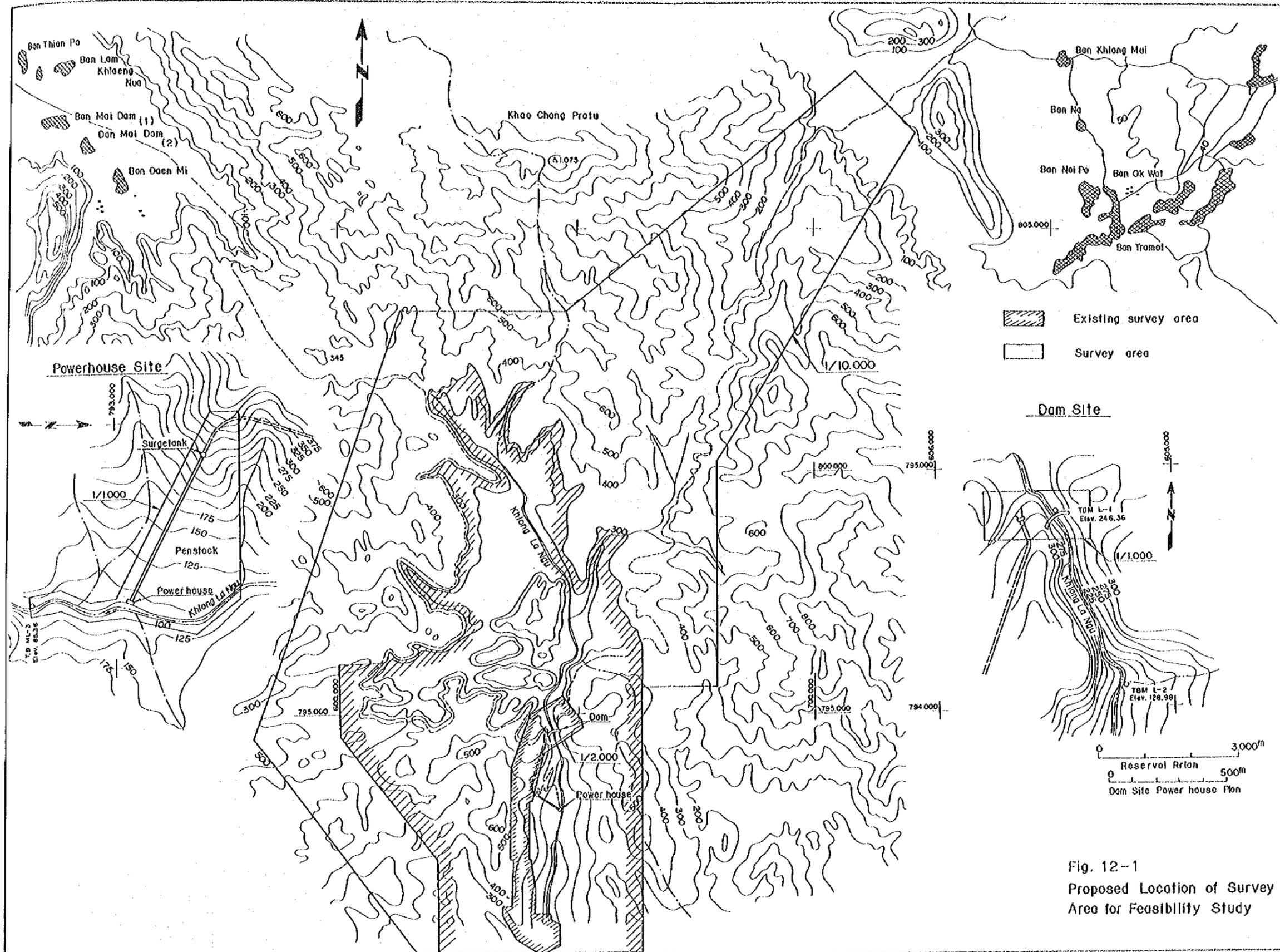


Fig. 12-1
Proposed Location of Survey
Area for Feasibility Study

第 13 章

農 業 開 発 計 画

第13章 農業開発計画

13.1 計画地域の農業概況

13.1.1 社会状況

農業開発計画地域は Fig.13-1 にもみられるように、そのほとんどが Changwat Satun に属し、La Ngu 河上流域の一部は Changwat Trang, Phattalung 及び Songkhla に及ぶ。

Changwat Satun の面積は $2,669 \text{ Km}^2$ 、南タイの全面積の僅か 3.8% を占めるにすぎない。

1970年の統計資料によれば、人口は131,000人、世帯数は21,000戸で、1戸当り平均6.2人の家族構成で、南タイの平均値5.3人を上回っている。

又、 1 Km^2 当りの人口は、1970年で49人と過去10年間でほぼ倍増している。これを人口の平均年間増加率からみれば、1970年の南タイの平均は2.7%であるが、Changwat Satun は、6.51%と他の南タイのChangwat に比べ驚異的な数値を示している。これは Self-help Land Settlement Project¹⁾ への人口の移動が行なわれたことにもよるのではないと思われる。

又、総人口に占める農業人口の割合は1960年の資料によれば約82%で農業が主体の Changwat と言える。

Changwat Satun の1戸当りの平均的な耕地面積は約21raiで南タイの平均値23raiよりやや規模は小さい。

当計画地域の中心をなすのは、Department of Public Welfare, Ministry of Interior (以下DPWと称す) により国土の有効利用と農地の拡大、自作農の育成、過疎地対策等を意図とした Self-help Land Settlement Project (以下Land Settlement Project と称す) である。Satun Land Settlement Project の詳細は13.2で述べる。

Changwat Satun における中心都市は Muang Satun である。人口は1968年の資料によれば8,719人の小都市で農産物や生活必需品の売買が行なわれているほか、隣国マレーシアとの貿易も行なわれている。しかしながら南タイ第一の都市である Changwat Songkhla の Hat Yai (1968年の人口は50,948人) に車で約15時間の距離にある為、Changwat Satun はむしろ Hat Yai 経済圏に属すると言えよう。

II 13-2 及び Appendix-D 参照

13.1.2 農業の自然環境

この地方の年平均気温は 27.5°C 、月平均最高気温は 29°C (4月)、月平均最低

気温は 26.5℃ (12月) と非常にばらつきが少ない。

降雨量は、1952年～1969年の Satun 観測所の資料によれば年間平均 2,660mm で最高は 3,530mm 最低は 1,850mm である。月別の分布を年平均でみた場合、8月～11月にかけて約50%が、4月～7月に約40%そして12月～3月に残りの10%が降る。タイの他の地域に比べ多雨地帯に属し、月別の降雨量のバラツキも少ない。

このように気温や雨量を総合的に考察すると、Rubber, Coconut, Oil palm といった Tree Crops の栽培に最適の条件を備えている。又、他の農作物の栽培もかんがい施設を備えることにより通年可能となる。

農業開発計画地域及びその周辺の地形は標高 40 m 以下はフラットな地形で、40 m～60 m ではフラットな所と起伏に富む地形とが交錯している。60 m 以上の地形は山岳地形となっており豊かな森林資源を供給している。

土壌は石灰岩、砂岩、泥岩等を母岩とする loam や Sandy loam が多い。一部 Mountain Soil を客土として利用している処もある。

13.1.3 土地利用状況

1971年の県庁の資料によれば Changwat Satun の土地利用状況は Table 13-1 に示す通りである。これによれば、ゴムやココナッツを含む果樹園が約47%と第一位を占め、次いで水田の39%、そして畑地14%の割合である。又、1963年農業センサスによる土地利用状況を示せば Table 13-2 の通りである。これらの表でも判るように Tree Crops が半数を占め、南タイ農業の特色を如実に表わしていると言えよう。

又、かんがい及び排水設備はほとんど整備されていないようである。

13.1.4 営農状況

Changwat Satun における農業経営状況は 13.1.3 でも述べたようにゴムやココナッツ、その他の果樹が約50%の面積を占め 3.5.2.c) で述べた Farm Type の区分に従えば Rubber Cultivation group に属していると言える。

階層別には Table 13-3 に示すように Changwat 全体では 10rai 未満が約28%、10～29.9rai が52%、30～59.9rai が15%、60rai 以上の階層は5%に過ぎない。

農家一戸当たりの平均的な経営規模は前にも述べられたように 20.92rai で、南タイ平均の 23rai より少なく全国の平均値 21.68rai に近い。

又、Changwat の土地所有の状況は農業センサスによれば農家戸数 1,490戸、(耕作面積 240,475rai) のうち地主 (owner) が約97%の 11,166戸、その面積は 238,049rai で99%と、そのほとんどを占めている。(Table 13-4 参照)

又、Changwat Satun 及び、Settlement Project の農家経済の概要を述べれば次の通りである。Changwat Satun の最近の平均的な農家経済状況は農業粗収益約 1,160 串、農家の平均的な支出は約 730 串、農業純収益は約 430 串で南タイの最下位にある。¹⁾ (Tables 13-5, 6 参照)

他方農外収入は農業収入より多く約 2,600 串で Family net cash income は総計 3,030 串となり、南タイの平均値 (3,920 串) の約 77% 相当で、Changwat Satun の農家経済は南タイで最も低い。

一方、Land Settlement Project の農家 1 戸当りの粗収入は 1969 年当時既に 9,575 串に達しており、上述の Changwat Satun の平均的な農業粗収益 3,760 串に比べ約 2.5 倍、南タイの平均値 (約 5,430 串) の 1.8 倍を示し、非常に高い収益をあげている。これは収益性の低いゴム栽培をさげ、収益性の高い Tree Crops が大規模に計画的に栽培されているからであろう。

Changwat Satun の主要農作物の作付面積及び生産量を Table 13-7 に示し次に主要作物の栽培状況を述べる。

1) Agriculture Economic Journal (Vol 187~188) 1972

1.3.1.5 主要作物の栽培現況

a) 水 稲 水稲は Non Glutinous Rice がほとんどである。²⁾

栽培は South West Monsoon の始まる 5 月から 6 月にかけて荒起しや苗代作りが始められ、7 月から 8 月に本田に植付けられる方法が多く、直播きの方法 (Broad casting method) はこの地方ではあまりみられない。

収穫は雨期あけの 12 月頃から 1 月にかけて行なわれる。農作業は人力や畜力によっており、一部ではトラクターの賃耕も行なわれている。

Sub-Amphoe Tungwa や A-La Ngu では KNO_3 や Phosphates に富んだ Mountain Soil が近くで豊富に入手出来るのでこれを客土や肥料として用いている処もある。しかし化学肥料や農薬はあまり用いられない。

又、降雨は年間平均 2,660 mm に達するにもかわらず月別分布のバラツキの大小により干魃にみまわれることが報告されている。²⁾

又、1972 年の米作の平均収量は Non-glutinous rice は 260kg/rai、Glutinous rice は 237kg/rai と夫々報告されている。

b) Tree Crops この地方の Tree Crops の主たるものはゴムやココナツ、オイルパーム、バナナ等でその栽培面積や平均収量を示せば Table 13-8 の通りである。

2) 1972 年の県庁の Rice Cultivation Study によれば、水田面積は 103,900 rai であるうち Non-glutinous Rice が 99% (101,900 rai) を占めている。干魃による被害は 15,000 rai であった。

① ゴム　ゴムの栽培地は概して地下水の低い小山、丘陵や地形の複雑な所が多く、そこで栽培されている品種は、そのほとんどが在来種で生産性は低い。このため政府は10年位前より Rubber Replanting Aid Fund Office を通じ、ゴムの生産性の増大、経営規模の拡大等を計るとともにゴム栽培農家の経済の安定とゴムの輸出量の増大を目的とし、25年以上のゴムに対しては Replanting を奨励、指導している。

古木のゴムで15 rai 以下の小規模のゴム畑に対してはこれを cut し、果樹類を植付けるよう指導している。このように徐々にであるが、ゴムの木の改良と規模の拡大が行なわれている。

② ココナッツ、オイルパームとその他の果樹類　現在 Oil Crop としてはココナッツがそのほとんどを占めていることは既に述べた。Changwat Satun でもココナッツは海水に対して比較的強いため、海岸地帯で多く栽培されている。丘陵地帯に属する当計画地域においてはココナッツも200 rai 程栽培されているが、オイルパーム(1972年 7,200 rai)が Oil Crop の主流をなしている。この地方にオイルパームが導入された主な理由は恵まれた気象条件や土壌がオイルパームの栽培に適しているからである。

その他の果樹(Orchard)としては、バナナ、ランブータン、ドゥリヤン等が代表的でその栽培面積及び収量は Table 13-8 に示されている。又、その栽培状況は既に 3.5.2.b) で述べた。

C) Upland Crops　1972年の Changwat Satun における畑作物(Upland Crops)の代表的なものについて、その面積や収量を示せば Table 13-9 の通りである。これによれば畑作物の栽培面積の約45%を陸稲が占め、次いで Sweet corn, Sweet potatoes, Watermelon, Cassava の順である。水稲と同様、天候に依存しているため年々の降雨量に左右され、作付時期や収量とも非常に不安定である。

13.2 既存の農業開発計画 -- Satun Self-help Land Settlement Project --

現在、南タイでDPWにより設立、運営されている Land Settlement Projects は Yala, Narathiwat 及び Satun の3つである。このうち Satun Project は当農業開発計画の中心をなす。これらの Projects は1964年に開始され、計画総面積700,000 rai, 計画入植戸数は30,000戸の予定である。1970年現在、約70%に相当する500,000 rai がすでに入植者に配分された。

この3つの Projects の特色はタイの他の地域に比べ土壌が肥沃なことや気候に恵まれていることである。DPWはこの点に着目しオイルパーム(Oil palm)の導入を策定し、1969年その Pilot Project を Satun に設け初期の成果は達成された。

南タイのこれらの Land Settlement Project はいずれも農業生産や農業経営面からみて秀れた成績を修めており、又地域社会の形成にも重要な役割を果たしてきている。本章においては計画地域内にある Satun Project の現況を述べ Self-help Land Settlement Project の設立趣旨や運営等については Appendix D でその概要を述べる。

尚、開発計画地域にはこの Land Settlement Project の他に R I D の Project もあるが今回の調査ではその詳細については明らかに出来なかった。

現地の Land Settlement Office より提供された図面に基づく Satun Settlement Project の位置、その Layout や地域別の入植計画等を示せば Fig. 13-2 の通りである。

この Land Settlement Project の総面積は 310,000 rai でこのうち入植者に配分される面積は 50% の 155,000 rai と計画される。1971年現在入植者に配分された面積は約 41% に当る 63,845 rai で、このうち実際に耕地として利用されたのは 56,500 rai であった。

1972年におけるこの Land Settlement Project の主要な作目の栽培面積や平均収量を示せば Table. 13-10 の通りであり、これらの農産物は自動車で周辺の朝市場や約 40 km 離れた南タイ第一の都市 Hat Yai に出荷されている。

この他、当 Settlement の家畜の飼育状況、農家の粗収益及び地区内の諸施設等を示せば Table 13-11, 12, 13. の通りである。

又、少数ではあるが今回の現地調査で実施した Land Settlement Project 内の土壌サンプルの化学分析の結果を Table 13-14, 及び Fig. 13-2 に示す。

又、この Land Settlement Project は設立された年次により Kuan Kualong Project と Southern Development Project の 2 つの Project に分けられている。(Fig. 13-2 参照)

a) Kuan Kualong Project

この Project の入植は 1959 年より開始され、Project の面積は 40,000 rai, 計画入植者戸数は 800 戸で 1 戸当りの配分面積は 25 rai である。

この地区は 406 号線に最も近い位置にあり地形は平坦で標高は 30 m 以下の低平地が多い。各所に小川が見られ、地形や利水面からはこの Land Settlement Project の中で最も水田に適した立地条件を備えている。低地の排水には小川を利用しているがあまり問題はないようである。栽培作目は米作が主でこの他畑作物、ゴム、果樹も見られるがあまり多くはない。かんがい設備は皆無で天水に依存する米作が主体をなす為、干魃被害を受け易く、農家経営は不安定である。

当地域の開発計画では水田が主体とされたが、かんがい設備の完備により、かんがい用水が安定供給されるので生産性も向上されようし、水田の $\frac{1}{2}$ の面積は裏作に利用され収益性の高い畑作物を栽培する。

b) Southern Development Project

この Project は 1964 年に設立され、1965 年に 56 戸の最初の入植者家族を迎えてから現在では 3,150 戸に達している。1 戸当りの土地配分面積は 18 rai である。

又、この Project は更に Nikhom Pattana Region と Thungwa Region に分けられる。

① Nikhom Pattana Region

地区面積は 163,000 rai、入植者計画戸数は 3,000 戸ですでに 70 余の 2,190 戸が入植済である。

この地域は支流の Lam Lon 川をはさみ兩岸に展開する台地（標高 30~40 m）にあり、北東より南西方面にゆるやかに傾斜している。台地で水源に乏しいためここで栽培されている作物は果樹類が多く、その種類も多い。その他陸稲やキャッサバ等の畑作物も見受けられる。排水は良好に行なわれている。

開発計画においては、この地域は現状の主要目の果樹栽培を踏襲することとした。

② Thungwa Region

起伏に富むこの地域はオイルパームを主とした地域〔以下 Thungwa (Oil Palm Farm) と称する〕とパイナップルを主とした地域〔以下 Thungwa (Pine Apple Farm) と称する〕とに区別される。

i) Thungwa Region (Oil Palm Farm)

Oil Palm 導入の経緯については既に述べた。1969 年に La Ngu 河左岸のこの地域にこのパイロットファームが作られた。

地区面積は 30,000 rai、入植計画戸数は 1,200 戸で既入植戸数は 1972 年末で 720 戸、プロジェクトの進捗率は 60% である。

Project Area の標高は 30m~60m で起伏がはげしく排水の問題は少なくむしろ用水の確保とかんがい方式の選択が問題となろう。オイルパームは現在既に高い収益性が得られることが実証されている。即ち、オイルパームは現地でパームオイルと Kernel に加工、分類されバンコック方面に出荷されている。

Settlement Office は入植者に土地を配分する前に整地し、そこにオイルパームの子苗を植えてから各入植者に引渡している。オイルパームの配分面積は 1 戸当り約 10 rai 程度である。この地域の開発計画はオイルパームが主要目でありその他は畑作物を栽培する計画とした。

ii) Thungwa Region (Pine Apple Farm)

この地域は La Ngu 河の右岸にあり、まだ開発されて間もない。総面積は 77,000 rai で計画入植数は 2,000 戸、1972 年末現在 240 戸が入植済である。この地域の特色はパイナップルが大規模に計画栽培されることである。

Oil Palm 地区と同様、地形は起伏がはげしく地区の標高 40m~60m の間で

は、用水の確保とかんがい方式の選択が問題となろう。

計画ではパイナップルを主たる作物とし、その他は畑作物を栽培するものとした。

13.3 かんがい計画が実施された場合の効果

13.3.1 計画が実施されない場合の農業生産（現状）

計画が実施されない場合、各作物の農業生産は現在の水準に止まるものとした。又この場合の各作物の粗収益、生産性、純収益、農家1戸当りの平均粗収益は計画地域のはとんどを占める Land Settlement Project の統計資料に基づき検討され現地調査で得られた各種資料とも照合してほぼ妥当と思われる結果が得られた。

現状における各作物の粗収益、生産費や純収益を Table 13-15 に示す。

a) 水稲 (Paddy Rice)

現状における水稲の1rai当りの生産量は南タイの18ヶ年平均値に近い230Kgとし、又販売単価は1972年産米のこの地方の農家庭先渡し価格の平均値1.5฿/Kgとした。1rai当りの生産額は345฿と積算された。生産費は計画地域内の農家や地方官庁よりの聞き取り結果や Pattani River Project の Feasibility Report¹⁾等を参考にして220฿/raiと見積られた。この結果純収益は1rai当り125฿/rai、純益率は約36%と見積られた。

1) Prepared for Royal Irrigation Department by Sverdrup & parcel and Associates, Inc., San Francisco, Bangkok, St. Louis, December 1969

b) 畑作物 (Upland Crops)

計画地域内の現状における主要畑作物の種類、収量を Table 13-9 に示す。代表的な畑作物の現況における作付率を考慮した平均的な生産額は320฿/rai、生産費は160฿/rai、そして純収益及びその率は160฿/rai、50%と見積られた。

c) Tree Crops

Tree Crops は次の3つに区分して粗収益、純収益等を検討した。

① Fruit Crops ; Oil Palm や Pine Apple のように単一で大規模に計画栽培されるのではなく、小規模で数種の果樹が栽培される果樹園を指す。畑作物と同様の手法により1rai当りの粗収益は850฿/rai、生産費は280฿/rai、純収益は570฿/rai、同率は67%と求められた。

② Oil palm ; オイルパームの栽培は13.2で述べたように計画地域に導入されて数年しかたっていないのでまだ Full Benefit には達していない。

Full Benefit に到達するまでの経過を考慮して計画実施前の粗収益、生産費、純収益等を Palm Oil の型で評価すれば1,900฿/rai、980฿/rai、

920฿/rai でその純利益率は48%と求められた。

- ③ Pine Apple ; バイナップルの粗収益, 生産費, 純収益等は計画地域内の農家や地方官庁の聞きとりや前述のRIDのReport等を参照して630฿/rai, 280฿/rai, 350฿/rai と夫々積算され, 純益率は56%と求められた。

13.3.2 計画が実施された場合の農業生産

計画が実施された場合, 干魃や洪水による直接被害は減少する他かんがい用水の利用によって多毛作の導入, 新しい品種の導入や充分なる肥料の投入が可能となり農業生産の増強が期待できる。

Table 13-15 に計画が実施された場合期待される作目別の粗収益, 生産費や純収益を示す。

a) 水稲 (Paddy Rice)

計画地域内の農家の実績や地方官庁の聞きとり結果に基づいてかんがい計画実施後に達成されるであろう project life 50年間の平均的な生産量, 粗収益, 生産費, 純収益等は夫々375Kg/rai, 560฿/rai, 320฿/rai, 240฿/rai と推定した。

b) 畑作物 (Upland Crops)

計画完了後の収量は近傍の最高値に近いものを採用した。その結果粗収益は780฿/rai, 生産量は320฿/rai, 純収益は460฿/rai と推定した。

c) Tree Crops

Tree Cropsの粗収益, 純収益や収益性等の検討のために, Fruit crops Oil palm, Pine Apple 共に経年変化を考慮して project life 50年間にわたる平均的な生産量が求められた。

① Fruit crops

- ・既耕地の場合: 工事着手前すでに Fruit Cropsは植付けられてあるので, 計画完了後5年目よりフルの収穫が得られるものとし粗収益, 生産費, 純収益は夫々1,350฿/rai, 550฿/rai, そして800฿/rai と求められた。
- ・新規耕地の場合: 計画完了後新たに植付けられる場合を想定し3年目より収穫が始まり, 生産量がフルに達するのは植付後12年目と推定した。この推定の下における粗収益, 生産費, 純収益は夫々1,210฿/rai, 550฿/rai, 660฿/rai と求められた。

② Oil palm

- ・既耕地の場合: 計画完了時点で考えられた収量は極大 Full Benefit に達しているものと推定し植付後25年目で Replant されるものとした。この場合の粗収益, 生産費, 純収益は Palm Oil の型で評価すれば夫々2,530฿/rai, 1,180฿/rai, 1,350฿/rai と求められた。

- ・ 新規耕地の場合：計画完了後ただちに植付けられるものとされ、11年目よりフルの生産量が得られ25年目で Replant されるものとした。この場合の粗収益、生産費、純収益は夫々 2,270 \$/rai, 1,180 \$/rai, 1,090 \$/rai と推定された。

③ Pine Apple

パインアップルは植付後1～2年目でフルに近い収穫が得られるので既耕地及び新規耕地別に収量は分けなかった。この場合の粗収益は 1,050 \$/rai, 生産費は 370 \$/rai, 純収益は 680 \$/rai と夫々求められた。

13.4 農業開発計画

13.4.1 開発の基本構想

開発対象地域は南タイの西海岸の丘陵地帯にあり、以前からDPWのLand Settlement Projectを中心とする農業地帯をなしている。この地域は農業経営を営むのには最も良い気象条件下にあるにもかかわらず干魃の被害を蒙っている。このような特性を備えた開発地域の中央をほぼ南北に貫流するLa Ngu河の上流部に発電を主たる目的とする貯水池が築造される。この貯水池により下流域の流況は渇水年の乾期において $2 \text{ m}^3/\text{s} \sim 4 \text{ m}^3/\text{s}$ 純増し改善される。

農業開発計画においては、このように改善された流量と貯水池地点より下流の残流域からの河水とを併せた水資源を最大限に活用し併せて既存のSatun Self-help Land Settlement Projectの効果を助長する方向でかんがい計画を策定せんとするものである。尚、農業開発計画ではかんがい施設の基幹工事である取水ダム、揚水施設や幹線導水路の他、地区内の道路や用・排水路等の末端施設も含まれるものとした。

この開発計画が完了した際にはこのProjectで増産される新鮮で良質の野菜や果樹類は周辺の都市に出荷され、これによりProject内の農家の経営状態は以前に比べてより一層安定、発展することは勿論新設される発電所から供給される電力によって揚水用動力やオイルパーム、パインアップル等の加工産業にも安定した動力が供給されることとなる。そしてここに提案される農業開発計画はproject areaの農業生産の拡大や農産加工業の振興を通じて周辺地域社会に対してpilot的な役割を果たすことであろう。

13.4.2 かんがい計画の骨子

Land Settlement Project及びその周辺地域をかんがいする為の計画として基本的に次の2案が考えられた。

plan-A：前述のとおり、水源を有効に利用するためダム、頭首工、ポンプ等の設備によってLa Ngu河の河水を取水し、かんがい地域に導水する計画で

Scheme A-1 及び A-2 の 2 案が考えられ、これらについては 13.4.5 に述べられている。

Plan-B : La Ngu 河本流の河水によって、La Ngu 河右岸側耕地と Thungwa (Oil Palm Farm) 地域をかんがいし、残る左岸側のかんがい地域は支流の Lam Lon 川からかんがいする計画が考えられた。

この他多数の組合せが考えられるが、この Study Level においては最も代表的と思われる上述の 2 案の検討に止めた。

13.4.3 計画検討のための基本的な前提条件

計画案の検討に際し使用される基本的な前提条件は次の通りである。

- (1) 地形図 : 計画検討に用いる地形図は 1/50,000 地形図である。
- (2) 水文気象資料 : 月平均降雨量は Changwat Satun の 1952~1969年までの 18年間の観測値を用いる。
月平均気温は Changwat Trang の観測値を用いる。
流量は 6.5 で求められた La Ngu 測水所の 1956年から1971年のものを用いる。
- (3) 流入量の算定 : 当該地点の月別流入量の算定は 6.5 で求められた 80km² の月別の流量に当該地点の流域面積比率を乗じて求める。
- (4) 地質条件 : 貯水池敷や各種構造物建設予定地点及びその周辺の地質状態は今後の Detail Study によって確認されねばならないが現段階では一応構造物の築造には耐えるものとする。
- (5) 栽培計画 : 第一期の栽培計画においては原則として現況の Cropping Pattern を踏襲するものとする。但しかんがい用水の通年利用が可能となるので水田及び畑地には二毛作を導入する。現況及び計画における作目別の Cropping Pattern を Fig. 13-3 に示す。
 - (水 稲) 水稲は雨期の一作とし、その裏作には収益性の高い畑作物を 50% 導入する。残る 50% は地力維持のため休耕若しくは豆科作物の栽培が考えられるが Project 便益には計上しない。
 - (畑作物) 作目は現在栽培されている Sweet corn, Sweet potato, Beans, Water melon や野菜等を基本に一年二作の栽培とする。尚かんがい用水は通年利用することが可能なように計画されるので畑作物の栽培は市場の動向を考慮して作付けることが可能となる。尚地力保持のため畑作の幕間に豆科作物の栽培も可能であるが Project 便益には計上しない。
 - (Tree Crops) Tree Cropsの種類や栽培面積は Settlement の計画に基づいて実施されているので計画実施後においても、これらは不変なものとする。
- (6) 計画単位用水量 : 作目別の月別の単位用水量は Brancy-Criddle 法により求め、作物係数 (Seasonal Consumptive - use Coefficient) は水稲では 0.9、畑作及び Tree Crops では 0.65 とする。
有効雨量算定に用いる年雨量は 18ヶ年の第2位 (1953年) を、又、月別の雨量分布は 18ヶ年の月別の平均値の割合によ

る。これらに基づいて計算された結果を Table 13-16 に示す。

- (水 稻) ①栽培期間は Fig. 13-3 に示され、栽培方法は移植法 (Transplanting Method) による。
- ②苗代面積は水田面積の 1/15、苗代期間に 30 日とし、この期間の用水量は 20mm/day とする。
- ③苗代及び水田の代播用水量は 200mm とする。
- ④田面の有効用量は月別に 50%~70% の範囲で変化するものとする。
- ⑤導水中の損失及び操作中の損失率は 25% とする。
- ⑥これらに基づいて計算された水稻の単位用水量を Table 13-17 に示す。

(畑作物及び
Tree Crops)

- ①圃場の有効雨量率は 50% とする。
- ②圃場のかんがい効率は 70% とする。
- ③導水中の損失率や操作上の損失率は水田同様 25% とする。
- ④これらに基づいて計算された単位用水量を Table 13-18 に示す。

(7) かんがい可能面積と作目別面積の推定 : 地域別の農家一戸当りのかんがい面積及び作目別面積は次のように推定する。

- ①Kuan Kulong Region ; 1戸当り配分面積 = 25 Rai
かんがい可能面積 = 17.5 "
- | | | |
|---|-------|----------|
| { | 水田 | = 12.5 " |
| | 一般の畑地 | = 5.0 " |
- ②Nikhom Pattana Region ; 1戸当り配分面積 = 18 "
- | | | |
|-------------------|------------------|---------|
| かんがい可能面積 = 12.6 " | | |
| { | Fruit Crops Farm | = 9.0 " |
| | 一般の畑地 | = 3.6 " |
- ③Thungwa Region ; 1戸当り配分面積 = 18 "
- (Oil Palm Farm) かんがい可能面積 = 12.6 "
- | | | |
|---|---------------|---------|
| { | Oil Palm Farm | = 9.0 " |
| | 一般の畑地 | = 3.6 " |
- ④Thungwa Region ; 1戸当り配分面積 = 18 "
- (Pine Apple Farm) かんがい可能面積 = 12.6 "
- | | | |
|---|-----------------|---------|
| { | Pine Apple Farm | = 9.0 " |
| | 一般の畑地 | = 3.6 " |

⑤上流新規かんがい耕地：この地域の主たる作物は水稲とし、戸当りの配分面積はKuan Kualong Regionと同様25rai、かんがい可能面積及び作物別面積も同一とする。

⑥下流耕地：計画においてはこの地域の計画農家戸数は1,200戸とし、700戸は水田を主体とするもの、500戸はFruit Cropsを主体とするものとする。そして水田を主体とする農家の作物別面積は①と同一とする。

又、Fruit Cropsを主体とする農家の配分面積、かんがい可能面積及び作物別面積は②に準ずるものとする。

(8) 工 事 費 : 現時点における工事費の積算はLand Settlement Projectの実績値や聴き取り結果、各種参考資料を¹¹基にして求めることとする。又、基幹工事があるダム、頭首工、揚水機や地区外幹線用水路等の工事費は各工事別に求める。

その他の地区内の幹線用排水路や、幹・支線道路等の工事費、Land Levelingや開墾工事費は土地改良工事費として1rai当り1,664串とする。

尚上記の工事費のほかに予備費及び技術料を計上する。

建中利子率は年利7%とし建設工事期間を5年とする。

11: ①The Greater Me Khlong Multi-Purpose project (2nd stage Development) Feasibility Report, Royal Irrigation Department, Thailand.

②Pattani River Project, Feasibility Report (October 1964) Electric power Development Co LTD, Japan

③Feasibility Report, Quae Yai 401 Hydroelectric Project (March 1968) Electric Power Development Co LTD, Japan

(9) Projectの年便益 : Projectの年便益は栽培計画の項で述べた基準に基づいて、かんがい計画が実施された場合と実施されない場合との純益の差をProjectの年便益とする。

(10) Projectの年経費 : 諸施設の年償却費はProject life 50年間、割引率7%として計算する。

かんがい用ポンプ施設はService lifeを25年とし1回の取替費を計上する。

施設の年間維持管理費は工事費の2.5%とする。ポンプの運転経費のうち揚水用電力料金はPEA供給区域の大口電力料金と(1kW当り、3.2串、kW当り0.23串)とする。

13.4.4 地質状況

農業開発計画に関する地質調査は、まだ行なわれていない。また、今回の調査でも治水上の理由により Scheme A-2 Alternative ダム地点下流約 5 Km 付近をわずかに踏査した他は、この Alternative ダム地点付近右岸および、かんがい計画地域内の一部を自動車による巡検しか行なえなかった。

Scheme A-1 および Scheme A-2 のダム地点付近の La Ngu 河の流路の幅は約 15 m であるが、幅 500 m ないし、2 Km、比高最大約 10 m の氾濫原あるいは、段丘を形成し、蛇行を繰り返しながら、南ないし南西流する。川沿いの各所で、兩岸の山体が比較的 La Ngu 河に接近する所があるが、ダム地点はこのような所に選定されている。

表層の堆積物としては、厚い表土や崖錐堆積物よりはむしろ、氾濫原堆積物、段丘堆積物が広く、厚く分布している。氾濫原および段丘堆積物は砂、シルトおよび粘土よりなり、礫は極めて乏しい。乾燥状態では、よく固結して、堅硬に見えるが、概してかなりルーズである。このような堆積物が厚くしかも広く分布する場合、これをダム基礎として残すことが考えられる。このような場合には、この層はダム基礎地盤として要求される遮水性および地耐力について、かなり問題があるものと推定されるので、その分布と性状について今後の調査と試験が必要である。

基盤岩類は、地質図では、花崗岩となっているが、Scheme A-2 のダム地点付近右岸では、石灰質岩石の露出が確認された他 1/50,000 の地形図では、Scheme A-1 及び A-2 のダム地点周辺にはソングホールではないかと思われる凹地が記入されている。また Scheme A-2 のダム地点下流約 5 Km 地点では、砂岩、粘板岩、石灰岩が露出している。いずれの露頭も小さいので、岩石の分布や構造は明らかではないが、露頭で見える限り低いロックフィルダムの基礎としては十分な地耐力を有する岩石である。しかし、石灰質岩石が分布しているので、ダム基礎、その周辺および調整池から大量の漏水が発生することも懸念されるので、十分な地質調査を行なう必要がある。

Scheme B-1 のダム地点の地形は地形図によると、Scheme A-1 及び A-2 と同様、埋積谷と考えられ、氾濫原あるいは段丘堆積物が広く厚く分布しているものと推定される。1/1,000,000 地質図では、この地点の基盤岩も花崗岩となっているが、周辺部にはカルスト性の石灰岩が存在することが予想されるので、先ず、貯水地域を含む地域の基盤岩類の確認が必要である。

築堤材料について十分な調査が必要であるが、非石灰質岩石の表層の強風化部および氾濫原堆積物は不透水性材料の調査の対象となろう。

かんがい地域は La Ngu 河中流域兩岸に計画されているが、なだらかな起伏をなす標高 20 ~ 40 m の丘陵地域を主とし、段丘あるいは氾濫原の一部をも含む。基盤岩類は砂岩、泥岩、粘板岩、ホルンフェルス、あるいは石灰質岩石よりなる。

Kanchanaburi 層であるが、表層は風化残留土が広く覆っている。

この地域の水資源としては、既に地下水が主として飲用水に利用されているが、そのくみ上げ深度と、くみ上げ量の資料は入手されておらず、地下水賦存の実体は不明であるので、今後詳細な調査を行なう価値があるものと判断される。

13.4.5 かんがい計画

Plan-A この計画は2つの Scheme に分けられた。

Scheme A-1 : La Ngu 河と支流 Lam Lon 川との合流点下流にソイルダムを建設し上流からの発電放流量と残流域からの流量を貯溜する。この貯水池を水源として自流式により下流の左右両岸合計 120,350rai をかんがいのする。

Scheme A-2 : La Ngu 河と支流 Lam Yai Nao 川の合流点より 2.5 Km 上流地点に取水ダムを建設し、上流からの発電放流量と残流域からの流量をポンプにより左右両岸合計 110,970rai をかんがいのする。

尚 Scheme A-2 ではこの他上記のダム地点の約 1.5 Km 下流地点 (Lam Yai Nao 川と La Ngu 河の合流点上流) にソイルダムを建設し、自流式及びポンプアップの方式によるかんがい方法も検討したがいずれの場合も経済性が劣るので除外した。

Scheme A-1 の計画概要 (Fig. 13-4 参照)

この Scheme では Land Settlement Project Area の 92,120rai を cover する他、これより上流の La Ngu 河に沿った低平地の 9,380rai (上流新規かんがい耕地を称す) 及び右岸下流域にある下流耕地; 18,850rai (既耕地; 6,250rai, 新規耕地; 12,600rai と推定) もかんがい対象地域とした。

この Scheme の地域別かんがい可能面積及び月別用水量を Table 13-19 に示す。

発電放流量 (ave. $4.4m^3/sec$) と $161Km^2$ の残流域からの流出量からなる貯水池の流入量とかんがい用水量の月別バランスを検討した結果、累加不足水量の最大値は

1958年12月から '59年2月にかけて発生し上流の貯水池により新たに有効化される $40 \times 10^6 m^3$ の流量を考慮しても更に $29.5 \times 10^6 m^3$ が不足する。この不足量を確保する目的で、満水面標高 5.5m, ダム体積 $1.1 \times 10^6 m^3$ のダムを計画した。

右岸幹線導水路は主ダムの右岸アバットより又、左岸幹線導水路はダイクの左岸アバットより夫々取水する。取水位はいずれも EL 52.5m, 延長各々 4.5 Km の幹線水路でかんがい対象地域に導水される。

概算工事費

主ダム、ダイク及び 附帯取水設備一式	145.9×10 ⁶ 円	フィルタイプダム，高さ50m，長 さ450m，ダム体積1,100,000m ³
幹線用水路	44.2 × "	左岸4.5Km，右岸4.5Km
土地改良	200.1× "	120,350rai
小計	390.2× "	
予備費	58.5 × "	
小計	448.7× "	
技術料	17.9 × "	
小計	466.6× "	
建中利子	65.3 × "	年利子7%，工期5年
合計	531.9×10 ⁶ 円	

Scheme A-2 の計画概要 (Fig. 13-5 参照)

このSchemeではLand Settlement Project Areaの92,120raiのほかScheme A-1で述べた下流耕地の18,850rai，合計110,970raiをかんがい対象とした。

このSchemeの地域別かんがい可能面積及び月別用水量をTable 13-20に示す。このかんがい計画を完全にCoverするためには上流貯水池により有効化される19.0×10⁶ m³の流量と残流域(265km²)からの流出量を考慮しても尙最大累加不足量は18.7×10⁶ m³と算定された。この不足量を確保するため，満水面標高16.0m，ダム体積110,000m³の取水ダムの建設を計画した。

尙ダムから自然流下式により幹線用水路に導水する為には上記の規模より更に大きなダムを必要とし，その結果工事費が高み，経済性が低くなるのでこのSchemeでは下記に示すポンプ施設により揚水しかんがい地域に導水する計画とした。

	左岸ポンプ	右岸ポンプ
口径及び台数	φ900mm×6台	φ900mm×4台
総揚程	38m	40m
設備電力	5,600kW	3,800kW

概算工事費

ダム及び附帯取水設備一式	32.3 × 10 ⁶ 円	フィルタイプダム、高さ19m、長さ600m、ダム体積110,000m ³
揚水ポンプ	113.0 × "	左岸φ900mm×6台、右岸φ900mm×4台
幹線用水路	27.8 × "	左岸2.4km、右岸3.1km
土地改良	184.6 × "	110,970rai
小計	357.7 × "	
予備費	53.6 × "	
小計	411.3 × "	
技術料	16.5 × "	
小計	427.8 × "	
建中利子	59.9 × "	年利率7%、工期5年
合計	487.7 × 10 ⁶ 円	

Plan-B

Schema B-1 : この Scheme では上流の発電放流量と残流域からの流出量や地形上の制約による導水路建設の難易等を考慮した場合、左岸の Thungwa (Oil Palm Farm) 地域、右岸側の Thungwa (Pine Apple Farm) 地域及び下流耕地の合計 59,170 rai は La Ngu 河の両岸にポンプを設けてかんがい用水を得ることが有利と判断された。この場合上流貯水池で新たに有効化される水量は $7.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。残る地域は計画地域内のはぼ中央を東から西に流下する支流 Lam Lon 川の水資源を利用して 51,800 rai をかんがいのする。この Scheme のかんがい面積の合計は 110,970 rai である。

Schema B-1 の計画概要 (Fig. 13-6 参照)

La Ngu 河本流よりポンプでかんがいのする地域及び面積は Thungwa (Oil Palm Farm) 地域の 15,120 rai、右岸の Thungwa (Pine Apple Farm) 地域； 25,200 rai 及び下流耕地； 18,850 rai の合計 59,170 rai である。

ポンプ及び幹線用水路の諸元は次の通りである。

	左岸 Thungwa (Oil Palm) 地域	右岸 Thungwa (Pine Apple) 地域及び下流耕地
口径及び台数	φ 600mm × 3台	φ 900mm × 4台
総揚程	38m	40m
設備電力	1,400kW	3,800kW
幹線用水路	1.3km	1.8km

又、支流の Lam Lon 川上流（合流点より約 2.2 Km）地点に計画されたフィルダムの諸元は堤長 100 m，堤高 2.2 m，堤体積 105,000 m³，総貯水容量 27.3 × 10⁶ m³，有効容量 25.3 × 10⁶ m³，満水面標高 78.5 m 等々である。

このダムによって貯溜されたかんがい用水は必要に応じて一担 Lam Lon 川に放流され，その下流 7 Km 地点で再び左右両岸に取水される。そして延べ延長 5.1 Km の幹線用水路により導水し Kuan Kualong 地域；14,000 rai と Nihom pattana 地域；37,800 rai 合計 51,800 rai をかんがいのする。

地域別，月別のかんがい用水量を Table 13-21 に示す。

概算工事費

ダム及び附帯設備一式	14.1 × 10 ⁶ ㊦	フィルタイプ，高さ 2.2 m，長さ 100 m，ダム体積 105,000 m ³
揚水ポンプ	71.2 × "	左岸 9,600% 3 台，右岸 1,900% 4 台
幹線用水路	39.6 × "	延 8.2 Km，取水設備 1ヶ所
土地改良	184.6 × "	110,970 rai
小計	309.5 × "	
予備費	46.5 × "	
小計	356.0 × "	
技術料	14.3 × "	
小計	370.3 × "	
建中利子	51.9 × "	年利率 7%，工期 5 年
合計	422.2 × 10 ⁶ ㊦	

13.4.6 各種案の経済比較

各 Scheme につき年便益 (Tables 13-22, 23 参照) 年経費及びその比率を示せば下記の如くである。

項 目		Scheme A-1	Scheme A-2	Scheme B-1
年間便益 (B)	10 ⁶ ㊦	64.5	60.1	60.1
年間経費 (C)	10 ⁶ ㊦	51.8	50.1	42.7
便益費用比率 (B/C)		1.24	1.20	1.40
超過便益 (B-C)	10 ⁶ ㊦	12.7	10.0	17.4

上表に示されるように各開発計画の経済性を比較した場合，B/C は 1.20 ~ 1.40 でいずれの Scheme も開発するに足る価値を有すること，又このうち Scheme B-1 が最も経済

性を有することが判明した。

1.3.4.7 結論及び今後調査すべき事項

現段階における検討の結果によれば各Scheme共に経済的見地よりみて開発の可能性をそなえていることが判った。その中でもScheme B-1の開発計画案が(B/C)、(B-C)共に比較的秀れていることも判明した。したがって本報告書ではScheme B-1を採用することとする。

しかし乍ら、このReportのStudy LevelがReconnaissance gradeであることを考慮した場合、Scheme B-1のほかScheme A-1、A-2をも含めて下記に示す事項につき調査やStudyを行ないこのProjectの精度を高め、各Scheme間のpriorityを決定する必要がある。

a) 1/10,000 地形図の作成；

- ① 各Schemeのかんがい計画地域をCoverするもの(等高線間隔；1m)
- ② La Ngu河本流及び支流Lam Lon川に沿っては貯水池や導水路計画のため、標高100m以下をCoverするもの(等高線間隔；5m)。

b) 地質・ダム盛立材料調査；

計画地域全般に亘る地質踏査及びダム・ポンプ等の構造物計画地点の地質調査やダム盛立材料調査の実施

c) 気象及び流量観測所の設置；

現在かんがい計画地域内には利用可能な気象資料や流量資料はないので、新たにかんがい計画地域内に気象観測所を又La Ngu河本流の下流部に流量観測所を夫々1ヶ所設置する必要がある。

d) 水質調査；

La Ngu河の本流及び支流Lam Lon川の水質調査の実施

e) 地下水調査；

地下水の利用可能性の調査の実施

f) 土壌調査；

かんがい計画地域全般に亘る土地分類図の作成

g) 農業経済調査；

現Studyより更に精密な農家の経営実態の把握、農産加工やMarketing等に関する諸調査の実施

Table 13-1 Principal Agriculture Statistic of Changwat Satun (1971)

Amphoe	Total area of holdings (rai)	Poddy (rai)	Orchard (rai)	Field crops (rai)	Tree crops (rai)	Vegetables (rai)
			1/	2/	3/	4/
Muang	91,658	53,681	11,595	2,019	23,833	530
La Ngu	71,688	20,958	7,730	13,127	27,094	2,779
Sub-Amphoe Kuan Kualong	83,587	24,400	15,828	16,651	25,661	1,047
Sub-Amphoe Tungwa	17,372	4,707	570	1,120	10,875	100
Changwat Total	264,305	103,746	35,723	32,917	87,463	4,456
(%)	(100.0)	(39)	(14)	(12)	(33)	(2)

Note: 1/ . Mango, Durian, Tangerine, Rumbutan, Mangosteen, Pomelo, Banana, Jack fruit, etc.
 2/ . Field corn, Ground nut, Mungbean, Soybean, Sesame, upland rice, Cassava, Pineapple, Potato, Watermelon, etc.
 3/ . Rubber, Coconut, Kapok, Coffee, Pepper, Tamarind, etc.
 4/ . Bell pepper, Bird pepper, Sweet coan, Tomato, Cabbage, Shallot, Cucumber, Pumpkin, etc.

Table 13-2 Total Area of Holdings, by Land Use by Amphoe

Amphoe	Total area of holdings (rai)	Arable land						Land in tree crops	Pasture land	Woodland	Other land			
		Land in crops		Fallow and other arable land		Area (rai)	%							
		Total	Irrigated	Area (rai)	%									
	Area (rai)	%	Area (rai)	%	Area (rai)	%	Area (rai)	%	Area (rai)	%				
Changwat Total	240,406	27.5	3,060	1.3	10,291	4.3	124,750	51.9	2,175	0.9	30,085	12.5	6,970	2.9
Muang	165,401	25.7	2,580	1.6	8,217	5.0	87,588	53.0	1,456	0.9	20,691	12.5	4,895	3.0
La Ngai	56,665	35.0	253	0.4	1,387	2.4	27,913	49.3	618	1.1	5,197	9.2	1,722	3.0
King Amphoe Tungwa	18,540	20.8	227	1.2	627	3.4	9,249	50.4	101	0.6	4,197	22.9	353	1.9

Excludes holding under 2 rai

Source : Census of Agriculture 1963

Table 13-3 Area of Land Holding by Size in Changwat Satun

Amphoe Area Size	Muang		La Ngu		King Amphoe Tungwa		Changwat Total	
	Area (rai)	%	Area (rai)	%	Area (rai)		Area (rai)	%
under 9.9	1,886	25	1,127	35	221	29	3,234	28
10 - 29.9	3,949	53	1,657	51	350	45	5,956	52
30 - 54.9	1,261	17	371	11	142	18	1,774	15
55 over	372	5	91	3	63	8	526	5
Total	7,468	100	3,246	100	776	100	11,490	100

Source: Census of Agriculture 1963 (Changwat Satun)

Table 13-4 Number and Area of Land Holding in Changwat Satun

	Total Holdings	Owner	Cash return	Crop return	Others
Changwat Total	11,490 (240,475)	11,166 (238,049)	15 (32)	17 (132)	292 (2,262)
Muang	7,468 (165,451)	7,255 (163,725)	8 (25)	11 (114)	194 (1,587)
La Ngu	3,246 (56,681)	3,160 (56,065)	5 (5)	1 (3)	80 (608)
King Amphoe Thungwa	776 (18,343)	751 (18,259)	2 (2)	5 (15)	18 (67)

(): Area in rai

Source: Census of Agriculture 1963 (Changwat Satun)

Table 13-5 Average Agriculture Cash Income of Changwat Satun

Unit: B

Farm Type and Changwat	Type of Income by Farm					Total
	Rice	Oil crops	Fruits	Rubber	Livestock Others	
<u>Rubber Cultivation Farm</u>						
Satun	-	132.31	133.58	769.85	124.38	0.38
						1,160.50

Source: Economic Survey of Agricultural Family 1970 - 1971, Agriculture Economic Division.

Table 13-6 Average Agriculture Cash Expenses of Changwat Satun

Unit: B

Type of Farm	Average Agriculture Cash Expenses								
	Seed Fertilizer	Insecte- cide	Mainte- nance cost	Labor wages	Tools and Equipment	Livestock food	Animal cost	Land rental cost	Taxes Interest Total
<u>Rubber Culti- vation Farm</u>									
Satun	3.85	140.69	0.23	263.42	204.38	-	39.23	28.65	-
									48.35
									-
									728.81

Source: Economic Survey of Agricultural Family 1970 - 1971, Agriculture Economic Division.

Table 13-7 Holdings, Areas and Production of Principal Crops in Changwat Satun

Principal Crops	Total holdings	Holdings reporting	Planted area (rai)	Harvested area (rai)	Number of trees	Average Yield (kg)			Ave. No. of trees per holding reporting
						Number of bearing trees	Planted area	Harvested area	
Rice (All Kinds)	11,325	9,940	66,487	61,462		143.4	160.5		
Fresh Chilli	11,490	81	89					1.1	
Watermelon	11,490	89	252					2.8	
Stem Vegetable	11,490	68	82					1.2	
Root Crop	11,490	81	103					1.3	
Fruit Bearing Vege.	11,490	285	477					1.7	
Rubber	11,490	7,839			5,689,533	1,722,454	1.44		726
Coconut	11,490	8,835			249,929	163,692			28
Durian	11,490	2,404			32,144	16,878			13
Mango	11,490	5,271			20,689	8,801			4
Sugarcane	11,490	206			638	278			3
Rambutan	11,490	3,338			31,673	16,334			9
Oranges	11,490	4,426			53,510	14,614			12
Lime	11,490	4,270			11,716				3
Tamarind	11,490	3,752			6,081				2
Jack fruit	11,490	6,073			44,015				7
Betal-nut	11,490	5,537			83,256				15
Kapok	11,490	4,619			20,999				5
Coffee	11,490	281		179					
Pine apple	11,490	440		369					
Banana	11,490	1,473		1,949					
									36
									409 fruit
									369

Source: Census of Agriculture 1963 (Changwat Satun)

Table 13-8 Statistic of Tree Crops in Changwat Satun (1973)

Tree Crops	Area plated (rai)	Average Yield
Rubber	109,896	$\frac{1}{2}$ (6 -- 8 gram/rai (Native Variety) 2 -- 3 kg/rai (Improve Variety)
Coconut	22,751	1,000 nut/rai
Kapok	480	100 kg/rai
Lemon	1,288	3,000 -- 4,000 fruit/rai
Coffee	966	100 kg/rai
Pepper	176	400 -- 500 kg/rai
Tamarind	325	400 -- 800 kg/rai
Oil palm	12,000	-- (no yield available)
Tangerine	4,466	100 -- 200 fruit/rai
Mangoes	250	100 fruit/rai
Durian	3,560	25 -- 50 fruit/rai
Rambutan	6,679	1,000 -- 2,000 fruit/tree
Mangosteen	25	600 -- 1,000 fruit/tree
Pomelo	45	40 -- 70 fruit/tree
Banana	2,821	4,500 fruit/rai
Banana	9,870	6,000 fruit/rai (Baby Banana)
Lanut	723	1,000 -- 2,000 fruit/tree
Custard apple	20	10 -- 20 fruit/tree
Jack fruit	917	10 -- 20 fruit/tree (Native)
Gnave	152	100 -- 250 fruit/tree
Lanset	189	120 -- 150 fruit/tree
Orange	105	500 -- 700 fruit/tree
Jack fruit	2,517	20 -- 50 fruit/tree
Cashew nut	816	800 seed/tree
Total	181,037 rai	

Note: $\frac{1}{2}$ The average yield of Changwat Satun is extremely low with that of other Changwats.

Table 13-9 Statistic of Upland Crops in Changwat Satun

	Cropping year 1972			Average yield per rai (1968)	
	Area planted (rai)	Average yield per rai		Changwat Satun	Southern region
Upland Crops	31,281				
Sweet Corn	4,449	4,500 -	6,000 ears	250 kg	311 kg
Peanut	1,470	150 -	200 kg	160 kg	203 kg
Mung-bean	494	150 -	200 kg		
Soy-bean	-				
Sorghum	25				
Sesame	-				
Upland Rice	13,809	200 -	300 kg	260 kg	
Castor-bean	82				
Chewing Came	1,490				
Cassava	2,070	2,000 -	4,000 kg	1,200 kg	1,684 kg
Pine apple	1,331	1,500	nut	1,500 kg	1,561 kg
Sweet Potatoes	3,345	1,400 -	2,000 kg	1,500 kg	970 kg
Watermelon	2,091	2,000 -	3,000 nut	900 kg	1,297 kg
Tabacco	50				
Vegetables	575				

Table 13-10 Planted Area and Average Yield by Crops in 1972

Crops	Planted area in rai	Average yield per rai (kg)	Crops	Planted area in rai	Average yield per rai (kg)
Rice	22,856	280	Oil Palm	7,200	2,000 ^{1/}
Banana	12,843	700	Coconut	2,150	900 nut
Beans	1,676	180	Rubber	4,650	45
Sweet Corn	3,402	360	Jack fruit	1,820	500
Pine apple	2,901	1,200	Mangoes	1,548	1,250
Others	1,284		Rambutan	1,432	1,500 fruit
			Others (Durian, Orange)	4,173	
Total	44,962		Total	22,973	

Note: ^{1/} Fresh fruits bunches

Table 13-11 Statistic of Livestock in 1972

Buffalows	64
Cattles	1,480
Pigs	3,180
Chicken	19,860
Ducks	310

Table 13-12 Annual Average Gross Income per Family in Settlement Project Area

Crop Year	Average Family Income (฿)	Crop Year	Average Family Income (฿)
1967	8,190	1970	9,980
1968	9,620	1971	10,260
1969	9,575	1972	10,430

Note: Average gross income per family expected at the planning stage of the Project was 7,200 Baht.

Table 13-13 Principal Factories and Public Facilities in Settlement Project Area in 1972

Rice Mill (Diesel)	6	School	13
Saw Mill	1	Residence for Teacher	26
Block Smith	3	Head Office	2
Access Road	250 km	Wells	78
Ratelite Road	90 "	Tank Irrigation System	1
Paved Road	4 "	Local Market	7
		Small Store	60
		Electric Facility (Diesel)	3
		(Total 47 KW)	

Table 13-14 Physical and Chemical Characteristic of Soil Samples

Serial number of sample	Site of sample	Top soil		Chemical characteristic										NaCl %	Remarks
		Texture	Colour	pH	NH ₄ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	P ₂ O ₅ mg/l	K ₂ O mg/l	Phosphate absorption	C/O %	Al ₂ O ₃ mg/l	MgO mg/l	Mn ₂ O ₃ p.p.m.		
1	upland	Sandy loam	Gray	5.0	Less than 1.0	Less than 1.0	0.1	3.0	600	Less than 0.07	10	Less than 5	More than 10	-	Laterite contained
2	Paddy	Sandy loam	Gray	4.5	Less than 1.0	-	0.1	1.5	1,000	Less than 0.07	35	Less than 5	More than 5	-	
3	Paddy	Loamy clay	Dull orange	4.5	2.5	-	0.1	3.0	700	Less than 0.07	13	Less than 5	More than 5	-	
4	Upland	Loam	Light brown	5.0	Less than 1.0	-	0.1	5.5	700	Less than 0.07	15	Less than 5	More than 10	-	
5	Upland	Loam	Light brown	5.0	2.5	-	0.1	3.0	850	Less than 0.07	15	Less than 5	More than 5	-	Laterite contained
6	Paddy	Sandy loam	Light brown	4.7	Less than 1.0	-	0.1	3.0	700	Less than 0.07	20	Less than 5	More than 10	-	
7	Upland	Loam	Dull brown	4.7	Less than 1.0	-	0.1	3.0	950	0.10	15	10	More than 25	-	
8	Paddy	Sandy loam	Gray	4.5	-	-	0.1	3.0	600	0.10	20	10	-	-	
9	Upland	Sandy loam	Dull brown	5.2	Less than 1.0	-	0.1	3.0	850	0.10	10	Less than 5	More than 5	-	Laterite contained
10	Upland	Loam	Gray	4.6	Less than 1.0	-	0.1	More than 30	600	0.15	17	10	More than 25	-	

Note: 1/ mg. per 100 gr. solis.

Table 13-15 Agricultural Earning without Project and with Project

Unit: ₪ / rai

	Existing farm land				Newly reclaimed farm land			
	Gross earning	Production cost	Net earning	Profit	Gross earning	Production cost	Net earning	Profit
Paddy Rice	(without project)	345	220	125	115	-	-	240
	(with project)	560	320	240		560	320	240
Upland Crops	(without project)	320	160	160	300	-	-	460
	(with project)	780	320	460		780	320	460
Fruit Crops	(without project)	850	280	570	230	-	-	-660
	(with project)	1,350	550	800		1,210	550	660
Oil Palm	(without project)	1,900	980	920	430	-	-	1,090
	(with project)	2,530	1,180	1,350		2,270	1,180	1,090
Pine apple	(without project)	630	280	350	330	-	-	680
	(with project)	1,050	370	680		1,050	370	680

Table 13-16 Consumptive-use by Blaney-Criddle Method

	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total	Average
Monthly Mean Temperature \bar{t} ($^{\circ}$ C)	29.1	28.3	27.6	27.2	27.2	27.0	27.0	26.7	26.5	26.7	27.7	28.7	27.5	27.5 $^{\circ}$ C
" "	84.38	82.94	81.68	80.96	80.96	80.60	80.60	80.06	79.70	80.06	81.86	83.66		
Daylight Hours $\frac{2}{P} = (\%)$	8.33	8.73	8.50	8.77	8.66	8.24	8.38	7.99	8.20	8.22	7.52	8.46	100%	
Consumptive-use Factor (E-T/P) (inches)	7.03	7.24	6.94	7.10	7.01	6.64	6.75	6.40	6.55	6.58	6.16	7.08		
Consumptive-use Factor (mm/month) (K = 1.0)	178.6	183.9	176.3	180.3	180.3	168.7	171.5	162.6	166.4	167.1	156.5	179.8	2,072.0	5.7 mm/day
Consumptive-use of Paddy Rice (K = 0.9)	160.7	165.5	156.7	162.3	162.3	151.8	154.4	146.3	149.8	150.4	140.9	161.8	1,864.9	5.1 mm/day
Consumptive-use of Upland and Tree Crops (K = 0.65)	116.1	119.5	114.6	117.2	115.7	109.6	111.4	105.7	107.3	108.6	101.7	116.9	1,344.3	3.7 mm/day

Note: \bar{t} : Monthly Mean Temperature at Chaengwat Trang (from 1951 to 1970)

$\frac{2}{P}$: Percent Daylight Hours at Lat. 7 $^{\circ}$ 00' N.

K: Seasonal Consumptive-use Coefficient

Table 13-17 Water Requirement for Paddy Field, 1st Crop (Paddy Rice)
2nd Crop (Upland Crops)

(per 6,250 rai or 1,000 ha)

	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total	Average	
Water Requirement (10^5 cu.m) (mm)	116.1	119.5	124.2	1,664.1	3,224.7	2,418.0	2,474.0	2,368.0	1,214.0	108.6	101.7	116.9	13,482.0	562.8	3.7 mm/day
Rainfall (Water Year 1953)	155.7	211.8	178.6	207.7	255.4	282.4	346.7	238.8	60.2	55.3	20.8	83.1	2,076.5		
Available Rainfall Rate	50	50	75	70	70	70	55	50	50	50	50	50			
Available Rainfall (10^3 cu.m) (mm)	77.9	105.9	111.2	258.7	1,788.0	1,977.0	1,907.0	1,194.0	150.5	17.7	10.4	41.6	7,281.4	283.5	
Net Water Requirement (10^5 cu.m) (10^3 cu.m)	382.0	68.0	113.0	1,410.4	1,436.7	441.0	567.0	1,169.0	1,063.5	454.5	918.0	753.0	6,200.6	2,570.5	2.05 mm/day
Net Water Requirement (cu.m/sec) (cu.m/sec)	0.147	0.025	0.087	0.526	0.526	0.170	0.212	0.451	0.397	0.170	0.377	0.281			0.361 0.197
Division Water Requirement (cu.m/sec) (cu.m/sec)	0.281	0.048	0.116	0.702	0.715	0.227	0.282	0.601	0.529	0.323	0.719	0.536			0.481 0.375
	(Upland Crops)						1st Crop (Paddy Rice)						2nd Crop		

Table 13-18 Water Requirement for Upland and Tree Crops

(Per 6,250 rai or 1,000 ha)

	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total	Average
Water Requirement (mm)	116.1	119.5	114.6	117.2	115.7	109.6	111.4	105.7	107.3	106.6	101.7	116.9	1,344.3	3.7 mm/day
Rainfall (Water Year 1953) (mm)	155.7	211.9	178.6	207.7	255.4	282.4	346.7	238.8	60.2	35.3	20.8	83.1	2,076.5	
Available Rainfall (mm)	77.9	105.9	89.3	103.8	127.7	141.2	173.3	119.4	30.1	17.7	10.4	41.6	1,038.3	
Net Water Requirement (mm)	38.2	15.6	25.3	13.4	0	0	0	0	77.2	90.9	91.3	75.3	425.2	
Net Water Requirement (10^3 cu. m)	382.0	136.0	253.0	134.0	0	0	0	0	772.0	909.0	913.0	755.0	4,252.0	
Net Water Requirement (cu. m/sec)	0.147	0.051	0.098	0.139	0	0	0	0	0.288	0.339	0.377	0.281		0.142 cu. m/sec.
Diversion Water Requirement (cu. m/sec)	0.281	0.097	0.186	0.095	0	0	0	0	0.349	0.646	0.719	0.536		0.257 cu. m/sec.

Table 13-19 Total Diversion Water Requirement for Plan-A, Scheme A-1

Unit: Cu.m./sec.

Region	Irrigable Area rai (ha)	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Average
<u>Left Side of La Ngu River</u>														
Kuan Kualong	14,000 (2,240)	0.405	0.101	0.305	1.184	1.144	0.363	0.451	0.962	1.197	0.671	1.035	0.772	
Nikhom Farmna	37,800 (6,048)	1.700	0.587	1.125	0.575	0	0	0	0	3.320	3.907	4.349	3.242	
Sub-total	51,800 (8,288)	2.105	0.688	1.430	1.759	1.144	0.363	0.451	0.962	4.517	4.578	5.384	4.014	
Thungwa (Oil palm Farm)	15,120 (2,419.2)	0.680	0.235	0.450	0.230	0	0	0	0	1.328	1.563	1.739	1.296	
Sub-total	66,920 (10,707.2)	2.785	0.923	1.880	1.989	1.144	0.363	0.451	0.962	5.845	6.141	7.123	5.310	
Newly Reclaimed Farmland of Upstream	4,380 (700)	0.097	0.017	0.116	0.701	0.714	0.227	0.282	0.602	0.434	0.114	0.251	0.187	
Total	71,300 (11,407.2)	2.882	0.940	1.996	2.690	1.858	0.590	0.733	1.564	6.279	6.255	7.374	5.497	3.203
<u>Right Side of La Ngu River</u>														
Newly Reclaimed Farmland of Downstream	18,850 (3,016)	0.680	0.183	0.530	1.901	1.531	0.486	0.606	1.290	1.958	1.213	1.617	1.206	
Thungwa (Fine apple Farm)	25,200 (4,032)	1.133	0.391	0.750	0.383	0	0	0	0	2.214	2.605	2.899	2.161	
Sub-total	44,050 (7,048)	1.763	0.574	1.280	2.284	1.531	0.486	0.606	1.290	4.172	3.818	4.516	3.367	
Newly Reclaimed Farmland of Upstream	5,000 (800)	0.112	0.019	0.133	0.802	0.817	0.259	0.328	0.688	0.606	0.130	0.288	0.213	
Total	49,050 (7,848)	1.875	0.593	1.413	3.086	2.348	0.745	0.934	1.978	4.778	3.948	4.804	3.580	2.499

Table 13-20 Total Diversion Water Requirement for Plan-A, Scheme A-2

Unit: cu.m./sec

Region	Irrigable Area rai (ha)	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Average
Left Side of La Ngi River														
Kuan Kurlong	14,000 (2,240)	0.405	0.101	0.305	1.164	1.144	0.363	0.451	0.962	1.197	0.671	1.055	0.772	
Nikhom Parana	37,800 (6,048)	1.700	0.537	1.125	0.575	0	0	0	0	3.320	3.907	4.349	3.242	
Sub-total	51,800 (8,288)	2.105	0.638	1.430	1.759	1.144	0.363	0.451	0.962	4.517	4.578	5.384	4.014	2.269
Thungwa (Oil palm Farm)	15,120 (2,419.2)	0.680	0.235	0.450	0.230	0	0	0	0	1.328	1.563	1.739	1.296	
Total	66,920 (10,707.2)	2.785	0.923	1.880	1.989	1.144	0.363	0.451	0.962	5.845	6.141	7.123	5.310	2.890

Right Side of La Ngi River														
Newly Reclaimed Farm- land of Downstream	18,850 (3,016)	0.630	0.183	0.530	1.901	1.531	0.486	0.606	1.290	1.958	1.213	1.617	1.206	
Thungwa (Pine apple Farm)	25,200 (4,032)	1.133	0.391	0.750	0.333	0	0	0	0	2.214	2.605	2.899	2.161	
Total	44,050 (7,048)	1.763	0.574	1.280	2.234	1.531	0.486	0.606	1.290	4.172	3.818	4.516	3.367	2.131

Table 13-21 Total Diversion Water Requirement for Plan-B, Scheme B-1

Region	Irrigable area rai (ha)	Unit: cu.m./sec.												Average
		Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	
Kuan Kulong	14,000 (2,240)	0.405	1.101	0.305	1.184	1.144	0.363	0.451	0.962	1.197	0.671	1.035	0.772	
Nikhom Patana	37,800 (6,048)	1.700	0.587	1.125	0.575	0	0	0	0	3.320	3.907	4.349	3.242	
Total	51,800 (8,288)	2.105	0.688	1.430	1.759	1.144	0.363	0.451	0.962	4.517	4.578	5.384	4.014	2.269

Thungwa (Oil palm Farm)	15,120 (2,419.2)	0.680	0.235	0.450	0.230	0	0	0	0	1.328	1.563	1.739	1.296	0.621

Newly Reclaimed Farmland of Downstream	18,880 (3,016)	0.630	0.183	0.530	1.901	1.531	0.486	0.606	1.290	1.958	1.213	1.617	1.206	
Thungwa (Pine apple Farm)	25,200 (4,062)	1.133	0.391	0.750	0.383	0	0	0	0	2.214	2.605	2.899	2.161	
Total	44,000 (7,048)	1.763	0.574	1.280	2.284	1.531	0.466	0.606	1.290	4.172	3.818	4.516	3.367	2.757

Table 13-22 Annual Benefits of Plan A, Scheme A-1

Region	Main crops	Existing farmland			Newly reclaimed farmland			Total Profit (1,000 B)
		Planting area (rai)	Profit per rai (B)	Profit (1,000 B)	Planting area (rai)	Profit per rai (B)	Profit (1,000 B)	
Left Side of La Ngu River								
Kuan Kualong	Transplanting rice	5,680	115	653.2	4,320	240	1,036.8	1,690.0
	Upland crops	7,400	300	2,220.0	5,600	460	2,576.0	4,796.0
Nikhom Pattana	Upland crops	15,760	300	4,728.0	5,840	460	2,686.4	7,414.4
	Fruit crops	19,710	230	4,533.3	7,290	660	4,811.4	9,344.7
Thungwa (Oil palm Farm)	Upland crops	5,180	300	1,554.0	3,460	460	1,591.6	3,145.6
	Oil palm	6,480	430	2,786.4	4,320	1,090	4,708.8	7,495.2
Newly Reclaimed Farmland of Upstream	Transplanting rice	-	-	-	4,380	240	1,051.2	1,051.2
	Upland crops	-	-	-	2,190	460	1,007.4	1,007.4
Sub-total		60,210		16,474.9	37,400		19,469.6	35,944.5
Right Side of La Ngu River								
Newly Reclaimed Farm-land of Downstream	Transplanting rice	6,250	115	718.7	2,500	240	600.0	1,318.7
	Upland crops	3,125	300	937.5	6,550	460	3,013.0	3,950.5
	Fruit crops	-	-	-	4,800	660	3,168.0	3,168.0
Thungwa (Pine apple Farm)	Upland crops	1,720	300	516.0	12,680	460	5,832.8	6,348.8
	Pine apple	2,160	330	712.8	15,840	680	10,771.2	11,484.0
Newly Reclaimed Farm-land of Upstream	Transplanting rice	-	-	-	5,000	240	1,200.0	1,200.0
	Upland crops	-	-	-	2,500	460	1,150.0	1,150.0
Sub-total		13,255		2,885.0	49,870		25,735.0	28,620.0
Total		73,465		19,359.9	87,270		45,204.6	64,564.5

Table 13-23 Annual Benefits of Plan-A, Scheme A-2 and Plan-B, Scheme B-1

Region	Main crops	Existing farmland			Newly reclaimed farmland			Total Profit (1,000 B)
		Planting area (rai)	Profit per rai (B)	Profit (1,000 B)	Planting area (rai)	Profit per rai (B)	Profit (1,000 B)	
Left Side of La Ngu River								
Kuan Kualong	Transplanting rice	5,680	115	653.2	4,320	240	1,036.8	1,690.0
	Upland crops	7,400	300	2,220.0	5,600	460	2,576.0	4,796.0
Nikhom Pattana	Upland crops	15,760	300	4,728.0	5,840	460	2,686.4	7,414.4
	Fruit crops	19,710	230	4,533.3	7,290	660	4,811.4	9,344.7
Thungwa (Oil palm Farm)	Upland crops	5,180	300	1,554.0	3,460	460	1,591.6	3,145.6
	Oil palm	6,480	430	2,786.4	4,320	1,090	4,708.3	7,495.2
Sub-total		60,210		16,474.9	30,830		17,411.0	33,885.9
Right Side of La Ngu River								
Newly Reclaimed Farm- land of Downstream	Transplanting rice	6,250	115	718.7	2,500	240	600.0	1,318.7
	Upland crops	3,125	300	937.5	6,550	460	3,013.0	3,950.5
	Fruit crops	-	-	-	4,800	660	3,168.0	3,168.0
Thungwa (Pine apple Farm)	Upland crops	1,720	300	516.0	12,680	460	5,832.8	6,348.8
	Pine apple	2,160	330	712.8	15,940	680	10,771.2	11,484.0
Sub-total		13,255		2,885.0	42,370		25,385.0	26,270.0
Total		73,465		19,359.9	73,200		40,796.0	60,155.9

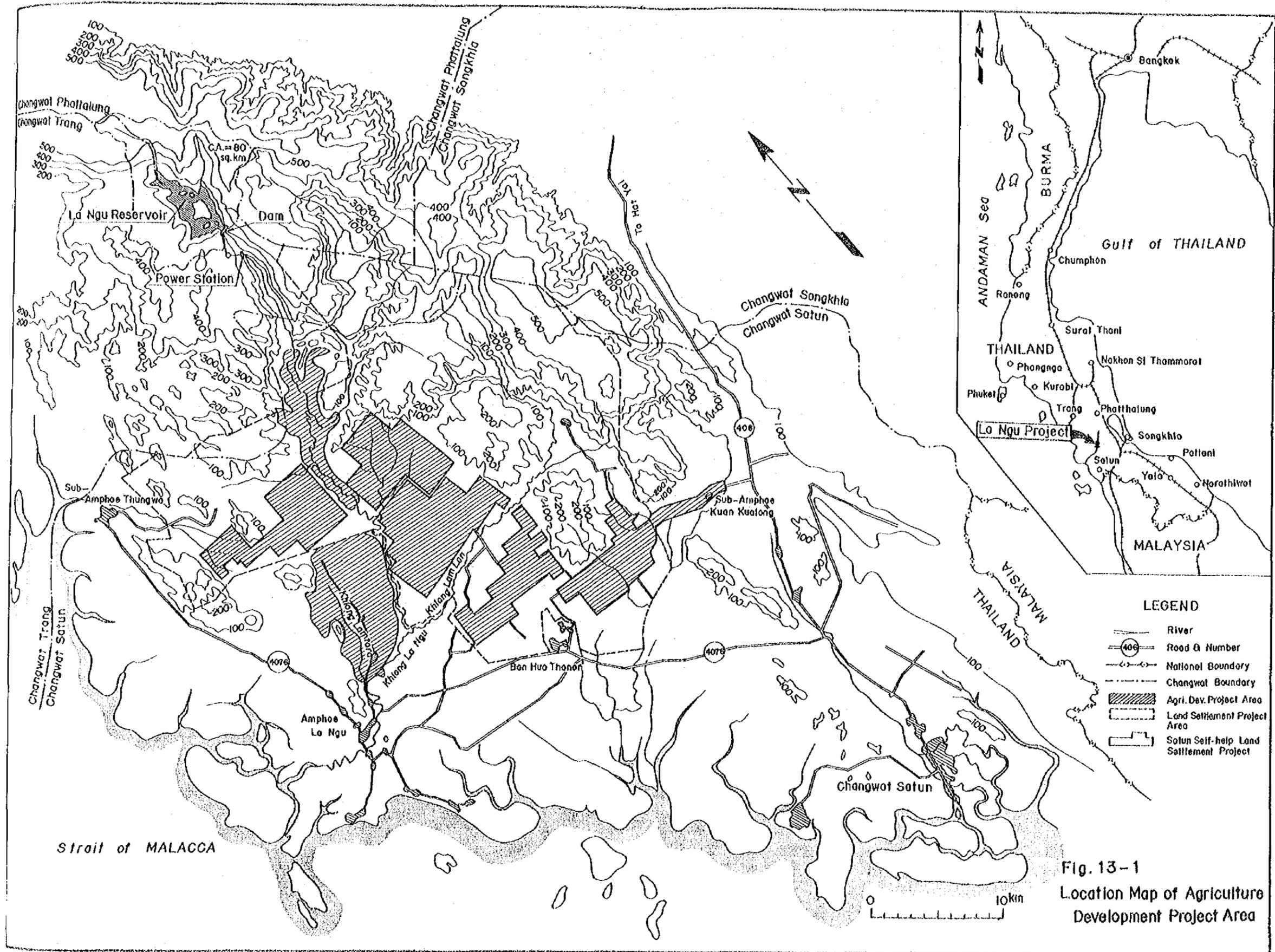
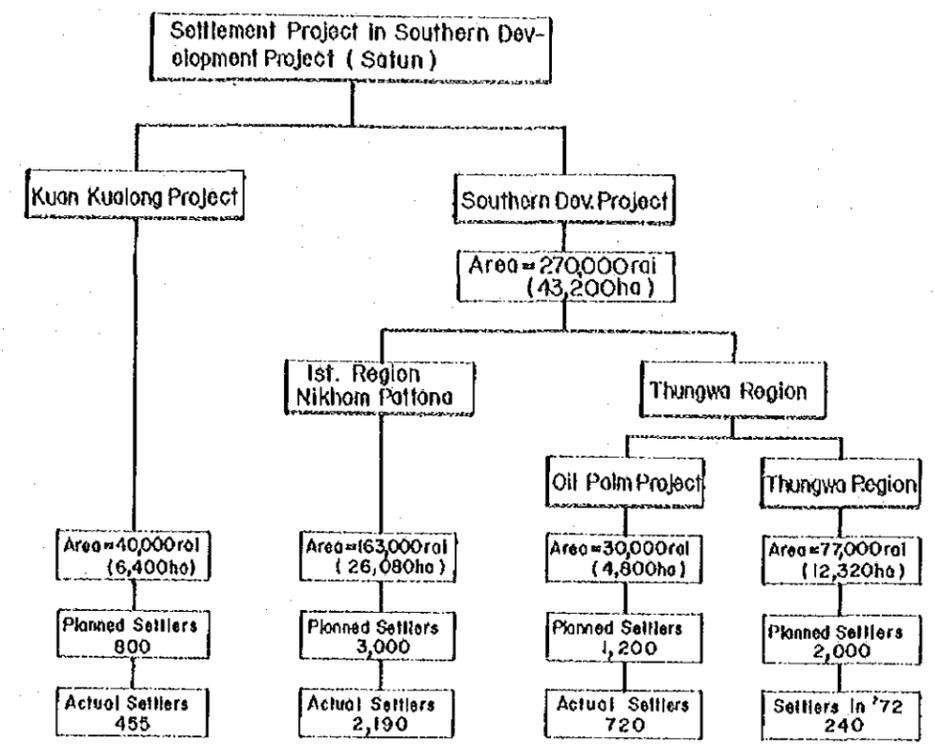
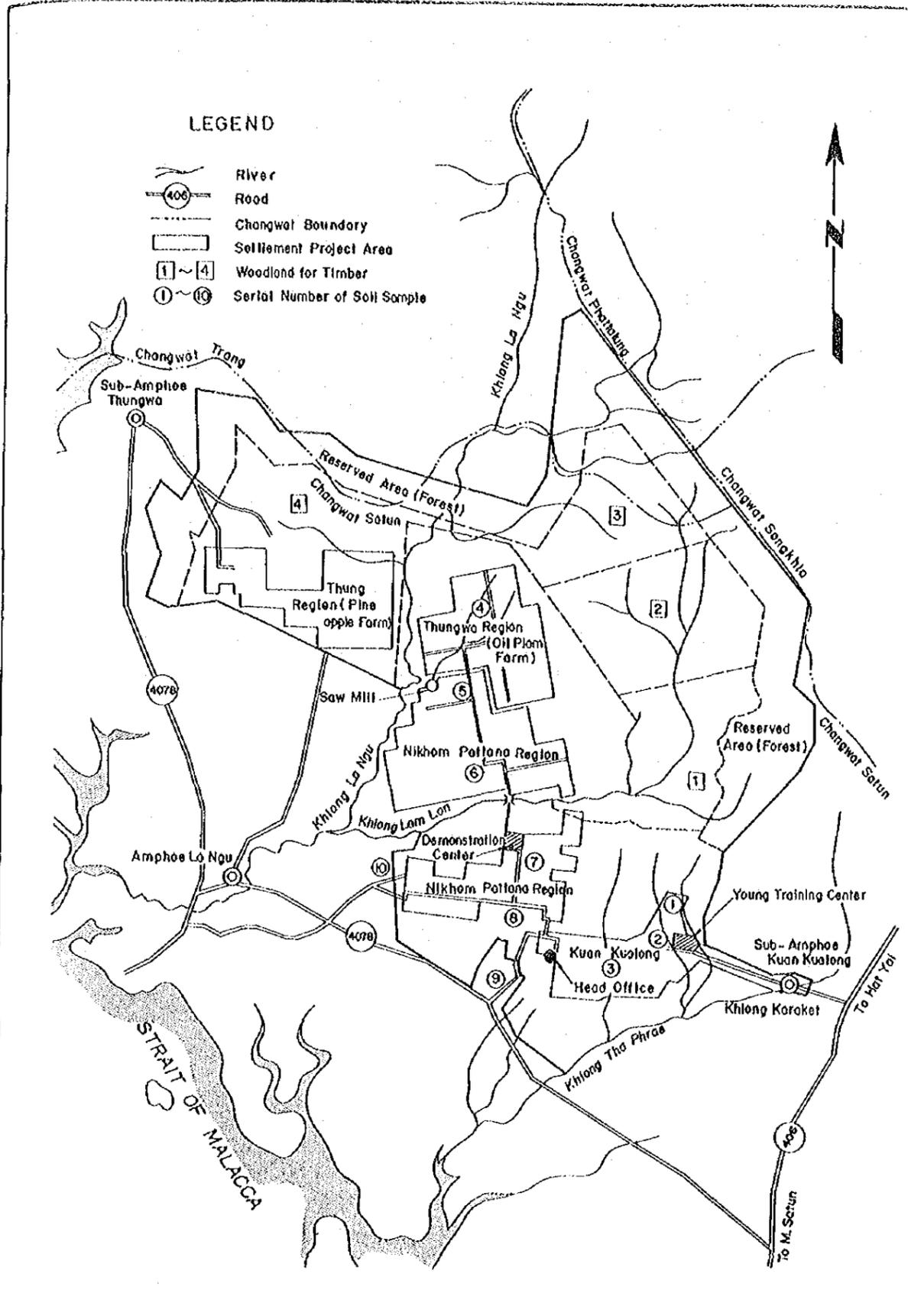


Fig. 13-1
Location Map of Agriculture
Development Project Area

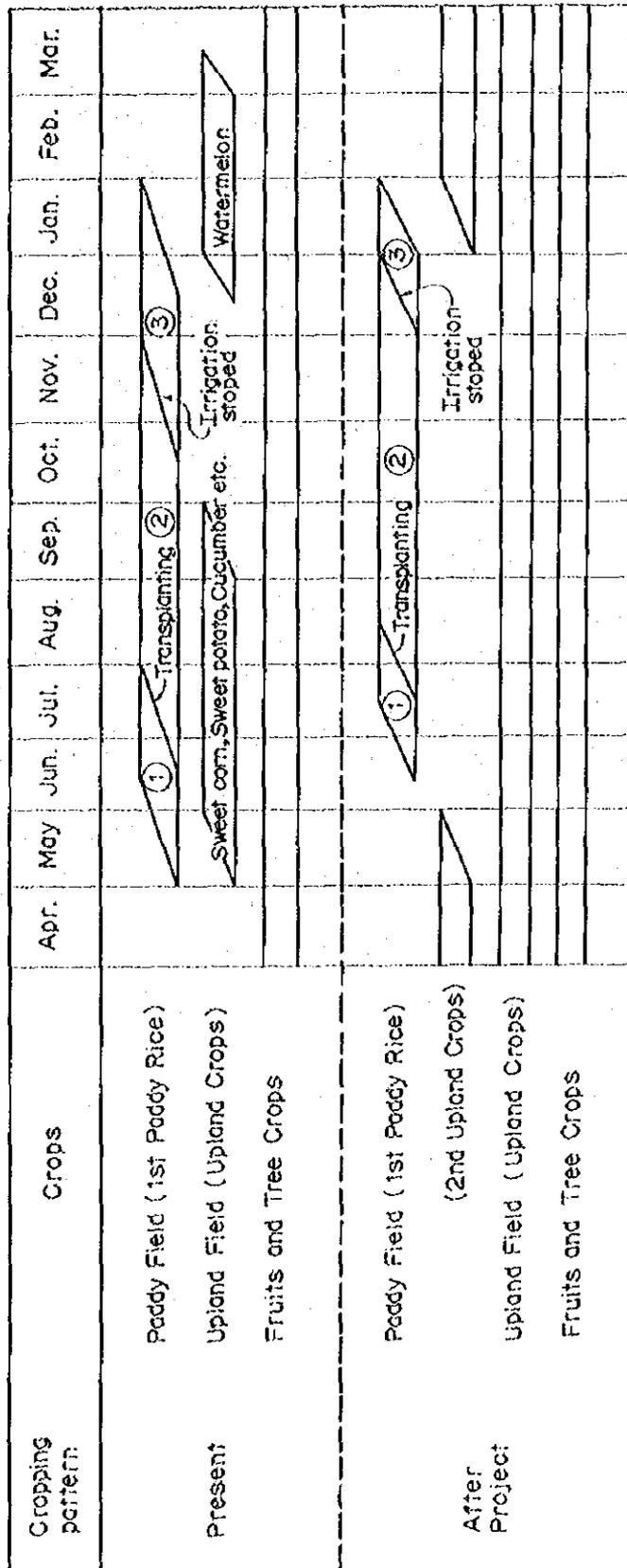


Actual Number of Family, Total Population and Allocated Area

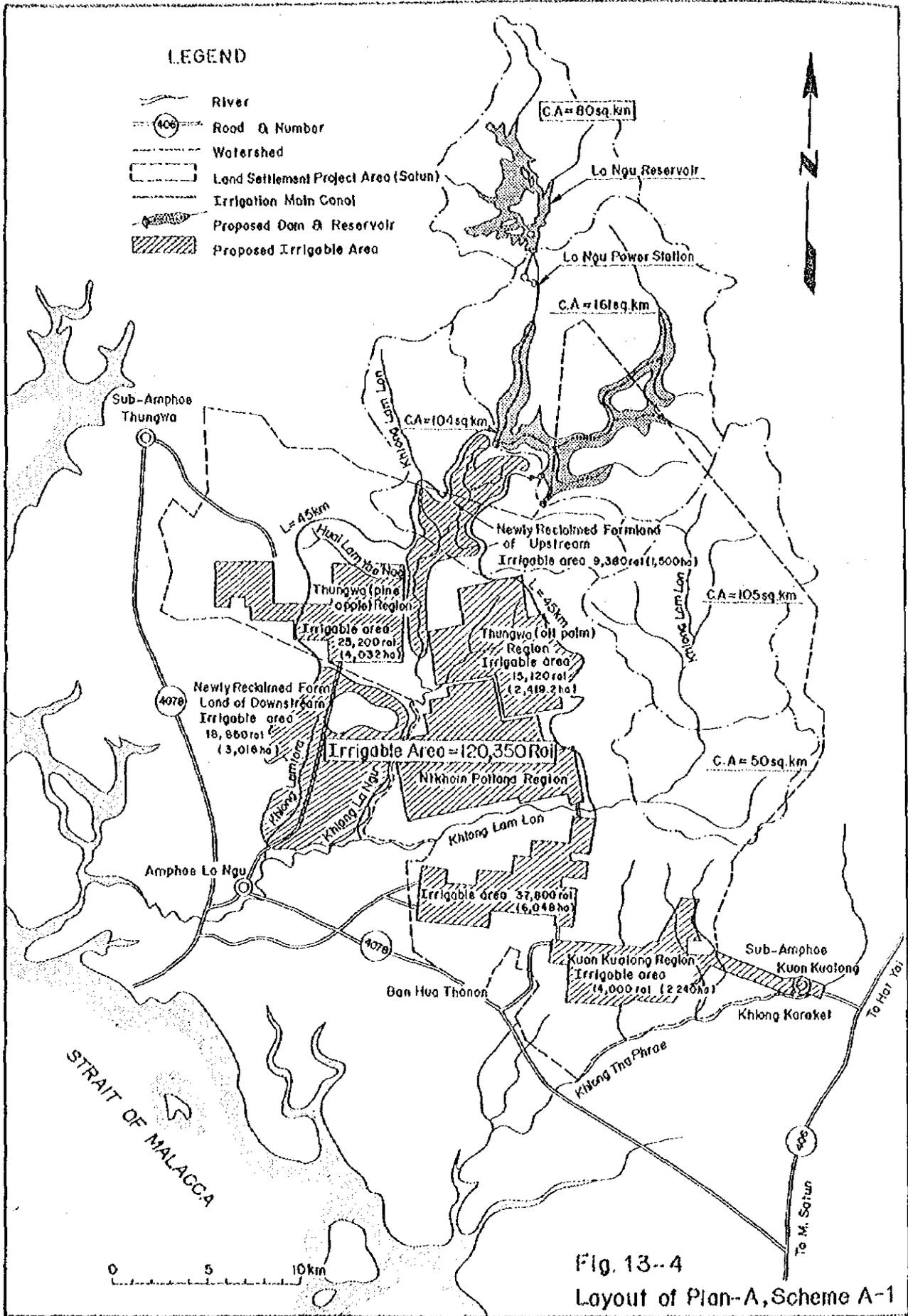
Year	No. of Family			No. of Total Population	Allocated Area (rai)
	Kuan Kulong Project	Southern Dev. Project	Total		
From 1959 to					
1964	455	0	455	2,555	11,375
1965	455	56	511	4,995	12,383
1966	455	544	999	9,050	21,167
1967	455	1,355	1,810	12,810	35,765
1968	455	2,107	2,562	14,450	49,301
1969	455	2,435	2,890	15,650	55,205
1970	455	2,675	3,130	16,870	59,525
1971	455	2,915	3,370		63,845
1972	455	3,150	3,605		68,075

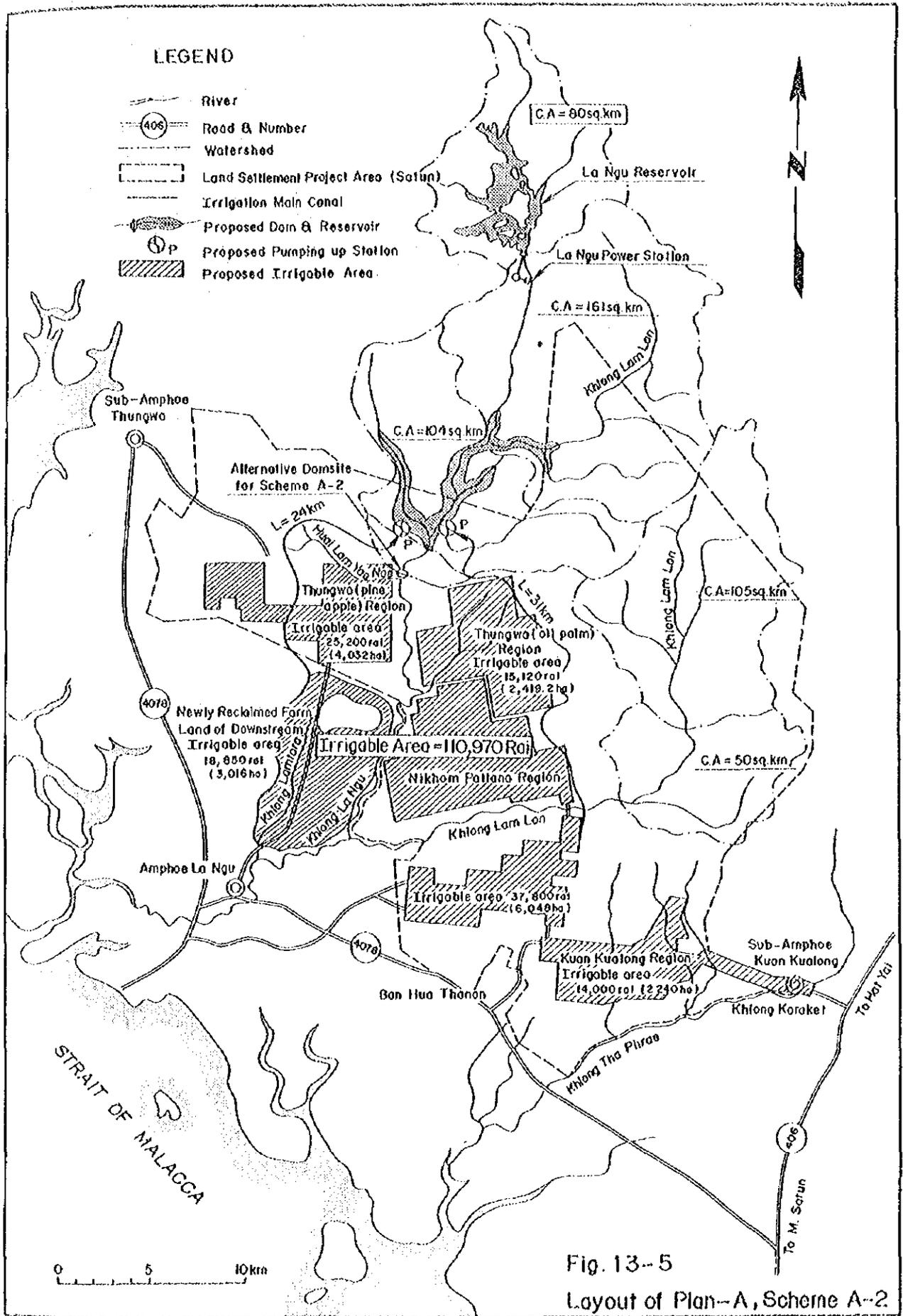
Fig. 13-2
Summary of Satun Self-help
Land Settlement Project

Fig. 13-3 Cropping Pattern at Present and After Project



Note : ① Land Preparation and Nursery Period
 ② Growing and Irrigation Period
 ③ Harvest Period





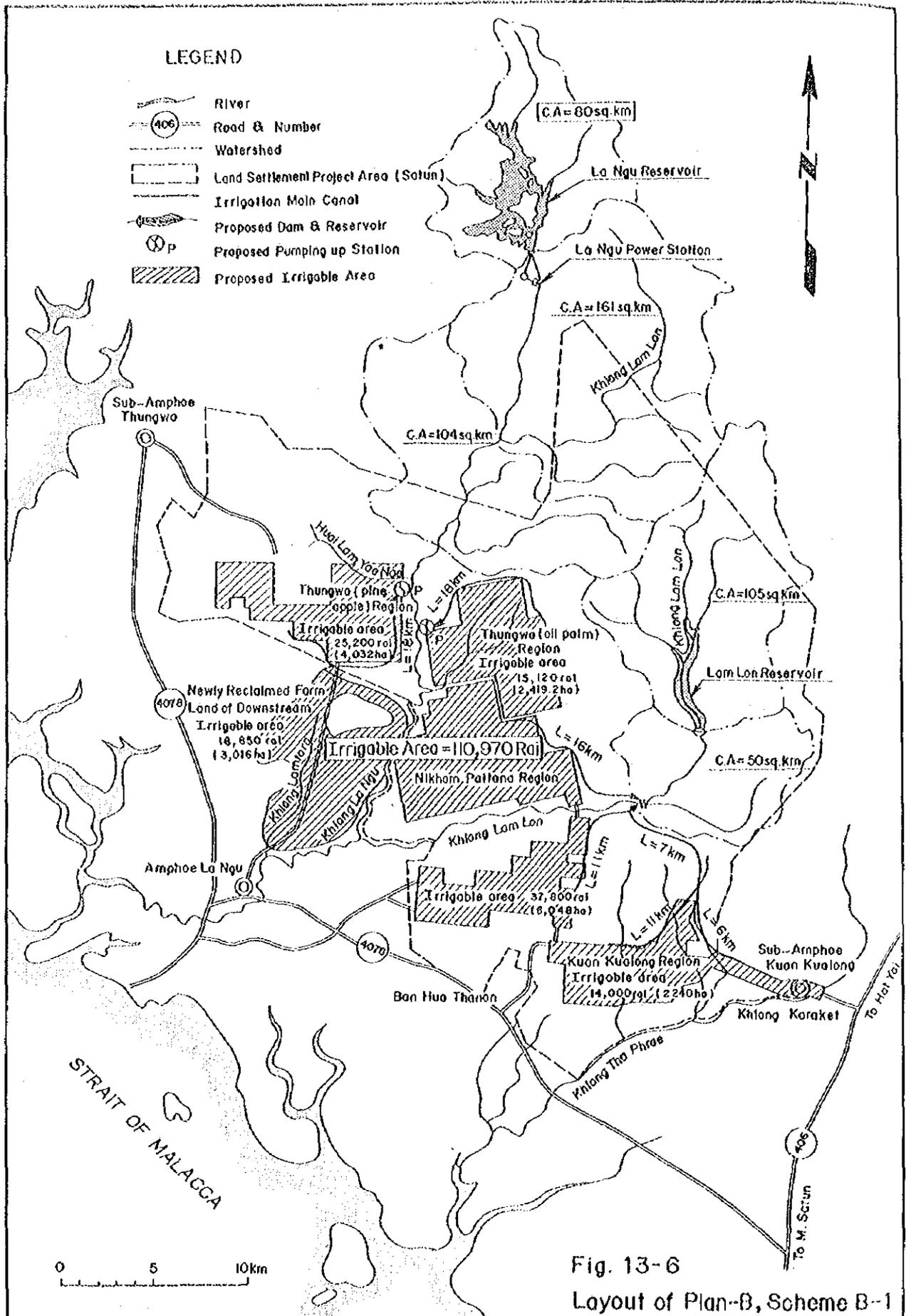


Fig. 13-6
Layout of Plan-B, Scheme B-1

附 錄

Appendix - A

基礎資料リスト

1) Existing Reports

- (a) "Hydroelectric Project of La Ngu, Preliminary Report"
SOFRELEC, May 1968
- (b) "Design flood study for Klong La Ngu Project"
National Energy Authority, August 31, 1972
- (c) "Klong La Ngu Project Hydrological Report"
National Energy Authority, June 19, 1972
- (d) "Geological Investigation Report of La Ngu Project, Satun Province"
National Energy Authority, August 1972
- (e) "Necessity and Summary of La Ngu Project" Mr. S. Nagao, a Colombo
Plan Expert, June 14, 1972
- (f) "For La Ngu Project Study" Mr. S. Nagao, a Colombo Plan Expert
May 20, 1972

2) Topographical Map

Scale of 1:50,000	13 sheets	Sheet No. 4922, 4923, 4932, 5022, 5032
Scale of 1:10,000	1 sheet	
Scale of 1:2,000	1 sheet	

<u>Changwat</u>	<u>Station</u>	<u>Period (Water year)</u>	<u>Period of Non-Record</u>
Trang	A. Muang	1952(Apr.) to 1971(Dec.)	
	A. Pallan	1956(Jul.)	1970(Mar.)
	A. Huat Yot	1954(Apr.)	1970(Mar.)
	A. Yan Ta Khao	1956(Jul.)	1970(Mar.)
	A. Sikao	1956(Jul.)	1970(Mar.)
	A. Kantang	1952(Apr.)	1970(Mar.)
	Khao Chong Rubber Station	1954(Apr.)	1970(Mar.)
	Trang Air Port	1960(Apr.)	1970(Mar.)
	Khao Chong Forest Experimental Station	1960(Apr.)	1970(Mar.)
Phatthalung	Trang	1911(Jan.)	1971(Dec.)
	A. Muang	1952(Apr.)	1972(Mar.)
	A. Khuan Khanum	1954(Apr.)	1972(Mar.)
	Khuan Kut Rice Experimental Station	1954(Apr.)	1970(Mar.)
	A. Khao Chaison	1956(Jul.)	1970(Mar.)
	RID Office, The Millam	1958(Jul.)	1970(Mar.)
	Khlong Ai, A. Khao Chaison	1963(Dec.)	1970(Mar.)
	Khlong Thachiat, A. Khao Chaison	1960(Jun.)	1963(Oct.)
Nakhon Si Thammarat	Khlong Phya Hong, A. Muang	1963(Apr.)	1968(Jun.)
	Nakhon Si Thammarat	1912(Jan.)	1965(Dec.)
Narathiwat	Narathiwat	1914(Jan.)	1965(Oct.)

(b) Daily Rainfall Data

<u>Changwat</u>	<u>Station</u>	<u>Period</u>	<u>Period of Non-Record</u>
Satun	A. Muang	1952(Apr.) to 1969(Dec.)	
	A. La Ngu	1952(Apr.) to 1969(Dec.)	
Trang	A. Muang	1952(Apr.) to 1969(Dec.)	

(c) Runoff Data

<u>Station</u>	<u>Catchment Area</u>	<u>Period</u>
Toong Nui	58.0 sq. km	1960(Apr.) to 1970(Mar.)
Ban Tha Pardu	1,801.0 sq. km	1966(Apr.) to 1971(Mar.)
A. La Ngu	80.0 sq. km	1965(May) to 1971(Dec.)

(d) Daily evaporation data

<u>Changwat</u>	<u>Station</u>	<u>Period</u>
Satun	Khlong La Ngu	1968(Sep.) to 1972(Oct.)

4) Geological Data

- (a) The report of geologic survey for La Ngu Project, Trang April 1971
(In Thai)
- (b) Boring logs and monochrome core photographs (12 holes)
Boring cores stores at site were not available for observation
- (c) Soil materials survey auger boring logs (12 holes)
- (d) Results of permeability tests in 5 core boring holes
- (e) Test results of clay core materials and concrete aggregates (1 set)

5) Electrical Data

- (a) Reports prepared by Mr. Nagao, a Colombo Plan expert "A study of
the Load Forecast"
"Power Economical analysis (for the optimum system planning)"
- (b) "Minerals production exports and domestic consumption of Thailand
(1960-1971)" prepared by Ministry of Industry
- (c) Monthly generation data (1972)
- (d) Electric Power in Thailand (1970)

6) Agricultural and economic data

- (a) Statistics
Statistical yearbook (Thailand 1970-1971)
Agricultural Statistics of Thailand (1968, 1970)
- (b) Data on land settlement
Self-help land settlement in Thailand
Annual Report (1970) Department of Public Welfare

(c) Soil survey

Reconnaissance soil survey of peninsular Thailand

Reconnaissance soil survey of rubber area in Thailand

(d) Others

The third national economic and social development plan (1972-1976)

Appendix --B

電力系統解析

電力系統解析

B.1 はじめに

南タイの115kV送電系統に関しLa Ngu発電所が運開前の1979年Peak時と選開する1980年PeakおよびNight時について以下に示す系統計算を交流計算機により行なった。

La Ngu Hydro Project送電線は0.4に述べた通りPhattalung変電所に引込むものとした。なお本計算は、南タイ単独系統として行なった。

- (1) 潮流計算 (電圧調整含む)
- (2) 送電損失
- (3) 過渡安定度

B.2 計算結果

- (1) 潮流および電圧調整

計算結果はFig.B-1, 2, 3, 4に示す。

南タイにおける大きい電力需要地はHat Yai, Phuket等の人口の多い市街地とThung Songの近くにあるOiam Cement Plantであるが、発電所が適当に南タイ全域に配置されているので1979年, 1980年とも発電機の出力, 力率および変圧器のタップを適正に選定することにより, 特に問題はないがPhuket変電所の電圧はかなり低下するので将来調相設備等を設置して, 電圧調整を行なう事が必要となろう。

1980年のNight TimeはLa Ngu 発電所を系統に入れた場合を想定して計算を行なった。

- (2) 送電損失

送電損失は(1)で行なった南タイの115kV送電系統の潮流計算の各ケースにつき計算を行なった。結果は次に示す。

1979年	Peak Time	8.7 MW (5.7%)
1980年	Peak Time	1.1 MW (6.6%)
1980年	Night Time	2.3 MW (2.7%)

- (3) 過渡安定度計算

過渡安定度計算はLa Ngu発電所が115kV送電系統に投入される前(1979年)と後(1980年)について次に示す条件のもとに計算を行なった。

- (a) 故障の種類 3線接地 (3LG)
- (b) 故障除去時間 事故点側 0.1 Secにてシャ断

相手側 0.5 Secにてしゃ断

(c) 故障区間

i) ループ系統を構成する Lampoora と Thung Song 間

ii) La Ngu と Phattalung 間

以上の条件のものに計算した結果を Table B-1 に示す。

これによると、La Ngu 線の故障時に Phuket 発電所が単独脱調となるが、他の発電機は安定である。

その他の場合はすべて安定である。

Table B-1 Results of Transient Stability

Case No.	Time	Fault Area	Fault Point	Kind of Fault	Clearing Time	Maximum Phase Angle	Judgment	Remarks	
1	1979 Peak	LAMPOORA - THUNG SONG	LAMPOORA	3LG	LAMPOORA	0.1 sec.	SURAT TEANI -	Stable	
					THUNG SONG	0.5 sec.	KRABI L 128°		
2 - 1	1980 Peak	PHATTALUNG - LA NGU	PHATTALUNG	3LG	PHATTALUNG	0.1 sec.	PHUKET	Unstable	Only Phuket P.S is Unstable
					LA NGU	0.5 sec.	L 126°		
2 - 2	1980 Peak	PHATTALUNG - LA NGU	LA NGU	3LG	LA NGU	0.1 sec.	PHUKET	Unstable	Only Phuket P.S is Unstable
					PHATTALUNG	0.5 sec.	L 126°		
2 - 3	1980 Peak	LAMPOORA - THUNG SONG	THUNG SONG	3LG	THUNG SONG	0.1 sec.	SURAT TEANI -	Stable	
					LAMPOORA	0.5 sec.	KRABI L 126°		
2 - 4	1980 Peak	LAMPOORA - THUNG SONG	LAMPOORA	3LG	LAMPOORA	0.1 sec.	SURAT TENI -	Stable	
					THUNG SONG	0.5 sec.	KRABI L 127°		
3 - 1	1981 Night	LAMPOORA - THUNG SONG	LAMPOORA	3LG	LAMPOORA	0.1 sec.	PHUKET -	Limit	
					THUNG SONG	0.5 sec.	LA NGU L 160°		
3 - 2	1981 Night	PHATTALUNG - LA NGU	LA NGU	3LG	LA NGU	0.1 sec.	PHUKET	Unstable	Only Phuket P.S is Unstable
					PHATTALUNG	0.5 sec.	L 128°		

Fig. B-1 Power Flow and Voltage Regulation

1979 Peak
Unit : MW & MVA

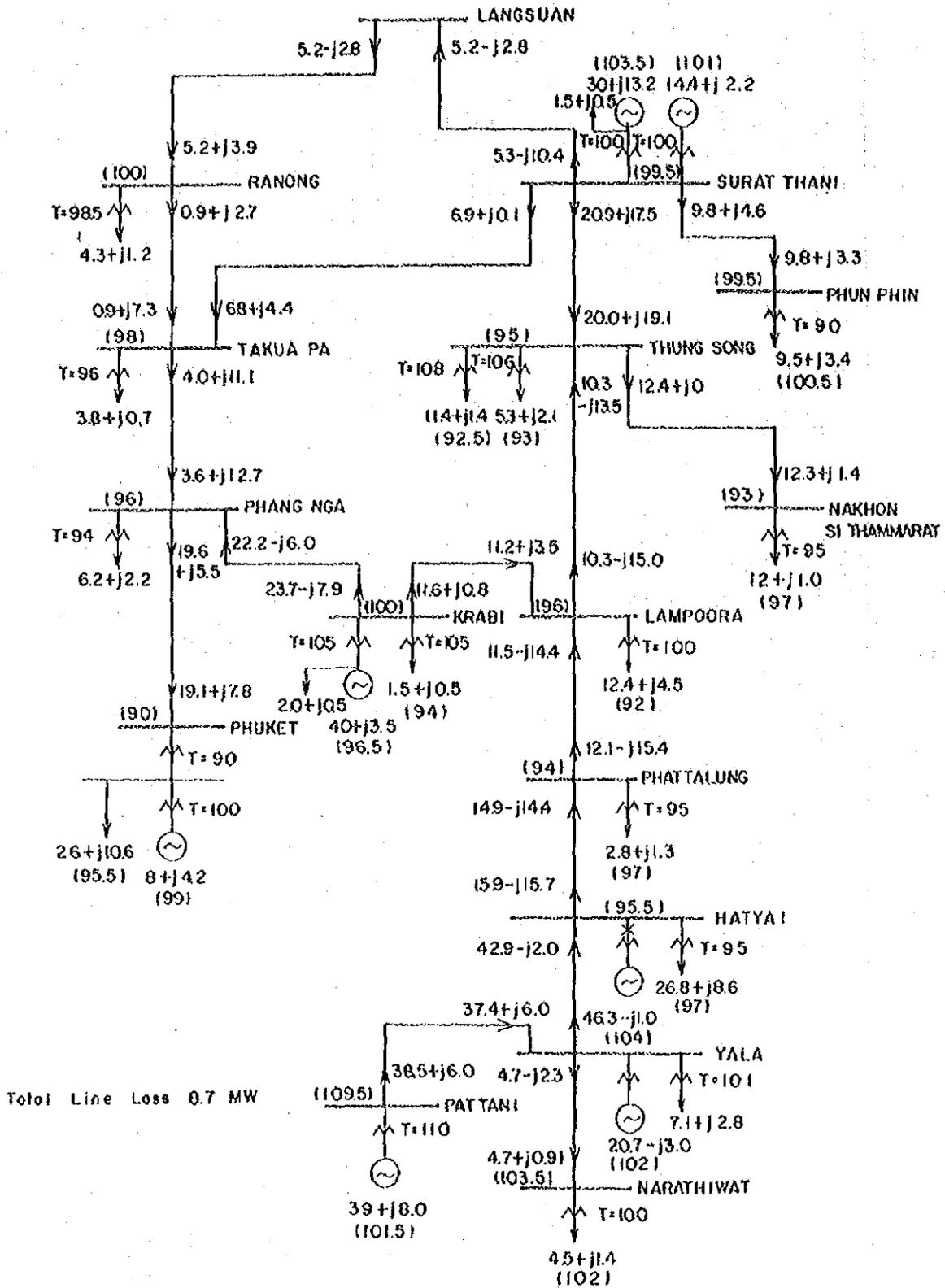
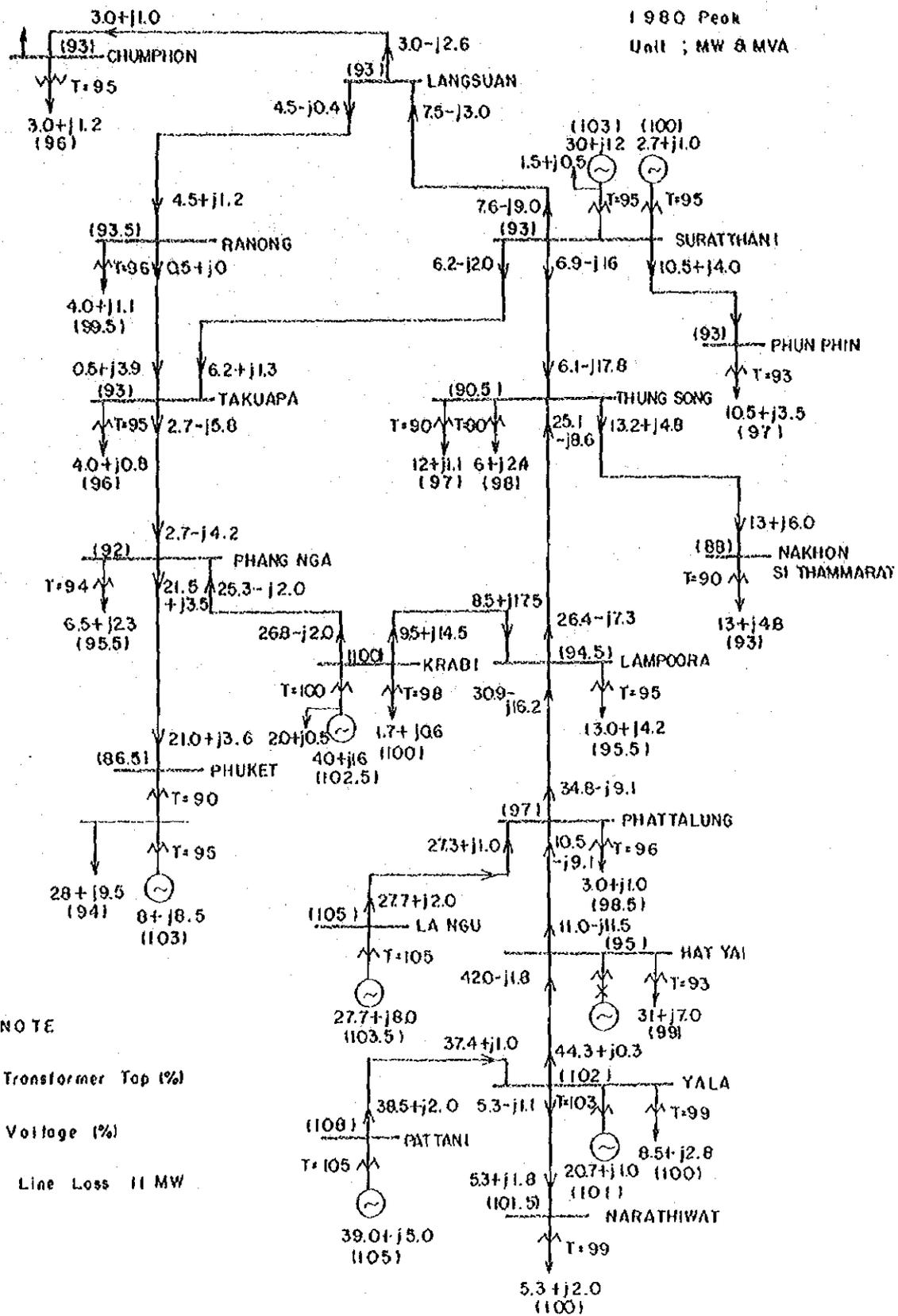


Fig. B-2 Power Flow and Voltage Regulation



NOTE
T : Transformer Tap (%)
I : Voltage (%)
Total Line Loss II MW

Fig. B-3 Power Flow and Voltage Regulation

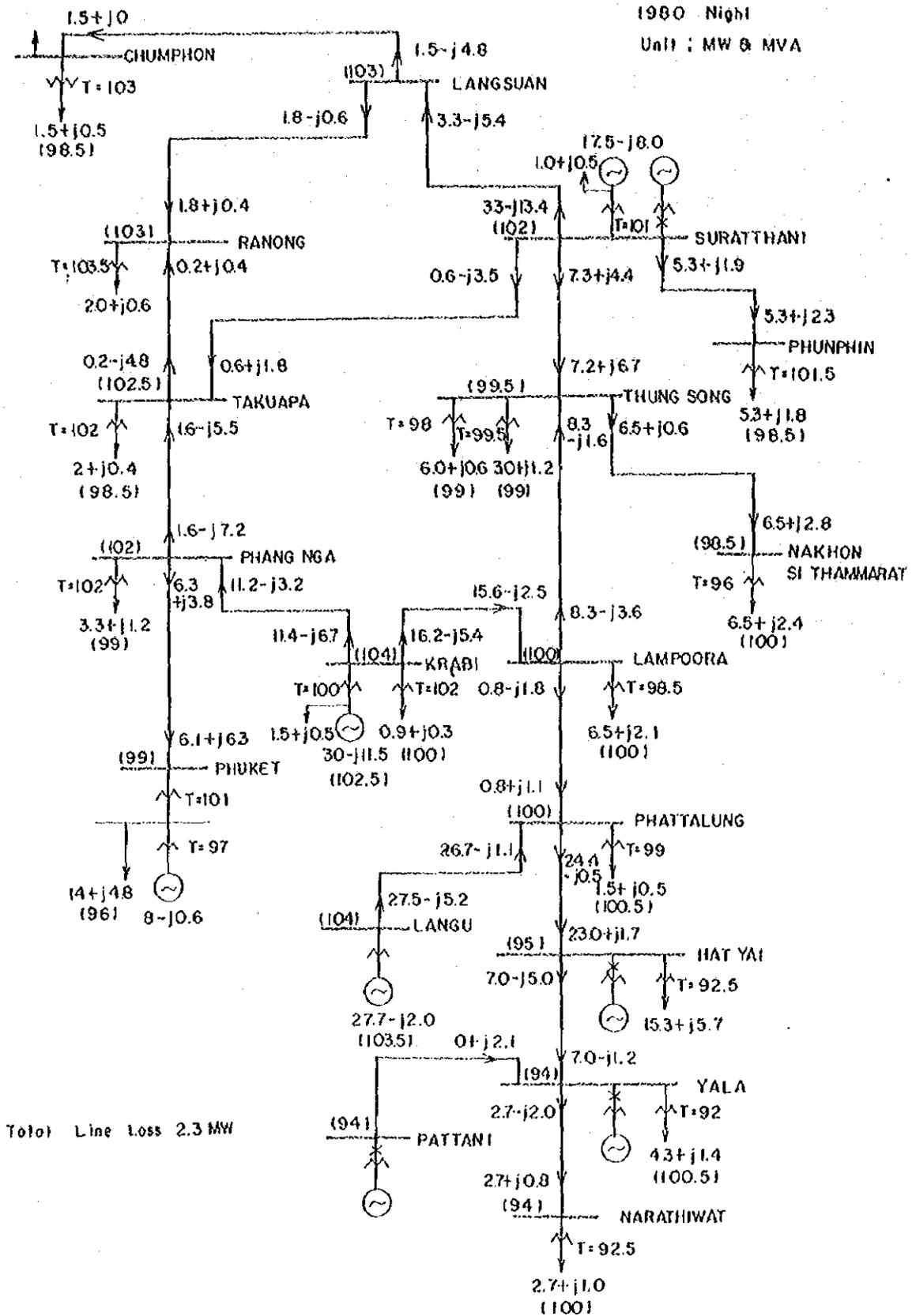
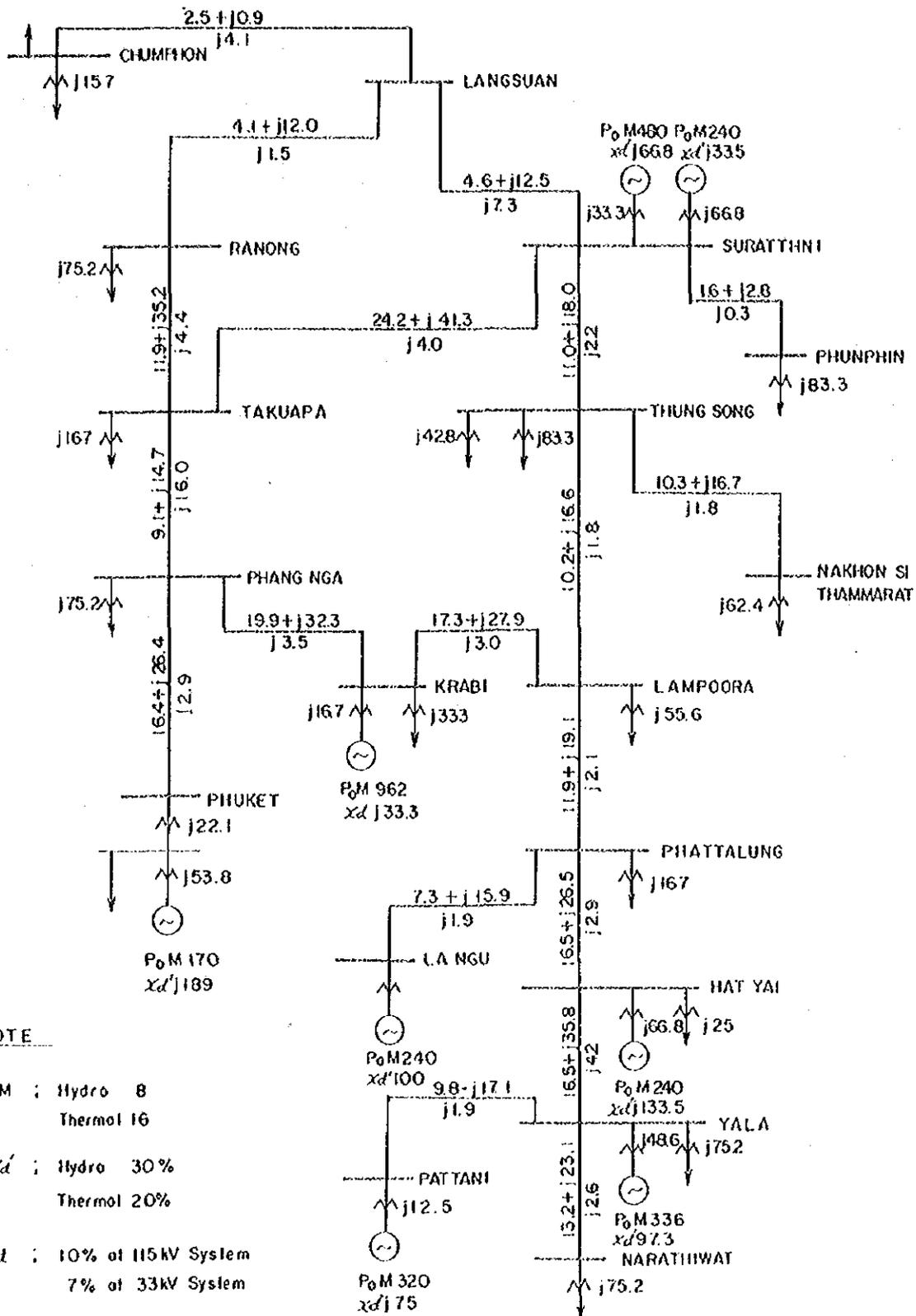


Fig.B-4 Impedance Map (100 MVA, 115 kV Base 1980)



NOTE

- M : Hydro 8
Thermal 16
- x_d' : Hydro 30%
Thermal 20%
- x_d : 10% of 115kV System
7% of 33kV System

Appendix - O

地質及び材料試験結果

Table C-1 List of Core Boring

No.	Machine	Diameter of hole	Site	Location		Elevation of top of hole (m)	Angle from horizontal	Length (m)			Bedrock*
				N	E			Total	Over-burden	Bed-rock	
DH-1	Acker	NX	Intake	794,160. ⁸⁹²	604,020. ⁶⁸⁵	315.147	90°	85.0	2.7	82.3	Q, alt of Q & Mss
2	"	"	Dam, (left abutment)	794,711. ⁷⁴⁸	604,553. ⁹²⁷	246.639	45°	20.0	0.5	19.5	Q.
3	"	"	Surge tank	790,738. ⁶⁶²	603,760. ⁷⁸⁵	333.684	90°	45.0	5.6	39.4	Ls., Mss
4	"	"	Quarry	796,185. ⁶⁹²	602,508. ⁰⁷⁷	294.473	90°	22.7	2.7	20.0	Ls.
5	"	"	Dam, (right abutment)	794,682. ³⁶⁴	604,504. ⁵⁴⁶	281.079	90°	25.0	1.5	23.5	Q, alt of Q & Mss
6	"	"	Dam, (river channel)	794,710. ⁰⁴⁸	604,548. ¹⁵⁹	244.440	90°	25.0	0	25.0	Q.
7	"	"	Dam, (left abutment)	794,709. ⁴²⁹	604,594. ⁹⁷⁶	281.535	90°	25.0	0.7	24.3	Q.
DH-B-1	Tone TS-6A	EX	Quarry	796,786. ⁰⁶¹	603,327. ⁷³⁵	271.361	90°	30.0	4.0	26.0	Ls.
2	"	"	Reservoir	797,404. ⁹¹⁶	603,243. ⁶⁹²	261.854	90°	8.2	6.0	2.2	Ls.
3	"	"	Borrow area	795,275. ³⁸⁵	604,450. ⁴³⁴	253.080	90°	11.0	10.0	1.0	Mss.
4	"	"	Dam, (upstream)	794,837. ²¹⁰	604,450. ⁴³⁴	244.902	90°	25.0	0.4	24.6	Q.

* Q: Quartzite, Ls; Limestone, Mss; Metasilstone, alt; alternation

Table G-2 Result of Permeability Test

DII-1 (Length; 85.0 m)

DII-1

Depth tested from m to m	Pressure kg/cm ²	Loss water ℓ/m/min	Lugeon ℓ/m/min/10kg/cm ²
14 ~ 17	4. ²	24. ²	58
	6. ³	28. ⁷	46
17 ~ 20	4. ⁶	3. ⁵	7. ⁶
	7. ⁰	6. ²	8. ⁹
20 ~ 23	5. ¹	12. ³	24
	7. ⁷	14. ⁶	19
23 ~ 26	5. ⁶	3. ⁸	6. ⁸
	8. ⁴	6. ⁸	8. ¹
26 ~ 29	5. ⁹	8. ⁵	14
	8. ⁹	11. ⁰	12
29 ~ 32	6. ³	3. ⁴	5. ⁴
	9. ⁶	18. ²	19
32 ~ 35	6. ⁸	7. ²	11
	10. ³	12. ⁰	12
35 ~ 38	7. ³	14. ¹	19
	11. ⁰	18. ²	17
38 ~ 41	7. ⁷	0. ⁰⁷	0. ⁰⁹
	11. ⁷	0. ⁸³	0. ⁷
41 ~ 44	8. ²	0	0
	12. ⁴	3. ³	2. ⁷
44 ~ 47	8. ⁷	1. ²	1. ⁴
	13. ¹	1. ⁶	1. ²
47 ~ 50	9. ¹	4. ⁵	4. ⁹
	13. ⁸	9. ²	6. ⁷
50 ~ 53	9. ⁶	0. ⁹	0. ⁹⁴
	14. ⁵	1. ⁷	1. ²

Depth tested from m to m	Pressure kg/cm ²	Loss water ℓ/m/min	Lugeon ℓ/m/min/10kg/cm ²
53 ~ 56	10. ¹	0. ⁰⁷	0. ⁰⁷
	15. ²	0. ⁹³	0. ⁶
56 ~ 59	10. ⁶	1. ⁸	1. ⁷
	15. ⁹	2. ⁹	1. ⁸
59 ~ 62	11. ⁰	3. ⁴	3. ¹
	16. ⁶	6. ⁶	4. ⁰
62 ~ 65	11. ⁵	2. ⁵	2. ²
	17. ³	3. ⁴	2. ⁰
65 ~ 68	12. ⁰	3. ³	2. ⁸
	18. ⁰	4. ²	2. ³
68 ~ 71	12. ⁴	5. ³	4. ³
	18. ⁷	13. ⁴	7. ²
71 ~ 74	12. ⁹	7. ³	5. ⁷
	19. ⁴	15. ⁰	7. ⁷
74 ~ 77	13. ⁴	5. ¹	3. ⁸
	19. ⁴	11. ⁹	6. ¹
75. ⁵ ~80	13. ⁴	1. ⁴	1. ⁰
	20. ¹	2. ⁹	1. ⁴
80 ~ 83	13. ⁸	3. ⁹	2. ⁸
	20. ⁸	6. ¹	2. ⁹
83 ~ 85	14. ²	2. ³	1. ⁶
	21. ³	3. ⁵	1. ⁶

Table C-2 Result of Permeability Test (Cont'd)

DH-3 (Length; 45.0 m)

DH-4 (Length; 25.0 m)

Depth tested from m to m	Pressure kg/cm ²	Loss water ℓ/m/min	Lugeon ℓ/m/min/10kg/cm ²
6 ~ 9	1. ⁸	6. ⁰	33
	2. ⁸	15	54
9 ~ 12	2. ³	29	126
	3. ⁵	47. ³	135
12 ~ 15	2. ⁸	16. ⁷	60
	4. ²	30. ¹	72
15 ~ 18	3. ²	30. ²	94
	4. ⁹	46. ⁸	96
18 ~ 21	3. ⁰	55. ⁴	190
21 ~ 24	4. ²	24. ⁷	59
	6. ³	30. ⁰	48
24 ~ 27	4. ⁶	17. ⁶	38
	7. ⁰	23. ⁷	34
27 ~ 30	4. ⁸	65. ⁸	140
30 ~ 33	5. ⁶	26. ⁶	47
	8. ⁴	33. ⁷	40
33 ~ 36	6. ¹	29. ⁷	49
	9. ¹	43. ¹	48
36 ~ 39	2. ⁰	69. ¹	350
39 ~ 42	7. ⁰	5. ⁰	7. ¹
	10. ⁶	9. ⁰	8. ⁵
42 ~ 45	7. ⁵	5. ⁷	7. ⁶
	11. ³	10. ⁰	8. ⁸

Depth tested from m to m	Pressure kg/cm ²	Loss water ℓ/m/min	Lugeon ℓ/m/min/10kg/cm ²
1. ⁶ ~ 4. ⁶	1. ¹	22. ⁶	206
	2. ¹	30. ⁷	146
	3. ²	37. ⁴	117
4. ⁶ ~ 7. ⁶	1. ³	9. ¹	70
	2. ⁵	14. ¹	56
	3. ⁹	20. ⁸	53
7. ⁶ ~ 10. ⁶	1. ⁵	22. ⁷	151
	3. ⁰	31. ⁶	105
	4. ⁶	47. ³	103
10. ⁶ ~ 13. ⁶	1. ⁸	5. ¹	28
	3. ⁵	10. ³	29
	5. ³	18. ⁷	35
13. ⁶ ~ 16. ⁶	2. ⁰	1. ²	6. ⁰
	3. ⁹	3. ⁹	10
	6. ⁰	7. ⁷	13
16. ⁶ ~ 19. ⁶	2. ²	4. ⁴	20
	4. ⁴	14. ³	33
	6. ⁷	21. ⁷	32
19. ⁶ ~ 22. ⁶	2. ⁵	7. ⁹	32
	4. ⁹	13. ⁹	28
	7. ⁴	18. ⁴	25
22 ~ 25	2. ⁷	1. ⁰	3. ⁷
	5. ³	2. ⁵	4. ⁷
	8. ¹	6. ²	7. ⁷

Table C-2 Result of Permeability Test (Cont'd)

DH-6 (Length; 25.0 m)

Depth tested from m to m	Pressure kg/cm ²	Loss water ℓ/m/min	Lugeon ℓ/m/min/10kg/cm ²
0 ~ 3	0. ⁹	8. ³	92
	1. ⁸	11. ²	62
	2. ⁸	23. ¹	83
3 ~ 6	1. ¹	11. ⁰	100
	2. ³	12. ⁷	55
	3. ⁵	13. ⁹	40
6 ~ 9	1. ⁴	0. ⁷	5. ⁰
	2. ⁸	2. ⁴	8. ⁶
	4. ²	4. ³	10
9 ~ 12	1. ⁶	2. ⁹	18
	3. ²	5. ⁰	16
	4. ⁹	5. ⁴	11
12 ~ 15	1. ⁸	0. ¹	0. ⁵⁶
	3. ⁷	0. ⁰³	0. ⁰⁸
	5. ⁶	0	0
15 ~ 18	2. ¹	0. ²	0. ⁹⁵
	4. ²	0. ⁴	0. ⁹⁵
	6. ³	1. ²	1. ⁹⁵
18 ~ 21	2. ³	0. ⁵	2. ²
	4. ⁶	1. ⁴	3. ⁰
	7. ⁰	2. ⁷	3. ⁹
21 ~ 24	2. ⁵	0. ⁰³	0. ¹
	5. ¹	0	0
	7. ⁷	0	0
22 ~ 25	2. ⁷	0. ⁰³	0. ¹
	5. ³	0	0
	7. ⁹	0. ⁰³	0. ⁰⁴

DH-7 (Length; 25.0 m)

Depth tested from m to m	Pressure kg/cm ²	Loss water ℓ/m/min	Lugeon ℓ/m/min/10kg/cm ²
0. ⁷ ~ 3. ⁷	0. ⁹	11. ⁸	131
	1. ⁸	18. ³	102
	2. ⁸	24. ⁶	88
3. ⁷ ~ 6. ⁸	1. ¹	15. ²	138
	2. ³	24. ²	105
	3. ⁵	30. ²	86
6. ⁸ ~ 9. ⁸	1. ⁴	15. ⁷	112
	2. ⁸	18. ⁸	67
	4. ²	25. ⁰	60
9. ⁸ ~ 12. ⁸	1. ⁶	14. ²	89
	3. ²	25. ¹	78
	4. ⁹	40. ⁹	84
12. ⁸ ~ 15. ⁸	1. ⁸	27. ¹	151
	3. ⁷	35. ⁴	96
	5. ⁶	37. ¹	66
15. ⁸ ~ 18. ⁸⁵	2. ¹	29. ⁷	141
	4. ²	35. ²	84
	6. ³		66
18. ⁸⁵ ~ 21. ⁹	2. ³	29. ⁰	126
	4. ⁶	36. ⁷	80
	7. ⁰	43. ⁷	62
21. ⁹ ~ 25	2. ⁵³	10. ⁰	40
	5. ¹	22. ⁴	44
	7. ⁷	33. ²	43

Note;

All data in this table are given from N. E. A.

Table C-3 Test Result of Concrete and Concrete Agregate *1

Coarse aggregate		Cement	Portland cement type II (Elephant brand)	Design strength (kg/cm ²)	260		
		Maximum size (mm)	4.9	Water (kg/m ³)	158		
		Specific gravity	2.72	Cement (kg/m ³)	287		
		Absorption (%)	0.50	Fine aggregate (kg/m ³)	892		
		Unit weight (t/m ³)	1.303	Coarse aggregate (kg/m ³)	1,010		
		Los Angeles abrasion*2 (%)	13.44	Water/Cement (%)	0.55 ± 0.02		
Fine aggregate		Grain size (% retained)	No. 4	2.45	Actual batch weight (kg)	Water	3,341
			No. 8	25.65		Cement	7,175
			No. 16	53.85		Fine aggregate	23,035
			No. 30	76.80		Coarse aggregate	25,12
			No. 50	96.15		Slump (cm)	
			No. 100	99.40	Compressive strength (kg/cm ²)	8 days	140
			pan	100.00		28 days	184*4
		F. M.	3.54	238			
		Specific gravity	2.65		247		
		Absorption (%)	1.50				

Note:

- *1 These tests were performed in the Soil and Materials Testing Laboratory, NEA, and all data in both tables are given by the same office.
- *2 Test was performed on the sample of grading A in designation.
- *3 Mixing designs and calculations are carried out in accordance with the designations of U. S. B. R. "Concrete Manual".
- *4 The specimen which shows the value 184 is poorly capped.

LOG OF CORE BORING

Location: River La Ngu Site: Intake Boring No. DH-1 (sheet 1 of 5)
 Elevation: 315.147 m Depth of hole: 85.0 m Commenced: 18 Feb 1972 Drilled by: VIROJ
 Angle from horizontal: 90° Depth of overburden: 2.7 m Completed: 28 Feb 1972 Universal Exploration Co. Ltd.
 Bearing of angle hole: Core recovery: 94% Boring machine: ACKER Logged by: REONGWIT N.E.A.

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit	Diameter of hole	Colour of rock	Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack	Description	Remarks	Drill Pressure (kg/cm ²)	Time (min)	Water Pressure Test	Loss Water (l/min/m)	Pressure (kg/cm ²)	Depth	
																				Remarks
	0 - 2.7	OVERBURDEN	△					light brown				Clayey silt ~ silt.								
	2.7 - 13.7	QUARTZITE	•		NX casing NX diamond			light brown				Very fine grain, highly weathered, not so hard, containing silt and silty clay. * 2.7 - 13.7 m Almost all cores are fragmental and soils due to weathering. Structures are completely destroyed by weathering at around 8 m. 9.6 - 10.0 m no core 10.3 - 10.6 m no core 11.0 - 11.6 m no core 13.0 - 13.7 m no core 14.43 - 14.61 m no core 14.6 2 Very fine grain, slightly weathered along joint and near by. 3 micaceous, hard. 4 joint dip 40-75°, smooth and clean. 5 17.0 1-2 Fine grain, fresh, very hard, dense, massive, a little bit micaceous. 1 3 Joint dip 85-90° generally smooth and coated, but rough or aperture in part.								

LOG OF CORE BORING

River _____ Site _____ Boring No. **DH-1** (sheet **3** of **5**)

Location _____ Depth of hole _____ m Commenced _____ Drilled by _____
 Elevation _____ m Depth of overburden _____ m Completed _____
 Angle from horizontal _____ Total length of core _____ m Boring machine _____ Logged by _____
 Bearing of angle hole _____ Core recovery _____ %

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation	Casing	Kind of bit	Diameter of hole	Colour of rock	Description			Remarks	Drill Pressure (kg/cm ²)	Time (min)	Water Pressure Test	Loss Water (mm/m)	Pressure (kg/cm ²)	Depth								
										Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack															
	33	ALTERNATION OF QUARTZITE AND METASILTSTONE	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	light brown ~ light gray.	2			very fine-fine grain, fresh and hard. Formed as rather fine beds, laminated, containing quartz vein and micaceous.														
	34																										
	35																										
	36																										
	37																										
	38																										
	39																										
	40																										
	41																										
	42																										
	43	QUARTZITE	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••	light brown ~ light gray				41.7 ~ 42.05 m no core														
	44																										
	45																										
	46																										
	47																										
	48																										
	49																										
	50																										
	51																										
	52																										
	53																										
	54																										
	55																										
	56																										
	57																										
	58																										
	59																										
	60																										
	61																										
	62																										
	63																										
	64																										
	65																										
	66																										
	67																										
	68																										
	69																										
	70																										
	71																										
	72																										
	73																										
	74																										
	75																										
	76																										
	77																										
	78																										
	79																										
	80																										
	81																										
	82																										
	83																										
	84																										
	85																										
	86																										
	87																										
	88																										
	89																										
	90																										
	91																										
	92																										
	93																										
	94																										
	95																										
	96																										
	97																										
	98																										
	99																										
	100																										

LOG OF CORE BORING

River _____ Site _____ Boring No. **DH-1** (sheet 4 of 5)
 Location _____ Depth of hole _____ m Commenced _____ Drilled by _____
 Elevation _____ Depth of overburden _____ m Completed _____
 Angle from horizontal _____ Total length of core _____ m Boring machine _____ Logged by _____
 Bearing of angle hole _____ Core recovery _____ %

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit	Diameter of hole	Colour of rock	Description				Remarks	Drill Pressure (kg/cm ²)	Time (min)	Water Pressure Test	Loss water (L/min)	Pressure (kg/cm ²)	Depth		
									Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack	Remarks									
		QUARTZITE	[Hatched pattern]			NX diamond		Light brown, brown, gray, grayish green.	1												
									1												
									5												
									2												
									3-4												
									1												
									69.0												
									1												
									4												
									2												
									2												
									4												
									1												
									4												
									2												
									2												
									3-4												
									3-4												
									5												
									2												
									5												
									1												
									3												
									3												

LOG OF CORE BORING

River _____ Site _____ Boring No. **DH - 1** (sheet **5** of **5**)
 Location _____ Depth of hole _____ m Commenced _____ Drilled by _____
 Elevation _____ m Depth of overburden _____ m Completed _____
 Angle from horizontal _____ m Total length of core _____ m Boring machine _____ Logged by _____
 Bearing of angle hole _____ Core recovery _____ %

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit	Diameter of hole	Colour of rock	Description			Soil	Pressure	Time	Water Pressure Test	Loss Water - Minimum Pressure	Depth
									Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack						
		QUARTZITE	•••••	/ / / / /		<i>NX dia mand</i>		<i>light brown - brown</i>	4	2	1						
									<i>80.5 same as 19.0-80.0 m</i> <i>fine grain, fresh, hard massive, well silice cemented.</i> <i>Joints are filled with some minerals or stained.</i>								
									<i>80.0 m bottom of the hole.</i>								

LOG OF CORE BORING

River Lo Ngu Site Dam site Boring No. DH-2 (sheet 1 of 1)
 Location Left abutment Depth of hole 20.0 m Commenced 10 April 1972 Drilled by VIROJ
 Elevation 246.639 m Depth of overburden 0 m Completed 19 April 1972 Universal Exploration Co. LTD.
 Angle from horizontal 45 Total length of core 19.45 m Boring machine ACKER Logged by REONGWIT
 Bearing of angle hole from axis to river channel Core recovery 97 % N.E.A.

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit Diameter of hole	Colour of rock	Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure crack	Description	Remarks	Drill Pressure (kg/cm ²)	Time (min)	Water Pressure Test	Loss Water (mm/min)	Drill Pressure (kg/cm ²)	Supply water Leakage water (l/min)	Depth	
																				1
	0										0-0.5 m	no core								0
	0.5										2	Very fine-fine grain, rather fresh, but slightly weathered along joints, fractures and near-by zone.								0.5
	1										1	interbedded with 2-3 cm thick metasiltstone in some parts. Joints are smooth or rough generally coated.								1
	2										2									2
	3										5									3
	4										3									4
	5										1									5
	6										3									6
	7										1									7
	8										5									8
	9										3									9
	10										1									10
	11										5									11
	12										3									12
	13										1									13
	14										5									14
	15										3									15
	16										1									16
	17										5									17
	18										3									18
	19										1									19
	20										5									20
	20.0										1									20.0

LOG OF CORE BORING

River **Lo Ngu** Site **Surge lunk** Boring No. **DH-3** (Sheet **1** of **3**)
 Location **333.604** Depth of hole **43.0** m Commenced **12 June 1972** Drilled by **VIROJ**
 Elevation **333.604** Depth of overburden **5.5** m Completed **4 July 1972** Universal Exploration Co. LTD
 Angle from horizontal **90°** Total length of core **33.04** m Boring machine **ACKER** Logged by **BEONGWIT N.E.A.**
 Bearing of angle hole Core recovery **86** %

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Classing	Kind of bit Diameter of hole	Colour of rock	Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack	Description	Remarks	Drill	Pressure $\times 10^6 \text{ kg/cm}^2$	Time min	Water Pressure Test	Loss Water $\text{cm}^3/\text{min}/\text{m}$	Pressure kg/cm^2	Depth	
																				1
	0 - 5.5	OVERBURDEN					brown or yellowish brown					silty clay with some sand and gravel.								
	5.5 - 10.0	LIMESTONE					gray ~ greenish gray					fresh, dense and tough massive in some parts and interbedded with brown and reddish brown fine grain sandstone and siltstone (20~10cm thick) in part.								
	10.0 - 11.85											9.8 ~ 10.0 m } 11.85 ~ 12.15 m } no core 12.3 ~ 12.56 m } 15.35 ~ 15.85 m }								
	11.85 - 15.85																			
	15.85 - 18.1	META-SILTSTONE					brown ~ reddish brown					fine grain, calcareous, fresh, not so hard, laminated. bedding dip 60°, rather sandy								

LOG OF CORE BORING

River	Site	Boring No. DH - 3 (sheet 2 of 3)
Location	Depth of hole m	Commenced
Elevation m	Depth of overburden m	Completed
Angle from horizontal	Total length of core m	Boring machine
Bearing of angle hole	Core recovery %	Logged by

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation casing	Kind of bit Diameter of hole	Colour of rock	Degree of weathering <i>1 2 3</i>	Degree of hardness <i>1 2 3</i>	Degree of fissure, crack <i>1 2 3</i>	Description		Drill Pressure .. kg/cm ² Time min	Water Pressure Test Loss Water .. Zmm/m Pressure kg/cm ²	Seam	
											Remarks					
		META-SILTSTONE										Same to 18.8 - 20.0 m				
		LIMESTONE					gray.				20.25 ~ 21.25 m no core					
								fresh, dense and tough, massive.								
		LIMESTONE					gray.				2	containing a little bit of brown calcareous sandstone and				
								greenish green very fine sandstone (not react with HCL)								
		LIMESTONE					gray.				2	23.23 ~ 23.6 m no core				
								2	slightly calcareous in some part.							
		LIMESTONE					gray.				1	weathered in part. massive not so hard				
								1	very fine grained sandstone in part.							
		LIMESTONE					gray.				2	20.2 ~ 20.5 m				
								2	28.73 ~ 29.15 m							
		LIMESTONE					gray.				1	31.0 ~ 31.4 m	} no core			
								2	33.23 ~ 33.45 m							
		LIMESTONE					gray.				2	33.6 ~ 34.0 m	} no core			
								2	37.1 ~ 39.2 m							
		LIMESTONE					gray.				2	cracks contain clay *				
								5	clayey *							
		LIMESTONE					gray.				1	clayey *				
								3	clayey *							
		LIMESTONE					gray.				3	calcareous.				
								1	very fine grain fresh dense and tough							

LOG OF CORE BORING

River _____ Site _____ Boring No. **DH-3** (sheet **3** of **3**)
 Location _____ Depth of hole _____ m Commenced _____ Drilled by _____
 Elevation _____ m Depth of overburden _____ m Completed _____
 Angle from horizontal _____ Total length of core _____ m Boring machine _____ Logged by _____
 Bearing of angle hole _____ Core recovery _____ %

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit Diameter of hole	Colour of rock	Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack	Description	Remarks	Drill Pressure	Time	Water Pressure Test	Loss Water/cm/min	Pressure
		METASILTSTONE	[Hatched Pattern]			<i>NX diamond</i>	<i>green ~ gray</i>				2 1 2 1	Some as 38.2 ~ 40.0 m 45.0 m bottom of the hole.					

LOG OF CORE BORING

River La Ngu Site Quarry Boring No. DH-4 (Sheet 1 of 2)
 Location _____ Depth of hole 22.7 m Commenced 27 April 1972 Drilled by VIRQJ
 Elevation 294.473 m Depth of overburden 2.7 m Completed 28 April 1972 Universal Exploration Co. LTD
 Angle from horizontal 90° Total length of core 20.0 m Boring machine _____ Logged by REONGWIT
 Bearing of angle hole _____ Core recovery 100 % Acker N.E.A.

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation	Kind of bit	Diameter of hole	Description				Drill	Pressure ... kg/cm ²	Time ... min	Water Pressure Test	Loss Water l/min.	Pressure ... kg/cm ²	Drill	Supply water l/min.	Leakage water l/min.	Depth		
								Colour of rock	Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack											Remarks	
		OVERBURDEN	△		NX Casings	NX metal		brown ~yellowish brown															
	2.70	LIMESTONE	□		NX diamond	NX diamond		gray ~ dark gray															
									2.7														
										6.5-7.0 m from cave filled with calcite crystals and secondary deposits.													
										massive, dense and tough in some part. many calcite veins.													
										silty clay and clay.													

LOG OF CORE BORING

River _____ Site _____ Boring No. **DH-4** (sheet 2 of 2)
 Location _____ Depth of hole _____ m Commenced _____ Drilled by _____
 Elevation _____ Depth of overburden _____ m Completed _____
 Angle from horizontal _____ Total length of core _____ m Boring machine _____ Logged by _____
 Bearing of angle hole _____ Core recovery _____ %

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit	Diameter of hole	Colour of rock	Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack	Description		Drill	Pressure	Time	Water Pressure Test	Loss Water	Pressure	Drill	Supply water	Leakage water	Depth	
												Remarks												
		LIMESTONE					<i>NX diamond</i>	<i>gray - dark gray</i>				20.94 ~ 21.24 m	NO CORE											
												22.7 m	bottom of the hole.											

LOG OF CORE BORING

River Lo Ngu Site Dam site Boring No. DH-5 (sheet 1 of 2)
 Location Riuh abulment Depth of hole 25.0 m Commenced 9 March 1972 Drilled by VIRAJ
 Elevation 281.079 m Depth of overburden 1.5 m Completed 7 March 1972 Universal Exploration Co. LTD.
 Angle from horizontal 90 ° Total length of core 21.95 m Boring machine ACKER Logged by BEONGWIT
 Bearing of angle hole _____ Core recovery 93 % N. E. A.

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation casing	Kind of bit Diameter of hole	Colour of rock	Description			Remarks	Drill Pressure Time Water Pressure Test Loss Water Pressure	Depth
								Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack			
	0											0	
	1.5	OVERBURDEN	△			metal						1.5	
	1.5 - 3.1	QUARTZITE	•		NX casing	NX diamond	light brown, whitish-yellowish brownish brown	1					1.5
	3.1 - 6.0	QUARTZITE	•				light brown, whitish-yellowish brownish brown	2					3.1
	6.0 - 8.65	QUARTZITE	•				light gray, light grayish brown	3					6.0
	8.65 - 9.60	QUARTZITE	•				light gray, light brown	1					8.65
	9.60 - 12.0	QUARTZITE & METASILTSTONE	•				light gray, light brown	2					9.60
	12.0 - 14.0	QUARTZITE	•				light brown, whitish gray	3					12.0
	14.0 - 16.0	QUARTZITE	•				light grayish brown	2					14.0
	16.0 - 21.95	QUARTZITE	•				light brown, light gray whitish gray	1					16.0

LOG OF CORE BORING

River _____ Site _____ Boring No. **DH-5** (sheet 2 of 2.)

Location _____ Depth of hole _____ m Commenced _____ Drilled by _____
 Elevation _____ m Depth of overburden _____ m Completed _____
 Angle from horizontal _____ Total length of core _____ m Boring machine _____ Logged by _____
 Bearing of angle hole _____ Core recovery _____ %

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation	Casing	Kind of bit	Diameter of hole	Colour of rock	Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack	Description	Remarks	Drift	Pressure ... kg/cm ²	Time ... min	Water Pressure Test	Loss Water ... ml/m	Pressure ... kg/cm ²	Depth
		QUARTZITE.	• • • • •	• • • • •					<i>NY diamond</i>				Same as 18.0 ~ 20.0 m								
									<i>light brown. light gray white grey. brown.</i>	2	1	1	2	25.0 m bottom of the hole							

LOG OF CORE BORING

River La Ngu Site Dam site Boring No. DH-6 (sheet 1. of 2.)
 Location River channel Depth of hole 25.0 m Commenced 11 March 1972 Drilled by VI ROJ
 Elevation 244.440 m Depth of overburden 0 m Completed 1 April 1972 Universal Exploration Co. LTD
 Angle from horizontal 90 Total length of core 25.0 m Boring machine ACKER Logged by REONGWIT
 Bearing of angle hole _____ Core recovery 100 % _____ N. E. A.

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit	Diameter of hole	Colour of rock	Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack	Description	Remarks	Dip	Pressure	Time	Water Pressure Test	Loss Water	Pressure	Depth	
																					1
		QUARTZITE	•••••			NX	diamond														
							gray ~ greenish gray	Light gray Light brown				4-5 3 1 3-4 3-4	fine grain, hard but slightly weathered and fragmental, micaceous 1.0 joint dip 45° and coated								
							brown, light brown Light gray					2 1 3 2-3 2 1 3	fine grain, fresh and hard, laminated and interbedded with melastilstone in some parts Cracks are filled with dark minerals.								
												5.5	fresh, very hard, dense, massive.								
												2									
												3 2 3-4 1 2 3 1 3 1									
												1	16.6								
												2 1 1 2	fresh, very hard, dense and tough, massive. The rock itself is looked very like acid plutonic rock without dark minerals.								

LOG OF CORE BORING

River _____ Site _____ Boring No. **DH-6** (sheet **2** of **2**)
 Location _____ Depth of hole _____ m Commenced _____ Drilled by _____
 Elevation _____ m Depth of overburden _____ m Completed _____
 Angle from horizontal _____ Total length of core _____ m Boring machine _____ Logged by _____
 Bearing of angle hole _____ Core recovery _____ %

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit Diameter of hole	Colour of rock	Description			Drill Pressure --- kg/cm ²	Time --- min	Water Pressure Test Loss Water --- ml/m ³ Pressure --- kg/cm ²	Depth m		
								Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack					Remarks	
		QUARTZITE	• • • • •	/ / / / /		<i>NX diamond</i>	<i>greenish grey</i>	4	5	1						
																same as 18.6 ~ 20.0 m
																25.0 m bottom of the hole

LOG OF CORE BORING

River **Lo Ngu** Site **Dam site** Boring No. **DH-7** (sheet 1. of 2.)

Location **Left abutment** Depth of hole **25.0** m Commenced **20 Jan 1972** Drilled by **VIRAJ**
 Elevation **201.535** m Depth of overburden **0.7** m Completed **25 Jan 1972** Universal Exploration Co. LTO.
 Angle from horizontal **90** Total length of core **21.67** m Boring machine **ACKER** Logged by **REONOWIT**
 Bearing of angle hole Core recovery **69** % N.E.A.

Case	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit	Diameter of hole	Colour of rock	Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack	Description	Remarks	Drill Pressure (kg/cm ²)	Time (min)	Water Pressure Test	Loss Water (ml/min)	Pressure (kg/cm ²)	Depth
	0.0	OVERBURDEN																	0.0
	0.7	QUARTZITE	Δ																0.7
	1.4																		1.4
	2.1																		2.1
	2.8																		2.8
	3.5																		3.5
	4.2																		4.2
	4.9																		4.9
	5.6																		5.6
	6.3																		6.3
	7.0																		7.0
	7.7																		7.7
	8.4																		8.4
	9.1																		9.1
	9.8																		9.8
	10.5																		10.5
	11.2																		11.2
	11.9																		11.9
	12.6																		12.6
	13.3																		13.3
	14.0																		14.0
	14.7																		14.7
	15.4																		15.4
	16.1																		16.1
	16.8																		16.8
	17.5																		17.5
	18.2																		18.2
	18.9																		18.9
	19.6																		19.6
	20.3																		20.3
	21.0																		21.0

Fig. C-7-1

LOG OF CORE BORING

River _____ Site _____ Boring No. **OH-7** (sheet 2 of 2)

Location _____ Depth of hole _____ m Commenced _____ Drilled by _____
 Elevation _____ m Depth of overburden _____ m Completed _____
 Angle from horizontal _____ m Total length of core _____ m Boring machine _____ Logged by _____
 Bearing of angle hole _____ Core recovery _____ %

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit	Diameter of hole	Colour of rock	Description			Remarks	Drill Pressure (kg/cm ²)	Time (min)	Water Pressure (kg/cm ²)	Loss Water (litre/m)	Pressure (kg/cm ²)	Depth	
									Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack								
		QUARTZITE	•	•		<i>NX diamond</i>		<i>brown, light brown, light gray.</i>	2-3	2	2-3	<i>fine grain, weathered in some parts. some layers of metastiltstone.</i>							
								<i>20.2 ~ 20.6 m no core</i>	2	3	2								
									2	2-3	2-3	<i>25.0 m bottom of the hole.</i>							

Fig. C-7-2

LOG OF CORE BORING

River Lo Ngu Site Quarry Boring No. DH-B-1 (sheet 1 of 2)
 Location Depth of hole 30.0 m Commenced 15 March 1972 Drilled by PRAYOOTH &
 Elevation 271.361 m Depth of overburden 4.0 m Completed 24 March 1972 BOONMEE, N.E.A.
 Angle from horizontal 90° Total length of core 23.3 m Boring machine TONE TS-6A Logged by REONGWIT
 Bearing of angle hole Core recovery 90 % N. E. A.

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit	Diameter of hole	Colour of rock	Description			Remarks	Drill	Pressure ... kg/cm	Time min	Water Pressure Test	Loss Water l/min	Pressure kg/cm	Supply water l/min	Leakage water l/min	Depth	
									Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack											
	0 - 4.0	OVERBURDEN	△		EX casing			yellowish brown													0 - 4.0	
	4.0 - 6.3	LIMESTONE	□		EX			light gray ~ gray	2			very fine grain,										4.0 - 6.3
	6.3 - 8.7								1			hard, dense and tough.										
	8.7 - 10.0	LIMESTONE	□		EX			light gray ~ gray	3			containing sandy parts										8.7 - 10.0
	10.0 - 12.0								1			joint dip 40~65°, tough										
	12.0 - 13.0	LIMESTONE	□		EX			light gray ~ gray	1			6.3 ~ 7.9 m } 8.7 ~ 9.4 m } no core. 12.0 ~ 13.0 m }										12.0 - 13.0
	13.0 - 14.0								1													
	14.0 - 15.0	LIMESTONE	□		EX			light gray ~ gray	1													14.0 - 15.0
	15.0 - 16.0								1													
	16.0 - 17.0	LIMESTONE	□		EX			light gray ~ gray	1													16.0 - 17.0
	17.0 - 18.0								1													
	18.0 - 19.0	LIMESTONE	□		EX			light gray ~ gray	1													18.0 - 19.0
	19.0 - 20.0								1													
	20.0 - 21.0	LIMESTONE	□		EX			light gray ~ gray	1													20.0 - 21.0
	21.0 - 22.0								1													
	22.0 - 23.3	LIMESTONE	□		EX			light gray ~ gray	1													22.0 - 23.3
	23.3 - 24.0								1													

LOG OF CORE BORING

Boring No. **DH-E-1** (sheet 2 of 2)

River Site Location Depth of hole m Commenced Drilled by
 Elevation m Depth of overburden m Completed
 Angle from horizontal m Total length of core m Boring machine Logged by
 Bearing of angle hole Core recovery %

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit	Diameter of hole	Colour of rock	Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack	Description	Drill	Pressure ...kg/cm	Time min	Water Pressure Test	Loss Water U/min	Pressurekg/cm ²	Supply water	Leakage water	Degm
		LIMESTONE				<i>BX</i>		<i>light gray ~ gray.</i>				<i>Same as 40-20.0 m</i>									
												<i>Some calcite vein are seen.</i>									
												<i>30.0 m bottom of the hole.</i>									

LOG OF CORE BORING

River Lo Ngu Site Reservoir Boring No. DH-B-2 (sheet 1 of 1)
 Location 261 854 Depth of hole 8.20 m Commenced Drilled by N. E. A.
 Elevation 261 854 Depth of overburden 6.0 m Completed
 Angle from horizontal 90° Total length of core 1.55 m Boring machine TONE TS-6A Logged by REONGWIT
 Bearing of angle hole Core recovery 70 % N. E. A.

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit Diameter of hole	Colour of rock	Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack	Description Remarks	Drill Pressure ... kg/cm	Time min	Water Pressure Test	Loss Water l/min	Pressure kg/cm	Drill Supply water l/min	Leakage water l/min	Depth	
																				1 ← 6
	0.0	OVER BURDEN	△				light brown brownish gray				silty clay with few to 10% of sand.									0.0
	1.0		△				yellowish brown				silty clay with 10~15 % of sand									1.0
	4.0		△				brownish gray gray brown				clay and silty clay with more than 20% of sand									4.0
	5.0		△				light gray dark gray			2	silt-clayey silt with few percent of sand									5.0
	6.0	LIMESTONE	□							2	fine grain, sandy, hard, dense and tough									6.0
	7.45									2	6.8~7.45 m no core									7.45
	8.20									2	0.20 m bottom of the hole.									8.20

LOG OF CORE BORING

River Lo Ngu Site Borrow area Boring No. D1-B-3 (sheet 1 of 1)
 Location _____ Depth of hole 11.0 m Commenced _____ Drilled by N. E. A.
 Elevation 253.080 m Depth of overburden 10.0 m Completed _____
 Angle from horizontal 90 Total length of core 1.0 m Boring machine TONE TS-6A Logged by REONGWIT
 Bearing of angle hole _____ Core recovery 100 % _____ N. E. A.

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit Diameter of hole	Colour of rock	Description			Remarks	Drill	Pressure \dots kg/cm	Time \dots min	Water Pressure Test	Loss Water \dots l/min	Pressure \dots kg/cm	Supply water	Leakage water	Depth	
								Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fissure, crack											
		OVER BURDEN	△			BX	Yellowish brown.														
		SILT- STONE	△				Light brown ~ brown.														
										<p style="margin: 0;">3.0 very fine sand ~ silt.</p> <p style="margin: 0;">4.0 silt with some clayey silt.</p>											
										<p style="margin: 0;">10.0 laminated and interbedded with thin sandstone.</p> <p style="margin: 0;">3 some layers of weathered soils between fractures.</p>											
										11.0 m bottom of the hole.											

LOG OF CORE BORING

Boring No. **DH-B-4** (sheet **2** of **2**)

River _____ Site _____

Location _____ Depth of hole _____ m Commenced _____ Drilled by _____

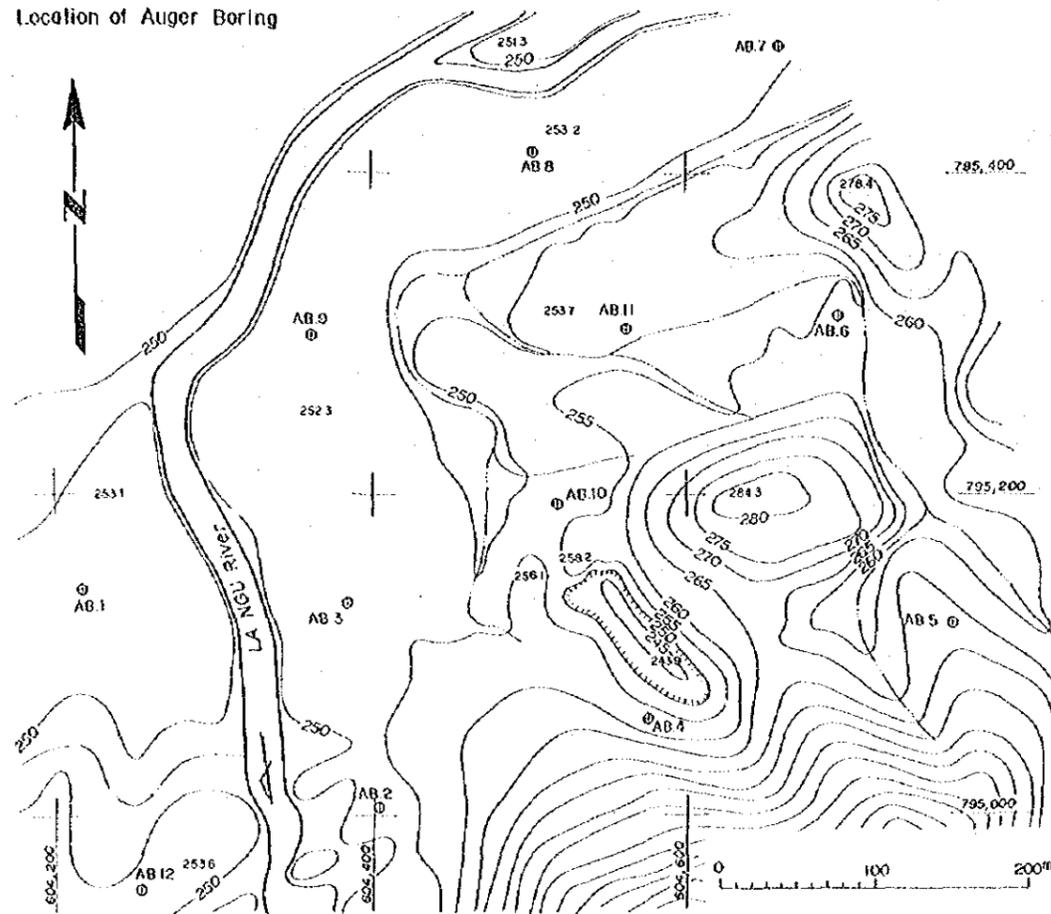
Elevation _____ m Depth of overburden _____ m Completed _____

Angle from horizontal _____ Total length of core _____ m Boring machine _____ Logged by _____

Gearing of angle hole _____ Core recovery _____ %

Date	Depth	Geology	Symbol of geology	Core recovery	Cementation Casing	Kind of bit Diameter of hole	Colour of rock	Degree of weathering	Degree of hardness	Degree of fracture, crack	Description Remarks	Drill Pressure ...kg/cm ²	Time ...min	Water Pressure Test	Loss Water ...cm ³ /m	Pressure ...kg/cm ²	Depth
		QUARTZITE	•	✓		<i>BX</i>	<i>light brown ~ brown</i>	2	3	X	2						
											<i>same as at ~ 20.0m</i>						
											▶ <i>rather cracky</i> ◀						
											2						
											<i>25.0m bottom of the hole.</i>						

Location of Auger Boring



AB-1 (Depth of hole; 4.8m, Depth to ground-water table; 4.5m)

Log	Soil type and Description	Alterberg Limit LL PL PI	Unified Soil Classification
0m	Clayey silt; yellowish brown.	424 263 18.1	
1.0	Clayey silt; yellowish brown, grade to silty clay, small amount of clay.	469 281 18.8	CL-ML
2.0	Clayey silt; yellowish brown to brownish, small amount of clay.	458 285 17.3	
3.0	Sandy silt; reddish brown and light brown.	377 283 9.4	ML
4.0	Clayey silt; reddish brown and brownish gray, small amount of sand and gravel.	372 258 11.4	CL-ML

AB-2 (Depth of hole; 3.6m, Depth to ground-water table; 3.6m)

Log	Soil type and Description	Alterberg Limit LL PL PI	Unified Soil Classification
0m	Clayey silt; brown, grade to silty clay, slightly compacted.	302 228 7.6	
1.0	Clayey silt; yellowish brown grade to silt.	389 269 12.0	CL-ML
2.0	Sandy silt; yellowish brown, rather loose.	450 31.1 14.8	ML
3.0	Clayey silt; white brown, small amount of clay.	372 240 12.4	CL-ML
3.6	Clayey silt; light brown, small amount of sand.	303 214 9.1	

AB-3 (Depth of hole; 4.3m, Depth to ground-water table; 3.2m)

Log	Soil type and Description	Alterberg Limit LL PL PI	Unified Soil Classification
0m	Clayey silt; brown, very small amount of clay.	281 231 5.0	CL-ML
1.0	Sandy silt; brown, loose.		ML
2.0	Silty sand; yellowish brown.	Non plastic	SM
3.0	Silty clay; yellowish brown, small amount of sand and gravels.	264 200 5.5	SM-SC
4.0	Clayey silt; yellowish brown, very small amount of clay.	394 258 13.5	CL-ML

AB-4 (Depth of hole; 3.1m, Depth to ground-water table; 3.0m)

Log	Soil type and Description	Alterberg Limit LL PL PI	Unified Soil Classification
0m	Silty clay; yellowish brown to light brown.	398 253 14.5	
1.0	Silty clay; yellowish brown, very small amount of clay.	478 286 19.2	CL-ML
2.0	Sandy silt; whitish brown, more percent of clay, small amount of sand.	481 308 17.3	ML
3.0	Clay; whitish brown, more than 15% sand and gravels.	345 220 12.5	CL

AB-5 (Depth of hole; 2.15m, Depth to ground-water table; not reach)

Log	Soil type and Description	Alterberg Limit LL PL PI	Unified Soil Classification
0m	Sandy silt; brown, more percent of clay.	460 297 16.3	
1.0	Sandy silt; reddish brown, very small amount of clay.	354 277 7.7	ML
2.15	Sandy silt; reddish brown, gravel content is more than 20%, very small amount of clay.	397 278 11.9	ML

AB-6 (Depth of hole; 5.0m, Depth to ground-water table; 4.0m)

Log	Soil type and Description	Alterberg Limit LL PL PI	Unified Soil Classification
0m	Clayey silt; brown, grade to silt.	277 231 4.6	
1.0	Silt; reddish brown, very small amount of clay.	287 228 5.8	CL-ML
2.0	Clayey silt; reddish brown, grade to silty clay.	378 255 12.3	
3.0	Sandy silt; yellowish brown, very small amount of clay.	323 255 0.8	ML
4.0	Sandy silt; light brown, more amount of clay.	385	
4.5	Silty sand; light grayish brown.	4.8	SM
5.0	Silty sand; grayish brown.	5.0	SM

AB-7 (Depth of hole; 4.5m, Depth to ground-water table; 3.5m)

Log	Soil type and Description	Alterberg Limit LL PL PI	Unified Soil Classification
0m	No sample		
1.0	No sample		
2.0	Sandy silt; brown, small amount of clay.	353 258 9.4	
3.0	Sandy silt; grayish brown, very small amount of medium sand.	328 264 6.5	ML
4.0	Silty sand; gray, silty clay.	Non plastic	SM

AB-8 (Depth of hole; 3.8m, Depth to ground-water table; not reach)

Log	Soil type and Description	Alterberg Limit LL PL PI	Unified Soil Classification
0m	Sandy silt; brown, very small amount of clay.	355 258 9.8	ML
1.0	Sandy silt; light brown, grade to very fine sand.	Non plastic	
2.0	Clayey silt; yellowish, reddish, small amount of silt.	319 243 10.6	CL-ML
3.0	Silty sand; brown, small amount of medium sand.	28	SM
3.8	Silty sand; brownish gray, small amount of medium sand.	35	SM

AB-9 (Depth of hole; 1.5m, Depth to ground-water table; not reach)

Log	Soil type and Description	Alterberg Limit LL PL PI	Unified Soil Classification
0m	Sandy silt; yellowish brown, small amount of clay.	386 265 10.1	ML
1.0	Clayey silt; yellowish brown, grade to silty clay.	353 242 9.4	CL-ML

AB-10 (Depth of hole; 3.4m, Depth to ground-water table; not reach)

Log	Soil type and Description	Alterberg Limit LL PL PI	Unified Soil Classification
0m	Sandy silt; yellowish brown.	Not tested	
1.0	Sandy silt; yellowish brown, small amount of clay.	362 282 8.0	ML
2.0	Clayey silt; yellowish brown, grade to silty clay.	274 209 6.5	CL-ML
3.1	Sandy silt; brownish gray, some amount of clay.	255 231 2.4	ML

AB-11 (Depth of hole; 3.2m, Depth to ground-water table; not reach)

Log	Soil type and Description	Alterberg Limit LL PL PI	Unified Soil Classification
0m	Sandy silt; brown, loose.	345 261 10.4	
1.0	Sandy silt; brown, very small amount of clay.	392 227 11.4	ML
2.0	Clayey silt; brown, grade to silty clay.	275 215 6.0	CL-ML
3.0	Silty sand; brown, very small amount of clay.	Non plastic	SM
3.2	Sandy silt; yellowish brown, small amount of clay.	274 262 1.2	ML

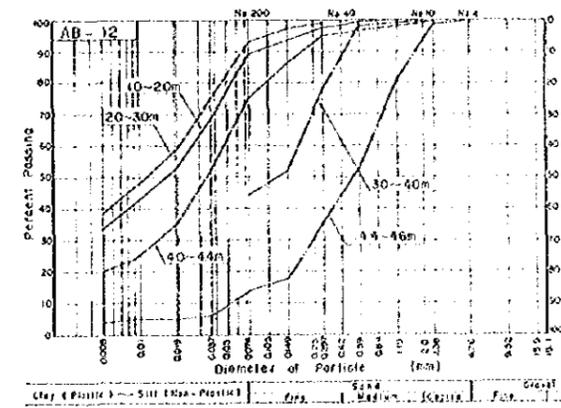
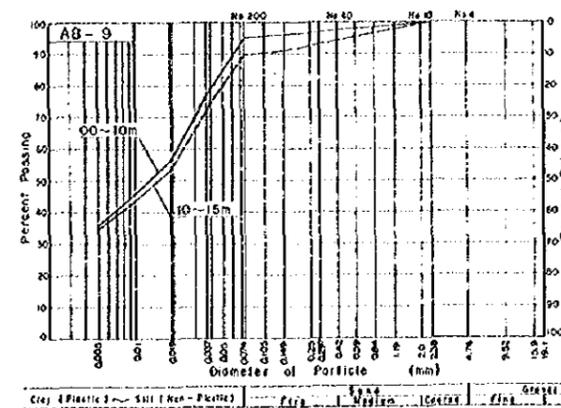
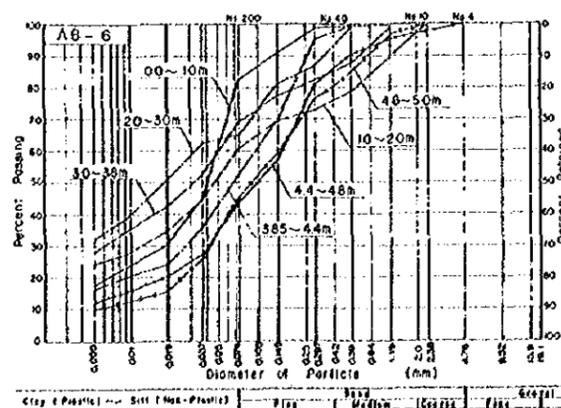
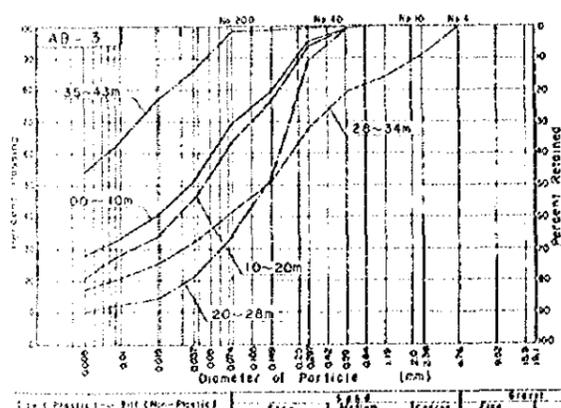
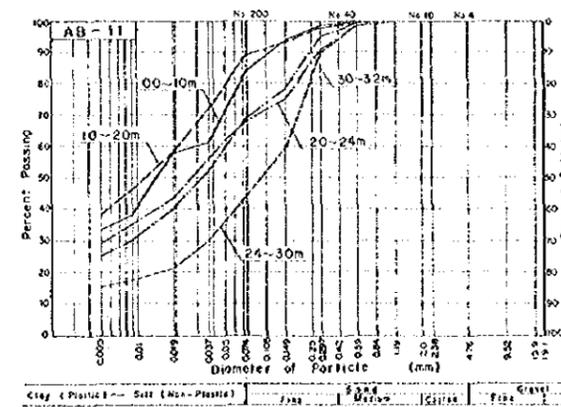
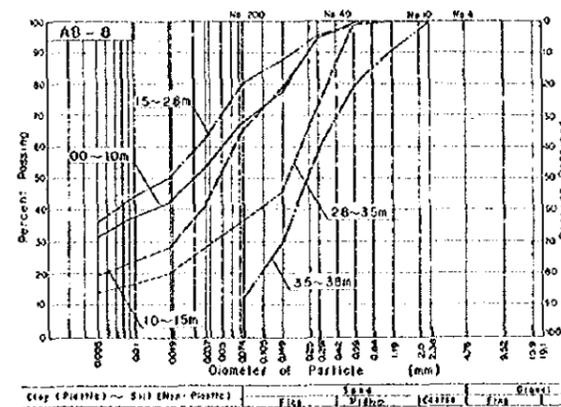
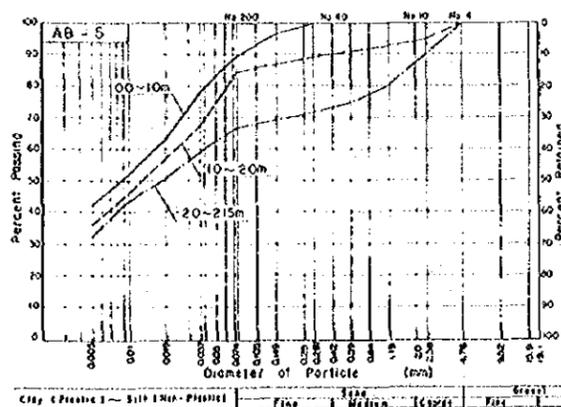
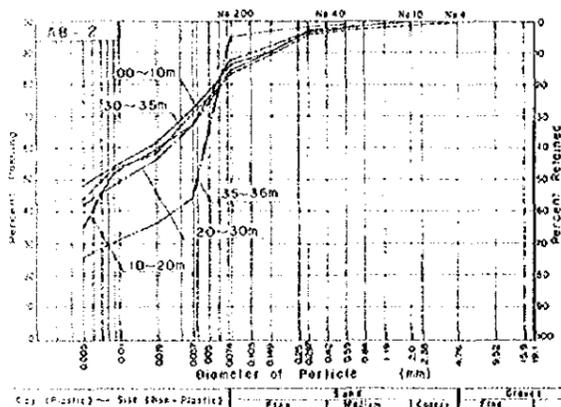
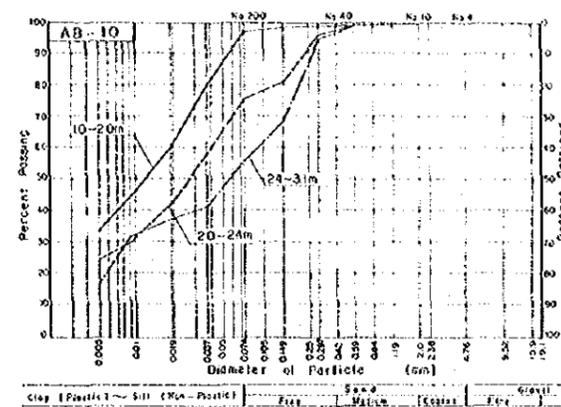
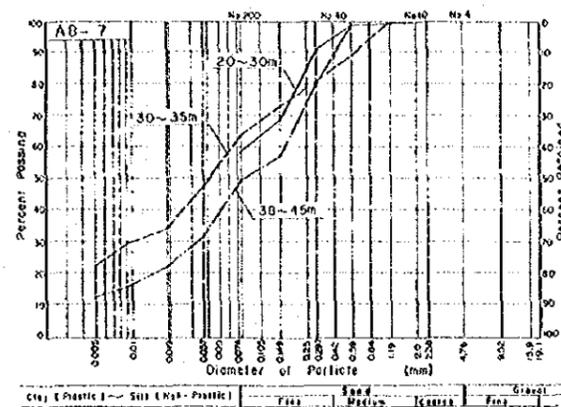
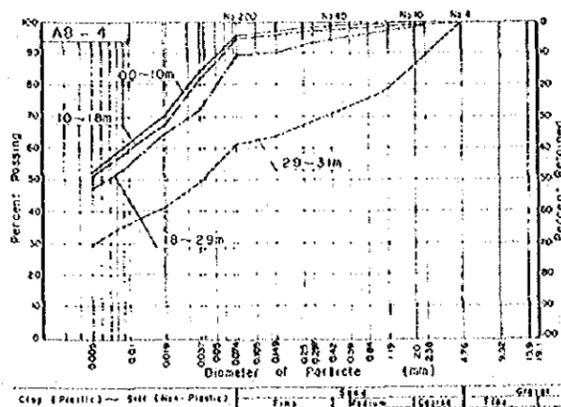
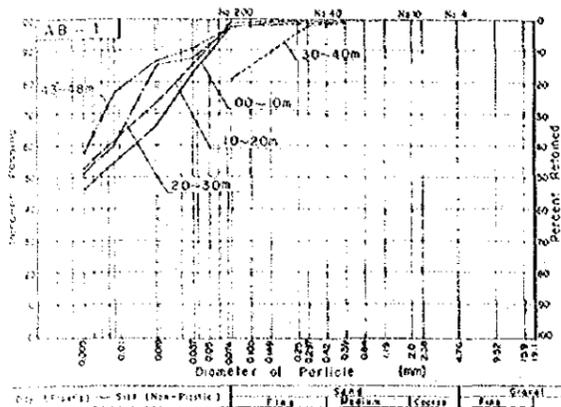
AB-12 (Depth of hole; 4.6m, Depth to ground-water table; 3.7m)

Log	Soil type and Description	Alterberg Limit LL PL PI	Unified Soil Classification
0m	Sandy silt; yellowish brown.	Not tested	
1.0	Sandy silt; yellowish brown, grade to silty clay.	362 272 9.0	
2.0	Sandy silt; yellowish brown, more percent of clay.	376 273 10.3	ML
3.0	Clayey sand; yellowish brown, well sorted clay binder.	385 284 10.4	SC
3.7	Clayey silt; brownish gray and light gray.	25.6 21.5 4.2	CL-ML
4.6	Silty sand; dark brown, medium to fine grain.	Non-plastic	SM

Note:

- (1) Inspection, description and testing of samples were performed by NEA engineers in 1972.
- (2) The result of grain size analysis is shown in Fig. C-13

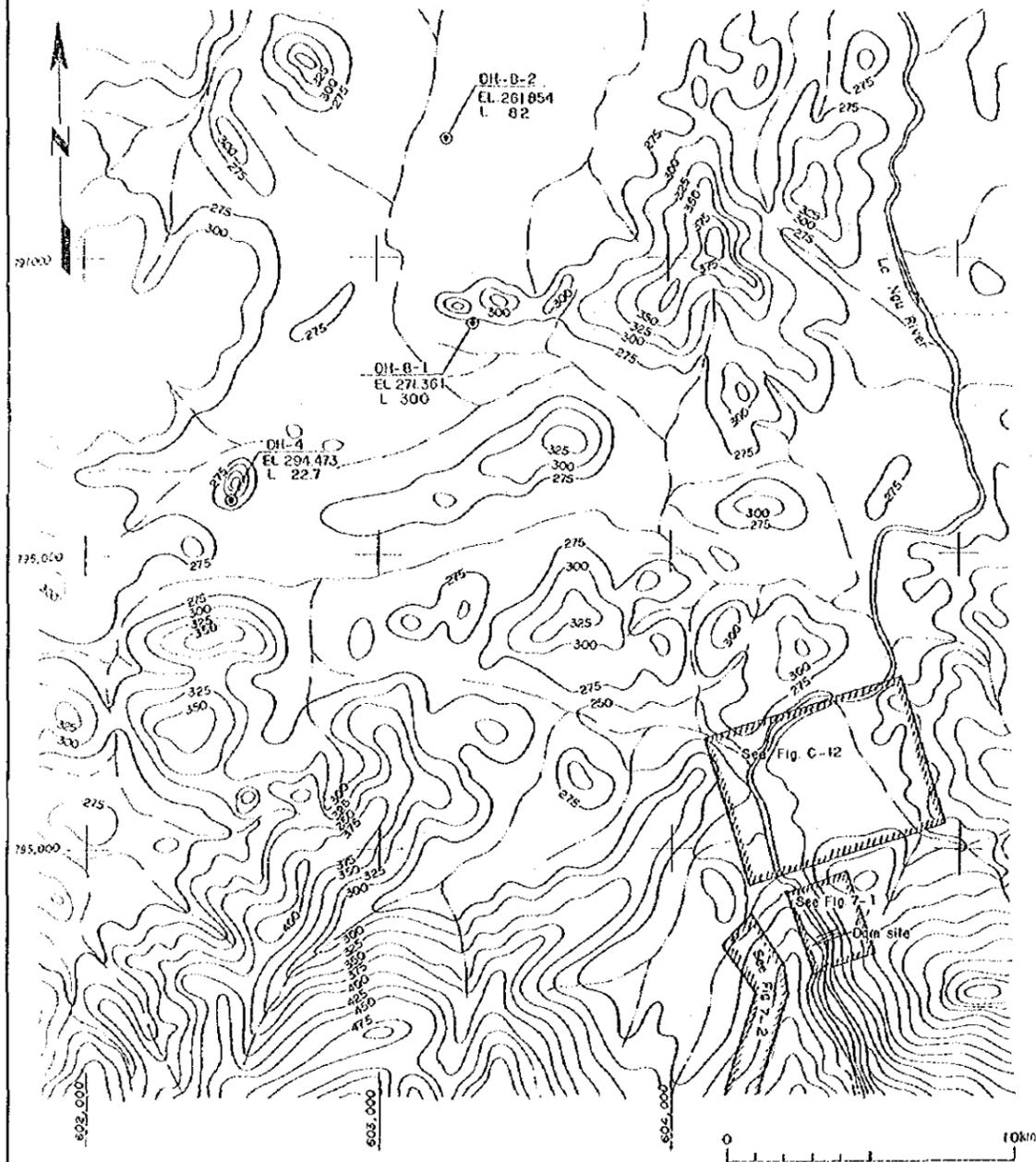
Fig. C-12
Location Map and Geologic
Log of Auger Boring



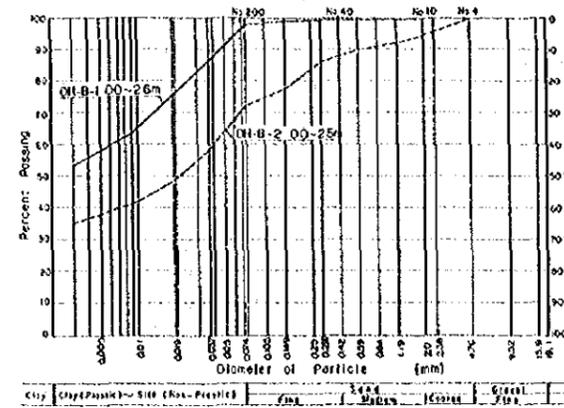
Note : (1) These grain size analyses were performed by REA Soil and Material Testing Laboratory in 1972.
 (2) Location map of Auger borings and geologic logs with Allerberg Limit and Unified Soil Classification are shown in Fig. C-12.

Fig. C-13
 Grain Size Distribution Curve of Soil Sampled by Auger Boring

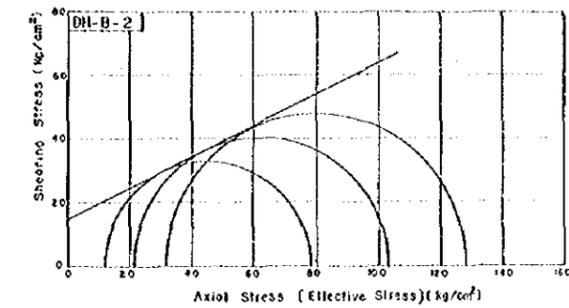
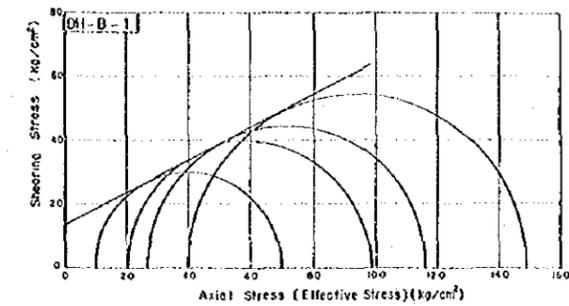
Location Map of Core Boring at Upstream Area



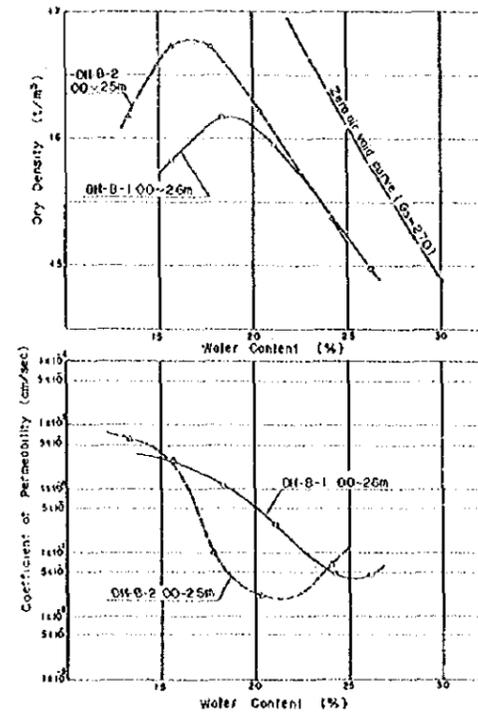
Grain Size Distribution Curve



Mohr's Envelopes of Triaxial Shear Test



Compaction & Permeability Test Result



Note :

- x1. These tests were performed by N.E.A. soil and Materials Testing Laboratory.
- x2. Geologic log of these borings are shown in Fig. C-1 to C-11
- x3. Compaction test was executed adopting the standard Proctor.
- x4. Size of specimens : Diameter = 98mm
 Height = 196mm
 Volume = 1,611.4 cm³
 Water content : ± 0.05% from optimum water contents of standard Proctor
 Type of test : undrained shear
 Rate of strain : 0.3185 cm/sec

Summary of Soil Test Result

Sample	Unified Soil Classification	Grain Size Distribution (% passing)							Atterberg Limit			Compaction		Permeability (cm/sec)		Triaxial Shear		
		# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	LL	PL	PI	Max. Dry Density (t/m ³)	Opt. Water Content (%)	at	Opt. Water Content	Minimum Coefficient of Permeability	C (kg/cm ²)	φ (°)
DH-B-1 00-26m	ML	100	100	99.9	99.7	99.5	98.9	42.9	27.8	15.1	1.617	18.6	1.0 x 10 ⁻⁴	4.0 x 10 ⁻⁸	1.34	26-36	0.501	
DH-B-2 00-25m	CL	100	95.3	92.1	89.9	86.0	77.3	30.9	20.3	10.6	1.677	16.8	6.0 x 10 ⁻⁷	2.0 x 10 ⁻⁸	1.48	25-54	0.486	

Fig. C-14
Location Map and Result of Soil Tests on the Sample Taken by Core Boring at Upstream Area

Appendix D

Self-help Land Settlement Project

Appendix - D

Self-help Land Settlement Project

D.1 はじめに

現在南タイでは、DPWによって設立され、運営されているLand Settlement ProjectはYala, Narathiwat及びSatunの3 Projectsである。

南タイのこれらのLand Settlement Projectは何れも農業生産や農業経営面からみて秀れた成績を修めており、又地域社会の形成にも重要な役割を果たしてきている。

この点においては、Self-help Land Settlementの概要、設立の趣旨、運営等について、現地で購入した諸資料¹⁾に基づいて、その概要を紹介する。

1) ① Annual Report(1970); Department of Public Welfare, Ministry of Interior

② Self-help Land Settlement in Thailand(1960); Department of Public Welfare, Ministry of Interior

D.2 DPWとLand Settlement Projectの概要

1970年のDPWのAnnual ReportによればLand Settlement Projectを管轄するDPWは内務省に属し、その機構は、Fig.D-1に示す通りであり、職員数は約3,550名である。

DPWは、Self-help Land SettlementやHill-Tribe Settlement Projectの計画や実施、運営、子供や老人、不具者、窮乏者に対する救済事業、Social Security Promotion, Social Studies, Community Services等の機能を有し、中でもSelf-help Land Settlement Divisionの所管するSettlement Programは、これらのうちでも重要な位置を占めている。

DPWの1970年の事業規模は190.2×10⁸ ㊦でその配分は次の如くであり、Land Settlement Projectの重要性が裏付けられる。

General Administration = 14.8×10⁸ ㊦ (10%)

Welfare Program = 70.7×10⁸ ㊦ (40%)

Land Settlement Projects = 85.1×10⁸ ㊦ (50%)

又、同年報によればSettlement Programは1940年に制度化され、現在進行中のLand Settlement Projectは、全国で53に達する。又確保された面積の合計は、7,107,000 raiで既に入植者に配分された面積は約20%の1,416,000 raiである。

1970年現在の入植戸数は全国で68,400戸、346,200人に及び入植農家1戸当りの配分面積は18 raiである。Land Settlement Project全体の平均的な農業粗収益は約431.3×10⁸ ㊦で、1戸当りでは約6,670 ㊦である。

2) 頭切予算は170.6×10⁸ ㊦であった。

この他製薪、製炭や役務提供によって得られる農外収入は約690串で入植農家一戸当りの平均的な収入は7,360串程である。

このようにLand Settlement Projectの農家収益は、Settlement Project以外の農家に比べ可成り高く、これはLand Settlement Projectにおける作目の選択や栽培方法等に関し適切な営農指導の下にProjectが運営されているからであろう。

D.3 Land Settlement Projectの設立趣旨

Land Settlement Projectの設立目的は、経済面、社会、文化面から行政面まで広範囲な分野にまでわたっている。¹⁾以下に各面での具体的な目的を述べる。

経済面；

- 農業生産物を増大させること。
- 休耕地及び未墾地の利用をはかること。
- 土地の賃借問題を減少させること。
- 未使用地を耕作に利用すること。
- 商業、輸送、工業の進展をもたらすこと。

社会、文化面；

- 都会地へ移住してしまいかも知れぬ人々に生活手段を与えること。
- 犯罪発生率を減少させること及び土地所有に関する紛争を除去すること。
- 自己所有の土地で生計が成立つようにさせること。
- 土地及び共同社会との一体感を助成し、より健全なる社会を形成すること。
- 農村社会の全般的な生活水準の向上をはかること。
- 生活方法の改善により農業の進展をはかること。

行政面；

- 農村地域の秩序ある進歩をはかるのに適当な管理が可能となること。
- 人々に政府が自分達の福祉に配慮しているのだとの感をいだかせること。

¹⁾ Self-help Land Settlement in Thailand(1960), Department of Public Welfare, Ministry of Interior

D.4 Land Settlement projectの設立とその運営

Land Settlement Projectは農業を営むのに適した一定規模以上の広い土地で立地条件の良い所が選ばれる。入植者の募集は全国公募の型式がとられ、健全で有能なるタイ国民で、法定年令に達し、現に農業を営んでいるが、その土地が借地もしくは小規模の地主で経営が苦しい等の条件を満たしている者は、申請適格者となる。入植者は原則として先着順に決められ、その能力に応じて土地の配分を受けられるが、現在では18 raiとなっている。配分を受けた面積の3/5以上を農耕地として利用した入植者や8年以内に貸付金を返済した入植者に対しては地券(Title-deed)を得る資格が与えられる。

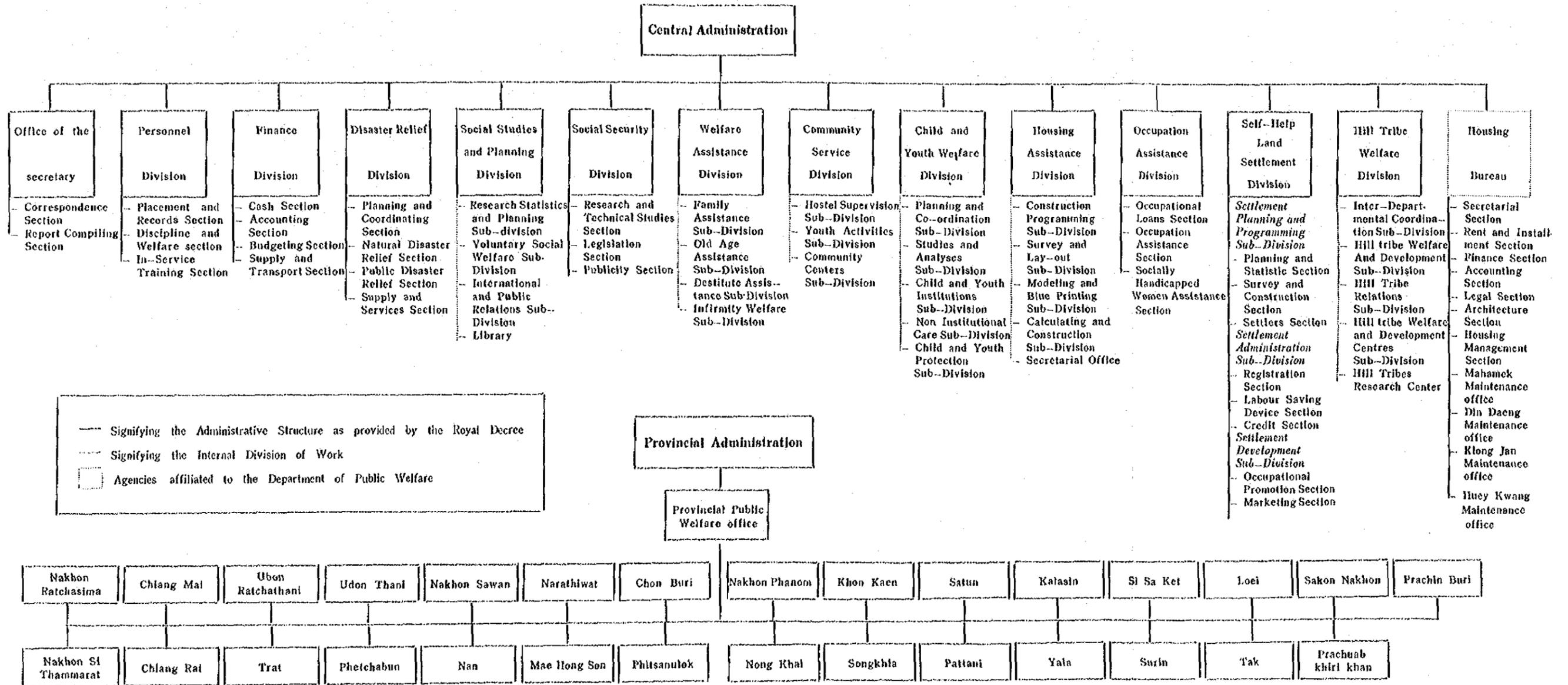
入植者のうちで頭初の諸費用の支出に困難を来たしている者に対し政府は、営農資金の貸付けや種子、家畜の貸与をし、又営農指導も積極的に行なっている。

Land Settlement Projectには農業経営を営むのに必要な農業試験場や作業場、加工工場等の諸施設の他、集会場、学校、病院、マーケット、水道や電力設備等の公共施設も整備され、日常生活に不自由ないよう配慮されている。

Land Settlement ProjectはLand Settlement Project Officerと入植農家の代表との協議により運営される。

又、DPWは英国の専門家を招聘して1972年より2ヶ年の予定で南タイの既存及び計画中のSettlement Project Areaの土壌調査、土地分類調査、経済調査等の基礎調査の実施と、これらに基づき将来導入される作目の選定や農産加工、かんがい排水計画、マーケット計画等を総合勘案したマスタープランの作成を実施中である。

Fig. D-1 Organization Chart of the Department of Public Welfare
As of 1970



Appendix ~ E

社会的経済効果の分析

E・1 分析目的

E・2 直接費用

E・3 直接便益

E・4 分析方法

E・5 パラメータ

E・6 分 析

E・7 評 価

社会的経済効果の分析

E.1 分析目的

国が行なう開発計画は、国の全般的経済政策の一環として策定される。そして、国の政策目的は“福祉最大”(Welfare maximization)を実現することであり、単に“経済的利益最大”(Maximization of economic profitability)を目指すものではない。従って、社会的経済効果の分析においては商業プロジェクトで考慮される経済効果の他に、国民福祉に関連する諸要素をも考慮して分析を行なう必要がある。

普通国の政策の下で行なわれる開発効果の測定は次の2つの面から行なわれるが、我々のスタディの目的であるOhangwat SatunにあるLa Ngu農業開発計画の場合も、また、この二つの面から分析されねばならない。

(a) 国民消費水準の向上 (Aggregate-Consumption Objective)

先ず第一に、国民生活水準の向上がNational planningの基本目的であることは論議の余地がない。本計画の場合も、窮極的にはこの計画がタイ国全体の消費水準の向上にどの程度貢献し得るか、という観点から評価されなければならない。

(b) 所得再分配 (Income Redistribution Objective)

National planningの第二の基本的目的は、所得分配の調整即ち、より恵まれた階層から、より恵まれていない階層への所得の移転、或は、より恵まれている地方からより恵まれていない地方への所得の移転の効果を期待するという点にある。13.1.4で示されたようにOhangwat Satunにおける農家の経済状態は南タイでも最低水準に位する。

従ってこの計画の分析の目的には、この地域に対する所得の再分配効果を含めなければならない。なお、所得再分配を問題にした場合、計画の効果は、次の二つの尺度を以て分析するのが適当である。

- 計画地域に対し、どの程度有利な所得再分配効果をもたらすか、
- 計画に関連する各グループのうち、最低所得層(例えば、農民及び労働者等のグループ)に対し、どの程度有利な所得再分配効果をもつか、

本稿における社会的経済効果の分析は、上記の各Objectiveに沿ってPlan BのScheme B-1を対象として行なったものである。

E.2 直接費用

この灌漑計画に要する直接費用は灌漑施設の建設工事費および同施設の運転、保守費用、計画完成後の農家の営農費用(Farmer's Agricultural cost)、農業指導員(extension worker)の費用等である。

ところで我々が行なった計算では、灌漑計画の実施後の計画地域内の農家の粗収入の全

体額をそのまま「便益」として計上したので計画実施後に失われることとなる現在の収益もまた「費用」として計上した。

E. 2.1 建設工事費 (Construction cost)

13.4.5で示したように、Scheme B-1における灌漑施設の建設期間は5年間であり、その概工事費はTable B-1に示すように370.30百万円と見積られる。いまこれを内貨分と外貨分に分けると内貨分306.78百万円、外貨分63.52百万円となる。

また、内貨分のうち、労務者賃金が141.48百万円、営材費が165.30百万円と見積られる。なお外貨分についてはポンプおよびその附属品だけとした。

E. 2.2 運転保守費 (Operating and Maintenance cost)

灌漑施設完成後の運転保守の費用は、労務者の賃金および諸材料費とに分けられる。

これらの費用を内貨分と外貨分に分けるとTable B-2に示すように、毎年の所要額は内貨分9.11百万円、外貨分1.62百万円、合計10.73百万円となる。なお内貨分の内訳は労務賃金2.68百万円、材料費6.43百万円と見積られる。

E. 2.3 農家の営農費用 (Farmers agricultural cost)

計画地域の現状は、耕作面積73,465rai、耕作物の粗収入45.16百万円である。灌漑計画を実施すると耕作面積および収量は共に大幅に増大し、延耕作面積は約2倍の146,665rai、粗収入はfull benefit (灌漑開始後12年目)の段階において現状の約3倍の153.22百万円に増大するものと予想される。Project life 50年平均値は149.34百万円である。一方農家の営農費用も増大し、毎年64.44百万円 (Project life 50年平均)に達するものと想定される。

灌漑計画の実施前および実施後における、上記の営農状況を表によつて示すとTable B+3の通りとなる。

以上により、灌漑計画の実施に伴う農家の営農費用の増分costは
 $64.44 - 20.41 = 44.03$ 百万円となり、その項目別内訳はTable B-4に示される。
 また、この増分costを内貨分と外貨分に分けると次のように予想される。

内貨分	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Family (unskilled) labour} \\ \text{Hired (") labour} \\ \text{Domestic materials} \end{array} \right\}$	25.67 百万円
		11.21 "
		7.15 "
外貨分		7.15 "
合 計		44.03 百万円

なお、営農費用のうち、外貨分に含まれる items は、所要肥料代の50%、農薬代の50%および農機具の50%と想定した。

B.2.4 Extension workers cost

農業計画、灌漑計画を実効あらしめるためには、単に灌漑施設を建設するだけでは不
充分であり、農業指導員を計画地域に配置し、農民に対して農耕技術を教え、また農耕
知識の普及を図ることが絶対に必要である。

この計画の場合、農業指導員の派遣母体は明確ではないが、このレポートでは一応タ
イ国政府が担当するものとした。

本計画のかんがい可能面積は 110,970 rai で、耕作面積は一期作、二期作を併せる
と 146,665 rai である。

農業指導員の所要人数については、本計画においては次のように想定した。

— 灌漑開始後 5 年間は約 2,000 rai について 1 名とする。

$$\frac{110,970}{2,000} \div 55 \text{人/年}$$

— 灌漑開始後 6 ~ 10 年目までは 3,000 rai について 1 名とする。

$$\frac{110,970}{3,000} \div 37 \text{人/年}$$

— 灌漑開始後 11 ~ 50 年目までは 4,000 rai について 1 名とする。

$$\frac{110,970}{4,000} \div 28 \text{人/年}$$

指導員の給与については、タイ国の統計資料等から判断して月額 4,500 串（年額
54,000 串）程度（実務経験 10 年位）と想定した。従って、本計画に必要な農業指導
員の年経費は次のようになる。

— 灌漑開始後 1 ~ 5 年目

$$55 \text{人} \times 54,000 \text{串} = 2.97 \text{百万串}$$

— 灌漑開始後 6 ~ 10 年目

$$37 \text{人} \times 54,000 \text{串} = 2.00 \text{百万串}$$

— 灌漑開始後 11 ~ 50 年目

$$28 \text{人} \times 54,000 \text{串} = 1.51 \text{百万串}$$

B.2.5 Existing agricultural income

Table B-3 に示すように、project areas における現在の農業粗収入は 45.16
百万串である。この粗収入は、灌漑計画実施後大巾に増大し、project life 50 年

間に亘る平均値は149.34百万串に達するが、このレポートではこの149.34百万串の粗収入の総額をそのまま灌漑計画のもたらす平均的な便益として計上し、計画実施により失なわれることになる現在の平均的な粗収入45.16百万串をコストとして計上し、計画の効果が“正味ネット”の形で正しく把握されるようにした。

E.3 直接便益

現在の project areas のうち、農家への配分面積は Table B-5 に示すように 76,825 rai (Benefitable areaは73,465 rai)、農家戸数は3,955 戸であるが、灌漑計画実施後の面積は158,100 rai (Benefitable areaは146,665 rai)、農家数は8,200 戸に増大する見込である。

これに伴い、計画地域の農家の粗収入は、Table B-6 に示すように、現在の45.16百万串から年平均149.34百万串に増大する見込である。

これは現在の1 rai当り収量615 串から約65% up の1,018 串に上昇することを意味する。

この灌漑計画の直接便益は、入植農家の増加収入であるが、これを灌漑計画実施後50年間をとって、経年の変化を示すと Table B-7 に示す通りとなる。既述のように、project area の主要農作物は paddy rice, upland crops, fruits crops, oil palm および pine apple である。このうち、paddy rice, upland crops, pine apple は灌漑初年度から full の収量を挙げることが期待されるが、fruits crops は新規に植付けられる場合作付後12年目から、oil palm は作付後11年目から full の収量が挙がるものとする。従って、project の粗収益は灌漑開始後12年目から full Benefit の153.22百万串になるものとする。

E.4 分析方法

我々はこの計画の分析を E.1 に挙げた2つの目的に沿って行なったが、そこで用いた分析方法を E.2 および E.3 に示した直接費用と直接便益をまとめた Table B-8 を基として説明すると次の通りである。

E.4.1 Aggregate Consumption Objective

先ず、国全体としての消費水準の向上という政策目的に従って分析しなければならないが次の3つの段階に分けて行なうのが適当である。

a) First Approximation

Table B-8 の Item (1) は、灌漑計画が実施されなければ生じないであろう国全体としての real gains である。

これに対して、Item (2)~(5) は、若し灌漑計画が実施されなかったならば、国民経済の何れかの分野で利用されるであろう (或は、利用することが出来るであろう) 資源の

支出である。換言すれば、この計画のために生じる“消費機会の犠牲”である。

また Item (6) は、灌漑計画の導入によって犠牲となる現在の営農収益であり、言い換えればこれもまた“消費機会の犠牲”を表わすものである。

以上により、各年次における Aggregate Consumption benefit の市場価値 (market value) は次式によって示される。

$$MO = (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) \quad \dots\dots (1式)$$

b) 2nd Approximation

分析の第2段階は、市場価格 (market prices) で表わされた (1式) の諸項目のうち、特定項目の price に調整を施し各項目が実際の Social value であらわされるようにすることである。

即ち、財貨の価格は、完全競争市場の下では、価格メカニズムの働きにより自動的に決まってくるが、不完全競争の下では、各財貨の価格は必ずしも、その真の価値を反映するものではないという点からこの調整が必要となる。例えば、為替管理、割当制等が行なわれている場合の外貨 exchange rate、物価統制が施行されている場合の財貨の市場価格、著しい underemployment の状態における労務賃銀等がその例である。

我々のスタディではこれらの諸点につき次のように想定した。

① Foreign exchange

タイ国においては、可成り厳重な為替管理が行なわれている。

併しながら、串の公定為替 rate をその shadow price を以て置換えなければならぬような決定的理由は見出せない。従って、公定為替 rate はその実勢を反映しているものとして、調整は施さない。

② Unskilled labour wages

計画地域の属する Changwat Satun は南タイでも最も農家の経済水準の低い地域であり、労働力、特に未熟練労働力は著しい underemployment の状態にある。この灌漑計画の場合には、施設の construction および運転保守に動員される未熟練労働者は、計画地域内および近傍の遊休労働力と農閑期の農民と推定される。

一般に、一つの計画が、完全雇用又はそれと類似の条件下で実施される場合には、その計画の遂行のために必要な労働力は、他の部門から引抜く必要がある。そのような場合にはその project に投入される労働力のコストは、労働力を引抜かれた部門が蒙る Net loss によって評価されなければならない。従って一つの計画に投入される労働力の真の価値を求めるには、そのような労働市場の状況を反映する“賃銀プレミアム”を導入して労働の市場価格を調整する必要がある。この考え方が通常、労働力の“Opportunity Cost”と云われるものであり、市場価格と調整係数 (1 + λ) との積であらわされるものである (λ が賃銀プレミアム)。

この計画では、必要とされる未熟な労働力はこの地域において *unde employment* の状況にあるので、これら労働力を動員しても、他の部門に如何なるロスも生ずることはないと考えられる。したがって賃銀プレミアム (λ) は -1 とみて差支えないであろう。

以上によりこの計画の便益の真の社会的価値をあらわすためには、第一次接近 (1st approximation) でたてられた算式 (1式) は次のように修正されるであろう。

$$SO = MO + \lambda L \quad \dots\dots\dots (2式)$$

$$\text{但し } L = -(2-L) - (3-L) - (4-L^P) - (4-L^H)$$

なお、熟練労働者および農業指導員の給与賃銀の市場価格は、それぞれの Opportunity Cost を反映した Approximate Cost になっているものと見做しうるので、この市場価格は調整する必要はないと考えられる。

c) Final Approximation

計画の完成に伴って生ずる収益 (gains) は次のように表現される。

$$\text{Gains} = \text{Consumption} + \text{Saving (investment)}$$

分析の最終段階は Investment の社会価値を Consumption の社会価値と比較可能なベースによって測定し、計画の総合的な社会的価値を算出することである。(Investment の社会的価値は consumption の社会的価値と異なる上回る) 即ち、上式における Savings の真の価値は、“投資のシャドウプライス” に依って調整されたものでなければならない。

なお、この場合“投資のシャドウプライス”とは現時点で行なう 1 単位の投資が生み出す将来の Aggregate Consumption Stream の現在価値を云うものであり、いま国全体としての経済部門の内部収益率 (投下資本を回収しつつ、なおかつ、資産残高に対して年平均何%の収益を挙げると云う率) を q 、貯蓄性向を s 、社会的割引率を i とすれば、投資のシャドウプライス (P_{inv}) は次式によって示される。⁽⁴⁾

$$P_{inv} = \frac{(1-s)q}{i-sq}$$

(4) 限界投資 1 単位が t 年において累積投資額 A_t をもたらすとすれば t 年次における return は次のようになる。

$$q A_t$$

この return は当然 Consumption と Saving (reinvestment) に振り向けられる。貯蓄性向を s とすると t 年次における Consumption 量 t 次のようになる。

$$(1-s)q A_t$$

従つて consumption stream の全期間を通じての現在価値 (投資の shadow price) は次のようになる。

$$P_{inv} = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{(1-s)qA_t}{(1+i)^t}$$

ここで, $A_1 = 1$

$$A_2 = A_1 + sqA_1 = (1+sq)A_1$$

$$\begin{aligned} A_3 &= A_2 + sqA_2 = (1+sq)A_2 \\ &= (1+sq)^2 A_1 \\ &= (1+sq)^2 \end{aligned}$$

.....

従つて,

$$\begin{aligned} P_{inv} &= \sum_{t=1}^{\infty} \frac{(1-s)q(1+sq)^{t-1}}{(1+i)^t} \\ &= \frac{(1-s)q}{1+sq} \sum_{t=1}^{\infty} \left(\frac{1+sq}{1+i}\right)^t \end{aligned}$$

ここで $\sum_{t=1}^{\infty} \left(\frac{1+sq}{1+i}\right)^t = \frac{1+sq}{1-sq}$ であるから

$$P_{inv} = \frac{(1-s)q}{1-sq}$$

~~~~~

所で、国全体としての再投資量を考察するにあつては、社会を構成する各階層によつて貯蓄性向が異なることに注目しなければならない。従つて、分析の Final approximationにおいて、次に成さなければならないことは、計画の実施に関係する利害関係者を幾つかのグループに区分し、各グループ毎の gains をそのグループに発生する“一次的”な Consumption の量とそのグループの gains の内、消費されないで残される部分 (Saving) がもとになつて全社会的に誘発される間接 (又は誘発) の Consumption との和として把握することである。

本灌漑計画の場合、利害関係者を区分すると、次の4グループに区分出来るであらう。

- ・グループ F……Farmer (農家)
- ・グループ L……Unskilled labour (未熟練労働者)
- ・グループ G……Government (DPW, 農業省を含む政府全体)
- ・グループ T……Taxed public (納税層)

いま、 $SC^F, SC^L, SC^G, SC^T$  をそれぞれグループ F, L, G, T の gains (net consumption benefit) の価値であるとする、(2式) は次のようになる。

$$SC = SC^F + SC^L + SC^G + SC^T \dots\dots (3式)$$

また、各グループの gains は次のように表わすことが出来る。

$$SO^F = (1) - (4) - (6) - \lambda (4 - L^F) \quad \dots (3 \text{式A})$$

$$SO^L = -\lambda [ (2 - L) + (3 - L) + (4 - L^H) ] \quad \dots (3 \text{式B})$$

$$SO^G = - (2 - F) - (3) - (6) \quad \dots (3 \text{式C})$$

$$SO^T = - (2 - L) - (2 - S) - (2 - D) \quad \dots (3 \text{式D})$$

上記 (3式) A, B, C, D の合計は (2式) に示した  $SO = MO + \lambda L$  に等しくなる。

次に、各グループ毎の貯蓄性向を、それぞれ、 $s^F, s^L, s^G, s^T$  とすると、例えば、グループ F の農家の benefit の social value  $O^F$  は次のように表わすことが出来る。即ち、

$$\begin{aligned} O^F &= SO^F s^F P^{inv} + SO^F (1 - s^F) \\ &= SO^F [ s^F P^{inv} + (1 - s^F) ] \end{aligned}$$

此所で、 $SO^F s^F P^{inv}$  は saving から誘発された Consumption の Social value であり、また  $SO^F (1 - s^F)$  は一次的な Consumption Value である。

同様に、グループ L, G, T のそれぞれについて、次のように表現出来る。

$$O^L = SO^L [ s^L P^{inv} + (1 - s^L) ]$$

$$O^G = SO^G [ s^G P^{inv} + (1 - s^G) ]$$

$$O^T = SO^T [ s^T P^{inv} + (1 - s^T) ]$$

そして、Aggregate-Consumption benefit の最終的な social value を  $O$  とすると、

$$O = O^F + O^L + O^G + O^T$$

従って、(3式) と合せて、次の (4式) が得られる。

$$O = SO + (P^{inv} - 1) (s^F SO^F + s^L SO^L + s^G SO^G + s^T SO^T) \quad \dots (4 \text{式})$$

#### B.4.2 Regional Redistribution Objective

次に、第2の Socio-economic 分析の目的である所得再分配効果の観点から、この計画が Changwat Satun に及ぼす影響について分析した。

##### a) First Approximation

Table B-8 のうち、地域的所得再分配のテーマに関する項目は次の通りである。即ち、

- Item (1)の農産物収入はこの地域に属する直接的benefitである。
- Item (4)の農家営農費用とItem (6)の現況における農業収入はこの地域のlossとなる。
- 営農費用のうち、Item (4-L<sup>F</sup>)とItem (4-L<sup>H</sup>)は一方においてcostであると同時に、他方において賃銀収入と云う形で、この地方住民の所得となるので、これら賃銀部分はbenefitとして相殺されなければならない。
- また、Item (2-L)および(2-S)の建設期間中の労務賃銀、並びにItem (3-L)および(3-S)の保守運転に伴う労務賃銀も、この地方のbenefitとして計上される。
- 最後に、政府(例えば農業省)が支払うこととなるItem (5)の農業指導員の給与もこの地方の所得部分となる。

以上により、各年次におけるChangwat Satunの直接的なAggregate-Consumption benefit (DR<sup>M</sup>)は次の通りとなる。

$$DR^M = (1) + (2-L) + (2-S) + (3-L) + (3-S) - (4) \\ + (4-L^F) + (4-L^H) + (5) - (6) \quad \dots\dots (5式)$$

なお、ここで取扱う目的は、現実の所得フローを問題とするのであるから、先項で述べた第一の目的である“Aggregate Consumption Objective”で問題とした労働の“Opportunity Cost”とか、投資の“Shadow Price”といった観念から全く離れた評価が行なわれることに留意すべきである。

#### b) 2nd Approximation

分析の第2段階は、(5式)の直接的なRegional Aggregate-Consumption benefitを地域支出乗数(Regional spend multiplier)によって補正することである。

何故なら、計画の実施に伴って計画地域に直接的benefit(増分所得)がもたらされると、その一部は当該地方でrespendされる。つまり、その地方内に新たに一連のbenefitのroundが生ずることとなる。例えば、本灌漑計画による所得からの支出は、Changwat Satunのsmall businessやサービス部門に対する追加収入を構成し、さらにこれらの部門はこの追加収入の一部を消費目的のために支出する。このようにして、間接的benefitの無限のroundがこの地域内に誘発されることになる。

いま、前述の増分所得と増分支出との比、即ち、限界支出性向(marginal propensity to spend)をrとすると、或る一つのprojectの直接的benefit(R<sup>D</sup>)から生ずる間接的benefit(R<sup>I</sup>)は次のようになる。

$$\begin{aligned}
R^I &= rR^D + r(rR^D) + r(r^2R^D) + \dots \\
&= R^D(r + r^2 + r^3 + \dots) = R^D\left(\frac{r}{1-r}\right)
\end{aligned}$$

従って、project の benefit の social value を  $R^T$  とするならば

$$\begin{aligned}
R^T &= R^D + R^I = R^D\left(1 + \frac{r}{1-r}\right) \\
&= R^D\left(\frac{1}{1-r}\right)
\end{aligned}$$

つまり、直接的な Regional Aggregate-Consumption benefit の Social Value は、当該 benefit に “地域支出乗数”  $\frac{1}{1-r}$  を乗じたものに等しくなる。

従って、Changwat Satun に対する地域所得分配の Social Value ( $R^M$ ) は次式を以て表わされる。

$$R^M = \frac{DR^M}{1-r} \quad \dots\dots (6式)$$

#### E.4.3 Group Redistribution Objective

最後に、この灌漑計画に關与する諸グループの中、最低所得層に対する所得の再分配効果について考察しなければならない。この計画における最低所得層とは、農民および未熟練労働者である。

これら、農民および未熟練労働者グループの得る Aggregate-Consumption benefit ( $R^{FL}$ ) は各年次において次の通りとなる。

$$R^{FL} = (1) + (2-L) + (3-I) - (4) + (4-L^F) + (4-L^H) - (6) \quad (7式)$$

#### E.5 パラメータ

以上により、project areas の灌漑計画に伴う社会的経済効果の分析方法について説明したが、これらの分析方法には幾つかの Parameter が含まれている。併しながら、今回我々が行なった現地調査の過程においては、これら所要 parameters の全てについて正確な情報、資料を得ることが出来たとは云い難い。従って、以下の分析においては、幾つかの parameters については類推値を用いることにした。この点に關し、今後の調査において精査し、分析の確度を高める必要がある。この分析で用いた parameters を下記に示す。

Values of General Parameters

|                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| (1) 社会的割引率 <sup>1)</sup>         | $i = 5\%, 7\%, 9\%$          |
| (2) 未熟練労働賃銀プレミアム <sup>2)</sup>   | $\lambda = -1.0$             |
| (3) 経済全般の限界収益率 <sup>3)</sup>     | $q = 0.20$                   |
| (4) 収益からの限界再投資率 <sup>1)</sup>    | $s = 0.20$                   |
| (5) 投資の shadow price             | $P^{inv} = 16.0 ; 5.3 ; 3.2$ |
| (6) 限界貯蓄性向 <sup>4)</sup>         |                              |
| (a) 農    家                       | $s^F = 0.20$                 |
| (b) 未熟練労働者                       | $s^L = 0$                    |
| (c) 政    府 <sup>1)</sup>         | $s^G = 1.0$                  |
| (d) 納 税 階 層                      | $s^T = 0.80$                 |
| (7) 計画地域における限界支出性向 <sup>5)</sup> | $r = 0.20$                   |

註

- 1) (1)の社会的割引率 (Social rate of discount), (6)-(c)政府の貯蓄性向, および (4)の経済全般の限界投資性向は, いわば, national parameters であり, タイ国政府によつて我々に提供さるべきものであるが, これらのうち, 我々が知り得たことは, (1)の割引率については, 一応7%が適正であるという示唆のみであつた。このような背景から本分析では7%の他に5%, 9%と3通りの割引率をもつて分析を行なつた。その他では(4)については国連統計資料からの類推, (6)の(c)については, 他国の例からの類推によつた。
- 2) (2)の未熟練労働者の賃銀プレミアムについては, この地域は著しい underemployment の状態にあり, これら労働者の賃銀の Opportunity Cost は零と見做してよいと判断されるので-1をとつた。
- 3) (3)の産業経済全般の限界内部収益率については, その他類似各国の平均値を採用した。
- 4) (6)の農家に対しては, 一般の Private Sector (0.25) よりも若干低目を採用した。(b)の未熟練労働者については, “その日暮し”の実態から貯蓄性向は零と見做した。(d)の納税階層の貯蓄性向および(7)の計画地域の限界消費性向については, 幾つかの例からの類推による。

E.6 分 析

Table B-8に示した Benefit および Cost の経年の flow を, 割引率5%, 7%, 9%として, 計画の着手時点 (year 0) において現在価値換算すると, Table B-9の通りとなる。

次に, Table B-9を基として, 前述の分析方法および parameters を用いて, 各目的についての本計画の社会経済効果の現在価値を算出すると Table B-10の通りとなる。

上記の表から, 推論し得る事項は次の通りである。

- (a) 市場価格によつて評価される灌漑計画の Consumption benefit (MC) は, 割引率5%の時209.35百万円, 割引率7%の時31.66百万円であるが, 割引率9%の時はマイナスとなる。

- (b) 上記の Net-Consumption benefit の計算では、国全体としての社会的価値という観点からみた場合には、除去されるべき未熟練労働者の賃銀 (Opportunity Cost = 0) も考慮されている。従って、これを控除して実際の social value (SO) を算出すると、割引率 5%, 7%, 9% のそれぞれに対して、便益は 657.16 百万円、353.36 百万円および 183.29 百万円となり、いずれの場合ともプラスとなる。
- (c) 上記 benefit の social value (SO) を構成するものは、農民、未熟練労働者、政府および納税階層であるが、前 2 グループの cash flow は何れもプラスであるのに反して、政府 (外貨部分を負担すると仮定する) および納税階層 (税金の形で内貨部分を負担すると仮定する) は灌漑設備の建設および運転保守の費用を負担するだけで、この project からの収入はないので、cash flow は完全にマイナスとなる。
- また一方、政府および納税階層は貯蓄性向 (reinvestment) が高いのに対して、農家および未熟練労働者のそれは低いので、投資の shadow price を考慮した Aggregate-Consumption の Social Value は何れもマイナスとなる。
- (d) 地域所得分配目的のもとに計算された計画地域に帰属する income の social value ( $R^M$ ) は、割引率 5%, 7%, 9% のそれぞれに対して、1,535.45 百万円、1,045.88 百万円、758.50 百万円と見込まれるであろう。
- (e) 最後に、この計画に関与する利害関係グループのうち、the poorest group である農家および未熟練労働者に対する Cash inflow ( $R^{FL}$ ) は上記の  $R^M$  と同様、いずれの割引率においても大巾なプラスとなる。

## E.7 評 価

冒頭に述べたように、国の経済政策目的には、国全体の消費水準の向上 (Aggregate-Consumption Objective) と地域的所得再分配 (Regional-Income Redistribution Objective) とが共通 pattern として一般に掲げられるが、project の妥当性評価の場合には、政府がこれら 2 目的に寄せるそれぞれの政策 weight が問題となる。

例えば、本計画の例で、Aggregate-Consumption の Social Value は割引率 7% の場合には、-640.71 百万円であり、これに対する Regional Distribution の Social Value は 1,045.88 百万円である。

従って若し政府の狙いが "Aggregate Consumption Objective" のみにあるならばこの計画は取り上げ難いものであるが、若し政府がその狙いに加えて、少なくとも Aggregate Consumption の便益と所得再分配の便益の和を零にする範囲のウェイトを所得再分配の効果に寄せるなら、この計画は許容しうるものとなる。この灌漑計画の場合、割引率 7% の場合には、国全体の消費水準の向上目的のウェイトを 1 とすると、次の計算が示すように地域の所得再分配効果に 61% 以上のウェイトを与えるならば、本計画は Acceptable と云える。

$$1,045.88 \times x + (-640.71) = 0$$

$$\therefore x = 0.61$$

同様にして、割引率5%の時には、少くとも183%、割引率9%の時には少くとも41%の政策ウェイトを地域の所得再分配効果に寄せるならば、本計画は、acceptableと判断される。これを図をもって示すとFig. B-1の通りである。この図の曲線上の点は、この計画を許容しうるものとするために必要な最低の政策ウェイトを示すものである。若し、政府がそれ以上の政策ウェイトを寄せるならば、この計画は社会的経済的にみて、全く妥当なものとなる。

Table E-1 Construction Cost by Year and Input (Excluding interest during construction)

(Unit: 10<sup>6</sup> £)

|                                | Construction Period |       |       |       |        | Total  | Remarks                                                  |
|--------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|--------|--------|----------------------------------------------------------|
|                                | 1st                 | 2nd   | 3rd   | 4th   | 5th    |        |                                                          |
| Input:                         |                     |       |       |       |        |        |                                                          |
| (1) Labour                     | 18.52               | 29.33 | 28.12 | 28.98 | 36.53  | 141.48 |                                                          |
| (2) Domestic Materials         | 21.90               | 45.75 | 37.28 | 28.51 | 31.86  | 165.30 |                                                          |
| (3) Foreign Exchange Materials | -                   | -     | -     | 22.80 | 40.72  | 63.52  |                                                          |
| Total                          | 40.42               | 75.08 | 65.40 | 80.29 | 109.11 | 370.30 | Foreign currency<br>63.52<br>Domestic currency<br>306.78 |

Table E-2 Operating Cost by Year and Input

(Unit: 10<sup>6</sup> £)

|                                | Operating period (6th to 55th) |                   |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Input:                         |                                |                   |
| (1) Labour                     | 2.68                           | Domestic currency |
| (2) Domestic Materials         | 6.43                           |                   |
| (3) Foreign Exchange Materials | 1.615                          | Foreign currency  |
| Total                          | 10.725                         | Say 10.73         |

Table E-3 Production Cost without Project and with Project

|                  | (1)                   | (2)                               | (3)=(1)x(2)                   | (4)                                           | (5)=(4)-(3)                   | (6)=(5)/(1)                        |
|------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
|                  | Planted Area<br>(rai) | Production<br>Cost per<br>rai (₹) | Production<br>Cost<br>(1000₹) | Gross I/<br>Agriculture<br>Benefit<br>(1000₹) | Surplus<br>Benefit<br>(1000₹) | Unit Surplus<br>Benefit<br>(₹ rai) |
| Present:         |                       |                                   |                               |                                               |                               |                                    |
| Rice             | 11,930                | 220                               | 2,624.6                       | 4,115.9                                       | 1,491.3                       | 125                                |
| Upland corps     | 33,185                | 160                               | 5,309.6                       | 10,619.2                                      | 5,309.6                       | 160                                |
| Fruit corps      | 19,710                | 280                               | 5,518.8                       | 16,753.5                                      | 11,234.7                      | 570                                |
| Oil palm         | 6,480                 | 980                               | 6,350.4                       | 12,312.0                                      | 5,961.6                       | 920                                |
| Pine apple       | 2,160                 | 280                               | 604.8                         | 1,360.8                                       | 756.0                         | 350                                |
| Total            | 73,465                |                                   | 20,408.2                      | 45,161.4                                      | 24,753.2                      | Ave.<br>337                        |
| With<br>project: |                       |                                   |                               |                                               |                               |                                    |
| Rice             | 18,750                | 320                               | 6,000.0                       | 10,500.0                                      | 4,500.0                       | 240                                |
| Upland corps     | 67,315                | 320                               | 21,540.8                      | 52,505.7                                      | 30,964.9                      | 460                                |
| Fruit corps      | { 19,710<br>12,090    | 550                               | 10,840.5<br>6,649.5           | 26,608.5<br>14,628.9                          | 15,768.0<br>7,979.4           | 800<br>660                         |
| Oil palm         | { 6,480<br>4,320      | 1,180                             | 7,646.4<br>5,097.6            | 16,394.4<br>9,806.4                           | 8,748.0<br>4,708.8            | 1,350<br>1,090                     |
| Pine apple       | 18,000                | 370                               | 6,660.0                       | 18,900.0                                      | 12,240.0                      | 680                                |
| Total            | 146,665               |                                   | 64,434.8                      | 149,343.9                                     | 84,909.1                      | Ave.<br>579                        |

I/= see Table E-6

Table E-4 Incremental Production Cost of Cultivation by Year and Input

(Unit: 10<sup>6</sup> ¥)

|        | Item               | Operating Period (6th to 55th) |
|--------|--------------------|--------------------------------|
| Input: | Seed               | 0.80                           |
|        | Fertilizer         | 7.45                           |
|        | Pesticide          | 2.71                           |
|        | Human Labour       | 25.67                          |
|        | Equipments & Tools | 4.13                           |
|        | Miscellaneous      | 3.27                           |
|        | Total              | 44.03                          |

Table E-5 Distribution of Landholdings in the Project Area

|                               | Allotted Area<br>in rai | %     | Number of<br>Family | %     |
|-------------------------------|-------------------------|-------|---------------------|-------|
| <b>Present:<br/>(without)</b> |                         |       |                     |       |
| 18 rai                        | 56,700                  | 73.8  | 3,150               | 79.7  |
| 25 rai                        | 20,125                  | 26.2  | 805                 | 20.3  |
| Total                         | 76,825                  | 100.0 | 3,955               | 100.0 |
| <b>With<br/>project:</b>      |                         |       |                     |       |
| 18 rai                        | 120,600                 | 76.3  | 6,700               | 81.7  |
| 25 rai                        | 37,500                  | 23.7  | 1,500               | 18.3  |
| Total                         | 158,100                 | 100.0 | 8,200               | 100.0 |

Table E-6 Cross Agriculture Benefit without Project and with Project

|                        | (1)                   | (2)                      | (3)=(1)x(2)            | (4)             | (5)=(3)x(4)                                | (6)=(5)/(1)                        |
|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
|                        | Planted Area<br>(rai) | Yield per<br>rai<br>(kg) | Production<br>(1000kg) | Price<br>(₹/kg) | Gross<br>Agriculture<br>Benefit<br>(1000₹) | Gross<br>Earning<br>per rai<br>(₹) |
| Present:               |                       |                          |                        |                 |                                            |                                    |
| Rice                   | 11,930                | 230                      | 2,743.9                | 1.5             | 4,115.9                                    | 345                                |
| Upland crops <u>1/</u> | 33,185                |                          |                        |                 | 10,619.2                                   | 320                                |
| Fruit crops <u>2/</u>  | 19,710                |                          |                        |                 | 16,735.5                                   | 850                                |
| Oil palm               | 6,480                 |                          |                        |                 | 12,312.0                                   | 1,900                              |
| Pine apple             | 2,160                 |                          |                        |                 | 1,360.8                                    | 630                                |
| Total                  | 73,465                |                          |                        |                 | 45,161.4                                   | Ave.<br>615                        |
| With                   |                       |                          |                        |                 |                                            |                                    |
| Project:               |                       |                          |                        |                 |                                            |                                    |
| Rice                   | 18,750                | 375                      | 7,031.2                | 1.5             | 10,500.0                                   | 560                                |
| Upland crops <u>1/</u> | 67,315                |                          |                        |                 | 52,505.7                                   | 780                                |
| Fruit crops <u>2/</u>  | { 19,710              |                          |                        |                 | 26,608.5                                   | 1,350                              |
|                        | { 12,090              |                          |                        |                 | 14,628.9                                   | 1,210                              |
| Oil palm               | { 6,480               |                          |                        |                 | 16,394.4                                   | 2,530                              |
|                        | { 4,320               |                          |                        |                 | 9,806.4                                    | 2,270                              |
| Pine apple             | 18,000                |                          |                        |                 | 18,900.0                                   | 1,050                              |
| Total                  | 146,665               |                          |                        |                 | 149,343.9                                  | Ave.<br>1,018                      |

1/ Beans, sweet corn, sweet potato, water melon, cucumber, vegetables, etc.

2/ Banana, coconut, mango, rubber, etc.

Table E-7 Project Benefit by Year and Output

(Unit: 10<sup>6</sup> \$)

|                                      | Operating Period |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |          |
|--------------------------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|
|                                      | 6th              | 7th    | 8th    | 9th    | 10th   | 11th   | 12th   | 13th   | 14th   | 15th   | 16th   | 17th   | 18-55th |          |
| (1) Agricultural output:             |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |          |
| Rice                                 | 10.50            | 10.50  | 10.50  | 10.50  | 10.50  | 10.50  | 10.50  | 10.50  | 10.50  | 10.50  | 10.50  | 10.50  | 10.50   | 399.00   |
| Upland crops                         | 52.51            | 52.51  | 52.51  | 52.51  | 52.51  | 52.51  | 52.51  | 52.51  | 52.51  | 52.51  | 52.51  | 52.51  | 52.51   | 1,995.38 |
| Fruit crops                          | 18.42            | 20.28  | 24.70  | 28.90  | 33.42  | 35.39  | 37.33  | 38.36  | 39.50  | 40.73  | 42.10  | 43.66  | 43.66   | 1,659.08 |
| Oil palm                             | 12.45            | 13.49  | 14.52  | 16.94  | 20.75  | 22.83  | 24.21  | 25.59  | 26.28  | 26.98  | 27.65  | 27.65  | 27.65   | 1,050.70 |
| Pine apple                           | 18.90            | 18.90  | 18.90  | 18.90  | 18.90  | 18.90  | 18.90  | 18.90  | 18.90  | 18.90  | 18.90  | 18.90  | 18.90   | 718.20   |
| Total                                | 112.78           | 115.68 | 121.13 | 127.75 | 136.08 | 140.13 | 143.45 | 145.86 | 147.69 | 149.62 | 151.66 | 153.22 | 153.22  | 5,822.36 |
| (2) Agricultural income forgone: (-) | 45.16            | 45.16  | 45.16  | 45.16  | 45.16  | 45.16  | 45.16  | 45.16  | 45.16  | 45.16  | 45.16  | 45.16  | 45.16   | 1,716.08 |
| Surplus (1)-(2)                      | 67.62            | 70.52  | 75.97  | 82.59  | 90.92  | 94.97  | 98.29  | 100.70 | 102.53 | 104.46 | 106.50 | 108.06 | 108.06  | 4,106.28 |

Table E-8 Benefit and Cost Flow by Year (At market prices)

(Unit: Million Baht)

|                                               | Construction Period |              |              |              |               | Operating Period |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|-----------------------------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                               | 1st                 | 2nd          | 3rd          | 4th          | 5th           | 6th              | 7th           | 8th           | 9th           | 10th          | 11th          | 12th          | 13th          | 14th          | 15th          | 16th          | 17th          |
| <u>Benefit</u>                                |                     |              |              |              |               |                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| (1) <u>Agricultural Output</u>                |                     |              |              |              |               | <u>112.08</u>    | <u>115.68</u> | <u>121.13</u> | <u>127.25</u> | <u>136.08</u> | <u>140.13</u> | <u>143.45</u> | <u>145.86</u> | <u>147.69</u> | <u>149.62</u> | <u>151.66</u> | <u>153.22</u> |
| (1-D) Domestic Currency                       |                     |              |              |              |               | 112.08           | 115.68        | 121.13        | 127.25        | 136.08        | 140.13        | 143.45        | 145.86        | 147.69        | 149.62        | 151.66        | 153.22        |
| (1-F) Foreign Currency                        |                     |              |              |              |               |                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| <u>Cost</u>                                   |                     |              |              |              |               |                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| (2) <u>Construction Cost</u>                  | <u>40.42</u>        | <u>75.08</u> | <u>65.40</u> | <u>80.29</u> | <u>109.11</u> |                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| (2-L) Unskilled labour                        | 11.11               | 17.60        | 16.87        | 17.39        | 21.92         |                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| (2-S) Skilled labour                          | 7.41                | 11.73        | 11.25        | 11.59        | 14.61         |                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| (2-D) Domestic materials                      | 21.90               | 45.75        | 37.28        | 28.51        | 31.86         |                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| (2-F) Imported materials                      |                     |              |              | 22.80        | 40.72         |                  |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
| (3) <u>Operating Cost</u>                     |                     |              |              |              |               | <u>10.73</u>     | <u>10.73</u>  | <u>10.73</u>  | <u>10.73</u>  | <u>10.73</u>  | <u>10.73</u>  | <u>10.73</u>  | <u>10.73</u>  | <u>10.73</u>  | <u>10.73</u>  | <u>10.73</u>  | <u>10.73</u>  |
| (3-L) Unskilled labour                        |                     |              |              |              |               | 1.88             | 1.88          | 1.88          | 1.88          | 1.88          | 1.88          | 1.88          | 1.88          | 1.88          | 1.88          | 1.88          | 1.88          |
| (3-S) Skilled labour                          |                     |              |              |              |               | 0.80             | 0.80          | 0.80          | 0.80          | 0.80          | 0.80          | 0.80          | 0.80          | 0.80          | 0.80          | 0.80          | 0.80          |
| (3-D) Domestic materials                      |                     |              |              |              |               | 6.43             | 6.43          | 6.43          | 6.43          | 6.43          | 6.43          | 6.43          | 6.43          | 6.43          | 6.43          | 6.43          | 6.43          |
| (3-F) Imported materials                      |                     |              |              |              |               | 1.62             | 1.62          | 1.62          | 1.62          | 1.62          | 1.62          | 1.62          | 1.62          | 1.62          | 1.62          | 1.62          | 1.62          |
| (4) <u>Farmer Agricultural Cost</u>           |                     |              |              |              |               | <u>44.03</u>     | <u>44.03</u>  | <u>44.03</u>  | <u>44.03</u>  | <u>44.03</u>  | <u>44.03</u>  | <u>44.03</u>  | <u>44.03</u>  | <u>44.03</u>  | <u>44.03</u>  | <u>44.03</u>  | <u>44.03</u>  |
| (4-L <sup>F</sup> ) Family labour (Unskilled) |                     |              |              |              |               | 23.10            | 23.10         | 23.10         | 23.10         | 23.10         | 23.10         | 23.10         | 23.10         | 23.10         | 23.10         | 23.10         | 23.10         |
| (4-L <sup>H</sup> ) Hired labour (Unskilled)  |                     |              |              |              |               | 2.57             | 2.57          | 2.57          | 2.57          | 2.57          | 2.57          | 2.57          | 2.57          | 2.57          | 2.57          | 2.57          | 2.57          |
| (4-D) Domestic materials                      |                     |              |              |              |               | 11.21            | 11.21         | 11.21         | 11.21         | 11.21         | 11.21         | 11.21         | 11.21         | 11.21         | 11.21         | 11.21         | 11.21         |
| (4-F) Imported materials                      |                     |              |              |              |               | 7.15             | 7.15          | 7.15          | 7.15          | 7.15          | 7.15          | 7.15          | 7.15          | 7.15          | 7.15          | 7.15          | 7.15          |
| (5) <u>Extension Workers Wage</u>             |                     |              |              |              |               | <u>2.97</u>      | <u>2.97</u>   | <u>2.97</u>   | <u>2.97</u>   | <u>2.97</u>   | <u>2.00</u>   | <u>2.00</u>   | <u>2.00</u>   | <u>2.00</u>   | <u>2.00</u>   | <u>1.51</u>   | <u>1.51</u>   |
| (6) <u>Existing Agricultural Income</u>       |                     |              |              |              |               | <u>45.16</u>     | <u>45.16</u>  | <u>45.16</u>  | <u>45.16</u>  | <u>45.16</u>  | <u>45.16</u>  | <u>45.16</u>  | <u>45.16</u>  | <u>45.16</u>  | <u>45.16</u>  | <u>45.16</u>  | <u>45.16</u>  |



Table E-9 Present Value of Flows in Year 0

(Unit: Million Baht)

| Item                                          | Social Rate of Discount |                 |               |
|-----------------------------------------------|-------------------------|-----------------|---------------|
|                                               | 5%                      | 7%              | 9%            |
| <u>Benefit</u>                                |                         |                 |               |
| (1) <u>Agricultural Output</u>                | <u>1,910.56</u>         | <u>1,264.07</u> | <u>883.42</u> |
| (1-D) Domestic Currency                       | 1,910.56                | 1,264.07        | 883.42        |
| (1-F) Foreign Currency                        |                         |                 |               |
| <u>Cost</u>                                   |                         |                 |               |
| (2) <u>Construction Cost</u>                  | <u>314.42</u>           | <u>296.52</u>   | <u>278.36</u> |
| (2-L) Unskilled Labour                        | 72.53                   | 68.37           | 64.55         |
| (2-S) Skilled Labour                          | 48.36                   | 45.57           | 43.04         |
| (2-D) Domestic Materials                      | 142.91                  | 135.21          | 128.21        |
| (2-F) Imported Materials                      | 50.62                   | 46.37           | 42.56         |
| (3) <u>Operating Cost</u>                     | <u>146.09</u>           | <u>98.63</u>    | <u>70.08</u>  |
| (3-L) Unskilled Labour                        | 25.60                   | 17.29           | 12.28         |
| (3-S) Skilled Labour                          | 10.89                   | 7.36            | 5.23          |
| (3-D) Domestic Materials                      | 87.60                   | 59.13           | 42.02         |
| (3-F) Imported Materials                      | 22.00                   | 14.85           | 10.85         |
| (4) <u>Farmer Agricultural Cost</u>           | <u>599.78</u>           | <u>404.87</u>   | <u>278.74</u> |
| (4-L <sup>F</sup> ) Family Labour (Unskilled) | 314.68                  | 212.41          | 150.96        |
| (4-L <sup>H</sup> ) Hired Labour (Unskilled)  | 35.00                   | 23.63           | 16.79         |
| (4-D) Domestic Materials                      | 152.70                  | 103.08          | 73.26         |
| (4-F) Imported Materials                      | 97.40                   | 65.75           | 46.73         |
| (5) <u>Extension Workers Wage</u>             | <u>25.72</u>            | <u>18.13</u>    | <u>13.40</u>  |
| (6) <u>Existing Agricultural Income</u>       | <u>615.20</u>           | <u>415.26</u>   | <u>295.13</u> |

Table E-10 Present Value of Net Benefit of the Project

|                                       |                                                                | (Unit: Million Baht)    |          |         |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|---------|
| Item                                  |                                                                | Social Rate of Discount |          |         |
|                                       |                                                                | 5%                      | 7%       | 9%      |
| <u>Aggregate-Consumption</u>          |                                                                |                         |          |         |
| <u>MC</u>                             | Consumption benefit at market prices                           | 209.35                  | 31.66    | -61.29  |
| <u>L</u>                              | Unskilled Labour-wages                                         | -447.81                 | -321.70  | -244.58 |
| <u>SC</u>                             | Social value of consumption benefit                            | 657.16                  | 353.36   | 183.29  |
| <u>SC<sup>F</sup></u>                 | Cash flow (Farmer)                                             | 1,010.26                | 666.35   | 451.51  |
| <u>SC<sup>L</sup></u>                 | Cash flow (Unskilled labour)                                   | 133.13                  | 109.29   | 93.62   |
| <u>SC<sup>G</sup></u>                 | Cash flow (Government)                                         | -222.43                 | -163.13  | -126.04 |
| <u>SC<sup>T</sup></u>                 | Cash flow (Taxed public)                                       | -263.80                 | -249.15  | -235.80 |
| <u>C</u>                              | Social value of Aggregate-Consumption                          | -2,814.14               | -640.71  | -310.35 |
| <u>Regional Income Redistribution</u> |                                                                |                         |          |         |
| <u>DR<sup>M</sup></u>                 | Cash inflow in the project area                                | 1,228.36                | 836.70   | 606.80  |
| <u>R<sup>M</sup></u>                  | Social value of Regional Redistribution                        | 1,535.45                | 1,045.88 | 753.50  |
| <u>Group Income Redistribution</u>    |                                                                |                         |          |         |
| <u>R<sup>FL</sup></u>                 | Cash inflow in the poorest group (Farmer and unskilled labour) | 1,143.39                | 765.64   | 545.50  |

Fig. E-1 Switching value for the Project

