

タイ 国

クロンタダン水力開発計画
プレフィジビリティ調査報告書

昭和46年 7月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1049964[8]

1049964[8]

1049964[8]

1049964[8]

1049964[8]

国際協力事業団

設立 年月日	84. 3. 22	122
登録No.	01465	64.3
		KE

は し が き

タイ国政府は1971年1月日本国政府に対し、同国中央部にある Khlong Tha Dan 水力開発計画の Pre-feasibility study ならびに西北部の Nam Pai 水力開発計画に関する踏査についての技術協力を要請した。日本国政府はこの要請に応え、海外技術協力事業団にこれらプロジェクトの調査実施を委託した。

海外技術協力事業団はプロジェクトの内容を勘案の上電源開発株式会社副調査役佐藤光春氏を団長とする一行同社の技師5名からなる調査団を1971年2月3日より3月19日の間タイ国に派遣し、現地調査を行ない、必要資料の収集を行なった。同調査団は、帰国後電源開発株式会社の各分野の専門家の全面的な協力を得て現地調査の結果ならびに収集資料をもとに、検討作業を行ない、本報告書を作成した。

おもうに、アジア諸国が経済的に停滞を続けていると云われているなかで、タイ国経済は目覚ましい発展を遂げている。即ち、第一次経済開発計画(1961~1966年)期間における経済成長率は7.2%を記録し、次の第二次計画(1967~1971年)の最初の3ケ年におけるそれは7.6%を示している。国内総生産の約30%が農業部門によって占められており、鉱工業部門のそれは16%を占めているが、とくに製造業の伸びは年率約12%のテンポで増加している。現在、タイ国の電力総使用量のうち工業の占める比率は60%を上廻っており、今後鉱工業の増産とあいまって電力使用量の大幅増大が期待される。

以上のような事情に鑑み、この報告書がタイ国政府の電力長期計画の策定ならびにそれに要する調査方針の確定にあたって役立つならば、幸いと存する次第である。

この機会に本調査の実施に際して、タイ国政府ならびに関連機関各位から調査団員に与えられたご厚情とご協力に対し、深甚の謝意を表するものである。

1971年7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

こゝに提出致しますのはタイ国クロン・タ・ダン水力開発計画に関するプレフィジビリティ報告書であります。海外技術協力事業団はクロン・タ・ダンプロジェクトのプレフィジビリティ調査のため電源開発株式会社の5名の専門家からなる調査団をタイ国に派遣しました。調査団は1965年6月に日本政府の海外技術協力事業団がタイ国に提出した“Report on Reconnaissance of Khlong Tha Dan Basin”に基づき現地において地形、地質、材料、水文等の現地調査及び電力の需給状況の調査、その他の計画作成に必要な諸資料を収集しました。

調査団は帰国後、電源開発株式会社のチーフエンジニア及び技術者達の協力を得て現地調査結果及び現地で収集された資料にもとずいて、水文資料の解析、需要の想定、概略設計、工事費概算、計画案の比較、経済評価等を行ない、この報告書を作成しました。

Khlong Tha Dan水力開発計画は、Khlong Tha Dan川の上流のKhlong Pun地点にあるHeo Na rokという滝の落差約300mを有効に利用することが、一つの大きなポイントであります。この落差を利用することによって、このProjectは120MW~540MWの規模のPeak Load用の水力発電所として開発可能なことが分りました。

またProjectのある地点が、Bangkokから僅か120kmという近距離ですので、電力需要の顕著でありますBangkokに送電することが容易であります。さらに将来においては、Bangkokに大容量火力発電所や原子力発電所が建設された場合には、それらの深夜余剰電力をこのProjectに有効に利用することによって、このProjectを揚水式発電所として開発することも可能であります。

この報告書では、以上述べた開発の可能性を持つ三つのAlternative Plansを多くのAlternative Plansの中から選び出しました。最も有利な開発計画は、将来行なわれるであろうFeasibility調査で明確になると考えられます。

さらに言えば、このProjectは電源開発の面ばかりでなく、下流平野部のかんがい開発およびProject Areaの観光開発という面に対しても影響を及ぼすでしょう。この二つの面についてもタイ国のAuthoritiesと共に調査し、協議する必要があるでしょう。

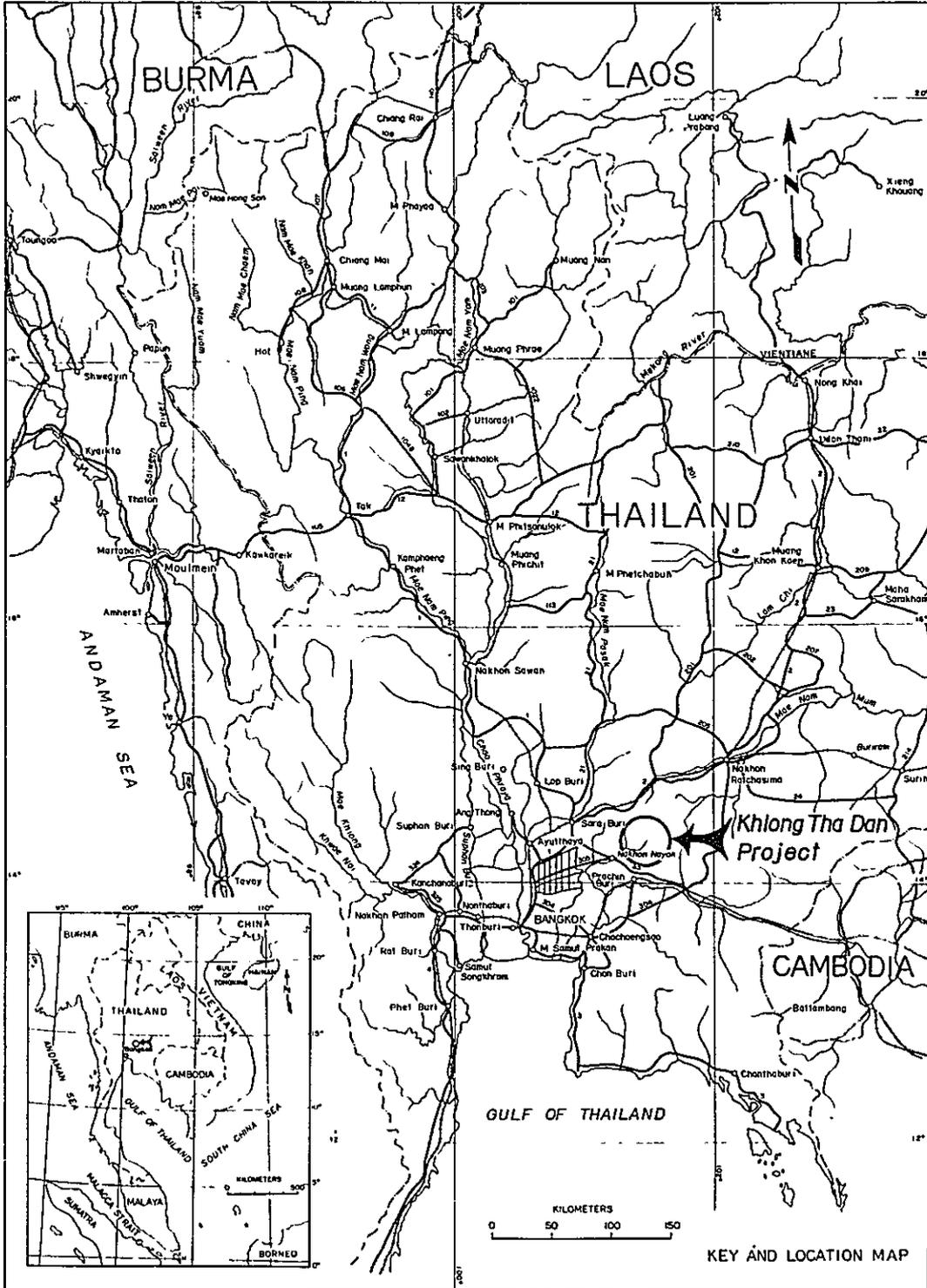
最後に我々は、この調査に多大の助力と協力をたまわったMr. Nitipat Jalichan, Secretary General of National Energy Authorityをはじめとして、National Energy Authority, Electricity Generating Authority of Thailand, Royal Irrigation Department, Department

of Land Development , Royal Forestry Department, Department of Technical and Economic
Cooperation. Local Government Office of Nakhon Nayok Province and Embassy of Japan
の関係 Officials に対して、心から感謝の意を表すものであります。

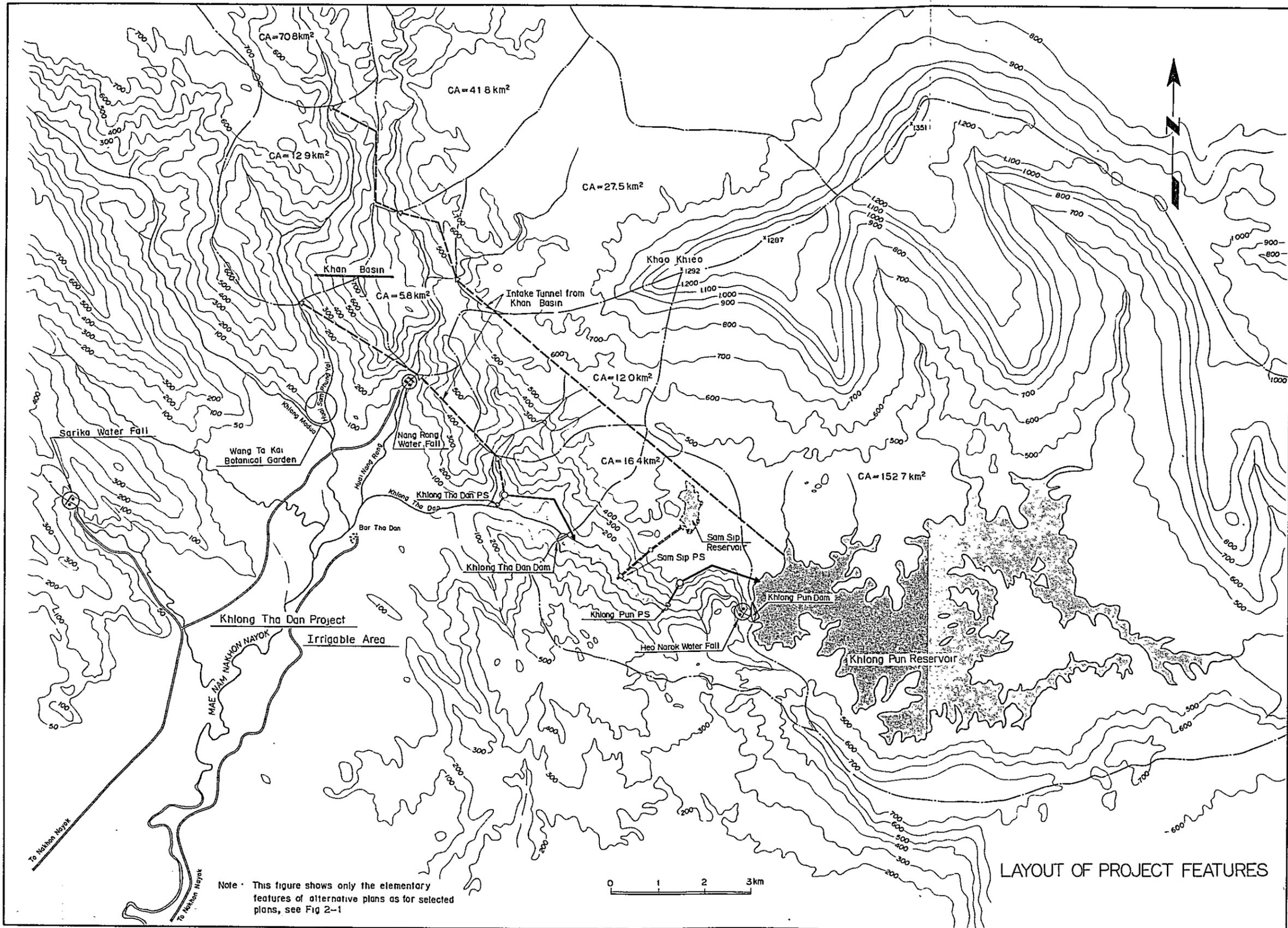
1971年7月

タイ国クロンタダン及びナム・バイ水力開発計画
調査団々長

佐藤光春



KEY AND LOCATION MAP



Note - This figure shows only the elementary features of alternative plans as for selected plans, see Fig 2-1

LAYOUT OF PROJECT FEATURES

Unit and Conversion of Unit

mm	:	Milimeter
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
gr	:	Gram
kg	:	Kilogram
ton	:	Metric ton
m/sec	:	Meter per second
c.m.s.	:	Cubic meter per second
cu.m.s. -day	:	Cubic meter per second - day
kW	:	Kilowatt
kWh	:	Kilowatt hour
MW	:	Megawatt
kV	:	Kilovolt
kVA	:	Kilovolt - ampere
MWh	:	Megawatt - hour
r.p.m.	:	Revolutions per minute
EL	:	Height above mean sea level
°C	:	Degree in Centigrade
p.p.m.	:	Parts per million by weight
%	:	Percentage
\$:	U.S. dollar
฿	:	Baht
1 ha	:	10,000 sq.m, 6.25 rai
1 rai	:	1,600 sq.m, 0.16 ha
1 MW	:	1,000 kW
1 \$:	100 cent, 1,000 mill, 20.8 Baht, 360 Yen
1 ฿	:	100 Satang, 0.0481 dollar, 17.31 Yen

Terms

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
Mae Nam	A large river.
Nam	A medium-sized river.
Lam	A small river.
Huai	A rivulet.
Khlong	A stream
Khao	A mountain, a hill
GDP	Gross Domestic Product is GNP less net income earned abroad.
GNP	Gross National Product represents the total monetary value in current prices of goods and services produced for sale in a given year plus an estimate of certain outputs (goods and services) that are neither bought nor sold. GNP is a useful means of measuring the economic growth of a country.

目 次

はしがき

伝達状

単位及び換算

計画地点位置図

第1章 緒 論	1-1
1-1 経 緯	1-1
1-2 報告書の範囲	1-1
1-3 基礎資料	1-2
第2章 要約と勧告	2-1
2-1 要 約	2-1
2-2 勧 告	2-2
第3章 計画地域の概説	3-1
3-1 地 理	3-1
3-2 気 候	3-3
3-3 電気事業の現況	3-3
第4章 問題点と必要性	4-1
4-1 需要想定	4-1
4-2 負荷曲線	4-3
4-3 ピークロードに対する供給力	4-4
4-4 開発計画とkWバランス	4-6
第5章 水文と地質	5-1
5-1 水 文	5-1
5-2 地 質	5-5
第6章 開発計画	6-1
6-1 はじめに	6-1
6-2 開発計画の検討	6-2
6-3 開発計画案の概要	6-4
第7章 設計の概要	7-1
7-1 クロンブンダム及び発電所	7-1
7-2 クロンタダダム及び発電所	7-2

7-3	サムシツプ貯水池と揚水発電所	7-2
7-4	送電設備	7-3
第8章	経済評価	8-1
8-1	販売可能電力量と単価	8-1
8-2	代替火力発電所の比較	8-1
8-3	その他の便益	8-2
第9章	フィジビリティスタディのための調査事項	9-1
附 録		
A-1	Jones Report に関する事項	
A-2	クロンタダム計画が下流農業に及ぼす影響	
A-3	基礎資料一覧表	
A-4	水文資料	

第 1 章 緒 論

- 1-1 経 緯
- 1-2 報告書の内容
- 1-3 基礎資料

1-1 経 緯

タイ国の人口および経済発展の指標であるGNPはそれぞれ毎年3%及び8%の伸び率を示してきている。それにつれて電力需要は毎年平均22%と云う非常に顕著な増加率を示してきている。就中、首都バンコク周辺においてこの傾向が著しい。この電力需要の増大に対処するため、電力供給を担当するNational Energy Authority(以下NEAと称す)は、バンコク東北方120kmに位置するKhlung Tha Dan川及びタイ国第2の都市Chiang Mai市付近のNam Pai川流域に水力電源開発を計画している。

1971年1月19日タイ国のDepartment of Technical and Economic Cooperationは、NEAに代って、日本政府に対し、Khlung Tha Dan流域に関するPre-feasibility調査およびNam Pai流域に関するReconnaissance調査の実施を要請して来た。このため日本政府はこの作業の実施を海外技術協力事業団(以下OTCAと称する)に委託した。OTCAは主目的が電源開発であることから、電源開発株式会社(以下EPDCと称する)の以下の5名からなる調査団を編成し、1971年2月3日にタイ国に派遣した。

団 長	佐藤 光春	土木技師	自 1971年2月3日 至 1971年3月19日
団 員	柏木日出治	地質技師	同 上
"	木田橋 勉	電気技師	同 上
"	橋本 克文	計画技師	自 1971年2月3日 至 1971年3月4日
"	角田 東	土木技師	自 1971年2月3日 至 1971年3月19日

調査団は帰国後、1971年3月20日から6月20日まで現地で蒐集された資料にもとづいて電源開発株式会社本店において、チーフエンジニアの指揮のもとに、同社技師らの協力を得て、この計画の検討を行なった。水文資料の解析、需要想定、計画の比較検討、経済評価等の作業が本報告作成のために実施された。

本報告書は調査を行なった2つのProjectの中のKhlung Tha Dan Projectに関する報告書である。

1-2 報告書の範囲

Khlung Tha Dan Projectに関する報告書は既存のものとして2つある。

- 1) "Report on Reconnaissance of Khlung Tha Dan Basin", Overseas Technical Cooperation Agency, Government of Japan, June 1965
- 2) "Desk Study of Khlung Tha Dan Project", National Energy Authority, May 1970

これらの報告書はそれぞれProjectの開発方式として、普通の水力発電開発及び揚水式水力発電開発構想につき概略を記述したものである。

本報告書の目的は、この2つの電源開発方式の Feasibility を再検討して、それぞれのケースの最適な計画を選択し、そして将来行なわれるであろう Feasibility 調査に必要な事項を勧告することである。

なお、現地調査の結果、Khlong Tha Dan 川の下流にはかんがい可能な土地の存在が見出されたので、それに関して極く簡単な検討を行なうものとする。

1-3 基礎資料

現地調査期間において得られた Basic Data および Reference Books は巻末の Appendix に示されている。これら諸資料をもとにしてこの Report は作成された。

第 2 章 要 約 と 勧 告

2-1 要 約

2-2 勧 告

List of Figure

2-1 Plans of Layout of Selected Alternative Plan

2-1 要 約

現時点において限られた資料を基礎として解析したところによれば、Khlung Tha Dan Project は Peakload 用の水力発電所として開発するのが適切であって、次の3つの alternative plans が有望と思われる。(Fig 2-1 参照)。

1) 普通の水力発電計画 (C 案)

揚水発電を考えないところの普通の水力発電計画案を幾つか検討したところ、その中では C 案が有望である。C 案は Khlung Tha Dan 上流に高さ 62m の Khlung Pun ダムを築造して貯水池を造り、この貯水池に隣接の Khan 流域の水を取り入れ、ダムの下流の地上式発電所で 120MW の発電を行なう計画である。その Annual Benefit-Cost ratio は解析期間を 50 年とすれば約 1.1 であり、したがってこの計画は潜在的に魅力的と云える。

2) 揚水発電所計画 (R 案)

上記の計画案 C の Layout 及び発電設備はそのまゝとして、更に Khlung Pun ダムの下流側に高さ 56m の Khlung Tha Dan ダムおよび 20MW の地上式発電所をつくる。この Layout に加えて、Khlung Tha Dan 貯水池の右岸側の標高の比較的高い台地に Sam Sip 上池をつくり、Khlung Tha Dan 貯水池を下池とする 400MW の純揚水地下発電所 (Recirculating Type Underground Pumping-up Station) を建設する計画である。プロジェクトの合計出力は 540 MW となる。その Annual Benefit-Cost ratio は解析期間を 50 年とすれば約 1.1 であって、この計画は潜在的に魅力的と云える。

3) 揚水発電計画 (M 案)

上記計画案 C における Khlung Pun ダムの下流側に Khlung Tha Dan ダムを建設して Khlung Tha Dan 貯水池を造る。たゞし、Khlung Pun 発電所は、C 案の場合と相違して地下発電所とし、Khlung Tha Dan 貯水池を下池、Khlung Pun 貯水池を上池とする所の出力 400MW の混合式揚水発電所 (Multi-Use Type Pumping-up Station) を建設する計画である。プロジェクトの合計出力は 420MW となる。その Annual Benefit-Cost Ratio は解析期間を 50 年とすれば約 1.0 でこの計画も潜在的に魅力的と云える。

上記三通りのうち、どの開発案が The best plan であるかは、タイ国の今後の電力需要の伸びなどの電力面の調査及び Project の Physical Features のさらに詳しい調査を行なった後に決定されるであろう。

電力面について Pre-Feasibility grade の Study を行なったところによれば、1980 年における energy demand 及び Peak demand はそれぞれ $15,900 \times 10^6$ kWh 及び 3,000 MW となる。このために水力及び火力の電源開発が緊急な問題となり、この Project はその中で考えられよう。

このため1970年から1980年の間に原子力発電が設置されるであろう。一方、現在の電力消費の Pattern は夕方点灯時にきわだった Peak をもっている。

この2つの面から考えると、火力及び原子力発電の深夜余剰電力を利用した peak 供給力としての揚水発電所の開発が必要となるであろう Khlong Tha Dan Project はタイ国ではまれに見る高落差水力発電所となると共に、Bangkok から僅か 120km の近距離にあるので有望な揚水発電所となる可能性がある。

Project sites の地表踏査結果によれば engineering design と Construction の Unusual Problemes はない様に思われる。

本プロジェクトにおいて発電に使用された水は下流地域において再びかんがい用水として使用できよう。特に Khan 流域よりの取水はかんがい便益を増大させるであろう。

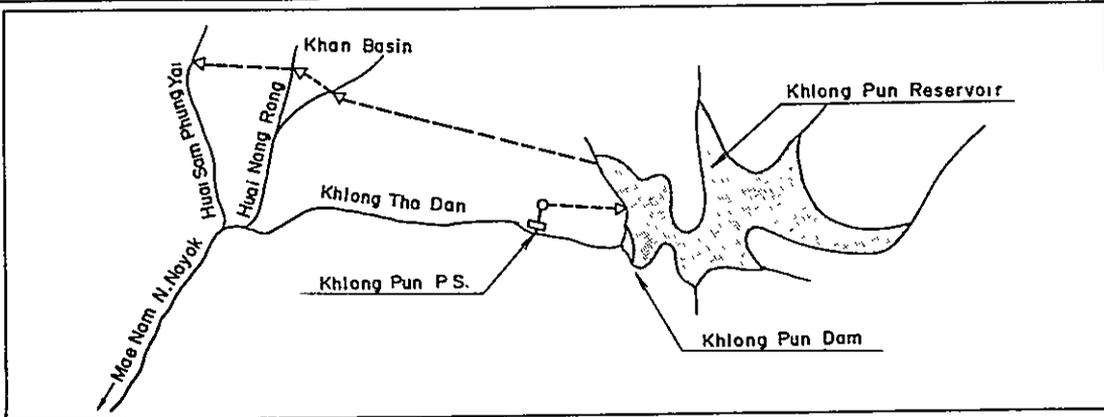
一方、観光地に対しては適切な顧慮を払うべきであろう。例えば滝のためにある程度の観光放流など行なうのも一つの方法であって、その発電に及ぼすマイナスの影響はレクリエーションというはかりしれない便益に比較すれば、極く小さいものであろう。

2-2 勧 告

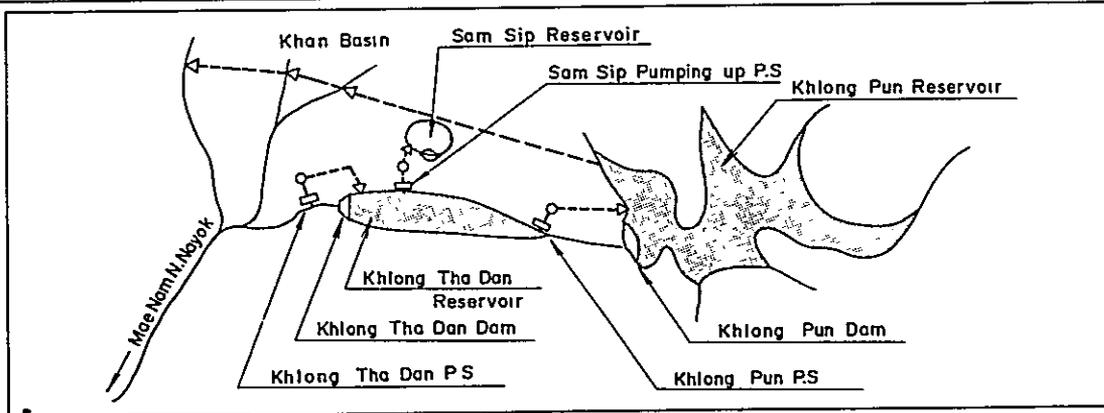
- (1) 以上の結論により、the project は有望と思われるので Feasibility 調査を行なうことを勧告する。そのためには以下の2項目の実施を勧告する。
- (2) 地形図の作成、地質調査工事及び水文、気象資料の整備を行なうこと。(第9章参照)
- (3) Feasibility Study においては、揚水発電に関する次の事項を更に調査し検討すること。
 - i) 系統における揚水発電の役割
 - ii) 適正な揚水発電の規模
 - iii) 揚水発電開発の時期および Project の段階開発
 - iv) 原子力 and/or 火力発電所の余剰電力量
 - v) 余剰電力量を揚水電力として利用する場合の kWh 当りのコスト

Fig. 2-1 Plans of Layout of Selected Alternative Plan

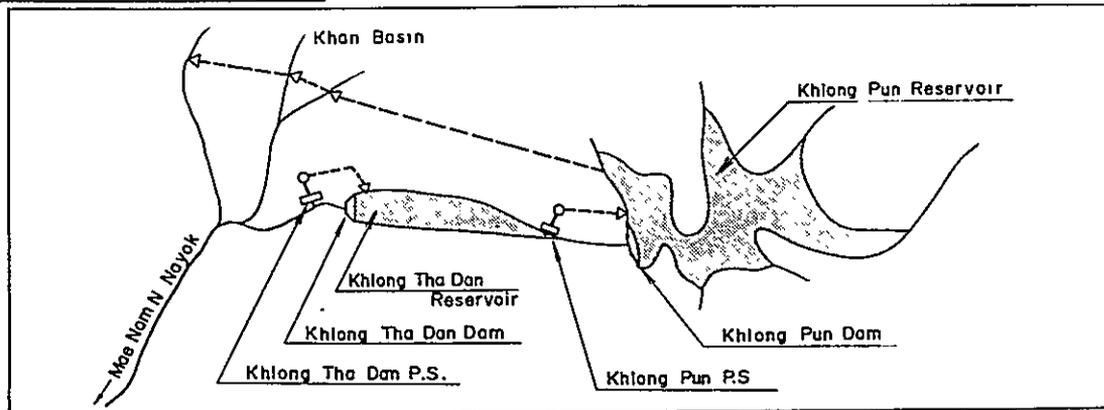
Alternative Plan C



Alternative Plan R



Alternative Plan M



第3章 プロジェクトエリアの概説

3-1 地 理

3-2 気 候

3-3 電気事業の現況

List of Figure

- 3-1 Khao Yai National Park**

List of Tables

- 3-1 Climatological Data of Khlong Tha Dan Project**
3-2 Generating Facilities of EGAT

List of Photographs

- Photo. 3-1 Sight-seeing Spot (Sarika Waterfall)**
Photo. 3-2 Third Fall of Heo Narok Waterfall in Jungle
Photo. 3-3 South Bangkok Thermal Power Plant under Construction
Photo. 3-4 Bhumibol Hydroelectric Power Station in Operation

3-1 地理

タイ国の首都 Bangkok から東北方僅か 100km の Nakhon Nayok 市の北側には、標高約 1,300 m の Khao Khieo 山がそびえている。この山から、真北に向って、Dong Phraya Fai 山脈が巾 80~20km の帯状となって、メコン河まで伸びている。また、この山から真東にはメコン河まで Phanon Dang Paek 山脈が同じ様に帯状となって存在する。いい換えれば、この二つの山脈は L 字状に Khao Khieo 山で連結しており、タイ国土を Central Region と Northeastern Region (Khorat Plateau) に分割している。この連結地帯の一部は Khao Yai National Park と国から指定されており、その中に Khlong Tha Dan Project Area がある。(図 3-1 参照)

Mt. Khao Khieo の南側が Khlong Tha Dan Project Area である。Khlong The Dan 川は、その山脈を水源として、東から西に向って流れて Nakhon Nayok 川に合流している。

Nakhon Nayok 川は途中 Nakhon Nayok の街を貫流して、Mae Nam Bang Pakhon に合流し、Bangkok 東方の Chachoengsa の付近から Thai 湾に注いでいる。

(Key and Location Map 参照)

Project Area の周辺的主要都市としては、南方には Bangkok, Nakhon Nayok, Saraburi および Prachin Buri があり、北側には Nakhon Ratchasima (別名 Khorat) がある。

Bangkok はタイ国の首都であって、タイ国第一の都市であり、Nakhon Ratchasima は Bangkok, Chiang Mai に次ぐ、タイ国第三の都市である。Nakhon Nayok, Saraburi および Prachin Buri はいずれも県庁所在地で Changwat であるが、人口は 20,000~50,000 人である。

首都 Bangkok の人口は、1960 年の Census によれば、約 1,700,000 人であったが、1963 年には約 2,100,000 人となっており、3 年間に約 23.8% の人口増加である。したがって、現在の人口は、もしこのままの人口増加率で行くとすれば、3,500,000 人以上と推定される。

Bangkok は、Communications, Transportations, および Electric Power に関する infrastructure が整備されており、タイの商工業の中心地である。また、Bangkok は東南アジアの中心地としての地位を Singapore と競い合っている。

Bangkok の周辺には、多くの Water channel と水田があるが、都市の expansion の barriers とはなっていない。

同市は、同市付近の North Bangkok Steam Plant (237.5MW) Diesel Power Plants の他に、Bhumibol 水力発電所 (420MW) などの遠隔地から送電線で、電力を供給されている。

Nakhon Ratchasima の人口は、1960 年の Census によれば約 42,000 人であったが、1963 年には約 52,000 人に増加しており、3 年間に 24% の人口増加率である。この都会は、東北地方とバンコックを連結する道路と鉄道の要所となり、東北地方の農産物の集積地点となっている。

同市は、主として Ubolratana Power Station (25MW) から送電線で電力を供給されているが、補助として Local Diesel Power Plant を持つ。

Project Area の付近には幾つかの Factories と Mills がある。これらの工場は比較的小規模であって、Cottage Industries の域を出ないものが多い。

Saraburi 付近には、Cement and Cement Products, Brick and Tile, Crushed Stone and Stone Products の工場がある。Nakhon Nayok 付近には Crushed Stone and Stone Products 製氷工場がある。Prachin-Buri 付近には、Crushed stone and Stone Products, Lumber and Plywood の工場がある。Prachin-Buri で採石される Limestone は Construction material として使用されている。

Project Area の付近には、いくつかの mineral resources があるが、開発の程度は小規模であるし、埋蔵量 (reserves) も未知である。

Saraburi 付近には、graphite, copper, iron を産する。Nakhon Nayok 付近では、Pagodite Soapstone, talc を産する。Prachin-Buri 付近では、Copper, Gold, Pottery Clay を産する。

バンコックから Nakhon Nayok までは、国道 305 号線が通っている。この道路は asphaltic concrete 道路であって、バンコックから Nakhon Nayok までの距離は約 100km という近さである。

また Saraburi, Nakhon Nayok, Prachin Buri を結ぶ国道 33 号線は asphaltic concrete 道路である。

Nakhon Nayok から、Khleng Tha Dan 入口付近にあるところの Wang Ta Kai 植物園および Nang Rong 滝までの距離は約 15km で約 4 m 巾の Asphaltic の道路が通じている。また、Nakhon Nayok から Khleng Tha Dan 川の入口にある Ban Tha Dan 村までは、巾約 4 m の未舗装の県道が通っている。それゆえ、Khleng Tha Dan プロジェクト地点入口までの accessibility は非常によいと言える。

しかしながら、現在までのところ、Khleng Tha Dan 川の入口から上流地点に approach する人道はない。上流地点は dense な evergreen forest なのである。それゆえ、上流地点に approach する方法は、野象の通る一本の trail を徒歩で行く以外に方法はない。

Khleng Tha Dan ダムの下流から国道 33 号線までの間には約 2~3 万 ha の arable land がある。この arable land は国道 33 号線を接線として、既設の Nakhon Nayok かんがい Project と接している。

現在のところ、Project area 近辺の工場も鉱山も大規模なものではないので、この Project の電力に対する主要な load center は Bangkok であろう。

Bangkok 周辺は急速に工業化しつつあると共に、Bangkok の電力の一般需要は著るしく増加

している。

3-2 気 候

United Nations で公刊した資料^{*}によれば、Project area の climatic zone は “Tropical wet and dry climate” となっており、次のように特徴を述べている。

“Distinct dry season during winter (generally November-March) with at least one monthly rainfall, mean temperature of the coolest month above 18°C”

一般にこの Climatic zone においては三つの season がある。

1. Hot season : Mid-February ~ Mid-May
2. Rainy season : Mid-May ~ Mid-October
3. Cool season : Mid-October ~ Mid-February

三つの seasons があるのは、この zone が Monsoon の影響を受けるからである。

Mid-May から Mid-October までは、south west monsoon が吹き、Indian Ocean から moisture を zone にもたらすので、rainy season となる。

特に8月と9月に降雨が heavy である。Mid-October から Mid-February までは、north-east monsoon が Mainland of China および Siberian area から吹くので、Cool season となる。降雨は実際上ないと言える。

Mid-February から Mid-May までは、一つの transition period であって、Pacific air-mass が東および東南からこの zone に移動する。それで hot で dry な weather となる。

本プロジェクト area での Climatological data は Table 3-1 の通りである。

3-3 電気事業の現況

タイ国の電気事業は小規模な私営電力を除いて全て国営の企業体により運営されている。電力事業に対する政府の行政監督は内務省の公共事業局と開発省に属する国家動力庁の2つの政府機関が担当し、電気事業者としては発送電部門を発電公社、配電部門を首都圏配電公社と地方配電公社が担当している。電気事業に関連する主要 authority は次の通りである。

国家動力庁 NEA (National Energy Authority) は開発省に属し、総合的な電力開発計画の策定及び調整を行っている。同時に水力発電所の建設も行って居り、既に東北地方の Nam Pung 発電所 (6MW) を建設し、現在 Lam Dom Noi 発電所 (24MW, 最終 36MW) 及び Mae

* “Atlas of Physical, Economic and Social Resources of the Lower Mekong Basin.”
September 1968. United Nations.

Hong Son(1MW)を工事中である。しかし完成した発電所の運営は行なわず EGATに譲渡している。

他に、国家的見地に立って Lignite の埋蔵量の調査及びパイプラインによる原油輸送計画、タイ湾の石油開発調査の計画立案などに当たっている。

発電公社 EGAT(Electricity Generating Authority of Thailand) EGAT は 1969年 5月従来の Yanhee Electricity Authority , Northeast Electricity Authority 及び Lignite Authority の 3 機関の統合により新たに発足した公社である。この統合により従来各機関により個々に運営されていたものが発電設備送電設備を含め一元的に運営される様になり、効率的な経営が期待されている。発生した電力は首都圏配電公社、地方配電公社に卸売りされるが、一部の大口需要家には直接供給も行っている。(Table 3-2 参照)

首都圏配電公社 MEA(Metropolitan Electricity Authority) はタイ国の全電力需要の約 3/4 が集中する Greater Bangkok 地域に電力を供給する公社である。電力は EGAT より 1 次変電所において卸売りを受けている。内務省に属する。

地方配電公社 PEA(Provincial Electricity Authority) は MEA の供給地域以外のタイ全土に電力を供給する配電公社である。配電する電力は主として EGAT から卸売りを受けているが EGAT の系統から孤立している地域では Diesel Engine による発電を行なっている。PEA は内務省に属する。

王立かんがい局 RID(Royal Irrigation Department) RID は水資源開発計画および開発実施に関して長い歴史を持っており、同局は有名な Bhumibol Project を完成させている。タイ国においては水資源を水力発電とかんがいまたは洪水調節などの多目的のために開発するより計画される場合が多い。RID は開発省に属する。

タイ国の電力系統は 1969年 5月の EGAT 統合以来、中央、北部、東北部の 3 地域は単一の系統として運営されて来ている。これにより地理的に隔絶しているため、中央系統への連系はかなり先になると予想されている南部の系統を除いて、タイ全国が連系されたことになる。

タイ全国の需要の約 75 % は Bangkok を中心とした首都圏に集中しているため、電力系統もこれに対応した形となって居る。即ちタイ国の送電系統は北方にある水力電源地帯とバンコックとを結ぶ送電幹線と、バンコック周辺の大容量火力発電所を連ねた外輸線とが送電系統の骨格をなして居り、系統の最高電圧は 230kV である。東北地方は 115kV 送電線が幹線を構成している。

近年の電力需要の伸びは正に驚異的なものであった。特に 1965, 66, 67 年の 3 年間は対前

Year	Total Generation (million kWh)	Increase (%)
1959	498	—
1960	567	13.8
1961	680	20.1
1962	776	14.0
1963	913	17.7
1964	1,092	19.6
1965	1,406	28.7
1966	1,854	31.9
1967	2,414	30.2
1968	3,062	26.8
1969	3,727	21.7
		22.3 (10年平均)

年増加率が30%前後で3年で2倍に増加した。これは通常10年で倍増(年増加率にして7%)と云われている欧米先進国の増加率からすると異常な常態といえる位の高率である。この様な需要の急増に対処するため、ECATは急拠納期の短いGas Turbineを合計150MWも設置した。この様な需要の急増の原因として考えられるのは、政権が安定しており、その工業化政策が有効に実施されているため経済活動が活発に行なわれていることであろう。1961-63年の第1次経済社会開発5ヶ年計画の前半では目標としたGNPの伸び率5%を凌ぐ6%が達成され、第2次5ヶ年計画では8.5%の目標成長率が設定されている。

然し、さすがに高度成長を誇ったタイ国経済も電力需要からみると1967年を境にして、鎮静化に向い、1968年では26.8%に、1969年には21.7%までに低下している。ここで1970年の統計が入手できていればこの傾向がより明瞭に確認できるわけであるが、これはできなかった。しかし推定情報によれば、1970年は20%をいくらか割るものと推定される。しかしこの数字自体まだ普通の国の伸び率の2~3倍の高率である。

この様に、タイ国の需要の伸びは今後爆発的なものは姿を消すが、然しかなり長期にわたって10%以上の高い水準を持続するものと推定される。

それは、人口増加が依然として3%以上の高率をしめしていること、人口1人当りの発電々力量は1968年においても90kWhと世界的にみても非常に低い水準にあり、又電気の供給を受けているのは1969年においても全人口の17%にしかすぎない。従って配電網の整備及び電気料金の引下げが着実に実施されて行くなれば、需要増加の余地は充分あること、都市を中心とした生活水準の向上に伴って消費電力量がかなりの高率で増加していること。(MEA地域では1964~1968年の間にResidential useの1需要家当り消費量は平均年率13%の割合で増加している)などがあげられる。

1970年末におけるタイの発電設備は次の通りであり、水力451MW、火力459. MW合計910 MWの設備出力となっている。その後、建設中であったSouth Bangkok火力の1号機200MWが1971年3月運転を開始したので、現在では上記の数字は夫々451MW 659MW 1,110MWとなっている。

水力設備のうち主要なものはBhumibol 発電所の420MW(70MW×6 units)であり、火力ではNorth Bangkok 火力237.5 MW(75MW×2+87.5MW×1)及びSouth Bangkok火力である。Samsen 火力発電所(17MW)はかなり老朽化しており、またDiesel 発電設備も数100kW程度の小規模なものが圧倒的に多い。

現在工事中の発電所には水力ではLam Dom Noi(24MW, 1971年末完成) Nam Phrom(40 MW, 1972年完成) 及びSirikit(第1期工事250MW, 1973年完成)の合計314MWがある。火力ではSouth Bangkokの1号機に引続いて2号機200MWが工事中であり、1972年には系統に投入される予定となっている。更に3号機300MWについても既に機器の発注が行なわれていて、この竣工は1974年と見込まれている。この発電所は4号機300MWを含めて最終出力は1,000MWになる計画である。

これらの電源の開発に伴い、電力系統も次第に拡充されて来て居り、Lam Dom Noi, Nam Phrom両水力発電所の完成に伴い、東北地方の115kV送電線による幹線網は出来上る計画である。又、South Bangkok火力発電所ができたことによりBangkok Thonburi 地区を囲む外輪線が完成し、首都圏に対する供給の信頼度は一段と向上した。一方、地方においては69kV及び22kV配電幹線の建設も進行して居り、新規の需要家への供給が行なわれつつある。

タイ国の電気料金は、タイ政府の強い意向により従来まで2年毎に料金が引下げられて来これが需要を喚起して異常なまでの増加率を来たした一因ともなっている。

電気料金はその地域によって異なり、首都圏はMEAのものがその他の地方はPEAの料金制度が適用される。PEAの料金は地域により異なっており、又電力供給源がDieselによるものか、EGATからの買電によるものかによっても大巾に異なる。MEAのものに比し80~100%も高くなっている。

中央地域においてEGATのMEA, PEAに対する卸売り料金は、負荷力率によって大巾に変わるが、力率70%の場合0.285 Bahts/kWhである。これに対してMEA, PEAの大口電力料金は夫々0.30, 0.357 Bahts/kWh(力率70%)である。一方、家庭用電気料金は、MEAの場合1ヵ月100kWh消費するとして試算して見ると、kWh当り約11.9円(3.31 cent)でかなり安い、PEAの場合にはこれが20円/kWh(5.61 cent/kWh)となる。これがDieselより供給される地域では25.3円/kWh(7.02 cent)と極めて高くなる。

タイ政府は電気料金の国民生活及び経済活動に及ぼす影響の重要性を認識して、積極的にこの低減をはかってきた。次表は料金値下げと需要家当り消費量の増大の関係を示している。

MEA, PEA 及び EGAT の各電力公社は経営の合理化、設備の近代化及び販売電力量の増加により、これに対応して来たが、最近の料金の低下の割合は下表にみる如く段々小巾となつて

Year	Energy Consumption Per Customer(kWh)	Average Annual Revenue Per kWh Sold(\$)
1964	1,455	0.76
1965	1,809	0.66
1966	2,261	0.61
1967	2,762	0.57
1968	3,207	0.53
1969	3,560	0.53

きており、これらにより対処できる限界に近づくつゝあることを示している。

KHAO YAI NATIONAL PARK

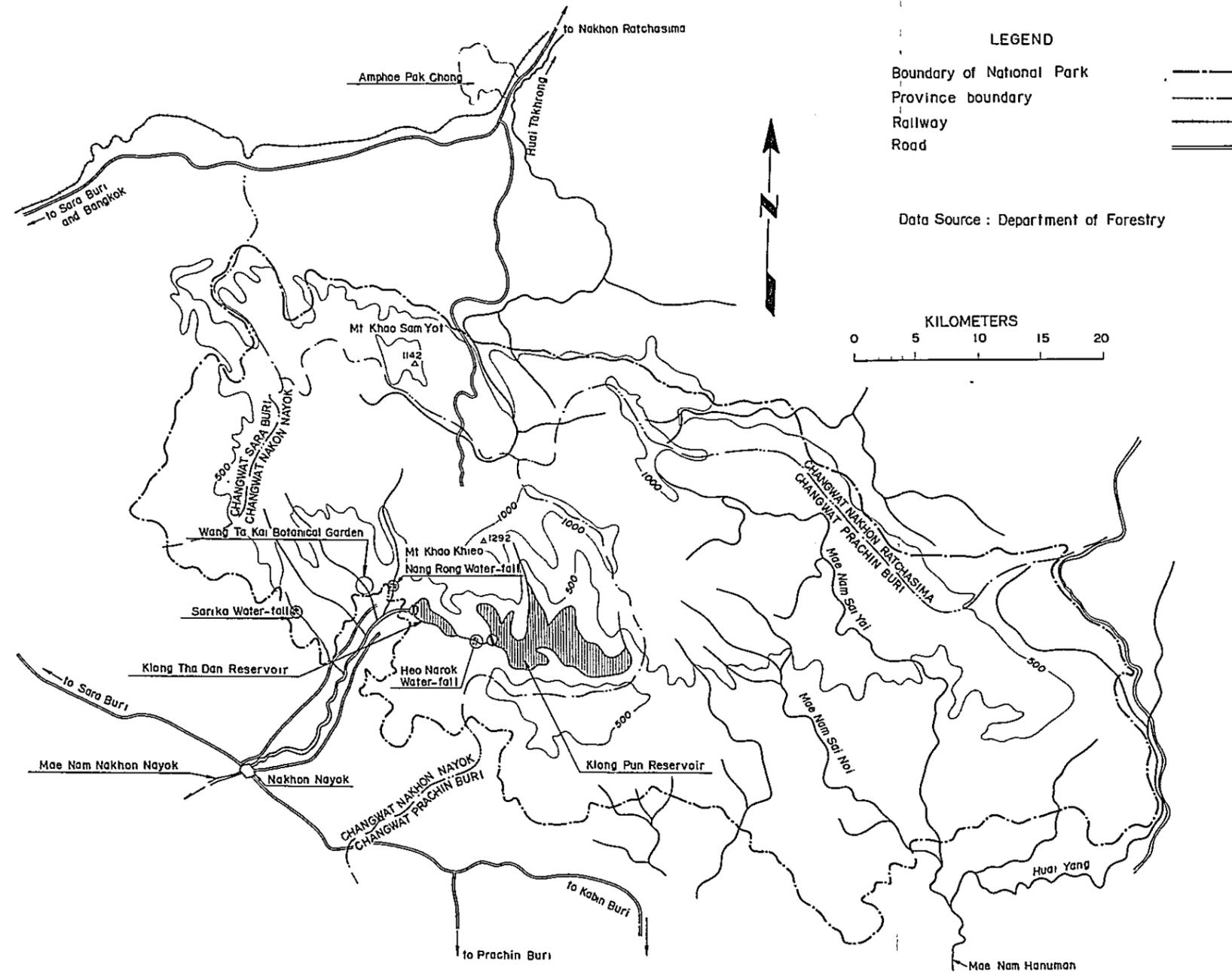


Fig 3-1 Khao Yai National Park

Table 3-1 Climatological Data of Khlong Tha Dan Project
(Data at Prachinburi) *

Month	Monthly Mean Temperature (°C)	Season
Jan.	27.1	Cool
Feb.	28.7	"
Mar.	30.1	Hot
Apr.	30.7	"
May	29.6	Rainy
June.	28.8	"
July.	28.4	"
Aug.	28.3	"
Sept.	28.0	"
Oct.	28.2	"
Nov.	27.8	Cool
Dec.	26.8	"
Average	28.5	

* Comprehensive Development Scheme, Nam Sai Yai Basin, OTCA, Government of Japan, Sep. 1968. p 42

Table 3-2 Generating Facilities of EGAT

1. Central and North Region	Installed Capacity (MW)		
	<u>Total</u>	<u>Hydro</u>	<u>Thermal</u>
Bhumibol Hydro	420	420	
North Bangkok Thermal	237.5		237.5
South Bangkok	200		200
Mae Moh Thermal	12.5	12.5	
Samsen old Thermal	17		17
Gas Turbines	60		60
Diesels	27.4		27.4
<u>Total</u>	<u>974.4</u>	<u>420</u>	<u>554.4</u>
2. Northeast Region			
Ubol Ratana Hydro	25	25	
Nam Pung Hydro	6.3	6.3	
Nakhon Ratchasima Gas Turbine	15		15
Udon Thani Gas Turbine	15		15
South Ratchasima Diesel	4		4
<u>Total</u>	<u>65.3</u>	<u>31.3</u>	<u>34</u>

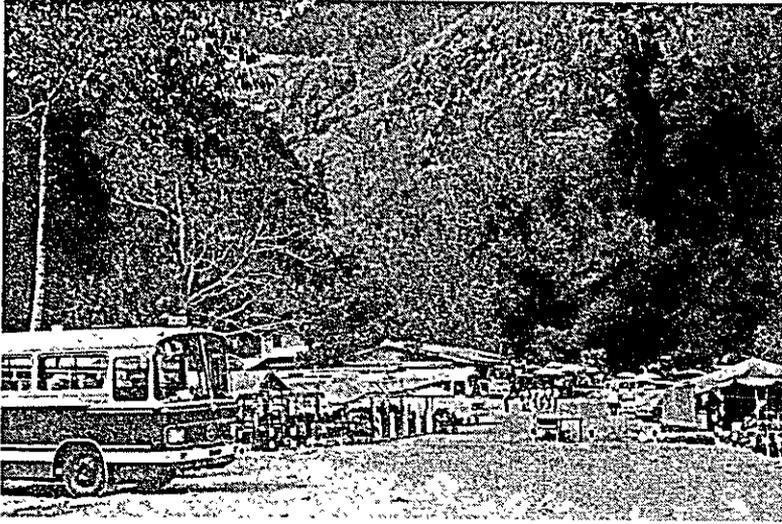


Photo. 3-1 Sight-seeing Spot (Sarika Water-fall)



Photo. 3-2 Third Fall of Heo Narok Waterfall in Jungle



Photo. 3-3 South Bangkok Thermal Power Plant Under Construction

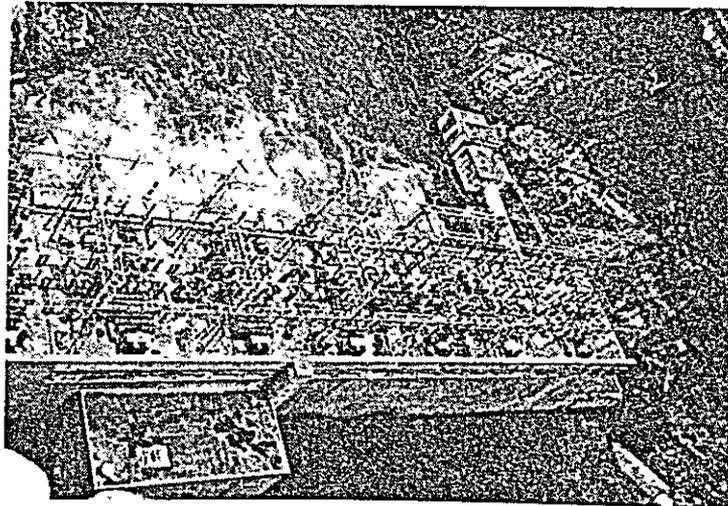


Photo. 3-4 Bhumibol Hydroelectric Power Station in Operation

第 4 章 問題点と必要性

- 4-1 需要想定
- 4-2 負荷曲線
- 4-3 ピークロードに対する供給力
- 4-4 開発計画とkW バランス

List of Figures

- 4-1 Average Relationship of GDP/Capita to kWh/Capita (World Curve) (1966 Data)
- 4-2 Comparison of Load Forecast
- 4-3 Typical Daily Load Curve
- 4-4 Supply and Demand Balance in 1978
- 4-5 Supply and Demand Balance in 1980

国の経済的發展に電力が必要欠くべからざる要素の一つであることはいうまでもない。その電力は豊富且つ低廉な価格であって、供給が保証されたものでなければならない。

タイ政府(RTG)はこの必要性のために電源開発および電力供給に対して努力をし続けてきている。しかしながら、経済的發展が余りに顕著であるために最近までは電力需要が供給を上廻っていたのである。首都 Bangkok に対して reliable で reasonable cost の電力を比較的十分に供給できるようになったのは最近のことである。しかもなお Bangkok を中心とするタイの経済は發展するであろうから、電源開発の必要性は現在および将来ともに大いに存在するのである。

タイ政府は、このように緊迫した電源開発の必要性のために、水力発電の外に石油専焼の Thermal Power Plant および Nuclear Power Plant の建設を Bangkok 周辺に計画している。多くの先進国でそうであるように、これらの発電所は inter connected power system においては、base load を供給し、一方で水力発電所は peak load を供給するようになるであろう。いい換れば、peak load station として水力発電 project を計画する必要が出てこよう。

さらに、thermal power plant および nuclear power plant はその運転上の経済性から深夜に余剰電力を発生するという問題が生じよう。この余剰電力を利用して、水力発電所を効率的な peak load station として運転する。すなわち、揚水発電所の建設を計画する必要が将来でて来るであろう。

Khong Tha Dan Project area は Key and Location Map に示すように、首都 Bangkok および東北地方の重要都市である。Nakhon Ratchasima (Khorat) にも近いので、この種の peak load station としては恰好な site であり、その必要性の一部をみたすであろう。

4-1 需要想定

タイ国の電力系統の需要想定を適確に行うことは至難の業とされて来た。それは 20% 以上の高い成長率が長い間にわたって継続し、特に 1965 年以降の 30% に及ぶ増加率を予測し得た者はいないため、従来多くの想定がなされて来たが想定は常に実績を人巾に下廻る結果となっているからである。

1966 年 USOM による Thailand Electric Power Survey チームがタイの電気事業についての調査を行い、報告書を提出している。(通称 Moulton Report と云われている) この Report において行なわれている需要想定は "philosophy of plentifulness" に基き従来の需要想定よりはかなり大きめの想定を行なったものである。

一方、EPDC が 1968 年 EGAT に提出した Quae Yai No1 Project の Feasibility Report に
おいて GNP per capita と Consumption Per Capita との相関より行った想定は Moulton Re

portの想定よりやや下廻るがほぼ同様の傾向の結果がでている。EGATでは上記の Moulton Reportの Forecast を修正して開発計画その他の策定を行っている。

1969年10月 Dr.H.F. Jones を団長とする USOMの study teamが来タイシタイ政府関係機関の協力の下に Thailand Electric Power Load Forecast 1970~1990を提出した。これが Jones Report と称せられるものである。Moulton Reportを見直し新しい forecast を行なった最新のものである。

Study Teamの需要想定

我々は Jones Report に基づいてタイの電力の Load Forecastについて次の如く考えた。GNP-kWhの相関曲線いわゆる world curveの持つ意味は世界のいずれの国においても一その地理的、社会的、経済的及び文化的条件を異にする国であっても、GNPと kWh に world curveに示される如き一定の関係が認められると云うことである。(勿論上下かなりの巾があるが)確かにタイ国の GNP-kWhの変化の様相は world curveよりも急激な変化を示すものであったが、将来においてはこの変化の様相は次第に緩やかになり world curveに沿った変化をすると仮定することも充分可能であろう。この様に考えた背景としては、既に第3章に見る如く現実には需要の伸びに鎮静化がみられ Jones Reportの想定の子く1970年においては30%を越す伸びはととも期待できぬこと、又電気料金の値下げについても次第にその値下げ巾は小さくなって来ており、需要刺激効果は従来ほど大きくはないと考えられることがあげられる。この様な見地に立って1970年以降は world curveに平行な curveに沿って従前よりはゆるやかに増加するものとして需要想定を行った。

この様な仮定によると急激な上昇からゆるやかな変化へ移りかわる1970年及びその後の2~3年においては多少の誤差が出る事が予想されるが、Khlung Tha Dan Projectが必要とする年度においては妥当な Forecastを与えるものと考えられる。GNPの伸び率及び人口増加率については、Jones Reportの条件と同一とした。想定結果を次に示す。(単位: GWh)

	1975	1980	1990
GNP I / P ₁	8.23	13.1	28.2
" I / P ₂	8.35	13.6	31.3
" II / P ₁	8.7	15.4	45.1
" II / P ₂	8.79	15.9	49.3
" III / P ₁	8.57	15.59	53.3
" III / P ₂	9.8	18.3	58.0

上記の結果のうち中間値を示し、かつ GNP及び人口の増加率についても最も妥当と考えられる GNPII/P₂を most probable caseとして採用することとした。従来の需要想定との比較を図4-2に示した。図より判る様に今回の想定結果は当然の事ながら1980年頃までは AID又は EGATの予想と殆ど同じとなった。この Reportにおいてはこの我々の Load Forecastに基

き開発計画の策定、Project の開発時期の考察を行うが、起りうる上限として Jones Report の想定結果も参考にすることとした。Jones Report の想定とは図 4-2 に見られる様に“1978 年において 3.5 年、1975~85 では約 4 年の差がある。即ち我々の想定に基き 1980 年に開発が必要となった場合、Jones Report の Forecast によるとそれより 4 年前の 1976 年ということになる。

吾々の想定結果を過去の発電々力量の伸びの傾向線 (Trend method) 及び国民 1 人当り発電々力量の曲線上にプロットしてチェックを行い、その妥当性を確認している。(第 A-1-2 図及び第 A-1-3 図) 図に見る如く吾々の想定結果は 1954~1964 までの安定的発展の時期とほぼ同様の増加率を想定していることが判る。いずれにしても需要想定の結果は Jones Report においても述べてある如く仮定条件の変更に伴い、毎年毎年の見直しにより正しいものに修正して行くことが肝要である

4-2 負荷曲線

第 4-3 図に示したのは EGAT の中央系統における Typical (maximum) daily load curve である。東北地方及び南部においては中央系統よりも更に夕方の点灯時における Peak がきわだっているが需要の大きさでは中央系統の 5% 程度にしかすぎないので以下中央系統で代表する。1966 年から 1969 年までの daily load curve については経年的に変化はなく、負荷率は 72% ほどである。daily load curve を検討すると次の諸点を指摘できる。

1. Peak は午前、午後、点灯時の 3 回あるが、午後 6 時を中心とする夕方の Peak が前 2 者に比しきわめて大きい、その持続時間は約 3~4 時間である。
2. 午前の Peak は午前 10 時頃おこるが、その立上りはきわめてゆるやかである。午後は昼休後の 2 時頃で午前の Peak よりやや大きい。
3. 最低負荷は午前 3 時頃起り、その大きさは daily peak の約 50% である。

load curve は国民生活・産業活動の反映であるが、固定的に考えるものではない。工業化が進み、昼間の電力消費が増加してきて或いは冷房のための需要が増加するなどして昼間の Peak が大きくなって来る。そのため load curve が変わって来ることが考えられるが、一方では未点灯地域が非常に多いタイ国の現情を考慮すると (未点灯地域への電力供給はその負荷が電灯が主であることから当分の間負荷率を悪くする方向に作用するであろう) この 10 年位の間はそれほど変わらないとしても大きな誤りではないと想定される。現に 1966~1969 年の間では過去にない程の大きな電力需要の増加が記録されたが load curve に見る限りにおいては顕著な変化は認められていない。従って本 Report における考察は 1969 年までの load curve に基き行うものとする。

4-3 ピークロードに対する供給力

第4-3図の Daily load curve において午前中の Peak はゆるやかに上昇するものである。即ち、午前3時に minimum load 午前10時に第1回 Peak に到達しているの、これに対する供給力としては火力でも充分対処できるであろう。第2回の Peak は大きさは午前中の Peak よりやや大きい、やはりそれほどの急激な変化を伴っていない。しかし夕方時の点灯 Peak は17時30分頃より始まり1時間～1時間半で(即ち18時30分～19時) Peak に達し、その後やはり同じ様に急激におとろえるもので結局約3～4時間のうちに系統負荷の約20%相当の変化がおこるものである。従ってこの様な急峻な Peak の立上り立下りに対しては水力を主とする Peak 用電源によって供給するのが最も適切な方法と考えられる。

即ち、火力 unit の負荷即応性は熱応力から受ける制約により非常に悪く急激な負荷変動は好ましくない。一例として200MW級火力 unit では並列から全負荷運転まで2時間程度の時間が必要であり、unit 容量が大きい最新鋭機ほど多くの時間を要する。原子力発電も火力と同様である。又、この様な負荷変動は当然運転効率の低下を来す。一方水力 unit では僅か2～3分間で全負荷出力がとれるすぐれた即応性を有するので、Peak 運転を行なわせるのに適している。従って、新鋭の大容量火力発電所によって需要の base 部分を受持たせ、Peak 部分は水力 P・S に分担させる水火力の組合せが最も需要の時間的变化に match した供給方法と云えよう。

Peak 供給力に要請される特性としては上にのべた負荷即応性にすぐれていること、他、運転時間が短かいために設備費が安いこと、又需要の伸びが大きいくて大規模化ができるものが必要とされよう

一般に Peak 供給力としては次の4つが考えられる。

1. Hydro Peaking
2. Gas Turbine
3. Thermal
4. 揚水発電

通常の水力発電所は負荷変動に対する即応性はすぐれている。タイ国において Peak 専用水力として考えられるのは Bhumibol 発電所の No. 7 及び No. 8 号機(合計140MW)、Sirikit 発電所の No. 4 号機125MWがある。これはいずれも既にダム工事が終了しているので水車発電機などの機器代みの工事費で(20～30\$/kW)極めて安価な Peak 供給力を得られるが、特殊な case であり一般的ではない。これらの units は Peak 供給力が必要とされる場合には先ず最初に関与されるものと考えられる。

Gas Turbine は起動停止が容易であり、Compactな設計と短納期のため、タイ国では15

MW unitが10台も設備されているが、unit容量があまり大きくできないこと、効率が高くないため燃料費がかかるなどの欠点があり、あくまで応急的な使用に限られるものと考えられる。タイ国での経験ではkW当り建設費は120~160\$となっている。効率の低い老朽火力をPeak供給用に使うことは各国で行なわれて居り、EGATでもBangkokのSamsen火力(17MW)がその様に使われて来たが、老朽化しているので供給力に余裕の生じた時点で廃止されるものと想定される。その後は古く容量の小さい火力から順次この様な役割を負わせられることが考えられるが、火力発電であることから当然その負荷追従性、起動停止の迅速さにおいて水力に劣るのは止むを得ず、タイ国の夕方点灯時の如きPeak Demandに対しては不適當で水力でCoverし切れない中間負荷を担当するにとどまるであろう。

揚水発電所はPeak供給力としては最も理想的なもので水力の負荷追従性の良い点を継承している。深夜の火力・原子力などの余剰電力を吸収して揚水を貯水し、これら大容量火力機の高効率運転を可能にする。貯水した水をPeak Demandの強い夕方点灯時などに放出発電するのでEnergyのproducerではなく、深夜の安い電力を使ってPeak時の電力を生み出す一種の価値の変換器とみなされる。原理的には上池と下池との間を水を上げ下げするだけでよいから年間を通じての流出量を必要とせず、最初、池を満すだけの水量があればよいので地理的制約も少く河川流量の制約を免がれた水力発電と云うことができよう。従って、容易に大容量化でき大容量化すればcostも下るので需要の急増に対処するのにもっとも適している。近年は日米を中心に可逆式ポンプ水車に関する技術進歩が著しくその適用落差も500m程度にまで拡大されつつある。

揚水発電の建設費は火力発電、Gas Turbineなどとの比較よりkW当り110~130\$程度が目安とされている。

以上の考察よりタイ国の将来の電力系統におけるPeak供給力としては揚水発電による方法が最もすぐれていると判断される。

揚水発電所は火力又は原子力発電所から深夜余剰電力を購入して揚水を行い、発電するものであるから深夜余剰電力が利用できることが必要であり、又その購入電力量単価及び年間発電時間によって発生電力量の単価は大巾に変わってくる。最近石油の値段の高騰が世界的傾向となりつつあるが、石油価格の上昇は当然火力発電所の発電原価を高くし、揚水発電所の経済性を悪くするものである。しかし火力発電燃料費の高騰が長期に継続するとすれば、相対的に原子力発電への移行に拍車がかげられることとなる。原子力発電は燃料費は火力発電の約半分位と推定されるので、その時には揚水発電はますます有利となり、より経済的になる。

4-1の需要想定によると1980年においては最大負荷が3,000MWと想定されている。負荷曲線の形状が現在と大きな変化がないと仮定すれば、約600MWのPeak供給力が系統の経

済的運用からみて必要とされよう。更に1985年には、これが1,000MWに拡大することが要請されるだろう。

Peak 専用供給力としては Bhumibol P.S の 7, 8 号機 (140MW) Sirikit P.S の 4 号機 (125MW) 及び Quae Yai 1 P.S の 第 2 期 (360MW) 合計 625MW があり、これらはいずれも機器代又は P.S を増設するだけの費用で完成させることができるので当然これらが他の Peak 供給力に優先して開発されるものと考えられる。従って Khlong Tha Dan の如き揚水を含む Peak 供給力はその後に、即ち 1980 年以降に開発されることとなる。

4-4 開発計画と kW バランス

4-1 で算定した所要発電々力量より年負荷率を仮定して Peak Demand を求めた。年負荷率は過去の実績より推定し、1975 年 57.1% 1980 年に 59.6%, 1990 年には 62.5% と想定した。系統の必要とする供給力は需要想定との誤差、漏水、事故などに対処するため Peak Demand に供給予備力として 10% を加えたものとした。(附録 Table A-1-1 及び A-1-2 参照)

この様な所要発電々力量及び Peak kW を供給するため開発計画を策定してこれに基き順次開発を行って行く必要があるが、一般に電源の開発、特に水力の場合は開発に数年～10年の長年月が必要とされ、従って 1970 年代の後半位までに系統に投入される Project は既にかなり具体化されなければならない。即ち 1976～78 年頃までの開発計画は既定の方針通りに開発せざるを得ないわけであり、今回も一応 EGAT 及び NEA の開発計画により需給状態の検討を行った。開発計画を附録 Table A-1-3 に示した。

1978 年までに系統に投入される主要 Project は水力では Sirikit 1 2 3 (375MW) Quae Yai 1 (1 2 3, 360MW) Sai Yai (70MW), 火力では South Bangkok の 2 200MW 3, 4 の各 300MW でありタイ国最初の原子力 500MW unit は 1978 年に運開が予定されている。もし原子力がこれより種々の理由により遅れたる場合には同容量の火力に切り換える予定とのことであるので開発計画上の変更は来たさない。

需給バランス

所要発電電力量に対する供給電力量は水力発電所の場合は Firm energy, 火力の場合は年負荷率を 80～70% として算定したものをを用いた。kW については水力は dependable peak capacity を、火力は設備出力を用いてある。

kW 及び kWh バランスの結果は Table A-1-1, 2 に示す通りで現在の開発計画により 1978 までは需給のバランスを保つことができることを示している。従って Khlong Tha Dan Project を含む新規電源の投入時期は 1980 年頃と想定される。なお Jones Report の想定に基けばこれは 1976 年となる。

一方、系統内における水力発電所の役割、Peak 供給力の必要性を検討するため、1978 及び 1980年の 2 断面につき日負荷曲線に基き kW バランスを作成した。(Fig 4-4及び4-5 参照) 1978年においてはすでに原子力 500MW が投入され、base load を分担して運転しているが、火力の深夜余剰は 180MW×5 時間であり、400MW 程度の揚水発電源資としては不十分である。

1980年に至れば需要もふえているため、火力の深夜余剰はかなり大きくなり、平均的に見れば 440MW 5 時間程度となっている。したがって大容量の揚水用の電力は 1980年以降確保されることが判った。以上より Khlong Tha Dan の開発時期は 1970年代の後半と云えよう。

なお揚水でない一般の水力発電はその経済性さえすぐれていれば、即ち火力発電よりすぐれているということであり、他に天然資源の有効活用、地域開発の促進、燃料のための外貨を節約できるという merit もあるので計画されている火力に先行していつでも開発すべきであると考える。

Fig. 4-1 Average Relationship of GDP/Capita to kWh/Capita (World Curve) (1966 Data)

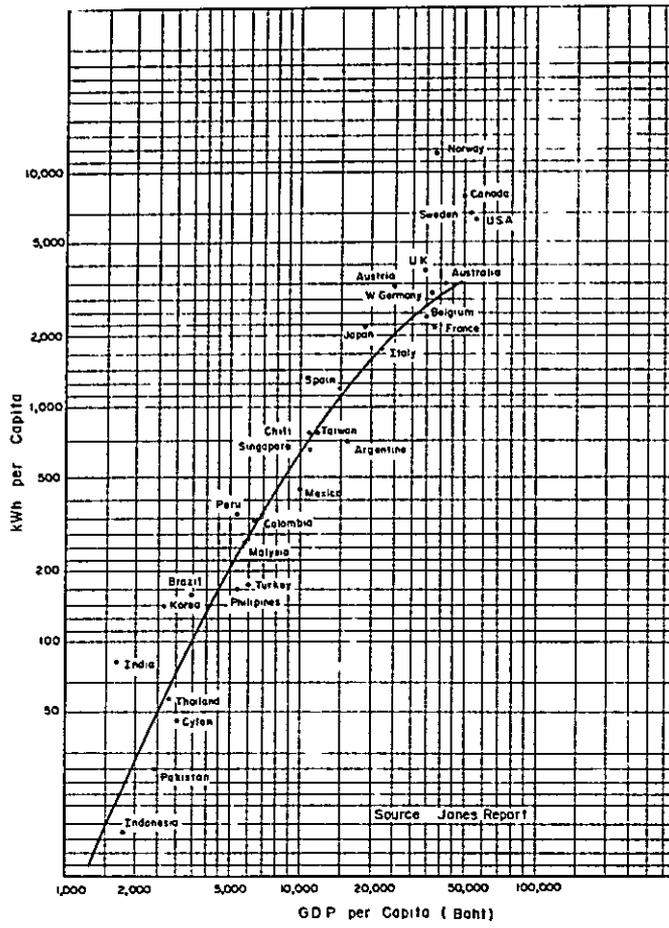


Fig. 4-2 Comparison of Load Forecast

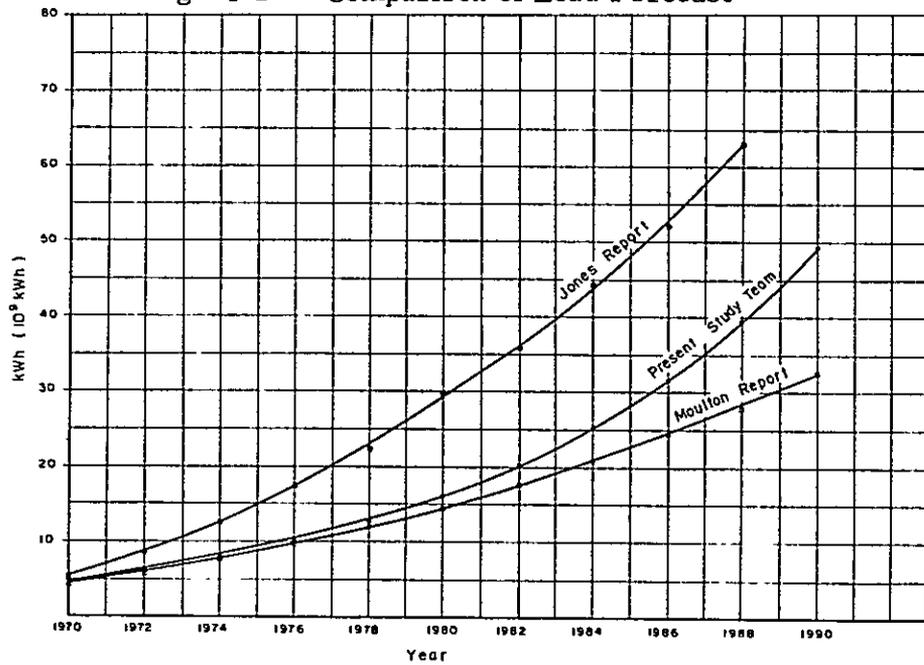


Fig. 4-3 Typical Daily Load Curve

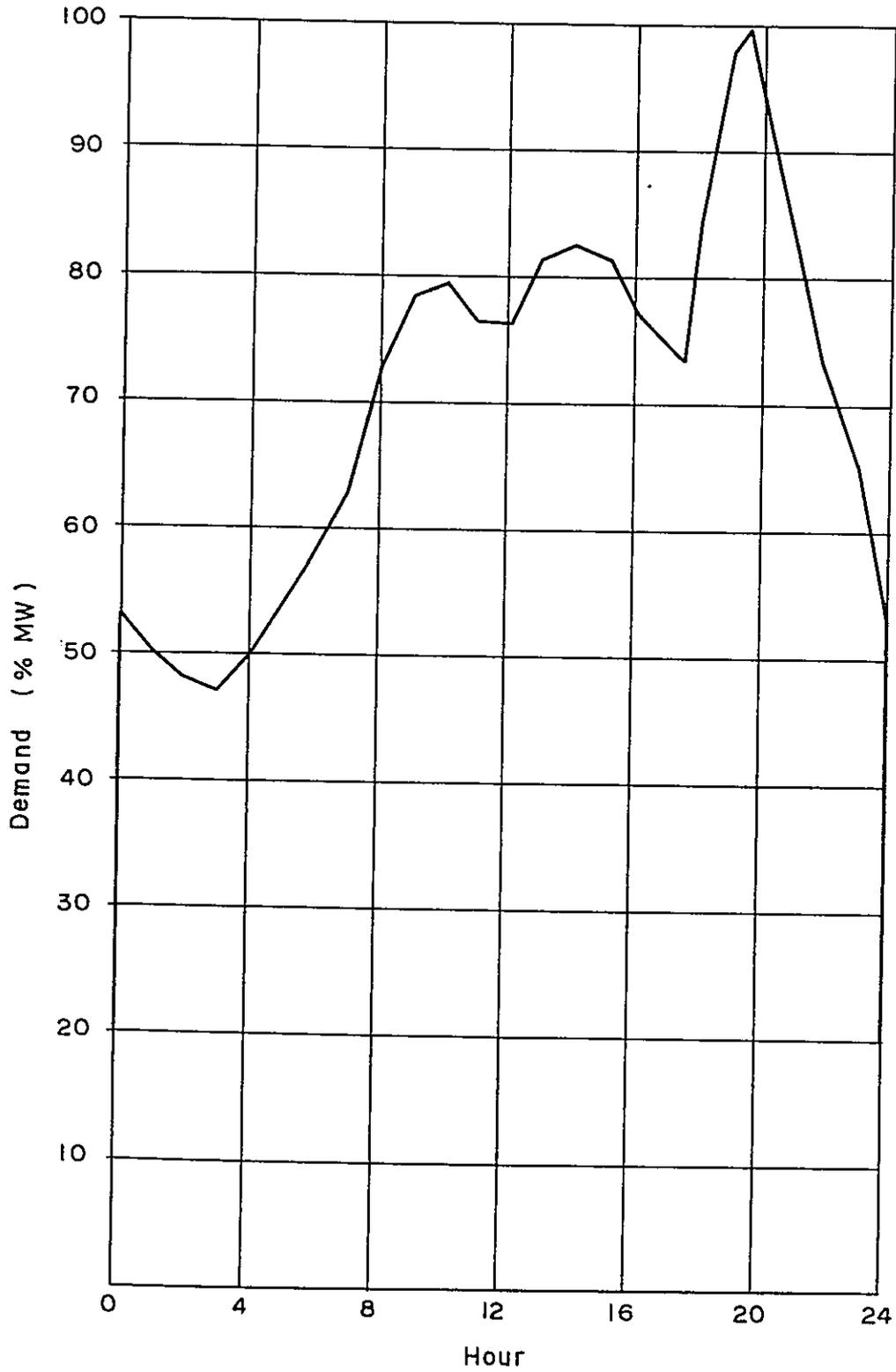


Fig. 4-4 Supply and Demand Balance in 1978

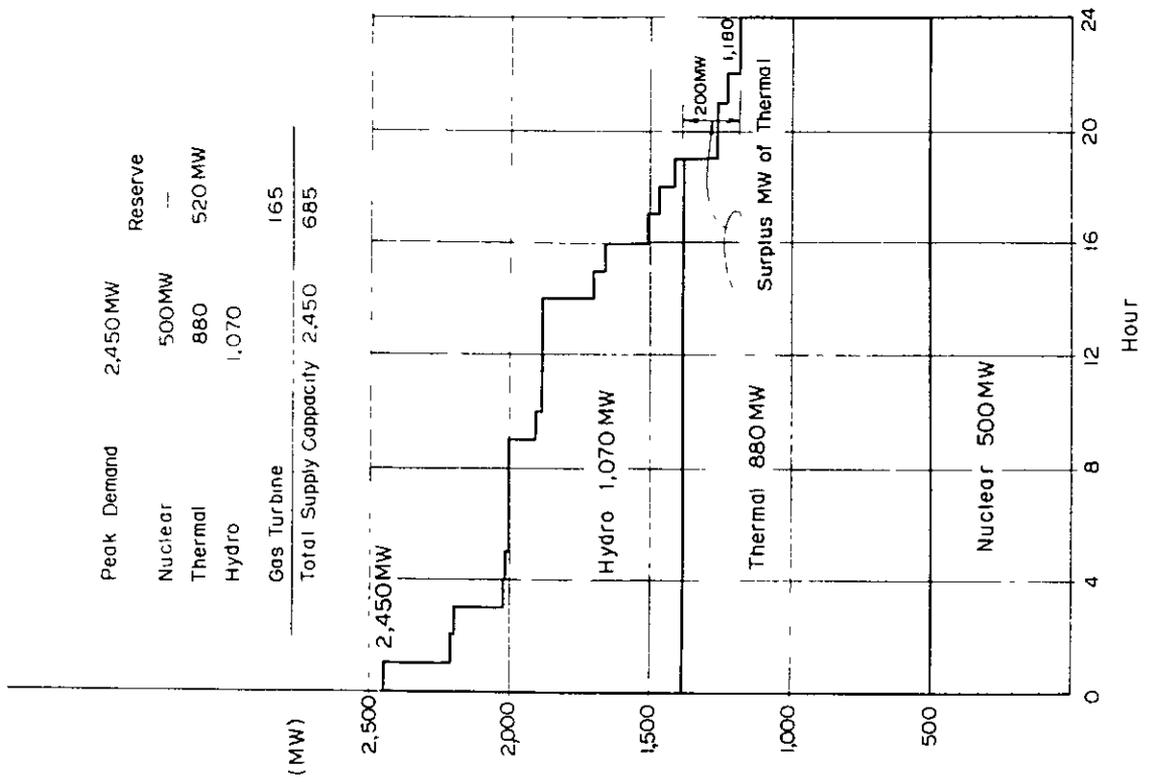
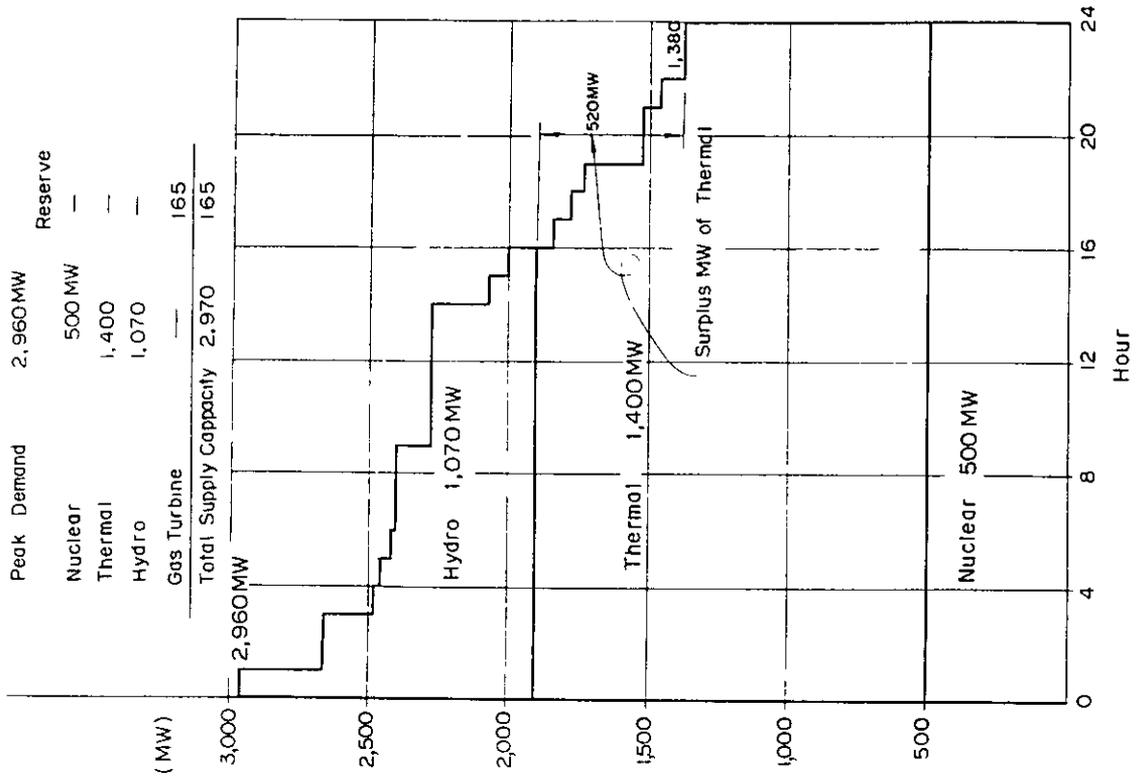


Fig. 4-5 Supply and Demand Balance in 1980



第 5 章 水文と地質

5-1 水 文

5-2 地 質

List of Figures

- 5-1 Location Map of Precipitation and Runoff Gaging Stations
- 5-2 Annual Precipitation at Prachinburi, Nakhon Nayok and Ban Khlong Si Sook G.S
- 5-3 Monthly Precipitation at Nakhon Nayok and Ban Khlong Si Sook G.S
- 5-4 Correlation between Runoff and Precipitation
- 5-5 Hydrograph of the Khlong Tha Dan River at Ban Khlong Si Sook G.S
- 5-6 Correlation between the Sedimentation in Reservoir and (Relative Relief) x (Maximum Annual Precipitation)
- 5-7 Geological Map of Area Surrounding Project Area
- 5-8 Geological Map of Project Area

List of Tables

- 5-1 Existing Precipitation Data
- 5-2 Existing Runoff Data
- 5-3 Existing Evaporation Data
- 5-4 Runoff at Ban Khlong Si Sook Gaging Station
- 5-5 Runoff at Khlong Pun Damsite
- 5-6 Runoff at Khlong Tha Dan Damsite in Residual Basin
- 5-7 Monthly Inflow at Huai Nang Rong River and Huai Som Phung Yai River into the Khlong Pun Reservoir

5-1 水 文

Khlong Pun ダムの計画地点は Khlong Tha Dan 上流部の Heo Narok 滝の直上流で流域面積 152.7 km² である。この流域内はタイ国内では多雨地帯に属し、年間の降雨量は 2,800mm から 4,000mm に達する。この降雨量の大部分は雨季である 5 月から 10 月までの 6 ヶ月間に降り、特に 7, 8, 9 月に集中している。

これに反して乾季 (cool season and hot season) である他の 6 ヶ月間は殆んど雨が降らない。このため河川流量も雨季と乾季の差がはなはだしく、雨季には多く、11 月から 4 月までの 6 ヶ月間の乾季は非常に少ない。

Khlong Tha Dan 計画の集水区域およびその周辺にある測水所および気象観測所の位置は、Fig 5-1 に示される通りである。

また、これら stations において流量および雨量の記録の存在する期間は Table 5-1 及び 5-2 に示されている。

Nakhon Nayok 観測所は Khlong Tha Dan 計画の集水区域外ではあるが、その近くにある同観測所には 19 年間に亘る日雨量の記録があり、発電計画の検討に必要な流量の推定計算に使用することが出来る。

集水区域内には Ban Khlong Si Sook 測水所が 1 つあるのみで、この流量記録は、1965 年 4 月から 1969 年 12 月までの 4 年 9 ヶ月間の記録である。

ダム予定地点における流量は、上に述べた測水所の流量記録と雨量観測所の雨量記録との間の相関関係を用いることと、測水所の流量記録を用いることにより水力開発計画の検討に対しかなりの信頼度を以って求めることができる。

蒸発量に関する気象資料も貯水池湖面からの蒸発量の算定に用いられる。(Table 5-3 参照)

Khlong Tha Dan 計画のダム予定地点の流域面積は、Department of Royal Thai Survey 発行の縮尺 5 万分の 1 の地図に基づいて求めた。これによると Khlong Pun ダム予定地点での流域面積は 152.7 km²、Khlong Tha Dan ダム予定地点での流域面積は 169.1 km² である。Huai Nang Rong および Huai Som Phung Yai の両支流が Khlong Pun 地点に取水するとす

れば、両支流の流域面積は合わせて、140km²である。(Fig 5-1 参照)

1952年から1970年に至る19ヶ年間の計画地域における年間雨量がFig 5-2に示されている。これによると各年毎にかなりの雨量の変動のあることがわかるが、換言すれば年によって流量の変動が大きいことを示している。

したがって河水を有効に使用出来るようにするためには、豊水年の水を渇水年に持ち越すことが必要である。そのためには、この計画にはかなり大きな貯水池が必要である。月毎の雨量の変化はFig 5-3に示される。

Ban Khlong Si Sook Gaging Stationにおける累加流量とNakhon Nayokにおける累加雨量の相関関係が1966年から1969年までについて、Fig 5-4に示されている。この期間はBan Khlong Si SookとNakhon Nayokの双方の観測所にそれぞれ観測記録がある期間である。

これら雨量と流量の相関関係をもとにして1952年から1970年までの期間のBan Khlong Si Sookにおける流量を計算により推定した。この推定された流量とBan Khlong Si Sookにおいて観測された流量との関係はFig 5-5に示されている。

この結果をcheckしてみると、雨量と流量の相関関係より算出された流量とBan Khlong Si Sookで観測された流量はやや近い値を示している。この程度の近似ならば、雨量と流量の相関関係より算出された流量を発電計画の検討に用いても支障はないと考えられる。そこで発電計画の検討には、1952年1月から1965年4月までと1970年1月から12月までは、この雨量と流量との相関関係より算出された流量を使用することにした。又1965年5月から1969年12月までは、Ban Khlong Si Sookで観測された流量を使用することにした。これらの流量はTable 5-4に示される。

Khlong Punダム予定地点の流量は、Table 5-4に示されたBan Khlong Si Sook地点の流量にBan Khlong Si Sookとダム予定地点の流域比を乗することによって求まる。この流域比によって求めたKhlong Punダム予定地点の1961年から1970年までの流量は、Table 5-5に示される。

Khlong Tha Danダムの流域からKhlong Punダムの流域を除いた残流域におけるKhlong

Tha Danダムの流量もまた同様に流域比を考慮することによって求めることができる。上記の流量は Table 5-6 に表示した。

なお、Huai Som Thung Yai および Huai Nang Rong からの Khlong Pun 貯水池への取水量は次のようにして求めた。Ban Khlong Si Sook において 1965 年 5 月から 1969 年 12 月までに観測された流量に関して、月別の流況曲線 (Duration Curve) を作成し、4 年 9 ヶ月の各月の平均流況を流域の比によって各々の取水地点の月別平均流況を作成し、この流況によって各月の取水量を決め取水することとした。この各月の取水量は Table 5-7 に示した。

Table 5-7 Monthly Inflow at Huai Nang Rong and Huai Som Phung Yai to Pun Reservoir

(unit; m³/s)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2.65	1.53	0.89	1.37	64.33	240.18	610.84	605.67	493.02	200.44	40.32	9.97

1966 年から 1970 年までの間に Ban Khlong Si Sook で観測された年間蒸発量 (evaporation from A pan) は次の通りである。

1966 年	1,827 mm
1967	1,737
1968	1,740
1969	1,571
1970	1,969
平均	1,669 mm

1966 年から 1970 年までの間に Ban Khlong Si Sook で観測された年間雨量は次の通りである。

1966 年	4,021 mm
1967	2,865
1968	2,866
1969	3,250
1970	2,963
平均	3,193 mm

1966 年から 1969 年までの間に Ban Khlong Si Sook で観測された年間流出量は次の通りである。

1966年	5,212 m ³ /s
1967	2,783
1968	3,160
1969	5,472
平均	4,155 m ³ /s

従って Khlong Tha Dan川の流出係数は約 0.55, 蒸発散量は雨量の約 45 % である。 Net Evaporation—precipitation Correction Factor は概略次のように求められる。

$$\begin{aligned}
 (\text{Net Correction}) &= (\text{蒸発散量}) - (\text{貯水池水面からの蒸発量}) \\
 &= (\text{降水量}) \times (1 - 0.55) - 1,669 \\
 &= 3,193 \times 0.45 - 1,669 \\
 &\approx -230 \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

故に貯水池からの総損失量は安全を見込んで年間 600mm を採ることとした。

計画地域内の流量記録はわずか 4 年間しかないので、流量記録に基づく統計的方法によって最大可能洪水量を推定することは不可能である。そのため Rational 公式によって洪水量を概算したが、Khlong Pun Damsite では 1,200 m³/sec, Khlong Tha Dan Damsite では 1,380 m³/sec である。

計画地域内には堆砂に関する資料が皆無であるので、この計画の貯水池に堆積するであろう堆砂量は日本の貯水池で観測された堆砂量の記録に基づいて推定した。

流域面積 60 km² 以上、貯水容量 1,000,000 m³ 以上の日本の 52 ケの貯水池の堆砂量を、流域内の地質条件、地形条件および雨量と関連づけて Fig 5-12 にプロットしてある。流域内の地質条件は岩質に応じて 3 つのグループに分類されている。即ち

A : 主として古生代または中生代の堆積岩からなる流域

B : 主として花崗岩によって代表される酸性深成岩、半深成岩または変成岩からなる流域

C : 主として新生代の堆積岩または火山岩からなる流域

各グループの堆砂量は、最大年雨量と起伏量との積の関数として Fig 5-6 にプロットしてある。流域内の侵食された破片性の岩石は、降雨時に貯水池内に運ばれると考えられる。起伏量 (Relief of Topography) は 16 km² の正方形のます目の中の最も高いところと最も低いところの高低差である。

この正方形のます目は流域全体を分割して作り、それらの起伏量の平均値をとる。ダム予定地点の集水区域に対しては、堆砂量を支配する上述の諸要素は次の通りである。

地質条件 : Aグループ

最大年雨量 : 約4000mm

起伏量 : 約470m

[最大年雨量] × [起伏量] = $18.8 \times 10^5 \text{ m} \cdot \text{mm}$

従って Fig 5-6 から Aグループの上限値をとり、年間堆砂量は 1 km² 当り 2,000 m³ と算定した。

5-2 地 質

A. 一 般

Project area に分布する岩石は、流紋岩、安山岩、集塊岩などの火山岩複合体と、それらの上位をおおって中生代の砂岩がある。その境界は丁度 Proposed Khlong Pun Damsite を通りほぼ南北にのびている。この境界は Department of Mineral Resources of Thailand 発行の地質図によると、海底にある火山岩複合体の上に砂が堆積して固化した堆積の基礎面である不整合と呼ばれるものである。そのためこの境界面はやや軟弱であるかもしれない。しかしこの境界面はダム基礎にあっても十分処理可能なものと思われる。火山岩複合体を構成する各岩石の新鮮なものは割れ目少く極めて堅硬である。

この Project Area には第 6-1 に述べる通り、標高 400~500m に平坦面があり、その風化がやや深いと推定される。しかし、この問題はダム発電所などの土木構造物を建設するにあたって必ずしも negative の条件ではなく、それをうまく利用することもできる。

石灰岩はカルスト地形という特異な地ほりを呈するので、航空機から観察してもその存在はよくわかる。航空機から観察したところではそのような地ほりを呈する石灰岩は Project area にはなかったので、石灰岩の空洞を通しての貯水池からの漏水は考えられない。しかし、一方、火山岩はあり、その分布はかなり広い面積を占めている。

これら火山岩複合体の生成時代は Pre-triassic であり、上に重なる中生代の砂岩よりも古い。この砂岩は海成層であるため、海底にある火山岩複合体の上に堆積したものである。この堆積が行なわれる時に火山岩複合体の中にも空洞があったならば、その空洞は堆積物質により充填されたはずである。

従って Project area に分布する火山岩については、貯水池の水が大量に漏水するかもしれないというおそれはない。

前述の標高 400~500 m の平坦面上を流れている諸河川のほぼ水平部には、調査時期が乾季であったため流出しない溜り水が各所でみられた。もし岩盤が吸水性であればそのような溜り水はないはずである。また、乾季における蒸発作用の極めて激しい時期にも拘らず溜り水の

あることは、溜り水の周囲の地下水面は溜り水の水面より高く、その地下水が溜り水として供給されていることを示すものである。従ってこの事実からも岩盤は water tightであることが推察される。

しかし Khlong Pun reservoir の周辺には 1～2 他流域との境界をなす divide の標高の低い所があり、これらの部分は何れも風化が深いことが予想されるので、reservoir 周辺からの漏水には注意すべきである。

B. 各構造物の基礎の地質

Khlong Pun Dam: 河床部に流紋岩 (rhyolite) の岩盤がある。流紋岩はダムサイトのすぐ下流にある Heo Narok water - fall を形成している岩石であり、緻密で極めて堅硬である。この流紋岩の上位に中生代砂岩が重なっている。砂岩は薄褐色乃至白色で粗粒であり、流紋岩に較べるとやや軟いが、ダム基礎としては未風化新鮮なものはダムの型式如何に拘らず、充分な硬さを具えている。左右兩岸の山頂部は風化が深いことが予想されるが、Khlong Tha Dan 川をはさんだ両斜面の風化層は薄いであろう。上記流紋岩と砂岩の境界はおそらく密着しておらず、粘土物質があり、礫岩質となってやや軟弱化していることが予想される。断層は表土や河床堆積物に広くおぼわれているので不明であるが、安定地塊であるため大規模なものはない。

Khlong Pun 発電所及び Penstock: Proposed Khlong Pun 発電所及び Penstock 周辺の地形はかなり急峻である。岩盤は流紋岩で極めて堅硬であり、崖錐の堆積も薄いようで今回の踏査では問題は見当たらない。

Khlong Pun headrace tunnel: 岩盤は流紋岩で極めて堅硬であり、建設にあたっての問題は今のところ見当たらない。ただし取水口部においては、地形がなだらかであり、風化が深いことが予想されるので、これらの点に関する注意が望ましい。

Intake Tunnel from Khan Basin: 岩盤は殆んど全線にわたって極めて堅硬な流紋岩・安山岩・集塊岩及びまれに玄武岩などの火山岩複合体であるが、注水口に近い部分には中生代の砂岩があるかもしれない。その境界は低角度で注水口側に下っているはずであり、トンネル掘削上若干の問題となる。注水口付近は headrace tunnel の取水口と同様地形がなだらかであり、風化が深いことが予想されるので、これらの点に注意する必要がある。

Khlong Tha Dan Dam: 左右岸の斜面は対称で良好な地形を呈し、河床はほぼ平坦になっている。岩盤は安山岩で新鮮なものは極めて堅硬である。

左右兩岸とも厚いジャングルでおおわれているので不明瞭であるが、風化層はかなり深いかもしれない。河床部は砂礫におおわれているが、その厚さも薄く、岩盤の風化は他の地域の状態から推察してあまり深いとは思われない。殆んどダムサイト全域に崖錐、あるいは砂礫がお

おっているので、断層については不明のため、今後の調査にまたねばならない。

Khlong Tha Dan 発電所及び Penstock: 基盤は集塊岩で極めて堅い。Khlong Tha Dan 河床部の砂礫の堆積は極めて薄く、岩盤のあらわれている部分が広い。しかし発電所地点は広く厚いジャングルにおおわれているので詳細がわからないが、河成段丘 (river terrace) の堆積物や崖錐が多少あるものと予想される。

Penstock 沿いの岩盤は集塊岩または、流紋岩であるが、やや表層の風化が深いかもしれない。

Khlong Tha Dan headrace tunnel : 岩盤は集塊岩、流紋岩、安山岩などの火山岩複合体で、それらは極めて堅い。断層などの問題点は現在のところ不明であるが、岩質からみて重要な問題はなさそうである。

Sam Sip Reservoir : 貯水池の岩盤は流紋岩がおもであると思われるが、あるいはこの他 Khlong Pun Dam site から連続する中生代の砂岩があるかもしれない。

Proposed reservoir area の表面は風化が深いと思われるので、貯水容量増加のために貯水池内の掘削を行なうには比較的容易に行なえるものと推定されるが、もしその深さが岩盤に達すればその岩盤は非常に硬いはずであるから、爆発掘削を行なわねばなるまい。

貯水池はこのように堅硬な岩盤であるので、岩盤を通じての漏水は考えられない。ただし、もし中生代の砂岩があるとすると、それと流紋岩との境界がやや軟弱になっていることが推定されるが、もしこのような軟弱境界があったとしても、そこを通しての漏水も殆んど問題にはならないと思われる。

Sam Sip Dam : Dam の形式は貯水池内の容量増加のために掘削した土砂を使用するフィルタイプが考えられる。ダムは主ダムの他に地形の関係から 1~2 の dike が必要と思われる。何れの地点も表層の風化が厚く、地形はなだらかであり、岩盤の露頭はみられない。岩盤はおそらく流紋岩がおもであると推定されるが、あるいは dike の基礎に中生代の砂岩があるかもしれない。

Sam Sip Power Station and Penstock : 発電所付近の地形はややなだらかであるが、調圧水槽 (Surge Tank) に近い付近の地形が非常に急峻である。その急峻な部分には崖錐はないが、ややなだらかな部分にはかなり崖錐が厚く大きな転石が散在している。

岩盤は安山岩がおもであるが、一部流紋岩があるかもしれない。安山岩も流紋岩も何れも非常に堅硬な岩石であるため、地下式 penstock あるいは地下式発電所の掘削についてとくに問題はあまるまい。

Sam Sip Headrace Tunnel : 岩盤は流紋岩や安山岩などの火山岩複合体であり、それらは極めて硬い。断層などの問題点は現在のところ不明であるが、岩質からみて重要な問題はなさそうである。

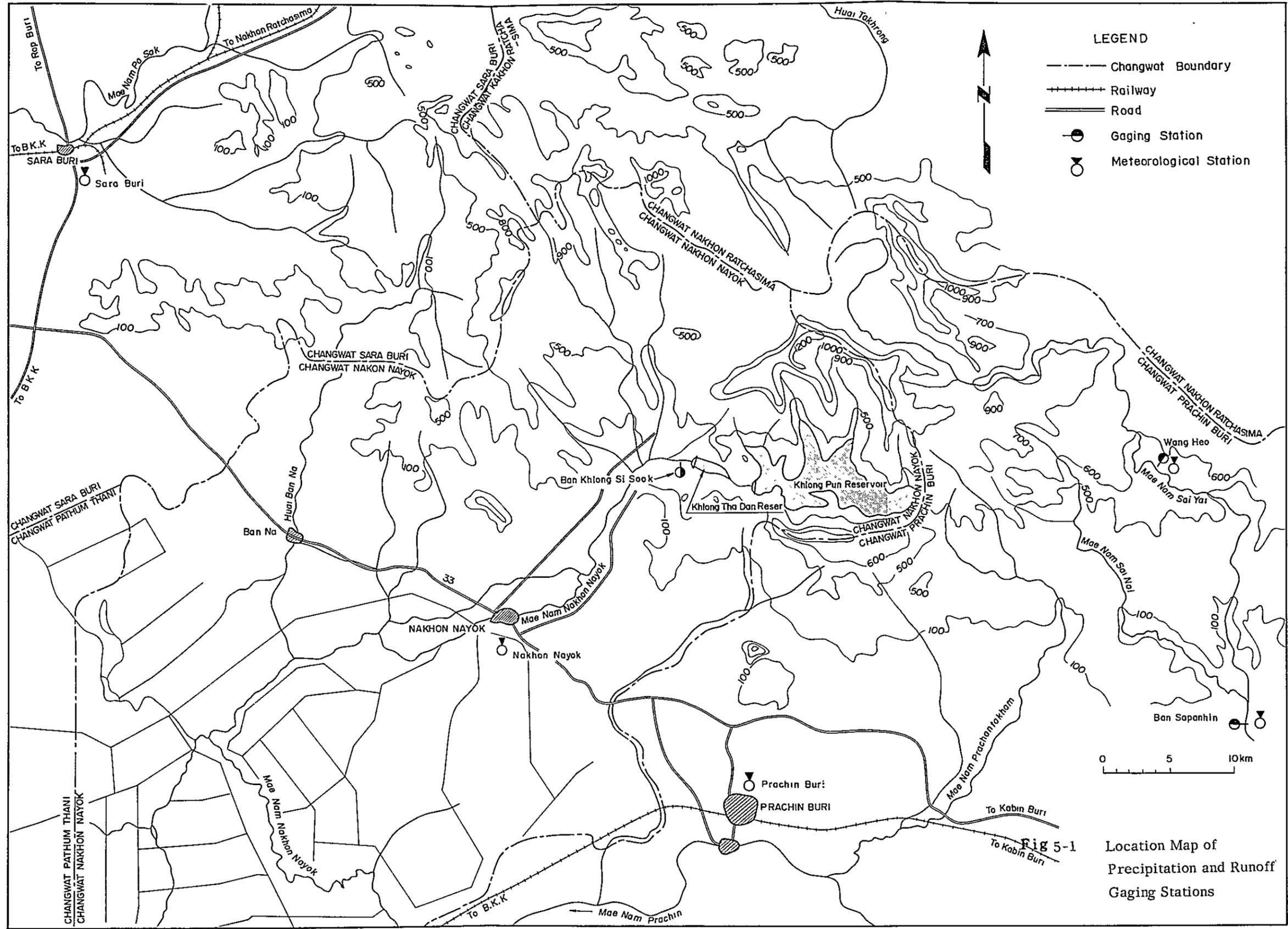


Fig. 5-2 Annual Precipitation at Prachinburi, Nakhon Nayok and Ban Khlong Si Sook G.S

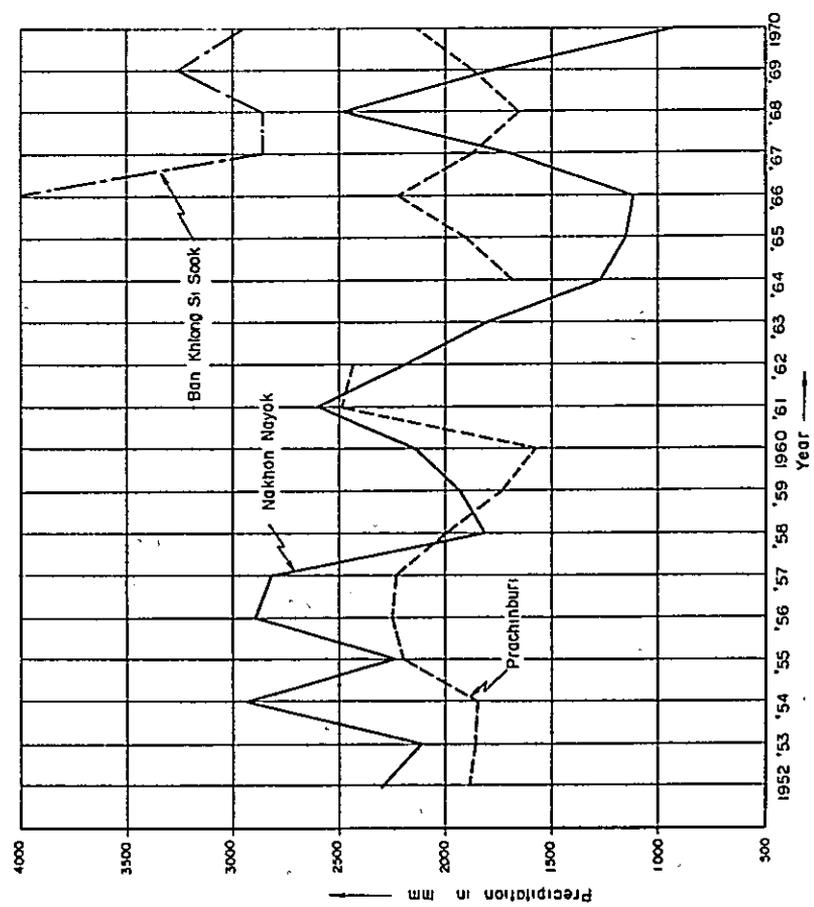


Fig. 5-3 Monthly Precipitation at Nakhon Nayok and Ban Khlong Si Sook G.S

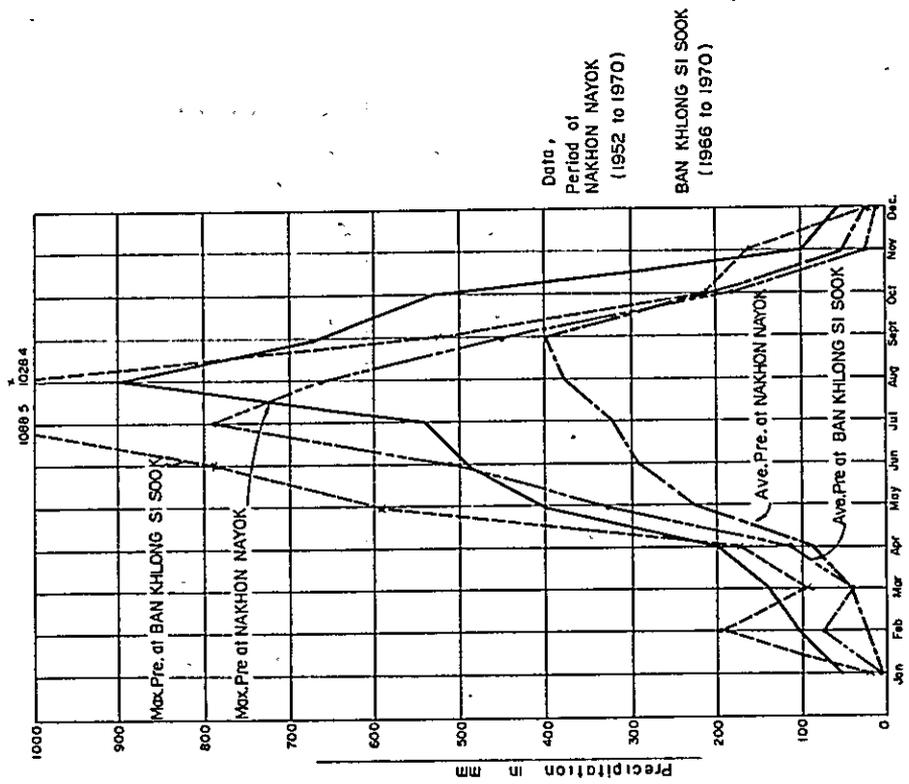


Fig. 5-4 Correlation between Runoff and Precipitation

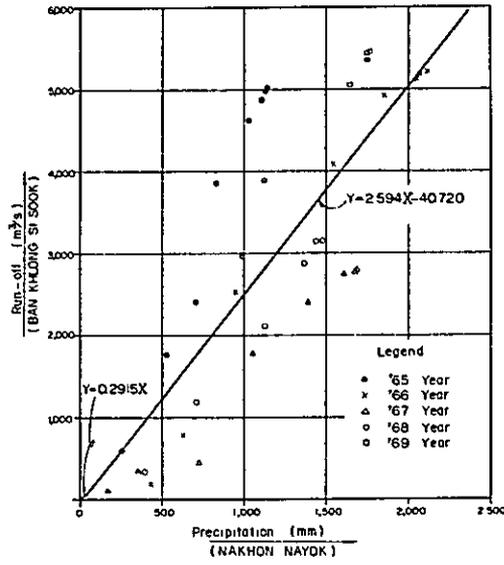


Fig. 5-5 Hydrograph of the Khlong Tha Dan River at Ban Khlong Si Sook G.S

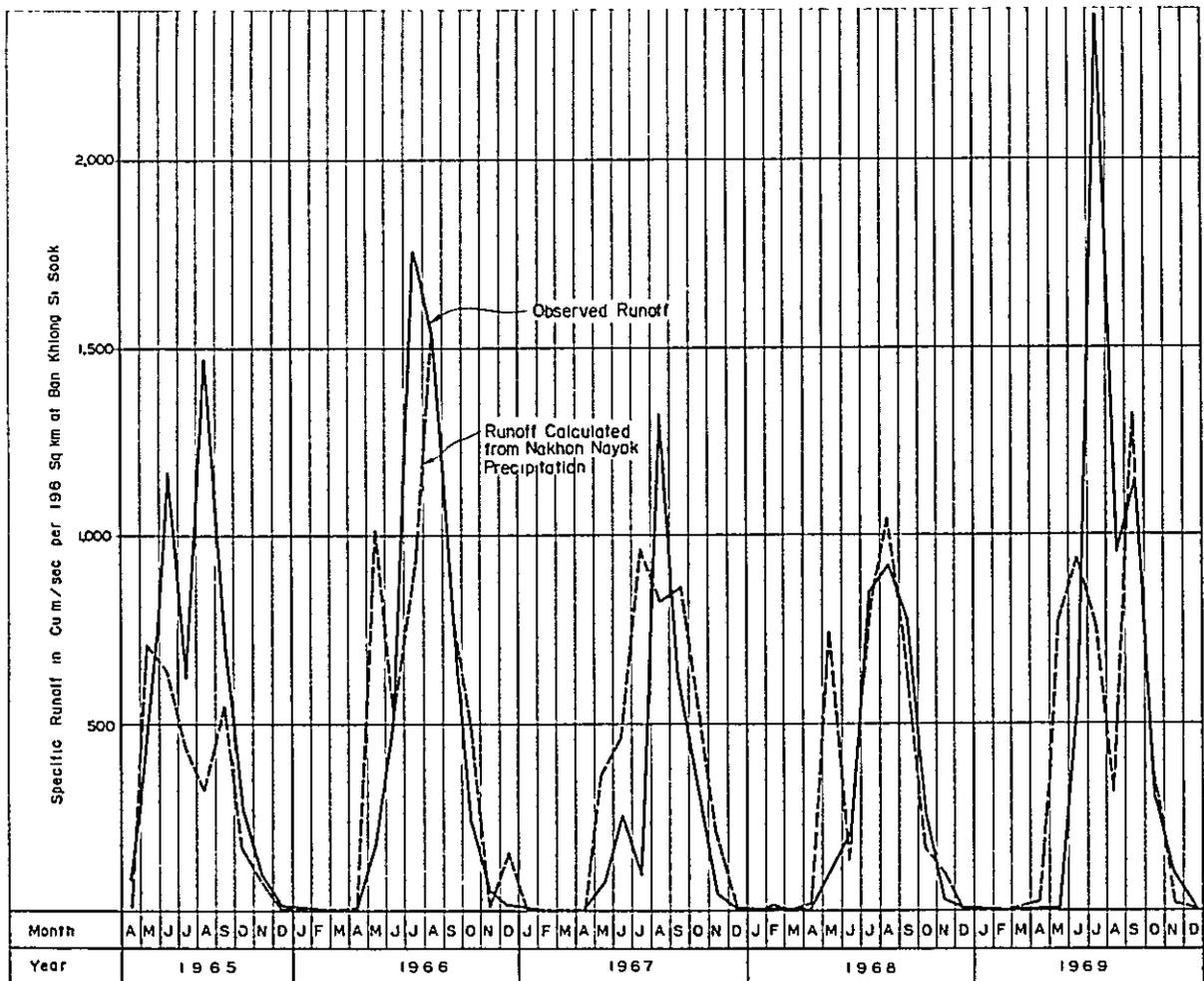
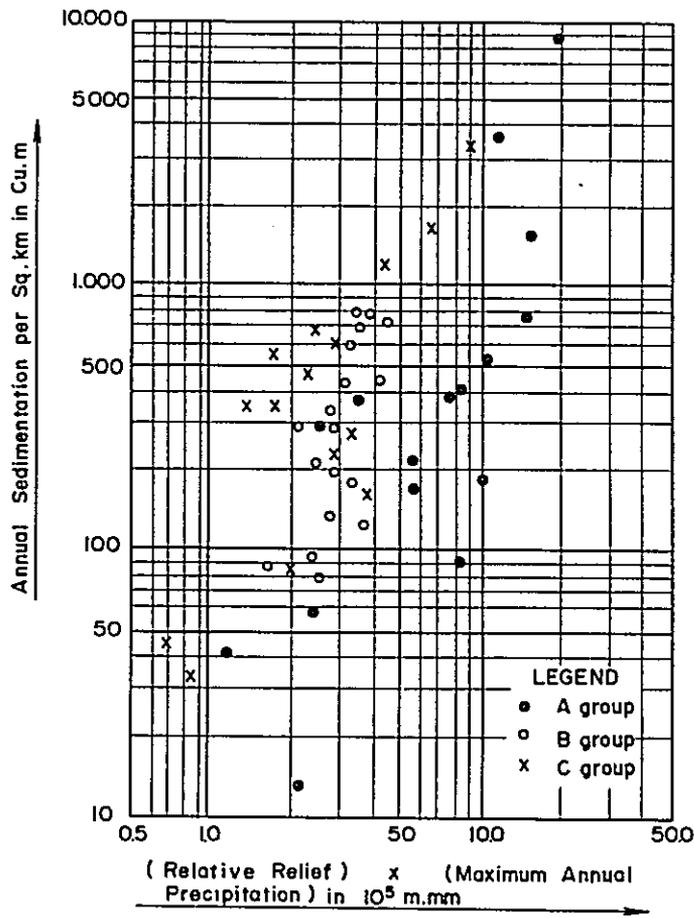
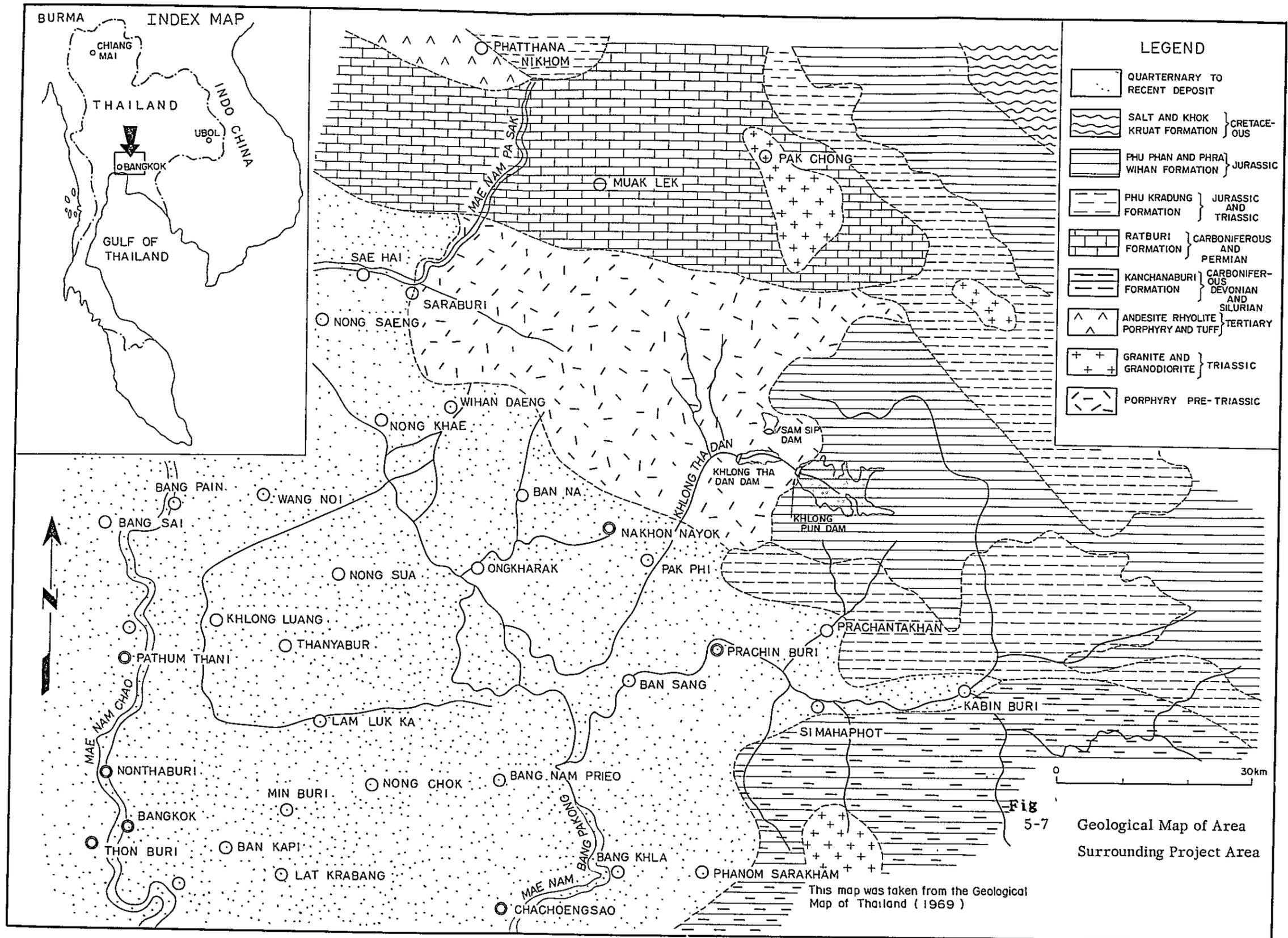


Fig. 5-6 Correlation between the Sedimentation in Reservoir and (Relative Relief) x (Maximum Annual Precipitation)





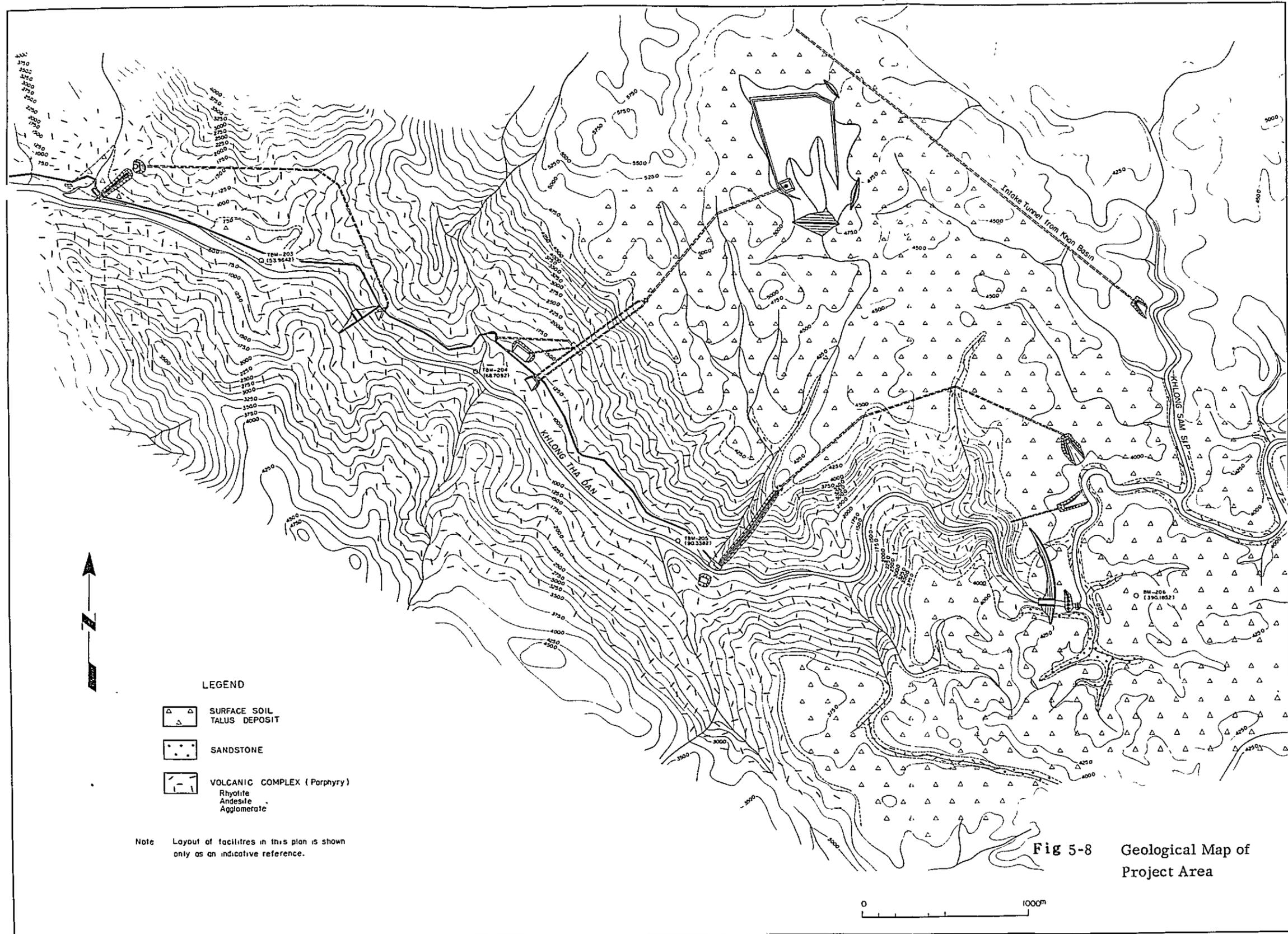


Fig 5-8 Geological Map of Project Area

Table 5-1. Existing Precipitation Data

Station	'51	'52	'53	'54	'55	'56	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	'66	'67	'68	'69	'70
Ban Khlong Si Sook																				
Wang Heo													July							
Ban Sapanhin																				
Prachin Buri																				
Nakhon Nayok																				

Table 5-2. Existing Runoff Data

Station	River	C.A. (KM ²)	Latitude	Longitude	'60	'61	'62	'63	'64	'65	'66	'67	'68	'69	'70
Ban Khlong Si Sook	Khlong Tha Dan	196	14° 18.4' N	101° 19.7' E					Apr.						
Wang Heo	Nam Sai Yai	314	14° 17.5' N	101° 41.9' E											
Ban Sapanhin	Nam Sai Yai	636	14° 08' N	101° 44' E											
Khao Yai	Lam Ta Kong	60.7	14° 26.4' N	101° 22.2' E											

Table 5-3. Existing Evaporation Data

Station	'51	'52	'53	'54	'55	'56	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	'66	'67	'68	'69	'70
Ban Khlong Si Sook																				

Table 5-4 Runoff at Ban Khlong Si Sook Gaging Station

(Unit : Cu.m/sec)													
Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean
1965	-	-	-	2.95	16.2	39.2	20.0	47.5	25.2	8.72	3.08	0.60	-
1966	0.17	0.10	0.07	0.04	5.72	20.2	56.6	49.6	27.3	7.70	1.78	0.51	14.14
1967	0.12	0.05	0.00	0.08	2.42	8.79	31.4	42.9	21.0	10.60	1.38	0.32	9.92
1968	0.08	0.11	0.05	0.13	3.58	6.89	27.2	29.7	25.7	8.31	1.03	0.20	8.58
1969	0.06	0.02	0.01	0.00	0.11	18.59	76.8	30.62	38.36	9.62	1.41	0.78	14.86
Total	0.43	0.28	0.13	3.20	28.03	93.67	212.0	200.32	137.56	44.95	10.68	2.41	733.66
Mean	0.11	0.07	0.03	0.64	5.61	18.73	42.4	40.06	27.51	8.99	2.14	0.48	12.87

Table 5-5 Runoff at Khlong Pun Damsite

(Unit : Cu.m/s-day)													
Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1961	2.65	6.39	14.35	28.60	1,094.85	865.95	1,098.61	1,956.36	1,386.67	839.30	92.86	11.75	7,398.34
1962	2.65	3.55	0.89	33.71	865.53	1,192.72	1,451.75	1,079.56	1,305.57	600.77	42.90	9.97	6,589.57
1963	2.65	6.62	9.04	11.46	367.38	593.12	1,244.94	1,568.12	1,257.79	626.15	125.19	13.73	5,826.19
1964	2.65	2.44	1.61	10.04	654.02	450.76	1,028.22	1,016.90	880.26	674.93	40.51	9.97	4,772.31
1965	2.65	4.96	2.80	70.27	455.91	1,157.17	1,093.38	1,753.91	1,083.11	411.09	112.42	24.42	6,172.09
1966	6.79	3.66	2.47	2.25	202.59	712.46	1,977.04	1,802.84	1,131.66	386.30	81.89	22.40	6,332.35
1967	5.62	2.54	0.91	3.19	122.82	445.55	686.02	1,642.50	983.28	456.61	72.56	17.76	4,439.26
1968	4.50	4.08	2.01	4.49	150.75	401.45	1,268.71	1,323.61	1,093.55	401.24	64.06	14.93	4,733.38
1969	4.21	1.90	1.25	1.40	67.12	674.84	2,467.05	1,345.22	1,389.61	432.95	119.98	28.75	6,534.28
1970	2.65	5.94	3.06	8.41	455.08	616.12	917.58	949.29	770.82	285.90	43.09	13.34	4,061.28
Total	37.90	42.08	38.39	173.82	4,426.05	7,110.14	13,233.30	14,438.31	11,282.32	5,115.14	795.46	167.02	56,859.05
Mean	3.70	4.21	3.84	17.38	442.61	711.01	1,323.33	1,443.83	1,128.23	511.51	79.55	16.70	5,685.91

Table 5-6 Runoff at Khlong Thra Dan Damsite in Residual Basin

(Unit : Cu.m/s-day)													
Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1961	372.00	336.52	373.45	242.92	606.67	547.20	1,099.73	1,633.06	1,300.60	564.61	485.64	372.19	7,934.59
1962	372.00	336.22	263.85	243.47	582.04	582.30	1,578.31	1,058.82	823.17	538.99	480.28	372.00	7,231.45
1963	372.00	323.28	248.88	241.08	280.55	277.90	564.10	1,512.83	770.26	541.72	489.11	372.40	5,994.11
1964	372.00	348.10	248.08	240.93	311.33	456.27	540.82	706.82	521.59	546.96	480.02	372.00	5,144.92
1965	372.00	225.16	248.20	247.40	290.05	578.48	780.28	1,611.31	762.47	518.62	487.74	373.55	6,495.26
1966	372.45	224.23	248.17	240.09	262.85	290.72	1,230.99	1,616.57	865.05	515.96	454.60	373.33	6,695.01
1967	372.32	224.11	248.00	240.19	254.28	262.06	256.07	846.94	532.65	523.50	448.24	372.84	4,581.20
1968	372.20	232.27	248.12	240.34	257.28	257.32	566.65	801.43	588.38	517.56	449.77	372.53	4,903.85
1969	372.17	224.04	248.04	240.00	219.49	286.68	1,589.85	1,344.84	916.24	520.97	488.56	374.02	6,824.90
1970	372.00	251.53	248.23	240.76	288.89	351.23	528.94	532.90	509.83	505.18	360.30	372.36	4,562.15
Total	3,721.14	2,725.46	2,623.02	2,417.18	3,353.43	3,890.16	8,735.74	11,665.52	7,590.24	5,294.07	4,624.26	3,727.22	60,367.44
Mean	372.11	272.55	262.30	241.72	335.34	389.02	873.57	1,166.55	759.02	529.41	462.43	372.72	6,036.74

第 6 章 開 発 計 画

- 6-1 はじめに
- 6-2 開発計画の検討
- 6-3 開発計画案の概要

List of Figures

- 6-1 Mass Curve of Khlong Pun Reservoir
- 6-2 Area Capacity Curves for the Khlong Pun Reservoir
- 6-3 Area Capacity Curves for the Khlong Tha Dan Reservoir
- 6-4 Tentative Operation Rule of the Khlong Pun Reservoir
- 6-5 Monthly Inflow, Power Discharge and Reservoir Water Surface Level

List of Tables

- 6-1 Comparison of Plan of Development of Conventional Type
- 6-2 Comparison of Selected Plans of Development
- 6-3 Monthly Energy Production of the Khlong Pun Power Station
- 6-4 Monthly Energy Production of the Khlong Tha Dan Power Station
- 6-5 Installed Capacity of Power Plant

6-1 はじめに

Khlong Tha Dan Projectの発電計画については、日本政府調査団(団長、徳野武氏)の踏査報告書がある。^{*}約250mの落差を持つHeo Narokという滝のある地点にダムを建設し、滝の下に発電所を設けるとするのが徳野氏の報告書の第一のポイントになっている。その第二のポイントはKhlong Tha Dan川に隣接するHua Nang Rong川とHua Som Phung Yai川の流域の水を取水トンネルによってKhlong Tha Dan流域に分流するということである。第三の点はProjectのsiteがBangkokに近い上に高落差のPotential energyを持つので、揚水発電所として計画するということである。

徳野調査団の主目的は、Khlong Tha Dan流域に隣接するNam Sai Yai Basinにあったので、Report作成に必要なdataは、現場視察によるdataと1/50,000の地形図しか得られなかったのである。

しかしながら、我々は今回の調査によって徳野Reportは不十分なdataに基づきながら基本的なPointsでは要点をつかんでいるという確信を得た。

また、1970年5月にはNEAに日本のOTCAから派遣されていた計画専門家窪田稔氏は徳野Reportを地形図上で検討した上で、Recirculating Pumping-up stationをsuggestしている。我々は、今回の調査によって彼等に比較すれば十分なdata(1/10,000の地形図など)を得ることが出来た。

飛行機よりProject areaを観察したところ本Project areaには地形上およそ4段の水平な平坦面があることがわかった。第一段の平坦面は標高10~30m位の広大な平野すなわち、Bangkok平野である。第二段の平坦面の標高は400~500mであり、この面への降雨が長年月の間に平面を解析して峡谷を形成したものがKhlong Tha Dan川である。本ProjectにおいてはKhlong Tha Danダムの上流にKhlong Punダムの建設を計画しているが、Khlong Pun貯水池はこの第二の平坦面上に形成される。

第三段の平坦面は標高約700mの所にあり、Project areaの東南部にある。第四段の平坦面の標高は約1,200mであってProject areaの北部にある。Mt. Khao Khieoはこの平面上にある。

* Appendix of Report on Basic Studies for Development of Hydraulic Potentials of the Nam Sai Yai, "Report on Reconnaissance of Khlong Tha Dan Basin" June 1965 Overseas Technical Cooperation Agency, Government of Japan.

Khlong Pun ダムの直下流は鉛直方向に火山岩の壁が massive に露出しており、落差約 250 m の間に 3 段の滝を形成している。この雄大な滝は、Heo Narok と命名されている。

Huai Nang Rong 川と Huai Sarika 川の滝もまた massive な露出火山岩の上を流れている。

Project area 一帯の山は dense な evergreen forest となっており、河川、滝、鉛直崖及び平坦面の露出岩盤以外はすべて緑の植生に覆われている。

Heo Narok 滝の直ぐ上流に Khlong Pun ダムを建設して Khlong Pun 貯水池をつくり、滝の下流側に設ける発電所で発電することが一つの主要な Point となっている。

Khlong Pun 貯水池は、地形上から言えば、標高約 400~500m の第二の平坦面に形成されるので貯水面積は比較的が大きくなる。貯水池の Catchment area は約 153km² である。

Khlong Tha Dan 貯水池は、しゅん峻な狭谷に形成されるので、比較的貯水面は狭いであろう。貯水池の Catchment area は約 16km² である。Khlong Tha Dan 川は massive な火山岩地帯を流れているので sedimentation が殆んど見当らない。水は極めて Clear なので、これら三つの貯水池は澄明なきれいな artificial lake となるであろう。

Huai Nang Rong 川と Huai Som Phung Yai 川は、Khlong Tha Dan 川の西北方にある。これらの川の上流部分は地形上の第二の平坦面上にあって、その流域面積合計 (Khan Basin と呼ぶことにする) は 170km² であり、Khlong Pun 川のそれと同等以上である。もしも、これら二つの川から Khlong Tha Dan または Khlong Pun 貯水池に取水するならば、貯水池への流入量は倍以上になるのであろう。この二つの川もまた massive な火山岩地帯を流れているので水は極めて Clear である。

一般に河川の沿岸に急峻な山があってその山の頂上が比較的平坦な場合には、下方の河川に貯水池 (Lower Reservoir) をつくり、上方の平坦地にも貯水池 (Upper Reservoir) をつくって二つの貯水池間で水を上下させる純揚水発電計画が計画される場合がある。本プロジェクト area は地形上から言って標高の高い所に平坦な土地があるので、純揚水地点の存在の可能性があろう。Khao Khieo 山麓の Sam Sip 地点は Physical geography 上から見て、そういう可能性のありそうな地点である。

6-2 開発計画の検討

Project の持つ幾つかの特徴を組合せると多くの計画案が作成される。それらの計画案を比較して取捨選択したものが、次に紹介する三つの計画案である。

取捨選択に当たっての基準は経済性に置いた。経済性の計算に当たって大きな比重を占める工事費は、1/10,000 の地形図上にレイアウトを書いて工事数量を概算し、最近のタイ国における工事単価を乗じて算出したものである。その結果の概算工事費は表 6-3 に示す。

Khlong Tha Dan の開発はピーク電力としての自流開発を行う場合と、主都圏に比較的近く Bangkok 周辺の大容量火力および原子力発電所の深夜の余剰電力が容易に得られる立地条件から、ピーク用揚水発電としての開発が考えられる。ピーク用揚水発電の開発は自己流域のない“純揚水式発電所”と自己流域を持ち自己の電力量が発生出来る“混合揚水式発電”の2つの型式がある。

従って Khlong Tha Dan の開発計画の検討に当たっては、まず自己流域による自流開発について検討を行い、この自流開発計画で経済性の最も優れた計画案とこれに純揚水式発電所を付けた計画案と、混合揚水式発電所の開発計画との比較を行った。

(a) 自流式開発計画

自流式開発計画については、次の3通りの計画が考えられる。

A案； Khlong The Dan 流域のみの開発計画である。Khlong Tha Dan 上流部 Heo Narok 滝直上流に Khlong Pun ダムを築造し、約 2 km の導水路によって Heo Narok 滝の下流、右岸側に発電所を設け、この間の落差約 300m を利用してピーク発電を行う Khlong Pun 発電所を設ける計画である。

B案； Khlong Tha Dan と支流 Huai Nang Rong および Huai Phung Yai とを併せた開発計画である。即ち A案の Khlong Pun 発電所の下流約 2.5 km の地点に Khlong Tha Dan ダムを築造し、Khlong Tha Dan 調整池を設ける。この Khlong Tha Dan 調整池に Huai Nang Rong および Huai Som Phung Yai 両支流の水を取水する。この調整池より約 2 km の導水路によって導水し、この間の落差約 50m を利用して発電を行う Khlong Tha Dan 発電所を設ける開発計画である。この両支流からの取水路は比較的短い水路トンネルであるが、この取水路によって取水された水から発生する電力量は Khlong Tha Dan 発電所だけとなる。

C案； Khlong Tha Dan と支流 Huai Nang Rong および Huai Som Phung Yai とを併せた開発計画である。即ち Huai Nang Rong と Huai Som Phung Yai の両支流の水を A案の Khlong Pun 貯水池に取水する計画である。この計画の両支流から Khlong Pun 貯水池への取水路トンネルは B案に比べ長く延長 14.5 km にも及ぶものであるが、取水した水は高落差の Khlong Pun 発電所でも利用出来るので、発生電力量が多くなる特長がある。

これら開発計画は Table 6-1 に示されている。その解析結果によれば、A案とC案のB/Cが共に 1.12 で経済的にすぐれている。しかしA案とC案の年間の超過便益(B-C)を比較すると、A案が $4.7 \times 10^6 B$ であるのに対して、C案は $7.7 \times 10^6 B$ であるのでC案の方が有利である。これは Huai Nang Rong 及び Huai Som Phung Yai の両支流から取水した水によるKh-

long Pun 発電所の発生電力量が多く、取水を行うに要する工事費を投入しても経済的に有利な開発計画であることを示している。

(b) 揚水式開発計画

前項で検討した結果、自流式の開発計画ではC案の開発が有利であることが判明した。従って、揚水式開発計画の検討に当ってはこの自流式開発に揚水式発電所を付けることが経済的に有利な開発となる。この場合には、二つの計画案が考えられる。

1) R案；純揚水式開発計画とする場合は、当計画地域の地形から高落差が得られ、しかも Khlong Tha Dan 調整池を下池として利用出来る Khlong Pun 発電所の下流約 1 km 地点の右岸の小支流の標高 475m に上池を築造し、Khlong Tha Dan 調整池を下池とする純揚水発電所を前項の C案に加えて開発する計画が考えられる。

2) M案；混合揚水式開発計画とする場合は、地形的に見て落差の大きな Khlong Pun 貯水池を上池とし、Khlong Tha Dan 調整池を下池とする Khlong Pun 発電所を揚水式として開発する計画が考えられる。

これらの開発計画は Table 6-2 に示されている。その解析結果によれば M案および R案の B/C はそれぞれ 1.03 および 1.07 であるので、両案ともに有望である。

以上の C案、M案および R案の B/C は、この調査の精度から言えば、それぞれ四捨五入して 1.1、1.0 および 1.1 程度の値である。この三者はいづれも有望と言えるが、優劣はまだつけがたい。

6-3 開発計画案の概要

1) はじめに

前項の開発計画案の検討によって自流式開発計画 C案と揚水式開発計画、R案および M案とが比較された。これら開発計画の Annual benefit と Annual cost の比率は解析期間を 50 年とすればそれぞれ 1.1 (1.12)、1.1 (1.07) および 1.0 (1.03) であり、Annual benefit と Annual cost の差 (超過便益) はそれぞれ $7.7 \times 10^6 B$ 、 $17.4 \times 10^6 B$ および $7.9 \times 10^6 B$ である。これら開発計画案はその開発規模および開発方式が異なる事、およびタイ国の今後の電力需要の伸び、負荷曲線およびピーク供給力などの電力事情によって、その経済性の優劣が決まることなどから、これらの開発計画案の優劣は付け難い。また今後地質調査の結果および地形図の正確なもので各構造物の設計を行えば工事費も変化することであろう。

ここでは、自流式開発計画 C案、揚水式開発計画 R案および揚水式開発計画 M案の概要を述べることにする。

2) 自流水式開発計画：C案

Khlong Tha Dan上流山岳部のHeo Narok滝の直ぐ上流に高さ62mのコンクリート重力式ダムを築造し、これによって有効容量 $229 \times 10^6 \text{ m}^3$ のKhlong Pun貯水池をつくる。この貯水池から延長約2kmの圧力トンネルによってHeo Narok滝の下流、右岸側の発電所に導水し、この間の落差約300mを利用してピーク発電を行う最大出力120MWのKhlong Pun発電所を設ける。

なおKhlong Tha Danの支流であるHuai Nang RongおよびHuai Som Phung Yaiの流域面積は両者合せるとその流域はKhlong Tha Danに匹敵する大きさとなる。

これら兩支流の流水をKhlong Pun貯水池に最大 $25 \text{ m}^3/\text{S}$ 導水し、発電に利用することは経済上有利(表6-1参照)であるので、今回の計画にはこれら兩支流の流れをKhlong Pun貯水池に取水し利用している。

3) 揚水式開発計画：R案

前項2)で述べた自流水式開発計画に純揚水式のSam Sip発電所を加えたものである。

Khlong Pun発電所の下流約2.5kmの地点に高さ54mのKhlong Tha Danダムを築造し、有効容量 $7 \times 10^6 \text{ m}^3$ のKhlong Tha Dan調整池を設ける。Khlong Pun発電所の下流約1kmの右岸側の標高475m付近にダムを築造してピーク発電6時間分の有効容量 $3 \times 10^6 \text{ m}^3$ のSam Sip調整池を設ける。

Sam Sip揚水発電所はKhlong Tha Dan調整池を下池とし、Sam Sip調整池を上池とし、深夜の余剰電力を使ってKhlong Tha Dan調整池の水をSam Sip調整池にPumping-upしておき、ピーク負荷時にSam Sip調整池の水を使ってピーク発電する純揚水式発電所である。この間の落差は360mで発電所の最大出力400MWである。

なおKhlong Tha Dan調整池の容量はSam Sip発電所の揚水のための水を貯溜できる他にKhlong Pun発電所のピーク発電の使用水量を逆調整できる容量を取ってある。この調整池から延長約2kmの導水路によって右岸側に設けるKhlong Tha Dan発電所に導水し、この間の落差約50mを利用して最大出力20MWの発電を行う。

4) 揚水式開発計画：M案

前項2)で述べたKhlong Pun発電所を揚水式とする計画である。即ちKhlong Pun貯水池を上池とし、前項3)で述べたKhlong Tha Dan調整池を下池とし、深夜の余剰電力を使ってKhlong Tha Dan調整池から、Khlong Pun貯水池にPumping-upした水とKhlong Pun貯水池の自己流域に於ける水とを併せピーク負荷時に発電するもので最大出力400MWの混合揚水式発電計画である。

なお、この場合には3)項のSam Sip揚水発電所は計画に入れなかった。しかし、タイ国

のピーク需要が今後急激に増大し、供給力に不足を来たすような事態が生じた場合には、前項 3) の Sam Sip 揚水発電所とこの Khlong Pun 混合揚水発電所を併せ開発するような検討を行う必要があるかも知れない。

以上の 2) . 3) . 4) の開発計画はいずれも Huai Nang Rong および Huai Som Phung Yai の両支流から Khlong Pun 貯水池への取水を考慮している。

しかしながらこれら両支流のうち Huai Nang Rong の下流部には Nang Rong 滝があり、かなりの観光開発が進んでおり、民衆のレクリエーションの場としてにぎわいを見せている。Huai Som Phung Yai の取水地点下流には王宮の Wong Ta Kai Botanical Garden があり、この庭園内のかんがいのため Huai Som Phung Yai に取水設備があり取水されている。これら両支流から Khlong Pun 貯水池の取水はこれらの事情を考慮し今後検討を重ねる。

5) 貯水池の規模

Khlong Pun 地点における Khlong Pun 川の季節的変動および経年的変動は、Fig 6-1 Mass Curve に示される如くである。この Mass Curve は第 5 章 5-1 水文において述べた通り、1952 年から 1970 年までの 19 年間の流量資料に基づいて作成されたものである。この地点においては平均年の 5 月から 10 月までの雨季 6 ヶ月間の流量は、 $480.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、これに対し 11 月から 4 月までの乾季 6 ヶ月間の流量は $10.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ に過ぎない。また平均年の年間流量は $491.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ で、これに対し豊水年 (1961 年) の年間流量は $639.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、渇水年 (1970 年) のそれは $350.9 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。このような流量変動を調節し、この水資源を最大限度まで利用するためには、経年調整の出来る大きな貯水池を計画する必要がある。

一方、Khlong Pun 地点の地形特性から見て満水位の標高を 416m 以上に上げることは困難であると考えられる。従って満水位標高を 416m と決めることにより、総貯水容量は $319 \times 10^6 \text{ m}^3$ となる。また利用水深を 11.0m とすることによって貯水池の有効容量は $229 \times 10^6 \text{ m}^3$ となる。(Fig 6-2 参照)

なお貯水池の満水位標高に関して言えば、ダム地点の我々の調査は軽飛行機および地上踏査によるものだったので、現在のところ十分に正確な marginal Water level of the reservoir ではない。将来 exploratory drillings and Adits によってダムサイト及びその周辺の土地の地質条件を明確に把握した後、それは決定されるであろう。また貯水池の規模をより以上に明確に決定するためには、現在よりも多くの、そしてより良い水文資料の存在が望ましい。

なお Khlong Tha Dan 調整池は、純揚水式発電所の揚水の貯溜と Khlong Pun 発電所のピーク発電のための使用水量を逆調整する目的でその貯水容量は $7 \times 10^6 \text{ m}^3$ と算出された。この容量を得る為に Khlong Tha Dan 調整池の満水位は 110m、利用水深は 10m となっている。(Fig 6-3 参照)

6) 貯水池の操作と発生電力量

Khlong Pun貯水池による流量調節を検討するため、貯水池操作基準を設定した。操作基準の基本方針は第一に雨季の流入量を貯溜して乾季に放流すること、第二に豊水年の流入量を貯溜して渇水年に放流すること、第三に流量を最も効果的に調節して出来るだけ大きい使用水量を確保することである。これによって設定された操作基準は Fig 6-4 に示す。この貯水池操作基準によってダム地点における過去の流量に対して発電所を効率的に運転したと仮定した場合の発電使用水量および発生電力量を計算した。将来実際に貯水池を運用するに当っては、更に検討して、より詳細なものを作成する必要がある。Fig 6-4 に示された貯水池操作基準に基づいて発電する場合の発電使用水量、ダムからの溢水量、および貯水池水位を Fig 6-5 に示す。

上記の計算を行なうに当っては、貯水池面からの蒸発量を考慮した。蒸発量は第 5 章 5-1 で述べる如く年間 600mm とした。蒸発の季節的変動は考慮しなかった。

この貯水池操作基準にもとづいて算出した自流分使用水量と貯水池水位を用いて 1961年から 1970年までの 10 年間の月別の自流分可能発生電力量を計算した。その結果は Table 6-4 および Table 6-5 に示す通りで、上記 10 ヶ年間平均の年間自流分発生電力量は次のようになる。

Khlong Pun 発電所	332.1×10^6 kWh
Khlong Tha Dan 発電所	69.5×10^6 kWh

揚水発電所の電力量は第 4 章において述べた如く、将来の需給バランスを考慮して年間 1,500 時間運転するものと仮定した。揚水発電所の Operation rule については将来行なわれる feasibility study で検討されよう。

Khlong Pun 揚水発電所	600×10^6 kWh
Sam Sip 揚水発電所	600×10^6 kWh

Operation rule は滝の美観を保つために将来適当な考慮が払われるであろう。

7) 設備出力及び機器台数

最大設備容量は、この電力系統の供給力不足を最も経済的に満すように決定されなければならない。この目的のために将来のこの電力系統の需給バランスの中で Khlong Tha Dan Project の各発電所がどのような位置を占めるかを第 4 章において検討した。その結果、一般的なピーク発電時における発電設備の利用率を 30 % 程度と仮定して最大設備容量を決めた。

又揚水発電の場合においては 1970年代の後半を開発目標と仮定して設備容量を 400MW とした。各発電所の設備出力の計算は Table 6-6 に示されている。

Khlong Pun 発電所の取水水位は貯水池の基準水位を採用した。その放水水位は、揚水発電所と

した場合は、Khlung Tha Dan 調整池の中間水位を取り、通常の発電所とした場合は、発電所放水口における推定水位をとった。Sam Sip 揚水発電所の取水水位は貯水池の基準水位、放水水位はKhlung Tha Dan 調整池の中間水位をとった。Khlung Tha Dan 発電所の取水水位は調整池の中間水位、放水水位は発電所放水口における推定水位をとった。

なお Layout が普通の水力発電所である場合には、発電所を地上式発電所とした。Layout が揚水式発電所である場合には、発電所を地下式発電所とした。

揚水式発電所の場合は、一般に reversible pump - turbine が経済的に有利である。現在の技術において有効落差 300m 程度であれば、1 unit のポンプ水車の製作限界の容量は 250 - 300MW 程度である。それで本プロジェクトにおいては、揚水式発電所の場合に 200MW の reversible pump-turbine 2 units とした。

Khlung Pun 発電所を通常の発電所とする場合には、設備出力が比較的大きいので、水車（高落差フランシス）および発電機（60MW）はそれぞれ 2 units とした。

Khlung Tha Dan 発電所は設備出力が 20MW と比較的小さいので水車（フランシス）および発電機はそれぞれ 1 unit とした。なお送電線は 115kV and/or 230kV を使用する。

Fig. 6-2 Area Capacity Curves for the Khlong Pun Reservoir

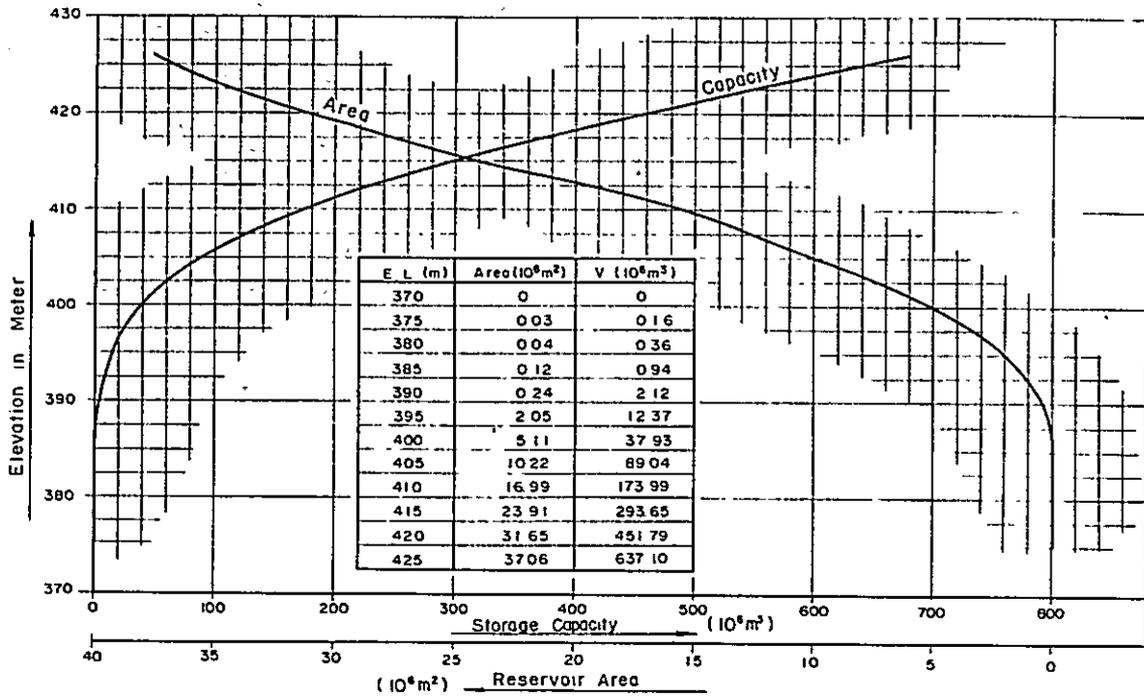


Fig. 6-3 Area Capacity Curves for the Khlong Tha Dan Reservoir

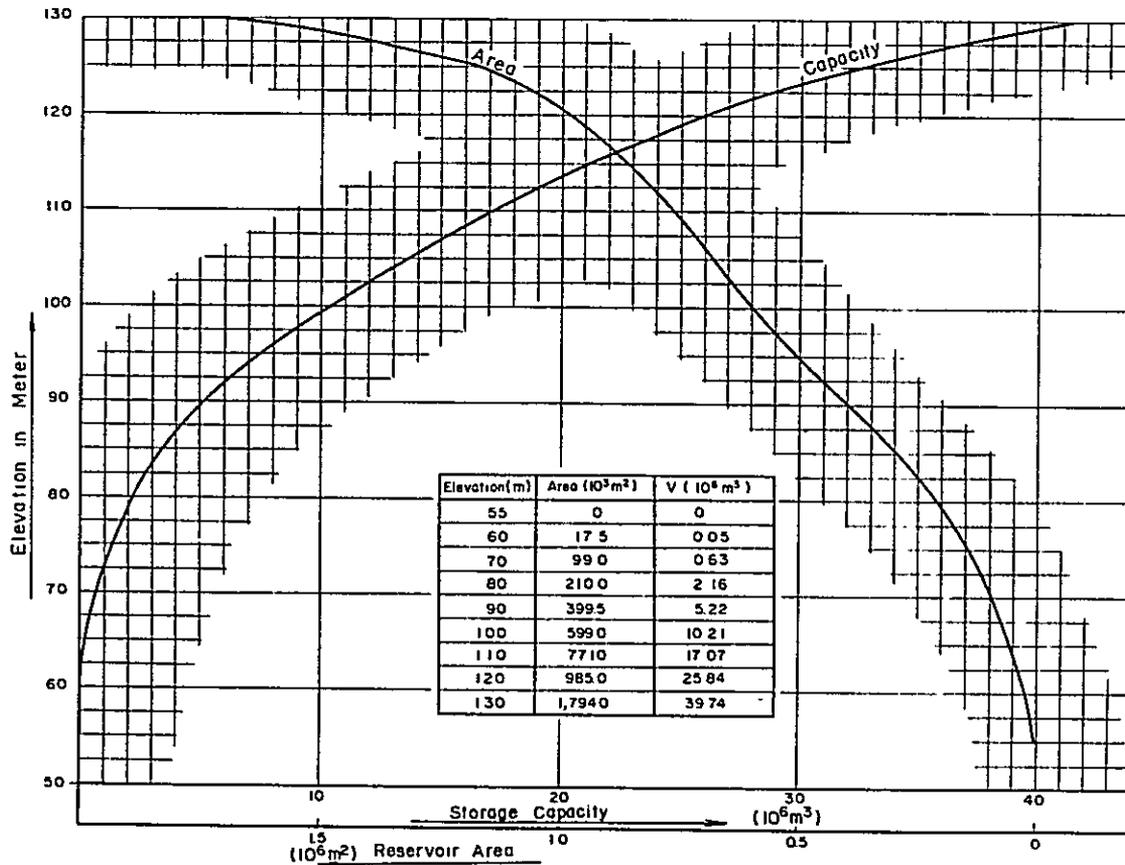
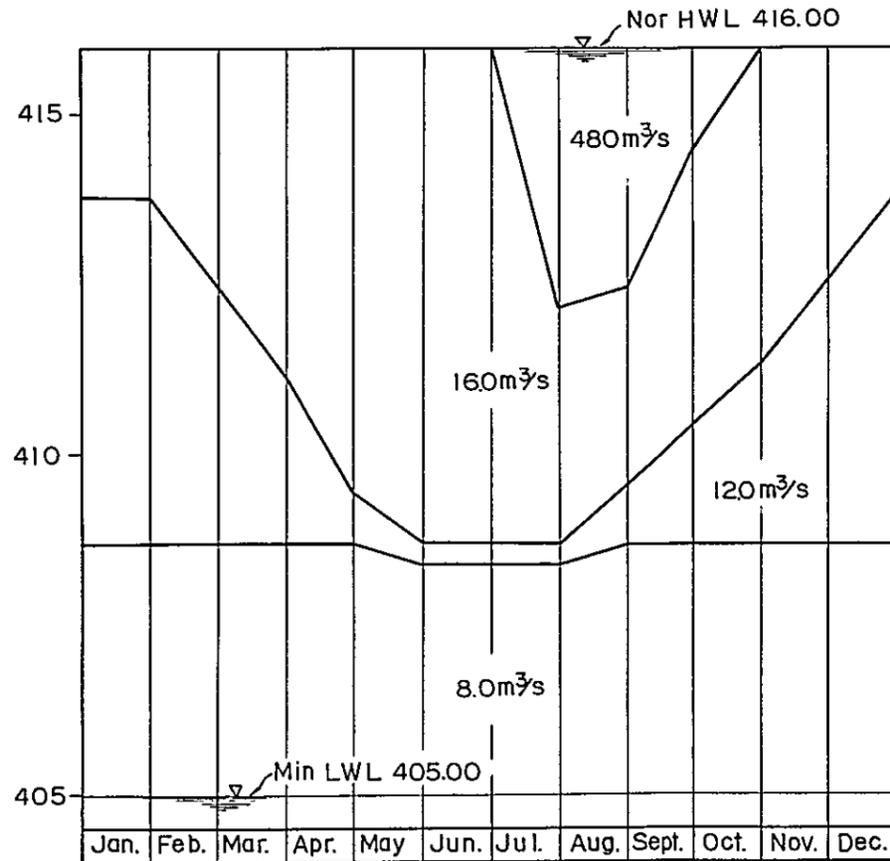


Fig 6-4 Tentative Operation Rule of the Khlong Pun Reservoir

Month	V _u		V _M		V _L		Month
	m	10 ⁶ m ³	m	10 ⁶ m ³	m	10 ⁶ m ³	
Jan.	416.0	229	413.8	168	408.7	60	Jan.
Feb.	416.0	229	412.5	136	408.7	60	Feb.
Mar.	416.0	229	411.1	107	408.7	60	Mar.
Apr.	416.0	229	409.4	75	408.7	60	Apr.
May	416.0	229	408.7	60	408.4	55	May
Jun.	416.0	229	408.7	60	408.4	55	Jun.
Jul.	412.2	130	408.7	60	408.4	55	Jul.
Aug.	412.5	136	409.6	78	408.7	60	Aug.
Sept.	414.5	184	410.5	94	408.7	60	Sept.
Oct.	416.0	229	411.3	111	408.7	60	Oct.
Nov.	416.0	229	412.7	140	408.7	60	Nov.
Dec.	416.0	229	413.8	168	408.7	60	Dec.



Symbols (Unit: m³/Sec - month)

- V_{n-1} : Storage at the end of previous month
- V_n : Storage at the end of current month
- V_u : Standard upper limit of storage
- V_M : Standard middle limit of storage
- V_L : Standard lower limit of storage
- V_{max} : Maximum storage
- V_{min} : Minimum storage
- f_n : Overflow in current month
- g_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_M : Standard (middle) discharge for power
- Q_L : Minimum discharge for power
- Ev : Evaporation loss in current month

Constants (Unit: m³/Sec - month)

- Q_{max} = 48.0
- Q_u = 16.0
- Q_M = 12.0
- Q_L = 8.0

Basic Formula

$$V_{max} \geq V_{n-1} + g_n - Q_n - EV \implies V_n = V_{n-1} + g_n - Q_n - EV$$

$$V_{n-1} + g_n - Q_n - EV > V_{max} \implies \begin{cases} V_n = V_{n-1} + g_n - Q_n - EV - f_n \\ f_n = V_{n-1} + g_n - Q_n - EV - V_{max} \end{cases}$$

Operation Rule

1. $V_{n-1} + g_n > V_u$
 - (1) $V_{n-1} + g_n - V_n \geq Q_{max} \implies Q_n = Q_{max}$
 - (2) $Q_{max} > V_{n-1} + g_n - V_n \geq Q_u \implies Q_n = V_{n-1} + g_n - V_n - EV$
 - (3) $Q_u > V_{n-1} + g_n - V_n \implies Q_n = Q_u$
2. $V_u \geq V_{n-1} + g_n > V_M \implies Q_n = Q_u$
3. $V_M \geq V_{n-1} + g_n > V_L \implies Q_n = Q_M$
4. $V_L \geq V_{n-1} + g_n$
 - (1) $V_{n-1} + g_n - V_{min} \geq Q_L \implies Q_n = Q_L$
 - (2) $Q_L > V_{n-1} + g_n - V_{min} \implies Q_n = V_{n-1} + g_n - V_{min} - EV$

Fig 6-5 Monthly Inflow, Power Discharge and Reservoir Water Surface Level

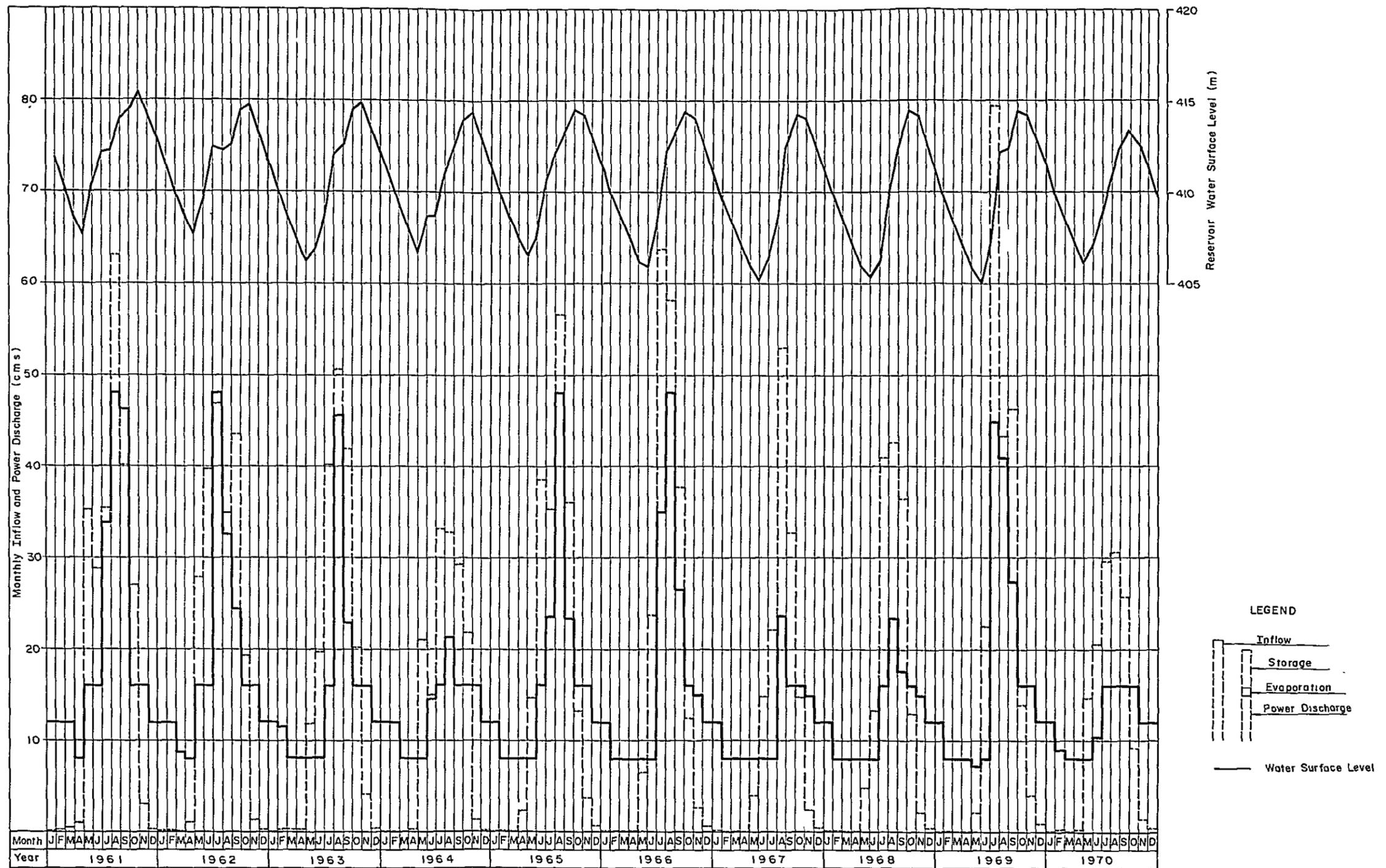


Table 6-1 Comparison of Plan of Development of Conventional Type

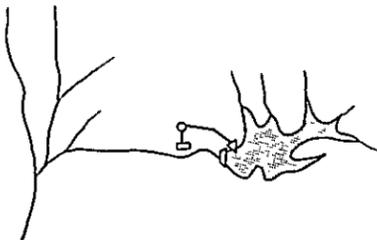
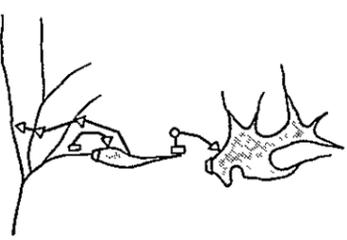
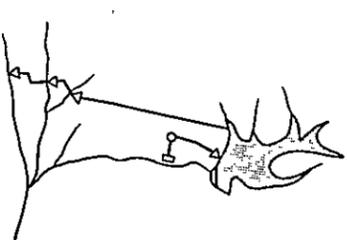
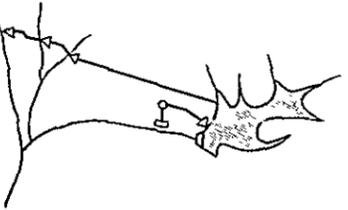
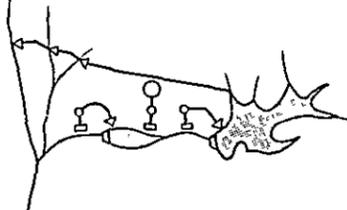
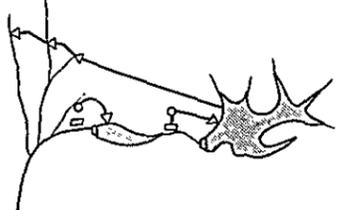
Item	Plan	A	B			C
Layout						
Power Station		Khlong Pun P.S	Khlong Pun P.S	Khlong Tha Dan P.S	Total	Khlong Pun P.S
Reservoir						
Catchment Area	km ²	152.7	152.7	369.9 (169.1+170.8)		292.8
Annual Inflow	10 ⁶ m ³	295.0	295.0	563.2		491.3
Nor. High Water Level	m	416.0	416.0	110.0		416.0
Effective Drawdown	m	11.0	11.0	10.0		11.0
Effective Storage Capacity	10 ⁶ m ³	229.0	229.0	7.0		229.0
Dam						
Type		Concrete	Concrete	Concrete		Concrete
Height x Crest Length	m	62 x 590	62 x 590	56 x 290		62 x 590
Volume	10 ³ m ³	234	234	167		234
Water Way						
Headrace Tunnel	km	2.0 (D=4.0)	2.0 (D=4.0)	2.1 (D=5.7)		2.0 (D=5.0)
Tunnel from Adjacent Rivers	km	-	-	7.0 (3.0-4.0)		14.5 (2.9-3.7)
Power Plant						
Effective Head	m	295.0	295.0	50.0		295.0
Max. Power Discharge	m ³ /S	30.0	30.0	60.0		48.0
Installed Capacity	MW	75.0	75.0	25.0	100.0	120.0
Annual Energy Production	10 ⁶ kWh	201.6	201.6	64.9	266.5	332.1
Construction Cost	10 ⁶ Baht	537.4	537.4	622.9	1,060.3	873.0
Benefit - Cost Ratio		1.12			0.75	1.12
Surplus Benefit	10 ⁶ ฿	4.7			19.2	7.7
Salable Energy Cost	฿/kWh	0.20			0.30	0.20
Power Cost	฿/kW	7,387			10,931	7,500

Table 6-2 Comparison of Selected Plan of Development

Plan	C: Plan of Development of Conventional Type	R: Plan of Development of Pumped-Storage, Recirculating Type					M: Plan of Development of Pumped-Storage, Multi-Use Type			
Item										
Layout										
Power Station	Khlong Pun P.S	Khlong Pun P.S	Khlong Tha Dan P.S	Sub-Total	Pumping Up P.S	Total	Khlong Pun P.S	Khlong Tha Dan P.S	Total	
Reservoir										
Catchment Area	km ²	292.8	292.8	309.2	-		292.8	309.2		
Annual Inflow	10 ⁶ m ³	491.3	491.3	521.6	-		491.3	521.6		
Nor. High Water Level	m	416.0	416.0	110.0	475.0		416.0	110.0		
Effective Drawdown	"	11.0	11.0	10.0	10		11.0	10.0		
Effective Storage Capacity	10 ⁶ m ³	229.0	229.0	7.0	3.0		229.0	7.0		
Dam										
Type		Concrete	Concrete	Concrete	Rockfill		Concrete	Concrete		
Height x Crest Length	m	62 x 590	62 x 590	56 x 290	35 x 320		62 x 590	56 x 290		
Volume	10 ³ m ³	234	234	167	450		234	167		
Water Way										
Headrace Tunnel	km	2.0 (D=5.0)	2.0 (D=5.0)	2.0 (D=5.0)	1.2 (D=5.5)		2.0 (D=6.5)	2.05(D=5.0)		
Tunnel from Adjacent Rivers	km	14.5 (D=2.9-3.7)	14.5 (D=2.9-3.7)	14.5 (D=2.9-3.7)			14.5 (D=2.9-3.7)			
Power Plant										
Effective Head	m	295.0	295.0	50.0	360		295.0	50.0		
Max. Power Discharge	m ³ /s	48.0	48.0	48.0	134		160.0	48.0		
Installed Capacity	MW	120.0	120.0	20.0	400	540.0	400.0	20.0	420.0	
Annual Energy Production	10 ⁶ kWh	332.1	332.1	59.5	391.6	391.6	332.1	59.5	391.6	
					(600.0)	(600.0)	(600.0)		(600.0)	
Construction Cost	10 ⁶ Baht	873.0	873.0	366.0	1,239.0	895.0	2,134.0	1,404.0	373.0	1,777.0
Benefit-Cost Ratio		1.12			0.93	1.15	1.07			1.03
Surplus Benefit	10 ⁶ Baht	7.7			-6.7	24.1	17.4			7.9
Salable Energy Cost	฿/kWh	0.20			0.24	0.28	0.26			0.24
Power Cost	฿/kW	7,500			9,124	2,307	4,074			4,362

Figures in parentheses show energy production by pumped-storage.

Table 6-3 Monthly Energy Production of the Khlong Pun P.S

(Unit: 10³ kWh)

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1961	21,880.2	19,665.7	21,657.2	13,905.9	28,823.9	28,105.4	61,506.8	87,660.2	71,240.0	29,410.7	28,451.5	21,955.8	434,263.3
1962	21,851.3	19,636.9	15,347.7	13,904.5	28,771.5	28,072.9	87,446.8	59,240.0	43,416.5	29,375.2	28,369.3	21,876.5	397,309.1
1963	21,763.1	18,780.4	14,364.0	13,841.9	14,287.4	13,883.0	28,942.4	82,792.4	40,597.6	29,379.1	28,391.3	21,907.6	328,930.2
1964	21,798.0	20,281.4	14,382.8	13,859.5	14,341.8	25,168.3	28,906.9	38,870.6	28,291.8	29,332.7	28,337.7	21,848.4	285,419.9
1965	21,732.0	13,071.2	14,363.0	13,847.6	14,312.6	27,903.6	42,583.9	87,553.5	41,293.6	29,344.6	28,318.6	21,843.9	356,268.1
1966	21,730.5	13,024.4	14,362.0	13,837.5	14,260.3	13,851.9	63,266.8	87,580.1	47,058.6	29,340.6	26,548.9	21,836.5	366,698.1
1967	21,720.9	13,018.1	14,354.1	13,829.9	14,241.0	13,790.7	14,332.4	42,962.5	28,308.1	29,330.7	26,233.6	21,835.8	253,957.8
1968	21,719.4	13,481.2	14,351.7	13,827.5	14,242.5	13,789.7	28,730.0	42,410.1	30,908.0	29,343.6	26,379.3	21,835.0	271,018.0
1969	21,718.7	13,016.3	14,352.2	13,827.5	12,581.0	13,809.8	81,008.4	74,368.7	48,374.6	29,348.5	28,327.2	21,853.5	372,586.4
1970	21,740.9	14,601.8	14,363.0	13,839.9	14,295.3	17,996.2	28,883.1	29,067.9	28,268.9	29,223.0	21,134.2	21,729.8	255,144.0
Total	217,656.0	158,577.4	171,897.7	138,521.7	170,157.3	196,371.5	465,707.5	632,506.0	407,756.7	293,428.7	270,491.6	218,522.8	3,321,594.9
Mean	21,765.60	15,857.74	15,189.77	13,852.17	17,015.73	19,637.15	46,570.75	63,250.6	40,775.67	29,342.87	27,049.16	21,852.28	332,159.49

Table 6-4 Monthly Energy Production of the Khlong Tha Dan P.S

(Unit: 10³ kWh)

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1961	3,705.1	3,351.7	3,719.6	2,419.5	6,042.4	5,450.1	10,953.3	14,820.5	12,954.0	5,623.5	4,837.0	3,707.0	77,583.7
1962	3,705.1	3,348.8	2,627.9	2,425.0	5,797.1	5,799.7	14,820.5	10,545.8	8,198.8	5,368.3	4,783.6	3,705.1	71,125.7
1963	3,705.1	3,219.9	2,478.8	2,401.2	2,794.3	2,767.9	5,618.4	14,820.5	7,671.8	5,395.5	4,871.5	3,709.1	59,454.0
1964	3,705.1	3,467.1	2,470.9	2,399.7	3,100.8	4,544.4	5,386.6	7,039.9	5,195.0	5,447.7	4,781.0	3,705.1	51,243.3
1965	3,705.1	2,242.6	2,472.1	2,464.1	2,888.9	5,761.7	7,771.6	14,820.5	7,594.2	5,165.5	4,857.9	3,720.6	63,464.8
1966	3,709.6	2,233.3	2,471.8	2,391.3	2,618.0	2,895.6	12,260.7	14,820.5	8,615.9	5,139.0	4,527.8	3,718.4	65,401.9
1967	3,708.3	2,232.1	2,470.1	2,392.3	2,532.6	2,610.1	2,550.5	8,435.5	5,305.2	5,274.1	4,464.5	3,713.5	45,628.8
1968	3,707.1	2,313.4	2,471.3	2,393.8	2,562.5	2,562.9	5,643.8	7,982.2	5,860.3	5,154.9	4,479.7	3,710.4	48,842.3
1969	3,706.8	2,231.4	2,470.5	2,390.4	2,186.1	2,855.3	14,820.5	13,394.6	9,125.8	5,188.9	4,866.1	3,725.2	66,961.6
1970	3,705.1	2,505.2	2,472.4	2,398.0	2,877.3	3,498.3	5,268.2	5,307.7	5,077.9	5,031.6	3,588.6	3,708.7	45,439.0
Total	37,062.4	27,145.5	26,125.4	24,075.3	33,400.0	38,476.0	£ 094.1	111,987.7	75,598.9	52,729.0	46,057.7	37,123.1	595,145.1
Mean	3,706.24	2,714.55	2,612.54	2,407.53	3,340.00	3,847.60	8,509.41	11,198.77	7,559.89	5,272.90	4,605.77	3,712.31	59,514.51

Table 6-5 Installed Capacity of Power Plant

Item	Power Station	Plan of Development of Pumped-Storage, Multi-Use Type (M)		Plan of Development of Pumped-Storage, Recirculation-Type (R)		Plan of Development of Pumped-Storage, Recirculation-Type (C)	
		Khlong Pun P.S.	Khlong Tha Dan P.S.	Khlong Pun P.S.	Khlong Tha Dan P.S.	Khlong Pun P.S.	Khlong Tha Dan P.S.
Discharge	m ³ /sec	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0
Intake Water Surface Level	m	416.0	110.0	416.0	110.0	416.0	110.0
Tailwater Level	m	110.0	45.0	110.0	45.0	110.0	45.0
Effective Head	m	295.0	50.0	295.0	50.0	295.0	50.0
Out Put	MW	120.0	20.0	120.0	20.0	400.0	20.0
Type of Power Station		Conventional and Outdoor	Conventional and Outdoor	Conventional and Outdoor	Conventional and Outdoor	Pumping-up and Under-ground	Conventional and Outdoor

第7章 設計の概要

- 7-1 クロンブダム及び発電所
- 7-2 クロンタダダム及び発電所
- 7-3 サムシップ貯水池と揚水発電所
- 7-4 送電設備

List of Figures

- 7-1 Alternative Plan, Plan C (Plan of Development of Conventional Type)
- 7-2(1) Alternative Plan, Plan R (Plan of Development of Pumped-Storage, Recirculating Type)
- 7-2(2) Alternative Plan, Plan R (Layout of Sam Sip Reservoir and Power Station)
- 7-3 Alternative Plan, Plan M (Plan of Development of Pumped-Storage, Multi-Use Type)

List of Table

- 7-1 Estimated Construction Cost of Alternative Plans

List of Photographs

- Photo. 7-1 Khlong Pun Damsite, Looking Downstream
- Photo. 7-2 Bedrock of Rhyolite near Khlong Pun Damsite

7-1 クロンブンダム及び発電所

Khlong Pun Dam の型式決定にあたっては、1万分の1地形図を用いてロックフィルタイプ及び重力式コンクリートタイプについて検討が加えられた。

Damsiteとしては、地形的条件により Heo Narok Water Fall の直上流が選ばれた。検討の結果、工事費においてはロックフィルタイプの方がやや経済的であったが、当 Project が National Park に属しているため観光的美観を考えたこと、及び Conservative な工事費とするために、今回の Study には重力式コンクリートダムが採用された。

尚、ダム形式及び設計については、今後ダムサイトにおけるボーリング調査、より詳細な地形図の作成、使用諸材料の量及び質の調査などの技術的データを得た上で、さらに自然との調和を考慮して検討される必要がある。この重力式コンクリートダムの諸元を示せば次の通りである。

即ち、ダムの Crest Length は 590m、天端巾は 4 m、Slope は 1 : 0.72 Crest Elevation は 420m である。ダム本体のコンクリート Volume は 234,000m³ と見積られた。

Spillway は、河床部に設けることとした。計画洪水量は実測記録が少いため、Rational 式を採用し、その結果 1,200m³/sec とした。洪水吐ゲートはデンターゲート 3 門とした。

Khlong Pun Reservoir は満水位 416m で約 25km² の面積を有し、Total Storage Capacity 及び Effective Storage Capacity はそれぞれ 318×10⁶m³ 及び 229×10⁶ m³ となろう。Catchment Area は 292.8km² であろう。Diversion Tunnel はダム右岸に設けられ、その長さは 330m、内径 7.0 m とした。

Powerhouse Intake は Diversion Tunnel の上流約 300m 附近に設け、取水を圧力トンネルで調圧水槽に導く。その圧力トンネルは M 案では L = 2,000 m、D = 65 m、C 案及び R では L = 2,000 m、D = 5.0 m である。調圧水槽の大きさは M 案では内径 20 m、C 及び R 案では内径 15.0 m の単動式 (Simple Type) とした。

調圧水槽より発電所に至る間は水圧鉄管であって、その長さは M 案では 520 m、内径 4.5 m ~ 3.0 m、C 及び R 案では 650 m、内径 40 m ~ 18 m とした。Power House は M 案では、地下発電所と仮定し、その Dimension は 80 m × 49 m × 49 とした。又、C 及び R 案では地上式発電所であって、その大きさは 37 m × 165 m × 385 m とした。

放水路については、M 案では発電で使用されたあとの水は直径 65 m、長さ 125 m のトンネルで放水口まで導水され Khlong Tha Dan 川に放流される。C 及び R 案では地上式発電所であるため、発電に使用された水は直ちに下流の Khlong Tha Dan 川に放流される。

屋外開閉所は C、M 及び R 案共に右岸にはその適地がない為、左岸に設けることにした。そのスペースは 50 m × 20 m である。

Khan Basin の溪流取水ダム及び Intake Tunnel に関しては Huai Som Phung Yai 上流 1 地点及び Huai Nang Rong 上流 2 地点の 3ヶ所にコンクリート Intake Dam を設け、全長 14.5 km のトンネルで Pun Reservoir に取水する。Intake Tunnel の内径は 2.9 m ~ 3.7 m とした。

Khlong Tha Dan 川にはダムの建設材料は充分ないようである。それゆえコンクリートダムを建設する計画である場合には Aggregate を Quarry から製産しなければならないであろう。またロックフィルダムを建設するとした場合でも Rock Material 及び Filter Material などを Quarry から製産する必要がある。地表の地質調査の結果、それらの Quarry の候補地としては A, B 及び C areas が上げられる。(第 9 章参照) レイアウトおよび工事費については図 7-1, 7-2, 7-3 および表 7-1 を参照されたい。

7-2 クロンタダダム及び発電所

ダムの型式はコンクリート重力ダムでその Crest Length は 290 m, 天端巾は 4 m, Slope 1 : 0.72, Crest Elevation は 114 m とした。Dam 本体のコンクリート Volume は約 167,000 m³ と見積られた。Spillway の Crest Elevation は 101 m とされ、洪水吐テンターゲート 3 門を有する。Reservoir の Catchment Area は 309.2 km² であり、Reservoir Area は満水位 110 m において 0.77 km² であろう。

Total Storage Capacity は 17×10^6 m³, Effective Storage Capacity は Drawdown 10 m で 7×10^6 m³ であろう。レイアウトおよび工事費については図 7-1, 7-2, 7-3 および表 7-1 を参照されたい。

工専用仮排水路は現在の河川を半分切って残る半分を仮排水路として利用する。Power House Intake はダムに近接して設けられ、これより長さ 2,050 m, D = 5.0 m の Headrace トンネルで Surge Tank に導かれるものとする。

Surge Tank の大きさは内径 11.0 m の差働式とした。Surge Tank から長さ 305 m の Penstock が発電所まで建設される。Power House は地上式発電所でその建屋の大きさは 25 m × 19 m × 28 m となろう。屋外開閉所は発電所に隣接して設けられる。その面積は、ほぼ 20 m × 50 m が必要である。

Khlong Tha Dan 川には多少の砂礫はあるが、ダム用骨材として使用できる程の量はない。従って Aggregate は Quarry から製造することとし、その Site としては D-Area が適当と思われる。(第 9 章参照)

7-3 サムシップ貯水池と揚水発電所

Proposed Reservoir の周辺の地形は、Dense Forest のため現地踏査では十分に把握で

きなかったので、1万分の1地形図に基づいて計画が検討された。

ダム型式はロックフィルとし、主ダム及び2つのダイクを建設する。主ダムの延長は約320m、ダイクは延長370mで3つのダム Volume は約450,000m³である。貯水池内は貯水池として必要な有効容量を得るために約900,000m³の掘削が計画された。Bed Rockは一見したところ比較的良好と思われるので、池の表面のフェイシングは考慮しなかった。しかし将来の地質調査の結果如何によってはフェイシングが必要となるかもしれない。

仮排水路は主ダムの左岸に設けられ約200mのトンネルにより排水される。Intake は主ダムの右岸側に設けられ、型式は朝顔(Morning-Glory)型とする。

Intakeから Surge tankまでは延長1,200m内径5.5mの圧力トンネルで、調圧水槽は水室(Water Chamber)型とする。Surge Tankより発電所までは長さ640m直径3.8~2.8mの2条のPenstockを設けるものとする。

発電所は地下式発電所とし、建屋の大きさは22m×50m×85mとなろう。放水路については、発電に使用された水は長さ340m直径4.0~5.5mのトンネルによってKhlung Tha Dan貯水池へ放水される。

主ダム及びDikesの材料としては貯水池のBed Rockを掘削した材料で十分足りるであろう。レイアウトおよび工事費については図-7-1, 7-2, 7-3および表7-1を参照されたい。

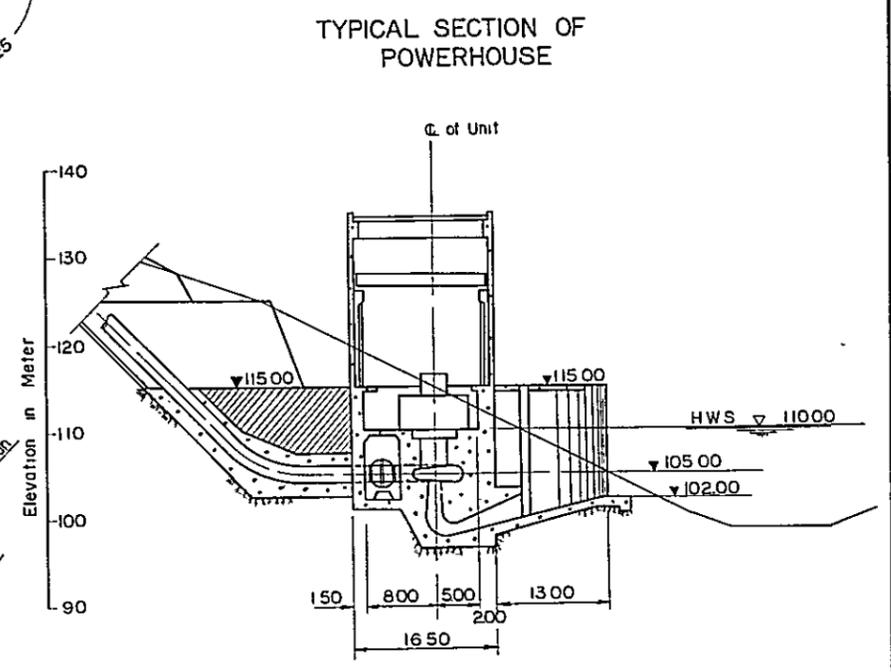
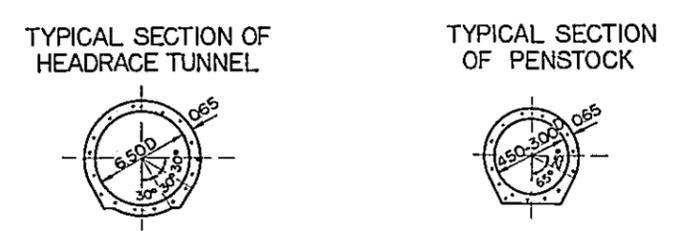
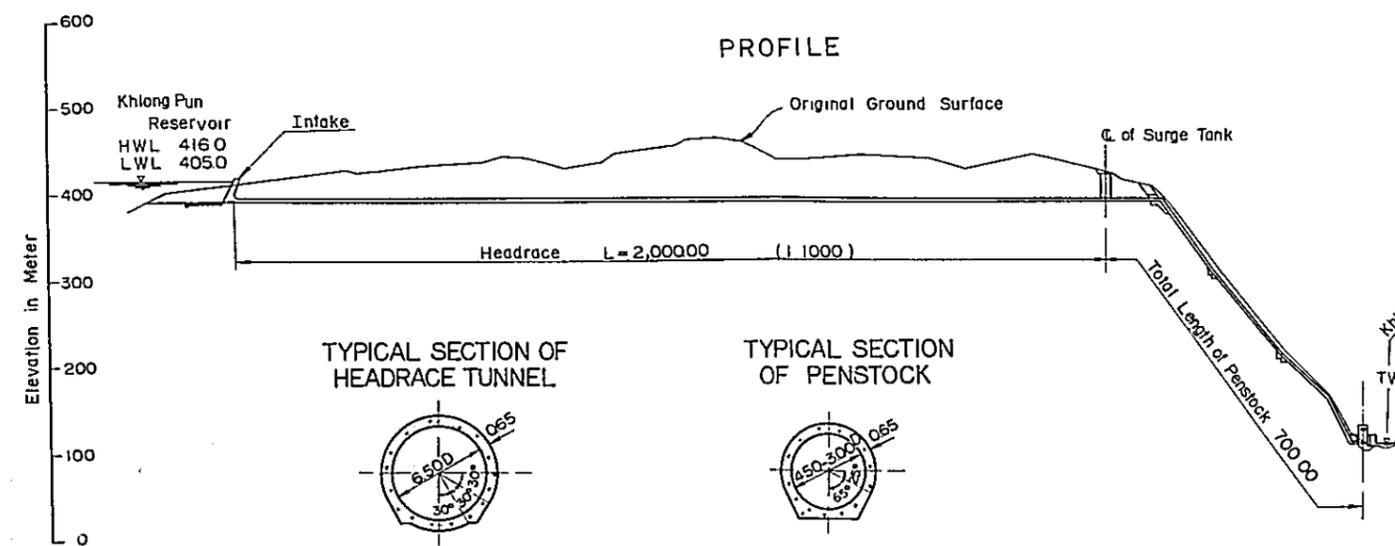
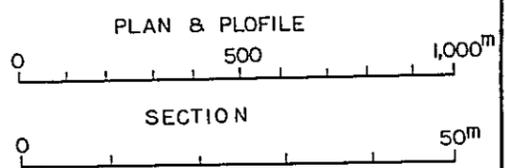
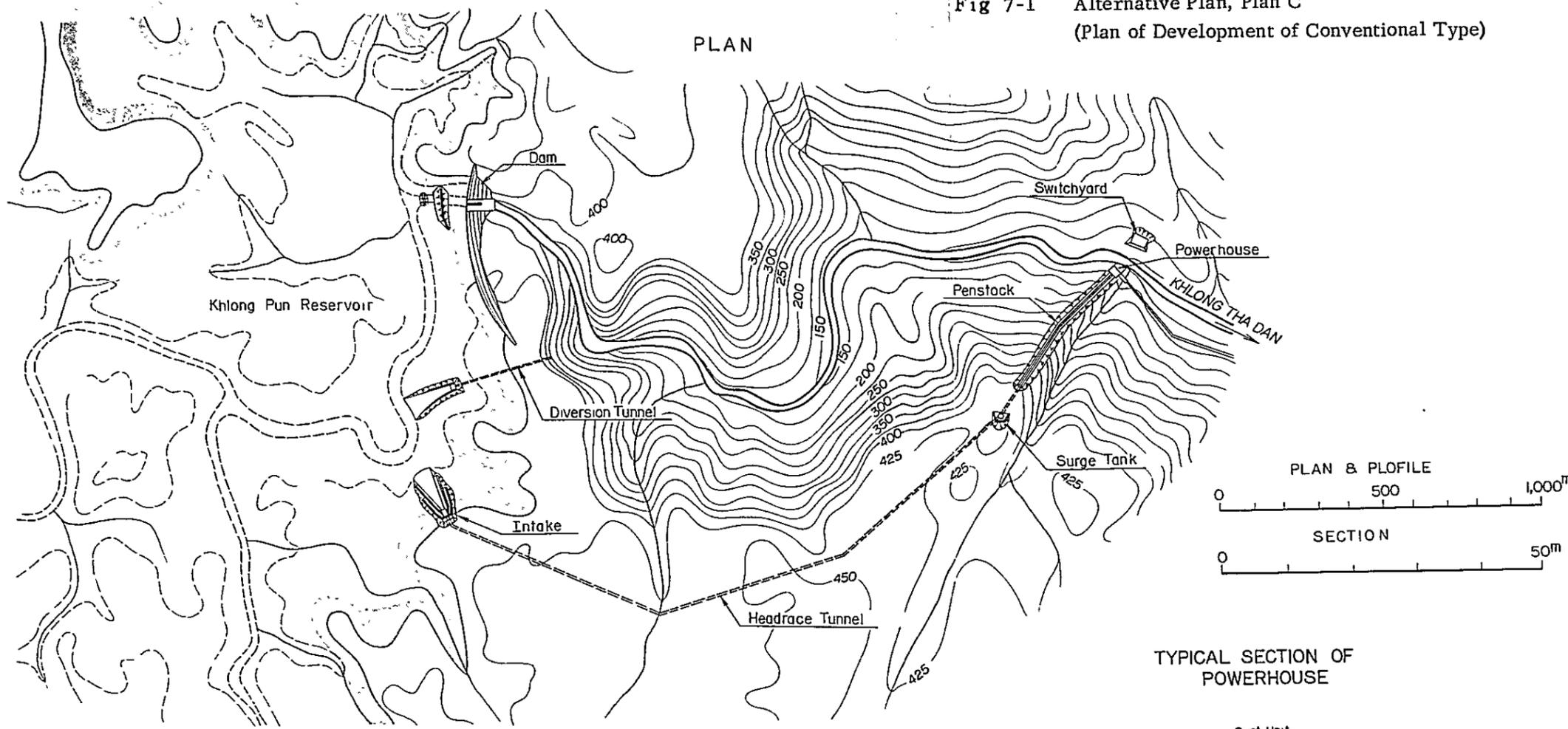
7-4 送電設備

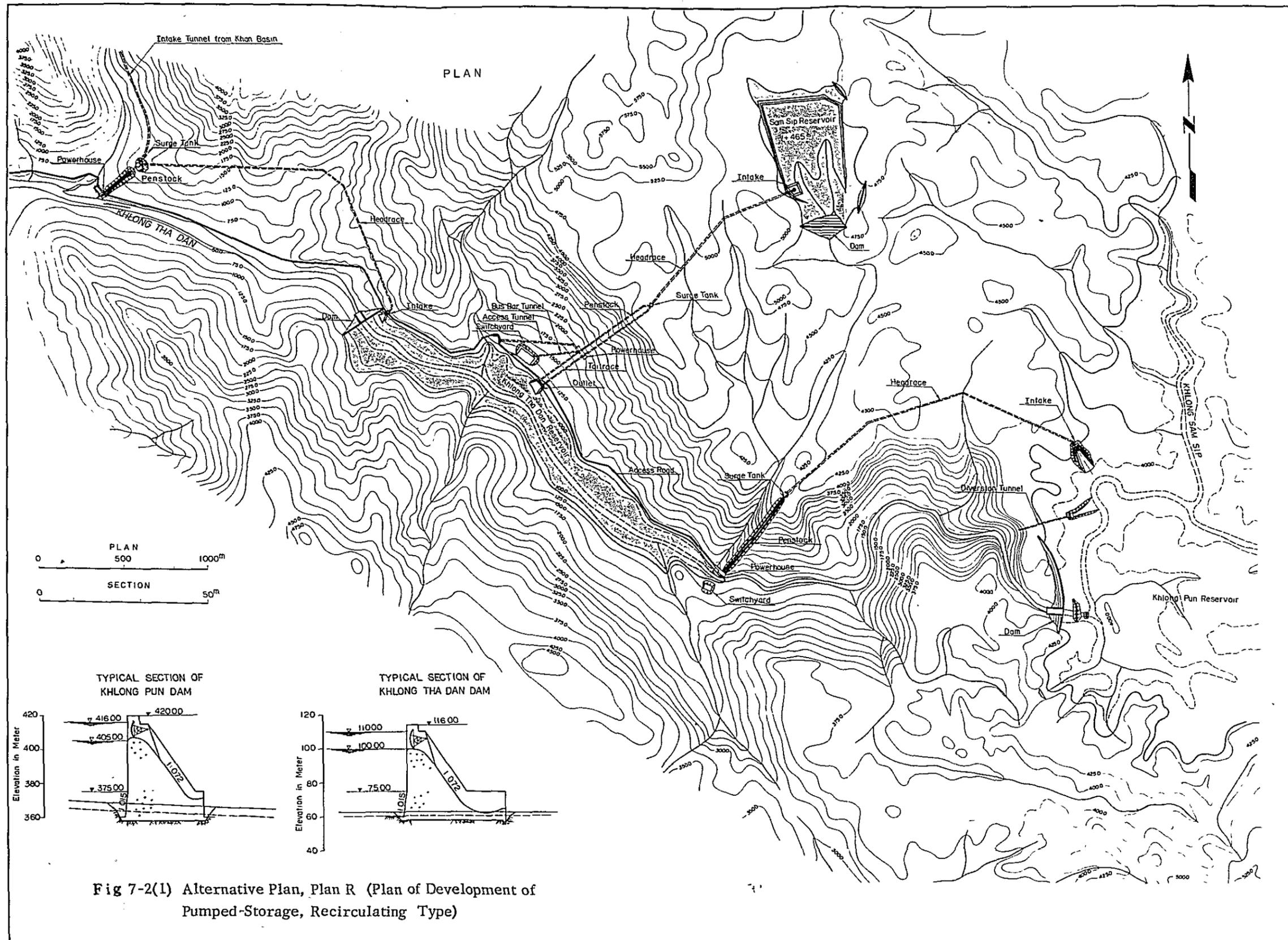
普通の水力開発計画であるC案の場合にはKhlung Pun発電所で発生した電力はPrach-inburiまで送電され、そこで既設の115kVのTransmission Systemに連系する。

揚水発電計画案Rの場合にはSam Sip発電所からBangkokまでを230kV送電線で結ぶ。Khlung Pun発電所とKhlung Tha Dan発電所間は115kVの送電線で結ぶ。この2つの送電線は230/115kVの連系変圧器で連結するものとする。

揚水発電計画案Mの場合には、BangkokからPumping-up Storageに必要な電力を受電し、そして発電した電力をBangkokに送電するために、Khlung Pun発電所とBangkokとの間に、230kVの送電線が必要であろう。Khlung Tha Dan発電所で発電した電力は上流のKhlung Pun発電所に230kVで送電する。

Fig 7-1 Alternative Plan, Plan C
(Plan of Development of Conventional Type)





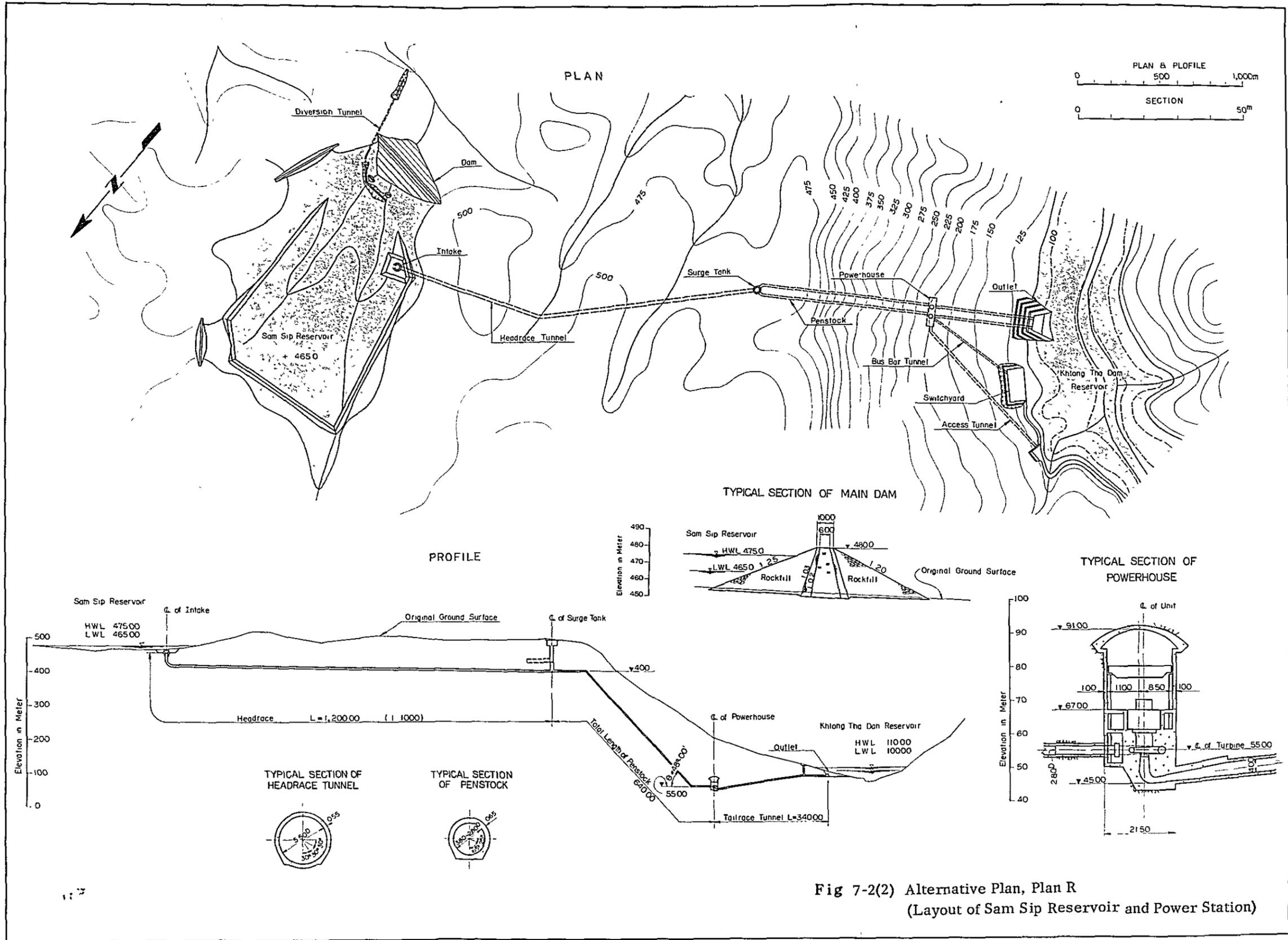
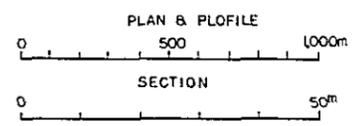
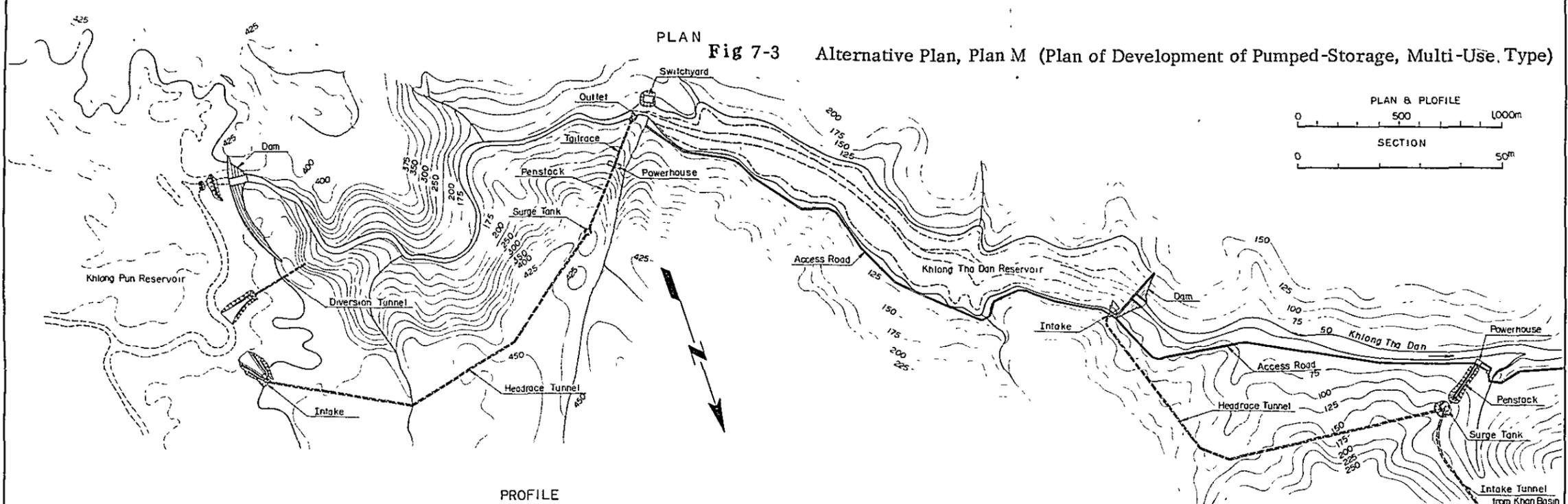


Fig 7-2(2) Alternative Plan, Plan R
(Layout of Sam Sip Reservoir and Power Station)

PLAN Fig 7-3 Alternative Plan, Plan M (Plan of Development of Pumped-Storage, Multi-Use, Type)



PROFILE

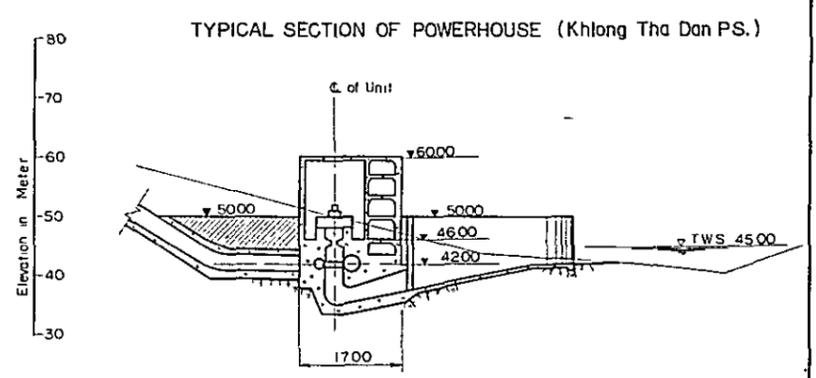
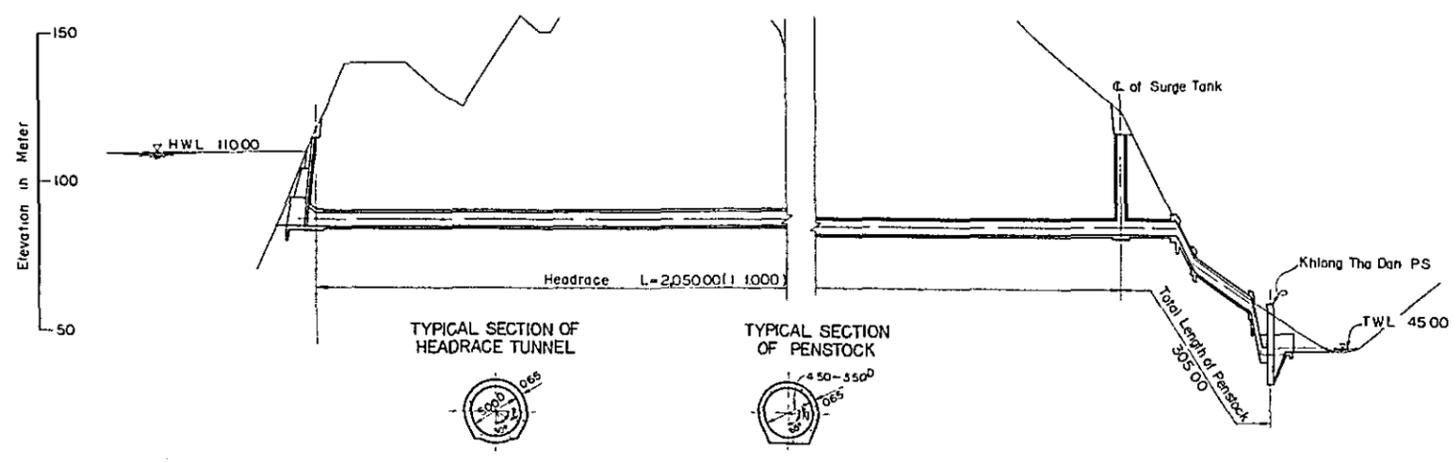
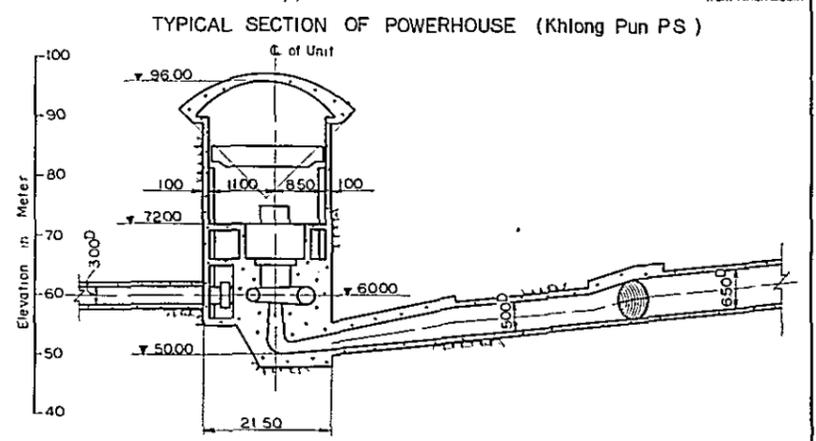
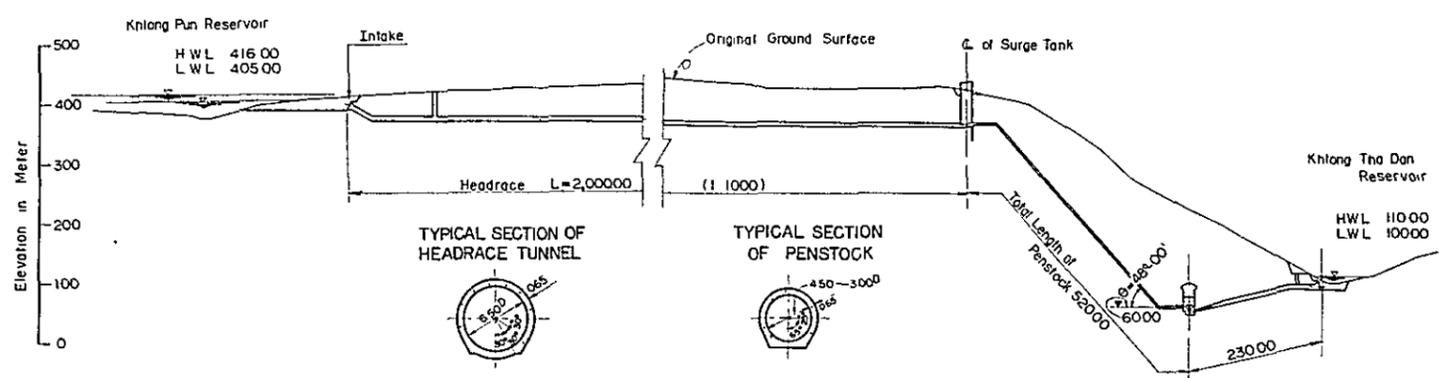


Table 7-1 Estimated Construction Cost of Alternative Plans

(Unit : 10⁶ Baht)

Item	Power Station	Plan of Development of Conventional Type (C)	Plan of Development of Pumped-Storage, Recirculating Type (R)				Plan of Development of Pumped-Storage, Multi-Use Type (M)		
			Khlong Pun P.S	Khlong Pun	Khlong Tha Dan	Pumping-up	Total	Khlong Pun	Khlong Tha Dan
1.	Generating Facilities	737.2	737.2	310.1	661.0	1,708.3	1,128.8	314.9	1,443.7
(1)	Civil Works	581.5	581.5	237.1	308.0	1,126.6	758.0	237.1	995.1
	Access Road	57.0	57.0	12.9	3.7	73.6	57.0	12.9	69.9
	Dam	167.7	167.7	96.5	69.9	334.1	167.7	96.5	264.2
	Waterway	266.8	266.8	80.6	129.0	476.4	368.6	80.6	449.2
	Power House	16.1	16.1	16.1	36.5	97.7	65.7	16.1	81.8
	Contingencies	73.9	73.9	31.0	49.9	144.8	99.0	31.0	130.0
(2)	Hydraulic Equipments	54.9	54.9	34.7	94.2	183.8	107.2	34.7	141.9
	Gates	7.5	7.5	5.7	1.5	14.7	8.9	5.7	14.6
	Penstocks	15.8	15.8	8.3	39.6	63.7	36.0	8.3	44.3
	Others	2.0	2.0	2.0	1.3	5.3	3.0	2.0	5.0
	Installation Cost	14.8	14.8	9.5	30.9	55.2	30.9	9.5	40.4
	Import Duties	7.6	7.6	4.7	12.7	25.0	14.4	4.7	19.1
	Contingencies	7.2	7.2	4.5	8.2	19.9	14.0	4.5	18.5
(3)	Electrical Equipments	100.8	100.8	38.3	258.8	397.9	263.6	43.1	306.7
	Turbines	23.1	23.1	9.6	54.9	87.6	60.4	9.6	70.0
	Generators	24.2	24.2	8.8	54.9	87.9	60.4	8.8	69.2
	Transformers	7.7	7.7	1.6	31.9	41.2	25.3	2.2	27.5
	Others	11.5	11.5	5.5	22.2	39.2	20.3	8.2	28.5
	Installation Cost	13.0	13.0	4.7	41.5	59.2	42.9	5.2	48.1
	Import Duties	16.5	16.5	6.3	41.1	63.9	41.7	7.1	48.8
	Contingencies	4.8	4.8	1.8	12.3	18.9	12.6	2.0	14.6
2.	Transmission Line	10.1	10.1	2.9	104.5	117.5	72.7	4.1	76.8
	Transmission Line, Substation, Communication System and Import Duties	9.6	9.6	2.8	99.5	111.9	69.2	3.9	73.1
	Contingencies	0.5	0.5	0.1	5.0	5.6	3.5	0.2	3.7
3.	Engineering Fee	37.3	37.3	15.7	38.3	91.3	60.0	16.0	76.0
4.	Administration Cost	29.8	29.8	12.5	30.6	72.9	48.1	12.8	60.9
5.	Interest during Construction	58.6	58.6	24.8	60.6	144.0	94.4	25.2	119.6
	Total	873.0	873.0	366.0	895.0	2,134.0	1,404.0	373.0	1,777.0

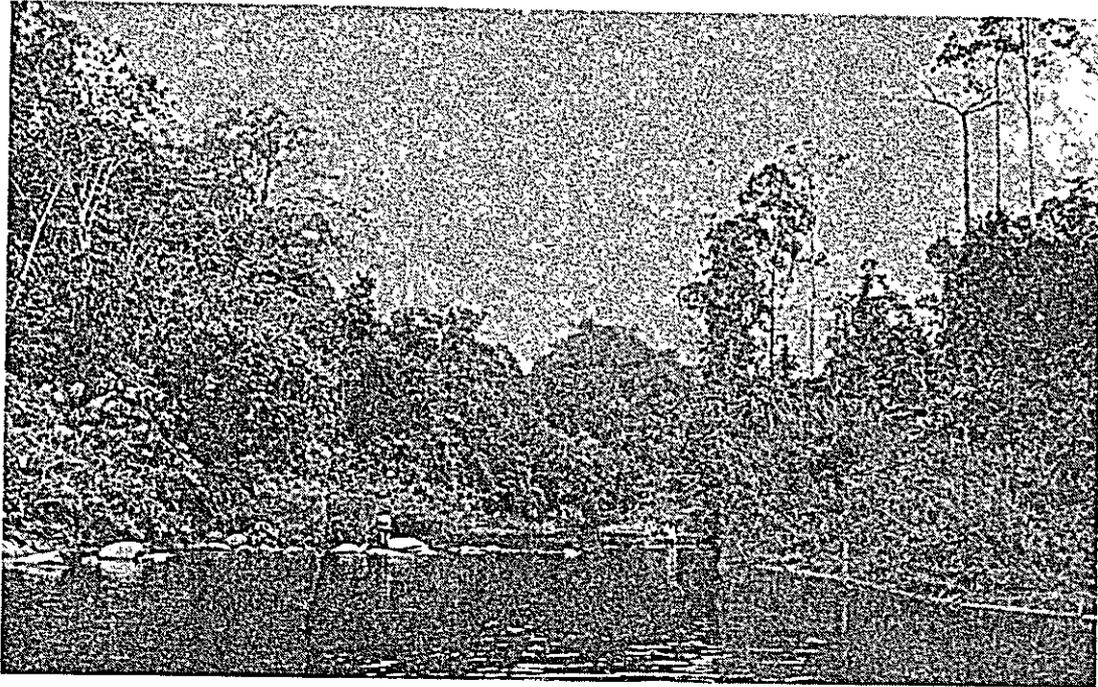


Photo. 7-1 Khlong Pun Damsite, Looking Downstream

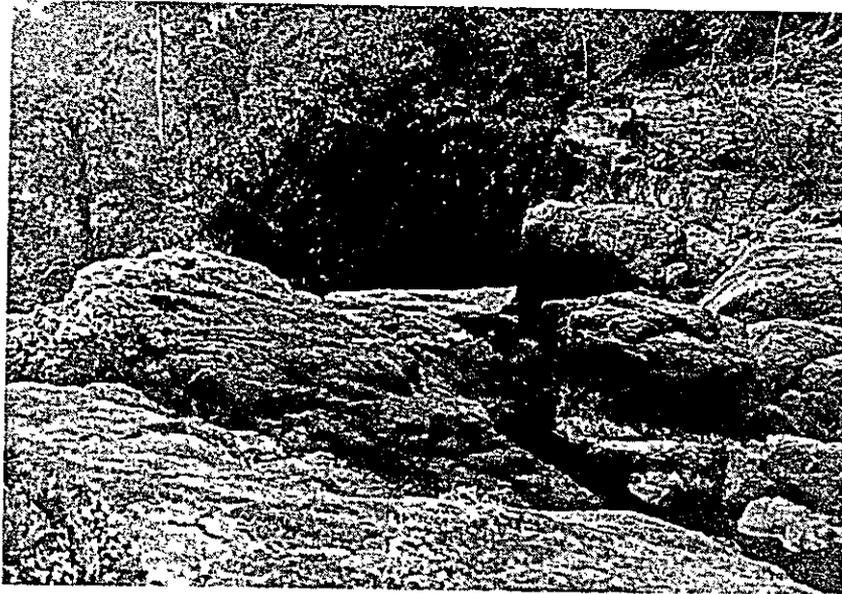


Photo. 7-2 Bedrock of Rhyolite near Kholong Pun Damsite

第 8 章 経 済 評 価

- 8-1 販売可能電力量と単価
- 8-2 代替火力発電所の比較
- 8-3 その他の便益

List of Tables

- 8-1 General Features of Alternative Thermal Power Plant and Construction Cost**
- 8-2 Annual Cost of Alternative Thermal Power Plant**
- 8-3(1) Annual Cost and Annual Benefit (Plan of Development of Conventional Type)**
- 8-3(2) Annual Cost and Annual Benefit (Selected Plan of Development)**

8-1 販売可能電力量と単価

Khlong Tha Dan Project の送電端における販売可能電力量は Table 8-3 に示してある。この発生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した。

発電所から Bangkok 周辺の一次変電所までの送電損失率は 3% と想定した。

Khlong Tha Dan Project の建設費は表 8-3 に示す通りである。金利を内外貨に対して 6% とし、50 年間の分析期間にわたり均等化した年間費用を求め、これに設備運営維持取替の年費用を見込むと Table 8-3 の如くなる。なお諸税は考慮されていない。

なお、揚水発電の場合には揚水のための電力代が費用として追加される。この場合の電力量の単価は火力発電所の増し費用即ち燃料代をとり 0.108 B/kWh とした。

上で求めた年間費用を発電所における可能販売電力量で割ると、変電所渡しの kWh 当りの電力コストが得られる。これは表 8-3 に示してある。

8-2 代替火力発電所の比較

Project の経済評価は一般に実現可能な alternative source との比較により行なわれる。然し、Project の規模は水力発電所毎に常に異なり、これと出力発生電力量において等価な代替設備を見出すことは実際問題として、不可能に近い。又、たとえその様な alternative を見出したとしてもいくつかある水力 Projects の間の Priority を決める場合には極めて不便である。従って本 Project では、今後の開発の主流をなすと見做される火力を選定して、これを基準的尺度として水力発電所を評価する方法を採った。

今回は 1970 年代において、タイ国電力系統において主要な位置をしめると考えられる South Bangkok 火力発電所に No. 3, No. 4 号機 (各 300 MW) が増設されたケースを選定し、これに基づき次の如く評価を行なった。なお、この基準火力発電所の諸元は Tables 8-1, 8-2 のとおりである。

8-2-1 便益単価

水力発電所の便益は基準火力の kW 及び kWh 当りの費用をもってする。基準とする火力の年間費用を kW 及び kWh につき算定すると次の如くなる。

$$\text{kW 費用} = 275 \text{ B}$$

$$\text{kWh 費用} = 0.085 \text{ B}$$

従って便益単価は夫々次の通り

$$\text{kW 便益} \quad 275 \times 115 = 316 \text{ Baht}$$

$$\text{kWh "} \quad 0.11 \quad \text{Baht}$$

上の kW 便益を求める際使用した係数 1.15 は kW 補正係数で火力発電所か水力発電所に比し事故率が大きく、又年間の補修のための停止期間が長いことを考慮し、これを同一信頼度のものにおきかえるための補正係数である。

8-2-2 開発計画の評価

前項 8-2-1 に述べられた諸数値を用い、解析期間を 50 年として Annual Cost および Annual Benefit を計算すれば、Table 8-3 に示される通りである。

自流開発計画の Khlong Pun 発電所の Annual Cost (C) は、 64.5×10^6 B であり、Annual Benefit (B) は 72.2×10^6 B となる。従って、Annual Benefit と Annual Cost の比率は 1.12 であり、超過便益 (B - C) は 7.7×10^6 B となる。又、kWh 当りの建設費は 0.20 B であり、kW 当りの建設費は 7,500 B となった。

純揚水開発計画の R 案の総合の Annual Cost (C) は 253.9×10^6 B であり、Annual Benefit (B) は 271.3×10^6 B となる。従って Annual Benefit と Annual Cost の比率 (B / C) は 1.07 であり、超過便益 (B - C) は 17.4×10^6 B となる。又 kWh 当りの建設費は 0.26 B であり、kW 当りの建設費は 4,074 B となった。

混合揚水式開発計画の M 案の総合の Annual Cost (C) は 226.6×10^6 B であり、Annual Benefit (B) は 234.5×10^6 B となる。

従って Annual Benefit と Annual Cost の比率 (B / C) は 1.03 であり、超過便益 (B - C) は 7.9×10^6 B となる。又、kWh 当りの建設費は 0.24 B であり、kW 当りの建設費は 4,362 B となった。

これら 3 通りの開発計画はいずれも Annual Benefit と Annual Cost の比率 (B / C) は 1 以上であり、超過便益 (B - C) もプラスとなっている。従ってこれら開発計画は経済性が成り立つものであるが、いずれの開発計画を推進するかは、タイ国の今後の電力需要の伸び、ピーク電力の必要性および電力供給力などの調査と、開発計画のさらに詳しい調査とを行って詳細な検討の後に決定されるべきである。

8-3 その他の便益

Khlong Tha Dan 川の下流には、もしもこの Project が実現した場合には、その発電に利用した水によってかんがい可能となる土地が Dry Season において約 6,400 ha 程度ある。非常に粗い概算によれば、かんがい計画が実施された場合の年間の超過便益は、1,500 Bahts / ha、Annual Benefit と Annual Cost の ratio は 2.5 とそれぞれ積算された。この農業面に与える Project の影響については、Appendix A-2 に述べてある。

また、第 3 章で述べたように、Project area は Khao Yai National Park の中にある。し

たがって日本および欧米でそうであるように、Project による recreation benefit も考えられるかも知れない。しかし、この問題は我々にとって専門外の問題であって、こゝで触れることはできない。

Table 8-1 General Features of Alternative Thermal Power Plant and Construction Cost

	Unit	Figure
Installed Capacity	MW	600
Unit Capacity x Number of Unit	MW x Unit	300 x 2
Annual Capacity Factor	%	80
Thermal Efficiency at Sending End	%	36 (0.24 1/kWh)
Annual Energy Supply	x 10 ⁶ kWh	4,200
Fuel (Oil)	x 10 ⁶ liters	1,000
*Construction Cost	x 10 ⁶ ฿	1,750

*Source : NEA Electric Power in Thailand 1969

Table 8-2 Annual Cost of Alternative Thermal Power Plant (Unit : 10³Baht)

	Fixed Cost	Variable Cost	Remarks
1. Interest & Depreciation	127,200		Capital Recovery Factor (0.07265)
2. Operation and Maintenance	35,100	7,000	
Labour Costs	3,600		120mm x 30,000 [฿]
Repair Expenses	28,000	7,000	Construction Cost x 2%
Miscellaneous Expenses	3,500		Construction Cost x 0.2%
3. Administration Costs	2,800	560	O&M Cost x 8%
4. Fuel Cost		(350,560) 455,000	(0.35)฿ / ℓ x 1,000 x 10 ⁶ ℓ 0.455
5. Total	165,100	(357,560) 462,560	
6. Annual Costs at Sending End			
Power Cost (฿/kw)	275		
Energy Cost (฿/kwh)		(0.085) 0.110	

Note :

- (1) Interest Rate 6 %
Serviceable Years 30 years
- (2) Figures in Parentheses exclude import duty.

Table 8-3 (1) Annual Cost and Annual Benefit (Plan of Development of Conventional Type)

Power Station Item	Plan			Total	Khlong Pun P.S
	A	B	C		
	Khlong Pun P.S	Khlong Tha Dan P.S	Khlong Pun P.S		
Construction Cost (10 ⁶ ฿)	537.4	522.9	537.4	1,060.3	873.0
Generating Facilities	525.1	519.3	525.1	1,044.4	861.2
Transmission Line	12.3	3.6	12.3	15.9	11.8
Annual Cost (C) (10 ⁶ ฿)	39.8	38.5	39.8	78.3	64.5
Generating Facilities	38.6	38.2	38	76.8	63.3
Transmission Line	1.2	0.3	1.2	1.5	1.2
Annual Benefit (B) = (1) + (2) (10 ⁶ ฿)	44.5	14.6	44.5	59.1	72.2
Dependable Out-Put (Gen. End) : (kW)	75,000	25,000	75,000	100,000	120,000
Effective Out-Put (Rec. End) : kW	72,750	24,250	72,750	97,000	116,400
(1) Benefit of kW (10 ⁶ ฿)	23.0	7.7	23.0	30.7	36.8
Annual Energy (Gen. End) : 10 ⁶ kWh	201.6	64.9	201.6	266.5	332.1
Effective Energy (Rec. End) : 10 ⁶ kWh	195.5	63.0	195.5	258.5	322.1
(2) Benefit of kWh (10 ⁶ ฿)	21.5	6.9	21.5	28.4	35.4
Benefit-Cost Ratio	1.12			0.75	1.12
Surplus Benefit (10 ⁶ ฿)	4.7			-19.2	7.7
Salable Energy Cost (Rec. End) ฿/kWh	0.20			0.30	0.20
Power Cost (Rec. End) ฿/kW	7,387			16,931	7,500

(This plan was selected.)

Table 8-3 (2) Annual Cost and Annual Benefit (Selected Plan of Development)

Item	Power Station	C : Plan of Development of Conventional Type			R : Plan of Development of Pumped-Storage, Recirculating Type			M : Plan of Development of Pumped Storage, Multi-Use Type		
		Khlong Pun P.S	Khlong Tha Dan P.S	Sub-Total	Khlong Pun P.S	Khlong Tha Dan P.S	Sub-Total	Khlong Pun P.S	Khlong Tha Dan P.S	Total
Construction Cost (10 ⁶ ฿)		873.0	366.0	1,239.0	873.0	366.0	1,239.0	1,404.0	373.0	1,777.0
Generating Facilities		861.2	362.6	1,223.8	861.2	362.6	1,223.8	1,319.0	368.2	1,687.2
Transmission Line		11.8	3.4	15.2	11.8	3.4	15.2	85.0	4.8	89.8
Annual Cost (C) (10 ⁶ ฿)		64.5	26.9	91.4	64.5	26.9	91.4	199.1	27.5	226.6
Generating Facilities		63.3	26.6	89.9	63.3	26.6	89.9	96.9	27.1	124.0
Transmission Line		1.2	0.3	1.5	1.2	0.3	1.5	7.9	0.4	8.3
Expenses for Pumping-Up Energy		-	-	-	-	-	-	94.3	-	94.3
Annual Benefit (B) = (1) + (2) (10 ⁶ ฿)		72.2	12.5	84.7	72.2	12.5	84.7	222.0	12.5	234.5
Dependable Out-Put (Gen. End) : kW		120,000	20,000	140,000	120,000	20,000	140,000	400,000	20,000	420,000
Effective Out-Put (Rec. End) : kW		116,400	19,400	135,800	116,400	19,400	135,800	388,000	19,400	407,400
(1) Benefit of kW (10 ⁶ ฿)		36.8	6.1	42.9	36.8	6.1	42.9	122.6	6.1	128.7
Annual Energy (Gen. End) : (10 ⁶ kWh)		332.1	59.5	391.6	332.1	59.5	391.6	332.1	59.5	391.6
Effective Energy (Rec. End) : 10 ⁶ kWh		322.1	57.7	379.8	322.1	57.7	379.8	322.1	57.7	379.8
(2) Benefit of kWh (10 ⁶ ฿)		35.4	6.4	41.8	35.4	6.4	41.8	35.4	6.4	41.8
Benefit-Cost Ratio		1.12		0.93	1.12		0.93	1.15		1.03
Surplus Benefit (10 ⁶ ฿)		7.7		- 6.7	7.7		- 6.7	24.1		7.9
Salable Energy Cost (Rec. End) (฿/kWh)		0.20		0.24	0.20		0.24	0.28		0.24
Power Cost (Rec. End) (฿/kW)		7,500		9,124	7,500		9,124	2,307		4,362
								4,074		

Figures in parentheses show energy production by pumped-storage.

第9章 フィジビリティスタディのための調査事項

List of Figures

- 9-1 **Location Map of Survey Investigations for Feasibility Study**
- 9-2 **Location Map of Geological Investigation for Feasibility Study**

List of Table

- 9-1 **List of Geological Investigation**

Feasibility Studyを行なうためには、次の事項を前以って実施しておくことが必要である。

(1) 地形図の作成

- I) Khlong Pun Reservoir及びKhlong Tha Dan ReservoirのStorage Capacityを確かめるためにすでにある縮尺1:10,000,等高線間隔5mの航空測量地形図を再検討する。
- II) すでにある縮尺1:10,000,等高線間隔5mの航空測量地形図でCoverすることができないProject Areaについては、新たに同じ縮尺,同じ等高線間隔で航空測量地形図を作成する。(Fig 9-1参照)
- III) 構造物の設計および工事費見積りの精度を高めるために、以下に示す構造物予定地点の樹木等の伐採を行なって見通しをよくすると共に、これらの地点を中心とする地域について縮尺1:2,000等高線間隔10mの正確な地形図を作成する。

Khlong Pun Dam

Khlong Pun Waterway

Khlong Pun Power Station

Sam Sip Reservoir

Sam Sip Power Station

Khlong Tha Dan Dam

Khlong Tha Dan Waterway

Khlong Tha Dan Power Station

Intake Dams in Khan Basin

- IV) Khlong Pun貯水池のBackwater終端附近にはSaddle状の地形があるので、この地点を通してその貯水池の水が他の流域に漏水する可能性があるか否か確かめる必要がある。このため、上記II)の地形図の作成及び次の(2)に述べるボーリングを行なう必要がある。
- V) I)からIV)までの事項を完成するためには、概略1,600,000Bが必要となる。

(2) 地質調査工事

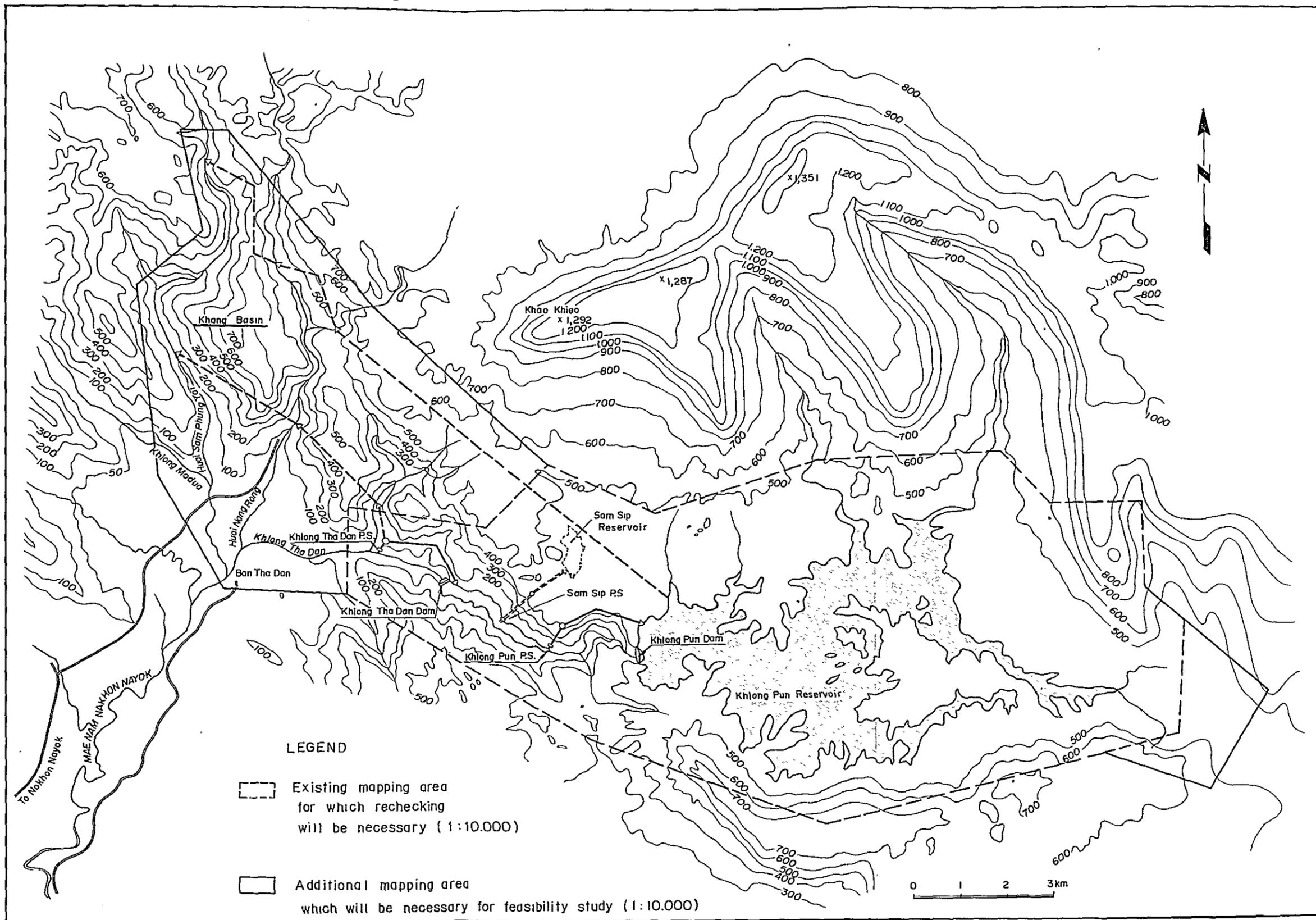
土木構造物の設計及び工事費見積りに及ぼす地質条件の影響は大きい。したがって、Feasibility調査を行なうためにはTable 9-1及びFig 9-2に示す地質調査工事を行なっておくことが必要である。これに要する費用は概略2,100,000Bと見積られる。

(3) 水文および気象資料の整備

水文および気象資料は水資源開発の基礎データであるので、Ban Khlong Si SookおよびKhlong Punダム地点付近にある二つのgaging stationsにおいて、水文および気象資料を今後も引き続き正確に観測し、記録すること。特に豪雨時でfloodの発生する時には、1時間置きの観測が望ましい。

Projectに隣接する Nam Sai Yai Basin, Nakhon Nayok , Prachin Buriおよび Bangkok
における水文 and/or 気象資料を整備すること。

Fig 9-1 Location Map of Survey Investigations for Feasibility Study



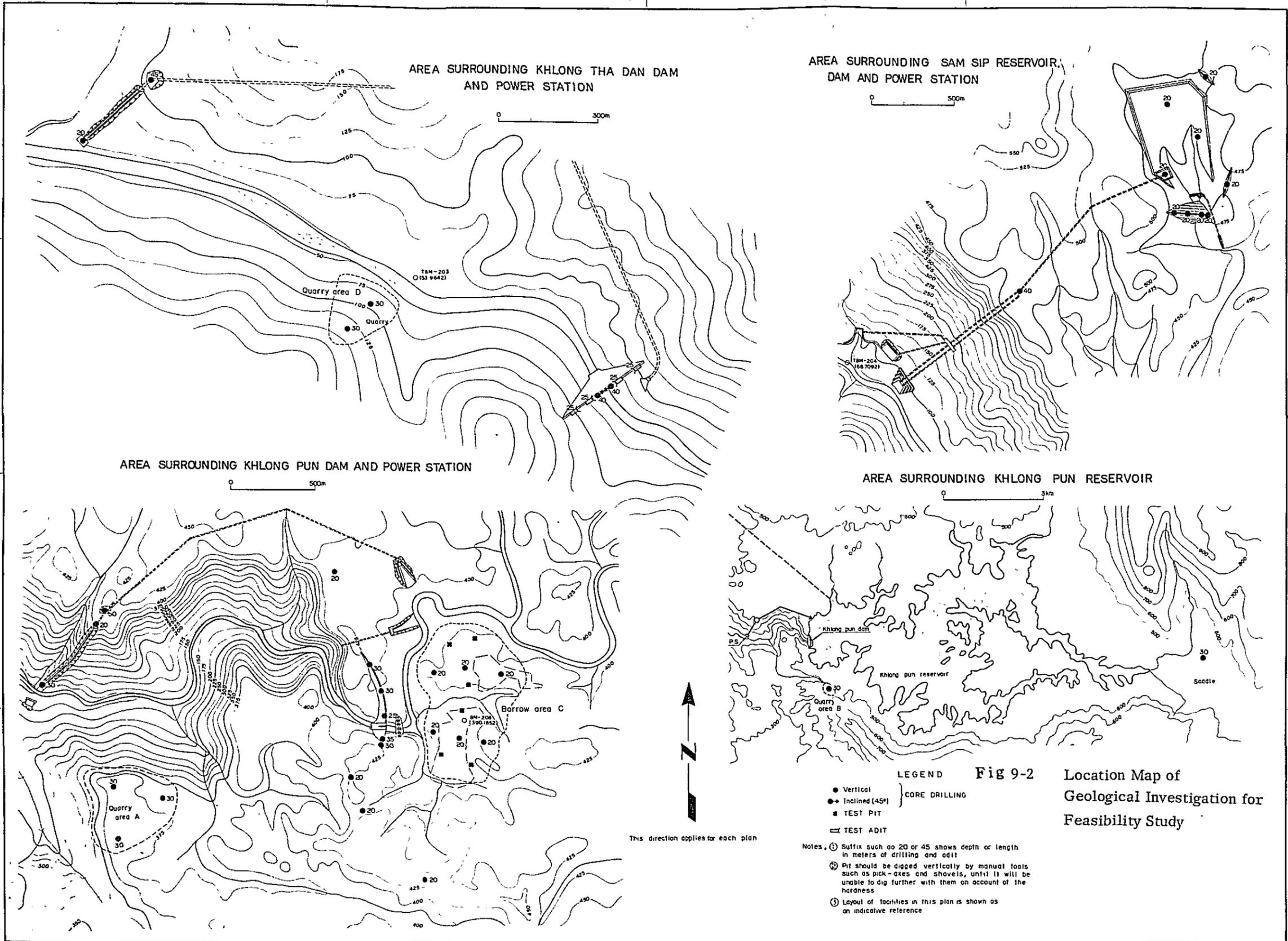


Table 9-1 List of Geological Investigation

Khlong Pun Dam :

Location	Drilling		Pit	
	Number	Length (m)	Number	Depth
Dam	5	150		
Reservoir Rim near Dam	4	80		
Saddle near the End of Back Water	1	20		
Quarry Area, A	3	90		
Quarry Area, B	1	30		
Center of Surge Tank	1	50		
End of Penstock Tunnel	1	20		
Center of Power House	1	30		
Borrow Area, C	6	120	6	*
Total	23	590	6	

* Pits should be digged vertically by manual tools such as pick-axes and shovels, until it will be unable to dig further with them on account of the hardness.

Khlong Tha Dan Dam :

Location	Drilling		Adit	
	Number	Length (m)	Number	Length (m)
Dam (Drilling for riverbed, Adit for Abutment)	2	80	4	100
Quarry Area, D	2	60		
Center of Surge Tank	1	45		
Center of Power House	1	20		
Total	6	205	4	100

Sam Sip Reservoir :

Location	Drilling	
	Number	Length (m)
Reservoir	3	60
Dam (Main)	4	80
Dike	2	40
Center of Surge Tank	1	40
Total	10	220

附 録

- A-1 Jones Report に関する事項
- A-2 クロンタダン計画が下流農業に及ぼす影響
- A-3 基礎資料一覧表
- A-4 水文資料

A-1 Jones Report に関する事項

•

List of Figures

- A-1-1 Relation of GDP and Energy Generation
- A-1-2 Trend of Power Generation
- A-1-3 Trend of Generation per Capita

List of Tables

- A-1-1 Load Forecast and Energy Balance
 - A-1-2 Load Forecast and kW Balance
 - A-1-3 Tentative Development Plan
-

Jones Report の Load Forecast

Jones Report では 1968～78年の10年間に亘る短期の想定と1990年までの長期の想定とを実施しているが、Khlung Tha Dan Project の実現は1970年代の後半から、1980年代と考えられるのでここでは長期の想定についてのみ論ずることとする。

需要想定的前提として、いくつかの仮定を行っているがそのうちの主要なものは次の通りである。

- (1) 人口増
- (2) GNPの増加
- (3) 電気料金の値下げ
- (4) 電気事業の将来の投資水準

タイ国の人口は1970年で36百万人と推定されているが、現在まで極めて高い率で増加を続けており、統計によると1960年以降年率31%の増加率が記録されている。これは東南アジアの中でも1、2位を争う程の高さである。

Jones Report ではタイの人口統計局の想定に基いた今後更に増加率が高くなると想定したもの (P_1 : 1970～75 3.2%, 75～80 3.3%, 80～85 3.4%, 85～90 3.5%) と1970年増加率3.08%は次第に低下し、1990年には2.02%に漸減するとした (P_2) 2通りの推定を採用している。第2に将来のGNPの伸びについてタイ国政府機関からの data が入手出来なかった関係でECAFÉ のStaffの data に基き次の3通りの伸びを予想している。

Growth Rate 1970～1990

- GNP₁: 73%から55%に減少
GNP₂: 1974年午後80%一定
GNP₃: 73%から95%に上昇

第3に電気料金はタイ政府の強力な行政指導により従来ほぼ2年毎に引下げが実施されて来て居り、これが電力需要の増大に大きく寄与して来たことは疑いのない事実である。又、この継続的な値下げによって従来は極めて高かったタイの電気料金が首都圏においては、諸外国並みの水準に引き下げられたことは産業活動の活発化、生活水準の向上に大いに役立っているが、地方都市の電気料金は度重なる値下げにも拘らず依然として高い所が多い。Report では電気料金の値下げは今後共継続的に実施され、これが需要に対する根強い刺激として働くとの前提にたち想定を行っている。

最後に、タイ国の電気事業に対する投資額は従来0.8%程度であったが、将来は米国並みの1.1%まで引き上げられると考えている。

以上の様な仮定の上に立って Jones の Report では人口増加率につき2案、GNPにつき3案

の組合せ、合計6案について電力需要の想定を行った。この際GNPの増加率と発電々力量と結びつきについては次の方法によっている。即ち、1966年時点における世界各国のGNP/CapitaとkWh/Capitaとの相関を求めると第4-1図の如く、極めてよい相関々係にある。従ってこの関係を利用してGNP及び人口を仮定すれば発電々力量が求められる。

然るにタイ国のGNP/CapitaとkWh/Capitaの関係の歴史的推移をみると世界的傾向線(World curve)よりかなりの急勾配を有し立上っており、World curveと交差する恰好となっている。(Fig A-1-1 参照) Jones ReportではこのWorld curveとかなり異った傾向が今後も継続すると仮定して将来の発電々力量の想定を行っている。このGNP~kWhの関係は上の6 casesのいずれの場合も同一としている。想定結果は次の通りであり、ほぼ中間の想定値を与えるGNP11/P₁をmost probableとしている。

	Total Production (millions of kWh)		
	1970	1978	1990
GDP (I)/P ₁	5.4	19.7	52.5
GDP (I)/P ₂	5.4	20.9	54.3
GDP (II)/P ₁	5.3	22.7	74.2 (13,550MW)
GDP (II)/P ₂	5.4	24.0	76.7
GDP (III)/P ₁	5.3	23.2	84.2
GDP (III)/P ₂	5.3	24.3	86.6

GDP(II) P₁の想定と従来の想定との比較を第4-2図に示した。Jones reportの想定は従来の想定に比し、1975年において、すでに55%、1980年には95%上まわるものである。伸び率では、1970年に32.8%、75年18.5%、80年133%、1990年8.4%となっている。

Fig. A-1-1 Relation of GDP and Energy Generation

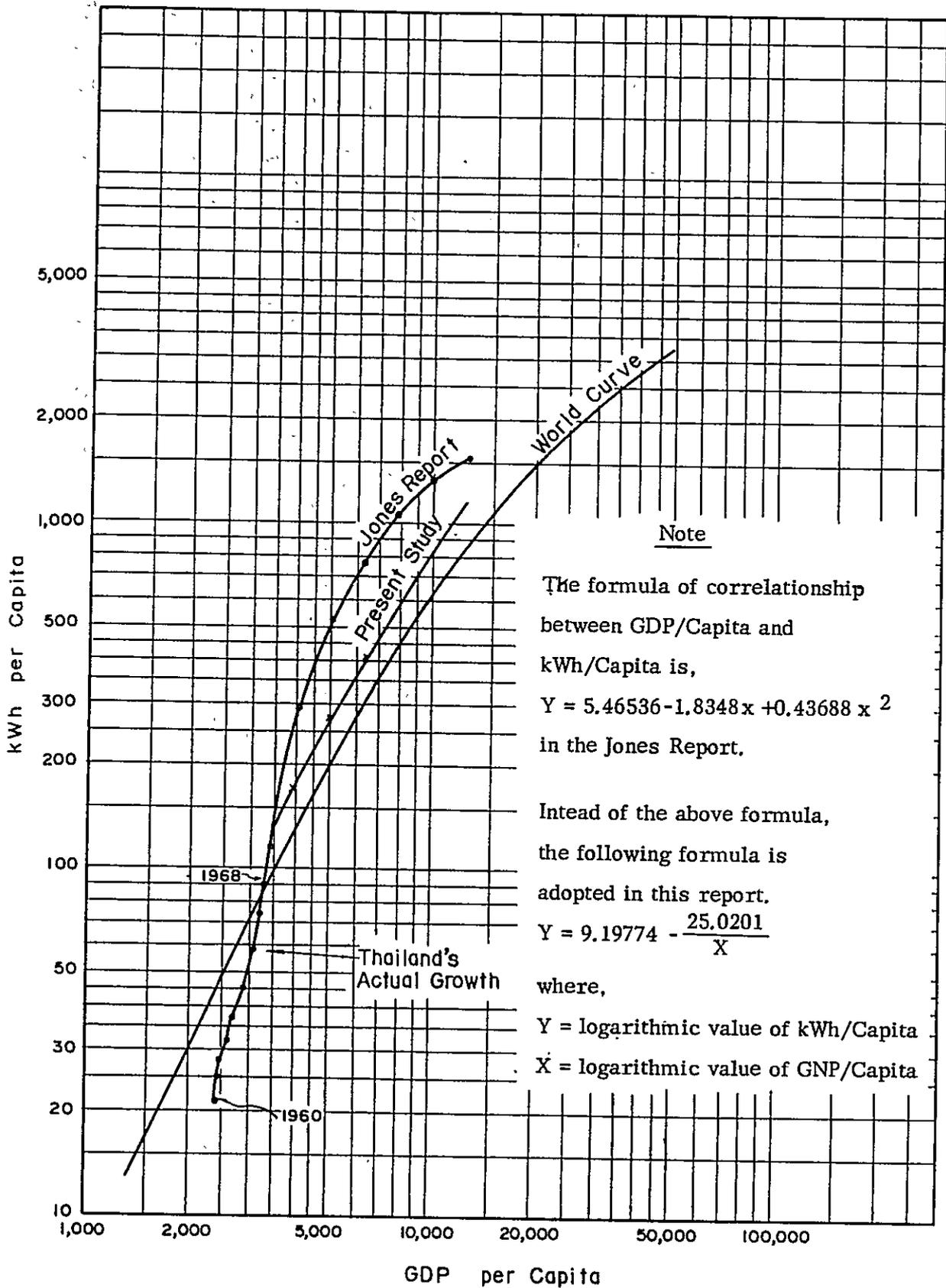


Fig. A-1-2 Trend of Power Generation

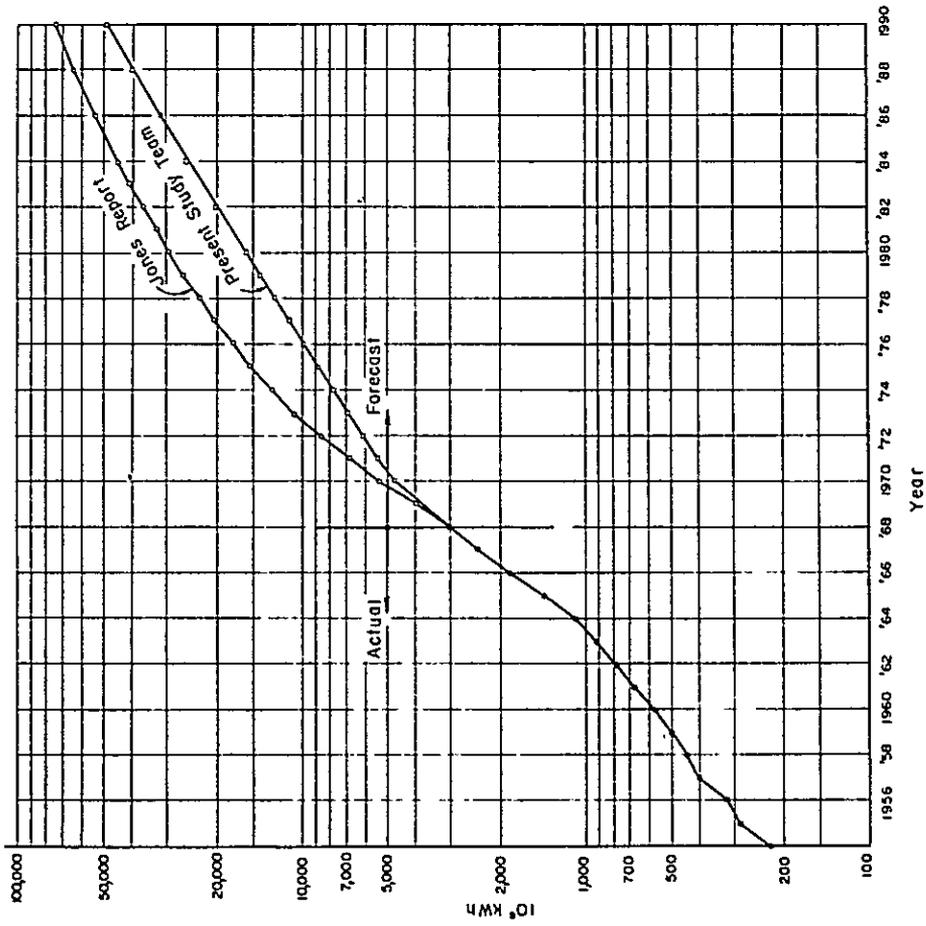


Fig. A-1-3 Trend of Generation per Capita

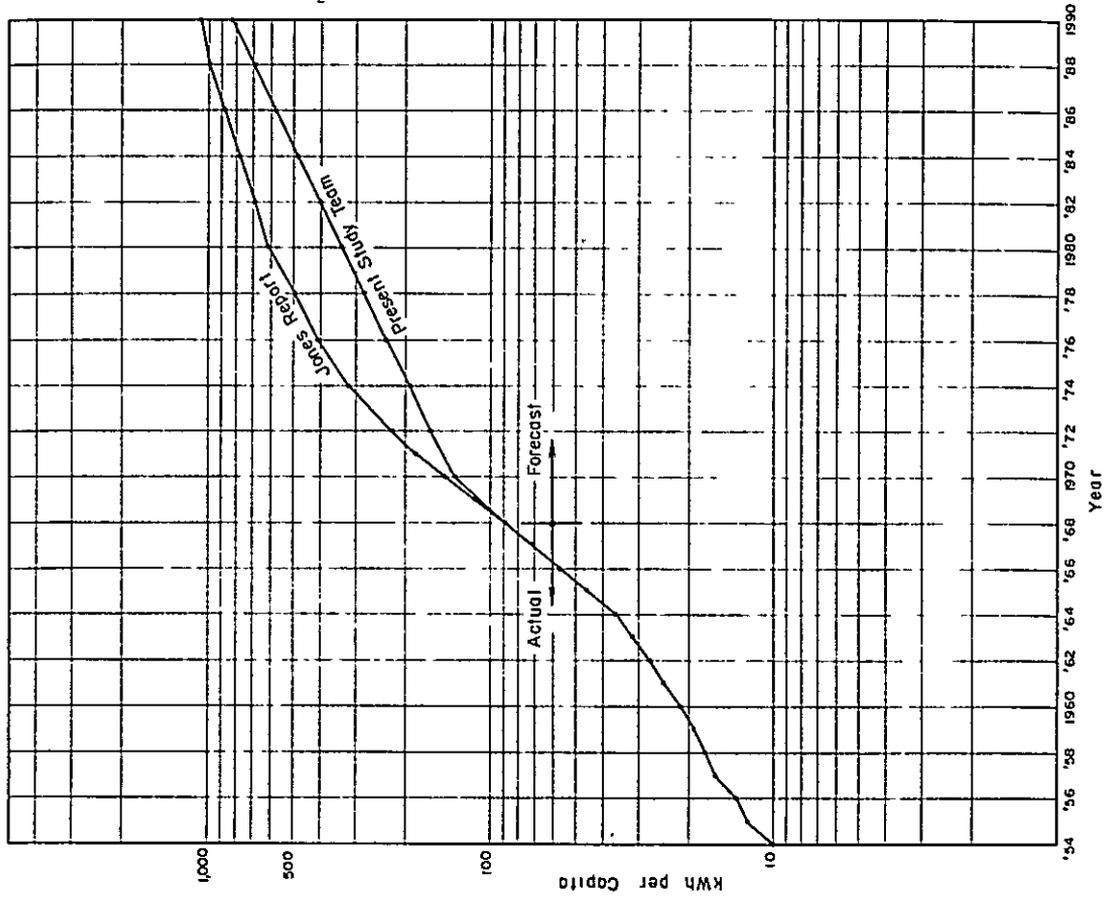


Table A-1-1 Load Forecast and Energy Balance

Unit : Million kWh

Year	Energy Demand	Average Energy Base		Firm Energy Base	
		Supply Capability	Balance	Supply Capability	Balance
1970	4,840	4,900	60	4,255	-585
71	5,440	6,380	940	5,735	295
72	6,130	6,453	323	5,795	-335
73	6,910	8,073	1,163	7,350	440
74	7,790	11,358	3,568	10,285	2,495
1975	8,790	11,358	2,568	10,285	1,495
76	9,920	13,688	3,768	12,575	2,655
77	11,190	14,848	3,658	13,635	2,445
78	12,600	18,808	6,208	17,595	4,995
79	14,180				
1980	15,920				
81	17,910				
82	20,110				
83	22,560				
84	25,300				
1985	28,320				
86	31,700				
87	35,440				
88	39,600				
89	44,200				
1990	49,300				

Table A-1-2 Load Forecast and kW Balance

Unit : MW

Year	Peak Demand	Reserve	Total Required Capacity	Dependable Capacity	Balance
71	1,130	110	1,240	1,122	-118
72	1,260	130	1,390	1,142	-248
73	1,405	140	1,545	1,395	-150
74	1,570	160	1,730	1,925	195
1975	1,755	180	1,935	2,035	100
76	1,965	200	2,165	2,401	236
77	2,195	220	2,395	2,617	222
78	2,450	250	2,700	3,300	600
79	2,730	270	3,000		
1980	2,960	300	3,260		
81	3,405	340	3,745		
82	3,800	380	4,180		
83	4,230	420	4,650		
84	4,720	470	5,190		
1985	5,245	520	5,765		
86	5,850	590	6,440		
87	6,520	650	7,170		
88	7,265	730	7,990		
89	8,090	810	8,900		
1990	9,000	900	9,900		

Table A-1-3 Tentative Development Plan

Fiscal Year	Power Plant	Hydro or Thermal	Installed Capacity	Total Installed Capacity	Dependable Capacity	Total Dependable Capacity	Average Energy	Total Average Energy	Firm Energy	Total Firm Energy
Up to 1970	Hydro Total	H	451	451	* 352	352	1,700	1,700	1,055	1,055
	Thermal Total	T	617	1,068	555	907	3,200	4,900	3,200	4,255
1971	Hat Yai Gas Turbine	T	15	1,083	15	922	80	4,980	80	4,335
	South Bangkok #1	T	200	1,283	200	1,122	1,400	6,380	1,400	5,735
1972	Lam Dom Noi #1, #2	H	24	1,307	20	1,142	73	6,453	60	5,795
1973	South Bangkok #2	T	200	1,505	200	1,342	1,400	7,853	1,400	7,195
	Nam Phrom	H	40	1,545	38	1,380	140	7,993	105	7,300
	Kang Krachan	H	19	1,564	* 15	1,395	80	8,073	50	7,350
1974	Surat Thani	T	30	1,594	30	1,425	185	8,258	185	7,535
	South Bangkok #3	T	300	1,894	300	1,725	2,100	10,358	2,100	9,635
	Sirikit #1, #2	H	250	2,144	* 200	1,925	1,000	11,358	650	10,285
1975	Lam Dom Noi #3	H	12	2,156	10	1,935	-	11,358	-	10,285
	Sirikit #3	H	125	2,281	* 100	2,035	-	11,358	-	10,285
1976	Sai Yai	H	70	2,351	66	2,101	230	11,588	190	10,475
	South Bangkok #4	T	300	2,651	300	2,401	2,100	13,688	2,100	12,575
1977	Quae Yat No.1 #1, #2	H	240	2,891	216	2,617	1,160	14,848	1,060	13,635
1978	Nuclear	T	500	3,391	500	3,117	3,500	18,348	3,500	17,135
	Quae Yat No. 1 #3	H	120	3,511	108	3,225	-	18,348	-	17,135
	New Mae Moh	T	75	3,586	75	3,300	460	18,808	460	17,595

* Estimated Value

A-2 クロムタダン計画が下流農業に及ぼす影響

A-2-1 はじめに

A-2-2 地域農業の概況

A-2-3 かんがい計画

List of Figure

- A-2-1 Location Map of Irrigation Area of Khlong Tha Dan Project.

List of Tables

- A-2-1 Total Area of Holdings by Land Use by Amphur.
- A-2-2 Area of Land Holding by Size by Amphur Muang, Ban Na, and Pak Phli.
- A-2-3 Number of Land Holding by Amphur Muang, Ban Na and Pak Phli.
- A-2-4 Holding, Areas and Production of Main Crops in Changwat Nakhon Nayok.
- A-2-5 Available Area by Land Category
- A-2-6 Water Requirement for Proposed Irrigable Area.
- A-2-7 Proposed Irrigable Area by District.

List of Photographs

- Photo. A-2-1 Existing Paddy Field near Ban Na in Dry Season.
- Photo. A-2-2 Irrigation Pond for Fruit Trees.
- Photo. A-2-3 Intake Facility of Nakhon Nayok Irrigation Project.

A-2-1 はじめに

発電のため Khlong Pun 貯水池が築造されると、下流 Khlong Tha Dan の流況は年間を通じ平均化する。3月及び4月の平均流量はほぼゼロであるが、これが R 案及び M 案の発電計画のもとにおいては約 $8.0 \text{ m}^3/\text{sec}$ に増加する。この Appendix のかんがい計画の Study は非常に大雑把であり、上記 R 案及び M 案の発電計画が実施された場合に基づいている。

A-2-2 地域農業の概況

(1) 社会状況

計画地域の属する Changwat Nakhon Nayok の面積は 2414 km^2 ¹⁾ でタイ全土 (514000 km^2) の約 0.5% を占めるにすぎない。

人口は約 153,700 人¹⁾ (男 76,300 人, 女 77,400 人) で、うち農業人口は 113,700 人¹⁾ で約 74% を占めており、これでも判るように Nakhon Nayok 県は農業県といえよう。人口密度は $64 \text{ 人}/\text{km}^2$ でタイ国平均 $51 \text{ 人}/\text{km}^2$ に比べやや多いが Central Region の平均 $80 \text{ 人}/\text{km}^2$ に比べ少ない。

開発計画地域は Amphoe Ban Na, Muang 及び Pak Phli の三郡 (Amphoe) に関係する。夫々の Amphoe の土地利用状況は Table A-2-1 に示されるが、この三郡の可耕地のほぼ 30% が、かんがいされているが RID の既設の Nakhon Nayok Irrigation Project がそのほとんどを占めているものと思われる。

又、三郡の耕地面積は $453,321 \text{ rai}$ ($72,530 \text{ ha}$)、農家戸数 13,262 戸で一戸当り 34 rai (5.4 ha) の耕地をもっていることになる。³⁾

Fig A-2-1 でも示されるように、Changwat の中心部を国道 33 号線が縦断し、中心都市 Nakhon Nayok 市は、この沿線にあり、Bangkok まで舗装された国道が続き約 2 時間の行程である。

1) Statistical Yearbook 1963

2) この平野部は国道 33 号を境に南側は既に Royal Irrigation Department (RID と称す) によりかんがい排水事業が完了している。Nakhon Nayok Irrigation Project と呼ばれており Project area は $574,000 \text{ rai}$ ($91,840 \text{ ha}$) である。又この Project の東側に隣接して RID により Sai Noi-Sai Yai Irrigation Project が計画されている。

3) Census of Agriculture 1963 (Changwat Nakhon Nayok)

(2) 農業の自然環境

この地方の年平均気温は近傍の Prachin Buri の Data によれば、年平均気温は 28.5℃、月平均最高気温は 31℃(4月)及び月平均最低気温は 27℃(12月～1月)である。このように気温条件は稲作、その他野菜、果樹等の栽培が年間を通じて可能である。

Nakhon Nayok 観測所の雨量 Data によれば、年間平均約 2,000 mm でその大部分が 6月～10月に集中する。この期間を利用して農民は農作物を栽培している。

計画対象の平野は Prachin 川及びその支流である Nakhon Nayok 川、Khleng Tha Dan 川により形成された沖積地で地域の標高は、概々 40 m 以下の低平地である。母岩は中世代の砂岩で、土性は標高 5 m 位のところでは silt 質もみられるが、地域のほとんどは Sandy Loam と思われる。作土 (Top soil) は深く、一般作物及び果樹等の栽培にとって好条件と思われる。

地下水の変動は乾期には地表下 3～4 m まで低下し、雨期には地表面まで上昇し地下水の変動巾は大きい。

(3) かんがい及び排水状況

(1)でも述べたように Nakhon Nayok 市を中心に国道 33 号線の南側には、Nakhon Nayok Irrigation Project が完成している。この Project の標高は 5 m 以下であろう。このため、雨期の河川のはんらんから Project Area を守るため、周囲に堤防を築き、又河川には防潮扉門が設けられている。しかしながらこの Project は雨期の降雨を貯溜する能力をもった貯水池を上流にもたないため、雨期の水稲単作栽培に終始しているのが現状である。

国道 33 号線の北側では、かんがい排水施設はほとんど見当らなかつた。特に今回の調査対象になった Nakhon Nayok 川の両岸には上記のような大規模なかんがい排水施設は見当らなかつた。即ち、標高 5～20m の間はほとんどが雨期の水稲単作地帯と推定され、標高、20～40m の間は天水田も多く見られたが Nakhon Nayok 川右岸の道路の沿線には、Durian, Rambutan, Mango 等を栽培する数ヘクタールの農園から 50ヘクタールを越す大農園も発見された。これらの農園には乾期にそなえ、かんがい用ポンプ及び深井戸が用意されている。土壌も砂質で作土も深く、Bangkok 市場にも近いので、もし年間を通じ給水が出来るならばこの地帯(標高 20～40m)は絶好な果樹栽培地帯となろう。

(4) 営農状況

Amphoe Muang, Ban Na 及び Pak Phli における農業経営は一部の果樹園を除き、そのほとんどが雨期の降雨を利用した水稲栽培である。農家一戸当りの経営規模 34 rai (5.4 ha) は全国平均の 19rai を上廻っている。

階層別には、Table A-2-2 に示されるように三郡を併せると 9.9 rai (約 1.6 ha) 未満は約

2%, 10~60 rai (1.6~9.6 ha)未満は約63%, 60rai~100rai未満が約22%を占める。

又、土地所有の状態 (land tenure) は Table A-2-3 に示されているが三郡を併せ地主が約70%を占めている。

計画地域周辺の主要農作物の作付面積および生産量は Table A-2-4に示されている。これで判るように水稻作付面積が他の作物に比べ圧倒的に多いことが判る。

即ち、可耕地の約90%強が水田によって占められている。その収量はha当り1.14tonと同年(1962年)のタイ国の平均値(1.44ton)に比べ約80%である。

水稻栽培は雨期の始まるのを待って開始される。一部の常時湛水地域では直播きが行なわれているが、ほとんどは移植法によっている。栽培期間は概ね5月中旬に苗代を作り、45~60日苗を移植しているようである。収穫は雨期のあける11月より初められる。

農作業は専ら人力及び畜力によって行なわれているようである。肥料はアンモニアを多少施用している農家も見られたが、農薬は水稻にはほとんど用いられていないようである。

A-2-3 かんがい計画

(1) 開発地域の選定

貯水池の築造に伴う下流域のかんがい計画は、その開発対象地域を大別して次の2つが考えられる。

i) 国道33号線の南側に展開する既設Nakhon Nayok Irrigation Project Area を雨期及び乾期を通じかんがいをす。

ii) 国道33号線に沿った北側に展開するいまだ雨期においてもかんがい施設をもたない天水依存の地域を通年かんがいをす。

i) に関しては既に雨期のかんがい施設を備えているので、主たる便益として期待できるのは乾期の裏作(2nd Crop)である。一方、かんがい施設の建設はほとんど必要ない点が有利である。栽培作物は主に雨期には水稻の表作、乾期には水稻の裏作及び畑作物が導入されるであろう。

ii) に関しては、現在何らかのかんがい施設も持たないので、新たに取水装置、導水路、配水路等の建設、圃場の整備等を行なわねばならないが、標高の比較的高い20~40mのところでは畑作物(特に果樹及び他の通年作物)が新規に導入できるので、便益も大いに期待されよう。

上記i).ii)のいずれの地域を開発すべきかは今後の調査により決定されねばならない。特に既設のNakhon Nayok Irrigation Projectの現況の営農状況、かんがい用水量など及び将来における営農型態、用水量の変化等を把握することが必要となろう。

今回の調査では、これらを明らかにする資料が入手できなかったので開発計画の優劣を決定

することは出来ないが、ii)の地域を開発することと仮定した。尚、この計画では乾期かんがいのみを対象とすることにし、雨期のかんがいについては既取水利権等が不明であるので、現状のままとした。

尚、下流域の雨期の水利権、水利用等が明らかになったのち、もし利用可能な流量がみいだされれば、それはこのKhlong Tha Danのかんがい計画のために利用されるであろう。

(2) 開発計画

Ban Khlong Si Sook GSにおける4年9ヶ月の実測記録によれば、渇水年は1968年である。この年のKhlong Pun及びTha Dan発電所で発電に使用されたのちの月平均流量は下表のとおり、これが乾期においてかんがいに利用出来る最低流量である。

下流域において乾期利用出来る流量(最渇水年; 1968)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
かんがいの利用可能水量 (m ³ /s)	12.0	10.8	8.9	8.0	13.8	15.5	33.0	40.2	30.0	18.0	15.9	12.2

土地利用状況は5万分の1地形図及びN. Nayok県の農業センサス(1963年版)に基づいて推定された。又、対象地域はN. Nayok川を中心として次の4つの線で囲まれた地域とした。

上限(北限): 標高40mライン

下限(南限): 国道33号線

西限: Huai Nang Ri (Amphoe Ban Na と Amphoe Muang との境) 川

東限: Khlong Yang 川

土地利用の状況をTable A-2-5に示す。

Table A-2-5 作物別の土地利用の現況と計画(ha)

地 目	現 況	計 画	
		表 作	裏 作
水 田	10,600	10,600	4,000
畑	果 樹	650	1,750
	一般畑	650	650
	草 地	1,100	-
小 計	2,400	2,400	2,400
合 計	13,000	13,000	6,400

乾期における裏作(2nd Crop)の所要水量は隣接する Nam Sai Yai Project Report を参考にして、Table A-2-6のように求められた。¹⁾

Table A-2-6 地目別かんがい所要水量 (m³/sec)

地 目	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
水田 (4,000 ha)	0.24	2.96	7.04	6.00	5.68	0.48
畑 (2,400 ha)	1.82	1.18	1.85	1.87	2.16	0.65
計	2.06	4.14	8.89	7.87	7.84	1.13

なお、乾期の所要水量の全量が畑作に利用されるとするならば、そのかんがい可能面積は約 10,000ha となる。

(3) かんがい工事計画

乾期(2nd Crop)のかんがい面積 6,400ha に対するかんがい所要水量は Table A-2-6 に示されているが、この水量は N-Nayok川 の左右両岸より取水される。かんがい計画面積及び地域別区分は Table A-2-7 に示される。

Table A-2-7 地域別かんがい計画面積

	かんがい計画面積 (ha)		
	N-Nayok川 左岸	N-Nayok川 右岸	計
水田 (2nd Crop)	2,000	2,000	4,000
畑 { 果樹	750	1,000	1,750
{ 一般畑	350	300	650
計	3,100	3,300	6,400

導水路の規模は左岸で最大容量 5.4 m³/sec、延長 16 km であり、右岸の最大容量は 5.3 m³/sec 延長は 26 km が必要となる。(Fig A-2-1 参照)

(4) かんがい工事費及び経済評価

かんがい工事費、Annual Cost、Annual Benefit は前出の Nam Sai Yai Project Report を参考にして求められた。即ち、かんがい工事費は取水ダム、用水路、開こん作業、圃場整備等を含め、ha 当り 515 \$ (10,700 円)、Annual Cost は 48 \$/ha (1,000 円) Annual Benefit は 120 \$/ha (2,500 円/ha) と仮定した。

1) Feasibility Report, Nam Sai Yai Nos. 2 and 3 Hydroelectric Power (1968)

その結果、かんがい事業による超過便益は ha 当り 73\$(1,500 B) 年便益/年経費 = 2.5 と求められた。したがって Khlong Tha Dan Project における Agricultural Development は有望といえよう。

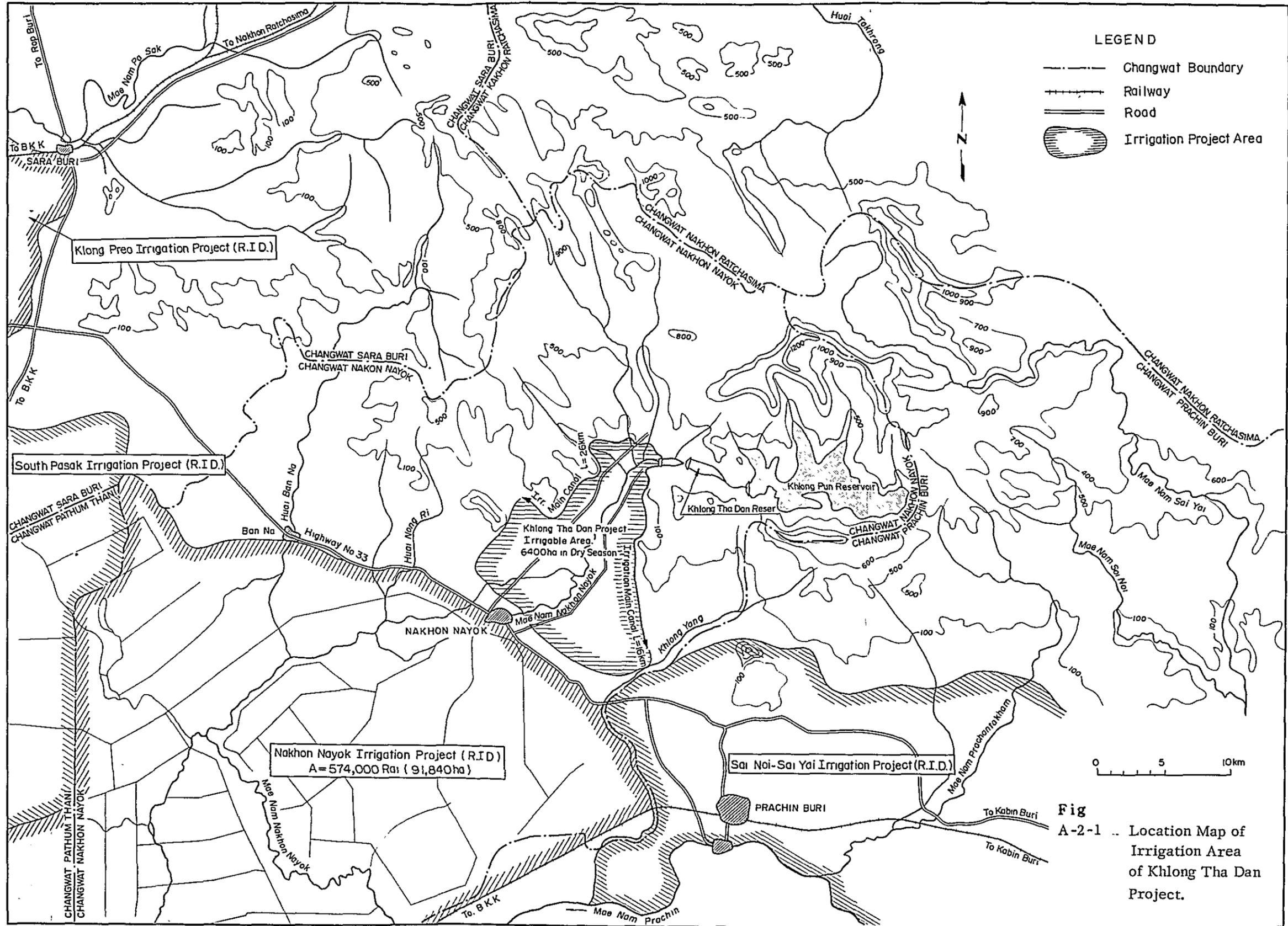


Fig A-2-1 .. Location Map of Irrigation Area of Khlong Tha Dan Project.

Table A-2-1 Total Area of Holdings by Land Use by Amphur.

Amphur	Total Area of Holdings	Arable land				Land in tree Crops	Pasture land	Wood land		Other land					
		Land in Irrigated		Fallow and Other				Area	%	Area	%	Area	%		
		Area	%	Area	%										
Muang	199,451	174,190	87.3	84,695	42.5	6,332	3.2	9,349	4.7	1,208	0.6	1,573	0.8	6,799	3.4
Ban Na	158,073	141,568	89.6	23,166	14.7	2,771	1.8	3,537	2.2	1,074	0.7	3,455	2.2	5,668	3.6
Pak Phli	95,797	90,594	94.6	28,723	30.0	1,051	1.1	1,217	1.3	50	0.1	772	0.8	2,113	2.2
Ongkharak	235,775	219,244	93.0	186,813	79.2	8,466	3.8	1,479	0.6	518	0.2	-	-	6,068	2.6
Total	689,096	625,596	90.8	323,397	46.9	18,620	2.7	15,582	2.3	2,850	0.4	5,800	0.8	20,648	3.0

- 1) Area in Rai : excludes holdings under 1 rai
- 2) Data Source : Census of Agriculture 1963. (Changwat Nakhon Nayok)
- 3) 1 rai = 40 by 40 meters = 1,600 Square meters = 0.16 hectare

Fig Table A-2-2 Area of Land Holding by Size by Amphur Muang, Ban Na and Pak Phli

		Muang		Ban Na		Pak Phli		Total	
		Area (rai)	%						
Under	2	152	0.1	63		21		236	0.1
	2 - 3.9	858	0.4	587	0.4	147	0.2	1,592	0.4
	4 - 5.9	1,166	0.6	823	0.5	274	0.3	2,263	0.5
	6 - 7.9	1,090	0.5	699	0.4	362	0.4	2,151	0.5
	8 - 9.9	1,363	0.7	914	0.6	431	0.4	2,708	0.6
	10 - 14.9	5,376	2.7	3,827	2.4	1,718	1.8	10,921	2.4
	15 - 19.9	7,439	3.7	5,454	3.4	2,304	2.4	15,197	3.3
	20 - 24.9	11,555	5.8	9,939	6.3	5,274	5.5	26,768	5.9
	25 - 29.9	11,824	5.9	12,525	7.9	5,135	5.4	29,484	6.5
	30 - 34.9	17,885	9.0	15,660	9.9	7,486	7.8	41,031	9.0
	35 - 39.9	13,617	6.8	12,083	7.6	6,849	7.1	32,549	7.2
	40 - 44.9	18,010	9.0	16,175	10.2	8,874	9.3	43,059	9.5
	45 - 49.9	11,570	5.8	10,136	6.4	7,104	7.4	28,810	6.4
	50 - 54.9	15,407	7.7	12,952	8.2	8,560	8.9	36,919	8.1
	55 - 59.9	7,756	3.9	7,895	5.0	5,304	5.5	20,955	4.6
	60 - 99.9	45,051	22.6	30,465	19.3	24,715	25.8	100,231	22.1
	100 - 139.9	16,226	8.1	10,597	6.7	8,298	8.7	35,121	7.7
	140 - Over	13,258	6.6	7,342	4.6	2,962	3.1	23,562	5.2
Total		199,603	100.0	158,136	100.0	95,818	100.0	453,557	100.0

Source : Census of Agriculture 1963 (Changwat Nakhon Nayok)

Fig Table A-2-3 Number of Land Holding by Amphur Muang, Ban Na and Pak Phli

	Total Holding	Owner	Cash renter	Crop renter	Other
Changwat Total	17,219	11,490	410	2,953	2,366
Amphur Muang	6,064	4,164	157	1,184	559
Amphur Ban Na	4,743	3,122	115	900	606
Amphur Pak Phli	2,455	2,043	1	128	283

Source : Census of Agriculture 1963 (Changwat Nakhon Nayok)

Table A-2-4 Holding, Areas and Production of Main Crops in Changwat Nakhon Noyok

Crops	Total Holdings	reporting Holdings	Planted Area		Harvested Area		Number of trees	Number of bearing trees	Average Yield (kg)		Ave. per holding Reporting		Ave. No. of Trees per holding Reporting
			rai	ha	rai	ha			Planted Area rai	ha	Harvested Area rai	ha	
Rice	16,626	15,193	628,248	580,561					168.2	182.0	1,140		
Fresh Chilli	17,219	19	27									1.4	
Water Melon	17,219	42	274									6.5	
Stem Vegetables	17,219	117	152									1.3	
Root Crop	17,219	381	1,039									2.7	
Fruit Bearing Vegetable	17,219	436	589									1.4	
Coconut	17,219	7,533				62,870	9,241			(227,805)			8
Durian	17,219	417				3,783	1,048						9
Mango	17,219	10,005				148,529	94,394						15
Sugerpalm	17,219	2,817				15,132	2,638						5
Rambutan	17,219	876				8,573	3,422						10
Orange	17,219	3,445				29,592	13,198						9
Lime	17,219	3,717				15,943							4
Tamarind	17,219	5,914				17,637							3
Jack fruit	17,219	4,403				25,852							6
Betal-nut	17,219	2,539				19,780							8
Kapok	17,219	5,448				30,965							6
Jute	17,219	327											
Ground nut 1/	17,219	178		137								135	
Cassava	17,219	180		1,150								2	
Sugar-Cane	17,219	232		218								3	
Pine apple 2/	17,219	976		861								278	
Banana	17,219	2,116		2,511								624	

1/ Yield per rai in number instead of kg.

2/ Yield per rai in bunch instead of kg.

Source : Census of Agriculture 1963 (Changwat Nakhon Nayok)

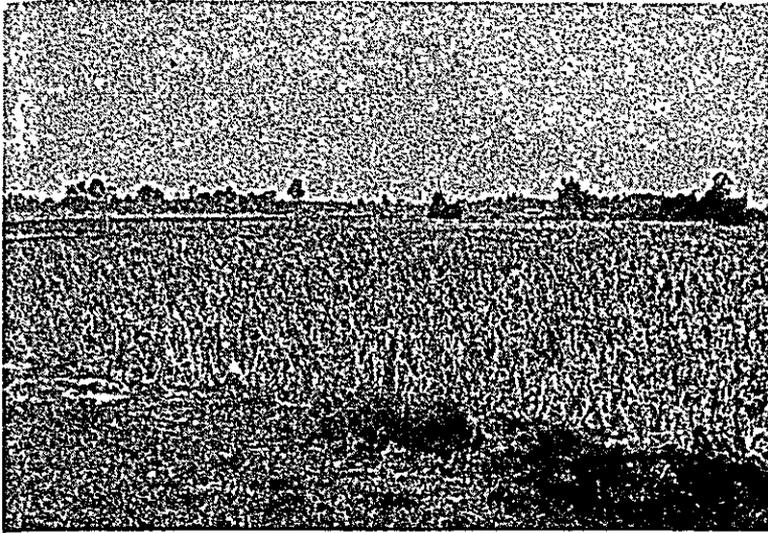


Photo. A-2-1
Existing Paddy Field
near Ban Na in dry Season.



Photo A-2-2
Irrigation Pond
for Fruit Trees

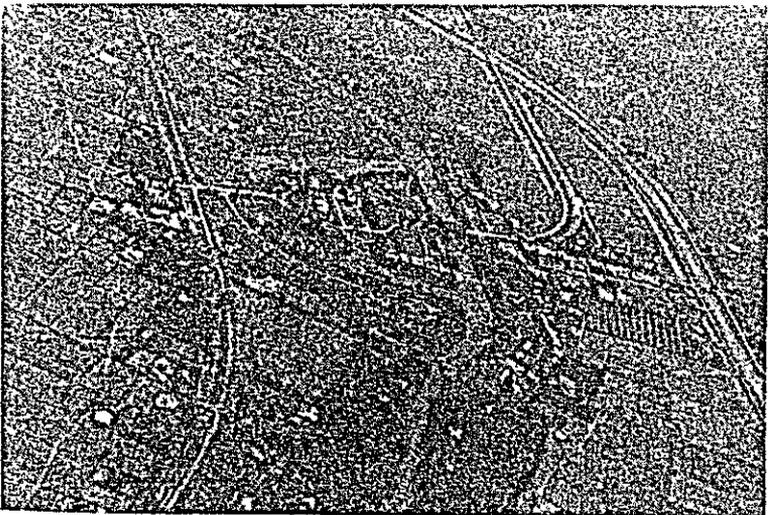


Photo. A-2-3
Intake Facility of
Nakhon Nayok Irrigation
Project

A-3 基礎資料一覽表

I.	Topographical Map		
	Scale of 1 : 250,000	2 sheets	Sheet No. ND 47-8, 12
	Scale of 1 : 50,000	9 sheets	Sheet No. 5254 (I - IV) Sheet No. 5253 (I - IV) Sheet No. 5253 (IV)
	Scale of 1 : 10,000	4 sheets	Project Area (No. 1 - No. 4)
II.	Aerial Photography		
	Scale of 1 : 40,000	24 sheets	Project Area
III.	Highway Map		
	Scale of 1 : 1,000,000	1 sheet	Northern Region
	Scale of 1 : 1,000,000	1 sheet	Central Region
	Scale of 1 : 1,000,000	1 sheet	Southern Region
	Scale of 1 : 1,000,000	1 sheet	North-Eastern Region
IV.	Hydrological Data		
	(a) Daily precipitation		
	Ban Khlong Si Sook	5 yrs.	1966 (Jan.) - 1970 (Dec.)
	Wang Heo	6 yrs.	1965 (Jan.) - 1970 (Dec.)
	Ban Sapanhin	8 yrs.	1963 (Jul.) - 1970 (Dec.)
	Kabin Buri	3 yrs.	1968 (Jan.) - 1970 (Dec.)
	Prachin Buri	3 yrs.	1968 (Jan.) - 1970 (Dec.)
	Nakhon Nayok	3 yrs.	1968 (Jan.) - 1970 (Dec.)
	Saraburi	3 yrs.	1968 (Jan.) - 1970 (Dec.)
	Si Khin	3 yrs.	1968 (Jan.) - 1970 (Dec.)
	(b) Daily discharge		
	Ban Khlong Si Sook	5 yrs.	1965 (Apr.) - 1969 (Dec.)
	Wang Heo	6 yrs.	1965 (Jan.) - 1970 (Dec.)
	Ban Sapanhin	6 yrs.	1965 (Jan.) - 1970 (Dec.)
	(c) Yearbook		
	1965 Hydrologic Data	1	
	1965 Hydrologic Data	2	Volume I, II
	1967 Hydrologic Data	1	Volume II
	(d) Daily Max. and Min. Temperature		
	Ban Khlong Si Sook	2 yrs.	1968, 1970

(e)	Daily evaporation		
	Ban Khlong Si Sook	3 yrs.	1968 - 1970
(f)	Location maps		
	Location of hydrologic stations	1 sheet	1970. NEA
	Location of stream gaging stations	1 sheet	1965. RID
	Location of hydrologic observation stations	1 sheet	1968. RID
V.	Geological Data		
	Geological Map of Thailand and Geology of Thailand	2 sheets	
VI.	Electrical Data		
	Thailand Electric Power Load Forecast		1
	Electric Power in Thailand 1969		1
	Electric Power Statistics for Thailand (1969)		1
	Hydro Electric Power Potential in Thailand		1
	Projections of Sectional Outputs and Employment		1
	Electric Rate Schedule		3 sheets
VII.	Agricultural Data and Others		
	Agricultural Statistics of Thailand (1967)		1
	Census of Agriculture (1963)		1
	Changwat Nakhon Nayok		
	Changwat Saraburi		1
	Types of Forests, National Parks and Wild Life Preserved Areas		1

A-4 水 文 資 料

A-4 Hydrological Data

(A) Data of Precipitation

- (1) Ban Khlong Si Sook from May 1965 to Dec. 1970
- (2) Nakhon Nayok from Jan. 1952 to Dec. 1970

(B) Data of Daily Discharge

- (1) Ban Khlong Si Sook from Apr. 1965 to Dec. 1969

(C) Data of Daily Evaporation

- (1) Ban Khlong Si Sook from May 1965 to Dec. 1970

A-4 (A)

YEAR	STATION BAN KHILONG SI SOOK CATCHMENT AREA 196												ANNUAL Total
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	
1965					403.8	788.4	368.1	830.9	509.8	162.9	162.1	1.6	3,227.6
66	0.0	39.3	20.0	34.8	593.4	556.0	1,082.5	1,028.4	443.5	194.3	11.0	18.1	4,021.3
67	2.3	0.0	0.2	129.3	343.4	286.0	643.3	761.6	441.3	210.8	47.0	0.0	2,865.2
68	1.6	195.2	17.6	177.7	224.5	395.0	691.5	612.1	378.9	139.2	31.1	1.6	2,866.0
69	26.0	18.6	95.6	21.9	141.3	718.8	1,088.5	430.7	525.8	171.6	11.1	0.0	3,249.9
70	0.0	111.8	66.0	164.8	346.6	600.2	450.2	554.5	459.0	185.6	10.1	13.7	2,962.5
Total	29.9	364.9	199.4	528.5	2,053.0	3,344.4	4,324.1	4,218.2	2,758.3	1,064.4	272.4	35.0	19,192.5
Mean	6.0	73.0	39.9	105.7	342.2	557.4	720.7	703.0	459.7	177.4	45.4	5.8	3,236.2

(1) Monthly Precipitation
 KHILONG THA DAN RIVER IN THE BASIN OF
 ELEVATION
 m UNH 196 sq km
 1966

Daily Precipitation													STATION BAN KHLONG SI SOOK					
RIVER, IN THE BASIN OF													ELEVATION		UNIT mm		YEAR 1965	
DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE					
1						22.8		0.5	0.2	24.7	41.5		1					
2						82.9		27.9	1.1	0.2	1.7		2					
3					32.5	11.6		16.8	3.3	0.2	39.5		3					
4					0.6	15.8		84.0	25.1	2.4	0.9		4					
5					2.2	7.6	32.6	71.4	4.4	7.9	17.0		5					
6					1.9		10.5	73.8	47.3	6.8			6					
7					11.7	0.8	10.5	79.0	9.6	2.6	0.4		7					
8						0.7	12.5	21.2	1.7	24.1			8					
9					1.8	40.3	7.7	25.4	12.7	3.4			9					
10					0.3	31.0		0.2	80.0	0.2			10					
11					13.5	38.0		0.4	1.1	1.9			11					
12						2.1	30.5	0.5	17.3	24.9			12					
13						4.3	14.8	0.3	11.1	3.7		1.6	13					
14						9.5	2.5	29.3	9.5				14					
15					22.9	10.5		0.3	56.4				15					
16					0.5	5.5		9.3		0.4			16					
17					17.3	36.7	74.6	41.6	1.3				17					
18					23.5	33.5	2.7	1.0			32.2		18					
19						76.5	1.6	5.8	36.0		1.7		19					
20					10.0	21.5	15.7	7.6	31.0		25.1		20					
21						137.0		47.3	10.7				21					
22					3.1	23.0	7.7	17.1	21.6				22					
23					55.8	27.0	44.6	10.1	0.7	2.4			23					
24					37.5	62.7	20.3	9.9	2.7	12.8			24					
25						6.2	6.1	4.0	36.4	8.9			25					
26					5.3	22.3	1.3	8.0	1.2	5.8			26					
27					30.0	31.4	4.3	7.8	37.4	5.2			27					
28					42.3	11.1	24.8	11.7	18.5	0.8			28					
29					32.1	5.6	4.4	150.7	25.7				29					
30					22.2	10.5	26.4	31.5	5.8	19.5			30					
31					36.8		12.0	36.5		4.1			31					
Total					403.8	788.4	368.1	830.9	509.8	162.9	162.1	1.6						
Annual Total ()																		

Daily Precipitation													STATION BAN KHLONG SI SOOK					
RIVER, IN THE BASIN OF													ELEVATION		UNIT mm		YEAR 1966	
DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE					
1			10.2	11.6			81.5		0.9				1					
2		3.1					137.2	3.2	1.3				2					
3						1.6	33.5	98.4	7.9				3					
4					37.8	33.0	17.5	15.2	0.7				4					
5					36.0	6.1	18.0	2.7	32.7	15.8			5					
6					9.2	10.1		19.9	28.6	29.3			6					
7					22.1			11.5	57.9	3.6			7					
8					54.5	15.0	3.8	3.7	11.4	14.9			8					
9					34.3	2.6	4.1	91.6	12.7	34.2			9					
10					115.4	1.8	6.0	61.5	9.6	5.8			10					
11						0.8		39.3	13.1	17.7			11					
12								7.3	7.8	17.6			12					
13						13.5	50.2	76.3	33.4	2.9			13					
14				1.0		52.2	48.0	60.0	56.1	0.9			14					
15					1.5		87.2	9.3	1.9	0.7	11.0	4.7	15					
16			0.9		25.9		9.7	61.5	54.6	0.8		5.6	16					
17			0.7		17.1	47.8	25.7	44.3	21.6	8.6			17					
18					11.1	19.3	24.6	0.8	43.5	1.9			18					
19					2.7	76.5	39.4	0.8	20.3				19					
20		16.5			17.2	1.6	31.8	178.8	2.2	1.3			20					
21					5.5		52.1	2.9				4.7	21					
22					12.9	59.0	50.0	65.0				1.5	22					
23		17.4			22.0	1.8		24.0					23					
24					3.7		125.1	25.0	9.3	36.0			24					
25		2.0		1.2	35.6	2.5	7.0	7.2					25					
26					24.7	0.6	50.6	147.5					26					
27		0.3			30.7	123.1	12.0	32.6					27					
28					8.4	41.4	20.5	7.5		5.6			28					
29					57.3	3.5		68.7	9.9				29					
30					19.1	12.0		14.1	7.0				30					
31			8.2		4.3			24.4					31					
Total	0.0	39.3	20.0	34.8	593.4	556.0	1,028.4	1,082.5	443.5	194.3	11.0	18.1						
Annual Total ()													4,021.3					

Daily Precipitation STATION BAN KHLONG SI SOOK

RIVER, IN THE BASIN OF _____ ELEVATION _____ UNIT mm YEAR 1967

DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1						0.8	20.8	42.2	0.5	18.0			1
2						1.5	3.4	40.8	11.1	51.6			2
3						0.9	0.2	42.3	14.3				3
4						14.0	31.3	18.9					4
5						0.6	48.0	7.3	15.0				5
6			0.2			0.5	61.3	30.2		10.0			6
7				2.5			40.6	5.2	85.5				7
8					6.3		0.5	46.3	20.2				8
9							5.3	16.8	79.2	41.5	0.5		9
10						30.0	8.6	6.0		12.5	6.4		10
11						2.0	65.1	8.2	71.1		9.9	7.9	11
12						2.0	15.1	9.7	2.5	3.5	100.7	24.3	12
13				31.0		6.6	4.4	65.7	23.6	27.9	0.5	4.1	13
14						17.6		14.8	12.7	14.5			14
15				0.5		21.7		2.1	33.5	12.0			15
16				1.4		5.2		14.9	19.4		7.0		16
17				24.0		6.2		25.3	7.0	6.6			17
18						7.4		27.3	21.3	3.1			18
19						58.0		1.0	177.4	1.4			19
20						4.9		43.5	15.8	27.9			20
21					0.5			56.0	43.1	0.5			21
22					11.0	55.5			19.0				22
23					9.6	9.7	2.7	1.0	1.5	35.0			23
24					12.0	13.1		29.0		3.2	5.7		24
25					29.0	33.9		35.1		29.5	0.5		25
26						15.9	22.0	33.0	4.6	50.3			26
27				4.4		37.8	2.1	0.2	32.9	7.5			27
28				3.4		1.8	0.6		6.5	0.9	8.5		28
29						7.3	11.6	2.6	10.0	1.2	2.2		29
30						0.5	43.9	0.5	5.3				30
31	2.3							5.7	0.7				31
Total	2.3	0.0	0.2	129.3	343.4	286.0	643.3	761.6	441.3	210.8	47.0	0.0	
Annual Total ()												2,865.2	

Daily Precipitation STATION _____

RIVER, IN THE BASIN OF _____ ELEVATION _____ UNIT mm YEAR 1968

DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1					12.4	3.2	11.9	70.4	8.2	4.3	0.8		1
2					2.5	22.4	3.9	63.7	19.2	1.3			2
3					3.0	19.8	52.2	22.4					3
4					55.6	2.7	29.7	20.1	52.9	24.8			4
5				12.1	20.1		8.4	9.9	10.2	7.9			5
6				3.1	37.0			26.5	7.2		2.8		6
7					17.5			14.4		4.3			7
8					7.7	18.4	60.0	42.0			1.9		8
9		16.6			11.5	5.8	25.8	55.4		37.2	6.2		9
10					0.5			16.6	12.4	8.0			10
11						2.9	28.7	2.4	35.4	5.2			11
12			7.2			7.2		18.9	62.1		1.7		12
13			6.4			7.8		12.8	18.6	11.2	15.5	1.6	13
14				22.1				27.8	23.4	6.8			14
15								46.2	24.4	1.5	1.2		15
16						70.5	1.5		2.4	31.5			16
17						13.1	9.3	19.4	3.3	1.2			17
18			4.0		5.6	5.1			4.6				18
19		61.2			25.1			40.7	8.1		2.2		19
20		41.6				0.9		6.9	3.7				20
21					0.5			44.3	32.7	0.9			21
22								71.4	19.5	25.5	1.1		22
23		61.4			8.4		5.8	29.8	6.7	8.9			23
24		7.4			3.3		27.5	80.7	9.1	7.7			24
25					23.2			3.8	26.6				25
26	1.6	7.0					1.3	12.2	4.5	18.6			26
27							71.2		17.2	0.6			27
28				3.2			8.4	3.7					28
29				5.7	40.5	4.2	110.4	29.7	11.5				29
30				65.4	8.0	75.4	7.1						30
31					3.1		22.7	2.4					31
Total	1.6	195.2	17.6	177.7	224.5	395.0	691.5	612.1	378.9	139.2	31.1	1.6	
Annual Total ()												2,866.0	

Daily Precipitation																	
STATION BAN KHLONG SI SOOK													DATE				
RIVER, IN THE BASIN OF													ELEVATION	UNIT	mm	YEAR	1969
DATE	Jan	Feb	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE				
1					1.6	14.8	71.7	27.1	12.2	7.3	4.5		1				
2		18.6			24.3		19.7	1.7	52.4	6.2	2.5		2				
3						18.1	26.5	21.0	19.7	5.4	4.1		3				
4				8.9				30.2	71.3				4				
5						40.6	87.7	25.6	38.6				5				
6	14.0				6.5	68.0	47.7	38.0	5.1				6				
7					1.3	67.0	10.6	34.1	4.0				7				
8					8.2	20.6	45.0	10.8	6.3				8				
9						19.9	25.5	2.1					9				
10				5.4		49.4	8.7	22.7	0.6				10				
11				0.1		59.7	6.9	27.7	7.0				11				
12				0.3		12.9	103.3	10.9	4.6	22.6			12				
13			4.8	0.3		53.4	42.0		25.2	8.1			13				
14			22.2				5.9	7.6	1.4				14				
15			16.2				9.0		38.4	13.2			15				
16							40.0		7.7	8.8			16				
17			11.3			2.2	53.2	3.1	0.5	9.5			17				
18						13.2	63.8		55.5	3.4			18				
19	1.4				14.5	50.0	23.2	3.7	14.4				19				
20						34.8	0.5	51.2	56.0				20				
21					0.3		3.4	10.5	10.0	1.3			21				
22			33.6		0.3			6.0		30.6			22				
23			6.3		21.0		265.8			24.3			23				
24	8.4		1.2		3.2	20.6			20.3	9.2			24				
25					4.2	4.6							25				
26						1.0	14.3		4.3	1.6			26				
27				6.2	6.1	13.1	35.6		46.6				27				
28				0.1	13.4	64.2	54.2	36.2	6.7	0.8			28				
29	2.2				4.7	46.8	8.0	4.8	6.6	5.7			29				
30				0.6	18.3	43.9	10.6	47.9	10.4	1.5			30				
31					13.4		5.7	7.8		11.4			31				
Total	26.0	18.6	95.6	21.9	141.3	718.8	1,088.5	430.7	525.8	171.6	11.1	0.0					
Annual Total ()												3,249.9					

Daily Precipitation																	
STATION BAN KHLONG SI SOOK													DATE				
RIVER, IN THE BASIN OF													ELEVATION	UNIT	mm	YEAR	1970
DATE	Jan	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE				
1			6.9	21.4				94.4	42.1			2.3	1				
2				15.5	0.4	3.1	2.4	31.6	1.3			6.3	2				
3					3.9	21.8	5.1	24.9	36.4				3				
4						5.4	20.2	6.3	3.0			0.7	4				
5			10.4			3.2	19.5		43.2				5				
6						22.1	0.8	11.4	48.0				6				
7						57.0	22.2	21.7	22.3	2.6			7				
8				21.1		37.0	55.4		6.0	13.8			8				
9		94.5				1.4	27.4		0.4	1.0			9				
10							29.2		10.9				10				
11		6.4			45.2		26.2		66.1	8.8			11				
12		0.2		50.0	64.4	31.4	29.0	3.1	21.3	9.2			12				
13					62.4	27.2	6.7	34.5		43.9		4.4	13				
14						26.4	5.0	49.4		5.0			14				
15					20.2		12.7	34.7	3.4	2.8	6.7		15				
16						18.9	4.9	4.7	57.0	43.6			16				
17		10.7			20.1	88.4	13.8	12.7	17.6	1.3			17				
18					24.1	15.8	7.7	29.9	5.0	18.6			18				
19					4.7	30.2		13.3	8.7				19				
20					11.6	20.8		8.8	1.5				20				
21				0.8		24.1		17.3	8.0				21				
22			18.7	4.4		19.2	51.7	25.0		12.9			22				
23			28.5		34.8	36.2	13.0	1.8	0.8	3.0			23				
24				15.8		6.4	1.5	24.0					24				
25						3.6	4.5	28.2		5.7			25				
26				14.3	40.2	15.6	36.2	44.4	21.2	6.9			26				
27			0.5			12.2		13.0		3.6			27				
28				10.5		9.6	2.2	2.0	28.8				28				
29					14.2	63.2	48.7		6.0	2.9	1.4		29				
30				5.0				17.4			2.0		30				
31			1.0				4.2						31				
Total	0.0	111.8	66.0	164.8	346.6	600.2	450.2	554.5	459.0	185.6	10.1	13.7					
Annual Total ()												2,962.5					

(2) Monthly Precipitation

YEAR	STATION NAKHON NAYOK CATCHMENT AREA												ANNUAL Total
	RIVER IN THE BASIN OF												
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	
	ELEVATION												
	UNIT												
	sq. km												
	m												
	mm												
	°												
	°												
1952	0.0	26.9	138.7	43.2	229.2	329.4	374.0	420.2	443.9	264.8	28.7	0.0	2,299.0
1953	29.7	79.4	114.2	67.1	273.6	297.9	370.0	296.6	337.0	145.9	80.5	7.4	2,099.3
1954	60.3	2.5	109.7	169.0	249.0	416.4	364.7	899.7	577.1	81.1	0.0	0.6	2,930.1
1955	0.0	31.1	50.8	140.9	377.1	495.0	282.2	231.7	356.8	172.5	78.6	0.0	2,216.7
1956	23.7	0.0	97.0	178.0	296.6	371.0	540.6	431.3	669.3	242.7	42.0	0.0	2,892.2
1957	5.3	3.6	32.2	98.3	159.9	307.4	318.5	658.2	660.4	527.8	52.6	0.0	2,824.2
1958	0.0	109.3	4.0	109.3	54.6	379.2	282.4	243.9	446.4	180.0	0.0	0.0	1,809.1
1959	0.0	24.9	49.4	196.6	127.1	136.4	397.9	284.7	441.3	238.0	18.4	7.8	1,922.5
1960	0.0	0.0	57.6	18.6	144.0	442.4	323.1	314.0	434.6	306.0	94.1	0.0	2,134.4
1961	0.0	21.4	59.3	119.9	358.1	315.6	246.0	681.2	450.7	322.2	26.5	0.9	2,601.8
1962	0.0	8.9	0.0	142.4	286.1	480.4	424.1	239.0	409.8	201.9	1.3	0.0	2,193.9
1963	0.0	22.4	35.9	44.4	77.9	178.0	319.8	485.4	385.7	214.7	42.8	1.9	1,808.9
1964	0.0	4.0	3.2	38.2	273.2	106.2	210.5	207.4	195.3	239.3	0.1	0.0	1,277.4
1965	0.0	15.1	8.4	0.5	272.9	251.9	171.4	126.3	211.6	66.9	27.9	0.0	1,152.9
1966	0.0	0.2	0.3	15.2	404.4	207.6	313.0	601.2	315.7	192.7	7.3	62.1	2,119.7
1967	0.0	0.0	0.0	22.9	138.4	184.6	383.1	327.6	341.3	216.6	76.8	0.0	1,691.3
1968	0.9	59.8	20.5	94.1	152.9	53.4	325.8	407.8	255.6	69.9	42.0	0.0	1,482.7
1969	0.6	0.0	61.2	91.9	173.5	371.5	297.4	122.0	523.8	125.0	4.8	0.8	1,772.5
1970	0.0	19.4	9.6	31.0	154.9	189.6	154.7	173.3	140.1	43.1	1.4	1.7	918.8
Total	120.5	428.9	852.0	1,621.5	4,203.4	5,513.9	6,099.2	7,151.5	7,596.4	3,851.1	625.8	83.2	98,147.4
Mena	6.34	22.57	44.84	85.34	221.23	290.21	321.01	376.39	399.81	202.69	32.94	4.38	2,007.75

A - 4 (B)

YEAR	MONTHLY MEAN DISCHARGE												ANNUAL
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	
1965	-	-	-	2.95	16.2	39.2	20.0	47.5	25.2	8.72	3.08	0.60	-
1966	0.17	0.10	0.07	0.04	5.72	20.2	56.6	49.6	27.3	7.70	1.78	0.51	14.14
1967	0.12	0.05	0.00	0.08	2.42	8.79	31.4	42.9	21.0	10.6	1.38	0.32	9.92
1968	0.08	0.11	0.05	0.13	3.58	6.89	27.2	29.9	26.1	8.31	1.02	0.21	8.63
1969	0.06	0.02	0.01	0.00	0.12	18.60	76.9	30.6	38.4	9.63	3.41	0.78	14.88
Total	0.43	0.28	0.13	3.20	28.04	93.68	212.1	200.5	138.0	44.96	10.67	2.42	-
Mean	0.11	0.07	0.03	0.64	5.61	18.73	42.42	40.10	27.60	8.99	2.14	0.48	12.24

Monthly Mean Discharge STATION BAN KHLONG SI SOOK CATCHMENT AREA 196
 Kulong Tha Dan RIVER IN THE BASIN OF ELEVATION UNIT m³/s

587

Daily Discharge STATION BAN KHLONG SI SOOK
 Khlong Tha Dan RIVER, IN THE BASIN OF ELEVATION UNIT m³/S YEAR 1965

DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1				3.31	2.31	13.2	16.2	26.2	42.1	33.6	6.81	0.88	1
2				3.66	1.95	19.7	12.7	28.4	25.6	23.6	8.44	0.88	2
3				3.83	3.31	8.06	9.96	44.0	19.2	19.2	5.84	0.83	3
4				4.00	3.02	5.59	8.06	115	21.5	18.7	7.06	0.88	4
5				3.83	3.66	21.5	11.1	94.3	18.2	18.7	7.06	0.83	5
6				3.48	3.31	10.3	10.7	120	30.6	15.2	6.32	0.83	6
7				4.34	3.02	8.82	10.7	115	22.9	15.7	4.69	0.78	7
8				4.69	3.02	8.82	17.2	193	17.2	15.2	4.00	0.78	8
9				4.00	3.66	40.4	10.7	63.4	13.6	11.1	3.48	0.72	9
10				3.66	3.83	64.6	8.44	33.6	18.7	9.20	3.14	0.67	10
11				3.48	5.84	50.0	7.06	22.2	13.6	8.44	2.78	0.67	11
12				3.14	6.57	37.8	6.57	15.7	14.8	9.96	2.54	0.61	12
13				3.02	6.08	37.0	11.1	12.7	12.7	7.06	2.43	0.61	13
14				3.14	7.68	35.3	8.06	10.7	26.2	6.08	2.19	0.56	14
15				3.02	7.06	26.9	6.81	11.9	40.4	5.35	2.19	0.56	15
16				2.90	6.57	40.4	6.32	12.3	20.2	4.86	2.07	0.56	16
17				2.66	7.06	44.0	32.2	14.4	14.8	4.34	2.31	0.53	17
18				2.54	15.7	52.0	15.7	11.5	11.9	3.83	2.19	0.51	18
19				2.43	11.5	63.4	11.9	10.7	22.2	3.48	2.19	0.51	19
20				2.43	11.1	62.3	12.3	41.3	31.4	3.14	2.43	0.51	20
21				2.31	8.06	107	9.20	30.6	22.9	2.90	1.70	0.48	21
22				2.31	7.30	44.0	7.68	35.3	38.7	2.66	1.52	0.48	22
23				2.19	11.5	32.2	22.2	18.7	24.2	2.66	1.44	0.46	23
24				2.19	21.5	104	39.6	28.4	29.9	2.54	1.36	0.46	24
25				2.19	22.9	46.0	32.2	20.9	30.6	2.66	1.27	0.46	25
26				2.07	18.2	51.0	32.9	17.7	20.2	2.54	1.18	0.46	26
27				1.95	37.8	49.0	34.4	18.2	32.2	2.31	1.10	0.43	27
28				1.95	63.4	31.4	117	22.9	31.4	2.19	0.99	0.43	28
29				1.86	74.4	38.7	32.9	115	54.2	2.54	0.94	0.40	29
30				1.86	53.0	23.6	29.2	76.9	35.3	6.81	0.88	0.40	30
31					68.3		27.6	92.9		3.83		0.38	31
Total				88.44	502.61	1,176.99	619.36	1,473.8	757.4	270.38	92.54	18.55	
Mean				2.95	16.2	39.2	20.0	47.5	25.2	8.72	3.08	0.60	
Annual Total ()													

Daily Discharge STATION BAN KHLONG SI SOOK
 Khlong Tha Dan RIVER, IN THE BASIN OF ELEVATION UNIT m³/sec YEAR 1966

DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1	0.28	0.11	0.11	0.01	0.01	13.4	13.8	17.5	32.0	5.74	4.28	0.73	1
2	0.25	0.11	0.20	0.02	0.01	8.56	97.7	14.7	22.7	4.70	3.88	0.73	2
3	0.25	0.13	0.18	0.07	0.01	6.37	90.8	12.2	17.0	4.28	3.46	0.69	3
4	0.25	0.13	0.16	0.07	0.01	4.70	49.0	29.3	13.8	3.67	3.26	0.65	4
5	0.22	0.11	0.13	0.11	0.07	4.08	37.7	25.3	15.2	3.46	2.85	0.57	5
6	0.22	0.09	0.13	0.07	0.35	3.06	37.0	17.5	20.8	4.49	2.73	0.57	6
7	0.20	0.09	0.11	0.06	0.28	3.46	21.4	51.6	16.6	12.2	2.38	0.53	7
8	0.20	0.09	0.11	0.04	0.38	2.50	14.3	30.6	25.3	8.04	2.38	0.53	8
9	0.20	0.09	0.11	0.04	0.85	4.70	11.9	22.7	97.7	11.6	2.15	0.53	9
10	0.18	0.09	0.09	0.02	3.06	4.70	10.6	49.9	45.6	11.6	2.15	0.49	10
11	0.18	0.07	0.07	0.02	2.62	5.11	8.30	57.0	33.4	10.6	2.03	0.45	11
12	0.18	0.07	0.07	0.02	1.02	4.49	7.78	56.1	24.0	10.3	1.91	0.45	12
13	0.18	0.07	0.06	0.01	0.65	3.46	6.58	37.7	22.7	9.34	1.68	0.42	13
14	0.18	0.07	0.06	0.01	0.42	9.34	7.00	174	24.7	9.34	1.80	0.42	14
15	0.16	0.07	0.06	0.01	0.38	50.8	10.3	62.8	29.3	8.30	2.03	0.45	15
16	0.16	0.07	0.02	0.01	0.32	15.7	80.5	50.8	45.6	8.30	1.43	0.49	16
17	0.16	0.07	0.02	0.01	4.08	9.93	55.2	127	32.0	9.34	1.35	0.57	17
18	0.16	0.07	0.02	0.01	4.49	11.9	35.6	135	59.0	8.30	1.26	0.53	18
19	0.15	0.07	0.06	0.01	5.95	12.2	36.3	56.1	68.7	7.52	1.18	0.49	19
20	0.15	0.06	0.06	0.01	5.32	41.6	111	35.6	44.8	7.00	1.10	0.45	20
21	0.15	0.13	0.04	0.04	2.50	40.1	120	24.0	29.9	5.95	1.02	0.45	21
22	0.13	0.11	0.02	0.15	1.91	17.0	130	20.8	22.7	5.32	0.93	0.49	22
23	0.13	0.13	0.02	0.07	2.03	112	64.7	37.0	16.1	4.70	0.85	0.65	23
24	0.13	0.13	0.02	0.06	4.28	33.4	35.6	29.3	11.6	4.49	0.81	0.69	24
25	0.13	0.11	0.02	0.06	3.46	18.2	180	28.6	11.6	20.1	0.77	0.61	25
26	0.13	0.13	0.02	0.04	32.0	12.6	156	21.4	9.34	9.60	0.77	0.45	26
27	0.13	0.13	0.02	0.02	13.8	9.33	126	98.8	8.04	7.52	0.77	0.42	27
28	0.13	0.13	0.01	0.02	16.6	90.8	85.0	66.7	7.00	6.79	0.73	0.40	28
29	0.13	0.01	0.02	0.02	16.6	32.0	56.1	45.6	6.79	5.95	0.73	0.38	29
30	0.11	0.01	0.02	0.02	30.6	20.1	33.4	64.7	5.74	5.32	0.69	0.35	30
31	0.11		0.01		23.4		24.0	36.3		4.70		0.32	31
Total	5.32	2.73	2.07	1.13	177.46	605.59	1,753.56	1,536.6	819.71	238.56	53.36	15.99	
Mean	0.17	0.10	0.07	0.04	5.72	20.2	56.6	49.6	27.3	7.70	1.78	0.51	
Annual Total ()													

Daily Discharge STATION BAN KHLONG SI SOOK
Klong Tha Dan RIVER, IN THE BASIN OF ELEVATION UNIT m³/sec YEAR 1967

DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1	0.25	0.07	0.01	0.00	0.25	2.79	22.4	23.6	15.5	13.1	2.34	0.76	1
2	0.22	0.07	0.01	0.00	0.25	3.05	67.3	57.2	13.9	57.2	2.24	0.66	2
3	0.22	0.07	0.00	0.00	0.20	14.3	18.8	32.3	12.7	33.9	2.05	0.62	3
4	0.20	0.06	0.00	0.00	0.15	8.53	18.8	40.5	11.5	19.3	1.95	0.57	4
5	0.20	0.06	0.00	0.00	0.12	23.6	11.5	48.9	8.86	13.1	1.76	0.47	5
6	0.20	0.06	0.00	0.00	0.11	10.5	19.7	41.6	8.86	10.2	1.67	0.47	6
7	0.17	0.05	0.00	0.00	0.08	9.52	64.8	53.5	7.94	10.2	1.57	0.43	7
8	0.17	0.05	0.00	0.00	0.08	8.53	26.4	27.8	21.3	8.53	1.50	0.43	8
9	0.15	0.05	0.00	0.00	0.11	6.38	33.9	24.1	13.9	7.42	1.43	0.38	9
10	0.15	0.05	0.00	0.00	0.12	5.07	43.6	67.3	28.4	6.90	1.35	0.38	10
11	0.12	0.05	0.00	0.00	0.28	4.54	27.8	33.9	23.0	6.12	1.28	0.38	11
12	0.12	0.05	0.00	0.00	0.20	25.8	19.7	67.3	16.9	5.42	2.15	0.35	12
13	0.12	0.05	0.00	0.00	0.38	56.0	16.9	37.2	14.7	48.9	2.79	0.30	13
14	0.11	0.05	0.00	0.00	0.43	16.0	59.8	30.4	15.5	10.5	1.76	0.28	14
15	0.11	0.05	0.00	0.00	0.80	9.19	47.8	21.3	15.1	7.94	1.57	0.25	15
16	0.11	0.05	0.00	0.00	0.99	6.90	25.8	39.7	16.4	6.64	1.35	0.25	16
17	0.10	0.05	0.00	0.00	0.71	4.72	24.1	69.8	13.5	5.86	1.21	0.25	17
18	0.10	0.04	0.00	0.00	0.57	11.2	52.2	45.8	16.4	5.07	1.21	0.22	18
19	0.10	0.04	0.00	0.00	0.47	6.90	34.8	25.8	16.0	4.54	1.14	0.22	19
20	0.08	0.04	0.00	0.00	3.18	4.72	21.9	147.0	17.8	4.02	1.07	0.22	20
21	0.08	0.04	0.00	0.06	1.76	3.71	19.3	77.5	29.0	3.71	0.92	0.22	21
22	0.08	0.04	0.00	0.10	1.57	3.05	24.1	99.2	18.3	3.58	0.92	0.20	22
23	0.08	0.04	0.00	0.08	1.86	2.43	15.5	36.4	28.4	5.25	0.85	0.20	23
24	0.08	0.04	0.00	0.11	2.79	2.15	18.8	23.0	85.2	6.12	0.80	0.17	24
25	0.07	0.02	0.00	0.17	7.42	1.86	28.4	16.9	29.0	5.86	0.76	0.22	25
26	0.07	0.02	0.00	0.30	7.42	1.67	66.0	13.5	28.4	4.02	0.76	0.22	26
27	0.07	0.02	0.00	0.12	8.20	1.57	66.0	26.4	43.6	3.71	0.71	0.20	27
28	0.07	0.01	0.00	0.66	18.8	2.43	31.0	29.0	25.2	3.32	0.71	0.20	28
29	0.07		0.00	0.43	7.42	1.95	19.7	24.7	19.3	2.92	0.76	0.17	29
30	0.07		0.00	0.30	4.90	4.54	14.7	30.4	14.7	2.79	0.80	0.17	30
31	0.07		0.00		3.45		11.5	18.8		2.53		0.17	31
Total	3.81	1.29	0.02	2.33	75.07	263.60	973.0	1,330.80	629.26	328.67	41.38	10.00	
Mean	0.12	0.05	0.00	0.08	2.42	8.79	31.4	42.9	21.0	10.6	1.38	0.33	
Annual Total ()													

Daily Discharge STATION BAN KHLONG SI SOOK
Klong Tha Dan RIVER, IN THE BASIN OF ELEVATION UNIT m³/sec YEAR 1968

DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1	0.14	0.05	0.07	0.02	2.31	1.62	33.6	20.7	16.1	12.1	1.81	0.42	1
2	0.14	0.05	0.07	0.02	1.90	3.61	41.8	52.5	18.3	11.4	1.81	0.38	2
3	0.10	0.05	0.06	0.01	0.91	6.29	20.7	46.2	14.4	10.0	1.81	0.38	3
4	0.10	0.05	0.06	0.01	1.24	6.94	39.9	33.0	12.1	9.43	1.62	0.38	4
5	0.10	0.04	0.06	0.01	23.2	6.50	53.4	23.8	37.4	18.8	1.62	0.38	5
6	0.09	0.04	0.05	0.01	12.1	4.48	30.6	18.8	24.9	13.5	1.43	0.34	6
7	0.09	0.04	0.05	0.02	13.5	3.12	19.3	21.7	25.4	12.1	1.24	0.34	7
8	0.09	0.04	0.05	0.02	10.7	2.44	13.2	24.9	18.8	11.8	1.24	0.31	8
9	0.09	0.03	0.05	0.02	6.72	2.17	27.1	50.1	15.6	10.0	1.15	0.31	9
10	0.09	0.14	0.05	0.02	5.64	2.58	15.6	78.4	13.2	21.7	1.52	0.31	10
11	0.08	0.08	0.05	0.02	4.13	2.85	11.8	34.8	64.0	13.9	1.24	0.28	11
12	0.08	0.06	0.05	0.02	5.43	2.72	10.7	28.8	29.4	13.2	1.05	0.28	12
13	0.08	0.05	0.05	0.02	3.43	2.44	8.86	29.4	82.8	12.4	1.05	0.24	13
14	0.08	0.05	0.07	0.02	3.78	1.26	7.44	23.8	53.4	11.4	1.62	0.24	14
15	0.08	0.05	0.06	0.03	2.44	4.65	40.5	35.5	36.7	9.43	1.15	0.20	15
16	0.07	0.04	0.07	0.06	1.81	5.43	31.2	63.1	26.6	8.58	0.96	0.20	16
17	0.07	0.04	0.08	0.06	1.43	7.15	18.8	36.1	24.9	7.44	0.81	0.17	17
18	0.06	0.04	0.05	0.06	1.15	7.15	45.5	25.4	22.7	6.50	0.76	0.10	18
19	0.06	0.04	0.03	0.14	0.86	4.83	20.2	19.3	23.2	5.64	0.76	0.10	19
20	0.06	0.34	0.03	0.14	0.81	6.50	16.1	24.9	25.4	5.00	0.70	0.07	20
21	0.06	0.38	0.03	0.09	0.70	4.65	14.4	19.3	22.7	4.48	0.65	0.09	21
22	0.06	0.20	0.03	0.08	0.60	3.96	40.5	25.4	22.2	4.30	0.60	0.09	22
23	0.06	0.17	0.03	0.06	0.50	3.43	41.1	30.6	19.3	3.96	0.60	0.09	23
24	0.05	0.50	0.03	0.07	0.45	3.12	43.6	26.0	16.1	3.43	0.55	0.09	24
25	0.05	0.28	0.03	0.07	0.42	3.96	51.7	32.4	18.3	2.99	0.50	0.08	25
26	0.05	0.17	0.03	0.76	0.42	3.61	34.2	19.8	27.6	2.85	0.50	0.08	26
27	0.06	0.09	0.03	0.65	0.34	3.43	27.1	15.6	23.2	2.58	0.50	0.08	27
28	0.06	0.08	0.03	0.38	0.34	26.6	19.8	18.8	18.1	2.44	0.42	0.08	28
29	0.06	0.08	0.03	0.42	0.28	30.6	16.5	13.9	16.5	2.31	0.42	0.08	29
30	0.06		0.03	0.70	1.34	36.7	29.4	19.3	14.8	2.17	0.38	0.08	30
31	0.05		0.03		2.04		19.8	15.2		1.90		0.08	31
Total	2.37	3.27	1.44	3.97	110.92	206.79	844.4	927.5	784.3	257.73	30.47	6.37	
Mean	0.08	0.11	0.05	0.13	3.58	6.89	27.2	29.9	26.1	8.31	1.02	0.21	
Annual Total ()													

Daily Discharge STATION BAN KHLONG SI SOOK
 Log Tha Dan RIVER, IN THE BASIN OF _____ ELEVATION _____ UNIT m³/sec YEAR 1969

DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1	0.09	0.03	0.01	0.01	0.00	7.90	73.8	38.9	14.2	24.8	7.38	1.40	1
2	0.09	0.03	0.01	0.01	0.00	31.0	64.0	54.6	13.7	22.9	8.86	1.40	2
3	0.09	0.05	0.01	0.00	0.01	3.68	48.2	44.2	59.3	20.5	7.90	1.31	3
4	0.08	0.03	0.01	0.00	0.01	3.36	71.4	32.4	89.0	16.0	6.60	1.22	4
5	0.08	0.03	0.00	0.01	0.01	1.67	26.0	47.2	184	13.3	6.08	1.22	5
6	0.08	0.02	0.00	0.00	0.01	4.22	36.4	45.2	77.6	11.1	5.30	1.16	6
7	0.11	0.02	0.00	0.00	0.01	10.8	43.2	67.7	42.2	9.82	4.94	1.09	7
8	0.08	0.02	0.00	0.00	0.02	27.3	72.6	139	31.0	8.54	4.40	1.02	8
9	0.08	0.02	0.00	0.00	0.06	20.5	89.0	56.9	22.3	7.38	4.04	0.96	9
10	0.08	0.02	0.00	0.00	0.18	21.7	45.2	41.4	21.7	6.60	3.68	0.90	10
11	0.07	0.02	0.00	0.01	0.12	25.4	23.6	38.9	18.0	5.82	3.50	0.90	11
12	0.06	0.02	0.00	0.00	0.10	33.2	42.2	41.4	16.0	5.56	3.22	0.83	12
13	0.06	0.02	0.00	0.00	0.09	25.4	65.2	44.2	14.2	7.38	3.09	0.76	13
14	0.06	0.01	0.00	0.00	0.07	21.7	39.7	28.1	29.5	6.60	2.95	0.76	14
15	0.06	0.01	0.00	0.00	0.06	12.0	24.8	23.6	16.5	7.38	2.81	0.76	15
16	0.06	0.01	0.00	0.00	0.06	8.86	17.0	21.7	26.0	8.22	2.67	0.70	16
17	0.06	0.01	0.00	0.00	0.03	6.86	25.4	21.7	21.1	7.64	2.53	0.64	17
18	0.06	0.01	0.00	0.00	0.03	5.82	64.0	22.9	18.0	7.38	2.26	0.64	18
19	0.06	0.01	0.00	0.00	0.02	7.90	73.8	18.0	35.6	7.38	2.12	0.64	19
20	0.07	0.01	0.00	0.00	0.02	16.5	47.2	14.6	29.5	6.08	2.12	0.57	20
21	0.06	0.01	0.00	0.00	0.02	15.5	25.4	12.9	139	6.86	1.94	0.57	21
22	0.06	0.01	0.00	0.00	0.02	8.86	17.0	11.5	61.6	8.86	1.85	0.54	22
23	0.06	0.01	0.00	0.00	0.02	6.86	12.4	10.5	33.9	9.82	1.76	0.51	23
24	0.06	0.01	0.00	0.00	0.03	7.38	72.5	9.18	26.6	10.5	1.67	0.48	24
25	0.06	0.01	0.00	0.00	0.02	12.9	179	7.90	22.3	9.18	1.67	0.48	25
26	0.06	0.01	0.00	0.00	0.02	9.82	34.7	7.12	18.0	8.22	1.49	0.48	26
27	0.04	0.01	0.00	0.00	0.03	7.38	73.8	6.34	16.0	8.22	1.49	0.48	27
28	0.03	0.01	0.00	0.00	0.04	72.6	75.1	6.34	20.5	6.60	1.31	0.45	28
29	0.03		0.00	0.00	0.22	33.2	160	7.64	18.0	6.34	1.31	0.42	29
30	0.03		0.00	0.00	0.40	87.7	45.2	8.22	15.5	6.08	1.31	0.42	30
31	0.03		0.00		1.85		42.2	19.0		7.38		0.42	31
Total	2.00	0.48	0.46	0.04	3.58	557.97	2,382.5	949.24	1,150.8	298.44	102.25	24.10	
Mean	0.06	0.02	0.01	0.00	0.12	18.60	76.9	30.6	38.4	9.63	3.41	0.78	
Annual Total ()													

A - 4 (C)

Daily Mean and Monthly

YEAR	BAN KHLONG SI SOOK CATCHMENT AREA												
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	ANNUAL
RIVER, IN THE BASIN OF													
STATION													
ELEVATION													
sq. km													
UNIT													
m													
mm													
° W													
1965	4.9	5.1	6.4	7.4	5.0	3.2	4.3	3.7	4.1	3.8	4.0	4.6	
1966	4.7	5.7	6.8	5.9	4.7	5.4	4.8	5.0	4.2	3.8	4.3	4.1	
1967	5.1	5.2	5.6	5.3	5.1	4.6	4.4	3.7	4.0	3.8	4.1	4.8	
1968	4.5	5.5	5.9	5.5	4.4	4.5	4.7	4.3	4.3	4.4	4.1	4.6	
1969	4.7	4.5	5.1	4.9	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.8	4.4	
1970	23.9	26.0	29.8	29.0	28.5	25.5	25.0	23.6	23.6	22.4	24.3	26.2	
Total	4.8	5.2	5.9	5.8	4.7	4.2	4.1	3.9	3.9	3.7	4.1	4.4	4.6
1965	152.9	142.5	197.6	221.3	154.0	97.0	132.0	114.0	124.0	118.0	120.0	143.0	
1966	146.4	160.1	210.8	176.9	146.9	163.0	147.4	155.5	126.2	117.2	129.5	127.9	
1967	158.1	149.6	172.8	159.1	148.4	137.9	136.6	113.3	119.7	116.6	121.6	149.0	
1968	140.2	154.1	181.7	164.6	134.7	113.4	144.9	132.1	128.5	135.2	124.6	142.0	
1969	144.9	126.0	157.5	145.9	139.4	119.4	108.3	107.3	105.9	109.2	116.2	135.4	
1970	742.5	32.3	920.4	867.8	765.4	770.3	770.3	726.0	709.1	691.6	732.6	811.7	
Total	148.5	146.5	184.0	173.6	146.2	127.6	128.4	121.0	118.2	115.3	122.1	135.3	1,666.7 (138.8)

Daily Evaporation													
STATION BAN KHLONG SI SOOK													
RIVER, IN THE BASIN OF													
ELEVATION													
UNIT mm													
YEAR 1965													
DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1					5	5	4	3	4	4	8	6	1
2					7	7	3	3	5	7	3	5	2
3					7	4	4	4	2	4	4	4	3
4					5	6	3	2	4	1	3	4	4
5					4	5	8	3	3	4	5	4	5
6					4	2	6	3	4	3	3	4	6
7					4	4	6	2	4	4	3	4	7
8					5	2	5	4	5	6	6	4	8
9					4	4	4	3	4	0	3	5	9
10					5	4	5	10	9	4	4	5	10
11					5	4	5	5	3	4	4	5	11
12					6	2	7	4	6	3	4	4	12
13					5	3	1	3	4	4	5	4	13
14					5	2	2	6	2	3	4	6	14
15					4	2	8	4	6	3	5	5	15
16					9	1	4	2	3	4	3	5	16
17					4	2	7	6	3	4	5	4	17
18					4	3	3	2	3	5	3	5	18
19					5	4	2	6	5	4	3	4	19
20					6	3	6	3	7	3	5	5	20
21					4	1	4	6	4	5	3	3	21
22					3	3	5	3	2	4	3	3	22
23					6	2	6	4	4	2	5	4	23
24					7	3	3	4	5	3	3	6	24
25					3	1	3	3	5	4	3	5	25
26					5	2	2	4	2	5	3	5	26
27					5	3	3	4	7	5	5	3	27
28					1	4	2	2	4	5	3	7	28
29					4	6	2	1	2	6	4	5	29
30					6	3	5	3	3	3	5	5	30
31					7		4	2		2		5	31
Total					154	97	132	114	124	118	120	143	
Mean					5.0	3.2	4.3	3.7	4.1	3.8	4.0	4.6	
Annual Total ()													

Daily Evaporation													
STATION BAN KHLONG SI SOOK													
RIVER, IN THE BASIN OF													
ELEVATION													
UNIT mm													
YEAR 1966													
DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1	5.1	5.0	6.7	10.6	8.0	5.0	4.0	4.6	2.9	5.0	4.0	4.5	1
2	5.2	4.7	6.5	7.0	7.5	6.0	2.0	4.2	4.1	6.0	4.9	4.5	2
3	5.4	5.0	5.0	8.0	6.2	3.9	2.5	2.0	1.9	5.0	6.0	4.0	3
4	5.0	5.0	7.0	8.0	4.0	8.0	4.5	2.2	2.8	6.0	4.6	4.0	4
5	5.0	6.1	6.0	10.3	2.0	3.1	3.0	4.7	4.7	3.1	5.5	4.0	5
6	5.2	5.0	6.2	8.0	3.2	6.1	5.2	3.9	3.6	4.3	5.0	4.9	6
7	5.0	5.1	7.0	7.3	1.1	3.5	7.0	4.5	5.9	3.9	4.9	4.0	7
8	4.9	5.4	6.5	6.2	9.5	6.0	4.8	3.7	2.4	3.9	4.5	4.8	8
9	5.2	6.0	7.3	10.0	4.6	5.6	5.1	4.0	3.7	3.6	4.8	4.9	9
10	4.8	6.2	6.2	10.0	5.0	4.8	7.0	4.5	3.6	3.2	4.1	4.7	10
11	4.0	6.0	5.0	6.0	8.0	4.9	6.0	7.3	5.1	3.5	5.2	4.0	11
12	4.0	5.0	5.0	7.0	6.0	4.8	3.0	7.3	2.8	3.6	5.8	4.3	12
13	5.3	5.0	5.4	7.0	6.5	2.5	6.2	11.3	4.4	4.1	5.1	3.7	13
14	5.4	5.5	5.0	6.0	5.1	7.2	11.0	4.2	4.0	4.9	3.0	6.2	14
15	5.5	6.0	5.5	6.7	3.5	5.6	5.0	1.3	3.9	3.9	3.9	3.4	15
16	6.3	5.0	5.1	5.0	4.9	5.0	4.7	10.5	8.2	2.9	3.1	3.1	16
17	5.0	5.5	3.7	9.0	2.1	8.8	4.7	4.3	2.6	2.6	5.2	4.0	17
18	5.0	6.2	5.0	6.0	2.1	5.3	3.6	4.8	5.5	5.8	4.6	4.0	18
19	5.0	6.0	6.1	6.8	4.7	10.5	4.9	3.8	2.3	2.3	3.7	4.3	19
20	5.9	3.5	7.2	10.1	4.6	5.8	5.0	5.2	4.3	4.3	4.0	4.0	20
21	6.3	6.0	8.0	7.6	3.5	6.0	6.1	5.7	3.2	5.8	5.1	2.2	21
22	5.0	5.1	10.0	5.5	3.9	9.0	7.0	7.0	5.8	4.5	5.2	3.1	22
23	4.6	0.4	7.0	6.2	4.0	3.0	4.0	3.0	6.0	0.1	5.0	4.0	23
24	5.0	5.0	7.5	6.2	0.7	3.0	4.0	6.0	4.3	1.0	4.0	3.8	24
25	4.0	0.0	8.0	6.3	3.6	3.5	2.0	4.2	4.0	2.1	4.4	3.0	25
26	4.0	6.5	9.5	7.0	5.9	3.4	3.6	4.0	5.0	3.0	1.7	4.3	26
27	4.0	6.3	5.5	7.2	4.7	6.0	2.0	3.6	6.6	4.6	2.3	4.4	27
28	4.0	6.0	8.0	5.0	4.4	6.4	4.5	3.5	5.7	2.6	2.9	3.9	28
29	4.2		7.5	7.2	8.3	6.3	5.0	10.7	3.9	3.0	5.0	4.0	29
30	5.0		6.0	8.1	4.0	4.0	4.0	6.1	3.0	4.6	2.0	4.3	30
31	4.6		3.2		5.3		6.0	3.4		4.0		5.6	31
Total	152.9	142.5	197.6	221.3	146.9	163.0	147.4	155.5	126.2	117.2	129.5	127.9	
Mean	4.9	5.1	6.4	7.4	4.7	5.4	4.8	5.0	4.2	3.8	4.3	4.1	
Annual Total ()													

Daily Evaporation													
STATION BAN KHLONG SI SOOK													
RIVER, IN THE BASIN OF _____ ELEVATION _____ UNIT _____ mm _____ YEAR 1967													
DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1	4.1	1.9	6.8	8.4	5.4	4.8	5.8	5.2	1.5	1.0	4.9	3.0	1
2	4.4	3.0	5.6	6.8	5.0	0.7	2.3	3.7	2.8	1.6	5.1	5.5	2
3	5.0	6.2	6.1	7.0	5.2	1.9	3.8	4.3	5.3	3.5	4.8	4.9	3
4	4.0	5.9	6.5	8.3	5.1	2.0	5.3	3.3	8.0	4.5	5.5	5.2	4
5	2.0	5.8	6.8	6.3	5.5	1.9	8.7	2.8	5.0	3.0	4.2	4.0	5
6	4.3	5.4	4.2	5.8	7.0	2.5	4.6	3.2	3.0	3.2	5.1	3.3	6
7	5.9	6.0	4.2	6.5	5.0	1.3	5.6	2.2	6.2	4.0	5.0	3.9	7
8	3.9	6.4	6.8	5.3	3.3	3.5	6.6	4.2	4.7	3.9	4.3	3.7	8
9	5.8	5.7	7.0	6.1	4.0	3.3	2.8	6.4	3.9	2.5	5.2	4.0	9
10	5.0	4.0	6.9	8.0	4.8	4.9	3.0	5.2	4.3	1.4	4.5	5.4	10
11	5.0	5.5	6.2	6.5	4.1	9.1	5.3	6.4	3.0	1.7	3.5	5.3	11
12	5.9	5.7	7.0	9.0	4.4	4.1	4.1	2.5	3.5	5.1	1.7	4.7	12
13	5.0	5.8	5.3	8.0	6.6	3.4	7.7	3.5	4.7	4.3	2.2	4.8	13
14	5.0	6.8	5.9	6.0	4.1	3.0	2.0	3.7	4.4	3.6	4.5	4.9	14
15	5.2	6.5	6.0	4.5	6.2	6.0	2.1	4.5	4.0	4.4	4.4	4.9	15
16	5.0	6.5	7.5	4.9	3.2	4.0	2.9	4.4	2.8	4.7	3.9	5.4	16
17	4.6	6.7	5.8	3.0	4.2	9.5	3.3	1.5	1.0	6.0	4.3	5.0	17
18	4.6	6.9	7.6	5.3	3.4	3.3	2.3	3.1	4.0	4.7	4.4	4.3	18
19	5.7	6.7	7.0	5.0	5.0	5.5	4.3	5.4	3.3	3.0	3.6	5.0	19
20	5.0	6.0	7.8	6.0	4.9	6.6	7.5	2.8	4.1	4.6	2.8	5.5	20
21	4.7	4.6	6.8	5.5	6.0	6.4	8.0	3.1	2.5	4.0	3.0	4.8	21
22	5.0	4.1	8.3	3.0	4.3	6.0	5.0	3.0	3.0	4.1	5.0	5.9	22
23	5.0	6.1	7.8	6.1	4.5	5.7	3.5	3.4	5.0	4.0	3.8	5.4	23
24	5.0	5.9	8.0	5.0	2.1	4.2	5.3	4.1	3.2	3.3	4.4	4.9	24
25	3.0	7.3	6.9	6.0	5.9	5.0	4.1	3.0	6.2	3.8	3.8	4.8	25
26	4.1	5.7	7.2	5.5	5.9	6.0	4.0	1.6	5.6	4.0	4.5	5.8	26
27	4.7	6.0	7.3	4.4	5.3	5.1	2.2	2.4	3.5	4.3	4.0	4.9	27
28	5.7	7.0	7.8	3.4	4.4	5.1	2.8	4.0	4.9	4.7	3.2	4.9	28
29	4.0		8.2	5.6	3.3	6.6	3.4	1.9	2.3	3.9	2.2	4.7	29
30	6.5		7.9	5.5	6.3	6.5	5.5	3.3	4.0	4.8	3.8	5.0	30
31	3.3		7.6		4.0		2.8	5.2		5.0		5.2	31
Total	146.4	160.1	210.8	176.9	148.4	137.9	136.6	113.3	119.7	116.6	121.6	149.0	
Mean	4.7	5.7	6.8	5.9	4.8	4.6	4.4	3.7	4.0	3.8	4.1	4.8	
Annual Total ()													

Daily Evaporation													
STATION BAN KHLONG SI SOOK													
RIVER, IN THE BASIN OF _____ ELEVATION _____ UNIT _____ mm _____ YEAR 1968													
DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1	5.7	6.0	5.0	7.2	4.3	5.9	4.7	7.1	6.2	3.3	4.8	3.0	1
2	4.8	4.9	4.6	7.4	5.7	3.4	3.2	6.4	5.2	3.3	4.4	4.7	2
3	4.3	5.6	4.0	6.9	2.7	2.2	3.4	4.1	4.8	5.2	4.0	5.0	3
4	4.7	5.0	4.4	6.7	3.2	2.5	6.6	3.1	5.1	3.7	4.2	3.7	4
5	4.6	5.1	5.0	4.1	4.1	5.0	3.8	4.6	5.7	3.9	4.8	3.8	5
6	4.5	6.2	5.7	5.1	6.2	5.3	2.0	4.0	2.2	3.8	3.8	2.5	6
7	5.0	6.0	5.1	6.4	3.1	5.5	5.8	2.4	1.5	4.3	4.8	4.8	7
8	5.4	5.6	6.7	6.0	4.1	6.3	6.6	8.0	3.0	3.5	3.9	4.8	8
9	4.6	6.6	5.3	5.9	2.9	5.1	3.6	6.3	4.6	5.4	2.8	5.4	9
10	4.6	6.6	6.2	7.1	4.8	4.9	3.8	1.6	3.4	5.0	3.4	2.8	10
11	5.0	5.4	5.9	6.9	4.5	3.8	6.5	3.0	5.4	2.9	5.6	4.3	11
12	4.8	2.2	4.8	6.3	5.9	3.3	4.0	1.6	9.1	3.9	4.6	5.5	12
13	5.2	5.3	3.6	7.0	5.9	2.9	3.9	1.3	3.1	5.1	4.1	4.5	13
14	4.8	4.7	5.0	4.2	5.3	4.2	5.0	3.4	4.1	4.6	3.3	5.4	14
15	5.3	4.9	5.8	4.9	7.0	3.7	7.0	2.4	4.5	3.6	4.0	5.2	15
16	5.6	5.0	4.9	4.8	5.8	6.2	4.2	4.0	2.8	6.4	4.0	5.0	16
17	5.7	5.1	5.3	6.1	6.5	1.9	5.0	2.8	4.2	3.0	4.7	4.6	17
18	5.0	5.9	5.6	4.2	6.5	3.7	4.8	4.5	2.3	4.7	4.4	3.9	18
19	5.1	7.2	5.7	4.5	6.3	6.3	4.6	5.5	5.1	5.2	3.9	4.0	19
20	5.6	5.8	4.9	4.3	6.6	4.7	4.2	4.0	3.7	5.7	4.6	4.5	20
21	5.7	5.9	6.5	5.0	5.3	4.0	7.2	3.5	2.9	3.6	4.6	4.9	21
22	4.1	5.4	6.7	6.4	4.9	5.0	7.1	2.5	5.5	3.4	4.9	5.7	22
23	4.5	6.4	5.3	5.1	5.5	4.8	3.6	2.8	3.2	4.4	4.6	5.9	23
24	4.7	2.0	6.5	2.3	5.9	5.7	6.3	4.3	5.2	4.5	4.4	6.0	24
25	4.8	3.9	5.7	3.2	5.0	3.9	3.4	5.3	5.6	4.0	2.2	5.2	25
26	6.5	5.3	6.0	2.6	4.9	4.6	3.9	6.3	4.5	4.3	4.7	5.0	26
27	5.8	3.6	7.4	4.4	5.4	7.2	3.0	5.4	4.5	5.3	3.5	4.3	27
28	5.9	4.0	5.5	5.6	5.0	4.4	2.7	4.9	3.0	5.0	3.0	4.6	28
29	5.8	4.0	6.7	2.5	5.5	2.0	6.0	6.9	3.5	5.2	4.8	3.9	29
30	5.0		6.5	6.0	4.0	6.3	4.6	5.0	4.6	4.2	3.8	4.2	30
31	5.0		6.5		5.1		4.4	5.1		4.8		4.9	31
Total	158.1	149.6	172.8	159.1	157.9	134.7	144.9	132.1	128.5	135.2	124.6	142.0	
Mean	5.1	5.2	5.6	5.3	5.1	4.5	4.7	4.3	4.3	4.4	4.1	4.6	
Annual Total ()													

Daily Evaporation													
STATION BAN KHLONG SI SOOK													
RIVER, IN THE BASIN OF ELEVATION UNIT mm YEAR 1969													
DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1	4.8	3.8	6.4	6.0	6.3	3.1	7.5	4.0	5.7	3.1	1.5	4.2	1
2	5.0	3.1	6.8	6.8	6.4	3.9	3.3	2.2	5.3	3.2	2.0	5.3	2
3	5.5	4.9	6.7	7.0	4.3	3.8	3.5	3.5	0.7	1.4	2.8	5.0	3
4	4.8	4.1	5.9	6.8	5.0	3.4	3.0	3.8	6.3	3.7	3.7	4.3	4
5	5.0	4.8	6.5	3.0	6.7	5.8	6.5	1.0	4.4	2.3	5.2	4.0	5
6	0.9	5.4	5.8	5.6	4.5	5.8	3.7	3.0	2.8	2.8	4.0	4.0	6
7	3.6	5.5	6.2	6.6	3.7	5.3	5.3	2.5	1.0	3.5	3.2	4.2	7
8	4.4	5.0	6.6	5.9	3.1	3.6	1.0	1.6	4.0	4.8	4.0	6.7	8
9	5.9	5.5	6.3	5.1	4.5	3.4	4.5	1.4	2.6	3.5	3.9	4.0	9
10	5.0	4.9	6.8	5.4	6.0	3.4	2.7	2.7	2.8	4.4	5.9	4.0	10
11	5.1	5.9	6.9	3.0	4.0	7.0	4.1	2.7	3.0	5.6	4.8	4.0	11
12	6.0	6.0	5.7	3.5	5.8	4.9	3.0	2.9	4.4	3.6	4.3	4.0	12
13	4.9	5.7	4.8	4.6	7.2	3.4	6.1	3.0	5.2	3.0	4.0	4.0	13
14	4.6	5.6	6.0	4.7	5.4	4.0	4.4	2.6	4.2	2.2	4.8	4.0	14
15	4.4	5.9	3.2	5.9	6.5	3.5	3.0	4.3	3.4	3.5	2.4	4.0	15
16	4.7	5.4	5.0	5.3	4.3	1.0	6.7	4.0	1.7	3.0	4.0	3.7	16
17	3.1	6.0	3.2	5.7	4.0	2.8	3.2	2.7	1.5	4.6	3.0	4.0	17
18	4.2	5.6	1.0	5.9	4.0	2.0	4.1	4.0	4.4	3.9	4.3	4.9	18
19	4.3	6.2	7.2	5.0	2.5	3.8	1.4	3.7	2.4	4.0	3.2	4.6	19
20	3.9	6.8	7.0	5.8	4.7	2.8	3.1	4.2	3.0	4.2	4.0	4.0	20
21	5.0	7.2	6.8	7.6	4.3	3.0	2.4	3.5	1.0	4.0	3.7	4.6	21
22	4.4	6.7	7.2	7.5	2.6	4.0	2.4	3.0	4.0	4.0	4.0	4.2	22
23	4.8	3.9	6.1	4.9	4.0	4.0	4.5	3.4	4.6	3.3	3.0	4.2	23
24	4.2	6.7	6.2	5.0	5.1	3.5	1.0	5.0	4.7	4.2	3.8	4.3	24
25	3.0	6.2	5.0	6.0	4.9	1.6	2.0	5.4	3.6	4.0	3.5	3.2	25
26	4.1	5.2	6.0	5.8	4.0	2.0	3.3	5.0	2.3	2.6	4.8	3.9	26
27	4.0	6.3	6.9	7.2	2.4	4.1	2.6	4.0	5.3	3.0	5.8	4.8	27
28	5.2	5.8	5.8	2.9	3.1	4.8	4.1	4.6	3.7	3.7	5.0	4.0	28
29	5.2	6.0	6.5	1.0	3.8	1.0	4.7	3.1	3.1	3.6	3.2	5.8	29
30	4.7	5.9	3.6	2.2	5.9	1.6	5.4	4.8	3.5	4.4	4.0	4.0	30
31	5.5		5.8		2.2		3.3	3.5		3.0		5.5	31
Total	140.2	154.1	181.7	164.6	134.7	113.4	108.3	107.3	105.9	109.2	116.2	135.4	
Mean	4.5	5.5	5.9	5.5	4.3	3.8	3.5	3.5	3.5	3.5	3.9	4.4	
Annual Total ()													

Daily Evaporation													
STATION BAN KHLONG SI SOOK													
RIVER, IN THE BASIN OF ELEVATION UNIT mm YEAR 1970													
DATE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	DATE
1	4.0	5.3	4.8	4.4	4.5	3.7	5.0	4.4	4.0	1.6	2.2	1.3	1
2	4.7	5.5	5.0	6.6	5.0	6.1	4.2	3.1	2.3	3.9	4.4	4.0	2
3	4.4	4.8	5.5	4.3	5.4	5.7	4.2	1.9	4.4	5.0	4.0	3.2	3
4	4.2	5.0	4.8	3.0	4.0	1.3	4.1	2.1	4.5	5.0	4.3	1.7	4
5	3.2	5.3	4.2	4.1	3.7	4.4	1.5	2.8	3.2	7.0	4.0	2.0	5
6	4.4	5.0	4.5	4.0	5.9	6.9	3.6	1.4	5.0	4.0	4.5	3.0	6
7	4.0	5.2	5.6	4.5	4.0	6.9	2.7	2.7	2.3	2.0	4.0	5.0	7
8	4.5	4.4	5.5	4.9	4.7	4.0	3.4	5.5	3.5	1.8	3.0	3.0	8
9	5.0	5.5	5.4	3.0	6.4	3.4	3.2	4.8	1.9	4.5	3.6	3.9	9
10	3.5	3.9	5.7	5.0	4.3	4.1	2.2	4.3	1.8	4.1	4.0	3.0	10
11	5.2	0.0	5.8	6.6	6.5	4.4	3.6	4.0	3.3	3.8	4.0	4.0	11
12	5.2	2.4	6.0	6.0	5.7	3.5	1.0	5.1	4.3	2.9	3.1	2.8	12
13	4.0	2.2	5.8	4.0	5.8	3.0	2.5	5.4	3.0	2.8	4.0	3.7	13
14	3.5	3.9	5.4	6.4	4.2	2.4	0.5	2.4	3.0	3.0	7.3	3.6	14
15	4.5	4.9	5.8	4.9	3.1	3.1	3.9	4.7	3.9	2.8	4.0	3.8	15
16	5.0	2.8	6.3	5.0	3.2	4.6	1.0	1.2	4.8	5.2	3.5	4.8	16
17	6.7	4.5	6.8	5.7	3.1	4.3	1.7	3.6	4.6	2.6	4.5	4.6	17
18	4.2	4.3	5.3	6.0	2.1	2.8	0.7	2.9	3.9	2.0	3.1	4.2	18
19	4.7	4.8	5.7	5.6	2.7	6.1	3.0	3.3	3.7	1.4	4.0	4.2	19
20	5.2	4.3	4.6	6.4	1.6	2.8	3.2	1.7	3.5	3.3	4.3	5.0	20
21	4.2	5.4	5.0	5.4	3.0	3.1	3.0	3.3	3.1	4.5	3.8	5.0	21
22	4.8	5.0	3.9	4.8	2.2	4.9	4.8	5.0	2.6	1.9	2.5	3.0	22
23	5.2	5.3	1.5	5.6	4.8	3.9	4.9	3.3	3.4	3.0	3.6	3.0	23
24	3.3	5.5	4.3	4.6	5.2	3.4	3.0	2.0	4.0	2.0	4.0	1.0	24
25	5.0	5.2	3.0	4.3	6.4	5.6	3.4	4.0	4.3	3.7	4.0	3.6	25
26	4.0	5.4	4.3	2.3	7.2	1.6	2.2	3.4	3.2	1.9	4.5	4.9	26
27	5.0	5.0	4.4	5.0	5.0	2.2	4.8	3.1	4.0	2.2	4.0	4.5	27
28	6.0	5.2	6.0	4.5	5.0	4.2	3.2	3.0	4.4	3.2	4.0	4.8	28
29	6.0	5.2	5.2	4.0	3.0	3.2	6.4	2.0	1.9	2.0	7.4	3.2	29
30	6.2		6.2	5.0	6.0	3.8	4.0	4.4	3.0	0.9	3.1	5.6	30
31	5.1		5.2		5.7		6.2	3.0		1.4		5.0	31
Total	144.9	126.0	157.5	145.9	139.4	119.4	101.1	103.8	104.8	95.4	120.7	114.4	
Mean	4.7	4.5	5.1	4.9	4.5	4.0	3.3	3.4	3.5	3.1	4.0	3.7	
Annual Total ()													

