

タイ王国

# ナムパイ・チャム川水力発電開発計画

## マスタープラン調査報告書

(要約)

1981年7月

国際協力事業団

鉦計資

81 - 131



タイ王国

# ナムパイ・チャム川水力発電開発計画

## マスタープラン調査報告書

(要 約)

1981年7月

JICA LIBRARY



1049992[9]

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 3. 12	122
登録No. 11136	64.3
	MPN

## ま え が き

日本政府は、タイ王国政府の要請に基づき同国のナムバイ及びナム・チャム河水力発電計画に関するマタープラン策定調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。当事業団は、成田鏡氏を団長とする調査団を編成し、1980年11月11日より1981年1月19日まで現地調査を行った。

同調査団は、プロジェクトの基本的諸条件について、タイ王国政府関係者と意見を交換し、タイ王国北部に位置する建設予定地の実地踏査を行った。帰国後、同現地調査によって得られた結果及び資料に基づき、さらにデータの検討、解析等を行った。本報告書はこれらの成果を取りまとめたものである。

本報告書が本計画を一層推し進め、両国間の友好関係の促進に貢献できれば幸いである。

最後に、調査に際し多大の協力をいただいたタイ王国政府、在タイ日本大使館、外務省及び通商産業省の関係各位に対し心から謝意を表すものである。

1981年7月

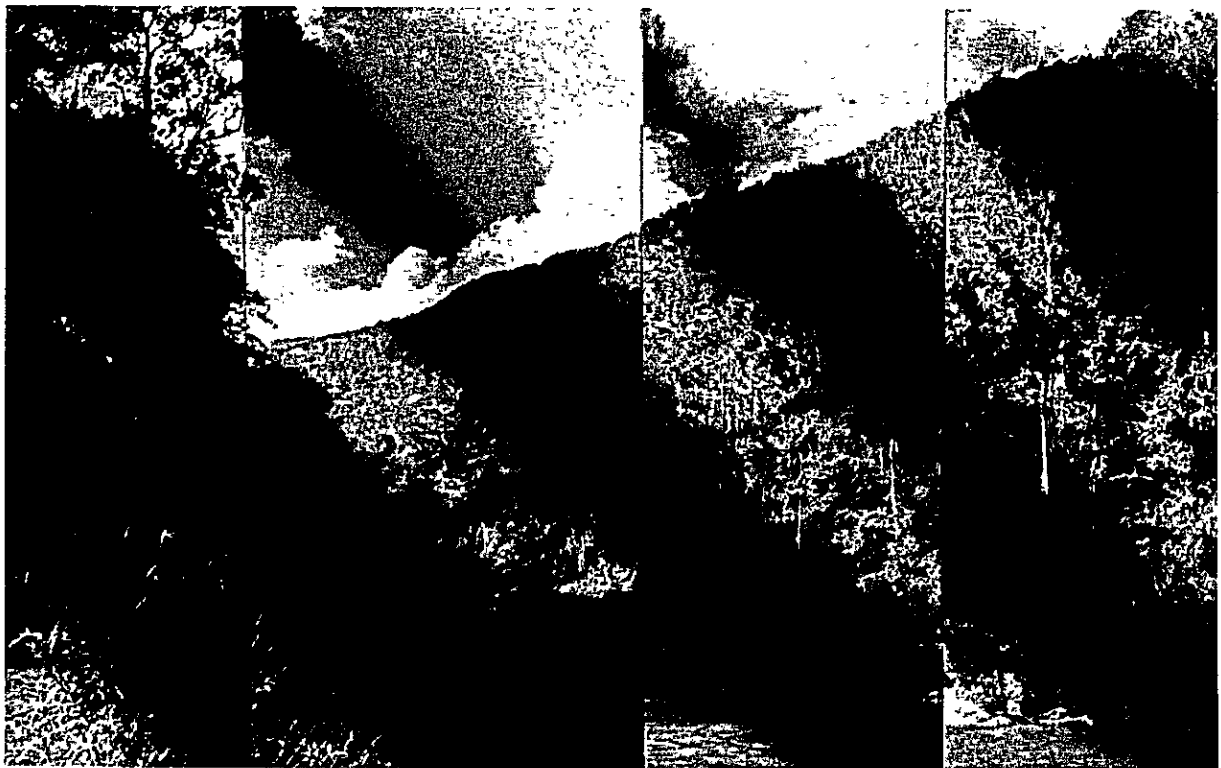
国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔





Mae Pai No. 6 Dam Site  
View from downstream



Mae Pai No. 1 Upstream Alternative Dam Site  
View from upstream



Mae Pai No.1 Downstream Alternative Dam Site  
View from upstream



Mae Pai No.1 Downstream Alternative Dam Site  
Lime stone on right bank with Cave and Stalactite





Mae Chaem No.5 Dam Site  
View from upstream



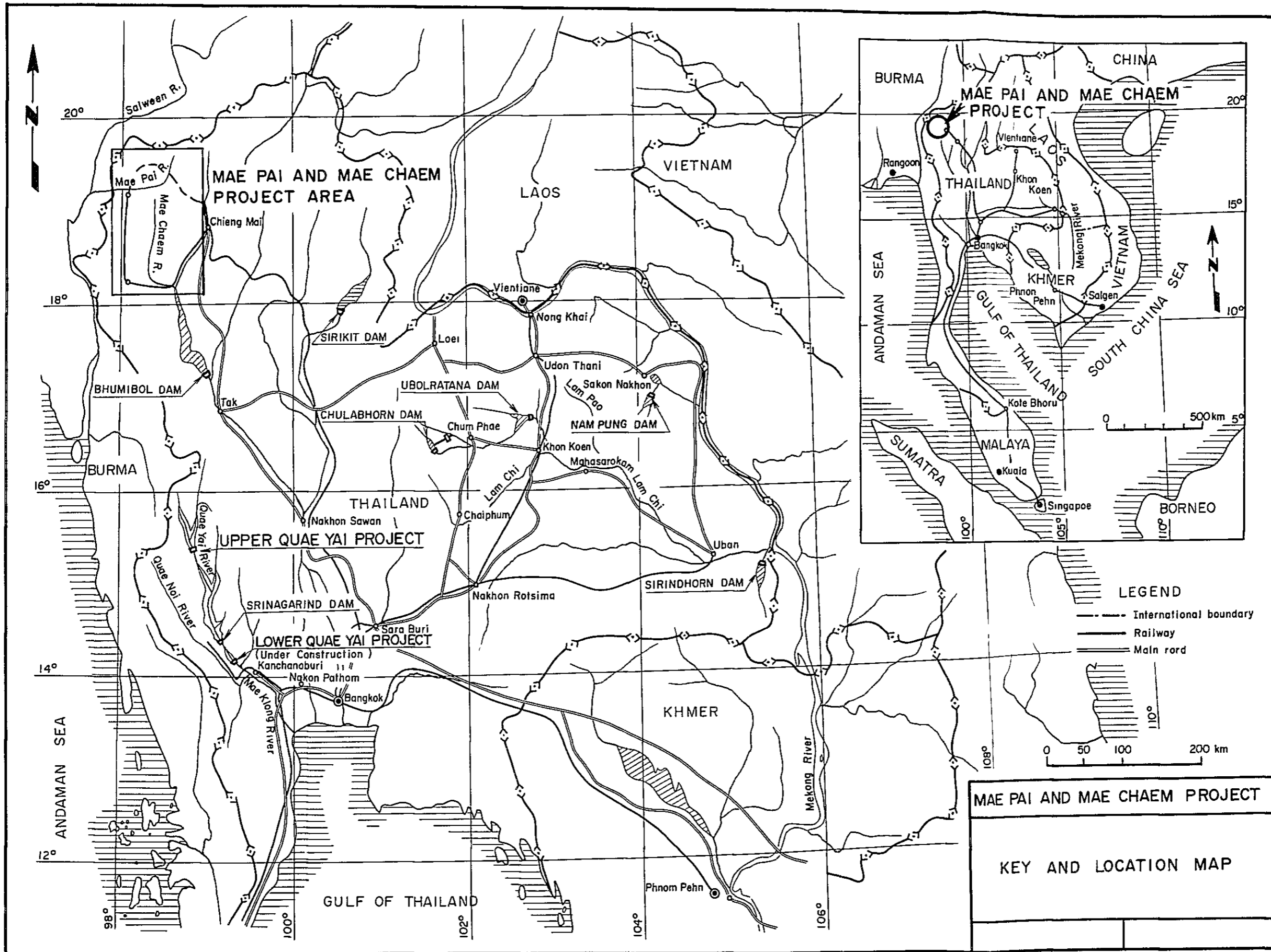
Mae Chaem No.4 Upstream Alternative Dam Site  
View from upstream



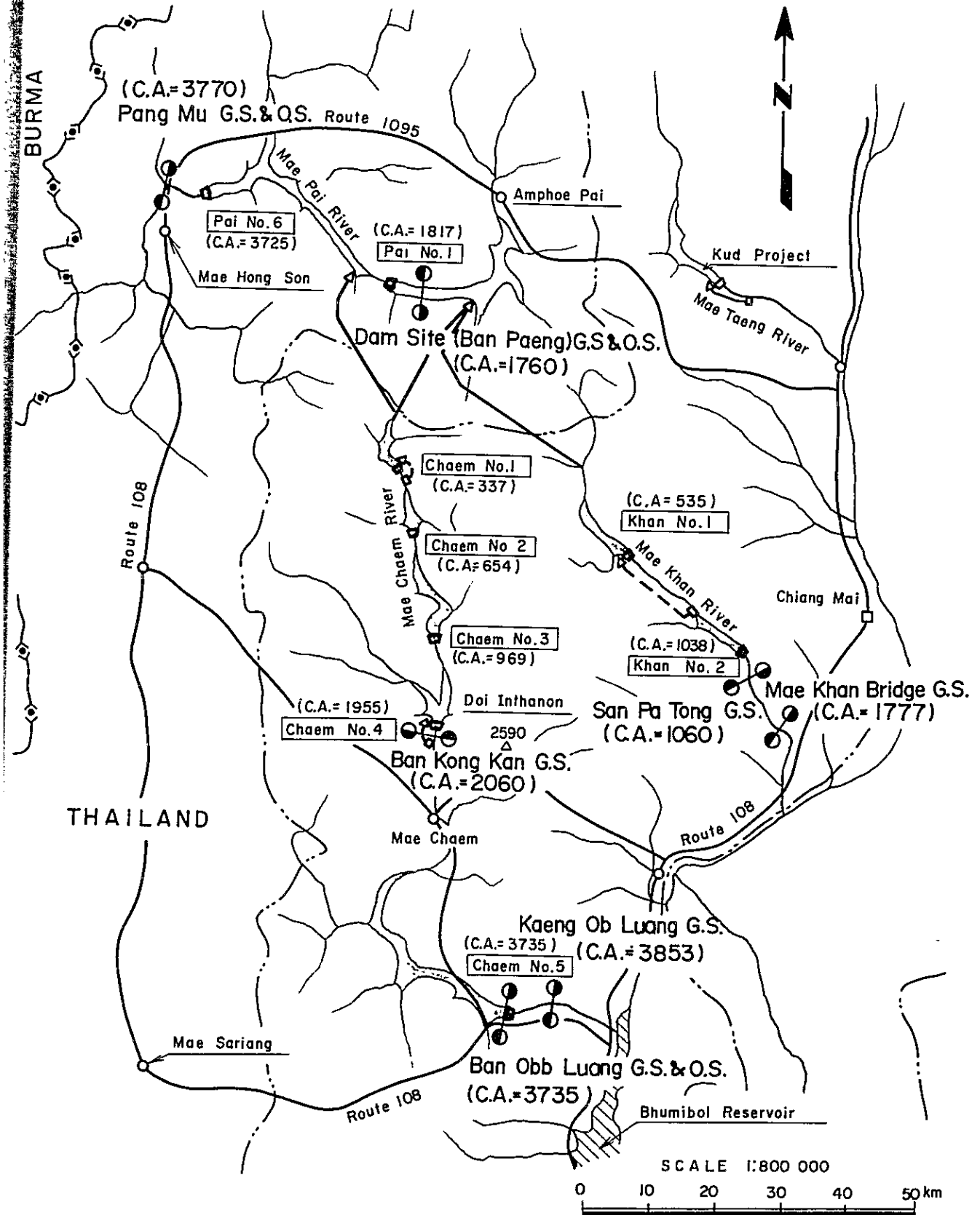
Mae Chaem No.4 Original Dam Site  
View from downstream



Mae Chaem No.4 Original Dam Site  
Outcrop of Lime stone on left bank



# GENERAL FIGURE OF THE PROJECT AREA



## 目 次

### 第1章 結論および勧告

1.1 結 論 .....	1-1
1.2 勧 告 .....	1-2

### 第2章 開発計画

2.1 過去に実施された調査 .....	2-1
2.2 開発計画案の検討 .....	2-1
2.3 単独開発計画 .....	2-4
2.4 揚水分水計画 .....	2-6

### 第3章 関連送変電計画

3.1 北部タイにおける電力需給 .....	3-1
3.2 関連送変電計画 .....	3-1

### 第4章 予備設計

4.1 土 木 .....	4-1
4.2 電気機器 .....	4-3

### 第5章 工事費

5.1 工事費 .....	5-1
---------------	-----

### 第6章 経済評価

6.1 経済評価の方法 .....	6-1
6.2 代替発電設備の選定 .....	6-2
6.3 プロジェクトの便益 .....	6-3
6.4 水力発電計画の年経費 .....	6-5
6.5 経済評価 .....	6-5

経済評価補遺

## 第1章 結論および勧告



# 第 1 章 結論および勧告

Mae Pai 川および Mae Chaem 川水力発電開発計画について、既存の調査報告書、NEA はタイ国関係諸機関より提供された資料、また現地における調査および国内での検討の結果、それぞれ次の結論と勧告が得られた。

## 1.1 結論

### 1.1.1 早急にフィージビリティスタディを実施すべき計画

プレフィージビリティレベルでの検討を行った結果、Mae Pai 川 No. 6 および Mae Chaem 川 No. 5 の 2 地点について、早急にフィージビリティスタディを実施するのが妥当である。この場合、満水位、最大使用水量、最大出力等については下記の数値を基準として、さらに詳細な検討を加えるものとする。

プロジェクト名	HWL m	ダム高 m	Q <sub>max</sub> m <sup>3</sup> /s	P <sub>max</sub> MW	工事費 10 <sup>6</sup> B
Mae Pai River No. 6	400	185	202	291	7,647
Mae Chaem River No. 5	440	140	116	102	4,669

### 1.1.2 各プロジェクトについて

#### (1) Mae Pai 川単独開発計画

No. 1 地点の地質は石灰岩でダム建設が可能かどうかを判定するために地質調査を行う必要があるが、ダム建設が可能であれば満水位 475m として、フィージビリティスタディを実施するのが妥当である。この場合最大使用水量 854m<sup>3</sup>/s、最大出力 48.9MW を基準値とするものとする。

No. 6 地点については、満水位 350m ないし 400m のケースについて検討した結果、何れも経済性はよいが、満水位 400m の場合 (B-C) max である。この地点の地質は主要土木構造物に重大な支障を来すような異常はみられない。

#### (2) Mae Chaem 川単独開発計画

5 地点のうち、No. 1, No. 2, No. 3 の 3 地点については経済性が悪い。

No. 4 地点については、原案のダムサイトは左岸および貯水池内広範囲にわたり石灰岩でおおわれている。今回 6 Km 上流の代案地点について検討の結果、経済性ある計画は得られなかった。しかし、代替火力の便益単価、金利如何によっては経済性がよくなる可能性もあるので、将来原案地点ならびに代案地点の地質調査を実施し、計画の再検討を行うのが



妥当である。

№5地点については満水位410mないし450mについて検討した結果、ダム最高水位EL.450m案を除き、発電端における超過便益(B-C)は正となり経済性が認められたので、タイ国のエネルギー事情も考慮して、最高水位EL.440m案を選定した。この地点の地質は主要土木構造物に重大な支障を来すような異常はみられない。

(3) Mae Khan川単独発計画については経済性は悪い。

(4) 揚水分水計画

Mae Pai川からMae Chaem川、Mae Khan川、Mae Taeng川のうち何れかに揚水分水する計画については、Mae Pai川—Mae Chaem川分水案が最もよいが、この場合でも経済性は悪い。この理由は高揚程で分水距離が長いこと、投資に比較して電力および農業による便益が小さいことである。この計画は灌漑による便益単価が著しく上昇し、これによる便益が著しく増加しない限り成立しない。

### 1.1.3 開発時期

タイ国電力事情、特に国内資源の活用、電力エネルギーの外部依存率の減少による電力の安定供給等を考慮すると、水力開発は急務である。投入時期については、他の水力発電計画との優位性の比較検討を行って決定すべきであるが、Mae Pai川№6、Mae Chaem川№5を夫々河川別に開発する計画について可及的早期に発電開始することを目標に、フィージビリティスタディを実施するのが妥当である。

## 1.2 勸告

1.1.2で述べた如く、Mae Pai №6およびMae Chaem №5の両地点は今後フィージビリティスタディを実施すべきであり、又Mae Pai №1およびMae Chaem №4の両地点も調査を引続き推進する事が望ましいと結論された。

## 第 2 章 開発計画



## 第 2 章 開 発 計 画

### 2.1 過去に実施された調査

本計画は過去において日本政府や米国コンサルタントにより踏査段階の調査がなされ、夫々の様な報告書が作成されている。

1. タイ国ナムバイ川水力開発計画踏査報告書  
海外技術協力事業団 1971. 7
2. Pai River Project Pre-Investment Report  
Engineering Consultant Inc. 1971. 3
3. Nam Pai Project Economic Study of Damsite  
Engineering Consultant Inc. 1971. 12
4. Inventory of Hydro-Power Potential in Thailand  
Volume 1. Main Report

Sverdrup & Parcai and Associates Inc. (SPA)

Southeast Asia Technology Co. (SATC) 1978. 2

これらの各報告書の中で本計画の基礎となったものは1)および4)であると思われるが、夫々の計画諸元の紹介は各報告書に譲る。

### 2.2 開発計画案の検討

#### 2.2.1 基本事項

##### 1) ダムサイトの選定及位置

前節で述べた各報告書によれば計画サイトとしてMae Pai川において6地点、Mae Chaem川において5地点、Mae Khan川において2地点が提案されていた。

今回のマスタープラン作成においては、現地調査の結果を踏え、合計、以下の9地点を選定した。

地 点 名	座 標 (Km)		流域面積 (Km <sup>2</sup> )	河 床 高 (E. L. m)
	N	E		
Mae Pai No 1	2,126.07	427.25	1,817	402
” No 6	2,140.57	397.56	3,725	224
* Mae Chaem No 1	2,097.75	427.22	337	765
” No 2	2,088.04	429.95	654	697
” No 3	2,072.36	432.97	969	600
* ” No 4	2,060.06	433.66	1,955	510
” No 5	2,014.64	443.82	3,735	327
* Mae Khan No 1	2,084.37	463.77	535	590
” No 2	2,070.56	480.34	1,038	393

\*印はダム水路式を併せ考慮した地点である。

## 2) 流域面積及貯水容量曲線

本計画関連で使用可能な地形図は次の3種類である。

縮尺 1:50,000	全計画地域
縮尺 1:10,000	計画貯水池の一部、但しKhan川関係の地形図はない。
縮尺 1:2,000	Mae Pai No 6およびMae Chaem No 3, No 5のダムサイト周辺

計画の基礎である流域面積および湛水面積一貯水容量の算定に際してはすべて1:50,000地形図を使用した。湛水面積一貯水容量曲線の作成には、本来なら1:10,000地形図を使用すべきであるが、既存地形図は貯水池計画地域の全域をカバーしていないものもあり、したがって今回のスタディには使用されなかった。将来補足測量を実施し曲線を修正すべきである。

ダムの概算建設費算定には1:2,000および1:50,000地形図を使用した。

尚、流域面積測定の際に判明したことであるが、Mae Pai No 6の上流右岸側の石灰岩で構成される台地上とMae Khong川上流部に夫々約500Km<sup>2</sup>および130Km<sup>2</sup>に及ぶ流域面積を有する河川が伏流している。今回のスタディではダムサイトと基本測水所との位置関係から、この伏流は、計画自体に影響を及ぼす事はないと判断して作業を進めた。

しかし、Feasibility Study又はDefinite studyの段階では、この伏流水の湧出地点を調査する必要があるかと考えられる。一つの方法としてMae Pai No 6の上流右岸側に流入するMae Khong川に測水所を新設することが考えられるが、このことは既に調査団の帰国前にNEAと協議し、提案事項としてMinutes of Meetingに記録されている。

### 3) スタディーの方針

先に提出した Inception Report で記述した様に Project の特性を考慮し、次の如く Phase を分割して検討することとした。

- a) 河川別単独開発案
- b) 揚水分水計画

以下、項目別にその理由を述べる。

#### (河川別単独開発案)

これは揚水分水量を考慮せず、河川別に自流通のみによる開発案を作成しその経済性を判定しようとするものである。その理由は単独開発が経済的に可能であると判断された地点は揚水分水計画とは無関係に開発計画を推進し得ると考えられ、早期実現が高いと判断されるからである。

#### (揚水分水計画)

各河川について上述の検討を行なった後、単独開発計画案で経済的に可能であると判断された地点を対象として Mae Pai 川からの揚水分水案を検討する。発電計画と併行して灌漑および上工水計画も検討されたが、上工水便益は、その判定基準が明確でなかったのでタイ側と協議の上、本計画で増強される水資源によってもたらされる便益はすべて発電および灌漑による事業効果によって判断することとした。

### 4) 各地点のマスクープ

貯水池計画の基本となるマスクープは 4.3) で検討した各地点流量をもとに作成された。マスクープ作成の前提条件は次の通りである。

下流に位置する貯水池への流入量は、上流貯水池の調整の影響を受けないこととし各地点への自然流入量を使用した。上流から下流へ一貫した System Study を行なわなかった理由は以下の通りである。

- 全計画地点のうち調査が比較的進んでいると思われる地点は Mae Pai No. 6 および Mae Chaem No. 5 の 2ヶ地点のみであり、他の地点には不確定要素が多い。
- Mae Chaem No. 5を除く地点への Access は極めて悪く、今後、調査工事の急速な進捗は当面期待出来ない。
- 現地踏査および写真判読の結果を総合すると Field Investigation Report でも述べた様に計画地点のすべてがダム建設に適したサイトであるとは、現時点で断言出来ない。
- 本スタディで経済的に成立すると判断された場合でも、その地点が地質的にダム建設に適しているかどうかは今後の調査に待たねばならないが、地域条件を考えると調査は長期間に及ぶ事が予想される。
- したがって現段階では本 Project が上流より逐次開発されるという前提に立つことは現実的ではない。

○以上のことを総合すると、マスタープランとは云え各地点単独で開発案を検討し、優先度の高い地点より遂次 Feasibility Studyへ移行することが望ましいと考えられる。

又地点単独で開発規模を決定した場合でも、その地点の貯水池機能は将来上流にダムが築造されれば更に増大されることとなり、不利とはならない。

以上の理由により本マスタープランでは上流からの開発を前提とした System Study は実施しなかった。

## 2.3 単独開発計画

### 2.3.1 検討ケースの選定

検討ケースは各地点のマスカーブおよび現地踏査の結果を考慮して選定した。作成したマスカーブは、Mae Pai 川で 1966～1978 迄の 13 ケ年間、Mae Chaem 川で 1955～1979 迄の 25 ケ年間および Mae Khan 川で 1962～1968 迄の 7 ケ年間である。

このマスカーブによると、計算期間内における最洪水期間は Mae Pai 川において 1968～1970 迄の 3 ケ年間、Mae Chaem 川において 1957～1959 迄の 3 ケ年間および Mae Khan 川において 1965～1966 の 2 ケ年間である。比較検討すべき貯水池規模の選定は、上記の洪水期間に対し連続して流量補給が可能であり、且つ平均流入量に対する調整率が 35～40 〇となるような有効容量を持たせることとした。したがってダム高を変化させても有効容量は一定であることを原則とした。唯、貯水池内の堆砂量を 100 年堆砂として考慮したのでダム高の低いケースでは有効容量は減少する。又、貯水池の調整率を 35～40 〇としたことについては、特に意味のあることではないが、この程度の容量を持たせておけば、マスカーブ上、貯水池操作に特に不都合は生じないので一つの目安として採用したものである。これに現地踏査の所見を考慮し検討すべきダム貯水池規模を選定した。発電所の計画出力については、前述の最洪水年においても基準出力を日負荷率 20 〇で運転し得る容量とした。

基準落差は、(満水位－利用水深/3)－放水水位－損失水頭として決定した。( )内は貯水池の重心水位である。

単独開発計画案の検討ケース数は次の通りである。

Mae Chaem No	ダム式	3 Case	
1	ダム水路式	3	水路長 3,300 m
"	"	3	" 8,500 m
" No 2	ダム式	3	"
" No 3	"	4	"
" No 4	"	2	"
"	ダム水路式	2	"
" No 5	ダム式	5	"

Mae Pai	No. 1	ダム式	1 Case
"	No. 6	"	4 "
Mae Khang	No. 1	"	3 "
"	"	ダム水路式	3 "
"	No. 2	ダム式	3 "
合 計			39 Case

以上の結果、選定された各地点毎の検討ケースの諸元を Fig 2-1 ~ 2-3 に示す。

### 2.3.2 電力量計算

電力量は各地点のマスカープをベースに前節で選定した各ケースについて実施した。計算期間はマスカープ作成年数と同様であり月別流量により電子計算機を使用して計算した。落差は各貯水池操作上の月末水位を基準とした。計算された発生電力量はピーク時間内の電力量を1次電力量 (Firm energy), その他の時間帯の電力量を2次電力量 (Secondary energy) として分け、便益計算の基礎とした。

なお使用水量の算定には貯水池水面からの蒸発量を考慮した。貯水面からの蒸発は、貯水池の建設前には植生からの蒸発散に置き換えられるので実際の蒸発量は植生からの蒸発散 (Evapotranspiration) と貯水池面からの蒸発の差として求められる。

植生からの蒸発散量は Blaney-Criddle Formula から求められる。

実際の蒸発量は Mae Pai 川にて約 380 mm, Mae Chaem 川にて 400 mm, Mae Khan 流域において約 160 mm と計算される。

### 2.3.3 各地点の経済評価および開発規模の判定

経済評価の詳細は第 6 章で行なうが、ここでは発電端における各地点の経済性の評価を行なって開発地点を選択し、同時にマスタープランレベルでの最適規模を判定するものである。

経済評価はその地点の便益-費用比率 (B/C) および超過便益 (B-C) の大小により行なった。

便益算定の基準となる代替火力としては輸入石炭火力を想定した。便益の基準単価は次の通りである。

kW	price	:	139.9 us\$	2,868 $\text{B}$ (20.5 $\text{B}/1 \text{us}\$$ )
kWh	price (Firm)	:	0.03387 us\$	0.6943 $\text{B}$
"	(Secondary)	:	0.03315 us\$	0.6796 $\text{B}$



一方、費用側としては第 5 章で述べる方法によって概算建設費を各ケース毎に算定し資本還元率 (Capital recovery factor) を求めて年経費とした。基本となる金利は 10% と想定した。

この計算結果を Fig 2-4 ~ 2-5 に示す。この結果によれば Mae Pai No. 1, No. 6 および Mae Chaem No. 5 の 3ヶ地点は経済性ありと評価される。Mae Chaem No. 4 についてはその経済性は良いとはいえないが経済評価の方法とか調査の進展によっては評価が変る可能性がある。したがって本マスタープランでは上記 4ヶ地点を Pre-F/S または F/S に進める様勧告したい。

次に 4 地点について便益-費用比率 (B/C) および超過便益 (B-C) を考慮して最適規模を判定すれば次の通りとなる。但しこの規模は次の段階で当然再検討されるべきである。

Mae Pai No. 1	H. W. L	475.0 m
	Pmax	48.9 MW
Mae Pai No. 6	H. W. L	400.0 m
	Pmax	291 MW
Mae Chaem No. 4	H. W. L	580.0 m
	Pmax	27.5 MW
Mae Chaem No. 5	H. W. L	440.0 m
	Pmax	103.0 MW

以上 4ヶ地点の計画諸元を Table 2-2 に示す。

## 2.4 揚水分水計画

### 2.4.1 基本条件

単独開発案で検討したケースおよびその中で経済的に開発可能と見做される地点は 2.3.3) 項で結論された様に分水対象河川としては Mae Chaem 川における 2ヶ地点のみである。

Mae Khan 川においては No. 1 サイトのダム式およびダム水路式案, No. 2 サイトのダム式案のいずれもが経済性が低い。したがってスタディの方針として Mae Pai 川より分水する対象河川は Mae Chaem 川のみと限定した。基本的な考え方および検討ケースは次の通りである。

- 1) Mae Pai 側の設備条件は 2 段開発案および 1 段開発案を基礎として、それぞれの場合について No. 1 および No. 6 の両ダムは 2.3.3) 項で述べた規模で既に開発されているものとする。
- 2) 揚水分水量は Pai No. 1 サイトでの流入量を全量分水するものとする。この為、最大揚水量は 1966 年から 1978 年の 13ヶ年間のうち、1973 年 11 月から 1975 年 11 月の 2ヶ年間に生じた豊水期流量を基準として設定した。

3) 1日の揚水時間はEGAT System内の日負荷を考慮して8時間と想定した。したがって最大揚水量は次の通りとなる。

$$\text{最大揚水量 } Q_{p.\max} = 25.7 \times \frac{24}{8} = 77 \text{ m}^3/\text{s}$$

この揚水量はPai No.1からのものであるが、Pai No.6貯水池から揚水する場合も今回は同揚水量について検討した。

4) 検討ケースは次の4ケースとする。

- Pai No.1貯水池からMae Chaem No.4, No.5およびBhnmibolを対象としたケース
- Pai No.1貯水池からMae Chaem No.5およびBhumibolを対象としたケース
- Pai No.6貯水池から上記のケースと同じ2ケース

#### 2.4.2 揚水電力量

揚水分水に必要な電力量計算の基礎となる揚水量および貯水位はMae Pai No.1およびNo.6地点のマスカーブを使用して計算した。最大揚水量は前節で述べた様に豊水期流量を基準としているのでその他の年の揚水電力量は豊水期より少ない。揚水電力量計算に必要な揚水設備諸元は以下の通りである。Mae Chaem川における放水位は、分水トンネル延長と揚程との関係から最適になる様、検討されねばならないが、今回はE.L.900mと想定した。

	Pai No.1から	Pai No.6から
取 水 位 ( m )	4 5 6	3 8 7
放 水 位 ( m )	9 0 0	9 0 0
揚 程 ( m )	4 4 4	5 1 3
総 揚 程 ( m )	4 6 6	5 5 6
最大揚水量 (m <sup>3</sup> /s)	7 7	7 7
最大揚水電力 (MW)	4 2 8	5 1 2

揚水設備の概念図をFig 2-6に示す。

#### 2.4.3 経済評価

揚水計画の経済評価は河川単独開発計画と同様、便益-費用比率(B/C)および超過便益(B-C)を求める方法により行なった。揚水分水計画で考慮された経費ならびに便益は次の通りである。

##### 1) 経 費

###### ○ 揚水設備建設費

取水口、取水トンネル、ポンプステーション、ベンストック、上池 分水トンネル、水力機器、電気機器等。Pai No.1およびNo.6のダム費は既設として扱い計上しない。

- Mae Chaem No. 4 および No. 5 発電所の増設建設費。  
取水口，導水路，ペンストック，発電所，放水口，屋外開閉所，水力機器，電気機器等。
- 揚水時動力費  
揚水動力はすべて 2 次電力 (Secondary) とし， kWh 単価は， 0.03315 us \$ とする。
- 農業関連経費  
揚水量 1 m<sup>3</sup> 当り 0.44 ฿ とする。

## 2) 便 益

- Mae Chaem No. 4 および No. 5 の kW， kWh 便益。
- 既設 Bhumibol 発電所の増分 kWh 便益。
- 灌漑によってもたらされる農業便益。  
揚水量 1 m<sup>3</sup> 当り 0.8 ฿
- 分水による Pai No. 1 および No. 6 の減電 kWh 便益。

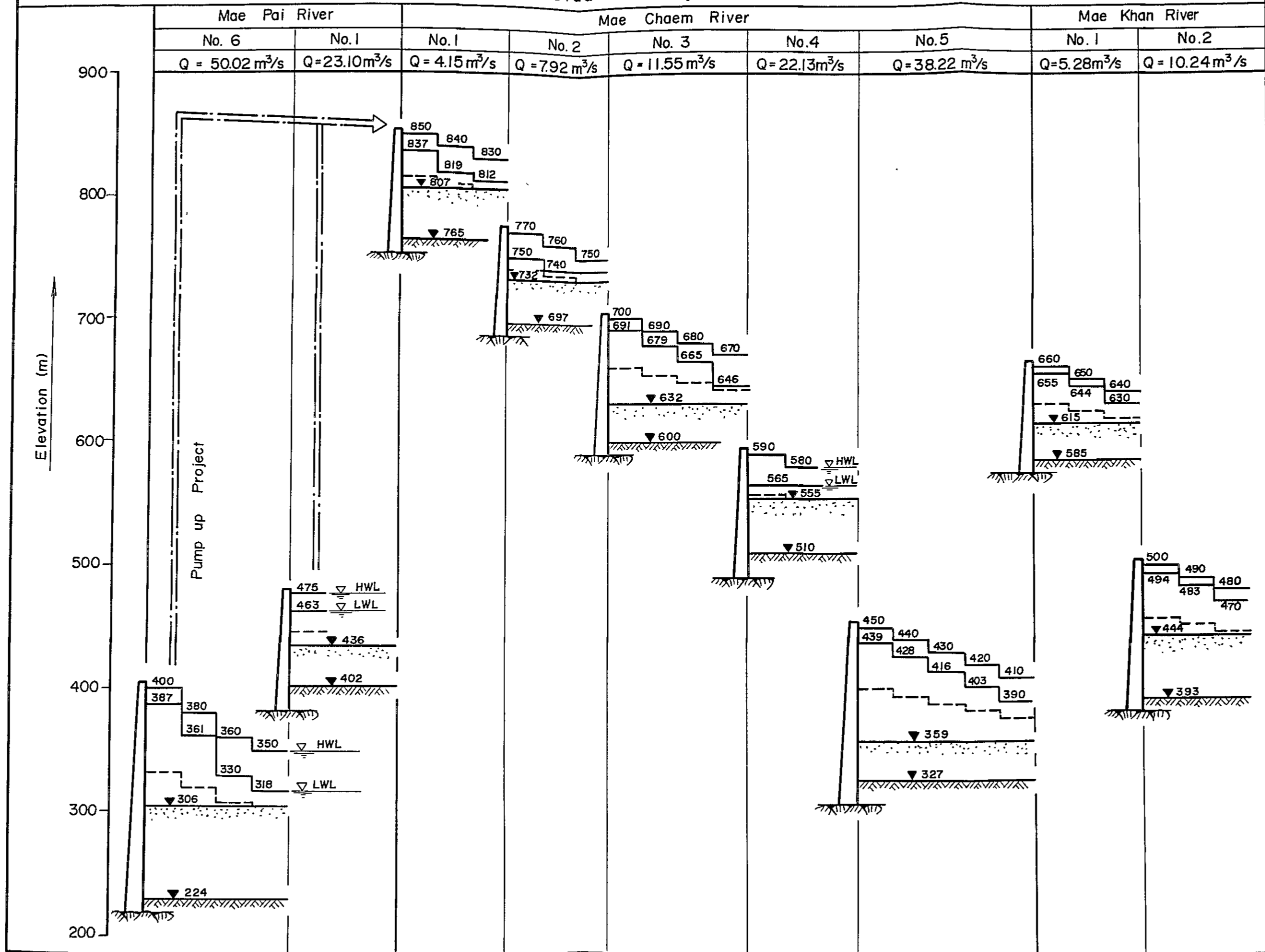
kW 価値の評価については Pai No. 1， No. 6 の何年後に揚水計画が実現するかによるので今回は評価しなかった。

以上の経費および便益によって 4 ケースを検討した。この結果を Table 2-1 に示す。

これによれば Mae Pai 川を 2 段開発した後， Pai No. 1 より Mae Chaem 川へ分水し No. 4 と No. 5 発電所を増設するケースが最も良い結果を示すが，いずれの場合も経済性はないといわざるを得ない。

しかも，揚水設備を実際に建設すると仮定した場合には地下の揚水ステーション，ペンストック，特に長大な分水トンネルの建設には解決されぬばならぬ技術的困難さが予想され，更にコストアップにつながる要因が多い。

Fig. 2-1 General Conception of the Studied Project



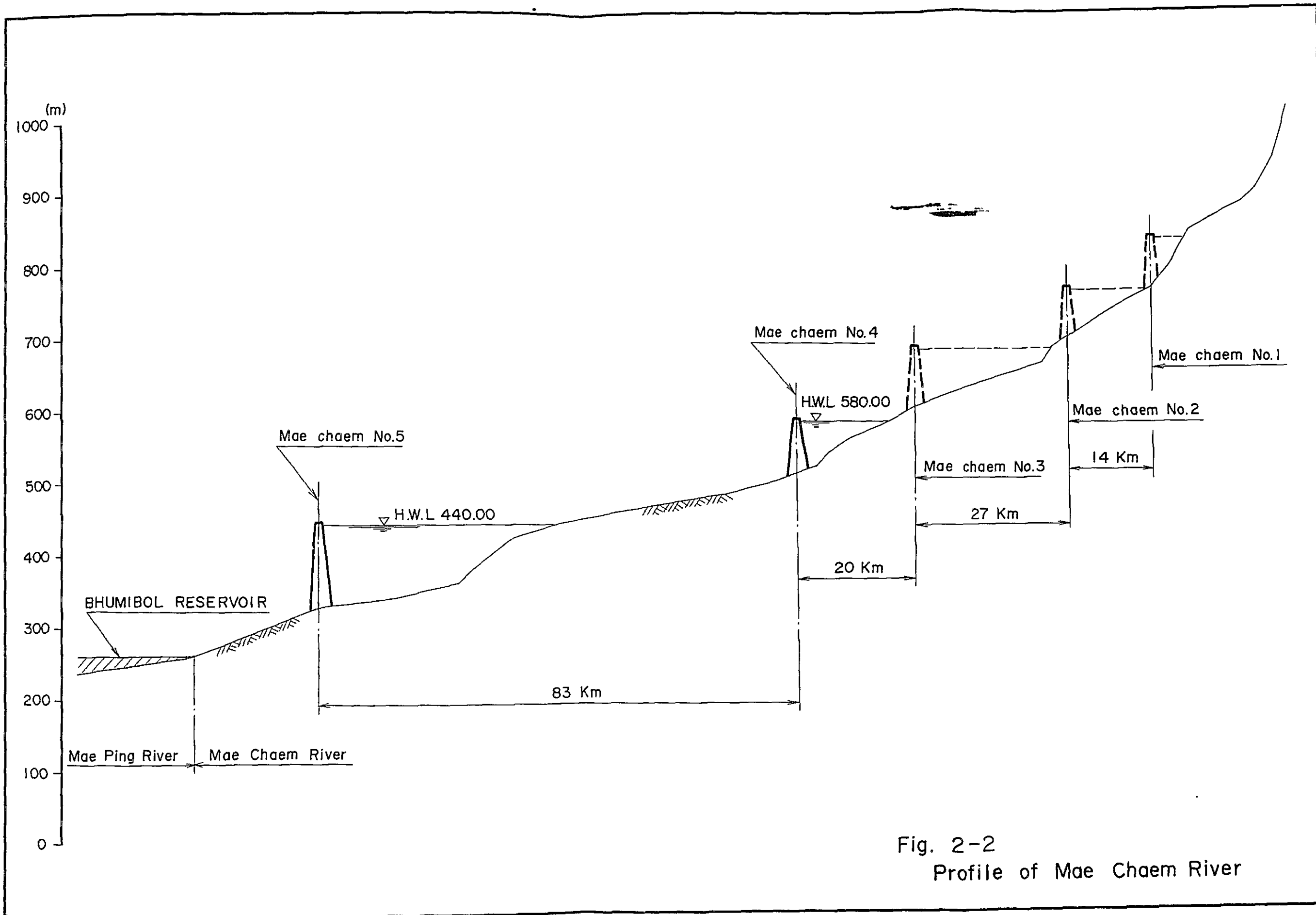


Fig. 2-2  
Profile of Mae Chaem River

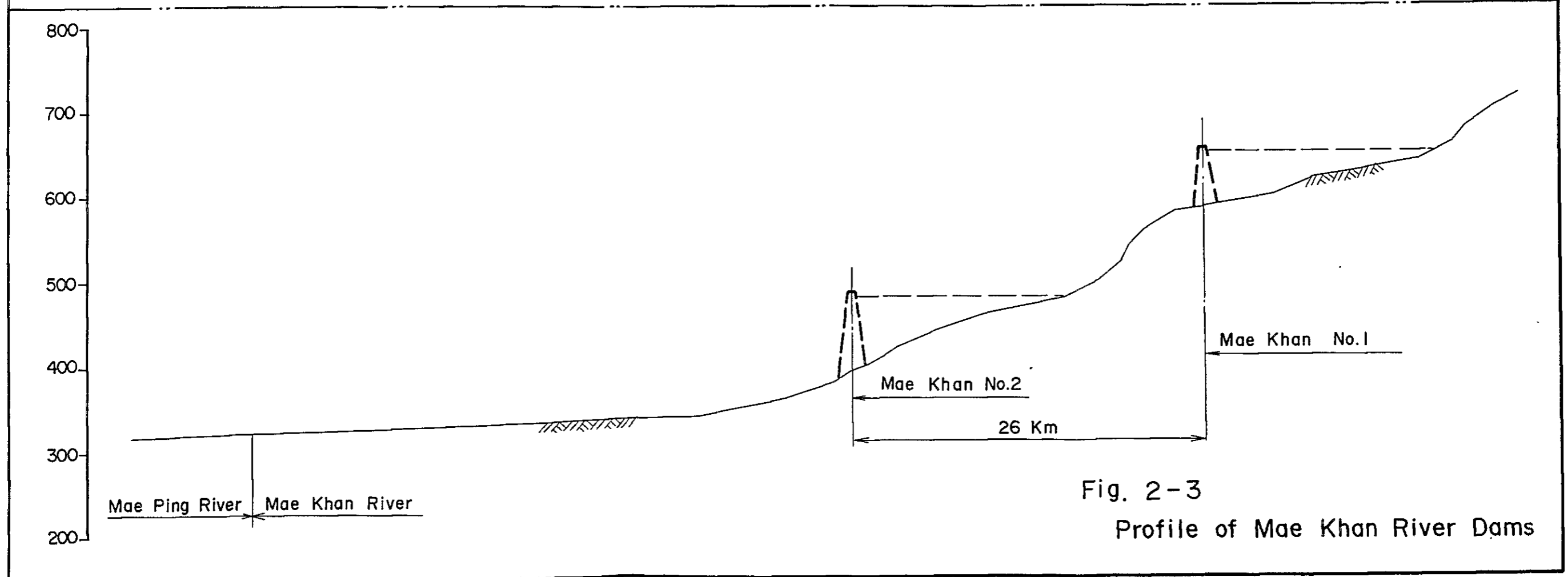
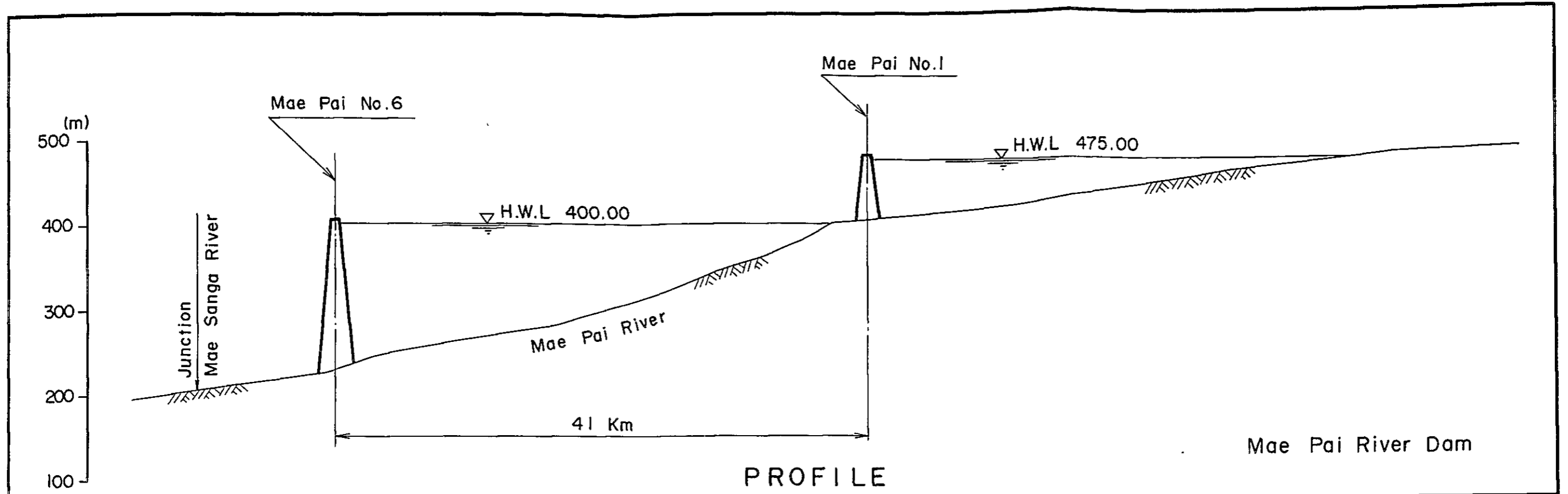


Fig. 2-3  
Profile of Mae Khan River Dams

Fig. 2-4 Surplus Benefit Curve

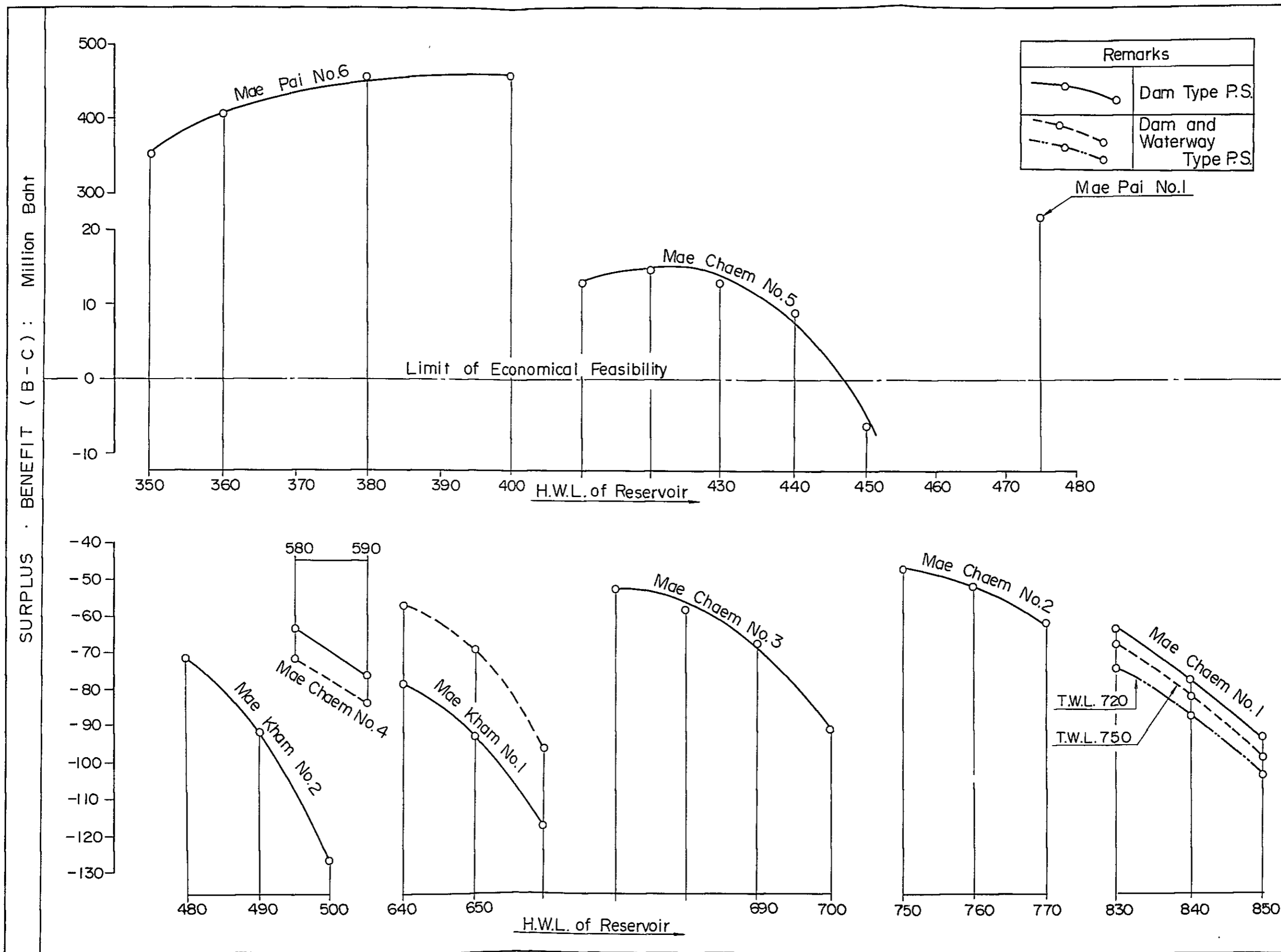


Fig. 2-5 Benefit-Cost Ratio Curve

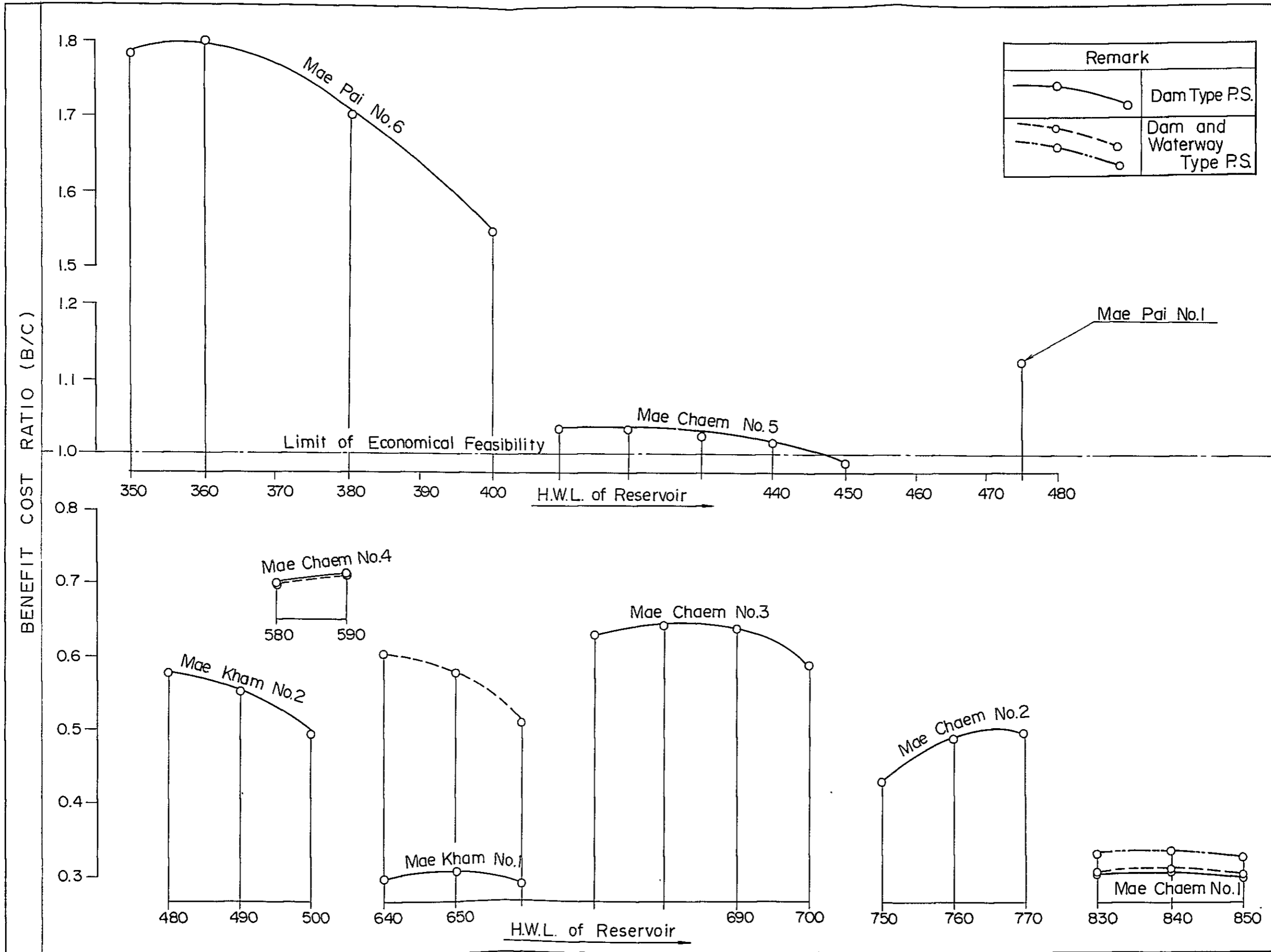




Fig.2-6 General Conception of Transbasin Scheme

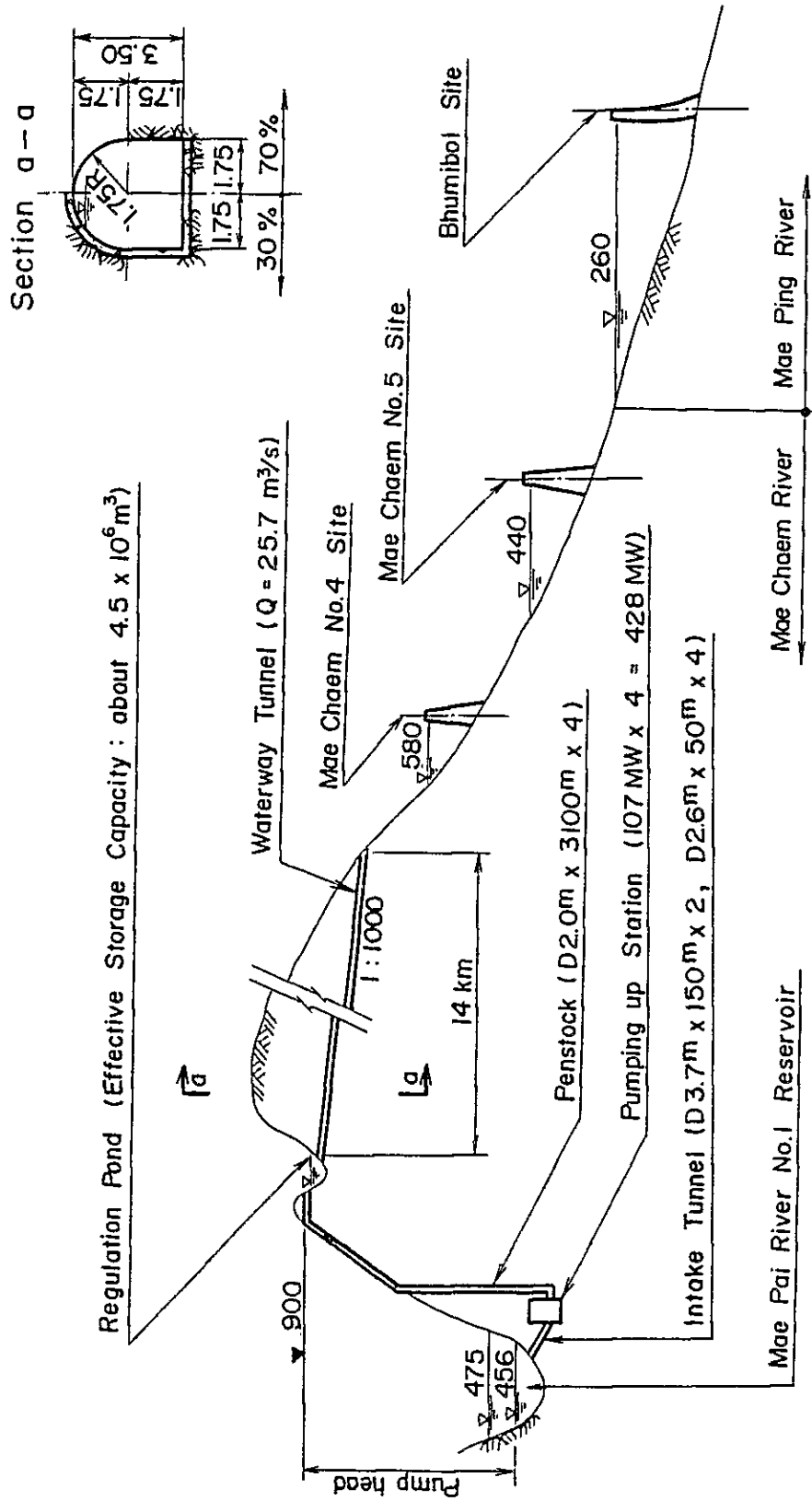


Table 2 - 1 Study of Transbasin Scheme

Case	River	Dam Site	H.W.L. (m)	Inflow (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Diverted Discharge (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Max. Output (MW)	Pumping Energy (10 <sup>6</sup> kWh)	Energy (10 <sup>6</sup> kWh)			Construction Cost (10 <sup>6</sup> B)	Economic Evaluation (10 <sup>6</sup> B)			
								Firm	Secondary	Total		Benefit (B)	Cost (C)	B - C	B/C
Case-1	Mae Pal	No. 6	400	(I) 1,578.32		-		Δ234.27	Δ 47.52	Δ 281.79	-				
	"	"	"	(D) Δ715.43				Δ 82.36	Δ 30.06	Δ 112.42	-				
	"	No. 1	475	(I) 729.07		(Δ 48.9)	1,079.21		Δ1,079.21	Δ 112.42	3,881				
	Mae Chaem	No. 4	580	(D) Δ715.43	715.43	(Δ428.0)		93.75	10.37	104.12	636				
	Mae Ping	No. 5	440	(IN) 715.43	715.43	113.4		155.96	17.25	173.21	813				
	Total	BHUMIBOL	260	(IN) 715.43	715.43	-	1,079.21	157.90	17.47	175.37	-	(PG) Δ168.9	590.9		
						182.5		90.98	Δ1,111.70	Δ1,020.72	5,330	Total 403.4	314.8	Δ 502.3	0.445
Case-2	Mae Pal	No. 6	400	(I) 1,578.32		-		Δ234.27	Δ 47.52	Δ 281.79	-				
	"	"	"	(D) Δ715.43				Δ 82.36	Δ 30.06	Δ 112.42	-				
	"	No. 1	475	(I) 729.07		(Δ 48.9)	1,079.21		Δ1,079.21	Δ 112.42	3,881				
	Mae Chaem	No. 4	580	(D) Δ715.43	715.43	(Δ428.0)		155.96	17.25	173.21	813				
	Mae Ping	No. 5	440	(IN) 715.43	715.43	113.4		157.90	17.47	175.37	-				
	Total	BHUMIBOL	260	(IN) 715.43	715.43	-	1,079.21	Δ 2.77	Δ1,122.07	Δ1,124.84	4,694	(PG) Δ439.3	520.4		
						113.4		Δ 193.15	Δ 123.97	Δ 317.12	-	Total 133.0	314.8	Δ 702.2	0.159
Case-3	Mae Pal	No. 6	400	(I) 1,578.32		-		Δ193.15	Δ 123.97	Δ 317.12	-				
	"	"	"	(D) Δ810.47				117.94	0	117.94	6,390				
	"	No. 4	580	(IN) 810.47	810.47	(Δ512.0)	1,472.65		Δ1,472.65	Δ1,472.65	636				
	Mae Chaem	No. 5	440	(IN) 810.47	810.47	69.1		196.20	0	196.20	813				
	Mae Ping	No. 5	440	(IN) 810.47	810.47	113.4		198.63	0	198.63	-				
	Total	BHUMIBOL	260	(IN) 810.47	810.47	-	1,472.65	319.62	Δ1,596.62	Δ1,277.00	7,839	(PG) Δ339.7	869.0		
						182.5		Δ193.15	Δ 123.97	Δ 317.12	-	Total 308.6	356.6	Δ 917.0	0.252
Case-4	Mae Pal	No. 6	400	(I) 1,578.32		-		Δ193.15	Δ 123.97	Δ 317.12	-				
	"	"	"	(D) Δ810.47				196.20	0	196.20	6,390				
	"	No. 4	580	(IN) 810.47	810.47	(Δ512.0)	1,472.65		Δ1,472.65	Δ1,472.65	813				
	Mae Chaem	No. 5	440	(IN) 810.47	810.47	113.4		198.63	0	198.63	-				
	Mae Ping	No. 5	440	(IN) 810.47	810.47	-	1,472.65		Δ1,596.62	Δ1,394.94	7,203	(PG) Δ619.8	798.5		
	Total	BHUMIBOL	260	(IN) 810.47	810.47	-	1,472.65	201.68	Δ1,596.62	Δ1,394.94	7,203	Total 28.6	356.6	Δ1126.5	0.025

Remarks: (I): Individual development scheme  
(D): Diversion scheme  
(IN): Increment of facilities  
(PG) : Power generation  
(Δ) : Agriculture

Table 2 - 2 Individual River Development Plan Recommendation of the Feasible Project

	Mae Pai River			Mae Chaem River		
	Mae Pai No. 6	Mae Pai No. 1	Mae Chaem no. 5	Mae Chaem No. 4		
Catchment area	3,725	1,817	3,735	1,955		
Average annual run-off	1,578.32	729.07	1,206.02	698.34		
Normal high water level	400	475	440	580		
Reservoir area	48.0	29.4	37.7	8.2		
Total storage capacity	2,421	765	2,141	196		
Effective storage capacity	571	290	500	100		
Available drawdown	13	12	12	15		
Type of dam	Rockfill	Rockfill	Rockfill	Rockfill		
Height x Crest length	185 x 400	100 x 230	140 x 555	95 x 440		
Dam volume	13,500	2,450	10,120	4,110		
Headrace (DxLxN)	5.6 x 560 x 2	5.2 x 350 x 1	5.9 x 385 x 1	4.2 x 300 x 1		
Penstock (DxLxN)	4.6 x 330 x 2	4.3 x 140 x 1	5.0 x 210 x 1	3.3 x 130 x 1		
Normal intake level	395.7	471.0	436.0	575.0		
Tailwater level	224.0	402.0	330.0	510.0		
Normal effective head	169.2	67.3	104.1	62.9		
Maximum discharge	202.0	85.4	116.0	51.6		
Maximum output	291.0	48.9	102.6	27.6		
Average annual energy	619.95	112.42	287.92	99.42		
Total cost	7,276	1,749	4,373	1,900		
Cost per KW	25.0	35.8	42.6	68.8		
Cost per KWH	11.7	15.6	15.2	19.1		
Surplus benefit	456.5	23.9	7.6	Δ63.2		
Benefit-Cost ratio	1.566	1.123	1.016	0.700		
	230	230	115	115		
	95	10	130	50		

## 第 3 章 関連送变电計画



### 第3章 関連送変電計画

#### 3.1 北部タイにおける電力需給

北部タイ（EGAT第4電力区）のピーク時負荷は、EGATがPEAに卸売りしているピーク電力の20%であり、1980年には220 MW、1990年および1995年にはそれぞれ900 MWおよび1,300 MW程度である。また、主たる発電設備として、Bhumipol水力発電所（最終出力684 MW）、Sirikit水力発電所（375 MW）、一部運転開始したLignite 焚きのMae Moh火力発電所（最終出力1,725 MW）があり、これに建設中のKud水力発電所（100 MW）が加わり、更に今回スタディしているMae Pai No.6およびMae Chaem No.5が追加されることになる。現在、既設の発電所からの電力は、230 kV送電線にて、Nakhon Sawan変電所経由で首都バンコク地域に送っている。

Mae Moh火力発電所の燃料は重油の価格の1/4程度であり、発電コストが安いため、バンコクから500 km余りも離れているにもかかわらず主力ベース発電設備として運転されている。Mae Moh火力発電所の増設が進み既設の230 kV送電線では送電損失が多くなってくるのである時期には、Mae Moh-Bangkokに500 kV送電線を建設すべく計画が進められている。

#### 3.2 関連送変電計画

この計画が実施される時点での関連Projectの進捗状況の想定は、

Kud 水力発電計画	.....	完 成
Chiang Mai 3 変電所	.....	完 成
Lamphun 2 変電所	.....	完 成
230kV 2 回線送電線		
Kud 発電所	— Chiang Mai 3 間	..... 完 成
Chiang Mai	— Mae Moh 間	..... 完 成
115 kV 2 回線送電線		
Lamphun 2	— Mae Moh 間	..... 完 成
Lamphun 2	— Chiang Mai 3 間	..... 完 成

として考えると、各計画実施時に建設されるべき送変電設備は、次のようになる。

##### (1) Mae Pai No.6 発電所関連設備

- 230 kV 送電線 2 回線 95 km
- 230 kV Kud 発電所 2 回線引出し設備
- 通信設備（一式）

(2) Mae Pai № 1 発電所関連設備

230 kV 分岐送電線 2 回線 10 km

通信設備 (一式)

(3) Mae Chaem № 5 発電所関連設備

115 kV 送電線 2 回線 40 km

115 kV 送電線 2 回線 54 km

Chom Thong 変電所

Lamphun 2 変電所 2 回線引出し設備

通信設備 (一式)

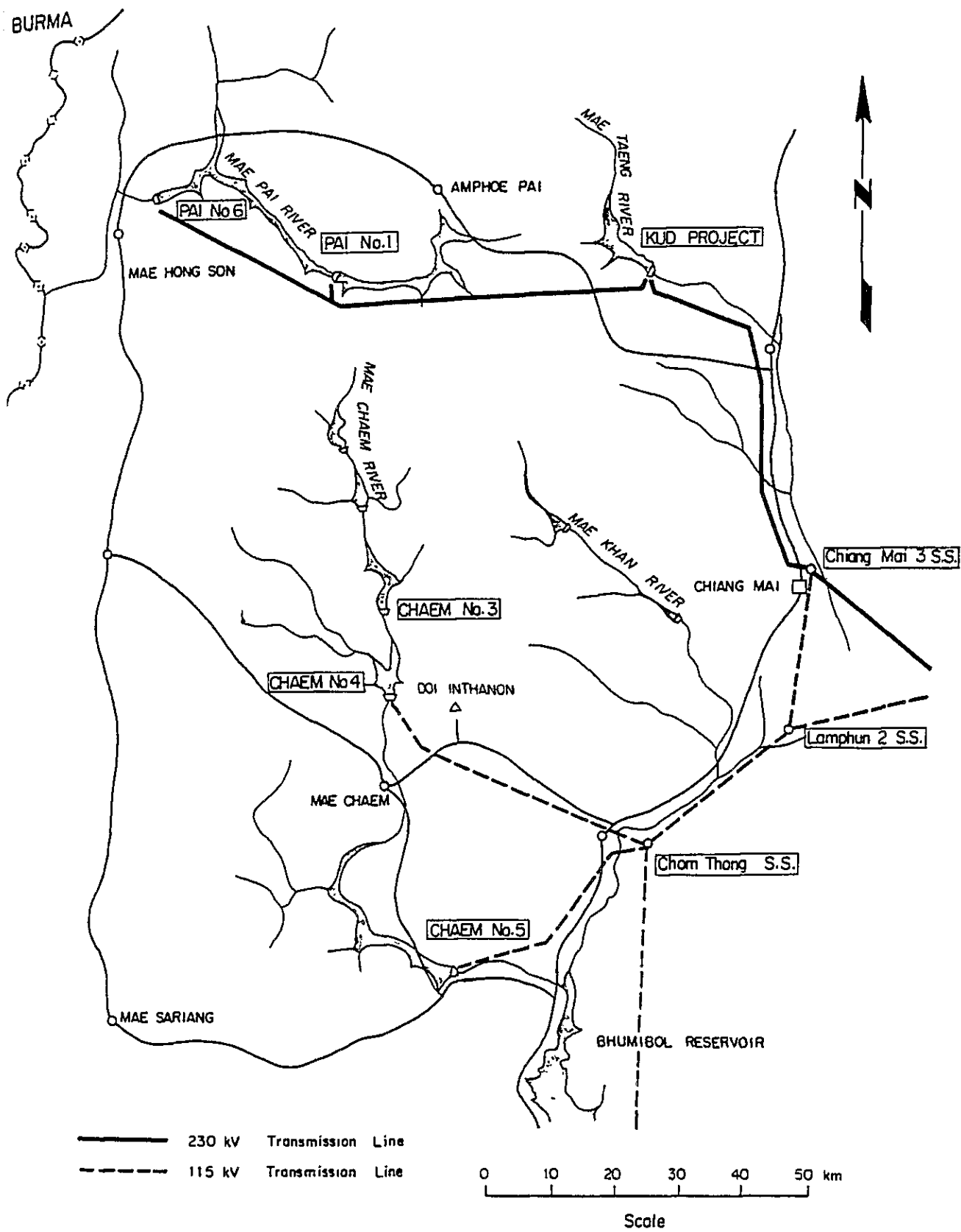
(4) Mae Chaem № 4 発電所関連設備

115 kV 送電線 2 回線 50 km

Chom Thong 変電所 2 回線引出し設備

通信設備 (一式)

Fig. 3-1 TRANSMISSION LINE ROUTE





## 第 4 章 予備設計



## 第 4 章 予 備 設 計

### 4.1 土 木

第 6 章開発計画で検討した結果、Feasible と判断された Mae Pai No.6 および No.1, Mae Chaem No.5 および No.4 について予備設計を行った。使用した地形図は Mae Pai No.6 および Mae Chaem No.5 について 1:2,000, Mae Pai No.1 および Mae Chaem No.4 については 1:50,000 を夫々 1:5,000 に縮小又は拡大したものである。

予備設計の基本数値は第 2 章で検討した結果、現時点において最適と見做される開発規模を基本としておりその諸元は Table 2-2 に示す通りである。又予備設計図を Drawing 4-1~4-4 に示す。これらの基本数値および予備設計図は次の段階で更に検討されねばならない。

揚水分水計画については、1:50,000 地形図にて水路ルート及び地下式ポンプステーションの規模を示すにとどめた。

以下に各計画地点の予備設計概要を述べる。

( Mae Pai No.6 )

NEA がボーリング調査を実施したダム軸上に高さ 185 m, 堤頂長 400 m, ダム体積  $13,500 \times 10^3 \text{ m}^3$  のロックフィルダムを築造する。

上下流面勾配は夫々 1:2.5 および 1:2.0 である。ダム左岸側に幅 30 m, 長さ 620 m, 容量  $3,000 \text{ m}^3/\text{S}$  (可能最大洪水量) の洪水吐を設け、右岸側に容量  $820 \text{ m}^3/\text{S}$  (20 年確率洪水量) の仮排水路を設ける。この仮排水路は将来、放流設備として転用される。

ダム軸右岸側上流に最大取水量  $202 \text{ m}^3/\text{S}$  の取水口を設け、内径 5.6 m, 長さ 660 m の 2 本の導水路により、調圧水槽、水圧管路を経由して発電所へ導水し基準最大出力 291,000 kw, 平均年間発電電力量約 620 GWH を得るものである。

( Mae Pai No.1 )

上流案ダム軸上に高さ 100 m, 堤頂長 230 m, ダム体積  $2,450 \times 10^3 \text{ m}^3$  のロックフィルダムを築造する。上下流面勾配は Pai No.6 と同じである。

ダム左岸側に幅 30 m, 長さ 340 m, 容量  $2,200 \text{ m}^3/\text{S}$  の洪水吐と容量  $600 \text{ m}^3/\text{S}$  (20 年確率洪水量) の仮排水路を設ける。ダム右岸上流側に最大取水量  $85.4 \text{ m}^3/\text{S}$  の取水口を設け、内径 5.2 m, 長さ 350 m 1 本の導水路により水圧管路を経由して発電所へ導水し、基準最大出力 68,900 kw, 平均年間発電電力量約 110 GWH を得るものである。

尚、導水路延長が比較的短いので調圧水槽は設けなかったがその必要性については再検討されるべきである。

( Mae Chaem No.5 )

NEA が調査を進めているダム軸上に高さ 140 m, 堤頂長 555 m, 体積  $10,120 \times 10^3 \text{ m}^3$  のロッ

クフィルダムを築造する。

ダム左岸側に幅 30 m, 長さ 670 m, 容量 3,000 m<sup>3</sup>/S の洪水吐を設ける。ダム右岸側に容量 820 m<sup>3</sup>/S の仮排水路を設ける。同じくダム右岸上流に最大取水量 116 m<sup>3</sup>/S の取水口を設け, 内径 5.9 m, 長さ 385 m 1 本の導水路により水圧管路を經由して発電所へ導水し基準最大出力 102,600 kw 平均年間発電電力量約 288 GWH を得るものである。

( Mae Chaem No 4 )

上流案ダム軸上に高さ 95 m, 堤頂点 440 m, 体積 4,110×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> のロックフィルダムを築造する。ダム左岸側に幅 30 m, 長さ 440 m, 容量 2,300 m<sup>3</sup>/S の洪水吐と容量 630 m<sup>3</sup>/S の仮排水路を設ける。

ダム上流側右岸に最大取水量 51.6 m<sup>3</sup>/S の取水口を設け, 内径 4.2 m, 長さ 300 m 1 本の導水路により水圧管路を經由して発電所へ導水し基準最大出力 27,600 kw, 平均年間発電電力量約 100 GWH を得るものである。

## 4.2 電気機器

### 4.2.1 Mae Pai No. 6 Project (Mae Pai No. 6 発電所)

#### (1) 発電所主要機器

当発電所は基準有効落差 169.2m, 最大使用水量 202 m<sup>3</sup>/s で発電所出力 291 MW で計画される。

この開発規模に対応して、主機台数は 2 台で、各ユニットは、145.8 MW の立軸フランシス水車, 160 MVA の同期発電機および 160 MVA の主要変圧器の組合せで構成される。

主回路には、2 台の発電機及び主要変圧器が夫々各 1 台ずつ接続される、いわゆるユニット・システムが採用され、発電機と屋外に設置される主要変圧器は密閉母線にて接続される。

#### (2) 開閉所

屋外開閉所には、2 組の主要変圧器と所要の機器を設置する。230 kV 母線は、二重母線方式で構成されて計 2 回線の送電線が接続される。

GIS 型の採用にあたっては、当発電所近辺には、従来型開閉所の所要面積を満足する敷地を確保することが困難であるということが考慮された。

以上を総合した Mae Pai No. 6 発電所の主要機器の概略設計の諸元は次のとおりであり、

#### Mae Pai No. 6 発電所電気設備概略諸元

発電所出力	291,000 kW
水車	
形式	立軸フランシス水車
台数	2 台
基準有効落差	163.1 m
使用水量	101 m <sup>3</sup> /sec
基準出力	145,800 kW
回転速度	188 rpm
発電機	
形式	3 相交流同期発電機
台数	2 台
出力	160,000 kVA (力率 0.9 遅れ)
周波数	50 Hz
主要変圧器	
形式	3 相屋外用油入変圧器
台数	2 台

容 量	160,000 kVA
電 圧	230/13.8 kV
開 閉 所 機 器	
形 式	屋外形開閉所
母線接続方式	二重母線方式
接 続 線 数	2 回 線

#### 4.2.2 Mae Chaem No. 5 Project ( Mae Chaem No. 5 発電所 )

##### (1) 発電所主要機器

当発電所は基準有効落差 104.1 m, 最大使用水量 116 m<sup>3</sup>/s で発電所出力 102.6 MW で計画される。

当発電所の主機台数は 2 台で, 各ユニットは, 53.4 MW の立軸フランシス水車, 及び 58.6 MVA の同期発電機からなり 117.2 MVA の主要変圧器 1 台の組合せで構成される。

##### (2) 開閉所機器

開閉所機器は, 標準電圧が 115 kV の従来型のもので計画した。発生電力は, 発電所から約 40 km 離れた地点にある。Chom Thong 変電所を経由し, Lamphun 2 変電所に, 115 kV 2 回線で送られる。

以上を総合した Mae Chaem No. 5 発電所の主要機器の概略設計の諸元は次のとおりであり, 発電所の単線結線図を Fig. 4-1 に示す。

#### Mae Chaem No. 5 発電所電気設備概略諸元

発 電 所 出 力	102,600 kW
水 車	
形 式	立軸フランシス水車
台 数	2 台
基準有効落差	104.1 m
使用水量	58 m <sup>3</sup> /sec
基準出力	53,500 kW
回 転 速 度	250 rpm
発 電 機	
形 式	3 相交流同期発電機
台 数	2 台
出 力	58,600 kVA ( 力率 0.9 遅れ )
周 波 数	50 Hz
主 要 変 圧 器	
形 式	3 相屋外用油入変圧器

台 数	1 台
容 量	117,200 kVA
電 圧	115/13.8 kV
開閉所機器	
形 式	屋外形開閉所
母線接続方式	二重母線方式
接続線数	2 回 線

4.2.3 Mae Pai №1 Project (Mae Pai №1 発電所) および Mae Chaem №4 Project  
(Mae Chaem №4 発電所)

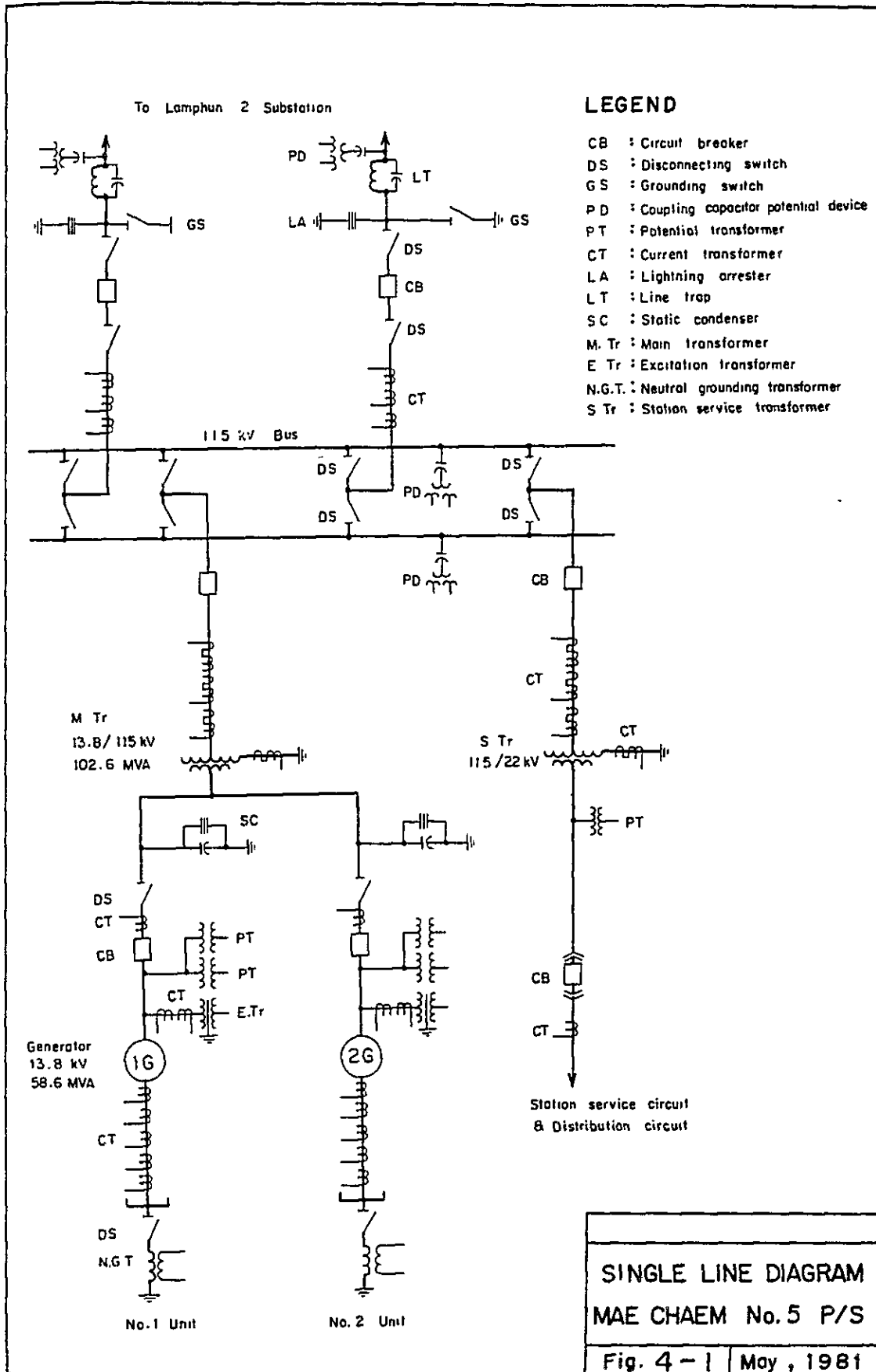
Mae Pai №1 発電所電気設備概略諸元

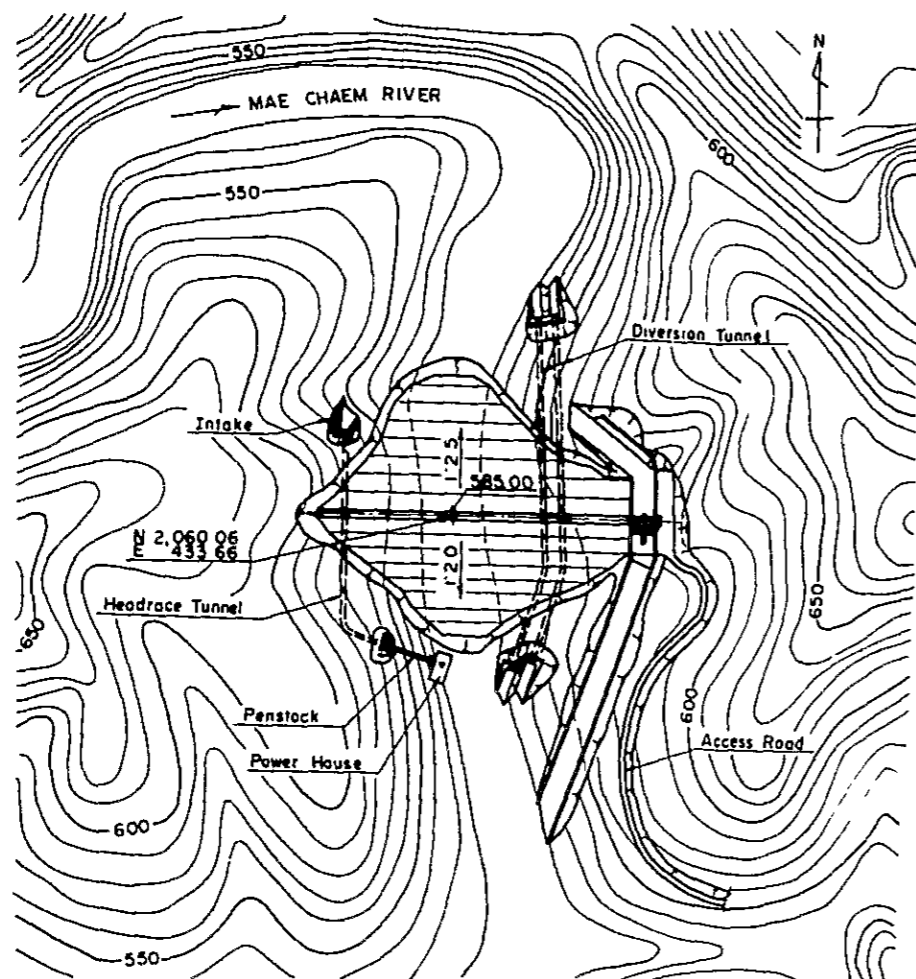
発電所出力	48,900 kW
水 車	
形 式	立軸フランシス水車
台 数	2 台
基準有効落差	67.3 m
使用水量	42.7 m <sup>3</sup> /sec
基準出力	25,300 kW
回転速度	300 rpm
発 電 機	
形 式	3 相交流同期発電機
台 数	2 台
出 力	27,200 kVA (力率 0.9 遅れ)
周 波 数	50 Hz
主要変圧器	
形 式	3 相屋外用油入変圧器
台 数	1 台
容 量	54,400 kVA
電 圧	230/13.8 kV
開閉所機器	
形 式	屋外形開閉所
母線接続方式	二重母線方式
接続線数	4 回 線

Mae Chaem 4 発電所電気設備概略諸元

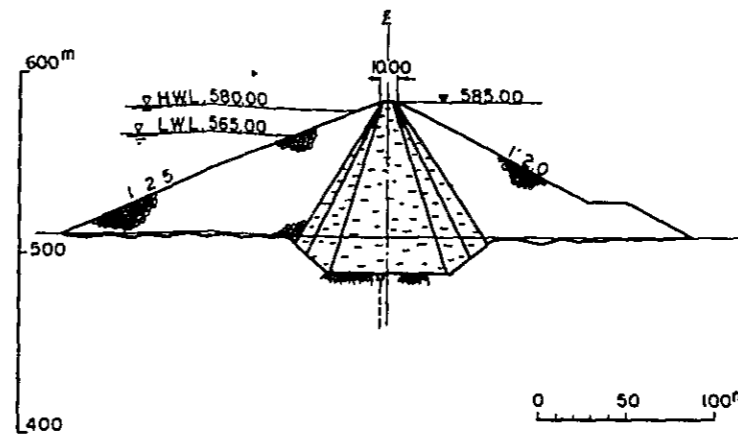
発電所出力	27,600 kW
水車	
形式	立軸フランス水車
台数	2 台
基準有効落差	62.9m
使用水量	25.8 m <sup>3</sup> /sec
基準出力	14,300 kW
回転速度	375 rpm
発電機	
形式	3 相交流同期発電機
台数	2 台
出力	16,000 kVA (力率 0.9 遅れ)
周波数	50 Hz
主要変圧器	
形式	3 相屋外用油入変圧器
台数	1 台
容量	32,000 kVA
電圧	115/13.8 kV
開閉所機器	
形式	屋外形開閉所
母線接続方式	二重母線方式
接続線数	2 回線



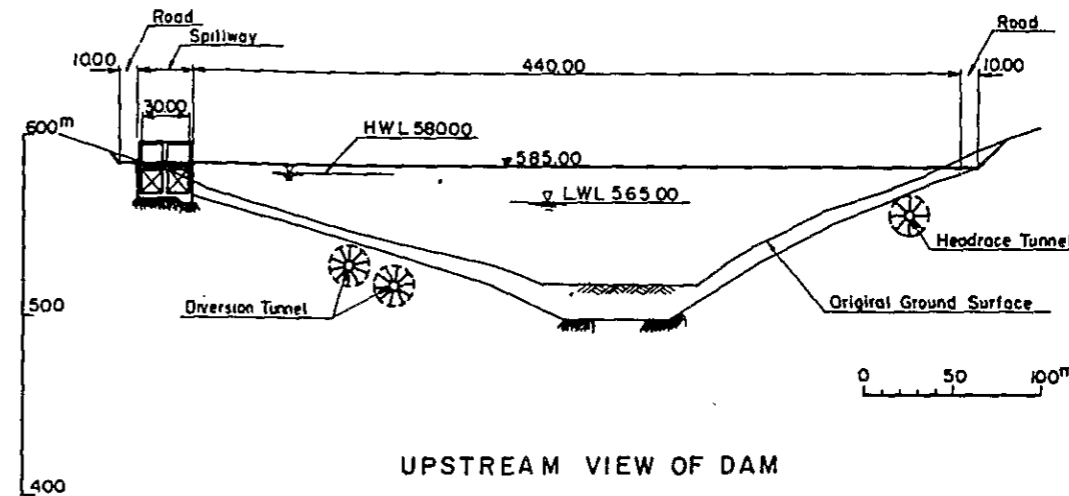




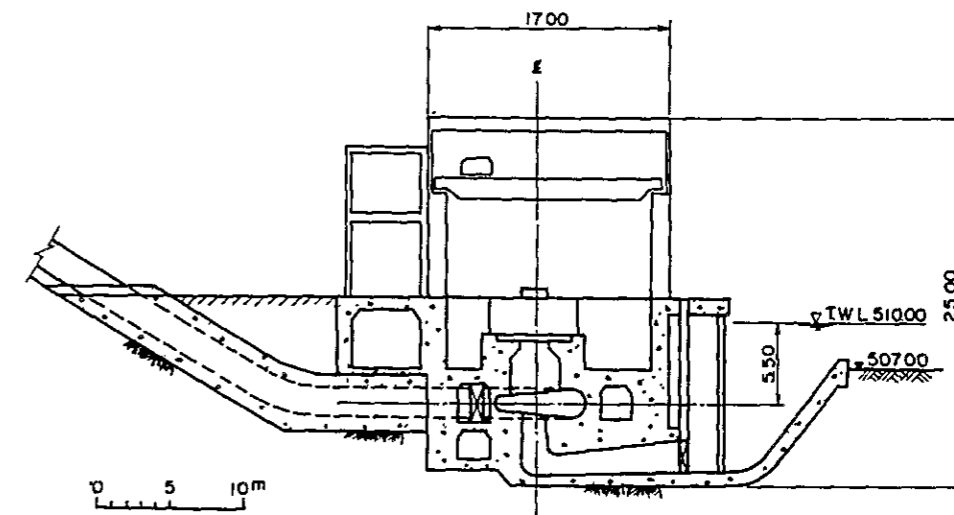
PLAN



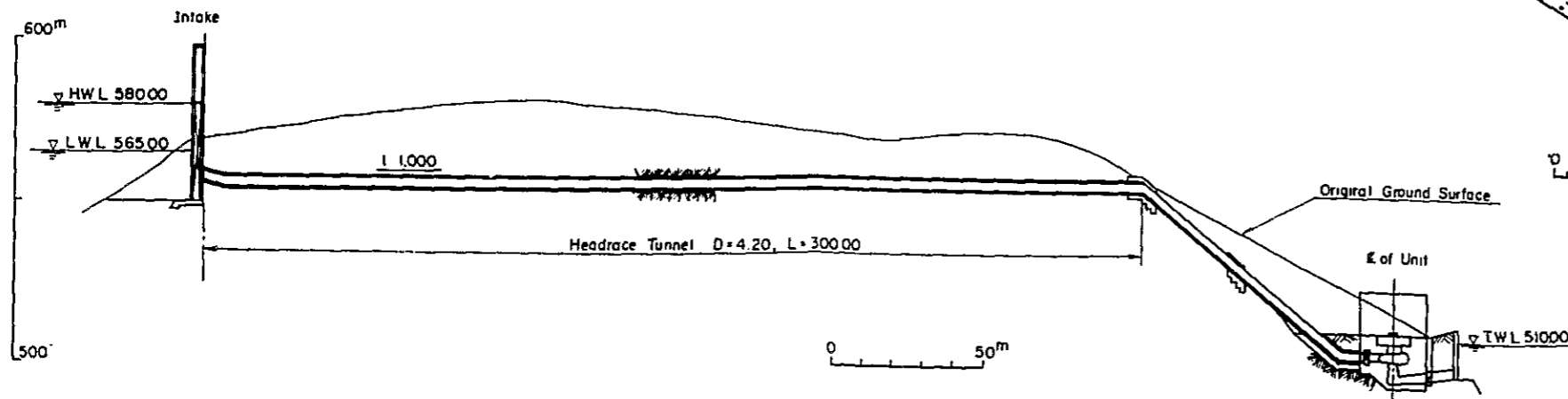
TYPICAL CROSS SECTION OF DAM



UPSTREAM VIEW OF DAM



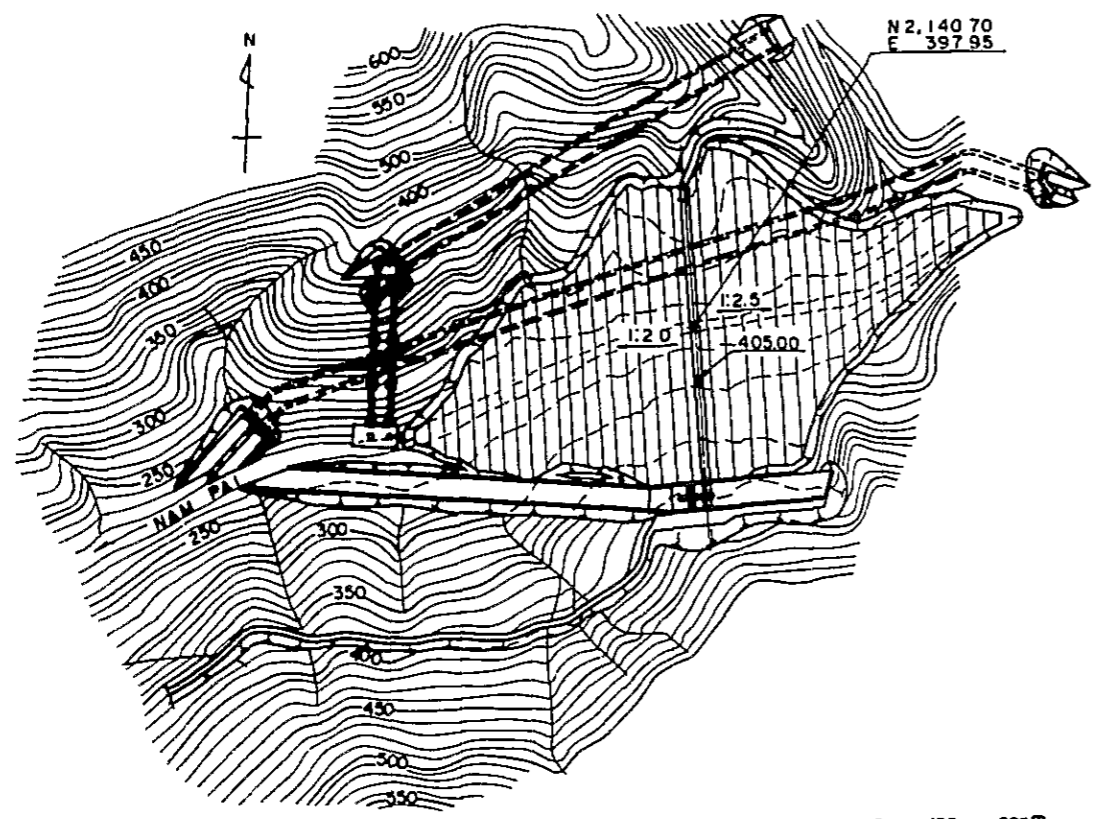
CROSS SECTION OF POWERHOUSE



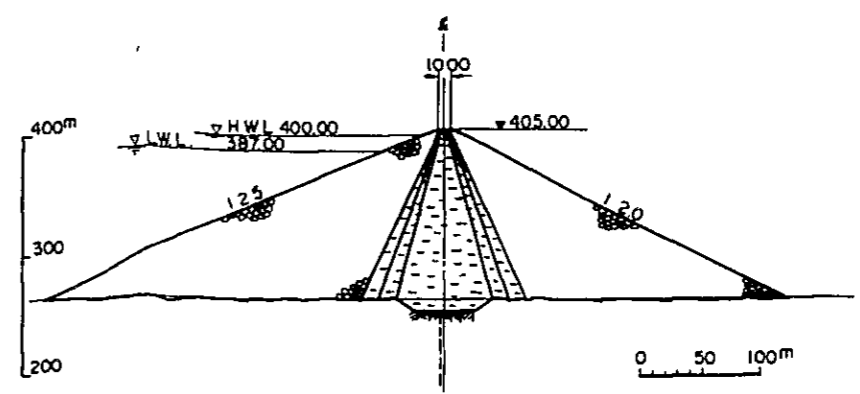
PROFILE OF WATERWAY AND POWERHOUSE

MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT MASTER PLAN	
MAE CHAEM RIVER No.4 SITE	
ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO. LTD. TOKYO, JAPAN	
Dwg. 4-1	DR: SUBMITTED TR: RECOMMENDED CK: APPROVED
LOCATION	DATE
DESCRIPTION	BY
REVISION	
June, 1981	

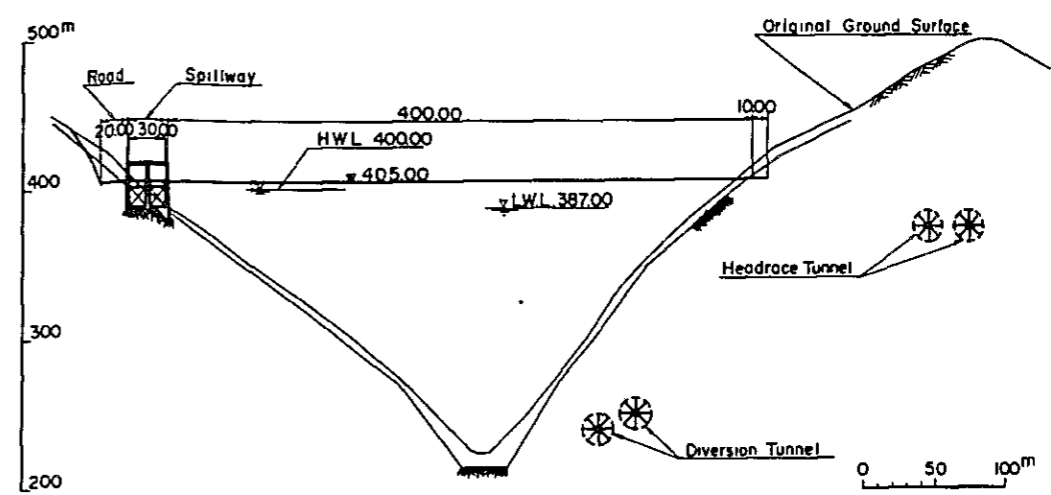
LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
REVISION			



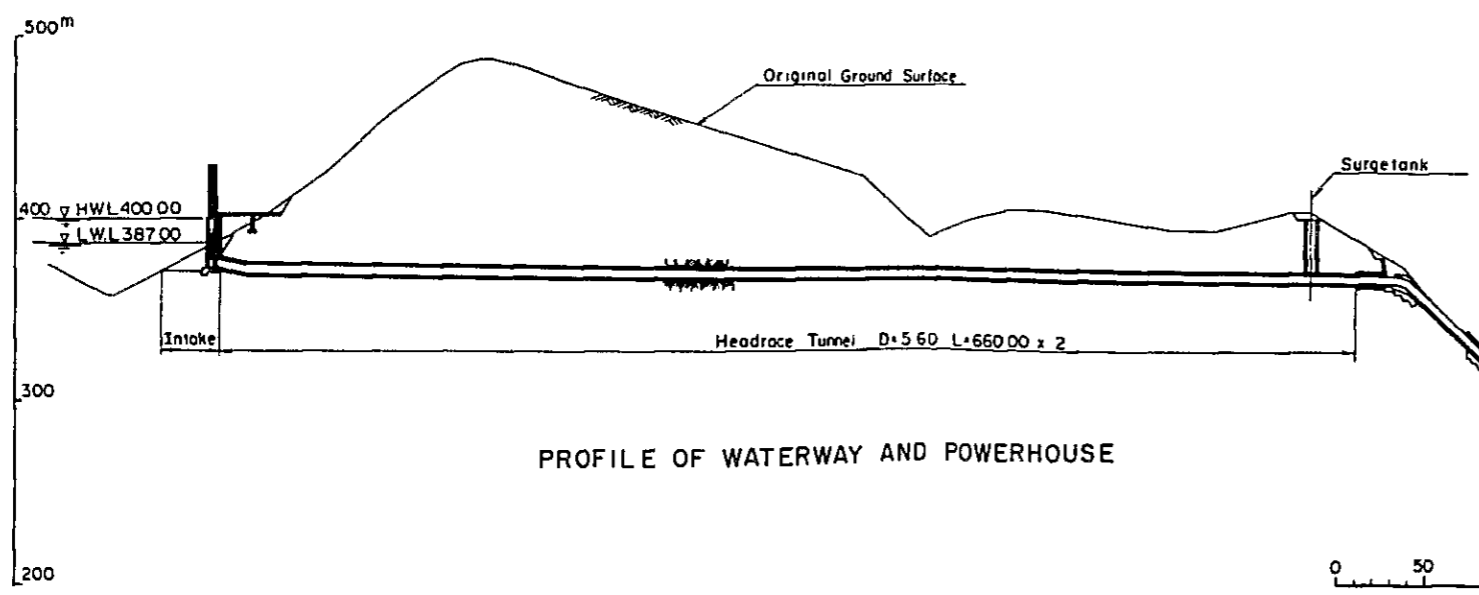
PLAN



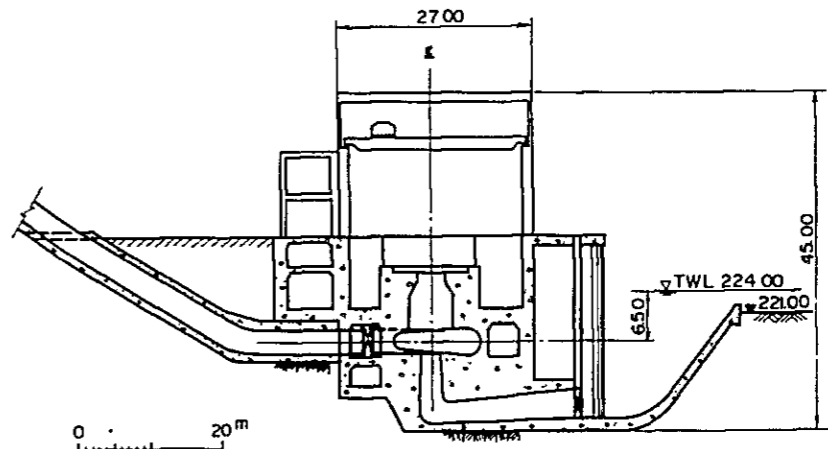
TYPICAL CROSS SECTION OF DAM



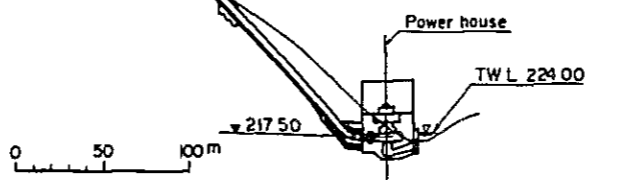
UPSTREAM VIEW OF DAM



PROFILE OF WATERWAY AND POWERHOUSE



CROSS SECTION OF POWERHOUSE



MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT  
MASTER PLAN

MAE PAI RIVER No.6 SITE

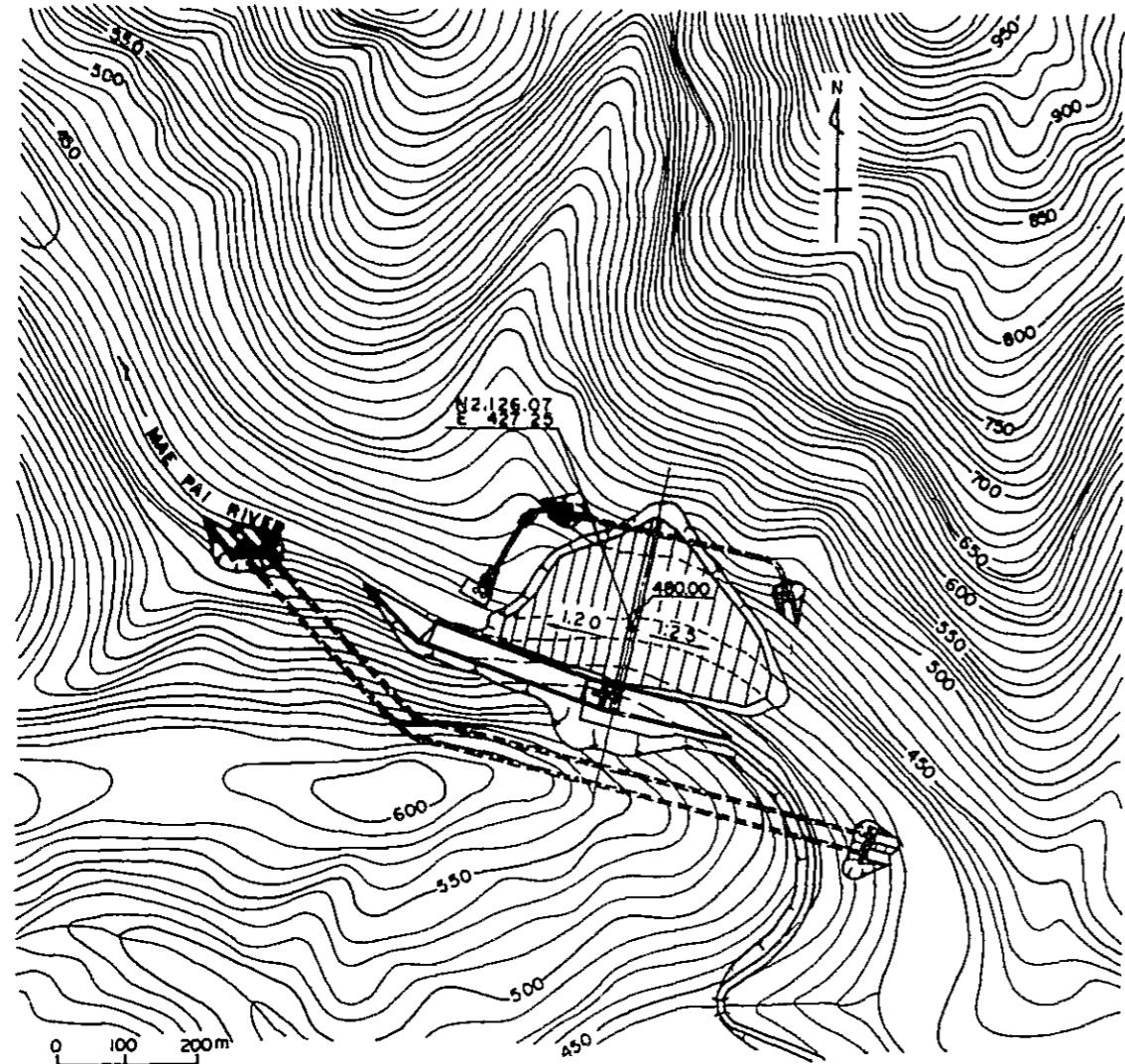
ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO. LTD  
TOKYO, JAPAN

Dwg.  
4-2

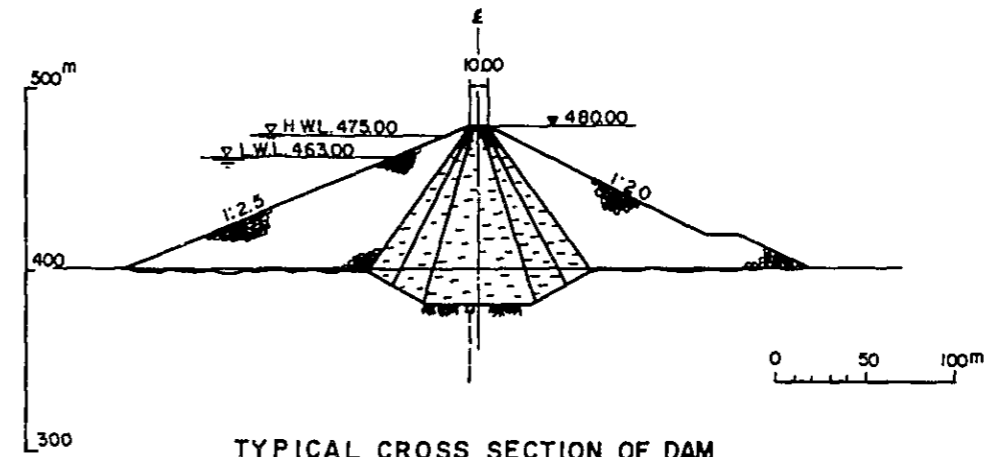
DR.	SUBMITTED:
TR.	RECOMMENDED:
CK.	APPROVED:

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

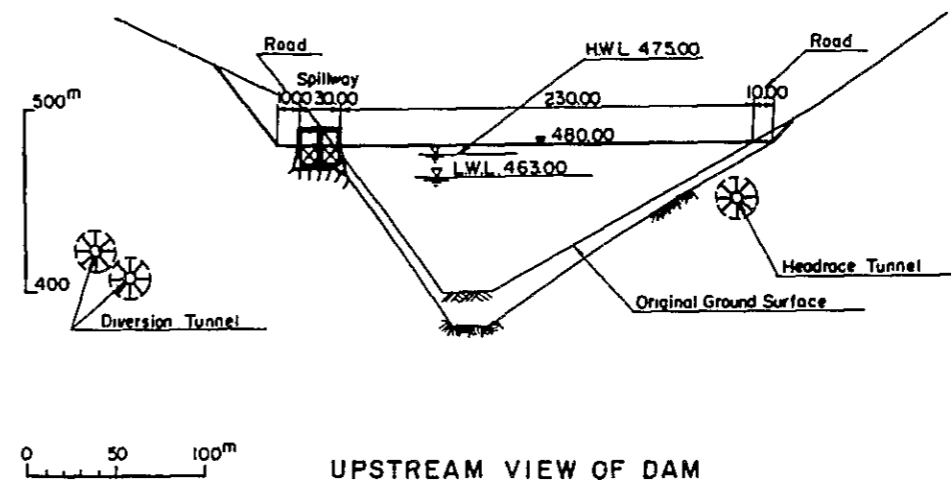
June 1981



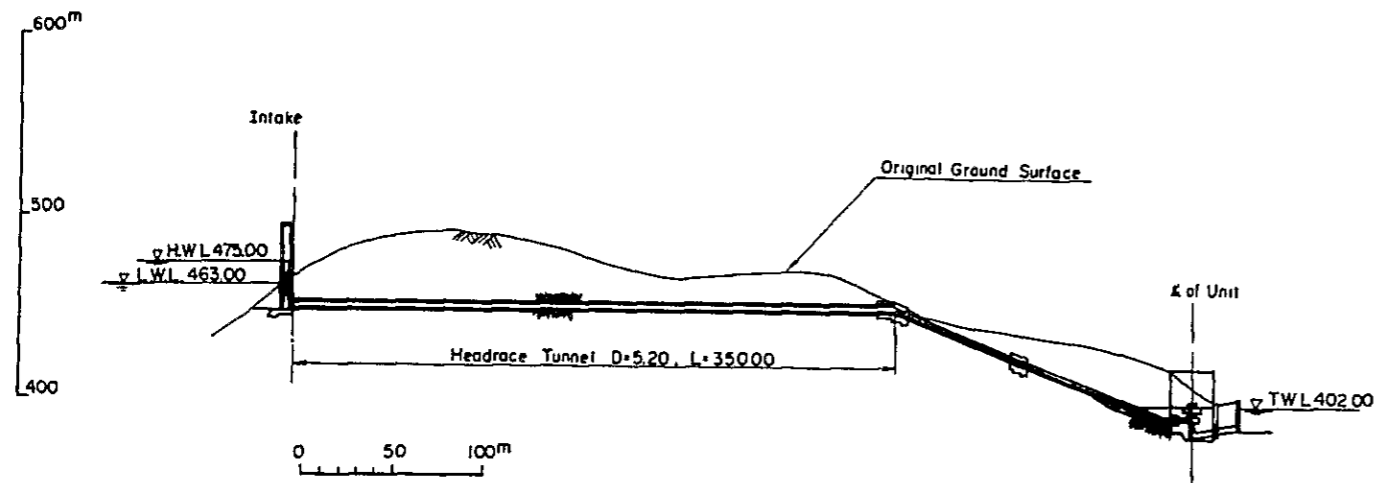
PLAN



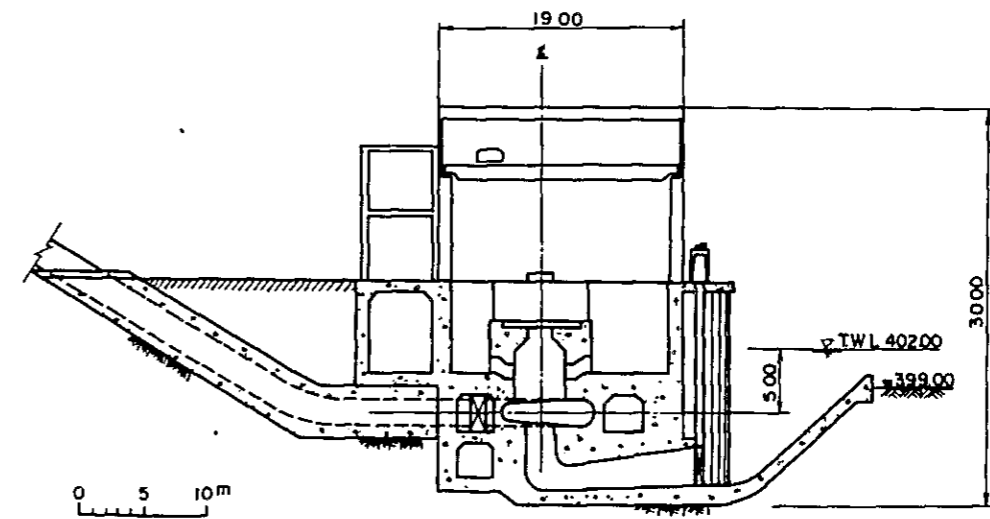
TYPICAL CROSS SECTION OF DAM



UPSTREAM VIEW OF DAM



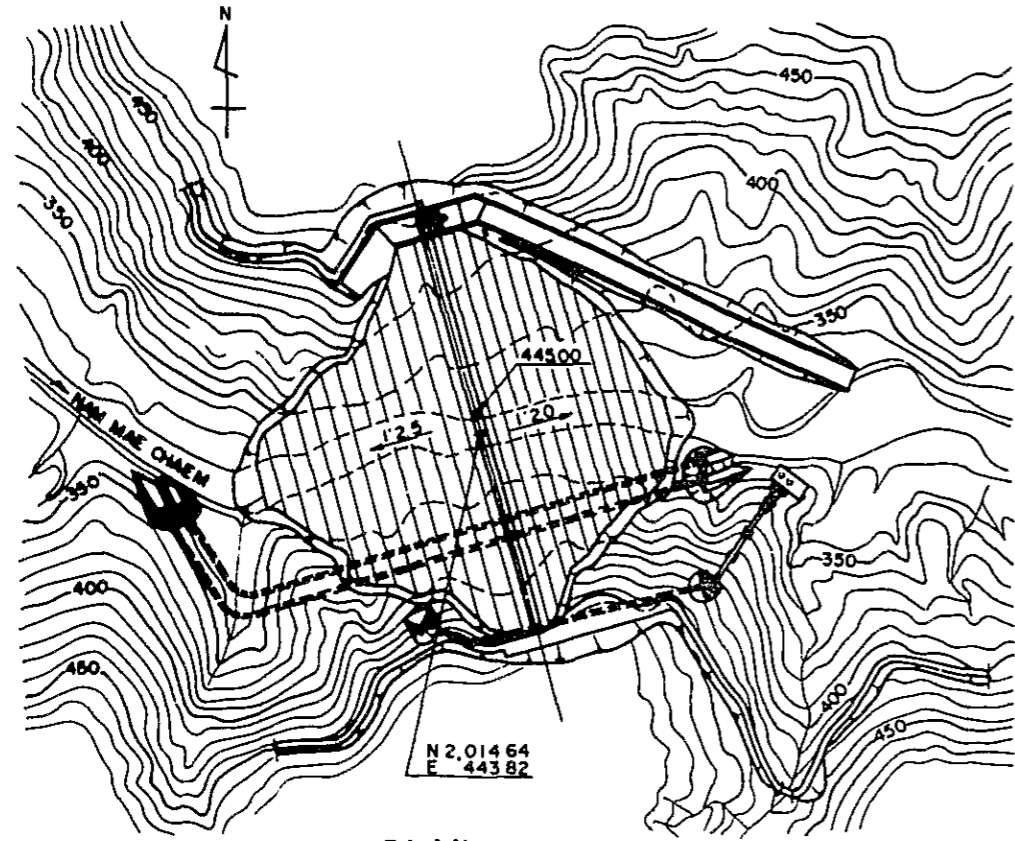
PROFILE OF WATERWAY AND POWERHOUSE



CROSS SECTION OF POWERHOUSE

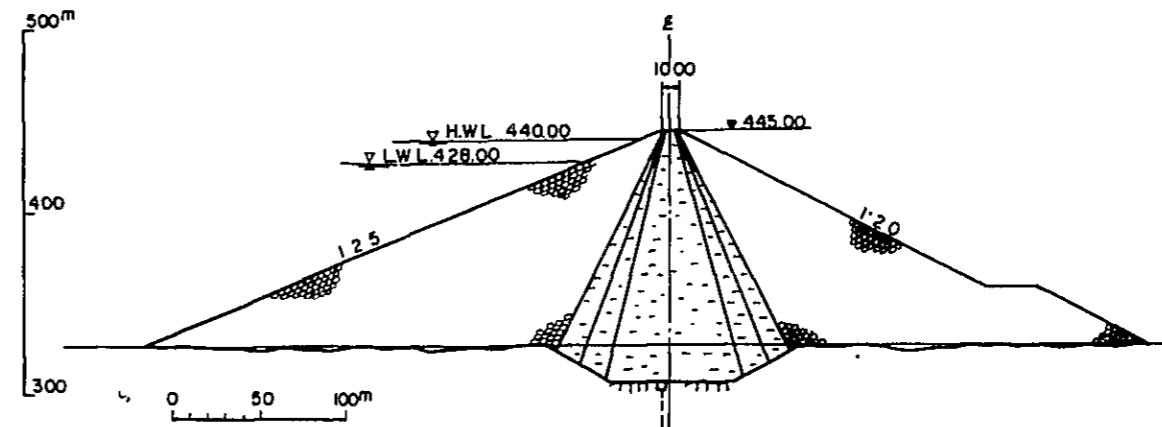
MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT MASTER PLAN			
MAE PAI RIVER No. 1 SITE			
ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO. LTD. TOKYO, JAPAN			
Dwg.	DR.	TR.	CE.
4-3	SUBMITTED	RECOMMENDED	APPROVED
REVISION			June 1981

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

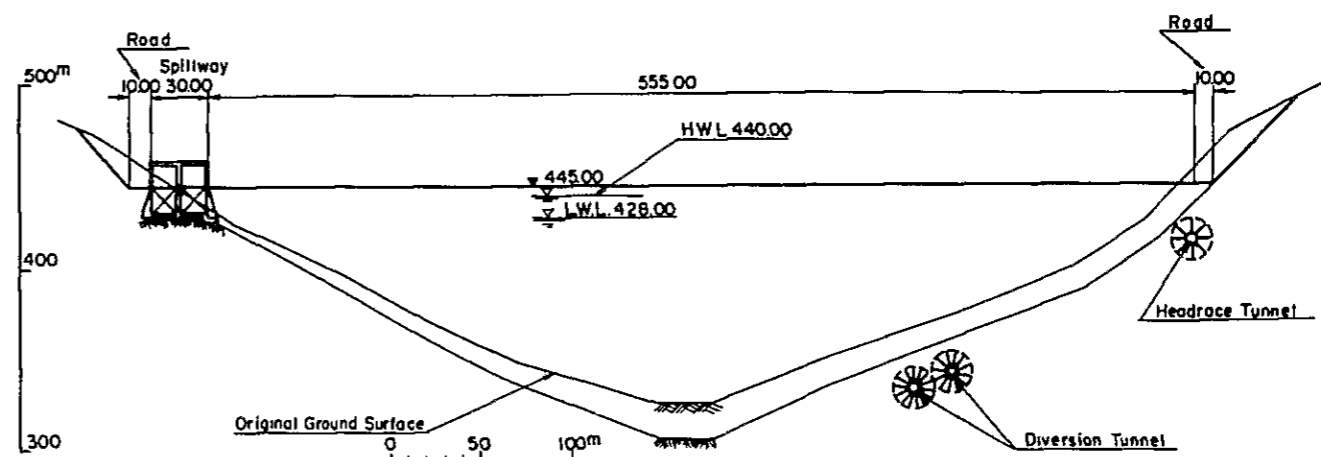


PLAN

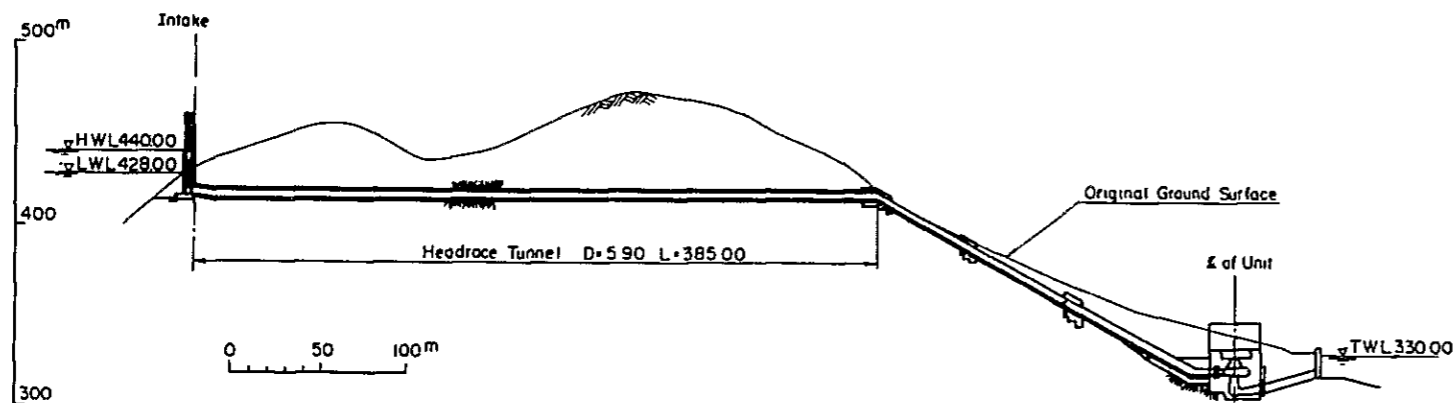
0 100 200m



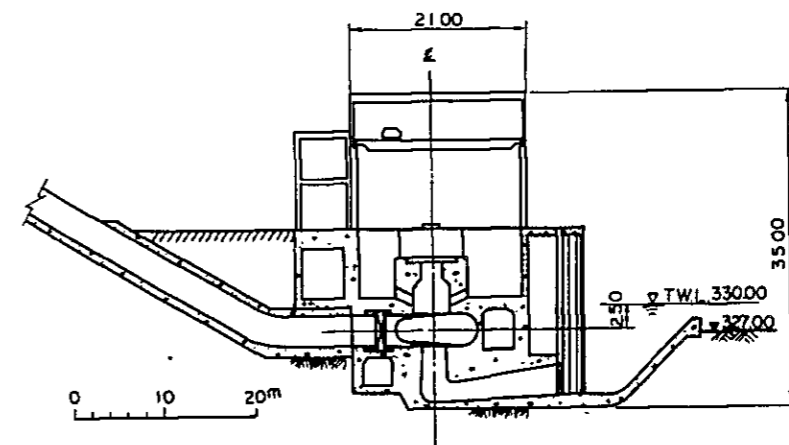
TYPICAL CROSS SECTION OF DAM



UPSTREAM VIEW OF DAM



PROFILE OF WATERWAY AND POWERHOUSE



CROSS SECTION OF POWERHOUSE

MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT  
MASTER PLAN

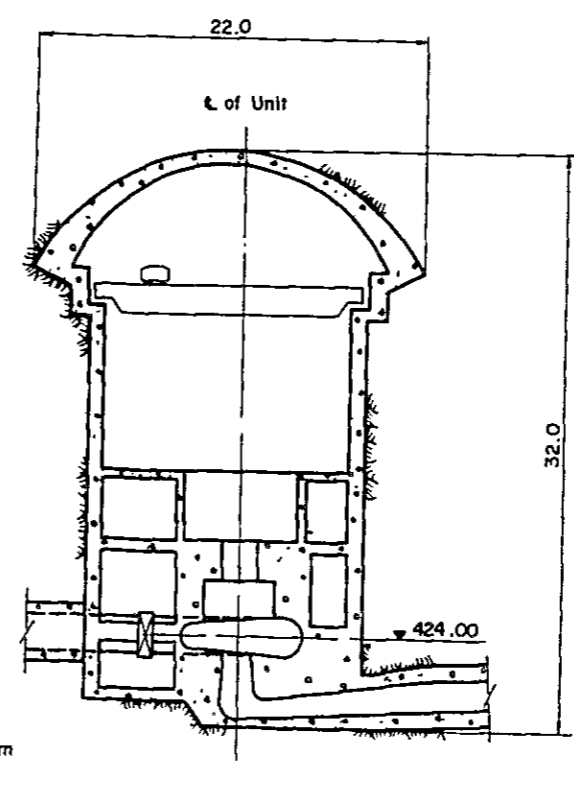
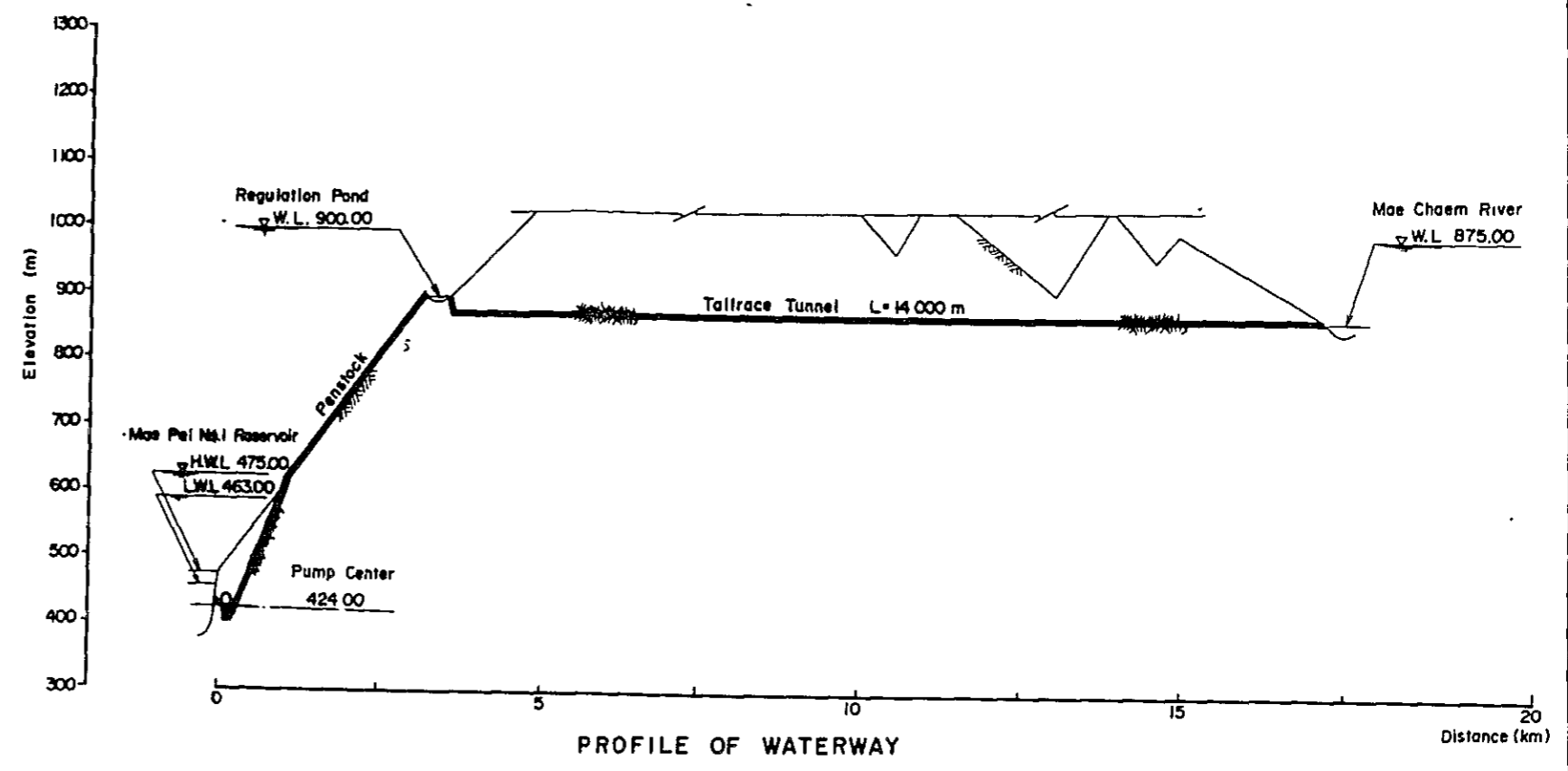
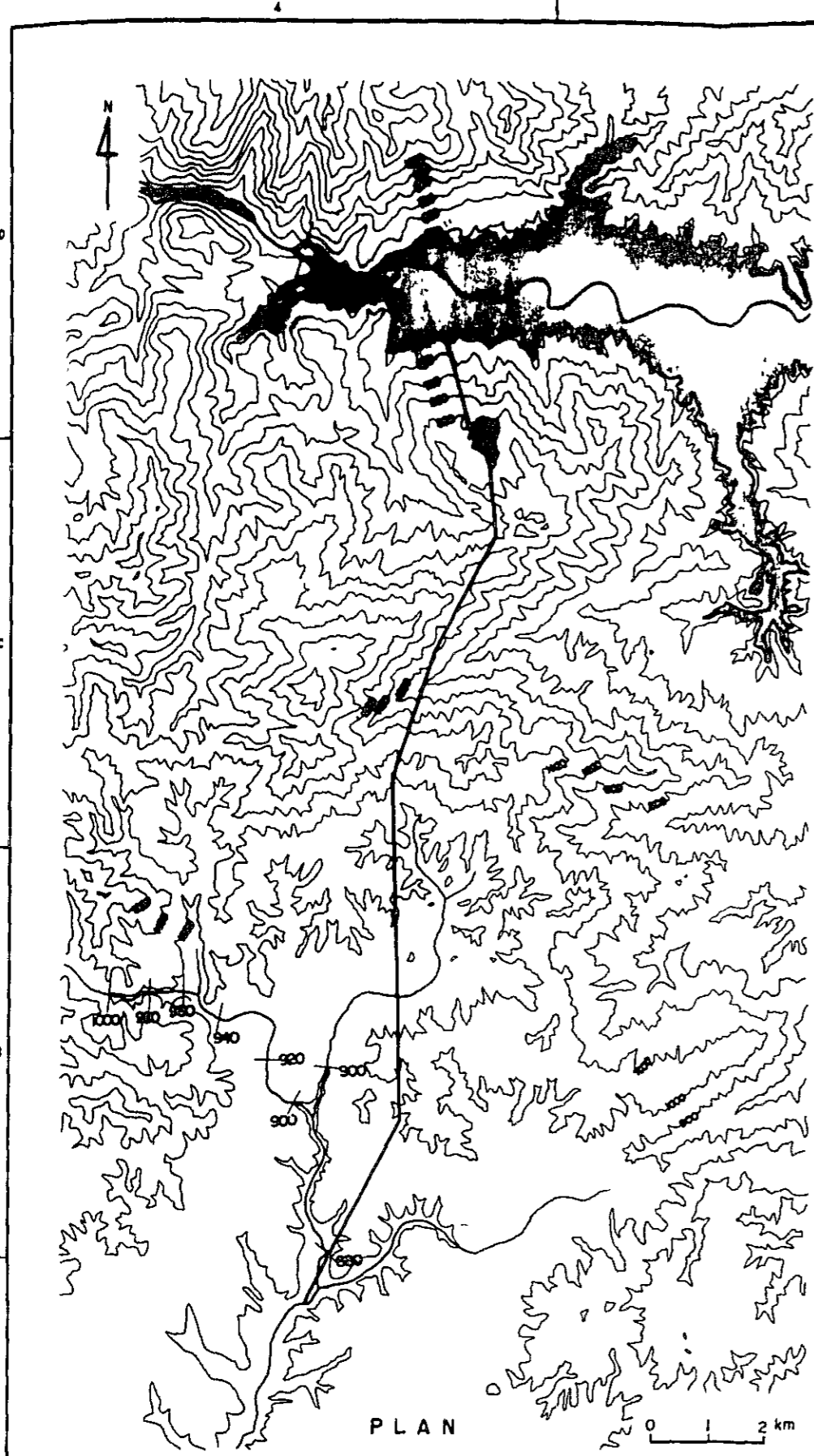
MAE CHAEM RIVER No.5 SITE

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO. LTD.  
TOKYO, JAPAN

Dwg.  
4-4

DR: SUBMITTED:  
TR: RECOMMENDED:  
CK: APPROVED:

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
REVISION			



MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT MASTER PLAN	
TRANS-BASIN SCHEME FROM PAI RIVER TO CHAEM RIVER	
ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD TOKYO, JAPAN	
Dwg. 4-5	DR. SUBMITTED. TR. RECOMMENDED. CR. APPROVED.

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
REVISION			

## 第5章 工事費





## 第 5 章 工 事 費

### 5.1 概算建設費

各計画地点の概算建設費は次の手順で積算された。

工事数量は過去に建設された多くのダム発電所の工事実績を基に作成された概算式を適用した。工事単価はタイ国内で実施されたプロジェクトの建設実績あるいは近年作成された類似プロジェクトのレポートに適用された単価を参考として設定した。積算時点は 1981 年である。内貨と外貨区分はタイ国内で調達可能なものは内貨建てとし、大型建設機械、水力機器、電気機器等は外貨区分として計上した。

積算の範囲は、土木工事費、水力機器、電気機器、送変電設備 Engineering fee および建設中利子である。

輸入機器類に関する輸入税は今回計上しなかった。

尚、工事計画、工事工程および年度別資金計画等は Pre - F/S もしくは F/S レベルで検討されるもので、今回のスタディからは除外した。

## 第 6 章 經濟評估

1920

## 第6章 経済評価

### 6.1 経済評価の方法

発電計画の経済評価は、当該プロジェクトと同等のサービスを提供する代替プロジェクトとの比較という形で行われる。水力発電計画の場合、世界的に認められている手法は、代替プロジェクトとして火力発電設備を選定し、その発電単価を対象水力発電プロジェクトの便益単価と考え、これとプロジェクトの発電コストを比較検討することによるものであり、本プロジェクトの経済評価もこれになった。

このマスタープランすなわちバイ川、チャム川の電源開発は現在の調査の進み具合およびプロジェクト地点への接近性を考慮し、下流から上流に向かって順次開発を進めていくものと考えた。

経済評価は、開発計画策定の結果選ばれた Mae Chaem №5, Mae Chaem №4, Mae Pai №6, Mae Pai №1 の4つの発電所について行った。本プロジェクトは、マスタープランレベルであり、開発時期が個々の発電計画について確定しないことから便益費用法が適当であると考え、経済評価はこれによった。経済評価は、NEAの合意により EGAT の Upper Quae Yai Project の Feasibility Study (1980) と同様にシャドウ・プライス係数を考慮に入れたものを基本ケースとした。最近の燃料費および金利は予測し難いので、基本ケースの他に、これらの変化が本計画の経済性にどのような影響をおよぼすかということを検討するために、これらに関する感度分析をも実施した。

## 6.2 代替発電設備の選定

本計画により発生される電力は、タイ国の電力系統に接続されタイ全国の電力需要の一部をまかなうことになるので、代替発電設備は、タイ国最大の需要地である首都バンコクの周辺に設置するものと考えた。

この計画の経済性の検討に当り、本プロジェクトの開発規模を考慮し、単機容量250 MWの火力発電ユニット2基の平準化年経費をもとにして、このプロジェクト評価のためのプロジェクトのkW便益単価、kWh便益単価、2次kWh便益単価を算出した。

今まで一般に水力発電計画の代替設備として重油専焼火力発電設備が使われてきた。しかしながら、我々は次の理由により、代替設備として重油専焼火力発電設備を検討から外すことにした。

- (1) 重油価格が著るしく高価であること。
- (2) OPECによる不当なまでの石油の価格つり上げのため将来の重油価格の予測が不可能であること。
- (3) 重油が将来に亘り安定確保できるかどうか疑わしいこと。
- (4) EGATの電源開発計画に重油専焼火力発電計画がないこと。
- (5) IEA(国際エネルギー機構一パリ)が石油を燃料として消費せず、石油化学等の有効利用を計るべきだという理由で加盟国に対し、新規の重油専焼火力発電の計画をしないよう勧告したこと。

タイ国において利用できるエネルギー資源として本プロジェクトの代替設備として考えられるものには、天然ガス、Lignite、原子力、輸入石炭が考えられる。

現在開発中のシャム湾のユニオン鉱区の天然ガスは当初South Bangkok火力発電所とBan Pakong火力発電所の燃料として発電用に利用されるが、その後発電用を減らし工業用として割当てよう計画されており、新規発電計画に割当て余剰はない。

現在進行中のMae Moh火力発電計画は、Mae Moh地区のLigniteの全量を使いきるよう計画されており、発電所の容量増加の余地はない。

タイ国では、国内資源の利用ということでシャム湾の天然ガスおよびLignite鉱山の調査に鉛意努力中であるが、まだ具体的な埋蔵量調査および採集コストの積算などの検討が進んでおらず、これら未確定な燃料を用いて代替火力発電設備を計画するのは好ましくない。

原子力発電については、技術的問題以外に、燃料の確保、使用済燃料の処理、その他国内外の政治的問題もあり、早急に建設できないのが現状であり、ここで代替発電設備として取り上げるのは適当であるとは思われない。

最近、石油危機以来、石油代替エネルギーとして、地球上にまだ豊富に存在するエネルギー資源である石炭が再び浮上してきた。今回、代替発電設備として、輸入石炭火力発電

設備を考えることは、時代の流れにも合致し、現実的であると考えられる。

石炭は、世界の需要を充すに十分な供給量があり、現在問題となるのは、石炭の輸送、積荷港、石炭運送船であり、石炭産出業者に長期安定引取り保証を行うことにより、国際相場により輸入可能である。

自由主義経済圏における主なる石炭の輸出国は、オーストラリア、アメリカ、カナダ、南ア連邦であり、タイ国で利用可能な石炭は、ストライキなどの危機の分散を考えるとオーストラリアと南ア連邦からの輸入炭が最も現実的である。

従って、本プロジェクトの代替発電設備として単機容量 250 MW 2 基の輸入炭火力発電設備を考えることとした。建設地点は、バンコクから約 100 km 南東の Ao Phai 原子力発電所建設予定地とし、石炭の積下し港は、現在 Rang Chaban に計画されている工業地帯計画の一部として計画されている深い港を延長しこれを利用するものとする。

### 6.3 プロジェクトの便益

#### 6.3.1 代替火力発電設備

本計画の経済評価の基準として選定した代替火力発電設備の概要はつぎのとおりである。

- (1) 設置場所は、Ao Phai 原子力発電所予定用地。
- (2) 建設費は、国際入札により、EGAT が最近契約した Ban Pakong 火力発電所の建設単価を 1981 年価格に換算し、石炭火力発電所は補機が多いことから建設単価を 20 % 増とし、更に公害対策設備費として 30 % 見込み、重油専焼火力の建設単価の 150 % とした。
- (3) EGAT の電力系統における 1975 年から 1978 年の火力発電設備の運転実績によれば、火力発電設備（重油／ガス／亜炭）の Dependable Capacity の平均値は、各設備の不等率を考えると 95 % となっている。したがって、本計画の便益単価の計算は、これを考慮して行った。

#### 6.3.2 代替火力発電設備の燃料

オーストラリアからの石炭輸入を考えると距離的にも、日本とあまり変わらないので条件が似ているのでオーストラリア炭にて考えることにする。オーストラリア炭は、現在主に New South Wales 州から出炭されているが、今後の鉱山の開発輸出が盛んになると Queens Land 州からの大量輸出が中心となる見込みである。

オーストラリア炭の長期契約 FOB 価格は、1980 年初めには、31～33 US \$/t であったが、1981 年 2 月現在 50～56 US \$/t にもはね上り、特に 1980 年 12 月から 10 US \$/t 以上も値上りしておりかつてなかったほどの高騰ぶりである。これは、世界的に一般炭の需要が強まっているところへ、ストライキの影響でポーランドからの一般炭輸入が急減した西欧諸国がオーストラリア炭の買付けを増していることが原因といわれている。今後の見通しは

たてにくい。ポーランドのストライキが解決しても一度上がった価格はそう容易に低下せず高値安定になるものと予想されるので、このスタディでは、輸入炭の FOB 価格 (1981 価格) を 50 US \$/t とし輸送費、保険等を見込み発電所渡して 75 US \$/t と推定した。南アフリカ連邦からの場合だとこれより安く入手できるし、アメリカ西海岸からだとこれ以上になるので経済性検討用としては、妥当な価格であると思われる。

なお、石炭の主要な輸出国は、自由主義経済圏に存在し、鉱山の多くは民営であり、また産炭地は広く世界に散在しているので今後価格の上昇は予想されるものの、OPEC のような価格カルテルによる価格の釣り上げは、まず考えられず、価格上昇は石炭の需給関係による自由経済の原則によるものに限られるものと思われる。

#### 輸入石炭価格 (推定)

石炭価格 (FOB)	50 US\$/t
輸送費	14 US\$/t
滞船料 (30日分)	6 US\$/t
諸掛り (海上保険等)	5 US\$/t
計	75 US\$/t

#### 6.3.3 水力発電計画の発電便益

以上の如く選定された代替発電設備の平準化年経費をもとに算出した下記の発電便益単価と各水力計画の発電出力および年間発生電力量をもとにして、各計画の年間便益を積算した

#### 発電便益単価

(金利=10%)

kW 便益単価	3,089 £/kW
kWh 便益単価	0.6995 £/kWh
2次 kWh 便益単価	0.6796 £/kWh

#### 6.4 水力発電計画の年経費

水力発電計画の年経費は、経済評価の規準にもとづいて平準化年経費を算出した。年経費の算出に当って、基準となる各計画にかゝる投資額をシャドウ・プライス係数にて補正した経済的プロジェクトコストは次の通りである。

#### Project Cost

(Unit: 10<sup>6</sup>B)

Projects	Project Financial Cost	Project Economic Cost	Remarks
Mae Pai ⅞ 6	7,647,000	7,474,000	
Mae Pai ⅞ 1	1,792,000	1,694,000	
Mae Chaem ⅞ 5	4,669,000	4,552,500	
Mae Chaem ⅞ 4	2,006,000	1,924,000	
Total	16,114,000	15,644,000	

#### 6.5 経済評価

##### 6.5.1 便益・費用分析

6.3.3により求めた各計画の発電にかゝる年間便益および6.4により求めた各計画の年経費をもとに各計画の便益・費用分析を行ない次の結果を得た。

#### 便益・費用分析 (1)

(シャドウ・プライス係数を考慮)

金利: 10%

Project	年間便益(B) (10 <sup>6</sup> B)	年経費(C) (10 <sup>6</sup> B)	B - C (10 <sup>6</sup> B)	B/C
Mae Pai ⅞ 6	1,321.10	866.42	454.68	1.525
Mae Pai ⅞ 1	228.10	196.30	31.80	1.162
Mae Chaem ⅞ 5	495.23	528.00	-32.77	0.938
Mae Chaem ⅞ 4	150.60	223.00	-72.40	0.675



## 便 益 ・ 費 用 分 析 (2)

(シャドウ・プライス係数を考慮しない場合)

金利：10%

Project	年 間 便 益 (10 <sup>6</sup> B)	年 経 費 (10 <sup>6</sup> B)	B - C (10 <sup>6</sup> B)	B / C
Mae Pai № 6	1,257.00	887.00	370.00	1.417
Mae Pai № 1	217.40	207.70	9.70	1.047
Mae Chaem № 5	473.59	541.00	-67.41	0.875
Mae Chaem № 4	144.70	232.60	-87.90	0.622

### 6.5.2 感度分析 (Sensitivity)

便益・費用分析の結果、現在調査活動の進んでいるMae Pai №6 Project および Mae Chaem №5 Project の経済性が比較的良好であることが判明したので、この2つのProject について感度分析を行った。感度分析は、代替火力発電所の燃料費、代替火力発電所の建設工事費、各Project の建設工事費および金利を変化させこの変化がProject の経済性にどのような影響を与えるかについて検討した。

### 6.5.3 考 察

便益・費用分析の結果から判断すると、Mae Pai №6 Project および Mae Pai №1 Project が経済的に優れている。Mae Pai №6 Project については、現地の調査工事も行われており、早急にフィジビリティ・スタディ段階に進めるべきであると考え。Mae Pai №1 については、経済性が良いので、建設の可能性を調査するため、現地調査工事に着手すべきであると考え。

感度分析より、考察すると、現在最も調査の進んでいるMae Chaem №5 Project については、代替火力発電の燃料単価の上昇または本Project に金利条件の良い発展途上国向けの借款を引当てる場合、財務的に経済性がでるので、タイ国のエネルギー事情を考慮し、早急にフィジビリティ・スタディを行うべきと考える。

Mae Chaem №4 Project については、経済性が乏しく、また規模も小さいので現時点では急を要しないと思われるが、この地点は、将来開発する可能性もあるので、引き続き調査工事を続行すべきと考える。

#### 6.5.4 石炭以外の燃料の代替火力による経済評価（参考）

本章においては、石炭火力発電設備を本プロジェクトの代替発電設備として、プロジェクトの経済性を論じた。これに加えて従来から行なわれてきた重油専焼火力発電設備を代替火力発電設備とした場合のプロジェクトの経済性およびタイ国の国産エネルギーである天然ガスおよびLigniteを燃料とした火力発電設備を代替設備とした場合のプロジェクトの経済性についても検討し、本レポートの巻末に「経済評価（補遺）」として添付し、参考に供したい。

## 經濟評估（補遺）



A 1. はじめに

この報告書では、プロジェクトの経済評価の基準としての代替発電設備として、輸入石炭火力発電設備を選定し、第12章経済評価にスタディの結果を示した。

第12章のスタディに加え、本章では、選定されたプロジェクトについて、代替火力発電設備の燃料として、重油、天然ガスあるいはLigniteを採用した場合、プロジェクトの経済性について検討を行い参考と供したい。

A 2. 代替火力発電に占める燃料費（1981年価格）

	Bunker C oil	Natural gas	Imported coal	Lignite
Fuel calorie	10,200 kcal/Kg (10,000 kcal/l)	—	6,300 kcal/Kg	3,500 kcal/Kg (6,300 Btu/lb)
Annual thermal efficiency(at pf=0.7)	37%×0.96	37%×0.96	36%×0.96	35%×0.96
Required calorie	2,421 kcal/MWh	2,421 kcal/MWh	2,488 kcal/MWh	2,560 kcal/MWh
Fuel consumption rate	0.242 l/MWh	0.0096×10 <sup>6</sup> Btu/MWh	0.395 Kg/MWh	0.731 Kg/MWh
Fuel price (FOB)	—	—	50 US\$/t	—
Fuel price (CIF)	40 US\$/Barrel (0.252\$/l)	—	75 US\$/t	—
Fuel price at plant	0.252 \$/l	75.04 ¥/million Bty	0.0806 \$/Kg	30 US\$/t
Fuel cost for power generation	0.0610 \$/MWh (=1.25 ¥/MWh)	0.0352 \$/MWh (=0.721 ¥/MWh)	0.0318 \$/MWh (=0.652 ¥/MWh)	0.0219 \$/MWh (=0.45 ¥/MWh)

A 3. 代替火力発電設備の建設単価（1981年価格）

Oil-fired thermal	535 US \$/kW
Natural gas-fired thermal	535 US \$/kW
Imported coal-fired thermal	800 US \$/kW
Lignite-fired thermal	830 US \$/kW

Note : Interest during construction is not included in the above cost.

A 4. 代替火力発電設備の年経費および水力発電プロジェクトの便益単価(金利10%の場合)

A 4.1 Oil-fired thermal の場合

Cost of Alternative Thermal Power Project		
kW Cost	( ¥/kW )	1,882
MWh Cost	( ¥/MWh )	1.3563
Fuel Cost	( ¥/MWh )	1.3443
Average Generating Cost	( ¥/MWh )	1.6699

Benefit of Hydropower Project		
kW Benefit		
Compensation Coefficient	( p. u. )	1.067
kW Benefit	( ¥/kW )	2,008
MWh Benefit		
Compensation Coefficient	( p. u. )	0.9694
MWh Benefit	( ¥/MWh )	1.3148
Secondary MWh Benefit	( ¥/MWh )	1.3032

A 4.2 Natural gas-fired thermal の場合

Cost of Alternative Thermal Power Project		
kW Cost	( ¥/kW )	1,882
MWh Cost	( ¥/MWh )	0.7874
Fuel Cost	( ¥/MWh )	0.7754
Average Generating Cost	( ¥/MWh )	1.101

Benefit of Hydropower Project		
kW Benefit		
Compensation Coefficient	( p. u. )	1.067
kW Benefit	( ¥/kW )	2,008
kWh Benefit		
Compensation Coefficient	( p. u. )	0.9694
kWh Benefit	( ¥/kWh )	0.7633
Secondary kWh Benefit	( ¥/kWh )	0.7517

A 4.3 Lignite fired thermal の場合

Cost of Alternative Thermal Power Project		
kW Cost	( ¥/kW )	3,011
kWh Cost	( ¥/kWh )	0.5064
Fuel Cost	( ¥/kWh )	0.4839
Average Generating Cost	( ¥/kWh )	1.008

Benefit of Hydropower Project		
kW Benefit		
Compensation Coefficient	( p. u. )	1.067
kW Benefit	( ¥/kW )	3,213
kWh Benefit		
Compensation Coefficient	( p. u. )	0.9694
kWh Benefit	( ¥/kWh )	0.4909
Secondary kWh Benefit	( ¥/kWh )	0.4691

A 5. 水力プロジェクトの便益 (金利10%の場合)

A 5.1 Mae Pai No 6 Project の年間便益 (10° B)

	Oil-fired	Natural gas	Lignite
kW Benefit	579.91	579.91	927.91
MWh Benefit (Firm)	648.85	376.69	242.26
MWh Benefit (2ndry)	160.75	92.72	57.86
Total Benefit	1,389.51	1,049.32	1,228.03

A 5.2 Mae Pai No 1 Project の年間便益 (10° B)

	Oil-fired	Natural gas	Lignite
kW Benefit	97.71	97.71	156.34
MWh Benefit (Firm)	107.96	62.67	40.31
MWh Benefit (2ndry)	39.06	22.53	14.06
Total Benefit	244.73	182.91	210.71

A 5.3 Mae Chaem No 5 Project の年間便益 (10° B)

	Oil-fired	Natural gas	Lignite
kW Benefit	195.72	195.72	313.17
MWh Benefit (Firm)	222.58	129.22	83.10
MWh Benefit (2ndry)	145.22	83.76	52.27
Total Benefit	563.52	408.7	448.54

A 5.4 Mae Chaem No 4 Project の年間便益 (10° B)

	Oil-fired	Natural gas	Lignite
kW Benefit	54.04	54.04	86.46
MWh Benefit (Firm)	60.69	35.23	22.66
MWh Benefit (2ndry)	67.47	38.92	24.29
Total Benefit	182.2	128.19	133.41



## A 6. 経 済 評 価

### A 6.1 便 益 ・ 費 用 分 析

A 5 により求めた各計画案の発電にかゝる年間便益および 12.5 により求めた各計画の年経費をもとに各計画の便益・費用分析を行ない次の結果を得た。(シャドウ・プライス係数を考慮)

#### (1) 代替火力発電設備を Oil-fired thermal とした場合

(金利：10%)

Project	年間便益(B) (10 <sup>6</sup> ¥)	年経費(C) (10 <sup>6</sup> ¥)	B - C (10 <sup>6</sup> ¥)	B/C
Mae Pai No. 6	1,389.51	866.42	523.09	1.604
Mae Pai No. 1	244.73	196.30	48.43	1.247
Mae Chaem No. 5	563.52	528.00	35.52	1.067
Mae Chaem No. 4	182.20	223.00	-40.80	0.817

#### (2) 代替火力発電設備を天然ガス焼きとした場合

(金利：10%)

Project	年間便益(B) (10 <sup>6</sup> ¥)	年経費(C) (10 <sup>6</sup> ¥)	B - C (10 <sup>6</sup> ¥)	B/C
Mae Pai No. 6	1,049.32	866.42	182.9	1.211
Mae Pai No. 1	182.91	196.3	-13.39	0.932
Mae Chaem No. 5	408.7	528.0	-119.3	0.774
Mae Chaem No. 4	128.19	223.0	-94.81	0.575

#### (3) 代替火力発電設備を Lignite 焼きとした場合

(金利：10%)

Project	年間便益(B) (10 <sup>6</sup> ¥)	年経費(C) (10 <sup>6</sup> ¥)	B - C (10 <sup>6</sup> ¥)	B/C
Mae Pai No. 6	1,228.03	866.42	361.61	1.417
Mae Pai No. 1	210.71	196.30	14.41	1.073
Mae Chaem No. 5	448.54	528.00	-79.46	0.850
Mae Chaem No. 4	133.41	223.00	-89.59	0.598

A 6.2 便益・費用比(B/C)の相互比較

A 6.1 から、水力プロジェクトの経済評価の基準を変えることにより、水力プロジェクトの経済性が変わることが判る。これらをまとめると次表の如くなる。

Project	Fuel of Alternative Thermal	Bunker C Oil	Natural gas	Imported Coal	Lignite
	Mae Pai No. 6		1.604	1.211	1.525
Mae Pai No. 1		1.247	0.932	1.162	1.073
Mae Chaem No. 5		1.067	0.774	0.938	0.850
Mae Chaem No. 4		0.817	0.575	0.675	0.598



JICA