

タイ王国
ラムタコン揚水発電開発計画
事前調査報告書

1990年1月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1080823[6]

20910

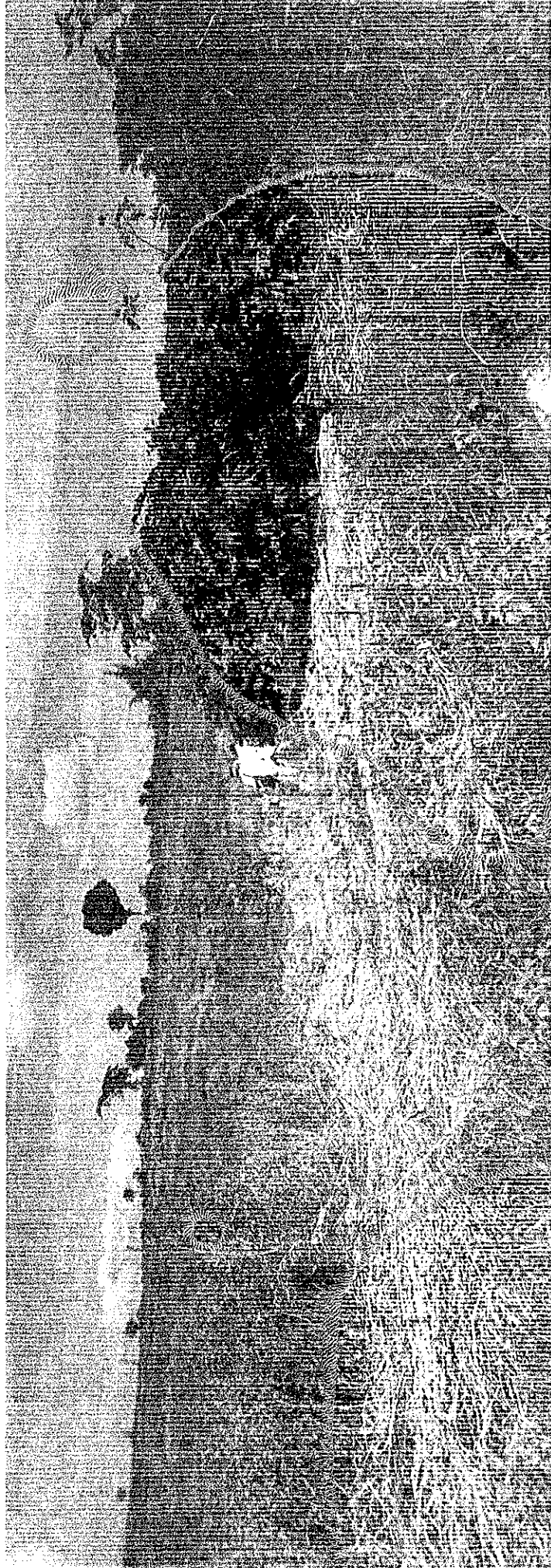
タイ王国
ラムタコン揚水発電開発計画
事前調査報告書

1990年1月

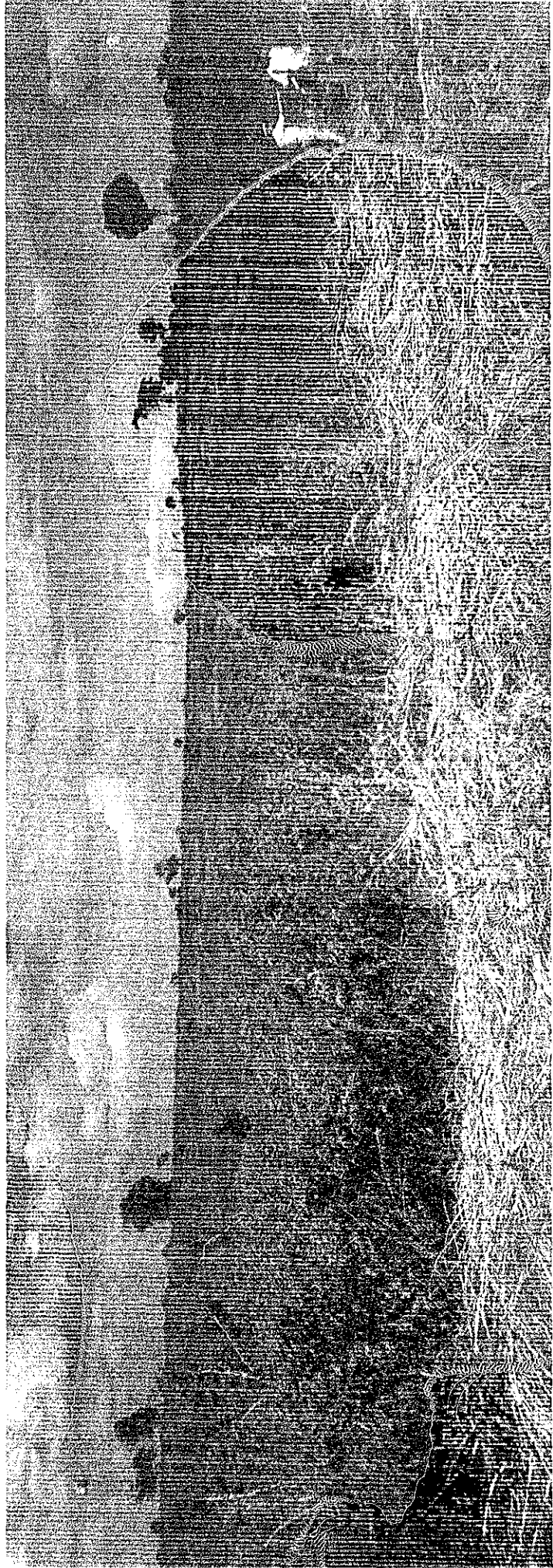
国際協力事業団



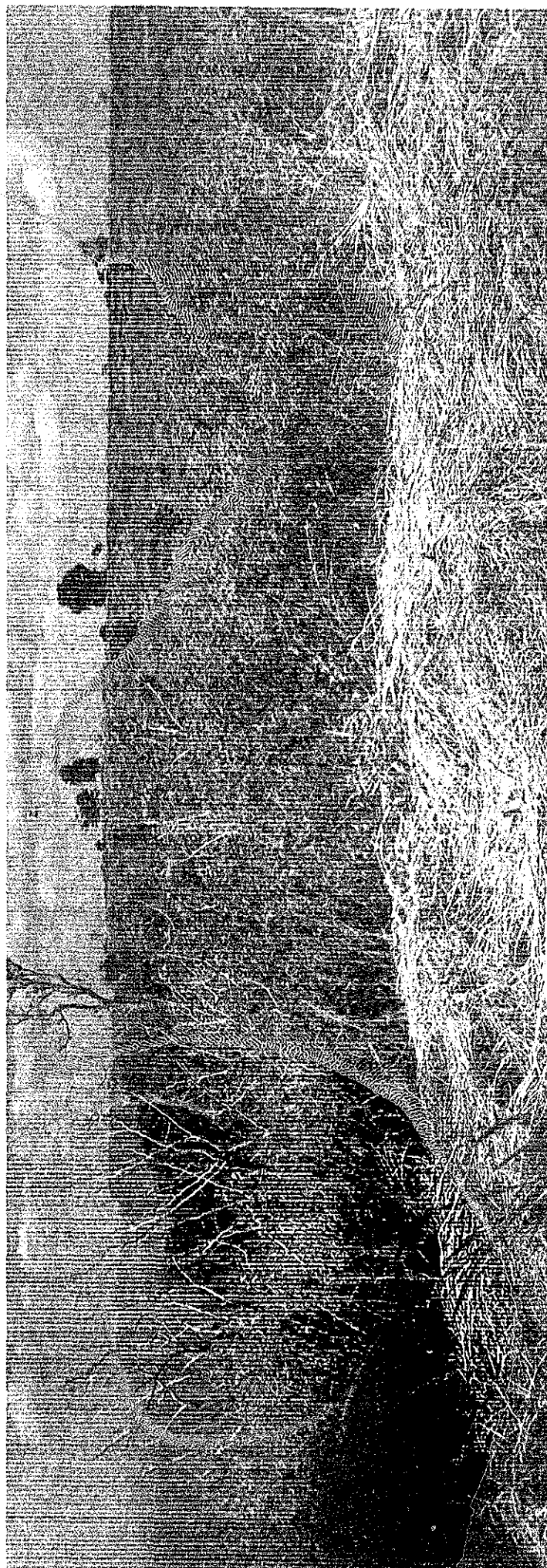
トサイト池貯水上部



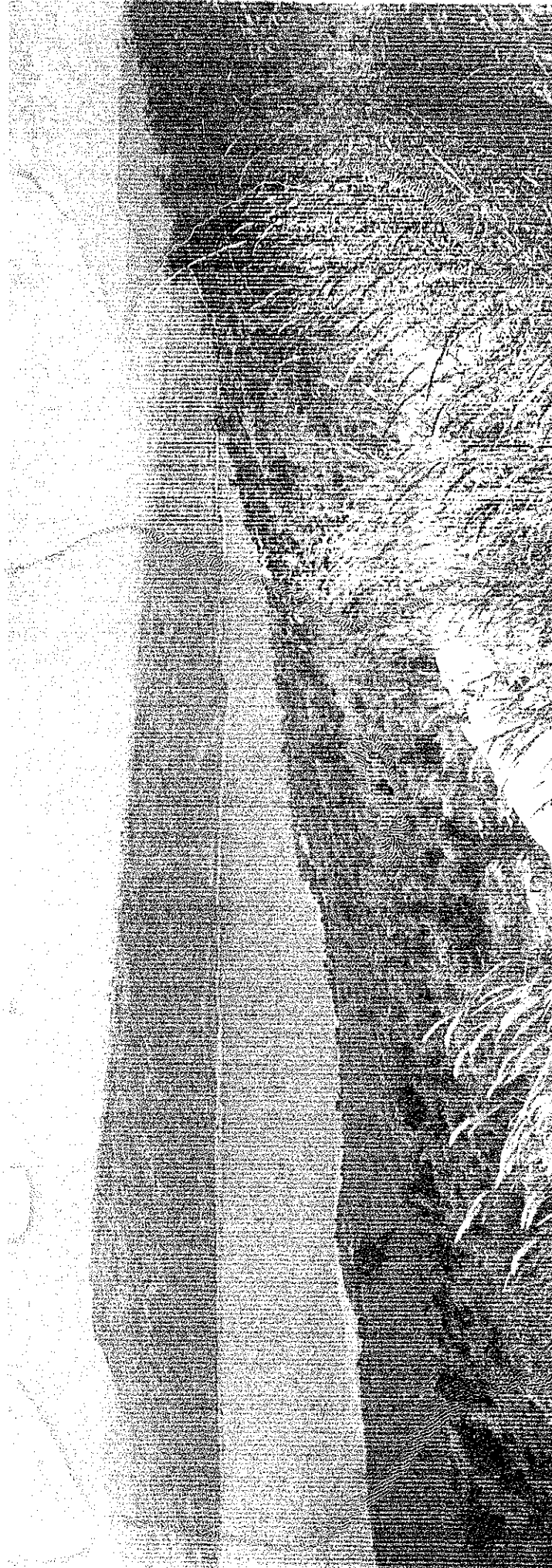
トイサ池貯水部上



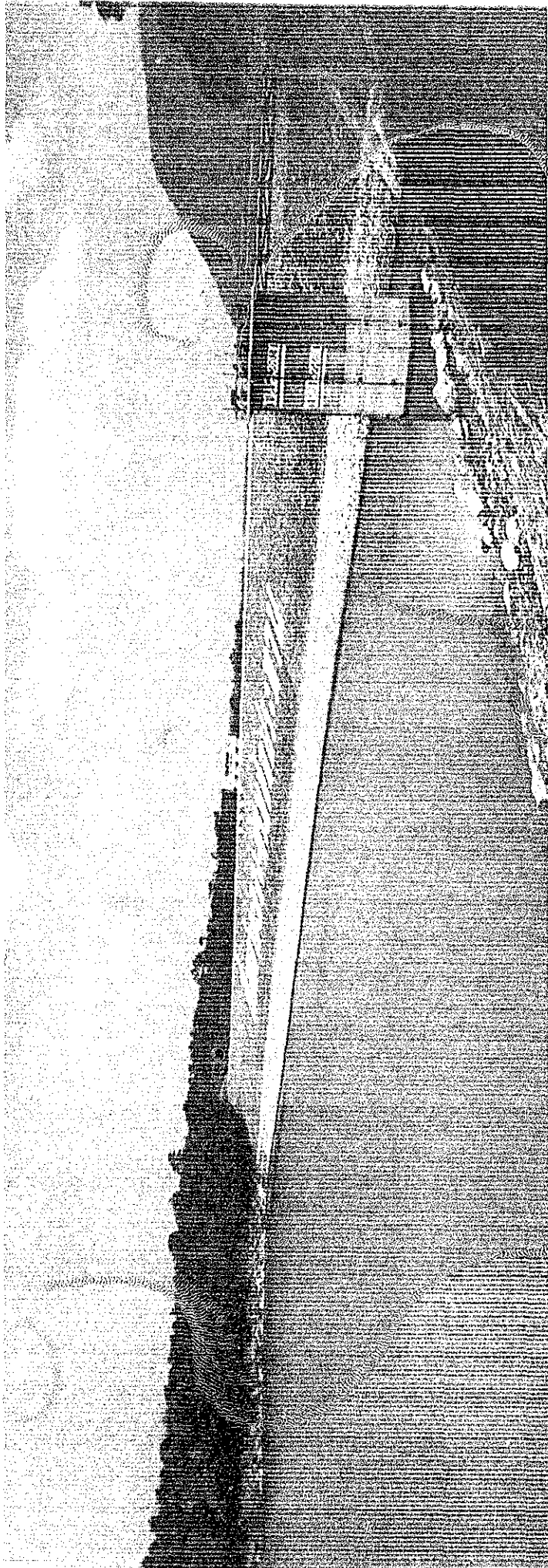
ト サイト池貯水部上



右岸上池ダムより貯水池及び左岸台地を望む

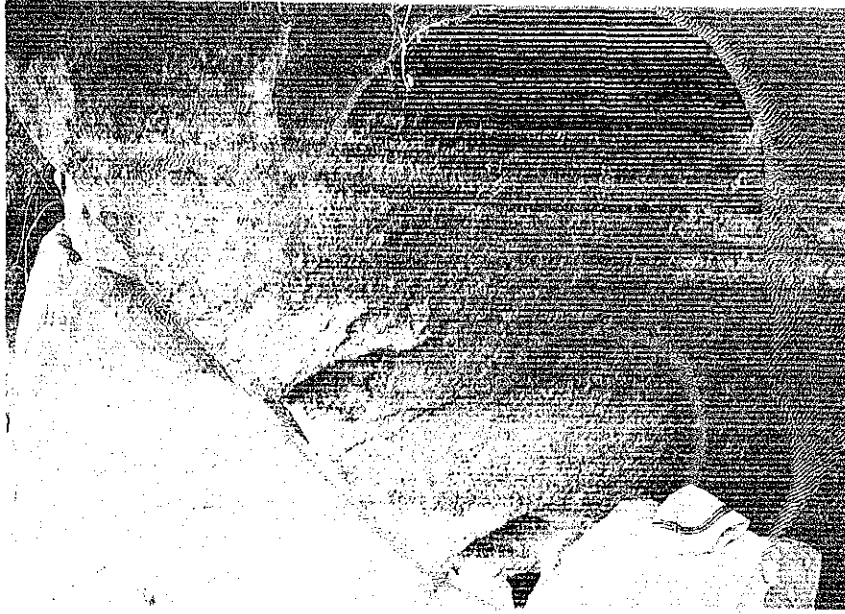


ラムタコダム上流面

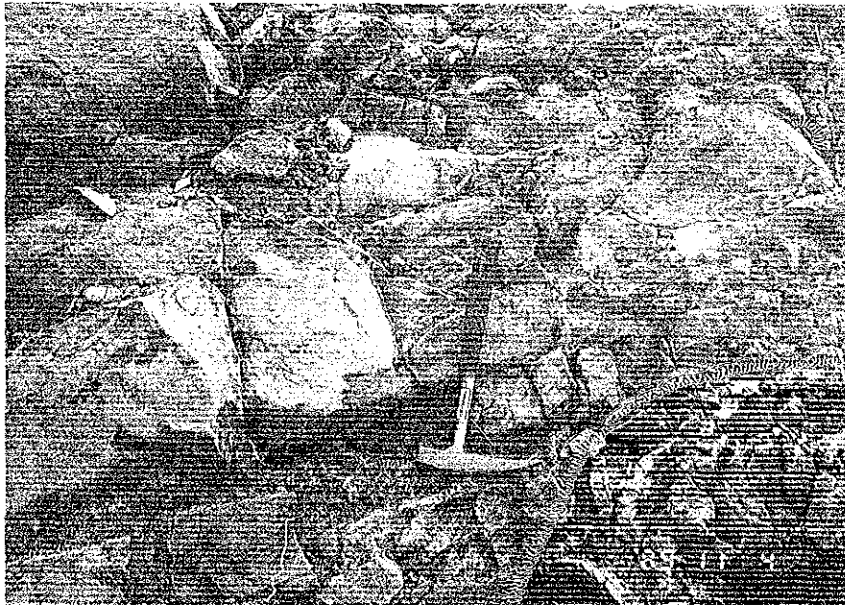


ラムタコングダム下流放水路





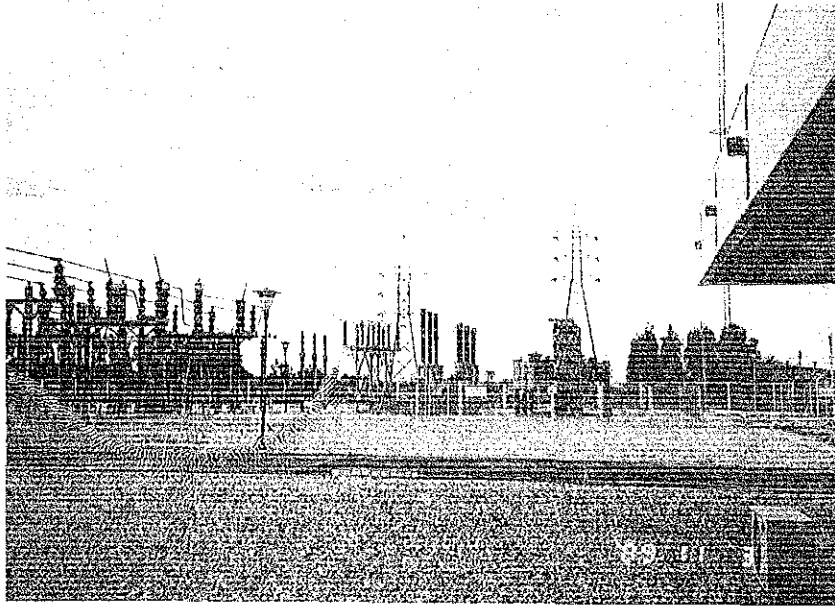
砂岩の露頭（国道より）



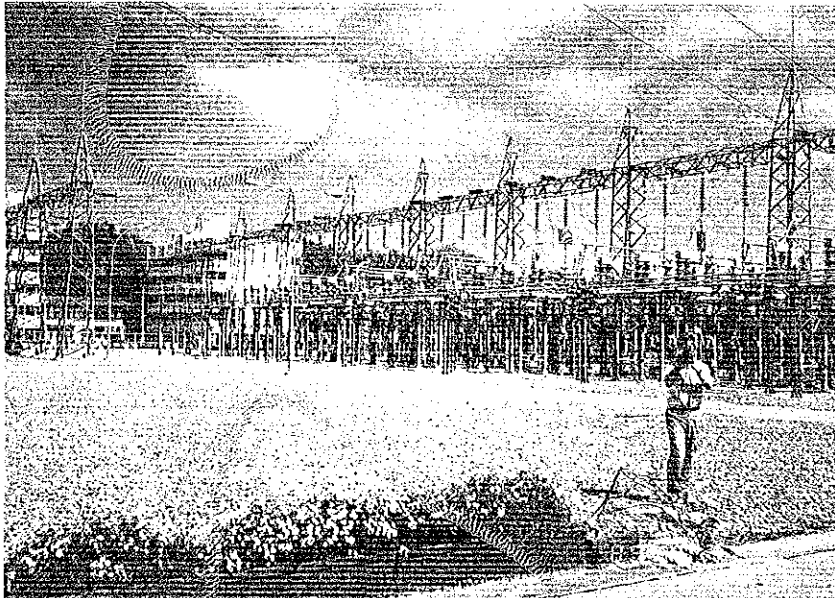
ラムタココダム左岸露頭



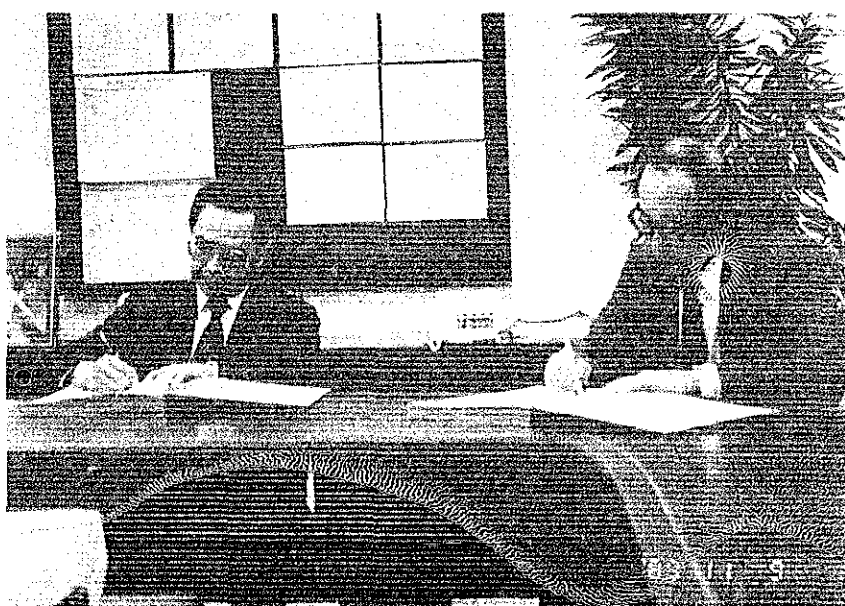
サラブリ変電所（送電鉄塔を望む）

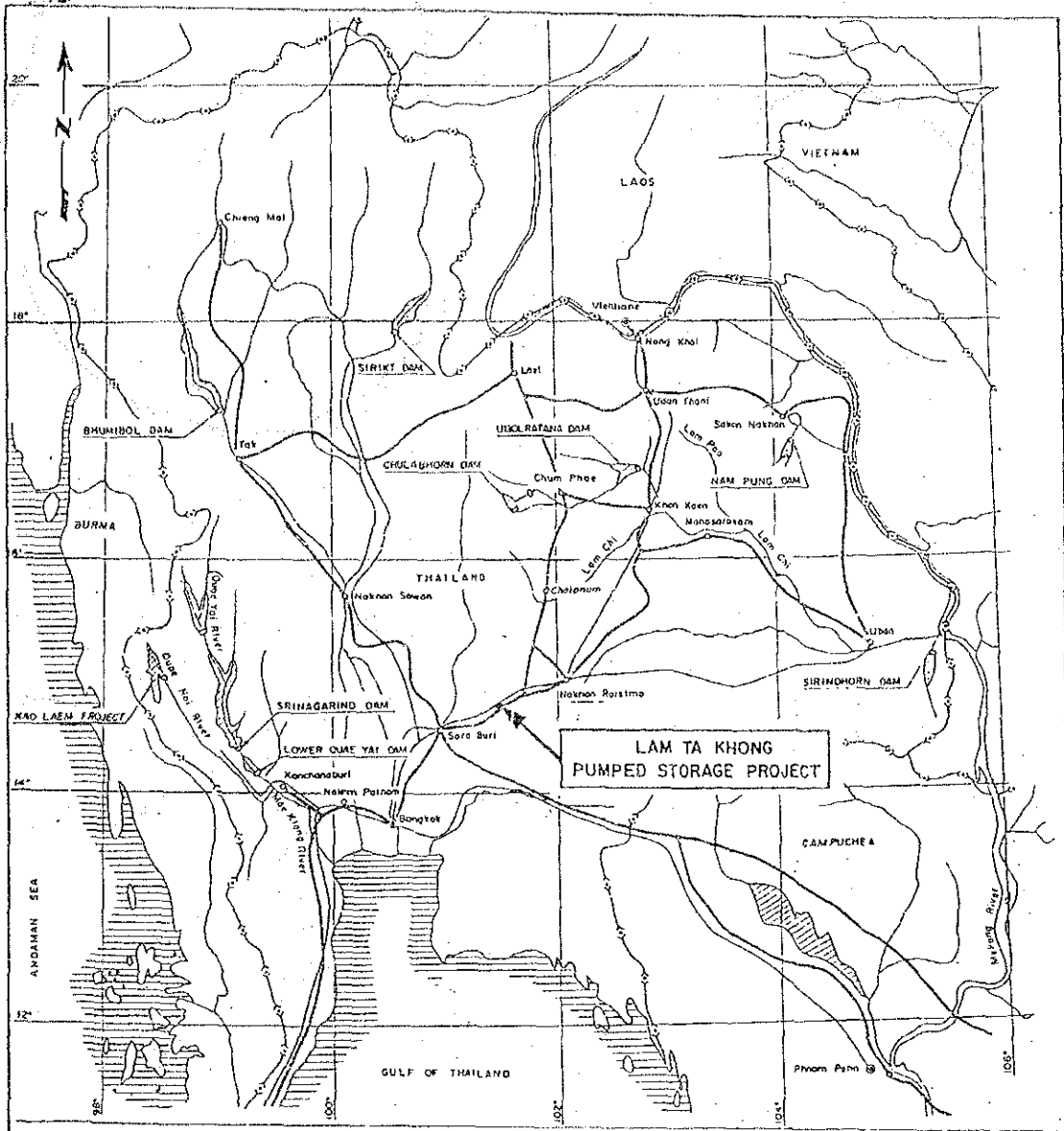


サラブリ変電所

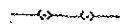
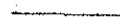




S/W著名 曾我部部長, パオパット総裁 (11月9日)

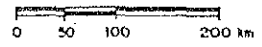





LEGEND

-  INTERNATIONAL BOUNDARY
-  RAILWAY
-  MAIN ROAD
-  DAM & RESERVOIR

SCALE



 - 1 LAM TA KHONG
PUMPED STORAGE PROJECT

LOCATION MAP

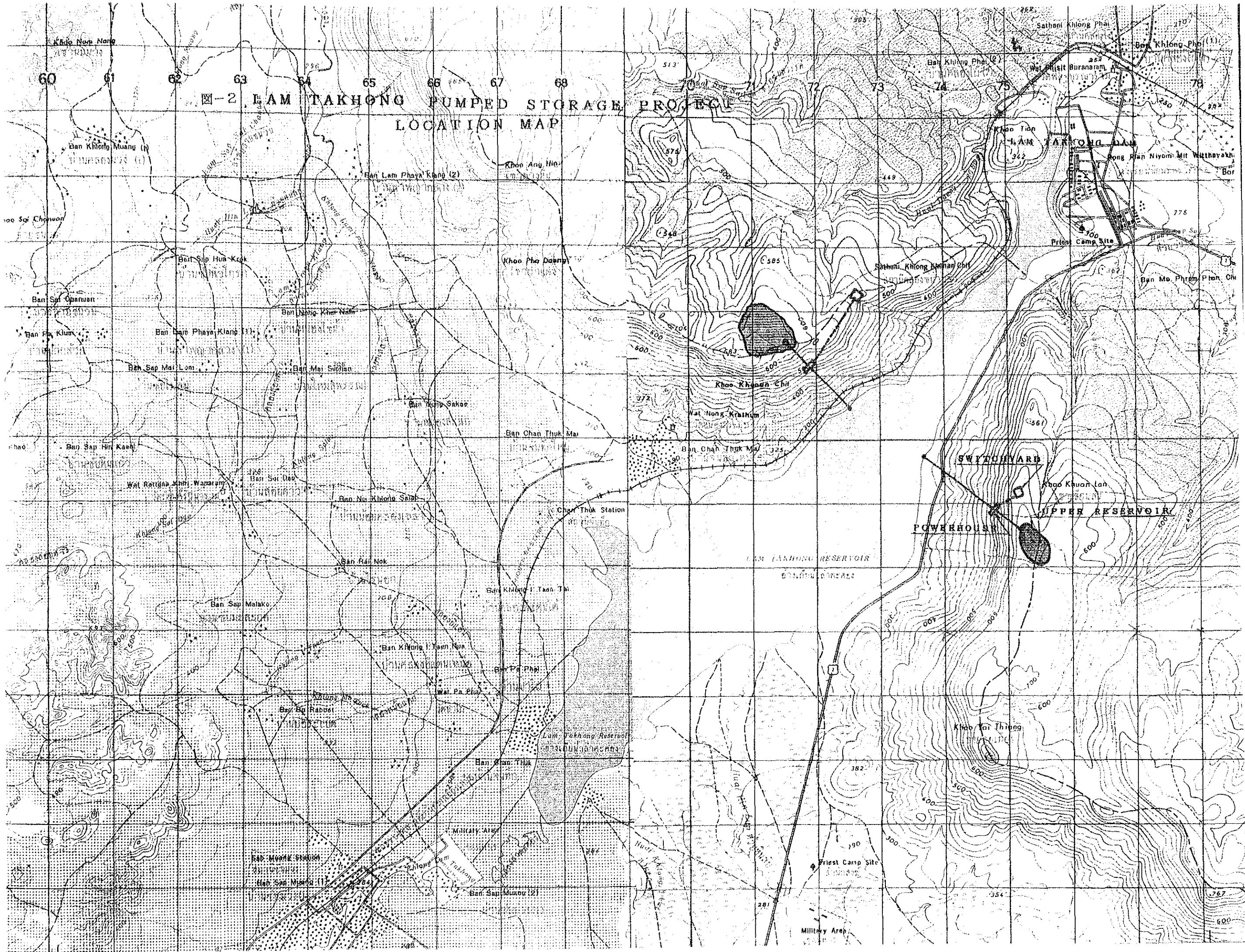


图-2 LAM TAKHONG PUMPED STORAGE PROJECT
LOCATION MAP

目 次

現地状況写真

計画地形図（タイ位置図及び計画概要図）

1	総 論	1
(1)	今回調査の目的及び関係機関	1
(2)	計画概要及び要請の背景	1
(3)	タイ国及び計画地域の概要	2
(4)	タイ国電力系統の概要	3
(5)	事前調査結果の概要	11
(6)	調査団員及び日程	11
(7)	E G A Tの組織及びS/W協議出席者	12
2	S/Wの協議及び合意内容	19
(1)	S/W協議の内容	19
(2)	合意したS/Wの内容	21
3	各種調査の概況	40
(1)	地形図関係の調査	40
(2)	地質調査	42
(3)	水文関係調査	47
(4)	環境影響調査	51
(5)	電力系統調査	55
4	F/S実施時の留意点	59
(1)	調査全般に関する留意点	59
(2)	予備調査段階における留意点	59
(3)	詳細調査段階における留意点	60
(4)	計画設計段階における留意点	61
5	F/S関連参考事項	62
6	現地調査資料等	63
(1)	収集資料リスト	63
(2)	現地訪問先リスト	66
(3)	質問調書	67

1 総 論

(1) 今回調査の目的

本調査はフィージビリティスタディ (F/S) に先立つ事前調査を行うことを目的とし、タイ王国の首都バンコクより北東方向に直線距離にして約 160kmに位置するラムタコン川におけるラムタコン揚水発電開発計画調査に関し、

- 1) 本計画のタイ国発電公社 (EGAT: Electricity Generating Authority of Thailand) の電源開発計画 (PDP: Power Development Plan) の中に占める位置づけ
- 2) タイ国電力供給システムと本計画の関連
- 3) 現地へのアプローチ、立ち入りの難易度
- 4) 地形、地質、水文、社会環境等の現地踏査及び資料収集
- 5) タイ側 (EGAT) が、今回のF/S実施に当たり日本側 (JICA) に要請する事項等を調査した上で、
- 6) タイ側と日本側の調査内容及び費用の分担、スケジュール、現地における便宜供与等について意見を交換し、Scope of Work (S/W) の協議を行った後、合意署名することを目的としたものである。

(2) 計画概要及び要請の背景

1) ラムタコン (Lam Ta Khong) 揚水発電開発計画は、1969年に国家灌漑庁 (RID: Royal Irrigation Department) によって、バンコク市北東 160kmのムン川支流ラムタコン川に、洪水調節、灌漑及び都市用水供給を目的として建設された既設ラムタコン貯水池を下部池としそのダムサイトの上流約 6 kmの右岸丘陵上に新たに高さ24mのアスファルト遮水壁型ロックフィルダムを建設して、発電継続時間 4 時間に相当する上部池を設け、この間の落差約 350mを利用して地下発電所に設けられる単機容量 150MWの水車発電機 4 台を通して、600MWの最大出力を得ようとする循環式揚水発電所計画である。

2) 1987年におけるEGATの最大電力需要は、4,733.9MWであり、年間発生電力量は28,194.3 Gwh で、前年に対してそれぞれ13.2%及び13.8%の高い伸びを示している。更に、1988年、最大電力が 5,444.0MWに達して記録を更新し、対前年伸び率15.0%となり、予想を大きく上回った。このため、1988年7月、将来に亘る需要予測の見直しを行い、2001年までに火力10,610MW、水力1,300MW 合計11,910MWの電源を新たに開発するものとしている。

しかしながら、その後も電力需要増が著しいことから、需要予測の見直しを再度実施し、この結果に基づき現在電源開発計画を策定中である。最新の需要予測では、2000年における最大電力を14,768MWとしており、前回の予測 (2000年11,294MW) に比べて実に30.8%の増加となっている。

これら増大する電力需要に対処する主要な電源は、負荷調整の難しい大型火力であり、ピーク負荷を負担すべき大規模水力の開発は未開発地点の減少に加え、社会環境問題をその理由とする開発反対運動によって、思うように進まないのが現状である。

このような状況の中で電力の需要地であるバンコク近傍に位置するピーク対応電源である本計画が注目され日本政府に要請されるに至ったものである。

(3) 計画地域の概要

1) 計画地点の位置

メコン川は、タイとラオスの国境を流れる国際河川であるが、河口より上流約 800kmのコンチアム (Khong Chiam)市近辺で西から流入してくるムン (Mun)川と合流する。このムン川の流域は広大で、東部タイのほとんどを包含しており、その最上流点はバンコクの東北約 200kmのところまで入り込んでいる。この分水嶺に近いパッチョン (Pak Chong)市からムン川の下流へ向かって東北20kmの地点に既設のラムタコンダムがある。バンコクから北の方向チェンマイに向かう国道1号線は、バンコクの北方約 110kmでサラブリ (Saraburi) 市に達するが、ここで国道2号線が東北方向に分岐する。この国道2号線は東北から北に向かってラオスとの国境の町ノンカイ (Nong Khai)に達してラオスのビエンチャンと連絡する東部タイの幹線道路である。この2号線を、サラブリより東北約65kmでパッチョン市に達するが、国道2号線は、その後、ラムタコン貯水池の右岸を走ってダム地点に達する。更に、約60kmでチェンマイに次ぐタイ第3の都市ナコンラッチャシマ (Nakhon Ratchashima) 市に着く。バンコクよりラムタコンダムまでは、国道1号線の混雑の状況にもよるが、車で約4時間の行程である。パッチョン市の手前の分水嶺地帯は、緩やかな高原となっており、国道の南は、カオヤイ (Khao Yai) 自然公園として保存されている。ナコンラッチャシマ市は、人口50万程度の町で、現首相の出身地でもあり、現在、都市計画の基に大規模な街路整備の工事を実施している。

2) ラムタコン貯水池の概要

ラムタコン (Lam Ta Khong) ダムは、1969年、国家灌漑庁 (R I D) によって事業化された農業用水・都市用水・洪水調節を目的とした多目的ダムである。常時満水位 277m、利用水深16mで、290 百万 m^3 の有効貯水容量を有するが、流域面積は約 300 km^2 であるのでやや流入量不足の感がある。今年も雨期の直後であるにも拘らず、10m程度水位が下がっていた。ダム頂の標高は282.3mで、最高水位280.3 mで洪水を処理することとなっている。ダムの高さ70.3m、堤頂長527 m、堆積853,000 m^3 の均質型土質ダムで、上流面はダム地点上流に広く分布する石灰岩のリップラップで保護している。現在2 m^3/sec 程度の放流が行われていたが、水質等の問題から、ラッチャシマ市に対する都市用水を直接取水すべく、ダム上流約 200mの右岸に取水口を建設中である。周辺の地質は、本計画地点と同じ中世代の砂岩を主体としたもので、基盤は堅硬である。運用を開始してより既に20年を経過しているが、堆砂の状況は明かでない。

(4) 電力系統の概要

1) 電力供給の行政組織

タイの電気事業はその大部分が国営であり、総合的な電力行政は、科学技術エネルギー省(Ministry of Science Technology and Energy)の国家エネルギー庁(NEA: National Energy Administration)が担当している。電力供給は、発電及び第1次変電所までの送電をタイ国発電公社(EGAT)が行い、第1次変電所以降の送配電については、首都圏配電公社(MEA: Metropolitan Electricity Authority)がバンコク首都圏地域を、地方配電公社(PEA: Provincial Electricity Authority)がその他全国の地域を担当している。今回の開発調査は、電力供給を担当するEGATの要請に基づくものである。なお、電力の需要を検討して発電・送変電・配電計画の総合調整を行うものとして、NEA、EGAT、MEA、PEA及びNESDB(National Economic and Social Development Board: 国家経済社会開発庁)で構成される需要想定作業部会(Load Forecast Working Group)が首相府の中に設けられている。

2) 電力需要

最近の急激な電力需要の伸びに対応するため、EGATは再三需要及び供給計画の見直しを実施している。1988年7月に検討された2001年までの需要予測に基づいて1988年8月に、電源開発計画(PDP: Power Development Plan)を策定しているが、その後も需要が伸びているため、1989年9月、2006年までの需要予測を実施した。現在、この需要予測に基づき新たな電源開発計画を策定している最中であり、1989年12月に作業を完了して報告される予定である。1988年の実績では、最大電力5,444MW、電力量31,997GWhであったが、この新たな需要予測によると、1989年の予測値が6,230MW(対前年伸び14.44%)及び36,566GWh(対前年伸び14.28%)となり、前回予測の最終年であった2001年において最大電力15,565MW(1989年予測値に対して2.50倍)、電力量97,377GWh(3.04倍)となるものと想定している。最大電力の年間伸び率は、1993年までの5年間は10%以上の伸びを想定しているが、1994年以降は漸次落ち着きを見せ、5%への安定成長に達するものと考えている。年間負荷率は、現在67%であるが、漸次フラット化して2000年には70%程度になることを期待している。(表-1 1989年9月需要想定 参照)

表 1 TABLE

TOTAL EGAT GENERATION REQUIREMENT

(BASE CASE)

YEAR	PEAK		ENERGY		LOAD
	MW	% INCREASE	GWH	% INCREASE	FACTOR %
1973	1199.30	16.57	6872.84	20.34	65.42
1974	1256.30	4.75	7258.62	5.61	65.96
1975	1406.60	11.96	8211.57	13.13	66.64
1976	1652.10	17.45	9414.48	14.65	65.05
1977	1873.40	13.40	10950.62	16.32	66.73
1978	2100.60	12.13	12371.67	12.98	67.23
1979	2255.00	7.35	13964.55	12.88	70.69
1980	2417.40	7.20	14753.73	5.65	69.67
1981	2588.70	7.09	15959.97	8.18	70.38
1982	2838.00	9.63	16881.95	5.78	67.91
1983	3204.30	12.91	19066.30	12.94	67.92
1984	3547.30	10.70	21066.44	10.49	67.79
1985	3878.40	9.33	23356.57	10.87	68.75
1986	4180.90	7.80	24779.53	6.09	67.66
1987	4733.90	13.23	28193.16	13.78	67.99
1988	5444.00	15.00	31996.94	13.49	67.09
1989	6230.00	14.44	36566.00	14.28	67.00
1990	6980.00	12.04	41187.00	12.64	67.36
1991	7760.00	11.17	46311.00	12.44	68.13
1992	8610.00	10.95	51500.00	11.20	68.28
1993	9489.00	10.21	56976.00	10.63	68.54
1994	10330.00	8.86	62211.00	9.19	68.75
1995	11054.00	7.01	66865.00	7.48	69.05
1996	11785.00	6.61	71641.00	7.14	69.39
1997	12508.00	6.13	76274.00	6.47	69.61
1998	13246.00	5.90	81159.00	6.40	69.94
1999	14007.00	5.75	86310.00	6.35	70.34

2001	15565.00	5.40	97377.00	6.17	71.42
2002	16380.00	5.24	103222.00	6.00	71.94
2003	17212.00	5.08	109289.00	5.88	72.48
2004	18063.00	4.94	115509.00	5.69	73.00
2005	18932.00	4.81	121873.00	5.51	73.49
2006	19819.00	4.69	128380.00	5.34	73.95

Reference : Load Forecast Working Group

September 1989

3) 供給力の現状

1989年、マエモ (Mac Moh) 火力の第 8 号機 300MW が完成したことにより、1989年11月時点における E G A T の全設備出力は、7,194,22MW となった。この結果、1989年末の予想最大電力 6,230 MW に対して 15.47% の予備力を持つこととなるが、決して十分の余裕を持っているとは言えない。現在の電源構成は、水力 19 箇所 2,250,12MW (31.28%)、火力 8 箇所 33 ユニット 4,679.1 MW (65.04%)、ガスタービン 5 箇所 15 ユニット 265.0MW (3.68%) となっている。最大の火力は、南バンコク (South Bangkok) 火力の 5 ユニット 合計 1,300MW であるが、ユニットの最大はガス/重油混焼のバンパコン (Bang Pakon) 火力の 1、2 号機それぞれ 550MW である。マエモ火力がリグナイトを焚いている他は殆ど重油火力である。水力で規模の大きいものは、スリナガリンド (Srinagarind) 水力 540MW、ブミボン (Bhumibol) 水力 535MW、シリキット (Sirikit) 水力 375MW、カオルーン (Khao Laem) 水力 300MW、バンラン (Bang Lang) 水力 72MW であり、他の水力は全て 40MW 以下の規模である。(表-2 電源設備 参照)

4) 送電系統

送電線及びそれに付随する変電設備の建設・運営は E G A T が担当し、配電線及びそれに付随する変電設備は M E A、P E A が受け持っている。1988年7月現在の E G A T の送電設備は、1989年4月に運用が開始された 500kV (Phrae から Tha Tako) 系統が 326 回線・km (更にバンコクまで延長される計画である。)、230 kV 系統が 6,112 回線・km、115 kV 系統が 9,473 回線・km、69kV 系統が 642 回線・km となっており、総変電容量は 230kV 系 31 箇所を含めて 13,054MVA である。送電系統網は、バンコク周辺の火力発電所と変電所を結ぶ 230kV 系送電線、北部タイのマエモ火力と首都圏を結ぶ 500/230 kV 系、ブミボン・シリキット・スリナガリンド・カオレム各水力と首都圏を結ぶ 230kV 系、ピサヌロークとコンケンを結ぶ 230kV 系を基幹として構成されている。

(図-8 送電系統図 参照)

5) 電源開発計画

現在最新の電源開発計画（PDP）は、1988年7月の需要想定に基づくもので、現在1989年9月の需要見直しに基づいて策定中である。現PDPによると、現在建設中で1993年までに運転開始が見込まれるものが、水力がスリナガリンドの5号機 180MW（揚水）（1991年4月予定）、マエモの褐炭火力9、10、11号機各 300MW（9号機1990年12月予定）、バンパコンの重油混焼火力3、4号機各 600MW（3号機1992年5月）を含めて14ユニット4,450 MWである。2001年までに廃止が予定される435MWをマイナスして、新たに2001年までに投入が予定される電源の総出力は11,650MWであり、既設も含めて2001年末で系統の全設備出力は18,409.2MWとなり、想定需要（1988年7月想定）15,112MWに対して21.8%の予備力を確保することとなる。全体的には、今後の需要の主要部分は石炭火力によって賄われることとなるが、基本的にはバンコク周辺の火力は輸入石炭を使用し、北部タイ及び南部の半島部分では褐炭が使用されることとなる。

表-2 EGAT EXISTING INSTALLED GENERATING CAPACITY

Plant Type	Number	Capacity (MW)		Average Energy
	of Units	Installed	Ultimate	Capability (GWh/yr)
<u>A. Hydroelectric plant</u>				
Bhumibol	7	535.0	710.0	1,200.0
Sirikit	3	375.0	500.0	1,000.0
Ubolratana	3	25.0	25.0	56.0
Sirindhorn	3	36.0	36.0	86.0
Chulabhorn	2	40.0	40.0	95.0
Kang Krachan	1	19.0	19.0	78.0
Nam Pung	2	6.0	6.0	15.0
Srinagarind	4	540.0	720.0	1,140.0
Bang Lang	3	72.0	72.0	200.0
Tha Thung Na	2	38.0	38.0	165.0
Khao Laem	3	300.0	300.0	760.0
Huai Kum	1	1.3	1.3	2.0
Ban Yang	3	0.12	0.12	0.3
Ban Santi	1	1.3	1.3	6.0
Ban Chong Klum	1	0.02	0.02	0.2
Ban Khun Klang	2	0.18	0.18	0.7

Mae Ngat	2	9.0	9.0	29.0
Huai Saphan Hin	2	12.2	12.2	27.0
Rajjaprabha	3	240.00	240.0	550.0
Total	48	2,250.12	2,730.12	5,410.2

B. Thermal Power Plant

North Bangkok	3	237.5		1,250.0
South Bangkok	5	1,300.0		9,110.0
Mae Moh	7	825.0		5,420.0
Krabi	2	40.0		200.0
Surat Thani	1	30.0		210.0
Khanom PPB	1	75.0		525.0
Bang Pakong Thermal	2	1,100.0		7,710.0
Total	21	3,607.5		24,425.0

C. Combined Cycle Power Plant

Bang Pakong Combined- Cycle Blocks 1 & 2	10	771.6		4,055.0
Total	10	771.6		4,055.0

D. Gas Turbine

Nakhon Ratchasima	1	15.0		33.0
Udon Thani	1	15.0		33.0
Hat Yai	3	45.0		99.0
Surat Thani	3	45.0		99.0
Lan Krabu	7	145.0		888.0
Total	15	265.0		1,152.0
GRAND TOTAL	94	6,894.22		35,042.2

表 3 LIST OF PROJECTS FOR RECOMMENDED PDP (1989-2001)

(LONG TERM PROFILE)

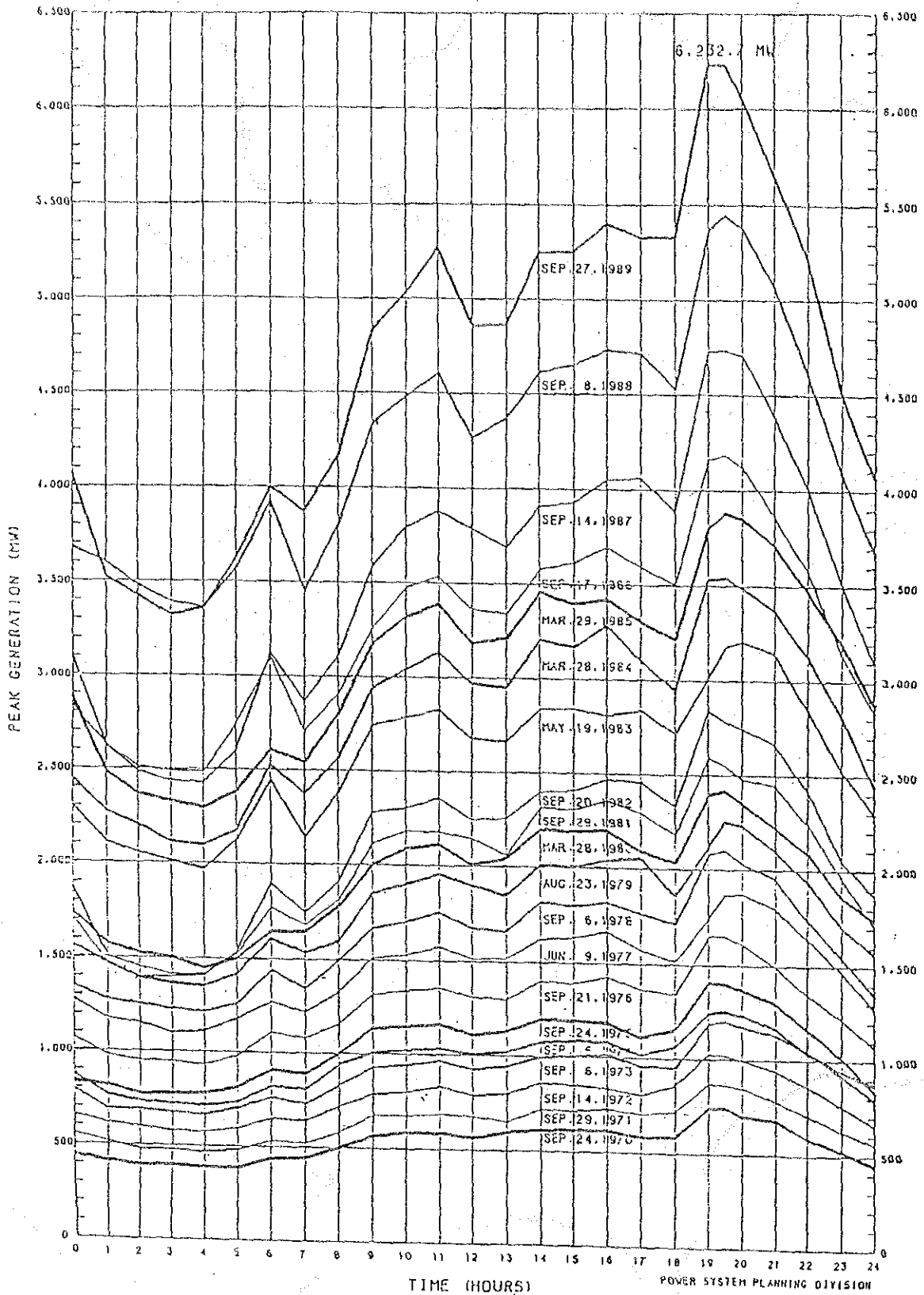
Power Plant	Fuel Type	Unit Number	Rating (MW)	Total (MW)	Commissioning Date
Khanom 2nd PPB	Oil/Gas	2	75	75	August 1989
Mae Moh	Lignite	8	300	300	September 1989
2nd CSTL	-	-	(270)	(270)	February 1990
Mae Moh	Lignite	9	300	300	December 1990
Srinagarind	Hydro	5	180	180	April 1991
Bang Pakong CC	Gas	3	300	300	Jun 90 - Jun 91
Bang Pakong CC	Gas	4	300	300	Aug 90 - Aug 91
Mae Moh	Lignite	10	300	300	February 1992
Bang Pakong Thermal	Oil/Gas	3	600	600	May 1992
Rayong Combined Cycle	Gas	1	300	300	Sep 90 - Sep 91
Rayong Combined Cycle	Gas	2	300	300	Oct 90 - Oct 91
Nam Phong Combined Cycle	Gas	1	300	300	Nov 90 - Dec 91
Rayong Combined Cycle	Gas	3	300	300	Jan 91 - Jan 92
230 kV Tha Tako-Khon Kaen 3	-	-	(300)	(300)	January 1992
Mae Moh	Lignite	11	300	300	February 1993
Bang Pakong Thermal	Oil/Gas	4	600	600	May 1993
Bhumibol Renovation	Hydro	1-2	(70)	(140)	March 1992
Krabi #4	Lignite	4	75	75	November <u>a</u> /1992
North Bangkok Renovation	Oil	1-3	(2x75+87.5)	(237.5)	August 1993
Mae Moh	Lignite	12	300	300	October 1993
Pak Mun	Hydro	1-4	34	136	November 1993
Mae Moh	Lignite	13	300	300	April 1994
Mac Moh	Lignite	14	300	300	October 1994
Kaeng Krung	Hydro	1-2	40	80	December 1994
Mae Moh	Lignite	15	300	300	April 1995
Mae Taeng	Hydro	1-2	18+8	26	June 1995
Saba Yoi	Lignite	1	150	150	October 1995

Mae Moh	Lignite	16	300	300	November	1995
South Bangkok Renovation	Oil/Gas	1-5	(2x200+3x300)	(1,300)	December	1995
Bhumibol	Hydro	8	178	178	January	1996
Sirikit	Hydro	4	125	125	February	1996
Lower Sirikit	Hydro	1	15	15	February	1996
Saba Yoi	Lignite	2	150	150	April	1996
Saba Yoi	Lignite	3	300	300	October	1996
Mae Moh	Lignite	17	300	300	November	1996
Mae Moh	Lignite	18	300	300	April	1997
New Thermal	Coal	1	600	600	October	1997
Mae Moh	Lignite	19	300	300	November	1997
Lower Mae Ping	Hydro	1-2	20	40	July	1998
New Thermal	Coal	2	600	600	October	1998
Saba Yoi	Lignite	4	300	300	November	1998
Nam Khek (1)	Hydro	1-2	25	50	January	1999
Nam Khek (2)	Hydro	1-2	35	70	February	1999
New Thermal	Coal	3	600	600	October	1999
Nam Chern	Hydro	1-4	100	400	November	1999
New Thermal	Coal	4	600	600	October	2000
New Thermal	Coal	5	600	600	January	2001

Existing Capacity by 1988	=	6,894.2 MW
Total Added Capacity (up to 2001)	=	11,950.0 MW
Plant Retirement	=	435.0 MW
Total Capacity by Year 2001	=	18,409.2 MW

Note : a/ To be postponed.

Fig-3 EGAT RECORDED DAILY LOAD CURVES ON PEAK DAY
(FISCAL YEARS 1970-1989)



(5) 事前調査結果の概要

1) 現在計画の概要

E G A Tは、独自に、1985年12月、予備計画書を作成している。これによると、左岸最適案と右岸最適案の経済性はほとんど変わらないとしたうえ、環境規制と調査工事における接近の難易を考慮して右岸案を採用することとし、上部池の位置は、標高650m近辺の比較的平坦な部分で、これを掘削して最大出力等価4時間相当の池を築造することとしている。水路の方向は、既設貯水池の低水位における放水口の築造を考慮して山麓斜面に対してやや斜め上流方向に水路を計画している。発電所は地下式とし、閉閉所はケーブル壜坑を設けて上部池付近に計画している。上部池の最高水位は638.5mで、低水位616.5mの間の22mに対して3,730,000 m³、最大出力等価4時間の上部池を、アスファルト遮水壁型ロックフィルダムで築造することとしている。既設下部池の低水位は261mなので、最高総落差は377.5mとなるが、下部池の低水位まで使用するかどうかについては、その起こり得る頻度から疑問を持っているようである。最大発電使用量は200 m³/sで、最大出力600MWと考え、これを、150MW発電電動機4台で構成する考えである。地下発電所は、上部池の直下に設けるため、放水路トンネルが長くなり、放水路水槽を設ける必要が生ずる。水圧管路は、地下式斜坑で総延長896m、放水路トンネルは、1,552mとなり、水路総延長は2,448mとなる。

2) 周辺地形と代替案

既設ラムタコン・ダムのダムサイトから上流10km程度までは、両岸は急峻な山麓をなし、その上部は標高700mから600mの傾斜を持った比較的緩やかな高原をなしている。従って、揚水発電所の上部池としての代替案は、左岸はダムサイトより上流4kmから6km、右岸は上流4kmから5kmの範囲で上部貯水池の代替案が存在するといえる。右岸については、既設ダムの上流1km地点から右岸高原の頂上部に向かって浅い谷が入り込んでおり、この谷線に沿って標高500m近辺より山頂の標高700m近辺まで距離5kmの区間で上部貯水池を考えることが出来るが、落差が増えるに従って下部池までの水路の長さが増大する。従って、この間に経済的に最適な上部ダムのダムサイトが存在するはずであり、それは、落差と水路長の関係ばかりでなく、上部の高原地帯の地形によって上部ダムの工事費に微妙な変化が生ずる。左岸についてもほぼ同様の傾向にあるが、左岸の山頂付近は右岸のそれに比べやや急峻で、上部ダムの工事費が高くなる可能性がある。また、右岸は、山頂付近の裏側（西北方向、既設貯水池から遠ざかる方向）にも谷が頂上に向かって入り込んでおり、この谷を利用して上部池を考えてみる必要がある。

(6) 調査団員及び日程

1) 調査団員構成

調査団長（総括）	曾我部捷洋	通商産業省資源エネルギー庁 公益事業部発電課長
----------	-------	----------------------------

揚水発電技術	足立 隼夫	J I C A 国際協力専門員
調査企画	早瀬 隆昌	J I C A 鉱工業計画調査部鉱工業計画課
揚水発電計画	松下 晴一	東電設計(株) 第一土木本部副本部長
揚水発電地質	角 和彦	東電設計(株) 第一土木本部応用地質部部長

2) 調査日程

- 10月31日(火) : 団長を除く4名バンコク着
- 11月1日(水) : 大使館・J I C A・D T E C・E G A T表敬打合せ
- 11月2日(木) : E G A Tと協議開始、主協議項目提議、S/W提案
- 11月3日(金) : 現地調査・計画地点他(ナコンラッチャシマ市泊)
- 11月4日(土) : ラムタコン貯水池他、バンコク帰着
- 11月5日(日) : 打合せ資料作成、団長バンコク着、団内打合せ
- 11月6日(月) : E G A TとS/W協議、団長総裁補佐と協議
- 11月7日(火) : S/W協議続行、系統計画部と打合せ
- 11月8日(水) : S/W及びM/Mについて最終調整
- 11月9日(木) : S/W及びM/Mについて署名、団長総裁と協議
- 11月10日(金) : J I C A事務所報告、バンコク発
- 11月11日(土) : 成田着、解散

3) 主たる接触先

- 大使館 (生田一等書記官)
- J I C A事務所 (斉藤所長、鈴木担当)
- D T E C (Vudhisit課長)
- E G A T (Paopat総裁、Somnert 総裁補佐)
- 水力計画部 (Taweesak部長、Chalermchai 次長、Preecha 課長、Prakit主任)
- 調査環境部 (Wuthi 部長、Taval 課長、Virawan 環境、Supawan 地質)
- 系統計画部 (Somkiet 部長)

(7) E G A Tの組織及びS/W協議出席者

1) E G A Tの組織

E G A Tの職務範囲は、1968年のE G A T法によれば次のとおりである。

- ・電力を生産、購入、送電、配電し、M E A、P E A、国営の需要家および近隣諸国に供給

すること。

- ・水力、風力、太陽光、太陽熱、石油、石炭、オイルシェール、天然ガス等の天然資源および原子力を利用した電力を開発すること。また、これらの目的を推進することに関するその他の事業活動。
- ・独立に、あるいは他の機関と協力して、褐炭およびその他の副産物の生産および販売を行うこと。

E G A Tは、タイ国政府に対して以下の責務を負っている。

- ・ダム、貯水池、その他発電に関する施設を建設し、運営すること。また、水資源を開発し、発電を行うこと。
- ・水力、火力、原子力その他の発電所の建設を行うこと。
- ・変電所、送電線、送配電に関連する設備の改善、拡充を行うこと。
- ・送配電設備、発電所、褐炭科学プラント、発電用燃料およびこれらに関連する施設の規格、種別、規模を決定すること。

E G A Tが目的とするものは、(1) 十分な電力が常時得られ、(2) サービス性が高く信頼度があり、(3) 低廉な価格で電力を供給することである。現在のところ、電力供給の信頼度は今日にいたるまで継続的に改善されており、サービスの水準は、相当程度の水準に達している。また、E G A Tは独立採算組織として経営面における自主的な権限を有しており、電力料金の決定に際しては閣議の了承を必要とするが、発電コストをすべてカバーする料金の立案を独自で行っている。

また、マレーシアとの間は1980年8月に115kV/132kV の送電線により連系されており、電力の相互融通が可能となっている。

E G A Tの組織は図-4に示すとおりである。

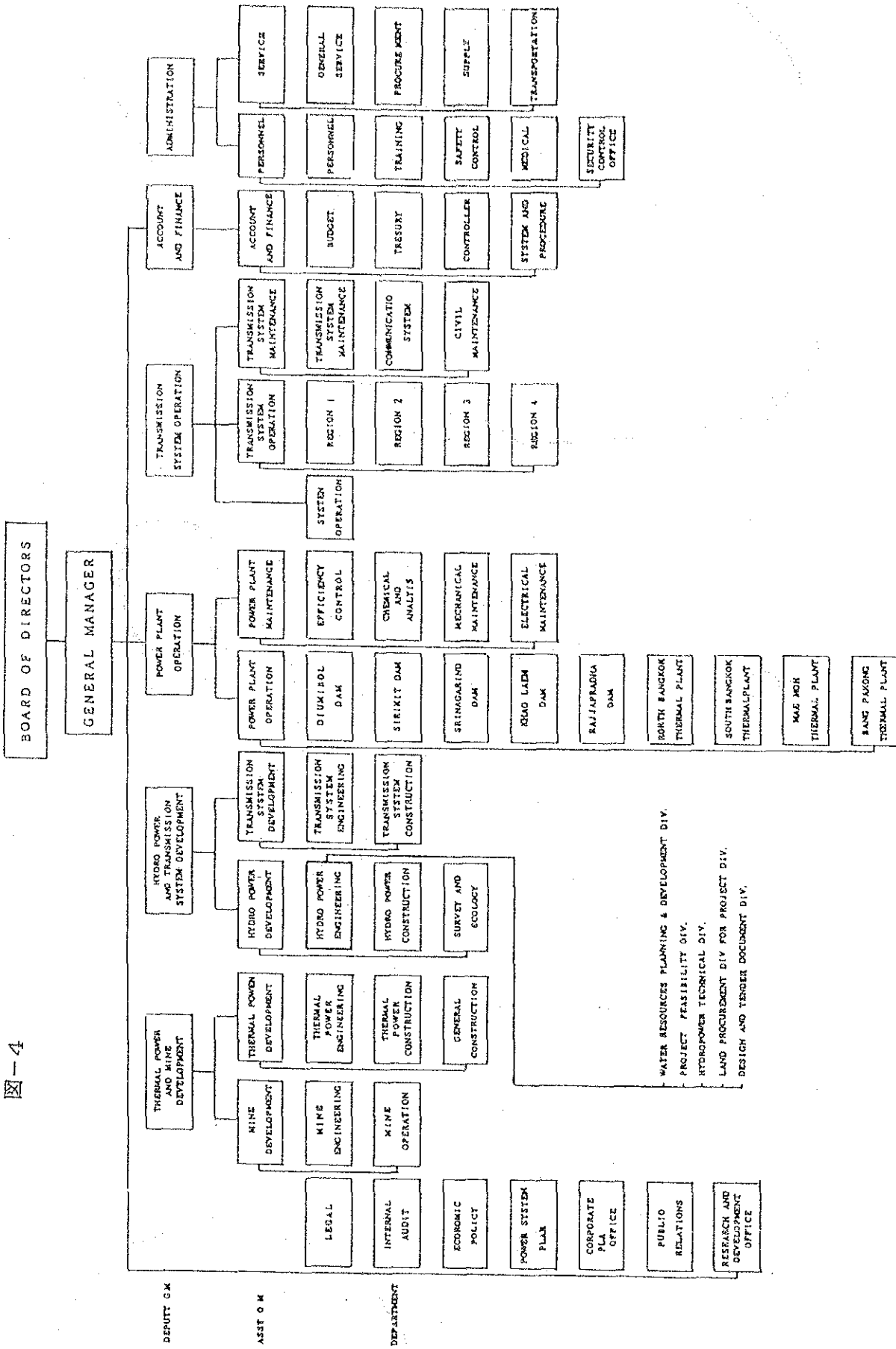
本計画を担当する部は、次のとおりであり、本計画に関係するメンバーを表-4に示す。

(1) Hydro Power Engineering Dept. : 水力計画部

(2) Survey and Ecology Dept. : 調査環境部

2) S/W協議出席者

S/W協議出席者を表-5に示す。



DEPUTY GM

ASST GM

DEPARTMENT

WATER RESOURCES PLANNING & DEVELOPMENT DIV.
 PROJECT FEASIBILITY DIV.
 HYDROPOWER TECHNICAL DIV.
 LAND PROCUREMENT DIV FOR PROJECT DIV.
 DESIGN AND TENDER DOCUMENT DIV.

表 - 4 EGATの組織図 (ラムタコン調査関係のみ)

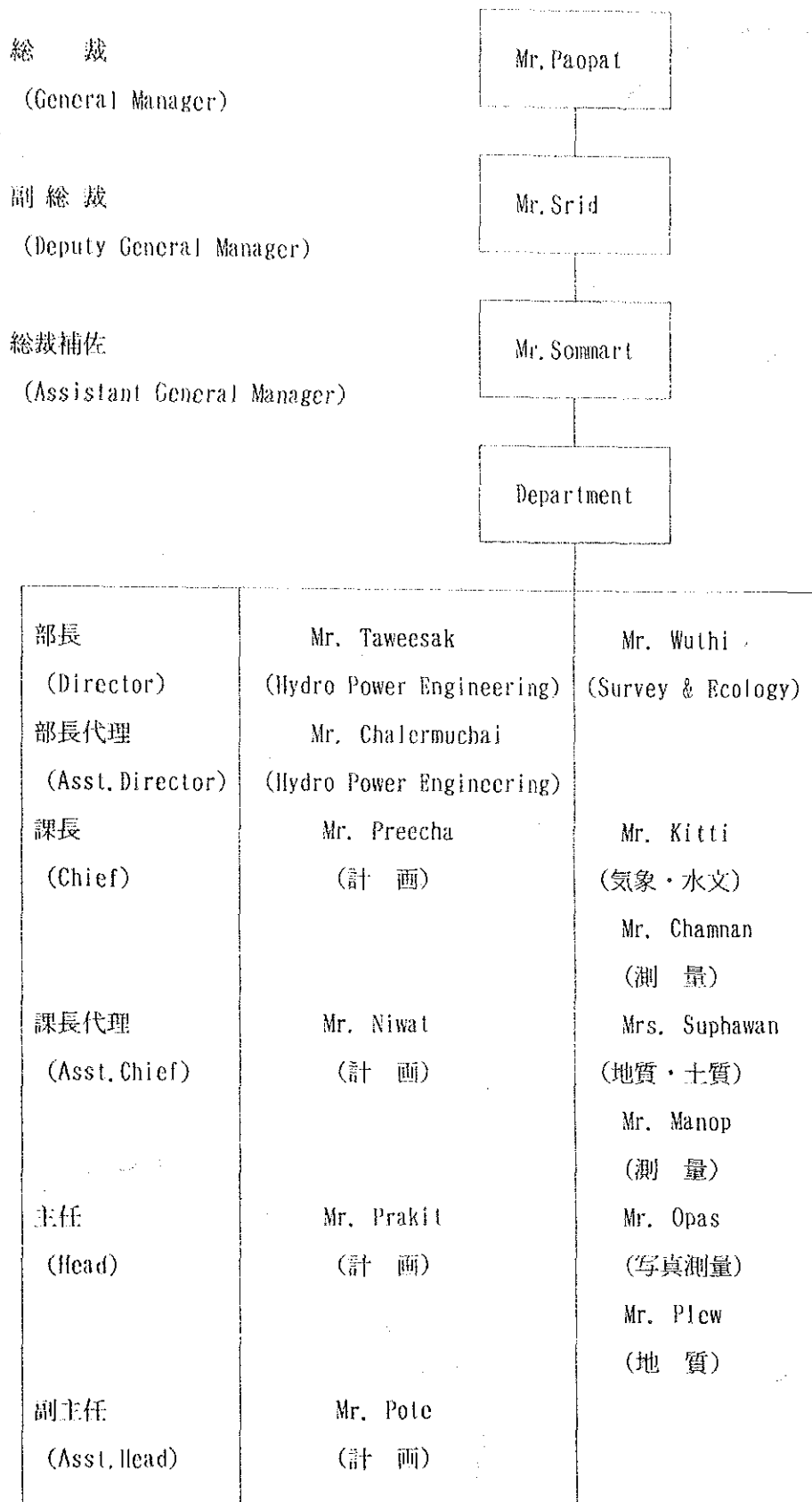


表 5 Lam Ta Khong Pumped Storage Project

Name and Position of EGAT's participants who joined the meeting with JICA Preliminary Study Team on November 1-9, 1989.

Attendance List

Name	Position
1. Hayao Adachi	Deputy Leader
2. Takamasa Hayase	Coordinator
3. Seiichi Matsushita	Civil Engineer
4. Kazuhiko Sumi	Geologist
5. Ryuichi Abe	JICA Expert
6. Kenji Yokokawa	"
7. Tatsuo Suzuki	Assistant Resident Representative
8. Taweesak Mahasandana	Director, Hydro Power Engineering Dept
9. Wuthi Poonudom	Director, Survey and Ecology Department
10. Somkiet Phaloprakavan	Director, System planning Department
11. Chalermchai Ratnarak	Assistant Director, Hydro Power Engineering Department-Technical
12. Preecha Chaokasem	Chief, Project Feasibility Division
13. Prakit Poovibonsuk	Head, Economical Evaluation Section
14. Penchan Kuptawanich	Head, Chao Phraya section
15. Watchara Heamratchatanan	Assistant head, Engineering section
16. Pote Angwatanapanich	Assistant head, Upper Quae Yai Project section
17. Poolsak Achavananthadith	Assistant head, Loei-Upper Pasak Project section
18. Manoon Suwanimit	Engineer level 5, Economical Evaluation section
19. Paisit Watanavitawat	Head, Mechanical equipment section. Design and Tender Document Div
20. Sataporn Wongsakul	Head, Powerhouse section
21. Natamol Kampananon	Engineer level 5, Dam and Foundation section
22. Choochart Leetanavanichpan	Engineer level 5, Electrical equipment section
23. Paisarn Nakviroj	Assistant chief, Land Procurement for Project Division
24. Pongsak Sresakpet	Head, Land Procurement for Project section

25. Tripop Linitta	Lower level 5, Land Procurement for Project section
26. Taval Mancewarn	Chief, Ecology and Environment Division, Survey and Ecology Dept
27. Virawan Sombatsiri	Assistant head, Environmental analysis section
28. Suchin Projananapasiri	Scientist level 5, Environmental analysis Section
29. Kitti Naparaxawong	Chief, Meteorology and Hydrology Division
30. Boonsong Pectanonchai	Engineer level 5, Applied Hydrology and Reserch section
31. Suphawan Klaipongpan	Assistant chief, Geology and Soil Engineering Division
32. Prew Chittrakan	Head, Geology section
33. Opas Kietsirikul	Head, Map and Aerial Photo section, Survey Division

3) 送電系統の関連

計画地点の西にあるサラブリ変電所と東に位置するナコンラッチャシマ変電所は、現在 115kV 系で結ばれており、近い内に230kVに昇圧される計画である。昇圧の後には、この系統は 400MVA の容量を持つこととなる。ラムタコン揚水発電所は、この系統の中間にT結合で投入される予定である。バンコク又はマエモの火力を揚水原資とするとき、揚水時 600MWを必要とするため現在の系統の容量では容量不足となる。これに対して、EGATの系統計画部では、サラブリまでの系統の補強は経済的に無理との判断から、4台の水車発電機の内2台を揚水用として設計し、30MWの容量で8時間相当の揚水を行って対応してはどうかとの意見も持っている。これは、この計画の対応ピーク時間とも関連してくる。現在のEGATの系統では、夜間点灯時の約4乃至5時間が大きなピークを形成しており、揚水がこれに対応するときには、長時間の揚水時間をとることが可能と考えられるからである。しかし、この考え方には疑問がある。将来とも4時間ピークへの対応でよいかどうかの問題と、8時間相当以上の揚水時間をとると、揚水時間が昼間帯に及ぶ可能性があり、問題が多い。揚水発電所の規模検討と同時に、送電容量の検討が必要である。また、この東方向の系統の長期的視野からみた拡張計画についても注意を払う必要がある。

4) ダムサイトへの接近の難易度

本計画地点は Bangkokの北東約 150kmに位置し国道2号線及びタイ国鉄の Bangkok~Nakhon Ratchasima線に隣接しておりアクセスは極めて良好である。

国道から右岸上池サイトまでの道路は下流側と上流側の2ルートがあり、下流側ルートは国道

2号線から別れて約6 km、20分間にて到達する未舗装ラテライト道路である。

上流側ルートは途中までテレビ塔管理のためのアスファルト舗装道路が利用できるが、これより先はラテライト道路で約5 km約20分間で到達出来る。

2 S/Wの協議及び合意内容

(1) S/W協議

事業団は、タイ側から提示されたT/R（調査内容要請書）の内容については、本件計画の特徴、タイの過去の案件、特にナムユアム川水力発電計画のS/Wなどを勘案したうえでS/W案をとりまとめた。調査団は11月1日及び11月2日に持参したS/Wの原案をEGAT側に提示し内容説明を行いさらに現地踏査結果をふまえ、11月6日～11月8日にわたりS/W内容協議を行い、出発前の各省会議及び現地情勢を踏まえEGATの合意のうえ10月9日付でPaopat総裁及び曾我部団長との間でS/Wの署名を行った。S/W協議の主要な項目は以下のとおりである。

1) 環境調査の関連

タイ国は、最近のダム建設問題に関する住民の反対運動を契機として環境問題に関する規制の強化に乗り出しており、EGATもこれに対応するため調査環境部門を独立させた。今回、主としてこの部門が本件調査に関する協議に対応した。一般に、計画の実施に際しては環境影響評価報告書（EIA：Environmental Impact Assessment）を提出して政府の認可を受けることとなっているが、この報告書のためには20カ月以上の調査を政府が指定した環境調査コンサルタントに委託することを義務付けている。従来我が国が実施してきたF/S調査における環境調査（environmental investigation）とこのEIAが混同されることが多く、混乱が生じていた。今回は、この二つの調査を明確に区別し、EIAの作成はJICAの行う開発調査と別個に行われることを確認した。また、本件F/S調査の範囲では、JICAの指導に基づきEGATが調査を実施して、JICAの評価を経て開発調査報告書に盛り込むこととし、この旨をS/W並びに議事録に記して確認した。

2) 開発調査期間の関連

本件調査の期間について、EGATは要請書の中のT/Rにおいて、12カ月間で終了することを要請していた。JICAは、計画及び予想される調査の規模から考えて20カ月を必要とすることを伝え、協議に入った。当初予想された電力不足と投入時期の問題については、現在系統計画部において電源開発計画の見直しを行っている最中であり、この結果が公表される今年12月までは明確な投入時期が設定されていない。従って、EGATは要請の12カ月については特に固執することはなかった。しかし、既にDTEKを通じて明確に12カ月で調査を終了することを要請していることから、これらの協議内容を議事録に記して確認することとした。20カ月が必要である根拠は、議事録に記された通り、地下発電所予定位置の地質調査の困難性及びEGATで実施する環境調査の重要性がその主たるものである。地下式発電所の地質調査については、試掘横坑の掘削を打診したが、環境問題、先方の技術的能力及び予算措置の困難性を考慮して、長孔ボーリングを主体とすることとなる。

3) ローカル・コンサルタントの関連

要請書で述べられているとおり、EGATは本件調査へのローカル・コンサルタントの本格的参加を強く主張した。調査団は、対処方針のとおり、本件は「日」「タイ」両国間の技術協力実施に係る「年次協議」事項であり、本協議のような個別案件協議事項とはなり得ないことを説明した。先方は、現在のJICAの制度によれば、日本のコンサルタントの意志によって外国人コンサルタントの雇用が可能なることから、EGATと日本側コンサルタントとの直接の協議の機会を与えるよう要求した。これに対し調査団から現行のコンサルタントの選定及び契約手続きからみてEGATの要求に沿うことは不可能と判断し、この旨説明した。ただし、議事録に、EGATの希望を調査団は聴取した旨記すことは合意した。調査団の理解した限りにおいては、EGATのこの要求がタイ政府全体の希望として政府間の交渉の場に載せられるには、更に日時が必要と思われるが、EGAT側の希望が非常に強いことだけは理解しておく必要がある。

4) 左岸代替案の関連

本計画には、環境規制は厳しいが技術的に見て看過出来ない左岸代替案が存在する。EGATは、予備的な経済比較の結果及び環境問題に対する強い規制を説明して、左岸代替案を本件調査の対象としないことを主張した。これは、調査工事实施における手続きの煩雑さを避けるためと思われる。調査団は、現地調査の結果を含め、本調査団によってこの左岸代替案を開発調査範囲から削除することは適切でないと判断し、EGATの要求に従ってその見解を議事録に記して、結論を今後の本格調査に待つこととした。調査団の判断の根拠は、EGAT予備検討資料のレビューを行うには本事前調査期間が短いこと、例え結論を急いでもEGAT地質調査が来年4月まで機器準備等のため開始出来ないこと、F/S調査の主目的の一つが多くの代替案の中の最適案を抽出することであること及び技術的優位性が技術進歩と地形地質に起因するのに対し環境規制がその時点の社会的価値観に左右されることの4点である。なお、調査団の現時点における概ねの見解では、両案とも技術的・経済的に大きな差異はなく、既存の地形図（5万分の1）による本格調査団の検討結果及び諸条件を勘案して調査第1月に調査対象地点を概略判断し、調査第2月より一部の地質調査工事を開始できるものと考えている。

5) 調査機材供与の関連

当初のT/RにおけるEGATの要請は、ボーリング付属機材及び測量器具の2点であった。協議の途上、EGATの調査実施能力を検討したところ、地下式発電所に対する地質調査及び既設貯水池の現状調査においてその機材不足が明らかとなった。特に、地下発電所の調査において試掘横坑の実施能力不足が明らかになった結果、200mを越す数本のボーリングと予備的な岩盤の物理常数を把握するためには、ボーリング機材一式及び孔内載荷試験用機器付属品の供与が不可欠と判断した。先方の要請に基づき、この旨東京へ伝達することを議事録に記した。さらに、既設貯水池の地形把握のためには、ボートを含めた深淺測量機材の供与が不可欠と判断し、先方の要請に基づきこの旨東京へ伝達することを議事録に記した。

6) 技術移転の関連

本件調査の実施場所が主として日本であることから、先方政府は協定に盛り込まれた技術移転に対する配慮が十分でないことを主張し、主たる業務をタイ現地で実施するか、十分な数のカウンターパートの日本における業務への参加を要求した。業務実施場所の変更は予算規模のうえから困難であることを伝え、カウンターパートの日本への派遣について、その要望を東京へ伝達する旨議事録に記した。派遣されるカウンターパートのE G A T内部における所属先(分野に関連)を記載要求したので、水力、環境及び系統計画の3分野を、先方の希望に沿ってまた業務上の重要性を配慮して、議事録に記した。なお、この必要分野の記載に際して、口頭にて必ずしも3名を意味せず、J I C A内部の予算・前例等によってこれより少ない可能性があることを示唆した。また、この議事録において「研修」の用語を使用していないが、これは先方の要望によりその派遣制度を配慮したもので、従来までのE G A Tとの協定の方法を参考として判断したものである。

(2) 合意したS/Wの内容

- 1) S/Wとして記載し得ない詳細協議内容等についてM/M (Minutes of Meeting) により部長レベルで確認署名した。
- 2) M/Mには協議の内容の項で述べた6項目について記載し双方の確認を得た。
- 3) E G A TおよびE G A Tに協力するローカルコンサルタントで処理できる調査項目については技術仕様書の作成、技術指導と調査結果をレビュー及び解析することに止めている。
- 4) 調査は3つのステージから構成されている。

(a) Preriminary Investigation Stage

現地調査は1990年3月初旬より開始する予定である。ここで必要な資料収集レビューをするが特に左岸比較案について現地踏査を行い技術的経済的及び環境の観点より比較検討を実施し最適案を抽出することである。それと同時に最適開発規模の選定を行ってその結果に基づき次のステージ(Detailed Investigation Stage)の詳細調査の実施計画、技術仕様書の作成を行なう。調査計画についてはインセプションレポートにとりまとめ、調査開始時にE G A Tへ提出し、進捗状況についてはプログレスレポートとしてとりまとめ、E G A Tと協議を行う。

(b) Detailed Investigation Stage

詳細結果はPreriminary Investigation Stageによって作成された実施計画、技術仕様書に基づいて実施される。

E G A T側が実施する主なものは次の通りである。

- 水文、気象に関する測定と既往データ整理
- 地上測量及び航測図化
- 地質調査工事及び材料試験
- 環境調査

JICA側は補償費を含めた環境保全費の算定を実施する。

これらの詳細現地調査結果については現地へ赴き評価解析を行なう。

(c) Feasibility Design Stage

フィージビリティ設計ステージでは発電規模、レイアウト及び形式を比較検討し、最適発電規模最適レイアウト及び形式の決定を行い、その結果をインテリムレポートにとりまとめ、現地にて説明協議を行う。

この最適計画に対して基本設計、建設工事費積算、工程の策定、施工計画等検討決定し、経済評価、財務分析を行いドラフトファイナルレポートにとりまとめ、現地説明協議を行なう。

ドラフトファイナルレポートに対するコメントを受領し、ファイナルレポートを作成、送付する。

(d) F/Sの工期は20カ月とする。

以下S/W、M/Mを添付する。

SCOPE OF WORK
FOR
FEASIBILITY STUDY
ON
LAM TA KHONG PUMPED STORAGE PROJECT
IN
THE KINGDOM OF THAILAND

AGREED UPON BETWEEN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND
ELECTRICITY GENERATING AUTHORITY OF THAILAND

BANGKOK, NOVEMBER 9, 1989

曾我部捷洋

KATSUHIRO SOGABE
LEADER OF THE PRELIMINARY
STUDY TEAM
THE JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

Paopat Javanalikhorn

PAOPAT JAVANALIKIKORN
GENERAL MANAGER
ELECTRICITY GENERATING
AUTHORITY OF THAILAND

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Kingdom of Thailand, the Government of Japan decided to implement the Feasibility Study on Lam Ta Khong Pumped Storage Project (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Thailand signed on November 5, 1981 (hereinafter referred to as "the Agreement").

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programmes of the Government of Japan, will undertake the Study in accordance with relevant laws and regulations in force in Japan in close cooperation with the authorities of the Kingdom of Thailand.

The Electricity Generating Authority of Thailand (hereinafter referred to as "EGAT") shall act as the counterpart agency to the Japanese study team and also as the coordinating body to other relevant organizations for the smooth implementation of the Study.

The present document sets forth the scope of work for the Study.

13/8

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The main objective of the Study is to formulate the optimum development scheme of the Lam Ta Khong Pumped Storage Project and to assess technical, environmental, financial and economic feasibility of the project.

III. SCOPE OF THE STUDY

The Study will be carried out in the following three(3) stages;

1. Preliminary Investigation Stage
2. Detailed Investigation Stage
3. Feasibility-grade Design Stage

The details at the respective stages are as follows;

1. Preliminary Investigation Stage
 - (1) Collection and review of all existing data, reports and other relevant information on the Project
 - (2) Site reconnaissance
 - a. Site reconnaissance survey on topography and geology at the project sites including alternative ones and quarry/borrow sites
 - b. Investigation of sedimentation, reservoir water-tightness and land-sliding
 - c. Survey of the substation and the transmission line routes from the power station site to

173

- the EGAT existing power system
- d. Survey of access roads and transportation routes.
 - e. Survey on the other existing water use such as irrigation and water supply facilities
 - f. Survey on the houses, roads, lands and rights to be compensated
- (3) Power survey in the concerned regions
- a. Review and analysis of the power supply, sub-station and transmission line statistics and programmes
 - b. Review and analysis of relevant informations on growth of power consumption, forecasts of energy and peak demand and characteristics of power consumption pattern, etc.
- (4) Formulation of alternative development schemes
- Each individual alternative scheme in the vicinity of the Lam Ta Khong reservoir will be formulated on the basis of the existing topographic maps and geological informations.
- (5) Comparative study and selection of the optimum scheme
- The optimum scheme will be selected among the alternative schemes from the technical, economic and environmental view-points.
- (6) Preparation of the detailed investigation programme and its technical specification



2. Detailed Investigation Stage

Based on the result of the studies in the Preliminary Investigation Stage, the detailed investigation and the study will be carried out for the selected site as follows;

- (1) Topographic and hydrographic surveys
 - a. Aerial photo survey and photogrametric mapping of the area
 - b. Ground survey of the sites for main structures of the power plant, switchyard and quarry/borrow site, if necessary
 - c. Hydrographic surveys of the lower reservoir area
- (2) Geological investigation and material tests
 - a. Seismic prospectings at the main structure sites and quarry/borrow sites
 - b. Drilling work, permeability tests and elastmeter tests at the main structure sites and quarry/borrow site, if necessary
 - c. Test pitting for collection of construction materials on the riverbed, quarry and borrow sites
 - d. Field/Laboratory tests on construction materials and on water quality
 - e. Adit investigation for the upper reservoir and underground power house sites, if



necessary

- (3) Hydrological survey and analysis
 - a. Observation and analysis of inflow and outflow discharges and water level for the Lam Ta Khong reservoir
 - b. Hydro-meteorological survey and analysis of flood/drought run-off and sediments
- (4) Environmental investigation of the project upon physical, biological, human uses and human values
- (5) Estimation of the environmental impact mitigation costs of the project

3. Feasibility-grade Design Stage

Based on the result of the Detailed Investigation Stage, the study will be carried out for the selected site as follows;

- (1) Optimization studies to determine the project size
- (2) Formulation of the timing, staging and phasing of the project including transmission lines and substations with the EGAT generation and transmission line expansion plan
- (3) Feasibility-grade design
 - a. Feasibility-grade design work will be carried out for the power plant, switchyard, quarry/borrow site, transmission line and the substation.



b. Structural and hydraulic analyses will be carried out for main civil and steel structures.

(4) Cost estimation

The cost estimation of the project will be made and the costs will be broken down into local and foreign currencies. The schedule of yearly disbursements will be worked out.

(5) Construction plan

The construction plan of the project will be formulated in a time-oriented bar chart.

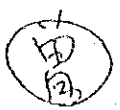
(6) Economic and financial analyses of the project

a. The economic analysis will include computation of the project cost, operation and maintenance costs, economic analysis of alternative power sources, calculation of the economic internal rate of return and its sensitivity analysis.

b. The financial analysis will include determination of financial project costs, cash flow, calculation of a financial internal rate of return and its sensitivity analysis.

IV. STUDY SCHEDULE

The Study will be executed in accordance with the tentative time schedule shown in Appendix I as attached



herewith.

V. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Government of Thailand in accordance with the tentative time schedule as attached herewith.

- | | |
|------------------------------|-----------|
| 1. Inception Report (IC/R) | 30 copies |
| 2. Progress Report (P/R) | 30 copies |
| 3. Interim Report (IR/R) | 30 copies |
| 4. Draft Final Report (DF/R) | 30 copies |
| 5. Final Report (F/R) | 50 copies |

VI. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKINGS

The division of technical undertakings for the Study by EGAT and JICA is detailed in the Appendix II as attached herewith.

VII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF THE KINGDOM OF THAILAND

1. In accordance with the Agreement, the Government of Thailand shall accord benefits to the Japanese study team as follows;

- (1) to permit the members of the Japanese study team to enter, leave and sojourn in the Kingdom of Thailand for the duration of their assignment therein and to exempt them from alien registration

(13)

requirements and consular fees,

- (2) to exempt the members of the Japanese study team from taxes, duties and any other charges on equipment, machinery and any other materials to be brought into the Kingdom of Thailand for the conduct of the Study,
- (3) to exempt the members of the Japanese study team from income taxes and charges of any kinds imposed on or in connection with any emolument or allowance paid to the members of the Japanese study team for their services in connection with the implementation of the Study and
- (4) to bear claims, if any arises against the members of the Japanese study team resulting from, occurring in the course of or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Japanese study team.

2. To facilitate smooth conduct of the Study, EGAT shall take necessary measures in cooperation with other relevant organizations;

- (1) to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of

(15)
(3)

P

the Study,

- (2) to secure permission for the Japanese study team to take all data and documents (including permitted photographs) related to the Study out of Thailand to Japan,
 - (3) to provide the medical services as needed. Its expenses being chargeable on the members of the Japanese study team and
 - (4) to ensure the safety of the members of the Japanese study team when and as it is required in the course of the Study.
3. EGAT shall, at its own expense, provide the Japanese study team with the followings, in cooperation with other relevant organizations;
- (1) available data and information related to the Study,
 - (2) counterpart personnels,
 - (3) suitable office space with necessary equipment both in Bangkok and the project site,
 - (4) credentials or identification cards,
 - (5) necessary vehicles with drivers, fuels and spare parts for the implementation of the Study and
 - (6) necessary labourers.

VIII. UNDERTAKING OF JICA



For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures;

1. to dispatch, at its own expense, the Japanese study team to Thailand and
2. to pursue technology transfer to the counterpart personnel in the course of the Study.

IX. CONSULTATION

JICA and EGAT shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.



APPENDIX I TENTATIVE STUDY SCHEDULE

WORK ITEMS	SCHEDULE																								
	1987												1988												
	F	M	A	M	J	J	A	R	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	R	S	O	N	D
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1. PRELIMINARY INVESTIGATION STAGE																									
(1) Review of all existing data																									
(2) Site reconnaissance																									
(3) Power survey																									
(4) Alternative schemes																									
(5) Comparative study																									
(6) Preparation of investigation																									
2. DETAILED INVESTIGATION STAGE																									
(1) Topographic survey																									
(2) Geologic investigation																									
(3) Hydrological survey																									
(4) Environmental investigation																									
(5) Estimation of environmental impact mitigation costs																									
3. FEASIBILITY-GRADE DESIGN STAGE																									
(1) Optimization studies																									
(2) Timing/staging/phasing																									
(3) Feasibility-grade design																									
(4) Cost estimation																									
(5) Construction program																									
(6) Economic/financial analyses																									
REPORTS																									

JICA work in Thailand
 JICA work in Japan
 EGAT work

P

APPENDIX II DIVISION OF UNDERTAKING

Working Items	Contribution by JICA	Contribution by EGAT
<u>FIRST STAGE</u>		
1. Collection & review of existing data	1. Review	1. Provision of all available data, report & informations
2. Site reconnaissance	1. Site reconnaissance	1. Provision of counterpart engineers & necessary arrangement 2. Provision of labourers
3. Power survey in the concerned regions	1. Review & analysis	1. Provision of latest study report, data & relevant information
4. Formulation of alternative development schemes	1. Formulation	1. Provision of necessary data
5. Comparative study	1. Comparative study	1. Provision of necessary data
6. Preparation of investigation program & its technical specification	1. Preparation	1. Provision of counterpart engineers

P

Working Items	Contribution by JICA	Contribution by EGAT
<u>SECOND STAGE</u>		
1. Topographic survey	1. Programming & selection of locations 2. Preparation of technical specification	1. Carrying out of survey and mapping
2. Geological investigation	1. Programming & selection of locations 2. Preparation of technical specification 3. Assessment of geological investigation results	1. Carrying out of geological investigation & material tests
3. Hydrological survey	1. Data analysis	1. Provision of existing discharge data 2. Observation & recording
4. Environmental investigation	1. Review of study results	1. Carrying out of investigation
5. Estimation of environmental impact mitigation costs	1. Estimation of environmental impact mitigation costs	1. Provision of necessary data
<u>THIRD STAGE</u>		
1. Feasibility: grade design	1. Optimization studies of project size 2. Formulation of the timing, staging & phasing of the project 3. Feasibility-grade design 4. Cost estimation 5. Construction plan 6. Economic & financial analyses	1. Provision of the necessary data for the study



P

MINUTES OF MEETING
FOR
THE LAM TA KHONG PUMPED STORAGE
DEVELOPMENT PROJECT
IN
THE KINGDOM OF THAILAND

The Preliminary Study Team was organized by the Japan International Cooperation Agency (JICA) and dispatched to Thailand from October 31 to November 10, 1989. The JICA team had a series of discussions with the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) and conducted a site survey on the Lam Ta Khong Project area and relevant facilities.

The followings are results of the discussions and understood by JICA and EGAT, in connection with the Scope of Work signed between JICA and EGAT on November 9, 1989.

1. Environmental investigation

With reference to items (4) and (5) of sub-article 2 in Article III, both parties agreed to conduct the environmental investigation with the understanding of that;

- (1) Environmental Impact Assessment to be submitted to the National Environmental Board (NEB) for the project implementation should be carried out in another scope on the basis of the environmental investigation planned to be conducted in this scope.
- (2) The environmental investigation will be conducted by EGAT based on criteria to be given by JICA study team. The investigation should be detailed enough for the estimation of environmental impact mitigation costs.



- (3) JICA would dispatch (an) environmental specialist(s) to Thailand in the 1st study month for criteria establishment of the investigation and in the 12th study month for review of EGAT's investigation result and for establishment of an environmental mitigation plan.

2. Study schedule

With reference to Appendix I, Tentative Study Schedule, EGAT requested JICA to complete the Study within 12 months from the commencement of the Study. After discussion on project features, both parties agreed 20 months of study schedule because of environmental consideration and geologic investigation for underground powerhouse site.

3. Local consultants

EGAT requested JICA to employ local consultants' participation in the Study. The JICA team explained JICA's new Guideline to be applied to Development Study projects starting from FY 1988 for the use of non-Japanese consultants and stressed that it would be up to the judgement of Japanese firm contracted with JICA, whether and how to employ local consultants on the condition set up in the Guideline. EGAT requested JICA for Japanese firms to be informed of the EGAT's desire. The JICA team took note of the EGAT's request.

4. Alternatives

EGAT requested JICA to delete the left-bank alternative and to concentrate the Study on the right-bank, presenting comments on environmental strict regulation on the left-bank area and the preliminary cost comparison between two alternatives. The JICA team stated that the EGAT's comments would be reviewed in the 1st study month based on the existing topographic maps to commence the field investigation works on the 2nd study month.

5. Equipment

EGAT requested JICA to provide one (1) set of a drilling machine with a high pressure water pump and accessories of the drilling machine including control cables and high pressure tubes for an elastometer, explaining the complexity of the geologic investigation works for the underground powerhouse site, and a boat and accessories for the reservoir hydrographic survey. The JICA team stated that the EGAT's requests would be conveyed to JICA head office.



6. Technology transfer

EGAT pointed out in connection with undertaking of JICA especially with technology transfer, that the study including data analysis should be done in Thailand or as many counterparts as possible from the Hydro Power Engineering, System Planning and Survey & Ecology Departments should participate in the analysis in Japan. The JICA team stated that the EGAT's requests would be conveyed to JICA head office.

Bangkok, November 9, 1989

曾我部捷洋

KATSUHIRO SOGABE
LEADER OF
PRELIMINARY STUDY TEAM
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

T. Mahasandana.

TAWEESSAK MAHASANDANA
DIRECTOR HYDRO POWER
ENGINEERING DEPARTMENT
ELECTRICITY GENERATING
AUTHORITY OF THAILAND

3 各種調査の概況

(1) 地形図関係の調査

1) 市販地形図

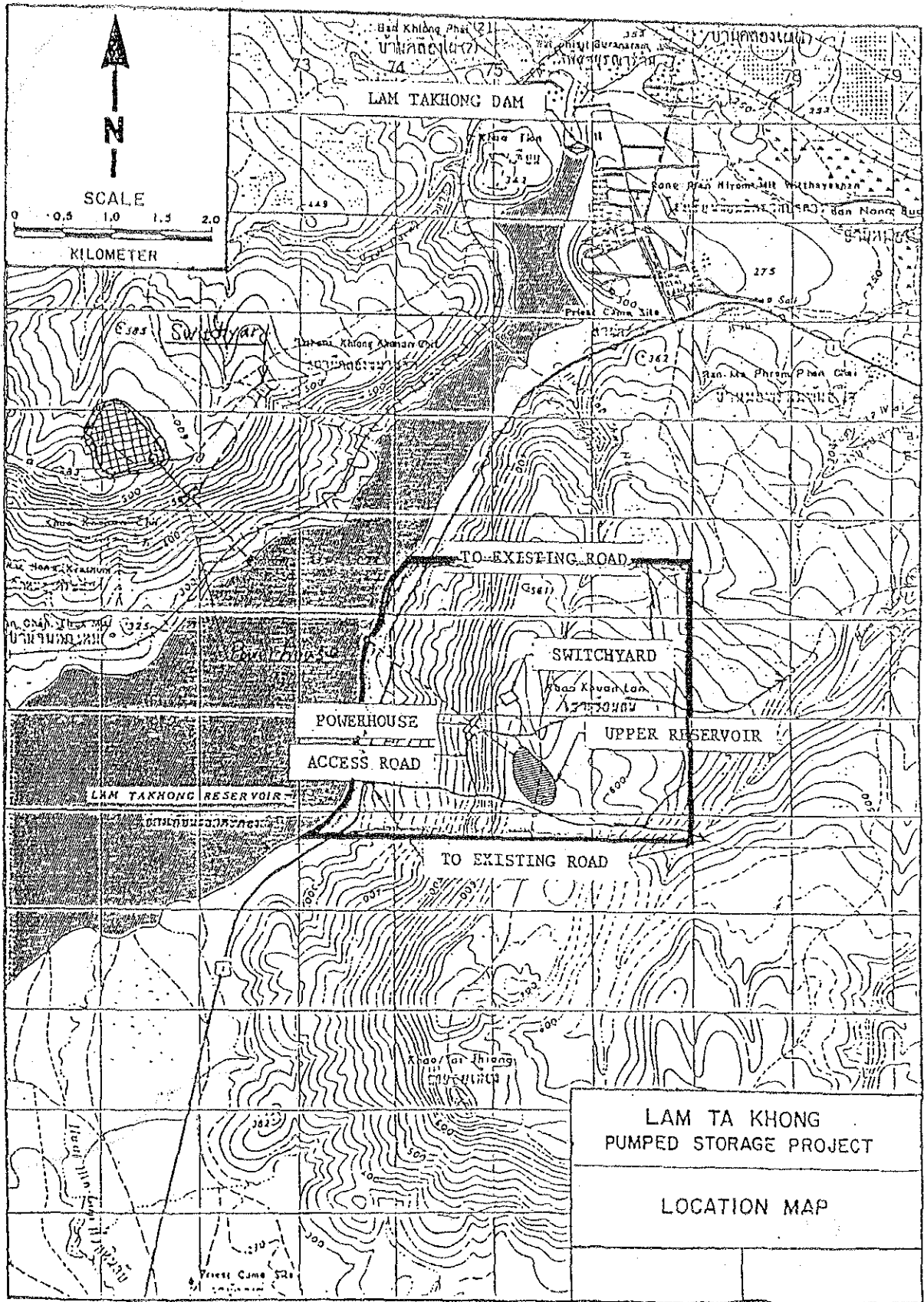
計画に関係する25万分の1図、5万分の1図はRTSD (Royal Thai Survey Department) から入手できる。

2) 計画地点地形図

現在EGATは本計画地点の空中写真を購入し、図-5に示す範囲の5千分の1地形図を作成中で、1989年12月に完成の予定である。左岸側については、環境規制とのからみから手つかずの状況である。

3) 実測図

上池予定地点及び下池内の放水口予定地点の千分の1実測地形図のEGATの手で作成する必要がある。



พื้นที่ของการทำแผนที่ 圖-5 1/5,000 圖化 範圍

(2) 地質調査

1) 計画地域の地形・地質

(i) 地形

東経 $101^{\circ} 15'$ ~ $101^{\circ} 30'$ 、北緯 14° ~ 15° に西側のチャオブラヤ川と東側のムン川との分水嶺がある。計画地点を流れるラムタコン川は分水嶺に源を発し、蛇行しながら北東に流下し、ラムタコンダムのやや下流で流向を東北東に変えムン川に合流している。

ラムタコン貯水池の両岸にはラムタコン川の下刻により二分された北西-南東に遠なる山体がある。右岸側の山体 (KHAO YAI THIAG、ピークの標高 761m) の西向および南西向斜面は、斜度 $20\sim 30^{\circ}$ と比較的急傾斜を呈するが、北東向斜面は斜度 10° 程度の緩傾斜になっている。また、ピークの東側は北東方向に伸びる沢の開析により gentle な谷地形を呈している。上池はピークの北東にひろがる緩傾斜の平坦面に計画されている。

比較案のある左岸側の山体 (BAN CHAN THUK MAI、ピークの標高 756m) の南向および西向斜面は、右岸側の西向および南西向斜面と同様に、比較的急傾斜を呈するが、北東向斜面は緩斜面になっている。上池はピークの東南東にひろがる緩傾斜の平坦面に計画されている。

揚水発電計画の放水口は、ラムタコン貯水池の中流部付近に計画されており、この付近の貯水池周辺の斜面は斜度 10° 前後の緩斜面になっている。

なお、放水路は右岸案の場合は貯水池の右岸沿いを通る国道 2 号線と、左岸案の場合は貯水池の左岸沿いを通る鉄道とクロスする。

(ii) 地質

計画地域周辺は図-6 に示す通り主として古生代、中生代の堆積岩とこれらに貫入した中生代の花崗岩類および第四紀の堆積物からなる。

古生代の堆積岩は計画地域の南部および西部に広く分布し、非石灰質岩石を主体とする地層と石灰岩を主体とする地層とに区分される。

中生代の堆積岩は西南から北東に古い順に帯状に分布し、礫岩・砂岩・シルト岩・頁岩を主体とする地層である。古生代の堆積岩と中生代の堆積岩は不整合で接している。

中生代三畳紀の花崗岩類は、古生層と中生層の境に貫入し、東西 12km、南北 18km の楕円形に分布している。

上記の岩石を侵食しながら流下するラムタコン川およびラムクラヤクラン川の両岸にはこれら岩石を覆って、第四紀の段丘礫や砂・シルト・粘土およびラテライトが分布している。

計画地点の基盤岩は、中生代ジュラ紀の KORAT 層群の PHRA WIHAN 層に属する砂岩および頁岩からなる。付近一帯は露頭が少ないが、その走行傾斜は $N30\sim 70^{\circ} W$ $5\sim 10^{\circ} NE$ でラムタコンダムは緩傾斜の流れ盤になっている。砂岩は、風化した部分は茶色を呈し、テストハンマーで容易に破砕出来る C_1 級の岩盤であるが、新鮮な部分は白色を呈し、石英に富み、テストハンマーでは繰り返し打撃しないと破砕することの出来ない C_{II} 級の強度を持っている。

頁岩部の露頭は短時間の調査で発見することが出来なかったが、E G A Tの Geologistの話によれば、PHRA WIHAN層は砂岩が圧倒的に優勢で、頁岩層は20%程度と言っている。

Royal Irrigation Department Survey Division Geology Section Memo No G-54 "Reprt of Lam Ta Khong Geological Investigation Amphur Pak Chong, Changwad Nakorn Rajsima"の資料によるとラムタコンダム周辺の地表部は風化した砂岩の巨礫を含むDark Brownの粘性土からなる表土及びResidual Soil に覆われ、その厚さは10~20mにおよんでいる。

右岸案の上池計画地点付近には所々風化砂岩がまた一部比較的新鮮な細粒砂岩が露出しているので土被りは薄いと推定される。

左岸についての踏査は実施していないが地形、地質が換わらないので同じような状態であると推定される。

建設材料については、RID のFeasibility Report Vol. IV (Preliminary Construction Material Investigation)によれば、細骨材は、下池ダムサイト上流約24km Pak Chong area、粗骨材は、Chan Tuck の石灰岩を採取し、室内試験を実施した結果が報告されている。これらは使用可能である。サイト近傍に適当な採取場を確保出来ない場合には、ここからの採取も考えられる。

また、E G A Tの Laboratory を視察した。土質関係は、比重・粒度・アッターベルグ・一軸圧縮・三軸圧縮・圧密・透水の各試験機が整っている。岩石、コンクリート関係は、ジョークラッシャー・篩別・圧縮試験機・ロスアンゼルス試験機があり老朽化したものが目立っている。

本計画を推進するにあたり土木地質的観点からの次の事項を解明する必要がある。

- ① 新設する上部ダム基盤および貯水池周辺基盤の変形性・強度・透水性（保水性）に係わる調査検討
- ② 地下発電所地点の岩盤の地質工学的性状の調査検討
- ③ 放水路地点の地質状況の調査検討
- ④ 放水口地点の地形・地質の調査検討、特に当地点は水面下に存在するので、深淺測量が必要である。
- ⑤ 建設材料に関する調査検討

なお、地下発電所地点の調査は環境面での制約、調査期間の制約により、多少困難な面もあるが、最低3本のボーリングにより面的に岩盤の状況を把握しなければならない。

(iii) 既存の地質資料

Royal Irrigation Department Survey Division Geological Sectionにより、次のような地質調査が行われており、各ボーリング孔について柱状図、透水試験データ等が作られている。なお、計画地点の空中写真はE G A T購入済みで現在右岸側の5千分の1図を作成中である。

Report of Lam Ta Khong Geological Investigation にボーリング11孔 370mのボーリング

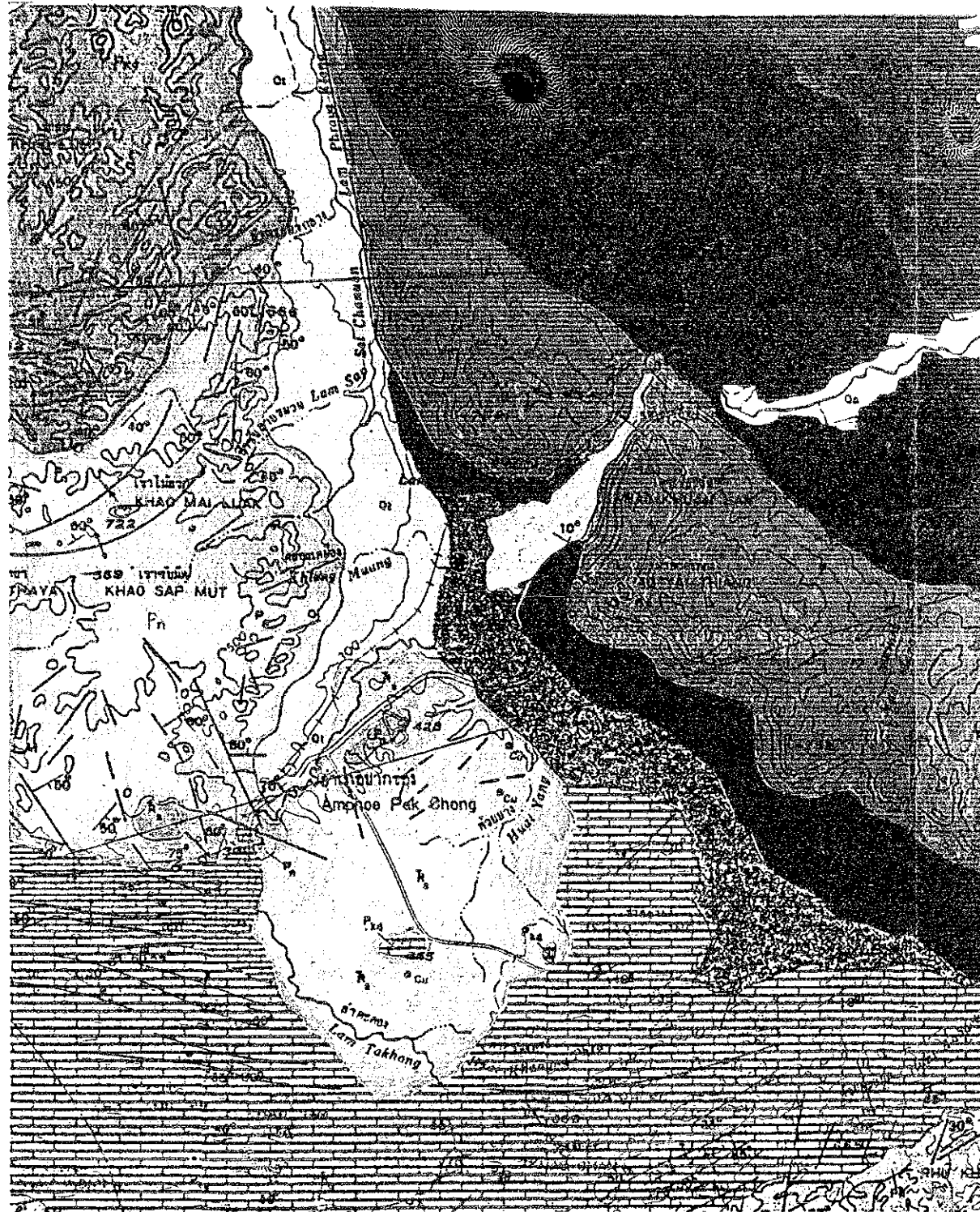
柱状図、標準貫入試験結果および透水試験データが記載されている。ボーリング一覧表を下に示す。

Construction Material についても採取位置および試験データが同Report, Vol. 3, Vol. 4 に記載されている。

揚水発電計画については新たにボーリング・弾性波探査等により詳細な調査が必要であり、前述した問題を解明しなければならないが、環境規制・工期の関係上横坑調査は実施不可能であるから、調査はボーリングおよび孔内試験が主体となる。

图-6 計畫地域周边地質圖

Scale 1 : 250,000



EXPLANATION

SEDIMENTARY AND METAMORPHIC ROCKS

Q_s Alluvial gravel, sand, silt, and clay of floodplain and swamp deposits

Q_t Terrace gravel, sand, silt; locally laterite, lateritic soil, and tufa

UNCONFORMITY

Grayish-red, reddish-brown, and pale red siltstone, sandstone, and fine calcareous conglomerate

Thick-bedded, crossbedded, brownish-gray, pinkish-gray, and orange sandstone and conglomeratic sandstone; reddish-brown siltstone and shale

Calcareous, purplish-brown, purplish-gray, and reddish-brown siltstone and sandstone

Thick-bedded, crossbedded, quartz, quartzitic, white, brown, and yellowish-brown sandstone; purplish-red siltstone and whitish-gray claystone

Calcareous, micaceous, reddish-brown, and purplish-red siltstone; greenish-gray to yellowish-brown sandstone; locally basal conglomerate

Interbedded gray, brown, yellowish-brown shale, mudstone, siltstone, and argillaceous limestone; basal limestone conglomerate

UNCONFORMITY

Thin-bedded, gray, brown, buff sandstone, siltstone, shale, siliceous shale, and chert, intercalated with gray limestone; locally phyllite and schist

Black, very dark to light gray limestone; recrystalline argillaceous limestone and dolomite with nodular and bedded cherts; intercalated shale, sandstone, and rare volcanics. Locally marble and calc-silicate rock. Fusulinids corals, brachiopods and algae common

Thin-bedded gray, bluish-gray, brown, and pale reddish brown shale, slaty shale, and slate with lenticular sandstone and limestone beds; locally hornfels

Black to dark gray, banded, and laminated limestone and bedded chert; gray, bluish, brownish-gray, grayish-brown, and buff shale, tuffaceous sandstone. Local volcanics, hornfels, slate, and quartzite. Crinoids, fusulinids, and corals common

Black, dark and light gray limestone with nodular chert; locally dolomitic and intercalated with few pale brown and greenish-gray shale, sandstone, and volcanics. Fusulinids, corals, crinoids, brachiopods, and algae common

IGNEOUS ROCKS

R_1 Undifferentiated, granodiorite, hornblende granite, biotite granite, quartz monzonite, quartz diorite, and syenodiorite; locally stress granite

Contact

Fault

Thrust fault

Joint

Anticline

Overtured

Syncline

20° Strike and dip of bed

δ Fossil locality

A—B Line of section

350 Attitude in meters

⊙ Changwat (Province)

○ Amphoe (District)

— River

— Dam and reservoir

— Road

— Rail Road

下池ダムボーリング一覽表

Coordinate, Date of Drilling, Ground Elevation, Depth & Location

Lam Ta Khong Project Nakornrajsima Province

Hole No.	COORDINATED	DATE OF DRILLING		Gound- elevation	Total Depth	Location
		FROM 1962	TO 1962			
DH. 0	S. 1753. 88 W. 2516. 55	Dec. 5	Dec. 9	+ 242. 49	30 M.	Dam. site, River bed
DH. 1	S. 1753. 94 W. 2515. 33	Oct. 28	Nov. 7	+ 252. 38	30 M.	Dam. site, R. Abutment
DH. 2	S. 1753. 84 W. 2517. 80	Nov. 25	Dec. 3	+ 252. 10	30 M.	Dam. site, L. Abutment
DH. 3	S. 1754. 00 W. 2514. 10	Oct. 6	Oct. 12	+ 270. 09	60 M.	Dam. site, R. Abutment
DH. 4	S. 1753. 70 W. 2520. 70	Nov. 15	Nov. 21	+ 268. 46	50 M.	Dam. site, L. Abutment
DH. 5	S. 1752. 75 W. 2514. 11	Oct. 14	Oct. 17	+ 273. 40	30 M.	Spill way, R. Abutment
DH. 6	S. 1753. 79 W. 2518. 80	Dec. 25	Dec. 28	+ 252. 24	30 M.	Dam. site, L. Abutment
DH. 7	S. 1751. 69 W. 2514. 81	Oct. 20	Oct. 24	+ 267. 24	30 M.	Spill way, R. Abutment
DH. 8	S. 1755. 40 W. 2517. 86	Dec. 16	Dec. 19	+ 251. 93	30 M.	Out let work Upstream
DH. 9	S. 1750. 54 W. 2515. 75	Nov. 5	Nov. 8	+ 252. 29	20 M.	Spill way, R. Abutment
DH. 10	S. 1752. 35 W. 2517. 75	Dec. 11	Dec. 14	+ 252. 22	30 M.	Out let work Downstream

(3) 水分関係調査

計画地域は熱帯モンスーン地帯に属し年間の気候はモンスーンの影響を強く受ける。5月から10月までは雨期となり反対に11月から4月の間は乾期を形成する。年間平均降雨量は流域内観測所平均値で約1,000 mmである。

流域内には図に示すように5カ所の測水所及び5カ所の雨量観測所がある。

・日流量

河川名	測水所名	流域面積	期 間
Lam Ta Khong	Khao Yai	60.7km ²	1964 - 76
Lam Ta Khong	Ban Mu si	235	1965 - 83
Lam Ta Khong	Ban Bung Tovi	476	1964 - 76
Lam Ta Khong	A, Pakchong	699	1970 - 86
Lam Ta Khong	Ban Khlong Pha	1292	1962 - 87

・日雨量

観測所名	期 間
A. Sikhin	1952 -
Pakchong Animal Food Station	1952 -
Pakchone Agrometeorological Station	1968 -
Lam Ta Khong A-Sikhin	1963 -
Huai Sab Pradu Tank	1972 -

・月蒸発量

Nakhon Ratchasima 観測所	25 年間
-----------------------	-------

・年間堆砂量

8カ所の観測地点にて5～26年に亘って観測。その値は52,000 t/年間となっている。

・洪水量

Ban Bong Toeci及び Khao Yai の2カ所において日洪水量及び月洪水量が観測されている。

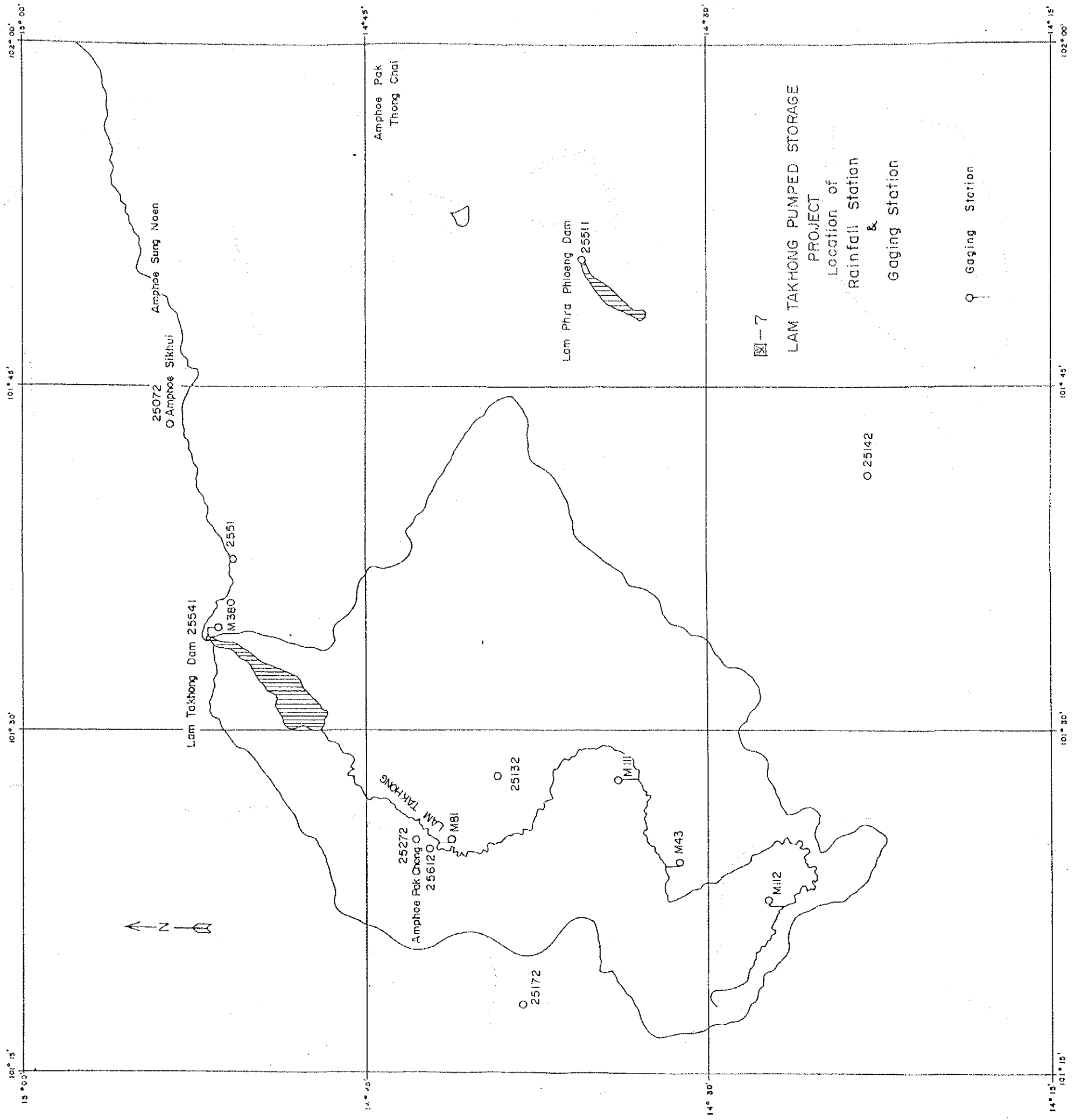


图-7
 LAM TAKHONG PUMPED STORAGE
 PROJECT
 Location of
 Rainfall Station
 &
 Gaging Station

(4) 環境影響調査

1) 環境規制

タイ国における最近の国土保全のための環境規制は厳しいものがあり、大別すると三種類の規制がある。

(i) 野性動物保護地区 (Wildlife Conservation Forest)

- ・ 1960年に制定
- ・ 貴重な種類の野生動物の保護を目的として設定された区域で人間活動を排除した区域であり、政府機関の活動も規制される。従って、ダムおよび発電所の建設は不可能である。
- ・ 発電所の建設にあたっての規制解除は極めて困難である。

(ii) 国立自然公園 (National Park)

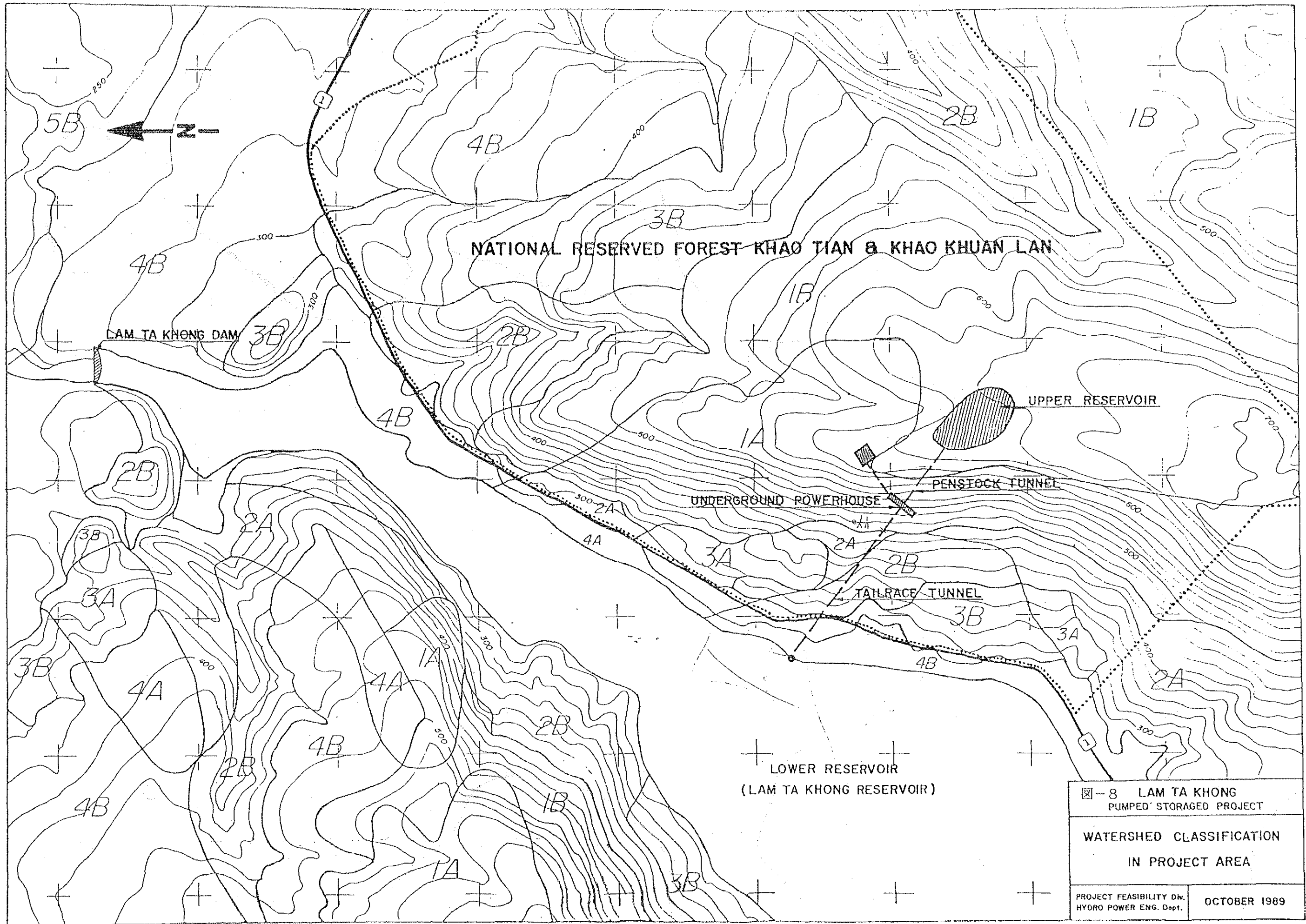
- ・ (i) と (iii) の中間的規制

(iii) 国定保護林 (National Reserve Forest)

- ・ 1964年に制定
- ・ 自然及び天然資源の保護を目的として設定され、国土全体の40%を森林として保存することを意図している。

2) 地域の状況

最近環境庁は、国土全体について一定の基準の基に保護規制の具体的な適用を目指して地域の分類を進めており（この規制が国定保護林と直接関係しているかどうかについては未確認）、全体をクラス1からクラス3に分け、クラス1は、重要水源地帯、急斜面で保護されるべき山麓、国土保全上重要な山頂付近を対象として指定し、これを更にAとBに分け、Bは耕作地等既に人間の手が入っているもので、比較的規制を緩くしている。従って、1A指定地域については、その解除が極めて困難とのEGATの観測である。この1A規制は、本計画地点を広く対象としており、兩岸とも肌理の細かい範囲設定を行なっている。（図-8計画区域環境規制 参照）なお、右岸の頂上付近は、テレビの中継基地として鉄塔が乱立しており、工事遂行上配慮が必要である。それ以外に大きな補償物件はない。



8 LAM TA KHONG PUMPED STORAGE PROJECT	
WATERSHED CLASSIFICATION IN PROJECT AREA	
PROJECT FEASIBILITY DIV. HYDRO POWER ENG. Dept.	OCTOBER 1989

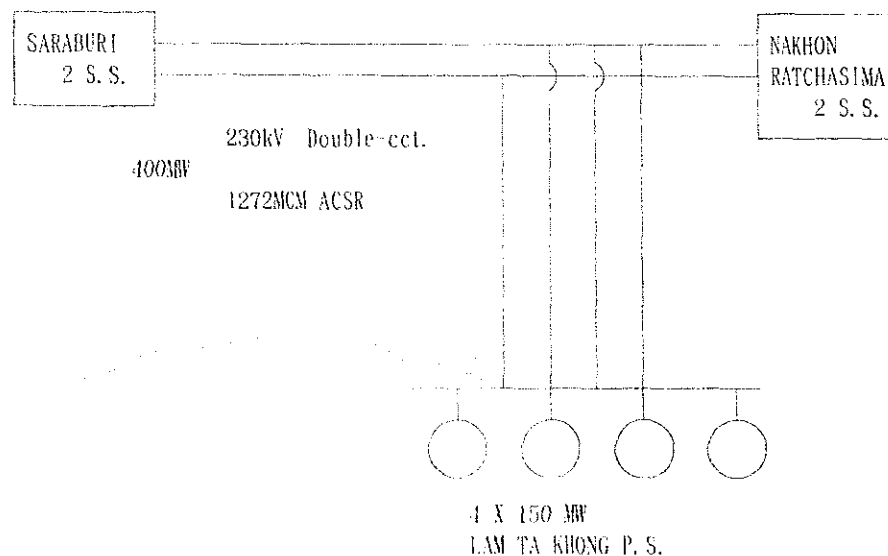
(5) 電力系統調査

前述したとおり現在までの電源開発計画によれば最終年である2001年時点のE G A Tの電源構成は水力 3,550MW(19.3%)、汽力12,188MW(66.2%)、コンバインドサイクル 2,572MW(14.0%)、ガスタービン 100MW(0.5%)となり、現状に比較してベース電源である汽力及びミドル電源であるコンバインドサイクルの占める割合が増加し、ピーク電源である水力及びガスタービンは量としては増加するもののその割合は36.4%から19.8%に大幅に減少する。

ピーク電源としてガスタービン及び水力が考えられるが系統の運用を考慮すると水力の一定の割合を維持する事が必要である。未開発の大規模水力地点の枯渇化及び Mae Moh火力等のベース火力の増加による夜間余剰電力の有効利用の観点からも揚水式水力の開発が望まれる。

本計画はその一貫であり、タイ国最大の電力消費地であるバンコクの北東約 160kmに位置し、上記 Mae Moh火力とバンコクをつなぐ 500kV送電線から分岐する 230kV送電線に近い地点に位置し、ベース電源である Mae Moh火力の負荷調整用電源として格好の揚水計画である。

現在繋ぎ込みを予定している最寄りの送電線は 230kV 2回線で 460MWの能力であり、ラムタコン揚水発電計画最大出力 600MWに対しては不足するので、増強を検討する必要がある。その送電計画図を次に示す。



ラムタコン送電計画図

4 F/S実施時の留意点

(1) 調査全般に関する留意点

(a) 相手先機関

E G A Tの内部においては、水力・系統開発総局 (Deputy General Manager for Hydro Power and Transmission System Development)の下、水力開発局 (Assistant General Manager for Hydro Power Development)の下にある水力技術部 (Hydro Power Engineering Department: Mr. Taweesak) が担当しており、実務は、同水力技術部内の水力調査課 (Project Feasibility Division : Mr. Preecha) が実施している。ただし、地質・測量・環境調査は、調査環境部 (Survey and Ecology Department : Mr. Wutti) が担当するので調整をとる必要がある。

(b) 関係機関

本件に係るタイ側の関係機関としては、既設ラムタコン貯水池を所有運用する国家灌漑庁 (Royal Irrigation Department)、環境問題を規制する国家環境庁 (National Environmental Board)、森林保護の立場から林野庁 (Royal Forest Department)があり、更に、ナコンラッチャシマ地方庁 (Provincial Office)が受益者でありかつ一般補償を管轄している。調査を実施する上でE G A Tを通じ同関係機関と調整を行う必要がある。

(c) 環境影響調査

環境影響調査の進め方については、議事録にて基本的な合意を行った。環境影響調査はE G A Tにより実施されるが、その調査指針の作成及び調査結果のレビューは、日本側が実施することとなっている。このため、日本側は、少なくとも、環境影響調査開始月 (1990年3月) 及び終了月 (1991年2月) に環境専門家を派遣する必要がある。また、E G A Tの実施する環境影響調査結果に基づいて、一般補償費とともに環境対策費を見積もる作業も日本側が行うこととなっている。

(2) 予備調査段階における留意点

(a) 現地踏査

ラムタコン貯水池周辺の現地踏査は、国家灌漑庁の了解のもとに実施することは勿論であるが、兩岸の山麓部及び上部平坦部の一部は、厳しい環境規制のもとにある。1 Aの規制区域については、立入禁止とは理解していないが、伐採等の行為は厳しく罰せられるものと思われる。E G A Tとの連携のもと、慎重に現地立ち入りする事が必要である。

(b) 代替案

左岸の代替案については、右岸よりも厳しい環境規制があるため、この予備調査段階において既存5万分の1の地形図と現地踏査結果から、予備的な経済比較を行って、検討する必要がある。

投入時期、環境規制、経済比較結果を総合勘案して結論を出す必要がある。

(c) 系統上の検討

現在の需要の形態を参考として、この揚水計画の最適規模を決定する必要がある。先方は、系統の運用シミュレーションのプログラムを所有しているとのことであり、これはウエスティングハウスから購入したもので揚水に関するルーティンも含むものとしているので、本格調査段階において、系統計画部と密接な連絡のもとに作業を進める必要がある。

(d) 調査工事計画

ボーリング調査工事は、EGATが1990年4月より実施予定としているので、調査開始第一月1990年3月に、重点調査地域を決定して指示する必要がある。また、試掘坑工事は、ダム・発電所とも環境規制上、また経済的に困難とのことなので、ボーリングを主体に進めることとなっている。

(3) 詳細調査段階

(a) 地形測量

右岸の5千分の一航空写真図化作業は、EGATによって現在進められており、本格調査が始まるまでには完了している予定である。それに続く地上測量は、日本側の計画に基づいてEGATにより実施されるが、環境規制が厳しいので、調査実施に当たって充分留意する必要がある。ラムタコン貯水池の深淺測量は、規模決定のうえから重要な意味を持っているが、調査用機材については、音響測深機及び測定に必要なボートを日本側が供与する予定であり、調査実施については、EGATが実施することとなっている。

(b) ボーリング調査

地下発電所予定地点では、かなり長いボーリング(250m程度)を必要とすると思われる。EGATの経験では、垂直掘削で、250m、45度の斜めボーリングで100m程度の経験を有し、150m/月・台程度の掘削能力があるとされている。ボーリング機材及び付属品については、日本が供与する予定である。

(c) 孔内載荷試験

今回、地下発電所に関して現地岩盤試験を実施することは困難と思われるので、予備的な岩盤物理定数の把握のため、先方より彼らの経験に基づき孔内載荷試験の実施の提案があった。必要機材については日本側より供与を予定している。

(d) 既設貯水池運用問題

ラムタコン貯水池は、運用開始後20年の歴史を有しているが、年とともに需要の増加によって運用が変化してきている。この貯水池運用方法は、放水口の位置決定における重要な要素となるので、十分に調査する必要がある。

(4) フィージビリティ設計段階における留意点

① ラムタコンダムへのコストアロケーション

下部貯水池として既設ラムタコン貯水池を使用することとなる。この貯水池は国家灌漑庁 (Royal Irrigation Department) の所有のものである。貯水池容量は約290,000,000 m³と大きく、揚水計画におけるピーク時間4時間程度の日調整では本来の貯水池運用に支障を来すとは思われないが、発電が新たに付加される多目的使用となるので、建設工事算定に当たってはダムコストアロケーションについて考慮する必要がある。

② カウンターパート研修

調査期間中において、水力、系統、環境分野からのカウンターパートに日本で研修を受けさせたいとの要望が、EGATから出されている。

5 F/S関連事項

(1) 現地へのアクセス

バンコックから現地までのアクセスは次のとおりである。バンコックからラムタコン貯水池まで約170kmの距離にある。バンコックから北の方向チェンマイに向かう国道1号線は110kmでサラブuri (Saraburi) 市に達する。ここで国道2号線にパッチョン (Pak Chong) 市まで約20km行くとラムタコンダムに到達する。

右岸上池ダムサイトは国道2号線から分岐して2ルートがあり、下流側ルートは別れてから約6km、20分間にて到達する未舗装ラテライト道路である。

上流側ルートは途中までテレビ塔管理のためのアスファルト舗装道路であるが、これより先は未舗装で約5km、20分間で到達出来る。

(2) 生活関係

1) ホテル

ホテル代は次のとおり

バンコック	四つ星クラス	B	1,500~1,800	(税、サービス込)
ナコンラッチャシマ	四つ星クラス	B	700	(税、サービス込)

2) 物価

米	4,000 B/t
セメント	68.43 B/50kg
鋼材	13 B/kg
燃料	3 B/l

3) 通貨

基本通貨は Bhat で事前調査団入国当時 (1989年10月31日~11月11日) における交換率

\$ 1 = B 24.8

B 1 = 6円 見当である。

紙幣： 500B, 1000B, 50B, 20B, 10B, 1B

硬貨： 5B, 2B, 1B, 50サタン, 25サタン, 10サタン

4) 言語

一般にはタイ語である。E G A T関係者及びバンコックのホテル接客係等は英語を話す。タクシー、食堂係は英語を話す者が少ない。現地付近の一般人には英語がほとんど通じない。

6 現地調査資料等

(1) 収集資料リスト

番号	資料の名称	版 型	ページ 数	利用 コピーの別	部数
1	ラムタコン周辺5万分の1地形図 SHEET No. 5238 I BAN SAP MUANG		1枚	利用	1
2	ラムタコン周辺5万分の1地形図 SHEET No. 5238 II AMPHOE PAK CHONG		1枚	"	1
3	ラムタコン周辺5万分の1地形図 SHEET No. 5338 III BAN SAP NOI		1枚	"	1
4	ラムタコン周辺5万分の1地形図 SHEET No. 5338 IV AMPHOE SIKHIU		1枚	"	1
5	ラムタコン周辺25万分の1地形図 SHEET No. ND47-8 CHANGWAT PMRA NAKHON SI AYUTTHAYA		1枚	"	1
6	ラムタコン周辺25万分の1地質図 SHEET No. ND47-8 CHANGWAT PRANAKHON SI AYUTTHAY		1枚	"	1
7	阿部 隆一 タイ国の電力事情 1986年6月 横川 憲司	A-4	43頁	"	1
8	Preliminary Study Report on LAM TA KHONG Pumped Storage Project EGAT Dec. 1985.	A-4	19頁	コピー	1
9	Feasibility Report on LAM TA KHONG Storage Dam Project, Korat Province, North-east Region, Thailand. Volume I Project Evaluation. RID April, 1963.	A-4	21頁 表6 図6	"	1
10	Feasibility Report on LAM TA KHONG Storage Dam Project, Korat Province, North-east Region, Thailand, Volume IV Preliminary Construction Material Investigation	A-4	18頁	"	1
11	R. I. D. Survey Division, Geology Section. Report of LAM TA KHONG Geological Investigation. Amphur Pak Chong, Changwat Nakorn Rajsima.	A-4	109頁	"	1
12	Watershed Classification in Thailand.	A-4 A-3	2頁 1頁	"	1
13	EGAT POWER DEVELOPMENT PLAN (1988-2001) (Based on July 1988 Load forecast) Vol. Main Report	A-4	111頁	利用	

番号	資料の名称	版 型	ページ 数	利用 形態の別	部数
14	Cost Criteria (EGAT)	A-4	5頁	コピー	1
15	KAENG KRUNG PROJECT. ANNUAL EXPENDITURE TOTAL PROJECT COST (BASE COST INCLUDE PHYSICAL AND PRICE CONTINGENCIES)	A-4	6頁	"	1
16	General information on EGAT Power Development Plan (PDP 88~02) July. 89	A-4	47頁	利用	1
17	Comparison between Alternatives. (Right and Left Bank Locations)	A-4	4頁	コピー	1
18	EGAT RECORDED DAILY LOAD CURVES ON PEAK DAY (FISCAL YEARS 1970-1989)	A-4	1頁	"	1
19	TOTAL EGAT GENERATION REQUIRMENT (BASE CASE)	A-4	1頁	"	1
20	LIST of GAGING STATION and TABLE of Monthly RUNOFF	A-4	11頁	"	1
21	Momentary and Daily Flood Peak	A-4	2頁	"	1
22	Relationship between Catchment Area and Annual Suspended Sediment Load of the Mun River Basin.	A-4	5頁	"	1
23	Monthly Evaporation (LAM TAKHONG (M. 38C)) NAKHON RATCHASIMA	A-4	1頁	"	1
24	LAM TAKHONG PUMPED STORAGE PROJECT List of Rainfall Stations and Monthly Rainfall Data.	A-4	6頁	"	1
25	CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1956-1985 (Station NAKHON RATCASIMA)	A-4	1頁	"	1
26	RESULTS OF WATER QUALITY ANALYSES FOR TAKHONG RESERVOIR WATER AND RIVER WATER AT KORAT WATERWORKS.	A-4	2頁	"	1

番号	資料の名称	版 型	ページ 数	利用 形態の別	部数
27	LAM TAKHONG PUMPED STORAGE PROJECT. Location of Rainfall Station & Gaging Station.		1頁	コピー	1
28	SELECTED ECONOMIC INDICATORS. Development Studies and information Division, Offec of the National Economic and Social Development Board. JULY 1989.	A-4	8頁	利用	1
29	QUARTERLY BULLETIN Bank of Thailand. Vol. 29, No. 1 MARCH 1989	A-4	93頁	"	1
30	ANNUAL ECONOMIC REPORT 1988 Bank of Thailand.	A-4	145頁	"	1
31	ANNUAL REPORT 1988	A-4	73頁	"	1
32	EGAT-ELECTRICITY-ENVIRONMENT Sep. 1989	A-4	112頁	"	1
33	CHIEW LARN PROJECT: ENVIRONMENTAL AND ECOLOGICAL INVESTIGATION Vol. II MAIN REPORT	A-4		"	1
34	Series on Seismology Vol. II Thailand (抜粋) Junu, 1985	A-4	15頁	コピー	1
35	EARTHQUAKES DATA OF THAILAND AND ADJACENT AREAS 624B. C. -1983A. D. (抜粋) Oct. 1983	A-4	10頁	"	1

(2) 現地訪問先リスト

機 関 名	氏 名	職 位
在タイ王国日本大使館	生田章一	一等書記官
JICAタイ事務所	斉藤 勉	所長
	鈴木達男	所員
DTEC	Vudhisit	課長代理
EGAT	Paopat	総裁
	Sommat	総裁補佐
	Taweesak	部長（水力）
	Somkiet	部長（系統計画）
	Wuthi	部長（環境）
	Chalermuchai	部長代理（水力）
	Preecha	課長（水力）
	Taval	課長（環境）
	Kitti	課長（気象、水文）
	Supawan（女性）	課長代理（地質）
	Paisit	主任（機械）
	Prakit	主任（水力）
	Opas	主任（地形）
Prew	主任（地質）	
Virawan	副主任（環境）	
Pote	副主任（水力）	
Watchara	副主任（水力）	
Suchin	担当（地質）	
	阿部隆一	JICA専門家
	横川憲司	JICA専門家
Sarabari-2変電所	Chaloey	所長
Nakhon Rachasima	Zest	所長

(3) 質問調書

Questionnaire

on

Lam Ta Khong Pumped Storage Project

November 1989

Preliminary Study Team of JICA

CONTENTS OF QUESTIONNAIRE

1. Electric Power Situations in EGAT Electric Power System
2. Topographic Map
3. Geological Data
4. Hydrological and Meteorological Data
5. Planning Data
6. Information on Progression of Power Development Program
7. Inland Transportation
8. Cost Estimation Data
9. Economic Evaluation
10. Others

1. Electric Power Situations in EGAT Electric Power system

Item	Description	Availability	Notes
1. Existing Supply Facilities	-Power plants, substations (installed capacities) and transmission lines	Yes	Details in EGAT PDP July 1989
2. Demand and Supply Records	-Schematic and single line diagrams	Yes	
3. Power Consumption	-Record of peak kw, kwh from 1970 to 1989 including load curve (annual, monthly, daily)	Yes	
	-Average power demand (kw), annual power consumption (kwh): (a) Household (b) Industries (c) Agriculture (d) Commercial (e) Others	Yes	
	-Energy loss	Yes	
4. Demand Forecast	-Long-term demand (max, kw, kwh) forecast	Yes	Details in EGAT PDP October 1989
5. Supply Planning	-Long-term supply (max, kw, kwh) planning	Yes	Details in EGAT PDP October 1989
	-Installed capacity, firm and secondary energy of each planning power plant	Yes	By EGAT

2. Topographic Map

Item	Description	Availability	Notes
1. Topographic Map covering the Lam Ta Khong River Basin	-Scales 1:250,000 1: 50,000	Yes	By RTSD
2. Aerial photograph	-Scales 1: 15,000 1:	Yes	By EGAT
3. Topographic Map covering Project Area	-Scales 1:250,000 1: 50,000	Yes	By EGAT
4. Topographic Map at Project Site	-Scales 1: 5,000 1:	Yes	in preparation, expected in Dec. 1989
5. Cross Section of Dam Site	-Scales 1: 500 1:	Yes(a)/No(b)	(a)Lam Ta Khong Dam site (b)Upper Dam site
6. Longitudinal Section of the River	-Vertical scale 1: Horizontal scale 1:	No	
7. Survey	-List and data of triangulation net for Project site -List and data of leveling net for Project area -List and data of bench-marks near Project area	No	

3. Geological Data

Item	Description	Availability	Notes
<p>1. Published Map on Rock and Soil Classification</p>	<p>-Extensive geological maps with geological structures and their explanation -Scales 1:250,000 1: 1: 1:</p>	<p>Yes</p>	<p>By DMR</p>
<p>2. Project Site a) Geological Drawings and Geological Report</p>	<p>-Plans, profiles and sections -Geological investigation reports</p>	<p>Yes</p>	<p>in Lam Ta Khong Dam F/S Report by RID</p>
<p>b) Results of Geological Investigation Work</p>	<p>-Expanded drawings of test adits or trenches -Drilling log diagrams -Permeability test and loading test -Elastic-wave research -Rock tests (deformation and shearing)</p>	<p>No Yes Yes No No</p>	<p>in Lam Ta Khong Dam F/S Report by RID in Lam Ta Khong Dam F/S Report by RID</p>
<p>3. Upper Reservoir Geological Maps and Geological Reports</p>	<p>-Plans, Profiles and sections -Geological investigation reports</p>	<p>No No</p>	

3. Geological Data (continued)

Item	Description	Availability	Notes
4. Unit Price	<ul style="list-style-type: none"> -Brilling -Permeability test and loading test -Elastic wave research -Test pitting and Test aditting -Rock tests (deformation and shearing) 	<p>Yes</p> <p>Yes</p> <p>Yes</p> <p>Yes</p> <p>Yes</p>	<p>5,000 Bhat/m</p> <p>9,000 ~ 12,000 Bhat/km</p> <p>By EGAT</p> <p>By EGAT</p>
5. Hydro-geology a) Observed Under-ground Water Level b) Springing Spots c) Water Examination	<ul style="list-style-type: none"> -Pumping tests, chemical analysis 	<p>Yes</p> <p>No</p> <p>Yes</p>	<p>in Lam Ta Khong Dam E/S Report by RID</p> <p>without chemical analysis</p>
6. Construction Materials a) Location b) Material Test	<ul style="list-style-type: none"> -Quarry/borrow and concrete aggregate -Investigation data 	<p>Yes</p> <p>Yes</p> <p>Yes</p>	<p>in Lam Ta Khong Dam E/S Report by RID</p>
7. Published Report on Earthquake or Volcanic Activities			<ul style="list-style-type: none"> -Earthquake data of Thailand and Adjacent areas by Geology Society of Thailand 1983 -Southeast Asia Association of Seismology and Earthquake Engineering by SEASER

4. Hydrological and Meteorological Data

Item	Description	Availability	Notes
1. Run-off	-All available data at water gauging stations including location map(s)	Yes	By RID and EGAT
2. Flood Flow	-Converted run-off data at the dam site -By physical method such as probable maximum method -By statistical method	Yes No No	By RID and EGAT
3. Sedimentation	-Record maximum flood -Suspended material and bed load material	No Yes	By RID and EGAT
4. Evaporation	-Monthly average (observed or estimated evaporation)	Yes	By EGAT, except bed load
5. Precipitation	-All available precipitation data for wet and dry seasons including location map(s) of stations	Yes	
6. Weather	-Temperature, humidity and thunder (annual number of days per 10km square)	Yes	
7. Water Quality Record		Yes	some typical days
8. Water Temperature Record		No	

5. Planning Data

Item	Description	Availability	Notes
1. Development Plans of Lam Ta Khong River Basin		Yes	
2. Transmission Line	<ul style="list-style-type: none"> -Topographic maps at scales 1:50,000 1: along transmission line route 	Yes	By EGAT
3. Regulation, Code, Criteria and so forth	<ul style="list-style-type: none"> -Civil work (dam, penstock, road etc.) -Building, machine and material -Communication 	No	
4. Operation Mode of Lam Ta Khong Reservoir	<ul style="list-style-type: none"> -Record and plan 	No	
5. Power Supply of Pumping	<ul style="list-style-type: none"> -Power Source -Transmission Line Route 	Yes	By RID
6. Organization on Executing of Survey Work	<ul style="list-style-type: none"> -By EGAT personnel directly or local contractors 	Yes	Mae Mo thermal plant and others
7. Aerial Photo Survey Required	<ul style="list-style-type: none"> -Scale 1:5,000 	Yes	Aerial photo, upper reservoir area, ground control survey on going
8. Name of Consultants	<ul style="list-style-type: none"> -Recommendable consultants and/or contractors 		

5. Planning Data (continued)

Item	Description	Availability	Notes
9. Construction Record of Lam Ta Khong Dam	-Reports -Data -Material	No No No	
10. Results of Pre-F/S	-Reports -Data -Material	Yes Yes Yes	-project evaluation -Geology section report

6. Information on Progression of Power Development

Item	Description	Availability	Notes
1. Other Projects	-Information on other definite Projects in completion of F/S and D/D	Yes	General information on EGAT power development plan

7. Inland Transportation Data (Between Closest Harbour and Project Site)

Item	Description	Availability	Notes
1. Road Conditions	- Road map of transportation route	Yes	Published
	- Limited loading weight (ton)	No	
	- Limited loading dimension (height x width x length in meters)	No	
2. Harbour Facilities	- Maximum harbour crane capacity (ton)	Yes	By Department of Harbour
	- Maximum floating crane capacity (ton)	Yes	By Department of Harbour
	- Area of stockyard and warehouse	Yes	By Department of Harbour
3. Cost of Inland Transportation	- Cost of inland transportation B/ton-km, B/ton, B/km or other unit prices	Yes	By Department of Harbour
	- Hire charge of truck, car, barge, etc.	Yes	By Department of Harbour

8. Cost Estimation Data

Item	Description	Availability	Notes
1. Construction Cost for Civil Work	<ul style="list-style-type: none"> -Labour -Materials (cement, steel, oil, asphalt etc.) -Unit cost of hydroelectric power plant constructed in recent years (per kw, per kwh) 	<ul style="list-style-type: none"> Yes Yes Yes 	By EGAT
2. Construction Cost for Electric Works	<ul style="list-style-type: none"> -Labour -Materials -Unit cost of oil-, coal- and natural-gas power plants constructed in recent years (per kw, per kwh) -Unit cost of transmission line 	<ul style="list-style-type: none"> Yes Yes Yes 	<ul style="list-style-type: none"> Gas turbine plant \$ 398/kw
3. Operation and Maintenance Yearly Cost	<ul style="list-style-type: none"> -Hydroelectric power station -Thermal power station (including fuel) -Transmission line -Substation 	<ul style="list-style-type: none"> Yes Yes Yes Yes 	<ul style="list-style-type: none"> Oil 2.168 Baht/l Coal 975 Baht/t Lignite 316.42 Baht/t Natural Gas 63.55 Baht/Btu Diesel 3.647 Baht/l
4. Interest Rate		Yes	<ul style="list-style-type: none"> By EGAT cost criteria: Foreign currency 8.0% Local currency 11.0%

8. Cost Estimation Data (continued)

Item	Description	Availability	Notes
5. Escalation Rate		Yes	
6. Import Duties	-Machinery and material for construction		Foreign currency: 1989 7.2% 1990 7.2% 1992 onward 7.2% Local currency: 1989 4.5% 1990 4.0% 1993 onward 4.0%

9. Economic Evaluation

Item	Description	Availability	Notes
1. Evaluation Principle	-Comparison with alternative power plants	Yes	
2. Period of Analysis	-Hydraulic and alternative power plants	Yes	
3. Service Life, Period of Replacement	-Service life, period of replacement of each item of hydraulic and alternative power plants	Yes	
4. Operation and Maintenance	-Annual operation and maintenance fees or ratios such as personnel expenses, repair expenses and others in which lubricating oil, insurance of damage and so on are included for hydraulic and alternative power plants	Yes	
5. Administration	-Administration fee for hydraulic and alternative power plants	Yes	
6. Other Items of Alternative Power Plants	-Installed capacities, units, fuel cost and so on	Yes	
7. kw and kwh Benefits of Alternative Power Plants	-Including estimated basis	Yes	
8. Delivery Cost	-Administration, transmission, substation, distribution, sales, interest, tax etc.	Yes	
9. Tariff	-Current and future	Yes	

10. Others

Item	Description	Availability	Notes
1. Organization in Charge of and/or concerned to the Project	-Ministerial, regional, provincial organization	EGAT NESDB Forestry Dept. Office of the National Environmental Board Royal Irrigation Dept. Provincial Administration	
2. Related Departments	-Relations -Structures		
3. List of EGAT Counterpart	-To be included in the F/S study		
4. Published Statistics	-Statistics of economy, industry, trade etc. in Thailand and the Project area (Annual Electric Report, Statistic Yearbook etc.)	Yes	-Annual Report 1989 -Selected Economic Indicators by NESDB -Annual Economic Report by Bank of Thailand
5. Labour	-Labour working law or regulations and unions (if any) -Public or official holidays -Daily working hour -Premium payment for holiday and overtime working		
6. Production Cost	-Lignite (added) oil for pumping natural gas	1.0525 B/kwh 1.2167 B/kwh, 400\$/kw	

10. Others (continued)

Item	Description	Availability	Notes
7. Resettlement and Inundation	-Number of houses	None	
	-Population	None	
	-Paddy field area	None	
	-Upland crop area	None	
	-Grass land area	None	
	-Residential area	None	
	-Road and river area	Yes	under investigation
	-Canal and creek area	Yes	under investigation
	-Forest sources area	Yes	under investigation
	-Others		
	-Relocation roads	None	
	-Relocation bridges	None	
	-Unit prices of each item	No	
	-Schemes of land use, forest etc.	No	
8. Private Land and Forest			

10. Others (continued)

Item	Description	Availability	Notes
<p>9. Area to be Preserved</p> <p>10. Organization of Studying Environmental Impact</p>	<p>-Wild Life Conservation Area</p> <p>-National Reserve Forest</p> <p>-By EGAT personnel only</p> <p>-By EGAT in cooperation with other organization(s), that is university and/or research institute</p>	<p>None</p> <p>Yes</p> <p>Yes</p>	<p>Watershed Classification in Thailand</p>

JICA