

タイ王国

国境周辺住民生活環境整備計画

基本設計調査報告書

昭和58年3月

国際協力事業団

無償設



83-31



タイ王国

国境周辺住民生活環境整備計画

基本設計調査報告書

昭和 58 年 3 月

国際協力事業団

國際協力事業團	
輸 584.8.30	122
登録No: 143736	618
	GRB

## 序 文

日本国政府は、タイ国政府の要請に基づき、同国の国境周辺住民生活環境整備計画に係る基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

国際協力事業団は昭和57年11月24日から昭和58年1月22日まで基本設計調査団を派遣し、本計画の基本設計に必要な調査及びタイ国政府関係者との協議を行ない、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が本計画の推進に寄与するとともに同国における難民救済事業及び国境周辺のタイ被災民の生活環境の改善に成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善に資すれば幸いである。

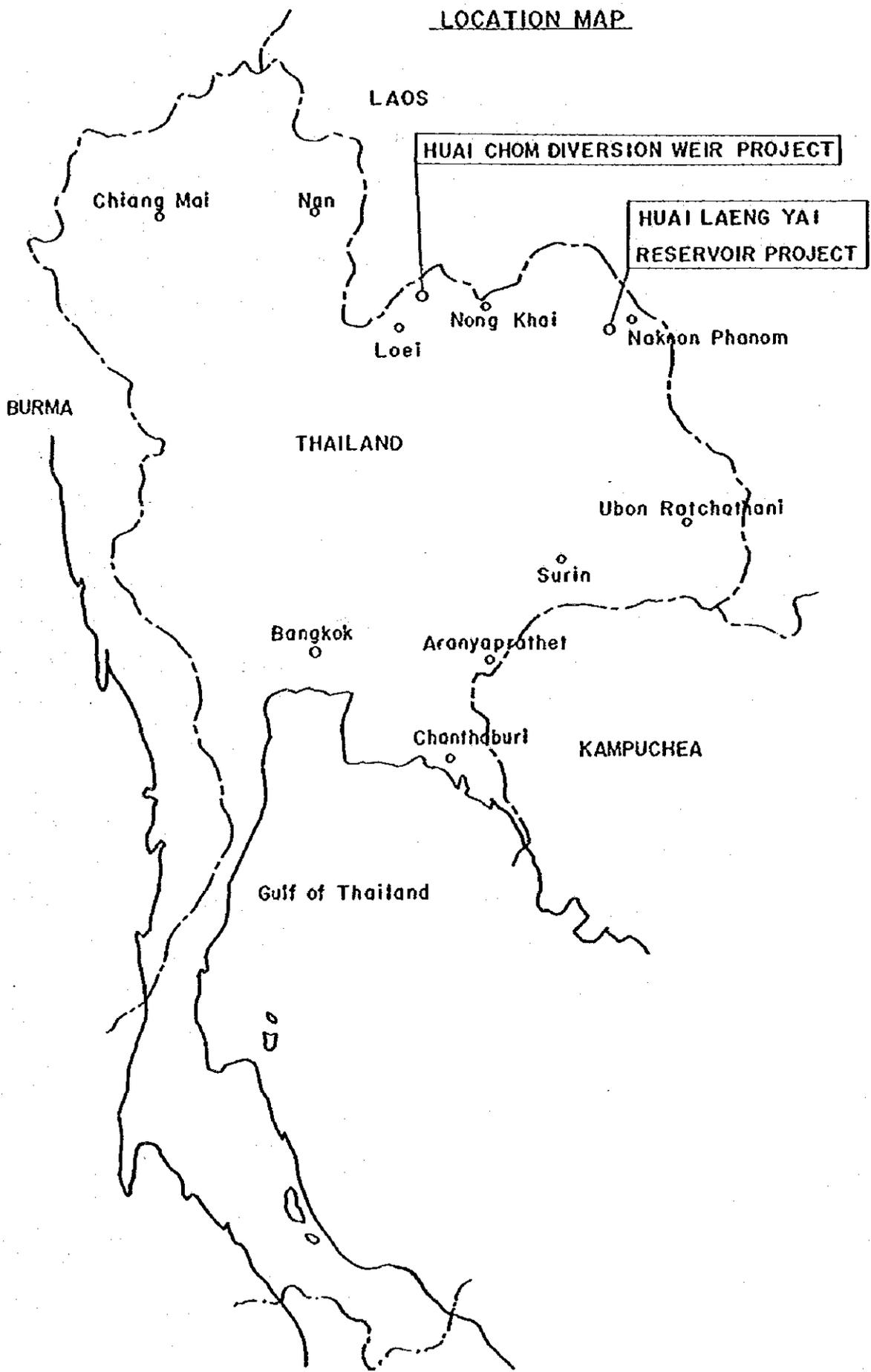
最後に本件調査に御協力を頂いたタイ国関係者及び関係各位に対し深甚なる謝意を表すものである。

国際協力事業団

総裁 有田 圭輔



LOCATION MAP





タイ国カンボジア・ラオス国境周辺地域には、カンボジアおよびラオスの内乱による難民が多数流入しており、これら難民のためのキャンプが設立されている。これら難民キャンプおよび戦乱と難民の流入により生活環境を混乱させられた周辺タイ住民への援助は国連をはじめ、多数の国々、ボランティア団体により実施されてきた。日本国政府も昭和55年以降、医療、水不足対策の分野において技術および無償資金協力を行なってきた。

特に、同地域の水不足対策は緊急かつ重大な課題であり、難民キャンプおよびその周辺タイ住民に生活用水を供給するため、日本国政府は主としてカンボジア国境周辺地域において難民キャンプの地下水調査及び取水堰、フェイタキエンダム、メカダムおよびタカダムの建設等の協力を実施してきた。こうした水不足対策の一環として、昭和56年に国際協力事業団が実施した「難民生活用水供給計画（Phase III）基本設計調査」においては、従来のカンボジア国境地域のみならずラオス国境地域においても、難民および周辺タイ住民のための生活用水開発が急務である旨提案された。タイ国政府はこの提案にもとずき、ラオス国境地域における生活用水供給体制確立のための無償資金協力を日本国政府に要請してきた。

この要請を受けて、日本国政府は同地域の水不足対策に協力すべく昭和57年11月24日から58年1月22日までの間、「国境周辺住民生活環境整備計画基本設計調査団」をタイ国に派遣し、タイ側関係者との協議および同地域のナコンパノムとパクチョムの両難民キャンプを中心に生活用水の供給ならびにかんがい用水開発のための調査を実施した。

本地域は、タイ国内でも後進地域に属し、住民の生活、所得水準は低く、しかも、難民の流入により、農作物の盗難、樹木の盗伐更には、難民キャンプからの汚水による環境破壊の被害も見られる。こうした状況を改善し、同地域の開発に資するために、難民キャンプおよび周辺住民の生活に不可欠である生活用水の供給と農業開発に必要なかんがい用水の開発に必要な施設を建設しようとするのが本プロジェクトの目的である。

調査団は、本プロジェクトの目的達成のために、次表の通り、3施設の建設について調査・検討を行なった。

項目	施設	Huai Laeng Yai 貯水池	Huai Chom 取水堰	Pak Chom キャンプ 導水計画
所在地		Amphoe Muang, Nakhon Phanom	Amphoe Pak Chom, Loei	Amphoe Pak Chom, Loei
受益地	対象村落	Ban Thep Phanom, Ban Na Mon	Ban Pak Chom, Ban Na Kho, Ban Na Hong, Ban Si Puton, Agri. Training Farm	Pak Chom Camp
	人口	1,345人	5,170人	55,000人
かんがい面積		68.8 ha (430 rai)	160 ha (1,000 rai)	—

項目	施設	Huai Laeng Yai貯水池	Huai Chom 取水堰	Pak Chomキャンプ導水計画
施設計画		ダム：均一型アースダム 提長 1,130m 提高 8.65m 提体積 59,800m <sup>3</sup> 有効貯水量 469,400m <sup>3</sup>  余水吐：両越流堰型式 堰長 85m 設計洪水量 130.7m <sup>3</sup> /S  揚水機場：Ø200mm立軸 斜流ポンプ 2台 モーター 21.7KW  パイプライン： 鋼管Ø350mm×560m 石棉管 Ø400~200 延長 3,358m  給水施設：12ヶ所 送電線：2Km	取水堰： 固定堰フローティングタイプ 提長 20m 堰高 1.5m 土砂吐 1.5m×2巾 取水量 0.375m <sup>3</sup> /S 洪水量 279.4m <sup>3</sup> /S  揚水機場：Ø300mm立軸 斜流ポンプ 2台 モーター 63KW  パイプライン： 鋼管Ø600×1,200m PC管Ø700×3,350m 石棉管 Ø600~150 延長 11,280m  給水施設：27ヶ所 送電線：3Km	揚水機場：2ヶ所 Ø125mm横軸片吸込 渦巻ポンプ 各1台 モーター18KW及10KW  高架水槽：2ヶ所 鋼製ワイングラス型 容量 20m <sup>3</sup>  パイプライン： 鋼管Ø200×1,560m 石棉管Ø250×4,400m
工事期間		雨期を除き 6.5ヶ月	同 9.5ヶ月	同 4.0ヶ月
事業費		495,000,000円	899,000,000円	170,000,000円

調査・検討の結果、本プロジェクトの実施により、ナコンパノムおよびパクチョム両難民キャンプ周辺住民への安定した生活用水供給が可能となり、周辺タイ住民の生活の向上、保健・衛生環境の改善に大きく寄与するとともに、農業用水の開発により、住民の自助努力による農村開発が促進されることが期待され、本プロジェクトの実施の妥当性が十分にあることが認められる。しかし、当初計画された難民キャンプへの給水計画は、次の理由から、無償資金協力の内容としては考慮しないこととするのが妥当であろう。

- ① 難民キャンプ管理者の意向として、キャンプのことは、極力キャンプ地内で解決したい。
- ② キャンプから5Kmも離れた所に、キャンプ用施設を設けることは維持管理上からも望ましくない。
- ③ 周辺タイ住民と、一部分でも施設と共同使用することは、民生安定上好ましくない。

最後に、本プロジェクトの実施にあたっては、タイ国政府により処理されるべき諸懸案事項の早期なる解決が強く望まれる。

“ 使用した標高に関する注意 ”

- (1) Huai Laeng Yai 貯水池建設計画に使用した標高は、道路局のものと同じである。
  
- (2) Huai Chom 取水堰建設計画に使用した標高は、堰予定地に設けた仮基準 (KBM) を EL.100.00 m として標示した。



タイ国国境周辺住民生活環境整備計画  
基本設計調査報告書

目 次

まえがき	
位 置 図	
要 約	
第1章 緒 論	1
第2章 背 景	2
第3章 基本方針	3
3-1 Nakhon Phanom 地区	3
3-2 Pak Chom 地区	4
第4章 Huai Laeng Yai 貯水池建設計画	5
4-1 計画地域の現況	6
4-1-1 位 置	6
4-1-2 地形・地質	6
4-1-3 気 候	7
4-1-4 周辺住民の生活環境	7
4-1-5 難民キャンプの状況	9
4-2 水利用計画	10
4-2-1 水 源	10
4-2-2 水文・気象	10
4-2-3 要水量	11
4-2-4 水収支	11
4-2-5 用水供給計画	12
4-3 ダム計画	12
4-3-1 ダム軸位置の選定	12
4-3-2 ダム容量及びダムタイプ	12
4-3-3 基礎地盤	13
4-3-4 築堤材及び土取場計画	13
4-3-5 堤体の設計	14

4-3-6	余水吐の設計	16
4-3-7	取水工計画	17
4-4	揚水機場計画	17
4-4-1	吸水位及び吐水位	17
4-4-2	揚水量及びポンプ運転時間	18
4-4-3	ポンプ口径及び機種	18
4-4-4	原動機の種類及び出力	18
4-4-5	ウォーターハンマに対する検討	19
4-4-6	送水管路の設計	19
4-4-7	配水槽の設計	19
4-5	導水路計画	20
4-5-1	路線の選定	20
4-5-2	設計流量及び流速	20
4-5-3	管種及び管径	20
4-5-4	水理検討	21
4-5-5	管の埋設	22
4-5-6	給水施設計画	22
4-5-7	附帯構造物	22
4-6	かんがい計画	22
4-6-1	かんがい対象地域と面積	22
4-6-2	作付計画	22
4-6-3	かんがい用水量	23
4-7	施工計画	24
4-7-1	概 要	24
4-7-2	工事工程表	25
4-8	事業費	25
4-8-1	概 要	25
4-8-2	工事費	26
4-8-3	実施設計及び施工管理費	26
4-8-4	事業費	26
4-9	維持管理計画とその費用	26
4-9-1	維持管理計画	26
4-9-2	維持管理費用	27
4-10	事業評価	27
4-10-1	農業生産と農業収益	27

4-10-2	間接効果	28
4-10-3	概略便益	28
第5章	Huai Chom 取水堰建設計画	48
5-1	計画地域の現況	49
5-1-1	位置	49
5-1-2	地形・地質	49
5-1-3	気候	50
5-1-4	周辺住民の生活環境	51
5-1-5	難民キャンプの状況	53
5-2	水利用計画	54
5-2-1	水源	54
5-2-2	水文	54
5-2-3	要水量	55
5-2-4	取水量の検討	56
5-2-5	用水供給計画	56
5-3	取水堰計画	56
5-3-1	堰位置の選定	56
5-3-2	河川流量と取水位	57
5-3-3	取水方式及び堰の型式	57
5-3-4	基礎地盤	57
5-3-5	締切り断面と背水の検討	58
5-3-6	堰の設計	58
5-4	取水口計画	59
5-4-1	位置の選定	59
5-4-2	取水位及び取水量	59
5-4-3	取水口の諸元	59
5-4-4	取水口及び樋管の水理計算	59
5-5	揚水機場計画	59
5-5-1	吸水位及び吐水位	59
5-5-2	揚水量及び運転時間	60
5-5-3	ポンプ口径及び機種を選定	60
5-5-4	原動機の種類と出力	60
5-5-5	ウォーターハンマの検討	61

5-5-6	送水管路計画	61
5-5-7	配水槽の設計	62
5-6	導水路計画	62
5-6-1	路線の選定	62
5-6-2	設計流量	63
5-6-3	管径、管種及び流量	63
5-6-4	水理検討	64
5-6-5	管の埋設	64
5-6-6	給水施設	64
5-6-7	附帯構造物	64
5-7	かんがい計画	64
5-7-1	かんがい対象地域と面積	64
5-7-2	作付計画	64
5-7-3	かんがい用水量	65
5-8	施工計画	65
5-8-1	概 要	65
5-8-2	工事工程表	66
5-9	事業費	67
5-9-1	概 要	67
5-9-2	工事費	67
5-9-3	実施設計及び施工管理費	67
5-9-4	事業費	67
5-10	維持管理計画とその費用	68
5-10-1	維持管理計画	68
5-10-2	維持管理費用	68
5-11	事業評価	69
5-11-1	農業生産と農業収益	69
5-11-2	生活用水供給の効果	70
5-11-3	概略便益	70
第6章	難民キャンプへの導水計画	85
6-1	概 要	85
6-2	バクチョム難民キャンプへの導水計画	85
6-2-1	計画条件	85

6-2-2	第1揚水機場	86
6-2-3	送水管計画	87
6-2-4	高架水槽	87
6-2-5	着水槽	87
6-2-6	第2揚水機場	87
6-2-7	キャンプ入口高架水槽	88
6-2-8	工事費	88
第7章 結論と提言		93
7-1	結 論	93
7-2	提 言	93
Appendix I		95
I-1	調査団の構成	96
I-2	調査日程	96
I-3	主な面接者	100
I-4	収集資料リスト	102
Appendix II		103
設 計 図 面		

## 目 录

Table 4-1-1	Population of Ban Na Pho Camp .....	29
Table 4-1-2	Number of Cases of Each Disease in Ban Na Pho Camp .....	29
Table 4-2-1a	Meteorological Data for the Period 1951-1980 ...	30
Table 4-2-1b	Monthly Rainfall (Nakhon Phanom) .....	31
Table 4-2-2	Monthly Discharge of Huai Laeng Yai .....	32
Table 4-3-1	Laboratory Test Results .....	33
Table 4-6-1	Computation Sheet of Net Water Requirement .....	35
Table 4-6-2	Monthly Effective Rainfall (Nakhon Phanom) .....	36
Table 5-2-1	Meteorological Data for the Period 1951-1980 ...	71
Table 5-2-2	Monthly Rainfall (Loei) .....	72
Table 5-7-1	Calculation Sheet of Net Water Requirement .....	73
Fig. 4-1-1	Location Map of Dam Site of the Reservoir and Detention Center .....	5
Fig. 4-1-2	Geological Map .....	37
Fig. 4-2-1	Reservoir Area and Capacity Curves .....	38
Fig. 4-3-1	Geological Profil of Huai Laeng Yai Dam .....	39
Fig. 4-3-2	Borrow Area .....	40
Fig. 4-3-3	Typical Cross Section .....	41
Fig. 4-3-4	Phreatic Surface and Flow Net, Full Reservoir Level .....	42
Fig. 4-4-1	Minimum Pressure Head Line .....	44
Fig. 4-5-1	Pressure Head Line .....	45
Fig. 4-6-1	Proposed Cropping Calender .....	46
Fig. 4-7-1	Construction Schedule of Huai Laeng Yai Reservoir Project .....	47
Fig. 5-1-1	Location Map (Pak Chom) .....	48
Fig. 5-1-2	Geological Map .....	74
Fig. 5-3-1	Location and Geological Profile of Huai Chom Diversion Weir Site .....	75
Fig. 5-5-1	Minimum Pressure Head Line .....	76
Fig. 5-6-1	Water Distribution Chart .....	77
Fig. 5-6-2	Location Map of Benefited Area .....	78

Fig. 5-6-3	Profile of Pipeline (1/5) .....	79
Fig. 5-6-4	- do - (2/5) .....	80
Fig. 5-6-5	- do - (3/5) .....	81
Fig. 5-6-6	- do - (4/5) .....	82
Fig. 5-6-7	- do - (5/5) .....	83
Fig. 5-8-1	Construction Schedule of Huai Chom Diversion Weir Project .....	84
Fig. 6-1	Minimum Pressure Head Line .....	89
Fig. 6-2	Minimum Pressure Head Line .....	90
Fig. 6-3	Profile of Pipe Line for Camp (1) .....	91
Fig. 6-4	- do - (2) .....	92

## 設 計 圖 面 目 録

<u>Drawing No.</u>	<u>Title</u>	
<b>Huai Laeng Yai Reservoir</b>		
N-1	Dam	General Plan
N-2	Dam	Profile
N-3	Spillway	Plan and Sections
N-4	Intake and Pumping Station	Plan and Sections
N-5 - 11	Pipeline	Plan and Profile
N-12	Distributing Tank	Plan and Sections
N-13	Aqueduct	Plan and Sections
N-14	Tap and Water Tank	Plan and Sections
 <b>Pak Chom Diversion Weir</b>		
P-1	Weir	General Plan
P-2,3	Weir and Pumping Station	Plan and Sections
P-4,5	Weir	Cross Sections
P-6 - 11	Pipeline	Plan and Profile
P-12	Distributing Tank	Plan and Sections
P-13	Tap and Water Tank	Plan and Sections
 <b>Pak Chom Diversion Weir ( Pak Chom Camp )</b>		
C-1,2	Pipe Line	Plan and Profile
C-3	Pumping Station and etc.	Plan and Sections

## 固有名詞及び略号説明

DTEC	Department of Technical and Economic Cooperation
MOI	Ministry of Interior
RID	Royal Irrigation Department
RFD	Royal Forest Department
ARD	Accelerated Rural Development
PEA	Provincial Electric Authority
PWWA	Provincial Water Work Authority
UNHCR	United Nations High Commissioner for Refugees
Changwad	An administrative subdivision equivalent to province
Amphoe	An administrative subdivision equivalent to district
Ban	An administrative subdivision equivalent to village
Huai	A small stream or creek
rai	Unit of an area equivalent to 1600 sq.m
sq.m	Square meter
sq.Km	Square kilometer
ha	hektare
Km	Kilometer
m	Meter
ℓ	litre
Kg	Kilogram

## 単位換算表

### 1. 面積・長さ

1 ライ (rai) = 1,600 平方メートル = 0.16 ヘクタール

1 フィート (ft) = 0.3048 メートル

1 インチ = 2.54 センチメートル

### 2. 通貨 (1983年2月10日現在)

1 米ドル = 22.96 バーツ = 239.25 円

1 バーツ = 0.04355 米ドル

1 バーツ = 10.42 円



## 第1章 緒 論

タイ国はカンボジア、ラオスに国境を接し、その国境周辺には、数多くの難民キャンプをかかえている。日本国政府は、カンボジア難民キャンプ及び周辺新村住民の生活用水開発に対して、地下水開発、小規模ダム建設(Huai Ta Kien Dam, Meh Kha Dam及びTa Kao Dam)等の援助を進めてきた。1981年に実施した難民生活用水供給計画(Phase III)基本設計調査時に併せて行なわれたプロジェクトファインディング調査において、カンボジア難民よりも恵まれていないラオス難民、難民を受け入れている地元住民の窮状、地元民の生活とキャンプ内生活状況のアンバランス等を考慮したプロジェクトの実施の必要性が指摘された。プロジェクトの内容としては、ラオス国境周辺における難民キャンプ及びその周辺住民の生活用水及びカンガイ用水開発プロジェクトがあげられている。この調査報告をふまえて、タイ国政府は、地下水及び地表水開発による、早急なる生活用水及びカンガイ用水供給体制確立のため、日本政府の技術的、経済的協力を要請してきた。この要請に応じて、日本政府は、先づ難民キャンプ(Nakhon Phanom及びPak Chom)に対する地下水開発計画調査を1982年2月から同年10月までの間に実施した。それに続いて、両難民キャンプ周辺地区の水源開発のための基本設計調査を実施する目的で、本調査団を派遣した。

本調査の目的は、Nakhon PhanomとPak Chomの両難民キャンプとその周辺地域への用水供給計画を立て、その計画の妥当性を検討することである。調査団は、1982年11月24日から翌1983年1月22日までタイ国内に滞在し、用水供給計画立案のため、資料収集、現地踏査、測量、地質調査、水文解析等を実施し、関連施設の基本設計、事業費積算と事業評価を行った。その結果をここに最終報告書としてとりまとめた。

調査団は、基本計画について、Nakhon Phanom県庁、郡役所、村民及びLoei県庁、Pak Chom郡役所、村民と十分な打合せ、協議を行い、施設の設計にあたっては、地方道路局、RID地方事務所、ARD、RFD、PEA、PWWA等とも十分打合せて作業を行った。その結果は、1982年12月23日にNakhon Phanom県庁において、Huai Laeng Yai 貯水池を設けポンプアップによりBan Na MonとBan Thep Phanomの二村にカンガイ用水を供給する計画概要を、1983年1月8日にはLoei県庁において、Huai Chom 取水堰を設けてポンプアップした水をBan Na Kho、Ban Na Hong、Ban Si PutonとBan Pak Chomの四村と農業職業訓練農場へ生活用水とカンガイ用水として供給する計画概要を、地元関係者と調査団との間で合意した。



## 第2章 背 景

タイ国政府は、1982年からの5ヶ年計画において主目標の一つに後発地域における貧困の減少をあげており、その中に計画されている「農村貧困解消計画(Rural Poverty Eradication Plan)」は、今まで軽視されてきた農村地方の開発を行ない、そうした地域における住民の自助努力をうながすことを目標としている。これは、適正生活水準達成のために、後発地域住民に対し、教育と職業訓練の機会を提供すること、健康な生活を保証すること、および他地域においても妥当と考えられる日常基本条件を提供することを前提条件とし、具体的には、こうした条件の達成のため、村落漁業、村落水資源プロジェクト、水牛銀行、村落病院プロジェクト、基礎保健サービスプロジェクト等が実施されなければならないとしている。

難民キャンプ周辺の農村は、前述の後発地域の中でもとりわけ低所得である。更に、周辺住民は、キャンプ収容難民により農作物の盗難と樹木の盗伐等の直接被害及び難民キャンプからの汚水排水による環境破壊の被害も受けており、その窮状に対して早急な対策が必要である。周辺住民の生活向上のためには、現金収入の増加と食料の増産を行わなければならない。主食の米作は雨期の耕作のみで自家消費分を収獲出来るため、乾期畑作で換金作物を栽培し、栄養のバランスと所得増加を得る計画とする。そのためには、用水供給プロジェクトが実施される必要がある。特にNakhon Phanom ように全人口の6%が栄養失調を患っている地区において、乾期畑作が可能になることにより生活レベルは大いに改善されると予想される。

対象プロジェクトは、タイ国難民生活用水供給計画調査(Phase III)においてプロジェクトファイナディングされていたNakhon Phanom Detention Center, Pak Chom, Pua と Moe Jarin のプロジェクトの内からタイ政府によって選び出されたNakhon Phanom と Pak Chom である。両プロジェクトとも難民キャンプへの生活用水の供給、周辺住民への生活用水及びカンガイ用水の供給を目的としていたが、難民キャンプに対しては1982年2月から同年10月に地下水開発計画調査が実施され開発可能性が確認されている。現地調査の結果、キャンプ内の水不足がそれ程深刻でないNakhon Phanom では周辺住民のみへの用水供給を行うものとし、Pak Chom 地区においても、地下水開発計画調査結果からもキャンプ内に水不足は存在するが、維持管理能力等を考慮し協議の結果、周辺住民への用水供給を優先させることとした。

日本政府は、これまで難民キャンプに対して水資源開発等の援助を実施し、UNHCRは難民の生活安定に各種の援助を行っている。今まで新村開発プロジェクトを難民関連で取扱ってきたが、周辺住民の難民キャンプへの反発を考慮して、民生安定のためのプロジェクトを実施する必要性が生じてきたと判断される。



### 第3章 基 方 方 針

Nakhon Phanom Detention Center と Pak Chom 難民キャンプ及びその周辺地区への用水供給計画立案に際しては、以下の基本条件を満足するようにした。

- i) 無償資金協力事業であるため、工期1年で完了するような工事規模とする。
- ii) 維持管理費が安い施設設計とする。
- iii) 工事終了後の維持管理は地元に移管するため、単純な操作機構とする。

#### 3-1 Nakhon Phanom 地区

Nakhon Phanom 地区は、雨期には 2,000 mm 以上の降雨があり、天水のみで水田耕作が可能であるが、乾期には耕作は全く行われていない。乾期においても生活用水は井戸によりほぼ満足出来る量を確保している。従って、地元民は乾期畑作による生活の安定と栄養条件の改善を望んでいる。Nakhon Phanom Detention Center においては、生活用水が UNHCR の供給基準を下廻っているものの日本政府等により設けられた深井戸と浅井戸により一応の対処が可能である。用水供給は、基本的にはキャンプ内での地下水開発に依存するとしている。

キャンプ周辺の被害区域として、Ban Na Pho, Ban Na Mon と Ban Thep Phanom の3村があるが、Huai Somhong Reservoir からの用水供給を受けられる Ban Na Pho を除く Ban Na Mon と Ban Thep Phanom の2村への乾期畑作用水の供給を計画する。

用水供給方式としては、地下水利用方式と表流水利用方式が考えられる。地下水利用の場合には、深井戸1本当り揚水可能量は  $80 \text{ m}^3/\text{day}$  程度と予想され、必要井戸本数は74本である。計画地区には、Huai Laeng Yai, Huai Laeng Noi, Huai Phung Yai, Huai Kham Noi 等の河川が存在するが、いずれも流域面積は小さく、乾期には河川流量はほとんどない。従って、表流水利用の場合には、乾期に流量がないため貯水池を設けて雨期の流量を貯水するものとする。

両方式の建設費と年間維持管理費の概算を以下に比較する。

	地 下 水		表 流 水	
建設費	40 m 井戸 74 本	44,400,000 バーツ	貯水池	
	20 m <sup>3</sup> 給水塔 5	2,000,000 バーツ		42,700,000 バーツ
	計	46,400,000 バーツ		
維持管理費	年間	2,109,000 バーツ	年間	85,000 バーツ

以上の検討より、建設費と維持管理費の安い表流水利用の用水供給計画を立てる。Ban Na Mon と Ban Thep Phanom の2村の上流の Huai Laeng Yai に貯水池を設ける計画とする。

### 3-2 Pak Chom 地区

Pak Chom 地区は、年間降雨が1,200 mmと少ないが、雨期には天水のみで稲作と Upland Crop の豆類等の耕作が可能である。乾期にはほとんど耕作は行われていない。Pak Chom Camp は Nakhon Phanom Camp よりも水不足であるが、地元民は、用水供給施設を難民キャンプと共用することに強い難色を示している。従って、Pak Chom Camp への用水供給施設は独立した施設として計画した。

Pak Chom Camp の被害地区としては、Ban Na Kho、Ban Na Hong、Ban Si Puton と Ban Pak Chom の4村があるが、Pak Chom 郡長の依頼により地元農業開発振興のため農業職業訓練農場への用水供給も考慮している。

用水供給方式としては、地下水利用方式と表流水利用方式が考えられる。地下水利用の場合には、深井戸1本当り揚水可能量は  $80 \text{ m}^3/\text{sec}$  程度と予想され、必要本数203本である。Pak Chom 地区を流れる Huai Chom 川は、流域面積が広く、乾期においても  $0.5 \text{ m}^3/\text{sec}$  の流量を期待出来る。Huai Chom 川は山間部を流れるため貯水池を設けることも可能であるが、河川沿いの低地には水田等の耕地が存在し、荒地も陸稲、豆類等が耕作されているため、用地取得が困難であると判断される。従って、表流水利用方式においては、乾期流量を利用した取水堰として計画する。両方式の建設費と年間維持管理費の概算を以下に比較する。

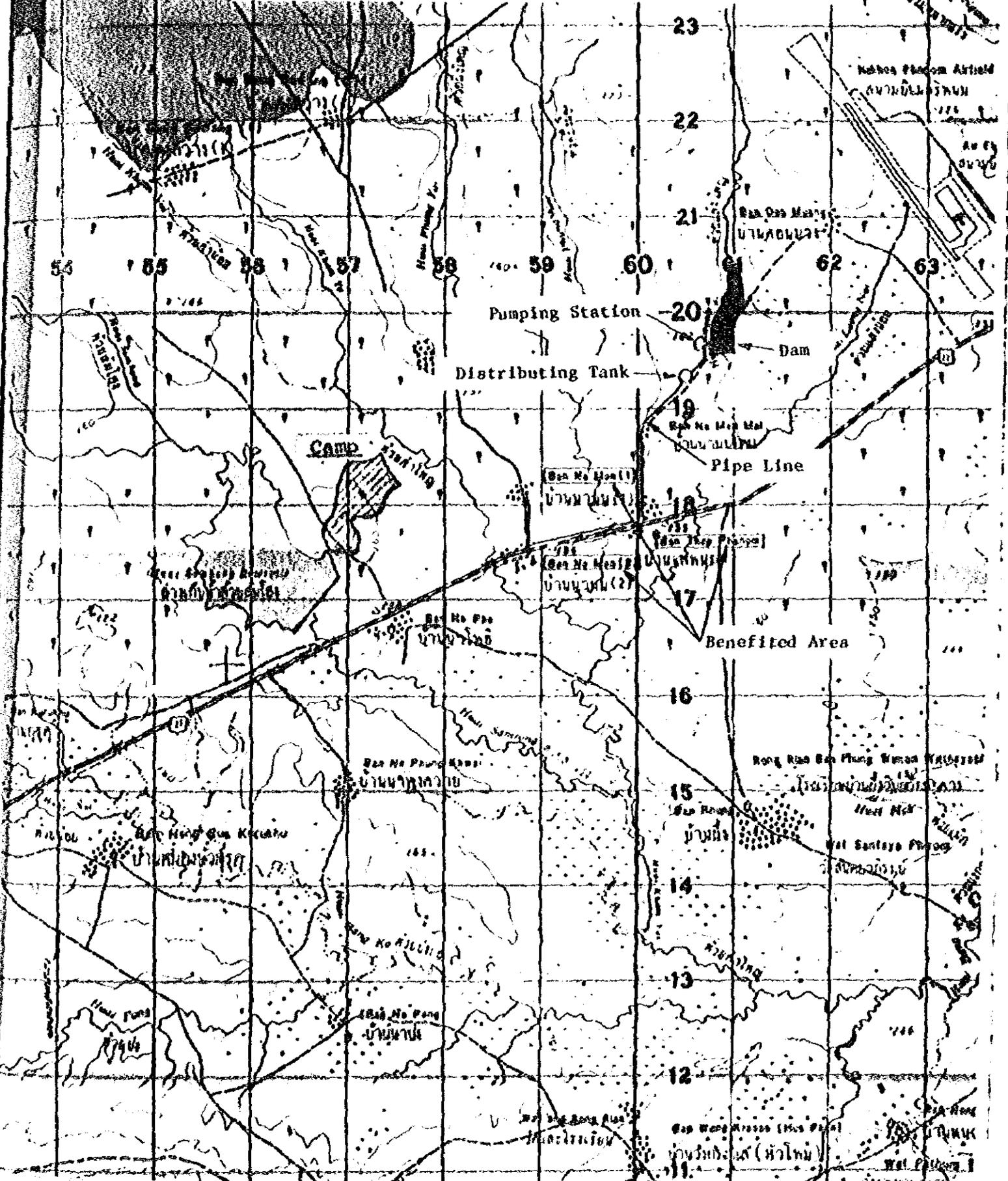
	地 下 水		表 流 水	
建設費	40 m 井戸 203本	121,800,000 パーツ	取水堰、パイプライン	
	20 m <sup>3</sup> 給水塔 10	4,000,000 パーツ	揚水機場	
	計	125,800,000 パーツ		79,800,000 パーツ
維持管理費	年 間	5,785,500 パーツ	年 間	560,000 パーツ

以上の検討より、建設費と維持管理費の安い表流水利用方式の用水供給計画を立てる。従って、4村の上流でキャンプからの汚水が流入しない地点に取水堰を設ける計画とする。





Fig. 4-1-1 Location Map of Hual Laeng Yai Reservoir  
S=1 : 50,000





## 第4章 Huai Laeng Yai (フェイラエンヤイ) 貯水池建設計画

### 4-1 計画地域の現況

#### 4-1-1 位置

Huai Laeng Yai 貯水池のダムサイトは、タイ国東北部のNakhon Phanom から西方約20 km、国道22号線の路標222 km地点附近にある Ban Thep Phanom から、北方約2 kmのところの位置している。

Huai Laeng Yai 川は、Nakhon Phanom 空港の北西約1 kmの所に源を発し、ほぼ北から南へ流下する河で、国道22号線の上流でHuai Laeng Noi 川と合流し、以後Huai Kham Yai (フェイカムヤイ川)と合流して最終的にはメコン川にそそぐ小さな川である。ダムサイトは、この国道22号線と交叉から約2 km 上流の位置でもある。受益対象となるBan Thep PhanomとBan Na Monの2つの村は、ともにChangwad Nakhon Phanom、Amphoe Muang Nakhon Phanomに属している。

Nakhon Phanom Detention Center, Ban Na Pho (ナコンパノム難民キャンプ)は、Ban Thep Phanom から約2.5 km西方に位置し、Huai Somhong Reservoir (フェイソムホン貯水池)の東側の丘上にある。

ダムサイト及び難民キャンプ等の位置は、Fig 4-1-1を参照する。

#### 4-1-2 地形・地質

Ban Na Mom、Ban Thep Phanomの北方6 km付近にある標高181 mの頂上から、ゆるやかな傾斜をもった稜線が南方へ延び、Ban Thep Phanom 付近では標高155 mとなる。この稜線の勾配は約1/240で、きわめて緩傾斜面となっている。この稜線の東麓沿いに北から南へ流下しているのがHuai Laeng Yai 河である。この川の勾配も約1/300で、ゆるい勾配をもっている。

Huai Laeng Yai 川はBan Thep Phanom の東にある橋の上流約600 mの所で、東方から流れてくるHuai Laeng Noi と合流している。この川の上流約2.6 km付近にBom Don Muangがある。

緩傾斜面をもつ丘陵地帯は、ほとんど雑木林でおおわれている。この丘陵では開析谷が発達し、川の兩岸とも平坦地が形成され、雑木林と水田とが混在している。しかし、ダムサイトの下流一帯及び左岸は開発され、水田として利用されている。

ダムサイトの標高は、河床付近で約157 m、堤翼付近で164 m前後の標高である。

ダムサイト付近の地質は主として白亜紀(Cretaceous)に相当する赤色泥質頁岩(Reddish Mudy Shale)を基盤としている。この頁岩は赤褐色を呈し、ほぼ水平な

板状の堆積岩である。岩質はよく固結されてはいるが、きわめてもろく、くだかれ易い。基盤の上部は、はなはだしく風化作用をうけて、粘土化されている部分がほとんどである。表土は厚さ50 cm前後でシルト質粘土となっている。これら頁岩の他に、当地帯に砂岩(Sand stone)及びシルト泥岩(Silt stone)が分布している。ダムサイトから東へ約19 kmの所(Nakhon Phanom市郊外西寄り)には、赤色砂岩(Reddish Sand stone)の露頭があり、砕石場の跡がある。24年前に築造されたというフェイスムホン貯水池(Huai Somhong Reservoir)のダムではリップラップ材として同種の砂岩を使用している。

Nakhon Phanom中央部より4 km下流のメコン河(Mae Khong)右岸一帯には砂利及び砂の採取場がある。これらは第四紀(Quarternary)洪積世(Diluvial age)に形成された河岸段丘堆積物(River terrace deposits)である。

#### 4-1-3 気 候

この地域は、年間を通じて22°から28°程度の平均気温であり差が少ないが、1日における変化が大きい。特に乾期の12~1月には大きく、夜間の気温低下がはげしい。降雨量は年間で2,300 mmと、かなりの降雨があるが、季節によるかたよりが大きく、5~9月の雨季に年間降雨量の約90%が降り、10~4月の乾期には極端に降雨が少ない。湿度は65~88%で乾期の後り頃に最低となり雨季の最盛期に最高となる。

#### 4-1-4 周辺住民の生活環境

##### (1) 受益地と面積

難民キャンプの周辺で、生活環境の面で、住民が何らかの形の影響を受けている村落は、Ban Na Mon、Ban Thep Phanom及びBan Na Phoである。このうち生活用水及びかんがい用水についてみるとBan Na Phoは、Huai Somhong貯水池からの供給があり問題ない。従って、本計画ではBan Na MonとBan Thep Phanomの2村を対象として計画する。両2村の人口、戸数、耕地面積は次の通りである。

村	項目	耕地面積 ライ(ha)	人 口 (人)	戸 数 (Family)
Ban Thep Phanom		1,020 ライ (163.2ha)	667	104
Ban Na Mon		1,040 ライ (166.4ha)	678	111
	計	2,060 ライ (329.6ha)	1,345	215

##### (2) 生活用水とかんがい用水の使用状況

この地域は年間2,300 mmもの降雨があり、その90%が雨季に降るため、雨季には

この天水のみで水稲作が可能である。従って耕地の100%はこの水稲作を雨季に行ない、乾期には降雨がないこともあり、農業は行なっていない。乾期のかんがい用水を切望している。

生活用水は、雨季には降雨水にて、乾期には井戸水を利用して1人1日36~40ℓ程度の水を確保しており、一応生活には不自由していない。

### (3) 農家の状況

両村とも最近電化され、Ban Na Mon と Ban Thep Phanom はそれぞれ1979年と1978年に電化されている。両村は全世帯が農家である。Ban Na Mon は90%がキリスト教徒で、Ban Na Mon の残り10%と Ban Thep Phanom 全員が仏教徒である。

本地区では、雨季には天水のみで全耕地で水稲作を行っているが、乾期には全く耕作が行われていない。

項目 \ 村	Ban Thep Phanom	Ban Na Mon
家 族 数	6人	6人
耕 地 面 積	10 ライ (1.6 ha)	9 ライ (1.44 ha)
土 地 の 所 有	約95%が自分で所有	100%が自分で所有
家畜数 牛又は水牛	2	2
にわとり	10	10
ぶ た	1	1
農作物の栽培状況	雨季には米作100% 乾期はなし	雨季には米作100% 乾期はなし

農作業は、ほとんどが人力あるいは家畜によって行われており、農業機械が使用されることはめったにない。

米の平均収量は1ライ当り300kg (1.9 t/ha弱)で、自家消費と種モミが90%を占め、販売されるのは10%程度である。価格はkg当り2.5バーツである。農家の1戸当り平均年間現金収入は3,000バーツである。これは、米、森林で採取した山菜、家畜、家キン類を売って得た収入の他に、他の農家その他に雇われて得た賃金を含んでいる。

乾期には農作業が出来ないため、近隣の町で臨時的な賃仕事をする者や Bangkok 等へ出稼ぎに行く者がある。出稼者数は、Ban Na Mon で30人程度、Ban Thep Phanom では40人程度である。

両村の健康状態は、疾病率第1位が栄養失調であり、第2位がマラリアであることから示されるように、農民の貧困状態を反映している。栄養失調は、Ban Na Mon

で1982年に39人報告されている。

両親と子供4人の6人世帯で年間10,555パーツ相当の食料が与えられる。難民の生活レベルは、周辺住民の生活レベルよりも高い。更に、難民キャンプからの排水による周辺住民の生活環境の破壊と、難民による農作物の盗難に対して、難民キャンプへの地元民の反感が高まっている。

#### 4-1-5 難民キャンプの状況

##### (1) 概要

Ban Na Pho 難民キャンプは、1977年12月20日に開設されたもので、面積約34万 $m^2$  (210ライ)の敷地と現在(1982年12月7日)17,916名が収容されている。他の難民キャンプ閉鎖などもあり、1982年中には1月の約6,500人から12月の約18,000人と約3倍近く収容人員が増えている。将来の人員は1983年で25,000人となっている。

難民キャンプの位置は、Nakhon Phanomの西約20km、国道22号線の路標219km地点から約600m程北方に入った所にある。附近はなだらかな丘陵地で、キャンプは附近耕地より10m程小高くなった丘上に建設されており、西側にはHuai Somhong貯水池がある。

##### (2) 生活用水の供給状況

1982年2月の地下水調査時には日本の4本を加えて6本の井戸が完成したことであったが、今回調査時には、そのうち既存のもの1つが故障しているため、現在は5本の井戸により生活用水を供給している。地下水調査の結果からは、約418,000 $\ell/day$ の供給能力があるが、現在は200,000 $\ell/day$ の供給を行っており、1人1日当り12 $\ell/day$ である。

1人当り給水量を計画水量以下に制限していることもあり、現在水不足をきたしてはいない。また将来、計画収容人口となった場合でも、井戸からの供給能力を考えれば、現在の供給水準は維持できる様である。

##### (3) 生活状況

収容されている難民に対して、大人は5.8パーツ/人/day、子供は4.33パーツ/人/day相当の食料及び木炭を5kg/人/月支給されている。衣類については、国連からは支給されていない。生活用水は前述の様に12 $\ell/人/day$ が供給されている。この様に一応衣、食、住と確保されている。収容されている難民の健康状態も、1981年6月においては、収容人員1,773人に対し、何らかの疾病件数は1,001件とその比率は56%に達していたが、1982年9月では、12,186人に対し2,148件と18%程度となっており、難民の健康状態が改善されているものと考えられる。

## 4-2 水利用計画

### 4-2-1 水源

Huai Laeng Yai 貯水池は、Huai Laeng Yai 川を、国道22号線の橋地点より約2 km上流の地点でアースダムにより締切って造られる。ダム地点での流域面積は6.19 km<sup>2</sup>である。Huai Laeng Yai 川の流量観測はなされていないため、流出量等は降雨データの解析により算出する。Huai Laeng Yai 川の流域は、緩傾斜面をもつ丘陵地帯で、ほとんど雑木林でおおわれているが、部分的に水田開発が進んでおり、またNakhon Phanom空港の一部敷地を含んでいる。

### 4-2-2 水文・気象

#### (1) 概要

計画地域内には気象観測所はなく、またHuai Laeng Yai 川での流量観測も行なわれていない。従って最寄りの観測としてNakhon Phanom観測所の記録を利用する。Nakhon Phanom観測所は北緯17°25' N 東経104°47' E、海拔140 mの位置にある。

前述した様に、平均気温は22~28℃程度、湿度は65~88%、年間降雨量は約2,300 mmで、そのうちの90%が5月~9月の雨季に降り、残りが10月から4月にかけてであり、乾期にはほとんど降雨がない。気温、湿度、蒸発量、降雨、日照時間、風速などのデータを示すとTable 4-2-1の通りである。

#### (2) 流出量

Huai Laeng Yai 川からの流出量は、降雨量の解析により算出するものとして、過去10年間の平均値として次の通り推定する。

(×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/Month)

月	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
流出量	7.6	25.7	61.5	177.7	326.6	622.1	750.9	927.3	401.5	69.4	7.0	4.7	3,381.8

(3) 洪水流量

(i) 確率最大日雨量

確率最大日雨量をGumbel法により求めると次の通りである。

確率	最大日雨量	洪水流量
1/200	502.1 mm/day	142.9 m <sup>3</sup> /sec
1/100	451.4	128.5
1/50	400.5	114.0
1/25	349.3	99.5
1/20	332.6	94.6
1/10	280.2	79.8

(ii) 洪水流量

確率最大日雨量に対応する洪水流量を合理式(Rational)により求めると前表の通りとなる。なお、過去27年間のデータの中の既往最大降雨は、1962年7月17日の459.2 mm/dayであるため、余水吐設計においては、この既往最大降雨を対象として計画する。このときの洪水流量は  $Q = 130.7 \text{ m}^3/\text{sec}$  である。

4-2-3 要水量

本計画では、乾期の畑地かんがいを対象としているので、畑作物に対する12~4月までの要水量は、“4-6かんがい計画”の項より次の通りとなる。

Mouth W.R.	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Total
NWR	49	112	172	87	44	464
DWR	69	157	241	122	62	651
DWR 68.8ha	47,315	108,149	166,086	84,008	42,487	448,045

但し、単位は“NWR”と“DWR”はmm，“DWR 68.8ha”はm<sup>3</sup>とする。  
また、有効雨量は考慮されていない。

4-2-4 水収支

(i) 計算条件

水収支計算は、次の条件により行なった。

- (i) グムへの Inflow = 月別降雨量 × (6.19 km<sup>2</sup> - 前月水面積) × 0.25
- (ii) 湖面受水量 = 前月の水面積 × 月別降雨量
- (iii) 湖面蒸発量 = 前月の水面積 × 月別蒸発量
- (iv) 漏水量 = 前月貯水量 × 0.015

(v) 水位-貯水量、水位-水面積曲線はFig 2-2-1の通りとする。

(vi) 要水量は乾期畑作用水のみを考慮し、雨季における要水量は考慮しない。雨季の水稲作にはこのダムの貯留水は利用しない。

(vii) 有効雨量は考慮する。

#### (2) 計算ケース

水収支計算は、各戸が2ライ(0.32ha)の畑地かんがいを乾期に行なう場合について行なう。総面積は430ライ(68.8ha)である。

#### (3) ダムの必要量

水収支計算の結果、ダムの必要容量は469,400 m<sup>3</sup>となる。

### 4-2-5 用水供給計画

畑地かんがいを行なう耕地は、各戸2ライ(0.32ha)程度で、かんがい方法も家庭菜園形式で行なわれるため、かんがいの対象となる耕地は農民の村落の近くになる。その耕地がどのように配置されているか詳しい地図は皆無であるため、導水路から先の配水計画は立案できない。郡庁及び村民との打合せにより、導水路よりの出口(取出し口)は、村落の中に何ヶ所か設置し、それより先の導水は村民が各自行なう事となった。

貯水池から各村落への導水は、貯水池の利用最低水位157.90に対して約4km離れた受益地Ban Na Mon村の中心部標高がEL157.55であるため自然流下による導水が不可能である。貯水池より右岸高台部に一度ポンプアップし、その後は自然流下により各村落へ導水する計画とする。導水方法は、管水路方式とする。

### 4-3 ダム計画

#### 4-3-1 ダム軸位置の選定

計画ダムサイトの upstream には、約5年前に雇用促進プログラムにより建設された貯水池がある。これは人力転圧により施工されており、余水吐がないため、毎年洪水時には天端を越流しており、漏水も多い。このような信頼性の乏しい堤体を新しいダムの一部として利用することはできない。ダムサイト周辺は平坦な地形で、下流及び左岸側には水田が広がっている。従って、ダム軸は、既存貯水池の下流で、これら周辺の水田の水没を避けて選定することとした。その形状は、コの字形となる。また上流側にある既存の村道は水没してしまうため、ダムの天端を村道として利用する。

#### 4-3-2 ダム容量及びダムタイプ

貯水容量は、利水容量と堆砂容量との和として求める。利水容量は4-2水利用計画の項より469,400 m<sup>3</sup>となる。堆砂容量は、上流の森林伐開の程度、地盤条件とにより左右されるが、本計画の貯水容量が小さく、浮遊土砂を伴う大洪水の濁流はほとんど全

て余水吐より流下してしまうことなどを考慮して、計画期間100年、流域面積6.19 km<sup>2</sup>、年間堆砂量100 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/yearとして堆砂量は61,900 m<sup>3</sup>とする。

貯水容量は531,300 m<sup>3</sup>とする。

ダムタイプはダムの規模、基礎が2~3mの土砂で覆われた頁岩であることなどから均一型アースダムとする。

#### 4-3-3 基礎地盤

ダムの基礎地盤調査のため、ボーリング3本、標準貫入試験45回、現場透水試験9回、テストピット4ヶ所、土質試験等を実施した。ダム軸の地質状況は、Fig 4-3-1 地質断面図に示す通りである。基盤岩石は赤色泥質頁岩 (Reddish Muddy Shale) で、その上に基盤岩石が風化した、やや堅い粘土、及び表土となっている。表土は主としてシルト質粘土で、その層厚は約50~60 cmである。風化帯はやや堅い粘土であるが、所により泥質頁岩の岩塊、岩片部分が混在している。層厚は1~3 mである。基盤岩石は、風化帯の下に分布している。

標準貫入試験の結果は、風化帯である粘土層でN値が11~18程度、基盤岩石で50以上となっている。

現場透水試験の結果は次の通りとなっている。

(単位 cm/sec)

ボーリング孔 深度	№1	№2	№3
5 m 付近	$2.1 \times 10^{-6}$	$3.1 \times 10^{-4}$	$3.0 \times 10^{-6}$
10 m 付近	$3.8 \times 10^{-6}$	$2.0 \times 10^{-4}$	$1.4 \times 10^{-6}$
15 m 付近	$1.0 \times 10^{-3}$	$6.6 \times 10^{-4}$	$1.0 \times 10^{-3}$

ダムの基礎地盤としては、ダムの高さも低いことから、風化帯である粘土層以下であれば十分であると判断される。

#### 4-3-4 築堤材及び土取場計画

ダムサイト周辺には、下流及び左岸には広く水田が開発されていること、貯水容量の小さいダムであることなどから、築堤材の土取場は、池敷内に選定する。ダム敷・余水吐敷などでの掘削材は、有機質土以外全て利用する計画とする。土取場の位置は Fig 4-3-2 に示す通りであり、この地点で、テストピットを9本ダム軸を含めて13本を掘削し、掘削面観察及び試料採取と土質試験を実施した。

土質試験の結果は Table 4-3-1 に示す。

築堤材としての採取可能量は約60,000 m<sup>3</sup>と推定され、掘削材の流用を考慮すれば、必要量47,493.1 m<sup>3</sup>に対し、十分な量である。

フィルターとドレーン材の砂と砂利はNakhon Phanom の下流約4kmにある Ban

Noi Thai のメコン河の採取場のものを利用する。

リブラップ(Riprap)材は、ダムサイトから約19km離れた Ban Na Som Di Amphoe Maung の砂岩を使用する。24年前に建設された Ban Na Pho の Huai Somhong 貯水池も Riprap 材として砂岩を使用しているが、その現状からみて耐久性に問題はないと判断される。

#### 4-3-5 堤体の設計

##### (1) 基礎の設計

基礎地盤は、Reddish Brown & Gray Soil の粘性土層と頁岩層とで構成される。粘性土は、十分な支持力と盛土終了後の残留沈下もないと判断されるため、表土の有機質土を掘削後、堤体の基礎とする。テストピット調査では、アリ穴や残留根は全て地表から1m以内と浅いことが確認されているので、地表面から1mのカットオフトレンチを設けて、アリ穴と残留根による漏水とパイピングの防止を行なう。カットオフは満水位以下の地盤に設ける。カットオフの底面幅は、転圧機種の実用性を考慮して3.0mとする。

算定漏水量は、 $156.8 \text{ m}^3/\text{day}$  であり、これは有効貯水量の0.05%/day 以下に相当し、許容される。従ってグラウト等の処理は行わない。

##### (2) 標準断面の設計

##### (i) 堤高の決定

本貯水池の標高-水面積、標高-貯水量曲線(Fig 2-2-1)から、総貯水量  $531,300 \text{ m}^3$  及び堆砂量  $61,900 \text{ m}^3$  に相当する満水位は EL161.55 m 及び死水位は EL157.90 m となる。

余水吐の越流水深は4-3-6余水吐の設計の項にて0.9mと計算されている。

余裕高は、風による水位上昇高と波のはい上り高さとの和として求める。風による水位上昇高は、設計風速を55knots (63.3 mile/hr), 対岸距離を700m, 水深を5.45mとして計算すると0.042mとなる。

対岸距離と風速から、波の周期は2.4 seconds, 有義波高は0.58mとなり、波長は周期の関数として8.99mである。波のはい上り高さ比と法面勾配と法面状態の関係図から、捨石斜面(リブラップ)でのはい上り高さは0.387mとなる。従って余裕高は0.429mと計算されるが、設計余裕高は1.0mとする。

以上より、堤体天端標高はEL163.45m, 計画洪水水位はEL162.45mとなる。

カットオフトレンチの計画標高はEL154.80mであるから堤高は8.65mとなる。

##### (ii) 堤頂幅

堤頂は、既存村道の付替道路としての転用となるため堤頂幅は5.0mとする。

### (iii) 法面勾配

本計画の堤体は、高さが8.65 m程度であり、築堤材としては、Reddish Brown & Gray Soil を主体とした材料による均一型のアースダムであることから、法面勾配は上流側1:2.50、下流側1:2.00として設計する。

### (iv) インターセプターの設置

堤体の非等方法を考慮して、インターセプターを設けて、浸透水を完全に低下させる。こうして下流法面のパイピングの防止と堤体の乾燥クラックの自動閉塞が可能となる。材料はフィルターとしての粒度分布を持った砂とする。インターセプターの天端は満水位と同じEL161.55 mとし、幅は1.0 mとする。

### (v) 法面保護工

上流法面には、波浪による侵食、水位変動により堤体材料の流出防止、気象変化による堤体のクラック発生を防ぐため堤頂より捨石張を施し、保護する。その厚さは0.3 mとする。

捨石張の下にはフィルター層を設ける。厚さは同様0.3 mとする。

下流法面は、降雨による侵食や気象変化によるクラック発生を防止するため張芝工を施し保護する。

以上から、堤体標準断面図を示せばFig 4-3-3の通りとなる。

## (3) 浸透水に対する検討

本堤体は、築堤材が粘性土であることから、まき出し厚0.3 mプシースフートルーラーで転圧することとする。この転圧方式では、鉛直方向透水係数 $k_v$ と水平方向透水係数 $k_h$ との比 $k_v/k_h$ は $1/2 \sim 1/10$ と予想される。透水係数比 $k_v/k_h = 1/5$ と仮定して、解析を行なう。水平方向の尺度を $\sqrt{k_v/k_h}$ 倍した変形断面について作成した満水位時の浸潤面と流線網をFig 4-3-4に示す。基礎の透水係数は、ボーリング孔によって差があるが、他の孔より大きな値が観測されている。6孔のデータを採用する。測定されているのは水平方向透水係数であり、堆積岩の場合、比 $k_v/k_h$ は $1/100$ 程度と考えられる。

流線網より求められた滲水量は堤体より $96.43 \text{ m}^3/\text{day}$ 及び基礎より $60.37 \text{ m}^3/\text{day}$ で、合計 $156.80 \text{ m}^3/\text{day}$ である。これは貯水池の有効貯水量の $0.05\%/\text{day}$ 以下である。

## (4) 安定計算

### (i) 設計数値の決定

土取場とダム軸において13ヶ所のテストピットを掘り、11個の試料を採取し土質試験を行なった。試験結果はTable 4-3-1に示す。土質状態より判断して、本ダムの施工管理は密度管理で行なうのが適当である。管理規準は最大乾燥密度の95%以上とする。従って上記密度とそれに対応する湿潤側含水比で力学試験の供試

体を作成している。

設計数値として、以下の値を採用する

$$\text{乾燥密度} \quad \gamma_d = 1.617 \text{ t/m}^3$$

$$\text{含水比} \quad w = 20.7\%$$

$$\text{湿潤密度} \quad \gamma_t = 1.955 \text{ t/m}^3$$

$$\text{飽和密度} \quad \gamma_{\text{sat}} = 2.013 \text{ t/m}^3$$

$$\text{粘着力} \quad C' = 4.0 \text{ t/m}^2$$

$$\text{内部摩擦角} \quad \phi' = 20^\circ 30'$$

#### (ii) 安定計算結果

基本設計段階であるため、満水位貯水時のみについて安定解析を行う。インターセプターの設計数値として以下の値を仮定している。

$$\text{湿潤密度} \quad \gamma_t = 1.8 \text{ t/m}^3$$

$$\text{粘着力} \quad C' = 0.0 \text{ t/m}^2$$

$$\text{内部摩擦角} \quad \phi' = 40^\circ 00'$$

有効応力解析の円弧スベリ面法安定解析を行う。得られた満水貯水時の安定率を以下に示し、対応する円弧スベリを図4-3-5に示す。

$$\text{上流断面} \quad 2.783$$

$$\text{下流断面} \quad 2.535$$

上記の値よりダムは滑動に対し十分な安定性を示すと判断される。

#### (5) 余盛の設計

圧密試験結果より求められる堤体の沈下量は0.34mであるが、盛土期間内の圧密消散を考慮して残留沈下量は0.19mと評価される。従って、全盛量を0.20mとして計画する。全盛量の縦断方向配分は、堤体縦断図に示す。

### 4-3-6 余水吐の設計

#### (1) 位置の選定

ダムサイト周辺が平坦な地形であること、堤高が低いことから、余水吐位置選定上の制限としては、下流取付水路が既存水田を通過しない様にすることである。余水吐の位置は、河川の蛇行、取付水路との関係から、左袖部の現況河川寄り、測点No40に設ける。

#### (2) 余水吐タイプ

基礎岩盤が頁岩で、耐久性が劣るため、岩盤の作用応力が小さく、かつ管理の簡単な越流タイプを選定する。越流堰長を長くして越流水深を低くすることが可能な両側越流方式を採用する。

### (3) 設計洪水流量

洪水流量は、観測データがないので、日雨量から特性係数法により平均降雨強度を求め、合理式により計算するものとした。

タイ国では $1/25$ 確率洪水量が余水吐の設計流量として採用されているケースが多いが、本計画においては、過去25年間の中に、それを越える降雨があるため、その降雨による洪水量を設計洪水流量として採用する。4-2-2水文の項より洪水流量は $Q = 130.7 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。

### (4) 余水吐規模の決定

本貯水池は容量が小さいため、貯留効果を見捨て、余水吐の規模を決定する。余水吐のタイプは両側越流堰タイプであり、越流水深を大きくとることは、堤高、両袖部の取付けの関係から難しいため、越流水深は $0.9 \text{ m}$ とし、越流堰長は $85 \text{ m}$ とする。

静水池は、急流部の水路底の低下が $1 \text{ m}$ と小さく流入水脈のフルード数が $1.98$ と小さいためI型静水池を採用する。

## 4-3-7 取水工計画

### (1) 位置

貯水池から直接下流水田への導水計画はしない。村落近くの各戸2raiの畑へ導入するためには、一度ポンプアップする必要がある。ここで言う取水工は、貯水池から揚水機場吸水槽までの用水を取水する施設である。

取水工の位置は揚水機場と同様左岸側に設ける。

### (2) 取水量

貯水池からの取水量は、ポンプの揚水量( $q = 0.1373 \text{ m}^3/\text{sec}$ )と同じとする。

### (3) 施設計画

取水位は、ダムのD.W.Lである $EL 157.90 \text{ m}$ とし、取水口数高は $EL 157.50$ とする。取入れ流速は $0.3 \text{ m}/\text{sec}$ 程度となる様にする。取水工から吸水槽までは樋管とし管径は $\phi 800 \text{ mm}$ とする。

## 4-4 揚水機場計画

### 4-4-1 吸水位及吐水位

取水工の水理計算結果では、損失水頭は $0.014 \text{ m}$ とわずかであるが、不測の状態及び余裕を見込んで、吸水位は取水位から $0.30 \text{ m}$ 低くとするものとする。即ち取水位は $EL 157.60 \text{ m}$ となる。

吐水位は、配水槽の水位であるが、配水槽の必要水位は、導水路の水理検討の結果から求められる。配水槽の最低水位は $EL 169.00 \text{ m}$ であり、配水槽の最高水位は $EL 171.30 \text{ m}$ である。

#### 4-4-2 揚水量及びポンプ運転時間

貯水池からの取水量は、"4-6 かんがい計画"の項から、かんがい用水量が最大となる2月の水量  $166,086 \text{ m}^3/\text{month}$  である。これを1日当りに換算すると  $5,932 \text{ m}^3/\text{day}$  である。

ポンプの運転時間を1日当り12時間とすると、揚水量は

$$Q = \frac{5,932}{12} = 494.3 \text{ m}^3/\text{hr} = 8.238 \text{ m}^3/\text{min} = 0.137 \text{ m}^3/\text{sec}$$

となる。

#### 4-4-3 ポンプ口径及び機種

ポンプの台数は、水量の変動、危険分散、効率良い運転、維持管理等を考慮して同機種2台とする。ポンプ型式は立軸斜流ポンプとする。

1台当りの揚水量は

$$q = \frac{8.238}{2} = 4.12 \text{ m}^3/\text{min} = 0.0687 \text{ m}^3/\text{sec}$$

である。この揚水量に適当なポンプ口径は  $\phi 200 \text{ mm}$  である。

#### 4-4-4 原動機の種類及び出力

原動機はモーターとする。

吸水位の最低水位(LWL)と吐出水位の最高水位(HWL)との水位差を実揚程というが、その実揚程は

$$\Delta H = 171.30 - 157.60 = 13.7 \text{ (m)}$$

ポンプ周り及び送水管における損失水頭は  $7.212 \text{ m}$  となるので、全揚程  $H$  は

$$H = 13.70 + 7.212 = 20.912 \text{ (m)}$$

となる。これに余裕とみて全揚程は  $H = 21.0 \text{ m}$  とする。

ポンプ1台当りの揚水量は  $q = 4.12 \text{ m}^3/\text{min}$  であるから、原動機がモーターである場合の所要出力  $p$  は

$$p = \frac{0.163 \cdot r \cdot Q \cdot H}{\eta_p \cdot \eta_q \cdot \eta_e} \times (1+A) = \frac{0.163 \times 1.0 \times 4.12 \times 21.0}{0.75 \times 1.0 \times 1.0}$$

$$\times (1+0.15) = 21.7 \text{ KW}$$

ここに、 $r$ : 水の比重 1.0

$Q$ : ポンプの吐出量  $4.12 \text{ m}^3/\text{min}$

$H$ : ポンプの全揚程  $21.0 \text{ m}$

$\eta_p$ : ポンプ効率 0.75

$\eta_q$ : 減速機を使用する場合の伝導効率 直結で 1.0

$\eta_e$ : 流体継手を使用する場合の伝導効率 直結で1.0

A: 原動機の余裕係数 モーターとして0.15

となる。

#### 4-4-5 ウォーターハンマに対する検討

計算諸元を下記の通りとしてパーマキアンの簡易法により求める。

ポンプ型式	立軸斜流ポンプ
台数と口径	$\phi 200 \text{ mm} \times 2 \text{ 台}$
揚水量(1台当り)	$Q = 4.12 \text{ m}^3/\text{min} = 0.0687 \text{ m}^3/\text{sec}$
全揚程	$H = 21.0 \text{ m}$
比回転数	$N_s = 500$
モーター出力	$P_w = 21.7 \text{ KW}$
モーター回転体の慣性効果	$GD^2 = 5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
ポンプ " "	$GD^2 = 0$
送水管管程	鋼管
" 管径と肉厚	$\phi 350 \text{ mm} \times 6.4 \text{ mm}$
" 管路長	$L = 560 \text{ m}$

最低圧力線の位置を図表より求めると

$$\text{ポンプ直後に} \quad \oplus 18\% \times 21.0 = 3.78 \text{ m}$$

$$1/2 \cdot L \text{ 点 (中央) にて} \quad \oplus 42\% \times 21.0 = 8.82 \text{ m}$$

$$3/4 \cdot L \text{ 点 にて} \quad \oplus 55\% \times 21.0 = 11.55 \text{ m}$$

となる。これを送水管縦断図に記入して検討すると、いずれも水柱分離が生じる様な負圧が生じないので、ウォーターハンマに対しては安全である。

#### 4-4-6 送水管路の設計

揚水機場から配水槽までの送水管路の設計流量は揚水機場のポンプ揚水量と同じく  $q = 0.1373 \text{ m}^3/\text{sec}$  とする。この設計流量を流すために必要な管の口径は、管内流速が  $1.5 \text{ m}/\text{sec}$  前後となる様に計画するものとして  $\phi 350 \text{ mm}$  とする。

管の種類はポンプと直結すること、ポンプの起動時と停止時における負圧発生等のことを考え、鋼管を使用する。管の厚さは  $t = 6.4 \text{ mm}$  とする。送水管の延長は  $560 \text{ m}$  となる。

#### 4-4-7 配水槽の設計

##### (1) 位置の選定

配水槽の位置は、導水路測点 No. 5 の位置とする。これは貯水池右袖部の標高が

EL164 程度であり、受益地への導水のため必要な水位差を確保するためには、配水槽内のLWLをEL169.0m以上としなければならない。貯水池右岸の揚水機場近くに配水槽を設けるとすると5m近い盛土を行なう必要がある。しかし、導水路測点 $\#$ 5附近は、標高がEL165.5あり、送水管を560m程計画しなければならない不利はあるが、盛土高も少なくすむし、送水管が長くなった分、導水路が短くなるので、結果的には有利となる。

## (2) 配水槽の規模

配水槽の規模は大きい程、ポンプ設備の維持管理や保守点検、用水の円滑な配水管に有利である。しかし大きくすれば、施設費が高くなる。本計画ではポンプは自動運転する様に計画し、配水槽の容量はポンプ揚水量の60分間容量とする。配水槽内の有効水深は大きくとれば原動機出力が大きくなり、運転経費に関係するため3m以内となる様にする。以上の条件を考慮して、配水槽の規模は、たて15m、よこ15m、有効水深2.3mとすると容量は517.5 $m^3$ となり、ポンプ揚水量の60分間容量494.3 $m^3$ を十分満足する。

また配水槽には含水吐を設け、不測の事態時でも、ポンプアップされた水が、安全に水槽外に排出出来る構造とする。

## 4-5 導水路計画

### 4-5-1 路線の選定

配水槽から受益地までの導水は管路による。配水槽から Ban Thep Phanom までは既存の村道に沿って、Ban Thep Phanom から Ban Na Mon までは国道22号線に沿って布設する。途中 Huai Phung Noi 川と交叉する地点では水管橋にて横断する。

### 4-5-2 設計流量及び流速

導水管の送水量は Ban Thep Phanom の終りまで ( $\#$ 21) と、その後の Ban Na Mon までの2区間に分けてもとめる。

$$\textcircled{1} \text{ 配水槽} - \#21 \quad \text{流量 } q_1 = 0.1373 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\textcircled{2} \#21 - \text{EP} \quad \text{流量 } q_2 = 0.0709 \text{ m}^3/\text{sec}$$

管水路の管内流速は0.7~1.6 $m/sec$ の範囲になる様に設計する。

### 4-5-3 管種及管径

管内の静水圧は大きい所で1.5 $Kg/cm^2$ 程度であるから、タイ国内で製作されており安価なものとして石綿セメント管を使用する。

管径は管内流速を上記数値の平均的なものとして $v=1.0m/sec$ 程度となる様に考

え、配水槽— $\#21$ の区間では $\phi 400$ mm、また $\#21$ —EPの区間では $\phi 300$ mmとする。また本管から枝別れするIP16—L1EP、及びIP20—L2EPの区間は $\phi 200$ mmとする。

#### 4-5-4 水理検討

##### (1) 水理計算

##### (i) 配水槽からIP17( $\#21$ )までの区間

設計流量  $Q = 0.1373 \text{ m}^3/\text{sec}$

管種 石綿管

管径  $\phi 400 \text{ mm}$

管長  $L = 1,600 \text{ m}$

管内流速  $v = 1.09 \text{ m}/\text{sec}$

摩擦損失水頭はヘーゼン・ウィリアム公式を使用して求める。

粗度係数  $C = 140$  とすると、動水勾配  $i = 2.5 \%$

となる。従って摩擦損失水頭  $\Delta h_1$  は

$$\Delta h_1 = 2.5/1,000 \times 1,600 = 4.00 \text{ (m)}$$

となり、その他の損失水頭を  $\Delta h_2 = 0.50 \text{ m}$  とすると、配水槽からIP17( $\#21$ )

までの区間での全損失水頭  $\Delta H_1 = 4.50 \text{ m}$  となる。

##### (ii) IP17( $\#21$ )からEPまでの区間

設計流量  $Q = 0.0709 \text{ m}^3/\text{sec}$

管種 石綿管

管径  $\phi 300 \text{ mm}$

管長  $L = 1.7 \text{ km}$

管内流量  $v = 1.00 \text{ m}/\text{sec}$

摩擦損失水頭はヘーゼン・ウィリアム公式より、 $C = 140$  とすると  $i = 2.9 \%$

となるから  $\Delta h_1 = 2.9/1,000 \times 1,700 = 4.93 \text{ (m)}$

その他の損失を  $\Delta h_2 = 0.57 \text{ (m)}$  とするとIP17からEPまでの区間での全損失水

頭は  $\Delta h_2 = 5.5 \text{ m}$  となる。

##### (2) 配水槽の最低水位(LWL)

管水路における全損失水頭  $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = 10.0 \text{ m}$  であり、末端での残留水頭を  $0.2 \text{ kg}/\text{cm}^2$  ( $2 \text{ m}$ ) とすると、末端の標高がEL157.0mであるから、配水槽内の最低水位は

$$\text{LWL} = 157.0 + 10.0 + 2.0 = 169.00 \text{ m}$$

となる。

#### 4-5-5 管の埋設

管の埋設は、1.0 mの土被りを確保するものとし、砂基礎とする。

#### 4-5-6 給水施設計画

給水施設は2種類を計画する。

① 分岐バルブ+給水槽：A Type

② 分岐バルブのみ：B Type

A-Type 給水施設は、Ban Thep Phanomに国道をはさんで1ヶ所ずつ計2ヶ所、Ban Na Monには国道の南側の学校敷地内に1ヶ所、国道の北側近くに1ヶ所及びBan Na Monの本村に1ヶ所の計3ヶ所を計画する。

B-Type 給水施設は、将来村民による水利用を予定して、Ban Thep Phanomに4ヶ所、Ban Na Monには3ヶ所を予定する。

#### 4-5-7 附帯構造物

導水管、配水管路には、排泥工、空気弁、スラストブロック、道路下保護工などを必要ヶ所に設ける。

### 4-6 かんがい計画

#### 4-6-1 かんがい対象地域と面積

かんがい対象地域は、難民キャンプの存在により、何らかの影響をうけている3村、即ち、Ban Na Mon、Ban Thep Phanom及びBan Na PhoのうちHuai Somhong貯水池から供給されているBan Na Phoを除いた2村とする。

かんがいは、雨季においては天水のみで十分水稲作が可能であるため、住民の希望をふまえて、乾期における畑作を対象に計画する。

かんがい面積は、貯水池の容量との関係から、各戸当り2ライ(0.32ha)総計430ライ(68.8ha)とする。

各村における耕地面積、戸数及び畑地かんがい面積は次の通りである。

村	項目	耕地面積	戸数	かんがい面積
Ban Thep Phanom		1,020ライ(163.2ha)	104戸	208ライ(33.28ha)
Ban Na Mon		1,040ライ(166.4ha)	111戸	222ライ(35.52ha)
Total		2,060ライ(329.6ha)	215戸	430ライ(68.8ha)

#### 4-6-2 作付計画

Ban Na MonとBan Thep Phanomでは、現在は雨季における米作のみが行な

われているにすぎない。乾期には、降雨がなく、かんがい用水もない事から農業はほとんど行われていない。現地での調査からは雨季の5月から11月までに米作を、12月から3月の乾期に、とうもろこし、きゅうり、スイカ、とうがらし、トマト、豆類などの畑作物を栽培しないという住民の希望であった。それを考慮に入れて、Fig 4-6-1に示す様な年間のクロッピングパターンを計画する。これは、現在の水田に対して施設は改良されないで、在来の通りとし、乾期に畑作物を導入した形である。

畑作物の種類別の作付面積は、各農家の計画、市場での価格変動、栽培技術等により変化するため、本計画においては、農家の計画が変わっても要水量に大きな変化のない様に計画した。

#### 4-6-3 かんがい用水量

##### (1) 基本式

かんがい用水量は、次の式により算出する。

- (i) Net Water Requirement (NWR) = Crop Consumption Use + Percolation + Water Requirements for Field Preparation
- (ii) Net Irrigation Requirements (NIR) = NWR - Effective Rainfall
- (iii) Diversion Water Requirements (DWR) = NIR / Diversion Efficiency.

##### (2) Evapotranspiration

Evapotranspiration は、修正 Penman 法により、Nakhon Phanom の気象資料により算出すると次の様になる。

Month	Jan	Fev	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Evapotranspiration	3.7	4.9	6.0	6.3	5.3	4.3	4.2	3.9	3.9	4.6	3.8	4.2	55.1

##### (3) Crop Consumptive Use

Crop Consumptive Use は Evapotranspiration に作物係数 (Crop Coefficient) を乗じて求める。畑作物の作物係数については、作物ごとにきめるべきであるが、作物ごとの栽培面積は、市場価格、栽培技術の有無及び難易等により農民の意向によって変化するので、作物ごとに要求量を求めることが難しいので、代表的作物として豆類を採用して要水量を求めることとした。

##### (4) 代かき用水 (Water Requirements for Field Preparation)

水田では 200 畝、畑地で 40 畝とした。

##### (5) 浸透量 (Percolation)

耕地での浸透量は雨期 0.5 畝/day、乾期 1.0 畝/day とする。

##### (6) 有効雨量 (Effective Rainfall)

有効雨量は、月別降雨量をもとにして次の基準で算出した。

作物	有効雨量(mm/月)	上限(mm/月)
米	0.75R	200
畑作物	0.75R	120

但し、R：月別降雨量

(7) Diversion Efficiency

Diversion Efficiency は、圃場効率を75%、送水効率を95%として計算し、71.3%とする。

(8) かんがい用水量

(1)の基本式を使い、(2)~(7)の条件が月別かんがい用水量を計算すると次の通りとなる。

Month W.R.	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
N.W.R.	112	172	87	44	6	283	159	147	141	159	69	49	1,430
D.W.R.	157	241	122	62	8	397	223	206	198	223	67	69	1,973

但し、上表には有効雨量は考慮されていない

単位はmm

上表のうちから、畑地かんがいのみをとりだして月別用水量を計算すると、対象面積68.8haに対して次の様になる。

Month	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Total
D.W.R.	47,315	108,149	166,086	84,008	42,487	448,045

単位はm<sup>3</sup>、有効雨量は考慮されていない。

4-7 施工計画

4-7-1 概要

ダム工事は土工事が主体となるため、工事期間は乾期の間とし、10月から翌年3月末までの6ヶ月間として計画し、工事工程表をFig 4-7-1に示す。Nakhon Phanom地区の経年降雨記録を下表に示す。

	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr
雨量(mm)	315.5	52.2	4.7	1.1	7.1	18.9	43.9	100.2
降雨日数(日)	19.3	7.8	1.3	0.3	1.1	2.6	5.3	8.9

10月中頃の本工事着工に先立ち、9月中頃から現場事務所や資料置場等の準備工を行う。本工事は工事工程表の通り、ダム敷、土取場の伐開から始め、ダム敷の掘削、堤体の

盛土と工事を進めるが、池敷内の掘削で右岸取水口付近は軟岩の掘削となりリッパが必要となろう。

余水吐はダム敷と共に掘削を始め、コンクリート工事は堤体部分から着手し、堤体盛土完成後の道路として併用する。

取水施設工事は、ダム敷の掘削と同時に着工し、取水口、樋管、吸水槽の掘削、コンクリート工事、埋戻しを行なった後、ポンプ建屋を作り、3月10日頃にポンプの据付を計画している。

パイプライン工事は全区間道路沿いのルートとしたため、溝の掘削は機械掘削とし、2ヶ所の国道横断ヶ所は交通の支障のない水平オーガーによる埋込工法とする。管の布設の終わった区間では排泥工間で順次水圧試験をした後埋戻しをする。

ポンプへの給電工事は、ポンプ据付時に間合わせるため、2月末までに完成させる様P.E.A.に手配する。

#### 4-7-2 工事工程表

工事工程表はFig 4-7-1の通りとする。3月末の工事完成と共に、ポンプと給水施設の試運転を行なった後、地元の人々にこの施設の使用説明と施設の引渡しをする予定である。

しかし、3月末では、降雨量が少ないためポンプ始動に必要な貯水位が得られない事が充分予想される。この場合には4月か5月になってポンプ始動可能水位となるダムのL.W.Lまで貯水された時点で試運転と引渡しを行なうものとなる。

#### 4-8 事業費

##### 4-8-1 概要

本事業費の総額は、積算の結果459,000,000円となる。事業費は、工事費と実施設計及び施工管理費とにより構成される。

本工事の予定敷地は、国有地及び私有地であるが、これらに対する補償等については、タイ国政府が処理すべきものであるから、本事業費には含んでいない。また導水路は、取出口又は水槽までとしており、それより先の農地への水路の建設は、タイ国政府側が施工するものとしている。

工事費のうち、予備費はインフレーションによるものは含まず、設計変更等にもなうものを計上した。

工事費は、現地通貨(バーツ)にて積算し、それを円貨に換算した。交換レートは1983年2月10日付として

$$1 \text{ US\$} = 22.96 \text{ バーツ} = 239.25 \text{ 円}$$

$$1 \text{ バーツ} = 10.42 \text{ 円}$$

とした。

#### 4-8-2 工事費

工事費は、過去において実施された例、最近の工事評価の調査等に基づき、妥当と思われる単価を定め、積算した。

#### 4-8-3 実施設計及び施工管理費

実施設計は本設計終了後に着手し、2ヶ月間にて終了させ、施工管理は工事期間に合わせて9月から翌年3月までの6ヶ月間に2名の技術者を派遣するものとして計上した。

#### 4-8-4 事業費

事業費の内訳は次の通りである。

工事費	43,248,000	パーツ	450,000,000円
1. 直接工事費	32,892,000		343,000,000
2. 共通仮設費	1,973,000		20,000,000
3. 現場経費	2,905,000		30,000,000
4. 一般管理費	3,735,000		39,000,000
5. 予備費	1,743,000		18,000,000
実施設計及び施工管理費	4,320,000		45,000,000
事業費	47,568,000		495,000,000

#### 4-9 維持管理計画とその費用

##### 4-9-1 維持管理計画

###### (1) 組織

本計画では、ポンプの運転・管理を含むので、十分なる維持管理体制が必要である。施設による思を受けける住民による水利用組合を組織し、水の利用方法、水の配分、運転経費の分担等について利用規則を定め、郡長の下に有効的な運用が行われる様にするべきである。

揚水機場には運転工を配備し、毎日の揚水管理・施設の保守点検を行ない、その記録を水利用組合及び郡長に報告する。

###### (2) 構造物の維持管理

貯水池には上流から、草木等が流入してくる。特に水時には大木の流下もありうる。この様なものが余水吐等にひっかかる事も想定出来る。余水吐等は十分な排水能力をもって設計されているが、流木等がひっかかり、排水能力が阻害されると計画以上に水位が上昇し、堤防を越流したり、ひいては堤防欠かなどにいたるれもある。

そのため、流水のとき（強い降雨のあった時の後）には必ず堤防周辺を点検し、余水吐が安全な状態にあるか否か点検をしなければならない。

また、乾期で貯水量が低下した場合など、水草がポンプ場吸水槽内に入らない様、事前に水草等の除去を行う必要がある。

導水路には、適宜排泥工を設けてあるので、定期的にバルブを開け管内の泥などを排除する。

給水施設の利用は利用者が責任をもって、決められた規則によって行なわれるものとし、水配分が計画通りに行なわれる様にする必要がある。

ダム、ポンプ場及びパイプライン等の諸施設は、その維持管理、保守と点検を適正に行なう事により、耐用年数を維持することができる。新たに設けられるであろう管理組織により十分な維持管理が行なわれ、所期の目的を長期にわたり達成されることを望む。

#### 4-9-2 維持管理費用

本計画における維持管理費用は以下の様に推計される。

##### (1) ポンプ運転経費

乾期における総揚水量は44.8万 $m^3$ である。これを揚水するのに必要な総使用電力量は4.0万KWHとなる。電気料金は1.19パーツ/KWHとして4.75万パーツとなる。

##### (2) 運転工の費用

運転工の費用は、農作業期間を5ヶ月とすると25,000パーツとなる。

##### (3) 部品消耗品等の費用として12,000パーツを見込む。

##### (4) 総費用は約85,000パーツと推計される。

#### 4-10 事業評価

##### 4-10-1 農業生産と農業収益

##### (1) 農業生産

ダム及び諸施設の完成により、従来は、雨期の水稲作のみであったものが、乾期に畑作物の栽培が可能となる。雨期には天水により、水稲作が可能であるので、便益としては乾期の畑作による収益のみである。

対象面積は430 rai (68.8ha)である。

畑作物としては、住民の意向は、豆類、きゅうり、トマト、野菜類、スイカ、とうがらしなどである。これらの1 rai 当りの収量は次の通りである。

豆 類 300  $Kg$  / rai

きゅうり 1,200 "

トマト	2,000 kg/rai
野菜類	1,500 "
とうがらし	200 "

## (2) 農業収益

畑作物の栽培面積は、農民の市場価格に対する思惑、技術力などに変化すると考えられるが、農業生産による収益は次の様に想定される。

作物名	作付面積 (rai)	単位収量 (kg/rai)	収量 (ton)	販売単価 (パーツ/kg)	販売額 (1,000パーツ)
豆類	100	300	30	5	150
トマト	110	2,000	220	5	1,100
きゅうり	110	1,200	132	4	528
野菜類	110	1,500	165	5	825
合計	430				2,603

本計画では、上記の農業生産を行なうために、ポンプ揚水が必要であり、その運転経費は1乾期で約85,000パーツである。

また、種子、肥料、農薬代として乾期には1rai当り800パーツ程必要であるから、それに要する費用は344,000パーツである。

従って、農業収益は2,174,000パーツとなる。

### 4-10-2 間接効果

本計画は、貯水池規模が小さく、利用水量の関係から、生活用水を除いて計画しているが、導水路計画でも述べた様に、かんがい用水は、村落内の家屋敷の近くに取出口又は水槽を設けている。そのため生活用水としての利用は当然考えられる。また雨期には、貯水池の余水吐からほとんどの流出水が流下するので、ポンプ揚水して生活用水として利用することは可能である。このような間接的な効果が予想されるが便益としては計上しないことにする。

### 4-10-3 概略便益

本計画の便益は乾期の畑作物栽培による収益だけであるので、2,174,000パーツとなる。

事業費と便益との比(B/C Ratio) 0.046となる。

Table 4-1-1

## Population of Ban Na Pho Camp

1982	Jan	6,743
	Feb	7,287
	Mar	7,313
	Apr	7,273
	May	7,255
	Jun	7,241
	Jul	11,625
	Aug	12,198
	Sep	12,186
	Oct	12,390
	Nov	16,148
	Dec	17,916 (7th Dec)

Table 4-1-2 Number of Cases of Each Disease in Ban Na Pho Camp

	Jun 1981	Jan 1982	Jun 1982	Sep 1982
Population	1,773	6,743	7,241	12,186
Nature of disease				
1. alimentary tract	338	557	423	558
2. respiratory tract	405	540	1,302	1,102
3. lesion of skin & membrane	141	105	160	209
4. nutritional deficiency	72	73	57	128
5. teeth & gum	45	28	145	151
total	1,001	1,303	2,087	2,148

Table 4-2-1a Meteorological Data for the Period 1951-1980

Temperature (°C)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Mean	22.1	24.0	27.1	28.9	28.3	27.7	27.3	26.8	26.8	26.3	24.4	22.3	26.0
Ext. Max.	36.1	38.9	40.2	42.0	39.2	37.9	36.3	35.0	35.6	35.2	34.8	34.6	42.0
Ext. Min.	1.8	8.0	8.5	13.8	19.3	20.3	20.6	19.0	19.6	13.9	6.0	4.1	1.8

Relative Humidity (%)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Mean	69.0	68.0	66.0	69.0	79.0	85.0	86.0	88.0	85.0	77.0	72.0	71.0	76.0
Mean Max.	90.4	87.5	85.3	86.6	91.3	95.5	95.8	96.6	95.8	93.0	90.8	91.5	91.7
Mean Min.	45.7	45.5	44.6	48.3	60.1	70.0	71.0	73.4	68.9	58.7	51.6	49.0	57.2

Evaporation (mm.)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Mean-Piché	95.0	95.4	107.4	100.4	66.9	43.1	39.2	34.2	42.4	69.5	88.2	90.7	872.4
Mean-Pan	No-observation												

Rainfall (mm.)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Mean	7.1	18.9	43.9	100.2	239.7	480.4	422.6	592.6	315.5	52.5	4.7	1.1	2278.9
Mean Rainy Days	1.1	2.6	5.3	8.9	18.8	23.1	23.9	25.0	19.6	7.4	1.3	0.2	137.2
Daily Maximum	43.5	60.5	60.1	110.4	124.0	459.2	185.1	325.7	157.6	105.4	27.2	15.6	459.2
Day/Year	24/54	28/54	24/72	30/67	26/69	17/62	13/71	29/75	4/77	1/64	1/63	20/71	17/62

Sunshine Duration (hr.)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Mean	244.4	207.5	208.1	218.9	194.3	130.9	135.6	120.3	153.6	226.4	243.4	254.8	2338.2

Wind (knots)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Prevailing Wind	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	-
Mean Wind Speed	4.3	4.2	3.9	3.3	3.0	2.7	2.8	2.7	2.3	3.0	3.9	4.2	-
Max. Wind Speed	27	50	39	40	55	25	30	34	48	26	30	30	55
	NNE	W	N	NW	WSW	SSW	W	W	S	E	E	NE	WSW

Table 4-2-1b Monthly Rainfall (Nakhon Phanom)

	(mm/month)												Total		
	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar		Rainy Season	Dry Season
69/70	115.7	281.0	643.6	770.6	503.7	305.3	42.6	0.0	0.0	0.0	0.3	6.4	2504.2	165.0	2669.8
70/71	76.3	442.5	497.8	414.2	745.1	468.7	21.3	0.7	0.0	2.7	23.0	5.7	2568.3	129.7	2698.0
71/72	30.6	295.8	371.4	532.1	315.4	375.3	42.1	0.3	28.5	0.0	17.1	83.3	1890.0	201.9	2091.9
72/73	107.2	254.4	706.1	493.1	761.1	101.6	126.5	0.5	0.0	0.0	0.9	9.8	2316.3	245.5	2561.8
73/74	71.0	214.9	288.4	472.2	430.9	307.5	24.8	0.1	0.0	7.8	2.9	24.7	1713.9	131.3	1845.2
74/75	76.8	190.1	418.7	434.8	864.6	97.3	36.4	15.7	0.8	2.8	31.1	58.8	2005.5	222.4	2227.9
75/76	76.8	190.5	499.8	515.1	1232.9	140.3	32.5	3.2	0.0	0.0	3.6	64.2	2578.6	44.7	2623.3
76/77	101.1	169.8	320.5	546.5	377.7	285.5	128.0	0.0	0.0	13.9	0.0	1.3	1700.0	244.3	1944.3
77/78	117.1	109.0	265.2	380.8	348.7	381.5	11.6	21.7	1.2	19.2	52.5	96.0	1485.2	319.3	1804.5
78/79	284.4	256.4	400.5	592.1	750.2	278.7	4.9	3.4	0.0	2.4	6.9	17.2	2277.9	319.2	2597.1
79/80	123.9	290.0	494.5	434.5	522.8	200.2	0.0	0.0	0.0	0.0	27.8	36.1	1942.0	187.8	2129.8

Rainy Season : May - Sep

Dry Season : Oct - Apr

Table 4-2-2 Monthly Discharges of Huai Laeng Yai

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
1971	4.2	35.6	8.8	47.3	457.8	574.7	823.4	488.1	580.8	65.1	0.5	44.1	3130.4
1972	0.0	26.5	128.9	165.9	393.7	1092.7	763.1	1178.7	157.2	195.8	0.8	0.0	4103.2
1973	0.0	1.4	15.2	109.9	332.6	446.3	730.7	666.8	475.9	38.4	0.2	0.0	2817.2
1974	12.1	4.5	38.2	118.8	294.2	647.9	672.9	1338.0	150.6	56.3	24.3	1.2	3359.0
1975	4.3	48.1	91.0	118.8	294.8	773.4	797.1	1907.9	217.1	50.3	5.0	0.0	4307.9
1976	0.0	5.6	99.3	156.5	262.8	496.0	845.7	584.5	441.8	198.1	0.0	0.0	3090.2
1977	21.5	0.0	2.0	181.2	168.7	410.4	589.3	539.6	590.4	18.0	33.6	1.9	2556.5
1978	29.7	81.2	148.6	440.1	396.8	619.8	916.3	1160.9	431.3	7.6	5.3	0.0	4237.5
1979	3.7	10.7	26.6	191.7	448.8	765.2	672.4	890.0	309.8	0.0	0.0	0.0	3238.0
1980	0.0	43.0	55.9	247.0	215.3	394.5	697.8	599.8	660.0	64.4	0.2	0.0	2977.7
Mean	7.6	25.7	61.5	177.7	326.6	622.1	750.9	927.3	401.5	69.4	7.0	4.7	3381.8

Table 4-3-1 (1)

## Laboratory Test Results

Test Pit No.	TP - 1	TP - 2	TP - 3	TP - 4	TP - 5	TP - 7
Depth in m	1.2 - 1.5	1.2 - 1.6	0.8 - 1.0	1.8 - 2.1	0.6 - 1.0	1.8 - 2.3
Description	Reddish Brown & Gray Clay	Reddish Brown Soil	Dark Brown Soil	Reddish Brown & Gray Soil	Gravel Rich Yellow Soil	Reddish Brown & Gray Soil
Natural Moisture in %	22.7	26.1	25.1	31.3	15.7	28.2
Specific Gravity	2.667	2.655	2.667	2.667	2.746	2.651
Grain Size Analysis	Gravel G.T. 2.00 mm in %	50.8	4.1	4.7	56.3	0.7
	Sand 2.00-0.074mm in %	17.1	16.4	9.5	13.6	13.5
	Silt 0.074-0.005mm in %	8.1	25.8	17.0	25.3	6.8
	Clay L.T. 0.005mm in %	24.0	56.7	69.4	56.4	23.4
	Max. Grain Size in mm	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52
	60% Grain Size in mm	3.32	0.0081	0.0018	0.0065	3.76
	30% Grain Size in mm	4.1	-	-	-	0.070
Atterberg Limits	Liquid Limit in %	41.9	50.3	47.5	49.3	60.5
	Plastic Limit in %	28.4	25.5	30.3	29.5	31.5
	Plasticity Index in %	13.5	12.5	20.0	18.0	20.0
Compaction Test	Optimum Moisture in %	16.5	20.5	26.0	15.2	
	Max. Dry Density in g/cu.cm	1.703	1.608	1.448	1.907	
Coefficient of Permeability in cm/sec		4.8x10 <sup>-5</sup>	4.4x10 <sup>-6</sup>	5.2x10 <sup>-6</sup>	5.0x10 <sup>-5</sup>	
	Cohesion in kg/sq.cm	0.25	0.64	0.55	0.40	
	Angle of Internal Friction	20°40'	14°25'	14°50'	20°20'	
Consolidation Test	Compression Index	0.266	0.266	0.294	0.163	
	Coeff. of Consolidation in sq.cm/min	3.0x10 <sup>-2</sup>	6.5x10 <sup>-2</sup>	4.5x10 <sup>-2</sup>	3.0x10 <sup>-2</sup>	

Table 4-3-1 (2)

## Laboratory Test Results

Test Pit No.	TP - 8	TP - 9	TP - 10	TP - 11	TP - 12	S - 1
Depth in m	0.3 - 0.7	1.9 - 2.2	0.3 - 1.0	0.6 - 1.4	1.5 - 2.0	
Description	Reddish Brown & Gray Soil	Reddish Brown Soil	Reddish Brown & Gray Soil	Reddish Brown & Gray Soil	Gravel Rich Clay	MAE KHONG RIVER SAND
Natural Moisture in %	24.0	31.2	22.6	26.2	14.4	-
Specific Gravity	2.645	2.640	2.662	2.669	2.668	-
Gravel G.T. 2.00mm in %	10.7	4.7	16.3	12.4	54.0	2.40
Sand 2.00-0.074mm in %	10.7	19.9	12.6	20.8	15.5	97.18
Silt 0.074-0.005mm in %	23.4	32.5	23.8	25.2	10.8	0.42
Clay L.T. 0.005mm in %	55.2	42.9	47.3	41.6	19.7	-
Max. Grain Size in mm	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	4.76
60% Grain Size in mm	0.0094	0.019	0.0295	0.037	3.32	0.41
30% Grain Size in mm	-	-	-	-	0.069	0.29
15% Grain Size in mm	-	-	-	-	0.0016	0.23
Atterberg Limits	Liquid Limit in % 40.3 Plastic Limit in % 25.4 Plasticity Index in % 14.9	53.5 29.4 24.1	57.6 31.5 26.1	55.5 30.5 25.0	43.2 29.9 13.3	
Compaction Test	Optimum Moisture in % 26.4 Max. Dry Density in g/cu.cm 1.420	26.4 1.420				
Coefficient of Permeability in cm/sec		2.0x10 <sup>-5</sup>				
Direct Shear Test	Cohesion in Kg/sq.cm 8°35'	0.70 8°35'				
Consolidation Test	Compression Index 0.352 Coeff. of Consolidation in sq.cm/min 2.8x10 <sup>-2</sup>	0.352 2.8x10 <sup>-2</sup>				

Table 4-6-1 Computation Sheet of Net Water Requirement

	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Cropping Pattern												
Evapotranspiration (mm/day)	6.3	5.3	4.3	4.2	3.9	3.9	4.6	3.8	4.2	3.7	4.9	6.0
(mm/mon)	189	164	129	130	121	117	143	114	130	115	137	186
Crop Coefficient	0.30	1.10	1.10	1.10	1.08	1.05	1.00	0.95	0.35	0.70	1.05	0.30
Crop Consumptive Use (mm/mon)	57	180	142	143	131	126	143	108	46	81	144	56
Percolation (mm/mon)	30	16	15	16	16	15	16	30	31	31	28	31
Net Water Requirement (mm/mon)	87	196	157	159	147	141	159	138	77	112	172	87
Water Requirement for Land Preparation (mm)			200						40			
Net Irrigation Area (ha/100ha)	50	3	(100)	100	100	100	100	50	50	100	100	100
			53									
Weighted NWR (mm/mon)	44	6	283	159	147	141	159	69	79	112	172	87

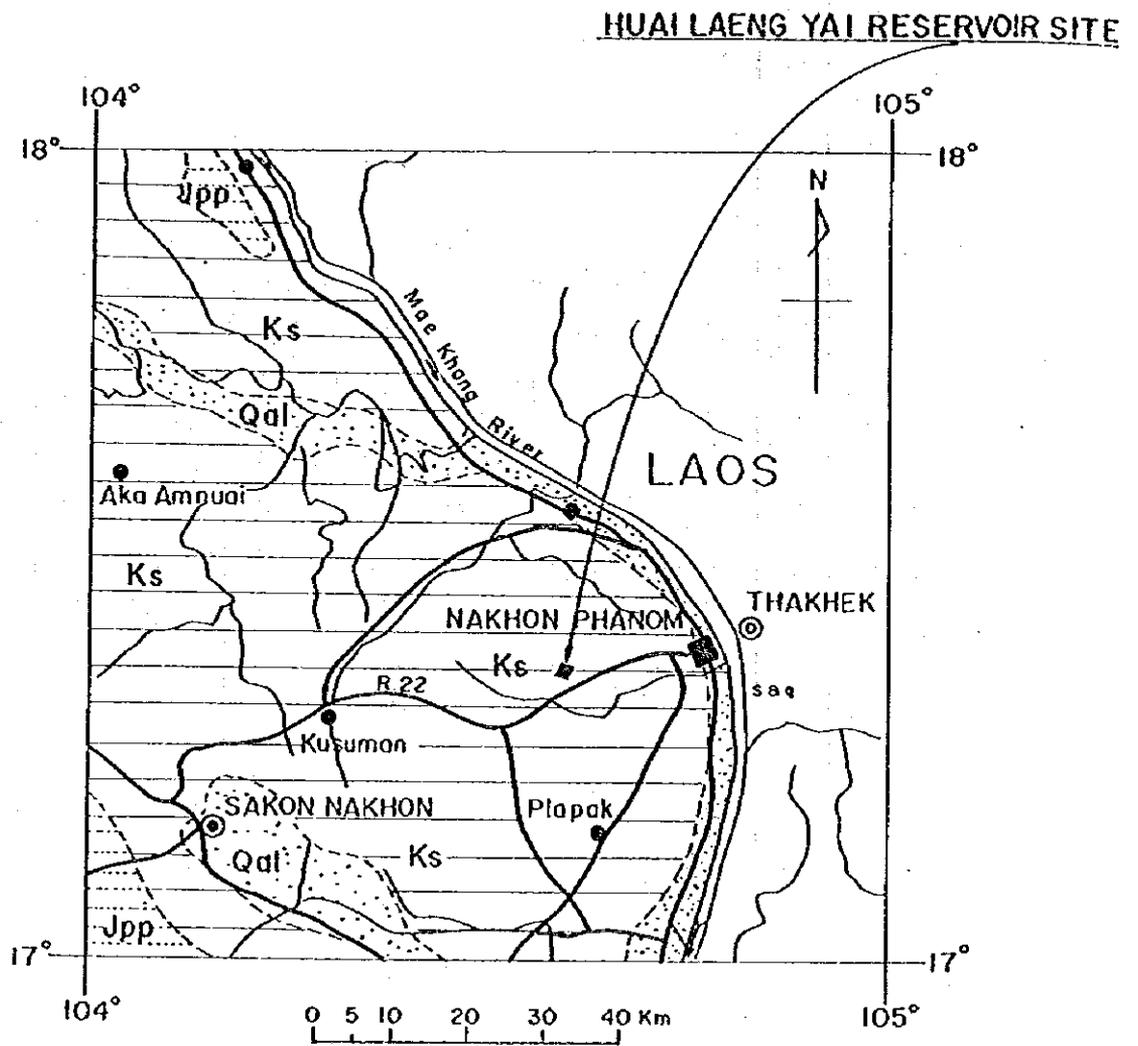
Table 4-6-2 Monthly Effective Rainfall (Nakhon Phanom)

	(mm/month)												Total		
	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar		Rainy Season	Dry Season
69/70	86.8	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	32.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.8	1032.0	91.8	1123.8
70/71	57.2	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	16.0	0.5	0.0	2.0	17.3	4.3	1016.5	80.8	1097.3
71/72	23.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	31.6	0.2	21.4	0.0	12.8	62.5	1031.8	98.3	1130.1
72/73	80.4	190.8	200.0	200.0	200.0	76.2	94.9	0.3	0.0	0.0	0.7	7.4	962.2	88.5	1050.7
73/74	53.3	161.2	200.0	200.0	200.0	200.0	18.6	0.1	0.0	5.9	2.2	18.5	979.9	79.9	1059.8
74/75	57.6	142.6	200.0	200.0	200.0	73.0	27.3	11.8	0.6	2.1	23.3	44.1	854.7	127.7	982.4
75/76	57.6	142.9	200.0	200.0	200.0	105.2	24.4	2.4	0.0	0.0	2.7	48.2	874.9	108.5	983.4
76/77	75.8	127.4	200.0	200.0	200.0	200.0	96.0	0.0	0.0	10.4	0.0	1.0	1023.4	87.2	1110.6
77/78	87.8	81.8	200.0	200.0	200.0	200.0	8.7	16.3	0.9	14.4	39.4	72.0	906.8	214.5	1121.3
78/79	120.0	192.3	200.0	200.0	200.0	200.0	3.7	2.6	0.0	1.8	5.2	12.9	998.6	139.9	1138.5
79/80	92.9	200.0	200.0	200.0	200.0	150.2	0.0	0.0	0.0	0.0	20.9	27.1	950.2	140.9	1091.1
AVERAGE	72.0	167.2	200.0	200.0	200.0	164.1	32.1	3.1	2.1	3.3	11.3	27.5	966.5	114.4	1080.8

Paddy Season ; May - Nov

Up-land Season ; Dec - Apr

Fig. 4-1-2 Geological Map



**LEGEND**

- Qal
 Alluvium, Diluvium  
 Vaileyfill and river gravel (Quarternary to Recent)
- Ks
 Sandstone, shale and siltstone (Cretaceous)
- Jpp
 Sandstone, conglomerate, shale and siltstone (Jurassic)

Fig. 4-2-1 Reservoir Area and Capacity Curves

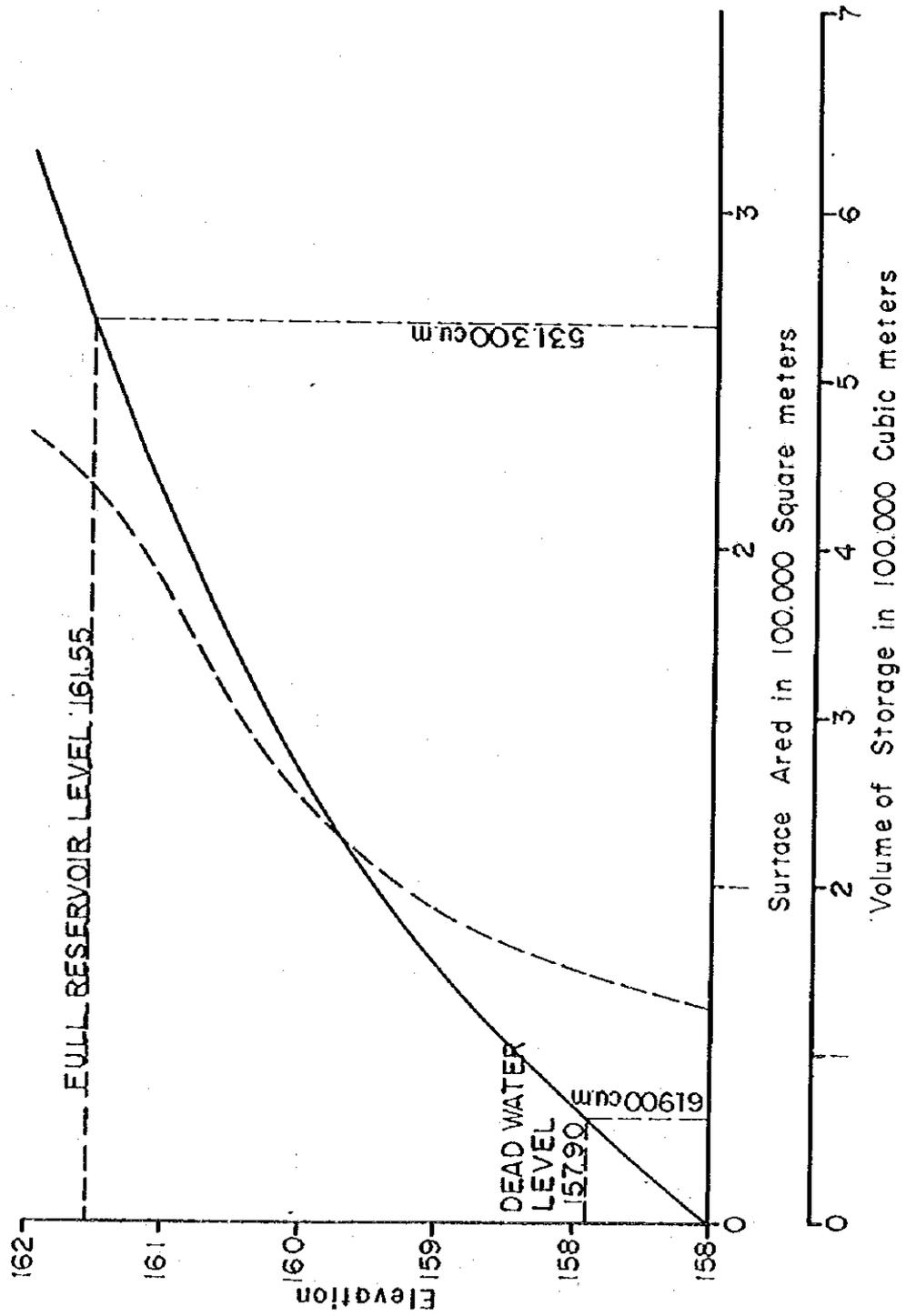
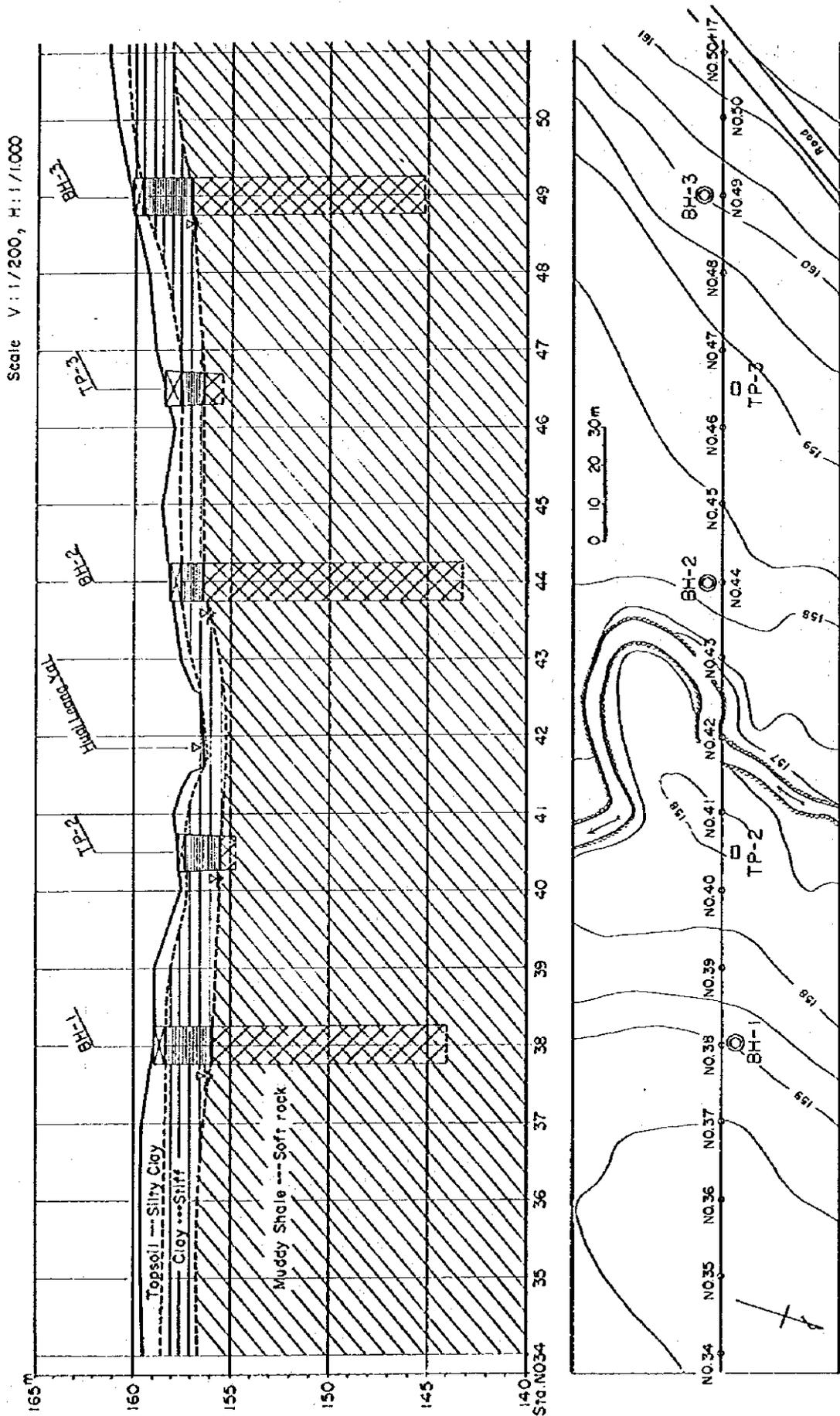


Fig 4-3-1 Geological Profil of Huai Laeng Yai Dam Axis



-  Topsoil
-  Clay-stiff (N=11-77)  
(Weathered shale  
(lamined structure))
-  Muddy shale --- soft rock
-  BH Boring hole
-  TP Test pit

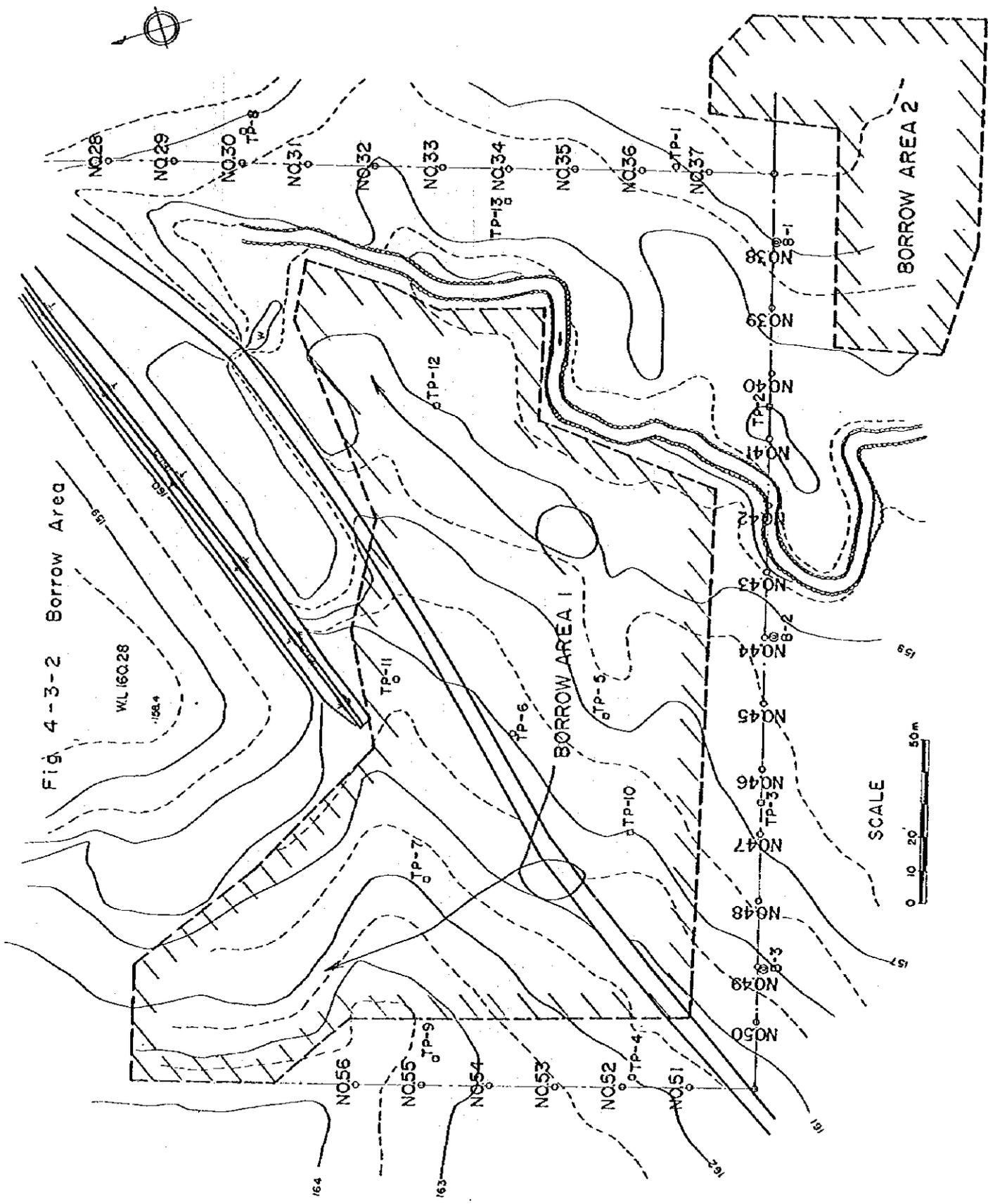


Fig 4-3-2 Borrow Area

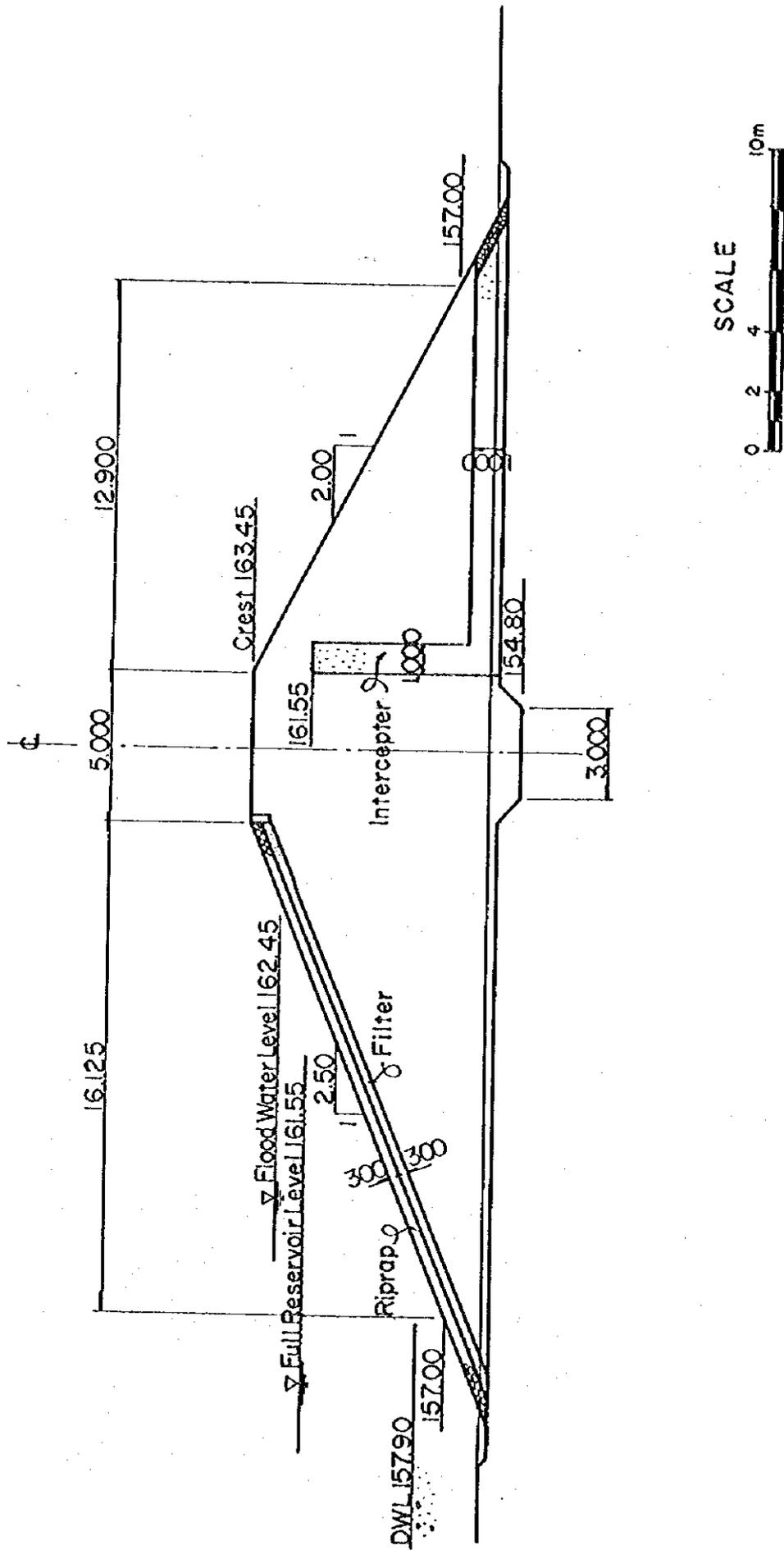


Fig 4-3-3 Typical Cross Section

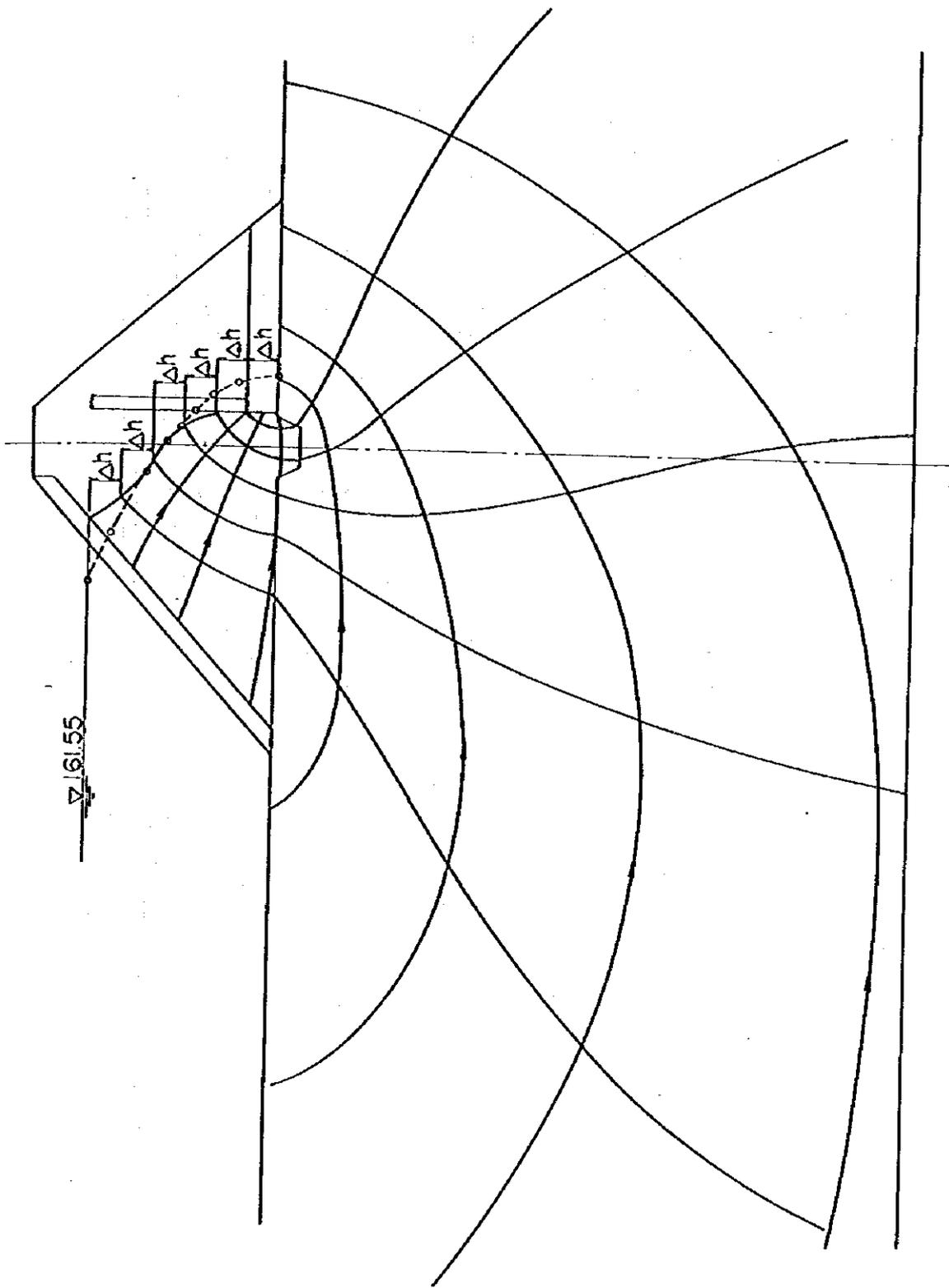


Fig 4 - 3 - 4 Phreatic Surface and Flow Net in Full Reservoir Level

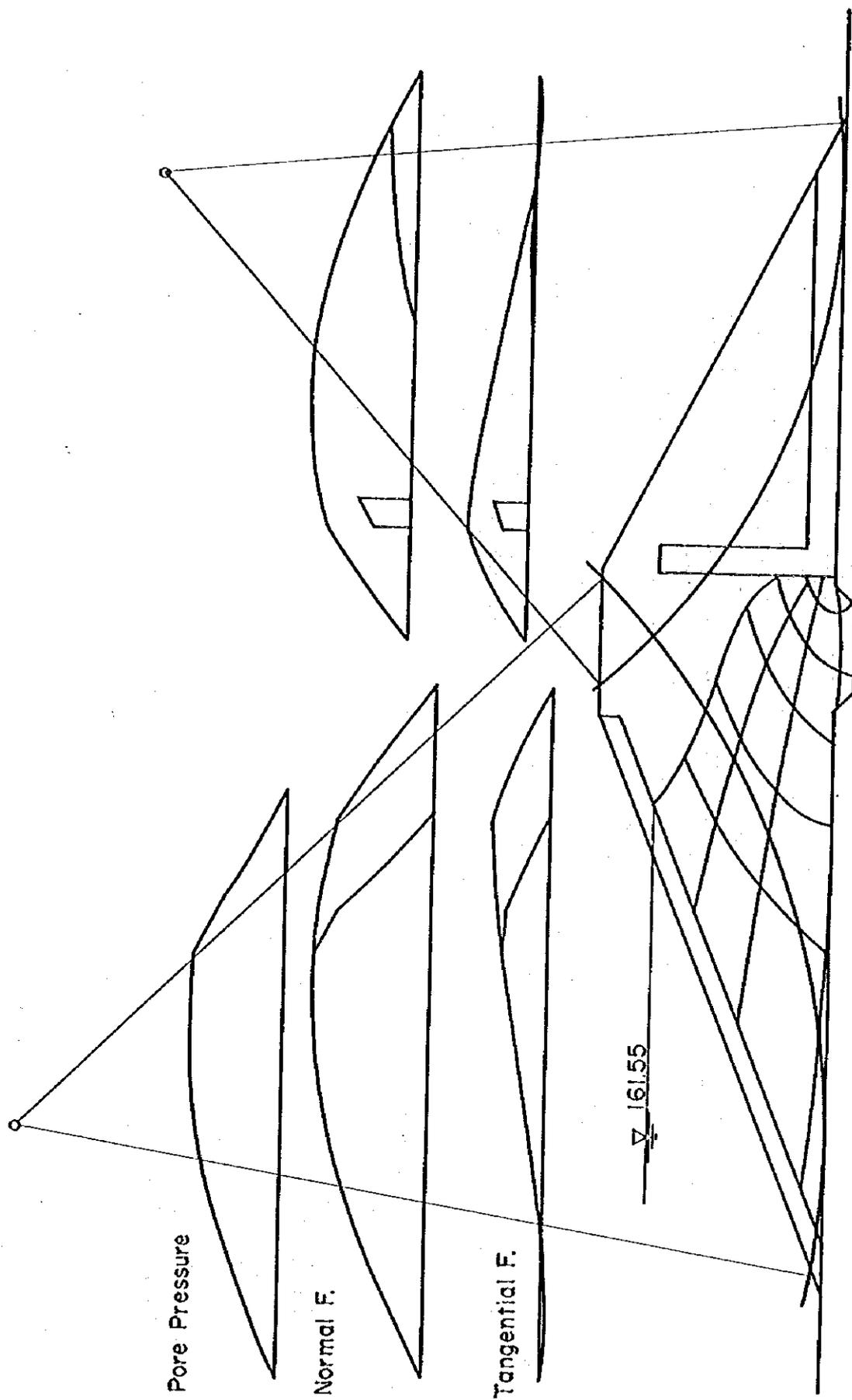


Fig. 4-3-5 Slope Stability Analysis Full Reservoir

Fig 4-4-1 Minimum Pressure Head Line

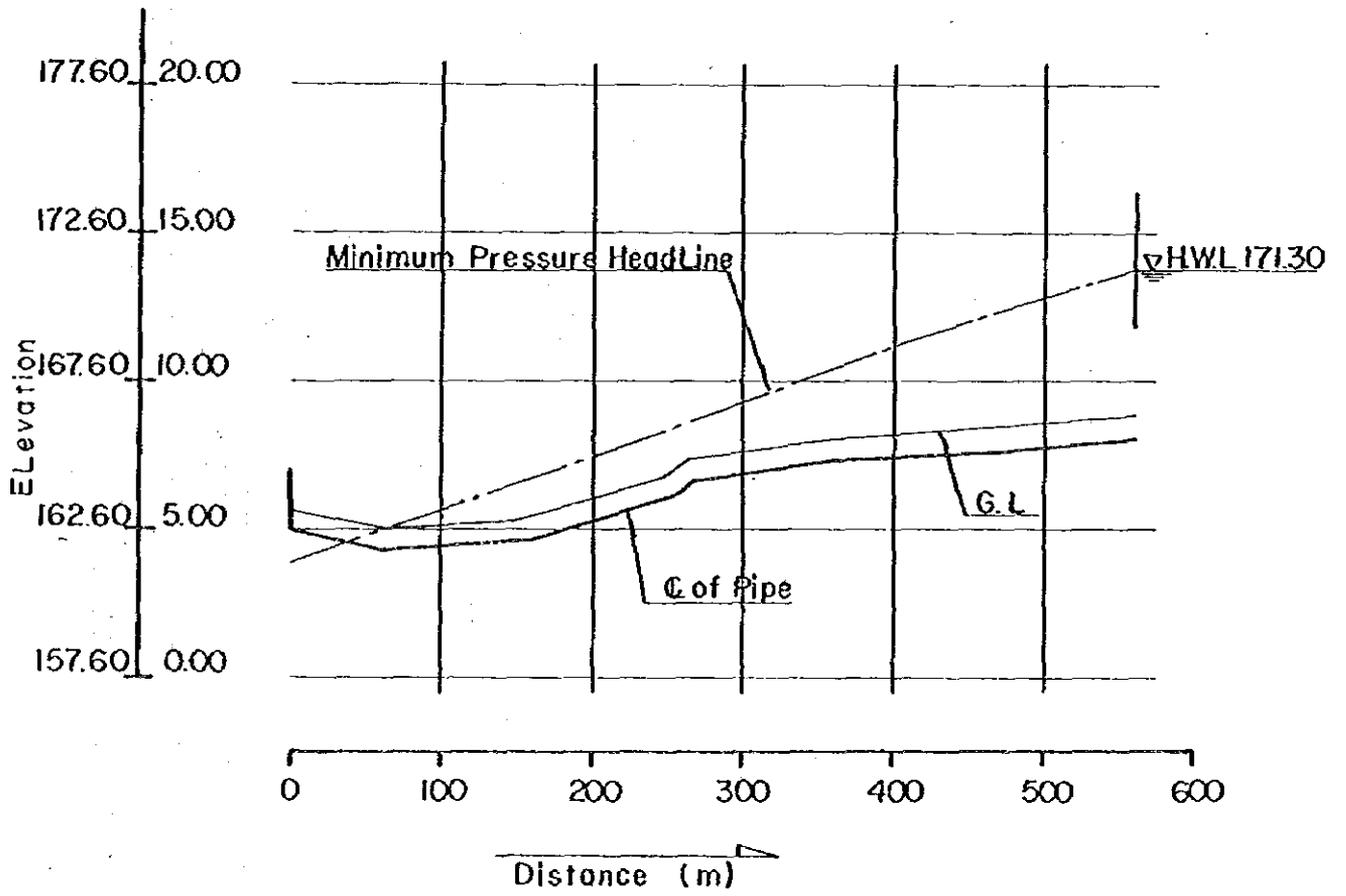


Fig 4-5-1 Pressure Head Line

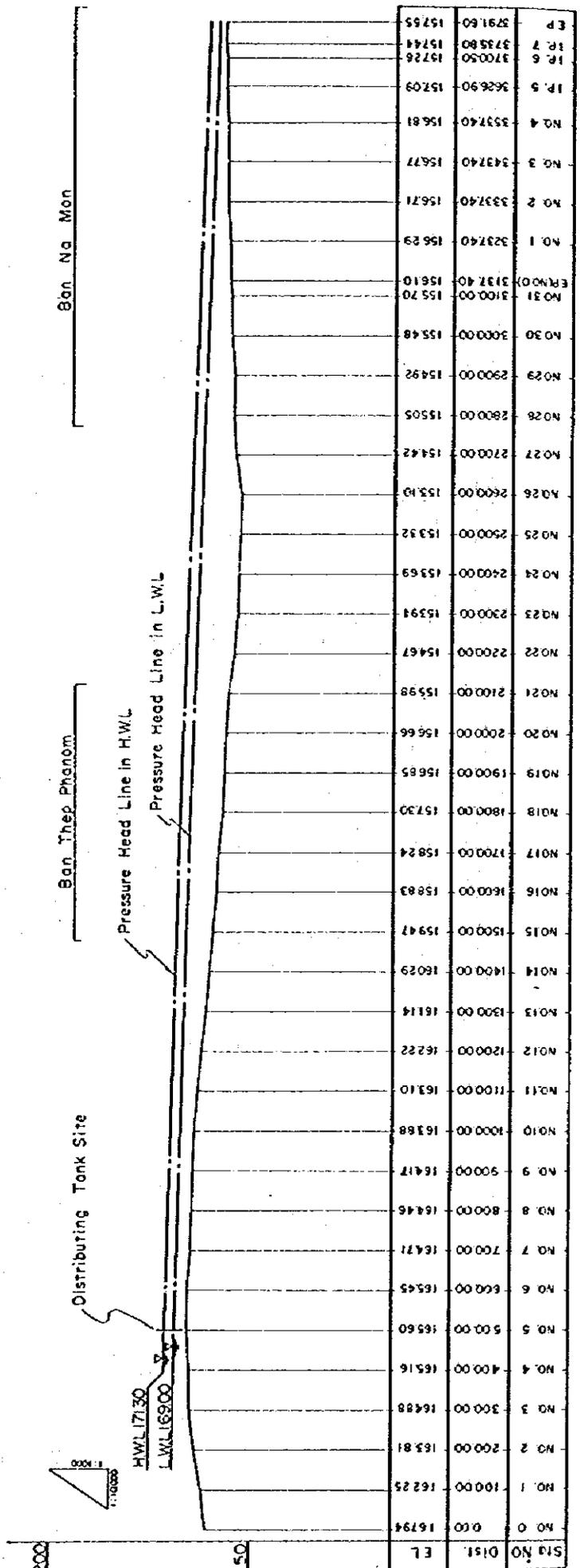


Fig. 4-6-1

Proposed Cropping Calendar

Month	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Cropping Calendar			Wet Season Paddy							Upland Crop		
Net Irrigation Area (ha/100ha)	50	3	(100) 53	100	100	100	100	50	50	100	100	100

\* ( ) = Land Preparation Area

Fig. 4-7-1 Construction Schedule of Huai Laeng Yai Reservoir Project

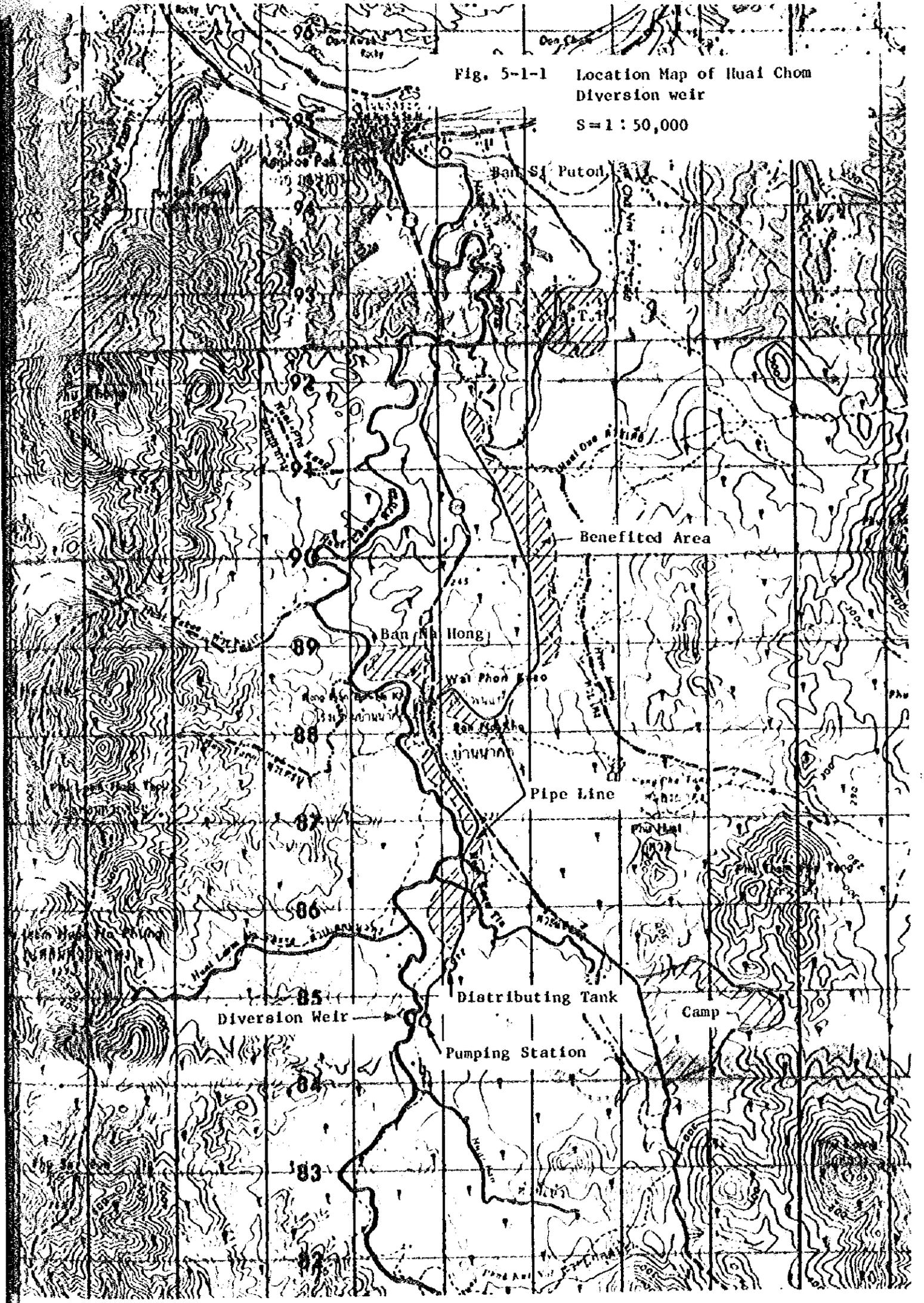
Work Item	Quantities	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Engineering Service Detailed Design & Supervision													
Preparatory Work													
Jungle Clearing & Stripping	83,000m <sup>2</sup>												
Dam Body													
Exavation	139,460m <sup>3</sup>												
Embankment	53,590m <sup>3</sup>												
Riprap	10,840m <sup>3</sup>												
Spilway	1,960m <sup>3</sup>												
Intake	44m <sup>3</sup>												
Pump House	31m <sup>3</sup>												
Pumping Station													
Delivery Pipeline	560m												
Distributing Tank	225m <sup>3</sup>												
Conveyance Pipeline													
Pipeline	3,360m												
Water Supply & Accessory	52												





Fig. 5-1-1 Location Map of Hual Chom Diversion weir

S = 1 : 50,000





## 第5章 Huai Chom(フエイ・チョム)取水堰建設計画

### 5-1 計画地域の現況

#### 5-1-1 位置

Huai Chom 取水堰の予定地は、タイ国東北部 Loei 県の北東部に位置する Ban Pak Chom の南約 10.5 km の所に位置し、Huai Chom のメコン河との合流点から上流約 17 km の位置で、Huai Chom を締切り、取水しようとするものである。

本計画の受益対象となる村落は、Loei 県 Pak Chom 郡に属する Ban Pak Chom, Ban Na Kho, Ban Na Hong 及び Ban Si Puton の各村落と郡庁所属の農業職業訓練農場とである。これらのうち、Ban Pak Chom と Ban Si Puton は住民用の生活用水のみとし、Ban Na Kho と Ban Na Hong は生活用水及び乾期のかんがい用水を対象としている。農業職業訓練農場は現在は難民キャンプに収容されているラオス人に対して農業指導を行なっているのみで、未だタイ農民に対する訓練計画は策定されていない状況である。しかし、郡庁としては将来この地方の農業技術普及のセンターとしていく計画であるため、本計画の中に含めることとした。

これらの村落は、Ban Pak Chom を最北部とし堰地点を最南部とした。Huai Chom 川の右岸に広がる地帯で、タイ国の 1/5 万地形図で標高 180~240 m 程の丘陵地帯である。

Pak Chom 難民キャンプは、Ban Pak Chom から県道 2108 号線で約 12 km で、取水堰予定地の東 2.5 km の位置にある。

取水堰位置、受益地及び難民キャンプの位置は Fig 5-1-1 の通りである。

#### 5-1-2 地形・地質

計画地域の地形は、ほぼ南北方向に走っている、いくつかの平行した大小の山系とその間をはなはだしく蛇行をくりかえして、メコン河に流入する大小の水系とがある。

Huai Chom 川の両岸には標高 230 m 付近から Ban Pak Chom の北方約 1 km の標高 200 m 近くまでの間に、数段の河岸段丘が形成されている。これらの段丘面はほぼ平坦で、主として水田として利用されている。段丘はシルト、粘土、砂を主とし、下部に砂及び礫層があり、その下位は基盤岩石面となっている。この段丘堆積物の厚さは、おおよそ 3~5 m と推定される。

メコン河の右岸に分布している河岸段丘には、段丘堆積物のシルト、粘土、砂及び礫の層が欠如しており、基盤岩石の風化帯が露出し、それが平坦面となっている。これはメコン河の侵食作用と地殻変動などによる地盤の上昇の相互作用によって形成された段丘で、この段丘上部には、河で運搬されてきたシルト、粘土、砂および礫等が堆積され、固結しなかったか、或は地盤の沈降があり、これらの堆積物が流出し、次いで地盤の上

昇があったためと推定される。Ban Pak Chom の浄水場建設地付近の崖にみられるように基盤岩石の上部は、はなはだしく風化され粘土化され、いわゆる残積土の厚さが3 m以上となっている。

この他、県道2108号線の周辺に広く分布している標高240~260 mの平坦な台地面があるが、これもまた、往時の巨大なメコン河の形成した河岸段丘の跡（名残り）と推察される。これらの段丘面には、段丘堆積物である玉石や礫の残留しているのが見られる。

Huai Chom 川流域は主として石炭紀、デボン紀及びシルル紀に相当する、きわめて硬い岩石類が分布している。すなわち、硬砂岩、粘板岩、泥岩、その他、シルト岩、礫岩などが存在している。その中にはしばしば石灰岩をはさんでいるものがある。硬砂岩及び粘板岩中には石英脈が網状に貫入されているものがある。その他、石英、珪岩、粘板岩、及び花崗岩の円礫またはそれらの碎片を含んだ黒灰~茶褐色の頁岩—これはほとんど礫岩に近似している—、と淡灰色の砂岩がところどころに存在している。

取水場予定地周辺のC字形に湾曲した流路となっている Huai Chom 川の川岸急崖に、河岸段丘堆積物が露出している。段丘の表土は約40 cm、その下はシルト砂、粘土で構成されて、その厚さ約3~4 m、さらにその下には、現在（1982年12月）の川の水面上付近に砂礫層が存在している。

難民キャンプから Ban Pak Chom にかけての Huai Chom 右岸側にある、ほぼ南北に連なる台地は、主として基盤岩石類で構成されている。

地表は砂質土~粘性土の乾いた細粒~粗粒の土粒子よりなる表土でおおわれている。その下部は基盤岩石類が風化されて、もろく砕けやすい状態に変質している。この風化帯の厚さは1~3 mと推定される。通常この風化帯は土木工事では軟岩と言われており、主としてリッパ作業などで掘削でき、ほとんど爆破作業を行なわないで掘削できる。しかし、地表または地表下浅所にきわめて硬い新鮮な状態に近い基盤岩石類の露頭が、ところどころに存在する。

パイプラインを計画している路線にも、礫岩などの露頭及び薄い層厚と推定できる各種基盤岩石類の風化帯が分布している。従ってパイプラインの埋設には残積土や河岸段丘堆積物の Top soil 及び風化岩や風化帯の軟岩はもちろんの事、新鮮な基盤岩石類である硬岩の掘削も計画しておく必要がある。

### 5-1-3 気 候

この地域は、年平均気温が25.8℃で季節的には12月~1月の寒い乾期に21℃前後で、4~6月の暑い乾期に29℃前後までとなり、いわゆる5~9月の雨期には気温は25~28℃程度である。雨期には日較差は少ないが、乾期には大きく、0℃近くまで気温が下がる時もある。湿度は、他の地域と同様、乾期の終りに最低となり雨期の終りが高く

なる。60~83%程度である。降雨量は年間で1,200mm前後で、比較的降雨の少ない地域である。年間降雨量の約80%が5月から9月の雨期に降り、残りが乾期に降るが、それも大部分が遷移期の4月と10月に降ってしまうため、11~3月は、全く雨が降らないという状態に近い。

#### 5-1-4 周辺住民の生活環境

##### (1) 受益地

本プロジェクトの受益村落は Ban Pak Chom, Ban Na Kho, Ban Na Hong と Ban Si Puton の4ヶ村と、郡庁所属の農業職業訓練農場である。

生活用水による受益地は、これら全ての村落と農場であるが、農業用水による受益地は、Ban Na Kho, Ban Na Hong と農業職業訓練農場である。

農業職業訓練場は、郡庁所属の農場であるが、将来は、この地方の農業技術普及のための中心的施設としていく計画をもっており、現在はタイ農民への訓練計画は策定されていない事もあり、難民キャンプに収容されているラオス人に対する農業指導が行なわれている。

また、Ban Pak Chomでは、上水道の計画があり、現在、浄水場の建設工事が行なわれている。これは国道201号線の上流側で Huai Chom 川から取水して、浄化し、Ban Pak Chom に配水するとの事である。

本計画での Ban Pak Chom の住民への配水は、この浄水場を通して配水することとする。

生活用水及び農業用水による受益住民の数及びかんがい面積は次の通りである。

		Ban Pak Chom	Ban Na Kho	Ban Na Hong	Ban Si Puton	Agri Training Farm	Total
生活用水	総戸数	402戸	310	41	89	—	842
	人口	2,730人	1,625	195	520	100	5,170
	農業人口	2,500人	1,600	195	520	100	4,915
農業用水	かんがい面積	×	563rai (90ha)	187rai (30ha)	×	250rai (40ha)	1,000rai (160ha)

##### (2) 生活用水とかんがい用水の使用状況

この地域の降雨は年間1,200mm程度で、雨期でも950mm前後である。そのため、低位部では水稲作を天水によって行ない、高位部では、豆類、とうもろこしなどを栽培している。乾期には降雨量が少ないため、ほとんど農業は行なわれていない。ただ Huai Chom の川近くで、畑地作物が小面積などで行なわれているにすぎない。

生活用水は井戸及び河川水に依存しており、河川への依存が高い様である。1日1人当たり約100ℓを使用しているとの事である。これは飲用のみでなく、水浴、洗たくなどの用水を含んでいる。

### (3) 農家の状況

Ban Pak Chom には、郡庁、軍隊、学校等の機関や商店などが多くあるため、住民のうち10%程がそれらに関係する人口で残りの90%に相当する2,500人が農業に従事している。

Ban Na Kho も数は少ないが、人口の1.5%程が農業外に従事している。Ban Na Hong 及び Ban Si Puton は100%が農業に従事している村である。この地域全体でみれば人口の95%が農業に従事していることになる。

この地域の農業は、雨期は低位部で水田、高位部で豆類、とうもろこしなどを栽培しているが、バナナを主体とする果樹園がかなり多くみられる。乾期には河川近くの畑で野菜等を栽培している程度である。詳しい資料は約2年前の国境紛争時の郡庁舎の火災時に焼失したとの事で、収集できなかったが、平均的農家の状況を示すと次表の様になる。

項目	村	Ban Pak Chom	Ban Na Kho	Ban Na Hong	Ban Si Puton
家族数		7人(5~10)	6人(6~8)	5人(3~5)	6人(3~5)
耕地面積	水田	5rai(0.8ha)	5rai(0.8ha)	3rai(0.48ha)	3rai(0.48ha)
	畑地	15rai(2.4ha)	15rai(2.4ha)	10rai(1.6ha)	10rai(1.6ha)
	果樹園	1rai(0.16ha)	5rai(0.8ha)	--	--
	荒地等	--	--	--	--
土地の所有関係		70%が所有	70%が所有	75%が所有	75%が所有
家畜数	水牛又は牛	0.2	0.3	0.2	0.1
	にわとりなど	10	10	10	6
	ぶた	--	--	--	--
農作物の栽培状況		水田、豆、とうもろこし	同左	同左	同左

耕地面積のうち、実際に毎年耕作しているのは、そのうちの80%程度である。

米はモチ米で、その平均収量は500kg/rai(3.1ton/ha)である。米はほとんど全て、自家消費と種モミにあてられ、販売するものはほとんどない。価格はkg当り6バーツ程度である。とうもろこし、青豆などの豆類はかなり栽培されており、これらはほとんど全てを販売している。農家が販売する価格は、豆類で5~6バーツ/kg、とうもろこしが1.5~1.65バーツ/kgである。農作業は大部分が人力で行なわれ、それに畜力を加える程度である。

農家の1戸当りの平均年収は、Ban Pak ChomとBan Na Khoでは、2,300~3,000バーツ、Ban Na HongとBan Si Putonでは2,000~2,500バーツ程度である。

Pak Chom 難民キャンプは周囲に柵がなく、難民は自由にキャンプに出入りして

いる状況である。従って、難民が農作物とか山菜を盗み、樹木を伐採するなどして周辺住民に被害を与えている。調査期間中も難民が材木をキャンプへ運び入れるのがしばしば見られた。Huai Saen Tiu へ流される難民キャンプの排水による河川汚染と上記の盗難に対する地元民の反発から、難民キャンプの焼打ちも過去に発生している。このような状況に対して、タイ国政府は緊急な対応策の必要性を痛感している。

#### 5-1-5 難民キャンプの状況

##### (1) 概要

Ban Vinai 難民キャンプは1975年8月16日に開設されたもので、面積726rai (116ha)の敷地に現在(1982年11月30日)33,117人が収容されている。1983年中にはChiang KongとBan Nam Yao Campなどから約20,000人が移る様である。将来の計画収容人員は55,000人となっている。

難民キャンプの位置は、Ban Pak Chomから県道2108号線で約12km南の位置にある。

##### (2) 生活用水の供給状況

現在15本の深井戸がある。1982年5月から10月にかけてJICAが掘ったボーリング孔は今の所給水はしていないが、給水タンクの工事を実施中であり、完成すれば給水を開始するとの事である。現在は15本中9本を使用して、1日1人当たり約13ℓの生活用水を供給している。深井戸の他に数多くの浅井戸があるが、これらは、洗濯、水浴等に利用しているだけである。また、同キャンプには、非常時のために2台の給水車が配備されているとの事である。

1982年のJICAの地下水調査結果からは、これら15本の井戸からの供給可能量は $876.8m^3/day$ となっている。(JICA Report)

##### (3) 生活状況

難民キャンプの内外に市場があり、その活況は他の難民キャンプではみられないものがある。収容されている難民に対しては、内務省を通してUNHCRから、大人には $500g/day/person$ 、小人には $250g/day/person$ の米が支給されるほか、肉が $950g/月/person$ 、冷凍魚 $1,350g/月/人$ 、野菜 $1,500g/月/人$ 、とうがらし $20g/月/人$ 、塩 $50g/月/人$ 、木炭 $5kg/月/人$ などが支給されている。衣類については、ボランティア団体からの寄付や、市場で買うもののほか、UNHCRからは毎年、2人に1枚の毛布、1人当たり2mの黒布と2mのカヤ(mosquit net cloth)が与えられている。

## 5-2 水利用計画

### 5-2-1 水源

本計画の水源は、Huai Chom川である。Huai Chom川は、Phu pong Hin Lat 附近に源を発し、著しく蛇行しながらもほとんど真北に向って流下し、Ban Pak Chom でメコン河と合流する延長約60km、流域面積436km<sup>2</sup>の河である。取水堰予定地点は、メコン河との合流地点から上流約17kmの位置で、流域面積は341.0km<sup>2</sup>である。

Huai Chom 川での流量観測は行なわれていないので降雨データを解析して流量等は算出する。

### 5-2-2 水文

#### (1) 概要

Huai Chom 川の流域内には、気象観測所はなく、また、この近隣での観測所もないため、ほぼ年降雨で類似な地点としてLoei の気象観測記録を使用する。Loei 観測所の位置は、北緯17°27'N、東経104°44'E、海拔252.52mの位置である。

Loei における気象データをTable 5-2-1及び2に示す。

#### (2) 降雨

過去26年間(1955~1980)の記録から、Gumbel Methodにより、確率最大日雨量を計算すれば次の通りである。

確率	最大日雨量	洪水流量
1/200	221.8 mm/day	535.2 m <sup>3</sup> /sec
1/100	202.5 "	487.8 "
1/75	194.5 "	468.9 "
1/50	183.2 "	440.5 "
1/25	163.7 "	393.1 "
1/10	137.4 "	331.5 "
1/5	116.2 "	279.4 "

#### (3) 洪水流量

確率最大日雨量に対応する洪水流量を合理式にて求めると前表の通りとなる。

周辺住民からの洪水に関する聞き取り調査から、洪水位はほぼ例年同じ程度であり、最近では1979年5月の洪水が例年より高かったとの事である。これから、例年起る洪水としては、2年確率相当の洪水で流量は約193m<sup>3</sup>/sec、1979年5月の洪水は14年確率相当で流量は約336.3m<sup>3</sup>/secであると推定される。そのときの水位は、EL100.50とEL101.40である。

#### (4) 渇水量

渇水量についての観測資料はないので、住民からの聞きとり及び現時点での流量観測結果等を参考にして、試算により推定した。

渇水量は  $0.5\text{m}^3/\text{sec}$  と推定する。

### 5-2-3 要水量

#### (1) 生活用水

4村、農業職業訓練農場及び難民キャンプ人口をもとに生活用水の必要量、供給量を求めると下表の様になる。4村の人口は10年後を対象とし、難民キャンプは計画収容人数を対象として計画した。水量は住民に対しては  $200\text{ℓ}/\text{人}/\text{日}$ 、難民に対しては UNHCR 基準の  $35\text{ℓ}/\text{人}/\text{日}$  を供給するものとして、既存の井戸からの供給可能量  $876.8\text{m}^3/\text{day}$  を差引いた、不足量を供給する。

供給量は必要量に5%の送水ロスのみた。

村	項目	現在人口 (1982-口)	計画人口 (人)	単位水量 $\text{ℓ}/\text{day}/\text{人}$	必要量 $\text{m}^3/\text{day}$	供給量 $\text{m}^3/\text{day}$
Ban Na Kho		1,625	2,001	200	400.2	421.3
Ban Na Hong		195	240	"	48.0	50.5
Ban Pak Chom		2,730	3,361	"	672.2	707.6
Ban Si Puton		520	640	"	128.0	134.7
Agri Training Farm		—	100	"	20.0	21.1
Sub-Total		5,070	6,342	—	1,268.4	1,335.2
Canp		33,117	55,000	35	1,048.2 (1,925.0)	1,103.4
Total		38,187	61,342	—	2,316.6	2,438.6

#### (2) 農業用水

用水計画は、乾期の畑地かんがいを対象として計画し、5-7かんがい計画の項より、乾期畑作の最大要水量となる2月の要水量により計算する。各村別の要水量 (D.W.R) を要めると次の通りとなる。

村	項目		単位要水量 (D.W.R, $\text{mm}$ )	要水量 (D.W.R) ( $\text{m}^3/\text{day}$ )
	rai	ha		
Ban Na Kho	563	90.0	8.607	7,746.3
Ban Na Hong	187	30.0	"	2,582.1
Agri Training Farm	250	40.0	"	3,442.8
Total	1,000	160.0		13,771.2

### (3) 全体の要水量

生活用水及び農業用水の総要求量を求めると次表の通りとなる。

村	W.R.	生活用水	農業用水	総計
Ban Na Kho		421.3m <sup>3</sup> /day	7,746.3m <sup>3</sup> /day	8,167.6m <sup>3</sup> /day
Ban Na Hong		50.5	2,582.1	2,632.6
Ban Pak Chom		707.6	—	707.6
Ban Si Puton		134.7	—	134.7
Agri Training Farm		21.1	3,442.8	3,463.9
Sub-Total		1,335.2	13,771.2	15,106.4
Canp		1,103.4	—	1,103.4
Total		2,438.6	13,771.2	16,209.8

#### 5-2-4 取水量の検討

水文の項から、Huai Chomの濁水量は0.5m<sup>3</sup>/secである。しかし、下流での水の使用を考えると全部を取水することは適当ではないので、Huai Sean Tiuに対する希釈、河川維持用水などとして25%程度は流下させるものとして、取水可能量は0.375m<sup>3</sup>/secとする。

要水量は、16,209.8m<sup>3</sup>/dayであるから、1日当りのポンプ稼動時間を12時間として取水量を求めると次の様になる。

$$Q = \frac{16,209.8}{12} = 1,350.8 \text{ m}^3/\text{hr} = 22,514 \text{ m}^3/\text{min} = 0.375 \text{ m}^3/\text{sec}$$

これは、Huai Chom川の取水可能量以内である。

#### 5-2-5 用水供給計画

取水堰から受益地への導水は、自然流下のみでは不可能であるので、一度取水堰地点でポンプアップし、高位部に配水槽を設け、それより先は自然流下により導水するものとする。導水方法は、パイプラインによるものとする。

### 5-3 取水堰計画

#### 5-3-1 堰位置の選定

堰位置の選定に当っては、難民キャンプの下を流れてきたHuai Sean Tiuとの合流点より上流であること、受益地に近いこと、工事施工に便利で工事費が安くなること、堰上げによる影響が小さいこと等を考慮して選定した。選定された堰位置は、Huai Chom川がBan Pak Chomでメコン河と合流する地点から約17km上流の位置である。

この地点には、Ban Na Kho からの村道があり、またC字形に湾曲しているため流路の切替ができるため、工事が施工し易い利点がある所である。位置はFig 5-1-1に示してある。

### 5-3-2 河川流量と取水位

水利用計画の項で述べた様に、Huai Chom 川の濁水量は  $0.5\text{m}^3/\text{sec}$  程度であり、そのうち河川維持用水、Huai Sean Tiu からの水に対する希釈等のために濁水量の  $1/4$  (25%)程度を流下させる必要があると考え、取水量は  $0.375\text{m}^3/\text{sec}$  とする。

また、この地点での洪水位は住民の聞きとりなどから通年 EL 100.50 m であるが、1979年5月には、EL 101.40 程度の洪水があったとの事である。この洪水は降雨記録から推定して、過去26年間のうち第3位程度の洪水と考えられる。これらの流量を推定すると  $200\text{m}^3/\text{sec}$  と  $336.3\text{m}^3/\text{sec}$  となる。

設計洪水量は、5年確率程度を採用するものとし、 $279\text{m}^3/\text{sec}$  とする。

### 5-3-3 取水方式及び堰の型式

河川の水位は、雨期と乾期とで大きく変化し、特に乾期末には水位が非常に低下し、水深30cm程度になるとの事であるから、安定した取水を行なうため堰上げ方式を採用する。

堰予定地点の基礎地盤は砂礫層となっており、基礎地盤として十分な支持力をもっている。堰の型式はフローティングタイプとし、堰上流への影響も少ないことから固定堰とする。

### 5-3-4 基礎地盤

取水堰の予定地は、C字形に著しく湾曲して流れているHuai Chom 川に囲まれた場所である。テストピットを堰軸上に3ヶ所掘削し、地質概査を行なった。

この附近は、Huai Chom 川の氾濫と流路の蛇行のくりかえしにより兩岸に段丘平坦面を形成している。表土は竹や草の根の混入した茶褐色の乾いた砂頂土で、その厚さは約60cmである。その下部には褐色の粘性土でやや砂質シルトに近似した、きわめて Compact で、乾いていてもろい土が約50cmの層厚で続き、その下にきわめて密実な細砂があるが、やや粘質を帯びている。この厚さは約1mである。その下にやや締った砂質粘土の層が続いている、層厚は約1.10mで、その下部に約0.8mの層厚の砂層があり、その下は砂礫層となっている。

地下水位は、この砂礫層の中にあり、地下水位は地表から4.45mの所である。

砂礫層は密実度が大きく、おそらくこの砂礫層の下部には風化された基盤岩石が存在しているものと予想される。この砂礫層は堰の基礎地盤として適していると判断され、

その許容支持力は $30\text{ton}/\text{m}^2$ 前後と推定される。

堰軸上の地質断面図はFig 5-3-2の通りである。

### 5-3-5 締切り断面と背水の検討

堰は、現在陸となっている所に築造され、工事完了後に上流及び下流を現河川にとりつけ、現流路を取水位まで締切るので、現河川の断面より大きくなる。また、工事後の流積断面にて堰地点での堰上げ水深をもとめると $6\text{cm}$ 程度である。この程度の水位変動は、風、波等によって生ずる範囲であり、上流への影響はないものと言える。

### 5-3-6 堰の設計

#### (1) 堰頂標高

取水堰からの取水は、ポンプ揚水となるため、堰上げ高さは低くて良い。本計画では、堰上流側への滞砂等を考慮して河床より $1.5\text{m}$ の堰高とする。堰頂の標高は取水位と同じくEL97.20とする。

#### (2) 土砂吐敷高と幅

土砂吐は取水口直下流に設け、取水口への土砂の流入を防止すると共に、取水口前面の滞砂を容易に排除できる構造とする。土砂吐の幅は $1.5\text{m}$ とし、その構造は角落し型とする。

土砂吐敷高は、EL95.70とする。

#### (3) 堰体諸元の決定

堰本体の基本台形は、頂幅 $0.7\text{m}$ 、底幅 $2.7\text{m}$ 、高さ $2.5\text{m}$ とし、前面は直立、下流面は $1:0.8$ の斜面とする。

下流エプロン長は $10.1\text{m}$ とし、その厚さは、上流端で $1.0\text{m}$ 、下流端で $0.5\text{m}$ とする。上流側エプロンは、長さを下流エプロンの半分として $5.0\text{m}$ とし、厚さは $0.5\text{m}$ とする。

#### (4) 浸透路長に対する検討

ブライの方法によった場合には、必要長さ $18.0\text{m}$ に対し、計画で $21.5\text{m}$ 、レーン  
の方法では必要長さ $7.50\text{m}$ に対し $10.17\text{m}$ と、いずれの場合も浸透路長が長くなっており安全である。

#### (5) 護床工長及び構造

護床工長は $15.0\text{m}$ とする。護床工の構造は、現地で容易に入手できるものとして捨石張工とする。その厚さは $50\text{cm}$ とし、その下にフィルターとして敷砂利を $20\text{cm}$ 厚で敷くものとする。

## 5-4 取水口計画

### 5-4-1 位置の選定

取水口的位置は、受益地との関係から取水堰直上流の右岸側に設ける。本計画では、取水された用水は、ポンプアップされるため、取水口は、揚水機場への流入口でもある。

### 5-4-2 取水水位及び取水量

取水水位は、土砂吐敷より1.5 m高いEL97.20 mとする。取水量は5-2水利用計画の項で述べてある様に0.375 m<sup>3</sup>/sec とする。

### 5-4-3 取水口の諸元

取水口敷は、土砂吐敷より1.0 m高くし、EL96.70 mである。取入れ水深は0.5 mで、取入れ幅は1.6 mとすると、取入れ流速は0.47 m/sec となり、標準値である。

取水口から揚水機場吸水槽までは、φ1,000 mmのRC管を使用する。

### 5-4-4 取水口及び樋管の水理計算

取水口から揚水機場までの水理計算を行なえば次の様になる。

(1) 流入による水位低下量	0.002 m
(2) 段による水位低下量	0.019 m
(3) スクリーンによる水位低下量	0.010 m
(4) 樋管における水位低下量	0.024 m
(5) 吸水槽内への流入による水位低下量	⊖ 0.002
(6) 総水位低下量	0.053 m

計算上は5.3 cmの水位低下であるが、実際の運用時の不測の事態を考慮して余裕を見込み、取水口及び樋管による水位低下量は30 cmとする。

## 5-5 揚水機場計画

揚水機場の計画においては、地元の要望により、住民対策用と、難民キャンプ用とは、建物から以後、全て分離して計画する。これは、運転経費の負担、維持管理等に無用なトラブルを起したくないという理由による。この項においては住民対策用の揚水機場について計画する。

### 5-5-1 吸水水位及び吐水位

吸水水位は取水水位EL97.20より0.3 m低いEL96.90とする。吐水位は、配水槽内の水位で、L.W.L EL111.60, H.W.L EL113.60 とする。

### 5-5-2 揚水量及び運転時間

水利用計画の項より、住民用の要水量は $15,106.4\text{m}^3/\text{day}$ である。ポンプの運転時間は、1日12時間とするとポンプ揚水量は次の通りとなる。

$$Q = \frac{15,106.4}{12} = 1,258.87\text{m}^3/\text{hr} = 20,981\text{m}^3/\text{min} = 0.3497\text{m}^3/\text{sec} \\ = 0.350\text{m}^3/\text{sec}$$

### 5-5-3 ポンプ口径及び機種を選定

#### (1) 揚程

吸水水位がEL96.90m、吐水位がEL113.60であるから、実揚程は16.7mである。ポンプ周り及び送水管での損失水頭は6.84mであるから全揚程は23.54m余裕をみて24.0mとなる。

#### (2) ポンプ口径と台数

ポンプ台数は、水量変動、維持管理等を考慮して2台とする。ポンプ1台当り揚水量は、 $0.175\text{m}^3/\text{sec}$ となる。

ポンプ選定図表より、ポンプ口径は $\phi 300\text{mm}$ とする。

#### (3) ポンプ据付高

ポンプの据付高さは洪水水位がEL101.4mであり、地盤高もEL101.50mあるので機場敷高はEL102.0mとする。

#### (4) ポンプ機種と型式

ポンプ機種は立軸とし、型式は斜流とする。

### 5-5-4 原動機の種類と出力

原動機の種類は、モーターとする。原動機の出力は次式により計算する。

$$L_m = \frac{0.163\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta_p \cdot \eta_t} (1 + \alpha) = \frac{0.163 \times 1.0 \times 10.5 \times 24.0}{0.75 \times 1.0} \times (1 + 0.15) \\ = 62.98 \div 63\text{KW}$$

ここに  $L_m$ : モーター出力 KW

$\gamma$ : 水の単位重量  $1.0\text{Kgf}/\ell$

$Q$ : 揚水量  $0.175\text{m}^3/\text{sec} = 10.5\text{m}^3/\text{min}$

$H$ : 全揚程  $24\text{m}$

$\eta_p$ : ポンプ効率  $0.75$

$\eta_t$ : 伝導効率  $1.0$

$\alpha$ : 余裕率 モーターとして $0.15$

### 5-5-5 ウォーターハンマの検討

計算諸元を下記の通りとして、パーマキアンの簡易法により求める。

ポンプ型式	立軸斜流ポンプ
口径×台数	φ300 mm × 2台
1台当り揚水量	$Q = 0.175 \text{ m}^3/\text{sec} = 10.5 \text{ m}^3/\text{min}$
全揚程	$H = 24 \text{ m}$ (実揚程 16.70 m)
ポンプ回転数	$N = 1,560 \text{ rpm}$
比回転数	$N_s = 660 \text{ rpm}$
モーター出力	63 KW
モーター回転体の慣性効果	$GD^2 = 12 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
ポンプ " "	$GD^2 = 0$
送水管管種	鋼管
" 管径と肉厚	φ600 mm × t = 9.5 mm
" 管長	L = 1,200 m

最低圧力線の位置を図表により求めると次の様になる。

ポンプ直後	$\ominus 5\% \times 24 \text{ m} = \ominus 1.2 \text{ m}$
$1/2 \cdot L$ 地点	$\oplus 1.5\% \times 24 \text{ m} = 0.36 \text{ m}$
$3/4 \cdot L$ 地点	$\oplus 20\% \times 24 \text{ m} = 4.8 \text{ m}$

となる。送水管縦断面図に記入して検討してみると、最大負圧が5.1 m程になるが7 m以下であるので、特に対策は必要としない。

### 5-5-6 送水管路計画

#### (1) 路線の選定

揚水機場から、配水槽地点までの地形は、凹凸の大きな、丘陵地帯となっているため、既設村道沿いのルートでは、2つの丘を越えなければならない。この様なルートではポンプの起動、停止時に発生する。ウォーターハンマの影響が大きくなると予想されるため、取水堰から約300 m間は Huai Chom 沿いにルートを選定し、300 m以後は既設村道に沿ってルートを選定した。

#### (2) 管種と管径

送水管はポンプと直結する上、加圧、負圧を受けるため鋼管を採用する。管口径は管内流速が1.2~1.5 m/sec 程度となる様にφ600 mmとする。

#### (3) 送水管の延長

送水管は揚水機場から配水槽まで1,200 mの延長である。

## 5-5-7 配水槽の設計

### (1) 位置の選定

配水槽の位置は、既設村道沿いの測点No11附近とする。この地点は地盤高がEL111.0mあり、この地点以後を自然流下にて受益地まで導水することができる位置にある。

### (2) 配水槽の規模

配水槽の規模は、たて15.0m、よこ15.0、有効水深2.0mとすると、容量は450.0m<sup>3</sup>となり、ポンプ揚水量の20分間分、生活用水量の約4時間分に相当する。

配水槽には余水吐を設け不測の事態にも、ポンプアップされた用水が、安全に水槽外に排除出来る構造とする。

## 5-6 導水路計画

### 5-6-1 路線の選定

計画地域の地形は、凹凸のはげしい丘陵地帯であり、河川の流路もその影響をうけているといえる。取水堰地点から Ban Na Kho, Ban Na Hong への自然流下による導水は標高的に不可能である。また Ban Pak Chom への導水も非常に困難である。強いて導水するとすればほとんど Huai Chom の洪水敷を導水することになり、途中での受益地が非常に少なくなる。また途中の2ヶ所ばかりが施工的にも困難な地点があり、トンネル工事をも考えねばならない所である。そのため取水堰附近でポンプアップして導水し、Ban Na Kho, Ban Na Hong 等の村の中心部に生活用水を供給するとともに農業用の受益地が広くとれる様に計画する事が本プロジェクトの効果を大きくすることになる。

従って、導水路はFig 5-1-1に示す様に、取水堰右岸に設けられた揚水機場から配水槽へ用水をポンプアップし、配水槽からは自然流下により Ban Na Kho, Ban Na Hong を通り高原地帯の中腹を通って、農業職業訓練農場, Ban Si Puton を経由して Ban Pak Chom の建設中の浄水場へと結ぶ延長約13kmとする。Ban Pak Chom には、現在浄水場が建設中であり、1983年6月頃に完成する予定である。従って、Ban Pak Chom の住民に対してはこの上水道施設を通して供給されることになる。

### 5-6-2 設計流量

受益地別の要水量を表示すると次の様になる。

村	W.R.		かんがい用水		Total	
	1日当り	毎秒	1日当り	毎秒	1日当り	毎秒
	$m^3/day$	$m^3/s$				
Ban Na Kho	421.3	0.0098	7,746.4	0.179	8,167.7	0.1891
Ban Na Hong	50.5	0.0011	22,582.1	0.0598	2,632.6	0.0609
Agri Training Farm	21.1	0.0005	3,442.9	0.0797	3,464.0	0.0802
Ban Si Puton	134.7	0.0031	—	—	134.7	0.0031
Ban Pak Chom	707.6	0.0164	—	—	707.6	0.0164
Total	$m^3/day$	$m^3/s$				
	1,335.2	0.0309	13,771.4	0.3188	17,132.9	0.3497

計画地域の詳しい地形図がないため、 $1/50,000$ 地形図から、受益農地を想定し、その面積と用水量とを模式図に示すとFig 5-6-1の様になる。

また、主な分水地点と受益地を $1/50,000$ 地形図に示すとFig 3-6-2の通りとなる。

### 5-6-3 管径、管種及び流量

#### (1) 管種

本計画では、最大内圧も $3kg/cm^2$ 程度であるので、石綿セメント管を使用する。ただし $\phi 700$ の石綿セメント管はタイ国内で入手出来ないため、PC管を使用する。

#### (2) 管径及び流量

各区間における管径、流速等を示せば次の通りである。

区 間	流 量	管 径	流 速
配水槽～1.4 km	$0.3497 m^3/s$	$\phi 700mm$	$0.91 m/s$
1.4 ～ 2.4 km	0.3089	"	0.81
2.4 ～ 3.35 "	0.2860	"	0.74
3.35～ 4.4 "	0.2153	$\phi 600$	0.76
4.4 ～ 5.5 "	0.2033	"	0.72
5.5 ～ 6.6 "	0.1694	500	0.86
6.6 ～ 7.78 "	0.1355	"	0.69
7.78～ 9.98 "	0.0987	400	0.79
9.98～ 12.88 "	0.0195	200	0.62
12.88～EP	0.0164	150	0.93
Ban Na Hong支線	0.0707	300	1.00

管内流速は $0.6\sim 1.0 m/s$ の範囲内で計画した。

#### 5-6-4 水理検討

各区間について、水理計算を行ない、動水勾配線を導水路縦断面図に示すとFig 5-6-3~7の通りである。

#### 5-6-5 管の埋設

管の埋設は、次の通りとする

- (1) 道路下及び道路沿い：土被り 1.0 m 以上
- (2) 水田                  : " 1.0 m "
- (3) 畑地・山地          : " 0.6 m "

#### 5-6-6 給水施設

給水施設は、①取出しバルブと水槽とが組合されたものと、②取出しバルブのみのもとの2種類とする。

#### 5-6-7 附帯構造物

附帯構造物として、空気弁、排泥工、道路下保護工、スラストブロックなどを適宜計画する。

### 5-7 かんがい計画

#### 5-7-1 かんがい対象地域と面積

かんがい対象地域は、Ban Na Kho と Ban Na Hong の2ヶ村と農業職業訓練農場とする。対象面積は Huai Chom 川の揚水量を基準に、先ず生活用水を優先に考え、残りで可能なかぎり、かんがい用水にまわそうとするものである。

Huai Chom 川からの取水量の関係から、かんがい面積は 1,000 rai (160 ha) である。

各村ごとのかんがい面積は次表の通りである。

	Ban Na Kho	Ban Na Hong	Agri Training Farm	Total
かんがい面積	563 rai (90ha)	187 rai (30ha)	250 rai (40ha)	1,000 rai (160ha)

#### 5-7-2 作付計画

Ban Na Kho, Ban Na Hong とも雨期には天水を利用して、低位部では水田、高位部では豆類、とうもろこしなどを栽培しているが、乾期には何も栽培していない。地域住民の希望は、乾期に農業ができることである。従って本計画は、乾期における

畑地かんがいを主目的として計画を立案する。

現地調査結果をふまえ、Fig 5-7-1に示す通りのクロッピングパターンを計画する。

畑作物の種類は、主として、豆類、とうもろこし等とするが、それらの作付面積は各農家の計画、市場価格の変動、栽培技術等により変化するので、本計画では農家の計画が多少変わっても要水量に大きな変更のない様にして要求量を求めた。

### 5-7-3 かんがい用水量

#### (1) 基本式

Nakhon Phanom の Huai Laeng Yai 貯水池計画の場合と同様である。

#### (2) Evapotranspiration

Evapotranspiration は、修正 Penman 法により、Loei の気象資料より算出すると次の様になる。

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Evapotranspiration	3.5	4.9	6.0	6.8	5.8	4.9	5.3	4.9	4.3	4.2	3.4	3.5	54.5

#### (3) Crop Consumptive Use, 代かき用水, 浸透量, 有効雨量 Diversion Efficiency

これらの基準は、全て Nakhon Phanom の Huai Laeng Yai 貯水池計画の場合と同じとする。

#### (4) かんがい用水量

かんがい用水量は次の通りとする。

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
W.R.													
N.W.R.	107	172	87	46	6	293	196	180	150	146	127	75	1,585
D.W.R.	150	241	122	65	8	411	275	252	210	205	178	105	2,222

但し、有効雨量は含んでいない。

## 5-8 施工計画

### 5-8-1 概要

取水堰工事は河川工事となるため工事期間は乾期の6ヶ月間とするがパイプライン工事は工事延長が約14kmと長いうえ、道路沿い以外のルートが約5kmあり、取水堰と同じ期間内の工事完了が無理である。

このため、丘陵地帯の高い部分は、雨期でも雨の影響が少ないと判断し、5月~7月間の3ヶ月を取水堰工事より先行して施工するものと計画する。このため工事期間は、

4月～7月末間の3ヶ月と同年10月～翌年3月末までの6ヶ月、合計9ヶ月となる。

ローエイ地区の経年降雨日数記録を下表に示す。

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
雨量	5.8	16.4	47.2	87.6	195.3	174.7	159.0	193.0	247.0	94.8	11.7	3.7
降雨日数	1.5	3.0	5.7	9.6	18.7	17.9	18.1	20.5	21.3	11.2	2.7	0.8
可動日数	29	25	24	20	12	12	13	10	9	20	27	30

取水堰工事地点は Ban Na Kho の県道から 3km の地点で、現場への道は小型自動車がかろうじて通行できる小さな道であり、工事の資材、重機の搬入のためには幅 5.0 m の工事用道路が必要となる。

この道路には、2ヶ所の河川横断ヶ所があるため、RCパイプφ1,000×2本を並べた簡易横断溝が必要である。

取水堰地点は河がC字形に湾曲した地形となっており、堰は蛇行部分を短絡する位置としたので、堰本体、取水口、吸水槽、護床、護岸工事等は河川の影響を受けずに工事ができる。基礎地盤は砂利混りの粗砂層であるため、湧水量は多いものと思われる。

主な工事が完了すれば、上、下流の取付区間を掘削し、旧河道を 2.0 m の高さで締切り、河川の切替をして完成となる。

パイプライン工事は、溝掘削を機械掘りとし、配管ルート沿いに道路のない区間の材料運搬は、近くの道路から小運搬とする。

雨期の3ヶ月間は丘陵地帯（豆畑、とうもろこし畑）の排水条件のよい区間を選定して行なうものとするが、雨水の溝への流入を防ぐと共に溝の排水には充分留意し、基礎地盤の軟弱化を防止しなければならない。

Ban Na Kho 小学校横の県道横断部は、鋼管のサヤ管による推進工法とするが、交通量も少ない事から、県の許可があれば開削工法となる事もある。

丘陵地帯にはところどころ岩の露頭がみられるため、火薬の使用もありえると思われる。

ポンプへの給電工事は2月末の完成予定で P. E. A に手続きする。

#### 5-8-2 工事工程表

工事工程表は Fig 5-8-1 に示す通りである。工事完了の翌年3月末にポンプ、給水施設の試運転をし、地元住民へ施設の操作方法、管理要領を説明し、施設の引渡しを行なう。

## 5-9 事業費

### 5-9-1 概要

本事業費の総額は、積算の結果 902,000,000円となる。事業費は、工事費と実施設計及び施工管理費とにより構成される。

本工事の予定敷地は、国有地や私有地であるが、これらに対する補修等については、タイ国政府が処理すべきものであるから、本事業費には含んでいない。導水路工事は、取出口又は水槽までとしており、それから先の農地への水路の建設はタイ国政府側が施工するものとして、工事費には含めていない。

工事費のうち予備費については、インフレーションによるものは含まず、設計変更等にとまなうものを計上している。

工事費は現地通貨(パーツ)にて積算し、それを円貨に換算した。交換レートは1983年2月10日付として

$$1 \text{ US \$} = 22.96 \text{ パーツ} = 239.25 \text{ 円}$$

$$1 \text{ パーツ} = 10.42 \text{ 円}$$

とした。

### 5-9-2 工事費

工事費の積算は、過去において実施された例、最近の工事単価の調査等に基づき、妥当と思われる単価を定めて行なった。

### 5-9-3 実施設計及び施工管理費

実施設計は、本基本設計の終了後に着手し、2ヶ月間で終了させ、施工管理は、工事期間に合せて7月より、翌年3月までの9ヶ月間を予定し、2～3名の技術者を派遣するものとして計上した。

### 5-9-4 事業費

事業費の内訳は次の通りである。

工事費	79,850,000パーツ	832,000,000円
1. 直接工事費	60,738,000	633,000,000
2. 共通仮設費	3,644,000	38,000,000
3. 現場経費	5,365,000	56,000,000
4. 一般管理費	6,898,000	72,000,000
5. 予備費	3,205,000	33,000,000
実施設計及び施工管理費	6,720,000	70,000,000
事業費	86,570,000	902,000,000

## 5-10 維持管理計画とその費用

### 5-10-1 維持管理計画

#### (1) 組織

本計画では、ポンプの運転・管理を含むので、十分な維持管理体制が必要である。施設から恩恵を受ける住民、Pak Chom の浄水場、農業職業訓練農場などによる水利組合を組織し、水の利用方法、水の配分、運転経費の分担等について利用規則を定め、郡長の指導の下に有効的な運用が行なわれる様にすべきである。

揚水機場には、運転工を配備し、毎日の揚水管理、施設の保守・点検を行ない、その記録を水利組合及び郡長に報告する。

Ban Pak Chom の住民に対しては、P.W.W.A. が建設中の浄水場を通して配水することになるので、当浄水場とも十分協議して、運用計画をたてる必要がある。

#### (2) 構造物の維持管理

取水堰上流からは、洪水時には、樹木の流下があり、堰体又は取水口にかかることが予想される。これにより取水口が閉鎖され、取水困難となったり、また堰体を破損したりする恐れがある。洪水の後には、必ず点検し、流木等があるときはこれをとり除く必要がある。

堰体の前面（上流側）には土砂が堆積し易い。取水口の前面に、あまりに多量の土砂が堆積すると、これらの土砂が取水口よりポンプ場吸水槽に流入し、不測のときにはポンプに吸込まれて、ポンプ故障の原因ともなりかねない。そのため、洪水の後など、取水口前面に土砂が堆積しているときは、土砂吐の角落し材をとりはずし、水流による排砂又は人力により排砂を行なうことが望ましい。十分な危険度の予測のもとに、正確に、確実に設計及び施工はなされるが、自然の力には予測を起える場合があるため、定期的な点検と補修の組合せにより、施設の耐用年数を維持することができる。

給水施設の利用は、利用者が責任もって決められた規則によって行なうものとし、水配分が計画通りに行なう様にする必要がある。

### 5-10-2 維持管理費用

本計画における維持管理費用は、以下の様に推計される。

#### (1) ポンプ運転経費

1年間の生活用水及び農業用水の総揚水量は404.2万 $m^3$ である。これを揚水するのに必要な総使用電力量は40.5万KWHとなり、電気料金は1.19バーツ/KWHとして48.2万バーツとなる。

(2) 運転工の費用

運転工の1ヶ月間の給与を5,000パーツとすると年間6万パーツが必要である。

(3) 部品、消耗品等の費用として18,000パーツを計上する。

(4) 総費用は、約560,000パーツとなる。

5-11 事業評価

5-11-1 農業生産と農業収益

(1) 農業生産

取水堰及び諸施設の完成により、従来は雨期にのみ豆類、とうもろこしなどを栽培していた畑地又は全く放置されていた土地1,000rai(160ha)が雨期には水稲作、乾期には畑作物が安定して栽培可能となる。乾期の畑作物は豆類ととうもろこしを計画するとして、各作物の1rai当り収量は次の通りである。

水	稲	500kg/rai
豆	類	300kg/rai (現在200kg/rai)
とうもろこし		700kg/rai (現在500kg/rai)

(2) 農業収益

農家が生産した農産物の販売額は次の様に想定される。

	作物	作付面積 (rai)	単位収量 (kg/rai)	生産量 (ton)	販売単価 (パーツ/kg)	販売額 (1,000パーツ)
計画時	水 稲	1,000	500	500	5	2,500
	豆 類	500	300	150	5	750
	とうもろこし	500	700	350	1.6	560
	小 計	2,000				3,810
現 況	豆 類	200	200	40	5	200
	とうもろこし	200	500	100	1.6	160
	小 計	400				360

なお、農業職業訓練農場は、作物を栽培しながら、農民に技術指導するものとして、各農家と同様のあつかいをした。

本プロジェクトでは、前記農業生産を行なうためには、ポンプ揚水が必要であり、その運転経費は約560,000パーツ(年間)を必要とする。また、畑作物の種子、肥料、農薬代として乾期には1rai当り500パーツ程必要であるから、それらに要する費用が現在より300,000パーツ増える。従って、本プロジェクトによる農業収益は2,590,000パーツとなる。但し、これには農耕作業、導水路取出口から先の水路工事、施設の維持費などは含んでいない。