

タイ 国

難民生活用水供給計画調査

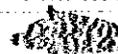
(Phase III)

調査報告書

昭和56年10月

国際協力事業団

無償設



81-16

JICA LIBRARY



1017975C23

タイ 国

難民生活用水供給計画調査

(Phase III)

調査報告書

昭和56年10月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 4. 21	122
登録No. 03628	61.8
	GRB

序 文

日本国政府は、タイ国政府の要請に応え、同国難民生活用水供給計画 Phase I に協力することを決定し、国際協力事業団が本件調査を実施した。

当事業団は、昭和56年6月3日から8月26日まで、当事業団無償資金協力部松岡和久を団長とする調査団を同国に派遣し、本計画の立案に必要な調査とタイ国関係者との協議を行い、ここに本報告書完成の運びとなった。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、タイ国における難民救済事業およびタイ被災民救済事業の実施にあたり多大な成果をもたらし、ひいては、両国の友好親善に資すれば幸いである。

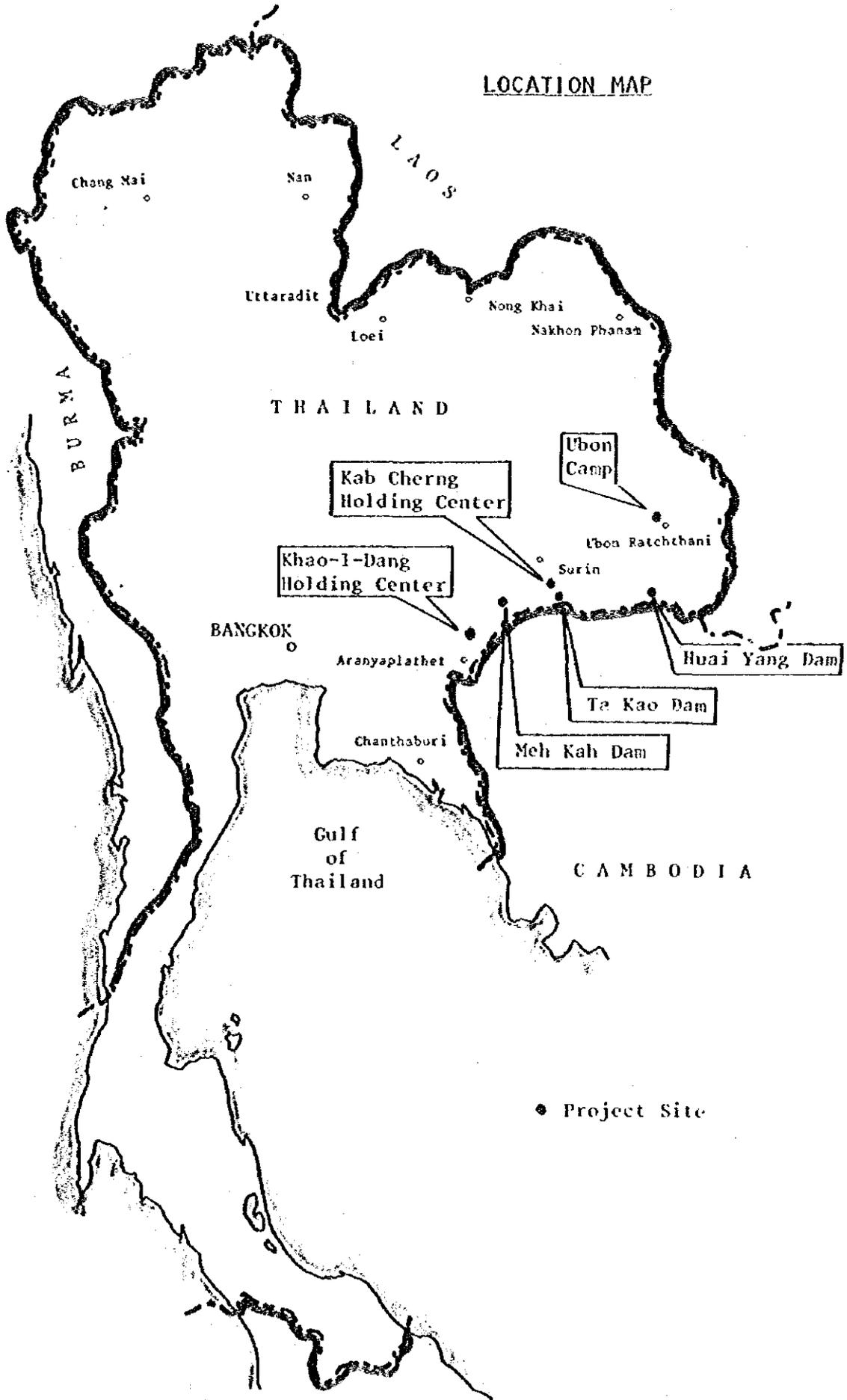
おわりに、本件調査に御協力いただいたタイ国政府関係者および関係各省の各位に深甚なる謝意を表する次第である。

昭和56年10月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔

LOCATION MAP



要 約

1. タイ国における、カンボジア難民、ラオス難民およびカンボジア国境周辺の戦争被災タイ住民に対する援助は、UNHCRをはじめ、二国間援助機関、各種ボランティア組織の手により行なわれてきた。日本国政府も1980年以来、医療、生活用水確保の分野において、技術協力、無償資金協力による援助を実施してきている。

生活用水確保事業では、サケオ取水堰、フェイタキエンダム、パナトニコムパイプラインの建設等により、多くの難民及び戦争被災タイ住民に対し、生活用水を供給することができた。

しかしながら、これまでの援助は、カンボジア難民を対象としたプロジェクトが多く戦争被災タイ住民やラオス難民に対する生活用水の確保は、非常に遅れている状況にあり、人々は深刻な用水不足に悩まされている。したがって、戦争被災タイ住民に関して、タイ国政府は、新村建設計画を策定し、これらの人々の生活の地を確保すべく、ニュータウンの建設を推進している。

昭和56年1月、タイ国政府は、日本政府に対し、これら、新村建設事業および難民救済事業の一環として、スリン、ウボン地区における生活用水供給計画に関する無償資金協力の要請を行ない、これを受けて、昭和56年3月、日本政府はコンタクトミッションを派遣し、調査対象プロジェクトの緊急度を調査した。今回の調査は、この結果にもとづいて実施されたものである。

2. 本件調査の目的は、以下のとおりである。

- i) 新村建設関連事業としてのMeh Kah, To Kao, Huai Yang の3ダムに関する建設計画の立案。
- ii) カンボジアおよびラオス難民対策事業としての、Kab Chergng および Khao I Dan 難民センターにおける、深井戸開発およびUbon 難民キャンプ内の既存井戸改良計画の立案

iii) ラオス難民生活用水供給プロジェクト発掘調査の実施

3. 調査の内容および結果は次のとおりである。

3-1 ダム建設計画

基本設計は Meh Kah, Ta Kao の2ヶ所の新設ダムと Huai Yang の改良ダムの計3ヶ所について計画した。

各ダムの所在地は次の通り

ダム名	所在地	
	県	郡
Meh Kah	Buriram	Ban Kruat
Ta Kao	Surin	Kap Choeng
Huai Yang	Ubun Ratchathanee	Nam Yun

(i) 計画内容

項目	メカダム	タカオダム	フェイヤングダム
貯水池			
流域面積	21.0 km ²	34.6 km ²	31.3 km ²
満水面積	1.10 km ²	2.08 km ²	0.15 km ²
常時満水位	EL. 250.50 m	EL. 203.00 m	EL. 189.30 m
設計洪水水位	EL. 251.50 m	EL. 203.85 m	EL. 190.50 m
総貯水量	4,600,000 m ³	8,600,000 m ³	300,000 m ³
有効貯水量	4,500,000 m ³	8,440,000 m ³	300,000 m ³
死水量	(EL. 240.00 m) 100,000 m ³	(EL. 196.00 m) 160,000 m ³	0
堤体			
タイプ	均一型	均一型	均一型
堤長	490 m	600 m	710 m
堤頂標高	EL. 253.70 m	EL. 206.30 m	EL. 191.40 m
堤高	16.4 m	14.6 m	10.4 m
堤頂幅	6.0 m	6.0 m	4.0 m
法面勾配	上流側	1 on 3.0	1 on 2.5
	下流側	1 on 2.5	1 on 2.0
堤体積	141,000 m ³	140,000 m ³	45,000 m ³
余水吐			
タイプ	越流式	越流式	越流式
設計洪水流量	44.0 m ³ /s	31.3 m ³ /s	184.0 m ³ /s
越流幅	22.0 m	20.0 m	70.0 m
非常用余水吐幅	—	—	35.0 m
カンガイ面積	250 ha	350 ha	360 ha
事業費	円	524,000,000	526,000,000
	バーツ	50,400,000	50,600,000
			277,000,000
			26,670,000

(2) 事業費

各ダムの事業費は次の通り

工種	ダム名	メカダム	タカオダム	フエイヤンダム
		千円 (千パーツ)	千円 (千パーツ)	千円 (千パーツ)
A	工事費	475,000 (45,700)	477,000 (45,900)	272,000 (26,190)
B	エンジニアリングサービス	49,000 (4,700)	49,000 (4,700)	5,000 (480)
	計	524,000 (50,400)	526,000 (50,600)	277,000 (26,670)

ただし、上記事業費には予備費は計上していない。フエイヤンダムのエンジニアリングサービス費は実施設計費のみ計上した。

事業費の換算率は昭和56年8月の値で、1 US \$=235 円=22.6 パーツ

1 パーツ=10.4 円である。

(3) 評価

メカ、タカオ、フエイヤンの各計画ダムは、すべてカンボジアの国境周辺に位置し、現在タイ国政府が強力に推進している新村建設の一環をなすものである。

これら各ダムの建設による概略便益は、農業生産物の増収が主体であり、その他魚獲収入等も見込むことが出来る。

各ダムの概略年間便益は次の通りである。

メカダム	2,779,000 パーツ
タカオダム	3,945,000 "
フエイヤンダム	955,000 "

各ダムの総事業費(C)に対する年間便益(B)の比率(B/C)は夫々次の通りである。

メカダム	0.055 %
タカオダム	0.078 %
フエイヤンダム	0.036 %

従って経済評価からみた場合、タカオダム、メカダムは割合良いがフエイヤンダムはこれ等に比較し効果は少ない。

(4) 施工計画

各ダム共建設工事は、1乾期中（11月～翌年6月）に完成させる計画である。

本報告書の工程表では、実施設計を本年10月中旬から着手し、1ヶ月で完了し、工事は11月中旬から明年6月末の7.5ヶ月を予定する。

施工期間は乾期中に限定されるので、可能な限り工程表通りの着手を計らねばならない。（表1a～c参照）

工事の実施体制は、タイ政府農業省（かんがい局）の管轄下でコンサルタント及びコントラクターに施工管理（実施設計を含む）及び工事を発注することになる。

表1a 工程表（メカダム）

工 種	数 量	昭和56年			昭和57年					
		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
エンジニアリングサービス 実施設計及び施工管理		D/D実施設計			施工管理					
準備工			—	—						
ダム本体	伏 調	67,600 m ³		—						
	表土ハギ取	53,200 m ³		—						
	掘 削	13,300 m ³		—						
	盛 土	161,400 m ³		—						
	法面護岸工	10,400 m ²								
	排水工	4,200 m ²								
余水吐	土 工	14,000 m ³								
	コンクリート工	2,100 m ³								
	護 岸 工	260 m ²								
取水設備	土 工	2,900 m ³								
	コンクリート工	290 m ³								
	鋼管φ500	182 m								
	バルブ	1								
底樋管	土 工	2,200 m ³								
	コンクリート工	75 m ³								
	鋼管φ200	105 m								

表 I - b 工 程 表 (タカオダム)

工 種	数 量	昭和56年			昭和57年					
		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
エンジニアリングサービス 実施設計及び施工管理		-----								
準 備 工			-----							
ダム本体	伐 開	153,300 m ³		-----						
	表土ハギ取	70,800 m ³		-----						
	掘 削	13,800 m ³		-----						
	盛 土	156,000 m ³		-----		-----				
	法面護岸工	11,400 m ³				-----				
	排水工	3,450 m ³				-----				
余水吐	土 工	12,900 m ³			-----					
	コンクリート工	2,000 m ³				-----				
	護 岸 工	250 m ³							-----	
取水設備	土 工	2,200 m ³			-----					
	コンクリート工	270 m ³				-----				
	鋼管φ500	157 m				-----				
	バルブ	1								-----
底 樋 管	土 工	2,000 m ³		-----						
	コンクリート工	65 m ³			-----					
	鋼管φ200	105 m				-----				

表 I - c 工 程 表 (フェイヤンダム)

工 種	数 量	昭和56年			昭和57年						
		10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	
エンジニアリングサービス 実 施 設 計		-----									
準 備 工			-----								
ダム本体	伐 開	19,800 m ³		-----							
	表土ハギ取	11,800 m ³		-----							
	掘 削	15,700 m ³		-----							
	盛 土	44,700 m ³		-----		-----					
	排水工	5,700 m ³				-----					
	護 岸	1,900 m ³				-----					
余水吐	芝	4,000 m ³					-----				
	土 工	74,400 m ³			-----						
	コンクリート工	1,500 m ³				-----					
	石 張 工	1,200 m ³				-----					
取水施設	土 水 工	300 m ³			-----						
	土 工	600 m ³		-----							
	コンクリート工	50 m ³			-----						
	石 張 工	22 m ³			-----						
ゲ ー ト	1									-----	

(5) 勸 告

これらの3ヶ所のダム建設を進める場合の優先順位を比較すれば次の通りである。

(数字は順位)

比較項目 \ ダム名	メ	カ	タ	カ	オ	フェイヤン
経 済 効 果	2		1			3
新村への被益効果	1		2			3
工事施工中の安全保障	1		3			2
施工の難易度	2		1			3

この比較結果からメカ、タカオダムは総合的な観点からは、殆んど優劣がなく、どの項目を重視するかで優先度はきまる。

フェイヤンダムは各項目共メカ、タカオダムより優先順位は下位にランクされる。

これより、事業の実施はフェイヤンダムよりメカ、タカオダムが優先される。

3-2 地下水開発調査

(1) カプチューン及びカオイダン深井戸開発調査

深井戸の開発調査はカプチューン及びカオイダン難民センターで行った。

i) カプチューン難民センター内で深井戸2ヶ所の試掘調査を実施した結果、揚水可能と判断されたので、ケーシング、水中モーターポンプを取り付けて、実用の深井戸に完成させた。

ii) カオイダン難民センター内で、未完成であった深井戸を調査し、利用可能と判明したので、ケーシングを捜入し完全な深井戸とした。

各深井戸の内容は次の通りである。

キャンプ名	井戸No	ボーリング		ケーシング	水中モーターポンプ			揚水量
		孔径	深さ		口径	馬力	設置深さ	
カプチューン	JNo 1	6 3/4 インチ	92.5 m	93.0 m	4 インチ	2 HP	85 m	7 /min
	JNo 2	6 3/4	94.0	43.0	4	2	65	54
カオイダン		8 1/2 6 1/2	12.0 76.0	12.5	4	2	81	

カプチューン難民センターでは以上の深井戸完成により、従来の深井戸4ヶ所がすべて稼動すると（現在3ヶ所故障中）現在の収容人員6500人の生活用水は充足されることになる。

(2) ウボン浅井戸改良計画

ウボン難民キャンプは現在約19,000人収容されており、彼等の生活用水はすべて浅井戸200ヶ所（公用163，私用37）深井戸4ヶ所により、供給されている。

調査はキャンプ平面図に井戸の位置をプロットし、各井戸に対し、使用水量、使用人数、用途の調査を行い、その中から36ヶ所について井戸の形状、水位測定、水質分析を実施した。

改良計画は公用の浅井戸163ヶ所の中、飲料用の98ヶ所を対象とし、改良方法は井戸周辺をコンクリート舗装し、井戸蓋をつけて、ハンドポンプを取りつけることにした。

工事費は、1ヶ所約100,000円（9,800パーツ）で総工事費（98ヶ所分）は10,000,000円（960,000パーツ）である。

この計画を実施すれば雑排水の流入により水質不良で利用出来なかった井戸も使用可能となり、すべての井戸が清浄化される。

又、飲料水として完全を期するため滅菌剤の投入も行うことにする。施工の工期は3ヶ月を予定し、着工は雨期、乾期の区別なく、なるべく早く行う必要があり、施工は地元建設業者で充分対応できる。

3-3 プロジェクト発掘調査

ラオス難民キャンプの Na Khom Phanom, Pak Chom, Pua Mae Jarim の4ヶ所を見地調査し、キャンプ内及びその附近地の生活用水の困窮度或は環境悪化の状況を調査し、地元側の要請も考慮して表-Ⅰによるプロジェクトを発掘した。

調査結果では、恒久的キャンプとして残置される Nakhom Phanom, Pak Chom が優先されるが他の Pua, Mae Jarim のキャンプも用水不足に悩んでいるので援助対象として適当である。

これらのキャンプで早急に対応されなければならない緊急度の高いプロジェクトが幾くつかあるので、これらについては速やかな援助対策が必要である。

表-Ⅰ ラオス難民プロジェクト調査結果

キャンプ名	県名	収容人口		要請プロジェクト
		1981年7月10日	得 来	
Nakhon Phanom (Ban Na Pho)	Nakhon Phanom	1,763人	20,000人	①深井戸(難民用) ②深井戸(附近住民用) ③Huai Leang Yai 貯水池 ④Huai Noi 貯水池 ⑤Huai Bang Koi 貯水池 ⑥Huai Kham 貯水池
Pak Chom (Van Vinai)	Loei	31,077	50,000	①深井戸(難民用) ②Huai Bao 取水堰 ③Huai Chom 取水堰 ④農業訓練センター内用水供給計画
Pua (Ban Nam Yao)	Nan	9,884		①ポンプ器械(難民用) ②深井戸(附近住民用) ③Huai Mat 貯水池 ④Nam Yang 貯水池 ⑤Huai Khao Lam 貯水池
Mae Jarim (Sob Tuang)	Nan	8,114		①ポンプ場改良(難民用) ②深井戸(附近住民用) ③Na Kha 貯水池 ④Huai Khai 貯水池

タイ国難民生活用水供給計画調査(Phase I)

目 次

	ページ
序 文	
位 置 図	
要 約	1
第1章 序 章	1-1
第2章 メカダム建設計画	1-1
2-1 計画地域の現況	1-1
2-1-1 位 置	1-1
2-1-2 地 形	1-1
2-1-3 地質・土壌	1-1
2-1-4 社会・経済現況	1-2
2-2 水利用計画	1-4
2-2-1 水 源	1-4
2-2-2 水 文	1-4
2-2-3 要水量	1-5
2-2-4 水収支	1-8
2-3 ダム計画	1-10
2-3-1 ダム軸	1-10
2-3-2 ダム容量及びタイプ	1-10
2-3-3 基礎地盤及び土取場	1-12
2-3-4 堤体設計	1-15
2-3-5 余水吐の設計	1-28
2-3-6 取水施設の設計	1-29
2-4 施工計画	1-30
2-4-1 概 要	1-30

2-4-2	施工工程	1-30
2-4-3	施工機械	1-31
2-5	事業費	1-31
2-5-1	概要	1-31
2-5-2	工事費	1-32
2-5-3	実施設計及び施工管理費	1-32
2-5-4	事業費	1-33
2-6	事業評価	1-33
2-6-1	農業生産と農家収入	1-33
2-6-2	概略便益	1-35
2-7	懸案事項	1-36
2-7-1	着工以前にタイ政府で処理されるべき事項	1-36
2-7-2	工事に際しての留意事項	1-36

図 表

第3章	タカオダム建設計画	III-1
3-1	計画地域の現況	III-1
3-1-1	位置	III-1
3-1-2	地形	III-1
3-1-3	地質, 土壌	III-1
3-1-4	社会, 経済現況	III-2
3-2	水利用計画	III-4
3-2-1	水源	III-4
3-2-2	水文	III-4
3-2-3	要水量	III-5
3-2-4	水収支	III-8
3-3	ダム計画	III-10
3-3-1	ダム軸	III-10
3-3-2	ダム容量及びタイプ	III-10

3-3-3	基礎地盤及び土取場	Ⅲ-12
3-3-4	堤体設計	Ⅲ-15
3-3-5	余水吐の設計	Ⅲ-28
3-3-6	取水施設の設計	Ⅲ-29
3-4	施工計画	Ⅲ-30
3-5	事業費	Ⅲ-30
3-5-1	概要	Ⅲ-30
3-5-2	工事費	Ⅲ-30
3-5-3	実施設計及び施工管理費	Ⅲ-30
3-5-4	事業費	Ⅲ-31
3-6	事業評価	Ⅲ-31
3-6-1	農業生産と農家収入	Ⅲ-31
3-6-2	概略便益	Ⅲ-34
3-7	懸案事項	Ⅲ-35
3-7-1	着工以前にタイ政府で処理されるべき事項	Ⅲ-35
3-7-2	工事に際しての留意事項	Ⅲ-35

図 表

第4章	フェイヤンダム建設計画	Ⅳ-1
4-1	計画地域の現況	Ⅳ-1
4-1-1	位置	Ⅳ-1
4-1-2	地形	Ⅳ-1
4-1-3	地質, 土壌	Ⅳ-1
4-1-4	社会的, 経済的な現況	Ⅳ-2
4-2	水利用計画	Ⅳ-3
4-2-1	水源	Ⅳ-3
4-2-2	水文	Ⅳ-4
4-2-3	取水量	Ⅳ-5
4-3	ダム計画	Ⅳ-5
4-3-1	ダム軸の選定	Ⅳ-5

4-3-2	ダム容量及びダムタイプ	N-6
4-3-3	基礎地盤及び土取場	N-6
4-3-4	堤体設計	N-8
4-3-5	余水吐の設計	N-13
4-3-6	取水施設の設計	N-15
4-4	施工計画	N-15
4-4-1	概要	N-15
4-4-2	施工工程	N-16
4-4-3	施工機械	N-16
4-5	事業費	N-17
4-5-1	概要	N-17
4-5-2	工事費	N-18
4-5-3	コンサルタント費	N-18
4-5-4	事業費	N-18
4-6	事業評価	N-19
4-6-1	概要	N-19
4-6-2	概略便益	N-19
4-7	懸案事項	N-20
4-7-1	着工以前にタイ政府で処理されるべき事項	N-20
4-7-2	工事に際しての留意事項	N-21

図 表

第5章	既存井戸改良計画	V-1
5-1	ウボンキャンプの現況	V-1
5-1-1	キャンプの位置及び地質状況	V-1
5-1-2	給水事情	V-2
5-1-3	給水方法	V-2
5-2	井戸改良計画	V-3
5-2-1	井戸調査の概要	V-3
5-2-2	飲雑用水の区分	V-3

5-2-3	井戸改良	V-4
5-2-4	工事費の積算及び工期	V-6

図 表

第6章	カプチューンキャンプ地下水開発調査及び実施工事	VI-1
6-1	カプチューンキャンプの現況	VI-1
6-1-1	キャンプの位置及び地質状況	VI-1
6-1-2	キャンプ内の給水事情と方法	VI-2
6-2	調査概要	VI-4
6-3	試錐位置の選定	VI-4
6-4	試錐結果	VI-5
6-5	実施工事の内容	VI-6
6-6	今後の給水について	VI-7

図 表

第7章	カオイダン難民センター及びパナトニユム難民センター 地下水開発調査	VI-1
7-1	カオイダン難民キャンプ井戸仕上げ実施工事	VI-1
7-2	パナトニユム難民キャンプ地下水開発計画	VI-2

図 表

第8章	ラオス難民生活用水供給プロジェクト発掘調査	VI-1
8-1	ラオス難民キャンプの概要	VI-1
8-2	調査報告	VI-2
8-2-1	調査日程	VI-2
8-2-2	調査対象キャンプ	VI-2
8-2-3	調査結果	VI-2
8-3	開発プロジェクトの勧告	VI-10

図 表

設計図面

設計圖面目錄

<u>Drawing No.</u>	<u>Title</u>	<u>Page</u>
Meh Kah Dam		
1	General Plan	D-1
2	Plan	D-2
3	Profile	D-3
4	Typical Section	D-4
5, 6	Spillway	D-5, D-6
7, 8	Intake	D-7, D-8
9, 10	Outlet Conduit	D-9, D-10
Ta Kao Dam		
1	General Plan	D-11
2	Plan	D-12
3	Profile	D-13
4	Typical Section	D-14
5, 6	Spillway	D-15, D-16
7, 8	Intake	D-17, D-18
9, 10	Outlet Conduit	D-19, D-20
Huei Yang Dam		
1	Plan	D-21
2	Profile	D-22
3	Typical Section	D-23
4	Spillway	D-24
5	Intake	D-25

固有名詞及び略号説明

DTEC	Department of Technical and Economic Cooperation	経済技術協力省
MOI	Ministry of Interior	内務省
MRD	Mineral Resources Department	鉱物資源局
RID	Royal Irrigation Department	王室かんがい局
SCH	Supreme Command Headquarter	最高指令部
UNHCR	United Nations High Commissioner for Refugees	国連難民高等弁務官
Amphoe	An administrative subdivision equivalent to district	郡
Ban	An administrative subdivision equivalent to village	村
Huai	A small stream or creek	川
Khlong	A small stream or canal	小川
rai	Unit of an area equivalent to 1600 sq m	ライ (1,600 m^2)
sq m	Square meter	m^2
sq km	Square kilometer	km^2
ha	hektare	ヘクタール
km	Kilometer	キロメートル
m	Meter	メートル
ℓ	litre	リットル
kg	Kilogram	キログラム

単 位 換 算 表

1. 面積, 長さ

1 ライ (rai) = 1600 平方メートル

1 フィート = 0.3048 メートル

1 インチ = 2.54 センチメートル

2. 通貨 (1981年8月14日)

1 米ドル = 22.6 パーツ = 235 円

1 パーツ = 0.044 米ドル

1 パーツ = 10.40 円

第1章 序 章

日本政府は、タイ政府の要請にこたえ、タイ国内におけるカンボジア難民への救済の一環として、生活用水の確保対策を援助することとなり、昭和54年12月から次の様な計画調査及び事業を実施してきた。

- 1) タイ国カンボジア難民救済センター生活用水給水計画調査
(昭和54年12月～55年4月)
- 2) タイ国カンボジア難民センター生活用水供給計画及び工事施工(サケオ取水堰)
(昭和55年4月～55年12月)
- 3) タイ國小規模ダム建設計画基本設計調査
(昭和55年9月～55年11月)
- 4) フェイタキエングム建設工事
(昭和56年1月～56年8月)
- 5) パナトニコム難民センター及び附近住民生活用水供給計画及び工事施工
(昭和56年5月～57年2月)

以上のプロジェクトの実施と、これに加えてUNHCR及びその他の国際機関で施工された給水対策事業により、カンボジア難民に対する用水の確保は、除々に進んでいるが、依然としてカンボジア難民と共に国境周辺住民やラオス難民の多くが深刻な用水不足に悩まされている。

この様な背景からタイ国政府は、今回、日本国政府に対し、以下の技術協力を要請してきた。

- 1) カプチューン難民センターに深井戸の設置及びカオイダン難民センターにおける既設深井戸の改良
- 2) ウボン難民キャンプの既設浅井戸の汚濁防止対策及び揚水方法の改良
- 3) メカ、タカオ、フェイヤングムの建設

これらの要請を受けて、国際協力事業団は、コンタクトミッション(団長 社会開発協力部 矢追開発調査二課長)を昭和56年3月中旬から下旬にかけて

派遣し、各種要請プロジェクトの優先度付けを実施した。

又、その後タイ政府はラオス難民に対する生活用水給水事業の緊急性にかんがみ、そのプロジェクトの発掘調査を更に要請してきた。

当調査団は上記コンタクトミッションの調査結果及び追加要請にもとづいて派遣されたものである。

調査団の調査内容は次の通りである。

1) ダム建設計画

メカ、タカオ及びフェイヤンダムについて、計画設計

2) 地下水開発調査

a) カプチューン難民センター

深井戸2本を試掘し、揚水可能と判明したので、2ヶ所共ポンプを設置した。

b) カオイダン難民センター

UNHCR が掘削し未完成のままであった深井戸を調査した結果、利用可能と判明したのでケーシングパイプを挿入し完全な深井戸にした。

c) ウボン難民キャンプ

キャンプ内の飲料用浅井戸98ヶ所について、改良計画を立案した。

3) ラオス難民生活用水供給プロジェクト発掘調査

ラオス難民キャンプのナコンパアノン、パクチョン、プア、メジアリンの4ヶ所について、現地調査を行い、プロジェクトを発掘した。

作業は昭和56年6月4日から8月27日までタイ国で資料収集、現地踏査、測量、地質調査、井戸調査等を実施し、基本的な計画の立案と、深井戸工事を施工し、それらの結果をドラフトファイナルレポートとして、昭和56年8月24日タイ政府に提出した。

調査団は帰国後、ドラフトファイナルレポートを関係機関に説明し、協議した結果をとりまとめ、こゝにファイナルレポートとして、提出するものである。

調査団の構成は下記の通りである。

総括	松岡和久	国際協力事業団無償資金協力部
技術総括	米原宏	日本技術開発協
ダム地質	成田金蔵	"
土質，築堤材料	稲垣喜弘	"
水文	岡部信之	"
ダム計画	坂鉄雄	"
"	三林一夫	"
施設計画 (利水)	岡本純忠	"
施設設計	篠原耕二	"
測量管理	嶋内逸昌	"
水理地質，電探	萩原輝一	"
ボーリング及び 資材調達	宮島昭三	"
ボーリング指導	鈴木紹八	"
浅井戸改善	竹尾貢	"

LOCATION MAP OF MEH KAH DAM

S = 1:50,000



第2章 メカダム建設計画

2-1 計画地域の現況

2-1-1 位 置

計画地域はタイ国東部地域で、Buriram県(ブリラム)のAmphoe Ban Kruat 郡に属しており、計画地域の北部を県道 2075 号 (Prakhon Chai - Lahan Sai) が通っている。計画地域は Prachom Chai から約 30 km の地点である。

ダムの流域境界はカンボジアとの国境であり、下流受益地では新農村建設(カンボジア国境周辺のタイ農民が、難民の流入により移動を余儀なくされており、これら被災民を集めて村づくりを行う。)が進められている。

2-1-2 地 形

タイ国東部でカンボジアとの国境界をなす東西に延びている丘陵性山地標高 300 ~ 500 m が流域境界で、これよりなだらかな高原が北に向って広がっている。

流域は南と東西を標高 400 ~ 500 m の山地に囲まれ、これを源頭として中央をメカ川 (Huai Meh Kah) が北流し、他の支川と合流して Moe Nam Mum 河となり、Mekhong 河に流入する。メカ川は乾期でも涸れない様であるが表流水の動きは少ない。

計画ダムサイトは、カンボジア国境から 7 ~ 8 km の地点で標高は、230 m ~ 250 m であり、受益地は標高 200 ~ 250 m のなだらかな丘陵地で、メカ川の両岸地帯である。

2-1-3 地質、土壌

当地域の地質は、中生代 (Mesozoic) の Khorat 層群が広い範囲で分布している。

この Khorat 層群は、ジュラ紀 (Jurassic) ~ 三疊紀 (Triassic) の (Phu Kradung 層、ジュラ紀の Phu Phan and Phra Wihan 層、白亜紀 (Cretaceous)

の Salt and Khek Kruat 層の 3 層によって構成されている。この内白亜紀の Salt and Khek Kruat 層がもっとも広い分布範囲を示している。

中生代の後期の地層としては、新生代 (Cenozoic) の第三紀 (Tertiary) ~ 第四紀 (Quaternary) に貫入して来た玄武岩 (Basalt) 等の火山岩類 (Volcanic Rocks) も認められる。さらに新規の堆積物として、河川堆積物 (River Deposits) が表層部に分布している。

以上の地質状況のなかで、メカダム予定地及び受益地域は、ジュラ紀の Phu Phan 及び Phra Wihan 層を基盤とし、低地域は河床部には、第四紀 (Quaternary) の沖積世 (Alluvium) ~ 洪積世 (Diluvium) に堆積した未固結の砂質土或は粘性土が分布している。(Fig. 2-1-1 参照)

2-1-4 社会・経済現況

(1) 直接、間接受益地

計画メカダム下流でその完成により、直接受益地となるのは、Amphoe Ban Kruat 郡に属する新村の Saitri 3-10 及び Saitri 4-8, 4-9 の 3 村で間接的な受益地として、Ban Yang 村がある。

受益予定地の面積、戸数、人口

村名	全面積 (ライ)	総戸数 (世帯)	総人口
Saitri 3-10	2,187	65	417
Saitri 4-8	2,183	54	289
Saitri 4-9	5,625	46	194
Ban Yang	1,875	67	485
計	11,870	232	1,385

(2) 直接受益地の概要

Saitri 3-10, 4-8, 4-9 村の概要は次表の通りである。

直接受益地の概要

村名	全面積	耕地			その他の面積	水牛頭
		水田	畑	計		
Saitri 3-10	ライ 2,187	ライ 400	ライ 1,300	ライ 1,700	ライ 487	76
Saitri 4-8	2,183	350	550	900	1,283	93
Saitri 4-9	5,625	350	910	1,260	4,365	137
計	9,995	1,100	2,760	3,860	6,135	306

当地は、かつてジャングル地帯であり、やっと15年ほど前から、政府の奨励で開拓されはじめ、近年更に国境周辺の農民対策として新村建設が進められて、現在建設中である。

殆んどがなだらかな丘陵地である為、前表にみられる通り、畑作が主で、わずかにメカ川に沿った地帯が水田となっている。水田は雨期の1作のみで、畑は主にタピオカ栽培である。平均家族構成は入植して間もない為5～7人程度である。

(3) 農業の基本構造

前述のように当地域は15年ほど前から自由開墾がなされ、各自開墾した土地は、政府に登録し所有権を持つことが出来たが近年開墾した土地は、耕作権のみで、ダムサイト附近はこれに該当する。

平均的農家は25ライ（水田7ライ、畑及び果樹園18ライ）を耕作し、子供の多い家族（6人以上）では50ライ耕作している精農家も4～5戸（1村当り）ある。

(4) 農業の経済的分析

根幹作物である米とタピオカの1ライ当り、平均収量はそれぞれ300kg、1,800kgである。

米は、自家消費と種モミを残し、他は販売するが、大部分は自家消費とな

る。畑作物は、すべて販売し、価格はそれぞれkg当り米3.3バーツ、タピオカ0.4バーツである。

平均農家の場合米の生産にあたり、耕起は、手持ちの水牛、肥料は無肥料であり、田植、収穫は、殆んど家族或いは近所の助合いで行われており、現金支出はない。

タピオカ栽培の耕起には一部トラクターを利用し、ライ当り200バーツ支払い、収穫時も臨時労賃を支出している。

平均農家一戸当り現金収入(年間)は、米2,000バーツ畑作13,000バーツ計15,000バーツと云われている。

しかし、すべてが天候に左右される農業経営であるので、長期的に見た場合、平均年収はもっと少く上記の80%位と考えられる。

2-2 水利用計画

2-2-1 水 源

本計画の水源はメカ川(Huai Meh Kah)であり、流域面積は21km²である。メカ川の流量観測はなされておらず、流出量は降雨データにより算出する。

2-2-2 水 文

計画地点は、タイ国東部のブリラム県(Buriram)に属し、カンボジア国境より7~8kmの地点に位置し、海拔240m前後のなだらかな準平地帯である。

計画地域内には気象観測所は皆無であり、もよりの観測所として次の4ヶ所がある。

ラーハンサイ(Lahan Sai)	ダムサイトより25km
バンクラウト(Ban Kruat)	" 10km
プラサト(Prasat)	" 50km
スリン(Surin)	" 75km

降雨量は、月降雨量、日降雨量について、1952年以後できる限りのデータを収集した。

参考として、スリンの気象データを表2-2-1に示す。

(1) 降 雨

各観測所における確率最大日雨量をGumbel法で求める。

確率最大日雨量(mm)

確 率	観 測 所 名			
	Lahan Sai	Ban Kruat	Prasat	Surin
1/10	137	135	125	122
1/25	168	159	146	142
1/50	191	177	163	157
1/100	214	195	179	172
1/200	236	213	195	186

(2) 洪 水 量

ダムサイトに近く、かつ、降雨資料の整っている雨量観測所は、Lahan Saiである。

設計降雨量はLahan Saiの1/25確率日雨量を採用し、168 mm/dayとして合理式により求めると、最大洪水量は、130 m³/sとなる。

余水吐設計は、貯水池の洪水調節能力（洪水の一部を貯水池のサーチャージ部分に一時的に貯留する能力）を考慮に入れ、余水吐越流幅、越流深を仮定して、洪水追跡計算を行ったところ、余水吐容量44.0 m³/s、越流幅22.0m越流水深1.0 mを得た。

2-2-3 要 水 量

本計画における利用水は、農村への生活用水とその周辺に展開する農地へのかんがい用水である。

(1) 生活用水

算出の条件は次のとおりである。

生活用水供給家族	200 家族 (R.I.D 提示数)
家族数	7 人/家族
給水人口	1,400 人
単位給水量	200 ℓ/日/人
給水量	280 m ³ /日 = 8,400 m ³ /月

新村への生活用水の給水方法は確立されていないが、取水地点からの送水及び配水ロスをも10%計上し、給水量は、311 m³/日(3.6 ℓ/sec)とする。

ダムから取水地点までは開水路にて送水されるものと想定し、送水ロスは、雨期(5~10月)20%、乾期(11月~4月)30%とした。

$$\text{雨期} \quad 311 / (1 - 0.2) = 390 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$\text{乾期} \quad 311 / (1 - 0.3) = 450 \text{ m}^3/\text{日}$$

ダムよりの農村への生活用水の年間供給量は、以下のようになり年間約 160,000 m³ が使用されることになる。

$$390 \times 184 \text{日} + 450 \times 181 \text{日} = 153,210 \text{m}^3$$

(2) かんがい用水

次の条件により算出した。

1) かんがい効率

ほ場における適用損失と送水損水とに区分し、雨期と乾期について効率を決定する。

	雨期	乾期
ほ場効率	75%	75%
送水効率	80%	70%
給水効率	60%	52.5%

2) 有効降雨量

有効降雨量は月別降雨(R, 表2-2-4参照)を基に次の方法で算出した。

有効降雨量を表 2 - 2 - 5 に示す。

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

3) 作物カレンダー

ダムの貯水容量を 460 万 m^3 と仮定し、約 80% のかんがい成功率のかんがい面積を試算により求める。

Proposed Cropping Calendar は図 2 - 2 - 1 のごとく策定し、それに基づき用水量を算定する。

なお、ダムの計画貯水容量の設定については、後述のダム計画を参照のこと。

4) かんがい用水量の計算

用水量の算出は次のとおりである。

(i) Net Water Requirements (NWR)

$$\begin{aligned} &= \text{Crop Consumptive Use} + \text{Percolation} \\ &\quad + \text{Water Requirements for Field Preparation} \end{aligned}$$

(ii) Net Irrigation Requirements (NIR)

$$= \text{Net Water Requirements} - \text{Effective Rainfall}$$

(iii) Diversion Water Requirements (DWR)

$$= \text{Net Irrigation Requirements} / \text{Diversion Efficiency}$$

作物消費水量 (Consumptive Use) は、Penman 法による蒸発散量計算値に作物消費係数を乗じて求めた。

ほ場における浸透量 (Percolation) は雨期 0.5mm/day, 乾期 1.0mm/day とした。

代かき用水量等 (Water Requirements for Land Preparation etc) は、Paddy 200 mm, Upland crop 40 mm とした。

以上の計算条件のもとで、1971 年～1980 年のかんがい必要水量を算出した。

(3) 要水量

かんがい面積 250 ha で過去 10 年間の平均降雨の場合のかんがい用水量と農村生活用水量を合計した要水量は次のとおりである。

月別要水量

雨 期		乾 期	
5 月	97,000 m ³	11 月	422,000 m ³
6 月	20,000	12 月	165,000
7 月	18,000	1 月	517,000
8 月	833,000	2 月	676,000
9 月	12,000	3 月	668,000
10 月	169,000	4 月	468,000
小 計	1,149,000	小 計	2,916,000
合 計 (年間)		4,065,000 m ³	

2-2-4 水 収 支

(1) 計算条件

1) 流入量

本貯水池の流域面積 21 km² で、その流域に降った雨が貯水池に流入してくる水量は、下記により求めた。

雨 期 (5月～10月)

$$\text{流入量} = \text{月降雨量} \times 21 \text{ km}^2 \times 25 \%$$

乾 期 (11月～4月)

流入量なし(ただし、池水面に降った雨は 100% 有効とする)

$$\text{流入量} = \text{月降雨量} \times \text{前月の水面積} \times 100 \%$$

2) 貯水池における損失

蒸発量

Pan 蒸発計蒸発量の 80% とし、前月の水面積にその値を乗じて算出する。

漏水量

漏水量は貯水量の0.05%/日(1.5%/月)とする。

$$\text{漏水量} = \text{前月の貯水量} \times 1.5\%$$

3) 降雨資料

Lahan Saiの資料をベースに欠測部分を近隣の資料で補充した。

1971年～1980年までの月降雨量を使用した。

(2) 水収支計算

前項の計算条件で、かんがい面積を250ha(雨期Paddy 250ha, 乾期Paddy 100ha, Upland Crop 150ha)とした場合の水収支を1971年から1980年まで行った計算結果は、次のとおりである。

1) 有効可能貯水量と必要水量:

	有効可能貯水量	必要水量(流出量)
1971/72	3,375,000 m ³	4,263,000 m ³
1972/73	4,334,000	4,107,000
1973/74	4,600,000	3,756,000
1974/75	3,209,000	3,914,000
1975/76	3,955,000	3,980,000
1976/77	3,714,000	3,899,000
1977/78	3,284,000	4,090,000
1978/79	4,341,000	4,400,000
1979/80	3,296,000	4,316,000
1980/81	5,363,000	3,923,000
平均	3,947,100	4,064,800

備考: ダム計画貯水容量 4,600,000 m³

2) 余水吐よりの放流月数:

120ヶ月の中3ヶ月

3) 有効利用率 :

(有効可能貯水量 - 放流量) / 有効可能貯水量 = 97 %

4) 用水不足月数 :

120ヶ月の中9ヶ月

5) 作物別かんがい成功率 (別図 2 - 2 - 2 参照) :

雨 期	Paddy (250 <i>ka</i>)	10/10 = 100 %
乾 期	Paddy (100 <i>ka</i>)	4/9 = 44 %
"	Upland Crop ① (150 <i>ka</i>)	7/10 = 70 %
"	" ② (150 <i>ka</i>)	4/9 = 44 %

2-3 ダム計画

2-3-1 ダム軸

RID作成の地形図 (S = 1/4000) 及び計画ダム軸に基き現地踏査を行いダム軸を設定した。

RID計画のダム軸は、地形図によると、最狭部の下流端に位置し、谷の広さが下流に向かって開いている地形で、特に右岸アバット付近はその度合が大きく、堤体が滑脱する傾向があると思われたが、現地踏査の結果地形的にみて、RIDのダム中心杭は地形図のダム軸より約30m上流にあるものと思われ、堤体滑脱の心配もなく、RIDのダム軸は最良であると判断し、これを計画ダム軸とした。

2-3-2 ダム容量及びタイプ

ダム容量は次の事項を検討して規模を決定する。

(i) 流域からダムへの流入量とダムにおける損失量 (蒸発量と漏水量) から求めた推定有効可能貯水量。

(ii) RIDの当初計画との相対的比較。

(i) について

InflowはRainy Seasonのみ考慮し、次式より求める。

$$\text{Inflow} = \text{Monthly Rainfall} \times 21 \text{ km} \times 0.25$$

推定有効可能貯水量は、流出率を0.70と設定し、計算すると下表のとおりとなる。

なお、流出率は、損失量（蒸発量と漏水量）と流入量の比とし、流出率を0.70としたことは、水収支計算（前述）により求められた有効可能貯水量との比較による数値である。

年	流 入 量 1000 m ³	推定有効可能貯水量 1000 m ³
1971/72	4,475.6	3,132.9
1972/73	5,685.8	3,980.1
1973/74	6,258.0	4,380.6
1974/75	4,558.6	3,191.0
1975/76	5,298.3	3,708.8
1976/77	5,041.1	3,528.8
1977/78	4,384.3	3,069.0
1978/79	5,923.6	4,146.5
1979/80	4,235.2	2,964.6
1980/81	7,125.8	4,988.1
平均	5,298.8	3,709.2

以上の結果より、その代表値は次のとおりである。

最高貯水量（1980/81年） $4,988 \times 10^3 \text{ m}^3$

最低貯水量（1979/80年） $2,965 \times 10^3 \text{ m}^3$

平均貯水量（平均年） $3,709 \times 10^3 \text{ m}^3$

計画ダム貯水量は $4,600 \times 10^3 \text{ m}^3$ (EL. 249.70 m) 程度が適当と思われる。

(iii) について

RIDの当初計画では、計画ダム貯水量 $6,400 \times 10^3 \text{ m}^3$ (EL. 252 m) とされているが、上記の結果からみると、RIDの当初計画のダムは、ダム運用上効率的でないことが判る。

従って、今回の計画ダム貯水量は、以上のことから、タイ政府RID計画を考慮して、 $4,600 \times 10^6 \text{ m}^3$ ($4,600,000 \text{ m}^3$)が適当であると判断した。

(図2-3-1参照)

ダムタイプは、基礎地盤、築堤材料、施工性等について次の検討を行い、均一型アースダムが最も有利であると判断し採用する。

(1) 基礎地盤

後述の地質調査結果から、基盤は地表下2~5 m以下に砂岩を主体として分布する。上部は著しく風化され、軟質かつ割目が発達し、強風化帯では透水係数 $K = 10^{-3} \sim 10^{-5} \text{ cm/sec}$, N値14~50以上、風化帯では $K = 10^{-5} \sim 10^{-8} \text{ cm/sec}$, N値50以上である。

基盤の上位に分布するシルト質砂、砂質シルトは、ルーズであり、 $K = 10^{-3} \sim 10^{-4} \text{ cm/sec}$ N値5~29を示す。

このような透水性地盤ではアースダムが最も有利で安全である。

(2) 築堤材料

後述の土取場調査結果から、ダム軸の上流200~600 mの貯水池内には不透水性材料となる砂質粘土が地表下0.4 m以下に分布しており可採量は十分である。

しかしながら透水性材料は現場付近には程んどないため、均一型タイプが有利である。

(3) 施工性

均一型アースダムは堤高が大きくなるほど斜面勾配を緩とせねばならず不利であるが、低ダム(約15 m)であり材料が単一であり、施工も簡単である。

2-3-3 基礎地盤及び土取場

(1) ダム基礎地盤

ダム基礎盤の調査として、ボーリング3本、標準貫入試験18回、現場透水試験5回、テストピット7ヶ所、試料採取および土質試験等を実施した。

(図 2 - 3 - 2 参照)

調査の結果は、次のとおりである。

地質状況

ダム軸の地質は、図 2 - 3 - 3 に示すように、中生代ジュラ紀の Phu Phan and Phro Wihan 層に相当する砂岩、頁岩、礫岩を基盤とし、その上位に第四紀沖積世の河川堆積物及び崖錐堆積物が分布している。

基盤は、砂岩を主体とし、現地表下 2 ~ 5 m 以下に分布しているが、上部は、著しく風化され、軟質かつ割目が発達している。特にダム軸の兩岸には、開口した割目も認められる。

基盤の上位に分布している河川堆積物および崖錐堆積物は、いずれも未固結で、砂質粘土、シルト質細砂、砂質シルト等によって構成され、地表下 2 m 付近までは、木の根、白アリの巣、クラック等が認められる。

基礎地盤の透水性

地層別の透水係数は、次のとおりである。

<u>地 層 名</u>	<u>透水係数 K(cm/sec)</u>
As 層及び Dt 層	$K = 10^{-3} \sim 10^{-4}$
強風化帯 (基盤)	$K = 10^{-3} \sim 10^{-5}$
風化帯 (基盤)	$K = 10^{-5} \sim 10^{-6}$

以上のように、ダム基礎地盤の透水性は良く、ダムの基礎地盤としては、グラウトあるいはブランケット等による透水対策が必要である。特にダム軸兩岸は、開口した割目も認められるため、留意する必要がある。

未固結層 (As, Ac 層) の土質定数

As および Ac 層は、N 値 5 ~ 15 のルーズな層で、その土質定数は次のとおりである。

<u>項 目</u>	<u>As 層</u>	<u>Ac 層</u>
比 重 (Gs)	2.66	2.65
間隙比 (e)	0.53	0.39
湿潤密度 ($r_t, t/m^3$)	1.95	2.13
乾燥密度 ($r_d, t/m^3$)	1.74	1.91

項 目	As 層	Ac 層
飽和密度 (γ_{sat} , t/m ³)	2.09	2.19
粘着力 (C_u , t/m ²)	0	0.7
内部摩擦角 ($\phi_{u.o}$)	20	20

As および Ac 層は、現河床付近（低地）に分布し、堤体の高さが最も高い所であるため、ダム の安定上最も不安定になる所である。

したがって、ダム の安定検討が必要である。

(2) 土 取 場

ダムサイト周辺の地表踏査を行い、地形、地質、土質状況を把握し、かつ、ダム計画を考慮して、ダム軸上流 200 m ~ 600 m に土取場を選定した。

(図 2-3-2 参照)

選定された土取場の調査としてテストピット 10ヶ所および試料採取、土質試験等を実施した。

その結果は次のとおりである。(詳細は別途報告書参照)

土質状況

土 質 名	分布深度	色 彩
表土及びシルト質砂	0 ~ 0.4 m	黄褐色 ~ 暗黄褐色
砂質粘土	0.4 m 以下	灰褐色 ~ 黄灰褐色

築堤材料として、砂質粘土は使用可能で、選定された土取場の地表下 0.4 m 以下に分布している。この砂質粘土の可採量は次のとおりである。

土取場面積	$A = 90,000 \text{ m}^2$
掘削深さ	$H = 3.0 \text{ m}$
可採量	$V = 270,000 \text{ m}^3$

ダムの計画盛土量は、約 142,000 m³ であり、量的にも十分である。

築堤材料の設計・施工管理値

築堤材料として使用可能な砂質粘土の設計・施工管理値は、次のとおりである。

設計・施工管理値

比 重	$G_s = 2.67$
施工含水比	$W = 13.0 \pm 1.5 \%$
目標とする乾燥密度	$r_d \geq 1.86 \text{ t/m}^3$
目標とする湿潤密度	$r_t \geq 2.10 \text{ t/m}^3$
飽和密度	$r_{sat} \geq 2.16 \text{ t/m}^3$
透水係数	$K_{20} \leq 5.0 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$
粘着力	$C_u \geq 6.0 \text{ t/m}^2$
内部摩擦角	$\phi_u \geq 16^\circ$
土量の変化率	$(C) = 1.03$

2-3-4 堤体設計

(1) 基礎の設計

以下の各項目を検討し、決定したダムの標準断面を図2-3-4に示す。

前述2-3-2より、ダムタイプは透水性地盤上に築造する均一型アースダムと決定したが、基礎からの透水量を最小におさえ、かつ、浸透水を安全に堤外に排除するために止水工法ドレーンを適当に組合わせることが必要である。又ルーズな砂層の液化によるパイピング防止には特に配慮を要する。

浸透水量を減少させ堤体の安定を確保させるには各種の工法があるが、主な工法は次のとおりである。

a) 下流ドレーン

下流ドレーンは均一型ダムの安全性を確保するポイントであり、必ず設けなければならない。これは、下流浸潤線を下げ、スベリに対する安定を保つ。

b) 広いカットオフコア

透水性基礎を不透水層に達するまで掘削し、コア用土で埋戻し転圧する方法で止水効果は完全である。

c) シートパイル

微砂、シルト層等の均一性基礎の時はかなり効果があるが玉石混り

や層状基礎の時は適しない。

d) グラウト

ダム中心または中心からやや上流付近にセメントあるいは特殊グラウトを行い、1列の止水カーテンを作り、滲水量と下流堤体に対する揚圧力の減少を計ると共に、もう一つは他の手段によっては分からないクラックや透水層を見つけることがグラウトの大きな目的である。

e) 不透水ブランケット

堤体上流側の透水性基盤の表層に不透水性の水平ブランケットを延ばす工法でコストが安く、パイピング防止には有効である。

以上のように種々の工法及び組合せが考えられるが、前項2-3-3で述べたようなダム基礎地盤の地質状況から判断すると漏水及びパイピング防止工法としては、特殊グラウトが最も適切であると思われる。しかしながら次のような問題点があり、グラウト工法を採用することはむずかしい。

① 市場調査結果によると、特殊グラウトはタイ国ではほとんど行なわれておらず、グラウト材及びグラウト機械は持込となる上に技術者も派遣する必要がある。又、化学薬液の混合、グラウト注入量等の施工管理がむずかしい。

② 地質状況からグラウトの範囲は河床部だけに止まらずアバット部まで全面グラウトとなり、工事量が多く、一乾期でダム築造という工程では全く不可能である。

グラウトに替る完全止水工法としてカットオフコアがあるが透水層が約10mと深く、しかも強風化砂岩層が約6mもあり、機械掘削が困難な上、工事量が莫大となる。

以上のことから、基礎地盤を通る滲水量は、許容範囲内で許すものとし、パイピングを防止し、浸透水を安全に堤外に流過させる工法として、前述のカットオフコア、不透水ブランケット及びドレーンの組合せ工法を採用する。

1) カットオフコア

風化岩層自体がパイピングを受ける危険性はまずないと考えられる

ので、カットオフの深度はAs, Ac, Dt層の2~6mとし、床掘り幅2~4m, 勾配1:1で掘削し不透水性材料で埋戻し転圧する。

2) 不透水ブランケット

表土ハギを行った後、カットオフ掘削土を敷均し、転圧する。ブランケットの長さは、後述のパイピングの検討結果より50mとし、アバット部まで全面施工とする。厚さは、水圧の1/10を標準としており、最大水深10mと浅いため、1m厚さで均一施工とする。

3) ドレーン

ドレーンは、透水性基礎または堤体からの浸透水を安全に堤外に排水する施設であり、堤体下流部に必ず施けなければならない。

ドレーンの形式にはトードレーン、水平ドレーン、立上りドレーン等があるが、堤高が約13mと低ダムであり、施工も簡単なトードレーンを採用する。

ドレーンのK値は透水性基礎地盤では思い切って大きくしておく必要があり、又、堤体下流側の法止めを兼ねるためロック材を用いる。

ロック材は平均径 $D_{50} = 30\text{cm}$, 最大径 $D_{50} \times 1.5$ とし、2.5cm以下の粒子まで含む粒度分布のよい材料を用いる。

(2) 標準断面の設計

1) 余裕高

余裕高 H_f は次式により算出し、余裕高の標準値2.0m(堤高50m未満)と比し大なる方を採用する。

$$H_f = R + \Delta h + h_s + h_t$$

R: 風波高(波のはいりを含む)

Δh : 異常洪水による水位上昇高

h_t : フィルダムの安全高(1.0m)

h_s : 余水吐タイプによる安全高(ゲート式0.5m, その他0m)

a) 風波高 R

風波高は、対岸距離 (F), 風速 (U) の要素から SMB 法で算出した有義波 h_w を採用する。またダムの斜面勾配, 粗度によって, 波のはいり高が大きく変化するので Saville による修正を加え, はいり高を含めた風波高 R を図表により求める。

対岸距離 1.9 km

風速 Surin での記録より

最大風速 50 Knots = 25.7 m/sec

10 分間平均風速

$V = 25.7 / 1.5 = 17 \text{ m/sec}$ $V = 20 \text{ m/sec}$ とする

斜面粗度及び勾配 張石斜面 1:3.0

風波高の計算図表より $R = 1.15 \text{ m}$

b) 異常洪水による水位上昇高 Δh

異常洪水による割増量は, 貯水池の貯留効果を考慮した次の略算式により算出する。

$$\Delta h = \frac{2}{3} \cdot \frac{aQ_0}{Q} \cdot \frac{h}{1 + \frac{A \cdot h}{Q \cdot T}}$$

Q_0 : 設計洪水流量 44.0 m³/sec

Q : 越流部から流下ある流量

放水管のない場合 $Q = Q_0$

a : 異常洪水の割増率

開水路余水吐で 0.2

h : 設計越流水深 1.00 m

A : 設計洪水位での貯水面積 1.25 km²

T : 異常洪水の継続時間

標準値は 1 ~ 3 時間で 2 時間とする。

$$\therefore \Delta h = \frac{2}{3} \times 0.2 \times \frac{1.00}{1 + \frac{1.25 \times 10^6 \times 1.00}{44.0 \times 2 \times 3600}} = 0.03 \text{ m}$$

$$\therefore Hf = 1.15 + 0.03 + 1.0 + 0 = 2.18 \text{ m} > 2.0 \text{ m}$$

ダムの余裕高は $Hf = 2.20 \text{ m}$ と決定する。

従って、堤頂高は

$$EL250.50 + 1.00 + 2.20 = EL253.70 \text{ m}$$

と決定する。

2) 堤頂幅

堤頂幅 b は次式により算出する。

$$b = 3.6 H^{1/2} - 3.0 (m)$$

H : ダム高さ 河床上 15.9 m

$$\therefore b = 3.6 \times 15.9^{1/2} - 3.0 = 6.05 \text{ m}$$

従って、堤頂幅は $b = 6.0 \text{ m}$ と決定する。

堤頂部は、堤体のクラック及び侵食防止のため、最小厚さ 40 cm のラテライト舗装を行い、上下流方向に 2% の傾斜をつける。

3) 余盛

ダムの基礎地盤及び築堤材料の沈下量の大半は、盛土施工中に終り、完工後の沈下量はごく小さく、アースダムでは長期的にみても堤高の $0.2 \sim 0.4\%$ であり、高さにして $3 \sim 6 \text{ cm}$ であり、特に余盛は行わない。

4) 斜面勾配

斜面勾配は、築堤材料、基礎地盤の土質試験結果ならびに施工条件等を検討し、設計諸数値を決定し、安定計算を行って最終的に決定する。

U.S.B.Rでは安定基礎上の均一型低ダムに対して、築堤材料が CL, ML, の場合、下記の斜面勾配を推奨している。

上流側斜面勾配 1 : 3.0

下流側 " 1 : 2.5

5) 上流斜面の保護

堤体の上流斜面には、波浪によって侵食されたり、水位の変動によって堤体材料が流出しないよう、又気象の変化による、堤体のクラック発生を防ぐため、堤頂より張石を施こし保護する。

a) 岩 質

固くち密で耐久性があり、風化に対しても十分抵抗を有するものを用いる。

b) 張石の大きさと厚さ

石材は、波浪によって移動しないだけの重量と大きさが必要であり、その大きさは波高 $0.6 \sim 1.2 \text{ m}$ に対して平均径 (D_{50}) 30 cm 、最大径 $D_{50} \times 1.5$ とし、 2.5 cm 以下の粒子まで含む粒度配合のよい材料であることを標準とする。厚さは、最小 30 cm であるが石材の条件、施工性等を考慮し、 40 cm とする。

c) フィルター層

堤体の土粒子が、張石工の間ゲキを通過して、流出しないように張石工の下に粒度を調整したフィルター層を設ける。フィルター層は、粒径が 0.5 mm から 9 cm までの砕石か、天然砂利とし、厚さは 30 cm とする。

6) 下流斜面の保護

堤体の下流斜面には、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芝草で保護する。又、斜面を雨水が長大に流れ、かつ一カ所に集中すると、侵食が大きくなるので、流水の侵食を受けないように溝ドレーンを縦横に 5 m 間隔に設ける。溝ドレーンの大きさは $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ とし、溝には砕石をつめる。

(3) 浸透水に対する検討

1) 浸潤線

浸潤線はカサグランデの方法により求める。堤体透水性は非等方性とし、水平方向の寸法を $\sqrt{kv/kh}$ 倍に縮小した変形断面について浸潤

線を求める。

k_v : 垂直方向の透水係数

k_h : 水平水向の

k_v/k_h の値はタンピングローラ締固めの場合は平均 $1/5$ である。

$$\frac{k_v}{k_h} = \frac{1}{5} \quad \sqrt{\frac{k_v}{k_h}} = 0.447$$

変形断面は図 2-3-5 のとおりであり、同図の A 点を極とし、 x を横軸、 y を縦軸にとると浸潤線の基本放物線は次式で与えられる。

$$\begin{cases} y = \sqrt{2 y_0 x + y_0^2} \\ y_0 = \sqrt{h^2 + d^2} - d \end{cases}$$

$$y_0 = \sqrt{10.00^2 + 21.25^2} - 21.25 = 2.24 \text{ m}$$

$$y = \sqrt{2 \times 2.24 x + 2.24^2} = \sqrt{4.48 x + 5.02}$$

$$x = 0 \text{ m} \quad y = 2.24 \text{ m}$$

$$y = 0 \quad x = y_0^2 / 2 = 1.12 \text{ m}$$

$x(\text{m})$	2.0	4.0	6.0	10.0	15.0	21.25
$y(\text{m})$	3.74	4.79	5.65	7.06	8.50	10.00

基本放物線は以上のとおりであるが、実際の浸潤線は次のように修正を行う。流入点においては流線は、斜面に直角に、浸出面においては、 C_0 点は C 点、すなわち斜距離 Δa だけ降下することになる。

この Δa は流出面の傾斜角により異なり、次式で求められる。

$$a + \Delta a = \frac{y_0}{1 - \cos a}$$

$$a = 123^\circ 51'$$

$$y_0 = 2.24 \text{ m}$$

$$a + \Delta a = \frac{2.24}{1 + 0.557} = 1.44 \text{ m}$$

図表より

$$L = \frac{\Delta a}{a + \Delta a} = 0.17$$

$$\therefore \Delta a = 0.17 \times 1.44 = 0.24 \text{ m}$$

以上のように基本放物線に修正を行ない、変形断面を原型断面に還元すれば浸潤線が求められる。

2) 漏水量

a) 堤体からの漏水量

堤体の不透性部は非等方性であるとして、修正した透水係数(\bar{k})を用いて漏水量を算出する。

修正透水係数 \bar{k} は次式で求める。

$$\bar{k} = \sqrt{k_h \cdot k_v}$$

\bar{k} : 修正透水係数

k_h : 水平方向透水係数

k_v : 垂直 " "

室内透水試験結果より $k_v = 5 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ とする。

$$\frac{k_v}{k_h} = \frac{1}{5} \text{ より } k_h = 5 k_v$$

$$\begin{aligned} \bar{k} &= \sqrt{5} k_v = 1.12 \times 10^{-4} \text{ cm/sec} \\ &= 9.67 \times 10^{-4} \text{ m/day} \end{aligned}$$

堤体からの漏水量は、次式で求める。

$$Q_b = \bar{k} \cdot y_0 \cdot L$$

\bar{k} : 修正透水係数 $9.67 \times 10^{-4} \text{ m/day}$

y_0 : $\sqrt{h^2 + d^2} - d = 2.24 \text{ m}$

L : 堤体縦断長さ 300 m

$$Q_b = 9.67 \times 10^{-4} \times 2.24 \times 300$$

$$\div 1 \text{ m}^3/\text{day}$$

b) 基礎地盤からの漏水量

パイピングの検討（後述）より，堤体の上流にブランケットを施工する。ブランケットを備えた基礎地盤からの浸透水量は，次式で求める。

$$q_f = \frac{k \cdot d \cdot h}{x_r + x_d}$$

$$x_r = \frac{e^{2ax} - 1}{a(e^{2ax} + 1)}$$

$$a = \sqrt{\frac{k_1}{t \cdot k \cdot d}}$$

q_f : 基礎浸透水量

x_r : ブランケットの有効浸透路長

x_d : 堤体不透水部の幅 68 m

t : ブランケットの厚さ 1.0 m

d : 基礎の厚さ 10.5 m

k_1 : ブランケットの透水係数 $1 \times 10^{-9} \text{ cm/sec} = 8.64 \times 10^{-4} \text{ m/day}$

k : 基礎の透水係数 $1.5 \times 10^{-3} \text{ cm/sec} = 1.30 \text{ m/day}$

h : ブランケット上の水深 9.5 m

x : ブランケットの長さ 50 m

$$a = \sqrt{\frac{8.64 \times 10^{-4}}{1.0 \times 1.30 \times 10.5}} = 7.96 \times 10^{-3}$$

$$2ax = 2 \times 7.96 \times 10^{-3} \times 50 = 0.80$$

$$e^{2ax} = e^{0.80} = 2.23$$

$$x_r = \frac{2.23 - 1}{7.96 \times 10^{-3} \times (2.23 + 1)} = 47.8 \text{ m}$$

$$q_f = \frac{1.30 \times 10.5 \times 9.5}{47.8 + 68} = 1.12 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$$

基礎からの漏水量は堤体縦断長さを 300 m とすると

$$Q_f = 1.12 \times 300 = 336 \text{ m}^3/\text{day}$$

c) 総漏水量

$$Q = Q_b + Q_f$$

$$= 1 + 336 \approx 340 \text{ m}^3/\text{day}$$

許容漏水量 (Q_a) は有効貯水量の 0.05 %/day 以下を標準としている。

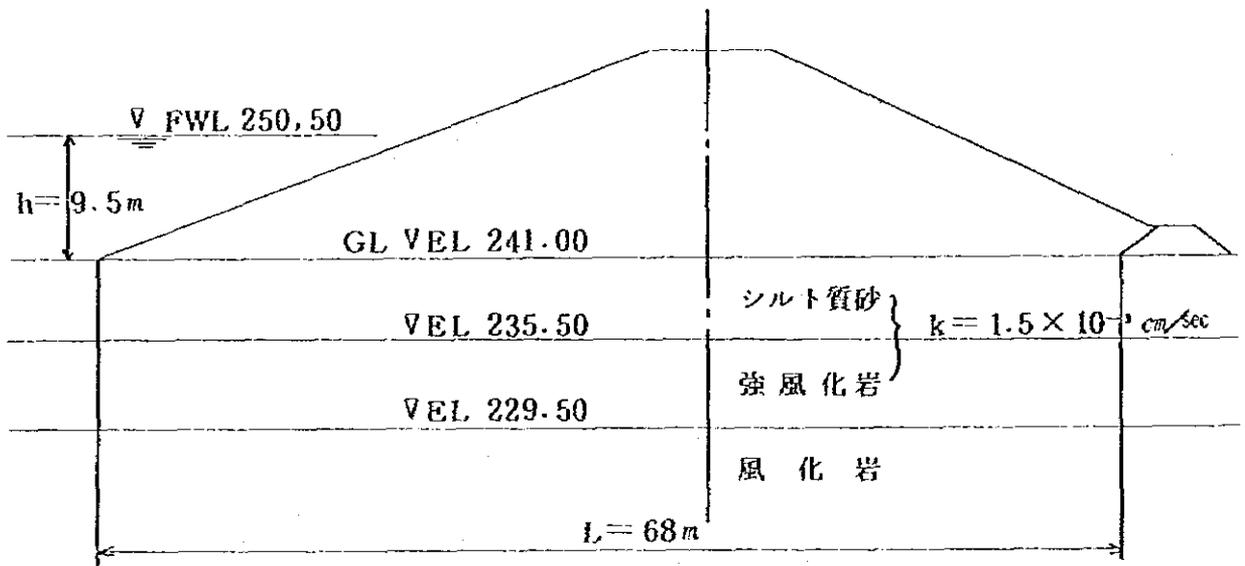
$$\text{有効貯水量 } V = 4,500,000 \text{ m}^3$$

$$\therefore Q_a = 0.0005 \times 4,500,000 = 2,250 \text{ m}^3/\text{day}$$

したがって、漏水量に対しては十分満足する。

d) パイピングに対する検討

パイピングの検討は、限界動水こう配による方法で行う。



上図において、GL0 ~ -5.5 m に滞砂した N 値 5 ~ 15 のゆるいシルト質砂についてパイピングの検討を行う。

限界動水勾配 (i_c)

$$i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e}$$

G_s : 土粒子の比重 土質試験結果より $G_s = 2.66$

e : 間げき比 " " $e = 0.53$

$$i_c = \frac{2.66 - 1}{1 + 0.53} = 1.08$$

動水勾配 (i)

$$i = \frac{h}{L}$$

L : 浸透路の長さ 68 m

h : 水位差 9.5 m

$$i = \frac{9.5}{68} = 0.14$$

安全率 (Fs)

$$F_s = \frac{i_c}{i} = \frac{1.08}{0.14} = 7.7 < 8 \sim 12$$

安全率は 8~12 必要とされており、8 未満で無処理の場合パイピングの恐れがある。(河上房義「新編土質力学」)

その対策工としては、止水天板、カーテングラウト、カットオフによる土の置換、上流側ブランケット等があるが、経済性、施工性、工期等を考慮し、カットオフと上流側ブランケットの併用とする。

今ブランケットの長さを 50 m とすると

動水勾配

$$i = \frac{9.50}{68 + 50} = 0.08$$

安全率

$$F_s = \frac{i_c}{i} = \frac{1.08}{0.08} = 13.5 > 8 \sim 12$$

したがって、ブランケットの長さは 50 m とする。ブランケットの厚さは水圧の 1/10 を標準としており、1.0 m とする。

(4) 安定計算

1) 設計数値の決定

a) 築堤土

施工時の盛土管理は、密度管理で行うものとし、その管理規定は最大乾燥密度の95%以上とし、施工含水比の±1.5%の範囲内とする。締固め試験結果より設計密度を次のように決定する。

比 重	$G_s = 2.67$
乾燥密度	$r_d = 1.86 \text{ t/m}^3$
最適含水比	$W = 13.0 \%$
湿潤密度	$r_t = 2.10 \text{ t/m}^3$
飽和密度	$r_{sat} = 2.16 \text{ t/m}^3$

施工管理規定に対応して最適含水比の湿潤側で最大乾燥密度の95%の密度に調節した供試体の直接せん断試験結果より設計強度を決定する。直接せん断試験は、三軸圧縮試験に比べて信頼性が劣るため試験値の70%を設計強度とする。

粘着力	$C = 8.5 \times 0.7 \div 6.0 \text{ t/m}^2$
内部摩擦角	$\phi = 23 \times 0.7 \div 16^\circ$

b) 基礎地盤

現場密度試験結果より、設計密度を次のように決定する。

比 重	$G_s = 2.66$
間ゲキ比	$e = 0.53$
湿潤密度	$r_t = 1.95 \text{ t/m}^3$
乾燥密度	$r_d = 1.74 \text{ t/m}^3$
飽和密度	$\gamma_{sat} = 2.09 \text{ t/m}^3$

設計強度は不攪乱試料の直接せん断試験結果より決定する。a)と同様に試験値の70%を設計強度とする。

粘着力	$C = 0 \text{ t/m}^2$
内部摩擦角	$\phi = 28.5 \times 0.7 \div 20^\circ$

c) ロック

ロック材料の土質試験は行なっていないので、設計例を参考として、設計数値を次のように決定する。

比 重	$G_s = 2.60$
湿 潤 密 度	$\gamma_t = 1.65 \text{ t/m}^3$
飽 和 密 度	$\gamma_{sat} = 1.90 \text{ t/m}^3$
粘 着 力	$C = 0 \text{ t/m}^2$
内 部 摩 擦 角	$\phi = 45^\circ$

2) 安定計算

安定計算は、完成直後時及び満水位時の上下流法面と水位急降下時の上流法面について行う。

完成直後時には、建設中の発生間ゲキ圧を、満水位時及び水位急降下時には定常浸透の間ゲキ圧を考慮する。

圧密試験を実施していないため、理論的に発生間ゲキ圧とその消散を評価できないが透水係数から推定する。試験から得られた透水係数 $5 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$ から、間ゲキ圧の消散は少いと判断される。上載圧の 50% が完成直後に残留するとして間ゲキ圧を求める。満水位時及び水位急降下時の間ゲキ圧は重力水圧に等しいとする。

安定計算は、円形滑り面スライス法により電算を用いて行なう。安全率は次式で算定する。

$$F = \frac{\sum \{c \cdot \ell + (N - U) \tan \phi\}}{\sum T}$$

ここに F : 安全率

c : スライス底面の粘着力

ℓ : スライス底面の長さ

N : スライス底面に作用する垂直力

U : スライス底面に作用する間ゲキ圧

T : スライス底面に作用する接線力

ϕ : 内部摩擦角

全ケースの許容安全率は 1.2 とする。

完成直後時，満水位時及び水位急降下時の安定計算図を図2-3-6，
図2-3-7，図2-3-8に示す。

得られた安全率を以下に示す。

	上流側	下流側
完成直後時	1.646	1.475
満水位時	2.060	1.241
水位急降下時	1.201	

従って，全ケースとも滑動に対し十分な安定性を有している。

2-3-5 余水吐の設計

(1) 位置の選定

余水吐の位置は，地形・地質等を考慮して，最も安全で経済的な位置として右岸側のNo 4 + 50.0地点を選定する。

No 4 + 50.0付近には地表から約1.5 m下にN値30～50の岩盤が確認されている。又，左岸側には所々に転石が点在しているのに対して，右岸側には見られないので，コンクリート構造物の基礎としての安全性及び施工性の面からもNo 4 + 50.0地点は最適と判断される。

(2) タイプの決定

地形・地質・管理等を考え，水理的，経済的に有利でかつ構造的に安定した直線開水路方式の越流余水吐（非調節型）を採用する。

(3) 余水吐規模の決定

本設計では，流域面積（21ha）にくらべて満水面積（1.1ha）がかなり大きく，余水吐は非調節式とするため，余水吐の洪水調節能力（洪水の一部が貯水池満水面上に一時的に貯留される）を考慮して，余水吐越流量を減じ経済的な設計を行う。

余水吐は越流水深と越流幅で種々の組合せが考えられるが，本計画では地形上からそれ等に対する制約がないため，経済的見地から越流水深を1 mと

して洪水追跡計算を行った。その結果、余水吐越流幅22m余水吐越流量44.0 m³/sec が得られた。この規模はダム全体から見て適当であると判断され、そこで余水吐は越流水深1m、越流幅22m、越流量44.0 m³/s と決定する。

(4) 放水路

放水路は、急流水路となるため、コンクリート構造とする。水路は経済的見地より越流後に断面を縮少し幅10mとする。

放水路は上流区間100m、コウ配1/20、下流区間8m、コウ配1/2とする。

(5) 減勢工

急流水を減勢して現況河川へ導水するために放水路末端に減勢工を設ける。減勢工の形式は水平静水池・■型とし、長さは9mを計画する。

2-3-6 取水施設の設計

(1) 位置の選定

取水施設はRIDの予備設計では兩岸取水を計画しているもので、これを踏襲して2ヶ所設けるものとする。

位置は送水路の路線、地形及び地質等を考慮して左岸取水工はNo 1 + 90.0、右岸取水工はNo 3 + 20.0を選定する。

又、最禍水時に取水工敷高以下の死水を取水する施設としNo 2 + 25.0地点に底樋管を計画する。

(2) タイプの決定

取水施設のタイプとして取水塔、斜樋或いはバルブ方式等が考えられる。取水塔或いは斜樋タイプは堤体に与える影響が少ない。しかし、RIDの強い要望によりバルブ方式として鋼管をコンクリートで巻き立て、下流側のバルブにより制御を行うタイプを採用する。

(3) 取水量

新村への生活用水と農業用水合せて、最大取水量は $0.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 、従って片側では $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ とする。

(4) 底樋管

鋼管 ($D = 500 \text{ mm}$) 鉄筋コンクリートで全巻きする構造とする。

2-4 施工計画

2-4-1 概 要

建設工事は、乾期の本年11月から着手し、明年6月末までに完成させ、次期雨期(1982年5月~10月)の降雨を貯水するものとして施工計画を樹てる。

従って建設工事着手前には、実施設計が完了していなければならない、この基本設計報告書提出後、速やかに設計に入る事が肝要であり、この為には、可能な限り、タイ政府との事務手続を円滑に且つ迅速に進め、予定通り着手することが以後の施工を容易ならしめる重要課題である。

工事着手は10月からが望ましいが、実施設計及び諸般の事務折衝等を考慮し、11月中旬とする。

工事は、事務所、労務宿舎、機材置場等の仮設建物から始め、後仮設工事の搬入道路改修、仮締切等を行って、本工事に入る。

本工事は、施工工程表の通り、ダム敷及び土取場の立木の伐開から始めるが、この伐開には、国有林である為、営林局の許可が必要であり、タイ政府側において事前に事務手続を完了されることが望まれる。

施工は、可能な限り、機械力を使用し、機械が使用出来ない工種のみ人力に頼るものとする。

2-4-2 施工工程

過去の降雨資料から築堤工事は、11月から3月までが最適で、この間にできるだけ作業を進め、少くとも4月末には完成することが望ましい。

11月から3月までは、ほとんど全日施工可能であるが4月に入ると降雨が

あり、盛土には雨の対策を講じなくてはならない。

施工期間が限定されているので、連日遅退なく、工事の進行を計り、完全なダムを建設せねばならない。

各工種の工程は表2-4-1の通りで、完成は6月30日とする。

2-4-3 施工機械

施工機械は、各機種共、工程表より1日当りの作業量を概定し、その数量に合致した能力の型式及び台数の組合せを選定する。

工程表から各工種ごとの機械の組合せにより適正台数を求めるものとする。使用する機械は概ね次の通りである。

1. 掘削及び積込機械

ブルドーザー(15~20t) トラクターローダ(1.0~1.5m³)
バックホー(0.45~1.0m³) モータースクレーパー(")

2. 運搬機械

ダンプトラック(6~12t)

3. モーターグレーダー及び締固め機械

モーターグレーダー(B=3.0m前後)
タンピングローラー(3~6t) タンバー(100kg)

4. 散水車(6t~10t)

5. コンクリートミキサー(0.3~1.0m³)

6. デスクハロー

7. 削岩機

2-5 事業費

2-5-1 概 要

本事業費の総額は、積算の結果524,000,000円(50,400,000パーツ)となった。

事業費は、工事費とコンサルタント費で、工事費の内訳は、ダム工事とその附帯工事(取水施設及び余水吐工事)のみである。コンサルタント費は、

実施設計費と施工管理費である。

本工事の施工予定地はすべて国有地で、疎林或はタピオカ畑であり、施工に当っては、若干の作物補償費が必要と思われるが、それ等は、タイ政府から支払われるものとして、本事業費には計上しない。

上述した通り工事はダム工事のみで、用水路はタイ政府側で施工されるものとした。

事業費は現地価格（バーツ）で積算しており、それを円に換算するので、円価格（対ドル）の変動に左右される。この報告書では1ドル＝235円としたが工事契約時には検討が必要である。

2-5-2 工 事 費

工事費の算出に当ってはR.I.Dの積算を参考とし、日タイ合弁企業の見積等もとり、妥当と思われる単価を定め工事費の積算を行った。

2-5-3 実施設計及び施工管理費

本基本設計終了後、速に実施設計に取組み、出来得れば10月末、少く共11月上旬には完成させるに必要な費用を計上した。

施工管理費は、11月中旬から7ヶ月半おおよそ2～3名の技術者を派遣するものとして費用を算出した。

2-5-4 事業費

A. 工事費

1. ダム本體工	252,996,000円	24,326,550 ^円
2. 余水吐工	78,974,000	7,593,687
3. 取水施設工	29,085,000	2,796,613
4. 底樋管工	7,988,000	768,104
5. 仮設工事	7,691,000	739,537
6. 間接工事費	22,594,000	2,172,509
小計	399,328,000	38,397,000
7. 諸経費	76,055,000	7,313,000
合計	475,383,000	45,710,000
	≒ 475,000,000	≒ 45,700,000

B. 実施設計費及び施工管理費	49,000,000	4,700,000
総合計	524,000,000	50,400,000

(予備費は一切計上していない)

交換レート(1981年8月14日)

1 U.S.\$ = 22.6 パーツ

1 U.S.\$ = 235 円

1 パーツ = 10.4 円

2-6 事業評価

2-6-1 農業生産と農家収入

(i) 農業生産

メカダムの完成によって、Saitri 3-10, Saitri 4-8, Saitri 4-9, の3村で従来雨期1作のみであった水田1100ライ(176ha)が100%、畑作地2,760ライ(440ha)のうち、460ライ(74ha)計1,560ライ(250ha)が通年かんがいの対象地域となり水田となる可能性が生れる。

こうした可能性を現地農業開発にフルに活かすことにし、全上面積の年間利用のあり方を図2-6-1の作付体形の形で提案する。

即ち、雨期には全面積にわたり米作、乾期にはその40%（630ライ）を米作、残る60%（930ライ）では畑作物を栽培するというものである。

乾期に60%まで畑作物を導入するのは、全面的に水稲を作付けるのに必要な用水の供給が困難な事と、高収益であること、及び地力の保持等から決めたものである。

図2-6-1に示した作付体系をもとに、受益地に対する農業開発を行った場合の各作付収量は次の通りである。

(1)水稲（雨期及び乾期共）モミ 500 kg/1ライ

(2)畑作 落花生 200 kg/1ライ

 ゴマ 120 kg/1ライ

 トウモロコシ 300 kg/1ライ

(2) 農家収入

直接受益地の水田においては、現在収量はライ当りモミで300kg程度であるが寡雨年には、半分以下となるのが例であると報告されているので、年平均収量は250kg前後と推定される。

従って、現在は

$$250 \text{ kg} \times 1,100 \text{ ライ} = 275 \text{ トン}$$

(@ 3,300 パーツ/トン, 907,500 パーツ)

ダム完成後は、既存水田の全部1,100ライと畑地の460ライ計1,560ライが毎雨期に高収量品種の水稲栽培が保証され、平均収量もライ当り500kgが期待される。

雨期における水稲生産量は

$$500 \text{ kg} \times 1,560 = 780 \text{ トン}$$

(@ 3,300 パーツ/トン 2,574,000 パーツ)

計画前との比較は

$$780 \text{ トン} - 275 \text{ トン} = 505 \text{ トン} (1,666,500 \text{ パーツ})$$

即ち180%の増産となる。

次に乾期作では630ライは雨期水稲と同様ライ当り500kgの生産があるも

のと想定される。

$$500 \text{ kg} \times 630 \text{ ライ} = 315 (1,039,500 \text{ パーツ})$$

畑作 930 ライの収益

作物名	面積 (rai)	単位収量 (kg/rai)	収量 (ton)	単価 (฿ per ton)	販売価格 (฿ 1,000)
ピーナッツ	280	200	56.0	5,000	280
ゴマ	280	120	33.6	10,000	336
トモロコシ	370	300	$\frac{111.0 \times 2}{222.0}$	2,500	555
計	930				1,171

その他残り畑地 2,300 ライは従来通りタピオカを生産し、その収量、単価に変化が起らないと仮定すれば、本計画が受益地にもたらす経済的便益は次の様に概算される。

農産物の増産に伴う計画の経済的便益

単位 = 1000 Bahts

項目	水田		乾期 畑作	タピオカ※	計
	雨期	乾期			
計画後	2,574	1,039.5	1,171	1,656	6,440.5
計画前	907.5	—	—	1,987.2	2,894.7
利益	1,666.5	1,039.5	1,171	(-)331.2	3,545.8

※収量 = 1,800 kg/rai

単価 = 400 ฿/ton

ただし、農耕や新規のかんがい排水施設の維持管理費等が勘案されていないし、他方油カスの飼料や直接肥料としての利用効果も取り入れていないという概算である。

2-6-2 概略便益

本計画の便益は、前項で試算した農業生産増に伴う毎年約 3,546,000 パーツである。

しかし実際には、乾期の作付成功率（毎年 100 %ではない）を勘案する必

要があり、

乾期水稲作 1,039,500 パーツ × 60 % = 623,700 パーツ

“ 畑 作 1,171,000 パーツ × 70 % = 819,700 パーツ

となるであろう。

従って計画による便益は年間

雨期水稲作 1,666,500 パーツ

乾期 “ 623,700

“ 畑 作 819,700

“ タピオカ(耕作面積減) △ 331,200

計 2,778,700 パーツ

となり、事業費 50,400,000 パーツは

$$50,400 \div 2,778,700 = 18.1(\text{年})$$

約19年で回収されることになる。

ただし、利子計算は入れていない。

2-7 懸案事項

2-7-1 着工以前にタイ政府で処理されるべき事項

政府間の手続きが完了しても次の事項が処理されていないと着工出来ない
ので十分な配慮を必要とする。

1. ダム敷及びダム水没地の立木伐開許可
2. ダム水没地の立木伐開作業
3. ダム敷及び水没地の作物補償その他一切の補償
4. 事務所、労務宿舎、機材置場等工事に必要な用地の提供
5. 搬入道路の改修についての関係部落の了解

2-7-2 工事に際しての留意事項

現地調査が短期間でボーリング本数が限られ、その補足として、ラストピ
ットを行ったが、その掘削深には限度があり、実際の施工時には、多少の変
動があるであろう。

第 2 章 図 表 リ ス ト

<u>TABLES</u>	<u>page</u>
Table 2-2-1 Climatological Data (Surin) for the Period 1951 - 1975	II-TF- 1
Table 2-2-2 Monthly Diversion Water Requirments	II-TF- 3
Table 2-2-3 Area of Irrigation Required per 100 ha	II-TF- 4
Table 2-2-4 Monthly Rainfall at the Project Site (Lahan Sai -- Meh Kah Dam)	II-TF- 5
Table 2-2-5 Monthly Effective Rainfall	II-TF- 6
Table 2-2-6 Computation Sheet of Net Water Requirement for Wet Season Paddy	II-TF- 7
Table 2-2-7 Computation Sheet of Net Water Requirement for Dry Season Paddy	II-TF- 8
Table 2-2-8 Computation Sheet of Net Water Requirement for Upland Paddy	II-TF- 9
Table 2-4-1 Construction Schedule (Meh Kah Dam)	II-TF-10
<u>FIGURES</u>	
Fig. 2-1-1 Geological Map	II-TF-11
Fig. 2-2-1 Proposed Cropping Calender	II-TF-12
Fig. 2-2-2 Water Balance Study (Meh Kah Dam)	II-TF-13
Fig. 2-3-1 H-V, H-A Curve (Meh Kah Dam)	II-TF-14
Fig. 2-3-2 Location Map of Soil and Geological Investigation for Meh Kah Dam	II-TF-15
Fig. 2-3-3 Geological Section of the Meh Kah Dam Axis ..	II-TF-16
Fig. 2-3-4 Typical Section (Meh Kah Dam)	II-TF-17
Fig. 2-3-5 Phreatic Surface	II-TF-18
Fig. 2-3-6 Slope Stability Analysis (Meh Kah Dam) Case 1 - Fill Completed Condition	II-TF-19
Fig. 2-3-7 Slope Stability Analysis (Meh Kah Dam) Case 2 - Full Reservoir Condition	II-TF-20
Fig. 2-3-8 Slope Stability Analysis (Meh Kah Dam) Case 3 - Rapid Drawdown Condition	II-TF-21
Fig. 2-6-1 Proposed Cropping Pattern	II-TF-22

Table 2-2-1 Climatological Data (Surin) for the Period 1951 - 1975

Temperature (°C)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Mean	24.4	26.8	29.2	30.0	29.3	28.4	28.0	27.7	27.4	26.9	25.4	24.0	27.3
Ext. Maximum	36.6	38.2	40.8	41.6	39.7	38.8	37.4	37.1	36.7	35.8	36.2	35.8	41.6
Ext. Minimum	6.4	11.0	11.0	15.2	20.0	19.8	19.6	20.0	19.0	16.3	11.9	8.2	6.4

Relative Humidity (%)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Mean	63.0	61.0	60.0	65.0	74.0	78.0	79.0	81.0	83.0	79.0	74.0	68.0	72.0
Mean Maximum	87.7	85.2	83.3	85.6	90.5	93.4	92.9	93.9	95.3	92.6	91.0	89.3	90.1
Mean Minimum	43.4	43.2	41.8	45.7	55.2	62.0	63.1	65.5	68.2	66.3	57.9	49.6	55.2

Climatological Data (Surin) for the Period 1951 - 1975

Evaporation (mm)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Mean-Piché	143.1	140.3	163.4	145.3	110.8	83.1	80.6	69.0	59.0	81.5	102.1	125.0	1,303.2
Mean-Pan	202.6	194.4	229.6	218.0	207.9	178.1	188.1	164.8	145.3	179.4	188.2	192.9	2,289.3

Rainfall (mm)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Mean	2.0	11.0	30.6	84.1	175.4	159.2	190.8	194.4	276.3	132.8	22.3	1.6	1,280.5
Mean rainy days	0.7	2.1	4.3	8.4	14.3	17.6	17.8	19.6	20.8	11.6	3.5	0.6	121.3
Daily Maximum	12.8	57.7	40.1	108.9	106.3	114.4	97.6	94.5	104.5	132.1	39.6	19.5	132.1
Day/Year	26/54	12/70	24/64	12/68	25/51	12/70	18/61	6/58	28/73	6/60	14/66	26/66	6/60

Remark: Evaporation 1. Piché 1959 - 1975
 2. Pan 1961 - 1975

Table 2-2-2 Monthly Diversion Water Requirements

1,000 m³

Month Year	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total	
													Annual	May ~ Oct.
1971	477	42	12	29	779	12	279	534	157	528	657	757	4,263	1,153
1972	328	212	12	29	934	12	142	410	166	528	762	572	4,107	1,341
1973	658	12	12	29	659	12	62	429	166	509	508	700	3,756	786
1974	610	245	45	12	834	12	25	334	166	452	565	614	3,914	1,173
1975	477	167	12	12	909	12	137	286	166	528	746	528	3,980	1,249
1976	229	70	59	12	895	12	12	439	166	528	762	715	3,899	1,060
1977	572	100	12	17	759	12	209	286	166	528	762	667	4,090	1,109
1978	429	12	12	12	820	12	395	486	166	528	762	766	4,400	1,263
1979	324	95	12	12	942	12	420	534	166	528	533	738	4,316	1,493
1980	572	12	12	12	800	12	12	486	166	515	704	620	3,923	860
Average	468	97	20	18	833	12	169	422	165	517	676	668	4,065	1,149
Cropping Calendar													Wet Season Paddy 250 ha	
													Dry Season Paddy 100 ha Upland Crop (1) 150 ha	

Table 2-2-3 Area of Irrigation Required per 100 ha

N	--	--	2.5	2.5	2.5	--	--	--	0.6	3.8	0.6	--
LP	--	--	--	100	--	--	--	--	--	50	50	--
G	100	50	--	50	100	100	87.5	12.5	12.5	12.5	87.5	100
LP	50	--	--	--	--	--	--	50	50	50	--	50
G	100	100	87.5	12.5	--	--	--	12.5	87.5	100	100	100

N: Nursery LP: Land preparation (or puddling) G: Growing

Table 2-2-4 Monthly Rainfall at the Project Site (Lahan Sai--Meh Kah Dam)

in millimeter

Month Year	Total														
	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Rainy Season	Dry Season	Annual
1971/72	61.9	133.3	212.4	25.4	170.9	224.7	85.8	0.0	10.0	0.0	31.2	2.4	852.5	105.5	958.0
1972/73	102.3	65.5	415.3	33.0	79.0	361.2	129.0	38.0	0.0	0.0	0.0	55.0	1083.0	195.3	1278.3
1973/74	10.2	199.2	280.3	32.1	243.4	282.9	154.1	33.5	0.0	8.4	74.0	18.3	1192.0	144.4	1336.4
1974/75	24.1	51.8	77.3	192.2	137.0	243.2	166.8	64.5	0.0	35.2	57.5	42.8	868.3	224.1	1092.4
1975/76	60.9	84.3	221.9	276.6	91.6	204.8	130.0	79.0	0.0	0.0	3.7	66.5	1009.2	210.1	1219.3
1976/77	130.2	122.8	69.4	113.4	100.7	287.9	266.0	30.3	0.0	0.0	0.0	14.0	960.2	174.5	1134.7
1977/78	35.0	111.2	135.0	98.6	184.0	198.9	107.4	67.2	0.0	0.0	0.0	27.7	835.1	129.9	965.0
1978/79	75.3	273.6	122.6	220.7	146.9	316.2	48.3	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1128.3	89.3	1217.6
1979/80	103.5	112.5	155.9	117.9	73.5	307.4	39.5	0.0	0.0	0.0	66.9	*8.3	806.7	178.7	985.4
1980/81	35.1	171.9	436.1	171.2	156.7	*204.4	*217.0	14.0	0.0	*6.3	15.5	*41.8	1357.3	112.7	1470.0
Total	638.5	1326.1	2126.2	1281.1	1383.7	2631.6	1343.9	340.5	10.0	49.9	248.8	276.8			
N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
Average	63.9	132.6	212.6	128.1	138.4	263.2	134.4	34.1	1.0	5.0	24.9	27.7	1009.3	156.6	1165.9

Notes: Rainy Season (May ~ Oct.) Dry Season (Nov. ~ Apr.),

*(Data at Ban Kruat) x 0.617 + 46.846 (Rainy Season) or (Data at Ban Kruat) x 0.811 + 6.272 (Dry Season)

Table 2-2-5 Monthly Effective Rainfall

in millimeter

Month Year	Apr.	May	Jun.	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Annual	
													Paddy	Upland
1971/72	46	100	(120) 159	19	(120) 128	(120) 169	64	0	8	0	23	2	718	622
1972/73	77	49	(120) 200	25	59	(120) 200	97	29	0	0	0	41	777	617
1973/74	8	149	(120) 200	24	183	(120) 200	116	25	0	6	56	14	981	729
1974/75	18	39	(120) 144	144	103	(120) 182	(120) 125	48	0	26	43	32	818	727
1975/76	46	63	(120) 166	200	69	(120) 154	98	59	0	0	3	50	908	748
1976/77	98	92	52	85	76	(120) 200	(120) 200	23	0	0	0	11	837	677
1977/78	26	83	101	74	(120) 138	(120) 149	81	50	0	0	0	21	723	676
1978/79	56	200	(120) 92	166	110	(120) 200	36	11	0	0	0	0	871	665
1979/80	78	84	117	88	55	(120) 200	30	0	0	0	50	6	708	628
1980/81	26	129	(120) 200	128	118	(120) 153	(120) 163	11	0	5	12	31	976	803
Total	479	988	(870) 1345	(795) 953	(950) 1039	(1200) 1807	(882) 1010	256	8	37	187	208		
Average	48	99	(87) 135	(80) 95	(95) 104	(120) 181	(88) 101	26	1	4	19	21	834	691

Note: () -- Effective rainfall of upland field

Table 2-2-6 Computation Sheet of Net Water Requirement for Wet Season Paddy

Item	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Annual
Cropping Calendar													
① Evapotranspiration (mm/day)	3.6	3.2	2.6	2.6	2.4	2.4	2.7	2.6	2.6	2.8	3.3	3.8	
(mm/mon)	107	98	78	79	73	70	84	78	80	85	92	116	1,040
② Crop Factor	-	-	1.00	1.13	1.30	1.33	1.20	1.10	-	-	-	-	-
③ Crop Consumptive Use (mm/mon)	-	-	79	82	91	112	94	88	-	-	-	-	546
④ Percolation (mm/mon)	30	16	15	16	16	15	16	30	31	31	28	31	275
⑤ Net Water Requirement (mm/mon)	-	-	95	98	106	106	128	124	119	-	-	-	670
⑥ Water Requirement for Land Preparation (mm)	-	-	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑦ Net irrigation Area (ha/100ha)	-	-	-	3	53	100	100	88	12	-	-	-	-
⑧ Weighted NWR (mm/mon)	-	-	3	252	106	106	128	109	14	-	-	-	612

Note: ⑤ is not including water Requirement for Land Preparation

⑦ () is Land Preparation Area

⑧ = ⑤ x ⑦ / 100 + ⑥ x ⑦ () / 100

Table 2-2-7 Computation Sheet of Net Water Requirement for Dry Season Paddy

Item	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Annual
Cropping Calendar													
	(mm/day)	3.6	3.2	2.6	2.6	2.4	2.4	2.7	2.6	2.6	2.8	3.3	3.8
① Evapotranspiration (mm/mon)	107	98	78	79	73	70	84	78	80	85	92	116	1,040
② Crop Factor	1.30	1.10	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	1.25	1.35	
③ Crop Consumptive Use (mm/mon)	139	108	-	-	-	-	-	-	80	85	115	157	684
④ Percolation (mm/mon)	30	16	15	16	16	15	16	30	31	31	28	31	275
⑤ Net Water Requirement (mm/mon)	169	124	-	-	-	-	-	-	111	116	143	188	851
⑥ Water Requirement for Land Preparation (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	200	-	
⑦ Net Irrigation Area (ha/100ha)	100	50	-	-	-	-	-	-	1	(50)	(50)	100	
⑧ Weighted NWR (mm/mon)	169	62	-	-	-	-	-	-	1	119	226	188	765

Note: ⑤ is not including water Requirement for Land Preparation

⑦ () is Land Preparation Area

⑧ = ⑤ x ⑦ / 100 + ⑥ x ⑦ () / 100

Table 2-2-8 Computation Sheet of Net Water Requirement for Upland Paddy

Item	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Annual
Cropping Calendar	Upland Crop												
	Upland Crop												
① Evapotranspiration (mm/day)	3.6	3.2	2.6	2.6	2.4	2.4	2.7	2.6	2.6	2.8	3.3	3.8	
(mm/mon)	107	98	78	79	73	70	84	78	80	85	92	116	1,040
② Crop Factor	0.7	0.9	0.75	0.55	-	-	-	-	0.55	0.7	0.9	0.75	
③ Crop Consumptive Use (mm/mon)	75	88	59	43	-	-	-	-	44	60	83	87	539
④ Percolation (mm/mon)	30	16	15	16	16	15	16	30	31	31	28	31	275
⑤ Net Water Requirement (mm/mon)	105	104	74	59	-	-	-	-	75	91	111	118	737
⑥ Water Requirement for Land Preparation (mm)	40	-	-	-	-	-	-	-	40	40	-	40	-
⑦ Net Irrigation Area (ha/100ha)	(50)	100	88	12	-	-	-	-	(50)	(50)	100	(50)	-
⑧ Weighted NWR (mm/mon)	125	104	65	7	-	-	-	-	29	100	111	138	679

Note: ⑤ is not including water Requirement for Land Preparation

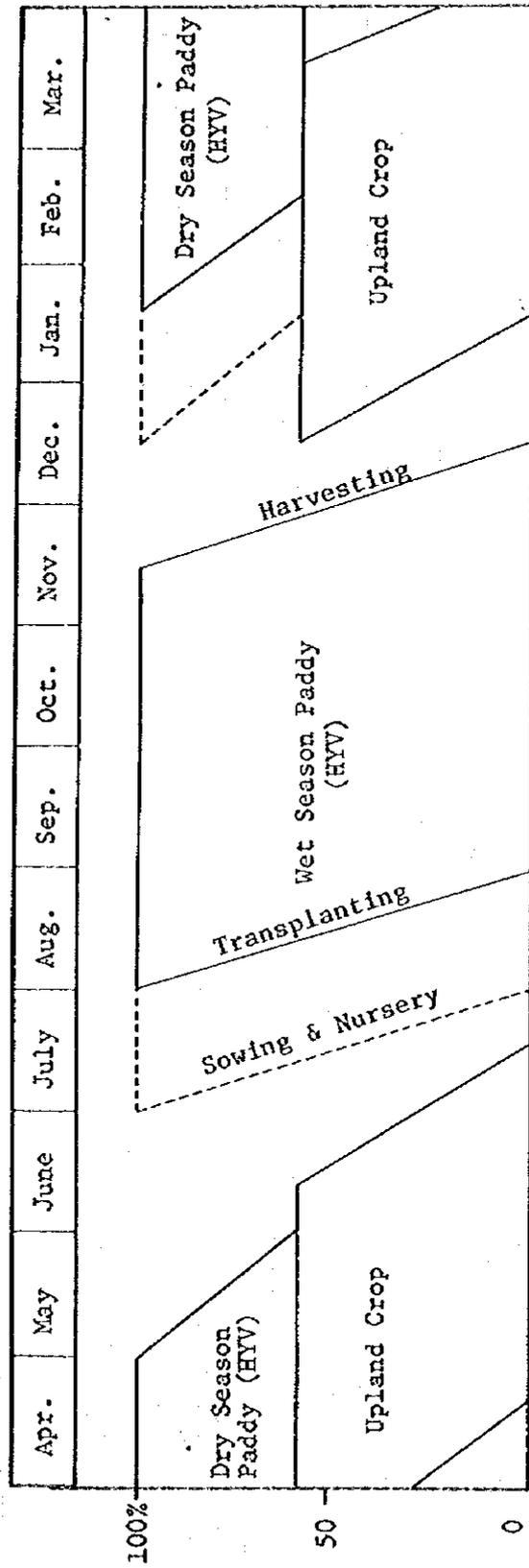
⑦ () is Land Preparation Area

⑧ = ⑤ x ⑦ / 100 + ⑥ x ⑦ () / 100

Table 2-4-1 Construction Schedule (Meh Kah Dam)

Work Item	Q.T.Y.	1981					1982					
		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.		
Engineering Service		D/D										
Detailed Design Supervision				Supervision								
Preparatory Works												
Jungle clearing	67,600m ²											
Stripping	58,200m ³											
Excavation	13,300m ³											
Embankment	161,400m ³											
Riprap	10,400m ²											
Toe Drain	4,200m ³											
Earth Works	14,000m ³											
Concrete Works	2,100m ³											
Reprap	260m ²											
Earth Works	2,900m ³											
Concrete Works	290m ³											
Steel pipe ϕ 500	182m											
Value	1											
Earth Works	2,200m ³											
Concrete Works	75m ³											
Steel pipe ϕ 200	105m											

Fig. 2-2-1 Proposed Cropping Calendar



Note: Nursery area is equivalent to 5% of cultivation area

Fig. 2-2-2 Water Balance Study (Meh Kah Dam)

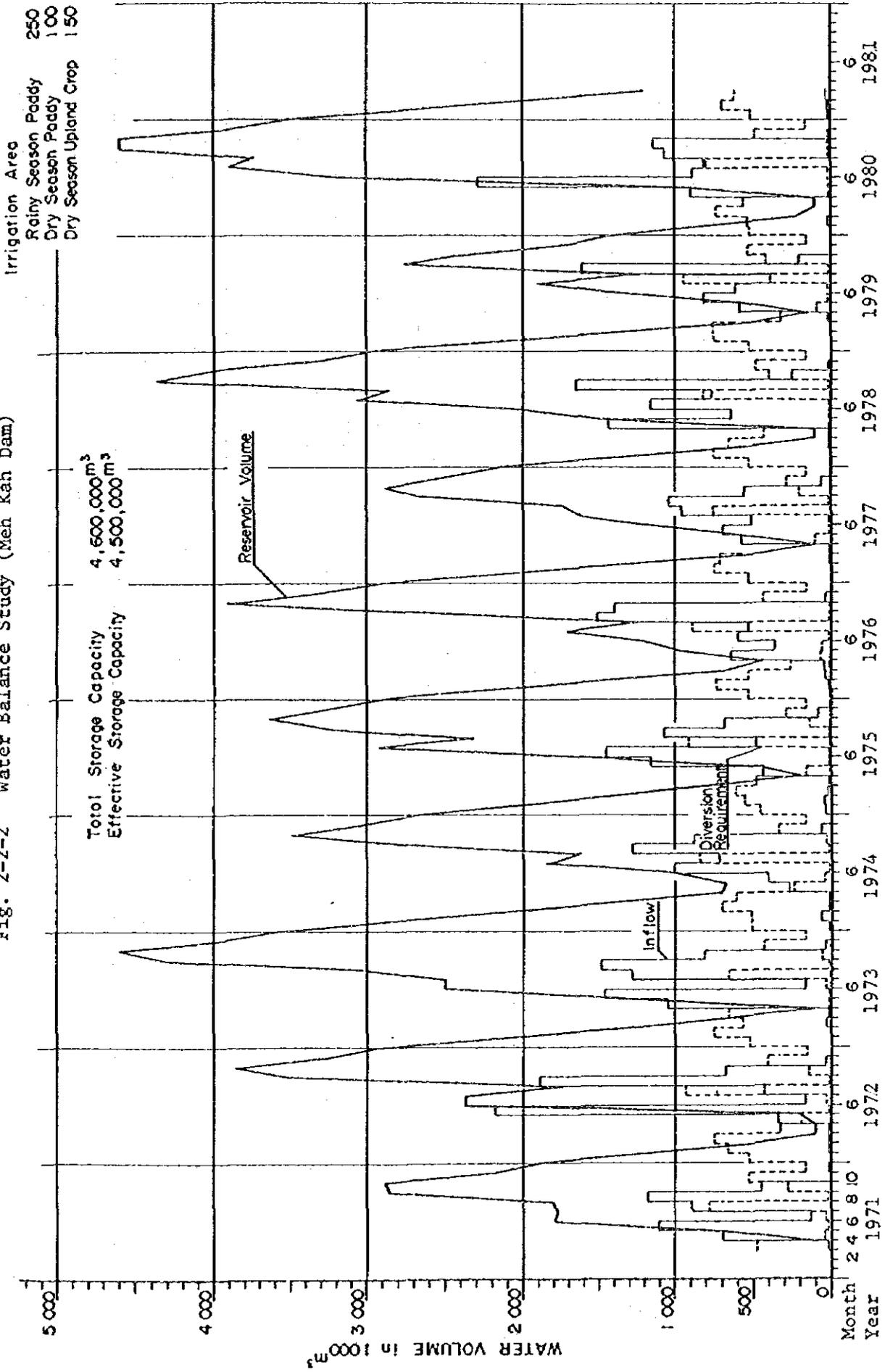


Fig. 2-3-1 H-V, H-A Curve (Meh Kah Dam)

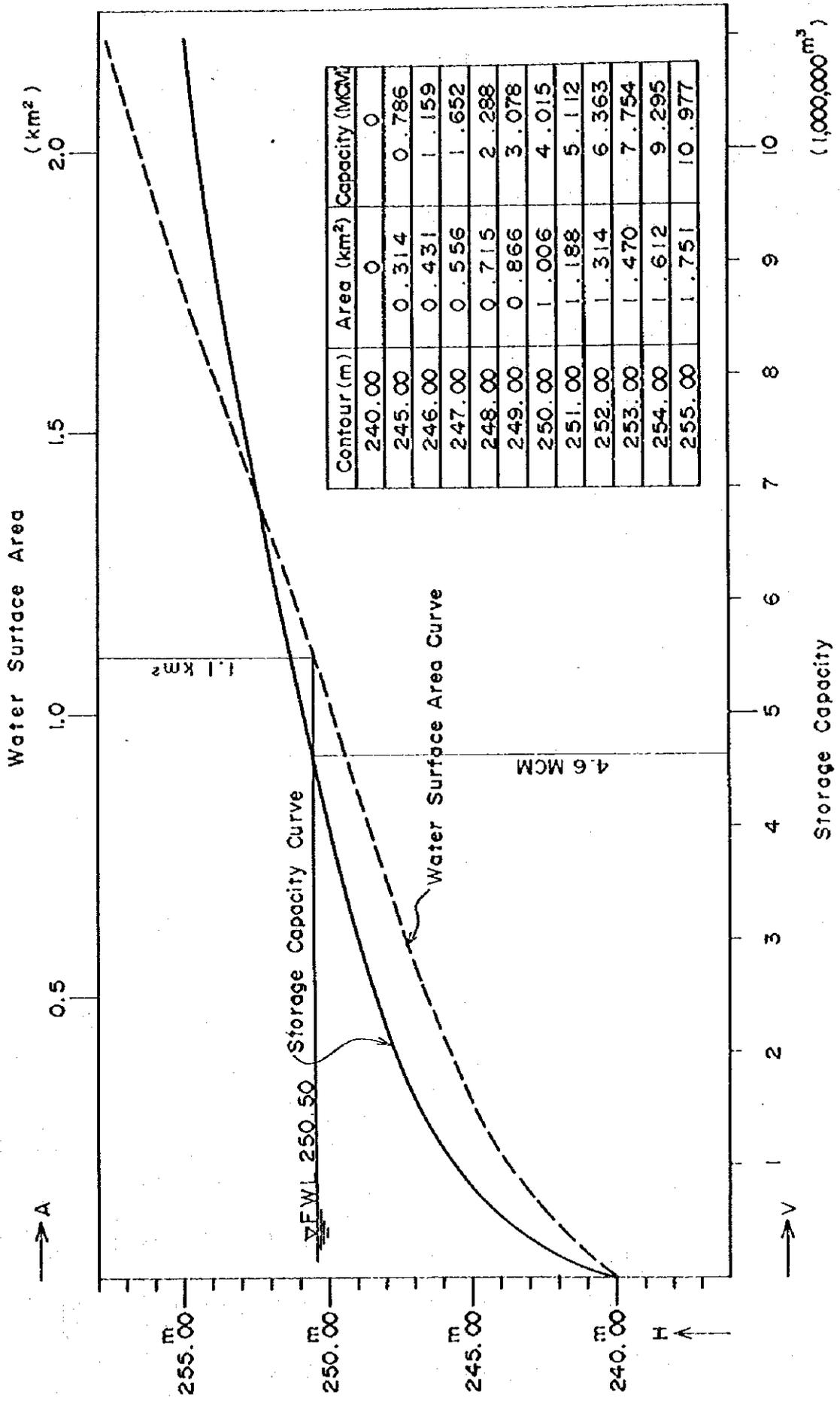
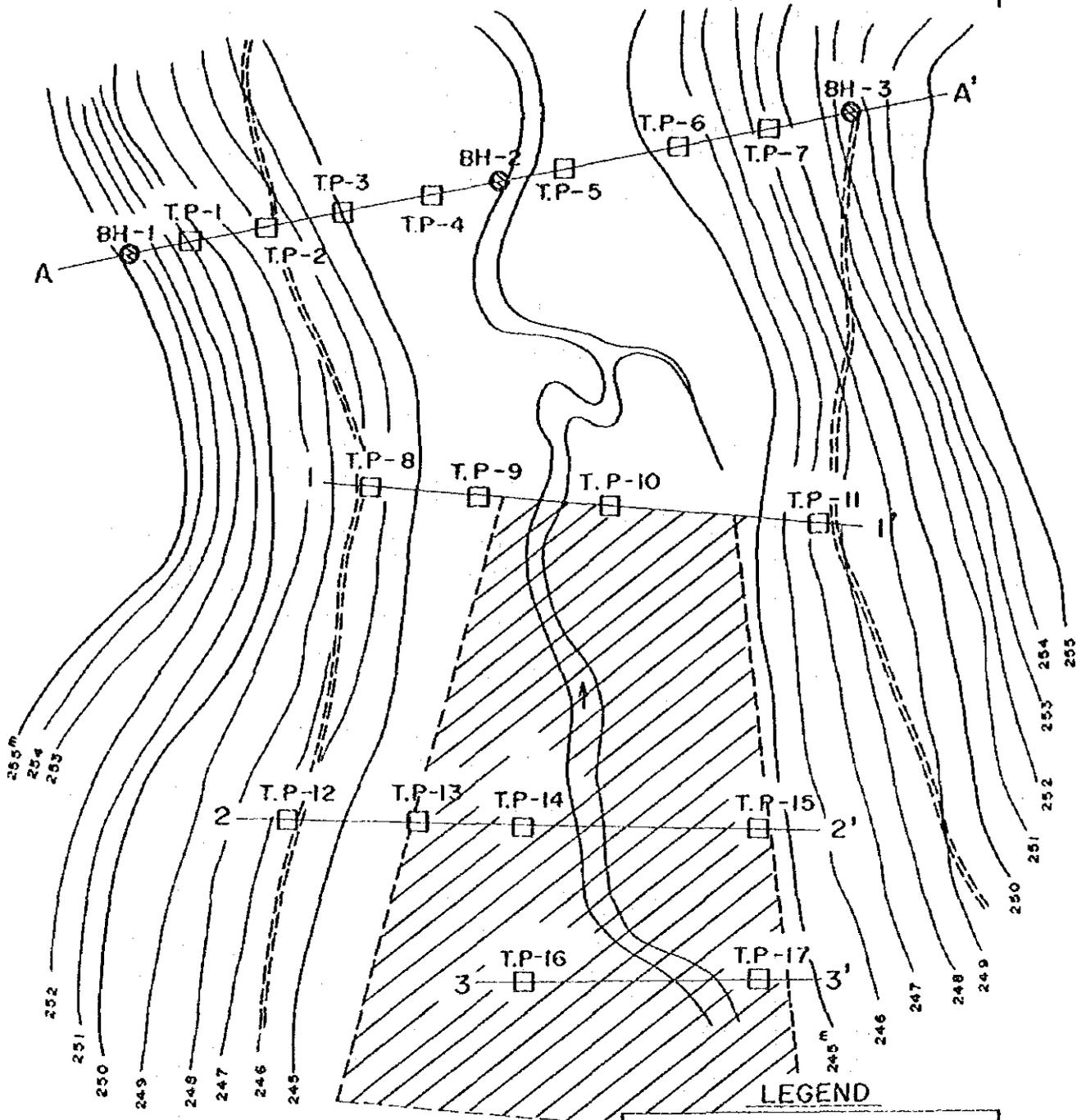


Fig. 2-3-2 Location Map of Soil and Geological Investigation for Meh Kah Dam



Scale 1:4,000



LEGEND

- ⊙ Boring Point
- Test Pit Point
- ▨ Borrow Area

Fig. 2-3-3 Geological Section of the Meh Kah Dam Axis

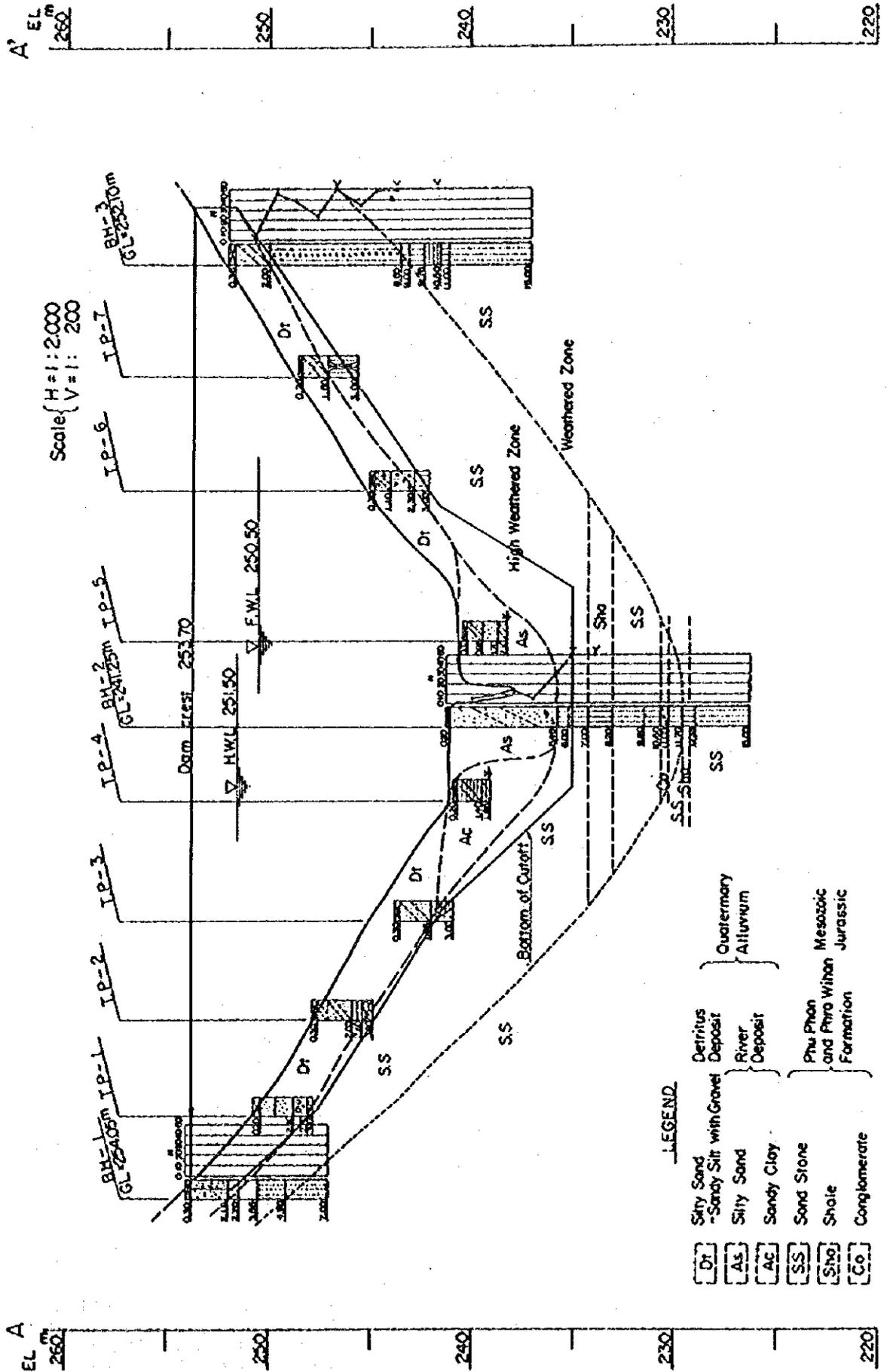


Fig. 2-3-4 Typical Section (Meh Kah Dam)

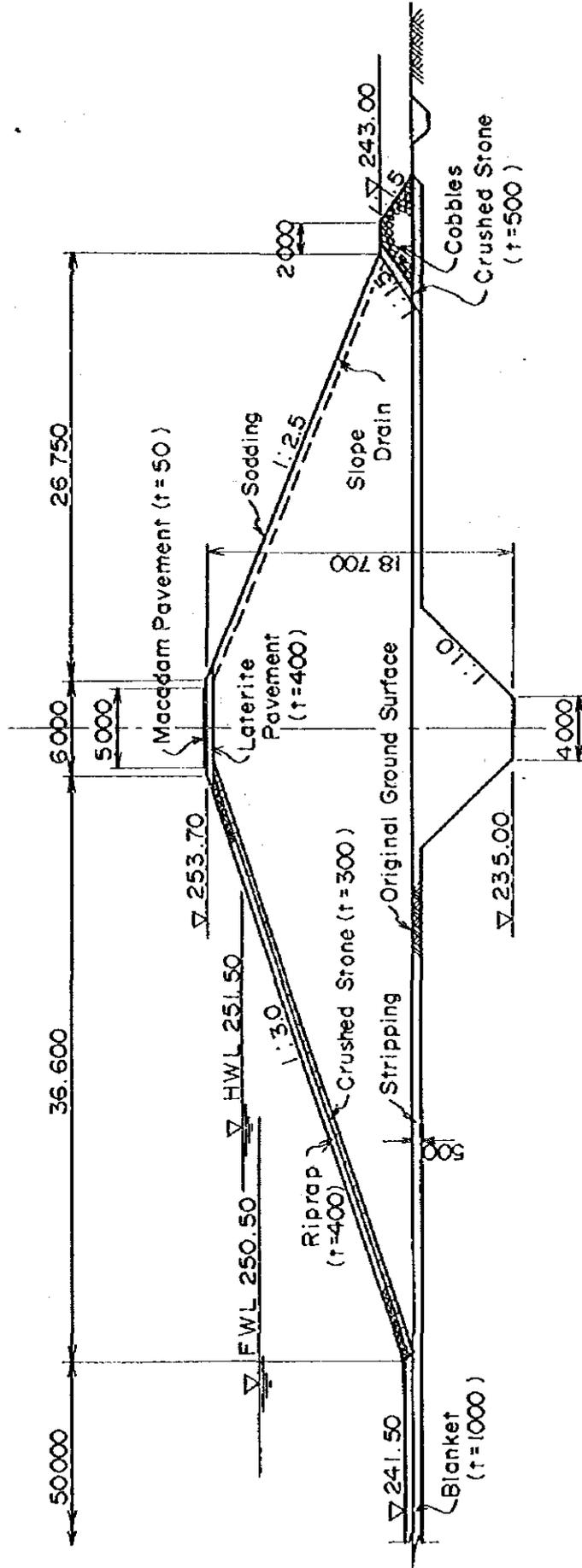


Fig. 2-3-6 Slope Stability Analysis (Meh Kah Dam)
 Case 1 Fill Completed Condition

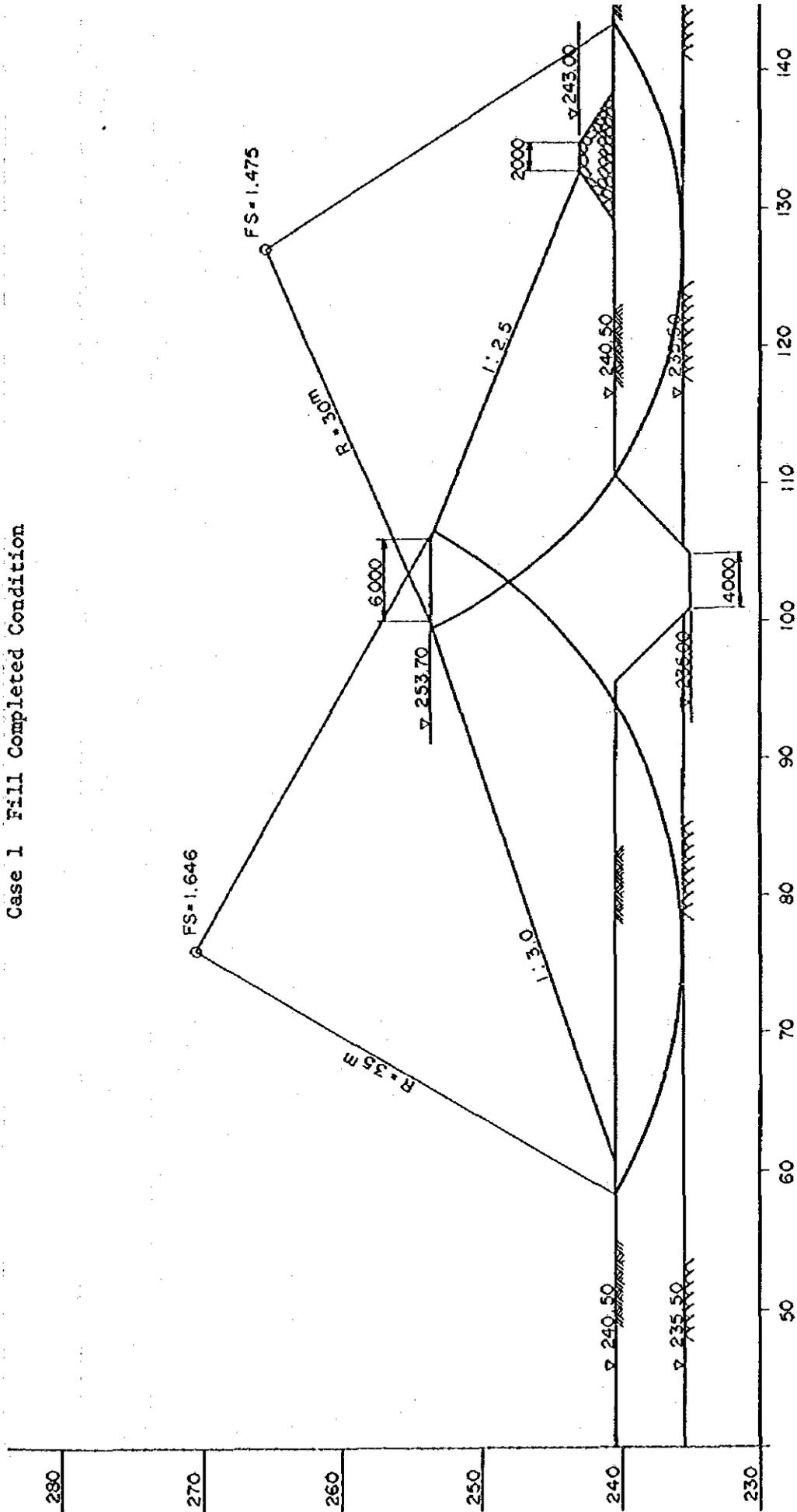


Fig. 2-3-7 Slope Stability Analysis (Meh Kah Dam)
Case 2 Full Reservoir Condition

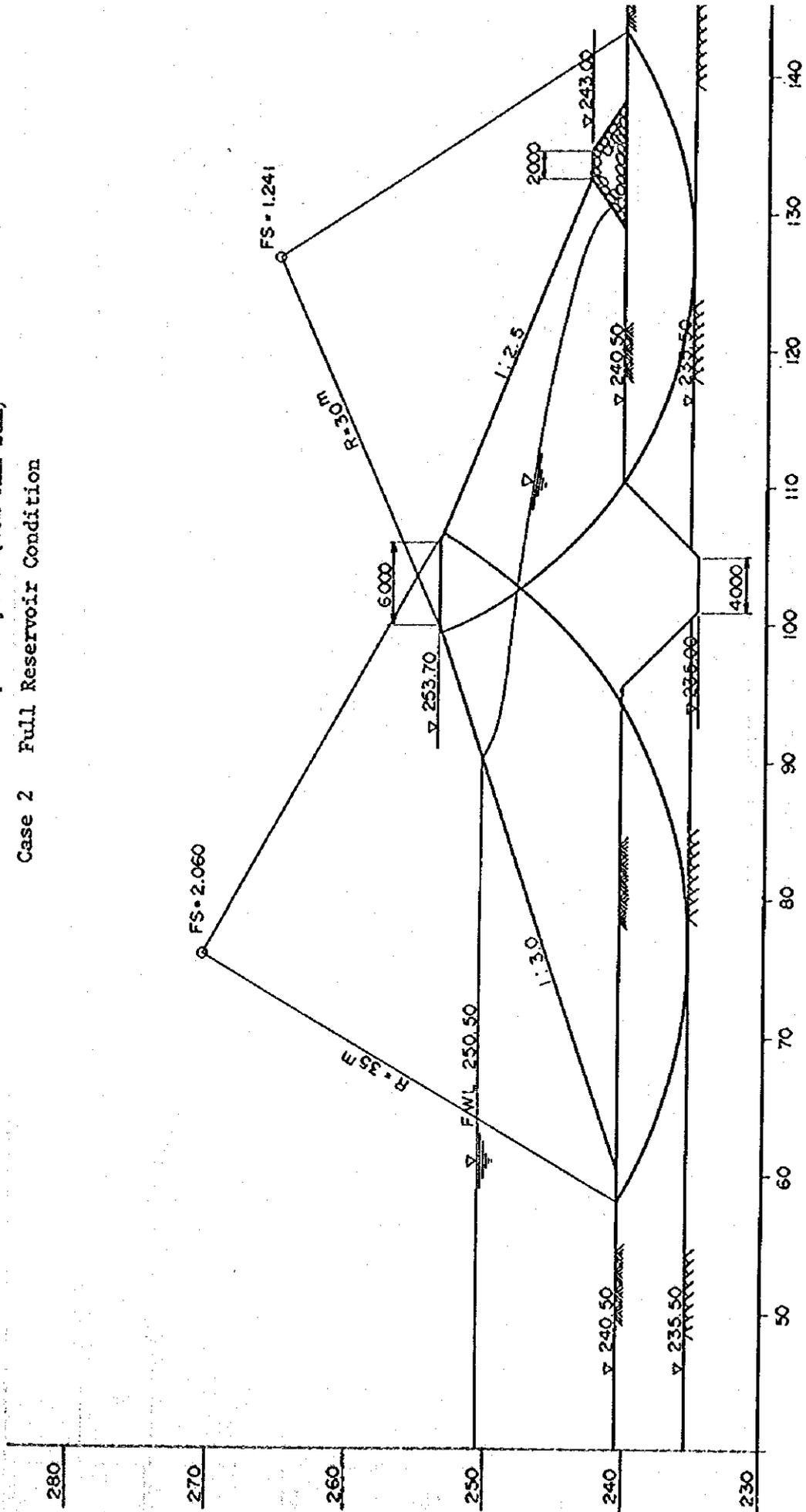


Fig. 2-3-8 Slope Stability Analysis (Meh Kah Dam)
 Case 3 Rapid Drawdown Condition

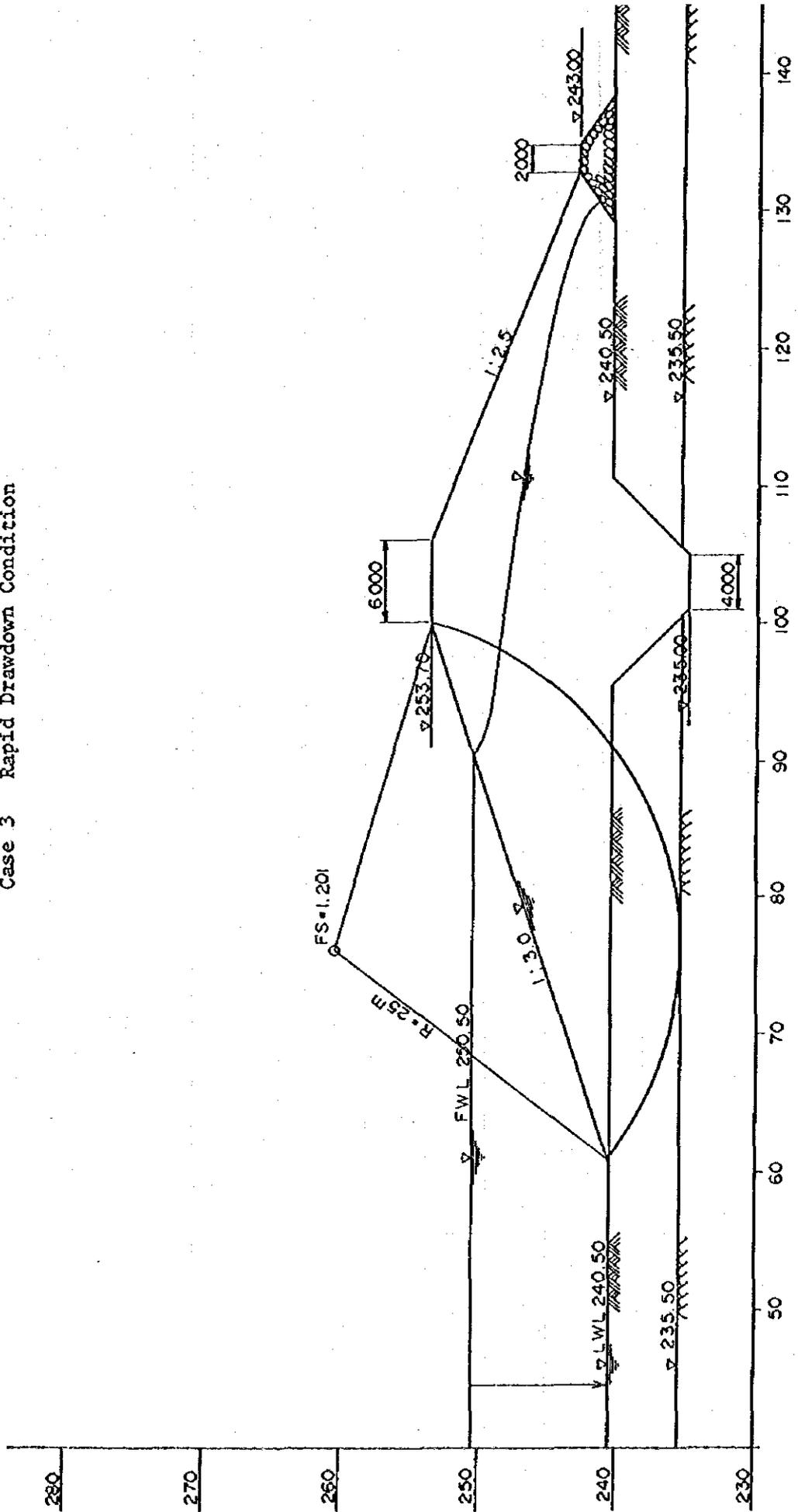
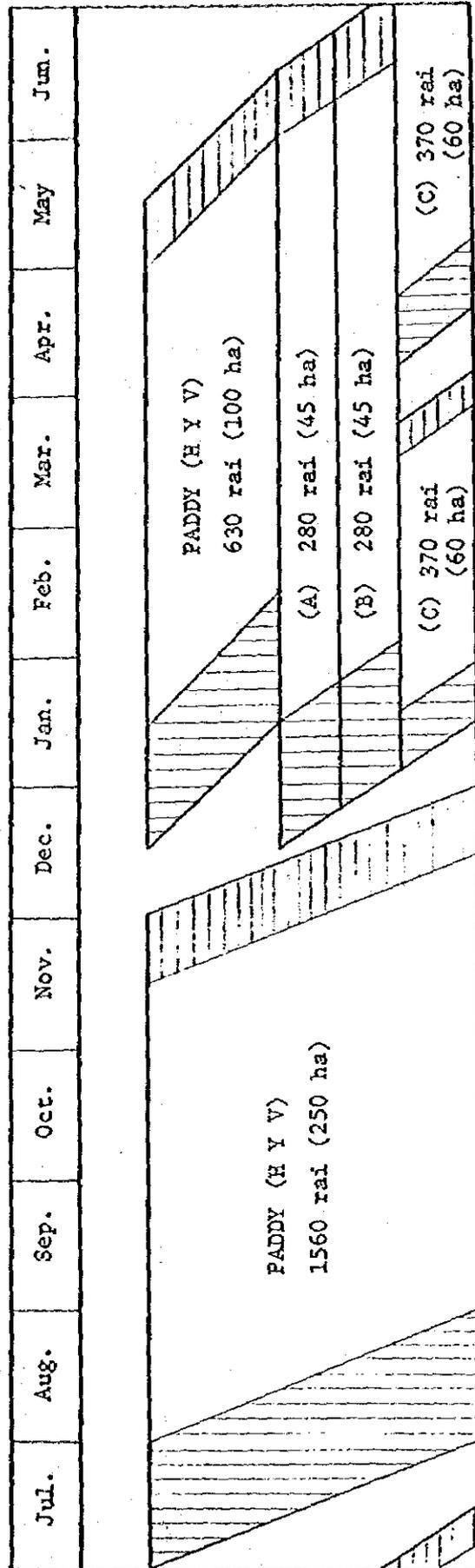
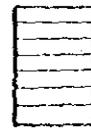


Fig. 2-6-1 Proposed Cropping Pattern



Keys :



Ploughing (incl. nursery bed in case of paddy)



Harvesting

(A) = Peanuts

(B) = Sesame

(C) = Maize

第3章 タカオダム建設計画

3-1 計画地域の現況

3-1-1 位置

計画地域は、タイ国東部地域で Surin 県（スリン）の Amphoe Kap Choeng 郡に属しておりダムサイトから下流 1.5 km のところに国道 214 号（スリン - カンボジア国境）が通じ、スリンから 58 km、Prasat から 28 km の地点である。

ダムの流域境界はメカダムと同様にカンボジア国境であり、ダムサイトから 5 km の地点である。

ダムサイト上流にあった Ban Ta Kao 村（70 戸）は、カンボジア内戦の影響を受けて、全村国道 214 号沿いの Ban Kap Choeng 村附近に移住し新村を開拓中である。

3-1-2 地形

メカダムと同様、タイ東部のカンボジアの国境界をなす丘陵性山地 250 ~ 300 m が流域境界で、これよりなだらかな高原が北に向い広がっている。

流域は標高 200 ~ 300 m の丘陵性山地と 190 ~ 210 m の低地でここを O Cheroe 川と Huai Kap Choeng（Kadon）川、その他 1 川が合流し Huai Ta Phao 川（タフアオ川）となって北進している。

Huai Ta Phao 川は、乾期でも涸れないと云われているが、殆んど流れはなく、水溜りとなっている。

計画ダムサイトは Huai Ta Phao 川で標高は 190 ~ 210 m 程度であり、受益地は標高 180 ~ 195 m の平坦な水田と畑地で Huai Ta Phao 川の両岸に展開している。

3-1-3 地質、土壌

当地域は、前章で述べたメカダム（約 60 km 離れている）と殆んど同一の地質構造であるので省略する。（2-1-3 参照）

3-1-4 社会・経済現況

(1) 直接、間接受益地

計画タカオダム下流でその完成により、直接受益地となるのは Amphoe Kap Choeng 郡に属する Ban Kap Choeng , Ban Huai Samakkhi , New Ban Ta Kao の3村で、間接的な受益地として Ban Kantuang 村がある。

受益予定地の面積、戸数、人口

村名	全面積 (ライ)	総戸数 (世帯)	総人口
Ban Kap Choeng	1,747	266	1,195
(New) Ban Ta Kao	1,000	70	413
Ban Huai Samakkhi	4,500	105	507
Ban Kantuang	4,000	115	565
計	11,247	556	2,680

(2) 直接受益地の概要

Ban Kap Choeng , Ban Kantuang , Ban Huai Samakkhi , (New) Ban Ta Kao 村の概要は次表の通りである。

直接受益地の概要

村名	全面積	耕地			その他の面積	水牛頭
		水田	畑	計		
Ban Kap Choeng	1,747	1,560	110	1,670	77	256
Ban Huai Samakki	4,500	2,025	890	2,915	1,585	111
(New) Ban Takao	(1,000)	(450)	(500)	(950)	(50)	45
計	6,247 (7,247)	3,585 (4935)	1,000 (1500)	4,585 (5535)	1,662 (1,712)	412

注：()は開墾中

当地域は、国境近くの村で今まで恵まれない環境にあり、他地方からの入植者で徐々に開拓されてきた村である。(ラオス系 20%)

カンボジア内戦の影響で国境から 1 km 附近にあった Ban Ta Kao 村は全村 Ban Kap Choeng 村附近に移住し、新しい村づくりを行っている。

受益地は、割合平坦な土地で大体水田化しており、畑は高台に展開している。水田は雨期の 1 作のみで、畑はタピオカ、ゴマ、アサ等である。平均家族構成は 5 人程度である。

(3) 農業の基本構造

当地は、古くからの村であるが人口増加と北部 (Roi) 地方からの入植者で徐々に開拓されてきた。従って、旧村である Ban Kap Choeng 村は非常に発達し殆んど耕地は水田化されており、土地の所有権も認められているが、人口増加に伴って、新しく出来た Ban Huai Samakkhi は耕作権のみで、土地所有権は持っていない人が多い。新しく移住した Ban Ta Kao 村の人達は開墾中である。

平均的農家は 20 ライ (水田 15 ライ 畑 5 ライ) を耕作しており、富農は 50 ライ程度である。

(4) 農業の経済的分析

受益地の根幹作物は、米とタピオカ、麻等で 1 ライ当り平均収量は、夫々 300 Kg, 1,800 Kg, 225 Kg である。米は自家消費と種モミを残し、他は販売し、畑作物はすべて販売する。価格は夫々 Kg 当り米 3.3 パーツ、タピオカ 0.4 パーツ、麻 5 パーツである。

平均農家の場合米の生産にあたり、耕起は手持ちの水牛、肥料は堆肥、若干の化学肥料を投入している。田植、収穫は殆んど家族労働で、多忙の時は近所の相互援助で労賃の支出はない。畑作についても、すべて家族労働で現金支出はない。

平均農家一戸当り現金収入は、米 10,000 パーツ、畑作 5,000 パーツ計 15,000 パーツ程度である。

メカダム地方同様、長期的に見た場合平均年収はもっと少ないと思われる。

3-2 水利用計画

3-2-1 水 源

本計画の水源は、タフアオ川 (Huai Ta Phao) である。タフアオ川は、数本の支川を合流し1河川となり、ダムは合流後の地点に計画する。流域面積は 34.6 km² である。タフアオ川の流量観測はなされておらず、流出量は降雨データにより算出する。

3-2-2 水 文

計画地点はタイ国東部のスリン県 (Surin) に属し、カンボジアとの国境より 5 km の地点に位置し、海拔 200 m 前後のなだらかな準平地帯である。

計画地域内には気象観測所は皆無であり、もよりの観測所として次の3ヶ所がある。

バンクラウト (Ban Kruat)	ダムサイトより 55 km
プラサト (Prasat)	" 30 km
スリン (Surin)	" 50 km

降雨量は、月降雨量、日降雨量について、1952年以後できる限りのデータを収集した。

参考として、スリンの気象データを表 3-2-1 に示す。

(1) 降 雨

各観測所における確率最大日雨量を Gumbel 法で求める。

確率最大日雨量 (mm)

確 率	観 測 所 名		
	Ban Kruat	Prasat	Surin
1/10	135	125	122
1/25	159	146	142
1/50	177	163	157
1/100	195	179	172
1/200	213	195	186

(2) 洪水量

ダムサイトに近く、かつ、降雨資料の整っている雨量観測所は、Prasat である。

設計降雨量は、Prasat の 1/25 確率日雨量を採用し、146 mm/day として合理式により求めると、最大洪水量は、138 m³/s となる。

余水吐設計は、貯水池の洪水調節能力（洪水の一部を貯水池のサーチャージ部分に一時的に貯留する能力）を考慮に入れ、余水吐越流幅、越流水深を仮定して、洪水追跡計算を行ったところ、余水吐容量 31.3 m³/s、越流幅 20 m、越流水深 0.85 m を得た。

3-2-3 要水量

本計画における利用水は、農村への生活用水とその周辺に展開する農地へのかんがい用水である。

(i) 生活用水

算出の条件は次のとおりである。

生活用水供給家族	560 家族
家族数	7 人/家族
給水人口	3,920 人
単位給水量	200 l/日/人
給水量	784 m ³ /日 = 23,520 m ³ /月

農村への生活用水の給水方法は確立されていないが、取水地点からの送水及び配水ロスを 10% 計上し、給水量は、871 m³/日 (10.1 l/sec) とする。

ダムから取水地点までは開水路にて送水されるものと想定し、送水ロスは、雨期 (5 ~ 10 月) 20%、乾期 (11 ~ 4 月) 30% とした。

$$\text{雨期} \quad 871 / (1 - 0.2) = 1,090 \text{ m}^3/\text{日}$$

$$\text{乾期} \quad 871 / (1 - 0.3) = 1,250 \text{ m}^3/\text{日}$$

ダムよりの農村への生活用水の年間供給量は、次頁のようになり、年間約 430,000 m³ が使用されることになる。

$$1,090 \times 184 \text{ 日} + 1,250 \times 181 \text{ 日} = 426,810 \text{ m}^3$$

(2) かんがい用水

次の条件により算出した。

1) かんがい効率

ほ場における適用損失と送水損失とに区分し、雨期と乾期について効率を決定する。

	雨 期	乾 期
ほ場効率	75 %	75 %
送水効率	80 %	70 %
総合効率	60 %	52.5 %

2) 有効降雨量

有効降雨量は月別降雨 (R, 表 3-2-3 参照) を基に次の方法で算出した。有効降雨量を表 3-2-4 に示す。

作物別	有降雨量	上限 (m/月)
水 田	0.75 R	200
畑 地	0.75 R	120

3) 作物カレンダー

ダムの貯水容量を 860 万 m³ と仮定し、約 80 % のかんがい成功率のかんがい面積を試算により求める。

Proposed Cropping Calendar は、メカダムの場合と同じとして用水量を算定する。(図 3-2-1 参照)

なお、ダムの計画貯水容量の設定については、後述のダム計画を参照のこと。

4) かんがい用水量と計算

用水量の算出は次のとおりである。

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

作物消費水量 (Consumptive Use) は、Penman 法による蒸発散量計算値に作物消費係数を乗じて求めた。

ほ場における浸透量 (Percolation) は雨期 0.5 畝/day, 乾期 1.0 畝/day とした。

代かき用水量等 (Water Requirements for Land Preparation etc.)

は、Paddy 200 畝, Upland Crop 40 畝とした。

以上の計算条件のもとで、1968 ~ 1977 年のかんがい必要水量を算出した。

(3) 要水量

かんがい面積 350 ha で過去 10 年間の平均降雨の場合のかんがい用水量と農村生活用水量を合計した要水量は次のとおりである。

月別要水量

雨 期		乾 期	
5 月	153,000 m ³	11 月	619,000 m ³
6 月	35,000	12 月	247,000
7 月	36,000	1 月	744,000
8 月	1,148,000	2 月	1,088,000
9 月	44,000	3 月	954,000
10 月	336,000	4 月	684,000
小 計	1,752,000	小 計	4,336,000
合 計 (年間)		6,088,000 m ³	

3-2-4 水収支

(1) 計算条件

1) 流入量

本貯水池の流域面積は 34.6 ㎥で、その流域に降った雨が貯水池に流入してくる水量は下記により求めた。

雨 期 (5月～10月)

$$\text{流入量} = \text{月降雨量} \times 34.6 \text{ ㎥} \times 25 \%$$

乾 期 (11月～4月)

流入量なし、(ただし、池水面に降った雨は 100%有効とする。)

$$\text{流入量} = \text{月降雨量} \times \text{前月の水面積} \times 100 \%$$

2) 貯水池における損失

蒸発量

Pan 蒸発計蒸発量の 80%とし、前月の水面積にその値を乗じて算出する。

漏水量

漏水量は貯水量の 0.05%/日(1.5%/月)とする。

$$\text{漏水量} = \text{前月の貯水量} \times 1.5 \%$$

3) 降雨資料

Prasat の資料をベースに欠測部分を近隣の資料で補充した。

1968年～1977年までの月降雨量を使用した。

(2) 水収支計算

前項の計算条件で、かんがい面積を 350 ha (雨期 Paddy 350 ha, 乾期 Paddy 150 ha, Upland 200 ha) とした場合の水収支を 1968年から 1977年まで行った計算結果は、次のとおりである。

1) 有効可能貯水量と必要水量 :

年	有効可能貯水量	必要水量(流出量)
1968/69	7,395,000 m ³	6,135,000 m ³
1969/70	5,398,000	6,347,000
1970/71	7,832,000	6,177,000
1971/72	2,886,000	6,585,000
1972/73	5,294,000	5,842,000
1973/74	5,279,000	5,952,000
1974/75	4,971,000	5,823,000
1975/76	6,685,000	6,292,000
1976/77	9,437,000	5,412,000
1977/78	4,430,000	6,347,000
平均	5,960,700	6,091,200

備考：ダム計画貯水容量 8,600,000 m³

2) 余水吐よりの放流月数 :

120ヶ月の中3ヶ月

3) 有効利用率

(有効可能貯水量 - 放流量) / 有効可能貯水量 = 96 %

4) 用水不足月数 :

120ヶ月の中9ヶ月

5) 作物別かんがい成功率(図3-2-1参照)

雨期	Paddy (350 ha)	10/10 = 100 %
乾期	Paddy (150 ha)	4/9 = 44 %
"	Upland Crop①(200 ha)	9/10 = 90 %
"	Upland Crop②(200 ha)	4/9 = 44 %

3-3 ダム計画

3-3-1 ダム軸

本ダムは10年程前にも調査が行われたということであるが、調査機関も不明で当時の資料を入手することが出来なかった。

ダムサイト付近の地形図はなく1/50,000地形図を基に、現地踏査を行い、ダム軸を設定した。

幸いにも、右岸側アバットに当時のダム中心線と思われるマーキングを発見し、これを中心とし現地踏査を行った結果、本地点が最狭部であり、谷の広さは上・下流に向って開いており、地形としては最良であると判断して計画ダム軸とした。

3-3-2 ダム容量及びタイプ

ダム容量は次の事項を検討して規模を決定する。

(i) 流域からダムへの流入量とダムにおける損失量(蒸発量と漏水量)から求めた推定有効可能貯水量。

(ii) RIDの当初計画との相対的比較

(i) について

InflowはRainy Seasonのみ考慮し、次式より求める。

$$\text{Inflow} = \text{Monthly Rainfall} \times 34.6 \text{ km}^2 \times 0.25$$

推定有効可能貯水量は、流出率を0.70と設定し、計算すると下表のとおりとなる。

なお、流出率は、損失量(蒸発量と漏水量)と流入量の比とし、流出率を0.70としたのは、水収支計算(前述)により求められた有効可能貯水量との比較による数値である。

年	流入量 1,000 m ³	推定有効可能貯水量 1,000 m ³
1968/69	10,401.6	7,281.1
1969/70	8,031.5	5,622.1
1970/71	11,340.2	7,938.1
1971/72	5,256.6	3,679.6
1972/73	7,205.5	5,043.9
1973/74	7,664.8	5,365.4
1974/75	7,224.5	5,057.2
1975/76	9,629.2	6,740.4
1976/77	12,944.7	9,061.3
1977/78	7,799.7	5,459.8
平均	8,749.5	6,124.7

以上の結果より、その代表値は次のとおりである。

最高貯水量 (1976/77 年)	9,061 × 10 ³ m ³
最低貯水量 (1971/72 年)	3,680 × 10 ³ m ³
平均貯水量 (平均 年)	6,125 × 10 ³ m ³

計画ダム貯水量は 8,600 × 10³ m³ (EL 203.0m) 程度が適当と思われる。

(Ⅲ) について

R I D の当初計画では、計画ダム貯水量 11,800 × 10³ m³ (EL 204.4m) とされているが、上記の結果からみると、R I D の当初計画のダムは、ダム運用上効率的でないことが判る。

従って、今回の計画ダム貯水量は、以上のことから、タイ政府 R I D 計画を考慮して、8,600 × 10³ m³ (8,600,000 m³) が適当であると判断した。

(図 3-3-1 参照)

ダムタイプは、基礎地盤、築堤材料、施工性等について次の検討を行い、均一型アースダムが最も有利であると判断し採用する。

基礎地盤

後述の地質調査結果から基礎は地表下 2 ~ 5 m 以下に分布する。上部は著しく風化され、軟質かつ割目が発達し、強風化帯では透水係数 $K = 10^{-3} \text{ cm/sec}$ N 値 30 前後、風化帯では $K = 10^{-4} \text{ cm/sec}$ N 値 50 以上である。

基礎の上位に分布するシルト質砂、砂質シルト、砂質粘土は未固結で $K = 10^{-3} \sim 10^{-4} \text{ cm/sec}$ N 値 3 ~ 13 を示す。

このような透水地盤では、アースダムが最も有利で安全である。

築堤材料

後述の土取場調査結果から、ダム軸の上流 200 ~ 600 m の貯水池内には不透水性材料となる砂質シルト ~ 砂質粘土が地表下 0.4 m 以下に分布しており可採量は十分である。

しかしながら透水性材料は現場付近には少いため均一型タイプが有利である。

施工性

均一型アースダムは、堤高が大きくなるほど斜面勾配を緩とせねばならず不利であるが、堤高約 11 m (最高 14.6 m) であり、材料が単一であり施工も簡単である。

3-3-3 基礎地盤及び土取場

(1) ダム基礎地盤

ダム基礎地盤の調査として、ボーリング 3 本、標準貫入試験 17 回、現場透水試験 5 回、テストピット 8 ケ所、試料採取および土質試験等を実施した。

(図 3-3-2 参照)

調査の結果は次のとおりである。

地質状況

ダム軸の地質は、図 3-3-3 に示すように中生代ジュラ紀の Phu Phan and Phro Wihan 層に相当する砂岩を基礎とし、その上位に第四紀沖積世の河川堆積物及び崖錐堆積物が分布している。

基礎は、現地地表下 2 ~ 5 m 以下に分布しているが、その上部は著しく風化

され、軟質かつ割目が発達している。基盤の上位に分布している河川堆積物および崖錐堆積物は、いずれも未固結でシルト質砂、砂質シルト、砂質粘土等によって構成され、地表下2m付近までは木の根、白アリの巣、およびクラック等が認められる。

基礎地盤の透水性

地層別の透水係数は次のとおりである。

<u>地 層 名</u>	<u>透水係数 K (cm / sec)</u>
As 層及び Dt 層	$K = 10^{-3} \sim 10^{-4}$
強風化帯 (基盤)	$K = 10^{-3}$
風 化 帯 (基盤)	$K = 10^{-4} \sim 10^{-5}$

以上のように、ダム基礎地盤の透水性は良く、グラウトあるいはブラケット等による透水対策が必要である。特にダム軸の両岸は、開口した割目も認められるため留意する必要がある。

未固結層 (As, Ac 層) の土質定数

As および Ac 層は、N値3～13のルーズな層で、その土質定数は次のとおりである。

<u>項 目</u>		<u>As 層</u>	<u>Ac 層</u>
比 重	(Gs)	2.64	2.66
間 隙 比	(e)	0.53	0.49
湿潤密度	($r_t.t/m^3$)	1.99	1.95
乾燥密度	($r_d.t/m^3$)	1.73	1.78
飽和密度	($r_{sat}.t/m^3$)	2.07	2.11
粘 着 力	($C_u.t/m^2$)	0	0
内部摩擦角	($\phi_u. \circ$)	21	21

As および Ac 層は、現河床付近 (低地) に分布し、堤体の高さが最っとも高い所であるため、ダムの安定上最っとも不安定になる所である。

したがって、ダムの安定検討が必要である。

(2) 土 取 場

ダムサイト周辺の地表踏査を行い、地形、地質、土質状況を把握し、かつダム計画を考慮してダム軸上流 200 ~ 500 m に土取場を選定した。

(図 3-3-2 参照)

選定された土取場の調査として、テストピット 10ヶ所、および試料採取、土質試験等を実施した。

その結果は次のとおりである。

土質状況

土 質 名	分布深度	色 彩
表土及びシルト質砂	0 ~ 0.4 m	暗褐色 ~ 黄灰色
砂質シルト ~ 砂質粘土	0.4 m 以下	黄灰色 ~ 灰色

築堤材料として砂質シルト ~ 砂質粘土は使用可能で、選定された土取場の地表下 0.4 m 以下に分布している。この砂質シルト ~ 砂質粘土の可採量は次のとおりである。

土取場面積	$A = 125,000 \text{ m}^2$
掘削深さ	$H = 2.5 \text{ m}$
可採量	$V = 312,500 \text{ m}^3$

ダム計画盛土量は、約 142,000 m^3 であり量的にも十分である。

築堤材料の設計・施工管理値

築堤材料として使用可能な砂質粘土の設計施工管理値は次のとおりである。

設計・施工管理値

比 重	$G_s = 2.66$
施工含水比	$W = 15.5 \pm 1.5 \%$
目標とする乾燥密度	$r_d \geq 1.73 \text{ t/m}^3$
目標とする湿潤密度	$r_t \geq 2.00 \text{ t/m}^3$
飽和密度	$r_{sat} \geq 2.08 \text{ t/m}^3$
透水係数	$K_{zo} \leq 1.0 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$
粘着力	$C_u \geq 4.0 \text{ t/m}^2$
内部摩擦角	$\phi_u \geq 17^\circ$
土量の変化率	$(C) = 0.96$

3-3-4 堤体設計

以下の各項目を検討し、決定したダムの標準断面を図3-3-4に示す。

(i) 基礎の設計

前述3-3-2より、ダムタイプは透水性地盤上に築造する均一型アースダムと決定したが、基礎からの透水量を最小におさえ、かつ浸透水を安全に堤外に排除するために止水工法・ドレーンを適当に組合わせることが必要である。又、ルーズな砂層の液化によるパイピング防止には特に配慮を要する。

浸透水量を減少させ堤体の安定を確保させるには各種の工法があるが、主な工法は次のとおりである。

a) 下流ドレーン

下流ドレーンは均一型ダムの安全性を確保するポイントであり、必ず設けなければならない。これは下流浸潤線を下げ、スベリに対する安定を保つ。

b) 広いカットオフコア

透水性基礎を、不透水層に達するまで掘削し不透水性材料で埋戻し、転圧する方法で、止水効果は完全である。

c) シートパイル

微細、シルト質等の均一性基礎の時はかなり効果があるが、玉石混りや層状基礎の時不適しい。

d) グラウト

ダム中心、又は中心からやや上流付近にセメントあるいは特殊グラウトを行い、1列の止水カーテンを作り、漏水量と下流堤体に対する揚圧力の減少を計ると共に、もう一つは他の手段によっては分からないクラックや透水層を見つけることがグラウトの大きな目的である。

e) 不透水ブランケット

堤体上流側の透水性基礎の表層に不透水性の水平ブランケットを延ばす工法でコストが安く、パイピング防止には有効である。

以上のように種々の工法及び組合せが考えられるが、3-3-3 で述べたようなダム基礎地盤の地質状況から判断すると、漏水及びパイピング防止工法としては、特殊グラウトが最も適切であろうと思われる。

しかしながら、次のような問題点があり、グラウト工法を採用することはむずかしい。

- ① 市場調査結果によると、特殊グラウトはタイ国ではほとんど行われておらず、グラウト材及びグラウト機械は持込となる上に技術者も派遣する必要がある。又、化学薬液の混合及びグラウト注入量等の施工管理がむずかしい。
- ② ダム基礎の地質状況から、グラウトの範囲は、河床部に止まらず、アバット部まで全面グラウトとなり、工事量が多く、一乾期でダム築造という工程では全く不可能である。

グラウトに替る止水工法としてカットオフコアがあるが、透水層が約8 mと深く、しかも強風化岩層が2～5 mあり、機械掘削が困難な上、工事量が莫大となる。

以上のことから、基礎地盤を通る漏水量は、許容範囲内で許すものとし、パイピングを防止し、浸透水を安全に堤外に流過させる工法として、前述のカットオフコア、不透水ブランケット及びドレーンの組合せ工法を採用する。

1) カットオフコア

風化岩層自体がパイピングを受ける危険性はまずないと考えられるので、カットオフの深度は、As及びDt層の2～6mとし、床掘り幅2～4m、勾配1:1で掘削し、不透水性材料で埋戻し、転圧する。

2) 不透水ブランケット

池敷の表土ハギを行なった後、カットオフ掘削土を敷均し、転圧する。ブランケットの長さは、後述のパイピングの検討結果より30mとし、アバット部まで全面施工とする。厚さは、水圧の1/10を標準としており、最大水深は約8mと浅いため、1m厚さで均一施工とする。

3) ドレイン

ドレインは、透水性基礎または、堤体からの浸透水を安全に堤外に排水する施設であり、堤体下流部に必ず施さなければならない。

ドレインの形式には、トードレイン、水平ドレイン、立上りドレイン等があるが、堤高が約11m(最高14.6m)と低ダムであり、施工も簡単なトードレインを採用する。

ドレインのK値は透水性基礎地盤では思い切って大きくしておく必要があり、又、堤体下流側の法止めを兼ねるためロック材を用いる。ロック材は平均径 $D_{50} = 30\text{ cm}$ 、最大径は $D_{50} \times 1.5$ とし、2.5cm以下の粒子まで含む粒度分布のよい材料を用いる。

(2) 標準断面の設計

1) 余裕高

余裕高 H_f は、次式により算出し、余裕高の標準値2.0m(堤高50m未満)と比し、大なる方を採用する。

$$H_f = R + \Delta h + h_s + h_t$$

R: 風波高(波のはいりを含む)

Δh : 異常洪水による水位上昇高

h_t : フィルダムの安全高(1.0m)

h_s : 余水吐タイプによる安全高(ゲート式0.5m, その他0m)

a) 風波高 R

風波高は、対岸距離 (F)、風速 (U) の要素から SMB 法で算出した有義波 h_w を採用する。又、ダムの斜面勾配、粗度によって、波のはいり高が大きく変化するので Saville による修正を加え、はいり高を含めた風波高 R を図表により求める。

対岸距離 3.0 km

風速 Surin の記録より

最大風速 50 Knots = 25.7 m/sec

10 分間平均風速

$$V = 25.7 / 1.5 = 17 \text{ m/sec} \quad V = 20 \text{ m/sec とする。}$$

斜面勾配及び粗度 張石斜面 1 : 3.0

風波高の計算図表より $R = 1.42 \text{ m}$

b) 異常洪水による水位上昇高 Δh

異常洪水による割増量は、貯水池の貯留効果を考慮した次の略算式により算出する。

$$\Delta h = \frac{2}{3} \cdot \frac{aQ_0}{Q} \cdot \frac{h}{1 + \frac{A \cdot h}{Q \cdot T}}$$

Q_0 : 設計洪水流量 31.35 m³/sec

Q : 越流部から流下する流量

放水管のない場合 $Q = Q_0$

a : 異常洪水の割増率

開水路余水吐で 0.2

h : 設計越流水深 0.85 m

A : 設計洪水水位での貯水面積 2.3 km²

T : 異常洪水の継続時間

標準値は 1 ~ 3 時間で、2 時間とする。

$$\therefore \Delta h = \frac{2}{3} \times 0.2 \times \frac{0.85}{1 + \frac{2.3 \times 10^6 \times 0.85}{31.35 \times 2 \times 3600}} = 0.01 \text{ m}$$

$$\therefore H_f = 1.42 + 0.01 + 0 + 1.00 = 2.43 \text{ m} > 2.0 \text{ m}$$

ダムの余裕高は $H_f = 2.45 \text{ m}$ と決定する。

従って、堤頂高は

$$\text{EL } 203.00 + 0.85 + 2.45 = \text{EL } 206.30 \text{ m}$$

2) 堤頂幅

堤頂幅 b は、次式により算出する。

$$b = 3.6 H^{1/3} - 3.0 = (m)$$

H : ダム高さ 河床上 14.1 m

$$\therefore b = 3.6 \times 14.1^{1/3} - 3.0 = 5.70 \text{ m}$$

従って、堤頂幅は $b = 6.0 \text{ m}$ と決定する。

堤頂部は、堤体のクラック及び侵食防止のため、最小厚さ 40 cm のラテライト舗装を行い、上下流方向に 2% の傾斜をつける。

3) 余盛

ダムの基礎地盤及び築堤材料の沈下量の大半は、盛土施工中に終り、完工後の沈下量はごく小さく、アースダムでは、長期的にみても堤高の $0.2 \sim 0.4\%$ であり、高さにして $3 \sim 6 \text{ cm}$ であり、特に余盛は行わない。

4) 斜面勾配

斜面勾配は、築堤材料、基礎地盤の土質試験結果ならびに施工条件等を検討し、設計諸数値を決定し、安定計算を行って最終的に決定する。

U.S.B.R.では、安定基礎上の均一型低ダムに対して、築堤材料が ML, CL の場合、下記の斜面勾配を推奨している。

上流斜面勾配 $1 : 3.0$

下流 $1 : 2.5$

5) 上流斜面の保護

堤体の上流斜面には、波浪によって侵食されたり、水位の変動によって堤体材料が流出しないよう、又気象の変化による堤体のクラック発生を防ぐため堤頂より張石を施こし保護する。

a) 岩 質

固くち密で耐久性があり、風化に対しても十分抵抗を有するものを用いる。

b) 張石の大きさと厚さ

石材は波浪によって移動しないだけの重量と大きさが必要であり、その大きさは波高 $0.6 \sim 1.2 \text{ m}$ に対して平均径 (D_{50}) 30 cm 、最大径 $D_{50} \times 1.5$ とし、 2.5 cm 以下の粒子まで含む粒度配合のよい材料であることを標準とする。厚さは最小 30 cm であるが石材の条件、施工性等を考慮して 40 cm とする。

c) フィルター層

堤体の土粒子が、張石工の間ゲキを通過して流出しないように、張石工の下に粒度を調整したフィルター層を設ける。フィルター層は、粒径が 0.5 mm から 9 cm までの砕石か、天然砂利とし、厚さは 30 cm とする。

6) 下流斜面の保護

堤体の下流斜面には、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芝草で保護する。又、斜面を雨水が長大に流れ、かつけ所に集中すると侵食が大きくなるので、流水の侵食を受けないように溝ドレーンを設ける。溝ドレーンの大きさは $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ とし、溝には砕石をつめる。

(3) 浸透水に対する検討

1) 浸潤線

浸潤線は Casagrande の方法により求める。堤体の透水性は非等方性とし、水平方向の寸法を $\sqrt{k_v/k_h}$ 倍に縮小した変形断面について浸潤線を求める。

k_v : 垂直方向の透水係数

k_h : 水平方向の "

k_v/k_h の値はタイピングローラー締固めの場合は平均 $1/5$ である。

$$\frac{k_v}{k_h} = \frac{1}{5} \quad \sqrt{\frac{k_v}{k_h}} = 0.447$$

変形断面は図 3-3-5 のとおりであり、同図の A 点を極とし、 x を横軸、 y を縦軸にとると浸潤線の基本放物線は次式で与えられる。

$$y = \sqrt{2 y_0 x + y_0^2}$$
$$y_0 = \sqrt{h^2 + d^2} - d$$

$$y_0 = \sqrt{8.50^2 + 19.20^2} - 19.20 = 1.80 \text{ m}$$

$$y = \sqrt{2 \times 1.80x + 1.80^2} = \sqrt{3.60x + 3.24}$$

$$x = 0 \text{ m} \text{ で } y = 1.80 \text{ m}$$

$$y = 0 \text{ m} \text{ で } x = y_0/2 = 0.90 \text{ m}$$

$x \text{ (m)}$	2.0	4.0	6.0	10.0	14.0	19.20
$y \text{ (m)}$	3.23	4.20	4.98	6.26	7.32	8.50

基本放物線は以上のとおりであるが、実際の浸潤線は次のように修正を行う。流入点においては、流線は斜面に直角に、浸出面においては C_0 は C 点、すなわち斜距離 Δa だけ降下することになる。

この Δa は流出面の傾斜角により異なり、次式で求められる。

$$a + \Delta a = \frac{y_0}{1 - \cos \alpha}$$

$$\alpha = 123^\circ 51'$$

$$y_0 = 1.80 \text{ m}$$

$$a + \Delta a = \frac{1.80}{1 + 0.557} = 1.16 \text{ m}$$

図表より

$$C = \frac{\Delta a}{a + \Delta a} = 0.17$$

$$\therefore \Delta a = 0.17 \times 1.16 = 0.20 \text{ m}$$

以上のように基本放物線に修正を行ない、変形断面を原型断面に復元すれば浸潤線が求められる。

2) 漏水量

a) 堤体からの漏水量

堤体の不透水性部は非等方性であるとして、修正した透水係数(\bar{k})を用いて漏水量を算出する。修正透水係数は \bar{k} は次式で求める。

$$\bar{k} = \sqrt{kh \cdot kv}$$

\bar{k} : 修正透水係数

kh : 水平方向透水係数

kv : 垂直透水係数

室内透水試験結果より $kv = 1 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$

$$\frac{kv}{kh} = \frac{1}{5} \text{ より } kh = 5 kv$$

$$\begin{aligned} \bar{k} &= \sqrt{5 kv} = 2.24 \times 10^{-6} \text{ cm/sec} \\ &= 1.94 \times 10^{-3} \text{ m/day} \end{aligned}$$

堤体からの漏水量は、次式で求める。

$$Q = \bar{k} \cdot y_0 \cdot L$$

\bar{k} : 修正透水係数

y_0 : $\sqrt{h^2 + d^2} - d = 1.80 \text{ m}$

L : 堤体縦断長さ 350 m

$$\begin{aligned} Q &= 1.94 \times 10^{-3} \times 1.80 \times 350 \\ &\doteq 1 \text{ m}^3/\text{day} \end{aligned}$$

b) 基礎地盤からの漏水量

パイピングの検討(後述)より、堤体の上流にブラケットを施工する。ブラケットを備えた基礎地盤からの浸透水量は次式で求める。

$$qf = \frac{k \cdot d \cdot h}{xr + xd}$$

$$x_r = \frac{e^{2ax} - 1}{a(e^{2ax} + 1)}$$

$$a = \sqrt{\frac{k_i}{t \cdot k \cdot d}}$$

qf : 基礎浸透量

xr : ブランケットの有効浸透路長

xd : 堤体不透水部の幅 60 m

t : ブランケットの厚さ 1.0 m

d : 基礎の厚さ 7.0 m

k_i : ブランケットの透水係数

$$5 \times 10^{-6} \text{ cm/sec} = 4.32 \times 10^{-3} \text{ m/day}$$

k : 基礎の透水係数 $1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec} = 0.86 \text{ m/day}$

h : ブランケット上の水深 8.0 m

x : ブランケットの長さ 30 m

$$a = \sqrt{\frac{4.32 \times 10^{-3}}{1.0 \times 0.86 \times 7.0}} = 0.027$$

$$2ax = 2 \times 0.027 \times 30 = 1.62$$

$$e^{2ax} = 5.05$$

$$x_r = \frac{5.05 - 1}{0.027 \times (5.05 + 1)} = 24.8 \text{ m}$$

$$q_f = \frac{0.86 \times 7.0 \times 8.0}{24.8 + 60} = 0.57 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$$

基礎からの漏水量は、堤体の縦断長さを 350 m とすると、

$$Q_f = 0.57 \times 350 = 200 \text{ m}^3/\text{day}$$

c) 総漏水量

$$Q = Q_b + Q_f$$

$$= 1 + 200 \div 200 \text{ m}^3/\text{day}$$

許容漏水量 (Q_a) は有効貯水量の 0.05 %/day 以下を標準としている。

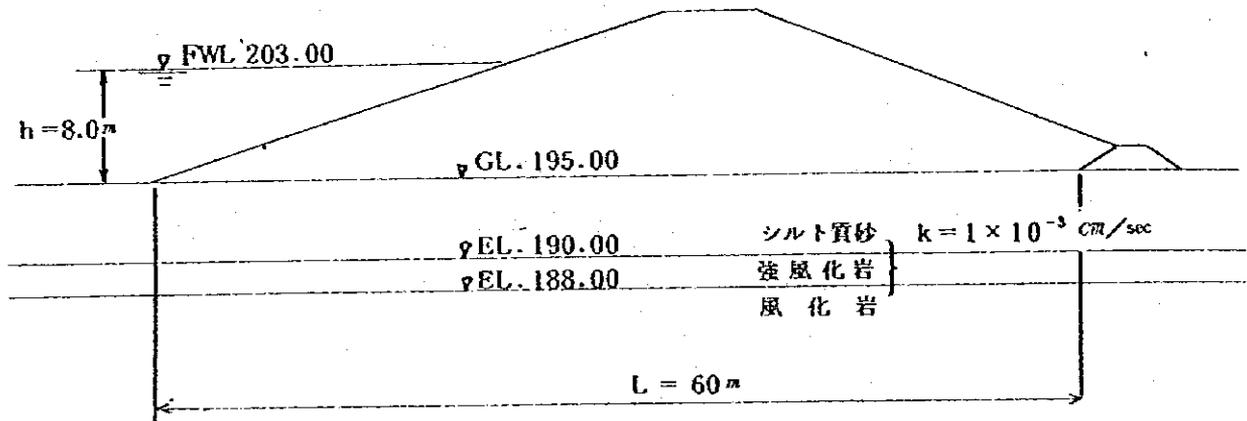
有効貯水量 $V = 8,440,000 \text{ m}^3$

$\therefore Q_a = 0.0005 \times 8,440,000 = 4,220 \text{ m}^3/\text{day}$

したがって漏水量に対しては十分満足する。

3) パイピングに対する検討

パイピングの検討は、限界動水勾配による方法で行う。



上図において $GL0 \sim -5.0$ に滞砂した N 値 $5 \sim 15$ のゆるいシルト質砂についてパイピングの検討を行う。

限界動水勾配 (i_c)

$$i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e}$$

G_s : 土粒子の比重 土質試験結果より $G_s = 2.64$

e : 間げき比 " $e = 0.52$

$$i_c = \frac{2.64 - 1}{1 + 0.52} = 1.08$$

動水勾配 (i)

$$i = \frac{h}{L}$$

L : 浸透路の長さ 60 m

h : 水位差 8.0 m

$$i = \frac{8.0}{60} = 0.13$$

安全率 (Fs)

$$F_s = \frac{ic}{i} = \frac{1.08}{0.13} = 8.3$$

安全率は 8 ~ 12 必要とされており，無処理の場合パイピングの恐れがある。(河上房義「新編土質力学」)

その対策土としては，止水矢板，カーテングラウド，カットオフによる土の置換，上流側ブランケット等があるが，経済性，施工性，工期等を考慮し，カットオフと上流側ブランケットの併用とする。

今，ブランケットの長さを 30 m とすると

動水勾配

$$i_{30} = \frac{8.0}{60 + 30} = 0.089$$

安全率

$$F_s = \frac{ic}{i_{30}} = \frac{1.08}{0.089} = 12.1 \quad > \quad 8 \sim 12$$

したがって，ブランケットの長さは 30 m とする。ブランケットの厚さは，水圧の 1/10 を標準としており，1.0 m とする。

(4) 安定設算

1) 設計数値の決定

a) 築堤土

施工時の盛土管理は，密度管理で行うものとし，その管理規定は最大乾燥密度の 95 % 以上とし，施工含水比の $\pm 1.5\%$ の範囲内とする。締固め試験結果より設計密度を次のように決定する。

$$\text{比 重} \quad G_s = 2.66$$

$$\text{乾燥密度} \quad r_d = 1.73 \text{ t/m}^3$$

$$\text{最適含水比} \quad w = 15.5\%$$

$$\text{湿潤密度} \quad r_t = 2.00 \text{ t/m}^3$$

$$\text{飽和密度} \quad r_{\text{sat}} = 2.08 \text{ t/m}^3$$

施工管理規定に対応して最適含水比の湿潤側で最大乾燥密度の95%の密度に調節した供試体の直接せん断試験結果より設計強度を決定する。直接せん断試験は、三軸圧縮試験に比べて信頼性が劣るため試験値の70%を設計強度とする。

$$\text{粘着力} \quad C = 5.5 \times 0.7 \div 4.0 \text{ t/m}^2$$

$$\text{内部摩擦角} \quad \phi = 23.5 \times 0.7 \div 17^\circ$$

b) 基礎地盤

現場密度試験結果より、設計密度を次のように決定する。

$$\text{比重} \quad G_s = 2.64$$

$$\text{間ゲキ比} \quad e = 0.53$$

$$\text{湿潤密度} \quad r_t = 1.99 \text{ t/m}^3$$

$$\text{乾燥密度} \quad r_d = 1.73 \text{ t/m}^3$$

$$\text{飽和密度} \quad r_{\text{sat}} = 2.07 \text{ t/m}^3$$

設計強度は不攪乱試料の直接せん断試験結果より決定する。

a) と同様に試験値の70%を設計強度とする。

$$\text{粘着力} \quad C = 0 \text{ t/m}^2$$

$$\text{内部摩擦角} \quad \phi = 30.5 \times 0.7 \div 21^\circ$$

c) ロック

ロック材料の土質試験は行なっていないので、設計例を参考として、設計数値を次のように決定する。

$$\text{比重} \quad G_s = 2.60$$

$$\text{湿潤密度} \quad r_t = 1.65 \text{ t/m}^3$$

$$\text{飽和密度} \quad r_{\text{sat}} = 1.90 \text{ t/m}^3$$

$$\text{粘着力} \quad C = 0 \text{ t/m}^2$$

$$\text{内部摩擦角} \quad \phi = 45^\circ$$

2) 安定計算

安定計算は、完成直後時及び満水位時の上下流法面と水位急降下時の上流法面について行う。

完成直後時には、建設中の発生間ゲキ圧を、満水位時及び水位急降下時には定常浸透の間ゲキ圧を考慮する。

圧密試験を実施していないため、理論的に発生間ゲキ圧とその消散を評価できないが透水係数から推定する。試験から得られた透水係数 1×10^{-9} cm/sec から、間ゲキ圧の消散は少いと判断される。上載圧の 50% が完成直後に残留するとして間ゲキ圧を求める。満水位時及び水位急降下時の間ゲキ圧は重力水圧に等しいとする。

安定計算は、円形滑り面スライス法により電算を用いて行なう。

安全率は次式で算定する。

$$F = \frac{\sum \{c \cdot \ell + (N - U) \tan \phi\}}{\sum T}$$

ここに F : 安全率

C : スライス底面の粘着力

ℓ : スライス底面の長さ

N : スライス底面に作用する垂直力

U : スライス底面に作用する間ゲキ圧

T : スライス底面に作用する接線力

ϕ : 内部摩擦角

全ケースの許容安全率は 1.2 とす。

完成直後時、満水位時及び水位急降下時の安定計算図を図 3-3-6、図 3-3-7、図 3-3-8 に示す。

得られた安全率を以下に示す。

	上流側	下流側
完成直後時	1.547	1.411
満水位時	1.927	1.206
水位急降下時	1.244	-

従って、全ケースとも滑動に対し十分な安定性を有している。

3-3-5 余水吐の設計

(1) 位置の選定

余水吐の位置は地形・地質等を考慮して、最も安全で経済的な位置として右岸側のNo 5 + 60.0 地点を選定する。

No 5 + 60.0 付近には、地表から約 2 m 下に N 値 25 以上の良質な地盤が確認されている。又、左岸側は樹木が繁茂しているのに対して、右岸側は背丈の低い草が繁茂しているのみで地形も起伏の少ない緩傾斜となっている。そこでコンクリート構造物の基礎としての安全性及び施工性の面からも No 5 + 60.0 地点は最適と判断される。

(2) タイプの決定

地形・地質・管理等を考え、水理的・経済的に有利でかつ構造的に安定した直線開水路方式の越流余水吐（非調節型）を採用する。

(3) 余水吐規模の決定

本設計では流域面積（34.6 畝）にくらべて満水面積（2.08 畝）がかなり大きく、余水吐は非調節式とするため余水吐の洪水調節能力を考慮して、余水吐越流量を減じ経済的な設計を行う。

余水吐は、越流水深と越流幅で種々の組合せが考えられるが、本計画では地形上等からのそれ等に対する制約がないため、経済的見地及びメカダムの規模等から越流水深を 0.85 m として洪水追跡計算を行った。その結果、余水吐越流幅 20 m 余水吐越流量 31.3 m³/s が得られた。この規模はダム全体から見て適当であると判断され、そこで余水吐は越流水深 0.85 m、越流幅 20 m、越流量 31.3 m³/s と決定する。

(4) 放水路

放水路は急勾配水路となるためコンクリート構造とする。水路は経済的見地より越流後断面を縮小し、幅 10 m とする。

放水路は上流区間 100 m、コウ配 1/26.3 下流区間 7 m、コウ配 1/2 とする。

(5) 減勢工

高速流を減勢して現況河川へ導水するために放水路末端に減勢工を設ける。
減勢工の形式は水平静水池Ⅱ型とし、長さは7mを計画する。

3-3-6 取水施設の設計

(1) 位置の選定

取水施設はRIDの計画(机上計画)では両岸取水を計画しているので、これを踏襲して左右岸に設けるものとする。

位置は送水路の路線・地形及び地質等を考慮して、左岸取水工はNo 2 + 15.0、右岸取水工はNo 4 + 30.0を選定する。

又、最濁水時に取水工敷高以下の死水を取水する施設としてNo 3 + 45.0地点に底樋管を計画する。

(2) タイプの決定

メカダムと同様とする。

(3) 取水量

新村への生活用水と農業用水合せて、最大取水量は $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 、従って片側では $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ とする。

(4) 底樋管

鋼管(D = 200mm)を鉄筋コンクリートで全巻きする構造とする。

3-4 施 工 計 画

建設工事は、メカダム同様乾期の本年11月から着手し、明年6月末までに完成させ、次期雨期（1982年5月～10月）の降雨を貯水するものとして施工計画を樹てる。

施工計画、施工に必要な手続き等すべてメカダムと同様であり、第2章2-4 施工計画を参照されたい。施工工程及び施工機械もメカダムと全く同様である。

施工工程は表3-4-1の通りである。

3-5 事 業 費

3-5-1 概 要

本事業費の総額は積算の結果526,000,000円（\$50,600,000）となった。

事業費は、工事費とコンサルタント費で工事費の内訳は、ダム工事とその附帯工事（取水施設及び余水吐工事）のみである。

コンサルタント費は、実施設計費と施工管理費である。

本工事の施工予定地はすべて国有地で、疎林であり、作物補償費は不必要である。

3-5-2 工 事 費

メカダムと地域的にも余り変わらないので、同一単価を採用して積算した。

3-5-3 実施設計及び施工管理費

メカダムと規模が殆んど似ており、同一な工程であるので、同一の費用を計上した。

3-5-4 事業費

A 工事費

1. ダム本体工	263,040,000 円	25,292,333 ㇳ
2. 余水吐工	76,103,000	7,317,552
3. 取水施設工	26,091,000	2,508,730
4. 底樋管工	7,484,000	719,613
5. 仮設工事	5,314,000	510,967
6. 間接工事費	22,680,000	2,180,805
小計	400,712,000	38,530,000
7. 諸経費	76,326,000	7,339,000
合計	477,038,000	45,869,000
	≒477,000,000	≒45,900,000

B 実施設計費

及び施工管理費	49,000,000	4,700,000
総合計	526,000,000	50,600,000

(予備費は一切計上していない)

交換レート(1981年8月14日)

1 U.S. \$ = 22.6 バーツ

1 U.S. \$ = 235 円

1 バーツ = 10.4 円

3-6 事業評価

3-6-1 農業生産と農家収入

(i) 農業生産

タカオダムの完成によって Ban Kap Choeng, Ban Huai Samakkhi, (New) Ban Ta Kao の3村で従来雨期1作のみであった水田4035 ライのうち、少くとも2190 ライ(350 ha) が通年かんがいの対象地域となるであろう。

こうした可能性を現地農業開発にフルに活かし、全上面積の年間利用のあり方を添付図 3-6-1 の作付体形の形で提案する。

即ち雨期には全面積にわたり米作、乾期には、その約 40% (940 ライ) を米作、残り 60% (1,250 ライ) では畑作物を栽培するというものである。

この作付体形は、メカダムと同一な理由で導入した。

図 3-6-1 に示した作付体系をもとに受益地に対する農業開発を行った場合の各作付収量は次の通りである。

(1) 水稲 (雨期及び乾期共) モミ 500 Kg/1ライ

(2) 畑 作

麻	225 Kg/1ライ
落花生	200 Kg/1ライ
ゴマ	120 Kg/1ライ
トウモロコシ	300 Kg/1ライ

(2) 農家収入

直接受益地の水田においては、現在収量はライ当りモミで 300 Kg 程度であるが、寡雨年には、半分以下となるのが例であると報告されているので、年平均収量は 250 Kg 前後と推定される。

従って現在収量は

$$250 \text{ Kg} \times 4,035 \text{ ライ} = 1,008.8 \text{ トン}$$

(@ 3,300 パーツ/トン 3,329,000 パーツ)

ダム完成後は、既存水田 (現在開墾中も含む) 4,035 ライ のうち 2,190 ライにおいて毎雨期に高収量品種の水稲栽培が保証され、平均収量もライ当り 500 Kg が期待される。

雨期における水稲生産量は

$$\text{かんがい可能地区} \quad 500 \text{ Kg} \times 2,190 \text{ ライ} = 1,095 \text{ トン}$$

$$\text{概 存 地 区} \quad 250 \text{ Kg} \times 1,845 \text{ ライ} = 461.3 \text{ トン}$$

$$\text{計} \quad 1,556.3 \text{ トン}$$

(@ 3,300 パーツ/トン 5,135,800 パーツ)

計画前との比較は

$$1,556.3 \text{ トン} - 1,008.8 \text{ トン} = 547.5 \text{ トン}$$

$$(\textcircled{\ast} 3,300 \text{ パーツ/トン} \quad 1,806,000 \text{ パーツ})$$

即ち 54 % 程度の増産となる。

次に乾期作では 940 ライ は雨期水稲と同様ライ当り 500 Kg の生産があるものと想定される。

$$500 \text{ Kg} \times 940 \text{ ライ} = 470 \text{ トン}$$

$$(\textcircled{\ast} 3,300 \text{ パーツ/トン} \quad 1,551,000 \text{ パーツ})$$

畑作物 1,250 ライの収益は、次表の通りとなる。

畑作物の収益額

作物名	面積 (rai)	単位収量 (Kg/rai)	収量 (ton)	単価 (¥ per ton)	販売価格 (¥1,000)
麻	370	225	83.3	5,000	416
ピーナッツ	370	200	74.0	5,000	370
トウモロコシ	370	300	$11.0 \times 2 = 22.0$	2,500	555
ゴマ	140	120	16.8	10,000	168
計	1,250				1,509

従来の台地傾斜地に展開されてきた 1,500 ライ (開墾中も含む) はそのまま生産を継続し、収量、単価にも変化が起らないと仮定すれば、次の通りとなる。

既存畑の収益額

作物名	面積 (rai)	単位収量 (Kg/rai)	収量 (ton)	単価 (¥ per ton)	販売価格 (¥1,000)
麻	300	225	67.5	5,000	337.5
ピーナッツ	200	200	40	5,000	200
トウモロコシ	100	300	$30 \times 3 = 90$	2,500	225
ゴマ	100	120	12	10,000	120
タピオカ	800	1,800	1,440	400	576
計	1,500				1,458.5

従って本計画が受益地にもたらす経済的便益は次の様に概算される。

農産物の増産に伴う計画の経済的便益

単位：1,000パーツ

項 目	水 田		乾 期	現況畑作	計
	雨 期	乾 期	畑 作		
計 画 後	5,135.8	1,551	1,509	1,458.5	9,654.3
計 画 前	3,329	-	-	1,458.5	4,787.5
便 益	1,806.8	1,551	1,509	-	4,866.8

ただし、農耕や、新規のかんがい排水施設の維持管理費等が勘案されていないし、他方油カスの飼料や直接肥料としての利用効果も取り入れていないという概算である。

3-6-2 概略便益

本計画の便益は、前項で試算した農業生産増に伴う毎年約4,867,000パーツの他に、魚獲収入及び生活用水利用に伴う労力の減少等がある。

ただ農業の便益は実際には、乾期の作付成功率（毎年100%ではない）を勘案する必要があり

乾期水稲作 1,551,000 パーツ × 60% = 930,600 パーツ
 # 畑作 1,509,000 パーツ × 80% = 1,207,200 パーツ

となるであろう。

従って計画による農産物便益は年間

雨期水稲作 1,806,800 (パーツ)
 乾期水稲作 930,600
 乾期畑作 1,207,200
 計 3,944,600 (パーツ)

となり事業費 50,600,000 パーツは

$$50,600,000 \div 3,944,600 = 12.8 \text{ (年)}$$

で13年 末満で回収されることになる。

ただし、利子の計算は入らない。

3-7 懸案事項

3-7-1 着工以前にタイ政府で処理されるべき事項

政府間の手続きが完了しても、次の事項が処理されていないと着工出来ないので、十分な配慮を願いたい。

1. ダム敷及びダム水没地の立木伐開許可
2. ダム水没地の立木伐開作業
3. ダム敷及び水没地の作物補償その他一切の補償
4. 事務所、労務宿舍、機材置場等工事に必要な用地の提供
5. 国境周辺で立入禁止の為、水没地の地形測量が出来ず正確な貯水量の把握が出来ていない。

若し、測量が可能となった場合は、実施して欲しい。

3-7-2 工事に際しての留意事項

現地調査が短期間でボーリング本数が限られ、その補足としてテストピットを行ったが、その掘削深には限度があり、施工に際しては、多少の変動があろう。

第 3 章 図 表 リ ス ト

<u>TABLES</u>		<u>page</u>
Table 3-2-1	Climatological Data (Surin) for the Period 1951 - 1975	III-TF- 1
Table 3-2-2	Monthly Diversion Water Requirements	III-TF- 3
Table 3-2-3	Monthly Rainfall at the Project Site (Prasat -- Ta Kao Dam)	III-TF- 4
Table 3-2-4	Monthly Effective Rainfall	III-TF- 5
Table 3-4-1	Construction Schedule (Ta Kao Dam)	III-TF- 6
<u>FIGURES</u>		
Fig. 3-2-1	Water Balance Study (Ta Kao Dam)	III-TF- 7
Fig. 3-3-1	H-V, H-A Curve (Ta Kao Dam)	III-TF- 8
Fig. 3-3-2	Location Map of Soil and Geological Investigation for Ta Kao Dam	III-TF- 9
Fig. 3-3-3	Geological Section of the Ta Kao Dam Axis ..	III-TF-10
Fig. 3-3-4	Typical Section	III-TF-11
Fig. 3-3-5	Phreatic Surface	III-TF-12
Fig. 3-3-6	Slope Stability Analysis (Ta Kao Dam) Case 1 - Fill Completed Condition	III-TF-13
Fig. 3-3-7	Slope Stability Analysis (Ta Kao Dam) Case 2 - Full Reservoir Condition	III-TF-14
Fig. 3-3-8	Slope Stability Analysis (Ta Kao Dam) Case 3 - Rapid Drawdown Condition	III-TF-15
Fig. 3-6-1	Proposed Cropping Pattern	III-TF-16

Table 3-2-1 Climatological Data (surin) for the Period 1951 - 1975

Temperature (°C)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Mean	24.4	26.8	29.2	30.0	29.3	28.4	28.0	27.7	27.4	26.9	25.4	24.0	27.3
Ext. Maximum	36.6	38.2	40.8	41.6	39.7	38.8	37.4	37.1	36.7	35.8	36.2	35.8	41.6
Ext. Minimum	6.4	11.0	11.0	15.2	20.0	19.8	19.6	20.0	19.0	16.3	11.9	8.2	6.4

Relative Humidity (%)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Mean	63.0	61.0	60.0	65.0	74.0	78.0	79.0	81.0	83.0	79.0	74.0	68.0	72.0
Mean Maximum	87.7	85.2	83.3	85.6	90.5	93.4	92.9	93.9	95.3	92.6	91.0	89.3	90.1
Mean Minimum	43.4	43.2	41.8	45.7	55.2	62.0	63.1	65.5	68.2	66.3	57.9	49.6	55.2

Climatological Data (surin) for the Period 1951 - 1975

Evaporation (mm)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Mean - Piché	143.1	140.3	163.4	145.3	110.8	83.1	80.6	69.0	59.0	81.5	102.1	125.0	1303.2
Mean - Pan	202.6	194.4	229.6	218.0	207.9	178.1	188.1	164.8	145.3	179.4	188.2	192.9	2289.3

Rainfall (mm)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Mean	2.0	11.0	30.6	84.1	175.4	159.2	190.8	194.4	276.3	132.8	22.3	1.6	1280.5
Mean rainy days	0.7	2.1	4.3	8.4	14.3	17.6	17.8	19.6	20.8	11.6	3.5	0.6	121.3
Daily Maximum	12.8	57.7	40.1	108.9	106.3	114.4	97.6	94.5	104.5	132.1	39.6	19.5	132.1
Day/Year	26/54	12/70	24/64	12/68	25/51	12/70	18/61	6/58	28/73	6/60	14/66	26/66	6/60

Remark: Evaporation 1. Piché 1959 - 1975
 2. Pan 1961 - 1975

Table 3-2-2 Monthly Diversion Water Requirements

1,000 m³

Month Year	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total	
													Annual	May ~ Oct.
1968	305	181	33	34	1,154	33	676	745	247	759	1,102	866	6,135	2,111
1969	878	321	33	34	1,271	33	244	552	247	759	1,096	879	6,347	1,936
1970	838	41	33	34	1,137	33	127	766	247	759	1,062	1,100	6,177	1,405
1971	691	291	33	34	1,172	145	419	766	247	759	1,056	972	6,585	2,094
1972	678	472	33	57	1,207	33	297	105	247	759	1,057	879	5,824	2,099
1973	851	52	33	34	1,131	33	186	712	247	612	1,102	959	5,952	1,469
1974	806	52	51	34	1,189	33	239	379	247	759	1,102	932	5,823	1,598
1975	686	41	33	34	1,266	33	454	691	247	759	1,102	946	6,292	1,861
1976	518	34	33	34	886	33	34	712	247	759	1,102	1,020	5,412	1,054
1977	592	46	33	34	1,067	33	682	766	247	759	1,102	986	6,347	1,895
Average	684	153	35	36	1,148	44	336	619	247	744	1,088	954	6,088	1,752
Cropping Calendar												Wet Season Paddy 350 ha		
												Dry Season Paddy 150 ha		
												Upland Crop (2) 200 ha		
												Upland Crop (1) 200 ha		

Table 3-2-3 Monthly Rainfall at the Project Site (PRASAT -- Ta Kao Dam)

in millimeter

Month Year	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total		
													Rainy Season	Dry Season	Annual
1968/69	138.3	102.7	335.4	211.9	152.1	375.9	24.5	3.4	0.0	0.0	0.0	46.1	1202.5	187.8	1390.3
1969/70	23.9	62.1	186.8	184.0	*99.7	273.0	122.9	48.2	0.0	0.0	1.5	44.4	928.5	118.0	1046.5
1970/71	31.4	158.8	283.9	285.2	158.6	275.7	148.8	0.0	0.0	0.0	8.7	0.0	1311.0	40.1	1351.1
1971/72	61.3	71.2	117.5	76.7	143.5	116.3	82.5	0.0	0.0	0.0	10.6	25.6	607.7	97.5	705.2
1972/73	64.1	18.0	150.6	43.7	127.6	382.9	110.2	148.9	0.0	0.0	5.2	43.7	833.0	261.9	1094.9
1973/74	29.2	148.3	101.0	110.5	159.4	231.0	135.9	12.3	0.0	53.2	0.0	27.5	886.1	122.2	1008.3
1974/75	38.6	144.6	91.0	175.4	136.4	164.0	123.8	87.4	0.0	0.0	0.0	33.8	835.2	159.8	995.0
1975/76	62.9	157.4	283.0	234.3	102.2	261.6	74.7	15.6	0.0	0.0	0.0	30.5	1113.2	109.0	1222.2
1976/77	96.0	184.2	143.7	189.7	276.4	380.6	321.9	12.4	0.0	0.0	0.0	15.6	1496.5	124.0	1620.5
1977/78	81.8	153.7	171.1	195.9	189.8	168.0	23.2	0.0	0.0	0.0	0.0	22.3	901.7	104.1	1005.8
Total	627.5	1201.0	1864.0	1707.3	1545.7	2629.0	1168.4	328.2	0.0	53.2	26.0	289.5			
N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
Average	62.8	120.1	186.4	170.7	154.6	262.9	116.8	32.8	0.0	5.3	2.6	29.0	1011.5	132.5	1144.0

Notes: Rainy Season (May ~ Oct.) Dry Season (Nov. ~ Apr.),

*(Data at Surin) x 0.623 + 58.679 (Rainy Season) or (Data at Surin) x 0.671 + 7.668 (Dry Season)

Table 3-2-4 Monthly Effective Rainfall

in millimeter

Month Year	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Annual	
													Paddy	Upland
1968/69	104	77	(120) 200	(120) 159	114	(120) 200	18	3	0	0	0	35	910	711
1969/70	18	47	(120) 140	(120) 138	75	(120) 200	92	36	0	0	1	33	780	662
1970/71	24	119	(120) 200	(120) 200	119	(120) 200	112	0	0	0	7	0	981	741
1971/72	46	53	88	58	108	87	62	0	0	0	8	19	529	529
1972/73	48	14	113	33	96	(120) 200	83	112	0	0	4	33	736	656
1973/74	22	111	76	83	120	(120) 173	102	9	0	40	0	21	757	704
1974/75	29	108	68	(120) 132	102	(120) 123	93	66	0	0	0	25	746	731
1975/76	47	118	(120) 200	(120) 176	77	(120) 196	56	12	0	0	0	23	905	693
1976/77	72	(120) 138	108	(120) 142	(120) 200	(120) 200	(120) 200	9	0	0	0	12	1081	801
1977/78	61	115	(120) 128	(120) 147	(120) 142	(120) 126	17	0	0	0	0	17	753	690
Total	471	(882) 900	(1053) 1321	(1014) 1268	(1051) 1153	(1167) 1705	(755) 835	247	0	40	20	218		
Average	47	(88) 90	(105) 132	(101) 127	(105) 115	(117) 171	(76) 84	25	0	4	2	22	819	692

Note: () -- Effective rainfall on upland field

Table 3-4-1 Construction Schedule (Ta Kao Dam)

Work Item	Q.T.Y.	1981					1982					
		Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.		
Engineering Service Detailed Design & Supervision		D/D				Supervision						
Preparatory Works												
Jungle clearing	153,300m ²											
Stripping	70,800m ³											
Excavation	13,800m ³											
Embankment	156,000m ³											
Riprap	11,400m ²											
Toe Drain	3,450m ²											
Earth Works	12,900 ³											
Concrete Works	2,000m ³											
Riprap	250m ²											
Earth Works	2,200m ³											
Concrete Works	270m ³											
Steel pipe ϕ 500	157m											
Value	1											
Earth Works	2,000m ³											
Concrete Works	65m ³											
Steel Pipe ϕ 200	105m											

Fig. 3-2-1 Water Balance Study (Ta Kao Dam)

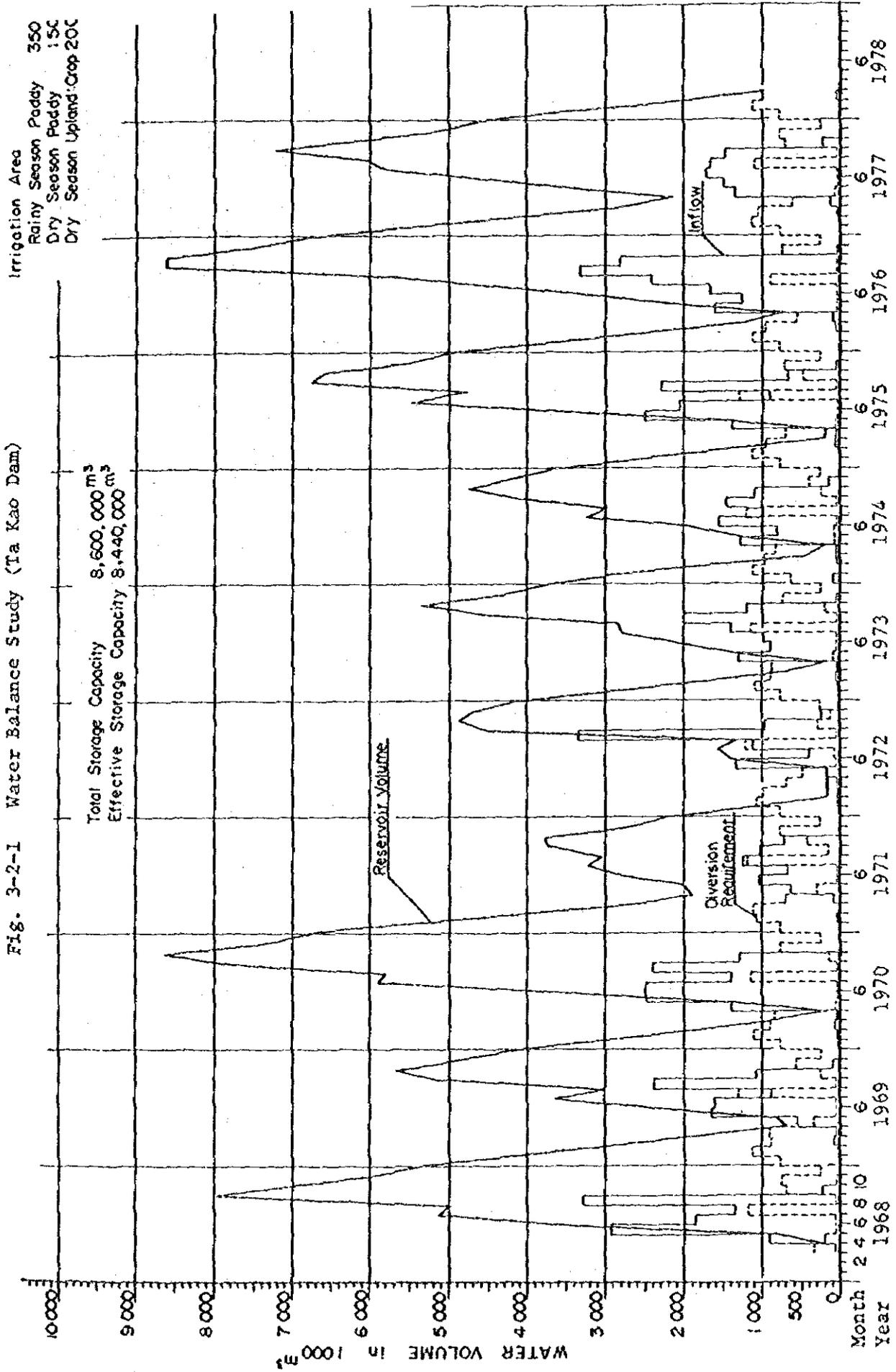


Fig. 3-3-1 H-V, H-A Curve (Ta Xao Dam)

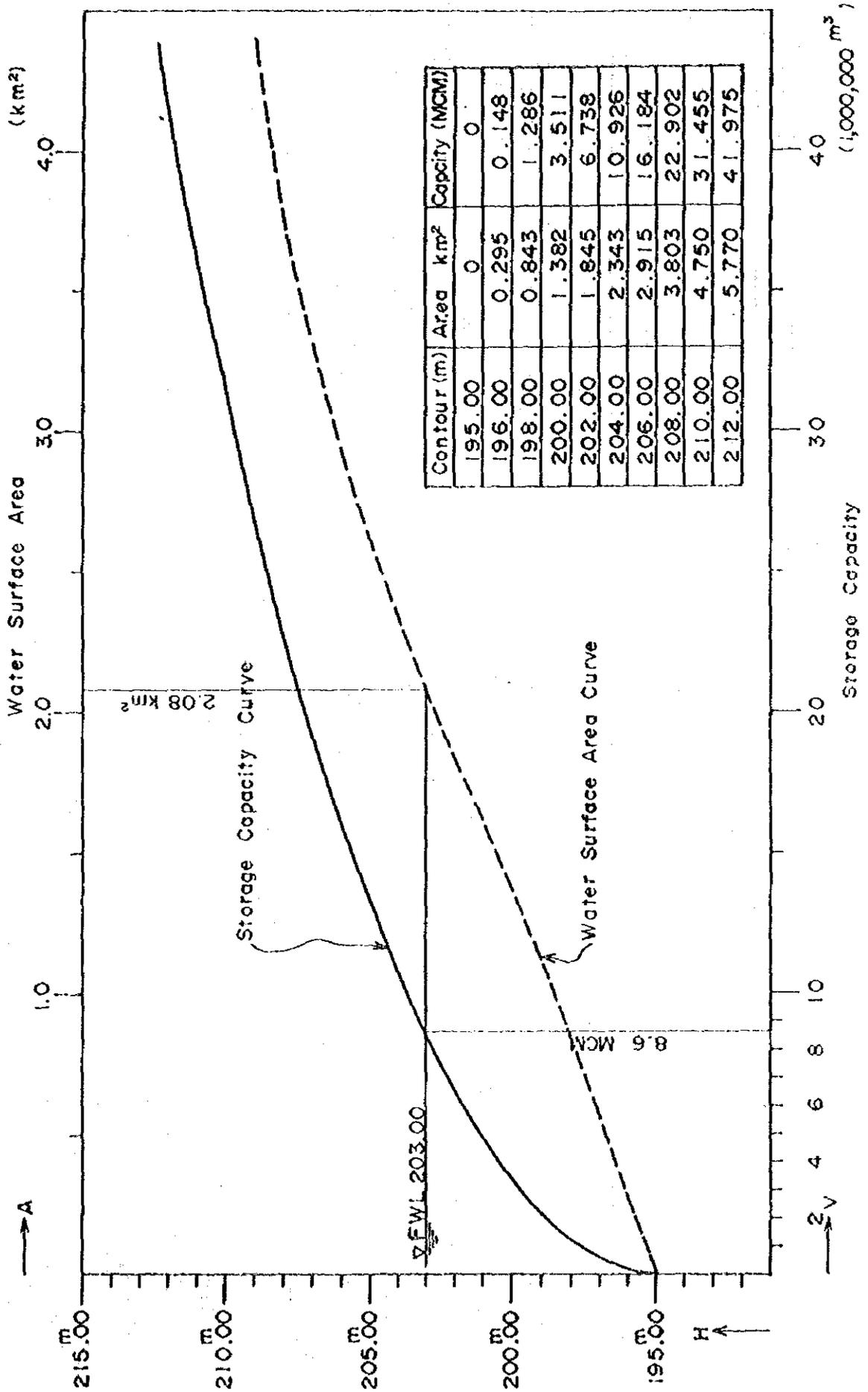
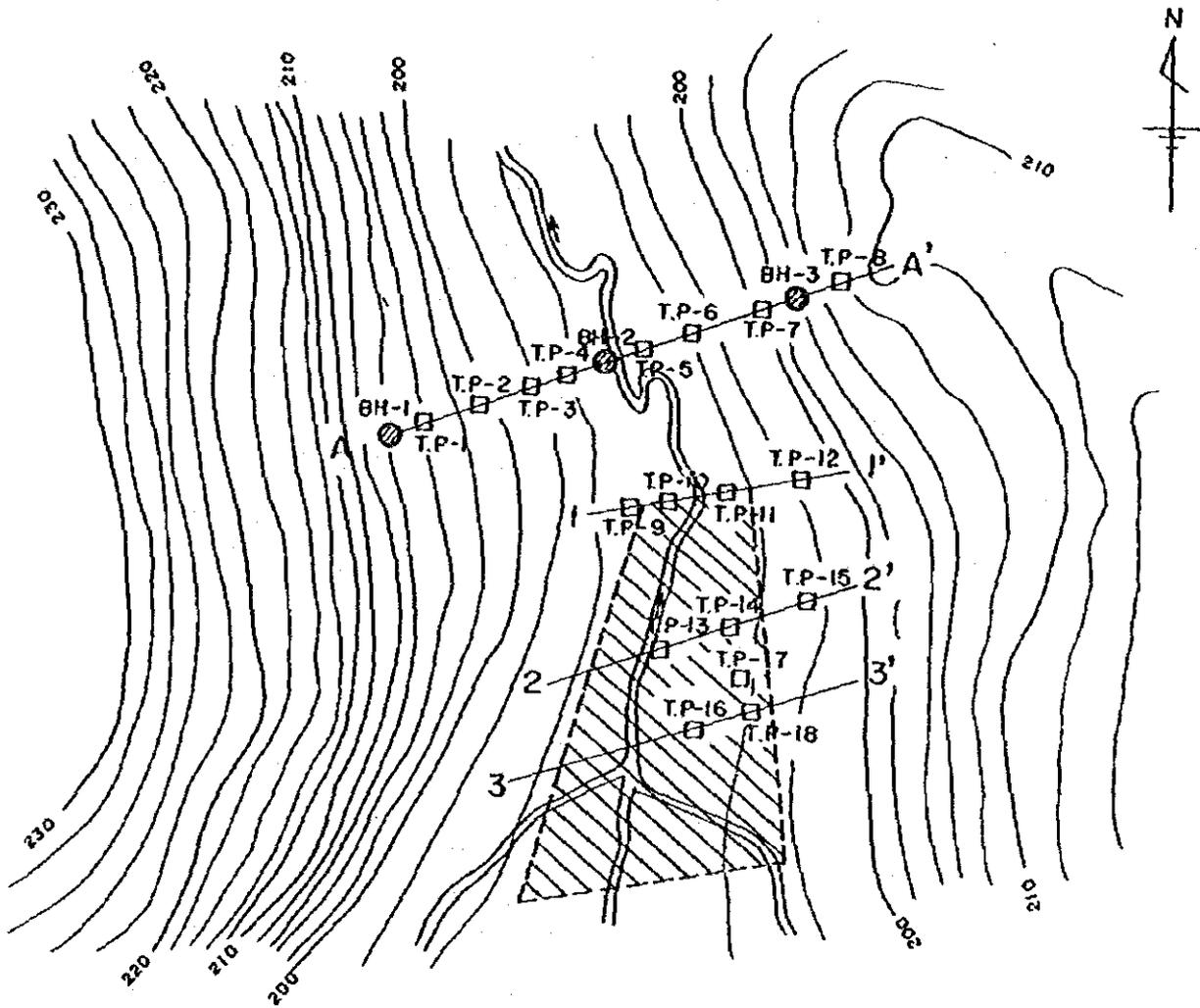


Fig. 3-3-2 Location Map of Soil and Geological Investigation for Ta Kao Dam

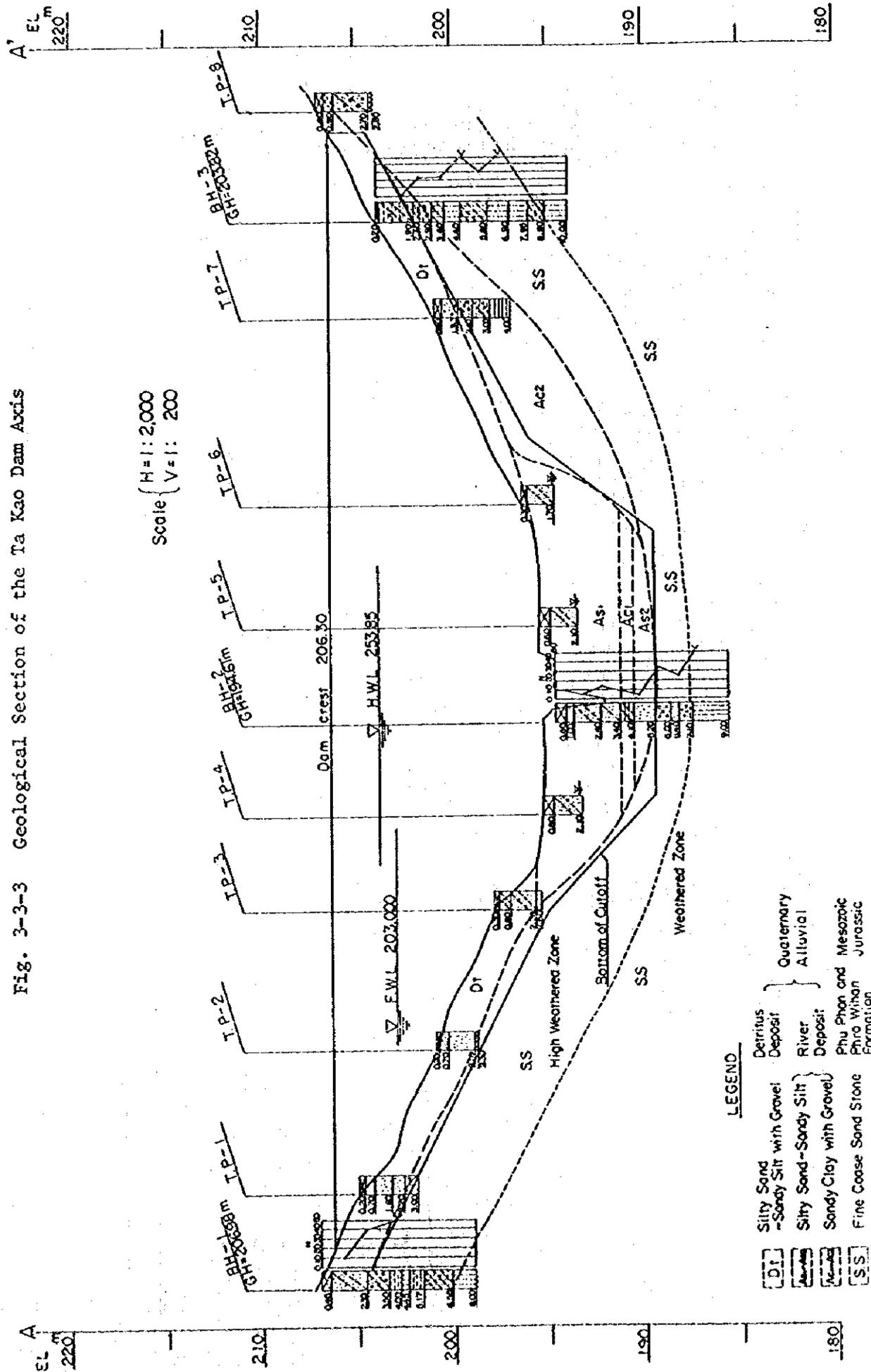
Scale 1:10,000



LEGEND

⊙	Boring Point
□	Test Pit Point
▨	Borrow Area

Fig. 3-3-3 Geological Section of the Ta Kao Dam Axis



Scale { H=1:2,000
V=1:200

- LEGEND**
- [DT] Detritus Deposit
 - [SS] Silty Sand -Sandy Silt with Gravel
 - [ACZ] Silty Sand -Sandy Silt
 - [ACZ] Sandy Clay with Gravel
 - [SS] Fine Coarse Sand Stone
 - [Quaternary Alluvial Deposit]
 - [Phu Phan and Mesozoic Phu Winan Formation]
 - [River Deposit]
 - [Jurassic]

Fig. 3-3-4 Typical Section (Ta Kao Dam)

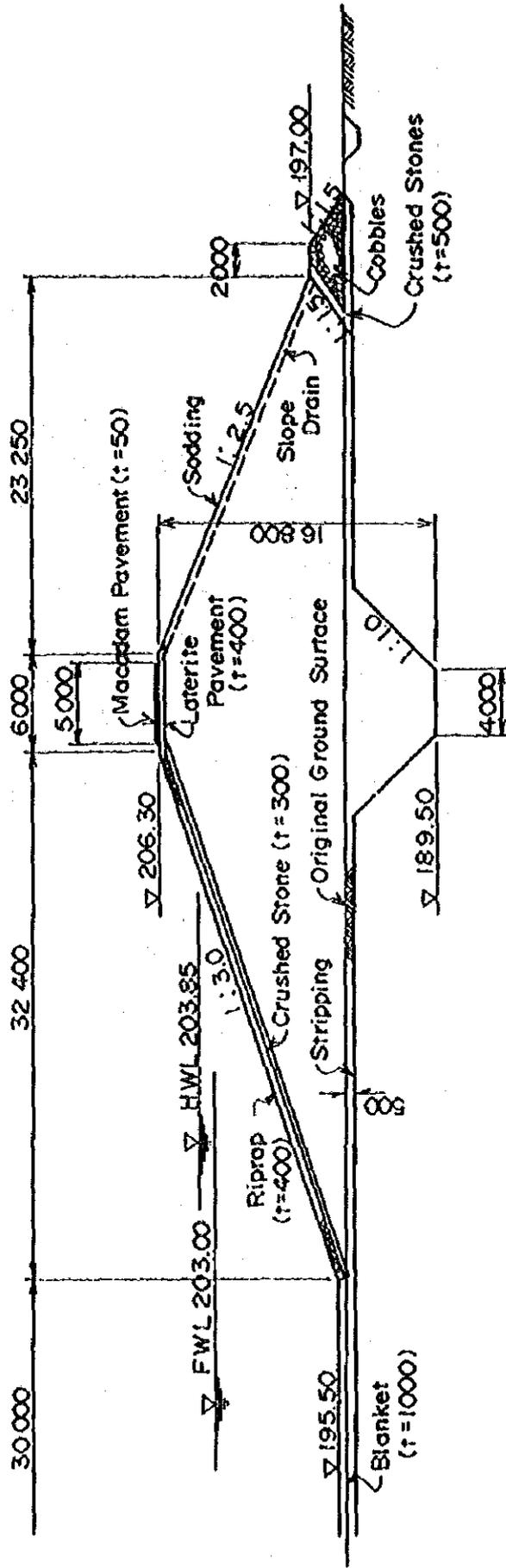
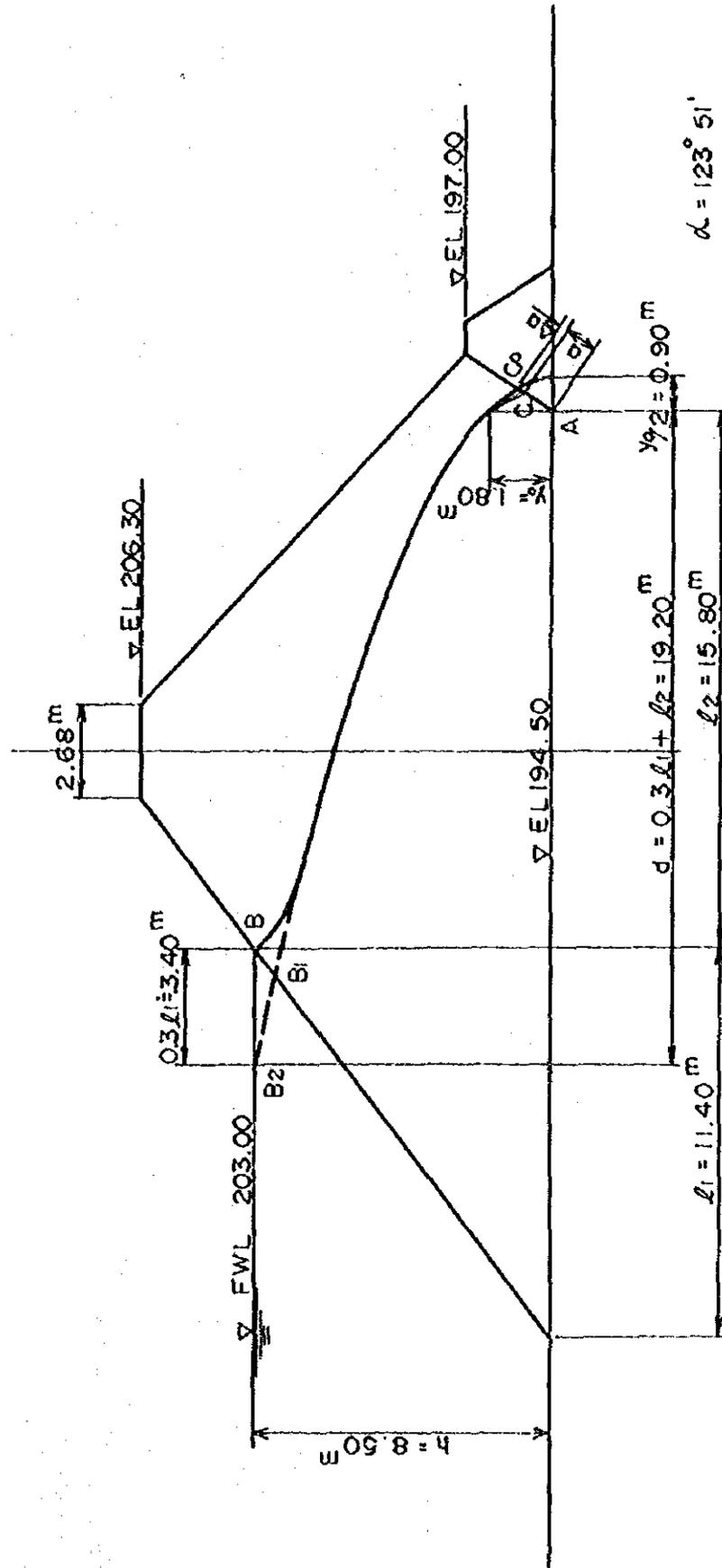


Fig. 3-3-5 Phreatic Surface



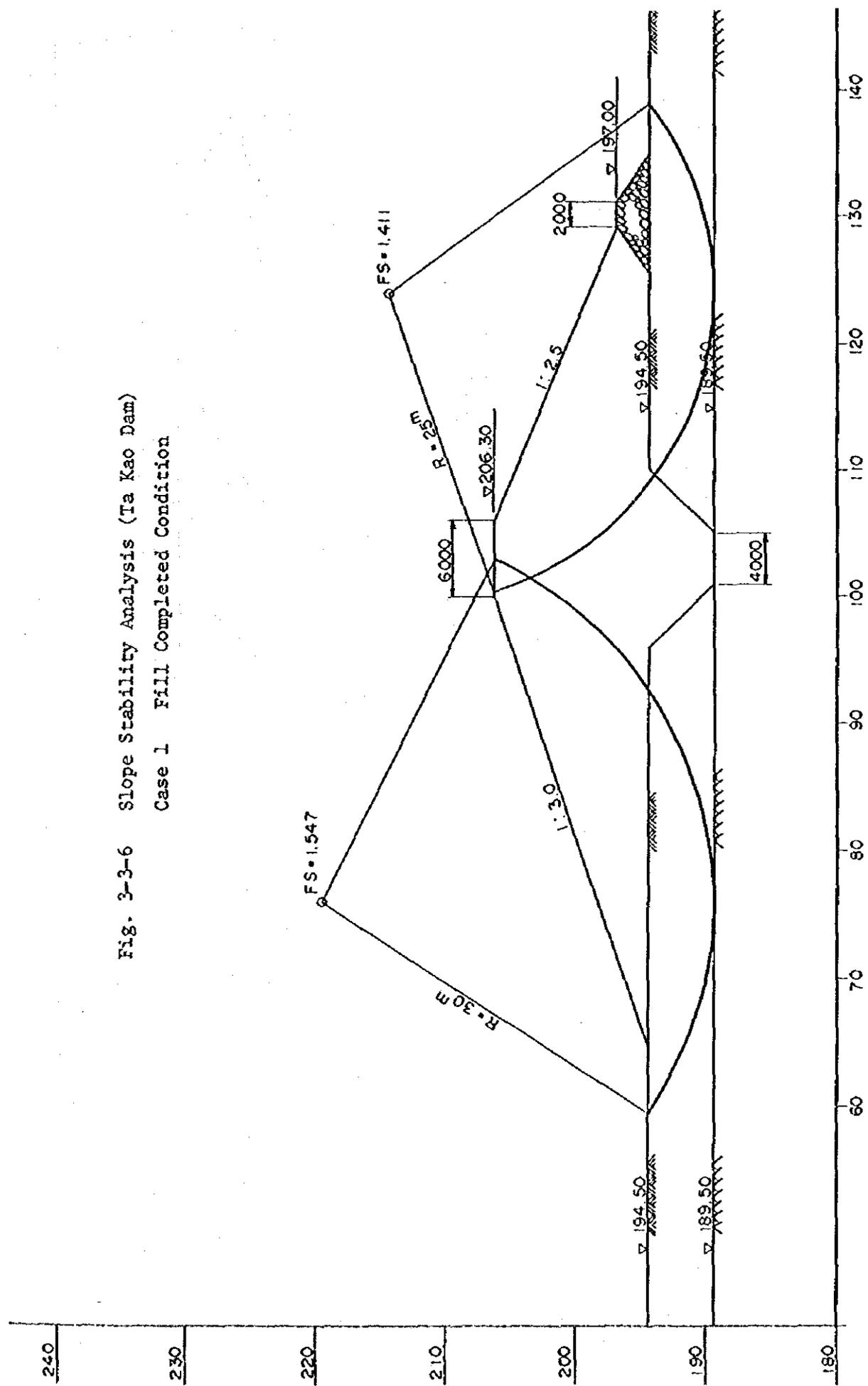


Fig. 3-3-6 Slope Stability Analysis (Ta Kao Dam)
Case 1 Fill Completed Condition

Fig. 3-3-7 Slope Stability Analysis (Ta Kao Dam)
Case 2 Full Reservoir Condition

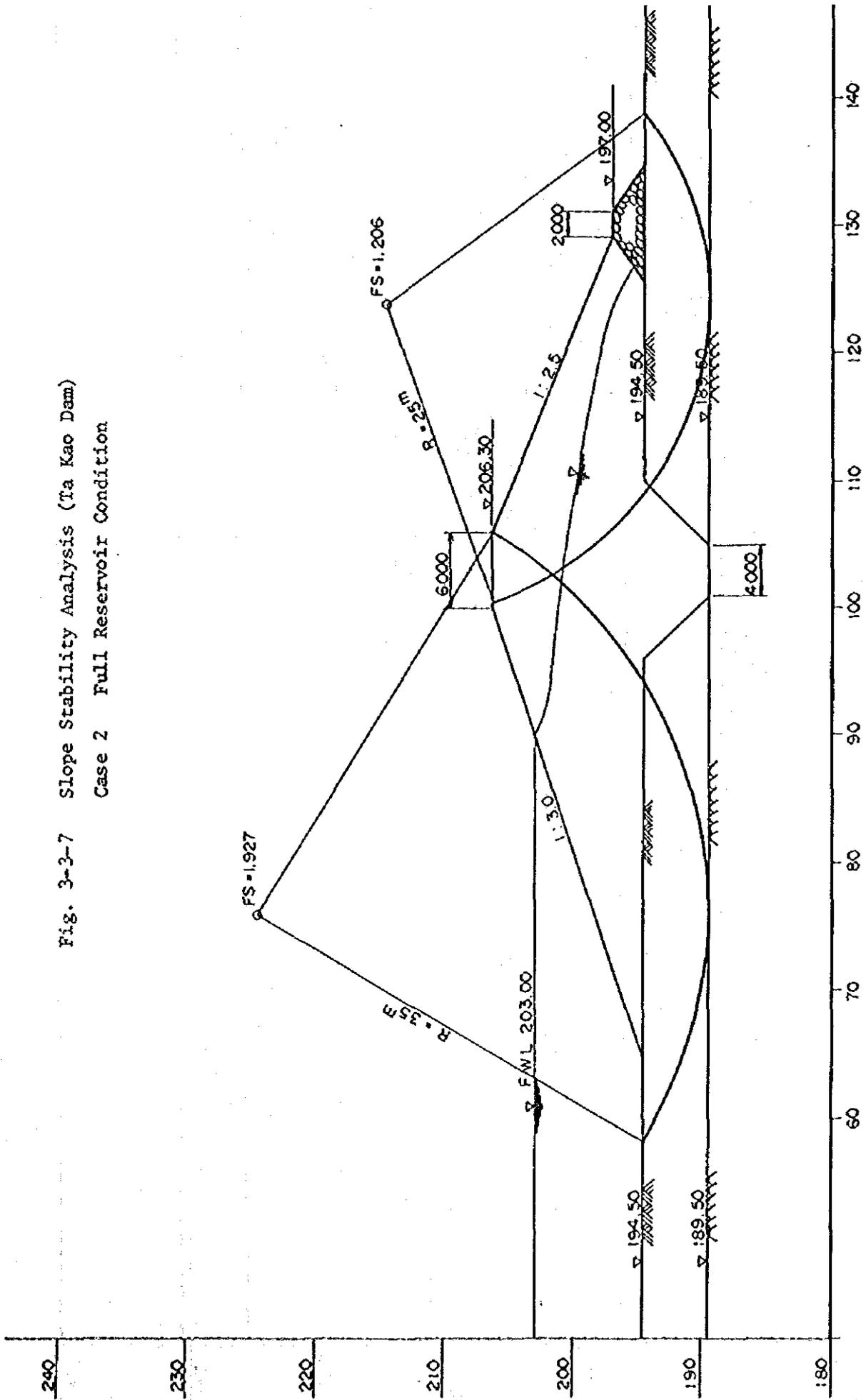


Fig. 3-3-8 Slope Stability Analysis (Ta Kao Dam)
 Case 3 Rapid Drawdown Condition

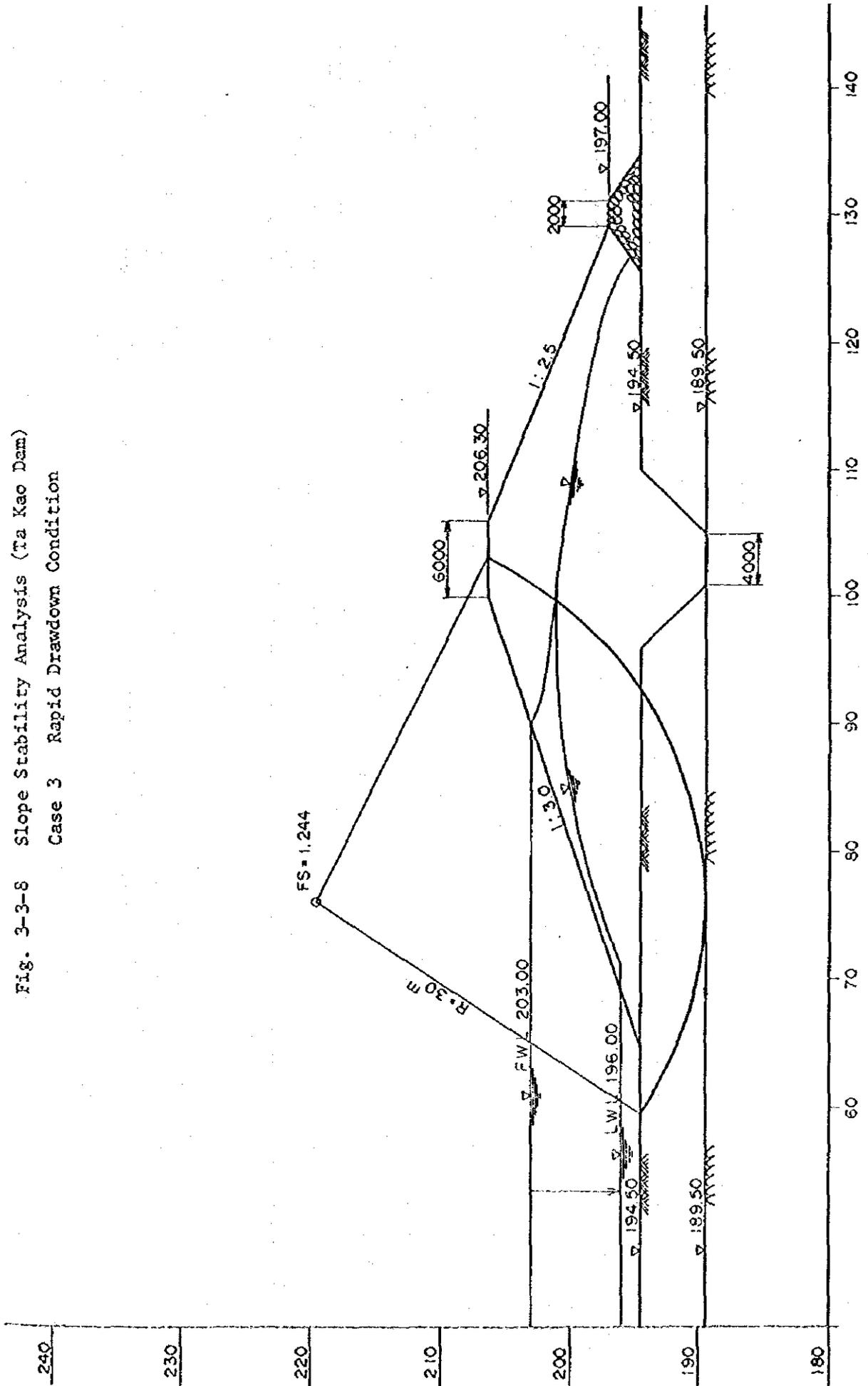
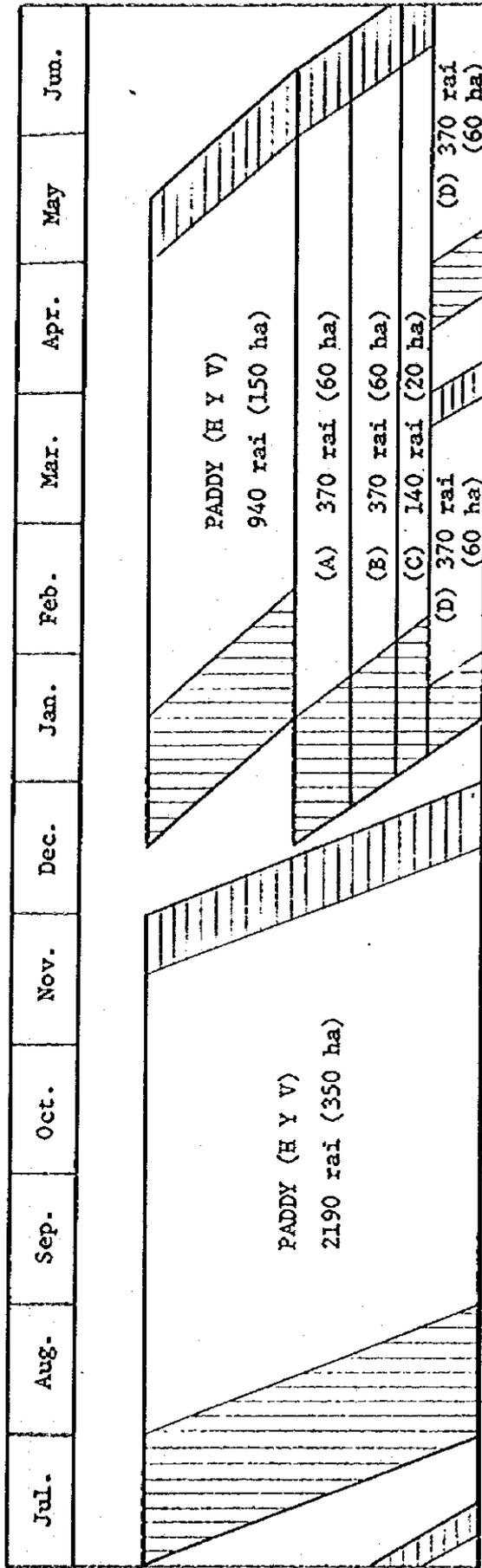
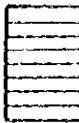
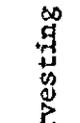


Fig. 3-6-1 Proposed Cropping Pattern



Keys :

-  A = Hemp
 -  B = Peanuts
 -  C = Sesame
 -  D = Maize
- Ploughing (incl. nursery bed in case of paddy)
- Harvesting

第4章 フェイヤンダム建設計画

4-1 計画地域の現況

4-1-1 位置

計画地域は、タイ国東部地域で Ubon Ratchathani 県（ウボンラチャタニ）の Amphoe Nam Yun 郡に属しており、ダムサイトから東方 6 km のところを県道 2214 号が走り、Ban Nam Yun から 10 km のところである。

ダムの流域境界はカンボジア国境であり、ダムサイトからは 10 km 南方である。

近くに新村建設が進められている。

4-1-2 地形

流域境界であるカンボジア国境は、標高 500 m 前後の丘陵性山地で流域の大半は標高 300 m 以上のジャングル地帯である。

ダムサイト附近はなだらかな丘陵地で、粗林或は畑であり、下流 1.0 km 位から水田が開けている。ダムサイト附近の標高は 190 m 前後で大きな起伏はみられず、既存ダムは、単に河道を締切った土堰堤で、ダムの効用はなく取水堰である。

ダムサイトは Huai Yang（フェイヤン）川の支川 Huai Chong Phanuang（フェイチョンファヌアソ）川であり、乾期でも流水はあると言われている。

受益地は Huai Chong Phanuang 川の右岸側に展開する標高 170 ~ 180 m の平坦な水田及び畑地帯である。

4-1-3 地質・土壌

当地域は、前述メカダム（2-1-3 参照）と同一の地質構造であり省略する。

4-1-4 社会的、経済的な現況

(1) 直接、間接受益地

計画ダムサイトの完成により、直接受益地となるのは Amphoe Nam Yun 郡に属する Ban Khok Sa-at, Ban Non Charoen, Ban Ta Koi の3村で間接的な受益地として Ban Non Yang, Ban Ta Kao の2村がある。

受益予定地の面積、戸数人口

村名	全面積 (ライ)	総戸数 (世帯)	総人口
Ban Khok Sa-at	4,517	210	1,222
Ban Non Charoen	1,756	76	476
Ban Ta Koi	2,326	98	496
Ban Non Yang	3,405	181	1,128
Ban Ta Kao	2,375	49	306
計	30,189	614	3,628

(2) 直接受益地の概要

Ban Khok Sa-at, Ban Non Charoen, Ban Ta Koi 村の概要は次表の通りである。

直接受益地の概要

村名	全面積	耕地			その他の積	水牛
		水田	畑	計		
Ban Khok Sa-at	ライ 4,517	ライ 4,100	ライ 200	ライ 4,300	ライ 217	432
Ban Non Charoen	1,756	1,340	334	1,674	82	147
Ban Ta Koi	2,326	915	1,215	2,130	196	168
計	8,599	6,355	1,749	8,104	495	747

当地は、国境の周辺でありながら割合古くから開拓され、家族数の増加に伴い近年新しく出来た村が Ban Non Charoen である。

受益地は、非常に平坦な土地で Ban Khok Sa-at, Ban Non Charoen 村は 80%以上が水田である。水田は雨期の 1 作のみで、畑は麻、タピオカである。平均家族構成は、6 人弱である。

(3) 農業の基本構造

当地は、古くから開拓され人口増加と他地方からの入植者で除々に拡大されている。各自開墾した土地は、耕作権は認められるが、所有権は無い。

平均農家は 20 ライ (3.2 ha)、富農 (5 %) は 80 ライ、貧農 (10 %) は 7 ~ 8 ライを耕作している。

(4) 農業の経済的分析

受益地の根幹作物は、米と麻、タピオカ等で 1 ライ当り平均収量は、夫々 300 Kg, 250 Kg, 2000 Kg である。米は、自家消費と種モミを残し、他は販売し、畑作物はすべて販売する。価格は夫々 Kg 当り、米 2.9 バーツ、麻 5.0 バーツ、タピオカ 0.4 バーツである。

平均農家の場合、米の生産にあたり耕起は手持ちの水牛、肥料は堆肥と若干の化学肥料を投入している。田植、収穫は、近所の相互協力で行われ、労賃は支払わない。

平均農家一戸当り年間の現金収入は、米 14,000 バーツ、畑作 2,000 バーツ計 16,000 バーツ程度と言われているが、長期的にみれば、これより下廻ると報告されている。

4-2 水利用計画

4-2-1 水源

本計画の水源は、ヤン川 (Huai Yang) の支川であるチオン・ファヌアン川 (Huai Chong Phanuang) である。チオン・ファヌアン川は数本の支川を合流し 1 河川となり、ダムは合流後の地点に計画する。流域面積は 31.3 km² である。

チオン・ファヌアン川の流量観測はなされておらず、流出量は降雨データ

により算出する。

4-2-2 水 文

計画地点は、タイ国東部のウボン・ラチャタニ県 (Ubon Ratchathani) に属し、カンボジア国境より10kmの地点に位置し、海拔190m前後のなだらかな準平地帯である。

計画地域内には気象観測所は皆無であり、もよりの観測所として次の2ヶ所がある。

スリン (Surin).....ダムサイトより170km
 ウボン・ラチャタニ (Ubon Ratchathani)..... " 80km

降雨量は、月降雨量、日降雨量について、1952年以後できる限りのデータを収集した。

参考として、ウボンの気象データを表4-2-1に示す。

(1) 降 雨

各観測所における確率最大日雨量をGumbel法で求める。

確率最大日雨量 (mm)

(2) 洪水量	確 率	観 測 所 名	
		Surin	Ubon Ratchathani
ダムサイトに近く、かつ、			
降雨資料の整っている雨量観	1/10	122	165
測所は、Ubon Ratchathani	1/25	142	193
である。	1/50	157	215
設計降雨量は、Ubon	1/100	172	236
Ratchathani の1/25 確率日	1/200	186	257

雨量を採用し、193mm/dayとして合理式により求めると、最大洪水量は、184m³/sとなる。

余水吐設計は、貯水池の洪水調節能力が微小であると推定されたため、貯水池満水面以上の一時的な洪水調節能力を考慮に入れないものとする。

余水吐設計洪水流量は、最大洪水流量184m³/sを採用し、余水吐越流幅と越流水深を仮定して余水吐流量計算を行い、余水吐越流水深1.20m、越流幅

70.0mを得た。

なお、本ダムの特異性から1/25 確率以上の洪水に対しては、非常用余水吐で対応する。

4-2-3 取水量

現在、既存ダムからの取水量は、水路断面と水路勾配から推定して、0.1 ~ 0.15 m³/sec である。取水量は河川水位の高低より変化している。この理由は取入口に水量を制御する施設がなく、自然に素堀水路で取り入れているからである。

現在の素堀水路は底幅 1.0 m、高さ 0.7 m 前後の断面で延長は約 2 km である。それ以後は田越しで流下している。Huai Chong Phanuang 川の豊水時には約 2,000 ライの水田をかんがいしている。

新しくダムが築造されれば、現在よりも取水は容易となり現在以上の取水量が可能となる。しかし、これには下流用水路の改修或は水路の新設が必要である。

当プロジェクトは、ダムだけの計画であるので、取水量は現在通りとする。

4-3 ダム計画

4-3-1 ダム軸の選定

本ダムサイトには、余水吐部が決壊した既存堤体が存在している。既存堤体は、応急的仮締切を設けて貯水しているが、法面の一部崩壊とか、下流法面への浸出が見られ、下流法面には草木が生えている。現堤体内でドレーンが有効に作用しているとは考えられず、又、ドレーンが設けられていない可能性もある。現堤体天端は満水位からの高さが約 80 cm であり、余裕高不足から、嵩上げは絶対必要である。しかし、現堤体の信頼性が乏しいため、現堤体と平行に約 30 m 下流に新ダム軸を選定する。このように選定した新ダム軸では、現堤体を仮締切として右岸側を施工し、左岸側は仮締切なしで乾期中に施工可能である。余水吐決壊部においても、荒締切を行うだけで右岸取水工を仮排水路として使用可能である。こうして、乾期の養魚への影響も最小