

表 4.3.1 灌漑用水算計表 (バレンゲス地区)

月・旬	蒸 発			E _{pan} ⁽¹⁾ (mm)	K _p	E _{T0} (mm)	KC			E _{Tcrop} ⁽²⁾ (mm)			浸透量 (mm)	有効雨量 (mm)		根 灌 用水量 (mm)	灌漑効率 (%)	灌漑用水量 (mm)
	平均 (mm)	誤差 係数	係数				(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)		作物期	非作物期			
Jan. 1	145.0	13.8	-0.46	155	0.75	116.3	1.05	1.05	1.05	39	39	39				39		78
2							0.6	1.05	23	39	39					33.7		67.4
3							0.6	1.05	25	41	41					30.3	50	69.5
Feb. 1	153.3	14.6	-0.02	168	0.75	126	0.6	0.6	27	27	27					27	(コーン)	54
2							0.6	0.6	27	27	27					18		36
3							0.6	0.6		22	22					7.3		14.6
Mar. 1	211.5	19.1	0.21	217	0.75	162.8												
2																		
3																		
Apr. 1	219.1	21.2	-0.52	231	0.75	174.3												
2																		
3																		
May. 1	175.7	22.1	0.58	183	0.75	137.3			(40)	(40)	(40)			22	0	6		18.9
2									(40)	(40)	(40)			30	23	6.7		12.2
3									(40)	(40)	(40)			45	35	0		0
Jun. 1	128.9	21.1	0.07	135	0.85	114.8	1.1	1.1	42	(40)	(40)	20		34	24	16.7		30.4
2							1.1	1.1	42	42	(40)	20		39	24	25.1		46.1
3							1.1	1.1	42	42	42	20		44	31	31		56.4
Jul. 1	111.2	23.6	-0.00	121	0.85	102.9	1.1	1.1	37	37	37	20		54	41	16		29.1
2							1.1	1.1	37	37	37	20		56	49	8		14.5
3							1.1	1.1	40	40	40	20		100	69	0		0
Aug. 1	91.9	19.7	0.74	93	0.85	79.1	1.0	1.1	26	28	23	20		80	59	0		0
2							1.0	1.0	26	26	28	20		19	59	0		0
3							1.0	1.0	28	28	28	20		55	38	12		21.8
Sept. 1	103.2	21.0	-0.73	117	0.85	99.5	0.95	1.0	32	33	33	20		84	55	0		0
2							0.95	1.1		32	33	20		56	42	7		12.7
3							0.95	0.95		32	32	20		84	61	0		0
Oct. 1	118.5	23.4	0.13	127	0.85	106.0								19	10	24		2.6
2							1.05	1.05	37	37	37			36	24	4.3		26.7
3							1.05	1.05	40	40	40			0	0	0		52.4
Nov. 1	127.7	14.2	0.80	132	0.75	93.0	1.05	1.05	35	35	35					35		70
2							1.05	1.05	35	35	35					35		70
3							1.05	1.05	35	35	35					35		70
Dec. 1	138.5	19.4	0.42	152	0.75	114.0	1.05	1.05	38	39	39					39		78
2							1.05	1.05	39	39	39					39		78
3							1.05	1.05	40	40	40					40	50	80

(注) 1) Dependability: 67%
2) () 内は水田灌漑用水量である。

4. 3. 3 貯水池計画

本計画対象地域の気象・水象条件の特徴は、5～10月にかけての雨期と、その他の時期の乾期に明確に区分できることである。このような状況のもとで、乾期に畑作（コーン）を導入するために、雨期の無効となる地表水を貯めておき、この貯留水を乾期に溜池の1回使いで利用することとする。

雨期には年間降雨量の約90%の降雨が集中し、又将来には水需要が増加すると予測できるので、水源としての貯水池の規模はなるべく大きいことが望まれる。本計画でも、4つのダム計画貯水容量は、地形、地質上よりの最大可能貯水容量とほぼ等しくなっている。

以上の状況のもと、本貯水池計画の灌漑計画上の信頼度及び、雨期及び乾期における灌漑可能面積を把握する目的で、水収支計算を行った。

即ち、貯水量が乾期作物の総必要水量に達していない状況では、乾期の灌漑面積を増加させると、貯水池に貯まっている水量の減り方は早くなり、栽培期間中に水供給量の不足が発生し、収量の減小、品質の低下をきたすことになる。これでは、貯水池の効果は発揮できないので、毎年安定して水を供給できる面積まで灌漑対象面積を減らしておく必要がある。この安定の度合いは、一般的に用水不足の発生頻度を確率的にとらえる方法がとられている。

(1) 計算条件

計算条件には大別として、i. 貯水池への水源供給量、ii. 貯水池への水需要量および、iii. 貯水池の物理的条件があり、これらは各々以下のように考えた。

- i. 貯水池への水源供給量は、前述の流出解析により推定したとおりである。本計画対象地区では下流での既得水利権を考慮する必要はない状況である。
- ii. 貯水池への水需要量は、土地資源の最大利用、即ち、最大灌漑可能面積（表4. 3. 2）と、前述の灌漑用水量（表4. 3. 1）より決定される。ただし、最大灌漑可能面積を貯水池への負荷させたとき貯水量が空となり、要水量を供給できない状態となり、作物の品質が低下したり、収穫量が減るような事態は避ける必要がある。このような事態が生じた時は、灌漑面積を減らしていくものとする。
- iii. 各貯水池の水位・容量曲線を図D-1～4に示す。
貯水池面よりの蒸発量は、ハシエンダ・ハイシタにおける計器蒸発量の6割を考慮した。

(2) 灌漑可能面積

各貯水池での水収支計算結果を表R-1~6に、水位変動図を図R-1~4に示す。検討の結果、マンガログダムの上樋およびプレラティンダム掛りの、乾期における畑作(コーン)の灌漑可能面積は、各々最大灌漑可能面積の50%となり、その他については100%面積が灌漑可能となった。

灌漑可能面積を以下に示す。

表4.3.2 灌 漑 可 能 面 積 (単位: ha)

貯 水 地 名	最大灌漑可能面積	灌 漑 可 能 面 積	
		雨期(米)	乾期(コーン)
1. マングログ			
上 樋	255	255	127.5
下 樋	105	105	105
計	360	360	232.5
2. プレラティン	120	120	60
3. パンガサン	200	200	200
4. バルンゲス	350	350	350
合 計	1,030	1,030	842.5

(3) 貯水池計画

国家灌漑庁 (N I A) の灌漑用貯水池の計画基準は、

- ① 各年において、用水不足量は全要求量の50%以下であること、
- ② どの10年間をとっても、この10年間の合計不足量は全要求量以下であること、
- ③ 小溜池においては毎年、貯水量が回復すること、及び、
- ④ 貯水池の月数による信頼度は80%から85%以上であること、となっている。(月信頼度=不足の発生しない月数/水収支計算月数)

又、その他の灌漑用貯水池の計画基準としては、

- ⑤ 貯水池の規模は、5～10年確率の渇水年に対応できる、即ち、年数による信頼度は、80%から90%程度とする、がある。
(年信頼度=不足の発生しない年数/水収支計算年数)

以上の基準に照らし合わせると、各貯水池の計画状況は次の通りとなった。

a. パンガサン、バルングス貯水池

パンガサン、バルングス貯水池は、上述の各基準を満足している。パンガサン貯水池の規模は4年確率相当となっているが、不足の発生時期がコーンの収穫期にあたり、コーンの品質、収量にはほとんど影響のないことより、実質上は問題がない。一方、バルングス貯水池の規模は5年確率相当となっている。

b. プレラティン貯水池

全灌漑可能面積を貯水池に負荷したとき (Case 1) は、基準項目①及び③のみを満足し、その他の項目を満足することはできない。一方、コーンの面積を50% (60ha) にしたとき (Case 2) は、各項目を満足することになる。従って、プレラティン貯水池の灌漑計画及び貯水池計画には Case 2 を採用することとした。

c. マンギロク貯水池

下樋に関しては、用水不足が発生せず、当貯水池の計画は上樋により決定されることになる。

貯水池への負荷を全灌漑可能面積とした時 (Case 1) は、基準項目①、③、④を満足し、②及び⑤を満足することはできない。

上樋の貯水池への負荷として、コーンの面積を50% (127.5ha) とした時 (Case 2) は、基準の各項目を満足することになる。ただし、貯水池の規模は4年確率相当となるが、不足の発生時期がコーンの収穫期にあたり、コーンの品質・収量にはほとんど影響のないことより、実質上は問題がない。従って、マンガログ貯水池の灌漑計画及び貯水池計画にはCase 2を採用することとした。

水収支計算により各貯水池の信頼度を算定した結果は、次の通りである。

貯水池計画検討結果

貯水地名	負荷灌漑面積			信頼度 (%)	
	雨期 (米)	乾期 (コーン)	合計	年 (確率年)	月
1. マングロク					
Case 1					
上 樋	255	255	510	10.0 (1.1)	80.4
下 樋	105	105	210	100.0 (-)	100.0
計	360	360	720		
Case 2					
上 樋	255	127.5	382.5	75.0 (4)	96.3
下 樋	105	105	210	100.0 (-)	100.0
計	360	232.5	592.5		
2. プレラティン					
Case 1	120	120	240	0.0 (1)	76.7
Case 2	120	60	180	80.0 (5)	96.7
3. パンガサン	200	200	400	75.0 (4)	97.5
4. バルンゲス	350	350	700	80.0 (5)	98.3

4. 3. 4 橋梁計画

ブルサ川右岸の計画地域は、雨期の洪水時には川を渡ることができなくなり、約6ヶ月間は孤立しているのが現状である。また、ブルサ川右岸にはパンガサン及びバルンゲスダム・貯水池ならびに灌漑施設が計画されており、これらの施設の雨期における維持管理のためにも年間を通してブルサ川を渡ることが必要となる。以上の背景の基に、永久橋を1橋計画する。

4. 3. 5 施設の概要

以上の計画に基づき、建設される主要な施設を以下に示す。

a. 溜池建設工事

ダム貯水池名	堤 高 (m)	堤頂長 (m)	総貯水量 (m ³)
マンガログ	19.3	704.5	3,210,000
ブレラティン	10.0	215.0	730,000
パンガサン	17.3	195.0	1,140,000
バルンゲス	24.2	208.0	1,820,000
合 計			6,900,000

ダム・溜池の諸元を次表に示す。

b. 灌漑用水路（幹・支線には有効幅員 3.5m の管理用道路を設置）

路 線 名	路 線 長 (km)
マンガログ	10.32
ブレラティン	1.58
パンガサン	3.13
バルンゲス	8.80
合 計	23.83

c. 橋 梁

橋長 225m, 橋梁幅員 3.6m

西部バリオスダム・溜池諸元表

表 4. 3. 3

ダム名	マンギログ	ブレラティン	パンガサン 主ダム	パンガサン 副ダム	バルンゲス 主ダム	バルンゲス 副ダム
流域面積 (km ²)	8.1	2.0	12.9		27.9	
ダム高 (m)	19.3	10.0	17.3	5.8	24.2	5.7
天端標高 (m)	111.3	98.0	130.8	130.8	98.2	98.2
堤頂長 (m)	704.5	215.0	195.0	50.0	208.0	44.0
天端幅 (m)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
堤体積 (m ³)	363,000	37,000	78,000	3,800	155,000	3,200
洪水吐型式	越流型	越流型	越流型		越流型	
設計洪水量 (m ³ /sec)	127	26	210		266	
越流幅 (m)	25.0	18.0	25.0		40.0	
越流天端標高 (m)	108.0	96.0	126.5		94.0	
設計洪水位 (m)	109.2	96.5	128.6		96.3	
常時満水位 (m)	108.0	96.0	126.5		94.0	
低水位 (m)	99.0	91.3	120.1		84.3	
湛水面積 (設計水位) (ha)	85.3	38.4	28.6		31.4	
湛水面積 (常時水位) (ha)	71.2	34.3	22.3		25.4	
総貯水量 (百万m ³)	3.21	0.73	1.14		1.82	
有効貯水量 (百万m ³)	3.11	0.70	0.98		1.47	

4. 3. 6 維持管理計画

ダム、灌漑施設、及び維持管理用道路の建設が完了した後の維持管理は、ターラック州政府にその能力が備わるまで、N I Aが行うものとする。ターラック州政府に維持管理が移った後も、N I Aは技術的な協力をを行うものとする。

N I A及びターラック州政府による維持管理組織は図4. 3. 2、図4. 3. 3に示す通りであり、N I A及びターラック州政府の指導のもとに農民水利組合が主体的に施設の維持管理を行うものとする。一方、橋梁の維持管理は、建設の完了後当初よりターラック町が行うものとする。

各施設の維持管理は以下のように行うものとする。

(1) ダム（4ヶ所）

ダムの水操作管理に当たっては、あらかじめダム管理規程を定め、その規則に基づきバルブの操作及び管理を行うものとする。ダムの安全を確保するためダム構造物管理基準を定め、ダム構造物、貯水池及び貯水池周辺地山などの点検管理を行う。

尚、湛水試験期間中は、漏水量、間隙水圧などを計測し、適切な管理を行うものとする。湛水試験はN I Aが中心となって行うものとする。

(2) 灌漑施設（4系統）

水路施設の維持管理は、管理規程及び操作規程を作成し、定期的かつ円滑に行うものとする。

(3) 維持管理用道路

道路が築造されたときの機能が保持できるように、不断の手入れや修理による維持管理を行うものとする。

(4) 橋梁（永久橋1橋）

橋梁が建設されたときの機能、外観が保持できるよう、点検・整備を行うものとする。

ダム、灌漑施設及び維持管理用道路の運営維持管理に要する年間経費は、以下に示すように合計250千ペソと算定され、これは農民水利組合の構成員から徴収する水利費によって賄うものとする。年間の必要水利費は、農家一戸当たり、約350ペソであり、事業実施後の平均農家所得（16,900ペソ：小作）の5%以下であり、支払い能力は十分であると判断できる。尚、橋梁の鋼材には錆安定化処理を施す計画である。従って、橋梁の維持管理費用

は僅少となるので考慮しないものとした。

施 設	年間経費 (ペソ)
1. ダム (4ヶ所)	47,000
2. 灌漑施設 (23.83 km)	80,000
3. 維持管理用道路 (23.83 km)	123,000
合 計	250,000

年間維持管理費の内訳は、下記の通りである。

1) ダム

ダム4ヶ所の水操作管理、点検管理のために主任管理者を1人、助手を1人配置する。また、年2回各ダムの除草等を行う。

人件費	主任	$2,000 \text{ ペソ/月} \times 12 \text{ ヶ月} =$	24,000 ペソ
	助手	$1,600 \text{ ペソ/月} \times 8 \text{ ヶ月} =$	12,800 ペソ
	人夫	$10 \text{ 人} \cdot \text{日/ヶ所} \times 4 \text{ ヶ所} \times 2 \text{ 回/年} \times 75 \text{ ペソ/日} =$	6,000 ペソ
諸経費		(上記合計の10%)	4,280 ペソ
計			47,080 ペソ

(改め 47,000 ペソ)

2) 灌漑施設

年2回、水路(延長23.83 km)、関連施設の整備を行う。これに要する労力は、 $23.83 \text{ km} \times 2 \text{ 回/年} \div 0.5 \text{ km/人} \cdot \text{日} = 96 \text{ 人} \cdot \text{日}$ と見積もられた。また、水路屈曲部におけるコンクリートライニングおよび分土工、余水吐における鋼製ゲートの耐用年数は、日本における標準耐用年数を基にフィリピン国の事情・グレードを勘案して、20年とした。これらの施設の更新に要する費用も維持管理費用に含めるものとし、これに要する年間費用はライニング、ゲート関係工事費の5%を見積もった。

人件費	$96 \text{ 人} \cdot \text{日} \times 75 \text{ ペソ/日} =$	7,200 ペソ
更新費	$1,303,000 \text{ ペソ} \times 0.05 =$	65,150 ペソ
諸経費	(上記合計の10%)	7,235 ペソ
計		79,585 ペソ

(改め 80,000 ペソ)

3) 維持管理用道路

フィリピン国における道路の標準維持管理費用は、17,104ペソ/年/km（道路幅は2車線）となっている。本計画道路は、1車線幅の砂利舗装であり、これに砂利舗装の場合の係数0.55と道路幅の減少率0.5を考慮する。

人件、資機材費	$23.83 \text{ km} \times 17,104 \times 0.55 \times 0.5 = 112,087$	ペソ
諸経費	(上記の10%)	11,209 ペソ
計		123,296 ペソ
		(改め123,000 ペソ)

FIG. 4.3.2 WESTERN BARRIOS IMPOUNDING IRRIGATION PROJECT
OPERATION AND MAINTENANCE ORGANIZATION

N I A 維持管理組織図

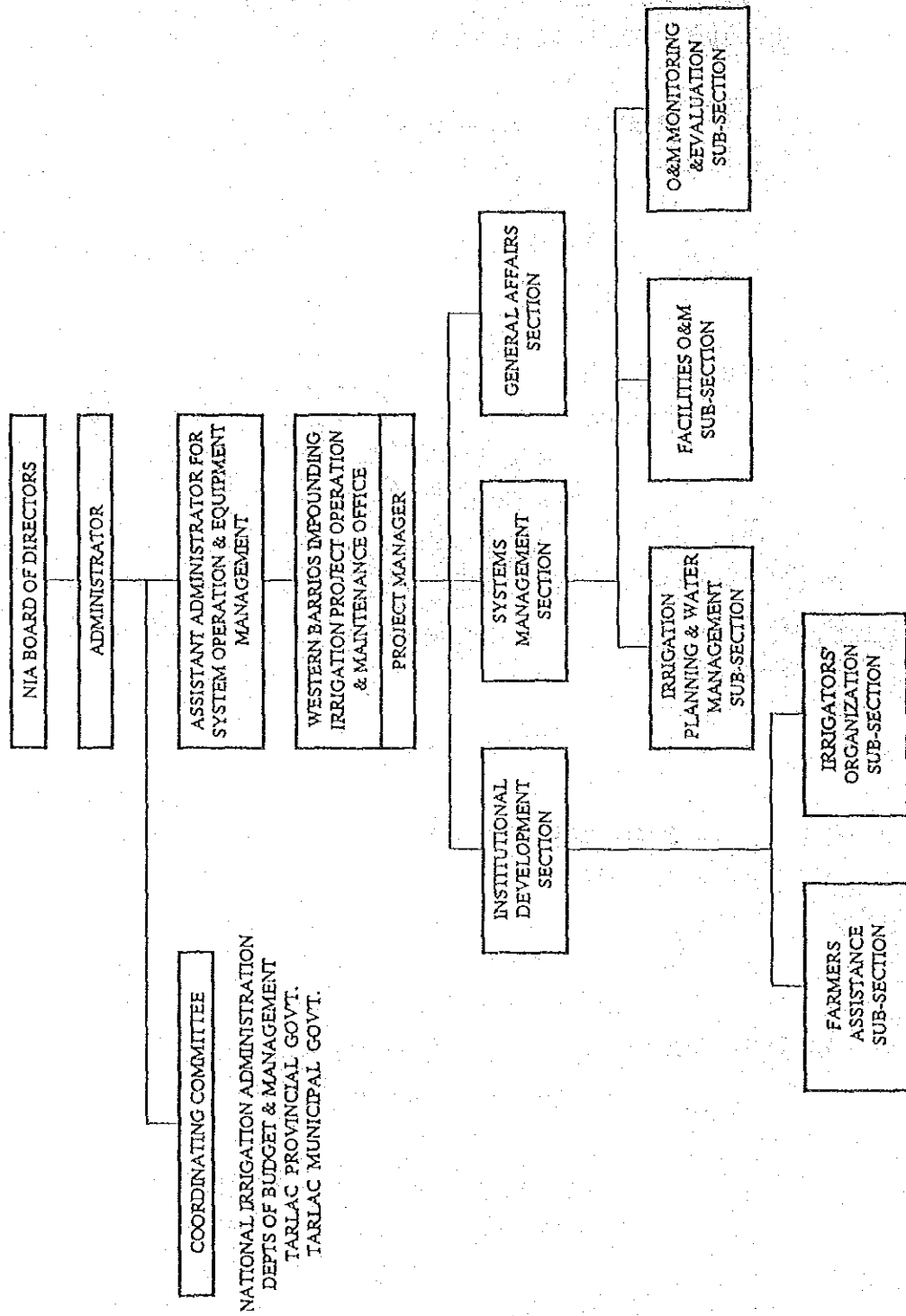
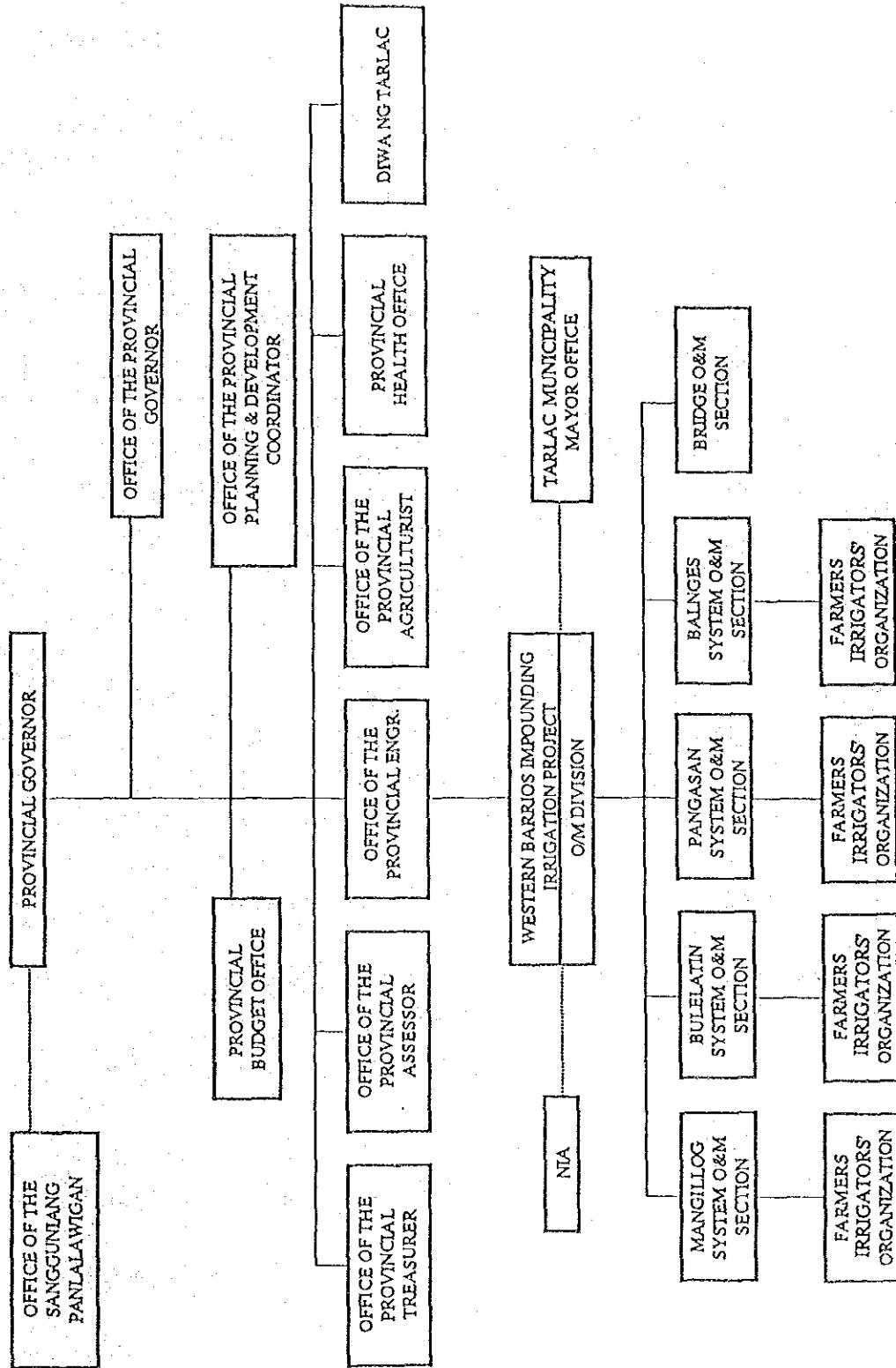


FIG. 4.3.3 WESTERN BARRIOS IMPOUNDING IRRIGATION PROJECT OPERATION AND MAINTENANCE ORGANIZATION (PROPOSE) ターラック州維持管理組織図 (案)



第5章 基本設計

5.1 基本設計の概要

第3章に述べた灌漑計画、橋梁計画に基づく主要施設の配置を図5.1.1に模式的に示す。

5.2 ダム設計

5.2.1 設計方針

ダムの設計に当っては降雨、地震、地質などの自然条件に対応し、必要な機能と安全性を有し、かつ、経済的な施設とするよう考慮する。

本地域における降雨量は、年平均約1,900 mmであり、このうち約90%が5月から10月の雨期に集中する。この雨期の集中的な降雨による洪水を安全に流下させる能力をもつ洪水吐を設置し、堤体は十分な高さの余裕をもたせ、本体を洪水が越流することによるダム決壊事故を防止する。

本地域を中心として半径200 km範囲内を震源として発生したマグニチュード5以上の地震は、1907年から1985年の間に121回が数えられているため地震に対しても十分な配慮をする。

本地域では小規模の溜池が数多く利用されており、また、隣接地域には灌漑施設も存在している。計画中のダムは、その規模が比較的小さいため、その管理には特別の技術を必要とせず、また水路の管理も隣接地域を参考とすれば支障はない。

現在、国家灌漑庁（NIA）は本地域に近接したバロッグ・バロッグにおいて、大規模なダム工事を実施していること、また、過去においても数多くのダム建設工事の経験、管理運営を経験し、実施機関として適切な工事、管理能力を有しているものと判断される。

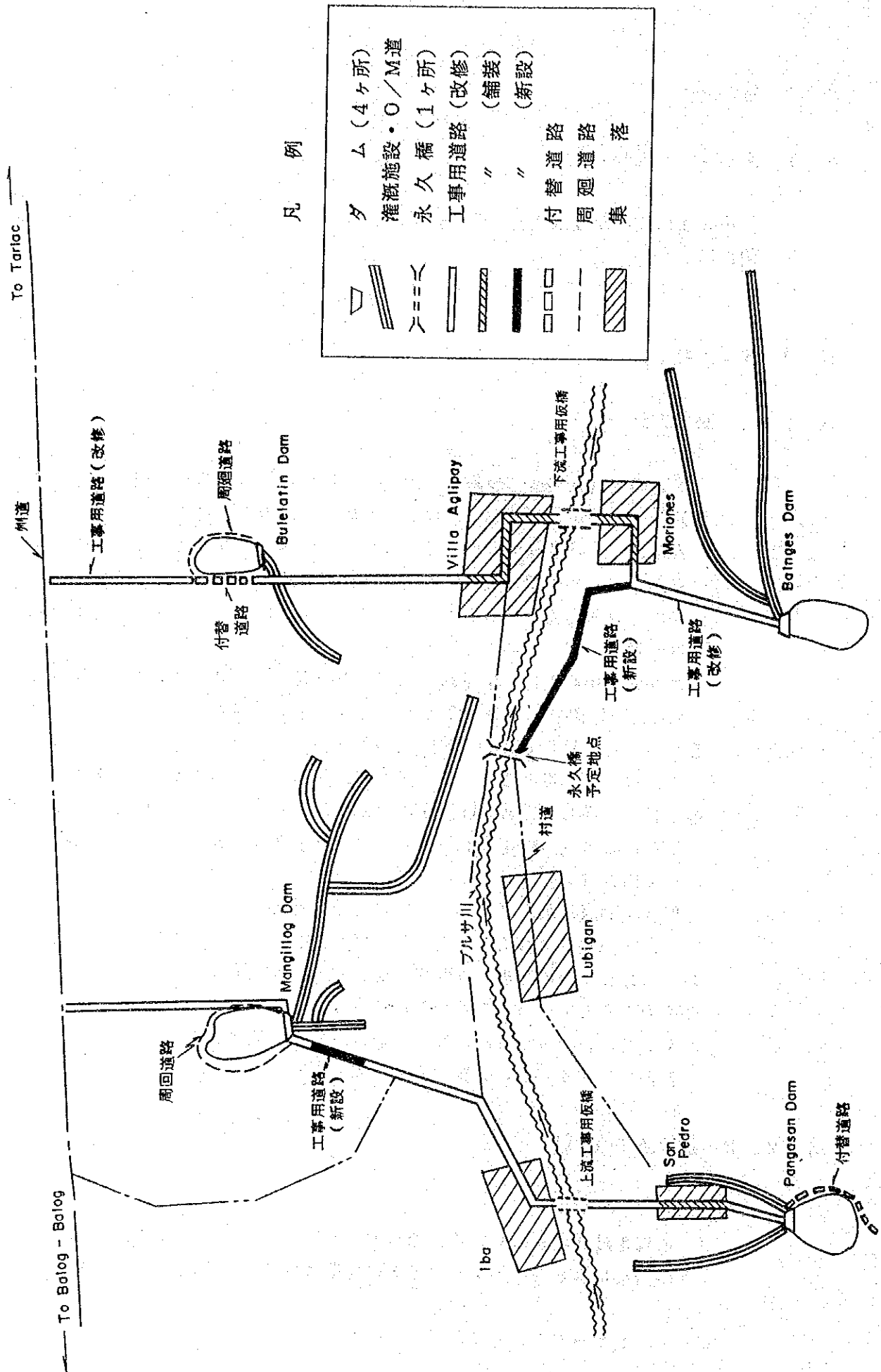
ダム設計に当っては、本地域における降雨、地震などの自然条件を考慮し、一乾期に施工することを基本方針とする。

5.2.2 設計条件の検討

1) 地質

本基本設計調査において、地質調査ボーリング、現位置試験を実施した。この結果によると、各ダムサイトの地質は以下のようになっている。

a) マンギログダムサイト



凡 例

	ダム (4ヶ所)
	灌漑施設・O/M道
	永久橋 (1ヶ所)
	工事用道路 (改修)
	" (舗装)
	" (新設)
	付替道路
	周廻道路
	集落

図5. 1. 1 主要施設配置模式図

本ダムサイトは、両岸とも勾配は極めて緩く、ほぼ平坦な地形である。ダムサイト付近の基盤岩はモリオネス層に属する泥岩、シルト岩、砂岩の互層であり、各層の層厚は0.3～1 m、走向はN20°～60° E、傾斜2°～10° NEである。岩質は凝灰質であり、やや風化しているが、比較的硬く、貫入試験は不可能(N>40)であった。地表の風化層は薄く、地表より1～2.4 mの範囲に限られる。これ以深のコア採取率は90%以上であり、RQDも高く、風化は及んでいない。また透水性は、地表近くの一部は 10^{-4} cm/secのオーダーにあるが、大部分は 10^{-5} cm/secオーダーである。

b) プレラティンダムサイト

ダムサイトの地形は、概ね平坦であり、両岸地表勾配は極めて緩い。ダムサイト付近の基盤岩は、モリオネス層に属するシルト岩・泥岩・砂岩の互層であり、10～40 cm間隔で岩相は変化する。走向はN50°～70° W、傾斜28～30° NEである。地表近くでは、亀裂は酸化している。河床部は2～4 mの堆積層があり、さらに下層に風化岩盤が約2 m程度存在する。岩盤の透水性は地表部で 10^{-4} cm/secであり、深度とともに減少する。

c) パンガサンダムサイト

本ダムサイトの地形は両岸の斜面勾配が比較的急である。ダムサイトの基盤岩はアクスキテロ層に属するシルト岩、砂岩の互層であるが、近傍の火成岩の貫入作用の影響によって変成している。ダムサイト河床部では、変成した硬質の砂岩、シルト岩が露岩している。走向はN0° W、傾斜は50° Eである。また、ダムサイト上流には、安山岩の貫入が局部的に見られる。表土は1～3 m厚で分布し、風化は2～9 mの深度まで及んでいる。透水係数は風化層では 10^{-4} cm/sec、深部の新鮮層では 10^{-5} cm/secのオーダーである。

d) バルンゲスダムサイト

ダムサイト河床部は平坦であり、両岸勾配は約30°である。ダム軸上流約100 m付近には、基盤岩が露岩している。ダムサイト付近の基盤岩は、モリオネス層に属するやや硬いシルト岩、砂岩の互層である。走向はN20°～70° W、傾斜は20°～30° NEである。河床部分は、厚さ約6 mの主として砂礫から成る河床堆積物に覆われている。河床部の基盤岩は、僅かに風化しているが硬質である。左右岸の地山斜面は厚さ約3 mの基盤岩の強風化層があり、9～14 mの弱風化層がある。この弱風化層では亀裂が酸化しており、地下水も低い。透水性は、基盤岩の弱風化部で 10^{-4} cm/sec、深部では 10^{-5} cm/secのオーダーである。

2) ダム材料

本基本設計調査に伴い、テストピット掘削、室内における土質試験を実施した。この調査結果を表D-1に示す。各ダムの盛立材料の性質について以下に示す。

a) マンギログダム

ダム湛水敷内に材料採取場を計画し調査した。土質は平坦部は粘性土、緩斜面は風化岩が分布する。粘性土の採取可能深度は約1.5 m、採取可能面積は約80,000 m²、採取可能量は120,000 m³以上である。また、斜面部からは風化岩が採取可能であり、採取可能量は20万 m³以上である。粘性土はやや含水比が高く、代替のコア材料としてダムの上流約4 km地点の風化残積土が使用可能である。

b) プレラティンダム

本ダムの材料採取地は湛水敷内に計画した。本計画により調査したテストピットは地下水位が高いため、湛水敷内の上流域を土取場とする。採取可能量は100,000 m³以上あり、必要とする土量32,000 m³の3倍以上である。土質は粘性土であり。低ダムの材料として最適である。

c) パンガサンダム

本ダムの材料採取地も湛水敷内に予定した。粘性土である土質材料の採取可能面積は50,000 m²以上あり、約70,000 m³以上採取可能である。また、洪水吐掘削材はロック材として使用可能である。また、堤敷内上流部に取り残される高台はランダム材が採取可能であり、堤体盛立必要量に対して十分な量の材料が確保できる。

d) バルンゲスダム

本ダムの湛水敷は、幅狭く延長が長い。湛水敷地内では粘性土の堆積量が少なく、約30,000 m³が確保できるだけである。このため、ダム下流左岸にも土取場を設定し、約40,000 m³をここから採取する。ランダム材は、ダム上流約500 m付近の緩斜面より風化した砂岩、シルト岩を採取する。

3) 所要貯水量

灌漑計画により求められた必要水量をもとに決定された4ダムの貯水量を表4.3.3に示す。また、貯水位～貯水面積・貯水量曲線を図D-1～4に示す。

4) 堆砂量

堆砂に影響を及ぼす浸食量は、降雨強度、降雨継続時間、土壌の種類、流域の地表勾配、植生、降雨時の土壌水分状態などによって異なる。調査の結果、集水域の植生は、主として草地、低かん木であり、また、天水田もあり地表面の勾配は緩いため浸食量は非常に少ないことが予想される。

ダム建設が予定されている支川においては、流送土砂量の実測がされていないため、近傍のリオ・チコ川における年間の土砂量流送量の測定値を適用した。リオ・チコ川における測定結果は126.2 m³/km²/年である。これより、推定される各ダムの堆砂量は、以下ようになる。この堆砂量は、貯水池計画上、死水容量として扱われる。

ダム名	集水面積 (km ²)	堆砂量 (m ³ /100年)
マンガログ	8.1	102,000
ブレラティン	2.0	25,000
パンガサン	12.9	163,000
バルンゲス	27.9	352,000

5) 設計洪水流量

NIAによって作成されたF/Sレポートによれば、各ダムの設計洪水流量及び洪水吐容量は50年確率洪水または100年確率洪水を対象に下記の通りである。

	設計洪水流量 (m ³ /s)	サージージ量 (×10 ⁶ m ³)	洪水吐容量 (m ³ /s)	適用
マンガログ	105.50	1.173	56.31	100年確率洪水
ブレラティン	17.50	0.201	9.36	50年確率洪水
パンガサン	174.20	0.618	149.58	100年確率洪水
バルンゲス	221.52	0.609	214.52	100年確率洪水

NIAはダム及び洪水吐の設計に際し、その基準を主として米国開拓局編集による“Design of Small Dam”に準拠し、ダムの規模、重要性等を加味して洪水吐の設計を行っている。

本計画の各ダムは、

- ① 各ダム共高さ30m以下の小規模ダムである。
- ② 建設地点は集水面積2km²ないし28km²の支川で、下流に人口密集地帯がない。

このため、洪水吐の計画洪水量として50年確率洪水量ないし100年確

率洪水量が採用されている。

本基本設計調査においては、ダム決壊の多くが洪水吐容量の不足あるいは設計の不適當に起因していること、また、洪水吐容量を増加しても工事費は直接これに比例して増加しないことも普通であるため、各ダムの設計洪水流量としては、100年確率洪水量の20%増しを採用し、余裕高の検討に際しその20%増しの異常洪水量を考慮することとした。ただし、洪水追跡に用いた雨量強度分布はF/S調査と同一である。また、確率降雨強度解析を通じて合理式によっても設計洪水量を検討した。(表D-4 参照)

採用した各ダムの設計洪水量：ダムへの流入量(ダムからの流出量)は下記の通りである。

ダム名	設計洪水量 (m^3/s)	異常洪水量 (m^3/s)
マンガログ	126.60 (81.52)	151.92 (99.13)
ブレラティン	25.20 (18.24)	30.24 (22.34)
パンガサン	209.04 (183.38)	250.85 (221.08)
バルンゲス	265.82 (256.47)	318.99 (307.80)

() 内は、洪水吐設計流量

5. 2. 3 基本設計

1) ダムサイト

計画されている4ダムの建設位置はF/S調査時に、灌漑対象地域、貯水量、地形、標高などを考慮して決定されている。今回の基本計画調査においては、洪水吐の取付位置、地形、地質などを精査し、ダム位置を検討した。

a) マングログダム

ダムサイトはF/S調査時と同じであるが、ダム軸を調査結果に基づき変更する。当初の計画では右岸部のダム軸が下流側に湾曲している。しかし、洪水吐タイプを変更することにより、ダム軸の方向修正するとともに、平面的に複雑な形状を避けるため、ダム軸を直線に修正する。

b) ブレラティンダム

ダムサイトはF/S調査時と同じである。このダムでもマンガログダムと同様に、洪水吐型式を変更するため、洪水吐への流水の流入方向とダム軸が直交するように方向を修正し、左岸の取付位置を上流方向に約100m移動する。

c) パンガサンダム

F/S調査によるダム位置では、堤体から上流約200mまでの範囲の貯水池左岸側の地形が貯水池周辺の平均的な地形とは異なり、小さな沢が集中し、浸食が著しい。また、洪水吐位置は、貯水池右岸地形の凹部

を利用しているが、静水池から河川までの取付水路の延長が長い。これらの問題を回避するため、基本計画調査においては、ダム軸左岸取付部を上流へ約250 m移動する。また、洪水吐の設定位置をダム堤体右岸に移動し、F/S調査時の洪水吐位置には、堤長50m、高さ6 mの副ダムを建設する。

d) バルンゲスダム

F/S調査によるダムサイト付近の河床部分は、厚さ約6 mの主として砂礫から構成される堆積物によって覆われている。

この厚い砂礫層は、短期間でダム建設を完成するには最大の障害となるため、今回の基本設計調査において代替のダムサイトを検討したが、最適ダムサイトとしてF/S調査時と同じ箇所を選定した。

2) ダムタイプ

ダムタイプは降雨、洪水などの気象条件、ダム基礎、ダム材料、貯水池規模等の制限要因となる地形、地質条件、ダムの使用目的、規模、工期、工費などの建設条件などによって決定される。以下に各ダムのダム型式について示す。

a) マンギログダム

本ダムのダムサイトは地形が緩やかであり、必要な貯水量(約300万 m^3)を確保するため、堤高約19m、堤頂長約700 mとする。堤頂長を堤高で除した形状係数は36.5であり、ダムタイプとしてはフィルダムが適している。

ダム基礎となる地盤の地質は、シルト岩・砂岩等の堆積岩であり、堤高が約20mのフィルダムの基礎地盤としては全く問題はない。フィルダムの盛立材料となる遮水性の土質材料は貯水池予定地内及びダム上流約4 km地点に豊富にあり、岩石質材料は軟岩ではあるが貯水池予定地内から採取が可能である。

また、本ダムはダム盛立量が30万 m^3 を越え、計画されている4ダムのうち最大規模であるが、堤頂長が約700 mと長いため同時に工事が可能な面積が広く、材料の運搬能力を増大させることによって工期を短縮することができる。このため、ダムタイプは工期の短縮が容易な中心コア型ゾーンタイプとする。

b) プレラティンダム

本ダムのダムサイトは地形が緩やかであり、必要な貯水量(約10万 m^3)を確保するため、堤高約10m、堤頂長約200 mとする。形状係数は21.5であり、フィルダムが適している。

ダム基礎となる地盤の地質は、マンギログダムと同様にシルト岩・砂岩等の堆積岩であり、堤高が約10mのフィルダムの基礎地盤としては全く問題はない。フィルダムの盛立材料となる遮水性の土質材料は貯水池予定地内の上流端から採取が可能であり、ダム規模も4ダムのうち最も小さく、約37,000㎡に過ぎないため、断面形状の簡単な均一型フィルダムとする。

c) パンガサンダム

本ダムのダムサイトはブルサ川北岸に位置するマンギログ、プレラティン両ダムに比較すると斜面勾配はやや急である。必要な貯水量（約100万㎡）を確保するため、堤高約17m、堤頂長約200mとした。形状係数は11.3であり、フィルダムが適している。

ダム基礎となる地盤の地質は、シルト岩・砂岩等の堆積岩が近傍における火成岩の貫入作用によって硬化した変成岩を含む比較的硬質の岩盤であり、堤高が20m未満の低いフィルダムの基礎地盤としては全く問題はない。フィルダムの盛立材料となる遮水性の土質材料は貯水池予定地内から十分な量が採取可能である。岩石質材料は、ダム堤体右岸が取り付けられる台地から、比較的硬質の岩石が採取可能である。

本ダムの盛立量は10万㎡以下ではあるが、工期の短縮が容易であること、良質の盛立材料がダム近くにあることを考慮し、ダムタイプは中心コア型ゾーンタイプとする。

d) バルンゲスダム

本ダムのダムサイトの地形は兩岸の斜面勾配が約30°、河床部分は全く平坦である。必要な貯水量（約150万㎡）を確保するため、堤高約24m、堤頂長約200mとする。形状係数は8.6である。

ダム基礎となる地盤の地質は、硬質のシルト岩・砂岩等の堆積岩であるが、河床部分は厚さ約6mの主として砂礫からなる河床堆積層が分布している。砂礫層、堆積岩層いずれも堤高が約30m以下のフィルダムの基礎地盤としては全く問題はない。フィルダムの盛立材料となる遮水性の土質材料は貯水池予定地内およびダム下流約1km地点にあり、岩石質材料は軟質岩であるが貯水池予定地内から採取が可能である。

地形、地質の面からはフィルダム、コンクリートダムいずれも建設可能である。しかし、短い工事期間に掘削から盛立までの作業を完了させなければならないこと、コスト面からはフィルダムが圧倒的に廉価であることを考慮すれば、フィルダムが適当である。

ダムタイプはダム盛立量が約15万㎡程度であるが、河床掘削部を遮水性の土質材料で埋め戻すため、工事期間が長くなることが予想されるので地表部分の盛立期間の短縮が容易な中心コア型ゾーンタイプとする。

3) 堤体設計

1. ダム高さ

ダムの高さは必要とする貯水量、堆砂量及び洪水量から決められる高さに風波高、余裕高、遮水部の床掘深さを加えたものとする。

各ダムはゲート無し方式であるため、流入した洪水は貯水池に貯留される。このため、設計洪水流量及び異常洪水流量流入時の貯水位を検討した。

堆砂量については、「5. 2. 2 設計条件の検討」に示した。

風波高は、各ダムについてSWB法とSaville法の組み合わせによって算出した。次表にその結果を示す。

ダム名	対岸距離	法面勾配	斜面状態	風速 (m/sec)	風波高 (m)
マンギログ	1,100	1 : 3.0	捨石	30	0.50
ブレラティン	400	1 : 3.0	捨石	30	0.27
パンガサン	400	1 : 3.0	捨石	30	0.27
バルンゲス	550	1 : 3.0	捨石	30	0.32

余裕高は次式によって算出した。

$$\text{余裕高} = 0.05 (H_h - H_b) + 1.0 \text{ (m)}$$

ここに、 H_h : 最高水位 (m)

H_b : ダム敷標高 (m)

ダム名	最高水位 (m)	ダム敷標高 (m)	余裕高 (m)	堤頂標高 (m)
マンギログ	109.57	95.00	1.73	111.29
ブレラティン	96.71	90.50	1.30	98.02
パンガサン	128.70	114.50	1.71	130.41
バルンゲス	96.47	81.00	1.77	98.24

また、次式によっても余裕高を検討した。

$$HI = \Delta h + h_w + h_a + h_i$$

ここに、HI : 余裕高 (m)

Δh : 異常洪水時の水位上昇高 (m)

h_w : 風波高 (m)

h_a : 洪水吐操作ミスによる水位上昇高 (m)

h_i : ダムの種類及び重要度による加算値 (= 1 m)

ダム名	Δh (m)	h_w (m)	h_a (m)	h_i (m)	HI (m)	堤頂標高 (m)
マンガログ	0.19	0.5	0	1.0	1.69	111.07
ブレラティン	0.09	0.27	0	1.0	1.36	97.98
パンガサン	0.32	0.27	0	1.0	1.59	129.97
バルンゲス	0.29	0.32	0	1.0	1.61	97.79

遮水部の床堀深さは、ダム基礎のボーリング調査の結果に基づき、マンガログダム、ブレラティンダムでは地表面部分の風化した岩盤 3m を除去する。また、パンガサンダムでは現河床部分に硬岩が露出しているため、特に岩盤掘削を行わない。バルンゲスダムでは河床砂礫層下 1m の岩盤を掘削する。

以上の検討に基づいて堤頂の標高及びダム高さは次のように決定した。

ダム名	堤頂標高 (m)	ダム高さ (m)
マンガログ	111.30	19.3
ブレラティン	98.00	10.0
パンガサン	130.50	17.3
バルンケス	98.20	24.2

2. 盛立材料

ダムの盛立材料は原則として建設される各ダムの近傍に存在する土石を使用することとする。また、各ダムともにフィルター、ドレーン材などの砂礫質材料はブルサ川から採取する。本基本設計調査において、各ダムの土取場予定地にテストピット、オーガーボーリングを掘削し土層を確認すると同時に、各テストピットから試料を採取し、室内において土質試験を行った。これらの調査結果及びF/S調査結果をもとに各ダムに使用する材料の設計値を決定した。試験値と設計値は表D-1, D-2 に示す。

3. 堤体の型式

堤体のゾーニングは、必要とする機能が確保できると同時に最小の費用でできるよう堤体材料、施工条件などを考慮して決定する。

本計画における各ダムの堤体の型式は、建設予定地点近傍から大量に土石が採取できること、これらの土石類を使用してできるだけ短期間にダム建設ができること、急速に盛立を行っても堤体のすべりを発生する等の工事の進捗を阻害することがないことなど、主に堤体材料と施工条件から決定される。以下に各ダムのゾーニングを示す。

a) マンギログダム

ゾーン型フィルダムとする。遮水ゾーンには貯水池内及び上流約 4km にある粘土分に富む土質材料を使用し、上流及び下流のシェルゾーンには貯水池内より軟岩材料を採取し使用する。このシェルゾーンは実質的には半透水、又は不透水となる可能性があり、ドレーンによって浸透水を堤体外に排除する必要がある。このためのフィルター及びドレーン材はイバ、サンペドロを結ぶ渡河地点付近のブルサ川から採取する。

b) プレラティンダム

均一型フィルダムとする。遮水ゾーンには貯水池内上流部にある粘土分に富む土質材料を使用する。堤体への浸透水を堤外に排除するためのドレーン材はヴィラ・アグリパイ、モリオネスを結ぶ渡河地点付近のブルサ川から採取する。

c) パンガサンダム

ゾーン型フィルダムとする。遮水ゾーンには貯水池内から採取できる粘土分に富む土質材料を使用し、上流及び下流のシェルゾーンにはダム右岸の台地より比較的硬質の岩石材料を採取し使用する。フィルター材はイバ、サンペドロを結ぶ渡河地点付近のブルサ川から採取する。

d) バルンゲスダム

ゾーン型フィルダムとする。遮水ゾーンには貯水池内及びダム下流地点から採取できる粘土分に富む土質材料を使用し、上流及び下流のシェルゾーンには貯水池内から採取できる軟岩材料を使用する。このシェルゾーンは実質的には半透水、又は不透水となる可能性があり、ドレーンによって浸透水を堤外に排除する必要がある。このためのフィルター及びドレーン材はヴィラ・アグリパイ、モリオネスを結ぶ渡河地点付近のブルサ川から採取する。

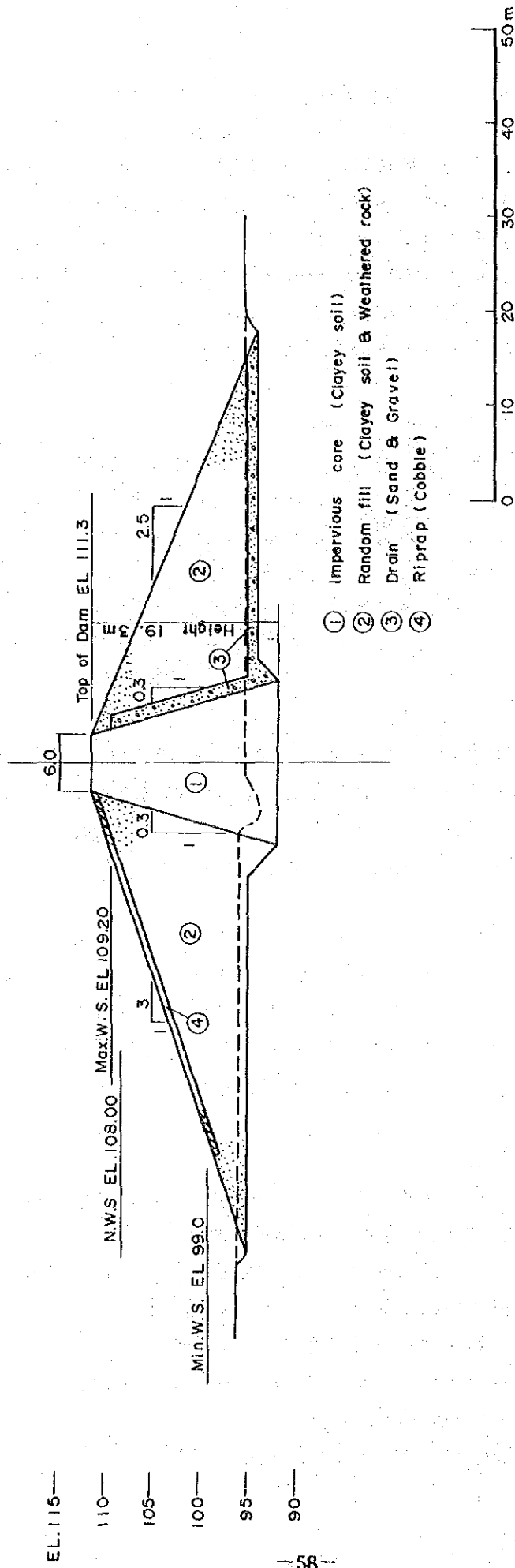


Fig. 5. 2. 1 TYPICAL SECTION OF MANGILLOG DAM

マンギログダム堤体標準断面図

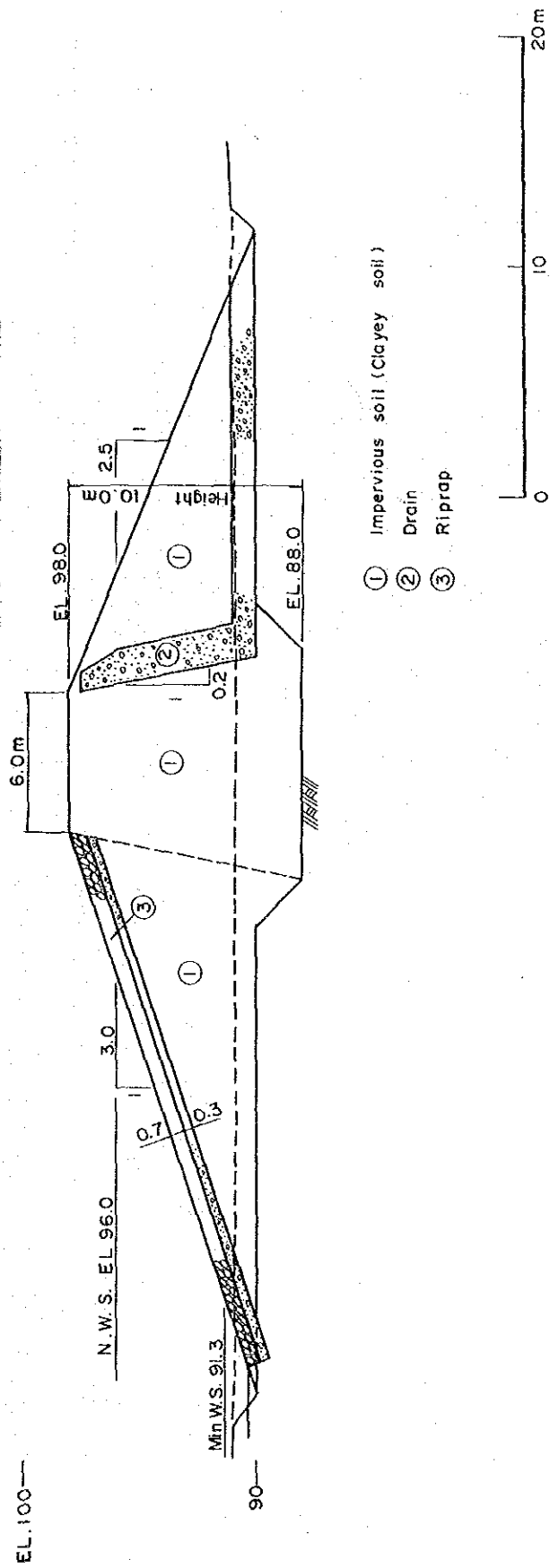


Fig. 5. 2. 2 TYPICAL SECTION OF BULELATIN DAM

ブレイチンダム堤体標準断面図

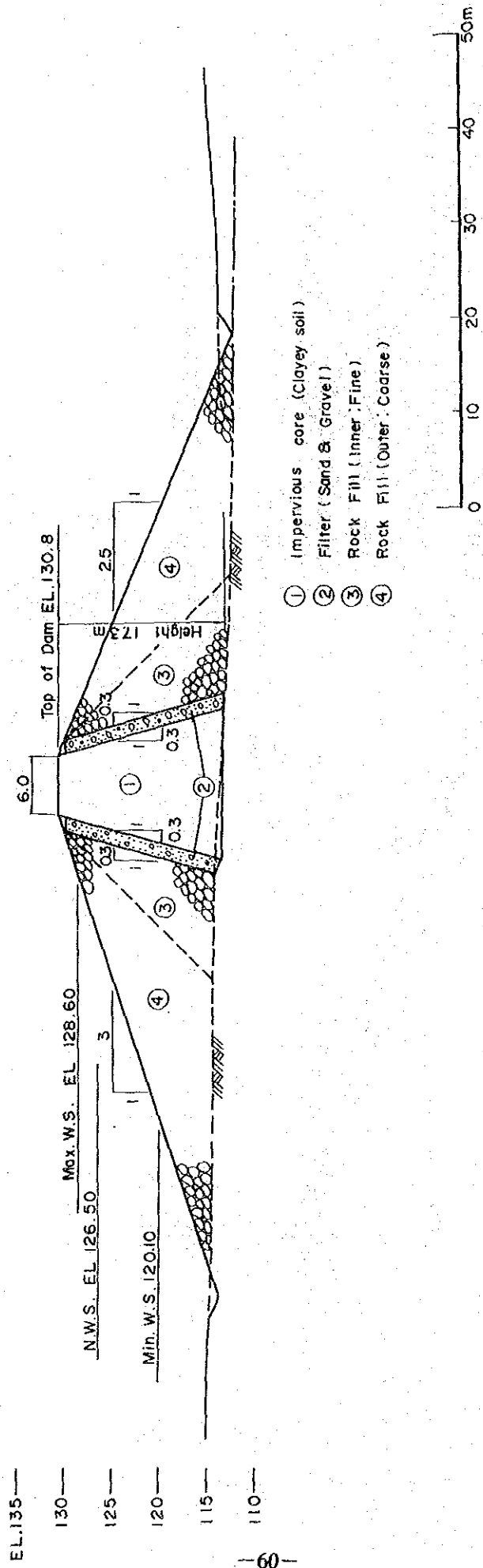


Fig. 5. 2. 3 TYPICAL SECTION OF PANGASAN DAM

パンガサダム堤体標準断面図

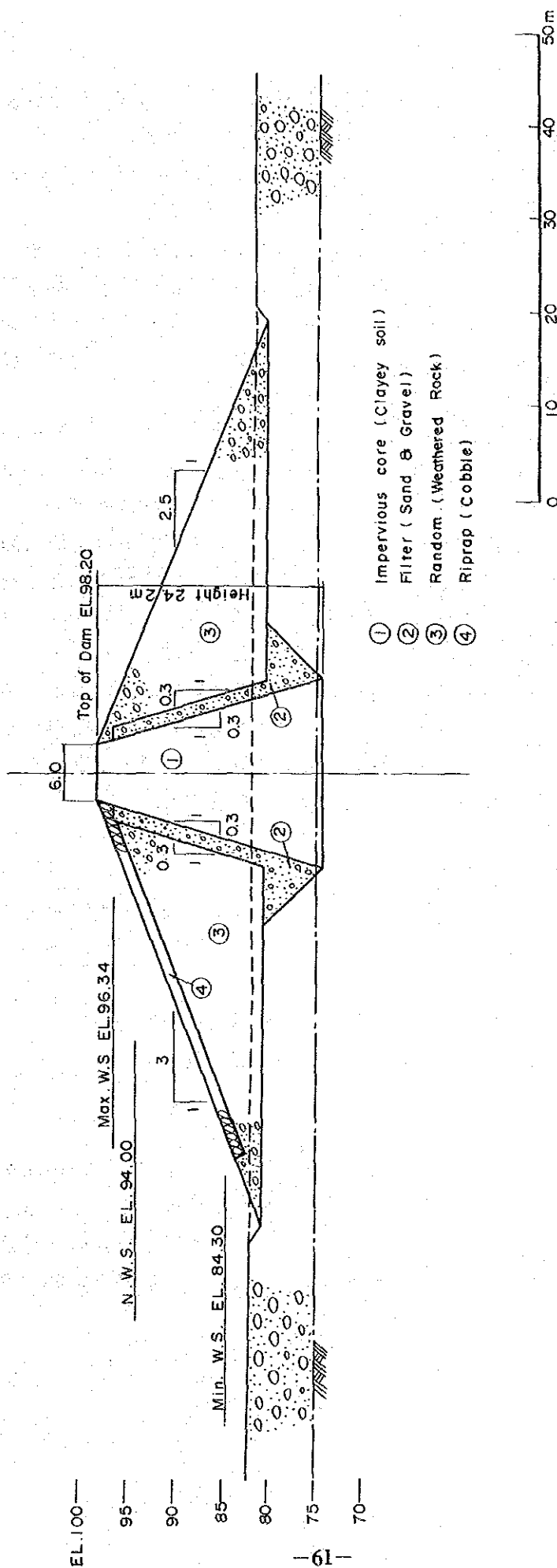


Fig. 5. 2. 4 TYPICAL SECTION OF BALNGES DAM

バルンゲスダム堤体標準断面図

4. 堤体の断面形状

堤頂幅は波浪浸食、雨水・浸透水による浸食、パイピング、地震時の崩落や滑動に対する安全性を考慮し6 mとする。

上下流斜面勾配は築堤材料の性質を考慮して、上流側斜面は3割(3:1)、下流側斜面は2.5割(2.5:1)とする。

堤体内の浸透水による細粒の土粒子の流出を防ぐため、フィルターを設置する。また、堤体内の浸透水を堤外に排除する水平ドレーンをパンガサンダム以外のダムに設置する。均一型ダムであるブレラティンダムでは水平ドレーンに加えて立ち上がりドレーンも設置し浸透水を効果的に集水できるようにする。

ダムの上流側斜面は波浪による浸食、貯水位低下時の浸透水の浸出に伴う土粒子の流出、水位低下時の乾燥によるクラック等斜面を破壊させる種々の作用を受け、風化、浸食に対する抵抗性が低い。これらの作用による悪影響を軽減するため、これらのダムでは上流斜面に粒径の大きな礫からなる捨石層をおくこととする。捨石層の厚さは70 cmとし、この下層には厚さ30 cmのフィルター層をおき粒径の急変を避ける。

下流側斜面は主に降雨による浸食を受ける。パンガサンダム以外のダムでは上流斜面と同様に材料が土あるいは軟岩であるため、降雨浸食により、深いガリーの発生する恐れがある。これに対処するため、これらのダムの下流側斜面保護工として芝などの植生工を行う。

また、堤頂部は敷砂利によって保護する。

5. 浸透に対する検討

フィルダムの設計に際して浸透現象に関して検討する事項には次のようなものがある。

- ① 堤体及び基礎地盤内における浸透流量の推定
- ② 浸透水が堤体及び基礎地盤の安定に及ぼす影響
- ③ 浸透量の調節方法

浸透流量は、灌漑を目的とするダムでは貯水効率の面から許容漏水量として一日当たり総貯水量の0.05%が限度とされている。

浸透水が堤体及び基礎地盤の安定に及ぼす影響の検討は、パイピングとポイリングに対する安定性及び堤体と基礎の安定解析のための流線網の決定の面から行う。

浸透量の調節方法には次のような方法がある。

- ① パイピングやボイリングを防止するためにフィルターを設ける。
- ② 基礎地盤及び地山からの浸透水を減少させるブランケット、グラウチングなどを施す。
- ③ 堤体内排水を安全に促進させるドレーンを施す。

以上の事項を計画されている4ダムについて検討する。

(イ) 堤体からの浸透量

各ダムの遮水部を通過する浸透流量を、流線網による方法によって求めた。計算条件は各ダムとも、常時満水位を想定し、定常状態にあるとした。浸透流量は次式によって求めた。

$$Q = \Sigma \Delta q = \Sigma \cdot K \cdot \frac{H}{L} \cdot \Delta x$$

- ここに、
- Q : 全浸透量 (m³/sec)
 - Δq : 単位幅当り浸透量 (m³/sec)
 - K : 透水係数 (m/sec)
 - H : 遮水ゾーン上下流の水頭差 (m)
 - L : 遮水ゾーンを通過する流線の長さ (m)

計算の結果は以下に示す。

ダム名	常時満水位 (m)	透水係数 (m/sec)	全浸透量 (m ³ /day)
マンガログ	108.00	1×10 ⁻⁵	43.9
ブレラティン	96.00	1×10 ⁻⁵	7.6
パンガサン	126.50	1×10 ⁻⁵	7.2
バルンゲス	94.00	1×10 ⁻⁵	20.0

(ロ) 基礎地盤からの浸透量

堤体下の基礎地盤はグラウチングによって基礎処理が行われる。このため、この部分からの漏水はわずかである。しかし、ダム兩岸の地山を通じたの漏水は、マンガログダムは地山が巾広いため漏水量が少ないが、他のダムでは検討する必要がある。地質調査の結果、マンガログダム以外のダムは共に兩岸の表層近くの地層は風化しており、亀裂が多く、漏水が予想される。このため、堤体からの浸透量の計算と同様の方法で地山の迂回浸透量を計算した。この結果を以下に示す。

ダム名	常時満水位 (m)	下流水位 (m)	透水係数 (m/sec)	全浸透量 (m ³ /day)
ブレラティン	96.00	92.00	1×10^{-3}	34.6
パンガサン	126.50	115.00	5×10^{-4}	45.6
バルンゲス	94.00	92.00	5×10^{-4}	35.0

(ハ) 浸透量の調節方法

a) マンギログダム

本ダムはゾーン型ダムとして設計されるため、細粒の土粒子の移動を防止し、パイピングの発生を防ぐように、不透水性のコアゾーンと半透水性のランダムゾーンの境界部分にフィルターゾーンを設ける。また、ランダムゾーンの透水性が低いため、浸透水を堤体外に安全に排水する底部水平ドレーンを設ける。また、基礎地盤を通じての浸透流量を減少させるため、コアゾーンの基礎で遮水性が劣る箇所には孔間隔 3m、深度10mまでグラウチングを施工する。

b) ブレラティンダム

本ダムは均一型フィルダムであるため、下流側斜面に浸潤線が現れることは、堤体の安定にとって好ましくない。このため、堤体内に立ち上がりドレーンを設け浸透水を集め、堤体外に排除するために水平ドレーンを設ける。また、基礎地盤を通じての浸透流量を減少させるため、ダム軸の基礎部分の遮水性が劣る箇所及び右岸側地山でダム軸から上流約 90mまでの基盤が風化し遮水性が劣ると判断される範囲には、孔間隔 3m、深度10mまでグラウチングを施工する。

c) パンガサンダム

本ダムはゾーン型ダムとして設計されるため、細粒の土粒子の移動を防止し、パイピングの発生を防ぐように、不透水性のコアゾーンと透水性のロックゾーンの境界部分にフィルターゾーンを設ける。また、基礎地盤を通じての浸透流量を減少させるため、コアゾーンの基礎部分で遮水性が劣る箇所及び右岸地山のロック材採取跡地で基盤の遮水性が劣ると判断される部分には、孔間隔 3m、深度10mまでグラウチングを施工する。

d) バルンゲスダム

本ダムはゾーン型ダムとして設計されるため、細粒の土粒子の移動を防止し、パイピングの発生を防ぐように、不透水性のコアゾーンと半透

水性のランダムゾーンの境界部分にフィルターゾーンを設ける。また、ランダムゾーンの透水性が低いため、浸透水を堤体外に安全に排水するための水平ドレーンを設ける。また、基礎地盤を通じた浸透流量を減少させるため、ダム軸の基礎部分で遮水性が劣る箇所及びダム軸より上流約75m範囲で地盤が風化し遮水性に劣ると判断される両岸地山は、孔間隔3m、深度10mまでグラウチングを施工する。

6. 堤体と基礎地盤の安定性

堤体及び基礎地盤の滑り破壊に対する安定性について、円弧滑り面法による検討を行う。検討のケースは、

- ① 完成直後
- ② 常時満水位 とする。

安定計算に使用する設計数値は、表D-2に示す。以下に各ダムの安定計算結果を示す。なお、地震係数は $h=0.15$ とした。

		完 成 直 後		常 時 満 水 位	
		常 時	地震時	常 時	地震時
マンギログ	上流	2.240	1.390	2.346	1.165
	下流	1.915	1.266	2.013	1.349
ブレラティン	上流	2.027	1.240	3.225	1.598
	下流	2.197	1.504	2.197	1.504
パンガサン	上流	2.288	1.494	2.100	1.138
	下流	1.907	1.300	1.907	1.300
バルンゲス	上流	2.219	1.388	2.147	1.114
	下流	1.871	1.227	1.938	1.302

4) 洪水吐の設計

洪水吐は、設計洪水量以下の洪水を安全に流下させることができる構造とする。各ダムの洪水吐は操作ミスが生じ得ないゲート無し方式とした。

a) マンギログダム

NIAによるF/S調査報告書によると洪水吐の型式は、流入部は朝顔型、導流部は底樋とされている。しかし、朝顔型流入部は洪水時に流木や塵芥等によって閉塞され流入に障害が生ずる恐れがあり、機能の点から見て不安があるため、直線越流型に変更する。導流部は底樋部分の漏水による堤体材料や基礎の浸食が懸念されるため、シュート型に変更する。洪水吐の位置は右岸のダム取り付け位置及び中央部台地の2案に

ついて検討した結果、マンギログ川の形状、掘削材料の流用の適否、コンクリート量など、地形、地質、施工条件を考慮して中央部台地を選定した。

流入部の越流幅は25m、越流水深は1.38mである。

b) プレラティンダム

NIAによるF/S調査報告書によると、洪水吐の型式は、マンギログダムと同様に流入部は朝顔型、導流部は底樋とされている。従って、マンギログダムと同様の理由で朝顔型の流入部は直線越流型とし、導流部はシュート型に変更する。洪水吐の設置位置は左右両岸ダム取り付け部の2案が考えられるが、プレラティン川の形状、基礎地盤など、地形、地質の面から右岸尾根台地を選んだ。

流入部の越流幅は18m、越流水深は0.62mである。

c) パンガサンダム

NIAによるF/S調査報告書によると、洪水吐位置は、掘削量を少なくするため右岸側の堤体から離れた鞍部に設計されている。追加地質調査の結果、本ダム右岸台地の掘削材はロック材として利用できるため、掘削跡地に洪水吐を設置すれば、洪水吐掘削岩も堤体材料として利用でき、また、下流河川への取り付け水路が短縮され、経済的になることが判明した。このため、洪水吐位置は堤体の右岸取付部に設置し、右岸鞍部には副ダムを設ける。洪水吐の型式は変更せず、流入部は直接越流型、導流部はシュート型とする。

流入部の越流幅は25m、越流水深は1.88mである。

d) バルンゲスダム

洪水吐位置は、地形、地質条件から、F/S調査による原案通りとする。洪水吐位置は堤体から離れた左岸側上流尾根部であり、洪水はバルンゲス川の支流スーディット川に流すようにした。洪水吐の型式も変更せず、流入部は直接越流型、導流部はシュート型とする。

流入部の越流幅は40m、越流水深は2.18mである。

5) 取水施設の設計

本計画の4ダムはいずれも灌漑を目的とした取水を行うが、工事中にはこの取水施設によって仮排水を行う。取水設備は取水部、調節部、導水部から構成され、各部分の設計は以下のような基本方針に基づき行う。

取水部はドロップインレット式とし、堤体上流端から10～15m離れた位置に設ける。呑口部にはスクリーンを取り付け塵芥類の流入を防ぐ。

導水部は堤体下に設置した底樋と減勢工から構成される。底樋はダム堤体を上下流方向に横断する構造になるため、大規模なダムでは貯水の浸透による決壊の原因となることが多いといわれる。しかし、本計画のダムは規模が小さいため、安全で経済的に施工ができる構造として、漏水やパイピングを防止するよう底樋をダムの基礎岩盤内に埋設する。工事中の仮排水もこの底樋を利用するため、管径は1,000 mmとする。減勢工は衝撃型減勢工とし、堤体下流端から10～15m離して設置する。

取水量を調節する調節部は堤体下流側の底樋出口と減勢工の間に設置する。取水量の調節バルブはそれぞれの取水量に応じて径を400 mmから600 mmとする。調節バルブは塵芥等の流入によって調節が困難になったときの修理のため、直列に二個のバルブを取り付ける。

また、底樋、減勢工、調節部の保守管理のため、底樋先端部にはスライドゲートを設ける。

各ダムの取水設備について以下に述べ、その概要を表D-3に示す。

a) マンギログダム

本ダムでは灌漑区域の関係により、取水設備を2箇所設ける。標高104.5 mに設置する上部取水工の取水量は0.51 m³/s、調節バルブ径は600 mm、標高99 mに設置する下部取水工の取水量は0.21 m³/s、調節バルブ径は400 mmである。

この貯水池では養魚が計画されている。このため、貯水池の水を全量排除する必要があるときは、下部取水工を利用する。また、この下部取水工は工事中の仮排水にも使用するため、流入口の側壁にスライドゲートを設置し、工事中の出水を十分に排除できるよう配慮する。

b) プレラティンダム

本ダムの取水設備は標高91.3 mに設置し、取水量は0.20 m³/s、調節バルブ径は500 mmである。

この設備は、工事中の仮排水にも使用すること、また、この貯水池でも養魚が計画されているため、貯水池の水を全量排除できるように、流入口の側壁にスライドゲートを設置する。

c) パンガサンダム

本ダムの取水設備は標高120.1 mに設置し、取水量は0.40 m³/s、調節バルブ径は500mmである。

d) バルンゲスダム

本ダムの取水設備は標高84.3 mに設置し、取水量は0.70 m³/s、調節バルブ径は600mmである。

6) 貯水池周辺の安全性

貯水池の周辺には地滑り、あるいは土砂崩壊などの発生する危険性は非常に少ないと見られるが、貯水池の周回道路を利用して適時見張りを行なうものとする。

7) ダムの管理

完成後のダムの挙動を監視するため、以下の観測設備を設置する。

- ① 漏水量測定装置
- ② 変形量測定装置
- ③ 間隙圧測定装置

堤体や基礎の異常な沈下や変形等による亀裂やパイピングによる水みちが、堤体あるいはダム基礎に形成されると漏水量が急に増加し、漏水が濁ることがあるので漏水の観測によってダムの異常を知ることができる。この目的のための観測を実施するため、漏水量測定装置を設置する。

フィルダムの堤体や基礎は築堤中はもちろんのこと、築堤完了後もダムの自重及び貯水圧によって変形するので沈下、水平方向の変位を測定できるように変形量測定装置を設置する。

貯水後は浸透水によって堤体内に間隙水圧が発生する。この浸透水による間隙水圧の状態を観測し、確認するために間隙圧力測定装置を設置する。

5. 3 水路設計

5. 3. 1 設計方針

灌漑水路の予定路線の土質状況は以下の通りであり、水路建設に問題はなく、水路の安全性は高いと判断できる。

当水路の規模は小さく、用地取得等水路周辺の立地諸条件の制約が少ないので、経済的でもある土水路形式を選定する。

なお、急屈曲部における水路の洗掘、浸食を防止する目的で、これらの区間には、コンリートライニングを行う必要がある。

水路区間	土質（厚さ）
1) マンギログ系統南支線の下流及び バルングス系統左岸幹線の下流	表層：シルト・粘土（0.2～1.0 m） 基層：砂礫
2) パンガサン系統左岸幹線の上流	表層：シルト・粘土（0.1～0.5 m） 基層：強～弱風化岩
3) 上記区間以外	表層：シルト・粘土（0.1～0.2 m） 基層：強風化岩

灌漑用水路はいろいろな施設により構成され、それらが相互に有機的に結びついて、水路組織を形成し、水路系全体としての機能を果たしている。各施設としては、以下のものを設計の対象とした。

各施設	分類
1) 通水施設	a. 開水路 b. 管水路 c. サイホン d. 落差工
2) 分水工・量水施設	a. 大分水工 b. 分水工 c. 量水施設
3) 調整施設	a. チェック落差工 b. 余水吐
4) 保護施設	a. 横断排水構造物
5) 管理施設	a. 管理用道路
6) 付帯施設	a. 橋梁 b. 歩道橋 c. 道路横断構造物

本設計の範囲は、水源施設である4つのダムの取水設備の減勢工から、各末端用水路までの導水路、幹線水路及び支線水路である。

本計画水路は、以下のような4つの用水系統より構成されており、全路線延長は、23.83 kmとなった。

用水系統名 (延長)	(水源名)	計画水路名
(1) マンギロク系統 (10.32 km)	(マンギロク貯水池)	導水路 (200 m) <ul style="list-style-type: none"> 右岸幹線 (1,160 m) 中幹線 (880 m) 左岸幹線 (3,600 m) <ul style="list-style-type: none"> 北支線 (1,880 m) 南支線 (2,600 m)
(2) プレラティン系統 (1.58 km)	(プレラティン貯水池)	導水路 — 幹線水路 (1,200 m) (380 m)
(3) パンガサン系統 (3.13 km)	(パンガサン貯水池)	導水路 (100 m) <ul style="list-style-type: none"> 左岸幹線水路 (1,630 m) 右岸幹線水路 (1,400 m)
(4) バルンゲス系統 (8.80 km)	(バルンゲス貯水池)	導水路 (250 m) <ul style="list-style-type: none"> 左岸幹線水路 (2,950 m) 右岸幹線水路 (5,600 m)
合計	23.83 km	

5. 3. 2 設計条件の検討

基本設計は原則として国家灌漑庁 (N I A) の設計基準に準じて行う。

(1) 設計流量

灌漑計画より、期別の計画単位最大流量は $1.41 \ell/s/ha$ となった。以上の数値をもとに、期別のピーク用水量及び将来の作付計画の変化 (例えば乾期水稲作の一部導入) 等に対する余裕を考慮して水路の単位設計流量としては、 $2.0 \ell/s/ha$ を全線に採用した。

フィリピンにおける灌漑用水路の設計流量としては、 $1.7 \sim 2.3 \ell/s/ha$ が採用されており、上記数値は妥当であると判断できる。

計画用水系統模式図を図5.3.1～5.3.4に示す。

(2) 水理諸元

水路は、次の水理諸元により設計されている。

項 目	水 理 諸 元
1) 平均流速公式	マニング公式 (相度係数=0.03; 小規模水路の標準値)
2) 最小許容流速	0.45 m/s程度 (浮遊土砂の堆砂防止)
3) 最大許容流速	0.6 m/s (水路の材料; 粘土, シルト)
4) 余 裕 高	0.3 m (最小余裕高にて決定)

(3) 末端用水路

末端用水路は、フィリピン国側の負担工事範囲であるが、以下のような組織とした。

- ・分水工は、主用水路 (Main Farm Ditch) により、40ha程度のローテーションブロックを灌漑する。
- ・主用水路には4~5ヶ所の分水ボックス (Diversion Box) が設置され、各分水ボックスは、小用水路 (Supplementary Farm Pitch) により、約10haのローテーションユニットを灌漑する。

(4) 管理用道路

幹・支線用水路の管理のための管理用道路が、水路沿いに配置される。

本道路は、水路の維持管理に用いられるとともに、農道としても利用されるので、副次的便益が期待される。

道路の構造は、有効幅員3.5 m、路肩0.5 mの全幅員4.5 mとし、車輛通行のための一車線幅を確保する。

舗装は、砂利舗装を計画する。

5. 3. 3 基本設計

水路の基本設計は巻末図面集に添付された通りである。計画諸元を以下に示す。

(1) 位置

水路の位置はダム・貯水池の標高を基に重力にてなるべく大きな面積を灌漑できるよう計画された。

(2) 水路長及び関連施設数

用水系統毎の計画諸元は下表の通りである。

表5. 3. 1 灌漑施設諸元表

項目	用水系統名	マンギログ	フレラティン	バンガサン	バルンガス	合計
1) 通水施設						
a. 開水路部 (m)		9,810	1,490	2,980	8,580	22,860
b. 管水路部 (m)		0	0	100	0	100
c. サイホン部 (m)		510	90	50	220	870
" (ヶ所)		6	2	1	3	12
合計 (m)		10,320	1,580	3,130	8,800	23,830
d. 落差工 (ヶ所)		13	0	0	0	13
2) 分水工・量水施設						
a. 大分水工 (ヶ所)		3	1	1	1	6
b. 分水工 (ヶ所)		19	4	7	11	41
c. 量水施設 (ヶ所)		8	2	3	3	16
3) 調整施設						
a. チェック落差工 (ヶ所)		17	4	6	8	35
b. 余水吐 (ヶ所)		7	2	2	3	14
4) 保護施設						
a. 横断排水構造物 (ヶ所)		6	1	5	7	19
5) 管理施設						
a. 管理用道路 (m)		10,320	1,580	3,130	8,800	23,830
6) 付帯施設						
a. 橋梁 (ヶ所)		9	2	2	7	20
b. 歩道橋 (ヶ所)		9	2	2	7	20
c. 道路横断構造物 (ヶ所)		2	1	1	3	7

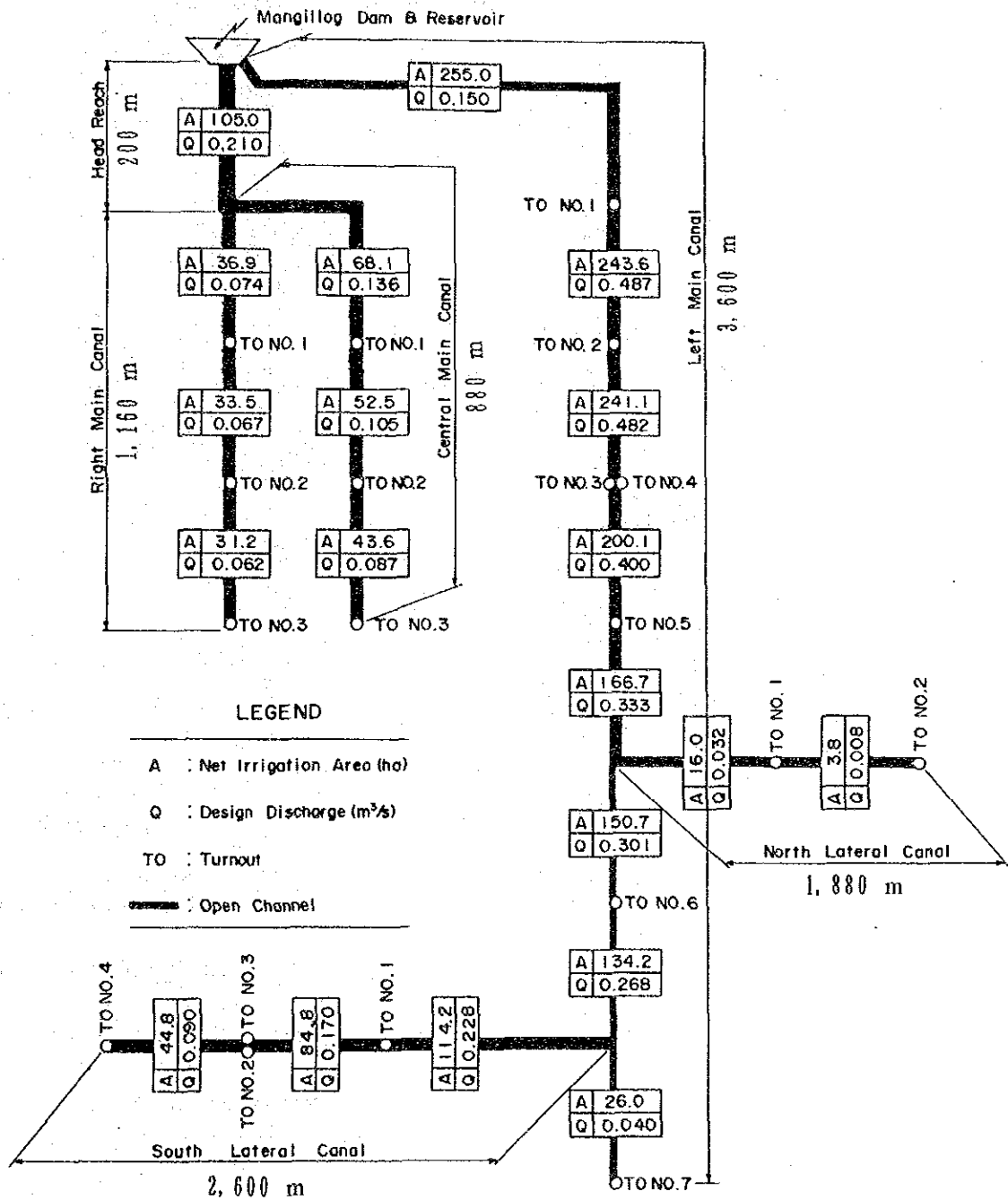


図5.31 計画用水系統模式図(マンギログ系統)

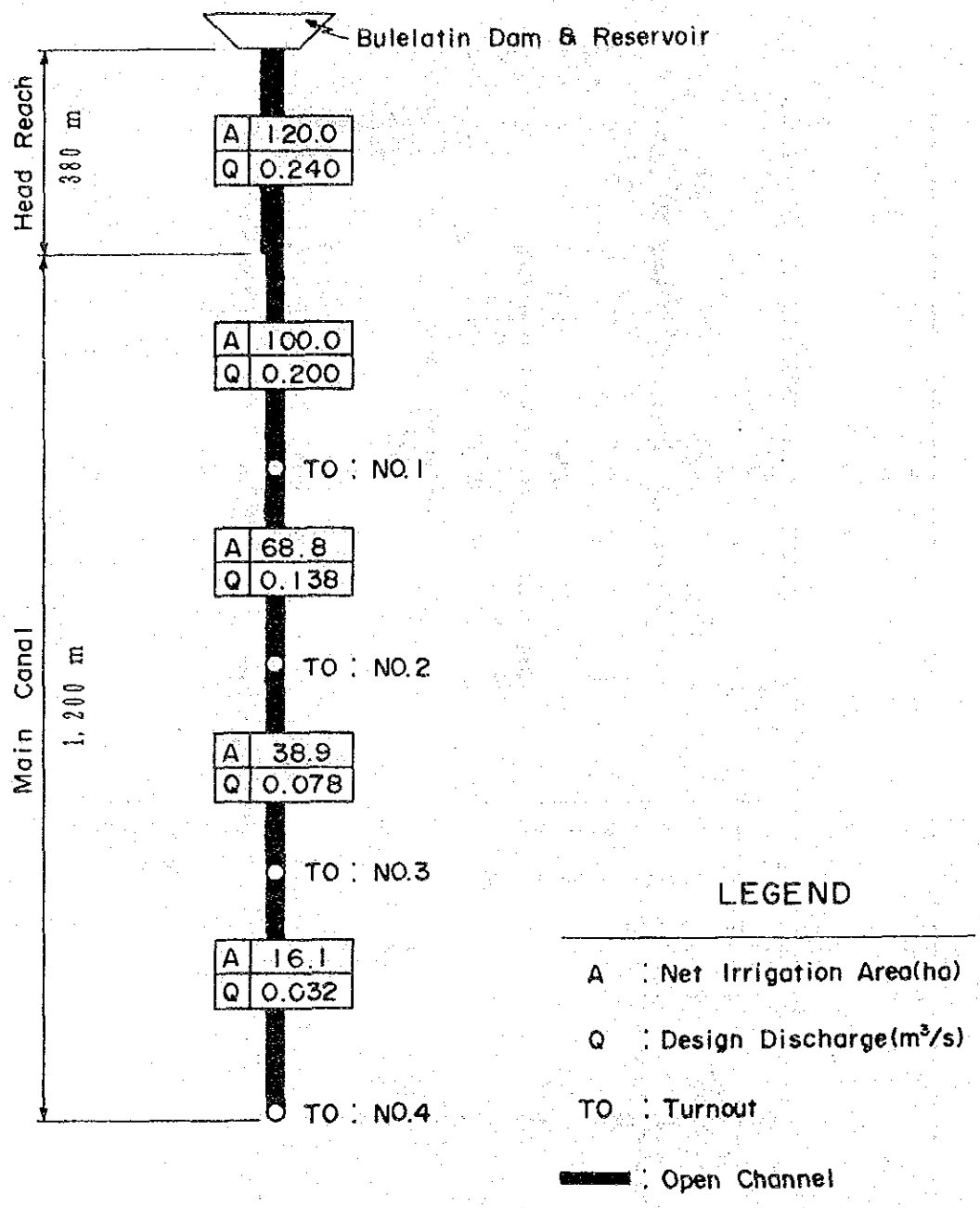
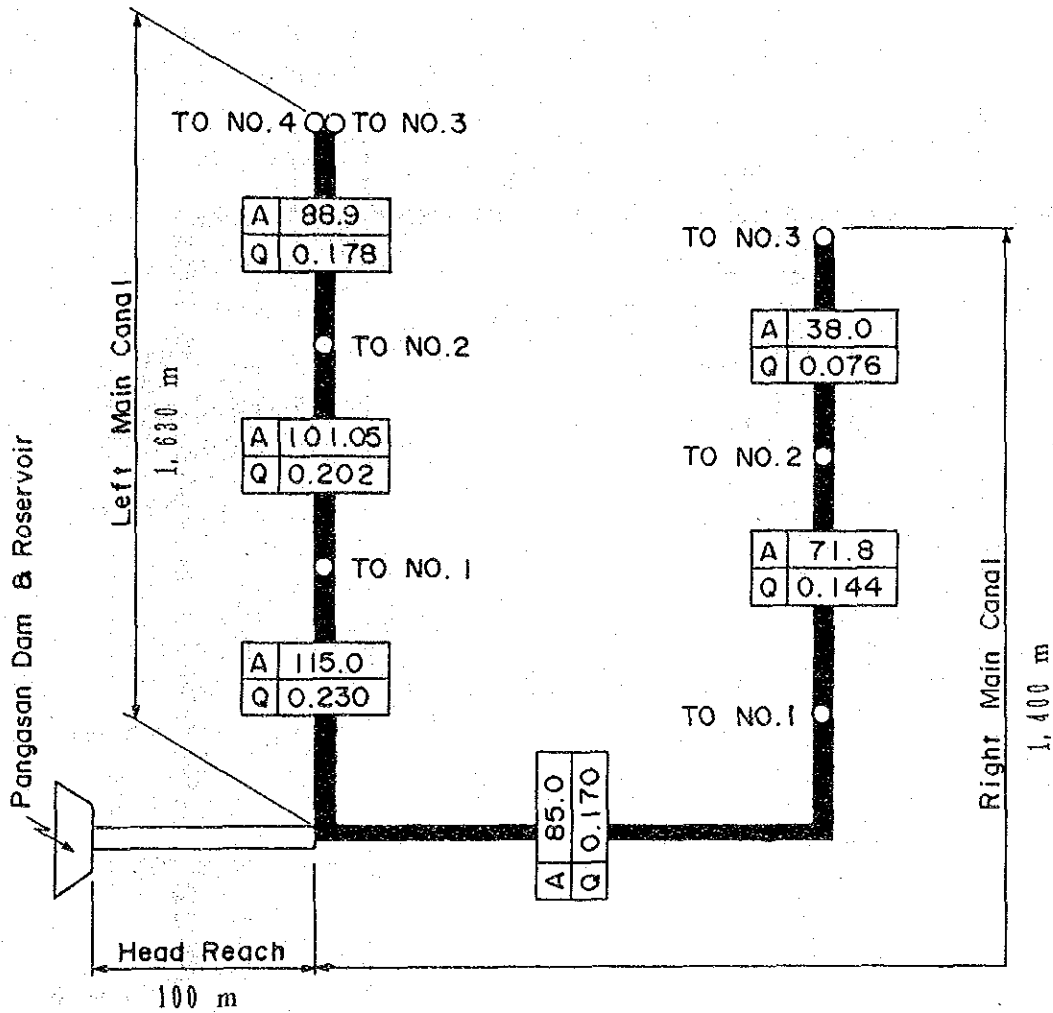


図 5.3.2 計画用水系統模式図（ブレラティン系統）



LEGEND

- A : Net Irrigation Area (ha)
- Q : Design Discharge (m³/s)
- TO : Turnout
- : Open Channel
- : Pipe Channel

図 5.3.3 計画用水系統模式図 (パンガサン系統)

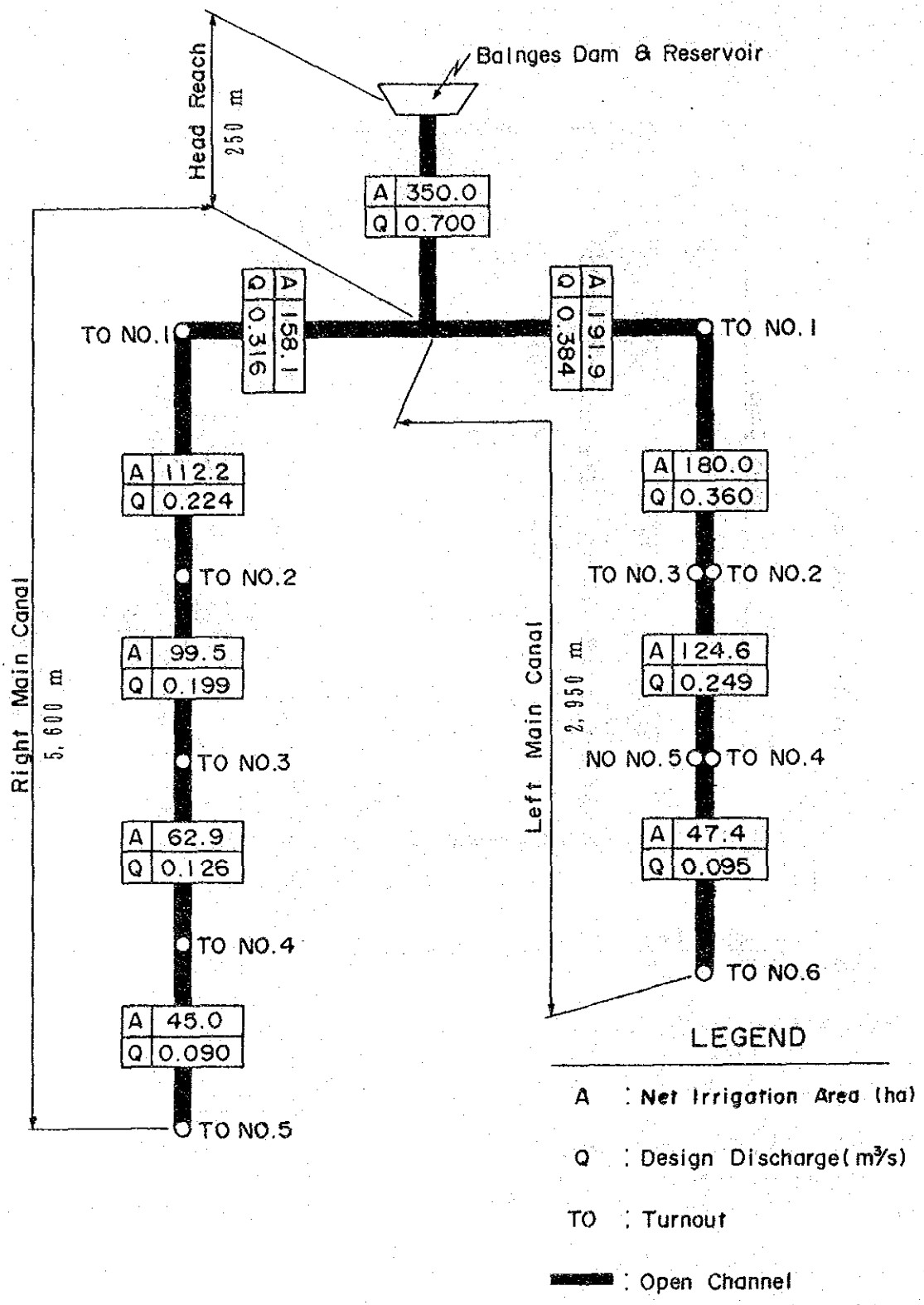


図 5.3.4 計画用水系統模式図（バルングス系統）

5. 4 橋梁設計

5. 4. 1 設計方針

橋梁の規模及び設計レベルとしては、最小規模で、かつ、経済性を確保できる、永久橋を1橋計画する。

架橋予定地点より約2km下流での地質調査用ボーリング結果より、架橋予定地点の地質構造は、弱風化から未風化の砂岩、泥岩の互層の基盤及び、その上部の厚さ約10mの砂利層よりなると推定できる。

以上の基礎地盤の状況のもとで、下部構造（橋脚、橋台）の上部荷重を安全に支持し得る基礎工法としては、支持杭基礎が選定される。

杭の材料としては、その施工が可能であり、かつ、施工された杭が十分に信頼し得る耐力をもつものでなければならず、H鋼が最も適している。尚、実施設計段階では、バロック・バロックダムの建設にともなう河床低下の検討も必要となろう。

上部構造の橋種としては、コンクリート系の橋に比べ、施工が簡便で工期の短縮できる、H形鋼橋が最適である。

架橋予定地点の近くの、ヴィラ・アグリパイ水位流量観測所（流域面積405 km²）における年最大流量記録は以下のとおりである。

生起年・月	水位 (m)	流量 (m ³ /s)
1976. 5 月	4.42	2,529
1977. 11 月	4.22	2,196
1978. 8 月	2.78	613
1979. 8 月	4.11	2,025
1980. 9 月	2.81	633
1981. 8 月	2.48	432
1982. 8 月	2.88	683
1983. 8 月	3.19	933
1984. 8 月	2.90	697

上記の資料を岩井法、ガンベル法を用いて確率洪水量を求めると下記の通りである。

確率年	岩井法 (m ³ /s)	ガンベル法 (m ³ /s)
2	981	1,085
5	1,698	2,077
10	2,263	2,734
20	2,868	3,364
50	3,745	4,179
100	4,475	4,790

桁下高は河川の計画高水位に、以下に示す値を加えた値以上とすることが必要であり、計画高水流量としては、10年確率洪水流量2,500 m³/sを考慮した。

計画高水流量 (m ³ /s)	桁下高 (m)
200 未満	0.6
200 以上 500 未満	0.8
500 " 2,000 "	1.0
2,000 " 5,000 "	1.2
5,000 " 10,000 "	1.5
10,000以上	2.0

5. 4. 2 設計条件の検討

(1) 計画高水位

計画高水流量2,500 m³/sを考慮した時の計画高水位は水深で約5.0 mとなり、桁下高1.2 m以上の余裕が必要となる。

(2) 設計荷重

車道幅員が5.0 m以下であり、設計自動車荷重は14トンを採用した。

(3) 幅員

車道幅員として一車線を考慮し、橋梁幅員を3.6 mとした。

5. 4. 3 基本設計

橋梁の基本設計は、巻末図面集に添付された通りである。また、計画諸元は以下に示す通りである。

(1) 橋梁位置の選定

現況のブルサ川の渡河方法は、乾期の水深の浅い時期のみの渡し舟及びトラック、ジープニー、牛車によるフォーディング（浅瀬河渡り）であり、雨期の洪水時には河を渡ることは不可能な状況である。

本計画は洪水期にブルサ川右岸地域の農民約3,000人と農地約800haを孤立させないために永久橋を1橋設置するものであり、橋梁の位置の選定には、以下の点を考慮する必要がある。

- i 現況道路路線と調和のとれ、地域住民の利用に便利な地点であること。
- ii 河川水理上、河川の分岐点、合流点、屈曲部などを避けることが望ましいこと。
- iii 直線部で、河幅が比較的狭いこと。
- iv 地質が良好で、水深の浅いこと。

現地調査等の結果、計画地域には現在、よく利用されている主なフォード地点が3ヶ所あり、これらフォード地点は上記の各項目をほぼ満足していることが分かった。（図5.4.1参照）

主要フォード地点

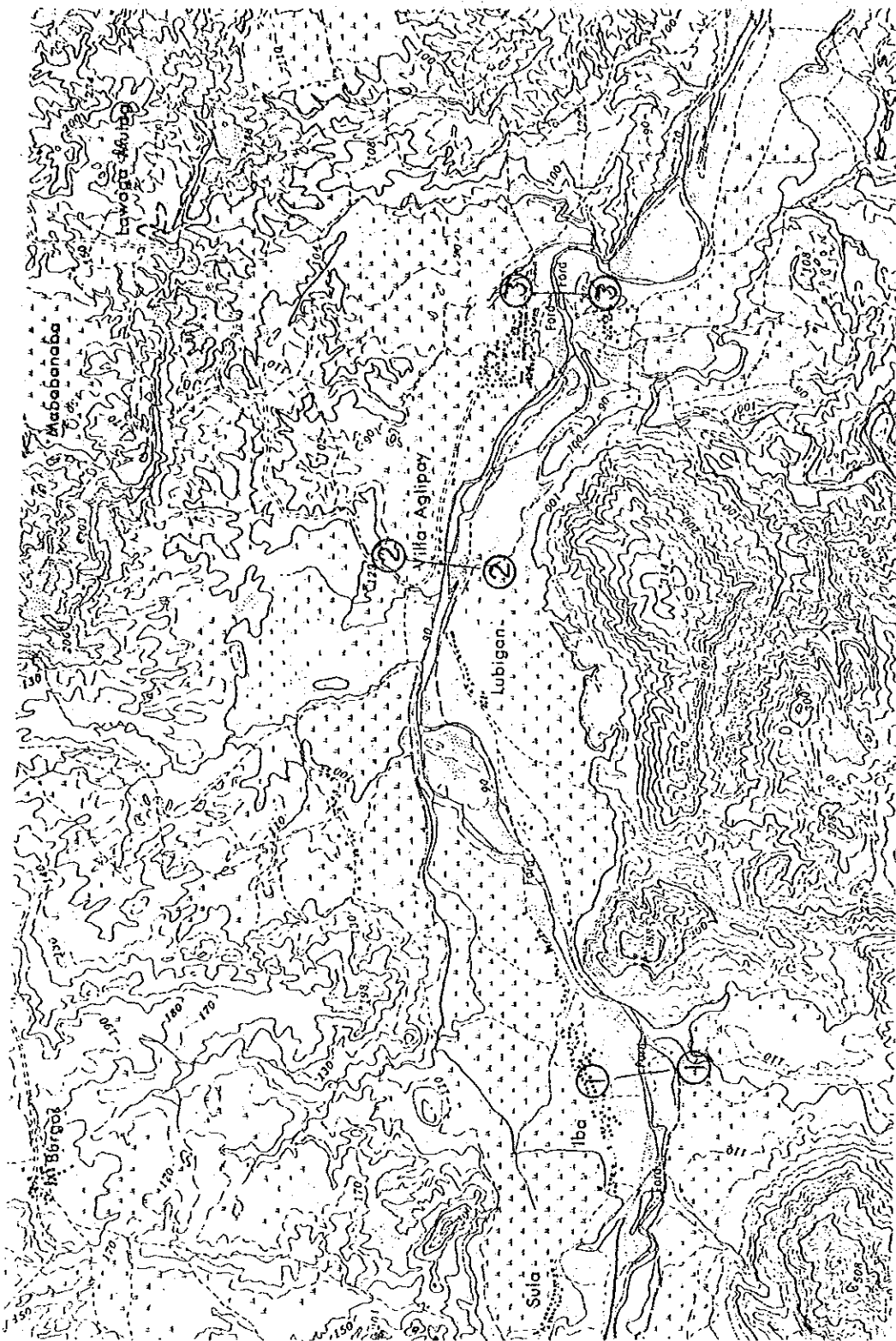
位置	
地点1	イバ～サンペドロ間
地点2	ヴィラ・アグリパイ～ルビガン間
地点3	ヴィラ・アグリパイ～モリオネス間

上記、3フォード地点のうち、地点2サイトがブルサ川右岸地域のほぼ中心に位置し既存道路網上利用の便がよく、また、水理的に安定しており河幅も最小であるので、最も優れていると判断され、当地点を橋梁位置として選定した。

(2) 橋梁諸元

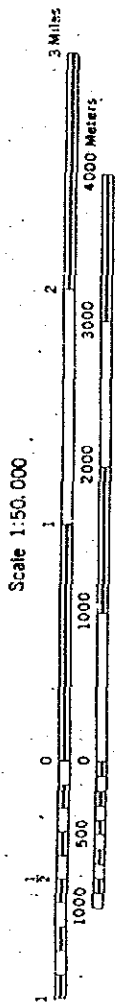
橋梁の基本的諸元は以下のとおりとなった。

項目	基本諸元
1. 下部構造	
1. 1 橋台	2基（逆T型）
1. 2 橋脚	8基（逆T型）
1. 3 基礎工法	H鋼支持グイ
2. 上部構造	
2. 1 橋長	225 m（径間長25m×9 スパン）
2. 2 幅員	総幅員4.8 m（橋梁幅員3.6 m）



主要ノロード地点位置図
 FORDING SITE

FIG. 54.I



第6章 事業実施計画

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合、事業実施計画は以下のようになる。

6. 1 実施主体

本事業の実施機関は国家灌漑庁（N I A）である。事業実施に関わるコンサルタント業務契約、建設工事契約、銀行取り決めなどの諸手続き、実施設計の入札書類の承認及び支払受権書に関する出来高証明の発行などN I Aがその任に当たる。

本事業の期間中、N I Aでは施工管理部が主体となって本事業の実施チームを編集して、全ての実施作業に当たると共に、N I A内部で基本設計調査当初に発足した実施推進委員会及び技術検討委員会をさらに充実させて事業実施体制を強化する計画であり、円滑な事業実施に万全を期している。N I Aの本事業の実施体制案は図6. 1. 1のとおりである。

6. 2 工事範囲

本事業によって実施される工事の範囲は以下に示す諸施設の建設と、それを実施するために必要な工事用道路などの仮設工事である。

a. ダム建設工事

マンギログダム	堤高	19.3m,	堤頂長	704.5m,	貯水量	321万m ³
ブレラティンダム	堤高	10.0m,	堤頂長	215.0m,	貯水量	73万m ³
パンガサンダム	堤高	17.3m,	堤頂長	195.0m,	貯水量	114万m ³
バルンゲスダム	堤高	24.2m,	堤頂長	208.0m,	貯水量	182万m ³

b. 水路建設工事

マンギロク地区	10.32km
ブレラティン地区	1.58km
パンガサン地区	3.13km
バルンゲス地区	8.80km

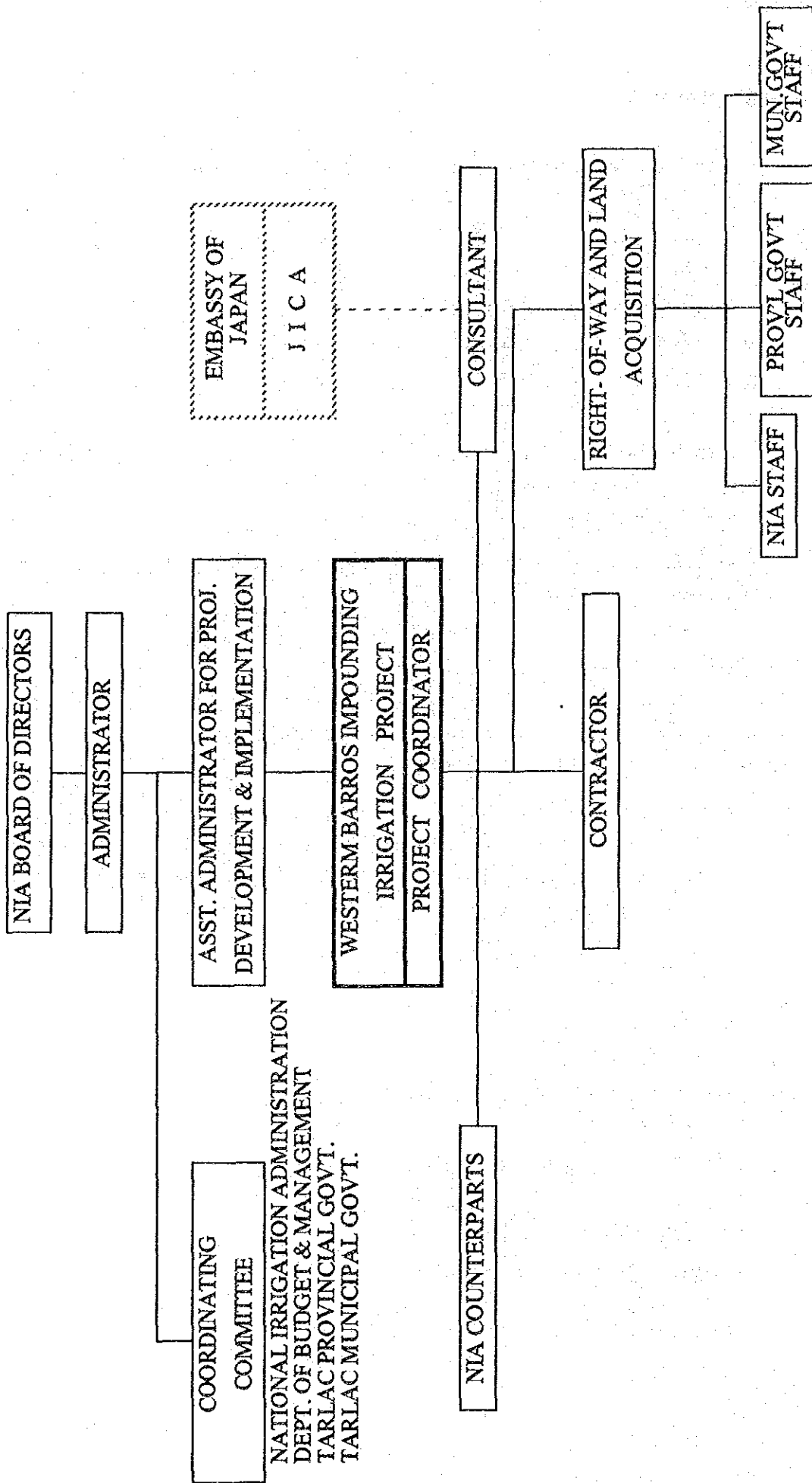
c. 橋梁工事

橋長	225 m,	幅員	3.6 m
----	--------	----	-------

FIG. 6.1.1

N I A 事業実施体制

IMPLEMENTATION ORGANIZATION
WESTERN BARRIOS IMPOUNDING IRRIGATION PROJECT



6. 3 施工計画

6. 3. 1 方 式

交換公文締結後、フィリピン国政府は日本の外国為替公認銀行と、事業実施に要する我が国無償供与資金の支払授権に関する取り決めに締結する。また、日本国法人の実施設計・施工監理コンサルタントの決定、施工業者の決定を行い、建設事業を遂行する。

6. 3. 2 施工計画

計画地区の年間降雨量は、約2,000 mmであるが、その90%以上は5月中旬から10月までの雨期に集中する。このため、大規模な土工を雨期に実施することは不可能と考えられ、工事は乾期に集中的にすることを基本方針とする。

本計画における主要工事であるダム工事は、重機械類を使用する工事箇所が集中した大規模な土工であるため、工事用道路が整備されれば、極めて能率的な施工が可能である。しかし、雨期には、重機械類の走行、掘削、転圧等の作業が不可能となり、工事を行うことができないため、ダム工事はその施工期間が乾期に限定される。

一方、水路工事は切土部、盛土部が半ばし、工事は道路、水路、及び各種のコンクリート構造物から構成される。しかし、現場が線状に伸びているため、道路工事が先行しなければ、水路の工事に着手できないため、道路工事を先行する。水路工事は、小規模で人力を主とした土工とコンクリート構造物であるため、雨期にも工事が可能である。

橋梁工事は、下部工の施工を乾期に完成し、上部工の一部は乾期に施工し、残りの部分は雨期に施工する。

6. 3. 3 監理計画

我が国の無償資金強力の制度に則って、日本法人コンサルタントと国家灌漑庁（N I A）との間で設計監理契約を締結し、工事監理を行う。工事監理の内容は、適切な工事契約の締結に協力し、設計意図を実現させ、施工が契約に合致するよう、公正な立場にたつて工事施工者の指導をすることであり、次の諸業務の実施が必要と考えられる。

1) 工事契約に関する協力

工事契約書案の作製、工事内訳明細書内容審査、工事契約立ち会い等。

2) 施工図等の検査

工事施工者から提出される施工図、材料、仕上見本、設備資機材の検査等。

3) 工事の指導

工事計画、工程等の検討、施主への工事進捗状況報告。

4) 支払承認手続の協力

工事中及び工事完成後に支払われる工事費に関する請求書等の内容検討及び手続きの協力。

5) 検査立会い

着工から完成までの建設中の各出来高に対する検査。

コンサルタントは、工事が完了し契約条件が遂行されたことを確認の上、契約の目的物の引渡しに立会い、施主の受領承認を得、業務を完了する。

6. 4 実施スケジュール

本事業では次の段階を経て工事を完了する。

コンサルタント契約

N I A は設計監理を行うコンサルタントと契約を結ぶ。コンサルタントは、日本国政府に契約認証の手続きを行う。

実施設計

基本設計報告書を基に実施設計を行ない入札用図書を作成する。この間、フィリピン国側関係機関と事前、中間、最終の打合わせを行う。所要期間は約3ヶ月である。

入札

N I A より図面承認を得てから、日本国法人の施工業者に対し図面説明と入札を行う。入札は入札公示、入札業者の資格審査、入札書類の審査・評価、契約締結を行うまでの期間であり、約1.5ヶ月を予定する。

建設

工事契約締結後、日本政府認証を経て工事に着手する。本事業の規模、施設内容から判断し、工事期間は12ヶ月と予想される。

建設工事を含めた本案件の全体スケジュールを図6. 4. 1に、工事工程計画を図6. 4. 2に示す。

図 6. 4. 1 工事実施計画

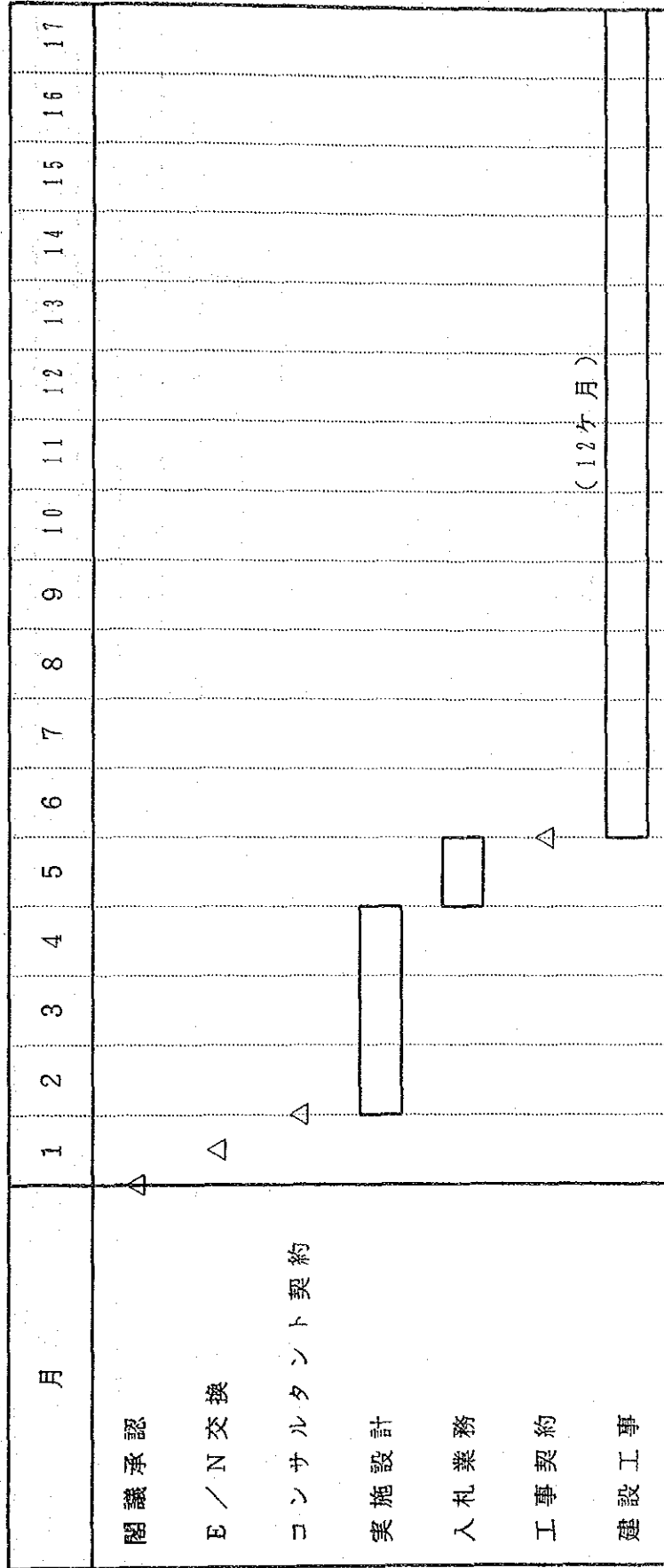
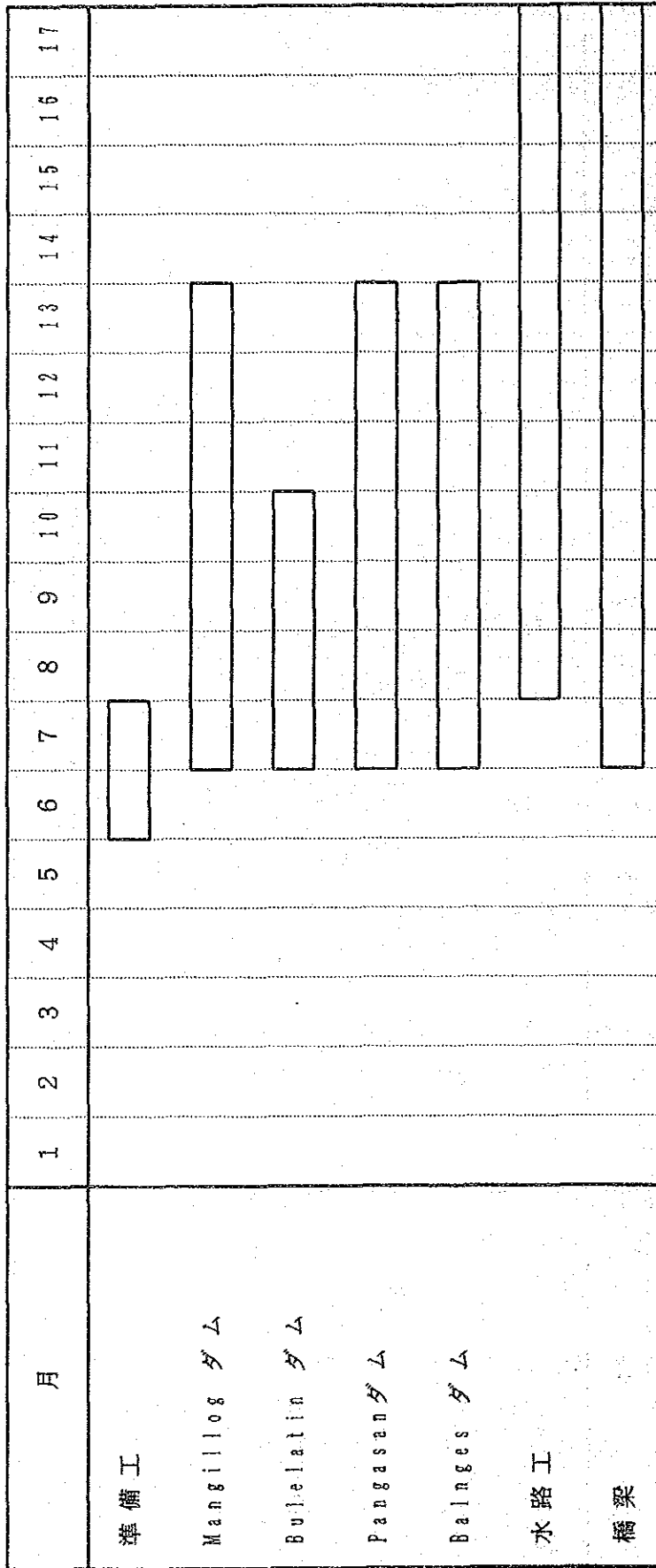


図 6. 4. 2 工學工程計画



6. 5 資機材の調達

フィリピン共和国では、一般的な建設資機材は、ほとんど国内で生産又は輸入販売されている。しかし、建設重機械に関しては、本計画を工期内に完了するための必要台数を全数確保することが困難であり、特殊な重機械は老朽化して使用に耐えないものもある。このため、約半数の重機械類は日本において調達する。また、橋梁に使用する鋼材、ダムのゲート、バブル、鋼管なども日本から調達する。資機材の調達計画は以下の通りである。

品目	現地調達	日本調達	選定理由
1) 建設資材			
セメント	○		品質に若干のバラツキがあるが、強度上大きな問題はない。
砂・砂利	○		ブルサ川の川砂、川砂利が豊富にあり、品質も良い。
鉄筋	○		品質に若干のバラツキがあるが、強度上大きな問題はない。
型枠合板	○		現地生産されており、品質も問題ない。
木材	○		良質の木材が豊富にあり、加工技術のレベルも高い。
コンクリートブロック	○		品質にバラツキがあるが、メーカー選定に注意すれば問題ない。
橋梁用 H形鋼、I形鋼		○	現地生産されていない。
ダム用ゲート、バブル、鋼管		○	現地生産されていない。
水路用ゲート	○		現地生産されており、品質も問題ない。
足場用単管		○	現地生産されていない。
2) 建設機材			
ブルドーザー、バックホウ、 トラクターショベル、ダンプトラック タンピングローラー、振動ローラー、 トラッククレーン	○		ブルドーザー、バックホウ、トラクターショベルの必要台数の約半数は、現地で調達でき、その他の機種については現地調達で問題ない。
ブルドーザー、バックホウ、 トラクターショベル		○	必要台数の全数を現地で調達することは困難であり、工事を工期内に完了させるため、各機種とも必要台数の約半数を日本より調達する。
パッキンググラウト	○		現地調達で問題ない。

6. 6 概算事業費

本事業の全体事業費は次の通りである。

日本国側負担額	1,930,000,000円
相手国側負担額	
用地買収費（無償範囲）	45,600,000円
末端水路整備費	27,400,000円
（測量・用地買収・全体実施設計費を含む）	
本部及び現場事務所経費	18,200,000円
（人件費・他）	
合 計	91,200,000円

ただし、積算条件の概要は次の通りである。

- 1) 積算事業費積算時点・・・・・・・・・・1989年3月
- 2) 外国為替交換率・・・・・・・・・・1US\$=127.91円=21.03ペソ
- 3) 工事期間・・・・・・・・・・12ヶ月
- 4) 施工業者・・・・・・・・・・日本法人一括工事契約方式による
- 5) その他・・・・・・・・・・日本政府が行う無償資金協力における現地での建設用資機材の輸入に関する関税及び日本法人会社にかかる事業税などの免除事項を含む。

第7章 事業評価

7.1 概要

本計画の目標は、ダム、水路、維持管理用道路及び橋梁を国家的投資によって建設することにより、計画対象地域の農業部門に対するインフラストラクチャの整備を行い、農業の生産性を高め、農家収入を安定的に増大させることである。これは、開発の究極目標たる中期国家開発6ヶ年計画へのマイクロレベルでの起爆材としてのプロジェクトとなる。

本事業によるダム、水路、維持管理用道路及び橋梁の建設に要する総投資額は日本国側、相手国側負担を合わせ約20.2億円となり、この費用に対して、上述の計画目標に示したように、農業セクターでの生産量増加が経済的な便益となる。その他、社会的な波及効果も期待できる。この、計画対象地域において実現される技術移転及び経済的・社会的な便益は、更に国家レベルでの農業用小規模溜池整備事業（SWIM）へも先行事業としての効果を及ぼすことが期待できる。

7.2 事業の効果

本事業の期待できる効果は、以下のように分類できる。

種 類	項 目
1) 経 済 的 便 益	・作物生産効果
2) 社 会 的 便 益	・生活環境の改善 ・定住条件の改善, 等

上記各効果の裨益を受ける対象の範囲、規模及び内容を整理し、表7.2.1示す。灌漑便益の算出に当たり使用した単位収量は以下の通りであり、その他の基礎資料もNIAが作成した開発調査レポート（F/S）のものを使用した。

	単位収量 (単位：トン/ha)			
	米		コーン	
	天水田	灌漑	天水	灌漑
現況 ¹⁾	2.0	2.5	1.0	—
将来				
事業なし (W/0) ²⁾	2.4	3.0	1.3	—
事業有り (W/) ³⁾	—	4.5	—	4.0

1) 調査時点

2) 事業が実施されない場合であるが、将来における一般的な農業技術の進歩により現況よりは増加する。

3) 事業が実施された場合であり、(W/) と (W/0) の差が事業の効果となる。

表 7. 2. 1 事業効果整理表

種 類	(効果 の 内 容)	(裨益対象の範囲)	(効果 の 規 模)									
1. 経済的効果												
a. 作物生産効果 (灌漑の効果)	<p>i) 雨期における水田1,030haの生産の安定及び、収量の増加。 乾期における畑作(コーンで代表)842.5haの導入による作物生産の増加。</p>	<p>i) 灌漑対象地域 1,030 ha 雨期 水田 1,030 ha 乾期 畑(コーン) 842.5ha</p> <p>ii) 対象農家 農家世帯数 800 戸 農家人口 4,200 人</p>	<p>a-i) 灌漑便益(表E-2参照) 作物生産増(μ/- μ/o) 米 2,163 トン コーン 3,370 トン 純作物生産額増 13,577,000ペソ(経済価格)</p> <p>a-ii) 農家財務(表E-4参照) 平均農家規模1.5haにおける純作物収入は以下のように増加する。 (単位:ペソ/年)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>自作</th> <th>小作</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>現況</td> <td>6,050</td> <td>3,940</td> </tr> <tr> <td>事業実施後</td> <td>19,360</td> <td>11,754</td> </tr> </tbody> </table>		自作	小作	現況	6,050	3,940	事業実施後	19,360	11,754
	自作	小作										
現況	6,050	3,940										
事業実施後	19,360	11,754										
b. 維持管理用道路・ 道路橋整備による効果	<p>i) 雨期における天水田地区640haの農作業・営農労力改善効果・輸送費の軽減及び収穫物損失防止効果</p>	<p>i) 天水田 640ha ii) 対象農家 420 戸 農家人口 2,200人</p>	<p>b-i) 217,600ペソ(平均収量の5%)</p>									
2. 社会的効果												
a. 生活環境の改善	<p>i) ダム、溜池、灌漑施設の維持管理のための道路、橋梁の建設及工事用道路の新設、改修により、地域の道路網が整備されることとなる。特に橋梁の建設により、プルサ川右岸地域の洪水期の孤立が解消できること。</p>	<p>社会的便益の裨益範囲は効果の項目毎に異なるものであるがそれらの包括的な範囲として計画対象地域を考えた。</p> <p>世帯数 2,100戸 人 口 11,000人</p>										
b. 定住条件の改善	<p>i) 乾期の灌漑により、乾期でも農作業が行えるようになり、今までのように出かせぎをする必要は、なくなること。</p>											

7. 3 事業の評価

本事業の効果の及ぶ範囲は、人口にして11,000人であり、ターラック町の農村部の人口167,249人(1990年)の約7%に達している。また、本事業を実施することにより米は、2,163トン、コーンは3,370トンの増産となり、これらは経済的に13,577千ペソと評価された。更に本事業の実施による道路整備効果として、道路沿いの天水田約640haの営農改善・輸送費の軽減・収穫物損失防止効果が217千ペソ程度見込まれる。

フィリピン国は1970年代に米の自給をほぼ達成している。コーンは食糧作物及び飼料作物として重要視されりており、セントラル・ルソン地方開発計画では、このターラック州はイエローコーン、ピーナッツ、マングビーンズの多様化栽培計画地域として特定されている。コーンは、毎年消費量の約10%(約30万トン)近くを輸入しているので、外貨の節約にもなる。

灌漑の裨益者の平均収入は、現況で月額にして約800ペソであり、フィリピン国における農村部の貧困の境界2,066ペソ/月を大きく下まっている。本事業を実施することにより、年作物収入は自作農で約13,000ペソ、小作農では約8,000ペソの増加となり、農家経済状況は貧困の境界をわずかに下まわる程度まで改善されることになる。灌漑の裨益者数は4,200人に達している。

本事業による施設の維持管理は、ターラック州政府にその能力が備わるまでNIAが行うこととなっており、ターラック州政府へ移管後もNIAの技術的な協力の得られることが確認されている。NIAは、既存ターラック灌漑システム等の維持管理を行っているとともに、多くの類似プロジェクトを手がけ多数の人材を擁しており、十分な維持管理能力を有しているものと判断できる。又、ターラック州政府の技術事務所には、プロビンシャル・エンジニアのもとに約140人のスタッフが働いており、数多くの土木工事の計画、施工管理、維持管理を行っており、適切な維持管理能力を有しているものと判断できる。

第8章 結論及び提言

本計画により前述のように多大な効果が期待されると同時に本計画が広く住民の生活向上に寄与するものであることから、本計画の無償資金協力で実施することは妥当であると判断される。更に、本計画の運営・管理についても相手国体制は人員・資金共に充分で問題はないと考えられる。しかし、以下の点が整備されれば本計画はより円滑かつ効果的に実施しうるであろう。

- 1) ダム及び灌漑用水路の機能が早期に確実に発揮できるように末端水路を整備すること。
- 2) N I A、ターラック州政府、ターラック町は協力体制を確立し、溜池、ダム及び水路の管理、水利使用などの管理運営を受益者である農民が行いよう、水利組合を設立する作業に着手すること。
- 3) N I A、ターラック州政府、ターラック町は、水利組合が灌漑施設の管理、水利調整などを行いうるよう、指導を行うこと。

技術資料編

技術資料編目次

	頁
1. 雨量解析	M-1
2. 流出解析	H-1
3. 貯水池運用計画	R-1
4. ダム・貯水池	D-1
5. 事業評価	B-1
6. 土地分級・土壌	A-1

技術資料(1)

雨量解析

LIST OF TABLES

- Table M- 1 計画地域近傍雨量観測所における年最大日雨量記録：
Annual Maximum Daily Rainfall
- Table M- 2 ハシエンダ・ルイシタ雨量観測所における豪雨時間雨量記録：
Heavy Rainfall Patterns Observed at the Hacienda Luisita
- Table M- 3 降雨継続時間別の各年最大雨量（ハシエンダ・ルイシタ雨量観測所）：
Annual Maximum Rainfall Amount for Different Duration at Hacienda Luisita
- Table M- 4 ハシエンダ・ルイシタ雨量観測所における一豪雨の降雨強度記録：
Rainfall Intensity of One Series Rainfall at Hacienda Luisita
- Table M- 5 降雨継続時間別・超過確率値
(Table M- 3資料のガンブル法による解析結果)：
Probability of Exceedance of Rainfall Amount by Gamble Method
- Table M- 6 短時間確率降雨強度曲線式及び計算値
(5年確率, 10年確率, 25年確率のべき乗回帰分析)：
Computed Rainfall Intensity Curves and Tables at Hacienda Luisita
(1)
- Table M- 7 長時間確率降雨強度曲線式及び計算値
(5年確率, 10年確率, 25年確率のべき乗回帰分析)：
Computed Rainfall Intensity Curves and Tables at Hacienda Luisita
(2)
- Table M- 8 短時間確率降雨強度曲線式及び計算値
(50年確率, 100年確率, 200年確率のべき乗回帰分析)：
Computed Rainfall Intensity Curves and Tables at Hacienda Luisita
(3)

- Table M- 9 長時間確率降雨強度曲線式及び計算値
(50年確率, 100年確率, 200年確率のべき乗回帰分析) :
Computed Rainfall Intensity Curves and Tables at Hacienda Luisita
(4)
- Table M-10 各観測所における年最大日雨量の超過確率値
(Table M- 1資料のガンベル法による解析結果) :
Probability of Exceedance 1-day Max. Rainfall by Gamble Method
- Table M-11 ハシエンダ・ルイシタ観測所における各年各月雨量 (1968~1987年) :
Monthly & Annual Rainfall Observed at the Hacienda Luisita
- Table M-12 ハシエンダ・ルイシタ観測所における各月雨量の平均値, 標準偏差,
歪み度 :
Monthly Rainfall Hacienda Luisita
- Table M-13 ハシエンダ・ルイシタ観測所における10日雨量, 10日有効雨量及び計画有
効雨量 (水田) :
10-day (decade) Rainfall and Effective Rainfall for Paddy
Cultivation at the Hacienda Luisita
- Table M-14 ハシエンダ・ルイシタ観測所における10日雨量, 10日有効雨量及び計画有
効雨量 (水田) の解析 :
Analysis on 10-day (decade) Rainfall, Effective Rainfall and
Designed Effective Rainfall on Paddy field (Hacienda Luisita)
- Table M-15 ハシエンダ・ルイシタ観測所におけるパン蒸発計の月間値, 確率値及び
用水計画に用いる蒸発量 :
Evaporation Analysis on Pan Evaporation Observed at the Hacienda
Luisita Station (1967-1983)

LIST OF FIGURE

- Fig. M-1 ハシエンダ・ルイシタ観測所における確率降雨強度曲線
Probable Rainfall Intensity Curves at Hacienda Luisita

Table M-1 Annual Maximum Daily Rainfall (mm/day)

LOC.	Clark A. B		Dagupan C.		H. Luisita		Sta. C. Porac		Camiling	
LAT.	15°11'N		16°03'N		15°26'N		15°05'N		15°41'N	
LONG.	120°33'E		120°20'E		120°38'E		120°33'E		120°25'E	
ALT.	144m		2m		37.5m		75m		16m	
Year	mm	Date	mm	Date	mm	Date	mm	Date	mm	Date
1946	136.4	6/22	-	-	-	-	-	-	-	-
1947	88.1	8/31	-	-	-	-	-	-	-	-
1948	108.7	7/26	-	-	-	-	-	-	-	-
1949	96.0	6/19	142.0	9/3	-	-	-	-	-	-
1950	145.5	8/3	134.4	10/2	-	-	-	-	-	-
1951	146.3	5/7	148.1	7/30	-	-	-	-	-	-
1952	178.3	8/7	498.0	8/5	-	-	-	-	-	-
1953	185.9	8/21	151.1	7/3	-	-	-	-	-	-
1954	89.7	8/30	171.7	8/30	-	-	-	-	-	-
1955	109.7	9/24	135.4	9/23	-	-	-	-	-	-
1956	87.9	9/21	68.3	11/4	-	-	-	-	-	-
1957	83.3	7/15	203.4	9/20	-	-	-	-	-	-
1958	127.5	7/13	129.5	9/3	-	-	-	-	-	-
1959	61.5	8/12	73.7	5/16	-	-	-	-	-	-
1960	204.7	6/27	177.8	8/13	-	-	-	-	-	-
1961	318.0	6/27	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	178.8	9/6	319.5	6/20	-	-	-	-	-	-
1963	160.0	6/28	212.1	6/28	-	-	-	-	-	-
1964	-	-	205.5	8/6	-	-	-	-	-	-
1965	-	-	115.1	7/13	-	-	-	-	-	-
1966	-	-	332.0	5/19	-	-	-	-	-	-
1967	-	-	125.3	8/28	-	-	-	-	-	-
1968	324.4	8/28	280.3	8/29	180.1	8/28	-	-	-	-
1969	108.0	8/6	144.6	8/5	73.2	8/5	125.5	7/30	-	-
1970	223.0	9/1	139.4	8/31	178.6	8/31	159.0	9/1	122.7	8/31
1971	113.3	10/12	144.1	6/15	68.8	9/17	139.2	7/25	79.0	7/6
1972	291.6	7/19	203.0	8/16	171.7	7/18	272.8	7/18	187.2	7/18
1973	134.6	10/16	99.9	10/7	207.0	10/15	122.5	10/15	55.4	6/3
1974	173.0	8/16	260.0	8/16	240.8	8/16	154.7	8/10	276.6	8/16
1975	113.5	10/20	70.6	5/7	86.6	10/20	140.5	10/20	78.7	8/10
1976	-	-	368.0	5/25	172.5	6/25	245.4	5/23	191.8	5/24
1977	-	-	158.8	7/20	170.2	11/14	207.0	11/14	245.9	11/14
1978	-	-	169.7	8/23	93.5	7/24	116.4	8/12	80.6	10/26
1979	-	-	162.5	8/25	173.2	8/15	204.6	8/15	153.9	8/15
1980	-	-	167.4	7/25	141.2	11/5	-	-	-	-
1981	-	-	149.4	11/24	74.7	7/4	-	-	-	-
1982	-	-	135.0	8/7	95.0	7/16	-	-	-	-
1983	-	-	141.0	8/14	83.3	8/14	-	-	-	-
1984	-	-	232.2	8/28	157.0	10/28	-	-	-	-
1985	-	-	256.4	6/28	230.1	6/28	-	-	-	-
1986	-	-	376.8	7/8	113.8	7/9	-	-	-	-
1987	-	-	-	-	235.0	8/18	-	-	-	-
n	26		37		20		11		10	

Table M-2 Heavy Rainfall Patterns Observed at the Hacienda Luisita

		in mm																								
One hour	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Σ	
Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
17 Jul. 1972	0	0.5	0.5	0	0	0.5	1.4	0.5	7.9	6.9	5.4	3.4	2.9	0.5	1.5	1.5	1.0	0	1.5	2.9	5.4	3.9	2.5	50.6		
18 Jul. 1972	4.9	9.3	4.9	5.9	4.9	17.6	14.2	5.4	3.4	1.9	9.1	13.3	14.4	4.8	1.0	4.3	0.5	5.8	6.7	5.3	3.8	3.4	1.9	147.7		
19 Jul. 1972	9.6	10.4	13.0	5.8	11.0	8.6	22.1	13.9	21.0	12.0	6.0	16.0	12.0	1.5	3.5	3.5	5.0	5.5	2.0	4.5	5.5	5.0	1.5	6.0	204.9	
20 Jul. 1972	2.0	1.0	1.0	0.5	0	1.0	2.5	1.0	0	0	0	0	1.5	2.0	3.9	8.3	5.4	2.0	5.4	1.5	2.9	4.9	5.9	52.7		
15 Oct. 1973													1.0	1.6	3.6	0.5	1.0	2.1	0.5	2.1	1.6	1.0	10.9	25.9		
16 Oct. 1973	84.2	21.8	13.5	6.2	4.2	15.6	28.1	8.3	6.1	2.0	2.0	0.5	0.5	4.1	0.5	4.6	0	0	0	0	0	0	0	0	202.7	
26 Jul. 1974																					32.6	37.7	23.4	0	0	93.7
15 Aug. 1974								0.6	0	0.6	0	0.6	3.6	1.2	4.9	5.5	12.2	3.1	6.1	10.4	6.1	14.0	7.9	76.8		
16 Aug. 1974	5.5	2.4	0	2.4	24.4	14.0	9.8	6.7	0.5	8.6	11.9	11.3	5.4	17.3	7.6	2.7	0.5	4.3	10.3	5.9	21.6	6.5	10.8	15.1	205.5	
17 Aug. 1974	8.6	11.3	9.7	12.4	8.1	16.7	15.1	18.4	10.8	5.9	4.9	7.0	3.8	10.8	7.0	2.7	1.6	0	0	0.5	1.1	0	0.5	0	156.9	
24 May. 1975	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.9	58.2	12.1	0.5	0	0	0	0	74.7		
20 Oct. 1975	0	2.7	0.5	2.7	2.7	6.3	2.7	1.5	2.4	6.8	3.4	5.3	4.4	6.8	2.9	1.0	0	0.5	1.9	10.2	9.2	4.9	6.3	6.3	91.4	
10 Aug. 1976	2.4	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	2.9	2.0	2.9	1.5	2.9	2.9	0.5	1.5	0	9.3	23.0	3.9	22.5	81.2	
2 Jul. 1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39.2	23.5	1.5	0	5.4	11.8	9.8	2.0	0.5	0	93.7		
31 Jul. 1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24.5	35.8	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	1.0	62.8	

Table M-3 Annual Maximum Rainfall Amount for Different Duration at Hacienda Luisita

Unit : mm

Year	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min	80 min	100 min	120 min	150 min	3 hr	6 hr	12 hr	24 hr
1967	14.7	21.4	31.6	40.7	51.4	57.0	67.2	68.3	68.3	69.4	69.4	69.4	69.4	69.4	76.2
1968	4.9	9.7	15.5	19.4	27.5	37.2	40.5	40.5	40.5	40.5	51.8	71.2	93.9	125.2	180.1
1969	10.9	18.8	25.8	26.7	36.6	39.6	43.2	49.0	49.4	50.0	52.8	52.8	54.4	62.5	64.8
1970	8.0	14.0	19.0	22.0	32.0	46.0	54.0	57.5	58.0	62.0	86.1	94.6	104.2	123.7	178.5
1971	12.0	18.5	32.0	33.0	37.0	40.0	41.7	43.0	49.0	51.0	52.4	54.0	68.9	68.9	68.9
1972	11.8	21.4	26.8	32.1	42.8	53.5	57.8	57.8	57.8	66.6	96.0	96.0	96.8	108.9	171.7
1973	11.4	20.8	31.6	37.4	52.0	68.6	84.2	98.8	107.1	111.3	117.5	124.8	145.6	197.6	207.0
1974	9.8	17.6	25.5	29.4	34.3	38.2	39.2	45.6	45.6	45.6	47.5	51.3	81.5	154.4	240.8
1975	17.2	26.5	31.8	37.1	46.0	54.6	60.1	73.2	74.2	74.2	74.2	74.9	74.9	74.9	86.6
1981	12.1	21.9	26.4	30.2	40.0	57.4	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	74.6

Source : Maximum Rainfall Amount for Different Durations

Volume II, 1979, PAGASA, and Collected data at Pagasa

Table M-4 Rainfall Intensity of One Series Rainfall at Hacienda Luisita

Unit : mm

Year	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min	80 min	100 min	120 min	150 min	3 hr	6 hr	12 hr	24 hr
15, Oct. 1973	11.4	20.8	31.2	37.4	52.0	68.6	84.2	98.8	107.1	111.3	117.5	124.8	145.6	197.6	207.0
15, Aug. 1974	6.1	9.8	12.8	15.9	18.9	25.7	28.1	31.7	35.4	38.4	45.1	48.7	58.0	109.8	142.5
16, Aug. 1974	7.6	10.8	14.0	15.7	16.2	19.5	21.6	24.8	35.6	42.1	47.5	51.3	81.5	154.4	240.8
2, Jul. 1977	14.7	22.5	29.4	39.2	46.1	51.9	52.9	62.7	63.2	63.7	64.2	64.2	87.3	95.0	95.0
26, Oct. 1978	4.0	6.0	7.5	8.5	10.5	12.5	14.5	19.0	25.5	28.5	36.0	48.5	73.0	87.0	87.1
2, May. 1981	9.5	16.7	22.4	26.2	33.3	40.5	47.0	47.0	47.0	47.0	48.8	49.9	49.9	50.4	50.4
4, Jul. 1981	3.8	4.5	5.3	6.0	6.8	7.6	8.7	10.6	13.2	14.5	18.1	19.5	24.0	43.4	74.6
27, Sep. 1981	12.1	21.9	26.4	30.2	40.0	57.4	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0

Table M-5 Probability of Exceedance of Rainfall Amount by Gamble Method at Hacienda Luisita

Unit : mm

Return Period	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120	150	3	6	12	24	1Day	2Days	3Days	
	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	hr	hr	hr	hr	hr	hr	hr	
number of data (year)																			
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	20
2	10.8	18.4	25.8	29.9	38.9	47.8	53.0	57.2	58.6	60.5	67.9	71.9	81.6	98.5	125.8	138.8	188.5	215.7	
4	13.9	22.7	31.1	36.2	46.4	57.6	66.4	73.4	76.3	79.2	89.0	93.8	106.1	141.0	187.9	186.4	251.5	297.1	
5	14.8	24.0	32.6	38.0	48.5	60.4	70.2	78.1	81.5	84.5	95.2	100.1	113.2	153.3	205.8	200.2	269.7	320.6	
10	17.5	27.6	37.1	43.3	54.9	68.7	81.6	91.9	96.6	100.4	113.2	118.7	134.2	189.5	258.8	240.8	325.5	390.1	
25	20.9	32.3	42.7	50.1	63.0	79.3	95.9	109.4	115.8	120.5	136.1	142.3	160.7	235.3	325.7	292.2	391.4	477.8	
50	23.4	35.7	46.9	55.1	69.0	87.1	106.6	122.4	130.0	135.4	153.0	159.8	180.4	269.2	375.3	330.2	441.8	542.9	
100	25.9	39.1	51.1	60.1	75.0	94.9	117.1	135.3	144.1	150.2	169.8	177.1	199.9	302.9	424.6	368.1	491.9	607.6	
200	28.3	42.5	55.3	65.1	80.9	102.6	127.7	148.1	158.1	164.9	186.6	194.4	219.3	336.5	473.7	405.7	541.7	671.9	
1000	34.0	50.4	64.9	76.6	94.7	120.5	152.1	177.8	190.6	199.0	225.4	234.5	264.4	414.3	587.4	493.0	657.2	821.1	

Table M-6 Computed Rainfall Intensity Curves and Tables at Hacienda Luisita (1)

LN I=A*LN T + B
 I:RAINFALL INTENSITY
 (MM/HOUR)
 T:RAINFALL DURATION
 (MIN.)

N-YEAR PROBABILITY=5.
 RANGE OF TIME
 T1=5. T2= -
 A=-0.358
 B=5.7903

LN I=-0.358*LN T+5.7903

T	I
5	183.85
6	172.23
7	162.99
8	155.38
9	148.96
10	143.45
11	138.64
12	134.38
13	130.59
14	127.17
15	124.07
16	121.23
17	118.63
18	116.23
19	114.00
20	111.92
21	109.99
22	108.17
23	106.46
24	104.85
25	103.33
26	101.89
27	100.52
28	99.22
29	97.98
30	96.80
31	95.67
32	94.59
33	93.56
34	92.56
35	91.60
36	90.69
37	89.80
38	88.95
39	88.12
40	87.33
41	86.56
42	85.82
43	85.10
44	84.40
45	83.72
46	83.07
47	82.43
48	81.81

LN I=A*LN T + B
 I:RAINFALL INTENSITY
 (MM/HOUR)
 T:RAINFALL DURATION
 (MIN.)

N-YEAR PROBABILITY=10.
 RANGE OF TIME
 T1=5. T2= 30
 A=-0.3755
 B=5.9762

LN I=-0.3755*LN T+5.9762

T	I
5	215.26
6	201.02
7	189.71
8	180.43
9	172.63
10	165.93
11	160.10
12	154.95
13	150.36
14	146.24
15	142.50
16	139.09
17	135.96
18	133.07
19	130.39
20	127.91
21	125.58
22	123.41
23	121.37
24	119.44
25	117.63
26	115.91
27	114.28
28	112.73
29	111.25
30	109.84
31	108.50
32	107.21
33	105.98
34	104.80
35	103.67
36	102.57
37	101.52
38	100.51
39	99.54
40	98.60
41	97.69
42	96.81
43	95.95
44	95.13
45	94.33
46	93.55
47	92.80
48	92.07
49	91.36
50	90.67

LN I=A*LN T + B
 I:RAINFALL INTENSITY
 (MM/HOUR)
 T:RAINFALL DURATION
 (MIN.)

N-YEAR PROBABILITY=25.
 RANGE OF TIME
 T1=5. T2=60.
 A=-0.393
 B=6.1752

LN I=-0.393*LN T+6.1752

T	I
5	255.36
6	237.71
7	223.73
8	212.30
9	202.69
10	194.47
11	187.32
12	181.02
13	175.42
14	170.38
15	165.83
16	161.67
17	157.87
18	154.36
19	151.11
20	148.10
21	145.29
22	142.65
23	140.18
24	137.86
25	135.66
26	133.59
27	131.62
28	129.75
29	127.98
30	126.28
31	124.67
32	123.12
33	121.64
34	120.22
35	118.86
36	117.55
37	116.29
38	115.08
39	113.91
40	112.78
41	111.69
42	110.64
43	109.62
44	108.64
45	107.68
46	106.76
47	105.86
48	104.99
49	104.14
50	103.31
51	102.51
52	101.73
53	100.98
54	100.24
55	99.52
56	98.81
57	98.13
58	97.46
59	96.81
60	96.17

Table M-7 Computed Rainfall Intensity Curves and Tables at Hacienda Luisita (2)

LN I=A*LN T + B
 I:RAINFALL INTENSITY
 (MM/HOUR)
 T:RAINFALL DURATION
 (MIN.)

N-YEAR PROBABILITY=5.
 RANGE OF TIME
 T1=60 T2=1440.
 A=-0.683
 B=7.0508

LN I=-0.683*LN T+7.0508

T	I
60	82.0
90	53.38
120	43.86
150	37.66
180	33.25
210	29.93
240	27.32
270	25.21
300	23.46
330	21.98
360	20.71
390	19.61
420	18.64
450	17.78
480	17.02
510	16.32
540	15.70
570	15.13
600	14.61
630	14.13
660	13.69
690	13.28
720	12.90
750	12.54
780	12.21
810	11.90
840	11.61
870	11.34
900	11.08
930	10.83
960	10.60
990	10.38
1020	10.17
1050	9.97
1080	9.78
1110	9.60
1140	9.42
1170	9.26
1200	9.10
1230	8.95
1260	8.80
1290	8.66
1320	8.53
1350	8.40
1380	8.27
1410	8.15
1440	8.03

LN I=A*LN T + B
 I:RAINFALL INTENSITY
 (MM/HOUR)
 T:RAINFALL DURATION
 (MIN.)

N-YEAR PROBABILITY=10.
 RANGE OF TIME
 T1=60 T2=1440.
 A=-0.6592
 B=7.0817

LN I=-0.6592*LN T+7.0817

T	I
60	90.28
90	61.28
120	50.69
150	43.76
180	38.80
210	35.05
240	32.10
270	29.70
300	27.71
330	26.02
360	24.57
390	23.31
420	22.20
450	21.21
480	20.33
510	19.53
540	18.81
570	18.15
600	17.55
630	16.99
660	16.48
690	16.00
720	15.56
750	15.15
780	14.76
810	14.40
840	14.06
870	13.73
900	13.43
930	13.14
960	12.87
990	12.61
1020	12.37
1050	12.13
1080	11.91
1110	11.70
1140	11.49
1170	11.30
1200	11.11
1230	10.93
1260	10.76
1290	10.59
1320	10.43
1350	10.28
1380	10.13
1410	9.99
1440	9.85

LN I=A*LN T + B
 I:RAINFALL INTENSITY
 (MM/HOUR)
 T:RAINFALL DURATION
 (MIN.)

N-YEAR PROBABILITY=25.
 RANGE OF TIME
 T1=60 T2=1440.
 A=-0.6567
 B=7.2587

LN I=-0.6567*LN T+7.2587

T	I
60	96.54
90	73.97
120	61.24
150	52.89
180	46.92
210	42.40
240	38.84
270	35.95
300	33.55
330	31.51
360	29.76
390	28.24
420	26.90
450	25.71
480	24.64
510	23.68
540	22.81
570	22.01
600	21.28
630	20.61
660	19.99
690	19.42
720	18.88
750	18.38
780	17.91
810	17.47
840	17.06
870	16.67
900	16.31
930	15.96
960	15.63
990	15.32
1020	15.02
1050	14.74
1080	14.47
1110	14.21
1140	13.96
1170	13.73
1200	13.50
1230	13.28
1260	13.07
1290	12.87
1320	12.68
1350	12.49
1380	12.32
1410	12.14
1440	11.98

Table M-8 Computed Rainfall Intensity Curves and Tables at Hacienda Luisita (3)

LN I=A*LN T + B
 I: RAINFALL INTENSITY
 (MM/HOUR)
 T: RAINFALL DURATION
 (MIN.)

N-YEAR PROBABILITY=50.
 RANGE OF TIME
 T1=4. T2=70
 A=-0.3972
 B=6.2865

LN I=-0.3972*LN T+6.2865

T	I
4	309.70
6	263.70
8	235.23
10	215.27
12	200.24
14	188.34
16	178.61
18	170.45
20	163.46
22	157.39
24	152.05
26	147.29
28	143.01
30	139.15
32	135.63
34	132.40
36	129.43
38	126.68
40	124.12
42	121.74
44	119.51
46	117.42
48	115.45
50	113.60
52	111.84
54	110.18
56	108.60
58	107.09
60	105.66
62	104.29
64	102.99
65	102.50

LN I=A*LN T + B
 I: RAINFALL INTENSITY
 (MM/HOUR)
 T: RAINFALL DURATION
 (MIN.)

N-YEAR PROBABILITY=100.
 RANGE OF TIME
 T1=4. T2=70
 A=-0.403
 B=6.3928

LN I=-0.403*LN T+6.3928

T	I
4	341.77
6	290.24
8	258.47
10	236.24
12	219.51
14	206.29
16	195.48
18	186.42
20	178.67
22	171.93
24	166.01
26	160.74
28	156.01
30	151.73
32	147.84
34	144.27
36	140.98
38	137.94
40	135.12
42	132.49
44	130.03
46	127.72
48	125.55
50	123.50
52	121.56
54	119.73
56	117.99
58	116.33
60	114.75
62	113.25
64	111.81
66	110.43
68	109.11
70	107.84

LN I=A*LN T + B
 I: RAINFALL INTENSITY
 (MM/HOUR)
 T: RAINFALL DURATION
 (MIN.)

N-YEAR PROBABILITY=200.
 RANGE OF TIME
 T1=4. T2=70
 A=-0.4029
 B=6.4751

LN I=-0.4029*LN T+6.4751

T	I
4	371.13
6	315.20
8	280.70
10	256.57
12	238.40
14	224.04
16	212.31
18	202.47
20	194.05
22	186.74
24	180.31
26	174.59
28	169.45
30	164.80
32	160.57
34	156.70
36	153.13
38	149.83
40	146.77
42	143.91
44	141.24
46	138.73
48	136.37
50	134.15
52	132.05
54	130.05
56	128.16
58	126.36
60	124.65
62	123.01
64	121.45
66	119.95
68	118.52
70	117.14

Table M-9 Computed Rainfall Intensity Curves and Tables at Hacienda Luisita (4)

$LN I = A * LN T + B$
 I: RAINFALL INTENSITY
 (MM/HOUR)
 T: RAINFALL DURATION
 (MIN.)

N-YEAR PROBABILITY=50.
 RANGE OF TIME
 T1= 5 T2=1440.
 A=-0.6508
 B=7.3446

$LN I = -0.6508 * LN T + 7.3446$

T	I
65	102.30
90	82.77
120	69.64
150	59.36
180	52.72
210	47.69
240	43.72
270	40.49
300	37.81
330	35.54
360	33.58
390	31.88
420	30.37
450	29.04
480	27.85
510	26.77
540	25.79
570	24.90
600	24.08
630	23.33
660	22.63
690	21.99
720	21.39
750	20.83
780	20.30
810	19.81
840	19.35
870	18.91
900	18.50
930	18.11
960	17.74
990	17.38
1020	17.05
1050	16.73
1080	16.43
1110	16.14
1140	15.86
1170	15.59
1200	15.34
1230	15.09
1260	14.86
1290	14.63
1320	14.42
1350	14.21
1380	14.01
1410	13.81
1440	13.62

$LN I = A * LN T + B$
 I: RAINFALL INTENSITY
 (MM/HOUR)
 T: RAINFALL DURATION
 (MIN.)

N-YEAR PROBABILITY=100.
 RANGE OF TIME
 T1= 5 T2=1440.
 A=-0.646
 B=7.4234

$LN I = -0.646 * LN T + 7.4234$

T	I
65	107.65
90	91.52
120	76.00
150	65.79
180	58.48
210	52.94
240	48.57
270	45.01
300	42.05
330	39.53
360	37.37
390	35.49
420	33.83
450	32.36
480	31.04
510	29.84
540	28.76
570	27.77
600	26.87
630	26.04
660	25.26
690	24.55
720	23.88
750	23.26
780	22.68
810	22.13
840	21.62
870	21.14
900	20.68
930	20.24
960	19.83
990	19.44
1020	19.07
1050	18.72
1080	18.38
1110	18.06
1140	17.75
1170	17.45
1200	17.17
1230	16.90
1260	16.64
1290	16.39
1320	16.15
1350	15.91
1380	15.69
1410	15.47
1440	15.26

$LN I = A * LN T + B$
 I: RAINFALL INTENSITY
 (MM/HOUR)
 T: RAINFALL DURATION
 (MIN.)

N-YEAR PROBABILITY=200.
 RANGE OF TIME
 T1= 5 T2=1440.
 A=-0.6408
 B=7.4903

$LN I = -0.6408 * LN T + 7.4903$

T	I
65	117.97
90	100.17
120	83.30
150	72.20
180	64.24
210	58.20
240	53.43
270	49.54
300	46.31
330	43.56
360	41.20
390	39.14
420	37.33
450	35.71
480	34.27
510	32.96
540	31.77
570	30.69
600	29.70
630	28.79
660	27.94
690	27.16
720	26.43
750	25.74
780	25.10
810	24.50
840	23.94
870	23.41
900	22.90
930	22.43
960	21.98
990	21.55
1020	21.14
1050	20.75
1080	20.38
1110	20.02
1140	19.68
1170	19.36
1200	19.05
1230	18.75
1260	18.46
1290	18.19
1320	17.92
1350	17.66
1380	17.42
1410	17.18
1440	16.95

Table M-10 Probability of Exceedance 1-day Max. Rainfall by Gamble Method

Unit : mm

	Hacienda Luisita	Dagupan City	Sta. Cruz Proc	Camiling	Clark Air Base
Data No. n =	20	37	11	10	26
Return Period					
2	133.3	174.9	164.3	136.8	142.7
4	182.6	247.0	212.5	207.8	199.5
5	196.8	267.9	226.4	228.3	215.9
10	238.8	329.4	267.5	288.9	264.5
25	291.9	407.2	319.4	365.5	325.8
50	331.3	464.9	357.9	422.3	371.2
100	370.3	522.2	396.1	478.7	416.4
200	409.3	579.2	434.2	534.9	461.3
1000	499.5	711.4	522.2	665.0	565.5

Table M-11 Monthly & Annual Rainfall Observed at the Hacienda Luisita in mm.

1968	1969	1970	1971	1972
D(1)= 12.7	D(1)= 0.0	D(1)= 6.1	D(1)= 2.3	D(1)= 21.1
D(2)= 1.5	D(2)= 1.0	D(2)= 0.0	D(2)= 0.3	D(2)= 0.3
D(3)= 9.9	D(3)= 0.5	D(3)= 5.9	D(3)= 19.5	D(3)= 47.2
D(4)= 33.3	D(4)= 2.3	D(4)= 105.7	D(4)= 28.3	D(4)= 229.2
D(5)= 243.2	D(5)= 209.3	D(5)= 65.6	D(5)= 250.5	D(5)= 162.6
D(6)= 223.9	D(6)= 100.0	D(6)= 319.6	D(6)= 267.3	D(6)= 290.9
D(7)= 255.4	D(7)= 319.0	D(7)= 217.8	D(7)= 243.1	D(7)= 1589.2
D(8)= 637.9	D(8)= 305.0	D(8)= 582.8	D(8)= 81.4	D(8)= 723.4
D(9)= 283.2	D(9)= 251.0	D(9)= 401.4	D(9)= 365.0	D(9)= 313.6
D(10)= 45.1	D(10)= 199.0	D(10)= 154.8	D(10)= 335.3	D(10)= 15.5
D(11)= 32.5	D(11)= 51.4	D(11)= 38.0	D(11)= 100.2	D(11)= 44.7
D(12)= 0.0	D(12)= 19.0	D(12)= 28.9	D(12)= 106.5	D(12)= 18.3
SUM X=1778.6	SUM X=1457.5	SUM X=1926.6	SUM X=1879.7	SUM X=3456.
1973	1974	1975	1976	1977
D(1)= 0.8	D(1)= 10.5	D(1)= 21.8	D(1)= 22.9	D(1)= 23.4
D(2)= 1.0	D(2)= 7.2	D(2)= 1.3	D(2)= 9.6	D(2)= 0.0
D(3)= 1.8	D(3)= 3.8	D(3)= 11.8	D(3)= 1.0	D(3)= 15.0
D(4)= 59.0	D(4)= 196.3	D(4)= 11.4	D(4)= 55.4	D(4)= 10.9
D(5)= 130.0	D(5)= 87.9	D(5)= 244.0	D(5)= 784.6	D(5)= 151.5
D(6)= 131.1	D(6)= 115.7	D(6)= 138.7	D(6)= 720.1	D(6)= 215.0
D(7)= 142.9	D(7)= 276.2	D(7)= 219.2	D(7)= 146.6	D(7)= 425.8
D(8)= 260.8	D(8)= 716.9	D(8)= 259.8	D(8)= 274.4	D(8)= 297.2
D(9)= 81.6	D(9)= 259.0	D(9)= 268.0	D(9)= 493.1	D(9)= 328.1
D(10)= 397.9	D(10)= 323.2	D(10)= 254.4	D(10)= 13.3	D(10)= 2.2
D(11)= 85.2	D(11)= 198.4	D(11)= 10.7	D(11)= 1.3	D(11)= 240.4
D(12)= 0.3	D(12)= 46.8	D(12)= 71.8	D(12)= 4.4	D(12)= 0.0
SUM X=1292.4	SUM X=2241.9	SUM X=1512.9	SUM X=2526.7	SUM X=1709.5
1978	1979	1980	1981	1982
D(1)= 3.0	D(1)= 14.0	D(1)= 0.0	D(1)= 1.6	D(1)= 0.0
D(2)= 1.8	D(2)= 0.3	D(2)= 0.0	D(2)= 0.0	D(2)= 0.0
D(3)= 0.0	D(3)= 0.0	D(3)= 16.0	D(3)= 15.5	D(3)= 62.8
D(4)= 20.8	D(4)= 94.8	D(4)= 2.3	D(4)= 1.3	D(4)= 49.5
D(5)= 121.1	D(5)= 150.8	D(5)= 132.6	D(5)= 130.1	D(5)= 58.9
D(6)= 170.9	D(6)= 101.4	D(6)= 25.9	D(6)= 366.2	D(6)= 224.2
D(7)= 347.3	D(7)= 269.0	D(7)= 464.2	D(7)= 413.7	D(7)= 413.5
D(8)= 616.8	D(8)= 498.9	D(8)= 250.2	D(8)= 340.4	D(8)= 244.7
D(9)= 308.7	D(9)= 234.5	D(9)= 425.8	D(9)= 100.9	D(9)= 366.5
D(10)= 379.6	D(10)= 40.8	D(10)= 178.8	D(10)= 136.1	D(10)= 97.9
D(11)= 31.6	D(11)= 77.5	D(11)= 239.7	D(11)= 62.4	D(11)= 36.6
D(12)= 40.7	D(12)= 27.4	D(12)= 13.5	D(12)= 17.2	D(12)= 4.9
SUM X=2042.3	SUM X=1508.4	SUM X=1748.8	SUM X=1665.4	SUM X=1559.5
1983	1984	1985	1986	1987
D(1)= 54.6	D(1)= 29.4	D(1)= 0.0	D(1)= 22.1	D(1)= 6.6
D(2)= 1.1	D(2)= 20.3	D(2)= 3.6	D(2)= 25.8	D(2)= 0.0
D(3)= 1.8	D(3)= 35.0	D(3)= 4.4	D(3)= 27.7	D(3)= 0.0
D(4)= 7.9	D(4)= 94.7	D(4)= 96.9	D(4)= 2.0	D(4)= 25.2
D(5)= 95.4	D(5)= 256.3	D(5)= 71.3	D(5)= 136.5	D(5)= 163.6
D(6)= 78.2	D(6)= 344.5	D(6)= 625.8	D(6)= 200.7	D(6)= 223.7
D(7)= 265.7	D(7)= 239.6	D(7)= 244.0	D(7)= 499.4	D(7)= 182.1
D(8)= 432.5	D(8)= 504.2	D(8)= 308.7	D(8)= 369.5	D(8)= 417.2
D(9)= 137.7	D(9)= 244.6	D(9)= 275.0	D(9)= 300.9	D(9)= 228.9
D(10)= 248.7	D(10)= 433.8	D(10)= 186.9	D(10)= 253.6	D(10)= 106.4
D(11)= 24.1	D(11)= 5.6	D(11)= 43.5	D(11)= 138.2	D(11)= 38.6
D(12)= 0.0	D(12)= 0.3	D(12)= 21.2	D(12)= 25.6	D(12)= 25.4
SUM X=1347.7	SUM X=2208.3	SUM X=1881.3	SUM X=2002.	SUM X=1417.7

Note: D(1): January, D(2): February, D(3): March, D(4): April, D(5): May, ... D(12): December.
Sum X : Annual Rainfall.

Table M-12 Monthly rainfall Hacienda Luisita

Monthly n=21	Rainfall in the Period					
	Mean mm	S.D. mm	SKEW	11th order T=2 50% mm	7th order T=3.1 68% mm	5th order T=5.5 82% mm
Jan.	12.5	13.6	1.41	9.4	2.3	0.8
Feb.	4.4	7.6	1.76	1.0	0.3	0
Mar.	13.3	17.1	1.55	5.9	1.8	0.5
Apr.	56.4	62.6	1.46	33.3	11.4	7.9
May	185.1	151.4	3.01	150.8	130.0	95.4
Jun	242.3	169.3	1.48	215.0	138.7	115.7
Jul.	358.8	299.3	3.40	268.0	243.1	219.2
Aug.	402.5	173.8	0.41	340.4	297.2	260.8
Sep.	295.1	100.5	-0.01	283.2	251.0	234.5
Oct.	189.3	132.2	0.26	178.8	106.4	45.1
Nov.	82.1	80.8	1.27	44.7	36.6	31.6
Dec.	22.5	26.7	1.72	18.3	4.4	0.3
Annual n=20	1,858.2	496.0	1.68	1,778.6	1,559.5	1,508.4

Note : T means the return period, Percentage means the dependability

Table M-13 10-day (decade) Rainfall and Effective Rainfall for Paddy Cultivation at the Hacienda Luisita (27° N, 120° 38'E) (1)

unit: mm

	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	n	Mean
Jan 1	0	0	0	5.6	0.3	1.3	0.8	0	0	22.9	22.6	0	0.8	0	1.6	0	44.2	29.4	0	0	6.6	5.6	21	6.7
2	0	0	0	0.5	0	0	0	3.3	0	0	0	3.0	0	0	0	9.9	0	0	0	0	0.8	21	0.8	
3	12.7	0	0	2	19.8	0	10.5	18.5	0	0.8	0	13.2	0	0	0	0	0.5	0	0	22.1	0	3.0	21	4.9
T	12.7	0	6.1	2.3	21.1	0.8	10.5	21.8	22.9	23.4	3.0	14.0	0	1.6	0	54.6	29.4	0	22.1	6.6	9.4	21	12.5	
Feb. 1	1.5	1.0	0	0.3	0	1.0	3.6	0	1.5	0	0.3	0	0	0	0	0	20.3	3.6	23.3	0	0	0	21	2.7
2	0	0	0	0	0.3	0	0	1.3	0	0	0	0.3	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	17.5	21	1.0
3	0	0	0	0	0	0	3.6	0	8.1	0	1.5	0	0	0	0	0.3	0	0	2.5	0	0	0	21	0.8
T	1.5	1.0	0	0.3	0.3	1.0	7.2	1.3	9.6	0	1.8	0.3	0	0	0	1.1	20.3	3.6	25.8	0	17.5	21	4.4	
Mar. 1	9.9	0	0	0	0.3	0	3.8	0	0	11.7	0	0	0	0	0	0	0.5	5.1	0	0	0	0	21	1.5
2	0	0.5	0	5.3	20.3	0	0	0	1.0	0	0	0	0	0	15.5	0	1.3	29.9	0	0	0	0	21	3.5
3	0	0	5.9	14.2	26.6	1.8	0	11.8	0	3.3	0	0	0	16.0	0	62.8	0	0	4.4	27.7	0	0	21	8.3
T	9.9	0.5	5.9	19.5	47.2	1.8	3.8	11.8	1.0	15.0	0	0	0	16.0	15.5	62.8	1.8	35.0	4.4	27.7	0	0	21	13.3
Apr. 1	0	2.0	5.1	0	33.8	0	0	8.2	55.4	0	0	0.3	0	0	32.3	3.3	15.7	17.3	2.0	4.6	53.7	21	11.1	
2	0	0.3	0	1.3	5.6	8.9	27.5	0	0	0	5.3	94.5	1.3	1.3	5.0	0	17.1	23.7	0	20.6	3.6	21	10.3	
3	33.3	0	100.6	27.0	189.8	50.1	168.8	3.3	0	10.9	15.5	0	1.0	0	12.2	4.6	62.1	55.9	0	0	0.3	21	35.0	
T	33.3	2.3	105.7	28.3	229.2	59.0	196.3	11.4	55.4	10.9	20.8	94.8	2.3	1.3	49.5	7.9	94.7	96.9	2.0	25.2	57.6	21	56.4	

Table M- 13 10-day (decade) Rainfall and Effective Rainfall for Paddy Cultivation at the Hacienda Luisita (27° N, 120° 38'E) (2)

unit : mm

	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	n	Mean
May	1	59.8	45.2	4.8	97.8	15.6	57.0	46.3	21.6	31.3	0	0	0	0.8	0	7.4	0	95.1	18.3	55.4	63.8	61.2	21	32.4
		41.2	36.1	0	77.6	8.2	42.7	36.0	14.6	23.8	0	0	0	0	0	0	3.7	0	72.3	9.4	40.9	51.0	46.6	21
2	58.6	106.4	59.5	90.4	110.1	45.0	1.3	23.4	78.9	39.5	1.8	101.8	29.3	75.7	7.6	50.7	82.7	0.3	18.3	60.6	30.6	21	51.1	
	43.4	80.2	45.5	67.0	87.0	35.0	0	15.4	62.5	27.6	0	81.4	22.6	56.2	6.1	36.6	55.8	0	10.2	45.0	23.2	21	38.1	
3	124.8	57.6	1.3	62.3	36.9	28.0	40.3	199.0	674.2	112.0	119.3	49.0	102.5	54.4	43.9	44.7	78.5	52.7	62.8	39.2	150.0	20	73.0	
	94.1	45.3	0	49.2	23.2	17.3	22.3	153.0	240.0	84.6	93.8	35.0	80.0	40.2	34.7	33.1	62.2	42.1	41.2	13.8	112.8	21	62.8	
T	243.2	209.3	65.6	250.5	162.6	130.0	87.9	244.0	784.6	151.5	121.1	150.8	132.6	130.1	58.9	95.4	256.3	71.3	136.5	163.6	241.8	21	185.1	
Jun.	1	142.5	24.5	146.1	50.6	153.9	71.5	19.8	25.8	30.0	36.3	48.3	46.2	0.8	124.0	41.2	51.1	70.1	33.5	71.1	16.9	114.4	21	62.8
		111.4	14.0	113.9	32.3	115.6	55.5	4.9	16.9	23.4	29.0	35.4	35.9	0	97.5	32.2	40.2	53.7	20.3	53.4	9.5	84.1	21	46.6
2	37.8	62.3	138.9	117.9	27.7	52.7	44.7	38.1	140.3	109.3	51.5	4.9	7.1	178.5	109.8	5.6	118.7	65.2	104.2	123.7	16.3	21	74.1	
	24.1	44.5	106.5	91.0	21.7	30.6	23.4	21.2	106.6	84.6	35.6	0	5.3	133.6	77.4	0	87.2	46.7	78.7	95.7	6.1	21	53.4	
3	43.6	13.2	34.6	98.8	109.3	6.9	51.2	74.8	549.7	69.4	71.1	50.3	18.0	63.7	73.2	21.5	155.7	527.1	25.4	83.1	73.2	19	59.8	
	30.4	6.1	24.0	65.8	82.1	4.1	33.8	55.9	240.0	51.4	52.1	36.6	5.3	51.0	50.8	14.8	121.5	240.0	16.2	56.2	55.3	21	61.6	
T	223.9	100.0	319.6	267.3	290.9	131.1	115.7	138.7	720.1	215.0	170.9	101.4	25.9	366.2	224.2	78.2	344.5	625.8	200.7	223.7	203.9	21	242.3	
Jul.	1	65.2	29.6	53.6	92.0	466.5	19.6	26.7	24.9	28.7	125.5	125.9	65.3	124.8	156.1	146.2	30.9	103.8	152.3	310.2	61.1	102.4	20	92.2
		46.5	9.8	40.9	59.0	240.0	8.2	20.3	12.8	19.3	90.9	97.8	44.4	94.7	115.3	114.9	22.7	78.2	119.4	162.4	46.1	78.9	21	72.5
2	Σ15	48.0	104.5	61.8	105.6	569.1	66.8	129.6	19.1	18.6	97.8	126.7	77.2	126.8	149.1	148.6	180.2	17.6	65.3	81.0	55.3	93.8	20	88.7
	31.9	82.6	44.0	82.2	240.0	48.8	96.7	8.2	10.8	72.2	95.7	52.8	100.8	111.4	112.2	143.1	13.0	50.6	57.7	39.2	71.4	21	74.5	
3	5	142.2	184.9	102.4	45.5	613.6	56.5	119.9	175.4	99.3	202.5	94.7	125.5	212.6	108.5	118.7	54.6	118.2	26.4	108.2	65.7	166.8	20	116.4
	109.7	143.7	68.6	34.3	240.0	33.9	78.4	129.9	70.9	162.0	67.4	95.1	167.0	100.8	88.0	41.8	90.6	18.1	83.9	43.4	123.7	21	94.8	
T	255.4	319.0	217.8	243.1	1,589.2	142.9	276.2	219.2	146.6	425.8	347.3	268.0	464.2	413.7	413.5	265.7	239.6	244.0	499.4	182.1	363.0	21	358.8	

Table M- 13 10-day (decade) Rainfall and Effective Rainfall for Paddy Cultivation at the Hacienda Luisita (27° N, 120° 38'E) (3)

unit : mm

	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	n	Mean
Aug 1	73.0	159.8	235.7	124.7	64.5	326.8	38.7	113.6	108.2	164.8	108.0	127.2	185.2	15.5	93.1	121.8	79.4	128.0	88.9	51.8	38.9	21	116.6	
	58.4	123.3	187.5	95.5	47.4	240.0	29.0	89.8	79.0	111.6	85.1	96.3	138.1	5.7	72.6	90.8	58.8	93.3	64.8	35.0	29.4	21	87.2	
2	179.3	71.6	42.2	172.2	14.0	242.3	80.4	538.7	80.3	32.4	97.6	201.8	280.9	139.2	197.1	40.2	306.8	125.3	176.2	55.1	323.4	20	142.9	
	139.4	53.2	27.3	127.4	6.1	185.5	61.5	240.0	58.6	13.4	76.8	156.4	146.5	106.2	154.8	25.7	240.0	96.6	133.9	34.0	132.9	21	105.5	
3	77.9	406.5	27.1	285.9	2.9	154.3	141.7	64.6	72.2	77.2	91.6	287.8	32.8	95.5	50.2	82.7	46.3	250.9	43.6	262.6	54.9	20	110.2	
	56.9	237.9	17.8	83.5	0	115.1	110.1	47.4	55.4	56.9	68.3	214.4	25.8	67.6	36.8	58.1	33.5	182.4	28.1	208.6	37.8	21	83.0	
T	330.2	637.9	305.0	582.8	81.4	723.4	260.8	716.9	259.8	274.4	297.2	616.8	498.9	250.2	340.4	244.7	432.5	504.2	308.7	369.5	417.2	21	402.5	
Sep 1	165.4	56.1	103.6	167.7	95.6	168.8	17.7	119.4	70.9	164.9	131.8	88.9	39.6	126.0	44.0	163.3	34.8	132.5	169.7	171.3	83.1	21	110.2	
	111.9	39.0	75.4	127.0	71.9	128.0	10.0	92.5	50.0	130.6	102.4	68.0	26.0	95.0	32.6	124.2	24.8	101.8	129.8	133.4	54.9	21	82.3	
2	90.3	108.4	84.4	140.7	146.8	47.8	35.9	55.7	92.2	233.4	102.3	100.1	182.8	201.8	18.0	53.6	10.4	74.8	21.9	84.1	121.6	21	95.6	
	66.4	79.8	64.4	85.1	89.8	29.9	20.2	41.4	72.6	181.8	93.9	77.6	141.4	158.8	10.8	39.0	7.9	57.0	9.1	67.3	118.8	21	72.0	
3	194.8	118.7	63.0	93.0	122.6	97.0	28.0	83.9	104.9	94.8	94.0	119.7	12.1	98.0	118.9	149.6	92.5	37.3	83.4	45.5	24.2	21	89.3	
	155.8	85.8	41.4	69.1	94.6	68.2	19.5	64.5	81.3	75.2	73.5	89.8	7.3	73.4	88.2	116.2	66.8	27.6	60.7	31.7	17.7	21	67.1	
T	450.5	283.2	251.0	401.4	365.0	313.6	81.6	259.0	268.0	493.1	328.1	308.7	234.5	425.8	180.9	366.5	137.7	244.6	275.0	300.9	228.9	21	295.1	
Oct. 1	76.2	6.1	77.4	18.5	215.3	15.5	131.5	54.9	6.9	6.9	0.3	171.1	31.9	20.8	34.5	19.0	167.2	78.5	2.0	160.9	59.2	21	64.5	
	60.3	4.2	56.6	9.8	170.4	10.2	103.4	41.5	0	0	0	131.6	25.5	12.8	26.8	9.0	130.6	55.4	0	117.8	46.6	21	48.2	
2	66.0	39.0	121.1	89.4	112.3	0	266.4	156.2	148.1	0.3	0.3	45.9	6.9	42.4	6.1	76.6	35.3	20.2	157.4	88.4	39.4	21	72.3	
	47.9	27.9	96.2	65.0	89.8	0	110.9	123.5	109.5	0	0	33.5	5.5	32.0	0	52.2	23.5	13.2	89.6	67.3	31.3	21	48.5	
3	29.4	0	0.5	46.9	7.7	0	0	112.1	99.4	6.1	1.6	162.6	2.0	115.5	95.5	2.3	46.2	335.1	27.5	4.3	7.8	21	52.5	
	21.9	0	0	31.0	0	0	0	88.2	71.8	0	0	128.2	0	79.3	64.0	0	29.3	227.2	16.5	0	0	21	36.1	
T	171.6	45.1	199.0	154.8	335.3	15.5	397.9	323.2	254.4	13.3	2.2	379.6	40.8	178.8	136.1	97.9	248.7	433.8	186.9	253.6	106.4	21	189.2	

Table M-13 10-day (decade) Rainfall and Effective Rainfall for Paddy Cultivation at the Hacienda Luisita (27° N, 120° 38'E) (4)

unit : mm

	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	n	Mean
Nov. 1	93.9	0	0	11.5	15.0	44.7	2.5	95.5	9.9	0	0	4.1	35.0	214.3	1.3	23.9	24.1	3.8	1.0	69.6	0	0	21	31.0
2	0	0	19.1	16.8	36.3	0	6.1	34.0	0	1.3	290.4	19.1	39.2	25.4	18.2	12.7	0	0	15.8	68.6	20.3	0	21	27.3
3	0	32.5	32.3	9.7	128.9	0	76.6	68.9	0.8	0	0	8.4	3.3	0	42.9	0	0	1.8	26.7	0	18.3	0	21	21.5
T	93.9	32.5	51.4	38.0	180.2	44.7	85.2	198.4	10.7	1.3	240.4	31.6	77.5	239.7	62.4	36.6	24.1	5.6	43.5	138.2	38.6	0	21	81.1
Dec. 1	0	0	9.1	5.1	20.8	14.0	0.3	12.0	6.6	3.1	0	1.8	0	1.8	0	0.5	0	0	20.4	2.5	0.3	0	21	4.7
2	1.3	0	9.9	23.8	1.8	4.3	0	33.5	37.9	0	0	12.2	0	11.5	0	1.3	0	0	0	0	0	0	21	6.5
3	0	0	0	0	83.9	0	0	1.3	27.3	1.3	0	26.7	27.4	0	17.2	3.1	0	0.3	0.8	23.1	25.1	0	21	11.3
T	1.3	0	19.0	28.9	106.5	18.3	0.3	46.8	71.8	4.4	0	40.7	27.4	13.3	17.2	4.9	0	0.3	21.2	25.6	25.4	0	21	22.5
Annual T	1,778.6	1,926.6	3,456.0	2,241.9	2,241.9	2,526.7	2,042.3	1,748.8	1,559.5	2,208.3	2,002.0	1,457.5	1,879.7	1,292.4	1,512.9	1,709.5	1,508.4	1,665.4	1,347.7	1,881.3	1,417.7	0	21	1,858.2

Note 1. For May thru October, the upper line value is of 10-day rainfall and the lower line is of the effective rainfall.
 2. For the other month, the line value is of 10-day rainfall.

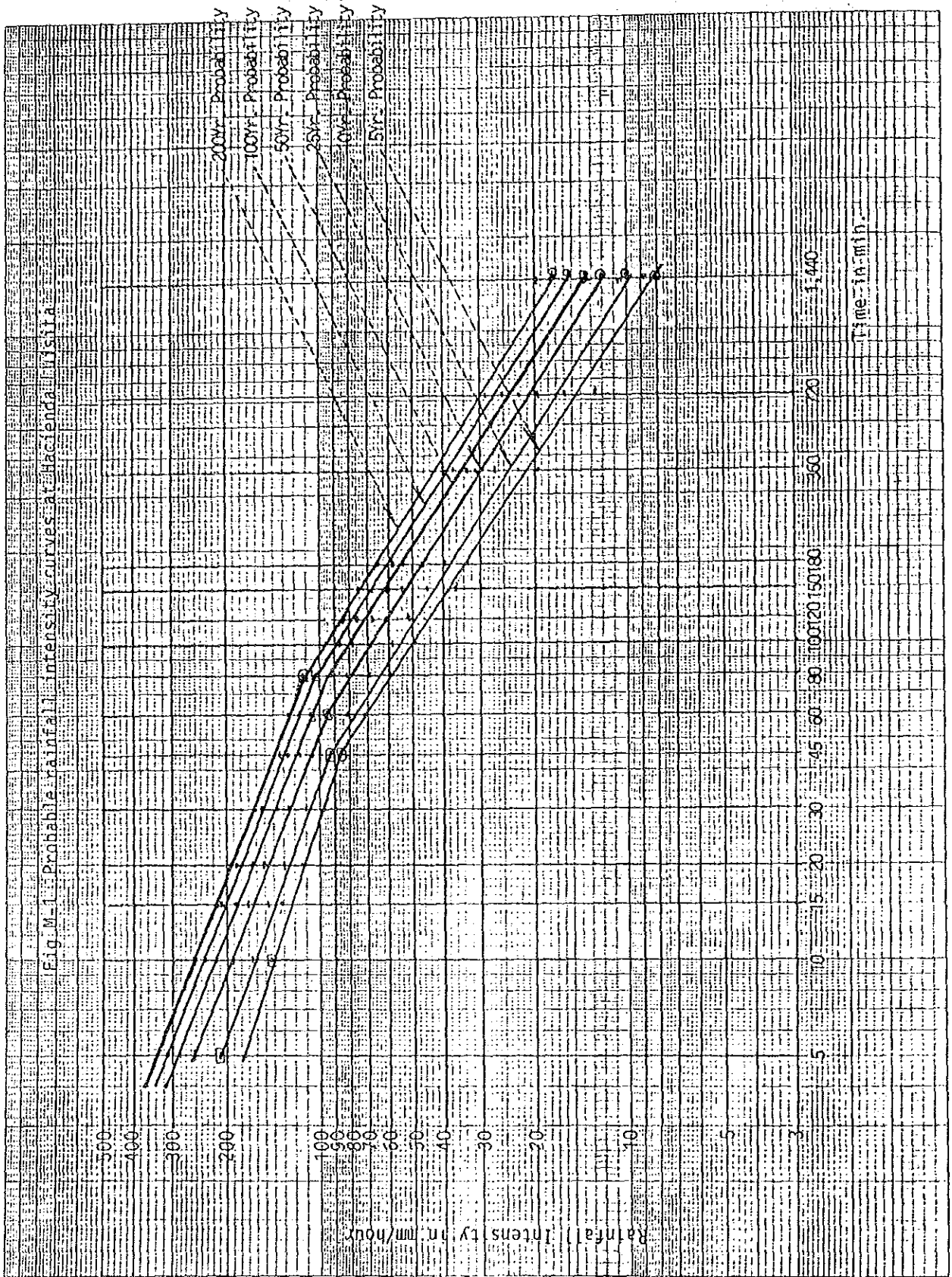
Table M-14 Analysis on 10-day (Decade) rainfall, effective rainfall and designed effective rainfall on paddy field (Hacienda Luisita)

Items	n=20 Vegetation	Rainfall in the Period					Effective Rainfall in the Period for Paddy									
		Mean	S.D.	SKEW	11th order T=2 50%	7th order T=3.1 68%	5th order T=5.5 82%	Mean	S.D.	SKEW	11th order T=2 50%	7th order T=3.1 68%	5th order T=5.5 82%	Designed Effective Rainfall mm	Land Preparation	Crop
		mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm			
Apr.	1	11.1	17.6	1.56	2.0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	10.3	21.1	3.15	1.3	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	35.0	55.1	1.79	10.9	0.3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
May	1	32.4	31.2	0.58	4.8	21.6	0	24.0	25.2	0.64	14.6	0	0	22	0	
	2	51.1	35.7	0.11	50.7	29.3	18.3	38.1	27.1	0.19	36.6	22.8	10.2	30	23	
	3	73.0	47.7	1.03	57.6	44.7	40.3	62.8	55.1	1.73	42.1	34.7	23.2	45	35	
Jun.	1	62.8	46.2	0.80	48.3	33.5	25.8	46.6	36.8	0.76	35.4	23.4	16.9	34	24	
	2	74.1	51.7	0.26	62.3	38.1	27.7	53.4	41.0	0.28	44.5	23.4	21.2	39	24	
	3	59.8	37.2	0.69	69.4	43.6	25.4	61.6	65.5	1.91	51.0	30.4	16.2	44	31	
Jul.	1	92.2	69.4	1.46	92.0	53.6	29.6	72.5	56.7	1.17	59.0	40.9	20.3	54	41	
	2	88.7	46.1	0.11	93.8	65.3	55.3	74.5	52.4	1.39	71.4	48.8	39.2	66	49	
	3	116.4	52.5	0.19	118.2	99.3	65.7	94.8	53.2	0.89	88.0	68.6	43.4	100	69	
Aug.	1	116.5	71.3	1.24	108.2	79.4	64.5	87.2	53.9	1.14	85.1	58.8	47.4	80	59	
	2	142.9	94.7	0.44	139.2	80.3	55.1	105.5	69.4	0.35	106.2	58.6	34.0	81	59	
	3	110.2	88.0	1.00	77.9	54.9	46.3	83.0	69.7	1.09	56.9	37.8	33.5	55	38	
Sep.	1	110.2	51.8	-0.28	119.4	83.1	56.1	82.3	40.7	-0.26	92.5	54.9	39.0	84	55	
	2	95.6	60.0	0.64	90.3	55.7	47.8	72.0	48.1	0.63	67.3	41.4	29.9	56	42	
	3	89.3	43.8	0.18	94.0	83.4	45.5	67.1	35.0	0.36	69.1	60.7	31.7	84	61	
Oct.	1	64.5	66.2	0.93	34.5	18.5	6.9	48.2	52.3	0.94	26.8	9.8	4.2	19	10	
	2	72.3	68.7	1.10	45.9	35.3	6.9	48.5	41.2	0.38	33.5	23.5	5.5	36	24	
	3	52.5	79.2	2.16	7.8	2.3	1.6	36.1	57.7	1.96	0	0	0	0	0	
Nov.	1	31.0	51.7	2.33	9.9	1.3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2	27.3	51.8	3.45	16.8	1.3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3	21.5	33.7	1.86	3.3	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	

Note : T means the return period, Percentage means the dependability

Table M-15 Evaporation Analysis on Pan Evaporation observed at the Hacienda Luisita Station (1967-1983) in mm

(1) Observed Data													
Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
1967	154.0	196.0	247.0	232.5	250.0	121.5	147.5	107.5	127.5	147.5	132.0	174.0	2,037.0
1968	159.4	171.5	240.9	241.2	157.1	131.0	114.2	85.1	99.8	156.2	159.5	152.7	1,868.6
1969	159.7	176.8	233.6	246.0	197.3	150.8	116.0	123.9	94.0	120.9	128.0	152.5	1,899.5
1970	151.6	167.8	218.5	208.0	204.7	120.0	111.0	76.9	111.4	111.6	115.7	121.4	1,718.6
1971	155.6	174.5	216.7	224.7	159.7	134.2	115.7	140.7	106.5	145.5	119.2	117.6	1,810.6
1972	128.8	151.0	194.7	195.6	169.3	141.5	69.9	79.8	128.9	145.2	141.6	135.7	1,682.0
1973	160.9	161.8	222.6	247.4	187.1	142.6	130.8	95.2	121.1	127.6	129.5	141.6	1,868.2
1974	156.6	168.0	209.0	220.3	166.6	128.5	155.2	87.2	115.5	96.3	116.6	118.2	1,738.0
1975	138.0	158.3	216.1	236.3	182.1	128.8	119.7	95.2	109.9	98.8	141.7	128.8	1,753.7
1976	162.1	174.9	227.0	214.8	119.0	106.0	127.2	92.7	64.8	118.0	152.7	135.8	1,695.0
1977	126.4	167.4	193.9	208.1	167.6	121.7	84.5	95.5	66.5	149.6	124.1	169.7	1,675.0
1978	162.4	159.2	205.2	212.0	178.3	100.1	83.6	55.3	72.0	78.9	122.8	156.2	1,586.0
1979	137.3	141.0	189.9	193.4	139.5	120.8	94.1	101.3	111.3	104.4	116.0	127.7	1,576.7
1980	132.5	154.5	184.2	210.4	170.7	161.0	108.3	87.7	118.7	101.5	110.9	113.7	1,654.1
1981	140.3	165.9	213.8	243.4	178.2	86.6	105.8	76.2	118.7	112.3	109.9	129.8	1,680.9
1982	150.8	154.6	198.3	196.6	169.2	110.9	78.2	73.2	76.2	113.8	131.2	117.3	1,543.3
1983	122.0	133.0	184.6	220.5	191.2	168.0	129.0	88.3	111.2	87.2	119.3	161.9	1,716.2
(2) Statistic Parameter													
Mean	147.0	163.3	211.5	219.1	175.7	127.9	111.2	91.9	103.2	118.5	127.7	138.5	1,735.5
S.D.	13.8	14.6	19.1	21.2	28.1	21.1	22.9	19.7	21.0	23.4	14.2	19.4	128.0
SKFW.	-0.462	-0.022	0.211	-0.524	0.581	0.069	-0.004	0.735	-0.726	0.129	0.802	0.420	0.637
Daily Mean	4.7	5.8	6.8	7.3	5.7	4.3	3.6	2.9	3.4	3.8	4.3	4.5	4.8
mm/day													
(3) Probability of Exceedance (Weibull)													
50%	151.6	165.9	213.8	220.3	170.7	128.5	114.2	88.3	111.2	113.8	124.1	135.7	1,716.2
33%	156.6	168.0	218.5	232.5	182.1	134.2	119.7	95.2	115.5	127.6	131.2	152.5	1,753.7
17%	160.9	174.9	233.6	243.4	197.3	150.8	130.8	107.5	121.1	147.5	141.7	161.9	1,868.6
(4) Designed Pan Evaporation													
Monthly mm	155	168	217	231	183	135	121	93	117	127	132	152	1,831
Daily mm/day	5.0	6.0	7.0	7.7	5.9	4.5	4.0	3.0	3.9	4.1	4.4	4.9	5.0



技術資料（2）

流 出 解 析

LIST OF FIGURES

- Fig. H-1 水文観測所位置図：
Location Map of Hydro-met Station
- Fig. H-2 実測・計算流量検証図：
Forecast Hydrographs
- Fig. H-3 アグノ川流域年平均流出高分布図
Map of Mean Annual Runoff (mm), Agno River Basin

LIST OF TABLES

- Table H-1 実測流量と計算流量の比較表：
Comparison of Measured and Computed Runoff
- Table H-2 年平均水源量：
Annual Computed Yield at Each Damsite

地域の計画水源は、ブルサ川の支流であるマンガログ、ブレラティン、パンガサン及びバルンゲスの4河川となっている。これらの河川での流量観測は行なわれていないので流出解析によって流出量を推定した結果は以下のとおりである。

(1) 基礎資料

各貯水池の流域面積及びその植生は以下の通りである。

貯水池名	流域面積 (km ²)	植 生
1. マングログ	8.1	水田約50%, 林地約50%
2. ブレラティン	2.0	水田約20%, 林地約80%
3. パンガサン	12.9	ほとんど林地
4. バルンゲス	27.9	ほとんど林地

流出解析に用いた基礎資料は、降雨量・河川流出量及び蒸発量であり、これらの諸元は以下の通りである。

基礎資料	観測所名	種類	収集期間
1. 降雨量	ハシエンダ・ルイシタ	日雨量表	1968~1988年
2. 河川流出量	ブルサ川ヴィラ・アグリパイ (流域面積 405 km ²)	日流量表	1975~1984年
3. 蒸発量	ハシエンダ・ルイシタ	月蒸発量表	1958~1983年

観測所の位置を図H-1に示す。

(2) 解析法の選定

解析手法としては、i. タンクモデル法、ii. 統計的手法の2手法が考えられる。タンクモデル法は、降雨量入力に対する流出量出力の非線形性をタンクからの流出にて類似させるもので、解析的手法に分類される。一方、統計的手法は、降雨量と流出量の関係を単回帰または重回帰にて表現するものであり、一般的には計算の簡便化をはかり、単回帰法が用いられている。

統計的な手法による降雨量と流出量の関係を、高い信頼性をもって解析期間に適用することは可能であるが、解析期間以外へこの関係を適用するためには、以下の点に留意する必要がある。

- i. 必要な信頼性を得るには、それに応じた多くの数のデータを使う必要があること。

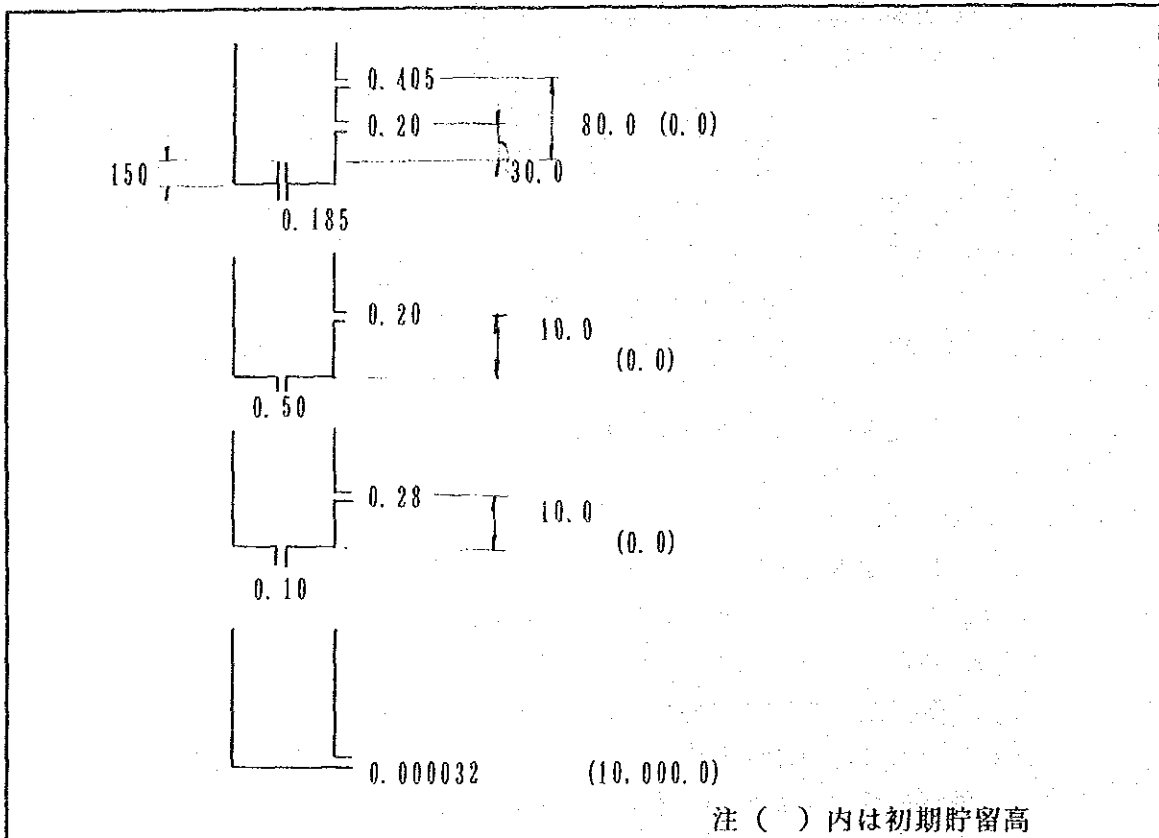
- ii. 使用したデータが平水年であるか渇水年であるか豊水年であるかを認識する必要のあること。

一方、タンクモデル法でも、上記の点に留意する必要のあるものの、当手法では平水年、渇水年、豊水年にかかわらず、各年の流出特性を1つのモデルで表現することが可能である点において、統計的手法より優れている。したがって、本解析ではタンクモデル法を採用した。

(3) 解析結果

前述基礎資料を用いてタンクモデルの係数を同定した結果は以下の通りである。

(ブルサ川ヴィラ・アグリパイ観測所タンクモデル)



実測流量と計算流量の検証図は図H-2に示す通りであり、低水部も高水部も比較的良好に合っていることが分かる。また、計算流量と実測流量の相関係数は以下の通りであり、高い相関関係を示している。実測流量と計算流量の比較を表H-1に示す。

年	相 関 係 数 (%)	
	日単位	半旬単位
1975	73	84
1976	84	96
1977	64	49
1978	77	87
1979	82	86
1980	67	73
1981	57	71
1982	43	61
1983	71	82
1984	41	58

(4) 計画水源量

ダムの計画されているマンガログ、ブレラティン、パンガサン及びバルンゲスの4河川の河川流出量は以下のように推定した。

i. パンガサン、バルンゲス川

これらの河川の流域の植生は、ブルサ川の流域のそれとほぼ同じであるので、タンクモデルによる計算流量に流域面積比を乗じて推定した。

ii. マンギログ川

マンガログ川の流域の植生は約半分が水田であり、ブルサ川のそれとは大きく異なっており、また、乾期に行われた現地調査でも基底流出はほとんど認められなかった。したがって、タンクモデルによる計算流量に流域面積比を乗じたのち、基底流量を一律差し引いて水源量を推定した。

iii. ブレラティン川

当河川はマンガログ川と同様にブルサ川の左岸に位置しているが、現地調査により上流部で数ヶ所の湧水地点を確認したので、基底流量を考慮することにした。したがって、タンクモデルによる計算流量に流域面積比を乗じて推定した。

以上の検討に基づき、各河川のダムサイトにおける年平均流水量を算出した結果を下表に示す。

表H-2 年 平 均 水 源 量

貯水池名	流域面積 (km ²)	年平均流出量 (百万m ³)
1. マンギログ	8.1	14.0 (1,728mm)
2. プレラティン	2.0	3.6 (1,800mm)
3. パンガサン	12.9	23.3 (1,806mm)
4. バルンゲス	27.9	50.4 (1,806mm)
合 計	50.9	91.3

- 注) 1. 計算期間は1968~1987年である。
 2. () 内は年平均流出高である。

国家水資源局 (N. W. R. C) 資料によるアグノ川流域の年平均流出高の分布は図H-3に示すとおりである。これによると本計画ブルサ川支流流域の年平均流出高は約1,700 mmから1,800 mmとなっている。これは、表H-2に示す各溜池の年平均水源量とほぼ等しくなっており、推定結果は妥当であると判断できる。

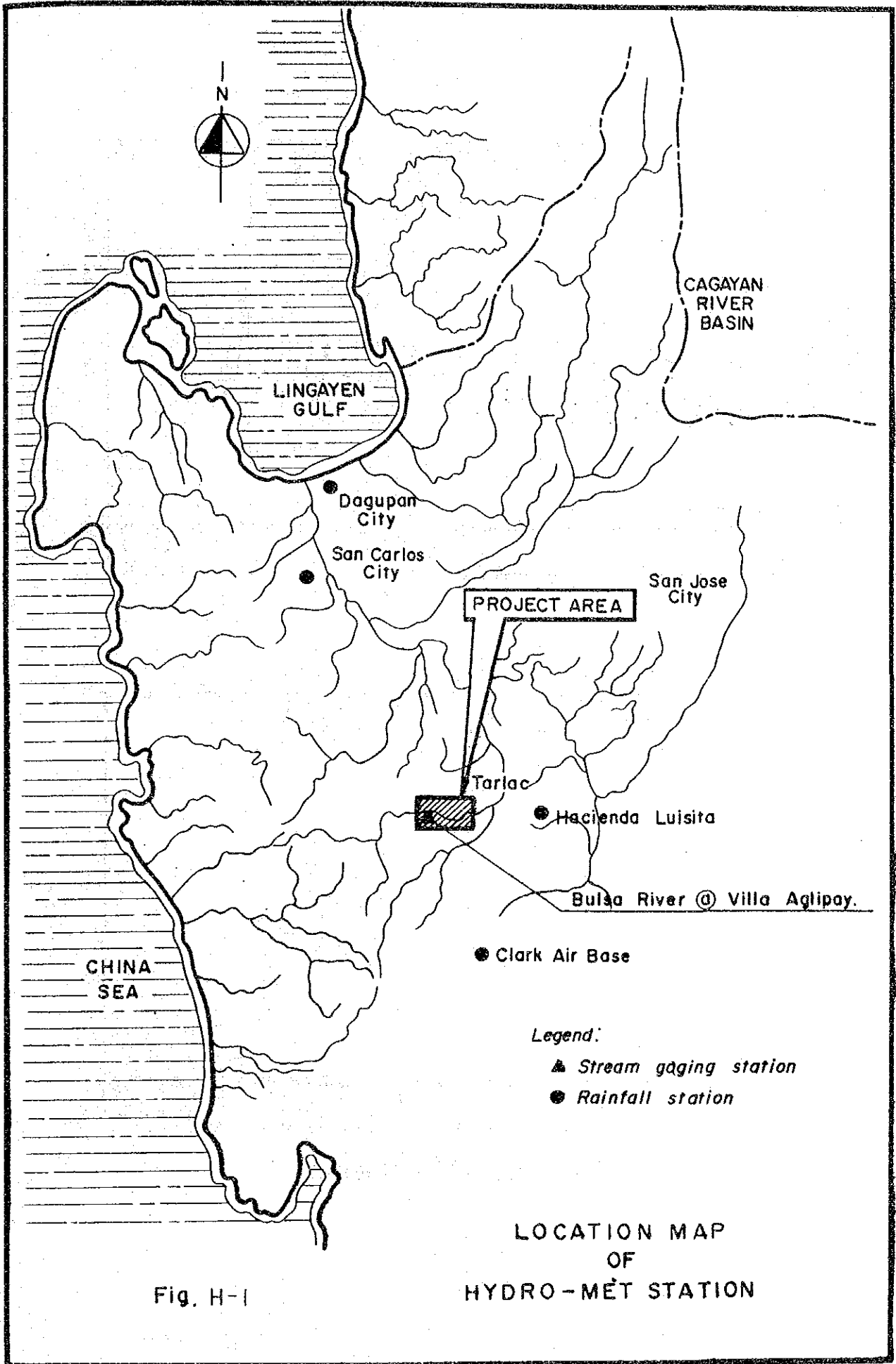


Fig. H-1

LOCATION MAP
OF
HYDRO-MET STATION

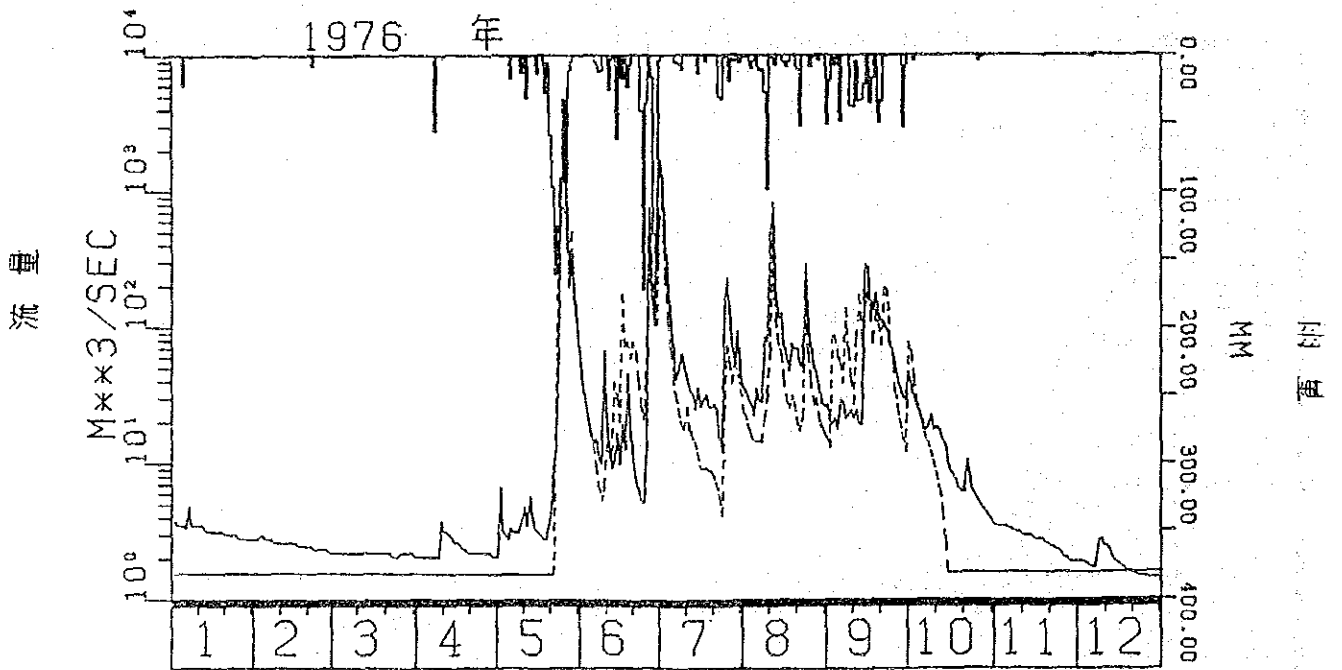
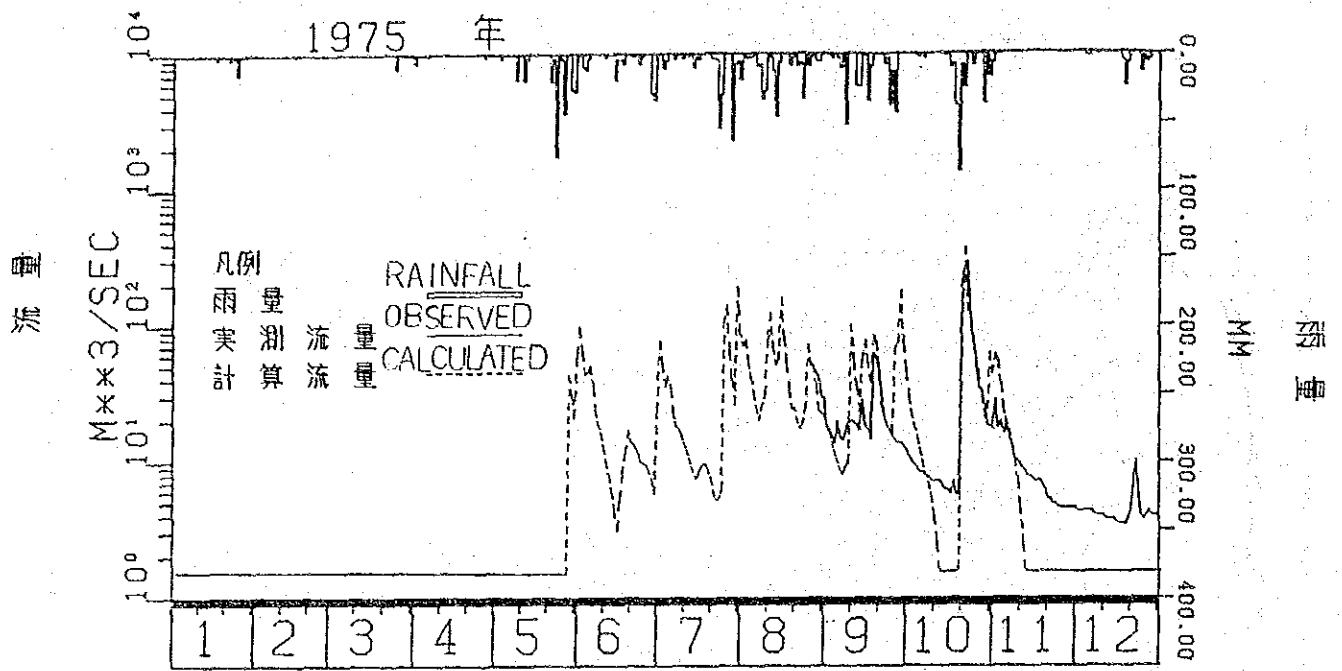


Fig. H - 2 (1) Forecast Hydrographs

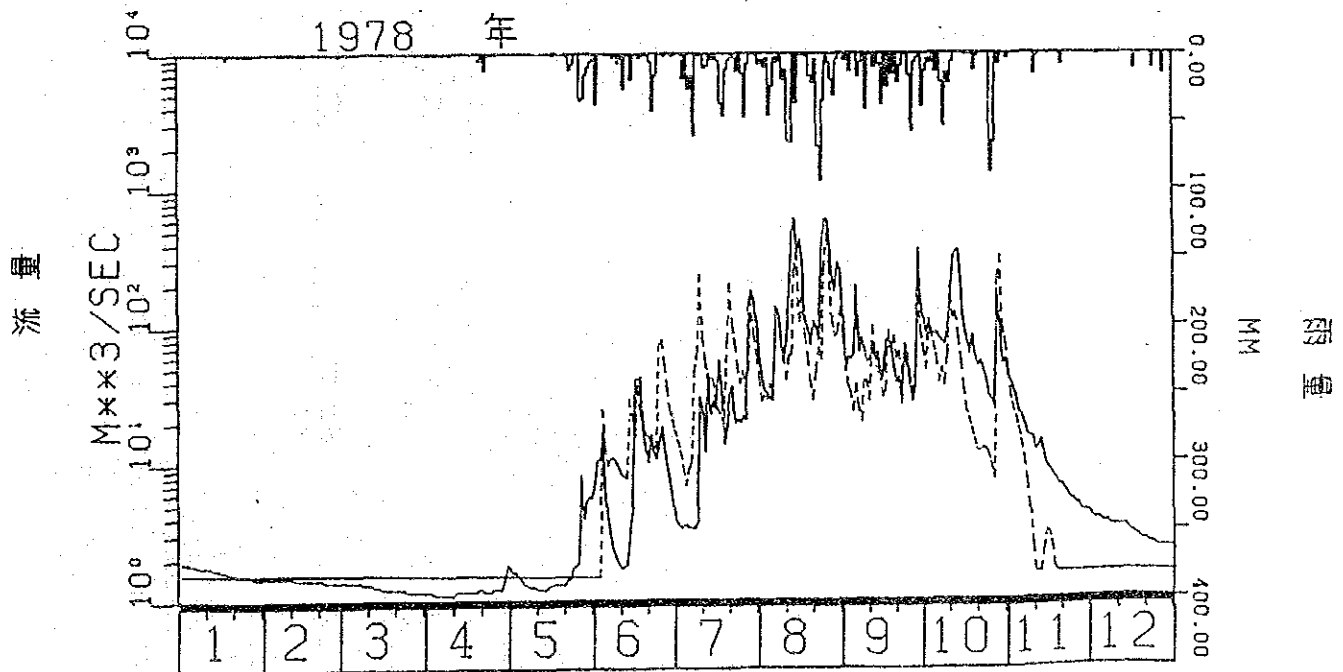
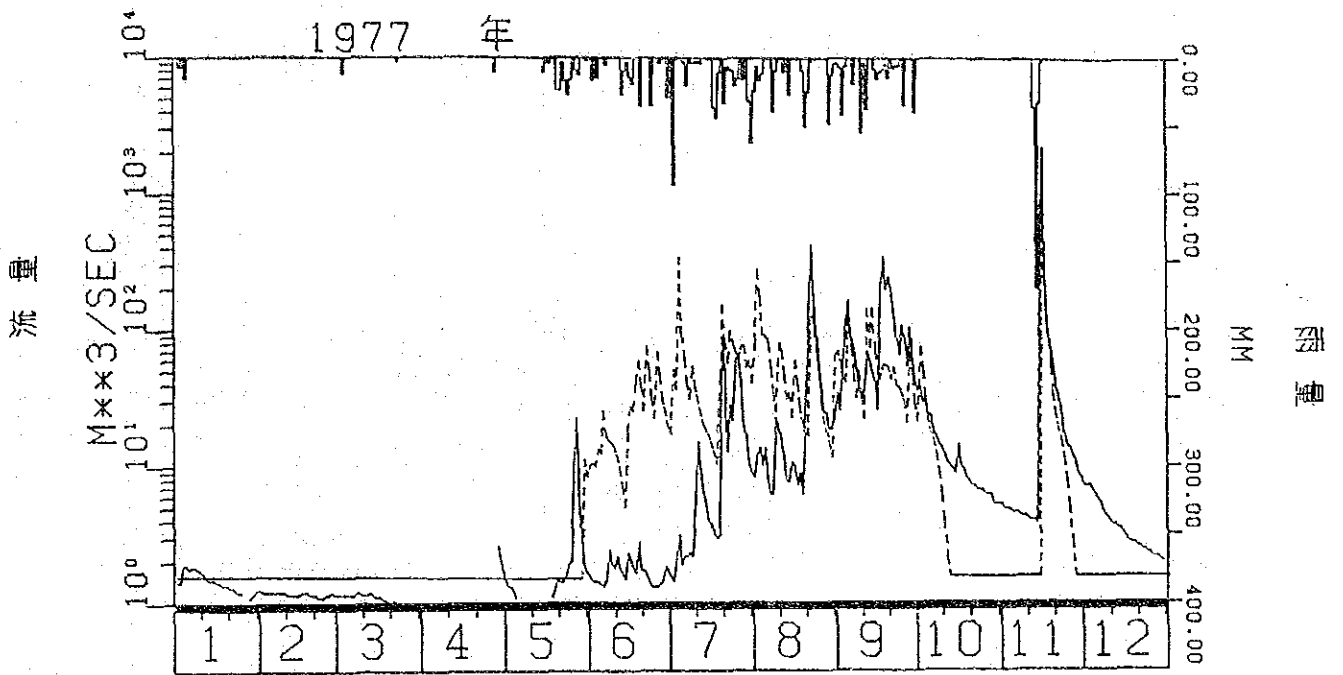


Fig. H -2 (2) Forecast Hydrographs

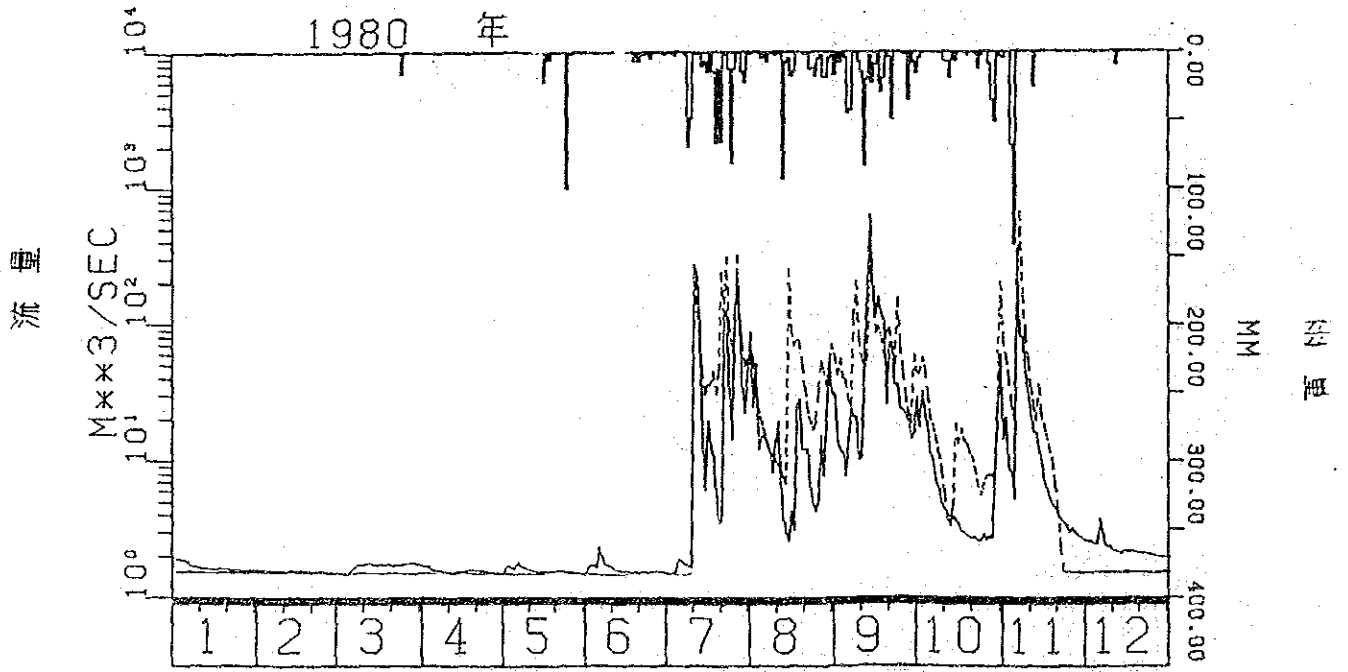
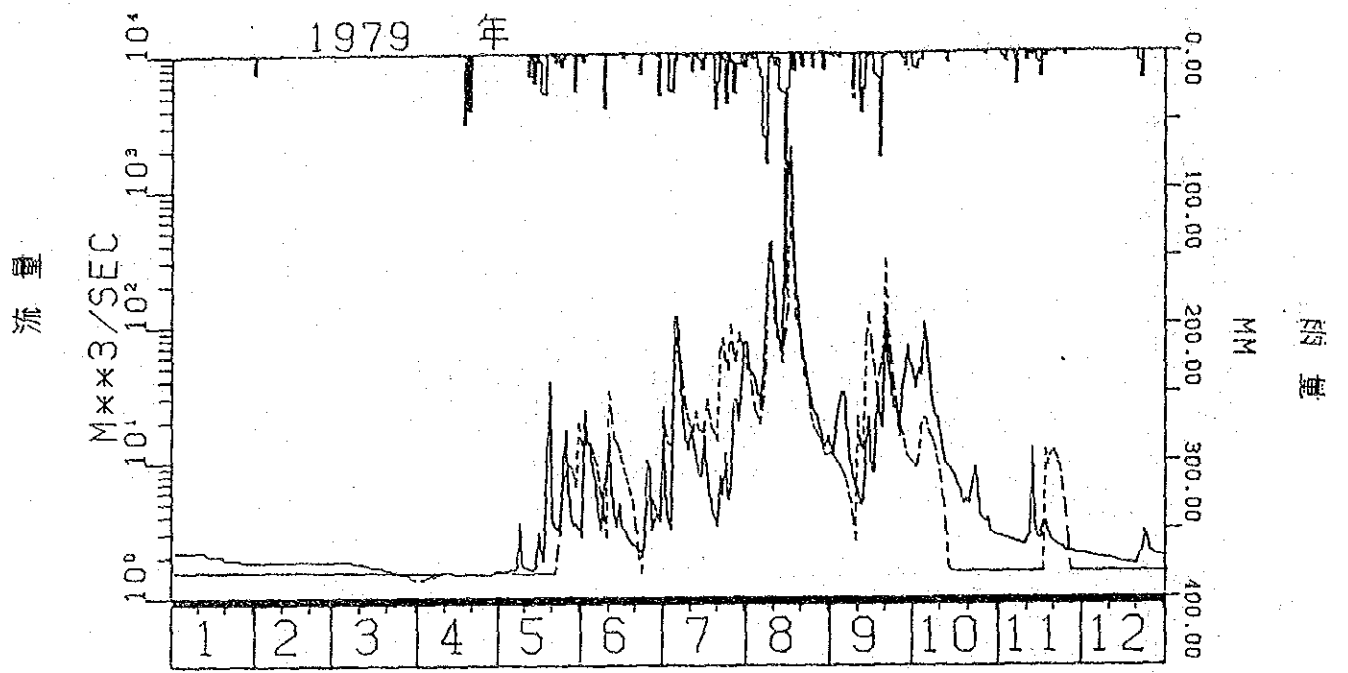


Fig. H - 2 (3) Forecast Hydrographs

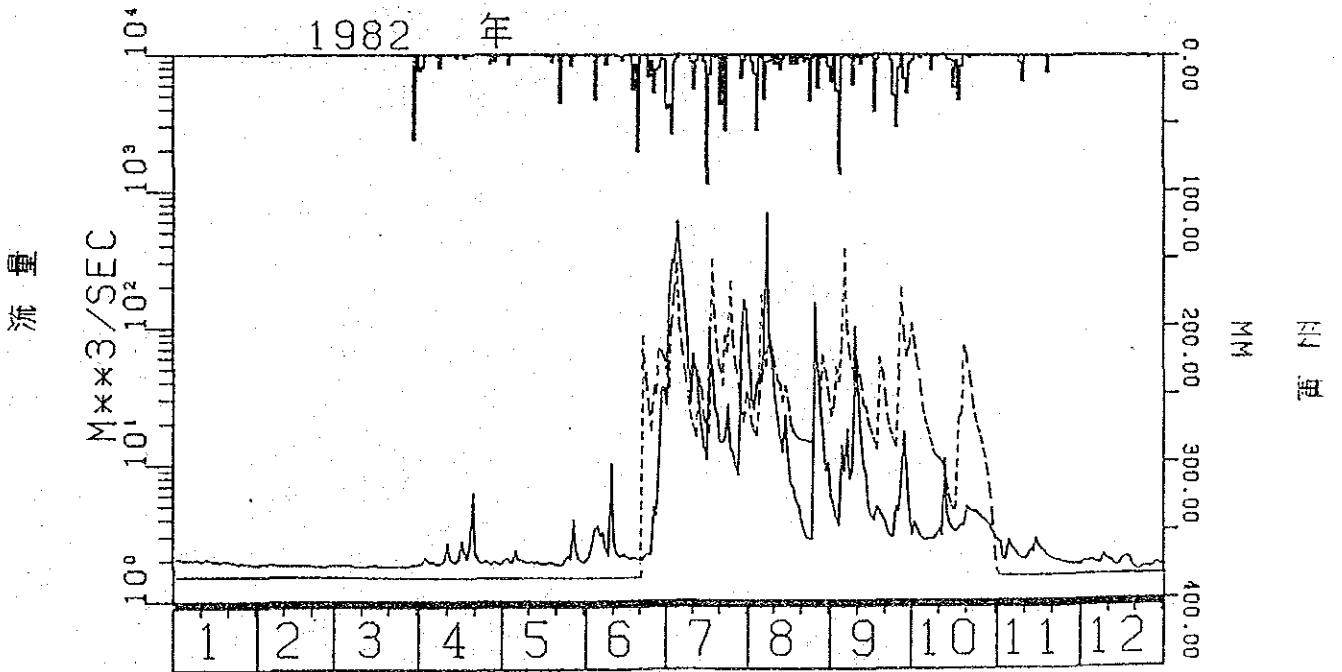
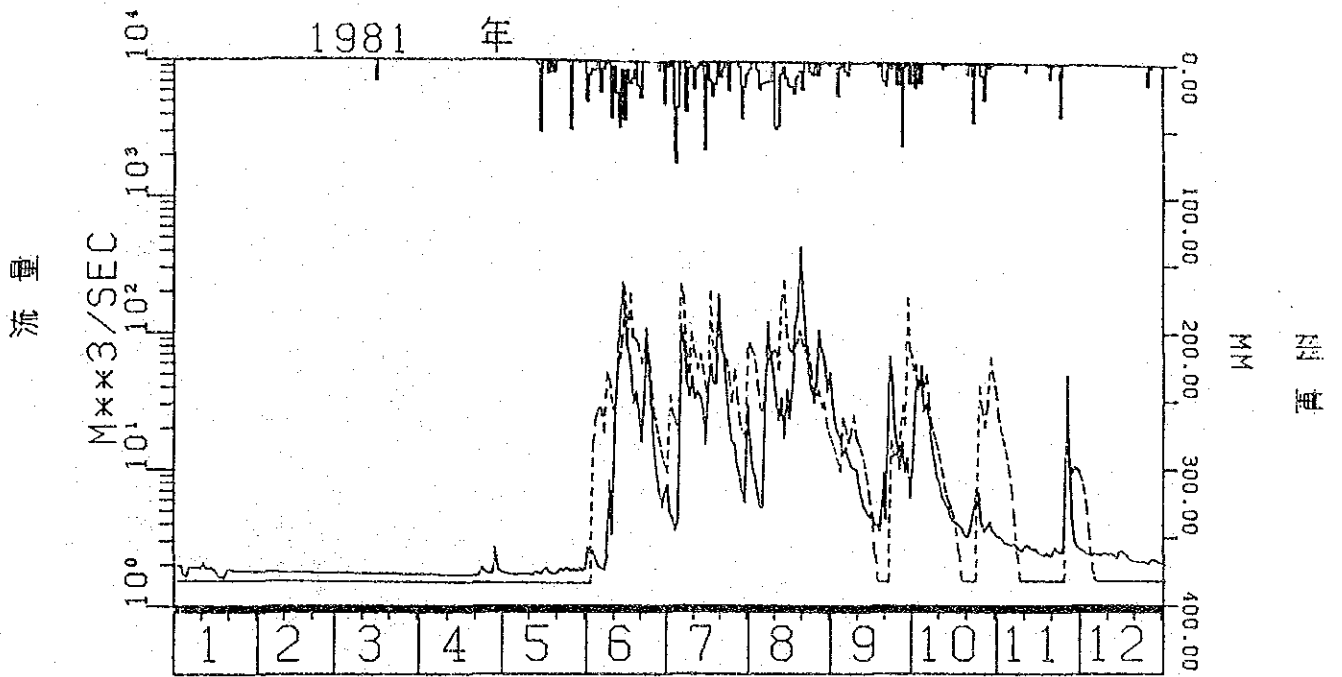


Fig. H -2 (4) Forecast Hydrographs

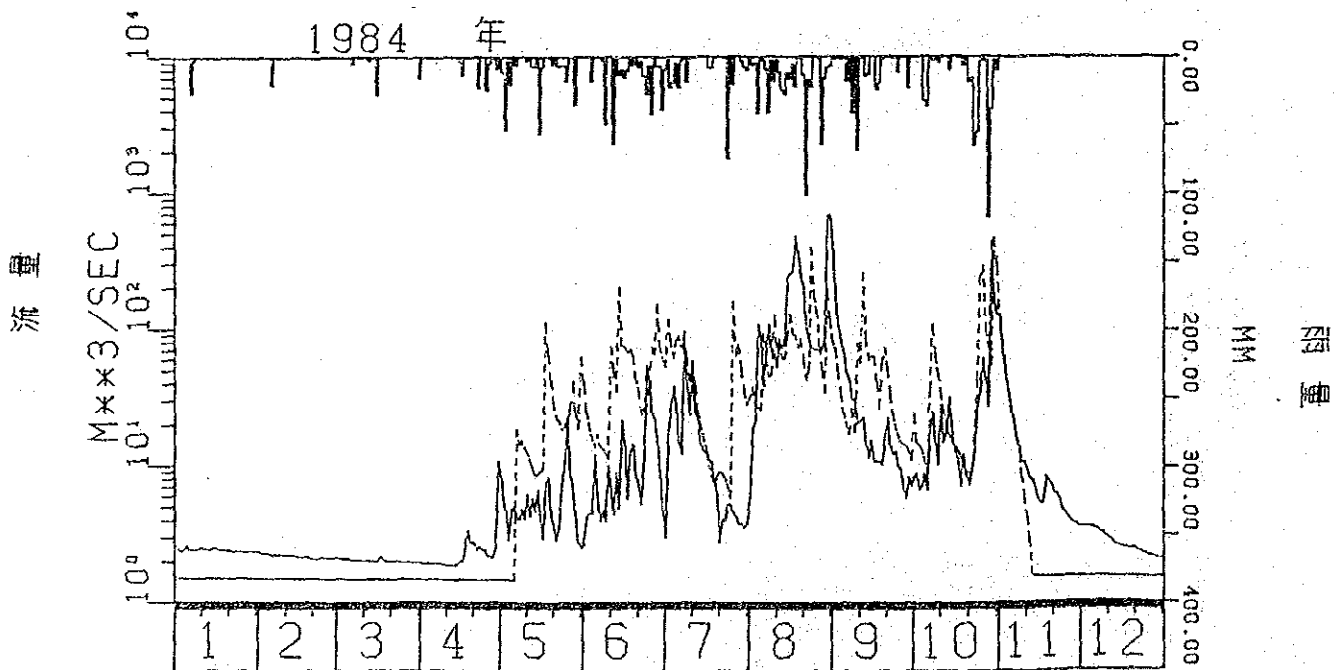
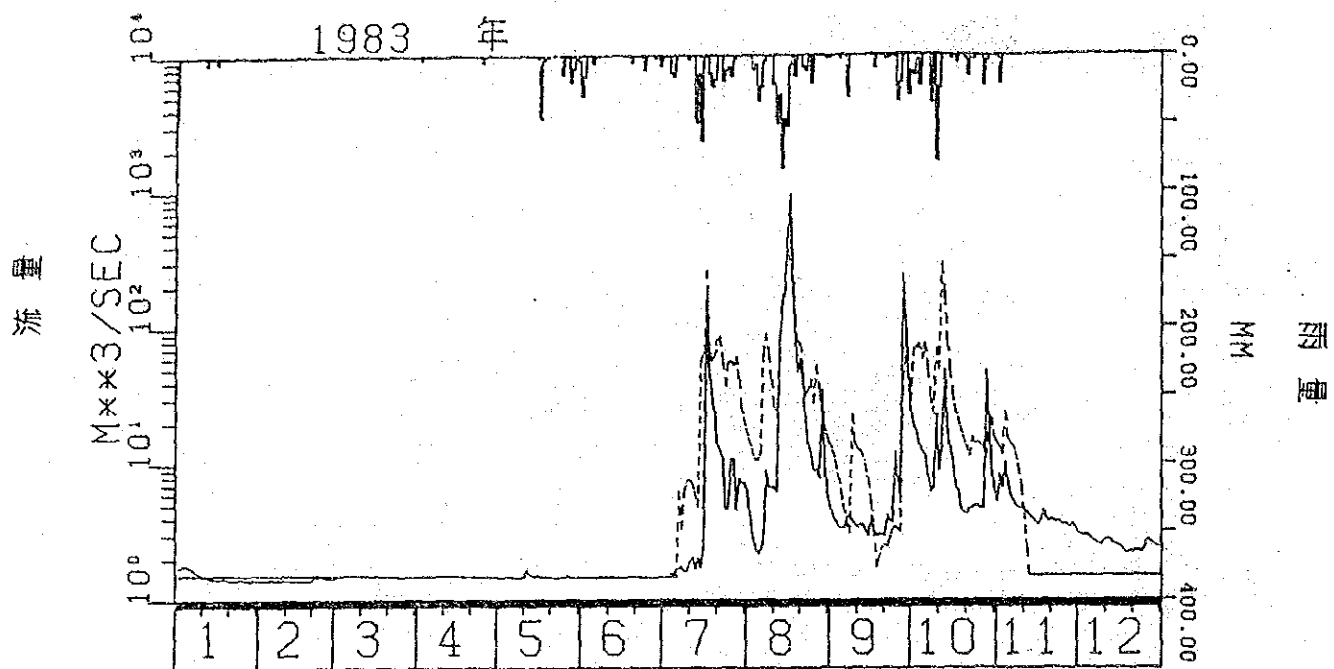
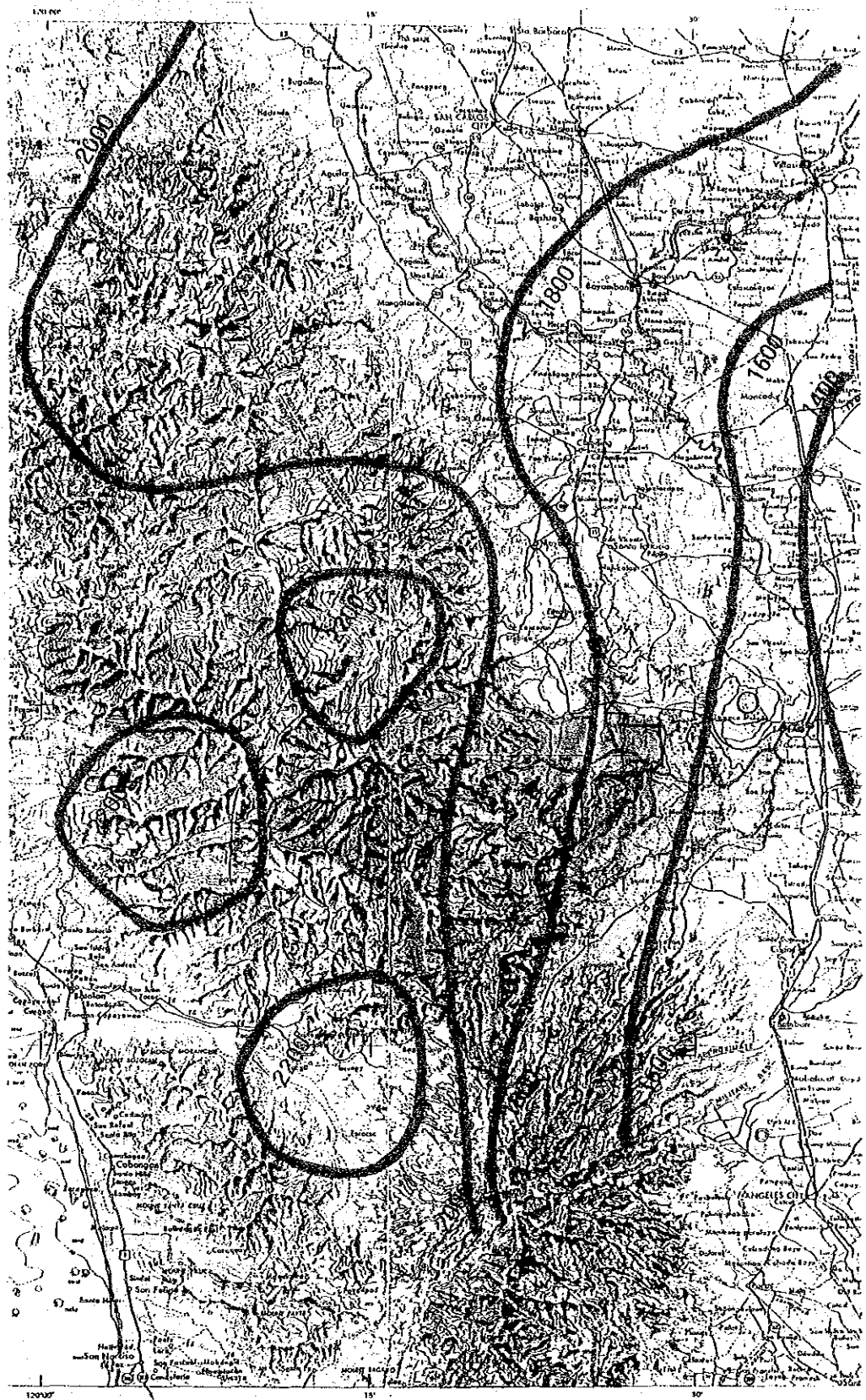


Fig. H - 2 (5) Forecast Hydrographs

Fig. H-3

Map of Mean Annual Runoff (mm) : Scale 1:500,000 ,Source, Agno River Basin : National Water Resources Council



表H-1 実測流量と計算流量の比較表

ブルサ川ヴィラ・アグリパイ

(流域面積 405 km²)

年	割増後降雨量 ¹⁾ (mm)	実測降雨量 (mm)	計算流量合計 (m ³ /s)	実測流量合計 (m ³ /s)	計算流出率 (%)	実測流出率 (%)
1976	3,537.1	2,526.5	13,042.625	18,877.310	78.664	113.855
1977	2,392.5	1,708.9	7,844.876	8,484.270	69.952	75.654
1978	2,859.6	2,042.6	10,050.340	14,228.370	74.977	106.146
1979	2,111.8	1,508.4	6,314.645	9,178.210	63.792	92.720
1980	2,448.3	1,748.8	8,491.262	5,648.210	73.988	49.216
1981	2,331.6	1,665.4	7,678.521	5,541.760	70.257	50.706
1982	2,183.3	1,559.5	6,802.152	5,686.430	66.465	55.563
1983	1,777.3	1,269.5	5,805.523	4,165.994	69.685	50.006
1984	3,091.9	2,208.5	10,412.945	9,395.032	71.470	64.824
平均	2,525.9	1,804.2	8,493.654	9,022.843	71.7	76.2

注) ¹⁾ 標高 + 100mにつき5%の降雨量の割増を考慮した。

技術資料(3)

貯水池運用計画

LIST OF FIGURES

- Fig. R-1 水位変動図 (マンガログ貯水池) :
Operation Curve of Mangillog Reservoir
- Fig. R-2 水位変動図 (ブレラティン貯水池) :
Operation Curve of Bulelalin Reservoir
- Fig. R-3 水位変動図 (パンガサン貯水池) :
Operation Curve of Pangasan Reservoir
- Fig. R-4 水位変動図 (バルンゲス貯水池) :
Operation Curve of Balnges Reservoir

LIST OF TABLES

- Table R-1 貯水池運用計画 (マンガログ貯水池 ; ケース1) :
Summary of Reservoir Operation Study (Mangillog; Case1)
- Table R-2 貯水池運用計画 (マンガログ貯水池 ; ケース2) :
Summary of Reservoir Operation Study (Mangillog; Case2)
- Table R-3 貯水池運用計画 (ブレラティン貯水池 ; ケース1) :
Summary of Reservoir Operation Study (Bulelalin; Case1)
- Table R-4 貯水池運用計画 (ブレラティン貯水池 ; ケース2) :
Summary of Reservoir Operation Study (Bulelalin; Case2)
- Table R-5 貯水池運用計画 (パンガサン貯水池) :
Summary of Reservoir Operation Study (Pngasan)
- Table R-6 貯水池運用計画 (バルンゲス貯水池) :
Summary of Reservoir Operation Study (Balnges)

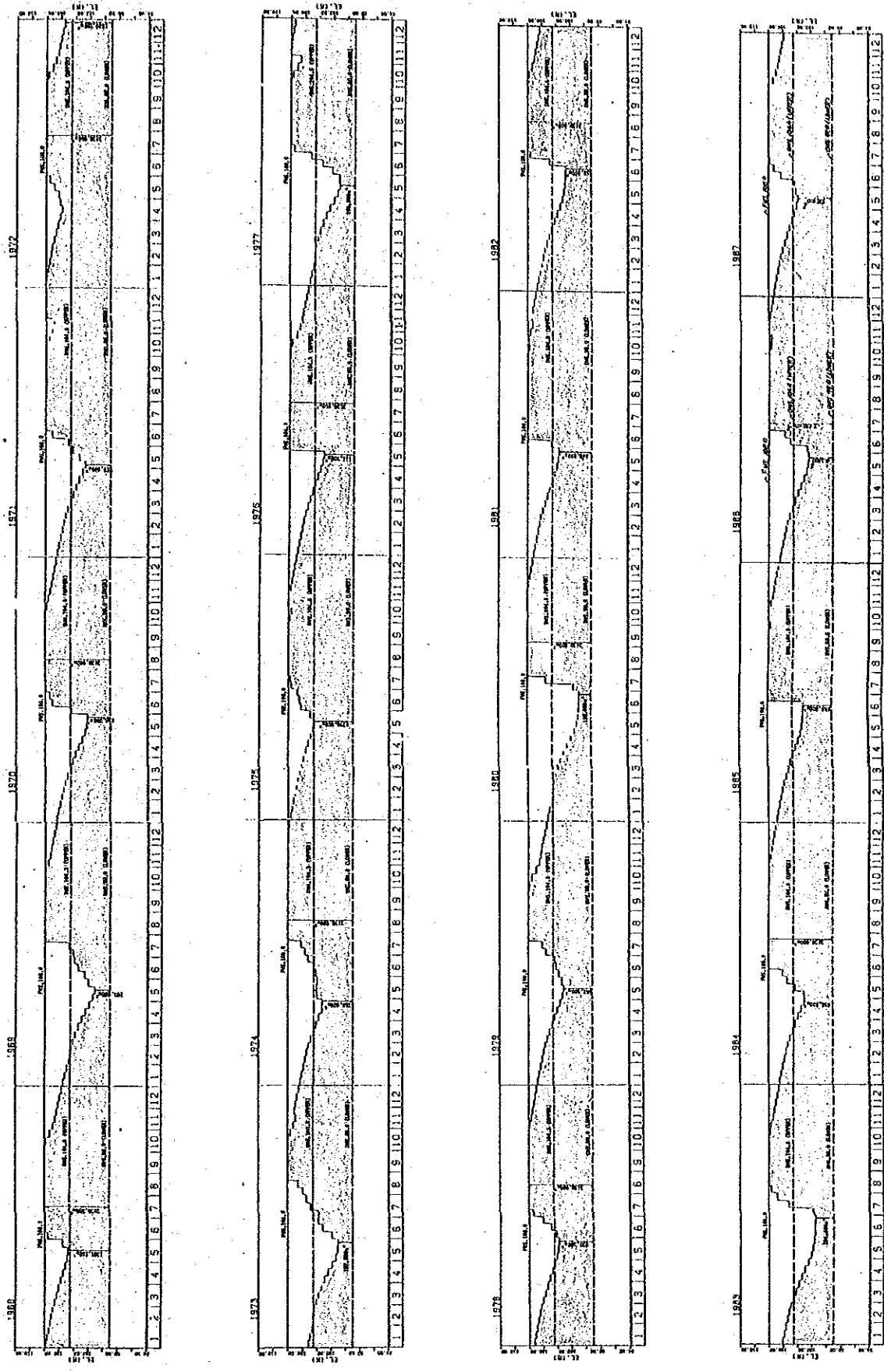


Fig. R-1 水位変動図 (マンギログ貯水池) :
Operation Curve of Mangilog Reservoir

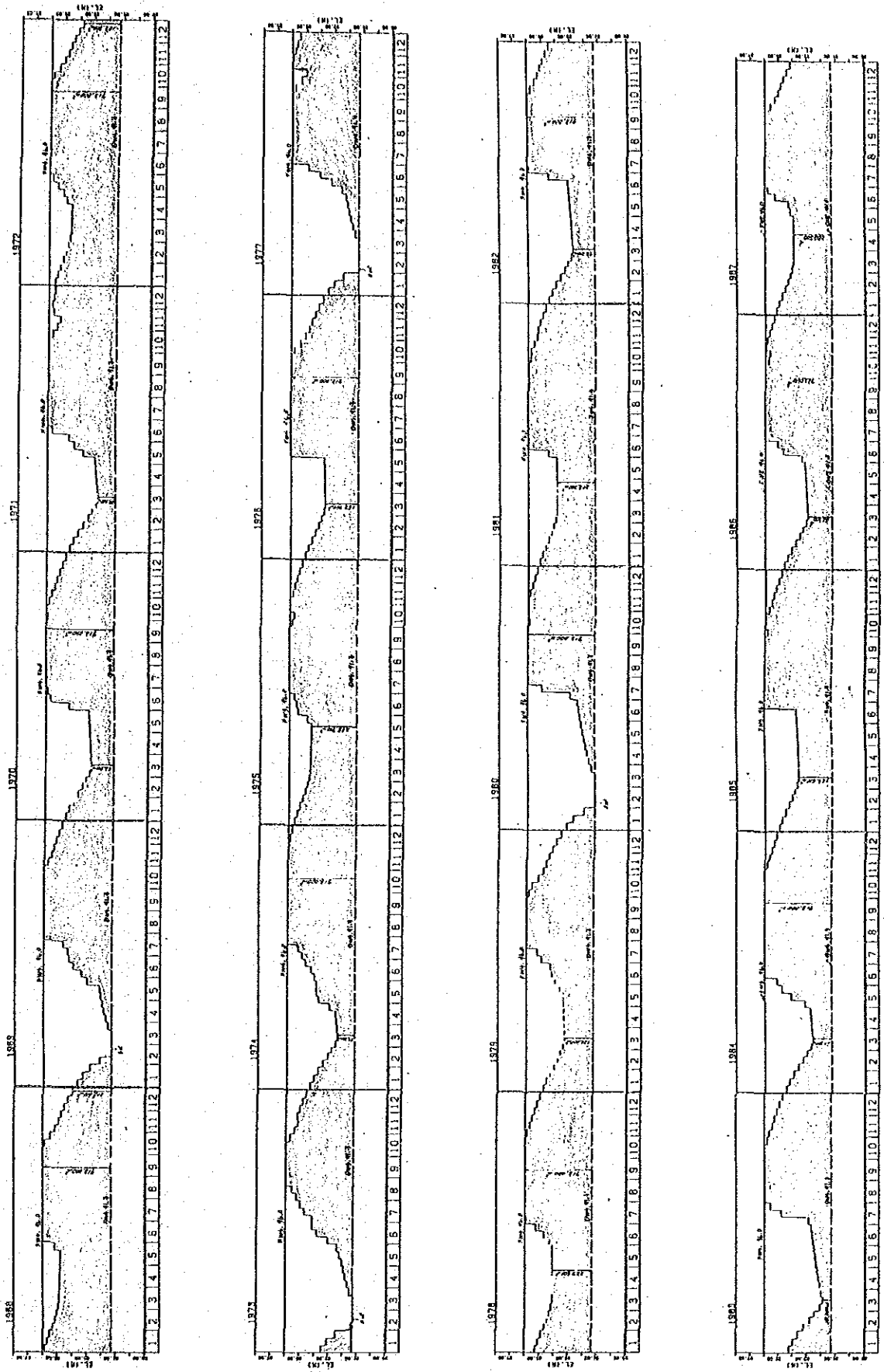


Fig. R-2 水位変動図 (ブレイライン貯水池) :
Operation Curve of Bulelaia Reservoir

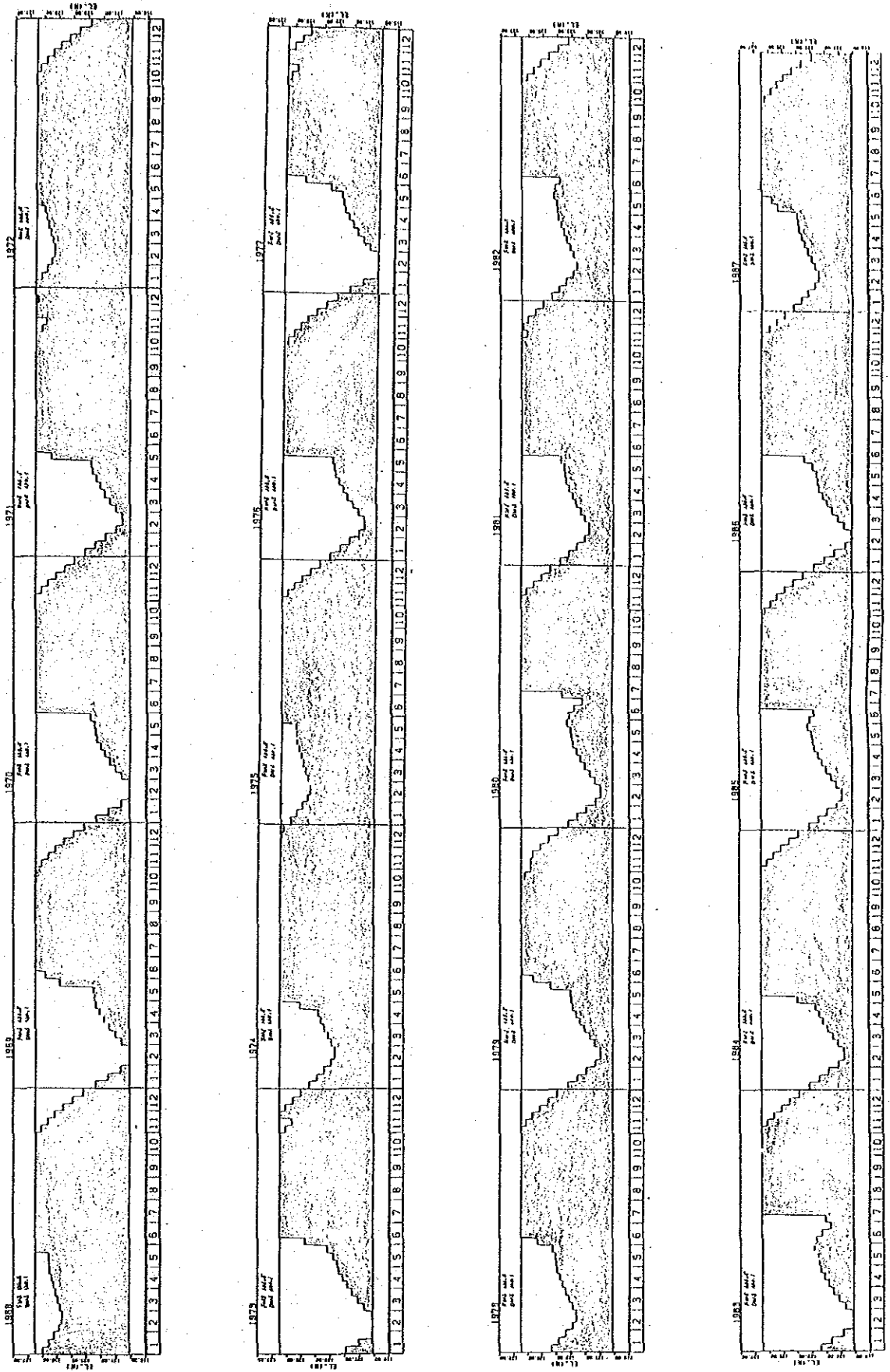


Fig. R-3 水位変動図 (バンガサン貯水池) :
Operation Curve of Pangasinan Reservoir

