

GEOLOGICAL DATA SHEET

Region No.	V	I.D. No.	5-20-0-1	Scheme	PULANTUNA	Province	CAMARINES SUR	River Basin	BICOL	Stream	PULANTUNA
Coordinates	13°52'01" N. Lat	122°54'50" E. Long	Type of Development	DAM & RESERVOIR	Dam/Weir Type	Reservoir Area	River Cross Section at Dam/Weir	River bed El.	20 m	20 m	20 m
Topo. Map No.	3561-1	Geo. Map SCALE	Length of Water Way	M	Reservoir	M <sup>2</sup>		Dam Crest El.	95	95	75

Geologic formation and Age of the Site	GVP (Pliocene - Quaternary) Volcanic plain or volcanic piedmont deposits. Chiefly pyroclastics and/or volcanic debris at foot of volcanoes.		Well bedded with low dipping to almost horizontal		CONSTRUCTION MATERIALS	Location	2 Km. north-east of damsite
	Geologic Structure	Ns (Pliocene - Pleistocene) Marine and terrestrial sediments (Molasse) Associated with extensive reef formations	Rock Type & Age	Agglomerate, sandstone and tuffaceous shale (Pliocene - Pleistocene)		Rock & Coarse Aggregate	Agglomerate
Geologic Structure	Well bedded and low dipping	Overburden	Thick residual soil and debris	Geologic Structure	Earth Material	Location	1 Km. south of damsite
Rock Type and Age of Bedrock	Agglomerate, Sandstone and Tuffaceous shale (Pliocene - Pleistocene)	Geologic Structure		Rock Type & Age	Earth Material	Soil Type	Residual soil of agglomerate and/or sandstone
Rock Quality	Both Abutments Probably rather hard to soft, and thick debris weathered at top of River Bottom Probably rather hard	Rock Quality		Rock Quality	Earth Material	Quality & Volume	Probably suitable
Permeability	Overall	Probably low permeability except weathered rock	Geologic Structure	Volcanic plain and/or volcanic piedmont deposits	Topographic Condition	V-Shaped	
	Both Abutments	Probably, very thick residual soil	Lithology & Age	Pyroclastics flow and/or volcanic debris (Pliocene - Quaternary)	Geologic Sketch		
Overburden	Riverbed	River bed filled with some sand and gravel	Permeability and Groundwater	Probably low permeability	Damsite		
			Slope Stability	Probably stable however some landslip occur after impounding	Waterway/Power Tunnel		
			Sedimentation	Common - much due to thick volcanic soil	Power House		Good
					Reservoir		Acceptable
					Dam Construction Material		Good/Acceptable

G E O L O G I C A L   D A T A   S H E E T

Region No.	II	I.D. No.	2-8-X-X	Scheme	CAGAYAN - I	Province	QUIRINO	River Basin	CAGAYAN	Stream	CAGAYAN
Coordinates	16°22'07" N. LAT	121°44'06" E. LONG		Type of Development	DAM & RESERVOIR	Dam/Weir Type		River Cross Section at Dam/Weir	River-bed El.	120 m Width	40 m
Topo. Map No.	3369-III	Geo. Map SCALE	1:250,000	Length of Water Way	m	Reservoir Area	km <sup>2</sup>		Dam Crest El.	200 m Height	80 m

Geologic formation and Age of the Site	Clastic and coral reef Limestone (Cebu Formation) Miocene		Folding and faulted well bedded reef limestone		CONSTRUCTION MATERIALS		Location		1-8km. from upstream of damsite		
	Massive and dense to rich cave and jointed. Folding and faulted bedded reef limestone Bedding N40°W / 12° SE to SW		Limestones (Miocene)				Rock & Coarse Aggregate		River deposits and river Terrace gravel & boulder		
Geologic Structure	Clastic and coral reef Limestone Miocene		Hard, rich joint, partially fractured				Sand		3-8km. from upstream of damsite		
	Both Abutments		Residual soil, river bed deposits				Material		River deposit and river terrace sand		
Rock Type and Age of Bed-rock	Clastic and coral reef Limestone Miocene						Earth Material		1-8km. from upstream of damsite		
	Both Abutments						Quality & Volume		Silt to heavy clay river terrace and residual soil		
Rock Quality	Hard to rather hard, partially slightly weathered and rich joint and cracks						Topographic Condition		U-Shaped, Gorge, Karat		
	Overall						Geologic Sketch				
Permeability	Very high, due to limestone cave and joint		Limestone				Damsite		Poor		
	Both Abutments		Very High permeability, limestone is outcropping at the both river bank of the reservoir area				Waterway/Power Tunnel				
Overburden	Residual soil (1-2m in thickness)		No possibility of landslide, but some possibility of land slip, rock creep				Power House		Acceptable		
	River Bottom		The river bed is filled with gravel, boulder and sand, the thickness of deposit is probably more than 2m.				Reservoir		Poor		
								Dam Construction Material		Good	



## 基本設計とプロジェクト費用



# 基本設計とプロジェクト費用

## 目次

	頁
1. 緒言 .....	1 - 1
2. 基本設計.....	1 - 1
2.1 ダム .....	1 - 1
2.2 河川転流工.....	1 - 2
2.3 洪水吐.....	1 - 4
2.4 河川取水堰.....	1 - 6
2.5 取水口.....	1 - 7
2.6 導水路.....	1 - 7
2.7 サージタンク .....	1 - 9
2.9 ヘッドタンク .....	1 - 9
2.9 ペンストック .....	1 - 10
2.10 水槽がある場合、ない場合の経済比較.....	1 - 11
2.11 発電所.....	1 - 11
2.12 放水路.....	1 - 12
2.13 流域変更施設 .....	1 - 12
2.14 逆調整池 .....	1 - 13
2.15 その他土木工事 .....	1 - 13
2.16 発電機器 .....	1 - 13
2.17 付替え道路 .....	1 - 14
2.18 送電線及び変電所 .....	1 - 14
3. 工事数量 .....	1 - 14
3.1 基本計画図 .....	1 - 14
3.2 工事数量 .....	1 - 15
3.3 建設単価.....	1 - 15
3.4 工事費積算.....	1 - 15

## 図表目次

	頁
表 1. ダムタイプ一覧表 .....	2 - 1
表 2. 地質条件、ダム掘削深さ、ダム法面勾配 .....	2 - 2
表 3. 転流工洪水追跡結果 (1)-(2) .....	2 - 3
表 4. 転流トンネル単位長さ工事費 .....	2 - 5
表 5. 転流トンネル工事費 .....	2 - 6
表 6. 仮締め切りダム工事費 .....	2 - 7
表 7. 最適化後の転流工諸元 .....	2 - 8
表 8. 経済比較のための洪水吐洪水追跡結果 (1)-(5) .....	2 - 9
表 9. 経済比較のためのダム及び洪水吐工事費 (1)-(3) .....	2 - 14
表 10. 最適化後の洪水吐諸元 .....	2 - 17
表 11. 水路主要諸元 (1)-(2) .....	2 - 18
表 12. サージタンク及びペンストック諸元計算表 .....	2 - 20
表 13. ペンストック径計算表 .....	2 - 21
表 14. 水路工事費比較 (1)-(4) .....	2 - 22
表 15. 発電所寸法計算表 .....	2 - 26
表 16. 概算発電所寸法 (1)-(2) .....	2 - 27
表 17. 工事数量計算表 (1)-(10) .....	2 - 29
表 18. 建設単価表 (1)-(5) .....	2 - 39
表 19. 建設費調整係数 .....	2 - 44
表 10. 建設費一覧表 (1)-(2) .....	2 - 45
図 1. 転流工洪水比較 (1)-(4) .....	2 - 47
図 2. 洪水吐経済比較 (1)-(5) .....	2 - 51
図 3. 洪水吐洪水追跡結果 (1)-(3) .....	2 - 56
図 4. 経済比較のための想定水路縦断 .....	2 - 59
図 5. 水路経済比較 .....	2 - 60
図 6. 水車タイプ選定図 .....	2 - 61

# 基本設計とプロジェクト費用

## 1. 緒言

プロジェクト費用の算定のため、まず、各計画地点での主要構造物の基本設計を行い、概略数量を求め、工事費を算出する。

この節では、構造物のタイプ、機能、設計基準、計算方法等につき述べる。

## 2. 基本設計

### 2.1 ダム

#### (1) 一般

以下の3つのタイプを考える。

- i) センターコアロックフィルダム
- ii) アースフィルダム
- iii) コンクリート重力式ダム

主に、地質、地形、ダム材料を考慮し、上記ダムタイプの選定を行う。選定の為の条件は表-1に示してある。一般には、狭い谷、即ち谷形状係数(堤長/堤高)が小さい時には、コンクリートダムが経済的に有利であると言われている。急斜面上の遮水コアは、不等沈下によりクラックが発生し、不適である。基本的には、各ダムサイトではフィルタイプを採用する事とし、上述の基本条件より狭い谷、又は、急な斜面の谷にはコンクリートダムの採用を考える。

アグブル、アッパーアゴス2及びワワの各ダムサイトには、コンクリートダムを計画する。バンタイダムサイトは、岩石採取場がダム近傍に見られず、アースフィルダムを考える。他のダムサイトはロックフィルダムとして計画する。これらは表-1に示してある。



## (2) ダム形状

フィルダム法面勾配は地震震度、盛立て材料の物理定数、河床堆積層厚等を考慮し設計されるものである。ここでは、以下の設計基準を採用する。

ダムタイプ	ロック材岩級	上流勾配	下流勾配
ロックフィルダム	大変良い	1 : 2.5	1 : 2.0
	良い	1 : 2.9	1 : 2.1
アースフィルダム	—	1 : 3.9	1 : 2.7

コンクリート重力ダムの法面勾配は、設計震度、ダム基礎の強度、ダム高等により決まる。ここでは以下の基準を設ける。

ダム高	上流勾配(フィレット)	下流勾配
60m 以下	1 : 0.2	1 : 0.8
60m 以上	1 : 0.8	1 : 0.86

予想ダム基礎掘削深さは、表-2に示してある。

ダム高は、“洪水吐”の項で説明してある。

## 2.2 河川転流工

### (1) 一般

ダム建設中は、転流トンネル及び仮締切ダムにより、河川を転流しなければならない。開水路も特にコンクリートダムの場合には一つの方法ではあるが、ここではトンネルを考える。

建設期間中のフィルダムに対する洪水被害の危険度は、コンクリートダムのそれよりはるかに大きい。従って、通常のプロジェクトに採用されている、以下の設計洪水量を考える。

<u>ダムタイプ</u>	<u>設計洪水</u>
フィルダム	25年洪水
コンクリートダム	2年洪水

各サイトでのピーク洪水流量は表-7に示してある。

## (2) 転流工寸法

転流トンネルの排水容量が小さければ小さい程、設計洪水量を吐く為に高い仮締切りダムが必要となる。又、逆も同じ事である。従って、トンネル径、トンネル本数、仮締切りダム高を最適経済比較により設計する。その検討要項は以下の通りである。

i) 転流トンネルの最大径、最小径を地質条件により以下の通りとする。

<u>岩 級</u>	<u>最大径</u>	<u>最小径</u>
大変良い	10m	2m
良い	8m	2m
普通	6m	2m

トンネル数は最大5本とする。

ii) 洪水追跡計算を行い、トンネル容量毎に洪水水位を求める。

トンネルの通水容量は下式により計算する。

$$H = (1 + f_e) V^2 / 2g + h_0$$

ここで、H : 貯水池水位 (m)

f<sub>e</sub> : 流入部損失ロス = 0.2

h<sub>0</sub> : トンネルの流水深さ (m)

V : 流水速度 (m/s)

貯水池水位 (洪水追跡)は次式により計算する。

$$\Delta S = (\Delta I - \Delta O) \times \Delta t$$

ここで、 $\Delta S$  : 時間  $\Delta t$ での貯水量

$\Delta I$  : 時間  $\Delta t$ での平均流入量

$\Delta O$  : 時間  $\Delta t$ での平均流出量

$\Delta t$  : 時間間隔

計算結果は表-3、図-1に示してある。

- iii) 単位m当りのトンネル単価は、トンネル径毎に表-4に、トンネル工事費は表-5に示してある。
- iv) ダム高毎に仮締切りダムの工事費は表-6に示してある。洪水位からの余裕高は1mとする。トンネル工事費と仮締切りダムの工事費は、図-1に示してある。
- v) 図-1を参照し、下記基準に従い、最適諸元を設計する。
  - トンネル工事費及び仮締切りダム工事費の総計が最小となる様にする。
  - 仮締切りダムは最大高さを30mとする。
  - 流速は15m/s以内とする。

設計洪水量が非常に大きい時、上記基準を満足しなくなる。その場合は、地質条件により決めた最大トンネル径より大きいトンネル径とする。最終的に転流工諸元は表-7にまとめてある。

## 2.3 洪水吐

### (1) 一般

洪水吐はダム完成後、設計洪水量を安全に流下せねばならない。洪水吐規模は本体ダム高と関係している。いい換えれば、洪水吐の規模が小さければ小さい程、高いダムが必要となり、逆も同じで事ある。転流工と同じ設計手法が適用出来る。

### (2) 洪水吐寸法

- i) 経済比較検討の為に、越流部の寸法を変える。つまり、越流部の標高を3ケース変化させ、越流幅も3ケース変化させる。フィルダムの場合ゲート

の最大高さを18mとし、コンクリートダムの際は、12mとする。越流部の最大標高はFSLと一致させ、ゲート無し越流とする。洪水追跡検討は、合計9ケースの場合について行い、表-8にその結果を示してある。

洪水吐越流量は下式により計算する。

$$Q = C \times B \times H^{1.5}$$

ここで、C : 越流係数 = 2.0

B : 越流幅 (m)

H : 越流水深 (m)

- ii) 貯水池の設計洪水位を計算後、ダム工事費及び洪水吐工事費を算出する。ダム高は下記基準による。

ダムタイプ及び対象洪水	ゲート付き	ゲート無し
フィルダム		
- 1.2×200年洪水	FWL+3.0m	FWL+2.5m
- PMF洪水	FWL+1.5m	FWL+1.0m
コンクリートダム		
- 200年洪水	FWL+2.0m	FWL+1.5m
- PMF洪水	FWL+0.5m	FWL

ここで、FWL : 設計洪水位

PMF : 最大可能洪水

ダム工事費は一次スクリーニングと同じ基準を用い計算してある。洪水吐工事費は第二次スクリーニング基準をもとにして計算してある。

- iii) 9ケースについてのダム工事費及び洪水吐工事費は表-9に、又、FWLと合計工事費は図-2に表示してある。図-2により工事費の合計が最小となる様に最適洪水吐寸法及びダム高を決める事が出来る。これら寸法は表-10にまとめてある。又、洪水追跡結果は図-3に図化してある。

- iv) 減勢工については、減勢池を考えたスキージャンプ式を上記経済検討に適用した。谷が狭くてスキージャンプ式が不適の時は、第二次スクリーニングの最終案として副ダム式を採用している。又、副ダム式減勢工はコンクリートダムにも適用する。

## 2.4 河川取水堰

### (1) 一般

ゲート付き堰とゲート無し堰を考える。貯水が必要となる主取水堰にはゲート付き堰を考え、貯水を必要としない流域変更転流トンネルの入口にはゲート無し堰を採用する。

### (2) 寸法

#### i) ゲート付き堰

ゲート下端の堰の標高は河床より1m上に設定する。ゲート上端標高は満水位に合わせる。洪水位は満水位より3m上に仮定する。ゲートはスルース式とする。排砂の為に、取水口より近い2つのゲートの堰天端は1m低くする。減勢工の長さはブライの式より求める。(表-17(6/10)参照)

$$L = 0.6 \times C \times \sqrt{H}$$

ここで、C : クリープ長係数(粗砂)

H : 水深(m)

堰の幅は、河川幅に合わせる。

#### ii) ゲート無し堰

堰の標高は、下式により算出される最低運転水位に合わせる。

$$MOL = RL + 1.0 + (Q/2)^{0.5}$$

ここで、MOL : 最低運転水位(m)

RL : 河床標高(m)

Q : 最大発電水量(m<sup>3</sup>/s)

ゲート付き堰の設計基準をゲート無し堰にも適用する。

## 2.5 取水口

取水口は水路へ水をスムーズに導水するために、水路の入口に設けられる構造物で、取水口には、ゲート、ゴミ取りスクリーンが設置される。取水口は圧力式、無圧式に分けられる。

圧力式はダム式プロジェクトに適用する。取水口は、満水位より導水路トンネルの2倍径より下に位置させる。

無圧式は流れ込み式プロジェクトに適用する。取水口敷は河床より1m上に設置する。排砂のために、取水口は取水堰に出来るだけ接近させる。取水口寸法は、流速が0.5m/secとなる様な矩形とする。

## 2.6 導水路

### (1) 一般

導水路は、i) 圧力トンネル、ii) 無圧トンネル、iii) 開水路の3種類に分けられる。1番目と2番目は各々ダム式、流れ込み式プロジェクトに適用される。導水路線形に沿って、地形が平坦であり、経済的に有利と判断される場合には、開水路式を考える。

導水路線形は、地形及び近接構造物を考慮しつつ、縮尺1万分の1の地図上で設計する。

### (2) 寸法

以下の設計基準を考える。

i) 最大、最小トンネル径を以下の様に仮定する。

<u>岩 級</u>	<u>最大径</u>	<u>最小径</u>
大変良い	10m	2m
良い	8m	2m
普通	6m	2m

ii) トンネル径及び巻き厚は下記式により求める。

トンネルタイプ	径(m)	巻き厚(m)
圧力トンネル	$D/2 = (n \times Q \times 2^{2/3} / \pi / \sqrt{I})^{3/8}$ $D = 1.07 \times Q^{0.375}$	0.75 - 0.5 / $\sqrt{D}$ / 2
無圧トンネル	$D/2 = (n \times Q / 2.2462 / \sqrt{I})^{3/8}$ $D = 1.09 \times Q^{0.375}$	0.6 - 0.4 / $\sqrt{D}$ / 2

ここで、 n :マニング粗度係数=0.014

Q :発電使用水量 (m<sup>3</sup>/sec)

I :動水勾配、圧力トンネルはI=1/700、

無圧トンネルは=1/1000に仮定

計算された径が上述の最大径を越える時は、複数トンネルを考える。

iii) 開水路寸法は下式により計算する。

$$B = 0.828 \times h$$

$$H = h + 0.3$$

$$W = B + 2 \times H$$

$$Q = 4.29 \times B^{5/3}$$

ここで、 B : 水路の底幅(m)

W : 水路の天端幅(m)

H : 水路の深さ(m)

h : 水深(m)

水路は1:1の勾配をもつ台形で35cm厚のコンクリート巻きである。

水路勾配は1:1000とする。

導水路トンネル径と長さは表-11にまとめてある。

## 2.7 サージタンク

### (1) 一般

導水路トンネルが比較的長い時は、圧力トンネルとベンストックの接合部分にサージタンクは建設される。これは事故時に突然の発電停止によって生じる圧力上昇から導水路トンネルを保護したり、発電開始時に水を供給したりする機能をもたせるためである。

単動サージタンク、差動サージタンク、制水口サージタンクそして水室サージタンクなどの種類があるが、その選定は、ここの検討枠外であり、また全工事費に影響を与えるものでもない。単動サージタンクを全プロジェクトに採用する。

### (2) 寸法

サージング高、水槽高さ、そして水槽径等の寸法は表-12にある式により設計する。計算結果は表-11(2/2)に示してある。

コンクリート巻き厚は下記式により仮定する。

$$t = 1.2 - 0.8 / \sqrt{D}$$

ここで、 $t$ ：巻き厚(m)

$D$ ：水槽径(m)

## 2.8 ヘッドタンク

### (1) 一般

無圧トンネル又は開水路の終端に露出型の水槽を設ける。上昇圧による水は越流堰により流出させる。これは、サージタンクと同じ機能を持つものである。

### (2) 寸法

水槽の寸法はここでは特に設計しないが、工事数量は表-17(7/10)にある経験式により見積る。



余水吐き鉄管の径は下式により算出する。

$$D = (Q_p / 5.05)^{0.5}$$

ここで、D : 余水吐き管の径(m)

Q<sub>p</sub>: 最大発電使用水量(m<sup>3</sup>/s)

## 2.9 ペンストック

### (1) 一般

ペンストックは取水口又は水槽から水車へと発電使用水を導水する圧力鉄管である。ペンストックは、i) 傾斜圧力トンネル、ii) 露出圧力鉄管、iii) コンクリートダムに埋設したペンストックに分類される。ペンストック沿いの地形により判断し、出来るだけ工事費の安い露出型ペンストックを採用する。サージタンクの背が非常に高い時は、傾斜圧力トンネルを採用する。これは、露出型サージタンクよりサージタンクを山の中に設置した方が良いからである。

### (2) 寸法

最大、最小径を以下の様に仮定する。

	圧力		コンクリートダム
	トンネル	露出型	内のペンストック
最大径			
岩級A(大変良い)	10m	10m	8m
岩級B(良い)	8m	10m	8m
岩級C(普通)	6m	10m	8m
最小径	1.8m	-	-

ペンストック径は表-13に示した式により算出する。算出された径が上述の最大径より大きい時は、複数の条数とする。導水路トンネルと接合するペンストックの条数はトンネル数と一致せねばならない。コンクリートダムに埋設されたペンストック条数は、発電機台数と一致させる。ペンストック長さ

は、Appendix Bにある基本計画図面の縦断図より計測する。ペンストックの寸法は表-11に示してある。

表-12を参照しながら、鉄管肉厚の計算法を以下説明する。アリエビの式より圧力上昇を計算し、設計水頭を仮定する。最小肉厚を計算し、最小肉厚によって耐える長さ  $L_b$  を算出する。下端部  $L_a$  部の厚さは、平均設計水頭に耐えられる様、設計する。

## 2.10 水槽がある場合、ない場合の経済比較

導水路が短い場合には、サージタンクまたはヘッドタンクが無い方が経済的に有利である。水槽を設置した方が良いかどうか、経済比較検討を行う。代表的水路の縦断を図-4に示してある。この比較検討では、導水路トンネル、サージタンク、ペンストック等は、上述の設計基準に従い設計する。水槽がある場合、ない場合の工事費の差を表-14及び図-5に示してある。この計算結果により、以下の事が分かる。

- i) 流れ込み式導水路トンネルは、全て経済的境界長(約400m)より長いので、ヘッドタンクを設置すべきである。
- ii) 経済性よりコンクリートダムを除き殆どのダム式プロジェクトにサージタンクを設置すべきである。
- iii) 水路の短い以下のダム式プロジェクトにはサージタンクを設置しない。

	水路長	図面番号(Appendix B)
バンタイ	$L = 385\text{m}$	51
カナン	$L = 300\text{m}$	67

## 2.11 発電所

### (1) 一般

発電所には i) 水車・発電機・クレーン等を収納する機械室、ii) 組立て室、iii) 配電室、iv) 操作室、v) 事務室等々が設置される。地上式発電所、地下式発電所があるが、今回は地上式発電所のみを考えた。

## (2) 寸法

発電所寸法は、上記種々のスペースを収納する様に設計されねばならない。表-15に示した経験式により寸法を算出する。発電機及び水車の寸法が発電所の大きさを主に支配し、それら寸法算出も表-15に示してある。計算した発電所寸法は表-16にまとめてある。

## 2.12 放水路

### (1) 一般

放水路は、発電後、水を河川に放流するものである。以下の4つの形式に分類される。

- i) 圧力トンネルタイプ (特に地下発電所に用いられる。)
- ii) 無圧トンネルタイプ
- iii) 開削・埋め戻しタイプ
- iv) 開水路タイプ

開水路タイプを除いて、他のタイプは比較的長い放水路に適用される。当報告書では、河川の傍に地上式発電所が設計されているので、工事費の安い開水路を採用する。

### (2) 寸法

導水路トンネルの設計基準は、トンネル式及び開削・埋め戻し式放水路に適用出来る。

開水路幅は下式により計算する。

$$W = \text{発電機中心間隔 (m)} \times \text{台数}$$

ここで、W:開水路幅 (m)

開水路深さは、0.5 m/sの流速となる様にする。

## 2.13 流域転流施設

他流域より当該プロジェクトへ河川水を転流したり、近隣の貯水池を連結した方が有利である場合に転流施設を設計する。以下の構造物により構成される。

- i) 副ダム又は河川取水堰

ii) 転流水路(トンネル又は開水路)

iii) 取水口

これら構造物は、既に述べた設計基準を適用出来る。

## 2.14 逆調整池

下流域の河川水位が発電所運転により大きく変位し、下流域での水管理や水需要に悪影響を与える場合に、河川流量を調整する逆調整池が設計される。その検討は包蔵水力調査の枠外なので、ここでは、その設計は行わない。設計が必要な際には、河川取水堰の設計基準を適用出来る。

## 2.15 その他土木工事

準備工、土捨て場、照明施設等々、一つの項目として計上出来ない様な雑工種を含めて、“その他土木工事”項に算入する。

## 2.16 発電機器

### (1) 機器台数

機器台数は以下の基準により設計する。

- i) 電力の安定供給の為に最低台数を2台とする。
- ii) 比較的小さなルソン送電網に適合する様に、1台の最大容量を10万KWとする。
- iii) 最大台数は経済規模より4台とする。
- iv) 最大使用水量と常時使用水量の比は4とする。これは、キャビテーションによる被害や低い発電効率を避けるためのものである。
- v) 輸送パッケージの重さを最大50tに制限する為に、1台当たりの容量は下式を満足するものとする。

$$P/\sqrt{H} \leq 34H + 5700$$

ここで、 P : 1台当り容量 (kw)

H : 設計水頭 (m)

vi) 発電機台数は、導水路トンネル本数、ペンストック条数と調和がとれていなければならない。

## (2) 水車タイプ

水車タイプとして、i) カプランタイプ ii) フランシスタイプ iii) ベルトンタイプの三種を考える。その選定は有効水頭、タービンの容量により最適な効率を得るタイプとする。その境界は図-6に示してある。

## (3) 出力効率

発電機、水車の出力効率は水頭、水量、比速度によって変化する。平均効率として水車は0.87、発電機は0.96を仮定し、電力量を計算する。

## 2.17 付替え道路

付替え道路は現存の舗装道路と建設現場を繋ぎ、プロジェクトの建設及び維持管理に供する。道路長さは、Ministry of Public Works and Highways (MPWH) 発行の縮尺25万分の1の地図上で計測し、工事費の算定を行う。

## 2.18 送電線及び変電所

送電電圧、送電電力、送電線サイズ等設計規準は、第一次スクリーニングと同じ規準とする。

計画発電所からの送電線は、計画電力に見合う一番近傍にある現存の変電所又は計画中の変電所とを結ぶ。送電線長さは縮尺25万分の1の地図上で直線距離を計り、それを1.2倍する。

## 3. 工事数量

### 3.1 基本計画図

Bureau of Coast & Geodetic Survey (BCGS) より発行されている縮尺5万分の1の地形図を引き伸ばして縮尺1万分の1地形図を作成し、その図上に基本計画図を各プロジェクト毎に作成する。流れ込み式プロジェクトの場合は、谷を横切らぬ様、トンネル線形の計画が重要である。ダム式の場合、建設現場の地形を考

えて、近接する構造物の調和ある配置が大切である。各構造物には前述の基本設計の計算により寸法付けを行う。基本計画図は、Appendix Bに添付してある。

### 3.2 工事数量

工事数量は、表-17に示した概算式により見積もる。基本設計により計画された構造物は、より正確な数量を得るが、その他の構造物の数量は経験式により概算する。例えば、鉄筋重量、ゲート重量等は、コンクリート体積に対する標準的な単位体積重量、ゲート寸法に対する標準的的重量等を適用する。その他多くの項目は同様の手法により見積もる。概算式は電算プログラムに組み込む。概算数量計算の為のインプットデータは上述の基本計画図より読み取る。

### 3.3 建設単価

前述の3.2節で計算された全ての項目について、その単価は表-18に示してある。この単価は日本での標準単価を基本としているが、フィリピン国での過去の水力発電の建設単価を参照したり、同国の類似プロジェクトのフィージビリティ報告書にある建設単価を参照したりして調整してある。

表-18に示した様に、ある単価は工事数量や構造物寸法により変化させる。

### 3.4 工事費積算

#### (1) その他工事

表-17に示した工事項目は、全ての詳細な項目を網羅していない。例えば、排水パイプ、止水工、手摺り、照明、付属物等々である。従い各々の工事費を5%増しとする。

さらに、機器搬入搬出費、河川の維持管理費、保険費、土捨て場費等々、別項工事費を考えるべきである。同費用を算入する為に“Miscellaneous Cost (その他工事費)”を工事費表の中に独立した項目として取り上げる。この費用は全土木工事費の5%を計上する。

## (2) 工費調整

国際港湾からの距離、材料採取場からの距離、地質条件、地形等の条件により単価又は工事数量を調整する。これら調整係数は表-19にまとめてある。

国際港湾は下記に示してある。

- i) マニラ港
- ii) サン フェルナンド港 (ラ ユニオン県)
- iii) アイレン港 (カガヤン県)

輸送距離は主要国道沿いに一番近い港湾から建設現場迄地図上で計る。

## (3) プロジェクト工事費

プロジェクト工事費は、工事数量に建設単価を乗じさらにその他工事費、調整工費を加え概算する。計算された工事費は表-20に示してある。

付 表





表 1 ダムタイプ一覽表

/1: Lagoon value  
 /2: Shearing strength (t/m<sup>2</sup>)  
 /3: Valley regime coefficient (valley width/valley depth)  
 /4: R/B ---Right bank  
 L/B ---Left bank  
 /5: RFD ---Rockfill dam  
 EPD ---Earthfill dam  
 CGD ---Concrete Gravity dam  
 /6: D/T ---Diversion tunnel  
 S/W ---Spillway  
 P/H ---Power house.

River Name	Scheme ID Scheme Name	P.S. Level (m)	Dam Height	/1		/2	Geology	/3	Topography	Material			/4	/5
				Lu	L					Rock/ Aggregate	Sand	Earth		
Abra	1-022-00-05-0-1 Supo	320.0	138	1	100-200	Metavolcanics (Cretaceous- Paleogene)	3.8	River flow turns to the right at the dam downstream.	o 3.5 km o Hard-Very o River deposit	o 1 km	R/B R/B L/B	RFD would be preferable	RFD	
	1-022-00-06-0-1 Eteb	371.0	118	10-100	100-200	(-ditto-)	3.1		o 2 km o Sound o River deposit	o 3.5 km	R/B L/B R/B	(-ditto-)	RFD	
Abulog	2-006-00-01-0-1 Sisiritan	100.0	112	10-100	50-100	Sandstone, siltstone, claystone & limestone (Late Miocene)	8.2	River bed is flat and valley is wide.	o 7 km o Hard lime o River & stone deposit	o 2.5 km	R/B R/B L/B	RFD would be preferable because of wide valley and high dam.	RFD	
	2-006-00-03-0-1 Bulu	218.0	160	10-100	100-200	Diorite & Andesitic rock (Neogene, Eocene)	3.9	River flow turns to the left at the immediate dam downstream.	o 2.5 km o Diorite o River deposit	o 2-5 km	L/B L/B R/B	RFD would be preferable	RFD	
Cito	2-006-01-04-0-1 Nababayan	240.1	161	10-100	50-200	Andesite Rock (Eocene)	4.6	Valley slope is gentle and valley is wide.	o 2 km o Hard rock o River & terrace deposit	o 1 km	L/B R/B L/B	RFD would be preferable	RFD	
	2-006-01-05-0-1 Dibagat	341.0	207	10-100	50-200	Andesite (Eocene) Dacite (Oligocene)	2.8		o 1 km o Andesite o Rock/ Dacite deposit	o 3.5 km	R/B	CGD might be possible but strong found- ation is not anticipated.	RFD	
Paret	2-006-01-06-0-1 Agbulu	346.0	180	10-100	100-200	Andesite (Miocene)	2.0	Valley is narrow and steep.	o 3 km o Andesite o River & terrace deposit	o 3 km	R/B -	CGD would be preferable	CGD	
	2-008-03-03-1-1 Basao	666.0	177	10-100	100-200	Basalt (Eocene)	4.6		o 5 km o Basalt o River & terrace deposit	o 5 km	L/B L/B R/B	RFD would be preferable	RFD	
Agos	2-008-03-05-0-1 Sadanga	890.0	228	1	100-200	Agglomerate & Basalt (Eo- cene)	3.5	Left abut- ment slope is steep.	o 3 km o Basalt, Agglo- merate	o 3.5 km	R/B R/B L/B	Dam is very high. RFD would be preferable.	RFD	
	2-008-07-24-0-1 Bantay	62.0	63	10-100	50-200	Sandstone (Miocene- Pliocene)	5.6		o Far away from site o River deposit	o 3 km	L/B L/B R/B	RFD would be preferable because of unavailabi- lity of rock material near the site.	RFD	
Agno	2-008-14-31-0-1 Mallano	292.0	159	2.4	100-200	Andesite (Cretaceous- Paleogene)	4.4	Valley is wide	o 1.5 km o Andesite o River deposit	o 5 km	L/B R/B L/B	RFD would be preferable because of wide valley.	RFD	
	3-077-00-04-1-1 Tabu	404.0	160	1-100	100-200	Quartz diorite (Neogene)	2.8		o 1-2 km o Hard-Very o River & terrace deposit	o 1-2 km	L/B R/B L/B	RFD would be preferable. Two upstream dams are RFD.	RFD	
Marikina	4-007-00-05-0-1 Kanan	294.0	208	1	100-200	Graywackes (Cretaceous- Paleogene)	4.2	River flow winds with sharp turn- about.	o 1.5 km o Graywackes o River deposit	o 1 km	R/B R/B R/B	RFD would be preferable because of wide valley.	RFD	
	4-007-00-05-0-1 Upper Agos-2	316.0	157	1	100-200	Graywacke sandstone (Paleogene- Eocene)	2.8	Valley is narrow	o 1.5 km o To be produced from rock.	o 5 km	L/B -	CGD would be preferable.	CGD	
Lebo	4-115-01-01-0-1 Wawa	151.0	144	100	100-200	Limestone (Early Miocene)	1.6	Both abut- ments are very steep. (Approx. 70 degree)	o 1.5 km o Limestone o River deposit	-	R/B -	RFD would be less feasi- ble because of steep abutment.	CGD	
	5-014-01-01-0-1 Bosigon	80.0	76	1-100	50-200	Andesitic pyroclastic and basaltic flows (Late Miocene)	6.1	Valley is wide	o 1 km o Tuff o Breccia o River deposit	o 1-2 km	R/B L/B R/B	RFD would be preferable because of low strength foundation.	RFD	



表 2 地質条件、ダム掘削深さ、ダム法面勾配

River	Scheme	Geological Classification						River deposit depth(m)	Core Exc. depth(m)	Aver. Exc. depth(m)	Dam Slope		1. Geological classification (Ref. to A---Excellent B---Good C---Acceptable D---Poor 2. Dam type *Concrete gravity **Earthfill dam. Others are rockfill dam.
		Dam	Waterway	P. House	Res.	Material	Upstream				Downstream		
Abra	Supo	B	B	B	B	A	10-15	15	8	2.5	2.0	1. Geological classification (Ref. to A---Excellent B---Good C---Acceptable D---Poor 2. Dam type *Concrete gravity **Earthfill dam. Others are rockfill dam.	
	Eteb	B/C	B	B	B	A	10-15	15	5	2.5	2.0		
Abulog	Sisirintan	C/D	B	B	D	B	15-20	15	8	2.9	2.1	1. Geological classification (Ref. to A---Excellent B---Good C---Acceptable D---Poor 2. Dam type *Concrete gravity **Earthfill dam. Others are rockfill dam.	
	Bulu	C/D	B	B/C	C	A	10-15	15	5	2.5	2.0		
	Mababayan	B	B	B/C	C	B	10-15	15	5	2.9	2.1		
	Dibagat	D	B	B	B	B	10-15	15	5	2.9	2.1		
	Agbulu*	B	B	B	B	B	10-15	15	15	0.8	0.86		
Chico	Basao	B	B	C	B	B	10-15	15	15	2.9	2.1	1. Geological classification (Ref. to A---Excellent B---Good C---Acceptable D---Poor 2. Dam type *Concrete gravity **Earthfill dam. Others are rockfill dam.	
	Sadanga	A	A	A	B	A	10	10	10	2.5	2.0		
Paret	Bantay**	C	C	B/C	B	D	10-15	15	5	3.9	2.7	1. Geological classification (Ref. to A---Excellent B---Good C---Acceptable D---Poor 2. Dam type *Concrete gravity **Earthfill dam. Others are rockfill dam.	
Ilagan	Maliano	A/B	B	B	B	A	10	10	5	2.5	2.0		
Agno	Tabu	A	B	C	C	A	10	10	5	2.5	2.0	1. Geological classification (Ref. to A---Excellent B---Good C---Acceptable D---Poor 2. Dam type *Concrete gravity **Earthfill dam. Others are rockfill dam.	
Agos	Kanan	B	D	B	B	A	5	10	5	2.5	2.0		
Marikina	Up. Agos 2*	A	A	B	D	A	2	5	5	0.8	0.86	1. Geological classification (Ref. to A---Excellent B---Good C---Acceptable D---Poor 2. Dam type *Concrete gravity **Earthfill dam. Others are rockfill dam.	
	Wawa*	C/D	D	B	C	A	15-20	3-22	15	0.8	0.86		
Lebo	Bozigon	C/D	B	B	B	C/D	2	15	8	2.9	2.1	1. Geological classification (Ref. to A---Excellent B---Good C---Acceptable D---Poor 2. Dam type *Concrete gravity **Earthfill dam. Others are rockfill dam.	

表 3 乾流工洪水追跡結果 (1 / 2)

<p>&lt;&lt; SUPO</p>										
TUNNEL NO.	1	2	3	4	5					
DIA= 5 (m)	354.824	330.461	311.419	296.201	284.342					
MAX.WL (m)	618.590	1133.870	1567.720	1938.010	2265.090					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA= 8 (m)	294.887	274.935	259.992	248.615	240.009					
MAX.WL (m)	1439.030	2542.410	3378.800	4000.970	4427.160					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA=10 (m)	281.849	256.187	240.772	229.283	221.425					
MAX.WL (m)	2196.960	3576.740	4413.960	4652.180	4909.030					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
<p>&lt;&lt; SISIRITAN</p>										
TUNNEL NO.	1	2	3	4	5					
DIA= 4 (m)	55.841	54.236	52.597	51.364	49.913					
MAX.WL (m)	186.888	366.945	539.703	708.727	869.680					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA= 6 (m)	53.111	49.710	46.312	43.509	40.944					
MAX.WL (m)	477.549	914.037	1307.210	1667.010	1998.020					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA= 8 (m)	49.889	43.981	39.099	34.829	31.835					
MAX.WL (m)	888.261	1624.080	2232.530	2718.190	3148.100					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
<p>&lt;&lt; NABARAYAN</p>										
TUNNEL NO.	1	2	3	4	5					
DIA= 5 (m)	182.532	174.985	167.841	161.374	155.055					
MAX.WL (m)	414.956	789.568	1124.600	1422.790	1680.690					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA= 8 (m)	167.839	150.337	140.052	132.395	127.538					
MAX.WL (m)	1139.030	1939.950	2555.320	3036.320	3378.650					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA=10 (m)	155.315	137.603	128.180	121.475	118.136					
MAX.WL (m)	1693.990	2703.690	3370.980	3738.010	4210.260					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
<p>&lt;&lt; AGBULU</p>										
TUNNEL NO.	1	2	3	4	5					
DIA= 2 (m)	239.940	237.671	235.603	233.542	232.020					
MAX.WL (m)	39.474	77.530	113.716	148.540	182.756					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA= 5 (m)	224.068	212.093	206.182	203.341	199.790					
MAX.WL (m)	317.583	527.898	698.053	841.162	910.527					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA= 8 (m)	206.876	197.816	192.978	190.321	189.670					
MAX.WL (m)	685.306	967.649	1071.380	1053.760	1052.950					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
<p>&lt;&lt; ETEB</p>										
TUNNEL NO.	1	2	3	4	5					
DIA= 2 (m)	338.258	337.050	336.042	335.570	334.776					
MAX.WL (m)	43.695	86.585	128.852	171.165	212.609					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA= 6 (m)	328.858	321.140	314.775	309.560	304.984					
MAX.WL (m)	588.157	1089.180	1518.130	1890.340	2200.720					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA=10 (m)	314.307	301.556	294.052	290.138	286.448					
MAX.WL (m)	1576.100	2564.890	3194.890	3720.890	3854.520					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
<p>&lt;&lt; BULU</p>										
TUNNEL NO.	1	2	3	4	5					
DIA= 5 (m)	141.944	137.593	133.791	130.353	126.674					
MAX.WL (m)	353.231	681.751	989.490	1276.520	1539.580					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA= 8 (m)	133.675	123.137	114.839	109.382	104.756					
MAX.WL (m)	1009.380	1809.280	2440.590	2987.070	3412.650					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA=10 (m)	126.579	113.044	105.180	100.264	96.264					
MAX.WL (m)	1566.600	2630.200	3408.310	4066.910	4430.470					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
<p>&lt;&lt; DIBAGAT</p>										
TUNNEL NO.	1	2	3	4	5					
DIA= 5 (m)	251.527	241.587	232.034	223.169	216.432					
MAX.WL (m)	426.816	808.596	1144.580	1436.700	1703.170					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA= 8 (m)	231.446	210.490	198.497	190.274	181.114					
MAX.WL (m)	1174.490	1992.660	2620.160	3057.520	3359.310					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA=10 (m)	215.749	195.448	181.498	173.078	168.896					
MAX.WL (m)	1746.190	2779.740	3360.990	3518.940	3593.820					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
<p>&lt;&lt; BASAO</p>										
TUNNEL NO.	1	2	3	4	5					
DIA= 2 (m)	634.583	629.900	625.664	621.841	617.809					
MAX.WL (m)	47.877	94.095	138.875	182.376	224.228					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA= 5 (m)	599.163	570.215	551.713	539.364	527.820					
MAX.WL (m)	421.479	709.462	911.661	1042.720	1109.980					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										
DIA= 8 (m)	550.455	529.619	518.015	517.960	517.286					
MAX.WL (m)	928.857	1014.960	1279.940	1151.070	1150.030					
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)										

表 3 転流工洪水追跡結果 (2 / 2)

<< SADANGA

TUNNEL NO.	1	2	3	4	5
DIA= 4 (m)					
MAX.WL (m)	758.960	741.968	729.432	720.193	712.616
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	207.487	373.308	508.779	622.407	717.134
DIA= 8 (m)					
MAX.WL (m)	710.376	688.769	681.529	680.264	679.869
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	757.879	992.546	1034.090	1011.800	1021.310
DIA=10 (m)					
MAX.WL (m)	694.391	682.049	680.943	680.198	679.738
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	954.128	1023.750	1014.440	1009.020	1012.940

<< MALIANO

TUNNEL NO.	1	2	3	4	5
DIA= 2 (m)					
MAX.WL (m)	223.319	221.794	220.299	218.830	217.573
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	41.350	81.918	121.689	160.666	199.122
DIA= 6 (m)					
MAX.WL (m)	206.722	193.201	182.643	175.091	170.049
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	562.854	991.114	1309.680	1552.710	1756.520
DIA=10 (m)					
MAX.WL (m)	181.355	164.697	157.766	155.010	152.714
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	1377.570	1938.230	2164.720	2232.720	2245.140

<< KANAN

TUNNEL NO.	1	2	3	4	5
DIA= 2 (m)					
MAX.WL (m)	222.098	219.291	217.188	214.795	212.874
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	49.586	98.085	145.868	192.599	238.780
DIA= 5 (m)					
MAX.WL (m)	203.471	186.919	173.128	162.418	153.624
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	462.414	851.162	1174.850	1449.210	1692.960
DIA= 8 (m)					
MAX.WL (m)	172.381	146.747	127.734	117.466	111.915
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	1198.440	1901.380	2261.080	2388.120	2373.700

<< WAWA

TUNNEL NO.	1	2	3	4	5
DIA= 2 (m)					
MAX.WL (m)	65.048	61.429	57.840	54.525	52.073
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	39.137	74.716	106.504	134.966	161.728
DIA= 4 (m)					
MAX.WL (m)	51.519	43.018	39.242	35.598	32.772
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	171.466	281.760	363.949	416.475	458.493
DIA= 6 (m)					
MAX.WL (m)	41.133	33.441	30.324	29.459	28.342
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	331.153	464.546	458.044	483.798	478.235

<< BANTAY

TUNNEL NO.	1	2	3	4	5
DIA= 2 (m)					
MAX.WL (m)	47.006	46.938	46.894	46.423	46.375
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	30.781	61.483	92.150	121.767	152.070
DIA= 4 (m)					
MAX.WL (m)	46.381	45.068	43.882	42.866	41.923
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	163.983	319.220	466.612	608.149	743.319
DIA= 6 (m)					
MAX.WL (m)	44.108	41.959	40.082	37.285	34.953
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	395.587	751.341	1072.430	1312.820	1508.110

<< TABU

TUNNEL NO.	1	2	3	4	5
DIA= 4 (m)					
MAX.WL (m)	549.647	517.854	491.903	470.105	450.970
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	392.461	739.029	1049.270	1328.020	1580.860
DIA= 6 (m)					
MAX.WL (m)	498.514	443.015	404.965	379.465	362.194
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	972.573	1692.520	2245.240	2695.760	3097.410
DIA=10 (m)					
MAX.WL (m)	394.216	343.194	316.543	299.751	290.367
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	2430.350	3704.920	4364.960	4626.270	4621.620

<< UPPER AGOS-2

TUNNEL NO.	1	2	3	4	5
DIA= 2 (m)					
MAX.WL (m)	220.219	215.992	212.664	209.548	206.030
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	44.125	84.735	122.961	158.469	190.036
DIA= 6 (m)					
MAX.WL (m)	190.540	180.205	174.786	172.067	170.532
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	408.194	583.103	667.273	653.248	643.170
DIA=10 (m)					
MAX.WL (m)	174.702	169.841	169.196	168.739	168.377
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	657.901	642.917	644.654	640.645	641.082

<< BOSIGON

TUNNEL NO.	1	2	3	4	5
DIA= 2 (m)					
MAX.WL (m)	68.068	66.787	65.683	65.342	64.355
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	41.958	82.687	122.423	162.569	200.788
DIA= 4 (m)					
MAX.WL (m)	64.263	60.560	56.077	52.760	50.607
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	214.600	408.662	573.424	722.651	867.162
DIA= 6 (m)					
MAX.WL (m)	58.347	50.661	44.979	41.711	39.521
MAX.Q(m <sup>3</sup> /s)	499.702	872.554	1149.370	1377.400	1540.970

表 4 転流トンネル単位長さ工事費

Tunnel Dia (m)		2	4	5	6	8	10
<b>1. Pressure Tunnel</b>							
Excavation	Q'ty (m <sup>3</sup> /m)	5.0	18.4	27.5	38.3	64.8	97.7
	U/P (\$/m <sup>3</sup> )	72	65	63	61	59	57
	Cost (\$/m)	360	1196	1733	2336	3823	5569
Concrete	Q'ty (m <sup>3</sup> /m)	1.8	5.6	7.5	9.5	13.6	17.7
	U/P (\$/m <sup>3</sup> )	110	97	94	91	86	83
	Cost (\$/m)	198	543	705	865	1170	1469
Re-bar	Q'ty (kg/m)	108	335	453	572	816	1064
	U/P (\$/kg)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	Cost (\$/m)	119	369	498	629	898	1170
Fill grout cost (\$/m)		62	96	113	130	164	198
Sub-total <u>/1</u>		739	2204	3049	3960	6055	8406
<b>2. Non-pressure Tunnel</b>							
Excavation	Q'ty (m <sup>3</sup> /m)	4.8	18.0	27.2	38.1	65.0	98.7
	U/P (\$/m <sup>3</sup> )	72	65	63	61	59	57
	Cost (\$/m)	346	1170	1714	2324	3835	5626
Concrete	Q'ty (m <sup>3</sup> /m)	1.4	4.6	6.2	7.9	11.3	14.7
	U/P (\$/m <sup>3</sup> )	110	97	94	91	86	83
	Cost (\$/m)	154	446	583	719	972	1220
Re-bar	Q'ty (kg/m)	7	23	31	40	57	74
	U/P (\$/kg)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	Cost (\$/m)	8	25	34	44	63	81
Fill grout cost (\$/m)		62	96	113	130	164	198
Sub-total <u>/2</u>		570	1737	2444	3217	5034	7125
Total Cost ( <u>/1</u> + <u>/2</u> )/2		655	1971	2747	3589	5545	7766

$$\text{Excav. U/P} = 80 \times \text{Dia}^{-0.15}$$

$$\text{Conc. U/P} = 125 \times \text{Dia}^{-0.18}$$

$$\text{Fill grout Cost} = 17 \times \text{Dia} + 28$$

$$\text{Curtain grout cost} = 16 \times (\text{Dam height}) \times 75 \text{ \$/m} = 1,200 \times (\text{Dam height}) \text{ \$}$$

表 5 転流トンネル工事費

n = Tunnel No(s).

River Name	Scheme Name	Tunnel Length (m)	Unit: Million \$ (Including 20% Miscellaneous Work Cost)						Calculated Dia. (m)			
			n = 1		n = 3		n = 5					
			Dmin	Dhalf	Dmax	Dmin	Dhalf	Dmax		Dmin	Dhalf	Dmax
Abra	Supo Eteb	630	2.28	4.39	6.07	6.83	13.17	18.21	11.38	21.95	30.35	5,8,10
		565	0.59	2.25	4.61	1.78	6.75	13.83	2.97	11.25	23.05	2,6,10
Abulog	Sisiritan Bulu Nababarayan Dibagat Agbulu	710	1.53	2.68	4.07	4.60	8.05	12.21	7.67	13.41	20.36	4,6,8
		930	2.75	5.35	7.41	8.24	16.05	22.24	13.73	26.74	37.07	5,8,10
		1020	3.00	5.85	8.11	8.99	17.55	24.34	14.98	29.25	40.57	5,8,10
		1160	3.43	6.68	9.26	10.30	20.04	27.77	17.17	33.40	46.28	5,8,10
Chico	Basao Sadanga	880	0.79	2.63	7.05	2.38	7.90	21.15	3.96	13.17	35.25	2,5,8
		1070	0.91	3.15	6.15	2.74	9.46	18.44	4.57	15.76	30.73	2,5,8
Paret	Bantay	1350	1.16	5.12	10.76	3.47	15.36	32.27	5.79	25.59	53.79	2,6,10
		460	0.38	0.98	1.73	1.13	2.95	5.18	1.88	4.91	8.63	2,4,6
Ilangan	Maliano	850	0.75	3.24	6.79	2.24	9.72	20.38	3.74	16.21	33.96	2,6,10
		1160	2.44	4.32	9.16	7.33	12.96	27.49	12.21	21.60	45.82	4,6,10
Agos	Kenan Up. Agos 2	1140	1.00	3.38	6.57	2.99	10.14	19.71	4.98	16.91	32.85	2,5,8
		720	0.66	2.77	5.78	1.98	8.32	17.34	3.30	13.86	28.90	2,6,10
Marikina	Wawa	620	0.53	1.34	2.35	1.58	4.03	7.04	2.63	6.71	11.73	2,4,6
		410	0.36	0.90	1.56	1.08	2.70	4.69	1.80	4.50	7.81	2,4,6



表 6 仮締め切りダム工事費

Unit: Quantity ----- x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Cost ----- x 10<sup>6</sup> \$

Notes 1: Including 20% miscellaneous work  
 2: Unit price = 4\$/m<sup>3</sup>

River Name	Scheme Name	Dam height H=10 m		H=20 m		H=30 m		H=40 m		H=50 m	
		Q'ty	Cost	Q'ty	Cost	Q'ty	Cost	Q'ty	Cost	Q'ty	Cost
Abra	Supo	0.029	0.14	0.091	0.43	0.199	0.95	0.372	1.78	0.616	2.96
	Eteb	0.043	0.21	0.141	0.67	0.336	1.61	0.629	3.01	1.050	5.04
Abu- log	Sisiritan	0.154	0.73	0.471	2.26	0.986	4.73	1.725	8.28	2.718	13.04
	Bulu	0.063	0.30	0.209	1.00	0.472	2.26	0.852	4.09	1.367	6.56
	Nababarayan	0.092	0.44	0.267	1.28	0.547	2.62	0.951	4.56	1.491	7.15
	Dibagat	0.045	0.21	0.130	0.62	0.267	1.28	0.464	2.22	0.733	3.51
	Agbulu	0.032	0.15	0.092	0.44	0.195	0.94	0.350	1.68	0.564	2.70
Chico	Basao	0.054	0.26	0.108	0.52	0.260	1.25	0.444	2.13	0.731	3.51
	Sadanga	0.031	0.15	0.098	0.47	0.212	1.01	0.377	1.81	0.600	2.88
Paret	Bantay	0.071	0.34	0.223	1.07	0.492	2.36	0.905	4.34	1.505	7.22
Ila- gan	Maliano	0.060	0.28	0.180	0.86	0.416	1.99	0.749	3.59	1.262	6.06
	Tabu	0.031	0.15	0.087	0.42	0.183	0.88	0.319	1.53	0.509	2.94
AGOS	Kenan	0.026	0.12	0.094	0.45	0.211	1.01	0.392	1.88	0.649	3.11
	Up. Agos 2	0.042	0.20	0.132	0.63	0.279	1.34	0.488	2.34	0.785	3.77
Mari- kina	Wawa	0.021	0.10	0.072	0.34	0.166	0.79	0.315	1.51	0.533	2.55
	Bosigon	0.039	0.18	0.123	0.59	0.269	1.29	0.499	2.39	0.831	3.99

表 7 最適化後の転流工諸元

Notes: 1. \* ---- Concrete dam, \*\* ---- Earth fill dam, Others are rockfill dam.  
 2. 2-year flood for concrete dam, 25-year flood for others  
 3. Geology: A = Excellent, B = Good, C = Acceptable

River Name	Scheme Code	Scheme Name	Geology	Tunnel Length (m)	Inlet Sill Level (m)	Tunnel Slope	Peak Inflow (m <sup>3</sup> /s)	Peak Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Coffer dam El. (m)	Velocity (m/s)	Tunnel (Nos.xDia.)
Abra	1-022-00-05-0-1	Supo	B	630	204	1/175	5400	4652	231.0	14.8	4x10.0 m
	1-022-00-06-0-1	Eteb	B	565	273	1/360	4600	2565	302.0	16.3	2x10.0
Abulog	2-006-00-01-0-1	Sisiritan	C	710	10	1/1475	6400	2233	40.0	14.8	3x8.0
	2-006-00-03-0-1	Bulu	C	930	78	1/425	5900	3408	106.0	14.5	3x10.0
	2-006-01-04-0-1	Nababayan	B	1020	101	1/825	4700	3371	130.0	14.3	3x10.0
	2-006-01-05-0-1	Dibagat	B	1160	150	1/325	4100	3361	183.0	14.3	3x10.0
	2-006-01-06-0-1	Agbulu*	B	880	185	1/280	1300	685	207.0	13.6	1x8.0
Chico	2-008-03-03-1-1	Basao	B	1070	510	1/80	1253	1015	530.5	10.1	2x8.0
	2-008-03-05-0-1	Sadanga	A	1350	676	1/120	1100	954	695.0	12.1	1x10.0
Paret	2-008-07-24-0-1	Bantay**	C	460	20	1/600	3000	31	48.0	9.8	1x2.0
Ilangan	2-008-14-34-0-1	Maliano	A	850	145	1/450	2400	1858	173.0	14.6	2x9.0
Agno	3-007-00-04-1-1	Tabu	A	1160	270	1/300	4754	4626	301.0	14.7	4x10.0
Agos	4-007-00-01-0-1	Kenan	B	1140	100	1/125	2800	2261	129.0	15.0	3x8.0
	4-007-00-05-0-1	Upper-Agos 2*	A	720	166	1/250	800	408	191.0	14.4	1x6.0
Mari-kina	4-115-01-01-0-1	Wawa*	C	620	24	1/450	600	171	52.5	13.6	1x4.0
Labo	5-014-01-01-0-1	Bosigon	C	410	23	1/1150	2100	51	52.0	15.4	2x6.0

表 8 経済比較のための洪水吐洪水追跡結果 (1/5)

River	Scheme & ID	Max. Inflow (m <sup>3</sup> /s)	Weir Crest (m)	Weir Width (m)	Max. Water Level (m)	Max. Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Peak Cut Ratio (Outflow/Inflow)					
Abura	Efeb:1-022-00-06-0-1Supo:1-022-00-05-0-1	8,637	371	50	385.3	5,407	0.62					
								100	100	114.8	11,387	0.64
								150	150	112.0	12,470	0.70
								130	130	371.5	7,613	0.88
								90	90	373.3	6,837	0.79
								50	50	377.1	5,867	0.67
								45	45	371.8	7,336	0.84
								30	30	374.4	5,939	0.68
								20	20	378.4	5,120	0.59
								150	150	329.7	9,063	0.83
								100	100	332.2	8,522	0.75
								50	50	337.6	7,383	0.65
Abra	Supo (+ Efeb)	9,739	263	50	283.4	9,203	0.95					
								100	100	276.2	9,540	0.98
								150	150	273.1	9,649	0.99
								150	150	264.2	9,705	1.00
								100	100	267.2	9,642	0.99
								50	50	274.7	9,433	0.97
								73	73	320.0	11,149	0.98
								40	40	324.0	8,255	0.73
								20	20	331.5	6,409	0.56
								150	150	321.1	9,629	0.85
								100	100	323.5	8,838	0.78
								50	50	328.9	7,573	0.67
Abura	Stair-ten: 2-006-00-01-0-1	17,633	82	20	115.6	7,790	0.44					
								60	60	103.7	12,130	0.68
								115	115	100.0	17,564	0.99
								150	150	103.3	12,941	0.73
								91	91	106.2	11,852	0.67
								50	50	112.3	9,830	0.55
								150	150	112.0	12,470	0.70
								100	100	114.8	11,387	0.64
								50	50	120.1	9,011	0.51
								150	150	112.0	12,470	0.70
								100	100	114.8	11,387	0.64
								50	50	120.1	9,011	0.51

River	Scheme & ID	Max. Inflow (m <sup>3</sup> /s)	Weir Crest (m)	Weir Width (m)	Max. Water Level (m)	Max. Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Peak Cut Ratio (Outflow/Inflow)					
Abura	Efeb:1-022-00-06-0-1Supo:1-022-00-05-0-1	11,265	311	50	328.9	7,573	0.67					
								100	100	323.5	8,838	0.78
								150	150	321.1	9,629	0.85
								150	150	329.7	9,063	0.83
								100	100	332.2	8,522	0.75
								50	50	337.6	7,383	0.65
								150	150	329.7	9,063	0.83
								100	100	332.2	8,522	0.75
								50	50	337.6	7,383	0.65
								150	150	329.7	9,063	0.83
								100	100	332.2	8,522	0.75
								50	50	337.6	7,383	0.65

表 8 経済比較のための洪水吐洪水道跡結果 (2 / 5)

River	Scheme & ID	Max. Inflow (M <sup>3</sup> /s)	Weir Crest (M)	Weir Width (m)	Max. Water Level (m)	Max. Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Peak Cut Ratio (Outflow/Inflow)
Abulog	Diba- Ritan(+Argulu+Bulu) Sist-	17,633	50.3	40	77.3	11,250	0.64
			50.3	80	70.3	14,292	0.81
			50.3	120	68.3	17,633	1.00
			59.3	50	82.3	11,048	0.63
			59.3	100	75.5	13,040	0.74
			59.3	150	72.3	14,033	0.80
	Diba- Ritan(+Argulu+Bulu) Sist-	12,610	34.1	50	355.9	5,736	0.45
			34.1	100	351.9	7,231	0.57
			34.1	150	349.9	7,909	0.63
			33.2	50	347.8	6,269	0.50
			33.2	100	343.6	7,940	0.63
			33.2	150	341.7	9,089	0.72

River	Scheme & ID	Max. Inflow (M <sup>3</sup> /s)	Weir Crest (M)	Weir Width (m)	Max. Water Level (m)	Max. Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Peak Cut Ratio (Outflow/Inflow)
Abulog	Nababa- Rayan:2-006-01-04-03Bulu:2-006-00-03-0-1	14,664	240	50	258.1	7,721	0.52
			240	100	253.1	9,542	0.65
			240	150	250.6	10,364	0.70
			231	50	249.7	8,112	0.55
			231	100	244.4	9,917	0.67
			231	150	242.0	10,996	0.74
	Nababa- Rayan:2-006-01-04-03Bulu:2-006-00-03-0-1	19,984	218	50	234.4	6,612	0.33
			218	100	230.6	8,974	0.45
			218	150	228.6	10,422	0.52
			209	50	227.5	7,984	0.40
			209	100	222.9	10,387	0.52
			209	150	220.8	12,159	0.61

表 8 経済比較のための洪水吐洪水追跡結果 (3 / 5)

River	Scheme & ID	Max. Inflow (m <sup>3</sup> /s)	Weir Crest (m)	Weir Width (m)	Max. Water Level (m)	Max. Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Peak Cut Ratio (Outflow/Inflow)	
Chico	Basao(+Sadanga)	7,415	657	40	676.2	6,714	0.91	
			648	30	671.0	6,602	0.89	
				48	666.0	7,415	1.00	
	Abulog	Bulu (+ Agbulu)	19,984	175	50	194.8	8,782	0.44
				166	100	181.6	12,288	0.61
					150	178.8	13,816	0.69
Paret	Ban- tay: 2-008-07-24-0-1	7,528	62	50	69.2	1,914	0.25	
			53	100	67.8	2,771	0.37	
				150	67.0	3,339	0.44	
	Sada- nga: 2-008-03-05-0-1	7,061	890	50	903.9	5,161	0.73	
			872	100	899.5	5,813	0.82	
				150	897.4	6,043	0.86	

River	Scheme & ID	Max. Inflow (m <sup>3</sup> /s)	Weir Crest (m)	Weir Width (m)	Max. Water Level (m)	Max. Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Peak Cut Ratio (Outflow/Inflow)
Chico	Ban- tay: 2-008-07-24-0-1	7,528	44	20	63.8	3,532	0.47
			53	35	62.4	5,531	0.73
				50	62.0	7,528	1.00
	Sada- nga: 2-008-03-05-0-1	7,061	890	20	896.9	5,054	0.72
			881	85	891.7	5,932	0.84
				130	890.1	7,061	1.00
Paret	Ban- tay: 2-008-07-24-0-1	7,528	62	50	69.2	1,914	0.25
			53	100	67.8	2,771	0.37
				150	67.0	3,339	0.44
	Sada- nga: 2-008-03-05-0-1	7,061	890	50	903.9	5,161	0.73
			872	100	899.5	5,813	0.82
				150	897.4	6,043	0.86

表 8 経済比較のための洪水吐洪水追跡結果 (4 / 5)

River	Scheme & ID	Max. Inflow (m <sup>3</sup> /s)	Weir Crest (H)	Weir Width (m)	Max. Water Level (m)	Max. Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Peak Cut Ratio (Outflow/Inflow)
Agos	Ka-nan:4-007-00-01-0-1	9,123	285	50	297.7	5,420	0.50
				100	295.0	6,336	0.69
				150	294.2	8,434	0.92
Ilagan	Malia-no:2-008-14-34-0-1	11,200	292	50	307.5	6,121	0.54
				80	304.4	6,989	0.62
				120	302.0	7,652	0.68
Agos	Upper Agos (2) Agos:4-007-00-01-0-1	9,123	138	20	171.5	7,753	0.85
				40	160.6	8,592	0.94
				58	157.6	9,123	1.00
Agos	Upper Agos (2) Agos:4-007-00-01-0-1	10,834	316	50	326.4	4,398	0.31
				100	323.8	4,417	0.40
				150	322.5	5,021	0.46
Agos	Upper Agos (2) Agos:4-007-00-01-0-1	10,834	304	30	320.0	3,851	0.35
				70	316.7	6,373	0.53
				110	316.0	9,415	0.84

River	Scheme & ID	Max. Inflow (m <sup>3</sup> /s)	Weir Crest (H)	Weir Width (m)	Max. Water Level (m)	Max. Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Peak Cut Ratio (Outflow/Inflow)
Agos	Upper Agos (2) Agos:4-007-00-01-0-1	9,123	156.0	50	174.9	8,217	0.90
				100	168.1	8,416	0.92
				150	165.2	8,375	0.92

表 8 経済比較のための洪水吐洪水追跡結果 (5 / 5)

River	Scheme & ID	Max. Inflow (m <sup>3</sup> /s)	Weir Crest (m)	Weir Width (m)	Max. Water Level (m)	Max. Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Peak Cut Ratio (Outflow/Inflow)	
Labo	Post- Pon:5-014-01-01-0-1	6,914	80	40	90.3	2,649	0.38	
			71	70	81.1	4,518	0.65	
				110	80.0	5,940	0.85	
			62	10	85.7	2,311	0.33	
				20	82.2	3,633	0.52	
				30	80.0	4,582	0.66	
	Agno	Pa- Pon:3-077-00-04-1-1	9,637	804	50	424.2	9,102	0.94
					100	417.1	9,443	0.90
					150	414.0	9,498	0.99
				395	50	415.3	9,179	0.95
					100	408.1	9,482	0.98
					150	405.4	9,637	1.00
Basao	Basao	7,415	666	50				
				100				
				150				
			657	40				
				90				
				135				
				645	20			
					30			
					48			

表 9 経済比較のためのダム及び洪水吐工事費 (1/3)

<< SUPD Gate Height (m) Gate Width (m) Gate Nos. Dam SW Cost (mil.\$) Dam SW Exc. Cost (mil.\$) SW Conc. Cost (mil.\$) SW Rebr. Cost (mil.\$) Gate SW Ttl. Cost (mil.\$) Dam+SW Cost (mil.\$)										<< ETEB Gate Height (m) Gate Width (m) Gate Nos. Dam SW Cost (mil.\$) Dam SW Exc. Cost (mil.\$) SW Conc. Cost (mil.\$) SW Rebr. Cost (mil.\$) Gate SW Ttl. Cost (mil.\$) Dam+SW Cost (mil.\$)																									
18.00	20.00	1.00	62.69	4.41	5.41	3.16	14.87	77.56	18.00	20.00	1.00	60.64	2.62	4.54	3.16	12.25	72.89	18.00	20.00	1.00	54.90	3.31	3.42	4.74	18.43	73.46	18.00	30.00	1.00	54.90	3.31	3.42	4.74	18.43	73.46
18.00	18.25	4.00	50.89	9.97	5.49	1.12	11.54	79.01	18.00	22.50	2.00	50.33	4.55	5.28	7.11	18.40	68.73	18.00	18.25	4.00	50.89	9.97	5.49	1.12	11.54	79.01	18.00	22.50	2.00	50.33	4.55	5.28	7.11	18.40	68.73
9.00	10.00	5.00	60.05	6.60	4.57	0.97	1.70	73.90	9.00	10.00	5.00	58.63	4.04	5.06	1.70	11.89	70.52	9.00	10.00	5.00	60.05	6.60	4.57	0.97	1.70	73.90	9.00	10.00	5.00	58.63	4.04	5.06	1.70	11.89	70.52
9.00	9.38	16.00	54.52	11.78	6.93	1.19	3.39	23.28	9.00	9.29	14.00	49.85	6.92	10.18	3.05	18.58	71.28	9.00	9.38	16.00	54.52	11.78	6.93	1.19	3.39	23.28	9.00	9.29	14.00	49.85	6.92	10.18	3.05	18.58	71.28
0.00	0.00	0.00	68.82	4.97	4.05	0.86	0.00	78.70	0.00	0.00	0.00	71.16	2.76	4.34	0.00	8.06	79.22	0.00	0.00	0.00	68.82	4.97	4.05	0.86	0.00	78.70	0.00	0.00	0.00	71.16	2.76	4.34	0.00	8.06	79.22
0.00	0.00	0.00	63.40	8.68	5.95	1.02	15.65	79.06	0.00	0.00	0.00	64.79	5.08	6.80	0.00	12.97	77.76	0.00	0.00	0.00	63.40	8.68	5.95	1.02	15.65	79.06	0.00	0.00	0.00	64.79	5.08	6.80	0.00	12.97	77.76
0.00	0.00	0.00	60.87	12.40	8.36	1.34	0.00	82.96	0.00	0.00	0.00	61.72	7.40	9.83	0.00	18.72	80.44	0.00	0.00	0.00	60.87	12.40	8.36	1.34	0.00	82.96	0.00	0.00	0.00	61.72	7.40	9.83	0.00	18.72	80.44

<< ETEB+SUPO Gate Height (m) Gate Width (m) Gate Nos. Dam SW Cost (mil.\$) Dam SW Exc. Cost (mil.\$) SW Conc. Cost (mil.\$) SW Rebr. Cost (mil.\$) Gate SW Ttl. Cost (mil.\$) Dam+SW Cost (mil.\$)										<< SISIRITAN Gate Height (m) Gate Width (m) Gate Nos. Dam SW Cost (mil.\$) Dam SW Exc. Cost (mil.\$) SW Conc. Cost (mil.\$) SW Rebr. Cost (mil.\$) Gate SW Ttl. Cost (mil.\$) Dam+SW Cost (mil.\$)																									
18.00	10.00	1.00	30.81	3.07	25.70	1.58	41.93	72.74	18.00	20.00	1.00	125.32	5.49	11.11	3.16	25.07	150.39	18.00	10.00	1.00	30.81	3.07	25.70	1.58	41.93	72.74	18.00	20.00	1.00	125.32	5.49	11.11	3.16	25.07	150.39
18.00	15.00	2.00	16.64	5.03	9.62	3.31	4.74	39.35	18.00	20.00	3.00	100.68	11.03	11.86	9.49	35.74	136.42	18.00	15.00	2.00	16.64	5.03	9.62	3.31	4.74	39.35	18.00	20.00	3.00	100.68	11.03	11.86	9.49	35.74	136.42
18.00	16.00	4.00	11.77	8.46	7.66	2.08	10.12	40.08	18.00	19.17	6.00	92.78	18.76	17.11	18.18	50.72	150.72	18.00	16.00	4.00	11.77	8.46	7.66	2.08	10.12	40.08	18.00	19.17	6.00	92.78	18.76	17.11	18.18	50.72	150.72
9.00	8.33	6.00	17.13	5.95	7.57	2.09	1.70	34.43	9.00	10.00	5.00	118.71	8.72	10.67	1.70	24.01	142.73	9.00	8.33	6.00	17.13	5.95	7.57	2.09	1.70	34.43	9.00	10.00	5.00	118.71	8.72	10.67	1.70	24.01	142.73
9.00	8.82	12.00	13.57	10.68	8.51	1.69	3.39	37.84	9.00	9.09	11.00	105.97	15.72	14.88	3.02	37.00	142.91	9.00	8.82	12.00	13.57	10.68	8.51	1.69	3.39	37.84	9.00	9.09	11.00	105.97	15.72	14.88	3.02	37.00	142.91
0.00	0.00	0.00	12.29	15.20	10.93	1.97	5.09	33.19	0.00	9.38	16.00	99.83	22.40	19.06	3.14	49.68	149.51	0.00	0.00	0.00	12.29	15.20	10.93	1.97	5.09	33.19	0.00	9.38	16.00	99.83	22.40	19.06	3.14	49.68	149.51
0.00	0.00	0.00	22.00	3.86	6.17	1.76	0.00	45.48	0.00	0.00	0.00	134.73	6.29	8.87	2.50	17.66	152.38	0.00	0.00	0.00	22.00	3.86	6.17	1.76	0.00	45.48	0.00	0.00	0.00	134.73	6.29	8.87	2.50	17.66	152.38
0.00	0.00	0.00	17.95	6.88	6.83	1.33	0.00	32.99	0.00	0.00	0.00	133.88	11.08	12.40	0.00	26.06	149.94	0.00	0.00	0.00	17.95	6.88	6.83	1.33	0.00	32.99	0.00	0.00	0.00	133.88	11.08	12.40	0.00	26.06	149.94
0.00	0.00	0.00	16.35	9.89	8.94	1.58	0.00	36.76	0.00	0.00	0.00	118.09	15.87	15.89	2.52	34.34	152.43	0.00	0.00	0.00	16.35	9.89	8.94	1.58	0.00	36.76	0.00	0.00	0.00	118.09	15.87	15.89	2.52	34.34	152.43

<< BULU Gate Height (m) Gate Width (m) Gate Nos. Dam SW Cost (mil.\$) Dam SW Exc. Cost (mil.\$) SW Conc. Cost (mil.\$) SW Rebr. Cost (mil.\$) Gate SW Ttl. Cost (mil.\$) Dam+SW Cost (mil.\$)										<< NABADARAYAN Gate Height (m) Gate Width (m) Gate Nos. Dam SW Cost (mil.\$) Dam SW Exc. Cost (mil.\$) SW Conc. Cost (mil.\$) SW Rebr. Cost (mil.\$) Gate SW Ttl. Cost (mil.\$) Dam+SW Cost (mil.\$)																									
18.00	20.00	2.00	138.16	5.73	7.51	2.16	6.32	159.89	18.00	20.00	1.00	158.50	5.07	9.08	3.16	21.50	179.99	18.00	20.00	2.00	129.43	10.17	10.40	2.33	13.44	165.77	18.00	25.00	1.00	140.69	8.88	10.91	7.91	30.89	171.58
18.00	18.57	7.00	127.38	14.90	14.18	2.71	20.55	179.73	18.00	19.20	5.00	133.61	15.24	16.09	15.18	50.29	183.90	18.00	18.57	7.00	127.38	14.90	14.18	2.71	20.55	179.73	18.00	19.20	5.00	133.61	15.24	16.09	15.18	50.29	183.90
9.00	10.00	5.00	146.62	6.73	7.36	1.64	1.70	164.05	9.00	10.00	5.00	154.29	8.02	9.78	2.46	21.95	176.24	9.00	10.00	5.00	146.62	6.73	7.36	1.64	1.70	164.05	9.00	10.00	5.00	154.29	8.02	9.78	2.46	21.95	176.24
9.00	9.09	11.00	137.36	12.19	11.39	1.98	3.39	166.31	9.00	9.09	11.00	143.04	14.66	14.01	3.39	34.46	177.51	9.00	9.09	11.00	137.36	12.19	11.39	1.98	3.39	166.31	9.00	9.09	11.00	143.04	14.66	14.01	3.39	34.46	177.51
9.00	9.38	16.00	133.09	17.41	15.85	2.58	5.09	174.01	9.00	9.38	16.00	137.91	21.01	19.36	5.09	48.54	186.45	9.00	9.38	16.00	133.09	17.41	15.85	2.58	5.09	174.01	9.00	9.38	16.00	137.91	21.01	19.36	5.09	48.54	186.45
0.00	0.00	0.00	160.37	5.23	6.29	1.43	0.00	173.33	0.00	0.00	0.00	171.87	6.14	8.14	0.00	16.38	188.25	0.00	0.00	0.00	160.37	5.23	6.29	1.43	0.00	173.33	0.00	0.00	0.00	171.87	6.14	8.14	0.00	16.38	188.25
0.00	0.00	0.00	152.82	9.20	9.73	1.72	0.00	173.47	0.00	0.00	0.00	161.44	11.00	11.37	0.00	24.26	185.70	0.00	0.00	0.00	152.82	9.20	9.73	1.72	0.00	173.47	0.00	0.00	0.00	161.44	11.00	11.37	0.00	24.26	185.70
0.00	0.00	0.00	148.83	13.17	13.60	2.23	0.00	177.84	0.00	0.00	0.00	156.18	15.86	15.94	0.00	34.26	190.44	0.00	0.00	0.00	148.83	13.17	13.60	2.23	0.00	177.84	0.00	0.00	0.00	156.18	15.86	15.94	0.00	34.26	190.44



表 9 經濟比較のためのダムのダム及び洪水吐工事費 (2 / 3)

DIBAGAT											
Gate Height (m)	Gate Width (m)	Gate Nos.	Dam Cost (mil.\$)	SW Exc. Cost (mil.\$)	SW Conc. Cost (mil.\$)	SW Rebr. Cost (mil.\$)	Gate SW Cost (mil.\$)	Gate SW Ttl. Cost (mil.\$)	Dam+SW Cost (mil.\$)	Gate Height (m)	Gate Width (m)
18.00	20.00	1.00	158.60	5.91	5.11	2.17	3.16	16.35	174.96	18.00	20.00
18.00	25.00	2.00	142.00	10.07	7.37	1.84	7.91	27.18	169.18	18.00	20.00
18.00	20.00	4.00	140.52	14.61	10.17	2.06	12.65	39.50	180.03	18.00	20.00
9.00	10.00	5.00	156.42	9.57	6.60	1.20	1.70	19.07	175.49	9.00	10.00
9.00	9.09	11.00	146.18	17.13	11.58	1.79	3.39	33.90	180.08	9.00	9.09
9.00	9.38	16.00	141.51	24.36	16.65	2.46	5.09	48.55	190.06	9.00	9.38
0.00	0.00	0.00	175.91	7.85	5.53	0.99	0.00	14.37	190.28	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	165.33	13.66	9.63	1.47	0.00	24.76	191.09	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	161.51	19.46	13.98	2.03	0.00	35.48	196.98	0.00	0.00

SASAO											
Gate Height (m)	Gate Width (m)	Gate Nos.	Dam Cost (mil.\$)	SW Exc. Cost (mil.\$)	SW Conc. Cost (mil.\$)	SW Rebr. Cost (mil.\$)	Gate SW Cost (mil.\$)	Gate SW Ttl. Cost (mil.\$)	Dam+SW Cost (mil.\$)	Gate Height (m)	Gate Width (m)
18.00	0.00	0.00	146.34	10.53	10.27	4.94	0.00	25.74	172.08	18.00	0.00
18.00	30.00	1.00	124.85	13.64	4.99	2.28	4.74	25.65	150.50	18.00	30.00
2.00	24.00	2.00	115.88	17.99	8.32	1.48	7.59	36.03	151.91	2.00	24.00
9.00	10.00	4.00	134.81	13.86	8.34	2.14	1.36	25.69	160.50	9.00	10.00
9.00	10.00	8.00	121.99	23.07	11.20	1.75	2.71	38.73	160.72	9.00	10.00
9.00	9.07	15.00	115.88	36.70	18.30	2.62	4.61	62.24	178.11	9.00	9.07
0.00	0.00	0.00	147.35	9.98	7.90	1.88	0.00	19.76	167.11	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	135.22	17.44	11.58	1.72	0.00	30.74	165.95	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	130.73	24.90	16.86	2.38	0.00	44.14	174.86	0.00	0.00

BANTAY											
Gate Height (m)	Gate Width (m)	Gate Nos.	Dam Cost (mil.\$)	SW Exc. Cost (mil.\$)	SW Conc. Cost (mil.\$)	SW Rebr. Cost (mil.\$)	Gate SW Cost (mil.\$)	Gate SW Ttl. Cost (mil.\$)	Dam+SW Cost (mil.\$)	Gate Height (m)	Gate Width (m)
18.00	20.00	1.00	13.74	2.48	3.14	1.30	3.16	10.08	23.82	18.00	20.00
18.00	35.00	1.00	12.62	3.37	4.74	1.48	5.53	15.13	27.75	18.00	35.00
18.00	25.00	2.00	12.30	4.44	5.87	1.67	7.91	19.89	32.19	18.00	25.00
9.00	10.00	2.00	16.17	1.74	1.58	0.64	0.68	4.64	20.81	9.00	10.00
9.00	10.00	8.00	12.94	5.17	5.81	1.08	2.71	14.76	27.71	9.00	10.00
9.00	9.29	14.00	12.30	8.16	9.19	1.63	4.41	23.39	35.69	9.00	9.29
0.00	0.00	0.00	17.94	2.80	2.80	0.49	0.00	5.48	23.42	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	16.87	3.98	5.35	0.87	0.00	10.20	27.07	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	16.25	5.78	7.89	1.25	0.00	14.92	31.17	0.00	0.00

表 9 経済比較のためのダム及び洪水吐工事費 (3 / 3)

<< HALIANO

<< TABU

Gate Height (m)	Gate Width (m)	Gate Nos.	Dam Cost (mil.\$)	SU Exc. Cost (mil.\$)	SU Conc. Cost (mil.\$)	SU Rebr. Cost (mil.\$)	Gate SW Cost (mil.\$)	SU Ttl. Cost (mil.\$)	Dam+SU Cost (mil.\$)	Gate Height (m)	Gate Width (m)	Gate Nos.	Dam Cost (mil.\$)	SU Exc. Cost (mil.\$)	SU Conc. Cost (mil.\$)	SU Rebr. Cost (mil.\$)	Gate SW Cost (mil.\$)	SU Ttl. Cost (mil.\$)	Dam+SU Cost (mil.\$)
18.00	20.00	1.00	161.12	2.93	4.75	1.68	3.16	12.53	173.65	18.00	20.00	1.00	34.91	4.59	10.35	4.16	3.16	22.26	57.18
18.00	20.00	2.00	145.40	4.31	4.37	1.28	6.32	16.28	161.68	18.00	20.00	2.00	27.05	6.92	7.45	2.20	6.32	22.89	49.95
18.00	18.33	3.00	140.19	5.39	4.62	1.26	8.70	19.96	160.16	18.00	20.00	3.00	23.86	9.25	7.37	1.78	9.49	27.88	51.74
9.00	10.00	5.00	157.28	4.09	3.81	0.91	1.70	10.50	167.78	9.00	10.00	5.00	30.50	7.06	7.62	1.90	1.70	18.28	48.77
9.00	9.09	11.00	145.14	7.37	5.39	1.08	3.39	17.22	162.36	9.00	9.09	11.00	26.06	12.81	10.17	1.70	3.39	28.07	54.13
9.00	9.38	16.00	140.19	10.50	7.31	1.37	5.09	24.26	164.46	9.00	9.38	16.00	24.46	18.32	14.14	2.20	5.09	39.74	64.20
0.00	0.00	0.00	177.88	2.59	3.22	0.75	0.00	6.55	184.43	0.00	0.00	0.00	36.50	5.04	6.81	1.78	0.00	13.63	50.13
0.00	0.00	0.00	170.04	4.64	4.84	0.98	0.00	10.46	180.50	0.00	0.00	0.00	31.65	8.98	8.61	1.45	0.00	19.03	50.69
0.00	0.00	0.00	163.93	6.68	6.46	1.20	0.00	14.34	178.27	0.00	0.00	0.00	29.65	12.91	11.96	1.84	0.00	26.71	56.37

<< KANAN

<< UPPER AGOS2\*KANAN

Gate Height (m)	Gate Width (m)	Gate Nos.	Dam Cost (mil.\$)	SU Exc. Cost (mil.\$)	SU Conc. Cost (mil.\$)	SU Rebr. Cost (mil.\$)	Gate SW Cost (mil.\$)	SU Ttl. Cost (mil.\$)	Dam+SU Cost (mil.\$)	Gate Height (m)	Gate Width (m)	Gate Nos.	Dam Cost (mil.\$)	SU Exc. Cost (mil.\$)	SU Conc. Cost (mil.\$)	SU Rebr. Cost (mil.\$)	Gate SW Cost (mil.\$)	SU Ttl. Cost (mil.\$)	Dam+SU Cost (mil.\$)
18.00	20.00	1.00	216.22	10.77	3.98	1.84	3.16	19.76	235.98	18.00	20.00	1.00	19.28	2.42	8.19	2.92	3.16	16.70	35.98
18.00	20.00	2.00	206.73	15.16	7.38	1.92	6.32	30.79	237.51	18.00	20.00	2.00	13.38	3.63	5.26	1.58	6.32	16.80	30.18
18.00	19.33	3.00	205.86	19.17	9.65	2.23	9.17	40.23	246.09	18.00	19.33	3.00	12.16	4.75	5.35	1.46	9.17	20.73	32.89
9.00	10.00	5.00	215.93	15.69	7.15	1.15	1.70	25.69	241.62	9.00	10.00	5.00	16.37	3.93	4.85	1.29	1.70	11.75	28.12
9.00	9.09	11.00	208.17	27.08	13.75	1.99	3.39	46.21	254.37	9.00	9.09	11.00	13.14	7.05	5.88	1.19	3.39	17.51	30.65
9.00	9.38	16.00	205.86	37.97	20.28	2.87	5.09	66.20	272.06	9.00	9.38	16.00	12.12	10.04	7.76	1.45	5.09	24.34	36.46
0.00	0.00	0.00	236.15	12.38	5.88	0.90	0.00	19.17	255.32	0.00	0.00	0.00	21.33	2.49	4.21	1.14	0.00	7.84	29.16
0.00	0.00	0.00	228.49	20.88	11.29	1.59	0.00	33.75	262.24	0.00	0.00	0.00	17.45	4.40	4.75	0.94	0.00	10.08	27.54
0.00	0.00	0.00	224.79	29.37	16.80	2.30	0.00	48.48	273.27	0.00	0.00	0.00	15.87	6.30	6.30	1.14	0.00	13.74	29.61

<< BOSIGON

Gate Height (m)	Gate Width (m)	Gate Nos.	Dam Cost (mil.\$)	SU Exc. Cost (mil.\$)	SU Conc. Cost (mil.\$)	SU Rebr. Cost (mil.\$)	Gate SW Cost (mil.\$)	SU Ttl. Cost (mil.\$)	Dam+SU Cost (mil.\$)
18.00	0.00	0.00	17.52	1.47	3.69	1.47	0.00	6.64	24.16
18.00	20.00	1.00	15.57	1.97	2.79	1.07	3.16	8.99	24.55
18.00	30.00	1.00	14.32	2.46	2.44	0.91	4.74	10.56	24.88
9.00	10.00	4.00	15.96	2.46	2.69	0.56	1.36	7.06	23.02
9.00	10.00	7.00	14.94	3.93	4.06	0.76	2.37	11.12	26.06
9.00	9.17	12.00	14.32	6.00	6.15	1.10	3.73	16.99	31.31
0.00	0.00	0.00	20.05	1.54	2.18	0.44	0.00	4.16	24.21
0.00	0.00	0.00	18.52	2.83	3.80	0.66	0.00	7.30	25.82
0.00	0.00	0.00	17.80	4.21	5.62	0.93	0.00	10.75	28.55

表 1 0 最適化後の洪水吐諸元

River	Scheme Name	Combin. Abbriv.	PSL (m)	FWL (m)	Dam Crest El. (m)	Weir Crest El. (m)	Net Weir Width (m)	Max. Inflow (m <sup>3</sup> /s)	Max. Outflow (m <sup>3</sup> /s)	Outflow/Inflow	Gate Nos.	Gate Height (m)	Gate Width (m)	ChuteWAY Water D. (m)	Remarks
Abra	Supo	SPO	320.0	324.9	326.4	302.0	35.0	11,265	7,674	0.68	3	18.0	11.7	2.3	
	Eteb	ETO	371.0	373.3	374.8	353.0	34.0	8,637	6,232	0.72	3	18.0	11.3	2.1/3.4	
	Supo	ETO+SPI	263.0	272.4	273.9	254.0	60.0	9,739	9,493	0.97	6	9.0	10.0	2.4	
Abulog	Sisiritan Yulu	SSO BLO	100.0	105.2	106.7	82.0	50.0	17,633	11,178	0.63	4	18.0	12.5	3.5	
	Nababayan	NAO	240.0	245.2	246.7	222.0	36.0	14,664	8,044	0.55	3	18.0	12.0	4.0/2.8	
	Dibagat	DIO	341.0	345.0	346.5	323.0	32.0	12,610	6,612	0.52	3	18.0	10.7	2.6/2.3	
	Agbulu*	AGO	346.0	349.2	349.7	334.0	60.0	11,640	7,103	0.61	6	12.0	10.0	1.3	
	Sisiritan	AGO+BLI	68.3	73.4	74.9	50.3	57.0	17,633	12,656	0.72	5	18.0	11.4	3.2	
	Sisiritan Yulu	AGO+SSO	100.0	105.2	106.7	82.0	50.0	17,633	11,178	0.63	4	18.0	12.5	3.5	
Chico	Besao	SDI+BSI	666.0	669.6	671.1	648.0	34.0	7,415	6,831	0.92	3	18.0	11.3	2.8	
	Sadanga	SDO	890.0	892.3	893.8	872.0	30.0	7,061	5,492	0.78	3	18.0	10.0	3.3/2.3	
	Sadanga	SDI	890.0	892.3	893.8	872.0	30.0	7,061	5,492	0.78	3	18.0	10.0	3.3/2.3	
Paret	Bantay**	BTO	62.0	66.9	68.4	53.0	20.0	7,528	2,081	0.28	3	9.0	6.7	1.8	
Ilagan	Maliano	MLO	292.0	292.8	294.3	274.0	55.0	11,201	9,055	0.81	5	18.0	11.0	2.1	
Ago	Tabu	BG+TB1	404.0	412.8	414.3	395.0	62.0	9,637	9,302	0.97	8	9.0	7.8	1.9	
Agos	Kanan Upper	KNO	294.0	296.3	297.8	276.0	26.0	9,123	4,742	0.52	2	16.0	13.0	2.6	
	Agos 2	UA20	316.0	317.2	317.7	304.0	60.0	10,834	5,733	0.53	6	12.0	10.0	1.1	
	Kanan	UA20+KNI	156.0	164.0	165.5	147.0	60.0	9,123	8,383	0.92	6	9.0	10.0	2.0	
Mari-kina	Wava	WAO	151.0	152.7	153.2	139.0	30.0	4,916	3,041	0.62	3	12.0	10.0	1.2	
	Bosigon	BBO	80.0	82.9	84.4	71.0	40.0	6,914	3,273	0.47	5	9.0	8.0	1.4	

NOTE: \* Concrete dam, \*\* Earthfill dam, Others are Rockfill dam.

表 1 1 水路主要諸元 (流れ込み式) (1 / 2)

(Unit: m)

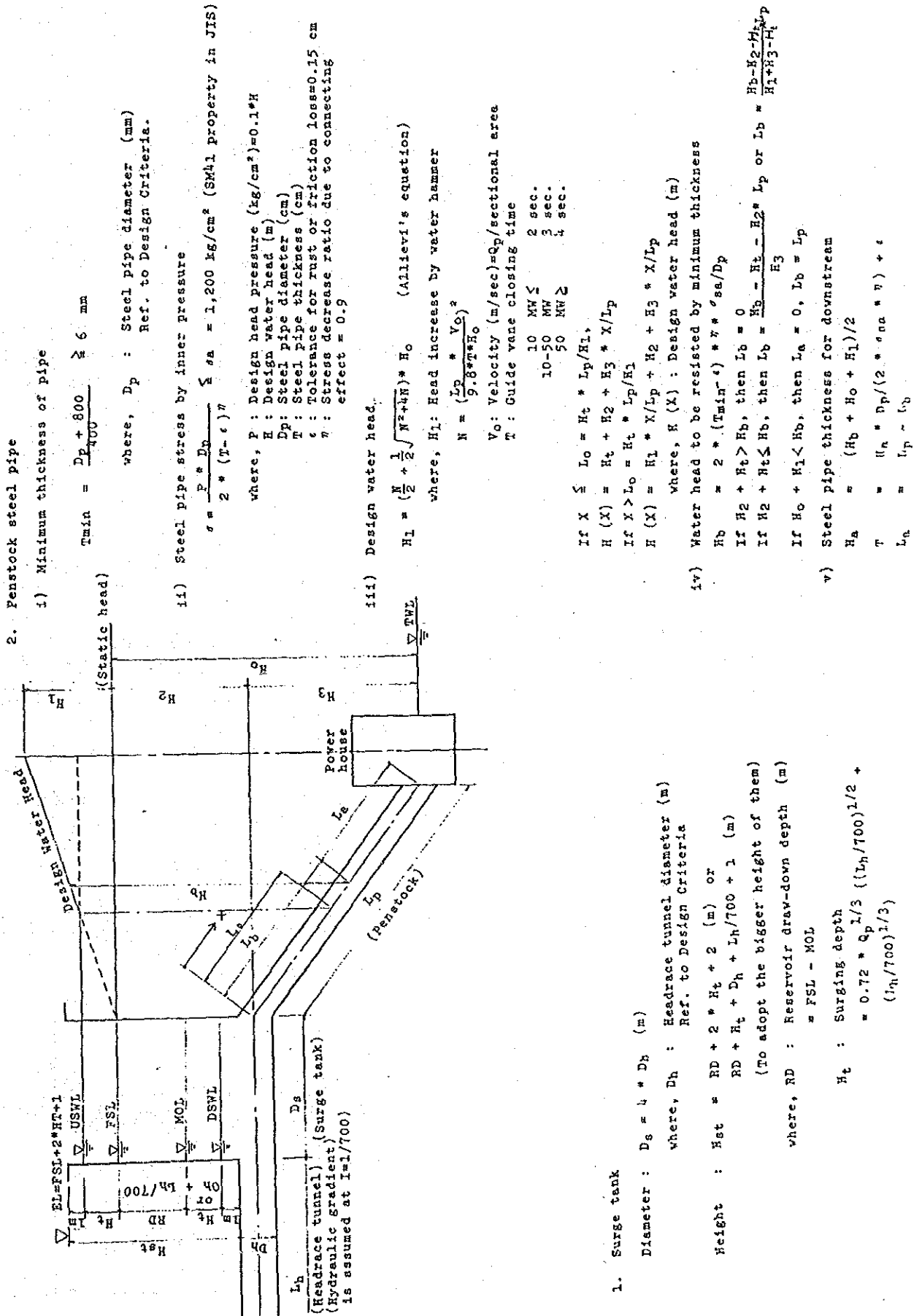
Scheme Name	Headrace		Penstock		Water Transfer Tunnel (Length x Dia.)	Tailrace Width
	Length	Diameter	Length	Diameter		
Naguilian	9010	3.0	1190	1.9		46.2
Luya	6750	4.4	230	3.3		50.3
Bakum	4670	2.6	1000	1.5		57.8
Amburayan	9330	4.1	220	2.9	3800 x 2.7	50.3
Abra	6150	2.2	340	1.5		18.2
Apayao	8610	2.9	230	2.1		32.2
Chico-1R	2300	4.8	90	4.0		22.4
Chico-1R(+Sadanga)	2300	4.8	90	4.0		22.4
Chico-2R	5220	4.2	150	3.2		22.1
Chico-3R	3770	3.7	160	2.9		21.0
Chico-4R	7180	2.8	160	2.0		19.3
Saltan	7230	2.3	450	1.5	1670 x 2	18.5
Pasil	9800	2.3	610	1.4	600 x 2, 700 x 2 600 x 2, 600 x 2	19.0
Tanudan	8080	2.8	530	1.8		19.9
Ibulao	7890	2.4	450	1.5	1100 x 2	30.7
Casecnan	5470	3.0	130	2.3		31.7
Upper Casecnan	6720	2.9	150	2.1		31.7
Agno-2	5980	2.4	240	1.7	1900 x 2	41.5
Agno-3	5540	2.4	510	1.4	1060 x 2, 200 x 2 300 x 2	40.1

表 1-1 水路主要諸元 (ダム式) (2/2)

(Unit: m)

Scheme Name	Headrace		Penstock		Surge Tank			Tailrace Width
	Length	Tunnel No. * Dia.	Length	Line No. * Dia.	Height	Top Elevation	Tank No. * Dia.	
Supo	537	1x7.4	108	1x6.3	58.3	328.1	1x29.6	31.1
Eteb	576	1x7.1	135	1x6.2	55.9	379.2	1x28.5	30.1
Supo (+Eteb)	1480	1x7.1	110	1x6.3	34.4	274.6	1x28.4	30.0
Sisiritan	750	4x7.3	168	4x6.4	53.1	109.2	4x29.2	86.7
Bulu	540	2x7.9	194	2x6.7	73.9	226.7	2x31.8	73.0
Nababarayan	470	2x7.1	251	2x5.9	68.5	247.6	2x28.4	68.7
Dibagat	788	2x6.4	244	2x5.0	96.0	349.4	2x25.5	65.9
Agbulu	-	-	216	3x3.9	-	-	-	47.9
Sisiritan (+Agb.+Bulu)	528	2x8.3	133	2x8.0	34.4	77.2	2x33.4	46.2
Sisiritan (+Agbulu)	750	2x9.2	168	2x8.4	56.9	110.0	2x36.9	84.4
Bulu (+Agbulu)	540	2x8.6	125	2x7.7	53.4	184.3	2x34.5	79.1
Basao	650	1x6.7	378	1x5.4	24.0	674.1	1x26.8	29.4
Sadanga	1120	1x7.1	281	1x5.5	90.9	900.4	1x28.4	45.9
Sadanga (Alternative)	1640	1x7.1	570	1x5.4	102.7	902.1	1x28.6	62.5
Bantay	-	-	385	1x6.6	-	-	-	28.3
Maliano	650	1x7.4	235	1x6.1	76.8	300.8	1x29.5	31.2
Tabu	550	1x7.1	245	1x6.1	30.0	412.0	1x28.6	30.4
Kanan	872	1x7.1	334	1x5.6	81.9	303.5	1x28.3	46.1
Up. Agos 2	-	-	184	2x3.9	-	-	-	28.8
Kanan (+Up. Agos 2)	-	-	300	1x7.1	-	-	-	31.2
Wawa	-	-	144	2x3.1	-	-	-	24.4
Bosigon	585	1x6.3	60	1x5.8	38.2	87.5	1x25.3	27.2

表 12 サージタンク及びペンストック諸元計算表



2. Penstock steel pipe

i) Minimum thickness of pipe  

$$T_{min} = \frac{D_p + 800}{1000} \geq 6 \text{ mm}$$

where,  $D_p$  : Steel pipe diameter (mm)  
 Ref. to Design Criteria.

ii) Steel pipe stress by inner pressure

$$\sigma = \frac{P * D_p}{2 * (T - \epsilon) * \pi} \leq \sigma_a = 1,200 \text{ kg/cm}^2 \text{ (SM41 property in JIS)}$$

where,  $P$  : Design head pressure (kg/cm<sup>2</sup>) =  $0.1 * H$   
 $H$  : Design water head (m)  
 $D_p$  : Steel pipe diameter (cm)  
 $T$  : Steel pipe thickness (cm)  
 $\epsilon$  : Tolerance for rust or friction loss = 0.15 cm  
 $\pi$  : Stress decrease ratio due to connecting effect = 0.9

iii) Design water head.

$$H_1 = \left( \frac{N}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{N^2 + 4N} \right) * H_0 \text{ (Allievi's equation)}$$

where,  $H_1$  : Head increase by water hammer

$$N = \frac{L_p * V_0^2}{9.8 * T * H_0}$$

$V_0$  : Velocity (m/sec) =  $Q_p$  / sectional area

$T$  : Guide vane closing time

- 10 MW ≤ 2 sec.
- 10-50 MW 3 sec.
- 50 MW ≥ 4 sec.

If  $X \leq L_0 = H_t * L_p / H_1$ ,

$$H(X) = H_t + H_2 + H_3 * X / L_p$$

If  $X > L_0 = H_t * L_p / H_1$

$$H(X) = H_1 * X / L_p + H_2 + H_3 * X / L_p$$

where,  $K(X)$  : Design water head (m)

iv) Water head to be resisted by minimum thickness

$$H_b = 2 * (T_{min} * \sigma_a) * \pi * D_p / D_p$$

If  $H_2 + H_t > H_b$ , then  $L_b = 0$

$$\text{If } H_2 + H_t \leq H_b, \text{ then } L_b = \frac{H_b - H_t - H_2 * L_p \text{ or } L_b = \frac{H_b - H_2 - H_1 * L_p}{H_1 * H_3 - H_1}}$$

If  $H_0 + H_1 < H_b$ , then  $L_a = 0, L_b = L_p$

v) Steel pipe thickness for downstream

$$H_a = (H_b + H_0 + H_1) / 2$$

$$T = \frac{H_a * D_p}{2 * \sigma_a * \pi} + \epsilon$$

$$L_a = L_p - L_b$$

1. Surge tank

Diameter :  $D_s = 4 * D_b$  (m)

where,  $D_b$  : Headrace tunnel diameter (m)  
 Ref. to Design Criteria

Height :  $H_{st} = RD + 2 * H_t + 2$  (m) or  
 $RD + H_t + D_h + L_h / 700 + 1$  (m)

(To adopt the bigger height of them)

where,  $RD$  : Reservoir draw-down depth (m)  
 = FSL - MSL

$H_t$  : Surging depth

$$= 0.72 * Q_p^{1/3} * \left( \frac{L_h}{700} \right)^{1/2} + \left( \frac{L_h}{700} \right)^{1/3}$$

表 13 ペンストック径計算表

Economical penstock diameter equation:

$$D = \left\{ \frac{5 * 78.4 * T_g * C_1 * f * \eta * \psi * S_a}{A * C_2 * \gamma * g * \pi^3 * p * (1+k_2)} \right\}^{1/7} * Q_p^{3/7}$$

where,

- D : Economical penstock diameter (m)
- T<sub>g</sub> : Annual operational hour = 365 days \* 12 hrs/day = 4,380 hrs. (Assuming 12 hrs peak operation)
- C<sub>1</sub> : Energy cost at power plant = 1.2 ¥/KWh = 0.0591 \$/KWh
- f : Manning's roughness = 0.014
- η : Power plant efficiency = 0.84
- ψ : Stress decrease ratio due to connecting effect = 0.9
- A : Ratio of operation and maintenance cost, construction cost interest and so on, to construction cost = 0.1
- S<sub>a</sub> : Allowable stress of steel = 1,200 kg/cm<sup>2</sup> (SM41 property in JIS)
- C<sub>2</sub> : Steel penstock construction unit cost = 4,000 \$/ton
- γ : Unit weight of steel = 7.8 t/m<sup>3</sup>
- g : Gravity acceleration = 9.8 m/sec<sup>2</sup>
- k<sub>2</sub> : Weight increase ratio due to accessories such as stiffner, flanges, rivets and so on = 0.2

The above variables are applied to the equation,

$$D = \left\{ \frac{5 * 78.4 * 4,380 * 0.0591 * 0.014 * 0.84 * 0.9 * 1,200}{0.1 * 4,000 * 7.8 * 9.8 * 3.1416^3 * p * (1+0.2)} \right\}^{1/7} * Q_p^{3/7}$$

$$= 1.018 Q_p^{3/7} / p^{0.143}$$

where,

- p : Design water pressure (kg/cm<sup>2</sup>), assuming that total static head (m) (FSL - TWL) multiplied by 1.3
- Q<sub>p</sub> : Peak discharge (m<sup>3</sup>/sec)

表 1 4 水路工事費比較 (1 / 4)  
(Run-of -river type scheme, draw down=0 m)

C<sub>1</sub> = Waterway cost with surge tank  
C<sub>2</sub> = Waterway cost without surge tank  
C<sub>d</sub> = C<sub>1</sub> - C<sub>2</sub>

(Unit: \*10<sup>6</sup> \$)

			L=100m	L=150	L=200	L=250	L=300	L=350	L=400
H=50m	Q=5 m <sup>3</sup> /s	C <sub>1</sub>	0.118	0.168	0.218	0.270	0.322	0.375	0.427
		C <sub>2</sub>	0.212	0.247	0.282	0.317	0.350	0.384	0.417
		C <sub>d</sub>	-0.094	-0.080	-0.064	-0.047	-0.028	-0.009	0.011
	Q=10	C <sub>1</sub>	0.221	0.313	0.408	0.505	0.602	0.700	0.798
		C <sub>2</sub>	0.348	0.401	0.451	0.500	0.551	0.601	0.651
		C <sub>d</sub>	-0.127	-0.088	-0.043	0.004	0.051	0.099	0.147
	Q=15	C <sub>1</sub>	0.307	0.434	0.566	0.700	0.836	0.971	1.107
		C <sub>2</sub>	0.468	0.534	0.598	0.660	0.721	0.783	0.845
		C <sub>d</sub>	-0.160	-0.100	-0.031	0.041	0.115	0.188	0.262
	Q=20	C <sub>1</sub>	0.384	0.544	0.709	0.876	1.046	1.215	1.386
		C <sub>2</sub>	0.580	0.658	0.733	0.806	0.878	0.949	1.022
		C <sub>d</sub>	-0.195	-0.115	-0.025	0.070	0.168	0.267	0.364
H=100m	Q=5	C <sub>1</sub>	0.174	0.222	0.275	0.331	0.389	0.448	0.507
		C <sub>2</sub>	0.259	0.302	0.337	0.372	0.409	0.440	0.474
		C <sub>d</sub>	-0.084	-0.080	-0.062	-0.041	-0.017	0.008	0.034
	Q=10	C <sub>1</sub>	0.303	0.386	0.478	0.576	0.677	0.779	0.882
		C <sub>2</sub>	0.425	0.494	0.547	0.597	0.647	0.697	0.747
		C <sub>d</sub>	-0.123	-0.109	-0.069	-0.021	0.030	0.082	0.135
	Q=15	C <sub>1</sub>	0.408	0.520	0.645	0.777	0.912	1.050	1.190
		C <sub>2</sub>	0.569	0.660	0.726	0.790	0.852	0.913	0.975
		C <sub>d</sub>	-0.161	-0.140	-0.081	0.013	0.060	0.137	0.214
	Q=20	C <sub>1</sub>	0.502	0.640	0.794	0.956	1.122	1.292	1.463
		C <sub>2</sub>	0.704	0.814	0.893	0.968	1.041	1.113	1.184
		C <sub>d</sub>	-0.202	-0.175	-0.100	-0.013	0.081	0.179	0.280
H=150m	Q=5	C <sub>1</sub>	0.240	0.282	0.332	0.387	0.446	0.506	0.568
		C <sub>2</sub>	0.360	0.360	0.404	0.439	0.474	0.508	0.542
		C <sub>d</sub>	-0.121	-0.078	-0.072	-0.051	-0.028	-0.002	0.026
	Q=10	C <sub>1</sub>	0.413	0.486	0.572	0.667	0.768	0.872	0.978
		C <sub>2</sub>	0.596	0.596	0.665	0.717	0.768	0.817	0.868
		C <sub>d</sub>	-0.183	-0.110	-0.093	-0.050	0.000	0.055	0.110
	Q=15	C <sub>1</sub>	0.555	0.654	0.770	0.898	1.033	1.173	1.316
		C <sub>2</sub>	0.798	0.798	0.889	0.956	1.019	1.081	1.142
		C <sub>d</sub>	-0.243	-0.145	-0.119	-0.057	0.014	0.092	0.174
	Q=20	C <sub>1</sub>	0.683	0.804	0.947	1.104	1.271	1.442	1.681
		C <sub>2</sub>	0.985	0.985	1.096	1.175	1.249	1.322	1.394
		C <sub>d</sub>	-0.302	-0.182	-0.149	-0.070	0.021	0.120	0.224



表 1 4 水路工事費比較 (2 / 4)

			L=100m	L=150	L=200	L=250	L=300	L=350	L=400
H=200m	Q=5	C <sub>1</sub>	0.317	0.354	0.401	0.454	0.511	0.571	0.634
		C <sub>2</sub>	0.475	0.475	0.475	0.518	0.553	0.588	0.622
		C <sub>d</sub>	-0.158	-0.120	-0.074	-0.065	-0.042	-0.017	0.011
	Q=10	C <sub>1</sub>	0.547	0.611	0.691	0.783	0.881	0.985	1.093
		C <sub>2</sub>	0.791	0.791	0.791	0.860	0.912	0.963	1.012
		C <sub>d</sub>	-0.244	-0.180	-0.099	-0.077	-0.031	0.023	0.081
	Q=15	C <sub>1</sub>	0.738	0.825	0.933	1.056	1.190	1.330	1.476
		C <sub>2</sub>	1.064	1.064	1.064	1.154	1.221	1.284	1.346
		C <sub>d</sub>	-0.326	-0.239	-0.130	-0.098	-0.031	0.046	0.129
	Q=20	C <sub>1</sub>	0.909	1.017	1.150	1.302	1.466	1.639	1.819
		C <sub>2</sub>	1.314	1.314	1.314	1.424	1.503	1.578	1.651
		C <sub>d</sub>	-0.404	-0.297	-0.163	-0.122	-0.037	0.062	0.168

表 1 4 水路工事費比較 (3 / 4)  
(Reservoir type scheme, Drawdown depth=20 m)

C1 = Waterway cost with surge tank  
C2 = Waterway cost without surge tank  
Cd = C1 - C2

(Unit:  $\times 10^6$  \$)

			L=200m	L=300	L=400	L=500	L=600	L=700	L=800
H=70m	Q=50m <sup>3</sup> /s	C1	1.365	2.040	2.731	3.429	4.129	4.832	5.535
		C2	2.619	2.901	3.175	3.452	3.732	4.008	4.280
		Cd	-1.254	-0.861	-0.444	-0.023	0.397	0.824	1.255
	Q=100	C1	2.531	3.783	5.064	6.358	7.657	8.960	10.264
		C2	4.314	4.754	5.178	5.593	6.024	6.455	6.879
		Cd	-1.783	-0.971	-0.113	0.765	1.634	2.505	3.385
	Q=200	C1	4.625	6.911	9.253	11.616	13.990	16.369	18.753
		C2	7.280	7.998	8.685	9.354	10.015	10.721	11.414
		Cd	-2.656	-1.087	0.568	2.262	3.975	5.648	7.339
	Q=300	C1	6.550	9.788	13.104	16.451	19.813	23.183	26.559
		C2	9.979	10.941	11.858	12.747	13.620	14.541	15.470
		Cd	-3.429	-1.153	1.247	3.703	6.193	8.642	11.089
H=120	Q=50	C1	1.693	2.384	3.118	3.871	4.634	5.403	6.175
		C2	2.984	3.273	3.550	3.821	4.104	4.381	4.655
		Cd	-1.291	-0.889	-0.432	0.050	0.531	1.021	1.519
	Q=100	C1	2.747	3.869	5.061	6.283	7.522	8.769	10.022
		C2	4.972	5.426	5.856	6.275	6.694	7.129	7.557
		Cd	-2.224	-1.557	-0.795	0.008	0.828	1.640	2.466
	Q=200	C1	4.855	6.836	8.943	11.103	13.291	15.496	17.710
		C2	8.454	9.200	9.899	10.576	11.239	11.925	12.624
		Cd	-3.599	-2.363	-0.956	0.527	2.053	3.571	5.086
	Q=300	C1	6.773	9.537	12.476	15.490	18.542	21.617	24.706
		C2	11.627	12.631	13.566	14.468	15.348	16.232	17.170
		Cd	-4.855	-3.094	-1.091	1.022	3.194	5.385	7.536
H=170	Q=50	C1	2.028	2.683	3.410	4.171	4.951	5.742	6.540
		C2	3.442	3.744	4.026	4.300	4.577	4.857	5.133
		Cd	-1.413	-1.061	-0.616	-0.128	0.374	0.885	1.407
	Q=100	C1	3.345	4.426	5.625	6.880	8.167	9.471	10.787
		C2	5.801	6.282	6.721	7.145	7.560	7.991	8.422
		Cd	-2.456	-1.856	-1.096	-0.265	0.606	1.480	2.364
	Q=200	C1	5.870	7.766	9.870	12.073	14.330	16.619	18.928
		C2	9.942	10.739	11.457	12.143	12.812	13.474	14.180
		Cd	-4.072	-2.973	-1.586	-0.070	1.518	3.145	4.748
	Q=300	C1	8.165	10.803	13.729	16.793	19.933	23.116	26.327
		C2	13.721	14.801	15.764	16.680	17.569	18.442	19.363
		Cd	-5.556	-3.999	-2.035	0.114	2.363	4.674	6.965

表 1 4 水路工事費比較 (4 / 4)  
(Reservoir type scheme, Drawdown depth=50 m)

C<sub>1</sub> = Waterway cost with surge tank  
C<sub>2</sub> = Waterway cost without surge tank  
C<sub>d</sub> = C<sub>1</sub> - C<sub>2</sub>

(Unit: x 10<sup>6</sup> \$)

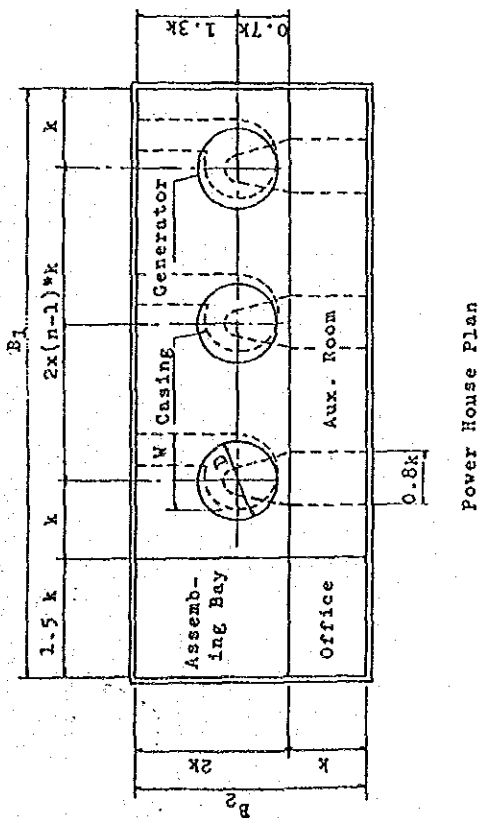
			L=200m	L=300	L=400	L=500	L=600	L=700	L=800
H=70m	Q=50m <sup>3</sup> /s	C <sub>1</sub>	2.038	3.196	4.394	5.606	6.825	8.048	9.273
		C <sub>2</sub>	4.134	4.413	4.685	4.966	5.244	5.519	5.790
		C <sub>d</sub>	-2.097	-1.217	-0.291	0.640	1.581	2.529	3.482
	Q=100	C <sub>1</sub>	4.008	6.286	8.642	11.027	13.424	15.829	18.239
		C <sub>2</sub>	6.577	7.011	7.431	7.845	8.282	8.711	9.134
		C <sub>d</sub>	-2.569	-0.725	1.211	3.181	5.142	7.118	9.105
	Q=200	C <sub>1</sub>	7.625	11.959	16.442	20.978	25.540	30.115	34.698
		C <sub>2</sub>	10.697	11.403	12.083	12.748	13.425	14.126	14.816
		C <sub>d</sub>	-3.072	0.556	4.359	8.230	12.115	15.988	19.882
	Q=300	C <sub>1</sub>	11.001	17.254	23.722	30.267	36.848	43.449	50.062
		C <sub>2</sub>	14.344	15.289	16.196	17.080	17.948	18.891	19.815
		C <sub>d</sub>	-3.343	1.965	7.526	13.187	18.900	24.558	30.247
H=120	Q=50	C <sub>1</sub>	1.881	2.716	3.624	4.561	5.513	6.474	7.439
		C <sub>2</sub>	4.547	4.831	5.106	5.381	5.662	5.938	6.211
		C <sub>d</sub>	-2.665	-2.115	-1.482	-0.819	-0.149	0.535	1.228
	Q=100	C <sub>1</sub>	3.070	4.432	5.913	7.443	8.997	10.564	12.139
		C <sub>2</sub>	7.319	7.764	8.190	8.607	9.033	9.466	9.891
		C <sub>d</sub>	-4.250	-3.332	-2.277	-1.164	-0.036	1.098	2.247
	Q=200	C <sub>1</sub>	5.490	7.925	10.574	13.309	16.087	18.889	21.706
		C <sub>2</sub>	12.022	12.749	13.440	14.112	14.771	15.472	16.167
		C <sub>d</sub>	-6.532	-4.824	-2.866	-0.803	1.316	3.417	5.538
	Q=300	C <sub>1</sub>	7.704	11.122	14.840	18.679	22.578	26.511	30.464
		C <sub>2</sub>	16.204	17.181	18.104	18.998	19.873	20.700	21.713
		C <sub>d</sub>	-8.500	-6.058	-3.264	-0.319	2.705	5.731	8.751
H=170	Q=50	C <sub>1</sub>	2.150	2.867	3.690	4.562	5.460	6.372	7.294
		C <sub>2</sub>	5.037	5.331	5.609	5.881	6.162	6.441	6.715
		C <sub>d</sub>	-2.887	-2.463	-1.919	-1.319	-0.702	-0.068	0.579
	Q=100	C <sub>1</sub>	3.565	4.754	6.119	7.565	9.053	10.565	12.093
		C <sub>2</sub>	8.207	8.669	9.103	9.524	9.937	10.374	10.803
		C <sub>d</sub>	-4.642	-3.915	-2.984	-1.959	-0.885	0.191	1.290
	Q=200	C <sub>1</sub>	6.294	8.393	10.803	13.355	15.982	18.653	21.350
		C <sub>2</sub>	13.613	14.375	15.081	15.761	16.426	17.103	17.805
		C <sub>d</sub>	-7.319	-5.981	-4.278	-2.406	-0.444	1.550	3.546
	Q=300	C <sub>1</sub>	8.783	11.712	15.074	18.636	22.302	26.029	29.793
		C <sub>2</sub>	18.445	19.473	20.418	21.325	22.209	23.077	24.019
		C <sub>d</sub>	-9.662	-7.761	-5.344	-2.689	0.094	2.952	5.774

表 1 5 發電所尺寸法計算表

1. Power House Length and Width
- $B_1 = 1.5 * k + 2 * n * k$   
 $B_2 = 3 * k$   
 $k = D = 8 * H_d^{-0.08} * P_e^{0.13}$  (High head power plant)
- or
- $(W + 7)/2 : W = 14 * (P_e/H_d)^{0.5}$  (Lower head power plant)  
 (k is to be bigger dimension of the above)

where,

$B_1$  : Power house length (m)  
 $B_2$  : Power house width (m)  
 $n$  : Generator nos.  
 $D$  : Generator dia. (m)  
 $W$  : Turbine casing width (m)  
 $P_e$  : Installed power capacity (MW)  
 $H_d$  : Design head



2. Power House Height
- $H_1 = P_e^{0.21} + 5$   
 $S = 0.8367 * P_e^{0.1767} + 0.287 * P_e^{0.2796}$   
 $h = 2.7 * D_2$   
 $D_2 = D_1 * (0.04478 * N^{0.6091})$   
 $D_1 = 84.6 * k_u * H_d^{0.5} / N$   
 $k_u = 0.834 - 10.66/N^s$   
 $N_s = 2419/H_d^{0.489}$

where,

$H_1$  : Super-structure height (m)  
 $S$  : Height from casing center to floor (m)  
 $h$  : Height from casing center to draft tube bottom (m)  
 $P_e$  : Installed power capacity (KW)  
 $D_2$  : Runner outlet diameter (m)  
 $D_1$  : Runner inlet diameter (m)  
 $k_u$  : Runner circumference speed coefficient  
 $N_s$  : Specific speed (m-kw)  
 $N$  : Revolution speed = 400 RPM

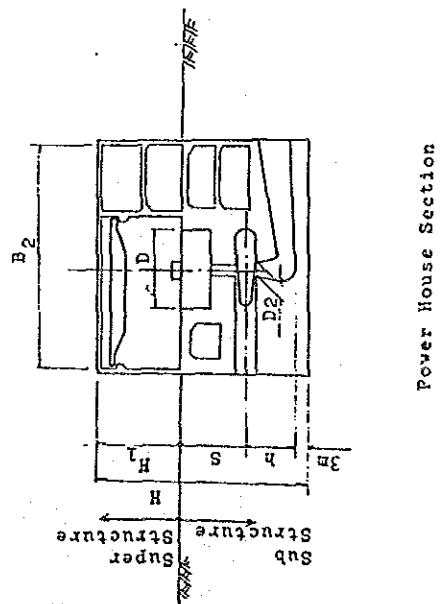


表 1 6 概算発電所寸法 (流れ込み式) (1 / 2)

River	Scheme	Pmax (MW)	Unit* Unit Cap. (MW)	Head (m)	W (m)	D (m)	Ns (m-KW)	D1 (m)	D2 (m)	h (m)	S (m)	H1 (m)	B1 (m)	B2 (m)	H (m)	Remarks
Naguillian	Naguillian	37.2	4x9.3	301.1	2.4	6.8	148	2.8	2.6	7.1	7.9	11.8	64.3	20.3	29.8	
Amburayan	Laya	39.6	4x9.9	119.4	4.0	7.4	233	1.8	2.3	6.1	8.0	11.9	69.8	22.1	29.0	
	Bakum	33.9	4x8.5	407.0	2.0	6.5	128	3.2	2.8	7.4	7.7	11.7	62.1	19.6	29.9	
	Amburayan	10.7	4x15.3	214.2	3.7	7.4	175	2.4	2.5	6.7	8.8	12.6	70.5	22.3	31.1	
Abra	Abra	10.7	2x5.3	189.2	2.3	6.5	186	2.3	2.4	6.6	6.9	11.1	35.9	19.6	27.6	
Apayao	Apayao	15.7	3x5.2	135.8	2.7	6.7	219	1.9	2.3	6.2	6.9	11.0	50.2	20.1	27.2	
	Chico-1R	26.6	2x13.3	63.4	6.4	8.0	318	1.3	2.0	5.4	8.6	12.3	44.1	24.1	29.4	Combined with Sada- nga.
Chico	Chico-1R	26.4	2x13.2	62.9	6.4	8.0	319	1.3	2.0	5.4	8.5	12.3	44.2	24.1	29.4	
Saltan	Chico-2R	33.4	2x16.7	109.1	5.5	7.9	244	1.7	2.2	6.0	9.0	12.7	43.6	23.8	30.7	
	Chico-3R	17.8	2x8.9	81.5	4.6	7.5	281	1.5	2.1	5.7	7.8	11.8	41.1	22.4	28.3	
	Chico-4R	11.8	2x5.9	112.5	3.2	6.9	240	1.8	2.2	6.0	7.1	11.2	38.0	20.7	27.4	
	Saltan	12.1	2x6.1	201.7	2.4	6.6	181	2.3	2.5	6.7	7.2	11.2	36.4	19.9	28.1	
Pasil	Pasil	20.0	2x10.0	329.1	2.4	6.8	142	2.9	2.7	7.2	8.0	11.9	37.3	20.4	30.2	
Tanudan	Tanudan	24.5	2x12.3	249.9	3.1	7.1	163	2.6	2.6	6.9	8.4	12.2	39.2	21.4	30.5	
Ibulao	Ibulao	16.3	3x5.4	254.1	2.0	6.4	161	2.6	2.6	6.9	6.9	11.1	48.0	19.2	28.0	
Casecnan	Casecnan	11.2	3x3.7	89.8	2.8	6.6	268	1.6	2.1	5.8	6.4	10.6	49.6	19.9	25.8	
	Up. Ca- secnan	12.2	3x4.1	112.7	2.7	6.6	240	1.8	2.2	6.0	6.6	10.7	49.4	19.8	26.4	
Agno	Agno-2	10.5	4x2.6	148.5	1.9	6.1	209	2.0	2.3	6.3	5.9	10.2	57.7	18.2	25.5	
	Agno-3	9.3	4x2.3	183.0	1.6	5.9	189	2.2	2.4	6.6	5.8	10.1	55.8	17.6	25.4	

表 1 6 概算発電所寸法 (ダム式) (2 / 2)

	Scheme	Abbriv.	Pmax (MW)	Unit* Unit Cap. (MW)	Head (m)	W (m)	D (m-KW)	Ns (m)	D <sub>1</sub> (m)	D <sub>2</sub> (m)	h (m)	S (m)	H <sub>1</sub> (m)	B <sub>1</sub> (m)	B <sub>2</sub> (m)	H (m)	Remarks	
Abra	Supo	SPO	142.2	2x71.1	99.5	11.8	9.6	255	1.7	2.2	5.9	12.5	15.4	53.0	28.9	36.9		
	Etab	ETO	107.0	2x53.5	82.5	11.3	9.4	280	1.5	2.1	5.7	11.8	14.8	51.9	28.3	35.3		
	Supo	ETO+SP <sub>1</sub>	99.8	2x49.9	78.1	11.2	9.4	287	1.5	2.1	5.7	11.6	14.7	51.6	28.2	34.9		
Abulog	Sisiritan	SSO	417.6	4x104.4	75.9	16.4	10.4	291	1.5	2.1	5.6	13.7	16.3	111.2	35.1	38.7		
	Bulu	BLO	408.1	4x102.0	118.2	13.0	10.0	234	1.8	2.3	6.1	13.6	16.3	95.0	30.0	39.0		
	Nababa- rayan	NAO	304.2	4x76.1	118.6	11.2	9.6	234	1.8	2.3	6.1	12.7	15.6	91.1	28.8	37.4		
	Dibagat	DIO	301.7	4x75.4	156.4	9.7	9.4	204	2.1	2.4	6.4	12.7	15.6	89.0	28.1	37.7		
	Agbulu	AGO	215.9	3x72.0	135.3	10.2	9.4	219	1.9	2.3	6.2	12.6	15.5	70.6	28.2	37.3		
	Sisiritan	AGO+BL <sub>1</sub> + SS <sub>1</sub>	199.2	2x99.6	50.7	19.6	10.6	355	1.2	1.9	5.2	13.6	16.2	73.2	40.0	38.0		
	Sisiritan	AGO+SSO	389.4	4x97.4	75.9	15.9	10.3	291	1.5	2.1	5.6	13.5	16.2	108.6	34.3	38.3		
	Bulu	AGO+BL <sub>1</sub>	356.5	4x89.1	82.8	14.5	10.1	279	1.5	2.1	5.7	13.2	16.0	102.2	32.3	37.9		
	Chico	Basao	SD <sub>1</sub> +BS <sub>1</sub>	163.2	2x81.6	148.5	10.4	9.5	211	2.0	2.3	6.3	13.0	15.8	52.3	28.5	38.0	
		Sadanga	SDO	238.4	3x79.5	186.1	9.2	9.3	188	2.2	2.4	6.6	12.9	15.7	69.8	27.9	38.1	
Sadanga		SD <sub>1</sub>	301.8	4x75.5	232.0	8.0	9.1	169	2.5	2.5	6.8	12.7	15.6	86.2	27.2	38.1		
Paret	Bantay	PFO	39.8	2x19.9	34.9	10.6	8.9	426	1.0	1.8	4.9	9.4	13.0	48.9	26.6	30.3		
Ilagan	Maliano	MLO	175.4	2x87.7	123.9	11.8	9.7	229	1.8	2.3	6.1	13.2	15.9	53.5	29.2	38.2		
Agno	Tabu	BCO+B <sub>1</sub>	134.4	2x67.2	103.1	11.3	9.5	251	1.7	2.2	5.9	12.4	15.3	52.5	28.6	36.7		
Agos	Kanan	XNO	213.5	3x71.2	168.5	9.1	9.2	197	2.1	2.4	6.5	12.5	15.4	69.3	27.6	37.5		
	Up- Agos 2	UA2o	135.2	2x67.6	131.0	10.1	9.4	223	1.9	2.3	6.2	12.4	15.3	51.5	28.1	36.9		
	Kanan	UA2o+XN <sub>1</sub>	77.2	2x38.6	51.5	12.1	9.4	352	1.2	1.9	5.2	10.9	14.2	52.6	28.7	33.3		
Mari- Kina	Wawa	WAO	60.3	2x30.2	109.9	7.3	8.6	243	1.8	2.2	6.0	10.3	13.7	47.1	25.7	33.1		
Labo	Posigon	BBO	44.4	2x22.2	47.3	9.6	8.8	357	1.2	1.9	5.2	9.6	13.2	48.4	26.4	31.0		

表 17 工事数量計算表 (1/10)

I. STORAGE DAM	QUANTITY FORMULA	SYMBOLS	SKETCH & REMARKS
<p>(1) Dam volume</p> <p>(i) Fill dam (Rockfill &amp; earth-fill)</p> $V_{df} = \sum (A_{i-1} + A_i) * l_i / 2$ $A_i = [a + (m+n) * H_i / 2] * H_i + 10 * h_i$	<p><math>V_{df}</math> : Embankment volume, (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>i</math> : Cross section no., <math>i=1</math> to <math>n</math>, <math>n \leq 15</math></p> <p><math>A_i</math> : Cross sectional area at section <math>i</math>, (m<sup>2</sup>)</p> <p><math>l_i</math> : Interval between cross section <math>i-1</math> and <math>i</math>, (m)</p> <p><math>H_i</math> : Dam height at cross section <math>i</math>, (m)</p> <p><math>m</math> : Upstream embankment slope</p> <p><math>n</math> : Downstream embankment slope</p> <p><math>a</math> : Crest width, (m)</p> <p><math>h_i</math> : Cofferdam height at cross section <math>i</math>, (m)</p>	<p>DAM PROFILE</p> <p>DAM CROSS SECTION</p>	
<p>(ii) Concrete gravity dam</p> $V_{dc} = \sum (A_{i-1} + A_i) * l_i / 2 + (e^2 * L) / (n^2)$ $A_i = [(H_i - h_i)^2 * m^2 + H_i^2 * n^2] / 2$ , if $H_i > h_i$ $A_i = H_i^2 * n^2 / 2$ , if $H_i \leq h_i$	<p><math>V_{dc}</math> : Concrete volume, (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>i</math> : Cross section no., <math>i=1</math> to <math>n</math>, <math>n \leq 15</math></p> <p><math>A_i</math> : Cross sectional area at section <math>i</math>, (m<sup>2</sup>)</p> <p><math>l_i</math> : Interval between cross sections <math>i-1</math> and <math>i</math>, (m)</p> <p><math>H_i</math> : Dam height at cross section <math>i</math></p> <p><math>h_i</math> : Height from the top of fillet to dam crest, (m)</p> <p><math>m</math> : Upstream fillet slope</p> <p><math>n</math> : Downstream slope</p> <p><math>a</math> : Crest width (m)</p> <p><math>L</math> : Dam crest length (m)</p>	<p>DAM PROFILE</p> <p>DAM CROSS SECTION</p>	
<p>(2) Dam excavation volume</p> <p>(i) Fill dam</p> $V_{ef} = \sum (A_{i-1} + A_i) * l_i / 2$ $A_i = [a + (m+n) * H_i + 10 * d_i] * d_i$	<p><math>V_{ef}</math> : Excavation volume, (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>d_i</math> : Excavation depth at cross section <math>i</math>, (m)</p> <p>Other symbols are same as those for dam volume calculation.</p>	<p>(Ref. to above fig.)</p>	
<p>(ii) Concrete gravity dam</p> $V_{ec} = \sum (A_{i-1} + A_i) * l_i / 2$ $A_i = (L_0 + d_i) * d_i$ $L_0 = m * (H_i - h_i) + n * H_i + d_i$ , if $H_i > h_i$ $L_0 = n * H_i + d_i$ , if $m/n < H_i < h_i$ $L_0 = a + d_i$ , if $H_i < a/n$	<p><math>V_{ec}</math> : Excavation volume, (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>d_i</math> : Excavation depth at cross section <math>i</math>, (m)</p> <p><math>L_0</math> : Excavation width at bottom</p> <p>Other symbols are same as those for dam volume calculation.</p>	<p>DAM PROFILE</p> <p>DAM CROSS SECTION</p>	

表 17 工事数量計算表 (2/10)

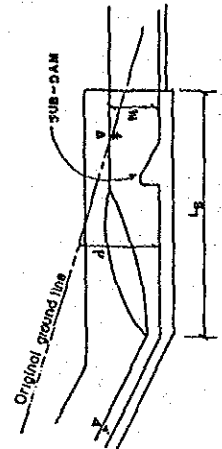
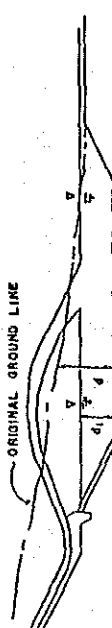
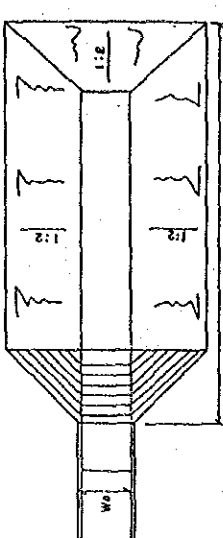
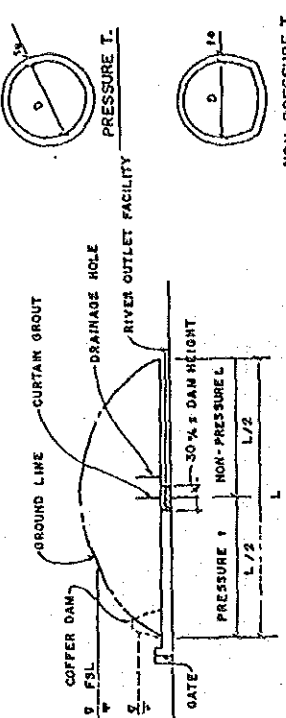
	QUANTITY FORMULA	SYMBOLS	SKETCH & REMARKS
<p>3) Grouting</p> <p>(1) Curtain grouting (@ 2m, 2 rows)</p> $CG = \sum [HL_{i-1} + HL_i] * i / 2 * j + 1 * n$ $HL_i = 0.4 * H_i + 1.5m, \text{ if } H_i \geq 15m$ <p style="text-align: center;">(conc. dam)</p> $HL_i = 0.4 * H_i \geq 10m, \text{ if } H_i < 15m, (\text{conc. dam})$ $HL_i = 0.4 * H_i \geq 10m, (\text{Fill dam})$	<p>CG : Total curtain grouting length (m)</p> <p>i : Cross section no., i=1 to n</p> <p>HL<sub>i</sub> : Hoje length at section i, (m)</p> <p>1 : Drilling in dam body, assumed at 5m length</p> <p>1<sub>m</sub> : Fan grouting length = 10m</p> <p>N : Fan grouting nos. = 20</p> <p>H<sub>i</sub> : Dam height at section i, (m)</p> <p>1<sub>i</sub> : Intervals between sections (m)</p>		
<p>(ii) Blanket/consolidation grouting</p> <p>- For fill dam (@ 4m, d=5m)</p> $BC = \sum ((s + 0.5 * H_i) * i / 16 * 5)$ <p>- For concrete dam (@ 4m, d=10m)</p> $BC = \sum (n * H_i * i / 16 * 10)$	<p>BC : Blanket/consolidation grouting length (m)</p> <p>Other symbols are same as those for curtain grouting.</p> <p>n : Dam downstream slope</p> <p>Other symbols are same as those for curtain grouting.</p>	<p>EXC. AREA = 19 m<sup>2</sup></p> <p>CONC. AREA = 14 m<sup>2</sup></p>	
<p>(4) Drainage holes (Concrete dam) (@ 10m)</p> $DH = \sum (HL_{i-1} + HL_i) * i / 20$	<p>DH : Drainage holes length (m). Other symbols are same as those for curtain grouting.</p>	<p>V<sub>c</sub> : Concrete volume (m<sup>3</sup>)</p> <p>W<sub>s</sub> : Re-bar weight (ton)</p> <p>V<sub>e</sub> : Trench exc. volume (m<sup>3</sup>)</p> <p>L : Gallery length (m)</p>	
<p>(5) Inspection gallery (Fill dam)</p> $V_c = 14 * L$ $W_s = 0.1 * V_c$ $V_e = 19 * L$	<p>V<sub>e</sub> : Excavation volume excepting plunge pool (m<sup>3</sup>)</p> $L_o = \text{Spillway length} = L_1 + L_2 + L_3$ <p>(L<sub>1</sub> is to be representative length for forebay excavation volume). (m)</p> <p>d : Average excavation depth (m)</p> <p>W<sub>o</sub> : Excavation width (Ref. to 2(2)(ii)), (m)</p> <p>B : Footing width of retaining wall (Ref. to 2.(2)(ii)), (m)</p> <p>W<sub>c</sub> : Waterway width (m)</p>	<p>(1) Excavation volume</p> $V_{es} = d * (W_o + d * 0.8) * L_o$ $W_o = W_c + 2 * B - 1$	
<p>1. STORAGE DAM</p>	<p>2. SPILLWAY</p>		



表 1 7 工事数量計算表 ( 3 / 1 0 )

QUANTITY FORMULA	SYMBOLS	SKETCH & REMARKS																												
<p>(2) Concrete volume &amp; re-bar weight</p> <p>(i) Overflow weir concrete</p> $V_{ow} = V_1 + V_2 + V_3$ $V_1 = 2 * p * h_c * i_1$ $V_2 = (A_1 + A_2) * (10 + 3 * (H + h_f))$ $A_1 = (1 + 0.05 H_c) * H_c / 3$ $A_2 = (2 + H_c / 9) * H_c$ $V_3 = 4.5 * (H + h_f) * (H + h_f) * (N_g - 1)$ <p>If, <math>N_g = 0</math> (Non-gated) then</p> $V_3 = 30 * (H + h_f) * INT(W_c / 30)$ <p>If <math>W_c &lt; 30</math>, <math>V_3 = 0</math></p>	<p><math>V_{ow}</math> : Concrete volume for overflow weir structure (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>V_1</math> : Weir concrete volume, (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>V_2</math> : Abutment concrete volume (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>V_3</math> : Pier concrete volume (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>H</math> : Flood water overflow depth (m)</p> <p><math>P</math> : Height of weir (assumed at H/5) (m)</p> <p><math>h_f</math> : Free board (1.5m)</p> <p><math>W_c</math> : Weir width (m)</p> <p><math>N_g</math> : Gate numbers</p> <p><math>V_3</math> : Bridge pier concrete volume in case of non-gated weir. Pier dimension = 3m*10m.</p> <p>Max. bridge span = 30m.</p> <p><math>H_c</math> : Total height = <math>h_f + H + 2 * p</math> (m)</p> <p><math>i_1</math> : Chuteaway slope</p>																													
<p>(ii) Chuteaway concrete</p> $V_{cw} = V_B + V_V$ $V_B = (H_c - 2) * (L_2 + L_3)$ $V_V = \sum (6 * H_c - 20) * L_i$ $H_V = h_1 + 3$	<p><math>V_{cw}</math> : Chuteaway concrete volume (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>W_c</math> : Chuteaway width (m)</p> <p><math>V_B</math> : Retaining wall volume (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>H_V</math> : Retaining wall height (m) (Min.=4m)</p> <p><math>h_1</math> : Design flood uniform flow depth</p> <p><math>V_V</math> : Chuteaway slab volume (m<sup>3</sup>)</p> <p><math>L_i</math> : Chuteaway length (m)</p>	<table border="1" data-bbox="869 257 997 492"> <caption>RETAINING WALL VOLUME</caption> <thead> <tr> <th>Hw (m)</th> <th>B (m)</th> <th>T (m)</th> <th>V (m<sup>3</sup>/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>3</td> <td>0.7</td> <td>4.25</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>6</td> <td>1.5</td> <td>16.65</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>9</td> <td>2.0</td> <td>34.25</td> </tr> </tbody> </table> <p><math>V = 3 * H_w - 10</math> (m<sup>3</sup>/m)</p> <table border="1" data-bbox="1157 604 1284 907"> <thead> <tr> <th>Hw (m)</th> <th>Re-bar L1 (kg/m)</th> <th>Re-bar L2 (kg/m<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>190</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>977</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>3,528</td> <td>103</td> </tr> </tbody> </table> <p><math>W = 0.6 * H_w + 10</math> (kg/m<sup>2</sup>)</p> <p>Z1: RE-BAR WEIGHT PER UNIT LENGTH WALL</p> <p>Z2: RE-BAR WEIGHT PER UNIT CONCRETE VOLUME</p>	Hw (m)	B (m)	T (m)	V (m <sup>3</sup> /m)	5	3	0.7	4.25	10	6	1.5	16.65	15	9	2.0	34.25	Hw (m)	Re-bar L1 (kg/m)	Re-bar L2 (kg/m <sup>2</sup> )	5	190	42	10	977	59	15	3,528	103
Hw (m)	B (m)	T (m)	V (m <sup>3</sup> /m)																											
5	3	0.7	4.25																											
10	6	1.5	16.65																											
15	9	2.0	34.25																											
Hw (m)	Re-bar L1 (kg/m)	Re-bar L2 (kg/m <sup>2</sup> )																												
5	190	42																												
10	977	59																												
15	3,528	103																												
<p>(3) Gates</p> $W_G = (7.4 - 1.4 * H_c + 0.12 * H_c^2) * W_G * N_G$	<p><math>W_G</math> : Weight of gates (ton)</p> <p><math>H_G</math> : Gate height (m)</p> <p><math>W_G</math> : Gate width (m)</p> <p><math>N_G</math> : Gate numbers (nos.)</p>	<p>(Ref. to 2. (2)(1))</p>																												

表 17 工事数量計算表 (4 / 10)

QUANTITY FORMULA	SYMBOLS	SKETCH & REMARKS
<p>(4) Curtain grouting @ 2m, 2 rows, 10m depth  <math>CC = 10 * (W_c + 10)</math></p> <p>(5) Energy dissipator                      (i) Sub-dam type (Mainly for conc. dam)  <math display="block">VCB = \left[ \frac{2.0 * W_c + (0.15 * h_2 + 2.5) * (h_2 + 3.0)}{3.0} \right] * LB</math></p> <p>WS = <math>VCB * 0.06</math>                      VE = <math>d * W_c * LB</math></p> <p>(ii) Ski-jump type (Mainly for fill dam)  <math>VE = (W_c + 2 * d) * L_B * d</math>  <math>VC = \sqrt{5 * W_c * d_1} * 2</math>                      WS = <math>0.03 * VC</math>  <math>L_B = 125 * Q * 0.03</math>  <math>d_1 = 0.1 * L_B</math></p>	<p>CC : Curtain grouting length (m)                      W<sub>c</sub> : Spillway width (m)</p> <p>VCB : Stilling basin conc. vol. (m<sup>3</sup>)                      W<sub>c</sub> : Chute-way width (m)                      LB : Length of stilling basin (m)                      h<sub>2</sub> : Flow depth after hydraulic jump (m)</p> <p>WS : Re-bar weight                      VE : Excavation volume (m<sup>3</sup>)</p> <p>d : Average excavation depth (m)</p> <p>VE : Excavation volume                      VC : Concrete volume                      WS : Re-bar weight                      d : Average exc. depth                      L<sub>B</sub> : Plunge pool length                      W<sub>c</sub> : Chute-way width</p>	<p>(Ref. to 2.22)(ii)</p>   
<p>(1) Diversion tunnel</p> <p> <math>VE_T = (0.8 * (D + 2 * t_0)^2 * L / 2) * N</math> (Pressure t.)  <math>(0.84 * (D + 2 * t_0)^2 * L / 2) * N</math> (Non-pressure t.)  <math>VC_T = VE_T - (0.8 * d^2 * L / 2) * N</math> (Pressure t.)  <math>VE_T - (0.84 * d^2 * L / 2) * N</math> (Non-pressure t.)  <math>t_0 = 0.75 - 0.5 / \sqrt{D/2}</math> (Pressure t.)  <math>0.6 - 0.4 / \sqrt{D/2}</math> (Non-pressure t.)  <math>RST = 0.06 * VC_T</math> (Pressure t.)  <math>0.003 * VC_T</math> (Non-pressure t.)                 </p>	<p>VE<sub>T</sub> : Tunnel excavation volume (m<sup>3</sup>)                      VC<sub>T</sub> : Tunnel lining concrete volume (m<sup>3</sup>)                      RST : Re-bar weight (ton)                      L : Tunnel length (m)                      N : Tunnel nos.                      t<sub>0</sub> : Lining thickness (m)                      D : Tunnel diameter (m)</p>	

2. SPILLWAY

3. RIVER DIVERSION

表 17 工事数量計算表 (5/10)

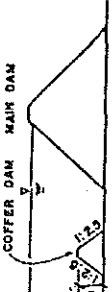
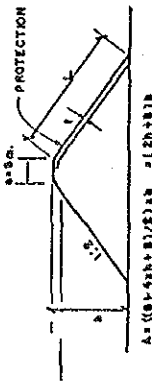
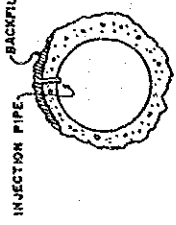
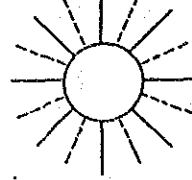
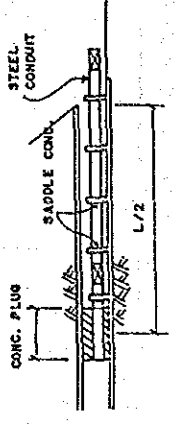
QUANTITY FORMULA	SYMBOLS	SKETCH & REMARKS
<p>(2) Coffer dam                      (i) Independent coffer dam from fill type main dam  <math>VCF = (2.5h+10)h^2 \cdot LCF \cdot \frac{2}{3}</math></p>	<p>VCF : Cofferdam volume (m<sup>3</sup>)                      h : Cofferdam height (m)                      LCF : Cofferdam crest length (m)</p>	 <p>COFFER DAM MAIN DAM                      INDEPENDENT C. DAM                      CREST WIDTH IS APPROX.  <math>A = \frac{10.12 + 2.5h + 10}{2} \cdot h</math>  <math>\approx (8.0h + 10)h</math></p>
<p>(ii) For concrete dam  <math>VCF = (2h+8)h^2 \cdot LCF \cdot \frac{2}{3}</math>  <math>VPB = \frac{2}{3} \cdot LCF \cdot h \cdot L</math>  <math>VPC = \frac{2}{3} \cdot LCF \cdot L \cdot 0.5</math></p>	<p>VCF : Cofferdam volume (m<sup>3</sup>)                      VPB : Grib slope protection (m<sup>3</sup>)                      VPC : Concrete slope protection (m<sup>3</sup>)                      L : Slope length                      Other symbols are same as above</p>	 <p>PROTECTION  <math>L = \sqrt{h^2 + 4h^2} + 4/2</math>  <math>\approx \sqrt{5}h + 4</math>  <math>1 = 2m</math> (MIN. FOR CRIB O.S.P. FOR CONCRETE)</p>
<p>(3) Grouting                      (i) Backfill grout                      Cost will be computed by applying Unit cost per tunnel unit length (Ref. to ...)</p>	<p>LCC : Curtain grout length (m)                      H : Dam height (m)                      N : Tunnel nos.</p>	 <p>INJECTION PIPE, BACKFILL GR.</p>
<p>(ii) Curtain grout  <math>LCC = 16H^2N</math></p>	<p>LDH : Drainage hole length (m)</p>	 <p>BACKFILL GROUT WILL BE MADE THROUGH WHOLE TUNNEL LENGTH.                      AT 45°±4 ROWS ± 32 NOS.                      L = DAM HEIGHT ± 80%</p>
<p>(iii) Drainage hole  <math>LDH = 3.5H^2N</math></p>	<p>WCP : Conduit pipe weight (ton)                      t : Pipe thickness = (D+0.8)/400 (m) (t<sub>min</sub> = 0.006m)                      D : Conduit pipe dia. = 0.5 * Tunnel dia. (m)                      L : Tunnel length (m)                      n : Conduit pipe nos.</p>	 <p>CONC. PLUG, SADDLE CONDUIT, STEEL CONDUIT, L/2</p> <p>CONDUIT PIPE NOS.  <math>F = \frac{0.01231L}{D^{1/3}}</math>  <math>V = \sqrt{\frac{SH}{1.24F}}</math>                      (H: DAM HEIGHT)                      N = RES. VOLUME AS VOLUME OF TUNNEL NOS.                      (MARK # TUNNEL NOS.)</p>
<p>(4) River outlet facility  <math>WCP = 12.23(D+t)^2 \cdot n \cdot \frac{L}{2}</math></p>	<p>BACKFILL GROUT                      CURTAIN GROUT                      DRAINAGE HOLE</p>	<p>COFFER DAM MAIN DAM                      INTEGRATED C. DAM                      COFFER DAM VOLUME IS TO BE COMPUTED AS PART OF MAIN DAM (REF. TO K1(1))</p>

表 17 工事数量計算表 (6/10)


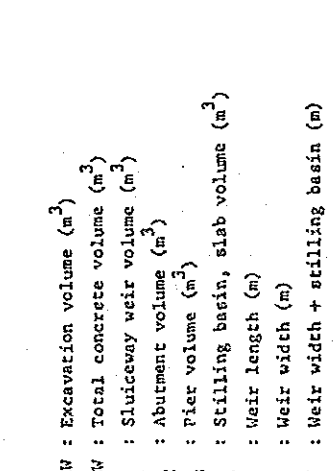
QUANTITY FORMULA	SYMBOLS	SKETCH & REMARKS
<p>(5) Tunnel plug &amp; gates  <math>VP = 0.24H^2 * H * N</math>  <math>WC = (-0.47 + 0.13 * D^2 - 7.3 * 10^{-4} * D^4) * H * N</math></p>	<p>VP : Plug concrete volume (m<sup>3</sup>)            WC : Gate weight (ton)            D : Diversion tunnel diameter (m)            H : Dam height            N : Tunnel nos.</p>	<p>(REF. To 3(1))</p>
<p>(1) Non-gated weir  <math>VED = 0.285 * (LDD * LDD) * 1.57</math>  <math>VCD = 1.15 * HDD^2 * LDD</math>  <math>RSD = 0.01 * VCD</math></p>	<p>VED : Excavation volume (m<sup>3</sup>)            VCD : Concrete volume (m<sup>3</sup>)            RSD : Re-bar weight (ton)            HDD : Height of dam above excavation line (m)            LDD : Crest length</p>	
<p>(2) Gated weir  <math>VEW = (L+6)^2 * (H+4) * (L-H-4) / 4 * (H-L+4)^2 + (L+6) * B' * \text{or } VEW = A_{ex} * U'</math>  <math>VCV = C_1 + C_2 + C_3 + C_4</math>  <math>C_1 = (2 * B + 4.5) * L</math>  <math>C_2 = (0.5 * H^2 + 12 * H + 54) * B'</math>  <math>C_3 = [(H+3) * (B+4) * 0.5 + 2 * (H+1)] * N</math>  <math>C_4 = (B'-8) * L</math>  <math>B = 10.6 + 0.3H</math>  <math>B' = 6 + 7.2 \sqrt{H}</math>  <math>RSW = VCV * 0.05</math>  <math>MGN = (1.9 - 0.12 * CH + 0.07 * CH^2) * CM * N</math>  <math>CH = H - 1</math>  <math>SPA = 1 * L * (2.5H - 1.2 \sqrt{H} - 1) * L</math>  <math>FPL = (L+6) * B * (2.5H - 1.2 \sqrt{H}) / 4</math></p>	<p>VEW : Excavation volume (m<sup>3</sup>)            VCV : Total concrete volume (m<sup>3</sup>)            C<sub>1</sub> : Sluiceway weir volume (m<sup>3</sup>)            C<sub>2</sub> : Abutment volume (m<sup>3</sup>)            C<sub>3</sub> : Stilling basin, slab volume (m<sup>3</sup>)            C<sub>4</sub> : Weir length (m)            B : Weir width (m)            B' : Weir width + stilling basin (m)            H : Water depth at FSL (m)            N : Gate nos.            CH : Gate height (m)            CM : Core width (m)            RSW : Re-bar weight (ton)            MGN : Gate weight (ton)            SPA : Sheet pile area (m<sup>2</sup>)            (Applicable only for floating weir)            FPL : Foundation pile length (m)            (Applicable only for floating weir)            L : Sheet pile length            A<sub>ex</sub> : Excavation area measured in drwg. (m<sup>2</sup>)</p>	
<p>(3) River coffering            River coffering cost is assumed at 20% of the above work.</p>	<p>LENGTH OF SHEET PILE (LANE'S EG.)            CREEP RATIO ASSUMED AT 5. (COARSE SAND)  <math>l = (C_2H - 1/3 B) / 2</math>  <math>= 2.0H - 1.2 \sqrt{H} - 1</math></p>	<p>4. RIVER INTAKE WEIR</p>

表 17 工事数量計算表 (7 / 10)

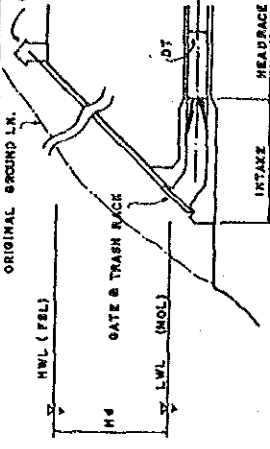
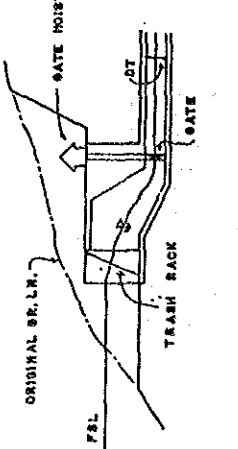
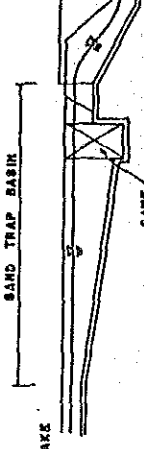

QUANTITY FORMULA	SYMBOLS	SKETCH & REMARKS
<p>(1) Pressure type intake</p> $VEI_p = 250 * \left[ \frac{(H_d + DT)^3 * Q_p}{H_d^3} \right]^{0.5} * N^{1/3}$ $VCI_p = 90 * \left[ \frac{(H_d + DT)^3 * Q_p}{H_d^3} \right]^{0.5} * N^{1/3}$ $RSI_p = 0.04 * VCI_p$ $WGI_p = 0.9 * (H_d + DT)^{1/9} * Q_p$ $WSI_p = 0.3 * (H_d + DT)^{1/9} * Q_p$ <p>(Where inlet structure is constructed in concrete dam, WGI<sub>p</sub> and WSI<sub>p</sub> are counted.)</p>	<p>VEI<sub>p</sub> : Excavation volume (m<sup>3</sup>)  VCI<sub>p</sub> : Concrete volume (m<sup>3</sup>)  RSI<sub>p</sub> : Re-bar weight (ton)  WGI<sub>p</sub> : Gate weight (ton)  WSI<sub>p</sub> : Trashrack weight (ton)  H<sub>d</sub> : Reservoir drawdown depth  DT : Tunnel diameter  Q<sub>p</sub> : Max. plant discharge (m<sup>3</sup>/s)  N : Intake nos.</p>	<p>ORIGINAL GROUND L.N.  HWL (FSL)  M4  GATE &amp; TRASH RACK  LWL (MOL)  INTAKE  HEADRACE T. / PENSTOCK  DATE HOISTING CHAMBER</p> 
<p>(2) Non-pressure type intake</p> $VEI_n = 200 * (DT * Q_p / 2)^{0.83}$ $VCI_n = 70 * (DT * Q_p / 2)^{0.86}$ $RSI_n = 0.04 * VCI_n$ $WGI_n = 3.4 * (DT * Q_p / 2)^{1/2}$ $WGS_n = 1.3 * (DT * Q_p / 2)^{1/2}$	<p>VEI<sub>n</sub> : Excavation volume (m<sup>3</sup>)  VCI<sub>n</sub> : Concrete volume (m<sup>3</sup>)  RSI<sub>n</sub> : Re-bar weight (ton)  WGI<sub>n</sub> : Gate weight (ton)  WGS<sub>n</sub> : Trash rack weight (ton)  DT : Tunnel diameter (Equivalent diameter in case of open channel) (m)  Q<sub>p</sub> : Max. plant discharge (m<sup>3</sup>/s)</p>	<p>ORIGINAL BR. L.N.  FSL  GATE  TRASH RACK  DATE HOISTING CHAMBER  HEADRACE T.</p> 
<p>(3) Sand trap basin</p> $VEB = 1,200 * Q_p^{3/4}$ $VCB = 380 * Q_p^{3/4}$ $RSB = 0.05 * VCB$ $WGB = 2.0 * (DT * Q_p / 2)^{0.5}$ $WSB = 0.27 * Q_p$	<p>VEB : Excavation volume (m<sup>3</sup>)  VCB : Concrete volume (m<sup>3</sup>)  RSB : Re-bar weight (ton)  WGB : Gate weight (ton)  WSB : Trash rack weight (ton)</p>	<p>SAND TRAP BASIN  INTAKE  GATE  HEADRACE T.</p> 
<p>(1) Pressure/Non-pressure tunnel  Same as diversion tunnel (Ref. to 3.(1))</p>	<p>TUNNEL DIAMETER: D (MANNING'S FORMULA)  PRESSURE TUNNEL (CIRCULAR SEC.)  <math display="block">D = \left( \frac{n * Q_p * 2.483}{\sqrt{I}} \right)^{3/8}</math>  D = 1.07 * q<sup>0.375</sup>  n = 0.014 (MANNING'S Roughness)  I = 1/1000 (Hydraulic gradient)</p>	<p>NON-PRESSURE TUNNEL (HORSE SHOE SEC.)  <math display="block">D = \left( \frac{n * q_p * 3.75}{\sqrt{I}} \right)^{3/8}</math>  D = 1.09 * q<sup>0.375</sup>  n = 0.014 (Tunnel slope)  I = 1/1000</p> 
<p>9. HEADRACE</p>	<p>(2) Open channel  Excavation quantity shall be computed on a basis of cross section drawings.  <math display="block">VCC = 0.25 * (B + 2.83 * H) * L * I</math>  <math display="block">RSC = 0.03 * VCC</math></p>	<p>VCC : Concrete volume (m<sup>3</sup>)  RSC : Re-bar weight (ton)  B : Channel width  H : Channel height  L : Channel length  I : Channel height</p>

表 17 工事数量計算表 (8/10)

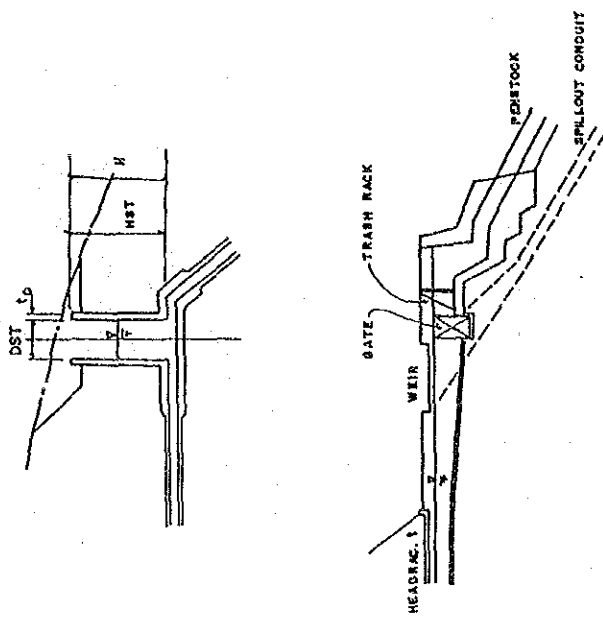
QUALITY FORMULA	SYMBOLS	SKETCH & REMARKS
<p>(3) Grouting for tunnel                      (i) Backfill grout                      Cost will be computed by applying unit cost per tunnel unit length.                      *(Ref. to )</p> <p>(ii) Curtain grout                      LCG = 32M*N</p>	<p>LCG : Curtain grout length (m)                      H : (FSL-MOL)*0.5 (m)                      N : Tunnel nos.</p>	<p>Backfill grout will be made through whole tunnel length.                      (Ref. to 3.(3) (i) )</p> <p>(Ref. to 3.(3) (iii) )</p>
<p>(1) Surge tank                      VES = 0.86*(DST+2*t)<sup>2</sup>*H*N                      VCS = 3.44*(DST*t<sub>0</sub><sup>2</sup>)*N*ST*N                      RSS = 0.06*VCS</p> <p>(2) Head tank                      (i) Headtank                      VEH = 1,200*Q<sub>p</sub><sup>0.61</sup>                      VCH = 0.3*VEH                      RSH = 0.03*VCH                      WGH = 0.5*Q<sub>p</sub>                      WSH = 0.2*Q<sub>p</sub></p> <p>(ii) Spillout conduit                      VED = 12*DCD<sup>1.5</sup>*LD                      VCD = 3.6*DCD<sup>0.96</sup>*LD                      RSD = 0.03*VCD                      WCD = 12.3*DCD*t*LD                      DCD = (Q<sub>p</sub>/5.05)<sup>1/2</sup>                      t = (DCD+0.8)/400</p>	<p>VES : Excavation volume (m<sup>3</sup>)                      VCS : Concrete volume (m<sup>3</sup>)                      RSS : Re-bar weight (ton)                      DST : Diameter of surge tank=4*headrace tunnel dia. (m)                      HST : Height of surge tank (Ref. to Design Criteria) (m)                      t<sub>0</sub> : Lining thickness = 1.2-0.8/√DST                      N : Surge tank nos.                      H : Shaft excavation depth (m)</p> <p>VEH : Excavation volume (m<sup>3</sup>)                      VCH : Concrete volume (m<sup>3</sup>)                      RSH : Re-bar weight (ton)                      WGH : Gate weight (ton)                      WSH : Trashrack weight (ton)                      Q<sub>p</sub> : Max. plant discharge (m<sup>3</sup>/s)</p> <p>VED : Excavation volume (m<sup>3</sup>)                      VCD : Concrete volume (m<sup>3</sup>)                      RSD : Re-bar weight (ton)                      WCD : Weight of conduit (ton)                      DCD : Diameter of conduit (m)                      t : Conduit thickness (m)                      LD : Conduit length (m)</p>	
6. HEADRACE		
7. SURGE TANK / HEAD TANK		

表 17 工事数量計算表 (9 / 10)

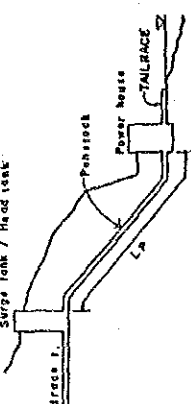
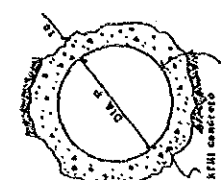
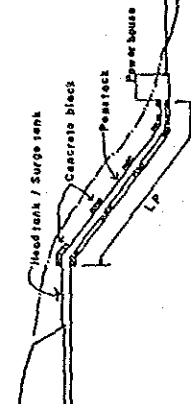
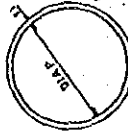
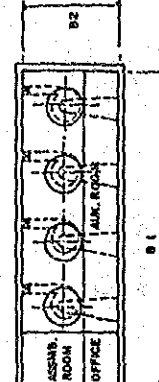
QUANTITY FORMULA	SYMBOLS	SKETCH & REMARKS
<p>(1) Tunnel shaft</p> $VEP = 0.8 \cdot (DIAP + \frac{1}{2} \cdot LP)^2 \cdot LP \cdot N$ $VCP = VEP - 0.8 \cdot DIAP^2 \cdot LP \cdot N$ $RSP = 0.012 \cdot VCP$	<p>VEP : Pressure shaft excavation volume (m<sup>3</sup>)                      VCP : Backfill concrete volume (m<sup>3</sup>)                      RSP : Re-bar weight (ton)                      LP : Penstock length (m)                      N : Penstock nos.</p>	 
<p>(2) Open-air penstock</p> $VEA = 10.50 \cdot DIAP^2 \cdot LP \cdot N$ $VCA = 3.40 \cdot DIAP^2 \cdot LP \cdot N$ $RSA = 0.015 \cdot VCA$	<p>VEA : Open excavation volume (m<sup>3</sup>)                      VCA : Concrete volume (m<sup>3</sup>)                      RSA : Re-bar weight (ton)</p>	 <p style="text-align: center;"> <math>DIAP = 1.171 \times Q_p^{3/7} \cdot P^{1/7}</math>  <math>Q_p = \text{Max. plant discharge (m}^3\text{/s)}</math>  <math>(\text{Ref. to Design Criteria})</math>  <math>(P = \text{Ref. to Design Criteria})</math> </p> <p style="text-align: center;"> <math>W = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot t \cdot L \cdot ((DIAP + t)^2 - DIAP^2)</math>  <math>t = 12.3 \times DIAP^{0.51}</math> </p> 
<p>(3) Steel pipe</p> $WP = 12.3 \cdot DIAP^{0.51} \cdot LP \cdot N$	<p>WP : Steel pipe weight (ton)                      t<sub>i</sub> : Steel pipe thickness (m)                      N<sub>p</sub> : Steel pipe nos.</p>	 <p style="text-align: right;">Building height  <math>H = KV \cdot Q_p^{1/3}</math> (m)</p>
<p>(1) Superstructure</p> $VB_1 = 23 \cdot (P / \sqrt{H_e})^{0.7}$ $VB_2 = VB_1 \cdot RB$ $RB = 6.3 \cdot AVB_i^{-0.78}$ <p>Or volume measured in drwg.</p>	<p>VB<sub>1</sub> : Main building volume (m<sup>3</sup>)                      VB<sub>2</sub> : Appurtenant building volume (m<sup>3</sup>)                      RB : Ratio of VB<sub>2</sub> to VB<sub>1</sub>                      P : Installed capacity (kW)                      H<sub>e</sub> : Effective head (m)</p>	<p>(2) Substructure</p> $VEB = 540 \cdot Q_p^{1/2} \cdot H_e^{1/3}$ $VCB = 200 \cdot Q_p^{1/2} \cdot H_e^{1/3}$ $RSB = VCB \cdot 0.06$ <p>VEB : Excavation volume (m<sup>3</sup>)                      VCB : Concrete volume (m<sup>3</sup>)                      RSB : Re-bar weight (ton)                      Q<sub>p</sub> : Max. plant discharge (m<sup>3</sup>/s)                      N : No. of units                      H<sub>e</sub> : Effective head (m)</p>
8. PENSTOCK		9. POWER HOUSE

表 17 工事数量計算表 (10/10)

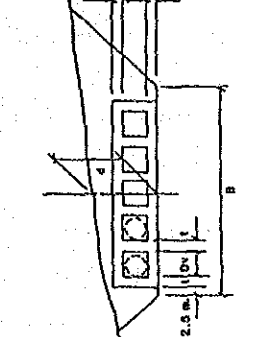
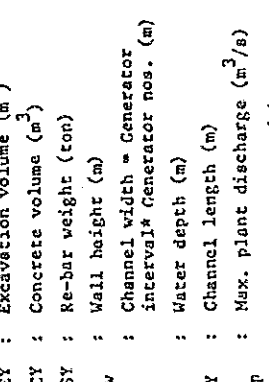
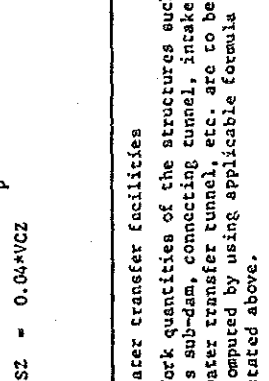
QUANTITY FORMULA	SYMBOLS	SKETCH & REMARKS
<p>(1) Waterway</p> <p>(i) Pressure/Non-pressure tunnel type To adopt the same criteria as headrace pressure tunnel. (Ref. to 6.(1))</p> <p>(ii) Cut-and-cover conduit pipe</p> $VEV = [(D_v + t) * W + t * S + d] * L * LV$ $VCV = [(D_v + t) * W + t] * (D + 2t) - \pi * r^2 * N * LV$ $RSV = 0.06 * VCV$	<p>VEV : Excavation volume (m<sup>3</sup>)</p> <p>VCV : Concrete volume (m<sup>3</sup>)</p> <p>RSV : Re-bar weight (ton)</p> <p>D<sub>v</sub> : Diameter (width) of conduit (m)</p> <p>t : Wall thickness = D<sub>v</sub> / 7.5 (m)</p> <p>L<sub>v</sub> : Tailrace length (m)</p> <p>N : Conduit nos.</p> <p>d : Excavation depth (m)</p>	
<p>(iii) Open channel</p> $VEV = (W + H + 1.2h_w) * LY$ $VCV = C_1 + C_2$ $C_1 = 2.0 * h_w * LY, \text{ if } h_w < 4m$ $C_2 = 0.7 * h_w * LY, \text{ if } h_w \ge 5m$ $RSV = 0.05 * VCV$ $h = Q_p / W / 0.5$ $h_w = h + 1.5$	<p>VEV : Excavation volume (m<sup>3</sup>)</p> <p>VCV : Concrete volume (m<sup>3</sup>)</p> <p>RSV : Re-bar weight (ton)</p> <p>h<sub>w</sub> : Wall height (m)</p> <p>W : Channel width = Generator interval * generator nos. (m)</p> <p>h : Water depth (m)</p> <p>LY : Channel length (m)</p> <p>Q<sub>p</sub> : Max. plant discharge (m<sup>3</sup>/s)</p> <p>U : Excavation depth (m)</p>	
<p>(2) Outlet (Applied for tunnel type)</p> $VEZ = 100 * (DIAR * Q_p / 2) 0.83$ $VCZ = 40 * (DIAR * Q_p / 2) 0.86$ $RSZ = 0.04 * VCZ$	<p>VEZ : Excavation volume (m<sup>3</sup>)</p> <p>VCZ : Concrete volume (m<sup>3</sup>)</p> <p>RSZ : Re-bar weight (ton)</p> <p>DIAR : Tailrace diameter (m)</p> <p>Q<sub>p</sub> : Max. plant discharge (m<sup>3</sup>/s)</p>	
<p>II. OTHERS</p> <p>(1) Water transfer facilities</p> <p>Work quantities of the structures such as sub-dam, connecting tunnel, intake, water transfer tunnel, etc. are to be computed by using applicable formula stated above.</p> <p>(2) After bay</p> <p>To apply the same formula as those for gated intake weir (Ref. to 4(2)).</p>		



表 1 8 建設単価表 (1 / 5)

Unit-----US \$  
 Time estimated price----Late 1985  
 Exchange rate-----1 US \$ = 18.6 Peso

<u>WORK ITEM</u>	<u>UNIT OF QTY</u>	<u>UNIT PRICE</u>
1. GENERAL		
Re-bar installment	ton	1100.0
Gate installment	ton	7500.0
Trashrack installment	ton	3600.0
2. STORAGE DAM		
Dam embankment		
Rockfill dam	m <sup>3</sup>	12.0
Earthfill dam	m <sup>3</sup>	8.0
Excavation		
Filldam foundation	m <sup>3</sup>	6.0
Trench exavation	m <sup>3</sup>	12.0
Concrete dam foundation	m <sup>3</sup>	8.0
Concrete		
Inspection gallery	m <sup>3</sup>	100.0
Concrete dam	m <sup>3</sup>	200V-0.09 < 110 if V < 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> 110V-0.03 if V > 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> V: Volume
Curtain grouting	m	75.0
Blanket/Consoli. grouting	m	75.0
Drange hole	m	75.0
Miscellaneous	%	5.0
2. SPILLWAY		
Exavation		
Forebay and chuteway	m <sup>3</sup>	6.0
Energy dissipator	m <sup>3</sup>	8.0
Concrete		
Forebay and chuteway	m <sup>3</sup>	90.0
Energy dissipator	m <sup>3</sup>	100.0
Grouting	m	75.0
Miscellaneous	%	5.0

表 18 建設単価表 (2 / 5)

<u>WORK ITEM</u>	<u>UNIT OF QTY</u>	<u>UNIT PRICE</u>
<b>3. RIVER DIVERSION WORKS</b>		
Tunnel Excavation	m <sup>3</sup>	80D-0.15 D:Diameter
Cofferdam embankment	m <sup>3</sup>	3.0
Tunnel lining concrete	m <sup>3</sup>	125D-0.18 D:Diameter
Slope protection	m <sup>3</sup>	90.0
Plug concrete	m <sup>3</sup>	90.0
Fill grouting	m <sup>3</sup>	17D+28 D:Diameter
Curtain grouting	m	75.0
Drainage hole	m	75.0
Conduit steel pipe	ton	3000.0
Miscellaneous	%	5.0
<b>4. RIVER INTAKE WEIR</b>		
Foundation excavation	m <sup>3</sup>	6.0
Intake weir concrete	m <sup>3</sup>	80.0
Sheet pile walling	m <sup>2</sup>	300.0
Foundation piling	m	200.0
Miscellaneous	%	5.0
Diversion works	%	20.0
<b>5. INTAKE STRUCTURE</b>		
Foundation excavation	m <sup>3</sup>	6.0
Concrete work	m <sup>3</sup>	100.0
Miscellaneous	%	5.0
<b>6. HEADRACE WATERWAY</b>		
Tunnel Excavation	m <sup>3</sup>	80D-0.15 D:Diameter
Open channel excavation	m <sup>3</sup>	6.0
Tunnel lining concrete	m <sup>3</sup>	125D-0.18 D:Diameter
Channel lining concrete	m <sup>3</sup>	90.0
Fill grouting	m	17D+28 D:Diameter

表 1 8 建設単価表 ( 3 / 5 )

<u>WORK ITEM</u>	<u>UNIT OF QTY</u>	<u>UNIT PRICE</u>
Curtain grouting	m	75.0
Miscellaneous	%	5.0
<b>7. SURGE/HEAD TANK</b>		
Tunnel shaft excavation	m <sup>3</sup>	70.0
Open excavation for head tank	m <sup>3</sup>	6.0
Tunnel shaft lining concrete	m <sup>3</sup>	90.0
Open concrete for head tank	m <sup>3</sup>	90.0
Steel conduit pipe	ton	3000.0
Miscellaneous	%	5.0
<b>8. PENSTOCK</b>		
Pressure shaft excavation	m <sup>3</sup>	210D-0.82 D;Diameter
Open excavation	m <sup>3</sup>	6.0
Backfill concrete	m <sup>3</sup>	75.0
Conc. for open air penstock	m <sup>3</sup>	90.0
Steel liner	ton	4000.0
Miscellaneous	%	5.0
<b>9. POWER HOUSE</b>		
Building super structure	m <sup>3</sup>	180.0
Excavation	m <sup>3</sup>	12.0
Concrete	m <sup>3</sup>	365V-0.083 V:Volume
Miscellaneous	%	5.0
Switch yard civil work	%	30.0 (Of switch yard equip. cost)
<b>10. TAILRACE</b>		
Tunnel excavation	m <sup>3</sup>	80D-0.15 D:Diameter
Open excavation	m <sup>3</sup>	6.0
Tunnel concrete lining	m <sup>3</sup>	125D-0.18 D:Diameter
Open concrete	m <sup>3</sup>	160.0
Fill grouting	m	17D+28 D:Diameter
Surge tank excavation	m <sup>3</sup>	80.0

表 1 8 建設単価表 ( 4 / 5 )

<u>WORK ITEM</u>	<u>UNIT OF QTY</u>	<u>UNIT PRICE</u>
Surge tank concrete	m <sup>3</sup>	180.0
Miscellaneous	%	5.0
<b>11. TAILRACE OUTLET</b>		
Excavation	m <sup>3</sup>	6.0
Concrete	m <sup>3</sup>	160.0
Miscellaneous	%	5.0
<b>12. WATER TRANSFER FACILITIES</b>		
Inclined shaft excavation	m <sup>3</sup>	210D-0.82 D:Diameter
Shaft lining concrete	m <sup>3</sup>	300D-0.5 D:Diameter
Fill grouting	m	400.0
Consolidation grouting	m	800.0
Miscellaneous	%	5.0
<b>13. MISCELLANEOUS CIVIL WORK</b>	%	5.0
(Total civil work cost except access road)		
<b>14. POWER EQUIPMENT</b>		6500.0(P/He) <sup>0.9</sup> P:Installed capacity (kw) He:Design head (m)
<b>15. ACCESS ROAD</b>		
Flat land	km	220000.0
Swampy land	km	220000.0
Rolling terrain	km	200000.0
Hilly land	km	250000.0
Improv. of existing road	km	90000.0
Bridge	m	5000.0
<b>16. TRNSMISSION LINE</b>		
69 kv single	km	23000.0
115 kv single	km	34000.0
230 kv double	km	111000.0
500 kv double	km	678000.0

表 1 8 建設単価表 ( 5 / 5 )

<u>WORK ITEM</u>	<u>UNIT OF QTY</u>	<u>UNIT PRICE</u>
17. SWITCH YARD AND SUBSTATION		
69 kv	line	270000.0
115 kv	line	310000.0
230 kv	line	480000.0
500 kv	line	1860000.0
18. LAND PROCUREMENT AND RESETTLEMENT		
Cultivated land	ha	700.0
Swamp	ha	500.0
Bushes and shrubs	ha	150.0
Forest	ha	50.0

表 19 建設費調整係數

Description	Application	Multiplier
1. Multiplier for site remoteness from port	Total cost	
- Distance less than 100 km		1.0
- Distance from 100 to 200 km		1.005
- Distance more than 200 km		1.01
2. Multiplier for grouting quantity	Grouting q'ty	
- Geological class A (Very good)		0.7
- Geological class B (Good)		1.0
- Geological class C (Acceptable)		2.3
3. Multiplier for dam material cost	Unit price	
- Near material source (>5 km)		0.9
- Modelately near material source (>10 km)		1.0
- Far material source (<10 km)		1.15
4. Multiplier for tunnel excavation	Unit price	
- Geological class A (Very good)		0.8
- Geological class B (Good)		1.0
- Geological class C (Acceptable)		1.15
5. Multiplier for tunnel lining	Unit price	
- Geological class A (Very good)		0.9
- Geological class B (Good)		1.0
- Geological class C (Acceptable)		1.05
6. Multiplier for consolidation grouting	Unit price	
- Geological class A (Very good)		0.25
- Geological class B (Good)		0.5
- Geological class C (Acceptable)		1.0
7. Multiplier for headrace channel or open air penstock excavation	Excav. q'ty	
- Flat & uniform topography		1.0
- Undulating topography		1.5-2.0

表 20 建設費一覧表 (流れ込み式) (1/2)

(Unit: 10<sup>6</sup> US\$)

SCHEME NAME	SCHEME ID. NO.	POWER DEVELOPMENT CONSTRUCTION COST													OTHER COSTS (ACCESS ROAD (TRANSMISSION LINE) (LAND ACQUISITION))	TOTAL CONSTRUCTION COST
		RIVER INTAKE	WEIR	INTAKE	HEADRACE	HEAD TANK	PENSTOCK	POWER HOUSE	TRAILRACE	WATER TRANSFER FACILITY	MISCELLANEOUS CIVIL WORK	POWER EQUIPMENT	ENGINEERING & ADMINISTRATION	CONTINGENCY		
NAGUILIAN	1-003-00-02-0-2	2.22	0.32	10.71	1.20	4.49	4.47	0.87	0.00	1.21	8.05	4.19	5.66	43.38	5.15	48.53
LUYA	1-010-00-01-1-2	4.67	0.85	14.06	1.25	1.10	5.43	0.78	0.00	1.41	10.91	5.06	6.83	52.35	7.99	60.34
BAKUM	1-010-00-02-0-2	4.57	0.22	4.38	1.01	2.68	4.07	0.31	0.00	0.86	6.37	3.06	4.13	31.67	3.71	35.38
ABMURAYAN	1-010-01-04-0-2	4.86	0.73	19.89	0.89	1.01	5.88	0.34	4.25	1.89	12.47	6.52	8.81	67.53	7.91	75.44
ABRA	1-022-00-10-0-2	2.07	0.16	4.57	0.47	0.51	2.37	0.12	0.00	0.51	3.26	1.76	2.37	18.16	3.33	21.49
APAYAO	2-066-01-08-0-2	2.30	0.30	9.78	0.64	0.52	3.25	0.32	0.00	0.86	4.42	2.80	3.78	28.97	10.40	39.37
CHICO-1R	2-008-03-04-0-2	6.99	1.07	5.47	1.14	0.48	4.29	0.22	0.00	0.90	10.10	3.84	5.19	39.77	0.96	40.73
CHICO-1R (+SADANGA)	2-008-03-04-1-2	5.71	1.07	5.48	1.14	0.48	4.20	0.22	0.00	0.92	10.07	3.66	4.94	37.88	0.96	38.84
CHICO-2R	2-008-03-06-0-2	3.13	0.78	11.58	0.94	0.65	4.28	0.18	0.00	1.08	9.77	4.05	5.46	41.90	1.44	43.34
CHICO-3R	2-008-03-07-0-2	3.85	0.56	6.19	0.90	0.54	3.44	0.21	0.00	0.78	6.25	2.84	3.84	29.41	0.54	29.95
CHICO-4R	2-008-03-09-0-2	7.05	0.27	7.70	0.54	0.33	2.68	0.18	0.00	0.94	3.73	2.93	3.95	30.31	0.38	30.69
SALTAN	2-008-05-15-0-2	2.70	0.17	5.57	0.52	0.73	2.46	0.13	1.08	0.67	3.57	2.20	2.97	22.75	2.44	25.19
PASIL	2-008-06-22-0-2	2.56	0.17	7.61	0.63	1.12	2.80	0.25	1.81	0.85	4.44	2.78	3.75	28.77	1.18	29.95
TANUDAN	2-008-06-23-0-2	2.79	0.26	8.34	0.62	1.28	3.19	0.27	0.00	0.84	5.03	2.83	3.82	29.28	4.68	33.96
IBULAO	2-008-20-46-0-2	1.78	0.18	6.33	0.50	0.78	2.98	0.18	0.74	0.68	4.15	2.30	3.10	23.78	5.49	29.27
CASECINAN	2-008-29-58-0-2	2.18	0.33	6.52	0.56	0.30	3.04	0.26	0.00	0.66	3.98	2.23	3.01	23.06	5.06	28.12
UP. CASECINAN	2-008-29-59-0-2	2.92	0.28	7.34	0.49	0.31	3.03	0.26	0.00	0.73	3.84	2.40	3.24	24.85	6.72	31.57
AGNO-2	3-077-00-06-0-2	2.11	0.19	5.09	0.49	0.40	2.95	0.31	1.30	0.64	3.60	2.14	2.88	22.10	2.35	24.45
AGNO-3	3-077-00-07-0-2	3.08	0.14	3.86	0.43	0.80	2.71	0.22	1.10	0.62	2.92	1.99	2.68	20.56	1.30	21.86

表 20 建設費一覽表 (ダム式) (2 / 2)

(Unit: 10<sup>6</sup> US\$)

SCHEME NAME	SCHEME ID. NO.	POWER DEVELOPMENT CONSTRUCTION COST													OTHER COST (ACCESS ROAD (TRANSMISSION LINE) (LAND ACQUISITION))	TOTAL CONSTRUCTION COST	
		DAM	SPILLWAY	DIVERSION	INTAKE	HEADRACE	SURGE TANK	PENSTOCK	POWER HOUSE	TAILRACE	MISCELLANEOUS CIVIL WORK	POWER EQUIPMENT	ENGINEERING & ADMINISTRATION	CONTINGENCY			SUB-TOTAL
SUPO (+ETE8)	1-22-0-5-0-1	77.58	19.85	32.38	3.80	3.05	2.83	1.53	8.23	0.80	7.50	36.74	24.19	32.77	251.24	6.76	258.00
SUPO (+ETE8)	1-22-0-5-4-1	20.79	16.33	24.01	2.73	7.87	1.75	1.32	7.36	1.17	5.28	29.80	17.59	23.74	182.03	6.65	188.68
ETE8	1-22-0-6-0-1	72.60	23.16	15.14	3.48	3.11	3.21	1.77	7.50	1.68	6.58	31.09	21.17	28.57	219.06	6.71	225.77
SISIRITAN	2-6-0-1-0-1	218.35	32.05	20.86	13.14	16.68	11.77	9.31	25.92	3.94	17.60	109.85	39.02	77.77	596.27	14.26	610.53
SISIRITAN (+AGBULU)	2-6-0-1-1-1	218.35	32.05	20.86	12.06	14.08	10.19	8.24	22.57	3.79	17.11	103.09	38.28	75.10	575.77	14.27	590.04
SISIRITAN (+AG. + BULU)	2-6-0-1-2-1	93.71	29.47	19.17	8.41	8.56	6.97	4.94	15.29	4.01	9.53	67.92	28.68	44.50	341.15	7.83	348.98
BULU	2-6-0-3-0-1	220.33	30.22	37.55	9.13	6.83	9.44	5.58	17.87	3.78	17.04	87.94	37.54	72.49	555.75	21.51	577.26
BULU (+AGBULU)	2-6-0-3-1-1	106.65	32.49	35.38	10.36	9.23	10.80	5.25	19.95	2.00	11.60	91.53	32.29	55.13	422.64	21.27	443.91
NABARAYAN	2-6-1-4-0-1	209.89	27.32	36.61	7.03	5.07	8.19	5.90	14.14	1.91	15.00	67.33	35.41	65.19	499.78	24.45	524.23
DIBAGAT	2-6-1-5-0-1	249.83	20.35	43.75	6.16	7.29	9.25	4.92	13.08	1.00	17.78	59.00	36.94	70.40	539.74	23.96	563.70
AGBULU	2-6-1-6-0-1	198.17	20.94	10.74	3.21	0.00	0.00	2.86	10.15	1.81	12.39	46.76	30.82	50.68	388.53	14.48	403.01
BASAO (+SADANGA)	2-8-3-3-1-1	353.41	29.99	20.10	2.28	3.19	1.20	4.93	8.10	0.52	21.19	34.93	39.03	77.83	596.68	4.20	600.88
SADANGA	2-8-3-5-0-1	319.77	30.10	15.19	3.92	5.13	5.36	3.69	10.22	0.72	19.70	44.13	38.08	74.40	570.41	9.31	579.72
SADANGA (+CHICO-1R)	2-8-3-5-1-1	319.77	30.10	15.19	4.09	7.56	5.47	10.90	11.62	0.59	20.26	49.34	38.82	77.06	590.78	9.31	600.09
BANTAY	2-8-7-24-0-1	28.46	23.77	0.51	2.82	0.00	0.00	4.91	5.70	2.56	3.44	20.38	11.57	15.62	119.74	13.61	133.35
MALIANO	2-8-14-34-0-1	250.42	28.58	17.00	4.09	3.69	5.20	3.00	8.67	2.31	16.15	40.29	34.47	62.08	475.96	22.06	498.02
TABU (+BINGA)	3-77-0-4-1-1	86.49	42.87	43.69	2.87	2.96	2.26	3.29	7.96	0.59	9.65	34.95	26.91	39.67	304.16	6.61	312.77
KANAN	4-7-0-1-0-1	430.85	23.75	32.68	3.79	4.65	4.81	4.45	9.87	1.42	25.81	41.81	43.31	94.08	721.28	8.32	729.60
KANAN (+UP. AGOS 2)	4-7-0-1-1-1	20.48	38.82	10.55	2.95	0.00	0.00	3.24	7.29	1.67	4.25	28.85	14.76	19.93	152.78	7.79	160.57
UPPER AGOS 2	4-7-0-5-0-1	136.94	16.92	7.58	2.03	0.00	0.00	1.56	7.59	1.43	8.70	31.15	25.45	35.90	275.24	9.93	285.17
WAWA	4-115-1-1-0-1	83.18	13.46	4.56	1.11	0.00	0.00	0.65	5.45	1.04	5.47	16.44	16.42	22.17	169.95	5.25	175.20
BOSIGON	5-14-1-1-0-1	31.04	24.71	5.27	2.39	2.66	1.79	0.58	5.66	0.74	3.74	19.68	12.28	16.58	127.12	5.04	132.16



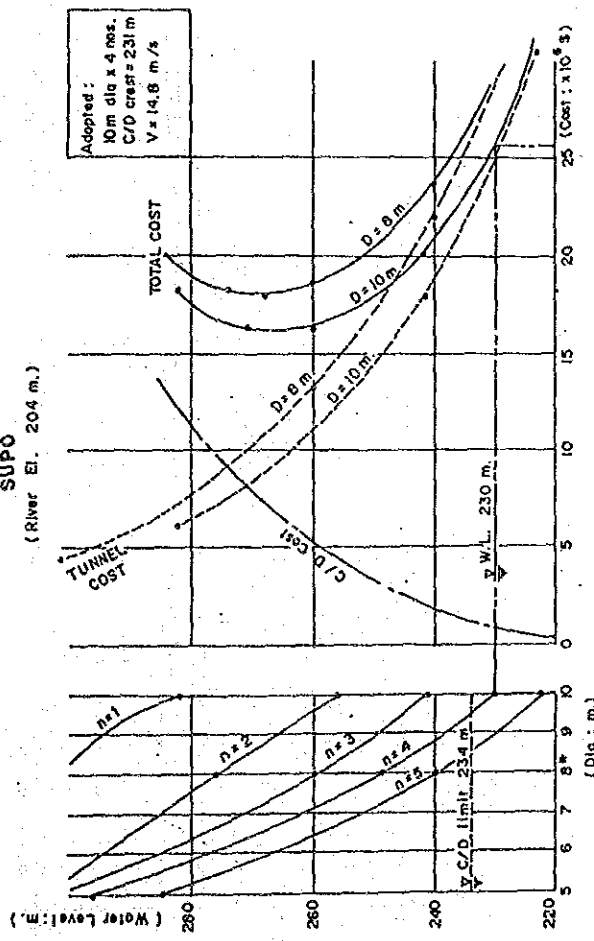


付 図

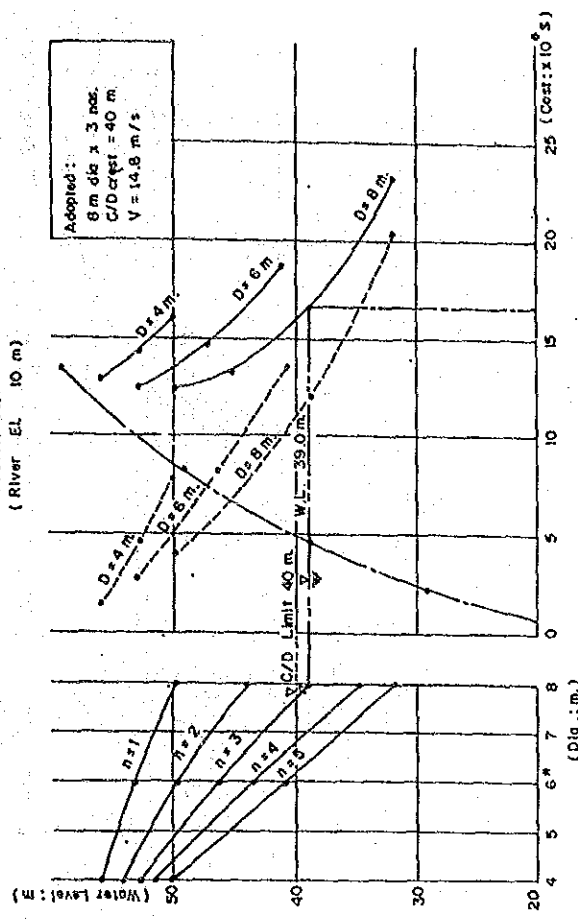


1 轉流工經濟比較 (1 / 4)

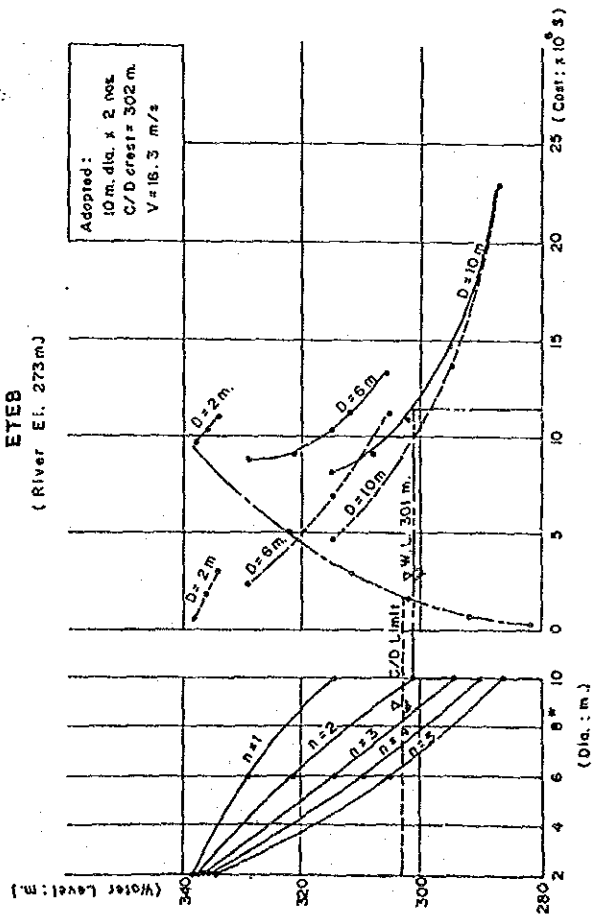
SUPO  
(River El. 204 m.)



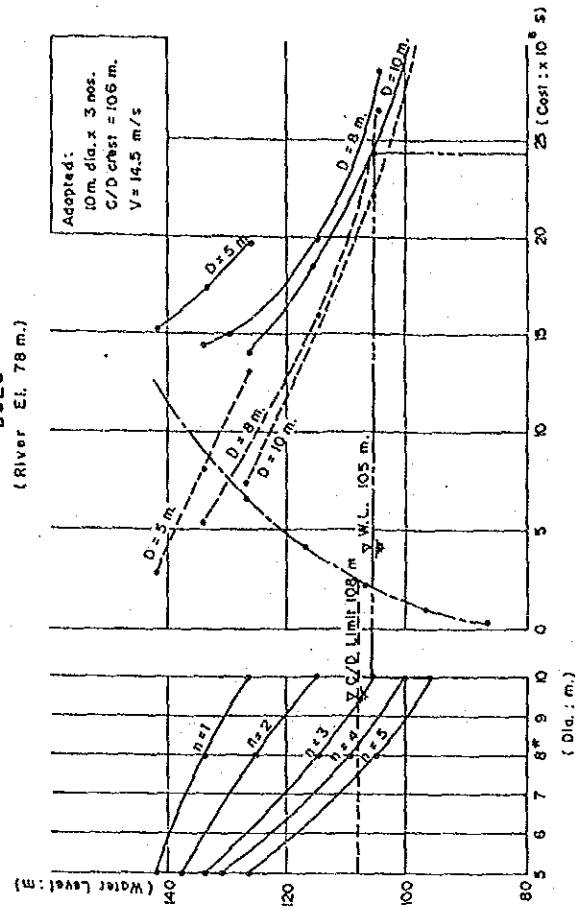
SISIRITAN  
(River El. 10 m.)



EYEB  
(River El. 273 m.)



BULU  
(River El. 78 m.)



LEGEND:  
--- Diversion Tunnel Cost  
--- Cofferdam Cost  
--- Total cost  
\* Geologically preferable max. dia.

圖 1 轉流工經濟比較 (2 / 4)

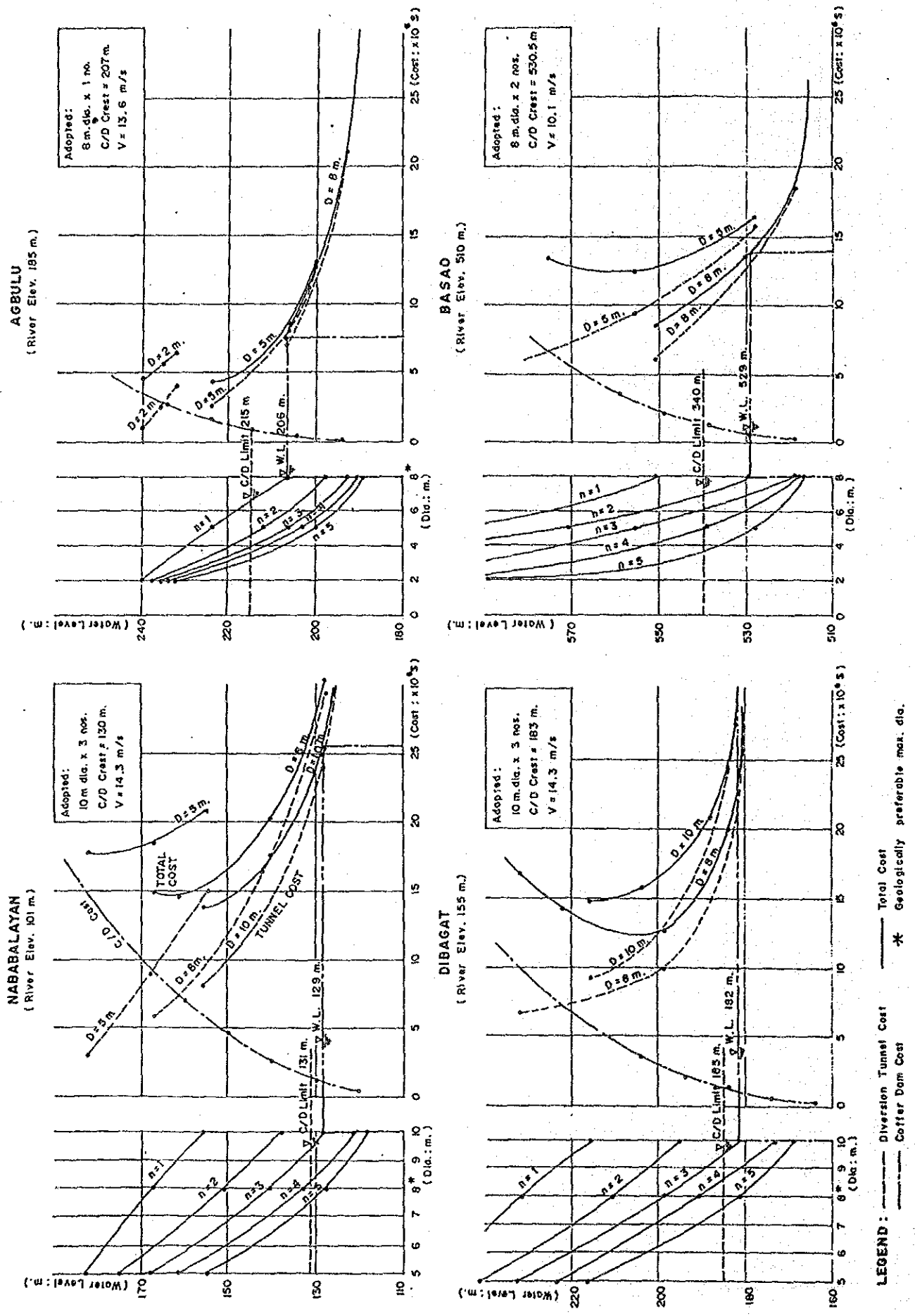


圖 1 輕流工經濟比較 (3 / 4)

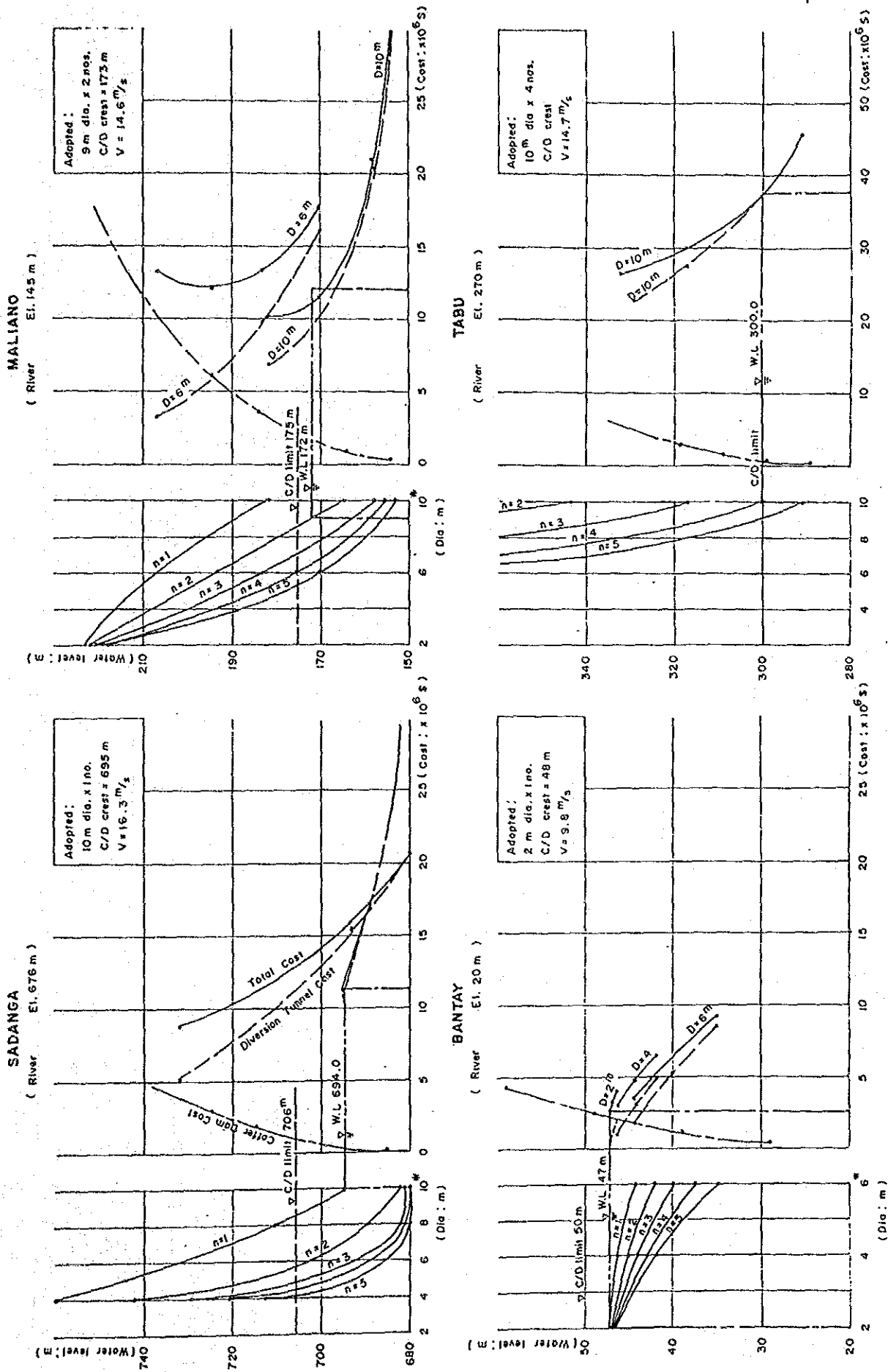


圖 1 轉流工經濟比較 (4 / 4)

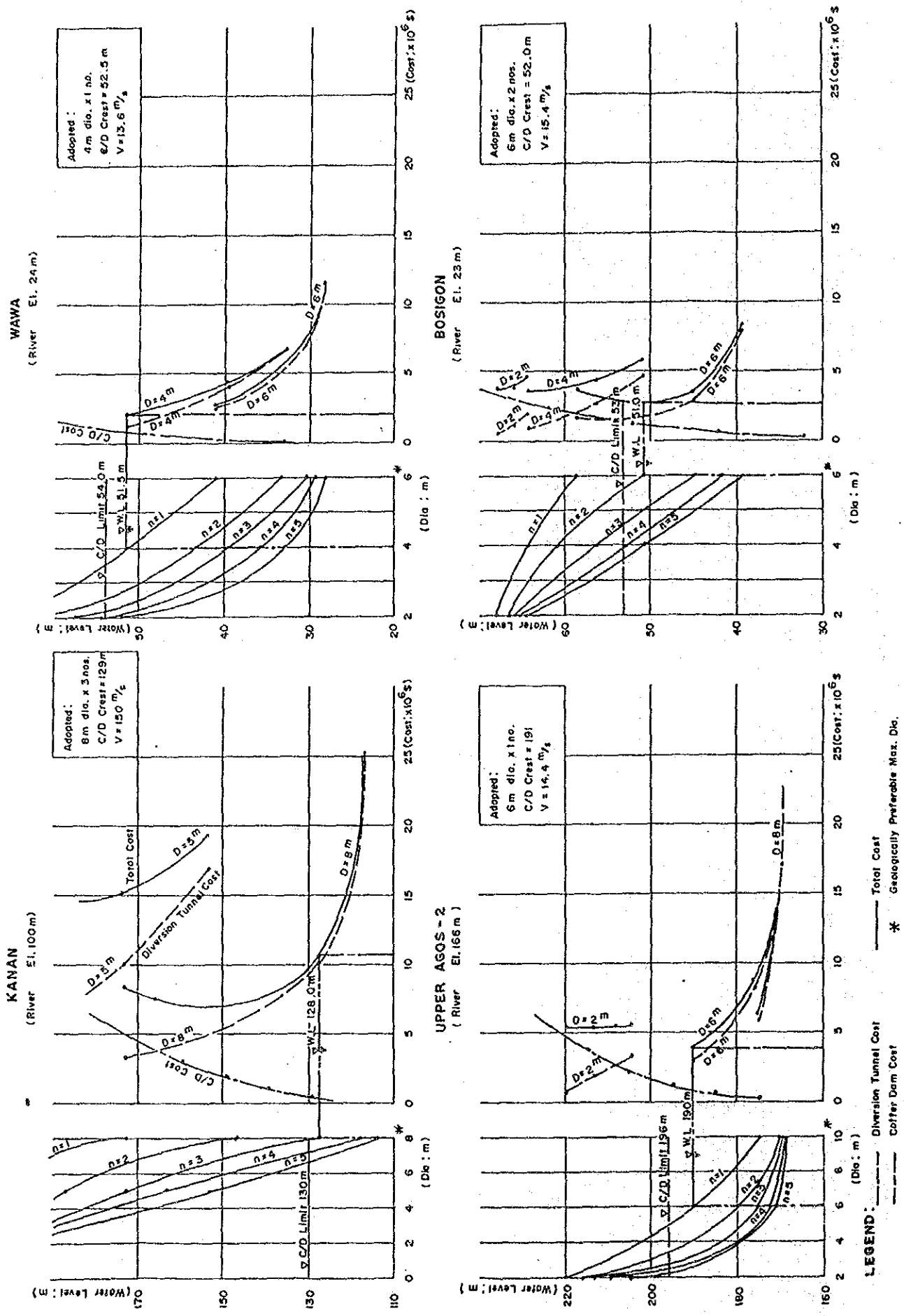
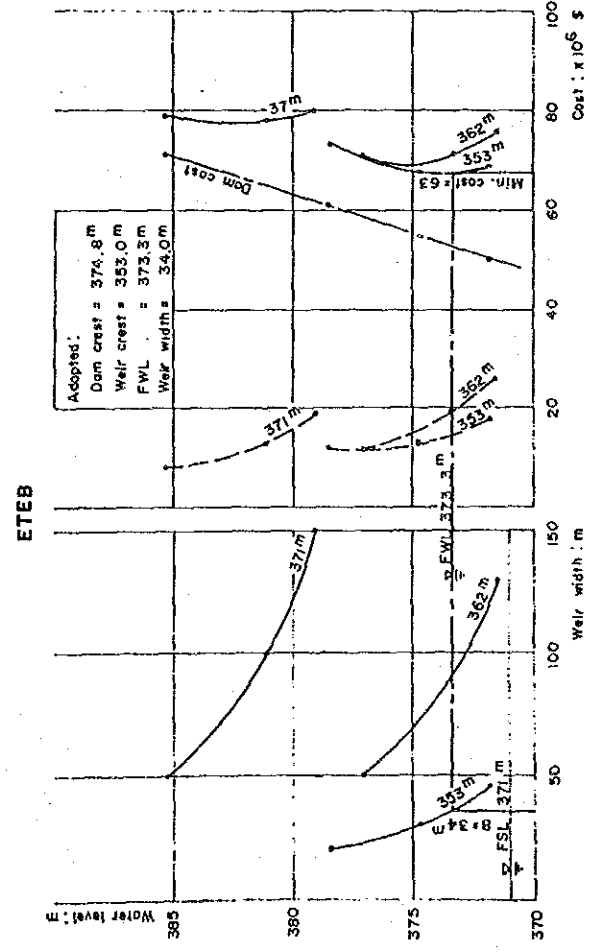
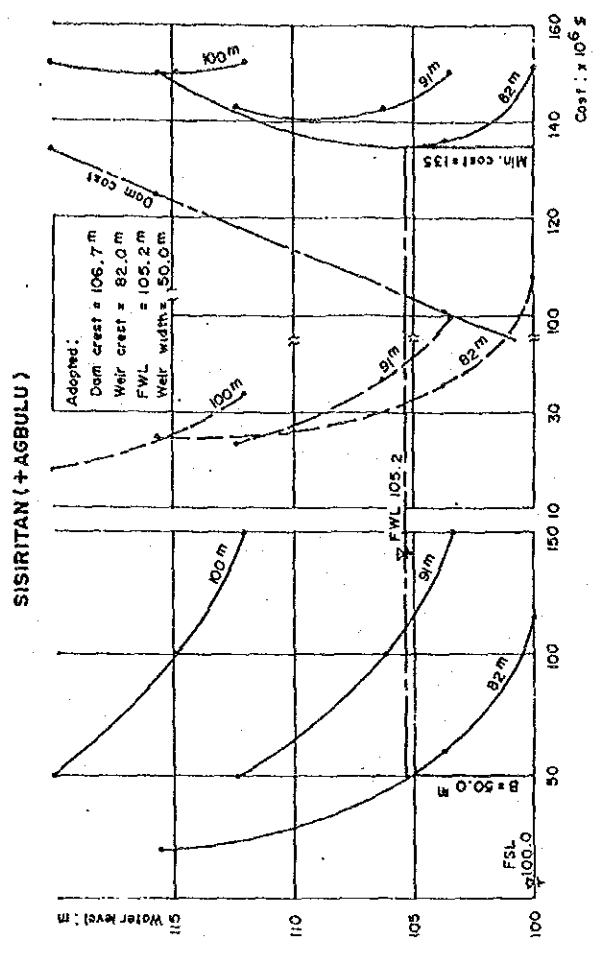
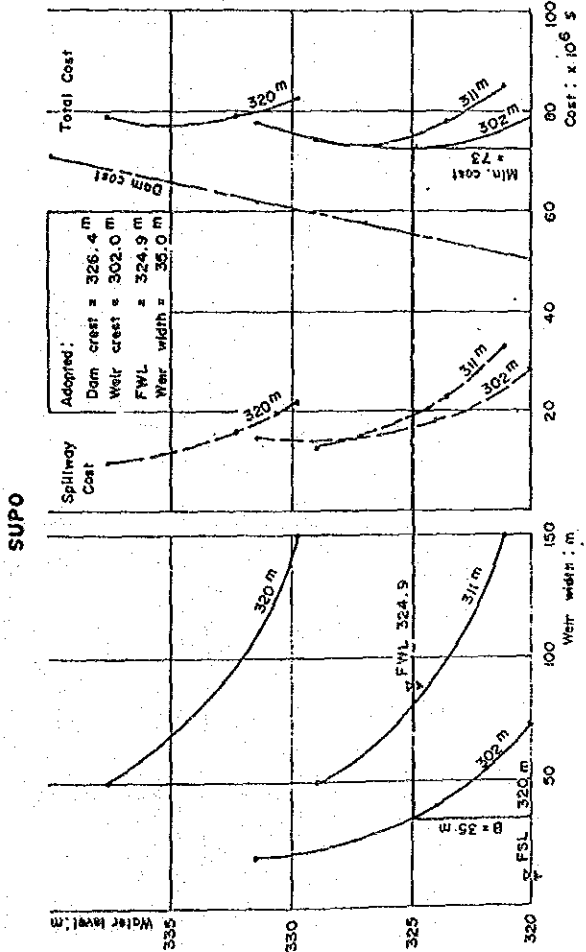
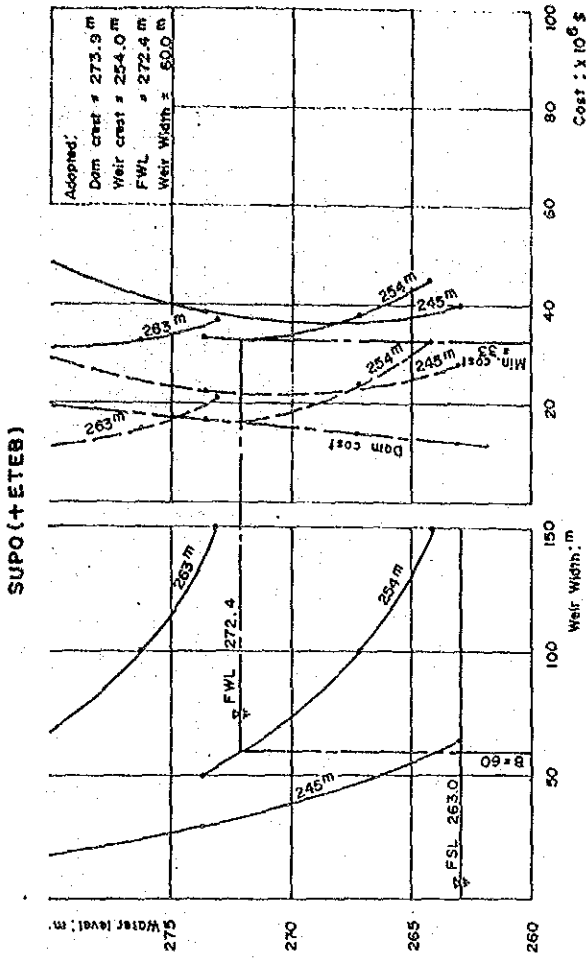


图 2 洪水吐经济比较 (1/5)



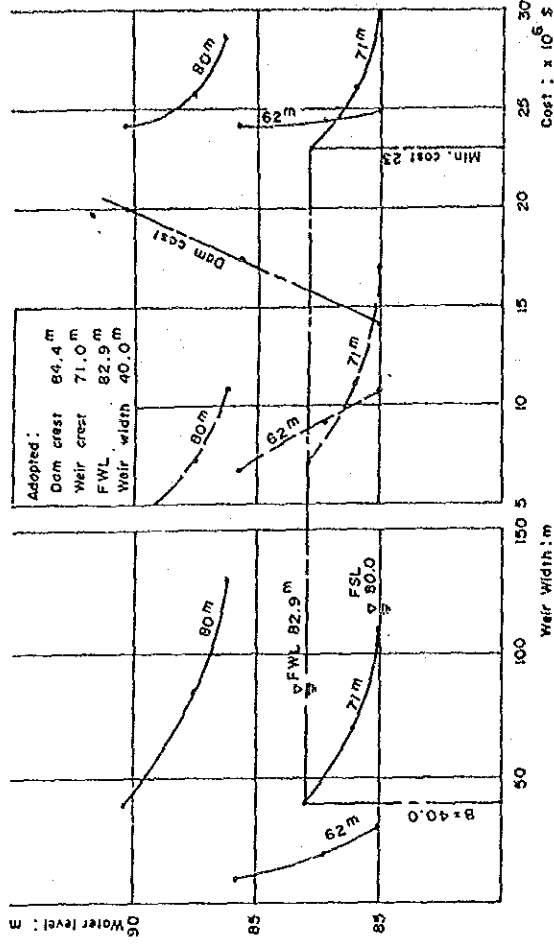
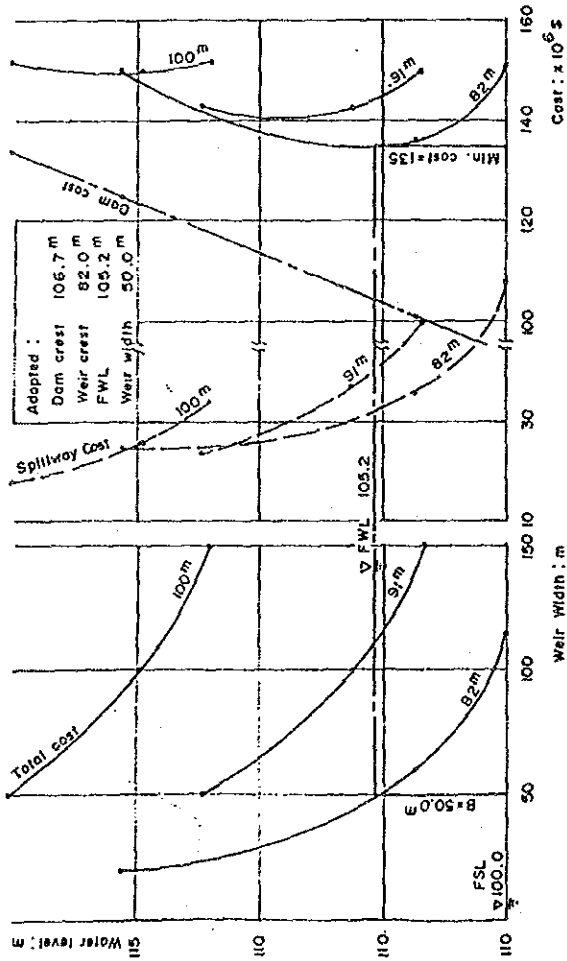
LEGEND:  
 Spillway cost  
 Dam Cost  
 Total Cost



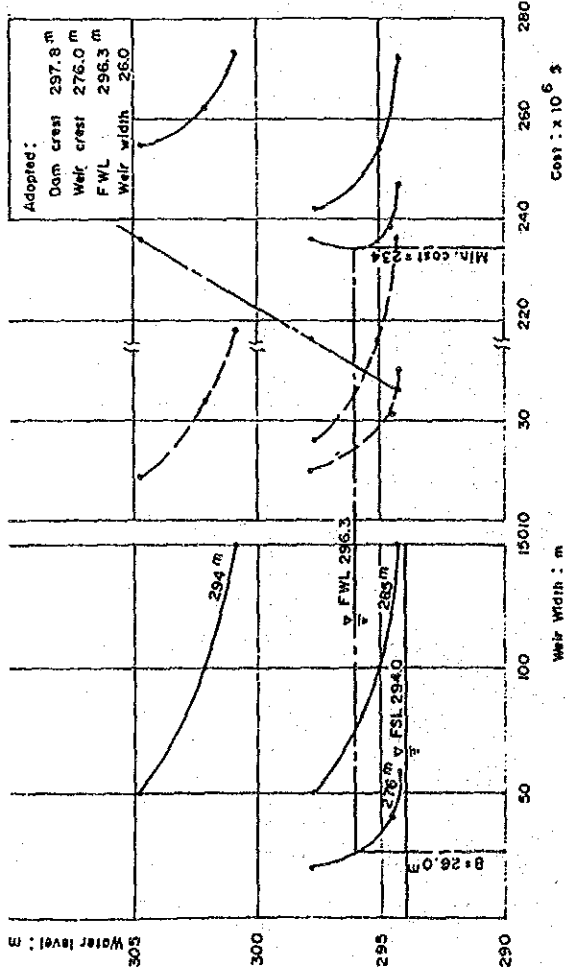
圖 2 洪水吐經濟比較 ( 2 / 5 )

SISIRITAN: 2-006-00-01-0-1

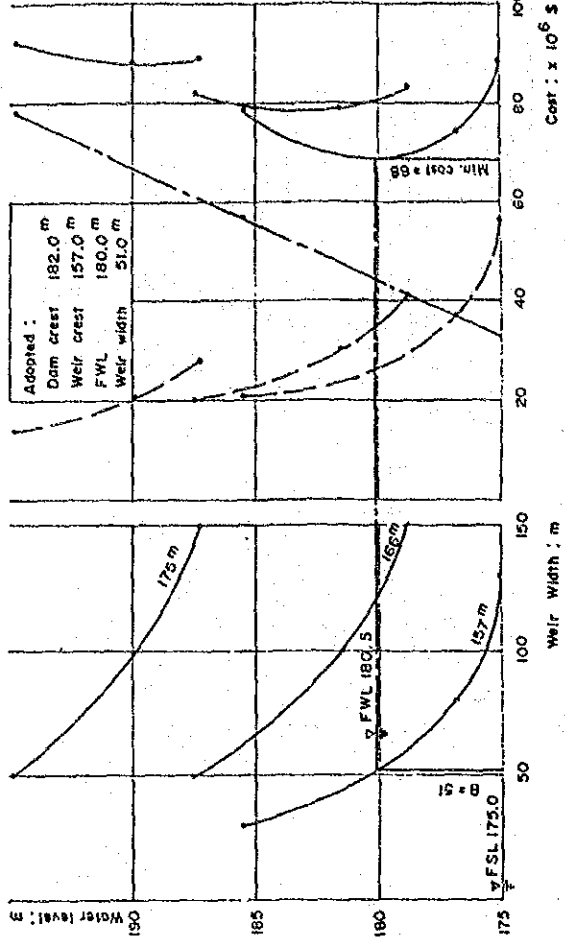
BOSIGON



KANAN

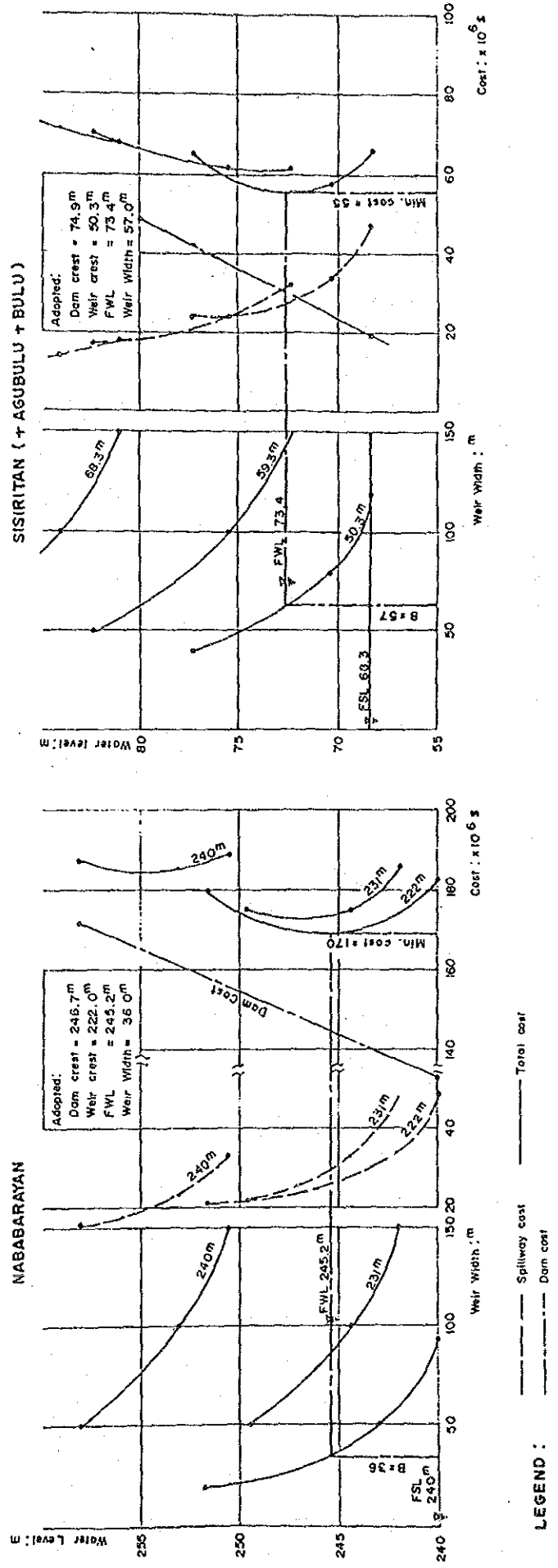
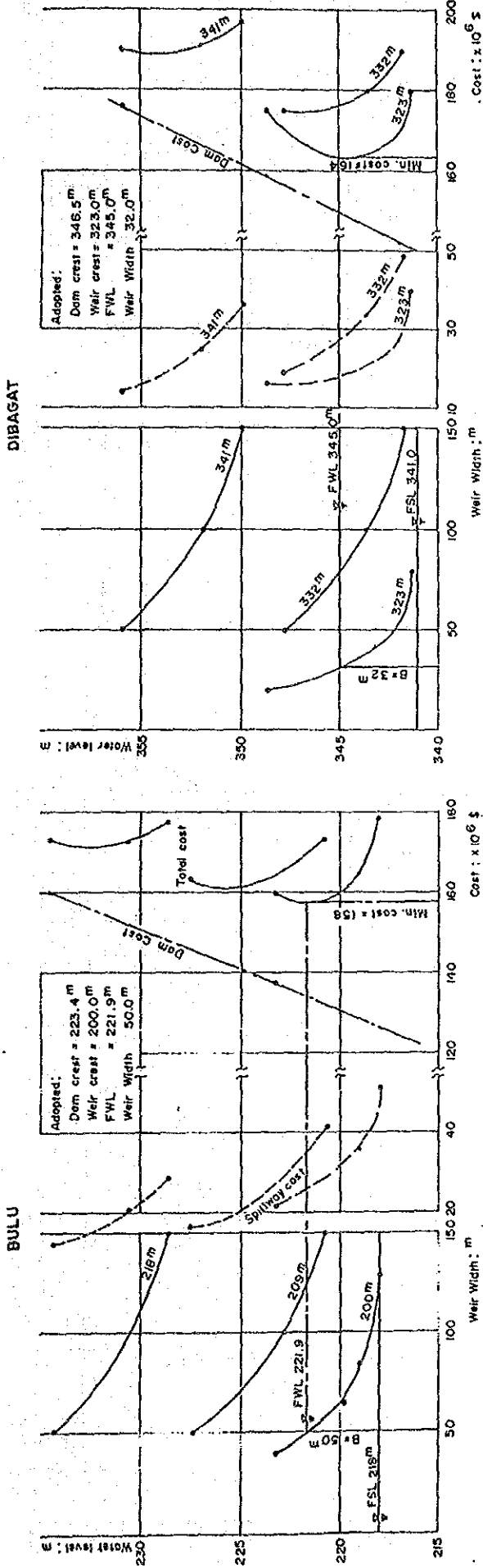


BULU (+AGBULU)



LEGEND:  
 Spillway Cost  
 Total Cost

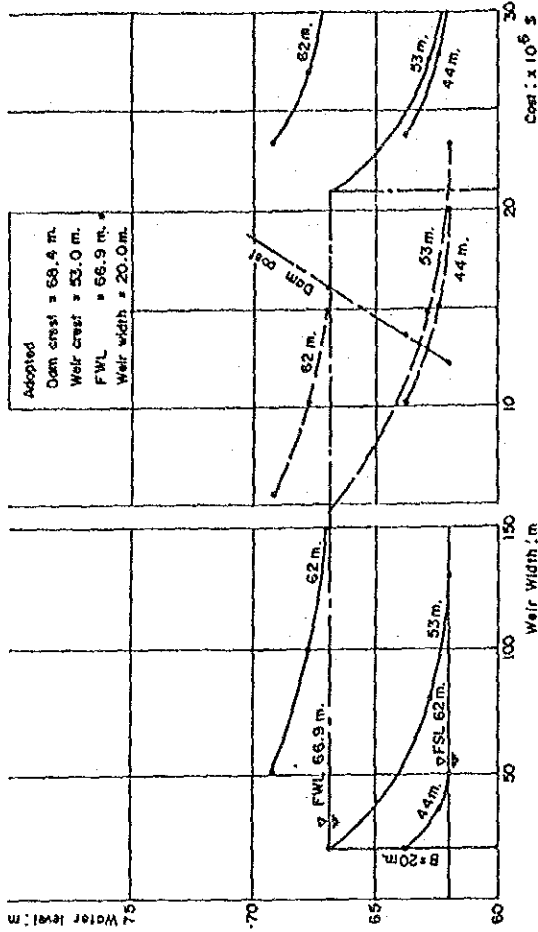
圖 2 洪水吐經濟比較 ( 3 / 5 )



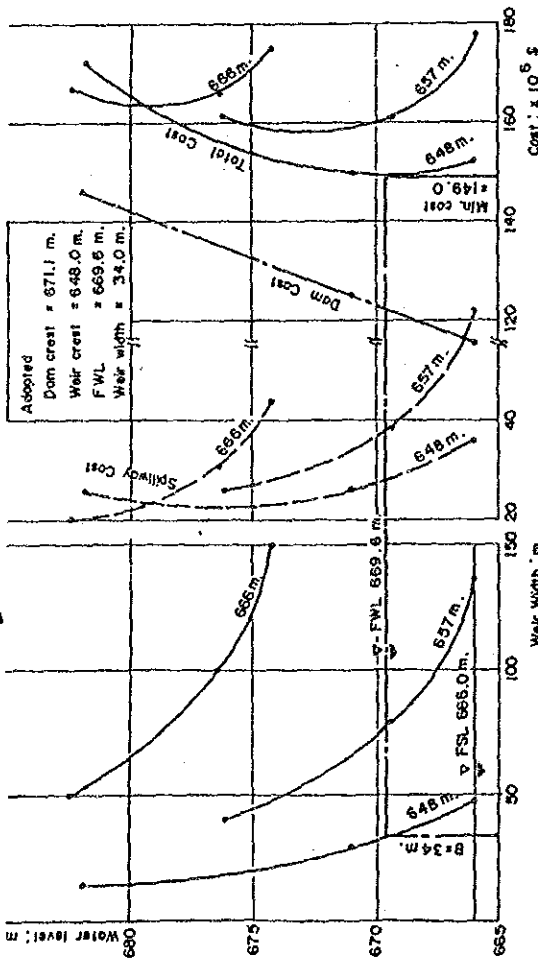
**LEGEND :**  
 - - - Spillway cost  
 - - - Dam cost  
 - - - Total cost

圖 2 洪水吐經濟比較 ( 4 / 5 )

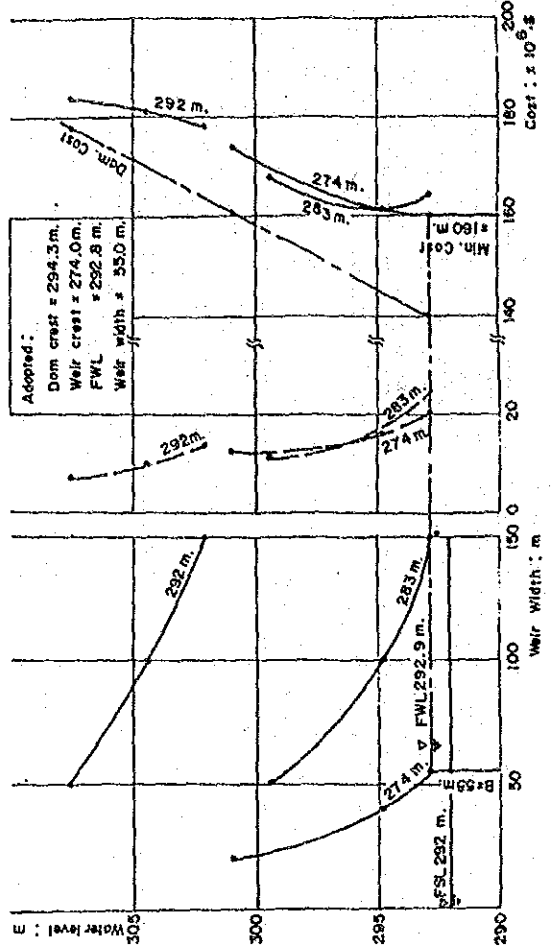
BANTAY



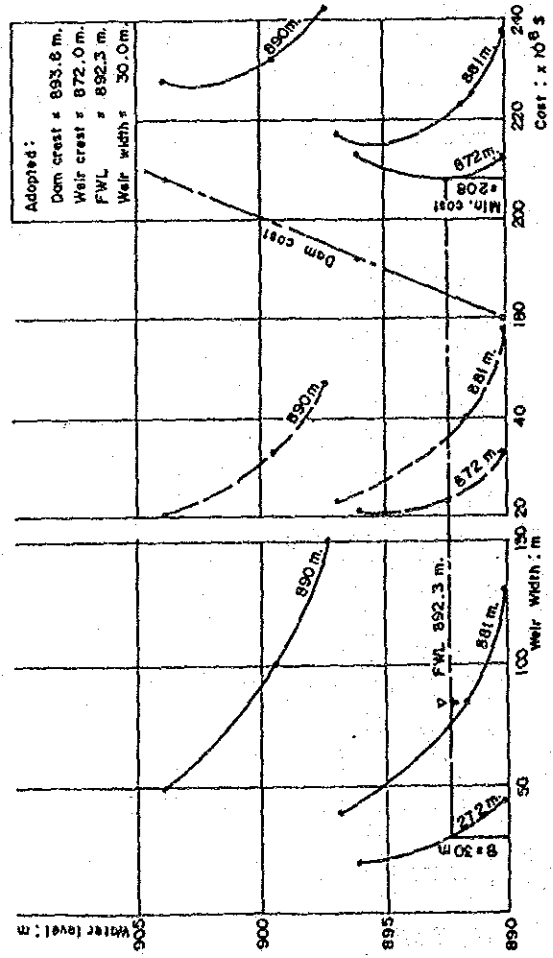
BASAO



MALIANO



SADANGA

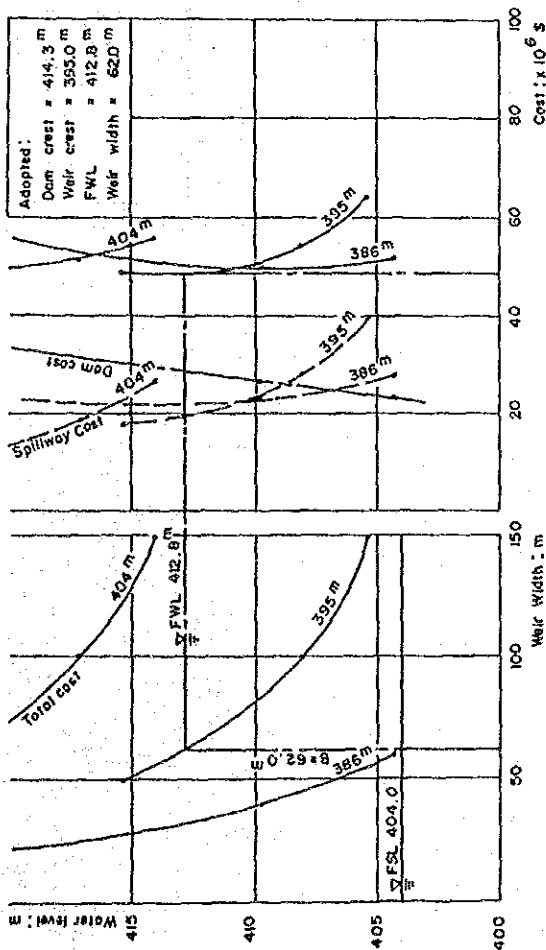


LEGEND: Spillway cost — Total cost

Dam cost

圖 2 洪水吐經濟比較 ( 5 / 5 )

TABU



KANAN ( + UP AGOS - 2 )

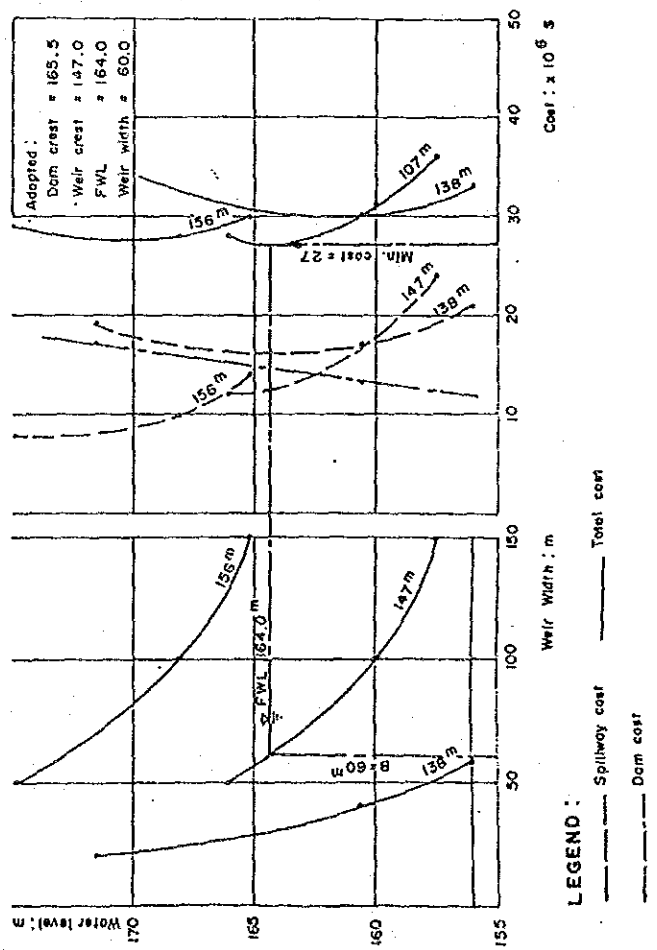


圖 3 洪水吐洪水追跡結果 ( 1 / 3 )

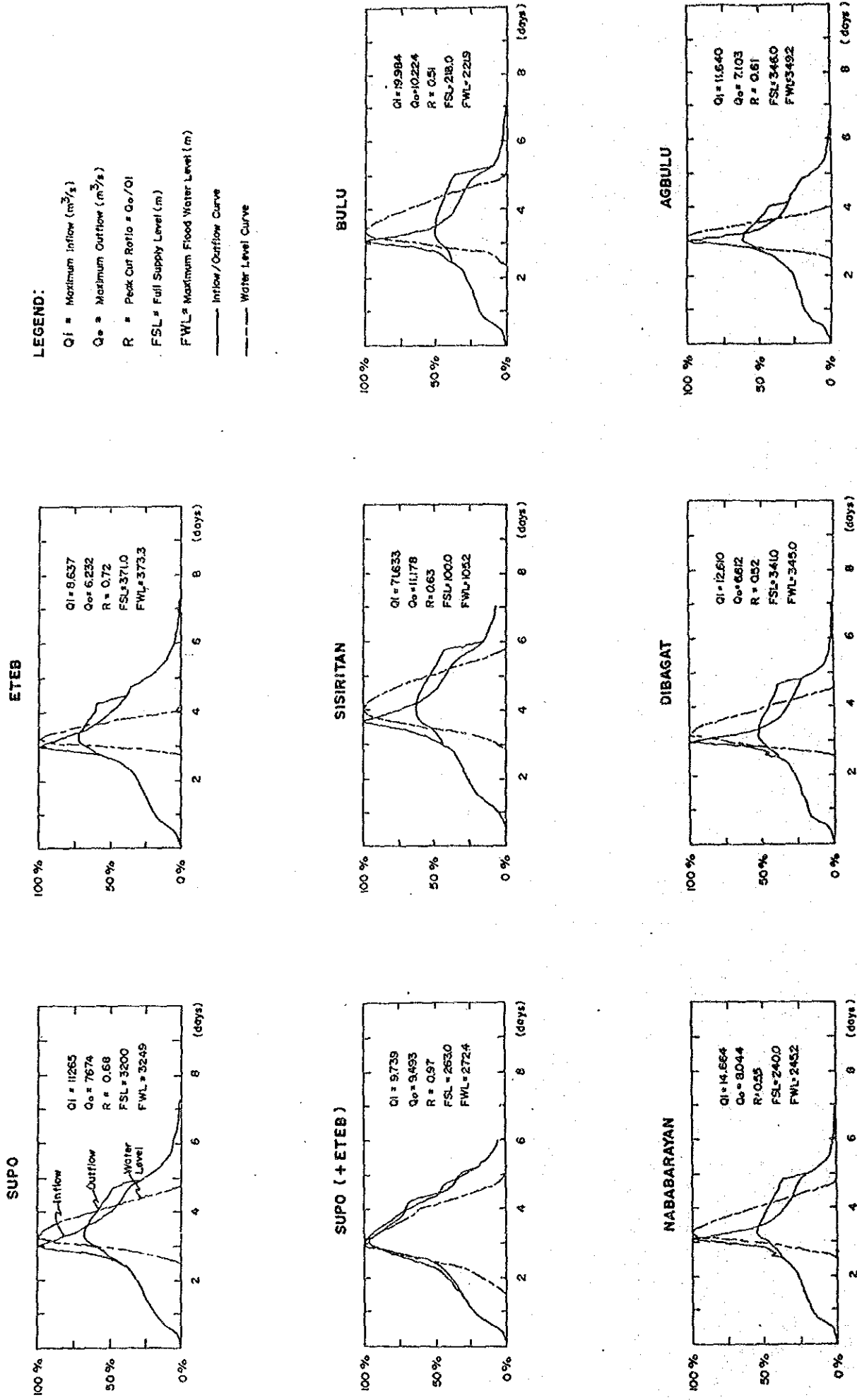
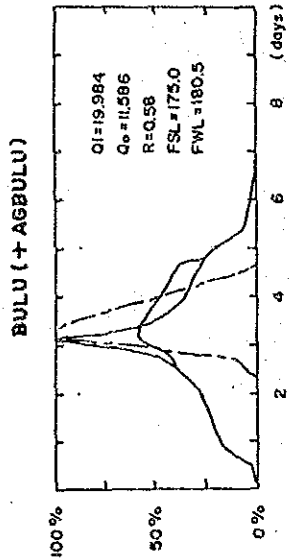
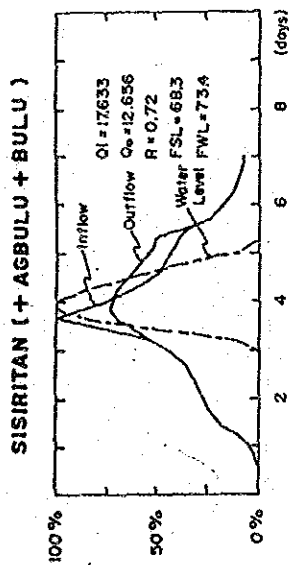


图 3 洪水吐水追跡結果 ( 2 / 3 )



**LEGEND:**

$Q_i$  = Maximum Inflow ( $m^3/s$ )  
 $Q_o$  = Maximum Outflow ( $m^3/s$ )  
 $R$  = Peak Cut Ratio =  $Q_o/Q_i$   
 $FSL$  = Full Supply Level (m)  
 $FWL$  = Maximum Flood Water Level (m)

— Inflow/Outflow Curve  
 - - - Water Level Curve

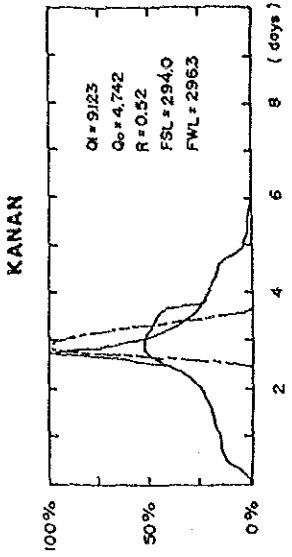
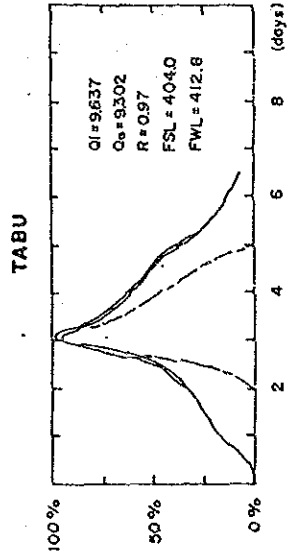
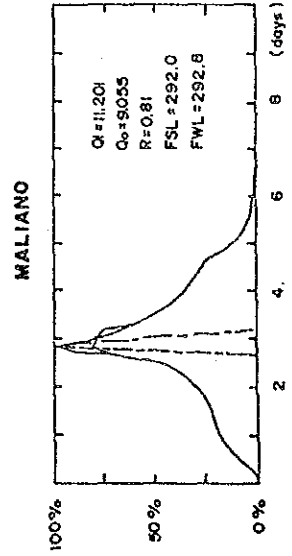
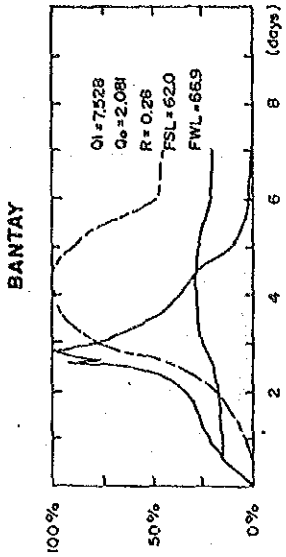
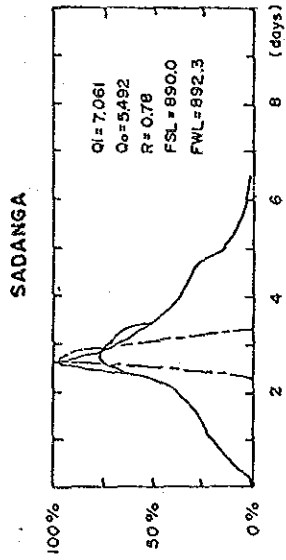
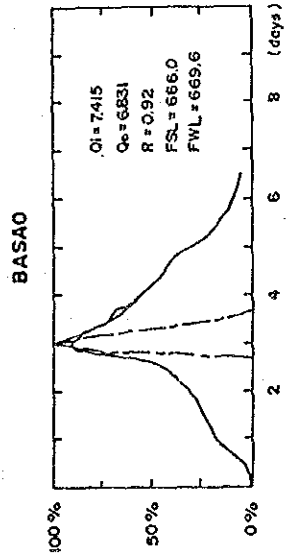


圖 3 洪水吐洪水追跡結果 ( 3 / 3 )

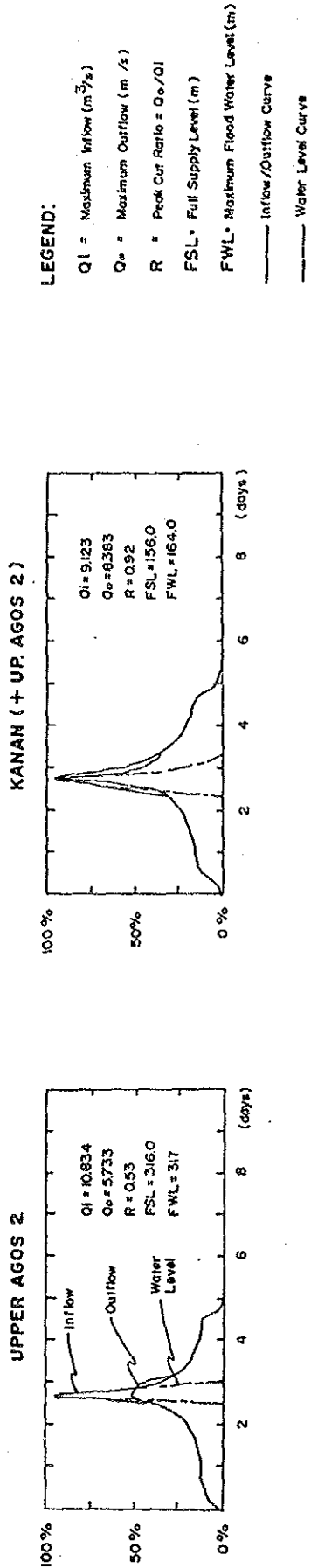
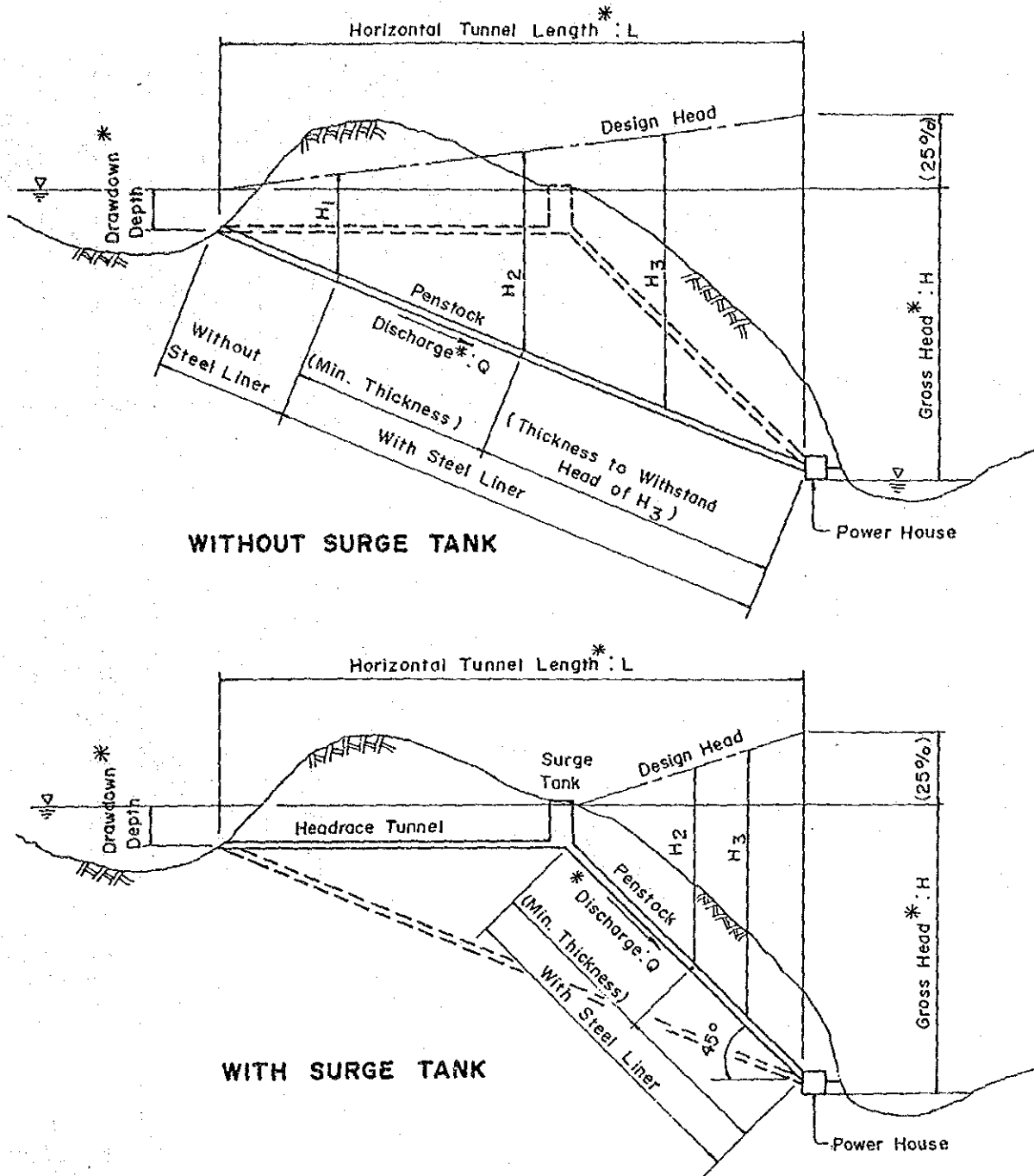


図 4 経済比較のための想定水路縦断



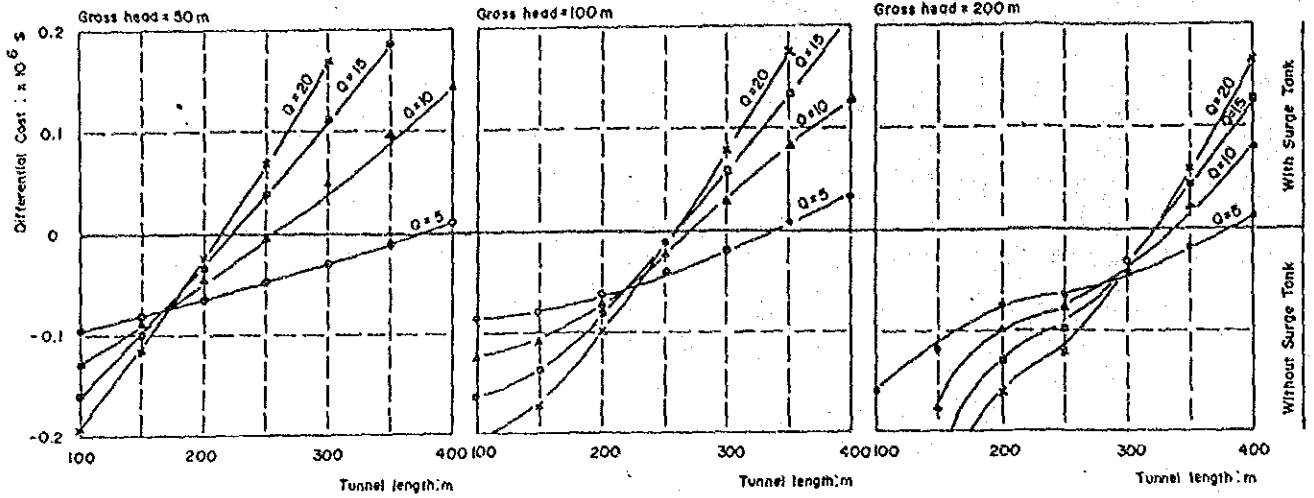
NOTES:

- \* : Variables for cost comparison
- $H_1$  : Water head to be withstood by concrete lining
- $H_2$  : Water head to be withstood by min. thickness of steel liner
- $H_3$  : Design head for lower part of penstock

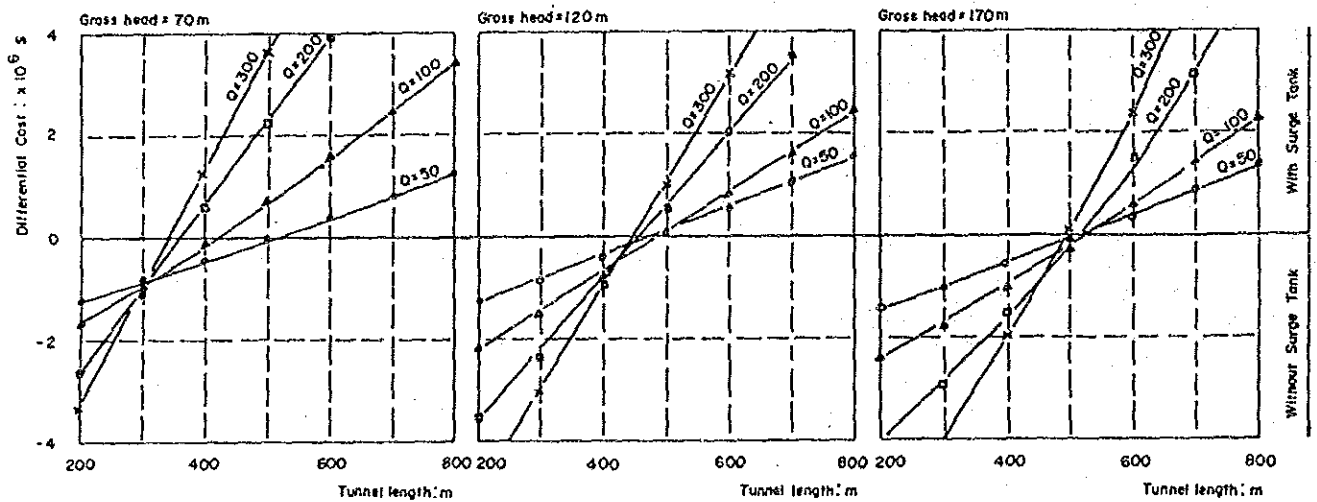


圖 5 水路經濟比較

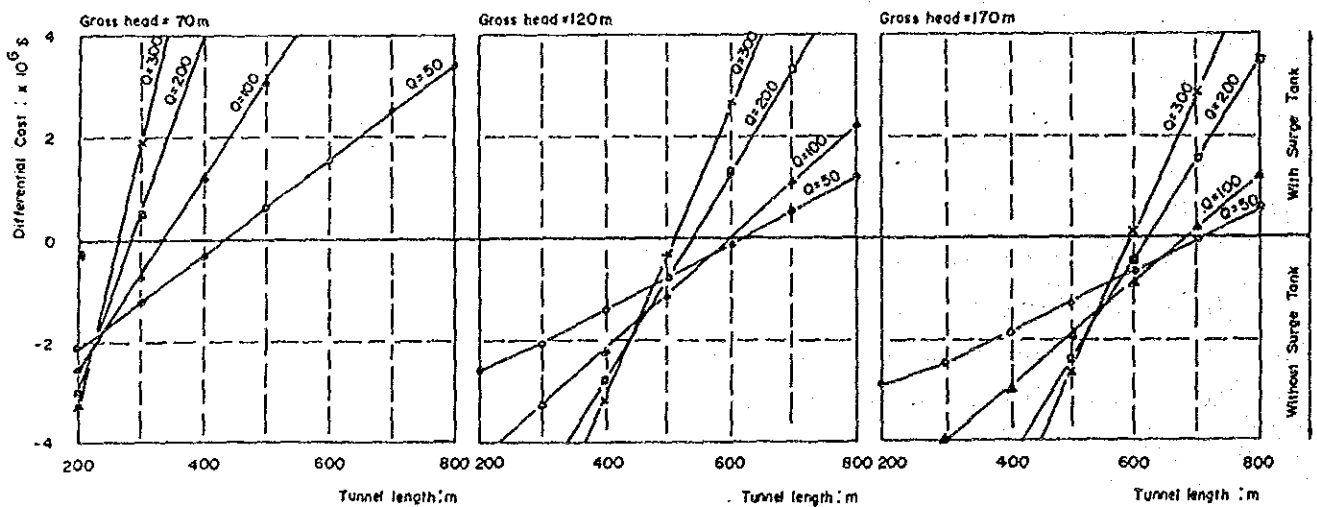
1. Drawdown Depth = 0m (Run-of-river type)



2. Drawdown Depth = 20m (Reservoir Type)

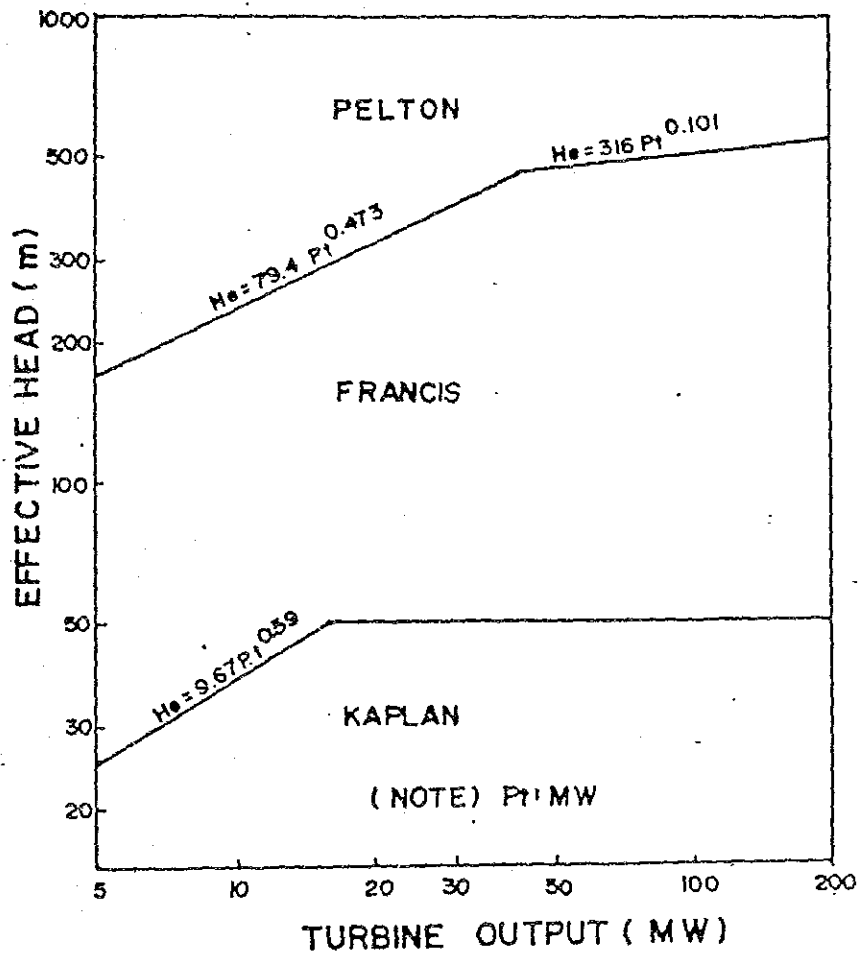


3. Drawdown Depth = 50m (Reservoir Type)



NOTE: Differential Cost = (Const. cost without S. tank) - (Const. cost with S. tank)

図 6 水車タイプ選定図







JICA