

## 4. 参 考 资 料



#### 4. 参考資料

- 1) ダム付近一般平面図およびダム標準断面図

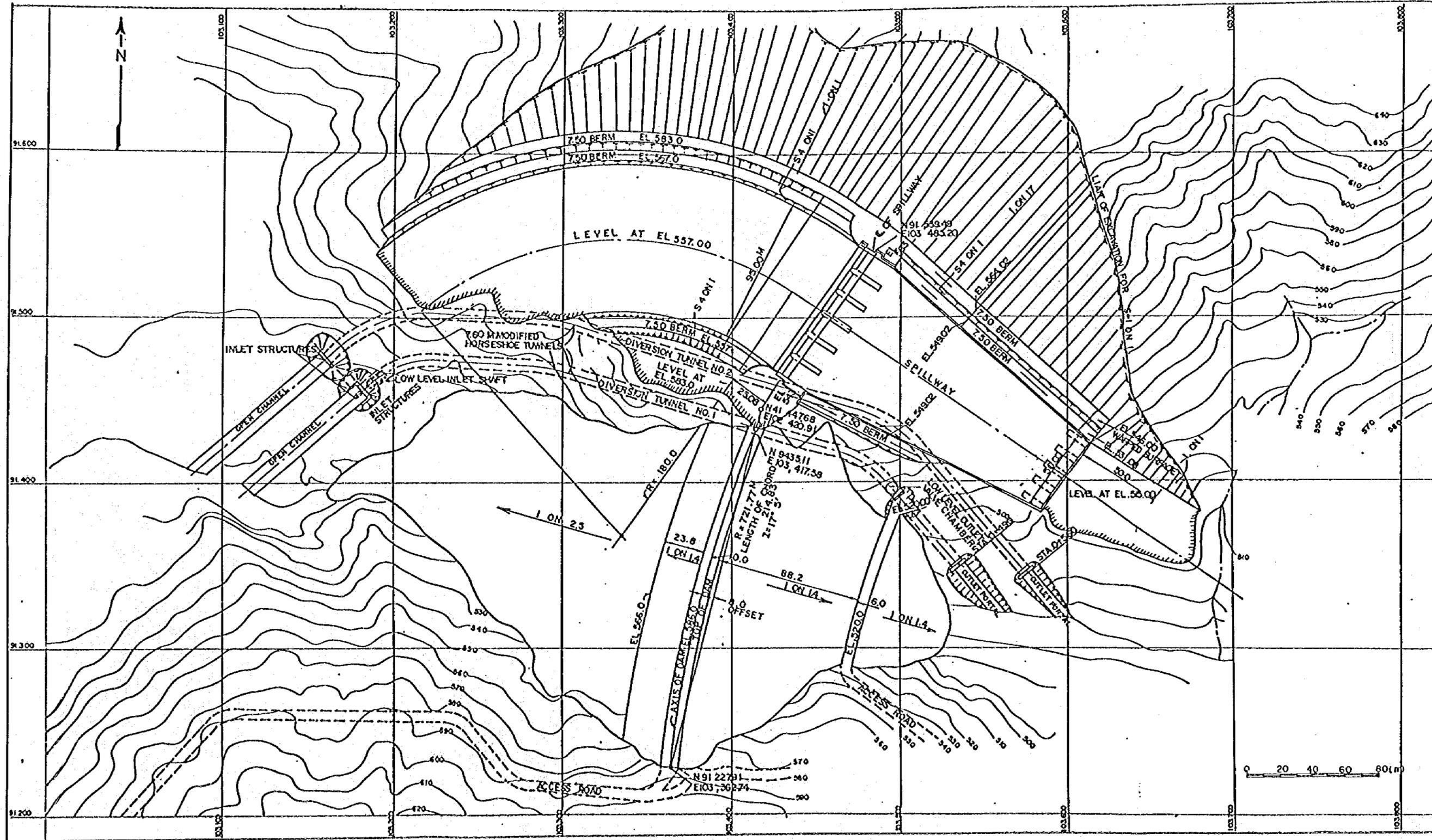


图-7.1 一般布局 of Dam and Spillway

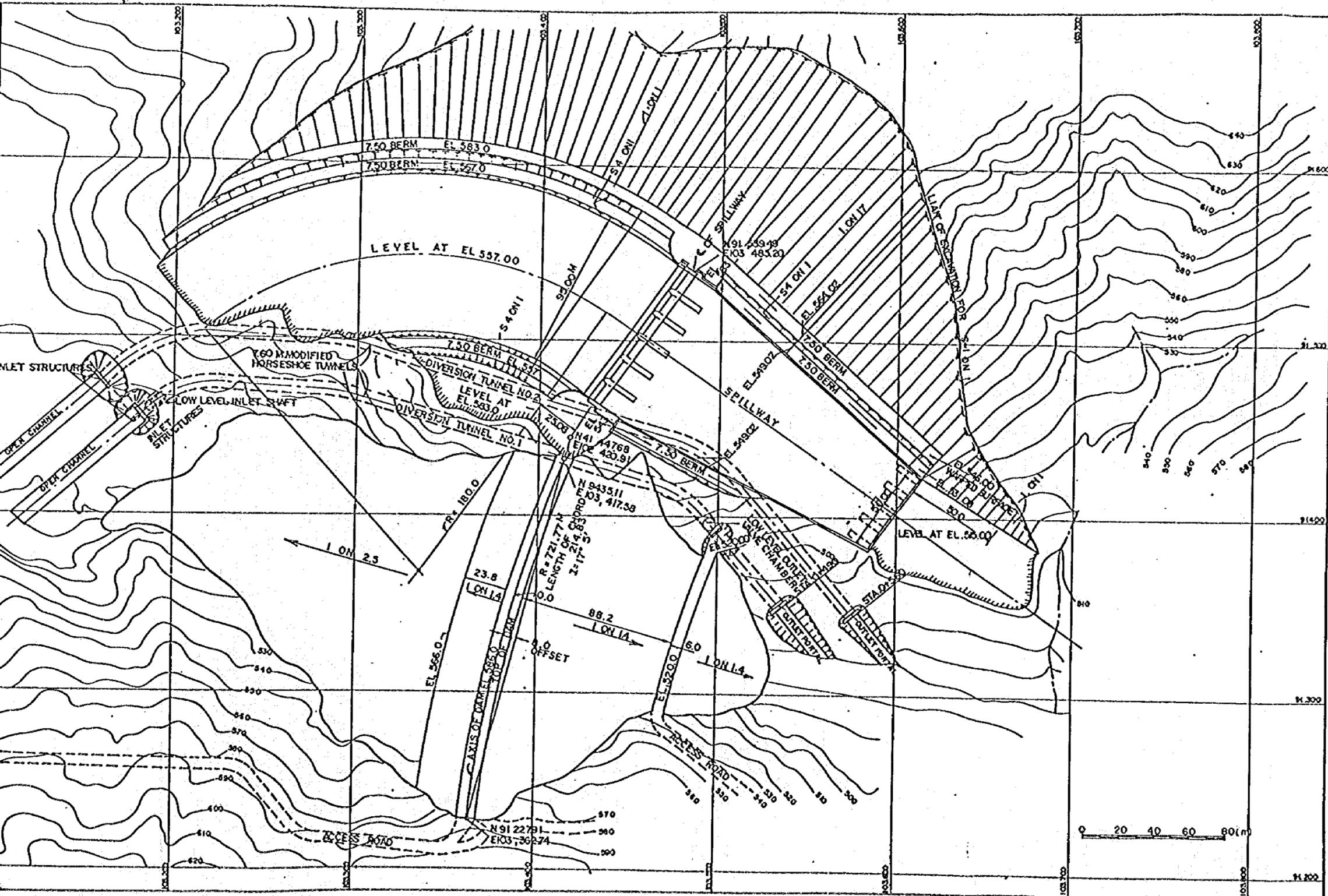


Fig-7.1 General Layout of Dam and Spillway

THE BWGA DAM REHABILITATION PROJECT	
General Layout of Dam and Spillway	
SCALE	DATE
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



DAM TYPICAL CROSS SECTION (DESIGN)

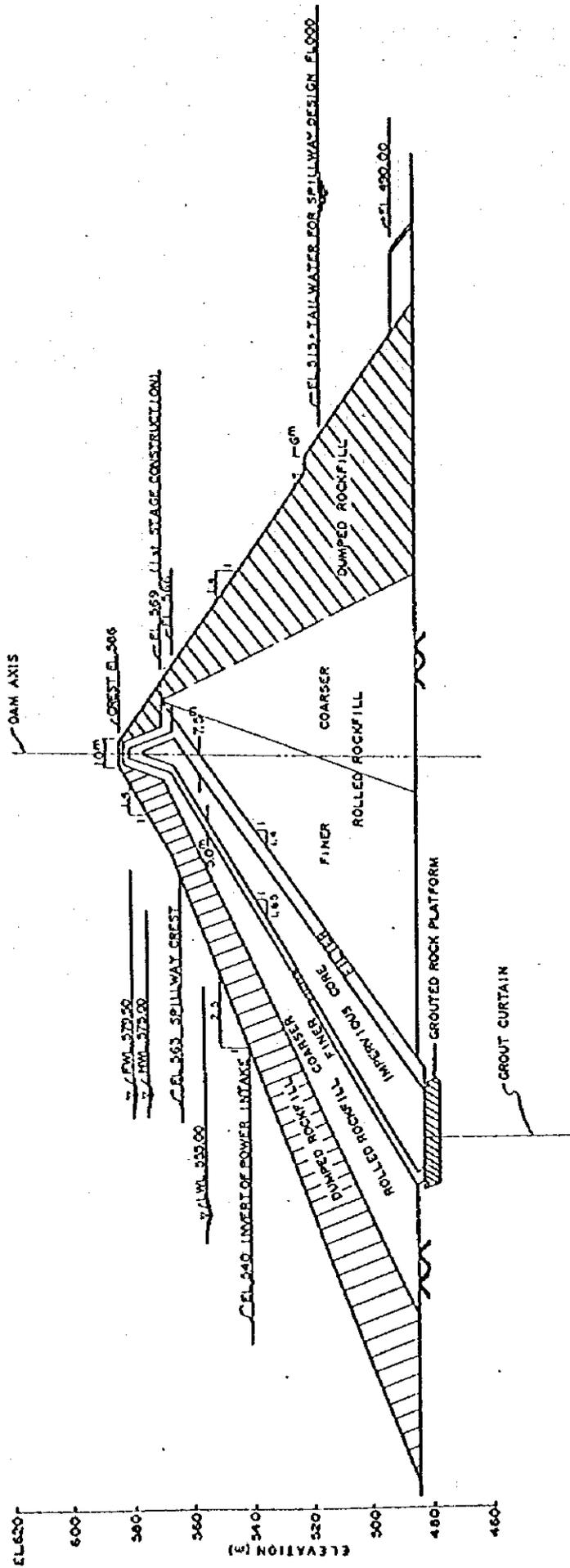
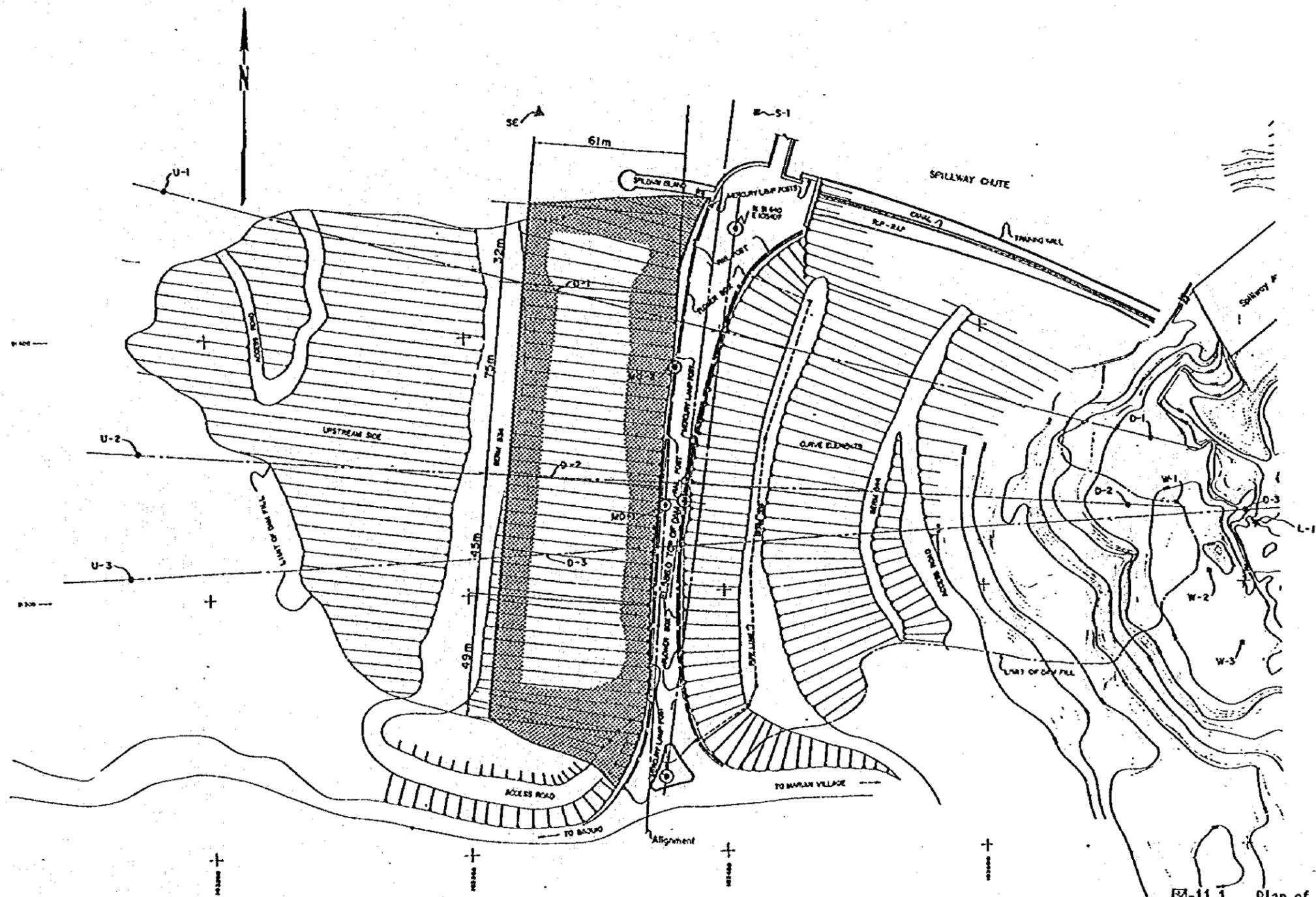


Fig-7.2 Typical Cross Section of Dam (Designed)



## 2) 修復工事

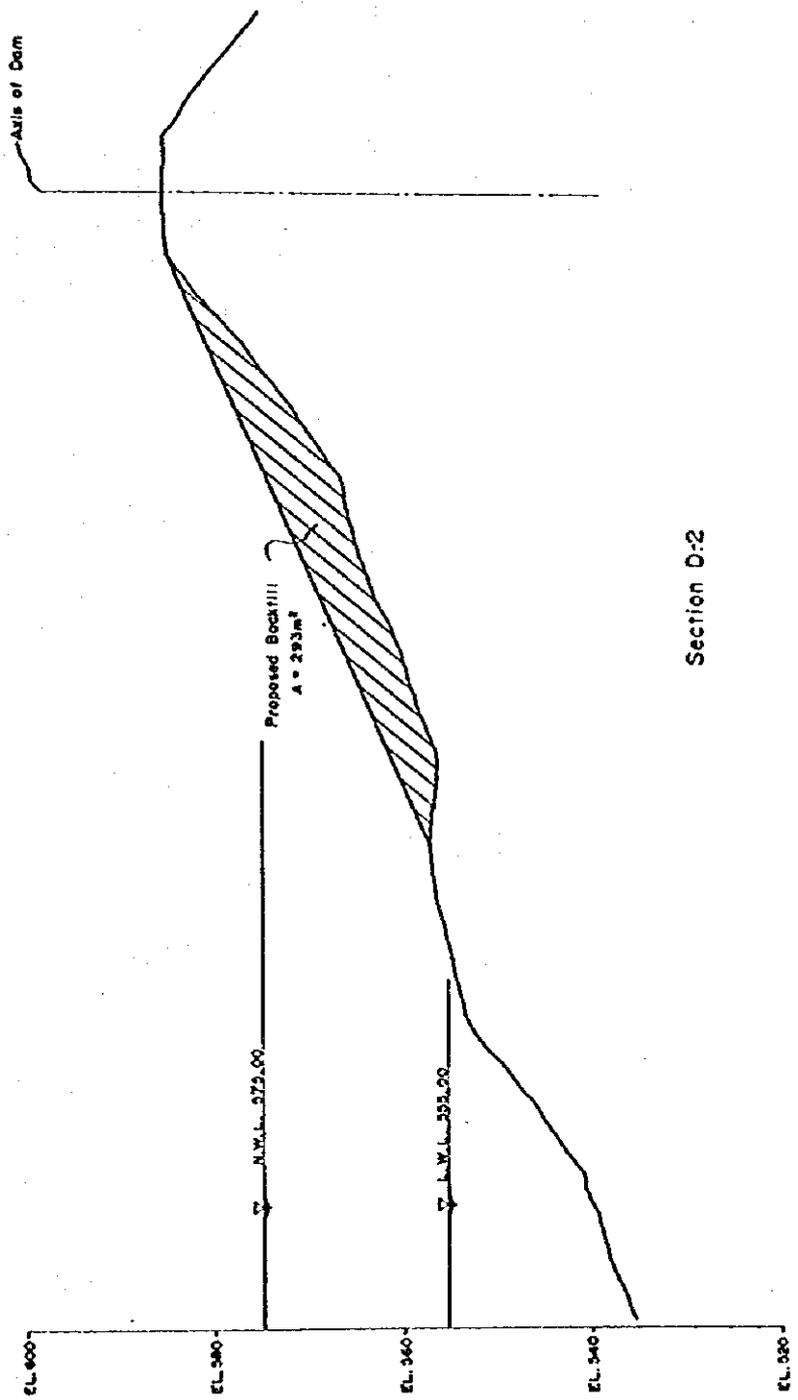


11.1 Plan of Dam Embankment

THE BINGA DAM REHABILITATION PROJECT	
Plan of Dam Embankment	
SCALE	DATE
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

As Built Survey





Section D-2

11.3 Section of Dam Embankment (Section D2)

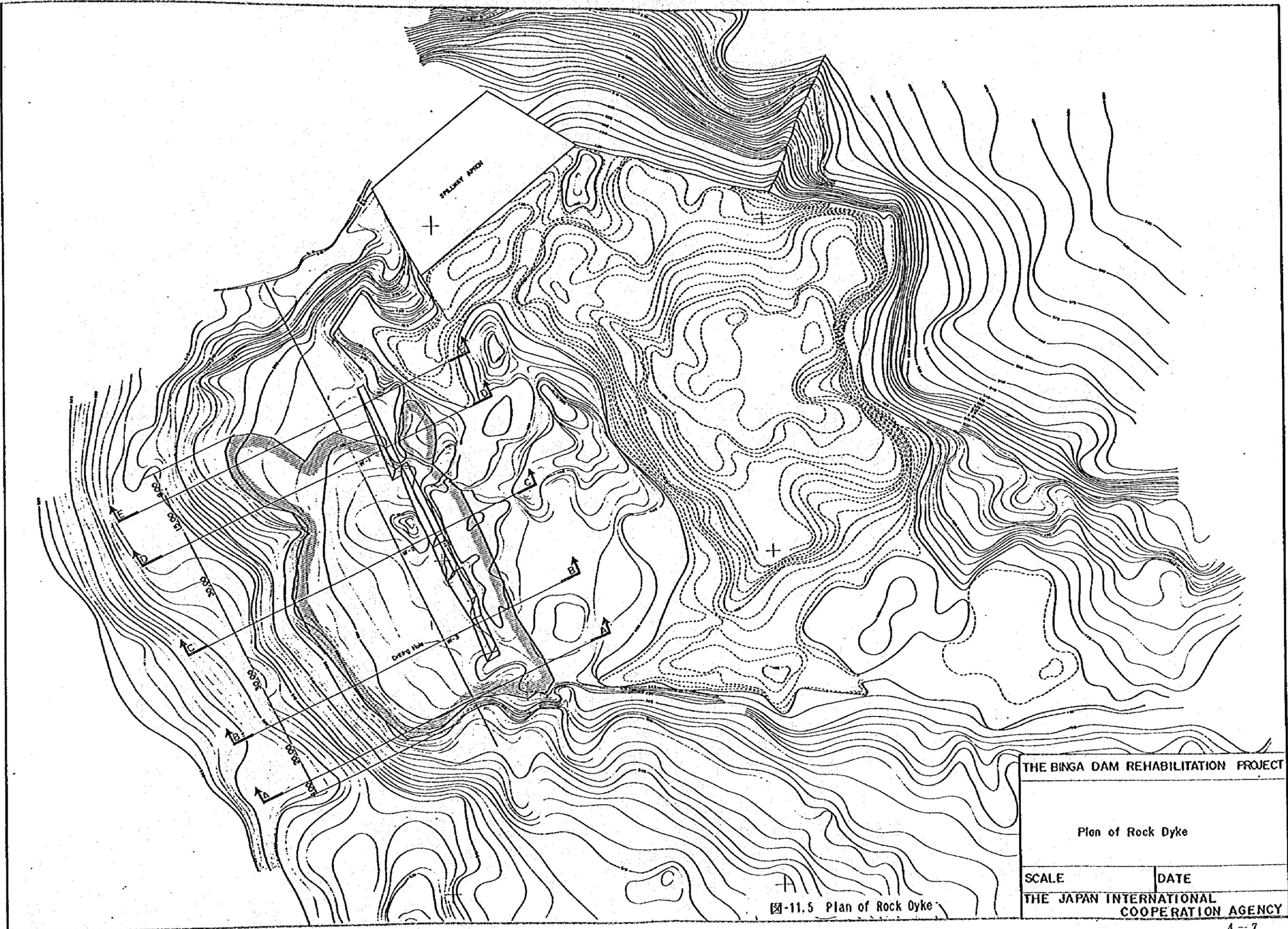


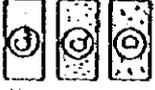
图-11.5 Plan of Rock Dyke







LEGEND



C<sub>m</sub> CLASS  
 CL CLASS  
 D CLASS

CLASSIFICATION OF  
 ROCK QUALITY

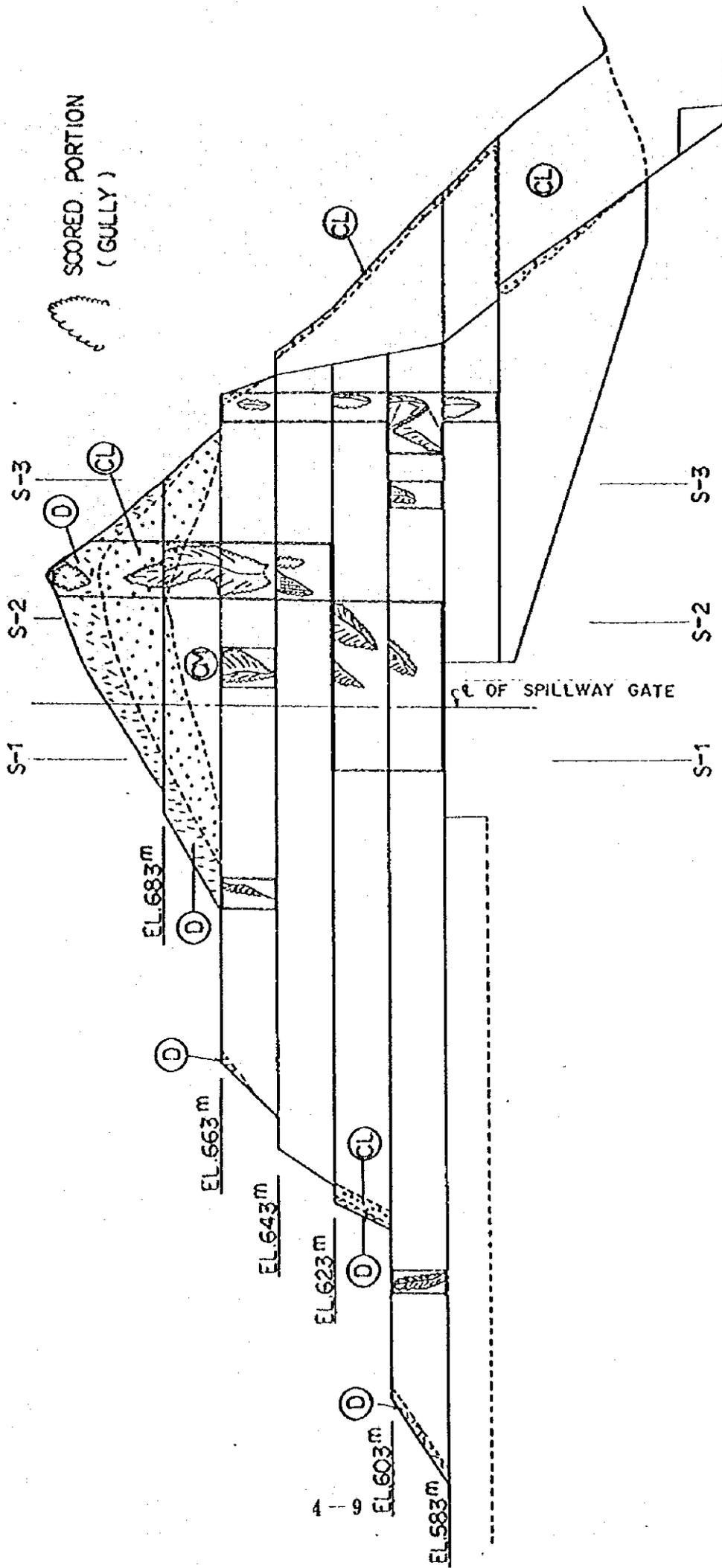


Fig-11.7 Area of the Slope to be Shotcreted



### 3) 地質狀況



## 6. 地質状況

### 6.1 地質的背景

アグノ川は、フィリピン断層の派生断層帯の一つに規制されて北から南へと流れている。この断層帯の幅はダムサイトおよび貯水池全体をその中に含むほど広く、断層帯にはN10-20° E, N10-20° WおよびN70-80° W方向の付随断層がいくつか存在する。それらの断層によりダムサイトの下の狭小な曲がりくねった谷が形成されている。

ダムサイト付近のアグノ川に分布する主な岩石は、一連の変成岩類と閃緑岩である。この変成岩類は、白亜紀または古第三紀に海水中に噴出した安山岩質および玄武岩質の溶岩、および粘板岩などの堆積岩類を原岩としている。これらの岩石は堆積後主に造山運動により強力な動力変成作用を受け多数の破碎構造とジョイントを持つに至った。

新第三紀(中新世)に閃緑岩が変成岩類中に貫入し、変成岩類は熱変成作用を被った。閃緑岩と変成岩類の接触面は一般に熱により再溶融した構造を示しており、良く固結している。しかし、一部では断層で接している。

### 6.2 現地調査結果

#### 6.2.1 ダム左岸掘削法面

ダム左岸には、高さ最大約130m、長さ約500mの法面が形成されている。この法面は、法勾配約60°で、20m毎に幅約8.5mの小段が計7段設けられている。法面は北東-南西方向に延びる尾根の末端を切るように形成され、法肩は尾根上部に達している。山体は比較的大きく、尾根の両側の斜面は険しく約35°の傾斜を示す。

この法面は、変成岩類(Metamorphics)と総称される変成した安山岩および玄武岩の溶岩、凝灰岩および凝灰角礫岩を主体とする堆積岩、およびそれらの岩石類に貫入する小規模な岩脈からなる。これらの岩石を堅硬で割れ目も少ないが、法面の表面は若干風化し脆くなっている。

地層の走向傾斜はN10° E/50° Wで、地層の走向は法面の方向とほぼ直交している。ただし、左岸の法面では一般に層理面の発達はわるく、良く密着している。ジョイント等その他の地質分離面も発達が悪く連続性は良くない。



シームあるいは小断層は、ダム軸から上流側はほとんど認められないが、下流側ではいくつか認められる。これらのシームあるいは小断層の周辺には割れ目が発達し、岩盤が他の部分に比べ劣化している。これらの部分が雨水により差別的に浸食されガリー（gully）が形成されている。ガリーは最大幅約15m深さ最大約8mであり、小段が全幅にわたって崩落し小段上の通行が不可能になっている部分もある。最も長いガリーは法面中央最上部付近より始まりシーム沿いに下部まで連続している。浸食・崩落した土砂・岩塊は各小段上に堆積し、崩壊の著しい部分の直下では小段の全幅にわたって土砂・岩塊が堆積している。これらの浸食は、ダム軸から下流側の法面で著しく、上流側の法面では少なく法面の形状を良く保っている。

法面のうちEL. 583mの小段のダム軸から上流側およびEL. 643mの小段はサービス道路として使用されており、その機能は確保する必要がある。一方、洪水吐ゲートおよび洪水吐と法面の間には幅10m以上の小段が設けられているため、崩壊土砂・岩塊により洪水吐の機能を損なうような被害は現在のところ出ていない。しかしながら、このまま浸食を放置すると、小段のかなりの部分が失われ小段の通行が不可能になることから、法面のメンテナンスに大きな支障が出ると思われる。また崩落し小段上に堆積している多量の土砂が土石流として流下した場合洪水吐を破壊する恐れがある。

#### 6.2.2 ダム右岸アバット

ダム右岸の山体は大きく、地質は変成岩類（Metamorphics）より構成されている。建設前の調査で、ダム左岸アバットより右岸アバットの方が風化が深く割れ目も発達し地質条件が劣ることが明らかになったことから洪水吐が左岸に設けられた。しかしながら、今回の現地調査の結果、小規模な表層崩壊はあるものの地山全体は安定していることが確認された。

#### 6.2.3 洪水吐下流端および減勢池

減勢池は地山を開削して建設されているが、その下流端には山塊が突出して残っている。この付近の地質は変成岩類（Metamorphics）で、減勢池下流端の左岸谷底には幅約20mの安山岩岩脈がある。法面を形成する変成岩類は堅硬で割れ目が少ない。一方、安山岩岩脈は極めて堅硬で水平方向の節理（クーリングジョイント）



が発達している。変成岩類と安山岩岩脈の接触面は良く密着しているが、両岩の硬さの違いを原因とする差別浸食により安山岩岩脈が法面から突出している。

現時点では法面の浸食量は少なく法面の安定を損なう状態にはなっていない。また、今後浸食が急速に進行するとは考えられず、たとえ崩壊が起こっても構造物への被害は生じないと考える。

#### 6.2.4 ダム下流端擁壁基礎

ダム下流端には、長さ約130mの擁壁が建設されたが、建設後発生した洪水により破壊されている。現地調査により、破壊された擁壁の大部分はその基礎が着岩しておらず河床堆積物の上に載っていたことが確認された。擁壁の左岸および右岸には変成岩類が露出しており、擁壁の基礎がこれに着岩している左岸側約30mは破壊されずに残っている。この付近に分布する変成岩類は、割れ目が発達しているものの擁壁の基礎として十分な強度を有している。今回実施されたボーリング調査により擁壁基礎付近の基盤岩の分布深度は左岸側で約5m、右岸側で約25mであることが確認された。

#### 6.2.5 貯水池および上流側支川の崩壊地

貯水池周辺および上流側支川の山地斜面の崩壊状況を把握するために現地調査を実施した。調査は、貯水池周辺はゴムボートと自動車を使用して、上流側支川は踏査により行った。

貯水池周辺の山体は変成岩類 (Metamorphics) により構成されており、湖岸の大部分に露岩している。貯水池周辺の斜面は比較的安定しており、崩壊地は少ない。貯水池はダムの上流約3kmの地点から上流が堆砂により埋積されている。

上流側支川のアドノット川は、本流であるアグノ川の合流点から約2km上流まで踏査した。アドノット川の河床付近には所々に変成岩類と閃緑岩が露出している。山地斜面は比較的安定しているが、小規模な表層すべりが多数散在する。

### 6.3 岩盤分類と物性値

ピングダムサイト周辺の岩盤は、現地調査の結果を踏まえ表-6.1に示す基準に従って分類した。



岩盤分類と強度定数 ( $\tau_0$ ,  $\phi$ ) の間には、図-6.7に示す関係が知られている。  
本報告書における解析検討においては、経験的に知られるこれらの関係に基づき岩  
盤の物性値を表-6.2に示すごとく設定した。



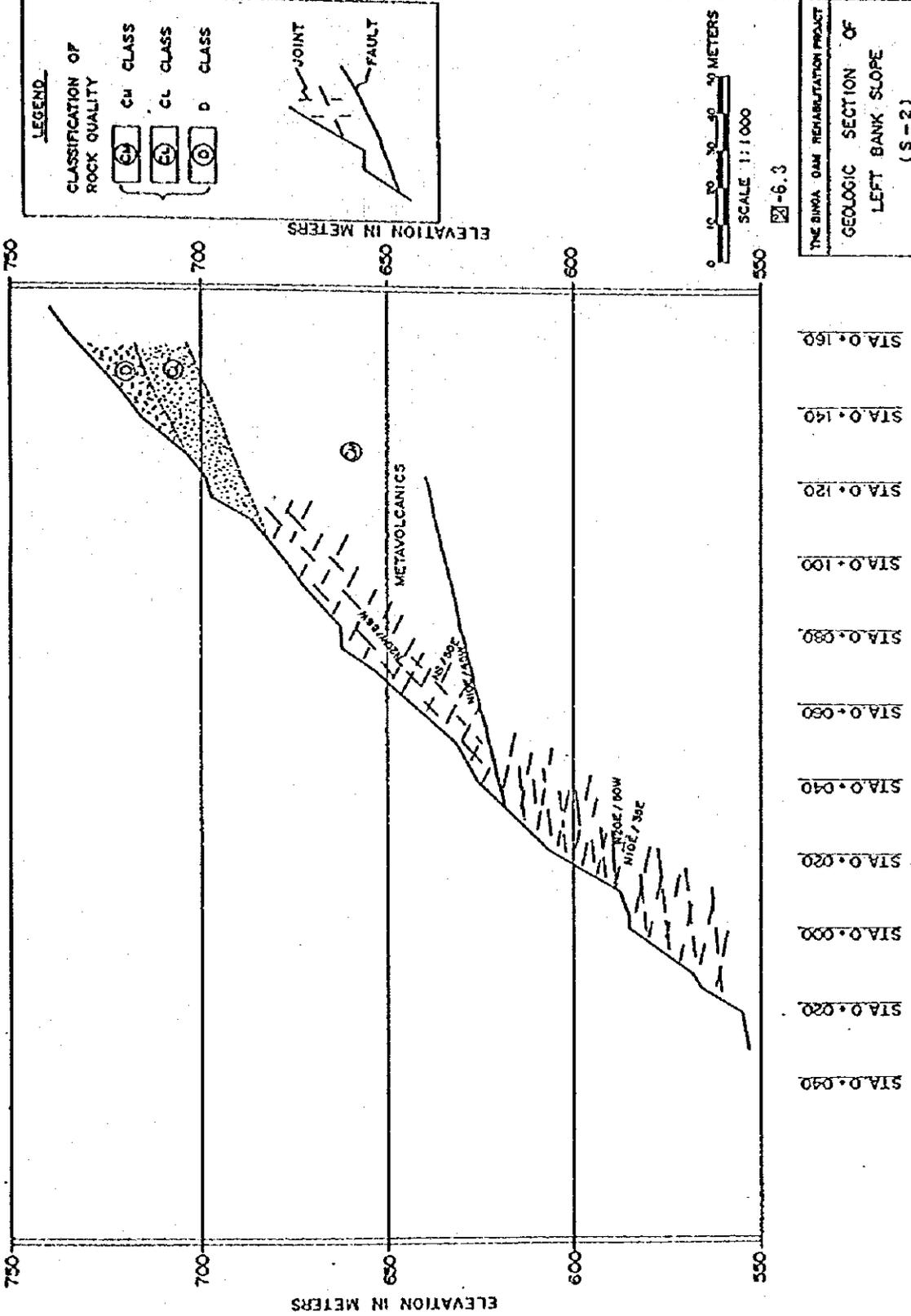
表-6.1 岩盤分類

名称	特 徴
A	極めて新鮮なもので造岩鉱物および粒子は風化、変質を受けていない。亀裂、節理はよく密着し、それらの面によって風化の跡はみられないもの。 ハンマーによって打砕すれば澄んだ音を出す。
B	岩質堅硬で開口した(たとえ1mmでも)亀裂あるいは節理はなく、よく密着している。ただし造岩鉱物および粒子は部分的に多少風化、変質がみられる。 ハンマーによって打砕すれば澄んだ音を出す。
C <sub>H</sub>	造岩鉱物および粒子は石英を除けば風化作用を受けているが岩質は比較的堅硬である。 一般に腐蝕産などに汚染せられ、節理あるいは亀裂の間の粘着力はわずかに減少しており、ハンマーの強打によって割れ目によって岩塊が割脱し、割脱面には粘土質物質の薄層が残留することがある。 ハンマーによって打砕すれば少し濁った音を出す。
C <sub>M</sub>	造岩鉱物および粒子は石英を除けば風化作用を受けて多少軟質化しており、岩質も多少軟らかくなっている。 節理あるいは亀裂の間の粘着力は多少減少しておりハンマーの普通程度の打撃によって、割れ目によって岩塊が割脱し、割脱面には粘土質物質の層が残留することがある。 ハンマーによって打砕すれば多少濁った音を出す。
C <sub>L</sub>	造岩鉱物および粒子は風化作用を受けて軟質化しており岩質も軟らかくなっている。 節理あるいは亀裂の間の粘着力は減少しており、ハンマーの軽打によって割れ目によって岩塊が割脱し、割脱面には粘土質物質が残留する。 ハンマーによって打砕すれば濁った音を出す。
D	岩石鉱物および粒子は風化作用を受けて著しく軟質化しており岩質も著しく軟らかい。 節理あるいは亀裂の間の粘着力はほとんどなく、ハンマーによってわずかな打撃を与えるだけでくずれ落ちる。 割脱面には粘土質物質が残留する。 ハンマーによって打砕すれば著しく濁った音を出す。

表-6.2 ダムサイトの岩盤分類と物性値

岩盤等級	せん断強度	単位体積重量 $\gamma$ , kgf/cm <sup>3</sup>
C <sub>H</sub>	$\tau = 18.0 \text{ kgf/cm}^2 + \sigma \tan 45^\circ$	2.4
C <sub>L</sub>	$\tau = 7.0 \text{ kgf/cm}^2 + \sigma \tan 38^\circ$	2.2
D	$\tau = 2.0 \text{ kgf/cm}^2 + \sigma \tan 30^\circ$	2.0





**LEGEND**

**CLASSIFICATION OF ROCK QUALITY**

- CM CLASS
- CL CLASS
- D CLASS

JOINT

FAULT

0 10 20 30 METERS  
SCALE 1:1000

6.3

THE BIMBA DAM REHABILITATION PROJECT  
GEOLOGIC SECTION OF  
LEFT BANK SLOPE  
(S-2)

SCALE 1:1000    DATE

THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

STA. 0+160

STA. 0+140

STA. 0+120

STA. 0+100

STA. 0+080

STA. 0+060

STA. 0+040

STA. 0+020

STA. 0+000

STA. 0+020

STA. 0+090

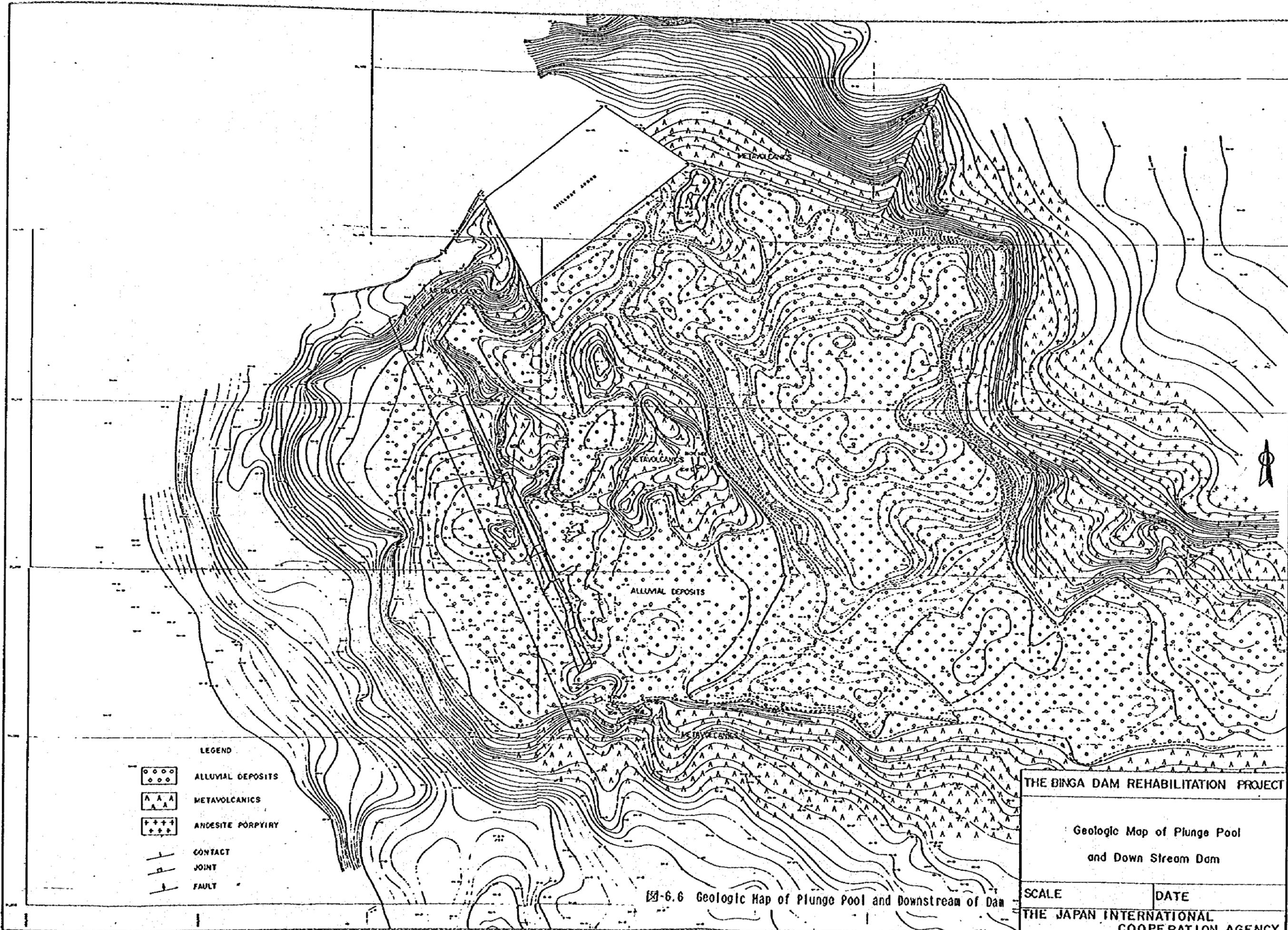


图-6.6 Geologic Map of Plunge Pool and Downstream of Dam



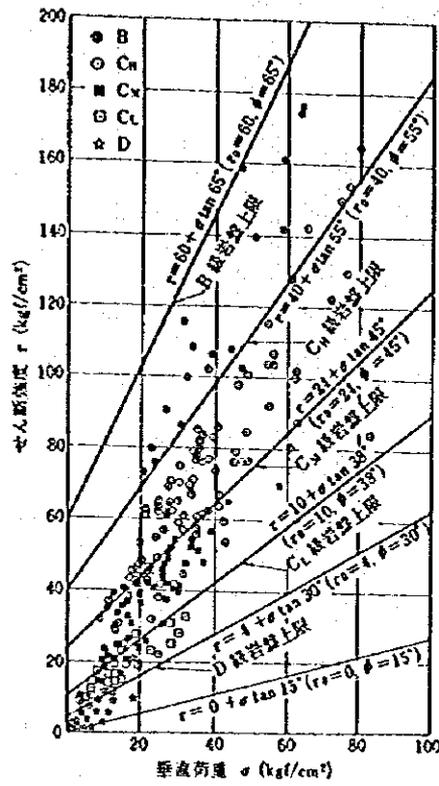


図-6.7 岩級区分とせん断試験結果との関係



#### 4) 水理水文資料



ピングダム洪水吐放流記録 (1,000m<sup>3</sup>/sec 以上)

(m<sup>3</sup>/sec)

年 月 日	日平均放流量	最大放流量
1967 10 17	1,794	2,723
1968 9 29	1,745	2,244
1972 7 18	1,389	2,442
1972 7 19	1,244	1,809
1974 10 28	1,283	—
1974 11 7	1,430	—
1976 6 30	2,069	2,602
1976 7 1	2,009	2,290
1980 11 5	1,108	2,526
1980 11 6	1,789	1,900
1984 8 29	1,927	2,267
1984 8 30	1,499	1,554

ピング地点月平均雨量

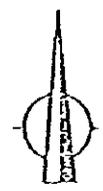
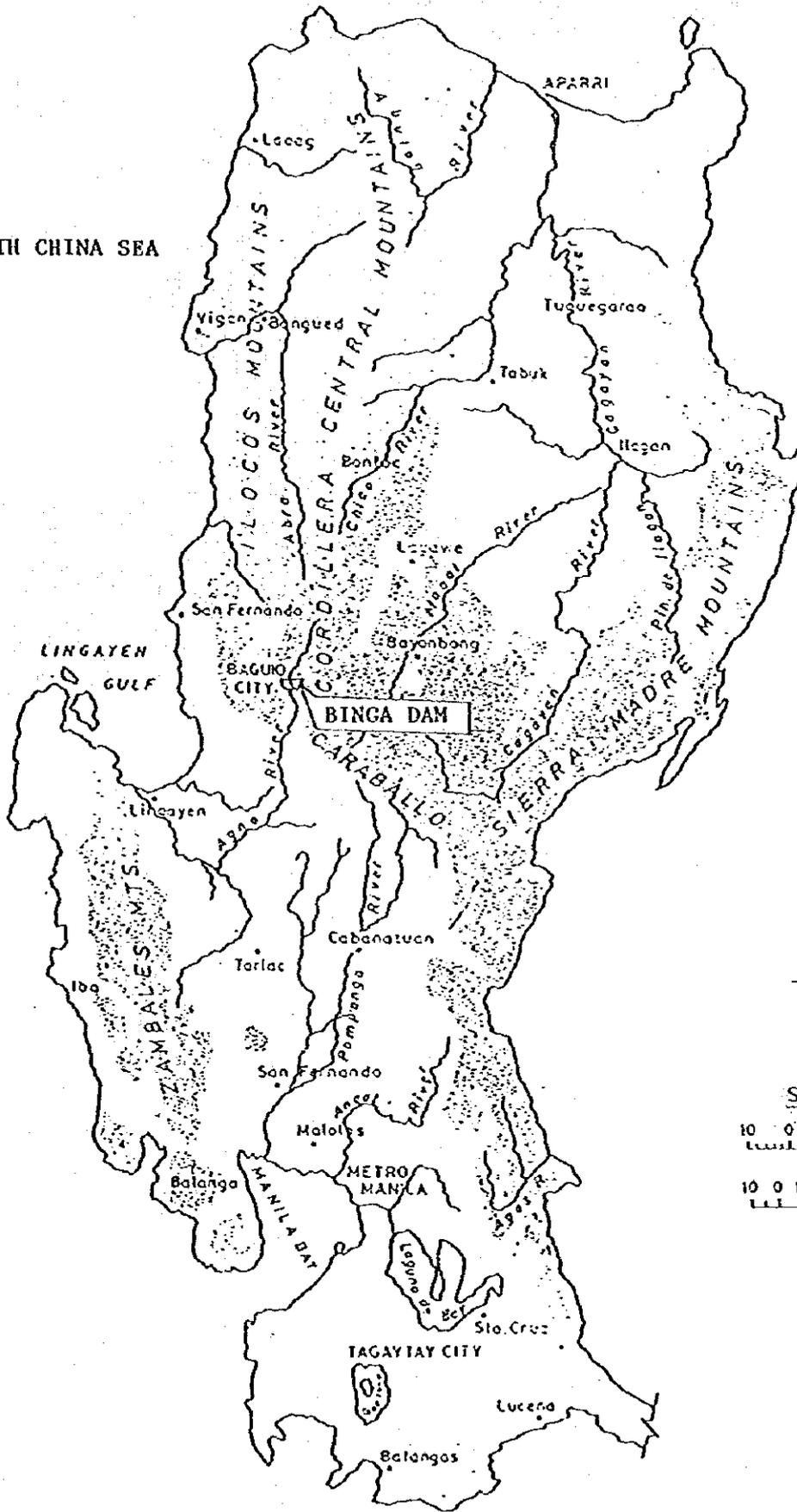
(mm)

月	雨量	月	雨量
1	6.1	7	530.6
2	5.0	8	508.9
3	37.5	9	344.7
4	68.3	10	204.3
5	271.4	11	82.0
6	345.7	12	13.4
合 計		2,417.8	

(1957年～1987年平均)



SOUTH CHINA SEA



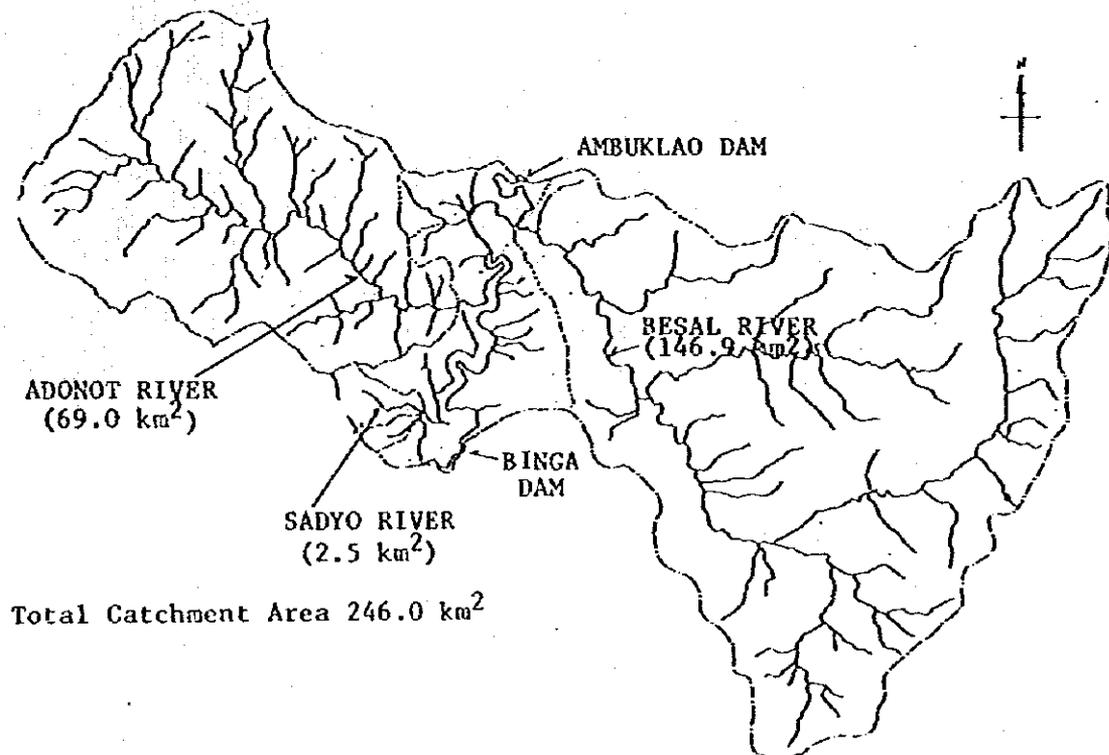
SCALES

10 0 10 20 30 miles

10 0 10 20 30 40 50 kms.

☒ - 9.1 Major River Basins

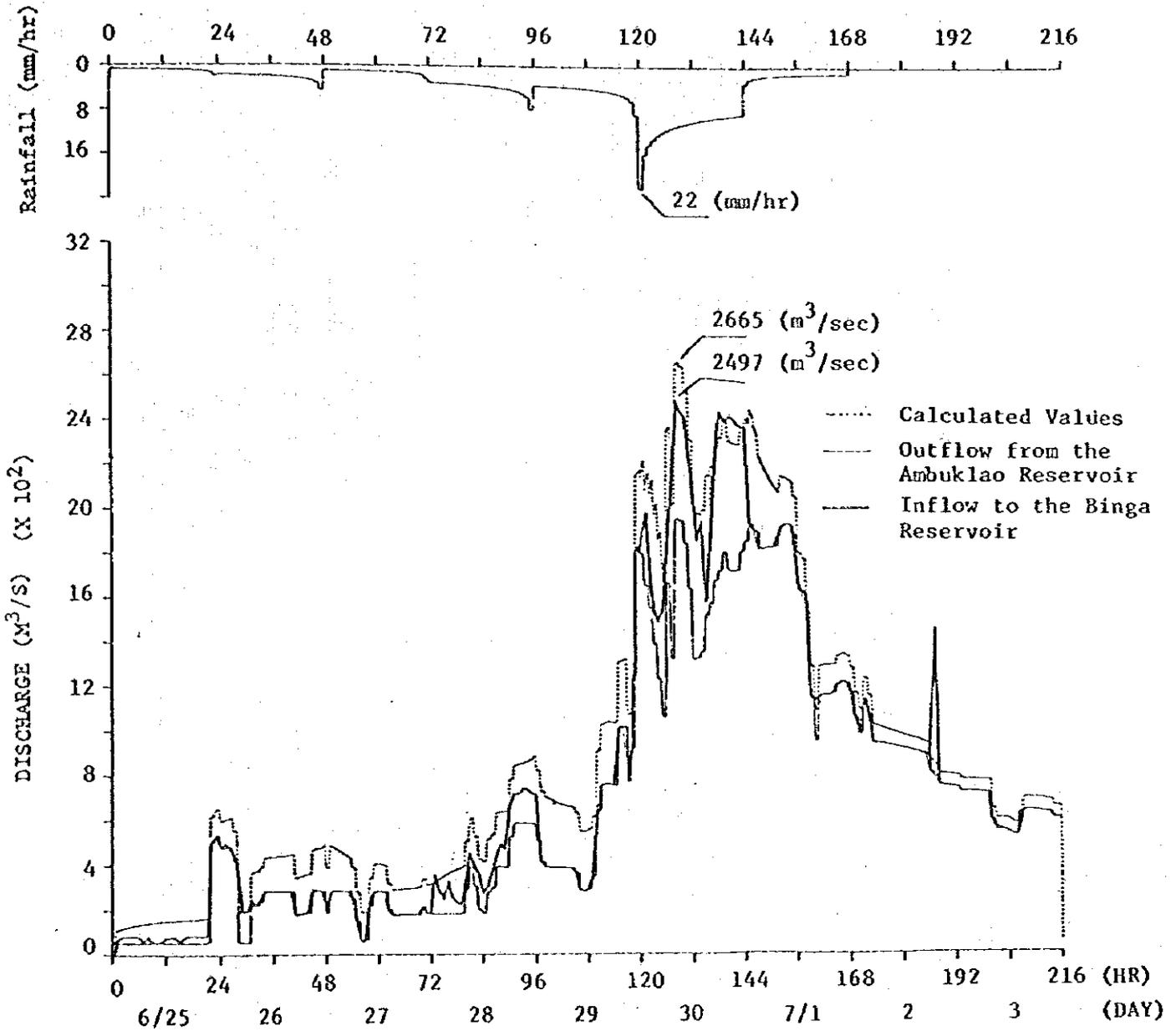




9.4 Catchment Area of Binga Dam Basin

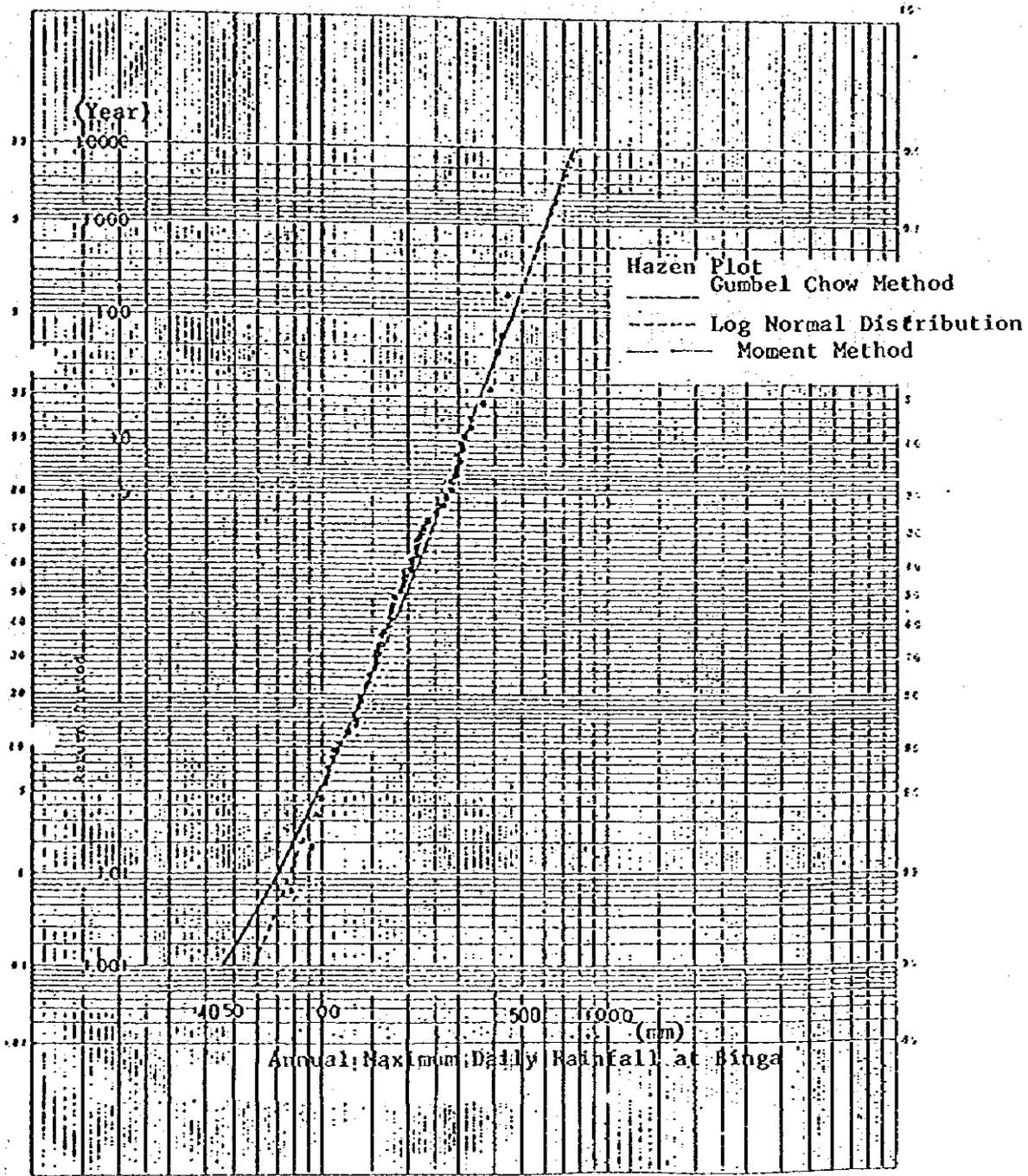


TP= 2.90      F = 0.80      BASE FLOW DISCHARGE= 56.00      (M\*\*3/S)



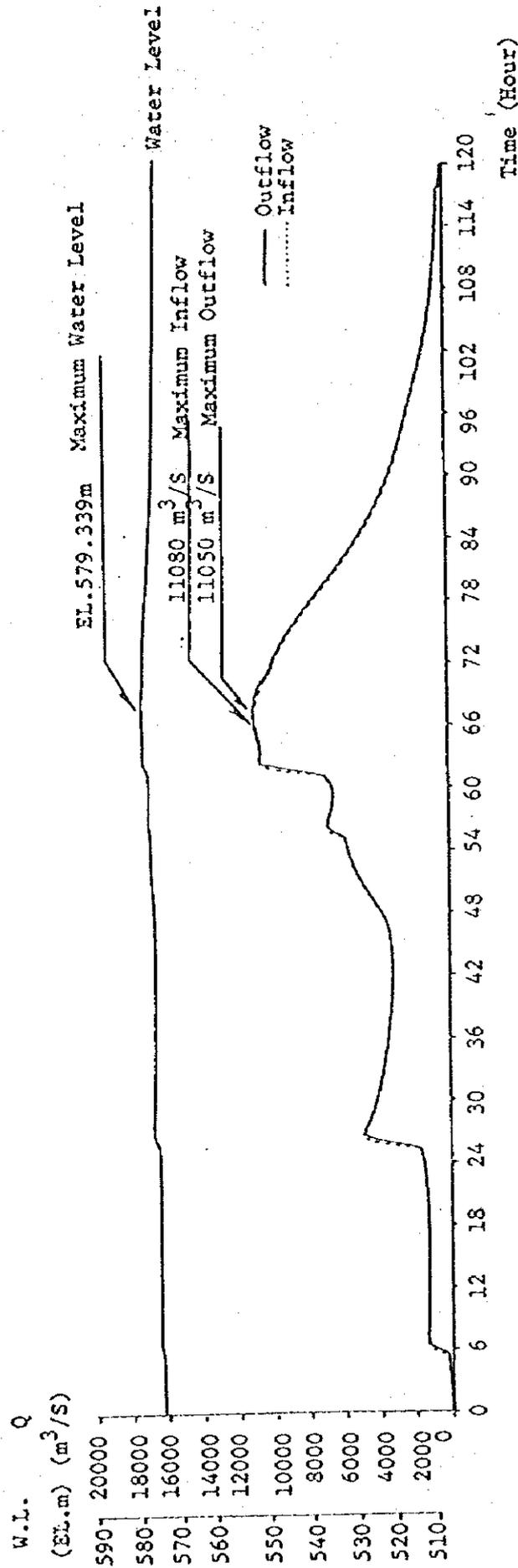
9.11(2) Inflow to the Binga Reservoir During Typical Flood Period (June 25 - July 3, 1976)





Maximum Probable Daily Rainfall at Binga





☒ - 9.17(3) Maximum Probable Inflow (20% Over the 200-year Flood Inflow) and Reservoir Water Level by Type B Gate Operation



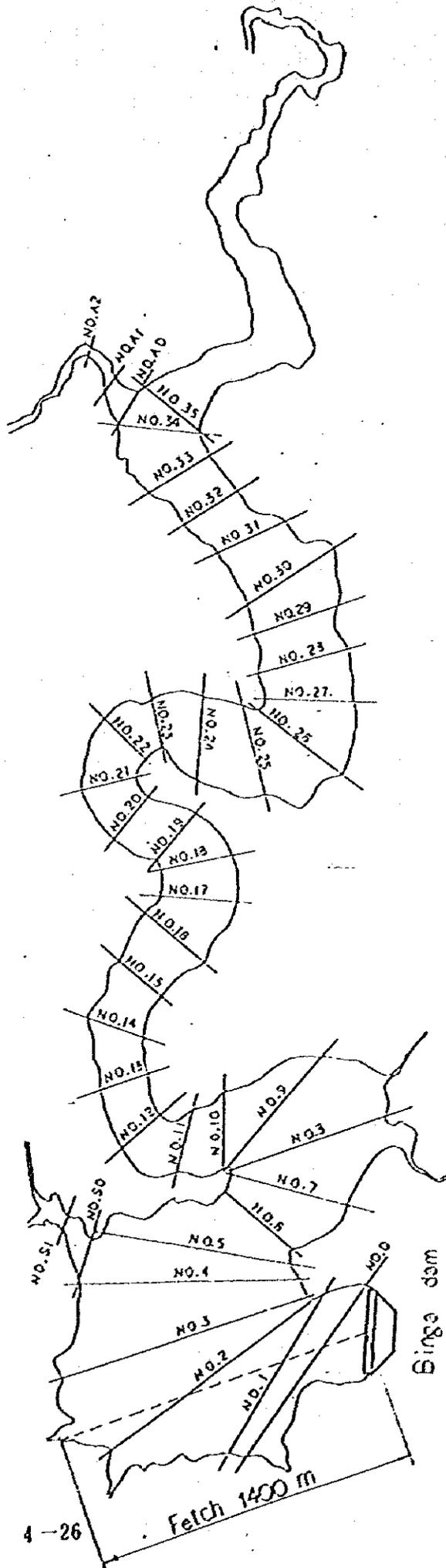
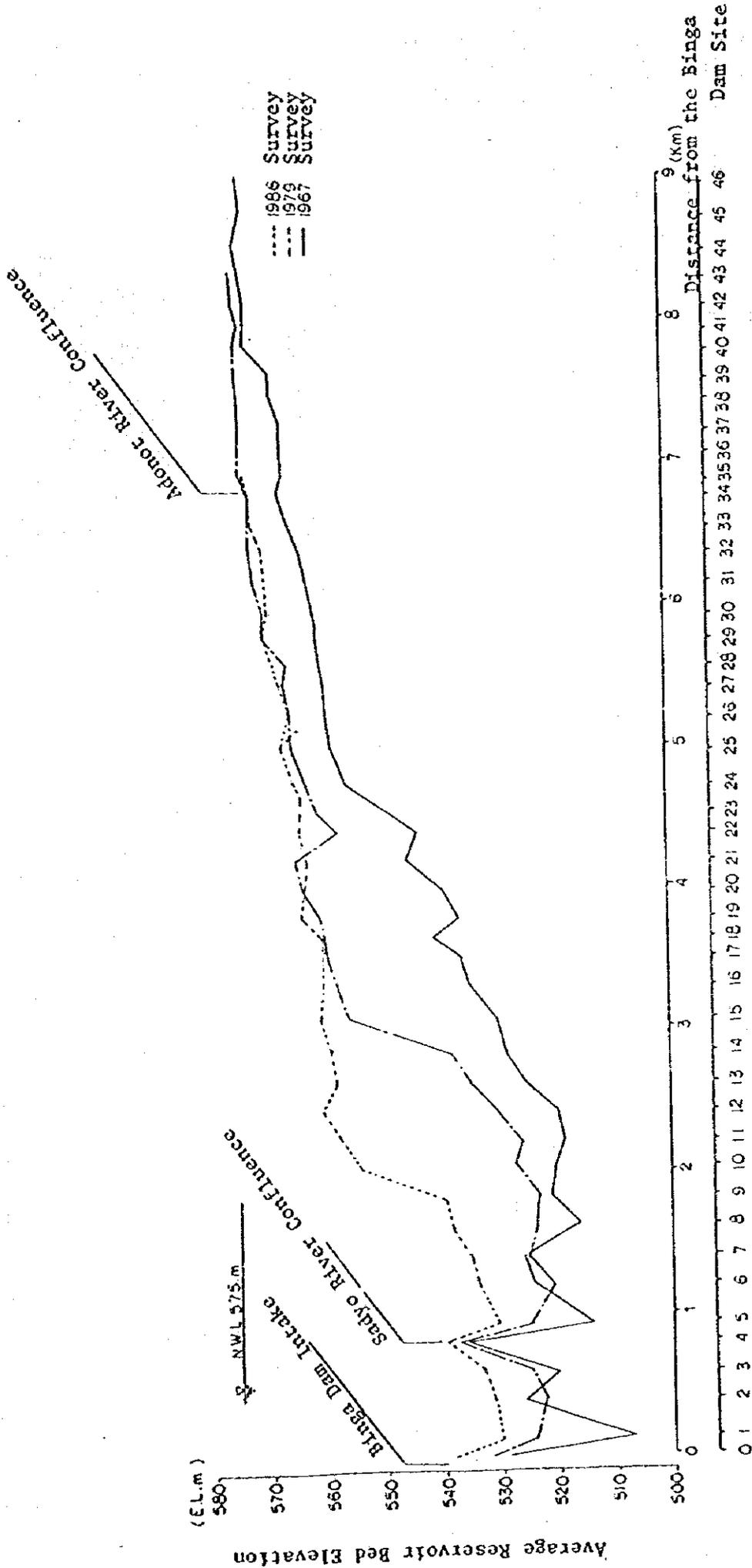


Fig - 10.1 Measurement Lines of Cross Sections of the Singa Reservoir





Cross Section No.

10.3 Longitudinal Profiles of the Binga Reservoir Sediments

Average Reservoir Bed Elevation

(EL.m)

9 (km)

Distance from the Binga Dam Site

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
 01 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46

Binga Dam Intake

Sadyo River Confluence

Adonot River Confluence

57.5 m



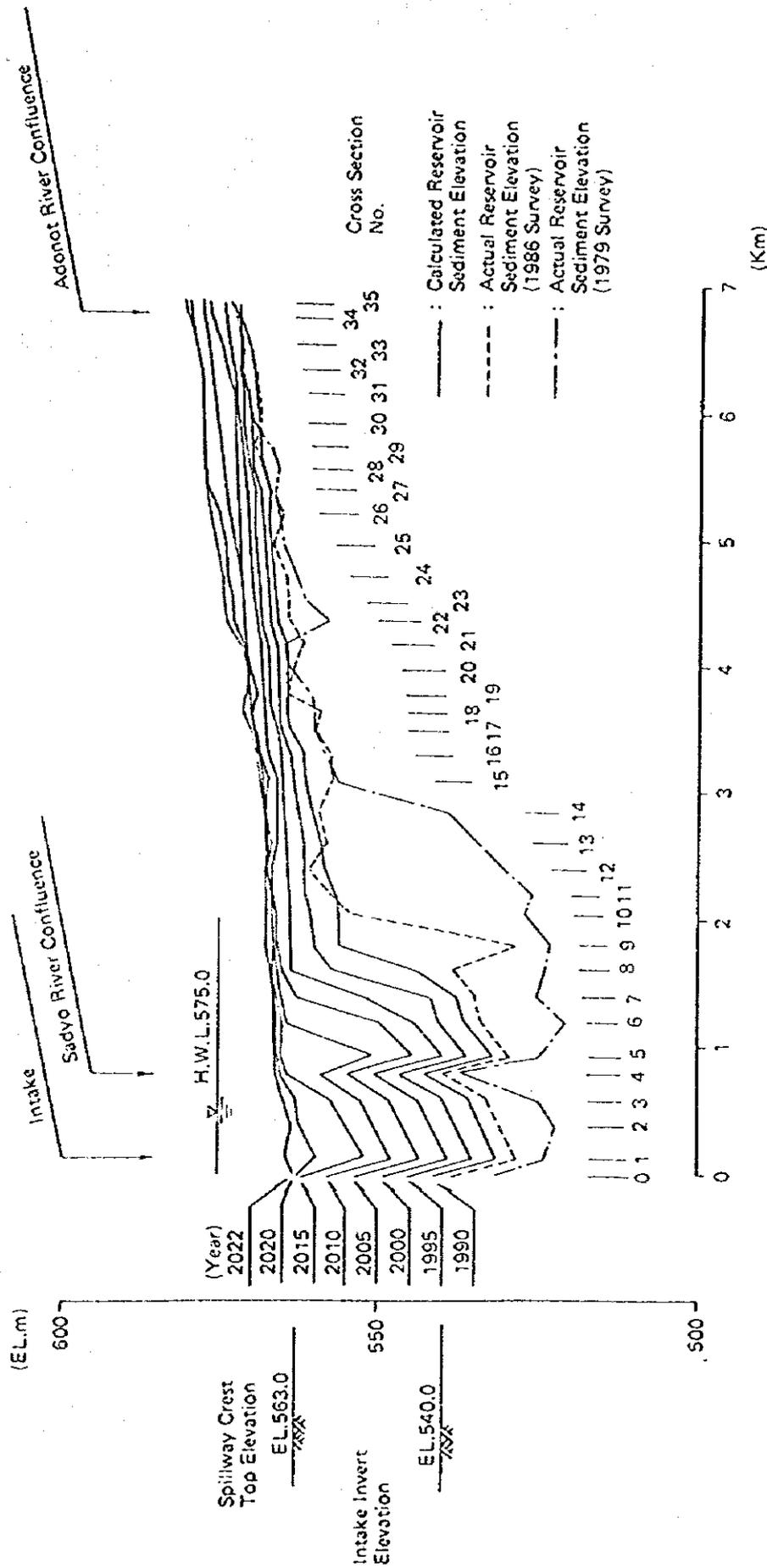


Fig - 10.13 Anticipated Progress of the Reservoir Sedimentation Toward 2022



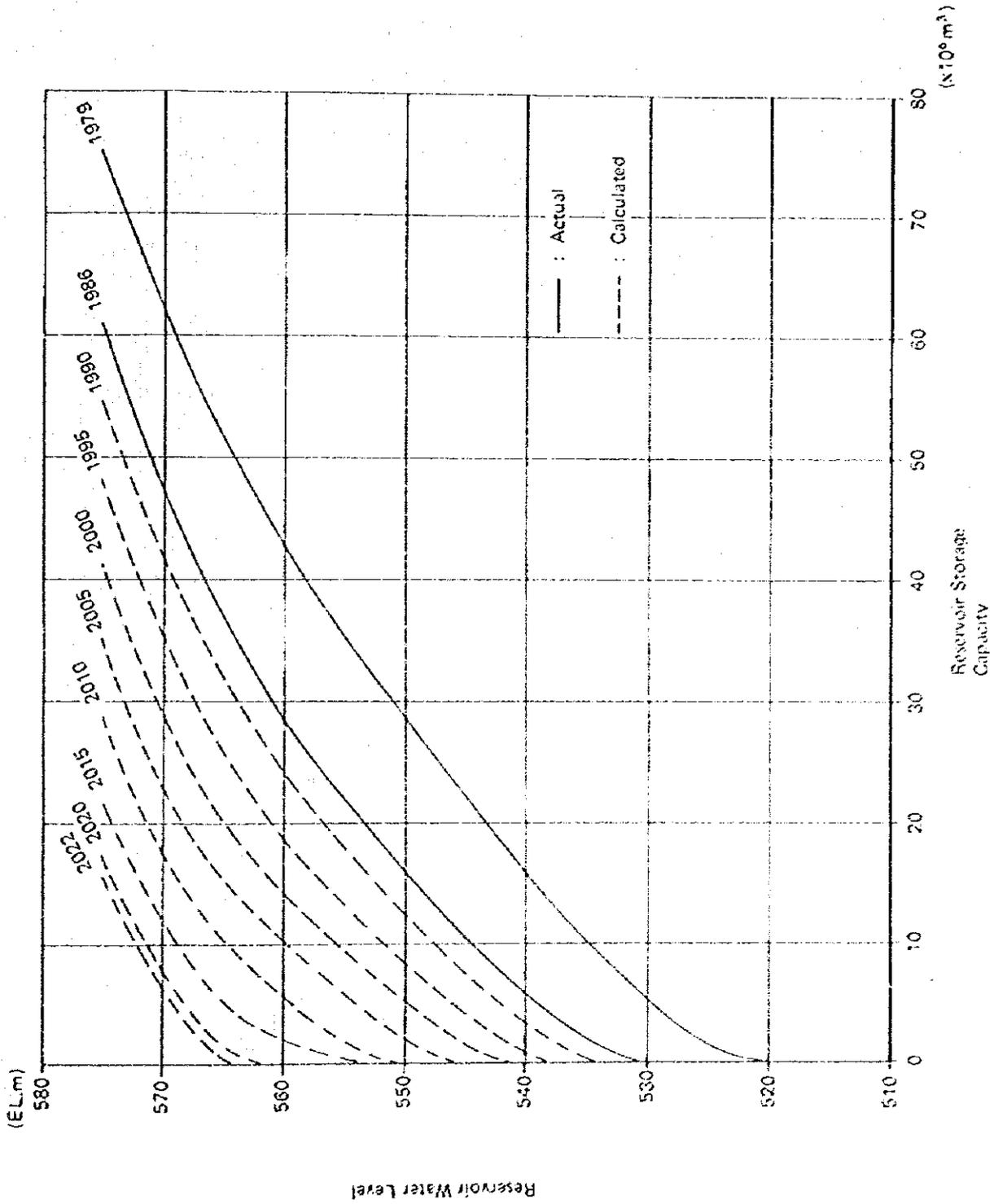


FIG - 10.14 Change in the Reservoir Storage Capacity to be Affected by the Anticipated Sedimentation



## 5) 経済検討資料



表-12.1 Main Features of Alternative Power Sources Related to Calculation of Fixed Costs

Plants	Commissioning Year	No. of Units	Installed Capacity (MW)	Total Construction Cost (P)	Total(\$)	Lead Time (Years)	Forced Outage (%)	Maintenance (Weeks)	Fixed O/M Cost (\$/kW-year)
Gas-turbine A	1989	4 x 50	200	321.5	61.9	1.0	-	-	-
	B	6 x 50	300	472.5	90.0	1.0	-	-	-
Gas-turbine	1991	4 x 50	200	321.5	61.9	1.0	-	-	-
	Sub-total	14 x 50	700	1,115.5	213.8	1.0	8	2	0.50
Coal	1997	2 x 300	600	1,209.9	435.3	3.0	-	-	-
	B	2 x 300	600	1,202.5	465.5	3.0	-	-	-
	C	2 x 300	600	976.7	422.6	3.0	-	-	-
	D	2 x 300	600	1,126.3	434.8	3.0	-	-	-
Sub-total	-	8 x 300	2,400	4,515.4	1,758.2	3.0	17	8	14.50
BAGSIAN-I Geo	1991	2 x 55	110	526.3	70.0	3.0	4	6	0.21
	-II Geo	2 x 55	110	716.0	82.9	3.0	4	6	0.21
Tonganon Geo A	1995	8 x 55	440	3,471.8	628.5	4.0	4	6	28.39
	B	8 x 55	440	2,925.0	495.1	4.0	4	6	28.39
Sub-total	-	20 x 55	1,100	7,639.1	1,276.5	(3.0)	4	6	(22.75)

Note : PDP A-11 and A-25



表-12.2 Fixed Cost

Plants	Installed Construction Cost (\$/KW)		Construction Period (year)	Life Time (year)	Residual Value Rate (z)	Forced Outage Rate (%)	Maintenance days/year	Station Use Rate (P.U.)	Fixed Cost (\$/KW-year)	Annual Fixed Cost (\$/KW-year)		Plant Factor (z)
	Capacity (MW)	Cost (c)								Discount Rate (i)	Discount Rate (i)	
Gas-turbine	14 x 50	381	1	20	0.1	8	14	0.010	0.50	0.10	0.12	0.16
Coal-fired	8 x 300	822	3	30	0.1	17	56	0.085	14.50	171.41	200.55	264.17
Geothermal	20 x (50)	1,640	3	30	0.1	4	42	0.100	22.75	279.50	328.38	435.11

Note: Annual Fixed Cost (\$/KW-year) = 
$$\left[ C \times \left\{ \sum_{k=1}^0 \frac{R_k}{100} (1+i)^k \times \frac{1-(1+i)^n}{(1+i)^n-1} - z \frac{1-(1+i)^n-1}{(1+i)^n-1} \right\} + m \right] + \left[ \left( 1 - \frac{\text{Forced Outage Rate}}{100} \right) (i - \frac{\text{Maintenance days}}{365}) (1 - \text{Station Use Rate}) \right]$$

Disbursement Ratio (R<sub>k</sub>) of Construction Cost

Total Construction Cost (unit : 10<sup>6</sup>) (Jan. 1988 Price)

Plants	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	L.C. (P)	F.C. (US\$)	Equivalent US\$
Gas-turbine	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	1,115.5	213.8	266.92
Coal-fired	-	-	-	100/3	100/3	100/3	100/3	-	-	-	4,515.4	1,758.2	1,973.22
Geothermal	-	-	-	100/3	100/3	100/3	100/3	-	-	-	7,639.1	1,276.5	1,640.27



表-12.3 Main Features of Alternative Power Sources Related to Calculations of Variable Costs

Plants	Fuel Cost (\$/Unit)		Heat Content (MMBTU/unit)		Heat Rate (MMBTU/MWh)	(Thermal Efficiency)
	Economic	Financial	Economic	Financial		
Cas-turbine	20 \$/bbl	28.64 \$/bbl	5.80 **	6.35	11,500	( 29.67 )
Oil-fired	15 \$/bbl	16.95 \$/bbl	6.12 **	6.21		
Manila - 1					10,203	
- 2					10,188	
Sucac - 1					10,789	
- 2					11,440	
- 3					12,221	
- 4					11,811	
Malaya - 1					10,788	
- 2					9,926	
Sub-total					( 10,908 )	( 31.28 )
Bataan - 1					9,694	
- 2					9,386	
Sub-total					( 9,484 )	( 35.98 )
Coal-fired	42 \$/tone	44.72 \$/tone	24.73***	22.70	9,484	( 35.98 )
Geothermal	-	-	-	-	17,084	( 19.97 )

Note : \* = 9,200 Kcal/l, \*\* = 9,700 Kcal/l, \*\*\* = 6,700 Kcal/kg

Others = PDP A-11, A-15

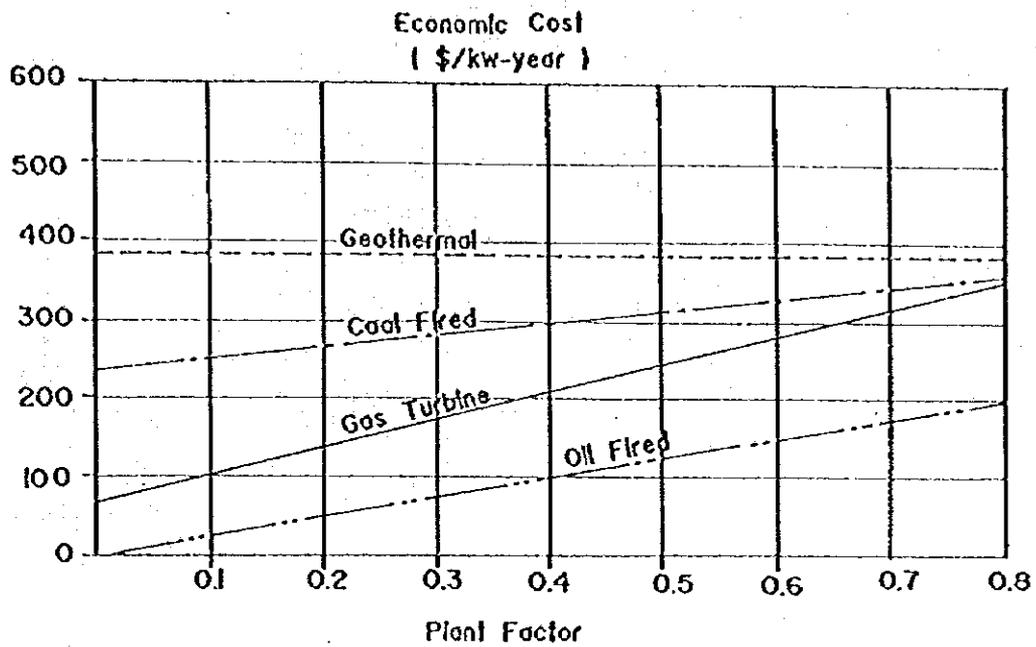


表-12.4 Variable Cost (Economic)

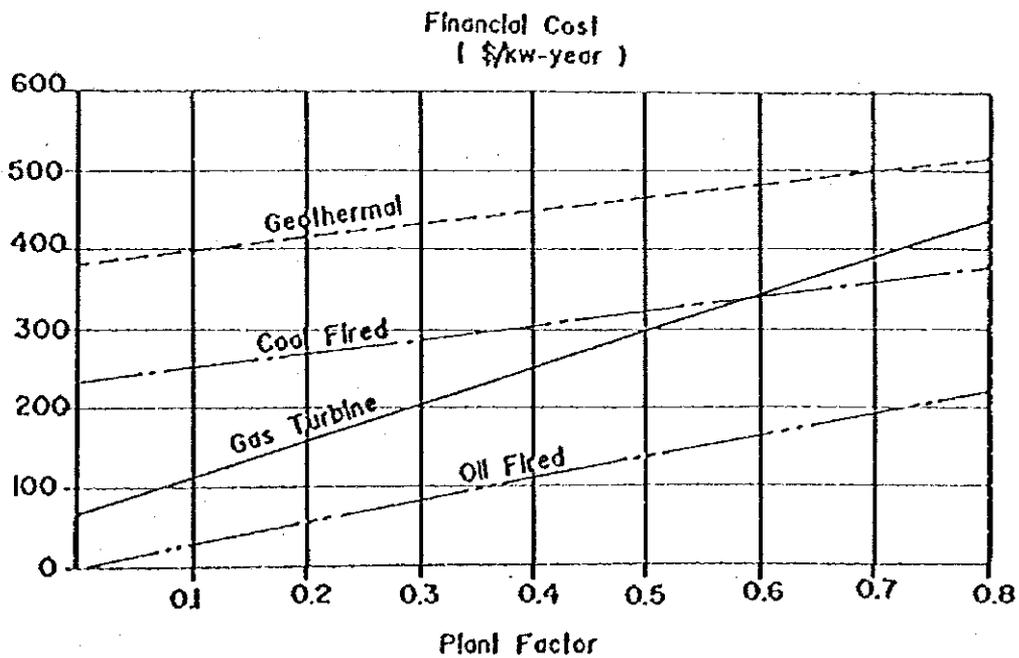
Plant type	Fuel Cost (\$/Unit)	Heat content (MBTU/Unit)	Fuel cost (\$/MBTU)	Heat rate (Thermal Efficiency) (MBTU/MWh)	Variable O/M Ratio (%)	Station use rate (%)	Variable cost (\$/MWh)
Gas-turbine	20 \$/bbl	5.80	3.45	11,500 (29.67)	1	1.0	40.477
Oil-fired							
(Malaya, S. East, Malaysia)	15 \$/bbl	6.12	2.45	10,908 (31.28)	1	4.0	28.117
(East)	15 \$/bbl	6.12	2.45	9,484 (35.98)	1	4.0	24.446
Coal-fired	42 \$/t	24.73	1.70	9,484 (35.98)	1	8.5	17.797
Geothermal	-	-	-	17,084 (19.97)	-	10.0	0.000

Note : Variable cost at Sending End (\$/MWh) =  $\frac{\text{Fuel cost (\$/MBTU)} \times \text{Heat rate (MBTU/MWh)} \times (1 + \text{Variable O/M Ratio} \times 10^{-4})}{1 - \text{Station Use rate} \times 10^{-4}}$





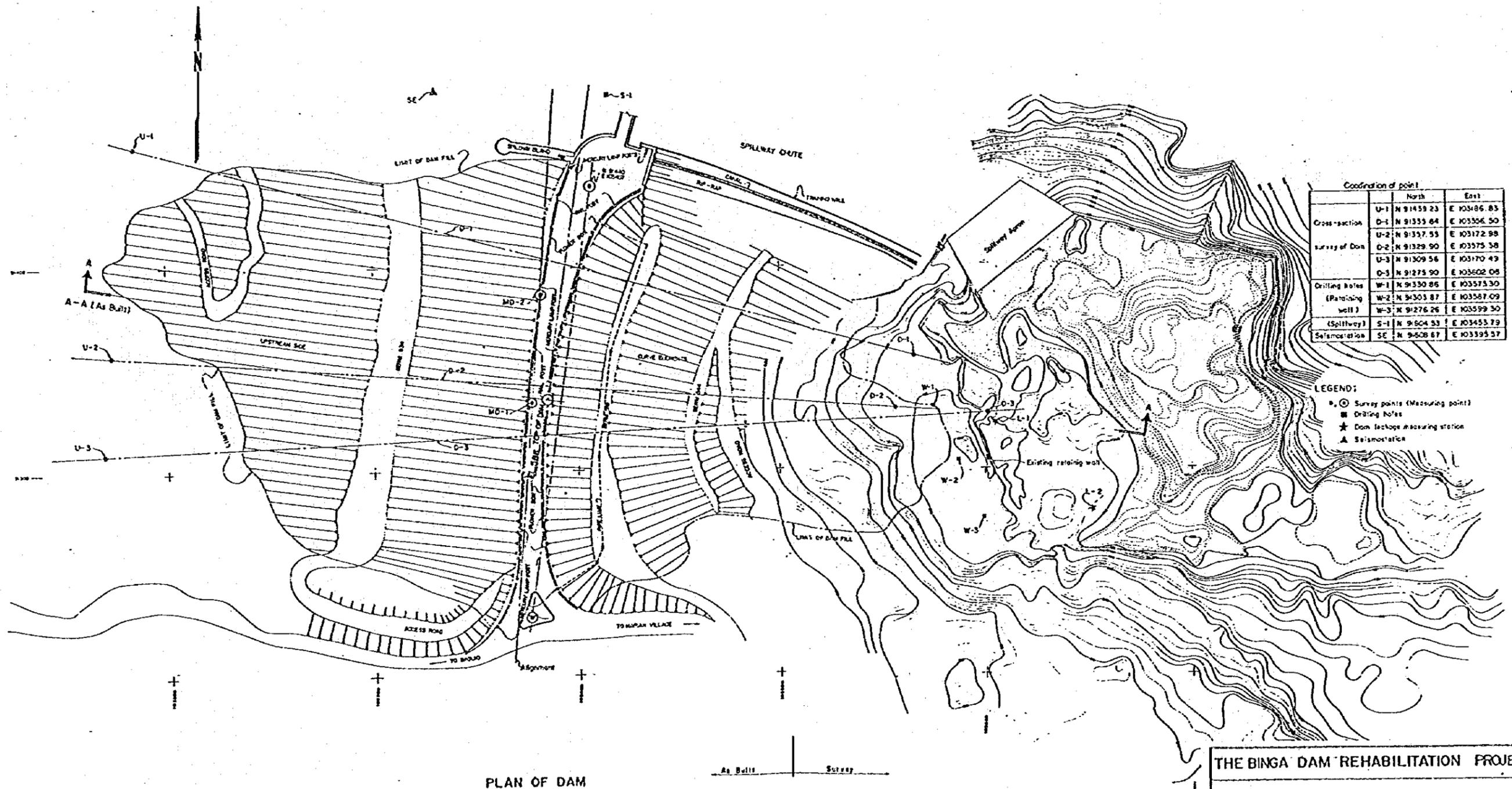
☒-12.1 Economic Cost



☒-12.2 Financial Cost



## 6) モニタリング位置図



Coordination of point

	North	East
Cross-section U-1	N 91459.23	E 103486.83
D-1	N 91353.64	E 103306.50
U-2	N 91337.55	E 103172.98
D-2	N 91329.90	E 103175.58
U-3	N 91309.56	E 103170.49
D-3	N 91275.90	E 103502.05
Drilling holes (Patching well) W-1	N 91330.86	E 103573.30
W-2	N 91303.87	E 103587.09
W-3	N 91276.26	E 103599.50
(Spillway) S-1	N 91604.53	E 103453.79
Seismostation SC	N 91608.67	E 103395.57

- LEGEND:
- Survey points (Measuring point)
  - Drilling holes
  - ★ Dam leakage measuring station
  - ▲ Seismostation

PLAN OF DAM

THE BINGA DAM REHABILITATION PROJECT

Location of Monitoring Instruments  
and Additional Investigation Works

SCALE \_\_\_\_\_ DATE \_\_\_\_\_

THE JAPAN INTERNATIONAL  
COOPERATION AGENCY

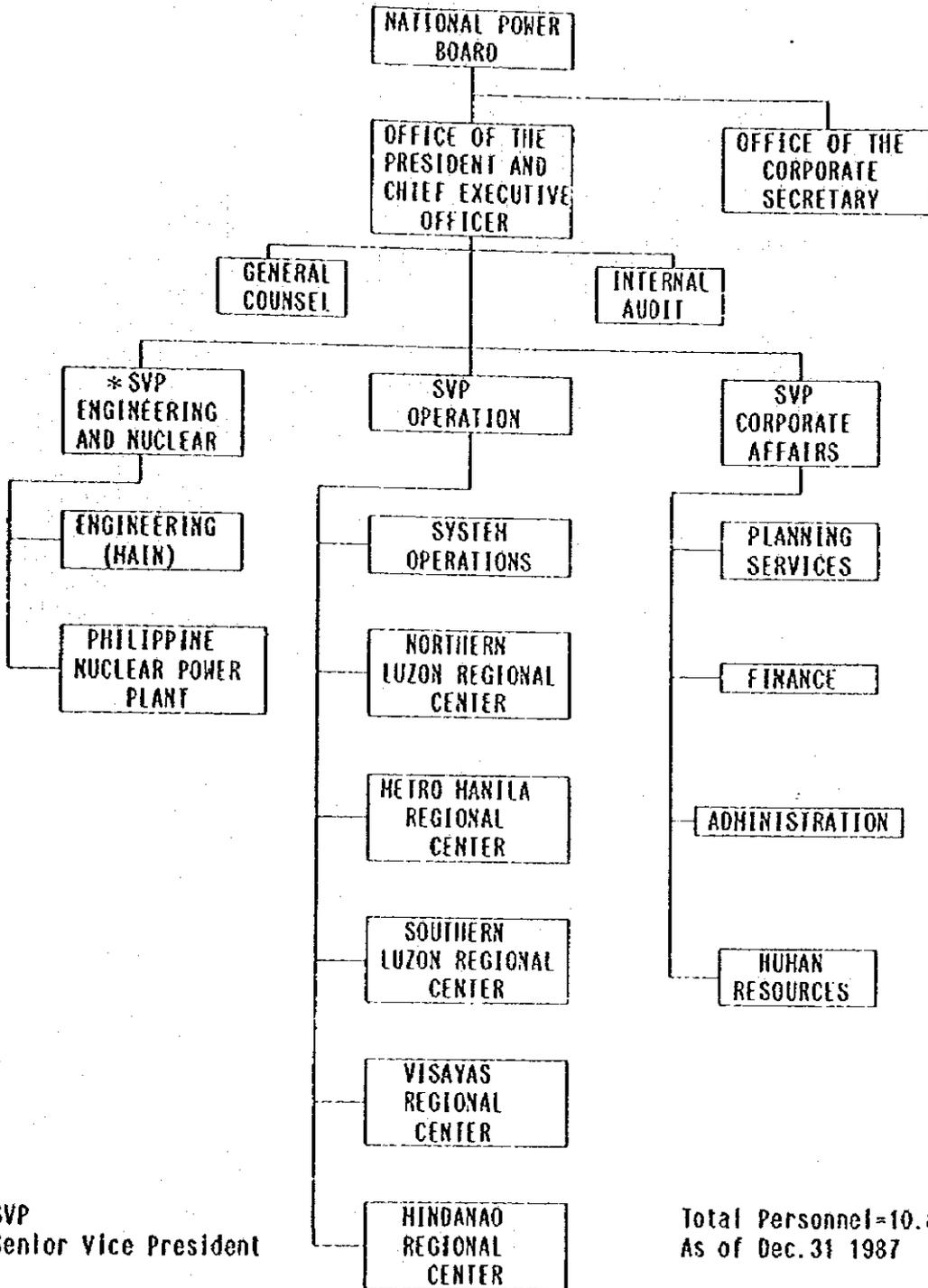
Fig-5.1 Location of Monitoring Instruments  
and Additional Investigation Works



7) NAPOCOR組織図



13.1 ORGANIZATION CHART FOR NAPOCOR

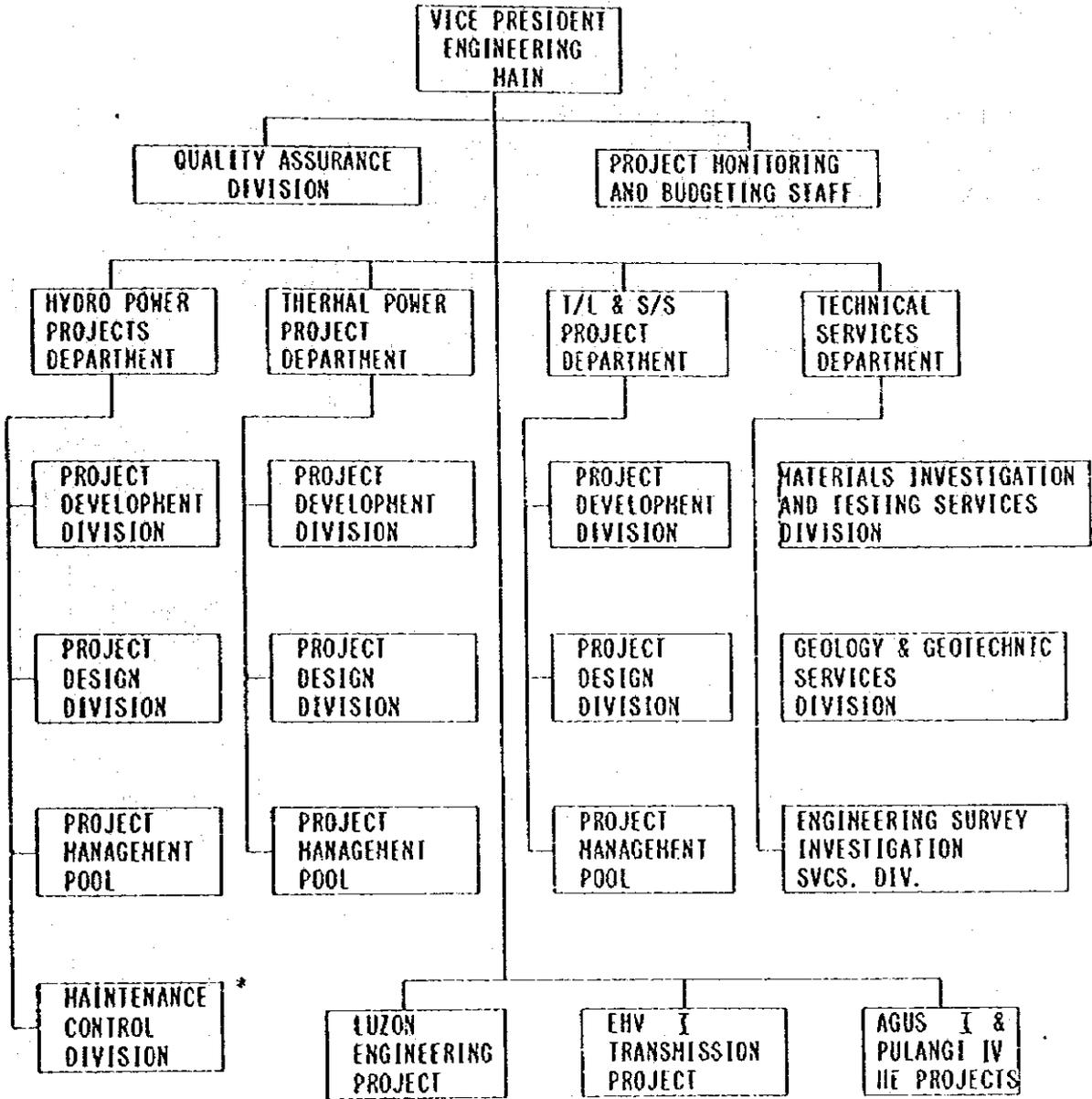


\* SVP  
Senior Vice President

Total Personnel=10,819  
As of Dec.31 1987



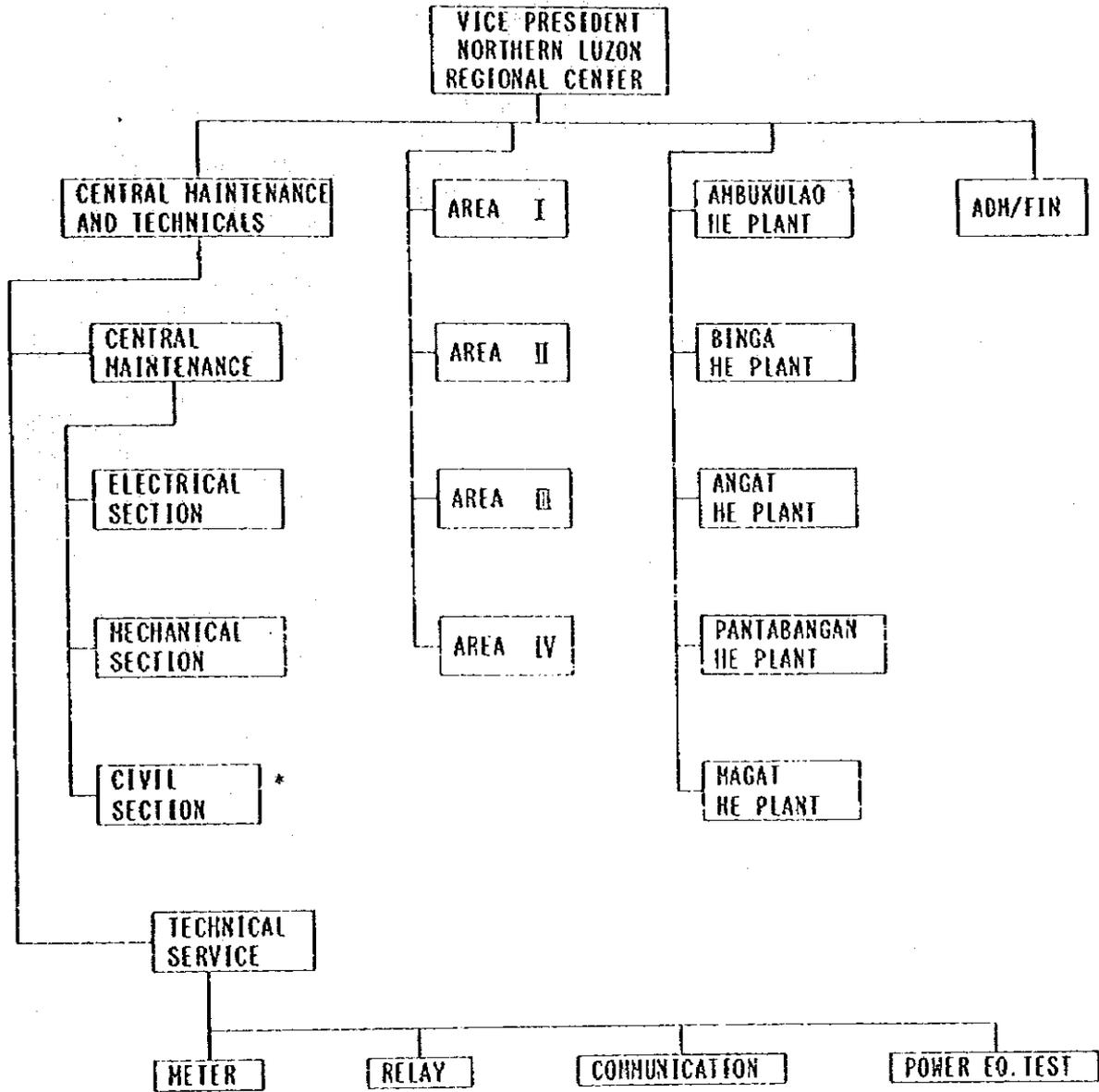
13.2 ORGANIZATION CHART FOR NAPOCOR  
(ENGINEERING MAIN - HEAD OFFICE)



\* newly proposed section



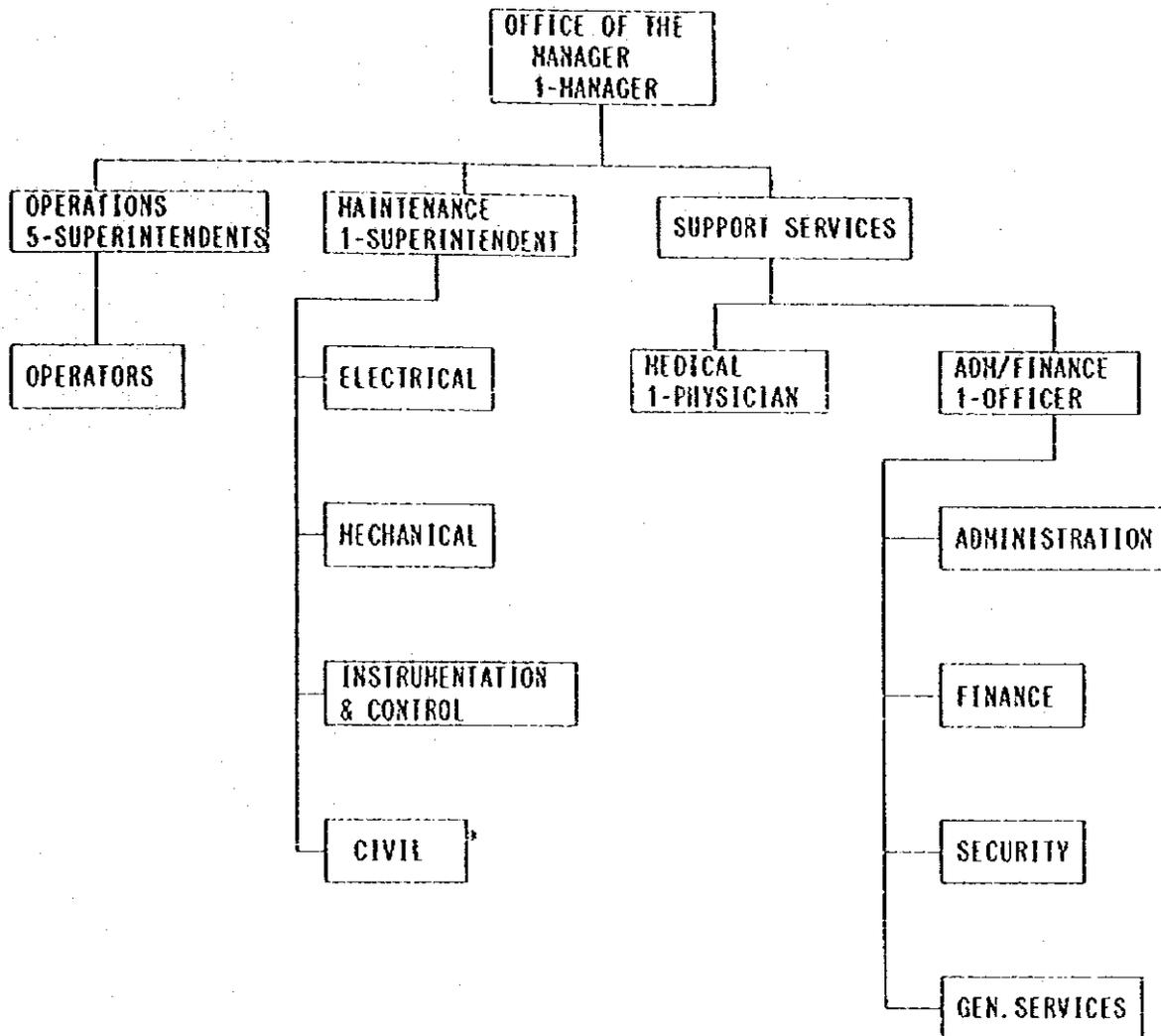
13.3 ORGANIZATION CHART FOR NORTHERN LUZON REGIONAL CENTER



\* newly proposed section



13.4 ORGANIZATION CHART FOR BINGA HYDROELECTRIC PLANT



\* newly proposed section / group





JICA