

Table 13-9 (2) Production Cost
Sin Pun FBC Project

1	Investment			Production Cost			Oil Fired Plant			Total			N.P.V. (DCR=10%)				
	40.00	720.00	3463.00	483.33	64.68	64.14	48.11	1087.11	713502	30.53	715.93	0.00	1093.47	73328	36.36	22.73	
2	40.00	720.00	3463.00	644.44	86.24	64.14	794.82	951336	40.71	954.58	0.00	995.29	967104	595.04	439.06	-13.64	
3	40.00	720.00	3463.00	644.44	98.31	64.14	806.89	951336	46.41	954.58	0.00	1000.99	967104	595.04	439.06	-161.98	
4	40.00	720.00	3463.00	644.44	110.96	64.14	819.54	951336	52.38	954.58	0.00	1006.96	967104	595.04	439.06	-704.73	
5	40.00	720.00	3463.00	644.44	123.03	64.14	831.61	951336	58.08	954.58	0.00	1012.66	967104	595.04	439.06	-239.05	
6	40.00	720.00	3463.00	644.44	135.68	64.14	844.26	951336	64.05	954.58	0.00	1018.63	967104	595.04	439.06	7.05	
7	40.00	720.00	3463.00	644.44	147.75	64.14	856.33	951336	69.75	954.58	0.00	1024.33	967104	595.04	439.06	113.16	
8	40.00	720.00	3463.00	644.44	160.40	64.14	868.38	951336	75.72	954.58	0.00	1030.30	967104	595.04	439.06	99.60	
9	40.00	720.00	3463.00	644.44	172.47	64.14	881.05	951336	81.42	954.58	0.00	1036.00	967104	595.04	439.06	27.43	
10	40.00	720.00	3463.00	644.44	184.54	64.14	893.12	951336	87.12	954.58	0.00	1041.70	967104	595.04	439.06	76.78	
11	40.00	720.00	3463.00	644.44	197.19	64.14	905.77	951336	93.09	954.58	0.00	1047.67	967104	595.04	439.06	57.23	
12	40.00	720.00	3463.00	644.44	209.26	64.14	917.84	951336	98.79	954.58	0.00	1053.37	967104	595.04	439.06	58.88	
13	40.00	720.00	3463.00	644.44	221.91	64.14	930.49	951336	104.76	954.58	0.00	1059.34	967104	595.04	439.06	51.40	
14	40.00	720.00	3463.00	644.44	233.98	64.14	942.56	951336	110.46	954.58	0.00	1065.04	967104	595.04	439.06	44.88	
15	40.00	720.00	3463.00	644.44	246.63	64.14	955.21	951336	116.43	954.58	0.00	1071.01	967104	595.04	439.06	39.12	
16	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	32.97	
17	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	29.49	
18	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	25.49	
19	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	22.03	
20	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	18.93	
21	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	16.26	
22	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	14.79	
23	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	13.44	
24	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	12.22	
25	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	11.11	
26	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	10.10	
27	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	9.18	
28	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	8.35	
29	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	7.59	
30	40.00	720.00	3463.00	644.44	258.71	64.14	967.29	951336	122.13	954.58	0.00	1076.71	967104	595.04	439.06	6.90	
Total	5922.00	5044.75	16111.00	5044.75	64.68	161.11	28631.25	23783400.00	4294.00	2381.53	23864.44	0.00	30539.97	24177600.00	9642.83	9410.99	-232.44

Generation: Net Annual Production, Sending End 9410.3864
 150 x 0.8 x 24 x 365 x (1-0.095) = 951336
 N.P.V. (DCR=10%) of Total Generation 5859525.7
 N.P.V. (DCR=10%) of Total Cost 9410.3864
 Production Cost (Baht/kWh) 1.6059979

Generation: Net Annual Production, Sending End 9410.3864
 150 x 0.8 x 24 x 365 x (1-0.08) = 967104
 N.P.V. (DCR=10%) of Total Generation 5859525.7
 N.P.V. (DCR=10%) of Total Cost 9410.3864
 Production Cost (Baht/kWh) 1.6059979

- (3) タイ国内でも後進地域に属する本計画周辺地域（第3地域）の地域振興に寄与できる。
- (4) EGATの電力システムの再末端である第3地域の電力供給の質、信頼度の向上に寄与できる。
- (5) 1995年に廃止が予定されている、既設クラブ発電所の用地及び一部既存設備を有効利用できることにより、発電所新設に伴って生ずる用地問題を回避し、他計画よりも比較的早期に着工、運開できる。
- (6) さらに、同発電所廃止に際して既設発電所の従業員を新発電所で継続的に活用することにより、解雇・人員整理等の労働問題の発生を防止し、廃止に伴う雇用対策費用を節約できる。
- (7) 計画地点近傍には観光地があるため、環境設備の不十分な現発電所に変えて環境対策を施した新発電所を建設することでリゾート環境の改善及び観光地のイメージ向上に寄与できる。

しかもFBCという新技術を用いて環境対策を行うため、EGATから見て2重の宣伝効果が期待できる。

以上の間接的効果も考慮し、総合的に評価した結果、本計画は経済・社会的に開発を促進するに値する計画であるということが結論づけられる。

APPENDIX

Appendix

頁

Appendix I

Bang Kam Prat 貯水池の発電所用水供給能力の検討

1. 一般	A-1
2. 水需要	A-3
3. Bang Kam Prat 川の流量の推定	A-4
4. Bang kam Prat 貯水池の発電所用水供給能力の検討	A-8
5. 提言	A-14

Appendix II

熱分解法	A-15
------	------

Appendix III

PHOTO	A-19
-------	------

Appendix IV

CORRESPONDENCE	A-39
----------------	------

Appendix V

温排水の影響に関する計算

1. 一般	A-40
2. 解析	A-41
3. 計算結果	A-43

List of Figures

Appendix I

- Fig. 1 Storage Capacity and Surface Area of Bang Kam Prat Reservoir
- Fig. 2 Location of Gaging Stations
- Fig. 3 Correlation between Unit Discharge and Catchment Area (Case 1)
- Fig. 4 Correlation between Unit Discharge and Catchment Area (Case 2)
- Fig. 5 Storage Volume and Monthly Inflow/Outflow of Bang Kam Prat Reservoir

Appendix II

- Fig. 1 Flowsheet of TG Method (Electromagnetic Type)
- Fig. 2 Weight Loss Curve of $\text{MX}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- Fig. 3 Flowsheet of DTA Equipment
- Fig. 4 DTA-TG Curve for MnCO_3

Appendix V

- Fig. a General Layout of the Model with Locations of Some Selected Cross Sections
- Fig. 1 Velocity (1) At Slack Tide with Power Plant ($3.6 \text{ m}^3/\text{s}$)
- Fig. 2 Velocity (2) At Slack Tide with Power Plant ($7.5 \text{ m}^3/\text{s}$)
- Fig. 3 Velocity (3) In Flood Flow without Power Plant
- Fig. 4 Velocity (4) In Flood Flow with Power Plant ($3.6 \text{ m}^3/\text{s}$)
- Fig. 5 Velocity (5) In Flood Flow with Power Plant ($7.5 \text{ m}^3/\text{s}$)
- Fig. 6 Velocity (6) In Ebb Flow with Power Plant
- Fig. 7 Velocity (7) In Ebb Flow with Power Plant ($3.6 \text{ m}^3/\text{s}$)
- Fig. 8 Velocity (8) In Ebb Flow with Power Plant ($7.5 \text{ m}^3/\text{s}$)
- Fig. 9 Water Level (1) In Flood and Ebb Flow without Power Plant
- Fig. 10 Water Level (2) In Flood and Ebb Flow with Power Plant ($3.6 \text{ m}^3/\text{s}$)
- Fig. 11 Water Level (3) In Flood and Ebb Flow with Power Plant ($7.5 \text{ m}^3/\text{s}$)

List of Tables

Appendix I

Table 1 Annual Schedule of Water Consumption

Appendix V

Table 1 Input Section Data List - Flood Flow Without Power Plant -

Table 2 Calculation Cases

Bang Kam Prat 貯水池の発電所用水供給能力の検討

1. 一般

Bang Kam Prat川の上流に王立灌漑局 (RID) の取水堰と貯水池がある。これらの施設は、下流域の農業開発のため建設されたものであり、21,000rais (33.6km²) の農地を灌漑する予定であった。しかしながら、灌漑予定地域と発電所及び炭鉱開発地域とがほとんど重複しているため、EGATとRIDとの間で協議した結果、発電計画を優先させることとなった。したがって、このRIDの灌漑施設は、発電所への用水供給余力を有すると思われるので、その能力を検討してみることにする。

これらの施設の概要を以下に記す。

(1) Bang Kam Prat 取水堰

集水面積	42km ²
満水位	EL 45.569m
底水位	EL 43.369m
設計洪水量	150m ³ /sec

(2) Bang Kam Prat ダム及び貯水池

集水面積	24km ²
ダム天端標高	EL 79.00m
満水位	EL 76.00m
底水位	EL 62.00m
有効貯水容量	15.8×10 ⁶ m ³
総貯水容量	16.0×10 ⁶ m ³

なお、Bang Kam Prat 貯水池の貯水容量曲線及び湛水面積曲線を、Fig.1 に示す。

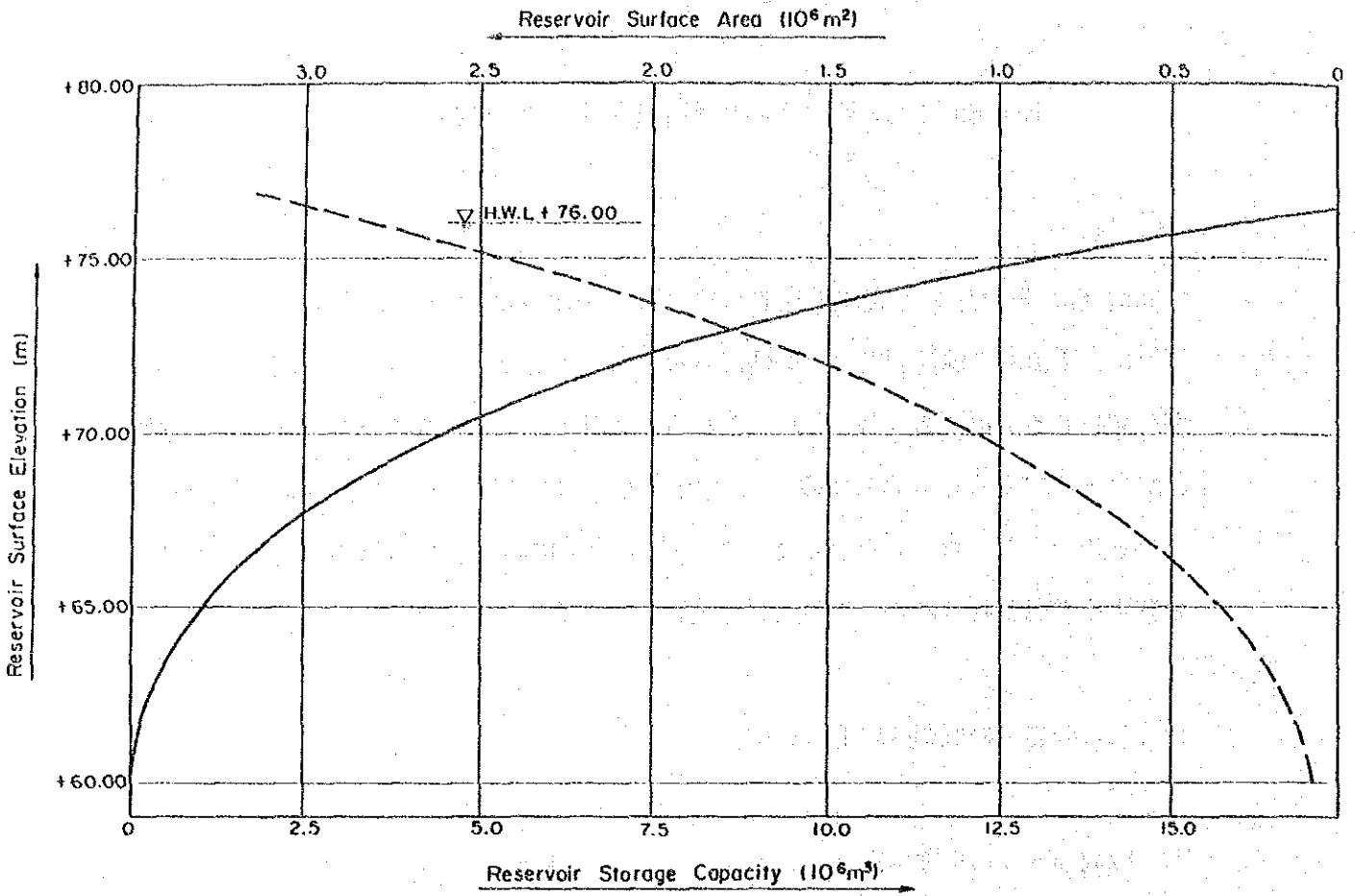


Fig. 1 Storage Capacity and Surface Area of Bang Kam Prat Reservoir

2. 水需要

(1) かんがいの水需要

かんがいの水需要は以下のとおりである。

	Irrigation Area	Required Quantity
Wet Season (100 days, Oct.~Jan.)	4,650 rais (7.44 km ²)	0.93 m ³ /sec
Dry Season (135 days, Mar.~Jul.)	1,000 rais (1.6 km ²)	0.20 m ³ /sec

* unit quantity = 0.0002 m³/sec/rai

(2) 発電所の水需要

発電所の水需要は、0.13m³/sec (4.3.4(6)参照)である。

(3) 水需要の合計

上記の各水需要のデータを元に全体の水需要の年間スケジュールをTable 1 に示す。

Table 1 Annual Schedule of Water Consumption

Item	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Power Plant						0.13m ³ /s						
Irrigation		0.2 m ³ /s					0.93m ³ /s					0.2m ³ /s
Miscellaneous						0.07m ³ /s						
Total		0.40m ³ /s			0.20m ³ /s		1.13m ³ /s	0.20m ³ /s		0.20m ³ /s		0.40m ³ /s

3. Bang Kam Prat 川の流量の推定

(1) 流量推定に使用するデータ

Bang Kam Prat 川流域においては、流量及び雨量データが皆無なので、他の近傍流域において測定された日平均流量を用いて当該流域の流量を推定することとする。近傍流域の測水所の位置をFig.2 に示す。

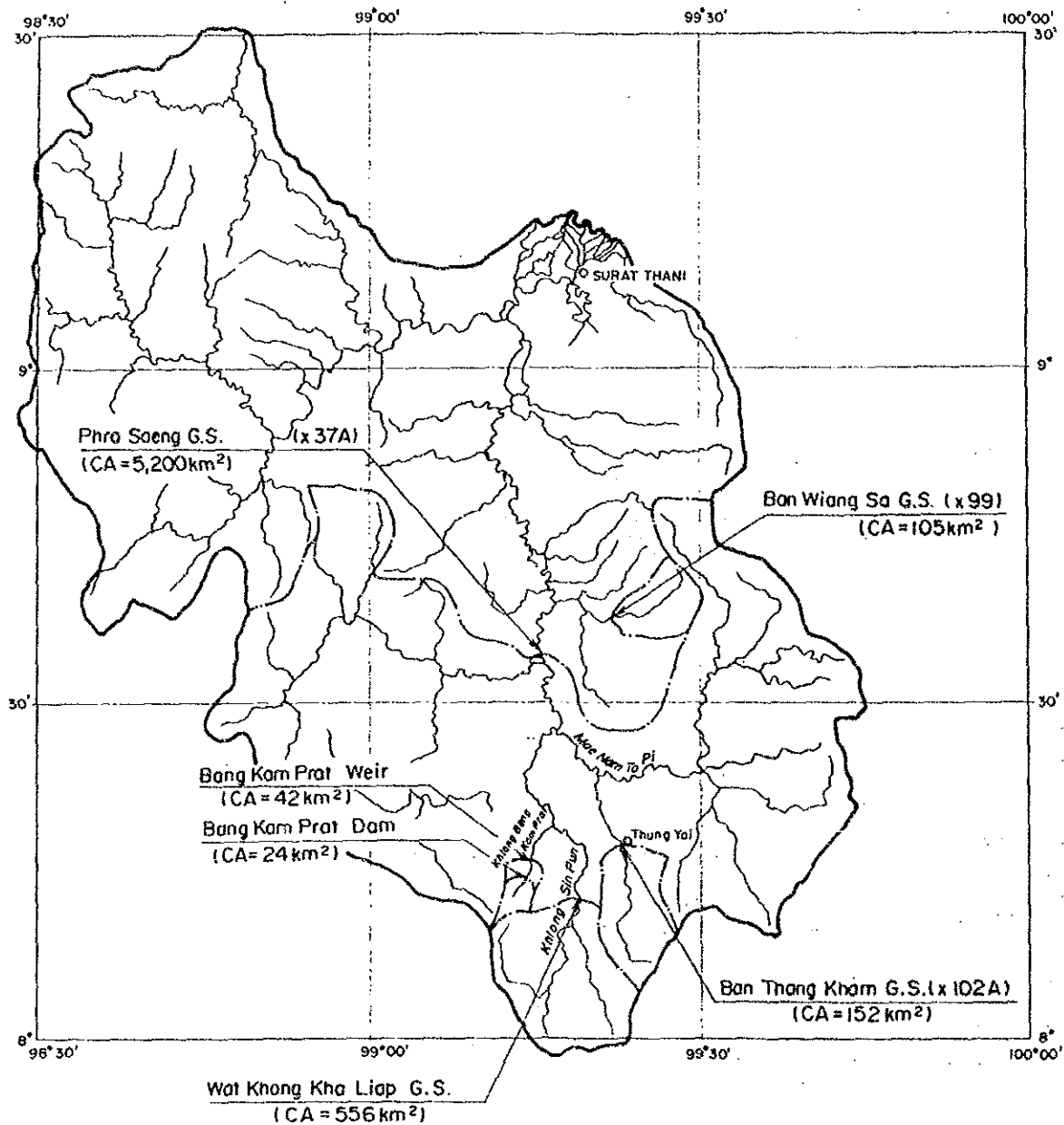


Fig. 2 Location of Gaging Stations

また、流量推定に用いられる近傍流域の各測水所の概要を下表に示す。

Gaging Station	River	Catchment Area (km ²)	Data Available Period
Ban Wlang Sa	Khlong Sa	105	1977 ~ 1987
Phra Saeng	Mae Nam Tapi	5,200	1970 ~ 1988
Ban Thang Kham	Khlong Sang	152	1978 ~ 1988
Wat Khong Kha Liap	Khlong Sin Pun	556	1986 ~ 1989

(2) Bang Kam Prat 川の流量の推定

上記に示す4ヶ所の測定所のうち、Ban Thang Kham 測水所のデータをBang Kam Prat 川の流量の推定に用いることとするが、その理由は以下のとおりである。

- 集水面積がBang Kam Prat 川の流域面積に比べそれほど大きくないこと。
- Bang Kam Prat 流域に地理的に近いこと。
- 10年以上のデータが測得されていること。

Bang Kam Prat 川の流域面積は、Ban Thang Kham 測水所の集水面積よりも小さいので、前者の方が後者よりも比流量が大きいはずであるが、安全側をみて、Ban Thang Kham 測水所の流量データを単純に集水面積比で補正してBang Kam Prat 川の流量を推定することとした。したがって、Bang Kam Prat 川の流域は以下の式で求められる。

$$Q = Q_g \times \frac{A}{A_g}$$

ここに、 Q : 求めるべき地点の流量

Q_g : Ban Thang Kham 測水所の流量データ

A : 求めるべき地点の集水面積

A_g : Ban Thang Kham 測水所の集水面積

(3) 比流量と集水面積の関係

前述のとおり、Bang Kam Prat 川の流量推定にはBan Thang Kham 測水所のデー

タが採用されたわけであるが、4 測水所のうちどの測水所を選択するかを判断するにあたり、参考のため比流量と集水面積の関係についての検討を行った。

結果は以下のとおりである。

1) 検討ケース

各々の測水所の年平均流量を用いて計算された比流量を下表に示す。なお、測水所によって各々、観測期間が異なるので、ケース1とケース2に分けて検討することとした。

Gaging Station	Unit Discharge		Data Available Period
	Case 1	Case 2	
Ban Wiang Sa	0.0187	N.A.	1977 ~ 1987
Phra Saeng	0.0240	0.0275	1970 ~ 1988
Ban Thang Kham	0.0213	0.0286	1978 ~ 1988
Wat Khong Kha Liap	N.A.	0.0220	1986 ~ 1989

Case 1 : Calculated based on the annual mean discharge recorded from 1978 to 1987.

Case 2 : Calculated based on the annual mean discharge recorded from 1986 to 1988.

2) ケース1の結果

ケース1における比流量と集水面積との関係をFig. 3 に示す。

いずれの測水所も同一流域 (Ta Pi 川流域) 内にあるため、理論的には、比流量は集水面積が大きい程小さくなるはずであるが、ケース1では、逆に集水面積が大きくなる程比流量が微増する傾向を示している。これは同じTa Pi 川流域内においても各小流域の水文特性が各々異なっているためと考えられる。特に、Phra Saeng 測水所の位置する流域は、Bang Kam Prat 川流域に比べ流域面積が非常に大きいので水文特性もかなり異なると推定される。

3) ケース2の結果

上記の結果を考慮すれば、Phra Saeng 測水所の流量データを、Bang Kam Prat 川の流量推定のための基礎データとして使用することは適切ではないと思

われるので、ケース2における検討の対象から除外することとした。よって、ケース2では、Bang Kam Prat 川流域に比較的近く、かつ、集水面積も同流域の面積に比べてそれほど大きくないBan Thang Kham 測水所とWat Khong Kha Liap 測水所のデータを用いて、比流量と集水面積の検討を行った。その結果を Fig. 4 に示すが、集水面積が大きい程比流量が小さくなる傾向を示しており、2つの測水所の位置する流域は類似の水文特性を有しているものと考えられる。

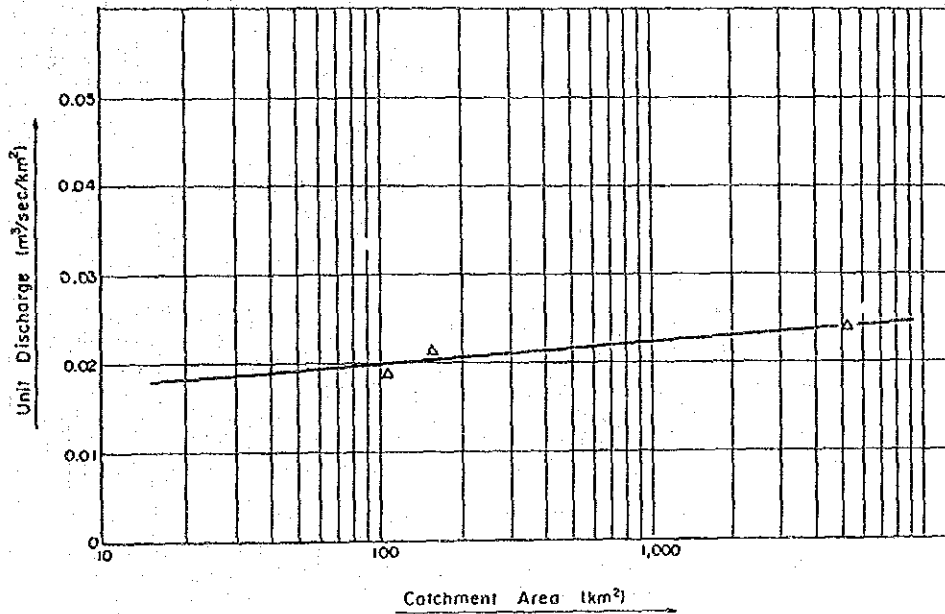


Fig. 3 Correlation between Unit Discharge and Catchment Area (Case 1)

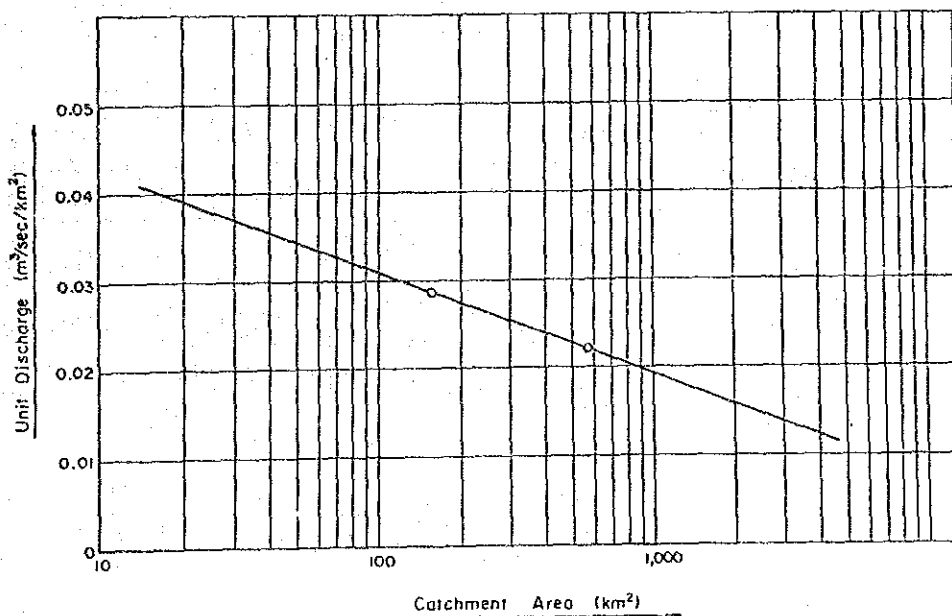
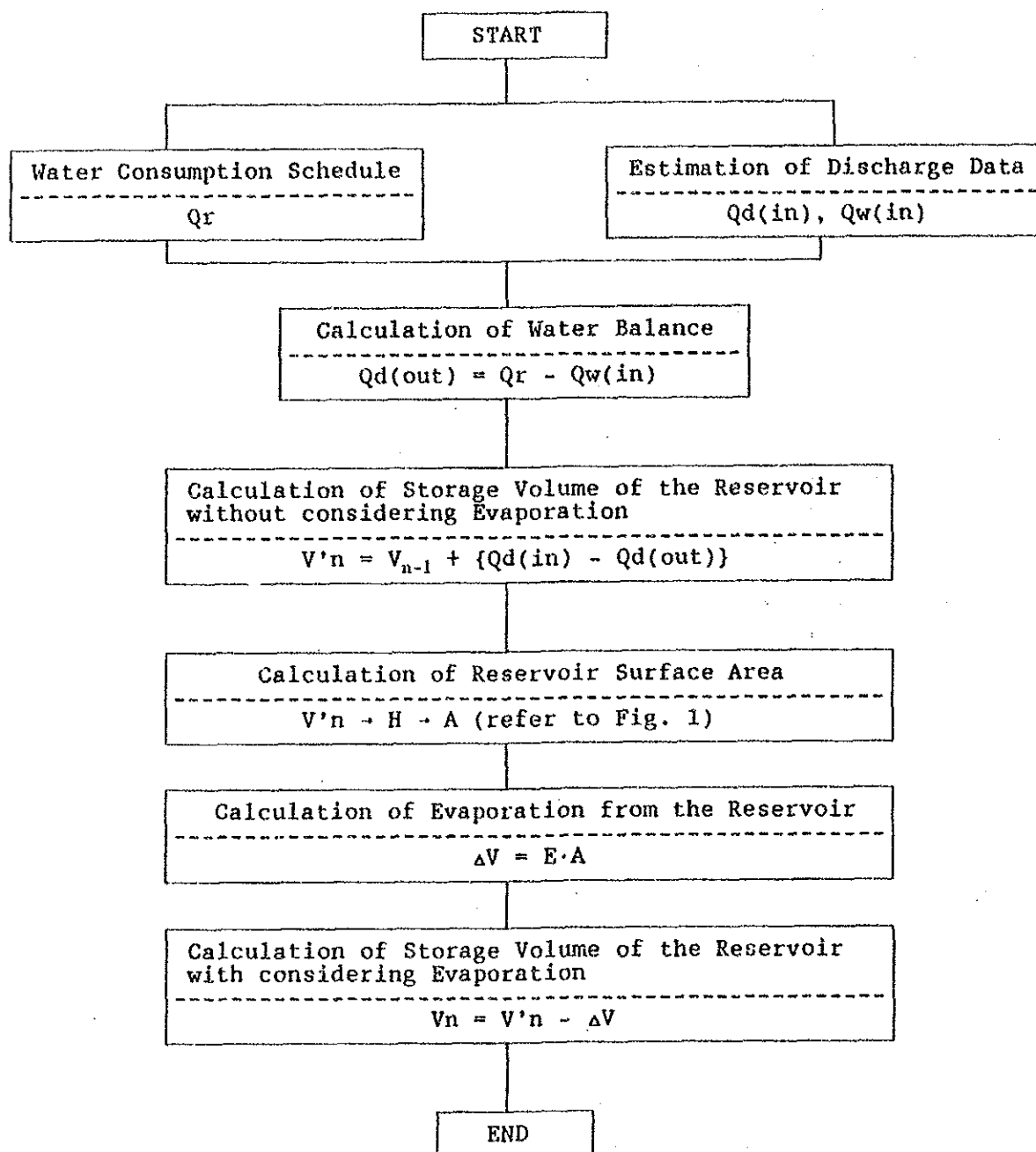


Fig. 4 Correlation between Unit Discharge and Catchment Area (Case 2)

4. Bang Kam Prat 貯水池の発電所用水供給能力の検討

Bang Kam Prat 貯水池の給水能力をチェックするため、以下のフローチャートに示すシミュレーションを行った。



- ここに、 Q_r : 水の需要 (Table 1 参照)
- $Q_d(\text{in})$: 貯水池への流入量
- $Q_w(\text{in})$: 取水堰への流入量
- $Q_d(\text{out})$: 貯水池からの流出量 (ただし、 ≥ 0)
- V'_{n-1} : n 日目における貯水量 (蒸発未考慮)
- V_n : n 日目における貯水量 (蒸発考慮)
- V_{n-1} : $n-1$ 日目における貯水量 (蒸発考慮)
- H : 貯水池の水位
- A : 貯水池の湛水面積
- ΔV : 貯水池からの蒸発量
- E : 下表を基に計算された単位蒸発量

Monthly Evaporation (70% of Class A-pan Evaporation)

(mm)

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
85.63	76.87	100.37	97.25	85.60	74.60
Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
88.00	80.92	72.52	79.06	74.27	73.33

Note: Average of the data recorded from 1981 to 1987
at Ban Tha Yang (X.102A)

シュミレーションの結果をFig.5 に示す。このシュミレーションでは、最も大きな水需要が始まる10月を運用開始と仮定したので、計算のスタートを1977年10月とした。Bang Kam Prat 貯水池の貯水量の最低値は、有効貯水量の約半分にあたる 7.4×10^6 m^3 (1980年6月) 程度なので、同貯水池は、発電プロジェクトと農業プロジェクトの双方に対し、十分な供給能力を有していると考えられる。

MONTHLY INFLOW AND OUTFLOW ($10^6 M^3$)

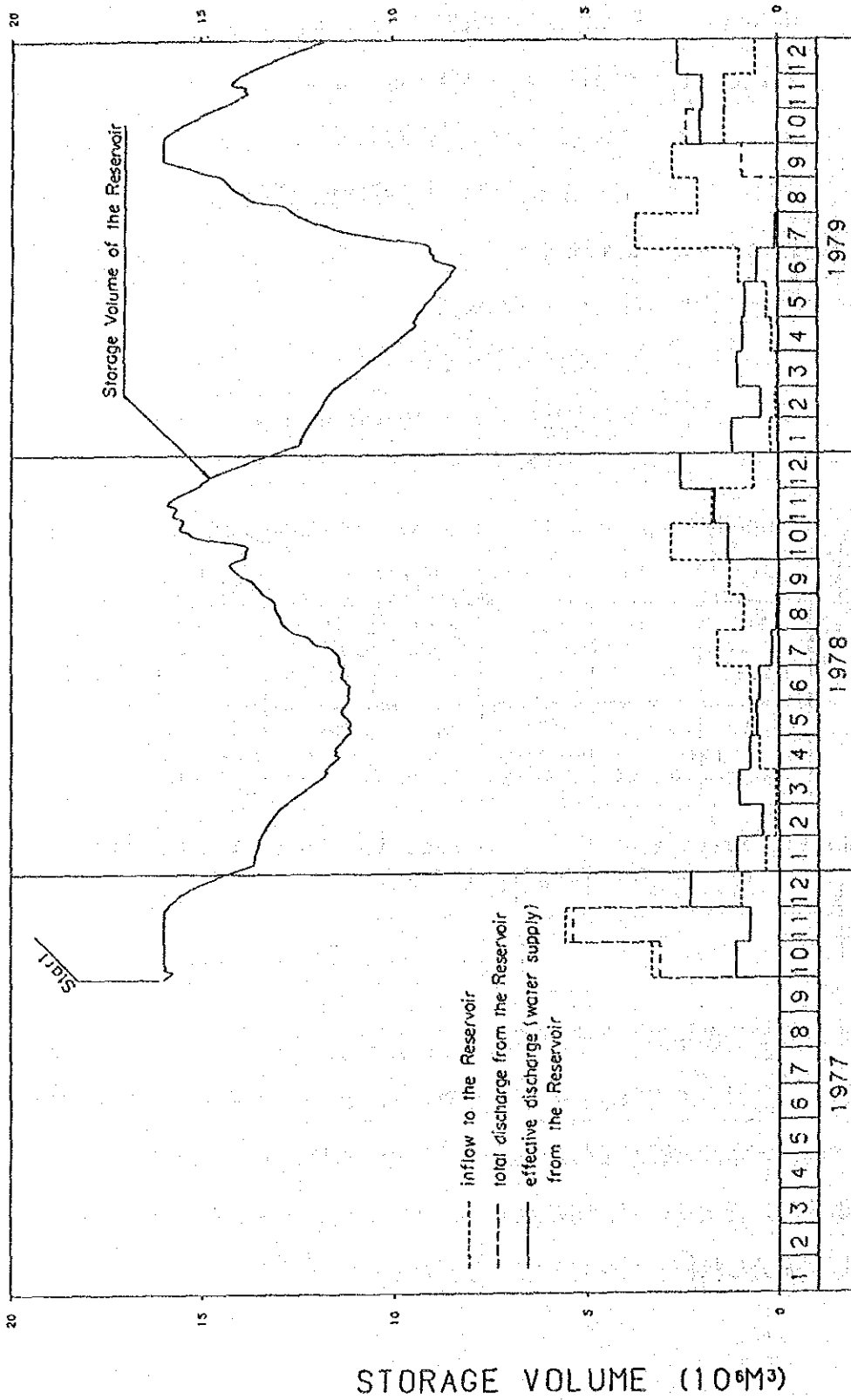


Fig. 5 Storage Volume and Monthly Inflow/Outflow of Bang Kam Prat Reservoir (1/4)

MONTHLY INFLOW AND OUTFLOW ($10^6 M^3$)

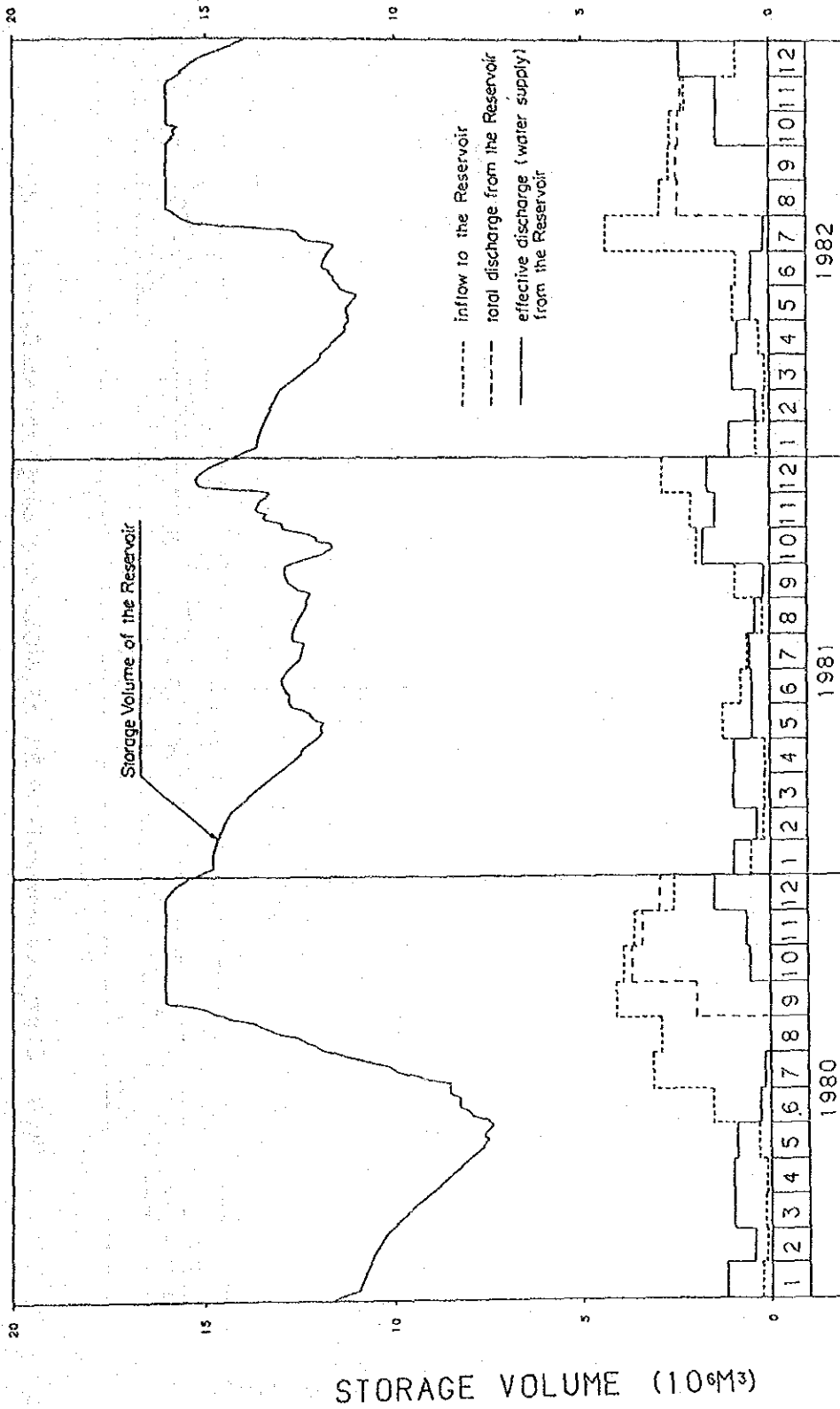


Fig. 5 Storage Volume and Monthly Inflow/Outflow of Bang Kam Prat Reservoir (2/4)

MONTHLY INFLOW AND OUTFLOW ($10^6 M^3$)

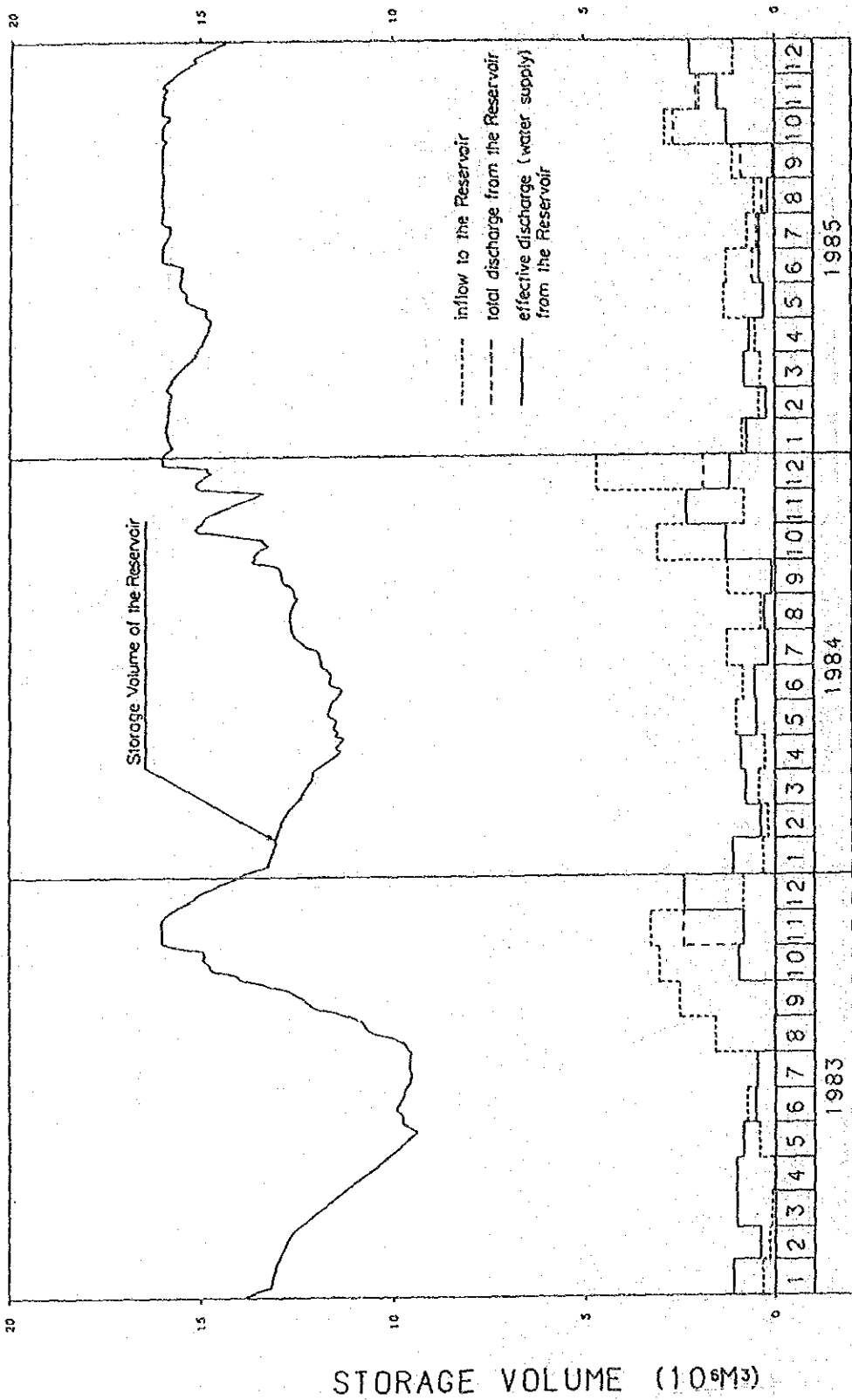


Fig. 5 Storage Volume and Monthly Inflow/Outflow of Bang Kam Prat Reservoir (3/4)

MONTHLY INFLOW AND OUTFLOW ($10^6 M^3$)

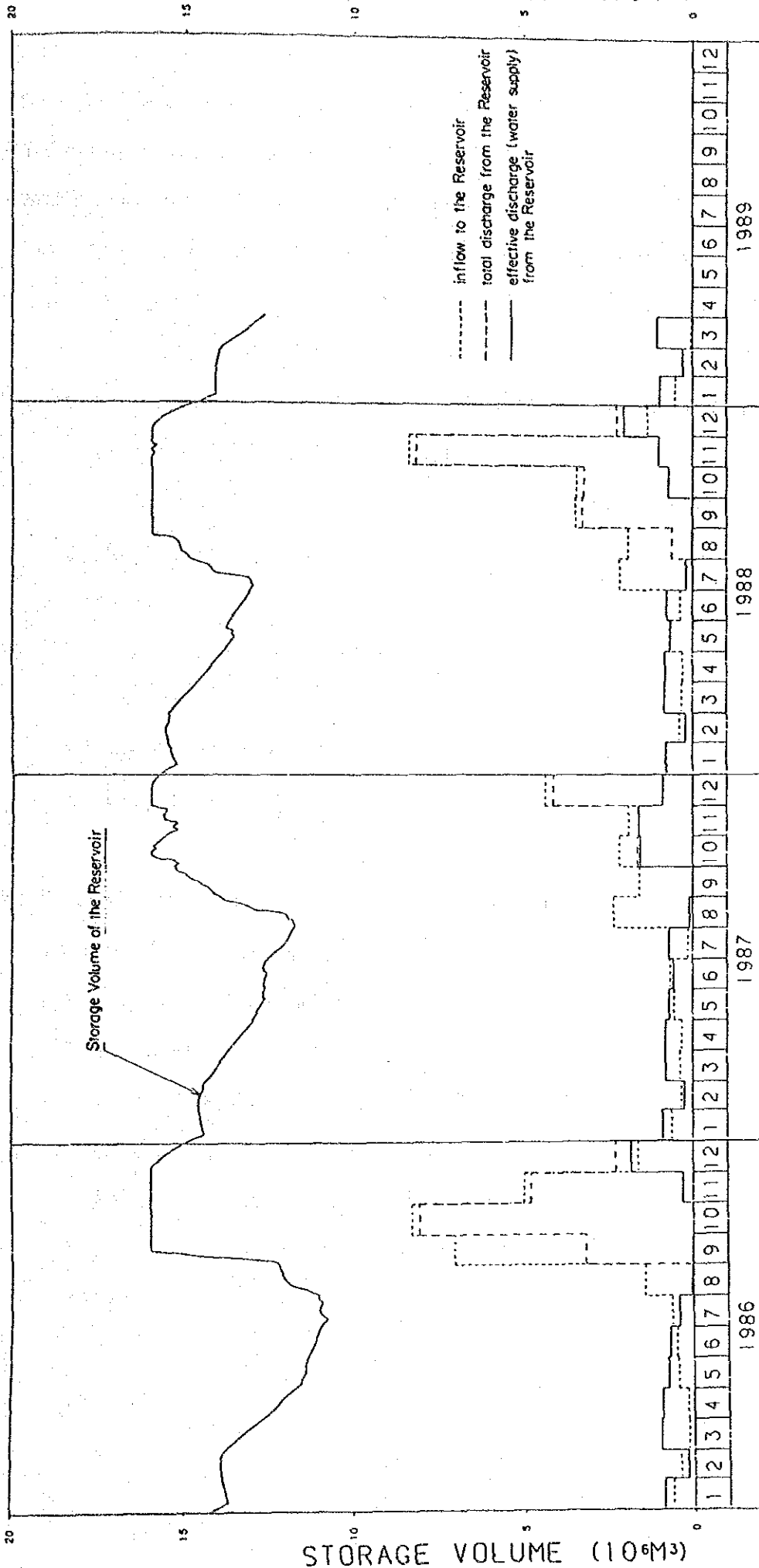


Fig. 5 Storage Volume and Monthly Inflow/Outflow of Bang Kam Prat Reservoir (4/4)

5. 提 言

この検討では、Bang Kam Prat 川の流量及び雨量データが皆無であるため、同河川の流量は、単純にSang川の流量データを両者の集水面積比で補正することにより求められており、両流域間の相関は考慮されていない。したがって、今後、より信頼性の高い検討を行うために、以下の項目が継続的に観測される必要がある。

- Bang Kam Prat ダムサイトにおける雨量
- Bang Kam Prat 貯水池の水位変化
- Bang Kam Prat 貯水池の放流量

(a) 熱重量法 (thermogravimetry TG)

熱重量法はある試料を一定速度で加熱しながら、その重量変化を連続的に測定する技法である。

(i) 測定装置

Fig. 1 に測定装置の概略を示す。試料は電気ヒータによって加熱される。

試料の温度は自動制御され、一定で温度上昇する。この時、試料の重量は熱バランスによって測定され、温度は熱電対によって測定される。

このデータは X-Y プロッターで記録される。この図を“熱溶解曲線”又は“熱分解曲線”と呼ぶ。

(ii) 評価

この方法は以下の項目の評価に使用される。

- 1) 熱分解反応
- 2) 結晶水、脱水量の測定
- 3) 融点、沸点の測定

(b) 示差熱分析 (Differential Thermal Analysis DTA)

示差熱分析とは、定速昇降温過程で試料と基準物質との差によって生ずる温度を時間または温度に対して記録する技法である。

(i) 測定装置

Fig. 3 に測定装置の概略を示す。試料は基本物質と共に電気ヒータに置かれる。

試料の酸化・還元雰囲気は本装置で制御される。

温度を一定に昇温する過程で、試料の温度及び基本物質の温度差が測定される。

これらのデータは X-Y プロッターに記録され DTA 曲線又は示差熱分析曲線と呼ばれる。

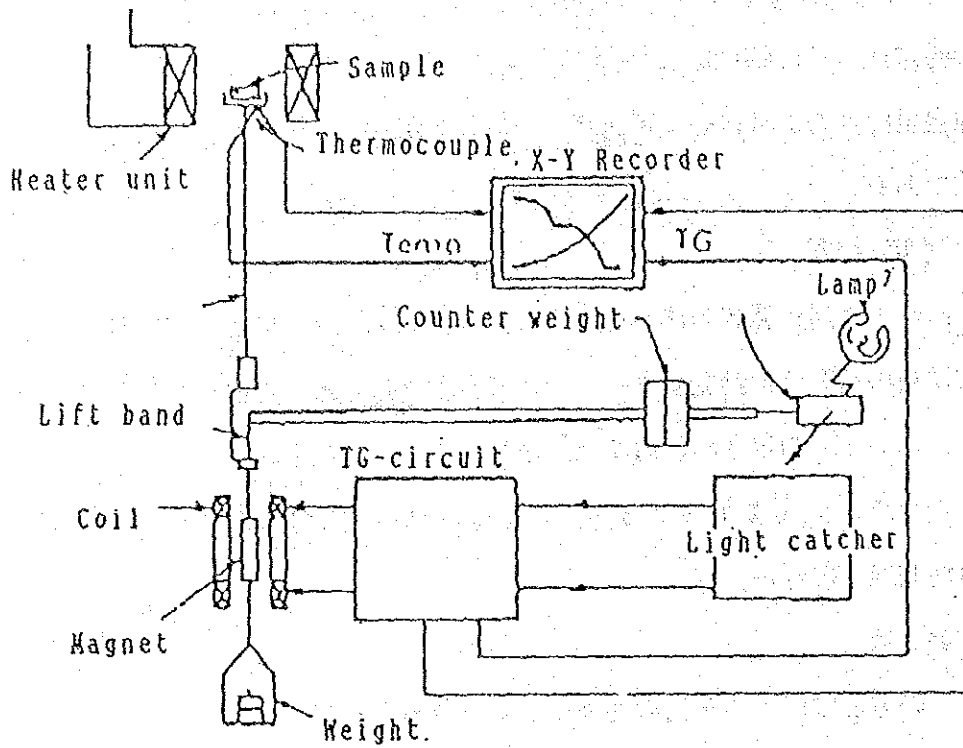


Fig. 1 Flowsheet of TG Method (Electromagnetic Type)

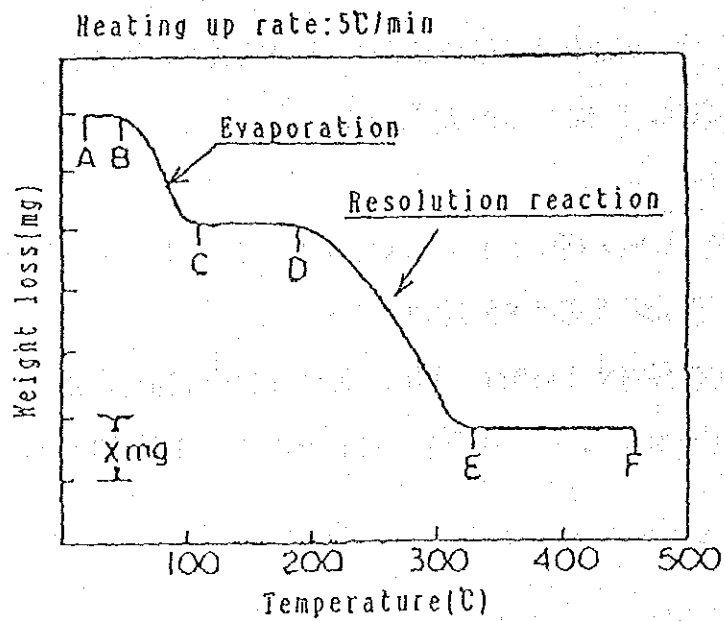


Fig. 2 Weight Loss Curve of $\text{MX}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

(ii) 評価

もし、示差熱分析値が正の値を示した場合、発熱反応が起こっていることを示し、負の値を示した場合は、吸熱反応が起こっていることを示す。

この方法は以下の項目を評価する。

- 1) 結晶転移、融解、気化点の評価
- 2) その他反応（酸化、還元及び分解反応）

一般的にこれら2つの曲線はFig. 4に示すように1つの図に表記され評価される。

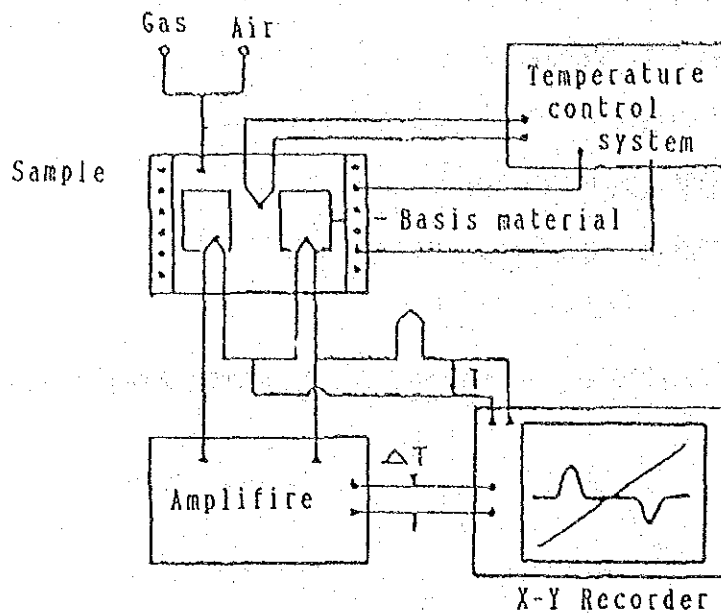


Fig. 3 Flowsheet of DTA Equipment

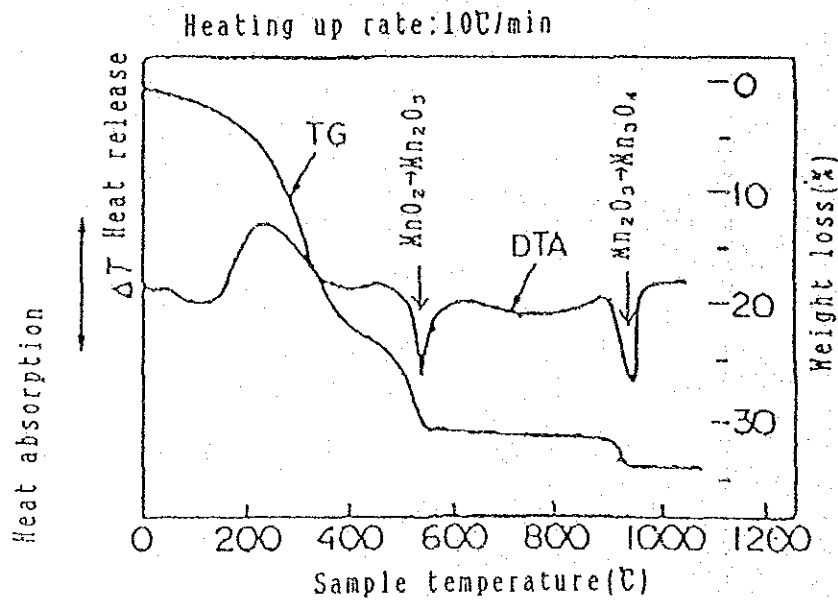


Fig. 4 DTA-TG Curve for $MnCO_3$

APPENDIX III

PHOTO

Ecology

Lignite

Limestone

Cooling Water

Substation

Port Facility

Road and Bridge



Rubber Tree



Palm Tree



Cashew Nut

Lignite



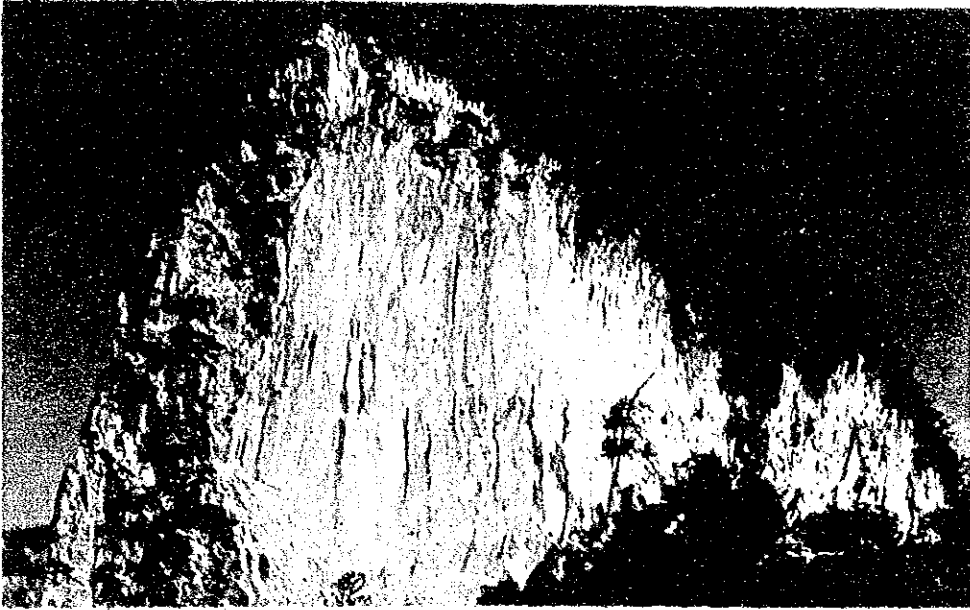
Sin Pun Resource



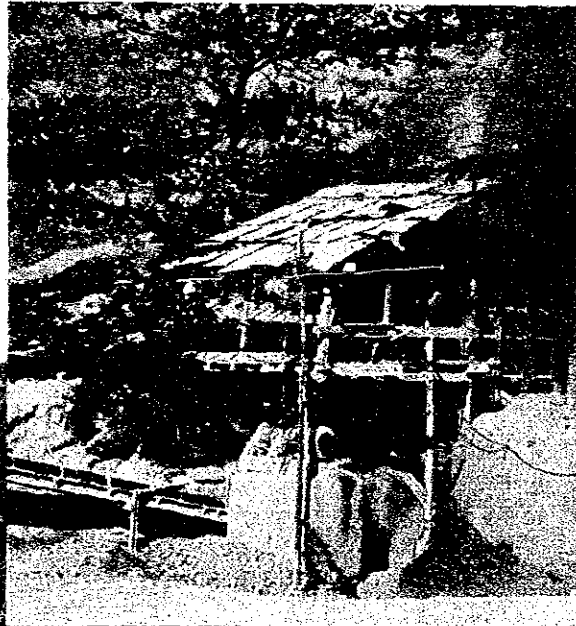
Krabi Mine

Limestone

(Sin Pun)



Khao Tham Hora



Thung Song



Thung Song

Limestone

(Sin Pun)

Khao Tham Padam



Wat Khao Din



Limestone

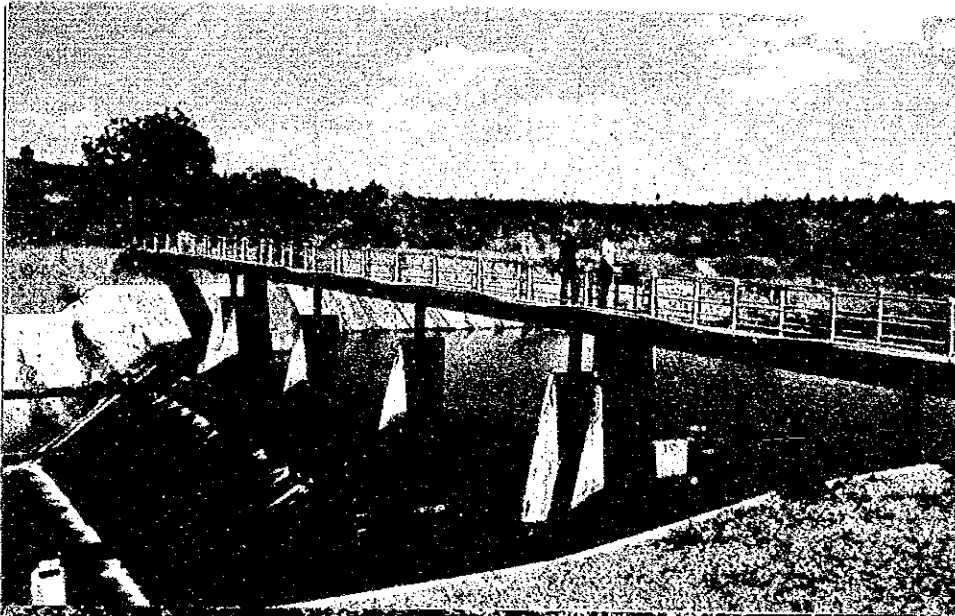
(Krabi)

Khao Kaew



Yod Po Sila Thong





Sin Pun

Bang Kam Prat Weir

Site No. 2 and No. 3 take cooling water from Bang Kam Prat Weir in site selection study.



Sin Pun

Sin Pun River

An alternative water resources for site No. 3.

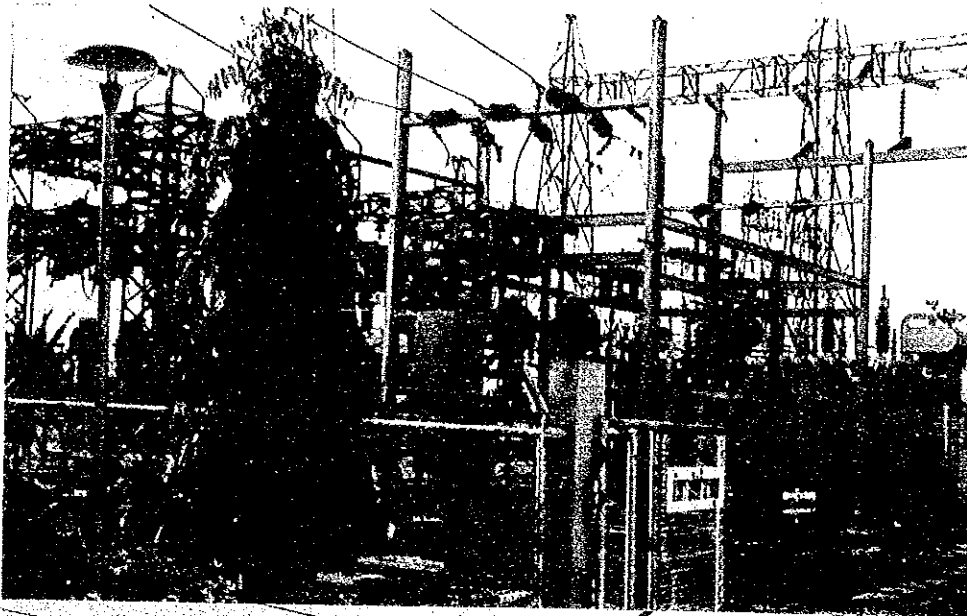


Krabi

Phakasai River

Water resources for site No. 4.

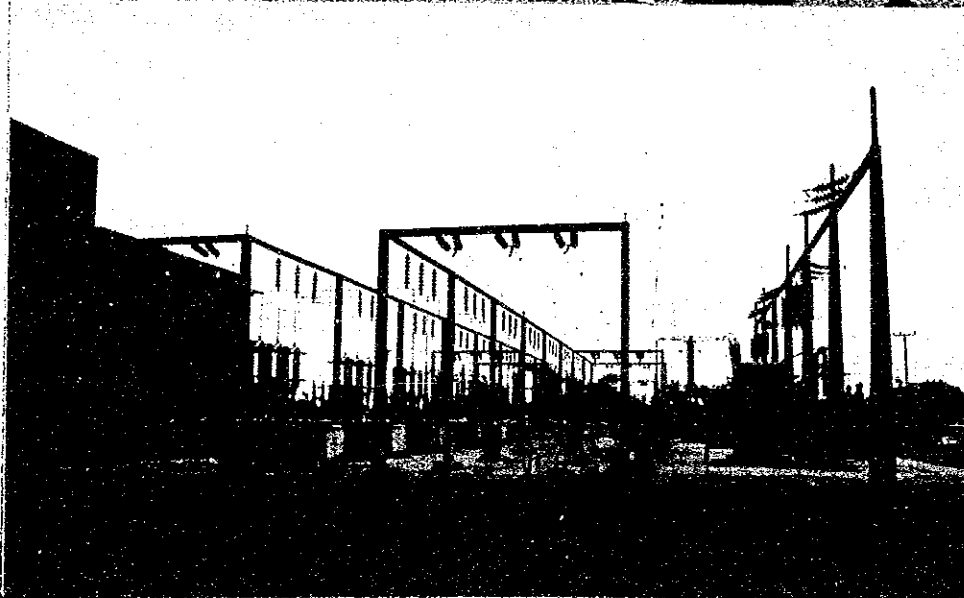
Substation



Thung Song S/S
(115 kV)



Phangnga S/S
(115 kV)

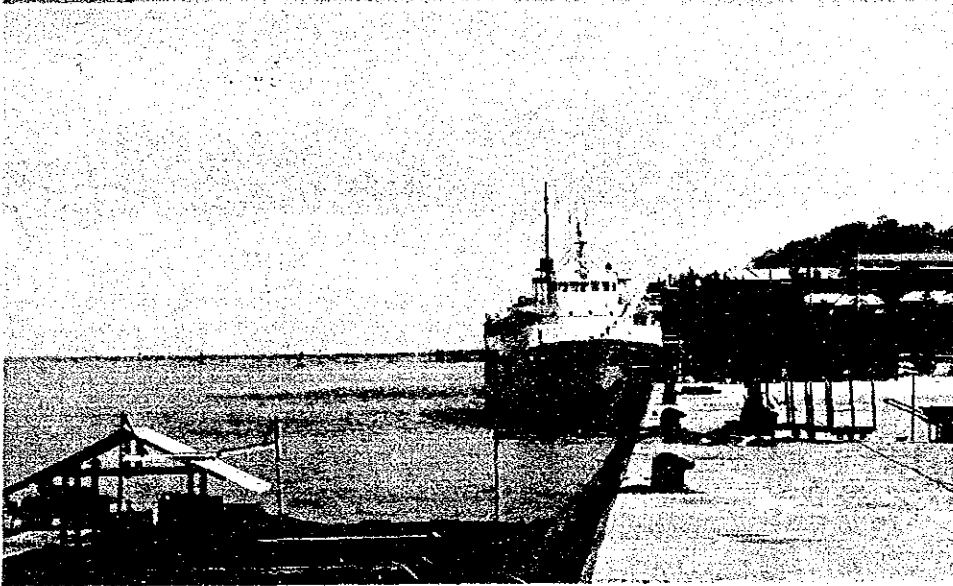


Krabi P/S
(115 kV)

Port Facility



Songkhla
International
Port



Phuket
International
Port

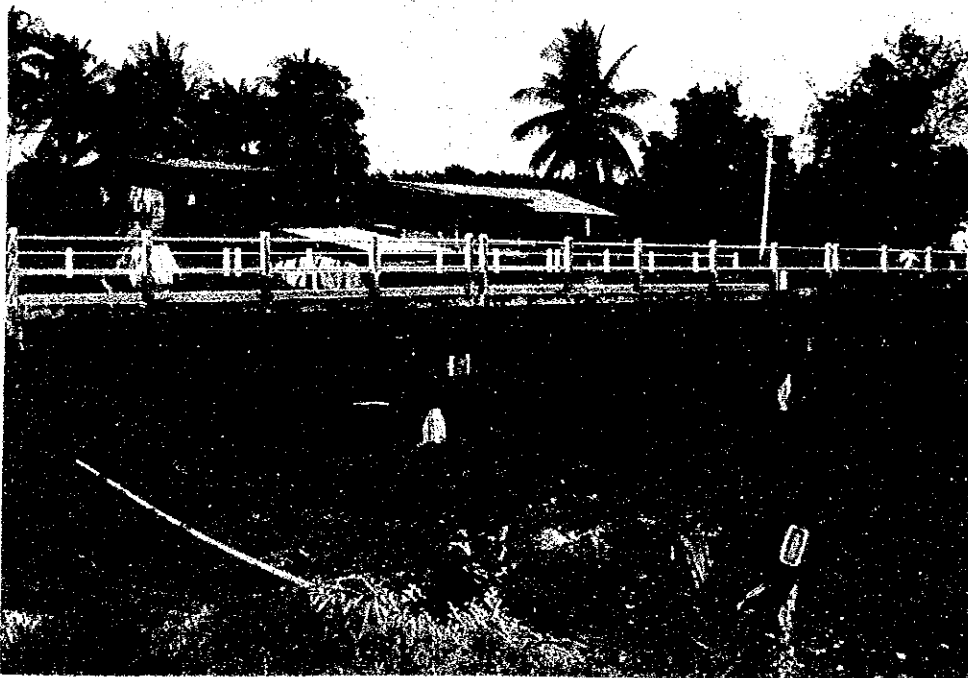


Krabi P/S

Road and Bridge



Road
Typical road in
southern region
of Thailand



Bridge
Typical bridge in
southern region
of Thailand

APPENDIX IV CORRESPONDENCE

<u>Date</u>	<u>Subject</u>
22nd March '91	Minutes of Meeting for Inception Report March '91
11th April '91	Limestone Analysis Result for Krabi Area
28th June '91	Confirmation of Coal Shipping Schedule for Bench Scale Combustion Test
9th July '91	Request for the Final Report of "Sin Pun Conceptual Mining Study"
7th October '91	Minutes of the Second Meeting
5th November '91	Power Plant Scale
28th November '91	Cost Evaluation for Site Selection
12th December '91	Pilot Scale Combustion Test and Visit of EGAT Engineers to Japan
24th December '91	Pilot Scale Combustion Test
31st January '91	Minutes of the Third Meeting
23rd April '92	Request for Environmental Impact Assessment Report
21st July '92	Minutes of the Fourth Meeting

温排水の影響に関する計算

1. 一 般

復水器を通過して蒸気の熱を吸収した冷却水は、冷却水放水口より放流される。

この時、冷却水の温度は7℃上昇する。

この温排水は、周囲の河川水に比べて、水温も高く密度も小さくなっているため、河川の表面に薄く拡がる密度流の特性を有している。

このような温排水の拡散と冷却過程は、以下に示す3つの物理現象が複雑に組み合わされたものとして進行する。

- ・ 温排水自体の放水によって生じる流れによる熱の移動
- ・ 周囲の河川の冷水による混合・希釈
- ・ 河川表面から大気への熱の放散

一方、以下の諸条件が温排水の拡散を支配する。

1) 温排水の放流条件

- ・ 温排水出口の配置と形状
- ・ 放水流速
- ・ 放水量
- ・ 放流水温

2) 自然条件

- ・ 河川の横断面
- ・ 河川の流況と拡散特性
- ・ 気象条件

2. 解析

(1) 解析方法

今回のフィジビリティ調査段階では、温排水の拡散範囲の解析手法として、使いやすく広く用いられているコンピューターを使ったシミュレーションモデルを採用した。

この予測モデルは、日本の電力中央研究所により開発された“電中研モデル”と呼ばれるものである。

取水口と放水口での水温差が7℃であると仮定し、放流時の取水口前面での温度上昇を計算した。

(2) 解析手順

解析の手順は以下のとおりである。

- 1) 河川の横断面の決定
- 2) 背水計算
- 3) 流速の計算
- 4) 温排水の拡散の計算
- 5) 温度分布の見積り

上記の全ての計算において、不確定な要因については、1990年の5月にA I Tによって行われた水理模型実験の結果を考慮して定めた。（“A STUDY ON IMPACTS OF THERMAL DISCHARGE AND ASH POND EFFLUENT ON THE RECEIVING ENVIRONMENT FROM 75 MW LIGNITE KRABI THERMAL POWER PLANT” 最終報告書（案）参照）

(3) 基本計算条件

基本計算条件を以下に示す。

- 1) 放水流量 : 7.5 m³/s (2基運転時)
- 2) 取水温度 : 32 °C
- 3) 温度差 : 7 °C

4) 河川流量

- ・ 憩潮時 : 0.0 m^3/s
- ・ 満ち潮時 : 71.4 m^3/s
- ・ 引き潮時 : 86.1 m^3/s

5) 想定河川断面

- ・ 形状 : 台形
- ・ 断面数 : 45
- ・ 位置 : 水理模型実験と同じ
- ・ 流速と水位は、水理模型実験結果に基づき各横断面ごとに決定される。
- ・ 河床勾配は水理模型実験結果に基づき各横断面ごとに決定される。

3. 計算結果

(1) 背水計算

背水計算のための各断面の入力データは次のとおりである。

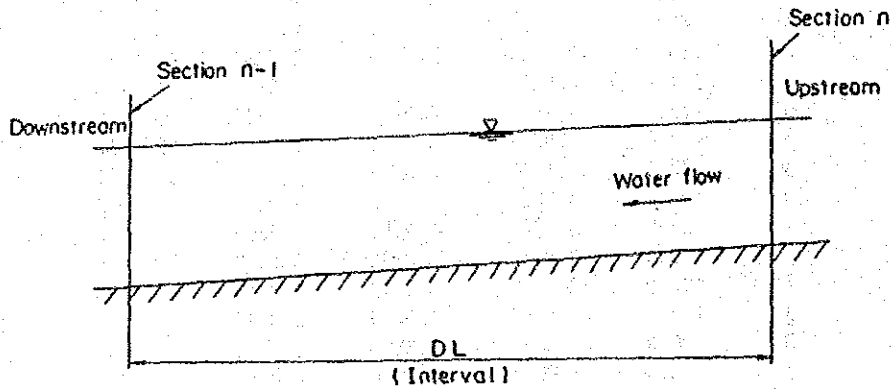
Table 1 Input Section Data List
- Flood Flow Without Power Plant -

ID No.	Type	DL	Z	H1	H2	R1.B	H.R2.M	R3
1	3	0.0	-3.8032	0.0250	0.0250	21.6127	3.7321	0.0
2	3	87.0	-3.1612	0.0250	0.0250	38.4124	2.6236	0.0
3	3	82.0	-4.0742	0.0250	0.0250	27.1227	2.4394	0.0
4	3	92.0	-5.7844	0.0250	0.0250	9.2148	2.7475	0.0
5	3	97.0	-4.7795	0.0250	0.0250	19.7369	2.7475	0.0
6	3	92.0	-4.7101	0.0250	0.0250	14.8436	3.732	0.0
7	3	109.0	-4.4524	0.0250	0.0250	20.2327	4.1290	0.0
8	3	103.0	-3.8750	0.0250	0.0250	3.0763	3.7321	0.0
9	3	94.0	-4.4746	0.0250	0.0250	25.6010	3.7321	0.0
10	3	89.0	-4.1322	0.0250	0.0250	25.1059	6.5212	0.0
11	3	80.0	-3.4682	0.0250	0.0250	40.6618	5.6713	0.0
12	3	80.0	-3.9767	0.0250	0.0250	26.8941	5.6713	0.0
13	3	115.0	-3.7894	0.0250	0.0250	45.0185	5.6713	0.0
14	3	137.0	-7.0616	0.0250	0.0250	21.7128	2.1445	0.0
15	3	137.0	-4.7806	0.0250	0.0250	38.3170	3.7321	0.0
16	3	112.0	-5.0651	0.0250	0.0250	22.1932	3.7321	0.0
17	3	92.0	-5.6150	0.0250	0.0250	15.0892	3.7321	0.0
18	3	100.0	-4.5292	0.0250	0.0250	33.1939	3.7321	0.0
19	3	95.0	-5.0228	0.0250	0.0250	14.3116	6.5391	0.0
20	3	110.0	-3.8831	0.0250	0.0250	39.4554	5.6713	0.0
21	3	127.0	-3.6118	0.0250	0.0250	68.7169	1.9081	0.0
22	3	122.0	-4.1395	0.0250	0.0250	48.9655	1.9367	0.0
23	3	110.0	-3.5625	0.0250	0.0250	58.4301	2.6071	0.0
24	3	115.0	-4.0801	0.0250	0.0250	43.7211	5.6713	0.0
25	3	140.0	-4.5701	0.0250	0.0250	30.1637	5.6713	0.0
26	3	115.0	-4.3887	0.0250	0.0250	46.6970	3.8511	0.0
27	3	58.0	-4.2213	0.0250	0.0250	43.4919	3.7321	0.0
28	3	42.0	-5.1658	0.0250	0.0250	31.8422	3.7321	0.0
29	3	50.0	-5.1530	0.0250	0.0250	32.0378	3.7321	0.0
30	3	45.0	-4.2488	0.0250	0.0250	50.6579	2.3468	0.0
31	3	34.0	-5.0912	0.0250	0.0250	48.8334	2.9626	0.0
32	3	24.0	-4.1001	0.0250	0.0250	69.5928	6.6349	0.0
33	3	18.0	-6.0880	0.0250	0.0250	30.5259	8.5803	0.0
34	3	20.0	-7.3544	0.0250	0.0250	47.1014	3.1841	0.0
35	3	27.0	-4.8636	0.0250	0.0250	54.8306	2.5875	0.0
36	3	35.0	-5.0724	0.0250	0.0250	45.1924	2.9776	0.0
37	3	37.0	-3.5741	0.0250	0.0250	55.8447	4.3584	0.0
38	3	48.0	-4.1491	0.0250	0.0250	47.8011	4.1213	0.0
39	3	55.0	-3.7699	0.0250	0.0250	60.0297	3.3118	0.0
40	3	50.0	-3.0163	0.0250	0.0250	87.8603	4.3331	0.0
41	3	45.0	-2.9154	0.0250	0.0250	90.9318	5.6713	0.0
42	3	45.0	-3.5759	0.0250	0.0250	75.4405	5.6713	0.0
43	3	45.0	-2.9589	0.0250	0.0250	104.1210	2.1763	0.0
44	3	40.0	-3.7160	0.0250	0.0250	74.4613	3.1672	0.0
45	3	20.0	-3.6875	0.0250	0.0250	80.5046	1.6216	0.0

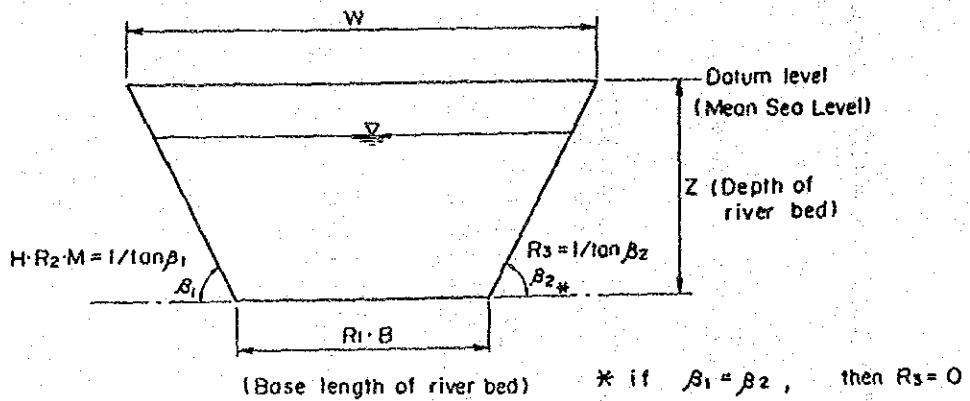
各欄の表示

意味

ID No.	断面の番号
Type	計算のタイプ ("3" は台形を意味する)
DL	断面間距離
Z	河床深さ
N1	底面の粗度係数
N2	側面の粗度係数
R1, B	台形の底部の辺長
H, R2, M	斜面 (左)
R3	斜面 (右) (R2 と同じ値の場合、R3 = 0 とする)



Setting up of cross-sections



Section

各欄の表示	意 味
ID No.	断面の番号
Type	計算のタイプ (" 3 " は台形を意味する)
DL	断面間距離
Z	河床深さ
N1	底面の粗度係数
N2	側面の粗度係数
R1, B	台形の底部の辺長
H, R2, M	斜面 (左)
R3	斜面 (右) (R2 と同じ値の場合、R3 = 0 とする)

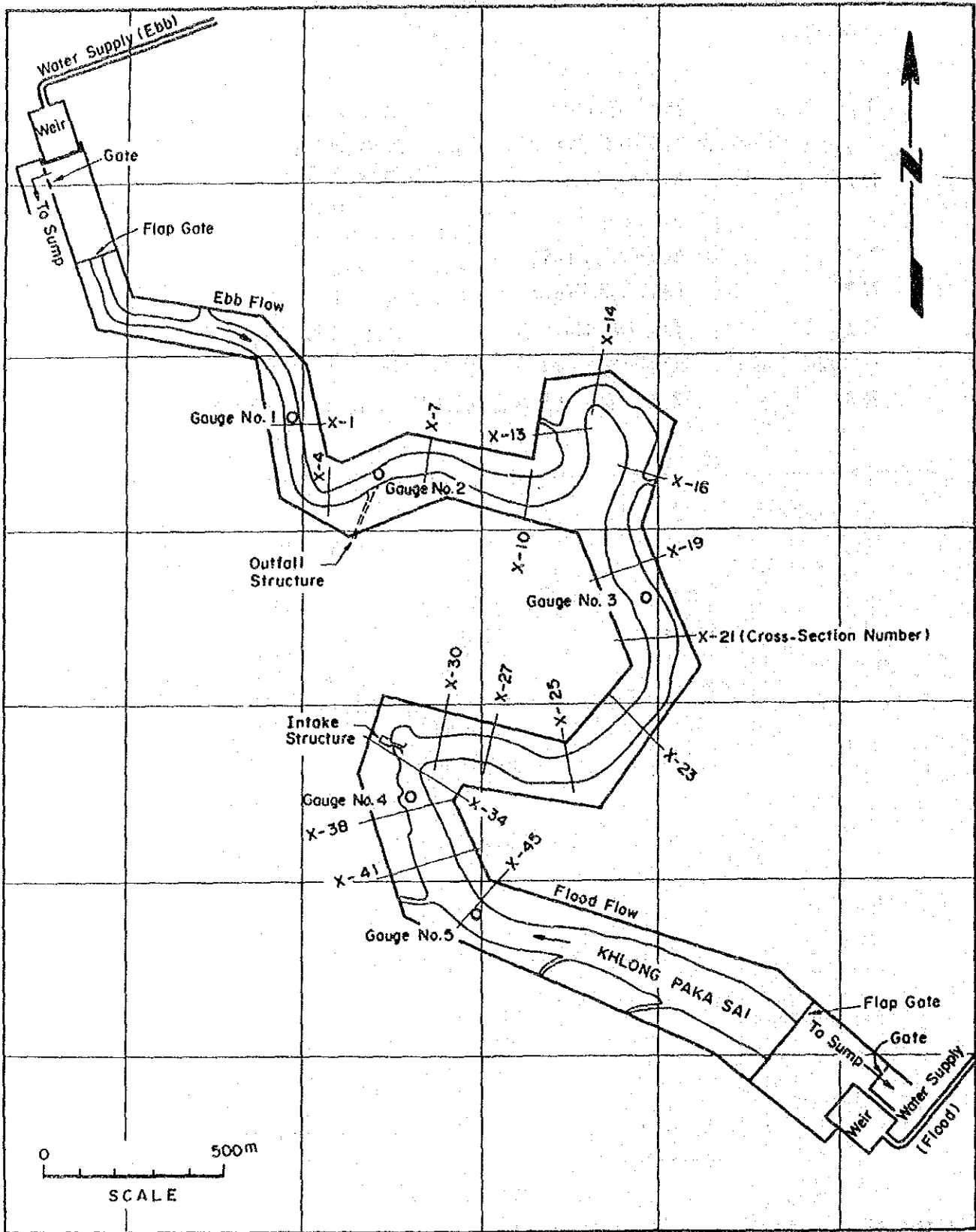


Fig.-a General Layout of the Model with Locations of Some Selected Cross Sections

背水計算のための方程式は次のとおりである。

$$\frac{\alpha}{2g} \cdot \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{u^2 \cdot n^2}{R^{4/3}} = 0$$

ここに、

α : エネルギー補正係数

g : 重力加速度 (m/s²)

u : 流速 (m/s) = Q/A

η : 水位 (m)

R : 径深 (m)

n : マニングの粗度係数 (s/m^{1/3})

水理実験の結果に基づいて、適切な断面を仮定した。

すなわち、背水計算を条件を変えながら行うことにより、実験で観測された流速とほぼ同じになるよう、各断面の寸法を調整した。

その結果、前述のTable-1 に示す入力データを決定した。

(2) 拡散計算の条件

項目	数値
・放流水温度	環境水温 + 7℃
・放水流量	3.6 m ³ /s (1基運転時) 7.5 m ³ /s (2基運転時)
・拡散係数	10.0 m ² /s
・大気との熱交換係数	0.4 cal/cm · s · °C
・大気温	環境水温と同じ

(3) 温排水の拡散計算

移流拡散方程式

$$\frac{\partial (TA)}{\partial t} + \frac{\partial (T\Lambda u)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(AK \frac{\partial t}{\partial x} + \frac{Q_{out} T_{out}}{\partial x} \right) - \frac{Q1 (T - T_a)}{CP} W$$

ここに,

T: 水温 (°C)

t: 時間 (s)

A: 流積 (m³)

u: 流速 (m²/s)

K: 拡散係数 (m²/s)

Q_{out}: 放流量 (m³)

T_{out}: 放流水温 (°C)

δx: 区間距離 (m)

Q1: 熱交換係数 (kg/S³/°C)

C: 比熱 (m²/S²/°C)

ρ: 密度

T_a: 気温

W: 川幅

(注) "E" は, AITによる水理実験に対応するケースである。

Table 2 Calculation Cases

No.	Tidal Stage	Discharge from Power Plant	Backwater	Diffusion
1	Slack tide	3.6 m ³ /s	○	○ E
2	Slack tide	7.5 m ³ /s	○	○
3	Flood flow	0 m ³ /s (without power plant)	○ E	
4	Flood flow	3.6 m ³ /s	○ E	E
5	Flood flow	7.5 m ³ /s	○	
6	Ebb flow	0 m ³ /s (without power plant)	○ E	
7	Ebb flow	3.6 m ³ /s	○ E	○ E
8	Ebb flow	7.5 m ³ /s	○	○

(注) "E" は, A I Tによる水理実験に対応するケースである。

(4) 背水計算の条件

項目	数 値
<ul style="list-style-type: none"> ・河床断面 ・断面数 ・形状 ・寸法と河床勾配 ・マンニングの粗度係数 ・エネルギー補正係数 ・境界条件 ・下流端流量 <ul style="list-style-type: none"> 憩流時 満ち潮時 引き潮時 ・放水流量 ・取水流量 	<p>4 5</p> <p>台形と仮定</p> <p>実験結果に合わせて決定</p> <p>0.025 (実験と同じ)</p> <p>1.1</p> <p>0.0 m³/s</p> <p>71.4 m³/s</p> <p>86.1 m³/s</p> <p>3.6 m³/sまたは 7.5 m³/s</p> <p>3.6 m³/sまたは 7.5 m³/s</p>

(5) 計算結果

計算結果を Fig. 1 から Fig. 15 に示す。

断面No. 6 と断面No.33はそれぞれ放水口地点と取水口地点を示す。

Fig. 15 に示されるよう、取水口地点（断面No.33）での最大温度上昇は、引き潮時で、かつ2基運転時に生じ、おおよそ0.3°Cである。

Fig. 15 Water Temperature (4)
In Ebb Flow with Power Plant (7.5 m³/s)

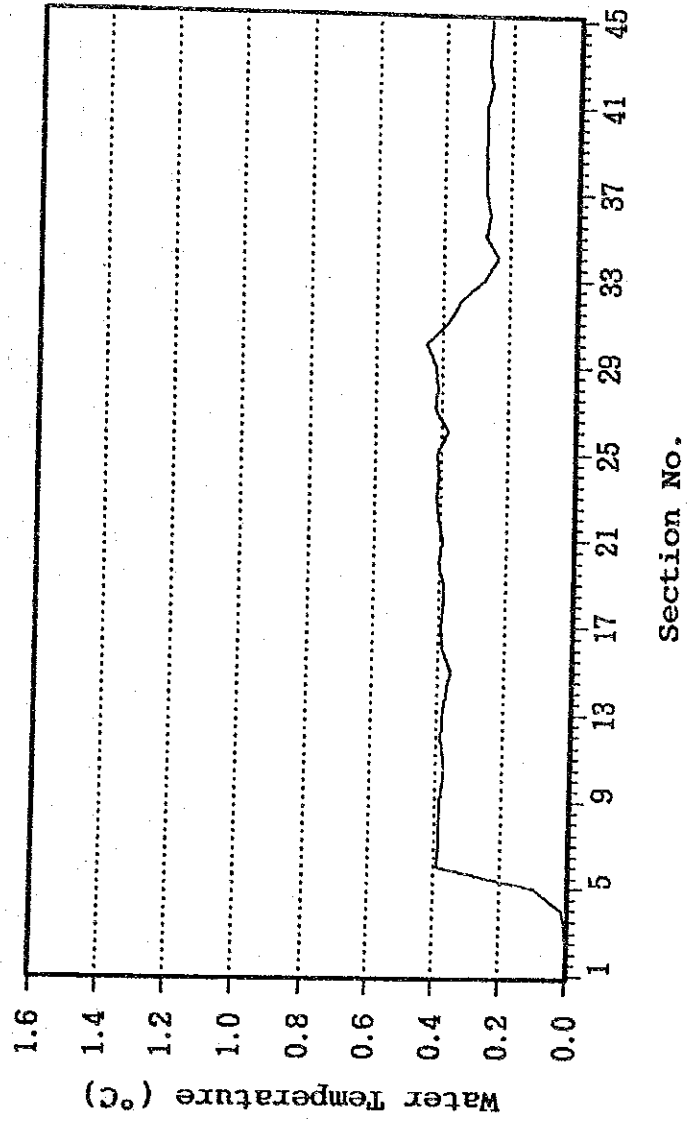
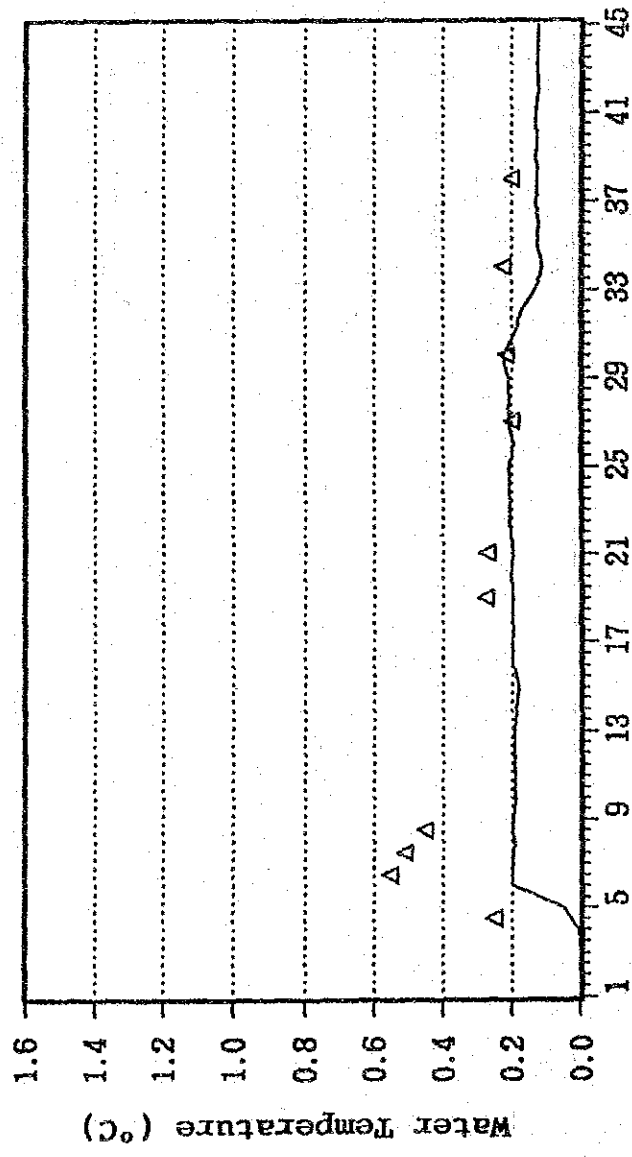


Fig. 14 Water Temperature (3) ³ m³/s
 In Ebb Flow with Power Plant (3.6 m³/s)



Section No. — Calculation
 Δ Experiment (Ave.)

Fig. 13 Water Temperature (2)
At Slack Tide with Power Plant (7.5 m³/s)

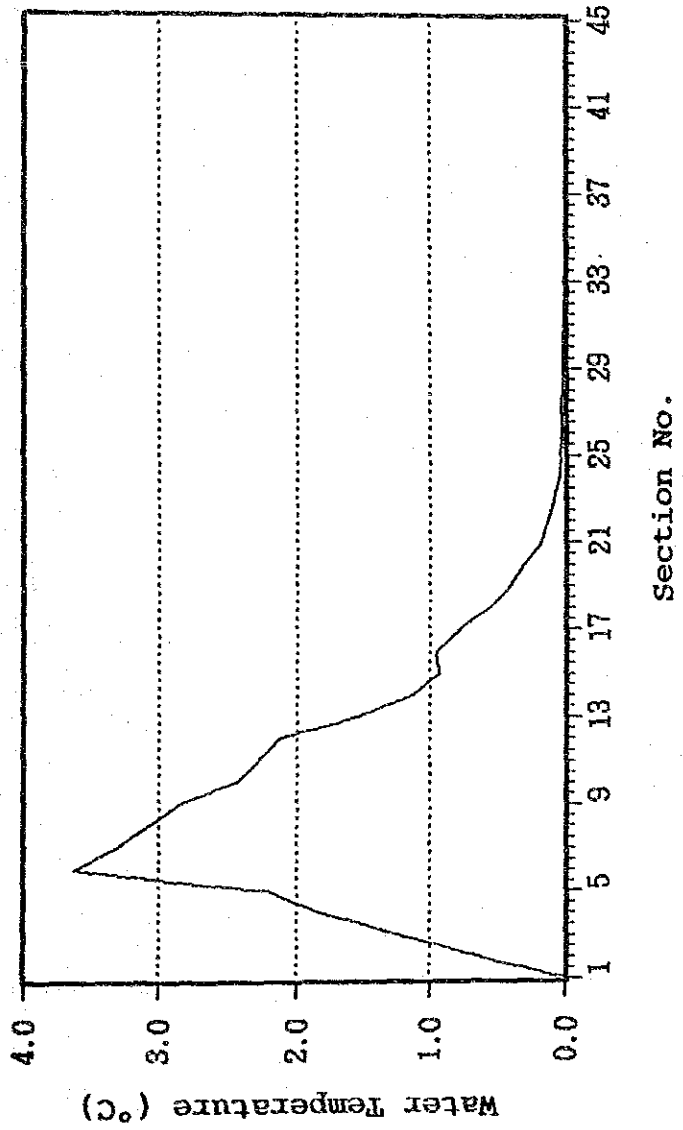


Fig. 12 Water Temperature (1)
At Slack Tide with Power Plant (3.6 m³/s)

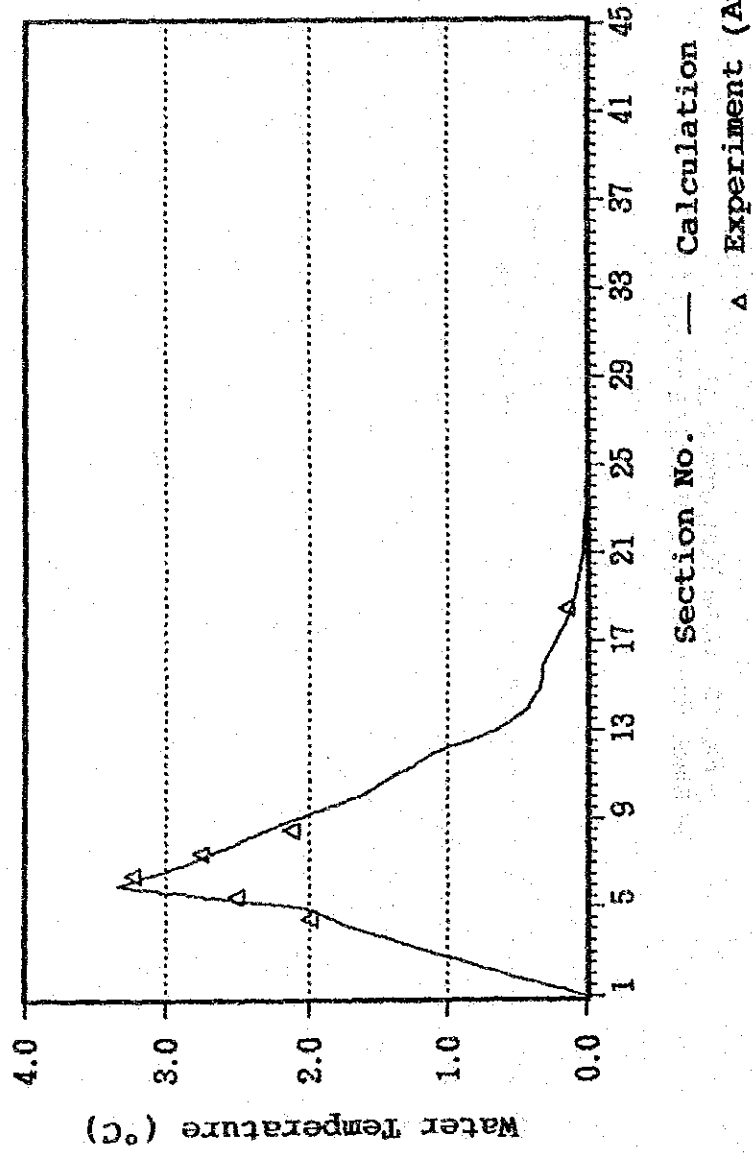


Fig. 11 Water Level (3)
 In Flood and Ebb Flow with Power Plant (7.5 m³/s)

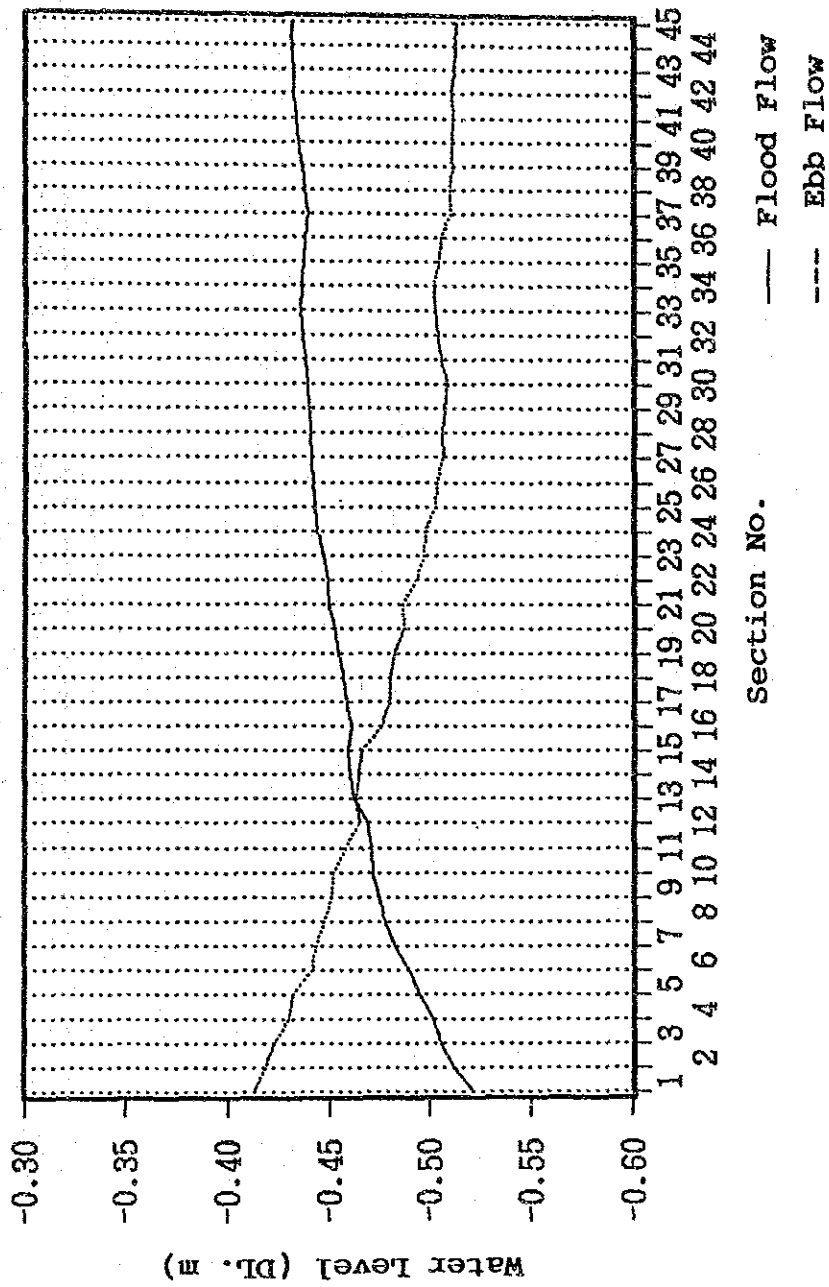


Fig. 10 Water Level (2)
 In Flood and Ebb Flow with Power Plant (3.6 m³/s)

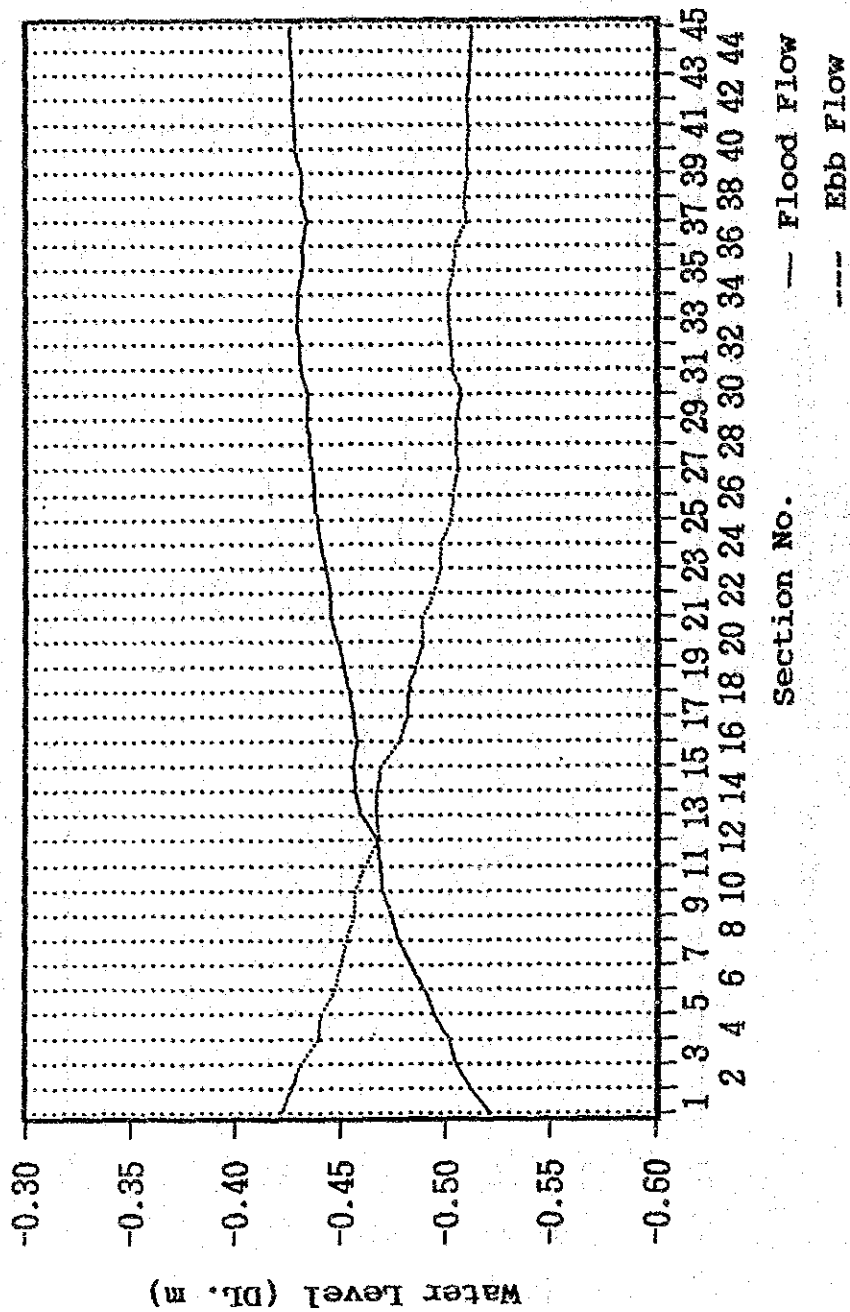


Fig. 9 Water Level (1)
In Flood and Ebb Flow without Power Plant

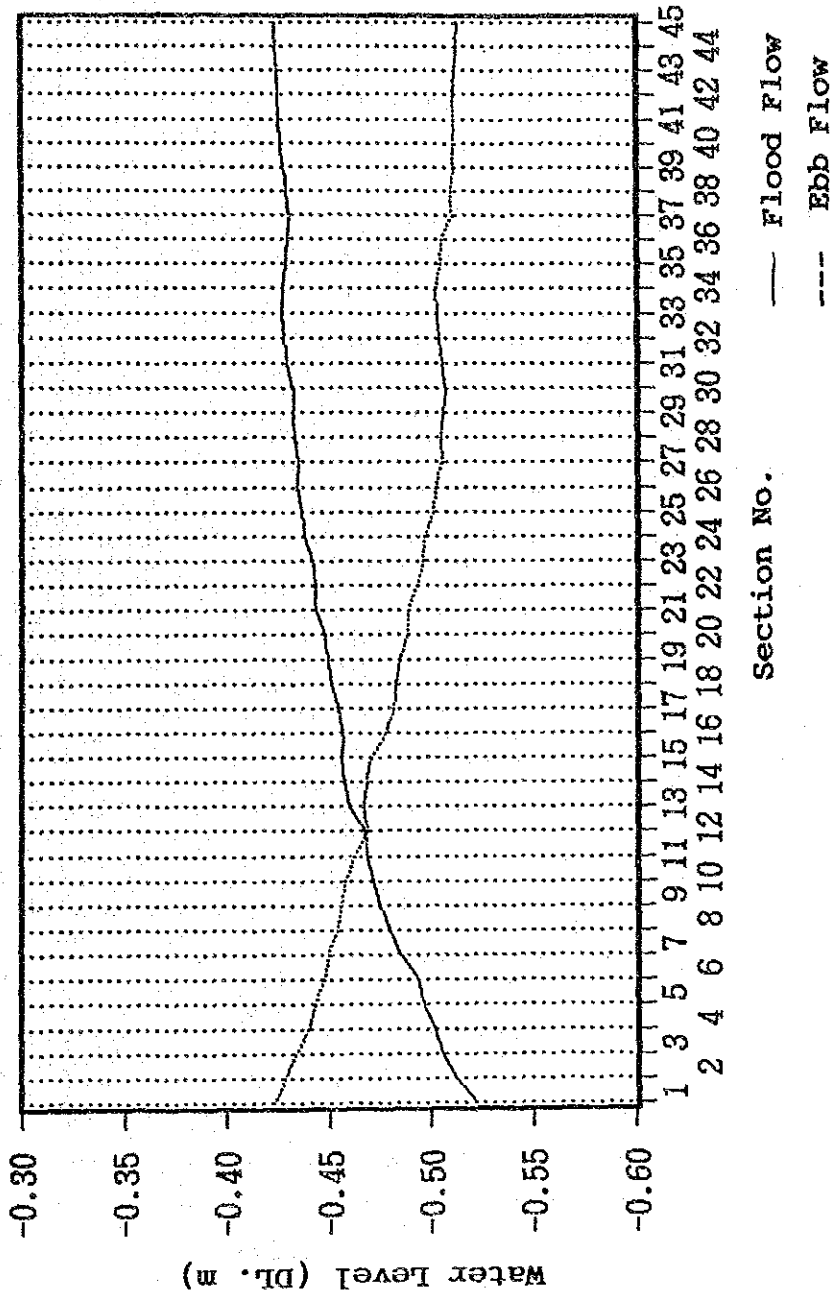
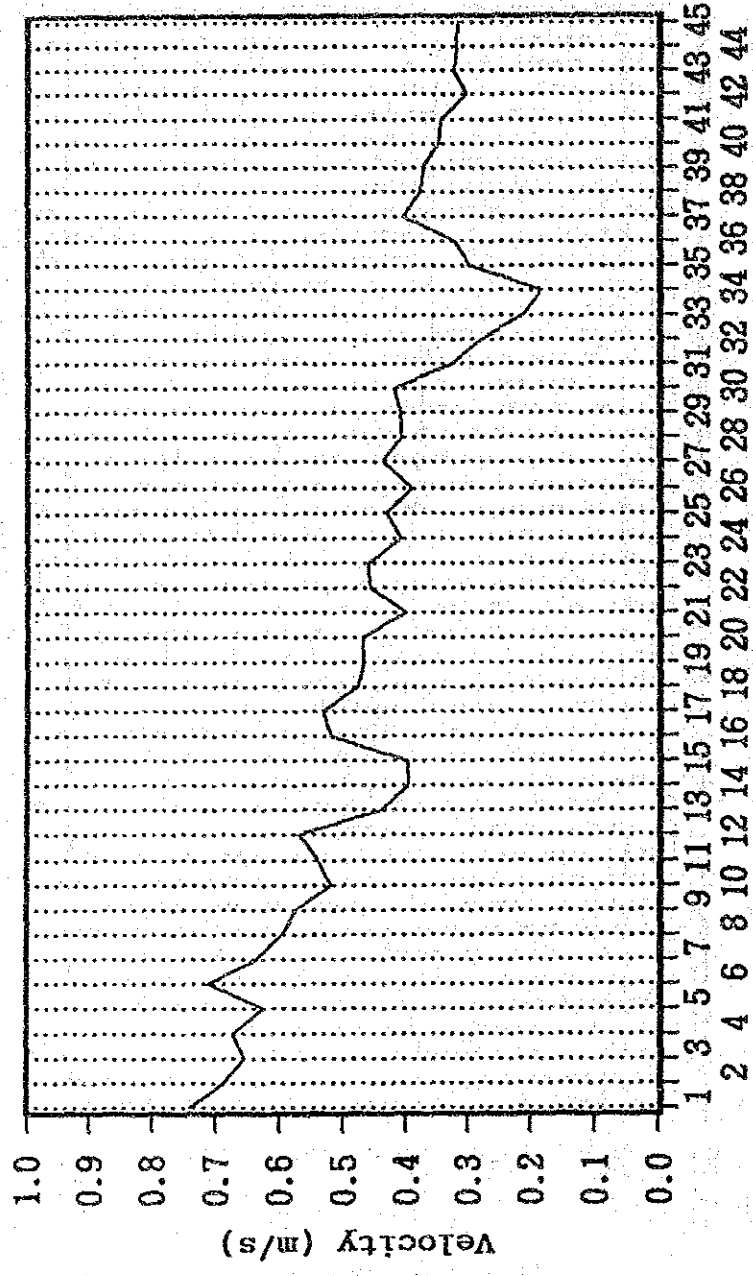


Fig. 8 Velocity (8)
 In Ebb Flow with Power Plant (7.5 m³/s)



Section No.

Fig. 7 Velocity (7)
 In Ebb Flow with Power Plant (3.6 m³/s)

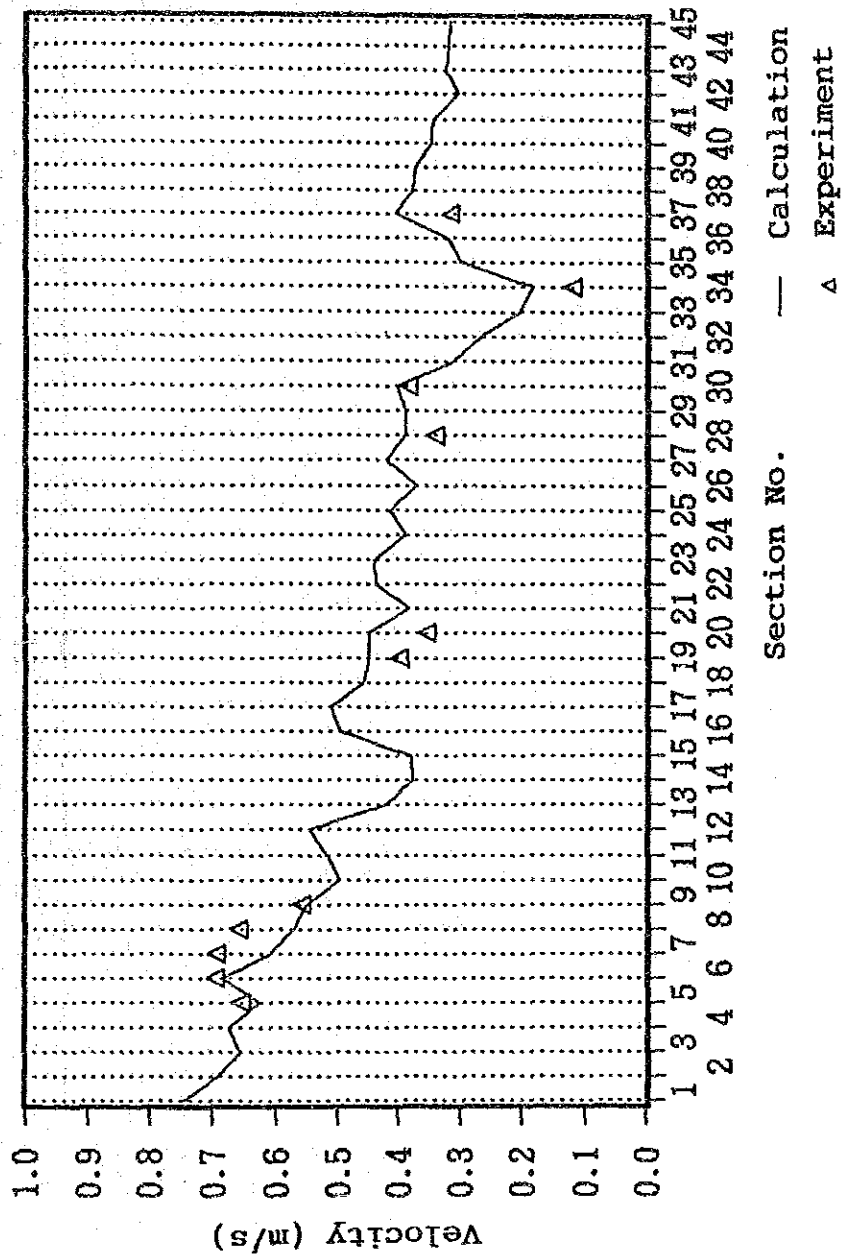


Fig. 6 Velocity (6)
In Ebb Flow with Power Plant

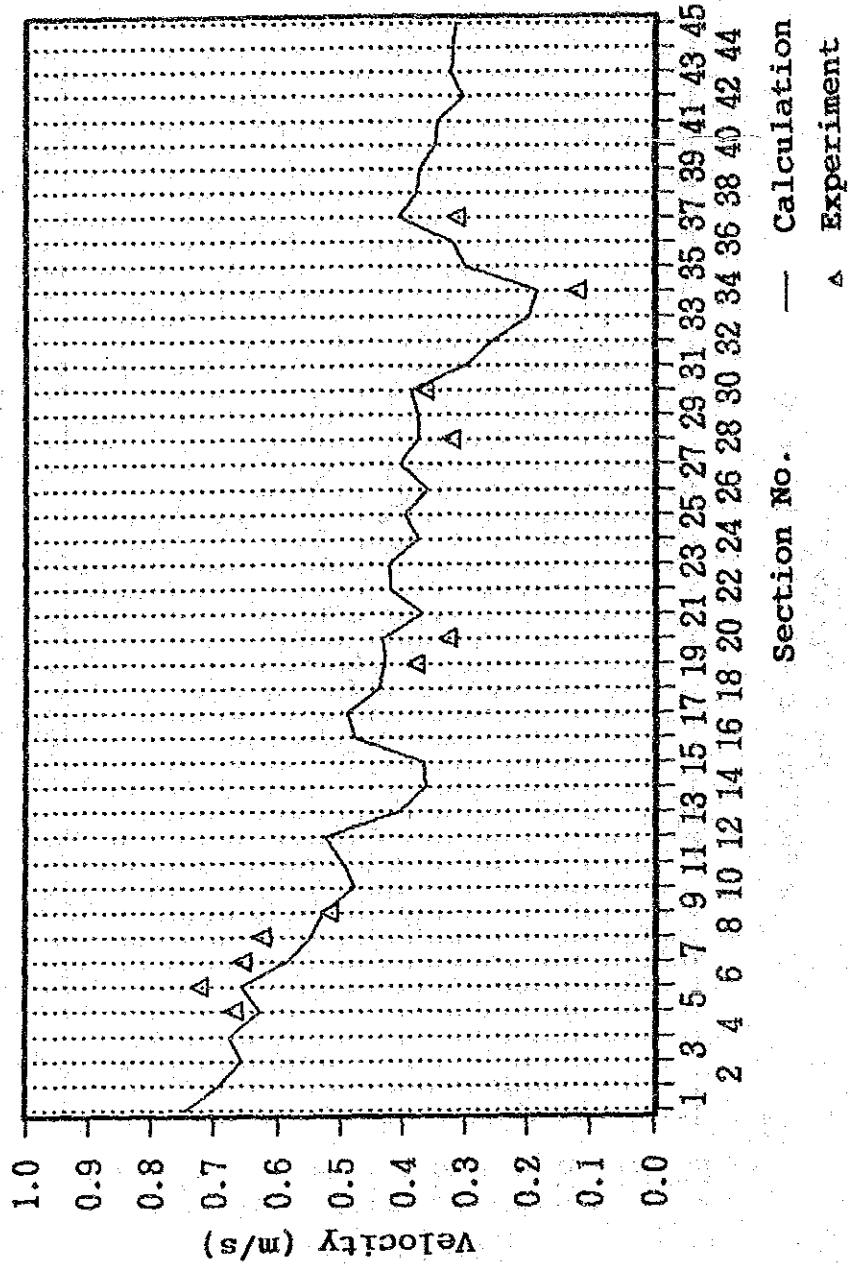
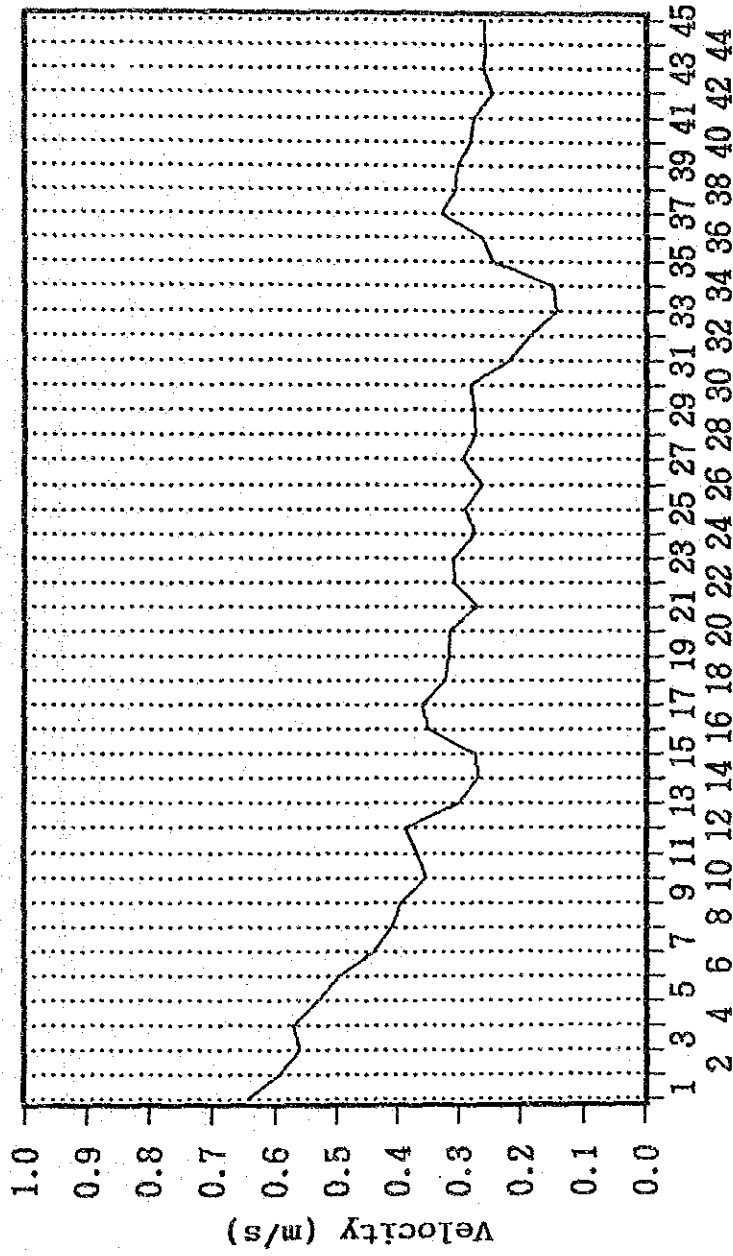


Fig. 5 Velocity (s)
In Flood with Power Plant (7.5 m³/s)



Section No.

Fig. 4 Velocity (4)
In Flood Flow with Power Plant (3.6 m³/s)

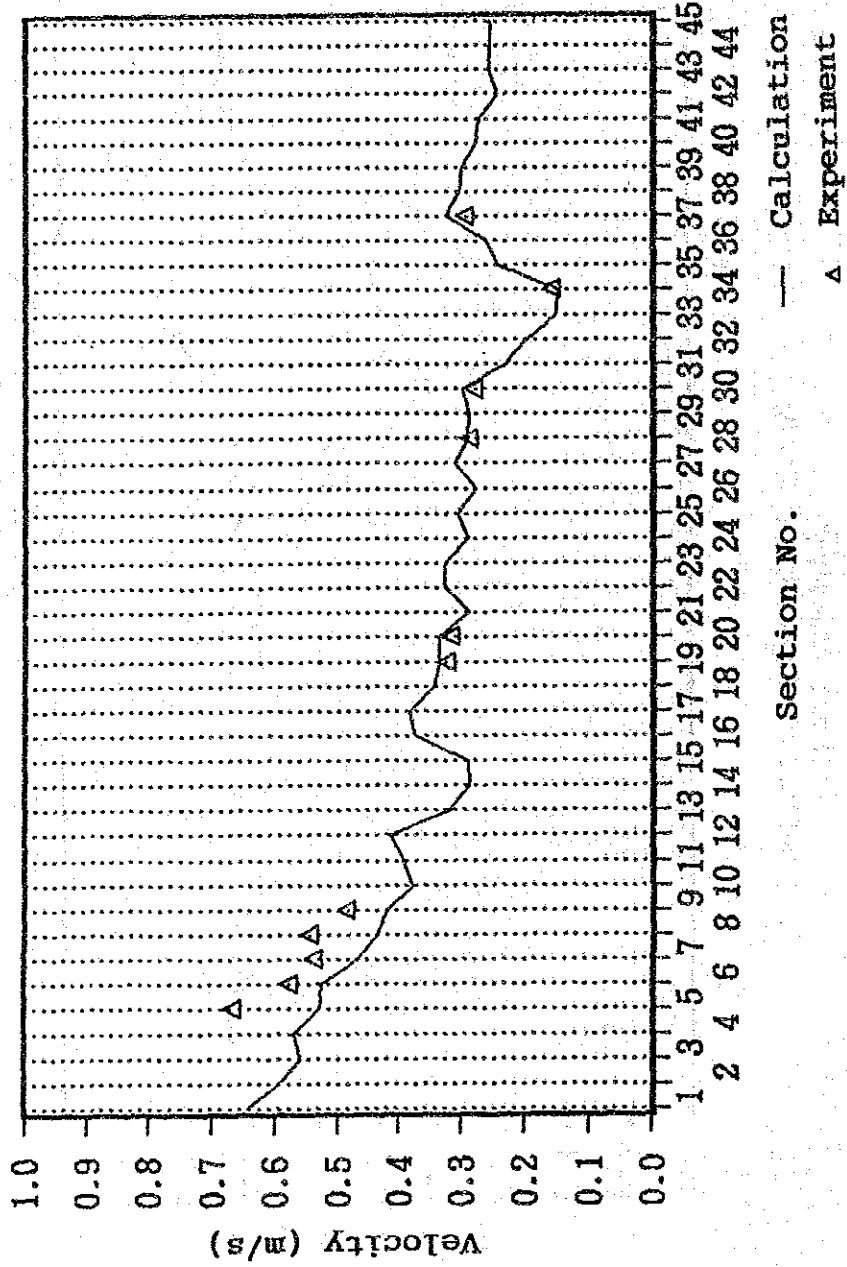


Fig. 3 velocity (3)
In Flood Flow without Power Plant

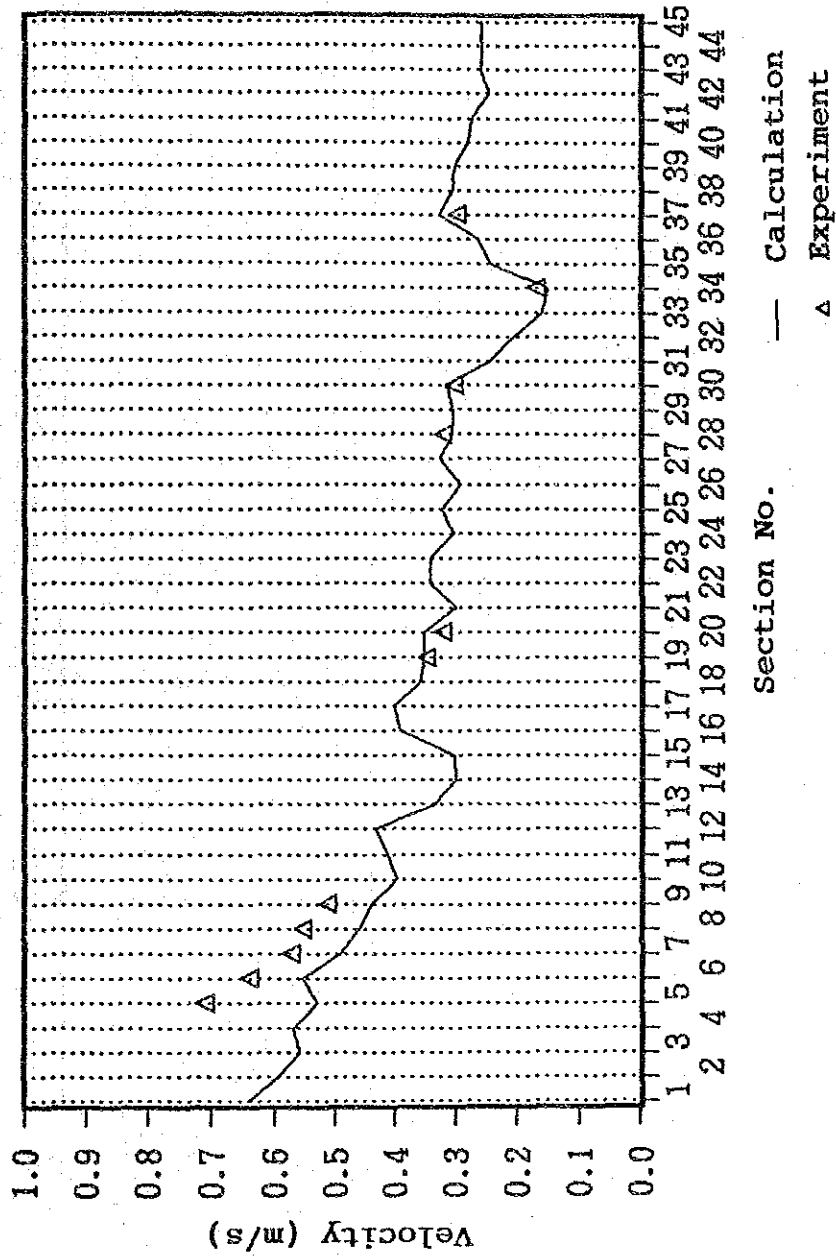
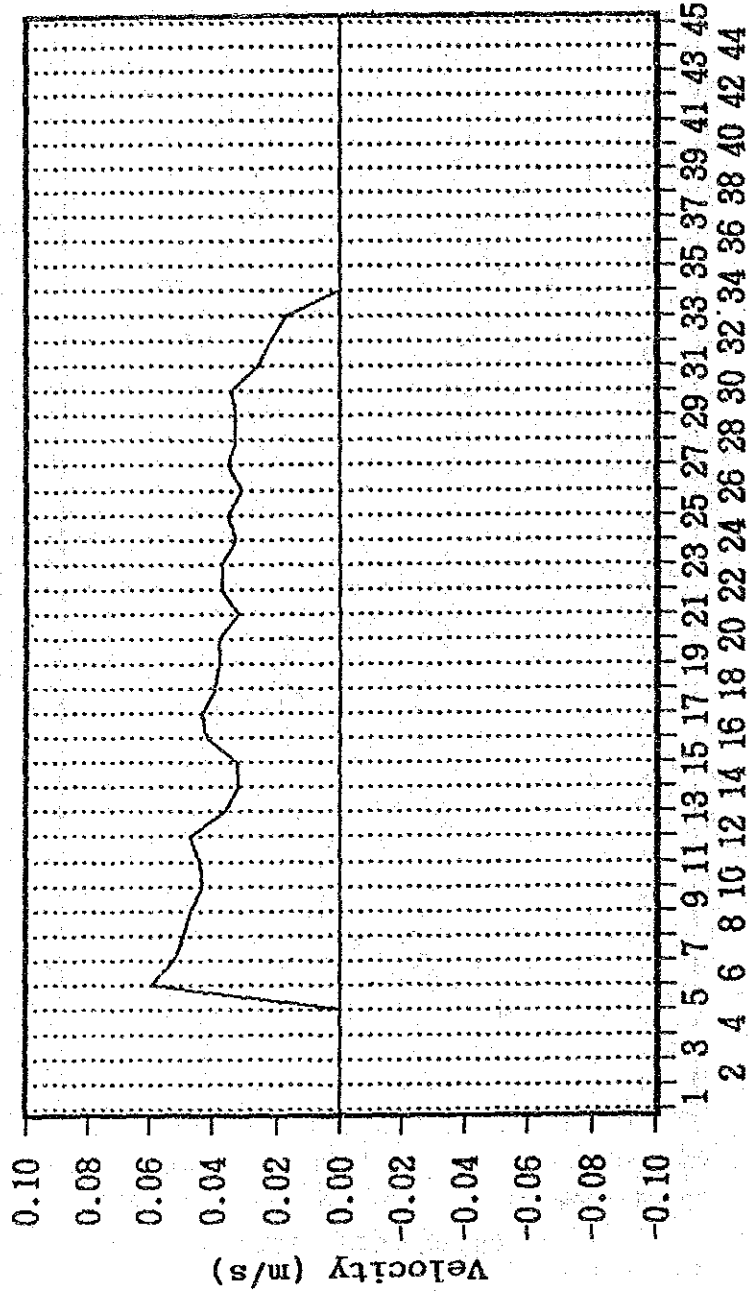
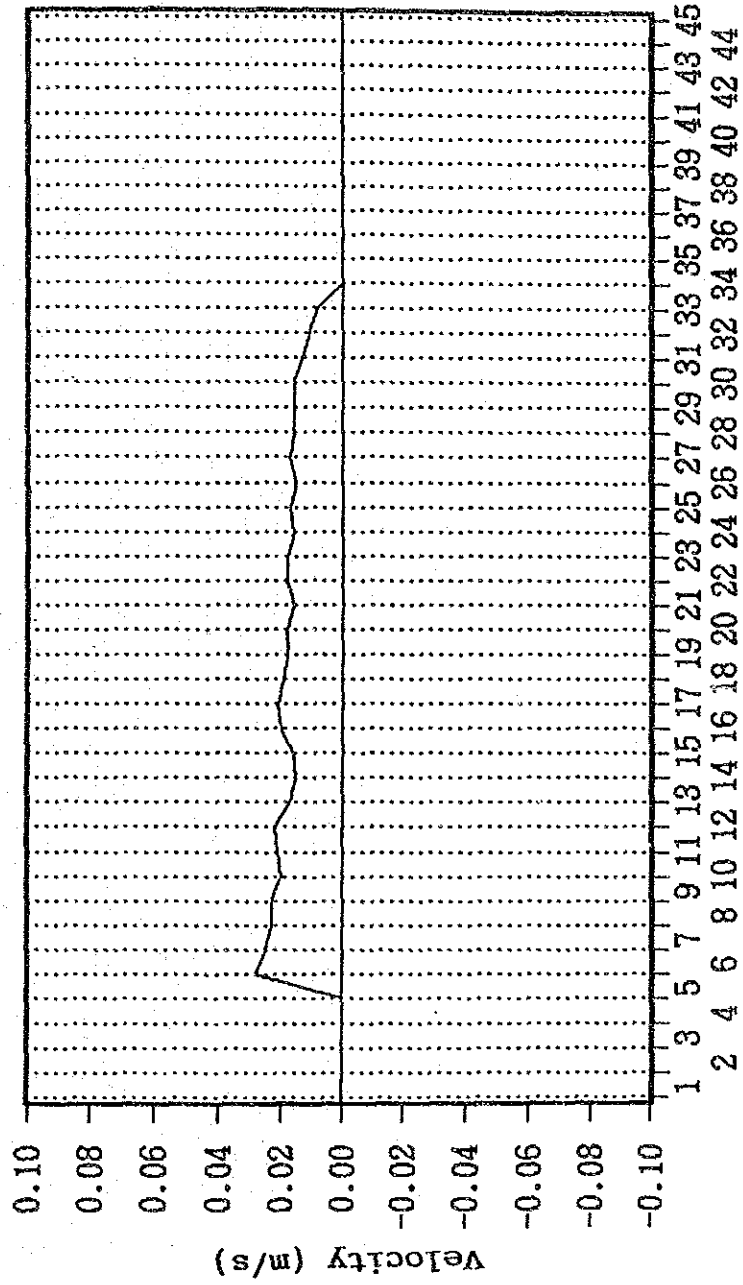


Fig. 2 Velocity (2)
At Slack Tide with Power Plant (7.5 m³/s)



Section No.

Fig. 1 Velocity (1)
At Slack Tide with Power Plant (3.6 m³/s)



Section No.

JICA