

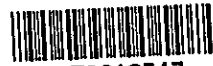
マレーシア

ラウブ電源開発計画調査報告書

昭和41年10月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1059610[4]

海外労働協業団	
受入 月日 '84. 5. 17	E11143
登録No: 05521	564.3
	SD

## は し が き

通産省は、マレーシア政府の要請に応じて、ラウブ電源開発計画調査を行なうこととし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

当事業団は、1966年2月に交換されたラウブ電源開発計画調査に関する日本・マレーシア両政府間の覚え書に基き、電源開発株式会社にその調査を行なわせ、その成果として、英文報告書 Feasibility, Report, Raub Hydro-Electric Development Scheme を作成し、マレーシア政府に提出した。この報告書がラウブ電源開発計画の推進に寄与し、同時にわが国とマレーシアとの友好親善および経済交流に貢献するならば、これにまさる喜びはない。

ここに、上記報告書と同じ内容の和文報告書を刊行するものである。関心を持つ方々のお役に立てば幸いである。

最後に、この調査にあたられた電源開発株式会社に謝意を表するとともに、調査の実施に協力された関係機関に厚くお礼申しあげる。

昭和41年10月

海外技術協力事業団

理事長 波 沢 信 一

## 伝 達 状

海外技術協力事業団

理事長 役 沢 信 一 殿

私は、ここにマレーシア国、ラウブ電源開発計画調査に関する報告書を提出することを光栄に存じます。電源開発株式会社は、現地調査期間中の当社の代表者として、柳内恭介を団長とする技師7名からなる調査団を編成し、マレーシア国に派遣しました。

調査団は、1966年8月1日から90日間現地において、マレーシア国政府と打合せのうえ、流域全体を踏査した結果にもとづき、計画概要をとりまとめ、予備報告書を作成し、マレーシア政府へ提出しました。引継いで計画地域の地形、地質調査、河川状況調査、電力市場調査、水文気象資料、工事費積算資料の収集、その他計画に必要な情報や資料の収集を行ないました。

日本国内においては、これらの資料を使用して、電源開発株式会社は同社のチーフエンジニアをはじめとして、水力発電計画、水力構造物設計、電力需給計画、送電計画などの各専門分野の技術者を動員して、本報告書を作成いたしました。

ラウブ電源開発計画は、パハン県ラウブ町付近の流域面積約112.7平方マイルにおよび、シヤ、リヤンおよびセンバン川に8発電所を建設し、総出力30,000KW、年間発生電力量191,800,000KWの電力を開発し、ラウブ、フレーザーヒルおよびクアラリピスの電力需用に引きあてるとともに、その残余の大部分を中央系統に送電し、首都クアラルンプールを中心として工業化が急速に進みつつある西部地域の電力需用にあてることができます。

この計画の実施には、約3年の工期と45,600,000\$Mの工事費を必要としますが、この計画の完成により、毎年約2,879,000\$Mの超過便益を期待することができます。

電力需用の面から、発電開始を早急に実施する必要があるため、精密設計を行なつて、発電所および送電施設の建設にすみやかに着手する必要があると考えられます。

おわりに現地調査の際、マレーシア政府経済企画庁、商工省、電力庁などの関係官公庁および在マレー大館の関係諸官の調査団への御支援、御協力に対し、深く感謝の意を表するものであります。

昭和41年10月

電源開発株式会社

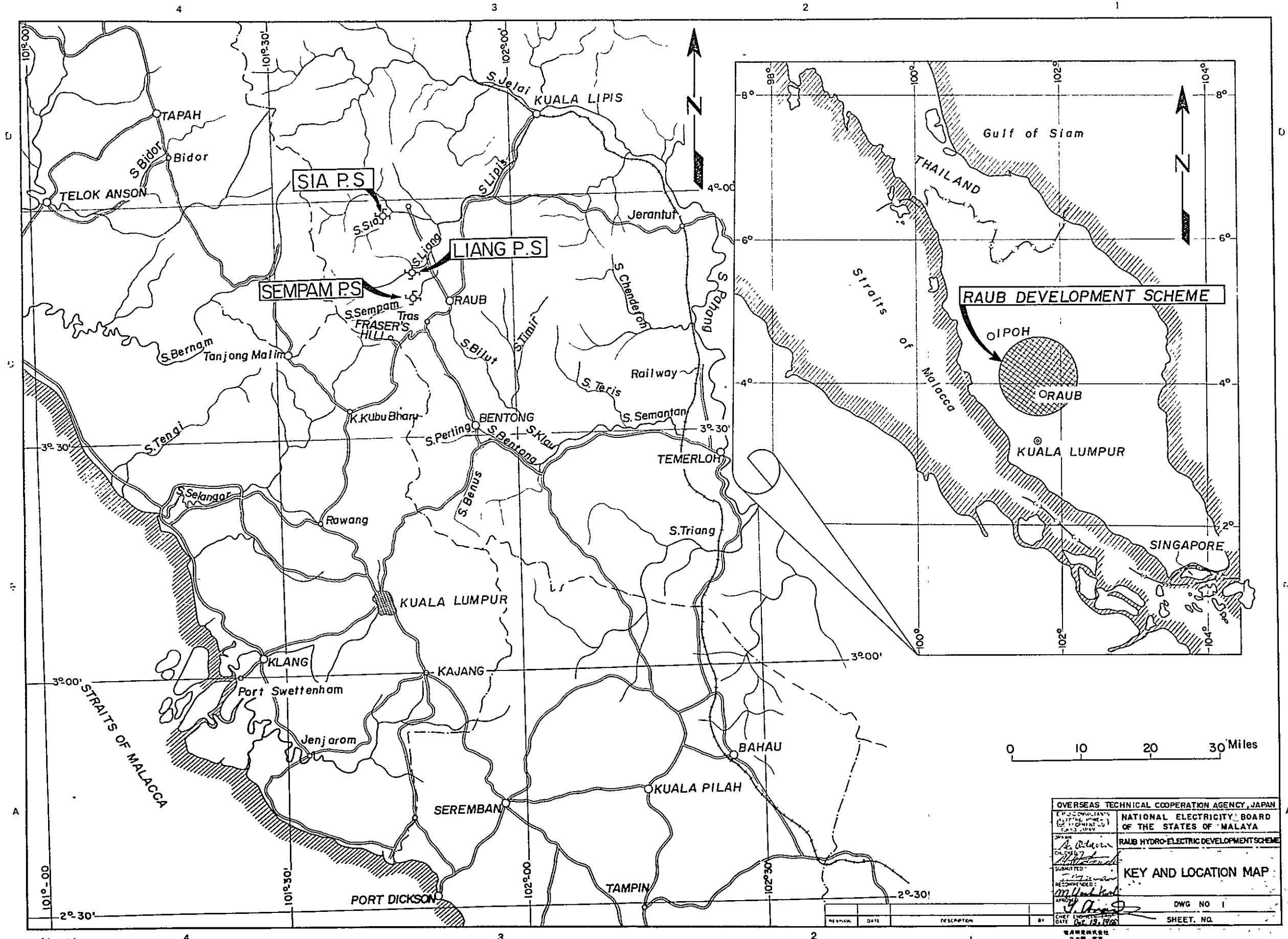
海外技術協力部長

吉 越 盛 次

# 目 次

第1章 緒 論 .....	1
1.1 経 緯 .....	1
1.2 報告書の目的と範囲 .....	1
1.3 調査と研究 .....	2
第2章 結論と勧告 .....	3
2.1 結 論 .....	3
2.2 勧 告 .....	4
第3章 需用想定 .....	5
3.1 関連地域 .....	5
3.1.1 関連地域のあらまし .....	6
3.1.2 電気事業の形態 .....	7
3.1.3 需給の現状 .....	8
3.2 需用想定 .....	8
3.2.1 Raub, Kuala Lipis および Fraser's Hill の需用想定 .....	8
3.2.2 損 失 率 .....	9
3.2.3 負 荷 率 .....	9
3.2.4 総合需要 .....	9
3.2.5 Western Network の需用想定 .....	9
3.3 需給バランス .....	9
3.4 開発の実施 .....	10
第4章 計画概要 .....	16
4.1 計画地域の概要 .....	16
4.2 計画概要 .....	16
4.2.1 一 般 .....	16
4.2.2 Liang 発電所 .....	16
4.2.3 Sia 発電所 .....	19
4.2.4 Sempam 発電所 .....	19
4.2.5 送電系統 .....	19
第5章 水 文 .....	21
5.1 測水所および気象観測所 .....	21
5.2 降 水 量 .....	21
5.3 流 出 量 .....	28
5.3.1 流量の推定方法 .....	28
5.3.2 計画地点の流量 .....	33
5.4 洪 水 量 .....	34
5.5 気温及び湿度 .....	36

第6章 地 質 .....	37
6.1 計画地域の地質 .....	37
6.2 ダム地点の地質 .....	37
6.3 水路経過地点の地質 .....	38
6.4 発電所地点の地質 .....	39
第7章 発生電力 .....	45
7.1 基本条件 .....	45
7.2 使用水量 .....	45
7.3 設備出力および保証出力 .....	58
7.4 電気機器の台数 .....	58
7.5 発生電力量 .....	59
第8章 予備設計 .....	64
8.1 設 計 .....	64
8.1.1 土木構造物 .....	64
8.1.2 水車および発電機 .....	66
8.1.3 送電設備 .....	68
8.1.4 構造物および設備の諸元 .....	68
8.2 工程および施工方法 .....	73
8.2.1 工 程 .....	73
8.2.2 施工方法 .....	73
第9章 工 事 費 .....	86
9.1 基本条件 .....	86
9.2 工事費総括 .....	87
第10章 経済評価 .....	97
10.1 有効電力および有効電力量 .....	97
10.2 年間費用と電力コスト .....	99
10.3 代替案との比較 .....	101
10.4 Raub 計画の年便益 .....	101
10.5 費用便益費 .....	104
付 録	
Appendix - 1 流量資料	
Appendix - 2 送電系統の計画	
Appendix - 3 工事費内訳	
Appendix - 4 “Assessment”による経済評価	
Appendix - 5 試掘ピットおよび横坑の柱状図	



(A-3)

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY JAPAN	
NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA	
RAUB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME	
KEY AND LOCATION MAP	
DWG NO 1	SHEET. NO.

NO.	REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY

DATE: 12.12.1965



# 第 1 章 緒 論

## 1.1 経 緯

### 1.1.1 既往の調査経緯

マレーシアは、近年、電気需要形態の変化、人口の急増、工業の著しい発展にともなう急速な電力需要の伸びに対して、電源開発の必要に直面している。この電力需要を満たすため、National Electricity Board (以下NEBと略記)は1949年制定の電気事業法にのっとり、政府の5ヶ年計画と歩調を合わせ、電力長期計画を推進している。

Raub 電源開発計画は、同国 Pahang 県 Raub 付近の Liang, Sia, Sempam 川の包蔵水力資源を開発せんとするものである。

この水力資源の調査は、コロラ計画により、1959年12月から1960年5月にかけて行なわれ、SiaおよびLiangの開発は経済的であると結論した。ただし、このとき、Sempam川の調査は行なわれなかった。

その後NEBはLiang, Sia, Sempam 川の3河川の電源開発について調査検討し、1965年2月、各河川の流量観測を含めて、計画地点のフィジビリティ調査をできるだけ早く開始するよう決定した。

### 1.1.2 本調査実施に至った経緯

1966年2月、マレーシア政府は同国の Pahang 県 Raub 付近の水力開発計画について、日本政府の技術協力を求め、開発計画を樹立するための調査団の派遣を要請した。この要請をうけて、日本政府は同国の経済技術開発事業の推進に協力することを決し、本調査事業の実施を政府実施機関である海外技術協力事業団に委託した。

1966年2月、本調査に関する両国政府間の覚書を取りかわし、1966年3月、海外技術協力事業団は、調査事業の効率的な運営を期して、電源開発株式会社の技師7名からなる調査団を編成し、マレーシア国に派遣した。調査団は1966年3月1日から5月29日にいたる間マレーシア国に滞在して、マレーシア政府と調査及び計画について打合せを行ない、その便宜と協力を得て、能率的に現地調査及び関係必要資料の収集を行った。

調査団帰国後、電源開発株式会社は調査団の集収資料をもとにして開発計画を検討し、フィジビリティ報告書を作成したものである。

## 1.2 報告書の目的と範囲

### 1.2.1 目 的

NEBは、この計画に必要な資金の一部に、世銀からの借入を希望している。本報告書は、NEBの世銀借入に応えるべく Raub 電源開発計画の技術的および経済的可能性について調査研究したものである。

### 1.2.2 範 囲

本報告書での、調査研究範囲は Raub 付近の水の資源を有効に、かつ経済的に開発計画を樹立する。そしてその発生電力をNEBで計画中の132KV送電線でKuala Lumpurへ、また、Raub, Fraser's HillあるいはKuala Lipisへも供給する。

なお、各発電所間の連絡送電線の計画についても付記する。

### 1.3 調査と研究

#### 1.3.1 現地調査

1966年3月1日から5月29日にいたる間、測量、測水、地質調査、計画に必要な資料収集を行なった。その概要は次のとおりである。

(a) 3月7日～3月22日まで、計画流域を踏査し、計画の概要ならびに、NEBで実施すべきボーリング位置、規模を示す予備報告書をNEBへ提出した。

(b) 3月23日～5月29日まで、開発計画その他について、NEBと随時打合せた。

(c) 3月22日～5月25日まで、K.Lipis-Tras No 45 M.S.から Sempam 発電所、取水口予定地点まで9.0 miles、Raub～Batu Talam No 5 M.S.から Liang 発電所、取水口、Hijan取水口予定地点まで14.3 miles、Raub-Batu Talam No 14, M.S. から Sia発電所、取水口付近まで5.9 miles、合計29.2 milesの水準測量を行ない、発電所、取水口予定地点付近にB.M.を設置した。

(d) 3月22日～5月25日まで、取水ダム、調圧水槽、発電所予定地点付近の地形測量を行った。また水圧管路、放水路予定中心線の縦断測量を行なった。

(e) 予備設計の作成に必要な水文資料はNEBから提出されたが、測水所の水位流量、曲線を決定する目的で、3月22日から5月25日まで、各測水所について数回測水を行なった。

(f) 3月22日から5月25日まで、流域全体の地質踏査を行うとともに、取水ダム、調圧水槽、発電所予定地点で、地質状況を確認するため、横坑2ヶ所、(50 yd)および立坑8ヶ所(30 yd)による試掘を行なった。

(g) 本計画の電源開発の必要性を確認するため、電力需要の発展動向および電力使用の実態調査を行なった。

このほか、水文気象資料、工事費積算に必要な資料、その他、本計画に必要な情報や資料の収集を行なった。

上記現地調査のため電源開発株式会社は、7名の技師、すなわち団長以下、土木技師2名、電気技師1名、地質専門家1名、測量技師2名を派遣した。

#### 1.3.2 国内作業

1966年5月30日から1966年10月31日にいたる間、日本国内において、上記の現地調査資料を使用して、電源開発株式会社のチーフエンジニアをはじめとして、水力開発計画、水力構造物設計、電力需給計画、送電計画などの各専門分野の技師が作業にあたった。計画の詳細検討、電力需用の検討、水文解析、予備設計、工事数量、工事費積算、経済分析を行なって、本報告書を作成した。

## 第 2 章 結 論 と 勧 告

### 2.1 結 論

調査研究の結果、Raud 電源開発計画について次の結論に達した。

(a) Raud および Kuala Lipis は中部山岳地域の中心都市として発展し、農林業を主体とし、製材、木工、農産物加工等の軽工業が期待される。

この地域の電力需要は現在約 1,220 kW で、今後の電力需要の伸び率は 8.5 % と想定される。この結果、Raud, Kuala Lipis および Fraser's Hill の発電端、<sup>(電力需要は 1971, 80, 90 年でそれぞれ約 2,050 kW, 4,000 kW, 8,200 kW 見込まれる。この需要の伸びに対して、1971 年には、既設ディーゼル発電設備では供給力が不足するので新規電源を開発しなければならない。</sup>

(b) Raud 付近の Liang, Sia, Sempam 川の包蔵水力を有効に開発すれば、Raud 地域の需要を充分まかなえるばかりでなく、さらに余剰電力を Kuala Lumpur まで送電することができる。

Raud Scheme の送電端電力コストは 2.11 cts/unit で、かなり低廉であって、火力発電所の燃料節減が大いに期待出来る。

代替プロジェクトとして、66 kV 送電線を建設して中央系統から Raud へ送電する案と Raud 地区にディーゼル発電所を設置する案について検討したが、その結果いずれの案も Raud 計画よりも割高である。

(c) Raud 電源開発計画は Liang, Sia および Sempam の 3 発電所から成り立ち、総出力 30,000 kW、年間発生電力量 191,800,000 kWh である。発電方式は取水口、沈砂池、導水路トンネル、調圧水槽、水圧管路および発電所からなる自流式である。

Liang, Sia 発電所の発生電力を 66 kV の送電線で、Sempam 発電所へ送電し、Sempam 発電所の電力も合わせ 132 kV および 11 kV に変圧し、それぞれ Kuala Lumpur 周辺および Raud 周辺に送電する。

各発電所の主な諸元は次のとおり。

	Liang	Sia	Sempam	計
最大使用水量 (cfs)	250	160	130	
有効落差 (cfs)	820	770	700	
最大出力 (kW)	15,000	8,500	6,500	30,000
常時出力 (kW)	6,800	2,600	1,800	11,200
年間発生電力量 ( $\times 10^6$ kWh)	98.8	54.3	38.7	191.8

(d) Raud 電源開発計画の建設期間は 36 ヶ月である。1970 年末運転開始するために、本工事に先立って 1967 年 11 月から工事用道路工事に着手し、その完成をまって 1968 年 6 月から本工事に着手すべきである。

(e) Raud 電源開発計画に要する工事費は送電線を除き 45,600,000 \$M で、そのうち外貨分、25,030,000 \$M、現地通貨分 20,570,000 \$M である。工事費のうち建設中利息は 3,100,000 \$M であって

年率外貨分 5.75% 現地通貨分 6% として計算された。

(f) Raub 電源開発計画の年間発生電力量は発電端で 191,800,000 kWh である。年間有効電力量は、184,000,000 kWh で、平準年経費 3,892,000 \$M を除して得られる平準年の有効電力コストは 2.11 cts/unit となる。

(g) Raub 水力発電所の耐用 60 年間の平準化された年間便益は 6,981,000 \$M と見積られる。これは代替案として、local 需要分に対してディーゼル発電所を Central Network に送られる電力のうち、常時分に対して火力発電所を想定した。

また、Central Network に送られる電力のうち、常時分以外は既設火力発電所の燃料たき減らしに貢献するものとした。

一方 Raub 電源開発計画の年間経費は 3,892,000 \$M であるから超過便益は 3,089,000 \$M となり、また費用便益比は 1.79 である。

(h) 最後に、Raub 電源開発計画の設計施工にあたり、技術上特に問題は無い。

## 2.2 勧告

結論でのべたように Raub 電源開発計画は経済的見地からもまた、技術的見地からもフィージブルである。

この計画の実施は、Raub 地区および Kuala Lumpur を中心とした西部地域の社会的および経済的状態を改善し、住民の生活水準の向上をもたらす、マレーシア国の経済発展に大きく貢献する。

Raub 電源開発計画の電力は、代替案にくらべてかなり低廉である。Raub 地区のディーゼル発電の代替として期待され、また Central Network の火力発電のたき減らし効果を期待でき、運転開始と同時に発生電力をすべて消費できるので、速やかに着工準備を進めることを勧告する。

## 第 3 章 需用想定

### 3.1 関連地域

#### 3.1.1 関連地域のあらまし

本計画によって得られる電力は Raub およびその周辺の Fraser's Hill, Kuala Lipis へ送電されると共に、残余の電力を 132 KV 送電線によって Kuala Lumpur を中心とする需用の中心地へ供給する。

Raub は中央山岳地帯に位置する。Kuala Lumpur に位置する。Kuala Lumpur の東北 75 Miles にあたり、途中 Bentang を経て、Kuala Lumpur に連絡する。Raub 周辺の主要な経済活動は、ゴムの植林とかつては金の採掘が行なわれ、また計画地点の下流域で木材の搬出が盛んである。近郊を含めて人口約 18,300 人の Raub が、行政、教育、経済活動の中心となっている。

Fraser's Hill は Raub から 24 Miles の標高 4,300 ft の中央山脈に位置する。この地は自然景観に恵まれ、1919 年以来観光地として発展してきた。人口は 940 人である。

Kuala Lipis は Raub から北北東約 37 Miles に位置し、中央山岳地帯を通過する鉄道の要衝であり、人口は近郊を含めて 10,300 人で、Lipis 地方の行政、教育、経済活動の中心地である。

#### 3.1.2 電気事業の形態

Raub, Fraser's Hill, Kuala Lipis における電力供給はそれぞれ独立した系統によって行なわれている。

Raub およびその近傍への供給は、既設 Sempam 水力発電所 (1,235 KW) より、8 哩の 11 KV 送電線によって行なわれている。この発電所は 1918 年の建設で、設備は老朽し、全面的な改造を行なわない限り今後長期の使用を期待し得ない状態である。その他、合計 898 KW のディーゼル発電設備がある。

Kuala Lipis および Fraser's Hill にはそれぞれ、652 KW および 300 KW のディーゼル発電設備がある。

各地区の電力供給は NEB によって営なまれている。NEB は電気事業法に基づき、マラヤ地域における電力供給をつかさどる政府機関として、1949 年 9 月 1 日創立された。

NEB は本部を Kuala Lumpur に置き、財務管理、発電所および送電線の保守運用、電力の販売計画、ならびに主要工事の管理他の電気事業者の認可等を統轄する。

1949 年 NEB の設立以来、漸次電力供給施設が拡充され、1964 年には設備出力 487,900 KW、発生電力量 1851 GWh に達した。1964 年における電力供給設備および発生電力量を Table-3.1 および Table-3.2 に示す。

Table - 3.1 Existing Power Plants

Year 1964

Area	Type of Prime Mover	N E B		Others		Total	
		Number of Power Stations	Installed Capacity (KW)	Number of Power Stations	Installed Capacity (KW)	Number of Power Stations	Installed Capacity (KW)
Northern	Diesel	6	19,640	64	11,336.16	70	30,976.16
	Steam	-	-	3	158,450	3	158,450
	Hydro	3	106,400	2	29,264	5	135,664
	<u>Total</u>	9	126,040	69	199,050.16	78	325,090.16
Central	Diesel	1	56	7	791	8	847
	Steam	1	80,000	-	-	1	80,000
	Hydro	1	2,288	-	-	1	2,288
	<u>Total</u>	3	82,344	7	791	10	83,135
Southern	Diesel	20	11,058	43	3,099.5	63	14,157.5
	Steam	2	50,000	-	-	2	50,000
	Hydro	-	-	-	-	-	-
	<u>Total</u>	22	61,058	43	3,099.5	65	64,157.5
Eastern	Diesel	26	14,262	2	42	28	14,304
	Steam	-	-	-	-	-	-
	Hydro	1	1,235	-	-	1	1,235
	<u>Total</u>	27	15,497	2	42	29	15,539
Grand Total	Diesel	53	45,016	116	15,268.66	169	60,284.66
	Steam	3	130,000	3	158,450	6	288,450
	Hydro	5	109,923	2	29,264	7	139,187
	<u>Total</u>	61	284,939	121	202,982.66	182	487,921.66

Table - 3.2 Gross Units Generated in The Federation

Type of Prime Mover	Year 1964		
	Units Generated by Public Utilities Millions Percentage	Units Generated by Mining Installations Millions Percentage	Units Generated by Other Private Installations Millions Percentage
STEAM	*1,031.981 61.45	-	-
DIESEL	149.341 8.89	78.416 86.57	80.651 100.00
HYDRO	498.191 29.66	12.162 13.43	-
<u>TOTAL</u>	<u>1,679.513 100.00</u>	<u>90.578 100.00</u>	<u>80.651 100.00</u>
			<u>1,850.742 100.00</u>

\* 300,080 units purchased from Singapore for use in Johore Bahru not included.

Table - 3.3 General features of Local Power Stations

Local Power Stations	Type of Prime Mover	Installed Capacity (KW)	Max. Demand (KW)	Energy Demand (KWh)
	Hydro	1,235	560	1,727
Raub	Diesel	898	(Stand by)	460
	<u>Total</u>	<u>2,133</u>	<u>560</u>	<u>2,187</u>
Fraser's Hill	<u>Diesel</u>	<u>300</u>	<u>254</u>	<u>804</u>
Kuala Lipis	<u>Diesel</u>	<u>652</u>	<u>410</u>	<u>1,622</u>

### 3.1.3 需給の現状

Raub, Fraser's Hill および Kuala Lipis における 1964 年の需給状況は Table-3.3 のとおりである。

Raub 計画の電力は、これらの地域へ供給されると共に、余剰分は Kuala Lumpur を中心とする中央 (Central Network) 地区に供給される。

Central 地区はカメロンハイランド (Cameron Highland) の水力およびコンノードブリッジ (Connought Bridge), マラッカ (Malacca) の火力を主体電源とし、Cameron Highland と Kuala Lumpur を結ぶ 132KV 送電線、Malacca と Kuala Lumpur を結ぶ 66KV 送電線の 2 系統によって、いわゆる Central Network を構成し、供給される。

1964 年におけるこの地域の需用は約 562 GWh であって現有の水火力設備では、需用の伸びに対して充分でなく、NEB はこれに対処すべく プライ (Prai 60MW), ウォー (Woh 154MW), ポートディクソン (Port Dickson 120MW) 等の発電所を建設中である。また 1966 年に予定されている Prai と Wah 間の 132KV 送電線の完成によりマレーシアの産業の殆んどが集中している。半島西海岸をカバーする Western Network が構成される。

## 3.2 需用想定

需用想定は NEB から得た資料によって検討した。Raub 地区の需用想定を主として検討し、Central Network の需用想定にも簡単にふれる。

### 3.2.1 Raub, Kuala Lipis および Fraser's Hill の需用想定

#### (a) Raub および Kuala Lipis 地区

この地区は、中部山岳地域の中心都市として発展し、農林業を中心とし、製材、木工、農産物加工の軽工業が期待される。

NEB の資料によれば、1990 年代の全マレーシアの人口一人あたりの電力消費量は、860 kWh/人 と想定される。

この地区の鉱業需用が期待し得ない点で考慮して 1990 年代の人口一人あたりの電力消費量は約 500 kWh/人 程度と想定される。

この地区の人口増加率は年 3% であり、このまま推移すれば 1963 年 28,000 人が 30 年後には 67,700 人となる。

現在のこの地区の人口一人あたりの電力消費量は 112 kWh/人 であるから、年平均伸び率は 8.6% となる。

#### (b) Fraser's Hill 地区

Fraser's Hill は、今後共観光地として発展する。したがって商業用の需用が多く、1963 年で人口一人あたり 637 kWh/人 である。1958 年～64 年の負荷曲線によれば、年率 9.5% の伸びであり、今後このまま推移するものとした。



### 3.2.2 損失率

NEBの電力系統における損失率は1964年の実績によれば、Table-3.4に示すとおりである。また1963年の実績は総合で15.1%であり、系統の整備、合理化にともない、所内、送配電ロス等が漸次低下する傾向がある。

よって総合損失率を次のように想定した。

Raub	12%
Kuala Lipis	16%
Fraser's Hill	16%

### 3.2.3 負荷率

NEBの63年、64年の負荷率はFig-3.1のとおりである。負荷が1,500kW以上になれば、負荷率は50%以上となる。

需用の伸びを考慮して、1964年において、Raub,Kuala Lipis地区45%、Fraser's Hill地区36%に対して30年後それぞれ55%、50%と漸増するものとした。その経年変化をFig-3.2に示す。

### 3.2.4 総合需用

前項でのべた総合損失率を考慮して各地区の発電端kWh需用を計算し、集計した。このkWhから負荷率を考慮してkW需用を計算した。その結果をTable-3.5に示す。

電力量および電力需用の伸び率はそれぞれ8.5%および7.6%である。

伸び率は1956年～1964年間の実績、この地方の生活水準、産業発展の状況から妥当なものと考えられる。

### 3.2.5 Western Networkの需用想定

NEBの資料によれば、全マラヤにおいて、電力量需用の伸び率は1969年まで7.2%、1976年まで7.4%、1984年まで7.6%である。また、電力需用の伸び率は1969年まで7.4%、1976年まで7.9%、1984年まで8.0%である。load factorは約66%と想定される。

この全マラヤの需要から、Western Networkと、それ以外の地区とに分けた結果をfig-33およびfig-34に示す。

## 3.3 需給バランス

Raub, Kuala Lipis および Fraiser's Hill の local demand は

	Max.Dewand	Energy Dewand
1976年	2,950kW	12,100MWh
1986年	6,140kW	27,300MWh
1996年	12,800kW	61,700MWh

である。Raub計画の水資源を開発すれば、このLocal loadに供給した余剰分をWestern Networkへ供給することが出来る。

Western Networkは、調整能力、発電特性を異にする多数の火力、水力によって系統構成され、各発電所が相互に補完し合いながら、運転され、この地域の需用に応じて漸次供給力が拡大されつゝある。(Fig

- 3.3 および Fig - 3.4 参照)

自流式発電所として開発される Raub 計画の供給力は調整能力をもった発電所に比べて Firm power が相対的に小さい。Local load の伸びにともなって、Western Networkへ送り出される電力と電力量は逐年減少し、Firm Power としての電力は、電力量よりも先に消失する。

したがって、Raub 計画の完成により運転開始頭初においては設備節減効果よりもむしろ系統中の火力の運転経費（主として燃料費）を低減する効果、すなわち火力の焚減らし効果の比重が高い。

### 3.4 開発の実施

Raub, Fraiser's Hill および Kuala Lipis の現有設備は、ディーゼルおよび老朽化した水力を含めて 2,085 MW である。Table - 3.5 から明らかなように、1971年には、この地区の発電端需用は、約 2,050 MW に達し、diesel 発電の増設、乃至は水力設備の更新を計らなければならない。

一方、Kuala Lumpur を中心とする西部地域の需用は、1971年頃には、大容量の水、火力発電所の完成によって、充足されるが、火力発電のウエイトが大きい。第10章で述べるように Raub 計画で発生する電力コストは、既設火力のコストにくらべて極めて低廉であるから、Raub 計画の発生電力によって、これら火力発電のたき減らし効果（輸入燃料の節減）を大いに期待できる。

また、今後、重油価格の漸高が予想されるので、1日も早く開発すべきである。

以上の背景のもとに、計画規模も考慮のうえ、おそくとも1970年末までに完成すべきである。

Table - 3.4 Loss Percentage

Network & Power Station	Units generated (MWh)	Units Used			Loss Percentage (%)				
		in Stations	on Works	in Trans- mission	in Stations	on Works	in Trans- mission		
Central Network	785,190	31,785	9,128	73,294	114,207	4.0	1.2	9.3	14.5
Johore Bahru (Steam Station)	79,270	5,745	1,265	5,975	12,985	7.3	1.6	7.5	16.4
Bulk Supplies	95,949	3,636	117	7,732	11,485	3.8	0.1	8.1	12.0
Diesel Station	110,588	3,192	1,935	9,919	15,046	2.9	1.7	9.0	13.6
<b>Total</b>	<b>1,070,996</b>	<b>44,358</b>	<b>12,446</b>	<b>96,920</b>	<b>153,724</b>	<b>4.1</b>	<b>1.2</b>	<b>9.1</b>	<b>14.4</b>

Network & Power Station	Units generated (MWh)	Units Used			Loss Percentage (%)				
		in Stations	on Works	in Trans- mission	in Stations	on Works	in Trans- mission		
Raub	2,187	75	108	189	372	3.4	4.9	8.7	17.0
Kuala Lipis	1,622	54	34	139	227	3.3	2.1	8.6	14.0
<b>Total</b>	<b>3,809</b>	<b>129</b>	<b>142</b>	<b>328</b>	<b>599</b>	<b>3.4</b>	<b>3.7</b>	<b>8.6</b>	<b>15.7</b>

Fig.- 3.1. Correlation Between Load Factor and Maximum Demand in 1963, 1964

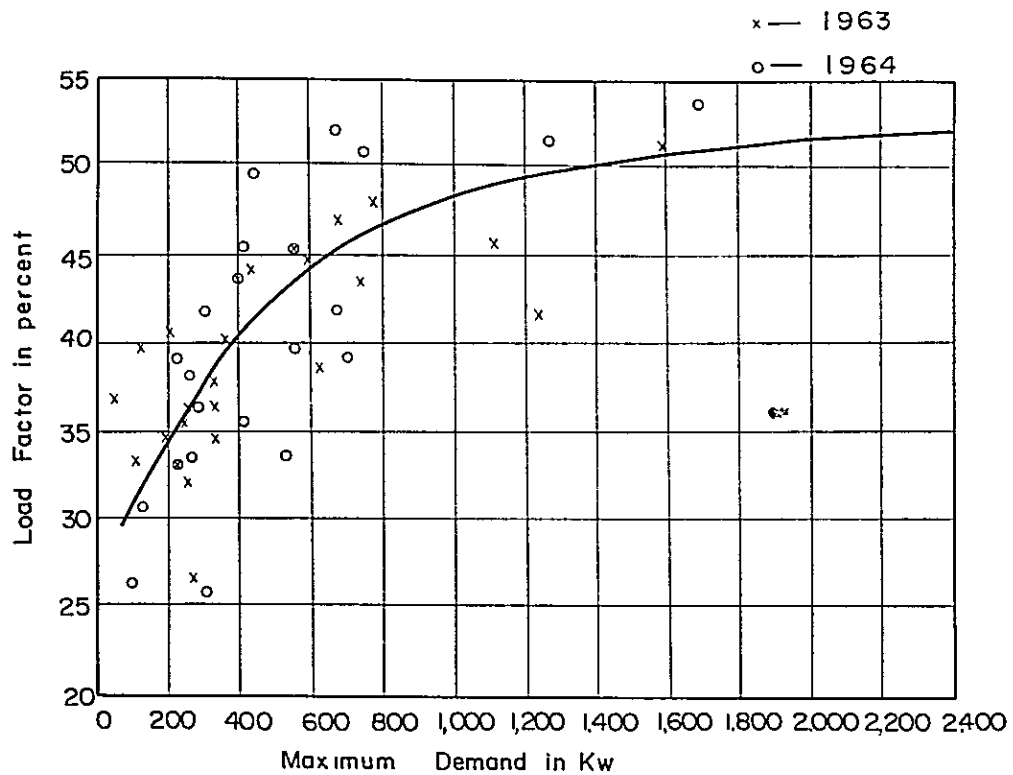


Fig-3.2 Assumed Load Factor in Future

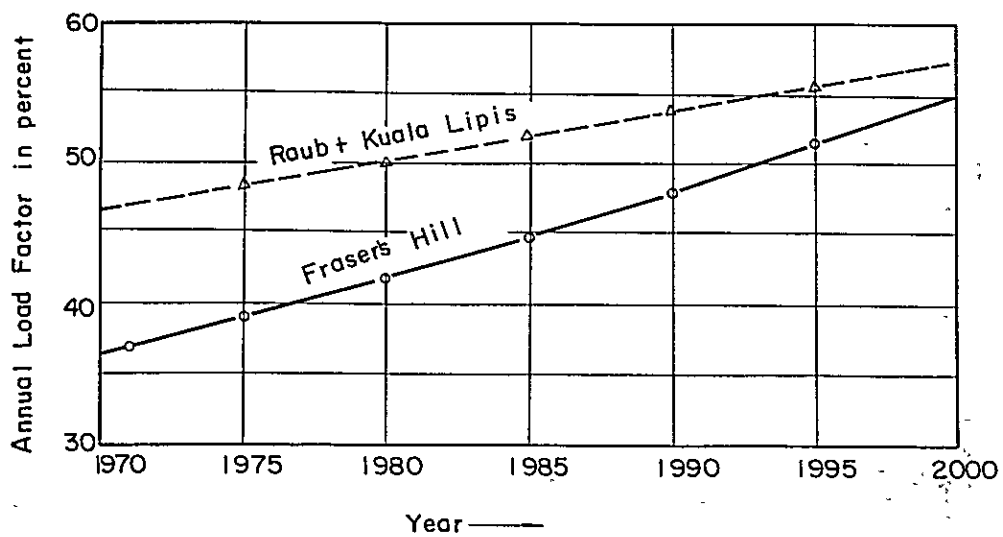


Table - 3.5 Load Forecast in Raub, Kuala Lipis and Fraser's Hill

Year	Total Demand at Consuming End (MWh)			Total Demand at Generating End (MWh)			Maximum Demand (KW)			
	Raub	Kuala Fraser's Hill		Raub	Kuala Fraser's Hill		Raub	Kuala Fraser's Hill		Total
		Lipis	Hill		Lipis	Hill		Lipis	Hill	
1963	1,800	1,300	500	2,000	1,600	600	520	410	210	1,140
1971	3,500	2,400	1,100	4,000	2,800	1,300	950	700	400	2,050
1972	3,800	2,600	1,200	4,300	3,100	1,400	1,020	750	430	2,200
1973	4,100	2,800	1,300	4,700	3,300	1,500	1,100	810	460	2,370
1974	4,400	3,000	1,400	5,000	3,600	1,700	1,190	860	500	2,550
1975	4,800	3,700	1,600	5,100	3,800	1,900	1,280	920	540	2,740
1976	5,200	3,500	1,700	6,000	4,100	2,000	1,380	980	590	2,950
1977	5,700	3,700	1,900	6,500	4,400	2,200	1,490	1,050	630	3,170
1978	6,200	4,000	2,000	7,100	4,800	2,400	1,610	1,120	680	3,410
1979	6,700	4,300	2,200	7,600	5,200	2,600	1,740	1,200	740	3,680
1980	7,300	4,700	2,400	8,300	5,600	2,900	1,880	1,280	790	3,950
1981	7,900	5,000	2,700	9,000	6,000	3,200	2,020	1,370	820	4,210
1982	8,600	5,400	2,900	9,800	6,400	3,500	2,180	1,470	930	4,580
1983	9,300	5,800	3,200	10,600	6,900	3,800	2,360	1,570	1,000	4,930
1984	10,200	6,300	3,500	11,500	7,500	4,200	2,540	1,680	1,080	5,300
1985	11,000	6,800	3,900	12,500	8,100	4,600	2,740	1,790	1,170	5,700
1986	12,000	7,300	4,200	13,600	8,700	5,000	2,960	1,920	1,260	6,140
1987	13,000	7,800	4,600	14,800	9,300	5,500	3,190	2,050	1,360	6,600
1988	14,100	8,500	5,100	16,000	10,100	6,000	3,450	2,190	1,470	7,110
1989	15,300	9,100	5,500	17,400	10,800	6,600	3,720	2,340	1,590	7,650
1990	16,700	9,800	6,100	18,900	11,700	7,200	4,010	2,500	1,720	8,230
1991	18,100	10,600	6,600	20,500	12,600	7,900	4,330	2,680	1,850	8,860
1992	19,000	11,400	7,300	22,300	13,500	8,700	4,670	2,860	2,000	9,530
1993	21,300	12,200	8,000	24,200	14,600	9,500	5,040	3,060	2,160	10,260
1994	23,200	13,200	8,700	26,300	15,700	10,400	5,440	3,270	2,340	11,050
1995	25,200	14,200	9,500	28,600	16,900	11,400	5,870	3,490	2,520	11,880
1996	27,300	15,300	10,500	31,000	18,200	12,500	6,330	3,740	2,730	12,800

Fig.-3.3. Energy Demand

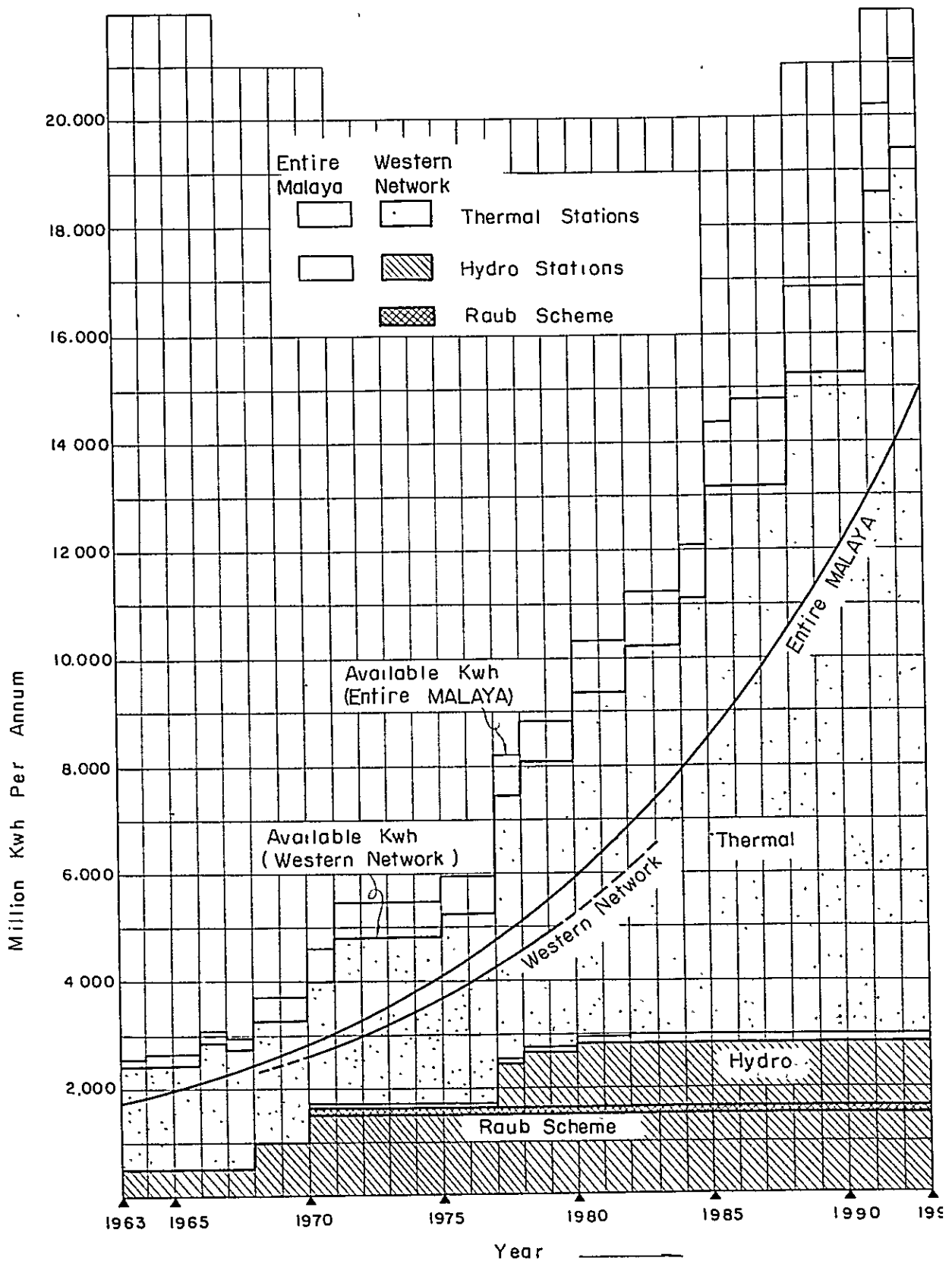
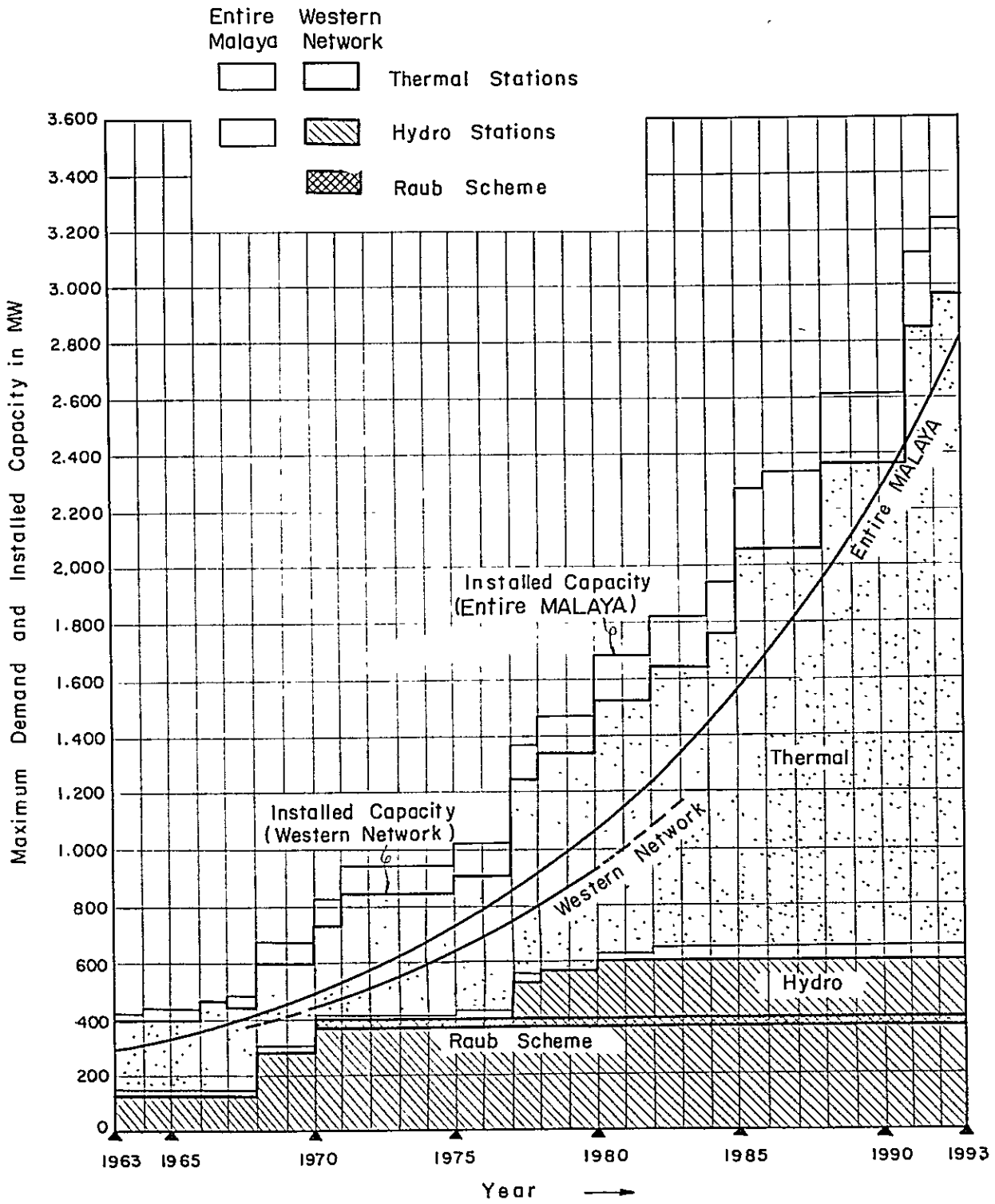


Fig.- 3.4 Maximum Power Demand



## 第 4 章 計画概要

### 4.1 計画地域の概要

Liang, Sia および Sempam 川は、標高約 6,000 ft の中央山脈に源を発し、Raub の北方を東へ流れ、合流後 Lipisul となる。さらに、多数の支流を合わせ、Pahang 川となり、東支那海に注ぐ。

流域面積は、Liang, Sia および Sempam 川それぞれ 58.3, 24.3 および 30.1 平方哩、合計 112.7 平方哩である。流域内の年間雨量は 100" ~ 110" である。年間を通じて比較的降雨量の変動が少なくまた、流域の大部分が風化層の厚い花崗岩であり、かつ深いジャングルでおおわれているので、年間流量も割合一定している。

河川勾配は  $1/20 \sim 1/40$  できわめて急流である。したがって短い水路で高落差がえられ、水力発電地点に適している。

流量の日較差が若干見られるので、調整池を設けることが望ましい。しかし、踏査の結果、調整池を設けるのに、適当な地点がなかった。これは河川勾配が  $1/20 \sim 1/40$  であること。ダム基礎岩盤、特に両サイドが 200 ~ 250 ft の厚いオーバーバードン (overburden) におおわれていること、流出土砂量が極めて多いこと等のために、ダムの工事費が増大し、調整池を有する開発方式では、自流式にくらべて経済的でないからである。

したがって自流式として開発しなければならない。

### 4.2 計画概要

#### 4.2.1 一般

Raub 計画は Liang, Sia, Sempam 3 発電所から成立っている。

Sia 川は Liang 川から位置的にかなり離れており、これを組合せて開発することは分水トンネルが極めて長大となるので明らかに経済的に不利である。したがって Sia 川は池の河川と分離して計画した。

Liang 川と Sempam 川は、分水トンネルによって連絡可能と考えられたので、種々検討した結果、Liang 川と Sempam 川をそれぞれ単独に開発する 2 発電所計画と、Sempam 川を Liang 川へ分水して 1 発電所とする計画が選定された。この 2 つの比較案についての検討結果は表-4.1 に示すとおりで、長大トンネルのない 2 発電所案が技術的にも経済的にも有利である。

#### 4.2.2 Liang 発電所

Liang 発電所は Liang 川と Jernen 川の合流点から約 1,000 ft 下流の標高 1,440 ft 付近および支流 Hijau 川からも取水し、2,1800 ft の導水路によって、最大出力 15,000 kW、年間発生電力量  $98^8 \times 10^6$  kWh を発電する。最大使用水量は 250 cfs、有効落差 820 ft である。

導水路は内径 8' ~ 0", 長さ 2,1800 ft の圧力トンネルである。支水路は内径 6' ~ 10", 長さ 5,100 ft の無圧トンネルである。

トンネルの通過地域は花崗地帯で、250 ~ 300 ft の厚い overburden でおおわれている。

トンネルルートはできるだけこの堅硬な岩盤内を通ずること、トンネル 1 本の長さを 6,000 ft とし



Table 4.1 Comparison of Alternative

Items	Alternative - I	Alternative - II
Brief Description of Alternative	Liang and Sempam developed as two separate schemes	Sempam diverted to Liang, then developed one scheme
Number of Power Station	2	1
Installed Capacity (KW)	2 1,5 0 0	2 0,0 0 0
Firm Power (KW)	8,6 0 0	8,2 0 0
Energy generated (GWh)	1 3 7.5	1 2 2.5
Construction Cost (10 <sup>3</sup> \$M)	3 7,3 0 0	3 4,9 0 0
Generation	3 3,6 0 0	3 1,2 0 0
Transmission	3,7 0 0	3,7 0 0
Construction Cost per kWh		
Generating End (cts.M)	2 4. <sup>2</sup>	2 5.5
Transmitting End (cts.M)	2 7. <sup>1</sup>	2 8.5
Ecess Benefit B - C (10 <sup>3</sup> \$M)	1,9 1 0	1,5 6 0
Cost per kWh (cts.M) with transmission	1.7 7	1.8 5

適宜横坑を設けること。風化層を通過する部分はすべて巻立てるものとし、堅硬な岩盤内でも、浮石、濡水小断層等に対処するため若干巻立てることを基本方針として、横坑数、工期の差による建設中利息、over-head cost を考慮のうえ、最も経済的なルートを選定した。このルートの大部分は堅硬な岩盤内をとり多数の横坑を設けることにより、各方面から同時に掘削できるので、トンネル施工上、特に問題はない。

水槽予定地点の地質は風化層が厚く、岩盤がきわめて深い所にある。したがって、無圧式トンネルと水槽ならびに圧力式トンネルと調圧水槽の組合せについて、鉄管路を含めて経済性の検討を行った。

無圧式トンネル、水槽の組合せは水槽工事費が高くなる傾向がある。すなわち、水槽を地表からある程度深いところに設けなにかぎり、将来起りうる水槽からの透水によって、基礎の支持力の低下が予測されるために、水槽の安全性がおびやかされる。また、余水吐を併置することも不可欠である。トンネルについては無圧式であり、そのルートを十分堅硬な岩盤中に選び得るので、トンネル周辺の岩盤の安全性についての問題はほとんど起り得ない。

一方、圧力式トンネルと調圧水槽の組合せについては、比較的小さな直径のシャフトと横坑により調圧水槽を地山のかかり奥に容易に設けられるので、安全な構造物とすることができる。圧力トンネルで起りうる問題は、トンネル周辺岩盤の安全性であるが、作用水圧が比較的小さく、またトンネルルートを極めて堅硬、新鮮な岩盤の中に選びうるので、吹付コンクリートライニングによって解決される。

以上、2つの型式について、比較検討した結果を表-4.2に示す。

Table - 4.2 Comparison of Tunnel and Head (or Surge)  
Tank Types

Power Stations Tunnel Type	Liang		Sia		Sempam	
	non- pressure	pressure	non- pressure	pressure	non- pressure	pressure
1) General Features						
Max. Discharge (cfs)	220		160		130	
Length	22,400'	21,800'	11,700'	11,100'	16,200'	16,000'
Gradient	1:800	—	1:800	—	1:1000	—
Diameter	7'-10"	8'-00"	7'-00"	6'-10"	7'-00"	6'-10"
2) Estimated Costs ( $\times 10^3$ \$M)	6,870	6,618	4,240	3,816	4,340	4,114
3) Annual Costs ( $\times 10^3$ \$M)	687	662	424	382	434	411
4) Annual Loss Energy (GWh)	3.32	1.94	1.27	1.13	1.21	1.10
5) Annual Loss Energy Costs ( $\times 10^3$ \$M)	149	87	57	51	54	50
6) (3) + (5) ( $\times 10^3$ \$M)	836	749	481	433	488	461

圧力式トンネルと調圧水槽の組合せが経済的である。また発電所運転の即応性から見ても、この方が優れている。よって、導水路トンネルは圧力式を採用し、調圧水槽を設けるものとする。

なおHijan支水路については、調圧水槽で合流させる方式とし、無圧式トンネルを採用する。

発電所を右岸に設けた。Liang 川を水圧管路によって横断導水する。右岸の方が発電所、屋外開閉所の敷地が充分とれ、かつ掘削量が少ないこと、河川状態から放水路をとり易いこと、調圧水槽、水圧管路工事と切離して施工できる等のためである。

発電所型式としては、河川勾配を利用して放水路トンネルによって放水位を低下できる関係で半地下式とした。

放水路トンネルは長さ380 ft で、標高560 ft 付近に放水する。

#### 4.2.3 Sia 発電所

Sia 発電所は、標高 1,440 ft 付近から取水し 11,000 ft の導水路によって、最大出力 8,500 kW、年間発生電力量  $54.3 \times 10^6$  kWh を発電する。最大使用水量は 160 cfs、有効落差 770 ft である。

導水路は、内径 6'~10'、長さ 11,100 ft の圧力トンネルである。

トンネルの通過地域は、Liang 発電所の場合と同様同じ状況である。地形の関係で左岸にとる方が最短距離となる。4.2.2 でのべたと同じ方針で比較検討してルートを選定した。

4.2.2 でのべたと同様な検討を行なった結果、圧力トンネルと調圧水槽を採用した。

発電所は左岸に設け、厚い overburden のためその型式を半地下式とした。

放水路は開きよによってそのまま放流する。

#### 4.2.4 Sempam 発電所

Sempam 発電所は Sempam 川から 16,000 ft の導水路によって取水し、最大 6,500 kW 年間発生電力量  $38.6 \times 10^6$  kWh を発電する。最大使用水量は 130 cfs、有効落差 700 ft である。

導水路は内径 6'~10'、長さ 16,000 ft の圧力トンネルである。

トンネルの通過地域は、大部分が花崗岩地帯で、250~300 ft の厚い overburden でおおわれているが、トンネルの下流部は泥質岩となっている。

泥質岩を通過する部分はすべてコンクリート巻立とする。

発電所は右岸に設けた。発電所型式は河川勾配を利用して放水路トンネルにより、放水位を低下できることと厚い overburden のため半地下式とした。

放水路トンネルは、長さ 260 ft で標高 695 ft 付近に放水する。

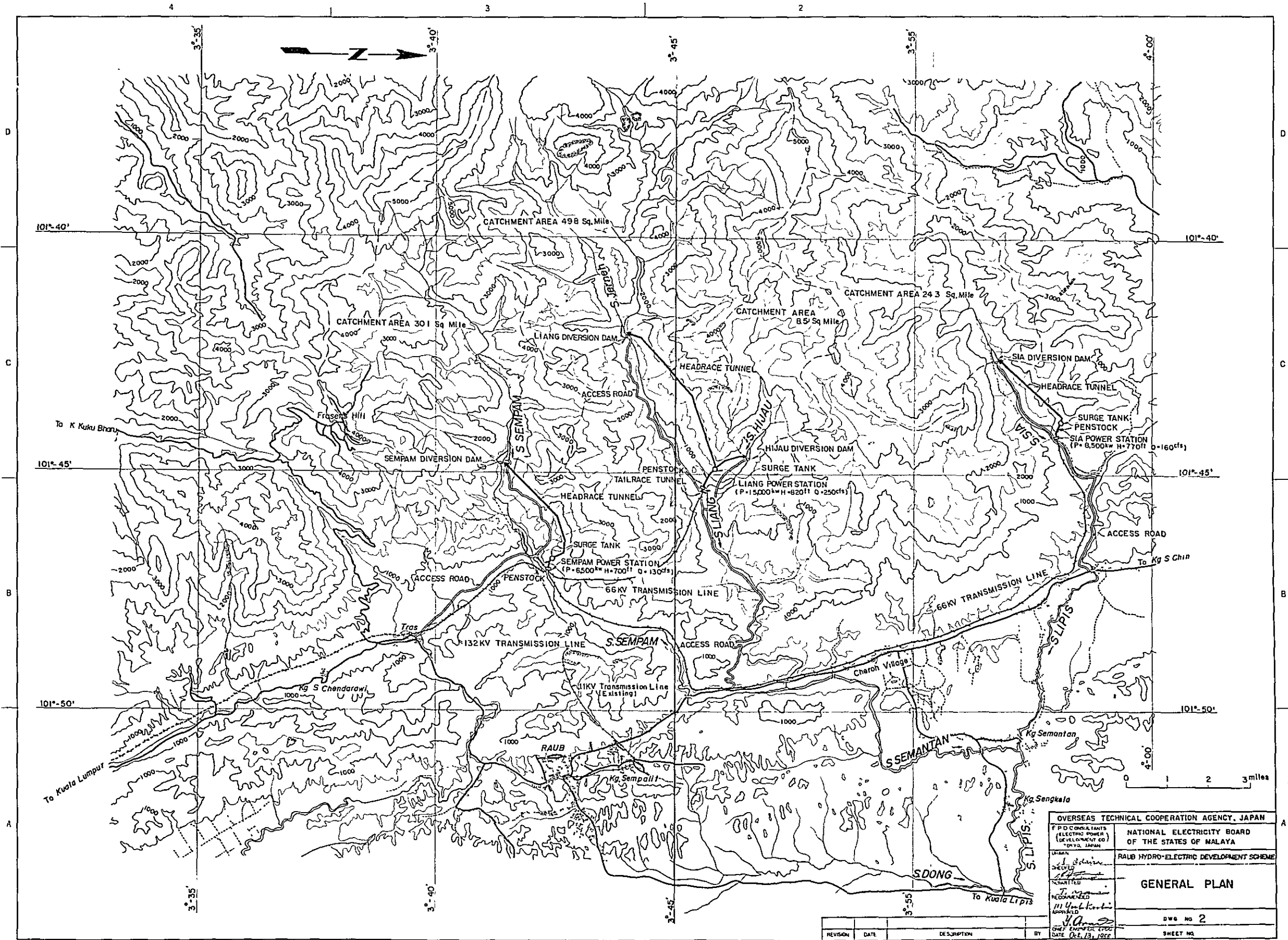
#### 4.2.5 送電系統

Sempam 発電所を拠点とし、ここから Sia 発電所および Liang 発電所へそれぞれ 1 回線ずつ別ルートで単独に 66 kV で結ぶ。Sempam 発電所に 132/66 kV 連系変圧器を設置し、132 kV に昇圧して 1 回線送電線で Tras を経て、Segambut S.S. へ送電する。(ルート比較は Appendix-2 参照)

Raub および Fraiser's Hill へは Sempam 発電所から既設 11 kV 送電設備を利用し、当初、新設の Sempam 発電所へ既設 11 kV 送電線を引込み、Raub へ送電し、将来 Raub の需用増および Fraser's Hill への送電が必要となった場合は、Sempam 発電所からもう 1 回線引出し、11 kV 送電線を新設する。

11 kV で行なう local load の対策として、当初 Sempam 発電所に 11/3.3 kV、3,000 kVA の連系変圧器を設置して、11 kV 1 回線の引出しを考慮し、将来連系変圧器および引出設備の増設が可能な計画とした。

Kuala Lipis への送電は、Sempam 発電所から Raub 付近をへて、道路沿いに送電ルートを選定するのが望ましい。Kuala Lipis の長期の需用想定、安定した電力供給等を勘案して送電々圧 66 kV、1 回線の送電線を建設すべきである。したがって Sempam には 66 kV 引出設備 1 回線分の増設が可能な計画とした。



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
PROJECT DEVELOPMENT ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO. KAWASU, JAPAN	NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA
RAUB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME	
<b>GENERAL PLAN</b>	
DWS NO 2	
SHEET NO	

REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY

(A-1)

4

3

2

DATE Oct. 13, 1958

日 月 年

## 第 5 章 水 文

### 5.1 測水所及び気象観測所

Raub 発電所計画の流域内とその周辺の気象観測所及び測水所の位置は、Fig-5.1 に示すとおりである。また、雨量及び流量の観測期間はTable- 5.1及びTable- 5.2に示すとおりである。

雨量観測所は流域内に30年以上の記録をもつFraser's Hill があり又、流域の周辺では、Sempam 発電所、Bukit Koman の他Raub から南方約20mile のBentong にある。

測水所は流域内の3河川(Sempam川、Liang川、Sia川)と前記のBentong 市の付近を流れるPerting 川にある。Perting 川の測水所は1961年7月以来自記水位計による水位観測が行なわれている。一方流量の実測を数多く行なわれFig- 5.2のような比較的精度の良いRating Curve がある。この水位観測記録及びRating Curve に基づいて、1961年7月から1966年5月にわたるPerting 川の測水所の流量を求めた。

流域内の3測水所には夫々自記水位計が設けられ、水位観測が行なわれている。しかし、これは1965年に設備されたので観測期間は1年に満たず、Rating Curve もない。そこで調査団はSia,Liang, Sempam川について流量実測を行ないFig 5-3 ~Fig 5-5 のようなRating Curve を得た。

これにより約1年間に亘る3測水所の流量が得られた。これらの流量のある期間にはPerting 川にも流量があり、もし両者間で相関関係が求められればPerting 川測水所の流量から計画流域内の3河川の約4ヶ年の流量が得られる。

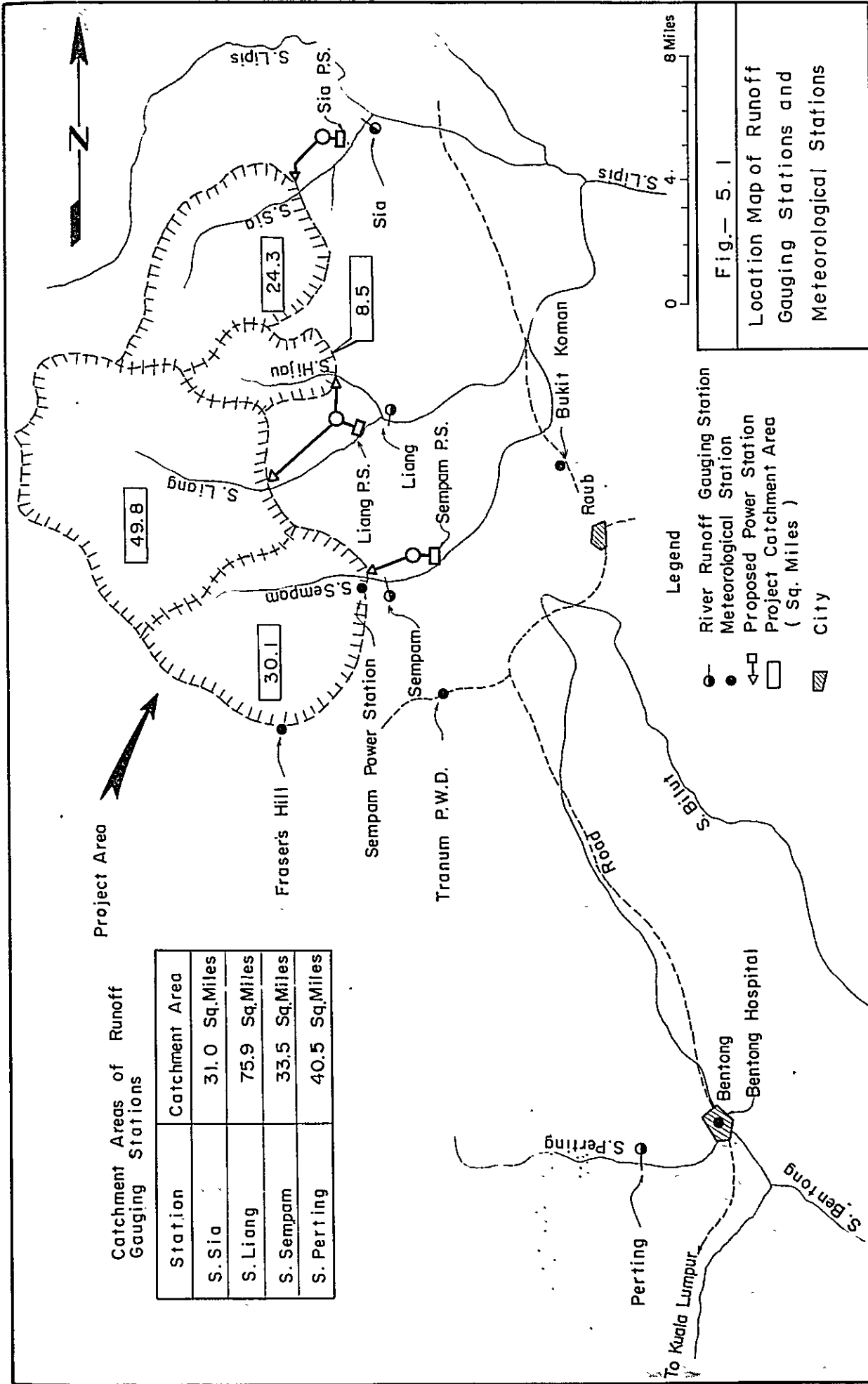
### 5.2 降 水 量

年雨量の年別変化はFig.5-7 に示す。Fraser's Hill 及びBentong Hospitalの資料の存在する期間の年平均雨量は夫々106" (1921~1965年の平均)、91" (1902~1965年の平均)であつて、最近4、5年の平均値はほぼこれに近い値を示している。このことは、最近4、5年間の水文資料を用いて発生電力及び発生電力量を計算し、それを発電所の耐用年数間を通じて発生できる電力及び電力量と考へてもさしつかえないことを示している。NEBが作成した資料によれば年雨量の地域的な分布はFig. 5-6 に示すように計画地域とPerting 流域とはほぼ同じ年雨量を示している。次に降水量の月別変化は10~12月に最も多く、3~4月頃がこれに次ぎ多いが、その他の月でも月雨量が5" を下ることはほとんどない。(Fig.5-8 参照)

Catchment Areas of Runoff Gauging Stations

Station	Catchment Area
S. Sia	31.0 Sq.Miles
S. Liang	75.9 Sq.Miles
S. Sempam	33.5 Sq.Miles
S. Perting	40.5 Sq.Miles

Project Area



Legend

- River Runoff Gauging Station
- Meteorological Station
- ◁ Proposed Power Station
- Project Catchment Area ( Sq. Miles )
- ▨ City

Fig.- 5.1

Location Map of Runoff Gauging Stations and Meteorological Stations

0 4 8 Miles



Fig.-5. 2. Rating Curve for S Perting at Perting Gauging Station

( C.A = 40.5 Sq.Miles )

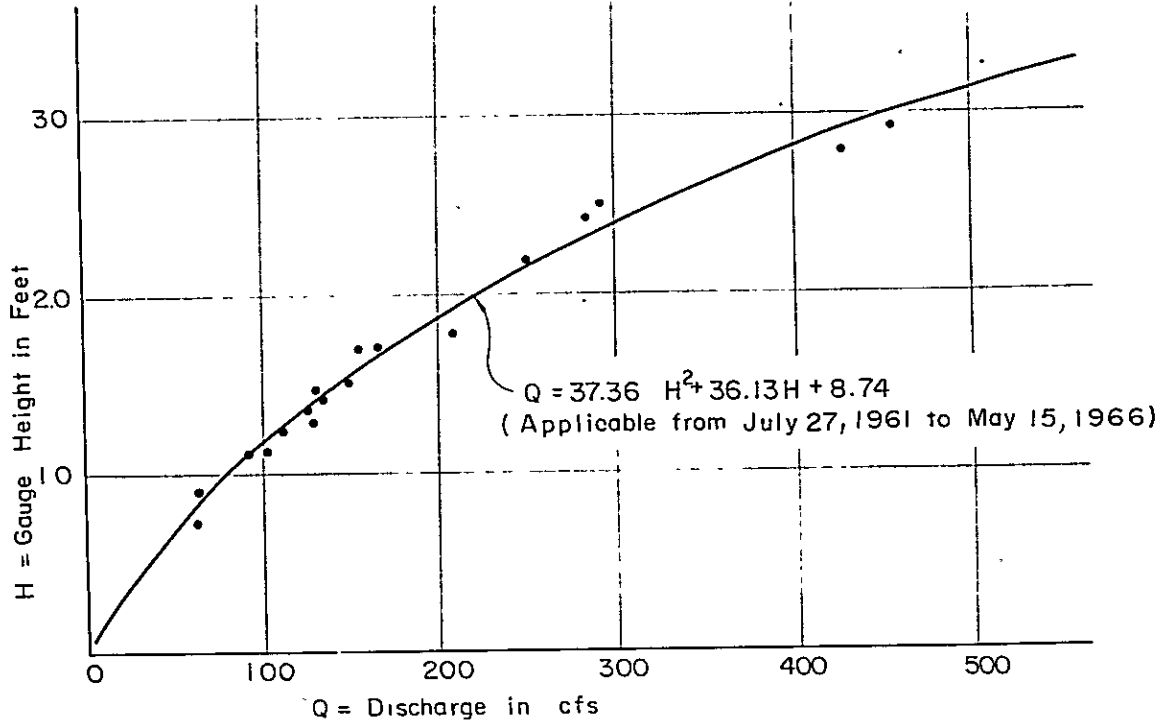


Fig-5. 3. Rating Curve for S.Liang at Liang Gauging Station

(C.A = 75.9 Sq.Miles)

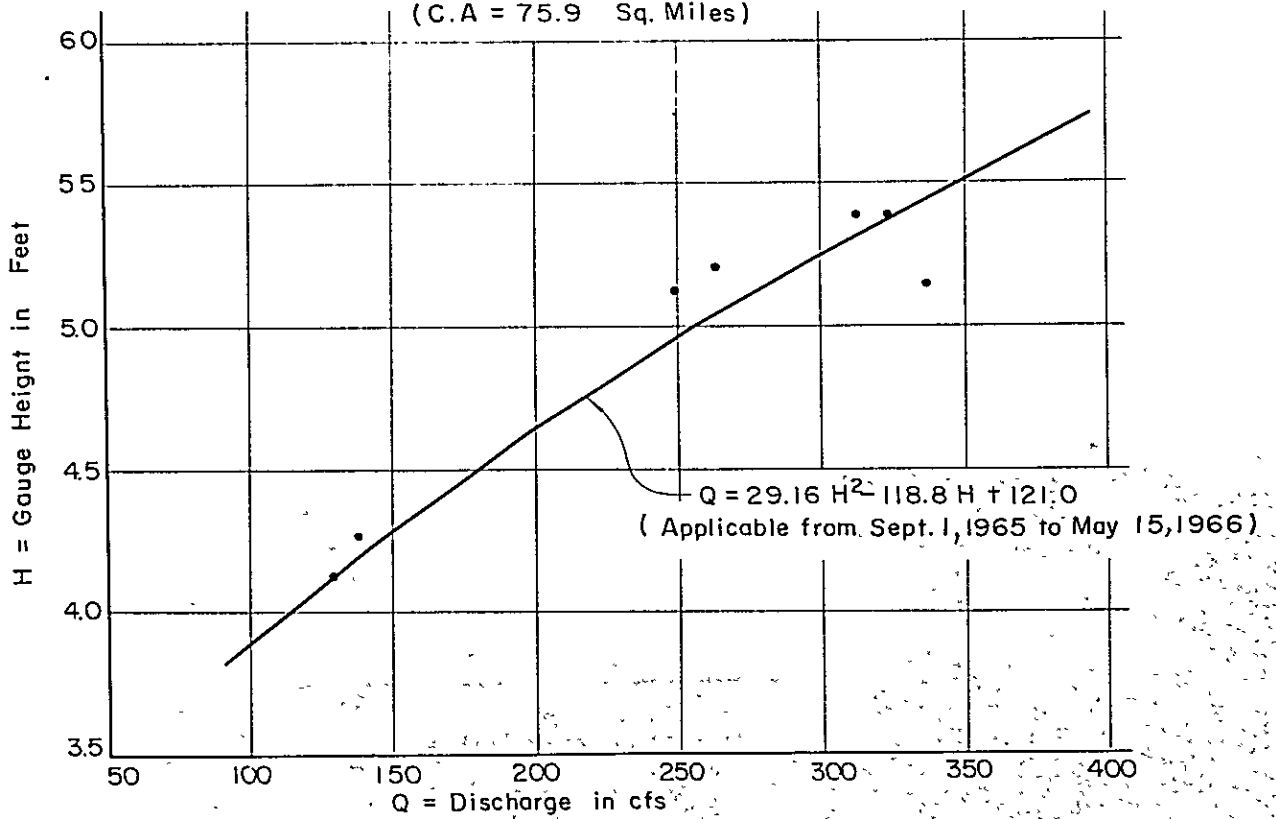




Fig-5.4. Rating Curve for S.Sia at Sia Gauging Station

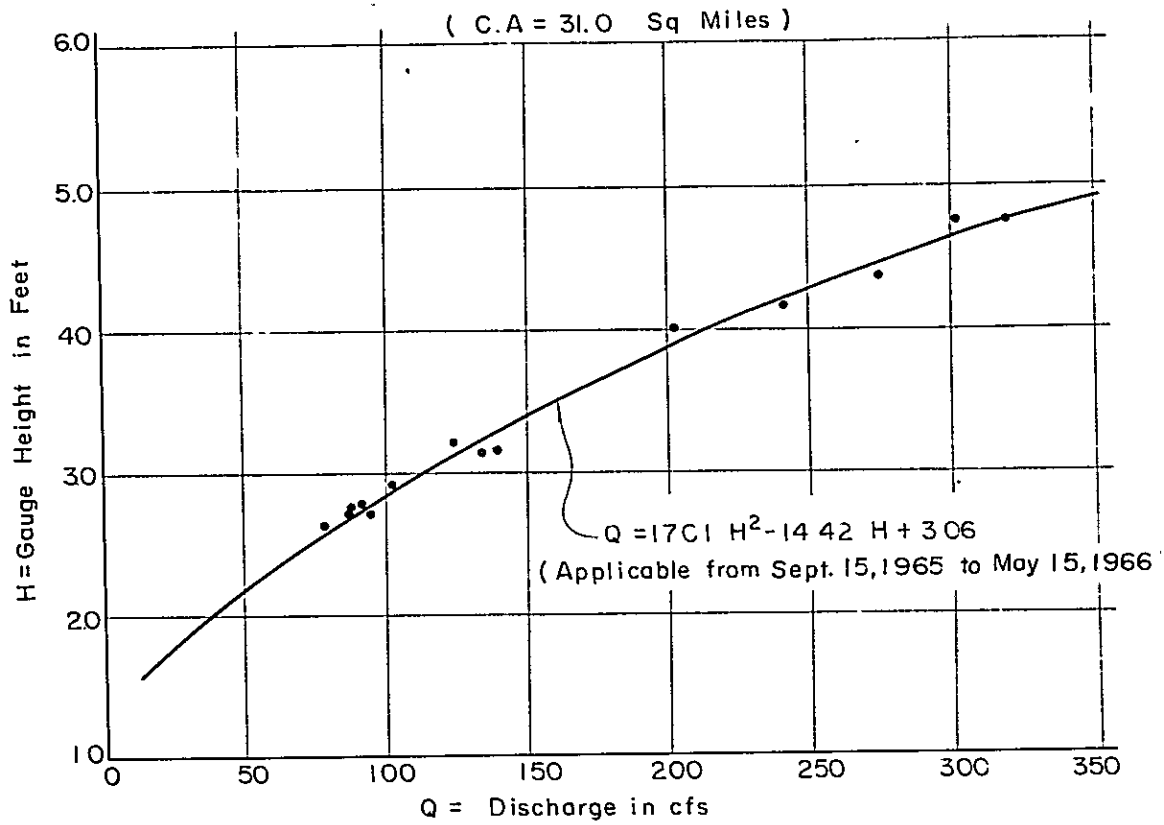
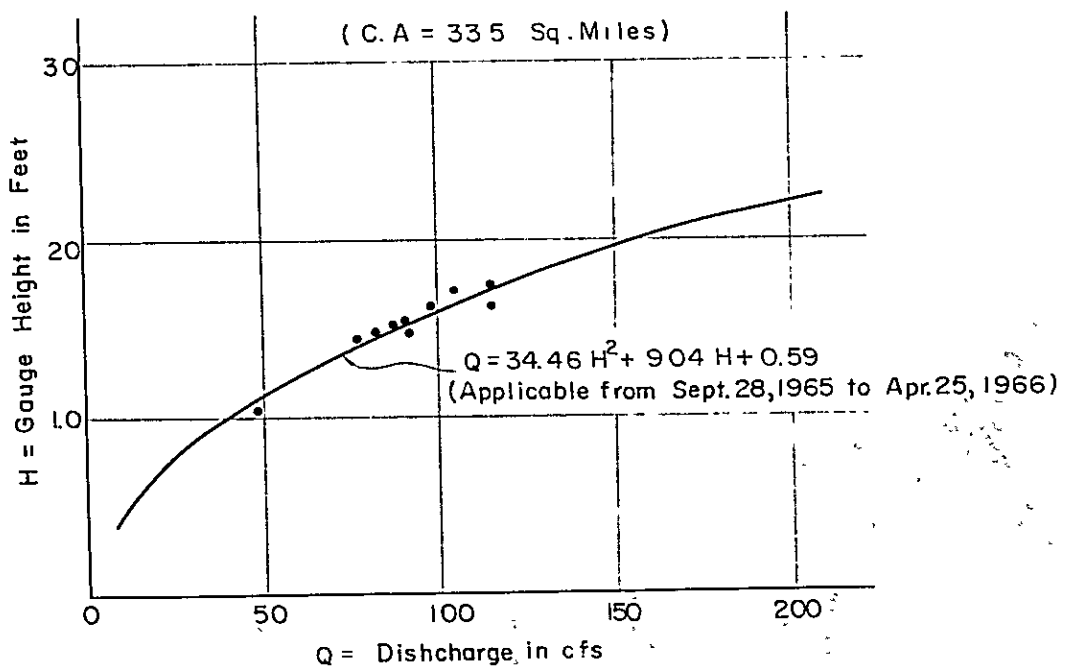


Fig-5.5. Rating Curve for S.Sempam at Sempam Gauging Station



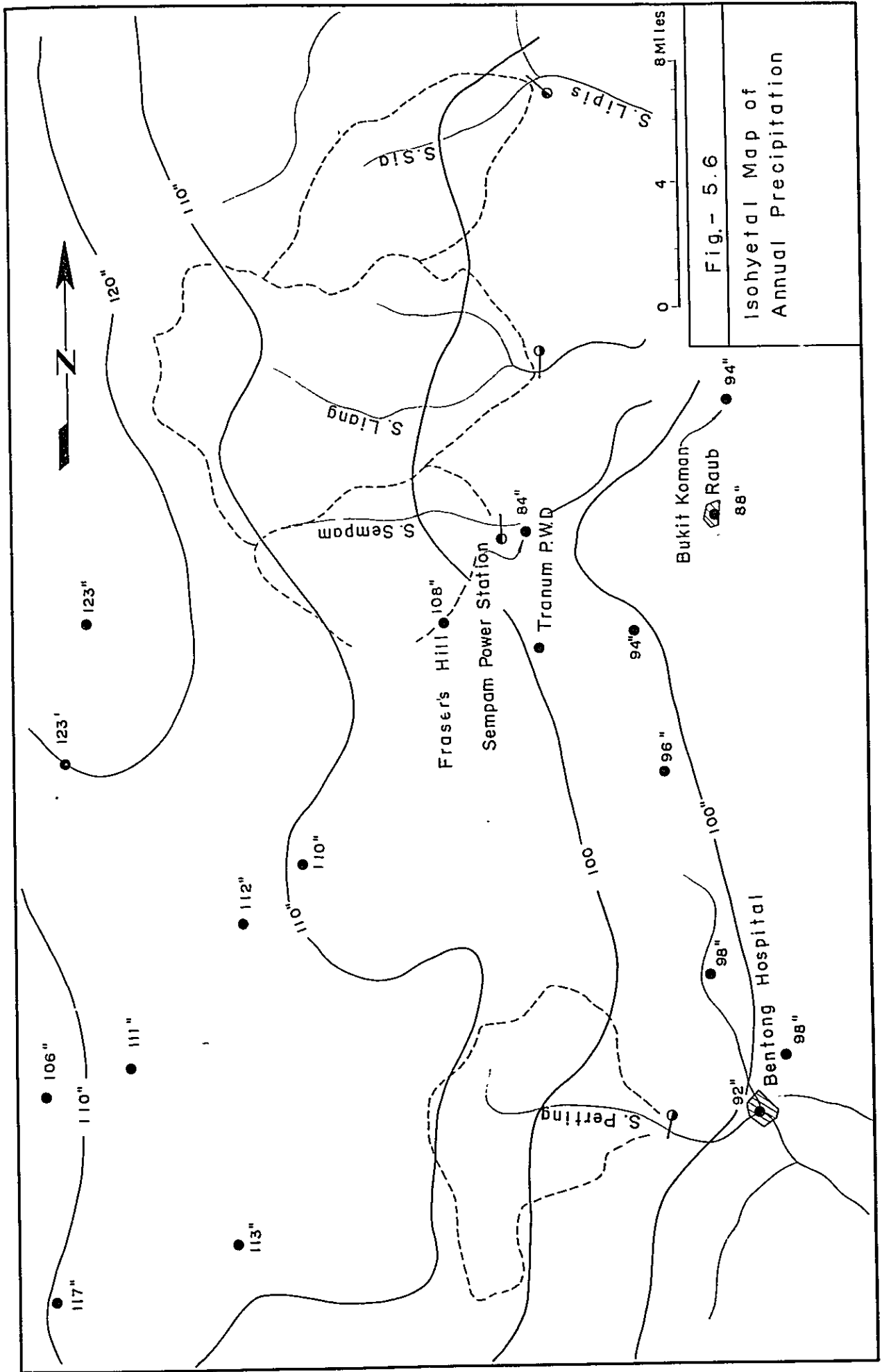


Fig.- 5.6

Isohyetal Map of Annual Precipitation

Fig. 5.7. Annual Precipitation

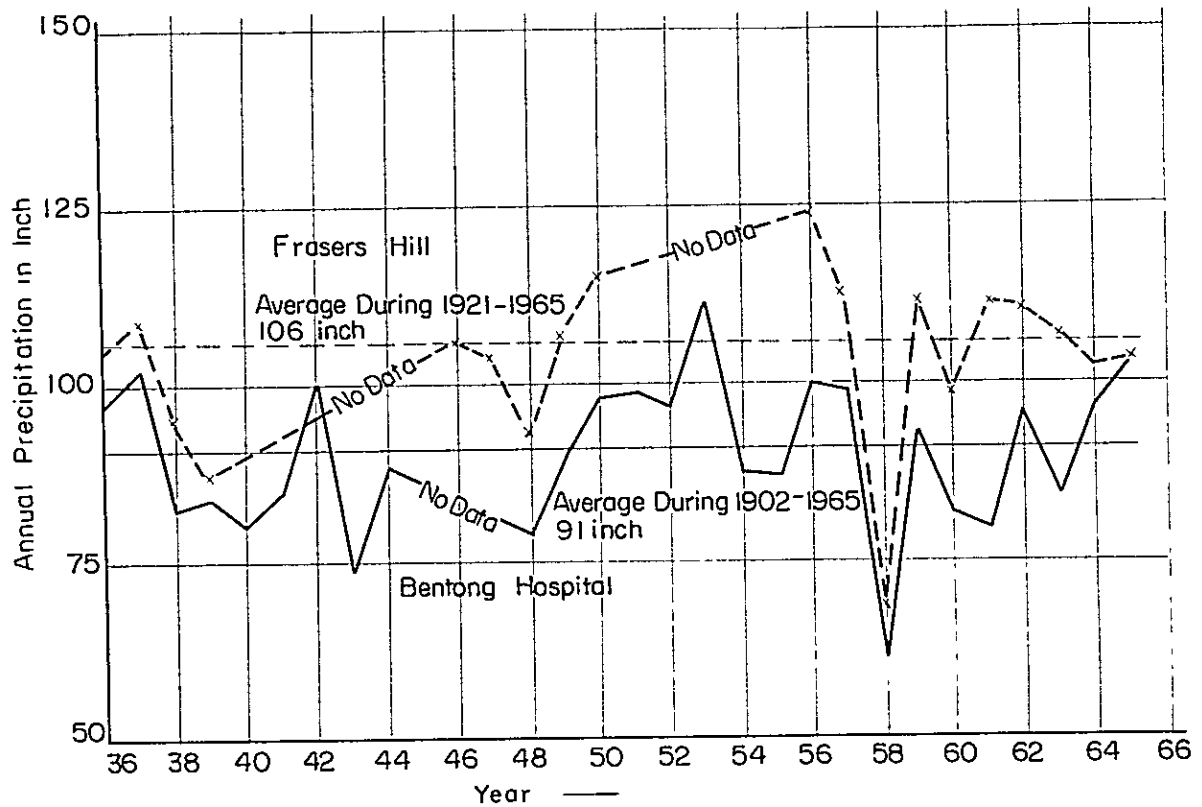
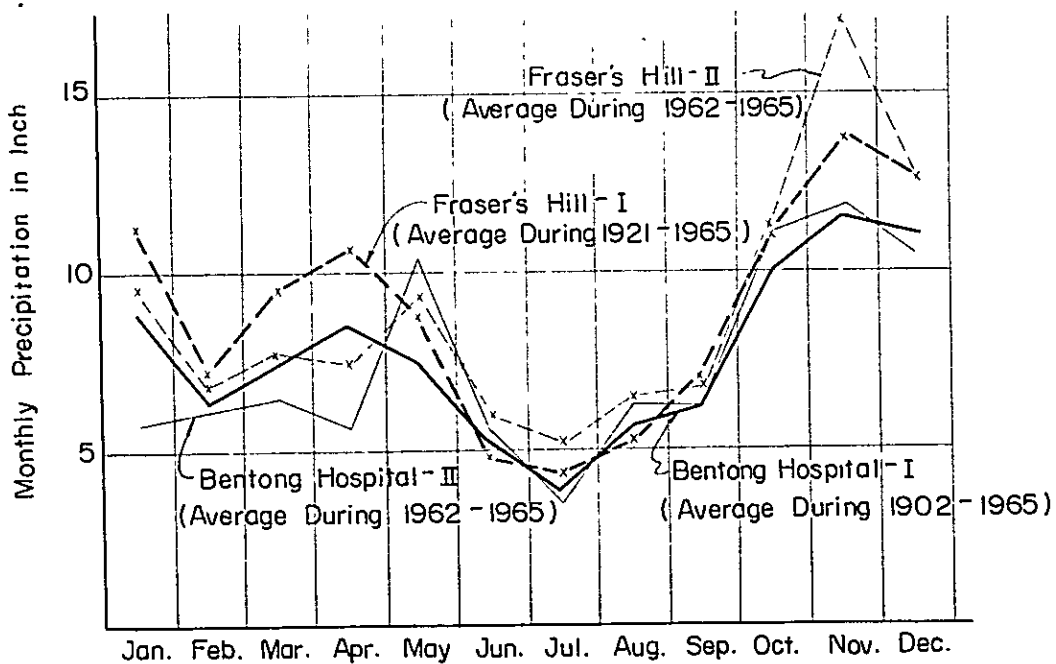


Fig. 5.8. Monthly Precipitation



### 5.3 流出量

#### 5.3.1 流量の推定方法

流域内3河川の測水所の流量資料のある期間のPerting川と流域内3河川のSpecific Runoffの相関々係を求めると次式の通りである。

この相関式は、我々調査団の調査以前にNEBにより行なわれていたPerting川の流量と流域内3河川の流量との同時観測値も考慮して決めたものである。

$$q_s = 0.85 q_p - 0.52 \dots\dots\dots (5-1)$$

(Fig. 5-11 参照)

$$q_l = 0.60 q_p + 0.80 \dots\dots\dots (5-2)$$

(Fig. 5-9 参照)

$$q_i = 1.38 q_p - 0.85 \dots\dots\dots (5-3)$$

(Fig. 5-10 参照)

ここに、 $q_s$  : Specific Runoff for Sempom River in cfs per sq Miles

$q_l$  : " " Liang " " "

$q_i$  : " " Sia " " "

$q_p$  : " " Perting " " "

これらの相関々係はFig.5-9 ~ Fig.5-11に示すように比較的相関度が高く精度の良いものである。従つてこれらの相関々係を使えばPerting川の流量資料のある期間について流域内3河川のSpecific Runoffを求めることが出来る。Perting川のSpecific RunoffからRaub計画流域内の3河川のSpecific Runoffを計算しその流況曲線を作るとFig.5-12のとおりとなる。各計画地点の流量は測水所の流域面積と計画取水地点の流域面積と大差ないので上記の式で求めたSpecific Runoffに各計画地点の流域面積を乗じた値とする。

Fig-5.9 Correlation Between Perting and Liang Specific Runoff

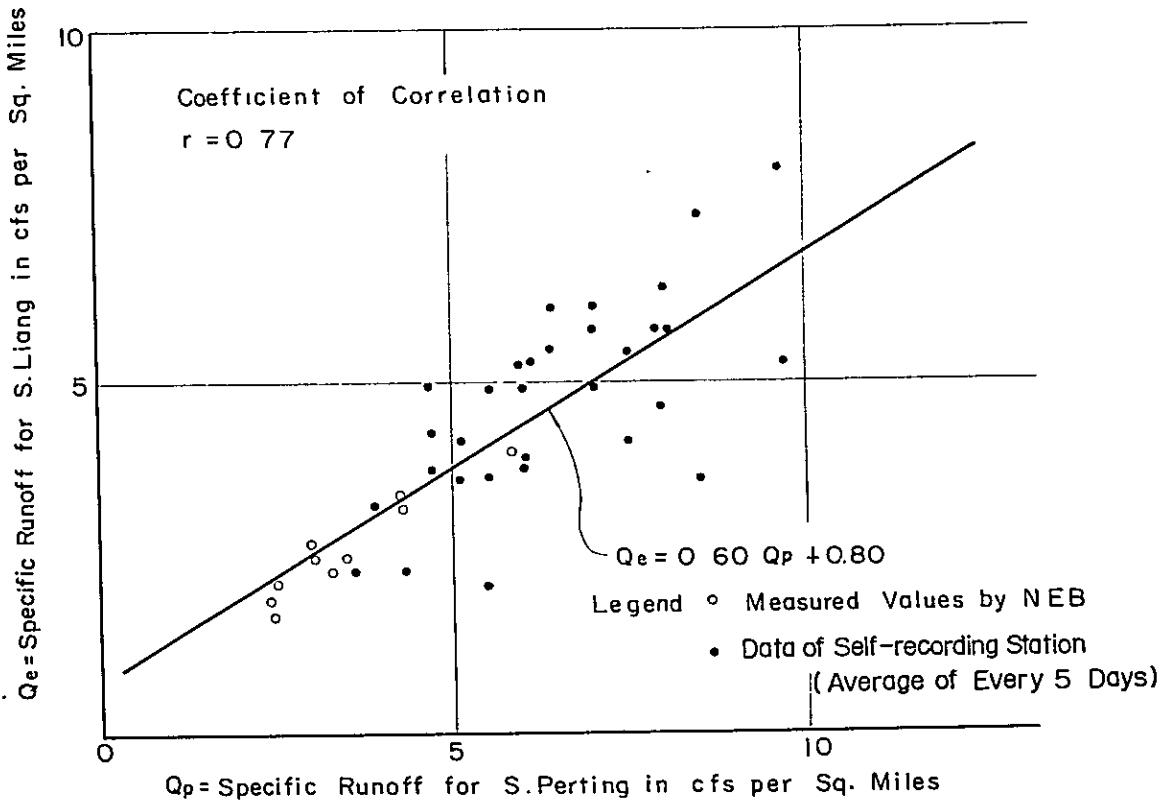


Fig.-5. 10. Correlation Between Perting and Sia Specific Runoff

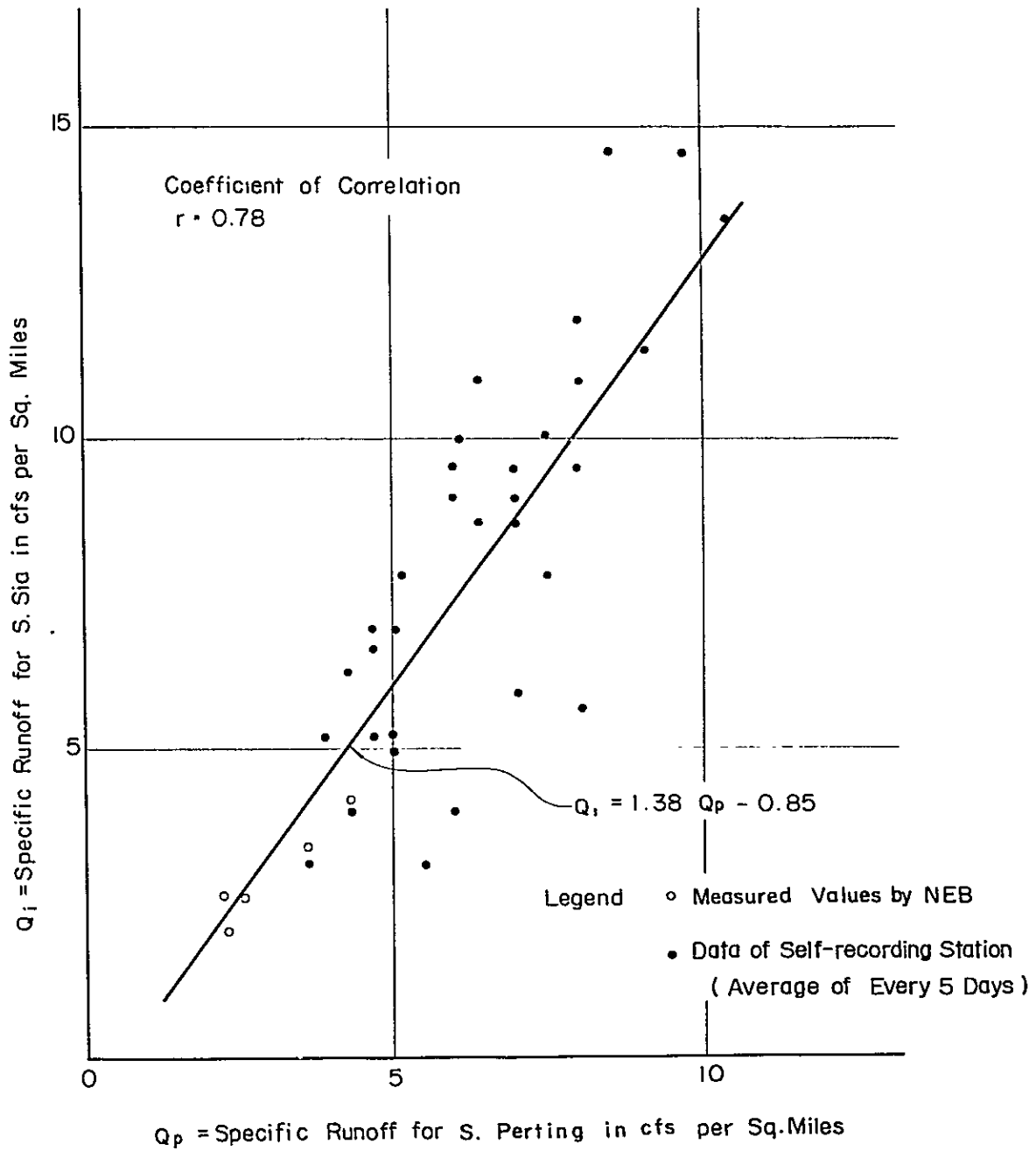


Fig.- 5.11 Correlation Between Perting and Sempam Specific Runoff.

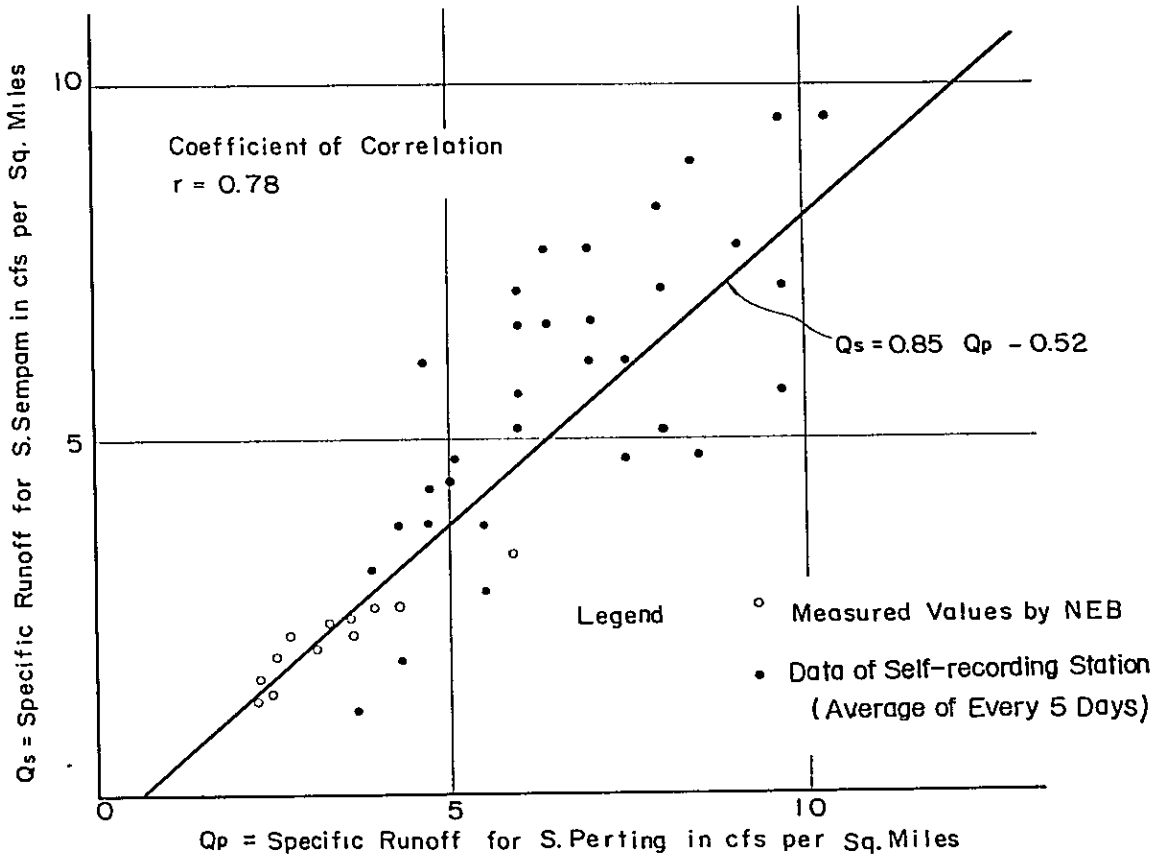
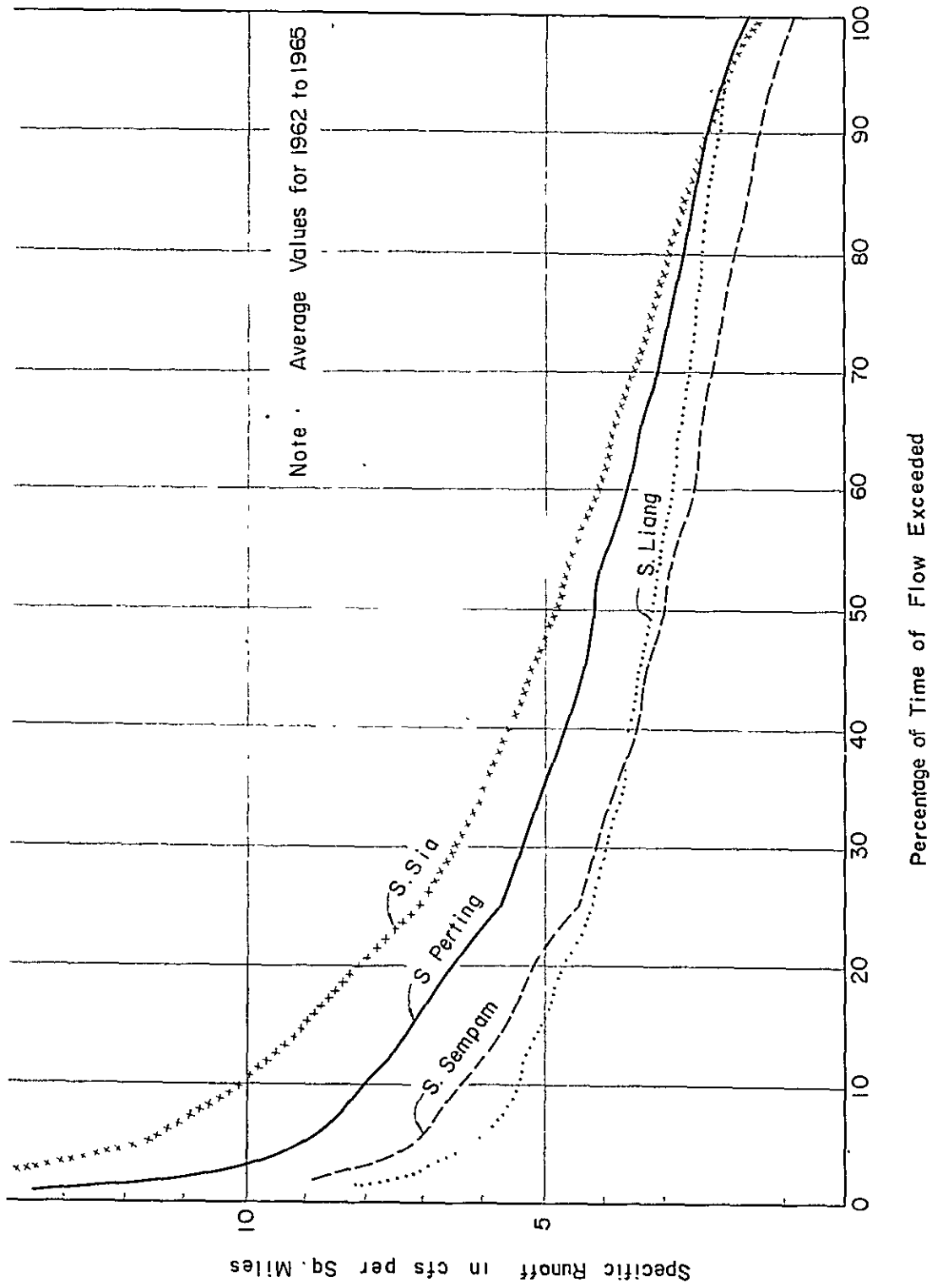


Fig.-5.12 Flow Duration Curves





5.3.2 計画地点の流量

前記の方法に従つて1962年から1965年の4ヶ年間にわたるLiang 川, Sia 川, Sempam 各取水地点の流出量を求めると Table 5-3~5-5 のとおりとなる。

Table 5-3  
Average Monthly Runoff in Project Area of Liang  
Power Station (58.8 sq-Miles) unit:cfs

Month	1962	1963	1964	1965	Average
Jan	316.1	222	253	166	239
Feb	193	231	241	154	205
Mar	228	231	223	138	205
Apr	272	158	287	174	223
May	254	209	245	212	230
Jun	171	144	182	132	157
Jul	138	138	185	109	143
Aug	171	185	149	134	160
Sep	170	159	163	168	165
Oct	238	207	175	285	226
Nov	287	345	225	333	297
Dec	274	284	263	412	308
Average Annual Runoff	226	209	216	202	213

Table 5-4  
Average Monthly Runoff in Project Area of Sia  
Power Station (24.3 sq-Miles) unit:cfs

Month	1962	1963	1964	1965	Average
Jan	238	148	177	94	164
Feb	119	156	165	82	131
Mar	153	156	148	67	131
Apr	195	86	210	102	148
May	178	135	170	137	155
Jun	99	73	109	61	85
Jul	67	67	112	39	71
Aug	99	112	77	63	88
Sep	97	87	91	96	93
Oct	163	133	103	208	151
Nov	210	265	150	253	220
Dec	197	208	187	330	230
Average Annual Runoff	151	135	141	128	139

Table 5-5

Average Monthly Runoff in Project Area  
of Sempam Power Station (30.1 sq.Miles) unit : cfs

Month	1962	1963	1964	1965	Average
Jan	182	113	135	72	125
Fed	91	119	126	63	100
Mar	117	119	113	51	100
Apr	149	66	160	78	113
May	136	103	130	105	119
Jun	76	56	83	46	65
Jul	52	51	86	30	55
Aug	75	85	59	48	67
Sep	74	67	69	73	71
Oct	124	101	79	159	116
Nov	160	203	115	194	168
Dec	151	158	143	252	176
Average Annual Runoff	116	103	108	98	106

#### 5.4 洪水量

計画地域の流量データは4ヶ年程度のものしかないので、これらから計画洪水量を決めることはできない。従つて、ここでは Rational 公式を使つて雨量資料から洪水量を推定することとする。

Rational 式

$$Q_p = 5930 f \cdot r \cdot A \quad (5-4)$$

こゝに

$Q_p$  : 洪水の Peak 流量 (cfs)

$f$  : 流出係数

$r$  : 洪水到達時間内の平均雨量強度 (in/hr)

$A$  : 流域面積 (sq. Miles)

流出係数  $f$  は流域の樹木、地形、広さ等種々の状態と 3 河川の年間流出係数 (50~80%) を考慮して一律に 80% とした。洪水到達時間内の平均雨量強度  $r$  は、Fraser's Hill の過去 45 年間の既往最大日雨量 (1926年12月 9.35 inches) から洪水到達時間及び時間雨量分布を考慮して決定した。この既往最大日雨量は確率計算すれば 100 年確率より大きな日雨量に相当するものと考えられる。又、Fraser's Hill は流域内でも標高の高い所にあり、流域内平均雨量は Fraser's Hill のそれよりも少いものと推定される。従つて上記の既往最大日雨量により推定した洪水量は充分安全性をもつた値である。

洪水到達時間は河川の縦断勾配をもとに Rziha 式を用いて計算した。

Rziha 式

$$W = 4.48 (H/L)^{0.8} \dots\dots\dots (5-5)$$

ここに W : 洪水伝播速度 (Miles/hr)

H : 落差 (Miles)

L : 水平距離 (Miles)

T : 到達時間 (hr)

各地点への距離 (L), 伝播速度 (W), 到達時間 (T) は Table 5-6 のとおりである。

Table 5-6

Horizontal Length (L), Propagation Speed (W),  
Time of Arrival (T) to Each Site

Site	H (Miles)	L (Miles)	H/L	W (Miles/hr)	T (hr)
<u>Sempam P.S.</u>					
Diversion Dam	1.8	12.4	1/18	7.9	1.6
Power Station	2.1	14.0	1/17	8.1	1.7
<u>Liang P.S.</u>					
Diversion Dam	2.1	16.0	1/20	7.5	2.1
Power Station	2.5	20.1	1/21	7.3	2.8
Hijau Intake Dam	1.5	8.4	1/14	9.1	0.9
<u>Sia P.S.</u>					
Diversion Dam	1.6	11.5	1/19	7.9	1.5
Power Station	2.0	13.5	1/17	8.1	1.7

時間雨量分布の形は物部博士の公式を使つた。

Dr 物部公式

$$r_t = R_{24}/24 (24/T)^{2/3} \dots\dots\dots (5-6)$$

ここに  $r_t$  : 洪水到達時間内の平均雨量強度 (in/hr)

$R_{24}$  : 日雨量 (in)

T : 洪水到達時間 (hr)

上記の方法に従つて各地点の計画洪水量を算出すると Table 5-7 のとおりとなる。

Table 5-7  
Design Flood Flow at Each Site

Item	Sempam P.S.		Liang P.S.			Sia P.S.	
	I.D.	P.S.	I.D.	H.I.D.	P.S.	I.D.	P.S.
Catchment Area (sq Miles)	30.1	34.1	49.8	73.7	8.5	24.3	30.8
Design Flood Flow (cfs)	37,000	40,000	50,000	63,000	15,000	32,000	37,000

Note : I.D. = Diversion Dam Site

P.S. = Power Station Site

H.I.D. = Hijau River Diversion Dam Site

### 5.5 気温及び湿度

気温の年較差は非常に小さいが一日の変化は大きく約20°Fの日較差がある。Raubの記録によれば最高気温95°F，最低気温65°Fである。

湿度は非常に高く朝方には95%前後となる。

## 第 6 章 地 質

### 6.1 計画地域の地質

当地域は大部分標高 1,000 ft ~ 6,000 ft の山岳地帯で、東部の僅かの部分が標高 500 ft ~ 1,000 ft の丘陵地帯となっている。地形は全般に壮年期初期の様相を呈している。

当地域の岩盤は、二疊石炭紀の片岩および三疊紀の水成岩で、これらを買いて花崗岩および蛇紋岩が分布している。計画地域には花崗岩が大部分をしめて分布し、水成岩はその東部においてその花崗岩に接している。片岩および蛇紋岩は計画地域外にあって、その北東ないし東方に分布している。(添付図 - Ⅵ 3 参照)

花崗岩は比較的結晶が大きく、斑状構造を呈するものが多いが、所々半花崗岩質の所もある。一般に花崗岩は風化し易く、山地では相当深くまで残溜土壌と化しているが、河床部には新鮮な岩盤が露出している。水成岩は主として頁岩からなり、ホルンフェルス化していて、岩石自体は堅硬であるが、岩盤には亀裂が多くかなり脆弱である。

河川は一般に河川勾配が急であるため、土砂の堆積は少なく、堆積物としては巨礫が多い。なお河岸には所々に小規模の河岸段丘がみられる。

### 6.2 ダム地点の地質

#### 6.2.1 リアダム地点

当地点については、左岸側に深さ 4' - 4"、右岸側に深さそれぞれ 7' - 9"、11' - 5"、3' - 5"、2' - 0"、14' - 10" の計 6 本のピットを掘削して調査を行なった。

ダム地点におけるリアン川の川巾は約 50 ft である。左岸には河床よりの高さ 40 ft ~ 60 ft に巾約 200 ft、右岸には河床よりの高さ 50 ft ~ 60 ft に巾約 500 ft の河岸段丘がある。ダム地点の基盤は花崗岩で、河床には砂礫の堆積はなく、全面に岩盤が露出している。リアダムの計画高さは約 27 ft であるので、両岸取付部は河岸段丘に位置することになり、当地点では段丘砂礫層の遮水が構造物設計上の重要な点となる。

段丘堆積物は左岸では厚さ約 35 ft と推定され土砂および礫より構成されており、下部に径 2.5 ft 以下の花崗岩の巨礫を挾有している。右岸では厚さ約 30 ft と推定され、主として砂からなるが、径 2 inches 以下の花崗岩、珪岩、チャートおよび粘板岩の礫を含み、稀に径 6 ft におよぶ風化花崗岩の巨礫を含んでいる。これらの段丘堆積物は良くしまっており、透水性は殆んどないが、地下水位は段丘堆積物の下端基盤の花崗岩と接する部分にあり、ここではかなり透水性がある。

花崗岩は一般に長石の巨晶を斑晶とする斑状花崗岩質であるが、ダム軸付近には黒雲母の多い優黒岩が球顆状に点在する。しかし、それらは互に漸移している。花崗岩は河床の露頭では新鮮堅硬である。所々に大きな亀裂があるが、全体としては塊状で、ダムの基盤としては良好な岩石である。しかし段丘堆積物で被われている部分では河岸より離れるに従って風化が進んでおり、河岸では段丘堆積物のすぐ下に新鮮な花崗岩があるのに対し、山麓近くでは段丘堆積物の下に風化残溜土、風化花崗岩があり、その下が新鮮な花崗岩となる。新鮮な花崗岩までの深さは最も深いところで、約 45 ft と推定される。

#### ヒジャウ取水ダム

ダム地点におけるヒジャウ川の川巾は約 50 ft である。当地点の基盤は花崗岩であるが、河床は礫層、両

岸は段丘堆積物で被われており、岩盤の露頭はみられない。

河床の礫層は花崗岩の巨礫が大部分を占め、水は巨礫の間をぬって流下している。礫層の厚さは約20ftと推定される。

段丘堆積物の幅は左岸25ft、右岸40ftである。その厚さは左岸10ft、右岸20ftと推定され、いずれも規模は小さい。両段丘堆積物共大部分は巨礫からなり、かなりルーズである。

河床礫層、段丘堆積物共に透水性がある。

#### 6.2.2 シアダム地点

ダム地点における河川の川巾は約30ftである。右岸側は河岸よりすぐ斜面となり、その勾配は約40°であるが、左岸側には河床よりの高さ約9ftに巾約120ftの河岸段丘があり、それに連続する山麓の斜面の勾配は約30°である。

当地点の基盤は花崗岩で、下流約50ftの左岸側には露頭があるが、ダム地点付近一帯は腐蝕土および段丘堆積物で被われている。

腐蝕土は厚さ約1ftで、その深部は順次花崗岩の風化により生じた粘土、花崗岩質土、および風化花崗岩となっている。両岸斜面における風化花崗岩までの深さは15~30ftであろう。

段丘堆積物は左岸に分布し、その厚さは約25ftと推定される。主として砂および礫よりなるが、粘土を多量に挾有しているため透水性は少ない。

花崗岩は大きな長石の斑晶を有する斑状花崗岩質で、亀裂は比較的少ない。従って新鮮な岩盤はダムの基礎としては良好であり、新鮮な岩盤までの深さは左岸では約20ft、右岸では約15ft、河床では約20ftと推定される。

#### 6.2.3 センパンダム地点

ダム地点におけるセンパン川には流心に中州があり、川巾は約50ftである。左岸には河床よりの高さ約30ftに巾約80ftの河岸段丘があり、それに連続する山腹の勾配は約25°である。右岸は河岸よりすぐ斜面となり、その勾配は40°~30°である。

当地点の基盤は花崗岩で、左岸には花崗岩が全面的に露出している。左岸は河岸に段丘堆積物が堆積し、山腹斜面は表土で被われている。河床には砂礫が堆積し、岩盤の露頭はない。

河床堆積物は石英砂および砂利からなり、その厚さは約20ftと推定される。

段丘堆積物は砂、砂礫および花崗岩の巨礫からなり、その厚さは約30ftであろう。この段丘は下流に向かって広く厚くなる。

花崗岩は堅硬であるが、間隔0.5ft~3ftに走向N20°E、傾斜80°Sの平行節理がある。また、右岸斜面沿いに走行傾斜N60°W、60°Nの鏡肌がみられる。この鏡肌は小規模な断層の切り面と思われ、平行節理もダム軸と平行しているので花崗岩はダムの基礎として特に問題はない。

### 6.3 水路経過地点の地質

#### 6.3.1 リアン水路経過地点

水路の途中には大小11本の沢があり、その中、水路中央部の沢が最も大きい。本地点の基盤は花崗岩で

大部分は斑状花崗岩であるが局部的に半花崗岩の岩脈がある。リアン川の上流部には斑状花崗岩の露頭があるが、水路トンネル経過地付近は表土で被われ、露頭はない。

各沢の状態から推定すると新鮮な岩盤までの深さは添付図-Ⅲ4に示すとおり100ft~250ftである。

本水路は地表より凡そ300ft~750ftの深部を通るので、取水口および水槽付近を除いてはすべて新鮮な岩盤の中を通る。また、周辺の地質状態からみて大規模の断層あるいは破碎帯はないと思われる。

#### 6.3.2 シア水路経過地点

水路の途中には、大小6本の沢があり、そのうち水槽に近い沢が最も大きい。

本地点の基盤は花崗岩である。シア川の河床および河岸には花崗岩の露頭が多少みられるが、水路トンネル経過地付近は厚い表土で被われ、露頭は全くみられない。

各沢の状態から推定すると新鮮な岩盤迄の深さは添付図-Ⅲ4に示すとおり、尾根部では170ft~250ft、沢部では80ft~250ftである。

本水路は地表より凡そ250ft~1,000ftの深部をとるので、取水口および水槽付近を除いては全て新鮮な岩盤の中をとる。また、周辺の地質状態からみて、大規模の断層あるいは破碎帯はないと思われる。

#### 6.3.3 センパン水路経過地点

水路の途中には大小7本の沢があり、その中、水槽に近い沢が最も大きい。本地点の岩盤は、上流側約2.5 Milesの間が花崗岩で、下流側約0.5 Milesの間が泥質岩である。

花崗岩は大部分が斑状花崗岩で、水路中央部付近に半花崗岩の岩脈がある。これらの露頭がセンパン川や大きな沢の河床および河岸にあるが、水路トンネル経過地付近は表土で被われ露頭はない。

各沢の状態から推定すると、新鮮な岩盤までの深さは添付図-Ⅲ4に示すとおり花崗岩地帯では80ft~300ft、泥質岩地帯では約100ftである。

本水路は地表より凡そ200ft~1,200ftの深部を通るので取水口付近を除いては、すべて新鮮な岩盤の中を通る。しかし泥質岩地帯では新鮮な岩盤でも肌落し易い性質をもっている。

### 6.4 発電所地点の地質

#### 6.4.1 リアン発電所地点

##### (a) 水槽および鉄管路

鉄管路の予定されている尾根は、標高1,400ft~570ftの間の平均勾配は約25°である。鉄管路は更に河巾約50ftのリアン川を横断する。

水槽地点の調査として標高1,374ftに1本の調査用横坑を掘削した。その結果は次のとおりである。

水平距離 (ft)		地 層 の 記 載
自	至	
0	3' - 0"	黒色腐蝕土 (A 層)
3' - 0"	15' - 4"	石英粒混りの帯黄色粘土 (B 層)
15' - 4"	27' - 8"	花崗岩が風化分解して生じた赤褐色土壌 (C 層)
27' - 8"	59' - 5"	白色粘土 (カオリン) が斑点状に分布する赤褐色花崗岩質土 (D 層)
59' - 5"	74' - 7"	手で簡単に砕くことができる程完全に風化した花崗岩 (E 層)

(A), (B) および (C) 層はかなり含水率が高いが、深部に向うに従って含水率は減じ、(D) 層では掌でかろうじてしめ固めることができる程度の含水率となる。(E) 層には玉葱状構造の風化の芯となっている未風化の花崗岩の楕円体状の団塊が含有されている。各層とも自然状態ではかなり良くしまっている。

本地点の基盤は花崗岩で、表層部の地質は上記横坑による観察のとおりであるが、それ以深は (D) 層が深さ約 80 ft まであり、その下部には玉葱状構造を持つ風化花崗岩があつて、深さ約 160 ft 以下において漸く硬い花崗岩となる。しかしこの花崗岩には龜裂が発達しており、龜裂面は風化していると考えられるので、新鮮な若しくは極く僅か風化した花崗岩までの深さは 230 ft ~ 250 ft と推定される。

水槽の基礎としては新鮮な花崗岩が望ましいが、玉葱状構造を持つ風化花崗岩でも十分支持力を有するものと考えられる。

鉄管路の基盤は上記水槽地点と同様風化の甚しい花崗岩であるが、標高が低くなるに従って風化の厚さは徐々に減少し、リアン川付近においては新鮮な花崗岩までの深さは約 20 ft であろう。また、鉄管路がシア川を横断する地点では河床砂礫の厚さは約 25 ft と推定される。

鉄管路固定台の基礎としては玉葱状構造を持つ風化花崗岩が望ましいが、(D) 層でも充分支持力はある。ただし、この場合、降雨により緩傾斜の掘削面は洗掘され、急傾斜の掘削面では土崩れを生ずるので、掘削面の保護が必要となる。

#### (b) 発 電 所

当地点には深さ 11' - 11" のピットを 1 本掘削して調査を行なった。発電所地点に予定されているリアン川右岸には河床よりの高さ 5 ft ~ 30 ft の緩かな傾斜を持つ段丘性堆積物がある。この堆積物は主として砂からなり、稀に花崗岩の巨礫を挾有している。この層の厚さは 30 ft ~ 40 ft で、基盤には新鮮な花崗岩もしくは半花崗岩が予想される。これは発電所の基礎として良好である。

リアン河岸から約 80 ft 離れた地点に掘削したピットによれば、当地点では地下水位がリアン川の水位とほぼ同じ高さにある。

### 6.4.2 シア発電所地点

#### (a) 水槽および鉄管路

鉄管路の予定されている尾根は、標高 1,400 ft ~ 1,200 ft の間の平均勾配が約 10° で緩いが、1,200 ft ~ 630 ft の間の平均勾配は約 25° である。

当地点の調査としては水槽近くの標高 1,323 ft に 1 本の調査用ピットを掘削した。その結果は次のとお



りである。

鉛直深さ (ft)		地 層 の 記 載
自	至	
0	8 "	黒色腐蝕土 (A 層)
8 "	3' -4 "	石英粒混り帯黄色粘土 (B 層)
3' -4 "	8' -6 "	花崗岩が風化分解して生じた赤褐色土壌 (C 層)
8' -6 "	13' -7 "	白色粘土 (カオリン) が斑点状に分布する赤褐色花崗岩質土 (D 層)
13' -7 "	21' -3 "	手で簡単に砕くことができる程完全に風化した花崗岩 (E 層)

(A), (B)および(C)はかなり含水率が高いが、深部に向うに従って含水率は減じ、(E)層では掌ではしめ固め難い程度の含水率となる。各層とも自然状態ではかなり良くしまっている。

本地点の基盤は花崗岩で、表層部の地質は上記ピットによる観察のとおりであるが、それ以深は(E)層が深さ80ft位まであり、その下部には玉葱状構造をもつ風化花崗岩があって、深さ約150ft以下において漸く硬い花崗岩となる。しかし、この花崗岩には龜裂が発達しており、龜裂面は風化していると考えられるので、新鮮なもしくは極く僅か風化した花崗岩までの深さは230ft~250ftと推定される。

水槽の基礎としては新鮮な花崗岩が望ましいが、玉葱状構造を持つ風化花崗岩でも充分支持力を有するものと考えられる。

鉄管路の基盤は上記水槽地点と同様風化の甚しい花崗岩であるが、標高が低くなるに従って、風化の厚さは徐々に減少し、発電所付近においては、新鮮な花崗岩までの深さは約20ftとなる。

鉄管路固定台の基礎としては、玉葱状構造をもつ風化花崗岩が望ましいが、(B)層でも充分支持力はある。ただし、この場合、緩傾斜の掘削面は降雨により洗掘され、急傾斜の掘削面では土崩れを生ずるので、掘削面の保護が必要となる。

#### (b) 発 電 所

発電所が予定されている左岸には、河岸段丘がある。この段丘堆積物は砂、砂利および巨礫からなり、その厚さは約20ftと推定される。

右岸には花崗岩の露頭があるので、河岸段丘の地盤は花崗岩であると思われる。この花崗岩は発電所の基礎として良好である。

### 6.4.3 センバン発電所地点

#### (a) 水槽および鉄管路

鉄管路の予定されている尾根は、標高1,400ft~715ftの間の平均勾配が約30°である。

当地点の調査としては、水槽近くの標高1,316ftに1本の調査用横坑を掘削した。その結果は次のとおりである。

水平距離 (ft)		地層の記載
自	至	
0	3' - 6"	黒色腐蝕土
3' - 6"	46' - 0"	粘土分の多い赤褐色角礫土
46' - 0"	77' - 0"	黒色頁岩 (ホルンフェルス)

角礫土はかなり含水率が高く、その大部分をしめる粘土は泥質岩の風化したもので粘性に富む。なお、角礫土には径 1 inch 以下の砂礫頁岩の角礫が多量に挟有されており、稀に 3 ft におよぶ頁岩質砂岩ないし細粒砂岩の角礫が挟有されている。頁岩は偏光顕微鏡を用いた観察によると、白雲母、石英、斜長石からなるホルンフェルスとなっている。これは花崗岩が貫入してきた時に生じた熱変成作用の結果である。

横坑内で観察される頁岩は、層面および龜裂面が褐鉄鉱により赤褐色に汚染されており、また所々に薄い粘土層を挟有しているので岩片はかなり硬いが、岩盤としては脆弱である。頁岩のこの風化は深さ約 60 ft に達するものと思われる。

水槽の基礎としては新鮮な頁岩が適切である。

鉄管路の基盤は水槽地点と同様風化した頁岩であるが、標高が低くなるに従って風化の厚さは減少し、発電所付近では、新鮮な頁岩までの深さは約 25 ft と推定される。しかし角礫土の厚さは全般に 10 ft ~ 20 ft で殆んど変化はない。

鉄管路の固定台の基礎としては風化頁岩でも充分支持力はある。

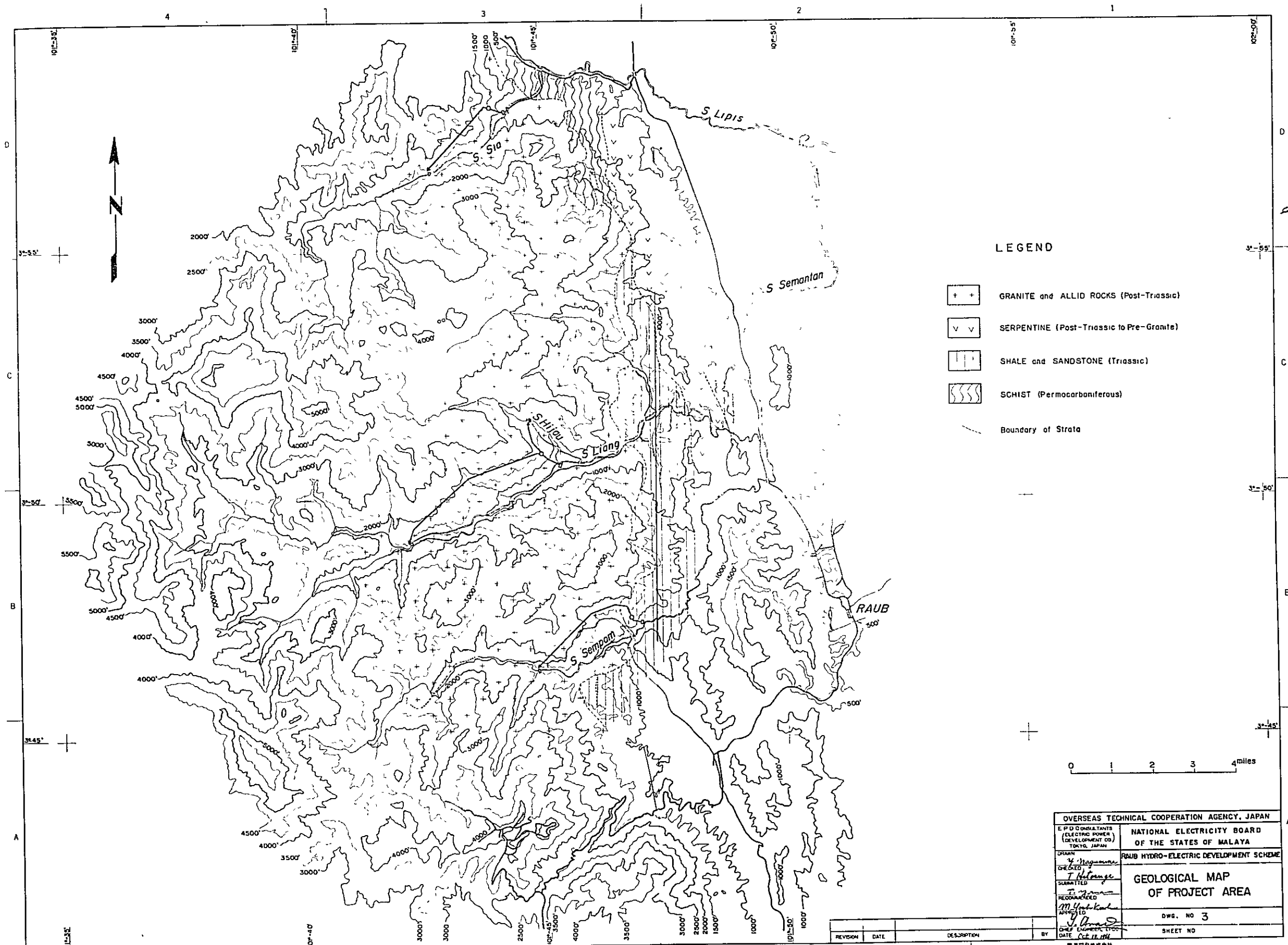
#### (b) 発電所

当地点には深さ 8' - 11" と 10' - 6" の 2 本のピットを掘削して調査した。

当地点には河床堆積層が分布し、その厚さはピットの調査結果によると 6' - 8" ないし 8' - 10" である。この河床堆積層は粘土、砂および砂利からなり、かなりルーズである。基盤台上 0.5' - 1' の所に地下水位面がある。

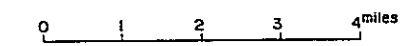
基盤は黒色頁岩ないし頁岩質砂岩で、上部はかなり甚しく風化しており、表層と接する部分では粘土化している。

発電所の基盤としては深さ 20 ft ~ 25 ft に予想される新鮮な頁岩層が適切である。



**LEGEND**

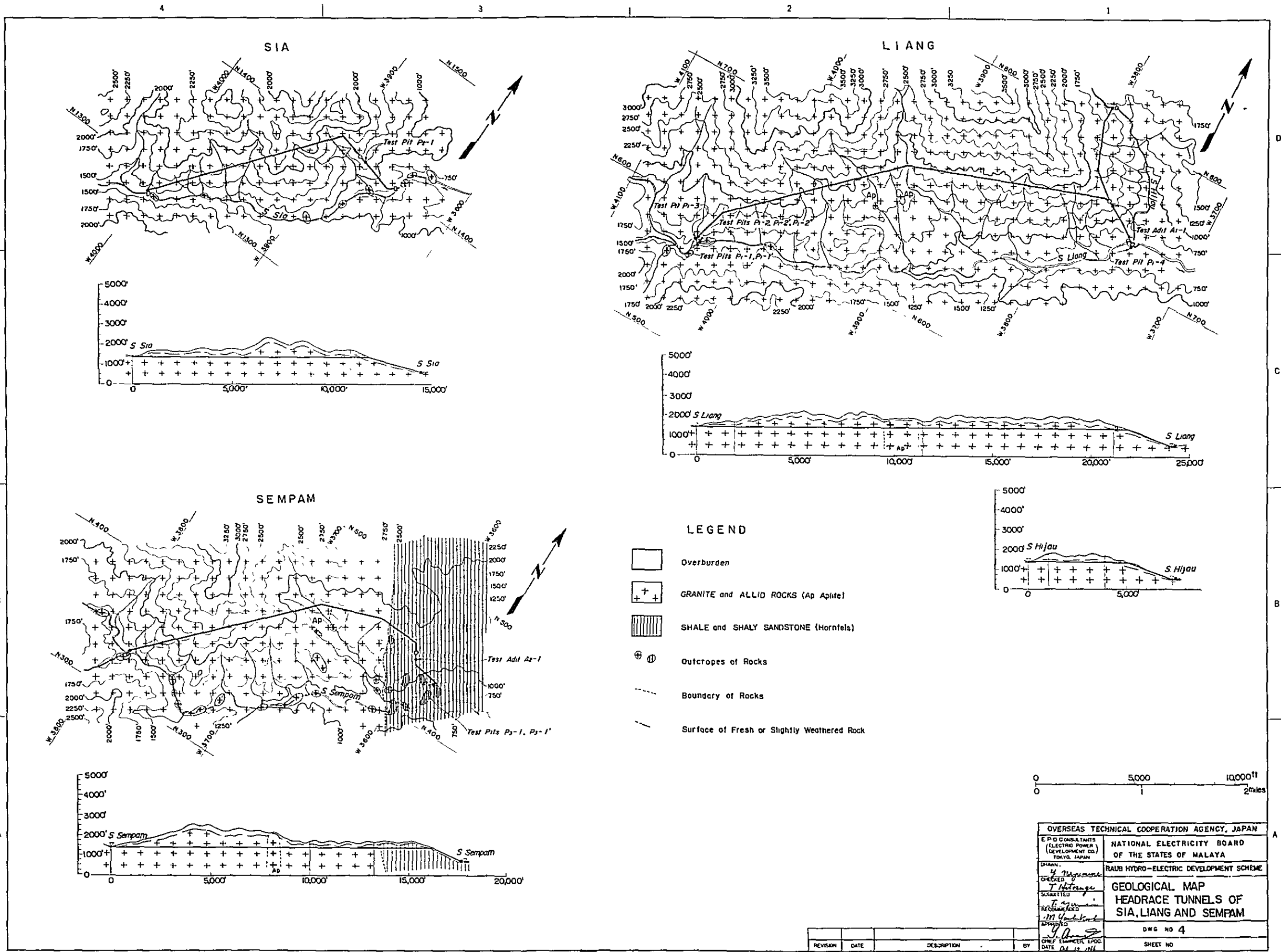
- + + GRANITE and ALLID ROCKS (Post-Triassic)
- v v SERPENTINE (Post-Triassic to Pre-Granite)
- | | SHALE and SANDSTONE (Triassic)
- ~ ~ SCHIST (Permocarbaniferous)
- Boundary of Strata



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
E. P. O. CONSULTANTS (ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO.) TOKYO, JAPAN	NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA
DRAWN <i>Y. Nagamura</i>	RAUB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME
CREATED <i>T. Nakagawa</i>	GEOLOGICAL MAP OF PROJECT AREA
SUBMITTED	
RECOMMENDED <i>M. Yusoff</i>	DWG. NO 3
APPROVED <i>Y. Yamada</i>	SHEET NO
DATE 2/2/56	

REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY

(A-1)



- LEGEND**
- Overburden
  - GRANITE and ALKALI ROCKS (Ap Aplite)
  - SHALE and SHALY SANDSTONE (Hornfels)
  - Outcrops of Rocks
  - Boundary of Rocks
  - Surface of Fresh or Slightly Weathered Rock

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
EPD CONSULTANTS (ELECTRIC POWER) (DEVELOPMENT CO.) TOKYO, JAPAN	NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA
DESIGNED <i>H. Nagamura</i>	RAUB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME
DRAWN <i>T. Hironaka</i>	<b>GEOLOGICAL MAP HEADRACE TUNNELS OF SIA, LIANG AND SEMPAM</b>
APPROVED <i>M. Uchida</i>	DWG NO 4
DATE 08.12.1961	SHEET NO

REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY

(A-1)

日本電気株式会社  
東京 日本

## 第 7 章 発 生 電 力

### 7.1 基 本 条 件

本章では、最大使用水量を決め、出力および発生電力量を計算するが、基本条件として下記の事項を考慮した。

- (a) 電力需用の面では、発生電力を Local Load に供給する外 Central Network へ送電し、この Network の火力のたきべらし効果を目的とする。
- (b) 各種の最大使用水量に応じた開発計画により得られた合計便益と合計経費を求め、超過便益が最大となる規模及び "Assessment" の経済評価に従って、Energy Cost の最小となる規模について比較し、経済的な最適規模を決定する。
- (c) 発電の年間便益は、local 需要分に対してディーゼル発電所を、Central Network に送られる電力に対して、火力発電所を想定し、それぞれの発電所の kW および kWh あたり年間経費を便益単価として計算した。
- (d) 取水口、放水口附近の Rating Curve を求め、使用水量に対する取水水位、放水水位を定めた。総落差から各種構造物について計算によって求めた損失落差を差引いて、これを有効落差とした。
- (e) 発生可能電力および電力量は 1962 年 1 月～1965 年 12 月までの 4 ケ年の流量資料にもとづいて計算する。
- (f) 保証水量は、4 ケ年間平均の流況の 360 日流量とする。
- (g) 電気機器の台数は、保守運用の面も考慮し、年経費と損失電力料金の和を求め、比較検討して決定する。

### 7.2 使 用 水 量

最も経済的な設備出力に対する最大使用水量を決定するために、3 発電所について最大使用水量を夫々 8 ケース（流況曲線の Percent of Time の約 20%、30%、40% の点の流量）考えて検討した。（Fig. 7-1, 7-2, 7-3 参照）各発電所の使用水量、出力、発生電力量及び概算工事費等の最大使用水量決定のための諸元は Table 7-1 のとおりである。

Table 7-1

## Basic Data for Determination of Maximum Available Discharge

Power Station	Q <sub>max</sub> (cfs)	P <sub>max</sub> (KW)	P <sub>firm</sub> (KW)	P <sub>h</sub> (Mwh)	Construction Cost		
					Generation (1000M.\$)	Transmission & Substation (1000M.\$)	Total (1000M.\$)
Liang	275	17,400	6,800	103,000	23,100	2,250	25,350
	250	15,000	6,800	98,800	20,300	2,250	22,550
	210	12,500	6,800	95,000	19,500	2,250	21,750
Sia	200	10,600	2,600	57,800	13,300	1,270	14,570
	160	8,500	2,600	54,300	12,000	1,270	13,270
	135	7,200	2,600	49,700	11,100	1,270	12,370
Sempam	155	7,700	1,800	40,900	14,600	970	15,570
	130	6,500	1,800	38,700	13,300	970	14,270
	105	5,200	1,800	36,400	12,700	970	13,670

Legend : Q<sub>max</sub> : Maximum Discharge

P<sub>max</sub> : Installed Capacity

P<sub>firm</sub> : Firm Power

P<sub>h</sub> : Annual Energy Production at Generating End

3発電所の各ケースについて、基本条件に従って便益(B)及び年経費(C)を計算し、超過便益(B-C)を求め図示するとFig. 7-4~6のとおりとなる。又、NEBの"Assessment"に従ってエネルギーコストを求め図示するとFig. 7-4~6のとおりとなる。これによれば次に示す最大使用水量を使った場合、いずれの方法を用いた場合でも最も経済的となる。従ってこの最大使用水量を計画に採用する。

Table 7-2

## Max Discharge used to Project

Power Station	Maximum Discharge
Liang	250 cfs
Sia	160 "
Sempam	130 "

決定した最大使用水量を用いて、4ヶ年間について使用水量を計算し、その結果を月別に集計したものを示すと、Table 7-3,~7-5のとおりとなる。又これと第5章で述べた流入量との関係を図示するとFig. 7-7~9のとおりとなる。

Fig-7.1 Duration Curve for Determination of Available Discharge of Liang P.S

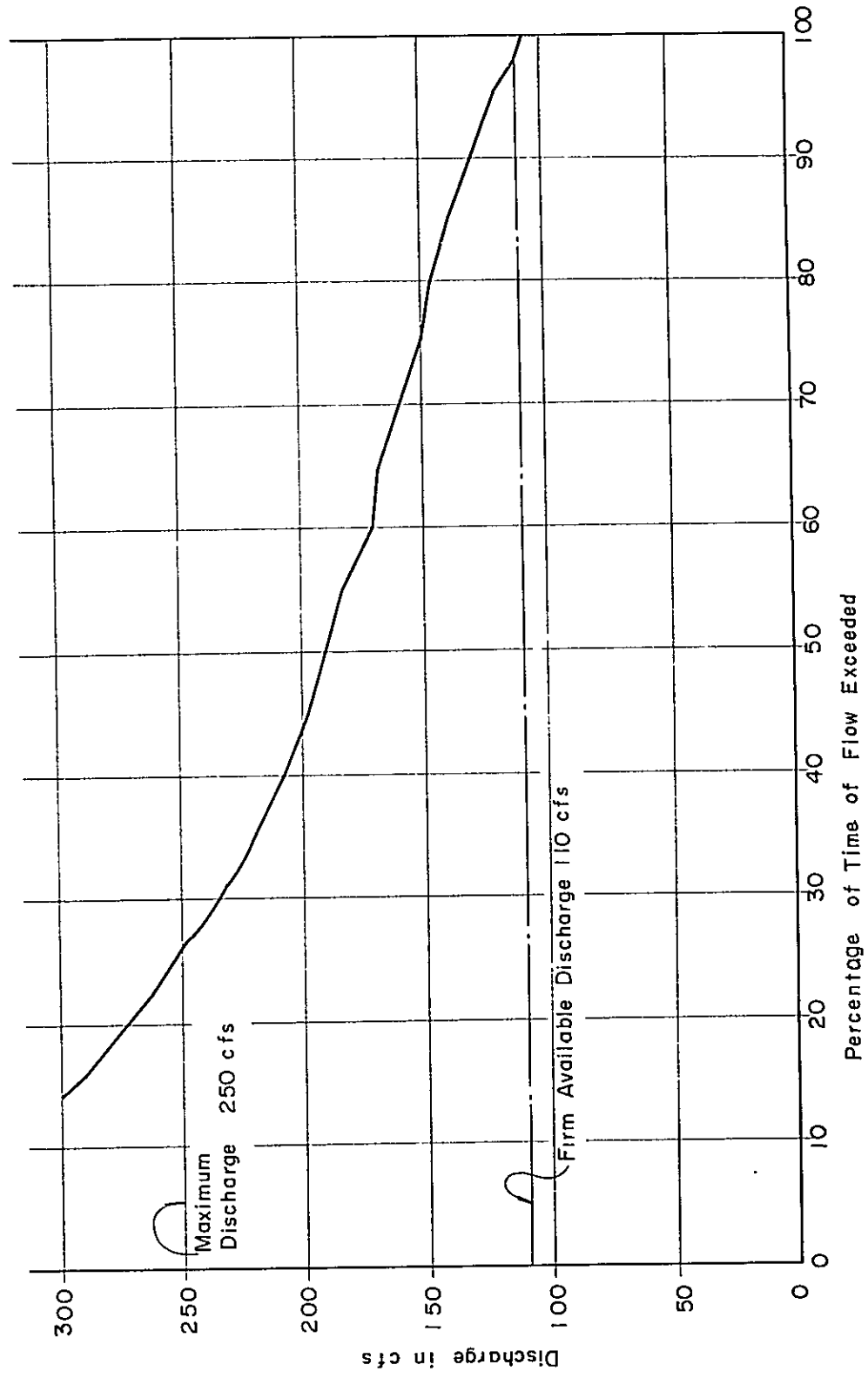


Fig.-7.2. Duration Curve for Determination of Available Discharge of Sia P.S.

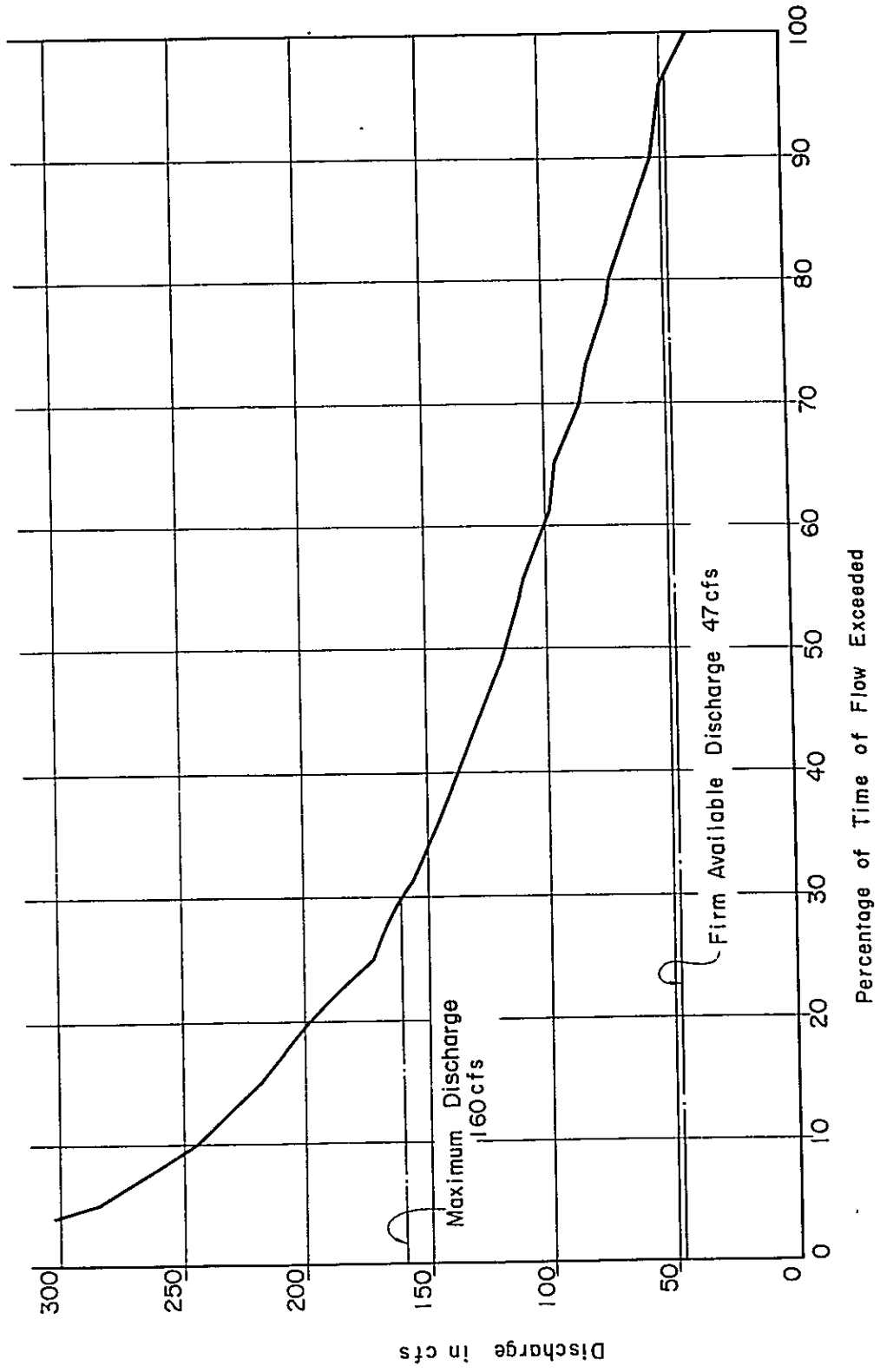




Fig. 7.3. Duration Curve for Determination of Available Discharge or Demand P.S.

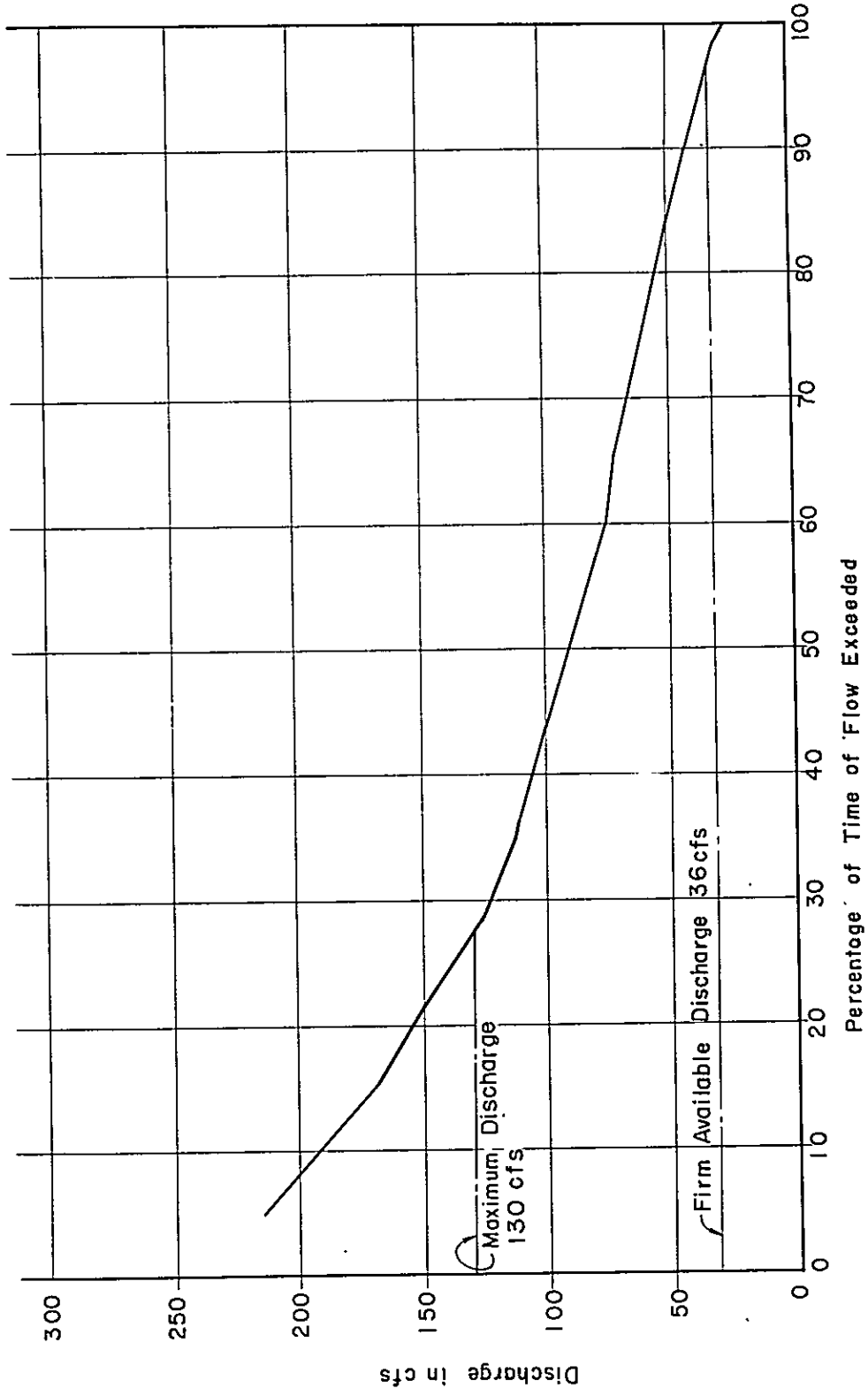


Fig.-7.4. Excess Benefit and Cost Per Kwh for Liang Power Station.

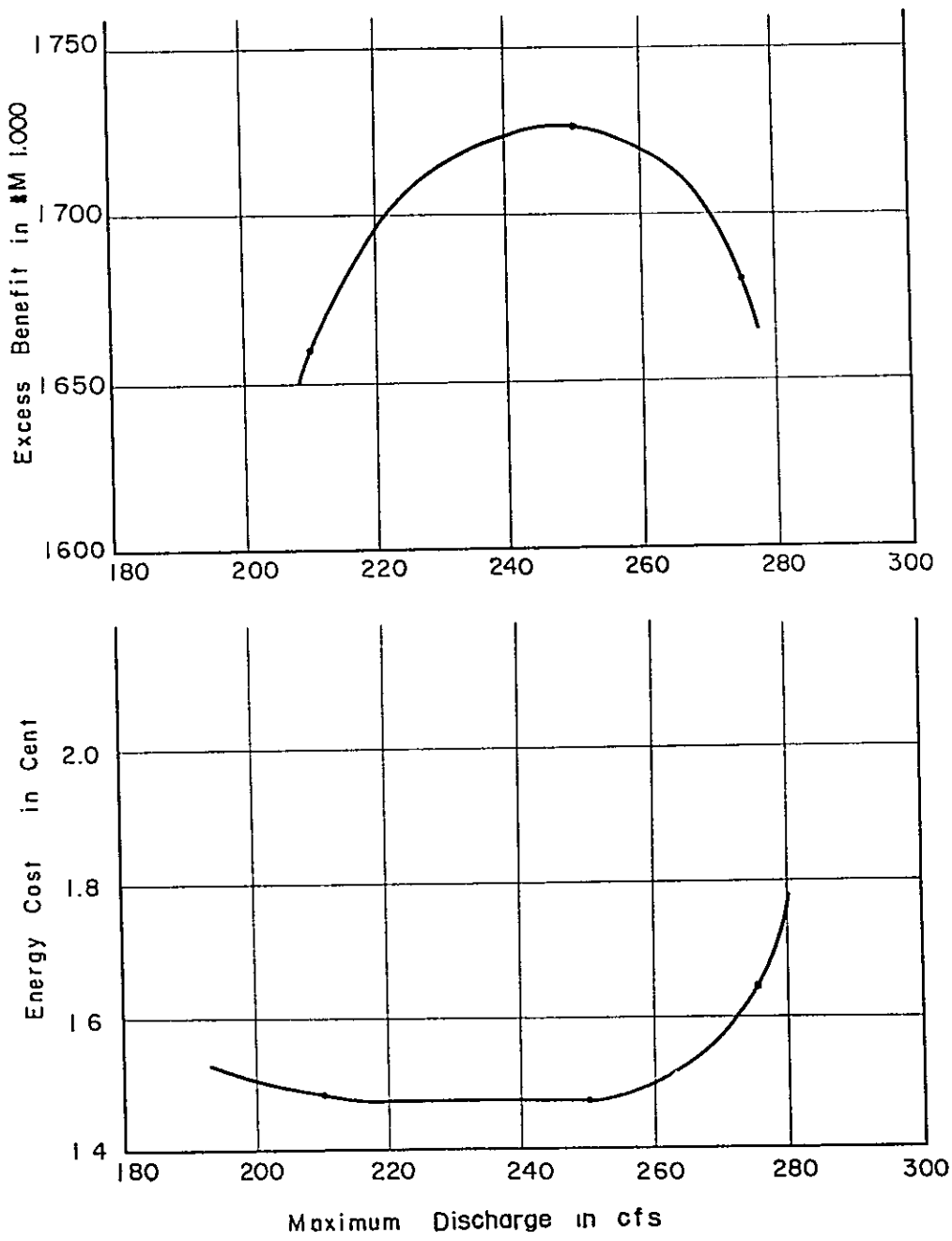


Fig.-7.5. Excess Benefit and Cost Per Kwh for Sia Power Station

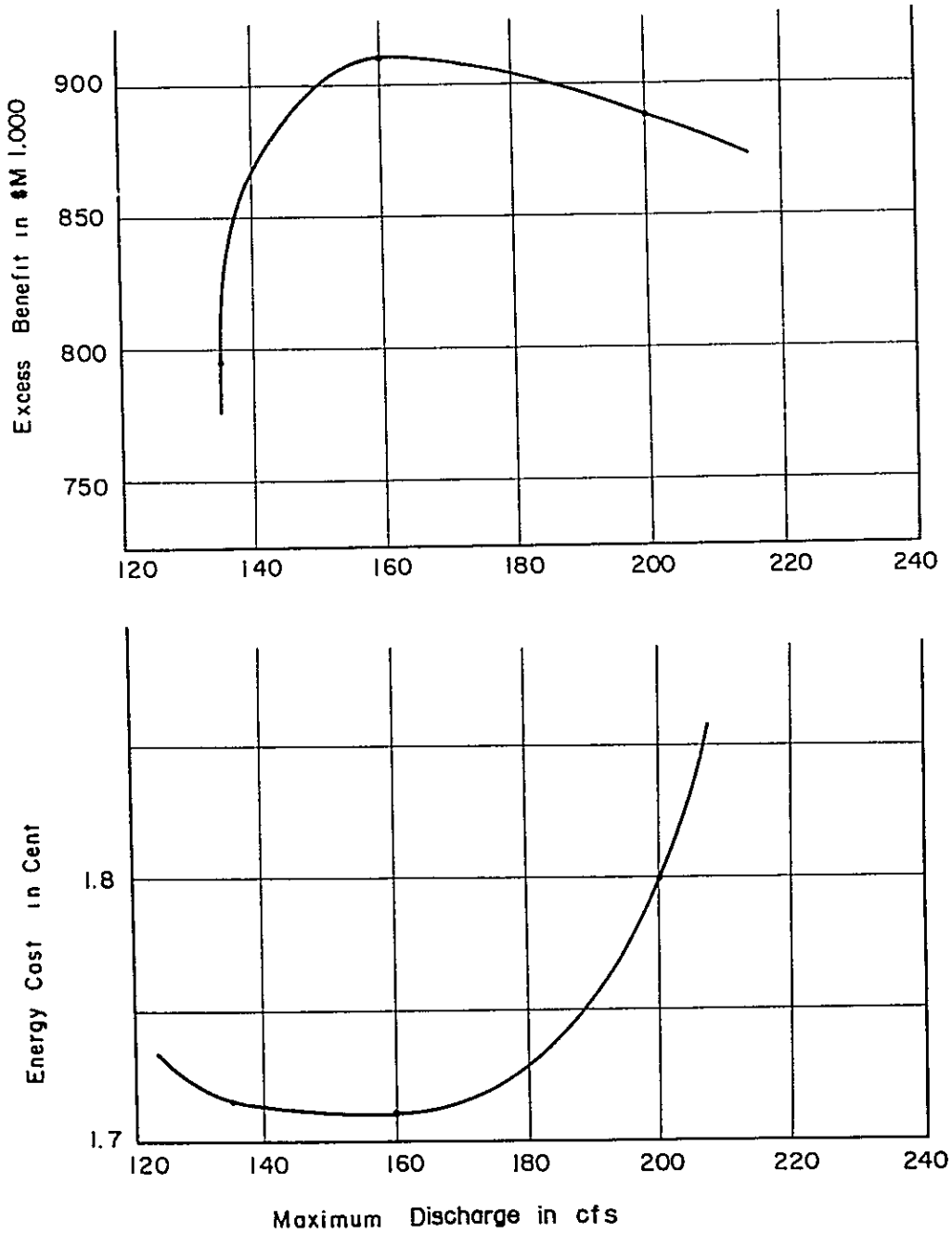


Fig.- 7. 6. Excess Benefit and Cost Per Kwh for Sempam Power Station.

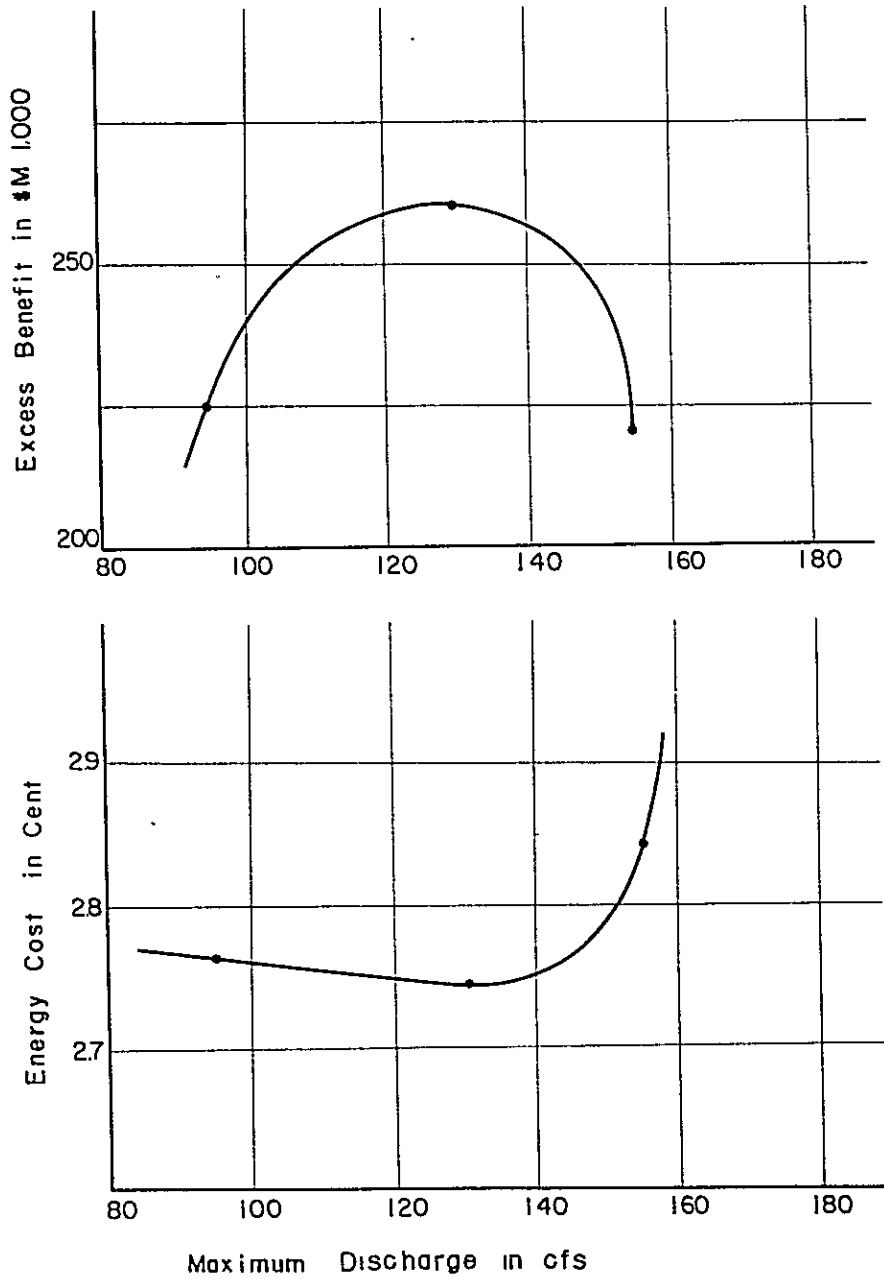


Table 7-3  
Average Monthly Available Discharge  
at Liang Power Station                      Unit : cfs

Month	1962	1963	1964	1965	Average
Jan	244	213	223	166	211
Feb	192	218	225	154	199
Mar	209	219	214	138	195
Apr	236	158	234	174	201
May	226	190	219	204	210
Jun	169	144	180	132	156
Jul	138	138	182	109	142
Aug	164	160	148	130	151
Sep	168	159	163	168	165
Oct	216	201	172	227	204
Nov	238	250	210	243	235
Dec	243	244	234	250	242
Average } Annual	204	191	200	175	193

Table 7-4  
Average Monthly Available Discharge  
at Sia Power Station                      Unit : cfs

Month	1962	1963	1964	1965	Average
Jan	158	135	142	94	132
Feb	118	139	146	82	123
Mar	129	140	137	67	118
Apr	153	86	148	102	122
May	144	114	140	127	131
Jun	97	73	106	61	84
Jul	67	67	108	39	70
Aug	90	85	76	59	78
Sep	95	87	91	95	92
Oct	137	125	97	143	125
Nov	154	160	132	156	150
Dec	157	158	149	160	156
Average } Annual	125	114	123	99	115

Table 7-5  
Average Monthly Available Discharge  
at Sempam Power Station      Unit : cfs

Month	1962	1963	1964	1965	Average
Jan	127	106	112	72	104
Feb	91	109	114	68	95
Mar	102	110	106	51	93
Apr	121	66	119	78	96
May	114	89	110	99	103
Jun	74	56	81	46	65
Jul	52	51	83	30	54
Aug	70	66	59	45	60
Sep	74	67	69	73	71
Oct	108	97	76	114	99
Nov	123	130	103	125	120
Dec	126	126	119	130	123
Average Annual	99	89	96	77	90

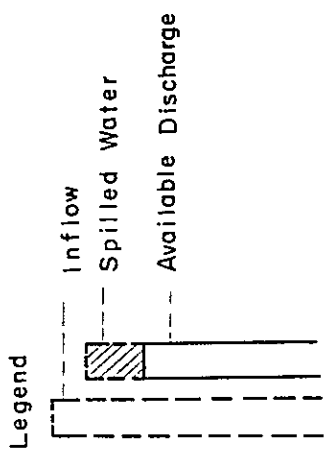
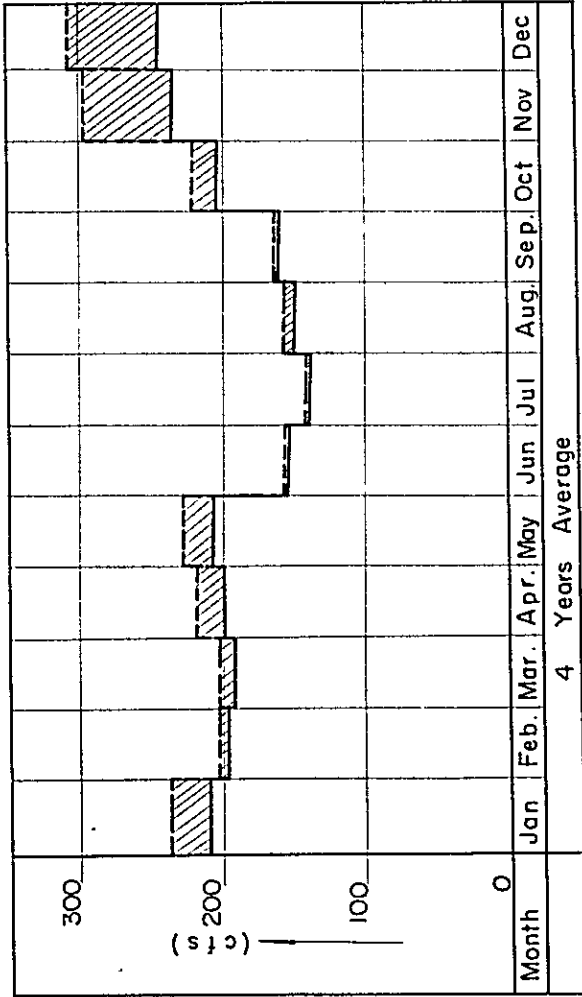
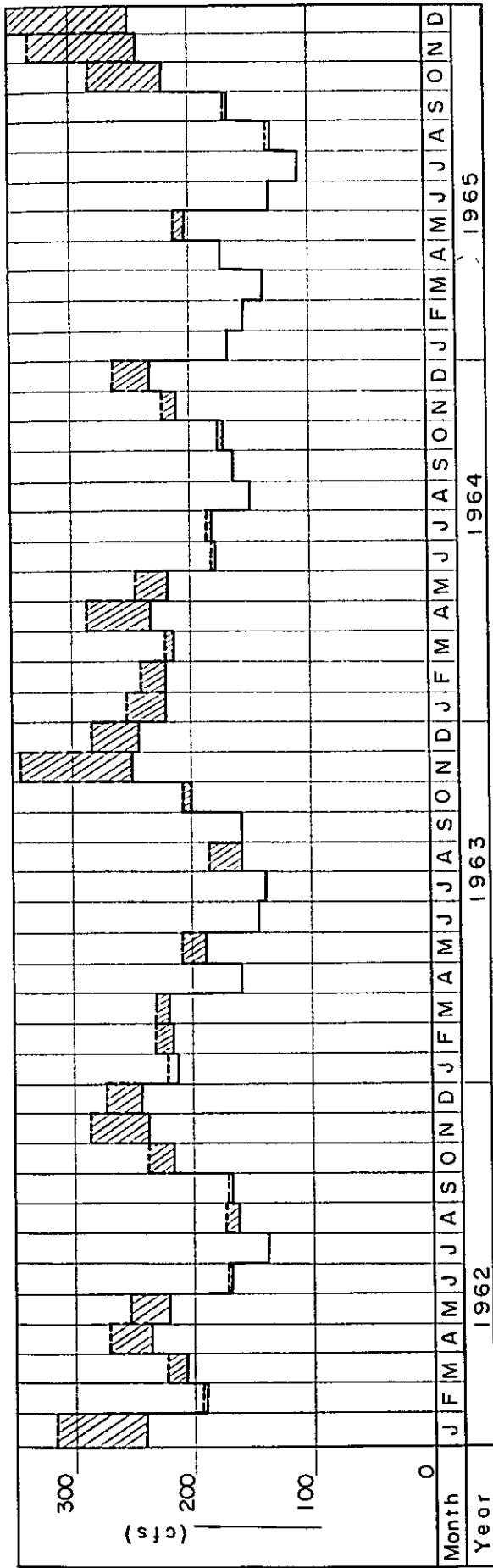
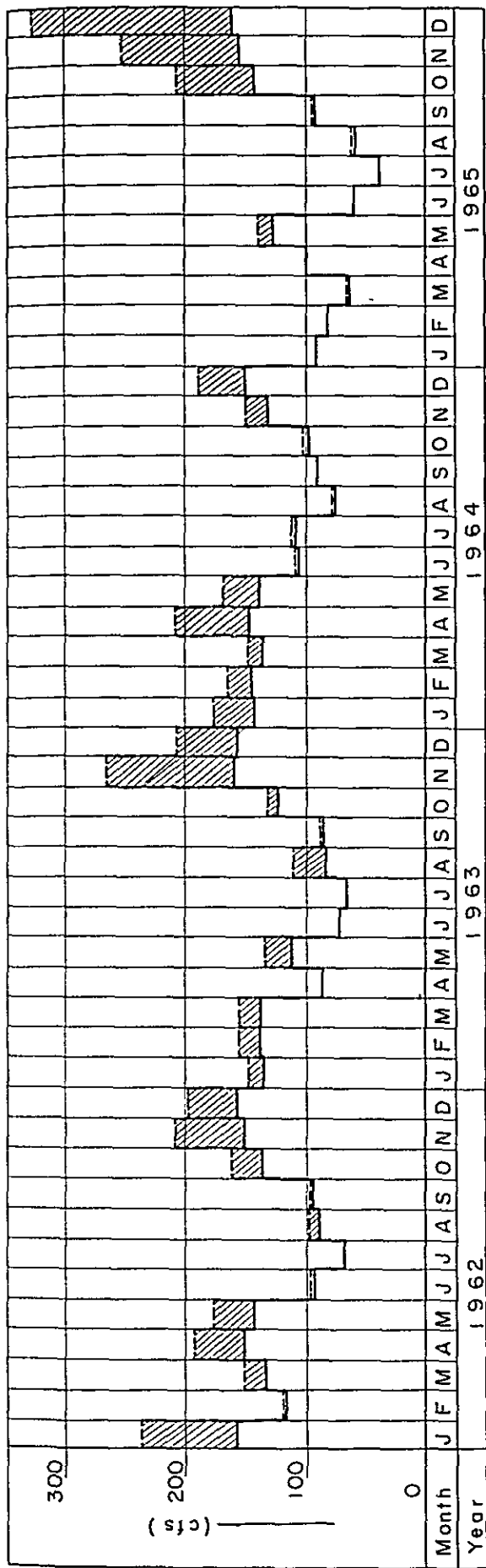


Fig.- 7. 7

Inflow, Available Discharge  
and Spilled Water of  
Liang Power Station



Legend

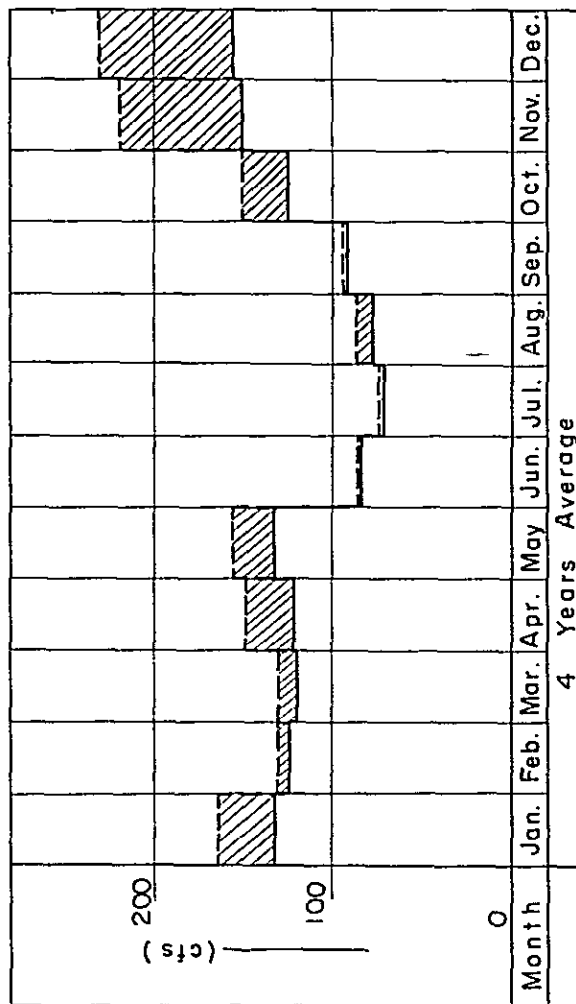
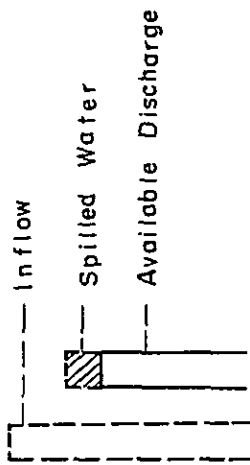
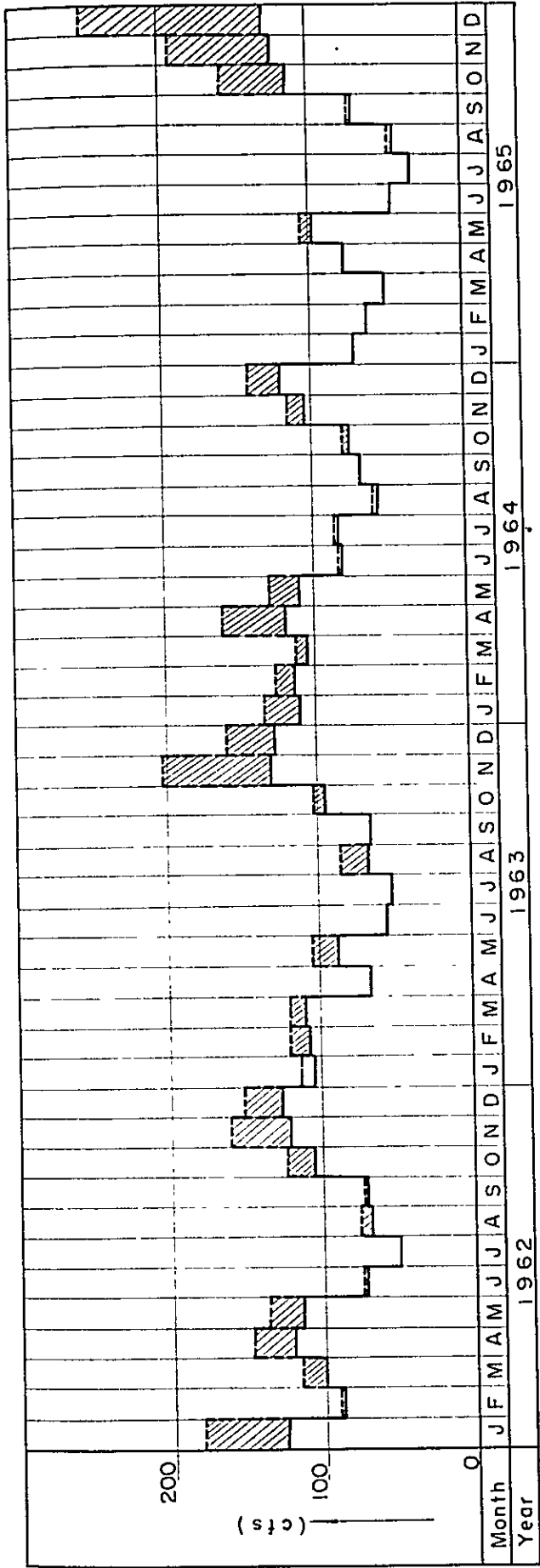


Fig. - 7.8

Inflow, Available Discharge  
and Spilled Water of  
Sia Power Station





Legend

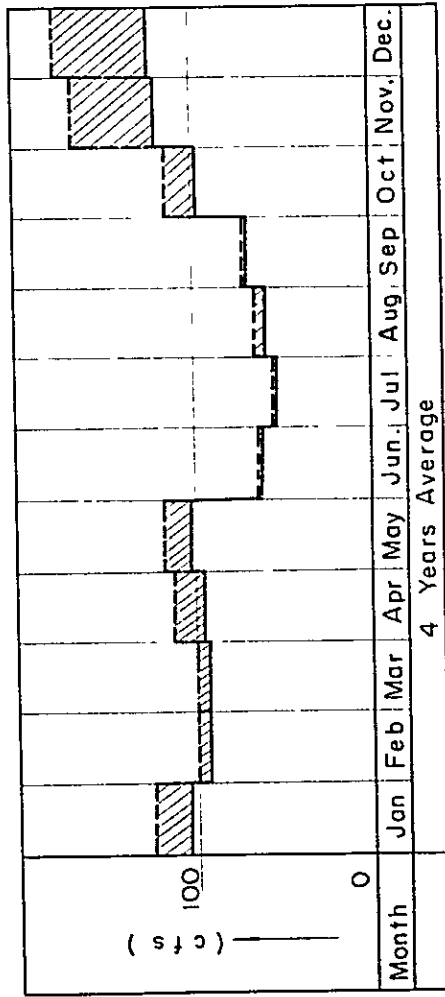
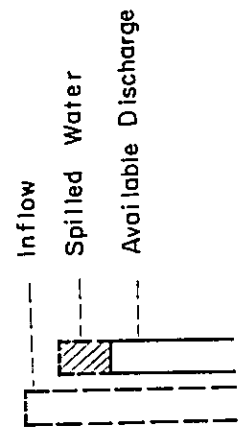


Fig- 7 9

Inflow, Available Discharge and Spilled Water of Sempam Power Station

### 7.3 設備出力及び保証出力

7.2 で決定した使用水量を使って有効落差及び効率を考慮し設備出力及び保証出力を計算すると Table 7-6 のとおりとなる。

Table 7-6  
Installed Capacity and Firm Output

Item	Unit	Power Station		
		Liang	Sia	Sempam
Intake Water Level	feet	1,440	1,440	1,450
Tail Water Level	"	560	605	695
Gross Head	"	880	835	755
Effective Head				
{ For Max Discharge	"	820	770	700
{ For Firm Discharge	"	869	829	748
Efficiency (Generator & Turbine)				
For Max Discharge	%	86	81	81
{ For Firm Discharge	"	84	77	79
Available Discharge				
{ Max	cfs	250	160	130
{ Firm	"	110	47	36
Installed Capacity	KW	15,000	8,500	6,500
Firm Output	KW	6,800	2,600	1,800

### 7.4 電気機器の台数

Raub 計画の完成する 1970 年末における Central Network の容量は約 700 MW に達すると予想される。したがって、Raub 計画は系統容量の 1/20 以下のウエイトしかないので、各発電所の機器を 1 台案とすることも可能である。また、各発電所の最大使用水量に対する常時使用水量は、Liang 44%、Sia 30%、Sempam 28% で、1 台案は十分考慮の対象となりうる。

機器を 2 台に分割すれば使用水量の少ない場合の効率が向上すること、点検時水を有効に利用できること等で 2 台案も考慮される。

しかし、3 台案は上記のメリットの増加も少くなり、容量的にも小さすぎるので考慮しない。

各発電所の出力および落差に対して、適用可能な水車はフランシス水車およびペルトン水車である。

ペルトン水車は、負荷の効率特性が良好で、水圧上昇率を 15% 以内におさえることができるが、機械が大形となり建設費は高い。一方、フランシス水車はペルトン水車にくらべて、小形で建設費は安い、部分負

荷での効率が低下する。

上記、各組合せについて、水車、発電機、主変その他の電気機器代のほかに、水圧鉄管、発電所工事費の合計費用を求めた。一方、各水車の推定効率にもとずいて、年間発生電力量を計算し、また一台案の場合は年間停止作業時の損失電力量を求めた。

これらにより年経費および損失電力料金を求め比較した結果を表-7.7に示す。

Liang 発電所は、最も経済的なフランス2台案を採用した。

Sia および Sempam 発電所では、フランス2台案が経済的である。1台案との差は僅少であるが、保守運用の面で2台案が有利であること、および local load の事情も考え合せて、フランス2台案が総合的に有利と判断し、これを採用した。

## 7.5 発生電力量

3発電所の4ヶ年間の月別発生電力量を計算すると Fig-7.10~7.12 のとおりとなる。

これによれば Raub 計画、3 発電所の発電端での年間可能発生電力量は Liang 発電所 9 8,800,000 kWh, Sia 発電所 54,300,000 kWh, Sempam 発電所 38,700,000 kWh で合計で 191,800,000 kWh である。

Table 7.7 Economic Comparison of Types and Unit Numbers of Turbines

Item	Liang P.S.						Sia P.S.						Sempam P.S.								
	Pelton		Francis		Pelton		Francis		Pelton		Francis		Pelton		Francis		Pelton		Francis		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1) Construction Cost	3,250	2,390	3,440	2,670	2,600	1,800	2,820	2,140	3,230	2,590	3,460	2,890									
Electrical Equipments (Turbine, Generator, Transformer, Accessory)	3,110	2,860	3,320	3,120	1,460	1,430	1,600	1,480	1,670	1,560	1,910	1,830									
Civil Works (Penstock, Power Station)	6,360	5,250	6,760	5,790	4,060	3,230	4,420	3,620	4,900	4,150	5,370	4,720									
2) Sub-Total	500	410	530	450	320	250	340	280	380	320	420	370									
3) Annual Cost	-1,000	800	1,700	0	800	500	400	0	500	100	100	0									
4) Energy Generated (MWh)	-3,800	-3,800	-1,300	-1,300	-2,200	-2,200	-700	-700	-1,800	-1,800	-500	-500									
5) Energy Loss during Inspection (MWh)	-4,800	-3,000	-3,000	-1,300	-1,400	-1,700	-300	-700	1,300	1,900	-400	-500									
6) (4) + (5) (MWh)	220	140	140	60	60	80	10	30	60	80	20	20									
7) Energy Cost	720	550	670	510	380	330	350	310	440	400	440	390									
8) Total (3) + (7)																					

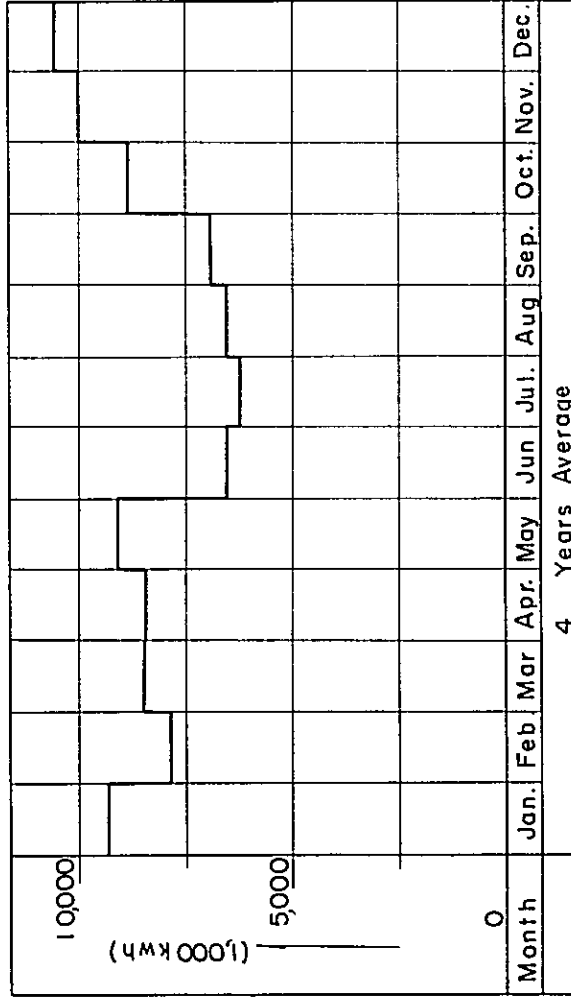
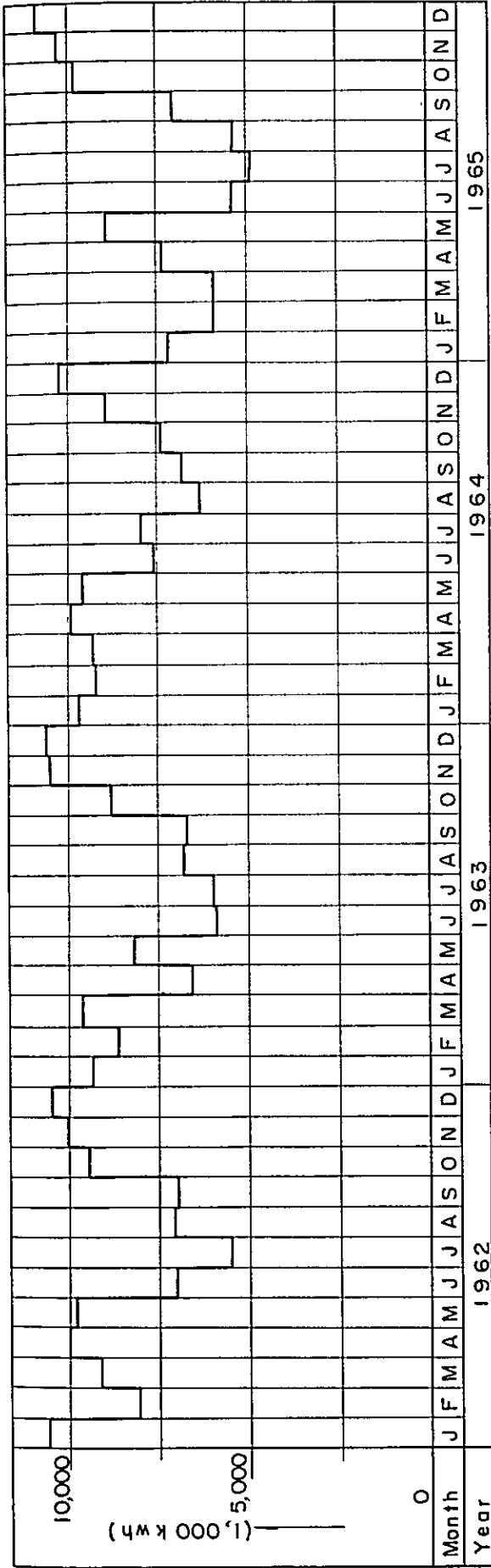


Fig - 7.10

Monthly Energy Production of Liang Power Station

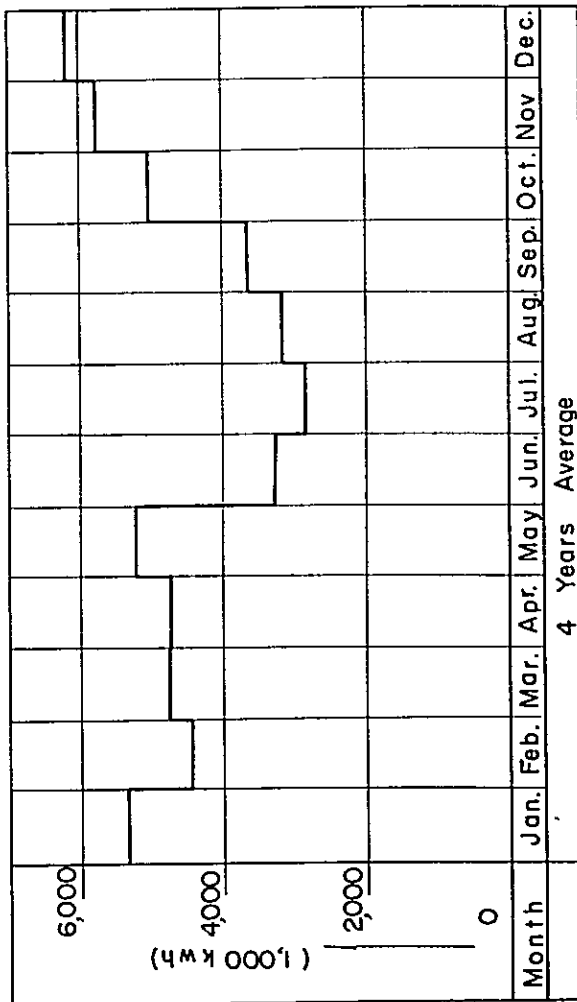
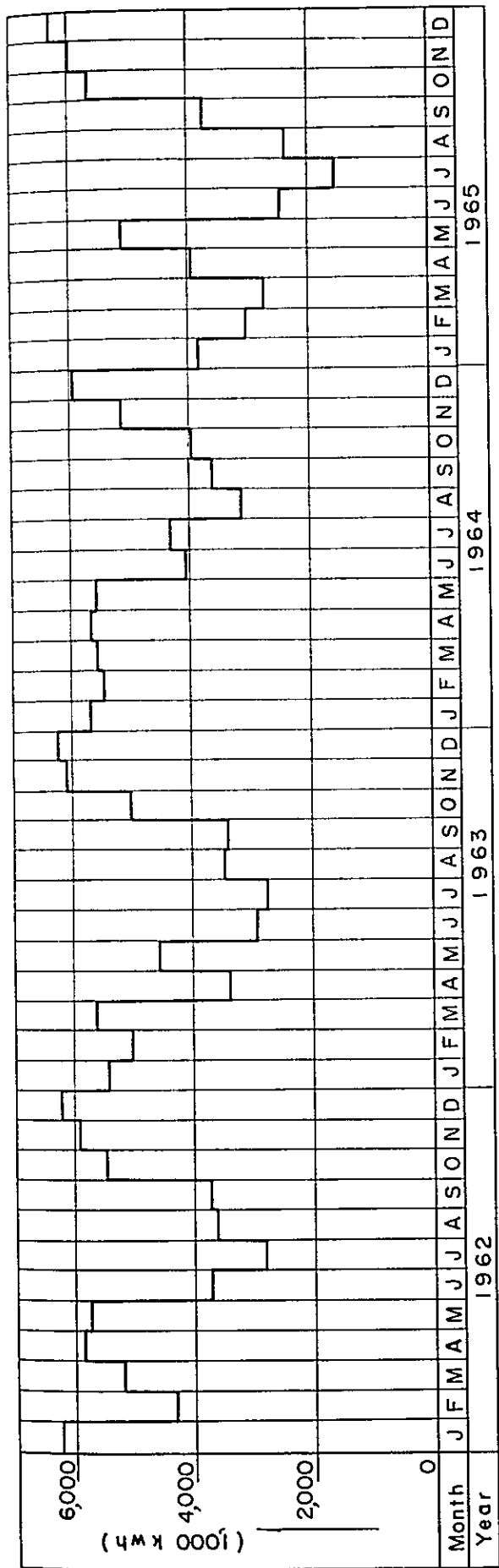


Fig - 7. 11  
 Monthly Energy Production  
 of Sia Power Station

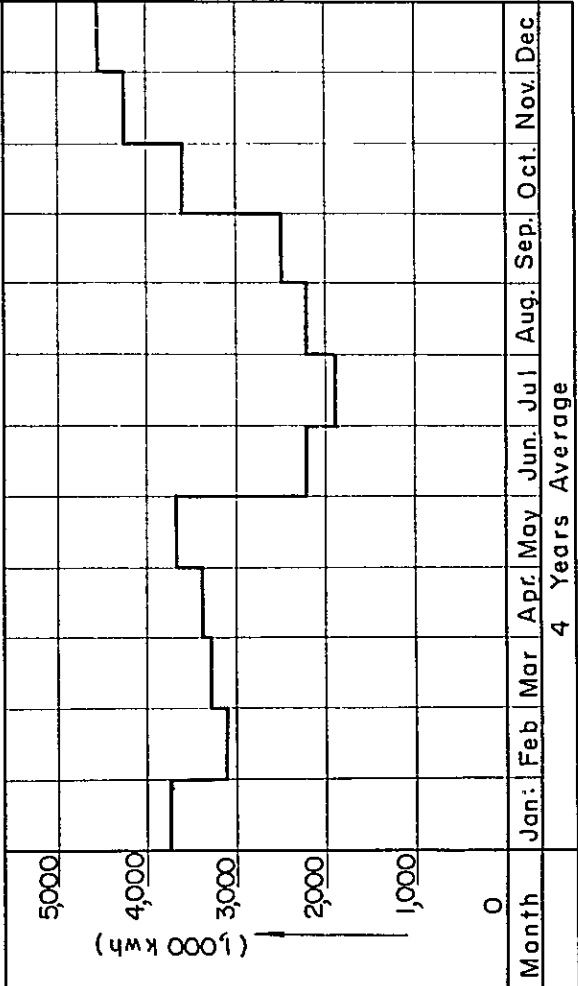
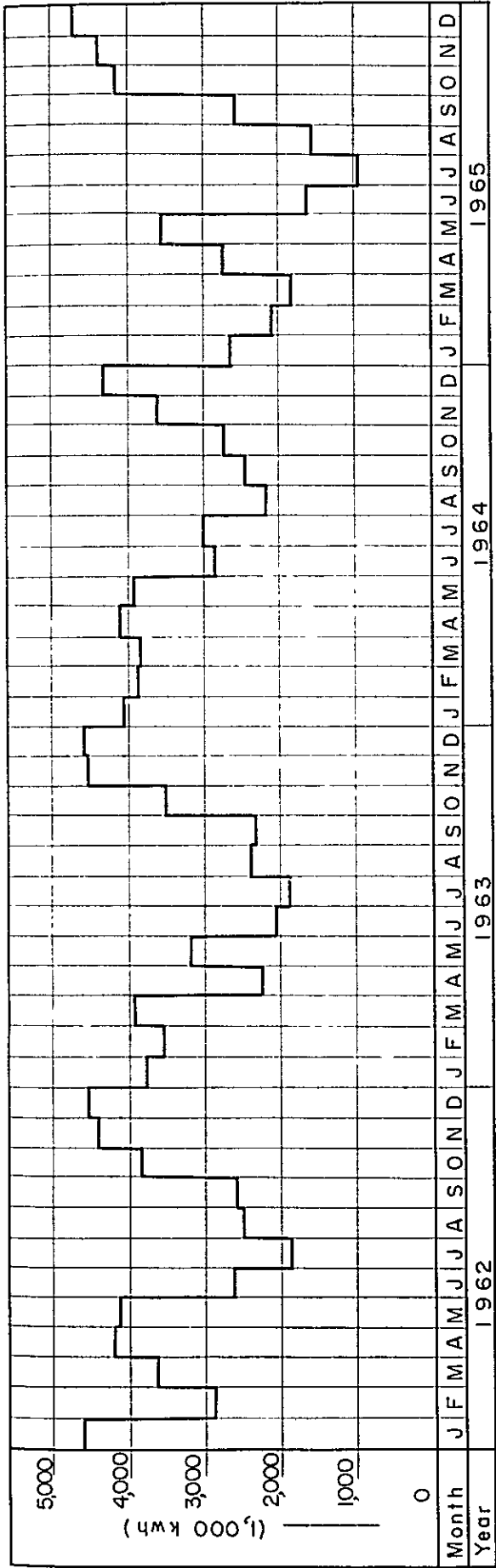


Fig. - 7. 12  
 Monthly Energy Production  
 of Sempam Power Station

## 第 8 章 予 備 設 計

### 8.1 設 計

#### 8.1.1 土木槽構造

##### (a) 取水ダム

取水ダムは、いずれもコンクリート造りとする。ダム地点の河床砂れき層が比較的浅いと推定される Liang と Sia ダムは、岩盤上に容易に築造されるであろうが、Sempam ダムおよび Hijau ダム地点の砂れき層はかなり深いと推定されるので、ダムを岩盤まで着岩させないで、砂れき層上に築造するのが経済的であろう。なお、後者の場合には、止水のためにコンクリートカットオフを設ける必要がある。また、たとえば Liang ダムで典型的な例が見られるように、ダムの両岸に拡がる風化した表土あるいは砂れき層に対してもカットオフを施工する。

ダム地点は、いずれの地点においても、河床砂れき層が深いのでダムの最終設計前に岩盤の深さを対象にボーリングによつて確認しておく必要がある。

##### (b) 取水口および沈砂池

Liang 取水口は、管理人によるダム、取水口および沈砂池の監視が常時可能であると考えて、ダム直上にダムと隣接させて設け、取水口前面の堆積土砂を必要に応じて、土砂吐ケートによつて排砂し、容易にかつ確実に取水できる槽造とした。

Sia および Sempam 取水口には、管理人が常に駐在することはないから、ダム上流へ土砂が堆積しても取水が可能であるように、ダム頂から水を落とし込む構造とした。取水口にはもちろん大きな土砂の流入を防ぐようスクリーンを設ける。

いずれの河川も土砂の流出がきわめて多いので、土砂が導水トンネルへ流入し、これによつて鉄管路、水車等に悪影響が及ぶのを防ぐために 沈砂池は確実に沈砂が期待できるよう十分な容量をもたせ、かつ発電しながら排砂可能な複室式とした。

##### (c) 導水トンネル

Hijau 支水路を除いてどの発電所の導水路も圧力トンネルである。圧力トンネルの内径は種々の内径について、年間経費と年間損失電力料金を算出し、その和が最小となる内径を採用した。ただし、Sia・Sempam では、機械によつて経済的に掘削できる最小内径の方が上述の方法で決定した内径よりも大きいので、前者の内径を採用した。検討結果を図-81に示す。トンネル断面形はすべて馬蹄形である。この形状を選定した主な理由は施工の容易性を高めることにある。

坑口部分および断層その他岩盤の悪い箇所については、コンクリートライニングする設計である。それ以外の堅硬な岩盤に対しては、トンネル断面の粗度を小さくするため、コンクリート吹付を全面的に施工する。コンクリート吹付を施工する断面でも、インパートにコンクリートを敷きならす。

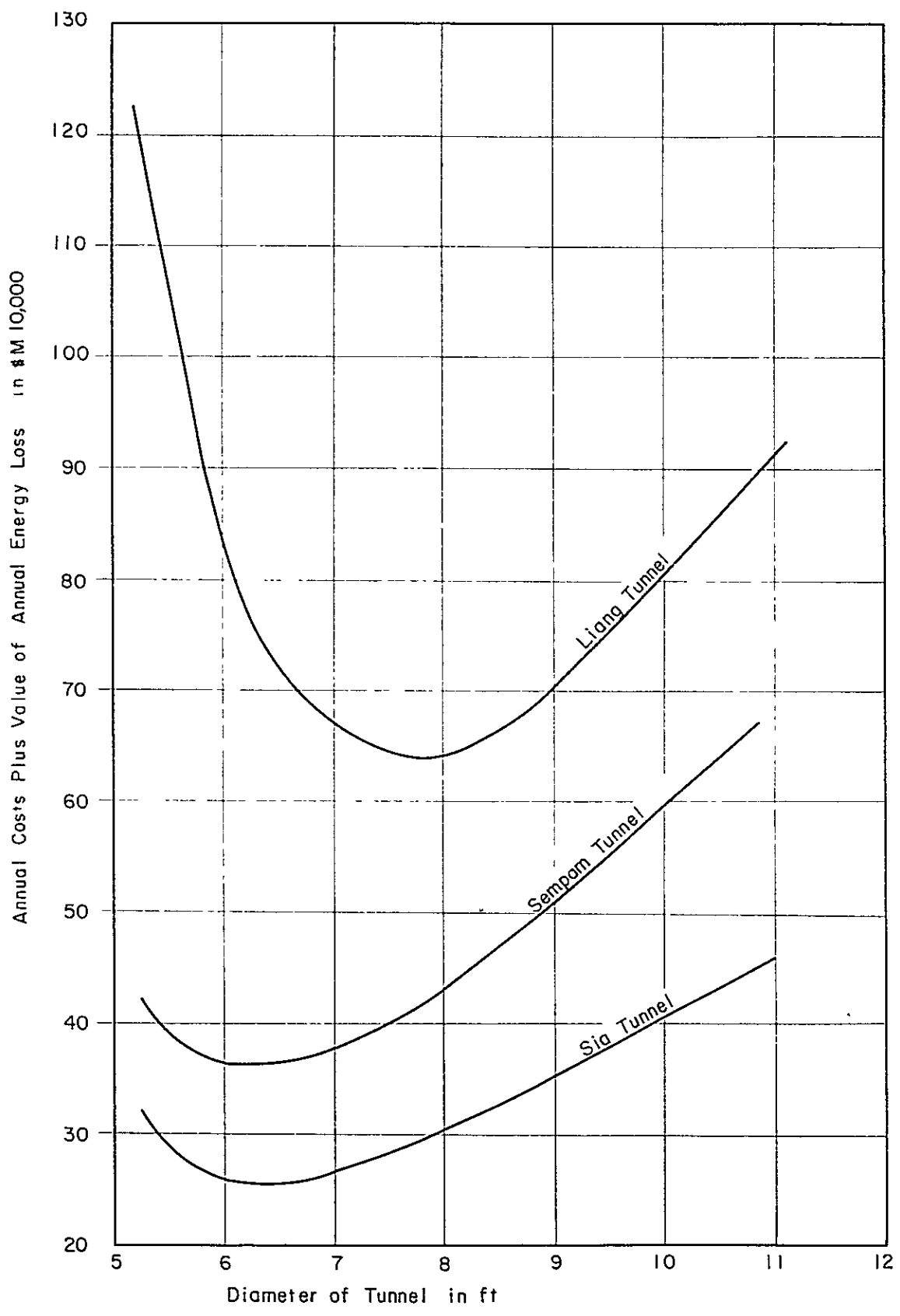
##### (d) 調圧水槽

調圧水槽は円形のシャフトとした。

表土が厚いため、シャフトが長くなる場合は横坑と組合せるのが経済的であると判断される。Liang 発電



Fig.- 8.1. Economical Diameters of Pressure Tunnels



斤の場合には、特にHijau からの合流設備を要する。

いずれの発電所の場合とも、水槽の形式は、単働式を採用したが、最終設計の段階で、種々ある形式の中から水撃圧の大きさが鉄管路および水車発電機の工事費におよぼす影響をもあわせ考えて、最も経済的な形式を選定するよう検討しなければならない。また、調圧水槽からの漏水によって、周囲の地山が不安定となるのを防ぐため、内張鉄管を施工する可否かを地山の性質を見極めたいえ、慎重に決定すべきである。

#### (e) 水圧鉄管路

水圧鉄管は、どの発電所についても、調圧水槽から出口および発電所への取付部の極く一部を除いて、尾根に沿い、地表に設置する。水圧鉄管路をトンネルとする案は経済性の点で明らかに不利である。

水圧鉄管の直径については、導水路トンネルと同様に経済的な検討を行なつて決定した。その直径は、それぞれLiang 6'-0"~4'-3", Sia 5'-0"~3'-8", Sempam 4'-7"~3'-3"である。

管路の線形については、良好な形状となるよう選択し、地ならしの簡単な切取を行なった後には、鉄管路保護のための張芝を施工し、また、排水溝を完備する。また適当な間隔をおいて、地質の形態に応じて、十分な支持力のある深さまで掘削した地盤上に鉄管を支える支台を設置する。

Liang 発電所の鉄管路は、発電所へ接続する直前に、河床を横断する。この部分は暗渠構造を採用したが、河床の岩盤の深さによつては、これを管路橋として、河川を横断させることも考えられる。

#### (f) 発電所

発電所の型式は、いずれも半地下式である。事務室および操作室は、地下に置かれるが、水車発電機はその基礎を岩盤に確実に固定させる計画であるため地表より比較的深い位置にある。また、発電所地点の洪水位は、かなり高くなる可能性があるため、発電機室の施工にあつての河流処理は慎重を期す必要がある。

基礎岩盤の深さを確認し、最終設計を決定するために、ボーリングによる地質調査を行なうべきである。基礎岩盤線が現在の推定よりも、さらにかなり深ければ、発電機を中心を下げるることによつて落差のより有効な利用が可能かどうか経済的な検討が当然なされるべきである。

#### (g) 放水路

Sia の放水口は直接Sia川に面しているが、Liang Sempam 両発電所において使用された水は放水路トンネルをへて、それぞれ河川に放流される。この両発電所の放水路は無圧式トンネルであるが地山深部の良質の岩盤の中を貫くことは考えられないので、全長にわたり、コンクリートライニングとする。

#### 8.1.2 水車および発電機

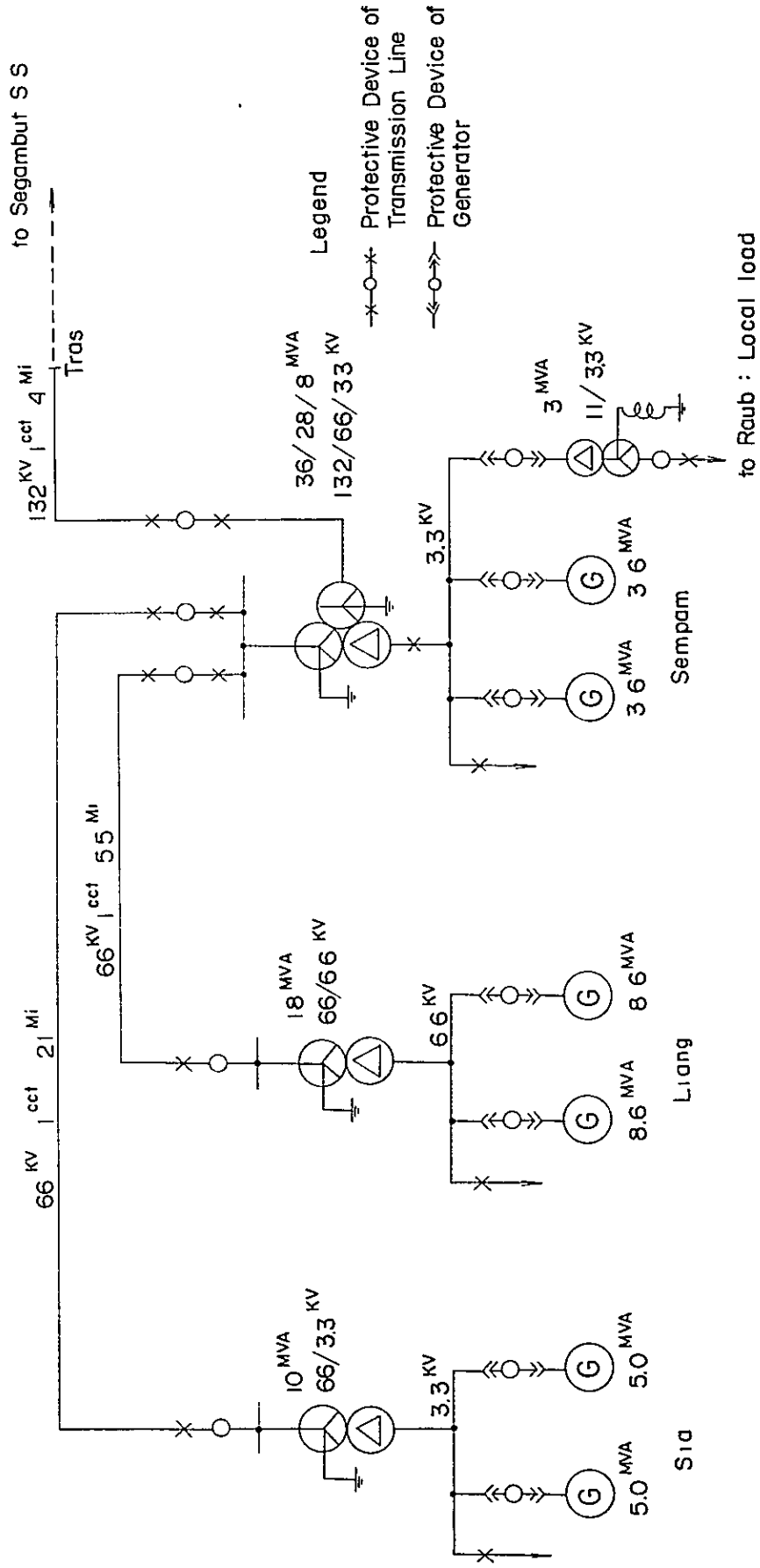
Liang 発電所の場合、横軸フランシス水車を採用すると、発電所床面積が大となり、半地下式発電所であるので掘削量が大となり、不利なことは明らかであるので、立軸フランシス水車とした。

Sia および Sempam 発電所の水車は、高速、小容量機であり、立軸水車より運転保守に便利な横軸フランシス水車とした。

発電機は3相閉鎖風道循環形とした。ワンマンControl 方式とした。

Liang および Sia 発電所の電力はそれぞれ66KV送電線でSempam発電所の連系変圧器を径て、132KV送電線でCentral Network へ送電される。一方、Sempam 発電所の11/3.3KV変圧器を径て既設11KV送電線でRaubへ送電される。Sempam発電所には、Local 需用の増加に応じて、変圧器と

Fig-8.2. Single Line Diagram of Raub Scheme



to Segambut S S

Tras

36/28/8 MVA  
132/66/33 KV

Legend

$\times-O-\times$  Protective Device of Transmission Line

$\leftarrow-O-\rightarrow$  Protective Device of Generator

3.3 KV

3 MVA  
11/33 KV

to Raub : Local load

3.6 MVA 3.6 MVA  
Sempam

66 KV cct 5.5 Mi

18 MVA  
66/66 KV

6.6 KV

8.6 MVA 8.6 MVA  
Liang

10 MVA  
66/33 KV

3.3 KV

5.0 MVA 5.0 MVA  
Sida

引出設備が増設可能とした。

Liang および Sia 発電所にそれぞれ屋外 3 相油入自冷式変圧器を 18 MVA および 10 MVA 1 台ずつ設けた。

Sempam 発電所には図-8.2 に示すように、連系用として 3 巻線単相送油風冷式変圧器を設けた。

### 8.1.3 送電設備

#### (a) 66KV 送電線

Sia P.S~Sempam P.S および Liang P.S~Sempam P.S の 66KV 送電線に使用する電線は、送るべき電力、電圧降下および電力損失等の電気的特性ならびに電線に加わる荷重等の機械的特性より技術的、経済的に最適なものとして 58<sup>sq</sup> ACSR が選定された。

本系統は中性点直接々地であるため開閉サージの大きさを常規対地電圧波高値の 2.8 倍と想定し、5<sup>1/4</sup> x 3/4<sup>1/2</sup> 標準懸垂碍了 4 ヶとした。本地域は襲雷頻度が相当大きいと推定されるので 38<sup>sq</sup> GSC 架空地線を 1 条設置し、遮蔽効果をもたせるとともに、塔脚に埋設地線を取りつけ接地抵抗の低減をはかった。

Sia~Sempam P.S 間の支持物は支線を使用する鉄柱とし、Liang~Smpam P.S 間は鉄塔とした。

#### (b) 132 KV 送電線

Sempam P.S~Trao 間の送電線は、NEB で計画している Trao~Segamfut S.S 間 132 KV 送電線に直接々続されるため、使用電線はこれに合わせて 160<sup>sq</sup> ACSR を使用する。

この 132KV 系統は直接々地であり、開閉サージの大きさも 66KV 系同様 2.8 倍とすれば、5<sup>1/4</sup> x 3/4<sup>1/2</sup> 標準懸垂碍了 8<sup>1/2</sup> となる。また、38<sup>sq</sup> GSC の架空地線 1 条を設置し、塔脚には埋設地線を取りつけ、耐雷性能を向上させる。

### 8.1.4 構造物および設備の諸元

Liang Sia Sempam 発電所および送電線の諸元は次のとおりである

#### (a) Liang 発電所

##### 1 木構造物

取水ダム (Liang)	コンクリート重力式	
	堤頂長	290 ft
	高さ (基礎面から越流頂まで)	27 ft
	堤体積	6,900 cy
取水ダム (Hijau)	コンクリート重力式	
	堤頂長	200 ft
	高さ	20 ft
	堤体積	5,200 cy
取水口 (Liang)	鉄筋コンクリート構造	
	最大取水量	220 cfs
取水口 (Hijau)	最大取水量	30 cfs
沈砂池 (Liang)	複室式	

	有効容量	620 cy
沈砂池 ( Hijau )	単室式	
	有効容量	100 cy
導水路トンネル ( Liang )	圧力トンネル	
	長さ	21,800 ft
	形状	馬蹄形
	内径	8' - 0"
	最大通水量	220 cfs
導水路 ( Hijau )	無圧トンネル	
	長さ	5,100 ft
	形状	馬蹄形
	内径	6' - 10"
	最大通水量	30 cfs
調圧水槽	単働式	
	内径	20 ft
	高さ	90 ft
水圧管路	全溶接，リングガータン式	
	長さ	2,400 ft
	条数	1条 ( 終端2条分岐 )
	内径	1条部 : 6' - 0" - 4' - 3" 2条部 : 2' - 4"
発電所	半地下式鉄筋コンクリート構造	
放水路	無圧トンネル	
	長さ	380 ft
	形状	馬蹄形
	内径	7' - 10"
	最大通水量	250 cfs
電気機器		
水車	型式 立軸フランシス	
	台数	2
	出力	7,600 kw
	最大使用水量	125 cfs x 2
	回転数	1,000 rpm
発電機	形式 立軸閉鎖風道循環形	

	台数	2
	容量	8,600 KVA
	周波数	50 c/s
変圧器	形式 屋外3相油入自冷式	
	台数	1
	容量	18 MVA
	電圧	66/66 KV
屋外開閉所	送電電圧	66 KV
	引出回線数	1

(b) Site 発電所

土木構造物

取水ダム	コンクリート重力式	
	堤頂長	300 ft
	高さ	54 ft
	堤体積	13,800 cy
取水口	ダム頂取水式	
	最大取水量	160 cfs
沈砂池	複室式	
	有効容量	460 cy
導水路トンネル	圧力トンネル	
	長さ	11,100 ft
	形状	馬蹄形
	内径	6' - 10"
	最大通水量	160 cfs
調圧水槽	単働式	
	内径	17 ft
	高さ	72 ft
水圧管路	全溶接，リングガード式	
	長さ	2,900 ft
	条数	1条(終端2条分岐)
	内径	1条部:5'-0" 3'-8" 2条部:2'-0"
発電所	半地下式鉄筋コンクリート構造	
放水路	開き上	
	長さ	140 ft
	最大通水量	160 cfs

電気機器

水車	形式 横軸フランシス	
	台数	2
	出力	4,400 KW
	最大使用水量	80 cfs x 2
	回転数	1,000 rpm
発電機	形式 横軸閉鎖風道循環形	
	台数	2
	容量	5,000 KVA
	周波数	50 c/s
変圧器	形式 屋外3相油入自冷式	
	台数	1
	容量	10 MVA
	電圧	66/33 KV
屋外開閉所	送電々電	66 KV
	引出回線数	

(c) Sempam 発電所

土木構造物

取水ダム	コンクリート重力式	
	堤頂長	290 ft
	高さ	30 ft
	堤体積	9,400 cy
取水口	ダム頂取水式	
	最大取水量	130 cfs
沈砂池	複室式	
	有効容量	400 cy
導水路トンネル	圧力トンネル	
	長さ	16,000 ft
	形状	馬蹄形
	内径	6'-10"
	最大通水量	130 cfs
調圧水槽	単働式	
	内径	17 ft
	高さ	75 ft
水圧管路	全溶接, リングガーダー式	

	長さ	1.530 ft
	条数	1条(終端2条分岐)
	内径	1条部: 4'-7"~3'-3" 2条部: 1'-8"
発電所	半地下式鉄筋コンクリート構造	
放水路	無圧トンネル	
	長さ	260 ft
	形状	馬蹄形
	内径	5' - 8"
	最大通水量	130 cfs
電気機器		
水車	形式 横軸フランソス	
	台数	2
	出力	3,300 kw
	最大使用水量	65cfs×2
	回転数	1,000 rpm
発電機	形式 横軸閉鎖風道循環形	
	台数	2
	容量	3,600 KVA
	周波数	50 c/s
変圧器	形式 屋外単相送油風冷式	
	台数	4(予備1台)
	容量	36/28/8 MVA
	電圧	132/66/33 KV
屋外開閉所	送電々圧	66KV/132KV
	引出回線数	2/1

(d) 送電線

	Sia P. S. ~ Sempam P. S	Liang P. S. ~ Sempam P. S	Sempam P. S. ~ Tros
長さ ( Mile )	1.1	5.5	4
電圧 ( KV )	66	66	132
回線数	1	1	1
電線	58 <sup>2</sup> ACSR	58 <sup>2</sup> ACSR	160 <sup>2</sup> ACSR
碼子			
種類	15000 <sup>161b</sup> , 10 <sup>3</sup> 5 <sup>3</sup> / 4"	15000 <sup>161b</sup> , 10 <sup>3</sup> 5 <sup>3</sup> / 4"	25000 <sup>161b</sup> , 10 <sup>3</sup> 5 <sup>3</sup> / 4"



個数	4	4	8
支持物	鉄柱	鉄塔	鉄塔

## 8.2 工程および施工方法

### 8.2.1 工程

Raub 計画は、3 発電所から成り立っており、1970 年後半に相継いで完成することが必要である。8.2.2 にのべる施工方法ならびに工事数量を考慮して、建設中利子を含めた建設費が最小になるような最善の工程を検討した結果、図-83 に示すようになると考えられる。

Liang Sia Sempam 各発電所の工事期間はそれぞれ 28, 26, 30 ヶ月である。この工期を支配するのはトンネルであるが、横坑を適宜採ることにより伸縮できる。

調査ならびに精密設計から請負付託決定までには、約 1 年半を要すると考えられるので、1970 年後半運開するためには、少なくとも 1968 年 6 月に着工しなければならない。この後には道路工事、主として現在の林道の拡巾整備となるが、これを 1968 年 6 月までに、ほぼ完成しておく必要がある。

### 8.2.2 施工方法

#### (a) 工事用道路、仮建物、動力等

工事用資材、機器は、Kuala Lumpur から Raub へ通ずる道路によつて輸送される。Liang および、Sia 発電所予定地点付近には、巾員 10 Feet 程度の林道がある。この道路は、Raub から北北東へ KgC Chin までの道路から分岐したものである。しかし、Sia 取水口予定地点までは新設しなければならない。一方、Sempam については、既設 Sempam 発電所まで道路が現在あり、さらに Sempam 川左岸側に取水口予定地点まで林道が開発されている。

発電所工事 (Main Works) に先立って、これらの林道を拡巾、整備すると共に、これらの林道から発電所まで道路を新設する。

工事用仮道路は、これらの道路から必要に応じて請負人が設けるものとする。これら道路の延長は次のとおり。(単位 miles)

	Liang	Sia	Sempam	計
新設道路	0.6	2.0	0.6	3.2
改良道路	13.7	3.9	8.4	26.0
計	14.3	5.9	9.0	29.2

Consulting Engineer のための仮建物、諸設備等は各サイト付近に設ける。請負人用仮建物、仮設備も、各サイト付近に設けるがそのスペースは十分ある。

必要な工事動力は、800 ~ 1,000 KW である。現在 Raub に水力発電 1,235 KW ディーゼル発電 898 KW の設備があり、この地方の最大負荷は 600 ~ 800 KW であるから、工事用電力を十分まかなうことができる。

各発電所と Raub 間の送電線を Main Works に先立って建設し、工事用として使用するにはかなりの費用と工期を要するので、各サイト毎にディーゼル発電機を据付け、これを使用するものとする。

Fig - 8 3 Construction Schedule

Item	1967			1968			1969			1970														
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparation of Tender Documents																								
Site Investigation																								
Access Road & Bridge																								
Diversion Dam & Intake																								
Tunnel																								
Surge Tank																								
Penstock																								
Power Station																								
Switchyard																								
Plant (Erection)																								
Access Road & Bridge																								
Diversion Dam & Intake																								
Tunnel																								
Surge Tank																								
Penstock																								
Power Station																								
Switchyard																								
Plant (Erection)																								
Access Road & Bridge																								
Diversion Dam & Intake																								
Tunnel																								
Surge Tank																								
Penstock																								
Power Station																								
Switchyard																								
Plant (Erection)																								
Transmission Line																								

In Service

In Service

In Service

(b) 工所用資材および骨材の調達

この工事に必量なセメントは約 32,000 ton, 鉄筋 2,000 ton でいずれも国内で調達できる。トンネル用支保工鋼機は約 1,200 ton で輸入しなければならない。

資材の必要は約 180,000 ton で、質および量の点で Liang 川下流付近の堆積砂れきを採取使用することが、また必要に応じてトンネル掘削ズリの一部も使用することができる。しかし工事施工にあたって、両者について充分調査、研究の上、使用することが望ましい。

(c) 主要構造物の建設

Raub 計画のもつとも重要かつ工期を支配する工事はトンネルで全長 4,800 ft に達する。

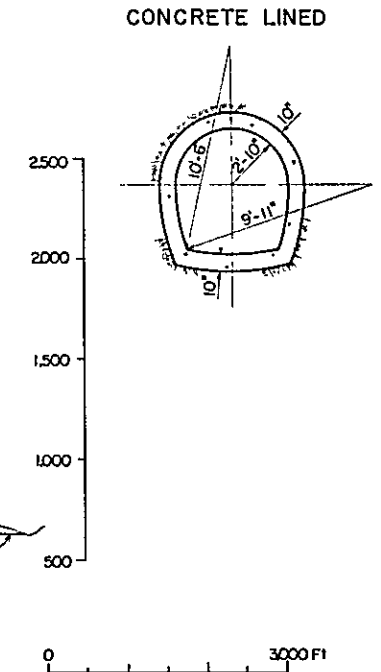
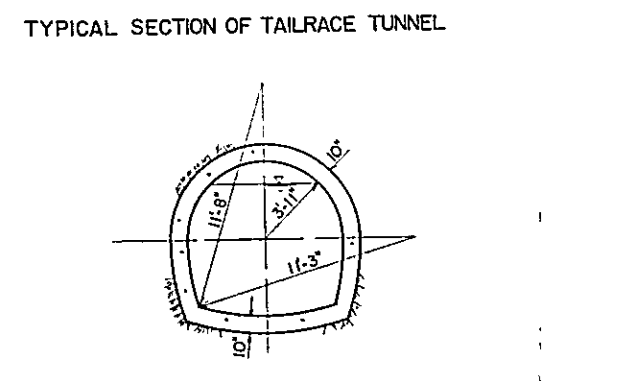
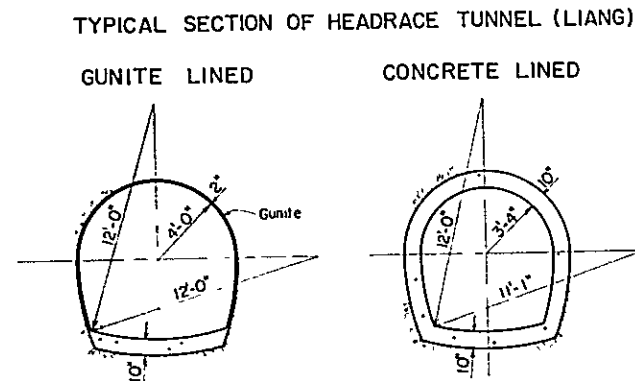
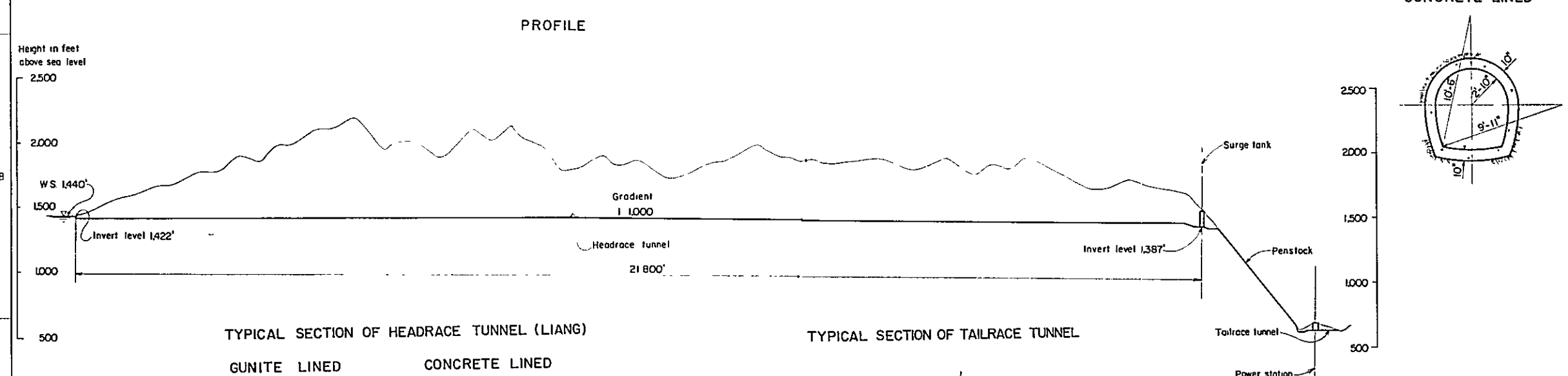
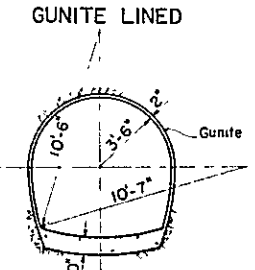
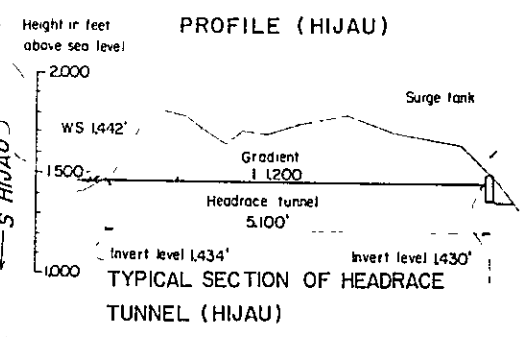
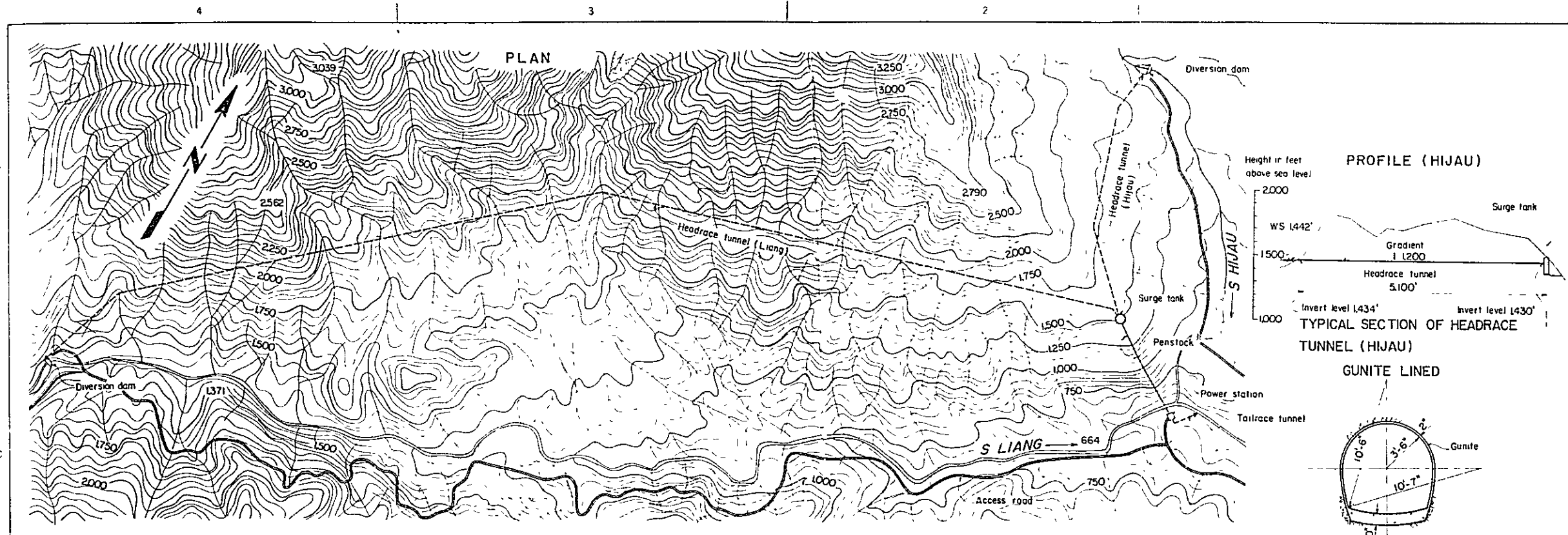
所定の工期内に完成するよう上記の工所用道路から各横坑へ取付道路を設け、掘削に着手する。トンネルルート的大部分は堅硬な岩崗岩の中を通ずるよう選定してあるから、コンクリート巻立の必要な坑口付近以外は、完全を期してコンクリート吹付け (guniting) で充分である。

したがって掘削したところから guniting によって吹付け保護して工事の安全に万全を期することが望ましい。

調圧水槽は、まず上部空気坑と下部水圧鉄管路を開削し、掘削ズリは下部から引出し、コンクリートは上部坑から打ち込む等、能率よく施工することが必要である。

ゲート、水圧鉄管、電気機器は、基礎工事の完了をまって据付けるものとし、これらの機器は Port Swettenham 港で揚陸し、トラノク輸送する。

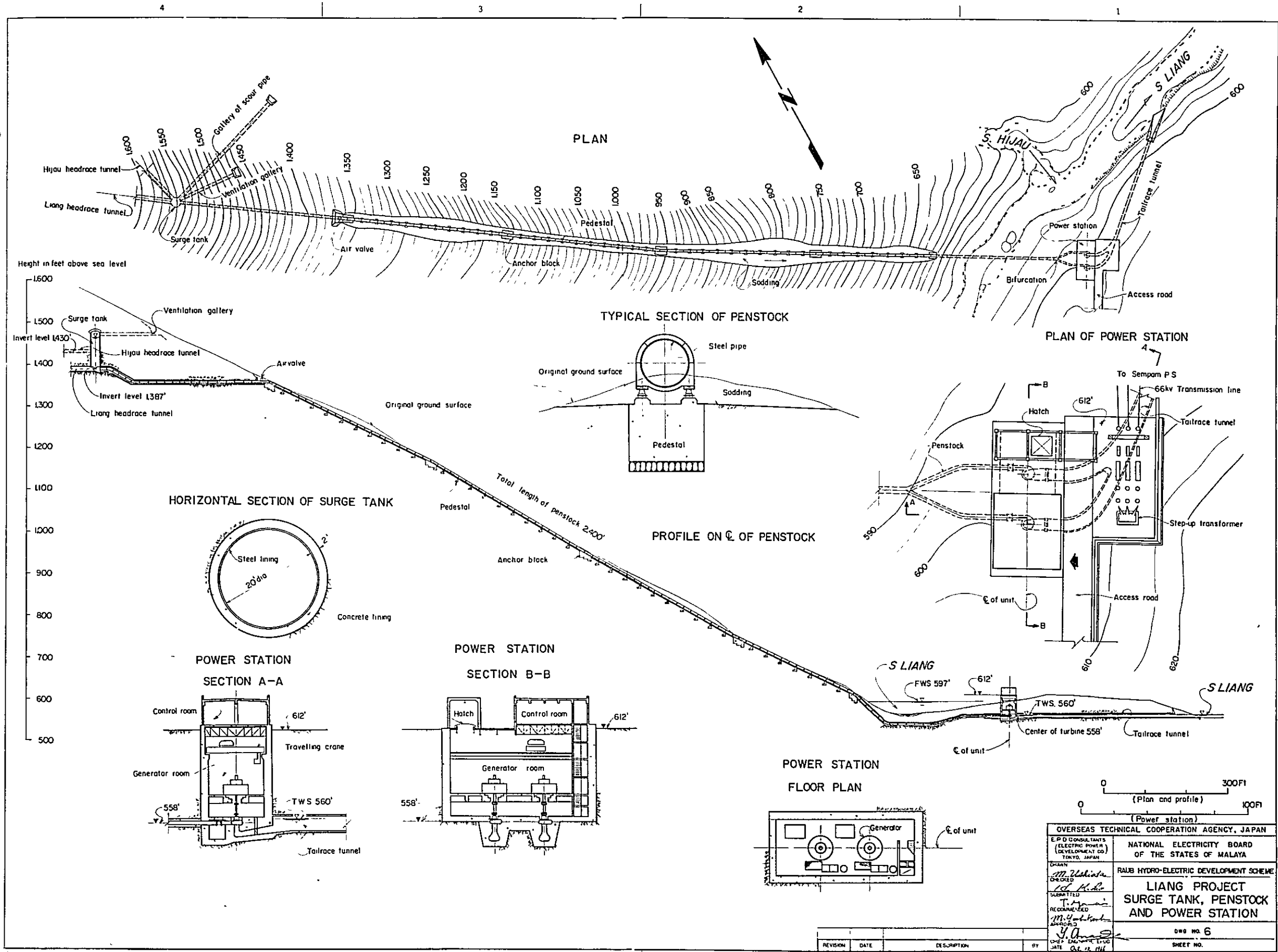
これらの機器の据付けには、3 発電所がシリーズにできるよう配慮すべきである。



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
ENGINEERS CONSULTANTS ELECTRIC POWER (DEVELOPMENT BY U.S.) TOKYO, JAPAN	NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA
DESIGNED BY DRAWN BY CHECKED BY APPROVED BY	RAUB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME
<b>LIANG PROJECT WATERWAY</b>	
DWS NO. 5	
SHEET NO.	

REVISION	DATE	DESCRIPTION

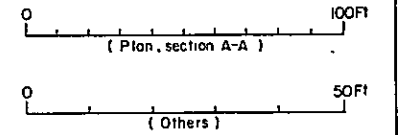
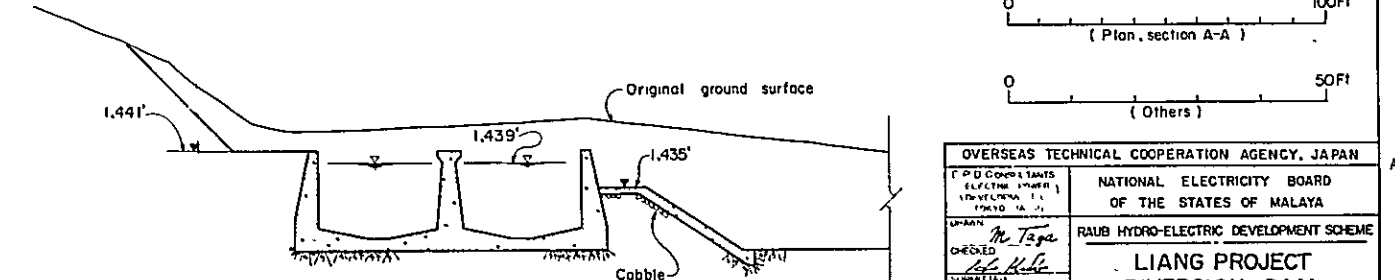
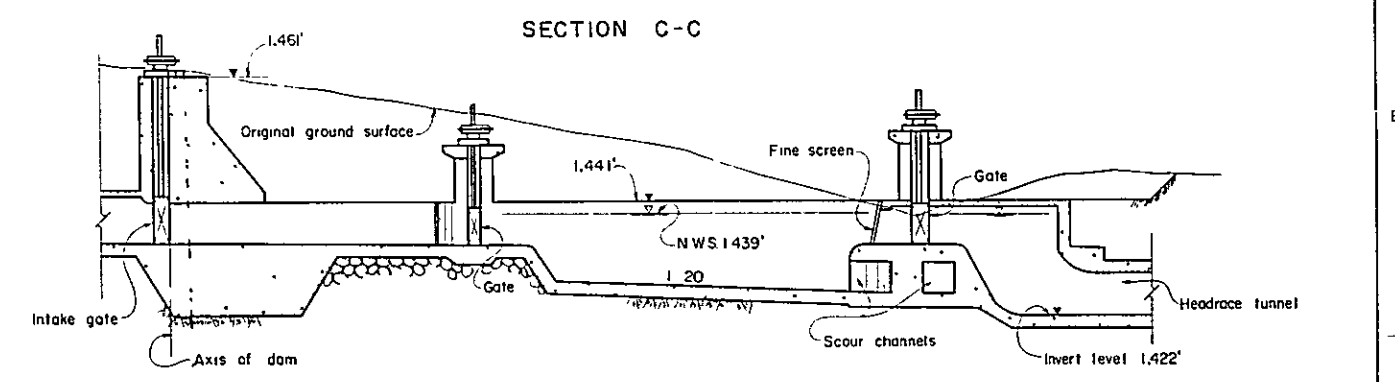
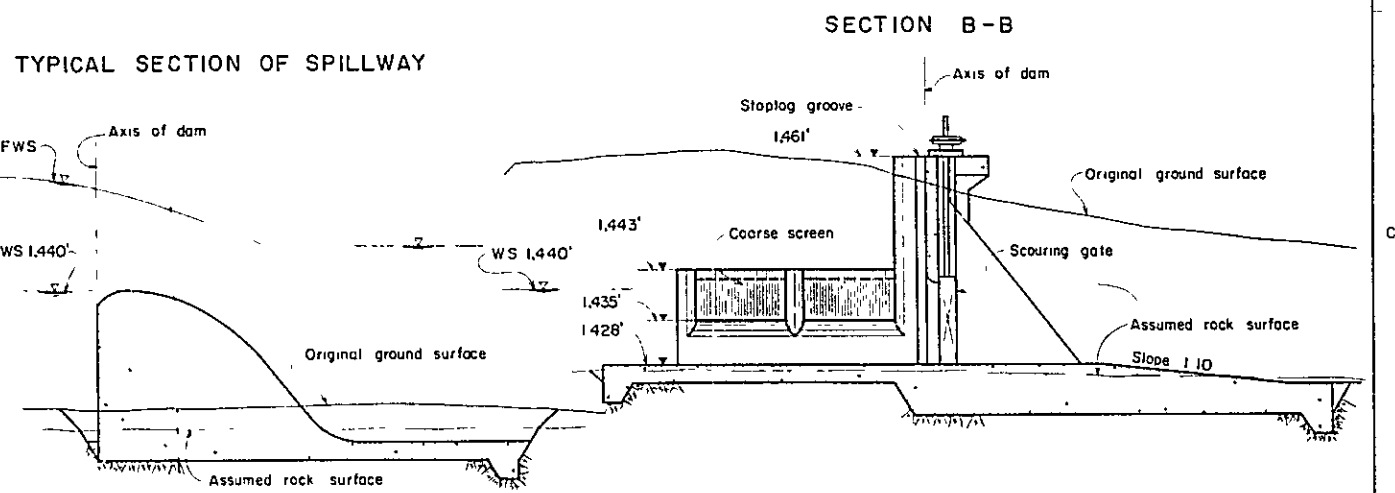
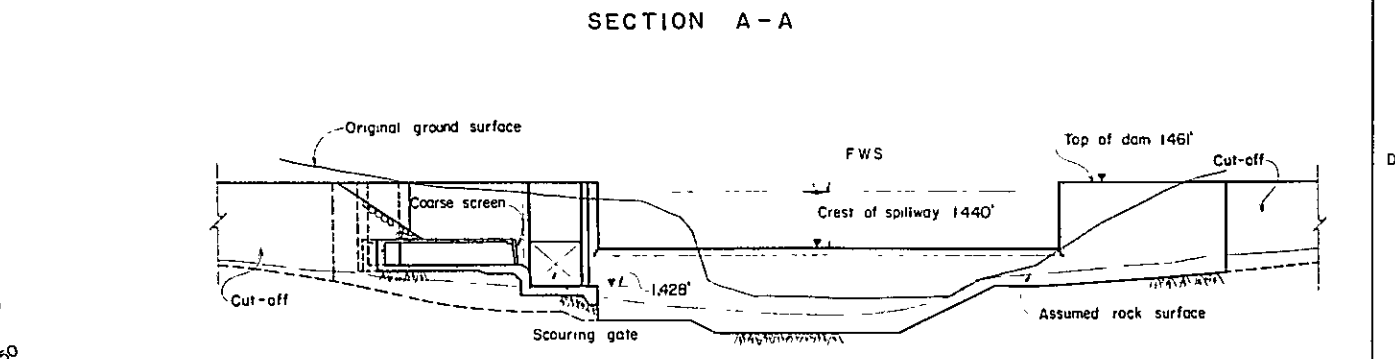
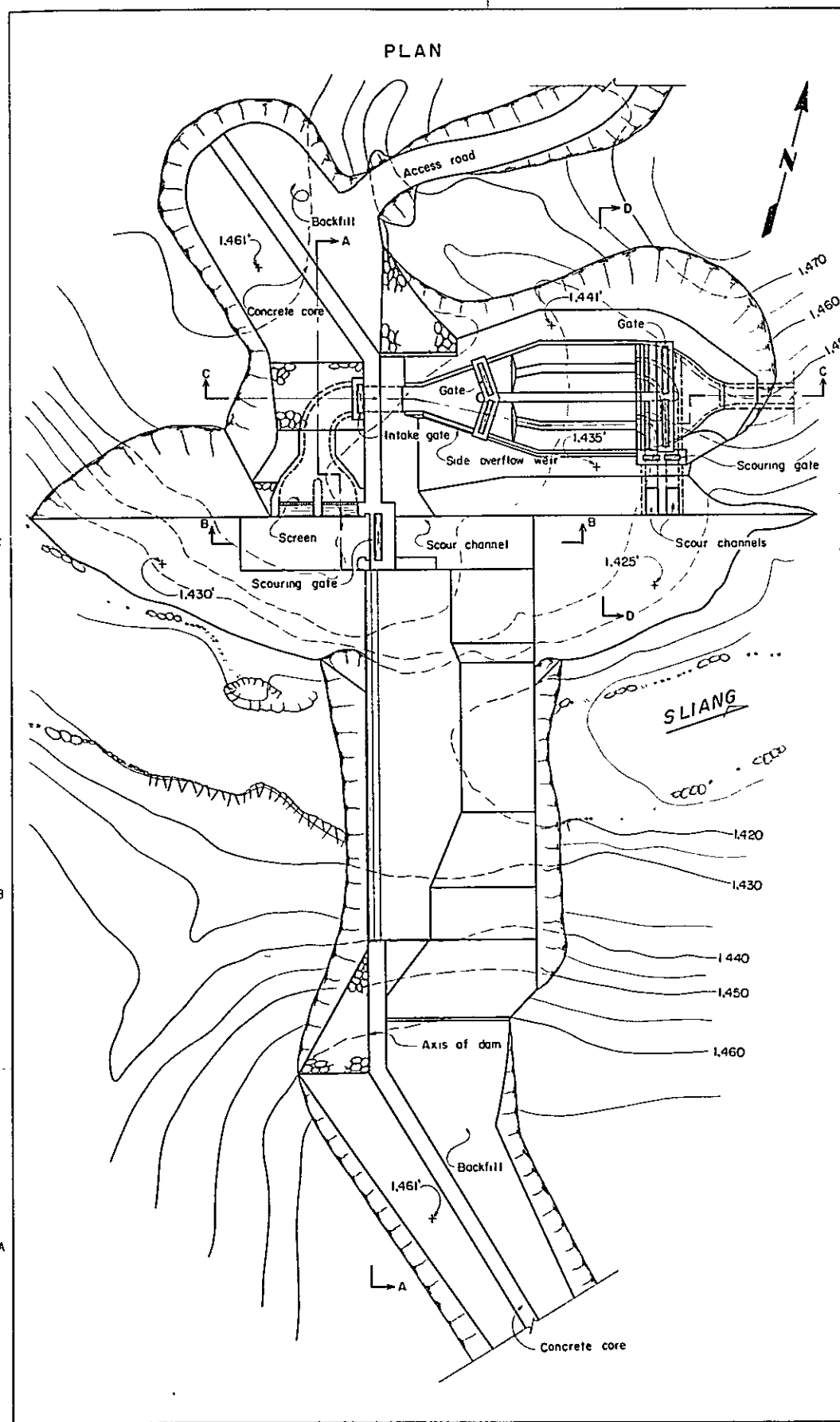
(A-1)



(A-1)

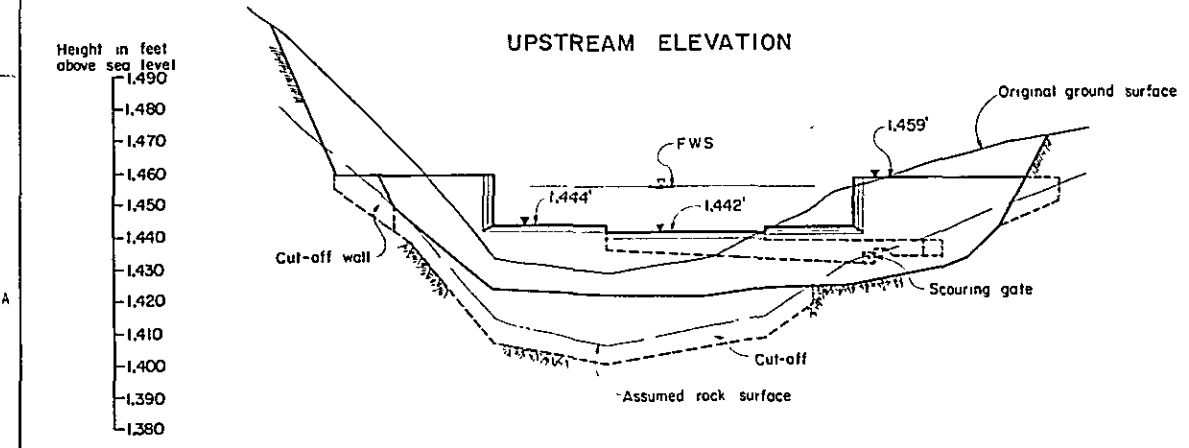
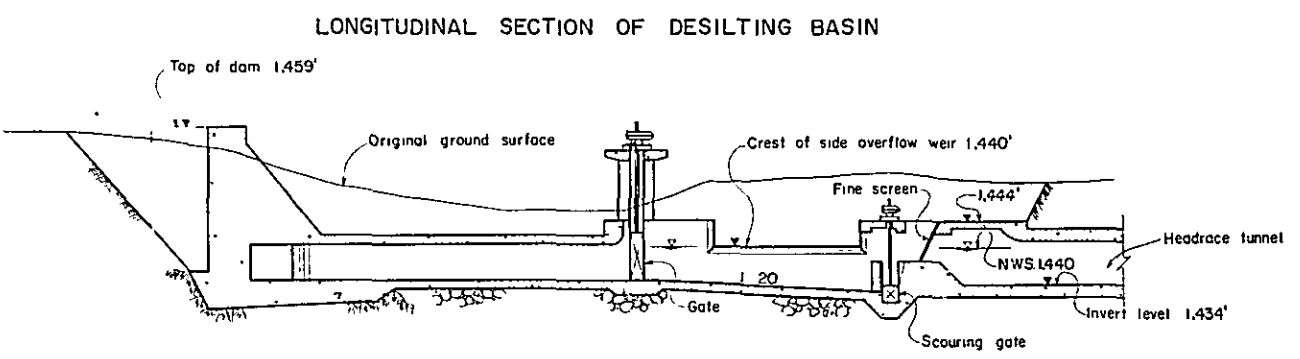
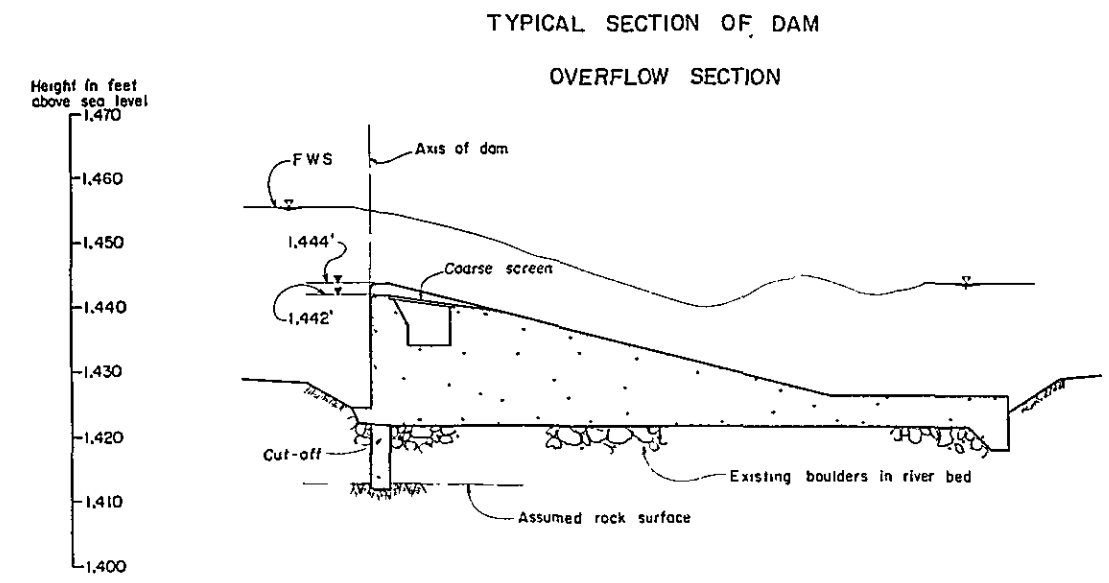
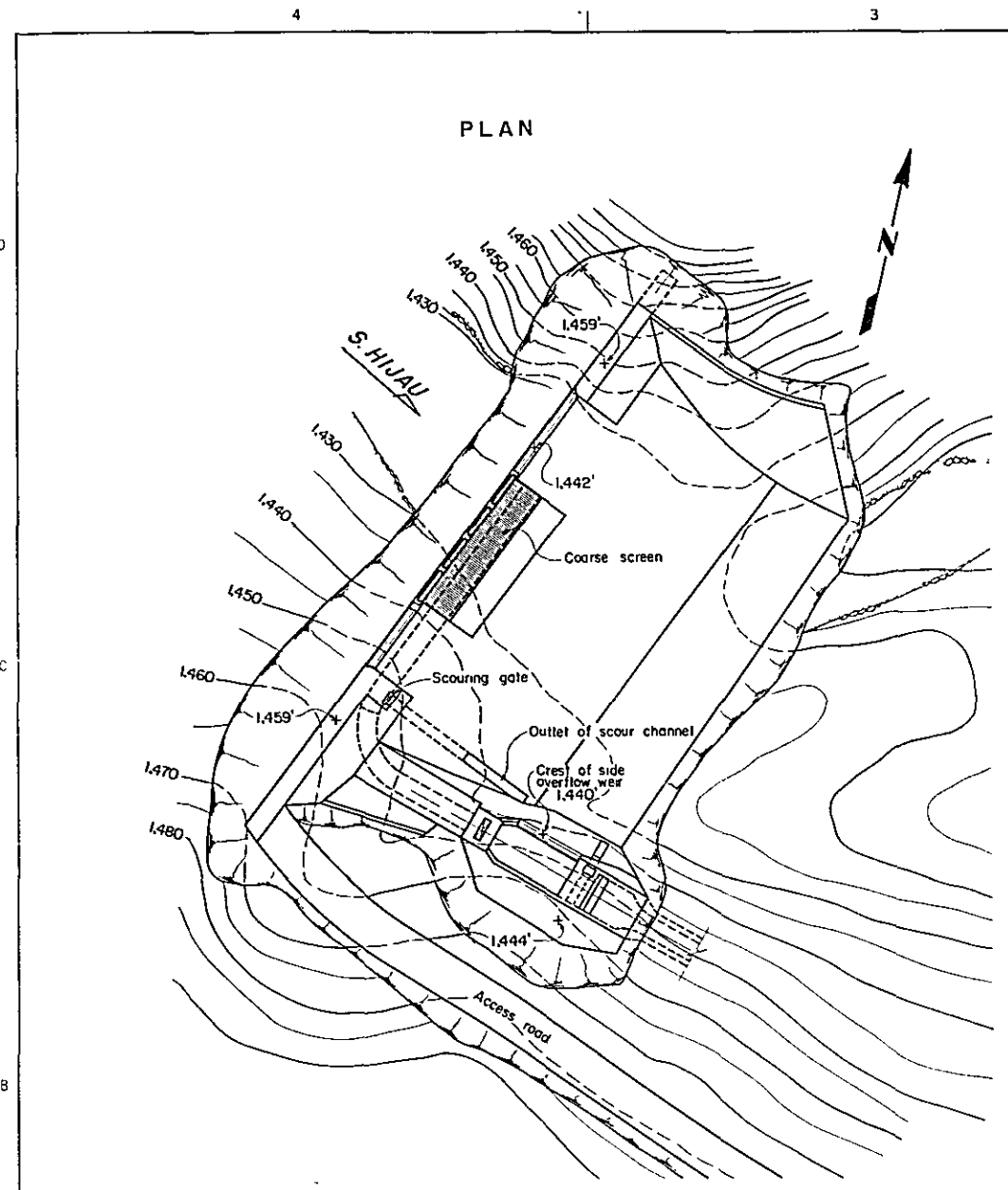
REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
E.P.D CONSULTANTS (ELECTRIC POWER & DEVELOPMENT CO.) TOKYO, JAPAN	NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA
DESIGNED M. Nakahara	RAUB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME
SUBMITTED I. H. K. S.	<b>LIANG PROJECT SURGE TANK, PENSTOCK AND POWER STATION</b>
RECOMMENDED M. G. ...	DWG NO. 6
APPROVED Y. ...	SHEET NO.
DATE Oct. 12, 1961	

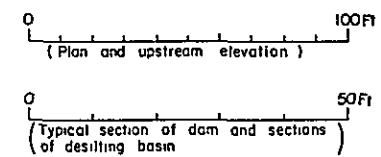
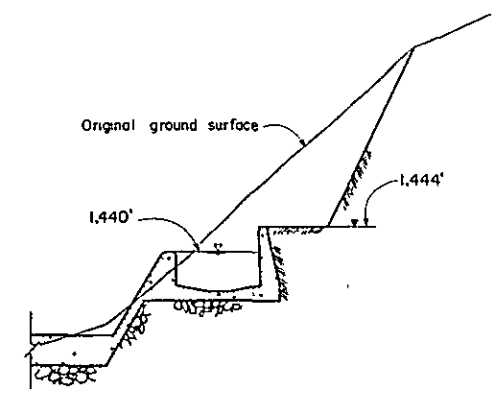


OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
F.P.O. CONSULTANTS ELECTRIC ENGINEERS INCORPORATED TOKYO, JAPAN	NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA
MANAGER <i>M. Toga</i>	RAUB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME
CHECKED <i>S. K. K.</i>	<b>LIANG PROJECT DIVERSION DAM AND DESILTING BASIN</b>
APPROVED <i>M. H. H.</i>	DWB NO. 7
DATE: Oct 15, 1961	SHEET NO.

REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY

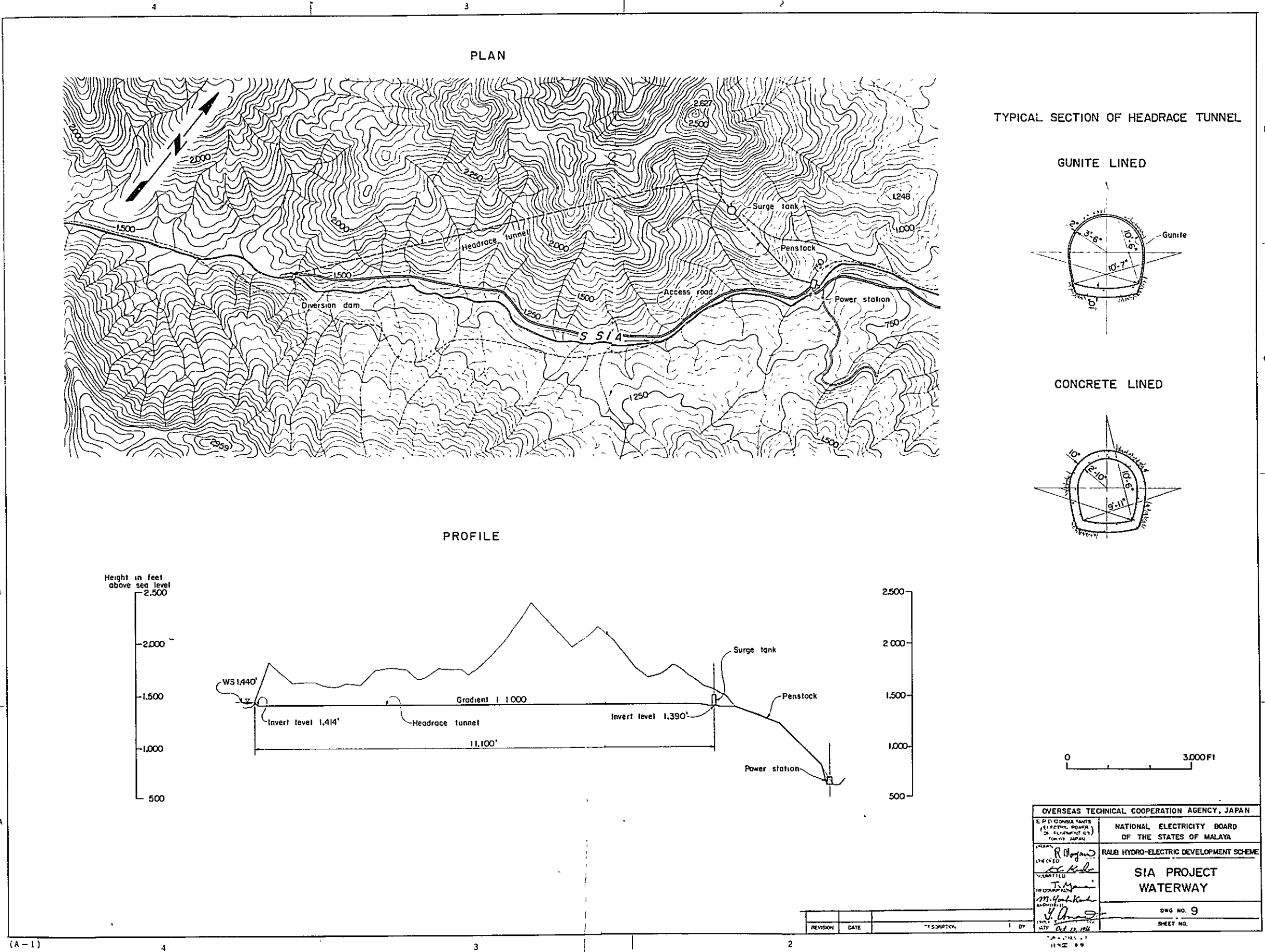


TYPICAL CROSS SECTION OF DESILTING BASIN



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
E.P.O. CONSULTANTS (ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO.) YOKOYO, JAPAN	NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA
ORDERED BY <i>M. Rajag</i>	RAJIB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME
SUBMITTED BY <i>M. Rajag</i>	LIANG PROJECT HIJAU DIVERSION DAM AND DESILTING BASIN
APPROVED BY <i>M. Rajag</i>	DWG NO. 8
DATE 08.12.1966	SHEET NO.

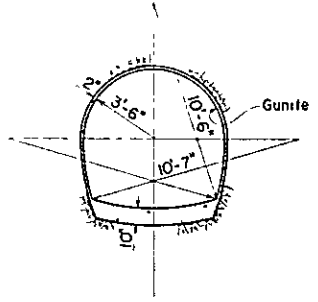
REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY



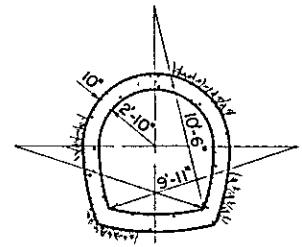
PLAN

TYPICAL SECTION OF HEADRACE TUNNEL

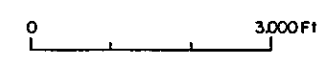
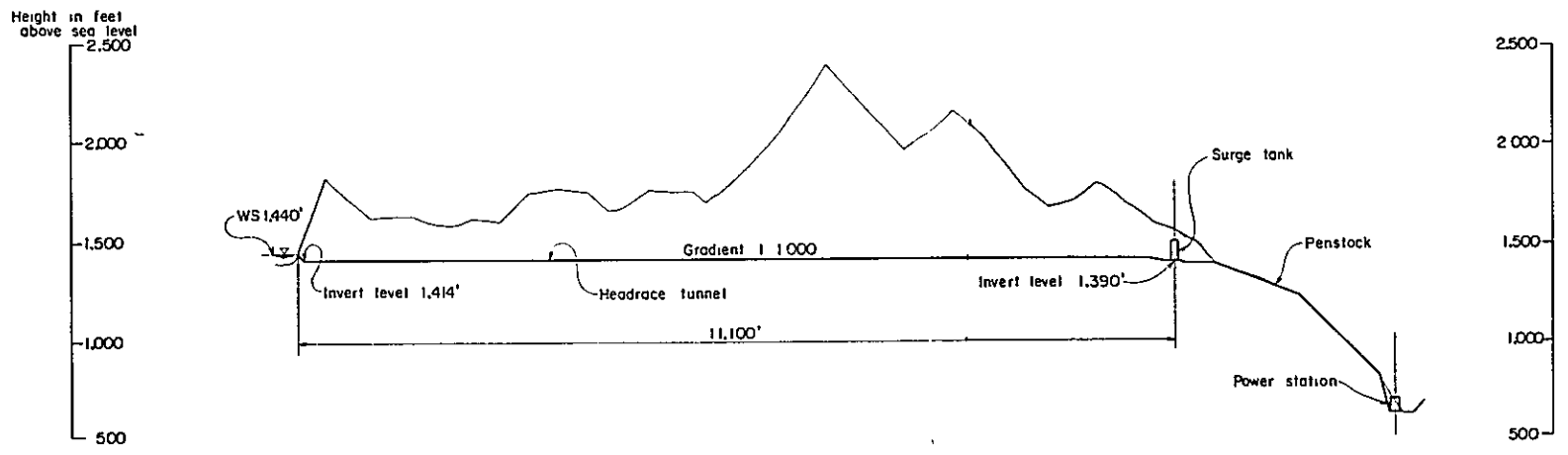
GUNITE LINED



CONCRETE LINED



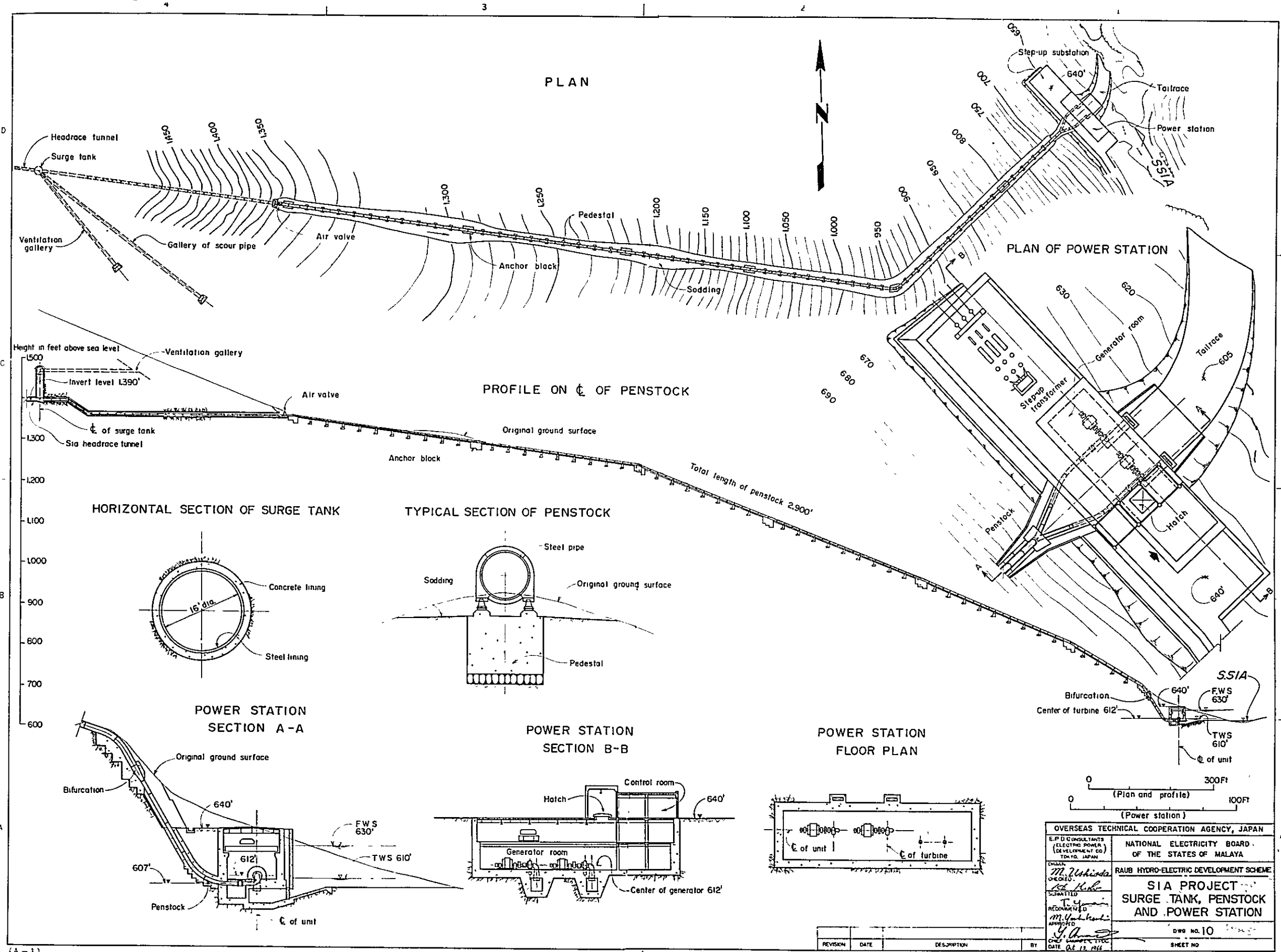
PROFILE



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
ENGINEER CONSULTANTS (EXPERT POWER) INCORPORATED TOKYO, JAPAN	NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA
DESIGNED BY <i>R. Nagai</i>	RAUB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME
CHECKED BY <i>T. Mami</i>	SIA PROJECT WATERWAY
REVISIONS BY <i>M. Yoshida</i>	DWG NO. 9
APPROVED BY <i>V. ...</i>	SHEET NO.
DATE Oct. 12, 1964	

REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY





(A-1)

REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN

E.P.D CONSULTANTS (ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO.) TOKYO, JAPAN

DESIGNED BY *M. Nakahara*

CHECKED BY *T. Y. ...*

RECOMMENDED BY *M. Nakahara*

APPROVED BY *J. ...*

DATE: 02.13.1956

NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA

RAUB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME

**SIA PROJECT**

**SURGE TANK, PENSTOCK AND POWER STATION**

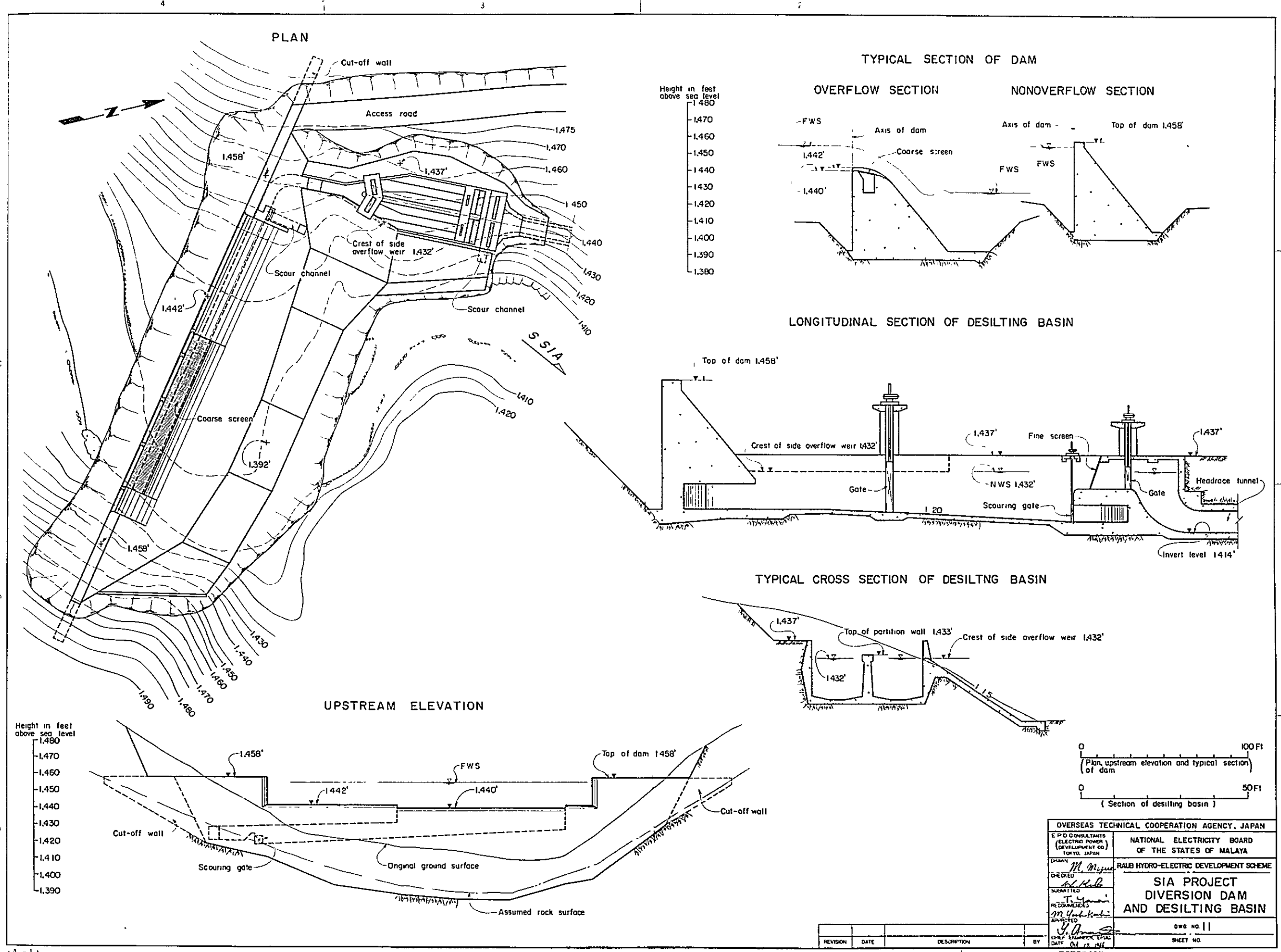
DWG NO. 10

SHEET NO

0 300FT 100FT

(Plan and profile)

(Power station)



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
E.P.D CONSULTANTS (ELECTRIC POWER) DEVELOPMENT CO. TOKYO, JAPAN	NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA
RAUB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME	
SIA PROJECT DIVERSION DAM AND DESILTING BASIN	
DWS NO. 11	
SHEET NO.	

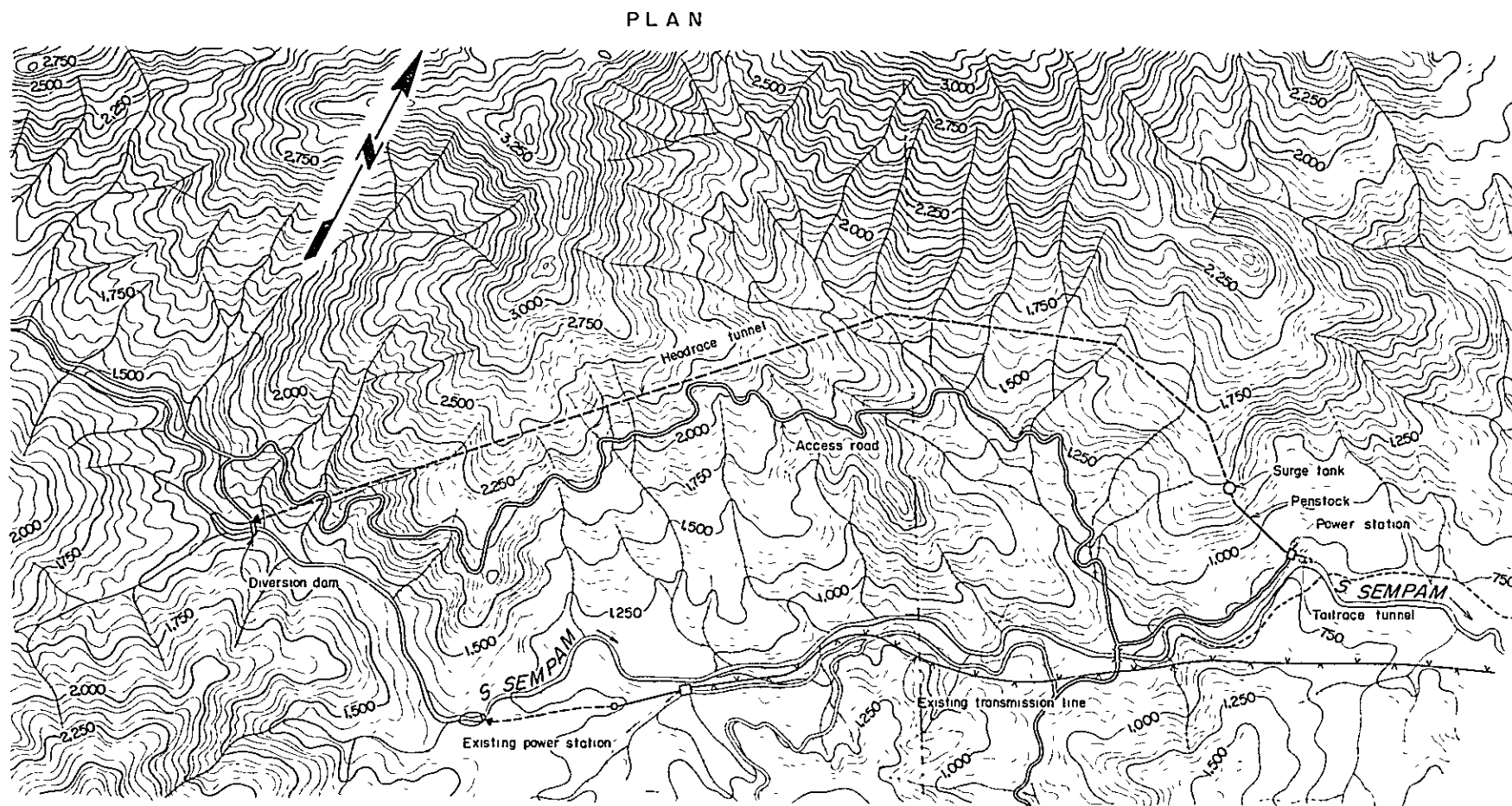
REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY

1A-11

3

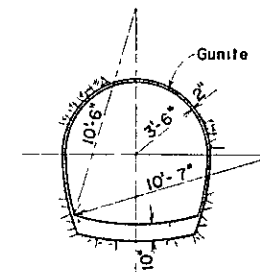
2

日本電気株式会社  
NIPPON KODEN KOGAKU KAISHA LTD.

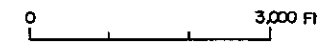
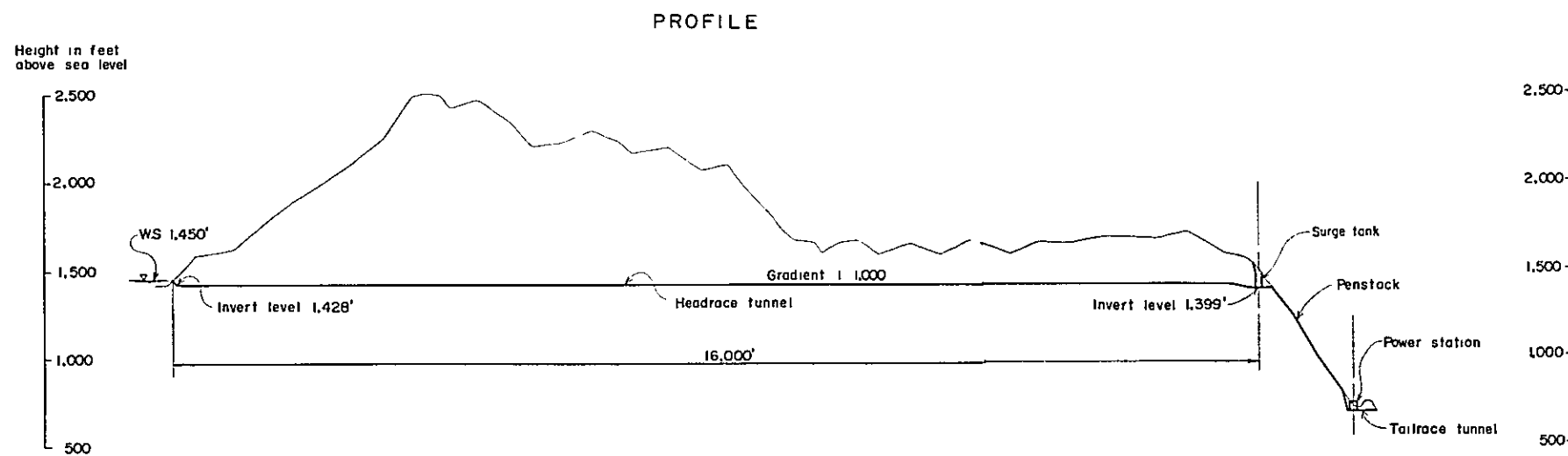
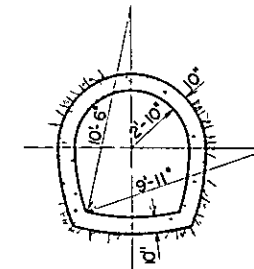


TYPICAL SECTION OF HEADRACE AND TAILRACE TUNNEL

GUNITE LINED

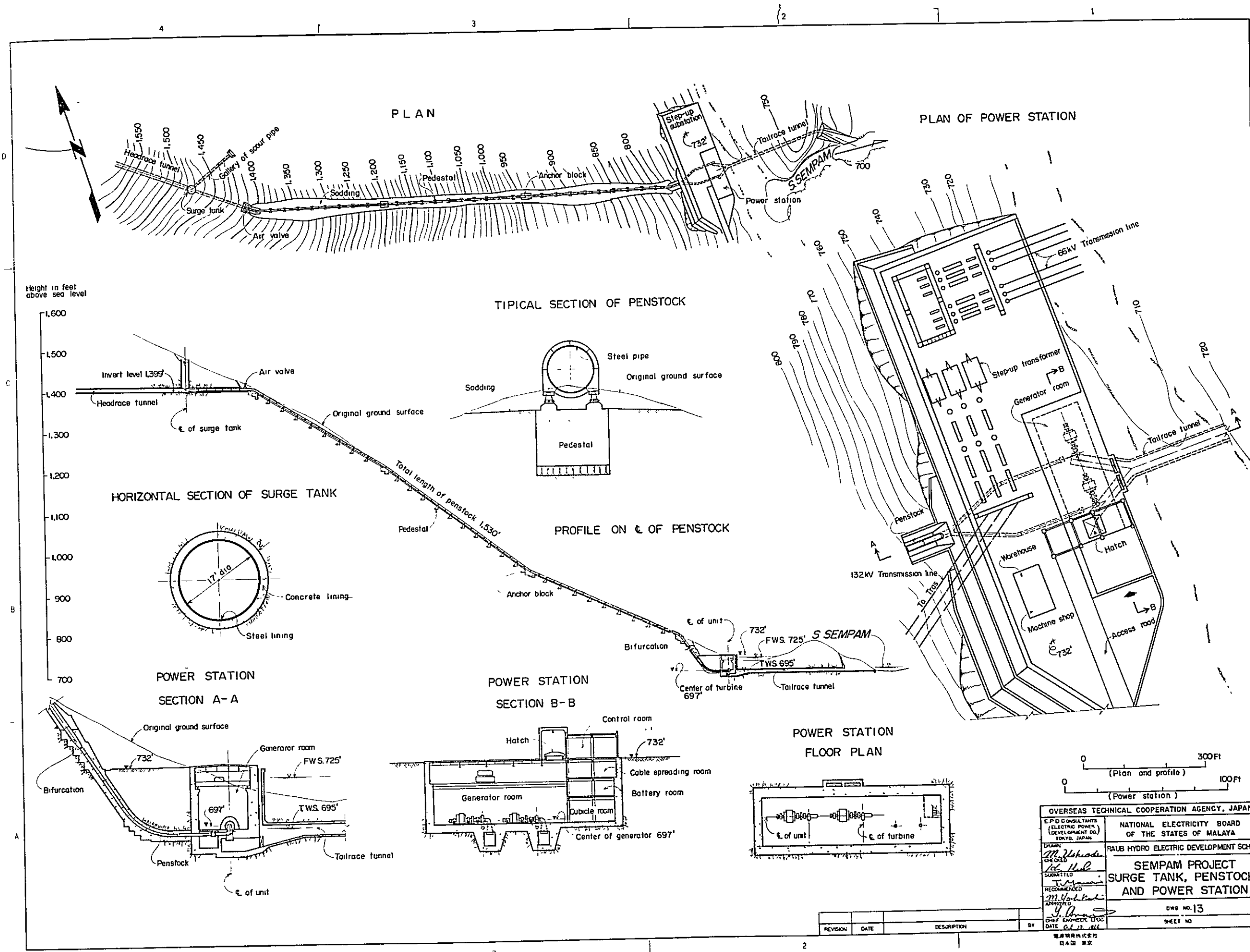


CONCRETE LINED

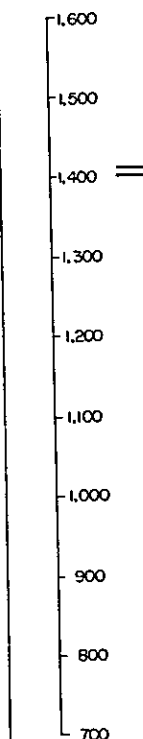


OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
E.P.D.C. CONSULTANTS (ELECTRIC POWER) (DEVELOPMENT CO.) TOKYO, JAPAN	NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA
DRAMAN CHECKED SUBMITTED RECOMMENDED APPROVED	RAUB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME
<b>SEMPAM PROJECT WATERWAY</b>	
DWG NO 12	
SHEET NO.	

REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY



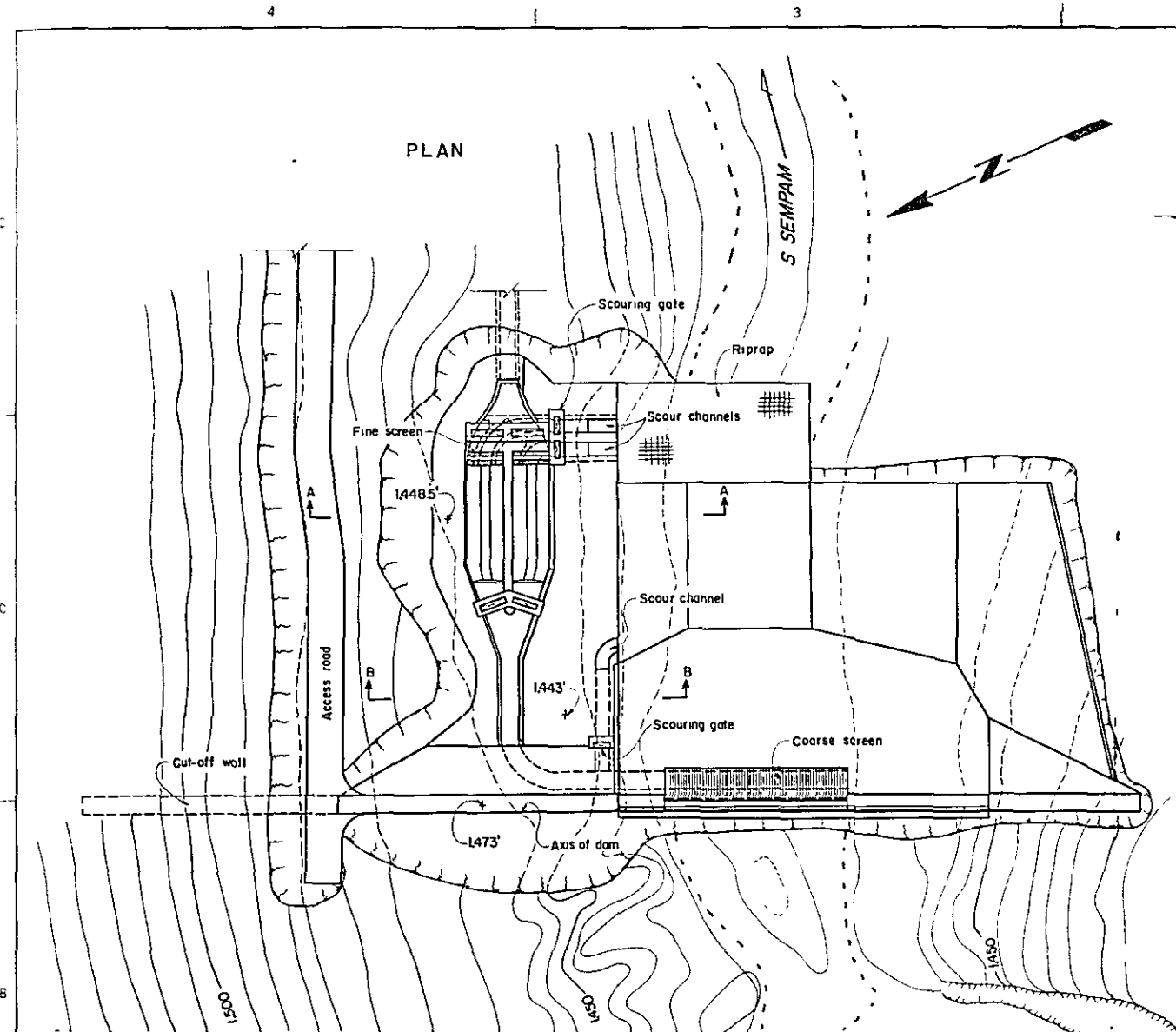
Height in feet above sea level



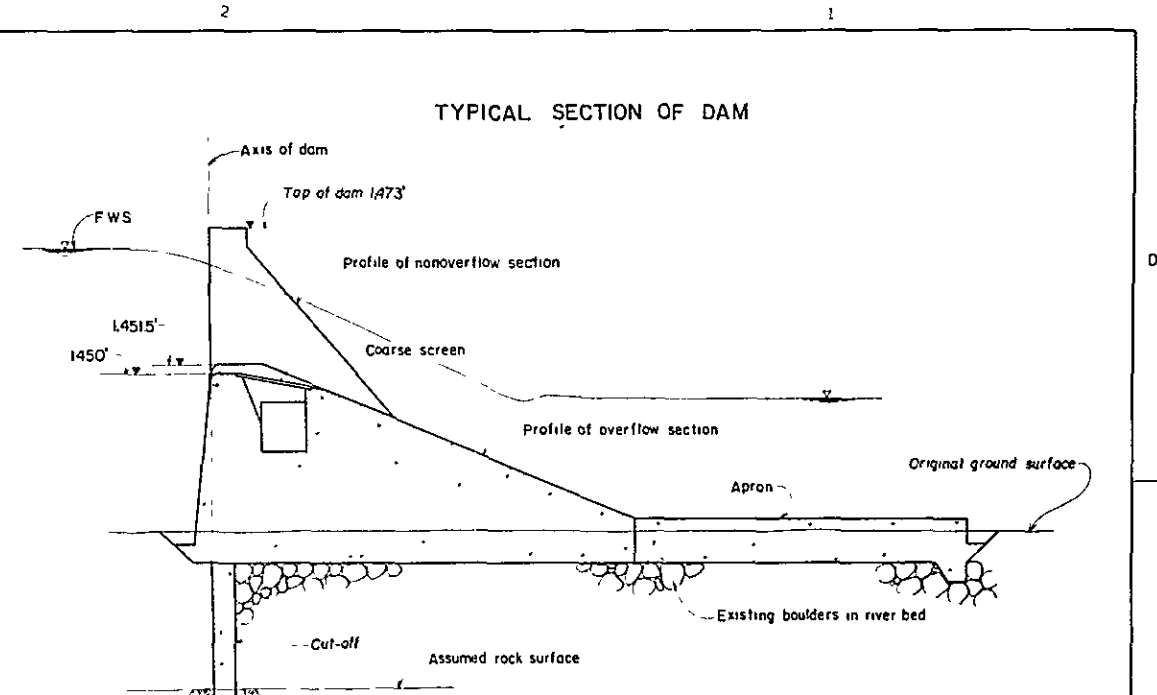
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
E. P. O. CONSULTANTS (ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO.) TOKYO, JAPAN	NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA
PAUJ HYDRO ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME	
SEMPAM PROJECT SURGE TANK, PENSTOCK AND POWER STATION	
DWS NO. 13	
SHEET NO.	

REVISION	DATE	DESCRIPTION	BY

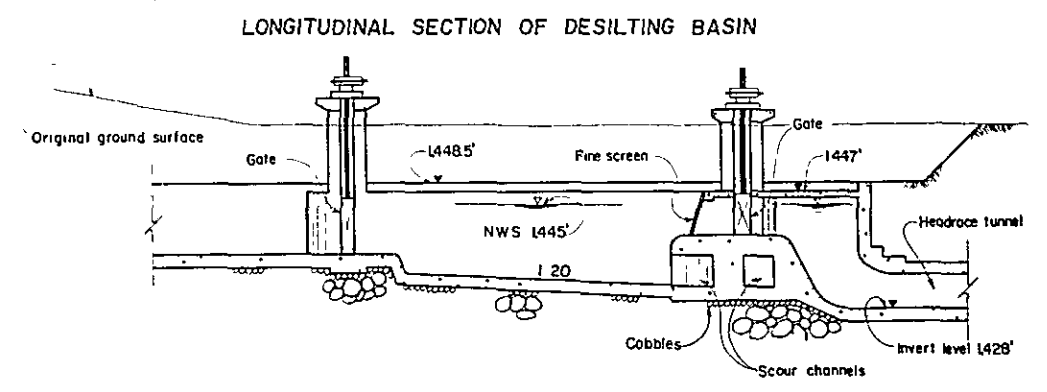
(A-1)



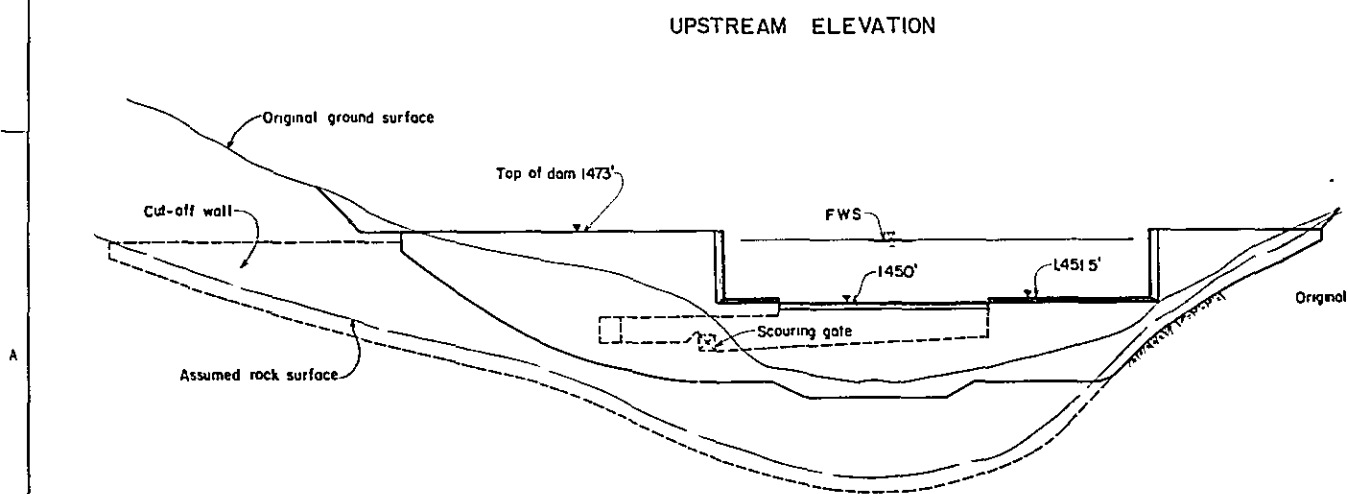
PLAN



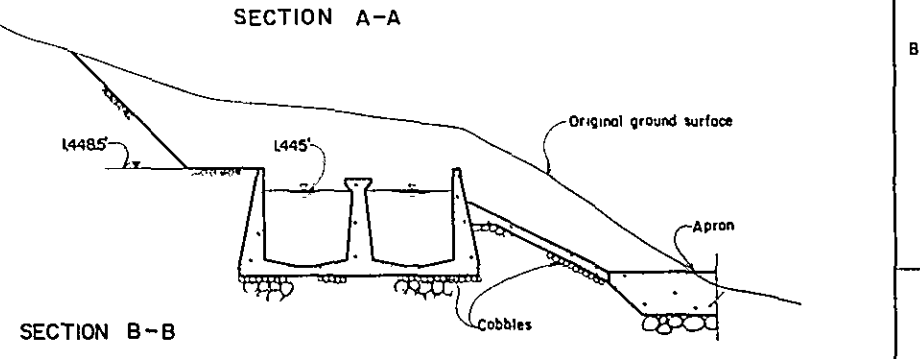
TYPICAL SECTION OF DAM



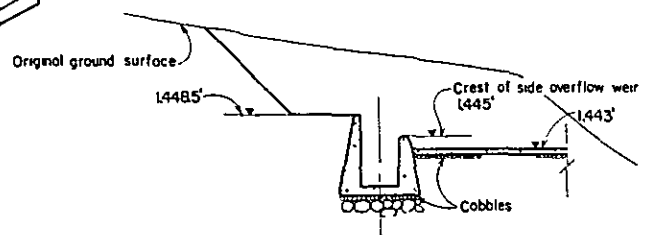
LONGITUDINAL SECTION OF DESILTING BASIN



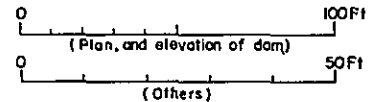
UPSTREAM ELEVATION



SECTION A-A



SECTION B-B



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
E.P.D. CONSULTANTS (ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO.) TOKYO, JAPAN	NATIONAL ELECTRICITY BOARD OF THE STATES OF MALAYA
DESIGNED BY: <i>M. T. S.</i>	RAUB HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT SCHEME
CHECKED BY: <i>M. H. K.</i>	<b>SEMPAM PROJECT DIVERSION DAM AND DESILTING BASIN</b>
SUBMITTED BY: <i>T. A.</i>	
REDESIGNED BY: <i>M. H. K.</i>	Draw No 14
APPROVED BY: <i>[Signature]</i>	SHEET NO.
DATE: 01.11.1111	

## 第9章 工事費

### 9.1 基本条件

工事費は、自然条件、環境条件、工事規模および現在考えうる技術水準を考慮して、1966年5月の物価にもとずいて算定され、必要な余裕を見込んだものである。

工事費積算の基本条件次のとおり。

(a) 範囲：— Liang Sia および Sempam 発電所、ならびにこれらの発電所と N E B 計画の 132KV 送電線までの連絡送電線の工事費を積算した。

(b) 工事数量：— 工事数量は、本報告書添付の図面と、正確を期すため必要に応じて細部を検討した図面によった。

(c) 一位代価：— 国内で調達される資材費および労務費は 1966年5月の物価によった。輸入される資材費は、Port Swettenham における 1960年5月の C . I . F . 価格によった。

(d) (工事)単価：— 積算に用いたデータは、マレーシア国内一般工事の実績および日本国内における同種工事から得られた経験にもとずいている。主要な単価は、全量方式 (Quantity Method) によつて算定した。すなわち工事工程および工事数量に基づいて所要機械とその総使用時間を求め、これを基本として、必要十分な労務費、資材費、機械費からなる直接工事費を算出し、さらにこれらの機械および設備の円滑な稼働をはかるために必要なすべての仮設備、請負人の間接費を加えて単価とした。その他の単価は、マレーシア国内の実績および日本国内の同種工事のものを基本として、これに地域条件を加味して算出した。また、予備設計で明確でない費用が若干見込まれるので、これを雑工種 (Others) として計上した。

(e) 外貨および現地通貨：— 工事費は現地通貨分と外貨分とにわけられる。現地通貨分には、現地労務者の賃金、工事監督および技術指導員の現地滞在費、現地で調達しうる資材および工事用材器の費用が含まれる。これら以外はすべて外貨部分に計上した。

(f) 建設中利子：— 建設中利子は外貨分に対し 5.75% 内貨分に対して 6% とした。

(g) 関税：— ゲート、水圧鉄管、電気機器 etc に対しての関税は考慮しないが、輸入される工事用資材、機械については、必要に応じて計上した。

(h) 工事用諸設備 (Service Facilities)：— 工事運営にあつて、N E B および Consulting Engineers が必要とする諸設備を積算し一括計上した。

(i) 管理費 (General expense)：— N E B が工事期間中、Raub 計画建設の運営にあつて、必要な現場および本部の給料、事務所費、その他必要な経費を積算し一括計上した。

(j) 精密設計および監督費 (Engineering and Supervisory Costs)：— 精密設計および監督費は、Raub 計画全体で積算し、発電所出力比でアロケートし、各発電所毎に計上した。

(k) 予備費：— 予備費は土木工事に対して 20%、鉄鋼類および電気機器に対して 5% とし、それぞれ各項目に計上した。

## 9.2 工事費総括

### (a) 発電設備

Raub 発電設備の総工事費は 4,560,000,000 \$M で、そのうち外貨分 2,503,000,000 \$M、現地通貨分 2,057,000,000 \$M である。これらの内訳を表-9.1、表-9.2 および Appendix -3 に示す。工事期間中の年度所要資金を表-9.3 に示す。

### (b) 連絡送電線

Raub 計画の各発電所と NEB 計画中の Kuala Lumpur ~ Raub 間 132KV 送電線への連絡送電線の工事費は、1,450,000,000 \$M で、そのうち外貨分 870,000,000 \$M、現地通貨分 580,000,000 \$M である。その内訳を表-9.4 に示す。

Table 9.1 Summary of Estimated Costs of Raub Hydro-Electric Development Scheme (In millions of \$M)

Item	Liang			Sia			Sempam			Grand Total		
	Foreign Currency	Domestic Currency	Total	Foreign Currency	Domestic Currency	Total	Foreign Currency	Domestic Currency	Total	Foreign Currency	Domestic Currency	Total
Civil works	5.90	6.92	12.82	3.05	3.87	6.92	3.50	4.25	7.75	12.45	15.04	27.49
Hydraulic Equipments	1.06	0.19	1.25	0.79	0.14	0.93	0.49	0.09	0.58	2.34	0.42	2.76
Electrical Equipments	2.40	0.27	2.67	1.92	0.22	2.14	2.60	0.29	2.89	6.92	0.78	7.70
Service Facilities	0.015	0.135	0.15	0.01	0.08	0.09	0.01	0.05	0.06	0.035	0.265	0.30
General Expenses	-	0.72	0.72	-	0.43	0.43	-	0.45	0.45	-	1.60	1.60
Investigations	0.025	0.055	0.08	0.02	0.04	0.06	0.02	0.04	0.06	0.065	0.135	0.20
Engineering	0.78	0.42	1.20	0.42	0.23	0.65	0.39	0.21	0.60	1.59	0.86	2.45
Interest during Construction	0.72	0.69	1.41	0.42	0.36	0.78	0.49	0.42	0.91	1.63	1.47	3.10
Grand Total	10.90	9.40	20.30	6.63	5.37	12.00	7.50	5.80	13.30	25.03	20.57	45.60



Table 9.2 (1) Estimated Costs of Liang Project

(In thousands of \$M)

Items	Total Cost	Foreign Currency	Domestic Currency
<u>1. Civil Works</u>	<u>12,880</u>	<u>5,900</u>	<u>6,920</u>
1.1 Access Roads & Bridges	985		985
1.2 Diversion Dam	<u>1,127</u>	<u>484</u>	<u>643</u>
on Liang River	731	313	418
on Hijau River	396	171	225
1.3 Intake & Desilting Basin	<u>399</u>	<u>158</u>	<u>241</u>
on Liang River	322	127	195
on Hijau River	77	31	46
1.4 Headrace Tunnel	<u>5,651</u>	<u>3,111</u>	<u>2,540</u>
from Liang intake	4,572	2,511	2,061
from Hijau intake	1,079	600	479
1.5 Surge Tank	406	209	197
1.6 Penstock	648	311	337
1.7 Powerhouse	1,140	520	620
1.8 Switchyard	55	22	33
1.9 Tailrace	151	79	72
1.10 Operators' Quarters	125	20	105
1.11 Contingencies	2,133	986	1,147
<u>2. Hydraulic Equipment</u>	<u>1,250</u>	<u>1,060</u>	<u>190</u>
2.1 Gates	162	138	24
2.2 Trash racks	36	30	6
2.3 Liner-plate	72	60	12
2.4 Penstock	880	748	132

	Item	Total Cost	Foreign Currency	Domestic Currency
2.5	Butterfly Valve	40	34	6
2.6	Contingencies	60	50	10
<u>3.</u>	<u>Electrical Equipments</u>	<u>2,670</u>	<u>2,400</u>	<u>270</u>
3.1	Turbines	661	548	113
3.2	Generators	803	710	93
3.3	Transformers	220	207	13
3.4	Accessories	862	817	45
3.5	Contingencies	124	118	6
<u>4.</u>	<u>Service Facilities</u>	<u>150</u>	<u>15</u>	<u>135</u>
<u>5.</u>	<u>General Expenses</u>	<u>720</u>	-	<u>720</u>
<u>6.</u>	<u>Investigations</u>	<u>80</u>	<u>25</u>	<u>55</u>
<u>7.</u>	<u>Engineering - design, specification, supervision</u>	<u>1,200</u>	<u>780</u>	<u>420</u>
<u>8.</u>	<u>Interest during Construction</u>	<u>1,410</u>	<u>720</u>	<u>690</u>
<u>9.</u>	<u>Grand Total</u>	<u>20,300</u>	<u>10,900</u>	<u>9,400</u>

Table 9.2 (2) Estimated Costs of Sia Project  
(In thousands of \$M)

Items		Total Cost	Foreign Currency	Domestic Currency
<u>1.</u>	<u>Civil Works</u>	<u>6,920</u>	<u>3,050</u>	<u>3,870</u>
1.1	Access Roads & Bridges	572	-	572
1.2	Diversion Dam	875	372	503
1.3	Intake & Desilting Basin	196	77	119
1.4	Headrace Tunnel	2,142	1,186	956
1.5	Surge Tank	352	187	165
1.6	Penstock	570	275	295
1.7	Powerhouse	830	370	460
1.8	Switchyard	72	40	32
1.9	Tailrace	28	12	16
1.10	Operators' Quarters	125	20	105
1.11	Contingenies	1,158	511	647
<u>2.</u>	<u>Hydraulic Equipments</u>	<u>930</u>	<u>790</u>	<u>140</u>
2.1	Gates	81	69	12
2.2	Trash rack	54	45	9
2.3	Liner-plate	72	60	12
2.4	Penstock	640	544	96
2.5	Butterfly Valve	40	34	6
2.6	Contingenies	43	38	5
<u>3.</u>	<u>Electrical Equipments</u>	<u>2,140</u>	<u>1,920</u>	<u>220</u>
3.1	Turbines	445	366	79
3.2	Generators	628	562	66
3.3	Transformers	145	133	12

	Items	Total Cost	Foreign Currency	Domestic Currency
3.4	Accessories	820	769	51
3.5	Contingencies	102	90	12
4.	<u>Service Facilities</u>	<u>90</u>	<u>10</u>	<u>80</u>
5.	<u>General Expenses</u>	<u>430</u>	-	<u>430</u>
6.	<u>Investigations</u>	<u>60</u>	<u>20</u>	<u>40</u>
7.	<u>Engineering - design, specification, supervision</u>	<u>650</u>	<u>420</u>	<u>230</u>
8.	<u>Interest during Construction</u>	<u>780</u>	<u>420</u>	<u>360</u>
9.	<u>Grand Total</u>	<u>12,000</u>	<u>6,630</u>	<u>5,370</u>

Table 9.2 (3) Estimated Costs of Sempam Project

(In thousands of \$M)

	Items	Total Costs	Foreign Currency	Domestic Currency
<u>1.</u>	<u>Civil Works</u>	<u>7,750</u>	<u>3,500</u>	<u>4,250</u>
1.1	Access Roads & Bridges	604	-	604
1.2	Diversion Dam	751	326	425
1.3	Intake & Desilting Basin	177	70	107
1.4	Headrace Tunnel	3,174	1,762	1,412
1.5	Surge Tank	178	93	85
1.6	Penstock	330	136	194
1.7	Powerhouse	880	400	480
1.8	Switchyard	110	48	62
1.9	Tailrace	129	64	65
1.10	Operators' Quarters	125	20	105
1.11	Contingencies	1,292	581	711
<u>2.</u>	<u>Hydraulic Equipments</u>	<u>580</u>	<u>490</u>	<u>90</u>
2.1	Gates	81	69	12
2.2	Trashrack	36	30	6
2.3	Liner-plate	72	60	12
2.4	Penstock	320	272	48
2.5	Butterfly Valve	40	34	6
2.6	Contingencies	31	25	6
<u>3.</u>	<u>Electrical Equipments</u>	<u>2,890</u>	<u>2,600</u>	<u>290</u>
3.1	Turbines	387	312	75
3.2	Generators	533	483	50
3.3	Transformers	612	554	58

	Items	Total Costs	Foreign Currency	Domestic Currency
3.4	Accessories	1,218	1,120	98
3.5	Contingencies	140	131	9
4.	<u>Service Facilities</u>	<u>60</u>	<u>10</u>	<u>50</u>
5.	<u>General Expenses</u>	<u>450</u>	-	<u>450</u>
6.	<u>Investigations</u>	<u>60</u>	<u>20</u>	<u>40</u>
7.	<u>Engineering - design, specification, supervision</u>	<u>600</u>	<u>390</u>	<u>210</u>
8.	<u>Interest during Construction</u>	<u>910</u>	<u>490</u>	<u>420</u>
9.	<u>Grand Total</u>	<u>13,300</u>	<u>7,500</u>	<u>5,800</u>

Table 9.3 Phased Expenditure of Raub Hydroelectric  
Development Scheme (In Millions of \$M)

Year	Quarter	Foreign Currency		Domestic Currency		Total
		For Quarter	Cumula - tive	For Quarter	Cumula - tive	Cumulative
1967	1	-	-	-	-	-
	2	0.01	0.01	0.16	0.16	0.17
	3	0.41	0.42	0.34	0.50	0.92
	4	0.39	0.81	0.97	1.47	2.28
1968	1	-	0.81	0.93	2.40	3.21
	2	-	0.81	0.93	3.33	4.14
	3	3.62	4.43	1.71	5.04	9.47
	4	3.65	8.08	1.73	6.77	14.85
1969	1	2.15	10.23	1.69	8.46	18.69
	2	2.15	12.38	1.71	10.17	22.55
	3	2.17	14.55	1.70	11.87	26.42
	4	2.16	16.71	1.69	13.56	30.27
1970	1	2.55	19.26	2.21	15.77	35.03
	2	2.54	21.80	2.19	17.96	39.76
	3	2.11	23.91	1.88	19.84	43.75
	4	1.12	25.03	0.73	20.57	45.60

Table 9.4 Estimated Costs of Transmission Lines  
(In thousands of \$M)

Items	Total Costs	Foreign Currency	Domestic Currency
<u>1. Transmission Lines</u>	<u>900</u>	<u>585</u>	<u>315</u>
1.1 Sia-Sempam P.S. (66 KV)	455	310	145
1.2 Liang-Sempam P.S. (66 KV)	235	135	100
1.3 Sempam P.S. - Tras (132 KV)	150	100	50
1.4 Contingencies	60	40	20
<u>2. Service Facilities</u>	<u>40</u>	<u>10</u>	<u>30</u>
<u>3. General Expenses</u>	<u>50</u>	-	<u>50</u>
<u>4. Investigations</u>	<u>60</u>	<u>20</u>	<u>40</u>
<u>5. Engineering - design, specification, supervision</u>	<u>300</u>	<u>200</u>	<u>100</u>
<u>6. Interest during Construction</u>	<u>100</u>	<u>55</u>	<u>45</u>
<u>7. Grand Total</u>	<u>1,450</u>	<u>870</u>	<u>580</u>



## 第 10 章 経 済 評 価

### 10.1 有効電力および有効電力量

#### (a) Local 分

Raub 計画の各発電所における電力および電力量については第 7 章で述べた。Local 分 (Raub Fraseris Hill Kuala Lipis の各町村需用) の発電端合計を Table 10.1 に示す。

この需用に対し、耐用年数間ロス率年約 5% とすれば有効電力量は  $9.8.3 \times 10^6$  Kwh である。

#### (b) 中央系統への送電分

Raub 系発電所は運転開始後 39 年間にわたり、中央系統へ発生電力量の大部分を送電し、図-3.4 および図-3.5 の如く需給バランスの一翼を担う

即ち Firm 需用以外に既設火力発電所の焚き波らしを可能ならしめる二次的 (Secondary) 需用が見込まれる。これは系統の経済的運用からみて当然見込みうる需用である。

Segambut 変電所入口で耐用年数間ロス率平均 3% とすれば有効電力量は年平均  $8.5.7 \times 10^6$  KW h (Firm  $19.8 \times 10^6$ , Secondary  $65.9 \times 10^6$ ) である。

Unit: MWh

Year	Local	To Central Network		Year	Local	To Central Network	
		Firm	Secondary			Firm	Secondary
1971	8,100	80,200	103,500	2001	91,800		100,000
1972	8,800	78,800	104,300	2002	98,800		93,000
1973	9,500	77,300	105,000	2003	106,800		85,000
1974	10,300	75,800	105,800	2004	106,800		76,000
1975	10,800	74,100	106,600	2005	124,800		67,000
1976	12,100	72,300	107,500	2006	133,800		58,000
1977	13,100	70,300	108,400	2007	141,800		50,000
1978	14,300	68,200	109,400	2008	149,800		42,000
1979	15,400	65,900	110,500	2009	156,800		35,000
1980	16,800	63,500	111,600	2010	163,800		28,000
1981	18,200	60,800	112,800	2011	169,800		22,000
1982	19,700	58,000	114,100	2012	174,800		17,000
1983	21,300	55,000	115,500	2013	178,800		13,000
1984	23,200	52,100	117,000	2014	182,600		9,000
1985	25,200	48,100	118,500	2015	185,200		6,600
1986	27,300	44,300	120,200	2016	187,800		4,000
1987	29,600	40,200	122,000	2017	189,100		2,700
1988	32,100	35,800	123,900	2018	189,800		2,000
1989	34,800	31,100	125,900	2019	190,300		1,500
1990	37,800	26,000	128,000	2020	190,700		1,100
1991	41,000	20,500	130,300	2021	191,100		700
1992	44,500	14,600	132,700	2022	191,800		
1993	48,300	8,200	135,300	.	.		
1994	52,400	1,400	138,100	.	.		
1995	56,900		135,100	.	.		
1996	61,700		130,300	For 8 years	191,800 x 8		
1997	66,600		125,200	.	.		
1998	72,200		119,600	.	.		
1999	78,200		113,600	.	.		
2000	84,700		107,100	2030			
Annual Average							
					100,600	20,400	70,800

Note: The entire output of the Raub Scheme will be consumed locally and in the Central Network immediately after start of operation. It is assumed that local demand will grow gradually after start of operation, and up to and including 1994, the firm output will be supplied to meet local demand and the balance, on a diminishing scale annually, transmitted to the Central Network. All secondary output will be transmitted to the Central Network. In and after 1995, all firm output of the Raub Scheme is assumed to be consumed locally and that additional firm energy will be received from the Central Network. Therefore, the Raub Scheme will be able to supply secondary output only to the Central Network.

## 10.2 年間費用と電力コスト

### 10.2.1 年間経費

第9章で述べたように、発電設備、連絡送電線の工事費はそれぞれ、45,600,000 \$M, 1,450,000 \$Mである。

トラス (Tras) から Segamkut 変電所までの送電線工事費は、3,960,000 \$M と見積られる。このうち Bentong と Segambut 変電所間は、Bentong 計画と共用されるから、Raub 計画と出口比でアロケートし、Raub 計画の負担工事費は 3,036,000 \$M となる。

したがって、Segambut 変電所までの発電、送電設備の総工事費は 50,086,000 \$M である。

各施設工事費とその耐用年数を示せば、Table 10.2 のとおり

Table 10.2 Construction Cost of Raub Hydroelectric Development Scheme (Including Transmission Lines to Segambut Sub-station)

Unit: 10<sup>3</sup>\$M

	Year	Total	Foreign Currency	Domestic Currency
Civil Works	60	20,300	11,349	8,951
Hydraulic Equipment	40	12,000	6,919	5,081
Electric Equipment (including transmission lines)	35	17,786	10,378	7,408
<b>Total</b>		<b>50,086</b>	<b>28,646</b>	<b>21,440</b>

Note: Overhead cost prorated in each item.

本計画に対し、平準年経費を求めればTable 10.3の如くなる。

Table 10.3 Annual Cost of Liang, Sia and Sempam Power Stations

Unit: 10<sup>3</sup>\$M

	Investment cost	fsp %	fcf % at 60 years	Annual cost
1) Replacement of Hydraulic Equipments at 40 yrs.				
Foreign Currency (i = 5.75%)	6,919	10.69	5.96	44
Domestic Currency (i = 6.00%)	5,081	9.72	6.19	31
Sub-total	12,000			75
2) Replacement of Electrical Equipments at 35 yrs.				
Foreign Currency (i = 5.75%)	10,378	14.14	5.96	87
Domestic Currency (i = 6.00%)	7,408	13.01	6.19	60
Sub-total	17,786			147
3) Amortization of Initial Investment				
Foreign Currency (i = 5.75%)	28,646	-	5.96	1,707
Domestic Currency (i = 6.00%)	21,440	-	6.19	1,327
Sub-total	50,086			3,034
4) Maintenance & Operation				
Salaries and Wages				200
Maintenance of Machines and Equipments	(29,786 x 0.7%)			209
Maintenance of Structures	(20,300 x 0.5%)			102
Sub-total				511
5) Administration Expense	(50,086 x 0.25%)			125
6) Total Annual Cost				3,892

Note: (1) & (2): Present worth of replacement cost of equipment uniformly distributed over 60 years.

(3): Initial investment uniformly distributed over 60 years.

fsp: Single payment present worth factor

fcf: Capital recovery factor

i: Annual interest

### 10.2.2 電力コスト

従って Raub 系水力発電所の年間有効電力量 184,000,000 Kwh で平準年経費 3,892,000 \$M を除せば平準年の有効電力コスト 2.11 cent/kwh が得られる。

### 10.3 代替案との比較

Raub 水力発電所の local 需用分に対する代替案として、現在計画中の Port Dickson 火力発電所から、Raub 地区へ送電して需用をまかなう方法と local の各需用地点ごとに需用にあったディーゼル発電を行なう方法が考えられる。

これらの2つの代替案の需用端電力コストを、火力発電所の耐用年数25年間につき比較すると次のとおり。

	単 位		計
	発電コスト	送変電コスト	
Port Dickson 火力発電所から送電する場合	3.7	3.0	6.7
各地区単独にディーゼル発電を行なう場合	6.8	—	6.8

この場合、Port Dickson 火力発電所から Central Network へ供給される電力にくらべて Raub 地区へ供給される電力は極めて小さいから、Port Dickson ~ Segambut 間送電線の費用はアロケートせず、したがって送変電コストに含まれていない。その結果、両案のコストに大きな差が認められないが、ディーゼル発電による場合の方が現実に実際的であることを考慮のうえ、ディーゼル発電による場合を代替案として選定した。

### 10.4 Raub 計画の年便益

Local 需用分については既述のディーゼル発電所の発電原価を以って便益原価とする。出力 500 Kw のディーゼル発電機を需用の増加に対応して建設する。中央系統に送られる Firm Power 分については 60 Kw x 2 unit の Port Dickson 級の火力発電所を想定し、この発電原価から便益単価を定める。また、差引残余電力分は既設火力発電所の燃料抜き減らしに貢献するものであるから Connaught Bridge 火力発電所の発電原価中の可変費分を以って便益単価とする。

Raub 計画の各種電力の便益単価は次のとおりである。

Local 分	7.0 /Kwh	ディーゼル発電所引出し口	(表-10.4 参照)
中央系統分 (firm power)	3.6 cts/Kwh	Segambut 変電所入口渡し	(表-10.5 参照)
中央系統分 (Secondary)	2.8 cts/Kwh	"	(表-10.6 参照)

Local 需用分について各需用地点の高圧フィーダー引出し口で、中央系統への送電分については Segambut 変電所引き込み口で評価する。

Table 10.7 は毎年の有効電力量を上記区分により配分したもので、これを 1971 年現在の便益に換算したものの総計を資本回収係数で平準化し、耐用 60 年間の平準化された年便益を示すものである。

表一10.4 代替ディーゼル発電所1 unit(500Kw)年経費

(単位\$M)

年経費項目	金額	備考
金利償却費	23,280	投資額465.6 \$M/Kw 償却15年
燃料費	26,280	利用率30% 運転熱効率12,000 BTU/Kwh
人件費	25,000	建設費 × 2%
維修費	4,580	
潤滑・その他	6,420	
一般管理費	3,600	
合計	89,160	

所内ロス率2.5%とすれば、電力コスト7.0 cts/Kwhとなる。

表一10.5 代替火力発電所(60Mw × 2台)の年経費

	金額 \$M	備考
金利償却	6,477	投資額702.5 \$M/Kw 償却25年
燃料費	7,621	利用率50% 運転熱効率11,000 BTU/Kwh Cost of fuel 15.0 cts/gallon
運転維持費	<u>2,607</u>	建設費 × 2%
人件費	750	
修善費	1,688	
その他	169	
一般管理分担費	260	
計	16,965	3.2 cts/Kwh

所内ロス率6%、送電ロス率4%とすれば、便益単価は3.6 cts/Kwhとなる

表一10.6 Connaught Bridge 火力発電所の発電原価中の可変費

	金額 10 <sup>3</sup> \$M	備考
燃料費	4,208	投資額40×10 <sup>3</sup> \$M 償却25年
運転維持費	<u>176</u>	利用率30% 運転熱効率15,000 BTU/Kwh
修繕費	160	全修繕費の20%
その他	16	
一般管理分担費	18	
計	4,399	2.1 cts/Kwh

所内ロス率6%、送電ロス率2%とすれば、便益単価は2.3 cts/Kwhとなる。

Table 10.7 Annual Benefits of Raub Scheme

Years	Effective Energy in MWh				Annual Benefit in \$M				1971 Present Worth in \$M					
	Central Network		Local		Central Network		Local		Central Network		Local		Central Network	
	Firm	Secondary	Firm	Secondary	Firm	Secondary	Firm	Secondary	Firm	Secondary	Firm	Secondary	Firm	Secondary
1971	7,700	77,790	100,400	539,000	2,800,440	2,309,200	508,980	2,644,460	2,180,580					
1972	8,360	76,440	101,170	585,200	2,751,840	2,326,910	521,820	2,453,820	2,074,910					
1973	9,030	74,980	101,850	632,100	2,699,280	2,342,550	532,230	2,272,790	1,972,430					
1974	9,790	73,530	102,630	685,300	2,647,080	2,360,490	544,880	2,104,690	1,876,830					
1975	10,260	71,880	103,400	718,200	2,587,680	2,378,200	539,220	1,942,830	1,785,550					
1976	11,500	70,130	104,280	805,000	2,524,680	2,398,440	570,750	1,740,480	1,700,490					
1977	12,450	68,190	105,150	871,500	2,454,840	2,418,450	583,470	1,643,520	1,619,150					
1978	13,590	66,150	106,120	951,300	2,381,400	2,440,760	601,410	1,505,520	1,543,050					
1979	14,630	63,920	107,190	1,024,100	2,301,120	2,465,370	611,290	1,373,540	1,471,580					
1980	15,960	61,600	108,250	1,117,200	2,217,600	2,489,750	629,770	1,250,060	1,403,470					
1981	17,290	58,980	109,420	1,210,300	2,123,280	2,516,660	644,240	1,130,220	1,339,620					
1982	18,720	56,260	110,680	1,310,400	2,025,360	2,545,640	658,610	1,017,950	1,279,440					
1983	20,240	53,350	112,040	1,416,800	1,920,600	2,576,920	672,410	911,520	1,223,010					
1984	22,040	50,440	113,490	1,542,800	1,815,840	2,610,270	691,480	813,860	1,169,920					
1985	23,940	46,660	114,950	1,675,800	1,679,760	2,643,850	709,200	710,870	1,118,880					
1986	25,940	42,970	116,590	1,815,800	1,546,920	2,681,570	725,590	618,150	1,071,560					
1987	28,120	38,990	118,530	1,968,400	1,403,640	2,726,190	742,870	529,730	1,028,860					
1988	30,500	34,730	120,180	2,135,000	1,250,000	2,764,140	760,700	445,470	984,860					
1989	33,060	30,170	122,120	2,314,200	1,086,120	2,808,760	778,730	365,480	945,150					
1990	35,910	25,220	124,160	2,513,700	907,920	2,855,680	798,600	288,450	907,250					
1991	38,950	19,890	126,390	2,726,500	716,040	2,906,970	817,950	214,810	872,090					
1992	42,280	14,160	128,720	2,959,600	509,760	2,960,560	838,450	144,420	838,730					
1993	45,890	7,950	131,240	3,212,300	286,200	3,018,520	859,290	76,560	807,450					
1994	49,780	1,360	133,960	3,484,600	48,960	3,081,080	880,210	12,370	778,280					
1995	53,870		131,050	3,770,900		3,014,150	899,740		719,180					
1996	58,430		126,390	4,090,100		2,906,970	921,500		654,940					
1997	63,270		121,440	4,428,900		2,793,120	942,030		594,100					
1998	68,590		116,010	4,801,300		2,668,230	964,580		536,050					
1999	74,290		110,190	5,200,300		2,534,370	986,500		480,700					
2000	80,470		103,890	5,632,900		2,389,470	1,008,850		427,950					
2001	87,210		97,000	6,104,700		2,231,000	1,032,300		377,260					
2002	93,860		90,210	6,570,200		2,074,830	1,049,260		331,350					
2003	101,460		82,450	7,102,200		1,896,350	1,071,010		285,970					
2004	110,010		73,720	7,700,700		1,695,560	1,096,580		241,450					
2005	118,560		64,990	8,299,200		1,494,770	1,116,240		201,050					
2006	127,110		56,260	8,897,700		1,293,980	1,130,000		164,340					
2007	134,710		48,500	9,429,700		1,115,500	1,130,620		133,750					
2008	142,310		40,740	9,961,700		937,020	1,127,660		106,070					
2009	148,960		33,950	10,427,200		780,850	1,114,670		83,470					
2010	155,610		27,160	10,892,700		624,680	1,100,160		63,090					
2011	161,310		21,340	11,291,700		490,820	1,076,100		46,780					
2012	166,060		16,490	11,624,200		379,930	1,046,180		34,190					
2013	169,860		12,610	11,890,200		290,030	1,010,670		24,650					
2014	173,770		8,920	12,142,900		205,160	975,070		16,470					
2015	175,940		6,400	12,315,800		147,200	933,540		11,160					
2016	178,400		3,880	12,488,000		89,240	894,140		6,390					
2017	179,650		2,620	12,575,500		60,260	850,100		4,070					
2018	180,310		1,940	12,621,700		44,620	805,260		2,850					
2019	180,790		1,460	12,655,300		33,580	763,110		2,020					
2020	181,170		1,070	12,681,900		24,610	721,600		1,400					
2021	181,550		680	12,708,500		15,640	673,550		830					
2022	182,210			12,754,700										
2030	182,210			12,754,700			4,704,190							
Total							47,367,360	26,211,570	37,544,740					
							2,889,410	1,598,910	2,290,230					
							Grand Total	6,778,550						

Capital recovery factor at 60 yrs = 6.1%

Note: Average interest rate is 5.9%

### 10.5 費用便益比

Raub 計画による年間費用は Table 10.3 の如く 8,892,000 \$M でこれによる平準化年便益は Table 10.7 の如く 6,981,000 \$M となる。従って年間超過便益は約 3,089,000 \$M となり、また便益 / 費用で 1.79 となる。

便益にはこのほかに後進地域の産業開発に対する波及効果、国家経済上、輸入燃料の節減便益があるが、上記便益に計上しない。

なお、1964 年 4 月 20 日付 NEB の手紙によれば、水力発電計画の経済評価は、“Assessment” に示す方法によるとあるが、その方法に準拠して求めた結果を Appendix 4 に示す。



付 録

- Appendix - 1 流量資料
- Appendix - 2 送電系統の計画
- Appendix - 3 工事費内訳
- Appendix - 4 'Assessment' による経済評価
- Appendix - 5 Test Pit and Adit logs

Appendix - 1 Hydrological Data

Ap. 1-1 Precipitation

- a. Fraser's Hill (Station No. 75)
- b. Bentong Hospital (Station No. 63)

Ap. 1-2 Water Level and Discharge

- a. Sia Gauging Station
- b. Liang Gauging Station
- c. Sempam Gauging Station
- d. Perting Gauging Station

Ap. 1-3 Temperature and Relative Humidity

- a. Temperature
- b. Relative Humidity

Precipitation STATION Fraser's Hill CATCHMENT AREA sq. km Raub, Malaysia  
 (St. No. 75) ELEVATION 4200 feet UNIT inch S W

YEAR	JANUARY	FEBRUARY	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER	ANNUAL TOTAL
1921	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.07	-
2	10.72	4.53	20.89	15.02	9.19	6.27	3.32	2.11	7.07	9.54	14.25	18.85	121.76
3	14.61	2.48	9.27	6.40	4.89	3.99	1.92	2.39	3.06	12.43	7.81	12.72	81.97
4	18.01	8.14	12.04	15.68	14.16	5.31	3.44	4.93	9.66	9.17	11.99	10.52	123.05
5	17.39	9.82	10.25	12.47	3.37	2.21	5.03	5.20	11.77	15.95	29.87	15.14	138.47
6	15.24	10.56	4.33	10.17	2.65	9.76	3.39	3.30	9.79	11.51	12.68	36.51	129.89
7	18.24	10.61	14.36	15.54	5.29	1.51	2.97	2.17	10.50	10.80	15.13	9.88	117.00
8	8.44	4.69	4.55	7.49	5.94	2.59	8.35	1.73	4.51	8.66	14.77	11.75	83.45
9	8.66	3.43	13.00	11.45	10.05	6.53	0.12	4.39	7.86	10.23	16.65	5.53	97.91
1930	6.68	2.23	5.92	7.61	5.78	5.77	3.52	7.73	7.09	20.05	8.80	12.72	93.90
1	12.90	7.61	7.57	13.32	15.48	7.89	4.72	4.36	4.53	9.11	15.22	16.26	118.97
2	10.39	12.00	12.69	14.05	8.32	3.86	3.45	7.25	5.18	13.09	15.52	9.14	114.94
3	18.35	3.67	9.88	13.37	16.21	2.50	4.84	8.95	5.78	4.75	13.45	9.90	111.65
4	15.31	4.27	12.80	10.73	2.80	9.95	3.36	6.15	5.03	16.03	13.13	6.23	106.04
5	8.92	11.84	10.66	4.95	2.49	5.69	2.27	8.27	4.89	10.56	7.53	15.44	93.53
6	14.25	6.39	8.00	10.72	11.62	4.56	0.68	10.39	6.16	12.24	7.17	13.03	105.21
7	12.51	7.42	6.38	13.68	7.38	5.37	5.92	2.67	9.77	11.71	16.38	9.93	109.12
8	7.12	6.21	12.48	11.91	11.51	2.71	3.78	3.47	5.79	18.06	4.64	8.05	95.73
9	11.92	6.06	7.97	11.93	7.02	3.47	1.05	3.16	6.22	10.06	9.95	8.59	87.40
1940	6.00	6.50	0.69	5.95	10.15	5.75	5.34	5.45	4.70	11.52	20.25	9.24	91.54
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	8.08	5.95	10.59	11.86	11.71	3.81	3.63	2.55	11.98	12.29	9.62	14.75	106.82
7	7.43	6.09	11.44	16.33	11.39	4.24	5.60	5.32	8.05	7.46	4.13	16.60	104.08
8	10.61	8.23	7.57	7.94	7.75	2.33	8.30	6.85	5.82	11.61	11.61	4.81	93.43
9	6.51	9.35	6.77	11.07	15.26	5.01	10.42	5.81	8.10	3.73	13.96	11.53	107.52
1950	8.23	11.94	8.49	10.49	13.15	5.43	5.59	10.05	7.73	10.54	14.27	9.58	115.49
1	23.63	4.93	6.26	12.17	9.15	3.08	8.60	4.99	11.26	-	-	10.53	-
2	9.59	17.38	13.18	8.03	-	3.60	2.46	3.08	9.08	9.25	16.18	-	-

Precipitation STATION Fraser's Hill CATCHMENT AREA 5.4 km Raub, Malaysia  
 (St. No. 75) ELEVATION 4,200 feet UNIT inch S / W  
 RIVER IN THE BASIN OF

YEAR	JANUARY	FEBRUARY	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER	ANNUAL TOTAL
1953	9.75	11.75	12.25	12.05	8.51	6.19	7.85	2.24	9.44	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	5.87	12.46	7.99	9.57	6.85	8.13	11.90	16.31	14.03	18.35	-
6	18.50	7.46	14.93	13.16	10.47	4.95	7.75	4.46	7.83	15.03	6.80	13.39	124.73
7	3.83	1.71	12.66	9.04	11.55	3.43	5.24	3.30	7.80	13.71	20.44	21.23	113.94
8	7.86	3.43	5.40	5.84	3.65	2.14	0.85	3.38	3.95	9.79	14.15	7.56	68.00
9	7.85	3.95	14.72	9.37	8.48	6.97	1.42	6.94	6.92	16.64	14.62	14.74	112.62
1960	8.72	9.23	7.50	13.66	5.35	3.41	5.24	5.39	7.14	9.46	14.69	9.68	99.47
1	11.88	10.91	5.77	14.69	6.67	5.51	2.69	5.92	6.33	7.48	18.14	16.17	112.16
2	15.18	5.76	13.44	5.59	8.99	8.27	1.61	8.93	7.30	11.85	16.34	8.11	111.37
3	6.89	7.04	7.08	2.50	7.49	4.17	6.64	7.18	7.53	12.57	26.03	12.49	107.61
4	13.26	8.76	6.22	11.48	7.12	8.19	9.43	3.30	4.73	7.88	11.41	10.24	102.04
5	2.47	5.65	4.29	9.97	13.71	3.33	3.08	6.59	7.54	13.03	14.78	18.78	103.22
Average '21-'65	11.30	7.10	9.50	10.70	8.80	4.80	4.30	5.20	7.20	11.00	13.80	12.60	106.00

STATION Bentong Hospital CATCHMENT AREA 320 feet UNIT inch S ° / W ° /

Precipitation RIVER IN THE BASIN OF sq. km Raub, Malaysia

(St. No. 63) ELEVATION 320 feet UNIT inch

YEAR	JANUARY	FEBRUARY	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER	ANNUAL TOTAL
1901	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.02	16.94	11.26	-
2	7.83	6.21	4.34	11.49	-	1.18	2.92	2.14	9.16	14.11	22.33	18.17	-
3	8.06	6.38	2.44	3.83	5.35	4.28	0.70	6.89	6.33	3.99	6.49	6.57	61.31
4	25.74	4.46	2.00	6.02	6.39	2.64	4.94	5.81	6.73	7.11	5.79	9.65	87.28
5	6.96	4.39	3.69	6.63	7.01	3.92	3.96	5.33	4.14	15.90	16.69	8.51	87.13
6	11.13	5.61	4.81	8.01	9.75	6.71	1.02	7.87	2.04	11.71	7.98	16.46	93.10
7	2.78	3.44	7.28	4.35	6.15	7.97	4.45	0.74	5.54	7.62	10.80	9.28	70.40
8	10.15	9.33	9.52	5.06	6.48	5.28	6.89	4.67	10.66	13.45	11.58	6.67	99.74
9	22.12	9.12	14.44	7.23	5.01	9.16	2.06	5.24	4.25	8.80	4.88	6.09	98.40
1910	7.53	8.32	15.17	9.02	2.80	5.75	4.00	5.58	3.30	10.40	3.50	16.90	92.07
1	6.98	3.90	7.45	6.84	3.97	4.48	1.20	6.03	6.93	13.55	19.64	17.07	98.04
2	4.09	7.51	7.30	5.55	8.39	3.37	2.18	4.56	3.18	10.57	11.50	15.59	83.79
3	7.73	6.80	2.87	10.30	10.90	9.31	1.51	6.76	7.91	7.30	16.46	24.27	112.12
4	9.20	3.33	5.06	16.65	1.79	12.70	2.05	4.35	5.65	17.13	9.85	9.68	97.44
5	5.99	2.90	6.71	5.47	4.77	11.52	13.12	5.75	9.93	6.62	10.44	11.27	94.49
6	2.71	1.63	13.81	1.84	7.83	4.32	5.05	9.25	2.62	3.89	5.09	7.16	65.20
7	12.43	5.57	16.53	8.70	3.49	8.79	2.64	8.42	6.18	4.17	12.44	12.10	101.46
8	7.63	6.78	5.95	4.83	12.79	6.66	3.75	7.03	7.60	8.39	32.83	10.44	114.68
9	9.62	6.15	5.71	11.56	8.16	1.49	3.22	5.95	7.27	6.08	6.13	10.73	82.07
1920	5.53	4.31	4.82	6.15	6.91	5.53	0.00	3.75	2.39	3.36	6.93	4.46	54.14
1	8.44	2.37	9.47	15.50	6.76	6.16	3.29	7.20	2.80	12.05	7.65	8.29	89.98
2	9.21	7.30	17.10	8.93	4.89	6.96	1.25	4.92	4.42	13.59	14.14	9.29	102.00
3	8.44	3.47	6.02	8.74	4.08	4.15	1.87	2.19	3.75	11.70	6.80	10.50	71.71
4	15.22	5.51	7.26	13.40	10.36	4.02	4.22	4.57	9.66	8.20	6.95	12.88	102.25
5	9.88	6.20	11.06	14.15	6.42	4.72	4.07	5.52	9.44	10.89	22.94	12.64	117.93
6	12.22	15.80	4.78	9.79	7.12	6.12	3.77	5.70	7.15	14.40	13.93	31.23	132.01
7	20.15	12.95	7.88	11.87	1.91	2.18	3.27	6.07	10.24	11.83	12.29	10.02	110.66
8	3.85	3.28	4.67	6.04	8.90	2.52	8.01	2.65	1.78	11.19	14.78	12.97	80.64
9	4.51	4.69	12.88	8.25	12.02	2.78	3.60	3.58	8.40	8.19	10.29	9.38	88.57
1930	9.13	2.67	5.08	6.15	3.28	7.03	1.65	3.88	3.54	19.35	8.62	5.42	75.80
1	14.97	1.89	5.17	8.25	12.43	4.96	6.34	2.03	9.22	7.51	15.70	14.28	102.75
2	7.75	9.16	13.13	8.05	10.61	5.81	3.87	7.42	6.00	6.75	7.11	6.67	92.33

STATION Bentong Hospital CATCHMENT AREA sq km Reub, Malaysia  
 (St. No. 63) ELEVATION 320 feet UNIT inch S ° W °

Precipitation  
 RIVER IN THE BASIN OF

YEAR	JANUARY	FEBRUARY	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER	ANNUAL TOTAL
1933	12.40	2.78	9.58	11.34	13.20	3.84	2.76	5.82	4.49	5.02	14.80	8.45	94.48
4	15.50	12.78	11.81	15.17	3.81	8.53	5.32	7.28	2.78	15.79	7.03	4.73	110.53
5	5.84	4.24	5.42	4.02	8.50	6.89	3.31	9.49	4.14	11.66	7.07	15.96	86.54
6	12.56	2.63	5.94	9.05	15.48	3.16	2.45	6.52	7.40	13.34	7.97	10.91	97.41
7	7.00	12.86	5.10	12.77	10.67	8.55	4.67	2.70	5.53	8.23	15.37	9.93	103.38
8	7.03	6.78	9.64	9.87	10.59	2.93	6.11	6.69	5.07	5.18	4.42	8.50	82.81
9	12.38	4.87	6.95	6.53	4.02	6.01	1.40	2.27	10.92	8.84	8.55	11.48	84.22
1940	6.10	4.95	3.72	5.30	8.35	6.21	3.69	4.59	5.32	9.78	14.58	7.65	80.24
1	5.76	2.85	6.84	7.05	10.82	2.00	2.59	3.37	6.81	6.70	11.32	19.37	85.48
2	8.27	9.51	5.23	13.21	9.41	1.15	1.28	7.02	3.20	5.70	14.20	21.21	99.39
3	3.29	7.32	10.90	7.56	6.69	1.19	0.47	5.69	3.01	5.82	7.56	14.45	73.95
4	9.45	10.82	3.06	6.93	6.09	8.19	2.73	4.96	6.90	14.14	11.71	3.96	88.94
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.61	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	8.60	-	8.42	17.47	-
8	4.51	6.68	10.60	4.59	3.05	1.60	9.80	1.27	5.98	7.84	17.01	5.58	78.51
9	5.47	6.07	9.10	12.95	7.82	5.69	4.57	11.29	9.00	6.62	4.56	7.09	90.23
1950	12.11	11.28	6.02	17.27	8.35	1.49	4.27	8.58	3.58	8.37	12.08	4.77	98.27
1	12.04	5.43	5.64	7.10	6.91	3.13	9.34	4.88	9.77	9.19	15.28	9.76	98.47
2	10.19	14.32	7.53	8.31	6.89	0.76	2.54	5.94	8.52	9.27	14.76	7.36	96.39
3	12.87	15.91	9.14	21.11	7.32	3.27	6.11	2.34	9.54	9.70	3.07	10.78	111.16
4	8.34	7.25	3.45	6.55	8.97	2.15	8.07	4.67	6.13	13.65	7.59	11.15	87.97
5	11.40	2.39	3.44	5.59	9.60	9.59	2.84	6.58	6.08	15.86	6.30	7.16	86.83
6	13.02	3.01	7.68	6.83	6.78	10.91	8.00	3.51	5.94	15.51	12.16	6.95	100.30
7	4.42	4.92	11.80	8.34	9.63	2.65	7.25	1.61	6.90	8.53	17.13	16.26	99.44
8	9.43	2.22	3.53	2.73	4.45	3.85	0.60	3.65	1.80	7.90	13.48	7.30	60.94
9	4.98	1.98	9.12	6.13	9.97	7.53	2.04	5.50	4.24	17.57	15.47	9.08	93.61
1960	4.13	5.44	4.61	11.07	9.69	2.20	4.74	2.63	5.43	10.43	14.33	6.51	81.21
1	3.96	9.42	6.04	8.03	6.88	2.25	6.06	3.82	6.73	4.29	8.49	14.01	79.98
2	9.52	1.79	14.78	6.09	5.04	5.93	1.81	10.39	6.75	7.82	15.10	10.11	95.13
3	6.08	5.93	3.89	1.16	14.21	2.52	5.21	-	5.24	10.49	5.24	-	-
4	5.24	10.49	5.24	7.43	10.84	8.88	-	3.88	5.69	9.08	11.62	11.44	-

Precipitation STATION Bentong Hospital (St. No. 63) CATCHMENT AREA 320 sq. km Ruab, Malaysia  
 RIVER IN THE BASIN OF ELEVATION 320 feet UNIT S / W / ANNUAL TOTAL

YEAR	JANUARY	FEBRUARY	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER	ANNUAL TOTAL
1965	1.98	5.93	6.28	7.74	11.72	4.80	3.06	7.93	6.72	16.77	15.32	15.11	103.36
Average '02-'65	8.90	6.30	7.50	8.50	7.40	5.10	3.90	5.60	6.10	10.00	11.50	11.00	91.20

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ... (ft) (cfs) (%)

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) STATION Sia Lipis CATCHMENT AREA 31.0 sq Mi Rub, Malaysia  
 DIVER. IN THE BASIN OF Sia Lipis ELEVATION UNIT H(ft), Q(cfs) YEAR 1965

DATE	JULY		AUGUST		SEPTEMBER		OCTOBER		NOVEMBER		DECEMBER		DATE	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q		
1							3.0	112.89			5.1	371.95	1	
2							2.9	104.30			4.5	282.62	2	
3							2.8	96.04			4.4	268.93	3	
4							2.7	88.13			4.4	268.93	4	
5							2.8	96.04			4.4	268.93	5	
6							2.8	96.04			4.3	255.57	6	
7							2.7	88.13			4.7	311.04	7	
8							2.8	96.04			4.7	311.04	8	
9							2.9	104.30			5.6	455.74	9	
10							2.7	88.13			5.7	473.52	10	
11							2.7	88.13			5.0	356.21	11	
12							2.8	96.04			4.9	340.81	12	
13							3.5	160.96			5.0	356.21	13	
14							3.3	140.71			4.7	311.04	14	
15							2.9	104.30			5.1	371.95	15	
16							4.0	217.54			7.4	827.82	16	
17						2.6	80.56	4.6	296.66		6.1	548.04	17	
18						2.6	80.56	4.0	217.54		5.6	455.74	18	
19						2.8	96.04	3.4	150.67		5.7	473.52	19	
20						2.8	96.04	3.4	150.67		5.2	388.03	20	
21						2.9	104.30	3.4	150.67		5.3	404.74	21	
22						2.9	104.30	3.2	131.10		5.1	371.95	22	
23						2.7	88.13	3.1	121.82		5.1	371.95	23	
24						2.7	88.13	3.1	121.85		5.7	473.52	24	
25						3.0	112.89	3.0	112.89	5.3	404.44	607.50	25	
26						3.0	112.89	3.2	131.10	4.5	282.62	438.30	26	
27						3.1	121.82	3.1	121.82	4.6	296.66	421.20	27	
28						3.1	121.82	3.9	205.54	4.3	255.57	371.95	28	
29						3.4	150.67	4.1	229.88	4.5	282.62	356.21	29	
30						3.1	121.82	4.9	340.81	4.6	296.66	356.21	30	
31								5.1	371.95			356.21	31	
TOTAL						40.7	1479.97	102.8	4632.66	27.8	1818.57	161.1	12227.08	TOTAL
MEAN														MEAN
ANNUAL TOTAL: cfs-dy														



WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (½)

WATER LEVEL(H) AND DISCHARGE(Q)		STATION		CATCHMENT AREA		ELEVATION		YEAR	
Sia		Lipis		31.0		m		1966	
RIVER, IN THE BASIN OF		Sq. mi		Raub, Malaysia		H(ft), Q(cfs)		UNIT	
DATE	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	DATE
1	5.0	356.21	4.4	268.93	4.0	217.54	3.4	150.67	1
2	4.8	325.75	4.2	242.55	3.9	205.54	3.4	150.67	2
3	4.7	311.04	4.2	242.55	3.9	205.54	3.4	150.67	3
4	4.6	296.66	6.1	548.04	3.8	193.89	3.7	182.57	4
5	4.6	296.66	5.2	388.03	3.8	193.89	3.4	150.67	5
6	4.6	296.66	4.6	296.66	4.0	217.54	3.4	150.67	6
7	4.5	282.62	4.5	282.62	4.1	229.88	3.6	171.60	7
8	4.5	282.62	4.4	268.93	4.0	217.54	3.3	140.71	8
9	4.6	296.66	4.3	255.57	4.0	217.54	3.3	140.71	9
10	5.2	388.03	4.3	255.57	3.8	193.89	3.5	160.96	10
11	5.3	404.44	4.2	242.55	4.1	229.88	3.6	171.60	11
12	4.7	311.04	4.2	242.55	3.9	205.54	3.3	140.71	12
13	4.6	296.66	4.1	229.88	3.8	193.89	3.6	171.60	13
14	5.1	371.95	4.1	229.88	3.7	182.57	3.5	160.96	14
15	4.6	296.66	4.2	242.55	3.7	182.57	4.1	229.88	15
16	4.5	282.62	4.2	242.55	3.7	182.57	3.5	160.96	16
17	4.4	268.93	4.0	217.54	3.7	182.57	3.4	150.67	17
18	4.3	255.57	4.3	255.57	3.8	193.89	3.4	150.67	18
19	4.3	255.57	4.3	255.57	3.7	182.57	3.3	140.71	19
20	4.3	255.57	5.6	455.74	3.8	193.89	3.3	140.71	20
21	4.3	255.57	4.5	282.62	3.6	171.60	3.3	140.71	21
22	4.2	242.55	4.3	255.57	3.6	171.60	3.4	150.67	22
23	4.4	268.93	4.2	242.55	3.5	160.96	3.5	160.96	23
24	6.6	648.84	4.1	229.88	3.6	171.60	3.8	193.89	24
25	5.5	438.30	4.1	229.88	3.5	160.96	3.6	171.60	25
26	5.0	356.21	4.0	217.54	3.4	150.67	3.9	205.54	26
27	4.7	311.04	4.0	217.54	3.7	182.57	3.7	182.57	27
28	4.5	282.62	4.0	217.54	3.7	182.57	3.5	160.96	28
29	4.5	282.62			4.1	229.88	3.4	150.67	29
30	4.4	268.93			3.6	171.60	3.4	150.67	30
31	4.4	268.93			3.5	160.96			31
TOTAL	145.7	9756.46	122.6	7556.95	117.00	5937.70	104.9	4836.61	TOTAL
MEAN	4.7	315.00	4.4	270.00	3.8	191.00	3.5	161.00	MEAN

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (ft)

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q)		STATION		CATCHMENT AREA		ELEVATION		UNIT H(ft), Q(cfs)		YEAR	
Liang		Liang		75.9		so Mi		Raub, Malaysia		1965	
DIVER. IN THE BASIN OF		AUGUST		SEPTEMBER		OCTOBER		NOVEMBER		DECEMBER	
DATE	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	DATE
1					4.4	162.82	6.1	481.36	6.0	457.96	1
2					4.3	149.33	6.5	580.81	5.6	370.18	2
3			4.2	136.42	4.2	136.42	6.1	481.36	5.9	435.14	3
4			4.4	162.82	4.3	149.33	6.2	505.35	6.2	457.96	4
5			4.1	124.10	4.5	176.89	6.0	457.96	6.0	457.96	5
6			4.1	124.10	4.3	149.33	6.1	481.36	5.7	391.25	6
7			4.3	149.33	5.2	291.73	5.8	412.90	5.8	412.90	7
8			4.5	176.89	4.6	191.55	5.2	291.73	5.7	391.25	8
9			4.3	149.33	4.3	149.33	5.6	370.18	6.7	634.03	9
10			4.1	124.10	4.3	149.33	5.4	329.79	7.0	718.24	10
11			4.0	112.36	4.4	162.82	5.2	291.73	6.1	481.36	11
12			4.0	112.36	4.7	206.78	5.1	273.57	6.0	457.96	12
13			4.0	112.36	5.1	273.57	5.3	310.46	6.1	481.36	13
14			4.1	124.10	4.8	222.61	5.8	412.90	6.3	529.92	14
15			5.1	273.57	4.6	191.55	6.4	555.07	6.7	634.03	15
16			4.2	136.42	5.6	370.18	6.8	661.52	6.6	607.13	16
17			4.1	124.10	5.4	329.79	6.9	689.59	7.1	747.48	17
18			4.0	112.36	6.5	580.81	5.9	435.14	6.5	580.81	18
19			4.1	124.10	5.3	310.46	6.1	481.36	6.8	661.52	19
20			4.4	162.82	5.6	370.18	6.0	457.96	6.5	580.81	20
21			4.7	206.78	5.8	412.90	6.5	580.81	6.2	505.35	21
22			4.2	136.42	5.1	273.57	6.4	555.07	6.0	457.96	22
23			4.1	124.10	4.8	222.61	5.8	412.90	6.5	580.81	23
24			4.2	136.42	4.9	239.01	5.7	391.25	6.5	580.81	24
25			4.6	191.55	4.8	222.61	5.9	435.14	6.3	529.92	25
26			4.9	239.01	7.2	291.73	5.9	435.14	6.6	607.13	26
27			4.7	206.78	6.4	555.07	5.9	435.14	6.1	481.36	27
28			4.7	206.78	5.9	435.14	5.8	412.90	6.2	505.35	28
29			4.8	222.61	6.0	457.96	6.2	505.35	6.1	481.36	29
30			4.5	176.89	7.3	807.70	5.7	391.25	6.0	457.96	30
31					7.4	838.68			6.0	457.96	31
TOTAL			121.4	4388.98	160.0	9481.79	178.3	13517.05	193.8	16182.61	TOTAL
MEAN			4.4	156.80	5.2	306.00	6.0	451.00	6.3	522.00	MEAN
ANNUAL TOTAL ( cfs-d											

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (1/2)

WATER LEVEL(H) AND DISCHARGE(Q)		STATION		CATCHMENT AREA		ELEVATION		YEAR	
Liang		Liang		75.9 sq Mi		m		1966	
RIVER IN THE BASIN OF		Lipis		MAY		JUNE		DATE	
DATE	JANUARY	FEBRUARY	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	H	Q	DATE
	H	H	H	H	H	H	H	Q	
1	6.0	5.6	5.1	5.1	5.8	5.4	5.1	412.90	1
2	5.8	5.5	5.1	5.1	5.7	5.4	5.0	391.25	2
3	5.7	5.5	5.1	5.1	5.5	5.4	5.0	349.69	3
4	5.6	6.9	5.2	5.2	5.5	5.4	7.1	349.69	4
5	5.6	6.0	5.3	5.3	5.4	5.4	6.0	329.79	5
6	5.5	5.6	5.2	5.2	5.4	5.4	5.6	329.79	6
7	5.5	5.5	5.2	5.2	5.4	5.4	5.6	329.79	7
8	5.4	5.5	5.1	5.1	5.3	5.4	5.9	310.46	8
9	5.5	5.4	5.0	5.0	5.2	5.4	5.6	291.73	9
10	6.8	5.3	4.9	4.9	5.2	5.4	5.7	291.73	10
11	6.4	5.4	5.5	5.5	5.2	5.4	5.7	291.73	11
12	5.7	5.4	5.1	5.1	5.1	5.4	5.5	273.57	12
13	5.6	5.2	4.9	4.9	5.2	5.4	5.6	291.73	13
14	6.7	5.2	4.9	4.9	5.4	5.4	5.3	329.79	14
15	5.8	5.2	4.9	4.9	5.2	5.4	5.4	291.73	15
16	5.6	5.3	4.9	4.9	5.2	5.4	5.2	291.73	16
17	5.5	5.1	5.3	5.3	5.1	5.4	5.1	273.57	17
18	5.4	5.4	5.1	5.1	5.0	5.4	5.0	256.00	18
19	5.3	5.5	5.5	5.5	5.0	5.4	5.0	256.00	19
20	7.0	5.8	5.9	5.9	5.1	5.4	5.1	273.57	20
21	5.5	5.7	5.2	5.2	5.4	5.4	5.4	329.79	21
22	5.4	5.7	5.0	5.0	5.6	5.4	5.6	370.18	22
23	5.8	5.5	5.0	5.0	5.6	5.4	5.6	370.18	23
24	5.4	5.5	4.9	4.9	6.0	5.4	6.0	457.96	24
25	6.6	5.4	4.9	4.9	5.5	5.4	5.5	349.69	25
26	6.3	5.2	4.8	4.8	6.0	5.4	6.0	457.96	26
27	6.5	5.2	5.2	5.2	6.1	5.4	6.1	481.36	27
28	5.8	5.1	5.7	5.7	5.6	5.4	5.6	370.18	28
29	5.8	5.1	6.6	6.6	5.5	5.4	5.5	349.69	29
30	5.7	5.4	5.4	5.4	5.5	5.4	5.5	349.69	30
31	5.7	5.2	5.2	5.2	5.6	5.4	5.6	349.69	31
TOTAL	180.9	13232.97	153.6	161.1	9139.09	166.3	10916.86		TOTAL
MEAN	5.8	427.00	5.5	5.2	295.00	5.6	364.00		MEAN

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (%)

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q)		CATCHMENT AREA 33.5 sq.Mi		Raub, Malaysia									
Sempam		STATION Sempam		YEAR 1965									
DIVER. IN THE BASIN OF Lipis		ELEVATION		UNIT H(ft), Q(cfs)									
DATE	JULY		AUGUST		SEPTEMBER		OCTOBER		NOVEMBER		DECEMBER		DATE
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	
1							1.2	61.06	2.8	296.07	2.3	203.68	1
2							1.0	44.09	2.7	276.21	2.2	187.26	2
3							1.0	44.09	2.6	257.04	2.4	220.78	3
4							0.8	29.88	2.5	238.57	2.9	316.61	4
5							0.8	29.88	2.5	238.57	2.8	296.07	5
6							0.8	29.88	2.4	220.78	2.6	257.04	6
7							1.1	52.23	2.2	187.26	2.7	276.21	7
8							1.5	91.69	2.1	171.54	2.5	238.57	8
9							1.4	80.79	2.0	156.51	2.9	316.61	9
10							1.2	61.06	2.0	156.51	3.1	359.77	10
11							1.5	91.69	1.9	142.17	2.9	316.61	11
12							2.0	156.51	1.8	128.51	3.1	359.77	12
13							1.7	115.55	1.8	128.51			13
14							2.0	156.51	1.9	142.17			14
15							2.0	156.51	2.8	296.07	2.8	296.07	15
16							2.4	220.78	3.0	337.85	2.9	316.61	16
17									3.0	337.85	3.0	337.85	17
18									2.5	238.57	3.2	382.39	18
19									2.8	296.07	2.9	316.61	19
20							2.6	257.04	2.8	296.07	2.8	296.07	20
21							2.7	276.21	2.8	296.07	2.8	296.07	21
22							2.3	203.68	2.9	316.61	2.7	276.21	22
23							2.0	156.51	2.7	276.21	2.7	276.21	23
24							2.1	171.54	2.6	257.04	2.8	296.07	24
25							1.9	142.17	2.5	238.57	2.9	316.61	25
26							2.3	203.68	2.6	257.04	2.8	296.07	26
27							2.2	187.26	2.6	257.04	2.7	276.21	27
28							2.3	203.68	2.5	238.57	2.7	276.21	28
29							1.1	52.23			2.7	276.21	29
30							1.4	80.79			2.7	276.21	30
31							1.2	61.06			2.6	257.04	31
31							3.1	359.77			2.7	276.21	31
TOTAL							3.7	194.08	50.7	4031.49	74.2	7139.40	TOTAL
MEAN							1.2	64.80	1.9	149.50	2.5	238.00	MEAN
Q <sub>0</sub> =													ANNUAL TOTAL ( cfs-d
													H <sup>2</sup> , H <sup>+</sup>

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (1/2)

WATER LEVEL(H) AND DISCHARGE(Q)		STATION Sempam		CATCHMENT AREA 33.5 sq		Raub, Malaysia						
RIVER IN THE BASIN OF Sempam		Lipis		ELEVATION		YEAR 1966						
DATE	JANUARY		FEBRUARY		MARCH		APRIL		MAY		JUNE	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
1	2.7	276.21	2.3	203.68	1.8	128.51	1.8	128.51				
2	2.6	257.04	2.2	187.26	1.8	128.51	1.8	128.51				
3	2.5	238.57	2.2	187.26	1.8	128.51	1.8	128.51				
4	2.4	220.78	2.5	238.57	1.9	142.17	3.4	429.68				
5	2.4	220.78	2.5	238.57	2.2	187.26	2.5	238.57				
6	2.4	220.78	2.5	238.57	2.0	156.51	2.5	238.57				
7	2.4	220.78	2.2	187.26	2.2	187.26	2.1	171.54				
8	2.3	203.68	2.0	156.51	2.0	156.51	2.1	171.54				
9	2.3	203.68	2.0	156.51	1.9	142.17	2.0	156.51				
10	2.3	296.07	2.0	156.51	1.8	128.51	2.1	171.54				
11	2.7	276.21	2.1	171.54	2.1	171.54	2.2	187.26				
12	2.6	257.04	2.1	171.54	1.9	142.17	2.0	156.51				
13	2.4	220.78	2.1	171.54	1.9	142.17	2.1	171.54				
14	2.9	316.61	1.9	142.17	1.7	115.55	2.1	171.54				
15	2.6	257.04	1.9	142.17	1.7	115.55	2.0	156.51				
16	2.5	238.57	2.1	171.54	1.7	115.55	1.8	128.51				
17	2.4	220.78	1.9	142.17	1.8	128.51	1.7	115.55				
18	2.4	220.78	2.1	171.54	1.9	142.17	1.7	115.55				
19	2.4	220.78	2.2	187.26	2.0	156.51	2.0	156.51				
20	2.3	203.68	2.5	238.57	2.1	171.54	1.7	115.55				
21	2.3	203.68	2.1	171.54	1.8	128.51	1.8	128.51				
22	2.3	203.68	2.1	171.54	1.7	115.55	1.8	128.51				
23	2.5	238.57	1.9	142.17	1.7	115.55	2.2	187.26				
24	3.1	359.77	2.0	156.51	1.6	103.27	2.1	171.54				
25	2.7	276.21	1.9	142.17	1.6	103.27						
26	2.6	257.04	1.8	128.51	1.6	103.27						
27	2.5	238.57	1.8	128.51	2.0	156.51						
28	2.4	220.78	1.9	142.17	2.6	257.04						
29	2.4	220.78			2.6	257.04						
30	2.3	203.68			2.1	171.54						
31	2.3	203.68			2.0	156.51						
TOTAL	77.4	7417.08	58.8	4843.86	59.5	4555.24						
MEAN	2.5	239.00	2.1	173.00	1.9	147.00						

Q<sub>1</sub> = 0.59 + 9.04      H<sub>1</sub> = 34.46      H<sub>2</sub>, Q<sub>2</sub> =      H<sub>3</sub>, Q<sub>3</sub> =      H<sub>4</sub>

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (X)

WATER LEVEL(H) AND DISCHARGE(Q)			STATION <u>Perting</u>			CATCHMENT AREA 40.5			sq Mi			Raub, Malaysia					
Perting RIVER IN THE BASIN OF			Bentong			ELEVATION			m UNIT			H(ft), Q(cfs)			YEAR 1961		
DATE	JULY		AUGUST		SEPTEMBER		OCTOBER		NOVEMBER		DECEMBER		DATE				
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q					
1			2.6	355.23	1.7	178.13	1.4	132.55	1.6	162.19	1.7	178.13	1				
2			1.6	162.19	1.8	194.82	1.3	118.85	1.7	178.13	1.7	178.13	2				
3			1.5	147.00	1.3	118.85	1.2	105.89	1.6	162.19	1.7	178.13	3				
4			1.4	132.55	1.4	132.55	1.2	105.89	1.6	162.19	1.7	178.13	4				
5			1.3	118.85	1.3	118.85	1.3	118.85	2.1	249.37	1.8	194.82	5				
6			1.7	178.13	1.2	105.89	1.8	194.82	1.8	194.82	1.6	162.19	6				
7			1.9	212.26	1.4	132.55	1.6	162.19	1.6	162.19	1.5	147.00	7				
8			1.5	147.00	1.4	132.55	1.3	118.85	1.6	162.19	1.6	162.19	8				
9			1.3	118.85	1.2	105.89	1.2	105.89	1.6	162.19	1.6	162.19	9				
10			1.3	118.85	1.0	82.23	1.2	105.89	1.5	147.00	1.7	178.13	10				
11			1.8	194.82	1.2	105.89	1.2	105.89	1.6	162.19	2.2	269.05	11				
12			1.9	212.26	1.8	194.82	1.2	105.89	1.6	162.19	2.1	249.37	12				
13			1.6	162.19	1.9	212.26	1.6	162.19	1.6	162.19	1.7	178.13	13				
14			2.2	269.05	1.5	147.00	1.5	147.00	1.6	162.19	1.7	178.13	14				
15			1.8	194.82	1.3	118.85	1.2	105.89	1.6	162.19	2.3	289.47	15				
16			1.4	132.55	1.2	105.89	1.3	118.85	1.6	162.19	1.7	178.13	16				
17			1.2	105.89	1.2	105.89	1.3	118.85	1.6	162.19	2.0	230.44	17				
18			1.2	105.89	1.2	105.89	1.3	118.85	1.5	147.00	2.8	402.81	18				
19			2.0	230.44	1.3	118.85	1.3	118.85	1.6	162.19	2.7	378.65	19				
20			1.2	105.89	1.6	162.19	1.3	118.85	1.9	212.26	2.3	289.47	20				
21			1.2	105.89	2.0	230.44	1.3	118.85	1.7	178.13	2.3	289.47	21				
22			1.1	93.69	1.6	162.19	1.3	118.85	1.6	162.19	2.1	249.37	22				
23			1.1	93.69	1.3	118.85	1.3	118.85	1.9	212.26	2.0	230.44	23				
24			1.2	105.89	1.3	118.85	1.4	132.55	2.0	230.44	1.9	212.26	24				
25			1.2	105.89	1.3	118.85	1.3	118.85	2.1	249.37	2.0	230.44	25				
26			1.2	105.89	1.4	132.55	2.3	289.47	2.5	332.57	2.2	269.05	26				
27	2.6	355.23	1.2	105.89	1.3	118.85	2.2	269.05	2.0	230.44	2.2	269.05	27				
28	1.2	105.89	1.3	118.85	1.4	132.55	2.0	230.44	1.8	194.82	2.2	269.05	28				
29	1.2	105.89	1.3	118.85	1.3	118.85	1.7	178.13	1.8	194.82	2.6	355.23	29				
30	1.6	162.19	1.4	132.55	1.3	118.85	1.9	212.26	1.8	194.82	2.7	378.65	30				
31	3.2	506.92	1.7	178.13			2.0	230.44			2.7	378.65	31				
TOTAL	9.8	1236.12	46.3	4669.92	42.1	4050.67	45.4	4508.52	52.1	5579.10	63.0	7494.35	TOTAL				
MEAN	-	-	1.5	151.00	1.4	135.00	1.5	145.50	1.7	186.0	2.0	242.0	MEAN				

Q<sub>1</sub> = 8.74+ H<sub>1</sub> + 36.13 H<sub>2</sub> + 37.36 H<sub>3</sub> + H<sub>4</sub> + H<sub>5</sub> + H<sub>6</sub> + H<sub>7</sub> + H<sub>8</sub> + H<sub>9</sub> + H<sub>10</sub> + H<sub>11</sub> + H<sub>12</sub> + H<sub>13</sub> + H<sub>14</sub> + H<sub>15</sub> + H<sub>16</sub> + H<sub>17</sub> + H<sub>18</sub> + H<sub>19</sub> + H<sub>20</sub> + H<sub>21</sub> + H<sub>22</sub> + H<sub>23</sub> + H<sub>24</sub> + H<sub>25</sub> + H<sub>26</sub> + H<sub>27</sub> + H<sub>28</sub> + H<sub>29</sub> + H<sub>30</sub> + H<sub>31</sub>

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (X)

WATER LEVEL(H) AND DISCHARGE(Q)		STATION		CATCHMENT AREA		ELEVATION		YEAR				
Perting		Bentong		m		ft		1962				
RIVER IN THE BASIN OF		sq. Mi		Raub, Malaysia		UNIT H(ft), Q(cfs)						
DATE	JANUARY		FEBRUARY		MARCH		APRIL		MAY		JUNE	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
1	2.7	378.65	2.1	249.37	1.3	118.85	2.0	230.44	2.4	310.65	1.4	132.55
2	3.1	479.77	1.9	212.26	1.3	118.85	2.3	289.47	2.4	310.65	1.4	132.55
3	3.2	506.92	1.9	212.26	1.6	162.19	2.5	332.57	2.2	269.05	1.5	147.00
4	3.1	479.77	1.8	194.82	1.7	178.13	2.3	289.47	2.1	249.37	1.4	132.55
5	2.8	402.81	1.7	178.13	2.1	249.37	2.1	249.37	2.0	230.44	1.4	132.55
6	2.5	332.57	1.7	178.13	2.0	230.44	2.5	332.57	1.9	212.26	1.5	147.00
7	2.4	310.65	1.6	162.19	1.7	178.13	2.9	427.71	2.2	269.05	1.6	162.19
8	2.2	269.05	1.6	162.19	1.6	162.19	2.6	355.23	1.8	194.82	1.4	132.55
9	2.1	249.37	1.6	162.19	1.5	147.00	2.4	310.65	1.8	194.82	1.3	118.85
10	2.0	230.44	1.6	162.19	1.5	147.00	2.3	289.47	2.0	230.44	1.4	132.55
11	1.9	212.26	1.6	162.19	1.4	132.55	2.0	230.44	2.3	289.47	1.4	132.55
12	2.0	230.44	1.6	162.19	1.3	118.85	1.9	212.26	2.2	269.05	1.4	132.55
13	1.9	212.26	1.6	162.19	1.3	118.85	2.1	249.37	2.8	402.81	1.4	132.55
14	1.8	194.82	1.7	178.13	1.7	178.13	2.0	230.44	2.7	378.65	1.6	162.19
15	1.9	212.26	1.6	162.19	2.7	378.65	2.0	230.44	3.2	506.92	1.4	132.55
16	2.3	289.47	1.5	147.00	1.7	178.13	2.1	249.37	2.4	310.65	1.4	132.55
17	1.9	212.26	1.8	194.82	1.6	162.19	1.9	212.26	2.1	249.37	1.4	132.55
18	2.2	269.05	1.6	162.19	2.3	289.47	2.0	230.44	2.1	249.37	1.3	118.85
19	3.3	534.82	1.7	178.13	2.1	249.37	2.0	230.44	2.0	230.44	1.3	118.85
20	3.2	506.92	1.6	162.19	1.7	178.13	1.8	194.82	1.9	212.26	1.3	118.85
21	3.4	563.46	1.5	147.00	1.7	178.13	2.1	249.37	2.0	230.44	1.5	147.00
22	2.6	355.23	1.5	147.00	1.6	162.19	1.9	212.26	1.9	212.26	1.7	178.13
23	2.4	310.65	1.4	132.55	1.6	162.19	1.7	178.13	1.8	194.82	1.5	147.00
24	2.3	289.47	1.4	132.55	2.2	269.05	1.6	162.19	1.7	178.13	1.3	118.85
25	2.2	269.05	1.7	178.13	1.9	212.26	1.7	178.13	1.7	178.13	1.3	118.85
26	2.1	249.37	1.7	178.13	2.7	378.65	1.8	194.82	1.6	162.19	1.3	118.85
27	2.1	249.37	1.4	132.55	2.1	249.37	1.6	162.19	1.6	162.19	1.4	132.55
28	2.0	230.44	1.4	132.55	2.2	269.05	1.9	212.26	1.5	147.00	2.3	289.47
29	1.9	212.26	1.9	212.26	2.5	332.57	2.9	427.71	1.5	147.00	2.0	230.44
30	1.9	212.26	1.9	212.26	2.5	332.57	3.0	453.37	1.4	132.55	1.6	162.19
31	1.9	212.26			2.2	269.05			1.4	132.55		
TOTAL	73.3	9668.38	45.8	4725.41	57.3	6491.55	63.9	7807.66	62.6	7447.80	44.1	4327.71
MEAN	2.4	312.0	1.6	169.0	1.8	209.0	2.1	260.0	2.0	240.0	1.5	144.10

Q<sub>1</sub> = 8.74 r 36.13 H+ 37.36 H', Q<sub>2</sub> = H' + H+ Q<sub>3</sub> = H' + H+ H'

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (ft)

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q)		STATION		CATCHMENT AREA		ELEVATION		YEAR				
Perting		Perting		40.5 sq Mi		Raub, Malaysia		1962				
DIVER, IN THE BASIN OF		Bentong		UNIT H(ft) . Q(cfs)		YEAR		1962				
DATE	JULY		AUGUST		SEPTEMBER		OCTOBER		NOVEMBER		DECEMBER	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
1	1.4	132.55	1.0	82.23	1.4	132.55	1.9	212.26	1.8	194.82	2.5	332.57
2	1.3	118.85	1.1	93.69	1.4	132.55	1.9	212.26	2.2	269.05	2.2	269.05
3	1.2	105.89	1.1	93.69	1.5	147.00	1.8	194.82	2.2	269.05	2.4	310.65
4	1.2	105.89	1.0	82.23	1.8	194.82	1.8	194.82	1.8	194.82	2.0	230.44
5	1.2	105.89	1.1	93.69	1.5	147.00	1.5	147.00	1.7	178.13	2.3	289.47
6	1.5	147.00	1.5	147.00	2.1	249.37	1.4	132.55	2.1	249.37	2.7	378.65
7	1.3	118.85	1.0	82.23	1.7	178.13	1.3	118.85	2.3	289.47	2.5	332.57
8	1.4	132.55	1.0	82.23	1.7	178.13	1.5	147.00	1.9	212.26	2.3	289.47
9	1.6	162.19	1.3	118.85	2.1	249.37	2.6	355.23	1.7	178.13	2.1	249.37
10	1.3	118.85	1.2	105.89	1.5	147.00	2.2	269.05	1.7	178.13	2.0	230.44
11	1.2	105.89	1.2	105.89	1.4	132.55	1.9	212.26	1.7	178.13	2.1	249.37
12	1.2	105.89	1.2	105.89	1.3	118.85	2.9	427.71	2.3	289.47	2.4	310.65
13	1.2	105.89	1.0	82.23	1.2	105.89	2.0	230.44	1.9	212.26	2.6	355.23
14	1.2	105.89	2.3	289.47	1.2	105.89	1.9	212.26	2.1	249.37	2.3	289.47
15	1.2	105.89	2.6	355.23	1.2	105.89	2.2	269.05	2.5	332.57	2.4	310.65
16	1.2	105.89	1.8	194.82	1.4	132.55	2.7	378.65	2.4	310.65	2.1	249.37
17	1.2	105.89	1.3	118.85	1.3	118.85	2.5	332.57	2.5	332.57	2.0	230.44
18	1.1	93.69	1.3	118.85	1.8	194.82	2.4	310.65	2.4	310.65	1.9	212.26
19	1.1	93.69	1.8	194.82	1.7	178.13	2.2	269.05	2.9	427.71	2.3	289.47
20	1.1	93.69	1.3	118.85	1.4	132.55	2.0	230.44	3.6	622.99	2.1	249.37
21	1.1	93.69	1.7	178.13	1.3	118.85	2.3	289.47	3.1	479.77	2.1	249.37
22	1.1	93.69	1.4	132.55	1.3	118.85	1.8	194.82	2.6	355.23	1.9	212.26
23	1.0	82.23	1.4	132.55	1.2	105.89	1.7	178.13	2.3	289.47	2.2	269.05
24	1.1	93.69	1.2	105.89	1.3	118.85	1.7	178.13	2.1	249.37	1.8	194.82
25	1.1	93.69	2.4	310.65	1.7	178.13	1.7	178.13	2.1	249.37	1.8	194.82
26	1.0	82.23	2.0	230.44	1.3	118.85	1.6	162.19	2.2	269.05	1.8	194.82
27	1.0	82.23	1.5	147.00	1.2	105.89	1.7	178.13	2.0	230.44	2.1	249.37
28	1.0	82.23	1.5	147.00	1.1	93.69	1.6	162.19	1.9	212.26	2.2	269.05
29	1.1	93.69	1.5	147.00	1.1	93.69	1.7	178.13	2.0	230.44	2.1	249.37
30	1.2	105.89	1.4	132.55	1.4	132.55	1.5	147.00	2.4	310.65	1.9	212.26
31	1.3	118.85	1.4	132.55			1.6	162.19			1.8	194.82
TOTAL	37.1	3292.92	44.5	4462.94	43.5	4267.13	59.5	6865.43	66.4	8355.65	66.9	8148.97
MEAN	1.2	106.0	1.4	143.9	1.45	142.2	1.9	221.8	2.2	278.2	2.2	262.2
ANNUAL TOTAL ( cfs-d )											75861.55	



WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (1/2)

WATER LEVEL(H) AND DISCHARGE(Q)		STATION		CATCHMENT AREA		YEAR						
Perting RIVER, IN THE BASIN OF Bentong		Perting		40.5 sqMl		Raub, Malaysia						
DATE	JANUARY		FEBRUARY		MARCH		APRIL		MAY		JUNE	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
1	2.2	269.05	2.5	332.57	1.7	178.13	1.5	147.00	1.1	93.69	1.4	132.55
2	2.6	355.23	2.3	289.47	1.9	212.26	1.5	147.00	1.1	93.69	1.4	132.55
3	2.3	289.47	1.9	212.26	2.3	289.47	1.5	147.00	1.2	105.89	1.4	132.55
4	2.0	230.44	1.7	178.13	1.8	194.82	1.5	147.00	2.0	230.44	1.3	118.85
5	2.0	230.44	1.7	178.13	1.6	162.19	1.5	147.00	1.8	194.82	1.3	118.85
6	2.0	230.44	1.6	162.19	1.6	162.19	1.4	132.55	1.6	162.19	1.3	118.85
7	1.9	212.26	1.6	162.19	1.6	162.19	1.4	132.55	1.8	194.82	1.3	118.85
8	1.9	212.26	1.7	178.13	1.8	194.82	1.3	118.85	2.7	378.65	1.4	132.55
9	1.8	194.82	1.9	212.26	2.6	355.23	1.3	118.85	2.3	289.47	1.4	132.55
10	1.7	178.13	2.0	230.44	1.8	194.82	1.5	147.00	1.5	147.00	1.3	118.85
11	1.8	194.82	1.6	162.19	1.7	178.13	1.6	162.19	1.4	132.55	1.3	118.85
12	1.7	178.13	1.7	178.13	1.6	162.19	1.5	147.00	1.4	132.55	1.2	105.89
13	1.6	162.19	1.7	178.13	1.6	162.19	1.4	132.55	1.4	132.55	1.2	105.89
14	1.6	162.19	2.6	355.23	1.6	162.19	1.9	212.26	1.3	118.85	1.2	105.89
15	1.6	162.19	1.8	194.82	2.1	249.37	1.4	132.55	1.4	132.55	1.2	105.89
16	1.6	162.19	1.7	178.13	2.5	332.57	1.4	132.55	1.3	118.85	1.2	105.89
17	1.6	162.19	1.6	162.19	2.0	230.44	1.4	132.55	1.4	132.55	1.1	93.69
18	1.6	162.19	1.7	178.13	1.7	178.13	1.3	118.85	1.5	147.00	1.1	93.69
19	1.5	147.00	2.1	249.37	1.8	194.82	1.3	118.85	1.8	194.82	1.1	93.69
20	1.6	162.19	2.2	269.05	1.9	212.26	1.3	118.85	1.6	162.19	1.1	93.69
21	1.6	162.19	1.8	194.82	1.8	194.82	1.3	118.85	1.5	147.00	1.1	93.69
22	1.5	147.00	2.0	230.44	2.1	249.37	1.3	118.85	3.7	653.88	1.1	93.69
23	2.3	289.47	1.7	178.13	2.3	289.47	1.2	105.89	2.4	310.65	1.2	105.89
24	2.3	289.47	1.6	162.19	2.2	269.05	1.2	105.89	2.0	230.44	1.2	105.89
25	1.9	212.26	1.7	178.13	2.1	249.37	1.2	105.89	2.0	230.44	1.4	132.55
26	1.9	212.26	2.4	310.65	2.1	249.37	1.2	105.89	1.7	178.13	1.1	93.69
27	1.6	162.19	2.2	269.05	2.1	249.37	1.2	105.89	1.6	162.19	1.4	132.55
28	1.6	162.19	1.9	212.26	1.8	194.82	1.2	105.89	1.5	147.00	1.3	118.85
29	1.7	178.13			1.7	178.13	1.2	105.89	1.7	178.13	1.4	132.55
30	1.7	178.13			1.6	162.19	1.2	105.89	1.5	147.00	1.2	105.89
31	2.1	249.37			1.6	162.19			1.5	147.00		
TOTAL	56.3	6300.48	52.9	5976.81	38.6	6616.26	41.1	3677.62	52.7	5826.98	37.6	3395.30
MEAN	1.3	203.00	1.9	213.90	1.9	212.90	1.4	129.10	1.7	188.00	1.3	113.10

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (ft)

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) STATION Perling Bentong CATCHMENT AREA 40.5 sq M1 Raub, Malaysia  
 UNIT H(ft), Q(cfs) YEAR 1963

DATE	JULY		AUGUST		SEPTEMBER		OCTOBER		NOVEMBER		DECEMBER		DATE
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	
1	1.1	93.69	1.0	82.23	1.5	147.00	1.3	118.85	2.4	310.65	2.5	332.57	1
2	1.1	93.69	0.9	71.52	1.4	132.55	1.2	105.89	2.3	289.47	2.5	332.57	2
3	1.2	105.89	0.9	71.52	1.5	147.00	1.2	105.89	2.1	249.37	2.4	310.65	3
4	1.7	178.13	1.0	82.23	1.3	118.85	1.1	93.69	2.5	332.57	2.5	332.57	4
5	1.4	132.55	1.3	118.85	1.6	162.19	1.1	93.69	2.5	332.57	2.6	355.23	5
6	1.2	105.89	1.3	118.85	1.2	105.89	1.2	105.89	2.1	249.37	2.5	332.57	6
7	1.2	105.89	2.2	269.05	1.2	105.89	1.5	147.00	2.2	269.05	2.6	355.23	7
8	1.2	105.89	2.9	427.71	1.2	105.89	1.9	212.26	2.7	378.65	2.3	289.47	8
9	1.7	178.13	2.7	378.65	1.1	93.69	1.9	212.26	2.7	378.65	2.4	310.65	9
10	1.3	118.85	2.7	378.65	1.0	82.23	1.7	178.13	2.4	310.65	2.3	289.47	10
11	1.3	118.85	2.8	402.81	1.0	82.23	1.5	147.00	2.1	249.37	2.5	332.57	11
12	1.3	118.85	3.0	453.37	1.0	82.23	1.3	118.85	2.2	269.05	2.3	289.47	12
13	1.2	105.89	1.7	178.13	1.0	82.23	1.4	132.55	2.5	332.57	2.2	269.05	13
14	1.1	93.69	1.3	118.85	1.3	118.85	2.0	230.44	4.5	927.87	2.2	269.05	14
15	1.4	132.55	1.2	105.89	1.1	93.69	2.3	289.47	3.0	453.37	2.3	289.47	15
16	1.2	105.89	1.1	93.69	1.0	82.23	2.2	269.05	2.7	378.65	2.0	230.44	16
17	1.1	93.69	1.1	93.69	1.1	93.69	1.9	212.26	2.6	355.23	1.9	212.26	17
18	1.1	93.69	1.1	93.69	1.8	194.82	1.9	212.26	2.5	332.57	1.8	194.82	18
19	1.0	82.23	1.2	105.89	1.2	105.89	1.9	212.26	2.4	310.65	1.8	194.82	19
20	1.0	82.23	1.2	105.89	1.9	212.26	1.9	212.26	2.5	332.57	2.3	289.47	20
21	1.0	82.23	1.5	147.00	1.8	194.82	1.9	212.26	2.3	289.47	2.3	289.47	21
22	1.0	82.23	1.2	105.89	1.4	132.55	1.7	178.13	2.2	269.05	2.1	249.37	22
23	1.0	82.23	1.1	93.69	1.9	212.26	1.6	162.19	3.3	534.82	2.0	230.44	23
24	1.0	82.23	1.2	105.89	2.0	230.44	1.6	162.19	2.9	427.71	2.0	230.44	24
25	0.9	71.52	1.2	105.89	1.5	147.00	1.8	194.82	2.3	289.47	1.9	212.26	25
26	1.0	82.23	1.4	132.55	1.4	132.55	2.6	355.23	2.1	249.37	2.0	230.44	26
27	1.1	93.69	1.2	105.89	1.3	118.85	2.0	230.44	2.1	249.37	2.7	378.65	27
28	1.3	118.85	1.3	118.85	1.3	118.85	1.8	194.82	2.5	332.57	2.2	269.05	28
29	1.4	132.55	1.2	105.89	1.4	132.55	1.8	194.82	2.3	289.47	1.9	212.26	29
30	1.3	118.85	1.0	82.23	1.4	132.55	2.0	230.44	2.7	378.65	1.9	212.26	30
31	1.0	82.23	1.1	93.69			1.9	212.26			1.8	194.82	31
TOTAL	36.8	3275.00	46.0	4948.62	40.8	3901.72	53.1	5737.55	75.6	10352.85	68.7	8521.86	TOTAL
MEAN	1.2	105.80	1.5	159.20	1.4	130.10	1.7	184.90	2.5	345.00	2.2	275.00	MEAN
											ANNUAL TOTAL (cfs-d)		68731.55

Q<sub>1</sub> = H<sub>1</sub> + H<sub>2</sub> + H<sub>3</sub> + H<sub>4</sub> + H<sub>5</sub> + H<sub>6</sub> + H<sub>7</sub> + H<sub>8</sub> + H<sub>9</sub> + H<sub>10</sub> + H<sub>11</sub> + H<sub>12</sub> + H<sub>13</sub> + H<sub>14</sub> + H<sub>15</sub> + H<sub>16</sub> + H<sub>17</sub> + H<sub>18</sub> + H<sub>19</sub> + H<sub>20</sub> + H<sub>21</sub> + H<sub>22</sub> + H<sub>23</sub> + H<sub>24</sub> + H<sub>25</sub> + H<sub>26</sub> + H<sub>27</sub> + H<sub>28</sub> + H<sub>29</sub> + H<sub>30</sub> + H<sub>31</sub>

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (½)

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) STATION Bentong Perting CATCHMENT AREA 40.5 sq Mi Raub, Malaysia

Perting RIVER IN THE BASIN OF Bentong ELEVATION m UNIT H(ft), Q(cfs) YEAR 1964

DATE	JANUARY		FEBRUARY		MARCH		APRIL		MAY		JUNE		DATE
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	
1	2.0	230.44	1.6	162.19	2.0	230.44	1.6	162.19	2.4	310.65	1.6	162.10	1
2	2.6	355.23	1.6	162.19	1.9	212.26	2.2	269.05	2.2	269.05	1.3	118.85	2
3	2.1	249.37	1.8	194.82	1.8	194.82	1.8	194.82	2.0	230.44	1.5	147.00	3
4	2.0	230.44	2.0	230.44	1.7	178.13	1.6	162.19	1.9	212.26	1.6	162.19	4
5	1.9	212.26	1.6	162.19	1.7	178.13	1.5	147.00	1.9	212.26	1.4	132.55	5
6	1.8	194.82	1.7	178.13	1.8	194.82	1.5	147.00	2.6	355.23	1.3	118.85	6
7	1.7	178.13	2.0	230.44	1.8	194.82	1.4	132.55	1.9	212.26	1.4	132.55	7
8	1.7	178.13	1.6	162.19	1.8	194.82	1.5	147.00	3.3	534.82	1.4	132.55	8
9	1.9	212.26	1.9	212.26	1.7	178.13	2.6	355.23	2.8	402.81	1.3	118.85	9
10	1.8	194.82	2.9	427.71	1.6	162.19	2.4	310.65	2.8	402.81	1.3	118.85	10
11	1.7	178.13	1.9	212.26	1.7	178.13	2.2	269.05	2.3	289.47	1.4	132.55	11
12	1.6	162.19	1.7	178.13	3.0	453.37	2.1	249.37	2.1	249.37	1.4	132.55	12
13	1.6	162.19	1.8	194.82	2.1	249.37	2.4	310.65	2.0	230.44	1.4	132.55	13
14	1.6	162.19	1.8	194.82	2.1	249.37	2.4	310.65	1.9	212.26	1.6	162.19	14
15	1.7	178.13	1.8	194.82	2.2	269.05	2.4	310.65	1.9	212.26	1.9	212.26	15
16	1.6	162.19	1.8	194.82	1.8	194.82	2.4	310.65	1.8	194.82	1.9	212.26	16
17	2.8	402.81	2.5	332.57	1.9	212.26	2.4	310.65	2.0	230.44	1.6	162.19	17
18	2.5	332.57	2.2	269.05	1.7	178.13	2.4	310.65	1.8	194.82	1.6	162.19	18
19	2.1	249.37	1.9	212.26	1.6	162.19	2.4	310.65	1.7	178.13	1.5	147.00	19
20	3.9	717.89	1.9	212.26	1.7	178.13	2.4	310.65	1.6	162.19	1.5	147.00	20
21	2.6	355.23	2.0	230.44	2.2	269.05	2.4	310.65	1.7	178.13	1.5	147.00	21
22	2.2	269.05	2.0	230.44	1.9	212.26	2.4	310.65	2.0	230.44	1.4	132.55	22
23	2.1	249.37	1.9	212.26	1.7	178.13	2.4	310.65	1.9	212.26	1.4	132.55	23
24	2.1	249.37	1.8	194.82	1.7	178.13	2.4	310.65	1.7	178.13	2.3	289.47	24
25	2.0	230.44	1.9	212.26	1.7	178.13	2.4	310.65	1.6	162.19	2.2	269.05	25
26	1.9	212.26	1.8	194.82	1.7	178.13	2.4	310.65	1.5	147.00	1.6	162.19	26
27	1.8	194.82	2.4	310.65	1.7	178.13	2.4	310.65	1.5	147.00	1.7	178.13	27
28	1.7	178.13	2.5	332.57	1.7	178.13	2.7	378.65	1.4	132.55	1.5	147.00	28
29	1.7	178.13	2.2	269.05	1.7	178.13	2.9	427.71	1.4	132.55	1.5	147.00	29
30	1.6	162.19	1.7	178.13	1.7	178.13	2.5	332.57	1.5	147.00	1.5	147.00	30
31	1.6	162.19			1.6	162.19			1.6	162.19			
TOTAL	61.9	7384.74	56.5	6505.68	56.9	6311.92	66.5	8344.78	60.7	7126.23	46.5	4699.11	TOTAL
MEAN	2.0	236.20	1.9	224.30	1.8	203.80	2.2	277.80	2.0	229.90	1.55	156.50	MEAN

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (cfs)

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q)		STATION		CATCHMENT AREA		ELEVATION		UNIT		YEAR		
Perting		Perting		40.5 sqmi		Raub, Malaysia		H(ft), Q(cfs)		1964		
DATE	JULY		AUGUST		SEPTEMBER		OCTOBER		NOVEMBER		DECEMBER	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
1	1.4	132.55	1.4	132.55	1.1	93.69	1.2	105.89	1.8	194.82	1.8	194.82
2	1.3	118.85	1.4	132.55	1.2	105.89	1.1	93.69	1.6	162.19	2.5	332.57
3	1.3	118.85	1.3	118.85	1.4	132.55	1.1	93.69	1.6	162.19	2.1	249.37
4	1.3	118.85	1.3	118.85	1.7	178.13	1.1	93.69	1.4	132.55	1.8	194.82
5	1.3	118.85	1.3	118.85	1.7	178.13	1.1	93.69	1.3	118.85	1.7	178.13
6	1.6	162.19	1.2	105.89	1.6	162.19	1.1	93.69	1.3	118.85	1.6	162.19
7	1.5	147.00	1.2	105.89	1.7	178.13	1.2	105.89	1.7	178.13	1.6	162.19
8	1.8	194.82	1.2	105.89	1.6	162.19	1.3	118.85	2.0	230.44	1.8	194.82
9	1.7	178.13	1.2	105.89	1.2	105.89	1.3	118.85	1.5	147.00	2.1	249.37
10	1.7	178.13	1.1	93.69	1.3	118.85	1.1	93.69	1.9	212.26	3.2	506.92
11	1.5	147.00	1.1	93.69	1.7	178.13	1.6	162.19	1.6	162.19	2.3	289.47
12	1.4	132.55	1.4	132.55	1.5	147.00	1.2	105.89	1.8	194.82	2.0	230.44
13	1.4	132.55	2.1	249.37	1.3	118.85	1.1	93.69	1.5	147.00	1.8	194.82
14	1.3	118.85	1.5	147.00	1.8	194.82	1.4	132.55	1.4	132.55	2.0	230.44
15	1.2	105.89	1.6	162.19	1.5	147.00	1.1	93.69	1.8	194.82	1.7	178.13
16	1.8	194.82	1.4	132.55	1.5	147.00	1.0	82.23	2.1	249.37	1.6	162.19
17	2.1	249.37	1.4	132.55	1.4	132.55	1.5	147.00	1.7	178.13	1.6	162.19
18	1.5	147.00	1.2	105.89	1.3	118.85	1.6	162.19	1.7	178.13	2.4	310.65
19	1.4	132.55	1.2	105.89	1.2	105.89	1.5	147.00	1.7	178.13	2.6	355.23
20	1.4	132.55	1.3	118.85	1.2	105.89	2.0	230.44	1.5	147.00	2.0	230.44
21	1.4	132.55	1.3	118.85	1.2	105.89	1.7	178.13	1.9	212.26	2.1	249.37
22	1.5	147.00	1.2	105.89	1.2	105.89	2.0	230.44	2.1	249.37	2.4	310.65
23	2.4	310.65	1.2	105.89	1.2	105.89	2.0	230.44	2.2	269.05	2.3	289.47
24	1.9	212.26	1.2	105.89	1.6	162.19	2.1	249.37	2.3	289.47	2.4	310.65
25	1.8	194.82	1.2	105.89	1.5	147.00	1.7	178.13	3.3	534.82	2.1	249.37
26	1.6	162.19	1.0	82.23	1.2	105.89	1.7	178.13	2.4	310.65	2.2	269.05
27	2.1	249.37	1.1	93.69	1.2	105.89	1.5	147.00	2.1	249.37	2.2	269.05
28	1.6	162.19	1.0	82.23	1.1	93.69	1.4	132.55	2.0	230.44	2.2	269.05
29	1.5	147.00	1.2	105.89	1.1	93.69	1.7	178.13	1.9	212.26	2.2	269.05
30	1.4	132.55	1.2	105.89	1.8	194.82	2.6	355.23	1.9	212.26	2.3	289.47
31	1.5	147.00	1.4	132.55			1.8	194.82			2.0	230.44
TOTAL	48.6	4958.93	39.8	3664.32	42.0	4032.46	45.8	4620.86	55.0	6189.37	64.6	7774.82
MEAN	1.6	160.00	1.3	118.2	1.4	134.20	1.5	149.10	1.8	206.00	2.1	250.50
											ANNUAL TOTAL ( cfs-d)	71613.22

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (½)

WATER LEVEL(H) AND DISCHARGE(Q) STATION Perting CATCHMENT AREA 40.5 sq Mi Raub, Malaysia

DATE	RIVER IN THE BASIN OF <u>Bentong</u> YEAR <u>1965</u>											
	JANUARY		FEBRUARY		MARCH		APRIL		MAY		JUNE	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
1	1.8	194.82	1.3	118.85	1.1	93.69	1.4	132.55	1.8	194.82	1.2	105.89
2	1.8	194.82	1.4	132.55	1.1	93.69	1.5	147.00	2.2	269.05	1.2	105.89
3	1.8	194.82	1.3	118.85	1.1	93.69	1.2	105.89	2.3	289.47	1.2	105.89
4	1.7	178.13	1.4	132.55	1.1	93.69	1.3	118.85	2.2	269.05	1.3	118.85
5	1.6	162.19	1.4	132.55	1.1	93.69	2.0	230.44	1.6	162.19	1.3	118.85
6	1.6	162.19	1.3	118.85	1.0	82.23	1.8	194.82	1.5	147.00	1.1	93.69
7	1.5	147.00	1.7	178.13	1.0	82.23	1.3	118.85	1.5	147.00	1.2	105.89
8	1.5	147.00	1.5	147.00	1.1	93.69	1.2	105.89	2.3	289.47	1.2	105.89
9	1.5	147.00	1.3	118.85	1.4	132.55	1.1	93.69	2.2	269.05	1.1	93.69
10	1.5	147.00	1.2	105.89	1.1	93.69	1.1	93.69	1.9	212.26	1.1	93.69
11	1.5	147.00	1.2	105.89	1.0	82.23	1.1	93.69	1.8	194.82	1.0	82.23
12	1.4	132.55	1.5	147.00	1.0	82.23	1.4	132.55	1.8	194.82	1.0	82.23
13	1.3	118.85	1.8	194.82	1.1	93.69	1.4	132.55	1.5	147.00	1.0	82.23
14	1.3	118.85	1.5	147.00	1.0	82.23	1.3	118.85	1.9	212.26	1.0	82.23
15	1.3	118.85	1.4	132.55	1.0	82.23	1.3	118.85	1.7	178.13	1.2	105.89
16	1.3	118.85	1.4	132.55	1.0	82.23	1.7	178.13	1.6	162.19	1.4	132.55
17	1.3	118.85	1.7	178.13	1.0	82.23	1.9	212.26	1.7	178.13	1.0	82.23
18	1.3	118.85	1.3	118.85	0.9	71.52	1.9	212.26	1.5	147.00	0.9	71.52
19	1.3	118.85	1.2	105.89	0.9	71.52	1.9	212.26	1.6	162.19	1.2	105.89
20	1.3	118.85	1.2	105.89	1.3	118.85	1.9	212.26	1.9	212.26	1.3	118.85
21	1.2	105.89	1.2	105.89	1.9	212.26	1.7	178.13	1.8	194.82	1.2	105.89
22	1.3	118.85	1.2	105.89	1.7	178.13	1.8	194.82	2.4	310.65	1.3	118.85
23	1.3	118.85	1.2	105.89	1.3	118.85	1.5	147.00	1.9	212.26	1.1	93.69
24	1.3	118.85	1.2	105.89	1.0	82.23	1.2	105.89	1.9	212.26	1.1	93.69
25	1.4	132.55	1.1	93.69	1.1	93.69	1.2	105.89	1.7	178.13	1.0	82.23
26	1.3	118.85	1.1	93.69	1.2	105.89	1.2	105.89	1.5	147.00	1.0	82.23
27	1.3	118.85	1.1	93.69	1.1	93.69	2.0	230.44	1.5	147.00	1.0	82.23
28	1.2	105.89	1.1	93.69	1.2	105.89	1.5	147.00	1.4	132.55	1.2	105.89
29	1.2	105.89	1.2	105.89	1.4	132.55	1.4	132.55	1.3	118.85	1.1	93.69
30	1.7	178.13	1.2	105.89	2.0	230.44	1.3	118.85	1.3	118.85	1.1	93.69
31	1.6	162.19	1.3	118.85	1.3	118.85	1.2	105.89	1.2	105.89		
TOTAL	44.4	4290.11	37.2	3470.96	36.5	3274.27	44.5	4431.79	54.4	5916.42	34.0	2946.15
MEAN	1.4	142.80	1.3	123.90	1.2	105.60	1.5	147.80	1.8	190.90	1.1	98.30

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (3)

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q)		STATION		CATCHMENT AREA		ELEVATION		UNIT H(ft), Q (cfs)		YEAR			
Periting DIVER. IN THE BASIN OF		Periting		40.5 sqmi		Raub, Malaysia		1965		1965			
DATE	JULY		AUGUST		SEPTEMBER		OCTOBER		NOVEMBER		DECEMBER		
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	
1	1.0	82.23	0.9	71.52	1.6	162.19	1.6	162.19	2.4	310.65	2.7	378.65	
2	1.0	82.23	1.0	82.23	1.8	194.82	1.3	118.85	2.4	310.65	2.4	310.65	
3	1.0	82.23	1.0	82.23	1.3	118.85	1.2	105.89	2.5	332.57	2.3	289.47	
4	0.9	71.52	0.9	71.52	1.3	118.85	1.3	118.85	2.7	378.65	2.2	269.05	
5	0.9	71.52	0.8	61.55	1.4	132.55	1.3	118.85	2.3	289.47	2.2	269.05	
6	1.3	118.85	1.0	82.23	1.8	194.82	1.4	132.55	2.1	249.37	2.2	269.05	
7	1.2	105.89	1.4	132.55	1.6	162.19	2.2	269.05	2.0	230.44	2.5	332.57	
8	0.9	71.52	1.0	82.23	1.5	147.00	2.0	230.44	1.9	212.26	2.6	355.23	
9	0.9	71.52	1.3	118.85	1.5	147.00	1.7	178.13	1.9	212.26	4.7	1003.83	
10	1.0	82.23	0.9	71.52	1.1	93.69	1.8	194.82	1.8	194.82	6.2	1668.86	
11	1.0	82.23	0.8	61.55	1.0	82.23	2.7	378.65	1.6	162.19	2.8	402.81	
12	0.9	71.52	0.7	52.34	1.5	147.00	2.1	249.37	1.5	147.00	2.8	402.81	
13	0.9	71.52	0.6	43.87	1.4	132.55	1.8	194.82	2.1	249.37	2.7	378.65	
14	0.9	71.52	1.1	93.69	1.1	93.69	2.2	269.05	3.0	453.37	3.1	479.77	
15	0.8	61.55	0.8	61.55	1.2	105.89	2.0	230.44	3.8	685.51	3.0	453.37	
16	0.8	61.55	1.5	147.00	1.0	82.23	3.7	653.88	3.3	534.82	2.8	402.81	
17	0.7	52.34	1.2	105.89	1.3	118.85	3.1	479.77	3.4	563.46	2.9	427.71	
18	0.7	52.34	1.3	118.85	1.2	105.89	3.4	563.46	2.6	355.23	2.8	402.81	
19	0.9	71.52	0.8	61.55	1.3	118.85	2.7	378.65	2.5	332.57	3.0	453.37	
20	0.8	61.55	1.0	82.23	1.2	105.89	3.2	506.92	2.5	332.57	2.8	402.81	
21	0.8	61.55	1.0	82.23	2.1	249.37	2.4	310.65	2.9	427.71	2.6	355.23	
22	0.7	52.34	0.9	71.52	1.3	118.85	2.1	249.37	2.7	378.65	2.5	332.57	
23	0.7	52.34	0.8	61.55	1.1	93.69	2.1	249.37	2.4	310.65	2.4	310.65	
24	0.7	52.34	1.8	194.82	1.1	93.69	2.0	230.44	2.3	289.47	2.7	378.65	
25	0.8	61.55	2.6	355.23	1.3	118.85	1.9	212.26	2.4	310.65	2.8	402.81	
26	0.8	61.55	1.5	147.00	1.9	212.26	2.3	289.47	2.5	332.57	2.6	355.23	
27	0.8	61.55	1.3	118.85	1.7	178.13	2.3	289.47	2.3	289.47	2.6	355.23	
28	0.8	61.55	1.3	118.85	2.0	230.44	2.1	249.37	2.2	269.05	2.5	332.57	
29	1.6	162.19	1.1	93.69	1.8	194.82	2.2	269.05	2.7	378.65	2.4	310.65	
30	0.9	71.52	1.1	93.69	1.6	162.19	2.5	332.57	2.8	402.81	2.5	332.57	
31	0.7	52.34	1.1	93.69			2.5	332.57			2.3	289.47	
TOTAL	27.8	2248.20	34.5	3116.07	43.0	4217.32	67.1	8549.22	73.5	9926.91	86.6	13108.96	
MEAN	0.9	72.50	1.1	100.30	1.4	140.80	2.2	276.50	2.5	330.20	2.8	424.50	
											ANNUAL TOTAL ( cfs-d)		55496.38

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q) ..... (X)

WATER LEVEL (H) AND DISCHARGE (Q)		STATION		CATCHMENT AREA		ELEVATION		YEAR					
Perling		Bentong		40.5 sq Mi		m		1966					
RIVER IN THE BASIN OF		Perling		Perling		Perling		Perling					
DATE	JANUARY		FEBRUARY		MARCH		APRIL		MAY		JUNE		DATE
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	
1	2.3	289.47	2.5	332.57	2.0	230.44	2.1	249.37	2.3	289.47			1
2	2.2	269.05	2.2	269.05	1.7	178.13	2.1	249.37	2.2	269.05			2
3	2.1	249.37	2.2	269.05	1.8	194.82	2.1	249.37	2.0	230.44			3
4	2.0	230.44	2.3	289.47	1.8	194.82	2.1	249.37	1.8	194.82			4
5	2.0	230.44	2.4	310.65	1.8	194.82	1.8	194.82	1.8	194.82			5
6	1.9	212.26	2.2	269.05	1.7	178.13	3.9	717.89	1.8	194.82			6
7	1.8	194.82	2.0	230.44	1.9	212.26	2.2	269.05	1.8	194.82			7
8	1.8	194.82	2.0	230.44	1.9	212.26	2.9	427.71	1.7	178.13			8
9	1.9	212.26	2.1	249.37	1.8	194.82	2.8	402.81	1.6	162.19			9
10	3.0	453.37	1.9	212.26	1.8	194.82	2.4	310.65	1.7	178.13			10
11	2.7	378.65	2.0	230.44	1.9	212.26	2.3	289.47	1.6	162.19			11
12	2.2	269.05	1.9	212.26	1.8	194.82	2.7	378.65	1.6	162.19			12
13	2.0	230.44	1.8	194.82	1.7	178.13	2.9	427.71	1.6	162.19			13
14	2.0	230.44	1.8	194.82	1.7	178.13	2.4	310.65	1.6	162.19			14
15	2.3	289.47	1.9	212.26	1.6	162.19	2.2	269.05	1.8	194.82			15
16	2.2	269.05	2.3	289.47	1.5	147.00	2.0	230.44					16
17	2.2	269.05	2.3	289.47	1.7	178.13	1.9	212.26					17
18	2.3	289.47	2.6	355.23	1.8	194.82	1.9	212.26					18
19	2.0	230.44	2.8	402.81	2.0	230.44	2.2	269.05					19
20	2.2	269.05	2.1	249.37	1.9	212.26	2.0	230.44					20
21	2.5	332.57	2.3	289.47	1.7	178.13	1.9	212.26					21
22	2.2	269.05	2.3	289.47	1.6	162.19	2.0	230.44					22
23	2.3	289.47	2.0	230.44	1.5	147.00	2.1	249.37					23
24	3.7	653.88	1.9	212.26	1.6	162.19	2.1	249.37					24
25	2.9	427.71	1.8	194.82	1.7	178.13	2.1	249.37					25
26	2.5	332.57	1.7	178.13	1.6	162.19	2.7	378.65					26
27	2.3	289.47	1.7	178.13	2.1	249.37	2.4	310.65					27
28	2.2	269.05	1.9	212.26	2.4	310.65	2.1	249.37					28
29	2.3	289.47			2.1	249.37	1.9	212.26					29
30	2.2	269.05			2.1	249.37	2.1	249.37					30
31	2.6	355.23			2.1	249.37							
TOTAL	70.8	9038.93	58.9	7078.28	56.3	6171.46	68.3	8741.50					TOTAL
MEAN	2.3	291.00	2.1	222.00	1.8	199.20	2.3	290.50					MEAN

YEAR	ELEVATION m												ANNUAL TOTAL
	JANUARY	FEBRUARY	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER	
1950	89 Max	93 68	92 68	91 70	92 67	92 70	91 67	92 66	92 68	91 68	90 67	90 68	88
1951	90 Max	91 68	91 64	92 66	92 68	94 68	92 68	93 67	91 69	91 67	91 70	90 70	89 70
1952	88 Max	91 68	92 71	92 71	91 70	91 68	92 67	92 67	91 68	92 69	90 68	90 68	91 66
1953	90 Max	90 67	90 68	92 70	90 70	92 -	94 69	90 69	90 68	91 69	91 69	90 68	90 68
1954	90 Max	90 68	90 69	93 69	91 69	92 67	90 68	90 68	90 67	89 67	88 67	88 67	87 67
1955	87 Max	89 67	92 68	93 66	93 67	92 66	91 68	91 67	90 67	90 67	91 67	90 66	90 66
1956	92 Max	90 67	92 67	92 69	92 68	91 68	92 67	91 67	91 68	91 68	92 68	92 67	88 67
1957	92 Max	91 67	92 68	92 69	92 67	91 69	91 69	91 68	90 68	91 69	90 68	90 69	90 69
1958	90 Max	90 68	91 69	91 69	91 69	91 -	94 68	92 69	94 69	92 69	91 69	91 69	91 67
1959	90 Max	92 69	91 69	92 69	91 69	91 69	91 68	91 68	91 68	91 68	91 69	91 68	90 68
1960	90 Max	91 68	92 69	93 69	94 70	93 70	92 69	92 69	91 68	93 69	90 69	90 69	90 70
1961	88 Max	89 65	93 70	91 70	92 69	92 68	93 68	93 69	91 68	91 69	90 69	90 69	90 69
1962	87 Max	90 67	92 69	94 70	-	95 68	93 68	92 66	-	-	-	-	-
1963	-	-	-	-	-	-	94 69	93 68	91 68	-	-	-	90 68



Relative Humidity sq km Raub Malaysia 3. 47 E 101. 51  
 STATION Raub CATCHMENT AREA UNIT  
 RIVER IN THE BASIN OF ELEVATION %

YEAR	JANUARY	FEBRUARY	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPTEMBER	OCTOBER	NOVEMBER	DECEMBER	ANNUAL TOTAL
1950	66	60	61	67	63	64	61	60	61	63	67	65	-
1951	71	62	59	64	58	61	58	61	62	65	68	73	-
1952	71	62	66	64	65	60	61	60	59	64	66	63	-
1953	61	61	65	62	64	62	64	62	64	64	61	60	-
1954	65	63	60	62	62	62	62	61	60	61	61	65	-
1955	64	64	62	62	63	63	62	63	61	60	61	64	-
1956	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957	62	58	57	54	60	50	61	-	59	65	63	74	-
1958	62	62	63	59	63	60	61	61	59	61	62	62	-
1959	60	57	53	62	62	63	61	61	61	-	-	63	-
1960	59	62	54	61	60	60	61	61	61	61	65	63	-
1961	67	60	60	62	60	59	55	62	60	61	64	66	-
1962	72	57	58	57	-	-	57	59	62	-	-	-	-
1963	-	-	-	-	-	-	-	-	66	-	-	-	-

Appendix - 2 送電系統の計画

## Appendix - 2 送電系統の計画

3 発電所の発生電力を主として Segambut 変電所へ、また local load にも送電するための系統構成として次の 3 つのルートについて比較検討した。

	電 圧	亘 長	電 線	
A 案	Sia P.S. ~ Sempam P.S.	66KV	21 mile	58□ ACSR
	Liang P.S. ~ Sempam P.S.	66	5.5	58□ "
	Sempam P.S. ~ Tras	132	4	160□ "
B 案	Sia P.S. ~ Sempam P.S.	66	17.5	58□ ACSR
	Liang P.S. ~ Sempam P.S.	66	5.5	80□ "
	Sempam P.S. ~ Tras	132	4	160□ "
C 案	Sia P.S. ~ Sempam P.S.	132	11	160□ ACSR
	Liang P.S. ~ Sempam P.S.	132	5.5	160□ "
	Sempam P.S. ~ Tras	132	4	160□ "

A案: この案は Sempam 発電所を拠点とし、ここから Sia 発電所および Liang 発電所へそれぞれ 1 回線ずつ別ルートで単独に 66KV で結び、Sempam 発電所に 132/66KV 連系変圧器を設置し、132KV に昇圧して 1 回線送電線で Tras を経て Segambut 変電所へ送電する。

Sia ~ Sempam 間のルートは、深いジャングル地帯をさけて、道路沿いに選んだ。したがって、資材運搬、組立は比較的容易である。支持物としては鉄柱を採用した。Liang ~ Sempam 間は亘長も短く、経済的見地から代案ルートが考えられないので、急峻で深いジャングル地帯をとおすことにする。

この区間の支持物は鉄塔が経済的である。

B案: 一案は Sia 発電所から Sempam 発電所へ 66KV 1 回線送電線を建設し、途中で Liang 発電所をπ 接続させる構成である。Sempam 発電所で A 案と同じく 132/66KV 連系変圧器を設置する。

Sia ~ Sempam 間のルートは A 案と同じ理由で道路沿いである。支持物も A 案と同様鉄柱を使用する。

Liang ~ Sempam 間は A 案と同一ルートとする。電線は送電容量、電圧降下、損失等の点で 80<sup>2</sup> ACSR とした。

本案は、系統の信頼度の面で、Liang ~ Sempam 間事故の場合、A 案に較べて Liang 発電所および Sia 発電所が停止するという欠点がある。

C案: 一案は B 案と同じであるが、電圧を 132KV としたものである。ただし Sia ~ Liang 間のルートを山岳地帯にとり、亘長を 11Mile 短くした。Liang ~ Sempam 間は A、B 案と同一ルートとする。

この案では、132/66KV 連系変圧器を設置する必要はない。

A、B、C 案の引出設備、連系変圧器を含めた建設費、年経費および電力損失を表-2.1 に示す。年経費、電力量損失の合計は C 案が最も小さく、次が A 案であるが両者にあまり差がない。系統運用上の信頼度、施工の難易度の点から A 案が最も有利である。

Table 2.1 Comparison of Transmission Routes

Alternatives	A	B	C
(1) Annual energy loss (MWh)	4,000	4,740	2,530
(2) Construction costs (\$M)			
Transmission line	1,203,700	1,110,000	1,352,000
Feeders	1,124,000	1,197,000	1,783,000
Connecting transformer	333,000	333,000	-
Total	<u>2,660,700</u>	<u>2,640,000</u>	<u>3,135,000</u>
(3) Annual costs (\$M)	31,900	31,700	37,600
(4) Value of energy loss (\$M)	18,000	21,300	11,400
(5) Total (3) + (4) (\$M)	49,900	53,000	49,000

**Appendix — 3**

**Break Down of Estimated Construction Costs**

a) Estimated Construction Cost of Liang Scheme

Unit: \$M

Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
<u>1. Civil Works</u>				<u>12,820,000</u>
1.1 Access Road & Bridge				<u>985,000</u>
(1) New road, paved	ft	3,200	35	112,000
(2) Improved road, paved	ft	32,800	15	492,000
(3) Improved road, unpaved	ft	38,100	10	381,000
1.2.1 Diversion Dam in Liang				<u>731,000</u>
(1) Excavation	cu.yd.	27,500	5.5	151,250
(2) Concrete	cu.yd.	6,900	46	317,400
(3) Furnishing and placing reinforcing steel	t	20	450	9,000
(4) Others		Lump sum		253,350
1.2.2 Diversion Dam in Hijau				<u>396,000</u>
(1) Excavation	cu.yd.	9,560	5.5	52,580
(2) Concrete	cu.yd.	5,190	54	280,260
(3) Furnishing and placing reinforcing steel	t	10	450	4,500
(4) Others		Lump sum		58,660
1.3.1 Intake & Desilting Basin in Liang				<u>322,000</u>
(1) Excavation	cu.yd.	10,180	5.5	55,990
(2) Concrete	cu.yd.	2,340	77	180,180
(3) Masonry with mortar	sq.yd.	240	25	6,000
(4) Furnishing and placing reinforcing steel	t	130	450	58,500
(5) Others		Lump sum		21,330

	Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
1.3.2	Intake & Desilting Basin in Hijau				<u>77,000</u>
(1)	Excavation	cu. yd.	2,920	5.5	16,060
(2)	Concrete	cu. yd.	520	77	40,040
(3)	Masonry with mortar	sq. yd.	120	25	3,000
(4)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	30	450	13,500
(5)	Others		Lump sum		4,400
1.4.1	Headrace Tunnel in Liang				<u>4,572,000</u>
(1)	Excavation for tunnel	cu. yd.	48,520	62	3,008,240
(2)	Concrete in tunnel lining	cu. yd.	1,830	107	195,810
(3)	Concrete in tunnel invert	cu. yd.	4,520	62	280,240
(4)	Guniting	sq. yd.	39,060	17	664,020
(5)	Furnishing and placing steel support	t	260	1,000	260,000
(6)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	120	450	54,000
(7)	Others		Lump sum		109,690
1.4.2	Headrace Tunnel in Hijau				<u>1,079,000</u>
(1)	Excavation for tunnel	cu. yd.	9,810	62	608,220
(2)	Concrete in tunnel lining	cu. yd.	1,050	107	112,350
(3)	Concrete in tunnel invert	cu. yd.	900	62	55,800
(4)	Guniting	sq. yd.	6,470	17	109,990
(5)	Furnishing and placing steel support	t	140	1,000	140,000
(6)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	50	450	22,500
(7)	Others		Lump sum		30,140

	Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
1.5	Surge Tank				<u>406,000</u>
(1)	Open excavation	cu. yd.	260	7	1,820
(2)	Excavation, for vertical shaft	cu. yd.	1,620	85	137,700
(3)	Excavation, for tunnel	cu. yd.	1,280	62	79,360
(4)	Concrete, in shaft lining	cu. yd.	790	107	84,530
(5)	Concrete, in tunnel lining	cu. yd.	220	107	23,540
(6)	Furnishing and placing steel support	t	20	1,000	20,000
(7)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	60	450	27,000
(8)	Others	Lump sum			32,250
1.6	Penstock				<u>648,000</u>
(1)	Excavation	cu. yd.	25,200	7	176,400
(2)	Excavation, for tunnel	cu. yd.	1,940	62	120,280
(3)	Concrete, for tunnel lining	cu. yd.	650	107	69,550
(4)	Concrete	cu. yd.	2,010	77	154,770
(5)	Furnishing and placing steel support	t	20	1,000	20,000
(6)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	70	450	31,500
(7)	Others	Lump sum			75,500
1.7	Powerhouse Sub-structure				<u>1,140,000</u>
(1)	Slope cutting	cu. yd.	2,580	5.5	14,190
(2)	Foundation excavation	cu. yd.	4,860	25	121,500
(3)	Concrete	cu. yd.	1,990	77	153,230



	Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
(4)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	90	450	40,500
(5)	Others	Lump sum			65,580
	Sub total				395,000
	Super-structure	Lump sum			745,000
1.8	Switchyard				<u>55,000</u>
(1)	Excavation	cu. yd.	500	5.5	2,750
(2)	Concrete	cu. yd.	520	77	40,040
(3)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	20	450	9,000
(4)	Others	Lump sum			3,210
1.9	Tailrace Tunnel				<u>151,000</u>
(1)	Open excavation	cu. yd.	500	5.5	2,750
(2)	Excavation, for tunnel	cu. yd.	940	62	58,280
(3)	Concrete, in tunnel lining	cu. yd.	260	107	27,820
(4)	Concrete, in tunnel invert	cu. yd.	80	62	4,960
(5)	Other concrete works	cu. yd.	220	77	16,940
(6)	Furnishing and placing steel support	t	20	1,000	20,000
(7)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	30	450	13,500
(8)	Others	Lump sum			6,750
1.10	Operators' Quarters	Lump sum			<u>125,000</u>
1.11	Contingencies	Lump sum			<u>2,133,000</u>
2.	Hydraulic Equipments				<u>1,250,000</u>
2.1	Gates	Lump sum			<u>162,000</u>

Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
2.2	Trashracks	Lump sum		<u>36,000</u>
2.3	Liner-plate	Lump sum		<u>72,000</u>
2.4	Penstock	Lump sum		<u>880,000</u>
2.5	Butterfly Valve	Lump sum		<u>40,000</u>
2.6	Contingencies	Lump sum		<u>60,000</u>
<u>3. Electrical Equipments</u>				<u>2,670,000</u>
3.1	Turbines	Lump sum		<u>661,000</u>
3.2	Generators	Lump sum		<u>803,000</u>
3.3	Transformers	Lump sum		<u>220,000</u>
3.4	Accessories	Lump sum		<u>862,000</u>
3.5	Contingencies	Lump sum		<u>124,000</u>
<u>4. Service Facilities</u>				<u>150,000</u>
<u>5. General Expenses</u>				<u>720,000</u>
<u>6. Investigations</u>				<u>80,000</u>
<u>7. Engineering - design, specification and supervision</u>				<u>1,200,000</u>
<u>8. Interest during Construction</u>				<u>1,410,000</u>
<u>9. Grand Total</u>				<u>20,300,000</u>

b) Estimated Construction Cost of Sia Scheme

				Unit: \$M	
	Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
1.	<u>Civil Works</u>				<u>6,920,000</u>
1.1	Access Roads & Bridges				<u>572,000</u>
(1)	New road, paved	ft	1,700	35	59,500
(2)	Improved road, paved	ft	20,000	15	300,000
(3)	New road, unpaved	ft	8,500	25	212,500
1.2	Diversion Dam				<u>875,000</u>
(1)	Excavation	cu.yd.	17,820	5.5	98,010
(2)	Excavation, for tunnel	cu.yd.	260	62	16,120
(3)	Concrete	cu.yd.	13,830	46	636,180
(4)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	20	450	9,000
(5)	Others		Lump sum		115,690
1.3	Intake & Desilting Basin				<u>196,000</u>
(1)	Excavation	cu.yd.	6,360	5.5	34,980
(2)	Concrete	cu.yd.	1,300	77	100,100
(3)	Masonry with mortar	sq.yd.	240	25	6,000
(4)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	90	450	40,500
(5)	Others		Lump sum		14,420
1.4	Headrace Tunnel				<u>2,142,000</u>
(1)	Excavation, for tunnel	cu.yd.	20,650	62	1,280,300
(2)	Concrete, in tunnel lining	cu.yd.	1,310	107	140,170
(3)	Concrete, in tunnel invert	cu.yd.	2,070	62	128,340
(4)	Guniting	sq.yd.	16,120	17	274,040

	Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
(5)	Furnishing and placing steel support	t	220	1,000	220,000
(6)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	70	450	31,500
(7)	Others	Lump sum			67,650
1.5	Surge Tank				<u>352,000</u>
(1)	Open excavation	cu. yd.	390	7	2,730
(2)	Excavation, for vertical shaft	cu. yd.	900	85	76,500
(3)	Excavation, for access tunnel	cu. yd.	2,140	62	132,680
(4)	Concrete, in shaft lining	cu. yd.	310	107	33,170
(5)	Concrete, in tunnel lining	cu. yd.	390	107	41,730
(6)	Furnishing and placing steel support	t	30	1,000	30,000
(7)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	50	450	22,500
(8)	Others	Lump sum			12,690
1.6	Penstock				<u>570,000</u>
(1)	Excavation	cu. yd.	9,260	7	64,820
(2)	Excavation, for tunnel	cu. yd.	2,320	62	143,840
(3)	Concrete, in tunnel lining	cu. yd.	790	107	84,530
(4)	Concrete	cu. yd.	2,400	77	184,800
(5)	Furnishing and placing steel support	t	90	450	40,500
(6)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	30	1,000	30,000
(7)	Others	Lump sum			21,510

	Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
1.7	Powerhouse Sub-structure				<u>830,000</u>
(1)	Slope cutting	cu. yd.	8,980	5.5	49,390
(2)	Foundation excavation	cu. yd.	3,000	25	75,000
(3)	Concrete	cu. yd.	1,900	77	146,300
(4)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	56	450	25,200
(5)	Others	Lump sum			59,110
	Sub-total				355,000
	Super-structure	Lump sum			475,000
1.8	Switchyard				<u>72,000</u>
(1)	Excavation	cu. yd.	3,180	5.5	17,490
(2)	Concrete	cu. yd.	600	77	46,200
(3)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	15	450	6,750
(4)	Others	Lump sum			1,560
1.9	Tailrace				<u>28,000</u>
(1)	Excavation	cu. yd.	2,160	5.5	11,880
(2)	Concrete	cu. yd.	100	77	7,700
(3)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	10	450	4,500
(4)	Others	Lump sum			3,920
1.10	Operators' Quarters	Lump sum			<u>125,000</u>
1.11	Contingencies	Lump sum			<u>1,158,000</u>
2.	Hydraulic Equipments				<u>930,000</u>
2.1	Gates	Lump sum			<u>81,000</u>
2.2	Trashrack	Lump sum			<u>54,000</u>

Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
2.3	Liner-plate	Lump sum		<u>72,000</u>
2.4	Penstock	Lump sum		<u>640,000</u>
2.5	Butterfly Valve	Lump sum		<u>40,000</u>
2.6	Contingencies	Lump sum		<u>43,000</u>
<u>3.</u>	<u>Electrical Equipments</u>			<u>2,140,000</u>
3.1	Turbines	Lump sum		<u>445,000</u>
3.2	Generators	Lump sum		<u>628,000</u>
3.3	Transformers	Lump sum		<u>145,000</u>
3.4	Accessories	Lump sum		<u>820,000</u>
3.5	Contingencies	Lump sum		<u>102,000</u>
<u>4.</u>	<u>Service Facilities</u>	Lump sum		<u>90,000</u>
<u>5.</u>	<u>General Expenses</u>	Lump sum		<u>430,000</u>
<u>6.</u>	<u>Investigations</u>	Lump sum		<u>60,000</u>
7.	<u>Engineering - design, specification and supervision</u>	Lump sum		<u>650,000</u>
<u>8.</u>	<u>Interest during Construction</u>	Lump sum		<u>780,000</u>
<u>9.</u>	<u>Grand Total</u>			<u>12,000,000</u>

c) Estimated Construction Cost of Sempam Scheme

Unit: \$M

	Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
1.	<u>Civil Works</u>				<u>7,750,000</u>
1.1	Access Roads & Bridges				<u>604,000</u>
(1)	New road, paved	ft	3,200	35	112,000
(2)	Improved road, paved	ft	18,000	15	270,000
(3)	Improved road, unpaved	ft	22,200	10	222,000
1.2	Diversion Dam				<u>751,000</u>
(1)	Excavation	cu. yd.	9,160	5.5	50,380
(2)	Excavation for tunnel	cu. yd.	390	62	24,180
(3)	Concrete	cu. yd.	9,390	46	431,940
(4)	Concrete for retaining wall	cu. yd.	520	77	40,040
(5)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	20	450	9,000
(6)	Others	Lump sum			195,460
1.3	Intake & desilting Basin				<u>177,000</u>
(1)	Excavation	cu. yd.	5,720	5.5	31,460
(2)	Concrete	cu. yd.	1,230	77	94,710
(3)	Masonry with mortar	sq. yd.	240	25	6,000
(4)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	70	450	31,500
(5)	Others	Lump sum			13,330
1.4	Headrace Tunnel				<u>3,174,000</u>
(1)	Excavation for tunnel	cu. yd.	29,290	62	1,815,980
(2)	Concrete in tunnel lining	cu. yd.	2,420	107	258,940
(3)	Concrete in tunnel invert	cu. yd.	2,840	62	176,080

	Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
(4)	Guniting	sq. yd.	21, 180	7	360, 060
(5)	Furnishing and placing steel support	t	380	1, 000	380, 000
(6)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	130	450	58, 500
(7)	Others	Lump sum			124, 440
1. 5	Surge Tank				<u>178, 000</u>
(1)	Open excavation	cu. yd.	390	7	2, 730
(2)	Excavation for vertical shaft	cu. yd.	840	85	71, 400
(3)	Excavation for tunnel	cu. yd.	490	62	30, 380
(4)	Concrete in shaft lining	cu. yd.	330	107	35, 310
(5)	Concrete in tunnel lining	cu. yd.	80	107	8, 560
(6)	Furnishing and placing steel support	t	10	1, 000	10, 000
(7)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	20	450	9, 000
(8)	Others	Lump sum			10, 620
1. 6	Penstock				<u>330, 000</u>
(1)	Excavation	cu. yd.	6, 430	7	45, 010
(2)	Excavation for tunnel	cu. yd.	520	60	32, 240
(3)	Concrete in tunnel lining	cu. yd.	200	107	21, 400
(4)	Concrete	cu. yd.	1, 620	77	124, 740
(5)	Furnishing and placing steel support	t	20	1, 000	20, 000
(6)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	50	450	22, 500
(7)	Others	Lump sum			64, 110



	Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
1.7	Powerhouse Sub-structure				<u>880,000</u>
(1)	Slope cutting	cu. yd.	8,080	5.5	44,440
(2)	Foundation excavation	cu. yd.	3,660	25	91,500
(3)	Concrete	cu. yd.	2,420	77	186,340
(4)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	51	450	22,950
(5)	Others	Lump sum		-	69,770
	Sub-total				415,000
	Super-structure	Lump sum		-	465,000
1.8	Switchyard				<u>110,000</u>
(1)	Excavation	cu. yd.	5,080	5.5	27,940
(2)	Concrete	cu. yd.	990	77	76,230
(3)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	10	450	4,500
(4)	Others	Lump sum			1,330
1.9	Tailrace Tunnel				<u>129,000</u>
(1)	Excavation	cu. yd.	2,160	5.5	11,880
(2)	Excavation for tunnel	cu. yd.	550	62	34,100
(3)	Concrete in tunnel lining	cu. yd.	210	107	22,470
(4)	Concrete in tunnel invert	cu. yd.	60	62	3,720
(5)	Concrete	cu. yd.	220	77	16,940
(6)	Furnishing and placing steel support	t	20	1,000	20,000
(7)	Furnishing and placing reinforcing steel	t	30	450	13,500
(8)	Others	Lump sum		-	6,390

Item	Unit	Quantity	Unit price	Amount
1.10 Operators' Quarters	Lump sum			<u>125,000</u>
1.11 Contingencies	Lump sum			<u>1,292,000</u>
<u>2. Hydraulic Equipments</u>				<u>580,000</u>
2.1 Gates	Lump sum			<u>81,000</u>
2.2 Trashracks	Lump sum			<u>36,000</u>
2.3 Liner-plate	Lump sum			<u>72,000</u>
2.4 Penstock	Lump sum			<u>320,000</u>
2.5 Butterfly Valve	Lump sum			<u>40,000</u>
2.6 Contingencies	Lump sum			<u>31,000</u>
<u>3. Electrical Equipments</u>	Lump sum			<u>2,890,000</u>
3.1 Turbines	Lump sum			<u>387,000</u>
3.2 Generators	Lump sum			<u>533,000</u>
3.3 Transformers	Lump sum			<u>612,000</u>
3.4 Accessories	Lump sum			<u>1,218,000</u>
3.5 Contingencies	Lump sum			<u>140,000</u>
<u>4. Service Facilities</u>	Lump sum			<u>60,000</u>
<u>5. General Expenses</u>	Lump sum			<u>450,000</u>
<u>6. Investigations</u>	Lump sum			<u>60,000</u>
<u>7. Engineering - design, specifications and supervision</u>	Lump sum			<u>600,000</u>
<u>8. Interest during Construction</u>	Lump sum			<u>910,000</u>
<u>9. Grand Total</u>				<u>13,300,000</u>

Appendix - 4

NEB作成 "Raub Hydro - Electric Development on  
Economic Assessment" による経済評価

Appendix - 4 N E B 作成 Raub Hydro-Electric Development on Economic Assessment  
による経済評価

1966年4月20付のNEBの手紙によれば、Raub計画の経済評価は、上記報告書に示してある。  
その結果を表-4.1に示す。

発電端における各発電所のcostは、

Liang	1.21	cts/unit
Sia	1.41	"
Sempam	2.26	"
个体として	1.48	"

である。これを、66KV~132KV送電線で需用端まで送電した場合の送電コストも加味すると、  
Raub計画の電力コストは、1.73 cts/unitとなる。

Table 4.1 Raub Hydro-Electric Development Scheme  
Economic Justification (In Thousands of \$M)

<u>Generated End</u>				
	Liang	Sia	Sempam	Total
Capital Costs	20,300	12,000	13,300	45,600
Value of Firm Power at 610 \$M per KW	4,148	1,586	1,098	-
Residual Value	16,152	10,414	12,202	38,768
Interest & Depre- ciation 6.14%	992	639	749	2,380
Maintenance & Ope- ration, including Administration	203	120	133	456
Total Annual Costs	1,195	759	882	2,836
Units Generated (Gwh)	99	54	39	192
Costs per Units (cts)	1.21	1.41	2.26	1.48

Received End

Transmission

Capital Costs 4,486

Interest & Depreciation 6.5% 292

Maintenance & Operation, including 52

Administration

Total Annual Costs 344

Annual Costs

Generation 2,836

Transmission 344

Total 3,180

Annual Received (Gwh) 184

Costs per Units (cts) 1.73

Appendix - 5 Test Pit and Adit Logs

LIANG HYDROELECTRIC PROJECT

TEST-PIT LOG

Test-Pit No. P<sub>1</sub>-1      Size 3' -0" in diameter  
 Feature  
 Location INTAKE DAM, Right Bank

Co-ordinates W 4035  
 575  
 Ground Level 1451'-5"

Depth below Ground Level	Legend	Reduced Level	Description of Strata and Remarks
0		1451'-5"	Top soil
1' -4"			Gravel and sand, river deposits, composed of Granite, Quartzite, Chert and Slate boulders under size 2" $\phi$ . (Boundary plane of unconformity)
4' -5"		1447'-0"	
5 - 9"		1445'-8"	Granite soil, brownish yellow, de- generated from Granite boulder.
7' -9"		1443'-8"	
			Pit stopped by Granite boulder.
10			
Commenced 11/5/66	Logged Y.N.	Scale 1" to 5' -0"	E.P.D.C.
Completed 11/5/66	Traced Date	Sheet No. 1 of 10	TOKYO





LIANG HYDROELECTRIC PROJECT

TEST-PIT LOG

Test-Pit No. P<sub>1</sub>-2    Size 3'-0" in diameter  
 Feature  
 Location INTAKE DAM, Right Bank

Co-ordinates W 4034  
 N 575  
 Ground Level 1468'-10"

Depth below Ground Level	Legend	Reduced Level	Description of Strata and Remarks
0		1468'-10"	Top soil with Humus, dark.
0' - 8"		1468'- 2"	Soil, reddish yellow, river deposits.
3' - 5"		1465'-5"	Pit stopped by Granite boulder.
5			
Commenced 11/5/66	Logged Y.N.	Scale 1" to 5' - 0"	E.P.D.C.
Completed 11/5/66	Traced Date	Sheet No. 3 of 10	TOKYO

LIANG HYDROELECTRIC PROJECT

TEST-PIT LOG

Test-Pit No. P<sub>1</sub>-2'

Size 3' - 0" in diameter

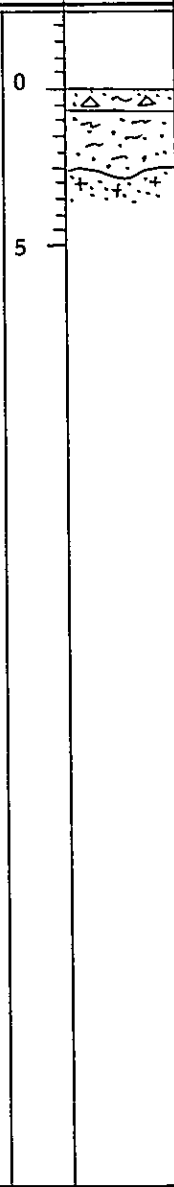
Co-ordinates W 4034

Feature

N 575

Location INTAKE DAM, Right Bank

Ground Level 1468'-10"

Depth below Ground Level	Legend	Reduced Level	Description of Strata and Remarks
<p>0</p> <p>0'- 8"</p> <p>2'- 0"</p>		<p>1468'-10"</p> <p>1468'- 2"</p> <p>1466'-10"</p>	<p>Top soil, with Humus, dark.</p> <p>Soil, reddish brown, river deposits.</p> <p>Pit stopped by Granite boulder.</p>
<p>Commenced 12/5/66</p> <p>Completed 12/5/66</p>	<p>Logged Y.N.</p> <p>Traced</p> <p>Date</p>	<p>Scale 1" to 5' - 0"</p> <p>Sheet No.4 of 10</p>	<p>E.P.D.C.</p> <p>TOKYO</p>

# LIANG HYDROELECTRIC PROJECT

## TEST-PIT LOG

Test-Pit No. P<sub>1</sub>-2"  
 Feature  
 Location INTAKE DAM, Right Bank

Size 3' - 0" in diameter

Co-ordinates W 4034  
 N 575  
 Ground Level 1468'-10"

Depth below Ground Level	Legend	Reduced Level	Description of Strata and Remarks
0		1468'-10"	
0' - 8"	0	1468'- 2"	Top soil with Humus, dark.
3' - 5"	5	1465'-5"	Soil, yellow, river deposit.
14'-10"	15	1454'-0"	Gravel and soil, river deposits, consisted of Granite, Quartzite and Slate boulders, and of quartz and kaolin degenerated from Granite boulders.
	20		Pit stopped by Granite boulder.
Commenced 12/5/66	Logged Y. N.	Scale 1" to 5'-0"	E. P. D. C. TOKYO
Completed 13/5/66	Traced Date	Sheet No. 5 of 10	

LIANG HYDROELECTRIC PROJECT

TEST-PIT LOG

Test-Pit No. P<sub>1</sub>-3  
 Feature  
 Location INTAKE DAM, Left Bank

Size 3'-0" in diameter

Co-ordinates W 4035  
 N 577  
 Ground Level 1467'

Depth below Ground Level	Legend	Reduced Level.	Description of Strata and Remarks
0		1467'	Top soil with Humus, dark.
0' - 8"		1466'-4"	Soil, reddish brown brownish yellow, with gravel consisted of Granite boulders under size 8" $\phi$ .
4' - 4"		1462'-8"	Pit stopped by Granite boulder.
Commenced 13/5/66 Completed 14/5/66			Logged Y.N. Traced Date
			Scale 1" to 5'-0" Sheet No. 6 of 10 E.P.D.C. TOKYO

LIANG HYDROELECTRIC PROJECT

TEST-PIT LOG

Test-Pit No. P<sub>1</sub>-4

Size 3' - 0" in diameter


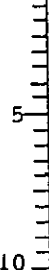


Co-ordinates W 3747

Feature

N 729

Location POWER STATION

Ground Level 584'

Depth below Ground Level	Legend	Reduced Level	Description of Strata and Remarks
0		584'	
0' - 8"		583' - 4"	Top soil with Humus, dark.
			Sand included soil, brownish yellow, river deposits.
11' - 11"		572' - 1"	Underground water surface level 572' - 1".
			Pit stopped by Granite boulder.
Commenced 21/5/66	Logged Y.N.	Scale 1" to 5' - 0"	E. P. D. C.
Completed 21/5/66	Traced Date	Sheet No. 7 of 10	TOKYO

SIA HYDROELECTRIC PROJECT

TEST-PIT LOG

Test-Pit No. P<sub>2</sub>-1

Size 4'-0" in diameter

Co-ordinates W3880

Feature

N1402

Location SURGE TANK

Ground Level 1323'

Depth below Ground Level	Legend	Reduced Level	Description of Strata and Remarks
0		1323'	
0'-8"		1322'-4"	Top soil with Humus, dark.
3'-4"		1319'-8"	Clay with quartz, yellow.
8'-6"		1314'-6"	Soil, reddish brown, degenerated from Granite.
13'-7"		1309'-5"	Granite soil, reddish brown with white spotted, consisted predominately of quartz and kaolin.
21'-3"		1301'-9"	Granite completely weathered, reddish brown with much white spotted, but still possessing a recognizable granitic fabric.
			The original feldspars are completely decomposed to clay minerals which remain as grains of clay.
Commenced 12/5/66	Logged Y.N.	Scale 1" to 5' -0"	E.P.D.C.
Completed 13/5/66	Traced Date	Sheet No. 8 of 10	TOKYO

SEMPAM HYDROELECTRIC PROJECT

TEST-PIT LOG

Test-Pit No. P<sub>3</sub>-1  
 Feature  
 Location POWER STATION

Size 3'-0" in diameter

Co-ordinates W 3579  
 N 435  
 Ground Level 717'-3"

Depth below Ground Level	Legend	Reduced Level	Description of Strata and Remarks
0		717'-3"	Top soil with Humus, dark.
0' - 8"		716'-7"	
2' - 6"		714'-9"	Soil, yellow.
5' - 3"		712'-0"	Gravel and soil, yellow, river deposits.
8' - 10"		708'-5"	Sand, yellowish white, river deposits.
			Underground water surface level 708'-2".
			Shale, dar, rather weathered.
Commenced 17/5/66	Logged Y.N.	Scale 1" to 5' - 0"	
Completed 18/5/66	Traced Date	Sheet No. 9 of 10	E. P. D. C. TOKYO

SEMPAM HYDROELECTRIC PROJECT

TEST-PIT LOG

Test-Pit No. P<sub>3</sub>-1'  
 Feature  
 Location POWER STATION

Size 3' -0" in diameter

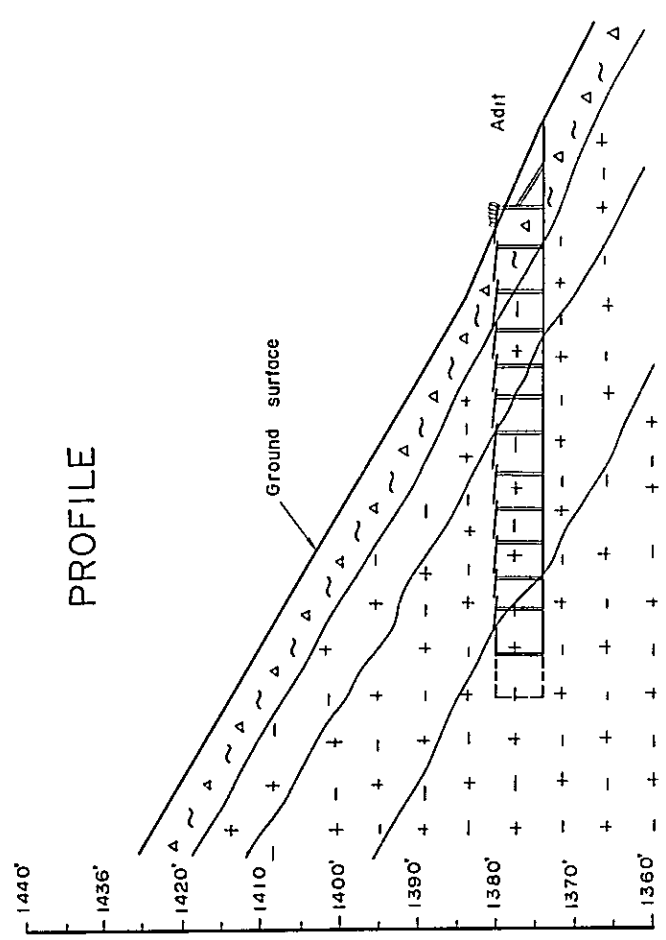
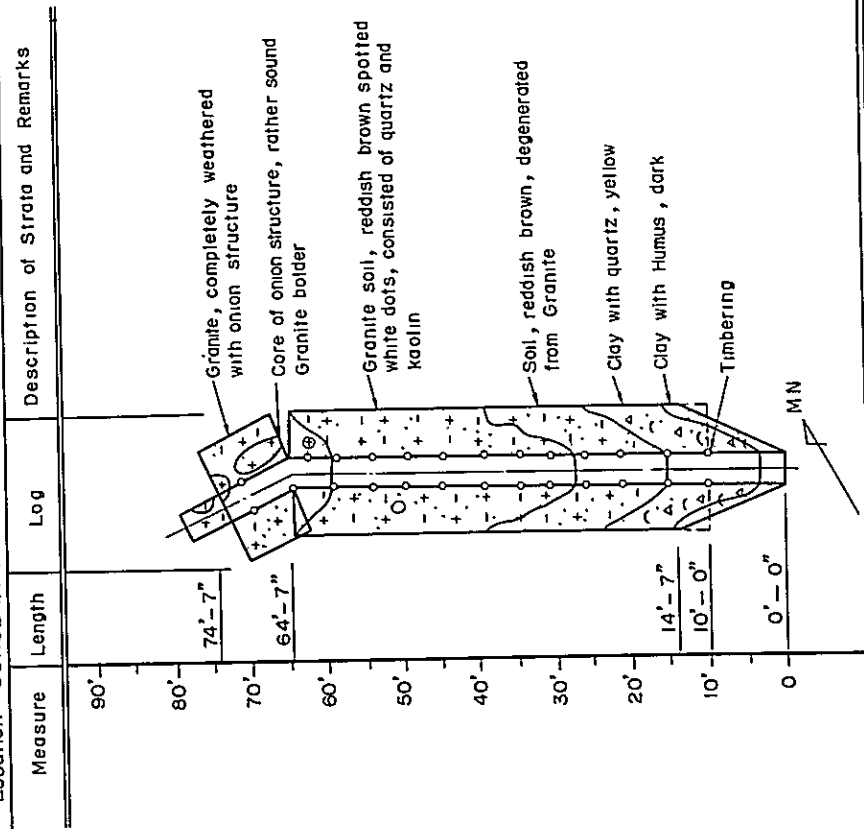
Co-ordinates, W 3577  
 N 435  
 Ground Level 718'-11"

Depth below Ground Level	Legend	Reduced Level	Description of Strata and Remarks
0		718' -11"	Top soil with Humus, dark.
0'- 8"		718' - 3"	Gravel and sand, river deposits.
1'-10"		717' - 4"	Sand, brown, river deposits.
		712' - 3"	Clay with gravel, dark.
6'- 8"		712' - 3"	Underground water surface level 712' -8".
10'-6"		708' - 5"	Shale, dark, rather weathered.
			Shaly sandstone, dark grey, sound.
Commenced 18/5/66	Logged Y.N.	Scale 1" to 5'-0"	E. P. D. C. TOKYO
Completed 19/5/66	Traced Date	Sheet No. 10 of 10	



**LIANG HYDRO - ELECTRIC PROJECT**  
**TEST - ADIT LOG**

Test - Adit No A1-1      Size 6" x 4"      Co-ordinates W 3776  
 Feature                      Direction N60°W      N 747  
 Location SURGE TANK      Formation Level 1374'



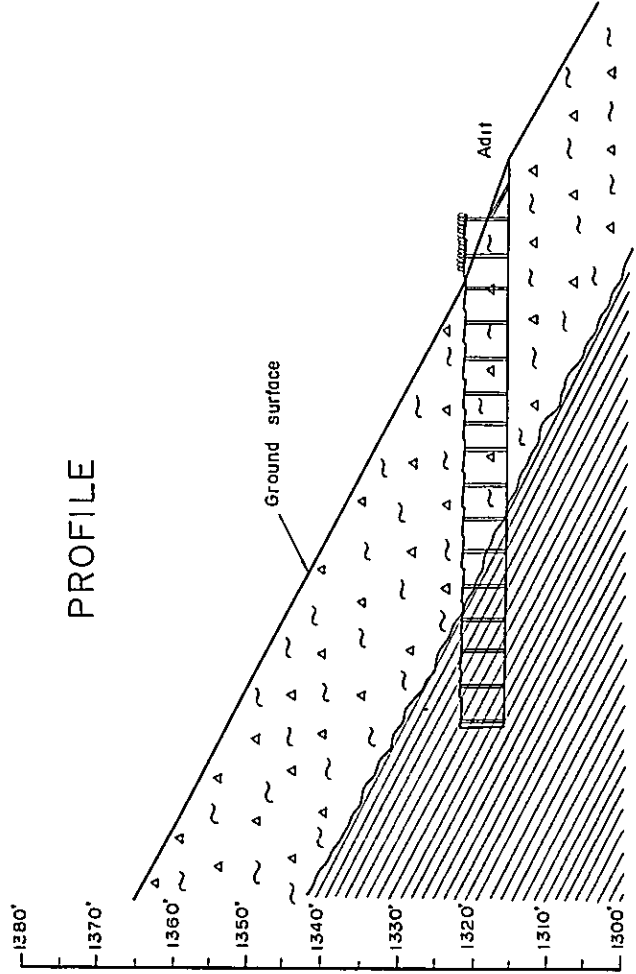
COMMENCED 11/5/66      LOGGED Y N      SCALE 1" to 15'-0"  
 COMPLETED 19/5/66      TRACED      SHEET No. 1 of 2      E P D C  
 DATE 02/13/1966      TOKYO

SEMPAM HYDRO-ELECTRIC PROJECT

TEST- ADIT LOG

Test - Adit No A<sub>2</sub>-1    Size 6" x 4"    Co-ordinates W 3600  
 Feature                    Direction N55°W                    N 441  
 Location SURGE TANK                    Formation Level 1316'

Measure	Length	Log	Description of Strata and Remarks
90'			
80'	77'-0"		Shale, moderately weathered, dark, stained reddish brown due to limonite on almost all bedding planes
70'			Shale, clayey, dark
60'			
50'	46'-0"		Debris of sandy shale, weathered
40'			Debris soil, (Talusic deposits) Debris consist of shale and sandy shale under size 2" in diameter
30'			
20'	17'-2"		Top soil with humus
10'	8'-2"		Timbering
0'	0'-0"		M.N.



COMMENCED 27 / 4 / 66    LOGGED    Y N    SCALE 1" to 15'-0"  
 COMPLETED 13 / 5 / 66    TRACED    SHEET No 2 of 2    E P D C  
 DATE Oct / 13 / 1966                    TOKYO

