

メコン河下流域
サンボール計画報告書

〔総合報告書〕



昭和45年3月

海外技術協力事業団

JICA LIBRARY



1047086[2]

'84. 5. 17	100
05557	61.7
	KE

メコン河下流域 サンボール計画報告書

〔総合報告書〕

第I巻 単 独 計 画

第II巻 ナムグムとパモン計画を考えた場合

1100

昭和45年3月

海外技術協力事業団

本書（和文版）は、Sambor Project Report（英文版全8巻）の General Report Volume I と II に該当する部分を取りまとめたものであり、その構成は次の通りである。

口 絵 (Aerial View of the Projected Sambor Dam)

は し が き

伝 達 状

単位および換算表

Key and Location Map

General Plan

写 真

第 I 巻 単独計画

第 II 巻 ナムグムとバモン計画を考えた場合



Photo. A-1. Sambor Dam Site (November 1964)

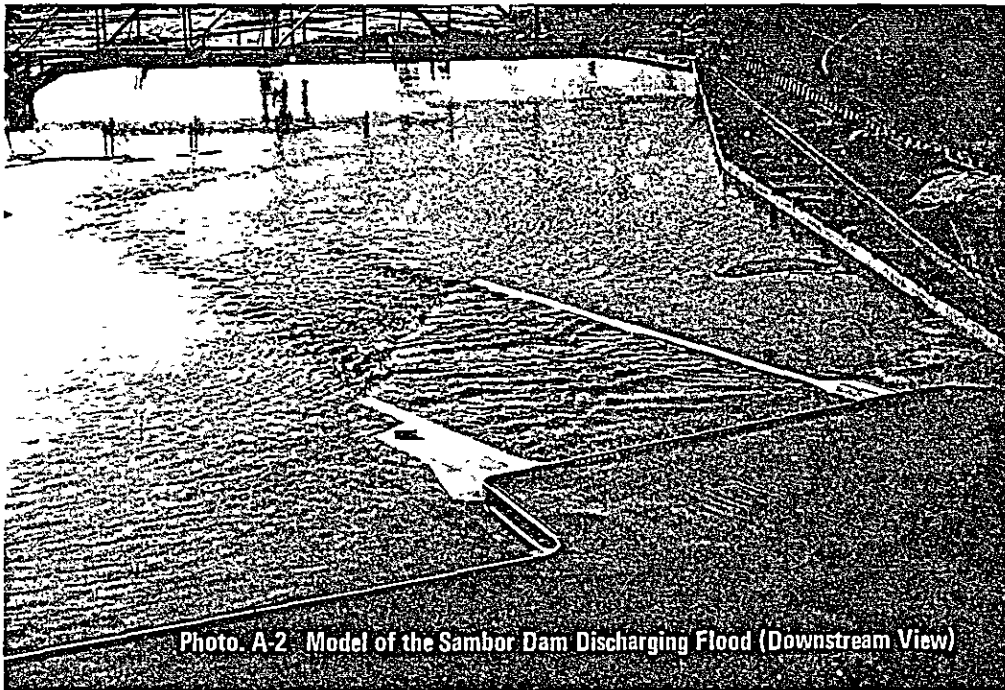
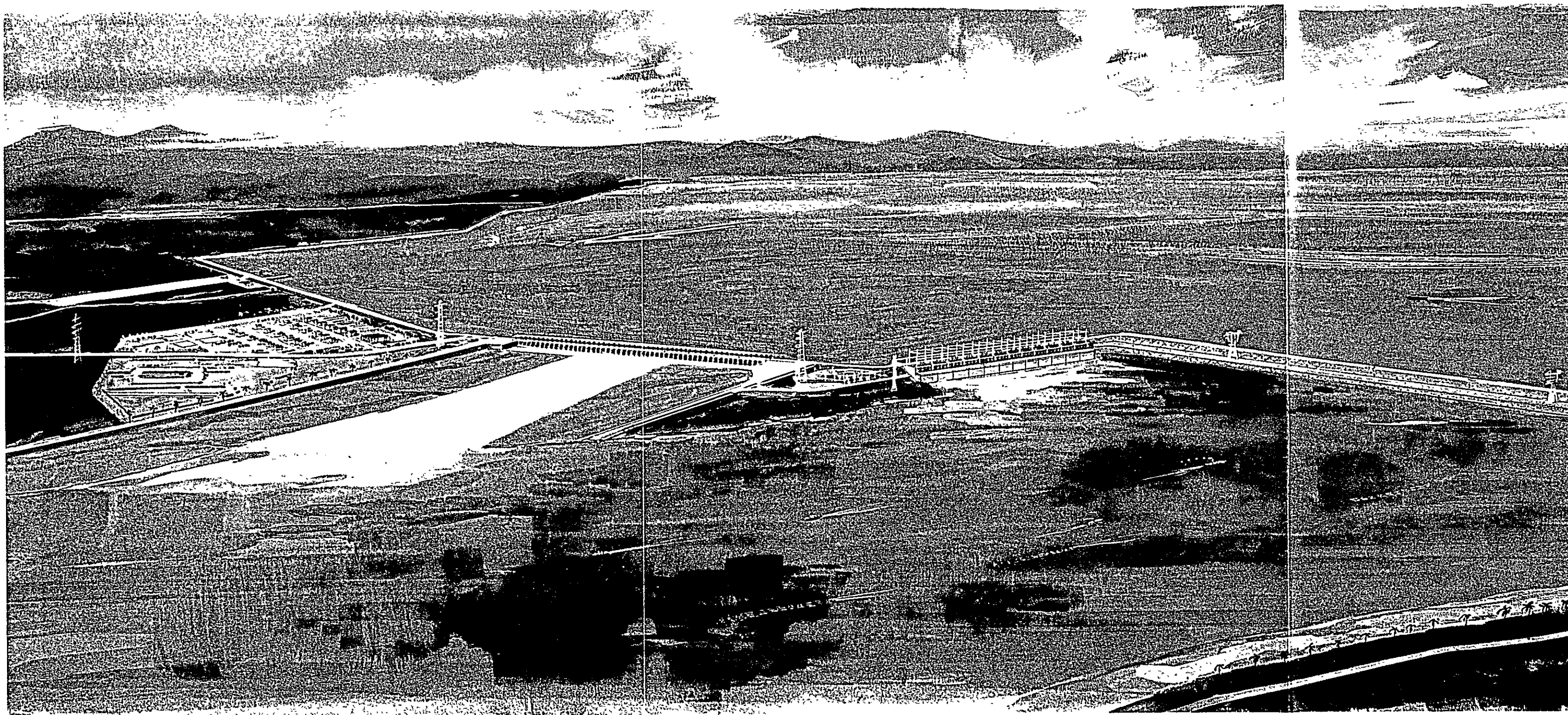
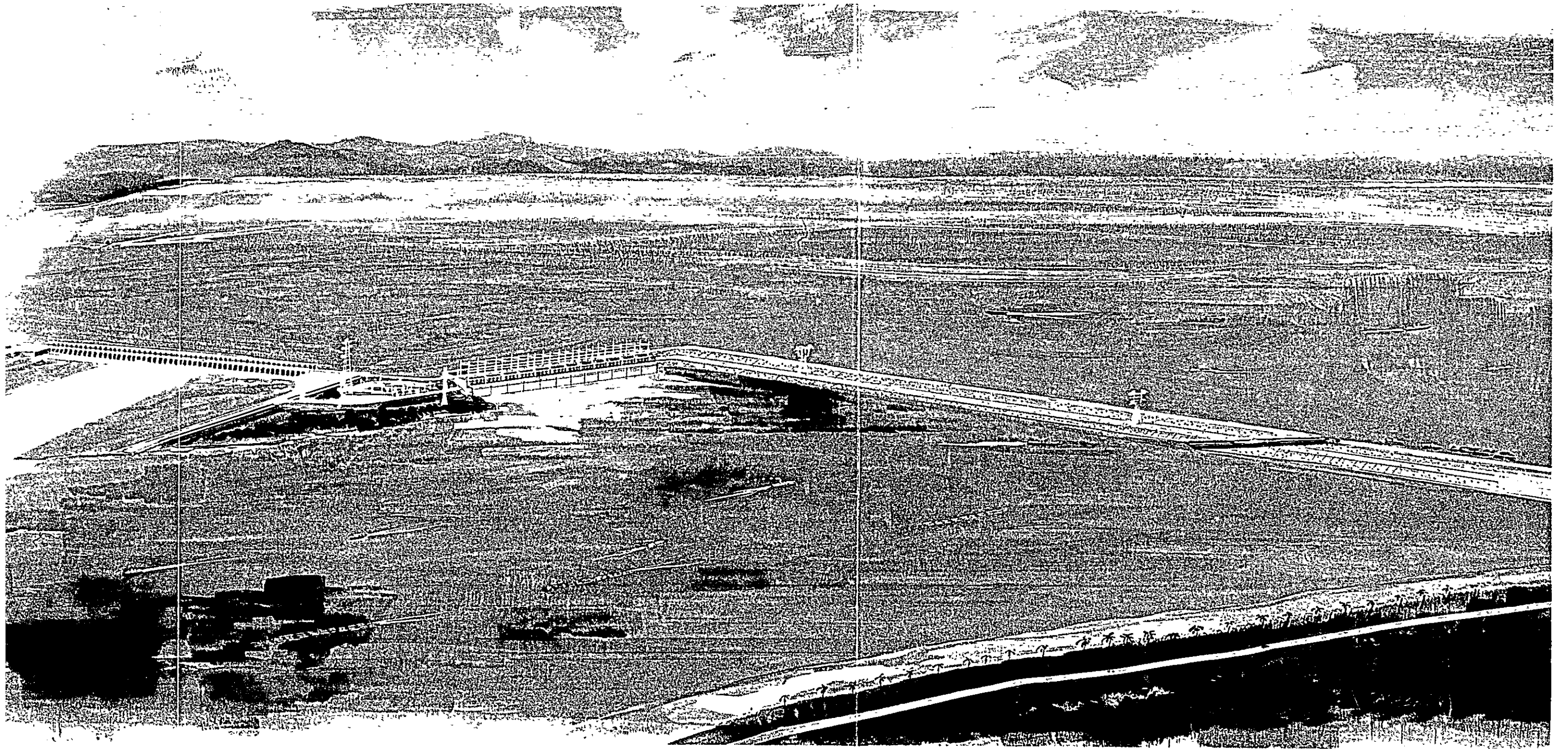


Photo. A-2. Model of the Sambor Dam Discharging Flood (Downstream View)



Aerial View of the Projected Sambor Dam



Aerial View of the Projected Sambor Dam

は し が き

日本政府はメコン河下流調査調整委員会の要請に応え、第17回委員会において、サンポール計画の総合調査を行う用意のあること表明した。そして1962年12月その業務を政府の実施機関である海外技術協力事業団に委託した。

事業団は現地調査および国内作業の万全を期して政府関係機関、専門コンサルタント会社、および調査研究所の協力を得てサンポール計画調査団を構成することとした。

業務の総括管理は事業団理事井上五郎氏がこれに当った。第1次、第2次現地調査団々長には常務理事大戸元長氏が、第3次、第4次および第5次現地調査団々長には顧問安芸敏一博士が夫々その任に当った。

現地調査は1963年1月から1967年3月迄の4年間に亘って行われた。調査対象地域は主としてカンボジア国クラチエ県であったが、舟航および電力市場等に関連して、隣接するラオス、タイ、ヴィエトナム国にも及んだ。

現地調査について、計画立案、設計々算、経済分析等の作業が東京において行われ、その結果は下記の8巻からなる報告書に取纏められた。

- | | | |
|-----|--------------|-----------------------|
| 第Ⅰ巻 | 総合報告書 | (1) |
| 第Ⅱ巻 | 総合報告書 | (2)ナムグムおよびバモン計画を考えた場合 |
| 第Ⅲ巻 | 第1巻付属資料 | ダム、水力発電 |
| 第Ⅳ巻 | 同 上 | かんがい、農業 |
| 第Ⅴ巻 | 同 上 | 舟航 |
| 第Ⅵ巻 | 同 上 | 漁業 |
| 第Ⅶ巻 | 第3巻付録(1) | 基礎資料 |
| 第Ⅷ巻 | 第3巻、第5巻付録(2) | 地質調査柱状図 |

第1巻の冒頭に要約してある通り、サンポール計画は水力発電、農業および舟航の多目的開発計画として、技術的、経済的、財務的見地から実現可能であると結論づけられ且メコン河下流域の経済的発展のため、早期に着工することが勧告されている。

終りに、私は業務の遂行に当って多大の協力と支援を与えられた国連諸機関、メコン委員会、カンボジア、ラオス、タイ、ヴィエトナム各国政府および日本大使館の関係各位並に調査団々員、関係省庁、会社、研究所の関係各位に対し深甚の謝意を表明するものである。

1969年 6月

海外技術協力事業団

理事長 沢 沢 信 一

伝 達 状

1969年5月28日

海外技術協力事業団

理事長 渋 沢 信 一 殿

サンボール計画担当理事

井 上 五 郎

拝啓

私はここにメコン河サンボール計画に関する総合報告書を提出致します。

サンボール計画は、メコン河総合開発の中核となるものでありまして、その目的は水分電気を起しこれを一般需要の充足と産業の振興に利用するとともに貯水を農業生産の拡大と安定、下流沿岸の舟航改善、水産資源の養殖に資することにあります。

メコン河の開発は下流域接岸諸国が将来の経済的社会的発展のため熱望してきたものであります。メコン河開発のための調査研究はエカフエ水資源局、メコン委員会で長年に亘って推進されてきたものであります。

1961年5月バンコクで開かれた第14回メコン委員会において、日本政府はサンボール計画に対する予備調査を行う用意のあることを表明し、これはメコン委員会で採択されました。

そこで予備調査とそれにつゞく5回に亘る本格的調査が日本政府の技術協力事業として実施されました。本格的調査の実施は1962年12月海外技術協力事業団に委託されました。調査は事業団の総合調整のもとに、主として専門コンサルタント会社の協力を得て行はれました。即ちダム、発電部門は電源開発会社の、農業部門は三祐コンサルタント、インターナショナルの、そして舟航部門は日本港湾コンサルタント会社の協力を得て実施されました。

1968年、調査結果について事業団とメコン委員会事務局、エカフエ水資源開発局及びカンボジア政府との間で討議が行われ、サンボール計画報告書は総括篇とダム発電所、かんがい農業、舟航及び漁業を扱った細部篇とすることに意見の一致をみました。これらの報告書はここに提出されました。

現地調査と報告書作成に要した費用は約80万米ドルに達し、これは日本政府で負担されました。カンボジア国、オーストラリアその他の協力国で負担されたものを含めると全体の調査費は110万米ドルに達しました。

メコン河本流の最下流に位するサンボール計画は、これが完成すると下流地域の経済的社会的発展に大きな貢献をするものと思はれます。本計画はその規模、施工時期、開発効果の点でバモンナムグム、スタントレン等の上流計画と密接な関連をもつものであります。従いまして本報告書においては、サンボール単独計画の場合を主部分と致しましたが、バモン及びナムグムの上流計画の効果を考えた場合(第2巻)についても述べてあります。

サンボール計画の概要は次の通りであります。

メコン河の河口から500km上流にあるサンボールのダム地点は、中部カンボジアの大都市の一つであるクラチエから約15km上流のメコン河本流に位するものであります。

ダムは岩石と土とコンクリートの混合ダム型式であって、全長は約30km、河川部での高さは54mであります。

電力部門では87.5万キロワットの設備出力をもち、年間発生量は70億キロワット時であります。上流計画が完成すると設備出力は210万キロワット、年間発生量は約2倍の141億キロワット時となります。このようにして起された電力は34.5万キロボルトの超高圧送電線でカンボジア国のプノンベン、シヤヌクビルとヴェトナム国のサイゴンに供給されます。

農業部門につきましては、サンボールダムによる調整流量およびその他の水源から供給される水を利用して、かんがいの改善を行い可耕地を現在の12,469ヘクタールから34,000ヘクタールに、又作付面積を16,980ヘクタールから60,739ヘクタールに増加出来ます。そして各農家の1ヘクタール当り年間純収益を現在の3.82倍に迄上げることが出来ます。

サンボール計画はその発生電力と、バモン計画が完成の暁に期待されるであろうサンボールダム下流の乾季流量の増加とによって、デルタ地域に大規模かんがいを可能にするので、これによって更に有利になりましょう。

舟航については、3線のインクラインが建設されると、ダム操作による乾季流量の増加と浅い河川部の浚渫とによって、クラチエ下流迄であった舟航が上流スタントレン迄年間を通じて可能となります。

水産資源養殖の目的に対して、魚道の計画が本報告書に掲載されております。

魚道を除いたサンボール計画の建設費は約3億5,800万米ドルになります。尚上流計画を考えた場合は、4億7,800万米ドルとなります。

本計画の建設資金の調達のためには、国際金融機関からの長期低利の借款に加えて、協力各国からの資金援助が要請されねばなりません。

報告書に詳しく述べてあります通り、サンボール計画は直接間接に莫大な便益をもたらすものであって、資金調達その他の条件が充たされれば、単独計画としてでも、技術的、経済的に建設の妥当性が立証されます。

サンボール計画の建設は、すべての接岸国に対して、非常に望ましいと言うだけでなく、大きな経済的社会的便益をもたらす中核として絶体に必要なであります。

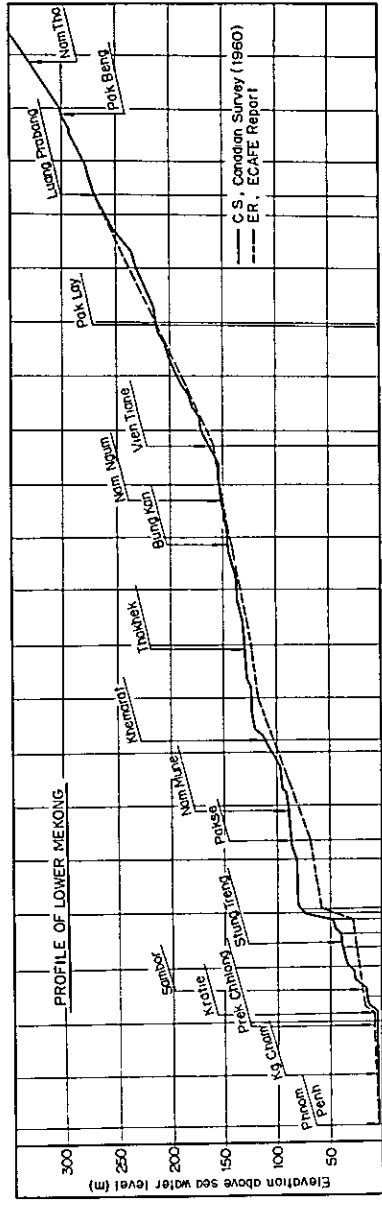
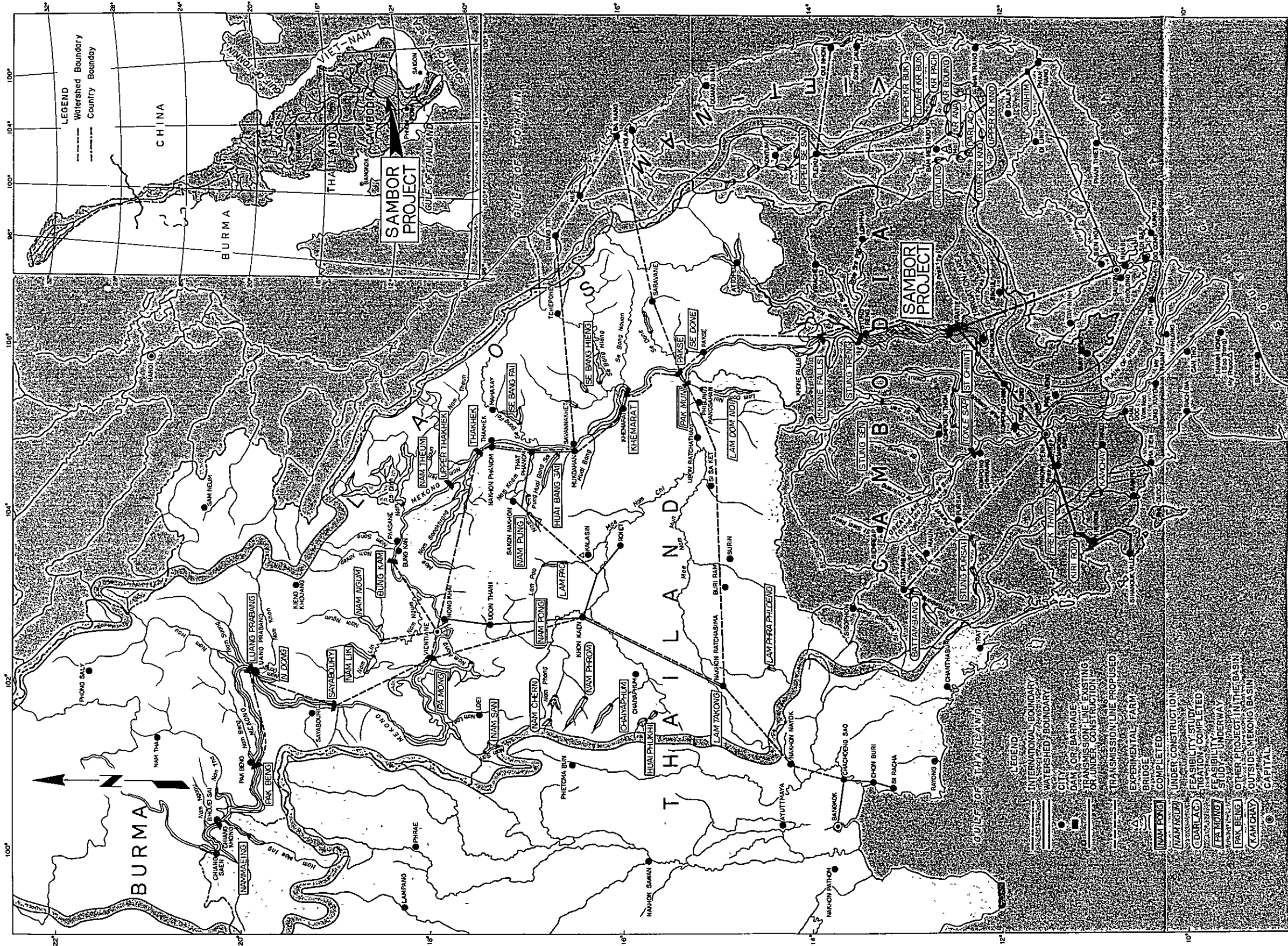
私はこの機会に、本報告書の作成に対し貴重な協力を与られた関係各位に心から謝意を表すものであります。同時にカンボジア国その他の接岸国政府、エカフエ、メコン委員会、日本大使館の皆様にも現地調査の遂行に当って示された計り知れない御協力を深謝致します。私はサンボール計画の早期完成によって4接岸国の開発が促進されることを心から願うものであります。

敬 具

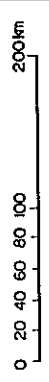
単位および換算表

<i>mm</i>	ミリメートル	ton	米・トン
<i>cm</i>	センチメートル	m/sec	メートル/秒
<i>m</i>	メートル	KW	キロワット
<i>Km</i>	キロメートル	MW	メガワット
<i>mm²</i>	平方ミリメートル	KV	キロボルト
<i>cm²</i>	平方センチメートル	KVA	キロボルトアンペア
<i>m²</i>	平方メートル	kwh	キロワットアワー
<i>Km²</i>	平方キロメートル	mill	ミル (米)
<i>ha</i>	ヘクタール	\$	米ドル
<i>m³</i>	立方メートル	ppm	ピーピーエム
<i>m³またはcum</i>	立方メートル	gr.	グラム
<i>m³/sec または cms</i>	立方メートル/秒	kg	キログラム
<i>m³/sec/day</i>	立方メートル/秒/日		

1 m	39.37 インチ	3.2808 フィート
1 Km	0.6214 マイル	3,280.8 フィート
1 n.m	(1 海里)	1,852 米
1 m ²	1.196 平方ヤード	10.764 平方フィート
1 Km ²	100 ヘクタール	247.1 エーカー
1 ha	10,000 平方米	2,471 エーカー
1 m ³	1,000 リットル	35.31 立方フィート
1 Kg	2.2046 ポンド	
1 ton	1,000 キログラム	2,204.6 ポンド
1m ³ /sec	35.31 立方フィート	
°C	$\frac{5}{9} (F - 32)$	



Dist (km)	C S E R	E L M
0	10	25
100	45	63
200	176	150
300	550	240
400	800	320
500	850	370
600	850	400
700	1120	1040
800	1250	1180
900	1310	1250
1000		
1100		
1200		
1300	1640	1600
1400		
1500	2125	2125
1600		
1700		
1800		
1900		
2000		

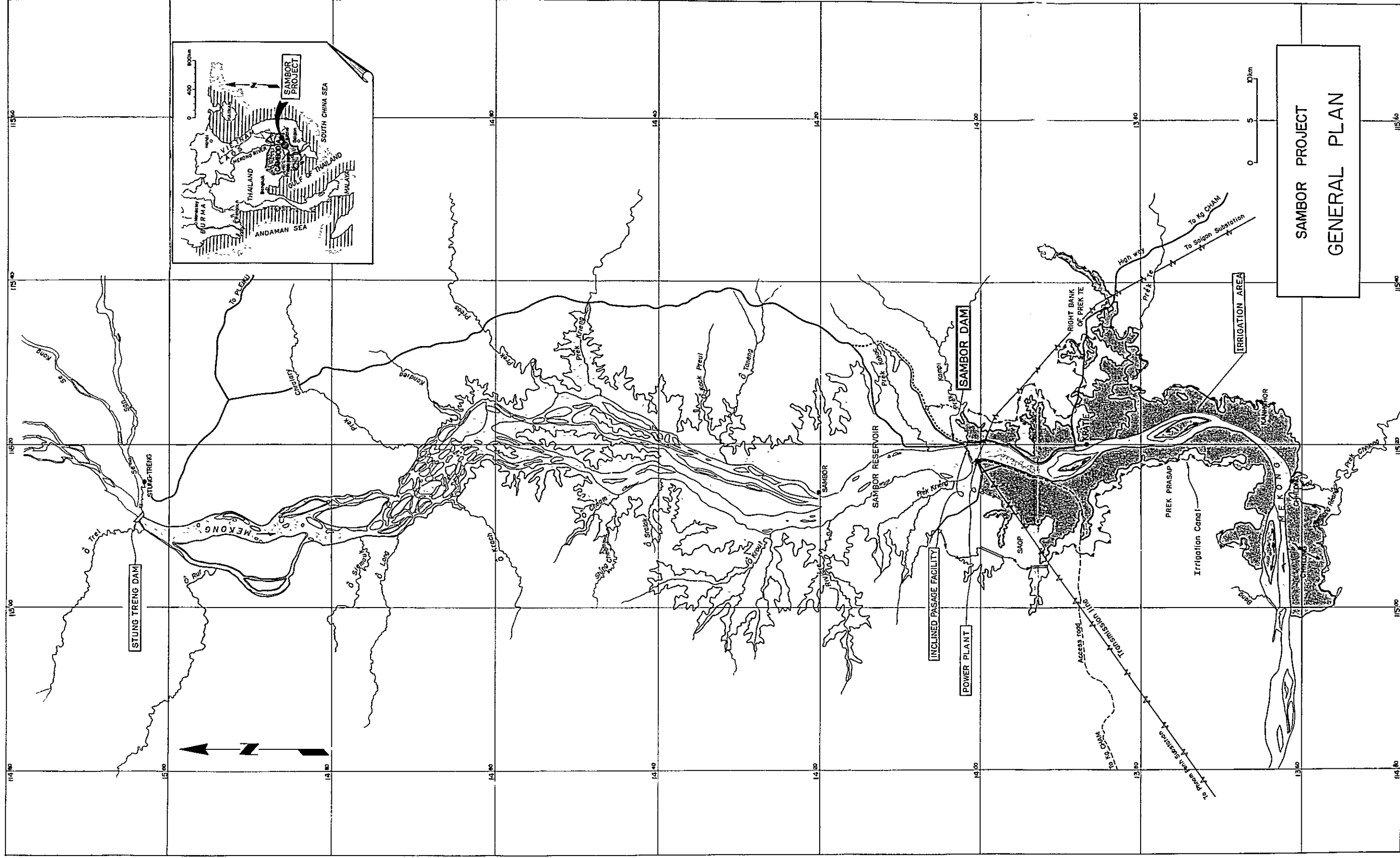


This map was prepared with reference to the basin map of the Mekong Committee's Annual Report 1967 and the boundaries shown hereon do not imply official endorsement or acceptance by the United Nations.

Key and Location Map

LEGEND
 Watershed Boundary
 Country Boundary

LEGEND
 INTERNATIONAL BOUNDARY
 WATERSHED BOUNDARY
 CITY OR BARRAGE
 DAM OR BARRAGE
 TRANSMISSION LINE EXISTING
 TRANSMISSION LINE UNDER CONSTRUCTION
 TRANSMISSION LINE PROPOSED
 EXPERIMENTAL FARM
 BRIDGE
 COMPLETED
 UNDER CONSTRUCTION
 MAMANG
 FEASIBILITY STUDY
 INVESTIGATION COMPLETED
 CARLAGE
 FEASIBILITY STUDY UNDERWAY
 OTHER PROJECT IN THE BASIN
 OUTSIDE MEKONG BASIN
 CAPITAL



The Mekong in Cambodia



Photo. B-1 Inundation of Mekong Delta (March 1962)



Photo. B-2 Inundation in the Downstream Area of the Dam Site (March 1962)



Photo. B-3 Quatre Bras (Downstream View)

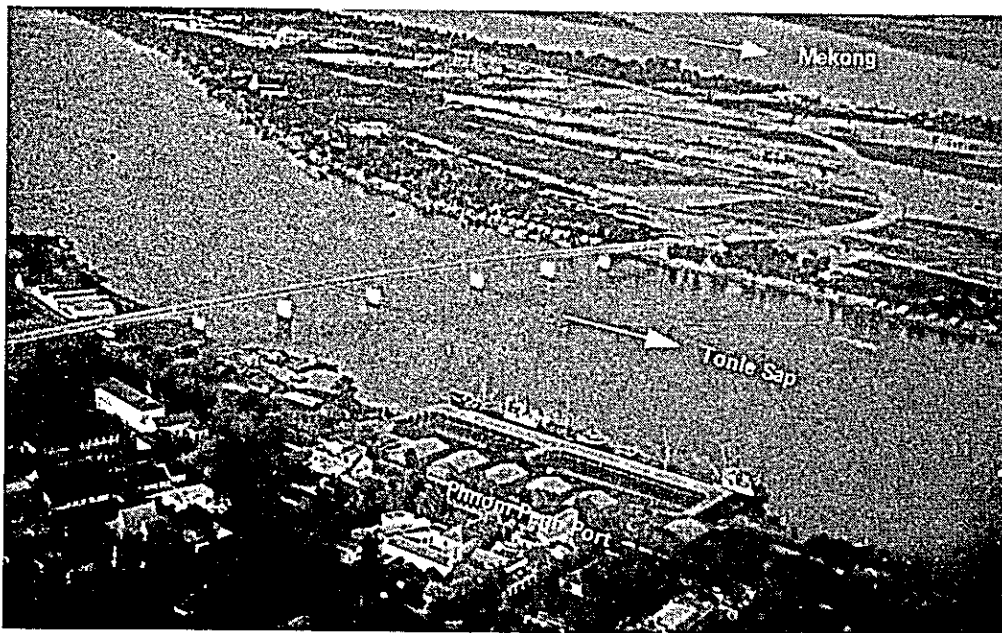


Photo. B-4 Mekong and Tonle Sap (Upstream View)

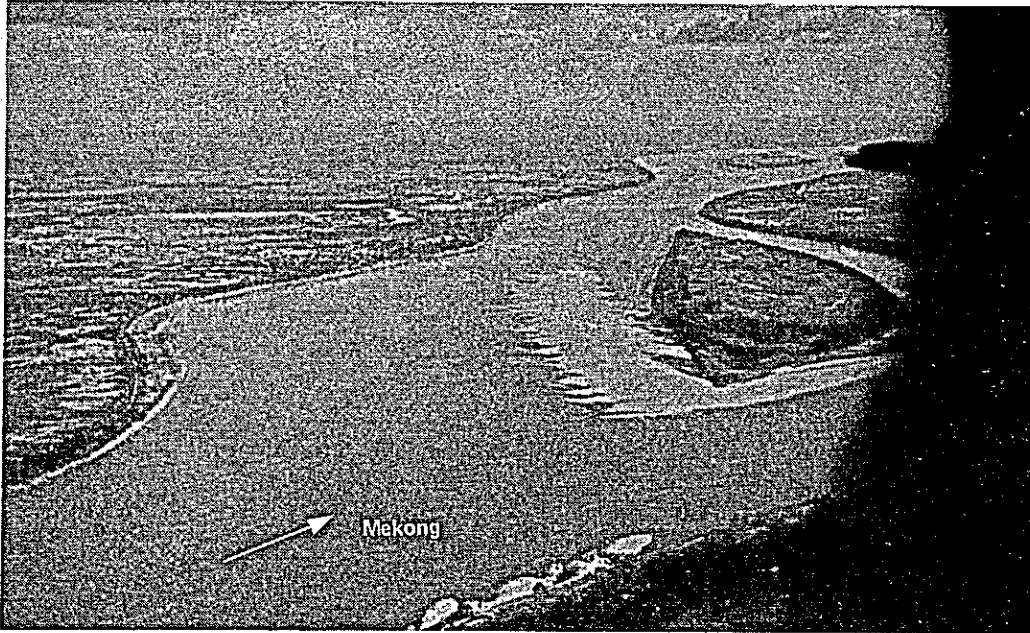


Photo. B-5 Island in front of Kratie (December 1964)



Photo. B-6 Sambor Dam Site (December 1964)

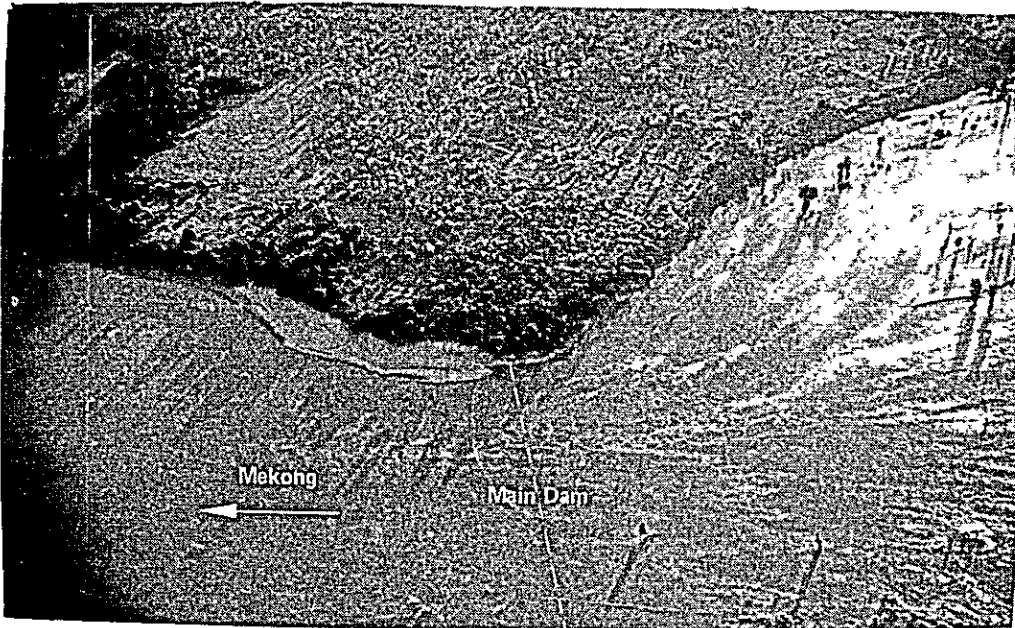


Photo. B-7 Right Bank of Samhor Dam Site (December 1964)



Photo. B-8 Samboc Rapids (December 1964);



Photo. B-9 Mekong between Sambor and Stung Treng



Photo. B-10 Mekong between Sambor and Stung Treng

第I卷 单独計画

第 I 卷 目 次

次

計 画 概 要	
第 1 章 緒 言	1
1-1 経緯および業務の委託	1
1-2 報告書の目的及び範囲	1
1-2-1 目的	1
1-2-2 範囲	2
1-3 調査	2
1-3-1 予備調査	2
1-3-2 本格調査	3
1-3-3 最終調査報告	3
1-4 謝 辞	4
第 2 章 結論および勧告	5
2-1 結 論	5
2-1-1 一般電力需要の増大と Sambor 計画の早期開発の必要性	6
2-1-2 電力多消費産業誘致の必要性とその可能性	7
2-1-3 電力計画とその技術的 Soundness	7
2-1-4 舟航計画とその技術的 Soundness	8
2-1-5 農業計画とその技術的 Soundness	9
2-1-6 工事工程	9
2-1-7 見積工事費	10
2-1-8 経済的 Soundness	10
2-1-9 財務的 Soundness	12
2-2 勧 告	13
第 3 章 計画の目的および範囲	15
3-1、計画の目的	15
3-1-1 現状および問題点	15
3-1-2 Sambor 計画の目的と実施の必要性	16
3-2 計画の範囲	16
3-2-1 単独計画と上流の計画	16
3-2-2 多目的計画の範囲	16

第4章 計画概要	19
4-1 電源開発計画	19
4-1-1 電力需要想定	19
4-1-1-1 現況	19
4-1-1-2 電気事業の形態	19
4-1-1-3 Sambor系電力の供給地域	20
4-1-1-4 一般需要の想定	20
4-1-1-5 一般需要の需給バランスおよびSamborの負荷分担比率	21
4-1-1-6 電力多消費産業の導入	22
4-1-1-7 電力消化計画	23
4-1-1-8 Findings	25
4-1-2 計画地域の状況	31
4-1-2-1 地形	31
4-1-2-2 地質	31
4-1-2-3 気象	31
4-1-2-4 河川流量	34
4-1-2-5 流下土砂	37
4-1-3 貯水池計画	37
4-1-3-1 位置および貯水池の規模	37
4-1-3-2 貯水池の運用	37
4-1-3-3 ダム上下流の水位変動	38
4-1-4 発電計画	42
4-1-4-1 発電規模	42
4-1-4-2 発電機器の容量	43
4-1-4-3 可能発生電力および可能発生電力量	43
4-1-5 送変電計画	48
4-1-5-1 送電地域	48
4-1-5-2 送電々圧および回線数	48
4-1-5-3 変電所	48
4-1-5-4 通信施設	49
4-1-6 主要構造物	50
4-1-6-1 ダムおよび洪水吐	50
4-1-6-2 取水口および発電所	50
4-1-6-3 送電線および一次変電所	51

4-2	舟航計画	56
4-2-1	輸送現況	56
4-2-1-1	一般概況	56
4-2-1-2	Mekong 河の状況	57
4-2-1-3	Mekong 河の水運状況	58
4-2-2	輸送計画	60
4-2-2-1	計画目標時期と範囲	60
4-2-2-2	輸送量の推定	60
4-2-2-3	Sambor 貯水池完成後の舟航の可能性	61
4-2-2-4	船形と運航数	61
4-2-2-5	ダム上下流連絡方式	62
4-2-3	主要構造物	62
4-2-3-1	インクラインの概要	62
4-2-3-2	浚 渫	63
4-3	農業開発計画	64
4-3-1	計画地域の状況	65
4-3-1-1	土地資源	65
4-3-1-2	水資源	75
4-3-1-3	農業経済	82
4-3-2	開発の構想	84
4-3-3	計画が実施された場合の農業生産	84
4-3-3-1	営農計画	84
4-3-3-2	農業生産	85
4-3-3-3	増加生産量	87
4-3-4	かんがい排水計画	89
4-3-4-1	開 墾	89
4-3-4-2	かんがい	89
4-3-4-3	排 水	91
4-3-4-4	コルマタージュ	92
4-3-5	主要構造物	93
4-3-5-1	ダ ム	93
4-3-5-2	湖 沼	93
4-3-5-3	ポンプ	93
4-3-5-4	水 路	93
4-3-5-5	開 墾	94

第5章 工事工程	95
5-1 基本工程	95
5-1-1 電力部門	95
5-1-2 舟航部門	97
5-1-3 農業部門	97
5-2 施工方法	97
5-2-1 準備工事	97
5-2-2 ダム工事	97
5-2-3 発電所工事	98
5-2-4 インクライン工事	98
5-2-5 浚渫工事	98
5-2-6 開墾, かんがい水路工事	98
 第6章 工事費見積	 101
6-1 算定基礎	101
6-1-1 見積範囲	101
6-1-2 積算基礎	101
6-1-3 現地通貨と外貨の区分	101
6-2 総所要資金	101
6-2-1 総所要資金	101
6-2-2 年度別所要資金	102
 第7章 経済評価	 107
7-1 分析方法	107
7-2 電力部門内部収益率	107
7-2-1 便益	107
7-2-2 費用	109
7-2-3 内部収益率	109
7-3 舟航部門内部収益率	110
7-3-1 便益	110
7-3-2 費用	112
7-3-3 内部収益率	113
7-4 農業部門内部収益率	113
7-4-1 便益	113

7-4-2	費用	113
7-4-3	内部収益率	114
7-5	総合評価	114
第8章	資金計画	119
8-1	前提	119
8-2	所要資金	119
8-3	Financing of Funds	120
8-3-1	資金調達先	120
8-3-2	金利および返済期間	120
8-4	Debt Financing	121
8-4-1	電力, 舟航部門	121
8-4-2	農業部門	122
8-5	借入金返済計画	123
8-6	Findings	123

図 面 リ ス ト

- Fig. D-1 発電端に於ける需要想定と設備計画
- Fig. D-2 気象図
(a) Kratie および Stung Treng に於ける月雨量
(b) 気温変化
(c) Stung Treng の風速
- Fig. D-3 ダムサイトの地質
- Fig. D-4 Sambor 貯水池の水面積と貯水容量
- Fig. D-5 Sambor 貯水池マスカープ
- Fig. D-6 Sambor 貯水池縦断面図
- Fig. D-7 P-H-QカーブとP/Qカーブ
- Fig. D-8 電力と電力量
- Fig. D-9 流入量と流出量
- Fig. D-10 貯水池と下流放水位
- Fig. D-11 送電線系統図
- Fig. D-12 荷物と旅客の増加カーブ
- Fig. D-13 舟 航
- Fig. D-14 土地分類図
- Fig. D-15 土 壤 図
- Fig. D-16 土 壤柱状図
- Fig. D-17 標準土地利用図
- Fig. D-18 降雨状況
- Fig. D-19 Kratie に於ける月蒸発量
- Fig. D-20 現況湛水地域図
- Fig. D-21 主要作物・栽培期間(現況)
- Fig. D-22 " (計画)
- Fig. D-23 月別用水量
- Fig. D-24 かんがい、排水系統図
- Fig. E-1 電力・舟航の工程図
- Fig. E-2 かんがい・排水部門の工程
- Fig. E-3 プロジェクト概要

表 リ ス ト

Table D-1	カンボジアおよびベトナムに於ける地域別・事業者別発電設備
Table D-2	カンボジアおよびベトナムに於ける需要想定（需要端）
Table D-3	Sambor 連系々統需要想定（発電端）
Table D-4	既存開発計画
Table D-5	1977年の需給バランス
Table D-6	1978年以降の Sambor 連系々統の増分需要に対する最大電力の需要バランス
Table D-7	電力配分（タイプⅠ）
Table D-8	” （タイプⅡ）
Table D-9(1)	Kratie における流量資料（1933～'65）
Table D-9(2)	” （1924～'65）
Table D-10	Net Evaporation - Precipitation Correction Factors
Table D-11	Sambor 貯水池より供給すべきかんがい用水量
Table D-12	送電々圧と回線数
Table D-13	一次変電所概要
Table D-14	計画地域の人口および人口密度
Table D-15	主な輸出品の内訳
Table D-16	Mekong 河下流部の勾配
Table D-17	Mekong 河各地点の水位変動
Table D-18	米の生産量（1965年）
Table D-19	木炭の生産量（1962年）
Table D-20	木材の生産量（1962年）
Table D-21	計画時点の推定人口
Table D-22	船形と舟航可能期間
Table D-23	各種船舶の概要
Table D-24	土壌群，土壌統による土壌分類
Table D-25	土地分類
Table D-26	土地利用の概要
Table D-27	現況地目と土壌区分
Table D-28	Mekong 河支流の年間流量
Table D-29	水源として利用される湖沼
Table D-30	水質試験結果
Table D-31	肥効試験
Table D-32	Kratie における農産物の生産量

Table D-33	農産物の収量、価格および収益
Table D-34	計画面積の内訳
Table D-35	計画作付面積
Table D-36	増加収益
Table D-37	農産物の計画収量
Table D-38	ha 当り計画生産費
Table D-39	貯水池の概要
Table D-40	水源別利用水量
Table D-41	排水計画地域
Table D-42	排水機場の概要
Table F-1	電力部門工事費総括表
Table F-2	舟航 "
Table F-3	農業 "
Table F-4	年度別工事費総括表
Table G-1	電力部門便益費用経年推移
Table G-2	舟航 "
Table G-3	農業 "
Table H-1(1)	償還計画 (電力及び舟航: ケース I)
Table H-1(2)	" (" : ケース II)
Table H-2(1)	収 入 (電力及び舟航: ケース I)
Table H-2(2)	" (" : ケース II)
Table H-3	財務計画 (農業)
Table H-4(1)	資金ぐり (電力及び舟航: ケース I)
Table H-4(2)	" (" : ケース II)

平面図および断面図リスト

- Dwg. № 1 ダムおよび発電所（平面図及び標準断面図）
- Dwg. № 2 ダムおよび洪水吐（平面図及び断面図）
- Dwg. № 3 発電所（平面図）
- Dwg. № 4 送電線（一般平面図）

計 画 概 要

工 事 費 合 計 358.0 × 10⁶ \$)

(外 貨 相 当 分 256.5 × 10⁶ \$)

(内 貨 相 当 分 101.5 × 10⁶ \$)

A. 発 電 部 門

1. 位 置 カンボジア国クラッチエ市上流 15 Km

2. 集水面積 646,000 Km²

3. 年間流入量 446,000 × 10⁶ m³ (平均流量 = 14,000 m³/sec)

4. 計画洪水量 90,000 m³/sec

5. 貯水池計画

満水位 (最高) EL 42m

(常時) EL 40m

水面積 (EL 40m) 1,157 Km²

貯水量 10,000 × 10⁶ m³

有効貯水量 2,050 × 10⁶ m³

利用水深 2 m

6. ダム計画

タイプ アースダムとロックフィルダムとコンクリート部より成る組合せダム

天端標高 EL 44 m

ダム高 54 m

天端長さ 全長 30.7 Km

アース部 26.1 Km

ロック部 2.4 Km

その他 (洪水吐, 発電所) 2.2 Km

上流法勾配 1 : 2.0 ~ 2.5 (ロックフィル部), 1 : 3.0 (アースフィル部)

下流法勾配 1 : 1.5 ~ 1.3 (ロックフィル部), 1 : 2.5 (アースフィル部)

体積 : アースフィル部 17.2 × 10⁶ m³

ロックフィル部 8.7 × 10⁶ m³

コンクリート部 洪水吐及び発電所の頁参照

7. 洪 水 吐

タイプ ローラーゲートによる越流型

減勢工 跳水式水平エプロン

容 量 90,000 m³/sec (EL 42m)

長 さ 1,471 m (有効長 795 m)

道路巾 6 m

コンクリート体積	900,000 m ³
ゲート	高さ 14m × 巾 15m のローラゲート, 53 門
8. 発電所	
タイプ	屋外式
建屋	485m (長さ) × 30m (巾) × 31m (高さ)
コンクリート体積	1.5 × 10 ⁶ m ³

9. 発電及び電力消化計画

設備出力	875 MW
常時出力	473 MW
常時尖頭出力	637 MW
年間発生電力量	7 × 10 ⁹ kWh
常時電力	4.1 × 10 ⁹ kWh
二次電力	2.9 × 10 ⁹ kWh

電力消化計画 (3つの Typeのうち Type Iが最も好ましい消化タイプである)

- | | |
|----------|---------------------------------|
| Type I | 1) 一般需要
2) アルミ精錬を含む電力多消費産業 |
| Type II | 1) 一般需要
2) アルミ精錬を除く他の電力多消費産業 |
| Type III | 一般需要のみ |

10. 発電機器

単機出力	125,000KW
機器台数	7 台
増設分	5 台 (タービン室及びドラフトチューブ)
水車	
タイプ	立軸カプラン
基準落差	19.7 m
流量 (最大)	775 m ³ /sec
定格出力	128,000KW
台数	7 台

発電機

タイプ	三相交流
容量	140,000KVA
電圧	15,400V
周波数	50 c/s
力率	89 %

台 数 7 台

11. 変 圧 器

タイプ 屋外式三相送油風冷式
容 量 140,000KVA
電 圧 15,400V/345,000V
周波数 50 c/s
台 数 7 台

12. 送 電 線

位 置 (区間)	サンポール〜ブノンベン ,ブノンベン〜シヤヌークビル ,サンポール〜 サイゴン		
延 長 (亘長)	190Km	160Km	230Km
回線数	2	2	1
電 圧	345KV	345KV	345KV
コンダクター	410 mm ² ACSR× 2	全左	全左

13. 変 電 所

位 置	ブノムベン	シヤヌークビル	サイゴン
2 次電圧	115KV	115KV	220KV
容 量	100MVA (100×1)	600MVA (120×5)	360MVA (120×3)

14. 通 信 施 設

15. 工 事 費 (建中利子は含まない)

貯水池及びダム	104.3 × 10 ⁶ \$
発 電 所	165.4 × 10 ⁶ \$
送 変 電	48.4 × 10 ⁶ \$
計	318.1 × 10 ⁶ \$
外貨相当分	236.6 × 10 ⁶ \$
内貨相当分	81.5 × 10 ⁶ \$

16. 工 期 (電力消化タイプ I を対象とする場合)

一 期	1970 - 1977 (ダム, 発電所の完了と発電開始: 625 MW)
二 期	1979 - 1980 (追加: 125 MW)
	1983 (追加: 125 MW)

17. 経 済 評 価 と 財 務 分 析

電力消化タイプ	4.4%
"	5.3
"	5.3

B. 農業計画

1. 開発規模

かんがい面積	34,000 ^{ha} (内,水田 58%, 畑 42%)
排水改良面積	2,845 ^{ha}
延作付面積	60,739 ^{ha} (飼料関係1,957 ^{ha} を含む)
農家戸数	8,500 戸 (内 2,000 戸は水没移転農家)

2. 用水量及び施設

用水量	468 × 10 ⁶ m ³ (Sambor貯水池 238 × 10 ⁶ m ³ , その他水源 230 × 10 ⁶ m ³)
開発ブロック	12 地区
かんがい用水路	55.7 Km
排水路	31 Km
ポンプ場	27ヶ所
かんがい用ポンプ場	23ヶ所 (6,900KW)
排水用ポンプ場	4ヶ所 (1,900KW)
所要電力	8,800 KW
貯水池	3ヶ所
有効貯水量	35 × 10 ⁶ m ³
ダム盛土量	783 × 10 ⁶ m ³
ゲート付溜池	8ヶ所, ゲート取付 10ヶ所
コルマタージュ	8ヶ所, 水路延長 8.6 Km
試験農場	2ヶ所

3. 工事費

外貨相当分	17.04 × 10 ⁶ \$
内貨相当分	17.86 × 10 ⁶ \$
合計	34.90 × 10 ⁶ \$

4. 工期

1970年 - 1979年

5. 経済評価と財務分析

平均内部収益率	7.9%
---------	------

C. 舟 航 計 画

1. インクライン施設

位 置	左岸寄りロックフィルダム部
設 備	木材筏用 1 線 中型船 (30~50 t) 用 2 線
延 長	855m
勾 配	1/11
盛土量	820,000 m ³

2. 浚 渫

区 間	インクライン施設の下流 3m の浅瀬
航路巾, 計画底標高	45m, EL (+) 3.5m
岩盤掘削量	95,000 m ³
区 間	Stung Treng の下流 7~14Km の間および 25Km 付近に浅瀬
航路巾, 計画底標高	60m, EL (+) 34.4m
浚渫量	570,000 m ³

3. 工 事 費 (建巾利子は含まず)

外貨相当分	2.95 × 10 ⁶ \$
内貨相当分	2.08 × 10 ⁶ \$
合 計	5.03 × 10 ⁶ \$

4. 工 期

1976年~1977年	木材筏用 1 線
1988年	中型船用 1 線
1993年	中型船用 1 線

5. 経済評価及び財務分析

内部収益率	5.2 %
-------	-------

第1章 緒言

第1章 緒 言

1-1 経緯および業務の委託

Mekong 河の開発はその下流域のカンボジア、ヴェトナム、ラオスおよびタイの将来の経済発展を支配するものであり、戦後早くから、開発実現のための諸調査が行なわれてきた。即ち、

- (1) 1951 年以来、ECAFE 水資源局により、数次に亘って Mekong 河下流域の踏査が実施され、その結果 1957 年 3 月、ECAFE 第 13 回会議の勧告により、カンボジア、ヴェトナム、ラオスおよびタイの流域 4 ヶ国政府は同年 10 月、Mekong 河下流域調査調整委員会（以下「Mekong 委員会」と言う）を組織し、Mekong 河の水力発電、舟航改善、洪水調節および下流平野の灌漑等の計画の立案と調査を促進し調整することとなった。
- (2) 日本政府が Mekong 委員会の要請に応じて米、仏、オーストラリア等と共に Mekong 河下流域調査に協力の意志を表明したのは 1958 年 12 月の Mekong 委員会特別会議においてであった。かくて日本政府は 1959 年より 2 ヶ年に亘って主要支流踏査を実施し、その結果を 1961 年 9 月 Mekong 委員会に報告し、当該報告書は同委員会において Mekong 支流開発の新たな指針となった。
- (3) 上記支流開発の構想と平行して、Mekong 委員会は、かねてより Mekong 河本流の多目的開発計画として、Sambor, Pa Mong, Tonle Sap, Khemarat および Khone Falls の 5 計画の推進をも考慮しており、日本政府は 1961 年 5 月、Bangkok で開催された Mekong 委員会第 14 回会議において、Sambor 計画の予備調査を実施する意向を表明し、採択された。
- (4) 以後日本政府は、1961 年より 1967 年まで、3 回に亘る予備調査、4 次に亘る本格調査を行なった。現地調査団は、ダム、発電、送電部門は電源開発株式会社 (EPDC)、農業灌漑部門は三祐コンサルタント、舟航部門は港湾コンサルタントの各社 Engineer が主体となって構成された。これら調査団の派遣は、日本政府の海外技術協力の実施機関である海外技術協力事業団 (OTCA) を通じて行なわれた。
- (5) 現地調査は 1967 年をもって全て完了し、同年 7 月、各部門別の最終報告書が完成したが、その後 1968 年 7 月、Mekong 委員会事務局、ECAFE 水資源局およびカンボジア政府当局との打合せ結果に基いてこれら最終報告書を更に調整補足することとなった。これら各最終報告書およびこれらを総合した本 General Report は Feasibility Report として 1969 年 6 月完成し、茲に日本政府により Mekong 委員会に提出されることとなった。

1-2 報告書の目的および範囲

1-2-1 目 的

- (1) 現在 Mekong 河下流地域の Per Capita の電力消費量は他の諸国に較べて低く、また交通の未発達により、域内の開発は極めて遅れている。併しながら、本流開発に伴う豊富且つ良質低廉な電力さえ供給されれば潜在需要が解消されて一般の電力需要は急速に増大することが予想されるし、またアルミ製錬その他の化学工業の誘致も期待できる。更に、

ダム建設に伴う乾季流量の増加と、ダムのインクライン設備および河床浚渫等によって農業、灌漑の発展と河口より Stung Tyéng まで 680Km の舟航が可能となる。

- (2) このため、1964年～1968年を対象期間とする Mekong 委員会の第2次5ヶ年計画においては、特に Mekong 本流の Sambor, Pa Mong および Tonle Sap の3計画に関する Feasibility Study を急速に完成し、工事資金調達のための検討の基礎を確立すべきことが要請されている。
- (3) この点において、Sambor 計画はカンボジアのほぼ中央部に位して開発し易い地点であること、貯水池の浸水域がカンボジア国内に止まること、更には建設資金が他の本流計画に比較して少いこと等の利点がある。また計画実現の際の効果として、出力 875 MW 年間発電量 70 億 kwh の電力部門については電力多消費産業の導入と一般電力需要の充足、農業部門については 34000ha の灌漑耕地の造成、舟航部門については Kratie ～ Stung Treng 間の舟航路の改善が期待でき、更にこれら効果から派生する有形無形の便益がこの土地の経済社会の発展に及ぼす影響は絶大なものと予想される。
- (4) 本報告書は Sambor 計画のこれらの利点および効果に着目し、計画の技術的、経済的 Feasibility を明らかにしたもので、これにより Mekong 委員会の承認を得て、カンボジア国政府が、国際金融機関等からの資金手当の Approach の第一歩とすることを目的とするものである。

1-2-2 範 囲

- (1) 日本政府による Sambor 計画の調査は上流のタイ、ラオス間国境における USBR による Pa Mong 計画および現在工事中の Nam Ngum 計画等の調査と同時に開始されたため、調査の過程において、これらの計画による放流資料を直ちに入手することは困難であった。従って今回の報告書においては、Sambor 計画を単独計画として採り上げ、これらの上流のダムからの放流に対する発電施設の余裕は考慮するが、調整された増加水量は計算に入れない場合の Study が主眼となっている。
- (2) 併しながら、Pa Mong 計画および Nam Ngum 計画が実現した場合、同計画の有効貯水容量は約 $80 \times 10^9 m^3$ と推定され、洪水調節が可能であり、その下流増によって Sambor 計画の便益が著しく高まることが予想される。このため、Pa Mong 貯水池の満水位標高を 250m と仮定し、With Nam Ngum And Pa Mong 計画とした場合の Study を本報告書の第 I 巻とした。

1-3 調 査

1-3-1 予 備 調 査

- (1) Sambor 計画については、当初オーストラリア Team による地質調査、カナダ Team による航空写真測量、アメリカ Team による水文調査等の諸調査が行なわれたが、その後、1961年5月、前記 Mekong 委員会第14回会議における決定に基き、以後日本政府により調査が行なわれることとなった。

- (2) 先ずこの計画の予備調査を実施するため、当時中部電力(株)会長井上五郎氏を団長とする調査団が組織され、1961年10月～11月、1962年1月～3月および1962年9月の3回に亘って現地調査が行なわれた。同調査団はSambor計画に含まれる水力発電、灌漑、舟航および工業部門等の技術的、経済的検討を通じて計画の大綱を定め、引続き実施される本格調査の基本方針を決定した。これらStudyの結果は“Sambor地点予備調査報告書”としてとりまとめられ、1962年10月、日本政府よりMekong委員会に提出された。

1-3-2 本格調査

- (1) 上記予備調査報告書に基いてMekong委員会は重ねて日本政府に協力方要請してきたので、1963年より引続き本格調査を実施することとなった。即ち、OTCA理事大戸元長氏を団長として、ダム発電送電部門は電発、農業灌漑部門は農林省、舟航部門は港湾コンサルタントのEngineerにより、電力市場部門は海外電力調査会のSpecialistにより調査団が組織され、1963年1月～3月にかけて第1次本格調査を、1963年10月～1964年1月にかけて第2次本格調査が実施された。
- (2) 続いて、OTCA顧問安芸咬一博士を団長とし、上記各コンサルタントのEngineerおよび(株)三祐コンサルタント・インターナショナルも加わった調査団が組織され、1964年9月～10月までの雨季と1964年11月～1965年2月までの乾季の2回に亘って第3次本格調査が実施された。第3次調査は農業、灌漑部門を除く各部門の最終現地調査であった。漁業調査は農林省水産庁淡水区水産研究所日光支所長白石芳一博士により1965年に実施された。
- (3) 農業部門については、1965年8月～9月までの雨季と1966年12月～1967年3月までの乾季の2回に亘って第4次および第5次調査団が派遣され、カンボジア政府の農業計画地域の航測写真図化作業と平行して最終現地調査を完了した。また1967年2月～3月にかけて電発のEngineerがOTCAを通じて現地に派遣され、電力市場の補足調査を行なった。

1-3-3 最終調査報告

- (1) 電発、三祐コンサルタント・インターナショナルおよび港湾コンサルタントおよび日本経済技術コンサルタントの各社は、海外技術協力団の業務調整の元に、過去数次に亘る現地調査の結果と収集資料の分析、検討を各Head Officeにおいて行ない、1967年7月、それぞれ各部門毎の最終報告書を完成した。
- (2) Pa Mong-Sambor Joint Meetingは1966年5月及び12月に、又1967年の4月及び1968年3月それぞれ開催された。主たる目的はSambor ProjectとPa Mong Projectの2Project間における技術的問題の検討と調整の為であり、これらMeetingの結果より得られた数々の検討資料はこのFeasibility Reportの中に生かされている。
- (3) その後1968年7月に、BangkokおよびPhnom PenhにおいてOTCAとMekong委員会事務局、ECAFE水資源局およびカンボジア国政府当局(他にUSBRのPa Mong

Team がオブザーバーとして参加)との間に、Sambor 計画の細部に関して更に討議と打合せが行なわれた。

- (4) その結果、討議事項を再検討して、各コンサルタントは最終報告書を更に調整、補足することとなり、またこれらを総合する General Report は新たに電発が OTCA の要請を受けて作成することとなった。これらの各最終報告書および General Report は Feasibility Report として 1969 年 6 月完成し、茲に日本政府より Mekong 委員会に提出されることとなった。

1-4 謝 辞

本 Feasibility Report を提出するに当り、過去数次の現地調査の際、日本調査団に対して各種の便宜供与、貴重なる資料、情報等の提供を通じて示された ECAFE、Mekong 委員会、カンボジア、ヴェトナム、タイ、ラオスの流域四ヶ国政府とその他関係諸機関の好意と協力に対して、また Sambor-Pa Mong 両計画の合同会議を通じて示された USBR Team の協力に対して厚く感謝の意を表す。

またこれと共に、本 Feasibility Report が今後 Mekong 委員会、およびカンボジア国政府が Sambor 計画を実施する上に貴重な役割りを果たすことを期待してやまない。

第2章 結論および勧告

第2章 結論および勧告

2-1 結論

Sambor プロジェクトは、メコン河下流域のカンボジア領内に位置するメコン河本流計画であって、発電、農業、舟航の3つの開発目的を持つ多目的計画である。各目的別部門の工事費の全工事費に対する割合は、発電部門約89%、農業部門約10%、舟航部門約1%であって、発電部門がプロジェクトの主要部分を占める。現場調査および日本における計画検討の結果、下記の結論を得た。

- (1) Sambor プロジェクトは技術上および経済上の観点から見て実施の可能性がある (feasibleである)。したがって、所要条件が満足され次第、出来るだけ早期に着工することを勧告する。
- (2) Sambor プロジェクトは大きな直接便益を生み出すであろう。また、多くの雇用機会を与え、関連工業、教育および文明文化などの促進または改善に役立つであろう。
- (3) 所要条件が満足され、財政計画が本報告書の通り実施されると仮定すれば、プロジェクト完成後50年目における内部留保の蓄積は、発電と舟航部門とを合せて約380,000,000ドルないし440,000,000ドルになるであろう。また、農業部門における内部留保の蓄積は約138,000,000ドルないし140,000,000ドルになる。
- (4) プロジェクト実施のための資金獲得について言えば、Sambor は pa Mong , Stung Trengなどの本流プロジェクトと比較して見れば、比較的容易と思われる。サンボールの裸工事費は358,000,000ドルであって、上述のプロジェクトの工事費の約 $\frac{1}{3}$ だからである。
- (5) Sambor 発電所は、最大出力875 MW、年平均発生電力量70億kwhの規模を持つて比較的低廉な価格で電気を供給できるであろう。

カンボジアおよびベトナムの一般電気需要に対しては、その発生電力量の約 $\frac{1}{3}$ を常時電力として 9 mills/kwh の電気価格で、長期にわたり充足することが出来るであろう。

また発生電力量の約 $\frac{1}{3}$ は、アルミニウム工業に対して常時電力として一次変電所渡し価格 2.5 mills/kwh で、供給出来るであろう。さらに残り $\frac{1}{3}$ の発生電力量は、その他の電力多消費産業に対して二次電力として 2 mills/kwh の価格で供給出来るであろう。（工業に対するこの電気供給計画は Type I の電気消費計画である。）

したがって、所要条件が満足されるならば常時電力は平均約 5.7 mills/kwh で供給できる。

2-1-1 一般電力需要の増大と Sambor 計画の早期開発の必要性

- (1) 現在、カンボジアおよびベトナム両国の設備出力は前者はほぼ 55 MW、後者は 359 MW 程度であり、電力需要に比して電力供給設備は不足し、また電気料金はこれら両国で最も安い Phnom Penh, Saigon 地区でさえ、60~70 mills/kwh という高料金が適用されているが、それにも拘らず一般電力需要の伸び率は過去 10 年平均で、それぞれ 10%、11% を示している。従って、今後、豊富低廉な電力が供給されれば、潜在需要の解消と新規需要の開拓によって電力需要は急増すると思われる。
- (2) 将来、これら両国において、Phnom Penh Sihanouk-ville および Saigon-Cholon 地区を中心とする連系系統が完成すれば、これら地区を中心とする需要地帯に両国共に全国需要の約 73~78% が集中し、需用電力の規模は、1978 年においてはカンボジア 121 MW、ベトナム 455 MW、計 576 MW、10 年後の 1988 年においてはカンボジア 346 MW、ベトナム 1,174 MW、計 1,520 MW に達すると想定される。
- (3) 現在、両国においては、新規電源開発計画として、カンボジア 9 地点計 197 MW、ベトナム 6 地点計 454 MW の計画があり、1977 年までに両国で計 240 MW が開発される予定になっている。
これらが全て予定通り開発された場合、1977 年までは需給はバランスするが、1978 年にはベトナムにおいて 170 MW の不足を生ずると推定される。これら新規計画のうち、1978 年以降の開発予定分はカンボジア 3 地点計 73 MW、ベトナム 3 地点 262 MW であるが、たとえ、これら諸計画が全て予定通り開発されてもなお、増分需要に対して 30~50% の供給力不足を生ずる。
- (4) この頃、不足量の規模は漸次拡大し、大規模電源開発の必要を生ずる。この場合、Mekong 本流の他の水力地点に比較して、Sambor 計画はカンボジアのほぼ中央に位して開発し易い地点であること、浸水域がカンボジア国内に止り且つ他の本流計画よりも水没面積、水没農地が少なくて済むこと、および工事費が Pa Mong 計画の $\frac{1}{3}$ 、Stung Treng 計画の $\frac{1}{2}$ 程度で済むこと、更には 1 次変電所入口渡しで一般需要に対

して 9 mills/kwh 程度の安い電気を供給できること等の理由により、他の本流計画に先駆けて早期に開発することが必要であると判断される。

2-1-2 電力多消費産業誘致の必要性とその可能性

- (1) Sambor 発電所はその最大出力 875MW に達するまで、一般需要に対しては増分需要の 60% を供給するものとして発電計画を策定した。従って、一般需要のみを供給対象とすると、1972 年に Sambor 発電所が運転開始したとして全出力運転に達するのに約 13 年を要する。従って、Mekong 河下流地域の早期経済発展を計ると共に、発生電力の有効利用を高めるためには電力多消費産業を誘致して消費を促進することが望ましい。
- (2) 電力多消費産業としては、アルミ製錬、苛性ソーダ工業、カーバイト工業、フェロシリコン工業、シリコンカーバイト工業、塩化ビニール工業、電炉製鋼等の諸工業が考えられる。これら諸工業のうち、常時電力を使用するアルミ製錬に対しては国際水準の 2.5 mills/kwh、2 次電力を使用するその他工業に対しては 2 mills/kwh 程度の料金を Sambor 発電所は供給し得る。また、Sihanouk-Ville をはじめ、Saigon、Phnom Penh 等はいずれも臨港都市であるのでこれら諸工業の設置に適格な条件を見えている。

2-1-3 電力計画とその技術的 Soundness

- (1) ダム地点としては、Sambor 急湍とその下流 6 km の間に 4 ケ所の候補地点があるがそれぞれの地質および地形条件を比較検討した結果、本計画が最適と判断された。
- (2) ダムは、河流処理方法、地形、地質、堤体材料の入手方法および輸送方法等の面より余水吐部分以外はフィルタイプダムが最適と判断された。設計は右岸台地上に発電所、洪水吐等の構造物を設け、ダムは河川部ではロックフィルタイプ、それに連なる両翼部はアースフィルタイプとした。貯水池の満水位標高は、Sambor の直上流に計画されている Stung Treng ダムの放水位を考慮して 40 m とした。この場合、総貯水量は、10,000 百万 m^3 となるが、ダム地点における年間流量は約 446,000 百万 m^3 (1933-1965 年平均) であるので年間総流量に対する総貯水容量の比は 2.2% 程度に過ぎず、洪水調節能力は殆ど持たない。ダム高は 54 m、堤長は 30,700 m である。また、利用水深は舟航および灌漑部門への影響を考慮し、2 m とした。この結果有効貯水量は 2,050 百万 m^3 である。なお、発電所、洪水吐を含むダム築造は、資機材輸送、工事材料入手、基礎および河流処理のいずれの面においても特別困難な問題はなく、技術的に充分可能である。
- (3) 発電所規模の決定については、水力による 2 次電力を常時化する目的の水火併用方式と水力の常時電力のみを対象とする水力単独方式の 2 つについて、それぞれ検討した結果、いずれの場合にも、出力 900 MW 付近が最適規模であるとの結論を得た。発電機器の単機容量については、台数による建設費の増減、補修停止、事故停止の際の全系統に対する影響、機器特に水車の技術的限界等を考慮して、基準落差 19.7 m、最大使用水

量 $775\text{m}^3/\text{sec}$ の 125MW とし、総設備出力は $125\text{kW} \times 7\text{台} = 875\text{MW}$ とし、1期 $125\text{MW} \times 5\text{台}$ 、2期 $125\text{MW} \times 2\text{台}$ とした。年間発電量は 70 億 kwh である。また Sambor 発電所は上流の発電所が実現した場合、貯水調整の影響によって設備出力を増強できるので、将来の機器増設に備え、これらの水車は発電機を取替えることによって単基 200MW で運転可能なように配慮すると共に、5台のスケルトン ユニートを同時に建設し、2期に増設する2台分と併せ、7台分を工事中の仮排水路として使用することとした。

(4) 送電計画としては、Sambor 発電所の完成時には Phnom Penh, Sihanouk-Ville 周辺には 115kV 系が、Saigon 周辺には Da Nhim の 220kV 系が Dong-Nhai まで連系されて、 220kV 系および 66kV 系が完成していることを予想し、これら3都市郊外に1次変電所を建設し、Sambor ~ Phnom Penh (190km) ~ Sihanouk-Ville (160km) 間は電力多消費産業の設置を予想して 345kV 2回線をもって、また Sambor ~ Saigon (230km) 間は 345kV 1回線をもって送電するものとした。

(5) なお、下流の水位変動に関して、Sambor 計画は Mekong 河本流計画のうち最下流のものであるので、発電運用に伴う河川の水位変動が大きくなりすぎないように考慮した。この結果、洪水期の水位変動は Kratie で 1m 以内であるが、Phnom Penh では殆ど影響がないことが確認された。

2-1-4 舟航計画とその技術的 Soundness

(1) 現在、Kratie より下流は舟航が非常に盛であるが、Kratie より上流は Sambor 急湍をはじめとする幾つかの航行の難所がある。

これらの難所をダムを築造して湛水し、舟航のための設備をすれば河口より Stung Treng まで 680km に亘って航行可能になり、将来の経済発展更には Mekong 河奥地開発に大きな貢献を果たすこととなる。

(2) 以上の観点から、Sambor ダムの上下流舟航を確保するため幾つかの方式を比較検討したが、その結果、Mekong 沿岸各国の人口増加率、輸送需要量および工事費等を考慮するとインクライン設備によるダム上下流連絡方式が最も適当と判断された。インクラインは、木材筏用インクライン1線、中型船用 ($30 \sim 150$ 噸級) インクライン2線とし、最初の1線はダムの完成時期に合せ、あとの2線はその後の輸送需要量の増大に合せ、逐次増設する。

(3) 次に舟航確保のためには幾つかの区間について河床の浚渫が必要である。航路の最小有効巾を 45m 、ダム完成後の河川最小流量 $1350\text{m}^3/\text{sec}$ に対して水深 2m を保つよう、インクライン下流端より下流へ延長 4km に亘って河床を浚渫する。更に貯水池の背水末端に近く、Stung Treng より下流 $7 \sim 14\text{km}$ および 25km 付近に散在する浅瀬部分を浚渫し、航路有効巾を 60m に保つようにする。以上の工事により Kratie-Stung Treng 間の乾期舟航は著しく改善され、現在 Kratie 下流で就航している級の船泊の航行が可能となる。

(4) 以上の工事には技術的に特に問題はなく、充分可能である。なお、将来計画として、Sambor ダムの上流に計画されているダム群が完成する時期には Sambor に閘門運河設備を設ける計画が考えられる。併し、本計画期間中の輸送需要量を考慮すると、現時点で閘門設備を建設することは先行投資が大となり経済的でないので、今回はインクライン設備のみとした。

2-1-5 農業計画とその技術的 Soundness

- (1) カンボジアにおいて農業は唯一最大の基幹産業として最も重要な地位を占めるものであり、また一般に、発展途上国の経済開発の順序として先ず農業開発が第一に手掛けられなければならないことは各国において証明されている。Sambor 計画においても、農業開発がその重要な一環を占めるものであることに変わりはない。
- (2) 農業開発対象地域として、Sambor 貯水池より下流で標高が貯水池の最低水位 (38m) より下の地域 69,000ha (ダム地点より下流沿いのKratie 州下流側州境まで) を調査した結果、技術的、経済的に開発可能な地域は 34,000ha と判断された。
- (3) 計画地域の耕作物としては米、とうもろこし、緑豆、落花生、ごま、煙草等があげられるが、このうち特に米、とうもろこしの栽培が推奨される。
- (4) 計画基準年の全用水量は 471 百万 m^3 であり、このうち Sambor 貯水池より 238 百万 m^3 、その他水源、即ち Mekong 本流および支流並びに湖沼より 230 百万 m^3 が補給される。なお、灌漑は、工事費および地形上の制約により地域全体の約 45% が揚水灌漑として計画される。また、計画地域は、それぞれの灌漑、営農、排水方式の相異により 12 地域に区分して開発を進めるのが適当と判断される。
- (5) この計画の実施により、現在と計画後とを比較すると、全耕地面積は 12469ha から 34,000ha に (2.73 倍) 全作付面積は 16,980ha から 60,739ha に (3.58 倍) にそれぞれ増加する。また、現在この地域の農家戸数は約 6,500 戸であり、これにダム建設に伴う水没農家 2,000 戸を入植させると計画後の農家戸数は 8,500 戸となる。これら農家の 1 戸当り耕地面積、作付面積および ha 当り年間純益について現在と計画後とを比較すると、耕地面積は 1.93ha/戸 から 4ha/戸 に (2.1 倍)、作付面積は 2.62ha/戸 から 7.15ha/戸 に (2.73 倍)、年間純益は 475 弗/ha から 1814 弗/ha (3.82 倍) にそれぞれ増加する。この結果、計画地域の各農家の経営は充分成り立ち得るものと考えられる。
- (6) 農業開発において洪水防禦、排水計画は重要な要素であるが、現段階で計画地域にこれを施工することは経済的に妥当でない。この地域の全面的な洪水防禦、排水計画は、Sambor 上流の貯水池群による Mekong 河本流の洪水調節が可能となる日を待たなければならない。この計画では、輪中と排水機の簡単な施設で効果のあがる 2,840ha の地域のみについて排水改良工事が行なわれる。また従来より小規模に行なわれているコルマタージュ農法を大規模に導入することとした。

2-1-6 工事工程

(1) 着工に先立つ所要条件、即ち、本計画に対する Mekong 委員会の承認、国際金融機関その他による工事資金融資の承認、実施設計、入札準備、請負業者および機器納入 maker の決定等が今後1、両年中に整い、1970年頃に輸送道路、取付道路、建設基地その他の仮設備を含む準備工事が開始されたと仮定すると、電力部門における運転開始は施工期間を考慮すると1978年頃と予定される。

本工事の開始については、発電所、Spillway、送電線工事は1973年、ダム盛立は1974年と予定される。ダム完成に合わせて据付けられる水車発電機は5基とし、残り2基は需要に合わせて逐次増設し、1983年で全部完成させるものとする。

(2) 舟航用のインクライン設備については、木材用インクライン1線の建設準備をダム完成の3年前より開始し、1年半前に本工事に取掛る。残り2線の中型船用インクラインは輸送需要量に合わせて1988年および1993年に完成させる。これら2線の工期はそれぞれ1年とする。

(3) 農業、灌漑計画は、12地区に分割して開発計画が樹てられたが、工事の施工は、17工区に分け、毎年の工事費がほぼ等しくなるよう順次開発する。各工区の工期は概ね2年程度であり、全体の工期は1970年より1979年までの10年間と予定した。

2-1-7 見積工事費

(1) 電源開発、舟航改善、農業開発を合せた Sambor 計画の総所要資金は358百万弗、このうち外貨所要分は256.5百万弗、内貨所要分は101.5百万弗である。またこのうち Sambor ダム完成予定の1978年までの所要資金は322.5百万弗で、このうち外貨所要分は231.3百万弗、内貨所要分は91.2百万弗である。

これら所要資金の部門別内訳を表示すると次の通りとなる。

(単位：百万弗)

項目	総所要資金			一期工事所要資金		
	合計	外貨	内貨	合計	外貨	内貨
電力	318.1	236.6	81.5	292.5	216.2	76.3
舟航	5.0	2.9	2.1	3.8	2.2	1.6
小計	323.1	239.5	83.6	296.3	218.4	77.9
農業	34.9	17.0	17.9	26.2	12.9	13.3
合計	358.0	358.0	256.5	322.5	231.3	91.2

(2) 上記の所要資金は、全ての準備工事費、土木工事費、機械および資材費、輸送費、Engineering fee および予備費を含んでいるが、建設期間中の利息およびこの計画の主体となる機関の費用は計上されていない。建中利息は資金計画(第8章)で考慮に入れた。

2-1-8 経済的Soundness

- (1) 電力需給計画を策定するに当って、Sambor 発電所運開時の需要の組合せについて次の3タイプを設定し、比較検討した結果、電力部門における内部収益率はタイプⅠの場合4.4%、タイプⅡおよびタイプⅢの場合これより若干高く5.3%である。

タイプⅠ 一般需要およびアルミ製錬を基幹とする電力多消費産業を全て供給対象とした場合、

タイプⅡ 一般需要および電力多消費産業のうちアルミ製錬以外の塩化ビニール系統の工業のみを供給対象とした場合、

タイプⅢ 一般需要のみ対象とした場合、

併しながら、タイプⅡおよびⅢの場合はSambor 発電所の全出力運転に到るまでの期間が長く、まだ電力の余剰率もタイプⅠの15%に比較してタイプⅡ、Ⅲはそれぞれ30%、34%と高くなるので、地域経済の早期開発と云う観点からも、電力の有効利用と云う観点からもタイプⅠの採用が推奨される。

- (2) 次に、本Studyにおいて内部収益率法を適用したのはMekong 委員会の要請によってであるが、この方法はOptional な競合 Projects が存在する場合有効な方法であって、Sambor 計画の場合は経済性の判定材料としては参考程度の意味しか持たないことに注意しなければならない。何故なら、Sambor 計画は上流諸計画に比較して工事費その他の面で最も実施し易い計画であり、Optional な競合 Projects が存在するとは言い難いからである。

- (3) 兎もあれ、計算結果としての内部収益率4.4%は決して高いとは言いがたいが、ここで一般に発展途上国における大規模発電計画は電力需要との関連において設備の潜在化期間が長くなり、内部収益率は低くなるのが普通であり、この程度の収益率で工事が実施されている大規模計画は多数ある。

- (4) 併しながら、Sambor 計画は上流のPa Mong 計画および工事中のNam Ngum 計画が完成した時には、その貯水調整によって設備出力は2,000MW以上に増強することができ、これに伴って内部収益率も6~7%に上昇するので、内部収益率そのものから判断してもfeasibility は立証される。

- (5) いずれにしても、計画のfeasibility はtechnical soundness, economic soundness およびfinancial soundness の3要素に立脚した総合判断のもとに立証さるべきものであり、既に述べたtechnical soundness と並んでfinancial soundness も後述の如く立証される。従って、Sambor 計画は当面4.4%の内部収益率をもってしても充分feasibility があると判断される。

- (6) 舟航部門の内部収益率は3.5%程度に過ぎないが、工事費の絶対額はSambor 計画全体の値が約1%であり、ダム工事費の一部として電力部門の内部収益率に吸収される。舟航部門については、寧ろ、この改善に伴う副次的効果、即ち、Kratie 上流地域の林業発展、更にはラオス領内の林産および鉱物資源開発を目的とする将来計画の第一歩と

しての意義に着目すべきであろう。

- (7) 農業部門の内部収益率は7.9%で、国際的水準にある。併しながら、農業開発の場合には、計画達成後の便益をもって直ちに融資金の返済財源に充当することには問題があるので、国際金融機関等よりの資金調達に当っては内部収益率を遙かに下回る低利資金を調達する必要がある。

2-1-9 財務的 Soundness

- (1) Sambor 計画は(a)電力および舟航部門と農業部門とは便益発生時期が異なること、(b)農業開発の発生便益はその儘借入金返済源資に充当されとは限らないこと、および(c)一般に農業開発には工業開発に対する場合よりも soft loan の可能性があること等の理由を考慮し、電力一舟航部門と農業部門とに区分して、別々に資金計画を作成した。また、資金調達については、外貨分は全額海外からの借款によるものとしたが、内貨は全額カンボジア政府の国庫負担とした場合 (case I)、および半額を国庫負担とし残りを国内金融機関より調達するとした場合 (case II) の2通りに区分し。

次に、電力舟航部門の借入金の金利、返済期間等については、各種国際金融機関および各国金融機関等のそれぞれに期待する融資額を仮定し、これら金融機関の現行金利および返済期間と融資額との加重平均によって、1期計画および2期計画の総合金利と返済期間を求めた。その結果は次の通りである。(case I)金利：1期計画4%、2期計画6.2%、返済期間：1期計画運開後25年、2期計画：18年。(case II)金利：1期計画4%、2期計画5.9%、返済期間：1期計画運開後28年、2期計画：18年

なお、農業部門はいずれの場合も金利3.5%、返済期間20年とした。

- (2) 以上の前提に基づいて算定した結果を、先ず電力一舟航部門について見ると、cash balance は case I の場合も case II の場合も運開後6年目から favorable となる。借入金返済を終り、政府出資金相当額を保留した後の流動性ある自己資金 (net income および減価償却費) は運開後50年間で case I の場合は計550百万弗、case II の場合は計490百万弗となる。これら、reserve の1部は設備更新のための費用に一部充当されるので、これを差引くと、流動性のある内部留保 (reserve) が case I の場合は約440百万弗、case II の場合は約380百万弗蓄積されることとなる。
- (3) 農業部門の場合は、借入金の元本および金利並びにカンボジア政府の国庫負担額を合せた資本費合計が case I の場合は約44.06百万弗、case II の場合は約48.73百万弗となるが、一方、便益発生後50年間の農家純益は約186.9百万弗に達する見込である。農業投資の場合は返済源資が必ずしも受益農家から徴収されとは限らないが、上記の収支を勘案すると、国民経済的には、50年間で case I の場合は約143百万弗、case II の場合は約138百万弗の純益が得られることとなる。
- (4) 最後に、カンボジア政府の国庫負担額について見ると、Sambor 計画着工後10年間で、case I の場合は年平均10,490千弗、最盛期16,400千弗であり、case II の

場合は年平均 6.012 千弗、最盛期 8200 千弗である。カンボジアの第 2 次 5 ヶ年計画では、最終年度の 1972 年の国民総生産を 391 億リエル（1,120 百万弗）と計画しているが、国民総生産がその後も年率 5% の割合で増大するものと仮定すると、上記のカンボジア政府国庫負担額は、その時点の国民総生産に対し case I の場合は 0.7~0.8%、case II の場合は 0.4~0.5% 程度であり、調達可能の額と考えられる。

以上により、Sambor 計画は財務的観点から見た場合にも、充分 feasible な計画であると判断される。

2-2 勸告

前項に述べた結論から、下記事項を勧告する。

- (1) Sambor 計画は単独計画として考えた場合にも、技術的、経済的、財務的に feasible な計画であり、且つ上流の Pa Mong Stung Treng 計画に較べて工事費はいずれも 1/2 程度で済むので、カンボジア、南ヴェトナムの経済規模にとって手頃な大きさのものである。従って、できるだけ早期に開発し、これら地域の産業経済の飛躍的発展の端緒をつくること望ましい。更に Sambor 計画は将来 Pa Mong 計画、Nam Ngum 計画が完成した時には、その貯水調整によって出力は 2,000MW 以上に増大でき、発生電力量はぼり大となるので、これらの電力を消化するための社会的、経済的環境をつくっておくためにも早期開発が望ましい。
- (2) アルミ製錬をはじめとする電力多消費産業の誘致は Sambor 計画の一つの重要な鍵であるので、今後情勢の進展に応じて各国関係産業による具体的調査が推進されなければならない。
- (3) 農業開発の効果が早期に十分に発揮できるよう、灌漑、排水に伴う技術の改良と技術訓練のための試験農場および展示農場を設立し、品種改良、栽培技術の研究および普及活動の強化を計ることが望ましい。
- (4) 舟航改善の効果を高めるため、Stung Treng 地方の産業開発計画の策定および流域内未開発資源の調査を実施することが望ましい。
- (5) Mekong 河の支流、特に Stung Treng の北で合流する Se San, Se kong, Srepok 等の大きな支流とそれに続く浸水林や沼沢地は雨期には魚族の重要な繁殖地になっていると考えられており、Sambor 計画によって出現する貯水池は魚族資源の保持と生産に十分な役割りを果たすものと思われる。併しながら、ダム築造によって、下流地域の魚獲に如何なる影響が生ずるか明らかでない。本計画においては、これらの事情を考慮して参考までに魚道施設の設計および概算工事費（約 600 万弗）を記載しておいたが、今後魚業調査を促進し、適切な対策を検討することが望ましい。
- (6) 詳細設計を作成するためには、次の調査を工事開始前までに行う必要がある。
 - a. 気象資料による probable maximum 洪水の研究、および洪水操作の方法とその下流に及ぼす影響

- b. 河流部分に建設するロックフィルダム¹の建設方法の詳細な研究
- c. 旧河床の地質調査
- d. 送電線の予定ルートに存在する軟弱鉄塔基礎の地質調査
- e. Stung Treng 近辺の浅瀬部分の深淺調査と地質調査
- f. かんがい開発地域の詳細な土地分類調査および農業水利施設の建設、維持、管理に関する研究
- g. Sambor プロジェクトがカンボジアおよびベトナムに及ぼす社会経済的影響の研究

第3章 計画の目的および範囲

第3章 計画の目的および範囲

3-1 計画の目的

3-1-1 現状および問題点

- (1) Mekong 河はチベットに水源を發し、中国を流れ、ラオスおよびタイのほぼ国境沿いに流下し、カンボジアおよびヴェトナムのデルタ地帯を通過して南支那海に注ぐ延長 4,200 Km 流域面積 795,000 km² の大河である。流域地帯はモンスーン地帯に属し、降雨は 5 月から 11 月までの雨期に集中し、残りの乾期は雨量は極めて少い。
 - (2) 沿岸諸国の産業、経済はこの河と密接な関係があり、主要な都市、村落は河岸に集っており、これら都市間、都市村落間の水上交通は活発である。特に、河口より Kratie までの水上交通は非常に盛んで、沿岸の旅客、農林産物、生活物資等の輸送量は、便利性、安全性、経済性および大量輸送の可能性の点から、陸上交通をしのいでいる。併しながら、これより上流部は、Sambor 急流部、Khone の滝、Khemarat 急流部等のため舟船は阻害されており、このため、中上流部の豊富な森林資源、さらにはラオス領内の金、銀、鉛、錫、石灰石、岩塩、亜炭等の鉱物資源の開発は輸送面から採算がとれず、殆ど未開発の状態にある。
 - (3) 一方、カンボジア、ヴェトナム等の下流域諸国では、前者においては米、とうもろこし、魚類、ゴム等が主要生産物であり、且つこれらが重要な輸出品となって、最近では、ほぼ国際収支の均衡を保っているが、灌漑、排水設備等未発達で、乾期の農業生産は殆ど行なわれず、生産量は停滞しており、ことに、計画地域では食糧を地域外より移入している現状にある。後者にあつては、嘗ては、アジアの穀倉と云われ、大量の輸出米を生産したが現在は減少し、食糧輸入を余儀なくされている。現在これら両国の人口増加率は年約 3% であり、この率でゆくと、20~25 年後には人口は現在の 2 倍となる。従つて、今後国民生産を増加し、生活水準を高め、財政収支の均衡を保ち、政治的安定を確保してゆくためには、食糧増産を中心としつつ工業の育成発展を計る必要がある。調査によれば、これらの目的を達成するため、今後工業生産を年間 6~7% 増加させる必要があるとされている。¹⁾
- 1) Economic and Social Aspects of Lower Mekong Development.
January 1962, Gilbert F. White.
- (4) 一方、国民生活および工業生産を支える電力の需要状況を見ると、これら地域の電力消費量は同程度の国民所得を有する他の諸国と比較して可成り低水準にある。これは第 1 に電力供給量が不足していること、第 2 に電気料金が著しく高く、Phnon Penh, Saigon 等の両国首都地域においてさえ平均 60~70 mills/kwh の高水準にあることに起因している。このため、相当量の潜在需要が存在している。併しながら、軽工業等を含めた一般需要はこれまで年 10% 以上の伸び率を示しており、従つて若し今後豊富低廉な電力供給が確保できれば潜在需要は解消され、新規需要は更に増勢を示し、20~25 年後には需要の規模は現在の 5~7 倍に達するものと想定される。調査の結果によれば、これらの

時点における最大需要電力は、カンボジアにおいて470～770MW、ヴェトナムにおいて1,575～2,400MW、両国合計で約2,045～3,170MWに達するものと想定される。このため両国における既存の開発計画が今後全て予定通り実現されたと仮定しても、1980年以降毎年大巾の供給力不足を生ずるものと懸念される。

3-1-2 Sambor 計画の目的と実施の必要性

- (1) 以上述べた如く、これら下流地域においては、乾期流量の増加と灌漑排水設備の建設による大規模農業開発、舟航路改善による未開発資源の開発と地方産業の振興、および大規模電源の開発による工業化の推進と生活水準の引上げが当面の重要課題となっており、この課題を解決するためには、Mekong 河本流に多目的の大ダム建設が要請される。
- (2) Sambor 計画はこれらの要請に応えるため、発電、送電、舟航改善、農業開発を含む多目的計画であり、立地条件、所要資金量、当面の needs 等から見て、早期開発に最適の計画として推奨されるものである。即ち、Mekong 河下流域における本流計画としては、Sambor 計画の外に Stung Treng 計画があり、当該計画はそのポテンシャルが大きく、Mekong デルタの洪水防禦を含め、その便益は極めて大きいものがあるが、開発のための所要資金は Sambor 計画の2倍以上を必要とする。これに比較して Sambor 計画は、貯水池容量が小さいため下流域およびデルタ地帯の洪水防禦や大規模農業開発は単独開発の段階では期待できないけれども、カンボジアのほぼ中央部に位して開発し易い場所にあり、貯水池による浸水範囲は自国内に止まり、且つ水浸による農地の損失も少い。また、その大きな発生電力を基とする電力多消費産業の開拓と一般需要の充足、更には Stung Treng までの舟航路の改善とダム下流域における農地の造成によってカンボジア、ヴェトナムの経済発展や産業の近代化にとって極めて大きな効果をあげることができる。更に、Sambor 計画は上流の Pa Mong, Nam Ngum の諸計画が実現した際には、乾期の流量が増大することにより発電設備は2,000MW以上に増強でき、更に下流部 Mekong デルタ地域に約1,000,000 ha あるいはそれ以上の大規模農業開発を可能ならしめることができる。従って、これら諸点を考慮すると Sambor 計画は Mekong 河本流開発の嚆矢として早期に開発する必要がある。

3-2 計画の範囲

3-2-1 単独計画と上流の計画

前述のように、Sambor 計画は、上流の諸計画が実現した後は、その経済性は著しく向上するものであるが、これらの諸計画は現在検討中の段階にあり、計画諸元も最終的には確定していないので、本 Study においては Sambor 計画は単独計画として策定した。なお、Pa Mong 計画、Nam Ngum 計画による影響を考慮した場合の study を本報告書の第Ⅰ巻として添付した。

3-2-2 多目的計画の範囲

(1) 電力計画

ダムおよび発電規模はMekong 委員会提供の1933～1965年の33ヶ年の流量資料を基とし、またダム背水がStung Treng計画の放水位に影響を及ぼさない範囲で検討した。需要計画としては、一般需要についてはカンボジアおよび南ヴェトナムの両国を対象として、既存開発計画の実施によってもなお供給力不足を生ずる。1978年以降の増分需要の60%を供給するものとし、電力多消費産業については、アルミ製錬(生産計画125,000t/年)を主体として計画し、工場設置はSihanouk-Villeを第1候補とし、その他Saigon, Phnom Penhにおける設置可能性についても検討した。送電計画は、Phnom Penh, Sihanouk-VilleおよびSaigonを需要地区として想定し、計画中の上流Projectの発電所とは連繋されないものとした。

(2) 舟航計画

舟航計画は、目標時期を沿岸諸国の人口が現在の2倍となる今から20～25年後におき、船舶の船行限界をSambor貯水池の背水がおよぶStung Trengまでとした。将来、上流のダム群が完成し、河口よりラオスのVientianeまでの舟航が可能となる時期には、Samborに閘門を建設することが考えられるが、現時点ではその時期の予測がつかないので、参考として第Ⅰ巻後尾に付した。

(3) 灌漑計画

灌漑計画は、Sambor貯水池からの重力灌漑が及ぶ範囲、即ちKratie州の下流側州境までの69,000haを調査対象地域として、この中から地形および土壌調査の結果、経済的な開発対象地域として34,000haを選定した。計画地域の農家は8500戸とし、このうち2,000戸はSambor貯水池による水浸農家の移転を考慮した。なお、将来上流の貯水池群が完成するとMekong河の洪水は調整され、乾期の流量が増大して下流地域およびデルタ地帯の大規模農業開発が可能となるが、その検討は第Ⅰ巻に譲った。

第4章 計画概要

第4章 計画概要

4-1 電源開発計画

4-1-1 電力需要想定

4-1-1-1 現況

Mekong Committee-Statistical Bulletin, Dec. 1967によると、現在、カンボジアおよびヴェトナムにおける電力需給状況は次の通りである。即ち、カンボジアにおいては1965年現在で発電設備は45 MW、年間発電量は85,000 MWhであり、ヴェトナムにおいては1965年現在で発電設備は285 MW、年間発電量は522,000 MWhである。また、これらの年における消費電力量はそれぞれ63,000 MWh、430,000 MWhと記録されている。これら両国における人口1人当りの電力消費量はカンボジアでは10.3Kwh/年、ヴェトナムでは26.7Kwh/年となっており、同程度の国民所得水準にある他国に較べて低い。その原因は、一つは供給力が不足しているためであり、もう一つはカンボジアにおいては設備の大部分が、ヴェトナムにおいてはその過半が老朽汽力またはジーゼルであるため、発電原価が高く、これら両国で最も料金水準の低いPhnom Penh, Saigon-Cholon地区でさえ60~70 mills/Kwhの高料金が適用されているためである。従って、これら両国には相当量の潜在需要の存在が報告されている。

これらの悪条件にも拘らず、1956年以降10年間の一般供給網における需要の伸び率はカンボジアでは年率10.0%、ヴェトナムでは10.8%を示している。従って、今後豊富低廉な電力が開発されれば、潜在需要の解消と新規需要の開拓によって電力消費は大巾に増加するものと期待される。特にカンボジアにおいては第1次5ヶ年計画に引続いて、1968年~1972年を対象期間とする第2次5ヶ年計画が実施中であり、各種産業の育成、諸施設の拡充、改善を通じて国家経済の充実と産業の近代化が着実に進行している。従って、新しい型の経済を支える電力の消費量は飛躍的に発展するものと推定される。

電力の需要構造は、カンボジアにおいては電灯需要75%、動力需要25%であり、ヴェトナムにおいては電灯需要66%、動力需要34%である。また、全国総需要のうち、カンボジアにおいてはPhnom Penh-Kandal地区に全体の約80%が集中しており、ヴェトナムにおいてはSaigon-Cholon地区に同じく全体の約85%が集中している。

4-1-1-2 電気事業の形態

カンボジアにおいては、全国発電設備のうち56%が電気事業用、残り44%が自家用である。電気事業者はBattambang以外の全地域に供給するカンボジア電力公社(Électricité du Cambodge-EDC)が電気事業用設備全体の約90%を占め、残り10%が州営、村営およびBattambangの私営電力会社(CIE)の設備である。

ヴェトナムにおいては、全国発電設備のうち、電気事業用が約88%、残り12%が自家用設備である。電気事業者は、Da Nhim水力発電所(160 MW)を主体としたヴェト

ナム電力公社 (Electricité du Viet Nam-EDV) が電気事業用設備全体の約 56% を占め、残りは 5 つの私営電力会社 (CEE, UNEDI, SCEE, SIPEA, SA-ER) と村営事業によって占められている。

以上、この地域における電力事業の現状は別表 table 4-2 に示す通りである。

4-1-1-3 Sambor 系電力の供給地域

現在、カンボジア、ヴェトナム両国においては、Da Nhim 発電所と Saigon-Cholon 地区を結ぶ 220KV, 200Kw の送電線がある外は広範囲に亘る本格的な電力系統は存在せず、主要市町村に local な発電所が設置されているに過ぎない。併し、前述のように両国における電力需要のそれぞれ約 80%, 85% が Phnom Penh ~ Kandal 地区と Saigon-Cholon 地区に集中している。

また両国は現在次のような送電線建設計画を有しており、現在独立系統である local の発電所および都市は漸次これら地区の系統に連系されることとなり、また自家用発電設備も、電気事業者による供給力の増強、送配電網の拡充に伴って徐々にこれらの系統に連系されるものと予想される。

(a) カンボジア:

区 間	電圧 (KV)	運開年
Phnom Penh ~ Kirirom	110	1967
Phnom Penh ~ Prek Thnot ~ Sihanouk-Ville	110	1969
Phnom Penh ~ Takeo ~ Kampot ~ Kamchay	110	1971
Phnom Penh ~ Pursat ~ Battambang	110	1973

(b) ヴェトナム:

区 間	電圧 (KV)	運開年
Da Nhim ~ Phan Pan ~ Nha Trang	220	1968
Saigon ~ My Tho ~ Tan An	110	1968

Sambor 発電所の発生電力の供給先としては、Phnom Penh ~ Kandal 地区、Sihanouk-Ville および Saigon ~ Cholon 地区を中心とする上記の連系系統と考えた。

4-1-1-4 一般需要の想定

(1) 想定方法

両国の電力需要実績を調査すると、1956-1965年までの一般供給網における需要電力量はカンボジアでは年率 10.0%, 南ヴェトナムでは年率 10.8% の伸びを示しているが、本 study においては今後の需要想定の方法として、地域別、用途別に各年の需要

を想定して集計する analytical method と、国民総生産に対する需要の弾性値から各年の需要を算出する overall method の2通りの方法を適用し、これら2通りの方法で得た結果の中間値を採用することとした。この結果、想定需要の各年の伸び率は次の通りとなった。

期 間	伸 び 率
1965 ～ 1985年	10 ～ 17%
1986 ～ 2000年	9 ～ 11%

また、全国総需要に占める Sambor 連系々統における需要の比率は1978～1998年までは725～780%と推定される。

(2) 全国想定需要

上記の想定方法に基く、カンボジア、南ヴェトナム両国の自家発を含む全国の需要端最大電力および年間電力量は別表Table D-2に示す通りである。

なお、この想定において、将来の総合ロス率は送配電網の拡充、整備に伴って12～17%程度に漸減し、また需要の年間負荷率は将来2次産業の増大および自家発電の連系化並びに民度の向上による冷房需要の増大等を考慮して、カンボジアでは52～55%、南ヴェトナムでは59～61%に向上するものと想定した。

(3) Sambor 連系々統における想定需要

以上の Sambor 連系々統の比率、総合ロス率および年負荷率から、Sambor 連系々統の発電端における最大需要電力および年間需要電力量を算出すると別表Table 4-3に示す如く、最大電力は1978年には576MW、10年後の1988年には1,520MW、20年後の1998年には3,718MWに増大し、年間電力量は1978年に2,822,000MWh、1988年には7,828,000MWh、1998年には19,430,000MWhに増大するものと想定される。

4-1-1-5 一般需要の需給バランスおよび負荷分担比率

(1) 既存開発計画

カンボジアおよび南ヴェトナム両国の既存の電源開発計画によればTable 4-4に示すように、前者は1982年までに9地点で197MW、後者は1985年までに6地点で454MW開発する計画となっている。これに基づいて需給バランスを作成して見ると、Table 4-5に示すように、1976年までは供給力に不足が生じないが、1977年には南ヴェトナムにおいて最大電力において170MW、年間電力量において約1,135,000MWhの供給不足を生ずるものと想定される。従って、この不足分は例えば175MW級の新鋭火力の建設によって賄うべきこととなる。

(2) 需給バランス

併しながら、1980年以降になると、これらの既存計画の開発だけでは需要に對如し得なくなり、増分需要に対して毎年約30～70%の供給不足を生ずることとなる(Table D-6参照)。従って、1978年よりSambor発電所が運転開始されるとこの供給をま

かなうことが出来る。

(3) Sambor 発電所の負荷分担比率

前記の不足率を考えた場合、Sambor 発電所の負荷分担比率はこれら既存計画の実施が若干おくれたりも供給力不足を生じないよう当該不足率よりも幾分高目に設定しておく方が適当である。従って study においては Sambor 発電所による一般需要充足の分担比率は増分需要の 60% と設定した。

4-1-1-6 電力多消費産業の導入

(1) 導入の必要性

発電所の規模は河川の特性によって決定することが経済的であり、Sambor 発電所の場合は後述の理由により設備出力を 875MW と設定された。併しながら、上記の一般需要の充足のみを考えた場合には、需要がこの出力に到達するのに約 13 年を要し、また、一般需要のみの場合は大きな余剰電力が生ずることとなるので、河川の有効利用および下流域産業経済の早期発展を促進すると云う見地からすれば、ここに電力多消費産業を誘致し、これらの大規模工業開発によって輸出の増進を計ると共に、これによる関連諸産業その他への波及効果を期待することが適当である。よって、Sambor 計画における需要想定を策定するに当たっては、前記の一般需要の外に電力多消費産業の導入をも計画することとした。

(2) 導入すべき多消費産業の種類

導入すべき多消費産業の種類は、常時性の強い電力を必要とする基幹産業であるアルミニウム製錬、余剰電力を消費する苛性ソーダ製造、カーバイト工業、フェロシリコン工業、シリコンカーバイト工業、および塩化ビニール工業等である。

(3) 工業化のための立地条件

カンボジアおよび南ヴェトナムでは最近農業生産の振興と併行して工業化への脱皮が真剣に試みられている。この地域の工業化にとって基本的な問題となるのは資本と技術の欠除であり、その他の条件は天然資源の面で若干劣るが、地域的な広がりや地理的位階の点では他地域に優るとも劣らない。然も、民族的な意欲、勤勉性も高いので、技術面の指導と資金面の援助があれば工業化の見透しは充分明るいものがあると考えられる。

(4) 多消費産業導入の候補都市

基幹産業であるアルミニウム製錬および余剰電力吸収型のその他電炉工業は、原料の多くを海外に依存するもので、これら多消費産業の立地は臨海部が適当である。このような立地地点としては、カンボジアでは Phnom Penh および Sihanouk-Ville、ヴェトナムでは Saigon の 3ヶ所が考えられる。これらのうち、Phnom Penh は河川港であること、大型船舶の繋留が難しいこと等のため、アルミニウム製錬およびカーバイト工業等の立地には難点がある。その他の 2地点は、港湾施設、用水、その他の環境条件はほぼ同程度と見做し得る。若し、これら電力多消費産業を同一国に立地させることを前提条件として考え、カンボジアに導入するものとするれば、Sihanouk-Ville にアルミニウム製錬、カーバイト工業を立

地させ、電炉工業の一部を Phnom Penh に設けることも考えられる。

4-1-1-7 電力消化計画

(1) 需要の組合せ

Sambor 発電所は完成時において単基 125MW の発電機 7 台を持ち最大出力 875MW となり、平均年間発電量は 7,000,000MWh である。発生電力量を各需要に配分するに当っては多くの組合せが考えられるが、そのうち、次の 3 種類の消化パターンが検討された。

- タイプ I 一般需要および電力多消費産業を全て供給の対象と考えた場合、
- タイプ II 一般需要、および電力多消費産業の中で主として域内消費対象と考えられる塩化ビニール系統のみを供給対象と考えた場合、
- タイプ III 一般需要のみを供給対象と考えた場合。

(2) 1978 年以降の増分需要に対する必要供給力

1978 年以降における Sambor 連系系統の増分需要に対する必要供給力およびこのうち 60% の負荷分担をする Sambor 発電所の必要供給力は、別表 D-6 に示すように、発電端で次の通りとなる。

年次	全 体		Sambor 受持分	
	電力(MW)	電力量 (Mwh)	電力 (MW)	電力量 (Mwh)
1978	47	247,000	28	147,000
1980	164	828,000	98	516,000
1985	608	3,068,000	365	1,918,000
1990	1,289	6,513,000	769	4,042,000

(3) 多消費産業の負荷配分

Sambor 発電所は完成時において単基に 125MW 発電機 7 台で 875MW の設備出力を持ち、7,000,000MWh の平均年間発電量を有することとなるが、既往 33 年の流量資料に基くと最渇水期における出力は 473MW に低下する。この場合、各需要の特性から、常時部分 473MW は先ず一般需要と残りをアルミ製錬に配分し、2次電力部分はその他電力多消費産業に配分することが適当である。

次に、これら工業の生産規模については、アルミ製錬の場合は国際的観点から見て適当な経済規模であることを要し、その他工業の場合も域内消費の観点から適当な規模に設定する必要がある。

検討の結果、各工業への電力負荷の配分および生産量と電力消費原単値を次の通り設定した。

一 般 需 要	390 MW
ア ル ミ 製 錬	250 MW
苛 生 ソ ー ダ	60 MW
塩 化 ビ ニ ー ル	16 MW
カルシューム・カーバイト	103 MW

フェロシリコン	28 MW
シリコンカーバイト	28 MW
計	875 MW

項 目	生産量 (t/年)	原単位 (Kwh/t)
アルミ製錬	125	16,100
塩化ビニール	125	1,000
苛生ソーダ	123	3,700
カルシウム・カーバイト	52	3150
フェロシリコン	20	10,000
シリコンカーバイト	17	10,000

なお、上記生産量はタイプⅠの消化計画の場合のものであり、タイプⅡの場合には、アルミ製錬、フェロシリコン、シリコンカーバイトが必要計画から外され、カルシウム・カーバイトも生産量ほぼ半分に縮小される。

(4) 電力消化計画および開発順序

以上の諸前提に基づいて、各タイプの電力消化計画および発電機の建設テンポを検討すると次の通りとなる。

(a) タイプⅠ：

1983年までに全設備出力875MWが開発され、1986年以降の発電端供給可能電力量は7,000,000Mwhとなる。その15%に当る余剰電力量1,028,000Mwhを差引いた5,972,000Mwhが必要地に送電され、それから総合ロス4%を差引いた5,731,000Mwhが必要地着の電力量となる。

電力多消費産業への負荷配分は1978年以降一定であり、一般需要は逐年増加する。

1986年以降の負荷配分は一般需要、アルミ製錬、その他産業の三者がほぼ半づつの割合となる。1978年および1986年以降の配分計画は別表Table D-7に示す通りである。また、発電所の開発テンポは次の通りとなる。

運開年	設備出力
1978年	125MW × 5台
1981年	125MW × 1台
1984年	125MW × 1台
計	875 MW

(b) タイプⅡ：

1978年には250MWが運転開始し、供給可能電力量は2,190,000Mwhである。一方、需要は一般需要が28MW、多消費産業の需要が115MW、計143MWで需要電力量は1,077,000Mwhである。従って、1,113,000Mwhが余剰となり、余剰率は51%となる。

875MW が全部利用されているのは 1990 年以降となる。同年以降の発電端需要電力量は 4925,000Mwh であるから、2,075,000kwh が余剰となり、余剰率は 30% となる。

1978 年および 1990 年以降の配分計画は別表 4-8 に示す通りである。また、発電所の開発テンポは次の通りとなる。即ち、

運開年	設備出力
1978 年	125MW × 2台
1981 年	125MW × 1台
1983 年	125MW × 1台
1985 年	125MW × 1台
1987 年	125MW × 1台
1989 年	125MW × 1台
計	875MW

(c) タイプⅢ：

この場合、875MW が全部利用されるのは 1991 年以降となり、その場合の需勢電力量は発電端で 4,600,000Mwh である。従って、2,400,000Mwh が余剰となり、余剰率は 34% に達する。なお、発電所の開発テンポは 1978 年に 1 号機を運開し、最終 7 号機の運用は 1990 年である。その間、概ね 2 年毎に 1 台ずつ増設の割合となる。

以上のタイプ I、ないしタイプⅢの場合の各部門の需要の増加状況およびこれに対処するための供給力の増加状況を図示すると、FigD-1 の通りとなる。

4-1-1-8 Findings

既に述べた通り、Mekong 河下流域の早期経済発展のためには電力多消費産業の導入が強く要請される。また、龐大な資金を投入して建設される発電所の発生電力を極力有効利用するためにも、このことは必要である。本 Study において電力消化計画として一応 3 案について検討したが、タイプ I の消化計画が最適案として推奨される。

Table D-1 カンボジアおよびベトナムに於ける地域別，事業者別，両国発電設備

地 域	所 属	設備出力(MW)	構 成 比 (%)
カンボジア			
(1963年現在)			
Phnom Penh ~ Kandal	E D C	23.3	42.0
Sihanouk-Ville	州 営	0.6	1.1
Battambang	C I E	1.1	2.0
MonoPolies	E D C	4.0	10.7
MonoPolies	村 営	1.9	
事業者小計		30.9	55.8
Phnom Penh ~ Kandal	自家発	19.0	34.5
その他地域	"	5.3	9.7
自家発小計		24.3	44.2
全 国 合 計		55.2 ¹⁾	100.0
ベトナム			
(1965年現在)			
Saigon ~ Cholon, Dalat	E V D	200.8	56.0
" "	C E E	88.1	24.6
McKong デルタ	S C E E	4.3	1.3
中部地方	S I P E A	11.0	3.1
南西部地方	S A E R	5.1	1.4
東南部海岸	U N E D I	2.2	0.6
その他村落約60ヶ所	村 営	4.2	1.2
事業者小計		315.7	88.3
繊維工業主体	自家発	42.9	11.7
全 国 小 計		358.6 ¹⁾	100.0

1/ E D C 提供資料, Electricite Renseignements statistiques 及び Electricite du Vietnam 提供資料によるもので Mekong Committee の statistical Bulletin (Dec, 1967) によれば Cambodia: 1963年 37MW, Vietnam: 1965年 285MW である。

Table D-2 カンボジアおよびベトナムにおける需要規定（需要端）

項 目	1963	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
<u>カンボジア</u>								
年間電力量(106kwh)	86	260	460	800	1,360	2,290	3,780	6,150
伸 び 率 (%)	-	17.1	12.1	11.7	11.2	10.9	10.4	10.3
最 大 電 力 (MW)	-	60	100	175	295	470	770	1,270
<u>ヴェトナム</u>								
年間電力量(106kwh)	455	1,250	2,100	3,400	5,400	8,350	12,800	19,600
伸 び 率 (%)	-	15.6	10.9	10.2	9.6	9.1	8.9	8.8
最 大 電 力 (MW)	-	240	410	655	1,030	1,575	2,400	3,630

Table D-3 Sambor 連系々統需要想定（発電端）

	1978	1983	1988	1993	1998
<u>カンボジア</u>					
年間電力量(106kwh)	557	954	1,638	2,790	4,330
最 大 電 力 (MW)	121	204	346	582	898
<u>ヴェトナム</u>					
年間電力量(106kwh)	2,365	3,850	6,190	9,950	15,100
最 大 電 力 (MW)	455	738	1,174	1,875	2,820
<u>両国合計</u>					
年間電力量(106kwh)	2,922	4,804	7,828	12,740	19,430
最 大 電 力 (MW)	576	942	1,520	2,457	3,718
最大電力伸び率 (%)	-	10.4	10.0	9.9	8.7

Table D-4 既存開発計画

地点名	河川名	最大出力 (MW)	年間発電量 (Mwh)	運開年
<u>カンボジア</u>				
Kiriom 1号機	Komgong Som	10	50,000	1967
Prek Thnot	MeKong 支流	18	40,000	1969
Kiriom 2号機	Komgong Som	21	93,000	1970
Kam Chay	Prek Tuk	50	250,000	1971
Battambang 1号機	Stung Sanke	20	80,000	1973
Maun	Stung Daum Tri	5	30,000	1976
Stung Purast	"	21	120,000	1978
Battambang 2号機	Stung Sankel	7	35,000	1980
Upper Kam Chay	Prek Tuk	45	210,000	1982
小計		197	908,000	
<u>ヴェトナム</u>				
Drayling	Srepok	12		
Tri An	Don Nai	100	440,000	1968
Da Nhim 3号機	"	80	-	1972
Da Nhim 4号機	"	80	942,000	1978
Lagna	"	102		1982
Da Nhim NO. 2	"	80	491,000	1985
小計		454		
両国合計		651		

Table D-5 1977年の需給バランス

(a) 電力バランス

(単位：MW)

項 目		カンボジア	ヴェトナム
既設発電所の最大供給能力	水 力	-	140
	火 力	52	185
	計 (A)	52	325
計 画 地 点 の 最 大 供 給 能 力 (B)		106	95
最 大 供 給 能 力 合 計 (C)		158	420
最 大 需 要 電 力 (D)		150	590
供 給 力 過 不 足 (C) - (D)		8	(-) 170

(b) 電力量バランス

(単位：MW)

項 目		カンボジア	ヴェトナム
既設発電所の年間供給量	水 力	-	900,000
	火 力	235,000	515,000
	計 (A)	235,000	1,415,000
計 画 地 点 の 年 間 供 給 量 (B)		490,000	450,000
年 間 供 給 量 合 計 (C)		725,000	1,865,000
年 間 需 要 電 力 量 (D)		725,000	3,000,000
電 力 量 過 不 足 (C) - (D)		0	(-) 1,135,000

(注) 水力最大供給力は、渇水期の減および多目的運用の制約を考慮して設備出力より15%減としており、火力は所内用として5%差引いた。

水力供給電力量は発電量から余剰率10%分差引いた。

Table D-6 Supply and Demand Balance of Maximum Demand of Increment of Demand in Sambor Interconnected System after 1978.

		(Unit MW)											
		1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Cambodia Installed Capacity													
Increment of Demand	(A ₁)	12	25	39	56	75	95	119	143	172	202	237	285
Stung Pursat		21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Battambang II		-	-	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Upper Kam Chay		-	-	-	-	45	45	45	45	45	45	45	45
Total	(B ₁)	21	21	28	28	73	73	73	73	73	73	73	73
Deficiency of Capacity	(C ₁) = (B ₁) - (A ₁)	9	(-34)	(-111)	(-128)	2	(-122)	(-146)	(-170)	(-199)	(-129)	(-164)	(-212)
Vietnam Installed Capacity													
Increment of Demand	(A ₂)	35	75	125	180	248	318	388	465	555	650	754	853
Da Nhum III		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Da Nhum IV		-	-	-	-	80	80	80	80	80	80	80	80
Lagna		-	-	-	-	-	-	-	102	102	102	102	102
Total	(B ₂)	80	80	80	80	160	160	160	262	262	262	262	262
Deficiency of Capacity	(C ₂) = (B ₂) - (A ₂)	45	5	(-145)	(-1100)	(-388)	(-1158)	(-1228)	(-1203)	(-1293)	(-1388)	(-1492)	(-1591)
Total Increment of Demand	(ΣA)	47	100	164	236	323	413	507	608	727	852	991	1,138
Installed Capacity	(ΣB)	101	101	108	108	233	233	233	335	335	335	335	335
Deficiency of Capacity	(ΣC) = (ΣB) - (ΣA)	54	1	(-36)	(-1128)	(-90)	(-1180)	(-1274)	(-1273)	(-1392)	(-1517)	(-1656)	(-1803)
Deficiency Rate of Capacity	(D) = (ΣC)/(ΣA) x 100%	115	1	34	55	28	44	54	45	54	60	66	71

Table D-7 Allocation of Power (Type I)

		1978				after 1986				
		Generating End		Consuming End		Generating End		Consuming End		
		Power (MW)	Energy (10 ⁶ kWh)	Power (MW)	Energy (10 ⁶ kWh)	Power (MW)	Energy (10 ⁶ kWh)	Power (MW)	Energy (10 ⁶ kWh)	
No. of Generators	(Unit)	5				7				
Maximum Output	(MW)	625				875				
Available Energy	(10 ⁶ kWh)	5,377				7,000				
Surplus Energy	(10 ⁶ kWh)	1,311				1,031				
Surplus Ratio	(%)	24.4				14.7				
		Power (MW)	Energy (10 ⁶ kWh)	Power (MW)	Energy (10 ⁶ kWh)	Power (MW)	Energy (10 ⁶ kWh)	Power (MW)	Energy (10 ⁶ kWh)	
General Demand		28	147	27	141	60	390	2,050	374	1,968
Aluminum Refining Industry		250	2,100	240	2,016	96	250	2,100	240	2,016
Other Industries		235	1,819	226	1,747	88	235	1,819	226	1,747
Caustic Soda		60	504	58	484	96	60	504	58	484
Vinyl Chloride		16	130	15	125	93	16	130	15	125
Calcium Carbide		103	793	99	761	88	103	793	99	761
Ferro-silicon		28	211	27	203	86	28	211	27	203
Silicon Carbide		28	181	27	174	74	28	181	27	174
Total		513	4,066	493	3,904	90	875	5,969	840	5,731

Note: Total loss between the generating and consuming end is 4%.

Table D-8 Allocation of Power (Type II)

		1978				from 1990				
		Generating End		Consuming End		Generating End		Consuming End		
		Power (kW)	Energy (10 ⁶ kWh)	Power (kW)	Energy (10 ⁶ kWh)	Power (kW)	Energy (10 ⁶ kWh)	Power (kW)	Energy (10 ⁶ kWh)	
No. of Generators	(Unit)	2				7				
Maximum Output	(MW)	250				875				
Available Energy	(10 ⁶ kWh)	2,190				7,000				
Surplus Energy	(10 ⁶ kWh)	1,113				2,075				
Surplus Ratio	(%)	50.8				29.6				
		Power (kW)	Energy (10 ⁶ kWh)	Power (kW)	Energy (10 ⁶ kWh)	Power (kW)	Energy (10 ⁶ kWh)	Power (kW)	Energy (10 ⁶ kWh)	
General Demand		28	147	27	141	60	390	2,050	374	1,968
Aluminum Refining Industry		115	930	110	893	92	115	930	110	893
Other Industries										
Caustic Soda		60	504	58	484	96	60	504	58	484
Vinyl Chloride		16	130	15	125	93	16	130	15	125
Calcium Carbide		39	296	37	284	87	39	296	37	284
Total		143	1,077	137	1,034	86	875	4,925	840	4,728

Note: Total loss between the generating and consuming end is 4%.

4-1-2 計画地域の状況

4-1-2-1 地形

Mekong 河全流域の形状は上流部は細長く、下流になる程巾が広がる。その面積は 80 万 Km² である。中国・ビルマを経てラオスに入った Mekong 河は、北緯 18° 付近で左に湾曲して東流する。この附近までは溪谷をなして流下するが、Pa Mong より下流では北側に Vientian 平野、南側には Korat 高原の広い平野地帯が展開する。河は更に東流し Annam 山脈に当り流路を南に変える。これよりカンボジアに至るまで、左岸に Annam 山脈、右岸に Korat 高原の東縁をなす丘陵が連る。この間 2, 3 の急端と著名なコーンの滝があるが、河川勾配は概して緩かである。カンボジア国内に入ると広大な平野が広がり氾濫原を形成する。Phnom Penh では西部の Grand Lac に続く Tonle Sap が合流し、それより下流は巨大な Mekong デルタを形成し南支那海に注ぐ。(Key and Location Map 参照)。

Sambor 貯水池附近について見ると、Mekong 河は Stung Treng で左岸側から Se Khong, Se San および Srepok の三支川が合流し、緩やかな勾配で約 100 Km 南下し Sambor Rapids にいたる。この間兩岸は極めてなだらかな起伏で、河巾も広く、10 Km におよぶところがある。Sambor 部落から下流では河巾は 2.5 ~ 4 Km に狭り、Sambor Rapids の直下流では 2 Km となる。Sambor Dam はこの地点に築造される。

4-1-2-2 地質

Mekong 河流域のラオス北部小岳地帯は主として始生代、古生代および中生代の結晶片岩石からなり、コラート高原は中生代の波状の緩傾斜をなす砂岩からなる。Annam 山脈では中生層を貫いた玄武岩と安山岩の噴出が所々に見られる。下流部は洪積層と、沖積層が広く分布する。

貯水地域は頁岩、網泥岩、砂岩或はこれらの累層からなる印度支那層群により構成されており、その上を粒度の細かい沖積層や風化残留土が覆っている。これらは表面に近い部分を除けば一般によく締め固っており基盤とも密着している。断層は比較的発達しておらず破砕帯は断層角礫が粘土やシルト質物質により固結されているので耐水性があると考えられる。

ダム地点右岸寄りに巾約 2 Km におよぶ旧河床がある。この埋没堆積物は比較的不透水性であるのでダムの基礎として大きな問題とはならないであろう。

4-1-2-3 気象

Mekong 河流域は亜熱帯モンスーンおよび熱帯モンスーン地域に属し、これを受けとめる地形により多雨地域と寡雨地域に分かれるが、一般には南西モンスーンが吹く時期が雨期で、北東モンスーンが吹く時期が乾期となる。9月、10月に印度支那半島に襲来する台風は頻度は少いが Annam 山岳地帯に大雨をもたらし、流域に大きな洪水を起すこともある。

Kratie および Stung Trengでの雨量記録によれば平均年降雨量は夫々 1200mm および 1600 mm程度である。(Fig D-2 参照) 蒸発量は地域的に大差なく年平均 5.6 mm/day 程度である。(Fig D-2 参照)

風は 6月より 8月に亘り南西から、又 12月から 2月にかけては北東から吹く、風速は 1.5~2.5 m/sec 程度であり、台風や雷雨時には 25~40 m/sec となることもある。 Fig D-2 は各年の日風程の変化を示したもので乾期には大きく、雨期は漸減する。雷雨は比較的多く発生し、Saigon では年間平均 90回、Phnom Penh では 140~180回が記録されている。

Fig. D-1 Demand Forecast at Generating End and Capacity Installations Schedule

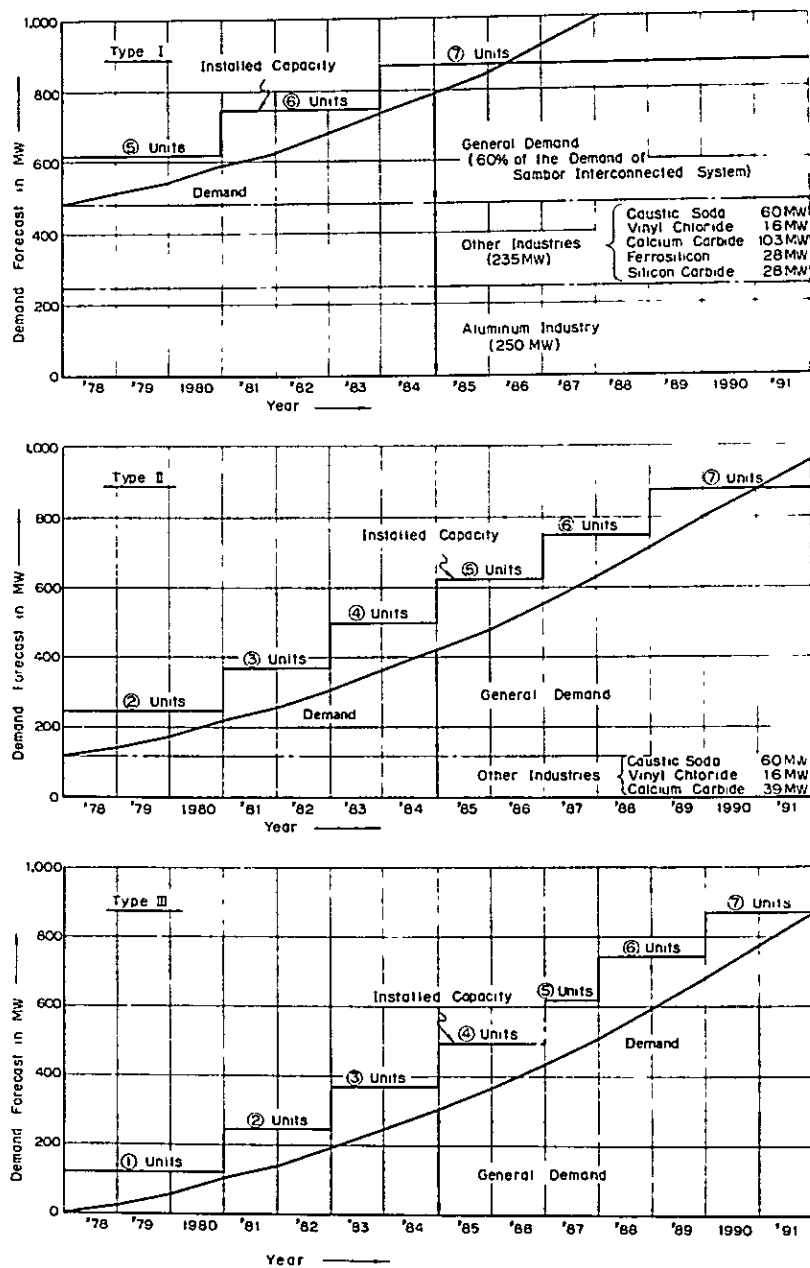
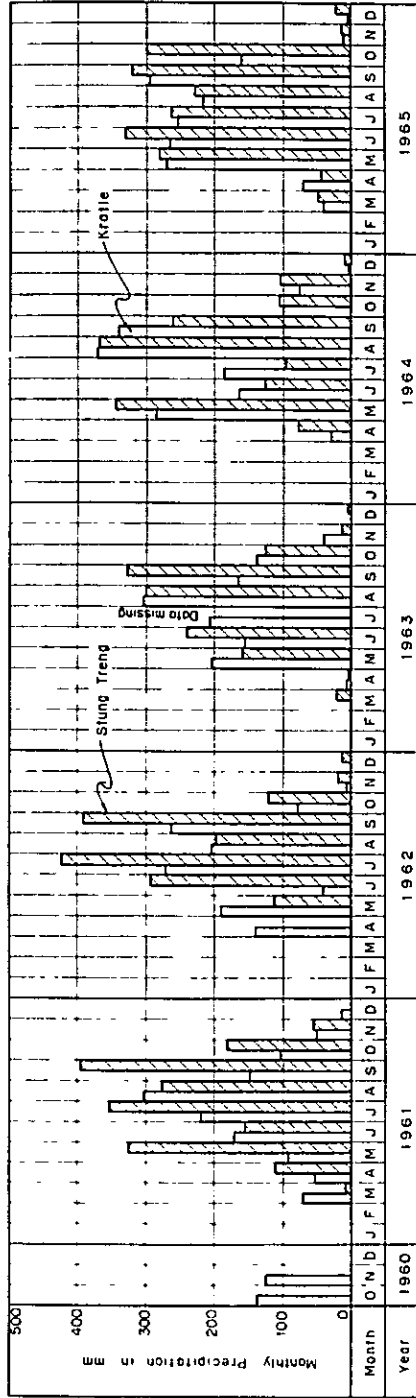


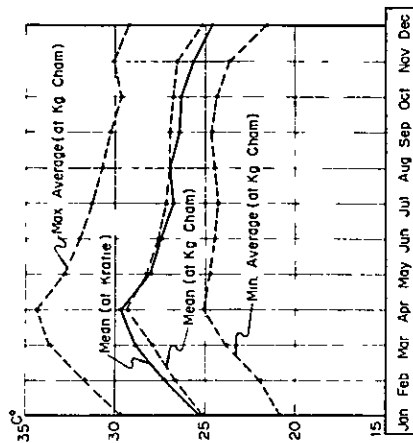
Fig. D-2 Weather Data

(a) Monthly Precipitation at Kratie and Stung Treng in Cambodia



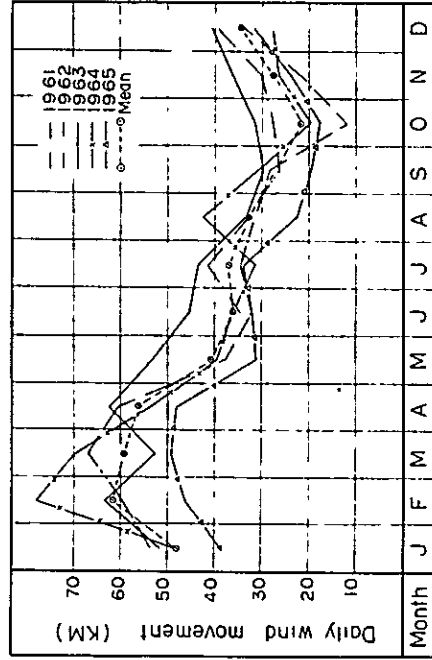
Source Hydrological Data Mekong River Basin Cambodia 1960, 1961 Harza Eng
Lower Mekong Hydrologic Year Book 1962-1965

(b) Seasonal Variation of Temperature



NOTE Kratie, 11 Years Average
Kg Cham, 4-5 Years Average (Jan 1960-Aug 1964)

(c) Daily Wind Movement at Stung Treng



4-1-2-4 河川流量

Mekong 河の Kratie 地点 (流域面積 646, 000 sq.km) における年間流量は $343 \times 10^9 \sim 546 \times 10^9 \text{ cu.m}$ (1933 年より 33 ケ年平均 $446 \times 10^9 \text{ cu.m}$) である, 流量は 6 月に入り増水しはじめ, 9 月に最大, (33 ケ年平均 40, 500 cms) 4 月に最小 (33 ケ年平均 2, 000 cms) となる。(Table D-9 (1), (2)参照)

既往日流量の最大は 66, 700 cms (1939.9.3) であり, 最小は 1, 250 cms (1960.4.17) であった。

Dam 地点における計画洪水量は 90, 000 cms と決定された, これは既往の洪水量より Log - Normal (Distributurs method, Gumbed method および Hagon - Foster (Type 3) method) を使って求められた 10, 000 年確率洪水量と, 東南アジア諸地域の河川の既往最大洪水量の記録を参考の上決定されたものである。

Table D-9 (1) Discharge Data at Kratie (1933 - 1965) L

Year	Month	Jan	Feb	Mar.	Apr.	May	Jun	Jul	Aug	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Annual Runoff (10 ⁶ cu m)	Annual Average
1933		2,600	1,800	1,300	1,290	1,620	5,630	19,430	34,290	30,430	20,320	12,190	4,910	358,958	11,318
34		2,930	2,210	1,790	1,470	2,620	5,000	22,430	39,950	44,550	30,210	12,070	5,950	452,451	14,265
35		3,460	2,300	1,810	1,590	2,990	10,490	26,320	32,780	33,910	30,740	21,150	7,880	463,478	14,618
36		3,860	2,740	2,210	2,080	2,970	9,470	25,750	34,830	38,880	15,190	6,040	3,800	390,554	12,318
37		2,800	2,030	1,780	1,540	4,060	12,590	31,580	49,500	55,660	24,620	11,090	6,460	538,081	16,977
38		4,440	3,420	2,770	3,160	4,230	16,850	29,080	33,420	35,460	35,990	13,990	8,440	505,341	15,938
39		4,580	3,110	2,560	2,610	4,540	15,950	26,620	45,730	47,430	33,270	12,680	6,860	543,932	17,162
40		4,020	2,980	2,350	2,180	3,150	12,520	34,750	49,930	60,260	20,830	8,230	5,120	544,895	17,193
1941		3,710	2,990	2,470	2,240	3,540	13,990	27,120	44,600	39,250	31,070	17,220	7,620	517,454	16,318
42		4,180	3,050	2,270	2,280	4,090	11,670	29,180	42,170	39,820	22,020	13,400	5,860	475,455	14,999
43		3,810	2,670	2,400	2,790	3,360	14,850	24,580	35,510	44,550	26,190	12,460	5,280	470,804	14,871
44		3,820	3,020	2,320	2,070	3,460	8,150	21,520	39,150	29,070	25,070	14,150	7,300	420,989	13,258
45		4,200	3,030	2,470	2,200	4,760	17,270	28,070	30,770	43,850	19,330	10,450	6,100	454,857	14,375
46		4,010	2,680	2,090	1,890	4,550	15,390	23,400	35,990	46,530	25,900	12,290	6,160	477,190	15,073
47		3,900	3,000	2,130	2,260	6,420	11,620	32,850	37,910	45,860	23,090	10,500	5,420	488,528	15,413
48		3,670	2,700	2,090	2,180	4,520	12,820	24,490	36,870	49,620	27,220	13,110	6,810	491,248	15,508
49		4,020	2,990	2,300	2,080	3,770	4,690	13,670	34,420	43,100	30,640	16,710	8,380	440,163	13,898
50		4,700	3,040	2,190	1,920	2,890	11,360	25,250	36,000	38,350	32,200	17,940	7,800	485,066	15,303
1951		4,040	3,100	2,080	2,030	3,700	14,480	22,810	36,400	34,440	23,720	12,460	6,210	436,912	13,789
52		3,070	1,960	1,760	1,720	3,200	7,210	18,810	44,450	46,700	30,810	12,260	4,260	465,596	14,684
53		2,080	1,920	1,630	1,620	5,110	14,630	20,350	33,100	33,690	20,770	10,490	5,070	395,666	12,504
54		2,850	1,890	1,510	1,700	3,170	9,080	11,300	22,580	37,160	23,560	10,570	4,770	343,016	10,845
55		3,120	2,240	1,870	2,060	2,560	7,960	20,290	25,380	30,230	17,090	11,430	7,690	348,325	10,993
56		3,960	2,510	1,930	1,990	5,550	11,980	20,990	39,340	41,350	18,430	8,940	3,740	424,483	13,393
57		3,430	2,540	1,970	2,000	2,650	10,000	22,680	24,730	34,840	27,680	10,220	5,090	390,388	12,319
58		3,350	2,510	1,920	1,730	2,160	9,390	20,810	25,080	42,720	19,780	8,730	3,750	374,078	11,828
59		2,180	1,950	1,730	1,650	2,210	6,360	11,920	26,130	37,300	24,030	10,040	4,160	342,843	10,805
60		2,880	2,300	1,830	1,360	1,800	6,320	13,550	39,540	36,120	28,390	11,380	5,830	400,017	12,608
1961		3,280	2,390	2,000	1,970	3,940	16,180	28,200	40,040	49,790	39,370	13,270	6,450	546,481	17,240
62		4,170	3,140	2,500	2,170	3,690	14,610	25,230	37,660	36,460	24,660	11,310	5,240	451,043	14,236
63		3,180	2,370	2,030	1,760	1,850	9,760	21,990	41,600	36,660	21,750	13,660	6,720	431,472	13,611
64		3,690	2,520	1,970	1,850	4,230	9,380	19,330	27,360	37,900	31,850	15,690	7,410	430,982	13,398
65		4,000	2,890	2,240	1,980	2,620	17,900	26,700	28,600	32,500	16,200	12,500	6,040	407,000	12,848
Average		3,580	2,610	2,070	1,980	3,520	11,380	23,370	35,930	40,450	25,250	12,380	6,020	445,720	14,065

Table D-9 (2) Discharge Data at Kratie (1924 - 1965) ၂

Month Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec.	Annual Runoff (10 ⁶ cu.m)	Annual Average
1924														
25	3,395	2,446	2,074	1,939	2,824	11,166	27,402	54,466	35,621	19,938	12,951	6,087	456,489	19,158
26	3,243	2,692	2,158	2,015	1,953	10,004	27,206	32,280	44,628	17,520	8,102	4,822	415,602	13,124
27	4,223	2,707	2,426	2,449	3,658	6,733	19,649	39,151	33,398	26,209	12,599	7,077	414,752	13,073
28	3,574	2,500	2,245	2,495	3,481	14,165	20,218	42,601	27,881	29,858	11,897	6,043	460,805	14,511
29	3,076	2,293	1,987	2,067	2,843	17,080	29,495	34,027	33,826	19,593	8,457	4,742	431,701	13,614
30	3,486	2,502	2,158	2,117	4,142	11,434	28,017	39,082	56,229	24,393	10,010	5,589	499,101	15,763
1931	3,509	2,404	2,054	2,122	2,925	6,040	12,832	31,373	32,631	24,097	7,728	4,326	348,843	11,003
32	2,745	2,128	1,770	1,861	2,341	6,593	23,433	26,566	33,839	26,168	11,853	6,079	361,651	12,115
33	3,381	2,505	1,777	1,603	2,699	6,244	19,441	34,287	30,430	20,316	12,185	4,910	367,765	11,598
34	2,932	2,206	1,787	1,473	2,619	5,000	22,433	39,948	44,550	30,206	12,067	5,954	452,452	14,265
35	3,464	2,296	1,813	1,592	2,994	10,486	26,324	32,784	33,913	30,742	21,147	7,876	463,479	14,619
36	3,864	2,742	2,207	2,075	2,965	9,474	25,745	34,826	38,883	15,194	6,040	3,800	390,555	12,318
37	2,798	2,025	1,780	1,543	4,058	12,589	31,584	49,500	55,660	24,616	11,089	6,460	538,082	16,975
38	4,440	3,418	2,767	3,164	4,231	16,849	29,077	33,416	35,463	35,994	13,590	8,436	505,343	15,937
39	4,578	3,106	2,564	2,612	4,537	15,946	26,619	44,819	47,580	32,400	12,677	6,887	539,649	17,027
40	4,015	2,983	2,345	2,182	3,148	12,518	34,752	47,600	55,173	20,832	8,230	5,122	525,470	16,575
1941	3,706	2,994	2,466	2,243	3,543	13,992	27,119	44,403	39,250	31,071	12,223	7,621	517,456	16,319
42	4,180	3,050	2,268	2,278	4,087	11,666	29,181	42,168	39,823	22,019	13,395	5,861	475,454	14,998
43	3,805	2,674	2,401	2,789	3,355	14,852	24,577	35,513	44,553	26,187	12,455	5,284	470,804	14,870
44	3,823	3,023	2,317	2,066	3,463	8,145	21,523	39,145	29,070	25,071	14,150	7,302	420,989	13,248
45	4,198	3,027	2,464	2,264	4,763	17,274	28,065	30,774	43,850	19,332	10,445	6,096	455,000	14,379
46	4,007	2,684	2,086	1,888	4,551	15,386	23,597	35,987	46,533	25,903	12,294	6,161	477,190	15,073
47	3,899	2,995	2,132	2,262	6,421	11,618	31,852	37,910	45,857	23,090	10,497	5,418	488,528	15,413
48	3,671	2,698	2,091	2,179	4,515	12,817	24,494	36,871	49,623	27,216	13,110	6,808	491,249	15,508
49	4,022	2,993	2,295	2,270	4,204	6,719	13,948	34,416	43,103	30,642	16,710	8,383	447,818	14,142
50	4,704	3,043	2,189	1,921	2,890	11,357	25,252	36,000	38,350	31,197	17,940	7,800	485,070	15,304
1951	4,043	3,099	2,082	2,026	3,700	14,477	22,813	36,403	34,443	23,716	12,439	6,208	486,911	13,789
52	3,070	1,961	1,762	1,718	3,203	7,211	18,810	44,445	46,697	30,813	13,650	5,030	471,347	14,862
53	2,770	2,206	1,828	1,833	4,577	14,630	20,345	33,100	31,687	20,771	10,492	5,098	399,530	12,611
54	3,159	2,110	1,689	1,967	3,853	10,398	13,219	25,416	41,887	26,758	10,970	5,019	386,056	12,204
55	3,124	2,237	1,869	2,038	2,589	8,152	20,288	25,378	30,233	17,091	11,432	7,688	422,795	11,010
56	4,035	2,506	1,934	1,991	5,551	11,980	20,992	39,241	41,350	18,431	9,032	4,578	427,160	16,852
57	3,420	2,600	2,093	2,103	3,056	10,013	22,684	24,733	34,844	27,683	10,221	5,085	383,152	12,378
58	3,345	2,510	1,919	1,733	2,163	9,396	20,809	25,077	42,717	19,780	8,729	4,431	375,881	11,883
59	2,383	1,945	1,730	1,648	2,205	6,360	11,915	26,128	37,304	24,029	10,042	4,161	342,504	10,321
60	2,878	2,296	1,827	1,557	1,799	6,318	13,545	39,539	36,117	28,394	11,381	5,827	400,019	12,607
1961	3,284	2,388	2,004	1,972	3,935	16,183	28,200	40,039	49,790	39,371	13,273	6,445	546,482	17,240
62	4,165	3,137	2,503	2,166	3,692	14,612	25,232	37,658	36,408	24,662	11,509	5,241	481,045	14,232
63	3,181	2,372	1,929	1,757	1,848	9,763	21,985	41,603	36,657	21,745	13,655	6,775	431,245	13,553
64	3,689	2,520	1,965	1,854	4,225	9,575	19,229	27,358	37,897	31,845	15,690	7,414	431,055	13,597
65	4,015	2,890	2,243	1,980	2,623	17,890	26,674	28,629	32,463	16,158	12,483	6,040	406,260	12,841
Average	3,593	2,608	2,098	2,044	3,469	11,297	23,742	36,429	39,958	24,813	11,994	5,881	446,012	14,105

၂ Provided by Mekong Secretariat in Sept. 1966

4-1-2-5 流下土砂

Dam 地点における流下砂量は Stung Treng と Phnom Penh における堆積土砂の測定値から年間 169×10^6 ton, 流域面積 100 Sq.km 当り 200 cu.m と推定された。

貯水池への堆積は貯水池の容積が流量に比し小さいので堆積率を 50 % とし, 50 年後の貯水容量が検討された。その結果堆砂の影響は軽微であり発生電力の検討では無視された。

4-1-3 貯水池計画

4-1-3-1 位置および貯水池の規模

ダム地点として Sambor Rapid から下流 6 km の間につき 4 つのダム軸が検討された。その結果, Fig.D-3 に示されるダム軸 (C' ライン) が最も好ましいと判定された。

この場合の水位, 容量曲線は Fig D-4 に示されるとおりである。

計画満水位は Sambor 貯水池の上流に建設される Stung Treng の発電計画との関連で, 標高 40 m と決定された。

利用水深は, かんがい取水位とかんがい可能面積の関係および舟航に要する水深等を勘案の上 2 m とされた。

この結果, 総貯水量は $10,000 \times 10^6$ cu.m, 有効容量は $2,050 \times 10^6$ cu.m で夫々年間流量の 2~3 % および 0.5 % に当る。

4-1-3-2 貯水池の運用

4-1-3-1 で述べられたとおり貯水池はその容量が小さいので乾期数ヶ月の流量しか調整出来ず, 発電所の型式は所謂流れ込み式に近いものとなる。貯水池の操作ルールは乾期における平均放流量 - 発電使用水量 - を, 豊水年で 2,775 cm.s, 平水年で 2,300 cu.m, 渇水年で 1,860 cm.s とするよう決定された。

即ち 1933 年より 33 年間の Kratie における 1 月から 5 月までの河川流量から各年の流況を次の 3 つのグループに分け,

- A (豊水年) : 1938, 1939 の 2 年
- B (平水年) : 1936, 1944 ~ 1951, 1962, 1965 の 15 年
- C (渇水年) : 1933 ~ 1935, 1937, 1952 ~ 1961, 1963, 1964 の 16 年

各グループ毎に各月流量の下限値を基準流量としたモデルが設定された。更に Table D-10 に示す Net Evaporation Precipitation Correction Factors と Table D-11 に示すかんがい用水量を控除したマスクープが作成され, 有効貯水量 $2,050 \times 10^6$ cu.m の時の利用可能水量が求められた。(Fig

D-5 参考)

4-1-3-3 ダム上、下流の水位変動

洪水時には4-1-6-1に述べられるとおり有効巾員795mで、ローラゲート門(巾15m,高さ14m)が設けられる。これにより70,000 cm・sまでの洪水は水位をEL40に保ちながら排除出来る。Dam完成後の平水および洪水時における上流への背水の影響を検討した結果はFig D-6に示すとおりで、Stung Treng 発電所の放水位にはほとんど影響をおよぼさない。

渇水期のDam上流水位は4-1-4-1で述べられる発電所水車規模(875 MW)で4-1-3-2に述べられたルールにより発電操作される場合、1933年より33ヶ年の流量のもとではFig D-10に示すとおり、EL38mより20~50 cm下る時がたまにあるが、かんがい、および舟航に支障を来たすようなことはない。

Dam下流に対しては、電力負荷の如何にかかわらず、最小放流量を1,350cmsに維持し(既往月平均最小流量1,360cms)、又、日負荷のピーク時とオフピーク時の下流への放流量の変動巾についてはオフピーク時の放流量が $1,350 + \alpha$ cmsなればピーク時は $2,250 + 2\alpha$ cmsとするよう制限した。その結果発電所下流での日水位変動巾は1.0 m以内に止る。この値はMekong河のKratie近傍での洪水時の水位変動記録(最高1.8 m/day)から見ても許容し得るものと思われる。

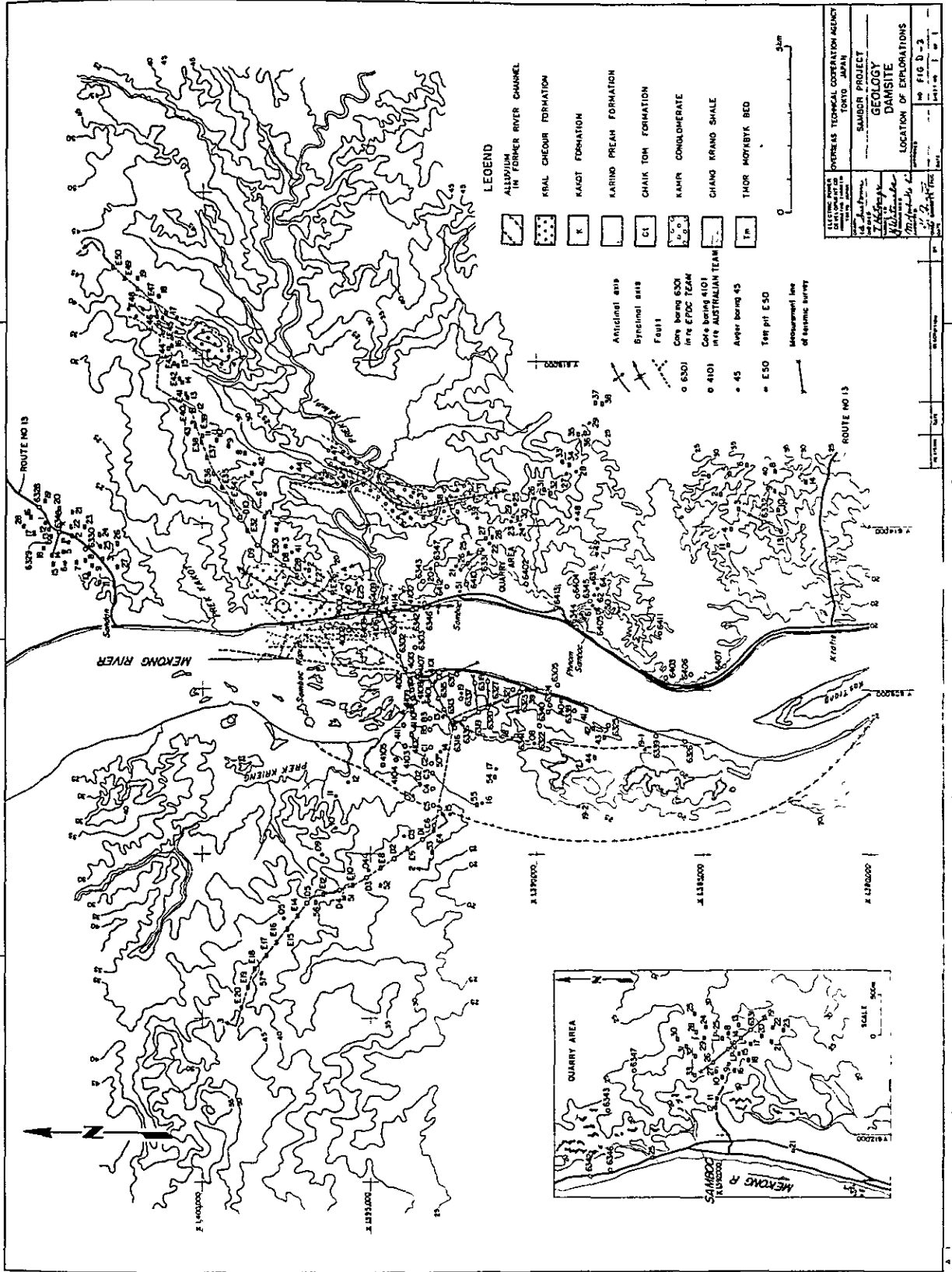


Fig. D-4 Revised Area Capacity Curve of Sambor Reservoir

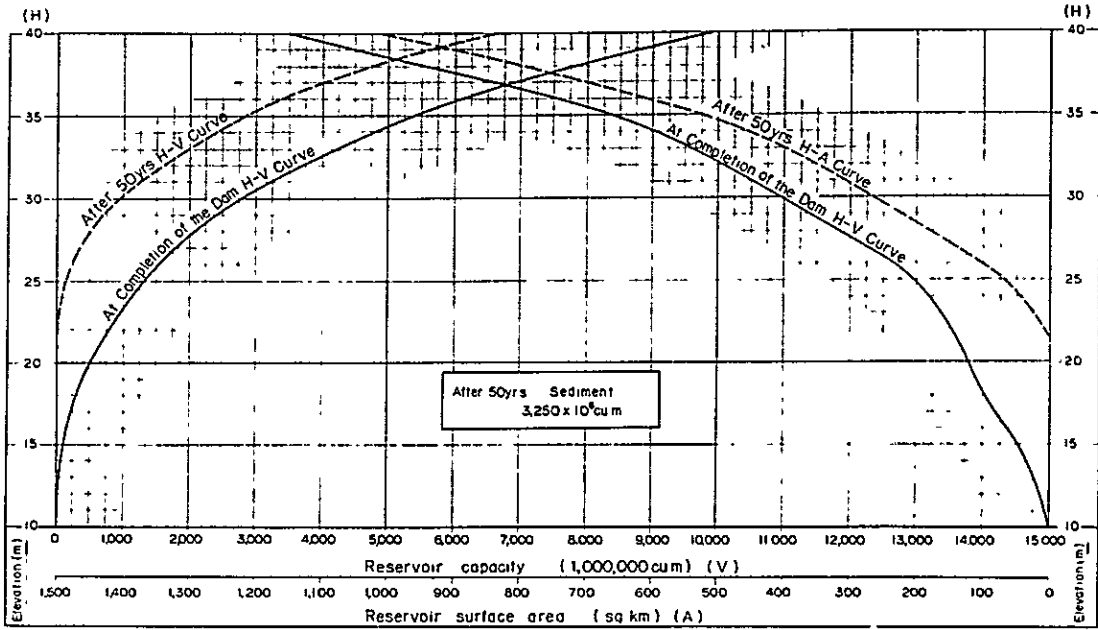
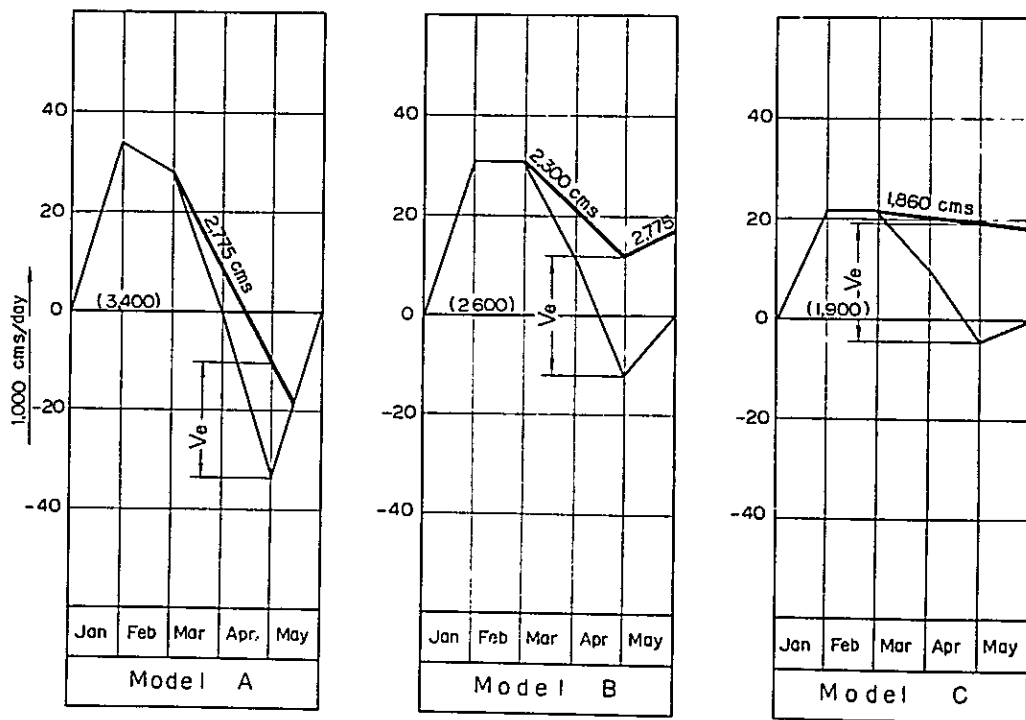


Fig. D-5 Mass Curve of Sambor Reservoir



V_e Effective Storage Capacity (cms)

Table D-10 Net Evaporation-Precipitation Correction Factors

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
(1) Precipitation (mm)	0	0	22	59	207	159	226	279	232	120	52	3	1,359
(2) Temperature (°C)	25.3	27.3	28.9	29.7	28.1	27.5	26.8	27.0	26.5	26.4	25.7	24.7	
(3) Consumptive Use of Native Vegetation (mm)	103	99	117	119	121	117	119	117	109	109	101	101	1,332
(4) Precipitation Consumed (mm)	0	0	22	59	121	117	119	117	109	90	52	3	809
(5) Evaporation (mm)	134	149	161	162	138	108	95	81	81	102	102	114	1,422
(6) Net Correction Factors (mm)	() 134	() 149	(-) 139	() 103	(-) 17	(+) 9	(+) 24	(+) 36	(+) 28	() 12	() 50	() 111	(-) 618

Note (1) Monthly average Precipitation at Kratie (1960-65) (3) Calculated by Blaney-Criddle Formula
 (2) Monthly Average Temperature at Kratie (6) (+) indicates the amount of holding
 (-) indicates the amount of loss

Table D-11 Monthly Supplemental Water for Irrigation from Sambor Reservoir

Month	Supplemental Water (cu.ms)	Month	Supplemental Water (cu.ms)
Jan.	20	Jul.	1
Feb.	21	Aug.	3
Mar.	9	Sep.	2
Apr.	4	Oct.	3
May	-	Nov.	7
June	4	Dec.	18

4-1-4 発電計画

4-1-4-1 発電規模

上流の諸計画を考慮しない場合の Sambor 発電所の最適設備出力は 125 MW
7基 計 875 MW と決定された。

この検討は、雨期、乾期の流量変動に伴い生ずる二次電力を常時化するため火力を併用する場合と、水力による常時電力のみを対象とする場合の2つのケースにつき各種の設備出力に対するKW・h 当りのコストが比較された。その結果前者では、水力約 900 MW、と火力約 400 MW の組合せの時、後者については水力単独で約 900 MW の時がKWh 当りのコストが最低になることが判明した。

以上から 4-1-4-2に述べられるとおり単機出力 125 KWを採用するとして発電規模は 875 KW (125 MW × 7 台)とされた。なお将来上流計画が実現し Sambor 発電所増設する場合には水車発電機

Fig D-6 Sambor Reservoir Profile

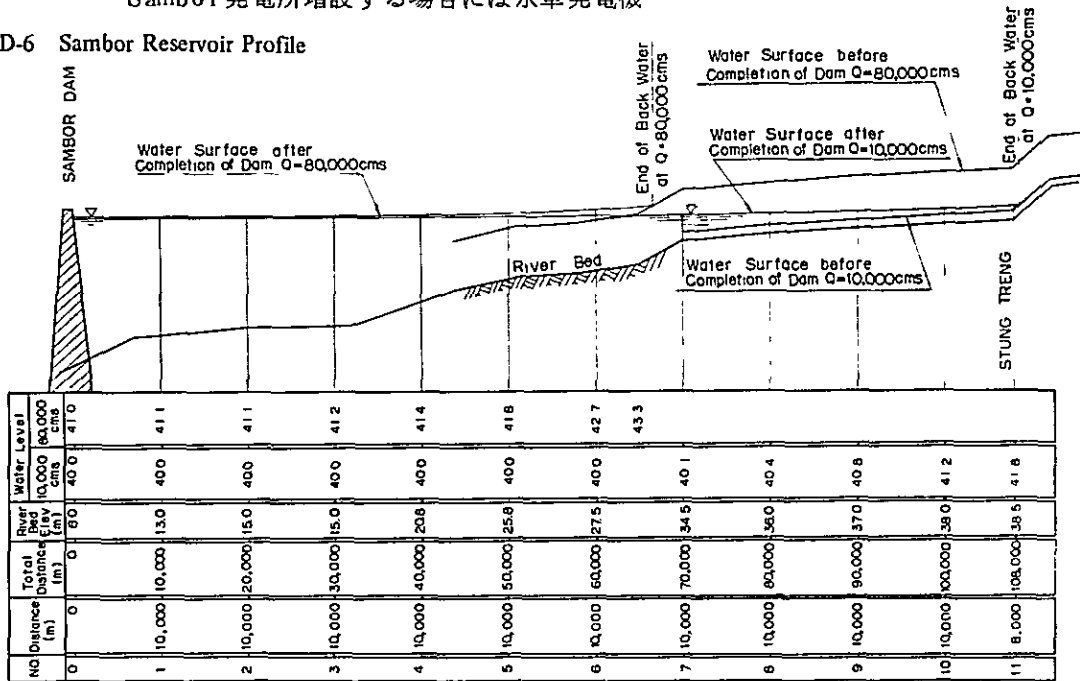
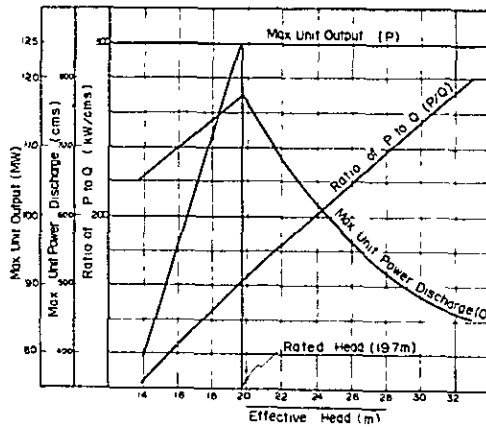


Fig. D-7 P-H-Q and P/Q Curve



のユニット数は12基となる。

現在Mekong河の上流で施工中或は計画中の主なものの貯水池容量は

Nam Ngum	5×10^9 cu.m
Pak Beng	20×10^9 cu.m
Pa Mong	75×10^9 cu.m
Stung Treng	60×10^9 cu.m
計	160×10^9 cu.m

であって、これら貯水池が完成し、有機的に操作されるならばMekong河の流況は現在より飛躍的に良くなることは明らかで、乾期Sambor発電所において使用出来る水量は7,000～9,000 cu.mと推定される故に、この流量を対象に4-1-4-2で述べられる水車を同程度のもの(最大流量775 cm.s)が将来増設されるとして基礎の数は12基¹⁾必要となる。

設備出力は125 MW × 7台 = 875 MW及び、200MW × 5台 = 1,000MW(基準落差30mのとき)合計1,875 MWとすることが出来、更に125 MWの発電機を200MWに更新するとすると、合計で2,400 MWとすることも可能である。

この計画(設計、施工)では、電力消化計画のType Iが採用されるとして第一期工事では5基の水車、発電機の据付を完了し、残り7基分についても基礎部のみを同時に施工してこの部分をダム工事の仮排水路に利用することゝされた。

4-1-4-2 発電機器の容量

発電機器の単機容量は

水車の容量	128 MW ¹⁾
基準落差	19.7 m
最大使用水量	775 cm.s
発電機出力	125 MW
発電機容量	140 MVA (力率89%)

と決定された。

この検討には機器の台数による建設費の増減、補修停止、事故停止の際の全系統におよぼす影響および機器特に水車の製作上の限界等が考慮された。

以上の水車、発電機を採用した場合の有効落差に対する単機出力、水量、および電水比の関係はFig D-7に示されるとおりである。

1) 水車は有効落差15.5m～32.0mに対応し得るもので基準落差を30mとするときには出力200 MWの発電機を取付けることも出来る。

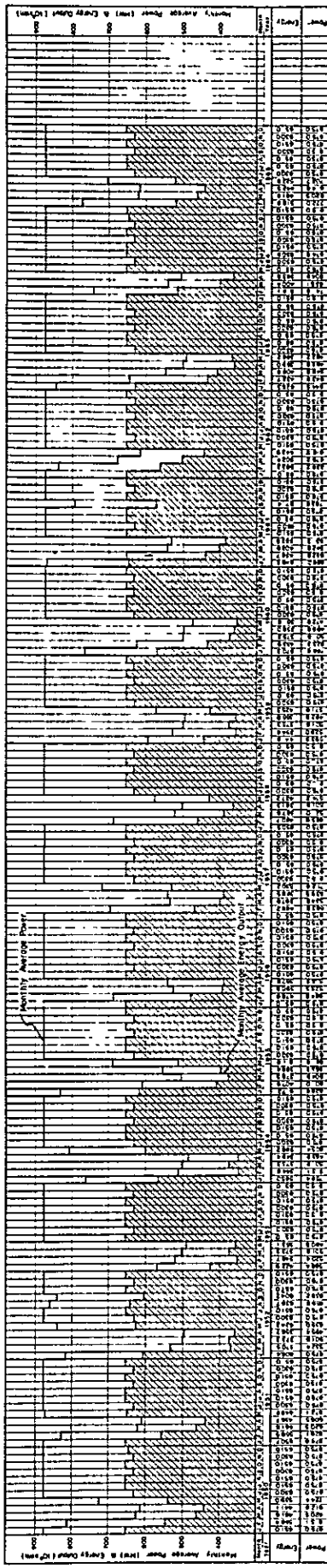
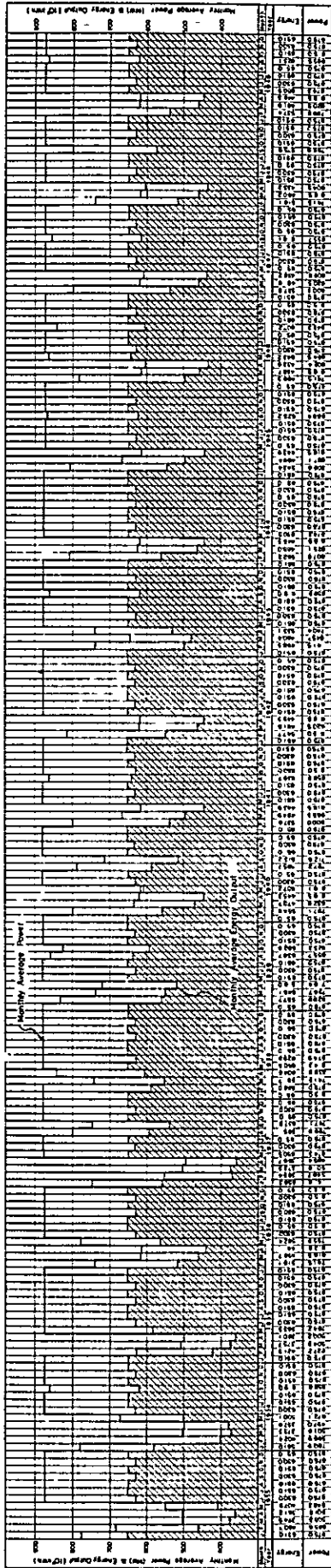
4-1-4-3 可能発生電力および可能発生電力量

発電所の設備出力875 MWとして、4-1-3-2で述べられた操作に従つ

て運転した場合の可能発生電力および年間可能発生電力量は夫々 473 ~ 875 MW および $6,400 \times 10^6 \sim 7,500 \times 10^6$ (平均 $7,000 \times 10^6$) Kwh となる。なお年間発生電力量の常時年間発生電力量は $4,100 \times 10^6$ Kwh である。常時出力 473 MW は乾期の濁水による (1960 年 5 月) ものであるが、電力消化計画に制約を加えるもう一つのファクターは洪水時、ダム下流側の水位上昇により落差が減じ (乾期総落差の最大は 32.5 m, 洪水時の最小は 15.5 m), 出力が低下することである。

前者の場合貯水池の調整によりピーク時にそれ以上の出力が期待出来るのに対し、後者の場合は台数を増さない限りそれ以上の出力は期待出来ない。1933年の内で雨期に延6ヶ月はこの様な理由により月平均出力が 800MW を割ることがある (最低は 1940 年 9 月 713MW) [Fig D-8 ~ 10 参照]

Fig. D-8 Monthly Average Power Output and Energy



NOTE: The figures for 1963 are based on actual data as reported by the Nuclear Regulatory Commission in April 1967. The figures for 1964 are corrected based on the data received by the Nuclear Regulatory Commission in July 1968.

Fig. D-9 Inflow and Outflow

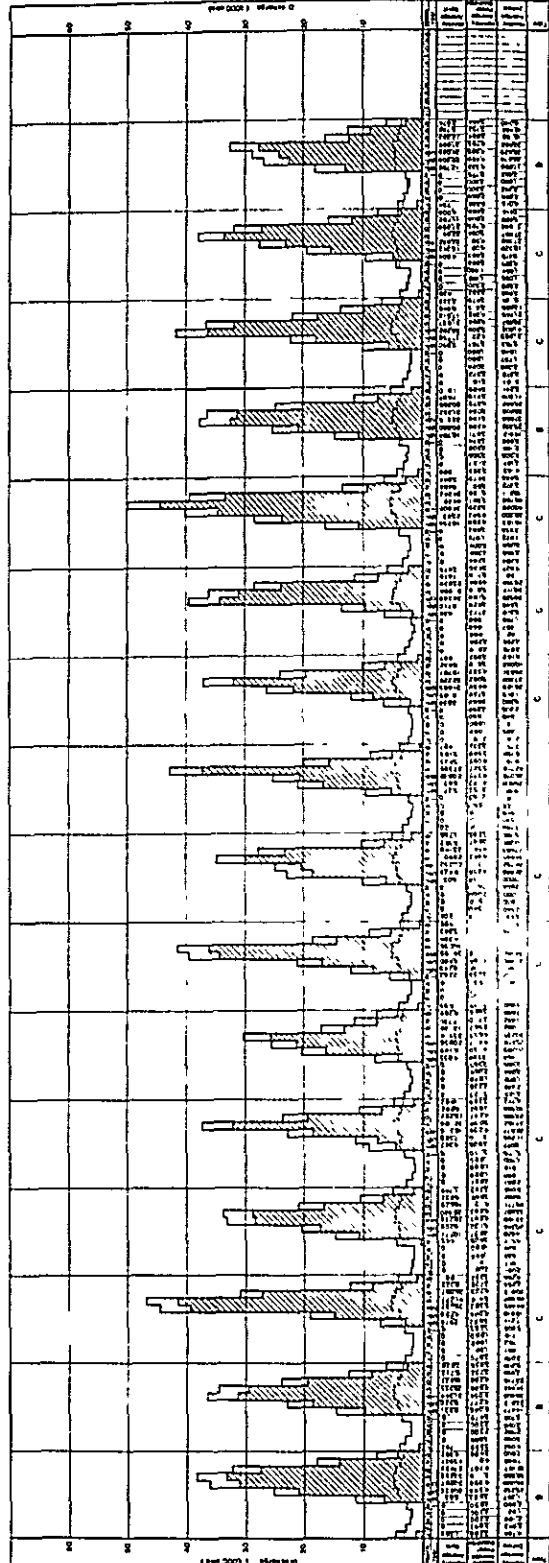
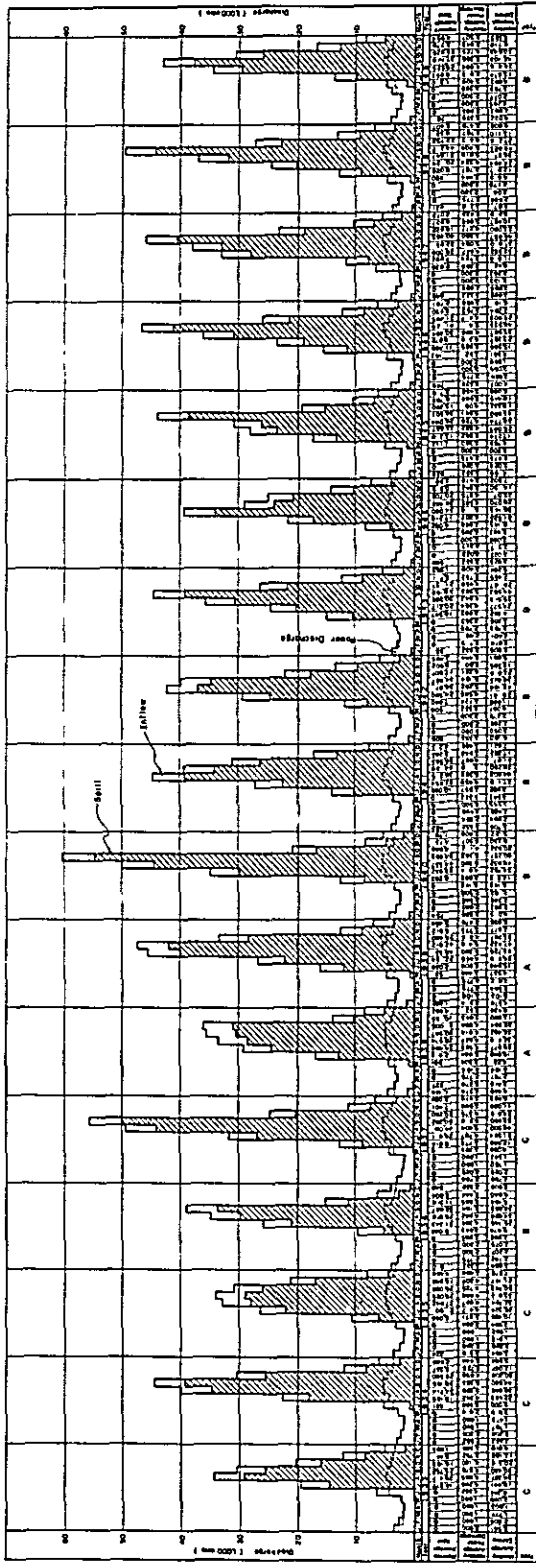
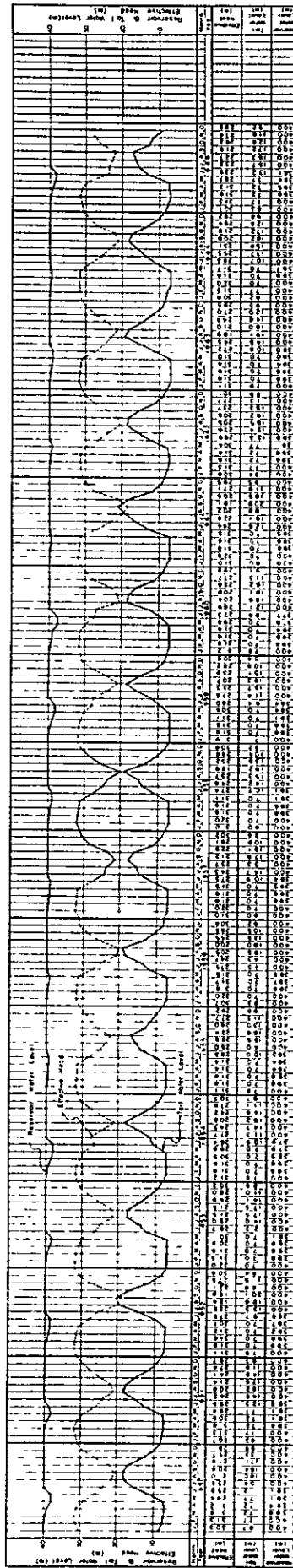
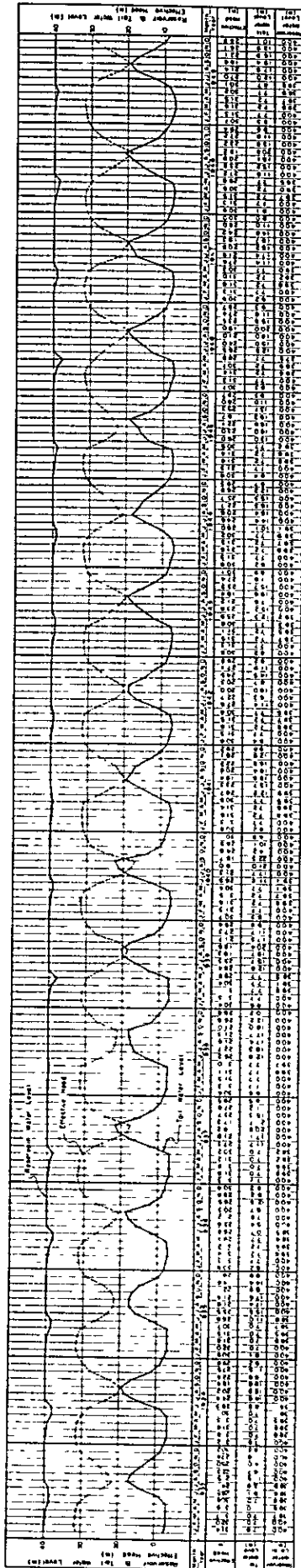


Fig. D-10 Reservoir and Tailwater Levels



4-1-5 送電計画

4-1-5-1 送電地域

送電地域は Phnom Penh, Sihanouk Ville および Saigon であって, Sihanouk Ville には電力多消費産業が建設されその負荷は 485MW, Phnom Penh および Saigon 地域では一般需要が対象となり, その負荷は夫々 90MW および 300 MW である。

Sambor 発電所が運転開始する時点ではこれらの地域の送電網は Phnom Penh で 110 KV 系が又 Saigon では Da - Nhim および Dong - Nhat 発電所からの 220 KV 系が完成しているものと思われ, Sambor 発電所からの送電線はこれらに連系されるものとされた。

4-1-5-2 送電々圧および回線数

送電電圧は 345 KV, 回線数は Sambor - Phnom Penh - Sihanouk Ville は 2 回線, Sambor - Saigon は 1 回線とされた。

将来 Mekong 河沿いに開発される諸発電所の連系を考慮すれば送電々圧は 400KV 級のものも考えられるが, 今のところ開発のテンポ, 電力潮流等の資料が得られないため Sambor 系単独で送電々圧および回線数の検討がなされた。その結果は Table D-12 のとおりで 1 回線でもよいが Sihanouk - Ville にはアルミ工場が建設されるので供給信頼度を配慮して Sambor - Phnom Penh - Sihanouk Ville 系の方は 345 KV 2 回数, Sambor - Saigon 系は 345 KV 1 回線とされた。(Fig D-11 参照)

Table D-12 送電々圧と回線数

区間 項目	Sambor ~ Phnom Penh	Phnom Penh ~ Sihanouk Ville	Sambor ~ Saigon
距離	190 km	160 km	230 km
負荷	575 MW	485 MW	300 MW
電圧と 回線数	1cct, 480 KV 2cct, 339 KV 3cct, 279 KV	1cct, 441 KV 2cct, 312 KV 3cct, 255 KV	1cct, 347 KV 2cct, 246 KV 3cct, 200 KV

4-1-5-3 変電所

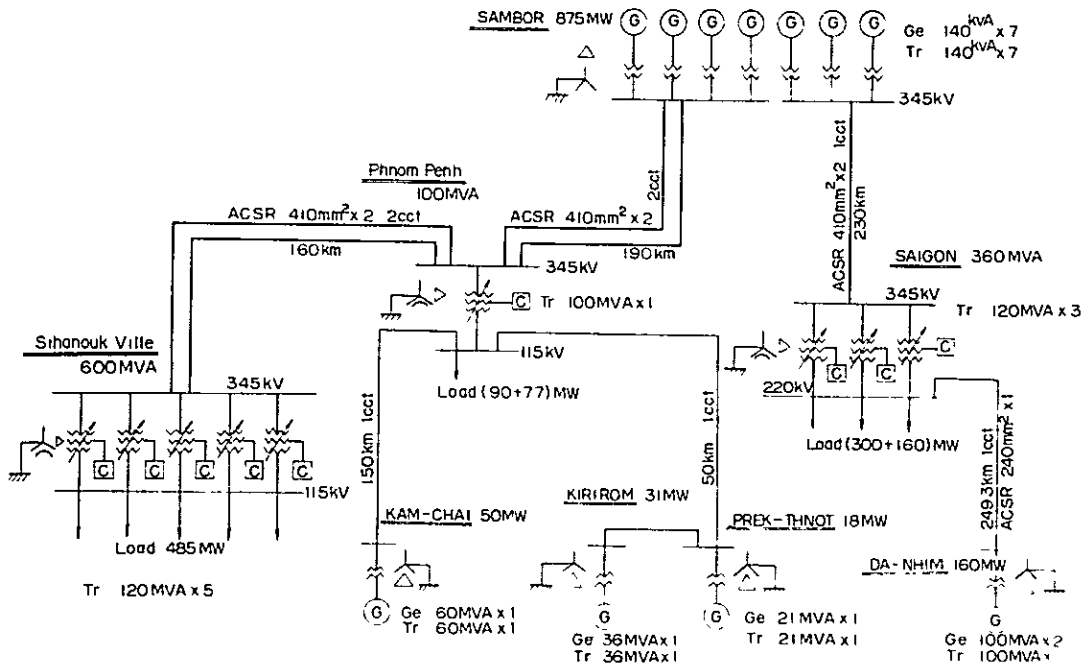
1 次変電所は Phnom Penh, Sihanouk Ville および Saigon に建設され各既設送電系統に連系される。

変圧器の 1 次系統は 345 KV 系, 2 次系統は Phnom Penh, Sihanouk Ville では 110 KV 系, Saigon では 220 KV 系とし, 変電所容量は, 負荷率 90% とし, Phnom Penh 100 MVA × 1, Sihanouk Ville 120 MVA × 5, Saigon 120 MVA × 3 とされた。(Fig D-11 参照)

4 - 1 - 5 - 4 通信施設

給電および保守のため発電所と変電所間に電力線搬送装置が設置され、又移動無線装置が設置される。

Fig. D-11 Transmission System Diagram



4-1-6 主要構造物

4-1-6-1 ダムおよび洪水吐

DamはGeneral plan に示されるとおりPrek KampiがMokong河に合流する点の上流部に建設される。その延長は307 km（取水口部を含む）で、内訳は次のとおりである。

右岸より 11,730 m	:	アースフィルダム
1,471 m	:	洪水吐（コンクリート）
763 m	:	取水口（コンクリート）
2,350 m（河床部）	:	ロックフィルダム
14,350 m	:	アースフィルダム
計 30,664 m		（Dwg No 1, 2参照）

天端標高は44 mで堤高の最大はロックフィル部で54 m、天端巾はフィルタイプ部 10 m、コンクリート部 6.0又は6.6 mである。

ダム容積は、左岸アースフィル： $9,020 \times 10^3$ cu·m

ロックフィル： $8,720 \times 10^3$ cu·m

右岸アースフィル： $8,160 \times 10^3$ cu·m

コンクリート（洪水吐のみで、取水口は含まず） 900×10^3 cu·m

なお洪水吐の溢流部の標高はEL 26 mでその上に高さ14 m、スパン15 mの2段式ローラゲート53門が設けられる。計画洪水量は90,000 cm·sとされたがこの場合ゲート分開で、溢流水位はEL 42 mまでに上昇する。

4-1-6-2 取水口および発電所

電力消化計画のタイプIが採用される場合発電所の設備は第一期125 MW 5基で、その後1基づつ2回に分けて増設され最終は125 MW×7基となる。併し4-1-4-1で述べられたとおり上流計画を考慮した場合の規模は200 MW×12基と想定されるので取水口および発電所の基礎は当初より12基を建設することとし、第一期で水車を設置する必要のない7基分の基礎は、ダム建設時の仮水路として利用される計画が採用された。即ち発電所のスペースは

長さ 560 m（但し第1期240 m 875 MW 完成時320 m）

巾 45 m

コンクリート量は1,331,000 cu·mである（Dwg.No3参照）

据付られる機器の概要は次のとおりである。

水車 : 立軸カブラン型

出力 128 MW

ユニット 7基（内、第1期5基）

有効落差 15.5～32 m

流量 775 c.m.s (基本落差 19.7 m の時)
 発電機 : 三相交流
 容量 140 MVA
 周波数 50 c/s
 電圧 15,400 V
 力率 0.89
 ユニット 7 (内. 第1期 5)
 変圧器 : 屋外三相送油風冷式
 容量 140 MVA
 周波数 50 c/s
 電圧 一次 15,000 V
 二次 345,000 V
 ユニット 7 (内. 第1期 5)

4-1-6-3 送電線および一次変電所

Sambor 発電所で発生した電力は Phnom Penh, Sihanouk - Ville および Saigon に送られる。そのルートは Sambor 発電所より Phnom Penh 経由 Sihanouk Ville と, Sambor 発電所より Saigon の 2 ルートで, その内訳は次のとおりである。(Dwg.No. 4 参照)

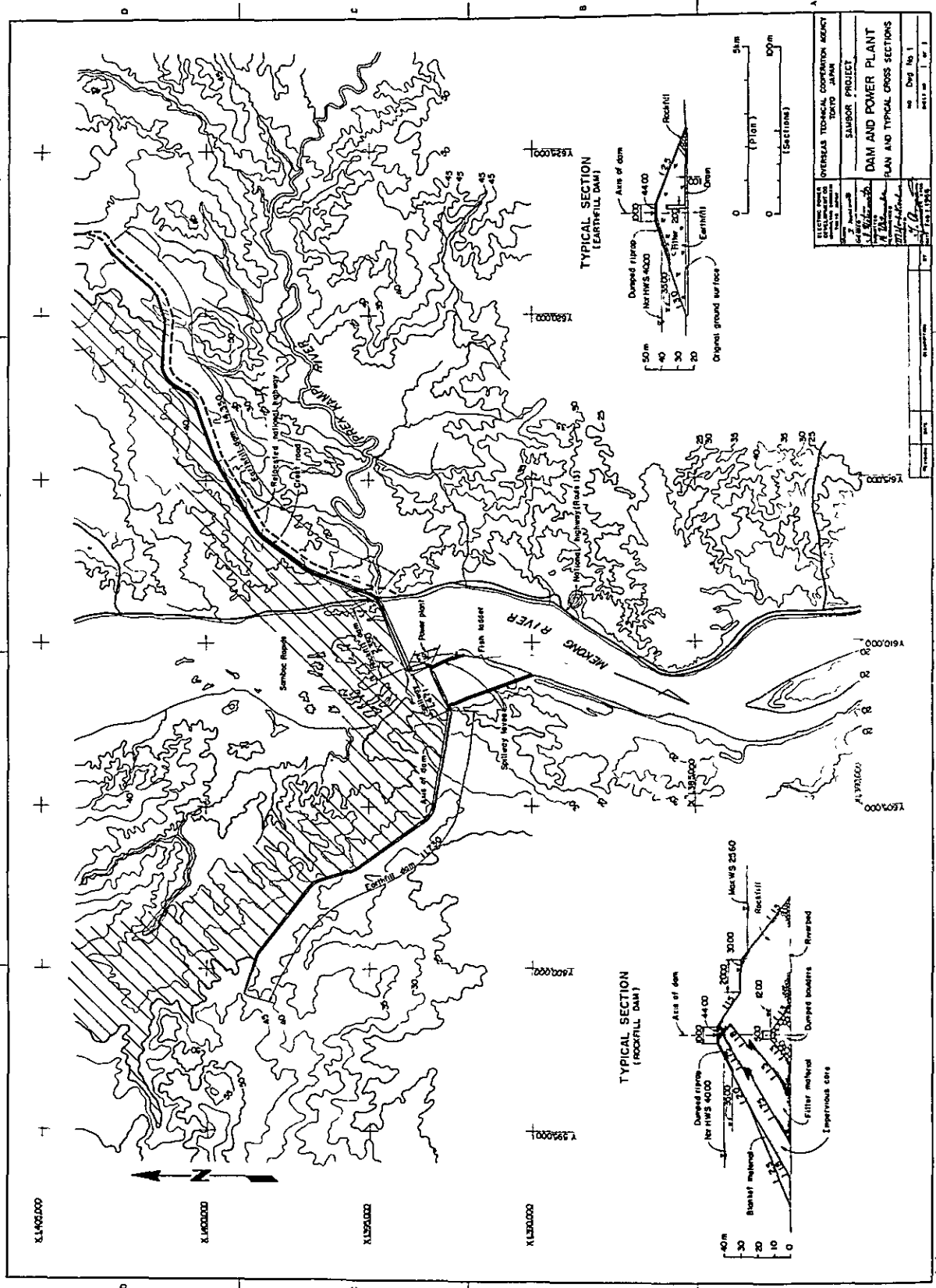
Sambor ~ Phnom Penh 190 km, 345 KV, 1 回線 × 2
 Phnom Penh - Sihanouk - Ville 160 km, 345 KV, 1 回線 × 2
 Sambor - Saigon 230 km, 345 KV, 1 回線

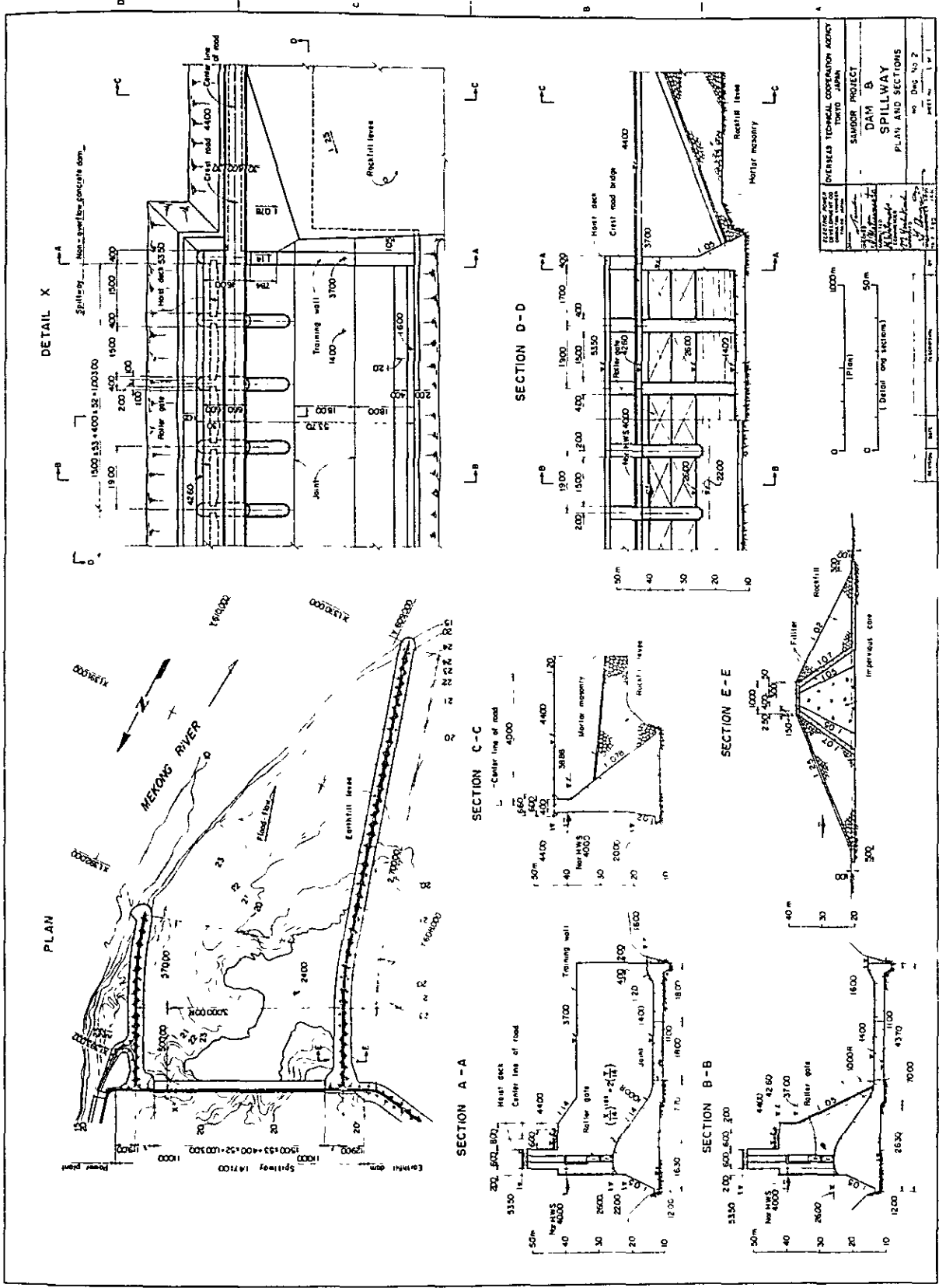
何れも電線は 410 mm, ACSR × 2 (Al 26/4.5mm St 7/2.5mm), 支持物は鉄塔が使用される。

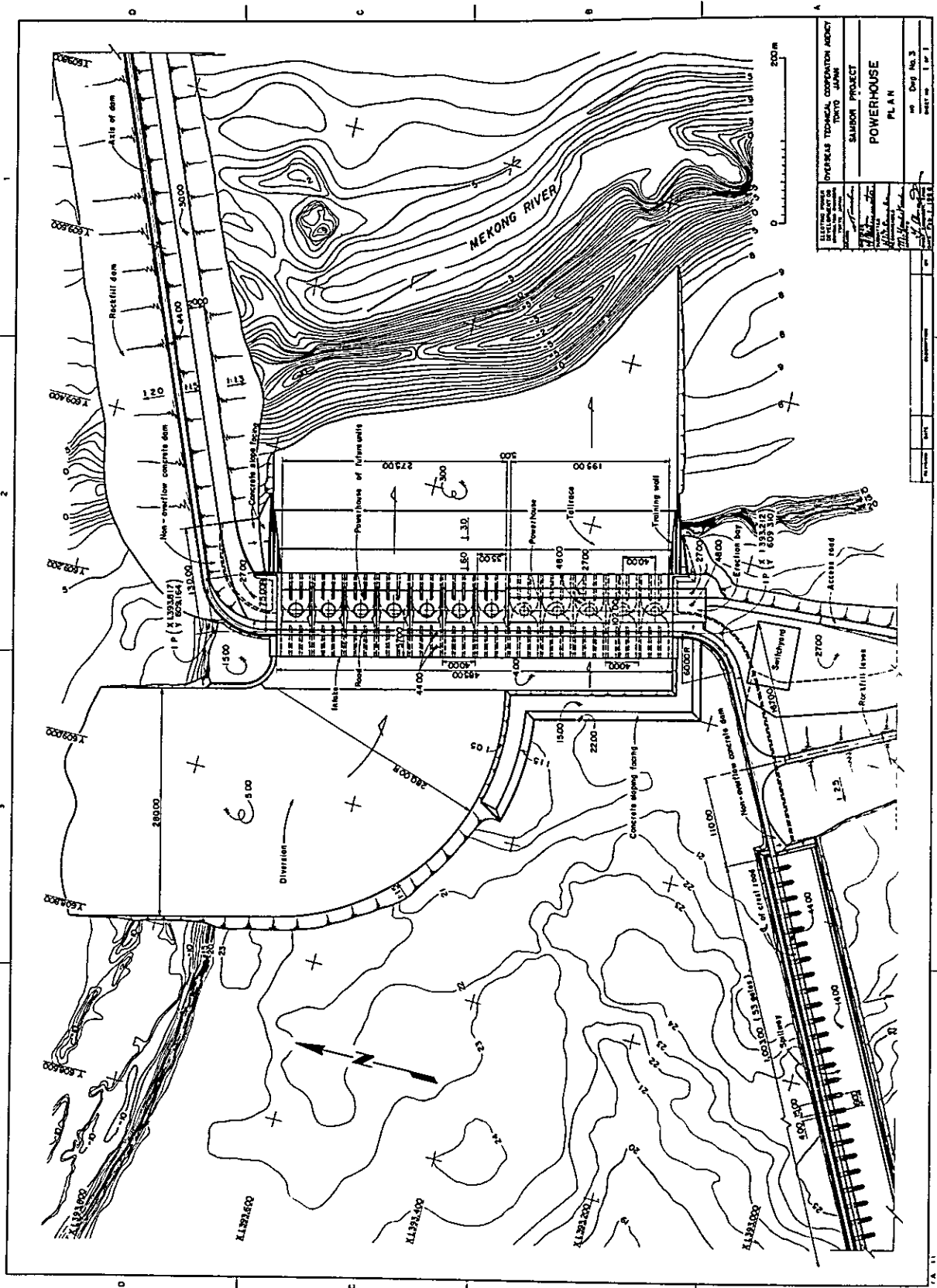
上記 3 地点に設置される一次変電所の概要は次のとおりである。

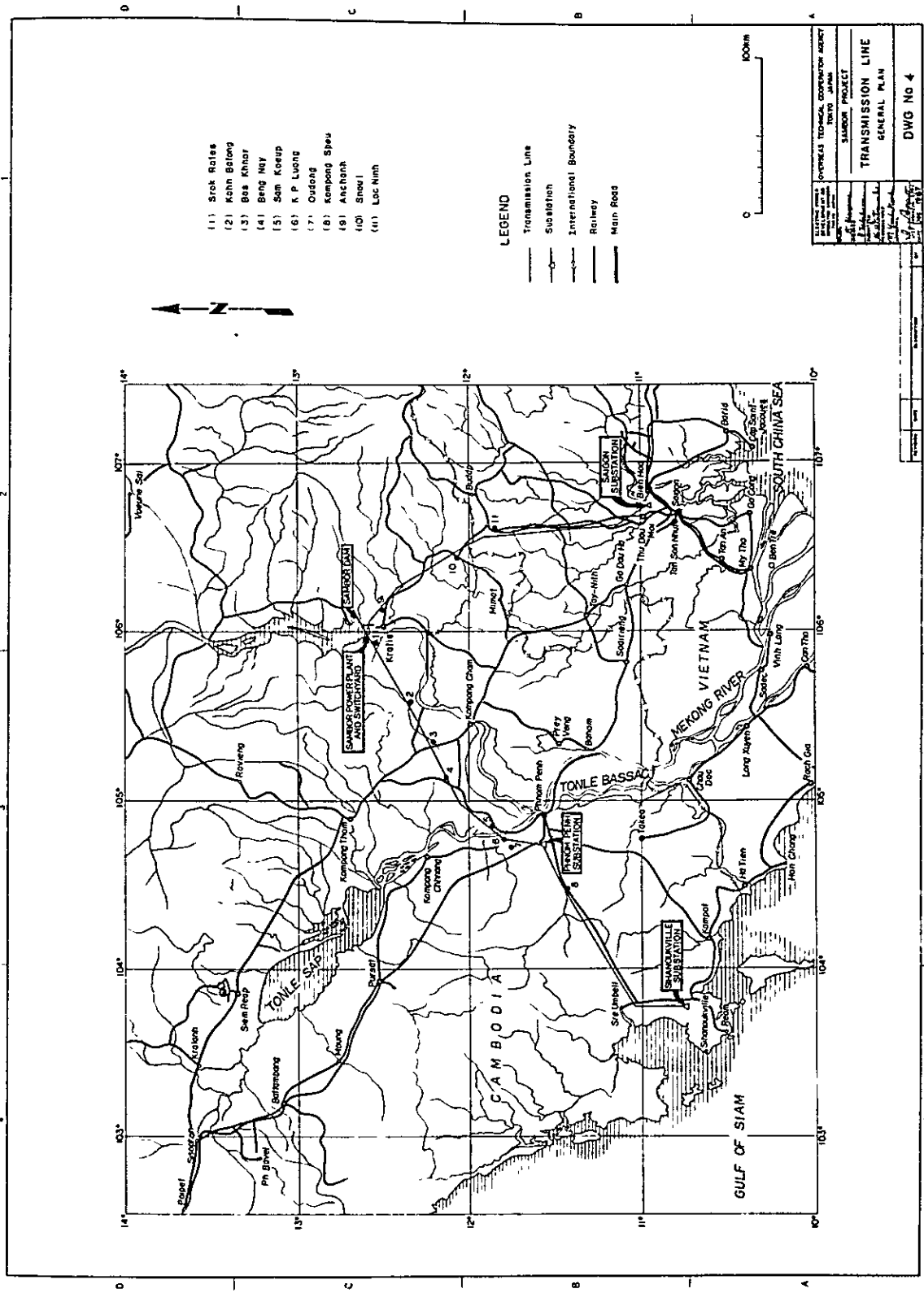
Table D-13 一次変電所の概要

位置 項目	Phnom Penh	Sihanouk - Ville	Saigon
負 荷	90 MW	485 MW	300 MW
二次電圧	115 KV	115 KV	220 KV
容 量	100 MVA × 1	120 MVA × 5	120 MVA × 3









4-2 舟航計画

4-2-1 輸送現況

4-2-1-1 一般概況

カンボジア国の人口は1965年現在 $6,115 \times 10^3$ 人で平方km当り33.8人(総面積 $181 \times 10^3 \text{sq. km}$)である。人口増加率は最近10数年間で年間約3%強を示している。

計画対象地域であるKratieより上流の地方は開発がおくれており人口密度も少ない(Table D-14 参照)

Table D-14 計画地域の人口および人口密度 (1962年)

	面積 sq. km	人口	人口密度
Kratie	11,094.1	126,231人	11.4人/sq. km
Stung Treng	11,092.0	34,508	3.1
Rattanakiri	10,732.3	49,340	4.6

(参考)

Phnom Penh	46.0	403,500	8,772
Kg - Cham	9,798.7	819,223	83.6
全 国	181,035.0	5,740,115	31.7

カンボジアにおける主な産業は農業であって、林業、漁業がこれに次ぎ、工業は農林水産物の加工が主で、最近では繊維、セメント、製紙等の工場が建設されつつある。鉱物資源は乏しく開発されていない。

各種産物は集積地から主要消費地である地方都市とPhnom Penhに出荷される。輸出品は大部分Phnom Penh港から一部はSihanouk Ville港又はKompong cham港から船積される。主な輸出品の内訳はTable 4-15のとおりである。

Table D-15 主な輸出品の内訳 (1916)

品 名	輸出量	輸出高	
Rice and products	$190.10 \times 10^3 \text{ton}$	$846 \times 10^6 \text{リエル}$	
Maze	133.42	285	
Rubber, Natural	50.78	885	
Pepper	1.48	59	
Kapok, ginned	11.74	99	
Fishery commodities	1.62	6	(参考)
Live animals	6.40	39	輸入額の総合計は
Soybeans	0.67	3	$3,888 \times 10^6 \text{リエル}$,
Sesam	4.79	32	輸出額の総合計は
Lumber	81.17	59	$2,356 \times 10^6 \text{リエル}$

Total	482.17	2,312
-------	--------	-------

Source, Statistical Bulletin, Committee for the Coordination of Investigations of the Lower Mekong Basin, Dec. 1967

国内の輸送型態を地域的に見ると西南地区は舟航可能な河がないので陸送であるが、Mekong河沿いでは各種産物の輸送、人員の交通は大部分メコン河を利用している。1964年現在登録船舶数はジャンク(16t以上)、鉄製、汽艇、自航、モーターボート合せて約3,000隻、132,000トンである。

4-2-1-2 Mekong河の状況

Mekong河沿いの主な都市の標高と河口からの距離を示すとTable D-16およびKey and Location Mapのとおりで、平均勾配は緩で

Table D-16 Mekong河下流部の勾配

都市名	河口からの距離 km	標高 m	平均勾配
Phnom Penh	332	11	1/30,000
Kratie	547	22	1/19,500
Stung Treng	680	50	1/4,700
Pakse	891	100	1/4,200
Savanakhet	1,148	140	1/6,400
Vientian	1,606	175	1/13,000

あるが局部的にはSambocやKhon等急端をなす箇所があり、舟航を不可能にしている。

渇水期と洪水期の水位変化はTable D-17に示すとおりPhnom Penh～Stung Trengで約9～17mにおよぶ、このため旅客の乗降および貨物の積卸しが非常に不便である。

Table D-17 Mekong河各地点の水位変動 (unit: m)

	1961年			1962年		
	最高	最低	差	最高	最低	差
Stung Treng	48.3	38.2	10.1	47.3	38.4	8.9
Kratie	21.3	4.0	17.3	19.8	4.2	15.6
Kompong Cham	14.5	1.3	13.2	13.7	1.1	12.6
Phnom Penh	10.0	0.7	9.3	9.2	0.7	8.5

(注) Hatienにおける平均海水面よりの高さ。

カンボジア政府の観測値。

水深の面から見た場合、河口～Phnom Penh間の水深は5～7m(但しSong Cua Tieuでは潮を待って航行する。制限吃水4月4.1m,9月5.1m)であるが、Phnom Penh～Kompong Cham間の水深は10～25mのところも

あり比較的深い。従って河口～Kmpong Cham間は、2,000 ton 級の船の航行が可能である。Kompong Cham～Kratie 間は水深3m以下のところがあるので200 ton 級が、Kratie～Sambor 間は水深2m程度のところがあり小型船が夫々航行出来る程度である。それより上流はSambor Rapid があるので舢舨或は筏程度しか通らない。

流速はStung Treng, Kratie, Kompong Cham で乾期に0.2～0.5 m/sec 程度であるが、雨期には増大し1.6～1.7 m/sec (流心部では3～4 m/sec), となる。1961年8月流量50,000 cm.s の時 Phnom Penhで平均流速2.3 m/sec (流心3.34 m/s) の記録がある。従って雨期には小舟の航行が不可能となる。

4-2-1-3 Mekong 河の水深状況

Phnom Penh より下流では2,000 ton 級の船舶が航行しておりPhnom Penh 港に入港する外洋船は年間500～600隻、同港扱いの輸出入合計屯数は1960年前後で700,000～850,000 tonであった。

Phnom Penh より上流Kratieまでは国内交通船や舢舨、漁船、木材筏が運航している。又主要幹線道路がMekong 河と交る所ではフェリーボートが就航している。

交通船は10～150ton, 定員50～200人程度のもので、1963年当時におけるPhnom Penh 上流の発着回数および所要時間は次の通りである。

Phnom Penh 発 Kratie 行	: 3回 (寄港地10～15港) 14～16時間
Kompong Cham 行	: 4回 (寄港地9～25港) 9～10時間
Raca Kong 行	: 3回
Kratie 発 Phnom Penh 行	: 3回 12～14時間
Kompong Cham 行	: 4回 (寄港地10～30港) 7～9時間(上り11時間)
対岸	: 15～20回

利用度は平日は定員の50～70%, 休日や祭日は平日の1.5～2.0倍と推定された。

運賃はPhnom Penh～Kompong Cham 20リエル,(米1俵当り5～7リエル)
Phnom Penh～Kratie 45リエル,(米1俵当り7～15リエル)
Kompong Cham～Kratie 30リエル,(米1俵当り6～10リエル)で、バスのPhnom Penh～Kompong Cham 間50リエル、Phnom Penh～Kratie間120リエルに比しはるかに安い(バスのKratie～Stung Treng 間は60リエル)。

舢舨は米、その他の農産物や、木炭の運搬に利用されている。その大きさは50～500 ton のものが多く、米は350～500 ton 級、木炭は40～100 ton

級のもが使用されている。(Phnom Penh より上流Mekong 沿い地域の米, 木炭の状況についてはTable D-18 および 19 参照)。

Table D-18 米の生産量(1965年) Table D-19 木炭の生産量(1962年)

産地	生産量	全国比	産地	生産量	全国比
Kompong Cham	247	9.8	Chhlong	3,562	27.4%
Kratie	23	0.9	Snuol	360	2.8
Stung Treng	5	0.2	Kratie 左岸	2,230	17.2
全 国	2,500		Kratie 右岸	2,248	17.3
			全 国	13,000	3

運賃はKompong Cham ~ Phnom Penh で米 8~10 リエル/俵, メイズ 12 リエル/俵, Kratie ~ Phnom Penh で木炭 10~17 リエル/60kg 箱で, 河岸荷役量は米 1 俵当り 2~5 リエルである。これをトラック運賃に比較すると米では舢舨の方が 30~60% 安い。なお舢舨は曳船に曳かれて河を下るがKratie ~ Phnom Penh 間は雨期で 5~7 日, 乾期は約 20 日を要す。

Kratie および Stung Treng 地方は木材の主要産地であり全国の約 15% を産す。(Table D-20 参照)。伐採された木材は筏に組まれ Phnom Penh に運ばれる。

筏に組まれる地点は主として Se Kong, Se San の上流, Stung Treng, Kratie Tonle Bet などである。

筏は巾 8~12 m, 長さ 10~15 m のものを数個繋いで全長 50~92 m のものとし, 雨期は自然流下, 乾期は曳船が利用される。Phnom Penh までの所要日数は自然流下で 10~15 日, 曳船で 4~5 日である。

Table D-20 木材の生産量(1962)

産地	生産量 m ³	全国比
Chhlong	3,821	1.9
Snuol	8,753	4.4
Kratie 左岸	6,598	3.3
Kratie 右岸	6,287	3.2
Stung Treng	2,877	1.5
計	28,336	14.3
全 国	198,300	

船舶繫留設備は Phnom Penh 港で外洋船舶用鉄筋コンクリート棧橋 2 パーツ, 鋼製ポンツーン 4 基, 内航用ポンツーン 24 基があり, Kompong Cham ではポンツーン 4 基, Kratie では小規模なポンツーン 4 基を設えている。その他交通船の寄港地では大半が簡単なポンツーンを設えているが, 小舟で連絡するところ

もある。何れも非能率である。

4-2-2 輸送計画

4-2-2-1 計画目標の時期と範囲

この計画ではカンボジア国の人口が現在の約2倍になると思われる20～25年後の交通運輸状況を想定してこれに対応し得る舟航設備が立案された。

Sambor Dam が完成した場合 Stung Treng までは一応航行可能となるが、それより上流は Stung Treng Dam をはじめとする上流 Dam 群の完成を待たねばならない。これら Dam 群の建設時期は未だ明確でないので、一応 Sambor Dam の背水の及ぶ範囲、即ち Stung Treng より下流を対象に検討が進められた。

4-2-2-2 輸送量の推定

目標時点における Sambor Dam 地点を通過する旅客および物資は年間で次のとおり推定された。

旅客	200,000 人	(上り, 下り)
生活物資・雑貨	54,000 ton	(上り)
木材	56,000 ton	(下り)
木炭	5,000 ton	(下り)
その他	5,000 ton	(下り)

計画目標時点における Kratie 上流域の人口は都市部で現在の2倍、地方で1.5倍として Table D-21 のとおり推定された。

Table D-21 計画時点の推定人口

地名	人口人
Kratie 省	190,000
Kratie 市	(23,000)
Stung Treng 省	52,000
Stung Treng 市	(7,000)
Ratanakiri 省	75,000
計	317,000

この結果 Kratie 市の推定人口は Kompong 市の現在の人口の80%、Stung Treng 市は Kratie 市の現人口の60%、又 Stung Treng 省と、Ratanakiri 省の合計は Kratie 省の現人口とほぼ同数である。

以上から旅客数は現在の Kratie 港の年間乗降客数 300,000 人の60～80%として200,000人と推定された。

生活物資は現在のカンボジア国生活必需品の消費量人口1人当たり0.24～0.35 ton, 年々の増加率を4.4%, Kratie 上流地域の生活水準をカンボジア国平均の2/3とし, 1988年のStung Treng港後背地の人口127,000人に対して年間50,000～76,000 tonと積算された。この内85%に当る43,000～65,000 ton 平均54,000 ton が水上輸送によるとされた。

木材は生活水準の向上と水運に恵まれ流量は急増するとして56,000 ton と推定された。

木炭の生産はStung Trengでは輸送手段がないので域内消費として年間20ton程度であるが原木に恵まれているので水運が便利になると急増するものと思われ, 年間5,000 tonと見積られた。なおその他にゴム, ジルコン, 竹, 果物, 乾魚等の産物が少量ではあるが輸送されると考えられ, 年間5,000 tonが見積られた。

4-2-2-3 Sambor 貯水池完成後の舟航の可能性

Sambor 貯水池が完成した場合, 乾期の日平均流量は増大し1,860～2,775 cmsとなるが電力需要の負荷にあわせて貯水池の水が操作されるのでオフピーク時の流量は1,350 cmsまで減少する。従ってDam下流水位は現在より稍々上昇はするが(現在の最小日流量1,250 cms)大きくは期待出来ず, Dam～Kratie間では雨期は流速の過大, 乾期は水深不足(吃水制限1.5m)といった問題点は解消されない。

船形と舟航可能期間の関係はTable D-22のとおりとなる。

Table D-22 船形と舟航可能期間

船形 項目	交通船 (120ton)	小型船 (1～5ton)	筏
流量の上限	50,000 cms	25,000 cms	40,000 cms
流量の下限	4,000 cms	1,350 cms	1,350 cms
年間舟航	10.5～	8～	9～
可能期間	11.5ヶ月	9ヶ月	10ヶ月

なお上記の運航制限がなされても尚安全を期するためDam下流約3kmの間で浚渫する必要が生じる。

4-2-2-4 船形と運航数

Sambor Dam 地点を通過する船舶の種類, 数量は現在のKratie下流での状況と大差なく, 交通船, 舢舨, 漁船, 曳船, 筏等で, 新に考えられるものでは水中翼船とHover-Craftがある。(Table D-23 参照)

Table D-23 各種船舶の概要

種類	排水量 ton	長 m	巾 m	吃水 m	摘要
交通船	110 ~ 120	約 32	6.3 ~ 6.6	2.75	
水中翼船	12	16.3	5.8	2.0	定員 30人 時速 65~70 km
Hover craft		径 7 ~ 12 m			角型では 15×8m
舢	100 ~ 200	20 ~ 25		1.3~1.5	
筏		100 (10 ~ 15m) 5 ~ 7組	8 ~ 12	1.5~2	

1日当りの船舶通過数は片道平均18隻、最大25隻と推定された。

これは下りの貨物66,000 ton, 人員100,000人(4-2-2-2参照)を対象に, 交通船にあっては1隻当り人員60人, 貨物2 ton, 舢は1隻当り貨物50 ton, 筏は1組木材80 tonとし, 更にその他の船舶を1日当り約7隻加算し, 季節による運航量の変化を加味して求められたものである。

4-2-2-5 ダム上下流の連絡型式

ダム上下流の連絡型式は, 船台を設けたインクライン型式とされた。

この方法はロック方式より工事費が安い能力が小さい, 併し4-2-2-4で検討された船の運航量は充分消化出来る。即ちインクラインの1回の往復時間は準備10分, 斜路通過23~27分, 余裕を見込み計75分と推定されるので, 片道18~25隻なれば, 1日当り延べ23~32時間運転すればよく, 3線で足りることになる。この計画ではインクラインは運航数の増加に応じ(Fig D-12参照), 次に示すとおり3期に分けて建設される。

第1期 : 木材筏用インクライン(船と兼用)1線

第2期(運開後11年目): 中型船用インクライン1線

第3期(16年目): 中型船用インクライン1線

なお将来Stung Treng上流にDam群が完成した時点においては運航数が増加し, 船形も大型化するので別途ロックが建設されよう。

4-2-3 主要構造物

4-2-3-1 インクラインの概要

位置, 方向: ロックフィルダム左岸寄り(Fig. D-13参照)

ダム軸との交角18°

盛土量: 820,000 cu.m

機械室: 900 m²

斜路: 3線; 筏用1, 中型船(30~150 ton)用2,

勾配1/11

延長 855 m

レール：70 kg (1線につき4条)

台車：中型船用 各線に付1台

筏用 10台(チェンで連結)

ウインチ：捲上速度 30 m分

中型船用 260 × 2,

筏用 180 × 1

押車： 50 × 3

4-2-3-2 浚 渫

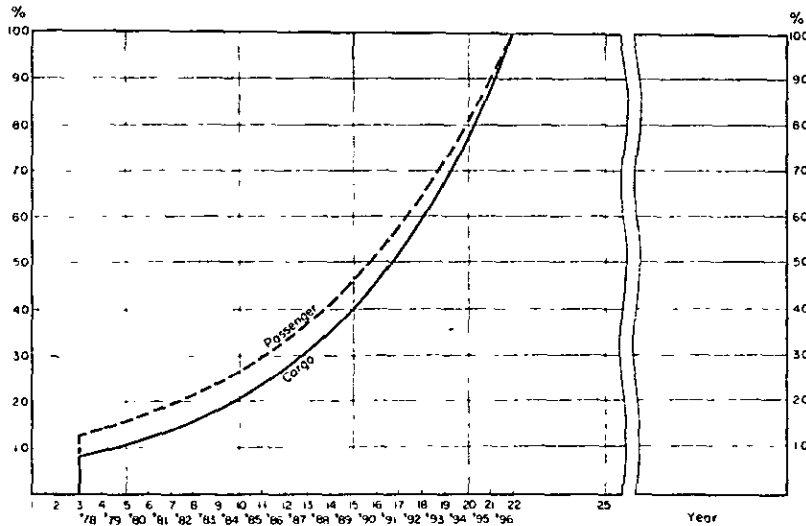
河川流量 1,350 cm.s の場合

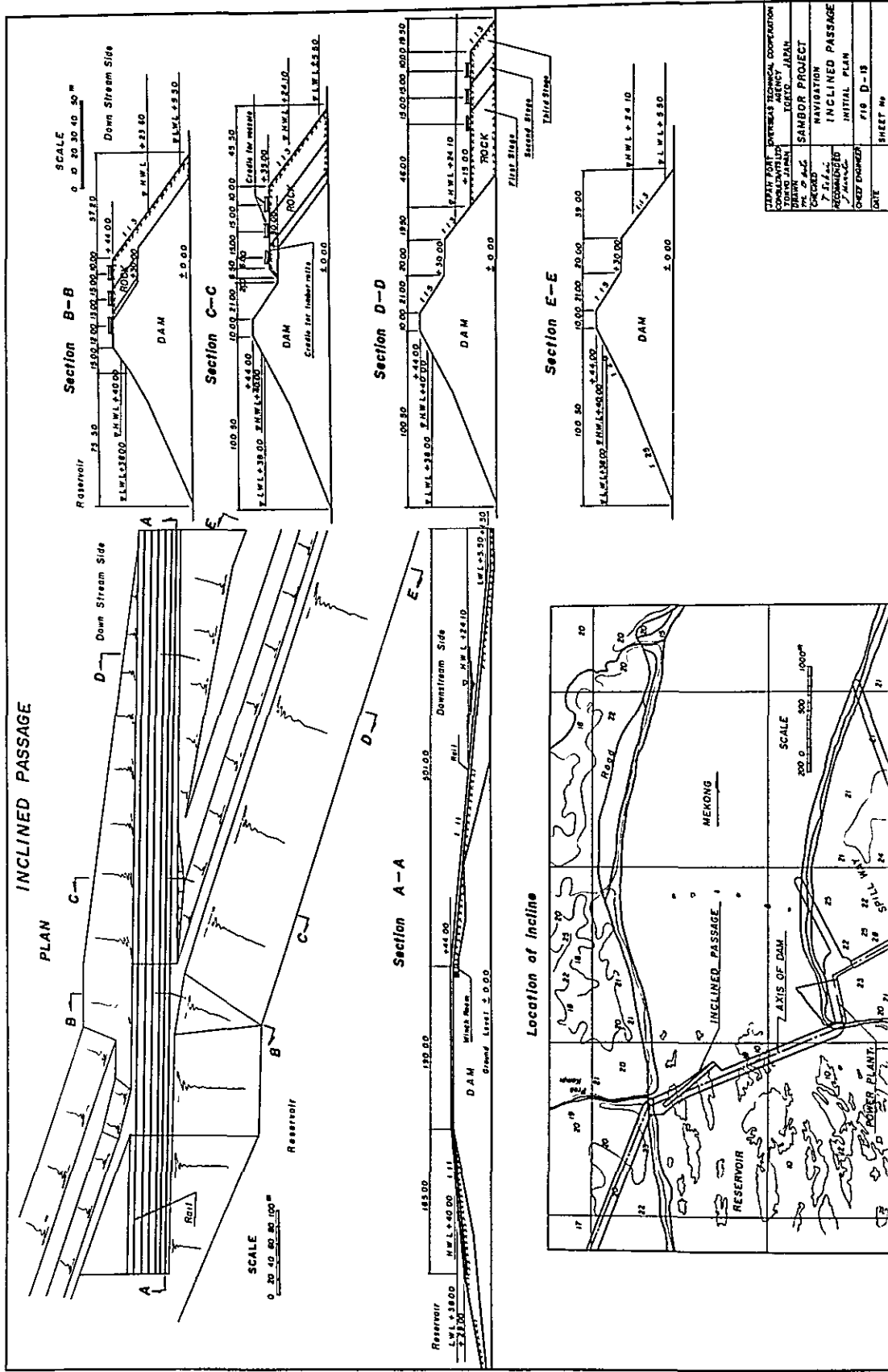
航路の有効巾 45 m, 水深 2 m以上を確保するため Damより下流 3 km の間を浚渫する。その量は, 岩 95,000 cu.mと見積られる。

貯水池の上流端では Stung Trengより下流 7~14 km 間と, 25 km 地点で航路の有効巾員 60 m, 底の標高 34.5 mを保つための浚渫が行われる。

その量は土砂 570,000 cu.mと見積られる。

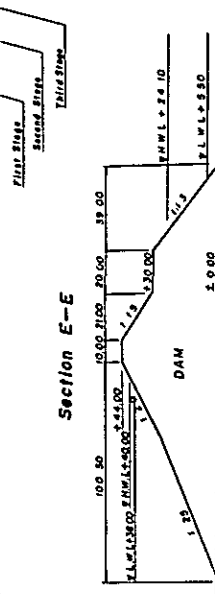
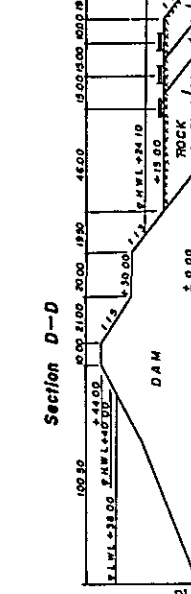
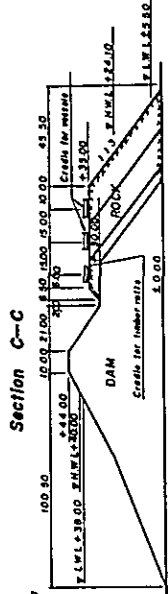
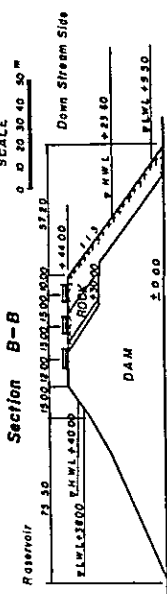
Fig. D-12 Increasing Curve of Cargo and Passenger



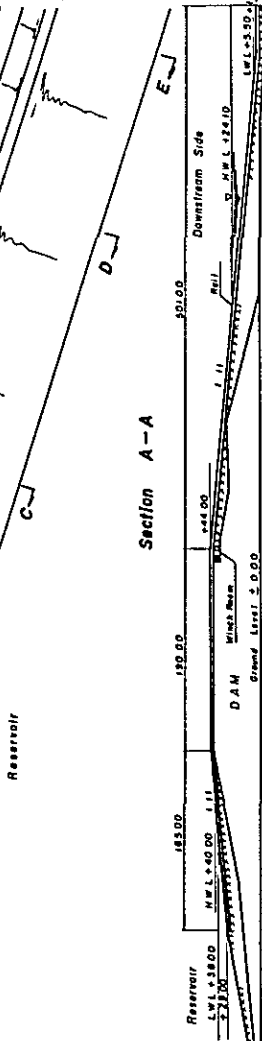


INCLINED PASSAGE

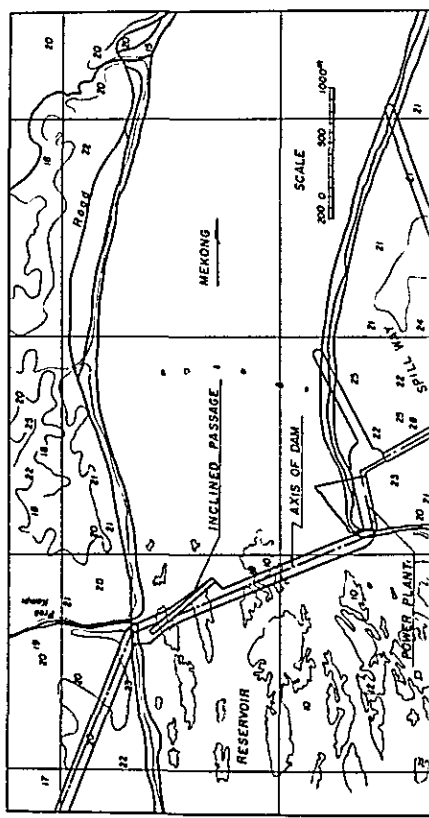
PLAN



Section A-A



Location of Incline



DESIGNED BY	OVERSEAS TECHNICAL CORPORATION
CHECKED BY	YOSHIO YAMAMOTO
APPROVED BY	YOSHIO YAMAMOTO
PROJECT	SANBOR PROJECT
NO.	NAVIGATION
REVISION	7 1/1
DATE	INC. PAS. PLAN
DRAWN BY	CHYI DORNG
SHEET NO.	110 D-13

4-3 農業開発計画

4-3-1 計画地域の状況

4-3-1-1 土地資源

(1) 地形

計画対象地域は Mekong 河が山間地帯から平野部に移る中間地帯にあつて、丘陵地および Mekong 河本、支流の形成した氾濫平野からなつている。

地形は次に述べる 8 つに分類出来る (Fig D-14 参照)。

第三紀層丘陵地：最も高位部に属し、大部分は地盤の浅い疎林、一部は密林をなしている。

丘陵地、谷底平野：Mekong 河の大小の支流によつて形成された掌状の谷間の平野で、多くは雨期稲水田になつている。

山裾の緩傾斜地：丘陵地帯から湿地を含む低地域へつゞく移動部で、山麓の崩壊土からなる。

盛上つた自然堤防：Mekong 河によつて形成された自然堤防の高い部分で河沿いに緩やかなカーブを描いてつゞき、主要な通行道路ともなつている。

自然堤防の背後傾斜地：自然堤防の隆起部から堤内地の低い湿地帯に向つて Mekong 河の堆積作用によつて形成された緩傾斜の堤防後背地で、大半が雨期に浸水する。地味は最も肥沃で畑地として利用されている。

湿地帯内の小河川による堆積地域：小支流によつて形成された自然堤防と三角州地域で浸水するところが多い。

後背低地域：標高は 14 m から 20 m にいたる地域内で最も低い地域で、雨期には完全に浸水する。現在ほとんど土地利用されていない。

後背湿地内の湖沼又は窪地：旧河床、彎曲河川敷跡、残沼等で雨期にはもちろん浸水し、常時も水を湛えているものが多い。

(2) 地質・土壌

計画対象地域の基盤は印度・支那層群に属し、主として第三紀層の砂岩と頁岩で構成されている。計画地域の土壌の大部分は沖積土で微粒質のものが多い。雨期の氾濫により土砂が流入する自然堤防の上、または Mekong 本流から直接土砂の流入するところには中粒質または粗粒質の土壌が分布し、後背湿地に近づくにつれて次第に細くなる。

土壌断面形態は未開発または発達程度の弱いものが多い。土壌は主として土性と排水の良否によつて細分される。丘陵地には赤黄色ポドゾル土壌が分布するが比較的高い丘陵面には赤色系があり、やゝ低い部分および沖積面に接する地帯には黄色系の土壌が分布する。黄色系の土壌は第三紀層の基岩の有無によつて 2 土壌統に細分される。丘陵内の谷底平野には水田耕作の影響を受けて低腐植質グライ土壌が分布するが、土性によつて 2 土壌統に細分される。Bos Leav 及び Kanhchor の一部には玄武岩を母材として発達した Regur への中間の土壌が分布する。

Fig D-16に各土壌統の代表的な柱状図が示されている。表土および表土に近い土層の浸透性は主として土性と耕耘状態とによつて異り、畑地において粘土質土壌ではおおむね 120mm/day 以下、ロームないし砂質土壌では $500\sim 1,000\text{mm/day}$ 以下である。一方湛水状態の水田においては雨期稲水田のローム質土壌で平均 48mm/day 、乾季稲水田の粘土質土壌で 1.8mm/day の程度である。最大容水量は大部分の土壌で $50\sim 60\%$ であり、重力水が排除された後の残留水分量即ち現場容水量は大部分が 30% 弱、またシオレ点は $6\sim 7\%$ であつた。したがつてこれらの土壌の保つことができる植物の利用水分はだいたい $20\sim 25\%$ とみることができる。雨期にはほとんどの土壌は現場容水量以上の水分を保つて飽和状態に近く、乾期の終りには多くの土壌はすくなくとも地表面近くは数%の水分を有するものとなつてしまう。

(3) 土地分類

1962年に日本の農林水産技術会議において決定された分級法に基づいて土地分類され、畑水田の生産力可能性等級の格付けが行われた。

その結果をTable D-25に示す。(Fig D-15参照)

第I等級：ほとんどあるいは全く制限因子或は阻害因子がなく、また土壌悪化の危険性もない良好な土地とみなされる土地。

第II等級：若干の制限因子あるいは阻害因子があり、あるいは土壌悪化の危険性が多少存在する土地。

第III等級：かなり大きな制限因子あるいは阻害因子があり、或は土壌悪化の危険性のかなり大きい土地。

第IV等級：きわめて大きな制限因子あるいは阻害因子があり、或は土壌悪化の危険性がきわめて大きく、耕地として利用するにはきわめて困難と認められる土地。

Table D-24 Classification of Soils into Great Soil Groups and Soil Series

Great Soil Groups	Soil Series	Parent Material	Soil Texture	Drainage Class	Profile Development	Area (ha)	Capability Classification	
							Upland	Paddy
Alluvial soils	1 Chong Kaoh	Alluvium	S	Good	None to weak	400	III	
	2 Pôngrô	Alluvium	SiL	Good	None to weak	2,500	II	
	3 Bos Leav	Alluvium	SiCL	Good	Weak	5,300	II	
	4 Môreum	Alluvium	HC	Very poor	Weak	1,000		II
Lithosols	5 Pou	Basaltic/Tertiary		Good	None	300	IV	
Vertisols	6 Prek Chamlak	Basaltic	HC	Moderately good	Weak	900	II	II
	7 Sre Prang	Basaltic/Tertiary	HC	Moderately good	Weak	1,100	IV	
Low Humic Gley soils	8 Stung Preah	Alluvium	SL	Good	Strong	300		III
	9 Kampi	Alluvium/Tertiary	CL	Moderately good	Medium	2,500	III IV	
	10 Roha	Alluvium	LiC	Good	Medium	4,600		III
	11 Sambok	Alluvium	HC	Moderately good	Medium	24,000	III	II
	12 Russei Char	Alluvium	HC	Poor	Medium	6,500		II
Red-Yellow Podzolic soils	13 Krâkôr	Old alluvium	LS	Good	Medium	6,300	III IV	
	14 Kêng	Old alluvium	LS	Good	Medium	1,500	III	
	15 Tuól	Old alluvium/ Tertiary	LS/CL	Moderately good	Medium to strong	8,800	III	

Table D-25 Land Classification

	Soil Series	Area (ha)	Capability Classification	
			Upland	Paddy
1	Chong Kaoh	400	III	
2	Pôngrô	2,500	II	
3	Bos Léav	5,300	II	
4	Môreum	1,000		II
5	Pou	300	IV	
6	Prek Chamlak	900	II	II
7	Sre Prang	1,100	IV	
8	Stung Preah	300		III
9	Kampi	2,500	III IV	
10	Roha	4,600		III
11	Sambok	24,000	III	II
12	Russei Char	6,500		II
13	Krâkôr	6,300	III IV	
14	Kêng	1,500	III	
15	Tuôl	8,800	III	
16	Lakes and Ponds	3,000		
Total		69,000		

Note: Class I: Land which is considered to be good arable land having no restrictive or obstructive factors, and completely free from the fear of deterioration of soil condition.

Class II: Land having a certain degree of restrictive or obstructive factors, or subject to the fear of limited deterioration of soil condition.

Class III: Land having restrictive or obstructive factors to a fairly large extent, or subject to the fear of appreciable deterioration of soil condition.

Class IV: Land having extremely large restrictive or obstructive factors, or extremely liable to deterioration of soil condition, and not considered suitable for cultivation.

(4) 土地利用状況

K r a t i e 州における土地の利用状況は T a b l e D - 2 6 に示すとおりで総面積 1 1 1 5 × 1 0 h a に対し、2,6%に当る 2 8,8 × 1 0 h a が耕地として利用され、残り大部分は森林である。概して M e k o n g 河の自然堤防上には住宅、畑、堤防後背地に 1 ~ 3 K m の帯状をなした畑、その低位部に水田（雨期の湛水を利用して乾期稲を栽培する）が分布している（ F i g D - 1 7 参照）。又丘陵地谷底平野には水田（雨期稲）が分布する。

T a b l e D - 2 6 土地利用の概要 （単位 h a ）

	総面積	農耕可能地	農耕地面積			森林面積
			計	水田	その他	
C a m b o d i a	18,103,500 (100%)	6,698,300 (37,0%)	2,050,000 (11,4%)	1,750,000	300,800	9,051,700 (51,6%)
K r a t i e	1,115,187 (100%)	40,000 (3,6%)	28,806 (2,6%)	21,216	7,590	1,046,381 (93,8%)

注1) C a m b o d i a に関する数量は「B u l l e t i n d e l a s t a t i s t i q u e e t d e s e t u d e s a g r i c o l e 」N o 3, 1 9 6 3 に依る。

2) K r a t i e に関する数量は州知事の提供による資料「L a s u p e r f i c i e s d e r i z e r s, c h a m c a r & f o r e t s d e s l a p r o v i n c e d e k r a t i e」による。

3) 「S u p e r f i c i e s d e s r i z e r s, c a l t i v e e s (S a i s o n d e s p l u i e s)」による水田栽培可能面積：

- (a) 浸水区域、とくにコルマタージマの行なわれている地域は当分施肥を省くことができよう。しかし周年栽培となる場合はもちろんある程度効果的な肥料を全面的に導入して、地力改善を計らなければ生産性を向上しえなくなる時が来るであろう。
- (b) 開発地域の半ばは未墾地が占め、土壌的に見て開拓適地は明らかに湿地である。したがって栽培期間にとって浸水という大きな制限因子があるが、湿地の開墾は疎林や密林よりも容易であり、効果は栽培期間の制約を補って疎林や密林よりもすぐれている。
- (c) 未墾地の土壌が現在のままならば、開拓後の計画地目は大半が水田に適し、浸水調節は大部分の地域が不可能であるので乾期稲が栽培されることになる。しかし新しくコルマタージマにより M e k o n g 河からシルトを導入することができれば、かなりの個所で開畑することも可能である。
- (d) 疎林、密林が開拓された時は灌漑と施肥が必須である。
- (e) 浸水地域を雨期に利用するためには輪中堤および排水ポンプが必要となる。それ以外の地は排水溝を設けるだけで乾田化する。

現況地目と土壌区分、生産性区分とを対比すれば下表のとおりである。

Table D-27 現況地目と土壌区分

項目 地目	面積 1,000ha	土性	土壌統および生産力可能性分級	浸水の有無
水田	5,1	C, S i C, S L	Russe i Char(II), Sambok(II), Stung Proah(III), Roha(III)	(II)の全部(III) の一部浸水あり
畑	7,7	S i L S i C L, C	Pongro(II), Bos Leav(II) Sambok(III)	50%以上浸水あり
湿地	28,8	C~S	Russe i Char(II), Sambok(II) Moreum(II), Chongkaoh(III) Pongro(II), BosLeav(II)	全部浸水あり
疎林	22,6	L S, C L C	Krakor(III~IV), Tuol(IV), Kampi(III~IV), Prokchamlak(II) Sre Prang(IV), Pou(IV)	ほとんどなし
密林	4,8	L S	Keng(III), Krakor(III~IV)	なし
計	69,0			

Table D-27を見ると現況の農耕地がいずれも土地生産力可能性分級からみて、第II等級および一部第III等級の土地を巧みに利用していることが分る。水田ではRoha Series(III)などの雨期稲水田(天水田)が大部であるが、生産力可能性からみるとSambok Series(II)などの乾期水田の方がやや優れている。しかし現実の米の生産性は品種、灌漑施設などから必ずしもそのようには表われていない。疎林、密林は生産力可能性分級がIII~IVに属し利用されていない。毎年の雨期に浸水をうける湿地は、ほとんど分級IIに属しており、畑地に適するS i L~S i C L土性(PongroおよびBos Leav土壌統)とに大別される。

(5) 土地利用の可能性

土地分類の結果II級地に格付けされた面積は畑として8,700ha、水田として32,400ha、(内900haは畑としてもII)であり、残りはIII級以下の土地である。II級地は農耕地として利用するのに何らかの自然の制限因子或は阻害因子があるが、これらは人工的な対策(例えば客土による土壌改良、施肥、排水改良等)により或る程度軽減することも可能である。従って灌漑排水をベースとする農業開発計画は上記の40,200haが対象とされる。なお将来土地利用上配慮されるべき事項を挙げると次のとおりである。

- (a) 既耕地は土地条件がよいから、原則としてそのまま水田、畑として灌漑施設を充実し、水源を安定させる。

Fig. D-14 Land Classification Map

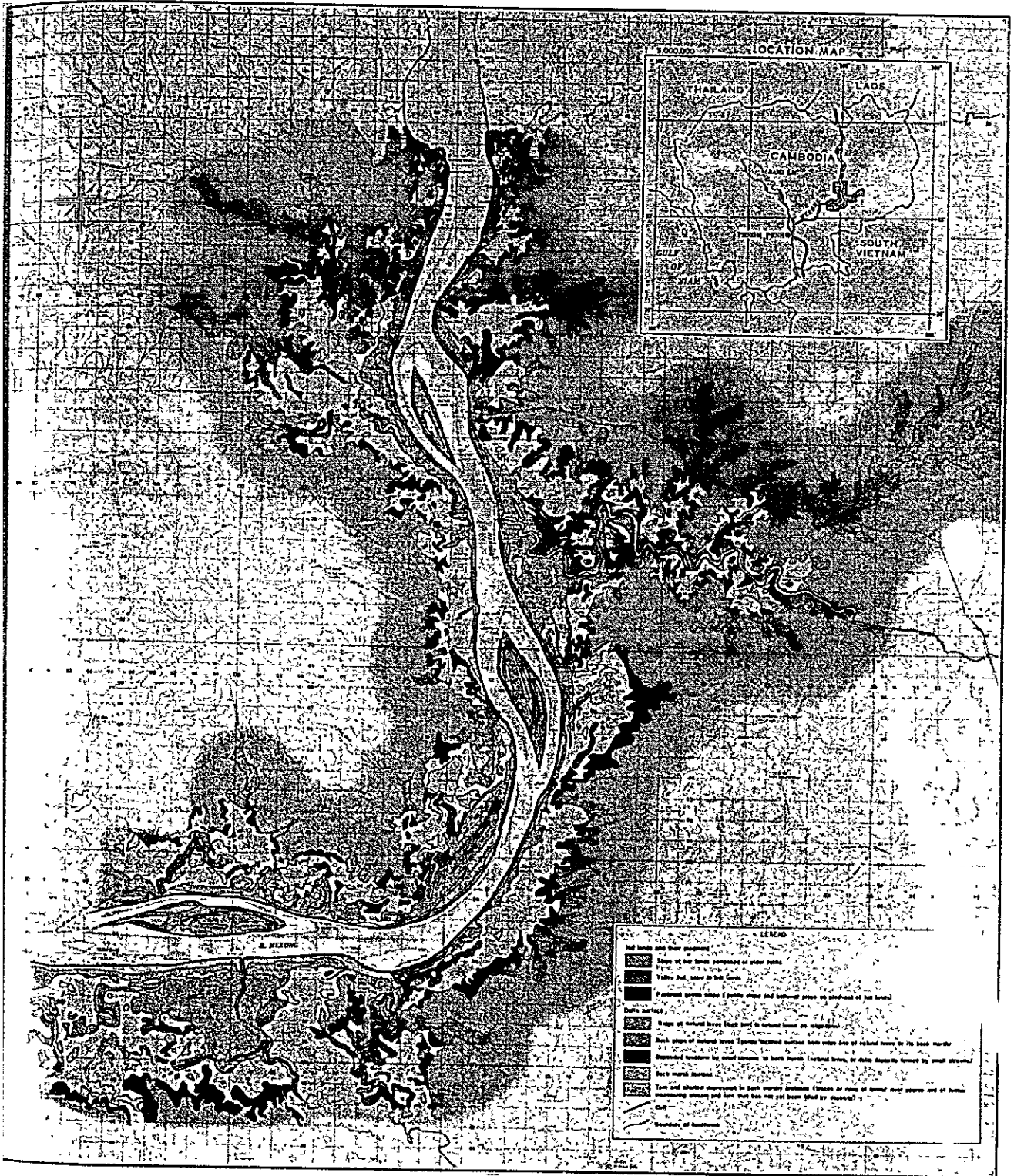
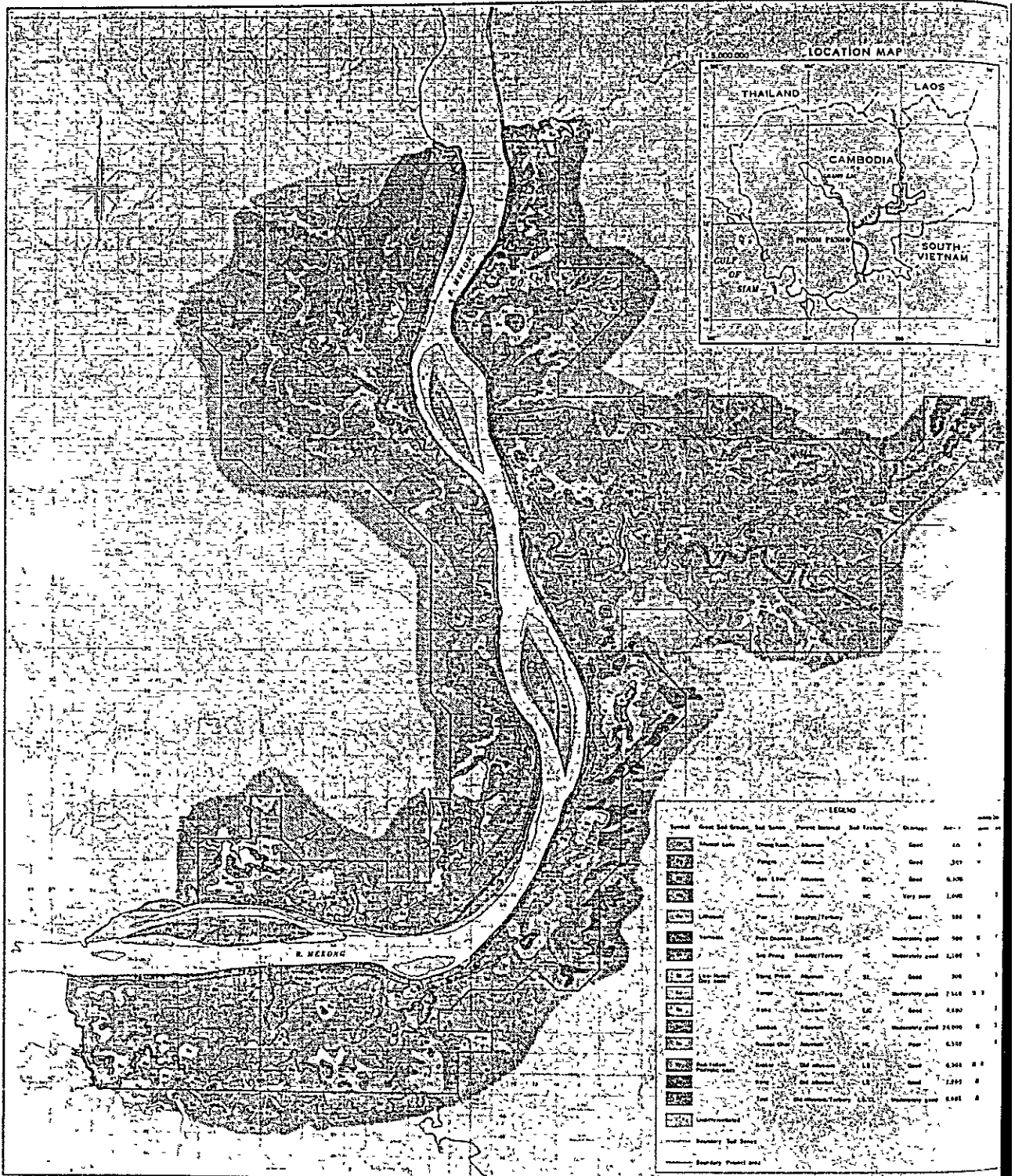


Fig. D-15 Soil Map



1 100 500

Fig. D-16 Exemplar Columnar Section of Various Soil Series in the Sambor Area

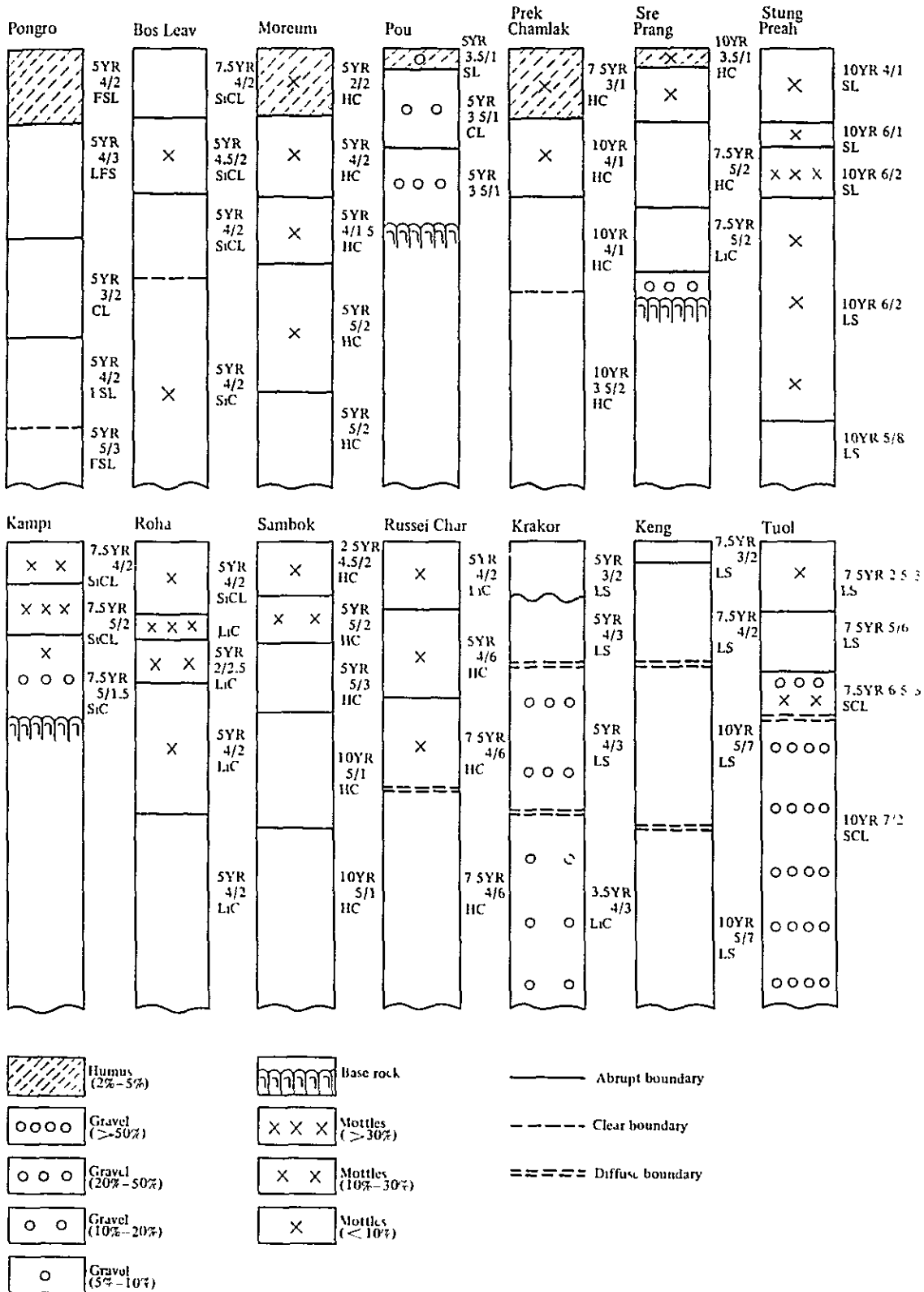
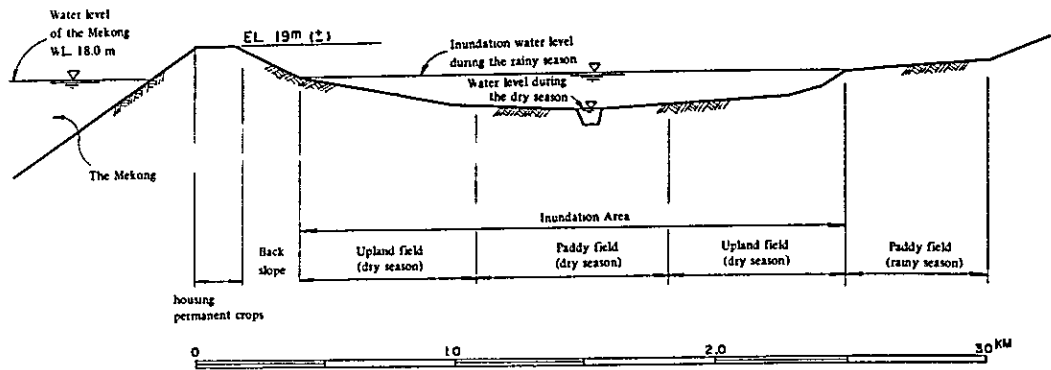


Fig. D-17 Illustration of Standard Land Utilization



4-3-1-2 水資源

(1) 降雨量

K r a t i e および S t u n g T r e n g での雨量記録によれば平均の年降雨はそれぞれ 1,200mm, 1,600mm 程度であり, 5月から11月までの間に集中している。(F i g D-2 参照)。

併し, 降雨はスコール性のものが多いので地域的, 時間的に降雨量は大いに異なる。P h n o m P e n h の記録により降雨のパラッキ状況が検討された結果は F i g D-18 のとおりである。又 1965 年の灌漑計画地域内での降雨記録によると 5月~11月における 7 日以上の連続干天が 2~3 回生起している

(2) 気温と湿度

K r a t i e における年平均気温はおよそ 27°C で気温の年間変化は 4 月に最高 (既往平均 29.7°C) 12 月に最低 (平均値 24.7°C) となるがその差は平均気温で 4~6°C である。(F i g D-2 参照)。

なお年次によって非常な暑さと意外な寒さの襲うこともまれにあり, P h n o m P e n h において最高 40.5°C (1926年4月) と最低 13.3°C (1955年1月) を記録したことがある。

(3) 蒸発量

蒸発量は地域的に大差はなく年平均 5.6mm/day 程度で雨期直前の 4 月頃が最高 7.4mm/day, 8 月頃が最低 3.9mm/day である (F i g D-19 参照)

(4) 河川流量

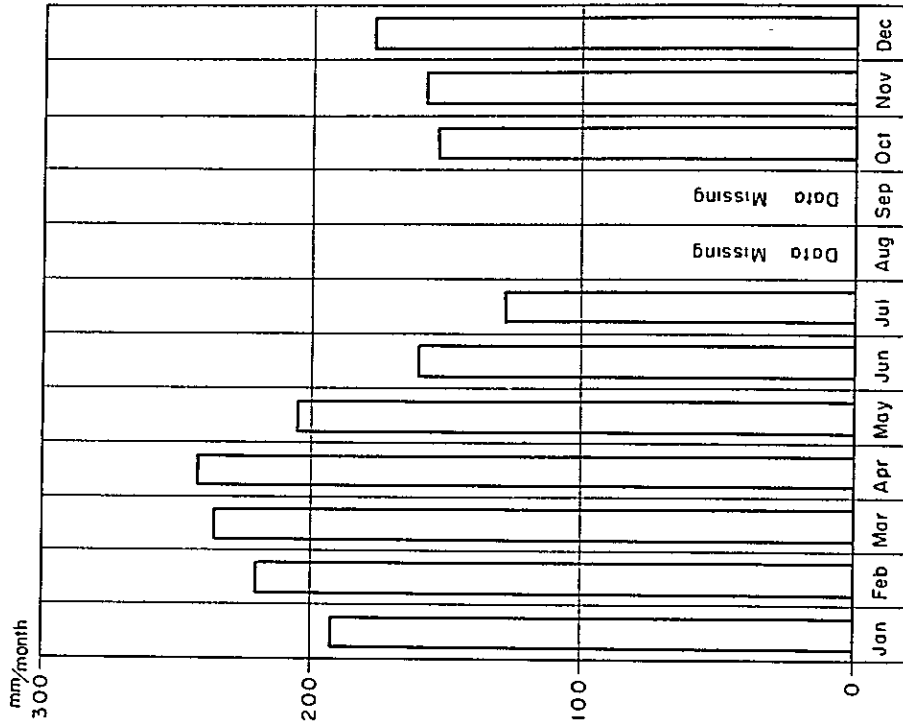
M e k o n g 河本流の流量については 4-1 発電計画で記述されたとおりである。灌漑計画に関係のある支流については日本の調査団により観測された。この記録は 1965 年 4 月~11 月, および 1966 年 5 月~10 月のものであり, これらの記録から各支流の流量は T a b l e D-28 のとおり, 589×10^6 cu. m と推定された。

Table D-28 Mekong 河支流の年間流量

河川名	地 点	流域面積	流 量
		Km	million cu. m
Prek Saop	Saop	110	371
Prek Paprak	Perprak	230	177
Prek Khnach	Khnach Touch	35	41
計		370	589

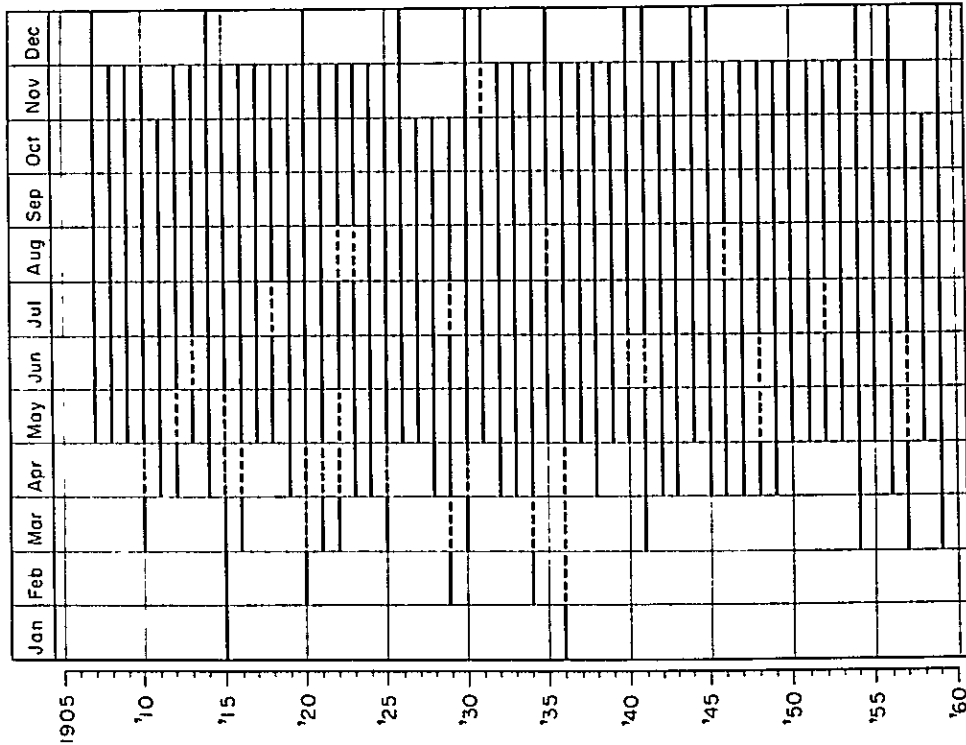
灌漑計画地区内に点在する湖沼は雨期M e k o n g 河からの浸水や域は自己流域からの集水により貯溜され、乾期に灌漑用水として利用出来る。湖沼概要はT a b l e D - 2 9 のとおりで8ヶ所で21×10 c u , mの水が利用出来る。相対湿度は年間を通じてかなり高く60～90%の範囲にある。その最高は9月項、最低は3月項表われる。

Fig D-19 Monthly Evaporation at Kratie



NOTE Average, Oct 1962 ~ Jul 1964

Fig. D-18 Rainy Period (Monthly Precipitation Exceeds 5% of Annual Precipitation)



NOTE Rainfall at Phnom Penh

Table D-29 水源として利用される湖沼

地区名	湖沼名	利用水量 (10 ³ m ³)		
		面積	水深	水量
Bos Leav	Pou	50 ha	1.5 m	750
Chhlong	Kompong Kor	110	3	3,300
"	Ta Thon	35	3	1,050
"	Prek kor	200 m ² × 11,000 m		2,270
Saop	Khney Romea	160	2	3,200
Prek Prasap	Chhrea	200	2	4,000
Ta Mau	Trapeang Thom	150	3	4,500
"	Mokoy	100	2	2,000
計	8カ所			21,070

(注) 利用水量は出口をゲートでせき上げた場合のものを示す。

(5) 湛水状況

雨期になり Mekong 河の水位が上昇すると、本流の水が支流へ逆流すると支流からの流出水により Mekong 河後背地には洪水が氾濫し、長期に亘り湛水する。その地域は Fig D-20 に示すとおりで 19,000 ha、湛水深は 2~3 m、湛水日数は 60~100 日におよぶ。

これらの土地の大部分は雨期における利用が不可能であるが、一方この期間に Sediment が堆積される。従って自然堤防後背斜面の畑は土壌が肥沃で乾期の生産性が非常に高い。

又 Kanhchor, Chhlong, Saop および Perk Prasap 等一部の土地では古くから人工的に Mekong 河の濁水を引き入れる Colmatage 農法が行われている。

(6) 水温、水質

水温については Harza Engineering Co. により Stung Treng 地点で 1960 年および 1961 年に観測された。年間を通じ変化は少く、大略 25~30°C で大体気温と比例した変化を示す。

水質は岡山大学小林純の調査によると Table D-30 のとおりで濫用水として良好である。雨期の濁水中には多量の浮流土砂を含んでいるが、浸水区域ではこれによって養分の供給、新鮮泥土の客入、さらに藻類の繁殖、細菌類の活動に伴なり窒素、磷酸などの潜在地力の発現効果を期待することができる。肥効に関する試験値は Table D-31 の

とおりである。

(7) 地下水

計画地域のMekong河および支流沿いの区域には主として飲料用に多くの井戸が掘られている。この地域の地下水が降雨ないしMekong河の水によって涵養されていることは明かである。調査によればKratie付近で12月～1月の水面が地表から1.5～4.0mの深さであった。地下水位は5月頃から上りはじめ7～9月に最高、3、4月項最低となり、なかには涸れるものもある。

水質については明らかでないが濁りは殆んどない。

現在地下水の利用は飲料水だけであって、かんがい水源としてはまだ経済性において本流および支流などの地表水にはおよばない。

TABLE D-30 TEST RESULTS OF WATER QUALITY

Unit : ppm

River	Time of Sampling	Ca	Mg	Na	K	HCO	SO	Cl	SiO ₂	Fe	PO	NO ₃	NH ₄	Al	Bu	KMn	TDS	TSS	Turbidity	PH	Hardness
Mekong (Mukdahan)	1956-Jul.	179	28	3.6	1.3	66.0	3.7	2.5	129	0.00	0.00	0.05	0.02	0.17	7.1	81	-	137.6	6.7	56.0	
	Aug.	189	2.4	2.7	1.1	71.5	2.4	0.7	13.4	0.00	0.00	0.03	0.05	0.33	20.0	80	241.2	107.8	6.6	57.2	
	Oct.	236	33.5	5.0	1.2	92.1	7.6	2.9	12.4	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	3.5	105	154.2	95.1	6.8	73.3	
	Nov.	26.6	4.2	66.1	1.1	102.9	10.4	4.5	13.6	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	4.9	116	119.5	136.5	6.9	83.8	
	Dec.	29.0	5.7	7.6	1.2	111.2	12.5	3.4	14.6	0.00	0.02	0.01	0.03	0.01	4.9	129	63.6	61.8	7.2	96.0	
	1957-Jan.	30.2	6.0	8.6	1.2	114.8	15.0	7.8	17.2	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	6.4	137	46.3	12.6	7.0	100.3	
	Feb.	31.2	6.3	10.0	1.3	117.0	16.0	9.1	15.1	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	1.1	147	29.8	2.3	7.1	104.1	
	Mar.	31.9	6.6	10.6	1.3	119.2	19.9	9.9	15.3	0.01	0.00	0.00	0.05	0.06	1.5	152	16.8	13.0	7.1	106.9	
	Apr.	32.4	6.3	10.3	1.8	119.2	17.5	10.0	14.8	0.00	0.00	0.00	0.08	0.07	1.4	155	21.9	21.3	6.9	106.9	
	May.	33.7	6.6	12.0	1.9	116.7	21.8	13.4	13.6	0.00	0.00	0.33	0.03	0.30	1.9	164	20.7	5.8	7.0	111.4	
	Jun.	19.9	3.6	6.5	1.5	73.2	7.4	8.4	9.2	0.00	0.00	0.01	0.06	0.04	3.5	101	285.0	34.5	6.8	64.5	
	Average		26.8	4.9	7.5	1.4	100.3	12.2	6.6	13.8	0.00	0.00	0.04	0.04	0.10	5.1	124.3	9.99	57.1	6.9	87.3

Source : Chemical investigation on River Waters of South-Eastern Asiatic Countries

(report 1)

The Quality of Waters of Thailand, by J. Kobayashi, Okayama University, Japan

TableD-31 肥効試験

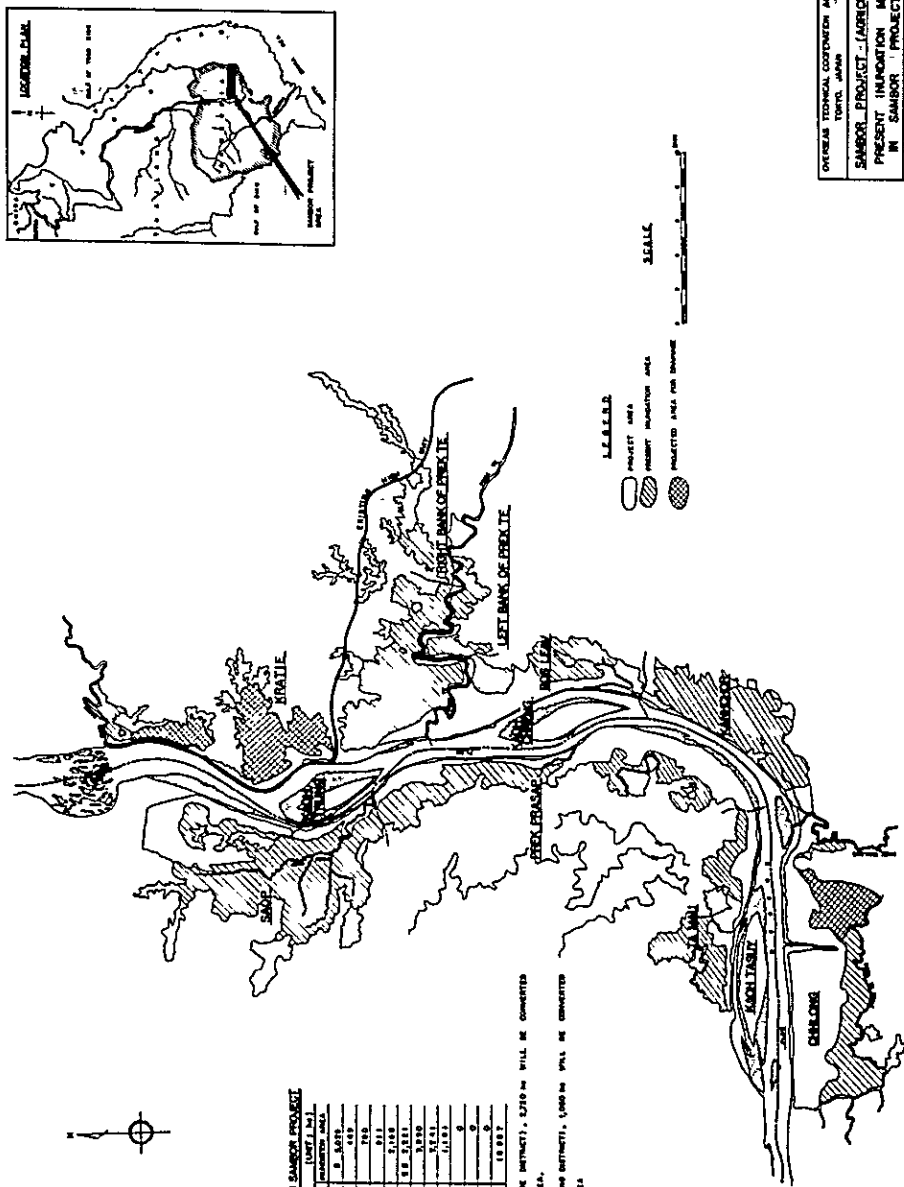
〔単位 mg/eit〕

	PH	K O	S i O	アルカリ度	採取月
13カ所の平均値	6,4	1,3	17	35	7~10月
日本の203例の平均値	6,9	1,8	18	35	—
Mekong河本流 Kompong Cham	7,3	1,2	24	62	11月
Mekong河本流 Samrong Thom	7,0	1,2	14	46	11月
Barai Occidental	6,0	0,8	10	10	11月

出典：Centre Technique Agricole de L'Amitie Khmero-Japonaise.

1日13ℓの水を100日間継続かんがいた場合の肥効成分

Fig D -20 PRESENT INUNDATION MAP



PRESENT INUNDATION AREA IN SAMGOR PROVINCE (UNIT: H.A.)

DISTRICT	PROJECT AREA	PRESSENT AREA
SAKAI	5,881	8,847
KAKIYAMA	1,143	143
CHIKUBO	2,484	811
TOTAL	9,508	10,001
CHIKUBO	5,114	5,887
SAKAI	4,394	4,114
KAKIYAMA	1,143	1,143
CHIKUBO	2,484	2,484
TOTAL	9,508	10,001

9 OUT OF 1,000 H.A. (SOME DISTRICT), 8,750 H.A. WILL BE CONVERTED INTO NON-INUNDATED AREA.

10 OUT OF 5,371 H.A. (SOME DISTRICT), 1,000 H.A. WILL BE CONVERTED INTO NON-INUNDATED AREA.

OVERSEA TECHNICAL COOPERATION AGENCY
TOKYO, JAPAN

SAMGOR PROJECT (AGRICULTURE)
PRESENT INUNDATION MAP
IN SAMGOR PROJECT

SAWU CONSULTANTS INTERNATIONAL, INCORPORATED
DRAFT DATE 1968
APPROVED DATE 1968

4-3-1-3 農業経済

(1) 経営規模

Kratié 州の耕地面積は 28,806 ha であるがおおむね Mekong および支流の浸水地域に分布する。そのうち水田は 21,216 ha となっている。(4-3-1-2 参照)。

また Kratié 州における農家戸数は 14,900 戸で全戸数 19,500 戸の 76% を占め、農家の一戸当たり平均経営面積は 2.0 ha 弱で家族数は 5.8 人である。農家経営は自作が圧倒的に多く小作人はごくわずかである。

(2) 農業生産

Kratié 州における主要な農産物は米、とうもろこし、緑豆、落花生、ごま、煙草等であって、それらの生産量および作付体系は夫々 Table D-32 および Fig D-21 に示すとおりである。

住民の主食である米の生産量が雨期、乾期を通じ年間約 24,000 ton (食料にあて得る量約 20,000 ton) であることは Kratié 州の人口約 130,000 人の食糧需要約 30,000 ton (1人当たり年間 230 Kg として) をまかなうに充分でなく、この点からも農業開発の必要性がうかがえる。単位面積当りの収量については Sectour Agricole de Kratié の資料を参考に Table D-33 のとおり推定された。

Table D-32 クラチエ州に於ける農産物の生産量

(単位: ton)

	雨 期	乾 期	計
米	22,347	1,227	23,574
とうもろこし	9,218	3,726	12,944
緑 豆	-	1,307	1,307
落 花 生	-	146	146
ご ま	213	183	396
煙 草	-	1,072	1,072

注: 出典 - Liste des Superficies de Production Prevus des Cultures Saisonnières Saison Seche Campagne, 1963~1965

(3) 市場・農産物価額

市場は郡 (Srok) ごとくあって農産物、衣料、日用品などが売買されている。ここでは農民自身による農産物の売買もあるが商人による売買が多い。カンボジア主要輸出品である米、とうもろこしの集荷は最近では OROC (Office Royal de Cooperation) が本格的に活動をはじめ 1966~67 年では輸出米 270,000 ton のうち 2/3 を取扱っている。

協同組合は OROC の下部組織として直接農民に接しており、営農資金融資、物品の斡旋、

農林における協同組合化の指導奨励を大きな目的としている。SONEXIM (Societe National d'Exportation et d'Importation) は1963年政府の手によって設立された輸出振興機関で大きく期待されている。協同組合又は商人により買付られる農産物の価格(農家庭先渡し)は1967年の時点でTable D-33のとおりである。

(4) 農業収益

生産された農作物は総て販売されないが一応販売価格で評価し、ha 当り各作物毎の粗収益は70~400ドル、純益は30~80ドルと推定される。

なおこの計算に当っては主要農産物の単位面積当りの収量についてはSecteur Agricole de Kratie の資料から推定した。農産物の価額は(3)で述べられた農家の庭先価格によつた。生産費については「Bulletin de la Statistique et des Etudes Agricoles, No 4, 1964」およびKratie州農業事務所の調査から推定された1967年

Table D - 33 農産物の収量, 価格および収益

作物名	収量 (Ton/ha)	単価※ \$/Ton	粗収益 \$/ha	生産費 \$/ha	純益 \$/ha
水 稲	雨 1.1	71.6	78.8	49.6	29.2
	乾 1.0	71.6	71.6	48.8	22.8
とうもろこし	雨 1.3	60.8	79.0	51.1	27.9
	乾 1.1	60.8	66.9	50.4	16.5
緑 豆	雨 0.7	189.1	132.4	66.0	66.4
	乾 0.7	189.1	132.4	66.1	66.3
落花生	両 0.7	200.1	140.1	60.9	79.2
	乾 0.7	200.1	140.1	61.1	79.0
ご ま	0.6	228.5	137.1	67.6	69.5
たばこ	0.7	582.9	408.0	325.9	82.1

(注) Seteur agricole de Kratie による。

但し落花生は Bulletin de la Statistique et des etudes agricoles, 1964~65 より推定。

1 US \$ = 35 Riel にて換算。

現在の価格である。

この結果にもとずき、標準農家1戸当り——経営面積2ha——の年間純益を求めると、年間約90ドルとなる。

又計画地域全体ではTable D-36 に示すとおり粗収益は $1,742 \times 10^3$ ドル、純収益は 592×10^3 ドルとなる。(4-3-3-2参照)。

(5) 家 畜

Kratie州における主な家畜飼養頭羽数は農家1戸当り牛1.9頭、水牛1.6頭、豚0.8頭、家禽7.3羽であり牛および水牛は主として耕耘および運搬に使われている。飼養は放し飼いで特に飼料作物は栽培されていない。

出典：Service Vetevinaire et des Epizooties de Kratie 1964

4-3-2 開発の構想

計画面積 34,000 haが選定された経緯については既に第3章で述べられた。このうち 21,531 ha は現在未懇地であって土地分類の結果に基づき水田および畑として開懇される。

計画地目別面積はGeneral Plan およびTable D-34に示すとおり水田19820 ha 畑14,180 haでこれらの耕地はSambor 貯水池, Mekong 河支流, 湖沼およびMekong 河本流(ポンプ揚水)の水によりかんがいされる。かんがい用水量は年間 $468 \times 10.6 \text{ cu m}$ が必要とされる。

計画面積のうち19,000 ha は雨期に湛水する。このうちKratieとChhlong地区の 3,770 haの排水は比較的容易であり排水ポンプが設置される。

又Kratie, Bos Leave, Kanchor, Prek PrasapおよびTa Mauの5地区では古くから行われているColmatage 農法を大規模に取入れる様専用水路が設けられる。以上の諸計画により食糧の増産, 農業経済の安定をはかると共にMekong河沿いの農業開発の先導的役割を果そうとするものである。

Table D-34 計画面積の内訳

(単位: ha)

計 画	現 況	水 田	畑	未 懇 地	計
水	田	5,017	-	14,803	19,820
畑		-	7,452	6,728	14,180
計		5,017	7,452	21,531	34,000

4-3-3 計画が実施された場合の農業生産

4-3-3-1 農計画

計画が実施された場合耕地面積は現在の13,130 haから(5,280 ha(水田) + 7,850 ha(畑) = 13,130 ha その内661 haが農道, 水路式などの公共団地となる。) 34,000 haに拡大されるが, 一方Sambor貯水池の水没農家約2,000戸が入植するので, 農家数は8,500戸と推定され1戸当り耕作面積は平均4 haとなる。

作物栽培のパターンは計画実施後の自然環境の変化, 農産物の需要, 労働力, 農家の経営等を考慮しFig D-22 およびTable D-35に示すものが立案された。

Table D-35 計画作付面積

(単位：ha)

作物名	面積	作物名	面積
水 稲 雨 乾	9,196	ご ま 雨 乾	483
	19,530		270
とうもろこし 雨 乾	7,315	た ば こ, 乾	1,375
	10,478	飼 料	1,957
緑 豆 雨 乾	7,236		
	198	計	60,739
落 花 生 雨 乾	2,473		
	192		

4-3-3-2 農業生産

計画が実施され生産が安定した場合の農業生産は次の通りである。

水 稲	86,169 ton
とうもろこし	71,488 ton
緑 豆	9,714 ton
落 花 生	3,504 ton
ご ま	699 ton
た ば こ	2,179 ton

又農業粗生産額および純収益はTable D-36 に示すように夫々 $14,564 \times 10^3$ ドルおよび $6,166 \times 10^3$ ドルと推定された。

この精算に当り前提とされた事項は次のとおりである。

単位面積当り収量は Battambang 州の農業センターの試験値や、現地の調査結果を参考に Table D-37 のように推定された。

農作物の販売価額は 1967 年現在の農家庭先価格とされた。

Table D-36 計画完了前後における農業収益の比較

作物名	現			況			計			増			加		分
	面積 (ha)	総収量 (ton)	粗収益 (\$)	総生産費 (\$)	純益 (\$)	面積 (ha)	総収量 (ton)	粗収益 (\$)	総生産費 (\$)	純益 (\$)	増加収量 (ton)	増加粗収益 (\$)	増加利益 (\$)		
水	5,240	5,673	406,360	259,176	147,184	28726	86,169	6,169,351	4,179,861	1,989,490	80,496	5,762,991	1,842,306		
緑	1,170	819	154,908	77,335	77,573	7,434	9714	1,840,091	869,540	970,551	8,895	1,685,183	892,978		
とうもろこし	8,390	10,299	626,026	426,601	199,425	17,829	71,488	4,413,607	2,364,941	2,048,666	61,189	3,787,581	1,849,241		
こ	750	450	102,825	50,700	52,125	753	699	1,598,500	899,060	699,440	249	57,025	17,819		
落花生	490	343	68,649	299,390	38,710	2,665	3,504	7,113,305	2,922,298	4,190,007	3,161	6,426,656	380,297		
タバコ	940	658	383,520	306,346	77,174	1,375	2,179	1,270,089	601,700	668,389	1,521	886,569	591,215		
計	16,980	18,242	1,742,288	1,150,097	592,191	58,782 (60,739)	173,753	14,564,293	8,398,246	6,166,047	155,511	12,822,005	5,573,856		

※ 60,739 = 58,782 + 1,957 (飼料用地)

生産費は収量の推定と同様 Battambang 農業センターの資料および現地の調査結果が参考とされ、1967年現在の価額でTable D-38 のとおり推定された。

Table D-37 農産物の計画収量

作物名	収量 (ton/ha)		
	1級地	2級地	3級地
水 稲	3.2	3.0	2.9
とうもろこし	4.2	4.0	3.8
緑 豆	1.4	1.3	1.2
落花生	1.4	1.3	1.2
ご ま	1.1	1.0	0.9
た ば こ	1.6	1.5	1.4

Table D-38 ha 当り計画産費 (単位ドル)

作物名	生産費	作物名	生産費
水 雨	145.1	ご ま 雨	118.5
水 乾	145.7	ご ま 乾	121.0
とうもろこし 雨	131.0	た ば こ	437.6
とうもろこし 乾	133.8		
緑 豆 雨	116.9		
緑 豆 乾	119.4		
落花生 雨	109.5		
落花生 乾	112.0		

なお計画通りの収量は工事終了後直ちに確保することは不可能であり、工事終了後約10ヶ年を要するものと考えられる。又計画では農民に対する新技術の普及のため試験場、展示場等の組織、施設の充実にについても考慮されている。

4-3-3-3 増加生産量

計画実施後生産が安定した時点における農業生産量、粗収益および純収益を計画が実施されない場合(現在)に比較すれば

水 稲	80,491 ton
とうもろこし	61,189 ton
緑 豆	8,895 ton
落花生	3,161 ton

ご	ま	249 ton	
た	ば	こ	1,521 ton
粗	収	益	$12,822 \times 10^3$ ドル
純	収	益	$5,574 \times 10^3$ ドル

Fig. D-21 Present Cultivation Period for Main Crops

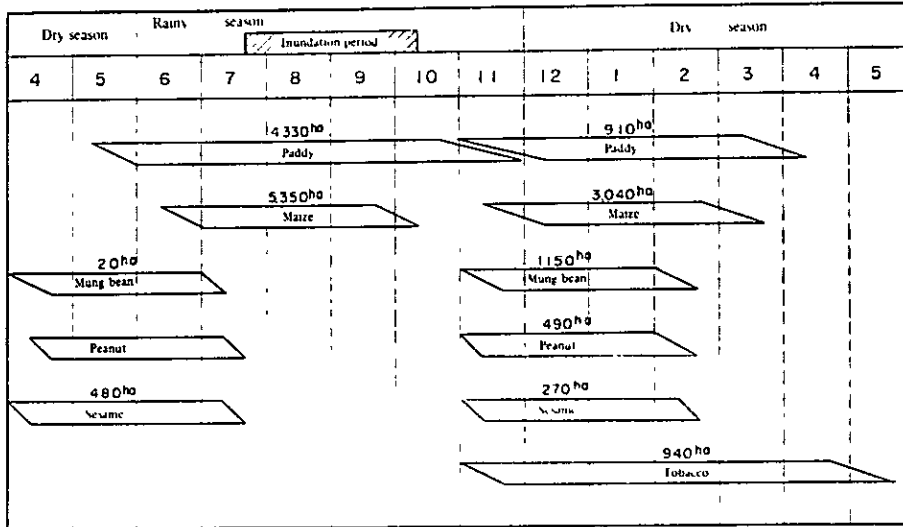
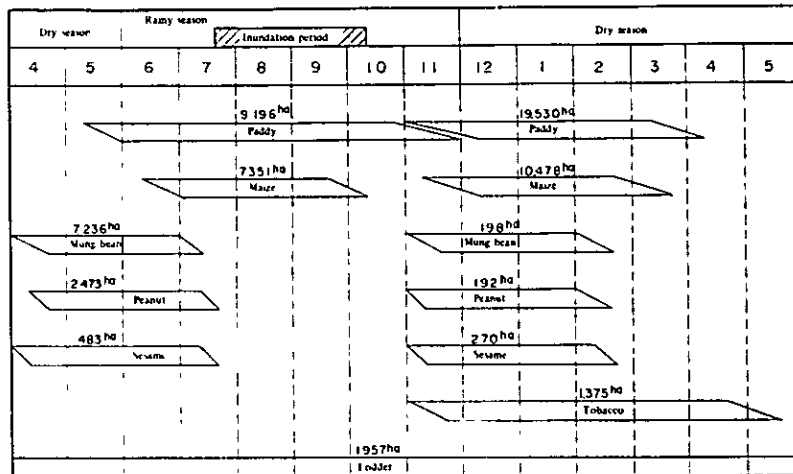


Fig. D-22 Planned Cultivation Period for Main Crops



の増加となる。(Table D-36 参照)

4-3-4 かんがい排水計画

4-3-4-1 開 懇

新に開かんされる耕地は水田14,803 ha, 畑6,728 haである。

水田は湛水かんがいが可能となるよう, 又畑は畦間かんがいが可能となるよう整地される。

末端の田排水路は全耕地34,000 haに設けられる。

又道路は幹線, 支線水路の片側に巾4 mのものが設けられる。

4-3-4-2 かんがい

(1) 用水量

用水量は年間 468×10^6 cum と算定された。

月別変化はFig D-23 に示されるとおり最高は2月の43.9 cum, 最小は5月の0 cumである。

この計算に当り前提とされた事項は次のとおりである。

作物の作付率は4-1-3-1で述べられたとおりとされた。

作物の蒸発散量はBlaney Criddle法により, 作物係数を, 水稻1.0, とうもろこし, 飼料作物0.75, 豆类, たばこ, ごま0.65, 蔬菜0.55として算定された。

水田の浸透量は砂土4.8mm/day, 壤土2.8mm/day, 植土0.8mm/dayとされた。

畑のかんがい効率は砂土50%, 壤土70%, 植土80%とされた。

送水中の損失は管理上の損失を含め水田に対し25%, 畑に対し20%が夫々見込まれた。

雑用水は農家1戸当り1日に付4,000ℓが見込まれた。

(2) 水 源

Sambor 貯水池は有効容量 $2,050 \times 10^6$ cumで農業用水としては 238×10^6 cum が使用される。取水は右岸で2ヶ所, 左岸で1ヶ所で, 取水位は何れもEL 38.0mである。

計画地区内の主たる湖沼はゲートを設け貯水量を増強して利用される。利用可能水量は8ヶ所で年間 21×10^6 cumである。

Fig. D-23 Monthly Water Requirement

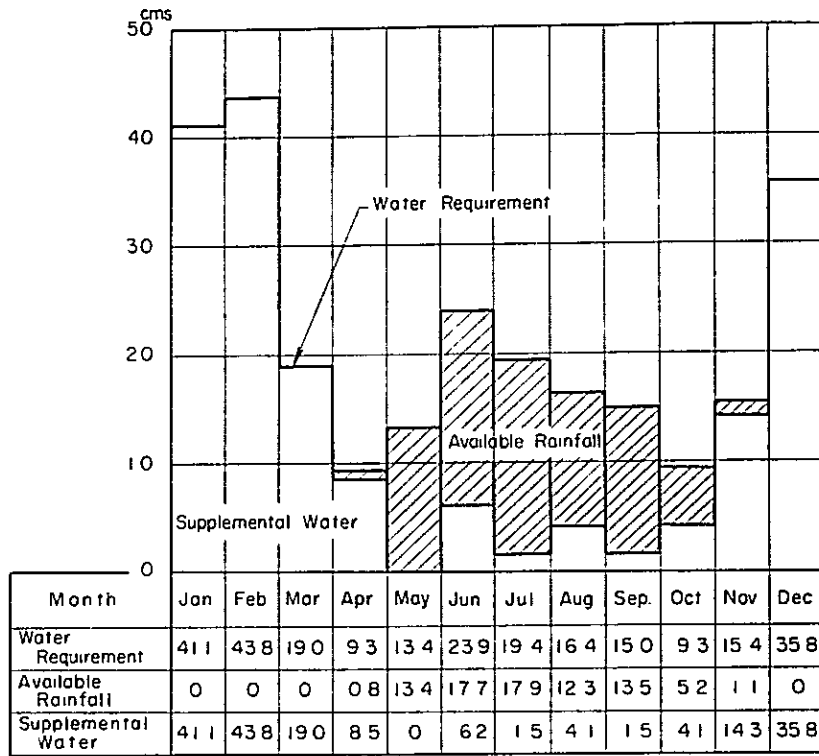
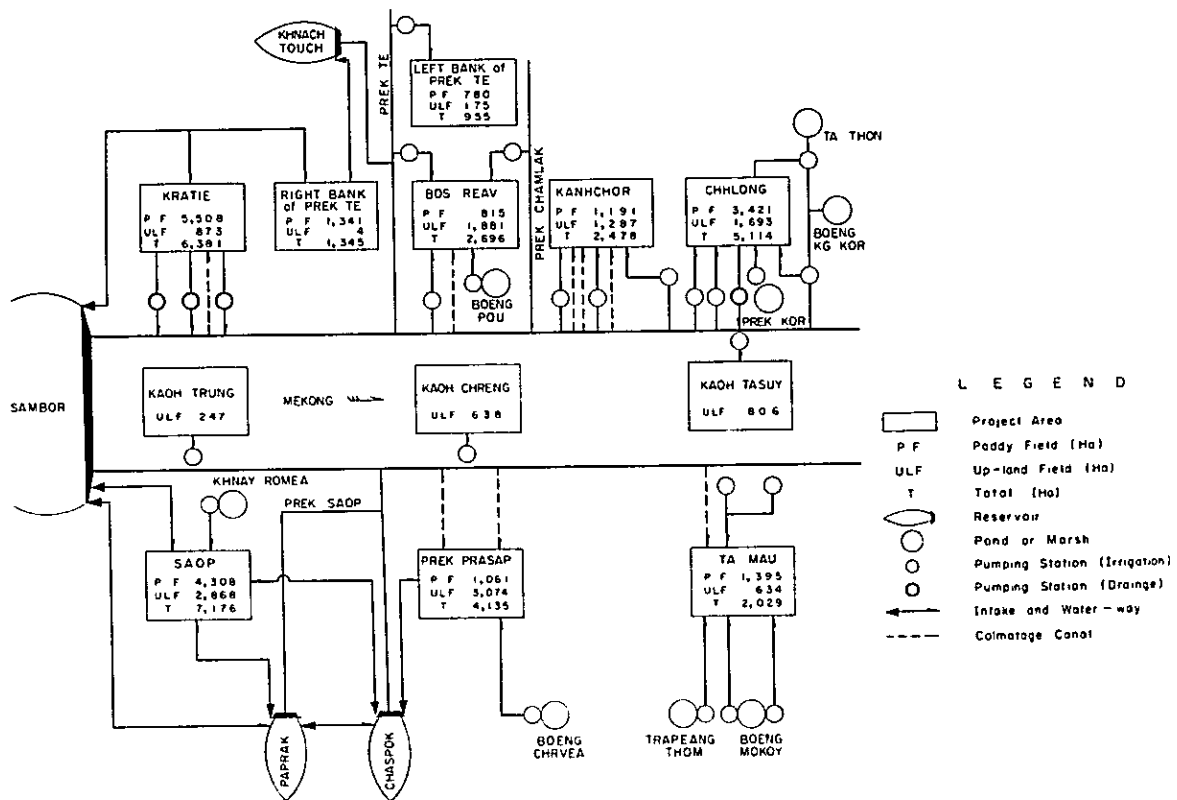


Fig. D-24 Irrigation and Drainage Systems



計画地を流れる支流Prek SaopとPrek Teの上流にはダム築造の可能地点があり、前者に2ヶ所、後者に1ヶ所の貯水池が設けられる。これにより年間 $38 \times 10.6 \text{ cum}$ の水が利用される。

概要は次のとおりである。

Table D-39 貯水池概要

貯水池名	Paparak	Chuspok	Khnaek Touch
河川名	Prek Saop	Prek Saop	Prek Te
流域面積 (Km^2)	110	230	35
年間流量 (10^6 cum)	177	371	41
H W L (m)	290	280	330
有効貯水量 (10^6 cum)	20	10	5

貯水池の水は何れも重力システムで導水されるが、Mekong 河本流、湖沼の水 (Table D-40参照) はポンプで揚水の上利用される。

設置されるポンプ場は23ヶ所で年間 $156 \times 10^6 \text{ cum}$ これに要する動力は約2,200 kWである。

水源より耕地への水路は幹線106.6Km、支線450.8 Km計557.4 Kmであり、素堀断面とされる。

水源別の利用水量はTable D-40のとおりである。

Table D-40 水源別利用水量

[単位: 10^6 cum]

水源名	水量	摘 要
Sambor貯水池	238	
支 流	53	貯水池, およびポンプ揚水
湖 沼	21	ポンプ揚水
本 流	156	ポンプ揚水
計	468	

(3) 計画用水系統

計画用水系統はFig D-24のとおりである。

4-3-4-3 排水

排水計画地域の流域面積, 湛水面積および排水改良面積は夫々8,900 ha,

3,770 ha および 2,845 ha であり地区別の内訳は Table D-41 のとおりである。

Table D-41 排水計画地域 (単位: ha)

地区名	流域面積	湛水面積	排水改良面積(水田)
Kratie	7,100	2,720	1,960
Chhlong	1,800	1,050	885
計	8,900	3,770	2,845

計画排水量は

Kratie の Prek Sambok	2.57	cms
Prek Krakor	8.90	cms
Prek Pring	2.17	cms
Chhlong	3.70	cms

と算定された。

この計算は 1965 年 Kratie における 30 日間最大雨量 497mm を対象に、田圃の許容湛水深を 0.4 m とし更に水田よりの流出口、および小水路の流出制約が考慮された。

排水ポンプは夫々の地区毎に設けられ総設備は 1,937 kW となる。内訳は Table D-42 のとおりである。

Table D-42 排水機場の概要

機場名	計画排水量	揚程	動力
	cms	m	kW
Sambok	2.57	7.10	274
Krakor	8.90	7.75	1,035
Pring	2.17	7.12	232
Chhlong	3.70	7.14	396
計	17.34	-	1,937

ポンプ場に通ずる排水路は延 30.5 Km が設けられる。

4-3-4-4 Colmatage 水路

Colmatage 水路は 8ヶ所で延長 8,600m が設けられる。

(Fig D-24 参照)

これらの水路設計には次の配慮がなされた。

- 1) 年間 100 日程度 Mekong 河の洪水が導水され得ること。
- 2) 通水断面は Mekong 河の水位変動 (1 日最大 1.8 m) に遅滞なく追随し得

ること

3) 水路内にSiltが堆積しないこと。従って流速は2.0m/secが必要で水路はLiningされる。

4-3-5 主要構造物

4-3-5-1 ダム

名 称	型 式	堤 長 (m)	堤 高 (m)	体 (cum) 積
Sambor	省 略	(4-1-1 参照)		
Papprak	フィルタイプ	2950	8	222×10 ³
Chaspok	フィルタイプ	2,520	12	537×10 ³
Khnach Touch	フィルタイプ	830	4	24×10 ³

4-3-5-2 ポンプ

用 途 別	ヶ 所 数	型 式	揚 程 (m)	所要動力 (kW)
かんがい用	23	渦 巻	4~30	6,859
排 水 用	4	斜	7~8	1,937
計	27			8,796

4-3-5-3 水路

用 途 別	構 造	延 長 Km	摘 要
かんがい用		557.4	
幹 線	素 堀	106.6	
支 線	素 堀	450.8	
排 水 用		30.5	
幹 線	素 堀	18.1	
支 線	素 堀	12.4	
Colmatage	コンクリートライニング	8.6	8ヶ所

4-3-5-4 湖沼用ゲート

施 設 名	数 量
ゲ ー ト	10ヶ所

4 - 3 - 5 - 5 開かん

種 別	面 積
	(ha)
開 田	14,803
開 畑	6,728
計	21,531

第5章 工事工程

第5章 工事工程

5-1 基本工程

既述のように Sambor 計画の基本工程は、工事施工期間及び電力需給バランスの検討結果から、1978年を電力部門の運転開始とし、これに合せて他の舟航および農業灌漑計画の工程が設定される。 Fig E-1 および Fig E-2 は、これら各部門の基本工程を示すものである。以下、各部門毎の工程について述べる。

5-1-1 電力部門

- (1) 工事規模、構造物の特性、工事請負業者の能力、機器製作期間等を考慮し、本工事の開始は洪水吐、発電所および送電線工事は1978年、ダムアースフィル部の左岸側盛立は1974年、右岸側盛立は1975年と予定した。工事期間中の河水の処理は、将来増設される発電所の取水口を利用する仮排水路と洪水吐が使用される計画であるので、上記の両側アースダム、洪水吐および発電所の工事が予め完了する1976年乾期より河床部ロックフィルダムの工事を開始する。

Fig. E-1 Construction Schedule for Power and Navigation

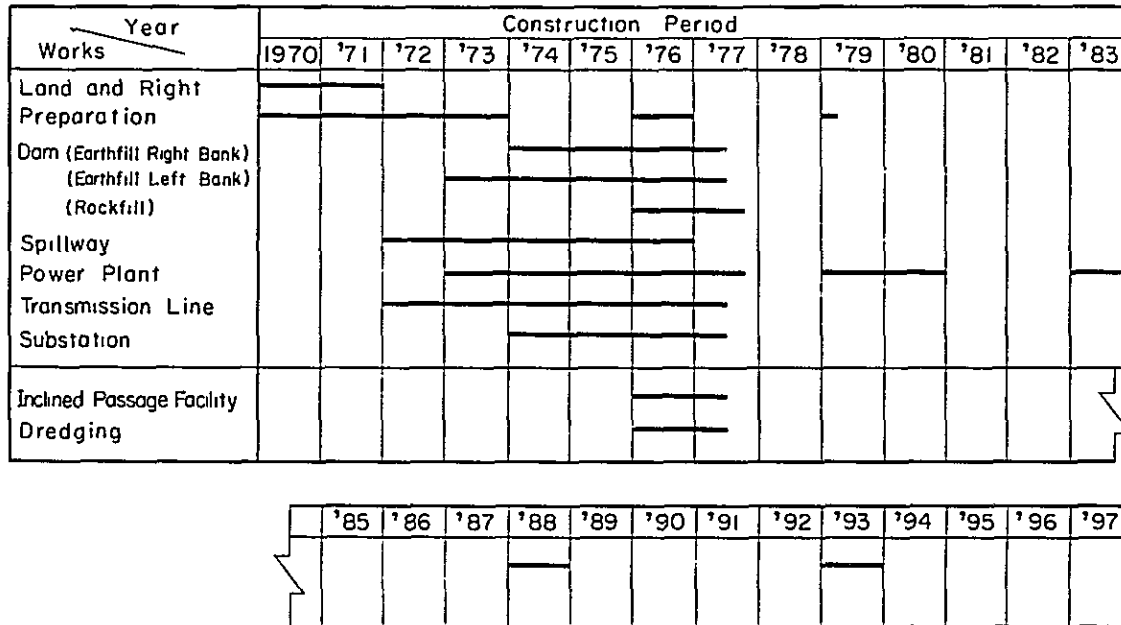


Fig. E-2 Construction Schedule for Irrigation and Drainage Project

District	Construction Period													
	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83
Kratie (1)														
Kratie (2)														
Prek Te (R) (1)														
Prek Te (R) (2)														
Prek Te (L)														
Bos Leav														
Kanhchor														
Chhlong (1)														
Chhlong (2)														
Saop (1)														
Saop (2)														
Prek Prasap (1)														
Prek Prasap (2)														
Ta Mau														
Kaoh Trung														
Kaoh Chreng														
Kaoh Tasuy														

ロックの盛立は、当初濁水期にその流量を仮排水路より流し得る程度まで（標高 12 m）予めロックを投入しておき、その後兩岸より本格的な盛立を開始する。工事が進捗し、河積が狭まるに従つて上流水位が上昇すれば河水は取水口、仮排水路の他、洪水吐からも流水するようになる。なお、最後の締切りは 1977 年の濁水期に行なうよう計画した。

(2) 水車発電機については、1977 年までに 5 基据付け残り 2 基は 1980 年および 1983 年にそれぞれ 1 基ずつ増設する。

(3) 以上の工程を確保するため、輸送道路、建設基地、工所用動力線、取付道路その他仮設備の建設を含む準備工事を 1971 年より開始する必要がある。

5-1-2 舟航部門

舟航部門はインクライン 3 線の建設および浚渫工事を含んでいるが、この内木材筏用インクライン 1 線の建設と浚渫工事を Sambor ダム完成の 1 年半前に着手し、ダム完成時にこれら工事を完成させる。このため精密設計はそれより更に 1 年半前に着手し、この期間中に精密設計、入札準備および準備工事の全てを完了する。残り 2 線の中型船用インクラインのうち 1 線は 1988 年、1 線は 1993 年に取付完成させる。これら 2 線の取付工期はそれぞれ 1 年である。

5-1-3 農業部門

農業、灌漑部門の工期は 1970~1979 年の 10 年間とする。計画地域は各農家の水利用の面から 12 地区に分割して開発計画が樹てられ、更に工種別および着工時期のタイミング等の面から 17 工区に分けてある。これらの工区のうち初年度に着工されるのは、試験農場設置予定の Bos Leav および Chhlong の両地区である。また、用水源を専ら Sambor 貯水池に依存する Kratie 2 工区、Prek Te 1 工区、Chhlong 2 工区および Saop 2 工区はダム完成時に工事開始する。その他の工区は毎年の事業量が低く等しくなるよう着工時期を定めた。各工区とも工期概ね 2 年である。

5-2 施工方法

5-2-1 準備工事

先ず第 1 に着工される建設基地、Mekong 河からの荷揚地点、工所用動力線（ジーゼル）Construction Plant 取付道路、輸送道路等の配置は Fig E-3 に示す通りである。

5-2-2 ダム工事

ダム本体のうち、現河川部の延長 2,350 m に亘る傾斜遮水壁型ロックフィルタイプとし、発電所を含む他の全ての構造物の施工が殆んど完了した後に水中で盛立を行なう。この工事は特に仮締切をしない案を採用したので、予想される流速に耐えるだけの大きな岩石、その他の材料を用いて流水による流失を防ぐ必要があること、出来るだけ濁水期を利用して短期間で盛立を完了する必要があること、遮水層についても水中盛立となること等、高度の施工技術が要求される。従つて、精密設計の際、更に詳細な材料試験を行なう他、綿密な施工計画を樹てる必要がある。なお、ダム等造材料の分布状況は Fig E-3 の通りであるが

一部は発電所の掘削ずりも流用される。

5-2-3 発電所工事

水車発電機は Sambor 単独計画としては7台であるが、上流ダム群の完成時期に備え5台のスケルトン・ユニットを建設しておく。ダム完成予定の1977年までに5台据付けを行うが、同時に将来増設分に備え取水口、発電所基礎のうちドラフト・チェンブ以下のコンクリート工事を施工しておき、ロックフィルダム建設中の仮排水路として利用する。

5-2-4 インクライン工事

インクラインの基礎築堤はロックフィルダムの堤体の一部としてダムと同時に施工する。

5-2-5 浚渫工事

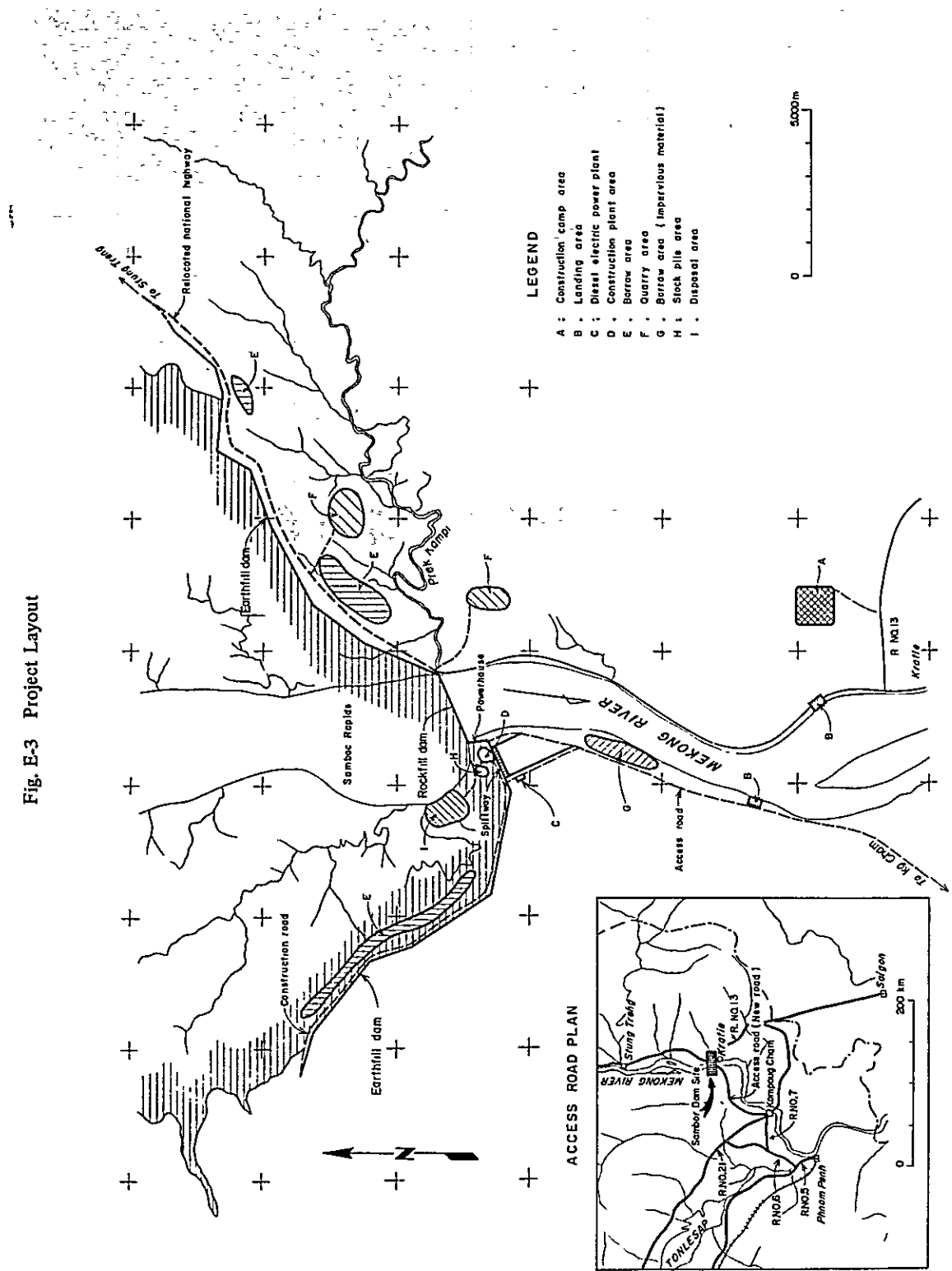
インクライン下流から約3Km区間の河床を+3.5mまで掘削する。

この場合土量は比較的少いので砕岩船およびクラブ浚渫船を使用する(岩盤浚渫量95,000m³)
また、Stung Treng 下流7~14Kmと25Km付近に散在する浅瀬部分を+34.4mまで浚渫する。この部分の土質は砂なので、ポンプ船またはクラブ浚渫船を使用する(砂浚渫量570,000 m³)。

5-2-6 開墾、灌漑水路工事

開墾工事はブルドーザーによつて伐開、枝払、整地を行ない、仕上げは人力(50名/ha)をもつて行なう。灌漑水路工は延長が長いので、数工区に分けて施工し工期の短縮を計る。

Fig. E-3 Project Layout



第 6 章 工事費見積

第6章 工事費見積

6-1 算定基礎

本計画の工事費は、電力部門、舟航部門および農業部門とも1967年1月現在の物価に基いて算定されており、工事現場の自然条件、地域的社会環境、工事規模、更には現在期待し得る技術水準等を考慮して算定された。これら工事費の主なる算定基礎は下記の通りである。

6-1-1 見積範囲

- (1) 電力部門においてはダム、発電所、洪水吐等の土木構造物、電気機器、送電線、変電設備のほか、これら施設の運営管理の用に供される通信設備等の建設費、および輸送施設、建設基地その他の仮設備、予備費およびEngineering Feeを含んでいる。なおダム費は全て電力部門の負担とした。
- (2) 舟航部門においてはインクライン施設、航路浚渫、その他の付属設備、仮設備、予備費およびEngineering Feeを含んでいる。
- (3) 農業部門においては土地開墾費、ダム取入口を含む用水路、排水路、揚水機、計画地区内につくられる貯水池およびEngineering Feeを含んでいる。
- (4) 各部門とも下記の費用は計上していない。
 - ・建設中利息（但し経済評価、財務分析においては考慮されている。第11章4参照）
 - ・関税、事業税その他の公租公課

6-1-2 積算基礎

- (1) ダム建設に伴なり水没農家の移転補償費はKratie州のgovernorより提出された資料に基いて家屋および公共建物等の補償費を算定した。
- (2) 土木建築工事は請負方式によつて行なわれるものとし、細目の費用積算に使用したデータは日本国内の同種工事から得た経験に現地条件、例えばカンボジア公共事業省の適用単価等を加味したものを使用した。
- (3) 予備費はダム、発電および舟航にあつては土木建築工事に対しては15%、その他の項目に対しては5%をそれぞれ計上し、灌漑、排水工事に対しては10%を計上した。
- (4) Engineering Fee は実施設計および施工監理の費用であり、電力部門は総工費の約4.5%、舟航部門は約4.8%、農業部門は約9%をそれぞれ計上してある。

6-1-3 現地通貨と外貨の区分

工事費は現地通貨分と外貨分に区分して精算した。現地通貨に含まれるものは、現地人労務者の賃銀、工事監督員および技術指導員の現地滞在費、木材、石材、電力等カンボジア国内で調達し得る全ての資材費、内陸輸送費等であり、これ以外の費用は全て外貨所要分とした。なお工事に必要な資材のうち外国から輸入されなければならないものは全て日本から輸入されるものとしてその費用を計算した。

6-2 総所要資金

6-2-1 総所要資金

以上の算定基礎に基く Sambor 計画の総所要資金は Table E-2 に示す如く 358,030 千弗であり、このうち外貨所要分は 256,588 千弗 (71.7%)、現地通貨所要分は 101,442 千弗 (28.3%) である。これを各部門別にみると、電力部門は 318,100 千弗 (88.8%)、舟航部門は 5030 千弗 (1.4%)、農業部門は 34,900 千弗 (9.8%) であり、電力部門が大部分の比重を占めている。各部門毎の工種別内訳は Table E-1~6~3 に示す如く、電力部門では発電所工事が全体の約 50%、舟航部門ではインクライン施設が全体の約 45%、農業部門ではダムからの用水降工と開墾工が全体の約 57% を占めている。

6-2-2 年度別所要資金

Table E-4 の年度別所要資金は第 5 章に述べた工事工程に基いて積算されたものである。この表によると Sambor ダム、発電所及びインクライン 1 本が完成し、運転開始に入る 1977 年までを仮に 1 期計画、それ以降追加発電機器 2 台分及びインクライン 2 本を 2 期計画とすると、1 期計画の総所要資金は 322,532 千弗、2 期計画のそれは 35,498 千弗となる。この 1 期計画所要資金のうち、外貨所要分は 231,307 千弗、現地通貨所要分は 91,225 千弗である。従つてこの期間中、年平均 10,000 千弗余りの資金がカンボジアの国内通貨で費やされることとなる。

Table F-1 電力部門工事費総括表

(単位：1000弗)

項 目	合 計	外 貨	内 貨
<u>ダム、貯水池</u>			
土地、水利権	3,240		
水没農家移転補償費	2,140		
左岸アースダム	12,400		
河流部ロックフィルダム	14,400		
右岸アースダム	10,900		
洪水吐 Overflow	53,000		
洪水吐 Retaining Wall	4,020		
小 計	99,700	66,200	33,480
<u>発 電 所</u>			
土木工事	94,800		
電気機器	62,700		
小 計	157,500	118,180	39,320
<u>送電線、変電所</u>			
Sambor-Phnom Penh	10,700		
Phnom penh -Sihanouk ville	8,900		
Sambor-Saigon	6,300		
変 電 所	19,400		
小 計	45,300	39,100	6,200
<u>その他設備</u>			
通信設備	1,400		
送電線保守用機械	500		
小 計	1,900	1,400	500
Engineering Fee	13,700	11,700	2,000
合 計	318,100	236,600	81,500

Table F-2 : 舟航部門工事費総括表

(単位：弗)

項 目	合 計	外 貨	内 貨
<u>インクライン工事</u>			
石 盛 土	1,445	740	705
枕 木	115.2	61.2	54
レール	117	90	27
ウインチ	99.6	67.5	23.1
台 車	154	120	34
押 車	16.4	13	3.4
機 械 室	181	92	89
そ の 他	164.8	92.3	72.5
小 計	2,293	1,285	1,008
<u>浚 渫</u>			
Stung Treng下流	537	342	195
ダム下流	1,120	710	410
小 計	1,657	1,052	605
<u>その他工事</u>	50	10	40
<u>予 備 費</u>	574	332	242
<u>取付道路，現場事務所費</u>	228	133	95
<u>Engineering Fee</u>	228	133	95
合 計	5,030	2,905	2,085

Table F-3 農業部門工事費総括表

(単位：1000円)

項 目	合 計	外 貨	内 貨
<u>土地開墾工事</u>	10,640	6,400	4,240
<u>用水路工事</u>	9,030	3,100	5,930
<u>排水路工事</u>	548	190	358
<u>揚水機場工事</u>	5,000	1,930	3,070
<u>貯水池工事</u>	2,795	1,670	1,125
<u>コンクリート工事</u>	1,010	380	630
<u>予備費</u>	2,896	1,303	1,593
<u>試験農場費</u>	85	43	42
<u>Engineering Fee</u>	2,896	2,027	869
合 計	34,900	17,043	17,857

(単位 1000円)

Table P-4 年度別工事費総括表

項目	I 期 計 画										II 期 計 画									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985				
合計																				
A 電力部門																				
F	66220	8480	7060	3810	7570	10850	12570	8190	8190	66220										
D	33480	3400	3010	2200	4920	6340	6290	3630	3630	33480										
小計	99700	11880	10070	6010	12490	17190	18860	11820	11820	99700										
発電所																				
F	118180	8950	7330	3060	9950	10600	19450	25710	17670	102720	4860	5440			5160					
D	39320	3650	3150	2250	4740	6070	6430	4620	4000	34910	2730	880			800					
小計	157500	12600	10480	5310	14690	16670	25880	30330	21670	137630	7590	6320			5960					
送電電																				
F	39100	2140	1060	2140	1960	4530	4890	12220	10000	34840	1480	2780								
D	6200	840	420	840	420	780	1360	1350	750	5500	230	470								
小計	45300	2980	1480	2980	1480	5310	6250	13570	10750	40340	1710	3250								
その他設備																				
F	1400					120	180	800	300	1400										
D	500					100	80	210	110	500										
小計	1900					220	260	1010	410	1900										
Engineering Fee																				
F	11700	3890	620	530	360	730	1010	1330	1450	7170	240	250			150					
D	2000	670	110	90	60	130	170	210	250	1220	40	40			30					
小計	13700	4560	730	620	420	860	1180	1540	1700	8390	280	290			180					
合計	236600	3890	18050	14920	8870	19310	27110	38420	48370	37300	216240	6580	8470		5310					
D	81500	670	7160	6250	5450	10210	13460	14300	10060	8650	76280	3000	1390		830					
小計	317100	4560	25210	21170	14320	29520	40570	52790	58430	45950	292520	9580	9860		6140					
B 市軌部門																				
F	2945						16	990	1190	2197						748				
D	2085						14	684	855	1553						632				
小計	5030						30	1675	2045	3750						1280				
A + B	239545	3890	18050	14920	8870	19310	27110	38436	49361	38490	218437	6580	8470		5310	748				
D	83585	670	7160	6250	5450	10210	13460	14384	10744	9505	77833	3000	1390		830	532				
合計	323120	4560	25210	21170	14324	29520	40570	52820	60105	47995	296270	9580	9860		6140	1280				
C 機業部門																				
F	17043	578	1190	1553	1404	1239	1586	1966	1553	1801	12870	2247	1926							
D	17857	580	1240	1619	1461	1291	1653	2044	1619	1877	13392	2342	2123							
小計	34900	1158	2430	3172	2868	2530	3239	4015	3172	3678	26262	4589	4049							
A + B + C	256588	4468	19240	16473	17274	20549	26696	40402	50914	40291	231307	2247	8506		5310	748				
D	101442	1250	8400	7869	914	1501	16433	12363	11382	11382	91225	2342	5123		830	532				
総計	358030	5718	27640	24342	17188	32050	43809	56815	63277	51730	322532	4589	13629		6140	1280				

第7章 經濟評估

第7章 経済評価

7-1 分析方法

一般に project の経済性乃至 priority を評価する方法としては (a) Actualisation calculation 方式と (b) Rate of Return 方式があり、前者は当該 project に対する金融市場の適用金利が或程度予測できる場合に適用される。後者はこのような discount rate を設定する際の困難を回避するための方法であって、便益と費用が等価となるような discount rate、即ち資本の限界内部収益率を高め、これを競合計画のそれと比較したり、或は金融市場の貸出条件と眺み合せて feasibility 決定の際の判断材料にせんとするものである。

Sambor 計画の経済評価は Mekong 委員会の要請その他の事情を勘案し、この方式で行なりこととした。内部収益率は次式で求められる。

$$K = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+i)^t}$$

ここで K：初期投資額， i：収益率， R_t：t年目の cash flow(収入-費用)， n：資本回収期間とする。(以下、各部門毎の経済評価について述べる。)

7-2 電力部門内部収益率

7-2-1 便 益

(1) 販売電力量

第4章に述べたように、需要想定を行なうに当って、タイプⅠ、タイプⅡ、およびタイプⅢの3通りの場合を考慮した。最大出力 875KWまで開発された場合の、平水年(33ヶ年平均)における Sambor 発電所の年間発生電力量は、7,000百万KWhであるが、上記3ケースの各々の場合の販売電力量は次の通りである。

(a) タイプⅠ：

1978年の運転開始年において、一般需要 141百万KWh，アルミ製錬 2,016百万KWh，その他産業 1,747百万KWh，計 3,904百万KWhであるが、その後一般需要の増勢が続き、1986年以降 5,731百万KWhとなる。

(b) タイプⅡ：

この場合、アルミ製錬はなく、一般需要とその他産業が需要対象となる。販売電力量は 1978年 1,034百万KWhであり、その後一般需要の増加に伴って漸次増加し、1990年以降 4,728百万KWhとなる。

(c) タイプⅢ：

この場合は一般需要のみが対象となり、1978年は僅か 141百万KWhに過ぎない。その後漸次増勢し、1991年以降 4,415百万KWhとなる。

各タイプの最終時点において、需要地から発電所までの総合ロス 4%を差引き、発電所の余剰電力量はタイプⅠの場合 1,028百万KWh，タイプⅡの場合 2,073百万KWh，タイプⅢの場

合 2,400 百万 KWh となる。従って余剰率はそれぞれ 15%, 30%, 34% となり発生電力の有効利用並びに早期開発という観点から、タイプ I が電力市場計画として最も推奨に値する。

(2) 便益単価

便益単価は一般需要に対するものと電力多消費産業に対するものとの 2 通りに分けて設定した。

(a) 一般需要便益単価：

現行電気料金は、カンボジアで最も安い Phnom Penh 地区でほぼ 60~80mills/KWh 南ヴェトナムで最も安い Saigon-Cholon 地区でほぼ 60mills/KWh である。電気料金のこのような高価格が両国の産業経済の発展を阻害してきた一つの原因に数えられる。従って、便益単価としては現行料金は考慮せず、需要地近傍に設置したと仮定した場合の代替電源の販売電力量コストをもって便益単価とした。

代替電源は 125MW × 2 台の重油専焼火力とし、この電源の平均熱効率を 36.5%, 利用率を 60%, 金利を 6% と仮定して需要地渡しの売電原価を計算すると、ほぼ 9 mills/KWh となる。従って一般需要に対する便益単価は 9 mills/KWh とした。

(b) 電力多消費産業便益単価：

電力多消費産業に対する電気料金は、当該産業が充分なる国際競争力をもって発展することができるような水準に設定する必要がある。このため、ここでの主力産業として期待されるアルミ製錬における世界各国の適用料金を比較検討した結果、当該産業にとって魅力ある料金水準は立地条件等を考慮すると、高くとも 2~3 mills/KWh であろうと推測された。従って、アルミ製錬に対する便益単価としてはその中間をとり、2.5mills/KWh とした。

アルミ産業以外の多消費産業に対する電力料金は、これらの産業が主として 2 次電力を消費するものであることを考慮すると、アルミ製錬より若干低く設定する必要がある。従ってその便益単価は一律 2mills/KWh とした。

(3) 便 益

以上の販売電力量および便益単価に基いて、875 MW 全出力運転時以降の平水年の年間便益を算定すると次の通りとなる。

(a) タイプ I の場合の便益

項 目	便 益(1,000\$/年)
一 般 需 要	17,712
アルミニウム製錬	5,040
そ の 他 産 業	3,494
計	26,246

(b) タイプIIの場合の便益：

項 目	便 益 (1000\$/年)
一 般 需 要 } アルミ以外のその他産業	36,301

(c) タイプIIIの場合の便益：

項 目	便 益 (1000\$/年)
一 般 需 要	39,735

7-2-2 費用

(1) 運転維持費

運転維持費については、過去における類似規模の project のそれを基準として算定した。875MW完成時の運転維持費は次の通りとなる。

項 目	算 定 基 礎
人 件 費	80名
土木構築物および送電線	当該工事費×0.75%
機 器 類	当該工事費×0.6%
そ の 他 諸 経 費	当該工事費×10%

(2) 更新費

耐用年数は、土木構築物および送電線を50年、水車、発電機および変電所機器を35年とした。従って、工程の関係から分析期間中の更新費は次の通りとなる。

	取替時期	取 替 費 (1000\$)		
		タイプI	タイプII	タイプIII
水車発電機, 変電所	2012	67,400	47,600	39,300
・	2015	11,200	8,300	8,300
水 車 発 電 機	2017		6,100	6,100
・	2018	6,100		
水車, 発電機・変電所	2019		10,500	10,500
水 車・発 電 機	2021		6,100	6,100
・	2023		6,100	6,100
合 計		84,700	84,700	76,400

7-2-3 内部収益率

以上の前提に基く経年の便益および運転維持費は別表Table G-1に示す通りである。分析期間を50年として、これらの資料に基いて電子計算機を使用して電力部門の内部収益率を算出すると次の通りとなる。

タイプI……………4.4%, タイプII……………5.3%, タイプIII……………5.3%,

7-3 舟航部門内部収益率

7-3-1 便 益

(1) 輸 送 量

現在、計画地域においては、生活物資のトラック輸送 10,000t/年、木材の水上輸送 8,000t/年、旅客のバス輸送 30,000人/年であるが、本計画の舟航改善に伴い、物資および旅客の水上輸送が大巾に発展し、前者は年率 139%、後者は年率 115%の増勢を示すものと想定される。この結果、運転開始後 20年目の 1997年以降、水上輸送量は一般貨物 64,000t/年、木材 56,000 t/年、計 120,000 t/年に増大し、旅客の水上輸送量は 200,000 t/年に増大するものと想定される。

(2) 便 益

舟航部門の便益としては次の 3種類が考えられる。即ち、(a)、事業主体が徴集するインクライン通行料、(b)、輸送業者の収益、および(c)、運賃の低下（現行運賃と将来運賃の差額）に伴って荷主および旅客等の所謂輸送委託者側に生ずる余剰（節約額）の 3種類である。以下それぞれの収益について述べる。

(a) 通行料収益：

通行料によってインクライン工事費の償還、運営を完全に行なおうとする場合、水上輸送費と陸上輸送費の差がなくなり、本計画の意義が失われるので、政府運営のフェリーボート料金を参考とし、現行陸運輸送費と本計画の水運輸送費の差額の約 1/30 を徴収するものとした。この結果、便益単価としての通行料は、一般貨物 0.25 \$/t、旅客 0.03 \$/人、木材は無料とした。かくして運開 20年後の年間通行料収入は次表の如く 22,000 \$となる。

項 目	数量(t)	単価(\$/t)	収益(\$)
木 炭	5,000	0.25	1,250
生 活 物 資	54,000	0.25	13,500
木 材	56,000	0	0
そ の 他 物 資	5,000	0.25	1,250
旅 客	200,000	0.03	6,000
計			22,000

(b) 輸送業者収益：

輸送業者の収益は、現在の輸送費単価を基として舟航実現後の輸送料および経費単価を想定し、これらと上記輸送量に基いて算定した。その結果、運開 20年後の輸送業者の年間収益は次表の如く 159,000 \$となる。

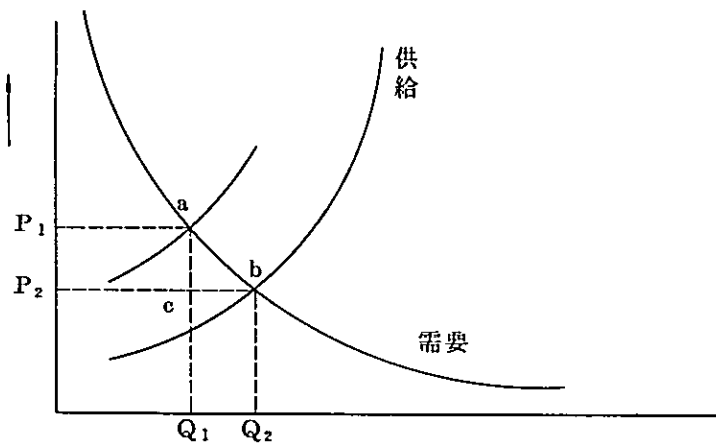
項目	数量(t)	料金(\$/t)	経費(\$/t)	純益(\$)
木炭	5,000	9.0	7.8	6,000
生活物資	54,000	6.5	5.7	43,200
筏(木材)	56,000	2.8	2.2	33,600
筏曳船料	56,000	1.2	1.0	11,200
その他物資	5,000	6.5	5.7	4,000
乗客運賃	20,000	1.4	1.1	60,000
計				158,000

(c) 輸送委託者余剰：

輸送委託者側に生ずる余剰は、新旧輸送料金の差額と、需給曲線に従って増加する新規輸送量の積に等しい。ここで生ずる輸送距離が、現在と計画完成後とほぼ等しいものとして、舟航計画区間の新旧運賃差額を算定すると次の通りとなる。

項目	現行運賃(\$/t)		舟航実現後運賃(\$/t)		差額(\$)
物資	水上	5.7	水上	6.5	
	陸上	10.0	通行料	0.25	
			陸上小運搬	1.7	
	計	15.7	計	8.45	7.25
木材	水上	2.8	水上	4.0	-1.2
旅客	水上	0.86	水上	1.4	
	陸上	1.70	通行料	0.03	
	計	2.56	計	1.43	1.13

次に運賃低減に伴う輸送量の増加を需給曲線で示すと次のようになる。



上図により、輸送委託者側に生ずる余剰は、図の $P_1 P_2 b a$ で囲まれた部分となる。従って曲線 $a b$ 部分をほぼ直線と見做すと、輸送委託者側に生ずる余剰 S は次式で求められる。

$$S = Q_1 (P_1 - P_2) + 1/2 (Q_2 - Q_1) (P_1 - P_2)$$

ここで、 $P_1 - P_2$ は上記の運賃差額であり、 $Q_2 - Q_1$ は舟航による物資、旅客の増分である。上記の式および7-3-1(1)で示した輸送量により、運開20年後の輸送委託者余剰を算定、次の如く376,700 \$となる。

項目	余剰(\$)
生活物資等	195,800
木材	161,600
木炭	27,600
その他	18,100
旅客	142,000
計	545,100

(d) 便益合計：

以上(a), (b), (c)の各種便益を総合すると、運開20年目以降の舟航部門の年間便益は次の通りとなる。

項目	便益 (\$/年)
インクライン通行料	22,000
輸送者収益	158,000
輸送委託者余剰	545,100
計	725,100

7-3-2 費用

(1) 運転維持費

計画目標達成予定年である運開始20年目以降の毎年の運転維持費を次のように算定した。

項目	算定基礎	\$/年
労務費	3交替, 35名 × 2500\$/年	87,500
動力費	5mills/KWh × 720,000KWh	3,600
材料費	0.75セント/t × 120,000t	900
一般管理費	管理職員8名 × 6,000\$/年	48,000
消耗品他	(a)~(b)の約5%	7,000
維持修繕費	建設費 5,030,000 \$ × 0.1%	5,000
計		152,000

(2) 更新費

耐用年数は、台車、押車、レール、ウインチは40年、照明装置等30年とした。従って、分析期間中の更新費は、工程の関係から次の通りとなる。

項目	更新時期	\$
台車、押車、ジール、ウインチ	2017年	123,000
	2028年	131,600
照明設備等	2007年	104,800
	2018年	30,000
	計	389,400

7-3-3 内部収益率

以上の算定に基く経年の便益および運転維持費は別表Table G-2に示す通りである。分析期間を50年として、これら資料に基いて電子計算機で舟航部門の内部収益率を算出すると5.2%となる。

7-4 農業部門内部収益率

7-4-1 便 益

(1) 作付面積と収量および純益

現在、計画地域においては、水田面積5,017ha、畑面積7,452ha、計12,469haであるが、計画完成後は水田19,820ha(約4倍)、畑14,180ha(約1.9倍)、計34,000ha増大するものと見込まれる。また、作付面積は現況では16,980haで、土地利用率は13.6%に過ぎないが、計画完成後は乾期に充分の灌漑用水が確保されているので、作付面積は60,739haに増大し、従って、土地利用率は17.9%に向上するものと期待される。

このような作付面積の増大と、灌漑農業技術の導入等により、計画完成後は水稻生産量は約1.5倍、とうもろこし生産量は約7倍の増加が見込まれ、その他作物の収量もそれぞれ大巾に増大することが期待される。

その結果、年間の粗収益は1,742,000\$から14,564,000\$に増大し、これより生産に要する労務費、種子、肥料、農薬代、機械器具損料、公租公課を差引いた純益は592,000\$(475\$/ha)から6,166,000\$(1814\$/ha)に増大し、純益の増加はTable G-3に示すように5,574,000\$(163.9\$/ha)となる。

(2) 便 益

農業、灌漑部門における便益は、計画が実施された場合と、実施されない場合の純益差額である。工事は各地区毎に施工され、完了する時点はまちまちであり、また生産量は漸次増大し、10年後に計画生産目標に達するものと想定した。

以上のことから、耕地面積および便益の経年変化状況を示すと、Table G-3の通りとなり、耕地単位面積当りの純益は目標時点において163.9\$/haとなる。

7-4-2 費 用

(1) 維持、管理費

計画目標達成後の維持管理費を次のように算定した。

項目	算定基礎	1000\$/年
人件費	純工事費×3%	870.7
水路修理費		
動力費	5 mills/KWh × 17,340 KWh	86.7
計		957.4

(2) 更新費

更新費の対象はポンプのみであり、耐用年数は25年である。これらの年次別内訳は次の通りである。

項目	更新時期	1000\$
ポンプ設備	1997年	697
・	1998年	361
・	1999年	931
・	2001年	897
・	2002年	778
・	2003年	242
・	2005年	1094

7-4-3 内部収益率

以上の算定に基く経年の便益および維持管理費は別表Table G-3に示す通りである。

以上から分析期間50年についての内部収益率は7.9%と見積られた。(但し1978年現在価値)。

7-5 総合評価

内部収益率から見ると、事業費の約90%近くを占める電力部門のそれがタイプIの場合は4.4%、タイプIIおよびIIIの場合は5.3%程度であることが注目される。これら3種類のタイプのうち、タイプIIおよびIIIはタイプIと比較して余剰率が2倍乃至それ以上であり、また全出力運転に長年月を要するので、発生電力の有効利用並びにカンボジア、南ヴェトナム両国経済の早期発展という観点からは、内部収益率の点では若干低い、タイプIが推奨案であることは既に述べた。従って、以下タイプIの場合について、舟航、農業部門をも含め総合評価を行なう。

- (1) 電力部門の内部収益率は4.4%であり、若しこの計画が私企業ベースの事業であると仮定した場合には、必ずしも魅力的な計画であるとは云い難い。併しながら、この収益率を計算するに当っては、発電所の余剰電力量が系統の既設火力のタキ減らしをすることができると云う現実のメリットは計上しなかったもので、若し当該メリットをも考慮するならば本計画の内部収益率は更に上昇する。更に、この内部収益率はSambor計画を単独計画として評価した場合のものであり、若しPa Mong計画、Nam Ngum計画等の上流計画が実現した場合の貯水調整の影響を考慮に入れれば、本報告書のAnnexに述べるように、電力部門の内部収益率は6~7%に上昇するものと考えられる。

(2) 舟航部門の内部収益率は可成り低いが、その工事費は Sambor 計画全体の工事費の僅か 1.4 % 程度に過ぎず、寧ろダム工事費の一部と見做しても差支えないので、その内部収益率は電力部門のそれに吸収される。舟航部門の評価については寧ろ当該計画の実現に伴う沿岸地域産業の発展促進、更には将来におけるラオス領内までの舟航路計画の第一歩としての副次的効果を大きく評価すべきである。

(3) 農業部門の内部収益率は 7.9 % であり、国際的水準にあると云えよう。

(4) いずれにしても、Sambor 計画の経済性を支配するものは電力部門のそれである。この場合、4.4 % の内部収益率は高いとはいえないが、一般に発展途上国の大規模 project は電力需要との見合いにおいて運開初年度から便益を完全に発揮し得ることは考えられないので、内部収益率は低くなるのが普通であり、この程度の内部収益率で実施されている計画は多数ある。従って、内部収益率だけで経済性の判断をするのは、特に発展途上国の大規模計画については妥当でない。また、この内部収益率でも、次章で述べるように、Sambor 計画は国際的に妥当と思われる返済条件で投入資金の回収を計ることが可能である。以上の事柄から、Sambor 計画は経済的に見ても充分 feasible な計画であると判断される。

なお、以上の経済評価において、Sambor 計画がカンボジアおよびヴェトナム両国の社会経済、産業全般に及ぼす各種の副次的効果については言及しなかったが、これらを考慮すれば、他の本流計画の中で最も実現しやすいと考えられる。

Table 0-1 電力部門便益費用経年推移

(単位: 10⁶ kWh, 1,000\$)

年次	ケース I										ケース II				ケース III			
	販売電力量		計	便益		費用 (運輸維持費)	販売電力量	便益	費用	販売電力量	便益	費用	販売電力量	便益	費用			
	一般需要	アルミ製業		その他産業	一般需要											アルミ製業	その他産業	計
1 1978	141	2016	1747	3004	1269	5040	3494	9803	2856	1034	3055	2713	141	1269	2549			
2 79	302			4065	2718			11252	2856	1195	4504	2713	302	2718	2549			
3 1980	495			4258	4455			12989	2856	1388	6241	2713	495	4455	2604			
4 81	716			4479	6444			14978	3017	1609	8230	2767	716	6440	2604			
5 82	979			4742	8811			17345	3017	1872	10597	2767	979	8811	2643			
6 83	1257			5020	11313			19847	3017	2150	13099	2820	1257	11313	2643			
7 84	1539			5302	13851			22385	3059	2432	15637		1539	13851	2643			
8 85	1847			5604	16569			25103		2734	18355		1841	16569	2726			
9 86	1968			5731	17712			26264		3093	21586		2200	19800	2726			
10 87										3472	24997		2579	23211	2856			
11 88										3890	28759		2997	26973	2910			
12 89										4324	32565		3431	30879	2910			
13 1990										4728	36301		3880	34920	2949			
14 1991													4415	39735				
50 2027	1968	2016	1747	5731	17712	5040	3494	26246	3059	4728	36301	2820	4415	37735	2949			

Table G-2 舟航部門便益費用經年推移

(單位：\$)

年次	輸送量		便益				費用 (運轉維持費)	
	貨物(t)	旅客(人)	通行料	輸送者収益	輸送委託者余剩	計		
1	1978	10,000	25,000	2,083	15,750	37,513	55,346	86,120
2	79	11,400	27,890	2,357	17,772	42,316	62,445	86,251
3	1980	12,990	31,120	2,666	20,053	47,734	70,453	86,391
4	81	14,800	34,720	3,015	22,626	53,844	79,485	86,556
5	82	16,870	38,730	3,411	25,537	60,753	89,701	86,747
6	83	19,230	43,210	3,860	28,828	68,563	101,251	86,958
7	84	21,920	48,210	4,369	32,547	77,387	114,303	87,196
8	85	24,980	53,780	4,944	36,743	87,338	129,025	87,890
9	86	28,470	60,010	5,596	41,491	98,597	145,684	87,911
10	87	32,450	66,950	6,936	46,856	111,317	165,109	88,157
11	88	36,980	74,690	7,172	52,916	125,677	185,765	88,580
12	89	42,150	83,320	8,120	59,770	141,916	209,806	121,893
13	1990	48,040	92,960	9,194	67,521	160,276	236,991	122,417
14	91	54,750	103,720	10,412	76,285	181,028	267,725	123,027
15	92	62,400	115,710	11,791	86,193	204,485	302,469	123,725
16	93	71,120	129,100	13,356	97,404	231,019	341,779	124,517
17	94	81,060	144,020	15,129	110,081	261,013	386,223	148,464
18	95	92,380	160,680	17,137	124,418	294,927	436,482	149,493
19	96	105,290	179,270	19,417	140,645	333,304	493,366	150,673
20	97	120,000	200,000	22,000	159,000	376,700	557,700	152,000
50	2027	120,000	200,000	22,000	159,000	376,700	557,700	152,000

Table G-3 農業部門 利益費用柱年推移

(単位:1,000\$)

年次	便										益					維持 管理費	Net Income	
	Kratic	Prek Te 00	Prek Te (L)	Bos Leav	Kantchor	Chhlong	Saop	Prek Prasap	Ta Mau	Kaoh Trung	Kaoh Chreng	Kaoh Tasy	計	ha 当り 便	益		年 間	採 計
1 1973				505									505	187	1571	-1066	△1066	
2 74			128	1010						141			1279	298	2378	-1099	△2165	
3 75			256	1515	490		1064		53	282			3660	388	3194	466	△1699	
4 76			384	2020	980		2128		106	423			6041	426	4030	201.1	312	
5 77			512	2525	1470		3192		337	564	143		8902	523	5173	872.9	404.1	
6 78	913		540	3030	1960		4256		674	705	286		12575	537	6143	6433	10474	
7 79	1825		768	3535	2450		5320	769	1011	846	429		17219	625	7150	1006.9	20543	
8 1980	2739	166	896	4040	2940		6384	1538	1348	987	572		21928	759	8334	12594	34137	
9 81	3652	332	1024	4545	3430	864	7448	2309	1685	378	715		27508	809	9574	17934	52071	
10 82	4565	498	1052	5052	3920	1928	8517	3096	2022	424	858		33196	976		23622	75693	
11 83	5478	664	1277		4410	2592	9576	3845	2359	477	1001		38138	1122		28564	104257	
12 84	6391	836			4896	3456	10641	4614	2696	528	1144		42938	1263		32864	137621	
13 85	7304	996				4320		5313	3033		1287		48054	1355		35480	174101	
14 86	8217	1162				5184		6152	3375		1430		49321	1451		39747	213848	
15 87	9134	1328				6048		6921					52037	1531		42463	256311	
16 88		1494				6912		7693					53839	1584		44265	300576	
17 89		1662				7776							54871	1614		45297	345873	
18 90						8643							55738	1639		45164	392037	
50 2022	9134	1662	1277	5052	4896	8643	10641	7693	3375	528	1407	1430	55738	1639	9574		39037	

第 8 章 資金計画

第8章 資 金 計 画

8-1 前 提

- (1) Sambor 計画の資金計画を作成するに当たっては、(a)電力・舟航部門と農業部門とはそれぞれの便益が、前者は1978年より発生し、後者は1973年より施工済地区毎に逐次発生すること。(b)通常、農業開発の場合は、投入資金の回収に当該計画による発生便益がその儘充当されるとは限らないこと、および(c)一般に農業開発に対しては工業開発に対するよりもSoft loan の可能性が考えられること、等の理由により、電力・舟航部門と農業部門とを区別して資金計画を作成した。
- (2) 国際金融機関その他の融資条件では通常、所要内貨は施主国が全額負担すべきこととなっている。併しながら、本計画は内貨所要額も可成りの額であるので、本 study においては下記2通りのケースについて検討を行なった。

ケース I 所要内貨の全額をカンボジア政府が負担し、借款は外貨のみとする場合。

ケース II 年度所要内貨の最高限がカンボジア国民所得のほぼ1%以内に止まるよう、所要内貨の半額をカンボジア政府が負担し、それ以外を全て借款とした場合。

8-2 所要資金

Sambor 計画の総所要資金は、建設利息を除き電力・舟航部門は323,130,000 弗、農業部門は349,200,000 弗、合計358,030,000 弗であり、このうち外貨所要分は256,588,000 弗、内貨所要分は101,442,000 弗である。各部門別の年度別所要資金は次表の通りである。

(単位：1000 弗)

年 次	電 力 ・ 舟 航			農 業		
	外 貨	内 貨	計	外 貨	内 貨	計
1970	3,890	670	4,560	578	580	1,158
1	18,050	7,160	25,210	1,190	1,240	2,430
2	14,920	6,250	21,170	1,553	1,619	3,172
3	8,870	5,450	14,320	1,404	1,464	2,868
4	19,310	10,210	29,520	1,239	1,291	2,530
5	27,110	13,460	40,570	1,568	1,653	3,239
6	38,436	14,384	52,820	1,966	2,049	4,015
7	49,361	10,744	60,105	1,553	1,619	3,172
8	38,490	9,505	47,995	1,801	1,877	3,678
				2,247	2,342	4,589

年次	電力・舟航			農 業		
	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計
9	6,580	3,000	9,580	1,926	2,123	4,049
1980	8,410	1,390	9,860			
⋮						
1983	5,310	830	6,140			
⋮						
1988	374	266	640			
⋮						
1993	374	266	640			
計	239,545	83,585	323,130	17,043	17,857	34,900

8-3 Financing of Funds

8-3-1 資金調達先

一般に、電源開発事業は、投下資本の回収期間が長いため、長期低利の資金をもって実施することが望ましい。また、農業開発の場合は、農業知識の普及および耕作技術の進歩改善に伴って収穫量は徐々に増大するものであり、所期の計画収量に達するまで可成りの年月を必要とする。従って、この場合にも更に長期低利の資金の調達が必要である。本 study では所要資金の調達先として、外貨については、例えば世界銀行、国際開発協会、アジア開発銀行等の国際金融機関および各国の金融機関から調達するものとし、内貨については全額カンボジア政府の国庫支出とするか或いは半額を国庫支出とし、残りを同国の「国家設備金庫」(Fonds National de l' Equipement) から調達するものとした。

8-3-2 金利および返済期間

(1) 金 利

先ず外貨については、世界銀行は金利 6.5%、Commitment charge 0.375% であり国際開発協会は 0.75% の貸付手数量のほかは無利子である。アジア開発銀行の場合は通常業務は金利 6.875% Commitment charge 0.75% であるが、近い将来、長期低利の特別基金として農業開発基金、Mekong 開発基金等の設置が検討されはじめている。また各国からの融資としては、例えば米国 AID は金利 6% であり、その他の最近の例としては Prek Thnot 計画には各国から概ね 33~35% の資金が融資され、その他 2~3 の計画に対し 45~57.5% の政府借款が行なわれている。また内貨についてカンボジア国家設備金庫の金利は年 3.5% である。本 Study では電力・舟航部門について融資の配分を仮に次のように設定した。

その結果 case I では 1 期計画は総合金利 4.0%、2 期計画は 6.2% となり、case II

では1期計画の総合金利4%，2期計画では5.9%となる。

工事種別	調達先	金利	
		(1期)	(2期)
	(仮定)		
ダム・貯水池	国際開発協会	0.75%	
発電所土木工事	各国金融機関	4.0%	5.5%
発電所機器	"	5.75%	6.5%
送変電，その他設備および舟航部門	世界銀行AID等	6.5%	
	外貨分合計	4.0%	6.2%
内貨分の50%	カンボジア国家設備金庫	3.5%	
	借入金合計	4.0%	5.9%

次に農業部門に対しては工業部門に対する場合よりも soft loan が適用されるのが通常であるので、本 study においては年3.5%の金利を適用することとした。

(2) 返済期間

返済期間については、世界銀行は概ね15～25年、国際開発協会は50年（10年据置、次の10年は毎年元本1%ずつ返済、次の30年は毎年元本3%ずつ返済）である。各国による融資の返済期間は機器、資材等については最長18年程度、土木工事については最長20年程度である。カンボジア国家設備金庫の場合は一応耐用年数一杯の50年間と仮定した。この結果、電力・舟航部門の返済期間は case I の場合は1期計画は運用後25年、2期計画は18年であり、case II の場合は1期計画は運用後28年、2期計画は18年となる。また、農業部門は case I, case II とも Sambor Dam 完成後20年間とした。

(3) カンボジア政府の国庫支出金

カンボジア政府が負担する内貨分は出資金として取扱うものとした。但し、この資本に対する報酬については本 study では触れないものとした。

8-4 Debt Financing

8-4-1 電力・舟航部門

(1) 販売電力収入

発生電力は Phnom Penh, Sihanouk-Ville および Saigon 近傍に建設される1次変電所入口渡しとし、一般需要家に対しては 9mills/kwh, アルミ製錬に対しては 25mills/kwh, その他の電力多消費産業に対しては 2mills/kwh の料率を適用するものとした。各用途別の年度別料金収入は Table G-1 に示す通りである。なお、一般需要家向けの料率 9mills/kwh は現行料金水準に比較して極めて安いものであり、実際に適用する際にはこれより若干高くすることも充分可能であろう。

(2) インクライン通行料収入

舟航部門において返済資源となる収入はインクライン通行料のみと考えた。料金は一般貨物に対しては0.25 弗/t, 旅客に対しては0.03 弗/人, 木材は無料とした。これらの年度別料金収入は Table G-2 に示す通りである。

(3) 運転維持費

電力部門の運転維持費は次の通りとした。

人件費(56名)	522,000 弗/年
土木構築物および送電線	建設費×0.75%
機器類	建設費×0.6%
その他諸費	以上合計額×10%

舟航部門の運転維持費は次の通りとした。

労務費(3交替 35名)	87,500 弗/年
動力費(5mills×720,000kwh)	3,600 弗
材料費(0.75cents×120,000t)	900 弗
一般管理費(8名×6000 弗/年)	48,000 弗
消耗品等	以上合計額×5%
維持・修繕費	建設費×0.1%

(4) 減価償却費

電力部門, 舟航部門とも残存価格10%とし, 定額償却とした。また償却年数は次の通りとした。

(a) 電力部門:

水車・発電機・変電所	35年
その他設備	50年

(b) 舟航部門:

台車・押車・レール・ウインチ	40年
照明設備	30年
その他の設備	50年

(5) 財務費用

8-3-2, (2)において設定した借款条件でケースIおよびケースIIの財務費用(支払利息)を算出すると, それぞれ Table H-1(1)および Table H-1(2)に示す通りとなる。

(6) Net Income

販売電力収入およびインクライン通行料金収入等の運転収入から運転維持費, 減価償却費および財務費用を差引いたケースIおよびケースIIの Net Income はそれぞれ Table H-2(1)および Table H-2(2)に示す通りとなる。

8-4-2 農業部門

農業部門については, 各地区とも工事完成後逐次便益が増大し, 10年目より計画収量に

：遠するものと見込んだ。併しながら、これらの収益をその儘工事資金の返済資源とすることは問題があるので、本 study では、農業部門の debt financing は下記条件によるものとした。

- (a) 工事資金の調達および借入金返済は全てカンボジア政府の負担とする。
- (b) 維持管理費および設備更新費（ポンプ設備）は全て受益農家の負担とする。
- (c) 受益農家からの工事資金の回収および減価償却等は考えない。これらの取扱いは今後カンボジア政府が検討し、決定すべき問題である。

8-5 借入金返済計画

借入金の返済に充当される資金は、net income および current income に計上された減価償却引当金である。8-3-2 項の返済条件に基く電力・舟航部門および農業部門の借入金返済計画は、ケース I の場合はそれぞれ Table H-1(1) および Table H-3 に示す通りであり、ケース II の場合はそれぞれ Table H-1(2) および Table H-3 に示す通りである。

8-6 Findings

以上の資料に基いて算出された電力・舟航部門の cash balances はケース I の場合は Table H-4(1) に、ケース II の場合は Table H-4(2) に示す通りである。また、電力・舟航および農業の各部門を総合したカンボジア政府の国庫負担額は Table H-3 に示す通りとなり、次の findings が得られる。

- (1) 電力・舟航部門を cash balance から見ると case I の場合も case II の場合も運開後 8 年目から favorable となる。若し、cash balance の毎年のプラスをそのまま累積すると case I の場合は運開後 27 年目に case II の場合は運開後 29 年目に政府出資金以上の金額が累積される。これら出資金に見合う金額を留保すると共に借入金の返済が完了した後流動性のある自己資金として蓄積される金額を運開後 50 年間に亘って計算すると case I の場合は約 550 百万弗、case II の場合は約 490 百万弗となる。

これら reserve の一部は設備更新のための費用（約 110 百万弗）に引当てられるので、これを差引いた流動性のある内部留保は case I の場合は 440 百万弗、case II の場合は 380 百万弗となる。

- (2) 農業部門については、利息を含めた借入金返済額が case I の場合は 26.20 百万弗、ケース II の場合は 3980 百万弗であり、また、カンボジア政府の国庫支出はそれぞれ 17.86, 8.93 百万弗である。従って、資本費合計はケース I の場合 44.06 百万弗、ケース II の場合 48.73 百万弗となる。一方、維持管理費を差引いた計画地域全農家の純益を見ると、Table 7.3 に示す如く、便益発生後 18 年間で約 39.2 百万弗の純益を生ずる。その後毎年約 4.62 百万弗の純益を生ずるので、便益発生後 50 年間で合計約 186.93 百万弗の純益を生ずることとなる。従って、カンボジア政府が農業部門についても、上記の農家純益との見合いにおいて投資資金の回収を計ろうとするならば、それは十分に可能であり、なお且つ、ケース I の場合は約 143 百万弗、ケース II の場合は 138 百万弗の純益が得られることとなる。

- (3) 次に、本資金計画における重要な要素の一つであるカンボジア政府の国庫負担（内貨工事費および cash balance の赤字補填分）について見ると、Sambor 計画着工後1.0年間で、ケースⅠの場合は合計約104百万弗、最盛期約16.4百万弗であり、ケースⅡの場合は合計約60百万弗、最盛期約8.2百万弗である。これを国民総生産と対比すると、1968～1972年を対象として現在実施中の第2次5ヶ年計画において、カンボジア国政府は国民総生産の伸び率を年間5%と設定し、1971年は373億リエル（1,070百万弗）、1972年は391億リエル（1,120百万弗）と想定している。若し、その後も同様の比率で国民総生産が増大するものと仮定するならば、1971～1980年の10年間で約13,520百万弗の国民総生産を生ずることとなる。従って、Sambor 計画のための上記の国庫負担はケースⅠの場合は約0.7～0.8%程度、ケースⅡの場合は約0.4～0.5%程度である。
- (4) 以上の如く、本 study において設定した借入金返済条件は国際金融機関の現行貸付条件および発展途上国に対する各国の協力の現状を基としたものであり、カンボジア政府の出資額も国民総生産の1%以下であり、調達可能の額と考えられる。従って、Sambor 計画は、財務的にも充分 feasible であると判断される。

Table H-10) Amortization Schedule (Case I)

(單位：百万円)

年次	工事資金調達				借入金				返済				合計			
	借入		金		1期計		2期計		1期計		2期計		元本	金利		
	外貨	内貨	小計	細中利息	計	政府 出資金	合計	元本	債務残高	計	債務残高	元本			金利	
9	389			006	395	087	462					395				
8	1805			045	1850	716	2566					2245				
7	1492			112	1604	625	2229					3849				
6	887			162	1049	545	1594					4898				
5	1981			214	2145	1021	3166					7043				
4	2711			304	3015	1246	4261					10058				
3	3864			430	4274	1438	5712					14332				
2	4936			601	5537	1074	6611					19859				
1	3819			781	4630	951	5581					24499				
1978												980	980			980
9	658			016	674	300	974					24499				980
1980	847			062	909	139	1048					24499				980
1												980	980			980
2												980	980			980
3	531			013	544	083	627					24499				980
4												980	980			980
5												980	980			980
6												980	980			980
7												980	980			980
8												980	980			980
9												980	980			980
10												980	980			980
11												980	980			980
12												980	980			980
13												980	980			980
14												980	980			980
15												980	980			980
16												980	980			980
17												980	980			980
18												980	980			980
19												980	980			980
20												980	980			980
21												980	980			980
22												980	980			980
23												980	980			980
24												980	980			980
25												980	980			980
合計	23880			2746	26626	8305	(35059) 34931	24499	16461		2127	1455		26626	17916	

Table II-(2) Amortization Schedule (Case II)

年次	工 事 費 金 調 達				借 入 金				入 金 返 還				計			
	借 入		金 調 達		借 入		金		入 金		返 還		計			
	外 貸	內 貸	小 計	租 中 利 息	計	出 賃 金	政 府 出 賃 金	合 計	元 本	金 利	計	債 務 殘 高	元 本	金 利		
9	389	033	422	007	429	034	463		429							
8	1605	358	2163	052	2215	358	2573		2644							
7	1492	312	1801	132	1936	313	2249		1580							
6	887	273	1160	194	1354	272	1626		5934							
5	1931	511	2442	261	2703	510	3213		8637							
4	2711	673	3384	374	3758	673	4431		12395							
3	3844	719	4563	528	5091	719	5810		17486							
2	1936	537	5473	725	6198	537	6735		23684							
1	3849	475	4324	1034	5358	476	5834		29042							
1978									1162	1162				1162		
9	658	150	808	019	827	150	977		1162	1162				1162		
3	817	070	917	070	987	070	1057		1162	1162	1814			1162		
1									1162	1162				1162		
2									1162	1162			059	1269	1328	
3									1162	1162			063	1265	1328	
4									1162	1162			063	1265	1328	
5									1162	1162			063	1265	1328	
6									1162	1162			063	1265	1328	
7									1162	1162			063	1265	1328	
8									1162	1162			063	1265	1328	
9									1162	1162			063	1265	1328	
10									1162	1162			063	1265	1328	
11									1162	1162			063	1265	1328	
12									1162	1162			063	1265	1328	
13									1162	1162			063	1265	1328	
14									1162	1162			063	1265	1328	
15									1162	1162			063	1265	1328	
16									1162	1162			063	1265	1328	
17									1162	1162			063	1265	1328	
18									1162	1162			063	1265	1328	
19									1162	1162			063	1265	1328	
20									1162	1162			063	1265	1328	
21									1162	1162			063	1265	1328	
22									1162	1162			063	1265	1328	
23									1162	1162			063	1265	1328	
24									1162	1162			063	1265	1328	
25									1162	1162			063	1265	1328	
26									1162	1162			063	1265	1328	
27									1162	1162			063	1265	1328	
28									1162	1162			063	1265	1328	
合計	23680	4153	280.3	3409	31412	4151	(35721) 35366	29042	21733	50775	2400	1560	3960	31442	23293	51735

(单位:百万円)

Table H-2(i) Statement of Income (Case I)

(単位：百万円)

年次	運 転 収 入			運 転 経 費			運 転 収 益 (○)△(○)	財 務 費 用 (支払利息) (○)	Net Income (○)△(○)	備 考	
	電 力 取 入	インフライン 通 行 料	計 (A)	運 転 経 費							
				電 力	舟 航	計 (B)					
1 1978	980	0002	980	286	008	294	642	936	044	△ 936	
2 9	1125	0002	1125	286	008	294	642	936	189	△ 791	
3 1980	1299	0003	1299	286	008	294	642	936	363	△ 617	
4 1	1498	0003	1498	302	008	310	694	1004	494	△ 584	
5 2	1735	0003	1735	302	008	310	694	1004	731	△ 344	
6 3	1985	0004	1985	302	008	310	694	1004	981	△ 070	
7 4	2239	0004	2239	306	009	315	710	1025	1214	1068	146
8 5	2510	0005	2511	306	009	315	710	1025	1486	1029	457
9 6	2625	0006	2625	306	009	315	710	1025	1600	989	611
10 7	2625	0007	2625	306	009	315	710	1025	1600	946	654
11 8	2625	0007	2625	306	009	315	710	1025	1600	901	699
12 9	2625	0008	2625	306	012	318	710	1028	1597	855	742
13 1990	2625	0009	2626	306	012	318	710	1028	1598	807	791
14 1	2625	001	2626	306	012	318	710	1028	1598	757	841
15 2	2625	001	2626	306	012	318	710	1028	1598	705	893
16 3	2625	001	2626	306	012	318	710	1028	1598	650	948
17 4	2625	002	2627	306	015	321	710	1031	1596	593	1003
18 5	2625	002	2627	306	015	321	710	1031	1596	534	1062
19 6	2625	002	2627	306	015	321	710	1031	1596	471	1125
20 7	2625	002	2627	306	015	321	710	1031	1596	407	1189
21 8	2625	002	2627	306	015	321	710	1031	1596	339	1257
22 9	2625	002	2627	306	015	321	710	1031	1596	269	1327
23 2000	2625	002	2627	306	015	321	710	1031	1596	204	1392
24 1	2625	002	2627	306	015	321	710	1031	1596	139	1457
25 2	2625	002	2627	306	015	321	710	1031	1596	089	1507
合 計											

Table II-20) Statement of Income (Case II)

(単位：百万円)

年次	運 転 収 入		運 転 維 持 費			経 費		運 転 収 益 (C)=(A)-(B)	財 務 費 用 (支 払 利 息) (D)	Net Income (C)-(D)	備 考
	電 力 取 入	インフラ 通 行 料	計 (A)		減 価 償 却 費	計 (B)					
			運 転 力	舟 航							
1 1978	980	0002	980	008	284	654	948	1162	△ 1130		
2 1979	1125	0002	1125	008	284	654	948	1162	△ 985		
3 1980	1299	0003	1299	008	284	654	948	1162	△ 811		
4 1981	1498	0003	1498	008	310	706	1016	1269	△ 787		
5 1982	1735	0003	1735	009	310	706	1016	1265	△ 546		
6 1983	1985	0001	1985	008	310	706	1016	1296	△ 327		
7 1984	2239	0004	2239	009	315	722	1037	1257	△ 055		
8 1985	2510	0005	2511	009	315	722	1037	1218	256		
9 1986	2625	0006	2625	009	315	722	1037	1178	410		
10 1987	2625	0007	2625	009	315	722	1037	1134	454		
11 1988	2625	0007	2625	009	315	722	1037	1094	494		
12 1989	2625	0008	2625	012	318	722	1040	1049	536		
13 1990	2625	0009	2626	012	318	722	1040	1001	585		
14 1991	2625	001	2626	012	318	722	1040	952	634		
15 1992	2625	001	2626	012	318	722	1040	901	685		
16 1993	2625	001	2626	012	318	722	1040	849	737		
17 1994	2625	002	2627	015	321	722	1043	793	791		
18 1995	2625	002	2627	015	321	722	1043	735	849		
19 1996	2625	002	2627	015	321	722	1043	674	910		
20 1997	2625	002	2627	015	321	722	1043	611	973		
21 1998	2625	002	2627	015	321	722	1043	542	1042		
22 1999	2625	002	2627	015	321	722	1043	472	1112		
23 2000	2625	002	2627	015	321	722	1043	409	1175		
24 2001	2625	002	2627	015	321	722	1043	345	1239		
25 2002	2625	002	2627	015	321	722	1043	281	1303		
26 2003	2625	002	2627	015	321	722	1043	214	1370		
27 2004	2625	002	2627	015	321	722	1043	194	1390		
28 2005	2625	002	2627	015	321	722	1043	074	1510		
合 計											

Table II-8 Financial Schedule (歲 入)

(單位：百萬)

年次	Case 1						Case 2						借入金 返済 (元利計)	備 考
	貸 入 金			貸 出 金			借 入 金			貸 出 金				
	外貨分		總計	政府		總計	外貨分		總計	政府		總計		
	外貨分	總計	總計	政府	總計	總計	外貨分	總計	總計	政府	總計			
1970	058	007	059	058	117	058	029	087	001	088	029	117	154	金 利：3.5% 返済期間： Sambor Sambor まで 完成後20年 元利均等償還
1	119	003	122	124	246	119	062	181	005	186	062	248	178	
2	155	007	162	162	324	155	081	236	011	247	081	328	199	
3	140	012	152	146	298	140	073	213	018	231	073	304	199	
4	124	016	140	129	269	124	065	89	024	213	064	277	199	
5	159	020	179	165	344	159	082	241	030	271	083	354	199	
6	197	025	222	205	427	197	102	299	038	337	102	439	199	
7	155	030	185	162	347	155	081	236	046	282	081	363	199	
8	180	035	215	188	403	180	094	274	051	328	094	422	199	
9	225	003	228	231	462	225	117	342	004	346	117	463	199	
1980	193	002	195	212	407	193	106	299	003	302	106	408	199	
1													199	
2													199	
3													199	
4													199	
5													199	
6													199	
7													199	
8													199	
9													199	
10													199	
11													199	
12													199	
13													199	
14													199	
15													199	
16													199	
17													199	
18													199	
19													199	
20													199	
21													199	
22													046	
23													021	
合 計	1704	154	1858	1786	3614	1704	898	2597	234	2831	893	3724	3980	

Table II-40) Statement of Cashflow (電力·舟艇部門; Case I) (单位: 百万韩)

年次	Cash from Income			工事資金受入		貸合計(△)	工那費支出	借入金返済(元本)	支出合計	Cash balance	
	Net Income	減価償却	小計	借入金	設備出賃金					当	前
9				395	067	462	462				
8				1850	716	2566	2566				
7				1604	625	2229	2229				
6				1049	545	1594	1594				
5				2145	1021	3166	3166				
4				3015	1346	4361	4361				
3				4274	1438	5712	5712				
2				5537	1074	6611	6611				
1				4630	951	5581	5581				
1978	△ 936	642	△ 291			△	294			△	294
2	△ 791	612	△ 149	674	300	974	974		974	△	149
3	△ 617	642	△ 25	909	139	1048	1048		048	△	025
1	△ 584	694	△ 110				110	050	050	△	060
2	△ 344	694	△ 350				350	053	053	△	297
3	△ 090	694	△ 604	504	083	627	1231	880	1507	△	276
4	146	710	856				856	934	934	△	078
5	457	710	1167				1167	973	194	△	194
6	611	710	1321				1321	1013	308	△	308
7	651	710	1364				1364	1056	1056	△	308
8	699	710	1409				1409	1101	244	△	244
9	742	710	1452			(064)	1452	1147	305	△	305
1990	791	710	1501				1501	1195	306	△	306
1	841	710	1551				1551	1245	306	△	306
2	893	710	1603				1603	1297	306	△	306
3	948	710	1658			(064)	1658	1297	1297	△	1862
4	1003	710	1713				1713	1352	1416	△	2104
5	1062	710	1772				1772	1409	1409	△	2408
6	1125	710	1835				1835	1468	1468	△	2712
7	1189	710	1899				1899	1531	301	△	301
8	1257	710	1967				1967	1595	304	△	3320
9	1327	710	2037				2037	1663	304	△	304
2000	1392	710	2102				2102	1585	452	△	452
1	1457	710	2167				2167	1650	1650	△	452
2	1507	710	2217				2217	1715	1715	△	4980
合計			32237					1714	1714		503
									29103		

Table II-4(2) Statement of Cashflow (電力・航機部門; Case II)

(単位: 百万円)

年次	Case from Income		工事資金受入		貯金合計(円)	工事費支出	借入金返済(元本)	支出合計(円)	Cash Balance	
	Net Income	減価償却	借入金	政府出資金					当	累計
9										
8	1970		429	034	463	463				
7	1		2215	358	2573	2573				
6	2		1926	313	2249	2249				
5	3		1354	272	1626	1626				
4	4		2703	510	3213	3213				
3	5		3758	673	4431	4431				
2	6		5091	719	5810	5810				
2	6		6198	537	6735	6735				
1	7		5358	476	5834	5834				
1	1978	△	1130		476	476			△	476
2	9	△	985		331	827	977	977	△	331
3	1980	△	811		157	987	1057	1057	△	807
4	1	△	787		081				△	157
5	2	△	546		150	586	628	628	△	140
6	3	△	327		329				△	097
7	4	△	055		667				△	550
8	5		256		978				△	1808
9	6		410		1132				△	1787
10	7		454		1176				△	1652
11	8		494		1216		064	064	△	1517
12	9		536		1258				△	1446
13	1990		585		1307				△	1314
14	1		634		1356				△	1181
15	2		685		1407				△	1048
16	3		737		1459		064	064	△	915
17	4		791		1513				△	846
18	5		849		1571				△	715
19	6		910		1632				△	584
20	7		973		1695				△	453
21	8		1042		1764				△	322
22	9		1112		1834				△	191
23	2000		1175		1897				△	106
24	1		1239		1961				△	403
25	2		1303		2025				△	754
26	3		1370		2092				△	1105
27	4		1390		2112				△	1456
28	5		1510		2232				△	1807
合計					33728		363	34232		2158

第Ⅱ卷 ナムグムとパモン
計画を考えた場合

第 II 卷 目 次

計 画 概 要	I ~ V
第 1 章 緒 言	1
第 2 章 結論および勧告	3
2-1 結 論	3
2-2 勧 告	6
第 3 章 電力需要想定および電力消化計画	7
3-1 一 般	7
3-2 電力需要想定	7
3-2-1 一般需要の想定	7
3-2-2 電力多消費産業の需要想定	9
3-2-3 農業用動力需要	10
3-2-4 電力需要想定	11
3-3 電力消化計画	12
3-3-1 電力消化計画の種類	12
3-3-2 各電力消化計画における Sambor 発電所の増設時期	12
3-3-3 電力消化状況	15
3-3-4 電力多少費産業の生産量	21
第 4 章 貯水池および発電計画	25
4-1 貯水池計画	25
4-1-1 Nam Ngum および Pa Mong 計画による流況の変化	25
4-1-2 Sambor 貯水池の操作	32
4-2 発電規模	39
4-2-1 発電規模決定方法	39
4-2-2 最適規模の決定	40
4-2-3 ユニット容量および台数	40
4-3 可能発生電力および年間可能発生電力量	40
4-4 発電所の増設計画	44

第5章 送電および変電計画	47
5-1 送電計画	47
5-2 変電計画	49
5-3 通信計画	50
第6章 主要構造物および施工計画	55
6-1 主要構造物の概要	55
6-1-1 水理構造物	55
6-1-2 電気機器	56
6-1-3 送電線	57
6-2 施工計画の概要	65
6-2-1 工 程	65
6-2-2 準備工事	65
6-2-3 ダムおよび洪水吐	65
6-2-4 発電所	66
第7章 工 事 費	71
第8章 経 済 評 価	81
8-1 経済評価の方法	81
8-2 便 益	81
8-2-1 考 え 方	81
8-2-2 一般需要に対する便益単価	81
8-2-3 電力多消費産業に対する便益単価	81
8-2-4 農業用動力需要に対する便益単価	82
8-2-5 年 便 益	82
8-3 費 用	85
8-4 内部収益率	87
8-5 総合評価	88
第9章 資 金 計 画	89
9-1 資 金 調 達	89
9-2 金利および返済期間	89
9-3 返 済 資 金	90
9-4 結 論	90
第10章 舟航および農業かんがい	97
10-1 舟 航 計 画	97
10-1-1 概 説	97
10-1-2 Nam Ngum および Pa Mong 両ダム建設によって起る流量変化と水位の変化	97

10-1-3	舟航に及ぼす影響	101
10-2	農業かんがい計画	102
10-2-1	緒 言	102
10-2-2	現 況	102
10-2-3	開 発 計 画	107
10-2-4	かんがい用水量	109
10-2-5	工事計画と工事費	112
10-2-6	経 済 評 価	114
第11章	舟航の将来計画(閘門と運河方式)	117
11-1	将来計画輸送目標量	117
11-2	船 型	117
11-3	河の水位と施設	118
11-4	計 画 の 概 要	119
11-5	Upper Lock	122
11-5-1	船型と寸法	122
11-5-2	閘門と入口	123
11-5-3	扉	123
11-5-4	注排水装置	123
11-5-5	その他の付属設備	123
11-6	Lower Lock	124
11-7	運 河	126
11-8	道路と橋梁	128
11-9	可 動 せ き	129
11-10	航 路 浚 渫	129
11-11	将来計画工事書	132
付風資料-1	舟航設備位置の選定(将来計画)	133
1-1	概 説	133
1-2	運河平面計画案	133
1-3	運河ルートと比較検討	134
1-3-1	地 質	134
1-3-2	航 行 の 安 全	134
1-3-3	隣接地への影響その他	135
1-3-4	工 事	135
1-4	計画ルートの選定	135

付属資料一 2 大量貨物輸送方式の比較検討（将来計画）	137
2-1 概 説	137
2-2 外洋航行貨物船	137
2-3 パーゼライン・システム	137
2-4 輸 送 費	138
2-5 工 事 費	141
2-6 将来計画に対する輸送方法の選定	142

図 面 リ ス ト

Fig. C-1	Load Forecast
Fig. C-2	一般需要の日負荷曲線
Fig. C-3	Demand Forecast at Generating End and Capacity Installation Schedule
Fig. C-4 (1)	Utilization of Power (Type I' - 1)
Fig. C-4 (2)	Utilization of Power (Type I' - 2)
Fig. C-5 (1)	Utilization of Power (Type III' - 1)
Fig. C-5 (2)	Utilization of Power (Type III' - 2)
Fig. C-6	Trend of daily duration Curve
Fig. D-1	Area Capacity Curve of Nam Ngum Reservoir
Fig. D-2	Operating Rule Curve of Nam Ngum Reservoir
Fig. D-3	Area Capacity Curve of Pa Mong Reservoir
Fig. D-4	Operating Rule Curve of Pa Mong Reservoir (250M)
Fig. D-5	Area Capacity Curve of Sambor Reservoir
Fig. D-6	Irrigation Water Requirement
Fig. D-7	Operating Rule Curve of Sambor Reservoir
Fig. D-8	Regulated Flow at Sambor Site
Fig. D-9	Curves for Construction Cost and Annual Cost
Fig. D-10	合成負荷曲線
Fig. D-11 (1)	Optimum Scale of Sambor Power Plant (Hydro and Thermal Combined System)
Fig. D-11 (2)	Optimum Scale of Sambor Power Plant (Hydro power system)
Fig. D-12	水位変化
Fig. D-13	発生電力および電力量
Fig. E-1 (1)	送電線連系系統図 (Type I')
Fig. E-1 (2)	" (Type III')
Fig. E-2	Telecommunication System Diagram
Fig. F-1	Curves for Efficiency, Installed Capacity and Plant Capacity
Fig. F-2	Construction Schedule
Fig. F-3	Study for Embankment of River Channel [Proposed plan; case (1)]
Fig. F-4	Rating Curve at Diversion
Fig. J-1	General Plan of Agricultural Development in Downstream Project Area
Fig. J-2	Target for Construction and Benefit Realization

表 リ ス ト

Table C-1	電力多消費産業の負荷配分
Table C-2	Load Forecast for Sambor Interconnected System
Table C-3	発電機台数と出力の関係
Table C-4	電力消化パターンと発電機増設計画
Table C-5 (1)	電力需給バランス (Type I'-1)
Table C-5 (2)	電力需給バランス (Type I'-2)
Table C-6 (1)	電力需給バランス (Type III'-1)
Table C-6 (2)	電力需給バランス (Type III'-2)
Table C-7	電力多消費産業の生産量
Table C-8	電力多消費産業 (除アルミ産業) の流況による生産量の変化
Table D-1 (1)	Regulated Inflow at Sambor Site after Completion of Nam Ngum and Pa Mong Projects
Table D-1 (2)	Regulated Inflow at Sambor Site after Completion of Nam Ngum and Pa Mong Projects
Table D-1 (3)	Discharge Data at Kratie (1924 - 1965)
Table D-2	Irrigation Diversion of Pa Mong Project (Intermediate stage) (Estimated Irrigation Area: 250,000 ha)
Table D-3	Correction for Evaporation and Precipitation
Table D-4	開発段階における可能発生電力及び年間可能発生電力量
Table E-1 (1)	送変電設備計画 (Type I'-1)
Table E-1 (2)	" (Type I'-2)
Table E-1 (3)	" (Type III'-1)
Table E-1 (4)	" (Type III'-2)
Table F-1	水理構造物の概要
Table F-2	魚 梯 の 概 要
Table F-3	電気機器の概要
Table F-4	Description of Transmission Line
Table G-1 (1)	Summary of Estimated Construction Cost
Table G-1 (2)	Breakdown of Estimated Construction Cost
Table G-1 (3)	Breakdown of Estimated Construction Cost
Table G-2	Annual Fund Requirement (Type I'-)
Table G-3	Summary of Construction Cost for Power-Oriented Industries
Table G-4	Construction Cost for Fish Ladder
Table H-1 (1)	Annual Benefit (Type I')
Table H-1 (2)	Annual Benefit (Type III')

平面図と断面図リスト

Dwg. No. 1	Dam and Power Plant (Plan and Typical Cross Sections)
Dwg. No. 2	Dam and Spillway (Plan and Sections)
Dwg. No. 3	Power House (Plan)
Dwg. No. 4	Power House (Sections)
Dwg. No. 5	Transmission Line (General Plan)
Dwg. No. 6	Transmission Line (Supporting Structure)
Dwg. No. 7	Construction Area (General Plan)

Table H-2	取替費内訳
Table I-1 (1)	Amortization Schedule (Case I)
Table I-1 (2)	Amortization Schedule (Case II)
Table I-2 (1)	Statement of Income (Case I)
Table I-2 (2)	Statement of Income (Case II)
Table I-3 (1)	Statement of Cashflow (Case I)
Table I-3 (2)	Statement of Cashflow (Case II)
Table J-1 (1)	上記計画を考慮しない時と、した時の水量及び水位（乾期3ヶ月）
Table J-1 (2)	" "（雨期3ヶ月）
Table J-2	乾期の流量変化
Table J-3	乾期の水位変化
Table J-4	雨期の流量変化
Table J-5	雨期の月平均水位変化
Table J-6	Criteria for Land Classification
Table J-7	地域の現況面積
Table J-8	Plan of Land Utilization
Table J-9	現況栽培面積
Table J-10	計画栽培面積
Table J-11	Water Requirement
Table J-12	Unit Water Requirement
Table J-13	Total Water Requirement
Table J-14	事業量，事業費調査
Table J-15	地区別工事計画
Table J-16	増加純益
Table J-17	Annual Cost
Table J-18	Annual Benefit
Table J-19	地区別内部収益率

計 画 概 要

建設費総額	4 7 7 . 5 × 1 0 ⁶ \$
外 貨	3 6 2 . 7 × 1 0 ⁶ \$
内 貨	1 1 4 . 8 × 1 0 ⁶ \$

若し農業と舟航部門の開発規模が単独計画のそれと同じであれば、この場合における本計画の建設工費総額は、電気施設総額の増加により、単独計画の \$ 3 5 8 . 0 million から \$ 4 7 7 . 5 million に増加することになる。

A. ダムおよび発電計画

1. 貯 水 池

流域面積	6 4 6 , 0 0 0 Sq·km
総貯水量	1 0 × 1 0 ⁹ cu·m
満水位	4 0 m
利用水深	2 m
有効容量	2,0 5 0 × 1 0 ⁶ cu·m
ダム型式	フィルタイプおよびコンクリート
延長	3 0 . 7 km
高さ	5 4 m
体積	フィルタイプ 2 5 . 9 × 1 0 ⁶ cu·m コンクリート 1 . 4 3 × 1 0 ⁶ cu·m
計画洪水量	9 0 , 0 0 0 cms
洪水吐延長	1 , 0 0 3 m (有効長さ 7 9 5 m)
ゲート	高 1 4 m × 巾 1 5 m 5 3 門

2. 発 電 所

	単 独	With Pa Mong and Nam Ngum
設備出力	875MW	2,100MW
	125MW×7台	175MW×12台
使用水量 最大	5,425 cms	9,600
常時	1,860 cms	4,380
有効落差	16.7~32m ¹⁾	20.0~30.5m ²⁾
基準落差	19.7m	26.0m
常時出力	473MW	1,120MW
常時尖頭出力	637MW	1,390MW
年間可能発生電力	7,000×10 ⁶ kWh	14,600×10 ⁶ kWh
常時	4,100×10 ⁶ kWh	9,780×10 ⁶ kWh
二次	2,900×10 ⁶ kWh	4,820×10 ⁶ kWh

3. 電力負荷配分(発電端)

1) 1983年以降33ヶ年の月平均流量
2) 1950年以降15ヶ年の月平均流量

電力消化タイプ	単 独		With Pa Mong and Nam Ngum		
	I	II	III	I'	III'
単 位	MW	MW	MW	MW	MW
一般需要	390	760	875	890	2,100
アルミニウム製錬	250	—	—	500	—
苛性ソーダー	60	60	—	120	—
塩化ビニール	16	16	—	32	—
カバイトカルシウム	103	39	—	206	—
農業揚水用	—	—	—	240	—
フェロシリコン	56	—	—	112	—
シリコンカーバイト	—	—	—	—	—
	875	875	875	2,100	2,100

4. 送 変 電 設 備

	単 独	With Pa Mong and Nam Ngum
電 圧	345kV	345kV
延長および回線数		
Sambor ~ Phnom Penh	190km×2	190km×3 (1)
Phnom Penh ~ Sihanouk Ville	160km×2	160km×2 (←)
Sambor ~ Saigon	230km×1	230km×2 (3)
一次変電所容量		
Phnom Penh	100MVA×1	160MVA×3 (3)
Sihanouk Ville	120MVA×5	270MVA×4 (←)
Saigon	120MVA×3	250MVA×3 (6)

(注) ()内数字は一般需要のみを対象とする時 (Type I')

5. 運 転 開 始

1978年

1980年

6. 工 期

	単 独	With Pa Mong and Nam Ngum
第 1 期	1970~1977	1972~1979
第 2 期	1979, 1980, 1983	1981~1990 (1997)

(注) ()内数字は一般需要のみを対象とする時 (Type III')

7. 工 事 費 318.1×10⁶ \$ 437.6×10⁶ \$

8. 経 済 性

		(1)	(2)	(3)	(4)
電力消化 Type I	4.4%	7.2%	6.2%	7.6%	6.4%
" " II	5.3	—	—	—	—
" " III	5.3	7.8%	6.3%	8.6	7.0

(注) (1), (2)は一般需要の増分に対し60%を供給する時

(3), (4)は一般需要の増分に対し90%を供給する時

kWh当りの料金は, (1), (3)では,

一般9ミル, アルミ2.5ミル, その他2.0ミル

(2), (4)では, 一般7ミル他は, (1), (3)と同じ。

B. 農業かんがい計画

	単 独	With Pa Mong and Nam Ngum (単独計画の他追加されるもの)
1. 計画面積	34,000 ha (内排水改良 2,845 ha)	587,000 ha
2. 用水量	468×10 ⁶ cu.m (内サンボール貯水池 288×10 ⁶ cu.m)	152~774 cms
3. 水 源		
サンボール貯水池	省略(前出) 3ヶ所 有効貯水量 35×10 ⁶ cu.m 盛土量 783×10 ⁶ cu.m	
ポンプ場	23ヶ所 6,859kW (本流, 交流, 湖沼より)	212,000kW
水路延長	557 km	870 km
4. 排 水		
水路延長	31 km	
ポンプ場	4ヶ所 1,937kW	
5. 開 こ ん	14,800 ha	251,000 ha
6. コルマターシュ水路	8路線 8.6 km	
7. 試 験 場	2ヶ所	
8. 工 期	1970~1980年	(1976~1990年)
9. 工 事 費	34.9×10 ⁶ \$	525×10 ⁶ \$
10. 経済性(内部収益率)	7.9%	10.1%

C. 舟 航 計 画

1. インクライン

路 線	3 線
延 長	8 5 5 <i>m</i>
盛 土 量	8 2 0.0 0 0 <i>cu.m</i>

2. 浚 渫 6 6 5.0 0 0 *cu.m*

3. 工 期

第 1 期 1 9 7 5 ~ 1 9 7 7 年

第 2 期 1 9 8 8 , 1 9 9 3 年

4. 工 事 費 5.0 3 × 1 0⁶ \$

5. 経 済 性 (内 部 収 益 率) 5.2 %

第1章 緒言

第1章 緒 言

この報告書は Mekong 河の Sambor 地点より上流で実施或は計画中の Nam Ngum および Pa Mong 計画が実現した場合の Sambor 地点の開発について記述したものである。Mekong 河流域では、これら3つの計画の他幾多の計画が立案されつつあるが、Nam Ngum 計画は1968年より工事に着手しており、Pa Mong 計画は1961年より USBR¹⁾により調査研究が進められている。ことに後者は開発の規模において流域中最大級の1つに数えられるものであり、その貯水池の操作によって、下流の流況は、大きく変化するものと考えられる。従って若しこれらの計画の内容が明らかで、実現の見透がついているならば最下流にある Sambor 地点の開発計画は当然これら上流計画を考慮に入れ策定される必要がある。Sambor 計画は、General Report にも述べられたとおり、計画当初上記の上流計画の内容が不明であった為上流計画を考慮しない単独計画が策定された。その後上記計画の進捗に伴いその内容も或程度明らかになってきたので、Mekong Secretariat は1967年末日本政府に対し Nam Ngum および Pa Mong 計画を考慮した場合 (Sambor Project with the Flow Regulation of Nam Ngum and Pa Mong Reservoir) の検討を要請してきた。²⁾

この報告書はこれに応え作成されたものである。この Study は Sambor 単独開発計画報告書作成後に行なわれ、報告書は General Report の Annex として編修された。従って単独開発と変らない事項——水文、気象、地質、貯水池の規模、水理構造物、舟航設備（インクライン）、Sambor 直下流部 34,000 ha の農業かんがい計画等——については割愛或は概述程度に止め、発電規模、電力消化計画および経済性の検討に重点がおかれており、これらの事項については第3章から第9章にわたり述べられている。

なお舟航計画では上記上流の2 Project による水位変動の Study のみとし農業かんがい計画では Mekong 河下流部での渇水量の増加と Sambor 発電所からの安価な電力を期待し、カンボジアのデルタ地帯の農業開発につき予備的な検討がなされており、これらについては第10章に記述されている。漁業については未だ結論を得ていないので、一応ダムに魚梯を設置することを考慮しているが、別途扱いとし、この計画の資金計画には含まれていない。

次に今回の Study に当り前提とされた主なる事項列挙すれば次のとおりである。

- 1) Sambor 発電所からの電力供給地域はカンボジアおよびヴェトナムの両国のみ対象とする。
- 2) Nam Ngum および Pa Mong は勿論 Mekong 河上流に計画されている諸発電所とは送電連系はなされないものとする。

1) U.S. Bureau of Reclamation

2) Third Pa Mong / Sambor Meeting at Tokyo, in March 1967

Informal discussions on Sambor Project Draft Report, Bangkok & Phnom Penh, July 1968.
Mr. Wada, Minister & Permanent Representative of Japan to ECAFE への Letter, C.
Hart Schaaf, Executive Agent, Mekong Sekong Secretariat より

- 3) Sambor 発電所の運転開始は Pa Mong Project と同じ 1980 年とする¹⁾
- 4) Nam Ngum および Pa Mong が実現した時の下流の流況は Mekong Secretariat において検討された結果 (1950~1965 年月別平均流量, Sep. 1968) を使用する。
- 5) 貯水池の規模は単独計画と同じく満水位標高 40 m, 利用水深 2 m, 有効貯水容量 $2,050 \times 10^6$ cu.m とする。

1) Informal discussions on Sambor Project Draft Report, Bangkok & P. penh, July 1968.

第2章 結論および勧告

第2章 結論および勧告

2-1 結 論

上流 PaMong および Nam Ngum 計画を考慮した場合、以下に述べる通り、Sambor 発電所の規模は 2,100 MW に拡大することが出来、これにより発生する電力をカンボジアおよびヴェトナムの一般需要に当てる他、地域内に電力多消費産業を誘致し、これらより電力の消化をはかるならば、この計画の経済性は内部収益率で 6~8% と単独計画に比し、かなり高くなる。若しこの計画が実施されるならば、上記の他、舟航部門では、Stung Treng ~ 河口の舟運が単独計画に比し、更に容易となり、農業部門では Sambor 直下流地域の他、デルタ地域において約 600,000 ha の開発が可能となる。その他、計画地域の社会経済発展に寄与する間接効果をも併せ考慮すればこの計画は非常に魅力的なものと考える。今検討の結果を概述すれば次のとおりである。

- (1) カンボジアおよびヴェトナムにおける発電設備出力¹⁾は 1965 年で夫々 45 MW、および 285 MW、年間消費電力量¹⁾は夫々 63×10^6 kWh、および 430×10^6 kWh で、最近 10ヶ年間の伸び年率は約 10% である。

これらの国における電力需要の中心は Phnom Penh および Saigon であって両国需要の約 80% が集中している。

これら中心地における将来の需要の伸び率は年約 10~17% で最大電力および年間電力量は 1980 年には 693 MW および 3.6×10^6 kWh、1990 年には 1818 MW および 9.6×10^6 kWh に達するものと想定される。

- (2) 上流 2 Project が実現した場合の Sambor 地点における褐水月の平均流量は 2,000 cm s から 5,000 cm s に増加し、洪水月の平均流量は、4,000 cm s から 30,000 cm s に減少し、流況はかなり良くなる。

Sambor 貯水池の規模を単独開発と同一にしても (HWL: 40 m, 利用水深 2 m, 有効貯水容量 $2,050 \times 10^6$ cu.m) 発電使用水量の最小は単独開発の 1,860 cm s から 4,380 cm s に増加し、常時出力は 473 MW から 1,120 MW に増加する。

- (3) Sambor 発電所を火力との組合せで運転するとした場合、Sambor 発電所の設備出力が約 2,100 MW の時、kWh 当りのコストが最小となる。

従って Sambor 発電所の最終段階における規模は 175 MW \times 12 基、計 2,100 MW とするのが最適である。上記の規模のもとでの年間可能発生電力量は、常時 $9,780 \times 10^6$ kWh、二次 $4,820 \times 10^6$ kWh 計 $14,600 \times 10^6$ kWh である (単独開発では設備出力は 875 MW、年間可能発生電力量は常時 $4,100 \times 10^6$ kWh、二次 $2,900 \times 10^6$ kWh 計 $7,000 \times 10^6$ kWh)

1) Statistical Bulletin Dec 1967, Mekong Secretariat

- (4)① Sambor 発電所で発生する電力はカンボジアおよびヴェトナム両国の一般需要を賅うのみならず、地域の工業化推進の一環として電力多消費産業および Mekong 河下流の農業かんがい、排水用動力に供給されることが考えられる。
- (4)② この計画では、Sambor 発電所で発生する電力を一般需要 (890 MW) 電力多消費産 (970 MW) および農業かんがい排水用動力 (240 MW) に配分する案 (以下 Type I' の電力消化パターンと称す。¹⁾) と一般需要のみを対象とする案 (以下 Type III' の電力消化パターンと称す。¹⁾) が考えられた。
- (5) 電力多消費産業のコンビナートはカンボジア国内に建設されるが妥当と考えられ、その場合は Sihanouk ville 近郊が適当である。
- その規模は最終段階でアルミ年産 250,000 ton, 塩化ビニール 240,000 ton 苛性ソーダ 230,000 ton, その他カルシュームカーバイト, フェロシリコンおよびシリコンカーバイトとして 86,000 ton 程度とすることが適当であろう。
- (6) Sambor 発電所の開発は需要との関連で次のように逐次開発されることが望ましい。
- (a) 一般需要, 電力多消費産業および農業かんがい用を対象とする時 (Type I') は 1979 年までにダム, 発電所 (設備出力 700 MW, 175 MW × 4 基) およびこれに必要な送変電設備を建設し, 残りを 1990 年頃までに需要の増加に応じ, 逐次増設する。
- (b) 一般需要のみを対象とする時 (Type III') は 1979 年までにダム, 発電所設備出力 175 MW (1 基) およびこれに必要な送電設備を建設し, 残りを 1994 年頃までに逐次増設する。
- (7) Sambor ダム, 発電所および送変電の設備の建設は技術的に可能であり, これに要する工事費は次のように見積られる。
- (a) 一般需要, 電力多消費産業および農業かんがい用を対象とする時 (Type I')
- | | |
|-------|--|
| 総工事費 | 437.6 × 10 ⁶ \$ (単独開発 318.1 × 10 ⁶ \$) |
| 外貨 | 342.7 " |
| 内貨相当額 | 94.9 " |
- (b) 一般需要のみを対象とするとき (Type III')
- | | |
|-------|----------------------------|
| 総工事費 | 419.5 × 10 ⁶ \$ |
| 外貨 | 326.9 " |
| 内貨相当額 | 92.6 " |
- (8) Sambor 発電計画の経済性は電力消化パターンの Type I' で便益単価を一般需要 9 mill /kWh, アルミ産業用 2.5 mill /kWh, その他 2.0 mill /kWh とした場合内部収益率が 7.2% となり, 一般需要用を 7 mill /kWh とすると 6.2% となる。

1) Vo. I および II では一般需要とアルミ精錬を含む電力多消費産業の消化パターンを Type I, 一般需要のみを対象とする消化パターンを Type III と称した。

又、一般需要のみを対象 (Type III') にして便益単価を 9 mill/kWh とすると、7.8%、7 mill/kWh とする時は 6.3% となる。以上からこの計画の経済性はいずれの Type 共に単独計画¹⁾に比し、かなり高いものといえる。

(9) Type I' と Type III' の消化計画についてはその経済性 (Internal Rate of Return) において大差がない。

従って発生電力を早期に消化出来、又開発地域に対する社会経済開発面でのインパクト効果の大きい Type I' の開発方式が望ましいものと考えられる。

(10) 舟航を含む電力部門の第一期工事資金は次のとおりである。(但し Type I')

合 計	296.85 × 10 ⁶ \$
外 貨	219.12 "
内貨相当分	77.73 "

これを Sambor 単独の場合と同様の基準で、外貨は各種国際金融機関および各国金融機関から調達し、内貨は(a)カンボジア政府が全額出資するか (case I) 或は(b)半額出資し、残りを Fonds National de I' Equipement から借入れる (case II) もとする。1期計画の総合金利は何れの場合も年 4%、返済期間は運開後 24年 (case I) または 29年 (case II) となる。なお、何れの場合も、初期の運転収益との見合いにおいて、運開後なお 4年程度の据置期間が必要である。2期工事の資金調達はコマーシャルベースで実施可能であり、金利は 6.4% (case I) または 6.2% (case II) 返済期間は 18年とする。

以上の条件で資金を調達し、これを電力料金 (kWh 当り一般需要 7 ミル、アルミ産業 2.5 ミル、その他 2.0 ミル) およびインクライン通行料金の収入により返済するものとして資金計画を作成すると、cash balance は case I の場合は運開後 6年目から、case II の場合は運開後 7年目から夫々 favorable となり、以後順調に借入返済が可能となる。従って Sambor 計画は財務的側面から見ても十分に feasible な計画であると判断される。

(11) 舟航については Sambor ダム下流の水位が単独の場合に比し乾期 (2月~4月) に 1.6~3.0 m 上昇する結果、ダム下流部の浚渫を行なわなくても単独計画と同じ効果が得られ、単独計画と同程度の浚渫を行なえば、年間を通じ 120 ton 級の舟の航行が可能となる。もしダム下流部の浚渫を行なわなければ、工事費において単独計画の場合の 5.03×10^6 \$ から 1.0×10^6 \$ (20%) 節減することが出来る。

(12) 農業かんがい計画では乾期 Mekong 河の流量増加と、Sambor 発電所からの安価な電力の供

1) 単独計画 (Vol. I および III) では一般需要およびアルミ精錬を含む電力多消費産業を対象に電力を消化する場合 (Type I) の便益単価を

一般需要	9 ミル/kWh
アルミ精	2.5 "
その他	2.0 "

で内部収益率 4.4%、一般需要、アルミを含め電力多消費産業のみを対象とする場合 (Type II) および一般需要のみを対象とする場合 (Type III) の内部収益率は 5.3% である。

給により単独開発の場合の 34,000 ha の他にデルタ地域で数百万 ha の開発の可能性があり、その内約 600,000 ha の開発は比較的容易に実施出来る。

2-2 勸 告

- (1) Sambor 計画は下記理由により可及的速やかに工事に着手出来るよう資金調達等の準備にとりかかることが望ましい。
 - a) 上流計画を考慮しない Sambor 単独計画においては、その経済性は一見低いように見受けられるが、上流の Nam Ngum および Pa Mong 計画が実現した場合（両計画は早晚実現する見透がついている。） Sambor 計画の経済性はかなり高くなる。
 - b) Sambor 計画は規模において他の本流計画に比し余り大きくなく、資金調達が比較的容易と考えられる。
 - c) Sambor 発電所は南ヴェトナムにも近く、戦後復興の動力源として Sambor 発電所からの電力を使用することが出来る。
 - d) Sambor ダムは Mekong 河諸計画中最下流に建設されるもので舟航の面からは最優先されるべき計画である。
- (2) アルミ産業を中心とする電力多消費産業により Sambor 発電所の電力消化をはかることは Sambor 計画を推進する上で非常に好ましい姿であるので、電力多消費産業の誘致に関する具体的な調査研究が早期に行なわれる必要がある。
- (3) Sambor Project は上流計画特に Pa Mong, Stung Treng のような大 Project の洪水調節や流量調節による影きょうを大きくうけるのでこれら上流計画がより明らかとなった時点で Vol. I の 13 章に示されている項目をチェックする必要がある。

第 3 章

電力需要想定および電力消化計画

第3章 電力需要想定および電力消化計画

3-1 一般

Sambor 発電所の適正開発規模は後述するように 2,100 MW と考えられる。この規模は、1965 年末のカンボジア及びベトナム両国の合計発電設備出力約 330 MW のほぼ 6 倍、1980 年の両国想定最大需要 830 MW の約 2.5 倍に相当するものである。

このような大規模電源の電力消化方法としては、次の 2 通りが考えられる。

- (1) 経済の発展に伴い増加する電力需要によって、この電力を消化する以外に、電源開発と併せて産業誘致を行い、積極的に電力消化をはかる方法 (Type I')。
- (2) 経済の発展に伴い増加する電力需要に合わせて逐次設備の増設を行い、自然に増加する電力需要のみによって、電力消化をはかる方法 (Type III')。

Type I' は Type III' に比べ短期間に大きな資金の調達を必要とするが、全体として投下資本の有効化を早めることができると共に、産業経済の発展をうながす副次効果大きい。

Type III' は Type I' に比較し、全設備完成迄に長年月を要し、ダム等の共通設備に対する投下資本の有効化が遅くなる反面、資金調達は楽になる利点がある。

電力消化計画を Type I' あるいは Type III' のいずれの方法によるべきかはその国の経済政策に属する問題であるので、この計画ではこれら 2 通りの考え方について消化計画が策定された。

3-2 電力需要想定

3-2-1 一般需要の想定

ここでいう一般需要とは家庭用ならびに、産業用電力需要で Sambor 発電所の電力消化を積極的に行うために Sambor 開発と関連して誘致される後述の電力多消費産業と区別して定義したものである。

(1) 一般需要の想定方法

Sambor 発電所の供給対象となる系統の一般需要は次の手順で想定した。

- a) Vol. III に詳述するように、入手し得た実績記録を基に analytical method と Overall method の 2 通りの方法を適用し、先づカンボジア及びベトナム両国の全国需要を想定する。(Fig. C-1 の①)
- b) 次に両国の既設送電線ならびに送電拡充計画を考慮し全国需要に占める連系系統需要の比率を想定し、これからサンポール発電所の供給対象となる系統の一般需要を求めた。(Fig. C-1 の②)

(2) サンポール連系系統の一般需要

前述の方法により想定されたサンポール連系系統の一般需要は Fig. 3-1 の⑤、⑥のとおりである。

Fig. C-1 Load Forecast

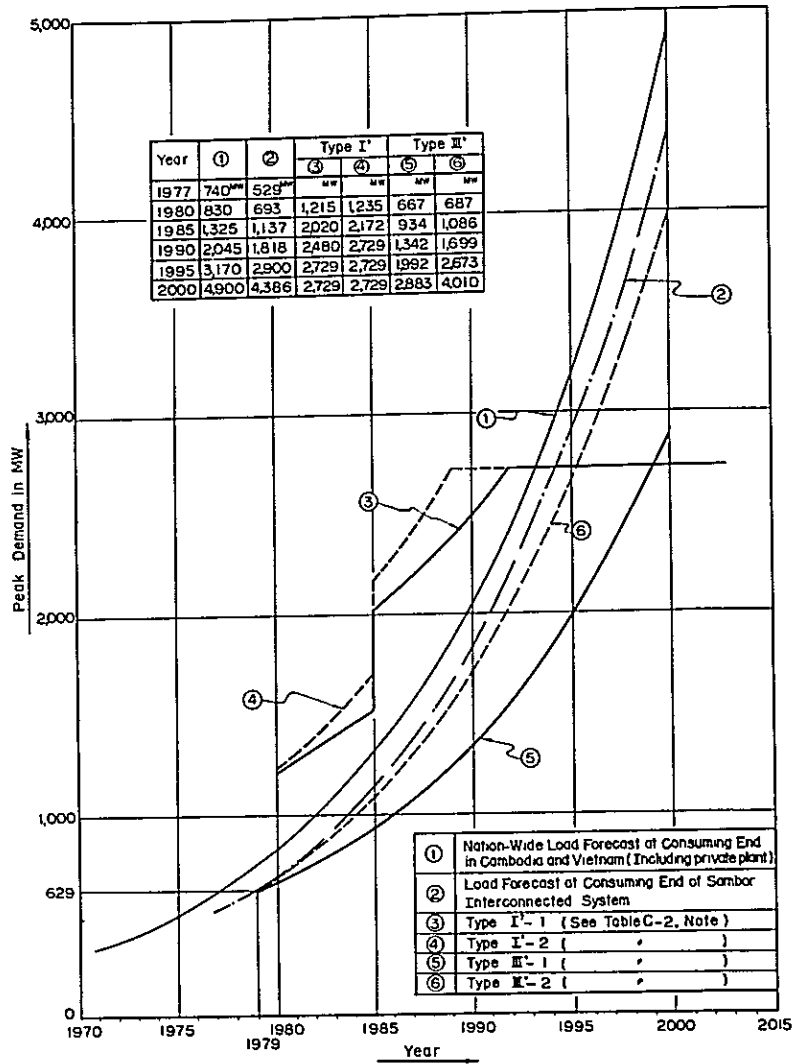
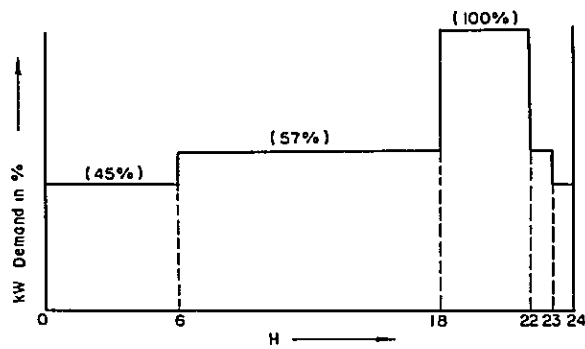


Fig. C-2 Daily Load Curve of Sambor Power Station for General Demand



また実績によると負荷曲線の形状には明確な季節的な変化は見られないので、簡単のため、年間を通じて、同一負荷曲線で代表した。

3-2-2 電力多消費産業の需要想定

大規模電源の電力消化計画の一方法として、電源の開発と同時に産業を誘致し、電力消化を積極的に推進すると共にそれによる波及効果を期待するに当り誘致すべき産業およびその需要想定を検討した。

(1) 工業化の可能性

Mekong 河下流地域の工業化の一般的可能性について調査した結果 Vol. III に記述するのとおり、この地域は鉱物資源の貧困という不利な点はあるがこれを補うに

- a) 開発対象地域の広がり（市場）
- b) 対外貿易との地理的位置
- c) 工業化と勤労に対する旺盛な意欲

等の恵まれた条件があるので、資本、技術および制度等の文化的および社会経済的諸要因の整備により、他の発展途上国を上回る工業発展の可能性をもつという結論を得た。

(2) 誘致すべき産業の種類

誘致すべき産業の種類は次の条件によって選定した。

- (a) 電力消化を促進するという目的から、電力多消費産業が好ましい。
- (b) 対外貿易をねらいとした工業としては世界的に需要増加が期待されるもので、原料産地および消費地の関連から、この地域の地理的有利性を生かし得るもの。
- (c) 域内消化を主なねらいとしたものとしては、域内資源として豊富な石灰石、珪石を主原料としたもの。
- (d) 以上の条件を備えた工業の内、投資の効率化をはかる為コンビナートを形成し得るもの。

この結果、アルミニウム製錬、苛性ソーダ製造、カーバイト工業、フェロシリコン工業、シリコンカーバイト工業および塩化ビニール工業を誘致産業として選定した。

(3) 電力多消費産業誘致の候補地

港湾、道路等の域外、域内に対する輸送設備、工業用水および工場用地の取得の難易、労働力等の面から、電力多消費産業の誘致可能な都市としては、カンボジアでは Sihanouk Ville 港および Phnom Penh、ベトナムでは Saigon が考えられる。この内 Phnom Penh は河川港であり 2,000 ton 級以上の大型船舶の繫留が困難であるので Sihanouk Ville 或は Saigon に比し、条件が不利である。この計画では発電所がカンボジア国内に建設されることから同国の Sihanouk Ville に電力多消費産業が誘致されるものとされた。

(4) 電力多消費産業の規模と電力使用条件

電力消化の積極的促進をはかる観点から Sambor 発電所最大出力の約半を電力多消費産業

により消化することを仮定した。

工場設備は工期2年として Sambor 発電所が運転開始する1980年に1/2運転開始、5年後の1985年に更に1/2を増設するものとした。

Table C-1 電力多消費産業の負荷配分

	使用電力最大 (10 ³ kW)				電力原単位 (kWh/ton)
	1980年~1984年		1985年~		
	需要端	発電端	需要端	発電端	
アルミニウム	240	(250)	480	(500)	16,100
苛性ソーダー	58	(60)	116	(120)	3,700
塩化ビニール	15	(16)	30	(32)	1,000
カーバイト	99	(103)	198	(206)	3,150
フェロシリコン	27	(28)	54	(56)	10,000
シリコンカーバイト	27	(28)	54	(56)	10,000
	466	(485)	932	(970)	

注：発電端最大電力は需要端最大電力に送電損失率4%を加算したものである。

産業用負荷に対する電力供給は、可能な限り常時電力の供給が望ましいが、Sambor 発電所は、その特性から全発生電力量4,600×10⁶ kWh 中には約33%に達する2次電力量が含まれているので、この消化をはかるため、産業の特性を考慮し、次のような電力使用条件を設定した。アルミニウム製錬については常時電力、日負荷率100%、平均的負荷率96%、苛性ソーダ製造、カーバイト工業、フェロシリコン工業、シリコンカーバイト工業および塩化ビニール工業については供給力不足時には電力使用を制限することにした。

電力使用制限の順序は常時性の強い負荷ほど制限順位をおくらせることとした。

3-2-3 農業用動力需要

Pa Mong の完成により洪水量が減少し、濁水量が増加するので Phnom Penh 近郊に約590,000 ha の揚水によるかんがいを計画した。

このかんがい用動力需要は次のように想定される。

最終規模(1995年以降) 240 MW

増加状況 1980年~1995年, 15ヶ年間直線増加

供給条件

期間 Dry Season (11月~3月)

日負荷 供給力不足日には18時~22時の4時間供給停止を許容する。

3-2-4 電力需要想定

先に述べた一般需要，電力多消費産業，農業用動力等の需要想定の結果を一括して示せば Table C-2 のとおりである。

Table C-2 Load Forecast for Sambor Interconnected System

Type and Year		Cambodia and Vietnam				
		Generating End		Consuming End		
		Annual Energy (10 ⁶ kWh)	Peak Demand (MW)	Annual Average Factor	Annual Energy (10 ⁶ kWh)	Peak Demand (MW)
Type I'-1	1980	4,519	586	0.89	4,338	563
	1985	9,384	1,391	0.81	9,009	1,335
	1990	11,642	1,851	0.72	11,177	1,777
	1995	12,297	2,100	0.67	11,806	1,998
	2000	12,559	2,100	0.68	12,057	2,016
Type I'-2	1980	4,609	606	0.87	4,425	582
	1985	10,035	1,543	0.78	9,634	1,481
	1990	12,253	2,028	0.69	11,763	1,947
	1995	12,298	2,100	0.67	11,806	1,998
	2000	12,559	2,100	0.68	12,057	2,016
Type III'-1	1980	202	38	0.61	194	37
	1985	1,621	305	0.61	1,556	293
	1990	3,789	713	0.61	3,637	685
	1995	7,244	1,363	0.61	6,954	1,309
	2000	11,160	2,100	0.61	10,713	2,016
Type III'-2	1980	308	58	0.61	296	56
	1985	2,429	457	0.61	2,332	439
	1990	5,686	1,070	0.61	5,459	1,027
	1995	9,757	2,044	0.61	10,428	1,962
	2000	11,160	2,100	0.61	10,713	2,016

- Note: 1. Type I'-1 一般需要の増分負荷の60%，電力多消費産業および農業かんがい用動力に供給する場合
2. Type I'-2 一般需要の増分負荷の90%を供給する他はType I'-1と同じ
3. Type III'-1 一般需要の増分負荷の60%のみを供給する場合
4. Type III'-2 一般需要の増分負荷の90%を供給する場合
5. 数値はいずれも1979年末をBaseとした増分を示す。
- Transmission Loss は4%計上。

3-3 電力消化計画

3-3-1 電力消化計画の種類

電力消化計画としては Type I' 及び III' について検討した。

これらの電力需要により、Sambor 発電所の発生電力がどのように消化されるかは需要の大きさ、形状だけでなく、Sambor 以外の既設および今後増設される供給力の特性によっても影響されるので、正確には全需要と、全供給力を対象として電力需給計画を策定し、その中に於ける Sambor 発電所の電力消化状態を求めるべきであるが、Sambor 以外の供給力について、電力需給計画策定に必要な資料を入手することができなかつたので、次の簡便法によることとした。しかしながらこの方法で得られた結果は、Sambor 発電所の全需要に占める比率が大きいので、Sambor 計画の経済性を検討するには充分の精度があるものと考えられる。

Sambor 発電所の供給対象となる需要は Type I'、Type III' のいずれの場合も、

- (1) 電力多消費産業需要および農業用動力需要は全量 Sambor 発電所から供給する。
- (2) 一般需要の取扱

カンボジア、ベトナム両国の開発計画によれば、1978年以降1986年までは両国の水力開発量は1978年をBaseとした増分需要の40～60%に達しており、それ以降の計画は不明であるが、かなりの量の開発可能地点があるものと考えられる。

これらの地点はその存在する地方の利水計画等と併せて多目的開発として Sambor 計画と独立して開発されることも考えられるので、一般需要を全部 Sambor 発電所の供給対象とすることは適当でない。

Sambor 発電所の供給対象となる一般需要は、両国の開発計画を優先的に考えると共に、Sambor 発電所の経済評価を控え目にする意味も考え、1979年をBaseとする増分需要の60%とした。

しかしながら、両国の水力開発の遅延あるいは需要の予想以上の急増により、Sambor 発電所の供給すべき一般需要が増加することも考えられるので、これらの要素が Sambor 発電所の電力消化計画およびその経済性に及ぼす影響を知るため、前述の増分需要の90%を供給対象とした場合も検討することとした。

3-3-2 各電力の消化計画に於ける Sambor 発電所の増設時期

Sambor 発電所の最大出力は 2,100 MW、常時出力は 1,120 MW 常時最大出力は 1,390 MW である。

常時出力は濁水期流量に支配され、常時最大出力は洪水時の Tailrace 上昇による有効落差の減少によって制限される。従って最大出力は発電機台数に比例して増加するが、発電機の合計使用水量が最濁水流量以下の場合、常時出力は洪水時の有効落差によって支配されるので、発電機台数に比例するが、台数が増加して、合計使用水量が最濁水流量を超過すると常時

出力は一定値となる。最大出力，常時出力，常時最大出力と発電機台数の関係は次表のとおりである。

Table C-3 発電機台数と出力関係

発電機台数	最大出力	常時出力	常時最大出力
1台～9台	175MW×台数	115.5MW	115.5MW×台数
10台～12台	175MW×台数	1,120MW	115.5MW×台数

Sambor 発電所の対象需要は常時需要と，供給力によって使用量を調整できる需要とから構成されているので次の条件を考慮して発電機増設時期を決定した。

- (1) 最大出力は需要最大を下まわらないこと。
- (2) 常時最大出力が常時需要（一般需要とアルミニウム製錬）の最大を下まわらないこと。
- (3) 常時出力が常時需要の平均電力を下まわらないこと。

以上の条件によって定まる年別の Sambor 発電所の発電機台数は，各電力消化パターンに対して次のようになる。（Fig. C-3 参照）

Firm power output and number of Units

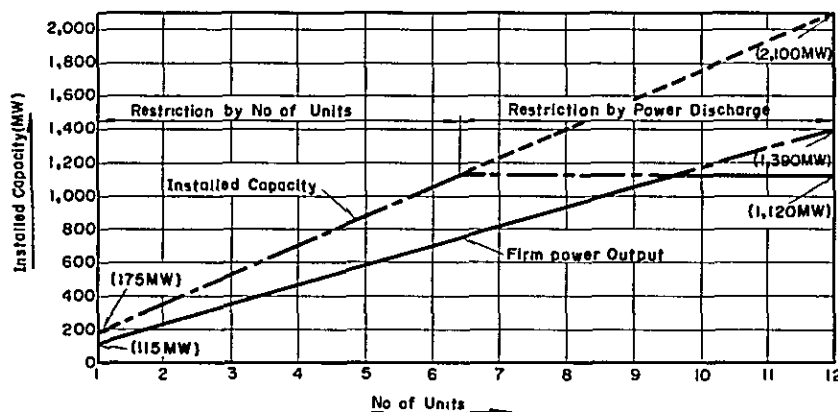


Fig. C-3 Demand Forecast at Generating End and Capacity Installation Schedule

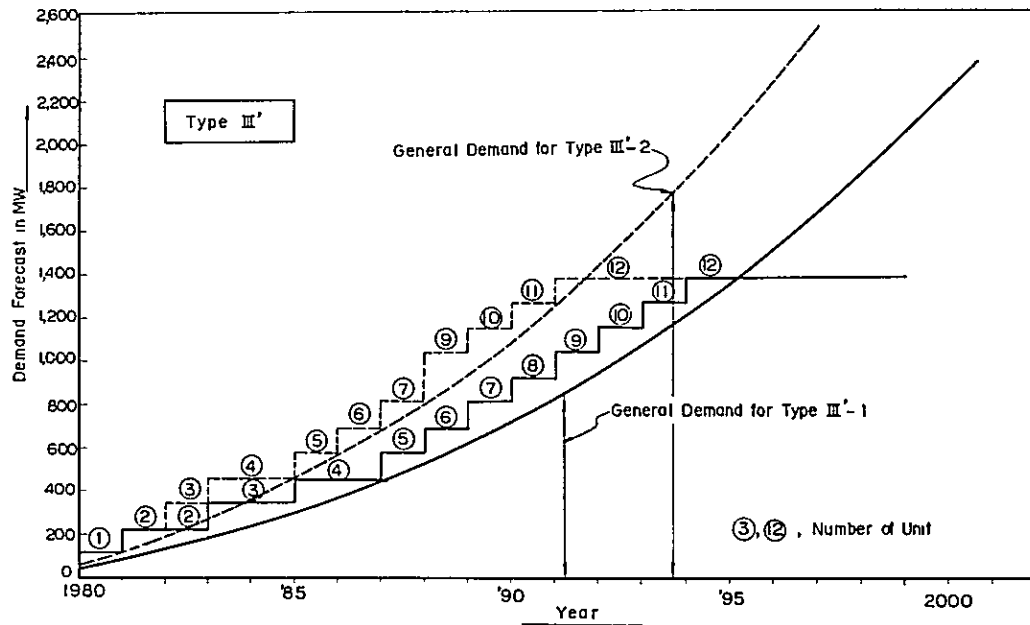
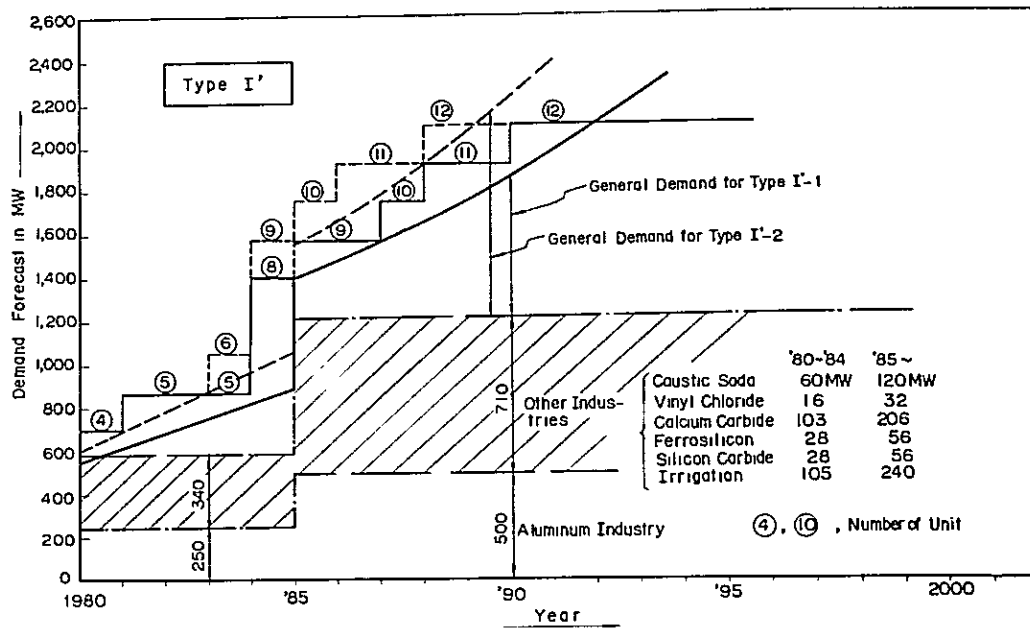


Table C-4 電力消化パターンと発電機の増設計画

Type I'		Type III'					
I'-1	I'-2	III'-1	III'-2				
1980~1981	4台	1980~1981	4台	1980~1981	1台	1980	1台
1982~1984	5台	1982~1983	5台	1982~1983	2台	1981~1982	2台
1985	8台	1984	6台	1984~1985	3台	1983	3台
1986~1987	9台	1985	9台	1986~1987	4台	1984~1985	4台
1988	10台	1986	10台	1988	5台	1986	5台
1989~1990	11台	1987~1988	11台	1989	6台	1987	6台
1991~	12台	1989~	12台	1990	7台	1988	7台
				1991	8台	1989	9台
				1992	9台	1990	10台
				1993	10台	1991	11台
				1994	11台	1992~	12台
				1995~	12台		

Note: Type I'-1 アルミ精錬を含む電力多消費産業、農業かんがい用動力及び連系系統内の一般需要増分の60%を供給対象とした場合。

Type I'-2 アルミ精錬を含む電力多消費産業、農業かんがい用動力及び連系系統内の一般需要増分の90%を供給対象とした場合。

Type III'-1 連系系統内の一般需要増分の60%を供給対象とした場合

Type III'-2 連系系統内の一般需要増分の90%を供給対象とした場合

3-3-3 電力消化状況

(1) Type I'について

Table C-5(1)およびTable C-5(2)は、1980年にSambor発電所が運転開始してから、全完成までの需給バランスを流量年15ヶ年の平均値で示したものである。

Table C-5(1)は消化計画Type I'-1に関するものであり、Table C-5(2)は消化計画Type I'-2に関するものである。電力多消費産業により、2次電力の消化をはかった結果、1980~1984年の電力多消費産業の規模の小さい期間は、Sambor発電所発生電力の消化は75%程度であるが、1985年以降は85%程消化される見込である。

Type I'は流量変動による最大出力および発生電力量の変化をアルミニウム製錬を除く電力多消費産業の負荷特性により吸収する電力消化方法であるが、Type I'-1に於ては1992年に於て、またType I'-2では1989年に於て、それぞれ最大出力2100MWを需要の最大が上廻ることになるが、これらの年以降はType I'-1、

Type I'-2 共に火力発電等の常時供給力の増加が必要となる。

この消化計画に於ては、火力発電の常時供給力の追加は考えず、Sambor 発電所で供給する一般需要を Type I'-1 に於ては 1992 年以降また Type I'-2 に於ては 1989 年以降一定とし、一般需要の残りは総て他の供給力で充足することを仮定している。

Sambor 発電力中余剰電力となっている約 10% の電力量は他の供給力と組合せた場合、有効に利用されることも充分期待されるので、前述の電力消化率はかなり低目に算定されているものと判断される。

Fig. C-4(1) および Fig. C-4(2) は流況による電力消化状況の変化を Load がフルになる 1992 年以降について、示したものである。

Fig. C-4(1) は Type I'-1 に関するものであり、Fig. C-4(2) は Type I'-2 に関するものである。

流量年次により、供給力の特性が変化するが、この発生電力を電力多消費産業により消化すれば Sambor 発電所発生電力はその 88%~91% 消化されることになる。

この結果アルミニウム製錬を除く電力多消費産業の年負荷率は比較的常時性の高いカセイソーダ工業が 80%~90%、その他が 50%~85% の間で変化している。

Table C-5(1) kW Balance for Type I'-1

Year	1980	1984	1985	1992
Number of Unit	4	8	9	12
Generating End				
① Max. output (MW)	700	875	1,400	2,100
② Dependable peak (MW)	462	577	924	1,390
③ Available Energy (10 ⁶ kWh)	5,868	7,342	11,355	14,604
④ Usable Energy (10 ⁶ kWh)	4,519	5,700	9,384	12,559
⑤ Utility factor (④/③×100%)	77	78	83	86
Consuming End				
⑥ Energy for Gemand (10 ⁶ kWh)	194	1,245	1,556	4,541
⑦ Max. Output for Gemand (MW)	37	234	293	854
⑧ Energy for Aluminum Industry (L ₁ : 10 ⁶ kWh)	2,016	2,016	4,032	4,032
⑨ " Caustic Soda (L ₂ : ")	486	486	908	908
⑩ " Vinyl Chloride (L ₃ : ")	129	129	241	241
⑪ " Calcium Carbide (L ₄ : ")	831	831	1,212	1,212
⑫ " Irrigation and Drainage (L ₅ : ")	255	388	402	465
⑬ " Ferrosilicon and Silicon Carbide (L ₆ : ")	427	377	658	658
⑭ Total Energy for General Demand and Power-Oriented Industries (")	4,338	5,472	9,009	12,057
⑮ Max. Output for General Demand and Power-Oriented Industries (MW)	563	801	1,335	2,016

Table C-5(2) kW Balance for Type I'-2

Year	1980	1984	1985	1989
Number of Unit	4	6	9	12
Generating End				
① Max. Output (MW)	700	1,050	1,575	2,100
② Dependable peak (MW)	462	693	1,040	1,390
③ Available Energy (10 ⁶ kWh)	5,868	8,806	12,273	14,604
④ Usable Energy (10 ⁶ kWh)	4,609	6,371	10,035	12,559
⑤ Utility factor (④/③×100%)	79	72	82	86
Consuming End				
⑥ Energy for General Demand (10 ⁶ kWh)	296	1,868	2,332	4,541
⑦ Max. Output for General Demand (MW)	56	351	439	854
⑧ Energy for Aluminum Industry (L ₁ :10 ⁶ kWh)	2,016	2,016	4,032	4,032
⑨ Caustic Soda (L ₂ : ")	485	485	908	908
⑩ Vinyl chloride (L ₃ : ")	129	129	241	241
⑪ Calcium Carbide (L ₄ : ")	831	831	1,212	1,212
⑫ Irrigation and Drainage (L ₅ : ")	253	396	367	465
⑬ Ferrosilicon and Silicon Carbide (L ₆ : ")	415	391	658	658
⑭ Total Energy for General Demand and Power-Oriented Industries (")	4,425	6,116	9,634	12,057
⑮ Max. Output for General Demand and Power-Oriented Industries (MW)	582	918	1,481	2,016

(2) Type III'について

Type III'の電力消化計画は一般需要のみによって Sambor の発生電力を消化する方法である。従って流量変動に伴う、最大出力および発生電力量の変化を吸収する需要がないので、需要の最大が Sambor の常時最大出力 1,390 MW を上廻るとピーク時に補給火力が必要となり、需要の最大が Sambor の最大出力 2,100 MW を上廻ると、ピーク時には常に火力発電が必要となる。

補給火力が必要となる時は Type III'-1 では 1996 年、Type III'-2 では 1992 年である。

ピーク時に常に火力発電を必要とするのは Type III'-1 に於ては 2001 年以降であり、Type III'-2 では 1997 年以降である。

Table C-6(1)および Table C-6(2)は、対象流量年次 15 ヶ年の平均値について、1980 年以降の需給バランスを示したもので、Table C-6(1)は Type III'-1 に関するものであり、Table C-6(2)は Type III'-2 に関するものである。

Sambor 発生電力の消火率は当初の 15%~20% から発電機増設毎に一時的な低下を

伴いながら需要の増加と共に逐次増加し、完成時（Type III'-1 は 1995 年，Type III'-2 は 1991 年）には、50%程度になる。その後補給火力により、2次電力を常時化して消化することにより、ピーク時に常時火力を必要とする時（Type III'-1 は 2001 年，Type III'-2 は 1997 年）までには、76%に達する。

この消化計画は、常時火力による一般需要の供給は Sambor 発電力の対象外としたので、(1)に於て述べたことと同じ理由により Sambor の発生電力の消化率はかなり低目に算定されている。

補給火力は運転する機会が非常に少いので 15 ヶ年平均の年負荷率は高々 6.5%程度で極めて小さい。

Fig. C-5(1)および Fig. C-5(2)は、Type III'-1，III'-2 につき代表的な補給火力の稼働状況を夫々 Wet Year，Average Year，Dry Year について示したものである。その結果補給火力の最大は 714 MW で、1952 年流量年に発生する。これは 8 月の洪水時に Tailrace 上昇により、Sambor の出力が 1,390 MW の常時出力となった時のものである。

補給火力の電力量が最大となるのは 1960 年流量年次である。これは 8 月～10 月の豊水期に於ける Sambor の出力低下よりも、1 月～5 月の乾期に於ける濁水に起因している。

補給火力の設備利用率は 1965 年流量年次の 1.9% が最低で最高は 1960 年流量年次の 10.4% であり極めて低い。

Table G-6(1) kW Balance for Type III-1

Year	1980	1984	1989	1995	1996	2000
Number of Unit	1	3	6	12	12	12
Generating End (Hydro)						
① Max. Output (MW)	175	525	1,050	2,100	2,100	2,100
② Dependable peak (MW)	115	347	693	1,390	1,390	1,390
③ Available Energy (10 ⁶ kWh)	1466	4402	8806	14604	14604	14604
④ usable Energy (10 ⁶ kWh)	202	1297	3311	7244	8041	11,160
⑤ Utility factor (④/③×100%)	14	30	38	50	55	76
Generating End (Thermal power)						
Installed Capacity (MW)	—	—	—	—	250	750
Max. Output (MW)	—	—	—	—	48	492
Energy (10 ⁶ kWh)					3	282
Consuming End						
⑥ Energy for General Demand (10 ⁶ kWh)	194	1245	3,179	6954	7,719	10,713
⑦ Max. Output for General Demand (MW)	37	234	598	1,309	1,453	2,016
⑧ Total Energy for General Demand (10 ⁶ kWh)	194	1245	3,179	6954	7,719	10,713
⑨ Max. Output for General Demand (MW)	37	234	598	1,309	1,453	2,016

Table O-6(2) kW Balance for Type III-2

Year	1980	1984	1991	1992	1996
Number of Unit	1	4	11	12	12
Generating End (Hydro)					
① Max. Output (MW)	175	700	1,925	2,100	2,100
② Dependable peak (MW)	115	462	1,271	1,390	1,390
③ Available Energy (10 ⁶ kWh)	1,466	5,868	13,886	14,604	14,604
④ usable Energy (10 ⁶ kWh)	308	1,946	6,574	7,600	11,160
⑤ Utility factor (④/③×100%)	21	33	47	52	76
Generating End (Thermal power)					
Installed Capacity (MW)	—	—	—	250	750
Max. Output (MW)	—	—	—	4	492
Energy (10 ⁶ kWh)	—	—	—	1	282
Consuming Eng					
⑥ Energy for General Demand (10 ⁶ kWh)	296	1,868	6,311	7,296	10,713
⑦ Max. Output for General Demand (MW)	56	351	1,188	1,373	2,016
⑧ Total Energy for General Demand	296	1,868	6,311	7,296	10,713
⑨ Max. Output for General Demand (MW)	56	351	1,188	1,373	2,016

3-3-4 電力多消費産業の生産量

Table C-7はType I'-1について、電力多消費産業の生産量の推移を示したものである。

Table C-7 電力多消費産業の生産量

	1980~1984	Final Stage
アルミニウム	125,000 t/year	250,000 t/year
カセイソーダ	115,000(120,000) ¹⁾	230,000(240,000) ¹⁾
塩化ビニール	120,000	240,000
カーバイト	10,000(190,000) ¹⁾	20,000(380,000) ¹⁾
フェロシリコン	17,000	33,000
シリコンカーバイド	17,000	33,000

カセイソーダおよび塩化ビニールの消費を域内消費と考えた場合、上記の生産量は、1982年および1990年のカンボジアおよびベトナム両国の推定人口1人当りにするとそれぞれ約1.3kgおよび約2.5kgとなり、これは1965年に於ける日本の1人当り消費量の半分近くの水準に達するものであるが、Sambor開発により急速な経済成長が期待されるメコン沿岸地域としては決して過大なものとは云えない。

Table C-8は1997年に於けるアルミニウム製錬を除く電力多消費産業の生産量の流量年次による変化を示したものであり、又一般需要及びアルミニウム製錬を含む電力多消費産業の年次別、Type別日時続曲線の経年変化を示せばFig. C-6のようになる。

Table C-8 電力多消費産業(アルミ産業を除く)の流況による生産量の変化

	最大 (ton/year)	最小 (ton/year)
カセイソーダ	255	220
塩化ビニール	191	138
カーバイト	490	275
フェロシリコンおよび シリコンカーバイド	87	48

1) ()内は各品目間で相互に原料として使用された部分をも含む総生産量である。

Fig. C-4 (1) Utilization of Power (Type I'-1)

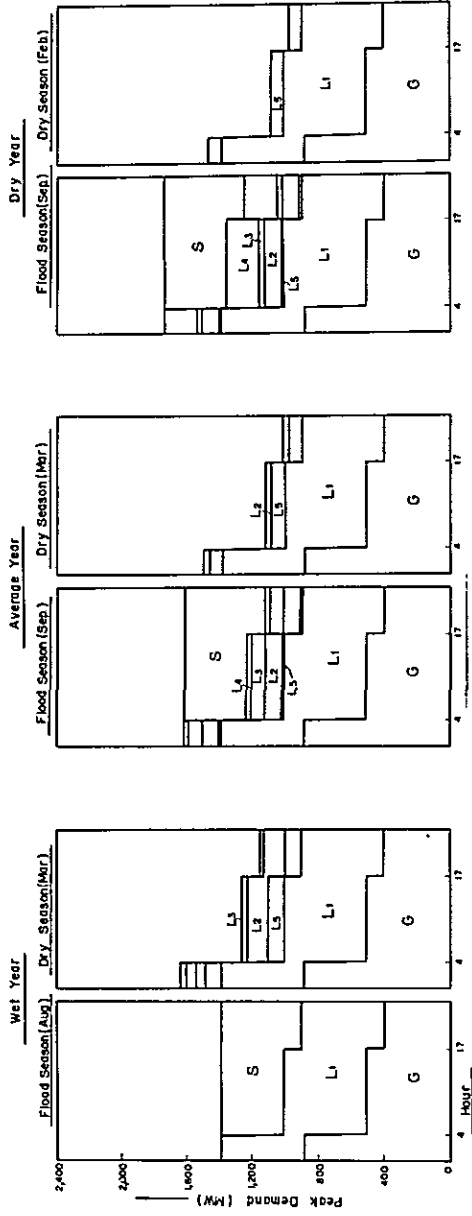


Fig. C-4 (2) Utilization of Power (Type I'-2)

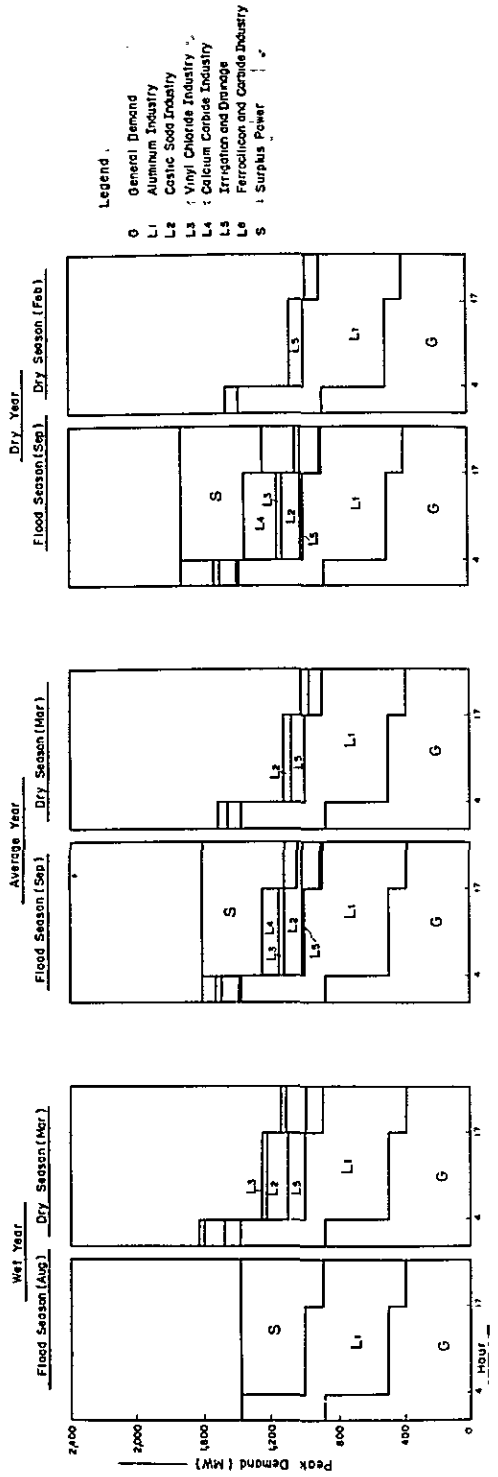


Fig. C-5 (1) Utilization of Power (Type III'-1)

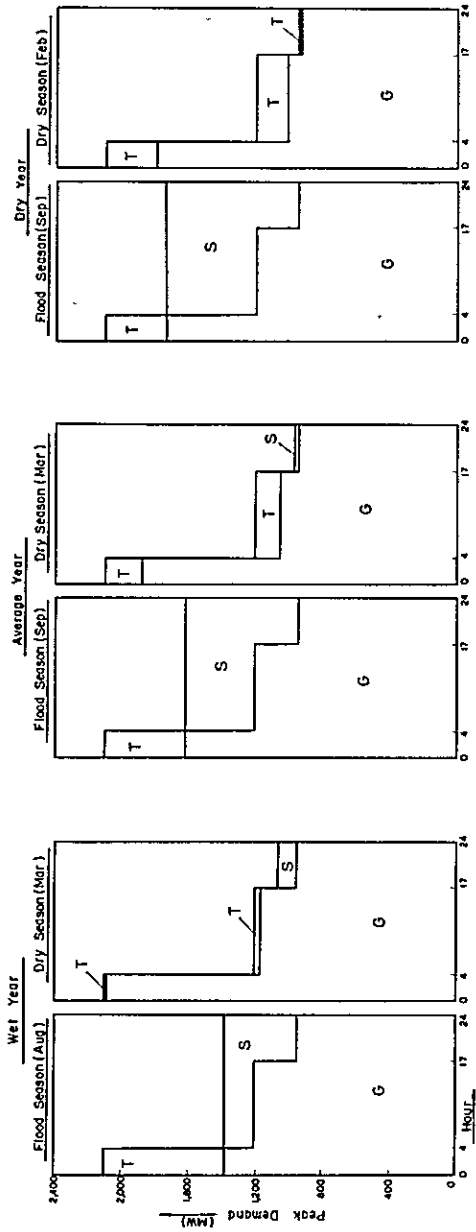


Fig. C-5 (2) Utilization of Power (Type III'-2)

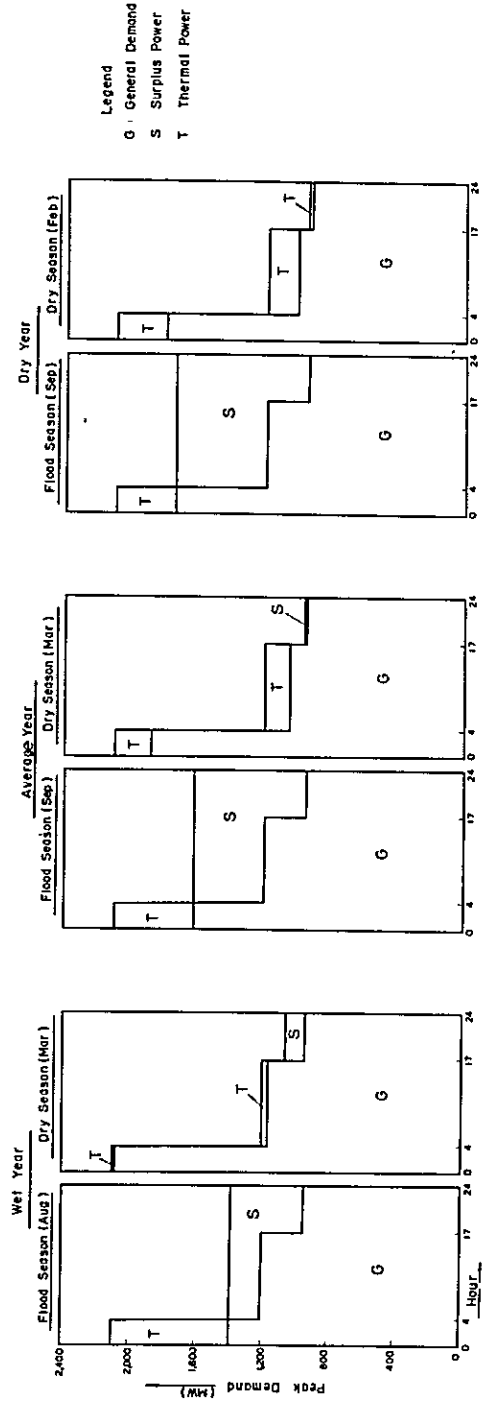
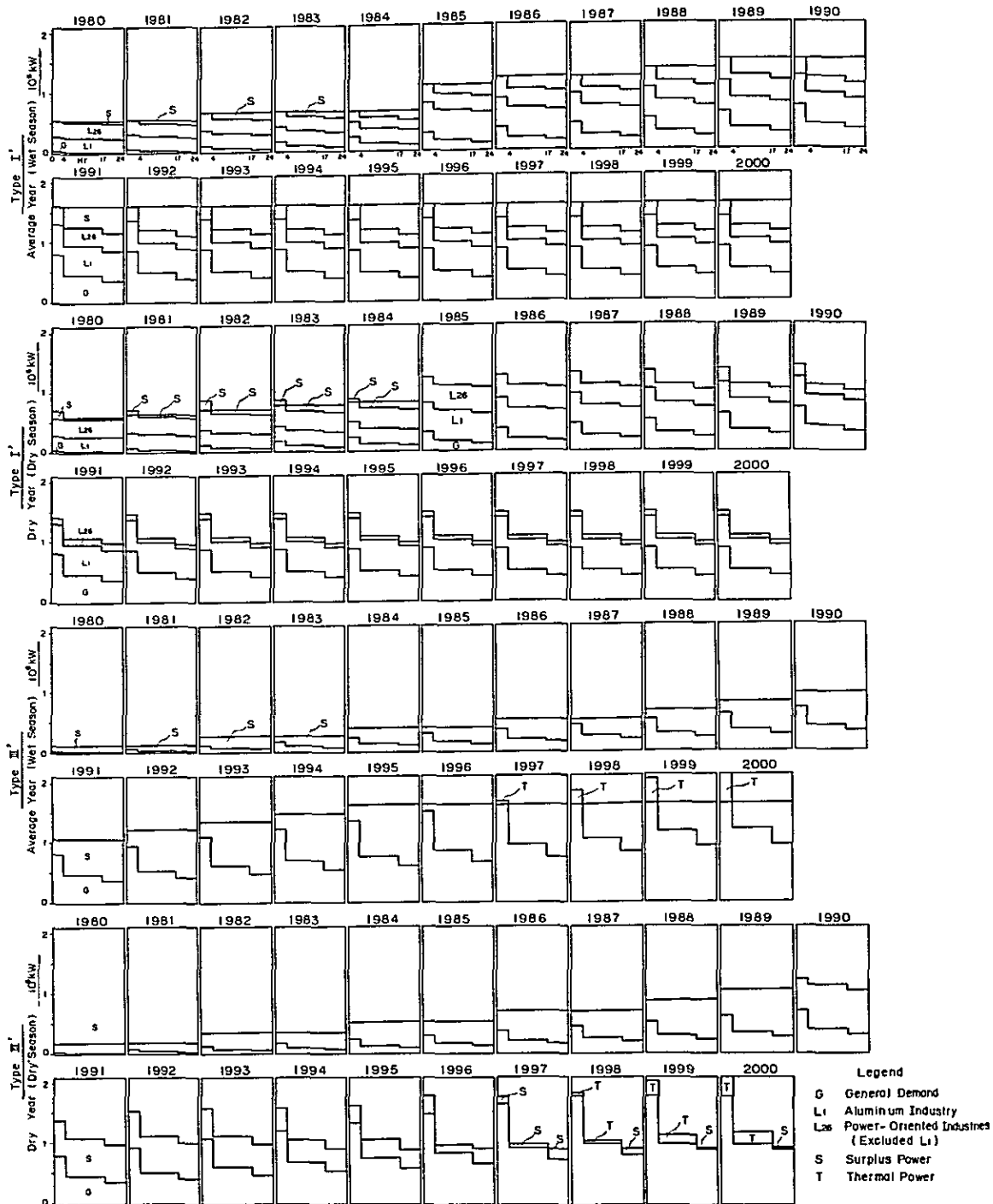


Fig. C-6 Trend of Daily Duration Curve of Demand



第4章 貯水池および発電計画

第4章 貯水池および発電計画

4-1 貯水と計画

4-1-1 Nam NgumおよびPa Mong計画による流況の変化

Nam NgumおよびPa Mong計画が実現した場合それ等の下流における流況の変化についてはMekong委員会事務局により検討された。¹⁾その結果Table D-1(1),(2),(3)に示されるとおりで1950年11月~1965年12月の乾期(12月~5月)各月の増加水量はNam Ngum計画では150~380 cms, Pa Mong計画では1,000~3,300 cmsとなっている。

この検討に当り前提とされたNam NgumおよびPa Mong計画の概要は次のとおりである。

(1) Nam Ngum計画

中部ラオスのVientiane平原を貫流するNam Ngum河を開発し、ラオスおよびタイ東北部に電力を供給しようとするもので、1968年工事に着手し、1971年末発電開始、1985年には全設備135 MWが完成する予定である。

貯水池の規模は次のとおりである。

流域面積	8,460 sq.km
総貯水量	7.05×10^9 cu.m
有効貯水量	4.70×10^9 cu.m
満水位標高	EL 212 m
利用水深	16 m (LWL: EL 196 m)

Capacity and Area CurveはFig. D-1に示す。

貯水池の操作はダムおよびゲートからの漏水として5 cmsを見込み、Fig. D-2に示されるRule Curveによって行なわれる。

発電所は、

設備出力	135 MW
常時出力	81 MW

である。

(2) Pa Mong計画

Mekong河のVientiane上流約30 kmの地点を締切り総貯水量 1.07×10^9 cu.mの貯水池を築造し、最終段階では100万haの耕地と、6,000 MWの発電所が建設される。

この計画は目下USBRにより検討中であり、Mekong河下流域開発の中樞をなす重要なProjectの一つである。

貯水池の規模は次のとおりである。

流域面積	299,000 sq.km
------	---------------

総貯水量	107 × 10 ⁹ cu.m
有効貯水量	74,997 × 10 ⁶ cu.m
満水位標高	250 m
利用水位	30 m (LWL: 220 m)

Storage Capacity CurveはFig. D-3のとおりである。

操作は次により行なわれる。

かんがい使用水量は耕地面積250,000 ha (phase 1; 15年後) に対し Table D-2のとおりである。

ゲートよりの漏水は10 cmsが見込まれている。

操作RuleはFig. D-4に示す。

発電所は、

設備出力	6,000 MW (基準落差67.5 m)
常時出力	2,195 MW

である。

Table D-1(1) Regulated Inflow at Sambor Site after Completion of Nam Ngum and Pa Mong Projects, (1950 Nov. ~1965 Dec.)¹⁾

	Monthly Average Natural Flow (c.m.s)	Monthly Average Regulated Inflow (c.m.s)
Jan.	3,371	5,487
Feb.	2,452	4,954
Mar.	1,958	5,047
Apr.	1,876	5,302
May	3,268	6,397
Jun.	11,117	12,433
Jul.	20,456	17,917
Aug.	32,983	27,991
Sep.	38,166	29,946
Oct.	24,750	23,697
Nov.	12,046	12,255
Dec.	5,803	7,401

1) Reservoir Operation and Power Output of Sambor project with the Flow Regulation of Nam Ngum and Pa Mong Reservoirs, Mekong Secretariat, sep. 18. 1968

Note ;

上記レポートによればPa Mong Projectの総貯水容量は107 × 10⁹ cu.m及び105,650 × 10⁶ cu.mの2つの値が示されている。又常時出力も2,195 MW及び2,190 MWの2つの値が示されているがこのレポートに於ては夫々前者の数値を計上した。

Table D-1 (2) Regulated Inflow at Sambor Site after Completion of Nam Ngum and Pa Mong Projects

Year & Month	Nam Ngum				Pa Mong			Sambor Inflow (8) = (1)+(4)+(7)
	Natural Flow (1)	Natural Flow (2)	Regulated Flow (3)	Increased Flow (4)=(3)-(2)	Natural Flow (5)	Regulated Flow (6)	Increased Flow (7)=(6)-(5)	
1950								
Nov.	17,940	206	256	50	3,013	3,085	72	18,062
Dec.	7,800	112	261	149	2,058	3,351	1,293	9,242
1951								
Jan.	4,043	75	264	189	1,495	3,175	1,680	5,912
Feb.	3,099	52	271	219	1,234	3,507	2,273	5,591
Mar.	2,082	42	285	243	892	3,879	2,987	5,312
Apr.	2,026	40	310	270	940	4,219	3,279	5,575
May	3,700	74	447	373	1,415	4,301	2,886	6,959
June	14,477	371	371	0	5,795	7,072	1,277	15,754
July	22,813	789	416	(-) 373	7,763	4,388	(-) 3,375	19,065
Aug.	36,403	1,502	819	(-) 683	14,684	11,361	(-) 3,323	32,397
Sept.	34,443	916	495	(-) 419	11,304	3,122	(-) 8,182	25,842
Oct.	23,716	355	355	0	8,038	7,276	(-) 762	22,954
Nov.	12,459	206	256	50	3,218	3,218	0	12,509
Dec.	6,208	112	261	149	2,315	3,679	1,364	7,721
1952								
Jan.	3,070	75	265	190	1,564	3,244	1,680	4,940
Feb.	1,961	52	271	219	1,084	3,357	2,273	4,453
Mar.	1,761	42	285	243	1,016	4,003	2,987	4,992
Apr.	1,718	40	310	270	985	4,264	3,279	5,267
May	3,203	56	429	373	1,539	4,425	2,886	6,462
June	7,211	428	346	(-) 77	2,619	3,896	1,277	8,411
July	18,810	995	737	(-) 258	6,967	3,592	(-) 3,375	15,177
Aug.	44,445	1,574	1,182	(-) 392	14,261	10,938	(-) 3,323	40,730
Sept.	46,697	1,326	562	(-) 764	15,723	6,753	(-) 8,970	36,963
Oct.	30,813	372	372	0	7,904	7,904	0	30,813
Nov.	13,620	206	256	50	3,219	3,219	0	13,670
Dec.	5,030	112	261	149	1,504	3,089	1,585	6,764
1953								
Jan.	2,770	75	265	190	889	3,102	2,213	4,173
Feb.	2,206	52	271	219	953	3,123	2,161	4,586
Mar.	1,828	42	285	243	700	3,175	2,475	4,546
Apr.	1,833	40	310	270	835	3,970	3,135	5,238
May	4,577	70	443	373	1,632	4,518	2,886	7,436
June	14,630	471	394	(-) 77	3,014	4,291	1,277	15,830
July	20,345	604	309	(-) 295	6,552	3,448	(-) 3,104	16,946
Aug.	33,100	1,337	636	(-) 721	10,264	6,670	(-) 3,594	28,785
Sept.	33,687	785	399	(-) 386	10,949	3,127	(-) 7,822	25,479
Oct.	20,771	291	391	0	4,555	3,445	(-) 1,110	19,661
Nov.	10,492	206	256	50	3,133	3,133	0	10,542
Dec.	5,098	112	261	149	2,042	3,405	1,363	6,610
1954								
Jan.	3,159	75	265	190	1,215	3,100	1,885	5,234
Feb.	2,110	52	271	219	804	3,115	2,311	4,640
Mar.	1,689	42	273	231	643	3,391	2,748	4,668
Apr.	1,967	40	281	241	775	4,054	3,279	5,487
May	3,853	84	305	221	1,378	4,264	2,886	6,960
June	10,398	279	322	43	2,871	4,148	1,277	11,718
July	15,219	369	324	(-) 45	4,976	3,500	(-) 1,476	11,698
Aug.	25,416	1,111	282	(-) 829	11,328	6,106	(-) 5,222	19,365
Sept.	41,887	661	270	(-) 391	13,244	4,274	(-) 8,970	32,526
Oct.	26,758	257	257	0	5,737	5,737	0	26,758
Nov.	10,970	206	256	50	3,113	3,113	0	11,020
Dec.	5,019	112	261	149	2,115	3,478	1,363	6,531
1955								
Jan.	3,134	75	263	188	1,329	3,099	1,770	5,082
Feb.	2,237	52	271	219	985	3,158	2,173	4,629
Mar.	1,869	42	285	243	799	3,780	2,987	5,099
Apr.	2,038	40	310	270	953	4,232	3,279	5,587
May	2,589	52	332	280	1,324	4,210	2,886	5,755
June	8,153	348	348	0	2,684	3,961	1,277	9,464
July	20,285	697	314	(-) 383	8,561	5,186	(-) 3,375	16,527
Aug.	25,378	1,274	510	(-) 764	15,663	12,340	(-) 3,323	21,291
Sept.	30,233	1,057	728	(-) 329	14,054	5,084	(-) 8,970	20,934
Oct.	17,091	252	252	0	3,865	3,865	0	17,097
Nov.	11,433	206	256	50	3,882	3,882	0	11,482
Dec.	7,688	112	261	149	2,173	3,536	1,363	9,200

Note: 1/ : The figures are provided by the Mekong Secretariat in September, 1968.
The return flow (20%) from Pa Mong Irrigation Area is not included in the inflow at Sambor site.

Table D-1 (3) Discharge Data at Kratie (1924 - 65)

Year	Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec.	Annual Runoff (10 ⁶ cu.m)	Annual Average
1924	1	3,395	2,446	2,074	1,969	2,824	11,166	27,402	54,466	35,621	19,938	12,951	6,087	456,489	19,158
25	2	3,243	2,692	2,158	2,015	1,953	10,004	27,206	32,280	44,628	17,520	8,102	4,822	415,602	13,124
26	3	4,223	2,707	2,426	2,449	3,658	14,165	20,218	39,151	33,398	26,209	12,599	7,077	414,752	13,073
27	4	3,574	2,500	2,345	2,953	4,471	17,480	32,826	42,601	27,881	29,858	11,897	6,043	460,805	14,511
28	5	3,076	2,293	1,987	2,067	2,843	11,189	29,685	47,071	46,041	27,082	9,715	5,537	498,552	15,716
29	6	3,486	2,502	2,158	2,117	4,142	11,434	28,017	39,082	56,229	24,393	10,010	5,589	499,101	15,763
30	7	3,509	2,404	2,054	2,122	2,925	6,040	12,832	31,373	32,631	24,097	7,728	4,326	348,843	11,003
31	8	2,745	2,128	1,770	1,861	2,341	6,593	23,433	26,566	33,939	26,168	11,853	6,079	381,651	12,115
32	9	3,381	2,505	1,777	1,603	2,099	6,244	19,441	34,287	30,430	20,316	12,185	4,910	367,765	11,598
33	10	2,932	2,206	1,787	1,473	2,619	5,000	22,433	39,948	44,550	30,206	12,067	5,954	452,452	14,265
34	11	3,464	2,296	1,813	1,592	2,994	10,486	26,224	32,784	33,913	30,742	21,147	7,876	463,479	14,619
35	12	3,864	2,742	2,207	2,075	2,965	9,474	25,745	34,826	38,883	15,194	6,040	3,800	390,555	12,318
36	1	2,798	2,025	1,780	1,543	4,058	12,589	31,584	49,500	55,660	24,616	11,089	6,460	538,082	16,975
37	2	4,440	3,418	2,767	3,164	4,231	16,849	29,077	33,416	35,463	35,994	13,990	8,436	505,343	15,237
38	3	4,578	3,106	2,564	2,612	4,537	15,946	26,619	44,819	47,980	32,400	12,677	6,887	539,649	17,027
39	4	4,015	2,983	2,345	2,182	3,148	12,518	34,752	47,600	55,173	20,832	8,230	5,122	525,470	16,575
40	5	3,706	2,994	2,466	2,243	3,543	13,992	27,119	44,603	39,250	31,071	17,223	7,621	517,456	16,319
41	6	4,180	3,050	2,268	2,278	4,087	11,666	29,181	42,168	39,823	22,019	13,395	5,861	475,454	14,998
42	7	3,805	2,674	2,401	2,789	3,355	14,852	24,577	35,513	44,553	26,187	12,455	5,284	470,804	14,870
43	8	3,823	3,023	2,317	2,066	3,463	8,145	21,523	39,145	29,070	25,071	14,150	7,302	420,989	13,258
44	9	4,198	3,027	2,464	2,264	4,763	17,274	28,065	30,774	43,850	19,332	10,445	6,096	455,000	14,379
45	10	4,007	2,684	2,086	1,888	4,551	15,386	23,397	35,987	46,533	25,903	12,284	6,161	477,190	15,073
46	11	3,899	2,995	2,132	2,262	6,421	11,618	32,852	37,910	45,357	23,090	10,497	5,418	488,528	15,413
47	12	3,671	2,698	2,091	2,179	4,515	12,817	24,494	36,871	49,623	27,216	13,110	6,808	491,249	15,508
48	1	4,022	2,993	2,295	2,270	4,204	6,719	13,948	34,416	43,103	30,642	16,710	8,383	447,818	14,142
49	2	4,704	3,043	2,189	1,921	2,890	11,357	25,252	36,000	38,350	32,197	17,940	7,800	485,070	15,304
50	3	4,043	3,099	2,082	2,026	3,700	14,477	22,813	36,403	34,443	23,716	13,439	6,208	436,911	13,789
51	4	3,070	1,961	1,762	1,718	3,203	7,211	18,810	44,445	46,697	30,813	13,620	5,030	471,347	14,862
52	5	2,770	2,206	1,828	1,833	4,577	14,630	20,345	33,100	33,687	20,771	10,492	5,098	399,530	12,611
53	6	3,159	2,110	1,689	1,967	3,853	10,398	13,219	25,416	41,887	26,758	10,970	5,019	386,056	12,204
54	7	3,124	2,237	1,869	2,038	2,589	8,152	20,285	25,378	30,233	17,091	11,432	7,688	423,795	11,010
55	8	4,035	2,506	1,934	1,991	5,551	11,980	20,992	39,341	41,350	18,431	9,032	4,578	427,160	16,852
56	9	3,420	2,600	2,093	2,103	3,056	10,013	22,684	24,723	34,644	27,683	10,221	5,085	383,152	12,378
57	10	3,345	2,510	1,919	1,733	2,163	9,386	20,809	25,077	42,717	19,780	8,729	4,431	375,881	11,883
58	11	2,283	1,945	1,730	1,648	2,205	6,560	11,915	26,128	37,304	24,029	10,042	4,161	342,504	10,821
59	12	2,878	2,296	1,827	1,357	1,799	6,318	13,545	39,539	36,117	28,394	11,381	5,827	400,019	12,607
60	1	3,284	2,388	2,004	1,972	3,935	16,183	28,200	40,039	49,790	39,371	13,273	6,445	546,482	17,240
61	2	4,165	3,137	2,503	2,166	3,692	14,612	25,232	37,658	36,408	24,608	11,309	5,241	451,045	14,232
62	3	3,181	2,372	1,929	1,757	1,848	9,763	21,985	41,603	36,657	21,745	13,655	6,775	431,345	13,593
63	4	3,689	2,520	1,965	1,854	4,225	9,375	19,329	37,897	37,897	31,845	15,690	7,414	431,055	13,597
64	5	4,015	2,890	2,243	1,980	2,623	17,890	26,674	28,629	31,463	16,158	12,483	6,040	406,360	12,841
Average		3,593	2,608	2,098	2,049	3,469	11,297	23,742	36,429	39,958	24,813	11,994	5,881	446,012	14,105

U/ Provided by Mekong Secretariat in Sept. 1968

The reservoir is operated through a rule curve as shown in Fig. D-2, allowing 5 cu.ms of leakage from the dam and gates.

Fig. D-1 Area Capacity Curves of the Nam Ngum Reservoir

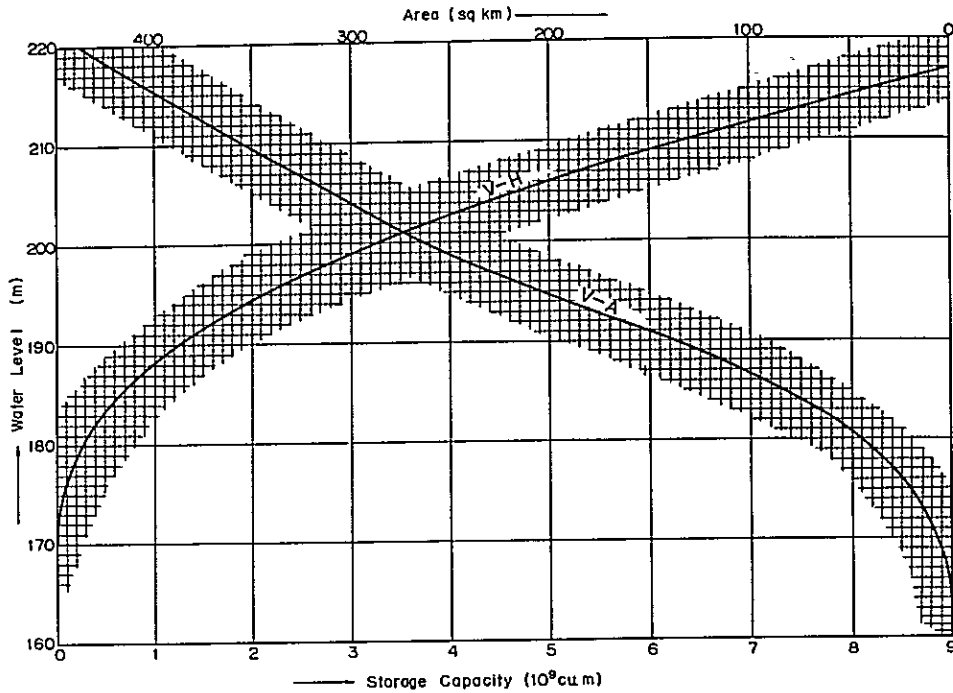
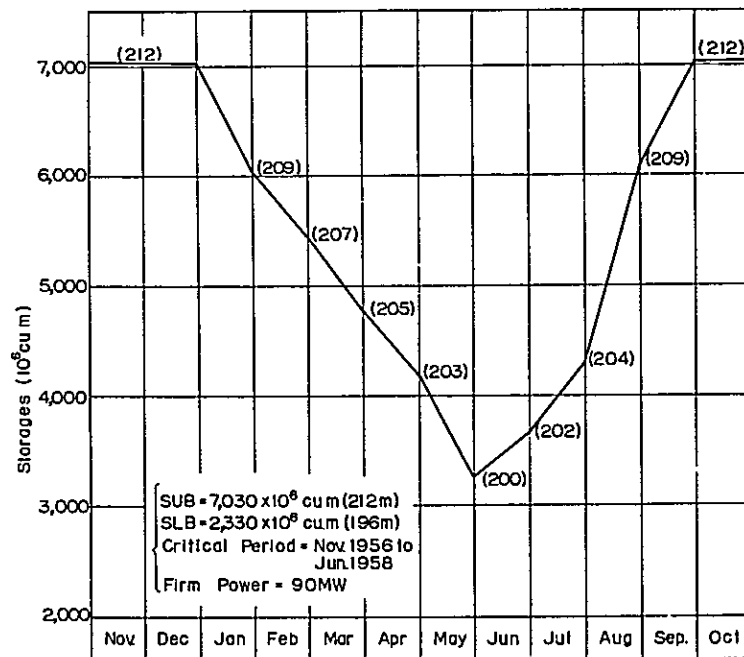


Fig. D-2 Operating Rule Curve of the Nam Ngum Reservoir



NOTE: () = Reservoir Elevation in Meters

Fig. D-3 Area Capacity Curves of the Pa Mong Reservoir
(including the Nam LiK and the Nam Mong Reservoirs)

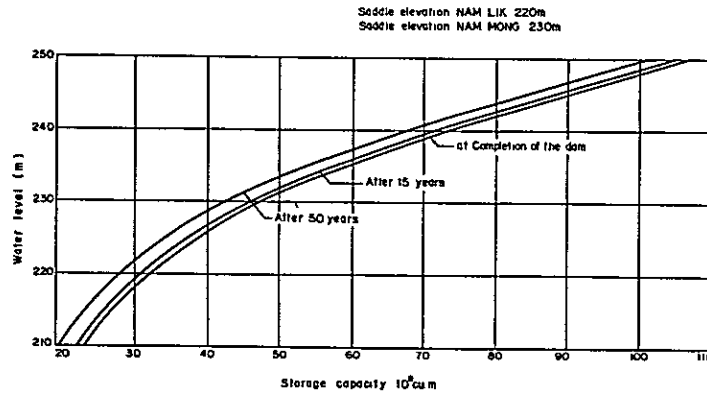


Fig. D-4 Operating Rule Curve of the Pa Mong Reservoir (250 m)

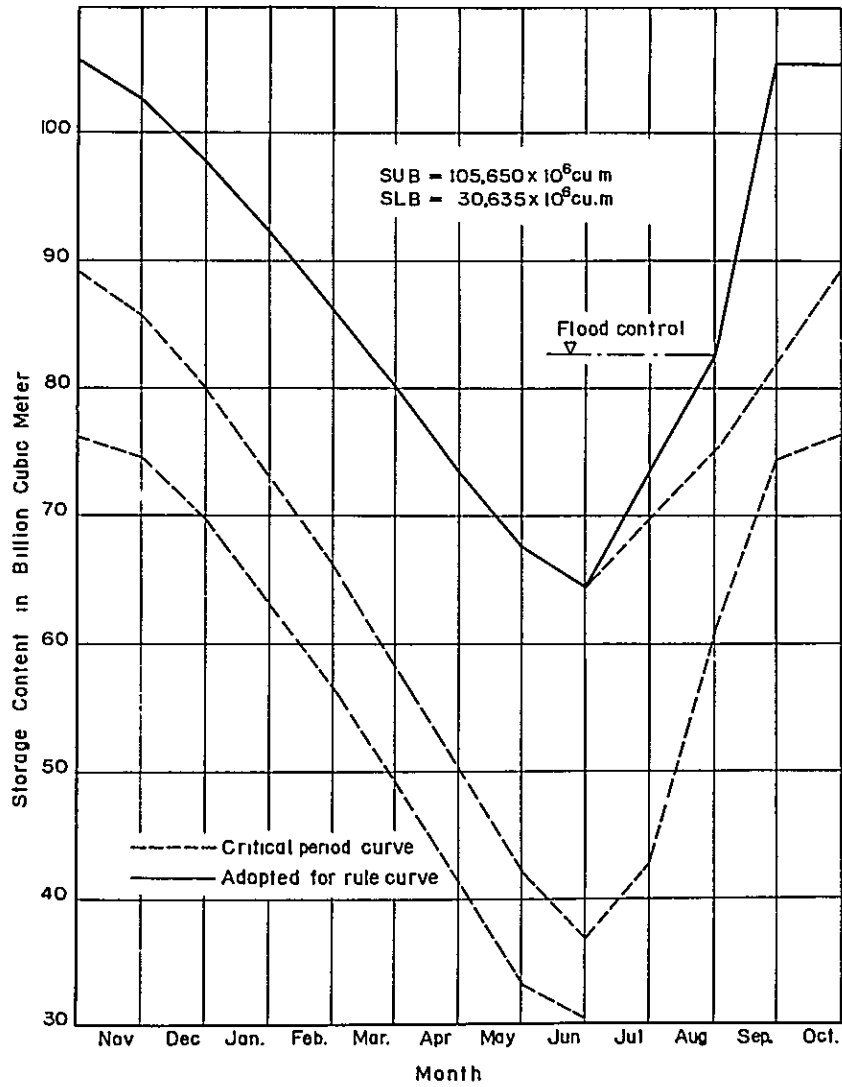


Table D-2 Irrigation Diversion of Pa Mong Project (Intermediate stage)
(Estimated Irrigation Area: 250,000 ha)

Month	c.m.s	Month	c.m.s
Jan.	183	Jul.	56
Feb.	143	Aug.	46
Mar.	118	Sep.	21
Apr.	100	Oct.	45
May.	0	Nov.	19
Jun.	1	Dec.	10

4-1-2 Sambor 貯水池の操作

(1) 前提条件

Sambor 貯水池の操作ルールを定めるに当り前提とされた事項は次のとおりである。

- a) Sambor 貯水池の規模は単独開発の場合と変ることはなく、Capacity and Area Curve は Fig. 4-5 に示されるとおりで、HWL: 40m, LWL: 38m とし、有効貯水量は $2,050 \times 10^6$ cu.m とされる。
- b) Sambor 地点の現況流量として1968年9月 Mekong Secretariat より提示された1924~1965年のKratie 地点の流量記録が使用される。(Table D-1(3))。この資料は単独計画で使用したもの(1967年4月 Mekong Secretariat より提示)と一部異なるところがある。このことについては Vol. III, 第4章で詳しく述べられている。
- c) Corrections for Evaporation and Precipitation は単独計画の場合と同一基準とする。(Table D-3)
- d) かんがい用水量は単独計画の場合と同じで(Fig. D-6 参照)年間 468×10^6 cu.m, 最大は2月の44cms, 最小は5月の0cms である。
- e) 舟航および余水吐ゲート等からの漏水損失として40cms を見込む。
- f) Pa Mong 貯水池から取水されたかんがい用水の内20%はMekong 河に還元するものとする。

(2) 操作ルール

Sambor 貯水池の操作ルールは以下に述べる要領で定められた。4-1-1 で述べられた Nam Ngum および Pa Mong 貯水池の操作によりその直下流で増加或は減少した水量は、即 Sambor 地点での増加或は減少の水量と見做し得る。

これにより1950年11月から1965年12月までのSambor地点の流況を推定した結果、2月～5月の流量は最小は1960年に起る。

貯水池の操作ルールはこの年の流況と、(1)で述べられた前提条件のもとに、乾期4ヶ月(2月～5月)の発電使用水量を種々変化させ夫々に対応する出力が最大となる様決定された。その結果はFig・D-7に示すとおりで常時出力は1,120 MWが確保出来る。

(3) 発電使用可能水量

以上述べられた諸条件のもとにNam NgumおよびPa Mong が実現した場合の1950年11月～1965年12月の発電使用可能水量が推定された。結果はFig・D-8のとおりである。

(4) 下流デルタでのかんがい利用可能水量

Mekong 河下流部は元来舟航に利用されているので渇水期に現況水位を下廻るような水の使用は許されない。この面から、下流デルタのかんがいに利用し得る水量は工事完成後の乾期の増加水量2,000～2,200 $cm s$ の範囲内に止めるのが妥当と考えられる。

1951年以降15ケ年の内Sambor貯水池操作による乾期(12月～翌年5月)の下流への放出量の平均値の最小は1960年の4,600 $cm s$, 月平均流量の最小は同年2月の4,400 $cm s$ である。これを施工前の同時期の乾期平均放流量2,200 $cm s$, 最小月平均流量1,360 $cm s$ (4月)に比べると、2,200 $cm s$ および3,040 $cm s$ の増加となる (Fig・D-8 参照)

Table D-3 Correction for Evaporation and Precipitation

Month	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Net correction Factors
	Precipitation (mm)	Temperature (°C)	Consumptive Use of Native Vegetation (mm)	Precipitation Consumed (mm)	Evaporation (mm)	
Jan.	0	25.3	103	0	134	(-) 134
Feb.	0	27.3	99	0	149	(-) 149
Mar.	22	28.9	117	22	161	(-) 139
Apr.	59	29.7	119	59	162	(-) 103
May.	207	28.1	121	121	138	(-) 17
Jun.	159	27.5	117	117	108	(+) 9
Jul.	226	26.8	119	119	95	(+) 24
Aug.	279	27.0	117	117	81	(+) 36
Sep.	232	26.5	109	109	81	(+) 28
Oct.	120	26.4	109	90	102	(-) 12
Nov.	52	25.7	101	52	102	(-) 50
Dec.	3	24.7	101	3	114	(-) 111
Total	1,359		1,332	809	1,427	(-) 618

- Note: (1) Monthly Average Precipitation at Kratie (1960~1965)
 (2) Monthly Average Temperature at Kratie
 (3) Calculated by Blaney-Criddle Formula
 (4) Consumed precipitation not to exceed 75 percent of Rainy Season precipitation
 (5) Net Evaporation Factorsのうち(+)は貯留量, (-)は損失量を意味する。

Fig. D-5 Area Capacity Curve of Sambor Reservoir

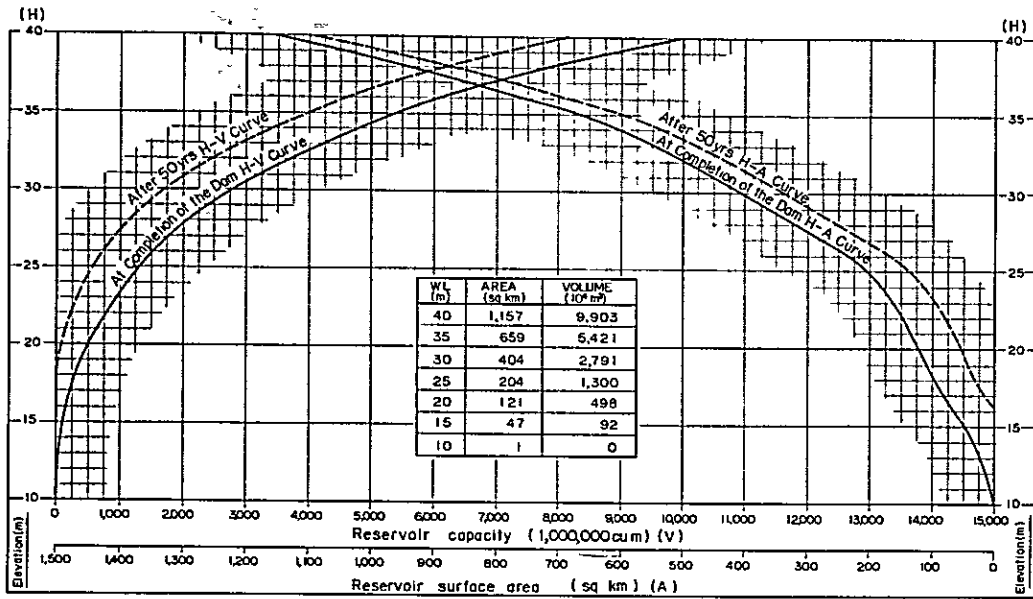


Fig. D-6 Irrigation Water Requirement

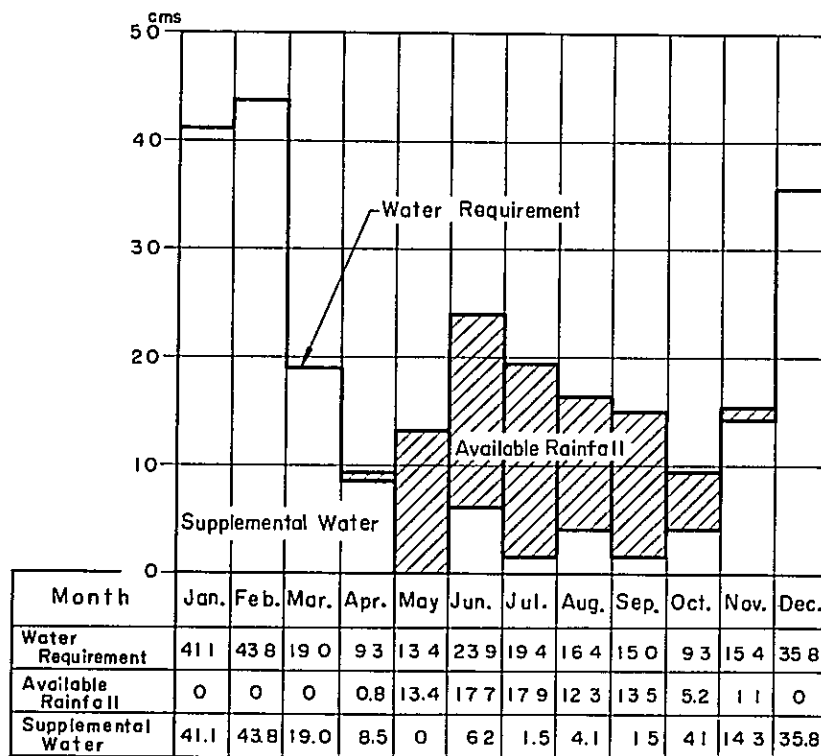
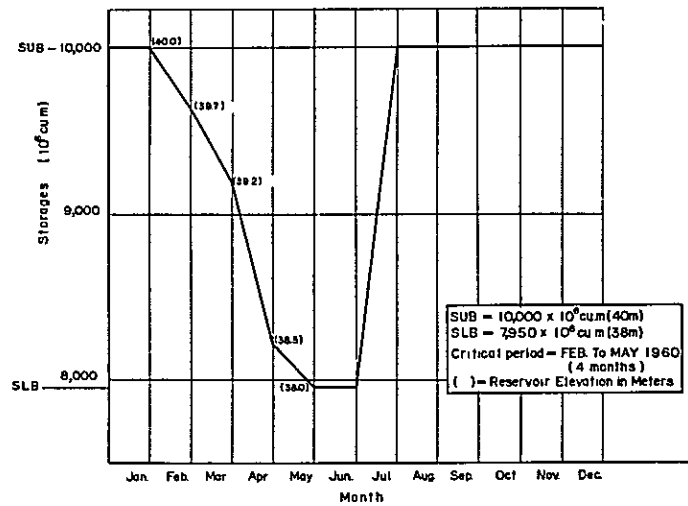
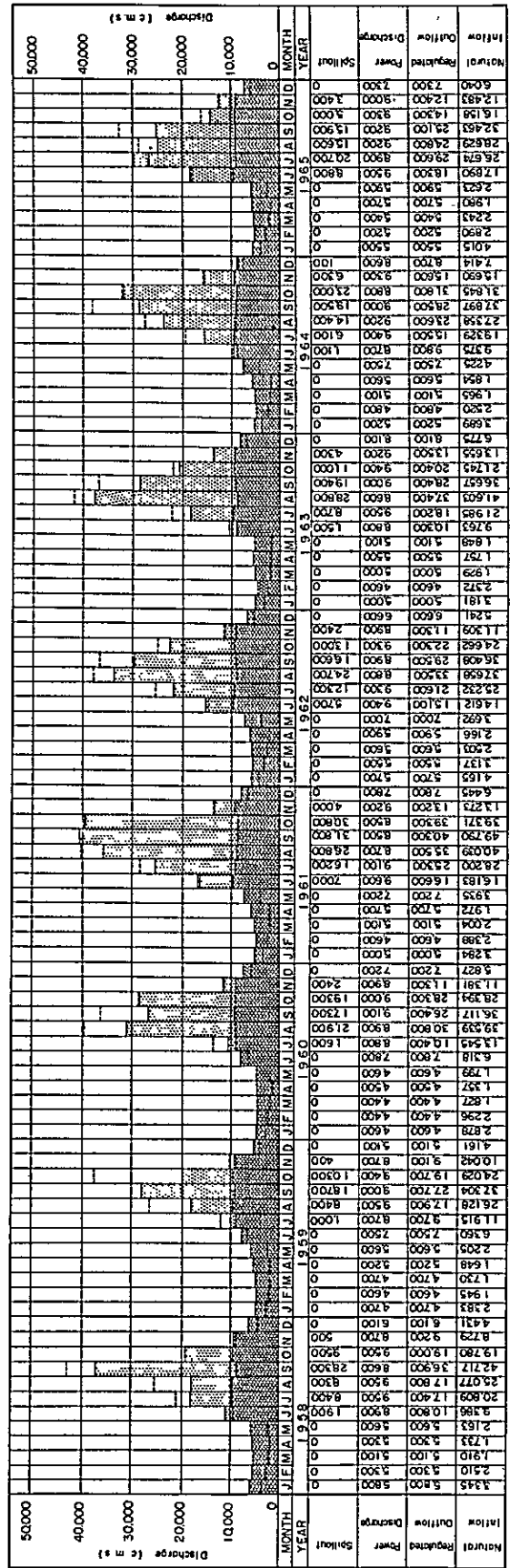
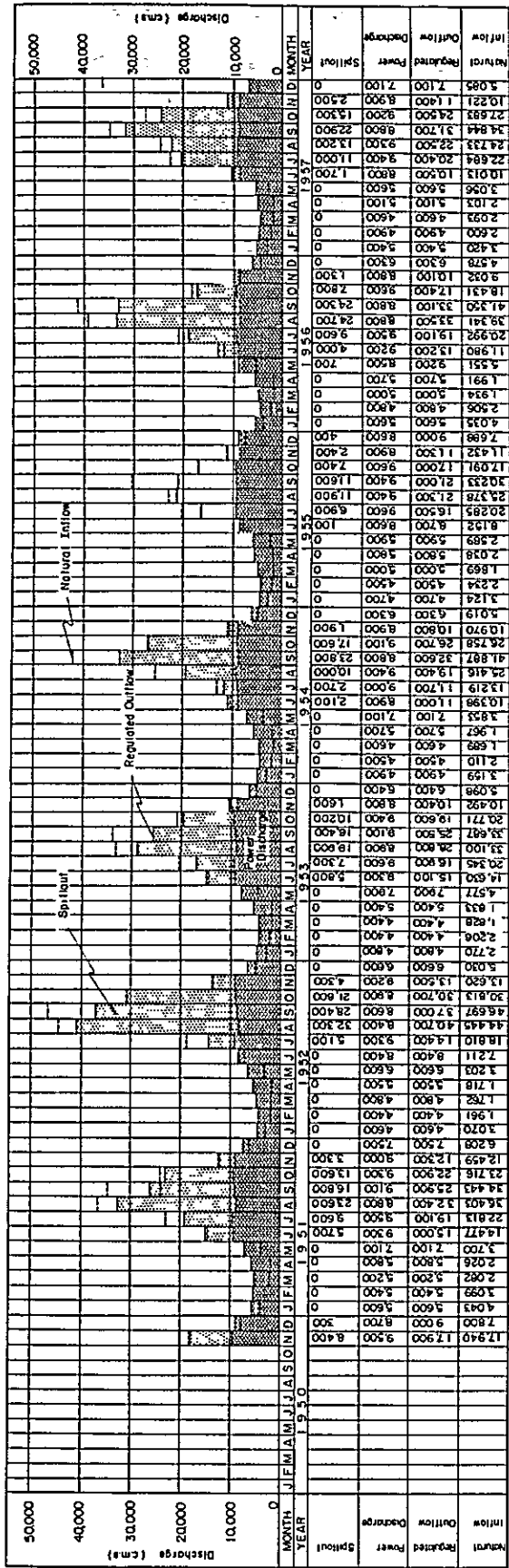


Fig. D-7 Operating Rule Curve of Sambor Reservoir





Note: The figure of the regulated outflow shows that of power discharge and spillout obtained by deducting the irrigation requirements for the Sombor Project from inflow.

Fig. D-9 Curves for Construction Cost and Annual Cost

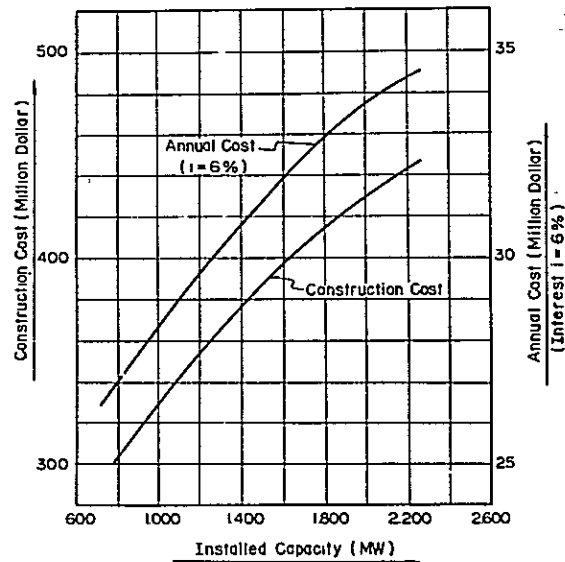
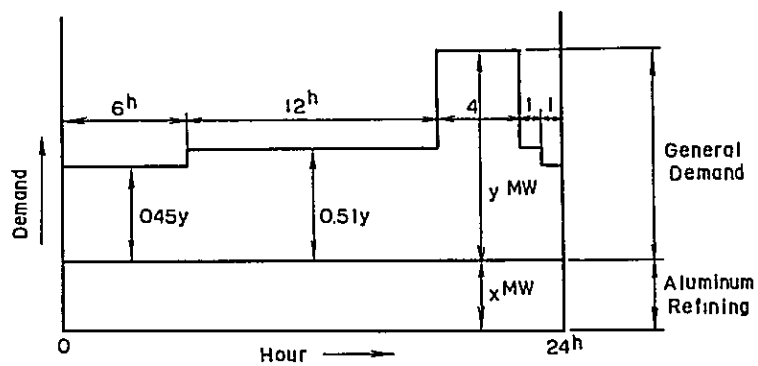


Fig. D-10 Composite Load Curve



以上から、かんがい使用水量を2,200 cmsとすれば、かんがい用水を差し引いた残流量がSambor直下流において乾期に2,000 cmsを割ることがなく(Table D-1(3)参照)舟航に支障を来たすことはないと思定される。

なお、10-2に述べられるとおりMekongデルタで587,000 haが開発される場合の用水量は乾期において最大約800 cmsであり、上記増加水量により充分賄うことが出来る。又将来土地利用調査の結果、開発面積が増加される場合は別途水源の開発或は貯水池(Pa Mong、Nam Ngumを含むSambor貯水池)の操作を変更しない限り約 1.5×10^6 haまで可能と思われる。

4-2 発電規模

4-2-1 発電規模決定方法

電力の供給は諸種の電源の組合せによって行なわれるがSambor発電所の系統では、他の電源の占める割合が小さいので、一般的な供給力構成を簡略化しSambor発電所と火力の組合せによる供給形態を想定した。その時の常時需要1 kWh当りの供給原価が最も安くなるSamborの規模を最適規模とすることとした。

このような方法によった場合、水力発電所の最適規模はその地点の地形、流況等自然条件に左右されるばかりでなく、組合わされる火力供給力の固定費、可変費および需要の負荷曲線の大きさにも影響されるので、これら諸要素は次のように取扱った。

(1) Sambor発電所

流 量	1951年~1965年月平均流量
有効落差	貯水池水位と放水水位の差からhead lossとして1m差引いた値とした。
下流水位変動の制約	最低放流量 1,350 cms
からくる発電制約	最低放流量に対する最大放流量 最低(1,350 + α) cms のとき最大(2,250 + 2α) cms

発電所増分建設費および経費は Fig. D-9 のとおりである。

(2) 組合せる火力経費は次の2ケースをとった。

固定費	11.0 \$/kW	可変費	5.36 mill/kWh
固定費	9.4 \$/kW	可変費	3.70 mill/kWh

(3) 需要の負荷曲線および大きさ

負荷曲線 負荷率100%のアルミニウム製錬用需要と一般需要の合成負荷とし、Fig. 4-10の通りの負荷曲線とした。

大きさ アルミニウム製錬用需要は250 MWとした。

需要の増加に伴い、組合せ火力も増加するがSamborの2次電力の常時化

される量も増加するので、その影響を求めると、常時最大供給力とアルミニウム製錬需要との差を一般需要の最大とした。

4-2-2 最適規模の決定

4-2-1により検討された結果から Sambor 発電所の規模は 2,100 MW と決定された。計算結果は Fig. D-11(1), および Fig. D-11(2)のとおりである。Fig. D-11(1)は Sambor 発電所の規模を Parameter とし、組合せ火力の大きさを変化させた場合の kWh 当り発電単価を示すものであり、Fig. D-11(2)は Fig. D-11(1)の各曲線の kWh 当り単価の最低点を取り、Sambor 発電所の規模による変化を示したものである。いずれの場合もほぼ、2,100 MW 近傍が最適であり、組合せ火力の経費等にはあまり影響をうけない。

4-2-3 ユニット容量および台数

Sambor 発電所のユニット容量および台数は次のように決定された。

水車	ユニット容量	175 MW
		(基準落差 26 m, 最大使用水量 800 cms)
	台数	12 台
発電機	ユニット容量	200 MVA (p.f 90%)
	台数	12 台

発電規模に対する適切な水車、発電機のユニット容量の決定に当っては、台数による建設費の増減、機器製作上の技術的限界等の他に Sambor 発電所がその運転初期において対象電力系統に占める割合が大きいこと、補修或いは事故による発電停止が全系統に与える影響が大きいことも考慮された。

以上の諸点を総合的に勘案された結果上記のユニット容量および台数が決定された。

4-3 可能発生電力および年間可能発生電力量

発電所の設備出力 2,100 MW として 4-1-2 で述べられた操作ルールのもとに運転した場合、有効落差（満水位と放水位の差から head loss として 1 m 差引いた値とする）は 20 ~ 30.5 m¹⁾ の範囲で変化し、可能発生電力および年間可能発生電力量は夫々 1,120 ~ 2,100 MW および 823 ~ 1,512 × 10⁶ kWh (平均 1,460.4 × 10⁶ kWh) となる。
〔 Fig. D-12, 13 参照 〕

Firm Power は 4-1-2(2)で述べたように 1,120 MW (1960 年乾期)であり、常時

1) 単独計画では有効落差の変動範囲が 16.7 ~ 32 m であるが、これは 1933 年以降 33 年の月平均流量によっているのに対し、この数値は 1950 年以降 15 年の月平均流量によったものである。
With Pa Mong and Nam Ngum の場合の有効落差 20 m に対応する単独計画の有効落差は 18.9 m である。

Fig. D-11 (1) Optimum Scale of the Sambor Power Plant
(Hydro and Thermal Power Combined System)

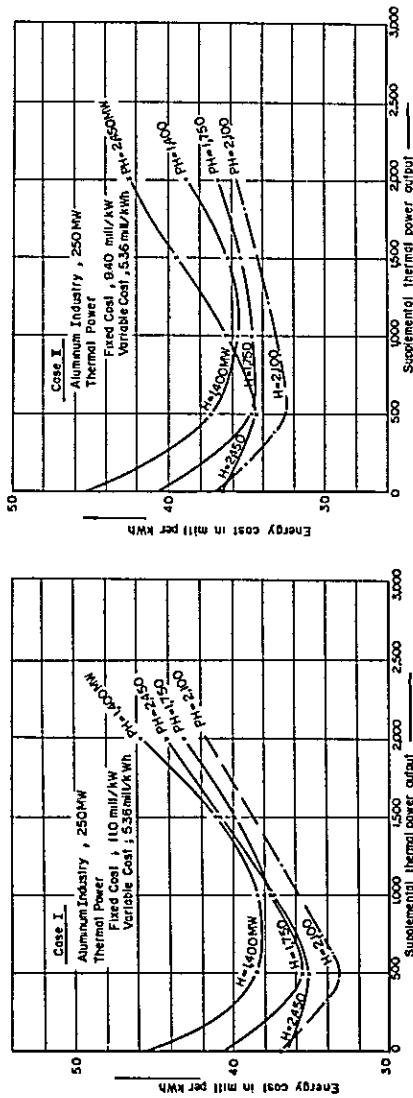


Fig. D-11 (2) Optimum Scale of the Sambor Power Plant
(Hydro Power System)

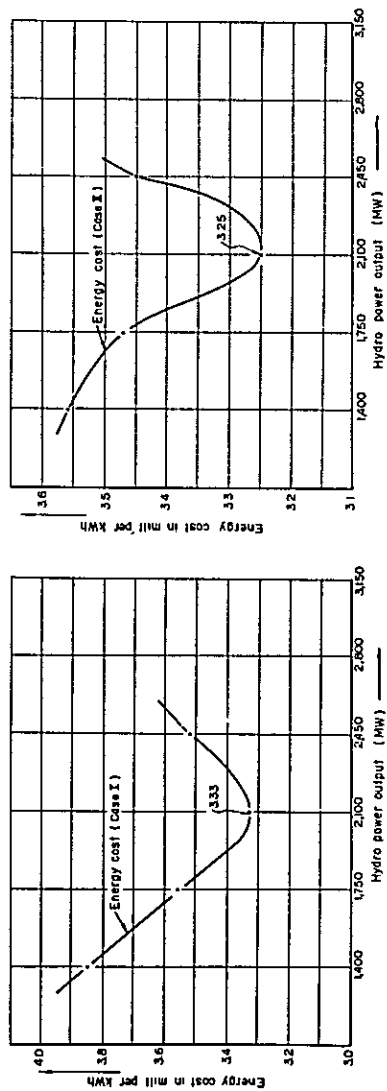


Fig. D-12 Change in the Reservoir Water Level, Effective Power Head and Tail Water Level

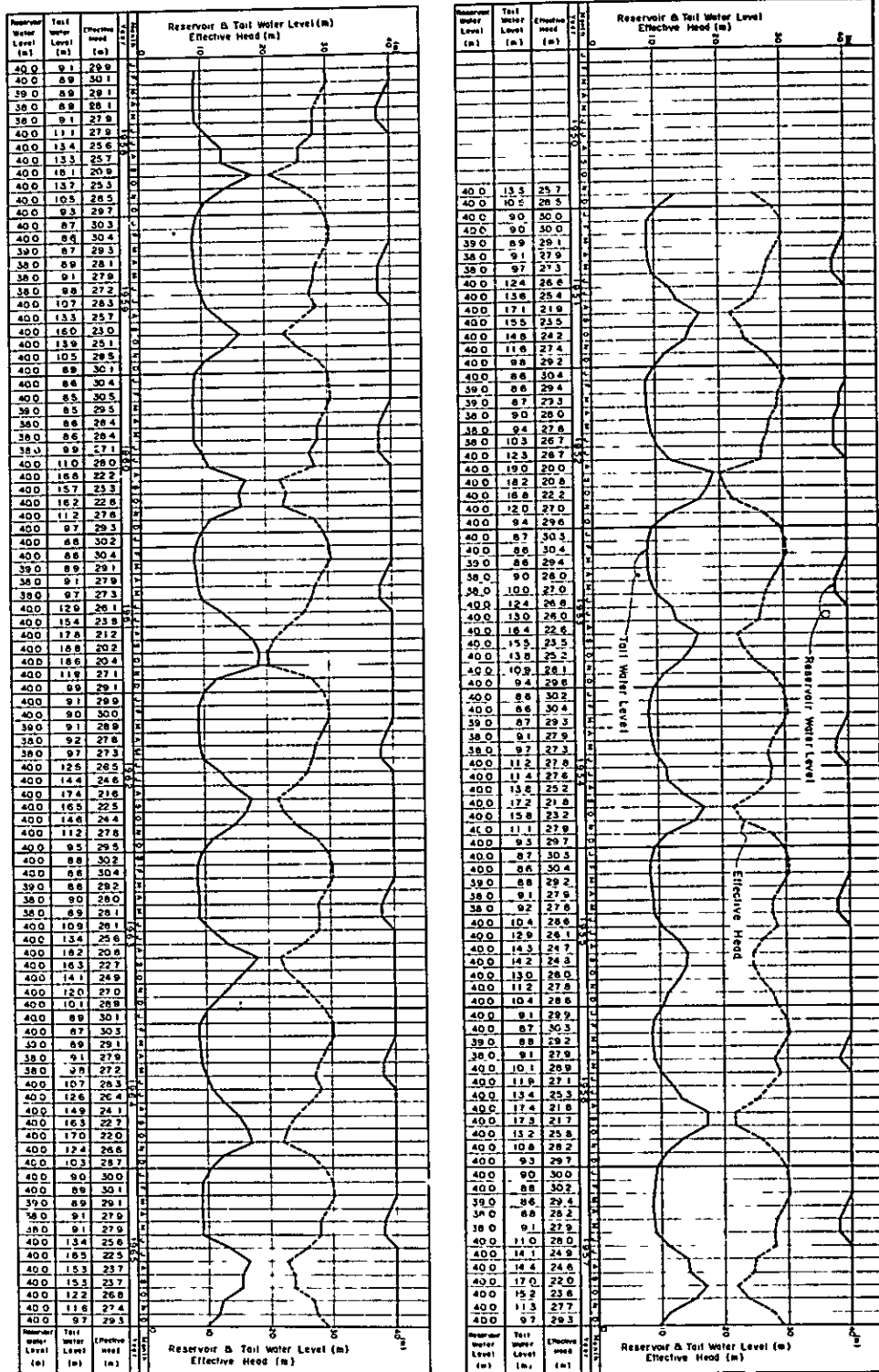
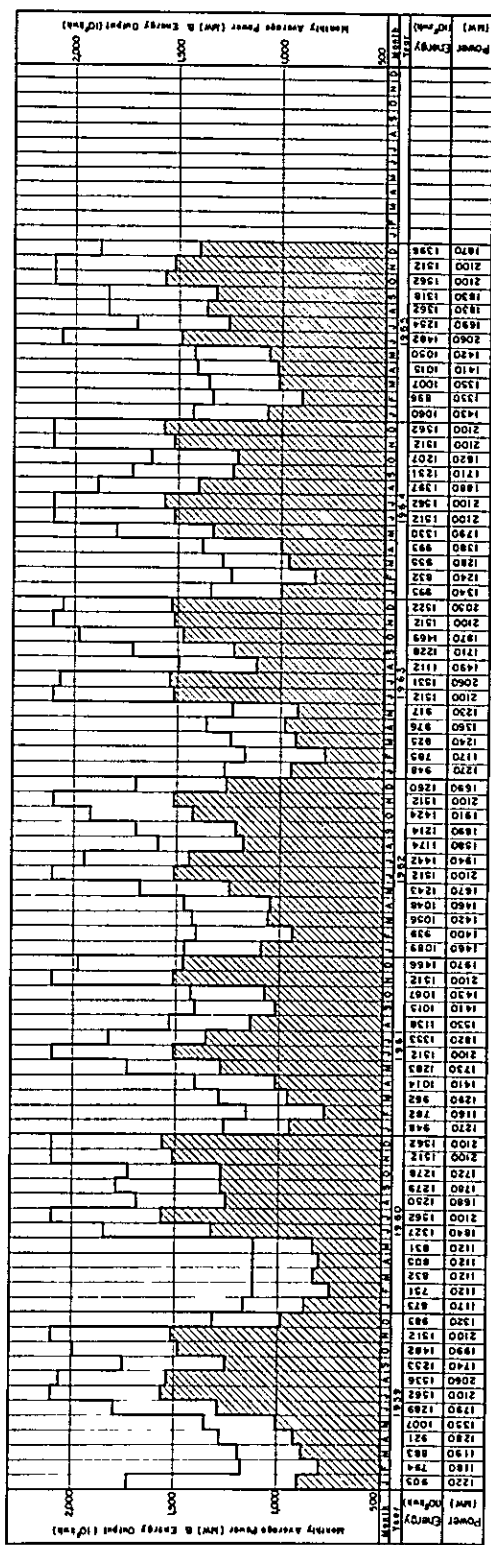
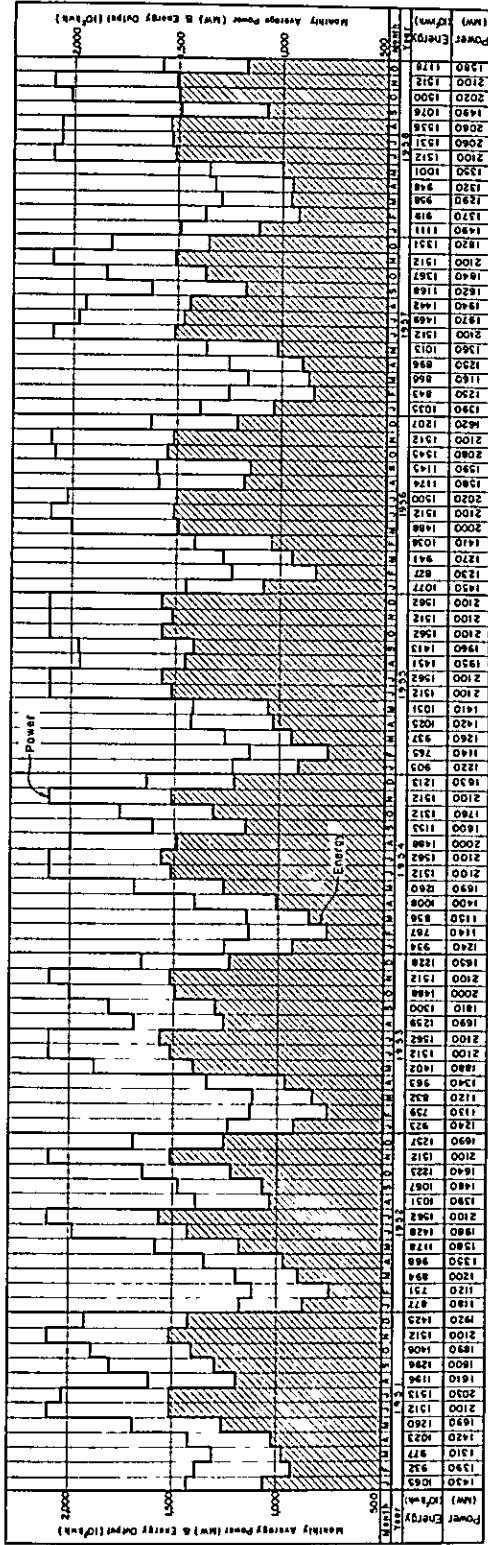


Fig. D-13 Power Output and Energy



年間可能発生電力量は $9,780 \times 10^6$ kWh, 二次電力量は $4,820 \times 10^6$ kWh となる。又 Dependable Peaking Capacity は 1,390 MW である。これは 1952 年 8 月流量が $40,734 \text{ cm s}$ で、有効落差が 20 m となることに起因するものである。

4-4 発電所の増設計画

発電所設備は最終的には 4-1 で述べられたとおり 2,100 MW (175 MW \times 12 台) であるが、1980 年運転開始時の規模は電力消化の Type によって

Type I' の時 175 MW \times 4 台

Type II' の時 175 MW \times 1 台

で、負荷の増加に応じ、逐次増設される。又開発の各段階における可能発生電力、年間可能発生電力および使用電力量を示せば Table 4-4 のとおりである。(Fig. 0-3 参照)

Table D-4 開発段階における可能発生電力および年間可能発生電力量

Type	経過年数	台数	設備出力 (MW)	年間可能発生電力量 (10 ⁶ kWh)
I'-1	1~2	4	600	5,868
	3~5	5	875	7,333
	6	8	1,400	11,317
	7~8	9	1,575	12,273
	9	10	1,750	13,116
	10	11	1,925	13,887
I'-2	12	12	2,100	14,604
	1	4	600	5,868
	3	5	875	7,333
	5	6	1,050	8,806
	6	9	1,575	12,273
	7	10	1,750	13,116
	8	11	1,925	13,887
III'-1	10	12	2,100	14,604
	1~2	1	175	
	3~4	2	350	
	5~6	3	525	
	7~8	4	700	

Type	経過年数	台数	設備出力 (MW)	年間可能発生電力量 (106 kWh)
Ⅲ'-1	9	5	875	
	10	6	1,050	
	11	7	1,225	
	12	8	1,400	
	13	9	1,575	
	14	10	1,750	
	15	11	1,925	
	16	12	2,100	
Ⅲ'-2	1	1	175	
	2~3	2	350	
	4	3	525	
	5~6	4	700	
	7	5	875	
	8	6	1,050	
	9	7	1,225	
	10	9	1,575	
	11	10	1,750	
	12	11	1,925	
	13	12	2,100	

なお、使用電力量の計算では、ピーク時とオフピーク時の下流水位の変動を極力少くするため単独計画と同様、最小放流量は $1,350\text{ cm s}$ とし、オフピーク時の放流量が $1,350 + \alpha\text{ cm s}$ の場合はピーク時は $2,250 + 2\alpha\text{ cm s}$ とする様制限された。

Type Ⅰ' の負荷を対象とする場合は上記の規制の範囲内で運転可能であるが、Type Ⅲ' の場合は制限を受け、そのためピーク時火力による電力補給が必要となる。

第 5 章 送電および変電計画

第5章 送電および変電計画

5-1 送電計画

Sambor発電所で発生した電力はPhnom PenhおよびSaigonの一般需要と、Sihanouk Villeの電力多消費産業の所要電力を賄うために送電される。

負荷は電力多消費産業をも考慮する場合 (Type I') 発電端で、

	Type I' - 1		Type I' - 2	
	1980	Final Stage (1997)	1980	Final Stage (1997)
Phnom Penh	71MW	445MW	12MW	490MW
Sihanouk Ville	485	970	485	970
Saigon	30	685	46	685

一般需要のみを対象とする場合 (Type III') 発電端で、

	Type III' - 1		Type III' - 2	
	1980	Final Stage (2000)	1980	Final Stage (1996)
Phnom Penh	8	490	12	490
Saigon	30	1,610	6	1,610

である。(Table E-1 参照)

Sambor発電所が運開する時点ではPhnom Penhでは115KV系が又Saigonでは220KV系の送電網が完成しているものと思われる、Samborからの送電線はこれらの系統に連系されるものとする。

送電ルートは単独計画において決定されたとおりとし、その延長は、Sambor ~ Phnom Penh ~ Sihanouk Ville系350km、Sambor ~ Saigon系230km、計580kmである。

電圧は345KVで、回線数は次のとおりで、負荷の増大に応じ増設される。(Table E-1 参照)

Fig. E-1 (1) Transmission System Diagram (Type I'-1)

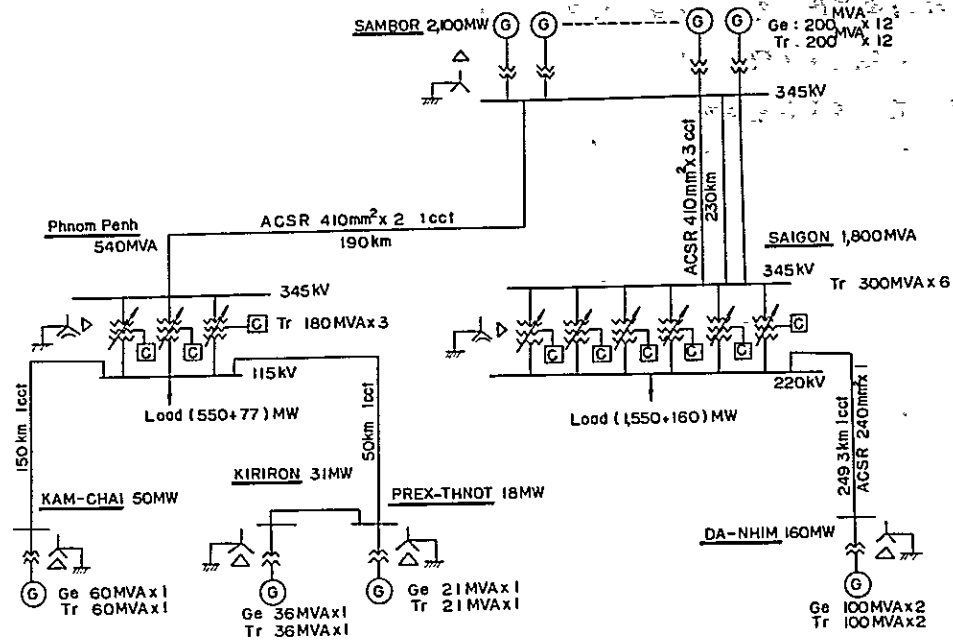
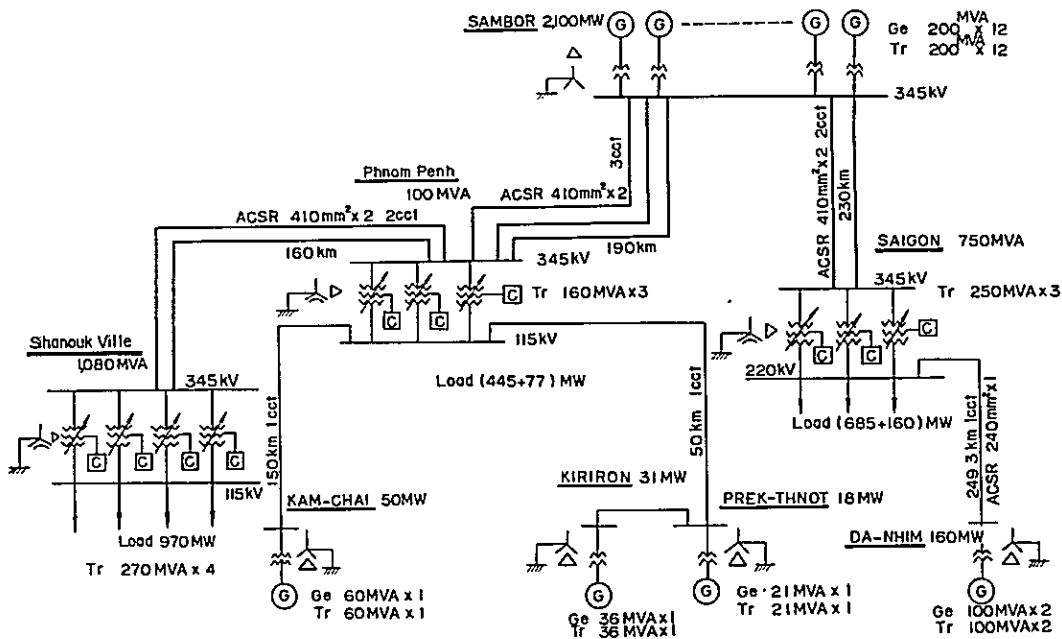


Fig. E-1 (2) Transmission System Diagram (Type III'-1)



区 間	延長	Type I'	Type III'
		Final Stage 1980年(1997)	1980 Final Stage
Sambor ~ Phnom Penh	190km	2 → 3	1
Phnom Penh ~ Sihanouk Ville	160	2	-
Sambor ~ Saigon	230	1 → 2	1 → 3

なお、Type I'ではSihanouk Villeのアルミ産業に送電されるため供給信頼度を配慮の上当初から2回線とされた。

5-2 変電計画

一次変電所はPhnom Penh, SaigonおよびSihanouk Ville(但し、電力多消費産業が建設される時)に建設される。変圧器の1次側は345KV系、二次側はPhnom PenhおよびSihanouk Villeでは115KV系、Saigonでは220KV系とし、変電所容量は負荷率90%として、次の様に計画された。(Fig. E-1(1), (2)参照)

電力多消費産業を考慮する場合 (Type I'):

	(容量)	1980	Final Stage (1997)
Phnom Penh	160MVA	1バンク	3バンク
Sihanouk Ville	270MVA	2バンク	4バンク
Saigon	250MVA	1バンク	3バンク

一般需要のみを対象とする場合 (Type III'):

	(容量)	1980	Final Stage
Phnom Penh	180MVA	1バンク	3バンク
Saigon	300MVA	1バンク	6バンク

なお、負荷の増加に応じ増設される状況はTable E-1に示す。

5-3 通信計画

給電指令所と発電所相互間に給電用直通電話が Sambor Service Building と発電所間には超短波 (UHF) 多重回線装置が、各発電所には電力線搬送装置および自動交換装置が夫々設置される。

なお、電力線搬送装置は電力系統の保護継電装置にも使用される。(Fig. E-2 参照) 又送電線保守用として移動無線装置が設置される。

Fig. E-2 Telecommunication System Diagram

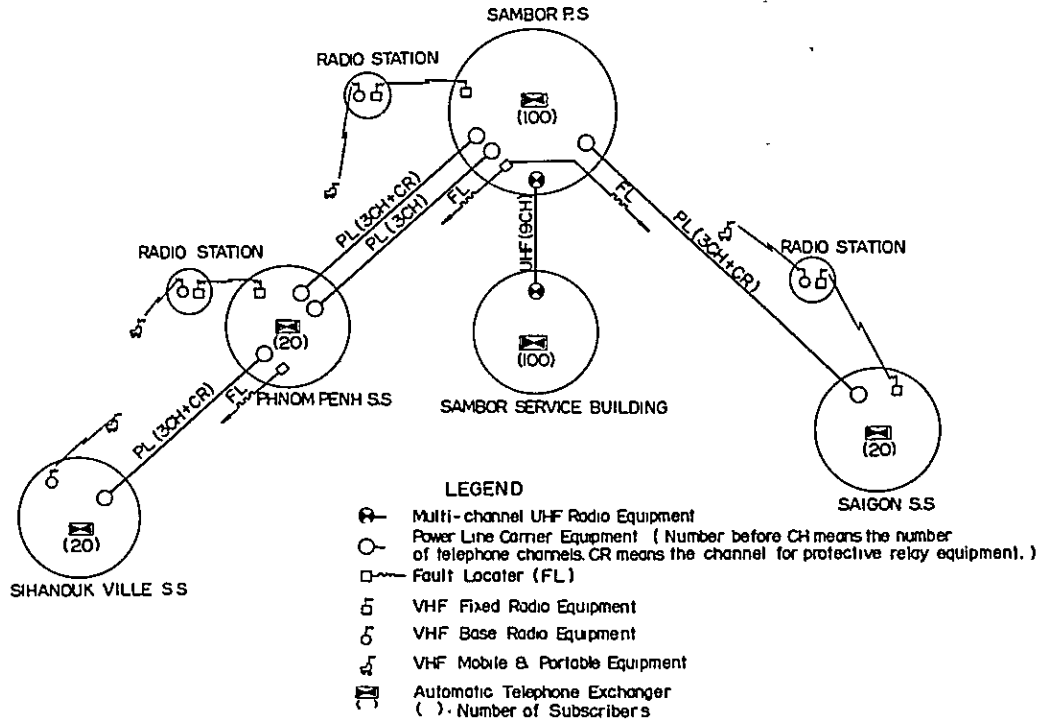


Table E-1(1) Sambor Project 設備計画 (Type I'-1)

年	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97
Ist	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th	12th	13th	14th	15th	16th	17th	18th	
需要 (発電端 : MW)	1,980	65	105	148	190	238	294	352	418	480	548	634	685	685	685	685	685	685
Saigon S.S	30	65	105	148	190	238	294	352	418	480	548	634	685	685	685	685	685	685
Phnom Penh S.S	71	91	113	135	159	183	208	236	264	301	333	369	394	405	415	426	437	445
Sihanouk Ville S.S	485	485	485	485	485	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
Total	586	641	703	768	834	1,391	1,472	1,558	1,652	1,751	1,851	1,973	2,049	2,060	2,070	2,081	2,092	2,100
発電機台数	4	4	5	5	5	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12	12	12	12
送電線回線数 (345KV)																		
Sambor ~ Saigon	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Sambor ~ P.Penh	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P.Penh ~ S.Ville	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
変電所バンク数																		
Saigon S.S(250MVA)	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
P.Penh S.S(160MVA)	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
S.Ville S.S(270MVA)	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Table E - 1 (2) Sambor Project 設備計画 (Type I' - 2)

年	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97
1,980	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
需要 (発電端 : MW)																		
Saigon S.S	46	96	159	222	285	357	440	528	625	685	685	685	685	685	685	685	685	685
Phnom Penh S.S	75	100	126	155	186	216	250	286	324	368	373	384	394	405	415	426	437	445
Sihanouk Ville S.S	485	485	485	485	485	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
Total	606	651	770	862	956	1,543	1,660	1,784	1,919	2,018	2,028	2,039	2,049	2,060	2,070	2,081	2,092	2,100

発電機台数	4	4	5	5	6	9	10	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
-------	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

送電線回線数 (345KV)	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sambor ~ Saigon	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sambor ~ P.Penh	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P.Penh ~ S.Ville	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

変電所バンク数	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Saigon S.S	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
P.Penh S.S	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
S.Ville S.S	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Table E-1(3)

Sambor Project 設備計画 (Type III-1)

年	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
需要 (発電端: MW)																					
Saigon	30	65	106	148	190	238	293	352	417	479	548	634	734	833	930	1,035	1,150	1,280	1,420	1,570	1,610
Phnom	8	17	28	40	54	67	83	99	118	144	165	190	219	264	294	328	363	396	433	475	490
Total	38	82	134	188	244	305	376	451	535	623	713	824	953	1,097	1,224	1,363	1,513	1,676	1,853	2,045	2,100
発電機台数	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	12	12	12
送電線回線数 (345KV)																					
Sambor~Saigon	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Sambor~P.Penh	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
変電所バンク数																					
Saigon S.S (300MVA)	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6
P.Penh S.S (180MVA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3

Table E - 1(4) Sambor Project 設備計画 (Type III - 2)

年	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
需要 (発電端 : MW)																	
Saigon	46	96	159	222	285	357	440	528	625	719	823	950	1,100	1,270	1,410	1,570	1,610
P.Penh	12	26	42	60	81	100	124	149	177	215	247	287	330	375	426	474	490
Total	58	122	201	282	366	457	564	677	802	834	1,070	1,237	1,430	1,645	1,836	2,044	2,100
発電機台数	1	2	2	3	4	4	5	6	7	9	10	11	12	12	12	12	12
送電線回線数 (345KV)																	
Sambor ~ Saigon	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Sambor ~ P.Penh	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
変電所バンク数																	
Saigon S.S(300MVA)	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6
P.Penh S.S(180MVA)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3