第6章

主要構造物および施工計画

第6章 主要構造物および施工計画

6－1 主要構造物の概要

6－5－1 水理構造物

水理構造物の位置および規模は単独開発計画と変りない。

その概要は Table F－1 に示すとおりである。（ Dwg. 1～4 参照）

Table F－1 水理構造物の概要

項　目	延　長	体　積
右岸アースダム	11,730m	8,160,000 cu・m
左岸アースダム	14,350m	9,020,000 cu・m
ロックフィルダム	2,350m	8,720,000 cu・m
コンクリート：洪水吐部	1,471m	900,000 cu・m
：取水口部	763m	530,000 cu・m
計	14,350m	
洪水吐溢流部	1,003m（有効巾795m）	
〃 ゲート	二段スルースゲート（高さ14m，巾15m，53門）	
計画洪水量	90,000 cms.（越流水位42.0m）	
発電所		
長さ	560m	
巾	45m	
コンクリート	801,000 cu.m（取水口含まず）	

発電所は4.4で述べられたとおり，運開当初から12台全部を運転する必要がない(Type Ⅰ' では4台，Type Ⅲ' では1台）併し，河川部ダム施工時の仮排水路に使用するため当初必要としない取水口および発電所基礎部（EL 4m以下の部分）も第1期工事で同時に施工される。

なお仮排水のためには7台分の取水口，および発電所基礎を余分に施工するだけで足りるが，将来増設工事の難易度を考慮して残り（Type Ⅰ' 8台分，Type Ⅲ' 11台分の取水口および発電所基礎）全てを第1期で施工することとされた。

魚梯が設置される場合は洪水吐放水路の両側に設けられる。

概要は次のとおりである。

Table F－2 魚 梯 の 概 要

長 さ	右 側 2,830m 左 側 2,960m
巾 員	40m×2（有効巾30m×2.）
越流部（流入口）の標高	39.0m，39.4mおよび39.8mの3段
コンクリート	93,000 cu・m
ゲート	巾5m×高4.5m 1段

6－1－2 電 気 機 器

Table F－3 電 気 機 器 の 概 要

水車型式	立軸カプラン型
出 力	180MW
ユニット	12基
有効落差	20.0～30.5m
基準落差	26m
単機最大使用水量	800 cms
発電機型式	三相交流
容 量	200MVA
周波数	50%s
電 圧	15,400V
力 率	0.9
ユニット	12基
変圧器型式	屋外三相送油風冷式
容 量	200MVA
周波数	50%s
電 圧 一次	15,400V
二次	345,000V
ユニット	12基

水車の型式は立軸カプラン型が採用された。

上流の2 Projects が完成しても Sambor 発電所放流水位の変動は大きく，有効落差は月平均流量を対象にしても20～30.5mの範囲で変動し，月平均流量（資料を入手していない）を対象とすると，洪水時には発電所下流側水位は上昇して有効落差は更に小さくなるものと考えられ，変動巾は上記以上の値となる。

従って水車は落差が変動しても比較的高い効率の得られるカプラン型水車が適当である。

水車の使用水量は1基当り最大800cms であり，この値は低落差における最大級のものである。

なお特性曲線はFig. F－1のとおりである。

この水車は基準落差 26m として製作され，有効落差がこれを越える時はガイドベーンで水量を調節して運転される。従って若し基準落差を30mとしてその時の使用水量を80.0 cmsとすれば単機出力は200MWまで出し得るのである。発電機は3相交流同期型200MVAが採用された。この程度のものは既に各国で製作運転の実績があり特に問題はない。

主変圧器は各水車発電機毎に1台配置するUnit方式が，又母線は，複母線方式が採用された。

Sambor 発電所は近傍に大出力の発電所がなく，単独で運転されると見なすことが出来，系統に占める重要度が著しく高いと考えられる。従って運用上の信頼性および弾力性を高めるため，上記の方式が採用されたものであり，開閉所は発電所の屋上に設けられる。

6－1－3 送 電 線

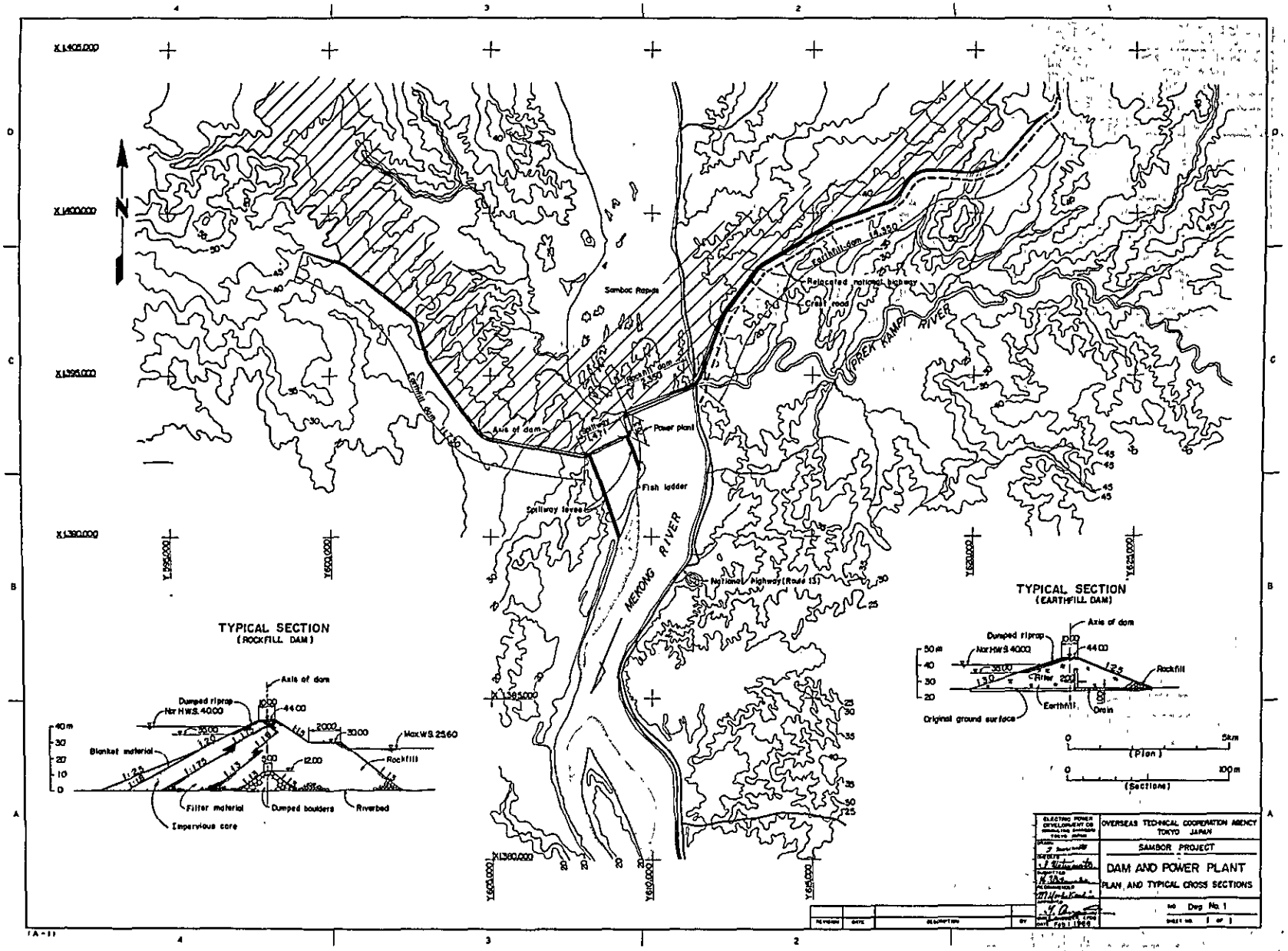
送電線のルートおよび設計上の諸元は回線数の他単独計画と変りない。（Dwg.№5，№6参照）概要はTable F－4のとおりである。

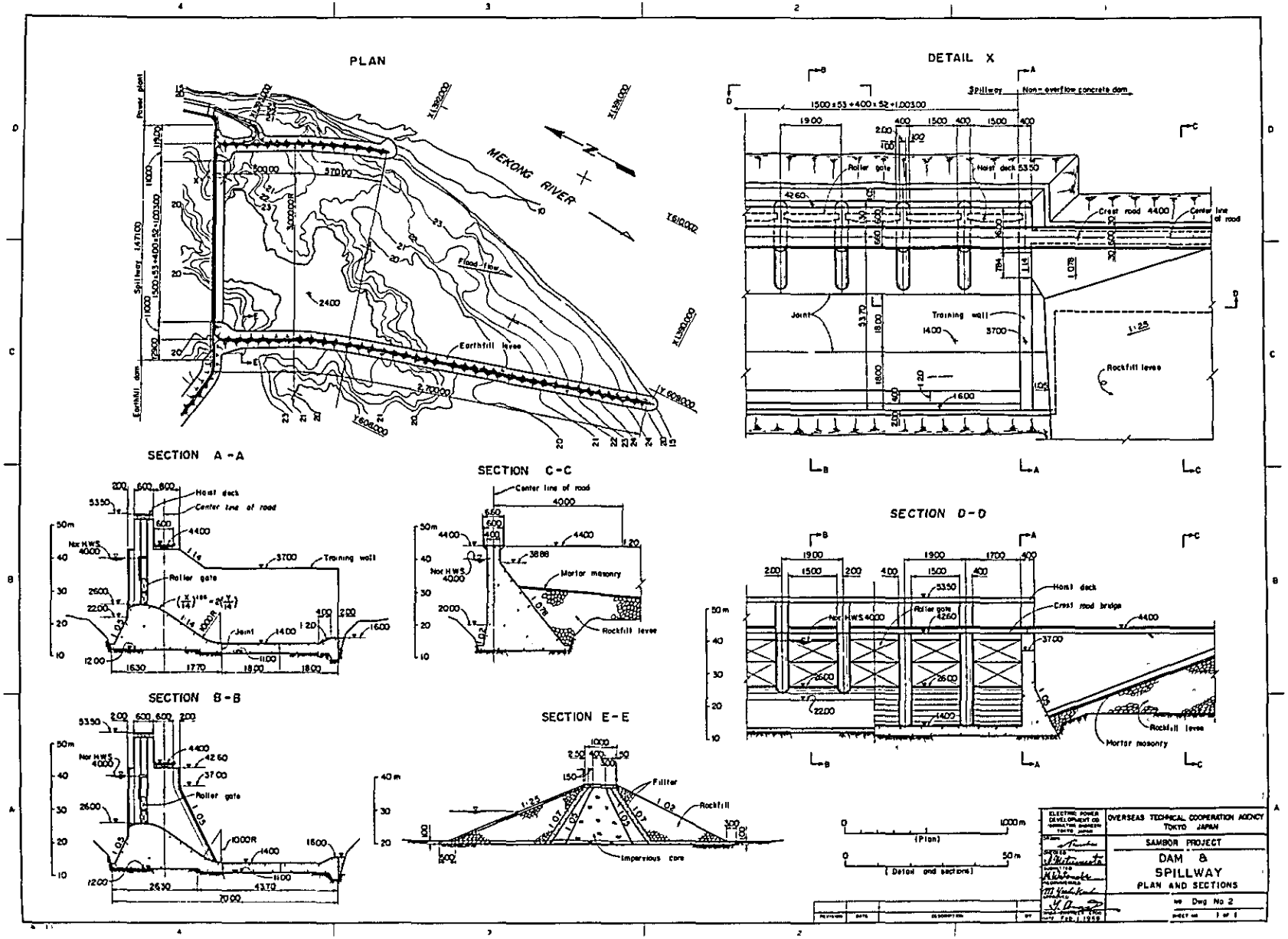
支持物はGuyed－Suspension 型1回線鉄塔とし，負荷に応じ増設される。1回線鉄塔を並列するのは2回線或は3回線鉄塔とするよりコロナが少なく，又各線路が独立線路であるため事故率が少く安定度が高いためである。

Table F－4 Description of Transmission Line

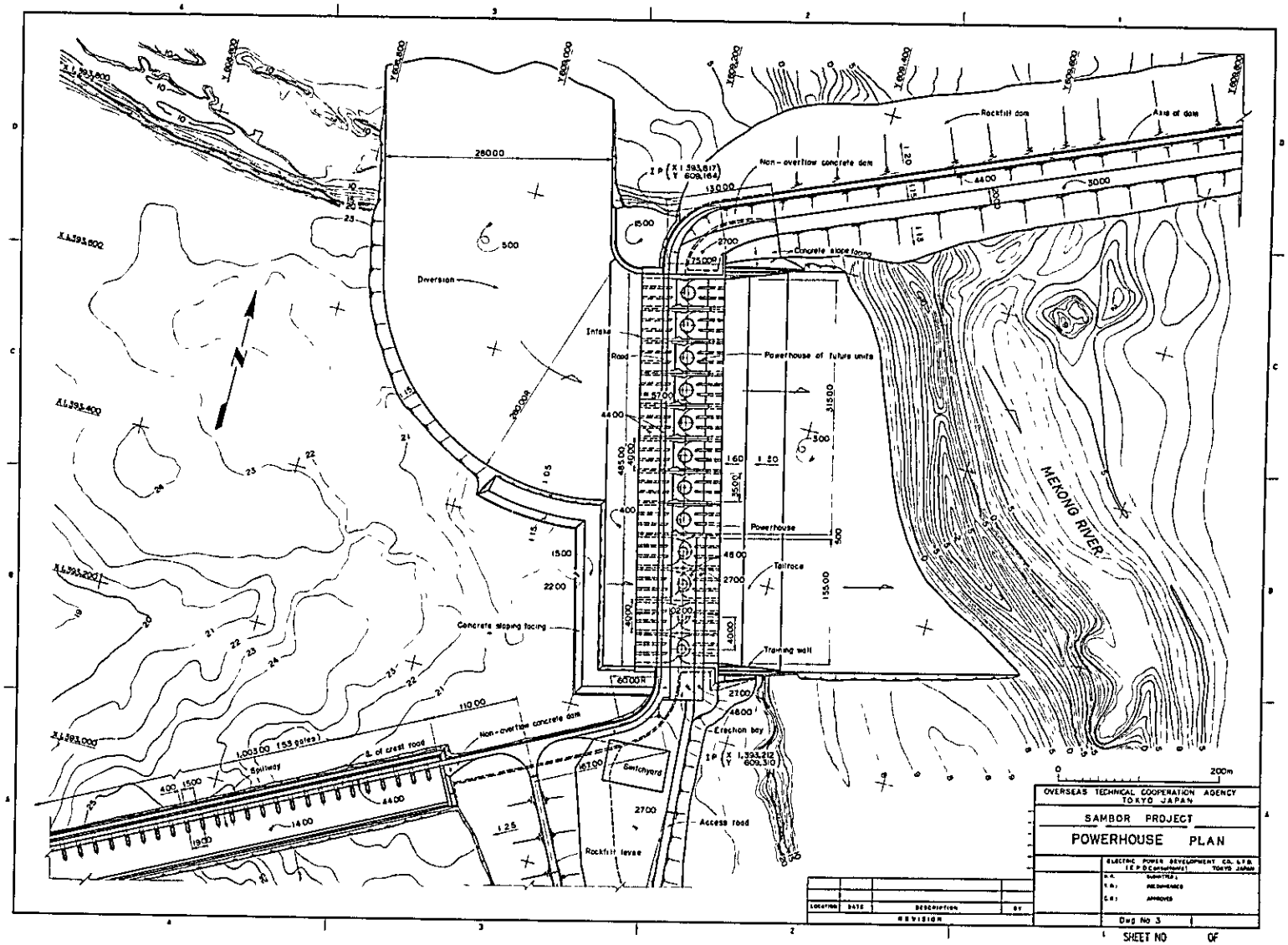
	Sambor ～Phnom Penh	Phnom Penh ～S・Ville	Sambor ～Saigon
Length (km)	190	160	230
Voltage (kv)	345	345	345
No. of cct	1cct × 3(2) 1) route	1cct × 2(—) 1) route	2(3) 1) cct
Conductor	410 sq・mm ACSR × 2	410 sq・mm ACSR × 2	410 sp・mm ACSR × 2
	(Al26/45mm, St7/35mm)	(Al26/4.5mm St7/3.5mm)	(Al26/4.5mm, St7/3,5mm)
Ground Wire	90sp・mm GSC(7/35mm)	90sp mm GSC(7/3.5mm)	90sp・mm GSC(7/35mm)
No. of Wire	2	2	2
Insulator			
Kind	250mm Suspension	250mm Suspension	250mm Suspension
	35,000lb, Ball & Socket	35,000lb, Ball & Socket	35,000lb, Ball & socket
Number	19	19	19
Support	Steel Tower	Steel Tower	Steel Tower
Min. Clearance (m)	8.5	8.5	8.5

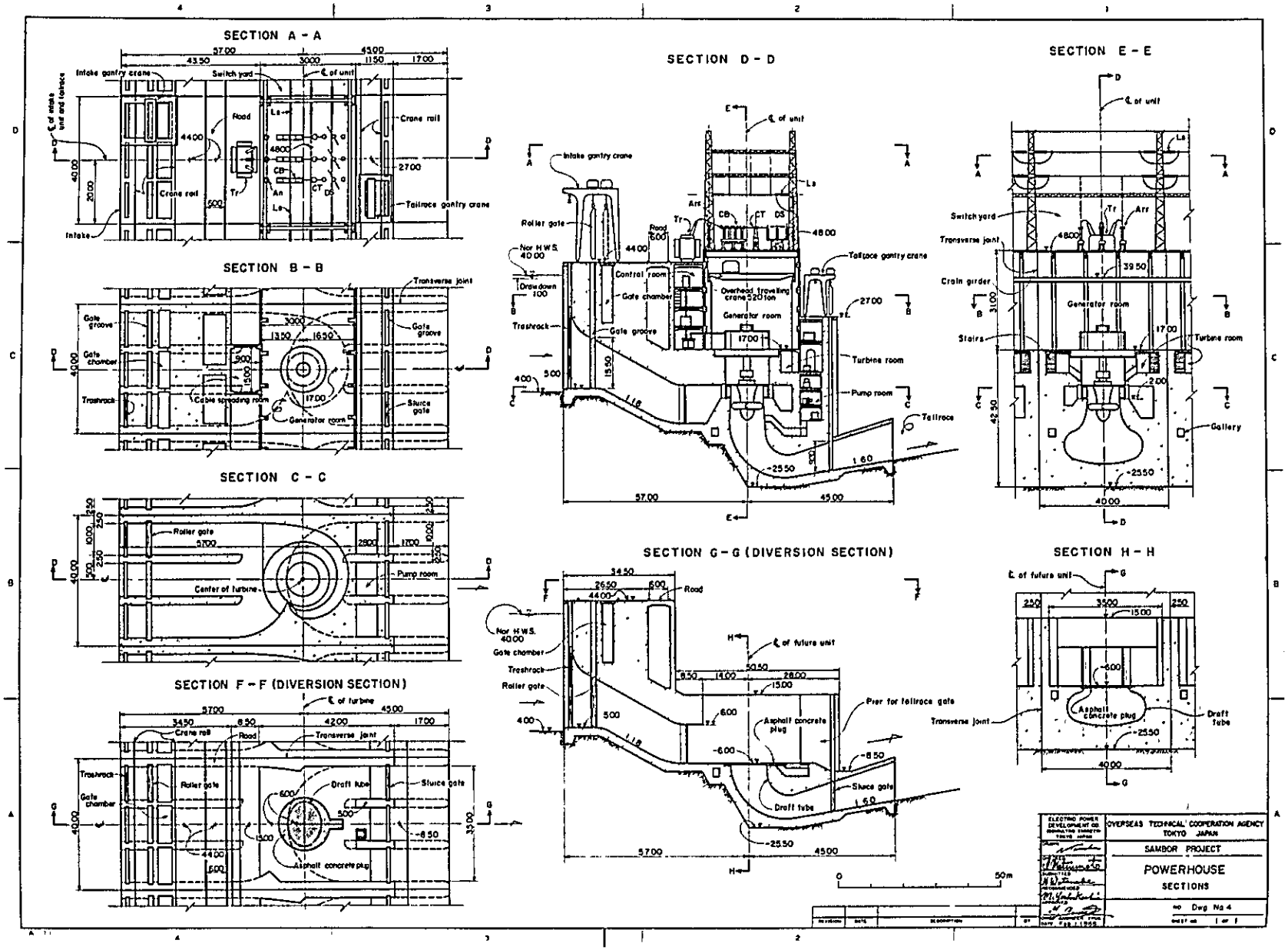
Note : 1) : Type Ⅲ'
cct : circuit
ACSR : aluminum conductor steel reinforced
Al : aluminum
St : steel
GSC : galvanized steel cable

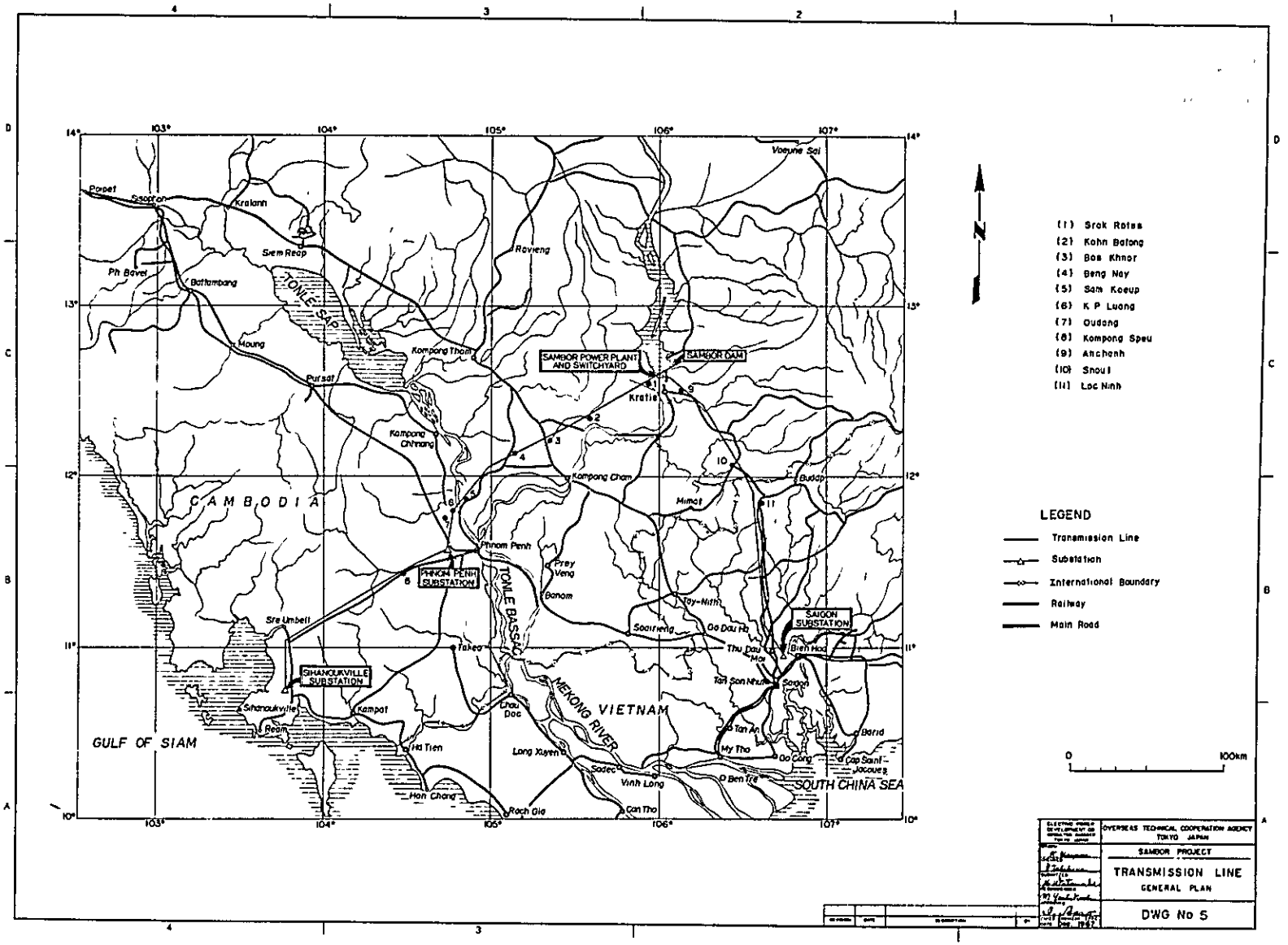

Samboc Rapids
Relocated national highway
Crest road
Earthfill dam
PREK KAMP RIVER
Axis of dam
Power plant
Fish ladder
Spillway levees
MEKONG RIVER
National highway (Route 13)
TYPICAL SECTION
(ROCKFILL DAM)
Axis of dam
Dumped riprap
Nor.H.W.S. 40.00
Max.W.S. 25.60
Blanket material
Rockfill
Filter material
Dumped boulders
Riverbed
Impervious core
TYPICAL SECTION
(EARTHFILL DAM)
Axis of dam
Dumped riprap
Nor.H.W.S. 40.00
Rockfill
Filter
Earthfill
Drain
Original ground surface
(Plan)
(Sections)
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
TOKYO JAPAN
SAMBOR PROJECT
DAM AND POWER PLANT
PLAN AND TYPICAL CROSS SECTIONS
Dwg No. 1
Feb. 1969

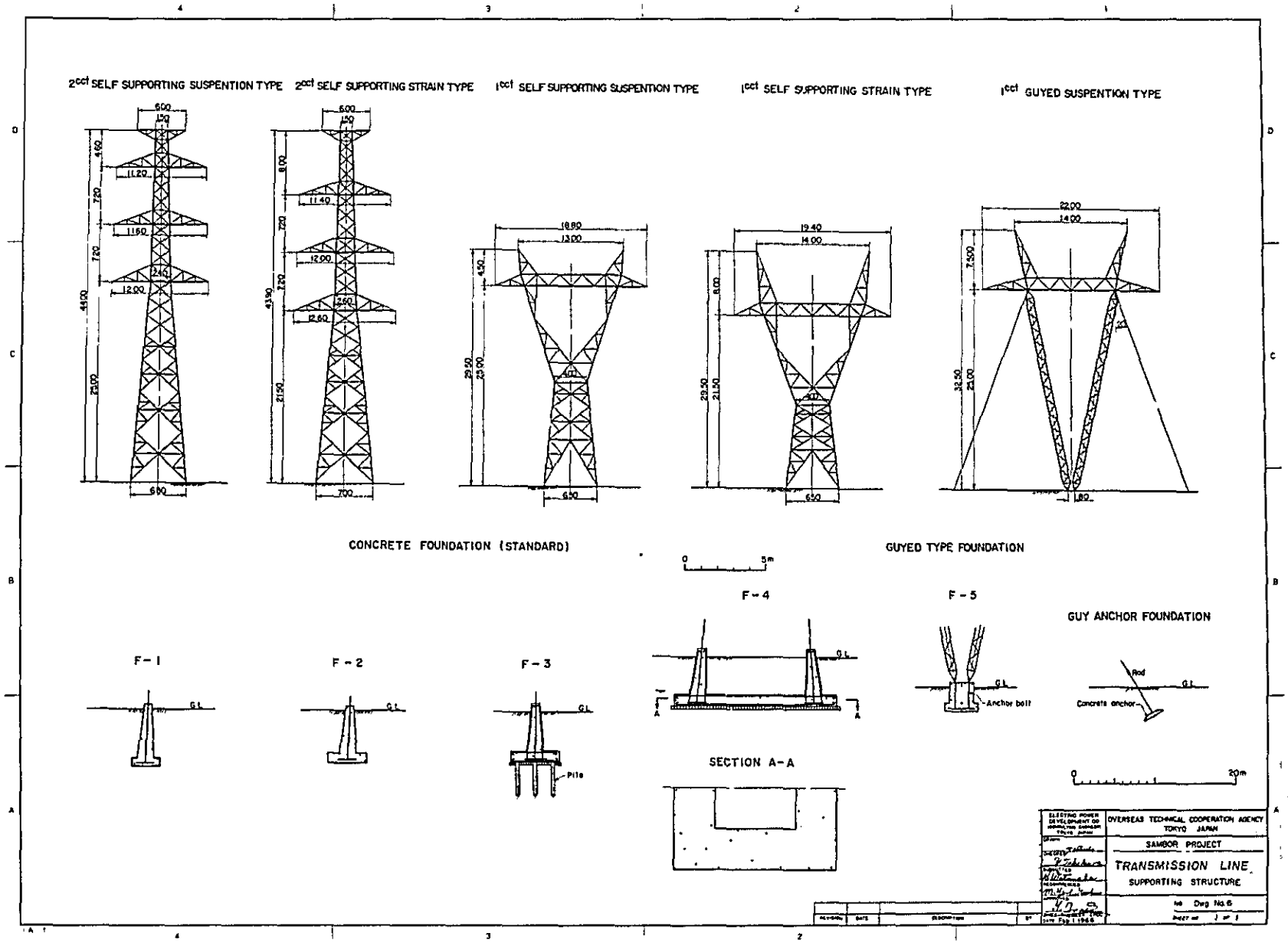

PLAN
MEKONG RIVER
Flood flow
Earthfill levee
Power plant
Spillway
Earthfill dam
DETAIL X
Spillway
Non-overflow concrete dam
Roller gate
Hoist deck
Crest road
Center line of road
Joint
Training wall
Rockfill levee
SECTION A-A
Hoist deck
Center line of road
Training wall
Roller gate
Joint
SECTION C-C
Center line of road
Mortar masonry
Rockfill levee
SECTION D-D
Hoist deck
Crest road bridge
Roller gate
Rockfill levee
Mortar masonry
SECTION B-B
Roller gate
SECTION E-E
Filter
Rockfill
Impervious core
(Plan)
(Detail and sections)
ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO.
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
TOKYO JAPAN
SAMBOR PROJECT
DAM & SPILLWAY
PLAN AND SECTIONS
Dwg No 2

Dwg. No. 3 Powerhouse
(Plan)




SECTION A - A
SECTION B - B
SECTION C - C
SECTION D - D
SECTION E - E
SECTION F - F (DIVERSION SECTION)
SECTION G - G (DIVERSION SECTION)
SECTION H - H
Intake gantry crane
Switch yard
Crane rail
Tailrace gantry crane
Intake
Road
Transverse joint
Gate groove
Gate chamber
Trashrack
Cable spreading room
Generator room
Sluice gate
Roller gate
Center of turbine
Pump room
Draft tube
Asphalt concrete plug
Nor H.W.S. 40.00
Drawdown 1.00
Control room
Overhead travelling crane 520 ton
Turbine room
Tailrace
Pier for tailrace gate
Crain girder
Stairs
Gallery
Draft tube
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO JAPAN
SAMBOR PROJECT
POWERHOUSE
SECTIONS
Dwg No 4


CAMBODIA
VIETNAM
GULF OF SIAM
SOUTH CHINA SEA
TONLE SAP
TONLE BASSAC
MEKONG RIVER
SAMBOR POWER PLANT AND SWITCHYARD
SAMBOR DAM
PHNOM PENH SUBSTATION
SIHANOUKVILLE SUBSTATION
SAIGON SUBSTATION
Poipet
Sisophon
Kralanh
Siem Reap
Ph Bavet
Battambang
Moung
Pursat
Kompong Thom
Kompong Chhnang
Kratie
Kompong Cham
Roviang
Voeune Sai
Mimot
Buldp
Phnom Penh
Prey Veng
Banom
Sre Umbell
Takeo
Sihanoukville
Kampot
Ream
Ha Tien
Hon Chang
Rach Gia
Chau Doc
Long Xuyen
Sadec
Vinh Long
Can Tho
Tay-Ninh
Soairieng
Go Dau Ha
Thu Dau Mot
Bien Hoa
Tan Son Nhut
Saigon
Tan An
My Tho
Go Cong
Ben Tre
Cap Saint-Jacques
Barid
(1) Srok Rotea
(2) Kohn Balong
(3) Bos Khnor
(4) Beng Nay
(5) Sam Koeup
(6) K P Luong
(7) Oudong
(8) Kompong Speu
(9) Anchanh
(10) Snoul
(11) Loc Ninh
LEGEND
Transmission Line
Substation
International Boundary
Railway
Main Road
0
100km
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
TOKYO JAPAN
SAMBOR PROJECT
TRANSMISSION LINE
GENERAL PLAN
DWG No 5


2cct SELF SUPPORTING SUSPENTION TYPE
2cct SELF SUPPORTING STRAIN TYPE
1cct SELF SUPPORTING SUSPENTION TYPE
1cct SELF SUPPORTING STRAIN TYPE
1cct GUYED SUSPENTION TYPE
CONCRETE FOUNDATION (STANDARD)
GUYED TYPE FOUNDATION
F-1
F-2
F-3
F-4
F-5
GUY ANCHOR FOUNDATION
Pile
Anchor bolt
Rod
Concrete anchor
SECTION A-A
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
TOKYO JAPAN
SAMBOR PROJECT
TRANSMISSION LINE
SUPPORTING STRUCTURE
Dwg No.6

6－2　工程の施工方法の概要

6－2－1　工　　程

工事の施工は単独開発の場合と大きく変るところはない。工程はFig F－2に示されるとおり，第1期は1972年より8ヶ年を要し，第2期工事は電力の消化のType により異なるが発電所の運転開始后概ね10～15年までに行なわれる。

6－2－2　準備工事

輸送：水車発電機，およびセメント等の重量物はPhnom Penh港で外航船よりバーヂに積換え舟運により現場に運ばれる。その為ダム地点下流の右岸に専用の陸揚場が建設される。（Dwg.№7参照）

その他の資材はPhnom Penhより陸送されるものとし，ルートは主として国道5号線，6号線を経てKompong Cham へ，それよりダム地点まではMekong 河の右岸に沿い新たに建設される工事用道路が使用される。

なおMekong 河左岸にある国道13号線も利用するものとし，Kompong Cham～Kratie の橋梁は改修される。

建設基地：建設基地はKratie 近郊に新たに設けられる。

工事に直接関係する建物の延べ面積は約100,000 sq·m，敷地面積は700,000 ～ 1,000,000 sq·m が必要となる。

この地域には道路，上下水道，配電線，通信，レクリエイション等の設備が完備される。

工事用動力：工事用動力としては現在使用出来るものがないので，極力内燃機関を使用する。

併し5,500～6,000kWの発電設備が必要となる。

道路の付替：国道13号線はPrek Kampi 橋から北へ約16 km 水没するので付替が必要となる。新ルートはDwg.№7 に示すとおり貯水池左岸標高42 m以上の位置に設けられる。

6－2－3　ダムおよび洪水吐

両側アースフィルダム：築堤材料は，ダム近傍で採取可能である。（Dwg.№7参照)。従って盛立材料の大部分はモータースクレパーを使って運搬出来る。

フィルターおよびインターセプター等の粗粒材料は右岸では発電所或は洪水吐の掘さくずりが利用される。

これらのアースダムは河川の流水に影響されることなく施工出来るので特に施工上の問題にない。

河川部　ロックフィルダム：

この工事は仮締切を行なわず盛立てる案が採用された。

工事中の排水は将来増設予定の発電所取水口，発電所基礎（Type Ⅰ' の時は8基，Type Ⅲ'

の時は１１基）および洪水吐が利用される。

従ってダム盛立前に取水口に流水を導けるよう巾２８０ｍ，水路底標高５ｍの仮排水路を掘さくすると共に，発電所取水口，基礎部（ＥＬ４ｍ以下）および洪水吐を完成する必要がある。

ダムの盛立は

(1) 先ず渇水期にその流量が仮排水路から流し得る高さ（ＥＬ１２ｍ）まで巨石によりダム中心部の一部を盛立てておき，

(2) そのあと洪水が減り初める頃より両岸から逐次盛立る。（Fig. F－３参照）

(3) 河積の減少に伴ない河川の水位が上昇すれば洪水吐からも排水する。水位と，排水量の状況はFig. F－４に示すとおりである。

(4) なお最后の締切は１９７９年の渇水期におこなわれる。築堤材料の遮水壁材料はダム下流４ km 地点の細砂，フィルター材料は左岸５ km 地点の風化礫岩，ロック材料は下流２ km の砂岩層および発電所の掘さくずりが夫々使用される。

各材料共盛立は水中で行なわれるので材料の管理には充分な注意が必要である。

なお河川部のダムに関しては原案の他いくつかの代案が考えられた。（Vol.Ⅲ ダム施工・予備設計参照）

この件については今后も検討される必要があるが原案は経済性の面で他案に比し優れており，安全性についてもＵＳＡのタレスダムの実績[1]があることから採用されたものである。

洪水吐：ゲートの据付にかなりの時間（１門につき約１ケ月）を要すること，発電所の工事との関連で施工量のピークが余り大きくならぬ様配慮の上，発電所工事より１ケ年早く開始される。

掘さくずりは下流の導流堤の盛立に流用される。

６－２－４　発　電　所

発電所建設のためには多量の掘さく（6,900,000 cu.m）と，コンクリート工（1,534,000 cu.m）が必要で，水車据付までに約３ケ年を要す。

掘さくずりはコンクリート骨材，ロックフイル盛立材料および洪水吐導流堤盛立材料に流用される。従って広大な材料置場が必要となる。

掘さくに当り放水路の河川側に当るケ所は河水の侵入を防ぐため発電所のコンクリートが打ち上り，ドラフトゲートの据付が終るまで掘さくしないで残しておく。併しこの部分の土量は尨大（土砂600,000 cu.m，岩石1,000,000 cu.m）であり，大型機械の導入や，大

1）"TRANSACTIONS OF THE AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS" VOI. 125, 1960 Part Ⅱ, P473
"Rockfill Dams : Dalles Closure Dam" By Robert J. Pope

規模の発破も行なえないので3乾期が必要となろう。

コンクリートに使用する骨材（洪水吐を含め）は量，質の面から検討して自然堆砂礫を使用するより発電所掘さくずりを破砕して用いる方が経済的である。

骨材プラントの配置はDwg.No.7に示されるが工事実施に当り更に検討される必要がある。

Fig. F-1 Curves for Efficiency, Installed Capacity and Plant Capacity

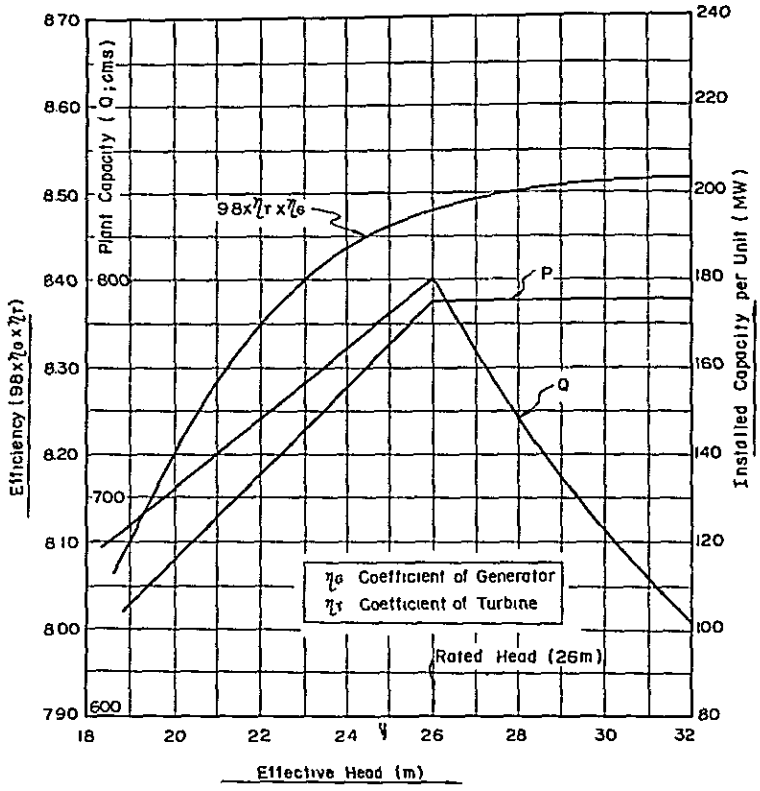
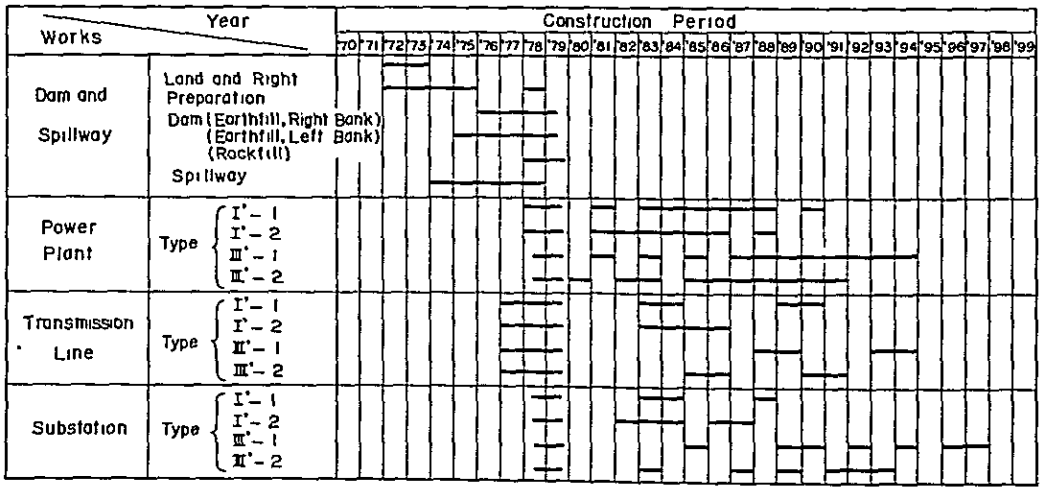


Fig. F-2 Construction Schedule



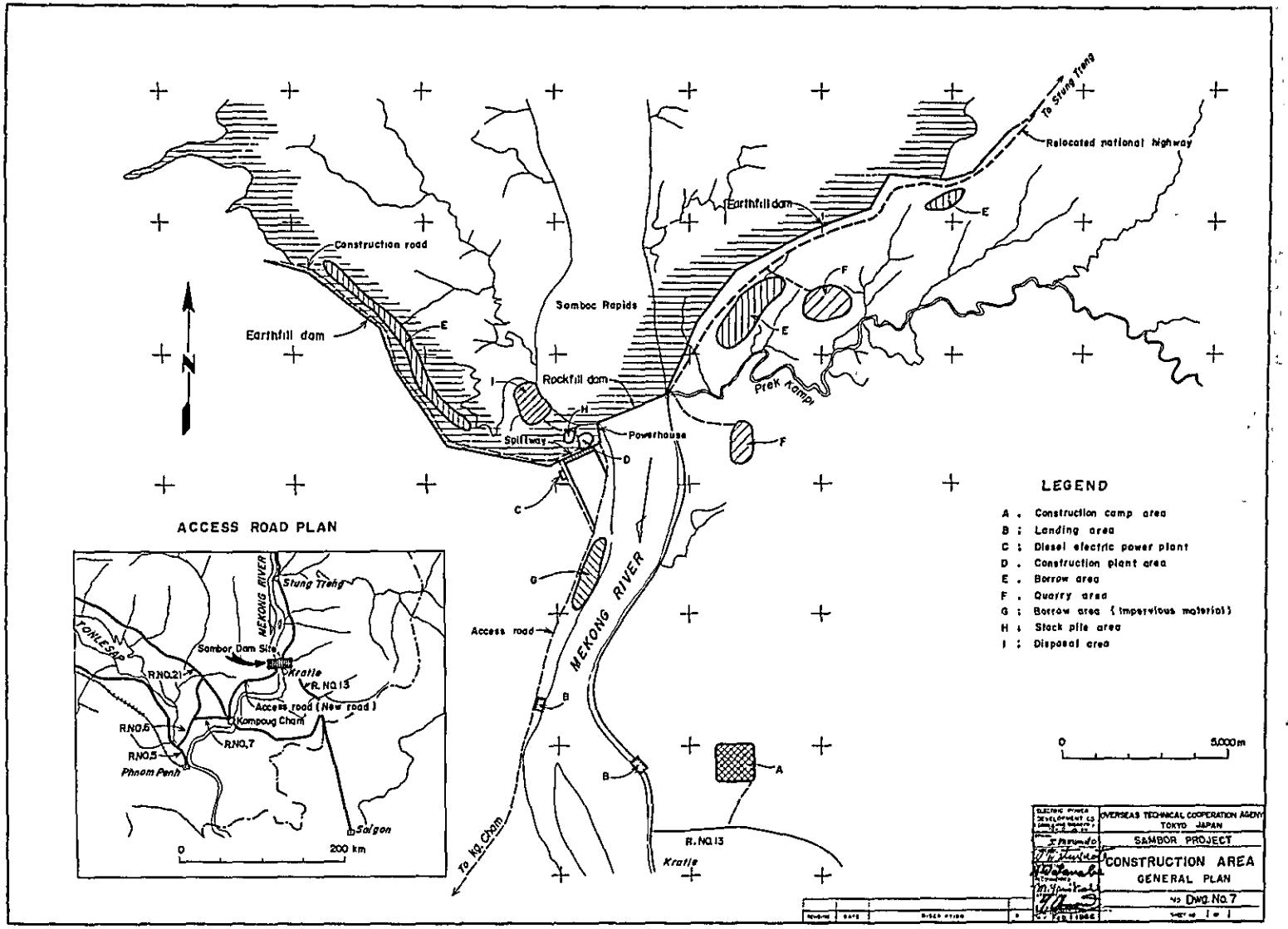

To Stung Treng
Relocated national highway
Earthfill dam
Construction road
Sambor Rapids
Earthfill dam
Rockfill dam
Spillway
Powerhouse
Prek Kompi
MEKONG RIVER
Access road
To Kg. Cham
R. NO.13
Kratie
ACCESS ROAD PLAN
TONLESAP
MEKONG RIVER
Stung Treng
Sambor Dam Site
Kratie
R.NO.21
R. NO.13
Access road (New road)
Kompong Cham
R.NO.6
R.NO.7
R.NO.5
Phnom Penh
Saigon
0
200 km
LEGEND
A . Construction camp area
B ; Landing area
C ; Diesel electric power plant
D . Construction plant area
E . Borrow area
F . Quarry area
G ; Borrow area (Impervious material)
H ; Stock pile area
I ; Disposal area
0
5,000m
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENY
TOKYO JAPAN
SAMBOR PROJECT
CONSTRUCTION AREA
GENERAL PLAN
Dwg. No. 7

Fig. F-3 Study on Embankment of River Channel
(Proposed Plan)

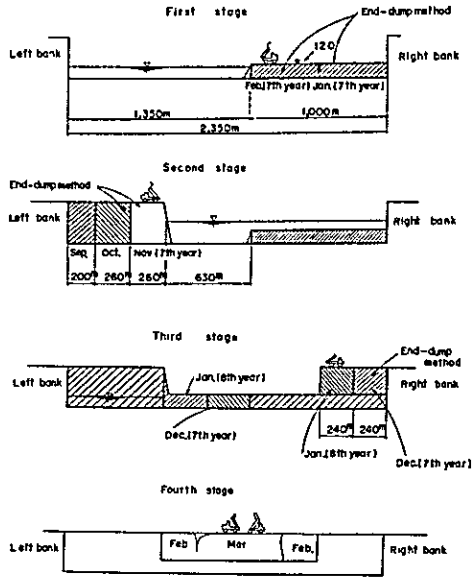
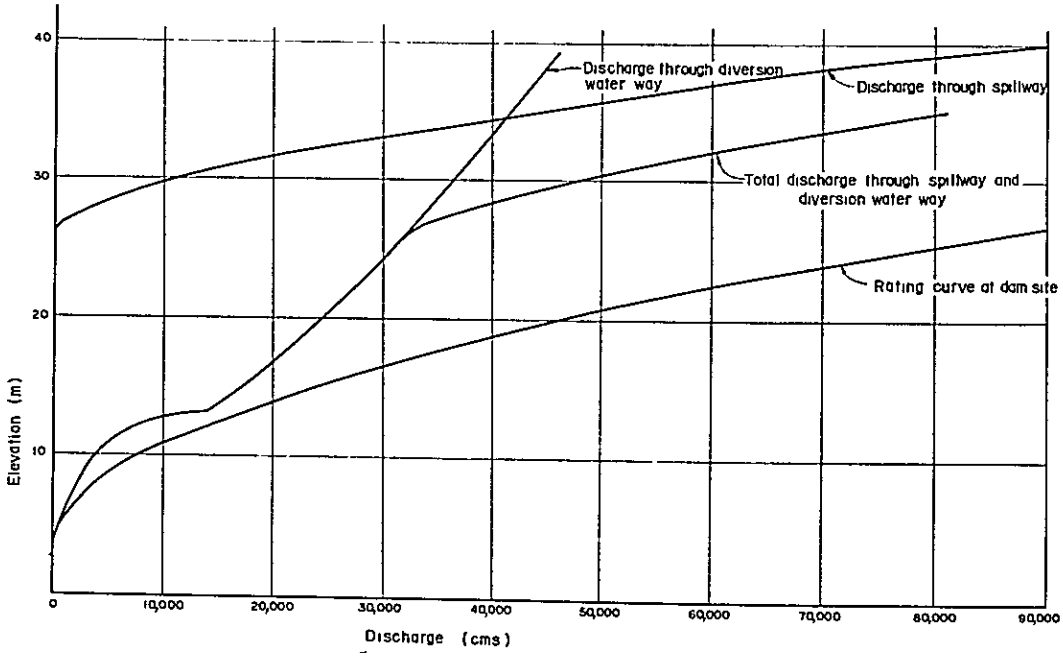


Fig. F-4 Rating Curve of Diversion



第7章　工事費

第7章 工 事 費

ダム建設を含む電力開発に要する総工事費は次のように積算された。

(1) Type I′

総工事費　437.6×10⁶ $

外　貨　342.7×10⁶ $

内貨相当額　94.9×10⁶ $

内訳はTable 7－1のとおりである。

又年度別所要資金の内訳はTable 7－2のとおりであり

第1期工事　293.1×10⁶ $

第2期工事　144.5×10⁶ $が必要となる。

なお電力多消費産業のコンビナート建設に要する費用は概算354×10⁶ $と見積られる。（Table G－3参照）

(2) Type Ⅲ′

総工事費　419.5×10⁶ $

外　貨　326.9×10⁶ $

内貨相当額　92.6×10⁶ $

内訳はTable G－1のとおりである。

又工期別所要資金は

第1期　240.4×10⁶ $

第2期　179.1×10⁶ $となる。

なお上記の他に別途補給火力プラント建設のため82.5×10⁶ $が必要である。

以上の他　ダムに魚梯を設ける場合は更に5×10⁶ $が必要となる。（Table G－4参照）

これらの積算は以下の基準により行なわれた。

工事費の積算は1967年1月現在の物価に基づいて積算された。

補償費は貯水池域の航空写真測量および踏査により推定した水没家屋および公共建物と利用されている土地に対し取得量および移転補償費が計上された。（但し下流開こん地入植者には移転補償のみ)。土木建築工事は請負方式によるものとし，工事に必要な資材，機械設備等でカンボジア国内で調達困難と思われるものは日本より輸入されるものとして計上された。

工事費の各項目の中には構造物および施設の建設に要する直接費用の他，工事施工のため必要とする輸送施設，建設基地等の建設に要する費用（間接費）が含まれている。

予備費は土木工事に対して15％，機器類に対しては5％が計上されている。

技術料としては工事費の4.5％が計上されている。

なお計上されていない費用は次のとおりである。

計画の事業主体に係る人件費

カンボジア国政府職員の人件費

建設中の金利（但し経済分析，財務分析の項では計上されている。）

関税，事業税，取引高税等の公租，公課

カンボジア国，又は地方自治体が負担する費用

現地通貨と外貨の区分は次により区分した。

現地人労務者の賃金，土地の取得，補償に要する費用，工事監督員および技術指導員の現地滞在費，木材，油脂等カンボジア国内で調達出来る資材費は現地通貨分でその他は外貨所要分として計上された。

Table G－1(1) Summary of Estimated Construction Cost

(Uuit: Million Dollar)

Structure and Pay Item	Project Cost for Type I'(Type III')		
	Total	Foreign Currency	Local Currency
(1) Reservoir and Dam	104.3 (104.3)	69.1 (69.1)	35.2 (35.2)
(2) Power Plant	249.8 (249.8)	198.8 (198.8)	51.0 (51.0
(3) Transmission Line and Substation	83.5 (65.4)	74.8 (58.5)	8.7 (6.9)
(4) Total	437.6 (419.5)	342.7 (326.9)	94.9 (92.6)

Note : General Property and Engineering Fee were included in item 1 to 3

Table G－1(2) Breakdown of Estimated Construction Cost

(Unit : 1,000$)

Structure and Pay Item	Construction Cost Type I'	(Type III')
(1) Reservoir and Dam		
(1－1) Land and Right	3,240	(3,240)
(1－2) Relocation of Existing Property	2,140	(2,140)
(1－3) Earthfill Dam on Left Side Bank	12,400	(12,400)
(1－4) Rockfill Dam in River Bed	14,000	(14,000)
(1－5) Earthfill Dam on Right Side Bank	10,900	(10,900)
(1－6) Spillway	53,000	(53,000)
(1－7) Spillway Channel	4,020	(4,020)
Sub total	99,700	(99,700)
(2) Power Plant		
(2－1) Civil Works	115,300	(115,300)
(2－2) Electric Equipment	122,100	(122,100)
Sub total	237,400	(237,400)
(3) Transmission Line and Substation		
(3－1) Sambor － Phnom Penh	21,500	(8,700)
(3－2) Phnom Penh － Sihanouk Ville	10,700	(－)
(3－3) Sambor － Saigon	21,200	(31,500)
(3－4) Substation	26,400	(22,200)
Sub total	79,800	(62,400)
(4) General Property		
(4－1) Telecommunication Facilities	1,400	(1,400)
(4－2) Maintenance Facilities for Transmission Line	500	(500)
Sub total	1,900	(1,900)
(5) Engineering Fee	18,800	(18,000)
Total	437,600	(419,500)

Table G-1(3) Breakdown of Estimated Construction Cost

Structure and Pay Item	Unit	Quantity	Unit Cost ($)	Amount Type I' & III' (1,000$)
(1) Reservoir and Dams				
(1-1) Land and Right				
Acquisition House	house	2,500	280	700
Acquisition Arable Land	ha	3,000	170	510
Acquisition Forest and Others	L. S	1		1,600
Contingency	L. S	1		430
Sub - total				3,240
(1-2) Relocation of Existing Property				
Road in Upstream of Reservoir	m	18,000	64	1,152
Road in Downstream of Reservoir	m	14,000	50	700
Contingency	L. S	1		288
Sub - total				2,140
(1-3) Earth Dam on Left Side Bank				
Earthfill	cu·m	7,500,000	1	7,500
Filter under Riprap	cu·m	230,000	1.4	322
Sluice Zone	cu·m	390,000	1.4	546
Rockfill in Toe Protection	cu·m	260,000	1.4	364
Riprap on Upstream Slope	cu·m	280,000	2.2	616
Riprap on Downstream Slope	cu·m	200,000	2.2	440
Surfacing on Crest	cu·m	160,000	3.8	608
Miscellaneous Works	L. S	1		404
Contingency				1,600
Sub - total				12,400
(1-4) Rockfill Dam in River Bed				
Giantic Rockfill	cu·m	160,000	2.7	432
Rockfill	cu·m	3,000,000	1.5	4,500
Rockfill, with Usable Materials Excavated for Power Plant	cu·m	1,840,000	0.8	1,472
Filter (Semi-Pervious Zone)	cu·m	1,820,000	1.0	1,820
Impervious Zone	cu·m	1,560,000	1.4	2,184
Blanket	cu·m	310,000	1.4	434
Surfacing on Crest	cu·m	30,000	3.8	114
Miscellaneous Works	L. S	1		1,244
Contingency				1,800
Sub - total				14,000

(continued)

Structure and Pay Item	Unit	Quantity	Unit Cost ($)	Amount Type I & III (1,000$)
(1-5) Earth Dam on Right Side Bank				
Earthfill	cu·m	6,550,000	1.0	6,550
Filter under Riprap	cu·m	260,000	0.8	208
Sluice Zone	cu·m	400,000	0.8	320
Rockfill in Toe	cu·m	320,000	0.8	256
Riprap on Ustream Slope	cu·m	310,000	2.2	682
Riprap on Downstream Slope	cu·m	180,000	2.2	396
Surfacing on Crest	cu·m	140,000	3.8	532
Miscellaneous Works	L.S	1		556
Contingency				1,400
Sub — total				10,900
(1-6) Spillway				
Excavation, Common	cu·m	500,000	0.6	300
Excavation, Common (Care of River)	cu·m	800,000	0.3	90
Excavation, Rock	cu·m	580,000	2.4	1,392
Concrete in Wings	cu·m	238,000	14	3,332
Concrete in Spillway Walls	cu·m	19,000	20	380
Concrete in Spillway Floor and Crest	cu·m	530,000	15	7,950
Concrete in Piers	cu·m	90,000	31	2,790
Concrete in Slab of Bridge	cu·m	3,000	42	126
Cement	ton	227,000	45	10,215
Reinforcement	ton	6,000	240	1,440
Grouting	m	8,000	39	312
Gate	ton	11,400	1,230	14,000
Bridge	ton	2,120	1,000	2,120
Miscellaneous Works	L. S	1		3,053
Contingency				5,500
Sub — total				53,000
(1-7) Spillway Channel				
Embankment	cu·m	3,170,000	0.2	634
Wet Masonry	sq·m	160,000	7.8	1,248
Concrete in Base	cu·m	20,000	24	480
Cement	ton	13,000	45	585
Miscellaneous Works	L. S	1		543
Contingency				530
Sub — total				4,020
Total — (1)				99,700

(Continued)

Structure and Pay Item	Unit	Quantity	Unit Cost ($)	Amount Type I'&III' (1,000 $)
(2) Power Plant				
(2-1) Civil Works				
Excavation, Common (A)	cu·m	1,400,000	0.6	840
Excavation, Common (B)	cu·m	200,000	1.0	200
Excavation, Common (C)	cu·m	420,000	1.5	630
Excavation, Rock (A)	cu·m	3,900,000	1.7	6,630
Excavation, Rock (B)	cu·m	600,000	2.5	1,500
Excavation, Rock (C)	cu·m	380,000	3.6	1,368
Concrete in Intake	cu·m	530,000	18	9,540
Concrete in Draft	cu·m	260,000	21	5,460
Concrete in Casing Barrel	cu·m	405,500	28	11,354
Concrete in Outlet	cu·m	120,000	22	2,640
Concrete in Building	cu·m	48,000	36	1,728
Concrete in Retaining Wall	cu·m	20,000	19	380
Concrete in Wing Dam	cu·m	150,000	13	1,950
Cement	ton	436,500	45	19,643
Reinforcement	ton	41,000	240	9,840
Furnishing in Main Building	L. S	1		5,220
Access Road	L. S	1		145
Foundation Works for Outdoor Switchyard	L. S	1		108
Intake Gates		1		10,600
Outlet Gates		1		3,340
Miscellaneous Works		1		8,104
Contingency				15,080
Sub – total				115,300
(2-2) Electric Equipment				
Turbines	unit	12		43,500
Generators	unit	12		51,300
Transformers	unit	12		11,100
Switch Board, Cubicles etc.	L. S	1		8,500
Accessories	L. S	1		1,900
Contingency				5,800
Sub – total				122,100
Total – (2)				237,400

(continued)

Structure and Pay Item	Unit	Quantity	Amount Type I'(Type III') (1,000 $)	
(3) Transmission Line and Substation				
(3-1) Transmission Line (Sambor - P.Penh 190 km)				
Lands and Rights	L.S	1	200	(100)
Materials	L.S	1	11,200	(4,500)
Transportation	L.S	1	1,500	(600)
Installation	L.S	1	6,600	(2,700)
Contingency			2,000	(800)
Sub - total			21,500	(8,700)
(3-2) Transmission Line (P.Penh -S.Ville 160 km)				
Lands and Rights	L.S	1	100	(100)
Materials	L.S	1	5,600	(5,600)
Transportation	L.S	1	700	(700)
Installation	L.S	1	3,300	(3,300)
Contingency			1,000	(1,000)
Sub - total			10,700	(10,700)
(3-3) Transmission Line (Sambor - Saigon 230 km)				
Land and Rights	L.S	1	600	(900)
Materials	L.S	1	10,400	(15,500)
Transportation	L.S	1	1,300	(1,900)
Installation	L.S	1	7,000	(10,400)
Contingency			1,900	(2,800)
Sub - total			21,200	(31,500)
(3-4) Substation				
Transformers	L.S	1	9,900	(9,300)
Ciruit Breakers, Disconnecting Switches etc.	L.S	1	9,700	(7,700)
Other Equipments	L.S	1	4,100	(2,900)
Transportation, Installation	L.S	1	1,400	(1,200)
Contingency			1,300	(1,100)
Sub - total			26,400	(22,200)
Total - (3)			79,800	(62,400)

(continued)

Structure and Pay Item	Unit	Quantity	Amount Type I'&III' (1,000 S)
(4) General Property			
(4-1) Telecommunication Facility			
Materials	L. S	1	850
Transportation	L. S	1	90
Installation	L. S	1	280
Contingency			180
Sub - total			1,400
(4-2) Maintenance Facility for Transmission Line	L. S	1	150
Sambor - P. Penh	L. S	1	150
P. Penh - S. Ville	L. S	1	150
Sambor - Saigon			50
Contingency			500
Sub - total			
Total - (4)			1,900

Table G-2 Annual Fund Requirement (Type I')

(Unit: Million Dollars)

	Currency	Grand Total	Cast for Detailed Design	First Stage 1972 1 st	'73 2 nd	'74 3 rd	'75 4 th	'76 5 th	'77 6 th	'78 7 th	'79 8 th	Subtotal	Second Stage '80 9 th	'81 10th	'82 11th	'83 12th	'84 13th	'85 14th	'86 15th	'87 16th	'88 17th	'89 18th	'90 19th	Subtotal
Reservoir and Dam	Foreign Currency	66.22		8.48	7.06	3.31	7.57	10.85	12.57	8.19	8.19	66.22												
	Domestic Currency	33.48		3.40	3.01	2.30	4.92	6.34	6.29	3.63	3.59	33.48												
	Subtotal	99.7		11.88	10.07	5.61	12.49	17.19	18.86	11.82	11.78	99.7												
Power Plant	Foreign Currency	187.6		8.67	7.21	3.66	10.11	11.47	17.80	20.87	15.01	94.8		9.3		19.2	19.2	9.3	8.6	8.6	9.3		9.3	92.8
	Domestic Currency	49.8		3.22	2.67	1.35	3.74	4.25	6.60	7.74	5.43	35.0		0.3		4.0	4.0	0.3	2.8	2.8	0.3		0.3	14.8
	Subtotal	237.4		11.89	9.88	5.01	13.85	15.72	24.40	28.61	20.44	29.8		9.6		23.2	23.2	9.6	11.4	11.4	9.6		9.6	107.6
Transmission Line and Substation	Foreign Currency	71.4				3.12	1.54	5.55	6.54	14.20	11.25	43.2				8.8	6.0				3.9		9.5	28.2
	Domestic Currency	8.4				0.37	0.19	0.66	0.77	1.68	1.33	4.0				1.1	1.7				0.5		1.1	4.4
	Subtotal	79.8				3.49	1.73	6.21	7.31	15.88	12.58	47.2				9.9	7.7				4.4		10.6	32.6
General Property	Foreign Currency	1.4						0.12	0.18	0.80	0.30	1.40												
	Domestic Currency	0.5						0.10	0.08	0.21	0.11	0.50												
	Subtotal	1.9						0.22	0.26	1.01	0.41	1.90												
Subtotal	Foreign Currency	326.62		17.15	14.27	10.09	19.22	27.99	37.09	44.06	35.75	205.62		9.3		28.0	25.2	9.3	8.6	8.6	13.2		18.8	121.0
	Domestic Currency	92.18		6.62	5.68	4.02	8.85	11.35	13.74	13.26	9.46	72.98		0.3		5.1	5.7	0.3	2.8	2.8	0.8		1.4	19.2
	Subtotal	418.8		23.77	19.95	14.11	28.07	39.34	50.83	57.32	45.21	278.6		9.6		33.1	30.9	9.6	11.4	11.4	14.0		20.2	140.2
Engineering Fee		18.8		0.72	0.61	0.41	0.84	1.16	1.51	1.67	1.32	8.24		0.3		1.1	0.9	0.3	0.4	0.3	0.4		0.6	4.3
	Total	437.6	6.26	24.49	20.56	14.52	28.91	40.50	52.34	58.99	46.53	286.84		9.9		34.2	31.8	9.9	11.8	11.7	14.4		20.8	144.5

Table G－3 Summary of Construction Cost for Power-Oriented Industries

Power-Oriented Industries	Annual Production (Normal Year) (ton)	Easic Unit (kWh/ton)	Construction Cost(Typ I') (1,000$)
Aluminum	250,000 (125,000)	16,100	250,000 (125,000)
Caustic Sada	230,000 (115,000)	3,700	
Vinyl Chloride	240,000 (120,000)	1,000	
Calcium Carbide	380,000 (190,000)	3,150	104,000 (52,000)
Ferrosilicon	33,000 (17,000)	10,000	
Silicon Carbide	33,000 (17,000)	10,000	
Total			354,000 (177,000)

Note: ( )の数値はサンボール発電所運開時（１９８０年）より５ケ年間の生産量及び建設費を示す。

Table G－4 Construction Cost for Fish Ladder

	Unit	Amount	Unit Cost ($)	Construction Cost ($)
Excavation Common	cu·m	860,000	0.6	516,000
Embankment of Rockfill	cu·m	730,000	0.2	146,000
Concrete	cu·m	93,000	20	1,860,000
Cement	ton	25,000	4.5	1,125,000
Reinforcement	ton	400	240	96,000
Gate	ton	80	1,230	98,400
Bridge	ton	230	1,000	230,000
Other works	L. S	1		100,000
Contingency	L. S			628,600
Sub － Total				4,800,000
Engineering Fee				200,000
Total				5,000,000

第８章　経済評価

第8章 経 済 評 価

8.1 経済評価の方法

経済評価の方法は内部収益率法によった。

本来Sambor発電所計画は，Mekong河流域地域の経済社会の発展を目標とする一大計画の一部分として認識されるべきものである。従ってその評価は，地域経済社会発展計画に占めるSambor開発計画の件置づけを考え，教育投資，公共事業投資等Sambor開発投資以上に，この地域に行なわれるであろう投資との相互関連において，総合的に行なわれなければならない。

内部収益率法による経済評価は，このような総合的評価のための，一つのデーターとして認識されなければならない。

8.2 便　　益

8－2－1 考　え　方

電力に対する便益は，Vol.Ⅲで詳述するSambor単独計画においてとられたものと同じ考え方によった。

消費者にとって魅力的な料金水準，又は，代替電力の費用という概念から生れる電力に対する便益の値は，言う迄もなく魅力の大きさ，感じ方又は代替電源の費用の変化によって変るものである。

従ってこの計画では，標準と考えられる便益単価に基づいて内部収益率が算定されたが，政策的配慮による電力に対する魅力の増大或は将来の技術革新等による代替電源の費用の低下等を考慮して，便益単価を変化させた場合これに対応する内部収益率についても検討が加えられた。

8－2－2 一般需要に対する便益単価

一般需要に対する便益単価の標準値は9 mill／kWhとした。

この値はVol.Ⅲで詳述するように，現在のカンボジアおよびベトナム両国の電力料金水準あるいは適当な供給信頼度を維持することを前提とした代替火力のkWh当り単価等を総合勘案した場合，充分魅力ある電力料金と言い得るものであるが，更に料金単価を低廉なものとして，国民生活の向上をはかり，電力需要の増加を促進するような政策がとられる場合も考慮し，便益単価を7 mill／kWhとした場合も検討した。

8－2－3 電力多消費産業に対する便益単価

電力消費産業に対する便益単画は次のとおりとした。

アルミニューム製錬需要	2.5 mill／kWh
その他電力多消費産業需要	2.0 mill／kWh

この値はVol.Ⅲに詳述するように現在の電力多消費産業に対する電力料金の国際的傾向から判断して充分魅力ある料金単価であると判断し得る。

なお参考の為に，アルミニューム製錬需要に対する便益単価を変化させた場合の内部収益率の変化をも算定した。（8.4参照）

8－2－4　農業用動力需要に対する便益単価

農業用の動力需要は乾期（１１月～３月）に発生する季節的需要であり，又供給条件としても１８時～２２時の一般需要のピーク時間帯には供給停止しうる負荷であるので，アルミニューム製錬以外の電力多消費産業需要と同様な性格をもっている。

このような需要の性質および農業生産の増加促進をはかることを考慮して，便益単価をアルミニューム製錬以外の電力多消費産業需要と同じく２mill／kWhとした。

8－2－5　年　便　益

(1)　Type Ⅰ′

Table 8－(1)はType Ⅰ′における各需要に対する年々の供給電力量および，それに次の標準便益単価を乗じた便益を示したものである。

一　般　需　要	9 mill／kWh
アルミニューム製錬	2.5 mill／kWh
そ　の　他	2.0 mill／kWh

Type Ⅰ′－1の１９８０年の便益は１１,０４２,０００$であるが，その後需要の増加と共に便益も逐年増大し，１９９２年には５７,３６５,０００$に達し，その後農業用需要の増加に従い年々僅かづつ増加する。Type Ⅰ′－2は対象とする一般需要がType Ⅰ′－1に比べ大きいので，１９８０年には１１,９３０,０００$であり，1990年には57,329,000$に達する。

(2)　Type 8－1(2)はTypeⅢ′（一般需要のみを対象とした場合）の年々の供給電力量の増加および便益の増加を示したものである。

１９８０年の便益はType Ⅲ′－1は1,７４６,０００$，Type Ⅲ′－2は2,６６４,０００$でいづれもType Ⅰ′よりは小さいが，Type Ⅲ′－1は１９９５年において，またType Ⅲ′－2は１９９２年において，Type Ⅰ′の便益を超過する。

Table H-1 (1) Annual Benefit (Type I')

Year	Type I'-1 (For 60% of General Demand in Sambor Interconnected System)								Type I'-2 (For 90% of General Demand in Sambor Interconnected System)							
	Salable Energy (million kWh)				Gross Income ($1,000)				Salable Energy (million kWh)				Gross Income ($1,000)			
		Power-oriented Industries			General	Power-oriented Industries				Power-oriented Industries			General	Power-oriented Industries		
	General Demand	Aluminum	Others	Total	Demand (9 mills/ kWh)	Aluminum (2.5 mills/ kWh)	Others (2 mills/ kWh)	Total	General Demand	Aluminum	Others	Total	Demand (9mills/ kWh)	Aluminum (2.5 mills/ kWh)	Others (2 mills/ kWh)	Total
1980	194	2,016	2,128	4,338	1,746	5,040	4,256	11,042	296	2,016	2,113	4,425	2,664	5,040	4,226	11,930
'81	419	2,016	2,142	4,577	3,771	5,040	4,284	13,095	623	2,016	1,990	4,629	5,607	5,040	3,980	14,627
'82	684	2,016	3,226	4,926	6,156	5,040	4,452	15,648	1,025	2,016	2,157	5,198	9,225	5,040	4,314	18,579
'83	959	2,016	2,228	5,203	8,631	5,040	4,456	18,127	1,439	2,016	2,128	5,583	12,951	5,040	4,256	22,247
'84	1,245	2,016	2,211	5,472	11,205	5,040	4,422	20,667	1,868	2,016	2,232	6,116	16,812	5,040	4,464	26,316
'85	1,556	4,032	3,873	9,461	14,004	10,080	7,746	31,830	2,332	4,032	3,743	10,107	20,988	10,080	7,486	38,554
'86	1,918	4,032	3,897	9,847	17 262	10,080	7,794	35,136	2,877	4,032	3,714	10,623	25,893	10,080	7,428	43,401
'87	2,301	4,032	3,848	10,181	20,709	10,080	7,696	38,485	3,454	4,032	3,574	11,060	31,086	10,080	7,148	48,314
'88	2,729	4,032	3,796	10,557	24,561	10,080	7,592	42,233	4,091	4,032	3,199	11,322	36,819	10,080	6,398	53,297
'89	3,179	4,032	3,751	10,962	28,611	10,080	7,502	46,193	4,541	4,032	2,653	11,226	40,869	10,080	5,306	56,255
'90	3,637	4,032	3,508	11,177	32,733	10,080	7,016	49,829	4,541	4,032	3,190	11,763	40,869	10,080	6,380	57,329
'91	4,204	4,032	3,407	11,643	37,836	10,080	6,814	54,730	4,541	4,032	3,201	11,774	40,869	10,080	6,402	57,351
'92	4,541	4,032	3,208	11,781	40,869	10,080	6,416	57,365	4,541	4,032	3,208	11,781	40,869	10,080	6,416	57,365
'93	4,541	4,032	3,219	11,792	40,869	10,080	6,438	57,387	4,541	4,032	3,219	11,792	40,869	10,080	6,438	57,387
'94	4,541	4,032	3,225	11,798	40,869	10,080	6,450	57,399	4,541	4,032	3,225	11,798	40,869	10,080	6,450	57,399
'95	4,541	4,032	3,233	11,806	40,869	10,080	6,466	57,415	4,541	4,032	3,233	11,806	40,869	10,080	6,466	57,415
'96	4,541	4,032	3,240	11,813	40,869	10,080	6,480	57,429	4,541	4,032	3,240	11,813	40,869	10,080	6,480	57,429
'97	4,541	4,032	3,484	12,057	40,869	10,080	6,968	57,917	4,541	4,032	3,484	12,057	40,869	10,080	6,968	57,917

Table H－1(2) Annual Benefit (Type Ⅲ′)

Year	Type Ⅲ′－1 (For 60% of General Demand in Sambor Interconnected System)		Type Ⅲ′－2 (For 90% of General Demand in Sambor Interconnected System)	
	Salable Energy (million kWh)	Gross Income (1,000$) (9mill/kWh)	Salable Energy (million kWh)	Gross Income (1,000$) (9mill/kWh)
1980	194	1,746	296	2,664
81	419	3,771	62	5,607
82	684	6,156	1,02	9,225
83	959	8,631	1,43	12,951
84	1,245	11,205	1,86	16,812
85	1,556	14,004	2,33	20,988
86	1,918	17,262	2,87	25,893
87	2,301	20,709	3,45	31,086
88	2,729	24,561	4,09	36,819
89	3,179	28,611	4,76	42,885
90	3,637	32,733	5,45	49,131
91	4,204	37,836	6,31	56,799
92	4,862	43,758	7,29	65,664
93	5,597	50,373	8,39	75,537
94	6,245	56,205	9,36	84,403
95	6,954	62,586	10,42	93,852
96	7,719	69,471	10,71	96,417
97	8,551	76,959		
98	9,454	85,086		
99	10,433	93,897		
2000	10,713	96,417		

8－3 費　　用

年経費は次のとおり見積られた。

人　件　費		120人（但2100MW完成時）
土木・建築物および送電線の維持修理費	これらの建設費の	0.75%
機械類維持修理費	〃	0.6%
その他経費	以上の	10%

以上の結果はTable H－2に示すとおりである。

なおType Ⅲ′の補給火力の費用は固定費として825,000$（10%）可変費5.36 mill／kWh（需要地）である。kWh当りの単価が著しく高いのは，設準利用率が極めて低いためである。

取替費については各施設の耐用年数を

ダム　その他土木構造物	50年
水車，発電機，変圧器等の機械類	35年
送電線	50年

とし，残存価値を零とみなし，経済life 50年間中に取替を要するもの（機器類）につき計上された。（Table H－2参照）

Table H—2　取替費内訳

(Unit ; 1,000 $)

Year	Type Ⅰ′				Type Ⅲ′			
	Ⅰ′—1		Ⅰ′—2		Ⅲ′—1		Ⅲ′—2	
2015	61,200	T・G×4 S・S	61,200	T・G×4 S・S	25,000	T・G×1 S・S	25,000	T・G×1 S・S
16							10,000	T・G×1
17	10,000	T・G×1	10,000	T・G×1	10,000	T・G×1		
18			2,400	S・S			10,000	T・G×1
19	2,400	S・S	12,150	T・G×1 S・S	10,000	T・G×1	12,400	T・G×1 S・S
2020	36,800	T・G×3 S・S	34,600	T・G×3 S・S				
21	10,000	T・G×1	10,000	T・G×1	12,400	T・G×1 S・S	10,000	T・G×1
22			12,150	T・G×1 S・S			10,000	T・G×1
23	10,000	T・G×1	2,400	S・S	10,000	T・G×1	14,300	T・G×1 S・S
24	14,500	S・G×1 S・S	10,000	T・G×1	10,000	T・G×1	20,000	T・G×2
2025					12,400	T・G×1 S・S	12,400	T・G×1 S・S
26	10,000	T・G×1			11,900	T・G×1 S・S	10,000	T・G×1
27					10,000	T・G×1	12,400	T・G×1 S・S
28					12,400	T・G×1 S・S	1,900	S・S
29					10,000	T・G×1	2,400	S・S
2030					12,400	T・G×1 S・S		
31								
32					1,900	S・S		
33					2,400	S・S		
34								
2035								
Total	154,900		154,900		150,800		150,800	

Note(1) 但し，この数値には建設利息は含まれていないので経済評価の検討には公式「工事費× 0.4 ×工事期間×ｉ」により算定した金利を加える。

(2) T．G×4＝Turbine とGeneratorの4基を意味する。

(3) S．S＝Substation

8－4 内部収益率

8－1および8－3で求められた工事費，年便益，費用（年経費，および取替費）を夫々下記公式に代入し，電力消化のType 別に内部収益率が求められた。

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

但しK：初期投資額，7章で積算された工事費および取替費に建設利息として「工事費×0.4×工事期間×i」が加算され更に1980年現在価値に換算した額

Rt：t年目のキャシュフロー，「年便益－年経費」

n：資本回収期間

i：内部収益率

この結果得られるTvpe Ⅰ′の内部収益率および標準便益単価近傍で便益単価を1mill／kWh変化された場合の内部収益率の変化は次のとおりである。

Case		Type Ⅰ′－1	Type Ⅰ′－2
標準便益単価の場合		（%）	（%）
一般需要	：9.0 mill／kWh	7.2	7.6
アルミニューム製錬	：2.5 〃		
その他産業	：2.0 〃		
便益単価を変化させた場合			
一般需要（9.0±1.0mill／kWh）		±0.5	±0.6
アルミニューム製錬（2.5±1.0mill／kWh）		±0.6	±0.6
その他産業（2.0±1.0mill／kWh）		±0.1	±0.1

一般需要の便益単価1mill／kWh の変化の及ぼす影響がType Ⅰ′－2の方がType Ⅰ′－1より大きいのは，便益中に占める一般需要の比率がType Ⅰ′－2が高いためである。アルミニューム製錬および農業を含むその他の産業用需要の便益単価の変化の及ぼす影響はType Ⅰ′－1の方が僅かに大きいがその差は無視できる程度である。

以上の結果から仮に一般需要の便益単価を7mill／kWhとしてもType Ⅰ′－1 およびType Ⅰ′－2 共内部収益率は6％を超えたものとなる。

Type Ⅲ′ の場合の内部収益率および便益単価1mill／kWh の変化の内部収益率に及ぼす影響は次のとおりである。

	Type Ⅲ′－1	Type Ⅲ′－2
便益単価 9mill／kWhの場合	7.8％	8.6％
便益単価 1mill／kWh当りの変化	0.7％	0.8％

便益単価1 mill／kWhの変化の内部収益率に及ぼす影響がType Ⅰ′に比べて大きいのは一般需要の比率が高いためである。またその影響がType Ⅲ′－1に比し，Type Ⅲ′－2の方が若干大きいのは，Type Ⅲ′－2 の方が対象需要が大きいため，計算対象期間50年間における合計供給電力量が大きいことに原因がある。

8－5 総 合 評 価

標準便益単価の場合の内部収益率は，それぞれ次のとおりである。

Type	Ⅰ′－1	7.2 %
〃	Ⅰ′－2	7.6 %
〃	Ⅲ′－1	7.8 %
〃	Ⅲ′－2	8.6 %

技術革新による代替電源の単価の低下，あるいは政策的配慮により一般需要に対する便益単価を7 mill／kWh と考えてもいづれも内部収益率は6 %を超える。これは国際的金利水準から見ても，充分な水準にあると判断される。

更に，ここで得られた便益は，電力部門のみについての1次便益でありSambor 計画のような大規模計画が発展途上国の経済社会におよぼす2次便益については全く考慮されていないことに留意しなければならない。

Type Ⅰ′はType Ⅲ′に比し内部収益率においては若干劣るが，Sambor 発電所の建設に併せて電力需要を誘致するため，早くから大きな便益を得られること，経済社会に対してバランスのとれたより大きな2次便益をもたらすことが期待されること等を考慮するとType Ⅰ′の方がより好ましい電力消化計画であると考えられる。

第9章　資金計画

第9章 資 金 計 画

9－1 資 金 調 達

発電部門（舟航を含む）の総所要資金は1期工事296.85×10⁶$，2期工事145.78×10⁶$，計442.63×10⁶$であり，このうち外貨は345.56×10⁶$，内貨は97.07×10⁶$である。

所要資金のうち，外貨は各種国際金融機関および協力援助国の金融機関から調達し，内貨はカンボジア政府の出資金およびFonds National de I'Equipement からの借入金をもって賄うものとして資金計画を作成した。

9－2 金利および返済期間

先ず外貨の調達条件について見ると，例えば世界銀行は金利は年6.5％，Committment Charge 0.375％，返済期間15～25年であり，国際開発協会は年0.75％の貸付手数料のほかは無金利で，返済期間は10年据置を含めて50年である。また各国金融機関の最近の実例を見ると，例えば米国AIDは金利年6％であるが，その他各国によるものとして，金利年4.5～5.75％程度の借款の例も見られる。これら借款の返済期間は土木工事は最長20年程度，機器等は最長18年程度である。

次に，内貨については カンボジア政府が全額出資する場合（Case Ⅰ）と，政府が半額出資し残り半額はFonds National de I'Equipementからの借入金で賄う場合（Case Ⅱ）の2つのケースを想定した。この場合，Fonds National de I'Equipement の金利は年3.5％である。返済期間は個々のケースによって異るが，一応耐用年数一杯の50年で返済するものと仮定した。

Sambor計画の各工事に引当てられる資金の種類を下記の如く仮定すると，Case Ⅰの場合は1期工事は総合金利4％，返済期間は運開後24年，2期工事は金利6.4％，返済期間18年間となる。またCase Ⅱの場合は1期工事は総合金利4％，返済期間は運開後29年，2期工事は金利6.2％，返済期間18年となる。いずれのケースにおいても，運開初期の運転収益との見合いにおいて，1期工事は運開後なお4年程度の据置期間が必要である。

工事種別	調 達 先
（外貨分）	
ダム，貯水池	国際関係協会
発電所土木工事	各国金融機関
発電所機器	各国金融機関
送変電，通信設備および舟航関係機器	世界銀行,AID,各国Maker's Credit
（内貨分）	
全設備の所要内貨の半額	Fonds National de I' Equipement

9－3 返 済 資 金

運転収入は販売電力収入とインクライン通行料があり，このうち通行料についてはVol.Ⅰ Chapter 7に述べる通りである。電力収入については，料金単価はアルミ製錬に対しては，2.5 mill/KWh，その他電力多消費産業に対しては2 mill/KWhとしたが，一般電力需要に対しては7 mill/KWhの料率を適用した場合の運転収入で資金計画を作成した。

運転維持費については，本報告書の8.3項に示す通りである。また，減価償却費については残存10％の定額償却とし，耐用年数は水車発電機，変電設備等は35年，その他設備は50年とした。

9－4 結　　論

以上の前提に基いて，その結果を示せばAmortizatjon ScheduleについてはTable Ⅰ－1(1)，(2)，Statement of IncomeについてはTable Ⅰ－2(1)，(2)そしてStatement of CashflowについてはTable Ⅰ－3(1)，(2)に示す通りとなる。

これらの表によると，Case Ⅰの場合は運転開始後6年目からCash balanceはfavorableとなり，Case Ⅱの場合は運転開始後7年目からfavorableとなり，以後順調に借入金の返済を行なうことができる。また，Case Ⅰの場合は運開後17年間で，Case Ⅱの場合は運開後15年間で政府出資金を上廻わる流動性のあるreserveが蓄積されることとなる。従って，Sambor計画はfinancial aspectの面でも充分feasible計画であると判断される。

Table I-1 (1) Amortization Schedule (Case I)

(Unit: $1 million)

	Year	Procurement of funds for the project						Repayment of borrowings										
		Borrowings						First Stage				Second Stage				Total		
		Foreign Currency	Local Currency	Subtotal	Interest during construction	Subtotal	Government Investment	Total	Principal	Interest	Total	Balance	Principal	Interest	Total	Balance	Principal	Interest	Total
-9	1971	5 21		0 08	5 29	1.05	6 34												
-8	2	17.77		0 49	18.26	6.72	24.98												
-7	3	14.80		1.16	15.96	5.76	21.72												
-6	4	10.45		1.68	12.13	4.07	16 20												
-5	5	19.95		2.25	22.20	8.96	31.16												
-4	6	29 00		3.19	32 19	11.50	43 69												
-3	7	38 44		4.51	42 95	13.93	56 88												
-2	8	46.50		6 16	52.66	14.16	66 82												
-1	9	38.08		7 89	45.97	10.50	56.47				247 61								
1	1980							–	9 90	9.90	247.61				–	–	9.90	9.90
2	1	9.55		0 24	9.79	0 35	10.14	–	9 90	9.90	247.61				9.79	–	9 90	9.90
3	2							–	9.90	9 90	247.61	0 31	0 62	0.93	9 48	0 31	10.52	10 83
4	3	28,93		0.72	29 65	5.27	34 92	–	9.90	9.90	247 61	0.33	0 60	0 93	9,15	0.33	10.50	10.83
5	4	25.96		2.44	28.40	5 84	34,24	8 32	9.90	18.22	239 27	0 35	0.58	0 93	66.85	8 67	10 48	19.15
6	5	9.55		0.24	9.79	0 35	10.14	8 65	9.57	18 22	230.64	2.18	4.27	6 45	74.46	10.83	13.84	24.67
7	6	8.94		0.22	9.16	2 86	12 02	8 99	9 23	18.22	221.65	2.62	4.76	7 38	71.84	11.61	13 99	25.60
8	7	8.85		0 78	9 63	2.85	12 48	9.35	8 87	18.22	212.30	2.79	4.59	7.38	87 84	12.14	13.46	25 60
9	8	13 91		0.34	14.25	1.13	15.38	9.73	8 49	18 22	202.57	3.54	5 62	9.16	98 55	13 27	14.11	27.38
10	9							10.12	8 10	18.22	192.45	4.21	6.30	10.51	94 34	14.33	14.40	28.73
11	1990	19.30		0 48	19.78	1.50	21.28	10.52	7.70	18.22	181.93	4 48	6 03	10.51	109 64	15.00	13 73	28.73
12	1							10.94	7.28	18.22	170.99	5.38	7 01	12.39	104.26	16.32	14.29	30 61
13	2							11 38	6 84	18.22	159.61	5.72	6 67	12.39	98.54	17.10	13.51	30 61
14	3						(0 65)	11.84	6 38	18 22	147.77	6.09	6 30	12.39	92.45	17 93	12 68	30 61
15	4							12.31	5.91	18.22	135.46	6.48	5.91	12.39	85.97	18.79	11 82	30 61
16	5							12 80	5 42	18.22	122.66	6 91	5.48	12.39	79 06	19.71	10.90	30 61
17	6							13 31	4.91	18.22	109.35	7 36	5 0[illegible]	12.39	71 70	20 67	9.94	30 61
18	7							13.85	4.37	18 22	95.50	7.84	4 55	12.39	63.86	21 69	8.92	30.61
19	8							14.40	3.82	18 22	81.10	8.36	4.03	12 39	55.50	22.76	7.85	30 61
20	9							14.98	3.24	18.22	66.12	8.89	3.50	12 39	46 61	23.87	6 74	30 61
21	2000							15.57	2 65	18.22	50.55	8.54	2 92	11.46	38.07	24 11	5.57	29.68
22	1							16 20	2 02	18.22	34.35	9.06	2 40	11.46	29.01	25.26	4.42	29.68
23	2							16.84	1.38	18.22	17.51	9 64	1.82	11.46	19.37	26 48	3.20	29.68
24	3							17.51	0.71	18 22	0	4.72	1.22	5.94	14 65	22.23	1.93	24 16
25	4											4.08	0 93	5 01	10.57	4.08	0 93	5 01
26	5											4.34	0.67	5 01	6.23	4 34	0.67	5 01
27	6											2 84	0 39	3.23	3 39	2 84	0 39	3.23
28	7											1 67	0.21	1.88	1.72	1 67	0.21	1.88
29	8											1.72	0.16	1.88	0	1.72	0.16	1.88
Total		345 19		32.87	378 06	96 80	(475.51) 474 86	247 61	156.39			130.45	92.57			378.06	248 96	

Table I-1 (2) Amortization Schedule (Case II)

(Units $1 million)

	Year	Procurement of funds for the project							Repayment of borrowings										
		Borrowings								First Stage			Second Stage				Total		
		Foreign Currency	Local Currency	Subtotal	Interest during construction	Subtotal	Government investment	Total	Principal	Interest	Total	Balance	Principal	Interest	Total	Balance	Principal	Interest	Total
-9	1971	5.21	0.53	5.74	0 09	5 83	0.52	6.35											
-8	2	17 77	3.36	21.13	0.57	21.70	3.36	25.06											
-7	3	14.80	2 88	17 68	1.35	19 03	2 88	21.91											
-6	4	10 45	2.03	12.48	1.98	14 46	2 04	16 50											
-5	5	19 95	4.48	24 43	2 67	27.10	4 48	31 58											
-4	6	29,00	5.75	34.75	3 82	38.57	5.75	44.32											
-3	7	38 44	6 96	45.40	5.34	50.74	6.97	57.71											
-2	8	46.50	7.08	53.58	7.28	60.86	7.08	67.94											
-1	9	38 08	5 25	43 33	9.26	52.59	5.25	57 84				290.88							
1	1980								–	11 64	11.64	290 88				–	–	11 64	11.64
2	1	9.55	0.17	9.72	0.24	9.96	0 18	10 14	–	11.64	11 64	290.88				9.96	–	11.64	11 64
3	2								–	11.64	11.64	290 88	0.32	0 61	0.93	9 64	0.32	12.25	12.57
4	3	28.93	2 63	31.56	0 78	32 34	2 64	34.98	–	11.64	11.64	290 88	0 34	0.59	0.93	9.30	0.34	12 23	12.57
5	4	25.96	2 92	28.88	2.68	31.56	2 92	34 48	6 98	11 64	18 62	283.90	0.36	0 57	0 93	72.84	7.34	12.21	19.55
6	5	9.55	0 18	9.73	0.24	9.97	0 17	10 14	7.27	11.35	18.62	276 63	2.41	4.51	6.92	80 40	9 68	15.86	25.54
7	6	8.94	1.43	10.37	0.26	10 63	1.43	12.06	7.56	11.06	18 62	269.07	2.87	4 98	7.85	77.53	10.43	16.04	26.47
8	7	8.85	1 42	10.27	0 89	11 16	1.43	12.59	7.86	10.76	18.62	261 21	3 05	4 80	7.85	96.27	10 91	15.56	26.47
9	8	13.91	0.57	14 48	0 36	14.84	0.56	15.40	8 18	10.44	18 62	253.03	3 93	5.96	9.89	107.18	12.11	16.40	28.51
10	9								8.50	10 12	18.62	244.53	4.64	6 64	11 28	102.54	13 14	16 76	29.90
11	1990	19.30	0 75	20.05	0.50	20.55	0.75	21 30	8.84	9.78	18.62	235 69	4.93	6.35	11 28	118.16	13.77	16.13	29 90
12	1								9.20	9.42	18.62	226 49	5 89	7.32	13 21	112.27	15.09	16.74	31 83
13	2								9.57	9 05	18.62	216 92	6.25	6.96	13 21	106.02	15.82	16 01	31.83
14	3							(0.65)	9.95	8 67	18.62	206 97	6.64	6.57	13 21	99.38	16.59	15.24	31 83
15	4								10.35	8.27	18 62	196 62	7 05	6 16	13.21	92.33	17.40	14.43	31.83
16	5								10.76	7.86	18 62	185.86	7.49	5.72	13.21	84 84	18.25	13.58	31.83
17	6								11.19	7 43	18.62	174 67	7.95	5.26	13 21	76 89	19.14	12 69	31.83
18	7								11 64	6 98	18.62	163.03	8.45	4.76	13.21	68.44	20 09	11.74	31.83
19	8								12 10	6.52	18 62	150.93	8.97	4.24	13.21	59.47	21.07	10.76	31 83
20	9								12.59	6.03	18.62	138.34	9.52	3 69	13.21	49.95	22 11	9.72	31 83
21	2000								13 09	5.53	18.62	125.25	9.19	3.09	12 28	40.76	22.28	8 62	30 90
22	1								13.61	5.01	18 62	111.64	9.76	2.52	12.28	31.00	23 37	7.53	30.90
23	2								14.16	4 46	18 62	97.48	10 36	1.92	12.28	20 64	24.52	6.38	30.90
24	3								14.73	3 89	18 62	82.75	5 02	1.27	6 29	15.62	19.75	5.16	24.91
25	4								15 31	3.31	18 62	67.44	4.40	0.96	5.36	11.22	19.71	4.27	23.98
26	5								15.93	2.69	18 62	51 51	4.68	0 68	5.36	6.54	20 61	3 37	23.98
27	6								16.56	2 06	18.62	34.95	2 92	0.40	3.32	3 62	19.48	2.46	21.94
28	7								17.23	1.39	18 62	17.72	1.71	0 22	1.93	1.91	18 94	1.61	20.55
29	8								17.72	0.90	18.62	0	1.91	0 02	1.93	0	19.63	0.92	20.55
Total		345.19	48.39	393.58	38.31	431.89	48 41	(480.95) 480.30	290 88	221.18			141 01	96.77			431.89	317.95	

Table I-2 (1) Statement of Income (Case I) (Unit: $ Million)

	Year	Operating revenue			Operating cost					Operation revenue (C)=(A)-(B)	Financing cost (interest payable)	Net Income (C)-(D)	Remarks
		Revenue from the sale of electricity	Inclined Passage tolls	Total (A)	Operating & maintenance cost			Depreciation	Total (B)				
					Power	Navigation	Total						
1	1980	10 65	0 002	10.65	2.92	0 09	3.01	6 66	9.67	0.98	9.90	(–)8.92	
2	1	12.23	0 002	12.23	2.92	0 09	3 01	6 66	9.67	2.56	9 90	(–)7.34	
3	2	14.28	0 003	14.28	2.98	0 09	3.07	6 92	9.99	4.29	10.52	(–)6.23	
4	3	16 21	0 003	16.21	2.98	0 09	3 07	6.92	9.99	6.22	10 50	(–)4.28	
5	4	18 18	0 003	18.18	3.00	0.09	3 09	6.92	10 01	8.17	10.48	(–)2.31	
6	5	28.72	0.004	28.72	3.42	0.09	3.51	8.70	12.21	16.51	13.84	2 67	
7	6	31.30	0 004	31.30	3.49	0.09	3.58	8.96	12.54	18.76	13.99	4.77	
8	7	33.88	0.005	33.89	3.49	0.09	3.58	8.96	12 54	21.35	13.46	7.89	
9	8	36 78	0.006	36.78	3 65	0.09	3.74	9 59	13.33	23.45	14.11	9 34	
10	9	39.84	0 007	39.84	3.74	0.09	3.83	9.99	13.82	26 02	14.40	11.62	
11	1990	42.56	0.007	42.56	3.74	0 09	3.83	9.99	13 82	28.74	13.73	15.01	
12	1	46.32	0.008	46.33	3.88	0.12	4.00	10.54	14.54	31.79	14.29	17.50	
13	2	48 28	0 009	48 29	3.88	0.12	4 00	10.54	14.54	33.75	13.51	20.24	
14	3	48.31	0 01	48.32	3.88	0 12	4.00	10.54	14 54	33.78	12.68	21 10	
15	4	48 32	0 01	48.33	3.88	0 12	4 00	10 54	14.54	33.79	11.82	21 97	
16	5	48.33	0 01	48.34	3.88	0.15	4.00	10.54	14.54	33 80	10.90	22.90	
17	6	48 34	0.02	48.36	3.88	0.15	4.03	10.54	14.57	33.79	9.94	23 85	
18	7	48.84	0.02	48.86	3.88	0.15	4 03	10.54	14.57	34 29	8 92	25.37	
19	8	48.84	0.02	48 86	3.88	0.15	4 03	10.54	14 57	34.29	7.85	26.44	
20	9	48.84	0.02	48 86	3.88	0.15	4 03	10.54	14.57	34 29	6.74	27.55	
21	2000	48.84	0 02	48.86	3.88	0.15	4.03	10 54	14.57	34.29	5.57	28 72	
22	1	48.84	0.02	48.86	3.88	0.15	4.03	10.54	14.57	34 29	4.42	29 87	
23	2	48 84	0 02	48 86	3.88	0.15	4.03	10 54	14.57	34.29	3.20	31 09	
24	3	48.84	0.02	48.86	3.88	0.15	4 03	10.54	14 57	34 29	1.93	32.36	
25	4	48.84	0 02	48 86	3.88	0.15	4 03	10.54	14 57	34 29	0.93	33.36	
26	5	48.84	0.02	48.86	3.88	0.15	4 03	10.54	14.57	34.29	0 67	33.62	
27	6	48 84	0 02	48.86	3.88	0 15	4 03	10.54	14.57	34.29	0.39	33.90	
28	7	48 84	0.02	48 86	3 88	0.15	4 03	10.54	14.57	34 29	0 21	34.08	
29	8	48 84	0 02	48.86	3.88	0 15	4 03	10 54	14 57	34.29	0.16	34.13	

Table I-2 (2) Statement of Income (Case 2) (Unit $ Million)

	Year	Operating revenue			Operating cost								Remarks
		Revenue from the sale of electricity	Inclined Passage tolls	Total (A)	Operating & maintenance cost			Depreciation	Total (B)	Operating revenue (C)=(A)-(B)	Financing cost (interest payable)	Net Income (C)-(D)	
					Power	Navigation	Total						
1	1980	10 65	0 002	10 65	2.92	0.09	3 01	6 76	9.77	0 88	11.64	(–)10 76	
2	1	12.23	0 002	12 23	2.92	0 09	3 01	6.76	9.77	2 46	11.64	(–) 9 18	Depreciation cost for navigation portion included in the total depreciation cost is negligible
3	2	14.28	0.003	14.28	2.98	0 09	3 07	7.02	10 09	4.19	12 25	(–) 8 06	
4	3	16 21	0.003	16 21	2.98	0 09	3 07	7.02	10 09	6.12	12 23	(–) 6.11	
5	4	18.18	0 003	18 18	3.00	0 09	3 09	7.02	10 11	8.07	12.21	(–) 4 14	
6	5	28.72	0 004	28.72	3 42	0 09	3.51	8.81	12 32	16.40	15.86	0.54	
7	6	31.30	0 004	31.30	3 49	0.09	3.58	9 07	12.65	18 65	16 04	2.61	
8	7	33 88	0 005	33 89	3.49	0 09	3 58	9 07	12.65	21 24	15.56	5 68	
9	8	36 78	0 006	36.78	3 65	0 09	3.74	9.71	13 45	23 33	16.40	6 93	
10	9	39 84	0 007	39 84	3.74	0 09	3.83	10.11	13 94	25 90	16.76	9 14	
11	1990	42.56	0.007	42.56	3.74	0 09	3 83	10.11	13.94	28.62	16.13	12.49	
12	1	46.32	0 008	46.33	3.88	0.12	4 00	10 66	14 66	31 67	16.74	14 93	
13	2	48.28	0 009	48.29	3.88	0.12	4 00	10 66	14.66	33 63	16.01	17 62	
14	3	48.31	0 01	48 32	3 88	0.12	4 00	10 66	14.66	33 66	15.24	18 42	
15	4	48.32	0 01	48 33	3 88	0 12	4 00	10 66	14 66	33.67	14.43	19.24	
16	5	48.33	0 01	48.34	3.88	0.12	4 00	10 66	14.66	33 68	13.58	20 10	
17	6	48.34	0 02	48.36	3.88	0.15	4 03	10 66	14 69	33 67	12 69	20.98	
18	7	48.84	0 02	48 86	3 88	0.15	4 03	10 66	14 69	34.17	11.74	22.43	
19	8	48 84	0 02	48.86	3.88	0.15	4 03	10 66	14 69	34 17	10.76	23.41	
20	9	48 84	0 02	48.86	3.88	0.15	4 03	10 66	14.69	34.17	9.72	24 45	
21	2000	48 84	0.02	48.86	3.88	0 15	4 03	10 66	14.69	34.17	8.62	25.55	
22	1	48.84	0 02	48 86	3 88	0 15	4.03	10 66	14 69	34.17	7.53	26 64	
23	2	48 84	0.02	48.86	3 88	0.15	4 03	10 66	14.69	34.17	6.38	27.79	
24	3	48 84	0.02	48.86	3 88	0.15	4 03	10 66	14 69	34 17	5.16	29 01	
25	4	48 84	0 02	48.86	3.88	0.15	4 03	10 66	14.69	34 17	4 27	29.90	
26	5	48 84	0 02	48 86	3 88	0.15	4 03	10 66	14 69	34.17	3 37	30.80	
27	6	48.84	0 02	48.86	3.88	0.15	4 03	10 66	14.69	34 17	2.46	31.71	
28	7	48.84	0.02	48 86	3 88	0 15	4.03	10.66	14 69	34.17	1 61	32 56	
29	8	48.84	0 02	48 86	3.88	0 15	4 03	10 66	14.69	34.17	0 92	33.25	

Table I-3 (1) Statement of Cash Flow (Case I) (Unit: $ Million)

	Year	Cash from Income			Receipt of Project Fund			Total Fund	Construction Cost Expensed	Borrowings repaid (principal)	Total expen-diture	Cash Balance	
		Net Income	Depreciation	Subtotal	Borrowings	Government Investment	Subtotal					Currency Year (A) - (B)	Cumulative
-9	1971				5 29	1.05	6.34		6.34				
-8	2				18 26	6.72	24 98		24.98				
-7	3				15.96	5.76	21 72		21.72				
-6	4				12.13	4 07	16 20		16.20				
-5	5				22 20	8.96	31.16		31.16				
-4	6				32.19	11.50	43 69		43.69				
-3	7				42.95	13.93	56.88		56.88				
-2	8				52.66	14.16	66.82		66 82				
-1	9				45.97	10.50	56 47		56 47				
1	1980	(–) 8.92	6 66	(–)2 26				(–) 2.26				(–) 2.26	(–) 2.26
2	1	(–) 7.34	6 66	(–)0.68	9.79	0.35	10.14	9.46	10 14		10 14	(–) 0.68	(–) 2.94
3	2	(–) 6.23	6.92	0 69				0 69		0.31	0.31	0.38	(–) 2.56
4	3	(–) 4 28	6.92	2.64	29 65	5.27	34.92	37.56	34 92	0.33	35.25	2.31	(–) 0.25
5	4	(–) 2.31	6.92	4 61	28.40	5.84	34.24	38.85	34.24	8.67	42.91	(–) 4.06	(–) 4.31
6	5	2.67	8.70	11.37	9.79	0 35	10.14	21.51	10.14	10.83	20.97	0.54	(–) 3.77
7	6	4 77	8.96	13.73	9.16	2 86	12 02	25.75	12.02	11.61	23.63	2.12	(–) 1.65
8	7	7.89	8.96	16.85	9.63	2.85	12.48	29.33	12 48	12.14	24 62	4 71	3 06
9	8	9.34	9.59	18 93	14 25	1.13	15.38	34.31	15.38	13.27	28.65	5.66	8.72
10	9	11.62	9 99	21.61				21.61		14.33	14.33	7.28	16 00
11	1990	15 01	9.99	25.00	19.78	1.50	21.28	46.28	21.28	15 00	36 28	10 00	26 00
12	1	17.50	10.54	28.04				28 04		16.32	16 32	11.72	37.72
13	2	20 24	10.54	30.78				30.78		17.10	17.10	13 68	51.40
14	3	21.10	10 54	31 64				31.64	0.65	17.93	18.58	13.06	64.46
15	4	21.97	10.54	32.51				32.51		18 79	18.79	13 72	78.18
16	5	22 90	10.54	33.44				33.44		19.71	19.71	13.73	91.91
17	6	23 85	10 54	34.39				34.39		20.67	20.67	13.72	105.63
18	7	25 37	10.54	35.91				35.91		21.69	21.69	14.22	119.85
19	8	26 44	10.54	36 98				36 98		22.76	22.76	14.22	134.07
20	9	27.55	10 54	38 09				38 09		23.87	23.87	14.22	148.29
21	2000	28.72	10.54	39.26				39.26		24.11	24 11	15.15	163 44
22	1	29 87	10 54	40 41				40 41		25.26	25.26	15.15	178 59
23	2	31.09	10.54	41 63				41.63		26 48	26 48	15 15	193 74
24	3	32.36	10.54	42.90				42.90		22.23	22.23	20 67	214.41
25	4	33.36	10.54	43.90				43.90		4 08	4 08	39 82	254 23
26	5	33 62	10 54	44 16				44.16		4 34	4.34	39.82	294.05
27	6	33 90	10.54	44 44				44.44		2 84	2.84	41.60	335 65
28	7	34 08	10.54	44 62				44 62		1.67	1.67	42.95	378.60
29	8	34.13	10.54	44 67				44.67		1.72	1.72	42.95	421.55
Total				800.26				950 86		378.06	529 31		

Table I-3 (2) Statement of Cash Flow (Case II)

(Unit: $ million)

	Year	Cash from Income			Receipt of Project Fund			Total Fund	Construction cost Expensed	Borrowings repaid (principal)	Total Expen-diture	Cash Balance	
		Net Income	Depreciation	Subtotal	Borrowings	Government Investment	Subtotal					Current Year (A)-(B)	Cumulative
-9	1971				5 83	0.52	6.35		6.35				
-8	2				21.70	3.36	25.06		25.06				
-7	3				19.03	2 88	21.91		21.91				
-6	4				14.46	2.04	16.50		16.50				
-5	5				27.10	4.48	31.58		31.58				
-4	6				38.57	5.75	44.32		44.32				
-3	7				50 74	6.97	57.71		57.71				
-2	8				60.86	7 08	67.94		67.94				
-1	9				52.59	5.25	57.84		57.84				
1	1980	(–) 10 76	6.76	(–)4 00				(–)4.00				(–) 4 00	(–) 4 00
2	1	(–) 9.18	6.76	(–)2.42	9.96	0.18	10 14	7.72	10.14		10.14	(–) 2.42	(–) 6.42
3	2	(–) 8.06	7 02	(–)1.04				(–)1.04		0.32	0.32	(–) 1.36	(–) 7.78
4	3	(–) 6.11	7.02	0.91	32.34	2.64	34 98	35.89	34 98	0.34	35.32	0.57	(–) 7.21
5	4	(–) 4.14	7.02	2.88	31.56	2.92	34 48	37.36	34 48	7.34	41.82	(–) 4.46	(–)11.67
6	5	0.54	8.81	9.35	9.97	0.17	10 14	19.49	10 14	9.68	19.82	(–) 0.33	(–)12.00
7	6	2 61	9.07	11 68	10.63	1.43	12 06	23.74	12 06	10.43	22 49	1.25	(–)10.75
8	7	5.68	9.07	14.75	11.16	1.43	12.59	27.34	12.59	10 91	23.50	3 84	(–) 6 91
9	8	6.93	9.71	16.64	14.84	0.56	15.40	32 04	15.40	12.11	27.51	4.53	(–) 2 38
10	9	9.14	10.11	19.25				19.25		13.14	13.14	6 11	3.73
11	1990	12.49	10.11	22.60	20.55	0.75	21.30	43 90	21.30	13.77	35.07	8.83	12.56
12	1	14.93	10 66	25.59				25.59		15.09	15.09	10.50	23.06
13	2	17.62	10.66	28.28				28.28		15.82	15.82	12 46	35.52
14	3	18.42	10 66	29.08				29.08	0 65	16.59	17.24	11 84	47.36
15	4	19.24	10.66	29.90				29.90		17.40	17 40	12.50	59.86
16	5	20.10	10.66	30.76				30.76		18.25	18.25	12.51	72.37
17	6	20.98	10.66	31.64				31.64		19.14	19.14	12.50	84.87
18	7	22.43	10.66	33.09				33.09		20.09	20 09	13.00	97.87
19	8	23.41	10.66	34 07				34 07		21.07	21.07	13.00	110 87
20	9	24 45	10.66	35.11				35.11		22.11	22.11	13.00	123.87
21	2000	25.55	10.66	36.21				36 21		22.28	22.28	13.93	137.80
22	1	26 64	10 66	37.30				37 30		23.37	23.37	13.93	151.73
23	2	27.79	10.66	38 45				38.45		24.52	24.52	13.93	165.66
24	3	29.01	10 66	39.67				39.67		19.75	19.75	19.92	185.58
25	4	29.90	10.66	40.56				40.56		19.71	19.71	20.85	206 43
26	5	30.80	10.66	41.46				41.46		20 61	20.61	20 85	227.28
27	6	31.71	10.66	42.37				42.37		19.48	19.48	22.89	250 17
28	7	32.56	10 66	43.22				43.22		18.94	18.94	24.28	274.45
29	8	33.25	10.66	43.91				43.91		19.63	19.63	24.28	298.73
Total				731.27				882.36	480 95	431.89	583.63		

第10章

舟航および農業かんがい

第10章　舟航および農業かんがい

10—1　舟　航　計　画

10－1－1　概　　説

Nam Ngum と Pa Mong にダムが建設されると，Mekong 河の下流域の流量と水位に変化が起こる。Nam Ngum と Pa Mong ダムによって雨期には洪水量が調節されて流量が減じ，又乾期には流量が増大する。その結果雨期には河の流速が減じ，乾期には河の水位が上昇するので下流域の舟航には好影響を及ぼすと考えられる。

Sambor ダム建設によっても，当然同じような舟航に与える効果がある筈であるが，Sambor ダムの有効貯水量が比較的小さいので，特に期待する程の影響はない。しかし，Sambor 以外に Nam Ngum，Pa Mong の両ダムが建設されると，下流域には明らかに変化が生じ好結果が期待される。

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

Nam Ngum ダムと Pa Mong ダムの両ダムが建設された時と両ダムがない時の Sambor ダムの月平均放流量と月平均水位を Table J －1(1)と Table J －1(2)に示してある。Table J －1(1)は乾期（２月～４月）について，Table J －1(1)は雨期（８月～１０月）について示したものである。

(1)　乾期の流量変化

乾期の期間のうち２月～４月の３ケ月間の流量変化は Table J －1(1) に見られるように，Original の流量 1,360～3,140 cms に対し，Pa Mong ダムが建設されると，4,380～5,910 cms に増加し，その流量差は 2,080～3,740 cms 又流量比は 1.74～3.35 となる。月別に考察すると年間最低水位が起こる４月が最も大きく影響を受けることが知られる。

Table J －2　乾期の流量変化

Month	Original (cms)	With Pa Mong (cms)	流　量　比 (cms)	流　量　比
Feb.	1,950～3,140	4,380～5,460	2,080～2,840	1.74～2.38
Mar.	1,690～2,500	4,440～5,630	2,530～3,180	2.21～2.72
Apr.	1,360～2,170	4,550～5,910	2,960～3,740	2.44～3.35

Table J-1 (1) Change in Discharge and Water Level with or without the Upper Projects
(For the three-month period of the dry season)

	Discharge (cu.ms)				Water Level (m)				Discharge (cu.ms)				Water Level (m)		
	Original	With Pa Mong	Difference	Ratio	Original	With Pa Mong	Difference		Original	With Pa Mong	Difference	Ratio	Original	With Pa Mong	Difference
1951 Feb	3,099	5,421	2,322	1.74	5.5	7.1	1.6	1960 Feb	2,296	4,376	2,080	1.90	4.8	6.4	1.6
Mar.	2,082	5,206	3,124	2.50	4.5	7.0	2.5	Mar	1,827	4,439	2,612	2.43	4.3	6.4	2.1
Apr	2,026	5,770	3,744	2.85	4.5	7.3	2.8	Apr.	1,357	4,548	3,191	3.35	3.8	6.5	2.7
1952 Feb	1,961	4,393	2,432	2.24	4.5	6.4	1.9	1961 Feb.	2,388	4,555	2,167	1.90	4.8	6.5	1.7
Mar.	1,762	4,786	3,068	2.72	4.2	6.6	2.4	Mar.	2,004	5,128	3,124	2.56	4.5	7.0	2.5
Apr	1,718	5,462	3,744	3.18	4.2	7.1	2.9	Apr	1,972	5,716	3,744	2.90	4.5	7.3	2.8
1953 Feb.	2,206	4,415	2,209	2.00	4.7	6.4	1.7	1962 Feb	3,137	5,459	2,322	1.74	5.5	7.2	1.7
Mar	1,828	4,440	2,612	2.42	4.3	6.4	2.1	Mar	2,503	5,627	3,124	2.25	5.0	7.3	2.3
Apr	1,833	5,432	3,599	2.96	4.3	7.2	2.9	Apr	2,166	5,910	3,744	2.72	4.6	7.4	2.8
1954 Feb.	2,110	4,470	2,360	2.12	4.6	6.4	1.8	1963 Feb	2,372	4,572	2,200	1.93	4.8	6.5	1.7
Mar	1,689	4,562	2,873	2.70	4.1	6.5	2.4	Mar.	1,929	4,930	3,001	2.56	4.3	6.6	2.3
Apr	1,967	5,682	3,715	2.88	4.5	7.2	2.7	Apr	1,757	5,501	3,744	3.13	4.2	7.2	3.0
1955 Feb	2,237	4,459	2,222	1.99	4.7	6.4	1.7	1964 Feb	2,520	4,842	2,322	1.92	5.0	6.8	1.8
Mar	1,864	4,993	3,129	2.68	4.3	6.9	2.6	Mar.	1,965	5,089	3,124	2.58	4.5	6.9	2.4
Apr	2,038	5,782	3,744	2.84	4.5	7.3	2.8	Apr.	1,854	5,598	3,744	3.02	4.3	7.2	2.9
1956 Feb.	2,506	4,814	2,308	1.94	5.0	6.7	1.7	1965 Feb	2,890	5,212	2,322	1.80	5.3	7.1	1.8
Mar	1,934	5,016	3,082	2.59	4.4	6.9	2.5	Mar.	2,243	5,317	3,074	2.36	4.7	7.1	2.4
Apr.	1,991	5,727	3,736	2.88	4.5	7.2	2.7	Apr	1,980	5,724	3,740	2.88	4.5	7.3	2.8
1957 Feb	2,600	4,904	2,304	1.89	5.1	6.9	1.8								
Mar.	2,093	4,618	2,525	2.21	4.5	6.6	2.1								
Apr	2,103	5,058	2,955	2.40	4.6	6.9	2.3								
1958 Feb	2,510	5,345	2,835	2.13	5.0	7.1	2.1								
Mar	1,919	5,103	3,184	2.68	4.40	7.0	2.6								
Apr.	1,733	5,349	3,616	3.08	4.20	7.1	2.9								
1959 Feb.	1,945	4,623	2,678	2.38	4.4	6.6	2.2								
Mar	1,730	4,710	2,980	2.72	4.2	6.7	2.5								
Apr	1,648	5,197	3,649	3.15	4.1	7.0	2.9								

Table J-1 (2) Change in Discharge and Water Level with or without the Upper Projects
(For the three-month period of the dry season)

	Discharge (cu.ms)				Water Level (m)				Discharge (cu.ms)				Water Level (m)		
	Original	With Pa Mong	Difference	Ratio	Original	With Pa Mong	Difference		Original	With Pa Mong	Difference	Ratio	Original	With Pa Mong	Difference
1951 Aug.	36,403	32,401	4,002	89.0	16.9	16.1	0.8	1960 Aug.	39,539	30,757	8,782	77.8	17.7	15.8	1.9
Sep.	34,443	25,874	8,569	75.1	16.6	14.6	2.0	Sep.	34,117	26,393	9,724	73.1	16.9	14.6	2.3
Oct.	23,716	22,869	847	96.4	14.0	13.8	0.2	Oct.	28,394	28,309	85	99.7	15.0	15.0	0
1952 Aug.	44,445	40,734	3,711	91.7	18.6	17.8	0.8	1961 Aug.	40,039	35,513	4,526	88.7	17.7	16.8	0.9
Sep.	46,197	36,995	9,202	80.1	18.8	17.0	1.8	Sep.	49,790	40,261	9,529	80.9	19.5	17.8	1.7
Oct.	30,817	30,728	85	99.7	15.9	15.9	0	Oct.	39,371	39,164	207	99.5	17.6	17.5	0.1
1953 Aug.	33,100	28,789	4,311	87.0	16.3	15.1	1.2	1962 Aug.	37,658	33,522	4,136	89.0	17.3	16.4	0.9
Sep.	33,687	25,511	8,176	75.7	16.4	14.5	1.9	Sep.	36,408	29,458	6,950	80.9	16.9	15.4	1.5
Oct.	20,771	19,576	1,195	94.2	13.1	12.9	0.2	Oct.	24,662	22,372	2,290	90.7	14.4	13.7	0.7
1954 Aug.	25,416	19,369	6,047	76.2	14.5	12.9	1.6	1963 Aug.	41,603	37,437	4,166	90.0	17.9	17.2	0.7
Sep.	41,856	32,558	9,299	77.9	18.0	16.2	1.8	Sep.	36,657	28,728	7,929	78.4	16.9	15.1	1.8
Oct.	26,758	26,683	75	99.7	14.8	14.8	0	Oct.	21,745	20,424	1,321	93.9	13.5	13.1	0.4
1955 Aug.	25,378	21,296	4,082	83.9	14.4	13.3	1.1	1964 Aug.	27,358	23,643	3,715	86.4	14.9	14.0	0.9
Sep.	30,233	20,966	9,267	69.3	15.7	13.2	2.5	Sep.	37,897	28,502	9,395	75.2	17.3	15.1	2.2
Oct.	17,091	17,012	79	99.5	12.0	12.0	0	Oct.	31,845	31,760	85	99.7	16.1	16.1	0
1956 Aug.	39,341	33,451	5,890	85.0	17.6	16.4	1.2	1965 Aug.	28,629	24,841	3,788	86.8	15.1	14.4	0.7
Sep.	41,350	33,083	8,267	80.0	17.9	16.3	1.6	Sep.	32,463	25,083	7,380	77.3	16.1	14.5	1.6
Oct.	18,431	17,398	1,033	94.4	12.5	12.1	0.4	Oct.	16,158	14,250	1,908	88.2	11.7	11.0	0.7
1957 Aug.	24,733	22,452	2,281	90.8	14.4	12.7	0.7								
Sep.	34,844	31,174	3,670	89.5	16.7	15.9	0.8								
Oct.	27,683	24,543	3,140	88.7	15.0	14.4	0.6								
1958 Aug.	25,077	17,837	7,240	71.1	14.5	12.2	2.3								
Sep.	42,717	36,875	5,842	86.3	18.2	17.1	1.1								
Oct.	19,780	19,026	754	96.2	13.0	12.7	0.3								
1959 Aug.	26,128	17,885	8,243	68.5	14.6	12.2	2.4								
Sep.	37,304	27,705	9,599	74.3	17.2	15.0	2.2								
Oct.	24,029	19,672	4,357	81.9	14.2	12.9	1.3								

(2) 乾期の水位変化

ダムの建設によって乾期の流量が増大し，水位が上昇するが雨期には流量が減少し水位が下る。

日本調査団Samborダム地点とKratieの間において1961年より観測した水位の資料[1]を用い水位にどのような変化が起こるかを求めた。

乾期2月～4月の3ケ月間の水位の変化はTable J－3に示すようにOriginalの水位EL 3.8 m～5.5 mがEL 6.4 m～7.4 mに上昇し，その差は1.6 m～3.0 m，平均2.3 mとなる。月別に見ると4月が最も水位上昇の値が大きい。

Table J －3 乾期の水位の変化

Month	Original (EL, m)	With Pa Mong (FL, m)	水位差 (m)
Feb.	4.4～5.5	6.4～7.2	1.6～2.2
Mar.	4.1～5.0	6.4～7.3	2.1～2.6
Apr.	3.8～4.6	6.5～7.4	2.3～3.0
Average			2.3

1] "Sambor Project Report on Preliminary Investigation for Development of the Lower Mekong River Basin", Cambodia, Oct. 1962. The Japanese preliminary Survey Team for the Sambor Project.
"The Fist Progress Report on Investigations of the Sambor Project", Oct. 1963. OTCA, Tokyo.
"The Second Progress Report on Investigations of the Sambor Project", Sep. 1964. OTCA, Tokyo.

(3) 雨期の流量変化

雨期の期間の内，8～10月の3ケ月間の流量変化はTable J－1(2)にその詳細を示してあるがその平均値を示せばTable J－4の通りである。

Table J－4 雨期の流量変化

Month	Original (cms)	With Pa Mong (cms)	流量差 (cms)
Aug.	24,700～44,400	17,800～40,700	2,300～8,800
Sep.	30,200～49,800	21,000～40,300	2,300～9,700
Oct.	16,200～39,400	14,300～39,200	90～4,400

Originalの流量16,200～49,800 cmsに対し，Pa Mongダム建設により雨期には14,300～40,700 cmsに減少しその流量差は90～9,700 cmsである。流量比は68.5～99.7％であって，乾期のような大きな差にはならない。

月別に調べてみると，9月が大きな差を示し，10月には影響が小さいことが多い。

(4) 雨期の水位変化

雨期の期間のうち8月～10月の月平均水位はTable J－5に示すようにOriginalの水位EL11.7m～19.5mに対し，ダム完成後はEL11.0m～17.8mに水位が低下する。その差は0～2.5m 平均1.1mであって乾期に比べれば小さい。月別に検討すると，9月が影響を大きく受けることがわかる。

Table J－5 雨期の月平均水位変化

Month	Original (EL,m)	With Pa Mong (EL,m)	水位差 (m)
Aug.	14.4～18.6	12.2～17.8	0.7～2.4
Sep.	15.7～19.5	13.2～17.8	0.8～2.5
Oct.	11.7～17.6	11.0～17.5	0 ～1.3
Average			1.1

10－1－3 舟航に及ぼす影響

Samborダムの他に，Nam NgumダムとPa Mongダムを建設すると以上述べたように，乾期には流量が2,080～3,700 cms増え，水位は1.6～3.0m上昇する。また雨期には流量が90～9,700 cms減じ，水位は0～2.5m低下する。

雨期に流量が減少すると流速も減ずるので舟航上好ましい結果が生ずるが，流速に関する観測資料が少ないので流速値の変化の推定は困難である。しかし水位が低下するので現在雨

期に起っている陸地への浸水現象が将来は非常に少なくなるので，洪水期の流量としては現在と殆んど差がないと考えられるので流速の減少は非常に小さいと思われる。

一方乾期においてはKratieにおいて月平均1.6 m～3.0 mの水位上昇が予想されるので舟航に与える影響はかなり大きい。

Samborのみの計画ではNavigationの当初計画（Vol.I，V）においては120ton級の交通船に対して最小3.6 mの水深が必要であるが浚渫工事費節約のためインクラインの下流側において最小水深を2.0 mとした。従って乾期の水位の低い時には短期間ではあるが船の吃水制限をしなければならず，大きな船は航行出来ない計画となっている。Nam NgumとPa Mong ダムを建設すれば，そのような吃水制限をする必要が殆んどなくなる利点がある。

以上述べたことから判るようにNam NgumとPa Mong ダムを設けても舟航計画の工事内容はSambor単独案の内容と同じで良く，工費の増減もない。若しもSambor単独案のように乾期の吃水制限をする計画にすると仮定すれば浚渫の工事費百万ドルが節約出来ることになる。

Sambor ダム付近だけでなくKratieとPhnom Penhの間でもPa Mong ダム建設によって乾期に約2 mの水位上昇が期待出来舟航がより安全となる。現在航行しているのは交通船では最大300 ton，舟では最大500 tonである。Kratieより下流にはChhlongの他，数ケ所に浅い所があって乾期には上記のものより小型の船を用い注意して航行しなければならないが，Nam Ngum及びPa Mongが完成した後にはこのような場所を殆んど吃水制限なしに安心して航行出来るようになるであろう。

10—2 農業かいがい計画

10－2－1 緒　　言

Sambor貯水池が建設された場合この水の他支流，湖沼等の水を揚水してSambor Dam下流域の34,000 haが開発されることについては既に単独計画で詳述された。（Vol I，IV参照）

若し上流のNam Ngum及びPa Mongの計画が実現した場合はMekong河下流の流況はかなり改善され，渇水量は増大し，かんがい用水の取水が容易になり，洪水もある程度軽減することが期待出来る。又Sambor発電所では多量の安価な電力が発生するので上記34,000 haの他Mekong河下流デルタ地域の開発が考えられる。

デルタの開発については今後の調査研究にまたなければならぬ点が幾多あるが，こゝでは一応カンボジア国内でMekong河より揚水し易く，又その効果が顕著と思われる土地587,000 haを対象に概略のStudyが行なわれた。（Fig. J－1）

10－2－2 現　　況

この調査でKompong Cham, Prey Veng, Kandal, Kompong Chhnang, Pursat, Battambang, Kampong Speu, Takeo, Kampotの9州のMekong河及びTonle Sap河の土壌はほぼ次の数群に分類することができる。

(1) Mekong河冲積土壌（Alluvial soil of the Mekong）

Mekong河又はTonle Sap河の雨期における増水に伴なって浸水をこうむり，新鮮な泥土の供給を受ける冲積土壌で，カンボジアにおける最も肥沃な土壌に属する。土性はSiltないしLight Clayである。浸水の前後の期間を利用して，とうもろこし，タバコ，緑豆，落花生などの畑作物が栽培され，カンボジアにおける畑作の宝庫と云われる。一部には浮稲（Floating Rice）や沼の貯水を利用した乾期稲の栽培が行なわれている。

(2) 砂質冲積土壌（Sandy alluvial soil）

Mekong河の堤防後背地（back-slope in the natural levee of the Mekong）から更に内陸側の低地に広く分布する水田土壌でKompong Cham州の南部，Kandal州Prey Veng州，Takeo州の大部分はこの土壌である。比較的保水性はよいが土壌生産力は余り高くない。乾期は土壌が乾燥固結し，水源付近を除いて土地利用は雨期稲に限られる。しかし大部分が毎年浸水し，水深の余り深い所は利用されていない。

(3) 水 成 土 壌（Hydromorphic soil）

砂質冲積土壌よりやゝ高い所に分布し，主として雨期に水田として利用されている。Prey Veng州，Kompong Speu州，Takeo州，Kampot州のやゝ高い所がこの土壌である。土壌肥沃度は貧弱で雨期に可動化した鉄が乾期の乾燥により固結し，地表下40～50cm位の所に地下水ラテライト（Laterite）の盤層を形成している所もある。

(4) 粘土質冲積土壌（Clayey alluvial soil）

Battambang州に広く分布するTonle Sapの湖成冲積の粘土質土壌であって，比較的肥沃である。主として雨期の水田として利用されている。

(5) 黄褐色土壌（Podzolic soil）

Kompong Chhnang, Kompong Speu, Takeo及びKampot各州の丘陵を成すやゝ砂質の土壌で，肥沃度は低い。一部は緑豆，落花生などの畑又は水田として利用されている。

(6) そ の 他

Kompong Cham州の丘陵部には台地残積土壌として玄武岩（basalt）起原の赤色土壌及び黒褐色のともに肥沃な土壌がある。Terre-rougeと呼ばれる赤色土壌は風化生成物の遊離鉄が膠結済として団粒を形成し，通気・通水・保水性などの物理的性質がすぐれている。このためゴム園，バナナ園などの樹園地として又綿，マメ類などの畑作地としても適地として利用されている。黒色土壌は水田として利用されている。

KampotおよびTakeo州の海岸近くにはCoastal complex, Acid lithosols, Alumisolsなどが分布している。

Table J－6は土壌課税額，土壌生産力，地形の3要素によって土地分類を試みたもので各州のSrok毎に示してある。

なお分類の基準は次のようにした。

Land tax	Class Ⅰ	; 1.0 $／ha 以上
	〃 Ⅱ	; 1.0～0.5 $／ha
	〃 Ⅲ	; 0.5 $／ha 以下
Soil productivity	Class Ⅰ	; Mekong 河冲積土（黒色，赤色土壌）
	〃 Ⅱ	; 砂質及び粒土質冲積土壌
	〃 Ⅲ	; 水成土壌
	Ⅳ	; ポドゾル
Topography	Class Ⅰ	; 平　地
	〃 Ⅱ	; 低湿地
	〃 Ⅲ	; 傾斜地，高地

Fig. J-1

General Plan of Agricultural Development in
Downstream Project Area

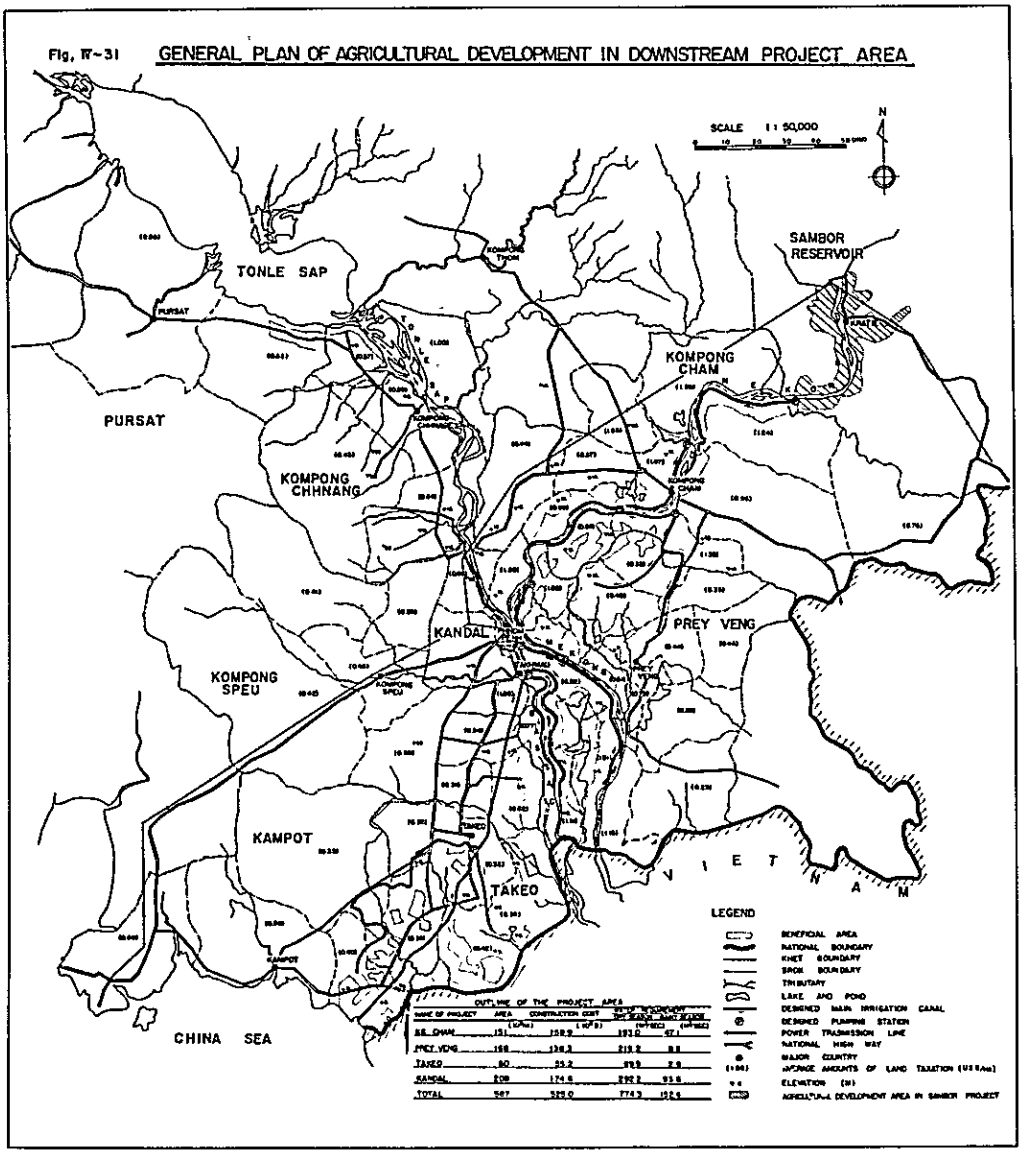


Table J -6 Criteria for Land Classifjcation

Province	Srok	Taxation	Soil	Topography
Kompony Cham	Koh Sautin	I	I	II～III
	Krauch Chhmar	I	II	I
	Kompong Siem	I	I	I
	Srei Santhor	I	I～II	I
	Prey Chhour	II	II	I
	Cheung Prey	III	I	II
	Kang Meas	II	II	II
Prey Veng	Sithor Kandal	III	III	I
	Peareang	II	II～III	II
	Prey Veng	III	II～III	I～II
Kandal	Dang Kor	III	III	I
	Pon Hea Leu	II	III	I
	Khsach Kandal	I	I～III	II
	Muk Kanpul	I	I～II	I～II
	Kandal Stung	I	II	I
	Kokı Thom	I	I～II	I～II
	Leyk Dek	I	I～II	I～II
	Saang	II	I～II	I～II
	Lovea Em	II	I	I～II
	Kıen Svay	II	I	I～II
	Kompong Track	III	IV	I
	Bantay Meas	III	III	I
	Chhuk	III	III～IV	I～III
Takeo	Batı	II	III	I
	Prey Krabas	II	II～III	I～III
	Samrong	III	III	I
	Treang	III	III	I
	Koh Ardet	III	II	II
	Kırivong	III	III	I～III

10－2－3 農業開発計画

(1) 地区の選定

計画地域として，結局Table J －7のように628,000haを選んだ。このうちかんがい面積は587,000haとなる（後述）。なおTable J －7の地区名は，Remasksに挙げたように4地区に区分しそれぞれの代表的な州名をつけて呼ぶことにした。このように地域を設定した原則的な考え方は，次のとおりである。

(a) 乾期かんがいおよび雨期の旱ばつ時の用水補給を効果的に行なうことのできる地域であり，しかも，その水源はMekong河からの揚水による以外には他に方法のない地域を選ぶ。それはKompong Chamから下流Mekong Tonle SapおよびBassac河に沿って展開している広大なデルタ地帯で主に標高10m以下で，ポンプ揚程が10m程度までの地域である。

(b) Great Lakeの周辺はこの計画地域からは除いた。それはGreat Lake自身を水源とする揚水計画さらにGreat Lakeに流入するかなり大きな山地流域をもつ多くの支流を水源とする開発計画が，別に成立するだろうからである。実際に，1966～67年にMekong委員会によってGreat Lake北方の13×10⁶haの予備調査が行なわれて基本計画が樹てられ，いくつかの有望なProjectが見い出されたし，Great Lake南方も引き続き調査されようとしている。ただ，Great Lakeその他から揚水する計画に対しては，その電力供給をSambor発電所から行なうことが，1つの比較案として問題にされるであろう。

(c) Kompong Cham州の西北台地，Kompong Thom州，Kompong Speu州などは，耕地の標高がかなり高く，水源として有望な支流が存在するようなので，これらの地域開発はそれぞれの支流開発が最も適切であると判断し，この計画地域から除いた。Prek Thnot Projectのかんがい地域も除いたのは勿論である。Kampot州の海岸沿いの耕地と同州の最も肥沃なSrok Prey Napの地域も本計画の中心地域から離れて団地を成しており，別の支流水源によるのが適当と考え除外した。Prey Veng州の南方およびTakeoの東方地域は，浸水の程度が大きいのでやはり除外した。Kompong Chhnang州のTonle Sap沿いの地域はHill sideの標高がかなり高くarable landが細長く位置し，ポンプおよび水路の工事費が他の地域にくらべてかなり割高になるのでこれもProject areaから除外した。

(d) Takeo州およびKampot州を計画地域に加えたのは，すでにMekong委員会に提案されているBasin wide canalの構想を有効にとり入れようとしたことが一つの理由である。すなわち，Phnom Penhの南Takhmanにおいて，Bassac河から開削し，Takeoを経てChina Seaへ至るIrrigation canalを計画した。そしてこれはBasin wide canal案に含まれる路線とほぼ同じであり，将来navigationの面でも利用の可能性が考えられるであろう。

(e) 前にかかげた10−2−2のLand Classificationから，ここで述べた(1)〜(4)の諸条件を考慮したうえで，できるだけProductivityの高い土地を選んだ。Table J−7に選ばれた地域は，かんがい地域が一連の団地を成すよう配慮し，地形的および土壌条件から地域を策定したものである。

Table J−7 地域の現況面積（単位：10^3 ha）

地区名	調査地域	湖沼沼地	事業地域 田	畑	未懇地	計	浸水面積率 (%)	Remarks
Kg.Cham	210	40	51	24	95	170	65	MekongとTonlesに狭まれた地域
Prey Veng	240	57	85	23	75	183	90	Mekong右岸
Kandal	115	50	15	25	25	65	90	MekongとBassacに狭まれた地域
Takeo	230	20	200	−	10	210	50	Bassacの右岸
計	795	167	351	72	205	628	70	

(2) 土地利用計画

この計画では，現在の耕地は将来もこのままとし，未懇地については，河沿いのものは畑に，内部の低地は水田として利用するものとする。地形その他の制約条件から，未懇地の20%はNon−useの土地としたので，かんがい面積の合計は587,000 haと見積られる。これをTable J−8に示す。

この表では浸水地と非浸水地と区別してあげてある。この計画ではFlood control Planを含まないので，計画前後の浸水条件は変らない。

Table J−8 Plan of land utilization（単位；10^3 ha）

		Paddy field 既設田	開田	小計	畑 既設畑	畑	田→畑	小計	計	non−use 面積
Kg.Cham	浸水	31	28	59	24	15	−	39	98	
〃	非浸	20	22	42	−	11	−	11	53	
小計				101				50	151	19
Prey Veng	浸水	85	36	121	23	12	−	35	156	
〃	非浸	−		−	−	12	−	12	12	
小計				121				47	168	15
Takeo	浸水	96	5	101	−	3	−	3	104	
〃	非浸	89	−	89	−	−	15	15	104	
小計				190				18	208	2
Kandal	浸水	15	12	27	25	4	−	29	56	
〃	非浸	−	−	−	−	4	−	4	4	
小計				27				33	60	5
計		336	103	439	72	61	15	148	587	41

(3) 農業開発計画

この計画によりかんがいを導入するのは，既耕地に対する雨期の補給かんがいを行ない生産の安定を第一の目的とし，さらに，乾期かんがいを実施し作付面積を拡大しようとするものである。かんがいの導入と同時に全面的に施肥農業へ移行するものであり，そして生産安定とともに単位収量の増大がもたらされる。施肥は，水稲，とうもろこしについて三要素が60kg/ha，その他の作物については，30kg/haが施用されると共に有機質肥料が10t/ha施用されねばならない。

作付率の向上をはかり水田ではできるだけ雨期稲，乾期稲の二期作を行ない，畑ではとうもろこし，緑豆，落花生の栽培面積の拡張をはかることが必要である。現況および計画の栽培面積は次表に示すとおりである。

Table J −9　現況栽培面積（単位；10^3 ha）

Name of district	Paddy field			Upland field						
	rainy Season rice	dry Season rice	Total	rain Season	dry Season					Total
					maze	mung bean	Peanut	cotton	tobacco	
Kg.Cham	47.9	3.1	51.0		15.6	−	1.2	1.2	3.6	21.6
Prey Veng	78.2	6.8	85.0		17.3	−	2.3	−	0.7	20.3
Takeo	183.0	2.0	185.0	−	−	−	−	−	−	−
Kandal	12.7	2.3	15.0		17.5	1.2	−	−	1.2	19.9
計	321.8	14.2	336.0	−	50.4	1.2	3.5	1.2	5.5	61.8
栽培率(%)	(96)	(4)	(100)	−	(70)	(2)	(5)	(2)	(8)	(87)

10−2−4　かんがい用水量

この地域の水田および畑に対するWater requirementは，浸水の多いSambor project areaのものと大差はないであろう。とくに，Water requirementに関する実測は行なわなかったのでTable J −11のように推定した。

同表にEvapotranspirationはKg.Chamにおけるdataを使い，Blaney-Criddle公式によって算定したものである。UPlandにおけるWater consumption useは，Blaney-Criddle公式においてCropsに対する平均的な作物係数としてK＝0.07を採って算出したものである。

Table J −10 計画栽培面積（単位；10^3 ha）

Name of district	Paddy field					Upland field									
	rainy Season		dry Season	Total	fodder crop	rainy season				dry season					Total
	rice	mung bean	rice			maze	mung bean	peanut	sesame	maze	mung bean	peanut	cotton	tobacco	
Kg.Cham	47.9	27.0	101.0	175.9	5.2	3.5	19.5	19.5	2.3	31.1	−	2.0	3.9	7.8	94.8
Prey Veng	78.2	21.4	121.0	220.6	5.8	6.2	17.5	17.5	−	32.5	−	7.0	−	1.7	88.2
Takeo	183.0	7.0	190.0	380.0	−	15.0	1.5	1.5	−	13.3	1.0	1.0	−	2.7	30.0
Kandal	12.7	7.2	27.0	46.9	2.1	1.9	14.5	14.5	−	28.5	1.2	−	−	1.2	63.9
Total	321.8	62.6	439.0	823.4	13.1	26.6	53.0	53.0	2.3	105.4	2.2	10.0	3.9	13.4	282.9
cropping ratio	(73)	(14)	(100)	(187)	(8)	(17)	(34)	(34)	(67)	(67)	(1)	(6)	(2)	(8)	(178)

注）水田のCropping ratioは水田面積439,000ha（Table 10−8を参照）に対するものであり，畑作は148,000ha（Table 10−8を参照）に対するものである。

Table J −11 Water requirement（単位；mm/day）

Land category	Water requirement	Dry season	Rainy season	Remarks
Paddy field	Percolation	3.0	1.0	1」Average value from Dec. to Mar.
	Evapotranspiration	6.4 1」	5.0 2」	2」Average value from Jun. to Oct.
	Total	9.4	6.0	3」作物係数；K＝0.7
Upland field	Percolation	−	−	
	Evapotranspiratiion	4.5	3.5 3」	
	Total	4.5	3.5	

Unit Water requirementはTable J −12に，Total Water requirementはTable J −13に示すとおりである。かんがい用水のlossは，幹線末端までの水路ロス（水路は土水路）およびOperation lossとして25％をみこみ，畑地においては，水路ロス20％およびかんがい効率70％をみこんだものである。

Total Water requirementはdry seasonにおいて，かんがい面積173,000haに対し，平均値に152 cmsとなる。

Table J −12 Unit Water requirement

Land category	Dry Season		Rainy Season	
	Water requirementin depth (d；mm/day)	Unit Water requirement (q；cms/1,000ha)	Water requirement in depth (d；mm/day)	Unit Water requirement (cms)
Paddy field	9.4	1.45	6.0	0.93
Upland field	4.5	0.93	3.5	0.73

Remarks： for paddy field $q = \frac{d \times 10^{-3} \times 10^{3} \times 10^{4}}{(1-0\ \ 5) \times 86{,}400}$

for Upland field $q = \frac{d \times 10^{-3} \times 10^{3} \times 10^{4}}{(1-0.20) \times 0.70 \times 86{,}400}$

Table J −13 Total Water requirement

Name of district	land category	irrigation area (10^3ha)	total water repuirmeut (cms)	irrigation area (10^3ha)	total water requirement (cms)
Kg.Cham	Paddy field	101	146.5	42	39.1
	Upland 〃	50	46.5	11	8.0
Prey Veng	Paddy field	121	175.5	−	−
	Upland 〃	47	43.7	12	8.8
Kandal	Paddy field	27	39.2	−	−
	Upland 〃	33	30.7	4	2.9
Takeo	Paddy field	190	275.5	89	82.7
	Upland 〃	18	16.7	15	10.9
	Paddy field	439	636.7	131	121.8
Total	Upland 〃	148	137.6	42	30.6
	Total	587	774.3	173	152.4

10−2−5 工事計画と工事費（Project construction Plan and Cost）

工事計画はかんがい施設に限られ，その用水源はMekong河，Tonle Sap，Bassac河の本流によっている。かんがい方式は，動力をSambor damの電力による揚水方式である。主要施設は本流からの揚水施設と幹線用水路は全て動力かんがい可能なように配置した。各圃場への末端水路も考慮した。水路はすべて土水路であり，側法1：2の台形断面をとり，縦断勾配は1：10,000〜1：15,000として計画した。

畑地かんがいを導入するので，既耕畑地もうね間かんがいが可能になるよう整地する。

技術料・予備費・関連費は，Sambor 地域と同様に計上した。全受益地 587×10^3 haに対し，総事業費は525×$10^6$$となり，1 ha当り事業費は894$となる。

Table J −14 事業量・事業費

工　種	事業量	事業費
開懇工	251,000 ha	102.6×10⁶ $
用水路工	780 Km	157.8
揚水機工	211,600 KW	102.8
付帯工	1 式	73.0
小計		436.2
技術料		43.6
予備費		43.6
関連費		1.6
小計		88.8
合計	587×10³ha	525.0

Table J −15 地区別工事計画

地区名	面積	事業費	工事計画	
Kompong Cham	151,000 ha	158.9×10⁶ $	開懇工	100,000 ha
			用水路工	190 Km
			揚水機工	55,900 KW
Prey Veng	168,000 ha	136 3×10⁶ $	開懇工	83,000 ha
			用水路工	160 Km
			揚水機工	53,700 KW
Kandal	260,000 ha	55.2×10⁶ $	開懇工	45,000 ha
			用水路工	130 Km
			揚水機工	14,400 KW
Takeo	208,000 ha	174.6×10⁶ $	開懇工	23,000 ha
			用水路工	300 Km
			揚水機工	87,600 KW

10－2－6 経 済 評 価

(1) 便　　益

かんがい導入に伴なう肥料の施用，優良品種の採用などによる生産性の向上および開懇と乾季作などによる作付面積の増を図り，農業生産を増大させることが，この事業の主たる目的である。農業生産の増による便益の算定方法はすべてSambor地域におけるのと同様である。地区毎の純益を示せば次表の通りである。

Table J －16 増加純益

地区名	面積 (10^3ha)	増加純益 総量 (10^3\$)	増加純益 ha当り純益 (\$／ha)
Kompong Cham	151	30,357	201.1
Prey Veng	168	29,251	174.2
Kandal	208	32,553	156.5
Takeo	60	13,264	210.5
Total	587	105,425	179.7

(2) 年便益と年経費

この計画の経済分析は，Sambor単独projectと同様に，内部収益率（internal rate of return）を算定し，これを経済評価の指標とした。

Full benefitが発現されるには，工事完了後，次第に効果を増しつつ 10年間を要するものとした。なお工事は，各ブロック毎に建設期間4年間とする事業の経済分析期間を50年間とし，CostおよびBenefitを各種の金利を使って計出するとTable J －17および18のようになる。

Fig J－2 Target for Construction and benefit

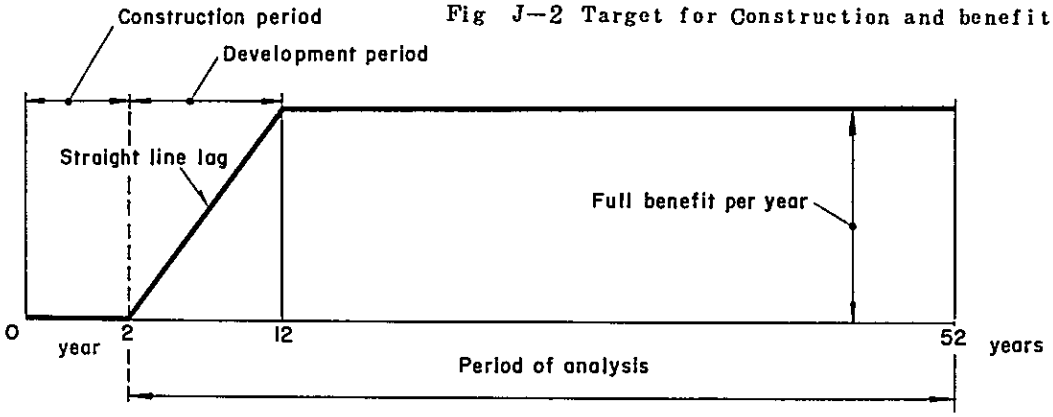


Table J −17 Annual cost ($／ha)

Name of district \ Interest rate	5%	6%	7%	8%	9%	10%
Kompong Cham	96.1	106.8	119.2	130.5	143.0	156.3
Prey Veng	74.9	83.3	92.3	101.1	110.6	120.1
Kandal	81.7	91.6	101.8	113.5	123.5	136.7
Takeo	79.3	87.5	97.2	106.2	116.0	126.4
Average	82.7	92.7	101.1	111.3	122.1	133.1

Table J −18 Annul benefit ($／ha)

Name of district \ Interest rate	5%	6%	7%	8%	9%	10%	Full benefit
Kompong Cham	159.5	154.2	149.4	144.5	139.3	135.4	201.1
Prey Veng	138.1	133.6	129.4	125.1	120.3	117.4	174.2
Kandal	166.9	161.5	156.4	151.2	145.8	141.7	210.5
Takeo	124.1	120.0	116.3	112.4	108.4	105.4	156.5
Average	142.5	137.8	133.5.	129.1	124.4	121.0	179.7

(3) 経 済 評 価

前節のCostおよび便益から，内部収益率を求めると，10％となり，又地域毎のそれらは，Table 10−19のとおりである。

（注） 内部収益率算出公式

$$K = \sum_{t=1}^{50} \frac{R_t}{(1+i)^t}$$

K＝初期投資額

i＝金利（内部収益率）

Rt＝ t 年目のCash flow（収入……費用）

t＝資本回収期間

Table J −19　地区別内部収益率

地　区　名	内部収益率（%）
Kompong Cham	9.5
Prey Veng	10.7
Kandal	11.1
Takeo	9.3
Average	10.1

4つの分割された地区の間に，内部収益率の差は少ないが，Kandal，Prey Veng，Kg．Cham，Takeoの順に有利である。

いずれの地区もProject feasibilityは十分であるが，莫大な水量と電力とを要するので，その着手は，Main StreamであるMekong河の水利調整がある程度進んだ段階以後になるであろう。

なお，Takeo地区における幹線用水路は，ちょうどMekong河とChina Seaを最短距離で結ぶものとなる。これはECAFEのMekong委員会が立案した"Basin Wide−Canal Study of the Lower Mekong Basin"のルートとよく一致している。Takeo地区の内部収益率は9.3%であって，事業実施の可能性があるので，Basin −Wide Canal施工の場合は，これを幹線用水路として利用し，コストアロケーションが考慮され得よう。

第11章　舟航の将来計画

第11章　舟航の将来計画（閘門と運河方式）

11−1　将来計画輸送目標量

メコン河本流の数ケ所にダムを設け，それに舟航設備を付属させると，河口からヴィエンチャンまで安全な航行ができる。

サンボールダムには，将来の通過貨物に対する舟航設備を設けなければならないが，将来の通過貨物の大部分は，産業開発による生産物と輸出入貨物であろう。

将来のメコン河の輸送量については，ＥＣＡＦＥ報告のFLOOD CONTROL SERIES No.１２に記載されているので，その数量を参考として想定した。

それによるとMekong河本流を利用する貨物は表Ｋ－１に見られるが，総計4,0４0,0００トンとなる。

この内，上り貨物８９5,0００トン，下り貨物3,1４5,0００トンとなる。然しメコン河は，将来開発される地域を流れているので，産業開発に伴って，生活必需物資や建設資材や地域的

表Ｋ－１　サンボールに於ける水上輸送量

品名	数量	区間
チーク	6 0,0 0 0t	森林地帯から海港へ
その地の木材	1,5 0 0,0 0 0	同上
精錬銅	1 0,0 0 0	サバンナケットから海港へ
硫安	2 2 0,0 0 0	同上
同上	3 0 0,0 0 0	サバンナケットからカンボディアへ
紙パルプ	1,0 0 0,0 0 0	ケマラートから海港へ
ソーダ灰	1 1 5,0 0 0	海港からケマラートへ
石炭	5 9 0,0 0 0	同上
鉛と亜鉛	1 0,0 0 0	バクセから海港へ
アルミニウム	4 5,0 0 0	コーンから海港へ
アルミナ	9 0,0 0 0	海港からコーンへ
塩	1 0 0,0 0 0	海港からメコン河沿岸へ
計	4,0 4 0,0 0 0	

な輸送物資が水上運送されるであろう。それらの物資を加えると，サンボールの水上運送量は計4,4 0 0,0 0 0トンとなり，上りは1,2 0 0,0 0 0トン下り3,2 0 0,0 0 0トンとなる。

旅客は上り，下り年間各々２００,０００人と推定される。

11−2　船型

表１１−１に示すような4,4 0 0,0 0 0 tという大量貨物を長距離運搬するには水運による

のが最も有利であるが，船舶を大型化することにより，能率良くしかも安く運搬することを考えるべきである。この大型船による貨物は4,4００,０００ｔの内木材の一部や雑貨を除き約3,6００,０００ｔ（下り2,7００,０００ｔ，上り９００,０００ｔ）と見込まれる。

この大量輸送方法として，押船と大型バーヂの組合せによるバーヂライン・システムと外洋航行貨物船を取り上げ，それらに対応した設備を計画して比較検討した。

外洋航行貨物船と大型バーヂの計画に採用した船型の説明や，両者の輸送費比較は，付属資料２に示しているが，外洋航行船としては3,０００D.W.T.を，またバーヂライン・システムとしては1,２００HP押船１隻と1,５００D.W.T.のバーヂ２隻の船団とした。

検討結果の要点を述べると，

i　将来計画輸送の貨物の中約3,6００,０００トンが外洋貨物船又は大型バーヂで運ばれるとする。

ii　輸送区間をPhnom － Penh とKhemarat の間と想定して，輸送費を算定すると，

外洋貨物船	1.６９３ドル／ｔ
大型バーヂ	1.６５ドル／ｔ

iii　大型バーヂは，Phnom － Penh 港における荷役費その他1.８０ドル／ｔが別に必要である。従って，輸送費は外洋航行船の方が，１年に約6,３００,０００ドル安い。

IV　河口からKhemaratに至る間の，舟航用の工事費は外洋貨物船に対する設備の方が約６０,０００,０００ドル高いと推定される。

V　工事費に金利を考慮しても，輸送費が安いので外洋貨物船の方がやや有利である。

VI　従って，将来計画に対しては3,０００D.W.T.の外洋貨物船を対象とする。

以上の大型船の他に，当初計画と同様に雑化や小量貨物は舟や交通船で運ばれ，その他，曳船，水中翼船，モーターボート，木材筏も通過するであろう。

上述のように，大量輸送方法は外洋航行貨物船をやや有利としたが，将来計画の実現には恐らく５０年以上の長年月を要するので，その間にStung Trengより上流の河状，地形，地質，輸送貨物など不明の点を明らかにし，外洋航行船と，バーヂラインシステムの何れを選定するかを再検討する事が望ましい。

11－3　河の水位と施設

Samborより上流の全部のダムが建設された後のKratieの最小流量，最低水位の値はダムの計画規模や利用計画が確定していないので，不確実であるが，ほぼ次のように推定される。

表Ｋ－２　最小流量と最低水位の比較　　（Kratie）

	渇水年		豊水年	
	最小流量m³/s	最低水位m	最小流量m³/s	最低水位m
現在	1,２５０	＋3.６０	2,０００	＋4.５０
ダム完成後	7,１００	＋8.００	8,７００	＋8.７０

電源開発株式会社がKratie とSambor ダム地点間の数ケ所で水位観測を行なった資料を用いて，Lower Lock の建設地点の水位を推定すると，

ダム完成後の最低水位＝＋8.50 m

従って，数個のダム完成後に最低水位が現在より約4.50 m上昇するので，将来計画のLower Lock は次の値を用いて設計を行なう。

L.W.L. ＝ ＋8.50 m

また，浚渫計画には，Sambor の流量を，

min Q ＝ 7,100 cm³／s

として下流各地の水位を求め設計を行なう。

次に最高水位について検討する。

近年のKratie における最大流量を調べてみると，1939年66,700 m³／s であった。過去の記録から求めた10,000年確率の洪水量は90,000 m³／s である。この異常洪水量が上流のダムによって調節されて，Kratie においては約50,000 m³／s になると推定する。するとLower Lock における水位は，

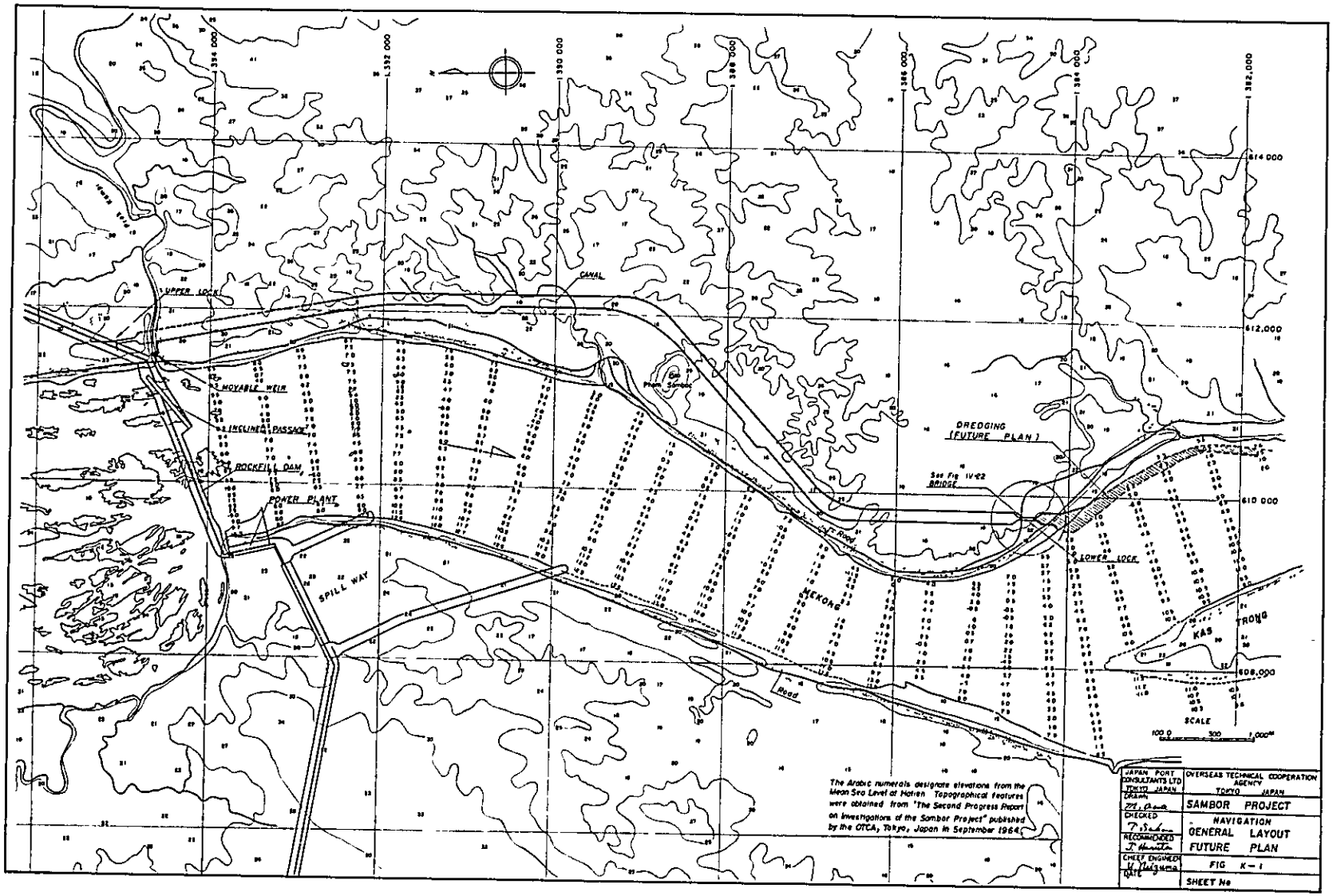
H.W.L. ＝ ＋20.0 m

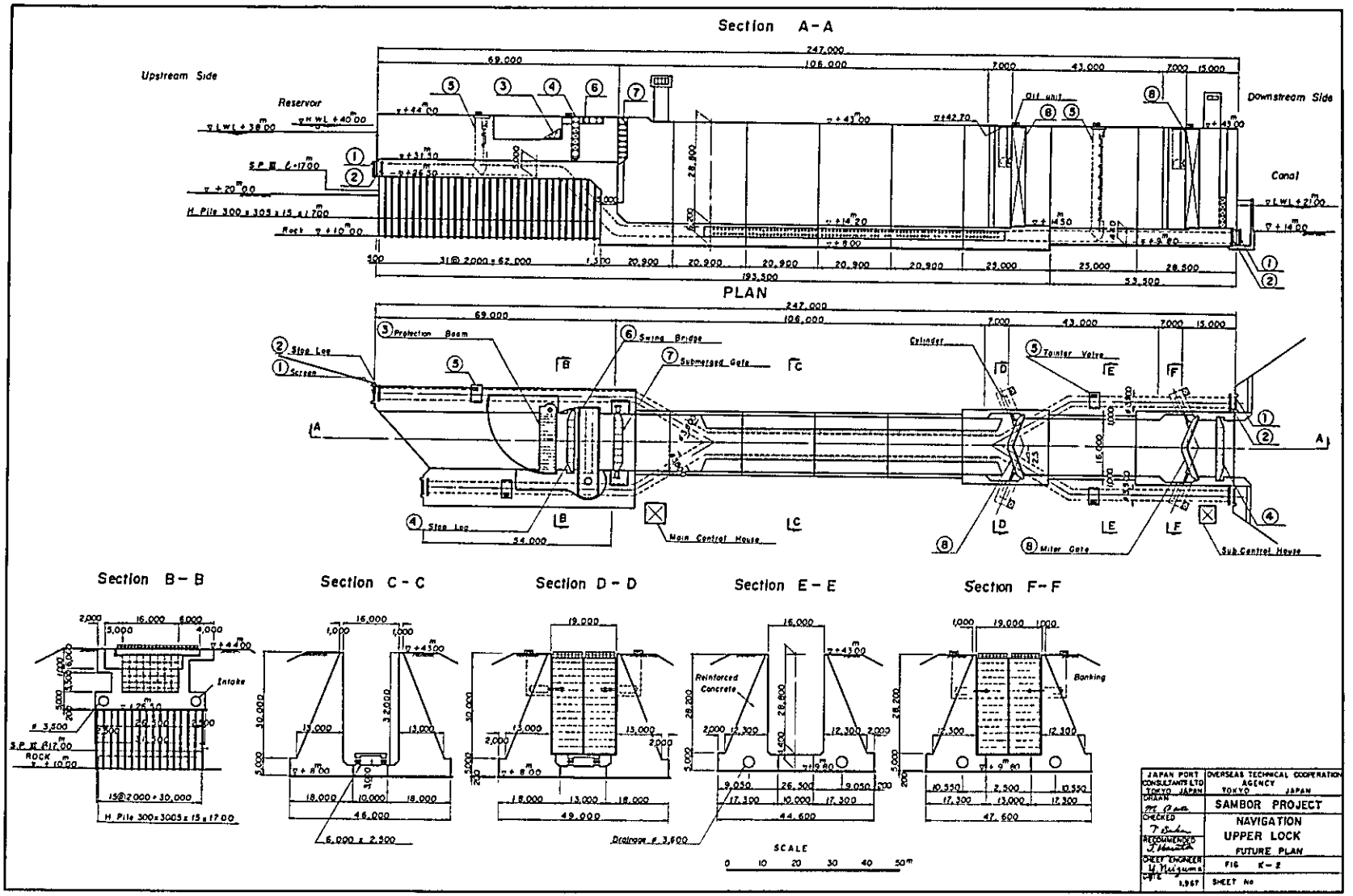
これらの値を用いて，Lock の計画を行なう。

11−4 計画の概要

(1) 構造物建設場所

構造物を建設する場所の選定については，付属資料1に述べてあるように，左岸3ルート右岸3ルート，計6ルートについて，地質，地形，工事の難易，航行の安全，民家への影響，工事費などの諸項目について検討した結果，メコン河左岸のHルートを適当と考えて，このルートにつき計画を行なう。（Fig K−1 参照）


UPPER LOCK
MOVABLE WEIR
INCLINE PASSAGE
ROCKFILL DAM
POWER PLANT
SPILL WAY
CANAL
Phum Sambor
DREDGING (FUTURE PLAN)
See Fig IV-62
BRIDGE
MEKONG
Road
LOWER LOCK
KAS
TRONG
SCALE
100 0 500 1,000M
The Arabic numerals designate elevations from the Mean Sea Level at Hatien. Topographical features were obtained from "The Second Progress Report on Investigations of the Sambor Project" published by the OTCA, Tokyo, Japan in September 1964.
JAPAN PORT CONSULTANTS LTD TOKYO JAPAN
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO JAPAN
SAMBOR PROJECT
NAVIGATION
GENERAL LAYOUT
FUTURE PLAN
FIG K-1
SHEET No


Section A-A
Upstream Side
Reservoir
Downstream Side
Canal
Oil unit
PLAN
Protection Beam
Stop Log
Screen
Swing Bridge
Submerged Gate
Cylinder
Tainter Valve
Main Control House
Miter Gate
Sub Control House
Section B-B
Section C-C
Section D-D
Section E-E
Section F-F
Intake
Reinforced Concrete
Banking
Drainage
SCALE
JAPAN PORT CONSULTANTS LTD TOKYO JAPAN
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO JAPAN
SAMBOR PROJECT
NAVIGATION
UPPER LOCK
FUTURE PLAN
FIG K-2

(2) 主要構造物

Upper Lock	1
Lower Lock	1
運河	1.2 km
道路	22.2 km
橋梁	3
可動せき	1

(3) 航路浚渫

次の3ケ所に分けて検討する。

Kratie ～南ヴエトナム国境

Sambor ～ Kratie

Stung Treng 附近

11-5 Upper Lock (Fig K-2参照)

11-5-1 船型と寸法

通過船舶はK－2で述べたように，交通船(122トン)，水中翼船(70人乗)，舟(150トン)，漁船，小型曳船，木材筏，外洋航行貨物船(3,000 D.W.T.)などであるが，これらの船舶の寸法からLockの有効寸法を表K－3のように定める。Lockの長さは通過船舶の数が非常に多いので，貨物船又は筏と他の小型船が同時にLocKに入る事を考えて150mとした。

表K－3 船型と有効寸法

(単位： m)

船型	長	幅	吃水	トン数
貨物船	90	13	5.7	3,000トン
交通船	32.5	6.6	2.75	122トン
水中翼船	20.0	7.5	2.7	(70人乗)
舟	25	6.5	1.5	150トン
木材筏	100	12	2.0	

11-5-2 閘室と入口

閘室と入口の寸法と構造を次のように定める。

(a) 閘室 有効長 150m 有効幅 16m

扉敷高 +14.5m 室底高 +14.2m

側壁天端高 +43.0m

水位変化　＋４０m～＋２１m

構　　造　鉄筋コンクリートとする。

室底のコンクリートは岩盤に接する。

側壁の外側には盛土を行なう。

(b) 入　　口　幅　１６m　底　高　＋３１.５m

側壁天端高　＋４４m

構　　造　鉄筋コンクリートとする。

基礎には岩盤に達する鋼杭を打つ。基礎の最前端には浸透水を防ぐ鋼矢板を何れも岩盤に達するように打つ。

１１－５－３　扉

扉はMiter Gateを２ケ所とSubmerged Lift Gateを1ケ所に設ける。

ここを通過する船型に大小各種あるので，水の損失を少くし，通過時間を早くするために，中間にMiter Gateを設ける。その場所は前から１１０mの所とする。

船が少ない時は小さい方の閘室を使用しない。

閘室の上流側入口はSubmerged Lift Gate とする。これを選んだ理由は，船舶や流木などによる不測の衝突に対する事故防止のためである。

また，入口底に沈澱した土砂を時々洗い流す必要があるからである。

Gate はすべて鋼製であって，Miter Gate の上端高を＋４２.７０mとし，閉めた時の角度はLock の軸に対し７０°とする。

Submerged Gate は閉めた時にその上端が＋４４mになるようにし，側壁に設けた溝にそって上下する。

１１－５－４　注排水装置

湖の水を閘室に注水するために，入口両側の底に取水口を設け，暗渠（直径3.5mの円形）により閘室底に導く。水は閘室の１００m部分の底の沢山の孔から水平方向に噴出して閘室を満たす。この注水の前に予め下手側の２ケ所のTainter Valve を閉じ，上手側の２ケ所のTainter Valve を開くことが必要である。

閘室の水を運河に排水する時は，Valve を前とは逆に操作すると底の孔から暗渠を通って流出する。

取入口はベルマウス形とし直径を５mとする。

１１－５－５　その他附属設備

Upper Lock の附属設備に次のようなものがある。

Fixed Screen　　４ケ所

Protection Boom　　1

扉の保護のために次のものが必要である。

Protection Chain　　1　組

Stop Log　　1　組

ゲートの修理用と非常時事故防止のため次のものが必要である。このLogの取付け取除きには，トラック・クレーンを用いる。

Tainter Valve用Stop Log	2	
Truck Crane	1	
Capstan	6	
Control House	2	
照明装置	1	式
信号装置	1	式
通信装置	1	式
拡声装置	1	式
排水ポンプ	2	

11−6　Lower Lock（Fig K−3参照）

(1) 閘室と入口

i 閘室	有効長	150m	有効幅	16m
	扉敷高	+2.0m	室底高	+1.7m
	側壁天端高	+23.0m		
	水位変化	運河水位 +21m		
		河川水位 +20〜+8.5m		
	構造	鉄筋コンクリート側壁の外側には盛土を行なう。		
ii 入口	幅	16m	底高	+14.50m
	側壁天端高	+24.0m		
		基礎には，砂利層に達する鋼杭を打つ。		

(2) 扉

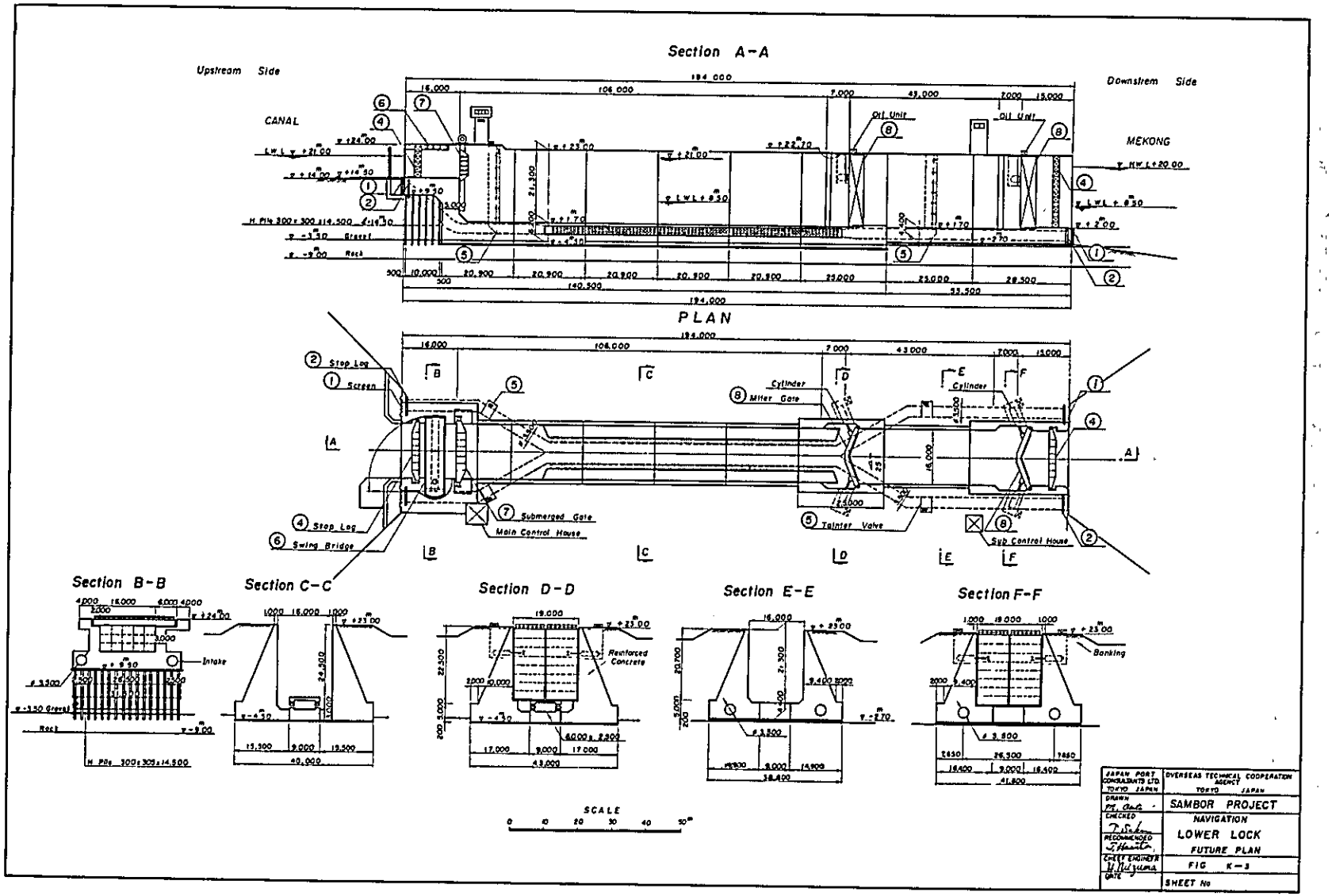
Upper Lock と同様にMiter Gate 2とSubmered Gate 1を設ける中間Gate は Upper Lock と同じ場所に置く，Gate の操作方法もUpper Lock と同様にする。

Miter Gateの天端高は+22.70mとし，Submerged Gateを上げた時の天端高は+23.0mとする。

(3) 注排水装置

Upper Lock と同様な方法によって注排水を行なう。

取水口や暗渠の寸法も同一にする。


Section A-A
Upstream Side
Downstrem Side
CANAL
MEKONG
Oil Unit
Oil Unit
PLAN
Stop Log
Screen
Cylinder
Miter Gate
Cylinder
Stop Log
Swing Bridge
Submerged Gate
Main Control House
Tainter Valve
Sub Control House
Section B-B
Section C-C
Section D-D
Section E-E
Section F-F
Intake
Reinforced Concrete
Banking
SCALE
0 10 20 30 40 50m
JAPAN PORT CONSULTANTS LTD. TOKYO JAPAN
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO JAPAN
DRAWN
CHECKED
RECOMMENDED
CHIEF ENGINEER
DATE
SAMBOR PROJECT
NAVIGATION
LOWER LOCK
FUTURE PLAN
FIG K-3
SHEET No

注排水時間は河の水位によって変わるが，最も条件の悪い時で約7分間である。

(4) その他附属設備

Upper Lockの附属設備と同様なものを設ける。

11-7 運　　河（FigK－1，K－4参照）

(1) 位　　置

メコン河左岸の地形と地質を検討してFigK－1のようなルートを選定した。

運河の計画水位を＋21.0mとしたが雨季には＋22.5mまで上昇することがあると考える。

(2) 断　　面

i 水　面　下

計画水深を7.0mとする。従って，運河底の標高は＋14.0mとなる。

底幅を80mとし，水面幅を140mとする。斜面勾配は1：4.3とする。

運河が曲がる所や人家に近い所では幅員を拡げる事が必要である。

ii 水　面　上

運河の両側には＋23.0mの土堤を築く上幅を8.0mにして道路にする。

斜面勾配は内側を1：2.5，外側を1：2とする。

iii 斜　面　保　護

船舶が通ると波が立つので，内側斜面の＋19～23mまで石を並べ保護する。

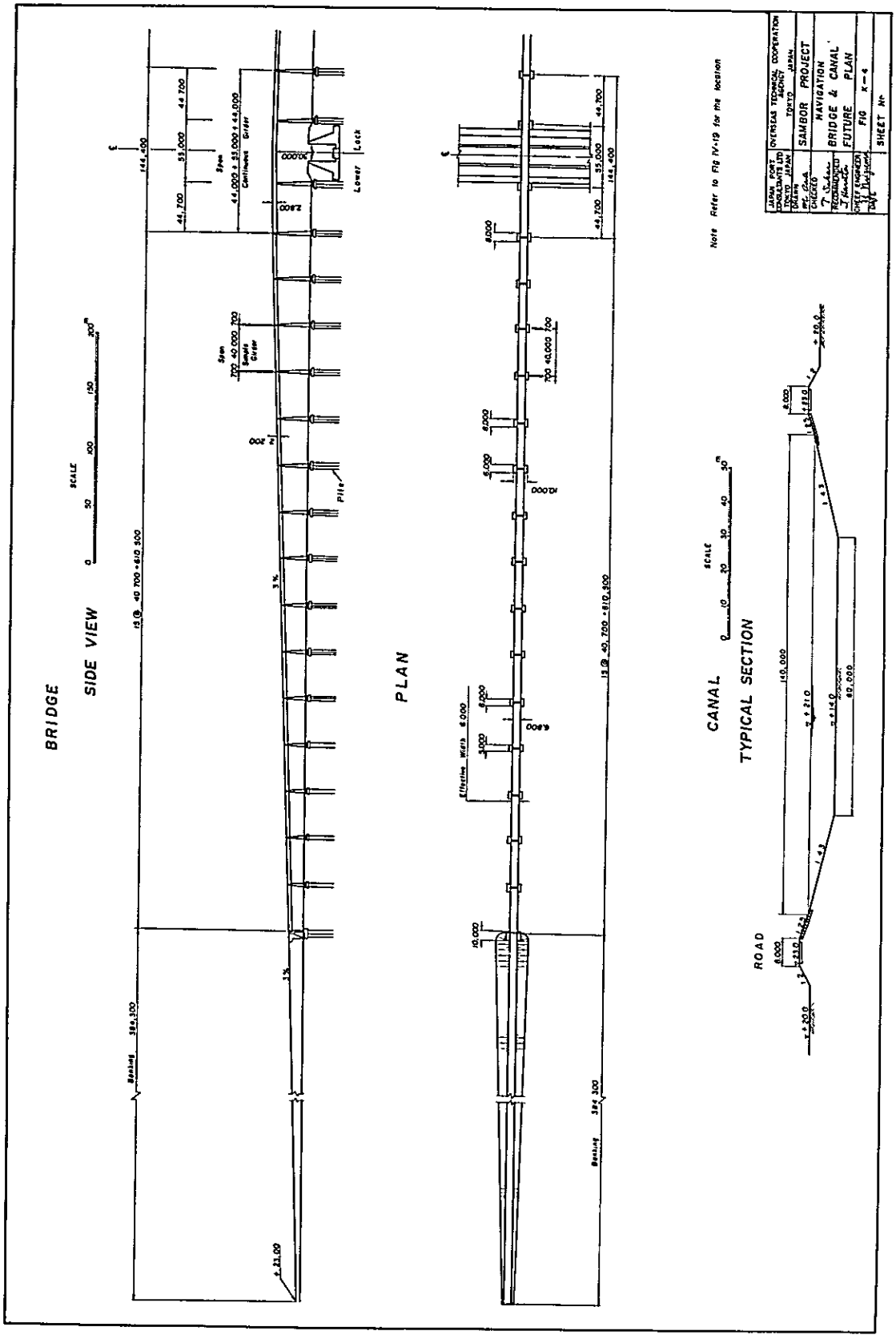
また土堤の外側斜面には芝を植える。

(3) 曲　線　半　径

運河の屈曲する所では，船舶の航行に支障の無いように少なくとも500mの半径の曲線とし，幅員を拡げる。

(4) 船　　溜

Upper Lock やLower Lock の出入口の近くには待合せのための船溜を設ける。ここでは底幅を拡げて120mとする。また人家の密集している所では，水面幅を170mに拡げ簡単な船着場を設ける。


BRIDGE
SIDE VIEW
PLAN
CANAL
TYPICAL SECTION
ROAD
Note Refer to Fig IV-19 for the location
JAPAN PORT CONSULTANTS LTD
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
TOKYO JAPAN
SAMBOR PROJECT
NAVIGATION
BRIDGE & CANAL
FUTURE PLAN
FIG K-4
SHEET No

11-8 道路と橋梁

(1) 道　　路

運河の両側の土堤上を道路にする。

路面は土堰幅8mの内中央の6mにつき舗装を行なう。

両側に照明灯を設け運河照明を兼ねる。

Lower Lock では運河の上に橋を設けるがその取付道路を新設しなければならない。道路の総延長は22.2kmとなる。

(2) 橋　　梁

固定橋1と可動橋2を設ける。

(a) 可　動　橋

i) 位　　置

Upper Lock とLower Lock の上流部Gate の外側に設ける。

ii) 構　　造

構造型式	旋開橋，鈑桁橋
径　間	16m
支　間	24.64m
橋　長	26.1m
有効幅員	6m

(b) 固　定　橋（FigK－4参照）

Kratie とダムの中間地帯には人家が多く，またダム建設後には発電所への往復，Lock 利用の船への連絡やダム堤防上の交通など，自動車交通が非常に増加するものと思われる。一方，船舶の交通も非常に多くなり，Lock の開閉は極めて頻繁であって，Lock 上の可動橋のみでは陸上交通の支障を来たす恐れがあるので，固定橋を1ケ所設ける。

i) 位　　置

Lower Lock の中間部に設ける。この位置が現在の道路に近くて，スパンも最小となるからである。

ii) 桁下クリアランス

3,000 D.W.T.の船がこの橋の下を通るには，橋桁の下面と水面の間は30m必要である。従って，中央主径間の橋桁の下面を＋51mとする。

iii) 延　　長

1,365.4m

iv) 構　　造

中央部主径間（長さ144.4m）

構造形式	3径間連続桁，鈑桁橋
支　間	44m＋55m＋44m

有効幅員　6 m

路面高　＋53.8m

橋脚　鉄筋コンクリート

アプローチ（長さ610.5m×2＝1,221m）

構造形式　単桁，鈑桁橋

支間　40.0m

径間数　15×2

有効幅員　6 m

路面縦断勾配　3 %

橋脚　鉄筋コンクリート

取付部（延長384.3m×2）

構造　Banking

路面縦断勾配　3 %

11-9 可動せき

Prek Kampi河は流域約915km² の河であるが，運河がこれとクロスするので，河の出口に可動せきを設けなければならない。

(a) 位置

運河が河と交わる点とPrek Kampi 橋との中間に設ける。

(b) 能力

Prek Kampi 河の流量や流域内の雨量の観測が行なわれてなく，また河の性状もよく判らないので，雨量と流出係数を推定し，Rational式により流量を計算するとQp＝732 m³／secとなる。従ってQ＝750m³／secの流通能力のある可動せきを設ける。

(c) 計画水位

運河の水位＋21.0mが維持出来るようにする。通常状態ではゲートを締めているが，その天端高を＋21.0mとする。

(d) 構造

2径間とし，扉は鋼製ローラーゲートとする。堰柱と床版は鉄筋コンクリートとする。

11-10 航路浚渫

(1) 計画水深と幅員

3,000 D.W.T.の船に対し，河の中の航路の水深と幅員を7.0mと150mとする。航路の水深は，各地のL.W.L.から常に7.0m水深があることが必要であって，浚渫計画には次の資料を用いて平面計画と数量計算を行なった。

南Viet － Nam国境～Sambor……Cambodia政府が実測した深浅図

Stung Treng附近……国連派遣Mr.Dooleage が実測した河底標高図

(2) 南Viet Nam ～ Kratie

Samborにおける将来の最小流量は7,100㎥／sであるから，Kratieにおける最低水位は現在より4.0m上昇し，Phnom Penh においては3.0m上昇するとして浚渫土量を求めた。

全浚渫土量＝4,000,000㎥

この全量が土砂であると推定される。

浚渫を要する場所について述べるとKompong Cham より下流ではPhnom Penh 港の近くに僅かあるのみで他は浚渫する必要がない。

Kompong ChamとKratieの間ではKompong Chamの約10㎞上流の島の附近，約25㎞上流のKas Toke附近，約50㎞上流のKas Thmey の附近，約70㎞上流の附近，Chhlongの附近，Kratieから約10㎞下流のKas Cheengの附近などを浚渫しなければならない。

(3) Kratie ～ Lower Lock（Fig K－1参照）

Kratieの町の附近では，殆んど浚渫の必要がない。ただし，Lower Lock附近ではやや浅いので浚渫しなければならない。

浚渫土量＝320,000㎥

これは全量土砂であろう。

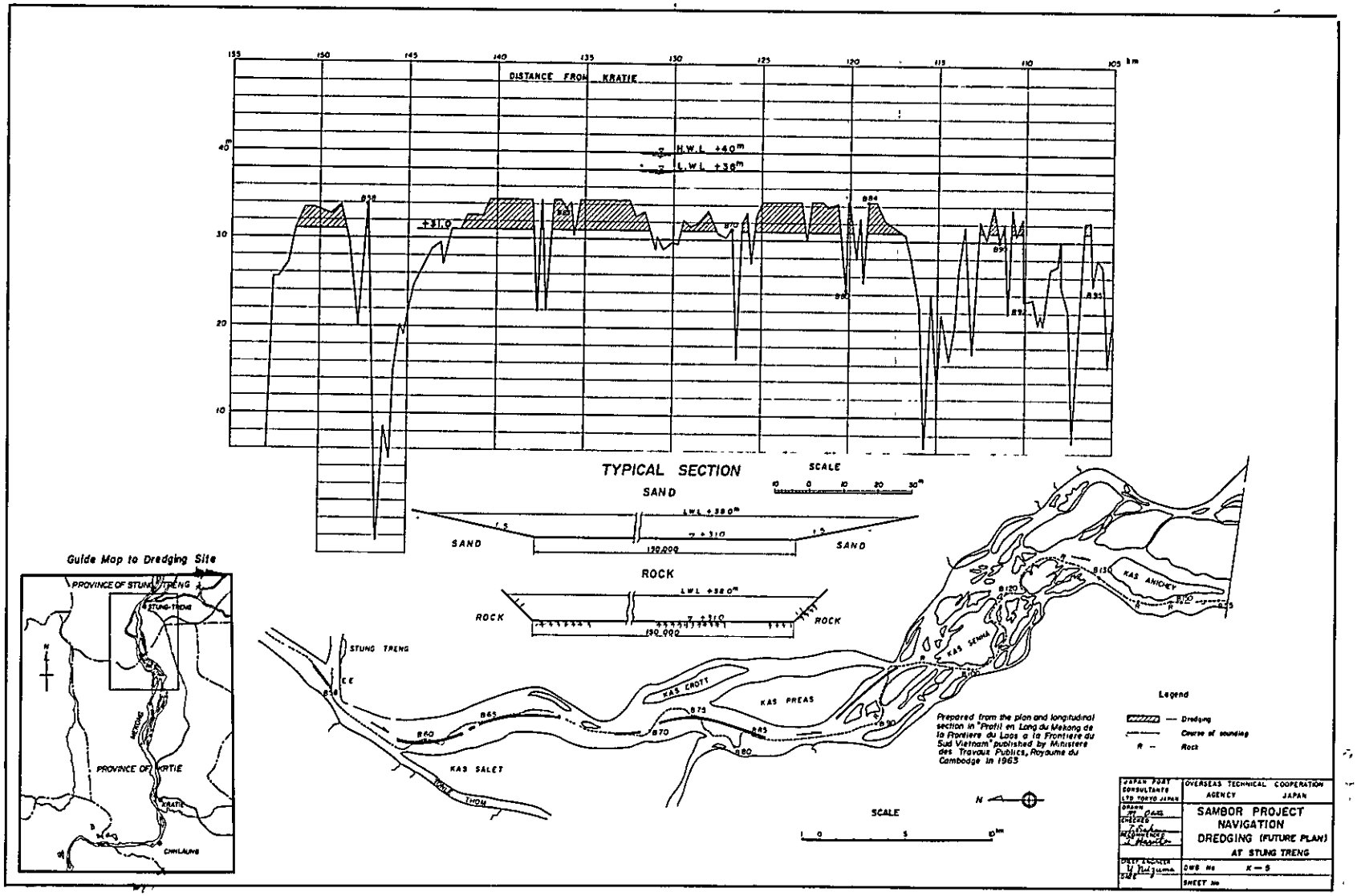
(4) Stung Treng附近（Fig K－5参照）

ダムによって出来る湖の水面は＋40～＋38mの間で変動する。従って航路は＋31mより深くなければならない。

Mr. Dooleageの調査した資料によると，Stung Trengより下流約5～30㎞のKas Salet 附近に浅い所があり，地形から判新して砂質であると思われる。また約36㎞のKas Senha の附近にも浅い所があり，ここでは地形から判断して岩盤であると推定される。

浚渫土量は

砂質土	7,000,000㎥
岩	220,000㎥


DISTANCE FROM KRATIE
H.W.L +40m
L.W.L +36m
TYPICAL SECTION
SCALE
SAND
ROCK
Guide Map to Dredging Site
PROVINCE OF STUNG TRENG
STUNG TRENG
PROVINCE OF KRATIE
KRATIE
CHHLAUNG
KAS SALET
KAS CROTT
KAS PREAS
KAS SENWA
KAS ANCHEY
Prepared from the plan and longitudinal section in "Profil en Long du Mekong de la Frontiere du Laos a la Frontiere du Sud Vietnam" published by Ministere des Travaux Publics, Royaume du Cambodge in 1963
Legend
Dredging
Course of sounding
Rock
SCALE
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY JAPAN
SAMBOR PROJECT
NAVIGATION
DREDGING (FUTURE PLAN)
AT STUNG TRENG
K-5

11-11 将来計画工事費

(1) 総 工 事 費

総工事費は表 K − 4 に見られるように５１,２００,０００ＵＳ＄となる。

その内外貨分は３１,１００,０００＄，現地通貨分は２０,１００,０００＄となる。

(2) 純 工 事 費

純工事費は３８,６００,０００ＵＳ＄である。

この内には，Lock ，運河，浚渫，可動せき，橋梁，道路，その他の工事費を計上している。

(3) そ の 他

予備費，技術料，その他経費，等は当初計画と同じ基準によって算定した。

Table K − 4 Construction Costs of the Future Plan(Unit：$ 1,000)

Item	Total	In Foreign Currency	In Local Currency
1. Net Construction Cost	38,600	15,200	23,400
Lock	19,800	7,800	12.000
Canal	5,126	2,426	2,700
Dredging	9,451	3,151	6,300
Movable weir	1,400	580	820
Bridge	2,020	720	1,300
Road	450	270	180
Others	353	253	100
2. Contingencies	5,200	2,000	3,200
3. Engineering Fee	2,125	820	1,305
4. Other Expense	2,125	820	1,305
5. Interest	3,150	1,260	1,890
Grand Total	51,200	20,100	31,100

付属資料－1

舟航設備位置の選定（将来計画）

1－1　概　　説

将来計画の舟航設備は，左岸又は右岸の陸上に運河を設け，その両端にLock を設けるのが適当と考えるが，それら工作物の位置を何処にしたらよいかを検討する。

1－2　運河平面計画案

第5巻図V–11（英文版）に示すように左岸3案（D.E.F）右岸3案（G.H.I）を選定して比較検討する。

Dルード案

右岸洪水吐の陸地側導流壁に沿って運河を堀りその上下流両端にロックを設ける。延長は約2.8 *km*である。

Eルート案

D案の下流端近くより曲がり右岸堤防道路より西側約１５０～２００*m*を河岸に平行に下りダムから約9 *km*下流にロックを設ける。

Fルート案

Eルート案と似ているがEルート案より陸地側に入れて道路の西側約６５０*m*に運河を堀り河岸ロックの位置をEルート案より約1.8 *km*下流に設ける。

延長は約9 *km*である。

Gルート案

左岸側のUpper Lock から，河岸にほゞ平行に４００～５００*m*離れて運河を堀り２～３カ所で屈折し，Phnom Samboc の東麓の低鞍部を通り，そこからほゞ西南方に折れてダムの下流約１１*km*に河岸ロックを設ける。運河延長はほゞ１1.5 *km*である。途中ダムの近くでPrek Kampi 川を横切るがその出口をせきあげて，小湖水を設ける。

Hルート案

GルートPhnom Samboc の南約1.5 *km*の点でE*ℓ*.＋２６*m*の丘にぶつかるので，Hルート案はそれを避けて河岸寄りを迂回してGルート案と同じ位置で河に出る。この場合運河延長は約１２*km*である。

Iルート案

Gルート案の途中から西方に曲がりPhnom Samboc の北方約1 *km*の地点に河岸ロックを設ける案であって，延長は約6.2 *km*である。

1－3　運河ルートの比較検討

以上の各案を比較する際，検討すべき事項は

i　地　　質

ii　工事の難易

iii　航行の安全

iv　隣接地への影響

v　工　事　費

1－3－1　地　　質

ロックの基礎としては，その大きな荷重を支えるために岩盤または良質の砂利，砂層が適当な深さにある事が望ましい。

運河建設にとっては，岩盤が浅すぎると堀削その他に対して工事費が大となる。

また表層は，ラテライトの方が湧水が少なくてドライワークができるので，砂の場合より有利であると考えられる。運河の水位維持のためには，表層はラテライトの方が，浸透して逃げる水が少く，有利である。

浚渫工事のためには，河中に岩盤が無い方が望ましい。流速のある河の濁水の中の岩盤浚渫は難工事であって，工事も大となり，不確実になり易い。概括的に見ると，右岸の上流部では，岩盤が浅く，ロックの基礎には適当であるが，運河建設には堀削費が非常に大となる。例えば，Dルートに沿った約2㎞の区間は，岩盤が非常に浅い。このDルートと発電所の間の洪水吐となる区間は全般に岩盤が広く浅く存在している。

Dルートの河岸近くでは，岩盤の深さが運河に対しては適当な深さであるが，Lower Lock の基礎築造に岩盤除去が必要である。

右岸側下流部一帯では，表層が砂質であって，水が浸透するので，堀削費がやや大となり，また水位維持の点で不利である。右岸下流部の岩盤は下流に行く程深くなり，Eルートの Lower Lock で非常に深すぎて基礎費が大となる。

左岸上流部の岩盤の深さは，Upper Lock の位置は右岸よりやゝ深いが，G.H.Iルート上では右岸より深くて，運河堀削に僅かながら岩盤除去が必要であるが，表層がラテライトであるので工事は容易である。左岸下流部では岩盤は，Phnom Samboc 東側とその南約1.7㎞の標高＋26㎞の丘の付近に浅く存在していて岩盤堀削が必要である。

IルートのLower Lock の岩は浅すぎて，岩盤除去が必要である。

河中の地質は，一般に砂質であって，浚渫工事は容易であるが，D，IルートのLower Lock の近くでは岩盤浚渫が必要である。

1－3－2　航 行 の 安 全

豊水季には流速が増大するので，特に問題となるのは，洪水吐付近とそれより下流約5㎞の区間である。観測資料がないので明らかでないが，流心の流速は，豊水期に5～8ノットもあると推定される。電源開発株式会社が行った水理実験結果による流量30,000㎥／s の

時，流心の速度は３～４m/s となっている。したがって，こゝでは漁船，小型交通船，バーヂなどの遡上は非常に困難であり，危険もあると思われる。

船舶は右側航行であるので，Ｄ案では上り船が流心に近い方を走らねばならず，豊水期には小型船は大量の水が大きな流速で流れる洪水吐のそばのLower Lock に接近する事は危険度が高い。

ＥＦ案では，小船がLower Lock とKratie港の間を航行する時，Kas Trong の北側より東側へ通ることは危険度が高いのでKas Trong の西側より南側を通ることになり，距離と時間が左岸側の案より不利である。Ｉ案は，Ｄ案と同じように流速の大きい所を遡らねばならず，また洪水吐からの流れを船の側面に受け危険度が高い。水理実験の結果では，流量，３０,０００ ㎥／s の時，左岸ＩルートLock の近くに４m/sの流れがぶつかっている。

ＧＨ案は船の航行上からみると最も安全な案であり，自然の理にかなっていて，小型船でも常時楽に航行できる。

１－３－３　隣接地への影響その他

ロックと運河の建設によって，道路の遮断，民家の移転，宅地農地の消失などが起り，交通が不便になる所も出る。これらの点　はＤ案，Ｉ案が最も影響少いが他の案は大同小異である。

１－３－４　工　　事

工事のための輸送の面からみると，左岸側は道路が完備し，Kratie市もあるので，建設機械，資材，労務者の輸送や修理施設の利用など左岸側がやや有利である。

ＤルートとＩルートは航行上に難点があるので除外して，右岸のＥ，Ｆルートと左岸のＧ，Ｈルートの４案について，表Ｋ－５に示すように，浚渫，運河，Lock，橋梁，道路その他の工事費を算定した。

通航船舶を，大型バーヂとする場合と外洋航行船とする場合とに分けて検討したが，何れの場合もＧルート案が最も高くなった。

１－４　計画ルートの選定

以上の各項目について検討したが，各案にはそれぞれ利点，欠点がある。それらを総括すると，

i　地質の点では右岸側がやや不利である。

ii　工事の施工の点では左岸側がやや有利である。

iii　航行の難易の点からみると，Ｄ案Ｉ案では豊水期に小型船は遡る事が困難で危険であって，採用し難い，他の４案では左岸側の方が自然の理にかなっている。

IV　民家への影響は各案とも大差ないが，左岸側はPrek Kampi 河を締切り湖水をつくるので，民地の消失がある。

V　運河延長は左岸側の方が大きい。

Ⅵ　工事費は左岸側がやや大となっている。しかし総計ではE，F，G，H，案の差は2.1～2.5％の範囲に過ぎない。

Ⅶ　以上の諸点を総合して，左岸側のHルート案を採用することとする。このHルートについて将来計画を検討してまとめた。

表K－5　将来計画純工事費

単位　U.S. $ 1,000

		E	F	G	H
大型バーチ	Lock	20,750	20,750	19,400	19,400
	運河	1,750	2,110	2,400	2,050
	可動せき	—	—	1,400	1,400
	浚渫	670	476	476	476
	橋梁	291	291	291	291
	道路	296	427	467	490
	その他	443	446	366	353
	計	24,200	24,500	24,800	24,460
外洋航行貨物船	Lock	21,400	21,400	19,800	19,800
	運河	4,120	4,600	6,850	5,126
	可動せき	—	—	1,400	1,400
	浚渫	10,400	9,600	9,451	9,451
	橋梁	2,020	2,020	2,020	2,020
	道路	280	390	430	450
	その他	480	490	349	353
計		38,700	38,500	40,300	38,600

付属資料－2

大量貨物輸送方式の比較検討（将来計画）

2－1　概　　説

ラオス国内の大量貨物を運搬するのに，3,000トンの外洋航行貨物船とバーヂライン・システムの何れが有利であるかを比較検討する。

2－2　外洋航行貨物船

外洋を航行する貨物船を計画の対象とし，貨物船がメコン河を遡り，ラオスに到り，ラオス国内の貨物を輸送することを考える。

メコン河はKompong Cham より下流では巨船でも航行可能な水深があるが，河口沖には浅いバーがあり，そこでは大型船は航行出来ない。現在は潮差を利用して2,000～3,000トンの貨物船がPhnom Penh 及びKompong Cham に入港している。メコン河の河口沖を浚渫して5,000トン以上の大型船を入れる事は技術的に可能であるが，浚渫するのに巨費を要し，また波浪による砂の移動や流下土砂のため浅くなることが予想され維持浚渫費も少くないと考えられるので，この計画では現在と同様な船がダムを通過する場合について検討する。従って次に示すような船が通航するとする。

外洋船寸法（3,000トン）

長　さ	90 *m*
幅	13 *m*
吃　水	5.7 *m*

2－3　バーヂライン・システム

1,000 t 以上の大型バーヂを押船により運航し大量貨物を輸送する方法であって，その船団がメコン河を遡ることを検討する。

現在世界各地の大河や内海で，大量貨物を運ぶのにこの型式によっている例が多いが，その主な利点は，

i　押船，バーヂの製造原価が安く輸送費が安くなる。

ii　乗組人員が少く輸送量が大きい。

iii　同容量の貨物船に比べ吃水が非常に小さく航行設備や接岸設備の建設費が小額ですむ。

iv　船団の中のバーヂを随時随所に集配できる。

アメリカや欧州で使われている押船とバーヂには色々の型式があり船の寸法が違っており，また船団の中のバーヂの数も異なる。それは運ぶ貨物の種類，量と河川の状況が異なっているからであり，アメリカでは一般に15～40隻のバーヂを押船で押している。

表 K − 1 に示した貨物の内，主要なものについて，どの位艀が往復するかを求めると表K − 6のようになる。

表K − 6　将来の輸送貨物に必要な艀数

品　　名	数　　量	バーヂD.W.T	バージ数/年	バーヂ数/日
紙パルプ (from khemarat to seaport)	1,000,000t	1,500 2,000	667 500	1.8 1.4
石炭 (from seaport to khemarat)	590,000	1,500 2,000	393 295	1.4 0.85
硫安 (from seaport to khemarat)	520,000	1,500 2,000	347 260	0.95 0.7
ソーダ炭 (from savannkhet downstream)	115,000	1,500 2,000	76.5 57.5	0.21 0.61

このように，1,500 t 又は2,000 t のバーヂによって，毎日運ぶとして，紙パルプや石炭の場合はバーヂ2隻を押船1隻で押すようになる。

設計の対象とする標準のバーヂを 1,500 t とし，その寸法を次のようにする。

表K − 7　バーヂとプッシャーの寸法

単位　m

	能　力	長	幅	深	吃　水
バーヂ	1,500トン	60	12	3.2	2.7
プッシャー	1,200 HP	25	7.5	3.6	2.4

1,500 t のバーヂ2隻を縦に繋いで7～8ノットで運航する時の押船は表のようなものが必要である。

2−4　輸　送　費

(1) 比　較　条　件

貨物を外洋航行船で運搬する場合とバーヂライン・システムによる場合を比較する。その比較条件として

i　外洋航行船は3,000 D.W.T とし，押船式バーヂは 1,200 PS. 押船と 1,500 Ton バ

ーヂ２隻の船団とする。

ii　輸送区間はPhnom Penh とKhemarat 間７５０kmとする。

iii　輸送貨物は殆んど全部外国貿易貨物と考え，外洋船はPhnom Penh 港で貨物の積卸をせずに直接日本，香港その他の外国へ行くものとし，バーヂはPhnom Penh 港で貨物を外洋船に積替えるものとする。

(2)　外洋航行船の輸送費

i　往　復　時　間

速力　平均１１.５kt≒２１km／hとする。

運航時間　２×７５０km÷２１km／h＝７１h≒3.0 days

荷役時間　下り貨物3,０００t　上り貨物1,０００t

４,０００t÷1,０００t＝４日

出入港時間その他　　0.７日

総　計　　7.７日

年間航行数　３６５÷7.７≒４７回

ii　運　航　費（１回当り）

燃　料　費　　１９０×３＋３０×４７＝$７１１

潤滑油その他　　２０×7.７　＝　１５４

船　員　給　　２５×5,４００／４７　＝2,８７２

計　　$３,７３７

iii　維持修繕費

0.０６×７１５,０００÷４７＝$９１３

iv　減価償却費

0.９×７１５,０００÷１５÷４７＝$９１２

v　管　理　費

0.３×$３,７３７＝$１,２１１

vi　輸　送　費

１回当り　　計　$６,７７３

１トン当り　６,７７３÷４,０００＝　$1.６９３

(3)　バーヂ輸送

i　往　復　時　間

運航時間　２×７５０／１４＝１０７時間≒4.５日

荷役時間　２×４,５００÷1,０００　＝　９日

出入港その他　　１日

計　　１４.５日

年間運行回数　３６５÷１４.５　＝　２５回

ii 運航費

燃料	160×4.5＋25×10	＝$ 970
潤滑油	15×14.5	＝ 218
船員給	15×3,000÷25	＝ 1,800
	計	$ 2,988

iii 維持修繕費

0.06×550,000÷25＝$ 1,480

iv 減価償却費

(0.9×330,000÷15＋0.9×220,000÷10)÷25

＝$ 1,760

v 管理費

0.4×2,988 ＝$ 1,195

vi プノンペン港の積替費

1.8×4,500 ＝$ 8,100

vii 輸送費

1回当り 計 $ 15,523

1トン当り 15,523÷4,500＝$ 3.45

(4) 年間輸送費

大型船による輸送量は,図K－2に示してあるよう年間3,600,000トンである。従って年間輸送費は次のようになる。

外洋航行船の場合

$ 1.693×3,600,000＝$ 6,095,000

バーヂラインによる場合

$ 3.45×3,600,000＝$ 12,420,000

Table K-8 Bases of Estimation

Item	Ocean-going Freighter	Barge Fleet
Cost of vessel ($)	715,000	550,000 1/
Rated engine horse-power (HP)	2,000	1,200
Average sailing speed (knots)	11.5	7.5
Ditto (km per hour)	21	14
Carrying capacity (tons)	3,000	3,000
Downstream load, average (tons)	3,000 2/	3,000 2/
Upstream load, average (tons)	1,000 2/	1,500 2/
Total load per round trip (tons)	4,000	4,500
Average load coefficient (%)	66.7	75.0
Time for port entry and clearance per round trip (days)	0.7	1.0
Cargo loading or unloading (tons per day)	1,000	1,000
Transhipment cost at Phnom Penh (per ton)	....	1.8 3/
Fuel cost during navigation (per day)	190	160
Ditto for the rest of time (per day)	30	25
Cost of lubrication and others (per day)	20	15
Annual cost of maintenance and repair (per cent of the initial cost)	6.0	6.0
Number of crew	25	15
Average crew wage (per person, per year)	5,400	3,000
Administration expense (per cent of operation cost)	30.0	40.0
Period of depreciation (in years)	15	15 (tug) 10 (barge)
Residual value of vessel (per cent of initial cost)	10.0	10.0

Note: 1/ $110,000 per barge, $330,000 for one pusher.
2/ Assumed from paragraph K-1.
3/ Cargoes that arrive at Phnom Penh port carried by barges may be transhipped directly from the barge into ocean-going vessels, or they will be discharged on shore and afterwards loaded onto an ocean-going vessel. The latter case costs more than the former. But, the cost has been estimated at $1.80 per ton on the average. The same holds to cargoes that arrive carried by ocean-going vessels and are transhipped onto barges.

2－5 工　事　費

外洋航行船とバーヂラインを比較するために，それらの船を通すのに必要な舟航設備費を求めなければならない。

Stung Treng より上流の河状，地形，地質，などの詳細が不明であるので，正確な工事費を求めることは出来ない。

そのため次のような便法をとることにした。

Mekong 河の河口から Thakhek 迄の舟航工事費を求める方法として，この計画書で求めた Sambor の舟航設備費を用いて，各地点の標高差，各ダムの高さなどを考慮に入れて算定することにした。

付属資料－1の表K－5に示してあるように Sambor ダムでは，外洋航行船に対し

＄３９,０００,０００　バーヂラインに対し＄２５,０００,０００の純工事費が必要である。此の工事費をもとにして全航行区間の工事費を求めると次のようになった。

外洋航行船に対する全工事費

１９６,０００,０００＄

バーヂラインシステムに対する全工事費

１３６,０００,０００＄

両案の差　６０,０００,０００＄

Table K-9　Annual Repayment of Construction Cost

(Unit: $)

Period of Repayment	For 196,000,000 for Freighter Transport at Annual Interest of		For 136,000,000 for Barge Transport At Annual Interest of	
	5%	6%	5%	6%
20 Years	15,726,000	17,089,000	10,912,000	11,858,000
30 Years	12,750,000	14,235,000	8,847,000	9,878,000
50 Years	10,736,000	12,434,000	7,450,000	8,628,000

２－６　将来計画に対する輸送方法の選定

輸送費と工事費を比較して，外洋航行船とバーヂラインシステムの何れが有利であるかを検討する。

Table K-10　Comparison of Total Annual Costs

(Unit· $)

Period of Repayment	Annual Interest	Freighter Transport	Barge Transport	Difference
20 Years	5%	21,821,000	23,332,000	1,511,000
	6%	23,184,000	24,278,000	1,094,000
30 Years	5%	18,845,000	21,267,000	2,422,000
	6%	20,330,000	22,298,000	1,968,000
50 Years	5%	16,831,000	19,870,000	3,039,000
	6%	18,529,000	21,048,000	2,519,000

この表に見られるように，外洋航行船の場合は工事費は大であるが，輸送費が安いので，経済的である。また，その他にも，航行時間が少いと云う利点もある。

以上のような比較検討の結果，外洋航行船により輸送する案を採用することにした。