

国連特別基金

カンボディア王国

メコン河下流域調査調整委員会

バタンバン平野水利開発計画

最終報告 [要約・仮訳]

S O G R E A H

1 9 6 3 . 1 0

海外技術協力事業団

109
61.7
KE

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 3. 14	109
登録No. 11145	667 KE

目 次

1	調査経過	1
2	受益面積	1
3	水 源	1
3.01	水文資料	2
3.02	解 析	3
3.03	考 察	7
4	農業開発	9
4.01	受益地域	9
4.02	開発地帯区分	9
4.03	推奨すべき作物	11
4.04	かんがい必要水量の概要	12
5	水利施設	13
5.01	Phum Leao ダム	14
5.02	沖1期ダム計画	15
5.03	沖2期ダム計画	15
5.04	発電設備(略)	19
5.05	附属設備(1)	19
5.06	送電線(1)	19
6	取水ダム	19
6.01	主要構造物	19
6.02	洪水	19
6.03	事業費	20

JICA LIBRARY



1048222[2]

7	かんがいの排水組織計画	20
7.01	排水組織計画	20
7.02	かんがいの計画	23
7.03	事業費	27
8	総事業費	29
9	効果	31
9.01	かんがいの部門	31
9.02	発電部門	32
9.03	費用表分け	39

- ・地域総面積 $19,000 \text{ km}^2$
- ・河川 *Stung Sangker*
- ・取水施設 *Kantu dam* (バツタンバン市上流 25 km)
- ・貯水池 *Phum Leao dam*

最終報告は、次の各部から構成されている。

- (1) 第1部 序論、技術的開発事業、経済評価
- (2) 第2部 図面
- (3) 第3部 附録
 - { 水文資料
 - { 地質関係資料
 - { 農業関係 "

1 調査経過

- かんがい組織の最初の調査は 1935 ~ 1940 に行われ、これは *Banan network* といわれた。
- 日本政府調査団による *Mekong* 河主要支流調査 (1959 ~ 1961) の結果、この地域は開発順位の高い重要な支流として指摘された。

2 受益面積

かんがい排水計画の受益対象面積は、 $80,000 \text{ ha}$

3 水源

- 水位流量観測のデータから水位流量曲線を次の地奥において作成した。(Banan, Treng, Sre Punlu)
- 雨量観測の結果は、月別、年別、雨量強度に分けて整理した。また Treng, Battambang の総合気象観測所では蒸発量、気温変化、湿度、風、等について観測した。

3.02 データの解析

これは次の3ヶ所について行なった。

- ① Sre Punlu (St. Sangker 上流)
標高 119.2 m 流域面積 463 km²
- ② Treng (St. Sangker と左主支流の St. Kranhông の合流点下流)
標高 33.03 m 流域面積 2,135 km²
- ③ Banan (St. Sangker が Battambang 平野に入る地奥の直上流で Battambang 市から 22 km 上流)
標高 9.10 m 流域面積 2,840 km²

- 上記について 1962 年の 7 月雨量及び年間総雨量と流出量との関係をみた。その結果による各地奥の平均流出率は次の通りであった。

Sre Punlu	54%	} 年平均流出率
Treng	35%	
Banan	28%	

- 構造物の設計にあたって考慮すべき洪水の流出率については上記の値とは別に考えねばならない。構造物設計のためには

安全をみて流出率を85%とみるのがよいと思う。(65%
~90%の間)

- Sre Punku と Treng のデータはそれぞれ Banam のデータと関連づけた。

流況表

Banam

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
平均流入量 ^{10⁶} m ³	18	11	10	12	54	104	390	566	489	501	88	37	2280
平均流量 m ³ /s	6.7	4.5	3.7	4.6	20.1	40.1	165.6	211.3	188.6	188	33.9	13.8	72.3

渴水流量は(4月に現われる) 2.9 m³/s

最大洪水流量記録 1,900 m³/s (1952)

洪水期 8~10月

1960.10月の洪水量(推定)は 1,420 m³/s

Treng

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
平均流入量 ^{10⁶} m ³	18.7	12.1	9.9	12.1	59.3	102.3	427.9	614.9	536.8	548.9	95.7	39.6	2478
平均流量 m ³ /s	7	5	3.7	4.7	22.1	39.4	159.7	229.5	207	204.9	36.9	14.8	78.6

渴水量 (一般に4月) 2.8 m³/s

最大洪水量記録 2,300 m³/s (1952)

洪水期 8~10月

1962.8.5の洪水量 1,476 m³/s

Sre Punlu

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
平均流入量 ^{10⁶ m³} 非常に 少ない					18.6	43.9	20.9	31.3	271.8	278.1	38	6.4	1180
平均流量 ^{m³/s}	0	0	0	0	7	17	78	116.5	102.5	104	14.6	3.2	37.4

渴水量 $1 \text{ m}^3/\text{s}$
 1962, 8. 11の洪水記録 $1.150 \text{ m}^3/\text{s}$

頻度は Banan のデータが 6ヶ年の記録しかないので 10年
 の頻度曲線しか出来なかつた (これは農業用水及び発電用水に
 対する資料としてのものである) 頻度 0.9 の基準年における前
 記 3 地点での総流出量は

Banan. $1440 \times 10^6 \text{ m}^3$
 Treng $1580 \times 10^6 \text{ m}^3$
 Sre Punlu $795 \times 10^6 \text{ m}^3$

確率最大洪水流量は次の通り。

Recurrence T (years)	Characteristic flood discharge (m^3/s)		
	Sre Punlu	Treng	Banan
1	860	1100	600
10	1450	1850	1350
40	1750*	2300*	1700
50	1900	2400	1800*
100	2050	2600	1950
500	2500	3200	2400
1,000	2650	3300	2500

* 1952年洪水

Treng で記録された洪水曲線は大洪水のハイドログラフをつくるのに利用した。そしてこれを外挿して 1,000年洪水のピークを求めたのである。またこれに相当する流出量も求めたが、それは、

Sri Purlu	$340 \times 10^6 \text{ m}^3$
Treng	$645 \times \text{ ''}$
Banan	$584 \times \text{ ''}$

◦ Banan における流量は年平均で明かに Treng より少いということを示している流域面積を勘案するとこの間で約10%が失われていることとなる。

これまで検討したことから St. Sangker の流況の特性は次のようである。

	Sri Purlu	Treng	Banan
流域面積 (km ²)	463	2,135	2840
年平均流出量 (67年の算術平均) 10 ⁶ M ³	1,180	2,480	2,280
全上を年間均等にした場合の流量 m ³ /s	37.4	78.6	72.4
全上単位流量 l/s/km ²	80.8	36.8	25.4
1,000年確率洪水流量 m ³ /s	2,650	3,300	2,500
全上単位流量 l/s/km ²	5,730	1,550	880

この節の末尾に Treng における蒸発量について記述した。これは Phum Leace 貯水池の広大な水面からの蒸発損失

を推定するものであつて、この地域の年平均蒸発量は 900mm であつた。これは *Battambang* で観測された年平均蒸発量 $1,100\text{mm}$ と比較すると興味がある。

3.03 考察

この節では水文調査の結果について考察し、更に今後行うべき調査について言及している。SOGREAH によって行われた測水及び気象調査は (1961~62)、この計画の構造物の設計に必要な *St. Sangker* の特色をあきらかにしたものであつた。

3.031 構造物予定地域における最大洪水量の推定

この結果は、1960年に日本調査団が示したものでより大きいものとなつた。

3.032 降雨による主要支川からの流出

この地域の降雨条件は *St. Sangker* 上流域及び *St. Kranhaung* におけるそれとははつきりと異つている。

表面流出に対する上流地域の降雨の影響は現地調査を行うまではよく分らなかつた。*St. Kranhaung* の上流域は *Sre Punlu* と同様 *Treng* における流出量の50%を受け持つ、これが洪水期には80%となる。(*Sre Punlu* 流域の大きさは *Treng* 流域の22%しかないにもかかわらず)、また *St. Sangker* 上流域は *St. Kra-*

nhaung よりも多くの降雨がある。

3.033 *St. Sangker* の *Treng* 上流地域は森林が非常に密であるので降雨の保持能力が高い。この流域の水文学的慣性は表面流出の自然的な調節を行っており、水文的に高い効率をもっている。

3.034 この自然調節のため流出によつて運搬沈積する土砂については計画貯水池について特にこのための考慮をする必要がないと思われる。しかし、もっと重要なことはモンスーン期に洪水や葉が流れて来ることである。

3.035 現地調査の結果でもっとも注目すべきことは *Treng* 下流における損失流量の発見であつた。*Treng* と *Banan* における流量損失の概略はこの二つの地帯における流量観測の結果から推定された。*Sogrea*氏がこの地域で行つた水文調査は現在の計画の段階では満足すべきものであつたが、将来のカンボジア政府の手による運営のためにはまだ多くの測水、気象等の調査が必要である。そこで現在の観測所を少くも今後数年維持運営してゆくことが望ましい。

4. 農業開発

地域総面積は 80,000 ha, この 4/5 即ち 64,000 ha が
かんがい対象、残り 12,000 ha は不生産地で丘陵、道路、村巷、
用排水路である。

4.01 受益地は土じよう調査の結果ノタイプに分類された。

この中で唯ひとつだけが耕作不可能でその面積は 180 ha で
ある。

他の土じようの肥沃度はある場合には非常に低いが、ミネ
ラル含有量の少ない土じようを除いては耕作には十分適する。

この地域は現在の土地利用の観念からみれば 6 つに分類で
きる。それは非常によく手入れされたメコン河の自然堤防上
の農地から未開発の草地まで、カンボク林や生産性の低い水
田を含んで色々と変化している。この計画の対象地域におい
ては土地の 90% が水田であつて、これがこの地域の農業形
態を支配している。

稲作では直播が約 85%、移植が約 15%、

平均収量は 1,500 kg/ha

4.02 開発地帯区分

かんがい効果と土じようの基礎的な性質との両者からこ
の地域の開発目標として農業的には次の 5 地帯に分けられる。

- ① A 地帯 これは野菜園と果樹園でかんがいを行えばトウ
モロコシ、緑豆、市場作物、その他乾期作物の

生産が可能となり甘蔗やバナナの品種改良も加わる。この地帯は地域内で最良の土地で面積は全体の11%である。

- ② B地帯 この地帯も亦野菜園や果樹園に利用されている。しかし、この地帯の土じよう組織と固い盤の存在の故に排水を必要とする。なお面積は全体の4%である。
- ③ C地帯 この地帯は現在米作に利用され、また乾期の向作も行われている。この地帯は牧場として利用し、或は米以外のものを作るとすれば排水を必要とする。改良された農業技術を導入することによってこの土地の収収量を h_a 当り $4000kg$ に増加させることができる。この地帯の面積は全体の53%である。
- ④ D地帯 この地帯は現在米作が行われているがその生産を増加させようとするれば排水が必要となる。というよりこの地域の開発は排水が根本である。開発が行われれば改良された農業技術の導入と相まってこの地帯では収 h_a 当り $2000kg$ の生産が可能となるであろう。この地帯の面積は全体の31%である。
- ⑤ E地帯 この地帯は開発価値のあまりない所で面積は僅かである。

4.03 推奨すべき作物

この地域の条件からして開発の才ノ次段階における作物はやはり米であろう。これはかんがいを行う米作である。次に各作物についてのべる。

- ・米
 - ・商作用作物
 - ・市場作物
 - ・タバコ
- } 原文読み難い。(p 9)
- ・果樹 果樹は河岸の自然堤防上に開発すべきで、特に植付後の当初数年間のかんがいは極めて重要である。
 - ・甘蔗 この地域における甘蔗栽培の発達は一にこの地域に砂糖精製工場が設置されるか否かにかかっている。そして2,000~3,000 ha が甘蔗栽培可能である。甘蔗畑として使用する土地については周到な準備と十分な研究が必要である。
 - ・牧草及び畜産 蔗葉と畜産と併存した開発方式については研究する必要がある。
 - ・綿 この作物は *Battambang* 地域の黒土地帯が適地と考えられているが、この黒土地帯は、計画対象外にある。この地帯で米の代わりに綿の作付を考えるならば排水と土じょうの下ごしらえをやればこれが可能である。

、その他の作物 芥 / 次級階の排水が行われれば、ジュー
ト、ケナフ、ヒマが栽培可能である。

最後にもっとも重要な点は、かんがい地域におけるもっとも
適した耕作と輪作の条件とを経験的に発展させることの必要
性とこの地域のすべての農民に対する十分な技術指導の必要
性である。

4.04 かんがい必要水量の概要

必要水量を定めるにあたって次の4つの前提条件が考えら
れる。

○水田に対するかんがい方法を定める条件

- 前提条件 I : 水稲の直播及び移植の比率は現状のまま
とする。即ち 直播 85% 移植 15%。
" II : 水稲全部を移植にする。

○水田、野菜畑、果樹園及び幹季の間作物に対するかんがい
方法を定める条件

前提条件 III : 農耕技術は現在の水準とする。

" IV : 改良された技術が導入される。

上記4つの前提条件の場合における必要水量は次表の通り。

(100万³)

	頻度	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Yearly
I	5/10	0	0	0	12.5	36	60.5	37	20.5	0	0	30.0	61.5	259.0
	2/10	0	0	0	12.5	44	72.5	51.5	27.5	0	3.5	62	61.5	335.0
	1/10	0	0	0	14.0	47	78.5	62.5	34.0	0	36.0	78.5	61.5	412.0
II	5/10	0	0	0	1	2.5	64	53.5	53.5	0	0	30.0	61.5	266.0
	2/10	0	0	0	2	3	70.5	44	62	0	3.5	62	61.5	328.5
	1/10	0	0	0	2	3.5	70.0	71.5	71.5	0	36	78.5	61.5	396.5
III	5/10	28.5	32.0	30.5	29.0	36.0	60.5	37	20.5	0	0	30.5	75.5	384.0
	2/10	28.5	32.0	38	41.5	47.0	76.0	51.5	27.5	0	4	72	75.5	493.5
	1/10	28.5	32.0	38	49.0	52.0	83.5	65.0	35.5	0	42.5	91.0	75.5	591.5
IV	5/10	71	89.5	80.5	44.5	2.5	64	53.5	53.5	0	0	34.5	75.5	569
	2/10	71	89.5	99	75.5	6	73.5	64	62	0	4	72	75.5	692
	1/10	71	89.5	99	90.5	6.5	78	74	73	0	42.5	91	75.5	762.5

降水量と流出量との関係が中々つかめない現状からして上表の 2/10 に当る水量が常態での必要かんがい用水量として適当であろう。

5 水利施設

- この章は水利施設についての検討を述べてある。
- Battambang 河多目的開発計画には次の施設が含まれる。

- ① Phum Leas 貯水ダム。
- ② 全上ダムに附設される水力発電所

- ⑤ Kantu 取水ダム及び取水口
- ⑥ Battambang 平野用排水組織

5.01 Phum Leao ダム

- Phum Leao ダムのダムサイトは St. Sangker と右岸からの支川 St. Kranlaung の合流点下流 4 km である。
- ・ダムの右岸は Phnom Kompor Bang Sangker で左岸は Phnom Takian である。

○貯水量 $1,250 \times 10^6 m^3$ に相当する水位は 77 m

- Treng 観測所における St. Sangker の水文特性 (平年)

は次表の通り (3.02 の流況表と同一につき省略)

実質的な水利施設の配置をきめる調査は Phum Leao 地区の 375 km² について行った。

これは主として次の作業を行った。

- ・ 4 万分の 1 航空写真による写真地質調査
- ・ ボーリング深、長 600 m、不攪乱試料 15ヶ、透水テスト 52ヶ所
- ・ 電探線延長 30 km

- ダムの高さの決定については次の二案が考えられた。

- 60,000 ha のかんがいと 10,000 kW の水力発電のためにはダム天端標高 73.5 (貯水位は 70.5)
- ・ 地形的、水文的条件を完全に利用するならばダム天端標高は 80 (貯水位 77)

メコン委員会のコンサルタントの意見により地域の開発

の進捗段階に応じてダムは二期に分けて建設することとした。

5.02 第一期ダム計画

ダム天端標高 170 (貯水位 67, 貯水量 $390 \times 10^6 m^3$)
で次の二案がある。

- ・放水量の 75% をかんがいに使用する。この場合は前述前提条件 2 の場合の水量 (4.04 の表参照) となり、発電の最大出力は 5,000 kW 又は、
- ・全放水量を前提条件 3 で使用し、発電の最大出力は 5000 kW。

貯水池の運営に関する検討は 10 年に 1 度の渇水年を対象とした、計算は月単位で行い 1/1 月 1 日に満水しているものとした。また次のような条件を入れた。

- ・かんがい用水は Plum Leao ダムと Kantu ダムの間での損失 10% を加算。
- ・発電出力の保証のために必要な水量 (以下 P.14 原文不詳)

5.03 第二期ダム計画

第二期計画でダムの天端標高 80, 貯水位 77, 貯水量 $1.250 \times 10^6 m^3$ 。

河川平水量 $78.6 m^3/s$, 平均落差 30.5 m (上流水位 61~77 m, 下流水位 36~37 m) であるから平均可能発電力は

次のようになる。

$$P \times 78.6 \times 30.5 = 19,000 \text{ kW}$$

○平水年においては、この発電所はかんがいに支障を与えることなく発電を続けることができる。1/月1日にダムは満水しており、平均出力19,000 kWを維持するよう発電をつづける。7月から水が多くなって来るが、これは消費の増加と見合って発電力を増大してゆくのに利用できる。

これらの諸条件を次表に示す。

月	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
月始における水位	77	76.5	75.5	73.75	72	70	67.5	64.75	61	66	70.5	73.75
落差 H (m)	40	39.5	38.5	36.75	35	33	30.5	27.75	24	29	33.5	36.75
放水量 10^6 m^3	156	158	162	169	178	189	204	225	260	296	247	234
流入量 10^6 m^3	96	39	19	12	10	12	59	102	428	615	537	549
貯溜量 10^6 m^3	-60	-119	-143	-157	-168	-177	-185	-123	+168	+319	+290	+315
月終における貯水量 10^6 m^3	1190	1071	928	771	603	426	281	158	326	645	935	1250
平均出力 MW	19	19	19	19	19	19	19	19	19	25.6	25.2	26.2

○10年に1回の満水年においては貯水量はまずカ-に平水年と同じ型で使用する。年間の降雨が少ない場合7月から発電量を減じてダムの貯水をはかる。この場合の貯水池の運営は次表の通り。

月	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
月初における水位	77	76.5	75.5	73.75	72	70	67.5	64.75	61	66	70.5	73.75
落差 H (m)	40	39.5	38.5	36.75	35	33	30.5	27.75	24	29	33.5	36.75
放水量 10^6 m^3	120	144	155	165	174	165	181	188	102	71	50	45
流入量 10^6 m^3	60	25	12	8	6	8	36	65	270	390	340	360
貯水量 10^6 m^3	-60	-119	-143	-157	-168	-177	-145	-123	148	319	290	315
月初における貯水量 10^6 m^3	1190	1071	928	751	603	426	281	158	326	645	935	1250
平均出力 (MW)	14.6	17.3	18.2	18.5	18.5	18.6	18.8	15.9	7.45	6.3	5.1	5.05

上の表から平均発電力は渇水年の貯水期は5,000 KWに低下することが分る。

火力電源からの補給なくして販売可能の電力量は全年で最低次の値である。

$$5,000 \times 8,760 = 43,8 \text{ GWH} = (\text{GWH} = 10^6 \text{ KW})$$

8,760 : 年間の時間数

この値は利用可能エネルギーの1/4にしかすぎず、この数字では出力20,000 KW程度の火力発電所の設置の必要を示している。

これら2種の発電所の組合せは次のような水理条件によって変る。

- ・渇水期 : 火力をベースとして水力はピークを受持つ。
- ・平水年以上 : 上記の逆

このような検討のためには正常の負荷曲線を使うのが便利で

ある。(この場合 平均出力/ピーク出力 = 0.6).

最大出力は次の式が与えられる.

$$P = 40,000 \text{ KW for } P_x = 20,000 \text{ KW}$$

P_x は火力出力

$$\text{月出力合計 (火力+水力)} = 0.6 \times 40,000 \times \frac{8.760}{12} = 17.5 \text{ GWH}$$

この場合の年発生電力量は

$$0.6 \times 40,000 \times 8.760 = 210 \text{ GWH}$$

○この値は満水年には前表の最下段の数字に $\frac{8.760}{12}$ を乗じて求められる.

$$162.3 \times \frac{8.760}{12} = 118 \text{ GWH}$$

○平水年においては水力施設はベース出力とし、火力施設はピーク用とする。負荷曲線からみると 31,500 KW の設備で水力、火力合計の 93% を水力とすると

$$0.93 \times 17.5 = 16.3 \text{ GWH}$$

8月~10月は水力の能力を十分に発揮できる月である.

そこで

・ 11月~2月	$19,000 \times \frac{9}{12} \times 8.760 = 125 \text{ GWH}$
・ 8月~10月	$16.3 \times 3 = 49 \text{ "}$
	計 174 GWH

開発の各段階における発生可能電力量は次の通り.

	設備出力 (KW)	追加火力出力 (KW)	保証発生電力 (水力+火力) (KW)	水力発生電力量 (GWH)	摘要
第1期	5,000	0	5,000	25	平年 (確率0.9)
第2期	31,500	20,000	40,000	118 174	満水年 平水年

- 5.04 発電設備 (省略)
- 5.05 附属設備 (〃)
- 5.06 送電線 (〃)

6 取水ダム (かんがい用水の供給)

ダムサイトの候補地としては次の2ヶ所を考えた。

- ・ Banan の部落の近く。
- ・ Kantu の近くで上流数km

両者の優劣は地質調査の結果 Kantu の方が安いことが分かった。

6.01 主要構造物

- ① ダム : 長さ 16m, 高さ 9.5m
- ② 取水量 左岸 $15 \text{ m}^3/\text{s}$, 右岸 $29.5 \text{ m}^3/\text{s}$
- ③ 附属設備: 塵介除去装置 (trash racks), 止水門, 下流定水位止水門。
 - コンクリートダムの天端は 2.5m
 - ゲートは二つの部分からなり、低位部はシルトのフラッシュ用、上部は比上水位の調節用 (流量 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の略)
 - 洪水期には更に両側のゲートをあける。

6.02 洪水

1,000年確率洪水 (Banan地区) は $2,500 \text{ m}^3/\text{s}$ と計算されることから Phum Leao ダムで洪水ピークを Treng

の下流で $2,000 \text{ m}^3/\text{s}$ に低下させる。

そこで Kantu ダムでは Phum Leao ダム完成前に分水可能とするためには洪水を $2,500 \text{ m}^3/\text{s}$ としなければならぬ。この場合

$Q = 2,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 下流水位 22.5, 上流水位 23.5

$Q = 2,500 \text{ m}^3/\text{s}$ 下流水位 23.5, 上流水位 24.5

この結果、右岸には築堤が必要となる。

6.03 事業費

	外貨 (U.S. \$)	現地通貨 (U.S. \$ 換算)
ダム本体工事費	1,900,000	1,500,000
附属設備費	900,000	320,000
取付及び右岸囲堤工事費	200,000	80,000
計	3,000,000	1,900,000

7 かんがいの排水組織

7.01 排水組織

○ 中ノ地区には次のような目的をもった排水組織を建設する。

- ① 上流からの流出水に対してこの地域を防御する。
- ② トンレサツブ下流において庄ずると予想される水位上昇に対して地域を防御する。
- ③ 地域内の降雨による過剰水を排除する。

○ 計画地域に關係する流域面積

流域は7ヶに分けられその6ヶは左岸大体 3.0 km^2 。3ヶは

右岸大抵 200 Km^2 以上。

このほか O. Taky の流域 400 Km^2 も重要である。

○雨量強度とその分布図は Battambang と Pailin における
長期の記録から求めた。流出係数は水文学的研究の結果 0.85
を採用した。

○洪水流量の決定は流域面積を勘案して次のようにした。

① 左岸の 6 流域分の設計洪水量

流域	Ⅳ + Ⅴ	$20 \text{ m}^3/\text{s}$
、	Ⅵ + Ⅴ + Ⅳ	190 "
、	Ⅶ + Ⅴ + Ⅳ + Ⅲ	220 "
、	Ⅷ + Ⅴ + Ⅳ + Ⅲ + Ⅱ	230 "
、	Ⅷ + Ⅴ + Ⅳ + Ⅲ + Ⅱ + Ⅰ	240 "

② 右岸の 3 流域分の設計洪水量

流域	Ⅷ + Ⅷ	$300 \text{ m}^3/\text{s}$
、	Ⅸ	200 "

これに O. Taky 流域を加えると $328 \text{ m}^3/\text{s}$

○単位排水量は次の通り (6 日間連続降雨、米作を前提)

2,000 ha まで	5 l/s/ha
2,000 ~ 5,000 ha	4.5 "
5,000 ~ 10,000 ha	" "

○トンレサップの水位変化に対して計画地域を防御するための
検討も必要である。この地域で得た情報によれば Phnom
Penh から Battambang に通ずる国道 (No. 5) を越える
ような洪水は今迄発生したことがないということである。

現在グラントラック（大湖）で行われている水理調査は未だ明確な結論を出していないが トンレサップの洪水に対して地域を防御する必要のあることは明かである。この場合国道5号線は堤防として利用出来る。そして標高10m以下の土地には（この標高は現在迄の最大洪水位である）フラップゲートをつける必要がある、さらに幹線排水路は必要な高さまで下流から築堤する必要がある。地区内の2次排水路の幹線排水路への出口にはフラップゲートをつける。またポンプ排水は滞水が長引くような地域には必要である。

- この地域の排水組織は1次及び2次の排水網からなる。
 - ① 1次排水網は地区外からの水を流下させるための幹線排水路とかんがい区域からの水を集める地区内排水路とからなる。
 - ② St. Sangker 左岸沿いの水路（C.P.O）は流域IからIVまでの排水を集めこれを計画地域の下流でO Taky に放流する。この排水路の断面は $80 \text{ m}^3/\text{s}$ から次第に増大して $240 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。
 - ③ 右岸沿いの排水路 CP7, CP8 は流域VII, VIII, IXの水を集水する。
 - ④ 次の排水路はかんがい地域内だけの排水を行うものである。

St. Sangker 左岸 排水路	CP1, CS11, CS12,
	CP2
右岸	CP3, CP4, CP5,

CS5, CP6, CP7, CP8

- ⑤ 支線排水路の単位排水量は $5\text{ l/s/ha} \sim 4\text{ l/s/ha}$ とした。
- ⑥ 水路断面の計算は次の公式によった。

Strickler の公式 $Q = k S R^{2/3} I^{1/2}$
k: 粗度係数 30 (注 $n = 0.033$)

・幹線水路以外の支線水路については縦断面図は作成してない。

標準断面は 2 km おきに作成した。二次支線排水路の間隔は $1,200\text{ m}$ おきとしたが、これは単位排水量 5 l/s/ha を基準としたものである。

- この節の末尾は必要な各種構造物について述べてある。これは排水路の河川又は幹線への流入工、道路、橋、かんがい用水路横断工、などである。

7.02 かんがい計画

- かんがいに必要な水は Plum Leo ダムに貯水され、Kantu 取水ダムでかんがい組織に分水される、そして水路網を至て耕地に供給される。
- 水路はコストを安くするためこの地域の土壌が良好なのでライニングはしない。
水路の流速は約 1 m/s とした。
- かんがい面積は地理的な面積の 5% で、すなわち $68,000$

らである。

- 用水量については検討の結果、最大必要水量は3月において $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。

(前述条件 IV の改良された技術の導入を前提、4.04 の表参照)

- 用水路網における損失を考慮してかんがい効率は 0.8 とした、

- 3月における $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ の水量は取入口において大体 $45 \text{ m}^3/\text{s}$ に相当する。

すなわち計算上は連続流として 0.70 l/s/ha の単位水量である。

- 湛水かんがいは、水田に対する方式で *furrow irrigation* は他の作物に対する方式とした、

- 用水の供給は作物の必要水量の変化に伴ってその水量を変えてゆくが、その調節は上流でやった方が下流でやるよりも経済的である。

- St. Sangker の右岸に $29.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 、左岸に $15 \text{ m}^3/\text{s}$ 分水する。

- 分水ダム地奥で左岸に分水する G 水路の取入口では水位を一定に維持する。

流量調節施設はこの水路の下流に設ける。

水路 G の延長は $5,800 \text{ m}$ で、2つの支流に分れている。

(G1, G2)

それぞれは *baffle* 型の分水工で調節されている。この

調節水門を部分的或は完全に閉じるとG水路の水位は上昇し、流入水量が下流の必要水量に見合うよう取水門が調節される。

○右岸の取入れは左岸と同様に二つのゲートで調節される。

幹線水路Dは延長3,900 m, 水路D₁はDから分岐し、

D水路の末端で水路D₂, D₃が分岐する。

○各かんがい区に対しては1次、2次、3次という水路網で給水する。

○左岸地区の水路Cの流量は上流端で7.2 m³/sである。

この水路は数km下流で2.3 m³/sをC_{1A}水路に分流する。

・水路C₂は流量8.3 m³/sで、St. Sangkerに沿って流下し(延長約10km)、右岸の低地部に給水する。

○右岸のD₁水路は流量12.3 m³/sで南方及び南東方に向い、鉄道を横断した後、D_{1A}(5.3 m³/s)とD_{1B}(3.3 m³/s)の二つの幹線水路に分れる。

・D₂水路はD水路の末端から分岐するが、右岸地区のおおむね中心部を通り流量は10³/sである。

・D₃水路はDの末端に始まりSt. Sangkerに沿う、分岐点の流量は7.2 m³/sで8km地点でD_{3A}を分岐し流量は4.6 m³/sである。

○1次支線用水路は前述の排水溝で分割された各かんがい区に給水する。(この用水路は排水路に沿ったり或は横断

したりする)、平均間隔は1,200mである。

○幹線水路の標準断面図及び縦断面図は別に示す。

- ・第2次以下の水路については縦断面図は作成しない(排水の場合と同じ)。横断面は2kmおきに作成。計算は次の *Strickler* の公式を使った。

$$Q = K S R^{2/3} I^{1/2}$$

$$K = 35$$

○水路には上流定水位ゲートを備え有効調節を行う。幹線水路に設置するゲートは支線水路の分流点における水位を一様に維持する。

○“*Duckbill*”型の虹は2次、3次水路において自動ゲートの代りに用いられる。

- 流量は *baffle* 型分水工によつてある水位変動の市以内ならば上流水位の変動如何に拘らず一定に調節される。また非常用の余水吐は 1000 *ha* ごとに設ける。
- 各種構造物標準図（流量調節構造物、水路附帯構造物、鉄道等横断水路工（排水 C、P7、水路 D、国道 5 号、水路 C）は別に示した。
- この節の末尾において圃場段階における開発について検討した。
 - ① 幹線水路 DIA によつてかんがいされる 2,000 *ha* は、350 *ha* ごとの区域に分割され、これらはまたそれぞれ二次水路でかんがいされ、40 *ha* ごとの "quarters" に分割される。
 - ② *quarters* は 3 次水路でかんがいはするが或は田越しかんがいによる。
 - ③ 用・排水路に附帯して車道、歩道が水路管理用として必要である。

7.03 事業費

事業費は U.S. \$ で外貨と現地通貨に分けた。

為替レートは 1 U.S. \$ = 35 リエルとした。

事業費の積算はかんがい排水組織について行つたが、これは圃場段階における費用をみた。即ち、3 次、4 次水路の建設を主とするものである。さらに管理用道路延べ 300 km も含まれている。

以上に開する総事業費は次の通り。

項 目	外 貨 (U.S. \$)	現地通貨 (U.S.\$換算)	合 計
排 水	4,000,000	16,000,000	20,000,000
かんがい	4,900,000	6,200,000	11,100,000
耕地整備	-	6,000,000	6,000,000
道 路	-	1,500,000	1,500,000
小 計	8,900,000	29,700,000	38,600,000
予 備 費	400,000	1,000,000	1,400,000
計	9,300,000	30,700,000	40,000,000
		リエル 1,074,500,000	

8. 総事業費

開発は次の段階に分けて行われるものとする。

		外貨 (U.S. \$)	現地通貨 (U.S. \$換算)
Stage I	Phum Leao ダム及び発電所	20,500,000	12,500,000
	Kantun ダム	3,000,000	1,900,000
	送電線	450,000	350,000
	かんがい排水組織	9,300,000	30,700,000
	計	33,250,000	45,450,000
			(1,590,750,000 ^{バー})
Stage II	Phum Leao ダム高上げ及び最終発電設備	11,500,000	4,850,000
			(169,750,000 ^{バー})

発電及びかんがい部門の費用の分担は次の通り

		外貨 (U.S. \$)	現地通貨 (U.S. \$換算)
Stage I	かんがい	24,500,000	40,275,000
	発電	8,750,000	5,175,000
	計	33,250,000	45,450,000
Stage II	発電	11,500,000	4,850,000

年間の維持管理費等の費用には次のものを含む。

- ・年賦償還手数料（年利3%、50年償還）
- ・維持補修費
- ・管理運営費

これらの年間の全費は下表の通り。

			計
償還額(年利3% 50年)	かんがい	\$ 2,518,000	\$ 3,059,000
	発電	\$ 541,000	
維持補修費	かんがい	\$ 388,000	\$ 482,000
	発電	\$ 94,000	
管理運営費	かんがい	\$ 261,000	\$ 301,000
	発電	\$ 40,000	
年全費計		—	\$ 3,842,000
部門別計	かんがい	\$ 3,167,000	\$ 3,842,000
	発電	\$ 675,000	

9. 効 果

9.01 かんがい部門

この節では次のような工程で進められる開発計画とかんがいの関連について述べた。

Phum Leao ダムの建設	4年
Kantu	2年
地区内水路等工事	10年

予備調査報告においては、現在のこの地域の粗収入は（農業及び畜産） 180×10^6 リエルと見積られている。これは前提条件IVの段階では 710×10^6 リエルとなる。即ち 530×10^6 リエル（U.S. \$ 15,140,000）の増加である。

・各地区がすべて完全な状態に開発されるのには20年以上を要する。としかく全般に効果が上るようになるには10年+20年かかるとみてよい。

・望ましい開発の工程は別表に示す通りであるが、次のことに留意してもらいたい。

- ① 管理、運営、維持補修等の費用は最初の10ヶ年間、地域の開発が進むにつれて増加してゆく。
- ② 償還金の支払は11年目から始める。この時までには地域全体が大体開発され効果が発生し始める。
- ③ 当初の3年間は若干のロスが生ずる。このロスは6年目までは分らないと思われる。
- ④ 年々の利益は才4年目から着実に増加してゆく。それは30年後には 11,973,000 U.S. \$ (420×10^6 リエル)

に達し、60年後には14,470,000 U.S.\$ (5×10^6 リエル) に達する。

9.02 発電部門

この節は発電に関する記述である。

Battambang における電力消費の型は、平均年8%の割合で増加している(1957~1962)、しかし1962年における電力総販売量は僅か1,700,000 KWH (1.7 GWH) にしかすぎない。

現在の電力販売価格は15~20セント/KWHで消費者の種別によつて異つている。この価格の低下は実質的に消費を増加させることとなるであろう。農業に隣接した工業の創設は電力生産の過剰を吸収する意味で考慮されるべきである。

かんがい計画の効果

年次	開墾面積の計 %	年間増加額 (U.S. \$)	年償還額 (U.S. \$)	管理運営費 (U.S. \$)	維持補修費 (U.S. \$)	年経費計 (U.S. \$)	年利益 (U.S. \$)	利益累計 (U.S. \$)
1	10	0		54,000	94,000	148,000	-148,000	-148,000
2	20	76,000		77,000	181,000	258,000	-182,000	-330,000
3	30	227,000		100,000	267,000	367,000	-142,000	-472,000
4	40	454,000		123,000	303,000	426,000	+ 28,000	-444,000
5	50	758,000		147,000	328,000	475,000	+ 283,000	-161,000
6	60	1,140,000		170,000	350,000	520,000	620,000	+ 459,000
7	70	1,590,000		193,000	362,000	555,000	1,035,000	1,494,000
8	80	2,120,000		216,000	372,000	588,000	1,532,000	3,026,000
9	90	2,720,000		238,000	382,000	620,000	2,100,000	5,126,000
10	100	3,407,000		261,000	388,000	649,000	2,758,000	7,884,000
11		4,160,000	2,518,000	261,000	388,000	3,167,000	993,000	8,877,000
12		4,920,000	2,518,000	261,000	388,000	3,167,000	1,753,000	10,630,000
13		5,660,000	2,518,000	261,000	388,000	3,167,000	2,493,000	13,123,000
14		6,420,000	2,518,000	261,000	388,000	3,167,000	3,253,000	16,376,000
30		15,140,000	2,518,000	261,000	388,000	3,167,000	11,973,000	15,900,000
50		15,140,000	2,518,000	261,000	388,000	3,167,000	11,973,000	398,464,000
60		15,140,000	2,518,000	261,000	388,000	3,167,000	11,973,000	637,924,000

(例えば、綿紡績、砂糖精製、缶詰加工等)

これらのうち、二つの工場を組合せることによつて、20年向における兩階段の電力生産量(25 GWH)を吸収することができよう。

○現在の電力生産コストは下記の通り(KWH)

2,044 リエル (5.84 セント)-----プノンペン

3,677 " (10.5 ")-----バタンバン

プノンペンにおける近代的な火力発電所では上記のコストを3セント/KWH まで下げることが出来る。しかし

Battambang では燃料を外部から輸送しなければならないので4セント/KWH が望み得る最低価格であろう。

○ *Phum Leao* 発電所では10年に1度の渇水年で25 GWHの電力を供給することが可能である。この電力量はコストを2.7セント/KWH に低下させることによつて20年後には吸収可能である。

○ 兩階段の2段階は *St. Sangker* の包蔵水力資源からみて大いに強調されるべきものである。しかしながら、これには *Battambang* と *Phnom Penh* の向の送電線の建設が必要となる(20ヶ年の向に)、もし電力総生産量(170 GWH)が全部利用されるならば KWH 当りの費用は1.25セント(0.44 リエル)となり、これに見合うダムの高上げも可能である。

○ 一/兩階段に対する吾々の意見は電力を当初はKWH当り、10セント(3.5 リエル)で売ることである。(この

価格は相当高いものであるが現在の電力料金に比べれば、約50%である。) として20ヶ年の中に漸減して5セント/kWHまでにする。この段階でダムを嵩上げをするかどうか決めることとする。

- 次の表にあげた吾々の開発計画では消費者に売られる電力価格は利益の減少以上に安くなってゆくのである。
- この計画のバランスをとるためには売電単価は8.5セント/kWH以下には下げ得ない。しかし20ヶ年の間に効率を上げながら3セント/kWHまで下げうる。

発電計画の効果

年	電力販売量 (GWH)	電力料金 セント/KWH	収入 U.S. 円	償還費 U.S. 円	維持補修費 U.S. 円	年経費 U.S. 円	利益 U.S. 円	利益累計 U.S. 円
5	2.7	10	270,000	0	134,000	134,000	136,000	136,000
6	3.9	10	390,000	0	134,000	134,000	256,000	392,000
7	5	10	500,000	0	134,000	134,000	366,000	758,000
8	6.15	10	615,000	0	134,000	134,000	481,000	1,239,000
9	7.25	8.5	615,000	0	134,000	134,000	481,000	1,720,000
10	8.3	8.5	705,000	0	134,000	134,000	571,000	2,291,000
11	9.4	8.5	790,000	541,000	134,000	675,000	115,000	2,406,000
12	10.5	7.5	790,000	541,000	134,000	675,000	115,000	2,521,000
13	11.6	7.5	870,000	541,000	134,000	675,000	195,000	2,716,000
14	12.75	7.5	955,000	541,000	134,000	675,000	280,000	2,996,000
15	13.9	6.5	905,000	541,000	134,000	675,000	230,000	3,226,000
16	15	6.5	975,000	541,000	134,000	675,000	300,000	3,526,000
17	16.1	6.5	1,045,000	541,000	134,000	675,000	370,000	3,896,000
18	17.25	6	1,035,000	541,000	134,000	675,000	360,000	4,256,000
19	18.4	6	1,105,000	541,000	134,000	675,000	430,000	4,686,000
20	20.5	6	1,230,000	541,000	134,000	675,000	555,000	5,241,000
21	21.6	5.5	1,190,000	541,000	134,000	675,000	515,000	5,756,000
22	22.75	5.5	1,250,000	541,000	134,000	675,000	575,000	6,331,000
23	23.9	5.2	1,240,000	541,000	134,000	675,000	565,000	6,896,000
24	25	5	1,250,000	541,000	134,000	675,000	575,000	7,471,000

注 ① 当初4ヶ年間は建設期間で効果は上らない。

② 運営、管理、維持補修等の費用は発電所が運転を開始するにつれ次第に上昇してゆく。

③ かんがい組織で述べたように、年賦償還は10年経過するまでは開始しない。

④ 利益はかんがいと発電の両者からなる。償還は外貨分と現地通貨分に分けられるが、もしカンボジア政府がその投資分を無利子として免除するならばこの計画の運営はもつと高い利益を上げうるがこんな必要はない。

⑤ 中2段階の効果は計算しなかつた、これは長期間におたり、しかもその効果はポンペンに送る電力によるものである。

9.03 第1段階における建設費のかんがいと電力との振分けは次の通り。

	年次	外貨 (U.S. \$)	現地通貨 (U.S. \$ 換算)
かんがい	1	5,550	10,080
	2	7,260	7,240
	3	6,350	8,425
	4	2,220	3,950
	5	950	2,550
	6	1,070	2,610
	7	460	1,650
	8	310	1,310
	9	250	1,300
	10	80	1,120
	Total		24,500
電力	1	940	600
	2	2,170	1,390
	3	3,200	1,785
	4	2,440	1,400
	Total		8,750



