

12. 洪水吐

12. 洪水吐

12.1 位置および路線

左右岸両方に路線を選定し、比較検討した結果、下記の理由により右岸配置とする。

- (1) 左岸側には、弾性波の低速度帯の存在が推測され、洪水吐のような主要構造物をこのよな場所に配置するのは好ましくない。
- (2) 右岸側は水理的に有利な直線配置が可能である。
- (3) 右岸側は下流河川の取付がスムーズである。
- (4) 左岸側は地形的に掘削量が過大となり又斜面保護の工事費も増大する。

12.2 洪水追跡

貯水池の洪水調節効果は流入量と流出量のバランスより生ずるものである。
時間間隔を Δt とすると貯水量と流入、流出の関係は下記に示すとおりである。

$$S = Q_i \cdot \Delta t - Q_o \cdot \Delta t$$

ここで S : Δt 時間内の貯水量

Q_i : Δt 時間内の平均流入量

Q_o : Δt 時間内の平均流出量

流入量は、[※]P.M.Pより求めた洪水のハイドログラフ(付属報告書Fig 12.3.5)を用いる。
洪水吐の放流量曲線は洪水吐の型や大きさによってのみ変化するのではなく放流調節の仕方によっても変化する。洪水追跡計算はゲート式洪水吐と側溝洪水吐について行う。また洪水中のゲート操作は以下の基準で行うものと仮定する。

(1) ゲート式洪水吐の場合

- a 満水時において設計洪水が始まるものとする。
- b ゲートは常に満水位を維持するように操作する。

(2) 側水路洪水吐の場合

- a 越流頂の長さは地形上の制限より180mとする。
- b 自然調節とする。

上記の条件を使ってゲート式洪水吐と側水路洪水吐の洪水流量計算結果を、付属報告書 Fig 12.1.1, Fig 12.1.2 にそれぞれ示す。

計算結果は以下に示すとおりである。

※ Probable Maximum Precipitation. (可能最大降水量)

	ゲート式洪水吐	側水路吐水吐
最大流量	3,000 m^3/sec	3,630 m^3/sec
H.W.S	EL. 65.00 m	EL. 65.00 m
N.W.S	EL. 63.00 m	EL. 60.30 m
有効貯水量	240,000,000 m^3	201,000,000 m^3
N.W.S.における容量	303,000,000 m^3	264,000,000 m^3
L.W.S.における容量	63,000,000 m^3	63,000,000 m^3

12.3 洪水吐タイプの選定

洪水吐のタイプとしては非調整型と調整型が考えられる。非調整型の側水路洪水吐と調整型のゲート式洪水吐について前節で洪水追跡計算を行っている。

ゲート式洪水吐はサーチャージにより流入量の78% (3,100 m^3/s) の設計洪水量となるが、側水路洪水吐では流入量の91% (3,630 m^3/s) となる。

本地区で地形的に貯水可能な水位標高はEL. 65.00 mであり、この地形を最大限に利用した場合、調整型ではN.W.S. 63.00 m有効貯水量240百万 m^3 であるが非調整型とした場合、地形的に可能なクレスト長 (L = 180 m) をとってクレストはEL. 60.30 mで有効貯水量は201百万 m^3 となり、調整型に比べ、水利上不利となる。

また、この規模における工事費を比較しても調整型の方が有利である。(付属報告書Table 12-2-1)

調整型は将来の管理面での容易さは、非調整型よりも劣るが、フィリピン国内のダム[※]の洪水吐はほとんど調整型であり、管理もN.P.C[※]により行われている。

以上の検討よりゲート式洪水吐を採用し設計洪水量3,100 m^3/sec 計画洪水位H.W.S. 65.00 m, 常時満水位N.W.S. 63.00 mとする。

なお、ゲート構造はオーバーフローが可能な引揚式ローラーゲートとする。

※ National Power Co-operation

12.4 構造物の設計

12-4-1 線形

洪水吐シュート部及び減勢工の平面形状は直線とする。洪水吐中心線は堤体縦断測点No 13

+ 25.00 において 63° の角度で交叉する。

12-4-2 ゲート規模の決定

設計洪水量 $Q = 3,100 \text{ m}^3/\text{s}$ 満水位 65.00 m として、ゲート数を 4 門、3 門、2 門について検討の結果（付属 Table 12-3-1）水理的には各ケースとも問題はないがゲート操作の容易性および経済比較よりゲート門数を 4 門として通常の洪水に対する調節をする計画とする。

この場合のゲート幅は 9.5 m 、越流水深は 12.0 m で設計洪水量を流下させる。従って幅 $9.50 \text{ m} \times$ 高さ $10.5 \text{ m} \times$ 4 門のローラーゲートを設置する。この場合、ピア幅を 3 m とすれば、ゲート全幅は 47.0 m となる。

12-4-3 水路部

シュート部は 47 m の幅とする。地形上緩勾配部と急勾配部を設けるものとし、その勾配はそれぞれ $1:20$ および $1:2.5$ とする。

静水池としては水バネ型、副ダム型等があるが水理的に安全で、当地区の地形地質に適合した副ダム形式とする。

13. 仮排水路

13. 仮排水路

13.1 型式の選定

仮排水路の方式としてはトンネルによる仮排水と、ダム本体を通過する方法が考えられる。ダム本体を通過する方法は、コンクリートダムや複合ダムで河床部が広く河道の半分で設計洪水流量を流下させられる場合に多く採用される。本地区の場合、フィルダムであること、また設計洪水流量が非常に大きく河床での基礎処理に長い時間を要すること等を考慮し、ダム施工が安全確実にできるトンネル方式を採用する。

13.2 仮排水流量

仮排水路の設計対象流量は、ダム型式、洪水特性、工事期間中の出水度数及び越流時の被害を考慮して計画されねばならない。

フィルタイプダムの場合、一般にその対象流量は、10～20年確率流量が採用される場合が多い。フィリピン国の計画基準は1/20～1/50であり、また、基礎処理工法にオープンカットを採用したので、Mobiniダムにおいては20年確率流量を採用するのが妥当と思われる。したがって仮排水洪水流量を $1500\text{m}^3/\text{sec}$ （4.3水文参照）とする。

13.3 路線の選定

仮排水トンネルを右岸側に計画する方がトンネル延長が左岸に比べて約150m短くなる。また取水設備への転用を考慮すると右岸側が有利である。従って、仮排水路は右岸側に計画する。

13.4 仮排水路及び仮締切堤高

13-4-1 仮排水トンネル断面と仮締切堤標高

仮締切堤の高さと仮排水トンネル口径とは、相互関係をもっている。従って仮排水トンネルの大きさと仮締切堤の高さの組み合わせは経済比較によって決められる。付属報告書のTable 13.1.2に示すように、本計画においてはトンネル口径8.5m、仮締切堤EL=36.00mが最も有利な組み合わせとなる。

13-4-2 トンネルの本数

トンネルを1本とした場合、仮排水量 $Q_{\text{max}}=1,500\text{m}^3/\text{s}$ を流下させるためには、2R型標準馬てい形で直径1.22m、掘削断面 130m^3 の非常に大トンネルが必要となる。（付属報告書Table 13-2-2）

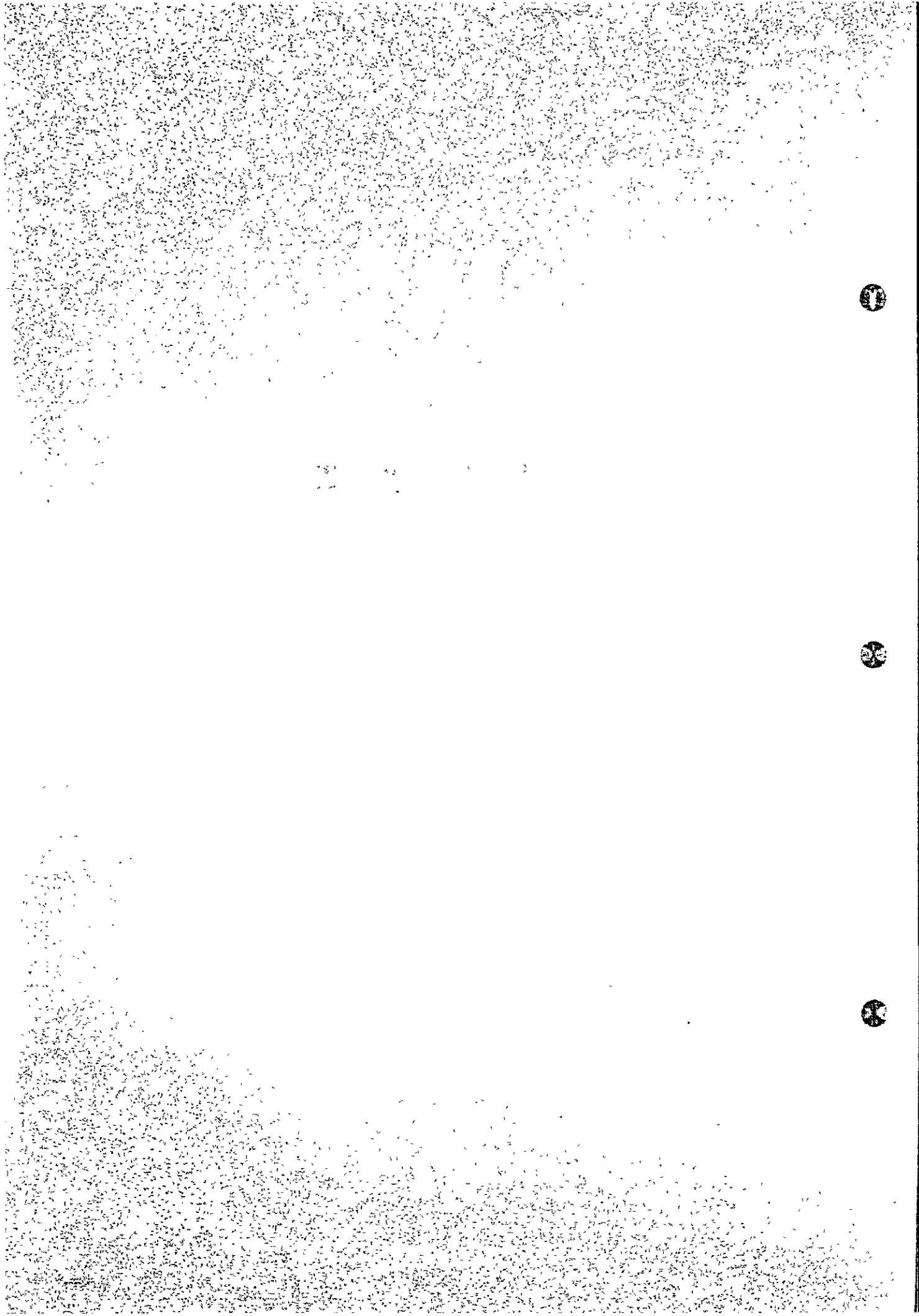
本地区の場合、仮排水量規模およびトンネル閉塞等の施工性を考え、仮排水トンネルは2本

とし、1本は取水トンネルに転用するものとする。

13-4-3 トンネル径の組み合わせ

5ケースの組み合わせで経済比較の結果 $2R = 8.5\text{ m}$ の標準馬てい形2本の組み合わせと決定する。(付属報告書Fig 13-1-1)

14. 取 水 工



14. 取水工

14.1 位置

本計画は水源施設としてダムを築造し、満水位 $63.00m$ 、低水位 $38.00m$ から最大取水量約 $24m^3/s$ を取水しかんがい地区へ $21.7m^3/s$ 導水し、下流補償水量 $2.3m^3/s$ 放流する。取水位置は、受益地がすべて右岸側にあるため、右岸側とする。

14.2 型式及び構造

14-2-1 型式

本計画では、右岸に径 $8.5m$ 標準馬てい形断面の仮排水トンネル2本を設けるので取水の導水路はこのうちの1本を転用する。又、取水時に発電も行うよう計画することから取水制御はトンネル末端で行う型式となる。

このような型式の取水施設の呑口側構造は導水トンネルの保守点検のための非常用ゲートとスクリーンを設けるのが一般的である。

タイプとしては塔型式、傾斜式、立坑式(Table 14-2-2, Fig 14-2-1 参照)が考えられるが比較検討の結果(付属報告書 Table 14-1-1) 地形的にも経済的にも有利な立坑式を採用するものとする。

14-2-2 構造

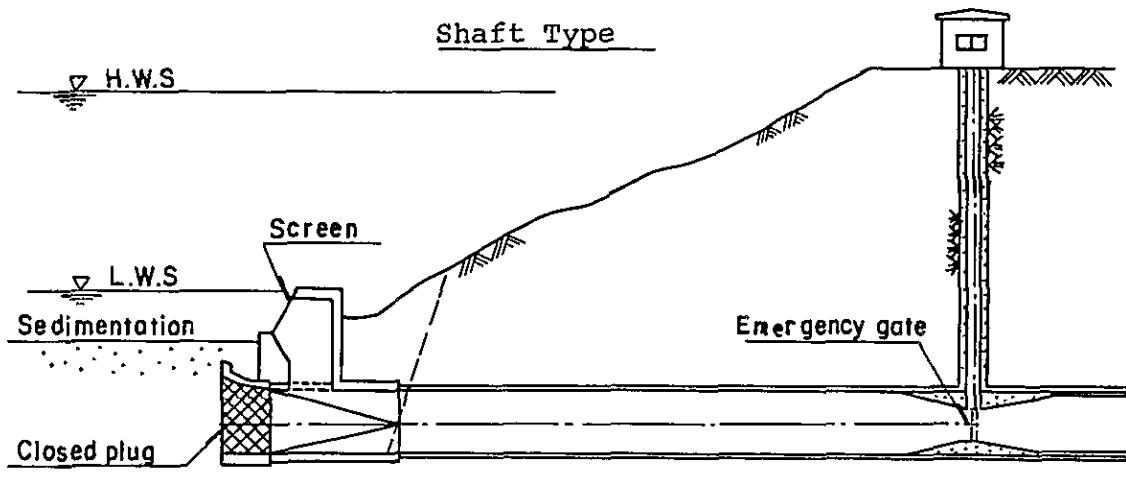
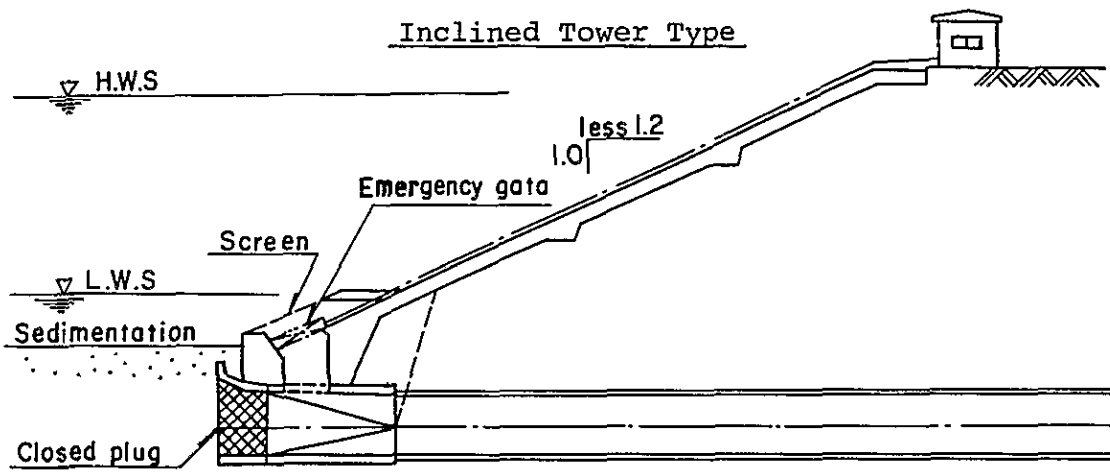
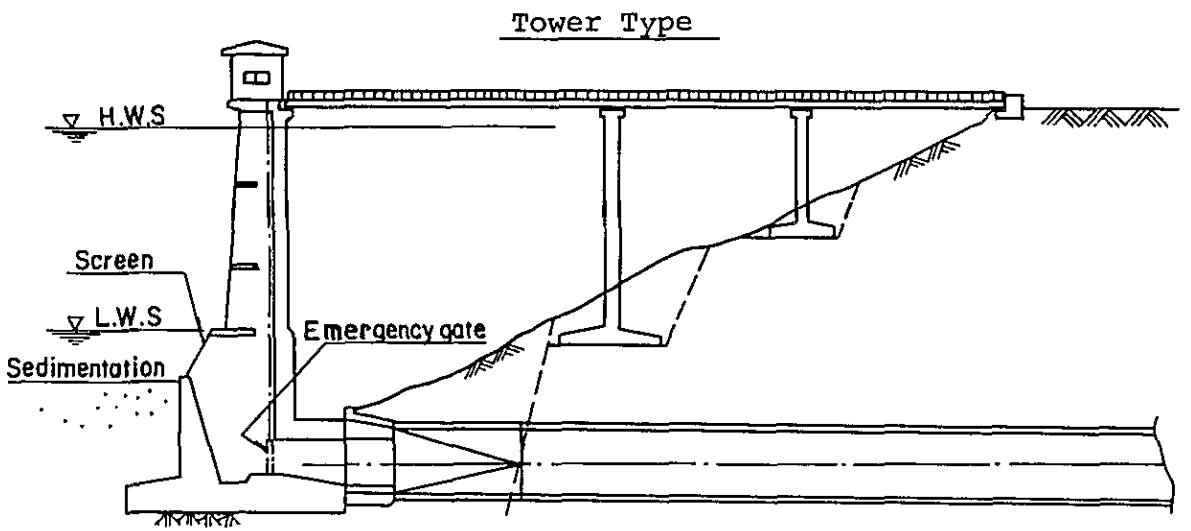
取入口は幅 $10m$ 高さ $10m$ のコンクリート構造とし、前面に鋼製スクリーンを設ける。非常用ゲートとして、トンネル途中の立坑に幅 $2.5m$ 高さ $4m$ のローラーゲートを設ける。従って取水は、仮排水路トンネルのほぼ中央に設けるコンクリートプラグまで約 $400m$ 間は既設トンネルを利用し、プラグから下流約 $500m$ 間は鋼管により導水する。ベンストックの末端に流量調節バルブを設置して流量を調節して導水する。

Table 14-2-1 取水施設型式の特質

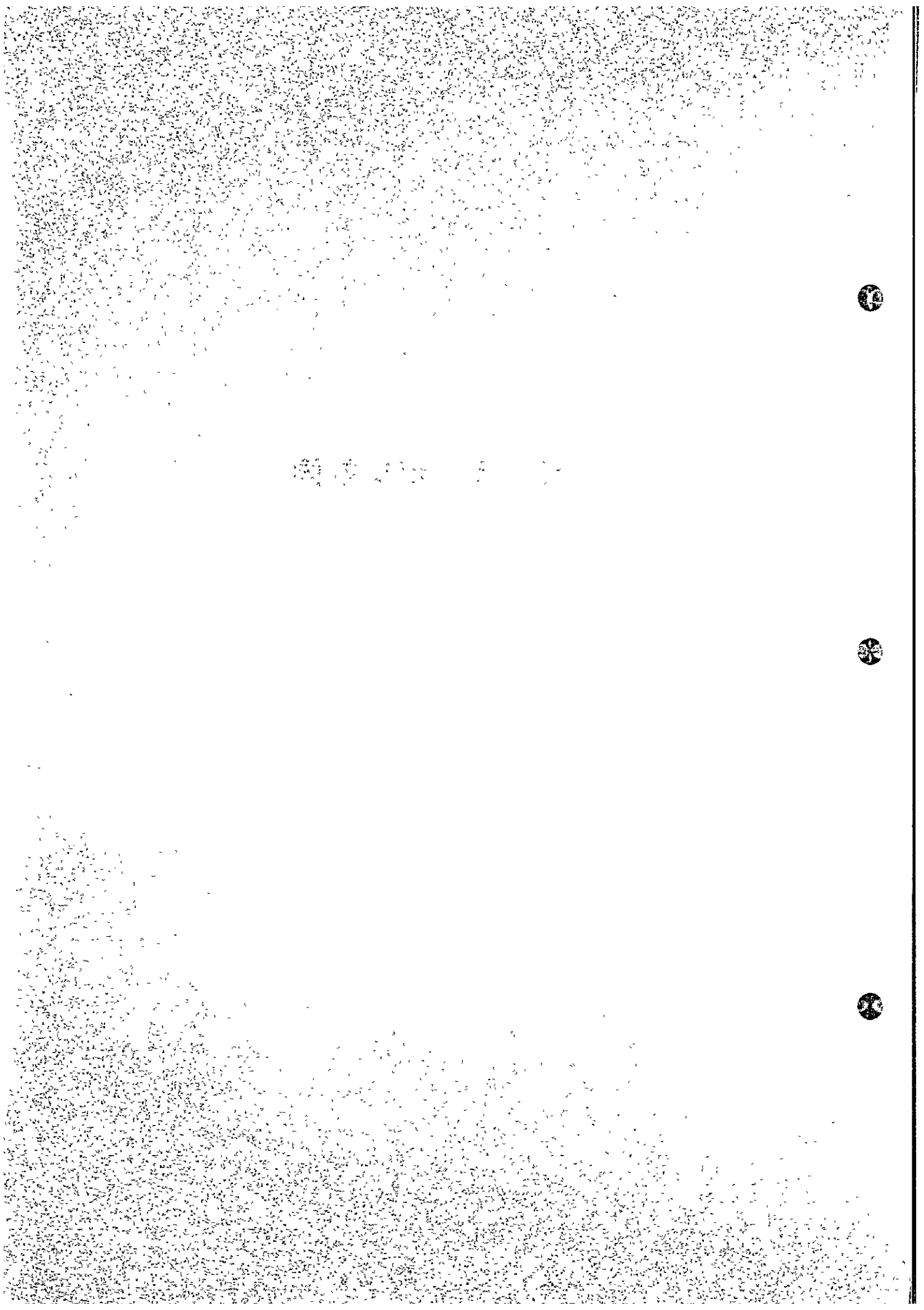
塔 型 式	<p>取水トンネル呑口にゲートを設けるため、導水トンネルの保守・点検が容易であるが、連絡橋梁が必要となり塔体は単独で動水圧etcの外圧に対し安定しなければならない。</p> <p>ダム貯水深が小さく、橋梁が短くなる切り立った良好な岩盤地帯に適用される。当ダムの場合は橋長が150m程度となり、5～6スパンとなるため経済的に不利となる。</p>
傾 斜 式	<p>傾斜勾配が1:1.2より急な場合に適用される。(ゲートが自重で落下する勾配が限度)地山地形及び地質が満足されればこの型式が最も安価であり、実施例も多い。しかし当ダムの地形勾配は1:3.5より緩かであり、この型式の採用はできない。</p>
堅 坑 式	<p>傾斜式が不向きな場合に採用される例が多く「Design of small dams」における圧力トンネルの標準としてはこの型式である。この型式は、ゲートより上流部のトンネルの保守・点検が不可能(困難)な点が欠点であるため、堅坑の位置はできるだけ貯水池に近い所に計画する。なお、上流部のトンネルは外水圧も作用するので、内・外水圧はほぼバランスされた状態が多い。</p>

なお、経済比較の結果、工事費では、塔形式が $1,175 \times 10^3$ US\$, 堅坑式では 328×10^3 US\$で、後者が前者の1/3.5である。(付属報告書Table 14-1-1, 14-1-2)

Fig.14.2.1 Type of Intake Works



15. かんがい計画



15. かんがい計画

15.1 導水路の比較検討

導水路はダムから取水の後、開水路で等高線沿いに配置する。始点より2.4 Km間（A～B間：Fig. 15.1.1 参照）は取水後トンネルで直線的にショートカットする案も考えられるが次の点を考慮して開水路案を採用することにした。

- (1) トンネルルート付近は石灰岩質の地盤で工事中湧水の恐れがあり、トンネル地盤としてはよくない。
- (2) 経済性の面で開水路案が優れている。（付属報告書 Table 15.1.1 参照）

15.2 導水路

15-2-2 導水路のトンネル部

取水口背後の地盤標高は100 m 以上もあり、取水位は38.00であるから導水路の始点はトンネル構造となる。一方取水口付近に仮排水路トンネル二本を掘削するのでこれを導水トンネルとして転用することができればこれが最も得策である。検討の結果、かんがい用及び発電用としてこれを使用して何ら問題がないので、導水トンネルとして仮排水路トンネル二本のうち一本を転用することにする。導水路トンネルとしては内径3.3 mの断面となる。

15-2-2 導水路の開水路部

(1) ルートの選定

開水路は地形コンター沿いに水路を配置することにする。（Fig. 15.1.1 参照）

(2) 水路タイプ

水路形式は流量が $Q = 21.666 \text{ m}^3/\text{sec}$ と大きく、基礎はポーラスな石灰岩が至る所に見られるため、水路からの損失が大きいと考えられる。従つて、ライニング水路とする。ライニング水路のタイプとしては現地の状況を考えるとフルームタイプ、練石積み等のタイプが考えられるが経済性から練石積みとする。

(3) 水路標準断面

水路は三面張りとし、片側には水路の維持管理用道路を設ける。（ $B=6.0\text{m}$, $T=1.4\text{t}$ ）水路断面はN I Aの設計基準にある標準断面を使用する。水理諸元、標準断面は次のとおりとする。

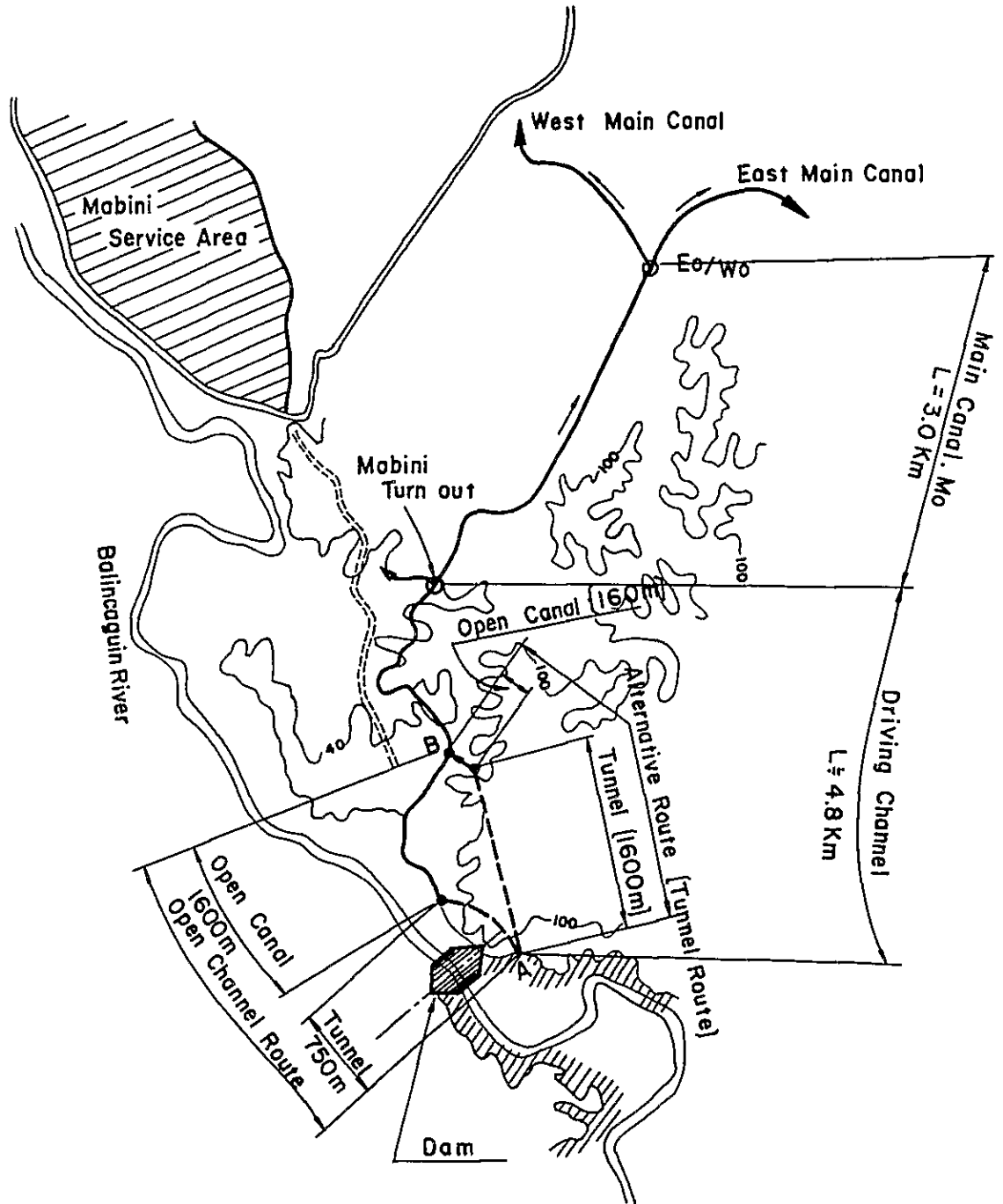
流 量 $Q = 21.666 \text{ m}^3/\text{sec}$

水路タイプ：練石積み

水理公式：マニング公式

粗度係数： $n = 0.025$

Fig.15.1.1 Location of Driving Channel



標準断面については付属報告書 Fig. 15.2.1 に示す。

15.3 幹線及び支線水路

15-3-1 幹線水路 Mo (マビニ分水工～分水工 Wo / Eo)

$$Q = 20.536 \text{ m}^3 / \text{sec} \quad L = 3.0 \text{ Km}$$

この幹線水路は現況地盤高が計画水路底より 10～15 m 高い位置にあるため、掘削形の土水路となる。(付属報告書 Fig. 15.3.1 参照)

15-3-2 東西幹線水路及び支線水路

(1) 水路の路線

東西幹線水路は分水点 Wo / Eo から東西に分岐し流量配分図からもわかるように始点で約 10 m³/sec の流量があり末端で約 1.0 m³/sec となる。ルートはコンター沿いに山腹に配置し、掘削と盛土がほぼ平衡になるようにルート選定を行う。支線水路は幹線水路と直角又は平行に配置し、流量は 0.5～1.0 m³/sec である。

(2) 水路タイプ

幹線水路も支線水路も原則的には土水路とする。これはこの地区が地形勾配がゆるやか(1/2000～1/4000)なために、水路にライニングを行つて流速を早め断面を縮小するというメリットに欠ける。又、水路を配置する水田はほとんどが粘性土又はシルト質粘土であるので、水路の基盤は不透水性とみなせる。又、土水路の盛土に水田掘削土を使用できる等のメリットから幹線水路も支線水路も土水路形式とする。(付属報告書 Fig. 15.3.1 参照)

(3) 水路断面

水路断面については N I A の設計基準を使用する。これを示すと次頁のようになる。これらの設計基準による幹線水路の勾配配分及び水路断面を付属報告書 Table 15.3.1, 15.3.2 に示す。

☆ N I A の設計基準(抜粋)

- (a) のり勾配 1 : 1.5
- (b) 許容流速 0.5～1.0 m / sec (大規模水路)
 - 最小流速 0.3 m / sec (小規模水路)
- (c) 開水路の水理公式
 - マンニング公式 $V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$
 - n = 0.025 土水路
 - n = 0.030 小水路
- (d) 底幅(b)と水深(d)の関係

- $b = 2 d$ $Q < 4.0 m^3 / sec$
- $b = 2.5 d$ $4.0 \leq Q < 9.0 m^3 / sec$
- $b = 3 d$ $Q \geq 9.0 m^3 / sec$

(e) 作物栽培期間中における水路の水位縦断は、水路によりかんがいされる水田の田面より少なくとも30 cm高くする。

(f) 余裕高

水路の水深を d とすれば

- $F b = 0.4 d > 0.3 m$ $d < 2.0 m$ のとき
- $F b = 0.25 d + 0.3 m < 2.0 m$ $d \geq 2.0 m$ のとき

(g) 天端幅(B)

水路の維持管理用として

- $B = 6.0 m$ 幹線水路の場合
- $B = 4.0 m$ 支線水路の場合

15-3-3 現況かんがい施設について

N I Aのまとめた資料によると、かんがい施設による最大かんがい可能面積は約3,000 haである。しかしこれらかんがい面積は、現場調査の結果 (イ)かんがい施設が十分その機能を持たないこと。(ロ)乾期に水が不足する。等の理由により実際のかんがい面積はこれの半以下である。一方これらのかんがい地区は標高的には計画最低取水水位にて十分かんがいできる標高にある。又、これらのかんがい施設は改修することにより十分使用できるものである。従つて現況かんがい施設によるかんがい面積は当計画の中に総て組込むものとする。

又、地方の水利団体は現況かんがい施設を中心に形成されており歴史的社会的に一つの地域協同体を形成するものであるから、かんがい計画を行うにあたりこれら水利組織が十分活かされるように配慮しなければならない。本計画ではこれらの点を考慮して現況水路が新設水路に接続できるよう支線水路を配置した。

15.4 付帯施設

15-4-1 分土工/チェックゲート

幹線水路の分土工は原則的にはチェックゲートとの併用となる。支線水路の分土工は50 ha 当り1個所程度を見込む。その数は幹線水路で23ヶ所支線水路で231個所である。

15-4-2 サイホン

水路が河川を横断する個所に設置するが河床が深い場合は水路橋となる。幹線水路に10個所程度、支線水路に3個所考えられる。このうち大きなものはAlaminos川を横断する幹線水路のサイホンとMasedem川を横断する支線水路のサイホンである。

15-4-3 カルバート

カルバートは用水路が排水路を横断する個所に設置する。カルバートとしてはコンクリートのボックスカルバートが好ましいが排水路の大きさによつてパイプカルバートも考えられる。カルバート設置個所は幹線水路に10個所、支線水路に7個所である。

14-4-4 橋

水路が地方道と交叉する個所は水路標高の関係で水路に橋梁をかけ、現況道路と取付けるようにしなければならない。その個所数は幹線水路で10個所、支線水路で20個所である。又、支線水路にはこの他2Kmおきに歩行者用の橋（ $B=2.0m$ ）を設ける。

15-4-5 余水吐

余水吐はサイホン上流部及び原則的には水路の流量が5～10%変化しそれに伴つて断面が変化する個所に設置する。その数はおよそ幹線水路で22個所である。

以上の構造物についてもNIAの設計基準にその骨子は示されているのでそれを使用する。主要構造物の位置及び一覧表を付属報告書のFig. 15.4.1, Table 15.4.1に示す。

15.5 維持管理用道路

受益地11,500haのほぼ中央を十文字に横切る地方道がある。これは今後の道路計画に非常に都合のよい配置になつている。かんがい水路の維持管理道路はこれに接続するよう計画する。

幹線水路と支線水路の延長はそれぞれ50Km, 135Kmである。これらにはいずれも維持管理用道路を配置する必要がある。これら道路の幅員についてはNIAの設計基準の中に示されている。この基準は本計画に十分使用できるものである。これらについて抜粋したものを付属報告書の15.5に示す。

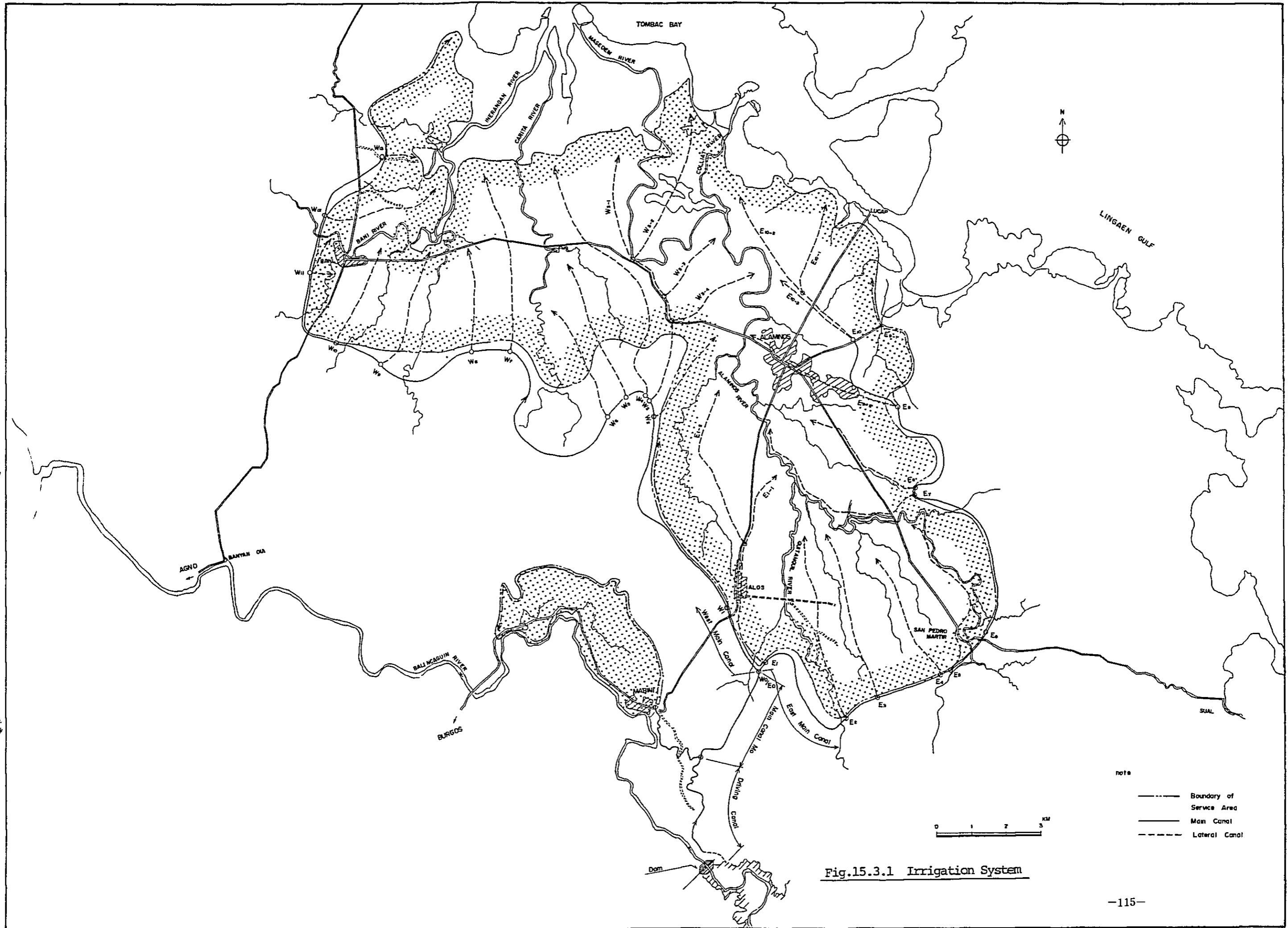
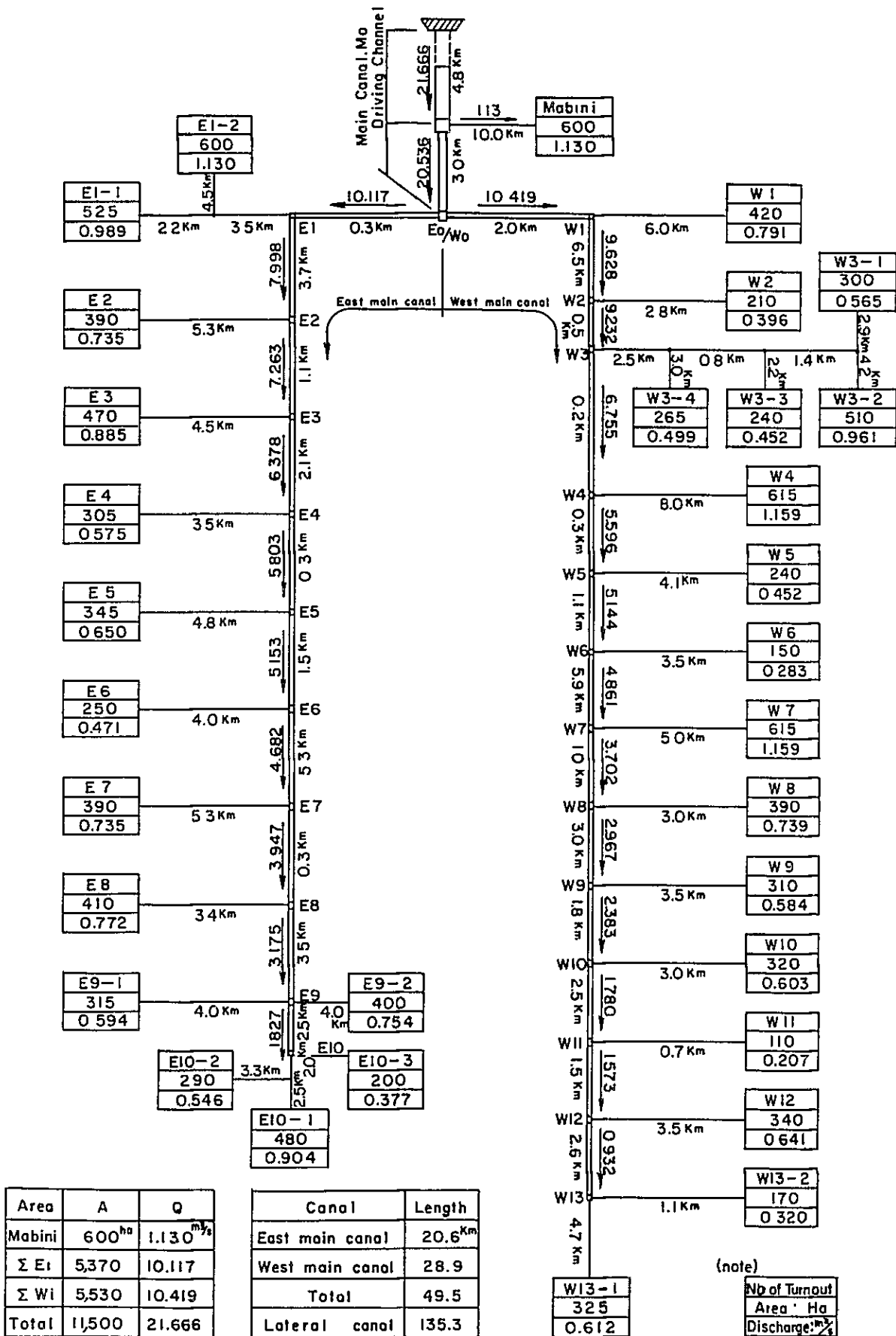


Fig.15.3.1 Irrigation System

Fig.15.3.2 Distribution Diagram from Main Canal



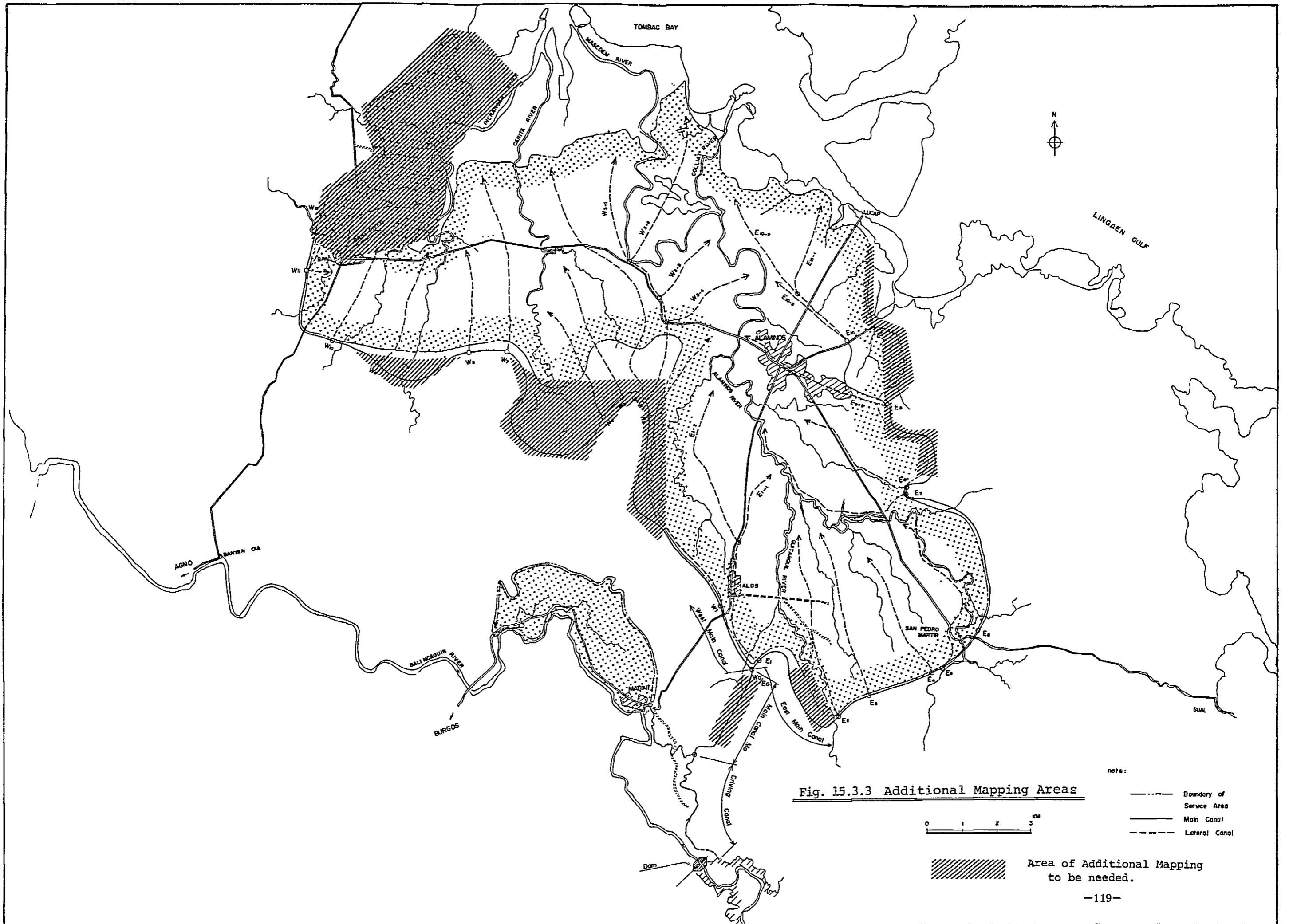


Fig. 15.3.3 Additional Mapping Areas

note:
 - - - - - Boundary of Service Area
 ——— Main Canal
 - - - - - Lateral Canal



Area of Additional Mapping to be needed.

15.6 排水

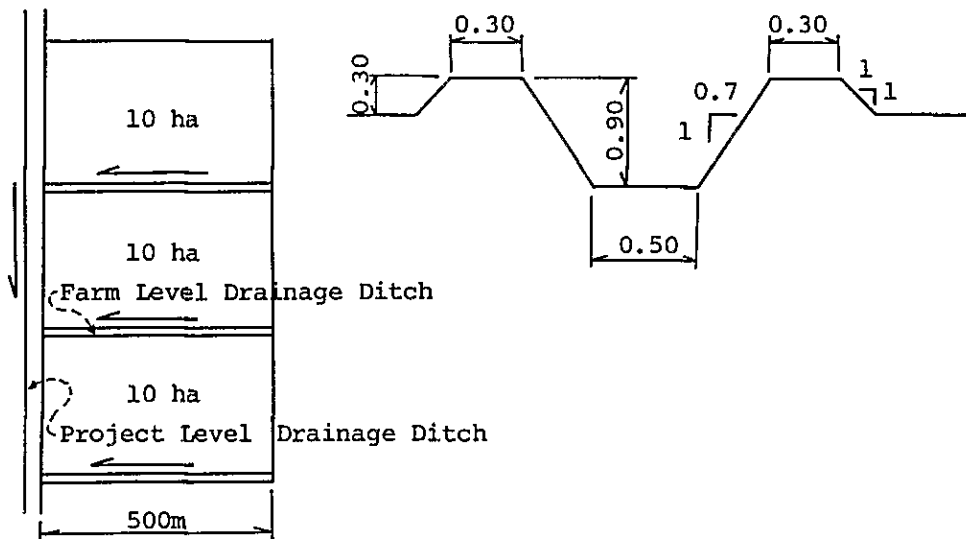
Mabini地区の排水計画ではプロジェクトレベルの排水計画は次の計画とし、本計画では用水計画とあわせて圃場整備レベルの排水計画を行う。

単位排水量はN I Aの設計基準から次の値を採用する。

$$q = 6 \text{ l / sec / ha}$$

圃場整備レベルの排水路はha当り50m程度の密度とし工事費に計上する。

排水路は次のとおり計画する。



16. 施工計画

16. 施工計画

(1) 施工計画概要

本ダム工事の特色は、厚さ約30mの河床砂礫へのトレンチ掘削である。河床トレンチ掘削に先行して、右岸への仮排水路トンネル設置と荒締切、仮締切堤を完成させる必要がある。河川による影響を受けない両袖部と余水吐の掘削は、仮締切堤完成前に開始する。河床部トレンチ掘削と並行して袖部グラウチングを計画する。河床グラウト終了後に総量3,854,800cu.mの築堤を開始する。表土と有機質土以外の掘削材は、直送もしくは仮置して築堤に流用する。フィルター材は、河床砂礫をフルイ分け水洗して使用する。コンクリートは、河床砂礫を骨材として用い、ダムサイトにバッチャープラントを設けて混合する計画とする。以上の概要をCRITICAL PATHでFig. 16.1に示す。

(2) 仮排水路トンネル

仮排水路トンネルは2本設けるものとして右岸に計画する。両トンネルとも直径が8.5mと大きいため、上半先進工法を採用する。掘削は、両側からの掘削とし、2交代制の作業とする。掘削ズリは、トラクタショベルとダンプトラックにより搬出する。アーチ部のSliding formと側壁部のSliding formとcentreを流用出来るように2本のトンネルの施工計画を立てる。アーチ部覆工は、1.05mのSliding formとコンクリートポンプを用い、側壁部には7.5mのSliding formと3mのセントル2組を使用する。

(3) 河床トレンチ掘削

30m以上の河床砂礫の掘削は、排水対策が大きな問題である。対策としては、スラリートレンチによる地下連続壁を上下流に設けて浸透量を減少させる計画とし、施工面への浸透水は水中ポンプによる蓋場排水を採用する。排水は、盛土施工面が地表面に回復するまで継続する。袖部掘削はブルドーザとリッパードーザによるが、河床砂礫はモータースクレーパーとブッシャーとしてのブルドーザで掘削運搬する。

(4) グ라우チング

グラウチングは、袖部と河床のそれぞれの掘削終了後に開始する。グラウチングは、ボーリングマシン2台とグラウトポンプとグラウトミキサー各1台を1セットとして作業し、合計5セットの投入を計画する。単位m当り3sacksのセメントグラウトとして計画する。

(5) 築堤

コ ア

上流水没地区を土取場とし、モータースクレーパーによる掘削運搬、ブルドーザによるまき出し、シーブスフトローラーによる転圧を計画する。土取場にはブッシャーとしてブルドーザを配置する。

フィルター

河床砂礫を Washing and screening plant により処理してフィルター材とする。トラクターショベルとダンフトラックの組合せで積込運搬し、ブルドーザと振動ローラーでまき出し転圧を行う。

トランジション

余水吐を主とする他構造物の掘削材を直送もしくは仮置場から運搬する計画とする。トラクターショベルとダンブトラックの組合せで積込運搬し、ブルドーザと振動ローラーでまき出し転圧する。

ロックフィル

トランジションと同様に流用材が多くなると予想される。原石山はベンチカットにより掘削し、使用爆薬はダイナマイトとする。施工機種はトランジションと同一とする。

(6) 余水吐

余水吐工事に伴い多量の発生材があるため、築堤工事とほぼ並行して工事を進行させるのが望ましい。弾性波速度 2 Km/sec 以下の岩はリップング可能と考えられるため、リッパードーザによる掘削を計画するが、新鮮岩はベンチカットにより掘削する。使用爆薬はダイナマイトとする。最終仕上り面は、presplitting により保護する。

コンクリートは、パッチャーブラントよりコンクリートミキサー車で運搬し、コンクリートポンプ車を用いて打設する。

(7) カンガイ設備

水路工事は、ダム工事と平行して進行させるものとし、5年間で完成させる計画とする。バックホウ、ダンブトラック、ブルドーザとしてシーブスフトローラーを主体に土水路の建設を進める。Lateral canal においては、切盛土のバランスが取れずに盛土が主体となる。従って、選定した土取場より用土を運搬する。

工程表を Fig. 1 6.2 に示す。

Fig.16.1 Critical Path

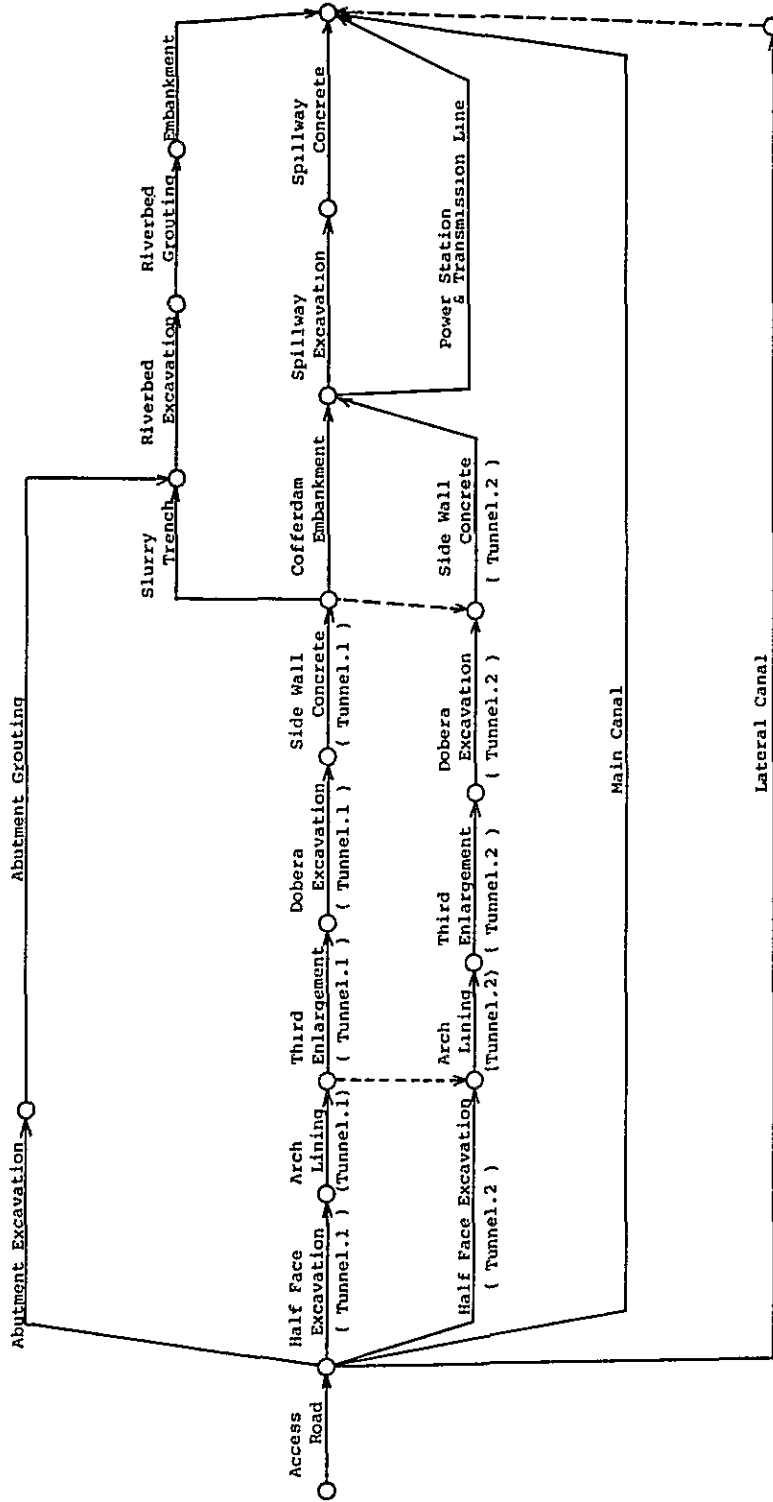


Fig. 16.2 Construction Schedule

Item	Year					
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
Detailed Design	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D
Land Acquisition	J F M A M J J A S O N D					
Access Road	J F M A M J J A S O N D					
Diversion Tunnel		J F M A M J J A S O N D				
Cofferdam			J F M A M J J A S O N D			
Slurry Trench		J F M A M J J A S O N D				
Excavation Abutment			J F M A M J J A S O N D			
Excavation Riverbed			J F M A M J J A S O N D			
Grouting Abutment			J F M A M J J A S O N D			
Grouting Riverbed			J F M A M J J A S O N D			
Embankment			J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D
Spillway Excavation			J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D
Spillway Concrete			J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D
Main Canal		J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D
Lateral Canal		J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D
On Farm Facility			J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D
(Power Facility)			J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D

17. 工 事 費

17. 工 事 費

(1) 工事費

工事費は、外貨分571.5百万ペソ(米貨71.4百万ドル)、内貨分445.6百万ペソ(米貨55.7百万ドル)を合せて計1,017.0百万ペソ(米貨127.1百万ドル)となる。これらの内訳をTable 17.1に示す。

工事費は、ダム費とカンガイ施設費に分かれる。内訳は、ダム費697.7百万ペソ(米貨87.2百万ドル)とカンガイ施設費319.2百万ペソ(米貨39.9百万ドル)である。これらの工種別工事費の内訳をそれぞれTable 17.2と17.3に示す。

(2) 単 価

積算単価は1981年単価を使用している。機械経費は、October 11, 1979の“Revised Rental Rates for Use by All NIA Construction Equipment and Motor Vehicles”を1981年単価に換算して使用している。Rental rateはフィリピン政府所有の機種についてのみ決定されているため、その他の機種については機械損料と修理費を計上している。

(3) 予備費

予備費に、資材の変更分(数量、材質、品目)とインフレによる単価変動分を計上する。

資材の変更分は、工事費の10%を計上する。単価変動分は、World BankのAppraisal Report 1981に基きTable 17.4の物価上昇率を採用する。

(4) 年度別工事費

施工計画の工程表に基づき算定した各年度の工事費をTable 17.5に示す。初年度を1983年として単価変動分を考慮している。

(5) 外貨分と内貨分の配分

材料の外貨分の率は、NIA“BASIC RATE FOR COST ESTIMATE”に示されている以下の値を使用している。

1. Cement	75%
2. Steel bars & Hardware	80%
3. Fuel & Oil	50%
4. Equipment Rental	75%
5. Sheet pile	100%

Table 17.1 CONSTRUCTION COST

Item	COST (x 10 ³) ₱		
	F.C	L.C	TOTAL
1. Main Works			
Dam	250,508	139,514	390,022
Irrigation	90,023	101,780	191,803
Sub-Total	340,531	241,294	581,825
2. Access Road	5,200	4,550	9,750
3. Land Acquisition			
Dam	0	34,000	34,000
Irrigation	0	5,962	5,962
Sub-Total	0	39,962	39,962
4. O/M Cost	0	4,000	4,000
5. Engineering Service	32,000	0	32,000
6. Physical Contingency	37,773	28,981	66,754
7. Price Escalation	155,946	126,797	282,743
TOTAL	571,451	445,583	1,017,034
Doller Equivalent to 1,000US\$	71,431	55,698	127,129

Table 17.2 DAM CONSTRUCTION COST

Item	COST (x 10 ³) ₱		
	F.C	L.C	TOTAL
1. Main Works			
Diversion	39,147	19,592	58,739
Foundation	33,527	13,654	47,181
Embankment	46,373	23,801	70,174
Spillway	98,786	64,270	163,056
Preparatory Work	32,675	18,197	50,872
Sub-Total	250,508	139,514	390,022
2. Access Road	5,200	4,550	9,750
3. Land Acquisition	0	34,000	34,000
4. Engineering Service	16,000	0	16,000
5. Physical Contingency	27,171	17,806	44,977
6. Price Escalation	121,573	81,409	202,982
TOTAL	420,452	277,279	697,731

Table 17.3 IRRIGATION FACILITIES CONSTRUCTION COST

Item	COST (x 10 ³) ₱		
	F.C	L.C	TOTAL
1. Main Works			
Intake	12,961	4,439	17,400
Driving Canal	18,223	13,607	31,830
Main Canal Mo	962	658	1,620
East Main Canal	2,918	1,748	4,666
East Lateral Canal	7,448	3,964	11,412
West Main Canal	4,612	2,826	7,438
West Lateral Canal	8,692	4,632	13,324
Structure	19,015	22,130	41,145
On Farm Facility	3,450	34,500	37,950
Preparatory Work	11,742	13,276	25,018
Sub-Total	90,023	101,780	191,803
2. Land Acquisition	0	5,962	5,962
3. Engineering Service	16,000	0	16,000
4. Operation and Maintenance	0	4,000	4,000
5. Physical Contingency	10,602	11,174	21,776
6. Price Escalation	34,373	45,388	79,761
TOTAL	150,998	168,304	319,302

Table 17.4 PRICE ESCALATION RATIO IN PERCENT

		1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Foreign		9.0	8.5	8.0	7.5	7.0	6.0	6.0	6.0
Local	Civil	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	O/M	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0

Source ; IBRD-Appraisal Report,1981

Table 17.5 ANNUAL DISTRIBUTION OF CONSTRUCTION COST

Unit: ₹ 1,000

Works	Total	1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	6th Year
1. Civil Works	591,575	47,694	98,301	144,400	144,747	127,385	29,045
F/C	345,731	27,408	65,025	84,177	83,247	70,747	15,127
L/C	245,844	20,289	33,276	60,223	61,500	56,638	13,918
2. Land Acquisition	39,962	39,962	-	-	-	-	-
F/C	-	-	-	-	-	-	-
L/C	39,962	39,962	-	-	-	-	-
3. Engineering Service and O/M	36,000	16,000	3,200	3,200	3,200	3,200	7,200
F/C	32,000	16,000	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
L/C	4,000	-	-	-	-	-	4,000
4. Physical Contingency	66,754	10,366	10,150	14,760	14,795	13,059	3,624
F/C	37,774	4,341	6,822	8,738	8,645	7,395	1,833
L/C	28,980	6,025	3,328	6,022	6,150	5,664	1,791
Sub-Total	734,291	114,025	111,651	162,360	162,742	143,644	39,869
F/C	415,505	47,749	75,047	96,115	95,092	81,342	20,160
L/C	318,786	66,276	36,604	66,245	67,650	62,302	19,709
5. Price Escalation	282,743	19,231	28,995	57,316	72,519	78,410	26,272
F/C	155,946	8,203	19,489	33,435	40,769	41,847	12,203
L/C	126,797	11,028	9,506	23,881	31,750	36,563	14,069
TOTAL	1,017,034	133,256	140,646	219,676	235,261	222,054	66,141
F/C	571,451	55,952	94,536	129,550	135,861	123,189	32,363
L/C	445,583	77,304	46,110	90,126	99,400	98,865	33,778

18. 經濟評估

18. 経済評価

18.1 かんがいによる便益

計画対象地域4町村は約70,000haの行政面積を有し、そのうちの約20,000haが農地である。1981年の水稲収穫面積は雨期に17,441haあり、そのうちの15%にあたる2,559haがかんがい田である。また乾期における水稲の収穫面積はわずか1,036haにしかすぎず、雨期のかんがい面積の40%である。

本計画実施後は、受益地11,500haの全域においてかんがいによる稲の二期作が可能となり、米の増産が期待される。

土地利用 (ha)

	現況	計画後
雨期-かんがい	1,700	11,500
-天 水	9,800	—
乾期-かんがい	700	11,500
合計	12,200	23,000

現在計画地域における水稲収量は雨期、乾期それぞれ1ha当り3.16トン、3.19トンである。既存のかんがい施設では十分なかんがい用水を供給することができず、低い収量となっている。

しかしながら、計画実施後にかんがい用水の安定供給が確保され、さらに高収量品種の導入、肥料その他の農薬の有効利用により、雨期・乾期の収量は約1.45倍、1.5倍と増加が見込まれる。

収量 (トン/ha)

	現況	計画後
雨期-かんがい	3.16	4.58
-天 水	1.93	(1.93)
乾期-かんがい	3.19	4.79

耕作面積の拡大及び単位面積当りの収量増加により米の増産量は籾で年間81,236トンと予想される。

穀の生産量（トン）

	現 況	計画後
雨 期-かんがい	5,372	52,670
-天 水	18,914	-
乾 期-かんがい	2,233	55,085
合 計	26,519	107,755

米の輸出価格を基礎として、増産による便益を算出すると年間に112,497,000ペソとなる。

18.2 経済的内部収益率（EIRR）

(1) 費 用

プロジェクト費用は建設費及び維持管理費からなっており、税金・利子を除外し、また労賃についてはシャドウ賃金率を考慮した経済費用によって算出される。

財務費用を経済費用に換算するにはフィリピン国内の建設費換算係数（0.827）を一般工事費に、また標準換算係数（0.820）を維持管理費に適用して求めた。

プロジェクト費用（1,000ペソ）

1年次	65,687
2年次	110,743
3年次	68,886
4年次	50,542
5年次	127,430
6年次	270,189
合 計	693,477

また、維持管理費は年間3,772,000ペソとなる。

(2) 便 益

年間便益額はかんがいによるものが112,497,000ペソ、発電によるものが13,080,960ペソ発生し、合計額は125,577,960ペソとなる。この便益はダムが満水になる8年目以降に発生してくる。

ダムその他の建設は6年目で完了し、7年目は貯水を行いながら一部水を利用することが可能であり、完全稼働状態の3分の1にあたる41,859,320ペソの便益が発生する。

(3) プロジェクトの耐用年数

プロジェクトの耐用年数は完全稼働開始後50年間とする。

(4) 経済的内部収益率 (EIRR)

以上の前提に基づき経済的内部収益率を算出すると12.8%となる。

18.3 間接便益

18-3-1 農家所得の増加

地域内の農家の平均耕地面積は1.5haであり、これをもとに、将来の農家経済を求めるとTable 18.3.1のようになる。

プロジェクトがない場合には水稻二期作を行っても年間9,191ペソしか見込まれないが、プロジェクト実施によって16,667ペソと約1.8倍の増収となる。しかし、これは自作農の場合であって、小作の場合はここから小作料の支払が行われることになる。現在の小作は定額小作が中心でありその額は現物で6 cav/ha/crop (1 cav = 50 Kg)程度である。また、刈分け小作の場合は25%が地主のものとなる。これらの形態別収入は次のようであり、小作農民の生産意欲拡大には適正な小作料の設定が必要となる。

農家所得 (単位 ペソ)

	天水田	事業前		事業後
		かんがい		かんがい
		1期作のみ	2期作	2期作
自作	3,183	4,503	9,191	16,667
小作一定額	2,303	3,623	7,432	14,908
刈分け	1,768	2,186	4,536	9,798

18-3-2 雇用機会の増大

本プロジェクト実施により必要とされる農業労働力は年間に2,300,000人日必要であり、プロジェクトがない場合と比較して1,411,000人日の増加となる。

対象地域4町村には1975年においても失業率は13.5%、失業者数は3,686人おり、これらの労働力を農業に吸収することが可能となる。また、プロジェクト実施後は乾期作が広く行われることになり、年間を通じた雇用機会を提供することができる。

18-3-3 余剰水の利用

平年時においてはダムの貯水量には余裕があり、これを利用した下流域でのかんがいも可能である。(9.4参照)

Table 18.1.1.1 NET VALUE OF PRODUCTION

<u>Area</u> (ha.)		<u>Yield</u> (ton/ha)	<u>Farmgate Price</u> (P/ton)	<u>Gross Value of Production</u> (P/ha.)	<u>Cost of Production</u> (P/ha.)	<u>Cost of Farm Labor</u> (P/ha.)	<u>Net Value of Production</u> (P/ha.)	<u>Net Ret. for Proj. Area</u> (1,000P)
<u>Wet Season</u>								
Irrigated Rice								
W/O		3.16	1,995	6,304	1,740	524	4,040	6,868
With		4.58	1,995	9,137	2,180	655	6,302	72,473
Rainfed Rice								
W/O		1.93	1,995	3,850	1,010	459	2,381	23,334
With		-	-	-	-	-	-	-
<u>Dry Season</u>								
Irrigated								
W/O		3.19	1,995	6,364	1,685	524	4,155	2,909
With		4.79	1,995	9,556	2,295	655	6,606	75,969
TOTAL								
W/O		-	-	-	-	-	-	33,111
With		-	-	-	-	-	-	148,442

148,442 - 33,111 = 115,331

Table 18.2.1

IRR = 12.8 %

YEAR	COST	BENEFIT	(B-C)	PRESENT VALUE (B-C)
1	104948	0	-104948	-93039
2	92945	0	-92945	-73048
3	134881	0	-134881	-93977
4	135197	0	-135197	-83509
5	119402	0	-119402	-65383
6	33550	0	-33550	-16287
7	3280	115331	112051	48223
8	3280	115331	112051	42751
9	3280	115331	112051	37899
10	3280	115331	112051	33599
11	3280	115331	112051	29786
12	3280	115331	112051	26406
13	3280	115331	112051	23410
14	3280	115331	112051	20753
15	3280	115331	112051	18398
16	3280	115331	112051	16311
17	3280	115331	112051	14460
18	3280	115331	112051	12819
19	3280	115331	112051	11364
20	3280	115331	112051	10075
21	3280	115331	112051	8931
22	3280	115331	112051	7918
23	3280	115331	112051	7020
24	3280	115331	112051	6223
25	3280	115331	112051	5517
26	3280	115331	112051	4891
27	3280	115331	112051	4336
28	3280	115331	112051	3844
29	3280	115331	112051	3408
30	3280	115331	112051	3021
31	3280	115331	112051	2678
32	3280	115331	112051	2374
33	3280	115331	112051	2105
34	3280	115331	112051	1866
35	3280	115331	112051	1654
36	3280	115331	112051	1467
37	3280	115331	112051	1300
38	3280	115331	112051	1153
39	3280	115331	112051	1022
40	3280	115331	112051	906
41	3280	115331	112051	803
42	3280	115331	112051	712
43	3280	115331	112051	631
44	3280	115331	112051	560
45	3280	115331	112051	496
46	3280	115331	112051	440
47	3280	115331	112051	390
48	3280	115331	112051	346
49	3280	115331	112051	306
50	3280	115331	112051	272
51	3280	115331	112051	241
52	3280	115331	112051	213
53	3280	115331	112051	189
54	3280	115331	112051	168
55	3280	115331	112051	149
56	3280	115331	112051	132
TOTAL				-1310

Table 18.3.1 FARM BADGET

	Without Project			With Project	
	Unit	Rainfed	1st Crop Only	Irrigated	Irrigated
			1st & 2nd Crop	1st & 2nd Crop	
Total Cropped Area	(ha)	1.5	1.5	3.0	3.0
Cropping Intensity	(%)	100	100	200	200
Total Crop Production	(ton)	2.895	4.74	9.525	14.055
Gross Value of Production	(₹)	5,660	9,267	18,621	27,478
Production Cost (Excluding Labor)	(₹)	1,658	2,948	5,798	7,738
Cost of Farm Labor	(₹)	819	936	1,872	2,340
Net Value of Production (Before Water Charges)	(₹)	3,183	5,383	10,951	17,400
Water Charges*	(₹)	-	880	1,760	733
Net Value of Production (After Water Charges)	(₹)	3,183	4,503	9,191	16,667
Farm Labor Requirement	(man-days)	105	120	240	300

* Without Project: 6 cav/ha/crop (1 cav = 50 kg)
 With Project: Rainy Season 2 cav/ha, Dry Season 3 cav/ha

18-3-4 洪水防御による便益

(1) 過去においてBalincaguin川のはんらんによる被害もあったが、ダムによりこれを防御することが可能となる。

(2) 実績洪水に対する貯水池の洪水追跡の検討

(1) 流入ハイドロ・グラフ

流入ハイドロ・グラフの実測記録は保存されていない。利用可能な資料は、年最大のピーク洪水流量と、その発生時刻に関するもの、日流量年表及びNIAによるユニット・ハイドロ・グラフ作成のための無次元グラフ手法に従う資料等である。

従って、本検討のための流入ハイドログラフは、以上の資料を総合的に配慮して設定することとする。

(2) 洪水吐の4門のゲート操作方法

洪水の初期及び低減期においては、満水位63.0mが維持されるような操作を行い、満水位63.0mを越える水位のときは、ゲートは全開されているものとする。

従って、洪水追跡の検討は、計画の4門のゲート数を変数として行う。

(3) 検討対象の洪水及び検討の結果

検討対象洪水は、Table 18.3.2に示すとおり、上位5回の洪水を選定する。洪水吐のゲートを開放して放水するゲート数とそのときの洪水追跡検討の結果を取りまとめたものをTable 18.3.2に合わせて示す。

検討対象5洪水のうち、1968年8月洪水と1966年9月洪水の2洪水に対する洪水追跡結果図をFig.18.3.1(1), Fig.18.3.1(2)に、示す。

Table 18.3.2 Maximum Discharge Records and Results of Flood Control by the Dam

Year	Date	Maximum Inflow (m ³ /s)	Maximum Outflow (m ³ /s)			
			4 Gates	3 Gates	2 Gates	1 Gate
1968	Aug. 30, 12:00 Noon	1,626.0	1,626.0 (63.00)	1,626.0 (63.00)	1,319.0 (63.64)	822.0 (65.32)
1966	Sept. 9, 4:00 P.m.	1,498.0	1,498.0 (63.0)	1,498.0 (63.0)	1,244.0 (63.23)	722.0 (64.30)
1962	July 20, 5:00 P.m.	1,302.0	1,302.0 (63.0)	1,302.0 (63.0)	1,212.0 (63.05)	684.0 (63.90)
1960	Aug. 13, 7:00 P.m.	988.0	988.0 (63.0)	988.0 (63.0)	988.0 (63.0)	645.0 (63.48)
1964	Aug. 7, 8:00 P.m.	762.0	762.0 (63.0)	762.0 (63.0)	762.0 (63.0)	625.0 (63.26)

Notes: () ; Water level (E.I.m)

Width of Spillway ; 9.5m x 4 Gates

Creast Elevation ; E.L. 53.0m

Normal Water Level; E.L. 63.0m

High Water Level ; E.L. 65.0m

Fig. 18-3-1 (I) Flood routing (observed flood: Aug. 30, 1968)

N.W.S. EL. 63.0 m
 Crest elevation EL. 53.0 m
 Width of Spillway 9.5 m x 4 Gates.

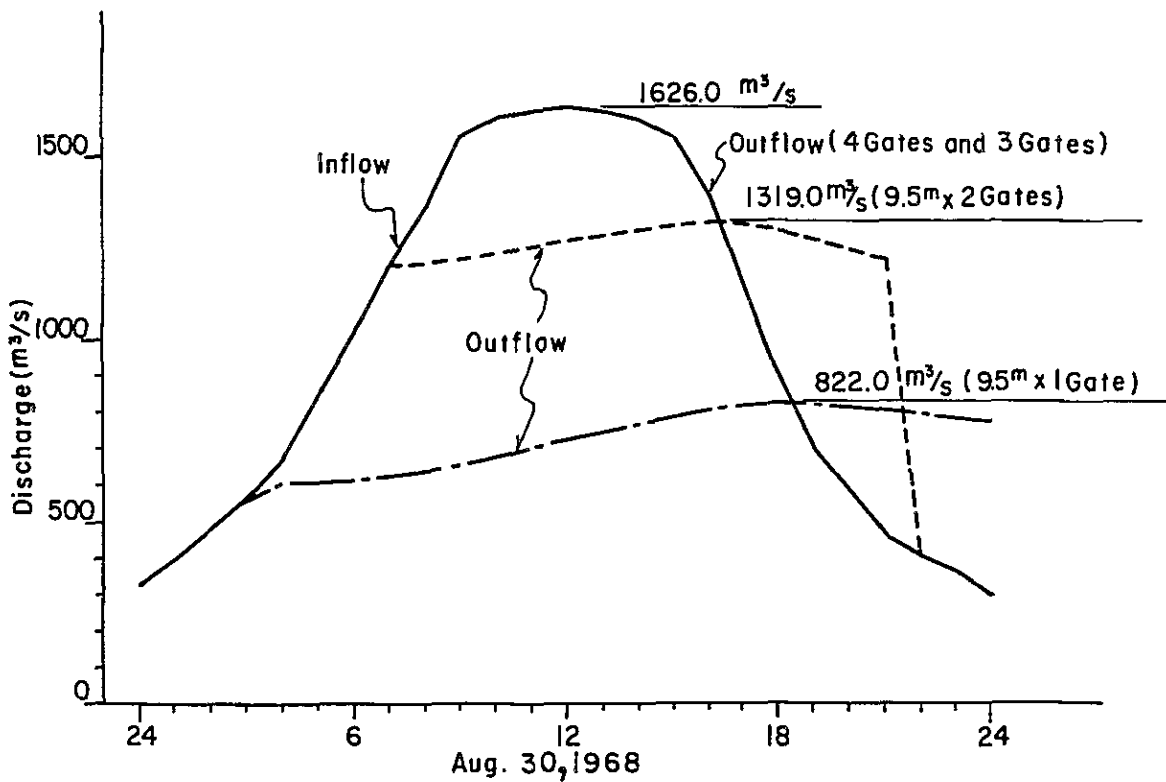
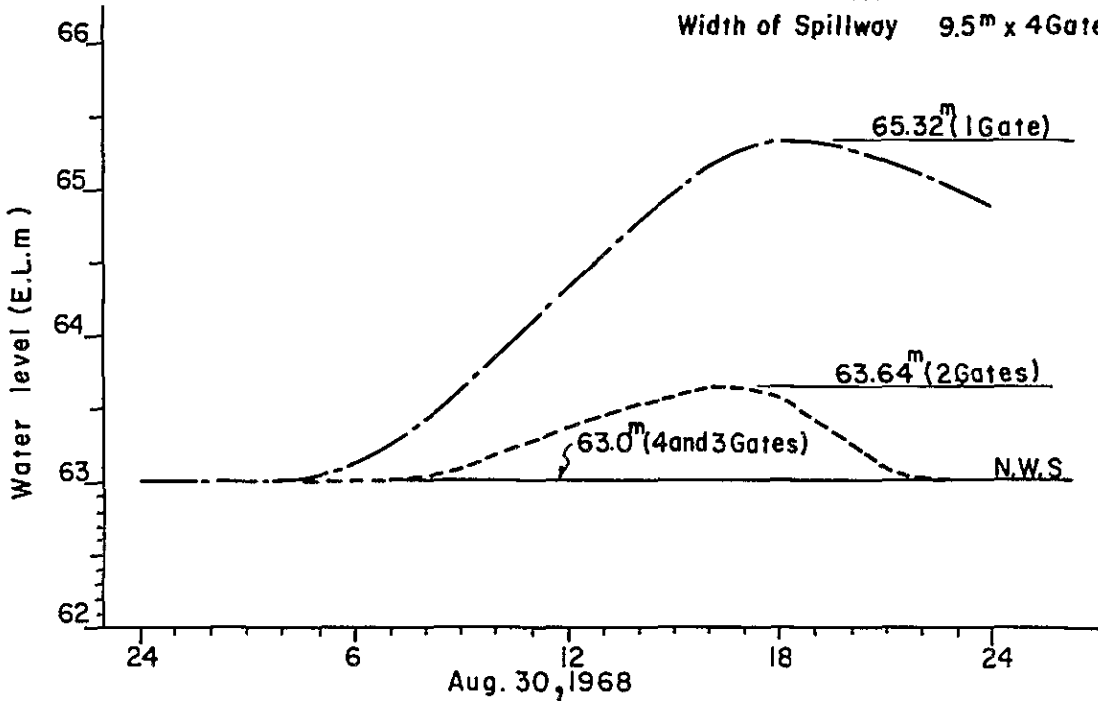
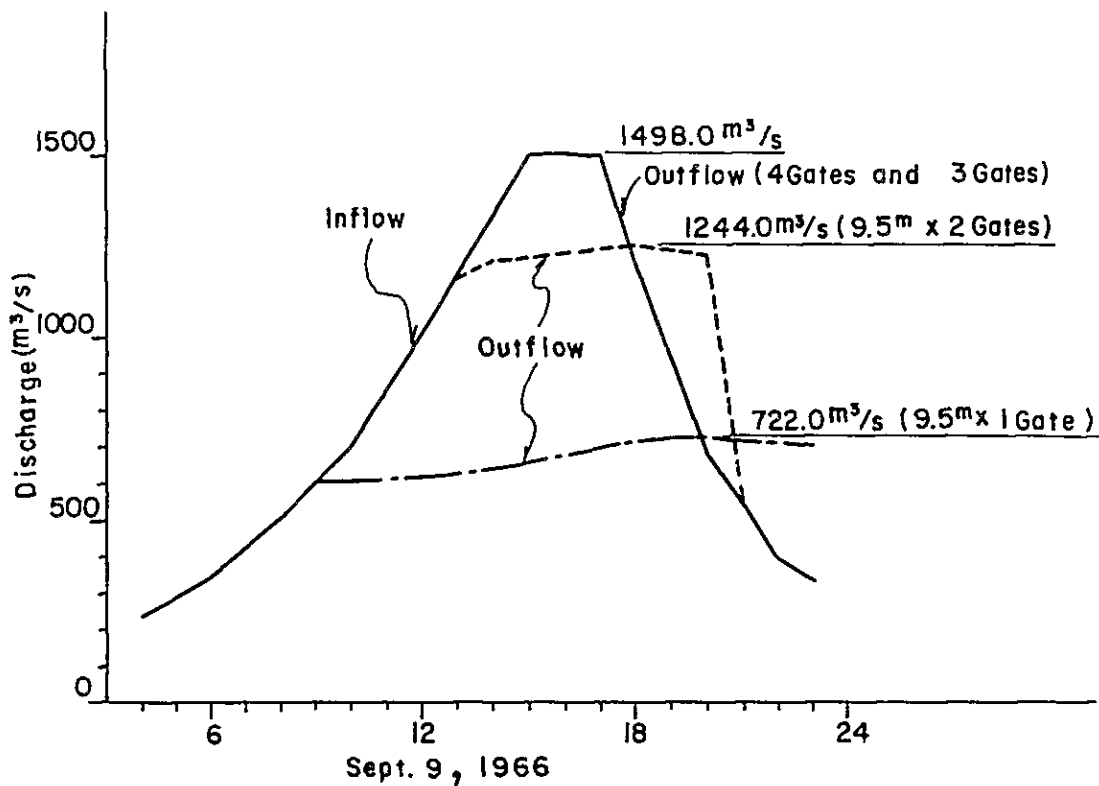
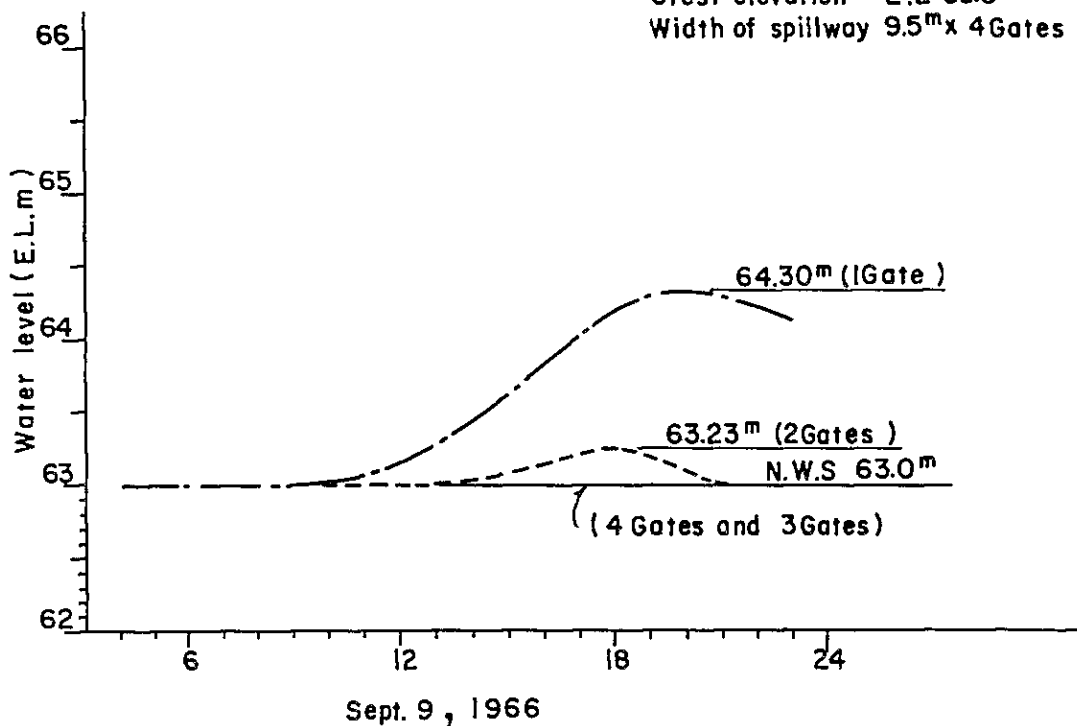


Fig. 18-3-1 (2) Flood routing (observed flood: Sept. 9, 1966)

N.W.S E.L. 63.0^m
 Crest elevation E.L. 53.0^m
 Width of spillway 9.5^m x 4Gates



19. 組織と運営

19. 組織と運営

19.1 工事の実施

建設工事

建設工事は、ダムとかんがい施設を NIA の責任で行い、発電施設は NPC の責任である。最終設計や仕様書作成ならびに建設機械や資料の購入にあたり、NIA と NPC は外国コンサルタントの技術的助告や示唆を受けるものとする。工事の監督は外国コンサルタントが行なう。建設工事の組織図を Fig 19.1 に示す。

補償問題

本計画には新規開田が含まれていないが、水没地区やダム軸周辺の住民の受益地への入植の可能性を検討する。

19.2 施設の運営管理

運営管理組織図を Fig 19.2 に示す。かんがいの運営管理費は、年間 4 百万ペソであり、その内訳を Table 19.1 に示す。

Fig. 19.1 Proposed Organization for Construction

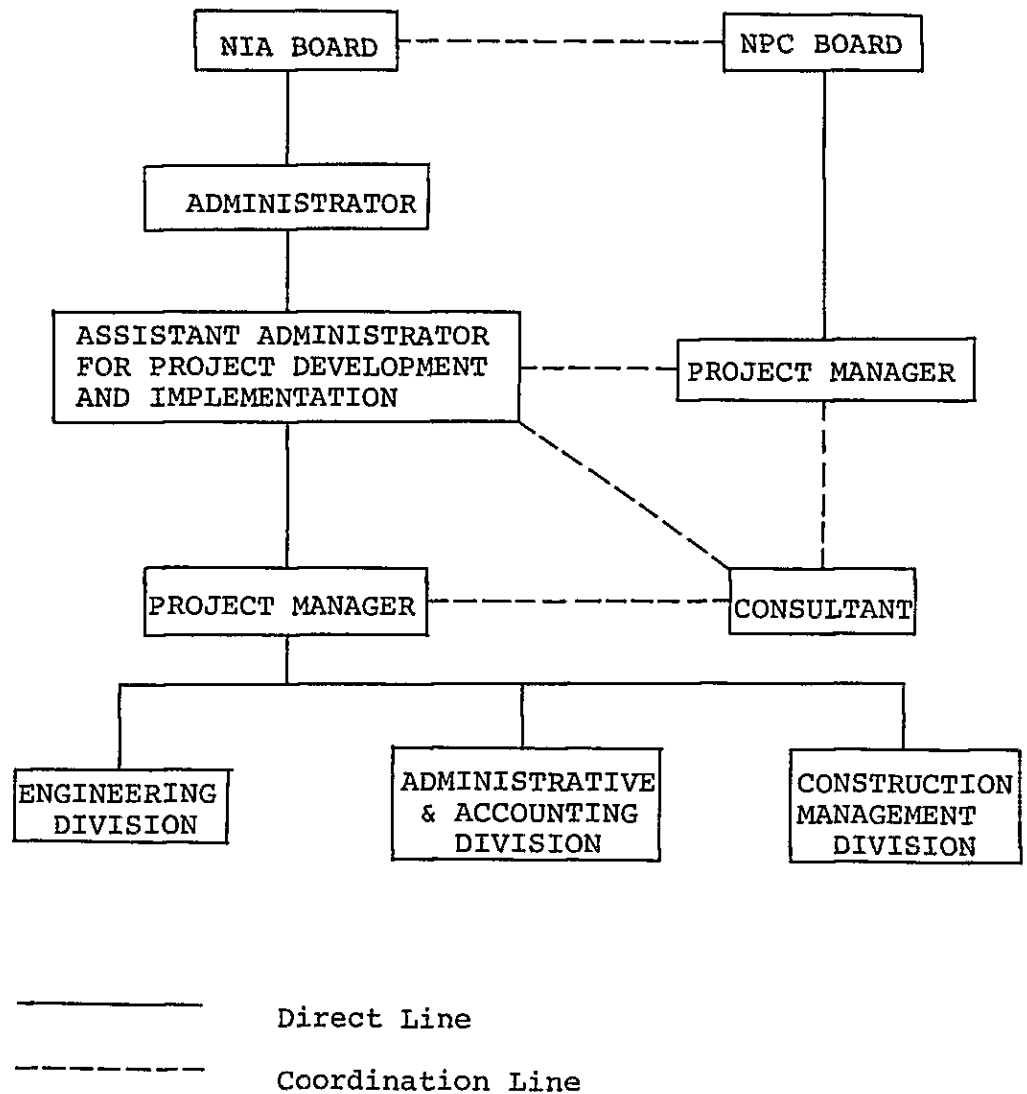
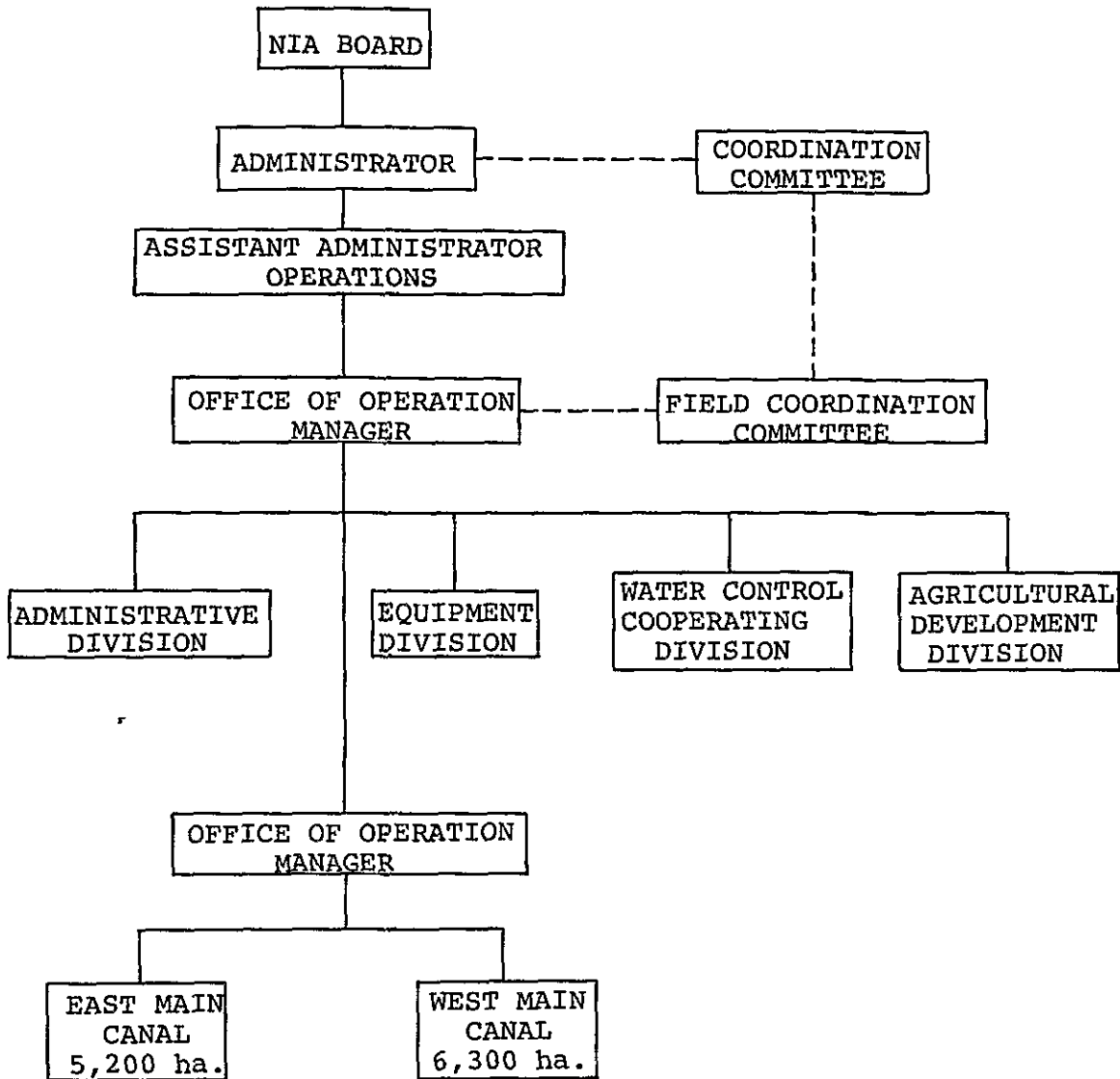


Table 19.1 Cost for Operation and Maintenance

I. Salaries and Wedges	No. of Personnel	Total Salary per Annum
A. Office		
1. Office of Operation Manager	4	90,000
2. Administrative Division	9	120,000
3. Equipment Division	10	120,000
4. Water Control Coordinating Division	10	170,000
5. Agricultural Development Division	9	170,000
6. Office of Superintendent	117	1,238,000
<hr/> TOTAL A		<hr/> P1,908,000
B. Cost of Living Allowance		P 572,000
C. Incentive Allowance		P 159,000
D. Personal Insurance		P 181,000
<hr/> TOTAL = A + B + C + D		<hr/> = P2,820,000
II. Maintenance of Facilities		
Canal		P 100,000
Roadway Maintenance		P 425,000
Others		P 105,000
<hr/> TOTAL		<hr/> P 630,000
III. Materials and Supplies		P 170,000
IV. Administrative and General Expenditures		P 380,000
<hr/> <hr/> GRAND TOTAL		<hr/> <hr/> P4,000,000

Fig. 19.2 Proposed Organization for Operation and Maintenance of Irrigation Project



ANNEX 発 電

A 発 電

A-1 フィリピン発電の現状と将来計画

1970年代の世界を揺がした、所謂、石油危機によって、フィリピンの社会・経済開発計画は抜本的に修正せざるを得なくなった。

今日、フィリピン政府はエネルギー問題の解決を重要な柱のひとつとして、1978年より1982年に至るフィリピンの5ヶ年開発計画を遂行中であるが、1983年以後更に急速に大きなエネルギーを開発する必要がある。即ち1980年におけるフィリピン全土の発電設備容量は3766MW（年間発電量15,086GWh）であり、現在建設中の諸発電設備が完成しても5,737.5MWである。

しかるにフィリピンの人口増加率（約3%）及び生活レベルの向上を考慮して、電力消費の伸び率を7%と仮定すると、1991年に要求される発電設備容量は、ほぼ10,000MWとなり、今後10年間の間に4,000MW以上の新設備を設けなければならない。

それ故、フィリピン政府は、あらゆる面からこのエネルギー問題に取り組み、能う限りの方法により問題の解決に努力している。

フィリピンの電力はNational Power Cooperation（N.P.C）Meralco System及びNational Electrification Administration（N.E.A）と私企業により建設された発電所を保有するLocal Electric Cooperative Inc.により供給されている。Table A-1, A-2（付属報告書参照）に1980年における3つのシステムによる発電設備容量及び1980年現在建設中の発電所の概要を示す。

表の示す通りフィリピンは、水力、火力、原子力、地熱など多様な電力源が経済を支える形をとっている。しかし何といたっても石油を産出しないこの国としては、末だ沢山残存する水力ポテンシャルを可及的速やかに開発することが望まれる。なんとなれば水力は国固有の資源であり、永久不変の循環資源たる水を利用し、大気汚染の恐れもなく僻地開発にも役立つ、しかも一度建設されれば安い経費で運転でき日常の保守運転も容易であるからである。

今日、フィリピンの地方電化はNational Electrification Administration（N.E.A）の立案した線に沿って遂行されているが、NEAの計画によればLocal Electric Cooperative Inc.の必要とする電力量の20%、50%、100%をそれぞれ、1982年、1987年、2000年迄に供給しうるようになることが期待されている。一方まだ1930年代に開始された小規模水力発電所は今日ルソン島のBenquet州をはじめ各所に設けられ既設設備容量はルソン島内で6700KW、ミンダナオに3000KW、ビサイヤ各地で1000KWを越えているが、石油高騰の今日全国各地で更に飛躍的に開発されて行くものと期待されている。（付属報告書Table A-3参照）

もとよりフィリピンは高温多湿で全国降水量は平均2000mm以上、所により3000mmを越し、地形的には至る所、ダム地点としての適地に恵まれているのであるから、農産物増産を目的とするダム建設に於ても極力、水力開発を併せ行なう可能性を追求する必要がある。

A-2 発電

(1) 発電計画

発電は次のような条件を前提として計画している。即ち、発電計画はかんがいが主体であって、あくまで発電は従という立場であり、発電所を建設することによってかんがい計画が変更するということはないということである。従って、ダムやその他の構造物とのアロケーションは考えないことにする。

a) かんがい用水による発電

乾期には、かんがい用水でトンネル出口部で発電することができる。水頭としては貯水池水位と静水池水位の差を利用できる。

b) 雨期の余剰水による発電

雨期にダムサイトの下流に放流するダムからの余剰水を利用して発電することができる。水頭としては、貯水池水位と下流水位の水頭差を利用できる。

(2) 発電量

かんがい用水及び河川維持用水を用いて、次のような条件のもとに発電量が計算される。

• 最大かんがい用水量	2 1.7	m^3/sec
• 河川維持用水として 下流への平均放水量	2.3	m^3/sec
計	2 4.0	m^3/sec

a) 乾期

満水位	EL 63.00	m
最低水位	EL 38.00	"
水車中心水位	EL 37.00	"
定格水位	EL 55.00	"
定格落差 (Hr)	18.00	"
圧力トンネル延長 (L)	1,000	"
水頭損失 (H _ℓ)	$= 1/1,200 \times L + Hr \times 0.02 = 1.2^m$	
有効落差 He	$= 18.00^m - 1.20^m = 16.8^m$	
P = Et × Eq × 9.8 × Q × He	$= 3,003 \div 3,000 kW$	

P : 発電容量
 Et : 水車効率 80 %
 Eq : 発電機効率 (三相同期) 95 %
 Q : 流量 24.0 m³/sec 乾期

(以後この発電所を "A 発電所" と称す)

b) 雨 期

満水位 EL 63.00 m
 最低水位 EL 38.00 "
 水車中心水位 EL 15.00 "
 河床標高 EL 12.50 "
 定格水位 EL 55.00 "
 定格落差 (Hr) 40.00 "
 圧力トンネル延長 (L) 1,200.00 "
 水頭損失 $H_L = 1/1,200 \times L + H_r \times 0.02 = 1.8^m$
 有効落差 $H_e = 40.00^m - 1.80^m = 38.2^m$
 流 量 $Q = 24.0 \text{ m}^3/\text{sec}$
 $P = E_t \times E_q \times 9.8 \times Q \times H_e \doteq 7,000 \text{ kW}$

(以後この発電所を "B 発電所" と称す)

A 発電所は乾期に農業用水を用いて発電し、一方、B 発電所は雨期に河川維持用水及び余剰水を用いて発電する。

(3) 発生電力

付属報告書に述べられているように、A 及び B 発電所によって発電される発電量は、ほぼ 25×10^6 KWH である。又、この電力はプロジェクト地区内にある N.P.C の 69 KV 送電線系統で容易に消費されうる。なぜなら、69 KV 送電系統は A 及び B 発電所容量に比べ比較にならない程大きいからである。

A-3 歳入と歳出

(1) 建設費

表 A-1 建設費		単位: ×10 ³ ペソ	
項目	数量	金額	合計金額
A 発電所 3,000kW			
附属品及び屋外変電所工事	1 式	20,000	
基礎及び建物工事	"	5,000	25,000
B 発電所 7,000kW			
附属品及び屋外変電所工事	"	40,000	
基礎及び建物工事	"	15,000	55,000
A 及び B 発電所のゲート, バイパス			
ゲート及び附属品	"	3,000	
設置及び土木工事	"	1,500	4,500
ペンストック 100トン			
敷設工事費	"	3,500	6,000
サージタンク 100トン及び付帯施設			
据付工事	"	2,500	5,000
69KV 送電線 12Km			
コンダクター及び附属施設	"	1,400	
電柱及び設置工事	"	1,600	3,000
69KV 変電所設備			
附属施設	"	1,000	
N.P.C 送電線との連絡工事	"	500	1,500
69KV 送電設備及び通信設備 (取水口-ダム-A 発電所-B 発電所)			
附属品, 送電線, 遠隔操作, 水位計, 通信施設設置工事	"	6,000	
設置工事	"	1,000	7,000
予備費	"	13,000	13,000
総計		120,000	

かんがい施設の主要土木工事が A 及び B 発電所の建設のため変更されるようなことはない。

(2) 電力料金

1) 年収入

Pangasinan 州 Bani にある Pangasinan I Electric Corp. Inc. の資料によると、この地区の電気料金は次表のとおりである。

表 A - 2 電気料金		1981年
種 類	内 容	料金 (ペソ)
住宅, 公共建物	最低料金 (1-12 kWh)	9.45
	超過料金 / kWh	0.79
会 社	最低料金 (1-12 kWh)	10.20
	超過料金 / kWh	0.85
工 場	基本料金 / kW	15.00
	従量料 kWh	0.78
農業 (かんがい)	基本料金 / kW	15.00
	従量料金 / kWh	0.71
街 燈	175W 電球 / 月	(0.626) 39.50
	料金 / ワット	0.226
	平均料金 / kWh	0.751

NPCの報告によると、ルソン系統の kWh 当りの電気料金は 0.48 ペソである。
この単価を用いて年間歳入を計算すると

$$0.48 \times 25,120,000 \text{ kWh} = 12,057,600 \text{ ペソ}$$

2) kW 当りの建設費と kWh 当りの電気料金の計算

A と B 発電所の建設費 (送電線、開閉所費用含む) を 120,000,000 ペソと算定すると kW 当りの建設費は次の通りとなる。

$$120,000,000 \text{ ペソ} \div (3,000 + 7,000 \text{ kW}) = 12,000 \text{ ペソ / kW} \\ \div 1,568 \text{ ドル / kW}$$

又、発電単価を計算するのに必要な諸数値を次のように仮定する。

- (a) 年利子率 4.5 %
- (b) 年償却率 2.0 %
(耐用年数を 50 年とする)
- (c) 年固定資産税 1.4 %
- (d) 年間維持管理費率 0.5 %

(e) 年臨時出費	0.5%
計	8.9%

年間総発電量を 25,120,000 kWh と算定すれば、発電単価は次の通りである。

$$\text{kWh コスト} = \frac{120,000,000}{25,120,000} \times 8.9\% = 0.425 \text{ ペン}$$

1980年の世銀レポートによると Investment Cost/kW と、燃費/kWh 及び発電単価/kWh は次の通りである。

表A-3

種 類	Investment Cost/kW	燃費/kWh	発電単価/kWh
	単位ドル	単位セント	単位セント
水 力	大規模, 高落差	—	2.4
	小規模, 小落差	—	12.7
ディーゼル	大規模, 重油	4.2	6.7
	小規模, 軽油	10.9	13.2
火 力	大規模, 天然ガス	0.4	2.4
	“ , 石炭	2.7	5.2
	“ , 輸入石油	5.5	7.5
	小規模, 重油	7.3	11.4
	“ , 木材	3.0	10.0
地 熱	熱風	—	3.0
	蒸気 or 熱湯	—	6.0
原子力	大規模	1.0	5.1
	小規模	1.0	7.4
太陽熱	20,000-30,000	—	100-300
風 力	5,000-15,000	—	30-100

(注) Investment Cost/kW には送電線, 配電線の建設費は含まれている。太陽熱, 風力の Investment Cost/kW にはバッテリーのコストは含まれない。

3) 発電による便益

当プロジェクトでは農業のかんがい用水を主目的とするが、この水を利用して発電計画が立てられる。これによる発生電力量は1年間で25,120,000 kWhである。この電力はNEAの電力供給の中に組込まれる。一方発電による便益は、当発電施設がなければ建設が必要とされる代替設備による発電費用を便益とみなすことができる。

代替設備としては発電の規模から考えて小規模火力発電をとり上げた。これによる発電のコストは表A-3より0.91ペソ/kWh (=11.4セント/kWh)，従ってこれによって発電による便益を計算すると22,859,200ペソ/年となる。

$$25,120,000 \text{ kWh} \times 0.91 \text{ ペソ/kWh} = 22,859,200 \text{ ペソ}$$

A-4 結論

このプロジェクトに小水力発電所を追加することにより経済的な、かつ信頼のおける電力を発生することができる。ひいてはこの地方の会社経済の促進、工業の発達と電化の達成が可能である。

又、水力発電は自ずと輸入に依存する石油の節減につながるものである。従って、当プロジェクトに、小水力発電を是非とも追加すべきであると考えられる。

Fig. A-1 Peak Demand & Capability in Luzon Grid

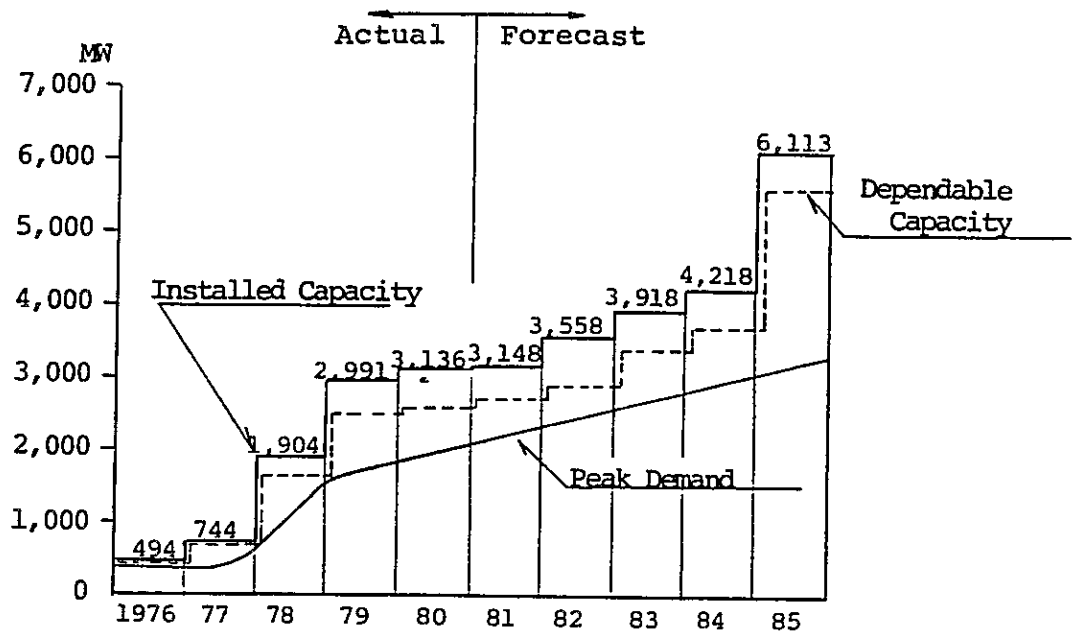
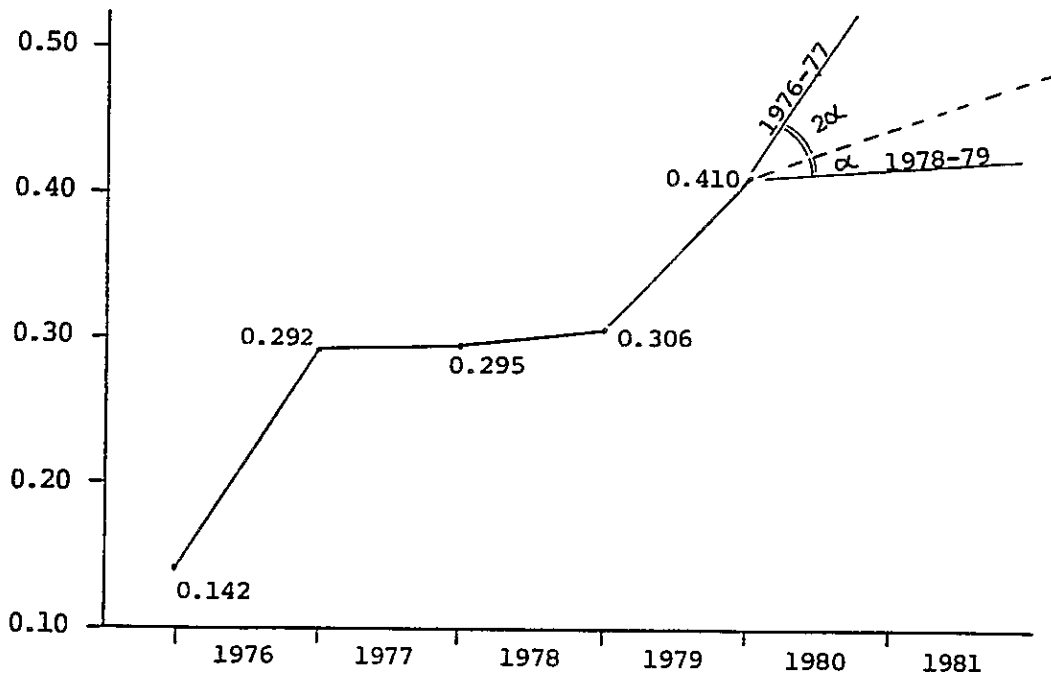


Fig. A-2 Average Rate per KWH in Luzon Grid



(N.P.C. 1980 Annual Report)

Table A-1 CONSTRUCTION COST

Item	COST (x 10 ³) ₱		
	F.C	L.C	TOTAL
1. Main Works			
Dam	250,508	139,514	390,022
Irrigation	90,023	101,780	191,803
Power	76,400	30,600	107,000
Sub-Total	416,931	271,894	688,825
2. Access Road	5,200	4,550	9,750
3. Land Acquisition			
Dam	0	34,000	34,000
Irrigation	0	5,962	5,962
Sub-Total	0	39,962	39,962
4. O/M Cost	0	4,000	4,000
5. Engineering Service	32,000	0	32,000
6. Physical Contingency	45,414	32,040	77,454
7. Price Escalation	199,181	146,551	345,732
TOTAL	698,726	498,997	1,197,723
Doller Equivalent US 1,000\$	87,341	62,374	149,715

Table A-2 POWER FACILITIES CONSTRUCTION COST

Item	COST (x 10 ³) ₱		
	F.C	L.C	TOTAL
1. Main Works			
Power Station A 2,500Kw	20,000	5,000	25,000
Power Station B 5,000Kw	40,000	15,000	55,000
Gates for A & B Power Station	3,000	1,500	4,500
Penstock	2,500	3,500	6,000
Surge Tank	2,500	2,500	5,000
Transmission Line L=12Km	1,400	1,600	3,000
Switching Station 69KV	1,000	500	1,500
69KV Distribution Line & Communication Device	6,000	1,000	7,000
Sub-Total	76,400	30,600	107,000
2. Physical Contingency	7,640	3,060	10,700
3. Price Escalation	43,235	19,754	62,989
TOTAL	127,275	53,414	180,689

Table A-3 ANNUAL DISTRIBUTION OF CONSTRUCTION COST

Unit: ₱ 1,000

Works	Total	1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	6th Year
1. Civil Works	698,575	47,694	98,301	144,400	144,747	234,385	29,045
F/C	422,131	27,408	65,025	84,177	83,247	147,147	15,127
L/C	276,444	20,289	33,276	60,223	61,500	87,238	13,918
2. Land Acquisition	39,962	39,962	-	-	-	-	-
F/C	-	-	-	-	-	-	-
L/C	39,962	39,962	-	-	-	-	-
3. Engineering Service and O/M	36,000	16,000	3,200	3,200	3,200	3,200	7,200
F/C	32,000	16,000	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
L/C	4,000	-	-	-	-	-	4,000
4. Physical Contingency	77,454	10,366	10,150	14,760	14,795	23,759	3,624
F/C	45,414	4,341	6,822	8,738	8,645	15,035	1,833
L/C	32,040	6,025	3,328	6,022	6,150	8,724	1,791
Sub-Total	851,991	114,025	111,651	162,360	162,742	261,344	39,869
F/C	499,545	47,749	75,047	96,115	95,092	165,382	20,160
L/C	352,446	66,276	36,604	66,245	67,650	95,962	19,709
5. Price Escalation	345,732	19,231	28,995	57,316	72,519	141,164	26,272
F/C	199,181	8,203	19,489	33,435	40,769	85,082	12,203
L/C	146,551	11,028	9,506	23,881	31,750	56,317	14,069
TOTAL	1,197,723	133,256	140,646	219,676	235,261	402,743	66,141
F/C	698,726	55,952	94,536	129,550	135,861	250,464	32,363
L/C	498,997	77,304	46,110	90,126	99,400	152,279	33,778

Table A-4

IRR = 13.3 %

YEAR	COST	BENEFIT	(B-C)	PRESENT VALUE (B-C)
1	104948	0	-104948	-92628
2	92945	0	-92945	-72405
3	134881	0	-134881	-92739
4	135197	0	-135197	-82044
5	221288	0	-221288	-118524
6	33550	0	-33550	-15860
7	4264	138190	133926	55880
8	4264	138190	133926	49320
9	4264	138190	133926	43531
10	4264	138190	133926	38421
11	4264	138190	133926	33911
12	4264	138190	133926	29930
13	4264	138190	133926	26417
14	4264	138190	133926	23316
15	4264	138190	133926	20579
16	4264	138190	133926	18163
17	4264	138190	133926	16031
18	4264	138190	133926	14149
19	4264	138190	133926	12488
20	4264	138190	133926	11022
21	4264	138190	133926	9728
22	4264	138190	133926	8586
23	4264	138190	133926	7578
24	4264	138190	133926	6689
25	4264	138190	133926	5904
26	4264	138190	133926	5211
27	4264	138190	133926	4599
28	4264	138190	133926	4059
29	4264	138190	133926	3583
30	4264	138190	133926	3162
31	4264	138190	133926	2791
32	4264	138190	133926	2463
33	4264	138190	133926	2174
34	4264	138190	133926	1919
35	4264	138190	133926	1694
36	4264	138190	133926	1495
37	4264	138190	133926	1319
38	4264	138190	133926	1164
39	4264	138190	133926	1028
40	4264	138190	133926	907
41	4264	138190	133926	801
42	4264	138190	133926	707
43	4264	138190	133926	624
44	4264	138190	133926	550
45	4264	138190	133926	486
46	4264	138190	133926	429
47	4264	138190	133926	378
48	4264	138190	133926	334
49	4264	138190	133926	295
50	4264	138190	133926	260
51	4264	138190	133926	230
52	4264	138190	133926	203
53	4264	138190	133926	179
54	4264	138190	133926	158
55	4264	138190	133926	139
56	4264	138190	133926	123
TOTAL				904

JICA