

3.4.3 ダムの現状

(1) 調査概要

ダム調査は、現況を把握し問題点を抽出することに主眼を置いた。このため、概査および現地調査、必要な資料および情報の収集、既存報告書の検討を実施した。さらに、ダム建設に係わった技術者からの聞き取り調査も実施した。

(2) 施工工程および方法

1) 施工段階

躯体はⅠ期工事とⅡ期工事に分けて施工された。Ⅰ期工事は、1956年から1957年にかけて河床部標高749mから標高782mまで施工された。Ⅱ期工事は1964年から1965年にかけて782mから現在の天端809mまで施工された。

洪水吐は以下のように3段階に分かれて実施され、1971年に終了している。

- 第Ⅰ期 : ダム左端沿いの緩傾斜水路および導流壁
- 第Ⅱ期 : 第Ⅰ期に続く急勾配斜路および導流壁
- 第Ⅲ期 : 上記に続く最下段斜路、静水池、導流壁の建設および既存導流壁の補修

2) 施工方法

躯体は以下のように粗石を充填した後、モルタルを流し込む手法で構築された。

- a. 1 m 高のモルタル区画をいくつも水平に設置
- b. 区画内部に粗石の充填
- c. 区画内部にモルタル(1:4)の充填

洪水吐は最初、最上流側の緩傾斜水路だけが予定されていた。しかし、この工事が完成した後洪水に見舞われ、水路末端の下部が20mにわたり洗掘をうけた。このため、生じた空隙に粗石を充填した後、急傾斜水路を施工した。しかし、この後も同じ現象が生じたため、再再度洪水吐を延長したものである。

(3) コヨラルダムの現況

1) 貯水池

a. 水位

流域より貯水池へは、ほぼ流域を三分する三河川（セノン川、チボス川、ベルメホ川）によって自然流量が流入する。貯水池から下流へのかんがい等必要流量は放流管から、また、貯水池が満水の時にはダム左岸に接する洪水吐より自由越流により流出する。貯水池の水位容量曲線は図3.4-6に示す。また、近年の貯水位変化は図3.4-7に示すとおりである。

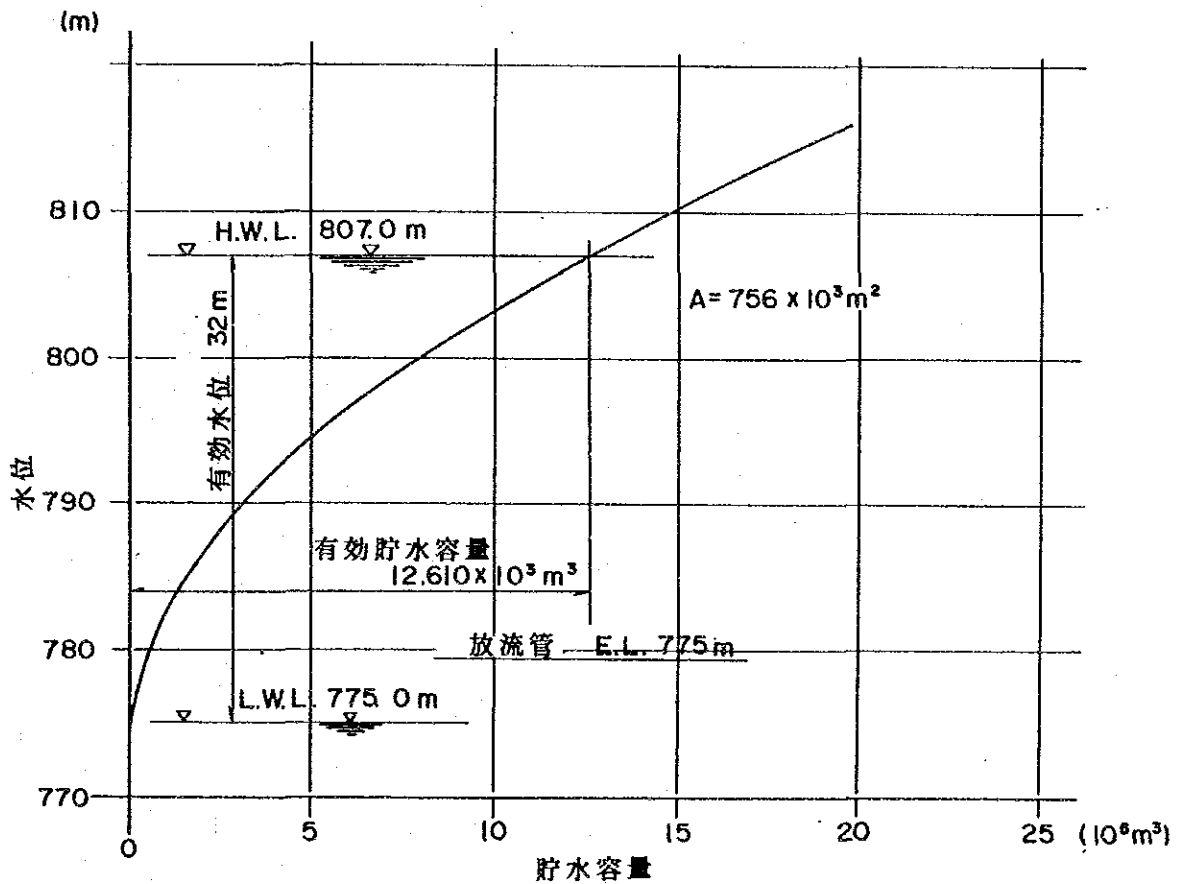


図 3.4-6 水位容量曲線

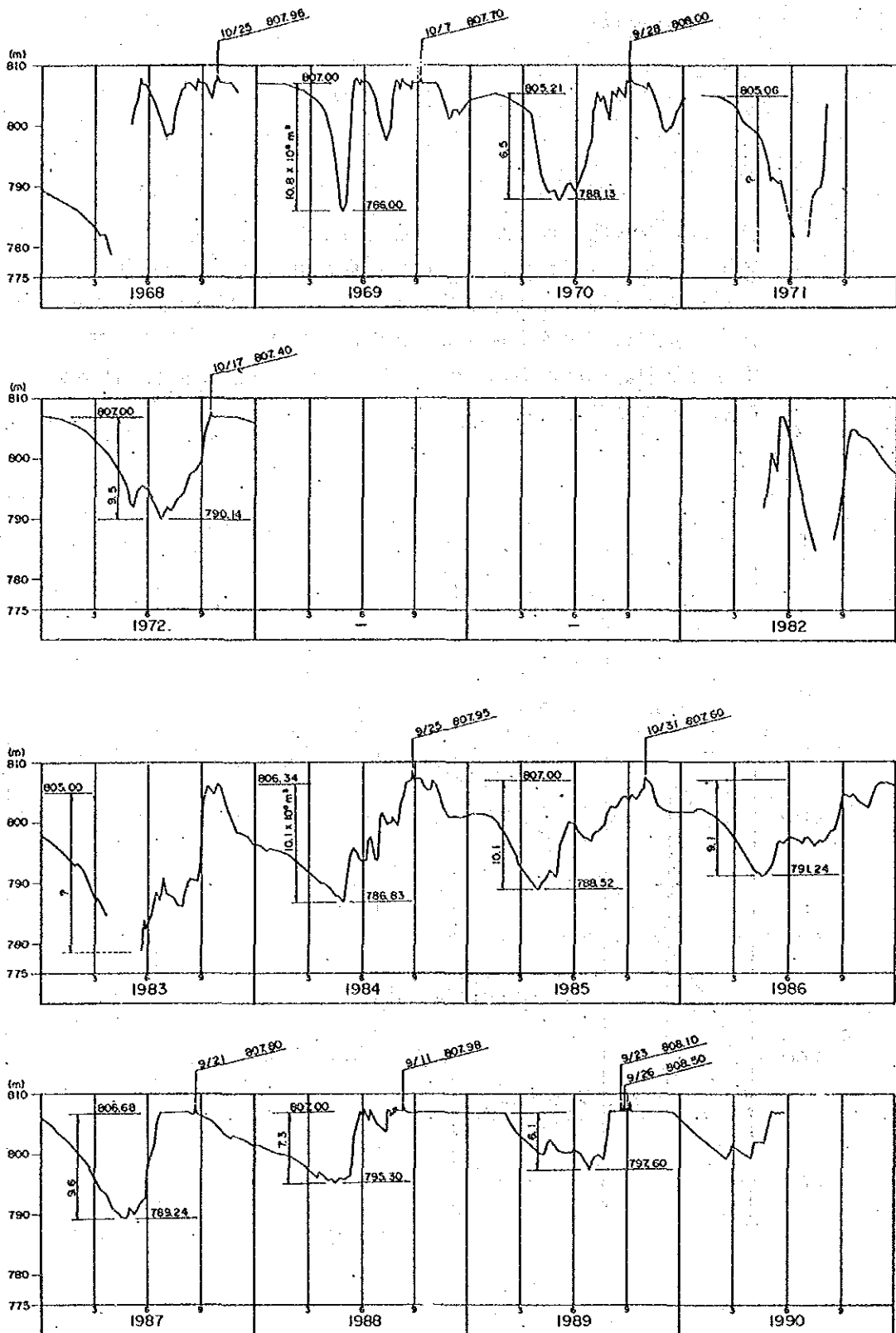


図3.4-7 貯水位の変化

b. 堆砂

本調査では、ダム直上流の3測線で水深測定を実施した。この調査結果によると、1985年に実施されたLAVALIN-GATESAの測定結果と大きな変化はなく、堆積物の顕著な増加は認められない。一方、ダム構築以前の古地形図は1/1000縮尺で10 m等高線であるため、堆砂量の具体的把握は不可能である。しかし、以下の理由で流入河川よりの堆砂量は少ないものと判断される。

一雨期には植生が繁茂し、地表堆積物の貯水池への流失量は少ない。
一方、乾期には植生が乏しいが降雨量も少なく貯水池への土砂の流出量は少ない。

一流域は硬質の火山岩とわずかに微粒の火山灰起源の表土から構成されている。

一流域の地形は緩やかな丘陵を示し、大規模の地滑りは認められない。

これらより、流入河川より堆砂量は少ないものと判断できる。細粒浮遊物の一部は貯水池に堆積するものの、大半は浮遊物として放流管より流出するものと考えられる。

c. 水質および水温

貯水池の水質について、今回の調査および過去に行われた試験結果をまとめると図3.4-8に示すとおりである。

湖水の水質は、比較的良質で中性ないし微酸性を示し、濁度は高いが堤体に悪影響を及ぼすものではない。なお、上水利用の適否を考慮し、貯水の大腸菌群の試験を実施したが検出されなかった。

貯水池の深度別温度分布によると、放流管標高を境としてやや温度差異を示す以外は特異な兆候は認められない。

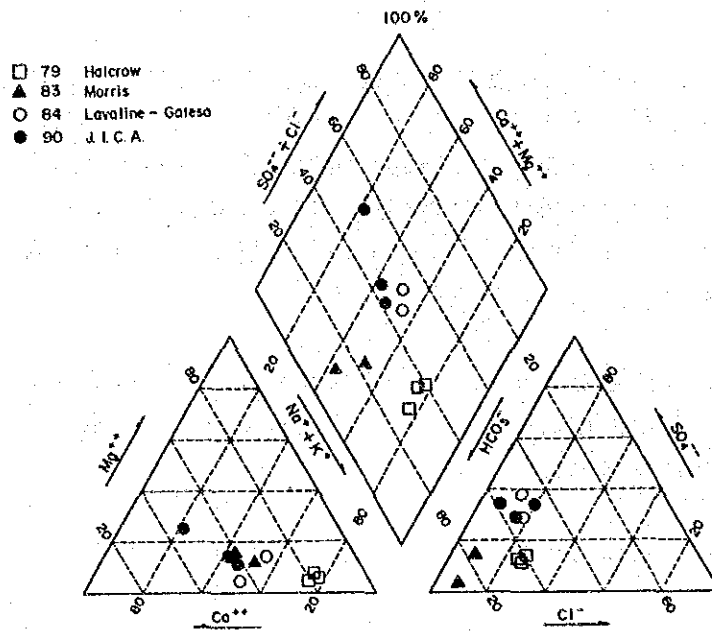


図3.4-8 組成キーマイアグラム

2) 堤体の現況

堤体には高さ1mのバラベツトが設けられ、さらにほぼ中央部背面にバルブ室が、そして、この上流側に水位計が設置されている。

軀体部の表面は堤頂部を除きモルタルで覆われているが、ダム前面ではブロック状に、また、背面では放流管以下の全面でモルタルが剥がれており粗石が露出している。堤体上流面では、2つのほぼ垂直の亀裂（左岸端より約 33、39 m）が認められる。後者の割れ目幅は1~2cmであるが、堤頂を経て下流側へ連続分布しており、また、前者では前面低部（着岩部 EL.798m）でその幅が開き、粗石間の密着が不良となっているのが認められる。

地質調査の結果によれば、下部1期の工事部分は、50~300mmの辺長を持つCH、CHに近いCM級のアズキ色を呈する角レキ状の熔結凝灰岩とモルタルより成る。モルタルはさらに、粗粒部と細粒部に分けられるが、各々の分布に規則性はない。粗粒部には多くの小さな空隙はあるが、割れ目は少なく比較的良好な状態にある。また、粗石とモルタルとの接合状態は概ね良好である。細粒部には、多くの空隙がありシルトの堆積が認められる。このことは、堤体上流部よりの漏水を暗示するものと考えられる。割れ目の分布は普通程度である。着岩部は場所により開口しているところもある。

Ⅱ期の工事部分もⅠ期の部分と同様な構成であるが、モルタルは細粒部が主体で数多くの空隙が認められ、ページュからコーヒー色のシルトの堆積がある。この空隙に沿って一部のモルタルは白っぽく石膏状に脆弱化しており、化学的に分解している可能性がある。粗石との接触部は開口しているものがある。割れ目の分布は比較的少ない。

鑿部の透水係数は、 $10^{-5} \sim 10^{-4}$ cm/secオーダー（ルジオン値≒1～10）が大半を占める。上部Ⅱ期工事区間が下部に比べ透水係数が大きい傾向が認められた。なお、着岩部では特に大きな透水係数を示すものは認められなかった。

3) 洪水吐の現況

洪水吐はダム左岸のやや緩傾斜部に設けられた側水路式の構造物である。この洪水吐は平面的に折れ線型、縦断的にはバケット型斜路の連続といった特異な形を呈している。

基礎岩盤の上部は主として割れ目の多いCM級の凝灰岩および熔結凝灰岩の転石より成り、一部には空洞が分布する。洪水吐を斜交する断層の南側には、約2m幅の角レキ混じりの断層粘土が分布する。この断層の周辺には、同方向の割れ目が多く見られ、高い透水性を示す。これらの弱線に沿って母岩が変質を受け、白色～桃色を帯びたD級の岩が広範に認められ、これは変質を受けた断層帯と考えられる。減勢工地点では、この変質帯が約26mの幅を持つ。一軸圧縮強度は50kgf/cm²程度で、極めて脆弱な岩盤である。

また、洪水吐は流水による洗掘を二度受けたため、施工各期の末端部は粗石で充填された経緯がある。この箇所は充填後モルタルを注入したとの報告があるが、十分な一体化が行われたか疑わしい。さらに、減勢工末端右岸寄りの端の断層沿いに幅3m、奥行き3mの空洞がある等、洪水吐の一部では基礎岩盤との密着が十分ではない。

このように洪水吐は安定した構造物とは言い難い。特に、水理的には縦断形状から凹部では負圧が発生し、ある程度以上の洪水時（ $h \geq 0.5$ m、 $Q \geq 50$ m³/sec）には、振動、騒音が生じている。さらに、水脈の乱れにより導流壁から逸水を生じているとの報告を得た。

既往の洪水流量を、表3.4-4に示す。

表 3.4-4 年別最大流下量

年	月日	貯水位 (m)	流量 (m ³ /s)
1968	10/25	807.96	88
1969	10/7	807.70	55
1970	9/28	808.00	94
1972	10/17	807.40	24
1984	9/25	807.95	87
1985	10/31	807.60	44
1987	9/21	807.80	67
1988	9/11	807.98	91
1989	9/26	808.50	173

4) 漏水

コヨラルダムの抱えている問題の一つには堤体、洪水吐、基礎岩盤の割れ目および節理からの漏水があげられる。

a. 堤体

堤体でみられる漏水は、左岸側下流着岩部付近に流出するものと、
堤体背面側への浸み出しの2タイプがある。前者は堤体左岸端より30-
~40mの範囲で4箇所に見られる。漏水量が最も多い箇所は左岸端よ
り37 m、EL.794 m付近に認められる。この箇所の堤体上流面にはほ
ぼ垂直の割れ目がある。これらの漏水は、三角堰を利用して漏水量
が測定されている。漏水量の合計は最大約80 l/secに達するが、貯
水位の低下により比例的に減少し、貯水位が790mに達すると消滅す
る(図3.4-9)。なお、既存資料によると、この漏水は建設直後よ
り生じていて、以後大きな漏水量の変化はなかったと考えられる。

堤体背面の背面側には、I期とII期の工事境界面および随所に浸み
出しが認められる。この浸み出しも貯水位が低い場合には、顕著で
はない。

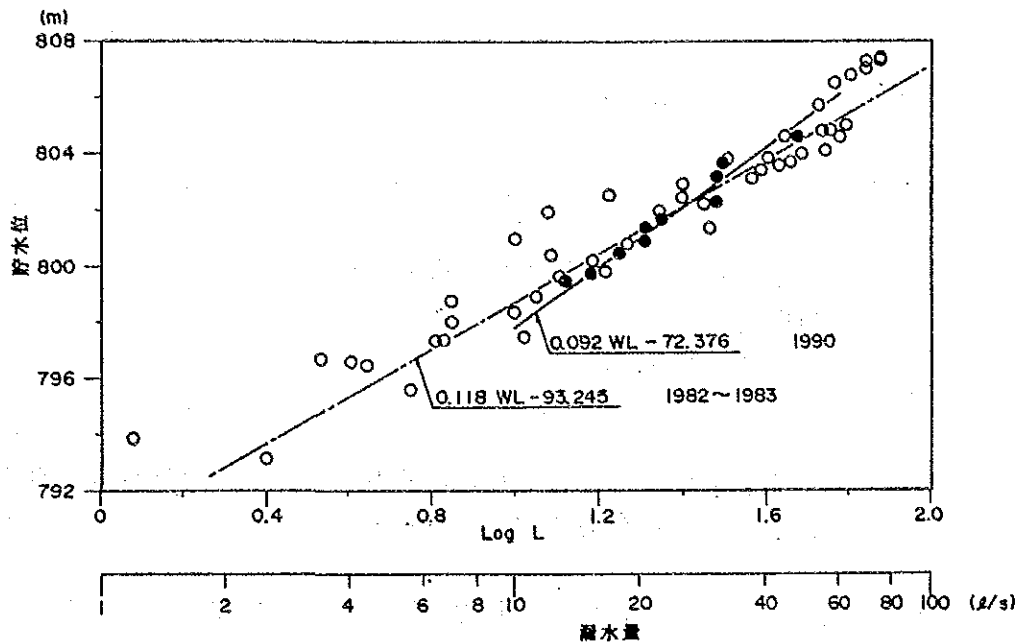


図 3.4-9 貯水位—漏水率相関

b. 洪水吐

洪水吐では最上段斜路の中間に漏水排出パイプが埋め込まれ、ここより数 L/sec 程度の漏水が流下している。この排水管は洪水吐I期工事後の洗堀箇所に集まる漏水を排水したもので、当時洪水吐呑口付近で穿孔、セメント注入を行ったが漏水を遮断するまでには至っていない。

c. ダム周辺

堤体直下流右岸の河床付近では、数カ所にわたって基盤の割れ目より漏水がみられる。漏水量は数 L/sec 程度で、右岸側山体の節理を経て漏水していると考えられる。しかし、この漏水は現時点ではダムの安全性を損なうものではない。

5) 放流管およびバルブ

堤体中央部のEL.775mには放流管が埋設されている。放流管は口径750mm、延長約25mで下流側にはバルブ室および口径600mmの手動ハウエルベンダーバルブが設けられている。バルブの開閉はかんがい地区での必要水量および貯水位に基づいて、行われることになっている。しかし、実際は管理人が長年の経験に基づいて開閉している。ダムオペレーション資料によると、満水時には $1.5\sim 2\text{m}^3/\text{sec}$ 、かんがい期には $1\sim 1.2\text{m}^3/\text{sec}$ 、非かんがい期には $0\sim 0.3\text{m}^3/\text{sec}$ の放流量が記録されている。

6) 堤体および洪水吐の安全度

現況ダムの安定性

コンクリートダムでは、予想される荷重に対し

- ① 剪断
- ② 転倒（引張り）
- ③ 強度

の面で充分安全でなければならない。外力としては、堤体自重、水重、水圧、泥圧、揚圧、地震力等が考えられる。

設計時点では、ダムに作用する外力は次のように設定されていた。

設計震度	:	考慮せず
揚圧力	:	25%
堤体単位重量	:	2.1 ton/m ³

しかし、ダムである以上、地震力を考慮しない事は妥当ではない。また、基盤の状態、既存のグラウト施工の資料等から判断して、揚圧力係数は25%より大きな値であると考えられる。また、現堤体単位重量は岩石試験結果より2.0ton/m³程度と考えられる。

ダムの現形状に対する荷重を、① 設計震度 $K=0.15$ 、② 堤体単位重量 $\omega=2.0 \text{ ton/m}^3$ 、③ 基礎定数 $f=0.8$ $\tau_0=150\text{ton/m}^2$ と仮定し、現況ダムの安定計算を行った。結果は表3.4-5および図3.4-10に示すとおりである。

現況ダムは最大堤高60mに対して敷幅は約44m (=高さ $\times 0.73$)とスレンダ一な形状をなしている。このため、地震を見込んだ外力に対して、底部でのせん断摩擦抵抗が不足するだけでなく、ほぼ全高にわたって合力作用点がMiddle Third に収まらず引張力を生ずる結果となっている。すなわち、地震を考慮すると現況ダムは計画水位 (HWL=807m) に対して、安定ではなく、水位を現況より下位 (HWL=797m以下) に制限しなければ危険であると判断される。

表 3.4-5 現況ダムの安定計算総括

現況断面 $m = 1 : 0.72$ $K = 0.15$ $U = 0.50$						
H.W.L (m)	807	807	807	807	797	809
	EL=749 B=44.12	EL=765 B=31.80	EL=780 B=20.25	EL=795 B=8.86	EL=749 B=44.12	地震なし EL=749 B=44.12
鉛直力 $V(t)$	2,054.2	1,096.5	495.6	156.8	2,140.5	2,036.9
水平力 $H(t)$	2,422.2	1,314.3	578.0	139.5	1,799.4	1,853.9
モーメント $N(t \cdot m)$	78,312	31,101	8,973	1,221	62,866	66,703
安全率 F.S	3.41	4.30	5.94	10.43	4.63	4.45
合力作用位置 $l(m)$	38.12	28.36	18.11	7.79	29.37	32.75
偏心距離 $e(m)$	16.06	12.46	7.98	3.36	7.31	10.69
反力平均値 $p(t/m^2)$	46.6	34.5	24.5	17.7	48.5	46.2
地盤反力 $p_1(t/m^2)$	148	116	82	58	97	113
$p_2(t/m^2)$	-55	-47	-33	-23	0	-21

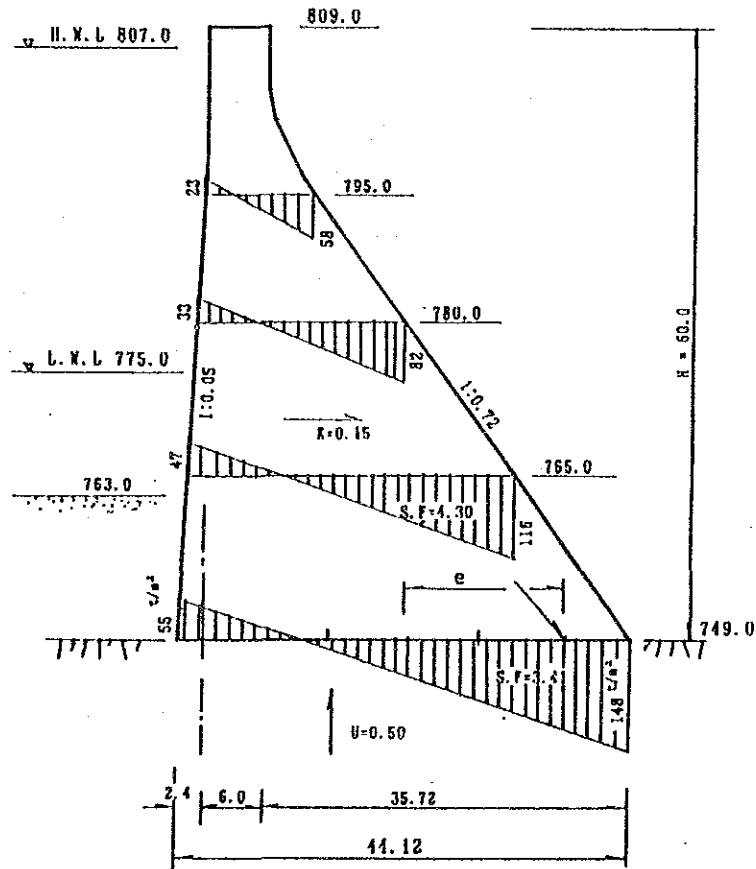


図3.4-10 現況ダムの安定計算

洪水吐の流下能力

ダム建設当時、洪水吐の計画流量は $288\text{m}^3/\text{sec}$ (比流量約 $1.5\text{m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$)とされていた。現洪水吐断面で試算すると、この程度の流量は流下可能と判断できる(図3.4-11)。しかし、洪水時には導流壁を越流して斜面を流下し、斜路の凹部では負圧が生じている。このため、洪水吐の基盤から判断して、現計画洪水量であっても決壊の危険性は大きいと判断される。

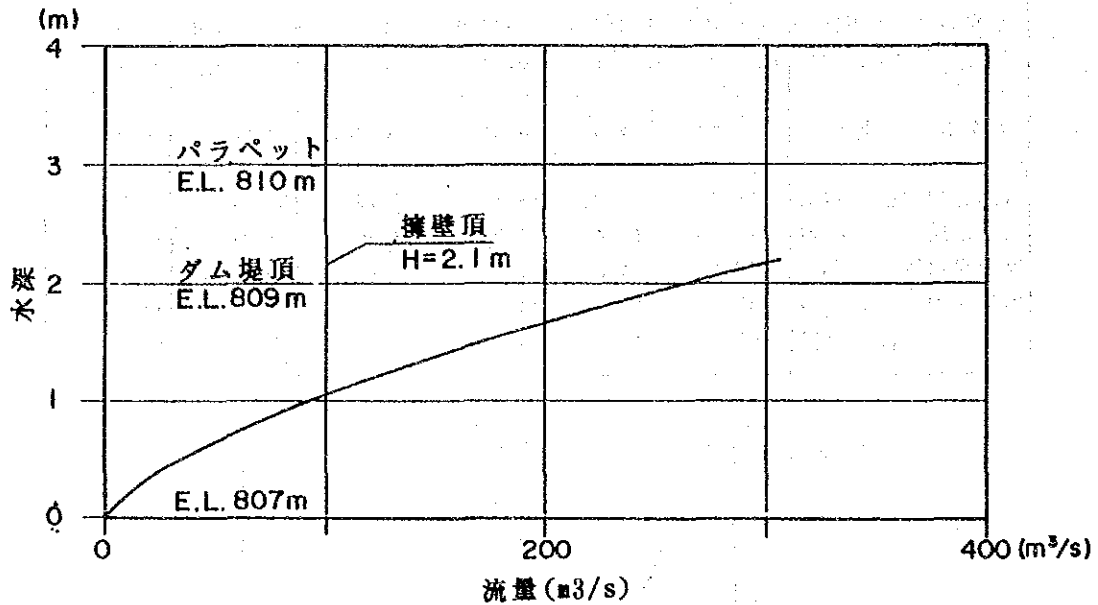


図 3.4-11 洪水吐の流下能力

3.5 フローレスかんがい地区の現状

3.5.1 かんがい排水

(1) かんがい面積

フローレスかんがい地区はサンホセ川を挟んで左岸側セクター I および右岸側セクター II の二つの地区から成り立っている (図3.5-1)。

セクター I は、1954年にホンデュラス国最初の国営直轄かんがい事業として、粗面積1,300ヘクタール、かんがい面積950ヘクタールの開発が行われた。かんがい用水はサンホセ川左岸側に設置された取水工より取水され、幹線水路を経てかんがい地区に供給される。なお、幹線水路の設計容量は $1.5\text{m}^3/\text{sec}$ とされている。

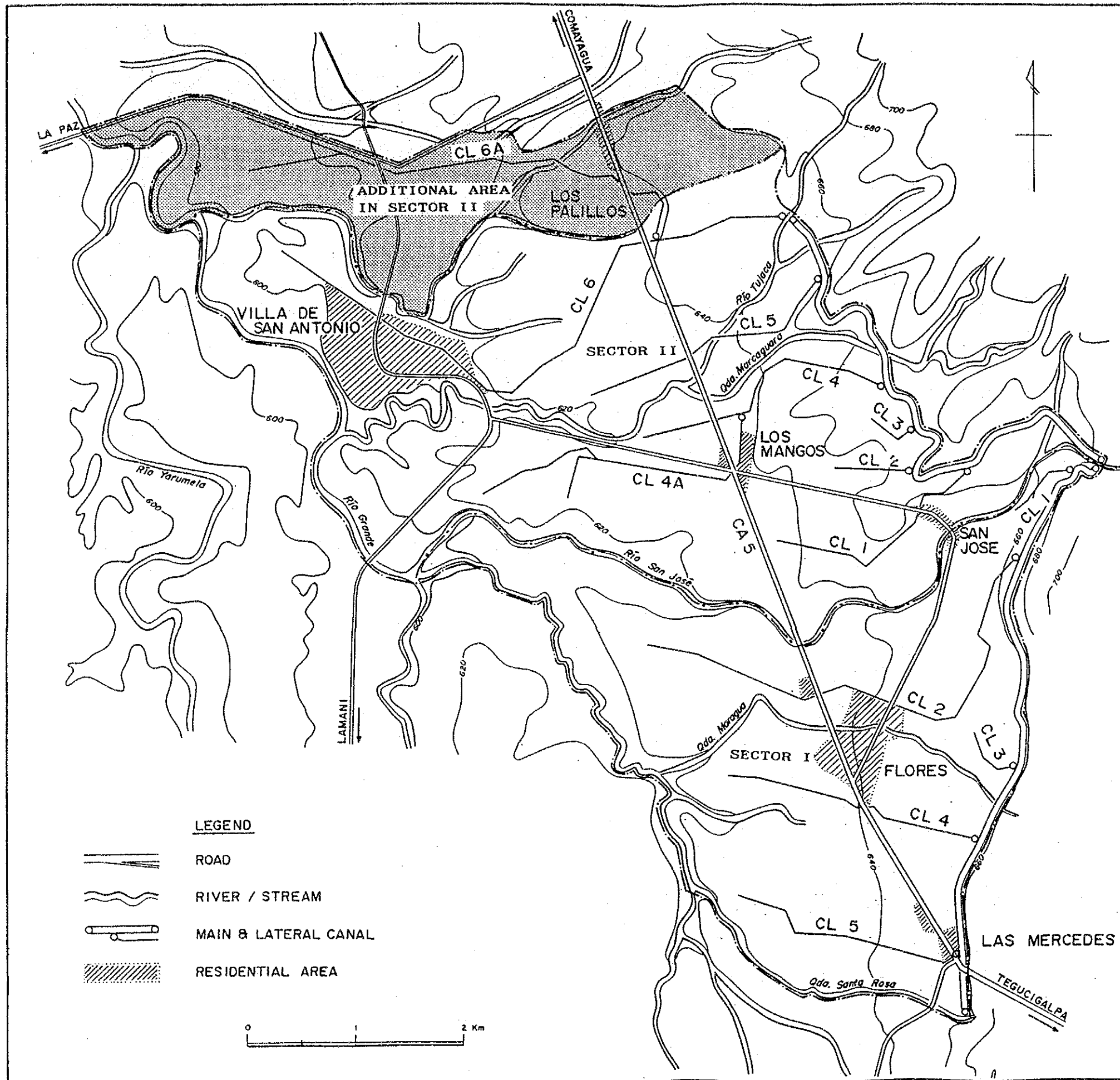
1965年にコヨラルダムが完成し、同時期にサンホセ川右岸側のセクター II の工事が開始された。本地区のかんがい用水はセクター I と同様サンホセ川より取水され、セクター I の取水工の上流右岸側に同様の取水工が作られた。セクター II は当初粗面積1,600ヘクタールであったが、支線水路 6Aの完成により約700ヘクタールの面積が拡大され、合計2,300ヘクタール、かんがい面積1,500ヘクタールの規模となっている。

(2) かんがい期間

調査地域のかんがい期間は、通常11月より5月までの7ヶ月間であるが、雨期期間中の特に7月半ばより8月半ばまでの1ヶ月間は、いわゆるカニクラとよばれる小乾期で、通常この期間にもかんがいが行われる。フローレスかんがい地区では、毎年乾期が始まる前に受益者にアンケート調査を行い、その結果をもとにその年のかんがい面積の決定を行っている。必要水量と供給水量との均衡がとれない場合は、作付面積の調整を行っている。

(3) かんがい配水システム

フローレス農牧開発支所が1990年に実施したアンケート調査の結果では、かんがい面積は950ヘクタールに達したが、同年の乾期2月のかんがい面積はセクター I で393ヘクタール、セクター II で327ヘクタールの合計720ヘクタールとなっている (図3.5-2)。



乾期の水路掛りかんがい面積

Canal	Sector I	Sector II
C.L. 1	13 ha.	10 ha.
C.L. 2	152 ha.	22 ha.
C.L. 3	8 ha.	2 ha.
C.L. 4	73 ha.	38 ha.
C.L. 4A	-	28 ha.
C.L. 5	64 ha.	49 ha.
C.L. 6	-	117 ha.
C.L. 6A	-	39 ha.
T.G. 1	-	1 ha.
T.G. 2	28 ha.	6 ha.
T.G. 3	2 ha.	5 ha.
T.G. 4	5 ha.	-
T.G. 5	6 ha.	-
T.G. 6	2 ha.	4 ha.
T.G. 7	4 ha.	2 ha.
T.G. 8	4 ha.	-
T.G. 9	16 ha.	-
T.G.10	13 ha.	-
T.G.11	2 ha.	2 ha.
T.G.12	-	2 ha.
Total	393 ha.	327 ha.

粗かんがい面積

SECTOR I	: 1,300ha
SECTOR II	: 1,600ha
追加地域	: 700ha
合計	: 3,600ha

図 3.5-1 フローレスかんがい地区

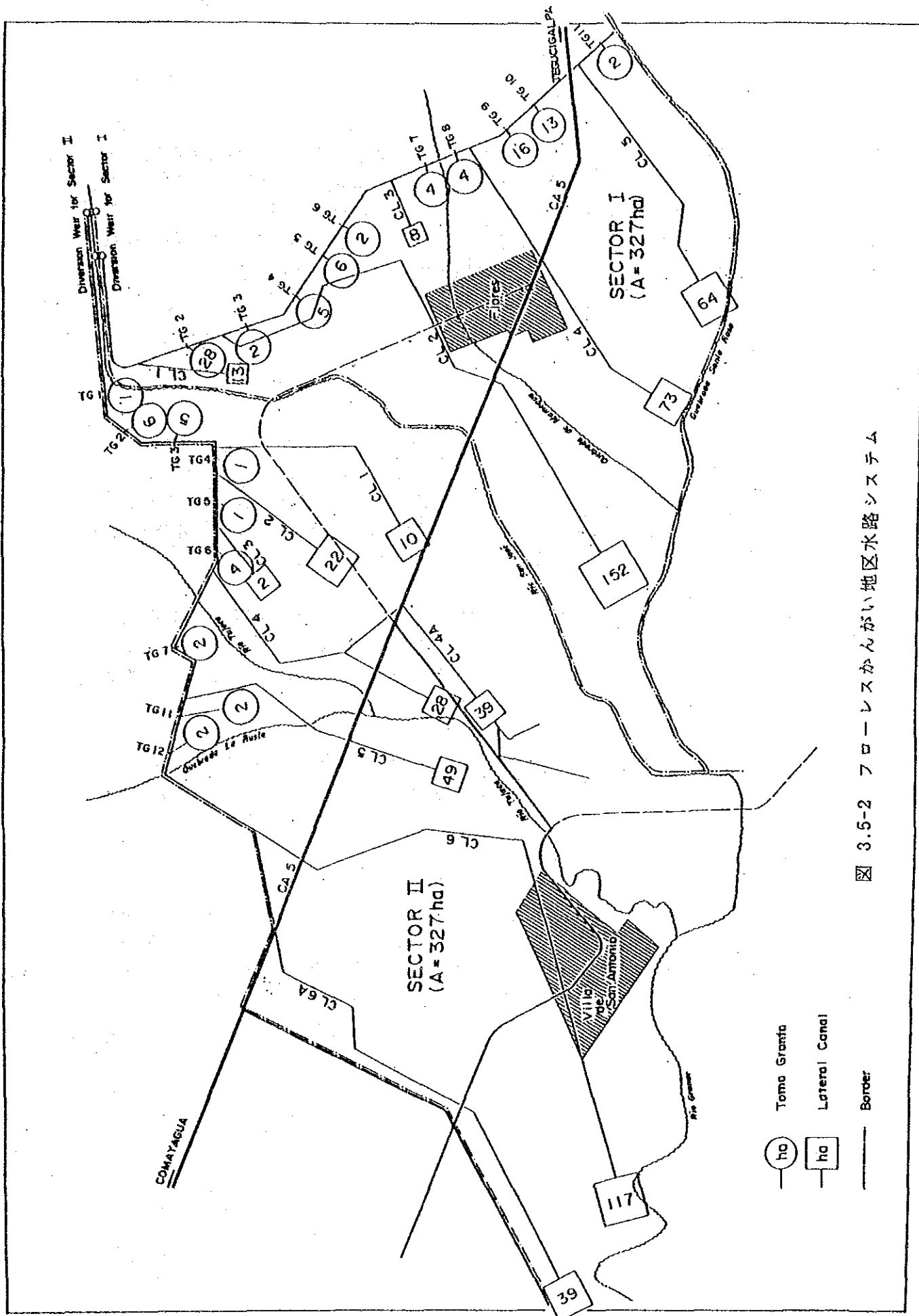


図 3.5-2 フローレスかんがい地区水路システム

(4) 圃場における排水

調査地域においては排水設備は皆無である。比較的地形勾配が急であるため、自然の排水路による浸食が随所に見られるが、大規模な湛水あるいは洪水の記録はない。一部、排水不良地区が分布するが、現在まで作物への障害は生じていない。しかし、不透水性の土壌および地形的凹凸により、水路からの漏水が水路沿いの道路に溜まり、車輛の通行の妨げとなっている所が随所にある。この状態は雨期には更に顕著で、車輛の通行は一層困難となる。

(5) 水利費

基本水利費としてはマンサーナ（約0.7ヘクタール）当たり3.00レンピラおよび2.00レンピラの二種類があり、それぞれ20マンサーナ以上の耕地所有者、20マンサーナ以下の耕地所有者に適用される。この他に、基本水利費のほかに水使用者は 1m^3 につき0.0025レンピラ、即ち $1.00\text{レンピラ}/400\text{m}^3$ の使用料金を支払う事になっている。

かんがい用水を得るために受益者はフローレス農牧開発支所に直接申請し、必要量に応じて水利費を現金で支払う事となっている。通常支払後三日目に農民は支払領収書を水路管理人に提示して、用水の供給を受ける事になっている。

申請した用水量が圃場内で不足の際は、水路管理人の判断で供給用水量は追加され、後日料金が追徴される。しかし、量水計は現場にはなく、申請水量および供給量は全て農民あるいは水路管理人の経験に頼っている状況である。

農民は水代金を支払った事から、自分の圃場へ全て水が掛かるまで水を要求する。通常十分な水供給を受ける事ができるが、農民は水管理に対する知識に乏しく過剰な水供給が逆に湛水、侵食、水路の洗掘、用水の顕著な無効放流の原因となっている。

3.5.2 かんがい施設の状況

(1) 取水工

フローレス地区かんがいは、かんがい水路システムが1975年に完成して以来今日まで続けて行われている。この水路システムは、2ヶ所の取水工、2本の幹線水路並びに12の支線水路から成っており、当初はサンホセ川左岸のセクターI地区1,100ヘクタールと右岸のセクターII地区1,140ヘクタールの合計2,240ヘクタールにかんがい用水を供給する計画であった。

サンホセ川に設けられた取水工はセクター毎に各々一ヶ所ずつ設置されており、セクターIの取水は左岸側、セクターII地区の取水は右岸側に位置する。2ヶ所の取水工間の距離は200mである。取水堰は河床玉石、土のうによる簡易堰上げである。永久構造物でないため、毎年補修が必要となる他、取水効率が悪い。計画取水量は各々の取水工で1.5m³/sとされているが、実測値はこれを下回ることが判明した。計画時の取水工の諸元を表3.5-1に示す。

表 3.5-1 取水工の諸元

項目	セクター I	セクター II
位置	セクター II 取水工の200m下流	コヨラルダムの 約3.5km下流
堰上げ高	0.5m	1.0m
堰長	35.0m	37.0m
水門	円形0.9m x 2門	円形0.9m x 2門
河川幅	35.0m	37.0m
取水量	1.5m ³ /s	1.5m ³ /s
導水路断面	2.0mx1.0m	1.5mx1.4m

(2) 幹線および支線水路

取水工に続く導水路はコンクリート矩形水路で、セクターIでは暗渠となっている。セクター毎の幹線水路は、台形開水路で付帯施設付近では一部ライニングが見られるが、大半は土水路である。幹線水路は山麓裾野標高670-650mを通過している。水路の一部は盛り土基部より漏水が見られ、法面の崩壊したものもある。幹線水路から分水路により

支線水路へ配水される。支線水路は地形勾配に沿って、東から西方向に配置している。末端圃場への配水は、支線水路沿いに設置した分水工により行われている。

幹支線水路の当初計画概要および各水路掛かりのかんがい面積を表3.5-2に示す。

表 3.5-2 幹線水路と支線水路

水路	セクター I			セクター II		
	延長 (km)	容量 (m ³)	面積 (ha)	延長 (km)	容量 (m ³)	面積 (ha)
幹線水路	6.11	1.50	1,100	6.44	1.50	1,140
支線水路	10.10	-	883.2	17.60	-	1,015.2
支線-1	0.84	0.15	25.9(13)	2.48	0.50	167.0 (10)
支線-2	4.87	0.50	465.9(152)	1.12	0.50	13.9 (22)
支線-3	0.30	0.16	14.7(8)	0.38	0.50	19.6 (2)
支線-4	2.80	0.16	167.7(73)	2.66	0.50	135.4 (38)
支線-4A	-	-	-	2.48	0.50	168.1 (28)
支線-5	2.29	0.16	209.0(64)	2.48	0.50	83.3 (49)
支線-6	-	-	-	6.05	0.50	427.9(117)
支線-6A						(38)
幹線から の直分水	11I	44~ 100ℓ/s	212.5(82)	12I	30~ 70ℓ/s	126.2 (22)

出典：Inventario de la Situación Actual de los Recursos Disponibles en el Distrito de Riego de Flores, 1976, S.R.N.

() 内数は1990年乾期(1~3月)の実績

3.6 かんがい関連事業

コマヤグア盆地内のかんがい面積は、約10,000ヘクタールである。この内、5,400ヘクタールには水が十分にいきわたっていない。かんがい所有形態で特徴的な点は、国内唯一の国営直轄かんがい地区があることである。このかんがい地区は天然資源省水資源局が維持管理を行っているフローレス、セルグアバ、サンセバスチャン地区である。粗面積は6,200ヘクタール、かんがい受益面積は2,675ヘクタールである。セルグアバ地区は頭首工により、サンセバスチャン地区は揚水機場により取水している。これら三地区は各々水系が異なる。全ての地区で施設の老朽化および損傷が著しく、配水に支障が生じている。このため、1987年より日本政府が行っているKR II援助の見返り資金により、コマヤグア盆地内のかんがい施設改修事業が、毎年推進されている。

近年ホンデュラス国の農業開発の一戦略として、かんがい開発プロジェクト (PRORIEGO)が開始された。このプロジェクトの目的は以下のとおりである。

- 中小農民を対象に、かんがい農業を推進する。
- 農業の多様化を図る。
- かんがい技術の移転を図る。

同プロジェクトは、短期目標を樹立し、可能な限り早期に成果を出すよう努めている。現在、USAIDの資金、技術面での援助を受け、点滴かんがい等の節水かんがい技術の普及に努めている。プロジェクト対象県は、 Cholteca、コマヤグア、サンペドロスーラである。作物は収益性の高いものを対象にしている。調査対象地域でも、ロスパリジョス地区の約25ヘクタールで点滴かんがいによるトマト栽培が行われている。

3.7 調査対象地域現況の問題点

調査対象地域の抱えている問題点を整理すると以下のようになる。

コヨラルダム

- 一部の堤体および基礎岩盤からの漏水が顕著である。
- 堤体の老朽化がみられ、安定性に問題がある。
- 安定性より貯水位の低下を余儀なくされている。
- 洪水吐基盤は脆弱な断層帯に当たる。
- 洪水吐の設計洪水量が小さい。
- 洪水吐の流路線形は、水理的に問題がある。
- 管理用道路が寸断されている。

フローレスかんがい施設

取水施設

- 玉石を積み上げた簡易な構造であるため、高水時に流出し、その都度修復が必要である。
- 覆流や漏水が多く、取水効率が悪い。

水路および付帯施設

- 水路が土水路であるため地下への浸透量が多く、かつ盛土部からの漏水が多い。
- 分水工のスルースゲートの水密性が悪く漏水しており、また、不必要地区への止水施設が備わっていない。
- 落差工部分が洗堀崩壊している。サイフォンや水路橋からも漏水している。
- 水路内に草が繁茂しかつ土砂が堆積しているため、通水断面が不足している。
- 牛、馬の水飲み場としても使用されているため、盛土部分から崩壊している。
- 盗水がある。
- 配水は水路管理人の経験に基づいて行われているため、分水量の正確な把握がなされていず、用水が受益地末端まで到達しないことがある。
- 水管理のための水利組合が十分機能していない。
- 施設管理のための経費が少ない。
- 支線水路から圃場への分水ゲートがなく、分水量を調節できない。

農業

- 全国平均より経営規模が小さく、小規模農家の占める割合が大きい。
- 乾期には水不足のため、水稲の作付禁止、その他作物の作付調整が行われている。
- 収益性の低い草地の面積が大きい比率を占める。
- 単位収量は他のかんがい地区に比べて少ない。
- 肥料、農薬の使用率は低い。
- 農業普及員の定員が少なく、交通手段等が充分でなく、栽培技術水準は概して低い。
- 流通組織が未熟なため、仲買人により低い価格で取り引きされている。
- 原料不足により加工工場の稼働率が低い。
- 農作業の機械化が遅れている。
- 農業協同組合による個別農家の組織率が低い。

第4章 事業計画

4.1 事業の目的と事業構成

4.1.1 事業の目的

フローレスかんがい地区はコマヤグア盆地内の一かんがい地区で、地形、気象、土壌等の自然条件に恵まれ農作物の栽培に適している。また、地域の社会、経済条件もホンデュラス国内の他地域と比べ恵まれていて、農業開発を推進する良好な基盤が整っている。計画地区は地理的に、テグシガルバ、サンベドロスーラの二大消費地の中間に位置している。また、同地区ではすでにかんがい農業が実施されていて、高い生産性および収益性が得られる可能性がある。このため、ホンデュラス国政府は、同地区を農業先進地区として高いプライオリティを置いている。しかし、かんがい水源であるコヨラルダムは構造的に問題を抱えており、かんがい水の供給に支障が生じている。さらに、既存かんがい施設は多くの箇所で損傷を受けているため、かんがい水を効率的に配水できない状況にある。このため、給水量が制限され、作付が制限されている。

以上のような背景で、本事業はコヨラルダム復旧およびかんがい施設の改修により、以下の目的を達成することに主眼を置く。

- － 水資源の効率的利用による通年の農業生産
- － かんがい面積の拡大
- － 生産性および収益性の向上による農家所得の増大
- － 雇用機会の創出、等

これらの目的が達成されれば、本事業は地域経済に貢献し、地域住民の生活水準の向上および民生の安定に資するものと考えられる。

4.1.2 事業構成

本事業は施設計画（コヨラルダム復旧計画、フローレス地区かんがい施設改修計画）と農業改良計画から成っている。各々の事業構成は以下のとおりである。

施設計画

- － コヨラルダム復旧計画 : ダム堤体の止水、補強、洪水吐の改善

一 フローレス地区かんがい施設改修計画：頭首工の新設、既存水路の改修、維持管理道路の整備、村落給水施設の整備

農業改良計画

一 かんがい農業計画：十分な水管理の下で、自給作物、輸出用作物、換金作物栽培を行うため新しい農業技術の導入

一 農業技術普及計画：展示圃場を備えた訓練施設を通じた、かんがい農業の技術普及

4.2 計画の策定

本事業はまず第一にダムの構造的欠陥を復旧し安定性を確保した後に、下流かんがい地区に用水を安定供給し、地域農業の発展に寄与しなければならない。本地区の発展にはコヨラルダムの復旧が必須かつ緊急課題である。したがって、本事業をフェーズⅠ（コヨラルダムの復旧）およびフェーズⅡ（フローレスかんがい施設の改修）に分け、段階的に事業を実施することにする。

このため、コヨラルダムの復旧を基本とした計画代替案を作成する。計画代替案は、コヨラルダムの安定度、有効貯水量、利用可能水量、受益地の規模等を考慮して、堤体の改修に基づいた以下の三案を技術的妥当性、経済性等から総合的に検討する。

ケース A：満水位標高を現況ダムの安定を確保できるEL.797mまで下げ、堤体に対策工を施すことなく堤体の安全性を確保する。

ケース B：堤体を補強し満水位標高を当初計画貯水位のEL.807mとし、当初計画有効貯水量12.6百万 m^3 に回復する。

ケース C：堤体を補強し洪水吐呑口標高をEL.812mに上げ、有効貯水量を増大しかんがい面積を増やす。

以下に、コヨラルダム復旧およびフローレス地区のかんがいシステム改修に関する最適計画案を設定するため、各々のケースについて技術的、経済的検討を加える。

(1) 水収支解析

上記三ケースについて最適かんがい面積を検討するため、水収支解析を行った。

水収支計算はダムへの流入量、需要量(かんがい必要量、飲雑用水量)、頭首工直上流よりの流入量、ダムよりの損失量(蒸発、浸透)等をファクターとして、1964~1988年の25年間について行った。この結果、各ケースで25年間に貯水量に不足が生じる年が5回以下、即ち、5年に1度は水不足が生じる事を容認する条件で最大かんがい可能面積を求めると、表4.2-1のようになる。

表 4.2-1 水収支解析結果概要

項 目	ケースA	ケースB	ケースC
満水位標高 (EL.m)	797	807	812
有効貯水量 (百万m ³)	6.2	12.6	16.7
最大かんがい可能面積 (ha)	1,150	2,140	2,700

(2) コヨラルダム復旧計画

三ケースについて、ダム復旧計画の技術的利点と課題を列挙すると以下のようになる。

	利 点	課 題
ケースA	事業費が安い 堤体改修はない 顕著な漏水は少なくなる	有効貯水量は計画当初の約半分になる 洪水吐の改修または新設が必要 新規工事用道路が必要
ケースB	貯水量は当初計画量に回復 漏水は認められない	堤体の補強対策工が必要 建設時の放流管の移設が必要 洪水吐の改修または新設が必要
ケースC	貯水量は増大 漏水は認められない	堤体のかさ上げが必要 堤体の補強対策工が必要 建設時の放流管の移設が必要 洪水吐の改修または新設が必要 現洪水吐の基礎処理がより必要

4.3 最適計画

最適計画は事業の目的を達成するために、本事業が直面する諸問題を技術的に解決しさらに、財務的、経済的観点より妥当なものでなければならぬ。

したがって、計画代替案を検討するに当たっての基本事項は以下のとおりである。

- 技術的に復旧工法が無理なく可能なこと
- 工事費が安価で、投資効果が十分期待できること
- かんがい可能面積の拡大が期待できること
- 既存施設をできる限り有効利用できること

有効貯水量、最大かんがい可能面積、かんがい受益地区、事業費、財務内部収益率（FIRR）、経済内部収益率（EIRR）をケース毎に比較すると、表4.3-1のようになる。

代替案の比較検討の結果、ケースBの堤体を補強し満水位標高を当初計画貯水位のEL.807mとし、計画有効貯水量を12.6百万 m^3 に回復する案を最適案として採用する。

主な根拠は以下のとおりである。

- かんがい可能面積は自然草地からの転用地を含めて、2,140ヘクタールとなり、土地資源（1～3級地）を最大限に活用できる。
- ダム復旧は技術的に可能で、当初の計画有効貯水量12.6百万 m^3 を確保できる。
- FIRR、EIRR共に三ケースの中では最も高い。
- 既存のかんがい施設は当初計画面積2,400ヘクタールに対して施工されており、既設かんがいシステムの有効利用が可能である。

表4.3-1 代替案比較表

ケース	有効貯水量 (万 m^3)	かんがい 可能面積	かんがい 受益地区	事業費 (千万Lps)	FIRR (B/C)	EIRR (B/C)
A 堤体を現況のまま使用するため満水位をEL.797mに低下する場合	622	1,150ha	改良草地を除く耕作地	4.98	8.7 (3.9)	12.4 (5.7)
B 堤体を補強し満水位を計画当初のEL.807mに回復する場合	1,260	2,140ha	既存耕作地+自然草地の転用地	7.26	10.5 (4.5)	14.4 (6.6)
C 堤体を補強し満水位を812mに上げる場合	1,677	2,700ha	フローレス地区周辺部も含む	11.95	8.3 (3.7)	11.7 (5.4)

4.4 農業改良計画

農業改良計画は、下記の方針によって行う。

- 収益性の高い作物にかんがい用水を効率的に利用する。
- 食糧を自給するために基本食用作物の増産を図る。
- 輸出向け作物の生産と集約的農業による雇用機会を創出するため園芸作物の増産をはかる。
- 小規模農家を主な対象として開発計画を策定する。
- 農業の技術指導を行うため訓練施設を備えた展示圃場を設置する。
- 林地保全や浸食防止などの環境保全を十分に考慮する。
- 土地資源の有効利用を図る。

4.4.1 土地利用計画

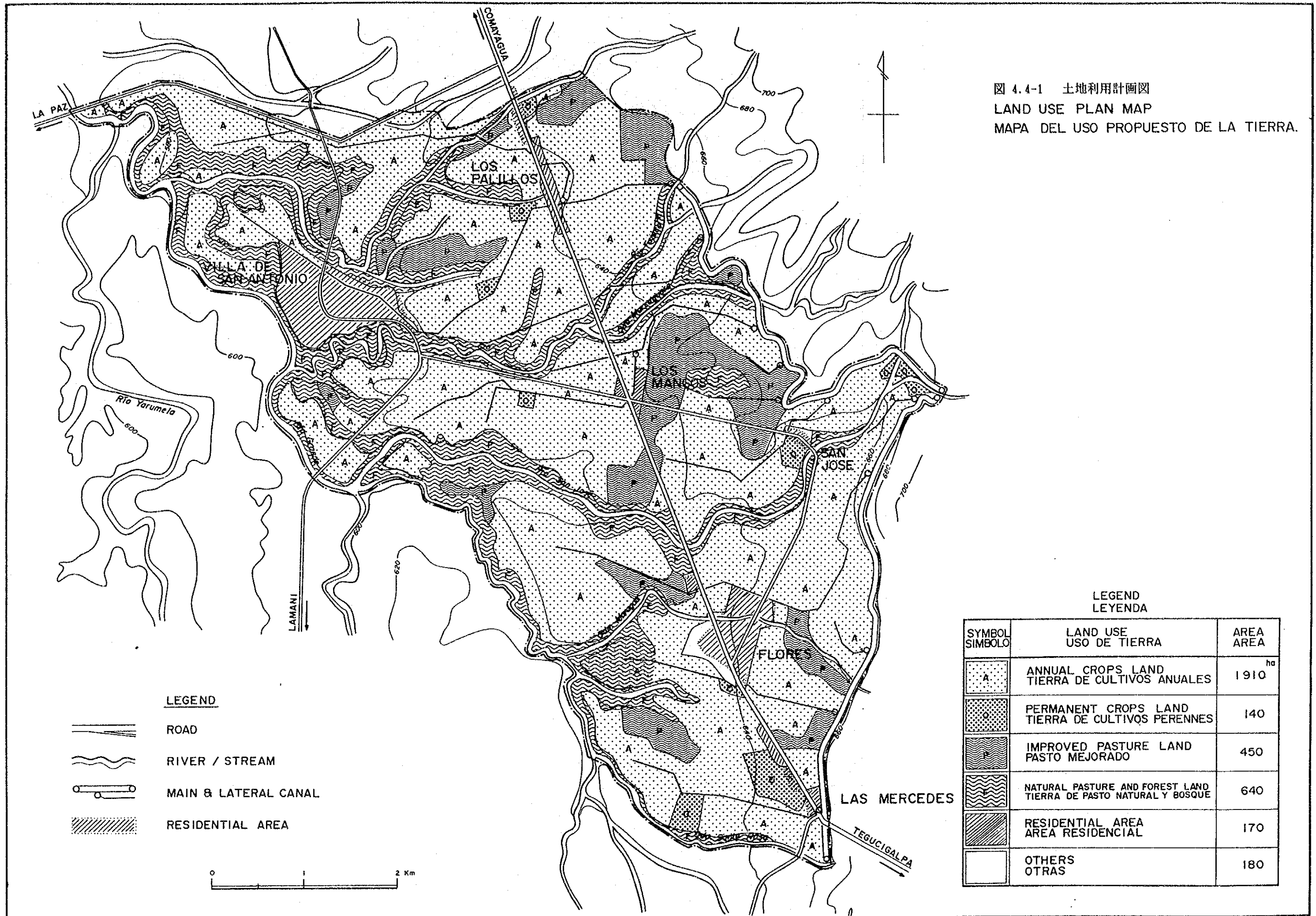
土地利用計画はかんがい可能水量と土地分級に基づいて決定した。土地分級の結果、1級地から3級地のかんがい適地は2,110ヘクタール、草地と樹園地に適する4級地390ヘクタールの合計2,500ヘクタールの土地を最大限に活用する計画とする。

改良草地を含む耕作地面積2,500ヘクタールの内、重力かんがい可能な純かんがい面積は2,140ヘクタールである。土地利用計画を表4.4-1および図4.4-1に示す。

表 4.4-1 土地利用計画
(単位：ヘクタール)

	現況 面積	計画 面積	増減
耕作地	2,230	2,500	270
一年性作物	(1,120)	(1,910)	(790)
多年性作物	(140)	(140)	(0)
改良草地	(970)	(450)	(-520)
自然草地	460	190	-270
林地	560	560	0
市街地、居住地	170	170	0
道路、水路、川、その他	180	180	0
合計	3,600	3,600	0

图 4.4-1 土地利用計画図
 LAND USE PLAN MAP
 MAPA DEL USO PROPUESTO DE LA TIERRA.



LEGEND

ROAD

RIVER / STREAM

MAIN & LATERAL CANAL

RESIDENTIAL AREA

0 1 2 Km

LEGEND
LEYENDA

SYMBOL SIMBOLO	LAND USE USO DE TIERRA	AREA AREA
A	ANNUAL CROPS LAND TIERRA DE CULTIVOS ANUALES	1910 ^{ha}
P	PERMANENT CROPS LAND TIERRA DE CULTIVOS PERENNES	140
M	IMPROVED PASTURE LAND PASTO MEJORADO	450
N	NATURAL PASTURE AND FOREST LAND TIERRA DE PASTO NATURAL Y BOSQUE	640
R	RESIDENTIAL AREA AREA RESIDENCIAL	170
	OTHERS OTRAS	180

耕作適地である現況の自然草地の270ヘクタールは耕作地として開発される。林地のほとんどは受蝕斜面上にあり、現況の林地は環境保全、浸食防止を考慮して開発せずに残存させる。

4.4.2 農業生産計画

(1) 作物選定

計画地区に導入する作物は、気象条件に適応する作物から選定した。作物は下記の検討項目によって評価した。

- 土壌適性、
- 国内自給必要度、
- 市場性（国内、海外）、
- 技術的親近性、および
- 収益性

総合評価の結果、牧草を含め17種類の作物が選定された（ANNEX D）。

- 基本食用作物； トウモロコシ、米および大豆
国内需給の緊迫している基本食用作物の安定した自給を図るため、需要の多いトウモロコシと米の増産を図る。ホンデュラスは大豆を基本穀類のうちの一つとし、また家畜の濃厚飼料として輸入している。豆科作物である大豆は土壌の肥沃化にも効果がある。
- 野菜および果物類； トマト、キュウリ、キャベツ、タマネギ、トウガラシ、スイカおよびメロン
生食用の需要の伸びとともに、加工用としてトマト加工工場の稼働率の向上を図る。その他の作物は輸出用作物として有望である。また、農民はこれら作物の栽培技術に精通している。
- 工芸作物； タバコおよびコーヒー
タバコはタバコ会社との契約栽培が行われている。両作物ともホンデュラスの主要輸出産品である。
- 果樹； パパイア、アボカド、マンゴーおよびオレンジ
これらの作物は現在国内需用として、計画地区で生産されている。
- 牧草；
牧草かんがいの効果、便益に大きな期待はできない。しかし、現在

の計画地区の草地面積は耕作地の約43%を占めており、畜産物は地域内外の住民に肉、牛乳、乳製品を供給していて、畜産はすでに地区の一産業を形成している。このため、草地の生産性と家畜管理方法の改良によって現況の生産量を維持することが必要である。

(2) 作付計画

作付計画を立てるに当たっては下記の事項を考慮した。

- かんがい用水と降雨の有効利用 : 米のように消費水量の高い作物は主に雨期に栽培する。
- 作物特性 : 感光性、降雨や温度に対する反応などの作物特性を検討する。
- 労働力バランスと農業機械 : 営農に必要な労働力と農業機械は計画地区内と周辺の可能性供給力を検討する。
- 土壌生産力の維持 : 土壌の生産力を維持し、連作障害を避けるために作物の輪作システムを導入する。
- 生産物の需要動向と仕向先 : 加工、国内需要動向、輸出向の可能性の検討から作付面積を決定した。

トウモロコシ：生産量の80～85%は域外向けとし、国内自給率の向上を図る。

米：現在水不足のため、米の作付は制限されているが地域の自然条件に適応し、高い生産力が期待できる。国内需要動向の増加が顕著であることから計画地区の重点穀類として作付面積を拡大する。

大豆：野菜類との輪作体系とし、国内自給率の向上を図る。

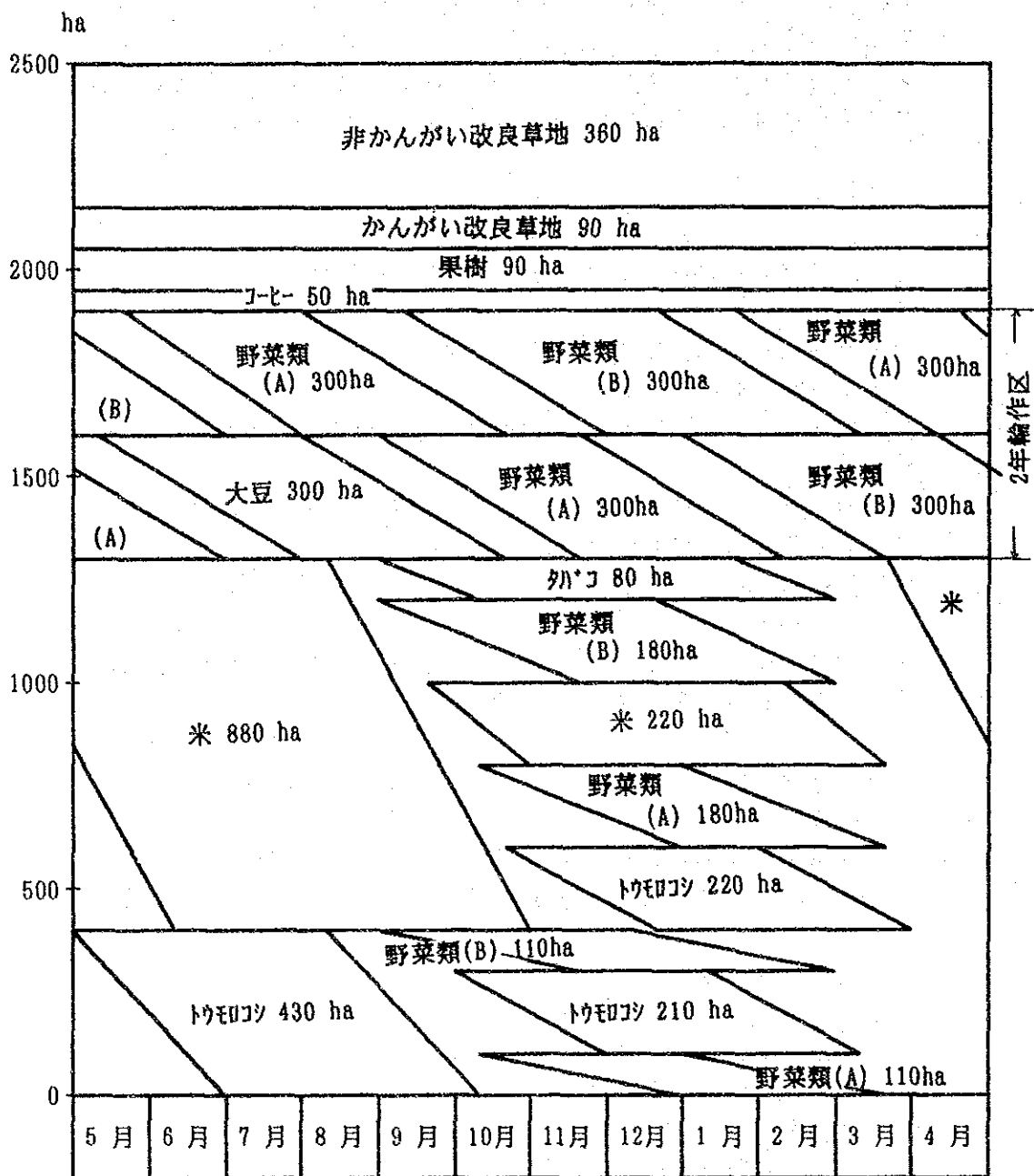
トマト、タマネギ、トウガラシ：国内生食用の需要動向とコマヤグアの加工工場の現況の最大稼働率30%を年間を通じて、フル操業できるだけの原料を供給する事を考慮して、面積を設定した。

キュウリ、キャベツ、スイカ、メロン：国内需要とともにアメリカ合衆国、中米向けの輸出用として、面積を設定した。

コーヒー、果樹：現況の作付面積と同じとして計画した。

作付計画の内、改良草地は主に、土地分級の4級地を利用する。野菜類の輪作地は1および2級地とし、米およびトウモロコシは2および3級地に主として作付ける計画とする。その内、米は細粒質の土性の土壌を対象として作付ける。

計画作付体系を図 4.4-2に、その作付面積を表 4.4-2 に示す。計画の作付率は 200 %になる。



果樹 : ハナハヤ、アホカト、マソコ、オレンコ
 野菜類(A) : トマト、キュウリ
 野菜類(B) : キャベツ、タマネギ、トウガラシ、スィカ、メロン

図 4.4-2 計画作付体系

表 4.4-2 作付計画面積

(単位：ヘクタール)

作物	雨期	乾期	合計
基本食用作物	<u>1,610</u>	<u>650</u>	<u>2,260</u>
トウモロコシ	430	430	860
米	880	220	1,100
大豆	300	-	300
野菜類	<u>300</u>	<u>1,780</u>	<u>2,080</u>
トマト	230	670	900
キュウリ	70	220	290
キャベツ	-	130	130
タマネギ	-	300	300
トウガラシ	-	60	60
スイカ	-	200	200
メロン	-	200	200
タバコ	-	<u>80</u>	<u>80</u>
コーヒー	<u>50</u>	<u>(50)</u>	<u>50</u>
果樹	<u>90</u>	<u>(90)</u>	<u>90</u>
パパイヤ	30	(30)	30
アボカド	30	(30)	30
マンゴー	20	(20)	20
オレンジ	10	(10)	10
改良草地	<u>450</u>	<u>(450)</u>	<u>450</u>
かんがい	90	(90)	90
非かんがい	360	(360)	360
合計	2,500	3,100	5,010
耕作面積	2,500	2,500	2,500
作付率 (%)	100%	124%	200%
かんがい面積	2,140	2,140	2,140

注1：360ヘクタールの非かんがい草地を除きすべての作物をかんがいする。

注2：() は多年性作物の面積で雨期面積との重複。

(3) 営農改善計画

1) 農業生産改善計画

計画地区において農業のポテンシャルを最大に発現させるためには、営農改善は不可欠である。標準的営農改善の内容を表4.4-3に示す。農業生産改善計画の内容は以下のとおりである。

- 高収量品種と改良種子の導入。
- 適切な時期に適切な量の肥料の施用、
- 適切な時期に適切な方法による農業（殺虫剤、殺菌剤、除草剤）の使用、
- 適切な圃場内水管理、
- 作業の迅速化、深耕などのための農作業の機械化、
- 苗圃管理、移植、こんりゅう菌接種、播種、補植、せん定、受粉、摘花、収穫などの適切な作物管理、および
- 脱穀、乾燥、選別、包装・荷作り、運搬、貯蔵などの適切なポストハーベスト作業。

2) 畜産改善計画

現況の畜産の主な問題点は乾期での飼料の不足にある。このため、単位草地面積当りの牧養力の低下が認められる。畜産改善計画は、乾期の飼料の供給と家畜衛生の改善によって畜産物の増産を図ることを目的とする。具体的な方法は以下に述べるとおりである。

- かんがい可能な改良草地 90 ヘクタールを乾期にかんがいする。
- 改良草地はギネアグラス、ハラグア(Jaragua)、パンゴラグラス、スターグラスなどの牧草種子を用いて10年ごとに草地の更新を行う。更新の経費を軽減するため筋状（ストライプ状）の耕起と追播による方法が可能である。
- 過放牧を防止するためすべての草地について輪牧方式を導入する。
- 米、トウモロコシ、大豆、一部の野菜類の副産物（わら、茎葉）は乾期の家畜飼料として利用可能である。精米やトウモロコシの製粉の副産物、大豆などは家畜の濃厚飼料として効率的に利用できる。
- 家畜の保健衛生のため、予防接種、駆虫を完全に実施する。
- 濃厚飼料の給与によって、家畜の栄養状態を改善する。

表 4.4-3 標準営農計画の概要

作物	期待収量 (ton/ha)	品種	生育期間 (日数)	施肥量 N-P-K (kg/ha)	防除 (回)	機械化作業	その他
トウモロコシ	4.0	B-102, H-27	100	110-40-30	3	耕起、砕土、播種、 除草、防除	
米	5.0	CICA-8, ICA-Libertado	140	100-60-30	5	耕起、砕土、播種、 防除、収穫	
大豆	28.2	50200-3-4, 1804, Darco-1	80	20-60-30	3	耕起、砕土、播種、 除草、防除	根リゅう菌接種
トマト	28.0	Flora Date, Pete 88	80 育苗 20	140-170-40	10	耕起、砕土、除草、 防除	
キュウリ	24.0	Dasner 11, Tropic Cuke	80	100-70-40	9	耕起、砕土、除草、 防除	
キャベツ	17.0	Izalco, Fortuna, Green boy	100	120-90-40	10	耕起、砕土、除草、 防除	
タマネギ	14.0	Burgundy Bonanza, Texas Yellow	100 育苗 40	160-120-60	10	耕起、砕土、除草、 防除	
トウガラシ	7.0	California Wonder, Jalapeno	100	180-80-40	10	耕起、砕土、除草、 防除	
スイカ	18.0	Charriston Gray, Nicle Lec	100	80-90-40	8	耕起、砕土、除草、 防除	
メロン	16.0	Magna 45, SJ-45, Mission	100	120-80-40	8	耕起、砕土、除草、 防除	
タバコ	2.3		143 育苗 40	120-100-80	7	耕起、砕土、除草、 防除	
コーヒー	1.5		多年性	55-50-75	5	防除	1,100本/ha
パイナップル	19.0		多年性	150-240-130	17	防除	4年改植 1,600本/ha
アボカド	6.0		多年性	115-95-95	10	防除	110本/ha
マンゴー	12.0		多年性	115-95-85	3	防除	110本/ha
オレンジ	6.0		多年性	115-95-65	9	防除	176本/ha
改良草地 (かんがい)	牛乳 4.5 牛肉(生体)0.215		多年性	40-30-30	-	-	追播/10年、 予防接種、駆虫、 寒浴、濃厚飼料給与
改良草地 (非かんがい)	牛乳 2.7 牛肉(生体)0.129		多年性	30-25-25	-	-	追播/10年、 予防接種、駆虫、 寒浴、濃厚飼料給与

注：ANNEX D 参照

(4) 営農資材必要量

営農改善には種子、肥料、殺虫剤、殺菌剤、除草剤などの営農資材の供給が必要になる。作付面積とヘクタール当りの標準施用量から算出した資材の年間必要量を表4.4-4に示す。

表4.4-4 主要営農資材の年間必要量

営農資材	単位	必要量
<u>種子</u>		
穀類	トン	103
野菜その他	トン	2.4
苗木	本	26,000
<u>肥料</u>		
窒素	トン	505
燐酸	トン	411
加里	トン	194
<u>農薬</u>		
殺虫剤	kg or ℓ	2,800
殺菌剤	kg or ℓ	2,300
除草剤	kg or ℓ	1,100
<u>畜産用資材</u>		
ワクチン、駆虫剤	頭	1,530
ミネラル	トン	3.1
濃厚飼料	トン	46

(ANNEX D 参照)

(5) 期待単位収量と生産量

適切な農業支援サービス、完全かんがいと営農改善によって、各作物の単位収量の増加が期待できる。計画の期待単位収量を推定するため、地区周辺の試験場、政府機関の農業普及部門、先進的会社の農場からデータや情報を収集した。一方、事業を実施しない場合の単位収量は、ホンデュラス国の主要作物の過去16年間の単位収量の回帰直線から10年後を予測して現況の12%増とした。計画生産量の現況、事業を実施しない場合との比較を表4.4-5に示す。

表 4.4-5 農業生産計画

作物	現 況			事業未実施			事業実施		
	面積 ha	単収 ton/ha	生産量 ton	面積 ha	単収 ton/ha	生産量 ton	面積 ha	単収* ton/ha	生産量 ton
トウモロコシ	690	1.6	1,104	690	1.8	1,242	860	4.0	3,440
米	480	2.6	1,248	480	2.9	1,392	1,100	5.0	5,500
菜豆	70	0.6	42	70	0.7	49	-	-	-
大豆	-	-	-	-	-	-	300	2.0	600
ソルガム	20	1.2	24	20	1.3	26	-	-	-
トマト	220	15.5	3,410	220	17.4	3,828	900	28.0	25,200
キュウリ	10	10.5	105	10	11.8	118	290	24.0	6,960
キャベツ	-	-	-	-	-	-	130	17.0	2,210
タマネギ	15	8.0	120	15	9.0	135	300	14.0	4,200
トウガラシ	25	4.3	108	25	4.8	120	60	7.0	420
スイカ	15	10.0	150	15	11.2	168	200	18.0	3,600
メロン	-	-	-	-	-	-	200	16.0	3,200
タバコ	40	1.6	64	40	1.8	72	80	2.3	184
コーヒー	50	1.0	50	50	1.1	55	50	1.5	75
パパイヤ	30	12.0	360	30	13.4	402	30	19.0	570
アボカド	30	4.0	120	30	4.5	135	30	6.0	180
マンゴー	20	5.0	100	20	5.6	112	20	12.0	240
オレンジ	10	3.5	35	10	3.9	39	10	6.0	60
かんがい草地									
(牛乳)	-	-	-	-	-	-	90	4.5	405
(肉牛)	-	-	-	-	-	-	90	0.215	19
非かんがい草地									
(牛乳)	970	1.38	1,339	970	1.54	1,494	360	2.7	972
(牛肉)	970	0.069	67	970	0.077	75	360	0.129	46

*: 期待単位収量はANNEX D 参照

(6) 労働力および農業機械必要量

1) 必要労働力および労働力バランス

農業生産計画は作付率の向上と集約農業の導入が必要となるため、必要労働力は増加する。月別の労働力の需給バランスについて検討を行った。

可能労働力は下記条件で推定した。

- ① ビジャデサンアントニオ郡1988年の総人口（1988年国勢調査）：
11,429人
- ② 計画地区内1988年の推計総人口：① x 0.75 = 8,570人
- ③ 計画地区2000年の予測総人口（1961～1988年の年平均人口増加率を用いて予測した）：13,100人
- ④ 計画地区2000年の経済活動人口：③ x 0.3* = 3,930人
- ⑤ 計画地区2000年の農業労働人口：④ x 0.7* = 2,750人
* 1974年の国勢調査から推定した比率
- ⑥ 計画地区内2000年の農業従事可能労働力
⑤ x 365日 x 0.8** = 803,000人・日/年
⑤ x 365日 x 0.8** / 12ヶ月 = 66,920人・日/月
**：労働可能日数係数

年間従事可能労働力803,000人・日に対し、必要労働力は、570,000人・日である。必要労働力のピークは12月と1月である。この2ヶ月間は地区内の労働力が不足することになる。不足労働力は12月で必要労働力の6% (4,000人・日/月)、1月で2% (1,400人・日/月)とわずかであり、不足分は雇用労働力として潜在失業者の多いコマヤグアやその他近隣の村落より供給可能と考えられる。

2) 農業機械必要量

計画単位収量を向上するためには、農作業の機械化は不可欠である。計画地区内の農業機械は現在限られた台数しかない。必要な農業機械の台数は営農作業計画に基づいて算出される。計画では58台の作業機を備えたトラクターと3台のコンバインが必要になる。

(7) 生産物と営農資機材の価格

生産物の財務価格は実勢価格とし、コマヤグアでの市場調査および統計資料により、経済価格は国境価格あるいは国内価格に変換係数を乗じて設定した (ANNEX D)。

(8) 生産費、純益額および便益額

事業を実施した場合としない場合の単位収量、生産費からヘクタール当りの粗生産額、生産費、純収益額を求めANNEX Dに示す。その結果、計画地域の総生産額は表 4.4-6のように算出される。

表 4.4-6 総生産額および純益額

(単位：千レンピラ)

	事業未実施	事業実施	便益額
財務価格			
総生産額	6,002	29,996	---
純益額	4,525	19,824	15,299
経済価格			
総生産額	5,205	27,049	---
純益額	3,529	17,113	13,584

4.4.3 農家経済

事業を実施することによって、代表的個別農家と小農民組合について検討を行った結果は、表 4.4-7のように要約される。計画どおり事業が実施されたなら現況と比べ、農家所得は約4.4~4.9倍に増加する。

表 4.4-7 農家の経営収支

	小規模農家	中規模農家	小農組合員
経営面積 (ha)	1.71	11.89	2.77
農家所得 (Lps)	25,640	59,700	34,550
農業所得 (Lps)	(25,100)	(59,700)	(34,130)
貸金収入 (Lps)	(540)	(-)	(420)
生活費 (Lps)	7,430	16,100	10,700
農家余剰額 (Lps)	18,210	43,600	23,430

注1: 生活費は現況の1.5倍と仮定した。

注2: ANNEX D 参照

4.4.4 農産物の需要予測

農業生産計画で対象とする主要農産物の国内生産量と需要量のバランス統計(1989年)と本事業が熟す2000年の需要予測を表4.4-8に示す。需要予測はこれらの農産物の一人当り消費量の傾向と人口増加から得たものである。

表4.4-8 計画農産物の需要予測

(単位:千トン)

	1989年		収支	2000年
	生産量	需要量		需要量
米	47.9	54.5	-6.7	91.4
トウモロコシ	395.9	618.2	-222.5	739.6
大豆	2.1	36.9	-34.8	218.0
トマト	33.6	33.0	0.6	40.2
タマネギ	5.2	5.1	0.1	7.5
タバコ	8.3	8.6	-0.2	8.9
コーヒー	115.0	115.0	0.0	206.0

出典:農業計画局、基本食用作物緊急委員会、統計局

米、トウモロコシ、大豆などの基本食用作物の国内生産量は、需要量を満たすに至っていない。このため、不足分は輸入に頼らざるを得な

い状況である。現在の生産傾向が続けば、この状況は今後も継続し輸入量はますます増大するものと考えられる。

トマト、タマネギは、1989年時点では需給はバランスしているが、生食用および加工用（ジュース、ペースト）の需要は輸出向けと相まって、需要は増加するものと考えられる。特に、コマヤグア盆地には大規模な2加工工場があるが、原材料供給量が少ないため遊休施設が多くわずか最大30%の稼働率しか上げられない状況である。今後、生産量が増大しても、これらの加工工場で充分対応できると考えられる。コマヤグア盆地内の輸出会社はキュウリ、トマト加工品等を輸出している。中米諸国、アメリカ合衆国を対象に、彼国の端境期および価格変動をにらんで、主として野菜の輸出拡大が今後も有望と考えられる。

タバコの需要は近年増加しており、1989年には不足分を輸入に頼らざるを得ない状況であった。

このように、主要計画作物は国内需給バランスの不均衡を解消する一助となる。

4.4.5 農業普及

農業普及は主に約600戸の小規模農家を対象とし、フローレス農牧開発支所の普及員が担当する。

園芸作物の集約的かんがい農業に関する技術指導は、特に重要な課題である。本事業が計画通りの効果を生み出すためには、農業普及サービスをかんがい施設の維持管理との一体組織として計画地区を運営する必要がある。したがって、農業普及計画は維持管理計画の中に取り込むこととし、下記の施設を整備する。

一 展示園場

集約的園芸農業を展示し、農民を訓練する。

一 農業機械

展示園場で農民を訓練するために必要な農業機械を整備する。

一 事務所

農民を集団で訓練するために、講堂を付設した事務所を整備する。また、普及員1名と展示園場の運営に必要な人員を増員することとし、普及員はCEDAで訓練を受け最新の技術・知識を習得する。

4.5 かんがい計画

(1) かんがい必要水量

かんがい必要水量は作物消費水量、有効雨量、かんがい効率等より算定する。

1) 作物消費水量

作物消費水量は計画作付体系に基づき、トウモロコシ、米、タバコ、トマト、メロン、果実、コーヒー、牧草等の栽培面積計2,140ヘクタール(セクター I 800ヘクタール、セクター II 1,340ヘクタール)に基づいて計算した。

作物消費水量は作物別に旬毎の作物係数を決定した。作物係数(Kc)は、FAOのTechnical Paper No.24, Crop Water Requirements を参考に求めた。各作物毎の旬別の作物係数は、ANNEX Fに示した。

作物消費水量は上記の作物係数と月別蒸発散量より求められる。作付体系に基づいた旬毎の作物の消費水量をANNEX Fに示した。

2) 有効雨量

有効雨量は前述のFAOレポートに記述してあるUSDAのEvaporation and Precipitation Methodを適応した。

有効雨量を算定するため、フローレス気象観測所の1945年から1988年までの月平均降雨量の資料を使った。計算結果は表4.5-1に示す。

表 4.5-1 有効雨量

(単位：mm)

月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
降雨量	129.3	170.3	104.3	125.8	171.8	106.9	25.2	6.2	1.8	6.2	7.2	33.4
有効雨量	80	95	70	80	75	60	15	0	0	5	0	20

この結果より、年間の有効雨量は500mmと推定され雨期の6ヶ月間(5月から10月)に年間有効降雨量の約90%が集中する。

3) かんがい方法

一般に畑作物を対象としたかんがい方法は、地表かんがいとして畝間かんがい、ボーダーかんがい、散水かんがいとしてのスプリンクラーかんがい、点滴かんがい、そして地下かんがいと大別できる。

かんがい方法の選択は地形勾配、土壌等の自然条件、作物の種類、栽培方法等の営農条件、圃場形状、かんがい施設等の基盤整備条件、等から決定される。調査対象地域におけるかんがい方法は、一部で実験的に点滴かんがいが行われているが、畝間かんがいが一般的である。

計画地区におけるかんがい方法の選択条件としての自然条件は地形勾配が概ね2~3%の波状地形で比較的平坦であり、ベーシックインテクトレートも16mm/hrから67mm/hrの範囲にあり地表かんがいが経済的に有利である。また、基盤整備条件については、過去約20年間畝間かんがいが行われてきておりそれに適した圃場形状、かんがい施設が既に整備されている。

栽培作物の種類においても地表かんがいで十分な生産性を挙げられる事などから、本地区のかんがい方法としては地元農民が最も精通している畝間かんがいを選択することが適切である。

4) かんがい効率

かんがい効率は、地形、水路構造、配水方式、かんがい方式等を考慮し、また、FAOの指針を参考にして次表のように決定した。

Ea: 圃場適用効率	0.60
Eb: 配水効率	0.90
Ec: 搬送効率	0.85
Ep: かんがい効率	$Ep = Ea \times Eb \times Ec = 0.46$

5) かんがい必要水量

年間および季節別かんがい必要水量はセクター毎に、作物消費水量、有効雨量、作物別作付面積およびかんがい効率より求めた。

なお、除塩用水は本調査では土壌分析や水質を考慮し計算値に含めないこととする。

セクター別の季節毎のかんがい必要水量計算結果は、表4.5-2の様に

要約できる。かんがい必要水量は年間26.5百万 m^3 となり、雨期には9.2百万 m^3 、乾期には17.3百万 m^3 である。なお、セクター毎の旬別の必要水量はANNEX Fに示した。

表 4.5-2 かんがい必要水量
(単位:百万 m^3)

	セクターI	セクターII	合計
年間	9.9	16.6	26.5
季節別			
雨期	3.4	5.8	9.2
乾期	6.5	10.8	17.3

(2) 配水計画

1) 幹線水路

幹線水路は頭首工での取水後、セクターI、II用に分かれる。計画の各々の支配面積はそれぞれ800ヘクタールおよび1,340ヘクタールである。ダムよりの放流は12時間(午後6:00~午前6:00)であるため、幹線水路における通水時間も12時間となる。旬別の必要水量よりセクターI、II幹線水路最大流量は共に乾期の1月下旬で、それぞれ1.1 m^3/s および1.8 m^3/sec となる。

2) 支線水路

支線水路への分水量は時期別取水量のうち最大取水時期の単位面積当り必要水量と支線水路支配面積から算出した。最大取水時期の単位面積当り必要水量は1月下旬で1.378 $l/sec/ha$ である。

図4.5-1に水路の配水模式図を示す。

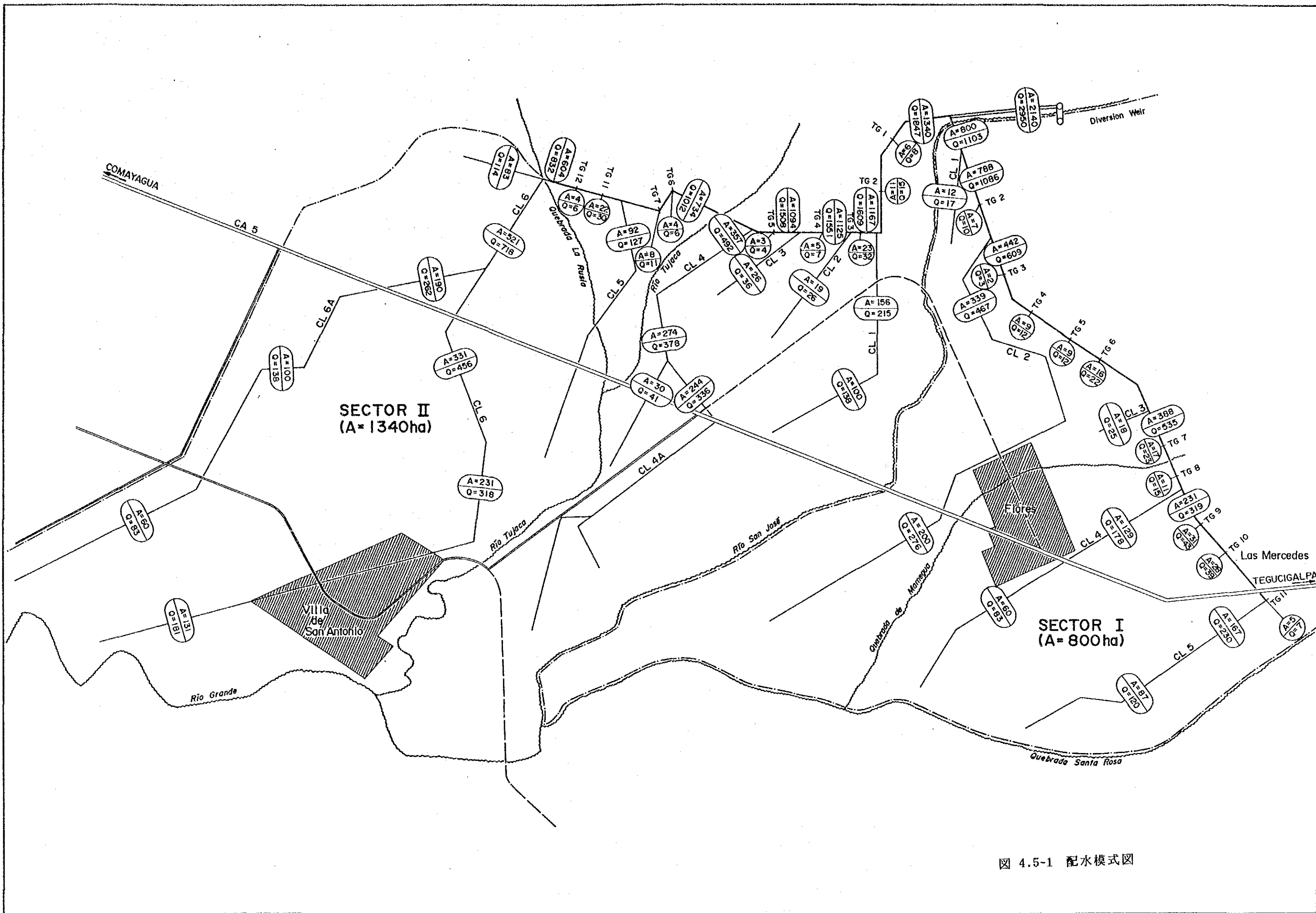


图 4.5-1 配水模式图

4.6 施設計画

4.6.1 施設の概要

施設計画の一覧表を以下に示す。

(1) コヨラルダムの計画諸元

堤体軀部

型式	: <u>重力式粗石コンクリートダムのコンクリート補強</u>
堤高	: 62.5m
堤長	: 125.0m
堤頂標高	: EL.811.5m
天端幅	: 6m
法面勾配	: <u>上流 1:0.05、下流 1:0.90</u>

洪水吐

設計洪水量	: 700m ³ /sec
形式	: 堤頂越流型
越流幅	: 60.0m
越流標高	: EL. 807.0m

貯水池

流域面積	: 192km ²
満水位	: 807m
低水位	: 775m
有効容量	: 1,260万m ³
死水容量	: 78万m ³
貯水池面積	: 75.6 ヘクタール

副堤部

位置	: <u>旧洪水吐の縮切部</u>
形式	: <u>重力式コンクリート堤防</u>
堤高	: 7.5m
堤長	: 65m
天端幅	: 6.0m
堤頂標高	: EL.811.5m

(2) フローレスかんがい施設改修計画諸元

頭首工

位置 : セクターⅡ頭首工より50m下流地点
河川幅 : 63m
設計洪水量 : $190\text{m}^3/\text{sec}$
堰高 : 5.0m
堰長 : 63m (固定部53.5m、可動部9.5m)
堰頂標高 : EL. 667.8m
水叩長 : 11.0m
取水ゲート : $1.5\text{m} \times 1.5\text{m} \times 3$ 門、敷標高 EL. 666.25m
取水量 : $3.5\text{m}^3/\text{sec}$ (かんがい用 $3.0\text{m}^3/\text{sec}$ 、飲雑用水 $0.5\text{m}^3/\text{sec}$)
土砂吐ゲート : $2.8\text{m} \times 2.0\text{m} \times 1$ 門、敷標高 EL. 665.10m
沈砂池 : $10\text{m} \times 49\text{m}$ 、設計流速 $0.2\text{m}/\text{sec}$
サイフォン : ボックスタイプ $1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ 、 $L=70.0\text{m}$

水路工

	<u>セクターⅠ</u>	<u>セクターⅡ</u>
水路		
幹線水路 (m)	6,110m	6,440m
通水量 (m^3/sec)	1.1~0.3	1.8~0.8
支線水路 (m)	5路線、10,100m	7路線、17,600m
通水量 (m^3/sec)	0.47~0.03	0.72~0.03
形式	<u>台形水路、レンガライニング</u>	
付帯構造物		
水路橋	--	1橋
サイフォン	1ヶ所	1ヶ所
分水工	91ヶ所	107ヶ所
落差工	91ヶ所	107ヶ所
管理用道路	16.2km	24.0km

4.6.2 コヨラルダム復旧計画

コヨラルダム復旧計画を立てるに当り、以下の二点に主眼を置く。

- ① ダムの安定性の確保
- ② 新規計画洪水量に見合った洪水吐の改善。

(1) 復旧改善方法

1) ダム安定性の確保

ダムの安定性確保には堤体の補強対策を講じる必要がある。この工法としては以下のものが考えらる。

a. 堤体腹付工法

堤体基礎幅を拡幅するために、堤体を腹付けし断面を拡大する。

この工法として上流側、下流側、あるいはその両方に既存堤体と一体化させるためのコンクリート打設が必要である。しかし、上流側のコンクリート打設は以下の理由により問題が多い。

- ① 水中工事となるため、施工が不確実で既存堤体との十分な一体化は期待できない。
- ② ドライワークとするためには締切仮設が必要となる。また、貯水池への流入水を排出するバイパストンネル、排水ポンプ等が必要になり、事実上不可能である。

b. アンカー工法

基盤と堤体をアンカーで緊結し、外力の一部を負担させる。

しかし、室内試験結果によると堤体の一軸圧縮強度は局所的に小さな値を示し、アンカー工法をとる場合堤体自身の強度が不足し、工法としては不適である。

したがって、下流側堤体腹付工法が技術的また施工性において最適案と考えられ、本計画ではこれを採用する。計画標準断面図は図 4.6-1に示す。

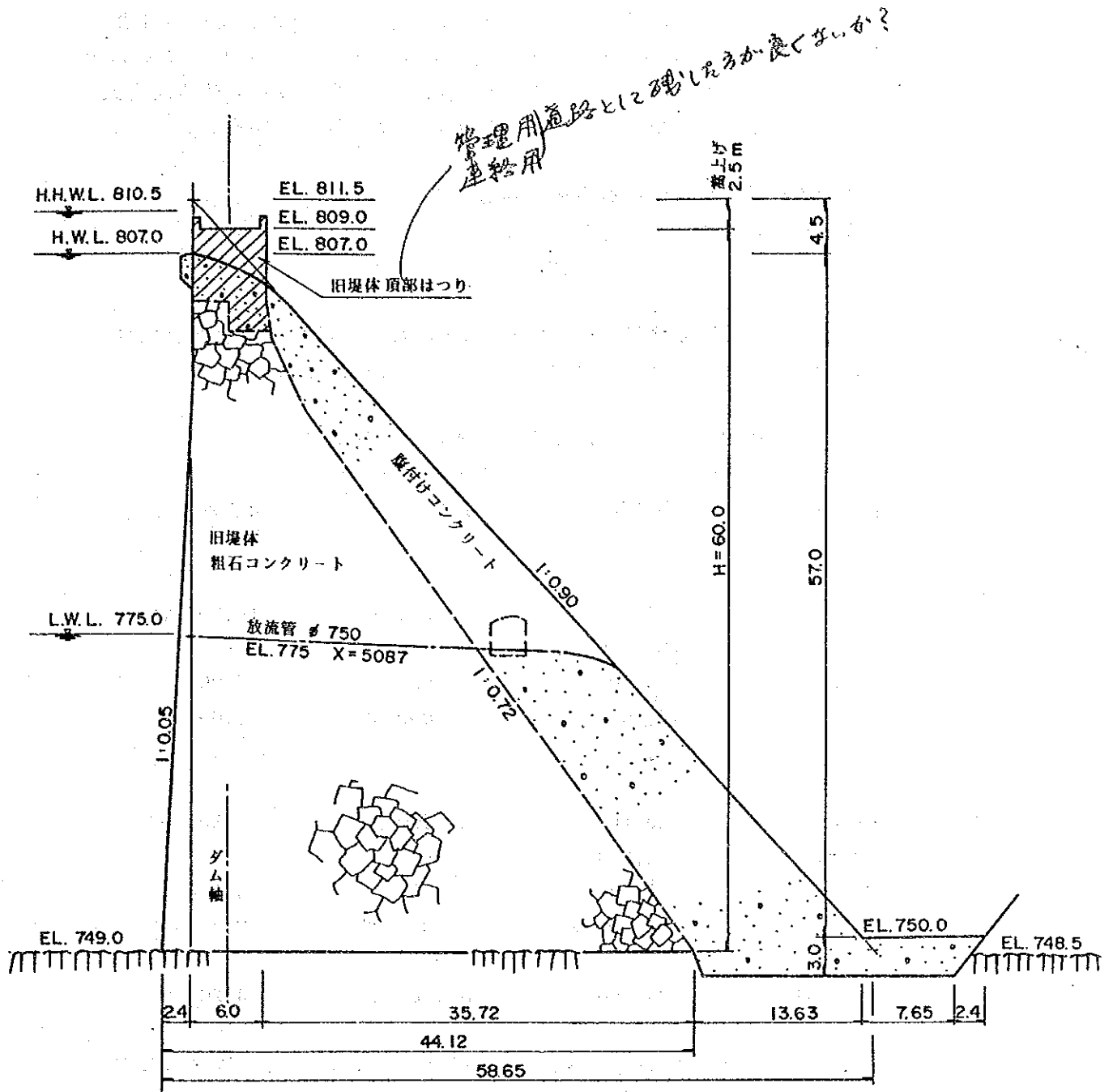


図 4.6-1 計画標準断面図

2) 洪水吐の復旧／改善方法

現況洪水吐の計画流量は288m³/secと極めて小さいため、新規設計洪水量700m³/sec(200年確率、比流量約3.6m³/sec/km²)を安全に流下させることができない。このため既存洪水吐の改修もしくは新規建設が必要である。この方法としては以下の三案が考えられる。

- B-1案：新規洪水吐を右岸側に新設する
- B-2案：堤体中央部を越流させる
- B-3案：B案と現況洪水吐の併用

以上の三案の比較検討を表4.6-1に示す。なお、洪水吐の改修計画は堤体の改修を伴うため、堤体の改修も含めて検討した。

表 4.6-1 洪水吐復旧／改善方法検討表

施工案	B-1案	B-2案	B-3案
掘削			
ダム	14,000 m ³	16,000 m ³	16,000 m ³
洪水吐	84,000	--	--
副堤	10,000	10,000	10,000
合計	108,000 m ³	26,000 m ³	26,000 m ³
コンクリート			
ダム	33,100 m ³	34,900 m ³	34,900 m ³
洪水吐	14,000	--	--
副堤	5,100	5,100	5,500
合計	52,100 m ³	40,000 m ³	40,400 m ³
グラウト	34,500 m	34,400 m	34,200 m
仮設道路	現況道路の改修 右岸仮設道路の 新設(約6km)	現況道路の改修	現況道路の改修
建設費(百万円)	68	44	45
工期(年)	5	3	3
総合評価	問題あり	良い	普通

比較検討の結果、洪水吐の堤体中央部を越流させるB-2案と既存の洪水吐の補助的利用を考慮したB-3案を比較した場合、工事費の差はほとんどない。しかし、現洪水吐の安全性を考慮すると、出来る限り現洪水吐の利用を避けるべきで本計画ではB-2案を採用する。

(2) コヨラルダム復旧計画の概要

コヨラルダム復旧計画の概要は以下に示すとおりである。また、計画の概略を図 4.6-2に示した。

- ダムの堤頂高さはEL.811.5mとする。
- 腹付けはダム下流側でおこなう。
- 現況洪水吐呑口部は堤体の延長部としてコンクリートで閉塞（副ダム）し、洪水はダム中央部に設けられる洪水吐より越流する。
- 下流側のエプロンは設置せず別途減勢工を計画する。

(3) 設計条件

一 設計震度

設計震度の決定には過去の地震実績、計画地区の地震特性、近傍の計画例等を総合的に検討して決定する必要がある。

過去の地震資料（1898～1976年）から得た試算値では、0.10以下であった。しかし、1980年にコマヤグアで地震が起っている。また、同じウムヤ河水系下流に位置するカホンダムでは、0.15gの地震も起っている。なお、カホンダムの設計震度は0.36が採用されている。本計画では、コヨラルダムの基礎形状等を把握する施工図面がなくこれらの説明が不可能であり、安全性を十分に考慮して設計震度 $K=0.15$ を採用する。

一 揚圧力

堤体に対する揚圧力（=U）は、建設時の基礎処理状況、基礎岩盤の状況、孔内地下水位変動記録等を考慮して、 $U=50\%$ を採用した。

一 堤体の単位体積重量

堤体の重量は新旧両方のコンクリートについて考慮する必要がある。現況の堤体材料の単位体積重量は試験結果より $\rho_1=2.0 \text{ t/m}^3$

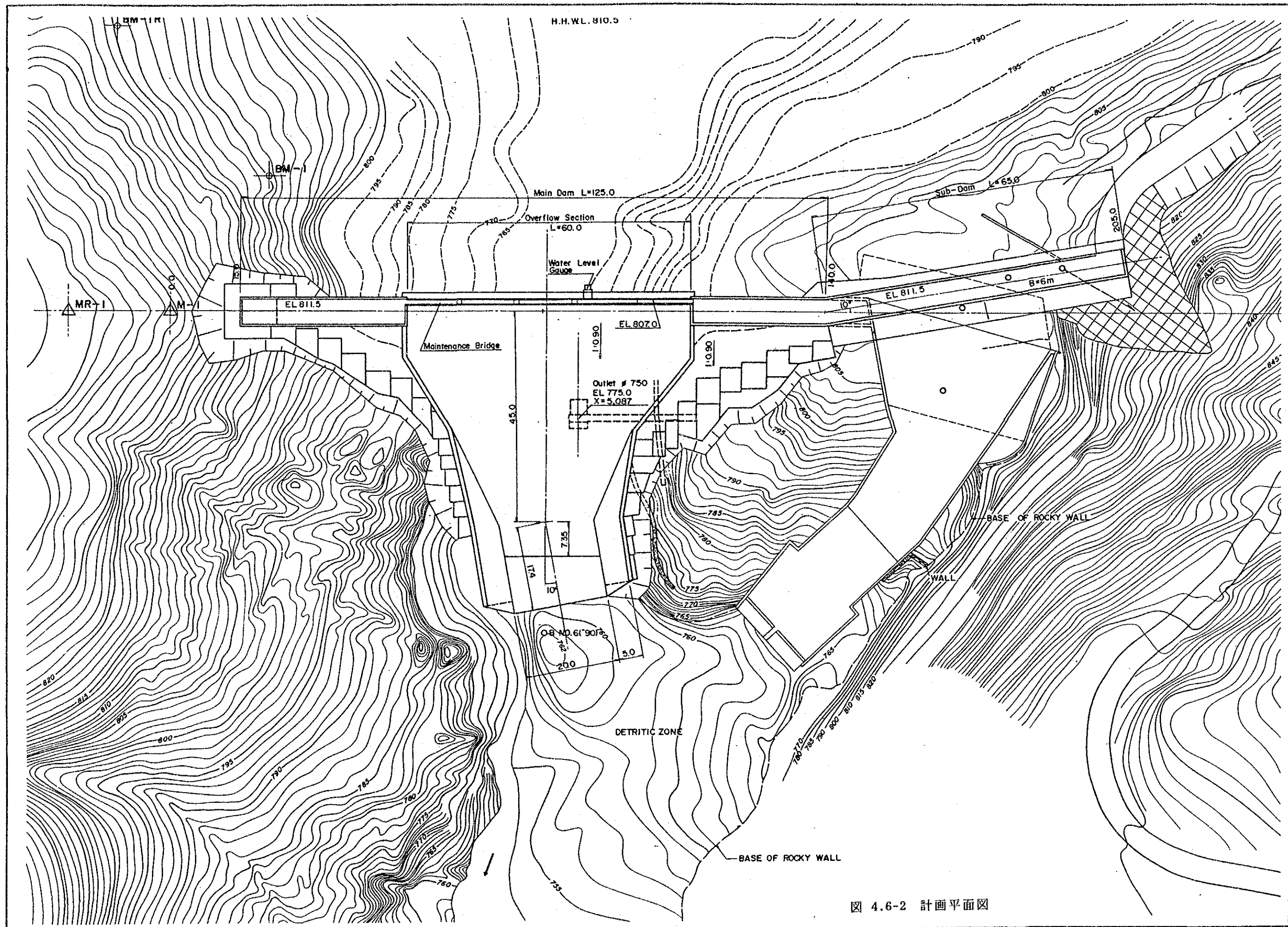


图 4.6-2 計画平面图

とする。一方、新規腹付け分の単位体積重量は通常のコンクリートの単位体積重量として $\rho_c=2.3\text{t/m}^3$ とした。

一 基礎岩盤

基礎岩盤はCM~CH級に属し $250\text{-}500\text{kg/cm}^2$ の一軸圧縮強度が期待でき、ダム の支持力としては十分である。ダム の基礎地盤としてのせん断強度は室内試験、他の類似ダム例等を参考に以下に示した値を設計値として採用する。

$$\begin{aligned} \tau &= 150 \quad \text{t/m}^2 \\ \tan\phi &= 0.8 \quad \phi = 38^\circ \end{aligned}$$

τ : せん断抵抗
 ϕ : 内部摩擦角

(4) 建設工事の概要

1) 施工フロー

復旧工事のフローは、図4.6-3に示す。

2) 掘削およびコンクリート工

- 掘削工

ダムの掘削工は堤体腹付けの為に実施する切取りがほとんどを占める。このため、旧堤体に過大な振動を与えぬよう、制御発破により上部より河床へ順に破砕掘削を行う。旧堤体頂部のコンクリートこわしも同様な手法で行う。切取面が急勾配で施工スペースが狭いので、他工事との調整が必要である。なお、掘削ズリはケーブルクレーン、ベッセルにより搬出する。

- コンクリート工

コンクリート工は旧堤体下流部の腹付けおよび堤頂改造部に施工される。腹付けは旧堤体の下流全面にわたり、その最大厚は14m、堤頂部は非越流部で高さ約11mの範囲である。

腹付け新コンクリート内には、バルブ室および管理用通路を設ける。打設は柱状ブロック工法によって行なうが、本地点での気温年較差は 5°C 前後に過ぎないため、セメントの品質、使用量、夜間打設等で発熱を抑えるものとしてクーリングは計画しなかった。しかし、

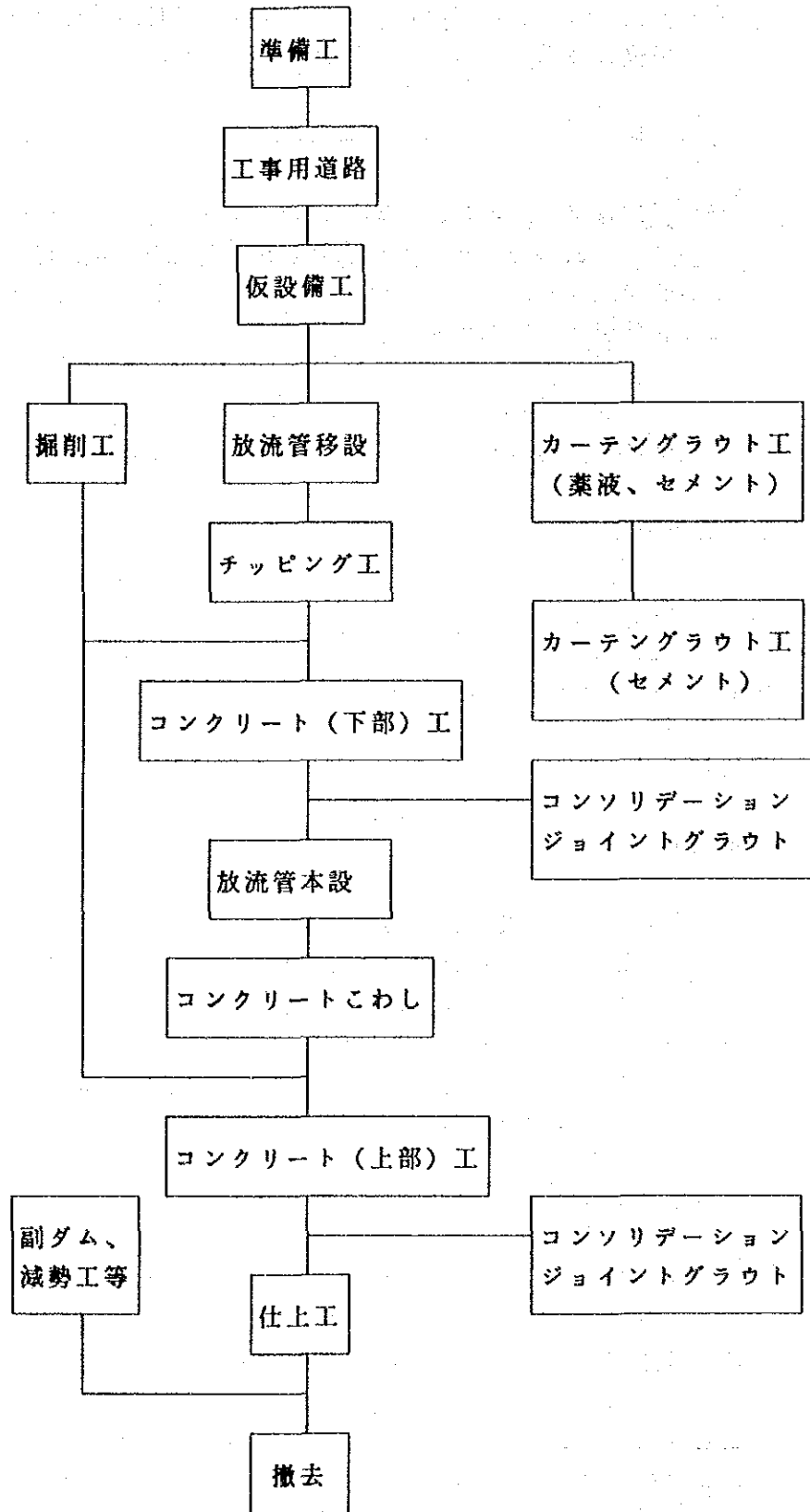


図 4.6-3 工事施工フロー

工事実施に当たっては工程等を検討しクーリングの必要性を確認しなければならない。

コンクリートは現況ダム左岸の上流側平地に設置するプラントで混練し、左右岸を横断するケーブルクレーンで所要箇所に運搬打設される。セメントはコマヤグア市北方に位置するセメント工場より、骨材は国道5号沿いのセルグアバ川近傍に位置するプラントより供給可能であり、ミキシングプラントに隣接するサイロ、ヤードにストックされる。この運搬距離はいずれも約40kmである。

3) グラウト工

グラウト工は、以下のものを計画する。

ーカーテングラウト

堤体、着岩部および基礎岩盤の漏水の遮断あるいは減少を図るため、ダム全長にわたってカーテングラウトを実施する。穿孔は現ダム堤頂より斜め60°、左右両方向に2列、2m間隔で行い、深さは河床部において岩盤部30mとする。洪水吐の左岸側の断層帯ではやや深くグラウトを行う。堤体左岸側の漏水が顕著な箇所はカーテングラウトの注入を確実にするため、一時的に漏水を遮断する目的で、ダム天端より垂直に穿孔し薬液注入を行う。なお、薬液注入量は今後の詳細調査によっては増加もありうる。

ーコンソリデーション、ジョイントグラウト

下流側腹付けコンクリートと基礎岩盤との一体化を図る目的で、コンソリデーショングラウトを実施する。また、新旧コンクリートの境界には、完全な密着を図るためジョイントグラウトを計画する。

グラウト工実施時には、貯水位を出来るだけ低下させ効果を高める必要がある。堤体および洪水吐のグラウト工の仕様は注入圧 1 kgf/cm²、配合比 1:5 ~ 1:8 とし、また、基礎岩盤においては注入圧 3 ~ 5kgf/cm²、配合比1:2 ~ 1:4あるいは 1:2:2(砂)とする。なお、グラウト工の詳細な仕様を決定するために事前に試験グラウトを実施しておく必要がある。

4) 放流管および減勢工

放流管およびバルブは、腹付け工事期間も使用できるように仮設工事と工事完成時における施工が必要がある。

放流管は工事期間中、現バルブ直前より左岸側に曲げ、小丘山腹沿いにクランク状に配管し、工事に影響のない地点での放流を計画する。放流量、管内流速が大きいことを考えると、管の振動に対してスラストブロック等の固定装置が、また、周辺掘削による落石等に対する防御施設の設置が必要となる。

工事完了後は現在の放流管を、直線状に延長し放流することにする。バルブ室とこれに至る通路は新旧コンクリート継目沿いに設ける。

流下する水勢を減殺して常流状態にするための減勢工は、ダムから離れた位置に独立して設ける。近辺に分布する巨石、掘削発生材、古レール等を利用してスリットダム状の減勢工を設置することを計画する。

5) 施工設備

本ダムの復旧工事の内容はグラウト工、掘削工、コンクリート工が主である。これらの工事に必要な主要設備は以下のとおりである。

- 骨材ビンおよびコンベアー類
- セメントサイロ、バッチャープラント、バンカー線
- クレーン（H型軌索式で4.5トン級、1.0 m³バケット）
- ボーリング機械、グラウト機械、およびプラント
- コンプレッサー

工事に必要な動力（電力）設備は、ENEK所管の超高圧送電線からの分岐となる。

6) 工事用道路

工事用道路は現在ダム直上流にて崩落、欠損している。このため、工事用道路として利用するためには崩落部分の復旧(硬岩掘削約30,000m³)と道路造成が必要である。さらに、その他の区間部分についても以下の部分についての補修が必要となる。

↓
再利用方法は?

- 部分的な現況幅員の拡幅、待避所の設置
- 雨水対策として道路側溝の設置
- 簡易アスファルト舗装

(5) 施工前の検討項目

一 旧堤体の物性

大口径のボーリング、地震探査等により、粗石、モルタルの構成状況、比重、弾性係数等の物性値の把握

一 新堤体の物性

セメントの種類、打設量および方法を決定するために、強度、温度推移などの検討

一 新旧堤体の一体化

施工時期の検討と共に、新旧堤体の接合面に対する方策の検討

一 基礎岩盤調査

横坑でのせん断試験、洪水吐での載荷試験、基礎岩盤の応力分布

一 工程計画

現ダムの排水機能不足による、雨期の急激な水位上昇を考慮に入れた工程

4.6.3 フローレス地区かんがい施設改修計画

(1) 頭首工

現在2ヵ所ある取水工は、玉石を積み上げただけの簡易なもので、取水効率が悪いため計画的なかんがい計画が立てられない。このため、コンクリート製の頭首工とし一箇所に統合し、取水システムを確立することにする。

1) 地形、地質

サンホセ川の右岸地区（セクターII）および左岸地区（セクターI）の2つの取水工間の距離は200mである。取水工位置は山岳部の終わりから平野への移行部にあつて、河川縦断方向は右岸地区への取水工から約150m下流より右方向に湾曲している。この周辺の河川横断を見ると、約40mの深さと約60mの河川幅を持っている。

この地点の地質は凝灰岩が広く露頭し、右岸ではその上に河川堆積物の玉石および砂が各々0.3m、2-3mの厚さで堆積している。また、左岸では母岩の凝灰岩の露頭がみられる。

2) 頭首工の位置

新設頭首工の位置は現在の右岸取水工より下流約50m地点が最適と考えられる。この理由は地形・地質条件が良好、経済的な施工が可能、水の運用および維持管理が容易等である。

3) 頭首工の形式

新設頭首工の形式は河川全幅を固定堰で締め切つて、右岸に土砂吐および取水工、さらに沈砂池を計画する。左右岸への水供給は沈砂池末端部に設ける取水ゲート2門で行う。

4) 堰の高さ

堰の高さは下流地区への必要な損失水頭および取水工入口における流入ロス等を考慮し、1990年2月時点の取水位667.15mを約0.6m高くし、667.80mとする。

5) 設計概要

地形・地質条件および水理条件を考慮し、頭首工の主な寸法は締切全幅63.0mの内、固定堰部53.5m、可動堰部9.5m（土砂吐1門および取水口3門）とする（図 4.6-4）。

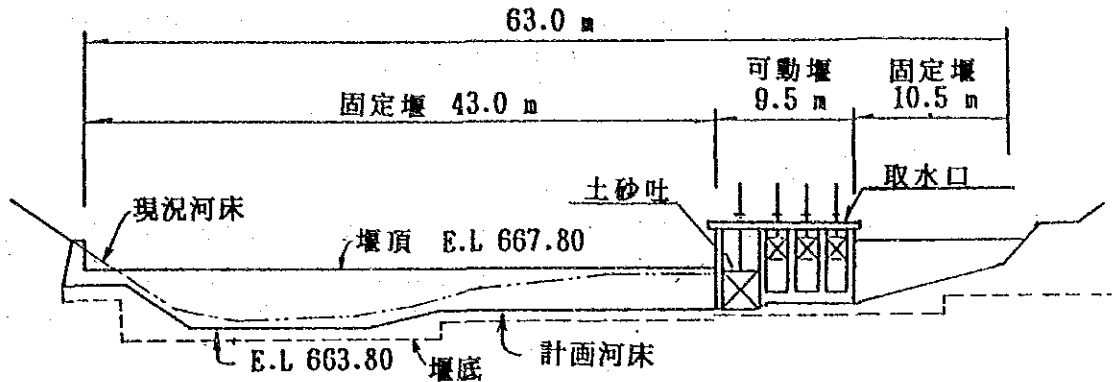


図 4.6-4 計画頭首工横断図

- 固定堰

固定堰の堰底部を岩着させることから、高さは4.0mから2.7mとする。
なお、固定堰部はコヨラルダムより下流域48.0km²の洪水吐の役割も果たす。堰の下流に減勢工を設け、さらに、河床保護工を計画する。

- 取水工

自然河川の流速が比較的速いため、取水工の底標高を河床高より0.8m高くして土砂流入を防ぐ。取水量は3.5m³/secとし、流入速は0.6m/sec以下とする。これは水資源局の当初計画の17%増、現実の取水量の75%増加である。この内訳は、かんがい用水3.0m³/secと村落給水0.5m³/sec（10年後の予測必要量）とする。

- 土砂吐

土砂吐は取水工付近の堆積土砂を土砂吐水門を通して下流へ排砂するために設置する。河川堆積物の粒径から判断して、最大粒径30mm前後の土砂を対象にする容量と形式を計画する。

- 沈砂池

現在の幹線水路沿いには、沈砂池が設置されていないため、各所で沈降した土砂による通水障害が見られる。このため、沈砂池を導水路へ導水する前に設置する必要がある。沈砂池の位置は取水工の直下流とし、設計流速は0.2m/secとする。また、沈下した土砂の取り除きはサンホセ川への自然流下方式を採用する。したがって、沈砂池の底は船底形式とし、中央には排砂を容易にするための溝を設けその先端には排砂用の水門を設ける。

- 左右岸への送水

沈砂池で処理された水の送水は、沈砂池末端部に設ける2水門により制御する。右岸地区への接続は既存の導水路に直接取りつけるが、左岸地区へはサンホセ川を横断するサイホンを計画し、その後現在の導水路に接続する。

(2) 水路工

1) 水路

幹支線合わせて40.2kmの水路システムは開水路、落差工、サイホン工等より成る。開水路の断面修正は、水理計算によつて通水断面不足が生じた場合のみ計画する。水路法面勾配は1:1から1:1.5の範囲とし、落差工区間では基本的に底幅、水深、水面余裕高等は変更しない。

水路盛土標高を周辺の標高より0.4m高くとり、周辺よりの排水が水路に混入することを防止する。このため法先には200mmx400mmの排水溝を設け、山側の排水をこの溝で受け、さらに架橋を水路上に設けて水路外に排水する。なお、既存のサイホン、落差工は改良しない。

水路の改善は、雑草が繁茂した現況水路が良好な水理条件を持つためにライニングを計画する。ライニング材料には、コンクリート、練り石コンクリート、レンガ等がある。本計画では、施工性、経済性、材料供給の可能性、ホンデュラス国での実績を考慮して、レンガによるライニングを採用する。水路ライニングに必要なレンガはコマヤグア盆地内で供給可能であるが、経済性、施工性を考慮して水路沿いにレンガ窯を設置する事が望ましい。

2) 分水施設

現在、水の運用管理は調節水門が設置されていないため、十分行われていない。このため、幹線水路より支線水路への分水工の直後にチェックゲートの設置を計画する。また、支線水路では落差工の前に角落しを設けて、末端かんがい地区への配水を容易にする。

(3) 維持管理用道路

水路沿いの道路はいずれも未舗装で、3路線を除いて国道と連絡していない。また、雨期には自動車の通行が不可能な路線もある。本計画では砂利舗装で、幅員3.0mの道路を幹支線沿いの40.2kmに設ける。この道路整備により水利施設の維持管理、農作物等の輸送が容易になる。

維持管理用道路の改善には多量の土砂が必要となる。この材料は丘陵地または耕作地でない平野部の沖積土砂が利用できる。また、砂利はセルグアバ川の採石プラントから供給可能である。なお、施工は重機械によって行う。

4.6.4 村落給水整備

村落給水整備は、給水施設および共同水利用施設より成る。本計画は6カ所の村落（ビジャデサンアントニオ、フローレス、ラスメルセデス、ロスマンゴス、ロスパリジョス）を対象とする。計画対象人口は1988年の人口センサスおよび調査結果より得た現在の人口に、年人口増加率を3%として得られた2000年の計画集落人口の合計9,760人とする。

(1) 村落給水施設

村落給水施設は村落近くの支線水路から開水路で導水し、一旦貯水池に入れた後、処理施設に送水する。その後はパイプラインにより各所に配水される。システムの概要は図4.6-5に示すとおりである。

村落への給水は主要道路沿いに設ける共用水栓で行う。住民はこれらの給水栓から何時でも取水できるようにする。また、学校(6カ所)、診療所(2カ所)等は各戸給水とする。給水量は最近の開発途上国における例から、単位使用水量を20~50ℓ/人/日としてその平均値30ℓ/人/日で計画する。

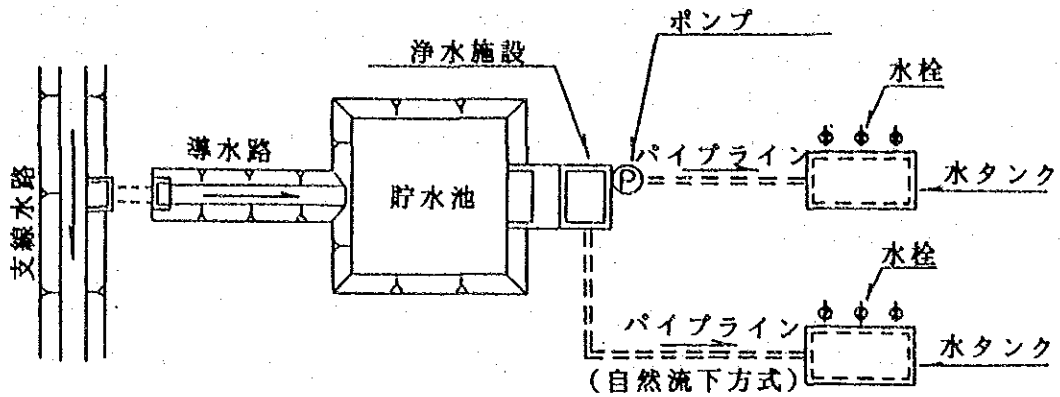


図 4.6-5 村落給水システム

2) 共同水利用施設

現在の水路沿いで数多くの水浴、洗濯等の行為が見受けられる。そのため水路盛り土部は崩壊し漏水の原因となっている。これら村落生活の要求に答えて水路近くに共同水利用施設を計画する。その代表的な施設を図4.6-6に示す。

支線水路から取り入れた水は一度フィルターを通して濾過した後自然流下方式により施設に導水する。したがって、これら施設位置の選定は必要水頭が確保できる場所であることが必要である。

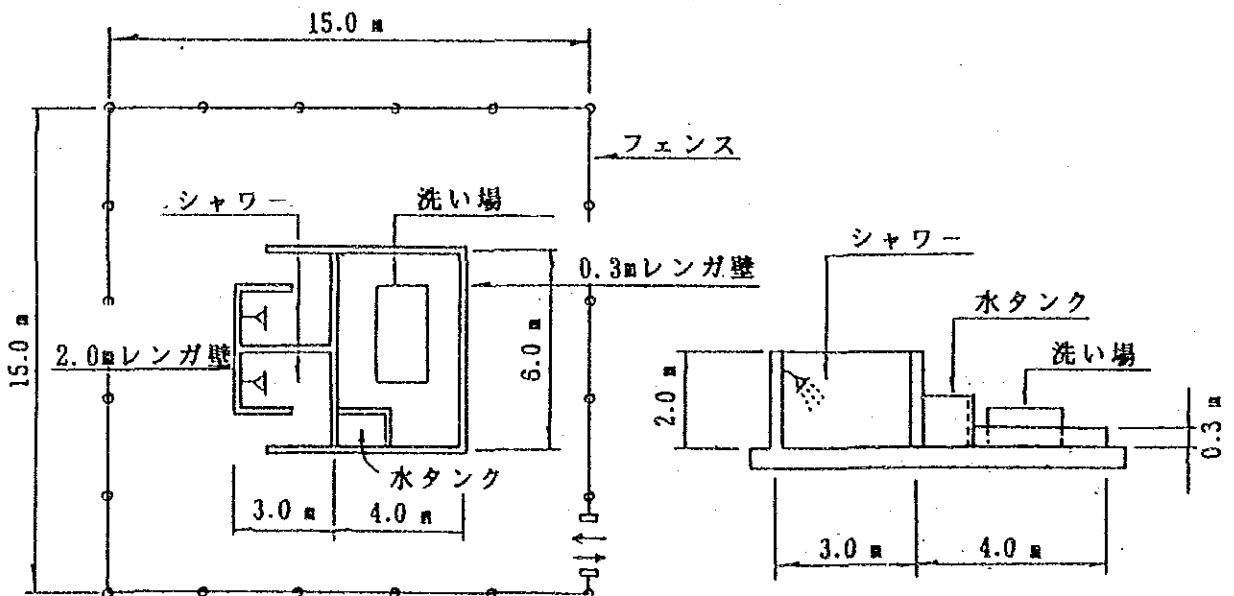


図 4.6-6 共同水利用施設概要図

4.7 事業費等の積算

本事業計画はコヨラルダム復旧計画、かんがい施設改修計画、村落給水整備等より成る。総事業費の内訳は実施事前調査費（測量、地質調査費）、詳細設計費、事業費（土木工事費、用地買収費・補償費、工事施設費）、一般管理費、コンサルタントサービス費、物的予備費から成る。この総事業費の他に、事業の実施に必要と考えられる予備費として価格予備費を考慮する。

4.7.1 積算の方法

事業費は以下の条件に基づいて積算する。

- ①土木工事は請負方式とする。土木工事に必要な施工機械は請負業者によって準備される。従って、工事費積算に使用する施工機械費は損料により計上する。
- ②人件費、資材費、機械費などの基礎価格は、1990年2月時点の市場価格とする。
- ③輸入建設資機材の価格および施工機械損料計算に用いる価格は、CIFサンロレンソまたはプエルトコルテス+国内輸送費とし、輸入税を含む。
- ④国内建設資材の価格は現場渡しとする。
- ⑤価格は工種別に外貨、内貨に区分して算定する。外貨は1990年のCIF価格を基準とし、内貨は同時期の国内実勢価格とする。
- ⑥物的予備費はコヨラルダム復旧工事に関しては、工事費に占める割合の大きいグラウト量に不確定要素があり、さらにクリーニングの必要性が生じることを想定し土木工事費の20%を計上する。フローレスかんがい施設改修工事に関しては土木工事費の10%を計上する。
価格予備費は外貨分については先進5カ国の過去3年間の消費者物価指数の平均である年4.2%、内貨分は年率7%で算定する。
- ⑦外貨交換レートは1990年2月の公定レート1米ドル=2レンピラ=150円とする。

4.7.2 総事業費

総事業費は項目毎に外貨と内貨に分けられる。最初の事前調査の開始年から事業完成年度の6年間に振り分けて積算を行う。

総事業費はコヨラルダム復旧工事（フェーズⅠ）が内貨22,516千レンピラ、外貨13,876千米ドル、フローレスかんがい施設改修工事（フェーズⅡ）が内貨19,043千レンピラ、外貨4,425千米ドルとなる。項目毎の内訳は表4.7-1に、投資計画は表4.7-2に示す。

表4.7-1 総事業費内訳

項 目	工 事 費	
	内貨(レンピラ)	外貨(ドル)
I. コヨラルダム復旧計画 (PHASE I)		
1. 測量及び地質調査	500,000	
2. 土木工事		
2.1 準備工	398,504	187,080
2.2 工事用道路	920,527	1,002,886
2.3 コヨラルダム		
(1) 掘削	442,955	823,294
(2) グラウト	3,137,804	2,486,658
(3) 堤体チップング	32,665	82,979
(4) コンクリート壊し	140,418	214,600
(5) コンクリート工	7,742,405	1,094,418
(6) 放流管工	69,421	138,843
(7) 管理棟	32,541	156,198
(8) 減勢工	563,710	115,176
(9) 管理橋	20,229	24,563
(10) 副ダム特殊工事	180,806	96,377
(11) 仮設備・プラント・電力設備等	2,673,667	4,250,834
小 計	16,355,652	10,673,906
3. 一般管理費	754,069	
4. コンサルタント・サービス	1,635,565	1,067,391
5. 物的予備費	3,271,130	2,134,781
小計 1. ~ 5.	22,516,417	13,876,078
II. フローレスかんがいシステム (PHASE II)		
1. 測量及び地質調査	275,000	
2. 土木工事	13,589,354	2,864,513
2.1 準備工	395,806	83,432
2.2 頭首工	1,070,523	392,711
2.3 水路工事	11,344,025	1,195,370
2.4 村落給水整備	600,000	600,000
2.5 O & M 事務所	179,000	593,000
3. 用地買収・補償費	1,228,000	
3.1 頭首工	3,000	
3.2 水路	1,200,000	
3.3 村落給水整備	24,000	
3.4 O & M 事務所	1,000	
4. 一般管理費	386,368	
5. コンサルタント・サービス	1,358,935	286,451
6. 物的予備費	1,358,935	286,451
小計 1. ~ 6.	18,196,593	3,437,416
合 計	40,713,010	17,313,494

表4.7-2 投資計画

(単位：内貨 レンピラ x1000, 外貨 US\$ x1000)

項 目	1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998		TOTAL			
	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨		
I. コヨラルダム復旧計画 (PHASE I)																				
1. 測量及び地質調査						500												0	500	
2. 詳細設計					67	102	67	102										133	204	
3. 土木工事																				
3.1 準備工									75	159					112	239	187	399		
3.2 工事用道路									836	767	167	153					1,003	921		
3.3 ケーブルクレーン											1,578	789					1,578	789		
3.4 仮設備・プラント・電力設備等											2,673	1,885					2,673	1,885		
3.5 コヨラルダム																				
(1) 掘削											494	266			329	177	823	443		
(2) グラウト											678	856	904	1,141	904	1,141	2,487	3,138		
(3) 堤体チップング													83	33			83	33		
(4) コンクリート壊し													215	140			215	140		
(5) コンクリート工											243	1,721	486	3,441	365	2,581	1,094	7,742		
(6) 放流管工											104	52	35	17			139	69		
(7) 管理棟															156	33	156	33		
(8) 減勢工													115	564			115	564		
(9) 管理橋															25	20	25	20		
(10) 副ダム特殊工事															96	181	96	181		
4. 一般管理費						89		133		133		133		133		133		0	754	
5. コンサルタント・サービス					133	204	67	102	133	204	200	307	200	307	200	307	200	307	934	1,431
6. 物的予備費	0	0	0	0	0	0	0	0	182	185	1,187	1,144	368	1,067	398	874	2,135	3,271		
小計 1. - 6.	0	0	0	0	200	895	133	338	1,226	1,449	7,325	7,305	2,406	6,843	2,585	5,686	13,876	22,516		
II. フローレスかんがいシステム (PHASE II)																				
1. 測量及び地質調査								275										0	275	
2. 詳細設計							11	50	21	101								32	151	
3. 土木工事																				
3.1 準備工									28	132	56	264						83	396	
3.2 頭首工											327	892	65	178			393	1,071		
3.3 水路工事											299	2,836	598	5,672	299	2,836	1,195	11,344		
3.4 村落給水整備													300	300	300	300	600	600		
3.5 O & M 事務所													297	90	297	90	593	179		
4. 用地買収・補償費										1,228							0	1,228		
5. 一般管理費								77		77		77		77		77		0	386	
6. コンサルタント・サービス							42	201	21	101	64	302	64	302	64	302	255	1,208		
7. 物的予備費	0	0	0	0	0	0	0	0	3	13	68	399	126	624	90	323	286	1,359		
小計 1. - 7.	0	0	0	0	0	0	53	604	73	1,652	814	4,770	1,449	7,243	1,049	3,927	3,437	18,197		
小計 I+II	0	0	0	0	200	895	186	941	1,299	3,101	8,139	12,076	3,855	14,086	3,634	9,613	17,313	40,713		
III. 価格予備費, 外貨 4.2%, 内貨 7.0%	0	0	0	0	17	130	24	212	232	964	1,859	4,861	1,079	7,053	1,213	5,823	4,425	19,043		
合 計	0	0	0	0	217	1,025	211	1,153	1,532	4,065	9,997	16,937	4,935	21,140	4,847	15,436	21,739	59,756		

第5章 事業実施計画

5.1 事業実施機関

事業の実施と運営を円滑に進めるため設計、工事計画、施工管理を掌握する組織を一つに集約する必要がある。

建設工事の中心が、コヨラルダム復旧およびフローレスかんがいシステム改修に関連する土木工事である。しかし、事業実施を成功させるためには、受益者、関係者に対して事業便益についての説明、農民に対する技術普及、本プロジェクト事業の説明等の農業普及活動の実施が不可欠である。このため、天然資源省が事業実施機関となり、同省下の水資源局が本事業の実施に当たる。

水資源局は施設の建設、維持管理に関して責任を負う。局長直轄下のかんがい排水課が事業実施に関するあらゆる業務を掌握し、水文気象課、CEDAとの連携の下、現場プロジェクト事務所に実務を負わせる。現場プロジェクト事務所は中西部地域事務所内の水資源課（PRORIEGO）と密接な関係を持つ。また、事業の実質的な管理をコンサルタントの協力の下で実施する。また、コマヤグア県庁等の関係諸機関の協力が必要である。

事業実施組織図は図 5.1-1に示す。

5.2 事業実施方法

本事業の工事実施方法として、政府の直営方式と業者に請負わせる請負方式がある。しかし、直営工事を実施するに当たりコヨラルダム復旧およびかんがい施設改修の工種は多岐に及び、ホンデュラス政府は建設機械の調達、技術者の養成・増員等から着手する必要がある。本事業の緊急性を考慮すると、直営工事は数々の問題が提起されるため請負方式とし、早期に実施する。また、政府は円滑な事業の実施を図るため、コンサルタントを雇用する。コンサルタントは実施機関と建設業者との間で中立的な立場に立ち、技術供与を行う。建設業者の選定は公募による事前審査を行い業者のショートリストを作成し、その後入札により決定する。

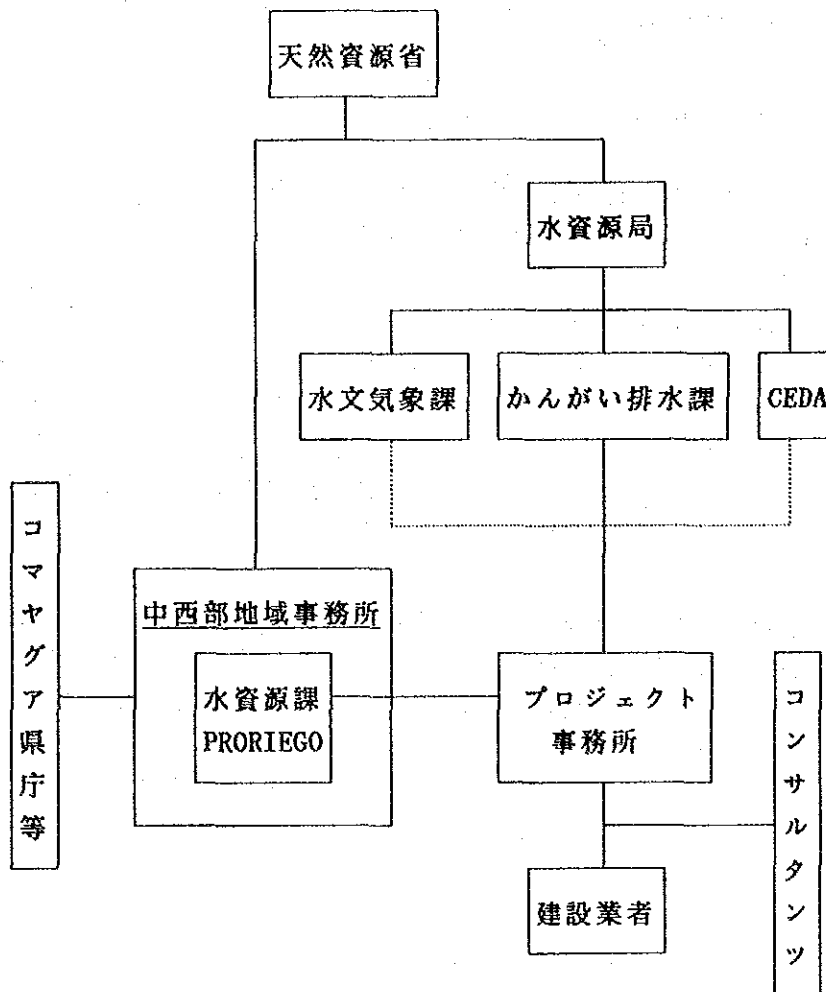


図 5.1-1 事業実施組織図

5.3 事業実施計画

事業実施工程は実施事前調査、詳細設計、入札および工事に分けられる。事業期間は5年8ヵ月を予定している。事業実施工程は図5.3-1に示す。

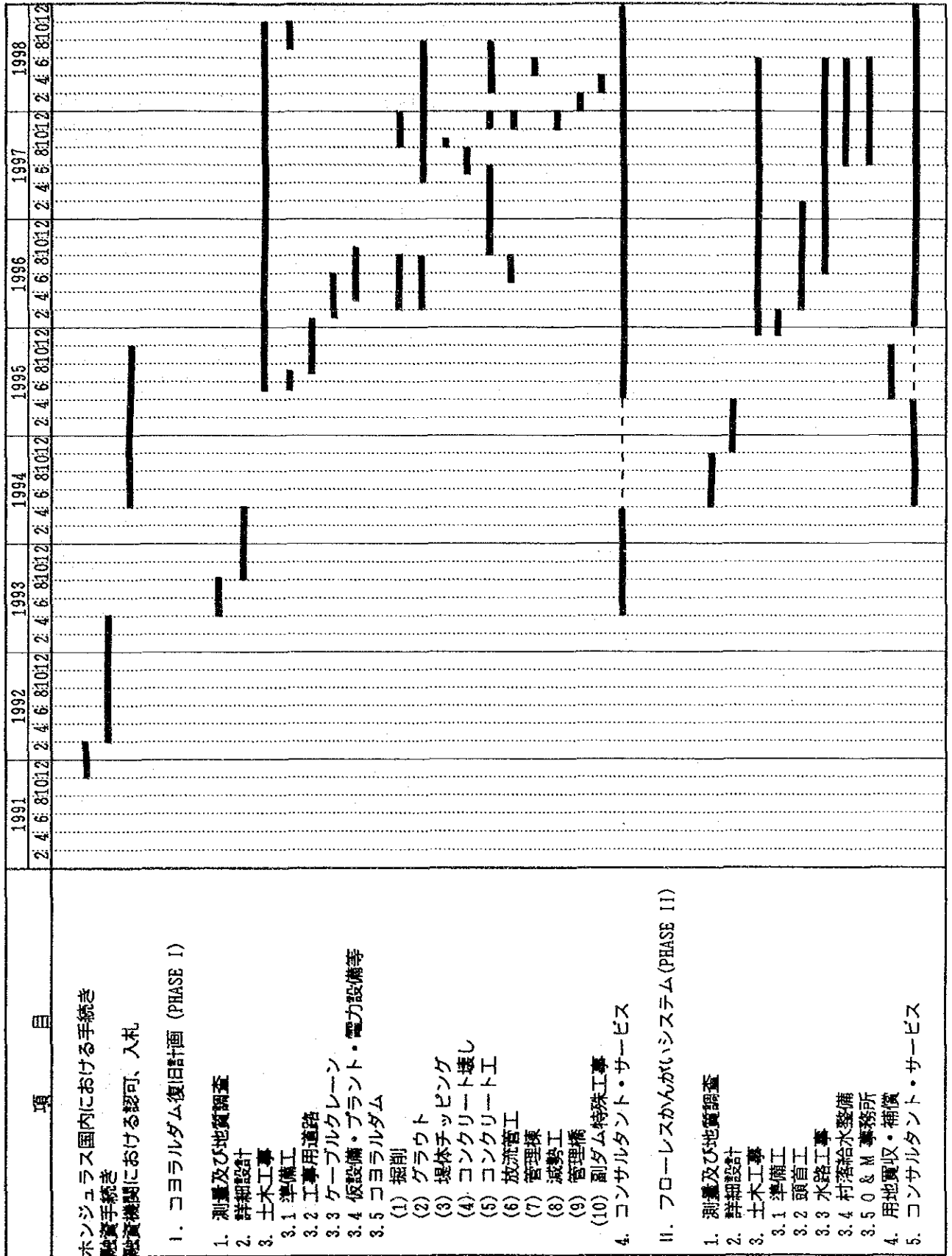
(1) 実施事前調査

実施事前調査は、地形測量、縦横断測量、地質調査等から成る。期間はフェーズⅠで4ヵ月、フェーズⅡで6ヵ月を予定する。

- 地形測量

コヨラルダム：ダム本体は既存の LAVALIN-GATESA が作成した地形図を基本とし、補足測量にとどめる。新規に地形測量が必要な地点は仮設敷地である。

図 5.3-1 事業実施工程



頭首工：頭首工本体、沈砂池、川床保護区間およびサイフォン予定地での測量を実施する。

村落給水整備：計画村落での道路および施設位置が把握出来る適切な縮尺の地形図が要求される。この地形図により貯水池ならび水処理プラント、その他の施設計画が可能となる。

管理事務所：地形測量はモデル農場に対して行われる。

- 縦横断測量

縦横断測量は国道からコヨラルダムへの工事用道路、頭首工予定地点ならびに現在の幹支線水路で実施する。さらに、B.M.測量が必要である。

- 地質調査

ダム復旧計画および頭首工建設に関わる詳細設計を行うため、各種の地質調査が必要である。具体的にはボーリング掘削、骨材、粘土、コンクリート等についての物理および化学試験、地震探査、坑内載荷試験ならびにグラウト試験が含まれる。

(2) 詳細設計

詳細設計では入札に必要な一般仕様書、特別仕様書、技術仕様書、実施設計図面、工事数量および工事費積算、施工計画、工事工程計画書等が作成される。詳細設計に要する期間はフェーズIで8カ月、フェーズIIで6カ月である。

(3) 入札および工事

- コヨラルダム復旧工事

詳細設計終了と同時に工事業者の事前審査が国際的な業者の参加の下で行われショートリストが作成される。これに引続き入札が行われ、業者が選定される。この事前審査並びに入札業者の選定の期間は13カ月とする。

工事期間は計画工事工程に沿って約41カ月とする。工事内容は仮設工事（国道からダムまでの工事用道路拡幅工事、職員および労働者

の宿舎、事務所、修理工場並びに電気、水、骨材、コンクリート等各種プラントさらにコンクリートおよび骨材運搬用クレーン)および本体工事のコンクリート工と岩堀削工が含まれる。なお、工事期間中フローレス地区へのかんがい水の供給は継続して行うものとする。

- フローレス地区かんがい施設改修

工事業者の事前審査、入札手続き等は13ヵ月、工事期間は31ヵ月を予定している。頭首工の新設は乾期にかんがい用水と村落への水供給に支障を生じない条件下でおこなう。ライニング工事と管理用道路の整備は並行して行う。

- 村落給水整備

村落給水整備の施工期間は12ヵ月以内とする。

- 管理事務所の拡張

この工事は管理事務所建物工事と展示圃場の整備工事である。また、管理用建設機械、農業機械、その他器具が必要とされる。工期は土木工事および資機材の国外発注から現場到着までを含めて12ヵ月とする。

第6章 維持管理計画

6.1 維持管理の方針

本事業はコヨラルダム復旧およびフローレス地区かんがい施設改修を基本とした地域開発計画である。そのため、施設の維持管理を行うことにとどまらず、農業を中心とした総合的な生産指導調整まで包含した組織とすることが望まれる。現在のフローレス農牧開発支所の組織は、かんがい施設の維持管理および農業普及を不完全ながら実施している。このため、既存組織を最大限に利用し、円滑な農業普及および維持管理が出来るよう計画的かつ効率的な組織を整備する必要がある。

維持管理が必要な施設はダム、頭首工、幹支線水路、付帯構造物、管理用道路、展示圃場等である。なお、村落給水設備は使用住民により管理を行い、維持管理費は受益者負担とする。これらの維持管理方式は以下に述べるとおりである。

- コヨラルダム

ダムの水利管理操作に当たっては、かんがい用水および上水の確実な取水と洪水の完全な調整を行うため、あらかじめダム管理規定を定め、その規定に基づいてバルブの操作および管理を行う必要がある。本ダムの操作はフローレス維持管理事務所からの指示に従って行う。なお、このために無線機器の設置を提案する。また、ダム管理者はバルブ操作の他、ダム周辺の巡視、貯水位、気象データの測定も行う。

- 頭首工および幹支線水路

受益地からかんがい必要水量を取りまとめた結果に基づいて、頭首工と分水ゲートの操作が必要である。維持管理範囲は支線水路に設置してある分土工までとし、それ以降は受益者が行うものとする。

- 管理用道路

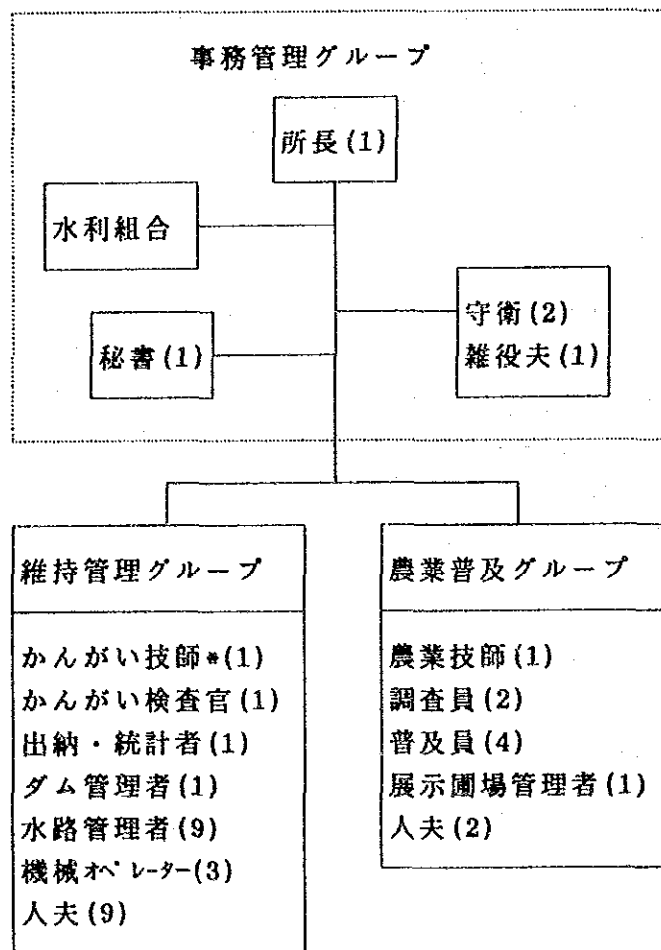
幹支線沿いに計画する管理用道路は、常時車輛の運行が可能な程度に整備されていなければならない。欠損箇所が認められた場合、維持管理事務所は重機械等を投入して迅速に補修を行う。

- 展示圃場

圃場に必要な農業機械、かんがい施設等は常時維持管理が必要となる。

6.2 維持管理組織

維持管理事務所としては、現在のフローレス農牧開発支所を強化するにとどめる。事務所組織を事務管理、農業普及、維持管理の三グループに明確に区分し、所長が統括する。維持管理組織および職員構成を図 6.2-1に示す。



* 所長が兼任する。

図 6.2-1 維持管理組織図

現在のフローレス地区維持管理事務所の人員は22名と少なく、業務に支障が出ている。このため、18名を増員し合計40名の陣容とする(表

6.2-1)。作業ピーク時には臨時雇用の労働者を雇う。

農業普及グループの普及員は、年間5人・月の割合でCEDAで講習会を受講し最新の知識、技術を習得し、農民に技術普及を行う。

表6.2-1 フローレス維持管理事務所人員計画

	現況	計画	増加分
<u>事務管理グループ</u>			
所長	1	1	0
秘書	0	1	1
守衛	2	2	0
雑役夫	1	1	0
<u>農業普及グループ</u>			
農業技師	0	1	1
調査員（農業調査、統計）	2	2	0
普及員	3	4	1
展示圃場管理者	0	1	1
人夫	0	2	2
<u>維持管理グループ</u>			
かんがい技師*	(1)	(1)	0
かんがい監査官	0	1	1
出納／統計管理者	1	1	0
ダム管理人	1	1	0
水路管理者	4	9	5
機械オペレーター	0	3	3
人夫	7	9	2
合計	22	40	18

*維持管理事務所長はかんがい技師を兼ねる。

臨時雇用の労働者は含めない。

維持管理事務所の主な職務は、以下のとおりである。

- －ダムオペレーション
- －かんがい施設のオペレーションおよび維持管理
- －年間作付計画に基づき、水供給可能量の算定とかんがい可能面積の調整
- －水管理
- －展示圃場のオペレーション
- －農業技術の巡回指導

- 農民訓練および教育
- 水利費の徴収ならびに管理に必要な情報の収集
- 情報の処理ならびに配水計画の立案
- 配水管理
- 農民組織の指導、指示

6.3 維持管理機械および施設

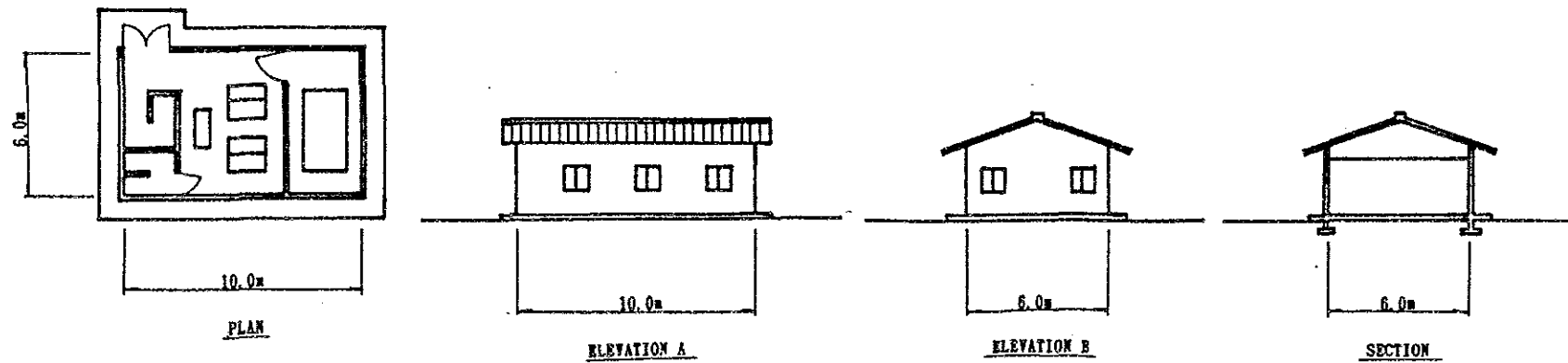
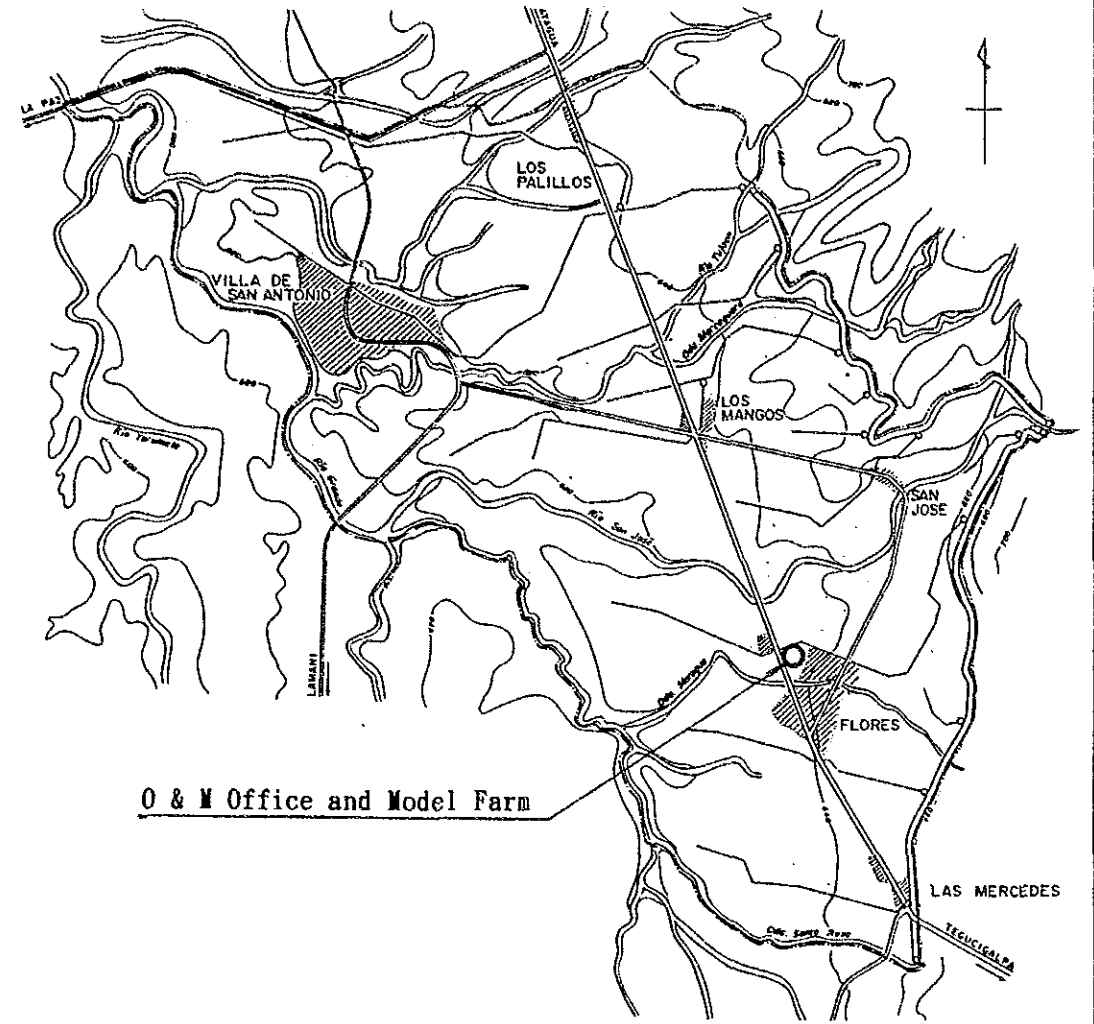
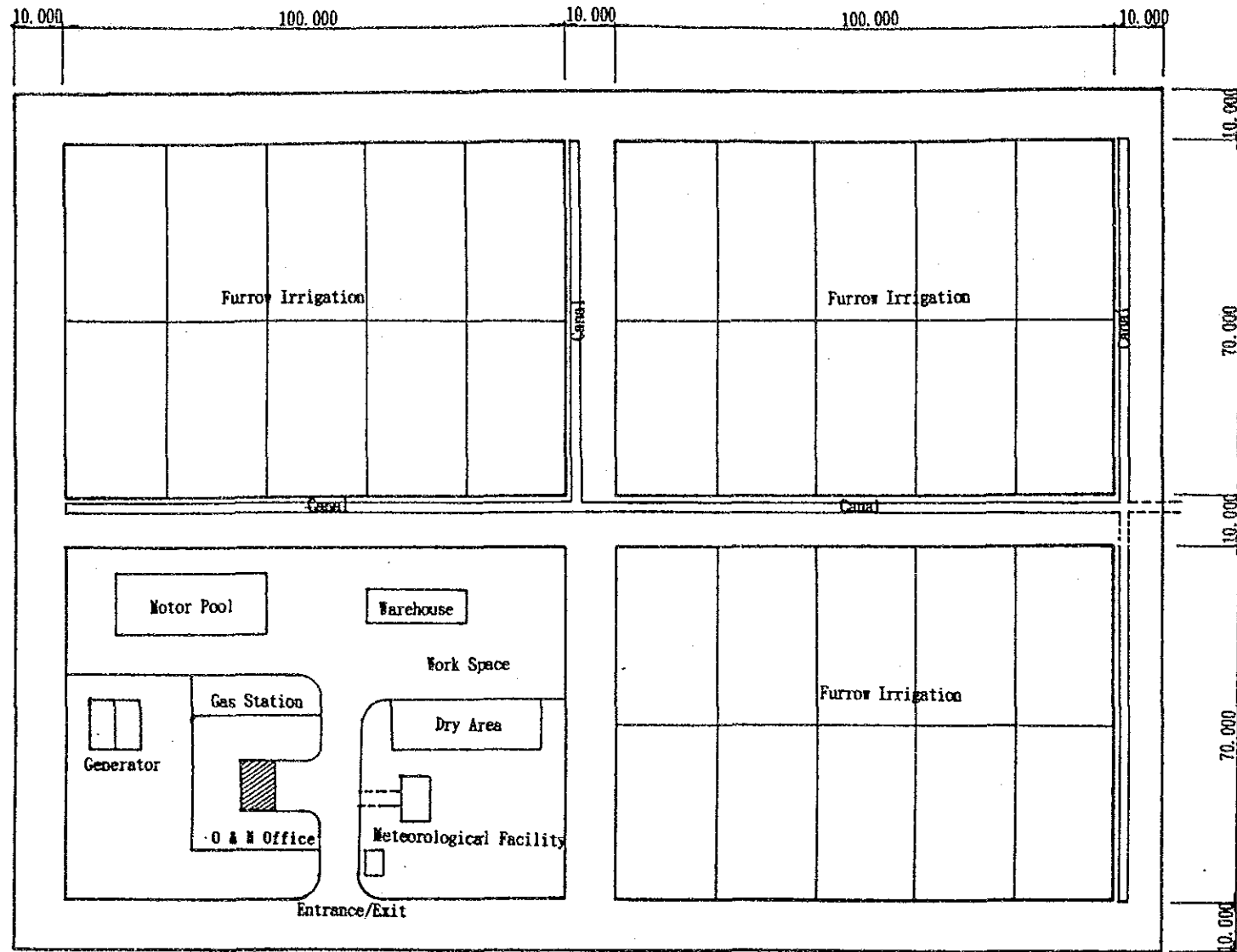
施設の維持管理に必要な機械は、以下のとおりである。

バックホー	0.35m ³	1台
ローダー	1.2 m ³	1台
ダンプトラック	4 トン	2台
ブルドーザー	6 トン	1台
モーターグレーダー	2.2 m	1台
ロードローラー	8 トン	1台
4WD ピックアップ		1台
タンクローリ	6000ℓ	1台
コンクリートミキサー	0.5 m ³	1台
通信システム		1式

農業普及に必要な施設・機械は以下のとおりである。

- 講堂を付設した事務所		60 m ²
- かんがい施設を完備した展示圃場		2.1ha
- 展示圃場用農業機械		1台
・ トラクター	40～50HP	1台
・ プラウ	デスクプラウ	
・ ハロー	デスクハロー、ツースハロー	各1台
・ 播種器		1台
・ カルチベーター		1台
・ 防除用スプレー	ブーム式	1台
- 通信運搬機材		
・ 4輪駆動トラック		1台
・ 自動二輪車		3台
・ 電話		1台

農業普及と展示圃場の施設の概要は図 6.3-1に示す。



O & M Office

図 6.3-1 農業普及施設の概要

6.4 維持管理費

年間の維持管理費は、維持管理事務所の管理に12.0千レンピラ、かんがい施設の維持管理に528.6千レンピラ、農業普及サービスに85.7千レンピラと算定され、ヘクタール当たり293レンピラである。その内訳は表6.4-1のとおりである。

表 6.4-1 年間維持管理費

(単位:レンピラ)

	事務管理	維持管理	農業普及
人件費	12,000	171,600	71,600
施設償却費	-	109,000	14,100
資機材費	-	248,000	0*
合計	12,000	528,600	85,700
	626,300/2,140=293レンピラ /ヘクタール		

* 展示圃場に必要資材費(種子、農業、肥料等)は、展示圃場で生産された作物収益で賄う。

第7章 事業評価

7.1 評価の方法

7.1.1 評価の考え方

(1) 経済・財務評価

本事業の評価は、経済・財務価格による純現在価値、費用便益率 (B/C) および内部償還率等の経済計算に基づいて実施する。これらの数値は事業計画における事業実施、未実施の場合の差から算出し、前章の事業費を計算の根拠とする。

そのほか、計測可能な社会評価としてダムの決壊を想定した場合の被害量、被害額の推定からも事業実施の妥当性を検討する。財務評価は受益農家の私経済の観点から事業の適性を判断するために行う。

(2) 社会評価

上述のとおり計量可能な社会評価は、想定される被害を被害地区の推定と現存する資産施設の把握および被害率の推定により計量化して行う。なお、この種の被害推定を社会評価の中で行う理由は、一般の気象的災害と異なり、決壊事故発生の生起確率の推定が困難なためである。

計測できない社会的効果についても、計画地区内および周辺の村落における経済機能に与える各種効果を推定して検討する。

7.1.2 評価の前提条件

評価は以下の項目を前提として行う。

- すべての費用および便益は1990年2月現在の現地価格で行い、その外貨交換率は1米ドル=2レンピラとする。評価は現地通貨により行う。
- 貿易の経済価格は、輸出 (FOB)、輸入 (CIF) 価格による国境価格に現地までの内陸輸送費を加えて算出する。非貿易財については経済データから算出した変換係数を庭先価格に適用してシャドー価格を求めて推定した。

- 一 既存のダムおよび水路は建設後25年以上を経過して老朽化している現状から、その残存価値は零と見なした。旧施設をそのまま利用するものは、その建設に要した費用は埋没費用とした。
- 一 庭先価格の推定は、コマヤグア県および地区内の農家調査および統計資料に基づいて行い、季節価格のあるもの、および加工用と生鮮消費で価格の異なるものは、その点を考慮して評価用価格を決定した。
- 一 事業期間は50年間とし、実施設計の開始年から起算する。事業による効果の発現は、水路工事の一部が完成する6年目を起点とし、すでにかんがいの行われている現状と達成し易い目標単収を勘案して、1年間に25%の便益累加により9年目に目標単収に至るとして計算し、これに伴い維持管理費も6年目から毎年計上する。
- 一 財務評価に使用するインフレ率は、非貿易材など国内卸売物価の趨勢を、貿易材については世界銀行先進5ヵ国デフレーターを事業費、便益ともに適用する。
- 一 事業未実施時の便益推定に適用する面積は実際には老朽化のため年々減少しているものの、その便益低下に与える現在価値上の影響度が1%以下と無視しうる範囲にとどまるため、現況の面積をそのまま適用する。また、適用する単収は技術水準向上を見込んだ上昇を推定加算した単収とする。
- 一 ホンデュラス国の最近時点の機会費用は12%が一般的に用いられているので、これを評価の目安にする。しかし、この数値は新規の事業についての基準と考えられる。本事業は復旧を目的とし新規事業に匹敵する事業費が必要なことや、事業未実施時を想定した生産水準が高いこと、社会評価で想定される規模の決壊回避の必要性から、かならずしも現機会費用に拘泥しないこととする。
- 一 付帯施設の更新費用は維持管理費に含めて計算する。経済価格による計算には用地買収費を含めない。
- 一 感度分析は、建設費のインフレ率を更に30%上回る増高、および便益の一般的作物被害率に相当する(20%)低下と、さらにこれらの複合発生事態における評価用諸数値の変動を分析する。工期の2-3年の遅延は本事業の場合、費用、便益の変化に比べ影響度が少なく割愛する。

7.1.3 計測可能な社会便益

ダム決壊時に推定される被害の発生地域、被害量は決壊事故の発生状態によりかなり異なる。漏水の現況などから、一般にこの種の事故が発生しやすいダム貯水位が高い雨期に、堤体全体が低部から崩壊する発生形態を想定する。サンホセ川の氾濫原、微地形、貯水量や堤高から決壊と同時に発生する段波の通過する区域と、下流に一時湛水する区域を予測する。

段波はサンホセ川扇状地の扇頂部にあるサンホセ部落を襲い、その堤外地にある小丘群で衝突して2段に分かれ、扇状地上に分布するかんがい畑を流失させる。その一波は左岸のフローレスの町を襲い、他の一波は右岸のロスマンガ部落の低水部を襲った後、扇状地末端の河岸にあるビジャデサンアントニオに流入し、湛水するものと予測される。段波の通過被害面積は800ヘクタール、湛水被害面積は1,250ヘクタールと推定される。

これらの区域内に現存する公共施設、私有財産、村落、農地および作物、家畜が受ける損害を推定し、その補償と原形復旧に要する費用を直接被害とする。さらに、被害地域を幹線道路5号線が横断しているため、交通被害について公共事業省道路局の交通調査から推定すると共に、荒廃する農地が決壊事故後完全に生産力が回復するまでの後遺被害を10年間につき、畜産の後遺被害を5年間につき推定し、これらを間接被害とする。ただし、農地再造成工事費は直接被害として計上する。

7.2 経済・財務評価結果

財務価格および経済価格による費用便益計算から、両価格下の内部償還率は、ともにホンデュラス国の投資資本の機会費用に相当する12%を上回ることが明かである。この割引率で求めた両価格の純現在価値(NPV)は1千万レンピラを上回り、この率によるB/C比は1.3-1.4と計算される(表7.2-1)。

感度分析の結果から、事業費の割高、生産量の低下が生じた場合にも、両価格による内部収益率は機会費用割引率よりも高い値になる。ただし、両価格によるNPVは、建設事業費を相殺してわずかに20-26%上回るに過ぎないことや、費用増高と生産低下が同時に生じる場合には機会費用を下回る投資効果しか得られないことから、資本効率は高くない。生産量の低下は、建設費増高よりも事業の経済性悪化に及ぼす影響が大きい。

表 7.2-1 事業の財務・経済分析結果

評価内容	F.I.R.R (%)	E.I.R.R (%)	B/C	N.P.F.V (Lps)	N.P.E.V (Lps)	Jt/ha (Lps)	N.P.F.V/ha (Lps)	N.P.E.V/ha (Lps)
財務分析								
基本財務キャッシュフロー	15.00		1.00	0		48.2		
	12.00		1.30	21,422			10.0	
	0.00		6.80	787,204			367.9	
感度分析								
収益5年遅れ	9.80		1.00	0				
	12.00		0.73	-19,542			-9.1	
	0.00		6.02	680,889			318.2	
収益2年遅れ	12.27		1.00	0				
	12.00		1.03	2,216			1.0	
	0.00		6.49	744,678			348.0	
収益20%減	12.38		1.00	0				
	12.00		1.04	2,617			1.2	
	0.00		5.44	602,619			281.6	
コスト30%増	11.96		1.00	0		62.7	0.0	
	12.00		1.00	-355			-0.2	
	0.00		5.23	746,513			348.8	
建設2年遅れ	14.99		1.00	0			0.0	
	12.00		1.29	16,943			7.9	
	0.00		6.56	746,118			348.7	
建設5年遅れ	14.97		1.00	0			0.0	
	12.00		1.29	11,868			5.5	
	0.00		6.18	684,489			319.9	
収益20%減	9.73		1.00	0			0.0	
	12.00		0.80	-19,160			-9.0	
コスト30%増	0.00		4.19	561,928			262.6	
経済分析								
基本経済キャッシュフロー		15.71	1.00		0	29.4		
		12.00	1.37		16,359			7.6
		0.00	7.25		509,414			238.0
感度分析								
収益5年遅れ		10.17	1.00		0			
		12.00	0.77		-10,106			-4.7
		0.00	6.42		441,494			206.3
収益2年遅れ		12.79	1.00		0			
		12.00	1.09		3,951			1.8
		0.00	6.92		482,246			225.3
収益20%減		13.00	1.00		0			
		12.00	1.09		4,211			2.0
		0.00	5.80		391,233			182.8
コスト30%増		12.56	1.00		0	38.2		
		12.00	1.05		3,044			1.4
		0.00	5.58		484,967			226.6
建設2年遅れ		15.70	1.00		0			
		12.00	1.37		12,955			6.1
		0.00	6.99		483,070			225.7
建設5年遅れ		15.69	1.00		0			
		12.00	1.36		9,098			4.3
		0.00	6.58		443,554			207.3
収益20%減		10.25	1.00		0			0.0
		12.00	0.84		-9,104			-4.3
コスト30%増		0.00	4.46		366,786			171.4

以上の分析結果から、本事業は個人投資に匹敵するような収益性を伴わないとはいえ、国民経済的見地から経済的・財務的に十分妥当性を持つと判断される。

7.3 社会評価

7.3.1 計測可能な社会評価

被害想定地域に含まれるフローレス、ピジャデサンアントニオにおける土石流、湛水による直接被害は約5千万レンピラ、また、長期的減収、家畜群の減少および交通遮断の影響からなる間接被害は約1千万レンピラ、合わせて6千万レンピラと推定される。この推定額は諸経費を含めたダム復旧費の104%に相当し、このことからダム復旧に見積られる建設費は、推定被害額（人的損害を含めない）に相当する損失発生を未然に防止する観点からみて妥当であると判断される。

想定される被害の71%は直接被害、29%は間接被害からなり、両被害を通じて、農牧業被害の割合は41%に及ぶ。他の20%が社会インフラの損失に由来するが、単独で最も大きな被害を受けるのは私有財産で全体の25%に達する。また、個人別割り振り可能な被害額を被災者1人当りに換算すると（人的損害を含めず）5.5千レンピラとなる。

ダム決壊による被害は金額換算できない各種の不便を伴うことや、人的被害が避けられない側面から、7.2に述べた経済的妥当性とは別に、本事業には十分な災害回避効果のあることを、以上の被害予測は示している。

表 7.3-1 ダム決壊による推定被害

(単位：千レンピラ)

被害対象	被害規模	現在価値	推定被害額	比率
直接被害				
家屋／家財等	2 町村等	28,487	22,039	24.5
道路等	61km, 3 橋	5,535	4,584	(x)
飲料水施設	6.7km	939	480	(x)
配電施設	20km,	366	293	(x)
畑・草地	1,847ha	11,550	9,116	15.2(y)
生育中・刈取済作物	947ha, 2,797tons	3,578	2,694	(y)
家畜・馬	1,773 頭他	2,763	2,183	(y)
車・機械類	44 台他	1,779	1,372	
直接被害計		54,997	42,761	71.2
間接被害				
道路交通被害	2ヶ月		6,618	(x)
作付閑休期間	10 年 1,344ha		8,953	14.9(y)
家畜再生期間stock	5 年		1,741	(y)
間接被害計			17,312	28.8
合 計			60,073	100.0

注) 人命の損失および種々の社会的活動は損害に含んでいない。

被害額の推定は現況復旧または損失物の1990年2月現在の価格による。

(x) : 社会施設の損失 (19.9%)

(y) : 農牧関連の損失 (41.1%)

決壊による影響範囲は2,050haで、この内800haが流失し1,250haが湛水被害を被る。また推定 5,050人の人々が被災する。

7.3.2 間接的社会便益

最大の間接便益は、潜在失業率の高いこの地域において、本事業のダム復旧工事および農畜産業の生産増大が、関連産業活性化につながる
ことである。労働力需要の面では、ダム復旧工事が、年間900名、完成時までに2,700名に及ぶ熟練、未熟練労働の機会を創出する。また、
農業生産は作付増加等で現在必要とされる労働力に加え年間1,390名の労働力を吸収する。コマヤグア盆地では、農産物加工会社、輸出用

生果物生産農場が約400名の雇用機会を提供しているが、加工業の拡大により加工、輸送、流通の各分野で現在以上の労働力が新たに雇用されることとなろう。同時に、現在過剰投資状態にあるこれらの関連産業が、良質の原料を安定供給を通じて、遊休施設のほとんどを稼働させ、資本効率を向上させる事が出来る。

これらの関連産業の賦活化が、究極的に輸出振興、外貨の獲得、国内市場への食糧の安定供給、雇用の確保・増大につながる。こうした相乗効果は、地区内農業生産がもたらす農業所得の増大にともなって、当該地域の商業、輸送およびサービス業の各部門にも見込まれる。この効果がひいては失業問題が慢性化しているフローレス、ビジャデサントニオの都市部にある農牧業関連企業を振興することになる。

期待されるもう一つの効果としては、ダムからの水供給が復旧工事で安定することにより事業地区内の家庭用生活用水が確保され、地区住民の生活水準の向上に資することが挙げられる。

7.4 総合評価

経済分析で得られた諸係数の値から判断すれば、国家経済的観点から本事業は妥当であると考えられる。EIRRおよびFIRRの値はホンデュラス国の総合的機会費用に相当する投資上の割引率を上回っている。また、私経済の見地からもこの割引率を適用したNPVの値、FIRRおよびB/C比が妥当な値を示している。事業の妥当性は4.4.3で試算された農家経済計画の検討の結果、事業実施の場合にかなりの農業所得の余剰が見込まれることから裏付けられよう。

本事業地区は首都テグシガルパに隣接し、国内市場向け園芸農産物、非伝統的農業輸出品の強力な供給地として有利な立地条件を備えている。本事業は基幹食糧の自給にとどまらず、単位面積当りの農業所得が十分増加するような換金作物を栽培する基盤形成に資する。さらに、本事業は零細な小規模農民に就労機会を与える一助ともなる。事業の経済的妥当性は、かなりの事業費、あるいは便益の変動が生じてもお、他部門の事業との競争力を失う事なく維持される。

最後に、本事業の副次的効果としてのダム決壊事故による潜在的被害防止の意義は社会分析の結果から立証できる。

第8章 結論と勧告

8.1 結論

本事業の実施は、技術的に可能であり、経済、財務評価の結果妥当と判断される。また、社会経済的効果も充分期待できるものと考えられる。

8.2 勧告

(1) 事業の早期実施

コヨラルダムを現在のまま放置する事により起こる崩壊災害を想定すると、地域経済はおろか地域住民の人命すら損なう可能性がある。また、下流受益地のかんがい農業の推進は、ホンデュラス国の経済的、社会的効果を考慮すると多大な効果がある。このような理由で、本事業を早急に実施することを勧告する。

(2) 土木工事

- 土木工事はコヨラルダム復旧とフローレス地区かんがい施設改修に大別される。工事規模および国家予算を考慮すると、第一期工事として緊急を要するコヨラルダム復旧工事、第二期工事としてフローレス地区かんがい改修工事を分けて行うことが望ましい。
- ダム工事期間は下流のかんがい事業に多少の制限が生じる可能性があるので、フローレス維持管理事務所による作付調整が必要となる。
- 工事労務者として地域農民を優先的に雇用し、工事期間中の配水不足による農業収入を低下させないように配慮する。

(3) 事業の運営および維持管理

- 本事業の効果的な運営のためには、施設の運用と維持管理が重要となる。現在の維持管理組織を活用し、受益農民も含めた機能的で効果的な維持管理組織を確立する必要がある。
- ダム、頭首工、幹支線水路等の基幹施設の維持管理は、天然資源省水資源局が担うが、末端施設の維持管理は受益者が維持管理する体制の整備が必要である。

(4) 農業普及

- 農業技術の普及を効果的に押し進めるために、CEDA等の試験機関の支援が必要である。
- 作付率の増大にともなう農民の資金需要が増えるので、天然資源省は農業開発銀行等の融資機関と連携し、融資要請に対応できる対策を講じる必要がある。
- 農家所得を向上させるため、農業協同組合に属していない個別農家を強化育成して組織率の向上を図る。

(5) 観測網の整備強化

- ダムの効果的な運用を推進するには、貯水池に流入する三河川の水文資料および流域の降雨資料を得る事が重要である。このため、水文、雨量観測所の設置が望まれる。概算工事費は104,000レンピラとなる。

- (6) 本事業の実施に当たっては測量、地質等の調査がさらに必要となる。必要調査の詳細はANNEX-E、Fに記した。

