

3-2-5 ゲート操作方法と管理棟

現況のマゾーラ堰では、公共事業水資源省ベニスエフ地方局から、マゾーラ堰を管轄するソモスタ管区事業所に1日3回の水位指示が来る度にゲート操作を行い、ゲート操作頻度はかなり多い。一方、「エ」国では用水路の主要な調節堰の操作方法を将来の管理を考慮して手動式から電動式へ切り換えている。従って、本ゲートの操作方式も、「エ」国の方針に沿って電動式とし停電に備え発電機を設置する。

本ゲートはラフーン堰同様、操作盤により遠隔操作可能なシステムに改善する。ゲート操作に係る指示は現況と同じとするが、ゲート上下流に水位計を設置し、ゲート開度より堰の流量把握のためマイクロコンピューターを導入する。マイクロコンピューターにて計算された流量、水位、ゲート開度等は、電話回線を使用してベニスエフ地方局に送られる。又、ゲート操作に係る指示を直接受けるため電話器を設置する。これら堰管理に必要な機器類の格納、作業のため管理棟を建設する。ただし、電話回線及び電話器との接続は「エ」国側負担とする。

ゲート操作は、WL30.10m と WL29.70m の間で行う。WL30.10m は、農民が現在取水している水位 (WL30.05m) を確保できる水位であり、WL29.70m は、上流取水施設の取水に必要な最低水位である。

3-2-6 施工方法

本計画で建設する堰は、全長 110m の現況堰を右岸側 50m 撤去して構築される。工事期間中は左岸残り 60m 区間の現況水門 13 基を利用して灌漑用水を通水する。通水能力は 5 基で $150\text{m}^3/\text{sec}$ あり現況最大流量 $130\text{m}^3/\text{sec}$ を十分流下させる事は可能である。堰の工事完了後は残り 60m を締切るものとする。現況の堰は取付道路の路盤下部に影響を及ぼす上部工 (門柱) を取壊し、下部 (堰柱底版) は残置する。締切の際の現況構造物周辺の埋戻しは人力にて入念に締固める。

3-3 基本設計

3-3-1 設計方針

(1) 堰の形式

堰の形式には、固定型 (岩盤上に築造) とフローティング型 (浸透性地盤上に築造) とがあるが、マゾーラ堰設置位置の地質は砂礫地盤であるためフローティング型とする。

(2) 堰体の構造と景観

堰体は施工性と耐久性を考慮して鉄筋コンクリート構造とする。堰体、堰柱、ゲート等の外観及び色彩については周辺の農村景観と調和したものとする。

(3) ゲート機器

ゲート形式については構造上の特質から比較検討の上決定する。ゲート構造については構造検討を行い、ゲート重量・巻上げ機器操作荷重を算定し開閉装置のゲートスパンによるシェルタイプ、ガーダタイプを想定し、スパン割と共に比較検討の上決定する。ゲートの操作方法は、MPWWR が計画している将来の全体管理システムを考慮して電動とするが、停電時及び非常時のために発電器を設置する。ゲート本体にある操作装置の他に、遠隔操作のための操作盤を管理棟に設置し、MPWWR が将来計画しているテレメータシステムに対応出来るものとする。

(4) 除塵

マゾーラ堰はバハル・ヨセフ灌漑用水路の中間に位置する流量、水位調節堰であり、除塵のための施設はない。現在はゲート操作が下端放流のため、ゲート上流側に水草・ゴミ等が多く集積し、人力で除去しているが、新設のゲートは越流方式であるためこれらの水草・ゴミの大部分は下流側に流れていくこととなる。下流側へ流れにくい動物の死骸等の大型ゴミはこれまで同様人力により除去する計画とする。従って除塵装置は計画しない。

(5) 護床工

堰の下流側は下段ゲート小開度操作時に高速流が発生するため、洗掘の恐れがあり、充分な護床・護岸を行う。

(6) 護岸工

堰下流のバハル・ヨセフ灌漑用水路法面については、放流時の流速による洗掘から法面を守るために護床工と同程度の範囲を保護する。護岸工の材料としては、現地で利用されている練石積・蛇籠、及び仮締切に用いる鋼矢板等の現地で入手可能で維持管理が容易な材料を利用する。

堰の上下流に取付ける護岸は、堰の建設で流況の変化が影響する範囲とする。構造物に近接する護岸の工種は逆 T 型コンクリート擁壁と鋼矢板護岸を経済比較し経済的に施

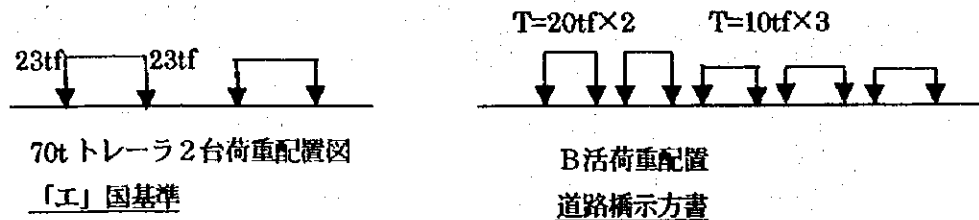
工性の良い工種を採用する。現況との取付は捨石で法面を保護する。

(7) 締切堤

締切堤は、新設堰で占められる巾を除いた部分を締切るものである。締切堤の工種は土堰堤、上流側鋼矢板護岸下流側土堰堤、上下流鋼矢板護岸の3案について比較し決定する。

(8) 併設橋

新設するマゾーラ堰の併設橋幅員は「エ」国運輸・通信省の道路基準に合致した橋梁幅員 12.8m で設計する。活荷重は「エ」国基準の 70t トレーラの軸重と日本の道路基準である B 活荷重 (25t 重車輛) の軸重 (T 荷重 20tf) を比較し最も不利な載荷応力が生じる B 活荷重を載荷する。載荷方法は下図に示す通りである。歩道には群集荷重として $500\text{kg}/\text{m}^2$ の等分布荷重を載荷する。設計は日本道路協会編集の道路橋示方書 III (平成 8 年度版) に基づき行う。



(9) 取付道路

取付道路の改修区間は、締切堰及び右岸側取付道路は新設堰から舟通しまでとする。建設敷地外は「エ」国負担行為である。設計幅員及び舗装はベニスエフ道路局の計画断面を踏まえて (車道 10.0m+歩道 1.0m ×2+路肩 1.4m、アスファルト舗装厚さ 10cm) 設計する。

(10) 船通し

本計画では船通しを撤去せず仮設用道路に必要な部分を土砂で埋め戻す計画とする。

(11) 仮締切工

マゾーラ堰は私有地の土地収用のない現況用水路内に建設されるため、工事期間中は

水路の仮締切が必要である。締切工法は水路側の水圧と、締切内での掘削に耐えるよう、二重締切鋼矢板工法を採用する。二重締切鋼矢板工法の安定及び構造計算は「鋼矢板二重式工法仮締切設計指針(案)(昭和46.12河川局治水課)」による。

鋼矢板の打設機械は、仮締切位置が現況堰に接するため、安全上の観点から、老朽化している現況の堰体に振動を与え、破壊させないよう低振動杭打機を使用する。

(12) 仮設橋

新設の堰は現況堰位置に建設するため、工事期間中は仮設橋を設置し、工事用道路に利用するとともに現況交通を保証する。

(13) 土地収用

新設のマソーラ堰は土地収用が生じないように平面計画する。

3-3-2 基本設計

(1) 設計基準

堰の設計にあたっては土地改良事業設計基準「頭首工」編に準拠する。ただし、基礎となる荷重条件については「工」国の基準を適用する。鋼製ゲートの設計にあたってはダム・堰施設技術基準、水門鉄管技術基準を適用し、機械及び材料等についてはJISに準拠する。併設橋及び取付道路の設計にあたっては「工」国の基準及び我が国の道路橋示方書を適用する。

(2) 計画通水量

バハル・ヨセフ灌漑用水路の計画通水量は開発調査時に策定された図3-2に示すとおりである。図3-2に示されている堰の計画通水量は、灌漑用水路の通水量とは異なっている。これは、地区内の利用可能水源の水量を加味した水収支計算の結果によるものである。マソーラ堰の計画通過流量は下記に示すとおりである。

計画最大通水量	$Q_{\max} = 187.79 \text{ m}^3/\text{sec}$
計画最小通水量	$Q_{\min} = 42.37 \text{ m}^3/\text{sec}$

(3) 計画水位

計画マゾーラ堰の計画水位は開発調査時に策定された下記に示す通りとする。

上流側異常高水位	HHWL = 30.30 m
上流側湛水位	RWL = 30.10 m
上流側最高水位	HWL = 29.70 m
下流側異常高水位	RWL = 30.20 m
下流側最高水位	HWL = 29.31 m
下流側最低水位	LWL = 26.99 m

- 上流側の設計最高水位 HWL=29.70m は灌漑用水路内計画最大流量時 ($Q_{\max}=195.26 \text{ m}^3/\text{s}$) の水位で、灌漑用水路内計画最小流量時 ($Q_{\min} 43.41 \text{ m}^3/\text{s}$) 上流側取水工の取り入れ可能な堰上げ水位と同一となる。
- 下流側の設計最高水位 HWL=29.31m は、灌漑用水路内計画最大流量時 ($Q_{\max}=194.86 \text{ m}^3/\text{s}$) の最高水位であり、計画最低水位 LWL=26.99m は灌漑用水路内最小流量時 ($Q=46.37 \text{ m}^3/\text{s}$) の最低水位である。
- 上流側の異常高水位 (HHWL=30.30m) は、ハバルヨセフ灌漑用水路の既往最大高水位である。また、HHWL=30.30m となった場合、ゲートを全開して緊急放流を行うため、ゲート全開時の水理計算を行った結果、下流への放流量は、最大で約 $170 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。その時の下流水位は一時的に HHWL=30.20m まで上昇するので、この水位を下流側異常高水位とする (HHWL=30.20m)。水理計算による水位変動を、資料 8 に示す。緊急放流時には、一部下流堤内敷の耕作地に最大 0.50m 程度冠水するが、緊急放流時間は 14 時間程度であり、耕作地への影響は少ない。

(4) 水理計算基準

水路断面の通水量に使用する平均流速公式は、マンニング公式により計算する。

$$Q = A \cdot V$$

ここに $Q =$ 流量 (m^3/s)

$A =$ 通水断面積 (m^2)

$V =$ 平均流速 (m/s)

$R =$ 径深 (m)

$I =$ 導水勾配

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$n =$ 粗度係数

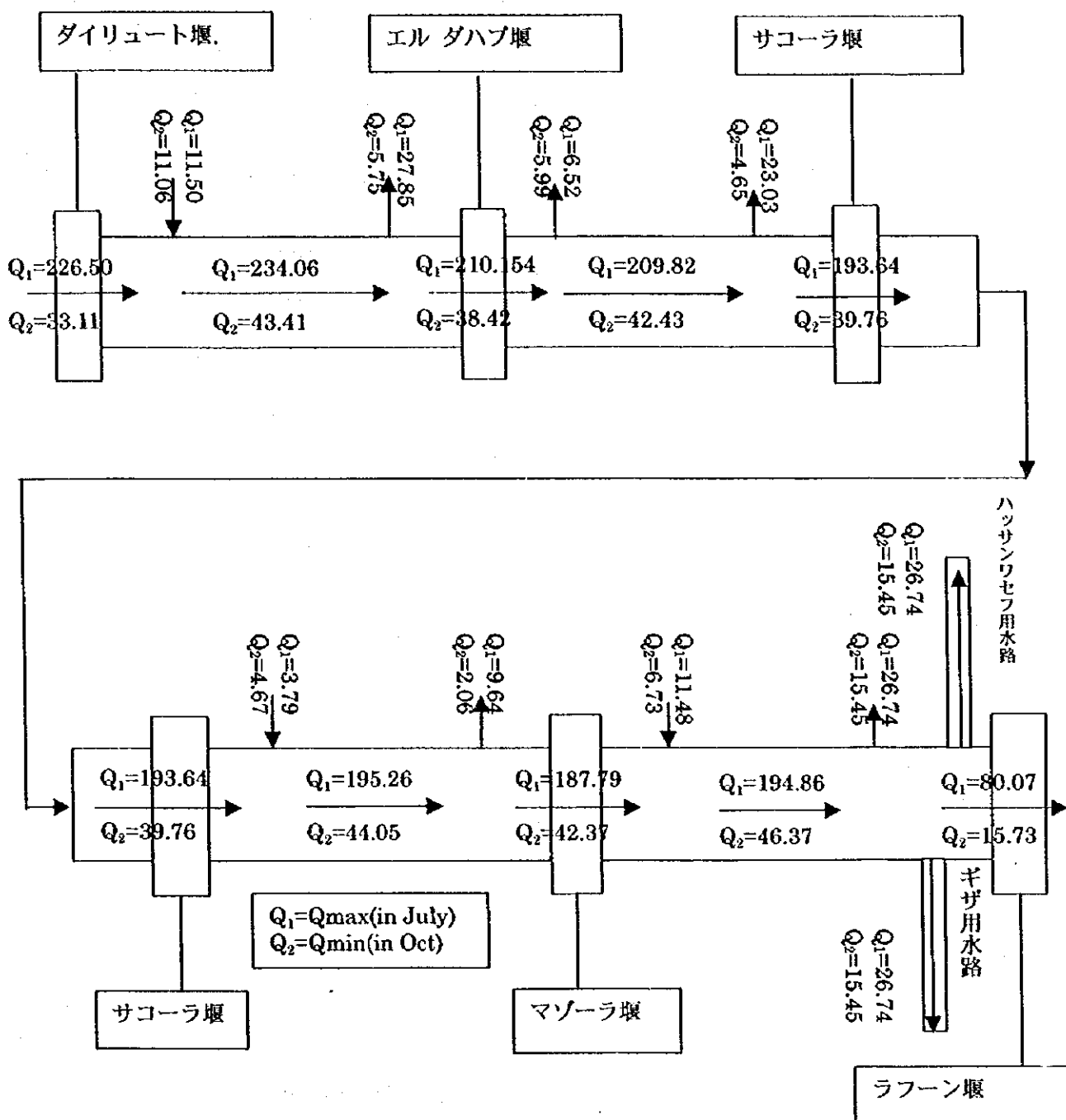
コンクリート水路

その他の水路

0.015

0.030

図 3-2 パハル・ヨセフ灌漑水路計画通水量



(5) 堰本体の構造計算基準

堰本体の構造計算は許容応力法で行う。計算に必要な設計数値は以下の通りとする。

① 許容応力度

材 料 名		常時 (kgf/cm ²)	地震時 (kgf/cm ²)
i) 鉄筋引張応力度	空中	1800	2700
	水中	1600	2700
ii) コンクリート曲げ圧縮応力度		70	105
iii) コンクリートせん断応力度			
	・コンクリートのみで負担する場合	3.6	5.4
	・斜引張鉄筋と共同で負担する場合	19.0	24.0
	・押抜きせん断	8.5	12.75
iv) コンクリート付着応力度		15.0	22.5

② 各材料の単位体積重量

材 料 名	単位重量 (tf/cm ³)
i) 鉄筋コンクリート	2.50
ii) 無筋コンクリート	2.35
iii) 水	1.00
iv) 土 (乾燥)	1.60
v) 土 (湿潤)	1.80
vi) 土 (水中)	2.00

③ 地震力

設計水平震度は $kh = 0.2$ とする。(別冊水理・構造計算検討書参照)

④ 土圧公式

土圧公式はクーロン公式を使用し、常時、地震時について検討する。

$$P_A = 1/2 \gamma (H^2 + 2H\Delta H) K_A$$

$$K_A = \sin^2(\alpha + \phi) / \{ \sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) [1 + \sqrt{(\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)) / (\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta))}] \}$$

P_A ; 単位長さ当りの主動土圧 (tf/m)

K_A ; クーロンの主動土圧係数

γ ; 背面土の単位体積重量 (tf/m³)

H ; 壁の高さ (m)

ΔH ; 載荷重の土への換算高さ (m)

ϕ ; 土の内部摩擦角 (度)

『水路工 (その1) 設計基準 P=89』より、埋戻土は砂漠の良質土を利用することから、細粒子をほとんど含まない砂利、粗砂等の値を採用し、 $\phi=30^\circ$ とする。

α ; 壁背面が水平面となす角度 (0度)

β ; 地表面が水平面となす角度 (0度)

δ ; 壁背面と土の間の壁面摩擦角 (度)

計算の種類	摩擦角の種類	壁面摩擦角 δ	
		常時	地震時
安定計算時	土と土	$\phi=30^\circ$	$\phi/2=15^\circ$
構造計算時	土とコンクリート	$\phi/3=10^\circ$	0°

⑤ 載荷量

群集荷重として 0.30 t/m²、自動車荷重として 1.00 t/m² を常時についてのみ、適宜考慮する。

⑥ 鉄筋のかぶり

河川内構造物の鉄筋のかぶりは、土地改良事業設計基準設計「頭首工」により 7.5cm を標準とするが、堰柱は 10cm とする。

⑦ 最小部材厚

河川内構造物の最小部材厚は『建設河川砂防技術基準 (案) 設計編 P50』より、35cm とする。

(6) ゲート機器構造計算基準

計算基準は、ダム・堰施設基準及び水門鉄管基準によるものとし次の通りとする。

① 設計荷重

静水圧: 扉体との接触面に対して垂直に作用するものとする。

$$P=W_0h_0$$

ここに P : 静水圧 (t/m²)

W₀ : 水の単位体積重量 (t/m³)

h₀ : 扉体前面と後面の水位差 (m)

扉体前面設計水位 29.70 (m) 後面ゲート敷高 24.30 (m)

開閉荷重: 扉体重量、ローラ・水密ゴムによる摩擦力・プルダウン力・浮力を考慮する。

② 使用材料の許容応力度

扉体、戸当たり、固定部に用いられる構造用鋼材の許容応力度は水門鉄管基準による。

3-3-3 構造物の設計

(1) 堰本体

① エブロン敷高

バハル・ヨセフ灌漑用水には、水路敷高を下げるという改修計画がある。従って、ゲートより上流側エブロン及び下流側エブロンは、改修計画による水路底敷高と同一とする。

上流側エブロン敷高…………… (+) 23.80 m

下流側エブロン敷高…………… (+) 23.40 m

② ゲート敷高

ゲート敷高を上流側エブロン敷高と同一とした場合、上流からの堆砂によりゲート操作が阻害されるおそれがあり、ゲート敷高の嵩上げ量が多すぎる場合、堰の通水量が満たせない可能性がある。したがって、以下に示すとおり通水量の検討を行い嵩上げ量を決定する。

計画堰の断面にて、設計最大流量 $Q=189.79\text{m}^3/\text{s}$ が上流設計水位 CWS29.70m と堰下流の水位 WS29.30m (ラフーン堰よりの背水) の条件で流下可能かどうかをベルヌーイの式を使用して不等流計算により検討する。検討に当っては堰上げ高を 50cm、60cm と仮定し、通水能力を検算した。損失水頭は流入損失、摩擦損失、ピアによる渦流損失、流出損失を見込み下流側より水面を追跡して、上流側の水面が計画水位以下であれば通水可能とする。

計算結果は下記に示す通りゲート全開時、堰上げ高 50cm の場合は流下可能であるが、堰上げ高 60cm の場合は流下不可能である (表 3-2~表 3-3 参照)。

	堰上げ高 50cm (敷高 24.30)	堰上げ高 60cm (敷高 24.40)
流量 (m ³ /s)	Q 189.79	Q 189.79
堰下流水位 (m)	WS 29.31	WS 29.31
堰上流水位 (m)	WS 29.67 < 29.70	WS 29.72 > 29.70
摘要	通水可能	通水不可能

従って、ゲート部の敷高は 24.30m とする。この結果は、図 3-3 に示した開発調査時の不等流計算結果に適合している。

③ 堰幅

堰の通水断面は、計画流量が流下可能な限り縮小する方が経済性の観点から得策である。一方本灌漑用水路は土水路であるため、流速が大きすぎると洗掘される。本地区水路を形成する材料は、砂混り粘土から粘土であるため許容最大流速は 1.20m から 1.00m である。(土地改良設計基準「水路工」) 上下流水路の流速は 0.6m/s 程度であるため、流況を滑らかに取付けるために、上下流水路の許容最大流速以下となる様堰巾を計画する。

堆砂が堰上に生じにくくするために、堰直下流の流速が現況水路の 1.5~2.0 位になる様に設計する。(土地改良設計基準「水路工」) 従って上下流の流速が 0.6m/sec 前後であるので、堰直下流の流速を 1.0~1.2m/sec 程度とし、径間長は以下の式から決定する。

$$\begin{aligned}
 \text{— 全径間長} &= (\text{最大通水量}) \div (\text{流速}) \div (\text{水深}) \\
 &= 187.79 \text{ m}^3/\text{sec} \div 1.1 \text{ m/sec} \div 5.4 \text{ m} \\
 &= 31.6 \text{ m} \\
 &\approx 32.0 \text{ m}
 \end{aligned}$$

ここで、堰の敷高は EL24.30m を採用すると水深は、水深=EL29.7-24.3=5.4m となる。

従って必要全径間は 32.0m となりバハルヨセフ地区灌漑整備計画調査時に設定された堰幅 32.0m と同一とする。

表3-2 計画最大通水量時の水理検討
ゲート敷高堰上げ高さ(0.5m)

	○	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
Q=	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	流量
D=	5.910	5.93	5.991	6.04	5.189	5.254	5.891	5.895	水深
n=	0.03	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.03	粗度係数
A=	300.021	225.340	191.712	193.280	166.048	168.128	188.512	294.750	通水面積
P=	62.585	49.860	79.928	80.320	73.512	74.032	79.128	61.790	潤辺
R=	4.794	4.519	2.399	2.406	2.259	2.271	2.382	4.770	径深
HWL	29.310	29.330	29.391	29.440	29.489	29.554	29.691	29.695	<29.70m
EL	23.400	23.400	23.400	23.400	24.300	24.300	23.800	23.800	水路敷高
l=	20.000	9.000	13.300	3.600	7.100	5.000	6.000	0.000	区間距離
Eng=	29.330	29.391	29.440	29.489	29.554	29.619	29.767	29.716	勢力線標高
h _{pe} =	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	堰柱偏移
V _i =	0.626	0.833	0.980	0.972	1.131	1.117	0.996	0.637	流速
V _{i'} =	0.599	0.815	1.000	1.002	1.148	1.093	0.995	0.668	流速
h _{r,e} =	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	摩擦
h _{de} =	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	断面変化
i=	0.00004	0.00002	0.00007	0.00007	0.00010	0.00009	0.00007	0.00005	水面勾配
he=	0.020	0.035	0.049	0.048	0.065	0.064	0.051	0.021	流速水頭
B=	50.765	38.000	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000	50.000	水路幅
Eng=	29.330	29.391	29.440	29.489	29.554	29.619	29.695	29.716	勢力線標高

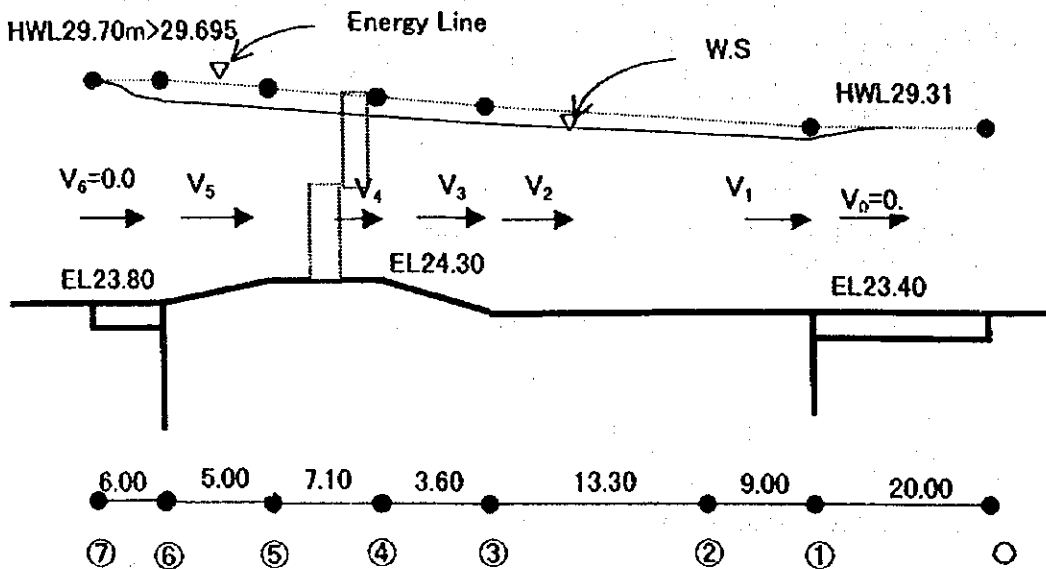


表3-2 計画最大通水量時の水理検討
ゲート敷高堰上げ高さ(0.5m)

	○	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
Q=	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	流量
D=	5.910	5.93	5.991	6.04	5.189	5.254	5.891	5.895	水深
n=	0.03	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.03	粗度係数
A=	300.021	225.340	191.712	193.280	166.048	168.128	188.512	294.750	通水面積
P=	62.585	49.860	79.928	80.320	73.512	74.032	79.128	61.790	潤辺
R=	4.794	4.519	2.399	2.406	2.259	2.271	2.382	4.770	径深
HWL	29.310	29.330	29.391	29.440	29.489	29.554	29.691	29.695	<29.70m
EL	23.400	23.400	23.400	23.400	24.300	24.300	23.800	23.800	水路敷高
l=	20.000	9.000	13.300	3.600	7.100	5.000	6.000	0.000	区間距離
Eng=	29.330	29.391	29.440	29.489	29.554	29.619	29.767	29.716	勢力線標高
hpe=	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	堰柱偏移
V _i =	0.626	0.833	0.980	0.972	1.131	1.117	0.996	0.637	流速
V _{i'} =	0.599	0.815	1.000	1.002	1.148	1.093	0.995	0.668	流速
h _f =	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	摩擦
h _{d,s} =	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	断面変化
i=	0.00004	0.00002	0.00007	0.00007	0.00010	0.00009	0.00007	0.00005	水面勾配
hc=	0.020	0.035	0.049	0.048	0.065	0.064	0.051	0.021	流速水頭
B=	50.765	38.000	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000	50.000	水路幅
Eng=	29.330	29.391	29.440	29.489	29.554	29.619	29.695	29.716	勢力線標高

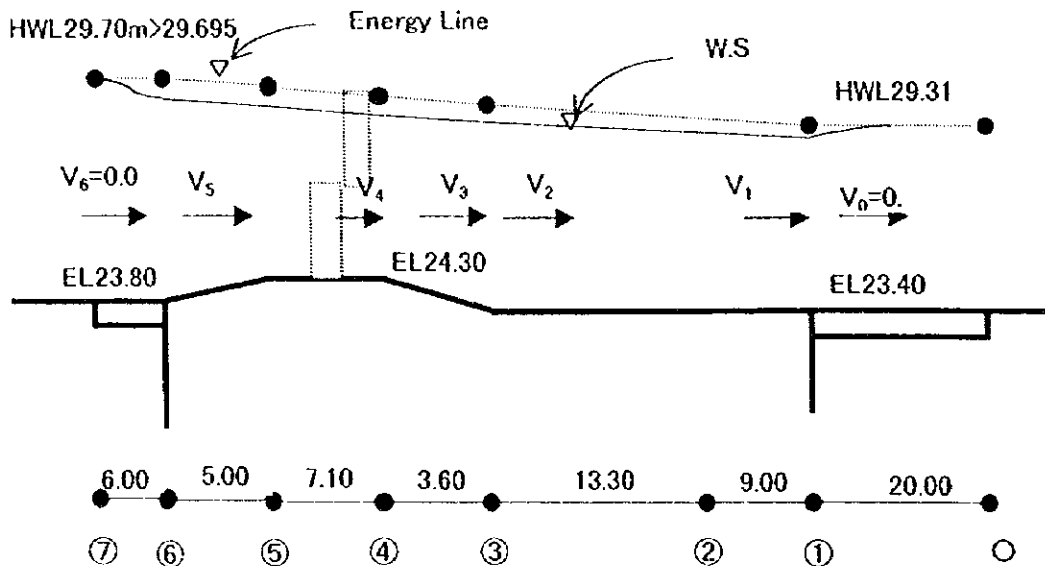


表3-3 計画最大通水量時の水理検討
ゲート敷高堰上げ高さ(0.6m)

	○	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
Q=	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	流量
D=	5.910	5.93	5.991	5.04	5.11	5.777	5.832	5.908	水深
n=	0.03	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.03	粗度係数
A=	300.02	225.34	191.71	161.28	163.52	184.86	186.62	295.40	通水面積
P=	62.585	49.860	79.928	72.320	72.880	78.216	78.656	61.816	濡辺
R=	4.794	4.519	2.399	2.230	2.244	2.364	2.373	4.779	径深
HWL	29.310	29.330	29.391	28.440	29.510	29.577	29.632	29.708	>29.70m
EL	23.400	23.400	23.400	23.400	24.400	23.800	23.800	23.800	水路敷高
l=	20.000	9.000	13.300	3.600	7.100	5.000	6.000	0.000	区間距離
Eng=	29.330	29.391	29.440	28.510	29.577	29.631	29.708	29.729	勢力線標高
h _{pe} =	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	堰柱偏移
V _i =	0.626	0.833	0.980	1.164	1.148	1.016	1.006	0.636	流速
V _{i'} =	0.599	0.815	1.000	1.138	1.143	0.990	0.992	0.669	流速
h _{re} =	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	摩擦
h _{dis} =	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	断面変化
i=	0.00004	0.00002	0.00007	0.00010	0.00010	0.00007	0.00007	0.00005	水面勾配
h _e =	0.020	0.035	0.049	0.069	0.067	0.053	0.052	0.021	流速水頭
B=	50.765	38.000	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000	50.000	水路幅
Eng=	29.330	29.391	29.440	29.510	29.577	29.631	29.708	29.729	勢力線標高

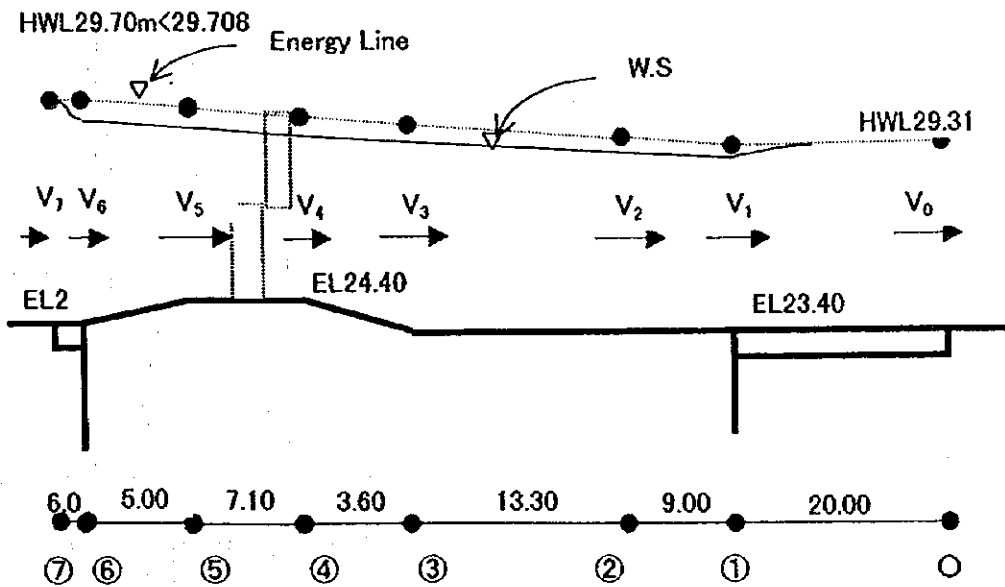
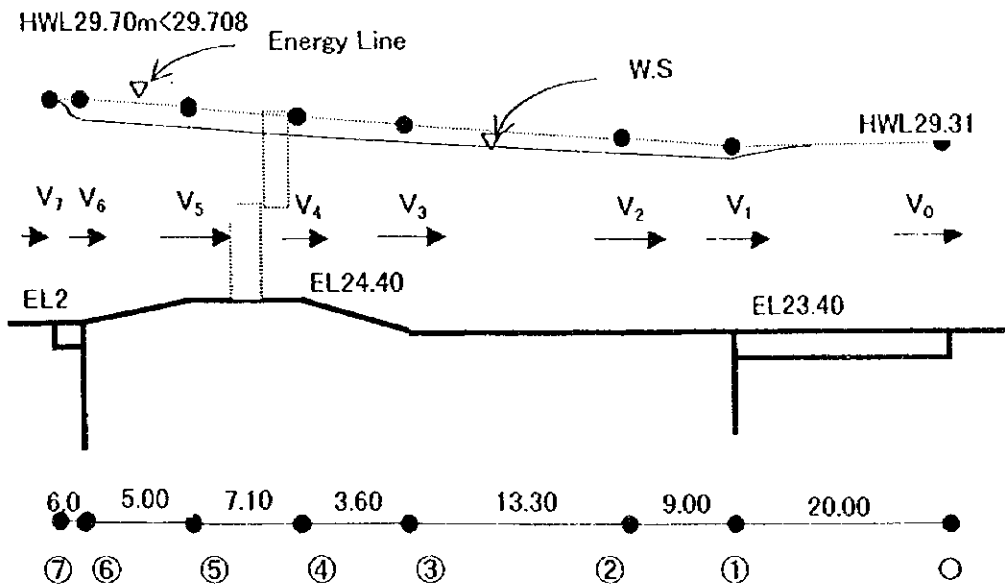


表3-3 計画最大通水量時の水理検討
ゲート敷高堰上げ高さ(0.6m)

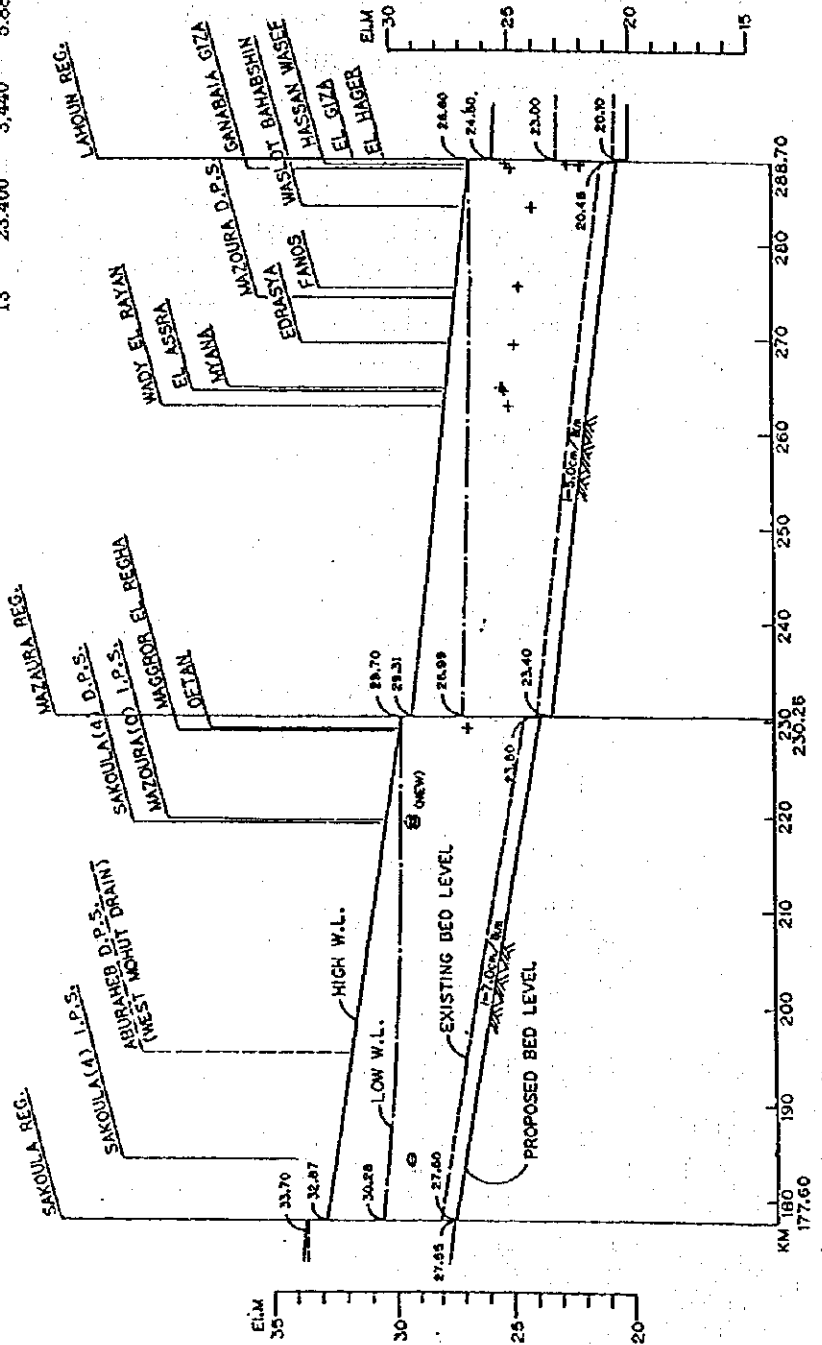
	○	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
Q=	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	187.79	流量
D=	5.910	5.93	5.991	5.04	5.11	5.777	5.832	5.908	水深
n=	0.03	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.03	粗度係数
A=	300.02	225.34	191.71	161.28	163.52	184.86	186.62	295.40	通水面積
P=	62.585	49.860	79.928	72.320	72.880	78.216	78.656	61.816	潤辺
R=	4.794	4.519	2.399	2.230	2.244	2.364	2.373	4.779	径深
HWL	29.310	29.330	29.391	28.440	29.510	29.577	29.632	29.708	>29.70m
EL	23.400	23.400	23.400	23.400	24.400	23.800	23.800	23.800	水路敷高
l=	20.000	9.000	13.300	3.600	7.100	5.000	6.000	0.000	区間距離
Eng=	29.330	29.391	29.440	28.510	29.577	29.631	29.708	29.729	勢力線標高
h _{pe} =	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	堰柱偏移
V _i =	0.626	0.833	0.980	1.164	1.148	1.016	1.006	0.636	流速
V _f =	0.599	0.815	1.000	1.138	1.143	0.990	0.992	0.669	流速
h _{pe} =	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	摩擦
h _{dia} =	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	断面変化
i=	0.00004	0.00002	0.00007	0.00010	0.00010	0.00007	0.00007	0.00005	水面勾配
h _e =	0.020	0.035	0.049	0.069	0.067	0.053	0.052	0.021	流速水頭
B=	50.765	38.000	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000	50.000	水路幅
Eng=	29.330	29.391	29.440	29.510	29.577	29.631	29.708	29.729	勢力線標高



Mazoura to Lahoun (Qmax)
 SIDE SLOPE 1 : 1.500
 ROUGHNESS COEFFICIENT of SIDE SLOPE 0.0300
 ROUGHNESS COEFFICIENT of CANAL BED 0.0300
 Discharge 194.860 (m³/sec)

ST	EL (m)	DIS (m)	H (m)	A (m ²)	P	V (m/sec)	HF (m)	WL (m)
1	20.480	0	6.120	312.6	63.966	0.623	0.0000	26.600
2	20.730	5.000	6.083	310.4	63.832	0.628	0.2131	26.833
3	20.980	5.000	6.050	308.4	63.713	0.632	0.2174	27.050
4	21.230	5.000	6.021	306.7	63.609	0.635	0.2213	27.272
5	21.480	5.000	5.995	305.1	63.517	0.639	0.2248	27.496
6	21.730	5.000	5.973	303.8	63.437	0.641	0.2279	27.724
7	22.980	5.000	5.954	302.6	63.366	0.644	0.2307	27.955
8	22.230	5.000	5.937	301.6	63.305	0.646	0.2331	28.188
9	22.480	5.000	5.922	300.7	63.252	0.648	0.2353	28.423
10	22.730	5.000	5.909	300.0	63.205	0.650	0.2372	28.661
11	21.980	5.000	5.898	299.3	63.165	0.651	0.2389	28.899
12	23.230	5.000	5.888	298.7	63.130	0.652	0.2404	29.140
13	23.400	3.440	5.884	298.5	63.115	0.653	0.1660	29.306

図 3-3 バハル・ヨセフ灌漑水路の水面追跡図



④ 堰の径間割り

堰の径間割りは、危険分散のため複数門とし、①巾 16m×2 門 ②巾 10.7m×3 門 ③巾 8m×4 門 ④巾 5.4m×6 門 ⑤巾 4m×8 門 の 5 案について経済比較を行う。堰の建設費は、表 3-4 に示す通り③案の巾 8m×4 門が最も安価となる。これは、門数が少ないほど一般には建設費が安くなるが、ゲートの扉高と横巾比から、3 門案と 2 門案はシエルタイプのゲートとなりゲート設備費が高価となるため、ガータ形式の最大である巾 8m の 4 門案が最も安価となる。従って径間は 4 径間とする。

⑤ ゲート天端標高及び扉高

ゲート天端標高は、現況堰天端高 EL30.05 を補償するものとし EL30.10 とする。ゲート天端標高 EL30.10m から管理水位 HWL29.70m 間の 0.40m は緩衝池容量 (10⁶m³) としての用途を持っている。

$$\begin{aligned}
 \text{— ゲート天端標高} &= (\text{ゲート敷高}) + (\text{ゲート全高}) \\
 &= \text{El } 24.30 + 5.80 \\
 &= \text{El } 30.10 \text{ m} \\
 \text{— ゲート全高} &= (\text{設計水位}) - (\text{ゲート敷高}) + (\text{水位制御余裕高}) \\
 &= \text{HWL } 29.70 - \text{El } 24.30 + 0.40 \\
 &= 5.80 \text{ m}
 \end{aligned}$$

(水位敷高関係図)

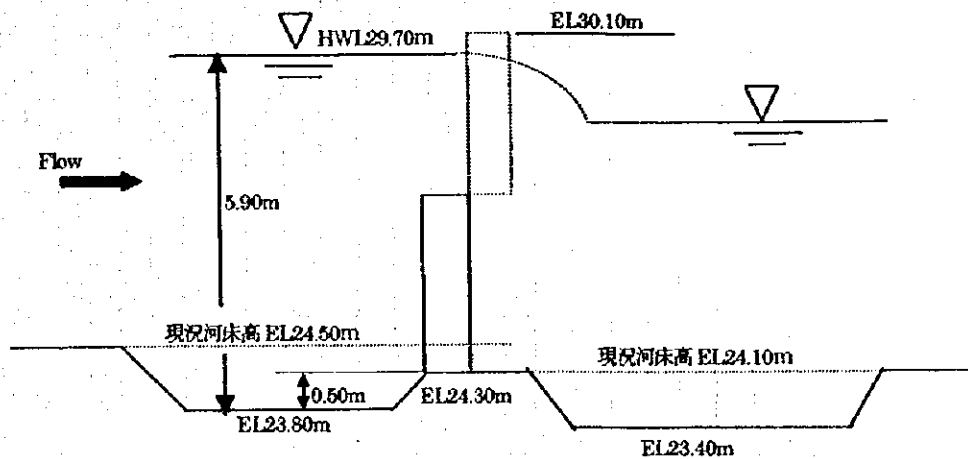


表3-4 ゲート径間比較表

項目	数量単位	①案		②案		③案		④案		⑤案	
		2門	金額	3門	金額	4門	金額	6門	金額	8門	金額
河川土工	掘削	24,000	4,440	25,500	4,718	29,000	4,810	28,000	5,180	2,900	5,365
	運搬	56,000	12,264	56,000	12,264	56,000	12,264	57,000	12,483	5,800	12,702
	盛土	32,000	7,872	30,500	7,503	30,000	7,380	28,000	6,888	2,600	6,396
	残土処理	24,000	3,192	2,500	3,392	26,000	3,458	28,000	3,724	30,000	3,990
構造物撤去	矢板護岸	7,600	66,720	8,250	72,428	8,500	74,622	9,400	82,523	10,000	87,790
	法覆い護岸	730	85,744	690	81,046	670	78,697	630	73,999	610	71,649
護床工	布団葺	1,000	7,177	930	6,675	900	6,459	810	5,813	760	5,454
	捨石	850	5,339	940	5,904	1,000	6,287	1,170	7,349	1,180	7,412
	止水矢板	1,900	2,816	1,900	2,816	1,900	2,816	2,200	3,260	2,242	3,323
	床版	170	10,893	190	12,174	200	12,815	240	15,378	260	16,660
本体コンクリート	門柱	2,400	63,864	2,600	69,186	2,700	71,847	3,160	84,088	3,200	85,152
	操作台	1,300	34,593	1,800	47,898	2,200	58,542	3,100	82,491	3,960	105,376
	橋梁	420	11,176	385	10,245	350	9,314	310	8,249	280	7,451
	舗装	372	9,899	341	9,074	310	8,249	280	7,450	250	6,653
付帯工	管理棟	2,200	10,206	2,200	10,206	2,200	10,206	2,200	10,206	2,200	10,206
	仮設棧橋	200	38,011	180	34,209	98	16,725	120	22,807	88	16,725
仮設工	仮設棧橋	410	11,476	372	10,413	360	10,077	300	8,397	200	5,598
	仮締切り	1,060	79,859	1,100	82,873	1,200	84,380	1,200	90,407	1,240	93,420
輸送梱包機械類	ゲート	1,900	76,000	1,940	77,600	2,000	80,000	2,100	84,000	2,200	88,000
	電気設備	402	1,055,000	356	795,000	348	777,000	362	810,000	364	818,000
合計	角落し	1	70,000	80	130,000	18	45,000	1	67,000	1	67,000
	予備品	84	130,000	80	130,000	18	45,000	80	134,000	1	62,000
		1	5,000		5,000		5,000	1	5,000	24	6,000
			1,801,541		1,560,624		1,453,942		1,630,692	1	1,592,322

注：堰幅は、ゲート門数に比例して広がり、締切り堰堤(矢板護岸)は狭くなる。仮設鋼矢板二重締切は長くなり仮設棧橋は短くなる。
ゲートは8門から4門まではガーダ構造2門と3門はシェル構造となる。角落しは4門と8門はハッサンワセフ堰の角落しを利用できるの
み金物と支柱を計上する。

表3-4 ゲート径間比較表

項目	数量単位	①案		②案		③案		④案		⑤案	
		2門	ゲート幅 16m/門	3門	ゲート幅 10.7m/門	4門	ゲート幅 8m/門	6門	ゲート幅 6m/門	8門	ゲート幅 4m/門
		数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額
河川土工	m ³	24,000	4,440	25,500	4,718	26,000	4,810	28,000	5,180	2,900	5,365
	m ³	56,000	12,264	56,000	12,264	56,000	12,264	57,000	12,483	5,800	12,702
	m ³	32,000	7,872	30,500	7,503	30,000	7,380	28,000	6,888	2,600	6,396
	m ³	24,000	3,192	2,500	3,392	26,000	3,458	28,000	3,724	30,000	3,990
	m ³	7,600	66,720	8,250	72,428	8,500	74,622	9,400	82,523	10,000	87,790
	枚	730	85,744	690	81,046	670	78,697	630	73,999	610	71,649
	m ²	1,000	7,177	930	6,675	900	6,459	810	5,813	760	5,454
	m ²	850	5,339	940	5,904	1,000	6,291	1,170	7,349	1,180	7,412
	m ²	1,900	2,816	1,900	2,816	1,900	2,816	2,200	3,260	2,242	3,323
	枚	170	10,893	190	12,174	200	12,815	240	15,378	260	16,660
	m ³	2,400	63,864	2,600	69,186	2,700	71,847	3,160	84,088	3,200	85,152
	m ³	1,300	34,593	1,800	47,898	2,200	58,542	3,100	82,491	3,960	105,376
	m ³	420	11,176	385	10,245	350	9,314	310	8,249	280	7,451
	m ³	372	9,899	341	9,074	310	8,249	280	7,450	250	6,653
	m ²	2,200	10,206	2,200	10,206	2,200	10,206	2,200	10,206	2,200	10,206
	床m ²	200	38,011	180	34,209	88	16,725	120	22,807	88	16,725
	m ²	410	11,476	372	10,413	360	10,077	300	8,397	200	5,598
	枚	1,060	79,859	1,100	82,873	1,120	84,380	1,200	90,407	1,240	93,420
		1,900	76,000	1,940	77,600	2,000	80,000	2,100	84,000	2,200	88,000
	ト	402	1,055,000	356	795,000	348	777,000	362	810,000	364	818,000
	式	1	70,000		70,000	1	67,000	1	67,000		67,000
	ト	84	130,000	80	130,000	18	46,000	80	134,000	1	62,000
	式	1	5,000		5,000		5,000	1	5,000	24	6,000
			1,801,541		1,560,624		1,453,942		1,630,692	1	1,592,322
合計											

注：堰幅は、ゲート門数に比例して広がり、締切り堰堤(矢板護岸)は狭くなる。仮設鋼矢板二重締切は長くなり仮設棧橋は短くなる。
ゲートは8門から4門まではゲータ構造となる。角落しは4門と8門はハッサンワセフ堰の角落しを利用できるのので埋め込み金物と支柱を計上する。

⑥ 堰柱頂版標高の決定

堰上流側の最大計画水位は 29.70m である。堰の隔壁の天端標高は上流側最大計画水位に余裕高 1.30m を見込み 31.00m とする。

堰柱の高さは角落し支柱釣り込み高さから決まる。堰柱高さは、頂版の厚さにチェーンブロック移動用レールを加えた高さが 1.07m、電動チェーンブロックの高さ 1.045m、釣り込み余裕 1.335m 及び角落支柱の高さ 6.55m を加えて、隔壁の天端より 10.0m とする。従って頂版天端高は EL41.00m とする。

$$\begin{aligned} \text{— 隔壁の高さ} &= (\text{最大計画水位}) + (\text{余裕高}) \\ &= \text{HWL } 29.70 + 1.30 \\ &= 31.00\text{m} \\ \text{— 頂版の高さ} &= (\text{隔壁の高さ}) + (\text{角落支柱の高さ}) \\ &\quad + (\text{釣り込み余裕}) + (\text{チェーンブロックの高さ}) \\ &\quad + (\text{レール高さ}) + (\text{頂版厚さ}) \\ &= \text{EL } 31.00 + 6.55 + 1.335 + 1.045 + 0.37 + 0.70 \\ &= \text{EL } 41.00\text{m} \end{aligned}$$

(2) 上流側エプロン

堰柱上流部のエプロンは、頭首工設計基準 (技術書 P216) に従って上流側へ堰柱巾の 3 倍 (2.0m×3=6.0m) 張り出すものとする。厚さは下流側エプロンの最大厚さ 1.50m の 1/2~2/3 程度ということから 0.75m~1.0m となり、0.80m を採用する。

先端部の埋込みについては、一般的には 3 割の逆勾配で 1.5m 程度貫入させるが、仮設のコスト、施工性をも考慮して上流側に 1.2m のカットオフを設ける。さらに上流側の洗掘に対して安全を期して、10.0m の捨石護床を行う。

(3) 下流側エプロン長の決定

堰の下流エプロンの長さは、パイピング又は洗掘を防止するためにブライの公式によって求められる。

— 使用公式

$$L = 0.9C\sqrt{H}$$

ここに、

L : 下流エプロンの長さ (m)

C : ブライの係数、土質調査の結果から基礎地盤の土

粒子は細砂以上と判断されるので $C=15$ とする。

H : 上下流の水位差 (m)

上下流水位差は、MPWWR の設計基準では、危険側を想定して上流側 HWL—下流側 LWL、もしくは上流側 LWL—下流側ドライの何れか大きい値を用いる。

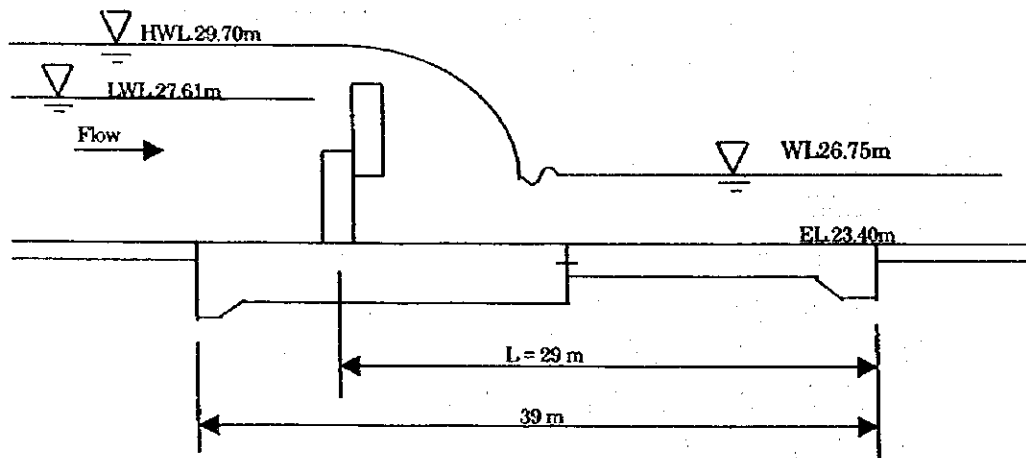
上流側 HWL (29.70m) — 下流側 LWL (26.75m) = 2.95 m

上流側 LWL (27.61m) — 下流側エプロン標高 (EL 23.40m) = 4.21 m

したがって、上下流水位差は $H=4.21\text{m}$ とする。

$$L = 0.9 \times 15 \times \sqrt{4.3} = 28.0 \text{ m} \approx 29 \text{ m}$$

故に、エプロン長は 29m とする。



(4) 止水鋼矢板長さの決定

ボーリング及び土質試験結果によると、基礎地盤の地質は中砂～細砂層、透水係数は $8.5 \sim 1.5 \times 10^{-2}$ 程度で透水性は高く、不透水性地盤とは言い難い。したがって、可動堰を透水性地盤上に設ける場合には、地盤内を浸透する流水の作用による基礎地盤の破壊を防止するため、流速の抑制に必要な浸透路長を確保する必要がある。そこで、パイピングの防止のため、堰体基礎面や取付擁壁背面に沿う浸透路の長さ (クリープの長さ、Creep Length) の検討を行う。

① 設計浸透路長

$$\begin{aligned} \text{鉛直方向浸透路長 } L_v &= (\text{エプロン前面厚}) + (\text{矢板上流側}) + (\text{矢板下流側}) \\ &= 2.9\text{m} + (2 \times 11.5\text{m}) = 25.9\text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{水平方向浸透路長 } L_h &= (\text{エプロン長}) + (\text{ゲート上流長}) \\ &= 29\text{m} + 10\text{m} = 39.0\text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{設計浸透路長 } L_p = L_v + L_h = 25.9 + 39.0 = 64.9\text{ m}$$

② パイピングに対する検討

— プライの式による検討

(使用公式)

$$L_p \geq C \cdot H$$

ここに、 L_p : 設計浸透路長 (=64.9 m)

C : プライ係数、土質調査の結果から細砂として $C=15$ とする (下表)。

H : 上下流の最大水位差 ($H=4.21\text{ m}$)、

$$L_p = 64.9\text{ m} > 15 \times 4.21 = 63.2\text{ m}$$

故に、設計浸透路長で安全である。

— レーンの式による検討

(使用公式)

$$L_p' \geq C' \cdot H$$

L_p' : 重みつき設計浸透路長 (m)、

$$L_p' = L_v + 1/3 \times L_h = 25.9 + 1/3 \times 39.0 = 38.9\text{ m}$$

L_v : 鉛直方向浸透路長 ($L_v = 25.9\text{ m}$)

L_h : 水平方向浸透路長 ($L_h = 39.0\text{ m}$)

C' : 重みつきクリープ比 (下表)、($C' = 7.0$)

H : 上下流最大水位差 ($H = 4.21\text{ m}$)

$$L_p' = 38.9\text{ m} > 7.0 \times 4.21 = 29.5\text{ m}$$

故に、設計浸透路長で安全である。

表 3-5 プライのCとレーンの重みつきクリープ比C

基礎地盤	プライのC	レーンの重みつきクリープ比C
微細砂又は沈泥	18	8.5
細砂	15	7.0
中砂		6.0
粗砂	12	5.0
レキ及び砂の混合	9	
転石、レキと砂	4~6	

出典：土地改良事業計画設計基準・設計「頭首工」、農水省

以上の計算結果の通り、止水矢板長 12m を設置すればプライ、レーンいずれの式によっても安全浸透路長となる。したがって、止水矢板長は 12m とする。横方向の浸透路長は最大が縦方向浸透路長と同等で、水面部においては 0 になる。横方向についても、縦方向と同じ長さ止水矢板を張り出すものとする。(頭首工設計基準 P193)

(5) 堰本体のエプロン厚さ

エプロンの厚さは揚圧力に対抗する堰体の必要厚さとして求める。

— 使用公式

$$T_i \geq 4/3 \cdot (H - H_f) / (\gamma - 1) \quad H_f = H \cdot L_i / L$$

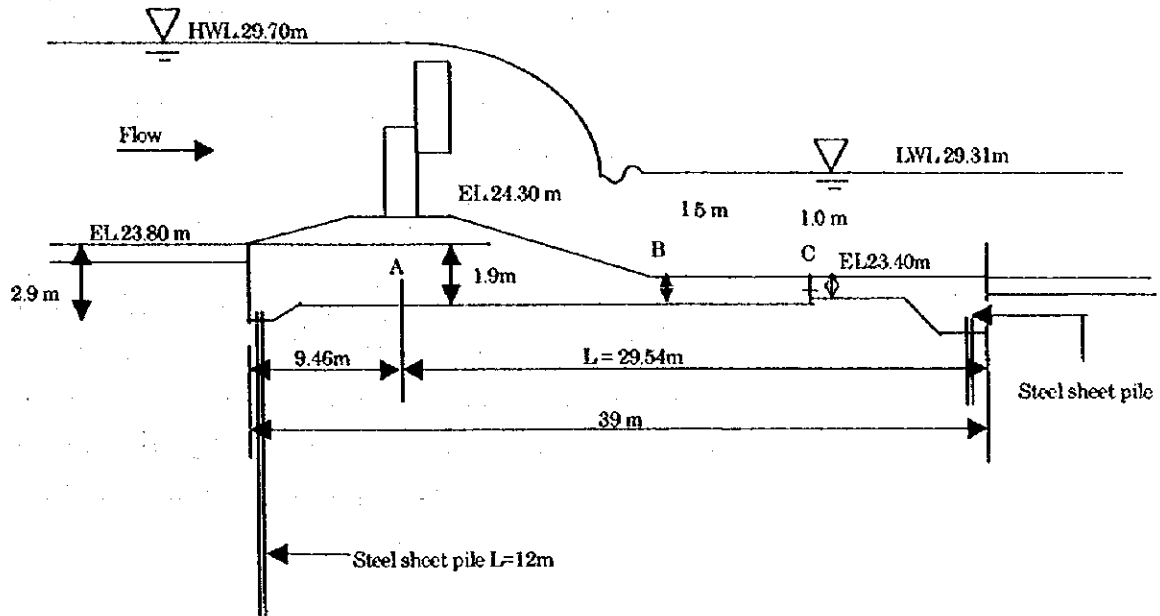
- ここに、
- T_i : 任意の点におけるエプロン厚 (m)
 - H : 上下流最大水位差 ($H = 4.21\text{m}$)
 - H_f : 任意の点までの浸透水の損失水頭 (m)
 - γ : コンクリートの単位体積重量 (2.35 t/m^3)
 - 4/3 : 安全率
 - L : 設計浸透路長 ($L = 64.9\text{m}$)
 - L_i : 任意の点までの浸透路長 (m)

堰本体の始点より 9.46m 下流の A 地点において計算すると、

$$H_f = 4.21 \times (2.9 + 2 \times 11.5 + 9.46) / 64.9 = 2.29 \text{ m}$$

$$T_i = 4/3 \times (4.21 - 2.29) / (2.35 - 1) = 1.89 \text{ m} \approx 1.90 \text{ m}$$

故に、エプロン最小厚さを 1.90 m とする。



堰始点より 15.7m 下流の B 点について計算すると、 $T_i = 1.49$ m となりエプロン最小厚さは 1.5m とする。

堰始点より 29m 下流の C 点について計算すると、 $T_i = 0.64$ m となるが構造上必要な厚さから 1.0m とする。

(6) 護床工

下流エプロンの下流側には洗掘を防止するために護床工を設ける。護床工の長さはブライの式によって求められる。

— 使用公式

$$L = L_B - L_a$$

$$L_B = 0.67 \cdot C \cdot \sqrt{(H \cdot q) \cdot f}$$

ここに、 L : 護床工の長さ (m)

L_B : 水路床保護延長 (m)

L_a : 下流エプロンの長さ ($L_a = 29.0$ m)

H : 水位差 $H = 2.95$ m

上流側 HWL 29.70 m - 下流側 LWL 26.75 m = 2.95

q : 最大流量時の単位幅当たり流量 ($q = 5.87$ m³/sec/m)

f : 安全率 (1.5)

C : 基礎地盤の種類によるプライの係数 (C = 15)

$$q = 187.79 \text{ m}^3/\text{sec} / 32 \text{ m} = 5.87 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{m}$$

$$L_p = 0.67 \times 15 \times \sqrt{(2.95 \times 5.87)} \times 1.5 = 62.7 \text{ m}$$

$$L = 62.7 - 29.0 = 33.7$$

故に、護床工長さは35mとする。

護床工は流れに対して安定であるばかりでなく、河床の変動に対して柔軟に順応する構造が好ましい。流速に対して抵抗できる程度の重量が必要であり、一般的には自然石、コンクリートブロック、フトン籠が使用される。ここでは、現地で大型の石が入手ににくいことから、流況が乱れている20m部分をフトン籠とし残りの流況が比較的落ち着いている15mを捨石とする。1個当たりのフトン籠の重量及び捨石の粒径ははおおよそ次式を満足するものとする。

① フトン籠

— 使用公式

$$W > 3.75 \cdot A \cdot V^2 / 2g$$

ここに、 W : 蛇籠の重量 (t)

A : 流水が衝突する面積 (m²)

V : 流水がブロックに衝突するときの流速 (m/sec)

g : 重力の加速度 (9.8 m/sec²)

フトン籠の大きさを0.5m×1.2m×2.0m、中詰石の比重を1.8t/m³とすると、

$$W = 0.5 \times 1.2 \times 2.0 \times 1.8 = 2.16 \text{ t}$$

$$A = 0.5 \times 1.2 = 0.6 \text{ m}^2$$

$$V = 4.0 \text{ m/sec (最大水位差 2.95m 時の護床工始点での最大流速)}$$

$$W = 2.16 > 3.75 \times 0.6 \times 4.0^2 / 29.8 = 1.84 \text{ t}$$

故に、計画するフトン籠は、4.0m/sec程度の流速までに対しては十分安全である。

② 捨石工

フトン籠と現況河床をなじみ良く取付ける為に捨石工を設ける。布団籠末端では最大流量時の平均流速は0.70m/sに減速される。従って捨石工の石の径、敷設高、敷設量の算定に用いる流速は割り増し計数 $\alpha=1.1$ として代表流速を0.8m/sとする。

— 使用公式

$$D > 1 / \{E_1^2 \cdot 2g(\rho_s / \rho - 1)\} \cdot V_0^2 \text{ (m)}$$

ここに、
 D : 捨石の平均粒径 (m)
 V_0 : 流速 (m/sec)
 E_1 : 1.2 (実験係数)
 g : 重力の加速度 (9.8 m/sec²)
 ρ_s : 石の密度 (2.65 t/m³)
 ρ : 水の密度 (1.0 t/m³)
 $V_0 = 0.8$ m/sec (捨石護床工上での最大代表流速)
 $D > 1 / \{ 1.2^2 \times 2 \times 9.8 (2.65 - 1) \} \times 0.82 = 0.013$ m

計算上石の平均粒径は2 cmでよいが、材料の得やすく単価の安い平均粒径 0.50m を使用する。捨石の厚さは河床変形が生じても護岸基礎前面に2 m以上の平坦幅が確保され、かつ吸出しが生じないように平均粒径の約3倍程度の厚さを確保し、フトン箆厚さと同じ0.5mとする。敷設高は護床工と同一高さとする。

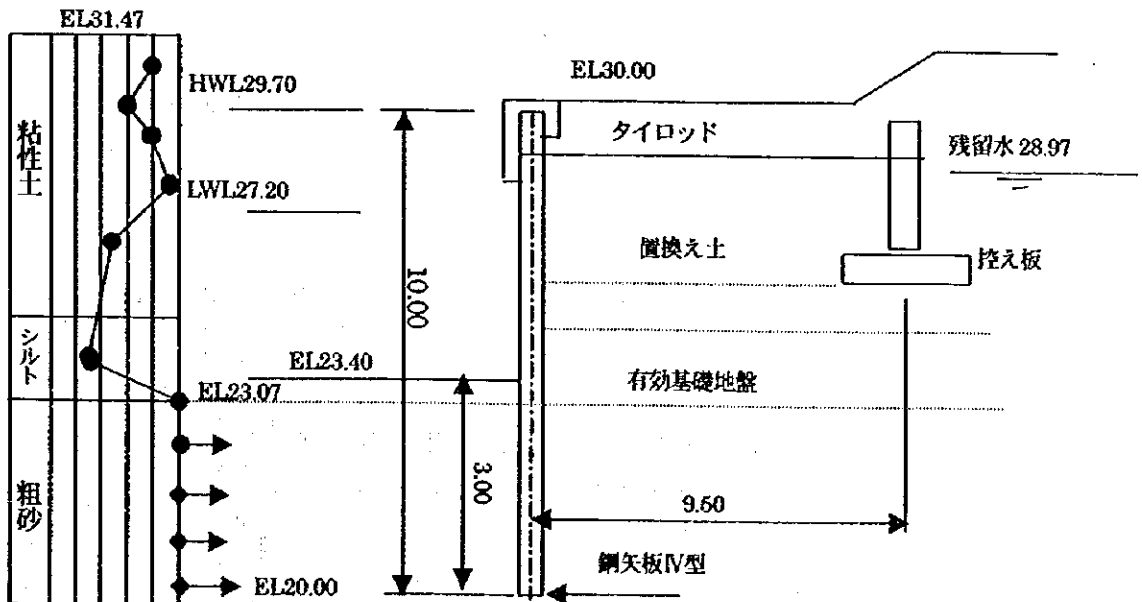
(7) 付帯工

① 護岸工

(a) 鋼矢板護岸工

鋼矢板護岸工の形式は構造物形状、現地状況、施工性などからタイロッド控え式工法とする。矢板に作用する外力は、土圧・残留水圧・地震時慣性力・護岸背面上の上載荷重を考慮する。

ボーリング No.BH2



モーメントの釣り合い及びボイリングの検討から求まる根入れ長さは0.60mであるが、日本道路協会編の擁壁・カルバート・仮設構造物工指針に規定されている最小根入れ長さ3.0mを適用する。設計鋼矢板はIV型全長は9.7mとなるが、鋼矢板長さの増減は0.5m単位とするので10.0mとする。鋼矢板は仮設締切に使用した鋼矢板(4型L=12.00m)を再使用する。

(b) 捨石護岸(法面)

バハルヨ・セフ灌漑用水路の法勾配は1:1.5で計画されているが、構造物前後の堤防の法面勾配は、堰による流況の乱れを考慮して現況より緩い勾配の1:2.0で設計する。

また、法面における表面捨石の所要重量(1個当りの重量)は、波高・周期・水深・斜面のこう配・石の積み方などに決定される。算定式はハドソン式(農業土木ハンドブックP.430参照)を使用する。

$$W = (\gamma_r \cdot H^3) / [kd \{(\gamma_r/W) - 1\}^3 \cot \alpha]$$

W : 法面における表面捨石などの重量 (t)

γ_r : 捨石などの単位体積重量 (t/m^3) 1.8

: 水の単位体積重量 (t/m^3) 1.0

α : 斜面が水平面となす角度 (度) 1:2=27°

H : 斜面の前面における進行波の波高 (m) 0.5

KD : 捨石などの種類によって決まる定数 4.0

$$W = (1.8 \cdot 0.53) / [4.0 \{ (1.8/1.0) - 1 \}^3 \cot 27^\circ]$$

$$= 0.225 / 4.019$$

$$= 0.056(t)$$

W = 56kg 石の比重2.6として石の体積は、約21500 cm^3 となる。

捨石を球形(半径R)として換算すると

V=4.189R³であるから

$$R = \sqrt[3]{(21500/4.189)} = 17.25$$

よって直径18cm以上となるが、安全性と価格から平均50cmとする。

② 締切堤

堰の工事中は右岸側の既設ゲートで通水し新設の堰が完了後流路を切替え既設堰部分土堰堤にて締切る。この締切堤の上下流の工種について次の3案について比較検討を行う。

(a) 上下流捨石法面保護工方式; 締切堤の法面を捨石で保護する方法である。施工方法は、

鋼矢板二重締切きり及び水替えを行い既設堰構造物を撤去し盛土を行う。土堰堤の場合既設堰を残したまま盛土すると構造物に沿ってパイピングが生じやすいため既設構造物は撤去する。締切堤の断面はパイピングに対応できる最小断面とする。

- (b) 上流側鋼矢板護岸下流側捨石法面保護工方式；上流面を仮設締切工で使用した鋼矢板を再利用し鋼矢板護岸下流は捨石法面保護工とする方法である。施工は下流側を鋼矢板二重締切り上流側は鋼矢板護岸と抑え盛土で締切後水替えを行う。既設構造物は構造物に沿ったパイピング防止の為撤去する。締切堤の断面は構造上必要最小断面とする。既設構造物は上記と同様撤去する。
- (c) 上下流鋼矢板護岸方式；上下流ともに仮設で利用した鋼矢板を再利用する。施工は鋼矢板護岸の鋼矢板と抑え盛土で締切水替えを行う。上下流共に鋼矢板で締切る為既設構造物に沿ったパイピングは生じない。従って既設構造物は道路盛土に影響する部分のみを撤去する。締切堤の断面は構造上必要最小断面とする。

断面はパイピング及び安定計算の結果いずれの案も安全である。比較検討の結果、経済的・工期・施工性・環境にすべて有利な上下流鋼矢板護岸方式とする。比較検討表を表 3-6 に示す。

表 3-6 締切堤護岸方式比較結果

	上下流捨石法面保護土堰堤方式	上流側鋼矢板護岸、 下流側捨石法面保護土堰堤方式	上下流鋼矢板護岸方式
構造	<p>HWL29.7m 法面勾配 1:3 LWL26.99m 74.8m</p>	<p>HWL29.7m 鋼矢板式鋼矢板 法面勾配 1:3 LWL26.99m 50.4m</p>	<p>HWL29.7m 鋼矢板式鋼矢板 LWL26.99m 30.0m</p>
仮設 工事	<p>HWL29.7m HWL29.31m 二重式鋼矢板締切</p>	<p>HWL29.7m HWL29.31m 二重式鋼矢板締切</p>	<p>HWL29.7m HWL29.31m</p>
工事費	2.2 億円	2.0 億円	1.5 億円
工期	9 ヶ月	7.5 ヶ月	6 ヶ月
施工	<p>既設物の取り壊し、堤体の盛上のために、鋼二重締切が必要となる。現況道路の切替期間が長くなり、道路形状も悪い。鋼矢板二重締切の施工順序が複雑となる。</p>	<p>下流側に鋼矢板二重締切が必要で、左案よりは施工が容易となるが右案よりは複雑である。</p>	<p>現況道路を護岸完了まで利用出来るので、道路切替は容易である。</p>

3-3-4 ゲート断面

(1) ゲート形式

本堰に使用するゲートは流量・水位調節が主目的であり、ゲート形式としては次のものが考えられる。

- (a) 一枚扉ローラゲート
- (b) ラジアルゲート
- (c) 2段ローラゲート
- (d) フラップ式2段ゲート

「エ」国では古くから堰用として、スルースタイプの2段式ゲートが使用されてきた。このゲートは下段ゲートを引き上げて下端放流により水位を調節する方法を採っている。1門当たりのゲートは小型で、移動式のチェーンブロック型巻き上げ機で操作しているが、堰体が老朽化したりゲート自体が変形したりして現在では操作が困難になっているものが多い。

一枚扉ローラゲートは下端放流であるため、小開度での流量調節が困難となる上、上下流の水位とゲート開度の状態によっては波動領域があり、そこで継続放流を行うと扉体に振動を生じる危険性がある。また、下端放流は放流流速が速いため河床を傷めやすく、また水深が大きくなると巻き上げのリストも大きくなるために高い堰柱が必要になる。さらに一枚扉であるため水圧による巻き上げ荷重が大きく、本堰のように常時ゲートを起動させるとワイヤーロープの疲労やモーターのハンチング現象を起こし、トラブル発生の原因となる。したがって1枚扉ローラゲートは本堰ゲートの選定対象から除外する。

「エ」国においては最近では、小規模の用水路の堰にラジアルゲートを使用している。ラジアルゲートは扉門自体が大きくなるために、水深の浅い小規模な水路には適するが、本水路のように水深が大きいものに対しては、アームを長くする必要があり、さらにヒンジを水面上にセットしなければならないため、構造物及びゲート自体が大きくなり、その結果工事費が嵩むこととなる。さらに、ラジアルゲートは下端放流型となるため、一枚扉ローラゲートと同じく、小開度での流量調節が困難、放流流速が速く河床を傷めやすい等の欠点がある。

フラップ式2段ゲートは、水密構造及び開閉機構が比較的容易なため、現在日本において頭首工等の流量及び水位調節用の2段ゲートとして最も多く使用されているが、「エ」国においては電力事情が悪い、扉体構造が複雑である等の理由でこれまで全く使用されていない。

2段式ローラゲートは、構造が単純であり、止水が容易であるため機能の信頼性が高く、河川用ゲートとして広範囲に採用されている。本ゲートは上段ゲートを落とし込むことによって上段ゲートの天端をオーバーフローさせるため、小流量時の水位調節をすることが可能である。また、上下流の水位差が大きい場合には、越流式によって減勢効果も得られるという利点もある。

以上の検討の結果、マゾーラ堰のゲート形式には開発調査時に設定された形式と同じ2段式ローラゲートを採用する。2段式ローラゲートは1997年に建設されたラフーン堰のゲート形式と同じであり、MPWWRによる運転・維持管理の容易性、ならびに、将来のパハル・ヨセフ用水路に係る各堰の全体管理システムへの統合を考えるとゲート形式は同一のものが望ましい。これらのゲートの長所、短所の比較を表3-7に示す。

(2) ゲートの開閉装置

ゲートの操作についてはドラムピニオンギヤを使用した場合、減速比は1/2000位となる。本設計においては、メンテナンス性が良く、省スペースのドラム軸直結型開閉装置を採用しているため減速比は上記の3倍位になっている。ドラムピニオンギヤを使用してもゲート開閉時間は24時間を越えるため現実的に手動開閉は不可能である。「ダム・堰施設基準」及び「水門鉄管技術基準」では、予備動力に手動は不可となっている。門扉開閉の動力設備として、「ダム・堰施設基準の3-1-6 開閉用動力設備」に、

1. 水門扉には、確実に扉体を開閉できる動力設備を設ける。
2. 水門扉の開閉用動力は、原則として電動機とする。
3. 水門扉の開閉用動力は、所要の出力を有し、水門設備の目的に達したトルク、時間定格等を有したものとする。

とある。また、「水門鉄管技術基準」の第34条に、

第34条 水門扉には、何時でも迅速、確実、かつ、容易に開閉できる動力設備を設けなければならない。動力設備は原則として電動機とする。

と規定されている。

予備動力設備については、「ダム・堰施設基準 3-1-7 開閉用予備動力設備」に、

1. 水門扉には、原則として開閉用予備動力設備を設ける。
2. 開閉用予備動力設備は、常用動力設備の故障等の場合に迅速かつ確実、容易に水門扉を操作できる容量および構造とする。

3. 開閉用予備動力設備は、水門扉の重要性、設置条件、管理体制等を考慮して最適な方式とする。

と規定されている。また「水門鉄管技術基準」の第35条に、

第35条 出水時に放流のための操作が必要な水門扉には、開閉用の予備動力設備を設けなければならない。予備動力設備は、常用の動力が停止した場合に迅速、確実、かつ、容易に水門扉を開閉操作できるものでなければならない。とある。

以上の規定に基づき、ゲートとの開閉設備の動力源は安価な公共電力とし、予備電力源として、ディーゼル発電機を設置する。手動装置は、ゲート開閉には時間がかかるので、あくまで、水位調節あるいはメンテナンス時のための微作動用とする。

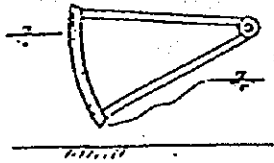
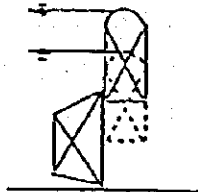
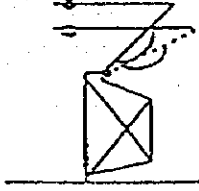
(3) 設計仕様

設計仕様は前項までの検討結果から表3-6の通りとなる。

表3-6 堰の設計仕様

形式	鋼製2段式ローラゲート	
門数	4門	
純径間	8.00m	
全屏高	5.60m	
設計水位	前面	HWL29.70m
	後面	EL24.30m
操作水位	前面	HWL29.70m
	後面	EL24.30m
管理水位	CWL29.70m	
ゲート敷高	EL24.30m	
水密方式	三方ゴム水密	
開閉装置形式	電動ワイヤーウィンチ方式(1M-2D)	
開閉速度	0.3m/mm	
操作法式	機側及び遠隔操作	

表 3-7 マソーラ堰ゲート選定比較表

項目	ラジアルゲート	2段ローラゲート (摺動式)	2段フラップ付 ローラゲート
略図			
調節方式	スキムプレートを昇降させ、下端放流により水位を制御する。	小流量時は上段扉の降下により、大流量時は下段扉の引き上げにより水位を制御する。	小流量時はフラップの倒伏により、大流量時は下段扉の引き上げにより水位を制御する。
調節能力	下端放流であるため、小開度での流量調節は困難である。	越流水であるため、きめ細かな流量調節が期待できる。	越流水であるため、一定の流量調節はできる。
長所	<ul style="list-style-type: none"> 高い堰柱は不要である。 下端放流であるため、小開度で大流量が放流できる。 トラニオンピンを中心に回転して開閉するため、巻き上げ荷重は小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 水位の微調整が容易である。 常時の流量制御は上段ゲートのみで行うので、巻き上げ荷重が小さく、運転費が安価である。 水上で点検補修が出来るので容易である。 	<ul style="list-style-type: none"> ラジアルゲートと比べて、水位調節が容易である。 上段フラップゲートの開閉は堆砂の影響を受けない。 堰柱は小規模である。 小動力でゲート操作が出来るので運転費が安価である。
短所	<ul style="list-style-type: none"> 下端放流であるため、下流側の減勢が必要である。 水位の微調整が困難である。 扉体の構成部材が多く構造が複雑で鋼重も重い。ローラゲートに比べて1.5倍程度になる。 ヒンジ部が痛みやすく取り替えが難しい。 	<ul style="list-style-type: none"> ゲート開閉機構がやや複雑である。 中間水密部に流芥物が溜まり、水密部性能が低下することがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 扉体構造が複雑である。 2段ローラゲートに比べ小流量時の調節能力が劣る。 フラップゲートは下段ローラゲートと一体になっており、点検補修が不便である。
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ゲート自体の構造が複雑で鋼重も重く、制作費が割高となる(1.5倍程度)。 下流放流型のため小開度での水位微調整が難しい(最小流量時の開度18cm程度)。 小開度で大流量を放流できるのでダム放流工によく利用されるが、大規模用水路の調節水門としては適さない。 	<ul style="list-style-type: none"> 一枚当たりの扉高が小さく操作が容易である。 越流の場合水クッションにより減勢が良い。浮遊塵芥が流下しやすいため、ゲート上流側に停滞する事が少なく維持面で優れている。 水位の微調整が可能で調節水門として適している。 	<ul style="list-style-type: none"> 2段ローラゲートと比べ、小流量時の調節精度が落ち、大規模用水路の調節水門としては適用性が劣る。 「エ」国での実績が無い。

3-3-5 構造計算

(1) 基礎の検討

エプロン底面の標高は EL.21.90m (地表面から 10m 程度) であり、F/S 報告書によると、基礎地盤の地質は N 値 20 程度のシルトを含む細砂～中砂層である。地表面から 13m 以深は N 値 50 の締まった砂層が続く。また、今回現地調査時に実施したボーリング調査によると、基盤面付近の地質は、相対密度 0.93、N 値 50 以上の非常に締まった細砂～中砂層である。

地盤が良好であるので、直接基礎と仮定し、地盤の支持力はテルツアギーの支持力公式により求める。

— 使用公式

$$q_a = 1/3 \times q_u$$

$$q_u = \alpha \cdot c \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

- ここに、
- q_a : 地盤の許容支持力 (t/m^2)
 - q_u : 地盤の極限支持力 (t/m^2)
 - c : 基礎地盤の粘着力 (t/m^2)
 - γ_1 : 基礎荷重面下にある地盤の単位体積重量 (t/m^3)
(地下水位下にある場合は水中単位体積重量をとる。)
 - γ_2 : 基礎荷重面より上の地盤の単位体積重量 (t/m^3)
(地下水位下にある場合は水中単位体積重量をとる。)
 - α, β : 形状係数
 - N_c, N_r, N_q : 支持力係数 (内部摩擦角 ϕ の関数)
 - D_f : 基礎に近接した最低地盤面から基礎荷重面までの
深さ (m)
 - B : 基礎荷重面の最小幅 (m)

計算結果は表 3-8 に示すとおりであるが、何れのボーリング調査結果においても地盤の許容支持力は地盤反力を上回るため、直接基礎を採用する。

表3-8 許容支持力計算結果

項目	地質調査地点番号	
	今回B-1, B-2	F/S時B-7
平均N値	50	20
内部摩擦角 ϕ	42	35
形状係数 α	1.3	1.3
粘着力C (t/m ²)	0.0	0.0
支持力係数Nc	95.7	36.0
形状係数 β	0.4	0.4
土の単位重量 γ_1 (t/m ³)	0.9	0.8
基礎の最小幅B (m)	39.0	36.0
支持力係数Nr	114.0	25.0
土の単位重量 γ_2 (t/m ³)	0.9	0.8
根入れ深さDf (m)	0.0	0.0
支持力係数Nq	83.2	29.0
極限支持力qu (t/m ²)	1,477.4	288.0
許容支持力qa (t/m ²)	492.5	96.0
水路底幅 (m)	41.0	41.0
本体重量 (t)	552.0	552.0
水重 (t)	189.0	189.0
機械重量 (t)	176.0	176.0
荷重合計 (t)	917.0	917.0
地盤反力 (t/m ²)	22.4	22.4
判定	○	○

(2) 堰柱の安定計算

① 設計条件

(a) 安定計算のケース

堰柱の安定計算は以下の7ケースについて行うものとする。

- Case ① ; 洪水時、開扉状態に於ける常時・流心方向の安定。
- Case ② ; 低水時、閉扉状態に於ける、常時・流心方向の安定で、ゲート上0.30m越流状態で、ゲート上流面に0.70mの堆砂を見込む。
- Case ③ ; 低水時、閉扉状態に於ける、地震時(地震力下流方向)・流心方向の安定で、ゲート上0.30m越流状態で、ゲート上流面に0.70mの堆砂を見込む。
- Case ④ ; 低水時、閉扉状態に於ける地震時・堰軸方向の安定で、ゲート上0.30m越流状態で、ゲート上流面に0.70mの堆砂を見込む。

- Case ⑤ ; 空虚、開扉状態に於ける常時・流心方向の安定。
- Case ⑥ ; 空虚、開扉状態に於ける地震時(地震力下流方向)・流心方向の安定。
- Case ⑦ ; 空虚、開扉状態に於ける地震時・堰軸方向の安定。

(b) 荷重条件

各ケースにおける荷重の組み合わせは、表 3-9 に示す堰柱安定計算一覧表の通りとし、洪水と地震、風荷重と地震、活荷重と地震は同時に作用させないものとする。

(c) 安定条件

堰柱の転倒等に対する安定条件は以下の通りとする。

安定条件	許容値	
	常時	地震時
① 転倒に対して	$e \leq B/6$	$e \leq B/6$
② 滑動に対して	$Fa \geq 1.5$	$Fa \geq 1.2$
③ 底面反力に対して	$Q \leq Qa(\text{tf/m}^2)$	$Q' \leq Qa'(\text{tf/m}^2)$

注) 堰柱は重要構造物であるので、常時、地震時共に Middle Third 内に収める。

(d) 計算結果

堰の安定計算の結果は、表 3-10 に示す通り安全である。

表 3-9 堰柱安定計算における組合せ荷重

荷重項目		計算ケース		1	2	3	4	5	6	7
		1	2	3	4	5	6	7		
条件	水位状況	洪水時	低水時	低水時	低水時	空虚時	空虚時	空虚時	空虚時	空虚時
	扉体開閉	開扉	閉扉	閉扉	閉扉	開扉	開扉	開扉	開扉	開扉
	常時・地震時	常時	常時	地震時	地震時	常時	地震時	地震時	地震時	地震時
	方向	上下流	上下流	上下流	堰軸 左右岸	上下流	上下流	上下流	堰軸 左右岸	堰軸 左右岸
鉛直荷重	W0	堰柱自重	○	○	○	○	○	○	○	○
	W1	機械室自重	○	○	○	○	○	○	○	○
	W2	扉体	○	○	○	○	○	○	○	○
	W3	卷上機	○	○	○	○	○	○	○	○
	W4	管理橋	○	○	○	○	○	○	○	○
	Ww	水重	○	○	○	○				
	U	揚圧力	○	○	○	○				
	W5	積雪荷重								
水平荷重	W6	背面土重				○			○	○
	khW0	堰柱慣性力			○	○			○	○
	khW1	機械室慣性力			○	○			○	○
	khW2	扉体慣性力			○	○			○	○
	khW3	卷上機慣性力			○	○			○	○
	khW4	管理橋慣性力			○	○			○	○
	khW5	積雪慣性力								
	Pw1	風荷重(扉体)	○					○		
	Pw2	風荷重(堰柱)	○	○				○		
	Pw3	風荷重(機械室)	○	○				○		
	Pg	静水压(扉体)		○	○					
	Pp	静水压(堰柱)	○	○	○					
	Pδ1	動水压(扉体)			○					
	Pδ2	動水压(堰柱)			○					
	Pe1	堆砂土圧		○	○					
Pi	水荷重									
Pe2	土圧(側面)					○			○	
kPe2	地震時背面土圧							○	○	

表 3-10 堰柱安定計算結果一覧表

項目	堰柱	ヶ 一 ズ	常 or 地	方 向	鉛 直 力 ΣV (tf)	抵抗モーメント $\Sigma V \cdot x$ (tf·m)	水 平 力 ΣH (tf)	転倒モーメント $\Sigma H \cdot y$ (tf·m)	滑動に対する検討			転倒に対する検討		地盤の支持力に対する検討	
									せん断 τ (kg/cm ²)	滑動 F	偏心距離 e (m)	B/6 (1) (m)	反力; Q1 (tf/m ²)	反力; Q2 (tf/m ²)	地耐力 (tf/m ²)
		①	常	流	3466.50	51802.65	27.63	343.64	0.01 \leq 3.6	87.20 \geq 1.5	-0.10	\leq 4.92	11.53	11.98	-
		②	常	流	2026.67	29162.61	236.62	1089.65	0.12 \leq 3.6	6.00 \geq 1.5	-0.90	\leq 4.92	5.62	8.13	-
		③	地	流	1836.67	27585.61	822.42	3556.77	0.42 \leq 5.4	1.56 \geq 1.2	-1.67	\leq 4.92	4.12	8.34	-
		④	地	堰	1836.67	9183.31	574.57	2558.52	0.29 \leq 5.4	2.24 \geq 1.2	1.39	\leq 1.67	11.43	1.02	-
		⑤	常	流	2981.48	43340.28	31.52	363.47	0.02 \leq 3.6	66.21 \geq 1.5	0.34	\leq 4.92	10.80	9.42	-
		⑥	地	流	2791.48	39312.28	554.30	2457.16	0.28 \leq 5.4	3.53 \geq 1.2	1.55	\leq 4.92	12.44	6.49	-
		⑦	地	堰	2791.48	13957.38	554.30	2457.16	0.28 \leq 5.4	3.53 \geq 1.2	0.88	\leq 1.67	14.46	4.47	-
		①	常	流	4286.49	63099.96	27.63	343.64	0.01 \leq 3.6	93.08 \geq 1.5	0.11	\leq 4.92	14.85	14.21	-
		②	常	流	3543.93	50636.34	146.84	700.60	0.08 \leq 3.6	14.48 \geq 1.5	-0.66	\leq 4.92	10.40	13.63	-
		③	地	流	3423.93	49640.34	1068.36	9644.72	0.54 \leq 5.4	1.92 \geq 1.2	-3.07	\leq 4.92	4.36	18.85	-
		④	地	堰	3423.94	10777.55	0.00	620.86	0.00 \leq 5.4	$\infty \geq 1.2$	-2.03	\leq 1.67	-2.56	25.77	-
		⑤	常	流	4585.11	66931.38	31.52	363.47	0.02 \leq 3.6	87.28 \geq 1.5	0.23	\leq 4.92	16.28	14.81	-
		⑥	地	流	4465.11	64387.39	552.25	2091.13	0.28 \leq 5.4	4.85 \geq 1.2	0.80	\leq 4.92	17.59	12.68	-
		⑦	地	堰	4465.11	27516.29	0.00	627.95	0.00 \leq 5.4	$\infty \geq 1.2$	1.02	\leq 1.67	24.42	5.86	-

*1) 堰柱は重要構造物であるので、常時、地震時共MIDDLE THIRD内に収める。

(3) 堰柱の構造計算

堰柱の応力計算においては、一般に堰柱が流水方向に十分な長さを有するため、応力的には流水荷重に対して問題なく、堰軸方向の計算によって決定された最小鉄筋量を用いた鉄筋として配筋しておけば十分である。堰軸方向は最も荷重条件がきびしい地震時について検討した。

① 作用荷重

堰柱床版から上に作る堰柱自重、ゲート自重、巻上機自重、併設橋反力、地震時慣性力、静水圧および土圧を考慮する。尚、ゲートは安全を見込み閉扉状態とする。

② 応力計算

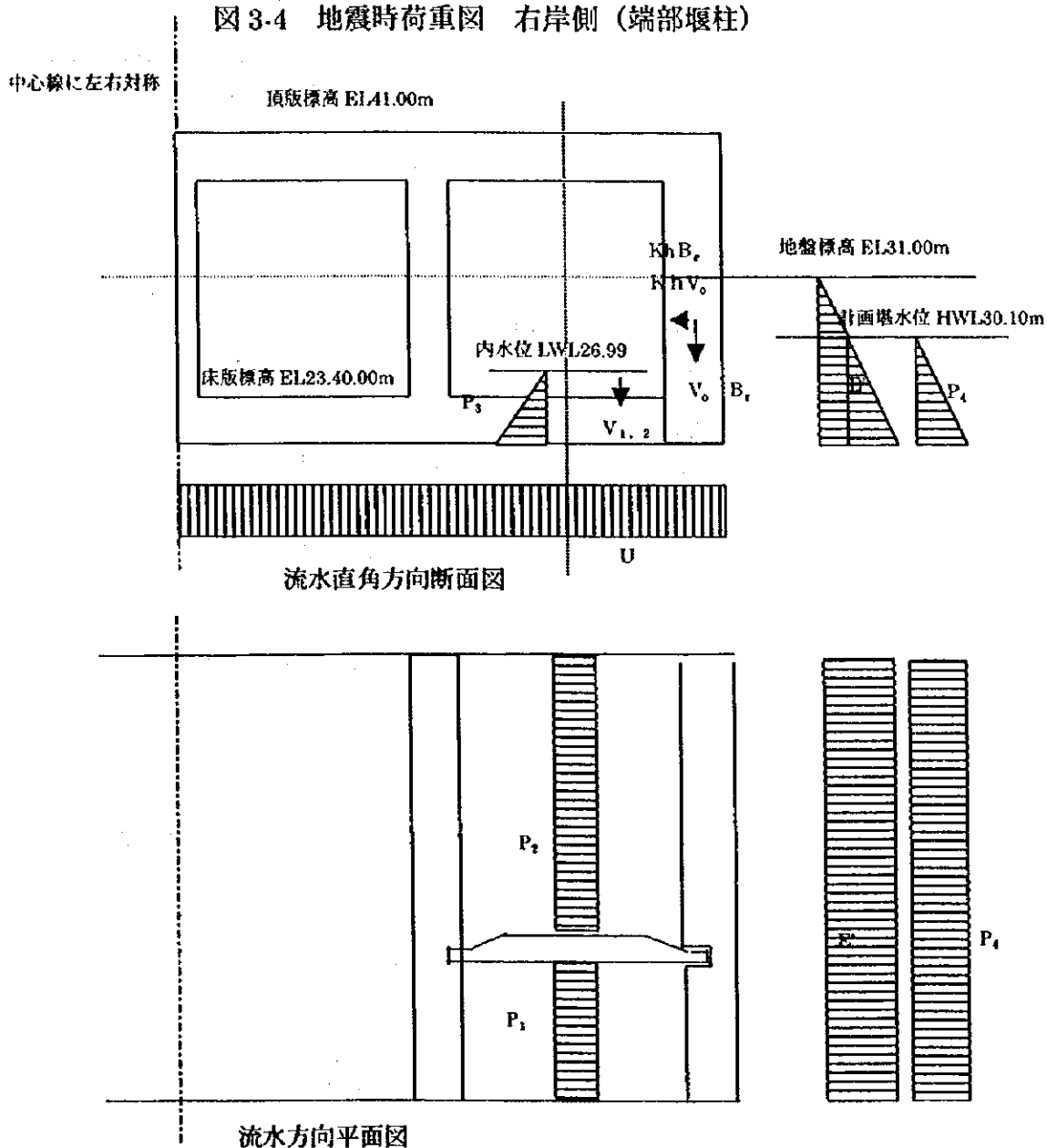
堰柱の構造計算は、堰柱床版に固定された片持梁として設計する。計算は別冊資料水理構造計算書参照のこと。鉄筋計算は軸力を考慮せず、条件の最も厳しい土圧がかかる右岸側端部のピアにて行う。鉄筋の計算結果は複鉄筋とし以下の通りとなる。

断面寸法	b=	100.0cm	配筋鉄筋量	
	h=	130.0cm	鉄筋径	AS = D29mm
	d=	120.0cm		AS' = D29mm
曲げモーメント	M=	196.01tf・m	ピッチ	@200mm
せん断力	S=	58.95tf	鉄筋量	AS = 32.12cm ²
				AS' = 32.12cm ²
			応力度	$\sigma_c = 68\text{kgf/cm}^2 < 105$
				$\sigma_s = 2574\text{kgf/cm}^2 < 2700$
				$\sigma_s = 939\text{kgf/cm}^2$
				$\tau_m = 5.5\text{kgf/cm}^2 < 9$ (スラブ壁)

③ 荷重図

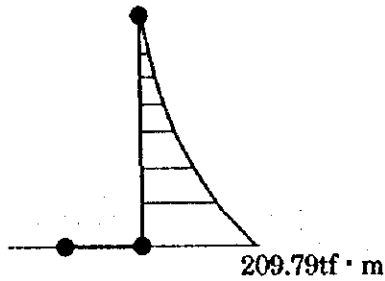
応力計算に使用した荷重は図 3-4 に示す通りである。

図 3-4 地震時荷重図 右岸側 (端部堰柱)



E' ; 地震時土圧	987.1 tf
V_0 ; 鉛直荷重	996.6 tf
$V_{1,2}$; 内水重	3.6 tf
KhV_0 ; 地震時慣性力	199.3 tf
$P_{1,2,3}$; 内水圧	-467.3 tf
P_4 ; 地下水圧	776.6 tf
U ; 揚圧力、地盤反力	-38.4 tf/m ²
M ; 堰柱からかかるモーメント	209.8 tf·m

④ 最大曲げモーメント図



モーメント $M = 209.79\text{tf} \cdot \text{m}$

(4) 堰柱床版の構造計算

堰柱床版は堰軸方向の荷重条件が最もきびしい地震時について検討した。

① 作用荷重

堰柱床版に作用する荷重は、床版自重、水重、揚圧力、地盤反力を考慮する。

② 応力計算

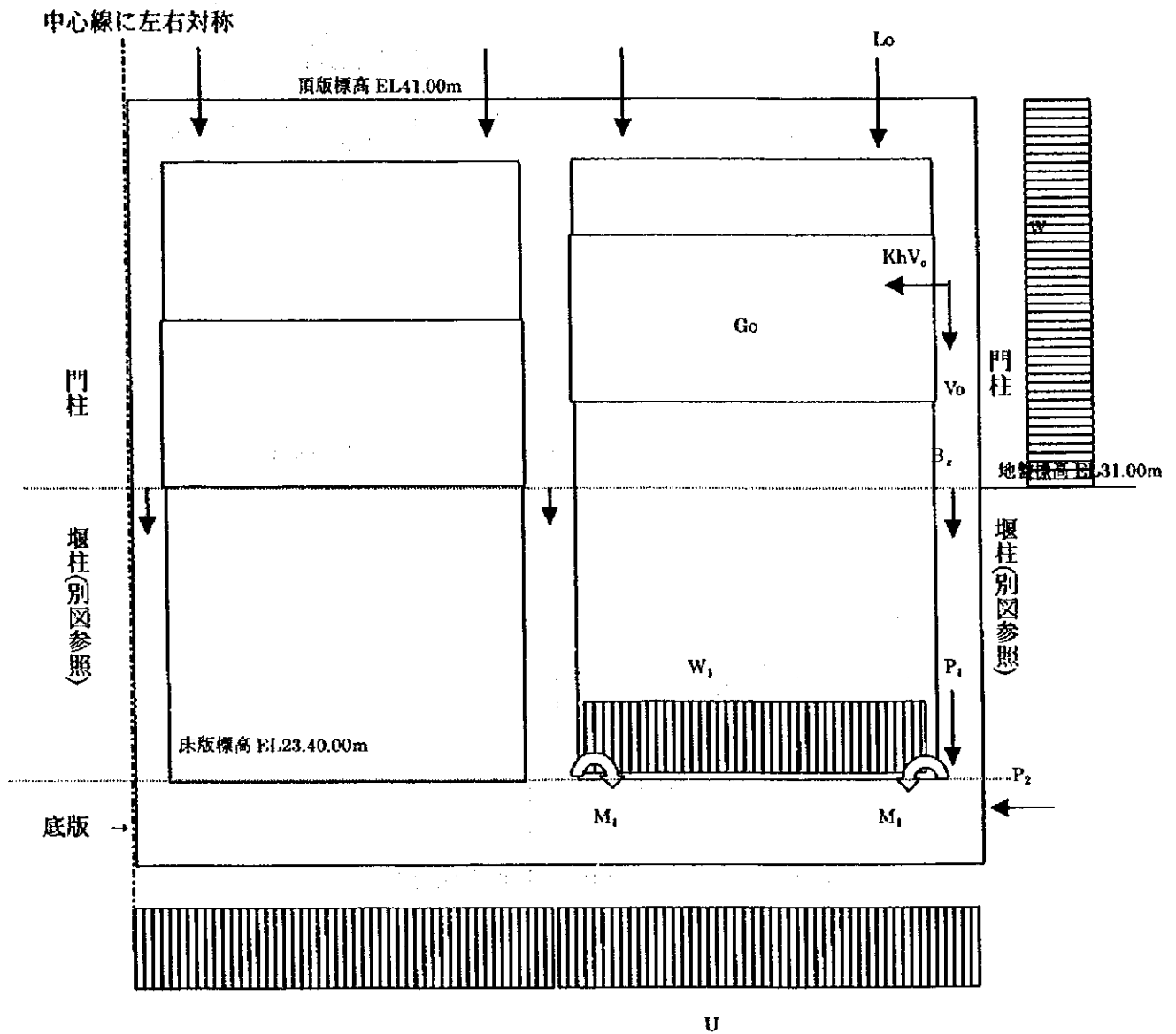
床版は堰柱に固定された両端固定梁として応力計算を行う。計算位置は荷重条件の最もきびしい、下流端より 13.3m の地点で行う。鉄筋の計算結果は複鉄筋とし以下の通りとなる。

断面寸法	b=	100.0cm	配筋鉄筋量 (端部)		
	h=	150.0cm	鉄筋径	AS = D25mm	
	d=	140.0cm		AS' = D19mm	
曲げモーメント			ピッチ	@200mm	
中央部	M=	141.94tf·m	鉄筋量	AS = 25.35cm ²	
両部	M=	198.7tf·m		AS' = 19.35cm ²	
			応力度	$\sigma_c = 56.1\text{kg/cm}^2$	< 105
				$\sigma_s = 2426\text{kg/cm}^2$	< 2700
				$\sigma_s = 624\text{kg/cm}^2$	

② 荷重図

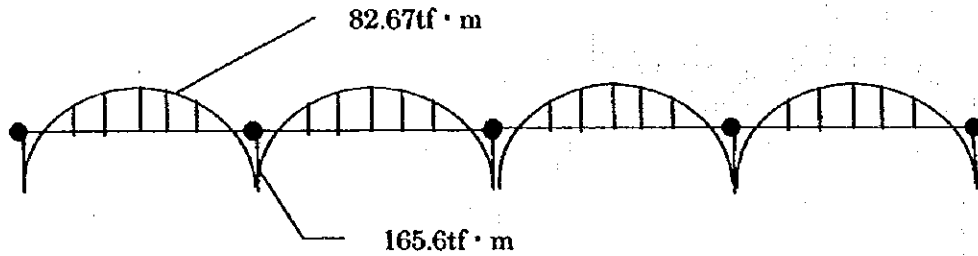
応力計算に使用した荷重は図 3-5 に示す通りである。

図 3-5 底版及び門柱荷重図



W_2 ; 風荷重	0.3 tf/m ²
V_0 ; 鉛直荷重	996.6 tf/m ²
$V_{1,2}$; 内水重	3.6 tf/m ²
KhV_0 ; 地震時慣性力	199.3 tf/m
$P_{1,2,3}$; 内水圧	-467.3 tf
P_4 ; 地下水圧	776.6 tf
U; 揚圧力及び地盤反力	-38.4 tf/m ²
L_0 ; 巻上げ機荷重	41/2 tf
G_0 ; ゲート荷重	30/2 tf
B_r ; 併設橋反力	54×4 tf

④ 最大曲げモーメント図



(5) 門柱構造の検討

門柱はゲート機器を設置する操作板と堰柱から立ち上がり操作板を支持する門柱を一体として門形で検討する。

① 基本荷重

基本荷重ケース 1. 死荷重 (機械荷重含む)

- " 2. 風荷重
- " 3. 活荷重 (4 門とも 100%)
- " 4. 慣性力 (地震時)
- " 5. モノレール荷重 (活荷重)
- " 6. 活荷重 (4 門のうち 1 門 300%)
- " 7. " (3 門 100% 1 門のみ 300%)
- " 8. " (3 門 100% 1 門のみ 300%)
- " 9. " (門扉の慣性力)

② 組合せ荷重

	割増係数
組合せ荷重ケース 1 (1+3+5) 死荷重(機械荷重含む)+活荷重(4 門 100%)+モノレール荷重	1.0
組合せ荷重ケース 2 (1+2+6) 死荷重(機械荷重含む)+風荷重+活荷重(1 門 300%)	1.25
組合せ荷重ケース 3 (1+7) 死荷重(機械荷重含む)+活荷重(3 門 100%+1 門 300%)	1.35
組合せ荷重ケース 4 (1+8) 死荷重(機械荷重含む)+活荷重(3 門 100%+1 門 300%)	1.35

組合せ荷重ケース5 (1+4)

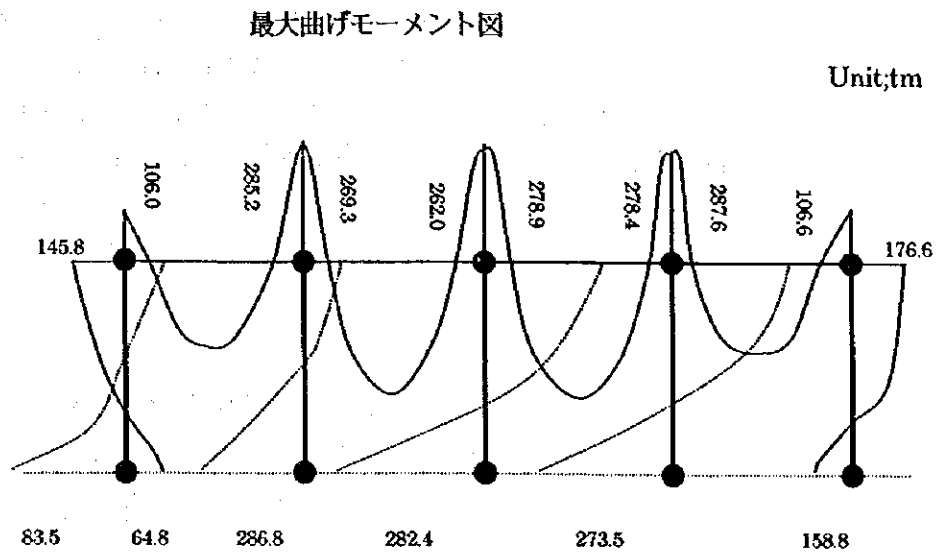
死荷重(機械荷重含む)+慣性力 1.50

組合せ荷重ケース6 (1+4+9)

死荷重(機械荷重含む)+慣性力+扉自重(4門) 1.50

③ 応力計算及び鉄筋量の算定

上記の荷重の組合せにより、構造物の仮定断面に対し、各部の応力を計算し、鉄筋量を算出する。各ケースの曲げモーメントのうち最大曲げモーメントは次図に示すとおりである。



3-3-6 堰の確定諸元

構造設計の検討結果から堰の諸元は下表に示す通りとする。マゾーラ堰改修の計画図は巻末の基本設計図として添付する。

制水門	8.0m×4門
扉高	5.8m
堰長	40.6m
堰体	直接基礎、コンクリート構造、ピアの高さ 17.20m
併設橋梁	総幅員 12.8m (車道 10.0m 歩道 1.0m×2 高欄 0.4m×2)
ゲート	2段式ローラーゲート,ワイヤーロープウィンチ式

	径間長 8.8m×扉体 2.90m×2 枚 4 門
護床工	ふとん箆 38m×20m
護岸工	鋼矢板護岸工
管理棟	平屋ブロック造り 操作室、非常用発電機室 87m ²

3-4 プロジェクトの実施体制

3-4-1 組織

本プロジェクトの実施機関は公共事業水資源省灌漑局であり、中央では灌漑改善が実施の際の直接的な業務を行う。堰建設予定地での業務は、公共事業水資源省ベニスエフ地方局内のベニスエフ灌漑改善部局が行う。国際協力、資金援助等の対外協力業務については他省庁の対外協力業務と合わせ、国際協力省が取扱う。本プロジェクトに関しての日本政府・他省庁との調整等は、国際協力省アジア・日本部が窓口となる。

(1) 公共水資源省 (MPWWR)

MPWWR は、本プロジェクトの実施機関である灌漑局 (ID) の本省であり、計画局、灌漑局、排水局、調査測量局、大ダム・アスワンダム局、海岸保全局、電気機械局、北シナイ開発庁、財務管理開発局、ウォーターリサーチセンターの10局から構成される組織である。主として水資源に関する業務を所管していて、水資源・用排水路・及び関連施設に関する計画策定、管理運営の全てを総括する官庁であり、施設などの操作、維持管理、改修、及び建設をも所掌している。

(2) 灌漑局 (ID)

MPWWR の内局である灌漑局 (ID) は、本プロジェクトの施設建設後に水管理等実際の運営を行うベニスエフ地方灌漑局を含む 21 の地方灌漑局を持つ灌漑部局 (Irrigation Sector IS) と、新規土地開拓地に水を供給する水平拡大事業部局、本プロジェクトのような幹線用水路における施設の維持管理を行うダム・大堰部局、本プロジェクトの建設までの実務を扱う灌漑改善部局の4部局から構成される。

(3) 灌漑改善部局 (IIS)

本プロジェクトの建設までの実施機関である灌漑改善部局は、主に、私有施設である小水路（メスカ・マルワ）を含めた老朽化した施設を改修する事業と、灌漑方法の改善により灌漑効率を高め、農作物の増産を図り農業・農村基盤を整備する事業を行っている。事業の計画・設計・建設・技術開発及び灌漑営農指導、水利組合の設立に関する助言などを幅広く行っている。エスナ、ミニア、ザガジグ、ダマンホウル、ベニスエフの5地方に地方局を持ち事業開始と共に各県に下部組織を設立している。MPWWR のベニスエフ地方局内にある IIS は、ミニア地方 IIS 部局の下部組織である。図 3-6 に MPWWR・ID・IIS の組織図を、図 3-7 にベニスエフ地方局の組織図を、図 3-8 に、建設後のマゾーラ堰の運営をふくむ、ソモスタ地区の灌漑関係業務を行うソモスタ地方事務所の組織図を示す。

3-4-2 要員・技術レベル

IIS は本事業の実施にかかわる計画、調査、詳細設計、入札、工事監理、負担工事などの予算措置、その他、本事業に必要な諸手続き、他省庁との折衝等に関して責任を持つ。施設建設後は、ベニスエフ灌漑地方局が本堰の維持管理運営を行う。

IIS は、USAID、世銀、オランダ等の国際協力事業を数多く実施しており、各部局に技術・知識を持った人材が多い。またベニスエフ地方局には土木技師の他、機械電気技師も常駐して数多くの施設の維持管理を行っていることから近代的な施設の維持管理に対する高い技術レベルを持った要員が多い。

しかしポンプ等の近代的な灌漑施設はこれまでも存在していたが、本プロジェクトで建設する電動ゲートは前回実施されたラフーン堰が最初であるため、施設の操作・点検・補修について、施工業者は On the Job Training (OJT) を行う必要がある。また、日常の水位管理は、現況の堰の操作員が引き続き行うため、現場操作員に対して日常点検、清掃、軽微な補修等の研修を OJT により行う必要がある。

圖 3 - 6 MPWWR 組織圖

(as of March 1998)

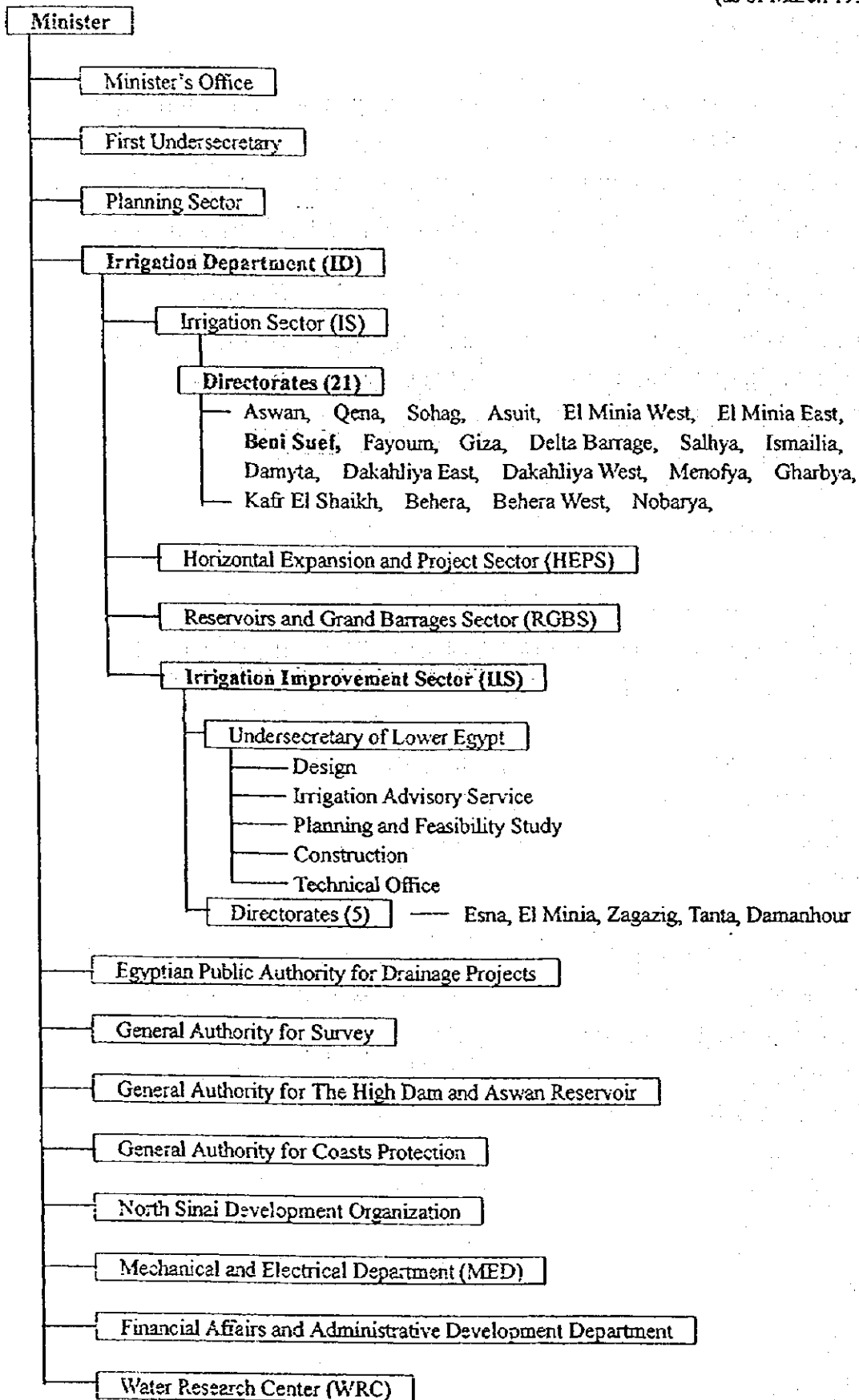


图 3-7 M P W W R ベニスエフ地方局組織図
 Organization Chart of Beni Suef Irrigation Directorate

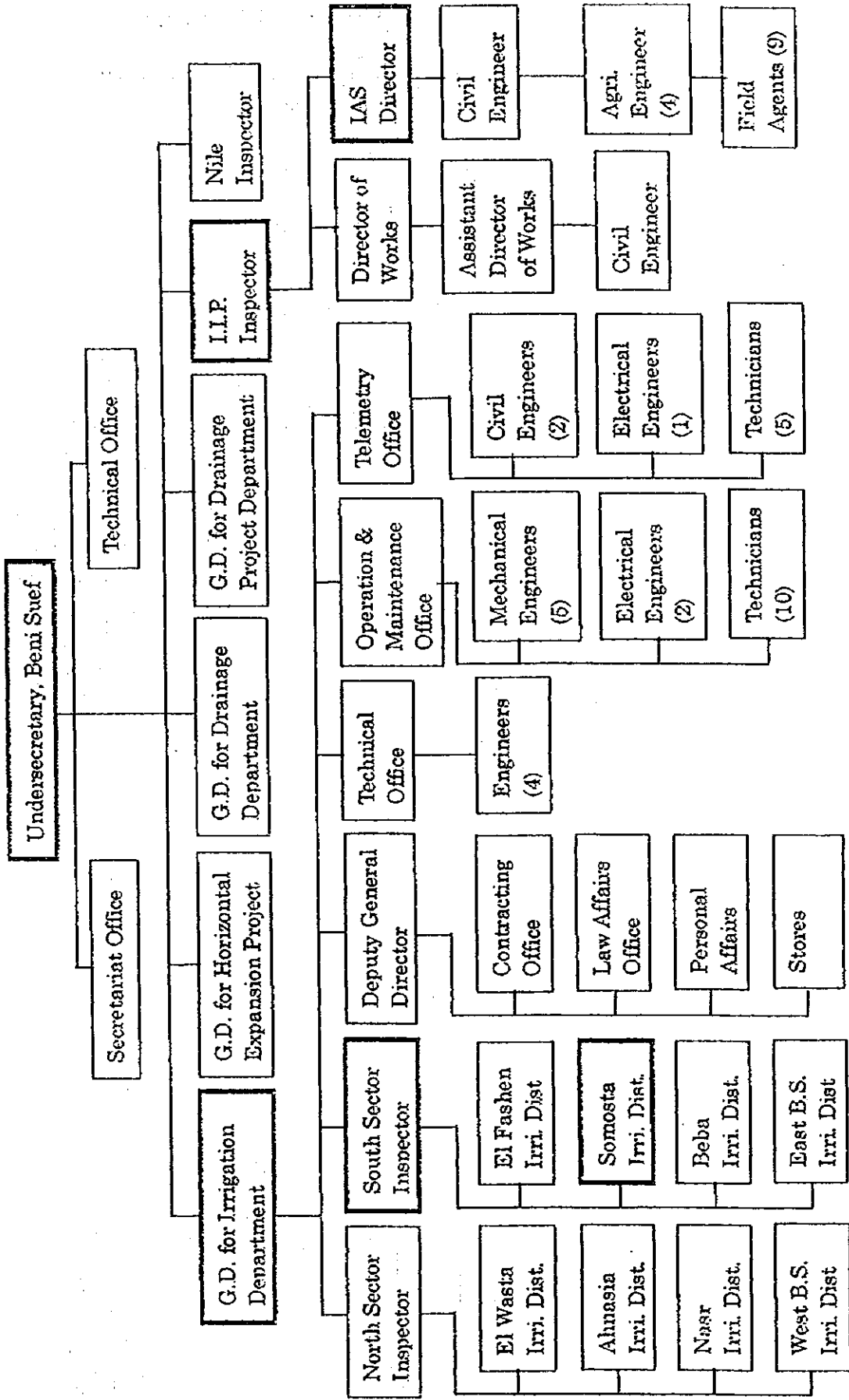
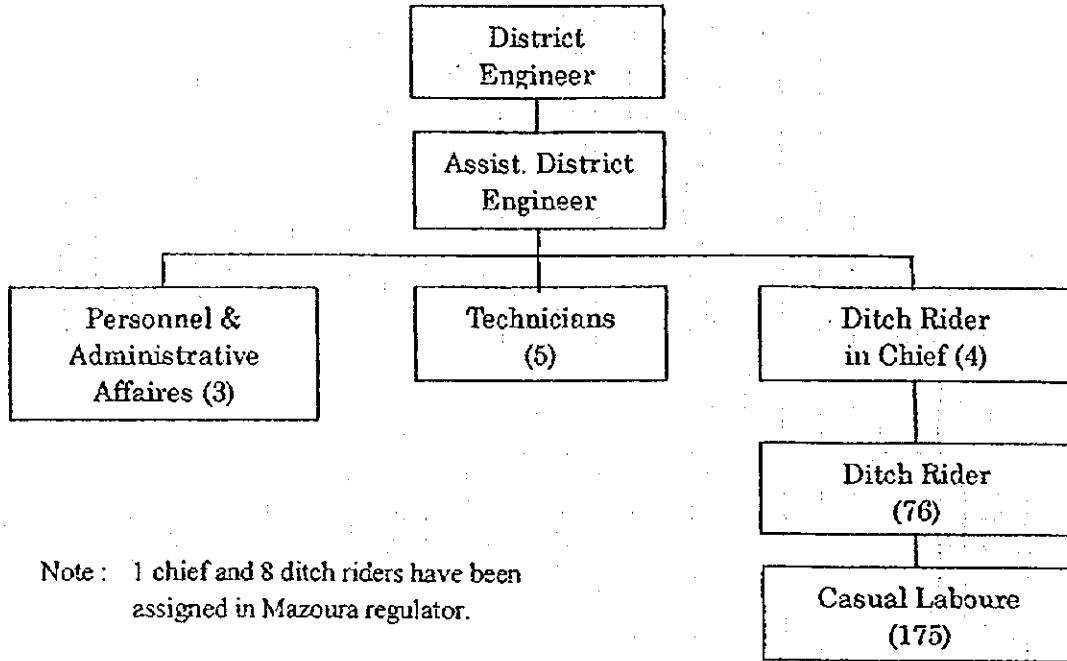


図3-8 IDソムスタ地方事務所

Organization Chart of Somosta Irrigation District Office
of Beni Suef Irrigation Directorate



Note : 1 chief and 8 ditch riders have been assigned in Mazoura regulator.

第4章 事業計画

第4章 事業計画

4-1 施工計画

4-1-1 施工方針

本事業はマゾーラ堰の改修であり、ゲート及び操作機械設備の製作据付と、操作機器を収納する管理室の建設を含んだ土木施設の建設である。

(1) 仮設計画 (準備計画)

① 共通仮設工事

計画全体に共通する共通仮設として、現場事務所・作業員宿舍等の仮設建物、立ち入り防護柵、測量・品質管理用試験機器、工事用の仮設電気・水道等がある。仮設建物は、「工」国での一般的な建築方法に基づき、柱、梁は鉄筋コンクリート構造、壁はコンクリートブロック構造の建物とする。工事敷地内は計画地の治安を考慮して立ち入り防護柵を計画する。

② 既設施設への対処

本計画で建設する制水堰は、全長 110m の現況の制水堰の、右岸側約 50m を撤去して新築される。工事期間中は左岸側残り約 60m 区間の水門を利用して灌漑用水の通水管理を行わなければならない。現況の堰はかなり老朽化しているため、堰体の工事期間中に通水を行う部分に、振動や衝撃の影響を与えないよう充分配慮して撤去作業を実施しなければならない。現況の堰に配管されている水道管及び電話線を、撤去作業に先立って仮設橋上に仮配管しておく必要がある。また、現況堰直下流の左岸側には、上水用の浄水場が建設されており、取水ポンプが設置されているため、施工中は水質汚濁等への予防・対策処置を行う。

③ 仮設道路及び現況交通の保証 (一般車両、工事車両)

工事に当たって既設堰を切断するため、堰に付帯されている橋梁が工事中使用不可能となる。そのため、工事期間中はこれにかわる交通の通行方法を保証しなければならない。

また、工事中の建設資機材の搬入にあたっては、ナイル川沿岸沿いの農業道路は交通量が多く混雑する上に農業道路よりマゾーラへ進入する道路がまだ十分整備されておらず、混雑する村落の中心部を通過する区間があり、工事用道路として適さないため、建設資機材は概ね砂漠道路より搬入することとなる。また、盛土材料の搬入も砂漠側からとなるた

め、上流側二重式鋼矢板締切を延長して左岸側に仮設橋を設けこととする。

仮設橋は現況マソラ堰の併設橋を通行している一般車両の交通を保証するが、現況の交通規制は継続するものとする。従って、仮設橋を通過できる一般車両の重量制限は 5ton とする。

(2) 本工事計画

① 土木基礎工事

(a) 河川締切

計画する制水堰は河川内工事となるが、構造物をドライワークで施工するために、河川を一般的な鋼矢板二重締切り工法を採用して締切る計画である。二重締切りに使用する鋼矢板は本体工事が完了した後撤去して、一部は上流側左岸及び下流側右岸の護岸用として使用する。

二重式締切り工については、既設堰の基礎の切断、矢板の打設、中詰め土の盛土、撤去方法等十分に検討の上施工することとする。二重式鋼矢板締切は左岸側堤防に腹付けするので、基礎掘削に際してポイリングにより堤防側の法崩れが起きないように注意する。

湧水、差し水は釜場を設け、河川締切り期間中必要に応じてポンプにより排水する計画とする。また、必要があれば法留め矢板の打設や予備ポンプを設置して急激な浸水に備える計画とする。なお、二重締切り上部は工事期間中の工事用通路としての機能を持たせ、資機材の搬入や工事用の足場とする。

二重締切り鋼矢板の打設は、老朽化した現況制水堰への打設振動による影響を最小限に押さえる必要があるため、無振動による高周波パイロハンマーを使用する計画とする。但し、高周波パイロハンマーは「エ」国内に無く、日本から持ち込むこととなる。

鋼矢板の吊り込みは、二重式鋼矢板を並列に打設して中詰め土を盛り、作業足場を確保しながらクレーン車により作業を行う。

仮設橋のH鋼杭の打設は、低周波のパイロハンマーで行う計画とする。仮設橋については、幅員は 8m とし、また施工に使用される建設機械の最大荷重を考慮したものとする。

二重式締切り鋼矢板の撤去は、新設の制水堰完了後は旧堰への気使いが不要であるので、パイロハンマーを利用して行う。上流左岸側締切り用鋼矢板護岸及び下流右岸側の矢板護岸の鋼矢板の打設はパイロハンマーを使用する計画とする。

(b) 土工事

二重式締切り工を完了し、締切り内の排水を行った後、河床まで土砂搬出用の作業通

路を設置する。作業通路は右岸側堤防に腹付けし、作業通路の勾配は車両登坂可能勾配を確保する。

既設堰の撤去は、コンクリートブレーカーにより破砕し、破砕したコンクリート屑をバックホーによってダンプトラックに積込み、搬出して行う。石屑は一旦灌漑局用地である作業用地内の土石仮置き場に仮置きし、堰体完了後左岸側の埋戻し材として使用する。基礎の掘削土、堰体上流側の掘削土も同様にストックし、埋戻し材として使用する。コンクリート屑、石屑は捨石材としても利用する。

二重締切りの中詰め材として使用する砂は、計画地より 10km 以内の砂漠の土取り場より持ち込み、撤去時には盛土材として再利用する。

新設の堰体の完了後、左岸側現況堰の路面以上の部分については撤去し、堰体は埋殺し、盛土する。路面部の埋戻しには、水路内より掘削された粘性の高い土砂を利用し、空洞等による不等沈下がないよう小型ローラー或いはタンパー等で十分な転圧を行う。

(c) 堰体工事

鉄筋

搬入された鉄筋は、シート等で養生し、酸化(錆)を防止する。組立は結束線により行い、型枠、均しコンクリートとの間には、スペーサー、モルタルブロックを置き、かぶりを確保する。

型枠

型枠材は、木製合板を使用するものとする。

コンクリート

底版、側壁、導流壁部のコンクリートの打設は、コンクリート量が多いので、バッチャープラントの能力と1日の打設能力に見合う量に分割して、計画的に行う。

構造体の分割位置は、応力のかからない位置とし、底版、側壁については止水板を挿入する。設計以外の打継ぎ目あるいはコンクリート打設の分割方法についてはあらかじめ計画をたて、施工監理者の承認を得なければならない。

底版及び導流壁についてはかなりのマスコンクリートとなり、現地の夏期気温が 40℃以上に達することと、乾燥気候であることから、打設・養生は暑中コンクリートとして管理する。

(d) 管理棟工事

仕上げ工事となるタイル、左官、塗装、建具、給排水工事は、「エ」国の専門業者を雇用する。

(e) コンクリートの調達または生産

i) コンクリート調達には下記の方法が考えられる。

- ・現地のコンクリートプラントより調達する。
- ・現地でプラントのリースを受けて現場で生産する。
- ・日本でプラントのリースを受けて現場に持込み現場で生産する。

ii) コンクリート調達には下記の方法が考えられる。

・最寄りのコンクリートプラント

会社名 : Hassan Allam Son's
所在地 : Cairo-Fayoum 砂漠道路沿線で、カイロから約 50km 地点
運搬距離 : 片道約 100km
プラント能力 : 20m³/hr.
アジテーターカー保有台数 : 6m³ アジテータートラック 4 台

現地調査の結果、現地でのコンクリートの調達は、プラントの機械の状態（老朽化）、メンテナンス状況等から判断すると、要望に応じた品質と連続製造を望むことは難しい。また、運搬距離と気象条件を考慮するとコンクリートの分離の恐れがあること、アジテータートラックの台数が少なく十分な供給が望めないことから、現地でのプラント調達は不可能と判断する。

・リース可能な会社

カイロ市内の以下の 7 社の調査を行った。これらの会社はコンクリートプラントを保有しているが、リース専用のものは保有していない。また、プラントのリース専門の会社もない。

表 4-1 建設機械リース可能会社

No.	会社名
1	Arab Contractor
2	Sunrise Engineering & Trading
3	Egyptian Trans. & Commercial
4	Shalaby Son's for Transp
5	Lamei A. Shahid
6	Mohey Gharib Co.
7	Hamdy Abu Talib Co.

以上いずれの会社もリース専用のコンクリートプラントを保有しておらず、もしリースできたとしてもメンテナンス体制ができていない。よって、本計画で必要な 40m³/hr 能力のプラントの現地での調達は、不可能である。

iii) 結論

本工事のコンクリートの総使用量は約 7500m³ である。特に構造物の本体部分 (7000m³) を約 7.5 ヶ月の短期間に施工しなければならない。また、仕様にあったコンクリートの品質管理と短期間で的大量コンクリート打設のために連続生産が要求される。

上記の条件に合致するコンクリートの品質管理と、コンクリートプラント設備の信頼性を考慮すると、コンクリートプラントは日本から調達し、現場にて生コンクリートを生産することが適切である。

(f) ゲート工事

ゲートの戸当たり金具は、ゲート据付前に底版と堰柱に設けられた箱抜きアンカーに溶接し、コンクリートを充填して正しく固定しておかなければならない。

ゲートは躯体工事完了後、併設の橋梁上に配置した 60t クレーンで吊り込み、据付ける。設置されたゲートは、二重締切り撤去前に、試運転を行い、作動を充分確認する。締切り内の無負荷状態での試運転の後、二重締め切りを撤去し、通水状態での最終テストを行い最終確認をする。

(g) 電気設備工事

ゲートの取付作業と平行して、堰柱上或いは所定の位置にゲート巻上げ機、機側の運転用機器及び計測器、コントロールパネル等の設置を行う。ゲートのテストと同時に、運転機器及び計測機器の操作機能テストを行う。

(h) 付帯工事

ブロック護床工の工事は、比較的長期の工程を必要とするため、下流側エプロンのコンクリート工事完了後速やかに開始する。

護岸工の工事は、ゲートの据付及び無負荷試運転完了後、二重締切り鋼矢板の撤去に平行しながら、撤去した鋼矢板を補修し、護岸工に転用して打設することにより建設する。

捨石工事等の作業は、二重締切り周りはシートパイル撤去前に行い、既設水路下流部埋戻し部は、盛土完了時に行うものとする。

路面舗装に際しては、通行車両を考慮して片側の通行を規制しながら工事を行う。

4-1-2 施工上の留意事項

(1) 「エ」国建設会社の技術水準状況

「エ」国における建設会社の水準は比較的高い。「エ」国で通常に行われる制度・仕上げ状況をもってすれば、本計画におけるコンクリート工事、基礎工事等を、支障なく遂行できる技術力を持っている。

本計画は既設堰の位置に新規の堰を建設する工事であるが、水中での既設構造物の撤去を含むかなり大規模な締切工事を伴うものであるため、「エ」国内の殆どの建設業者には経験のない工事となる。しかしながら、この種の工事の経験・実績のある日本国の建設業者の指導・管理の下でなら十分な施工が可能である。

従って、現地建設業者を下請として利用することは充分可能である。

(2) 「エ」国内の建設機械状況

「エ」国内では殆どの一般的な建設機械の入手は可能である。しかしながら、老朽化した既設構造物へ振動を与えず打設出来る高周波パイプロハンマーのような特殊な機械は「エ」国内では需要が少ないため、建設会社もリース会社も持ち合わせていない。「エ」国では、建設機械のリースは資本を持った建設会社が自社の機械をリースしている状況であり、リース料は決して安くはない。機種によっては、リースされている建設機械の状態、メンテナンス状況等の質が悪いため、これらの機械をリースした場合に、施工・工期に支障を来す恐れがあり、日本からの持ち込みや第 3 国からの調達を検討する必要がある。

(3) 「エ」国内の労働力状況

建設会社の技術水準同様、「エ」国の技術者および技能労働者の質は比較的高い。「エ」国の建設市場はここ 2~3 年徐々に上昇しているため、有能な技術者および技能労働者の確保が困難となってきた。マゾーラ地区は、カイロから約 170km 離れた過疎地であるため、マゾーラの建設現場で働く技術者や技能労働者を確保することはかなり困難と予想される。地区周辺の農村部の労務対象者は、熟練作業を必要としない普通作業員や警備員として調達されるが、日本の技能工による現場作業中の訓練を通じて技術移転を行う。

4-1-3 施工区分

(1) 用地の収用・借用

本計画においては、土地収用は無いように計画されている。仮設工事計画に必要な用地は、建設地に隣接した公共用地を「エ」国の責任で用意するものとする。用意された仮設工事以外の民間用地の使用が必要となる場合は、その分については日本側負担とする。違法耕地の作物（公共用地内での作物）は、「エ」国側で工事実施前に撤去する。

(2) 輸入資機材の海上及び内陸輸送費

現地サイトまでのすべての資機材の輸送費は、日本側負担とする。

(3) 電力・電話及び飲用水の供給

「エ」国側は本工事の機械電気施設に関する電力引込線及び変圧器を含む受電設備までを負担する。施工現場への仮設電力の受電設備は日本側が負担する。電話については引込線までを「エ」国側負担工事とする。本設に必要な水道管については、現場内への引き込み工事までを「エ」国側が負担する。

(4) 外構工事とガーデニング

施設建設後の境界塀及び敷地内の緑地化は「エ」国側が行う。橋梁と操作台に設置される街灯は日本側の工事とする。

(5) その他

工事に必要な資機材・建設機械の輸入や建設機械の再輸出に必要な諸手続費用、関税及び無償資金の支払いに必要な銀行口座開設に伴う費用は「エ」国側の負担とする。

4-1-4 施工監理計画

(1) 建設業者による施工管理

本計画は、現況の全長 110m 制水堰の 50m 部分を撤去し、残りの 60m 区間において

現況の制水堰の機能を維持させながら、新規の制水堰の建設を行う工事である。工事期間中の残存ゲートの管理については、「エ」国の施主側が行うが、施主側と連絡を密にして工事中の水管理上の事故が発生しないように充分配慮しなければならない。

本計画は、現地作業を主体とする土木工事と、工場製作を主体とするゲート製作とで構成されている。土木工事は概ね現地の材料を利用し、現地の下請業者や労務者を雇用して行うので、この種の工事における十分な技術と経験を有し、かつ「エ」国における建設工事の経験を有する常駐技術者による現場管理を必要とする。特に本工事においては、「エ」国において事例の少ない河川内での締切工事を伴うので、河川締切工事での十分な経験を有する技術者の派遣が必要である。

また、仮設締切工事時に現況制水堰の部分的な取壊し作業を行い、この工事は水中作業となるために、潜水夫による作業が必要となる。潜水夫による作業は「エ」国内でも行われているが、工事中に事故が発生しないよう充分注意しなければならない。型枠、鉄筋、コンクリート工事等現地の技能工や作業員を雇用して行う作業は、十分な技術指導を行って、必要とされる品質と精度を確保して行なわれなくてはならない。

工事施行のための常駐管理者と派遣技術者の配置については表 4-2 及び表 4-3 に示すとおりである。

表4-2 常駐管理者配置計画

役 職	等 級	任 務
所長	3級	工事全体の総括、管理
土木技師1	4級	全職種間の総合的な施工管理・工程管理調整及び仮設工事・土木工事の施工管理担当
土木技師2	4級	本体部分となる構造物工事の施工管理及び品質・安全管理担当
建築技師	4級	建屋の建築に関する品質・施工管理及び設備との調整担当
電気技師	4級	電気設備の品質・施工管理
機械技師	4級	機械設備の品質・施工管理
経理	4級	資材の通関・輸送・現地従業員の労務管理・渉外担当

表4-3 派遣技術者配置計画

役 職	等 級	任 務
鋼矢板二重締切工の施工指導員	5級	二重鋼矢板の打設及び締切工設置期間中の施工指導
鋼矢板打設指導員	5級	全工期にわたり鋼矢板の打設、鋼矢板護岸工の設置指導・点検保守指導・撤去指導・転用打設指導
土留支保工指導員	5級	仮設締切工設置時、撤去時の施工指導
型枠指導員	5級	型枠の組立指導
鉄筋指導員	5級	鉄筋の組立指導
地盤改良(CJG)指導員	5級	地盤改良工事の指導 (2パーティ)
地盤改良(CJG)指導員	5級	地盤改良工事の指導 (2パーティ)
ゲート据付指導員	5級	ゲート据付指導
電気設備据付指導員	5級	電気設備据付指導
ゲート運転指導員	5級	通水前、通水後のゲート作動の点検・運転指導

(2) コンサルタントの設計・施工監理

① 詳細設計

詳細設計及び入札図書作製のため、表4-4の通り要員を配置する。なお、期間は全体工程表に記載されている通りである。

② 施工監理

建設段階の国内作業、現地作業は以下の通りである。

種 類	内 容
国内作業	図面承認、電気・機械機器の製作検査、梱包仕様検査、輸出報告書類の確認
現地作業	図面承認、開梱検査立会、現場立会検査、工事出来高証明、竣工検査、工事完工証明書の発行

本工事は、既設の制水堰の一部を撤去し、新規の制水堰を建設する工事であり、複雑な作業となるため、常駐監理者には灌漑施設の設計施工及び施設の維持管理等の知識を有する技術者を選定する必要がある。

施工監理業務に当たっては、表 4-5 に示す要員を配置する。期間は全体工程表に記載する通りである。

表4-4 実施設計要員計画

役 職	等 級	任 務
総括（主任技術者）	2級	各分野の設計内容のとりまとめ、実施設計及び入札書類の作成を行う。
土木構造物設計	3級	土木構造物の現地調査及び設計を担当する。構造計算、図面作成を行う。
土木構造物設計	4級	土木構造物の設計を担当する。構造計算、数量計算を行う。
建築設計	3級	建築構造物の現地調査及び設計を担当する。構造計算、数量計算を行う。
機械設計	3級	ゲートの仕様の決定、構造計算、図面作成及び数量計算を行う。
積算・調達計画	4級	実施設計の結果に基づき、基本設計時に行った積算の見直しを行う。
土木工事仕様書作成	3級	詳細設計の結果に基づき、土木構造物及び建築関係の仕様書を作成する。
ゲート作製及び据付仕様書作成	3級	詳細設計の結果に基づき、ゲートの作製・据付に関する仕様書を作成する。
電気設備設計・設置仕様	3級	詳細設計の結果に基づき、電気設備関係の仕様書を作成する。
入札図書	3級	実施設計の結果を入札図書として集成する。

表4-5 施工監理要員配置計画

役 職	等 級	任 務
総括（主任技術者）	2級	入札業務段階での入札審査、技術評価を行う。施工管理を総括する。
常駐監理	3級	土木建築、機械電気設備工事の全般にわたり、現地における立会及び調整、工程、品質、安全に関する助言を行う。 土木、建築関係工事図面、設計変更等の承認及び維持管理運営方法の助言指導。
電気設計（スポット）	3級	工事工程の必要時期にスポット配置し、契約者への助言指導を行う。電気関係工事図面の承認
機械設計（スポット）	3級	工事工程の必要時期にスポット配置し、契約者への助言指導を行う。機械関係工事図面の変更

4-1-5 資機材調達計画

セメント、骨材、鉄筋、鉄骨、木材、一般建築用資材、電気線、配管材等については、現地調達が可能である。しかしながら、本計画に使用する大型ゲート及び付帯する巻上げ機関連機器・電気設備、仮設土留用の鋼矢板等は現地メーカーが無く、輸入物となり現地調達は困難である。従って、これらについては日本または第3国からの調達が必要である。

日本または第3国調達が必要な主な機材は下記のようなものがある。

① 水門用大型ゲート

「エ」国内では、水門用大型ゲートのような鉄鋼加工による複雑な大型二次製品の生産メーカーは存在しない。「エ」国唯一の大型鉄鋼品加工メーカー（エル・ナセル社）では、水道用のダクタイル管及びその付属品を生産しているだけである。

② ゲート巻上関連機器及び電気設備

「エ」国内では、前述のとおり大型水門ゲートの製作は行われておらず、従ってそれに付帯する巻上げ機関連の機器及び電気設備機器の生産は全くされていない。これらの設備はゲートと一体的な設計が必要であるので、その調達はゲートメーカーの責任範囲とする。

③ 鋼矢板

「エ」国内では、一般鉄鋼材である鉄筋、鉄板、形状鋼材等は生産されているが、鋼矢板等の建設用仮設資材は生産されていない。建設用仮設資材としての鋼矢板は輸入されており、補修しながら繰り返し使用されている状況であるため、本計画で必要となる大量のシートパイルを調達することは「エ」国内では不可能である。さらに水路内で使用する目的であり、仮設に使用すると同時に本設に転用する計画であるため、遮水性が高く品質の高いものが要求されるが、このような品質のものは、上記の状況により、「エ」国内で調達することは不可能である。よって、鋼矢板は日本または第三国からの調達が必要となる。

4-1-6 実施工程

(1) 工事施工順序

本計画は現況の全長 110m 制水堰の右岸側約 50m を撤去して、新規制水堰を建設する工事である。工事中は現況の制水堰の機能を維持すると共に、付帯する橋梁の一般交通の通行を確保しなければならない。工事中必要な分の締切を行っても、左岸側扉門 14 門は使用可能である。現況の制水堰は、通常 3～6 門のゲートを操作して水位及び流量の調整を行っている。従って、14 門の扉門があれば十分な水位調整・管理は可能である。二

重縮切工完了後本体基礎掘削のための土工事、構造物のコンクリート工事を行い、構造物工事が完了した段階でゲートの据付及び電気設備工事を完了し、縮切撤去の前にゲートの無負荷試運転を行う。その後二重縮切を撤去して通水テストを行った後、左岸側の縮切工事を行う。下流右岸側の護岸工事は本体工事に平行して実施する。左岸側縮切工事完了後、併設橋梁に接続する道路の建設を行って工事は完了する。

これら一連の工事の工程計画表は図4-1に示すとおりである。

(2) 主要工種の施工日数の計画

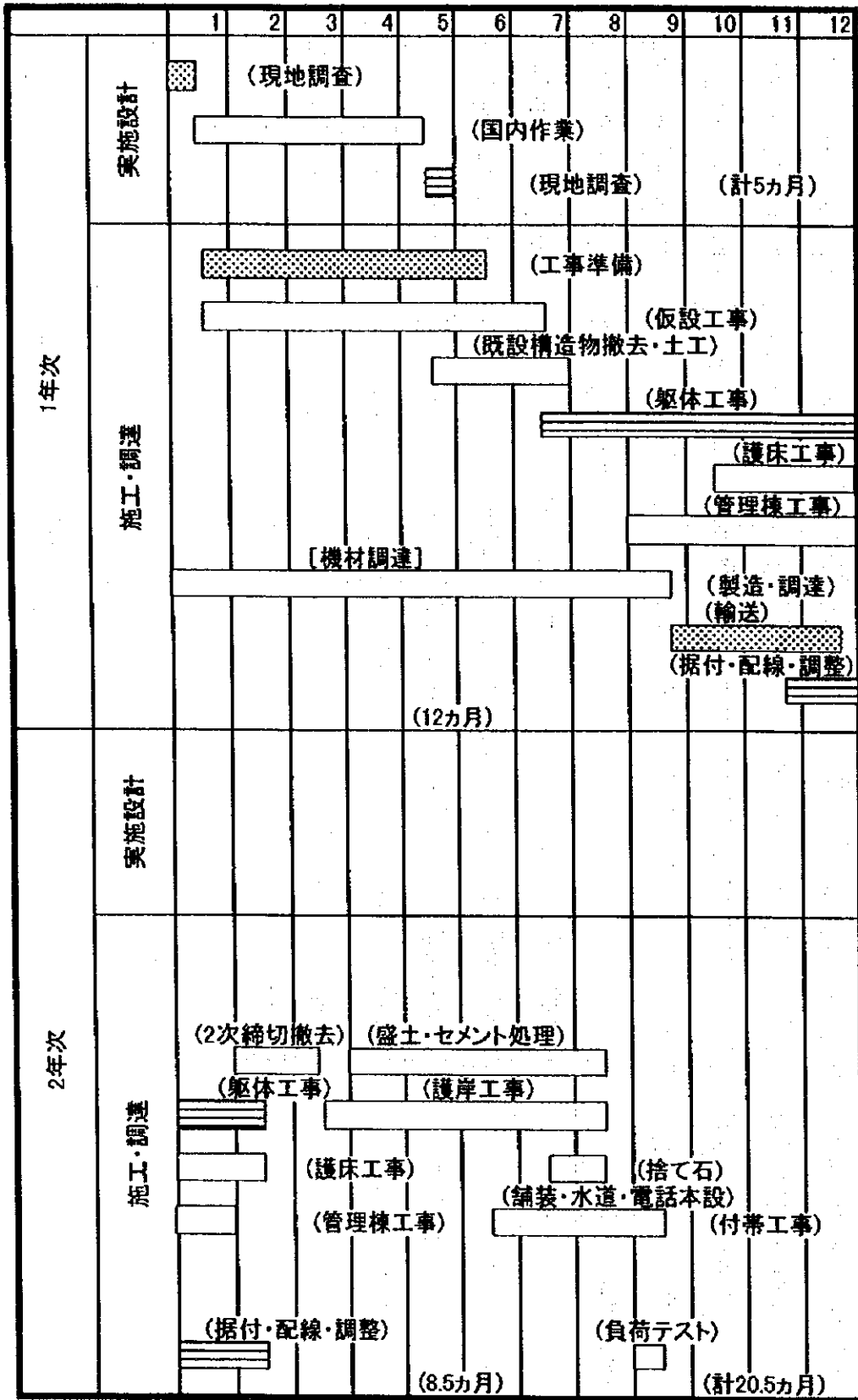
主要工種の施工日数の計画を表4-6に示す。

表4-6 主要工種の施工日数と施工条件

主要工種	施工日数	施工条件
仮設工事	9ヶ月	既設制水堰の機能を維持できる範囲で二重縮切工を設置する。また、既設制水堰を切断するために、工事中付帯橋梁の現況交通の通行保証と工事用のための仮設橋を仮設する。本体工の施工が完了し、ゲートを据え付け、試運転を行った後に二重縮切工を撤去する。
土工事	9ヶ月	二重縮切工施工時の既設構造物撤去作業は水中作業となる。護岸工施工後の盛土及び左岸側縮切のための盛土工事がある。
構造物工事	8ヶ月	コンクリートの打設能力(40m ³ /h)を考慮して、コンクリートの打設計画をたてる。機械設備(ゲート)の据付前までに完了させる必要がある。
建築工事	7ヶ月	機械・電気設備工事の前までに仕上げを残す作業完了させる。
機械・電気工事	9ヶ月	工場製作5ヶ月、輸送・運搬3ヶ月 据付は、水路締め切り期間中に完了させる。
付帯工事	4ヶ月	護岸工用の鋼矢板は仮設工事として二重縮切工に使用した鋼矢板を転用する。左岸側の縮切及び一部撤去工事を完了した後道路の舗装工事を行う。
運転指導	1ヶ月	工事完了後、試運転・調整期間中に実施する。

図 4-1

業務実施工程表



(3) 工程設定の条件

本工事においては、仮設工事（二重鋼矢板締切工設置）、土工事、コンクリート構造物工事、機械（ゲート）据付・電気設備工事、仮設工事（二重鋼矢板締切工撤去）、通水切替及び左岸側締切工事等がある。機械（ゲート）・電気設備の製作・輸送及び建築工事は本体工事に並行して進められるため、全体で21ヶ月を要する工程となる。

4-1-7 相手国側負担事項

エジプト国政府は日本政府の本事業への無償援助事業に関し、必要となる以下の方策を講じるものとする。

- (1) 事業に必要なデータおよび情報の提供
- (2) 事業の実施に必要な土地の確保（用地取得、渡橋権、工事事務所用地、作業場、資材置場など）
- (3) 建設工事開始に先立つ現場の整地
- (4) 資機材の国内輸送に先立つ現場への道路および橋梁の整備
- (5) 日本の為替銀行のサービスに対する手数料、即ち、“支払受権書”の発行に対する手数料の負担
- (6) 無償援助にて調達された本事業用資機材のエジプト国荷揚げ港における荷下ろし、迅速な通関および国内輸送の保証
- (7) 契約書に基づき提供される資機材およびサービスに関し、本事業に従事する日本国民および法人に対する関税、国内諸税および賦課金等の免除
- (8) 契約書に基づく製品およびサービスの供与に必要な日本国民の業務遂行のための入国および滞在に対し、エジプト国の法律および規則に基づく承認
- (9) エジプト国の法律および規則に基づく事業実施に必要な許可、免許および他の権限の取得
- (10) 本事業にて建設された施設および提供された機材の適正および有効な保守管理
- (11) 事業実施期間中に事業地域における第三者もしくは住民からの事業に関わる苦情に対する調整および解決
- (12) 本事業の実施に必要な費用の内、日本国の無償援助で負担するものを除く費用の負担
- (13) 本事業に従事する日本人の安全の確保および暴動、反乱、騒乱等に対する緊密な保安の確保

4-2 概算事業費

4-2-1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力によって実施する場合に必要な事業費総額は、約 24.7 億円となる。先に述べた日本と「エ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す (3) の積算条件によれば、次の通りと見積られる。

(1) 日本側負担経費

表 4-7 日本側負担経費

単位：百万円

事業費区分	第1年目	第2年目	合計
(1) 建設費	1,150.8	892.9	2,043.7
ア 直接工事費	790.0	536.9	1,326.9
イ 現場経費	119.8	162.2	282.1
ウ 共通仮設費等	55.3	70.1	125.4
エ 輸送梱包費	138.7	82.3	221.0
オ 一般管理費	47.1	41.2	88.3
(2) 機材費	0.0	0.0	0.0
(3) 施工管理費	38.2	50.7	88.9
合計	1,189.0	943.6	2,132.6

この他に、詳細設計費が 87.8 百万円と見積られる。従って日本側総負担額は 22.2 億円となる。

(2) 「エ」国負担金額と予算措置

本プロジェクトの実施に必要な、「エ」国側の負担金額は、表 4-8 に示す通り 2 億 5 千万円と見積られる。建設用地取得費は、公共用地であるため見込んでいない。違法耕作地は仮設用地 2ha も含めて 3ha あるが補償は必要無い。整地費は 3ha 分、送電設備と受電設備費、水道引込み施設費 (飲料水のみ)、電話引込み工事と契約料、銀行手数料があり、直接経費として必要である。その他に無償資金協力の場合、輸入税等の税金は「エ」国負担となるので、輸入資機材総額の 20% を直接予算に計上しなければならない。従って「エ」国側予算については、建設時に通常の予算に加え、本プロジェクト経費分として 2 億 5 千万円を余分に計上する必要がある。

表4-8「工」国負担金額

負担費目 項目	金額			
	第1年目	第2年目	合計 1,000ILE	円換算 1,000円
建設用地取得費	0	0	0	0
耕作地保障費用	0	0	0	0
整地費	15.4	0	15.4	600
外構工事費	0	25.7	25.7	1,000
受電設備	667.9	0	667.9	26,000
水道引込み工事費	51.4	0	51.4	2,000
電話回線引込み工事費	0	53.9	53.9	2,100
取付道路 (現場外 2000 m)	0	179.8	179.8	7,000
銀行取決め諸経費	51.4	0	51.4	2,000
関税手当て	2,137.4	3,000.0	5,137.4	200,000
その他 (雑費)	131.2	100.0	231.2	9,000
計	3,054.7	3,359.4	6,414.1	249,700

ラフーン堰建設時に灌漑局は同規模の予算を計上し、問題無く事業を完了していることから、今回においてはよりスムーズに予算の計上が可能となると確信する。

(3) 積算条件

- | | |
|-------------|---|
| (1) 積算条件 | 平成10年9月 |
| (2) 為替交換レート | 1US\$=137円 1ILE=38.93円 |
| (3) 施工期間 | 2期による工事とし、各期に要する詳細設計、工事の期間は施工工程に示したとおり。 |

(4) その他

本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

4-2-2 運営維持・管理費

施設建設後はベニ・スエフ灌漑地方局ソモスタ地方事務所が本堰の維持管理運営を行う。IISは、USAID、世銀、オランダ等による国際協力事業を数多く経験しており各部局共に技術・知識を持った人材が多い。またベニ・スエフ地方局には土木技師の他、機械電気技師も常駐して数多くの施設の維持管理を行っていることから近代的な施設の維持管理に対する高い技術レベルを持った要員は多い。

しかしポンプ等の近代的な灌漑施設は存在するが、本プロジェクトで建設する電動ゲートは前回実施されたラフーン堰が最初であり、前回は施設の操作、点検、補修について公共事業水資源省灌漑局 (ID) の技術者を対象に現地実地訓練 (OJT) を行ったが、今回は対象を現地事務所の操作員と維持管理作業に絞って行う。日常の水位管理を行う操作員は、日常点検清掃や、軽微な補修等も行う。

適切な管理を行うには、ゲートの操作管理マニュアルに適合した管理ができるような予算の措置が必要である。予算は年度により著しく増加することのないよう配慮し、中長期の計画のもとに管理予算を作成する。予算の措置に当っては、国の助成を有効に活用し管理水準を確保する。同一年度に規模の大きい補修工事や機械・機具類の更新が重なると、単年度の管理費予算が著しく増加し賦課金の徴収が円滑に進まない場合が懸念される。従って、施設の整備や補修は計画的に小口分割して毎年行うものとする。マゾーラ堰の建設後の年間維持管理費は下記の表 4-9 に示す通りである。これは 96 年度予算と同程度であり、十分手当てが可能である。またこの予算の施設管理費については、ゴミ除去等の人夫の雇働費、維持補修費は建設後のゲート操作のための電気代、油代が含まれている。

表 4-9 マゾーラ堰管理費年間予算(案)

金額単位：LE

区 分		96 年度予算	計画予算	内 訳	備 考
施設管理費	整備費	10,000	10,000	清掃、矢板塗装	塗装面積 200m ² 、
		10,000	10,000	清掃、機械設備塗装	塗装面積 200m ²
		—	1,000	電気通信設備	スイッチ、リレー、ヒューズ等
	電力量	—	13,500	動力光熱費	50kw×3h×360×0.25
	機具費	—	1,000	記録紙	
水管理費	調査費	10,000	10,000	測量、流量観測等	
	人件費	46,000	36,000	所長・操作員 8 名	IAS, 技術者除く
	事務費	5,000	5,000	連絡、事務消耗品費	
	交通費	2,400	2,400	自動車借上げ費	
補修費	120,000	120,000	ランブサム	設計施工監理費含	
合 計	203,400	208,900			

第5章 プロジェクトの評価と提言

第5章 プロジェクトの評価と提言

5-1 妥当性に係る実証・検証及び裨益効果

5-1-1 期待される裨益効果

バハル・ヨセフ用灌漑水路は全国農地面積 780 万フェダン (328 万 ha) の約 10% に相当する 77 万フェダン (32.3 万 ha) の灌漑を行なっている。この用水路の基幹施設であるマゾーラ堰との改修によって裨益を受ける農地面積は 60 万フェダン (25.2 万 ha) である。本計画の実施により、既に日本の無償資金協力によって改修されたラフーン堰との相互運用により、以下の効果が期待される。

(1) 直接的な効果

- ① マゾーラ堰の改修によりゲート操作が電動化され、操作が容易になり、需要に即応した適時の操作が可能となるとともに、無効放流が減少し、約 5.0 万フェダン (2.2 万 ha) の直接受益地に対する灌漑用水の調節と効率的な配分が可能となる。
- ② 既存のマゾーラ堰は老朽化が激しく、崩壊の恐れがあるため本堰が決壊した場合、堰下流地区に及ぼす被害と堰上流側の取水が不可能となり、その結果作物減収による被害が発生すると考えられる。本堰の改修によりこれらの被害を未然に防ぐことができる。
- ③ 適時・適切なゲート操作により効率的な水管理によって、「エ」国政府が計画している新規開拓地 1.2 万フェダン (5 千 ha) への用水供給が可能となる。

(2) 間接的な効果

- ① ラフーン堰の水位変動と流量変化に連動したマゾーラ堰のゲート操作管理によって、ラフーン堰下流に位置する 55 万フェダン (23.0 万 ha) の耕地への灌漑用水の効率的な水配分が可能となる。
- ② マゾーラ堰の併設橋が改良されることにより、現在実施されている車輛 5t の重量制限が解除される。また幅員の拡大により、村落道路であった地方道路がカイロ・アシュート砂漠道路とカイロ・アスワン道路を結ぶ国道に昇格されて、農業生産用の幹線道路のみならず、地域農民の生活基盤道路として活用され、ベニスエフ県の社会経済活動に多大な効果をもたらす。
- ③ ラフーン堰・マゾーラ堰の改修によって無効放流が防止され、両堰間での水路貯水効果が期待できる。

5-1-2 妥当性に係る実証

本計画の裨益対象者は、

- ① 直接的には平均耕地所有面積が 2.0 フェダ (0.84ha) 以下のマゾーラ堰掛りの 1 万 4 千戸の小規模農家
- ② 間接的にはラフーン堰下流の 20 万戸におよぶ小規模農家
- ③ パハル・ヨセフ用水路の左岸沿いに広がる砂漠地の約 1.2 万フェダ (5 千 ha) の新規開拓地への入植者である。

本計画は、灌漑用水をナイルの水にのみ依存している地域農家の生活改善を目的とするもので、「エ」国の長期計画である「灌漑施設整備事業」の一環として位置づけられている。「エ」国政府は、財政事情の悪化により自己資金による計画の実施が困難であることから、日本や欧米からの資金援助を求めている。

マゾーラ堰の下流に位置するラフーン堰は、緊急性の最も高い事業として日本政府の無償資金協力により実施された。一方、老朽化し崩壊の恐れがあるマゾーラ堰は、水管理操作が困難なために受益地への適切な水配分が出来ていない状況から、早急な整備が必要とされる。実施機関である公共事業水資源省は実施に必要な要員は抱えているものの、ラフーン堰同様施設建設の費用及び技術を他国の援助に依存せねばならない。しかしながら、本計画には他国の援助の予定もないので、日本の無償資金協力と技術移転によって実施するのが最も妥当であると判断する。

実施後の維持・管理については、公共事業水資源省の灌漑局が当たるが、十分な人材・技術を有し、必要な維持・管理の予算を確保している。老朽化した灌漑施設の再建で、施設が改善され環境も整備される。

事業主体である公共事業水資源省はこれまでもラフーン制水堰改善計画等の日本の無償資金協力による事業の実施経験を有し、日本の無償資金協力の制度についても熟知しており、本計画を日本の無償資金協力で実施することについては特段の困難は無く円滑な業務の実施が期待できる。

5-2 技術協力・他ドナーとの関連

5-2-1 本プロジェクトにおける技術協力

本プロジェクトの目標は、老朽化したマソーラ堰を改修し近代的な施設に改善してゲート操作を容易にすることにより、マソーラ堰下流の受益地域に効率的・安定的に灌漑を行うことである。また本プロジェクトに先立って実施されたラフーン堰のゲート操作と連動したマソーラ堰の操作管理を行うことによって、マソーラ堰とラフーン堰の間の用水路に調整池としての貯留効果が期待され、ラフーン堰下流の水需要に適応した水管理が可能となる。そのため、「エ」国は、日本政府に対しこれらの近代的な施設を利用した水管理及び施設の運営維持管理に対する技術協力を強く望んでいる。本地区に関する他ドナーは無く、特に記述する事項はない。

公共事業水資源省に対する現在までの我が国による技術協力は以下の通りである。

バハル・ヨセフ地区灌漑整備計画開発調査	1991年4月~1992年9月
バハル・ヨセフ地区整備計画基本設計調査	1994年5月~1994年11月
バハル・ヨセフ地区整備計画無償資金協力事業	1995年3月~1997年3月
長期専門家派遣	灌漑排水計画専門家 1996年6月~1999年6月
	灌漑技術専門家 1996年6月~1999年6月

5-2-2 他ドナーとの連携

バハル・ヨセフ灌漑用水路系統においては、ラフーン調節堰下流のファユウム盆地のパイロット地域でオランダ政府による資金協力により、1996年より第2次水路レベルの農民参加型水管理運営プロジェクト「Farm Water Management Project (FWMP)」が開始されている。しかしながらバハル・ヨセフ灌漑用水路全体の水管理運営体制を考慮した2次水路の運営方法の確立までは至っていない。このプロジェクト結果を踏まえ、「エ」国政府は旧耕作地及び開拓地に対する水管理運営方法を対象とした「ラフーングループ堰とマソーラ堰のゲート操作・水管理規定」の策定と「施設の維持管理規定」の策定のための技術協力を日本政府が実施することを望んでいる。

5-3 課題

前述のように、本計画実施によって多大な効果が期待されると同時に、本計画が受益地農家の生活水準向上に寄与することから、本計画を日本政府の無償資金協力で実施することは妥当であることが確認された。さらに本計画実施後の運営・管理については「エ」国政府が人員・資金ともに十分な体制を整えているので問題ないと考えられる。

ラフーン制水堰グループ整備・改善計画に引続いて本計画を契機に以下の点が改善されれば、本計画対象施設及びこれを利用した灌漑施設にとどまらず、バハル・ヨセフ用水系統全体の、さらには「エ」国の灌漑組織の改善に寄与していくことが期待される。

- 1) 水利用計画の策定およびその組織的な運用によって用水の有効利用を図る。同時に、灌漑局は農業省と協力して、適切な水利用について農家の指導に当たる。
- 2) ラフーン制水堰及びマソーラ制水堰建設の経験を生かし、上流の老朽化したサコーラ制水堰、エル・ダハブ制水堰及びダイリュート制水堰等の改修も引続き実施する。
- 3) ラフーン及びマソーラ制水堰操作管理室の駐在員には用水管理に十分な経験と知識を有する技術者を任命し、施設管理のモデルケースとする。
- 4) バハル・ヨセフ用水路系統の全体水管理計画、並びに施設の維持管理計画を策定し、これをもとに一貫した水管理と施設の維持管理の整備を実施し、水資源の有効活用を図る。

なお、灌漑用水の適切な配分と効率的な利用のために今後の課題として、

- ① 水管理技術者の育成
- ② 水管理マニュアルの作成
- ③ 水管理組合等の強化等

が挙げられる。

基本設計図

GENERAL PLAN

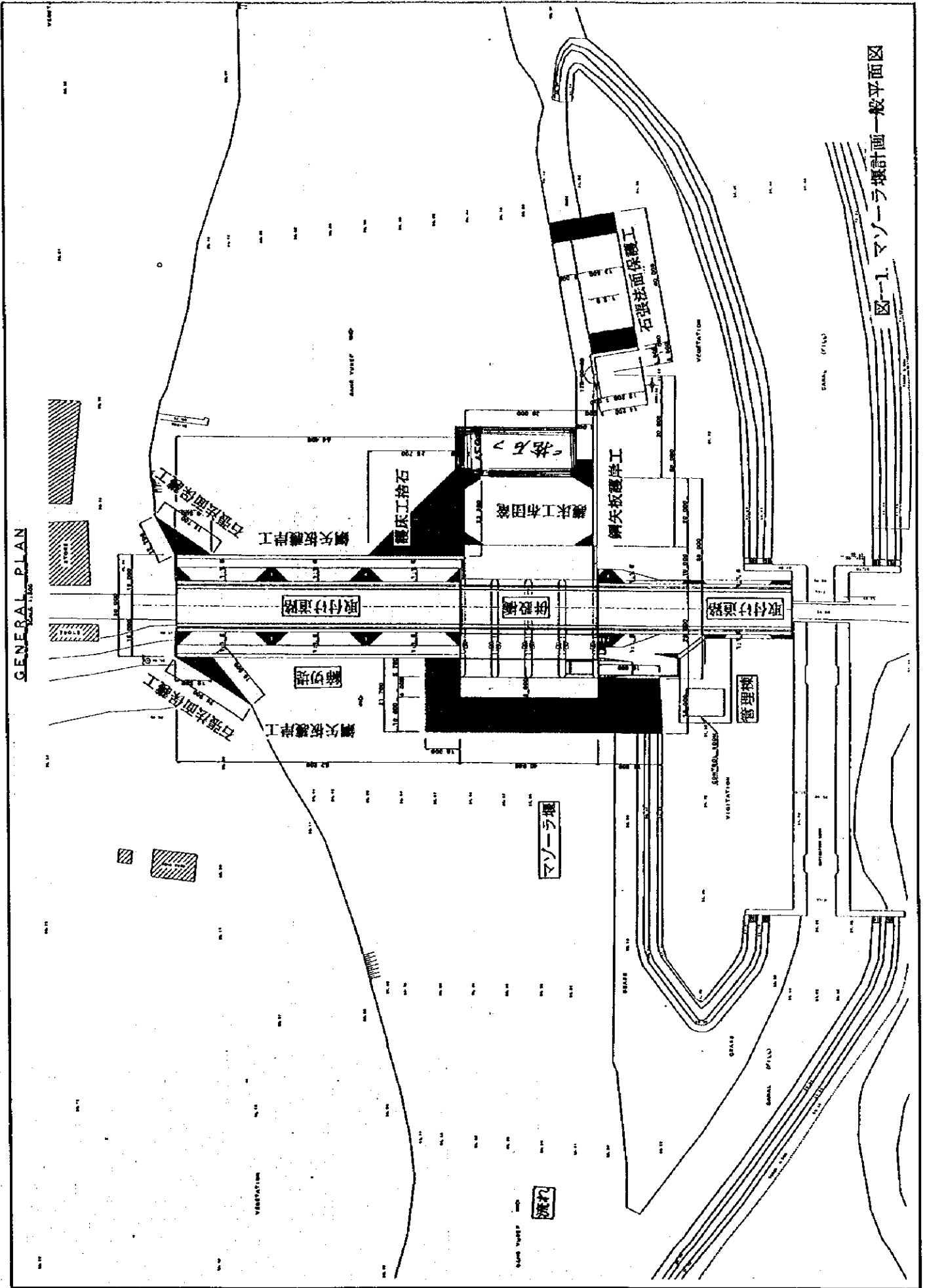
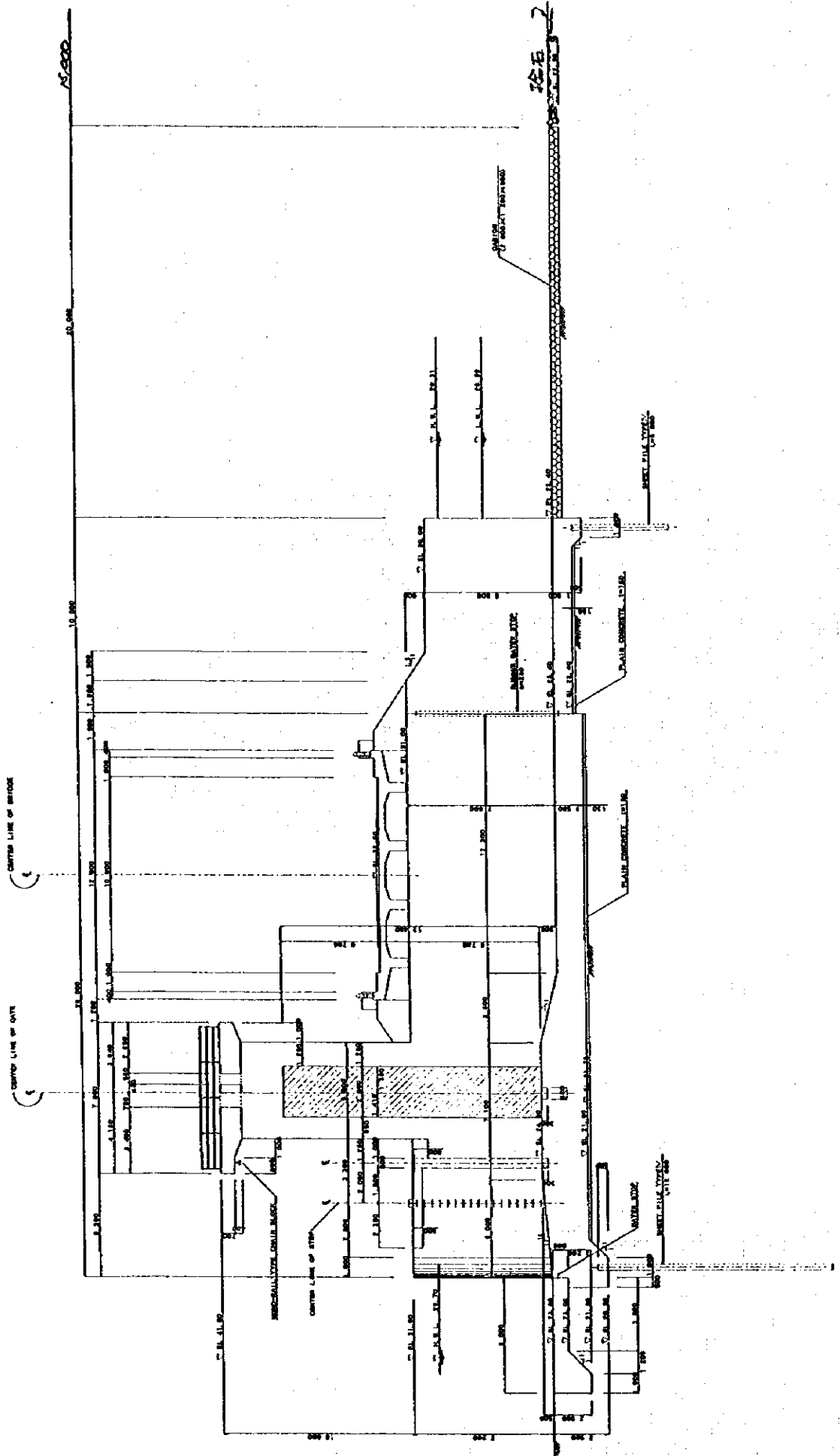


図-1. マノララ堤計画一般平面図

LONGITUDINAL SECTION OF MAZOURA REGULATOR

SCALE 1/100



図一2. マゾーラ堰計面縦断面図

ELEVATION OF MAZOURA REGULATO

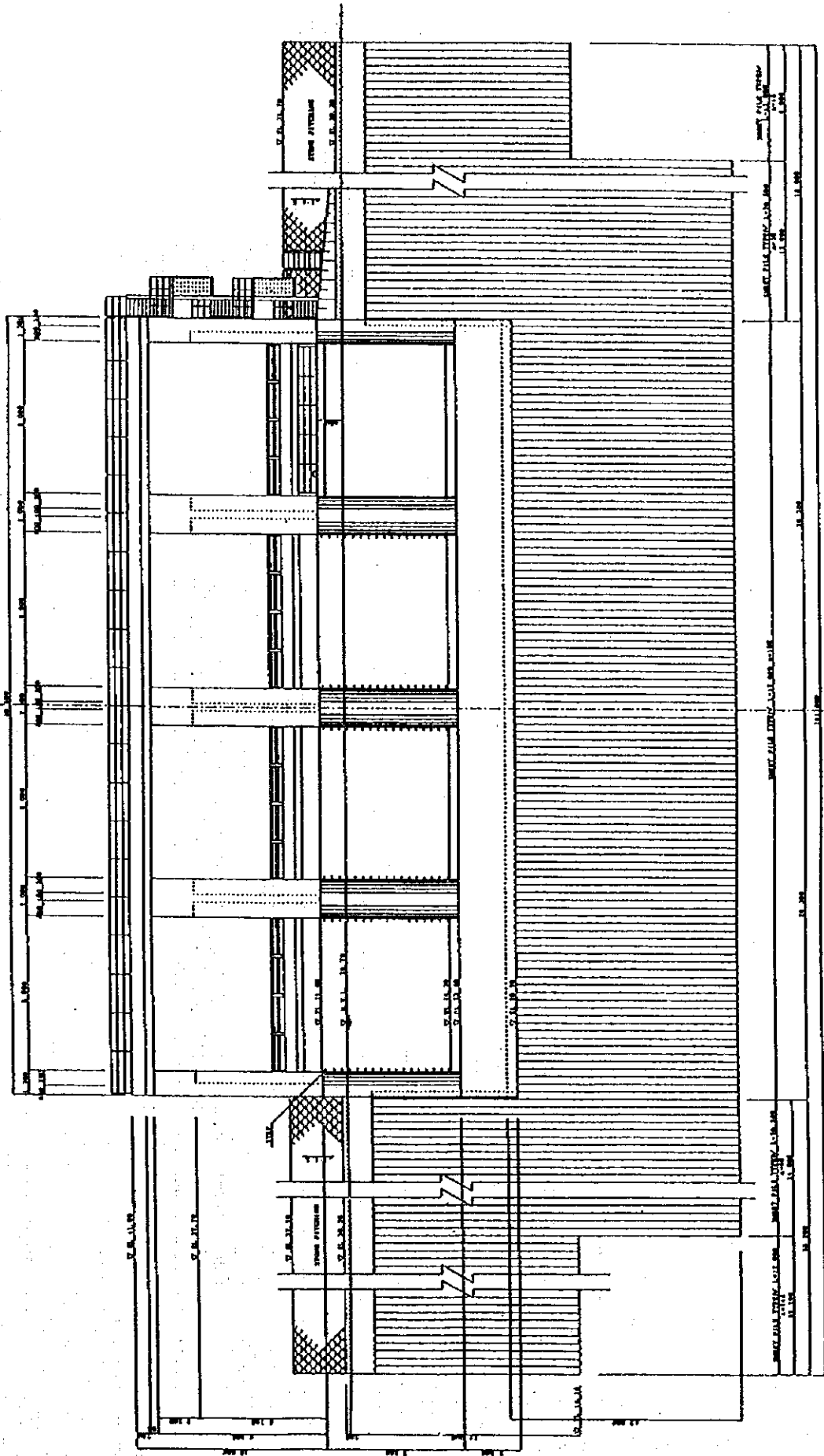


図-3. マゾーラ堰計画正面図

MAZOURA REGULATOR BRIDGE

PLAN
SECTION

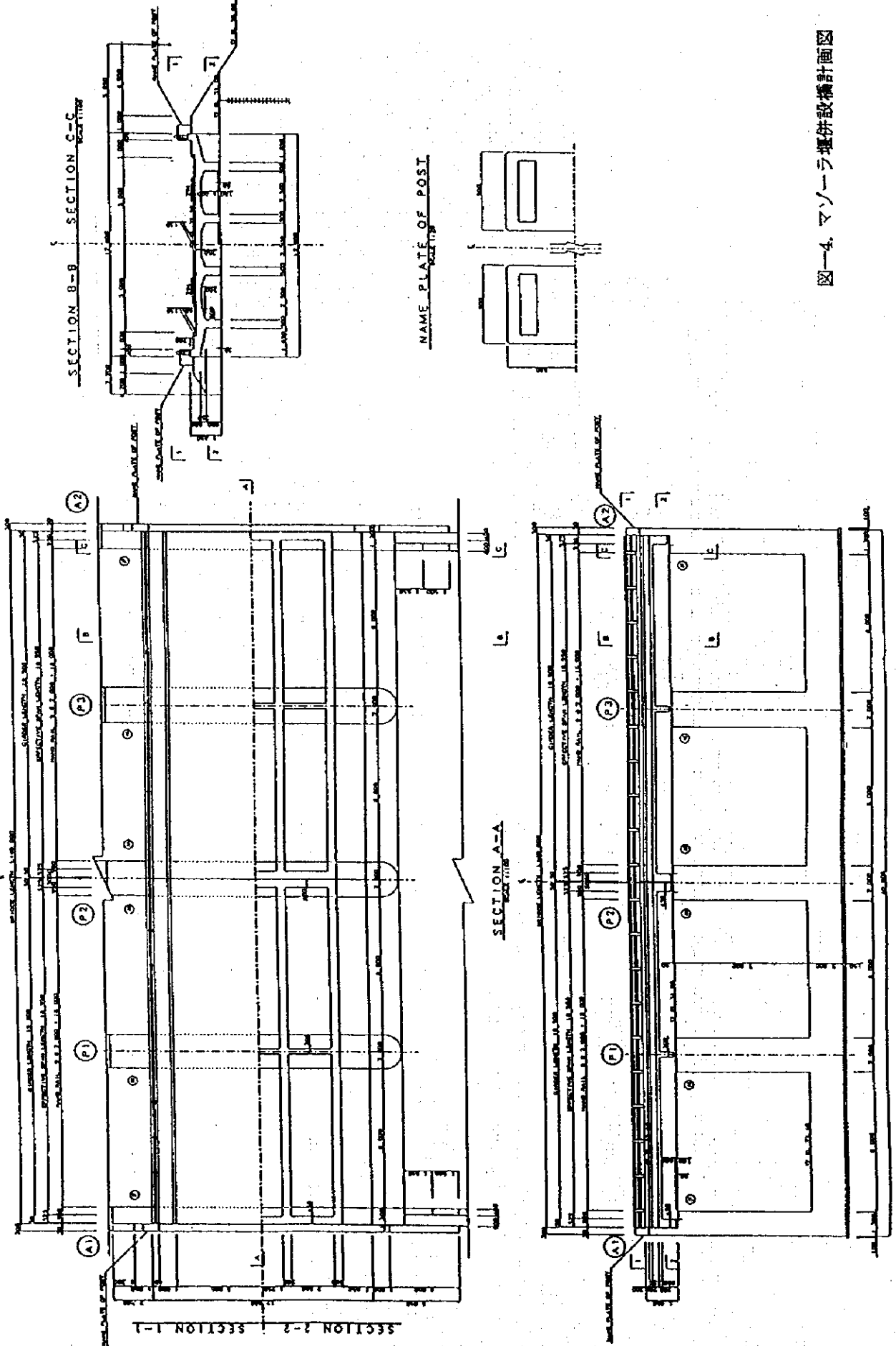
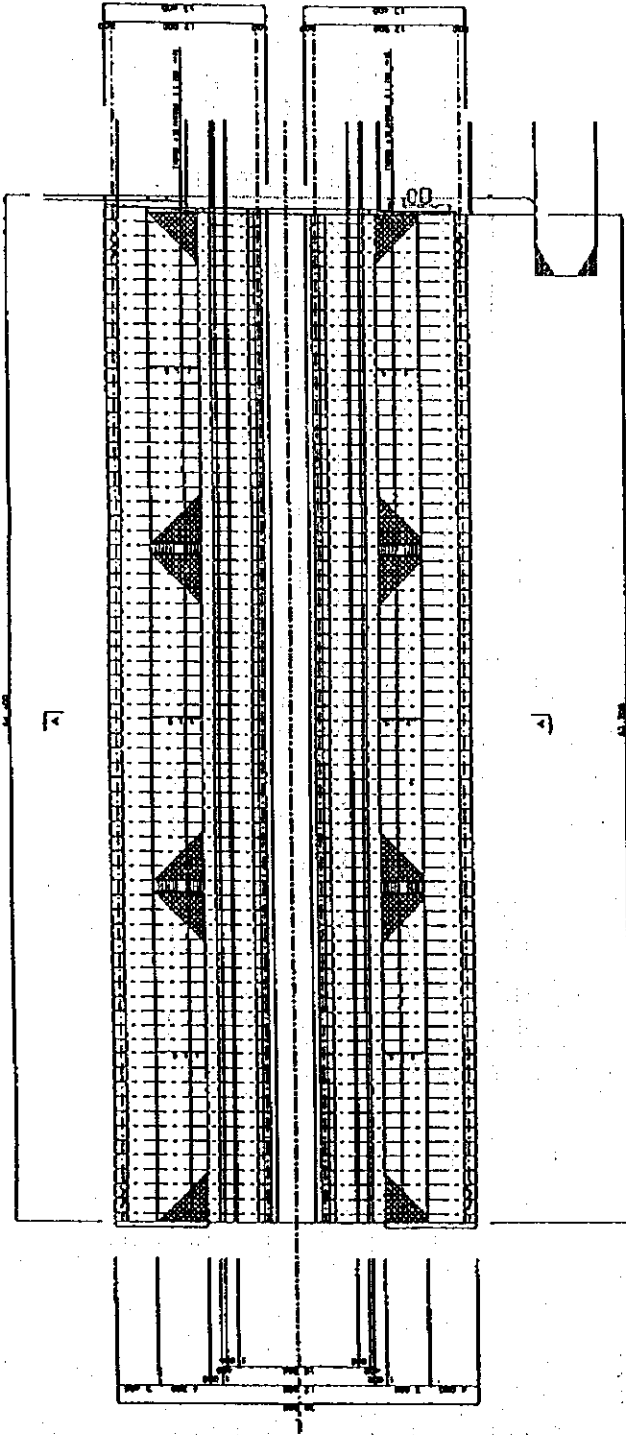


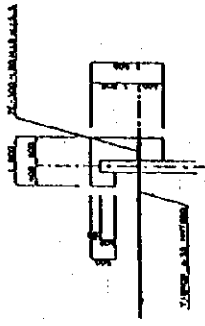
図-4. マゾーラ堰併設橋計画図

SET PILE PROTECTION WALL (1/2)

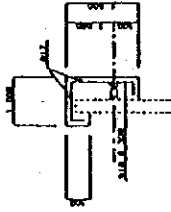
PLAN



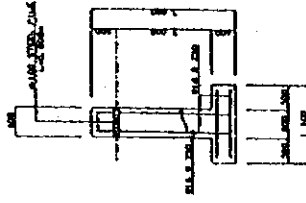
DETAIL OF COVER CONCRETE



DETAIL A



DETAIL B



SECTION A-A

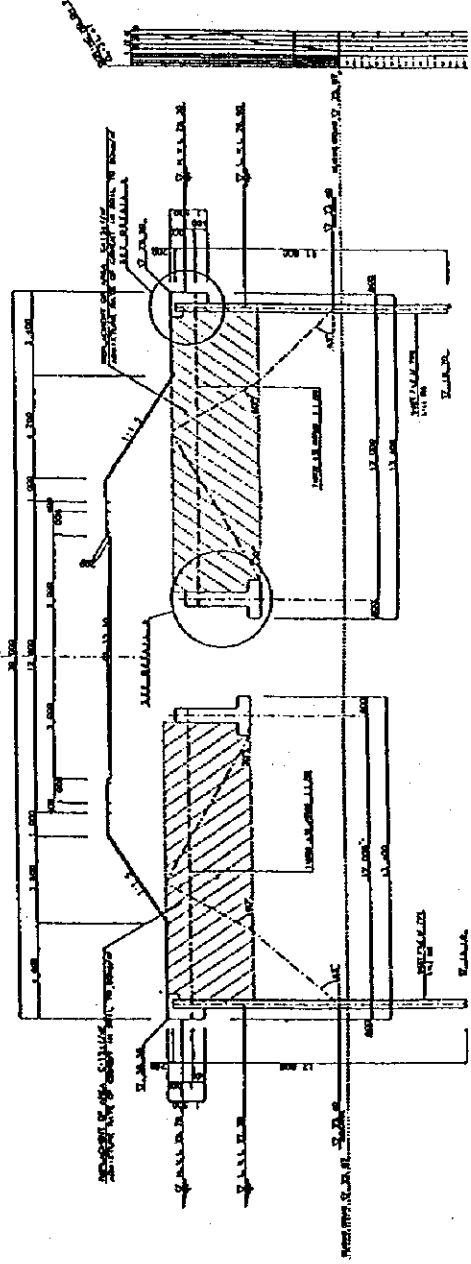
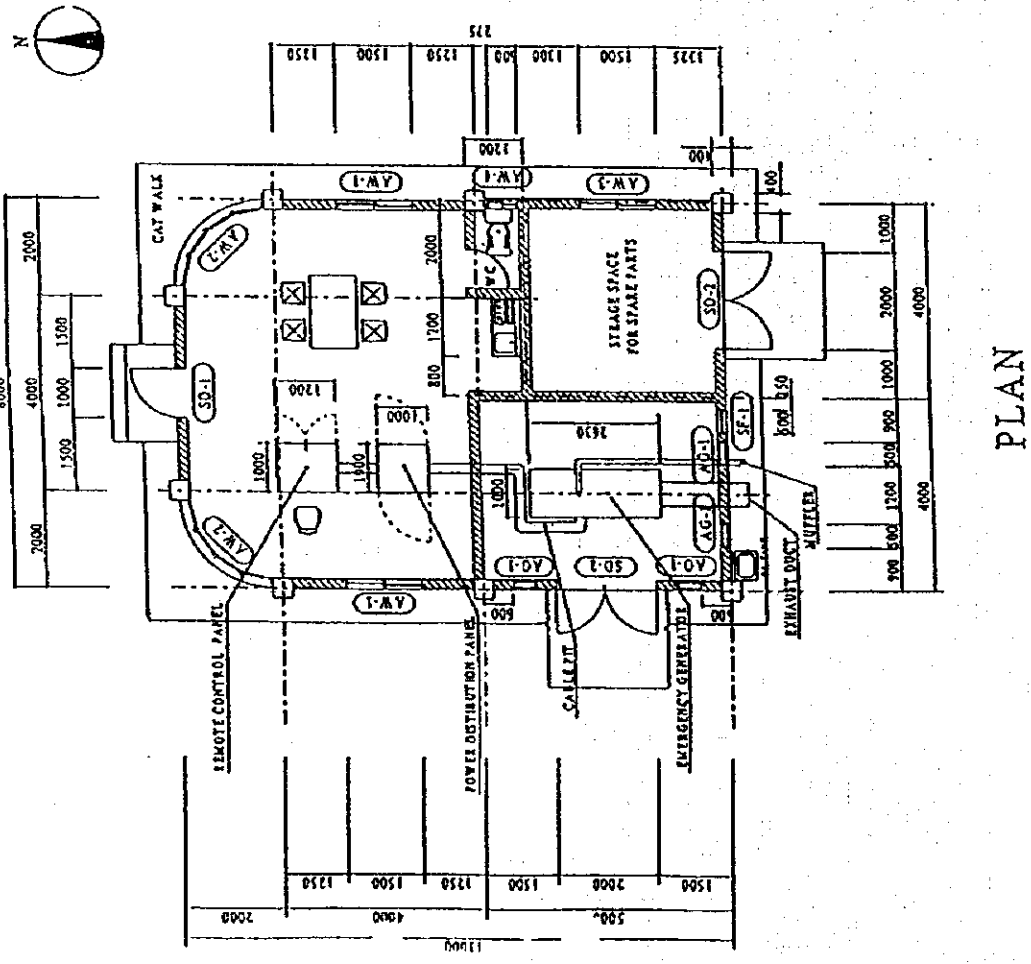
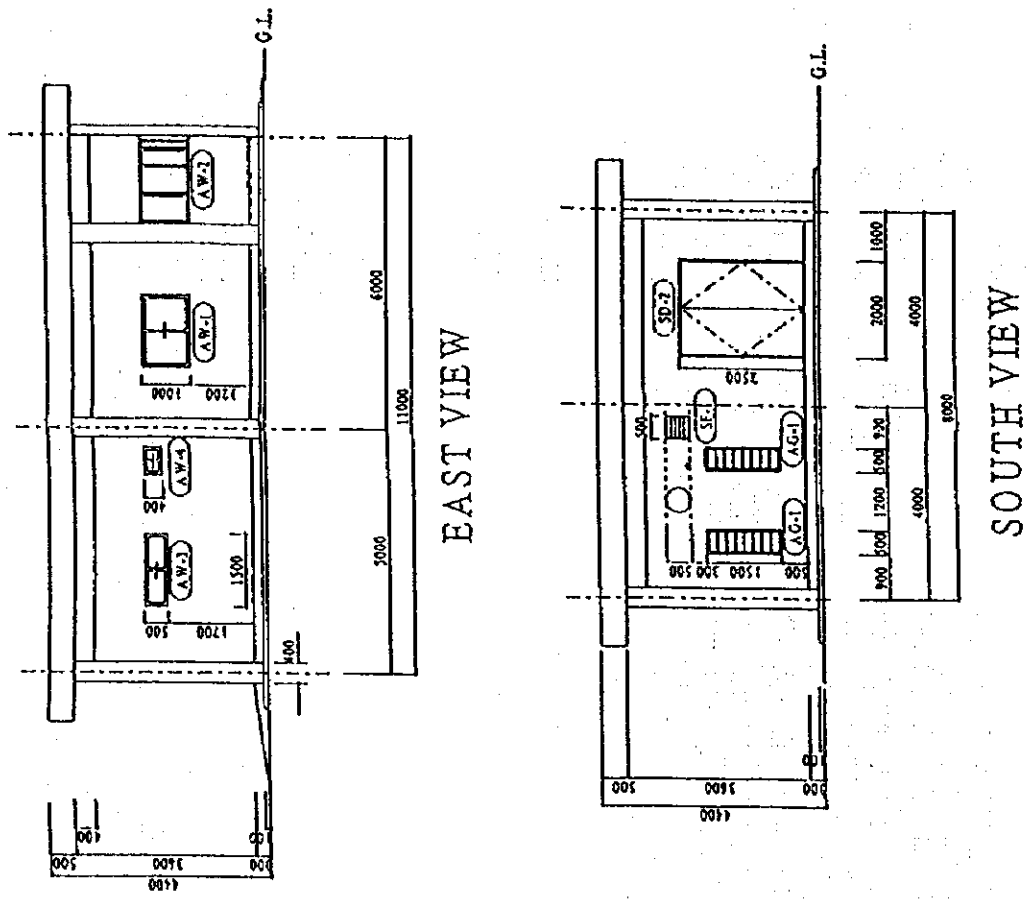


図-5. マンホール堰取付け道路断面図
及び護岸工



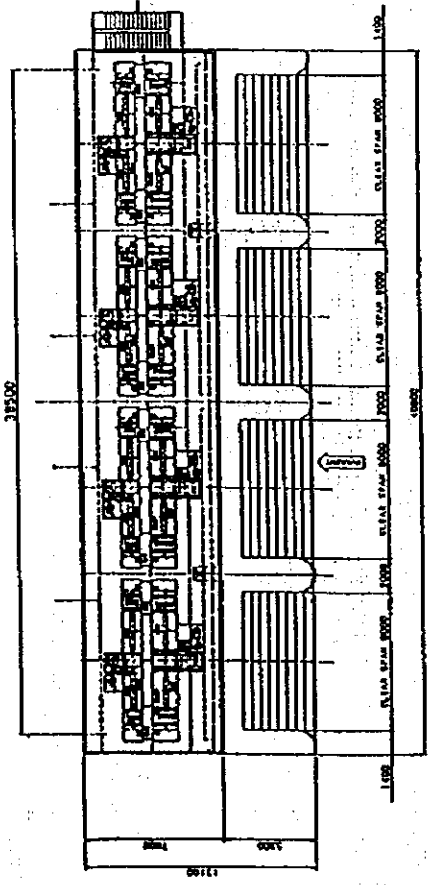
EAST VIEW

SOUTH VIEW

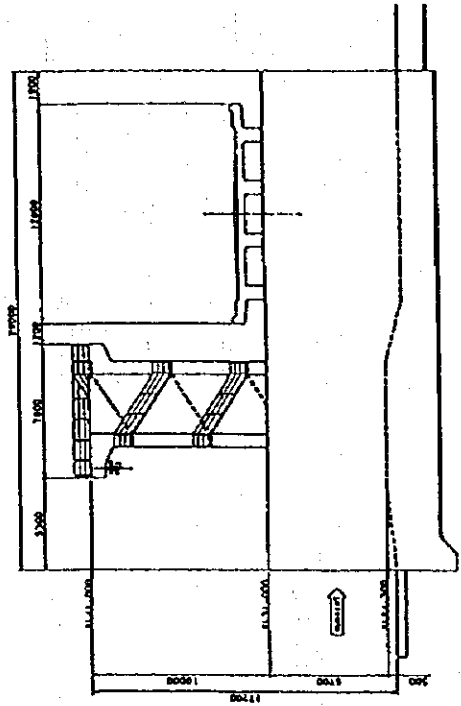
PLAN

図一6. マンローラ管理棟設計図

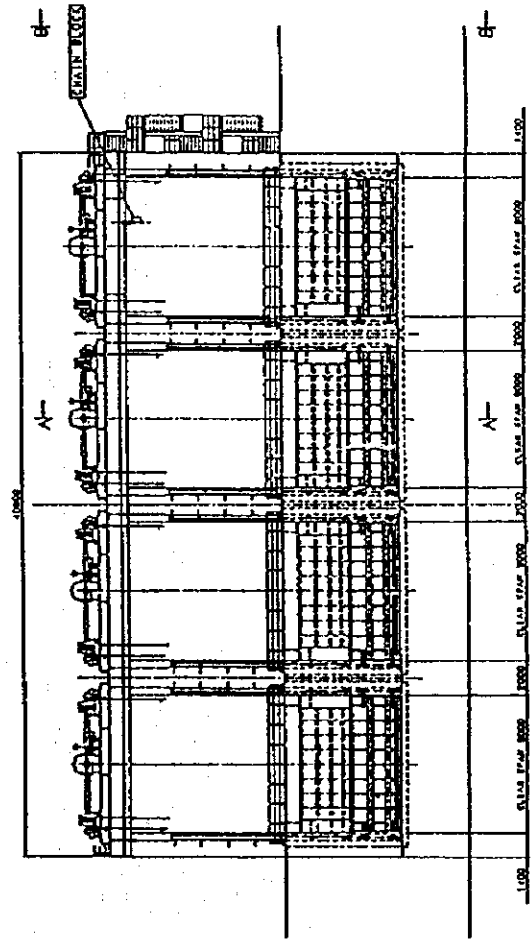
PLAN 1:150



B-B 1:150



ELEVATION 1:150



A-A 1:150

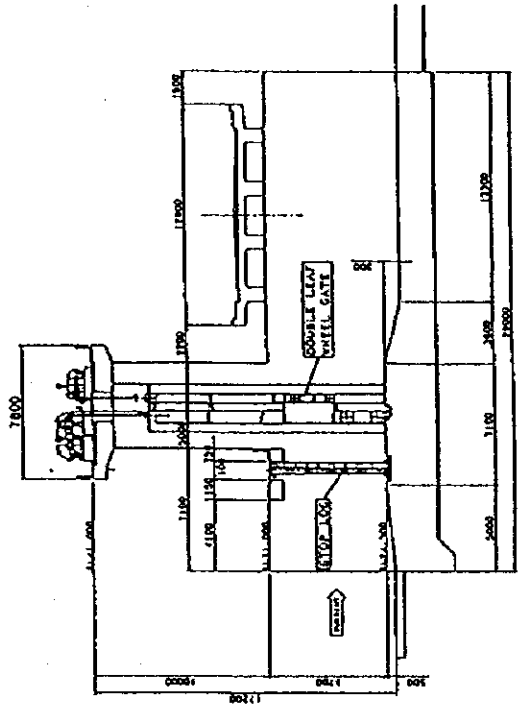
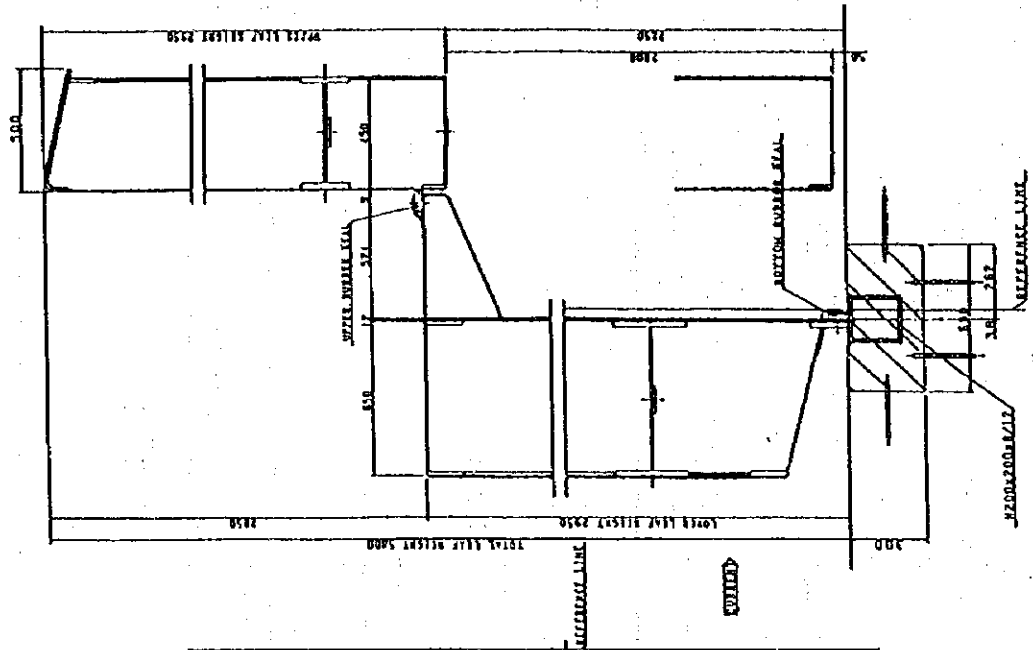


図-7. マノーラ堰ゲート設備一般図

DETAIL OF INTERMEDIATE AND BOTTOM SEAL
5-17/10



DETAIL OF SIDE SEAL
5-17/10

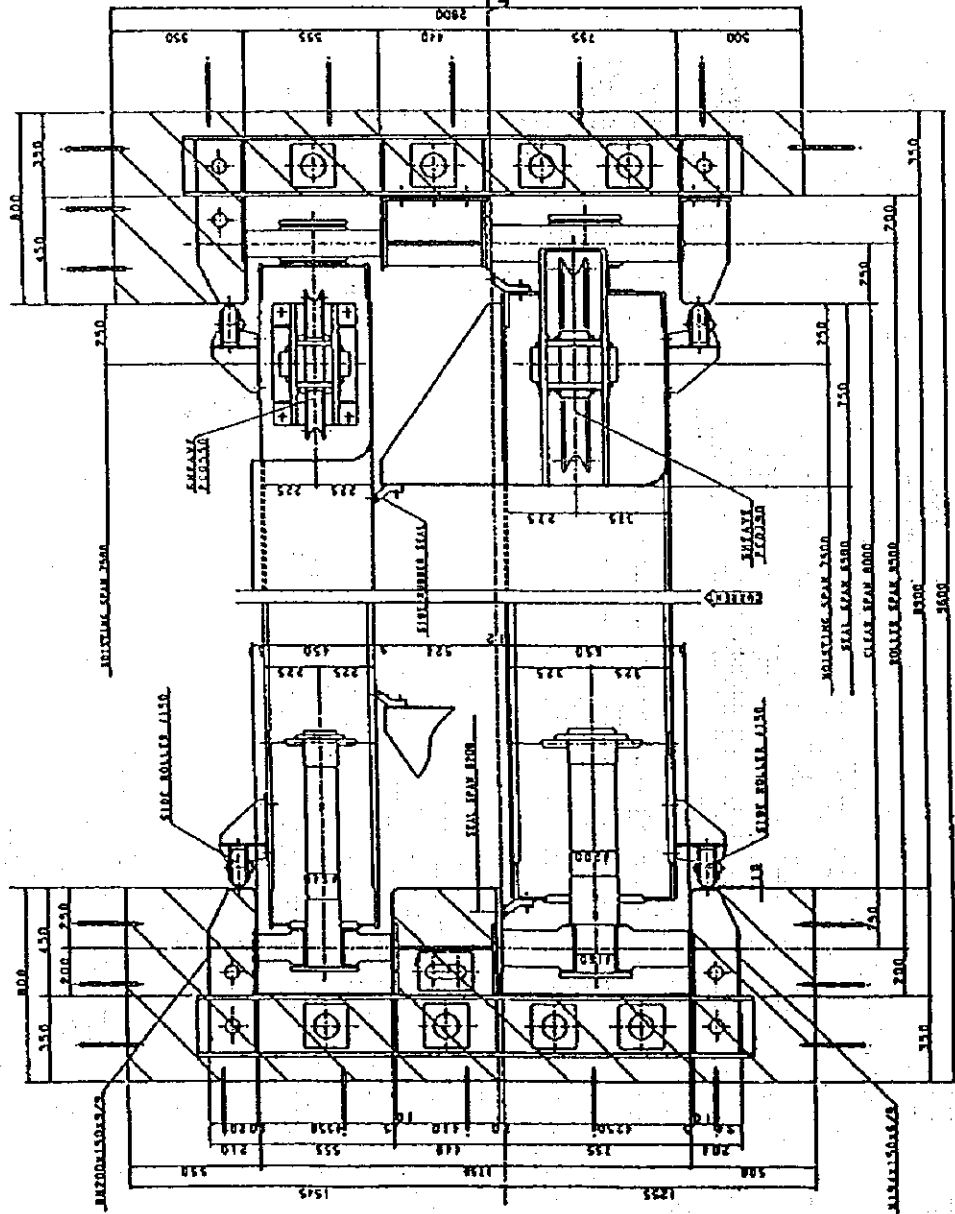
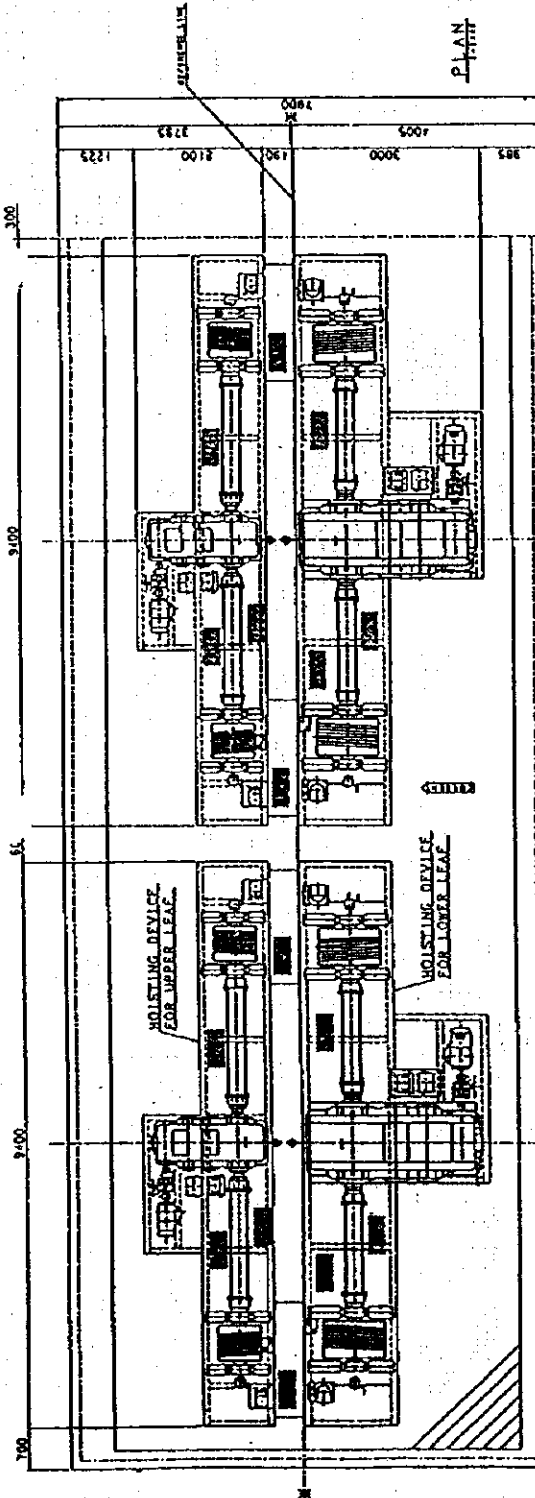


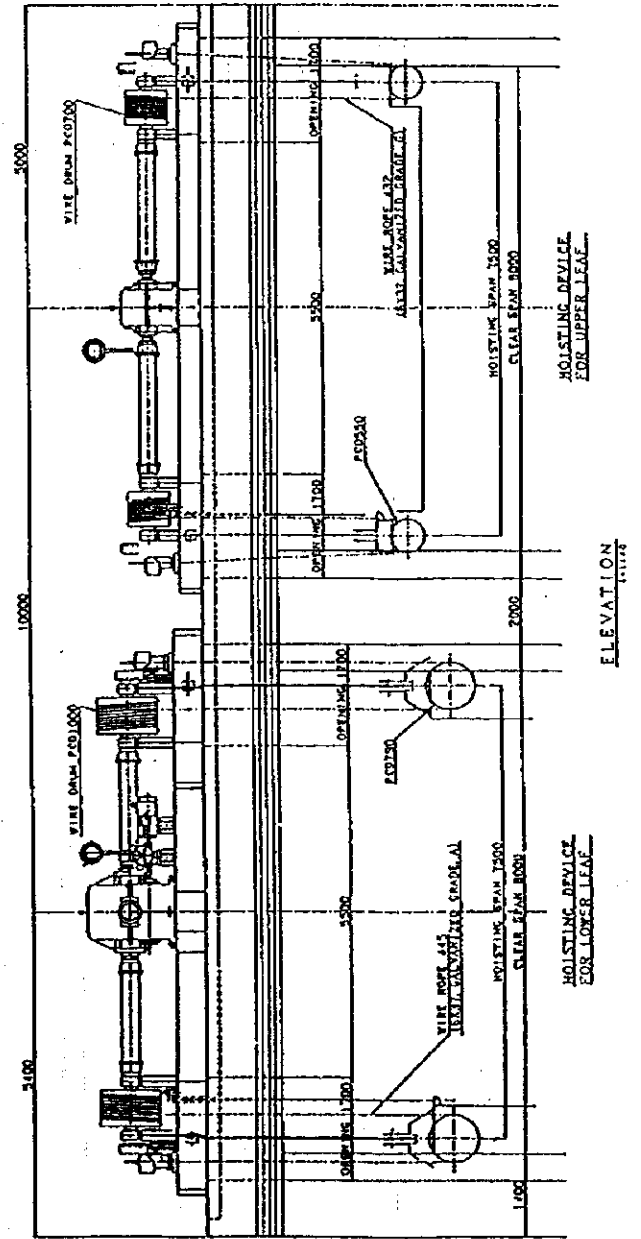
図-8. マノーラ爆ゲート扉体計画図



EQ1000

EQ800

PROFILE VIEW



図一〇. マンロー堰ゲート閉閉装置計画図

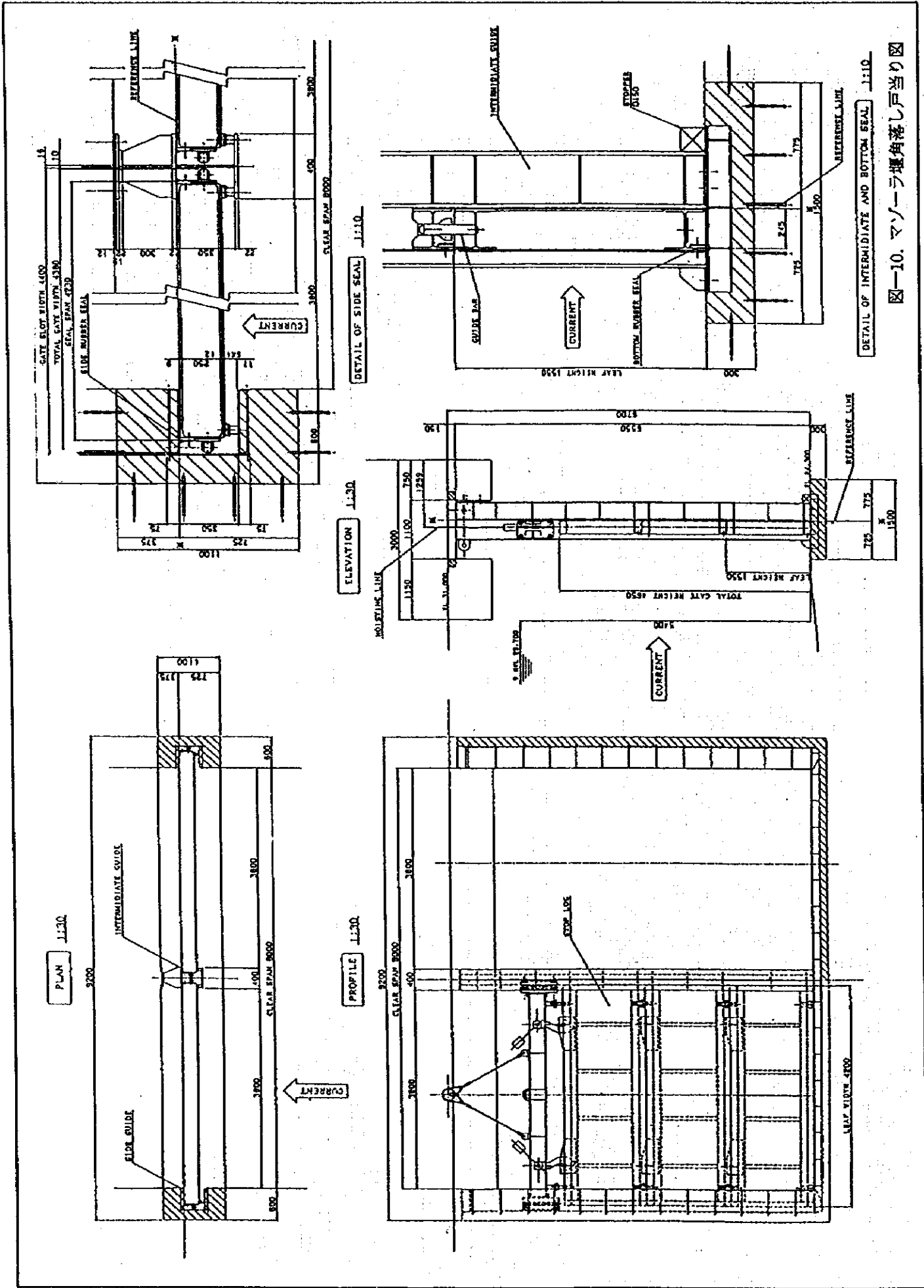
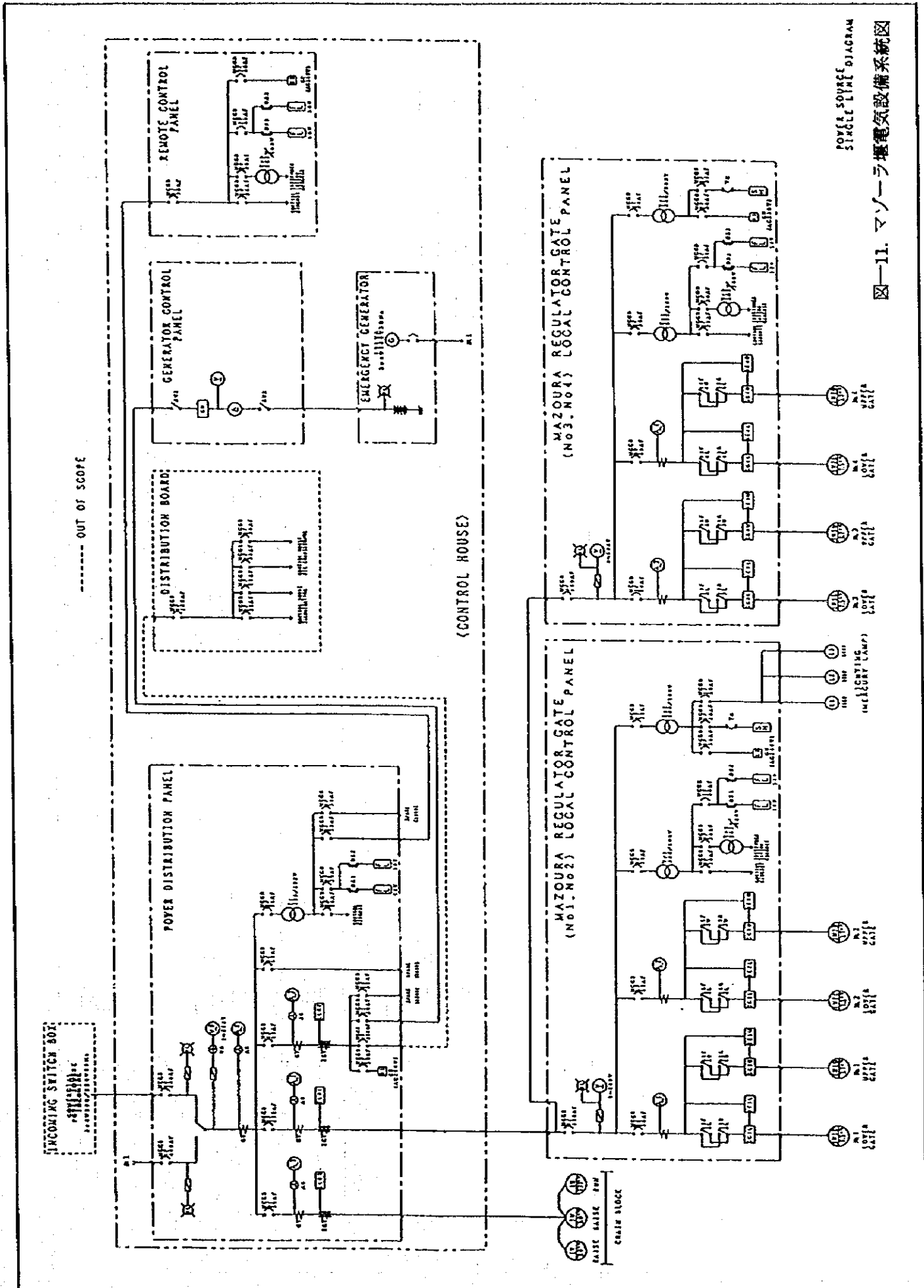
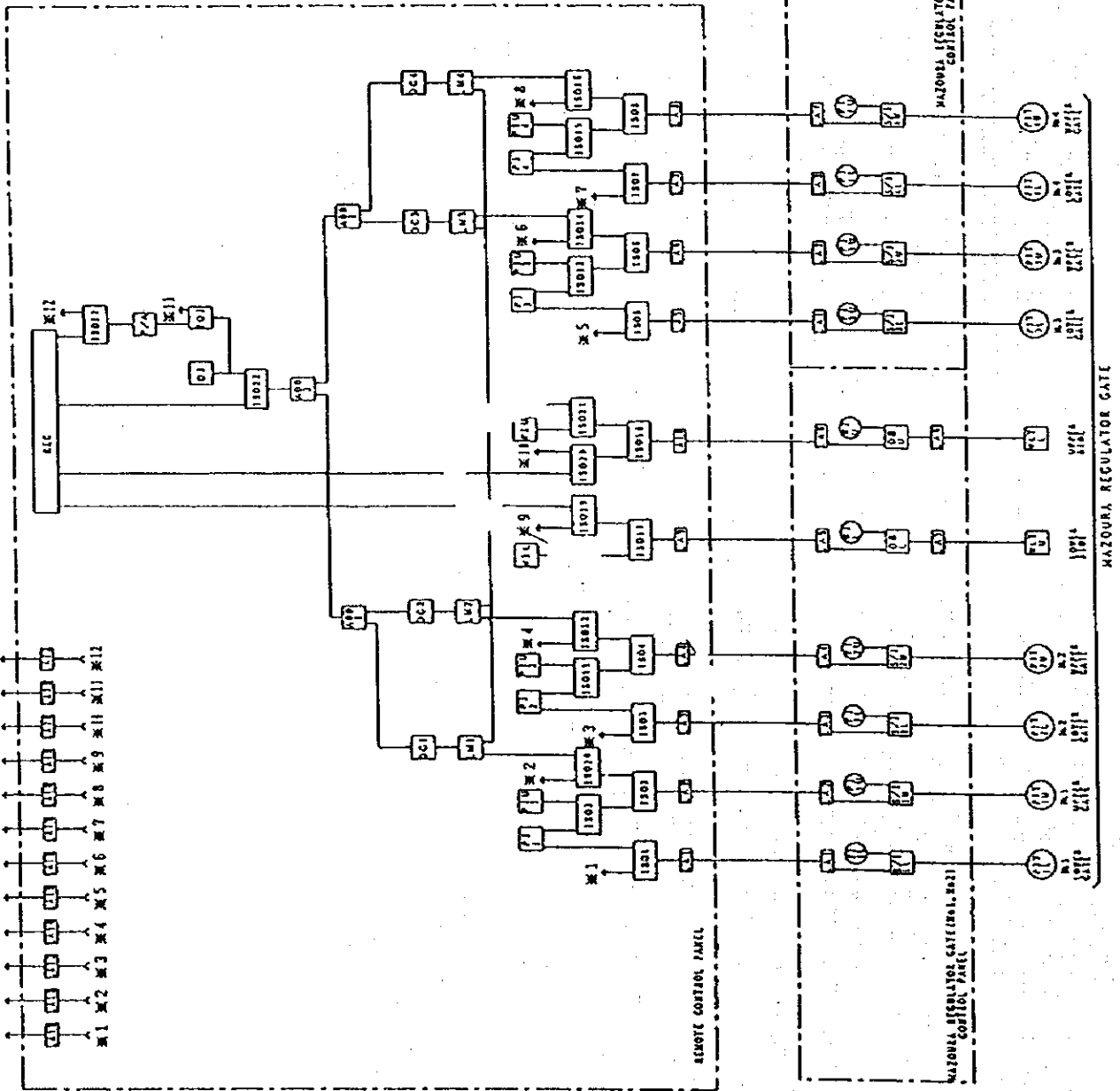
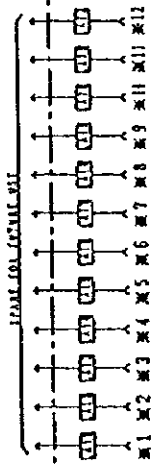


図-10. マノーラ堰角落し戸当り図





MARK	LETTER	NOTE
REC	RECORDER	
Q1	QUANTITY OF FLOW INDICATOR	DIGITAL
TO1	TRIP UNIT	DIGITAL
P/A	PURCHASED TRANSDUCER	
ADD	ADDER	
CC	COUNTING ELEMENT	
P1	POSITION INDICATOR	BY POINT
P10	POSITION INDICATOR (BUFFER GATE)	DIGITAL
P11	WATER LEVEL INDICATOR	DIGITAL
ISO	ISOLATOR	
LA	LIGHTING-ARRESTER	
P1	POSITION INDICATOR	ANALOG
P1	WATER LEVEL INDICATOR	ANALOG
S/S	STEADY/QUIET TRANSDUCER	
OR	OR INDICATOR	
P17	POSITION INDICATOR TRANSMITTER	
P17	WATER LEVEL TRANSMITTER	

IMPLEMENTATION
SINGLE LINE DIAGRAM

図-12. マノ-マノ制御機器系統図

ERECTION DIAGRAM (1/3)

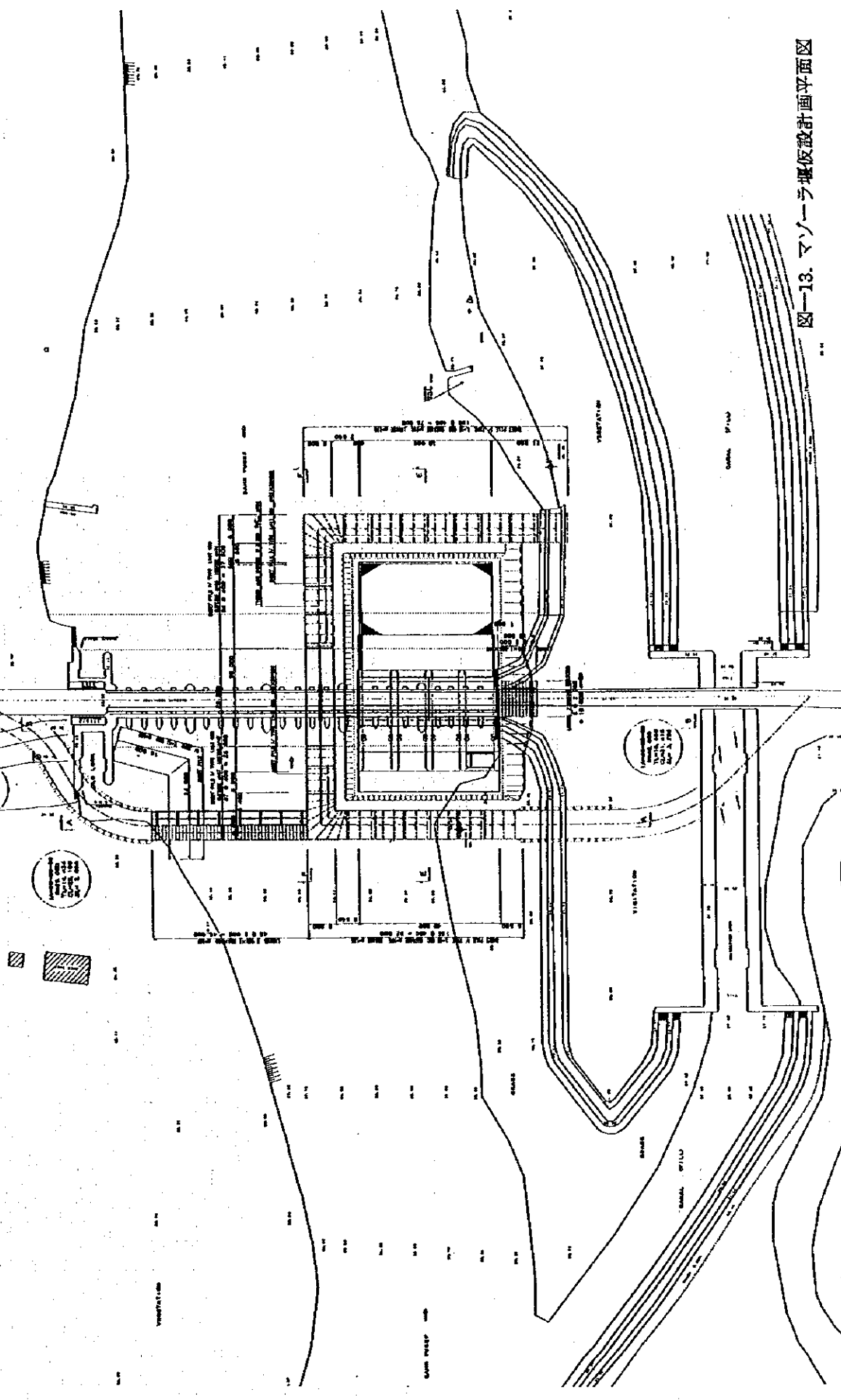
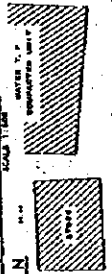
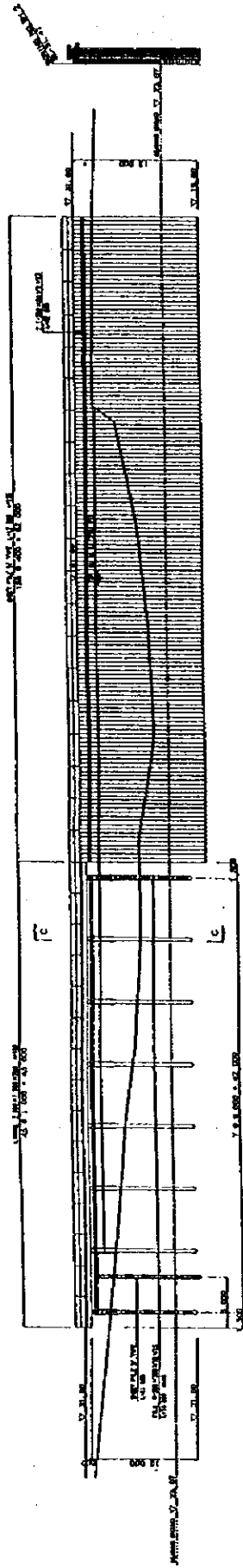


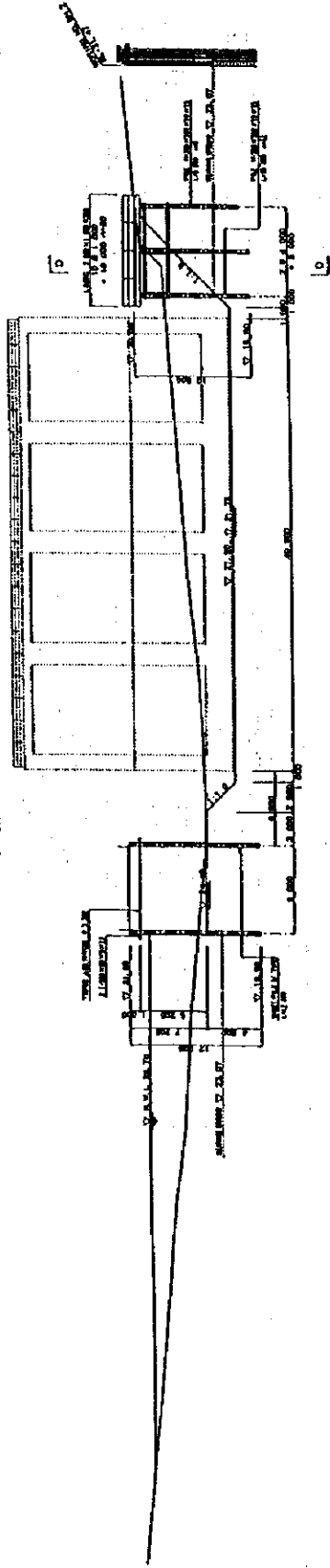
図-13. マノロー堰仮設計画平面図

ERECTION DIAGRAM (2/3)

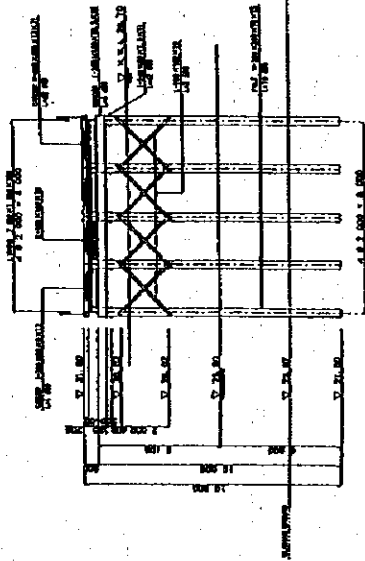
SECTION A-A



SECTION B-B



SECTION C-C



SECTION D-D

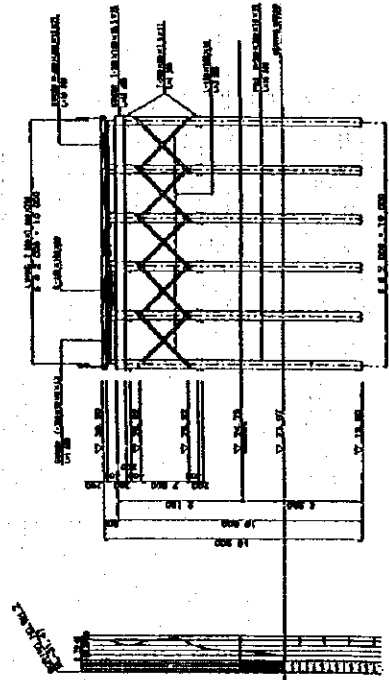
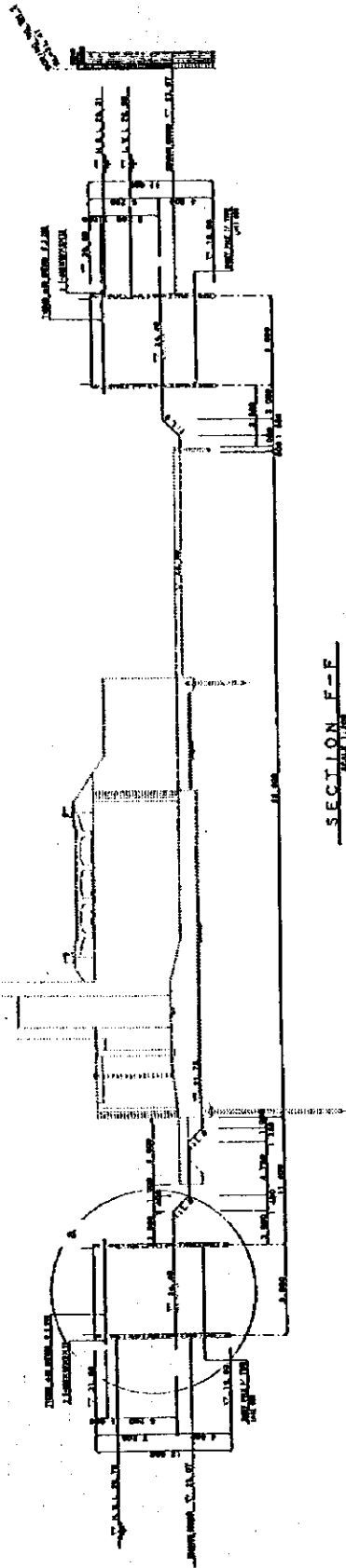


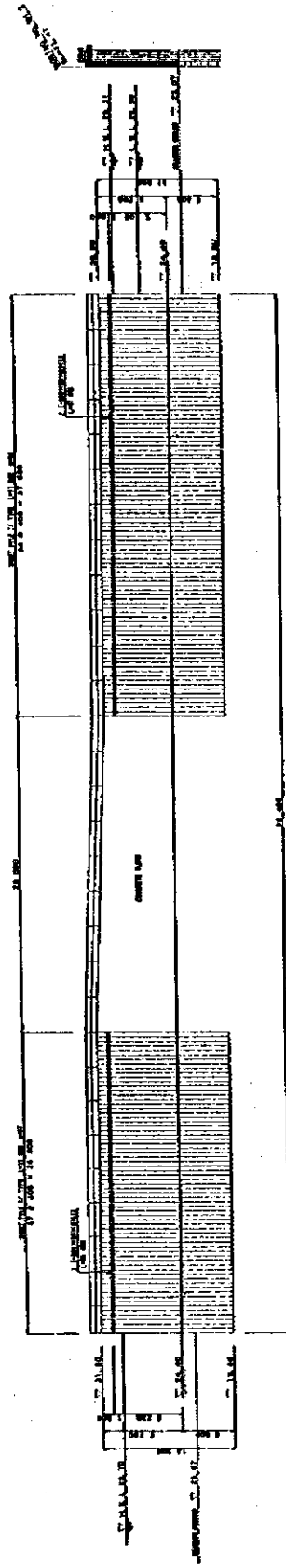
図-14. マンローラ堰仮設計画図
(仮設橋、二重桁切り)

ERECTION DIAGRAM (3/3)

SECTION E-E



SECTION F-F



DETAIL A

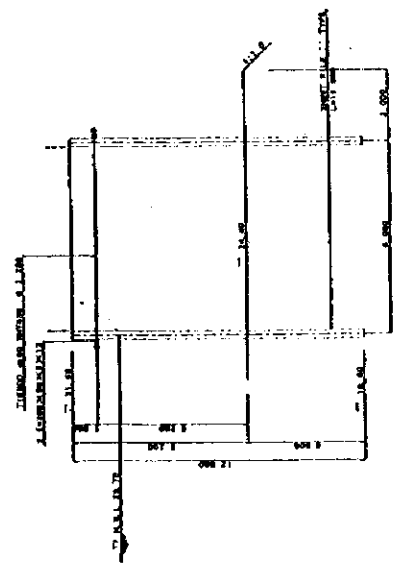


図-15. マンソーラ屋根設計図 (二重葺切り)