

## 第3章 プロジェクトの内容

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

#### (1) 上位計画とプロジェクト目標

「エ」国政府は、食糧の安定自給を主眼とする「第4次経済社会開発5カ年計画（1997/98~2001/02）」を1997年に策定した。同計画では、農業セクターに関わる骨子として、既存農地の有効活用、農地の生産性回復、農業普及サービスの提供、老朽化が進む既存灌漑システムの改修・更新による灌漑効率の向上、水の再利用による灌漑用水の増大など、13項目に亘る目標が挙げられている。

水資源灌漑省は、上記5カ年計画に基づき「Water Policy to 2017」を策定し、特に老朽化した灌漑施設の改修事業を中心に水の有効利用を促進し、上記計画の目標を達成しようというものである。本案件は、これら上位計画の方針に基づき実施されるものである。

バハル・ヨセフ灌漑水路に位置する既設サコーラ堰上流側には、重力取水の灌漑受益地50,000フェダ<sup>ン</sup>（約21,000 ha）およびポンプ取水を対象とした灌漑面積32,600フェダ<sup>ン</sup>（約13,700 ha）がある。1)重力灌漑地区について圃場での作物必要用水量と実際の灌漑取水量を比較した結果、夏作5,639千m<sup>3</sup>、冬作において3,517千m<sup>3</sup>の不足量（圃場への供給不足）が生じていることが確認された。一方、2)ポンプ灌漑地区については、上流水位が安定していないことから、ポンプ設計吸水位が常時確保できず、支線水路への送水量が不安定な状況にあり、必要揚水量を確保する上で過剰なポンプ運転を強いられている。

これら灌漑用水量不足および上流取水位の不安定は、①既設サコーラ堰ゲートおよび本体の老朽化に起因する堰からの漏水、②手動による堰ゲート操作により、堰下流水位を調節することによって発生する無効放流のため堰上流水位が安定しない、ことが原因である。

かかる状況のもと、本無償資金協力はサコーラ堰を更新するとともに水位・流量調節が容易なオーバーフロータイプのゲートを導入することにより、適正な水管理を実践し、対象受益地への灌漑用水の安定供給を行うことを目的としている。

#### (2) プロジェクトの概要

##### ① 既設サコーラ堰本体およびゲートの更新

堰からの漏水を防止するために、著しく老朽化したサコーラ堰本体およびゲートの改修を行うこととする。さらに、堰上流側の水位を安定させる上で現在のアンダーフロータイプに比較して、操作精度に勝り、小流量から大流量までの流量変化に容易かつ短時間で対応可能な電動式オーバーフロータイプを採用する。

本無償資金協力は、既設サコーラ堰を電動式のオーバーフロータイプゲートを付した堰に更新することにより、受益地に安定した灌漑用水を供給することに資金を提供するものである。

## ② 管理棟

上述のオーバーフロータイプゲートによる精度の高い水位・流量調節を実践するためには、1)ゲート操作盤、2)電気設備、3)予備発電機など管理用機器・機材の設置が必要であり、砂嵐等の天候の変化から、これらの機器・機材を守るための格納施設が必要である。また、サコーラ堰本体、ゲート設備含む上記機器類の保守点検を行う上で、データ収集等を継続的に行うことが可能な設備維持管理事務所が必要である。さらに、将来のバハル・ヨセフ灌漑用水路全体の流量管理、統合水管理システムにおけるサブシステムの役割を担う水管理事務所ならびに技術指導の場が必要である。よって、サコーラ堰改修に際し、管理棟を併設する。

## ③ 併設橋

サコーラ堰は首都カイロの南約 180 km、ミニア県サコーラ町の中央部にある。サコーラ町およびその周辺地域はバハル・ヨセフ灌漑用水路の両岸に形成されており、サコーラ堰の併設橋はこの地域における人やモノの流れの中心に位置している。基本設計調査時に実施された交通量調査によると、トラック、軽トラック、トラクターおよび馬車など、地域の農産物を含む物流に関わる平日の交通量は約 1,100 台/日、さらに、モーターバイクおよび自転車を含めた人の往来は約 9,500 人/日に及ぶ。また毎週日曜日にはサコーラ堰周辺でオープンマーケットが開かれ、周辺町村から流入する人や車輛で終日混雑する状況である。この様に、物流および人の往来ともに、併設橋が日常的な地域交通に果たす役割は極めて高い。

しかしながら、既設併設橋の現況幅員は 4 m と狭く、車輛は片側交互通行により堰上を横断せざるを得ず、人の往来も相まって非常な混雑をみせている。また、本橋はレンガアーチ構造で、表面レンガは欠落しており、荷重制限により大型車の通行が禁止されている。従って、現状の交通量、農産物の輸送量に見合った規模の併設橋に改修・改善し、事業対象受益地域の市場流通環境の改善に寄与することとする。

(3) 施設の概要

施設の概要は下表のとおりである。

表 3-1.1 サコーラ堰の改修概要

項目	設計仕様など
1. 設計通水量 ／計画水位	・最大通水量：193.64 m <sup>3</sup> /sec ・最小通水量：39.76 m <sup>3</sup> /sec ・上流側最高管理水位：33.70m ・下流側最低管理水位：30.28m
2. 堰体	・鉄筋コンクリート造
3. ゲート駆動方式	・電動ワイヤーロープウインチ ・上段扉：1.5kW、下段扉：5.5kW
4. ゲート径間	・幅 8.0m x 高 5.8m x 4 径間 ・ゲート敷高：28.50m
5. ゲートタイプ	・オーバーフロー越流タイプゲート ・前方三方ゴム水密 ・開閉速度：0.3m/分以上 ・摺動式二段ローラーゲート ・上段扉高：2.8m、下段扉高：3.0m
6. エプロン	・上流エプロン長：6.0m ・中間・下流エプロン長：27.0m ・上流エプロン敷高：27.55m ・下流エプロン敷高：27.50m
7. 護床工	・コンクリートブロック工 ・下流長：44m、幅：38m
8. 締切堤	・鋼矢板 III および IV 型 L=10.5～12.5m ・石張法面保護工 総延長 L=133m
9. 護岸工	・鋼矢板 III および IV 型 L=9.0～12.5m ・石張法面保護工 総延長 L=157m
10. 併設橋	・鉄筋コンクリート T 桁 ・設計荷重：60 トン ・橋長：40.0m ・片側 1 車線全幅：12.8m
11. 管理棟	・平屋 RC 柱梁、壁ブロック造 ・床面積：78m <sup>2</sup> ・遠方操作室、倉庫、台所、トイレ、予備発電機格納、など
12. 操作パネル (遠方操作/ 機側操作)	・上下段ゲート操作ボタン ・ブザーストップボタン ・ランプテストボタン ・上下段開度計 ・上下流水位計 ・ゲート放流、積算計 ・水位、ゲート開度、放流量自記記録計 ・非常停止ボタン ・場内電話器、など
13. 予備発電機	50kVA、380V/220V 1機 (1.3m x 2.63m x 1.0m)
14. 予備ゲート	・無償実施済みラフーン堰予備ゲートを転用

## 3-2 協力対象事業の基本方針

### 3-2-1 設計方針

#### 3-2-1-1 基本方針

次に示す項目を基本方針とし、設計を行うこととする。

- 1) 既設サコーラ堰の水位記録によれば、上流側取水水位が不安定であり、対象受益地への効率的な水配分に支障を来している。支線水路などからの重力取水、ポンプ機場の吸水水位が安定する利水システムを構築する。
- 2) ゲート越流水位から容易に高精度の水位・流量把握が可能なオーバーフロータイプを導入する。
- 3) 将来逼迫が予想される水資源の有効利用の観点から、実施済み無償事業であるラフーン堰およびマゾーラ堰と連携を図り、3堰の一元流量管理が可能となる設備とする。
- 4) 貴重な水資源の無効放流を軽減して、合理的な堰放流計画を実現するため、24時間常時ゲート操作および上下流水位をモニターできる施設とし、管理棟を設け操作設備等を収納する施設を設ける。
- 5) 維持管理主体となる西ミア地方灌漑局ならびに西バハル・ヨセフ監督官事務所が自ら運用・維持管理可能な施設とするが、適宜 OJT などを通じて技術支援を行う。
- 6) 停電時にもゲート操作が可能となるよう、予備発電機を調達すものとし、その他最低限必要な設備、備品などを格納する建屋を併設する。
- 7) サコーラ堰周辺の現在の治安状況および自然、地形、社会条件を配慮した施工計画・工程とする。

#### 3-2-1-2 自然条件に対する方針

##### (1) 高気温に対する配慮

###### ① コンクリートの練混ぜ・打設

夏期（5月～9月）の気温は7月に最高となり最高気温の平均値は36.7℃程度であるが、最高気温は45℃以上になることもあるため、以下のような対策を立てる。

- 1) コンクリートの練混ぜ温度を下げる
- 2) 打設に際しては、気温の低い時間帯を選ぶ

###### ② 断熱性の確保

管理棟の計画に当っては、断熱性・通気性を確保する。

##### (2) 強風・飛砂に対する配慮

4～7月および9月は風速3.6～8.2m/secの強風が2日間に1日の割合で吹く。特に4～7月は砂埃に見舞われる。このため、管理棟の計画に当っては防塵性についても配慮する。

##### (3) 地形に対する配慮

サコーラ堰の右岸側は、幅約20m、長さ約500mの中の島があり、閘門と隔てられているため、工事期間

は資機材置き場として利用が可能である。

#### (4) 水位に対する配慮

堰上流の水位解析を行い 100 年確率の水位を求め、これに波高を加えて堰上流異常高水位を算出した（「農水省設計基準 水路工参照」。また、下流側の異常高水位については、堰通過時の水位低下が 0.1m 程度とされることより、以下のように算出した（後述 3-2-2-1(2)参照）。

- 1) 上流側異常高水位： $34.13 + 0.17 = 34.30$  m
- 2) 下流側異常高水位： $34.30 - 0.10 = 34.20$  m

### 3-2-1-3 地質・土質条件に対する方針

#### (1) 地質・土質構成および構造

サコーラ堰周辺を対象に行った地質調査結果によると、堰周辺の地質は、堰および閘門の開削に伴う堤防部の埋戻土が 31m 付近までであり、EL.28m 付近より上部においては、ナイル堆積層の粘土層が見られ、それより下部にナイル堆積層の砂層が分布する。各層の地質・土質構成は下表に示すとおりである。

表 3-2-1.1 サコーラ堰周辺の地質・土質構成

土質層区分	土質区分	底面標高 (EL. m)	底面深度 (m)	N 値	一軸圧縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> 、 N/mm <sup>2</sup> )	変形係数 (kgf/cm <sup>2</sup> 、 N/mm <sup>2</sup> )	透水係数 (cm/sec)	
埋戻土	レンガ混 じり粘土	31.2～31.3	4.0	9～24	0.77～3.52 (0.075～0.35)	27.2 (2.67)		
ナイル堆積 層 (粘土)	粘 土	27.4～27.5	7.7～7.8	5～26	0.82～2.44 (0.082～0.24)	22.3 (2.19)		
ナイル堆積 層 (砂)	上 部	シルト混 じり砂	20.6～25.2	10.0～14.6	> 50、 BH1 深度 10m まで 29～30		75.2～76.7 (7.37～7.52)	5.54 x 10 <sup>-5</sup> ～ 1.57 x 10 <sup>-4</sup>
		シルト質 砂	BH1 のみ 21.7	BH1 のみ 13.6	> 50		157.6 (15.5)	2.18 x 10 <sup>-5</sup>
		砂	16.6～17.2	18.0～18.6	> 50		176.7 (17.3)	2.07 x 10 <sup>-5</sup>
	中 部	シルト混 じり砂	11.2～12.6	22.6～24.0	> 50			
	下 部	砂	5.2 以下～ 7.2	28.0～30.0 以上	> 50			
		シルト混 じり砂	5.2 以下	30.0 以上	> 50			

#### (2) 土質条件

地質調査結果から、サコーラ堰設計のための土質条件（ナイル堆積層・粘土：EL.27.4m～31.2m）は、次のとおりとする。

##### ① 土の単位体積重量

粘土層の単位体積重量は自然状態で 1.78～1.86t/m<sup>3</sup>であることから、土の単位重量は次のとおりとする。

- ・ 乾燥土： 1.6 t/m<sup>3</sup>
- ・ 湿潤土： 1.8 t/m<sup>3</sup>
- ・ 水中土： 2.0 t/m<sup>3</sup>

## ② 土の内部摩擦角

粘土層の N 値が 5～26 であることから、土の内部摩擦角は  $\phi = \sqrt{15 \cdot N + 15}$  により、次のとおりとする。

- ・ 平均 N 値： N = 15
- ・ 内部摩擦角：  $\phi = \sqrt{15 \times 15 + 15} = 30^\circ$

## ③ 土の粘着力

粘土層の一軸圧縮強度が  $q = 0.82 \sim 2.44 \text{ kgf/cm}^2$  であることから、土の粘着力は  $C = 1/2 \cdot q = 0.41 \sim 1.22 \text{ kgf/cm}^2$  と微小である。従って、土の粘着力は見込まないものとする。

- ・ 土の粘着力：  $C = 0 \text{ kgf/cm}^2$

### 3-2-1-4 社会経済条件に対する方針

#### (1) 治安に対する配慮

ナイル川中流域から上流域に位置するミニア県、アシュート県、ソハーグ県、ケナ県（ルクソール市除く）およびアスワン県（アスワン市およびアブ・シンベル市除く）においては、イスラム原理主義者の拠点となっている。このため、治安上の理由から外国人は自由な移動が出来ず、警察の護衛付きとなることに配慮する。

#### (2) 宗教に対する配慮

住民の多くはイスラム教であるが、アシュートの町を中心に数多くのコプト（原始キリスト教）教徒が各々独立した村落を形成し、ミニア県にもいくつかの村が存在している。このため、工程計画の作成あるいは労働者の雇用等に際しては、これら宗教および宗教上の祝祭日等に配慮する。

#### (3) 堰機能の保全

対象地域の農地はバハル・ヨセフ灌漑用水路が唯一の水源であることから、施工時に取水制限を受けないよう配慮する。

#### (4) 橋としての堰機能

サコーラ堰付帯施設である併設橋は、人馬、自動車などの交通の要所となっている。近傍の橋は、上流約 6.5 km 地点の El-Bahanasa の町中にかかる橋が最も近く、下流側は約 20 km 離れた El-Idwah にあることから、対象受益地（バハル・ヨセフ用水路の西側）と東側の主要都市である Maghaghah や Bani Mazar のような消費地を繋ぐ橋として重要である。従って、堰改修工事中および改修後も引き続きこの機能を維持する。

## (5) その他・堰周辺の機能

バハル・ヨセフ灌漑用水路周辺は住宅が密集しており、5～6階建ての集合住宅も見受けられる。このため、サコーラ堰付近の同灌漑用水路は、近隣地区では非常に貴重な水辺空間となっている。兩岸は食器・洗濯物等の洗い場、中の島は農作物・洗濯物の乾燥場、家畜の係留場所、牛・馬等の放牧スペースなど、様々な形で公共の広場として利用されている。また、併設橋上およびその周辺では毎週日曜日にマーケットが開かれ、多くの人、荷車、車で混雑する。従って、工事完了後の右岸側工事用資材置き場の跡地を、住民の憩いの場となるよう配慮する。

## (6) 仮設道路

日曜日に開かれているマーケットは、工事期間中の仮設道路付近においても開かれることが予想され、同様の混雑が想定されることから、工事に支障のないよう配慮する。

### 3-2-1-5 営農・灌漑条件に対する方針

サコーラ堰灌漑受益地における旧耕地に対しては重力灌漑が行われており、バハル・ヨセフ用水路から取水するための取水ゲートおよび支線用水路が主要灌漑施設ある。支線、2次、末端用水路の状況は、現況調査の結果から比較的良好な状態に保たれていることが確認された。現在サコーラ堰の水位が不安定なため支線水路への取水量に不足を生じている状況にあるが、サコーラ堰改修後、必要な取水水位が安定して確保され、流量管理が適正に行われれば十分な取水量の確保が可能となる。また、水理計算の結果から現状の通水断面は十分あり、必要水量を送水する十分な能力を有するものと判断される。

一方、開拓地においては、ポンプ灌漑方式であり、バハル・ヨセフ用水路から取水ポンプにより取水し、支線水路、中継ポンプ等を通じて灌漑されている。重力灌漑地区と同様に、サコーラ堰改修により取水ポンプの吸水水位が安定し、安定したポンプ揚水量が確保されるようになる。また、支線、2次、末端用水路の状況も同様に、比較的良好な状態に保たれており、通水能力に問題はない。

従って、サコーラ堰改修によって必要水位が安定確保されることにより受益地の灌漑条件は大きく改善されることが期待されることから、本プロジェクトでは堰以外の灌漑施設の特別な改修を行わない方針とする。また、輪作体系や作付け体系、輪番灌漑などは、従来より改善されながら受け継がれてきた伝統的営農方法であり、プロジェクト完了後もこれらを継承するものとする。

しかしながら、灌漑の主要施設であるポンプ設備の多くが老朽化し、十分な機能を発揮していない現状から、受益地内におけるポンプ設備等の必要な整備が伴わない限り、サコーラ堰改修の効果が効率的に発現できないことが予想される。これに対し、「エ」国側は、ポンプシステムおよび水路システムの整備計画を立て、これに沿って順次施設整備を進める方針である。また、これに加えサコーラ堰改修の効果をさらに確実なものとするため、灌漑効率を高め、用水の有効利用に大きく貢献することが期待される、「エ」国政府が推進しているメスカ改善事業のいち早い導入が望まれる。



### 3-2-1-6 バハル・ヨセフ灌漑用水路に対する方針

#### (1) 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 3-2-1.1 に示すとおりにある。これに従い、サコーラ堰の計画通水流量を下記に示すとおりにする。

- ・ 計画最大通水流量 (7 月) :  $Q_{\max} = 193.64\text{m}^3/\text{sec}$
- ・ 計画最小通水流量 (10 月) :  $Q_{\min} = 39.76\text{m}^3/\text{sec}$

#### (2) 計画水位

バハル・ヨセフ灌漑用水路の標準断面および計画縦断図は、開発調査時に策定された 図 3-2-1.1 および 2-1-6.2 に示すとおりにある。これに従い、サコーラ堰の計画水位を下記に示すとおりにする。

- ・ 上流側異常高水位 : 34.30m
- ・ 上流側高水位 : 34.10m
- ・ 上流側最高管理水位 : 33.70m
- ・ 下流側異常高水位 : 34.20m
- ・ 下流側最高管理水位 : 32.87m
- ・ 下流側最低管理水位 : 30.28m

- 1) 上流側最高管理水位 Max. U.W.L. 33.70m は、灌漑用水路内計画最大流量時 ( $Q_{\max} = 209.82\text{m}^3/\text{sec}$ ) の水位であり、灌漑用水路内計画最小流量時 ( $Q_{\min} = 42.43\text{m}^3/\text{sec}$ ) の上流側取水工の取入可能な堰上げ水位も同一とする。
- 2) 下流側最高管理水位 Max. D.W.L. 32.87m は、灌漑用水路内計画最大流量時 ( $Q_{\max} = 195.26\text{m}^3/\text{sec}$ ) の水位であり、最低管理水位 Min. D.W.L. 30.28m は灌漑用水路内計画最小流量時 ( $Q_{\min} = 44.05\text{m}^3/\text{sec}$ ) の水位である。
- 3) 上流側異常高水位 U.H.H.W.L. 34.30m は、100 年確率のサコーラ堰上流堰上げ最大高水位である。
- 4) 既往最大高水位は W.L. 34.17m であることから、下流側異常高水位は D.H.H.W.L. 34.20m とする。

#### (3) 水理計算基準

水路断面の通水量の算定に使用する平均流速は、マニング公式により算定する。

$$Q = A \cdot V$$

ここに、Q : 流量 ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )

A : 通水断面積 ( $\text{m}^2$ )

V : 平均流速 ( $\text{m}/\text{sec}$ )

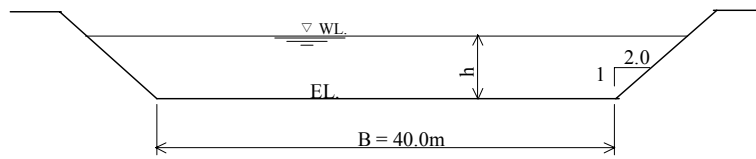
$$\text{マニング公式} : V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

n : 粗度係数、コンクリート水路 :  $n = 0.015$ 、その他の水路 :  $n = 0.030$

R : 径深 (m)

I : 動水勾配

图 3-2-1.1 用水路標準断面

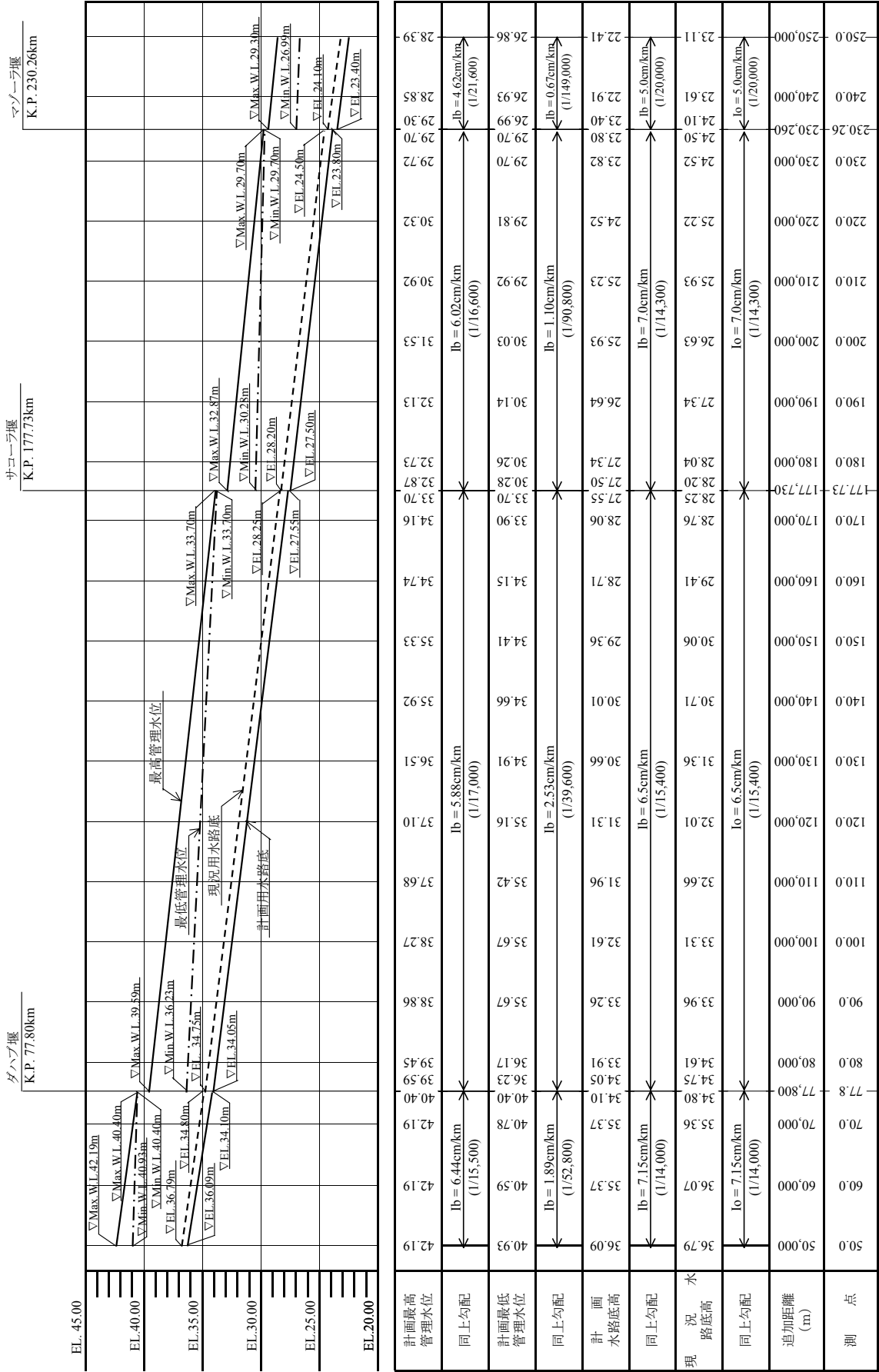


Description	Symbol	unit	at Upstream Section		at Downstream Section	
			Max. Discharge	Min. Discharge	Max. Discharge	Min. Discharge
Design Discharge	Q	m <sup>3</sup> /s	193.64	39.76	193.64	39.76
Water Level	WL	m	33.70	33.70	32.87	30.28
Bottom Elevation	EL	m	27.55	27.55	27.50	27.50
Water Depth	h	m	6.15	6.15	5.37	2.78
Bottom Width	B	m	40.00	40.00	40.00	40.00
Flow Area	A	m <sup>2</sup>	321.65	321.65	272.47	126.66
Wetted Perimeter	P	m	67.50	67.50	64.02	52.43
Hydraulic Radius	R	m	4.765	4.765	4.256	2.416
Velocity	V	m/s	0.60	0.12	0.71	0.31
Roughness Coefficient	n		0.030	0.030	0.030	0.030
Hydraulic Gradient	I		0.0000404	0.0000016	0.0000658	0.0000267
Required Free Board	F <sub>b</sub>	m	0.58	0.56	0.54	0.39
Sidebank Height	H	m	6.70	6.70	5.90	3.20

Manning' Formula:  $Q = A \times 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$ ,

Free Board:  $F_b = 0.05 h + 1.0 hv + (0.20 \text{ to } 0.30)$

図 3-2-1.2 バハル・ヨセフ用水路計画縦断面図 (サコーラ堰付近)



### 3-2-1-7 サコーラ堰体改修に対する方針

#### (1) サコーラ堰の改修方法

サコーラ堰は 1902 年に建設され、約 100 年が経過している。堰体はレンガ造りで、レンガ本体の強度は建設当時の 87%に低下し、またレンガ目地の強度は 21%に低下していると推定される。堰体の老朽化が甚だしく、レンガの欠落が見られ、崩落の危険性があり、緊急の改修が望まれている。また、ゲートは摺動式の二段型ローラーゲートで、門数が多く、移動式のチェンブロックにより人力でゲートの開閉が行われている。このため操作性が悪く、近代的な水管理の障害となっている。従って、堰としての改善を図るために、堰体およびゲートの全面改修を計画する。

#### (2) サコーラ堰の改修位置

開発調査「バハル・ヨセフ地区灌漑整備計画」(F/S、1992 年)では 4 案を検討して、代替案 S-1 を採択している(図 3-2-1.3 および 3-2-1.4 参照)。これは、開門の機能に障害を与えないこと、および堰整備工事を陸上工事として工事施工の有利性を考慮して選定されたものである。

しかし、現地調査の結果、先方側は用地収用、周辺道路取付けの問題から、既設サコーラ堰を撤去し現位置に更新したい意向である。代替案 S-1 の建設位置は私有地の農地であり、用地収用に相当の時間が要すると想定される。また、併設橋である管理橋は幅員が 4m と狭く、老朽化による通行制限があることから、住民は併設橋の改修を強く要望している(S-5 案)。

マゾーラ堰の整備工事実績から用水路内工事(用水路の仮回し工事、仮締切工事および工事用排水)が可能であることが確認された。S-5 案は、用水路の流れおよび維持管理を考慮して、既設堰の右岸側約半分を撤去・改修し、併設橋をとし全幅員 12.8 m(主要地方道仕様)に拡幅して住民の便を図るとともに、現況と同様に、道路線形を直線とする案である。

基本設計では、S-1 案(F/S 採用案：陸上工事)および S-5 案(要請書案：用水路内工事)について、水路の線形、用地収用、施工性(用水路の仮回し工事、仮締切工事および工事用排水)、既設道路の線形および経済性を比較検討する(表 3-2-2.1 参照)。

#### (3) サコーラ堰の幅

既設サコーラ堰の幅は 88 m である。既設堰はアスワン・ハイダムが建設される約 60 年前に建設された。アスワン・ハイダムの建設後は、バハル・ヨセフ灌漑用水路の流況が大きく変化して、ナイル川に対する洪水調節機能は廃棄されている。従って、堰通水断面は、計画最大通水流量(193.64 m<sup>3</sup>/sec)で施設の規模を検討する。

図 3-2-1.3 サコーラ堰の位置選定比較図（開発調査案）

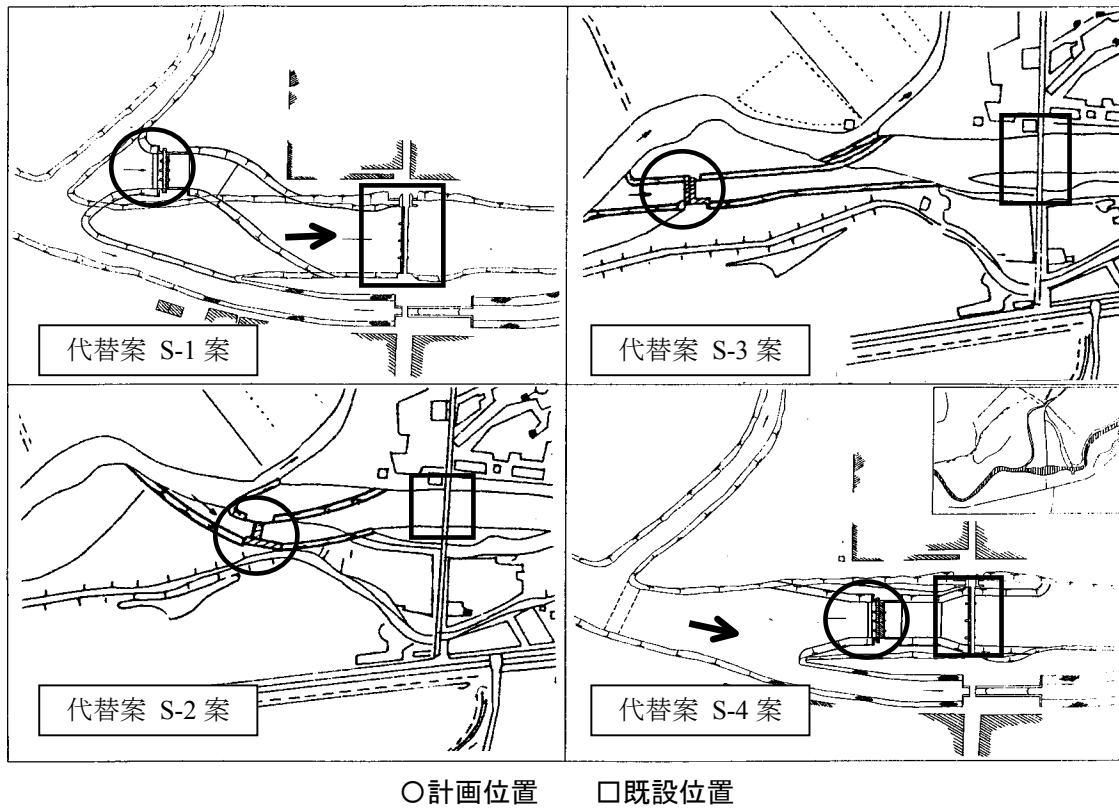
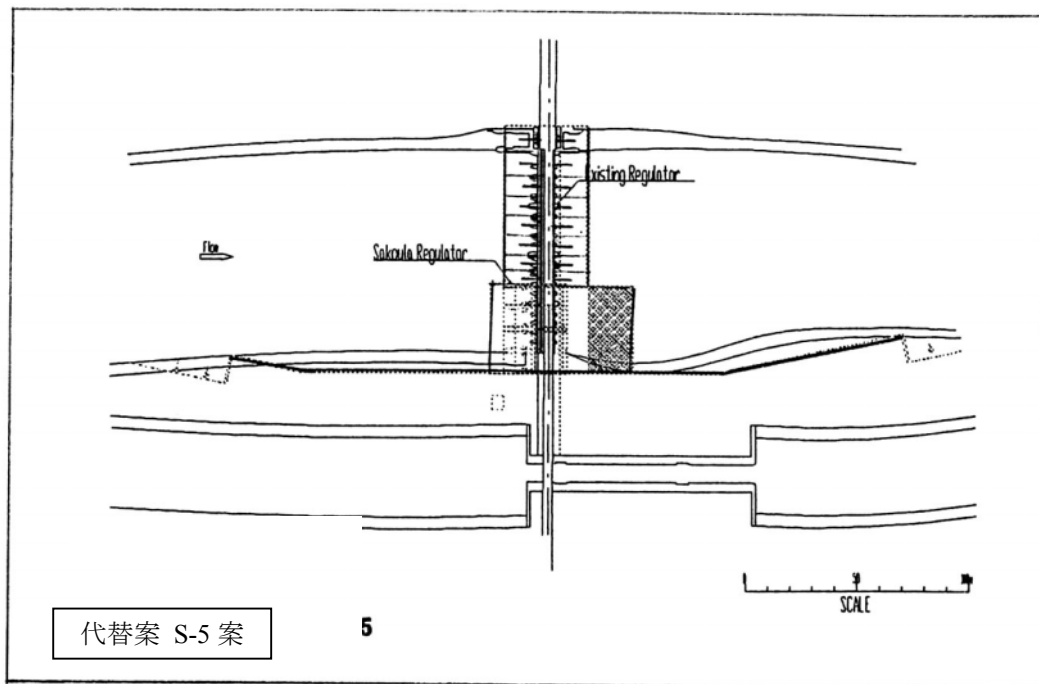


図 3-2-1.4 サコーラ堰の位置選定比較図（要請書案）



#### (4) 設計基準

現地調査によって確認された「エ」国の設計基準（荷重、鉄筋コンクリート、堰、水路に関する設計基準）を採用するが、日本の農水省設計基準（水路工、頭首工、ポンプ、フィルダムに関する設計基準）、道路橋示方書および水門鉄管技術基準に適合した改修計画とする。なお、両国の基準で相違が生じた場合には、「エ」国の基準を採用する。

#### (5) 堰体の構造

ラフーン堰およびマゾーラ堰の改修に当り、堰体の設計は、日本の“頭首工”設計基準が適用されている。「エ」国の建築技術基準によると、「エ」国では日本に比較して地震が少なく、設計地震力は1/3程度と予想される。この様に小さい地震力であり、一方地震時には許容応力が50%増しとなることから、サコーラ堰では、地震力を考慮しない設計とする。なお、この設計方針で影響を受ける構造物は、次の構造物が予想される。

- 1) ピアーおよびピアー部のエプロン
- 2) 主ゲート
- 3) 鋼矢板およびコンクリート擁壁工
- 4) 併設橋
- 5) 管理棟

また、ピアー頂版は“桁の型式（フラット スラブ、T 桁スラブ）”を比較検討する。これらの桁の製作方法として、“現場打ちコンクリート”と“プレキャストコンクリート”の比較検討も行う。

#### (6) 既設閘門の取扱い

既設サコーラ堰に併設されている閘門（舟通し）については、現在灌漑局が管理しミニア県知事所有となっている。閘門としての機能は果たしていないが、年1回のバハル・ヨセフ用水路の浚渫作業の際、建機を載せた台船が通行することがあること、また先方のマゾーラ堰の経験では、県知事からの閘門撤去の許可取得は困難であることから、そのまま残すこととする。

### 3-2-1-8 ゲート操作、水位・流量調節に対する方針

#### (1) ゲート駆動方式

上流側受益地への安定した灌漑用水の供給ならびに無効放流を軽減する上において、操作性の高いゲートを採用することが必須となる。

“手動駆動方式”と“電動駆動方式”を比較検討した結果、“手動駆動方式”は操作時間が長く、ゲート操作が困難となる。また、“電動駆動方式”は経済性の面からも有利である。「エ」国では、用水路の主要な調節堰の駆動方式は、将来の管理を考慮して、“手動駆動方式”から“電動駆動方式”へ切り換えている。従って、ゲート駆動方式を“電動方式”とする。また、停電に備えて発電機を設置する。

表 3-2-1.2 サコーラ堰ゲート駆動方式の比較検討表

駆動方式	手動方式		電動方式	
ゲート規模	・スパン：3.0m x 扉高：3.0m x 22 門	—	・スパン：8.0m x 扉高：3.0m x 8 門	—
ゲートの操作力	・最大：10kgf (100N)	△	・操作荷重に制限はない。	◎
ゲート操作速度	・操作力 40kgf の場合 3 cm/min 程度	×	・30cm/min 程度	◎
ゲート操作時間	・3.9 時間/門 ・85.8 時間/22 門	×	・23 分/門 ・1.5 時間/4 門	◎
水位・流量の調整機能	・ゲート操作速度が遅く、水位・流量調節機能が劣る。	△	・ゲート操作速度が速く、水位・流量調節機能に優れている。	◎
ゲートおよびピアー工事費 (百万円)	・ゲート費： 513 ・ピアー工事費： 140 ―― ・合計工事費： 653 (1.003)	○	・ゲート費： 586 ・ピアー工事費： 65 ―― ・合計工事費： 651 (1.000)	○
年間維持管理費 (千円/年間)	・人件費： 1,890 ・オペレーション費： 144 ―― ・維持管理費費： 2,034 (1.207)	△	・人件費： 1,512 ・オペレーション費： 173 ―― ・維持管理費費： 1,685 (1.000)	○
総合評価	×		◎	

## (2) ゲートタイプ

堰のゲートタイプは、1) 越流の有無、および 2) 扉体の構造により次の様に分類される。

### ① 越流の有無による分類

- 1) 越流タイプ： ロラーゲート、スライドゲート、起伏ゲート、ゴム引布製ゲート
- 2) 非越流タイプ： ロラーゲート、スライドゲート、ラジアルゲート

### ② 扉体の構造による分類

- 1) 一枚扉タイプ： 一枚扉ローラーゲート、ラジアルゲート、スライドゲート、起伏ゲート、ゴム引布製ゲート
- 2) 二枚扉タイプ： 摺動式二段ローラーゲート、積重ね式二段ローラーゲート、フラップ付きローラーゲート

ゲート操作および水位・流量調節の視点から、ゲートタイプを選定する。

## (3) 水位・流量の調節方式

現存するサコーラ堰は、約 100 年前に築造されたものであり、当時としては唯一の選定対象である“下段ゲートのアンダーフロー”で下流の水位調節を行っている。しかし、上記の多様なゲートが選定対象となる今日では、「水位・流量調節」および「維持管理」の視点から次の 3 タイプの水位・流量の調節方法を比較検討する。

- ① “非越流タイプゲートによるアンダーフロー”、
- ② “越流タイプゲートのアンダーフロー” および
- ③ “越流タイプ上段ゲートのオーバーフロー”

サコーラ堰の放流量は、39.76m<sup>3</sup>/sec (10 月)～193.64m<sup>3</sup>/sec (7 月)に期別変化する。この多様に変化する流量

を適切にゲートから放流するためには、精度の高い調節が要求される。下記の通り、“下段ゲートのアンダーフロー”に比較して、“上段ゲートのオーバーフロー”は水位・流量調節機能に優れている。

(放流ケースの一例)

- 1) “下段ゲートのアンダーフロー”の場合 (ゲート開度：a = 0.10m の場合)

$$\begin{aligned} Q &= C_c \cdot B \cdot a \cdot \sqrt{2g(h_1 - C_c \cdot a)} \\ &= 0.61 \times 8.00 \times 0.10 \times \sqrt{2 \times 9.8(6.10 - 0.61 \times 0.10)} \\ &= 5.31 \text{m}^3/\text{sec} \text{ (最小流量：} 39.76 \text{m}^3/\text{sec の } 13.4\% \text{に相当する)} \end{aligned}$$

- 2) “上段ゲートのオーバーフロー”の場合 (ゲート開度：a = 0.10m の場合)

$$\begin{aligned} Q &= C_r \cdot B \cdot H^{3/2} \\ &= 1.94 \times 6.50 \times 0.10^{3/2} \\ &= 0.40 \text{m}^3/\text{sec} \text{ (最小流量：} 39.76 \text{m}^3/\text{sec の } 1.0\% \text{に相当する)} \end{aligned}$$

前記3タイプの水位・流量の調節方式を比較した結果は、表3-2-1.3に示すとおりである。“オーバーフロー”タイプゲートでは、水管理上で最優先機能である灌漑計画において許容される管理ロス(5%程度)の範囲で水位・流量の微調節が可能で、巻上機のモーター容量が小さくゲートの操作性、流芥物処理が容易となり、計画最大通水量の放流が可能である。従って、オーバーフロータイプを以下の理由により選定する。

- ①上流側水位の精度の高い調節が可能となる。
- ②小流量から大流量まで流量変化に柔軟に対応可能であるため、下流水位設定を迅速に行える。
- ③越流水深(上流水位)が決まれば放流量が決まることから、下流放流量の把握が容易となる。

上記①～③に加えて、

- ④将来はサコーラ堰および無償実施済み2堰との一元流量管理が望ましい。

また、現況では流量観測施設がないため、サコーラ堰の管理方法は“水位管理”であるが、将来、急激な人口増にともなう農地の水平拡大が進み、水資源の逼迫も予想されており、バハル・ヨセフ用水路全体の合理的な水管理を実現するためには、堰の改修一元管理を想定した“流量管理”に移行することが考えられる。ゲート上下流に水位計を設置して、ゲート開度から堰の放流量を測定する演算システムを設置する。



表 3-2-1.3 水位・流量の調節方式の比較検討表

ゲートタイプ 放流タイプ	ゲート (%)	非越流タイプゲート		越流タイプゲート			
		アンダーフロー		オーバーフロー			
ゲートの構造	—	・古くからのゲート製作実績がある。 ・扉体構造は比較的単純である。 (一枚扉)	・ゲート製作実績は1960年代からである。 ・扉体構造は比較的単純である。 (一枚扉)	・ゲート製作実績は1970年代からである。 ・2段ゲートとなるため、扉体構造は比較的複雑となる。(二枚扉)			
ゲートの扉高	—	天端標高：EL. 34.20m 敷高標高：EL. 28.00m 扉高：6.20m	天端標高：EL. 33.80m 敷高標高：EL. 28.00m 扉高：5.80m	天端標高：EL. 33.80m 敷高標高：EL. 28.00m 扉高：5.80m			
最大可能放流量	—	・456.64m <sup>3</sup> /s > 193.64m <sup>3</sup> /s 評価	・456.64m <sup>3</sup> /s > 193.64m <sup>3</sup> /s 評価	・194.64m <sup>3</sup> /s > 193.64m <sup>3</sup> /s 評価			
水位調節機能	20	・小開度時に扉体の振動が生じる危険性があるため、小流量放流での水位調節ができない。 ・単位開度での放流量が大きいため、水位の微調節ができない。 ・堰上流水位の確保が難しい。	10	・小開度時に扉体の振動が生じる危険性があるため、小流量放流での水位調節ができない。 ・単位開度での放流量が大きいため、水位の微調節ができない。 ・堰上流水位の確保が難しい。	10	・小開度時でも扉体の振動が生じる危険性がないため、小流量放流での水位調節が可能である。 ・単位開度での放流量が小さいため、水位の微調節が可能である。 ・堰上流水位の確保が容易である。	20
流量調節機能	20	・最小流量時、流量調節精度は12.4%～13.4%程度である。 ・灌漑計画での管理ロスの5%以内の流量調節ができない。 ・単位開度での放流量が大きいため、流量の微調節ができない。	10	・最小流量時、流量調節精度は12.4%～13.4%程度である。 ・灌漑計画での管理ロスの5%以内の流量調節ができない。 ・単位開度での放流量が大きいため、流量の微調節ができない。	10	・最小流量時、流量調節精度は1.0%～4.4%程度である。 ・灌漑計画での管理ロスの5%以内の流量調節が可能である。 ・単位開度での放流量が小さいため、流量の微調節が可能である。	20
ゲートの操作性	15	・越流を許容しないため、常時監視となる。 ・水位・流量の微調節ができないため、操作頻度が多くなる。 ・アンダーフローのみの放流であるため、ゲート操作が容易である。	8	・越流を許容するため、計器監視が可能である。 ・水位・流量の微調節ができないため、操作頻度が多くなる。 ・アンダーフローのみの放流であるため、ゲート操作が容易である。	12	・越流を許容するため、計器監視が可能である。 ・水位・流量の微調節が可能のため、操作頻度が少なくなる。 ・オーバーフローおよびアンダーフローの放流であるため、ゲート操作がやや複雑となる。 ・下段ゲート操作は機側操作のみとなる。 ・下段ゲート全閉時のみ遠方操作が可能である。	8
ゲートおよび堰の維持管理	15	・一枚扉ゲートで構造が単純なため、ゲート及び操作上のトラブルが少ない。 ・操作荷重が大きいため、維持管理費が高くなる。 ・流芥物が滞留し易い。 ・堰下流用水路の洗堀の危険性がある。	8	・一枚扉ゲートで構造が単純なため、ゲート及び操作上のトラブルが少ない。 ・操作荷重が大きいため、維持管理費が高くなる。 ・流芥物が滞留し易い。 ・堰下流用水路の洗堀の危険性がある。	8	・二枚扉ゲートで構造が複雑なため、ゲート及び操作上のトラブルが生じる危険性がある。 ・操作荷重が小さいため、維持管理費が安くなる。 ・流芥物が滞留しない。 ・堰下流用水路の洗堀の危険性が少ない。	12
経済性 (非越流タイプを1.00とする)	30	・非越流タイプであるため、扉高が高くなりアンダーフローの越流タイプに比較して割高となる。(1.00)	28	・越流タイプであるため、扉高が低くなり非越流タイプに比較して安価となる。(0.93)	30	・二段ゲートタイプであるため、非越流タイプに比較して割高となる。(1.30)	21
総合評価	100		64		70		81

注) 1) “越流タイプゲート”を採用するとゲート天端標高は、上流側最高管理水位 (Max. U. W. L. 33.70m) に余裕高 (0.10m) を加えた EL. 33.80m (扉高：5.80m) となる。  
 2) “非越流タイプゲート”を採用するとゲート天端標高は、ゲート操作を考慮して上流側高水位 (U. H. W. L. 34.10m) に余裕高 (0.10m) を加えた EL. 34.20m (扉高：6.20m) となる。  
 3) 「農水省設計基準 頭首工」により、上記のゲート余裕高を0.10mとした。

#### (4) ゲート型式

“上段ゲートのオーバーフロー”タイプのゲートには次の2タイプがある。

- ① 摺動式二段ローラーゲート
- ② フラップ付き二段ローラーゲート

##### ① 摺動式二段ローラーゲート

摺動式二段ゲートからの放流は、上段ゲートを落とし込むことにより上段ゲート天端をオーバーフローさせるため、小流量時の水位・流量調節が可能である。また、下流水深が大きい場合にはオーバーフローにより減勢効果も期待できる。フラップ付きローラーゲートに比較して、摺動式二段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、河川用および大規模用水路用ゲートとして広範囲に採用されている。

##### ② フラップ付きローラーゲート

ゲート構造上の理由で、フラップ付きローラーゲートのフラップ扉高は、全屏高：5.80mの1/3以下の1.9mに制限される。この場合には、“フラップゲートのオーバーフロー”で放流可能量は $140\text{m}^3/\text{sec}$ 程度であり、最大流量 $193.64\text{m}^3/\text{sec}$ は放流できない。従って、精度の良い放流が可能で、浮遊流芥物の処理のしやすい“上段ゲートのオーバーフロー”タイプのゲートの中で、下流最大放流量 $193.64\text{m}^3/\text{sec}$ が放流できる「摺動式二段ローラーゲート」を選定する（表 3-2-1.4 参照）。

#### (5) 予備ゲート(角落とし)

主ゲートの再塗装、補修時などに備えて上流側からの流水を止めるために予備ゲートが必要となるが、再塗装が10年に一度程度と頻度が多くないことから、既に調達済みであるラフーン堰の予備ゲートを転用する計画とする。但し、ラフーン堰の担当事務所がベニスエフ地方灌漑局であり、サコーラ堰と異なるため、同事務所の協力が不可欠である。

表 3-2-1.4 “上段ゲートのオーバーフロー” タイプゲートの型式比較選定表

項目	型式	ゲート (%)	摺動式二段ローラーゲート	フラップ付き二段ローラーゲート
概略型式		—		
調節方式		—	・小流量時は上段扉の下降により、大流量時は下段扉の上昇により水位を調節する。	・小流量時はフラップの倒伏により、大流量時は下段扉の上昇により水位を調節する。
調節能力		20	・オーバーフローで、最大流量：193.64m <sup>3</sup> /sec まで放流できる。	・オーバーフローでは、可能放流量：132.10m <sup>3</sup> /sec であり、最大流量：193.64m <sup>3</sup> /sec が放流できない。 ・132.10m <sup>3</sup> /sec 以上の放流量時は、アンダーフローの放流となる。
調節精度		20	・オーバーフローの放流であるため、小開度での流量調節も可能である。 ・オーバーフローの放流であるため、精度の良い流量調節が可能である。	・放流量が 132.10m <sup>3</sup> /sec 以上の場合、アンダーフローの放流となるため、精度の良い流量調節ができない。
ゲート維持管理		10	・上下段ゲートが単独構造物となり、扉体の構造が単純で、維持管理が容易。	・フラップゲートが下段ゲートとヒンジ構造で取付けているため、ヒンジ部のトラブルが生じやすく、維持管理が難しい。
ピアアの規模		5	・扉体および戸溝構造が複雑であるため、ゲートピアアの長さが大きくなる。 ・巻上機の台数が多いため、ゲートピアアの頂版が大規模となる。	・扉体および戸溝構造が単純であるため、ゲートピアアの長さを小さくできる。 ・巻上機の台数が多いため、ゲートピアアの頂版が大規模となる。
下流の減勢		5	・オーバーフロー放流であるため、下流側の減勢工が軽減できる。	・大放流時、アンダーフロー放流となるため、下流側に減勢工が必要となる。
水密性		5	・中間水密部に流芥物が溜まり、水密性能が低下することがある。	・水密性は良い。
流芥物処理		5	・越流放流であるため、流芥物の処理が容易である。	・越流放流であるため、流芥物の処理が容易である。 ・大放流量の時は下段ゲートのアンダーフロー放流となるため、流芥物が滞留する。
実績		5	・扉高の高い調整堰としての実績が多い。	・扉高の低い調整堰としての実績が多い。
経済性		15	・ゲートが 2 分割されるため、戸溝が 2 箇所必要となり、割高となる。 (1.10)	・戸溝が 1 箇所となり、割安である。 (1.00)
運転経費		10	・常時の水位・流量調節を上段ゲートで行うため、巻上機荷重が小さく、運転経費が安価である。	・常時の水位・流量調節を上段ゲートで行うため、巻上機荷重が小さく、運転経費が安価である。 ・大放流量の時は下段ゲートのアンダーフロー放流となるため、巻上機荷重が大きく、運転経費が割高である。
総合評価		100	92	68

### 3-2-1-9 管理棟に対する方針

#### (1) 管理事務所としての必要性

施設の維持管理上、管理棟は以下に示す管理事務所としての役割を担うこととなる。

#### ① 堰運営事務所；ゲート操作管理事務所として

##### 1) 精度の高い水位・流量調節のための管理施設

既設サコーラ堰において、従来から実施されてきた“下流水位制御”は、流量の把握が困難なため、精度の高い流量調節が難しい。改修される堰は精度の高い流量調節が可能な“上段ゲートのオーバーフロー”放流による“流量制御”とする。このために、従来行われてきたとおりゲートオペレーターによる2シフト制の24時間ゲート操作および電気・制御設備を常時監視とし、管理職員への通報とする。この様な堰の運用を実現するために、遠方操作室を管理棟内に設置する必要がある。

##### 2) 管理用機器・機材の格納施設

###### i) 遠方操作室の設置：

遠方操作パネルには、ゲート上下流水位およびゲート開度から放流量を演算する流量計（マイクロコンピュータ）を設置する。砂塵や酷暑等からの防護のため、遠方操作パネルは屋内に設置する必要がある。

###### ii) 堰維持管理者の常時監視：

サコーラ堰にあつては、従来行われてきたとおりゲートオペレーターによる2シフト制の24時間監視とし、管理職員への通報とする。また、電気・制御設備を常時監視するために、遠方操作盤・電気設備、台所およびトイレは屋内に設置する。

###### iii) 維持管理用資機材を保管する倉庫：

サコーラ堰維持管理に必要な機器類、資料およびゲート等のスペアパーツを格納する倉庫を管理棟内に設置する。

###### iv) 予備発電機の格納庫：

サコーラ堰のゲート操作方式は電動式を採用するため、停電に備えて発電機を管理棟内に設置する。

#### ② 設備維持管理事務所として

維持管理として、日常の保守点検、毎月の保守点検を実施していく必要があるが、日々記録を残す必要がある。日常の点検については、常駐管理者であるチーフオペレーターが行うこととするが、月間の点検については、ベニスエフおよび西ミア地方灌漑局のメカニックが訪問し、開度計の読みやゲート開度スピード、止水ゴムの劣化状況、ナット、ボルトの緩みなどチェック等作業が生じるため、維持管理事務所として管理棟が活用されることになる。

(2) 将来のバハル・ヨセフ灌漑システムとしての必要性

バハル・ヨセフ灌漑水路システムは右記の5つの堰（下流より）から構成されている。

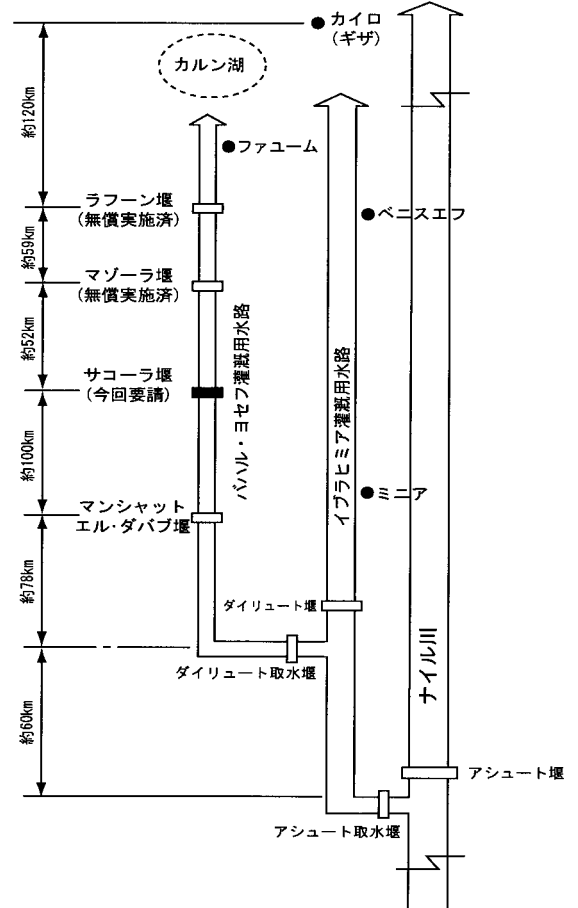
- 1) ラフーン堰(無償実施済)
- 2) マゾーラ堰(無償実施済)
- 3) サコーラ堰(今回要請)
- 4) マンシャット・エル・ダハブ堰
- 5) ダイリュート堰

① 統合水管理システムの必要性

バハル・ヨセフ用水路はナイル川を水源としてダイリュート堰において約 230m<sup>3</sup>/sec を取水し、バハル・ヨセフ用水路で繋がる4カ所の堰を通じて上流域から下流域まで全 320,000 ha の受益地に必要な灌漑用水を適正に配水する使命を担っている。

将来バハル・ヨセフ灌漑水路水管理システムを、ナイル川統合水管理システムの1サブシステムとして位置付け、ダイリュート堰を親局として、他の4カ所の堰を子局とする水管理ネットワークを構築することが望ましい。5カ所の堰（サブ灌漑システムのステーション）の管理下にある末端圃場での必要用水量に対し、バハル・ヨセフ用水システムが配水可能な灌漑用水量との検証結果に基づき最終配水計画が決定され、水管理ネットワークを通じて各サブシステムにおける流量管理指示がなされる必要がある。

図 3-2-1.5 堰位置関係図



② 統合水管理システムにおけるサブシステムとしての堰管理事務所の役割

上述の水管理システムが構築された場合、各堰の管理棟ではサブシステムの管理事務所として次のような役割が課せられることになる。

- 1) 各堰掛りの支線水路、圃場への灌漑用水量の情報収集と集積
- 2) 堰ゲート制御による堰上流水位維持と下流水路への放流量管理
- 3) 320,000 ha の受益地を管理する水管理システムのサブシステム運営事務所としての業務

③ 水管理事務所として

サコーラ堰が改修され、3堰の一元流量管理が実現すると、作付パターンから月別の必要水量を算定し、各用水路の取水量および各ポンプ場の灌漑揚水量を計算し、堰上流取水量(実灌漑用水量)から下流放流量

月	日	マゾーラ 放流量	ラフーン堰掛り必要取水量				小計	ギザ取水工	
			A用水路	B用水路	Cポンプ	Dポンプ		....	....
8月	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	.								
	.								
	.								
	.								

を決定する作業が生じる。また、3 堰を連動した流量管理を行うことから各堰の過不足分を他堰に回す作業が生じる。従って、常に 3 堰の農地への取水量ならびに下流放流量を把握しておく必要がある。これら作業は管理棟を利用し、例えば上図のような記録をボードに示し、日々の流量管理を行っていくことになる。

#### ④ 技術指導の場として

ゲート操作や施設の維持管理指導および流量管理にかかる指導の場として、堰での実地訓練を堰敷地内で実施することとなり、管理棟が活用される。

#### (3) 管理棟の構造

サコーラ堰の管理棟は、“平屋 RC 柱梁、壁ブロック造り”構造とし、ゲート操作が堰の上下流の状況を確認して行える様に、遠方操作室は用水路左岸沿いに計画する。また、併設する予備発電機室を設ける。

#### (4) 遠方操作パネルからの操作および表示内容

遠方操作パネルからの操作内容は、下記のとおりとする。

##### 1) 上段ゲートの操作

常時のゲート上流および下流水位の調節は、“上段ゲートのオーバーフロー”で行う。従って、上段ゲートの操作ボタンは、遠方および機側操作パネルの両方に設置する。

##### 2) 下段ゲートの操作

異常時（バハル・ヨセフ用水路維持管理にかかる放流時）に、下段ゲートを全開する場合には、管理棟内の遠方操作室およびゲートピア一頂版上の機側操作パネルの両方で下段ゲートを操作する。従って、下段ゲートの操作ボタンは、遠方および機側操作パネルの両方に設置する。

##### 3) 上段および下段ゲートの開度

上段および下段ゲートの開度表示は、遠方操作パネルにデジタル表示およびアナログ表示の両方を表示する。また、機側操作パネルにもデジタル表示およびアナログ表示とする。

##### 4) 上流および下流水位表示

上流および下流水位表示は、機側操作パネルはアナログ表示とし、遠方操作パネルはデジタル表示とする。

##### 5) ゲートからの放流量および積算放流量

ゲート操作状況に関係なく、ゲートからの下流放流量および積算放流量は、遠方操作パネルのみデジタル表示する。

##### 6) 水位、ゲート開度および流量の自記記録

上下流の水位、上下段ゲートの開度およびゲートからの放流量は、遠方操作パネルの記録紙に自記記録する。

##### 7) 場内通信システム

遠方操作室と機側操作パネル間の通信システムとして、場内電話器を設置する。

## (5) 操作パネルの構成

### ① 遠方操作パネル

遠方操作パネルの構成は、次の通りとする。

- 1) 上段ゲート操作ボタン (No.1～No.4 ゲート)
- 2) 下段ゲート操作ボタン (No.1～No.4 ゲート)
- 3) ブザー ストップ ボタン
- 4) ランプ テスト ボタン
- 5) 上段ゲート開度計 (デジタル表示、No.1～No.4)
- 6) 上段ゲート開度計 (アナログ表示、No.1～No.4)
- 7) 下段ゲート開度計 (デジタル表示、No.1～No.4)
- 8) 下段ゲート開度計 (アナログ表示、No.1～No.4)
- 9) 上流水位計 (デジタル表示)
- 10) 下流水位計 (デジタル表示)
- 11) ゲート放流量計 (デジタル表示)
- 12) ゲート放流量積算計 (デジタル表示)
- 13) 水位・ゲート開度・放流量自記記録計
- 14) 非常停止ボタン
- 15) 場内電話器

### ② 機側操作パネル

機側操作パネルの構成は、次の通りとする。

- 1) 上段ゲート操作ボタン (No.1～No.4 ゲート)
- 2) 下段ゲート操作ボタン (No.1～No.4 ゲート)
- 3) 上段ゲート開度計 (デジタル表示、No.1～No.4)
- 4) 上段ゲート開度計 (アナログ表示、No.1～No.4)
- 5) 下段ゲート開度計 (デジタル表示、No.1～No.4)
- 6) 下段ゲート開度計 (アナログ表示、No.1～No.4)
- 7) 上流水位計 (アナログ表示)
- 8) 下流水位計 (アナログ表示)
- 9) 電圧計 (アナログ表示)
- 10) 電流計 (No.1～No.4、アナログ表示)
- 11) 操作場所選択ボタン
- 12) 操作モード ボタン
- 13) ブザー ストップ ボタン
- 14) ランプ テスト ボタン
- 15) 非常停止ボタン
- 16) リセット ボタン

## 17) 場内電話器

### 3-2-1-10 併設橋に対する方針

#### (1) 併設橋の幅員

併設橋の計画幅員は、下記の「エ」国設計基準および実績ならびに日本の日交通量基準より、“全幅 12.80m (車道幅員：3.0m x 2 + 自転車・馬車道幅員：2.0m x 2 + 歩道幅員：1.0m x 2 + 高欄地覆：0.4m x 2)”とする。

#### 〔「エ」国の道路基準〕

- 1) 「エ」国 道路局の計画によるとサコーラ堰の併設橋は、アシュートーカイロ砂漠道路 (国道 2 号線) とカイローアスワン農業道路 (国道 1 号線) を連絡する 4 本の主要地方道 (国道級、設計自動車活荷重：60t) の 1 本である。
- 2) 主要地方道に架かる道路橋の幅員は、12.0m としている。

#### 〔「エ」国の実績〕

- 3) 西ミア地方灌漑局が改修したミア堰の併設橋の全幅は 12.8m である。

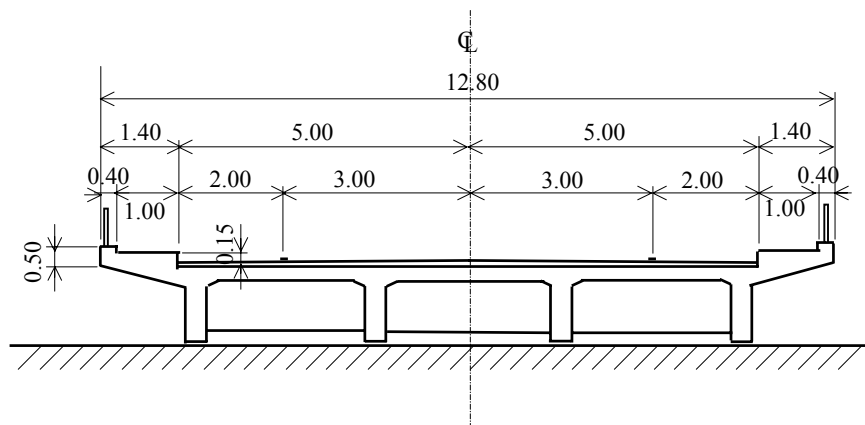
#### 〔日本の道路基準・一般交通〕

- 4) 自動車の計画日交通量が 2,000 台より、車道幅員：3.0m x 2 車線 = 6.0m とする (農水省設計基準 農道参照)。
- 5) 自転車、馬車の計画日交通量が 5,000 台より、自転車、馬車道幅員：2.0m x 2 車線 = 4.0m とする (国交省 道路構造令参照)。
- 6) 歩行者の計画日交通量が 8,100 人より、歩道幅員：1.0m x 2 レーン = 2.0m とする (国交省 道路構造令参照)。

#### 〔工事中およびゲート維持管理〕

- 7) ゲート据付および補修用にトラッククレーンが必要である。トラッククレーンの機械旋回半径 4.5m であることから、必要な車道全幅は 10.0 m となる。

図 3-2-1.6 併設橋標準断面





## (2) 併設橋桁の型式および施工方法

併設橋に対する基本方針は、下記の通りとする。

- 1) 併設橋の設計は日本の“道路橋示方書”によるものとする。
- 2) 径間割りはゲートと同様に径間長：8.0mの4径間とする。
- 3) 経済性は4径間連続桁型式が有利であるが、橋長が40.0mと長く構造的な理由（温度変化に対する対応）により、“2径間連続桁型式”を採用する。
- 4) 径間10mの場合、桁の断面形状は日本での実績が多い“鉄筋コンクリートT桁”とする。
- 5) 仮締切内で桁は架設できる、また必要な支保工の高さは7.5m程度と比較的低いことから、併設橋の桁は“現場打ちコンクリート”として施工する。

### 3-2-1-11 建設事情／調達事情に対する方針

「エ」国には、大型工事の施工実績を持ち技術水準も比較的高い大手の建設会社から小規模な地方の建設会社まで多くの建設会社が存在する。これらの建設会社は一般的な土木工事、建築工事を実施する能力を有する。しかしながら、堰関係の土木工事の「エ」国における実績調査によると、当初設定工期は3から4年で着工するが実際の完成は遅れているのが実情で4、5年の工期設定が必要と判断される。当事業の実施期間は見込みで数年と短工期であり、それらを達成できる施工法、調達方法を計画する。

堰工事の用水路締切り工事に関しては、「エ」国建設会社は外国企業とのJVなどでの施工実績はあるが、単独でできる「エ」国建設業者は少ない。従って、「エ」国の建設業者の工期、品質、安全面における総合的な管理から末端の現場管理までを含めた幅広い管理能力は十分でなく、外国建設企業の指導が必要である。

労働力については、当事業計画のサコーラ堰近郊では、普通作業員の確保は可能と想定されるが技能工の確保は難しい。大工・鉄筋・左官などの技能工や工事最盛期に不足する作業員はミア市やカイロ市からの調達を計画する。

### 3-2-1-12 ゲート調達方法に係る方針

当事業計画においては、検討の結果大型の摺動式2段ローラーゲートが予定されている。「エ」国で建設された大規模堰工事のゲート機械設備に関しては、下記理由により第3国または日本で設計製作し輸入されている。

#### (1) 大規模堰用ゲート

「エ」国内では、大規模堰用ゲートのような複雑な機能と高い精度の鉄鋼加工製品の設計製作できるメーカーは無く、摺動式二段ローラーゲートは日本から、ラジアルゲートは第3国からの輸入である。最近の事例では第3国の設計と製作の技術指導で大型ラジアルゲートの製作のみを「エ」国で実施する計画があるが実績はない。サコーラ堰改修で計画されている摺動式タイプのローラーゲートの設計製作実績調査によると、第3国ではこのタイプは一般的に普及しておらず（主にラジアルゲートが多い）実績もほとんどないが、日本では頭首工用のゲートとして広く普及しており多くの実績を有する。

## (2) ゲート巻上関連機器及び電気設備

上記の大規模堰用ゲートに付随して設計製作されるゲート巻上関連機器及び電気設備は、ゲートと一体となった機能保証が求められるため、ゲートとともに第3国、日本で設計製作し輸入されている。ゲート本体と同様に、「エ」国内での設計製作はされていない。当計画で予定されている摺動式二段ローラーゲートおよび付属機器・電気設備は、設計基準が確立され多くの設計製作の実績がある日本からの調達を計画する。

### 3-2-1-13 その他資機材調達方法に係る方針

#### (1) 鋼矢板・大型H形鋼

鋼矢板・大型H形鋼は、日本または第3国調達からの調達が可能であり、品質、納期、コストを考慮して、調達先を計画する。

「エ」国内において、一般鉄鋼製品である鉄筋、鉄板、小サイズ形鋼材は国際規格に従って生産されているが、鋼矢板、大型H形鋼は生産されておらず日本、第3国からの輸入となる。これらの鋼材は工事の受注に応じて建設業者あるいは基礎工事の専門業者が輸入調達し保有しており、リース等で市場に多種の仕様が数量面で十分に流通していないため、まとまった量の調達はその都度輸入する計画とする。条件、規格、性能品質、納期、コストを考慮した比較検討の結果、日本からの調達を計画する。比較検討結果は表3-2-1.5および3-2-1.6に示す。

表 3-2-1.5 鋼矢板の調達方法の比較(仮設工事に使用する場合)

	日本調達			第3国調達			現地調達		
	買取+日本売却	買取+「エ」国で売却	リース	買取+「エ」国売却	第3国から直接輸入し、使用後現地で売却	買取+「エ」国で売却	買取+「エ」国で売却	リース	「エ」国内でリースし、使用後はリース会社に返却
条件	日本国内で購入し現地へ輸送、使用後は日本に持ち帰り売却。	日本国内で購入し現地へ輸送、使用後は「エ」国にて売却。	日本国内でリース調達し現地向輸送、使用後リース業者へ返却	第3国から直接輸入し、使用後現地で売却	「エ」国内市場で購入。使用後現地で売却	「エ」国内市場で購入。使用後現地で売却	「エ」国内市場で購入。使用後現地で売却	リース	「エ」国内でリースし、使用後はリース会社に返却
規格	・IV型 ・W=400mm ・190.25kg/m・壁幅 1m ・合成断面係数は 2270cm <sup>3</sup> /壁幅 1m	・IV型 ・W=400mm ・190.25kg/m・壁幅 1m ・合成断面係数は 2270cm <sup>3</sup> /壁幅 1m	・TYPE PU20 ・W=600mm ・140.5kg/m・壁幅 1m ・合成断面係数は 2532cm <sup>3</sup> /壁幅 1m	・TYPE PU20 ・W=600mm ・140.5kg/m・壁幅 1m ・合成断面係数は 2532cm <sup>3</sup> /壁幅 1m	・TYPE PU20 ・W=600mm ・140.5kg/m・壁幅 1m ・合成断面係数は 2532cm <sup>3</sup> /壁幅 1m	・TYPE PU20 ・W=600mm ・140.5kg/m・壁幅 1m ・合成断面係数は 2532cm <sup>3</sup> /壁幅 1m	・TYPE PU20 ・W=600mm ・140.5kg/m・壁幅 1m ・合成断面係数は 2532cm <sup>3</sup> /壁幅 1m		
納期	在庫豊富、輸出手配容易、計画納期に確実に納入可能	在庫豊富、輸出手配容易、計画納期に確実に納入可能	在庫豊富、輸出手配容易、計画納期に確実に納入可能	在庫豊富、輸出手配容易、計画納期に確実に納入可能	在庫豊富、輸出手配容易、計画納期に確実に納入可能	在庫豊富、輸出手配容易、計画納期に確実に納入可能	在庫豊富、輸出手配容易、計画納期に確実に納入可能	×	「エ」国では十分な在庫を持ったリース市場無く、注文・製造・輸入となり、納期不安定
技術性能	部材板厚が厚く剛性大で施工性良い	部材板厚が厚く剛性大で施工性良い	部材板厚が厚く剛性大で施工性良い	部材板厚が厚く剛性大で施工性良い	部材板厚が厚く剛性大で施工性良い	部材板厚が厚く剛性大で施工性良い	部材板厚が厚く剛性大で施工性良い	△	部材板厚が薄く剛性が劣り打設時に変形が危惧される
コスト	20,100円/m・壁幅 1m	23,180円/m・壁幅 1m	20,600円/m・壁幅 1m	28,700円/m・壁幅 1m	30,900円/m・壁幅 1m	30,900円/m・壁幅 1m	30,700円/m・壁幅 1m	×	30,700円/m・壁幅 1m
評価	技術性能、納期問題なく、最も安価	技術性能、納期問題なく安価	技術性能、納期問題なく安価	技術性能、納期問題なく安価	技術性能、納期問題なく安価	技術性能、納期問題なく安価	技術性能、納期問題なく安価	×	リース市場無く、高価

表 3-2-1.6 鋼矢板の調達方法の比較(本設工事に使用する場合)

	日本調達	第3国調達	現地調達
規格	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ IV型</li> <li>・ W=400mm</li> <li>・ 190.25kg/m・壁幅 1m</li> <li>・ 合成断面係数は 2270cm<sup>3</sup>/壁幅 1m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ TYPE PU20</li> <li>・ W=600mm</li> <li>・ 140.5kg/m・壁幅 1m</li> <li>・ 合成断面係数は 2532cm<sup>3</sup>/壁幅 1m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ TYPE PU20</li> <li>・ W=600mm</li> <li>・ 140.5kg/m・壁幅 1m</li> <li>・ 合成断面係数は 2532cm<sup>3</sup>/壁幅 1m</li> </ul>
納期	在庫豊富、輸出手配容易、計画納期に確実に納入可能	○	△
技術性能	部材板厚が厚く、剛性大	○	△
コスト	21,800 円/m・壁幅 1m	○	△
評価	技術性能、納期問題無い	技術性能、納期不安	技術性能、納期不安
	○	△	×

## (2) 一般建設材料

セメント、鉄筋、木材、一般用建築用資材、軽鋼製品、建具、換気照明設備、電線、配管材等は「エ」国内での調達が可能である。当事業計画ではほとんどがカイロ市から輸送することになる。また、コンクリート用粗骨材はダシュールトからの材料使用を計画する。石材材料はミニア市から、コンクリート用細骨材はカイロ近郊の 6th. October City 採取場からの材料使用を計画する（資料 8B-1 資機材の調達先位置図を参照）。

## (3) 建設機械

「エ」国では、バックホー、ブルドーザ、トラック、クレーンなど一般的な建設機械のほとんどが調達可能である。これらの建設機械は現地建設会社が所有しているものであるが、一部にはリース会社もあり、レンタルが可能である。ただし、これらの機械は十分に整備されていないため、安全性や作業能率の面で劣るものが多い。また、建設機械はサコーラ近郊では調達が困難なため、カイロ市で調達して運搬する計画とする。さらに、市場での流通数が少なく、確実な現地調達が見込めなく、工程上クリティカルとなる重要な工事に使用する建設機械については、日本からの調達を計画する（表 3-2-1.7 参照）。

## (4) 足場、支保工、型枠材

現地建設会社のほとんどは、木製の足場支保材料やバラ板の型枠材料を使用しており、木材料の調達は可能である。また、鋼製の足場ビテーや合板を一部の大手建設会社は採用しているが、これらの仮設材料は、建設会社が工事ごとに輸入・調達し所有しているものであり、多種多様の足場支保工材をレンタルで供給する市場はないので、まとまった量の調達はその都度調達し輸入する計画とする（表 3-2-1.7 参照）。

表 3-2-1.7 輸入計画：工所用資材・資機材・建設機械

種別	資機材名	調達区分			備考	クリティカル工程名
		現地	日本	第3国		
工所用資材	H形鋼		○		250mm 以上	仮設工事(仮設橋)
	シートパイル		○		4型、5型	仮設工事(二重仮締切)
	覆鋼板		○			仮設工事(仮設橋)
	タイロッド		○			仮設工事(二重仮締切)
	ビティ		○			仮設工事(二重仮締切)
	足場用パイプ・足場板		○			堰躯体工事
	型枠組立部材		○			堰躯体工事
	橋梁支承・伸縮装置		○			
	ステップ		○			
機材	ゲート機械設備		○			ゲート機械設備工事
	ゲート受配電・制御装置		○			ゲート機械設備工事
建設機械	ハイローハンマー		○		40kw, 60kw, 90kw 発電機共	仮設工事(二重締切工)
	ウォータージェット		○		ポンプ圧力 150kg/cm <sup>2</sup> 発電機共	仮設工事(二重締切工)
	地盤改良機械		○		CJG ボーリング、グラウト機械	仮設工事(地盤改良工)
	発電機		○		150, 200kVA (鋼矢板工事用)	仮設工事(二重締切工)
	コンクリートプラント		○		45m <sup>3</sup> /hr	堰躯体工事

### 3-2-1-14 施工計画、工法に係る方針

#### (1) 施工基本方針

本計画で建設する堰は、全長 88m の既設堰の右岸側 53 m を撤去して新堰 4 門を構築する計画である。新堰の建造に際し、用水路内に二重鋼矢板仮締切を設け締切内をドライにし、堰工事を行う。工事期間中は既設堰の左岸側 35m 区間の既設水門 8 基を利用してバハル・ヨセフ用水路の調節、通水を行うよう計画する。能力的には、8 基で現況最大流量 193 m<sup>3</sup>/sec を流下させることは可能である。新堰の完成後、新堰側にバハル・ヨセフ用水路の水を転流した後、残りの左岸既設堰の上下流をシートパイルで締切り締切堤を設ける計画とする。締切堤護床工の鋼矢板の控え壁の施工に影響を及ぼす既設堰上部工、堰柱上部を取壊し、下部(堰柱、底版)は残置するように計画する。締切堤内の残置堰構造物周辺の埋め戻しは人力にて入念に締め固める、締切堤は良質土で盛土を行う計画とする。

#### (2) 土工事

二重鋼矢板仮締切内を排水した後に、既設堰構造物を大型ブレーカーで解体する。その材料は指定地に処分する計画とする。締切内の土砂掘削はブルドーザーとバックホーで行いダンプトラックに積込み、良質土は埋め戻し材として使用するよう仮置場にストックする計画とする。埋戻・盛土に適さない不良土はサイトから約 10km の位置にある砂漠地帯の指定残土処理場所に運搬し処理するように計画する（基本設計図：図-16 仮設平面図および資料 8B-2 土取場および土捨て場の位置図を参照）。

水中掘削は水面下 6m までは 0.7m<sup>3</sup> クラスのバックホーで、それ以深をクラムシェルにて行うように計画する。また、締切堤上部の取付道路下部の盛土は、良質の砂質土を使用してローラやランマーによる十分な締固を実施するように計画する。当計画における土の運用計画は以下のとおりである（資料 8B-3 土の運用計画を参照）。

#### (3) 既設堰構造物撤去

「エ」国において軟岩掘削に広く使用されている大型ブレーカーによる取壊しを計画する。

#### (4) コンクリート工事

当工事で計画しているコンクリートの強度および数量は以下のとおり計画する。

表 3-2-1.8 コンクリートの強度および数量

使用場所	設計強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	数量 (m <sup>3</sup> )
鉄筋コンクリート	210	6,900
無筋コンクリート	180	460
均しコンクリート	180	240
合計		7,600

#### (5) コンクリートプラント

サイト近郊には既存のコンクリートプラントはない。最も近いものではミニア市内に建設業者が所有する 30m<sup>3</sup>/hr のプラントがあるが、運搬時間は 2 時間近くもかかることから採用できない。従って、当計画では約

7,600m<sup>3</sup>のコンクリートを約6ヶ月で打設する必要があること、大量のコンクリートを連続的に安定した品質で供給する必要があること、夏季のコンクリート温度などの管理が重要なこと、などの条件からサイトに隣接する仮設ヤードにコンクリートプラントを設置する計画とする。

コンクリートプラントの容量は、日最大打設計画量が約300m<sup>3</sup>であることから製造能力45m<sup>3</sup>/hrのプラントで計画する。また、プラントからの排水は直接灌漑用水路に排水せず、浸透式の処理池で処理し環境に悪影響のないように計画する。

## (6) 構造物仕上げ

「エ」国の堰土木構造物は一般的に2種類の仕上げが実施されている。一つは、コンクリートの打放し工法で、ラフーン堰、マゾーラ堰およびナイル川のエスナ新堰等で実施された。二つ目は石張工法で、ほとんどの旧堰およびデルタで建設中の2つの新堰で実施されている。当計画で比較検討した結果、工期、コスト面で有利な打ち放し工法を採用する。

型枠の施工について、「エ」国で一般的に採用されているバラ板工法は目地の表面仕上げ品質が劣るので打放し仕上げには採用できない。表面処理した合板の使用を計画する。「エ」国の型枠の組立て精度、打継ぎ目処理技術等かなり劣るので日本からの施工技術の導入を計画する。

## (7) コンクリートの打設

構造上の応力・打継処理・水密性やコンクリートの製造・打設能力を考慮して適切な分割ブロックを計画する。また、堰体のコンクリートは一部マスコンクリートとなることや夏季の最高気温が45度にもなることから、下記の暑中コンクリート対策を計画する。

- 1) 水和熱発現を減少させるために、減水剤を使用する
- 2) セメントは直射日光を避けて保管する
- 3) セメントサイロに断熱シートを巻く
- 4) 骨材置き場に屋根を掛けて保管する
- 5) 練り混ぜ水には水温の低い井戸水を使用するとともに、貯水槽に断熱シートを巻く
- 6) 練り混ぜから打設までの時間を出来る限り短くする
- 7) 打設箇所を日陰に保つ
- 8) 打設まえの型枠・鉄筋への散水
- 9) 主要なコンクリートは気温の低い時間帯に打設

プラントで製造されたコンクリートはアジテーターカーで運搬し、コンクリートポンプ車、クレーンで打設を行う計画とする。

## (8) プレキャスト工法

併設橋の桁および堰柱頂部の桁の施工方法に関し、プレキャスト工法と場所打ち工法を比較検討の結果、経済的で施工管理の容易な現場打ち工法を計画する。検討結果は、次表のとおりである。

表 3-2-1.9 頂版施工工法比較

	現場打設工法		プレキャスト工法	
工法	床版から支保工を組む。型枠・鉄筋・コンクリートは現場打ち従来工法		仮設ヤードでプレキャスト桁を製作、トラックで運搬しクレーンで架設する。	
工期	比較的長工期。約 3.0 ヶ月	×	短工期。約 2.5 ヶ月	○
施工	従来工法であるため比較的容易。	○	大型クレーンを使った高所における重量物架設作業となるため熟練を要す。	×
コスト	プレキャスト工法より 0.3 百万円安価	○	若干高価	△
評価	当工程はクリティカルとなっておらず、作業も容易で、安価である。		熟練を要す難易な工法、高価である。	
	○		×	

### (9) ゲート据付工事

海上陸上運搬は 1 枚扉の状態で行う。現場での加工、溶接を伴う作業は無く付属部分をボルトで組み立てられ、架設される。また、新設堰の橋台及び橋脚上にゲート組立て架台を設置し、扉体を組み立て、併設橋及びエプロン床版より、最大 160 トンクラスの大型トラッククレーンにて仮設する計画とする。ゲート据付、試運転等の工事用電力は仮設の変圧器を使用した買電を使う計画とする。

### (10) 護岸工事

締切堤の上下流護岸および水路の右岸の護岸工事は、上下流に設置した鋼矢板を、控壁をアンカーにしてタイロッドで締付ける。

### (11) 護床工事

締切内部に設けられる河床の十字ブロックと捨石は二重締切を撤去前に施工する。石材は、ミニア市近郊の採石場より搬入する。

### (12) 建築工事

建物の基礎は場所打コンクリート杭（杭径 800mm、杭長 x 7.5m）を計画し、載荷試験を行い耐荷重を確認する。また、建屋構造は鉄筋コンクリート造の柱梁、壁コンクリートブロックを計画する。仕上げは、床：タイル、壁：エマルジョンおよびアクリル塗装、天井：セメントボード、屋根：アスファルト防水で計画する。

## 3-2-1-15 仮設工事に対する方針

### (1) 仮設迂回道路および仮設橋

既設堰は、用水路を横断するこの地区では数少ない地方幹線道路橋としても使われている。当該事業の実施に伴う用水路締切や既設堰解体により現在の道路橋は使用できなくなるため、工事期間中の一般交通（人馬、車両）の確保および外部からの工事資機材の搬入と建設機械の移動のために兩岸の上流側に仮設迂回道路および水路を渡河する仮設橋を計画する。また、一般交通の安全を確保するために渡河用の仮設橋は工事域内の工事用の仮設道路と分離して別に設けるよう計画する。仮設道路橋の位置は、水路の機能を妨げず、



かつ橋脚スパンは施工性を考慮し 6m とする。橋長は水路幅と同じ長さに計画する。

既設併設橋の道路幅は 4m で一般車両の対面交通が出来ず対向車は待機しなければならない。さらに工事  
中の関係車両の通行が増加することを考慮すると、仮設迂回道路および仮設橋の幅は、車両の対面交通が可  
可能な幅を計画する。人馬の通行も多いので通行に必要な幅も考慮し計画する。「エ」国側の実施機関は一般交  
通用の仮設迂回道路、仮設橋の計画に同意している。また毎週一回当堰上において市場が開催されるが、工  
事期間中は安全確保のために別の位置に移すことに同意を得ている（仮設迂回道路および水路を渡河する仮  
設橋の位置、構造は基本設計図：図-16 を参照）。仮設迂回道路は碎石厚み 20cm 幅員 6.0m の砂利舗装を計画  
する。また、仮設橋の位置は工事用地を十分に確保できるよう上流側に設けるよう計画し、橋長は 100m、  
橋脚スパンは 6.0m、幅員構成は一般車両用(2.75m 一般車両+3.00m 工事車両 =5.75m)、歩行者用  
(1.15m+0.3m=1.45m)、地覆手摺(0.4x2=0.8m)、全幅員 8.0m とする。設計荷重として、通行車両 T-25 相当とク  
ローラークレーンによる仮設橋の杭引抜時の荷重を採用し計画する。

## (2) 用水路締切工

新堰は既設堰右岸側に築造し、工事期間中の水路の制水は左岸側の既設水門 8 基を使用して行う計画であ  
る。新堰の建設のために水路を半川締切し締切内をドライにし堰の建設を行う（基本設計図：図-16 を参照）。

### 締切工の設計条件

- 1) 締切の高さは過去 10 年の水位記録より求められる最大水位第 2 位の高さに余裕高 0.5m を考慮し決定  
した(農水省設計基準 頭首工参照)。

上流側締切高さ： $\underline{EL}+34.00\text{m} + 0.5\text{m} = \underline{EL}+34.5\text{m}$

下流側締切高さ： $\underline{EL}+33.10\text{m} + 0.5\text{m} = \underline{EL}+33.6\text{m}$

設計水位 上流側： $\underline{EL}+34.00\text{m}$ 、下流側： $\underline{EL}+33.10\text{m}$

現河床高さ： $\underline{EL}+28.40\text{m}$

堰床版掘削敷高さ： $\underline{EL}+25.70\text{m}$

- 2) 想定される締切期間：15 ヶ月

土砂盛土工法、押盛土一重鋼矢板工法、二重鋼矢板工法および排水工法としての釜場排水工法とディープ  
ウエル工法を比較検討した結果、二重鋼矢板工法とディープウエル工法で計画する。

主な理由は、①当該工事の水深 8m に適する、②掘幅も 7~8m と他工法に比べ水路内の占有幅が最小であ  
る、③当該土質の透水係数が比較的大きな砂層での鋼矢板による止水性確保およびボーリングのリスク回避  
ができる、④床付時もドライな状態で作業が可能であり基礎地盤の強度が確保できる、⑤デルタ地域におけ  
る同種工事実績および前回までのラフン堰およびマゾーラ堰工事でも採用されており、二重鋼矢板工法と  
ディープウエル工法の併用が、最も安全で経済的であると判断される（表 3-2-1.10 仮締切工法比較および表  
3-2-1.11 排水工法比較参照）。

表 3-2-1.10 仮締切工法比較

○：優れる △：やや劣る ×：劣る

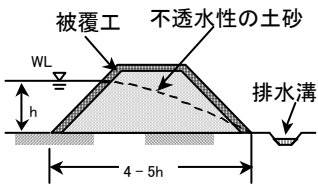
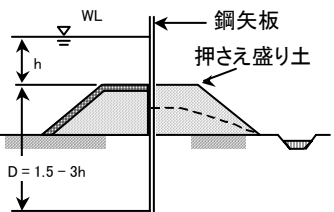
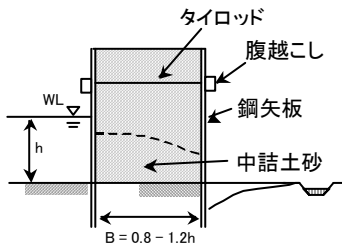
工法	土砂盛土工法	押盛土一重鋼矢板工法	二重鋼矢板工法
断面形状			
適用性	<ul style="list-style-type: none"> <li>水深が浅く（3m程度）、短期工事に適用される</li> <li>水深 7m、締切盛土の幅は最大 35m（約水深の 5 倍=35m）、工事中の既設堰 8 門の確保が不可能であり不適</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水深が 5m程度、小規模の締切に適す</li> <li>盛土高 3m とすると、締切盛土の幅は、天端 10m プラス盛土高の 5 倍=25m 必要、工事中の既設堰 8 門の確保が不可能であり不適</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水深が 10m程度まで適す、長期工事に適す</li> <li>締切の幅は約 8m（約水深の 1.2 倍）、工事中の既設堰 8 門の確保が可能である</li> <li>マヅラ堰、デルタ地区で施工中の堰工事においても 2 重鋼矢工法が採用されている</li> </ul>
安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>ボーリングのリスク大</li> <li>法面崩壊大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 重矢板のため止水性劣る</li> <li>ボーリングリスクあり</li> <li>法面崩壊必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ボーリングのリスク軽減</li> <li>1 重締切に比べ止水性に富む</li> <li>自立性、安定性に富む</li> <li>出水に対し安全性高い</li> </ul>
環境への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川水質汚濁の影響大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川水質汚濁の影響あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一時的に河川水質汚濁の影響あるが締切後は無い</li> </ul>
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>大量の不透水性土の入手困難</li> <li>法面被覆工必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業用構台が必要</li> <li>法面被覆工必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中詰め砂盛土を先行で、作業足場が容易に確保出来る</li> <li>工種が多く熟練を要す</li> </ul>
工期	<ul style="list-style-type: none"> <li>短工期</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中工期</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>比較的長い</li> </ul>
コスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 重鋼矢板に比べやや高価（約 5.6 百万円/10m）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 重鋼矢板に比べやや高価（約 5.2 百万円/10m）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>他工法より若干安価（約 5.0 百万円/10m）</li> </ul>
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事中の既設堰 8 門の確保が不可能で不適</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事中の既設堰 8 門の確保が不可能で不適</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事中の既設堰 8 門の確保が可能</li> <li>締切工法として一般的に同種工事では採用されており確実な工法である</li> </ul>
	×	×	○

表 3-2-1.11 排水工法比較

○：優れる △：やや劣る ×：劣る

工法	釜場排水工法		ディープウエル工法		釜場・ディープウエル併用工法	
構造	掘削作業と並行して、釜場を設けポンプで排水する		掘削前に深井戸を設け水位低下させてから掘削を行う		床つけ付近までディープウエルで、床つけは釜場排水で	
施工性・安定性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボイリングのリスク大</li> <li>・掘削時ドライ作業困難</li> <li>・基礎地盤を乱し強度を損なう可能性大</li> <li>・ポンプの盛り替え回数が多い</li> </ul>	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボイリングのリスク小</li> <li>・掘削作業容易</li> <li>・基礎地盤の強度を確保が確実</li> <li>・マゾーラ堰、デルタ地域の堰工事でも採用されており実績が多い</li> <li>・鋼矢板背面の荷重が軽減でき、締切が安定する</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボイリングのリスク軽減</li> <li>・基礎地盤を乱し強度を損なう可能性大</li> <li>・鋼矢板背面の荷重が軽減でき、締切が安定する</li> </ul>	△
工期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・絶えずウエットな作業環境であること、排水補助作業が増える事で掘削能率がダウン。</li> <li>・長工期</li> </ul>	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・深井戸設置に1ヶ月必要</li> <li>・掘削能率は向上</li> <li>・短工期</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・床付け時掘削能率低下</li> <li>・長工期</li> </ul>	△
コスト	やや高価(約 41 百万円)	△	安価(約 40 百万円)	○	やや高価(約 41 百万円)	△
評価	掘削能率低下、ボイリングリスク大		確実性がある、工期的に有利で安価		やや長工期となる。	
	×		○		△	

(締切幅や掘削深、水位および鋼矢板タイプ等は基本設計図：図-16、17 参照)

二重鋼矢板締切の施工方法には、台船打設工法、先行撤出工法、分割打設工法、などがあるが、エジプト国内での台船調達事情やリース料金、工期、安全性、経済性を考慮すると、マゾーラ堰工事でも実績のある先行撤出工法が最適と判断される。比較検討結果を 表 3-2-1.12 二重鋼矢板打設工法比較に示す。

表 3-2-1.12 二重鋼矢板打設工法比較

○：優れる △：やや劣る ×：劣る

工法	台船打設工法	先行搬出工法	分割打設工法
施工手順	台船で鋼矢板打設を行い、水中でタイロッドを設置、中埋め盛土を行う。	先行して足場盛土を設け、鋼矢板打設。締切外の盛土材を撤去しながら中埋め盛土し完成する。	一区画8mずつ鋼矢板打設(間仕切り矢板も設ける)と中埋め土の施工を繰り返しながら施工。
環境面	・水路の汚濁が少ない ○	・水路の汚濁抑止対策が必要。 △	・水路の汚濁が少ない。 △
施工性	・流れのある水路内の作業台船による杭打ち工事は熟練を要するが経験が少ない。施工性は悪い。 ・解体組立てを伴う条件で台船調達が困難。 ・水上工事の安全対策が必要 ×	・陸工事となり施工性は良い。 ○	・中埋め土の施工がクリティカルな手順として入り施工性が悪くなる。 △
工期	・台船上の工事となり能率低下。 ・長工期、3.0ヶ月 ×	・短工期、2.5ヶ月 ○	・長工期、4.0ヶ月 △
コスト	先行搬出工法より約2百万円高い ×	最も安価 ○	先行搬出工法より約3百万円高い ×
評価	長工期、高価	短工期、安価、汚濁抑止対策能	長工期、高価
	×	○	×

鋼矢板の打設は打込対象地盤がN値50以上であることから国交省土木工事積算基準に従い、電動バイブレータとウオータージェットを併用する計画とする。

## ②既設堰横断部締切工法の検討

仮締切工が既設制水堰基礎を横断する約30m区間は、鋼矢板をバイブロハンマーで既設堰基礎に貫通させることは不可能であり、実施済みマゾーラ堰工事では鋼矢板を基礎上に建てこみ基礎から下部はコラムジェットグラウト工法による地盤改良により止水壁を設けた。

当事業においては、基礎破碎鋼矢板工法(堰の基礎部を破碎し鋼矢板を打設する方法)と基礎下地盤改良工法(基礎上は2重鋼矢板で締切、基礎下は地盤を改良し止水壁を設ける)を比較検討し、既設堰への影響が少なく、マゾーラ堰でも実績のある基礎下地盤改良工法を計画する(表3-2-1.13 既設横断部締切工法比較を参照)。

地盤改良の方法には単管工法、2重管工法、3重管工法などがあるが、対象地盤のN値が50以上になることから3重管工法(コラムジェットグラウト工法)を計画する。

表 3-2-1.13 既設横断部締切工法比較

	基礎破碎鋼矢板打設工法		基礎下地盤改良工法	
構造	既存堰基礎を大型圧砕機により破碎し鋼矢板を打設する。		既存堰基礎上に鋼矢板を建て込み、基礎下は地盤改良で止水壁を設ける。	
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼矢板により止水性は高い。</li> <li>大掛かりな機械設備が必要</li> <li>既設堤体への影響が大きい</li> <li>既設水門の撤去も必要となり、撤去に伴い堰柱間の水流の抑制対策が必要</li> <li>水中作業となり安全対策が必要</li> </ul>	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>止水効果の確認調査が必要</li> <li>特殊な機械が必要</li> <li>マザー堰で実績ある</li> <li>地盤改良工法として実績が多い</li> <li>既設堤体への影響は少ない</li> </ul>	○
工期	約 2.0 ヶ月	×	約 1.5 ヶ月	○
コスト	約 13.7 百万円	△	約 13.1 百万円	○
評価	既設堰への影響、伴い堰柱間の水流の抑制対策等の問題あり。長工期、若干高価。		既設堤体への影響は少なく、実績の多い工法である。短工期、安価。	
	×		○	

### ③仮締切工右岸陸側の構造検討

右岸陸側は掘削後の堰構造物、護床工の施工時の資機材搬入等の進入場所であり、アクセス性と経済性を考慮しタイロッド式矢板壁形式を計画する。

#### (3) 既設管切回工

既設堰上に、口径 150mm 水道管、外灯照明設備、電話線、テレメータ設備などが付設されているため、改修工事に伴いこれらの設備を一時的に切り回して工事中も供用できる状態にしておく。工事完了後は、新設の締切堤上の取付道路及び堰に隣接する併設橋に復旧付設する計画とする。

#### (4) 仮設ヤード

仮設ヤード位置、仮設施設配置計画は基本設計図：図-16 および「資料 8B-4 仮設ヤード計画および受電設備」に示すとおり、下記を含むものとする。

1) 一般倉庫	200m <sup>2</sup>	7) 型枠・鉄筋置場	300m <sup>2</sup>
2) セメント倉庫	70m <sup>2</sup>	8) 鋼製品置場	900m <sup>2</sup>
3) 下小屋（型枠・鉄筋）	150m <sup>2</sup>	9) 一般資機材置場	300m <sup>2</sup>
4) トイレ・シャワー	3m <sup>2</sup>	10) 土の仮置場	3,000m <sup>2</sup>
5) コンクリートプラント	550m <sup>2</sup>	11) 労務宿舎	260m <sup>2</sup>
6) 骨材置き場	200m <sup>2</sup>	12) 仮設道路	（幅 8m）

水路と右岸側船通しの間の中提用地および左岸側の水路沿い用地が施主より貸与されるため、これを仮設ヤードとして使用する。さらに、当該地域は水路の両側まで民家家屋が迫っており中の島用地および左岸側の水路沿用地のみでは工事の遂行に必要な用地面積が不十分なため、現地調査時に施主と協議を行った閘門水路部の一時埋め戻し利用と、現場付近の借地の使用を比較検討した。結果、施工及び工程管理上重要なコンクリート製造設備と型枠・鉄筋加工置場用に船通し部埋め戻し用地を、その他の資機材用に現場周辺の借

地を使用する計画とした（表 3-2-1.14 仮設ヤード使用比較検討を参照）。

水路部埋め戻し用地と借地用地それぞれの面積計画は、経済性および施工性を考慮し、借地用地として約 3,000m<sup>2</sup> と水路部埋め戻し用地として 4,500m<sup>2</sup> とする。水路部に埋め戻された土砂は最終的に撤去し外部に処分あるいは左岸下流側の水路沿いに埋め戻す計画とする。

表 3-2-1.14 仮設ヤード使用比較検討

	(A 案) 閘門埋め戻し案	(B 案) 閘門埋め戻し(一部)と近郊に借地(一部)する併用する案
仮設ヤード必要面積	8,400m <sup>2</sup>	8,400m <sup>2</sup>
-コンクリトプラント -型枠加工・置場/鉄筋加工・置場	3,200m <sup>2</sup> 水路部埋め戻し用地。 1,300m <sup>2</sup> 水路部埋め戻し用地。	3,200m <sup>2</sup> 水路部埋め戻し用地。 1,300m <sup>2</sup> 水路部埋め戻し用地。 これらの設備、材料は現場外に置くと施工、工程管理上大きな影響を与えるので現場内に設ける計画とする。
-鋼材仮置場、ゲート機材仮置、 仮設材置場	3,000m <sup>2</sup> 水路部埋め戻し用地利用。	3,000m <sup>2</sup> 施工に大きな影響を与えないと考えられるので現場外の借地を計画する。
-労務宿舎	900m <sup>2</sup> 現場内の空き地(左岸)に設ける。	900m <sup>2</sup> 現場内の空き地(左岸)に設ける。
施工、工程管理面	管理は容易	○
コスト面	砂埋戻し、撤去処分費他 合計 約 79 百万円	×
評価	×	○

仮設ヤード用地は、表面を整形し路盤材料を敷均す、また用地外周には外部との境界を明確にし第三者に対する安全確保の目的と防犯、警備の目的で仮囲いおよび出入りゲートを計画する。出入り口には警備室を計画する。なお中堤用地内にある数本の大型樹木は保存することを「エ」国側より求められている。

#### (5) 工事事務所と宿舎

コンサルタント事務所と建設会社の現場事務所および宿舎は近隣の民家を借り上げ改修して使用する計画とする。あわせて、カイロ市内には連絡事務所を設置し、「エ」国内資機材の調達輸送手配および輸入資機材の受入から現地への輸送手配、労務手配管理等の中継連絡業務を行える施設を設ける。また、コンサルタントの宿舎は「エ」国側実施機関とコンサルタントの業務連携を密にするためにミニア市内に計画する。

#### (6) 水路の汚染、汚濁抑止処置について

- 1) 二重鋼矢板締切工の鋼矢板打設のための押出し盛土による汚濁：サンドバッグで盛土法面を被覆するように計画する。
- 2) 締切内からの排水に伴う土砂の排出：沈砂池を計画する。
- 3) 工事用機械の油脂による水路の汚濁：オイルフェンスを計画する。
- 4) コンクリート製造により発生する汚濁水：処理池を計画する。
- 5) 生活污水の排水による汚染：浄化槽を設け定期的に処分する計画とする。

## (7) 工事中電気設備

当該地域には 11KV の既設高圧電線が堰改修予定地近くに配線されている。堰より上流 220m のところで水路を横断して配線されている。施工時の仮設備および完成後の堰ゲート操作等の維持管理に必要な電気容量は確保出来る。工事中は、右岸コンクリートプラント付近に設置した仮設工事中変圧器に接続受電する。通水後の堰ゲート施設等の本設用受電設備として管理棟付近に変圧器(100KVA)を設け、接続受電する（資料 8B-4 仮設ヤード計画および受電設備 参照）。

この地域は月に 1～2 回の頻度で停電が起きる事を考慮し、工事中の電気使用計画は、停電すると工事に大きい被害が予想される水替えポンプ設備、全工事期間の内ある期間のみ集中して使用する機械設備(例えば鋼矢板打設等)には発電機を使用する計画とする。工事期間中を通じて定常的に使用する機械設備については買電でまかない、停電時のバックアップの目的として予備発電機の使用を計画する。

## (8) 輸送計画

### ① 日本・第三国からの輸送

アレキサンドリア港で荷揚げ通関し、トラックやトレーラにてカイロ市経由で陸路サイトまで運ぶ計画とする。また、海上輸送に 4 週間、荷揚げ通関から現地までに 4 週間を見込み計画する。

### ② 「エ」国内輸送

「エ」国内調達資機材はカイロ市、ミニア市やその近郊からトラックやトレーラにて陸路の輸送を行う計画とする。サイト近くの地方道路に狭い交差点が数箇所あるが、当工事に必要な資機材は交通をコントロールすることにより通行は可能である。メインのアクセスとしては、ナイル川の西側を南北に走る砂漠道路あるいはナイル川に並行する農業道路を利用する計画とする。また、輸入資機材の輸送に関して、海上輸送(アレキサンドリア港まで)及びその後の国内輸送は日本国側で実施する。但し輸入資機材の内、本設部分の資機材の内陸輸送に係わる費用については「エ」国側で負担する計画が合意されている。

## 3-2-1-16 現地業者の活用に係る方針

### (1) 「エ」国建設会社の技術水準

「エ」国における建設会社の技術水準は比較的高い。日本国の建設会社の管理のもとでの施工であれば、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に建設する工事であり、水中での既設構造物の撤去を含む大規模な河川内の締切工事を伴うものなので、「エ」国内のほとんどの建設業者は経験がない。この種の工事の経験・実績のある日本国の建設業者の管理下で、「エ」国建設関係業者が下請け、労務提供、資材サプライ、建設機械サプライ等で参加し、当工事を計画どおりに完成させる計画とする。

### (2) 「エ」国内の建設機械状況

「エ」国内ではほとん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、バイブ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限られた台数しか保有しておらず、

調達先として期待できない。「エ」国では、建設機械のリースは資産を有する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。また、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、施工品質・工期に支障を来たす恐れがあり、日本からの持込や第3国からの調達を計画する。

### (3) 「エ」国内の労働力状況

「エ」国労働者の技術水準および技能労働者の質は比較的高い。近年に実施されてきた土木、建築工事を通じて育った有能な技術者および技能労働者の確保が徐々に容易になってきている。しかしサコーラ堰は、カイロから約220km離れた過疎地であるため、サコーラの建設現場で求められる技術者や建設作業に熟練した技能労働者を確保することは困難である。一方で、周辺の農村部からは熟練作業を必要としない普通作業員や警備員しか見込めない。

## 3-2-1-17 施設の運営・維持管理に対する方針

施設の運営・維持管理に対する方針を以下のとおりとする。

- 1) 改修するサコーラ堰の維持管理は、現状どおり西ミア地方灌漑局およびその傘下である西バハル・ヨセフ監督官事務所が行う。
- 2) 施設の維持管理計画は「エ」国政府自身が実施可能な内容とするが、オーバーフロータイプの電動ゲートを導入することによる流量管理操作にかかわる On the Job Training (OJT) を実施し、操作方法の徹底を図る。
- 3) サコーラ堰掛りの受益地には3つの灌漑用ポンプ機場システムがあり、灌漑対象地域に送水しているが、①本プロジェクトの対象事業はサコーラ堰の更新であること、②ポンプの運営・維持管理は、機械電気局(MED)の管轄であることから、経費は維持管理費に含めない。

## 3-2-1-18 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

### (1) 実施機関の維持管理能力

人員、予算両面において、西ミア地方灌漑局 (IDir.) の維持管理能力に特段の支障はない(「3-5-2 運営・維持管理費」を参照)。なお、ゲートについては、施設の引渡し時に OJT を実施し、西ミア IDir.が適切に運営できるよう配慮するものとする。また、改修済みであるラフーン堰(1997年竣工)およびマザーラ堰(2002年竣工)についてはベニスエフ地方灌漑局 (IDir.) が管轄しており、すでに運営維持管理に関するノウハウを有している。今回改修されるサコーラ堰は既設2堰と同様の仕様であるため、ベニスエフ IDir.の協力を得ることによって、西ミア IDir.の維持管理能力が早期に向上することが期待できる。

### (2) ゲート・オペレーターの採用

ゲート・オペレーター採用条件を技術系の高校レベル (Technical Secondary School) 卒業有資格者とするを「エ」国側に提案する。「エ」国では、小学校(6年間)卒業後、中学校 (Preparatory School : 3年間) を経て Secondary School に進むことになる。その後、大学進学を志願する Ordinal Secondary School と就業を目的としている Technical Secondary School に二分されるが、ミア県には約20の Technical 校があり、中学校卒業者の約65%が Technical 校に進んでおり、適合者募集に問題はない。



### 3-2-1-19 工期に係る方針

#### 工期設定

当事業の計画事業規模を考慮し、さらに E/N から詳細設計、入札と工事実施期間を検討行った。A あるいは B 国債の場合の比較を加味した検討を行った（資料 8B-5 A 国債と B 国債の比較工程表を参照）。