

エジプト・アラブ共和国
水資源灌漑局・灌漑総局・灌漑改善局

エジプト・アラブ共和国
バハルヨセフ灌漑用水路ダハブ堰
改修計画
基本設計調査報告書

平成 19 年 9 月
(2007 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
株式会社 三祐コンサルタンツ

無償
CR(1)
07-150

序 文

日本国政府は、エジプト・アラブ共和国政府の要請に基づき、同国のバハルヨセフ灌漑水路ダハブ堰改修計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 19 年 2 月 26 日から 19 年 3 月 24 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団はエジプト政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 19 年 8 月 10 日から 8 月 18 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 19 年 9 月

独立行政法人国際協力機構
理事 黒木雅文

伝 達 状

今般、エジプト・アラブ共和国におけるバハルヨセフ灌漑用水路ダハブ堰改修計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 19 年 2 月より平成 19 年 9 月までの 7.5 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、エジプトの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 19 年 9 月

株式会社 三祐コンサルタンツ
エジプト・アラブ共和国
バハルヨセフ灌漑用水路ダハブ堰改修計画基本設計調査団
業務主任 下地 富治

要 約

エジプト・アラブ共和国（以下「エ」国）における水資源とは、ほぼ 100%ナイル川に依存していると認識されている。（National Water Resources Plan 2017:Ministry of Water Resources and Irrigation）ナイル協定によって年間 555 億 m³と制限されている利用可能水資源量を、合理的な水資源管理システムのもとで、農業、鉱工業、上水道などにいかに有効利用するかが国の発展に直接影響を及ぼすことになる。

同書では、「エ」国では 2000 年に 6,300 万人であった人口が 2017 年には 8,300 万人になると予測され、水資源需要予測の逼迫度が緊急かつ深刻な解決課題であると明記されている。「エ」国に限らず食料自給率の向上は国の発展の根幹を成すものであり、主食である小麦の自給率が 50%である世界有数の食料輸入国である現実を直視して、食料安保の観点から農業に取り組みねばならないとしている。

我が国の 2.7 倍に当たる 100.1km²もの広大な国土を有しながら、可耕地がわずか 4%という厳しい自然条件下で、増加の一途をたどる人口に見合う食料を安定的に供給できる農業を確立するためには、前述の限られた水資源を上エジプト、中エジプト、ナイルデルタを通して有効な水資源利用システムを構築することが必須である。「エ」国では古来より灌漑システムの導入に多大の叡知が傾けられて来た歴史があるが、これら施設の多くが耐用年数を迎え、更新の必要性に迫られている。また、システム導入時の農業形態と今日の気候、農業形態、規模、市場など様々な変化を取り込んだ灌漑システムを再構築する必要性にも直面している。

このような背景のもと、「エ」国水資源灌漑省は、水資源の有効利用、合理的管理による需給バランスの確保に貢献するため、全国の老朽化した水利施設、とりわけ堰や取水施設を近代的施設へと更新し、上述の食料安保の課題解決に向けた農業生産の増大、そのため農業生産性の向上、ひいては農業従事者の所得向上、貧困の軽減に取り組もうとしている。

日本政府は「エ」国政府の要請に基づき、中エジプト地域の基幹灌漑システムであるバハル・ヨセフ灌漑用水路の整備構想に対して、1990 年より積極的な支援を継続しており、1992 年には同灌漑用水路全体に係る開発調査結果として「バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査」をとりまとめた。この成果をもとに「エ」国政府は、全長約 300km のバハルヨセフ灌漑用水路の全線に 4ヶ所設けられている堰の改修計画を立案し、下流よりラフーン堰(1997 年竣工)、マゾーラ堰(2002 年竣工)、サコーラ堰(2006 年竣工)の全面改修計画を無償資金協力事業として実現して来た。

バハルヨセフ灌漑用水路の最上流に位置するダハブ堰は、1900 年に建設され築造後約 100 年を経過し、著しく老朽化が進行している。このため、堰上流水位が安定しないことに起因して、受益地区への取水が安定せず、同時にダハブ堰下流水路のバハルヨセフ灌漑用水路への放流も必要量を安定的に供給できない状況にある。「エ」国政府は過去 3 堰の無償資金協力事業による既存堰の改修成果を評価して、ダハブ堰の改修計画を、水位・流量調節が容易に行えるオーバーフロー型ゲートの導入により、ダハブ堰上下流の受益地区に対して安定した灌漑用水の供給が可能となるよう、我が国に無償資金協力事業を要請した。要請内容は次頁のとおりである。

- ・ 既設ダハブ堰本体の更新
- ・ 主ゲートの電動式オーバーフロー型ゲートへの更新
- ・ 管理棟の建設
- ・ 併設橋の更新

この要請に対して、国際協力機構は2007年2月から3月にかけて基本設計調査団を現地に派遣し、「エ」国関係者と協議を行い、要請内容の確認を行うとともに、要請のあったバハルヨセフ灌漑水路ダハブ堰や2次水路の整備状況、末端圃場への水路システムの現況、営農状況、灌漑施設の維持管理状況などについて現地調査を行った。調査の結果、要請のあったダハブ堰については、堰本体と20門のゲート設備の老朽化が著しく、堰上流水位が安定しない状況が確認された。この結果生じている、堰上流灌漑地区への灌漑用水供給が安定せず、下流バハルヨセフ灌漑水路への放流も安定しない現状を早急に解消する必要性が認められた。そこで、日本国内での協力内容の基本設計を経て、2007年8月に基本設計概要説明調査団を現地に派遣し、「エ」国関係者と基本設計およびプロジェクト内容について協議、確認を行った。本プロジェクトの内容は以下のとおりである。

既設ダハブ堰本体およびゲートの更新

築造後100年を経過して老朽化が著しいダハブ堰本体と漏水によって安定した制水機能発揮が困難な20門の手動式ゲートを更新することとする。堰本体は現在のレンガブロック構造を改めコンクリート構造とし、ゲートは安定した上流水位確保と下流バハルヨセフ灌漑水路への安定した放流機能を確保し、小流量から大流量までの流量制御を高精度且つ、迅速に操作が可能な電動式オーバーフロー型ゲートを導入する。

管理棟の整備

更新後のダハブ堰が有する高い精度の水位・流量制御機能発揮するためには、ゲート遠隔操作盤、電気・通信設備、予備発電機などのゲート運用・管理機器・機材の設置が必要であり、毎年3月に発生する砂嵐からこれらを守るために管理棟が必須である。また、ダハブ堰の日常運用を行う上で、アシュートにある統合水管理事務所からの指令を受けて、堰上流水位確保と下流への放流を行うためのダハブゲート管理詰所機能も必要である。このために、管理棟建設の基礎工事を我が国無償資金協力事業として実施し、必要な機器・機材を設置することとする。なお、管理棟上屋については、「エ」国自助努力の観点から「エ」国の負担工事とする。

併設橋の更新

ダハブ堰は首都カイロから約330km南に位置し、ミニア県の中心都市ミニア市にある。堰周辺の集落はバハルヨセフ灌漑水路をはさんで左右岸に形成されており、幅員4mの既設ダハブ堰がこの地域における人や物の流れの中心に位置する手段である。現地調査時において橋上は、人、自転車、馬車、車両、大型車両が無秩序に交錯し、円滑な交通を妨げている状況が常態化していることを確認した。基本設計調査時に実施した交通量調査結果から、平均交通量として車両2,500台/日、自転車・馬車1,400台/日、人600人/日の実績が記録された。以上より併設橋は片側1車線、両側2車線の人道を有する幅員10mの舗装橋を設置することとする。

基本設計によって決定したダハブ堰の設備・規模は下表のとおりである。

項目	設計仕様など
1. 設計通水量 / 計画水位	・最大通水量：210.15 m ³ /sec ・最小通水量：38.42 m ³ /sec ・上流側最高管理水位：40.40m ・下流側最低管理水位：36.23m
2. 堰体	・鉄筋コンクリート造
3. ゲート駆動方式	・電動ワイロプウインチ ・上段扉：1.5kW、下段扉：5.5kW
4. ゲート径間	・幅 8.0m × 高 5.9m × 4 径間 ・ゲート敷高：34.6m
5. ゲートタイプ	・オーバーフロータイプゲート ・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：3.1m
6. エプロン	・上流エプロン長：6.0m ・中間・下流エプロン長：41.5m ・上流エプロン敷高：34.10m ・下流エプロン敷高：34.05m
7. 護床工	・コンクリートブロック工 ・下流長：52m、幅：38m
8. 締切堤	・鋼矢板 w および w 型 L=12.0～14.0m ・石張法面保護工 総延長 L=135m
9. 護岸工	・鋼矢板 w および w 型 L=13.0～14.5m ・石張法面保護工 総延長 L=213m
10. 併設橋	・鉄筋コンクリート T 桁 ・橋長：40.8m ・片側 1 車線全幅：10.0m
11. 管理棟	・日本側負担工事；管理棟基礎 ・なお、管理棟上屋工事は先方負担工事とした。
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	65kVA、380V/220V、50Hz 1機
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

本プロジェクトを実施するには、実施設計に 6 ヶ月、建設工事に 22 ヶ月を要する。また、協力対象事業を無償資金協力事業として実施するために必要な概算事業費は 25.33 億円（日本側負担分 22.16 億円、エジプト側負担分 3.17 億円）と見積もられる。

(1) プロジェクト実施後の直接効果

本プロジェクト実施後の直接効果として、次項の項目が期待できる。

可能灌漑配水量の回復

既設ダハブ堰のもとで灌漑受益地区における月別作物必要水量と2005年の2次水路からの取水実績をもとに灌漑水量を検討した結果、ダハブ堰灌漑対象地区の作付け面積および各作物の単位必要水量から算出した可能灌漑配水量 489,650 千 m³/年に対し、同堰の水位記録を取水量に換算し算定される実灌漑配水量は、437,445 千 m³/年であった。プロジェクト実施後、ダハブ堰上流側の水位が安定し、適切且つ安定的に2次水路へ灌漑用水量が取り込まれることにより、可能灌漑配水量 489,650 千 m³/年が灌漑受益地区に配水される。

併設橋幅幅による交通環境の改善

ダハブ堰の併設橋は地域交通の要衝としての役割を担っている。プロジェクト後は幅員 10m の2車線となるため交通渋滞を引起すことなく常時通行が可能となり、さらに現在では施設の老朽化のため制限されている大型車輛についても通行が可能となる。

(2) プロジェクト実施後の間接効果

間接効果としては、下記の項目が期待できる。

対象受益地区の作物生産量の増加

ダハブ堰受益地区における可能灌漑配水量である 489,650 千 m³/年の配水により、小麦、クローバーに単位収量の向上が見込まれ、プロジェクト実施後は作物別（小麦、綿花、メイズ、クローバーなど）に2～11%の単位収量の向上が見込まれ、灌漑受益地区全体の作物生産量としては 89,478 トン（8%増）の増加となる。

対象受益地区の農業生産額の増加

上記の灌漑受益地区の単位収量の増加から、プロジェクト実施後の農業生産額の増加を2005年時点の作物単価で換算すれば、対象受益地全体で現在の 926,940 千ジプトポンド/年から 986,160 千ジプトポンド/年に増加すると算定され、約 59,220 千ジプトポンド/年増となり、約 6.3%の増額である。

ダハブ堰が位置するバハルヨセフ灌漑用水路には年間 50 億 m³ のナイル川の水が流下する。これは年間 555 億 m³ に制限されているナイル川利用可能水資源量の実に 9%に相当する。また灌漑面積は「エ」国全体の 11%を占めている。このように同灌漑用水路とその基幹水利施設である4ヶ所の堰の改修事業は同国の食料自給率向上のための食料増産政策に合致し、中エジプト地域における灌漑用水供給安定化による農業活性化と農業生産増大による所得向上をもたらす、無償資金協力事業の主旨に合致する妥当性の高い事業であると判断できる。

なお、本事業推進による環境への影響について、「エ」国、国家環境庁による環境影響スクリーニングにおいてカテゴリーBの判断が下され、スコーピングを経て2007年6月に実施機関である水資源灌漑省に対して、本プロジェクトを認可する旨の正式通知があった。

今後の本事業の推進に当たっては、「エ」国政府がダハブ堰上流に位置する13本の2次水路について堰改修工事が完成する前に、点検・補修作業を実施して、本事業の目的である安定した灌漑用水路の供給が実現するように万全の方策を講じるよう提言する。

目 次

序文	
伝達状	
要約	
目次	
位置図 / 完成予想図	
現地写真	
図表リスト / 略語集	

頁

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-5
1-1-3 社会経済状況	1-8
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要	1-9
1-2-1 要請の背景・経緯および概要	1-9
1-2-2 要請内容	1-10
1-3 我が国の援助動向	1-11
1-4 他ドナーの援助動向	1-13
1-4-1 大規模堰の改修事業	1-13
1-4-2 灌漑改善事業	1-13
1-4-3 USAID プロジェクト	1-13
1-4-4 改良メスカプロジェクト	1-13

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-3
2-1-3 技術水準	2-4
2-1-4 既存の施設・機材	2-5
2-1-4-1 バハルヨセフ灌漑用水路	2-5
2-1-4-2 既設ダハブ堰	2-6
2-1-4-3 2次水路およびポンプ場等	2-7
2-1-4-4 ダハブ堰受益地区の裨益人口について	2-8
2-2 プロジェクト・サイトおよび周辺の状況	2-9
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-9
2-2-2 自然条件	2-11
2-2-3 環境社会配慮	2-13

第3章 プロジェクトの内容

3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-1-1	プロジェクトの必要性と位置づけ	3-1
3-1-1-2	上位目標とプロジェクト目標	3-2
3-1-2	プロジェクトの概要	3-2
3-1-3	環境社会配慮	3-4
3-2	協力対象事業の基本設計	3-5
3-2-1	設計方針	3-5
3-2-1-1	全体方針	3-5
3-2-1-2	自然条件に対する方針	3-8
3-2-1-3	地質・土質条件に対する方針	3-9
3-2-1-4	社会経済条件に対する方針	3-10
3-2-1-5	営農・灌漑条件に対する方針	3-11
3-2-1-6	バハルヨセフ灌漑用水路に対する方針	3-12
3-2-1-7	ダハブ堰改修に対する方針	3-16
3-2-1-8	ゲート形式選定に対する方針	3-24
3-2-1-9	管理棟に対する方針	3-33
3-2-1-10	併設橋に対する方針	3-36
3-2-1-11	建設事情 / 調達事情に対する方針	3-38
3-2-1-12	ゲート調達方法に対する方針	3-38
3-2-1-13	その他資機材調達方法に係る方針	3-42
3-2-1-14	施工計画、工法に係る方針	3-42
3-2-1-15	仮設工事に対する方針	3-43
3-2-1-16	現地業者の活用に係る方針	3-45
3-2-1-17	施設の運営・維持管理に対する方針	3-46
3-2-1-18	実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針	3-46
3-2-1-19	工期に係る方針	3-47
3-2-2	基本計画	3-48
3-2-2-1	ダハブ堰体	3-48
3-2-2-2	護床工および護岸工	3-65
3-2-2-3	ゲート施設	3-72
3-2-2-4	併設橋	3-73
3-2-2-5	管理棟	3-75
3-2-2-6	ゲート操作パネル	3-75
3-2-2-7	その他計画機材、設備の仕様と数量	3-76
3-2-3	基本設計図	3-78
3-2-4	施工計画 / 調達計画	3-97
3-2-4-1	施工方針 / 調達方針	3-97

3-2-4-2	施工上 / 調達上の留意事項	3-98
3-2-4-3	施工区分 / 調達・据付区分	3-99
3-2-4-4	施工監理計画 / 調達管理計画	3-101
3-2-4-5	品質管理計画	3-104
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-105
3-2-4-8	実施工程	3-107
3-3	「工」国側分担事業の概要	3-110
3-3-1	一般的負担事項	3-110
3-3-2	相手国側負担事項	3-110
3-3-3	2次水路の改修計画	3-111
3-3-4	相手国側実施予定事業	3-112
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-117
3-4-1	運営・維持管理体制	3-117
3-4-2	運営・維持管理内容	3-119
3-5	プロジェクトの概算事業費	3-120
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	3-120
3-5-2	運営・維持管理費	3-121
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-121

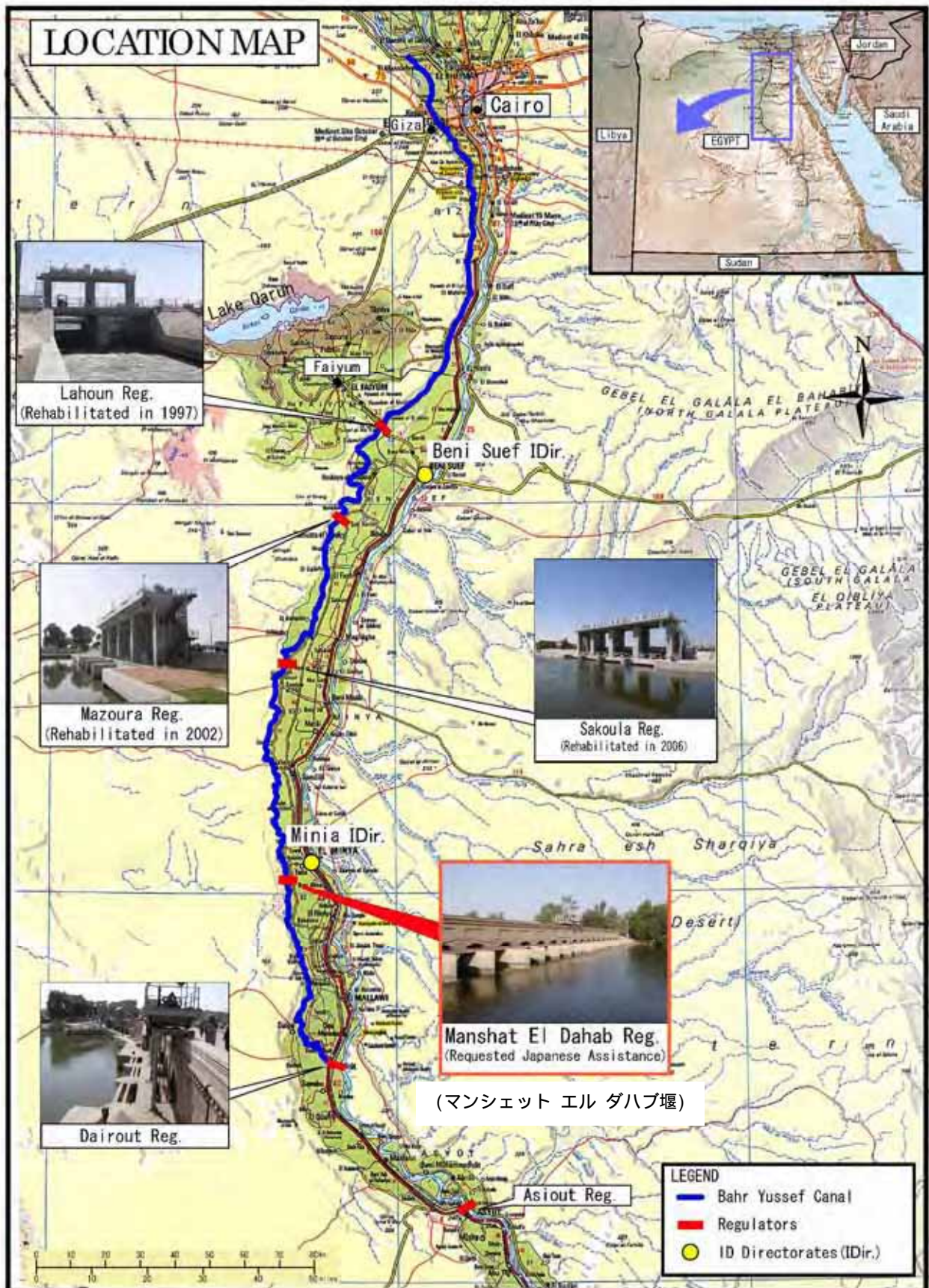
第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1	プロジェクトの効果	4-1
4-1-1	直接効果	4-2
4-1-2	間接効果	4-3
4-2	課題・提言	4-5
4-2-1	相手国側の取り組むべき課題・提言	4-5
4-2-2	技術協力・他ドナーとの連携	4-6
4-3	プロジェクトの妥当性	4-6
4-4	結論	4-7

[資料]

1.	調査団員・氏名	A1
2.	調査行程	A2
3.	関係者（面会者）リスト	A4
4.	討議議事録（M/D）	A6
4-1	基本設計調査時	A6
4-2	基本設計概要説明時	A15
5.	事業事前計画表	A25
6.	参考資料 / 入手資料リスト	A29
7.	その他資料・情報	A30

位置図 / 完成予想図
(位置図)



(完成予想図)



現地写真集

(1/2)



写真-1：既設ダハブ堰の全景。水面が白く泡立っている箇所は、ゲートから放流を行っている箇所である。ゲート門数が20門と非常に多いが、開閉機が1台のため操作が煩雑かつ非効率である。



写真-2：既設ダハブ堰上流側より撮影。堰柱部レンガは風化し、モルタルの剥げ落ち、破損が目立つ。



写真-3：既設ダハブ堰下流側より撮影。流速の速いアンダーフローで放流しているため、水面が激しく泡立っており、下流側河床の洗掘を生じている。



写真-4：手動式の開閉機であり、本機1機のみで、ゲート操作を行っている。手動のため開閉に30分程度要し、効率的なゲート操作及び配水に支障を生じている。



写真-5：既存ゲートの表面は、腐食に伴う錆びが何え、ゲートの強度低下を生じている。



写真-6：ゲート門内の塵芥物の堆積状況。ゲート吊チェーンに塵芥物が雪だるま式に絡み付いており、腐敗臭の発生や水質汚濁を生じている。



写真-7：既設開閉機走行レール及び既設ゲート吊状況。各ゲート真上に開閉機を移動させて開閉を行うため操作開始までに時間を要し、円滑操作の妨げとなっている。



写真-8：既設ゲート吊状況接写。各ゲートはチェーン一本で吊下げられており、開閉時は不安定且つ大きな力がチェーンに作用し、チェーンの破断のため操作不能のゲートもある。



写真-9：併設橋通行状況。併設橋の幅員が狭いため、併設橋端部ですれ違いを行う必要があり、円滑交通や流通の支障となっている。



写真-10：既設橋通行状況。100年前に建設された併設橋に、農業用トラック、運搬用ピックアップトラック、乗用車等、多種にわたる車輦や重量車輦が通行しており、併設橋の安全性が懸念される。



写真-11：ダハブ堰右岸側の既存建屋全景。



写真-12：右岸既設建屋では床下の基礎処理が不十分ため、床下に空隙を生じている。

図表リスト

・図リスト

図 1-1-1.1	ナイル川の水配分施設概念図	1-4
図 2-1-1.1	水資源灌漑省(MERI)組織図	2-2
図 2-1-3.1	西ミアおよびベニスエフ地方灌漑事務所関連図	2-2
図 3-2-1.1	プロジェクト目標と全体基本方針との関連	3-7
図 3-2-1.2	バハルヨセフ灌漑水路の計画流量	3-12
図 3-2-1.3	バハルヨセフ灌漑水路標準断面(ダハブ堰地点)	3-14
図 3-2-1.4	バハルヨセフ灌漑水路計画縦断面(ダハブ堰地点)	3-15
図 3-2-1.5	ダハブ堰の位置選定比較図	3-17
図 3-2-1.6	併設橋標準断面図	3-37
図 3-2-2.1	計画最大流量時の水理縦断面図	3-48
図 3-2-2.2	ゲート天端標高および扉高	3-51
図 3-2-2.3	オーバーフローでの放流状況	3-51
図 3-2-2.4	エプロン長の仮定断面	3-54
図 3-2-2.5	上流エプロン長の断面	3-57
図 3-2-2.6	ゲートピアー天端標高説明図	3-58
図 3-2-2.7	ゲートピアー上部側面図	3-60
図 3-2-2.8	護床工の検討	3-66
図 3-2-2.9	ゲート下端放流時の水理状況	3-67
図 3-2-2.10	上流左岸鋼矢板護岸工標準断面図	3-69
図 3-2-2.11	併設橋活荷重状態図	3-74
図 3-2-2.12	併設橋の標準断面図	3-74

・表リスト

表 1-1-2.1	施設開発計画対象面積	1-6
表 1-1-2.2	主要作物増産面積と増産高	1-7
表 1-1-2.3	畜産業、水産業の5ヵ年計画における生産予測値	1-7
表 1-1-2.4	5ヵ年計画における生産分野別農業生産高	1-7
表 1-1-3.1	過去5年間のGDPの推移	1-8
表 1-1-3.2	GDP分野別構成比	1-8
表 1-3.1	農業セクターに関連する我が国無償資金協力の援助実績	1-11
表 2-1-1.1	ダハブ堰運用・維持管理人員配置	2-1
表 2-1-2.1	水資源灌漑省と灌漑改善局の予算	2-3
表 2-1-2.2	ダハブ堰の過去5年間の年間維持管理費と改修後の維持管理費	2-3
表 2-1-4.1	バハルヨセフ用水路の灌漑面積	2-5
表 2-1-4.2	2次水路の諸元表	2-7
表 2-2-1.1	ミア県地区別道路舗装状況	2-9

表 2-2-2.1	ダイリュート堰およびダハブ堰の断水期間	2-11
表 3-2-1-3.1	ダハブ堰周辺の地質・土質構成	3-9
表 3-2-1.2	ダハブ堰改修位置の比較検討表	3-19
表 3-2-1.3	ゲート型式比較検討表	3-31
表 3-2-1.4	2 段扉ゲートの調達先選定比較表	3-41
表 3-2-2.1	計画最大流量の水理検討	3-49
表 3-2-2.2	プライの係数(C)とレーンの重みつきクリープ比(C')	3-55
表 3-2-2.3	ゲートピア―上部におけるゲート設備保守・点検項目	3-59
表 3-2-2.4	鉄筋コンクリートの許容応力度	3-60
表 3-2-2.5	無筋コンクリートの許容応力度	3-60
表 3-2-2.6	基礎地盤支持力計算表	3-62
表 3-2-2.7	ゲートピア―安定計算における組合せ荷重	3-63
表 3-2-2.8	ゲートピア―安定計算結果一覧表	3-64
表 3-2-2.9	ゲート下端からの放流時の検討結果	3-66
表 3-2-2.10	締切堤護岸方式の比較検討表	3-71
表 3-2-2.11	ダハブ堰のゲート設計仕様	3-73
表 3-2-2.12	遠方操作パネルの構成	3-75
表 3-2-2.13	機側操作パネルの構成	3-76
表 3-2-2.14	予備ゲート(角落しゲート)の戸当りの仕様	3-76
表 3-2-2.15	予備発電機の仕様	3-77
表 3-1	2 次水路の諸元表	3-111
表 3-2	バハルヨセフ灌漑用水路掛り水路施設整備・維持管理新 5 ヶ年計画	3-113
表 3-3	2 次水路および関連施設の現況と評価	3-114
表 3-4-1-2.1	ダハブ堰運用・維持管理人員配置	3-118
表 4-1.1	プロジェクトの効果表	4-1
表 4-1-1.1	ダハブ堰受益地区における月別必要水量と実績水量の比較	4-2
表 4-1-2.1	乾燥地における灌漑と無灌漑の場合の作物収量比	4-3
表 4-1-2.2	計画水量が灌漑された場合の現況に対する単位収量と作物生産量の増加	4-3
表 4-1-2.3	事業実施前後の農業生産額の変化	4-4

略 語 集

略語

水資源灌漑省	Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI)
外務省	Ministry of Foreign Trade (MFT)
灌漑総局	Irrigation Department (ID)
機械電気局	Mechanical and Electrical Department (MED)
灌漑改善局	Irrigation Improvement Sector (IIS)
灌漑局	Irrigation Sector (IS)
ミニア地方灌漑改善局	Minia Irrigation Improvement Project (ミニア IIP)
ベニスエフ地方灌漑改善局	Beni Suef Irrigation Improvement Project (ベニスエフ IIP)
地方灌漑局	Irrigation Directorate (IDir.)
西ミニア地方灌漑局	West Minia Irrigation Directorate (西ミニア IDir.)
ベニスエフ地方灌漑局	Beni Suef Irrigation Directorate (ベニスエフ IDir.)
灌漑改善事業	Irrigation Improvement Project (IIP)
灌漑支援サービス	Irrigation Advisory Service (IAS)
維持管理	Operation and Maintenance (O/M)
水利組合	Water User's Association (WUA)
国連食糧農業機関	Food and Agricultural Organization (FAO)
国内総生産	Gross Domestic Product (GDP)

単位

cm	centimeter		centigrade
cu.m	cubic meter	cms (m ³ /sec)	cubic meter per second
フィダ	feddan (= 0.42ha)	ha	hectare (=2.38 フィダ)
hr	hour	kg	kilogram (=1,000 gram)
km	kilometer	km ²	square kilometer
lit.	liter	lit/sec	liter per second
m	meter	MCM	million cubic meter
mg/lit.	milligram per liter	meq/lit.	milliequivalent per liter
m/s	meter per second	ppm	parts per million
t	ton (1,000 kg)	%	percent
Ardeb	小麦：150kg、豆類：155kg、メイズ：140kg、ごま：120kg		
Cantar	綿花：100kg		

通貨

エジプト・ポンド	Egyptian Pond (LE)
エジプト・ピアスタ	Egyptian Piaster (Pt) (1 LE = 100 Pt)
日本円	Japanese Yen (J¥)
アメリカ・ドル	US Dollar (US\$)

換算率 (2007年3月)

LE	= J¥ 20.94
US\$	= LE 5.71
US\$	= J¥ 119.59

語彙

メスカ	Mesqa：農民が自身で建設した末端水路
サキア	Sakia：水位の不足する支線水路から圃場小用水路へ揚水する畜力水車
ニリ作物	Nile Crop：夏作から冬作への移行期に水消費を節約する目的で作付けされる作物

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 対象国の概要

エジプト・アラブ共和国（以下「エ」国と称す）は、その地政学的な位置から、歴史的にも又今日的にも中東・アフリカ地域に大きな影響力を有する国である。国の北側に地中海、東側に紅海を臨み、アフリカ大陸の東北部に国土面積約 100 万 km²（日本の約 2.6 倍）を擁しているが、その 96%は砂漠地帯であり、居住可能、耕作可能な国土面積は僅か 4%に過ぎず、大河ナイル渓谷、ナイルデルタ地域に集中して存している。ナイル川の源流は、エチオピア、ウガンダ、スーダン等の複数国に渡り、国土を南から北に流下して沖積土からなる河岸平野及び河岸段丘で構成されている。ナイル渓谷の河岸段丘は、南から北に向かって次第に低くなり、エジプト北部のルクソール付近では標高 400m、本プロジェクトサイトであるミニア付近で 200m、首都カイロでは 150m 程度である。上述の広大な砂漠はこの段丘を挟んだ形で分布している。

調査対象地域が位置するミニア県は中エジプト地域の中心都市であり、ナイル川の水資源にのみ依存して、農業を中心とする経済活動によって発達を遂げて来た。地域の気象は 2005 年を例にとると、日最高気温は冬期 1 月に 20.7 度、夏期 7 月に 36.9 度を示しており、日最低気温は 1 月に 5.7 度、8 月に 23.3 度と季節変動を有している。年間を通して降雨はほとんど見られず、2 月に 2.8mm を観測したのみである。従って湿度は低く年間を通して 40%～70%の間を変化している。従って水資源を天水に依存することはできず、農業活動、生活用水など総ての水資源はナイル川に依存することになる。

(2) 水資源の現状と課題

水資源灌漑省は 2005 年 5 月、「Water for the Future」と題して National Water Resources Plan 2017（以下「NWRP」）をオランダ政府の協力を得てとりまとめている。この中で、適切な水資源管理がなければ、「水」がこの国の社会経済開発の阻害要因になると記している。この認識のもと水資源灌漑省は国として、「総合水資源管理（Integrated Water Resources Management (IWRM)）」への取り組みを始めたことを宣言し、同省が水管理システムの開発と管理分野の中心的役割を担うことを責務と定めている。

農業分野は 1960 年には「エ」国 GDP の 40%を占めていたものが、今日では 17%にまで低下しているものの全土の雇用創出では依然として全体労働人口に対して 40%の高率を保っている。他方、水資源の消費という観点からは、農業生産活動がほぼ 100%近く灌漑に依存する現実から、全土の水資源消費量の 95%を農業分野が占めて、4%が都市用水、工業用水、残り 1%が養殖に利用されている。

NWRP の中では、2017 年までに水平拡大（農地拡大）の結果 35%の農地が増加し、20%の人口

増加に対応可能となるとしている。一方で単位面積当たりの利用可能水資源と作付率は既に減少しつつあり、この状況を打開するためには水資源管理システムの開発と推進が喫緊の課題であると述べている。

「エ」国の水資源は基本的にナイル川に依存している。ナイル川は 6,700km の総延長距離を有し、300 万 km² の大地と 10 ヶ国の国土に水の恩恵を与えている大国際河川であるが、「エ」国は 1959 年にスーダン国との間で結ばれた協定により、年間利用可能量が最大 555 億ト(m³)という制約を受けている。ナイル川を流下した水はナセル湖（アスワン・ハイ・ダム）に貯留されるが、この水資源の 85%はエチオピア国の高地から流下する青ナイルの水であり、源流は同国のアムハラ州に位置するタナ湖に源を発している。アスワン・ハイ・ダムに貯留された貴重な水資源は、表 1-5 に示す主要幹線水路網と数多くの堰によって水資源管理をされながらデルタ地域を貫きつつ、2 次水路を流下して、最終的にはメスカ（末端圃場水路）を通して圃場に灌漑されている。

本件バハルヨセフ灌漑用水路の水資源は、ナイル川をカイロ（ギザ）から遡ること約 470km 地点に位置するアシュート堰で年間 96 億 m³ の灌漑用水がイブラヒミア幹線用水路に取水・導水され、アシュート堰から約 60km 下流のダイリュート分水工群で 8 分水施設の一つを経てその 51.53% が導水される水資源管理システムのもとで得られる（図 1-2 参照）。

「エ」国の灌漑システムの成否は前述の限られた水資源（年間 555 億 m³）をいかに有効かつ効率的に利用することができるかにかかっており、圃場が必要とする水量を必要な量だけタイムリーに供給できるか、即ち過剰供給による無効放流と過小供給による水不足を極力抑えることが、水平拡大（農地拡大）と垂直拡大（生産高、生産性向上）を実現する道である。この為には、灌漑用水路内の水位を継続性をもって安定させることが必要であり、これを支えるのが幹線水路に配される制水堰（Regulator）の存在である。灌漑の重要性に鑑みて、水資源灌漑省は全土の主要な大規模制水堰の整備、改修を継続的に行うことを具体的に計画している。

さらに幹線水路からきめ細かく延びる 2 次水路網と、高位に位置する受益地への安定した配水を実確にする揚水機場、貴重な水資源を反復利用するために排水路へ無効放流された水を用水路へ還元する排水（揚水）機場の整備が重要であり、加えてこれらの水利施設を統合的に適切な運用をするための水管理技術と維持管理技術（ソフト）が必須である。

表 1-1-1.1 ナイル本川主要堰と主要幹線水路および灌漑行政区分名

堰名	幹線水路名	灌漑行政区分
Esna	Asfoun	Qena
	Kelabia	
Nag-Hammadi	East Naga Hamadi	Sohaq
	West Naga Hamadi	Asyut
アシュート	イブラヒミア バハルヨセフ	Asyut(small area), Ismailia, Salhia
		東・西ミア
		Beni Suef, Favoum and Giza
Delta(Damietta)	Ismailia	Sharkia
	Sharkawia	Kalubia

	Tawfiki	Kalubia, Sharkia and East Dakahlia
	Basusia	Kalubia
	Darawa	Menufia
Delta(Rosetta)	Menufi Rayah	Menufa, Gharbia, West Dakahlia and Kafr El
	Nagail	Sheikh
	Beheira Rayah	Menufia
	Nasiri Rayah	Beheira, West Beheira, Nubaria and Nasr
Zifta	Mansouria	East Dakahlia and Damietta
	Zaglula	East Dakahlia
	Abbasi Ravah	Gharbia, West Dakahlia and Kafr El Sheikh
	Omar bey	Gharbia
	Dahtura	
Edfina	El-Mahmodia	El-Behera
	El-Rashidia East	Kafr El-Sheikh
	El-Rashidia West	
Farascour	El-Shakrawia	Damietta
	El-Salam canal	West Dakahlia

(3) 水資源計画のける中エジプト地域の役割

アスワン・ハイ・ダムから取水放流される年間 555 億 m³ の水は、前出の「ナイル川の水配分概念図」に示す如くナイル本川を流下しアシュート堰に到達する。この堰において取水利用可能な水資源量は年間 100 億 m³ である。アシュート堰で取水したナイル川の水資源は、イブラヒミア幹線水路に導水されデルタ地域の始点まで約 350km の幹線水路を流下している。この間に中エジプト地域 1,070 千 feddan の農地を灌漑し、国家の食料増産政策推進に大きな貢献をしている。

水資源利用の観点から見ると、「エ」国が国際協定で利用可能なナイル川の水資源 555 億 m³ のうち 18% を中エジプト地域で利用していることになる。

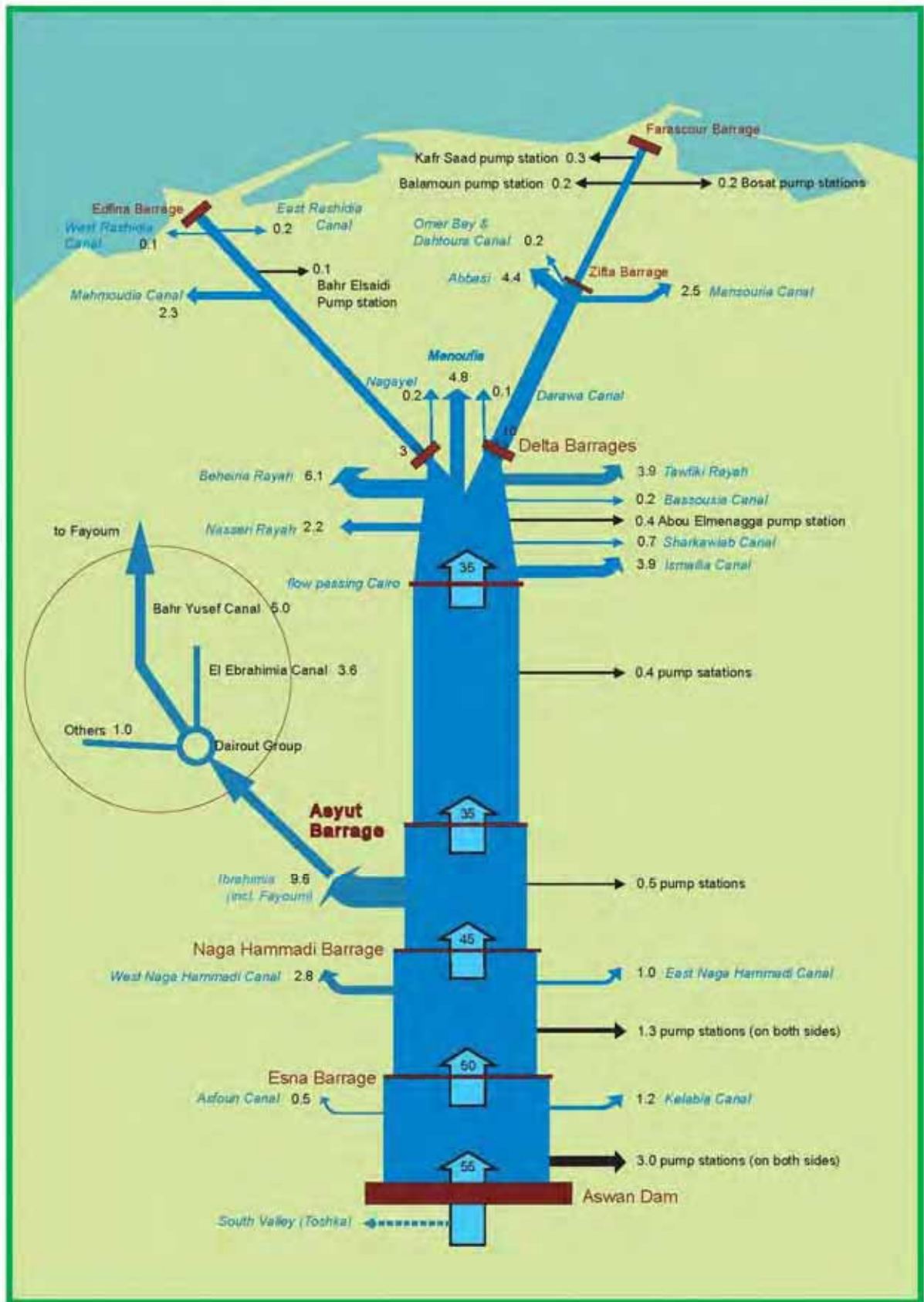
(4) エジプトにおけるバハルヨセフ灌漑水路の役割

イブラヒミア幹線水路に導水されたナイル川の水は全量ダイリュート分水工（取水堰）地点において 8 つの分水工（取水堰）群（Dairut Group）によってそれぞれの幹線水路に分水されており、その分水比率は通年一定である。

幹線水路の名称	分水比率
Sawahlia	4.93%
Dirotia	
Badama	
El Ebrahimia	36.84%
Bahr Yussef	51.53%
Abo Gabal	6.70%
Delgawi	
Bahr Asuit	

上表が示すように、バハルヨセル灌漑水路はイブラヒミア幹線水路の通水量の半分を分水するこの地域の水資源利用上、極めて重要な役割を担っていることになる。

図 1-1-1.1 ナイル川の水配分施設概念図



出典：National Water Resources Plan 2017（○の記述は調査団が加筆）

1-1-2 開発計画

(1) 国家計画における当該セクターの位置づけ

「エ」国の第5次国家5ヶ年計画(The Fifth Five-Year-Plan for Socio-Economic Development (2002 – 2007) & First Year, April 2002; 以下「国家計画」)によると、長期社会経済開発計画構想の主要目標として下記の7項目を掲げている。

天然資源保全と砂漠地に向けた都市発展の展開
現在の人口増加率の安定的減少
GDPの高率かつ持続的な伸長の達成
赤字国家収支からのゆるやかな脱却
貧困削減と所得不均衡の縮減
人的資本の開発と完全雇用の達成
社会福祉の改善

国家最上位計画である国家5ヶ年計画から、当該セクターである水資源・農業・灌漑分野との関わりを考察すると、 項の「天然資源保全」が、年間を通して自国内での降雨による水資源の涵養を望めない「エ」国で、唯一とも言えるナイル川から得られる貴重な水資源の保全を明確に示しており、 項の後段に示す「砂漠地に向けた都市発展の展開」が砂漠地に向けた農地開発の展開をも包含している。この 項の方針が、 項で示す増加の一途をたどる人口増加に伴う食料安全保障問題へとつながり、農業・農村地域への取り組みの重要性を明確に示している。また、 都市に比較して大きく遅れをとっている農村地域の貧困削減への取り組みと、その結果顕著になっている都市と農村との所得較差の問題は農業・農村地域の社会経済開発に係る政策課題として国家計画の中心課題として位置づけられている。

「エ」国の人口増加は1991年に57百万人であったものが、2004年には70百万人を超え、2022年までには86百万人に達すると予測されている。この結果として予測される事態として、水平拡大政策のもとで進む都市化に伴う肥沃な農地の減少(年間30,000feddan)、人口増加に追従できない食料生産に起因する食料自給率の減少、水資源事情の逼迫、雇用問題、貧困問題、など多くの社会的課題に直面することが解決すべき国家の課題と定義されている。

このような状況下、「エ」国政府の主要政策課題(Main Objectives)の具体的政策目標として、食料安全保障の観点から食料自給率の向上を掲げ、水平拡大(農地拡大)と垂直拡大(生産高、生産性向上)に積極的に取り組んで行く方針が示されている。

前出の国家計画による農業・灌漑セクターに係る開発計画は下記の如く示されている。

新たに1,100千feddanの農地に対する灌漑施設開発の実施。(表1-1-2.1参照)

農地開発の継続による1,000千feddanの新規開発。

新規就農者への168千feddanの新規開発農地の配分。

水資源開発、灌漑・排水システムの改善を総合的にプロジェクト展開。

当初5ヶ年で564千 feddan の農地拡大を行い全土農地面積8,800千 feddan を達成。

輸出指向の高価値作物の生産増強と稲・サトウキビに代表される高水消費作物の栽培制限。

(表 1-1-2.2 参照)

家畜、家禽、水産業の増強。(表 1-1-2.3 参照)

5ヶ年間年率3.7%の農業生産向上の促進。(表 1-1-2.4 参照)

上記の国家計画が示す農地拡大と生産高、生産性向上の政策展開には、限られた水資源量のもとで、未使用水資源の発掘による水資源開発や、後述の既存水資源を有効に利活用するための水資源管理システムの開発、さらには水資源を農業生産に結びつけるための取水・灌漑施設の整備拡充とそれら諸施設の運営維持管理手法の開発と定着が極めて緊急かつ必須の条件と言える。

このように「エ」国が掲げる国家政策の実現と、直面する諸課題の解決には、水資源・灌漑・農業・農村セクターが一体的、総合的に発展する戦略的政策展開が必要となる。

表 1-1-2.1 施設開発計画対象面積 (1,000feddan)

	5ヶ年計画			初年度		
	国有地	私有地	計	国有地	私有地	計
東デルタ	86	15	101	22	3	25
西デルタ	12	14	26	7	5	12
中エジプト	23.5	0	23.5	9.5	0	9.5
上エジプト、ニューバレー	206.5	336	542.5	0	73	73
シナイ、スエズ東	250	6	256	40	2	42
南西海岸、シワ	25	128	153	1	15	16
計	603	499	1,102	79.5	98	177.5

表 1-1-2.2 主要作物増産面積と増産高（面積 1,000feddan、生産高 1,000 ト）

作物名	5ヶ年計画		1年目	
	新規作付	増産高	新規作付	増産高
国内消費作物				
小麦	520	1819	210	551
とうもろこし	416	2281	201	704
砂糖もろこし	66	260	40	86
胡麻	72	41	62	23
そらまめ	34	119	7	6
輸出作物				
綿	90	181	90	118
落花生	48	80	9	13
野菜類	562	6810	111	1114
果物・ヤシ	140	1041	20	322
薬剤植物	46	-	-	-
高労働力作物				
たまねぎ	15	467	-	-
甜菜	15	559	9	375
高水消費作物				
稲	▲410	▲1,414	▲340	▲1,317
サトウキビ	▲10	5	▲10	▲285

表 1-1-2.3 畜産業、水産業の 5ヶ年計画における生産予測値（1,000 ト）

	予測値	目標		増加（2001/02 比較）	
	2001/02 年	2002/03 年	2006/07 年	2002/03 年	2006/07 年
牛乳	3,560	3,650	4,200	90	640
牛肉	700	716	812	16	112
鶏	541	550	600	9	59
卵	223	230	300	7	77
羊毛	20	21	25	1	5
蜂蜜	14.5	15	18	0.5	3.5
魚	750	775	925	25	175

表 1-1-2.4 5ヶ年計画における生産分野別農業生産高（単位；10 億^ポト^{据置}）

種目	農業生産高			純変化	
	2001/02 年	2002/03 年	2006/07 年	2002/03 年	2006/07 年
	予測値	目標値	目標値	目標値	目標値
作物生産	53.9	55.8	64.2	1.9	10.3
畜産生産	20.2	20.7	23.5	0.5	3.3
水産生産	6.4	6.6	7.9	0.2	1.5
合計	80.5	83.1	95.6	2.6	15.1
農業総生産	61	63.1	73.1	2.1	12.2

1-1-3 社会経済状況

「エ」国経済は2001年の9.11テロに起因する観光収入減少の影響もあって、景気低下傾向となったが、2006年には経済成長率6.8%と好調に推移している。特に2004年7月にナズィー内閣が発足以来、経済改革の一環として関税、個人所得税などが引き下げられて国内消費が刺激されたことや、2005年以降天然ガス輸出が本格化して国際収支上大きく貢献したことなどが要因として挙げられる。IMFでは2007,2008年も6%以上と好調が持続すると見ている。「エ」国経済は経常収支上では、膨大な貿易赤字を石油輸出、観光収入、海外労働者送金、スエズ運河収入の4大外貨収入で補う構造にある。但し周辺地域情勢など外部要因に影響を受けやすいため、「エ」国政府は経済基盤の強化に向けて、国際競争力のある産業育成と輸出促進を行うべく、外貨誘致やFTA締結などを進めている。

表 1-1-3.1 過去5年間のGDP推移

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
GDP (百万米ドル)	97,632	87,851	82,924	78,845	89,369
GDP 成長率 (%)	3.52	3.19	3.11	4.18	4.94
国民所得 (米ドル)	1460	1400	1310	1250	1260
人口 (千人)	68,585	69,913	71,267	72,642	74,033

出典 ; World Development Indicators World Bank database

10%を超える高い失業率と拡大する都市と農村の格差、地域間格差、貧富の格差の是正が内閣の最重要課題である。また、民営化の停滞、農業生産性の停滞、輸出産業の伸び悩み等、中長期的な課題も多い。「世界の国一覧表(2007年版)」によると2005年のGDPは893.4億ドル、一人当たりGDPは1,207ドルである。このような状況下、GDP分野別構成比は下表のように変化している。

表 1-1-3.2 GDP 分野別構成比(%)

分野	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
第1次産業：農業 (%)	16.56	16.46	16.68	15.18	14.92
第2次産業：工業 (%)	33.33	33.20	34.54	36.87	36.07
第3次産業：サービス業 (%)	50.11	50.34	48.78	47.95	49.01

出典 ; World Development Indicators World Bank database

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

1-2-1 要請の背景・経緯及び概要

「エ」国の GDP に占める農業セクターのシェアは直近 5 ヶ年間で約 16%前後を示し、サービス業、鉱工業について主要産業として 3 番目の位置にある。一方で「エ」国は主食である小麦の自給率が約 50%に留まり、食料全体を見てもその多くを輸入に依存しており、農産物の輸入額は全輸入の 27%(2003 年)となっている。この背景には、広大な国土(100.1 万 km²)に比較して僅かその 4%しか可耕地がないこと、人口増に歯止めがかからず、2004 年に 7,260 万人であった人口が、2022 年までには 8,600 万人に達すると予測されており、政府が進める水平拡大政策(農業用地の拡大)と垂直拡大(生産高、生産性向上)が極めて重要な政策課題であり、食料自給率の向上と人口増加に見合う食料増産が急務となっている。

「エ」国水資源灌漑省は人口増に伴ってその緊急性が増す食料増産圧力と逼迫する水資源不足の解消を目指して、ナイル川とその支流および灌漑用水路に設置されている老朽化基幹水利施設の更新を進めている。「エ」国の国家政策である食料自給率の向上を実現するには、合理的な水資源管理システムの整備が必須であり、その具体策として、近代的な堰や取水施設の整備が基盤確保となるとの認識のもと進められている。

中エジプト地域の農業を支えるバハルヨセフ灌漑用水路には、ナイル協定で年間 555 億 m³と制約されている有限水資源量の 9%に相当する年間 50 億 m³の貴重な水資源が供給されており、同灌漑用水路掛かりの農地約 883,000 フェダウン(約 371,000ha)を灌漑している。同灌漑用水路には 4 ヶ所に取水堰が設置され、配下の受益地区へ安定した灌漑用水を供給する役割を担っている。しかし、何れの堰も築造後 100 年前後を経過して老朽化が著しく、所要の機能発揮が損なわれていることから、ラフーン(1997 年)、マゾーラ堰(2002 年)、サコーラ堰(2006 年)が我が国無償資金協力事業によって改修されてきた。同用水路の最上流に位置するダハブ堰には 88,490 フェダウン(約 37,170ha)の受益農地がある上に、下流 3 堰に必要な量の灌漑用水量を安定して放流するという既改修済み 3 堰の生命線を左右する重要な役割がある。ダハブ堰地点における水資源管理が正確かつ合理的に行われてこそ、バハルヨセフ灌漑用水路全体の灌漑システムが機能するといえる。

既設ダハブ堰は 1900 年に築造され、築造後 100 年を経過して堰本体は老朽化が著しく、堰本体の安定性確保が懸念される状況にある。また、堰に設置されている 20 門のゲートからは漏水が激しく、加えてゲート開閉操作が人力で行われるために長時間を要し効率的な運用ができていない。この結果、ダハブ堰上流のバハルヨセフ灌漑用水路水位が安定せず、2 次水路での取水が安定しない状況にある。このため、上流受益地区への安定した灌漑用水の供給が実現せず、受益地区での水不足が 1 年間を通して常態化しているのが現状である。同時にダハブ堰下流に位置する 3 堰への必要放流量を効率的に、かつ安定的に放流できない状態にもある。

このような現状を解決するため、ダハブ堰本体を更新し、水位・流量調節が容易で精度高く行えるオーバーフロー型ゲートを導入することによって、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と下流水路へ必要量の放流を確実にを行うことを目的として既設ダハブ堰を改修する本無償資金協力事業が要請された。要請内容は以下の通りである。

1-2-2 要請内容

- 既設ダハブ堰体の改修(設計排水量 210.15m³/秒、全長 46.6m)
- 主ゲートを電動 2 段ローラーゲートへ更新(ゲート 5 門)
- 併設橋の建設(幅員 12m)
- 管理棟の建設

バハルヨセフ灌漑用水路は、中エジプト地域の農業を支える基幹水路システムであることから、その最上流に位置するダハブ堰の、安定した取水・放流機能を回復させるために計画された本無償資金協力事業は合理的な水資源利用による、安定した灌漑システムの運用、その結果として期待できる地域の農業生産性向上と食料増産を実現するために必須の事業であると判断される。

1-3 我が国の援助動向

我が国は、「エ」国に対する援助においては農業に重点を置いている。近年の農業セクターに関連する援助実施状況は以下のとおりである。

(1) 無償資金協力

表 1-3.1 農業セクターに関連する我が国無償資金協力の援助実績

案 件 名	実施年	概 要
1) 上エジプト灌漑施設改修計画（第1次）	1991～93	上エジプト地域 10 カ所のフローティングポンプの改修
2) ナイルバレー小麦機械化増産計画	1993	農地均平用レーザー装置の設置
3) 米貯蔵センター改善計画（フェーズ III）	1993	米貯蔵サイロの設置
4) 第2次上エジプト灌漑施設改修計画	1995～98	上エジプト地域 11 カ所のフローティングポンプの改修
5) バハル・ヨセフ灌漑用水路整備計画	1995～97	ラフーン堰の改修
6) バハル・ヨセフ灌漑用水路マゾーラ堰整備計画	2000～02	マゾーラ堰の改修
7) 第3次上エジプト灌漑施設改修計画	2003～04	上エジプト地域 5 カ所のフローティングポンプの改修
8) バハル・ヨセフ灌漑用水路サコーラ堰改修計画	2004～06	サコーラ堰の改修
9) 食糧増産援助	1984～2004	農業資機材の供与

(2) 技術協力

技術協力プロジェクト

- 1) 米作機械化計画 (Agriculture Engineering Research Institute) : 1981～92 年
 フェーズ I カフェルシェイク、カリン県の実証試験農場で適用機械の実証試験
 フェーズ II 中央デルタ、サテライト農場での低コスト栽培の稲作機械化体系の確立
 フォーローアップ 発芽率の向上・雑草対策、土壌構造保持対策、農機保守・点検指導
- 2) ナイルデルタ水管理改善計画 : 2000～2005 年

近年水需要が急速に増加しているが、農民管理の末端水路において灌漑ポンプの普及により過剰灌漑、無効放流および水不足など、水配分効率の低下に起因する問題が顕在化しており、農民の費用負担も視野に入れた末端施設の近代化、効率的な水利用を目標として、タンタ市地域を中心に技術協力を推進している。

専門家派遣（1996年以降）

- 1) 灌漑排水計画 1996年6月～99年6月
- 2) 灌漑技術 1996年6月～99年6月
- 3) 米処理・加工技術訓練、研究開発・施設運営 1999年2月～5月
- 4) 第三国研修（稲作技術） 1999年7月～8月
- 5) 灌漑排水計画 1996年10月～01年10月
- 6) 第三国研修（精米処理技術） 1999年11月9日～11月20日
- 7) 第三国研修（畜産技術） 2000年3月3日～3月18日

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 8) 稲病害 | 2000年7月～8月 |
| 9) 畜産技術(繁殖) | 2000年10月13日～10月23日 |
| 10) 精米処理技術 | 2000年10月～11月 |
| 11) 農業水資源アドバイザー | 2003年7月～12月 |
| 12) ゲート操作技術 | 2003年8月～12月 |

研修員受け入れ

- | | |
|--------|------------------|
| 1)実施年度 | 1999～2003年度 |
| 2)コース名 | 「参加型水管理」(国別特設研修) |
| 3)人数 | 5人/年 |

第三国研修

- | | |
|-----------------------------|-------------|
| 1) 食肉加工技術(1999年10月～11月) | 中華人民共和国 |
| 2) 食肉加工技術(2000年10月～11月) | 中華人民共和国 |
| 3) アフリカ向け稲作技術(2002年～2006年) | エジプト・アラブ共和国 |
| 4) アフリカ向け灌漑と排水(2004年～2006年) | エジプト・アラブ共和国 |

開発調査

- 1) バハルヨセフ地区灌漑整備計画(1990～92年:F/S)
- 2) オモウム地区農村地域排水改良計画(1990～92年:F/S)
- 3) 中央デルタ農村地域水環境改善計画調査(1998～99年:M/P、F/S)
- 4) 北東シナイ地区総合農業開発計画導水路施設実施設計(1999～2000年:D/D)

1-4 他ドナーの援助動向

1-4-1 大規模堰の改修事業

規模は異なるがダハブ堰に類似した堰として、ナイル川大規模堰の改修に西欧諸国が関わっている。アスワン・ハイ・ダム下流最初の「エスナ堰（ナセル湖から下流 170km）」に対して、1986年フランスがフィージビリティ調査を実施し、1994年総事業費約 194 億円で完工している。発電所、閘門を含む全幅 820m の大工事は、イタリア国による借款と無償およびルーマニアとオーストラリア国からの借款ならびに「エ」国政府資金によって、竣工に至っている。

また、ナセル湖下流約 350 km に位置する「ナガハマディ堰」については、1985年イタリアが調査を行った後、カナダのプレ F/S を経て 1996年からドイツが F/S を実施した。現在 KfW（ドイツ復興金融公庫）の融資により工事中であり、2008年完工予定である。

ダハブ堰が位置するバハルヨセフ灌漑用水路における 4ヶ所の堰の改修事業については、総て我が国の無償資金協力事業で実施済み（3堰）あるいは本件対象ダハブ堰であり、他の援助機関は関わっていない。

1-4-2 灌漑改善事業：Irrigation Improvement Project (IIP)

将来の農業用水に対する逼迫に備え、圃場レベルでの効率的な水管理の実現、灌漑システムの改善による公平な水配分、関係職員の事業運営管理能力の向上、水理組合の組織化支援などを目的に世界銀行が融資を行っている。1988年から全国 17 地域、約 40 万 Feddan（17 万 ha）を対象に F/S を実施し、その後、上エジプト、デルタ地域の 10 県で基幹水路システムを含むメスカの改良パイロット事業が展開されている。ミニアではイブラヒミア灌漑用水路の受益地区で改良メスカの事業が展開されているが、当該バハルヨセフ灌漑用水路掛かりは、現在のところ事業に含まれていない。

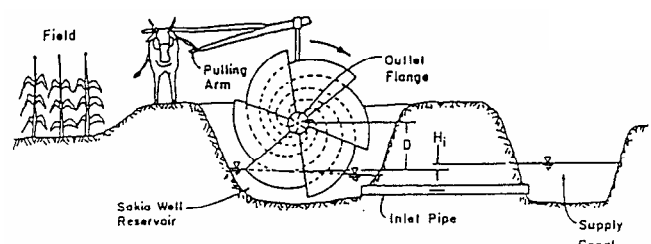
1-4-3 USAID プロジェクト

水資源灌漑省は、1995年 USAID の支援によりテレメーターシステムを導入している。これによりバハルヨセフ灌漑用水路の 5 堰を含む全ナイル灌漑水系の支線水路約 800 箇所の流量を監視し、電話によるゲート操作の指示を行っている。ラフーン、マゾーラ、サコーラおよびダハブ堰の 4 堰においても水位観測が行われ、バハルヨセフ灌漑用水路の取水源となっているアシュート取水堰を管轄するアシュート地方灌漑局の水配分ならびにカイロ本部にある遠方監視システム部に逐次水位記録が転送されている。また、将来テレコントロールシステムの導入も検討され、イブラヒミア水路掛りであるセリー分水路においては、遠隔操作も試験的に行っている。

1-4-4 改良メスカプロジェクト

従来、農家は伝統的に水路からサキアという畜力利用の揚水施設（右図参照）によりメスカからマルワ（圃場内小用水路）へ

サキアのイメージ図



揚水してきた。

これはメスカの水位が農地より低く保たれているためである。このサキアは通常数戸の農家で構成されるサキアリング（一種の水利組織）と呼ばれるグループで利用されてきた。しかし、サキアは適期適量灌漑には揚水能力が低く、水位が低下しても移動できないという短所もあるため、近年、干ばつ被害をおそれる農家で動力ポンプが普及している。

動力ポンプは揚水能力が高いものの、過剰取水及び上流優先取水となりがちであり、水配分の不公平を招く結果となった。水の有効利用に迫られている「エ」国としては、用水量が多い水稻の作付制限や幹線における制水・取水施設の改良・更新だけでなく、圃場レベルでの水の効率的利用にも対処するため改良メスカの必要性がでてきた。

こうした状況下、USAID の援助の下メスカの改良事業が開始された。USAID による改良メスカでは、動力ポンプにて用水後低圧のパイプラインによる各圃場への配水方法、又は J - セクション方法と呼ばれる U 字構形式の開水路による配水方法が適用される。パイプラインによる改良メスカは、農民が所有する動力ポンプを活用しポンプを保護する簡易の上屋、低い配水塔（高さ 2m 前後）と塩ビ管によるパイプラインから成り立っている。それぞれの圃場への配水は、アルファールバルブの開閉により行われる。J - セクションによる改良メスカは、J 断面を持つコンクリート二次製品を底版中央をモルタルにて接続させて開水路を形成させものである。それぞれの圃場への配水は、コンクリート製分水柵により行われる。メスカ改良の方法の選択は、動力ポンプ設置予定位置と農民の持つ圃場の形態により行われる。これら改良に必要な費用は、5 年据え置きの 15 年返済の「エ」国政府によるソフトローンにて賄われる。

シリ - 水路に於いて実施された USAID およびその後の「エ」国政府の資金による改良メスカ事業による効果は、圃場に於ける灌漑効率の向上（圃場内小水路の搬送口スの低減）、ポンプ運転時間の低減、上流優先取水の是正（上下流農民の水争いの減少）等が挙げられている。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本プロジェクトの実施窓口は、次頁に示す水資源灌漑省(MWRI)、灌漑総局(ID)、灌漑改善局(IIS)であり、プロジェクトの実施後の運用・維持管理は西ミア地方灌漑局(IDir.)が行うことになる。IDir.以下の各機関の分担は以下の表のとおりである。

機 関 名	本プロジェクトでの役割
1) 西ミア地方灌漑局 (IDir.)	ダハブ堰およびミア県内のバハル・ヨセフ灌漑水路の維持管理責任、設定水位連絡、予算措置など
2) 西バハル・ヨセフ監督官事務所	ダハブ堰掛り灌漑水路の浚渫、取水施設、支線水路の付帯設備の運営・維持管理監督、設定水位連絡、人員配置責任、予算措置、など
3) ダハブ堰灌漑区事務所	ダハブ堰の直接管理、支線水路設備の操作・維持管理、テクニシャンによるダハブ堰の見回り・指導、ゲートオペレーターによるダハブ堰ゲート操作、など

人員配置

下表のとおり、ダハブ堰の運営・管理にかかる西ミア地方灌漑局のもと、西バハル・ヨセフ監督官事務所が監督責任を負い、配下のマンシェット・エル・ダハブ灌漑区事務所が現地事務所機能を持つ。ダハブ堰の日常運営は新設される管理棟内にダハブ堰管理事務所が設置され、機側操作と遠隔操作によって堰の日常維持管理がなされる。

表 2-1-1.1 ダハブ堰運用・維持管理人員配置

担当役	西バハル・ヨセフ 監督官事務所	マンシェット・エル・ダ ハブ事務所	ダハブ堰管理事務所	
			現在	実施後
1) 監督官長	1			
2) 実務技術者	3			
3) 実務技術補佐	2			
4) 灌漑土木技師	1	1		
5) 機械技師	2			
6) テクニシャン	11	18		
7) 事務員	18	3		
8) チーフゲートオペレーター			1	1
9) ゲートオペレーター		30	10	10
10) ワーカー	12	40	10	3
11) 運転手	3	1		
計	53	93	21	14

出展；ミア IIS 事務所

実施機関の組織

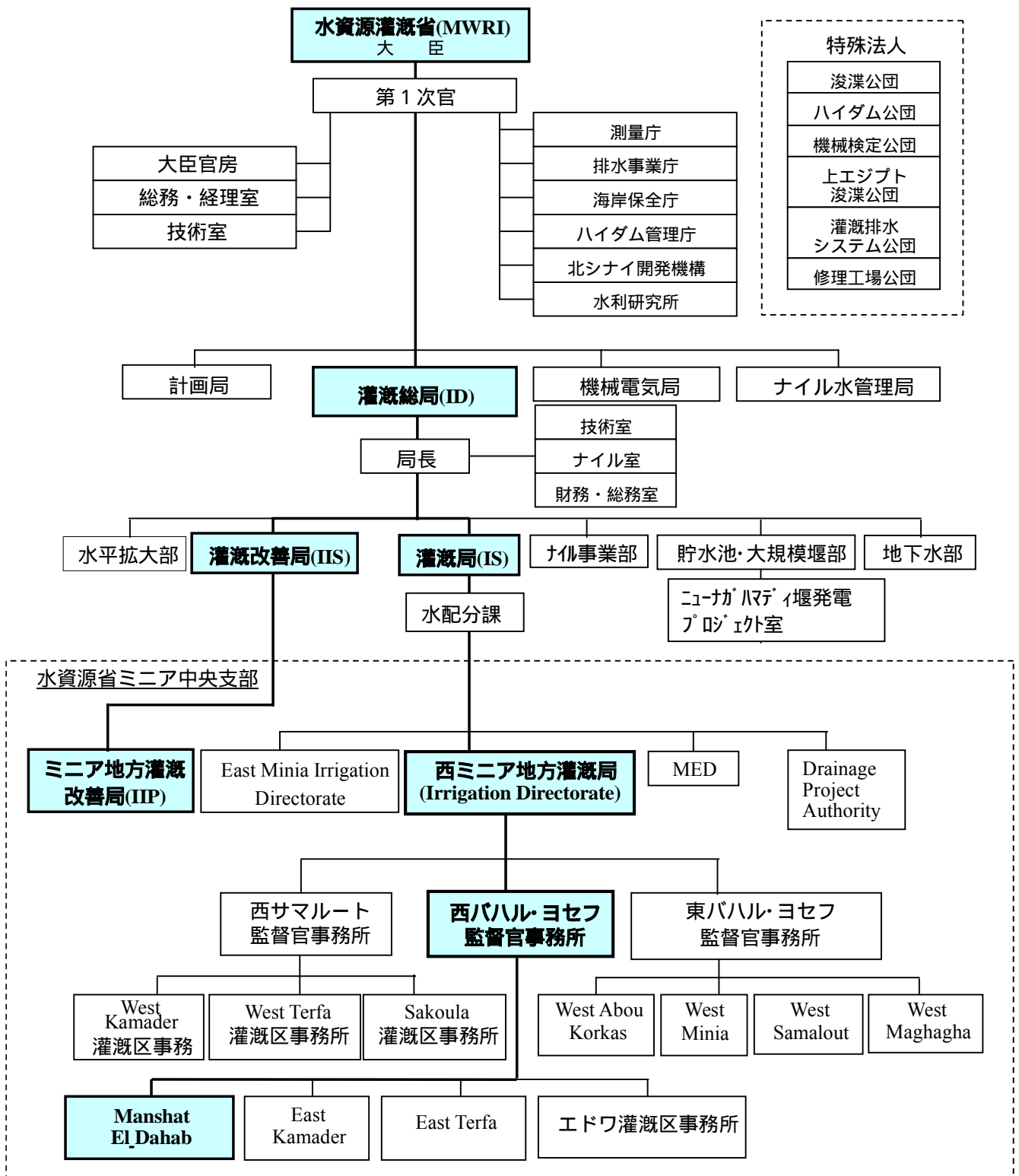


図 2-1-1.1 水資源灌漑省(MWRI)組織図

2-1-2 財政・予算

(1) 水資源灌漑省

実施機関である水資源灌漑省および灌漑総局(ID)灌漑改善局(IIS)の直近 5 ヶ年の予算は下表のとおりである。省予算に占める IIS 予算比率が近年 7～8%で推移していることから直接の実施機関である IIS が本事業を運営・維持管理する上で財政的な不安要素はないと判断できる。

表 2-1-2.1 水資源灌漑省と灌漑改善局の予算

単位：1,000 LE(イップトポント)

	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06
水資源灌漑省	3,353,799	3,422,102	3,401,330	2,715,747	2,299,790
灌漑改善局	168,761	164,358	239,248	217,587	165,900
予算比率	5.0%	4.8%	7.0%	8.0%	7.2%

出典：水資源灌漑省 灌漑改善局

(2) 既設ダハブ堰の運営・維持管理費

既設ダハブ堰に係る過去 5 ヶ年間の維持管理費支出額は次表のとおりである。長期補修費を除いて毎年 100,000 イップトポント 前後の予算措置を講じているが、年間の維持監理費は上昇傾向にある。プロジェクト実施後に予定する維持管理費予算額は、メンテナンス費用が 3,000 イップトポント /年で実施前と比較し約 20%増加するが、ゲートオペレーター削減に伴う人件費の削減により、合計で 109,000 イップトポント /年が見積もられる。これは、直近である 2005/06 年の長期補修費を除く維持監理費 126,000 イップトポント /年よりも減額となっており、IIS の財政能力に対し妥当な範囲であると判断できる。

また、長期補修費については、プロジェクト実施後の約 10 年間でゲート塗装、開閉機補修、配電機器類更新、計器類更新・整備等などに要する費用として 673,000 イップトポント が想定されるが、過去、2000/01 年と 2005/06 年で概ね 5 年毎に長期補修費として 500,000 イップトポント の予算措置を講じていることから、10 年当りでは、1,000,000 イップトポント が実績として割当てられている。一方、プロジェクト実施後の長期補修費で最も費用を要するのは、概ね 10 年後が実施の目安となるゲート塗装、開閉機補修、配電器類更新であり、これらは長期補修費の約 70%を占めることから、10 年間の長期補修費の実績を踏まえれば十分に予算配分が可能である。

なお、過去の無償資金案件にて改修された、ラフーン堰、マゾーラ堰、サコーラ堰についても運営維持管理に必要な予算措置は継続的に実施されていること、更に基本設計調査における「エ」国側との協議を通じてプロジェクト実施後の運営維持管理にかかる適切な人員配置と予算付けについて先方の確約が得られていることから、運営維持管理費に関する支障はないものと判断される。

表 2-1-2.2 ダハブ堰の過去 5 年の年間維持管理費と改修後の維持管理費

(単位：イブポンド)

項目	実施前					実施後	
	2001/02 年	2002/03 年	2003/04 年	2004/05 年	2005/06 年	維持管理費 (見積り)	今後 10 年間の 長期補修費
1.人件費	84,000	90,000	96,000	109,000	115,000	100,000	
2.パレション費 (事務、保守点検 光熱・通信費、等)	6,280	6,900	7,500	8,000	8,500	6,000	
3.メンテナンス費	1,600	1,800	2,000	2,000	2,500	3,000	
4.長期補修費 (概ね 5 年毎)	-	-	-	-	500,000*)		673,000
合計 (イブポンド)	91,880	98,700	105,500	119,000	626,000	109,000	673,000

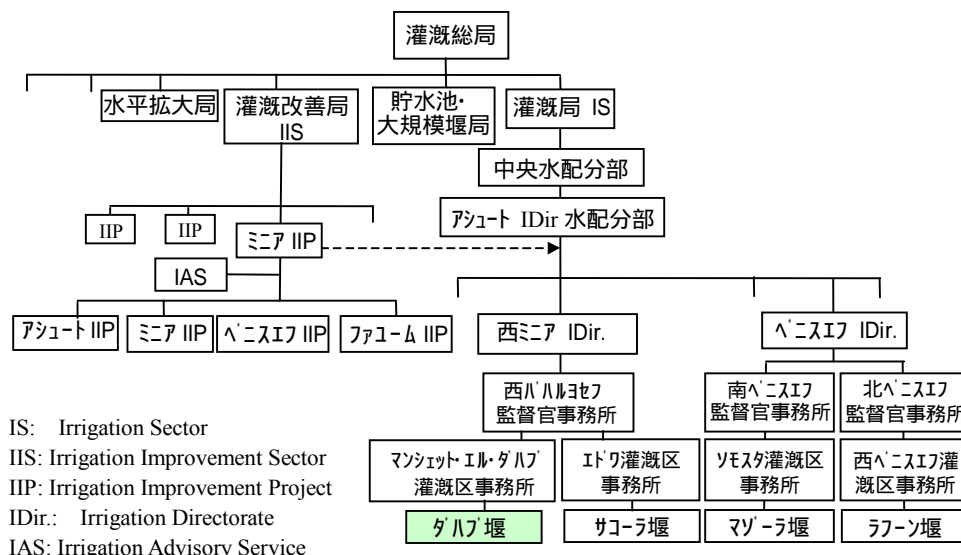
*)長期補修費の実績としては、2005/06 年の前は 2000/01 年に実施している。補修費の内容としては、既設ダハブ堰の堰柱や洗掘による水路底への捨石及びゲートの塗装やチェーンの更新等の費用である。

2-1-3 技術水準

我国の無償資金協力事業で実施済み 3 堰の改修において、「エ」国政府がダハブ堰で要請している遠方操作による電動式 2 段ゲートが採用された。現在のダハブ堰のゲートはマニュアル操作であるが、これにより西ミア地方灌漑局には、遠方操作による電動式 2 段ゲートの操作知識を有した人材が存在する。下図 2-1-3.1 に示すとおり、無償実施済み堰のサコーラ堰を管轄する西ミア地方灌漑局 (IDir.) 配下のエドワ灌漑区事務所では、現在遠隔操作による電動ゲート設備の運用を実践しているため、知識の有した人材をマンシェット・エル・ダハブ灌漑区事務所に転属することや関係機関内部での技術指導が可能である。

尚、堰の運営管理に関与する機関は灌漑局(IS)下の機関に係ることになるが、バハルヨセフ灌漑用水路内の堰下位の施設である末端水路等の運営管理ではミア IIP が関与しており、ダハブ堰運営においても受益地からの水利用に関する窓口はミア IIP が統括することとなる。

図 2-1-3.1 西ミアおよびベニスエフ地方灌漑事務所関連図



2-1-4 既存の施設・機材

2-1-4-1 バハルヨセフ灌漑用水路

ダハブ堰が位置するバハルヨセフ灌漑用水路は、上エジプト北部のナイル川左岸部を北上する灌漑用水路であり、ナイル川アシュート堰で左岸側に取水されたイブラヒミア基幹用水路からダイリュート堰で分水された用水路である。バハルヨセフ灌漑用水路の総延長は約 313 km で、ミア、ベニスエフ県を流下して、ラフーン堰でギザ支線用水路を分水し、ファユーム盆地で幹線水路の終点となる。

用水路は、ナイル川から分岐した自然河川を利用したものであり、大きく蛇行した土水路である。アシュートからカイロまでの幅約 20 km のナイル溪谷の左岸側をイブラヒミア基幹用水路とバハルヨセフ用水路で灌漑しており、バハルヨセフ用水路は下表に示すように、全体で約 77 万²イダンの耕地を灌漑している。

表 2-1-4.1 バハルヨセフ灌漑用水路の灌漑面積

(単位：²イダン)

区分	ミア県	ベニスエフ県	ファユーム県	ギザ県	計
旧耕地	111,101	57,295	361,589	137,300	670,285
新開地	32,999	10,850	-	-	43,849
開墾計画地	-	5,000	40,000	11,000	56,000
計 (ha)	147,100 (61,800)	73,145 (30,700)	401,589 (168,600)	148,300 (62,300)	770,134 (323,400)

出典：JICA バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査 (F/S) 1992 Nov.

旧耕地は砂漠の風積堆積物の影響を受けていないナイル・シルトに由来する河成堆積粘土質土壌を主体とし、新開地、開墾計画地では風積堆積物の影響を強く受けた砂質または壤質土壌を主体とする。ミア県では、旧耕地はバハルヨセフ用水路沿いの重力灌漑地区であり、新開地は旧耕地の西側に細長い帯状に分布し、標高が高く、ポンプ灌漑に依存している。

ダイリュート堰を起点とするバハルヨセフ灌漑用水路には、上流よりダハブ堰、サコーラ堰、マゾーラ堰及びラフーン堰の 4 つの堰が 50 ~ 100km の間隔で設置されている。これらのうちサコーラ堰、マゾーラ堰およびラフーン堰は、日本の無償資金協力により改修済みである。ダイリュート堰からラフーン堰に至るバハルヨセフ灌漑用水路 288.7km 区間の水路幅は概ね 60m 前後、平均水路勾配 1/15,000、最大通水時の平均流速 0.80m/s 弱の緩流土水路であり、マンシングの粗度係数は $n=0.030$ 程度である。

水路には堰以外に、受益地を灌漑するための 2 次水路への取水施設 (ゲート施設)、灌漑ポンプ場および排水を再利用する排水ポンプ場などが設置されている。これらの施設から十分に取水できるように堰により水路水位が制御される必要があるが、堰での制御は堰下流への放流量を確保するため堰の下流側水位を所定の水位に保つことを基本として行われている。このため、各堰

の水位記録では、堰下流側の水位は比較的安定しているが、堰上流側の水位が時間とともに大きく変動し、受益地への支線水路の取水水位が十分に確保できていない状況が見られる。この主な原因は、上流水路から堰への流入量の変動に対応したゲート制御が行われていないことや2次水路への不適切な取水操作、堰ゲートからの漏水等に起因するものと考えられる。

バハルヨセフ用水路での灌漑は、MWRI が管轄している幹線水路では 24 時間通水であり、それ以降の水路では 3 交替輪番制（5 日通水、10 日断水）が一般的であるが、水量不足などのため厳密には守られてはいない。作付け体系では、冬作、夏作、ニリ作（夏作から冬作への移行期に水消費を節約する目的で作付けされる作物）が行われており、北部ほど作付け率が高い傾向がある。作付け率の上昇に伴い土壌肥沃度減少の問題が顕在化しており、輪作体系の維持が重要となってきた。現在は 2~3 年の輪作周期で行われている。

バハルヨセフ灌漑地区に利用可能な水利権水量は 1 日当たりピーク水量で 19.5MCM である。現在バハルヨセフ灌漑用水路の流量管理は、下記に示す 1992 年に実施された「JICA バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査（F/S）」での計画流量に基づき行われている。なお、毎年 1 月に約 20 日間通水を停止し、水路や付帯施設の補修作業などが行われる。

2-1-4-2 既設ダハブ堰

ダハブ堰は 1900 年初頭に築造以来既に 100 年を経過した古いタイプの取水堰である。建設当時の土木技術であることから、ブリックを目地材によって積み上げた構造となっている。今日の土木技術で行う設計手法では築造後 100 年を経過し、随所に亀裂、ひび割れ、欠損がある堰体の強度上の安全性は所要の数値を下回っている可能性が高いといえる。今回の現地ミニアでの調査期間（2007 年 3 月 6 日～20 日）においてダハブ堰は供用中であったため、堰下流側エプロン、護床工を直接目視点検することが出来なかったが、現地管理主任の証言では、下段ゲートからの放流時に堰下流 25m 付近まで高速射流による河床洗掘が進んで河床低下が生起しているとのことであった。このことは堰体の強度の不足状況とは別に、堰体全体の安定率が不足することになり、滑動、転倒の安全率が不足していることが懸念される。このような現状にあるダハブ堰体は、部分改修によって健全な堰体としての所要の安定性と強度を確保できるとは考えられず、全面的に改修する必要がある。

・既設の概要

- a) 計画通水量：193.64m³/s
- b) 計画取水量：23.03m³/s
- c) 堰長：40.8m（純径間：8.0m×4 門）
- d) エプロン長：46.5m（上流：6.0m + 中間：29.0m + 下流：11.5m）
- e) ゲート扉高：5.80m（上段ゲート：2.80m + 下段ゲート：3.00m）
- f) 護岸工：341.1m（右岸側：196.6m、左岸側：144.5m）
- g) 併設橋：1 橋（幅員：12.8m、橋長：40.00m）
- h) 管理棟：1 棟（平屋 RC 梁橋、壁ブロック造、床面積：78m²）

2-1-4-3 2次水路およびポンプ場等

2次水路掛の旧耕地は砂漠の風積堆積物の影響を受けていないナイル・シルトに由来する河成堆積粘土質土壌を主体とし、新開地、開墾計画地では風積堆積物の影響を強く受けた砂質または壤質土壌を主体とする。ミニア県では、旧耕地はバハルヨセフ用水路沿いの重力灌漑地区であり、新開地は旧耕地の西側に細長い帯状に分布し、標高が高く、ポンプ灌漑に依存している。

ダハブ堰より上流にて分流している2次水路には、以下に示す13水路がある。

表 2-1-4.2 2次水路の諸元表

2次水路の名称	距離 (km)	受益面積		水路延長 (km)	計画通水量 (m ³ /sec)
		Feddan	ha		
1 アラブ・ベニ・ハリド水路	39.30	2,130	890	7.35	0.67
2 ベニ・ハリド水路	42.60	2,550	1,070	7.10	0.80
3 メサ水路	62.36	300	130	2.10	0.10
4 アスマント水路	63.45	450	190	2.45	0.14
5 コール・バラスラ水路	67.07	100	40	1.00	0.03
6 バランスウラ水路	67.37	250	110	2.80	0.08
7 エル・ソタン・ハサン水路	69.24	300	130	2.04	0.10
8 アル・ナフト水路	74.74	200	80	1.62	0.06
9 マブオウク水路	75.38	1,100	460	3.59	0.34
10 マンシェット・エル・ダハブ水路	77.30	63,627	26,72	62.87	20.02
11 ラヒル水路	77.30	6,620	2,780	9.21	2.08
12 ガナビア・トク水路	77.30	2,600	1,090	14.65	0.82
13 エル・ガナビア・エル・オーラ水路	77.30	720	300	6.70	0.22
計	-	80,947	34,000	123.48	25.47
14 直接取水	-	7,543	3,170	0.00	2.38
合計	-	88,490	37,170	123.48	27.85

注) 開発調査報告書より、

1. ダハブ堰掛の総用水量： $Q = (226.50 + 11.50) - 210.15 = 27.85 \text{ m}^3/\text{sec}$

2. ダハブ堰掛の単位用水量： $q = 27.85 / 37,170 \times 1,000 = 0.749 \text{ l/sec/feddan}$

アラブ・ベニ・ハリド水路及びベニ・ハリド水路入口には、通常の取水用水門のほかに取水用ポンプが設置されている。これらのポンプは、9月から翌年の5月までのバハルヨセフ灌漑用水路に水位が低下した時に運転される。ラヒル水路、ガナビア・トク水路、エル・ガナビア・エル・オーラ水路及びマンシェット・エル・ダハブ水路以外の取水水門は、バハルヨセフ灌漑用水路に直接または10m以内の位置に設置されている。ガナビア・トク水路、エル・ガナビア・エル・オーラ水路及びマンシェット・エル・ダハブ水路は、ダハブ堰の約40m上流地点にて分流されその下流約100m地点で4つの取水水門にて取水されている。これら13の取水水門には、古い施設が見受けられるが、今後数年の運用に耐えられると判断される。アラブ・ベニ・ハリド水路及びベニ・ハリド水路入口のポンプは、ここ10年以内に更新されたものである。

ポンプ施設のない水路及びポンプ運転期間以外では、これらの施設から十分に取水できるよう

に堰により水路水位が制御される必要があるが、堰での制御は堰下流への放流量を確保するため堰の下流側水位を所定の水位に保つことを基本として行われている。このため、各堰の水位記録では、堰下流側の水位は比較的安定しているが、堰上流側の水位が時間とともに大きく変動し、受益地への支線用水路の取水位が十分に確保できていない状況が見られる。この主な原因は、上流水路から堰への流入量の変動に対応したゲート制御が行われていないことや支線水路への不適切な取水操作、堰ゲートからの漏水等に起因するものと考えられる。

マンシェット・エル・ダハブ水路は、バハルヨセフ灌漑用水路から分流する2次水路であるが、32のブランチ水路と1揚水機場を有する準幹線用水路である。マンシェット・エル・ダハブ水路から取水する施設の状況は、バハルヨセフ灌漑用水路から取水する施設同様である。揚水機場は、機械電気局にて管理・運営されているが、良好な状況にて管理運営されている。機械の更新も計画的に行われている。

バハルヨセフ灌漑用水路及びマンシェット・エル・ダハブ水路での通水は、24時間であり、それ以降の水路では3交替輪番制(5日通水、10日断水)が一般的であるが、水量不足などのため厳密には守られてはいない。作付け体系では、冬作、夏作、ニリ作(夏作から冬作への移行期に水消費を節約する目的で作付けされる作物)が行われており、北部ほど作付け率が高い傾向がある。作付け率の上昇に伴い土壌肥沃度減少の問題が顕在化しており、輪作体系の維持が重要となってきた。現在は2~3年の輪作周期で行われている。

2-1-4-4 ダハブ堰受益地区の裨益人口について

本事業受益地区となるミア県の人口は2002年、2005年について統計資料より下表の人口が把握される。下表の人口増加量から2007年における人口を推定し、同年におけるミア県の人口密度は、17.66人/haと推測される。

	2002年	2005年	2007年(推定)
ミア県人口	3,735千人	4,049千人	4,259千人
人口増加量		105千人/年(2.8%)	同左
ミア県面積	574,200feddan (241,164ha)		同左

- 1)2002年、2005年のミア県の人口は、「The statistical Year Book(June 2002、2005)による。
- 2)ミア県の面積は、「The statistical Year Book(June 2001)による。県の面積は現面積と変わらないため、対象年を通じて同一とした。

したがって、ダハブ堰掛りの受益面積である37,166haに対する裨益人口は、下表より約656千人と推定される。

	人口 (人)	全体面積 (ha)	人口密度 (人/ha) = /	受益地域面積 (ha)	裨益人口 (人) ×
ミア県	4,259,000	241,164	17.66	37,166	656,352

2-2 プロジェクト・サイトおよび周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 交通

道路

バハル・ヨセフ用水路の東西には、「エ」国内を南北に繋ぐ主要幹線である通称農業道路（国道2号線）および砂漠道路が同用水路に並行して走る。農業道路は、ミニア県内のマガガ、ベニマザール、マタイ、サマルートおよびミニアといった地区の役所、市場、学校など主要施設のある中心地を結んでおり、ミニバスや小型トラックなど交通量は多い。一方、砂漠道路は、バハル・ヨセフ用水路の西側耕地と砂漠との間に新たに建設されたもので、県境および幾地点でのチェックポイントがあるほかは周囲に人家・耕地は少ない。通行する車輛は大型トラック、長距離バス、乗用車などが利用している。

ミニア県では延長 2,000 km の道路のうちおよそ 70%が舗装されているが、ダハブ堰近郊のミニア市における舗装率は約 80%程度であり、本地区が交通の要衝であることが伺える。

表 2-2-1.1 ミニア県地区別道路舗装状況

地区	舗装		無舗装		延長 (km)
	延長(km)	舗装率(%)	延長(km)	舗装率(%)	
ミニア	144.20	78.58	39.30	21.42	183.50
マラウイ	233.70	58.03	169.00	41.97	402.70
マガガ	135.95	85.26	23.50	14.74	159.45
アブコルカス	138.30	83.26	27.80	16.74	166.10
エドワ	144.20	78.58	39.30	21.42	183.50
ベニマザール	139.25	35.14	257.00	64.86	396.25
デルモアス	84.85	65.34	45.00	34.66	129.85
サマルート	261.07	90.94	26.00	9.06	287.07
マタイ	114.80	79.23	30.10	20.77	144.90
計	1,396.32	68.00	657.00	32.00	2,053.32

ダハブ堰に最も近いアクセスは、砂漠道路からミニア市へのインターチェンジを通過して一般道に入り、バハル・ヨセフ用水路に架かる橋を渡ったのち、ミニア市を經由してセリー水路沿いの管理用道路を南下して、およそ 10 km 地点で右折するルートである。ミニア堰の取り付け道路の幅員は約 6 m、堰の併設橋幅員は 4 m である。

鉄道

「エ」国の国鉄はカイロを起点として南のアスワンや北のデルタ地方を結んでおり、停車駅は各県庁所在地などの主要都市にある。線路は、通称農業道路(国道2号線)とともにイブラヒミア用水路の右岸側を南北に縦貫している。ダハブ堰近傍の駅はミニア駅がある。

舟運

ミニア県内のナイル川河岸には小規模な突堤があり、付近の建材用ブロック（原材料は石灰岩）工場の製品を積み出しているが、舟運そのものは商業ベースとはなっていない。

(2) 電気、水道

電気

1971年に完成したアスワン・ハイダムによってナイル川の洪水は完全に制御され、「エ」国にとってかけがえのない水資源を確保するとともに年間1,000万kw時の発電が行われている。当ダムによる発電・供給により、都市部はもとより各部落、各農家への配電網は完備している。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。

水道

上水道は、県行政の運営・管理により農村部まで普及し、ほとんどの部落に簡易水道が完備されている。水源はバハル・ヨセフ水路からで、塩素で消毒した後、近隣の数部落にパイプ送水されており、水道は更に各家庭にパイプ排水される。

2-2-2 自然条件

(1) 気象・水文

(a) 気象・水文

調査対象地域の中心地であるミニアは乾燥気候地域に属し、平均気温は冬期（10月～4月）の1月に最低となり5.7、夏期（5月～9月）は7月に最高となり36.9程度であるが、40～45に達することもある。湿度は年間を通して低く、相対湿度で12月の70%が最高で5月の40%が最低であり、4月～7月は非常に乾燥した気候となる。また、11月～1月の3ヶ月は風のない穏やかな日が多くなる。一方、4月～7月および9月に強風の吹く日が多くなる。

年間降水量は平均3mm前後で冬期に降るが、稀にまとまって降ることもあり、ワジ（水無谷）に洪水を引き起こすことがある。特に、ミニア県付近のナイル川右岸側は標高100～200m前後の石灰岩台地が広がり、そこに南東～北西向きにワジが発達しているが、流域面積の大きなワジもあり、これらの谷の出口付近には流路工が設けられている箇所がある。

(b) 用水路の断水期間

バハルヨセフ用水路は、灌漑、生活用水、家畜用水に利用され、計画用水量は夏期で約2千万 m^3 /日、冬期で約1千万 m^3 /日である。用水路は水需要の少ない冬期に約2週間断水し、水路浚渫など灌漑施設の補修が実施されている。断水は年によって変わるが、12月末から1月にかけて実施される。ダイリュート堰およびダハブ堰の近年における断水期間の状況は以下のとおりである。

表 2-2-2.1 ダイリュート堰およびダハブ堰の断水期間

年	1995	1997	1998	2000	2001	2003	2004	2005
ダイリュート堰	1/3～1/17	1/1～1/12	1/1～1/10	1/6～1/31	1/10～1/27	1/2～1/22	1/1～1/17	1/1～1/21
ダハブ堰	1/6～1/20	1/1～1/20	1/1～1/11	1/11～2/2	1/11～2/1	1/7～1/27	1/5～1/29	1/11～1/23

出典：西ミニア地方灌漑局

(2) 地形

(a) ナイル川流域

ナイル川流域はナイル谷と称され、ナイル川、沖積土から成る河岸平野および河岸段丘で構成される。ナイル谷といっても、その幅は最小300mから、ベニスエフ付近で最大25km程度になり、場所により一般的な谷の概念とはかなり隔たりがある。この河岸平野には、アスワン・ハイダム完成以前は6～8月の夏期の氾濫により肥沃な沖積土がもたらされていたが、ダム完成後は、洪水が無くなった代りに肥沃な沖積土も得られなくなった。ナイル谷を囲う河岸段丘は、南から北へと次第に低くなり、ルクソール付近では標高約400m、ミニア付近で標高約200m、カイロでは標高約150mである。ルクソール下流付近からカイロまでは概して左岸側の河岸平野が広く、ここに灌漑水路、道路、鉄道、都市、集落等が発達している。一方、右岸の河岸段丘は、ナイル川の

河岸に迫っているため、河岸平野が限定されている。この河岸段丘の両側に広大な砂漠が広がっている。

(b) ダハブ堰周辺

ダハブ堰は、バハルヨセフ灌漑水路に掛かる堰であり、ナイル川中流域の氾濫原を起源とする河岸低地の左岸側西寄りにある。東西方向の断面で、ダハブ堰より東側ナイル川まで約 10km、ナイル川（川幅 0.5～1.0 km）を挟み、ナイル川の右岸側は約 1km、およびダハブ堰の西側約 2km の幅約 14km が標高 38～41m の低地であり、耕作による緑地帯になっている。

河岸低地の西側には、幅約 10km が標高 50～70m の段丘が形成され、さらに西側は標高 70～200 m 以上の山地または丘陵地になる。ナイル川右岸の東側では、河岸低地から急崖を形成して、急激に標高 80～200m を超える台地状山地になり、東側で標高が高くなる。

両岸とも河岸低地を外れると、砂漠になり、緑地がほとんど見られなくなる。両岸に広がる山地及び丘陵部には、河岸低地に流れ込むワジが形成され、右岸側では南東 北西方向、左岸側では北西 南東方向及び東北東 西南西方向の系統が発達している。

バハル・ヨセフ用水路は、ナイル川の氾濫原に形成された自然河川を利用したもので、蛇行が顕著である。ダハブ堰も自然河川の北西側への蛇行箇所建設されている。

(3) 水質

現地調査期間中に、バハルヨセフ幹線用水路のダハブ堰上流、マンシェット・エル・ダハブ水路の上中流部にて一般雑菌および大腸菌群試験を簡易試験法により実施した。両試験とも、試験紙にコロニー数が無数に現れ、生活用水不適であった。バハルヨセフ幹線用水路及びマンシェット・エル・ダハブ水路等の常時通水水路の民家近くでは婦女子が洗濯、食器洗いをしている。

(4) 地質

ダハブ堰を含む河岸低地では第四紀の最も新しいナイルシルト（Nile silt）が広く覆っている。左岸側の低地部縁付近に砂丘堆積物（Sand dunes）が分布し、その背後の段丘部に先ナイル堆積物（Prenile deposits）、山地寄りに源ナイル堆積物（Protonile deposits）が分布する。

両岸山地に分布する基盤岩は古第三紀始新世の Mokattan 層群、Samalut 層、Maghagha 層、Oarara 層、Wadi Rayan 層、Beni-Suef 層、Observatory 層からなり、多くが浅海成～海洋成石灰岩、一部層灰岩や頁岩からなり、まれにチャートが含まれる。地層の走向・傾斜は多くが水平に近い。

2-2-3 環境社会配慮

本プロジェクトは、検討された代替案の中に既存堰に隣接する土地での堰・水路の新設案が含まれており、これら新設案が環境・社会へ及ぼす影響を考慮し、カテゴリーB に分類された。従って、本基本設計では、ダハブ堰改修工事によって周辺環境が悪化することがないように、騒音障害、水質汚濁などが発生しないよう配慮する方針とする。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの概要

3-1 プロジェクトの目標

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

3-1-1-1 プロジェクトの必要性と位置づけ

本プロジェクトの目的は、バハルヨセフ灌漑用水路に築造されている4つの堰(Regulator)のうち、最上流に位置するダハブ堰を改修することによって、既設ダハブ堰が老朽化していることに起因する堰上流水位の不安定状態を解消して、2次水路への安定的かつ継続的な取水を可能とすることであり、同時にダハブ堰から下流のバハルヨセフ灌漑用水路に必要な量の灌漑用水を正確かつ安定的に供給することである。

中エジプト地域の中心的灌漑水源としての役割を担うバハルヨセフ灌漑用水路には、最上流のダハブ堰から順次、サコーラ堰、マゾーラ堰、ラフーン堰が築造されているが、それぞれ築造後100年前後を経過して、制水堰として具備すべき基本機能である安定した水路内水位の確保が困難になったことから、1997年竣工のラフーン堰に始まり、マゾーラ堰(2002年)、サコーラ堰(2006年)と過去3堰が我が国無償資金協力事業として全面改修されてきた。

本プロジェクトは過去3堰同様に、堰としての機能発揮が円滑に実現できない状態にあるダハブ堰の堰本体とゲートを更新することによって、下記の2項目の本来機能を回復させ、ダハブ堰に課せられている役割を発揮させることをプロジェクト目標とするものである。

1. 既設ダハブ堰の施設状況では堰体とゲートの老朽化に加えて人力操作の非効率性が重なり、所要の堰上流水位が確保できず圃場で水不足を生起させたりしている。このような不安定な水管理状況を解消し、合理的な水管理システムを実現するためにダハブ堰本来の機能を回復する必要がある。
2. バハルヨセフ灌漑用水路最上流に位置するダハブ堰からの放流量を適正化することによって、ナイル川に依存する水資源の有効利活用を実現することになる。とりわけ、最上流のダハブ堰での水管理が精度を欠いたものになると、下流3堰で利用可能な水資源量が不安定なものとなる。支配する受益面積はダハブ堰より下流の3堰でバハルヨセフ灌漑用水路の88%を擁していることから、ダハブ堰での水管理システムの精度如何がバハルヨセフ灌漑用水路の水供給システムの精度を左右することになる。下流3堰が必要とする灌漑用水量を適正かつ高い精度で放流できる機能の回復が必要である。

3-1-1-2 上位目標とプロジェクト目標

本プロジェクトの上位目標を下記の通りとする。

上位目標	対象地域における農業生産性が向上する。
------	---------------------

上位目標とは、本プロジェクト目標が達成された結果として期待される開発効果である。既設ダハブ堰が老朽化の結果として、堰として所要の機能である「安定した水位の確保」が困難になっていることに起因して生じている、受益地における不安定な灌漑用水の供給状況が解消されれば、対象地域（受益地）における作物生産量が増大かつ安定することになり、ひいては農業生産額が増大することになる。

次にプロジェクト目標を下記の通りとする。

プロジェクト目標	ダハブ堰用水系統地域における灌漑効率が向上する。
----------	--------------------------

「灌漑効率の向上」はダハブ堰が改修され、さらに2次水路の整備やポンプ場の整備、改良メスカ（末端圃場水路）のインフラ整備拡充が実現して、加えて農民の営農技術が古来の灌漑技術からローテーション灌漑による節水灌漑が普及することによって初めて灌漑効率が向上する。上述のことから、ダハブ堰の改修によって配下の用水系統地域における灌漑効率が向上することの第1の効果として、「用水系統地域への灌漑用水の供給が安定する。」と理解する。

3-1-2 プロジェクトの概要

上記のプロジェクト目標を達成するために計画される活動は以下の通りである。

(1) 日本側の活動計画

プロジェクト目標を達成するために計画される活動は以下の通りである。

- ・ ダハブ堰本体の改修
- ・ ゲートの更新
- ・ 併設管理橋の改修
- ・ 管理棟基礎工及び管理棟内設置機材の整備

(2) 「工」国側の活動計画

- ・ 2次水路、ポンプ場の改善・整備

上述の内容をとりまとめて PDM に示す。

本事業の PDM(案)

<p>本案件調査業務並びに無償資金協力業務の円滑な実施、モニタリング・評価に資する目的でプロジェクトの PDM を以下に示す。</p> <p>プロジェクト名 ; エジプト国バハルヨセフ灌漑用水路ダハブ堰改修計画</p> <p>プロジェクト地域 ; ミニア県西ミニア地方灌漑局管轄地区</p> <p>プロジェクト期間 ; 2007年～2010年(予定)</p>			
プロジェクトの要約	指標	指標入手手段	外部条件
<p>1.上位目標</p> <p>対象地域における農業生産性が向上する</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作物生産量 ・ 農家所得 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農業局統計資料 ・ ベースライン調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・ バハルヨセフ灌漑用水路の改修・整備が継続される ・ 「工」国の水管理政策に変更がない
<p>2.プロジェクト目標</p> <p>ダハブ堰用水系統地域における灌漑効率が向上する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 灌漑取水量 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ダハブ堰上流水位記録 	
<p>3.成果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2次水路、ポンプ場からの灌漑取水量が増加する ・ 灌漑用水が安定供給されることによって受益地での作物生産量が増加する ・ 受益地での農業生産が安定する結果として、農業生産額が増加する ・ 堰の改修によって上流水位が安定し、灌漑計画に沿った合理的な取水が実現し、ポンプ場の過剰運営や不定期運転が解消され、運転時間・運転経費が軽減する ・ 堰地点での交通ネックになっている併設橋幅員が広くなり、地域交通事情が改善する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 13本の2次水路流入口水位が安定し、ポンプ場吸水水位が安定する。結果として必要な灌漑取水量が安定的に供給される。 ・ 88,490feddanの受益地での作物生産量が増大する。 ・ 受益農家の農業生産物が増大し、市場出荷量が増大して農家農業所得が増加する。 ・ 計画的運転が可能となり、合理的な運転計画に基づく運用が実現して、ポンプ運転時間・運転経費が軽減する。 ・ 現行4mの併設管理橋幅員が10mになり、人の行き来、物流が促進され、交通量が増加する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ベースライン調査 ・ 農業局統計資料 ・ 灌漑施設調査 ・ ダハブ堰運営・維持管理記録 ・ 交通量調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水管理に十分な経験と知識を有する技術者が任命される ・ 「工」国側の活動計画が実施される。
<p>4.活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 堰本体の改修 ・ ゲートの更新 ・ 併設橋の建設 ・ 管理棟内設置機材の整備 	<p>投 入 計 画</p>		<p>前提条件</p>
	<p>日本側</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実施設計/施工監理 ・ ダハブ堰の改修 計画流量：210.15m³/s ・ オバ-70-ゲートの設置 8m×4門 ・ 併設橋の改修：幅員10m ・ 管理棟基礎工及びゲート遠隔操作卓等機材 	<p>エジプト側</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2次水路の改修 ・ 仮設ヤードの整備及び確保 ・ 工事地点までの水道、電気の確保 ・ 必要な予算、人員の確保 ・ 関係省庁、機関との調整 ・ 管理棟上屋の建設 	<ul style="list-style-type: none"> ・ エジプト側の事前負担工事が計画通りに実施される。 ・ 各関係省庁、機関への諸手続きが行われる。(治安確保、免税措置等)

3-1-3 環境社会配慮

JICA 環境社会配慮ガイドラインによると、「環境社会配慮」とは、「大気、水、土壌への影響、生態系及び生物相等の自然への影響、非自発的住民移転、先住民族等の人権の尊重、その他の社会への影響に配慮することをいう」と記されている。

本計画の対象事業は、既存の施設が全く存在しない自然河川に対して、灌漑施設等を新設するものではなく、既設ダハブ堰および付帯施設の改修を行う計画であることから、事業が現在の環境や地域社会に負荷をかけるものではないと判断する。具体的には、1) 既存ダハブ堰の改修、2) 既存ゲートの更新、3) 併設管理橋の改修、4) 管理棟の改修/新設、という施設計画から成っている。これらの施設計画は既設ダハブ堰が位置するバハルヨセフ灌漑用水路および周辺敷地内に改修・築造されるものであることから、新たな環境変化をもたらすものではないし、周辺住民および農民の生活、営農活動に大きく貢献するものであっても、社会へ悪影響を及ぼすものではない。

「エ」国内では、国家環境庁によるダハブ堰改修計画に係るスクリーニングにおいて、カテゴリー「B」の判断が示された。その後、国家環境庁のスコーピングを経て、平成 19 年 7 月に実施機関である水資源灌漑省に対して、本プロジェクトが認可されたとの正式文書を発出した。国家環境庁の EIA レポートに対する回答では、原則として本プロジェクトの工事について了承する旨を得ているが、特にエジプト Law No.4/1994 に規定されている以下に留意しての施工を行うことが提言されている。

- 矢板打設等に伴う汚染物資の流出防止
- 工事に伴い排出される排出ガス等に伴う大気汚染への配慮
- 工事に伴う騒音レベルへの配慮
- 労働者への安全衛生配慮
- 油や燃料漏れ防止を目的とした電気ポンプの使用
- 工事期間中の仮設構造物等に堆積する水草や流下物等の除去を行うこと
- 工事中に発生する掘削土やコンクリートガラ等を適切に処理すること
- 適切な労働環境を維持するためのセルフモニタリングプランの実施を行うこと
- 施工計画に従った工事の実施を行うこと

上記の提言に対し本工事では、過去 3 堰の改修計画に参画した経験も生かして、工事中の周辺環境への負荷の軽減のため以下を計画する。

- 仮締切り用鋼矢板打設時は水質汚濁の防止を目的としたオイルフェンスの設置を行う
- バックホウ、ブルドーザの工事用建機では低排出ガス対応を使用する
- 補助動力として使用するジェネレーターは低騒音対応を使用する
- 資材置き場である中州周辺に安全防護柵を配置し、場内に作業用の休憩所やトイレを設ける
- 仮締切り内からの排水は電気ポンプ使用する
- 最低 1 週間に一度の塵芥物の除去作業を行う計画とするが、時期に応じて適切に実施する
- 本工事による発生土等について、良質土やコンクリートガラは既設ダハブ堰閘門や締切堤に埋め戻すが、残土やヘドロ等は本サイトより上流 25km 地点の廃棄場にて処分する
- 現地の気候は高気温になりやすいことから、気温を監視し適切な労働環境の維持を行う
- 上記を遵守し、資材調達や実施工事を計画どおりに行い工期限内に完了する

尚、特に上記の「掘削土やコンクリートガラ等の処理」については、基本設計調査時に既設ダハブ堰閘門への投入埋立だが「エ」国より許可されているが、工事期において本箇所の利用が確実に見えるように「エ」国側にて先方関係機関への周知を行うこととする。

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 全体方針

(1) 基本設計の前提条件

本件無償資金協力事業において基本設計を行う対象は下記の 4 施設である。

- (1) ダハブ堰体
- (2) ゲート
- (3) 併設管理橋
- (4) 管理棟の基礎

本計画は 1901 年築造後、既に 100 年余を経過して老朽化が著しいダハブ堰および付帯施設を改修することによって、堰本来の機能である制水機能を回復させて堰上流水位を安定させ、ダハブ堰掛りの受益地に対して安定した灌漑用水を供給することが目的である。

ダハブ堰が位置するバハルヨセフ灌漑用水路は、一般に河川堰が築造される自然河川ではなく、ナイル川から取水導水された灌漑用水を搬送する目的で人工的に設けられた水路である。バハルヨセフ灌漑用水路の起源は、ナイル川の歴史の中で氾濫原に形成される小河川の一つとして誕生したものを、ファユーム盆地への用水搬送を目的として水路底幅 70m 前後の用水路に拡幅整備を行って今日に至っている。その後、ナイル川上流域にアスワンハイ・ダムが 1976 年に築造、供用開始されたことによって、ナイル川の洪水調節はアスワンハイ・ダムにおいて制御されることになった結果、ダム下流に位置する総ての水利構造物は洪水の脅威から解放され、その施設整備上においても洪水吐機能を設ける必要がなくなった。

また、本件現地調査において収集したダハブ堰地点における過去 15 年間（1992 年～2006 年）の水位記録によると、最高水位は HWL 40.85m であった。一方、基本設計におけるダハブ堰計画堰上げ水位は WL 40.40m である。過去最高水位と計画水位との水位差は 0.45m であること、水路背後地の地盤標高が EL.41.00m～EL.42.00m であることから、いわゆるナイル川洪水に起因するバハルヨセフ灌漑用水路内の水位上昇の危険性はないことが確認できる。我が国無償資金協力事業として実施された過去 3 堰においても取水放流機能を満たすためのゲート設備はあるが、いずれの堰も洪水吐機能は有していない。

本ダハブ堰の基本設計においても、自然河川ではないバハルヨセフ灌漑用水路の特性を反映して洪水吐機能に対する設計を考慮する必要がないことの根拠を上記に示すとともに設計の前提条件として確認する。

ダハブ堰改修計画の目的である堰の基本機能の回復を実現するために上記 4 施設を一体的に整備する基本方針を下記の如く定める。

1) 基本方針-1：「エ」国の水資源政策に合致した施設内容とする。

ナイル川の水資源にほぼ 100%依存している「エ」国にあっては、水資源灌漑省が「National Water

Resources Plan 2017」において国家水資源計画の基本理念と定めている「総合水資源管理(Integrated Water Resources Management)」を本計画における設計の基本方針の柱とする。

ダハブ堰の制水機能が安定しない結果、堰上流水位が取水に必要な水位よりも高く維持され、2次水路から過剰取水が生起すると、バハルヨセフ灌漑用水路に位置する4堰のうちダハブ堰下流に位置する3堰では、同用水路の限られた水資源量のもと致命的な水不足を生じることになる。ナイル協定のもと年間555億 m^3 の制約を受ける水資源量を有効利活用する観点から、最上流に位置するダハブ堰は今回の改修に当たり、バハルヨセフ灌漑用水路に設置されている制水堰(Regulator)4堰中、既改修済み3堰に増して高い精度の制水機能を求められていると認識する。

2) 基本方針-2：ダハブ堰上流水位が安定する改修計画とする。

ダハブ堰水管理の観点からは、既設堰による安定しない水位制御の結果、必要量の灌漑用水を2次水路を経て受益地に供給することが出来ない現象が常態化している。この原因は、既設ダハブ堰に設置されている3m x 2.85m x 2段 x 20門のアンダーフロー型式手動巻き上げゲートでは、安定した制水機能を継続的に維持することが困難なことから生じる現象と指摘できる。本設計においては、これまでの堰下流水位制御方式が持つ不安定な水管理手法を改め、ダハブ堰地点における流量制御方式による正確で精度の高い水管理手法を定着させる方針を採用する。

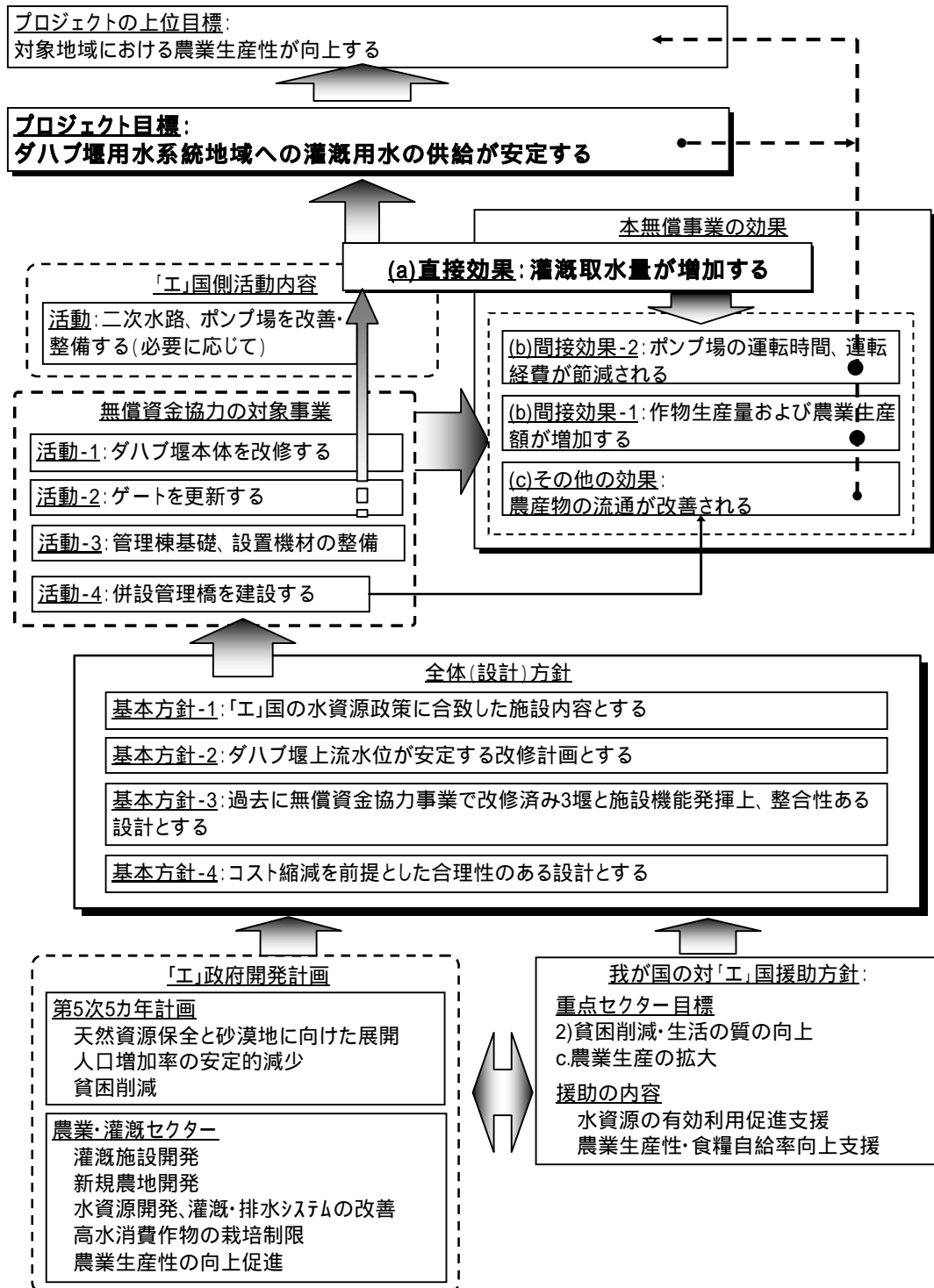
3) 基本方針-3：過去に無償資金協力事業で改修済み3堰と施設機能発揮上、整合性のある設計とする。

バハルヨセフ灌漑用水路の総受益面積は、約77万 feddan (約32.3万 ha)の受益地を擁しており、既述の如く中エジプト地域における主要灌漑用水路として年間約50億 m^3 の灌漑用水を供給する重要な役割を担っている。水資源利用上は全土の9%、耕地面積上は11%を占めており、「エ」国の水資源灌漑政策、農業政策を考える上で、大きな位置を占めている。従って、バハルヨセフ灌漑用水路の最上流に位置するダハブ堰における水資源管理の成否が、下流3堰およびその受益地に大きな影響を及ぼすことになる。限られた水資源量のもと、増加する人口、工業用水、都市・生活用水の需要増加、食料安保の観点からの食料増産圧力、高水消費型作物(稲、さとうきび)の普及など、効率的な水資源利用政策の遂行を必須とする課題が山積する状況にある。従って、ダハブ堰改修に際しては、貴重な水資源を無効放流や過剰放流の結果として下流3堰に悪影響を及ぼさないように、精度の高い水資源利用、水管理が実現できるよう既存下流3堰の施設規模、施設機能と整合のとれた施設設計を行う方針とする。

4) 基本方針-4：コスト縮減を前提とした合理性のある設計とする。

無償資金協力事業は我が国内で進められる公共事業同様に、納税者の浄財を基金として実施されるものであることを考えると、個々の協力内容の具体的設計に際しては、現地調査の結果把握できた要請内容の妥当性、必要機能、相手側実施機関の実施能力、維持管理能力などを総合的に勘案した上で、「あった方がいい」という観点からの設計ではなく、「必要最小限」の協力内容で施設規模を計画し、設計する方針とする。

図 3-2-1.1 プロジェクト目標と全体基本方針との関連



内の番号は出典資料中の記載番号

3-2-1-2 自然条件に対する方針

(1) 高温に対する配慮

(a) コンクリートの練混ぜ・打設・養生

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36.9程度であるが、最高気温は45以上になることもあるため、コンクリートの大量打設が想定されるエプロン、堰柱工事では、練混ぜ、養生時の温度管理に配慮する。

- 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

(b) 断熱性の確保

管理棟内にはコンピューターを含むコントロールパネル等を設置するため、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

ダハブ堰の左岸側には、幅約60m、長さ約250mの中洲がある。また、右岸側下流には、幅約30m、長さ約70mの空地がある。工事期間中は、これらの土地は資機材置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（WL. 40.80m）を求め、これに波高（0.20m）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。本水位に配慮し、ゲート巻上げ下端標高や堰柱天端標高の決定を行う。

- 1) 上流側異常高水位：WL.40.80m + 0.20m = U.H.H.W.L. 41.00m
- 2) 下流側異常高水位：U.H.H.W.L. 41.00m - 0.10m = D.H.H.W.L. 40.90m

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

ダハブ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、既設堰および閘門の建設当時に行った開削工事に伴う堤防部の埋戻土がEL.41m付近までである。EL.36m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。

以下の土質条件に配慮し、堰本体の基礎地盤及び鋼矢板の打設長等の決定を行う方針とする。

表 3-2-1-3.1 ダハブ堰周辺の地質・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 ² 、 (N/mm ²))	透水係数 (cm/sec)	
埋戻土	砂混り粘土	40.6 ~ 41.2	1.0 ~ 2.5	10 ~ 27			
ナイル堆積層(粘土)	粘土	35.1 ~ 41.2	2.0 ~ 7.0	8 ~ 19	1.02 ~ 2.74 (0.10 ~ 0.27)		
ナイル堆積層(砂)	上部	シルト混り 細砂	31.1 ~ 35.2	8.0 ~ 12.0	7 ~ 35	0.84 ~ 0.93 (0.08 ~ 0.09)	2.41 x 10 ⁻² ~ 7.45 x 10 ⁻³
	中部	シルト混り 細 ~ 中砂	26.3 ~ 29.7	13.0 ~ 16.0	> 50		1.29 x 10 ⁻² ~ 3.38 x 10 ⁻³
	下部	シルト混り 細 ~ 中砂	26.3 ~ 29.7 以下	13.0 ~ 16.0 以下	> 50		4.34 x 10 ⁻²

(2) 土質条件

地質調査結果から、ダハブ堰設計のための土質条件(ナイル堆積層・粘土:EL.35.1m ~ EL.41.2m)は、以下の方針とする。

土の単位体積重量

粘土層の単位体積重量が自然状態で 1.78 ~ 1.81t/m³ である故、土の単位重量は次のとおりとする。

- ・ 乾燥土： 1.6 t/m³
- ・ 湿潤土： 1.8 t/m³
- ・ 水中土： 2.0 t/m³

土の内部摩擦角

粘土及びシルト混り細砂層の N 値が 7 ~ 25 であることから土の内部摩擦角は $= \sqrt{15 \times N} + 15$ により、次のとおりとする。

- ・ 平均 N 値： N = 16
- ・ 内部摩擦角： $= \sqrt{15 \times 16} + 15 = 30.5^\circ \quad 30^\circ$

土の粘着力

粘土およびシルト混り細砂層の一軸圧縮強度が $q = 0.82 \sim 2.74 \text{ kgf/cm}^2$ であることから、土の粘着力は $C = 1/2 \cdot q = 0.41 \sim 1.37 \text{ kgf/cm}^2$ 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

本事業の対象地域が位置するミニア県は、ナイル川中流域に属している。ナイル川中流域から上流域にかけては、いわゆるイスラム原理主義者の活動拠点があり、1997年に観光地ルクソールで発生させた大規模なテロ事件は記憶に新しい。

このため、治安上の理由から外国人の移動には制約を受けており、幹線道路要所での警察の検問はもとより、域内での行動には警察への届け出を義務づけられたり、あるいは護衛付きとなることに留意する。

(2) 宗教に対する配慮

「エ」国民の多数はイスラム教徒であるが、アシュートの町を中心に数多くのコプト教徒（原始キリスト教徒）が独立した村落を形成し、ミニア県にもいくつかの村落が存在する。このため、工事工程計画の立案や、将来施工現場における労務者の雇用等を計画する際には、宗教および宗教上の行事や祝祭日等に配慮する。

(3) 既存ダハブ堰機能の保全

本無償資金協力事業対象地域の受益地にとって、バハルヨセフ灌漑用水路が唯一の灌漑用水供給源であることから、ダハブ堰改修工事期間においても、取水制限による営農活動への影響が出現しないように仮設工事、本体工事に配慮する。

(4) 仮設橋梁の確保

既設ダハブ堰に設置されている幅員 4m の併設橋は、人道橋としての機能に加えて人馬、車輛の頻繁な往来がある。現併設橋はバハルヨセフ灌漑用水路を挟んで左右岸の集落を結ぶ重要な施設であり、本橋の機能が阻害されるとダハブ堰下流約 7km に架かるソフト橋に多大の負荷がかかると共に、周辺地域の交通機能に大きな悪影響を及ぼすことになる。従って、堰改修工事期間中にあっても仮設橋梁を確保して、代替機能を維持することを配慮する。

(5) その他

バハルヨセフ灌漑用水路は周辺住民にとって貴重な水辺空間となっており、右岸は洗濯場、食器洗い場あるいは家畜の水飲み場、水浴び場として日常使用されている。

従って工事期間中においては、住民の慣習に対して支障を生じさせないよう配慮する。

3-2-1-5 営農・灌漑条件に対する方針

ダハブ堰灌漑受益地における旧耕地に対する灌漑方式は重力灌漑が採用されており、バハルヨセフ幹線用水路から取水するための取水ゲートおよび2次水路が主要灌漑施設である。2次水路、末端用水路の整備状況は、現況調査の結果からラヒル水路を除いて、比較的良好な状態に保たれていることが確認された。現在ダハブ堰の水位が不安定なため2次水路への取水量に不足を生じている状況にあるが、ダハブ堰改修後、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。但し、現況ラヒル水路は通水断面不足であるため、拡幅および浚渫等の改修工事が必要と判断される。

一方、水平拡大政策のもと開発された新規開拓地においては、ポンプ灌漑に依存しており、バハルヨセフ用水路および2次用水路のマンシェット・エル・ダハブ用水路から取水ポンプにより揚水し、支線用水路、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、ダハブ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。

従って、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。また、ダハブ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。本プロジェクトではバハルヨセフ灌漑用水路の水位が確保されたにもかかわらず2次水路への取水障害が発生すると判断できる箇所は、ラヒル水路(ダハブ堰より約300m上流地点、受益面積6,620 Feddan (2,780ha)、2次水路延長9.21km)のみである。

3-2-1-6 バハルヨセフ灌漑用水路に対する方針

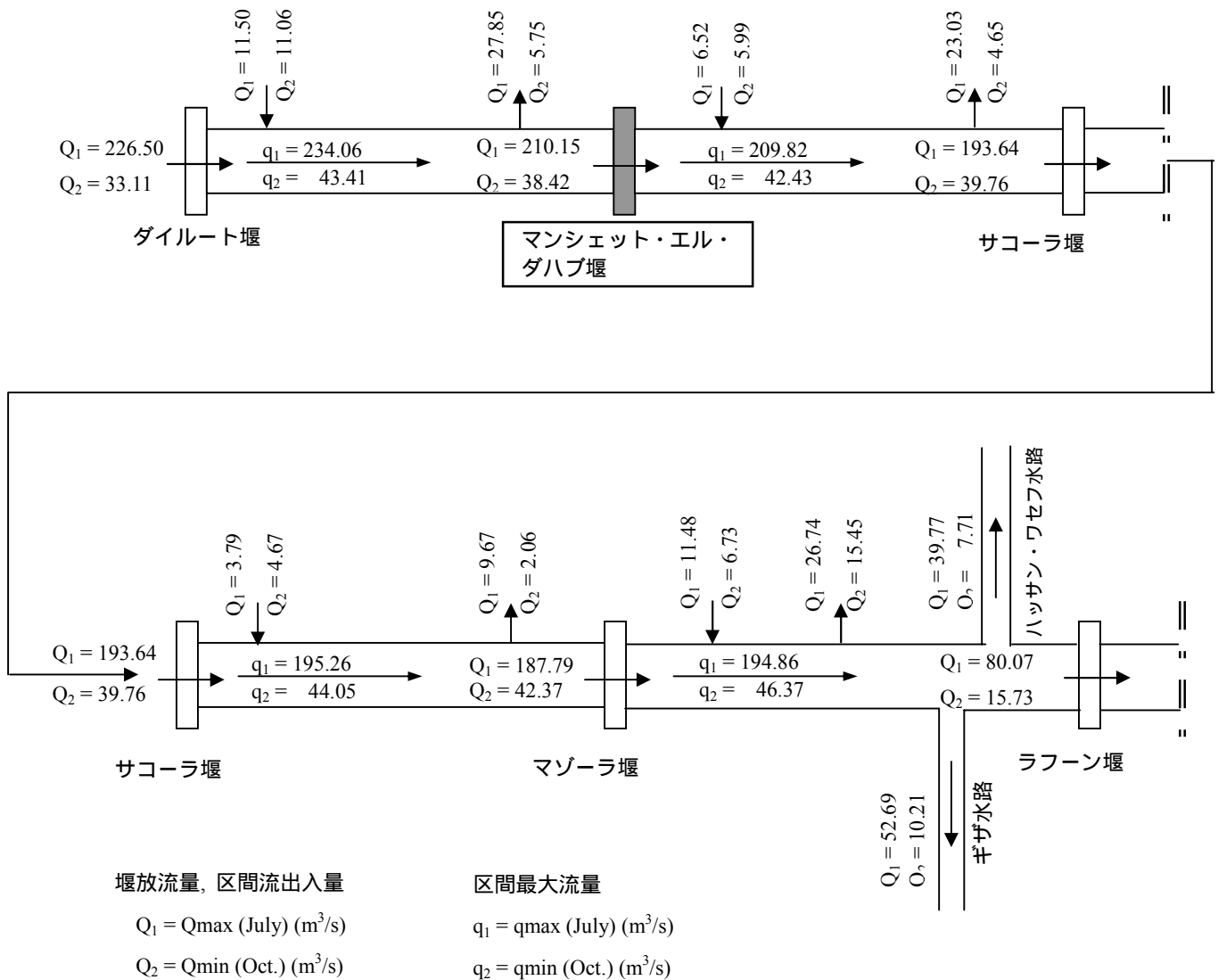
ダハブ堰が位置するバハルヨセフ灌漑用水路は全長 313km を擁する大灌漑用水路である。既に改修された 3 堰が機能している用水路区間同様に、ダハブ堰が改修された後に制水機能がいかんなく発揮されるためには、ダハブ堰を中心とした用水路の上下流区間における水路断面が所要の断面を有しており、計画最大通水量を支障なく流下させ得ることを確認する必要がある。

(1) 計画通水量

バハルヨセフ灌漑用水路のダハブ堰地点における計画通水量は、開発調査時に策定された下図「バハルヨセフ灌漑用水路の流量」に示されている（図 3-2-1.2 参照）。

- ・ 計画最大通水流量（7月）： $Q_{\max} = 210.15\text{m}^3/\text{sec}$
- ・ 計画最小通水流量（10月）： $Q_{\min} = 38.42\text{m}^3/\text{sec}$

図 3-2-1.2 バハルヨセフ灌漑用水路の計画流量



(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 3-2-1.3 および 3-2-1.4 に示すとおりである。これに従い、ダハブ堰の計画水位を下記に示すとおりとする。

- ・ 上流側異常高水位 : U.H.H.W.L. 41.00m
- ・ 上流側高水位 : U.H.W.L. 40.80m
- ・ 上流側最高管理水位 : Max. U.W.L. 40.40m
- ・ 下流側異常高水位 : D.H.H.W.L. 40.90m
- ・ 下流側最高管理水位 : Max. D.W.L. 39.59m
- ・ 下流側最低管理水位 : Min. D.W.L. 36.23m

- 1) 上流側最高管理水位 Max. U.W.L. 40.40m は、灌漑用水路内計画最大流量時 ($Q_{\max} = 210.15\text{m}^3/\text{sec}$) の水位であり、灌漑用水路内計画最小流量時 ($Q_{\min} = 38.42\text{m}^3/\text{sec}$) における堰上げ水位も同一水位とする。これによって最小流量時においても 2 次水路からの取水が可能となる。
- 2) 下流側最高管理水位 Max. D.W.L. 39.59m は、灌漑用水路内計画最大流量時 ($Q_{\max} = 210.15\text{m}^3/\text{sec}$) の水位であり、最低管理水位 Min. D.W.L. 36.23m は灌漑用水路内計画最小流量時 ($Q_{\min} = 38.42\text{m}^3/\text{sec}$) の水位である。
- 3) 上流側異常高水位 U.H.H.W.L. 41.00m は、100 年確率のダハブ堰上流堰上げ最大高水位 WL. 40.80m に波高 0.20m を加えた水位である。
- 4) 計画最大通水量における堰通過時の水位低下が 0.1m 程度であることから、下流側異常高水位は D.H.H.W.L. 40.90m 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、マンニング公式により算定する。

$$Q = A \cdot V$$

ここに、Q : 流量 (m^3/sec)

A : 通水断面積 (m^2)

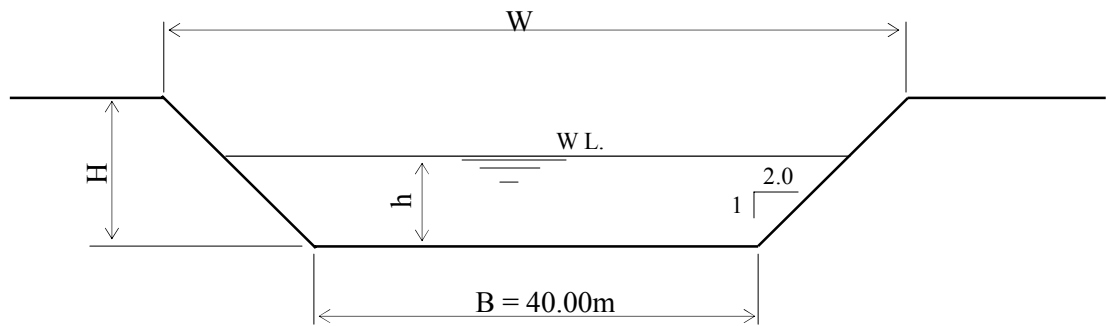
V : 平均流速 (m/sec) マンニング公式 : $V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$

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

図 3-2-1.3 バハルヨセフ灌漑用水路標準断面（ダハブ堰地点）

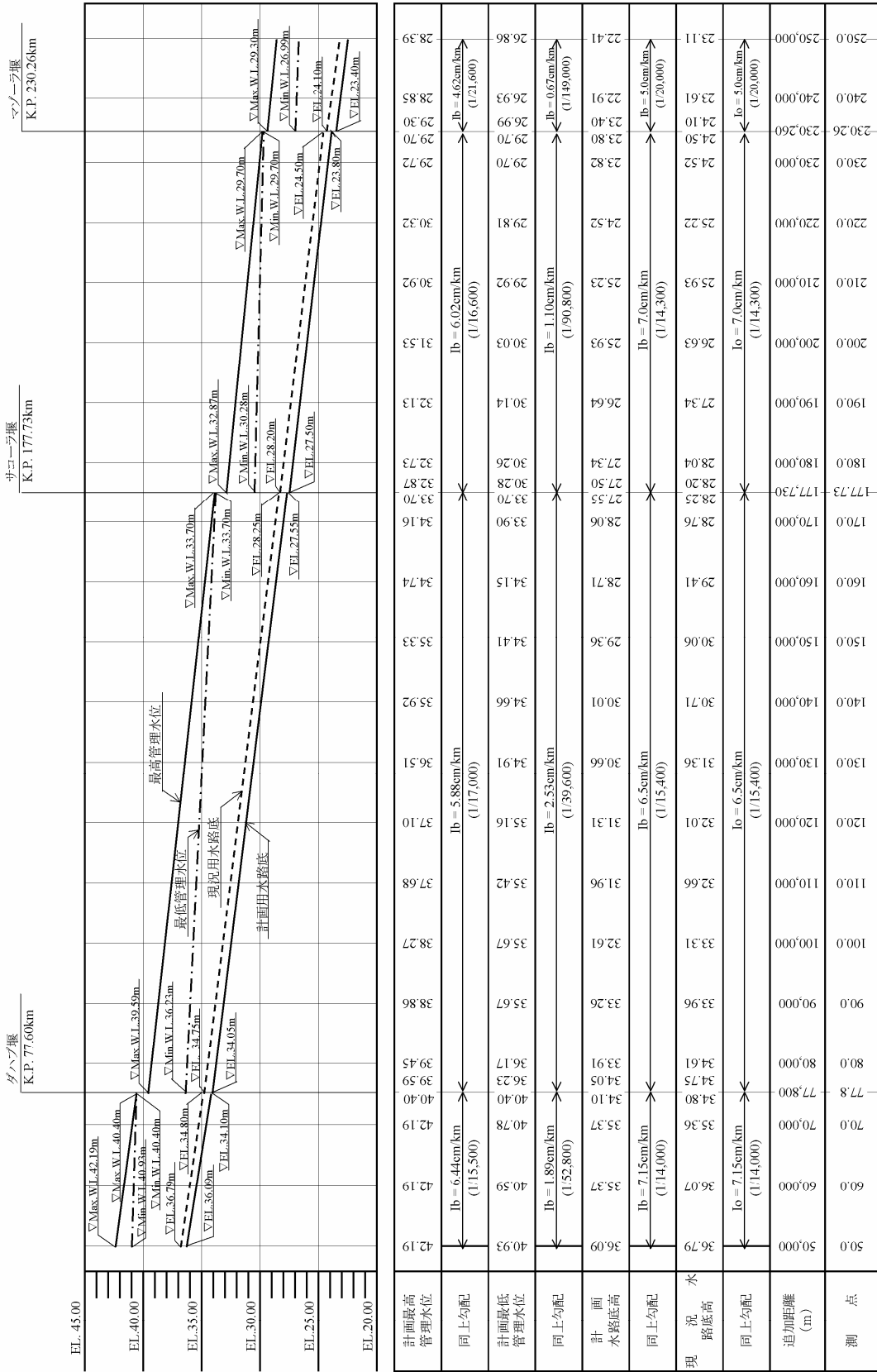


項目	記号	単位	上流側断面		下流側断面	
			最大通水量時	最小通水量時	最大通水量時	最小通水量時
計画流量	Q _d	m ³ /s	210.15	38.42	210.15	38.42
計画水位	WL	M	40.40	40.40	39.59	36.23
計画水路底標高	EL	M	34.10	34.10	34.05	34.05
水路底幅	B	M	40.00	40.00	40.00	40.00
水路天端幅	W	M	70.00	70.00	70.00	70.00
側壁高	H	M	7.50	7.50	7.50	7.50
側壁勾配	N	-	1 : 2.0	1 : 2.0	1 : 2.0	1 : 2.0
縦断勾配	I	-	1/22,700	1/681,000	1/14,400	1/7,000
			0.00004400	0.00000147	0.00006950	0.00005856
粗度係数	n	-	0.030	0.030	0.030	0.030
水深	h	m	6.30	6.30	5.54	2.18
通水面積	A	m ²	331.38	331.38	282.98	96.70
径深	R	M	4.861	4.861	4.369	1.944
流速	V	m/s	0.63	0.12	0.74	0.40
計算流量	Q	m ³ /s	210.25	38.42	210.15	38.42

$$\text{マンニング公式} : Q = A \times 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

ダハブ堰付近の現況バハルヨセフ灌漑用水路は、水路底幅約70mと広い通水断面を有している。しかし、計画流量に対しては上記水路底幅40mの通水断面で十分安全であることから、上記バハルヨセフ灌漑用水路の計画諸元に整合したダハブ堰の改修計画を策定する。この結果、ダハブ堰改修コストの縮減が期待できる。

図 3-2-1.4 バハルヨセフ灌漑水路計画縦断面図（ダハブ堰付近）



3-2-1-7 ダハブ堰改修に対する方針

(1)ダハブ堰の全面改修の必要性

ダハブ堰は1901年に建設され、堰体はレンガ造りで約100年が経過している。既存堰体の強度を把握するため、ピア一部からコアを抜き取り、一軸圧縮試験を行った結果、レンガ造りピアの強度は14.81～21.31kgf/cm²であり、一般的なコンクリートの設計強度である210kgf/cm²の7～10%と大幅に下回っていることが確認された。したがって、堰体の老朽化が甚だしく、堰体表面部レンガの欠落が見られ、進行することによって崩落の危険性があると判断される。また、既設20門のゲートは摺動式の二段扉式ローラーゲートは、ゲートの持つ基本的な機能である水密性が無く、更に移動式のチェーンブロックにより人力でゲートの開閉が行われているため操作性が悪く近代的な水管理の障害となっている。一方、聞き取り調査によると、下流エプロンの洗堀が進行し、ゲート管理人の証言では過去10年以上にわたってNo.5ゲートは開けることができない危険な状態となっていることを確認している。

以上の状況から、土木工学的見地より総合的に評価して、既設堰の補強工事による部分改修案は採用し難いと判断し、堰体およびゲートの全面改修を計画する。

(2)ダハブ堰の改修位置

改修位置の選定に当り候補地としては下記の3案を対象とする。

A-1案；1992年実施のF/S調査時採用案（左岸付替え案）

A-5案；2006年実施の予備調査時に提案（中州付替え案）

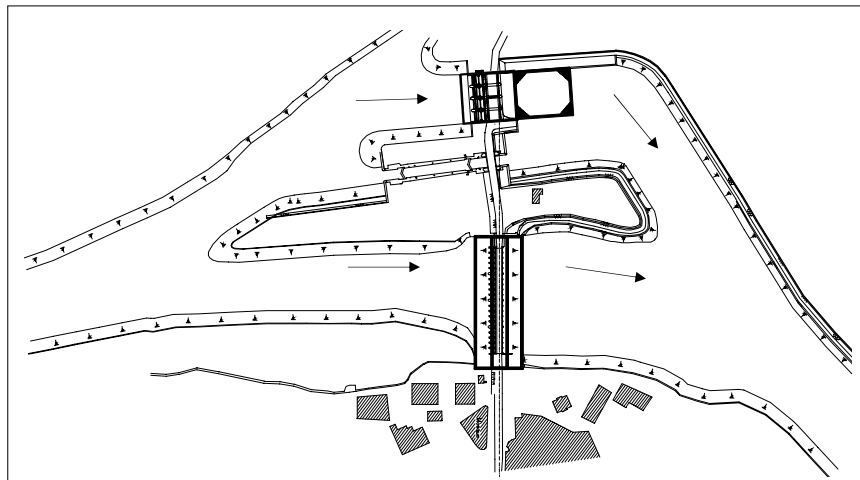
A-6案；2006年実施の予備調査時に提案（既設堰位置案、先方政府要請案でもある）

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案を検討した結果、A-1案を採択している。これは、閘門の機能に障害を与えないこと、および堰本体工事を陸上工事として仮設工事費を軽減することの有利性を考慮して選定されたものである（図3-2-1.5参照）。但しA-1案の建設位置は私有農地であり、用地収用に相当の時間と困難さが伴うと予想される。予備調査が提案したA-5案は、既設堰と閘門の間の中州を利用し私有農地に支障を与えないこと、および堰整備工事を半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。同じく予備調査が提案したA-6案は、用水路の流れおよび維持管理を考慮して、既設堰の左岸側約半分を撤去・改修する案である（図3-2-1.5参照）。先方実施機関は用地収用および周辺道路取付けの問題から、既設ダハブ堰を撤去し現位置に更新したい意向である。

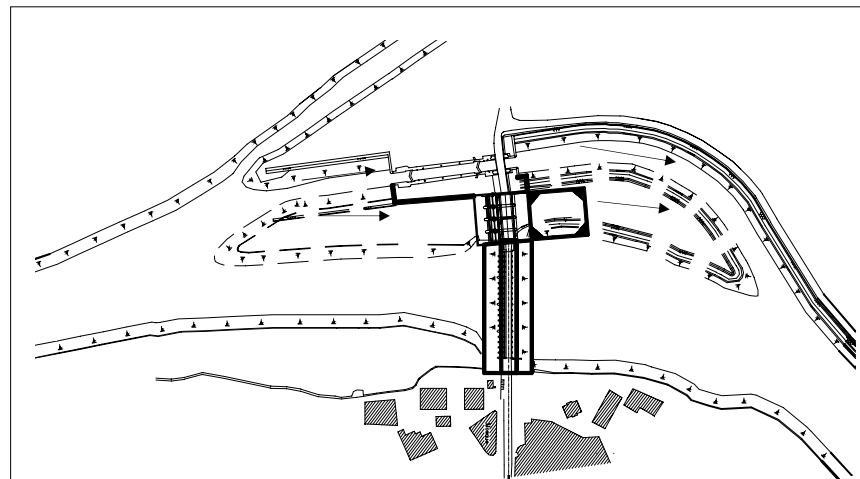
基本設計では、A-1案（F/S採用案：農地陸上工事）、A-5案（予備調査案：中州半陸上工事）およびA-6案（予備調査案：既設堰位置用水路内工事）について、水路の線形、用地収用、施工性（用水路の仮廻し工事、仮締切工事および工事中排水）、既設道路の線形および経済性の観点からを比較検討する方針とする。

比較検討の結果、表3-2-1.2に示すとおり、総合的に最適案であるA-6案を採用する。本案の採用により、水路および道路線形が優れた施設の建設が可能であり、周囲の土地利用に最も影響が少なく、工事費が最も安価な工事が計画される。尚、工事中の水路内工事に伴う濁水対策等はオイルフェンス等の設置により適切に計画する方針とする。

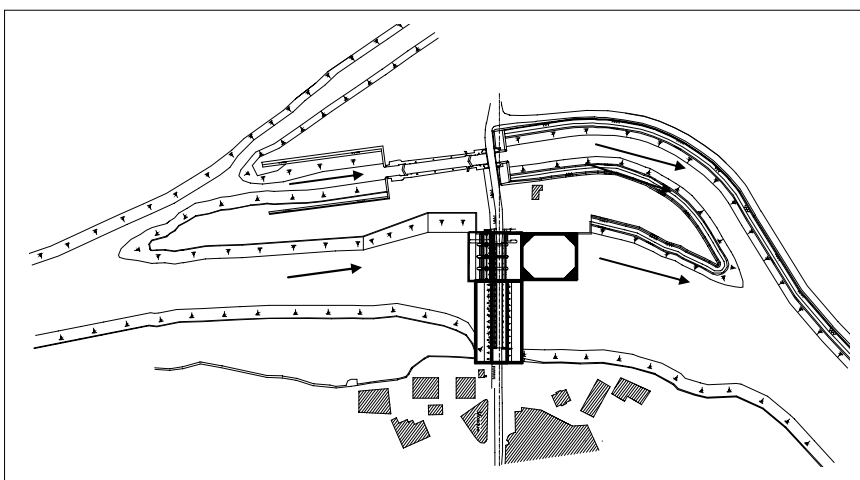
図 3-2-1.5 ダハブ堰の位置選定比較図



A-1 案：左岸付替え案（開発調査案、陸上工事）



A-5 案：中州付替え案（予備調査案、半陸上工事）



A-6 案：既設堰位置案（予備調査案及び要請書案、水中工事）

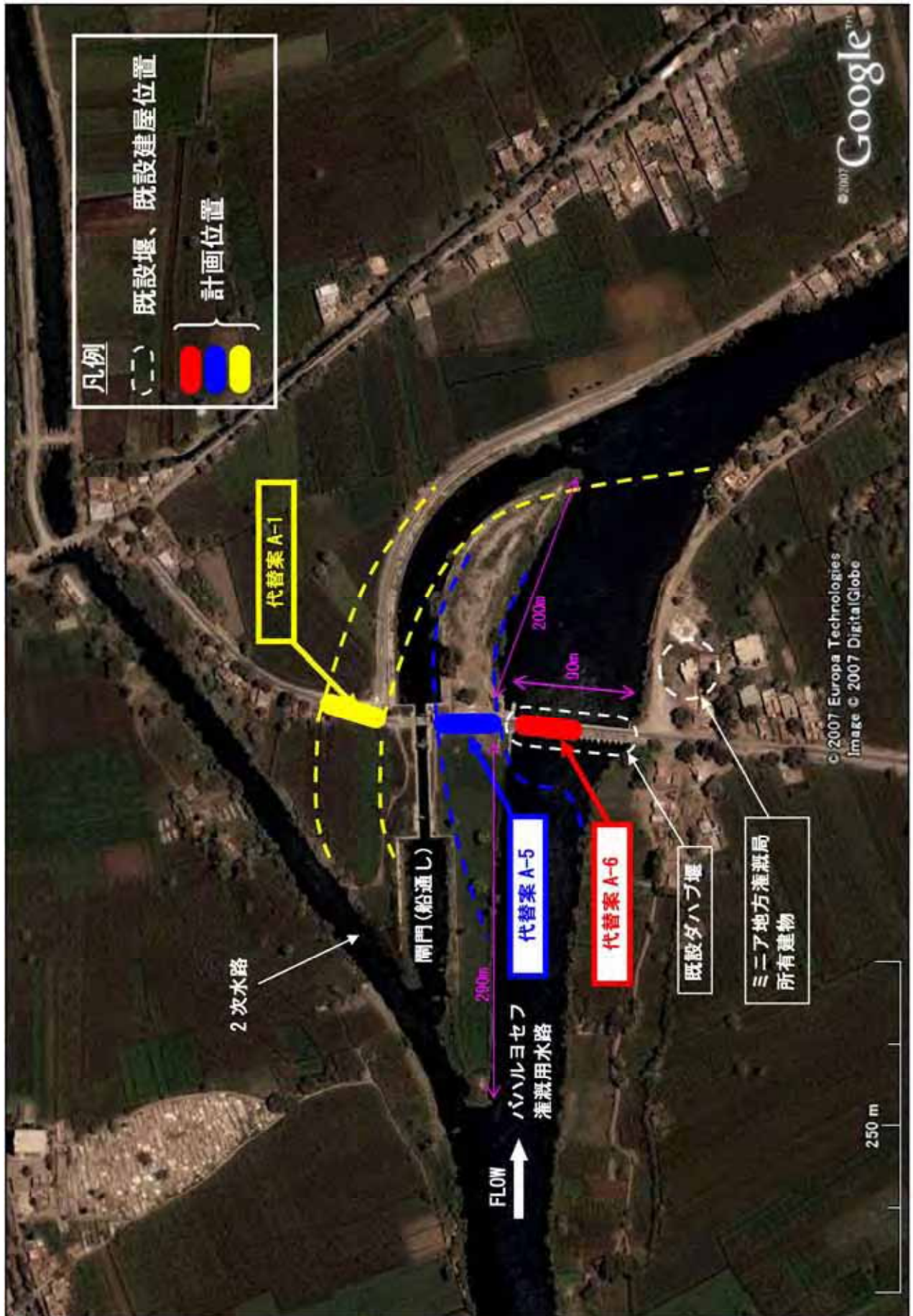


表 3-2-1.2 ダハブ堰改修位置の比較検討表

比較検討項目		A-1 案：F/S 採用案 (左岸付替案、陸上工事)		A-5 案：予備調査提案 (中州付替案、半陸上工事)		A-6 案：予備調査提案 (既設堰位置案、水路内工事)	
位置		堰上流左岸農地		中州公共用地		既設堰位置水路内左岸側	
仮設締切方法		タロツ式鋼矢板土留工法		タロツ式鋼矢板土留工法およびタロツ式2重鋼矢板締切工法		タロツ式2重鋼矢板締切工法	
併設橋梁		全幅：10.0m、橋長：40.0m		全幅：10.0m、橋長：40.0m		全幅：10.0m、橋長：40.0m	
用地収用		13,000m ²		0m ²		0m ²	
土木工事 直接工事費 (100万円)	1.取付水路土工	延長：520m	104	延長：450m	90	延長：90m	5
	2.仮設工事		81		99		166
	工事用道路	延長：550m	(3.0)	延長：600m	(3.3)	延長：630m	(3.5)
	仮設橋	橋長：0m	(0.0)	橋長：0m	(0.0)	橋長：85m	(23.1)
	鋼矢板土留 仮締切	鋼矢板土留：320m 仮締切：0m	(59.2) (0.0)	鋼矢板土留：40m 仮締切：165m	(7.4) (54.8)	鋼矢板土留：0m 仮締切：230m	(0.0) (76.4)
	水替工事	ワレヅイト：6本	(14.0)	ワレヅイト：12本	(28.1)	ワレヅイト：20本	(46.8)
	作業ヤード	中州：6,700m ²	(3.0)	農地：8,500m ²	(3.0)	中州：6,700m ²	(3.0)
	コンクリート等	1式	(2.2)	1式	(2.2)	1式	(2.2)
	汚濁防止工	不要	(0.0)	閘門部：30m	(0.3)	水路内：240m	(2.3)
	既設堰体止水工	深層混合工法：0本	(0.0)	深層混合工法：0本	(0.0)	深層混合工法：35本	(9.2)
	3.既設構造物取壊工		10		16		26
	上部取壊工	上部取壊工：20門	(10.2)	上部取壊工：16門	(8.1)	上部取壊工：10門	(5.1)
	全面取壊工	全面取壊工：0門	(0.0)	全面取壊工：4門	(8.3)	全面取壊工：10門	(21.2)
	4.本体躯体工事	堰長：38m	141	堰長：38m	141	堰長：38m	141
	5.護床工事	護床工：2,000m ²	26	護床工：2,000m ²	26	護床工：2,000m ²	26
	6.鋼矢板護岸工事	護岸延長：190m	73	護岸延長：190m	73	護岸延長：220m	81
	7.石張護岸工事	石張工：7,000m ²	37	石張工：7,000m ²	37	石張工：4,100m ²	22
	8.建築工事	管理棟：80m ²	18	管理棟：80m ²	18	管理棟：80m ²	18
	9.付属金物工事	併設橋ガードレール等	13	併設橋ガードレール等	13	併設橋ガードレール等	13
	10.付帯工	取付道路：310m	29	取付道路：190m	18	取付道路：150m	16
	小計		532		531		514
用地収用 (100万円)	本設用地	6		0		0	
	小計	6		0		0	
事業費 (100万円)	計	538 (1.05)		531 (1.03)		514 (1.00)	
工期 (ヶ月)	仮設工事	5		5		5	
	本体工事	12		12		12	
	撤去・締切	8		8		5	
	計	25		25		22	
用水路の線形	・水理的平面線形が悪い。		・水理的平面線形がやや悪い		・水理的平面線形が良い		
道路線形	・道路平面線形が直線となる。		・道路平面線形が直線となる		・道路平面線形が直線となる		
用地収用および農作物の補償	・農地収用及び作物補償が必要		・農作物補償が必要		・農地収用及び作物補償が不要		
工事中の既設堰への影響	・既設堰への影響はない		・既設堰への影響はない		・工事中既設堰への振動の影響がある		
工事中の併設橋・仮設橋	・既設併設橋が使用できる		・既設併設橋が使用できる		・工事中仮設橋が必要となる		
工事中の仮廻し水路	・仮廻し水路が不要		・仮廻し水路が不要		・既設堰の一部が仮廻し水路として使用可能		
工事中の仮締切・湧水量	・仮締切が不要で、湧水量は少ない		・仮締切が不要で、湧水量は少ない		・仮締切が必要で、湧水量が多い		
工事中の水質汚濁について	・主として陸上工事となるため濁水が少ない。		・主として陸上工事となるため濁水が少ない。		・水路内での工事となるため、濁水対策が必要		
工事周辺土地への影響	・水路線形を大きく変えるため周辺住民の水利用に影響がある		・水路線形を変えるため周辺住民の水利用に影響がある		・水路線形を変えないため周辺住民の水利用に影響が少ない。		
経済性と工期	・工事費が高く、工期が長い		・工事費がやや高く、工期がやや長い		・工事費が安く、工期が短い。環境への影響が少ない		
総合評価					(採用)		

(3) ダハブ堰の幅

既設ダハブ堰の幅は 88m 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、自然河川を対象とする場合と同様の設計理論を適用して、洪水を安全に流下させることが可能な断面として堰幅が決定された。アスワン・ハイダムの建設後は、バハルヨセフ灌漑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、改修するダハブ堰通水断面は、計画最大通水流量 (210.15 m³/sec) で検討する。

計画最大流量が流下可能な限り、堰の通水断面は縮小する方が経済性は有利となる。一方、本灌漑水路は土水路であるため、流速が速すぎると洗堀の危険性が生じる。本灌漑水路を形成する材料は、シルト混り砂から粘土であるため、許容最大流速は 1.00 ~ 1.20m/sec である (農水省土地改良設計基準「水路工」参照)。また、現況の上下流水路の流速は 0.6 ~ 0.7m/sec であるため、流況を滑らかに取り付けるために、灌漑水路の許容最大流速以下となる様に、堰幅を計画する。

また、ゲート敷き上への堆砂を軽減するために、ゲート付近の流速が上下流灌漑水路の流速の 1.5 ~ 2.0 倍になる様に計画する。従って、灌漑水路内上下流の設計流速は 0.6 ~ 0.7m/sec とし、ゲート付近の流速を 1.2m/sec 程度とする。この結果、堰の通水部の全幅は以下のように計算される。

$$B = Q / V / H$$

ここで、 B : 堰の全幅 (m)

Q : 計画通水量、Q = 210.15 m³/sec

V : ゲート付近の流速、V = 1.15m/sec

H : ゲート付近の水深、H = Max. U.W.L. 40.40m - EL. 34.60m = 5.80m

$$B = 210.15\text{m}^3/\text{sec} / 1.15\text{m}/\text{sec} / 5.80\text{m} = 31.5\text{m} \quad 32.0\text{m}$$

従って、堰の必要全幅は 32.0m となり、開発調査時に計画された堰幅 7.0m x 5 門 = 35.0m より 3.0m 狭くなる。堰体工事の約 9%のコスト削減となる。(3m/35m=0.086) 尚、要請書では、堰柱幅も含めた全長は 46.6m である。

(4) 堰周辺での堆砂およびゲートへの浮遊塵芥物の滞留

一般的に、自然水路における土砂の堆積は、洪水時期の増流に伴う水流の乱れや流速の増加により巻上げられた水路内の土砂が浮遊土砂となり、洪水の収束と共に低流速域に堆積するものである。しかし、本堰の対象となるバハルヨセフ灌漑水路は、アスワン・ハイダムの建設により洪水の脅威から開放されており、水路内に土砂溜まりを形勢するほどの著しい浮遊土砂を発生することはない。更に、堰上下流のダハブ堰流水の流速は 1.2m/sec 程度で設計されることから、バハルヨセフ灌漑水路内の平均流速 0.6m/sec ~ 0.7m/sec より 1.8 倍速い流速を保つことになる。従って堰上下流付近に土砂が堆積する懸念はないと判断できる。

また、既設ダハブ堰は 1 門 3.0m (幅) x 2.80m (高) 2 段のゲートが 20 門設置されており、バハルヨセフ灌漑水路の上流から多数の草木等の浮遊性塵芥物がダハブ堰に漂着するが、ゲート 1 門の流路幅が 3.0m であることおよびアンダーフロー型ゲート操作であることから、これらの塵芥

物がゲート直上流に常時滞留して、ダハブ堰地点での円滑かつ正常な放流機能を阻害している。しかし、改修後のダハブ堰ゲートは1門当り8.0mの径間長を有することおよびオーバーフロー型ゲート操作で計画することから、これらの塵芥物がゲート直上流に滞留することはない。

事実、改修済みの既設3堰においては浮遊物滞留の障害は発生していない。

(5) 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）を優先的に採用するが、記載の無い項目については、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。

(6) 堰体の構造設計の基本条件

(a) 「エ」国内の地震力

過去、ラフーン堰およびマゾーラ堰の改修に際して、堰体の設計基準は、日本の“頭首工”設計基準が適用されており、地震力は通常水平震度 $K_H = 0.2$ を採用している。サコーラ堰の改修の際に検討されたとおり、「エ」国の建築技術基準によると、下記のとおり「エ」国では日本に比較して地震が少なく、設計地震力は我が国で採用される値の $1/3$ 程度（ $= 0.06/0.20$ ）である。

「エ」国の建築基準（“The design of reinforced concrete COLUMNS” according to new Egyptian code concept 1990 established by structural design engineer Khalil Ibrahim Waked）によると、地震力は次のとおりとなる。

$$K_h = Z \cdot I \cdot K \cdot C \cdot S$$

ここに、 K_h : 設計水平震度

Z : 地域別補正係数、 $Z = 0.30$

I : 重要度別補正係数（堰）、 $I = 1.25$

K : 構造形式別補正係数（構造壁、梁、柱）、 $K = 1.333$

C : 標準設計水平震度、

$$C = \frac{1}{15x\sqrt{T}} = \frac{1}{15x\sqrt{0.395}} = 0.106$$

T : 固有周期、(sec)

$$T = \frac{0.09xH}{\sqrt{b}} = \frac{0.09x17.0}{\sqrt{15.0}} = 0.395 \text{ sec}$$

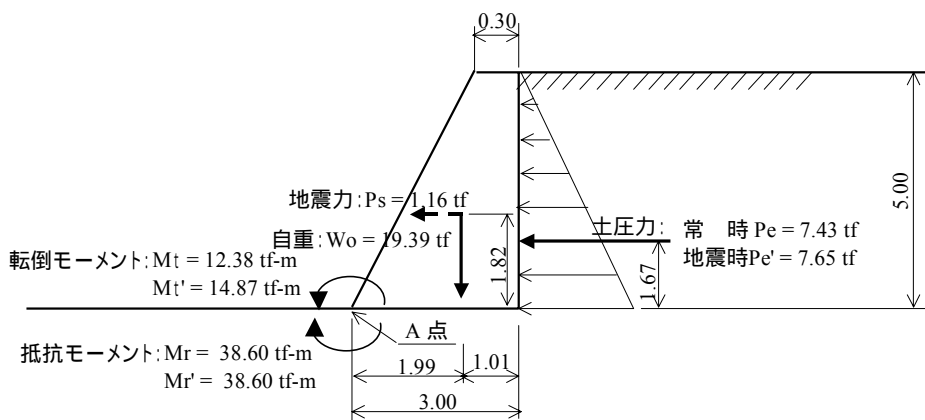
S : 地盤別補正係数（中位の締まった地盤）、 $S = 1.15$

$$K_h = 0.30 \times 1.25 \times 0.106 \times 1.15 = 0.06$$

(b) 構造物の設計を常時の安定性で行う根拠

「エ」国内の小さい地震力が作用した場合の「重力式擁壁」の検討例は次のとおりである。

1) 検討対象図



a) 常時の転倒モーメント：Mt (土圧力によるモーメント)

$$Mt = 7.43\text{tf} \times 1.67\text{m} = 12.38\text{tf-m}$$

b) 地震時の転倒モーメント：Mt' (地震力および地震時土圧力によるモーメント)

$$Mt' = 1.16\text{tf} \times 1.82\text{m} + 7.65\text{tf} \times 1.67\text{m} = 2.11 + 12.76 = 14.87\text{tf-m}$$

c) 常時および地震時の抵抗モーメント：Mr, Mr' (自重によるモーメント)

$$Mr = Mr' = 19.39\text{tf} \times 1.99\text{m} = 38.60\text{tf-m}$$

2) 検討結果

重力式擁壁の安定(転倒・滑動・基礎反力)に対する検討結果は次のとおりである。

安定(転倒・滑動・基礎反力)に対する検討結果一覧表

検討項目		記号	単位	常時	地震時	比率
自重および荷重	自重	Wo	tf	19.39	19.39	1.00
	地震力	Ps	tf	0.00	1.16	
	土圧力	Pe	tf	7.43	7.65	1.03
転倒	転倒モーメント	Mt	tf-m	12.38	14.87	1.20
	抵抗モーメント	Mr	tf-m	38.60	38.60	1.00
	偏心距離	e	m	0.15	0.28	1.87
	許容偏心距離	e _a	m	0.50	1.00	2.00
	偏心距離との比率	e/e _a	-	0.29	0.28	0.94
滑動	水平荷重の合力	P	tf	7.43	8.81	1.19
	抵抗力の合力	Pr	tf	11.24	11.24	1.00
	安全率	Fs	-	1.51	1.28	0.84
	所要安全率	Fsa	-	1.50	1.20	0.80
	安全率との比率	Fs/Fsa	-	1.01	1.06	1.05
地盤支持力	地盤支持力	q	tf/m ²	8.37	10.03	1.20
	許容支持力	q _a	tf/m ²	10.00	20.00	2.00
	支持力との比率	q/q _a	-	0.84	0.50	0.60

検討結果一覧表のとおり、地震時には水平の地震力：1.16tf および主働土圧力が常時に比べて0.22tf増加するため、水平荷重の合力は常時：7.43tf、地震時：8.81tf (= 7.65tf + 1.16tf) と1.19倍となり、許容応力度の割増し：1.50倍の範囲内である。

転倒に関して、転倒モーメントは常時：12.38tf-m、地震時：14.87tf-m と 1.20 倍となり、許容モーメントの割増し：1.50 倍の範囲である。また、偏心距離は常時：0.15m、地震時：0.28m と 1.87 倍となり、許容偏心距離の割増し：2.00 倍の範囲内である。

滑動に関して、安全率は常時：1.51 > 所要安全率 1.50、地震時：1.28 > 所要安全率 1.20 と 0.84 倍に減少する。所要安全率は、常時：1.50 から地震時：1.20 と 0.80 倍に減少することから、安全率の減少は許容範囲内である。

地盤支持力に関して、地盤支持力は常時：8.38tf/m²、地震時：10.03tf/m² と 1.20 倍となり、許容支持力の割増し：2.00 倍の範囲内である。

「エ」国のように地震力の小さい国では、「常時の設計条件」で構造物の設計を行うことが構造物の安全性確保のために必要な条件である。

(7) 既設閘門の取扱い

既設ダハブ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、インセプションレポート説明時には Navigation Authority から IIS への文書回答では、ダハブ堰改修工事に際して閘門を現状維持するように要請があったとの説明を受けた。

その後、調査団が副大臣に面談した際には、過去の 3 堰と同様に取り扱ってよいとの合意内容について説明を受け、事実、1998 年に運輸省の河川交通局から水資源灌漑省あてに発出された公式文書にてバハルヨセフ灌漑水路の舟通しについては、既に陸運や鉄道輸送などの流通手段が確立している現状において、自動車その他用の水路横断橋梁が多数建設されているバハルヨセフ灌漑水路の改修には膨大な費用を要し、同灌漑水路を利用した水上交通には経済性が見出せないことなどから、将来にわたりこれを改修して利用する計画がないことを明言している。

さらに IIS から JICA エジプト事務所に発出された文書（2007 年 4 月）においてもバハルヨセフ灌漑水路は舟運には不適との判断から、今後ダハブ堰改修工事中においても別途に可航施設やそれを横断する高架橋梁などを新規建設することも不要である旨を伝えている。

以上のことにより、ダハブ堰も過去の 3 堰と同様に、閘門本体は現状を残置するとともに、閘門取付け水路については、本事業工事で発生する掘削土などを必要に応じて埋め戻し盛土することとこれを有効活用することとし、遠隔地への捨土運搬に係る事業コストを削減する方針とする。

3-2-1-8 ゲート型式選定に対する方針

(1) ダハブ堰のゲート型式選定基本条件

「3-2-1 設計方針」の冒頭、基本方針-1 に記した如く、「エ」国の水資源政策に合致した施設としてのゲート型式、同時にダハブ堰上流水位が安定するゲート型式を選定する方針とする。

ダハブ堰が位置するバハルヨセフ灌漑用水路は既述の如く、自然河川でない故に流域からの洪水流下に伴う異常出水を考慮する必要がないことはゲート型式選定上、特筆すべき前提条件である。即ちダハブ堰では、洪水時の河川堰におけるゲート操作遅れが引き起こす堰上げ背水により洪水が堤防を越水して破堤に至る人為的な事故発生の恐れを考慮する必要はなく、あくまでも制水機能を発揮するための最適なゲート型式を選定する方針とする。選定の基本条件は下記の諸点である。

バハルヨセフ用水路の最上流に位置するダハブ堰上流区間で過剰取水が行なわれると下流 3 堰での致命的な水量不足を生起させ得ることから、適切な水管理を行うためのゲート操作精度の高い流量制御が可能なゲート型式であること。

最大流量 $210.15\text{m}^3/\text{sec}$ から最小流量 $38.42\text{m}^3/\text{sec}$ までの幅広い流量を安定して流下できるゲート型式であること。

水資源灌漑省がバハルヨセフ灌漑用水路の水管理方式として採用している「流量制御方式」を確実に実行できるゲート型式であること。

水資源灌漑省が基本理念とする総合水資源管理のもと、4 堰一元管理による合理的な水管理システムが実現できるよう改修済の既設 3 堰との整合性がとれるゲート型式であること。

(2) 選定対象となるゲート型式

ダハブ堰が必要とする制水機能を発揮できるゲート型式としてはゲートからの放流方式の種別から下記の 2 型式が検討対象となる。

アンダーフロー型ゲート（1 枚扉ゲート型式）

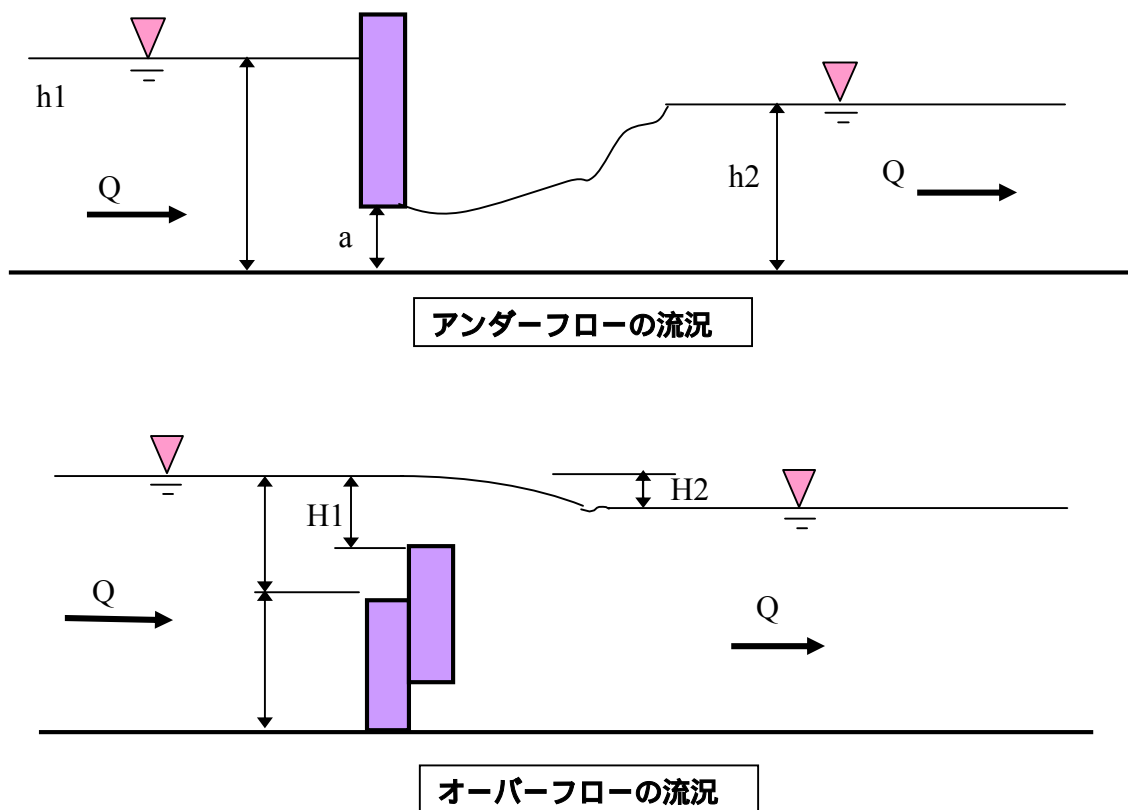
オーバーフロー型ゲート（2 段扉ゲート型式）

アンダーフロー型ゲートは次ページ図の如く、巻上げられた 1 枚ゲートの下端とゲート敷部との空隙から放流される型式である。後述するように大流量を放流するのに適している一方、水理的にはオリフィス型式と称し、水槽側面の孔から放流する方式であり僅かなゲート開閉操作により放流される流量幅が大きく変化する。アンダーフロー型ゲートは振動の発生や巻き上げ機モーターの過熱など機械的不具合を避けるための最小開度を扉高の 0.10m 程度としている。この最小単位開度 0.10m でゲートを操作すると、後述のように 1 操作単位 $5\text{m}^3/\text{sec}/1$ 門以下の放流には対応できず、結果として無効放流が発生する。

オーバーフロー型ゲートは上段ゲートを水中に没することによってゲートの頂部を水流が越流する型式であり、いわゆる自由水面をもってゲート頂部を越流することから、大流量を放流するには大きな越流水深を必要とする。越流水深を微細に調節することによって精度の高い流量制御が可能である。また下段ゲートを巻き上げることによってアンダーフローも可能である。

(3) 流量制御の精度

ダハブ堰から下流水路への放流量は、 $38.42\text{m}^3/\text{sec}$ (10月) ~ $210.15\text{m}^3/\text{sec}$ (7月) に期別変化する。小流量から大流量まで変化する流量を4門(1門の幅8m、次項「ゲート径間割り」の検討参照)のゲートで流量調節するためには、精度の高い流量調節機能が求められる。ゲートの工学的検討以前にゲート開度条件を同一にした上で水理学的な違いを明らかにする。



上図においてアンダーフロー型ゲートの最小単位開度が $a=0.10\text{m}$ の場合と、オーバーフロー型ゲートの越流水深 $H=0.10\text{m}$ の場合における流量を比較すると。

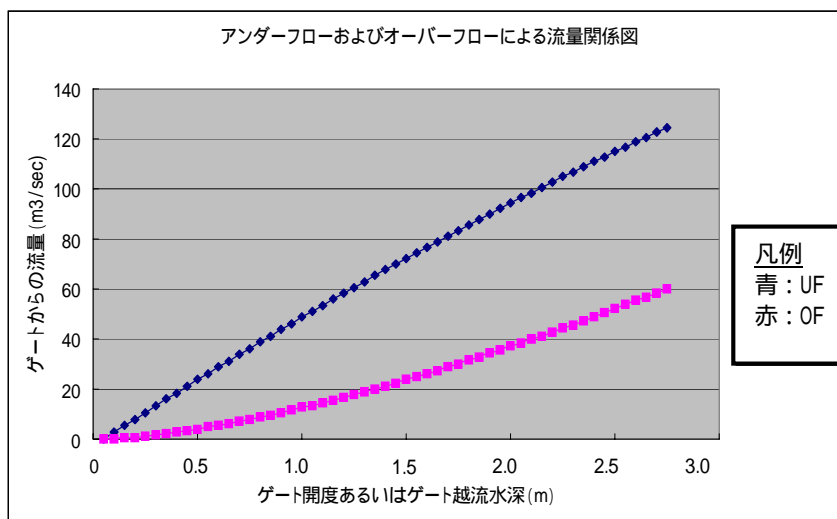
1) アンダーフロー型ゲート1門からの放流量 (最小開度: $a=0.10\text{m}$ の場合)

$$\begin{aligned}
 Q &= C_c \cdot B \cdot a \cdot \sqrt{2g(h_1 - C_c \cdot a)} \\
 &= 0.61 \times 8.00 \times 0.10 \times \sqrt{2 \times 9.8(5.80 - 0.61 \times 0.10)} \\
 &= 5.18\text{m}^3/\text{sec} \text{ (最小流量: } 38.42\text{m}^3/\text{sec} \text{ の } 13.5\% \text{ および最大流量: } 210.15\text{m}^3/\text{sec} \\
 &\text{ の } 2.5\% \text{ に相当、平均およそ } 8\% \text{)}
 \end{aligned}$$

2) オーバーフロー型ゲート 1 門からの放流量 (最小越流水深 $H_1 = 0.10\text{m}$ の場合)

$$\begin{aligned} Q &= C_r \cdot B \cdot H^{3/2} \\ &= 1.94 \times 7.00 \times 0.10^{3/2} \\ &= 0.43\text{m}^3/\text{sec} \text{ (最小流量 : } 38.42\text{m}^3/\text{sec} \text{ の } 1.1\% \text{ およびに最大流量 : } 210.15\text{m}^3/\text{sec} \\ &\text{ の } 0.2\% \text{ に相当、平均およそ } 0.7\% \text{)} \end{aligned}$$

上記結果より、同一ゲート開度 0.10m の条件下ではオーバーフロー型ゲートがアンダーフロー型ゲートの約 $1/10$ の精度で流量制御が可能であることがわかる。



(4) ダハブ堰改修後の期待効果からみたゲートタイプの検討 (オーバーフロー型ゲート導入による投資効果の検討)

一般にオーバーフロー型ゲート (2 枚扉) はアンダーフロー型ゲート (1 枚扉) に比して扉体戸当りおよび開閉装置が重複する分だけ割高である。試みに既に完了したサコーラ堰改修工事のデータをもとに、本件における両ゲートタイプによる概略工事費を算出するとオーバーフロー型ゲートはおよそ 800 百万円であるのに対し、アンダーフロー型ゲートではおよそ 640 百万円となり、その差は概ね 160 百万円と算定される (1:1.25 程度)。

一方、上表のように流量制御機能・精度特性に関しては、オーバーフロー型ゲートが、よりきめの細かい流量管理が行えることは明らかである。

ここではアンダーフロー型ゲートとオーバーフロー型ゲートが有する水理特性の差に起因するゲート操作時の損失水量差 (ダハブ堰掛かり受益地において灌漑用水として取水・利用されず、堰下流へ放流されてしまう水量) がもたらす農業生産への影響を経済的観点から検討し、オーバーフロー型ゲート導入の投資効果を明らかにする。

(a) 検討方法

- ・ ダハブ堰受益地区の重力灌漑地区における月別作物必要水量と実取水量(2005年)を算定し、受益地全体の計画必要水量とそれに対する現況の不足水量を把握する。
- ・ 次に、無灌漑での作物収量を1.00とした有灌漑での増収効果率を用いて、ダハブ掛り受益地における計画必要水量が配水された場合の農業生産量を算定し、期待可能な農業生産額を作物単価(2005年)より算定する。
- ・ また、算出された計画必要水量と期待可能な農業生産額の関係から単位配水量(1MCM)に対する農業生産額を算定する。
- ・ 上記によって把握されたダハブ掛り受益地の諸条件を用い、オーバーフロー型ゲートとアンダーフロー型ゲートの流量制御の精度が、目標となる計画必要水量に対し、どの程度の水量損失を生じるかを算定し経済的損失額に換算する。
- ・ 算定された両ゲートの経済的損失額の差額は、比較ゲートのどちらか一方の受益地に対する経済的優位性を示し、この優位性(差額)がゲートの初期投資額に対する投資効果となる。

(b) 検討結果

ダハブ堰受益地区の重力灌漑地区における月別作物必要水量と実取水量(2005年)を検討した結果、1年あたりの実配水量は437.4MCM/年であり、受益地の必要水量から把握される計画必要水量は489.6MCM/年である。したがって、ダハブ掛り受益地の現況において、52.2MCM/年の不足を生じていることになる。

この不足量を農産物の収穫量にすると89,000tの損失であり、市場価格に換算すると約1,243百万円/年であるが、言い換えれば、52.2MCM/年の不足分が配水され計画必要水量である489.6MCM/年を達成することにより、現況に対し約1,243百万円/年(増額)の経済的効果をもたらすといえる。これは、水価に換算すると1MCM当り23.8百万円/年となる。

以上を投資効果算定の諸条件として、オーバーフロー型ゲートとアンダーフロー型ゲートの経済性について下記のように検討を行った。

前述の検討に示す各ゲートの流量制御の精度から、計画必要水量の489.6MCM/年に対する充足度を算定すると以下のとおりである。ただし、下記充足度算定に用いた各ゲート流量制御の精度の値は、ゲートの過大放流時と過小放流時の二つの条件の混在を加味した値である。

オーバーフロー型の

計画取水量に対する充足度：99% = 100% - 0.7%(制御精度・・・過大,過小放流時混在)

アンダーフロー型の

計画取水量に対する充足度：92% = 100% - 8.0%(制御精度・・・過大,過小放流時混在)

本検討が対象とする経済効果の算定においては、ゲート放流が過大放流の状態を対象とすべきと考える。これは、堰地点での過大な放流が受益地の水量不足を生じさせ、期待される農業生産を損失する状態であり、反対に過小放流の状態では受益地への配水量は充実され、農業生産への悪影響がないものと考えられるためである。

また、算定される経済効果は、最大の効果を持って期待すべき経済効果とするのではなく、平均的な効果を算定することにより、経済効果の妥当性が判断されるものと考えられる（次項に投資効果の説明図を記載する）。

したがって、過大放流時における各ゲートの平均的な流量制御の精度は、以下のように算定される。

オーバーフロー型の計画取水量に対する過大放流時の平均的精度	: 0.18%	流量制御精度0.7%のうち過大放流側を1/2とした0.35%からその平均を考慮した0.18%相当
アンダーフロー型の計画取水量に対する過大放流時の平均的精度	: 2.00%	流量制御精度8.0%のうち過大放流側を1/2とした4.0%から更にその平均を考慮した2.0%相当

上記に示すオーバーフロー型ゲートとアンダーフロー型ゲートの過大放流に対する平均精度から、目標となる計画必要水量（489.6 MCM/年）に対する経済的損失額を算定すると以下のとおりである。尚、1MCM 当りに対する農業生産額は、23.8 百万円/MCM/年である。

・ アンダーフロー型の損失額：233 百万円	$489.6 \text{ MCM/年} \times 23.8 \text{ 百万円/MCM/年} \times 2.00\%$
-) ・ オーバーフロー型の損失額：21 百万円	$489.6 \text{ MCM/年} \times 23.8 \text{ 百万円/MCM/年} \times 0.18\%$
差分	212 百万円/年

すなわち、オーバーフロー型ゲートはアンダーフロー型ゲートに比べ、受益地に対し年間 212 百万円の経済的優位性をもたらし、これはアンダーフロー型ゲートとオーバーフロー型ゲートの初期投資額の差 160 百万円を上回る金額である。更に、160 百万円の差額は概ね 1 年の運用にて相殺されるものである。

以上の検討から、オーバーフロー型ゲートはアンダーフロー型ゲートに比べ、十分な投資効果を有しており、大きな効果が期待されるゲートである。

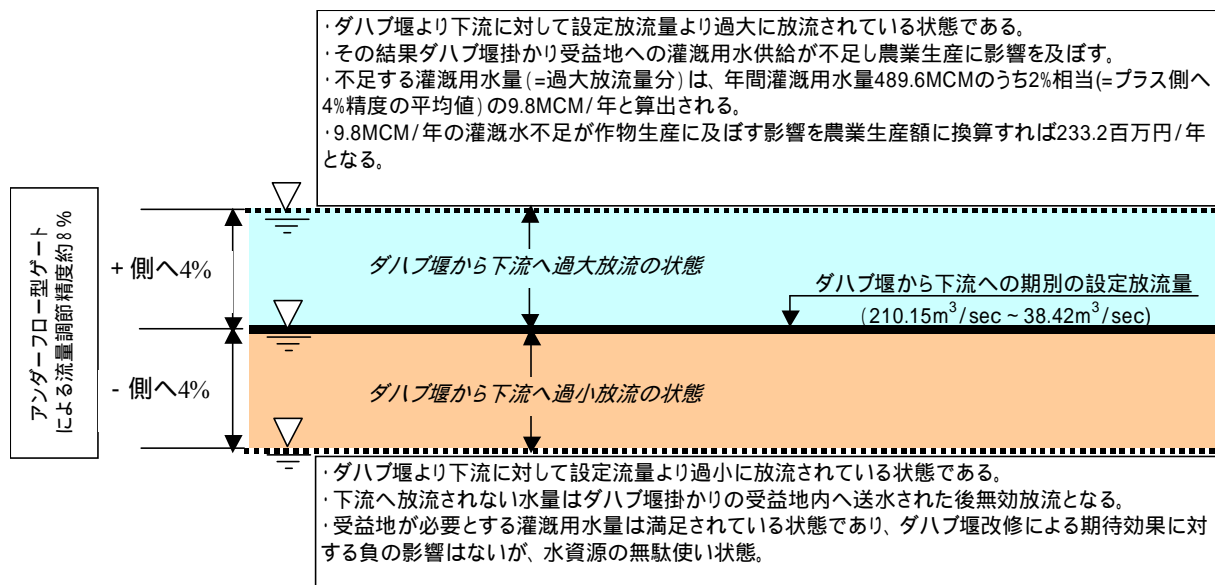
尚、向こう 10 年あるいは 20 年といった長期的視点に立った場合においても、両ゲートタイプの操作・維持管理経費に差異は生じないことから、オーバーフロー型ゲートによる経済的効果は継続発揮されることとなる。

更に、厳密にはゲート操作経費に関してオーバーフロー型ゲートが優位である。すなわち、オーバーフロー型ゲートでは扉体が 2 枚に分割され、操作するゲート重量がアンダーフロー型に比べて軽量となることから、ゲート開閉に要する電力消費量（電気料金）がアンダーフロー型に比べて割安となるからである。

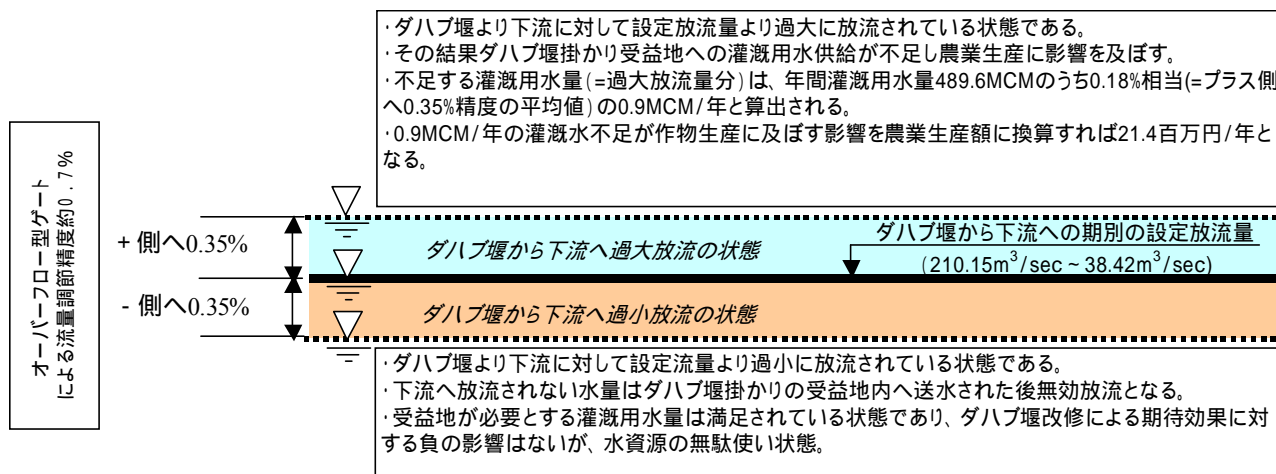
また、ゲートタイプの違いに伴う維持管理経費の差異については、駆動力の違い（電力駆動と油圧駆動の違いなど）や規模の違いなどにより生じるものであるが、比較検討の対象とした両ゲートの扉体規模や駆動力（電動式）は同等であることから、それに対応する維持管理行為（機器調整、ゲート塗装などの定期的維持管理業務とその経費）は、両ゲート間で差異はなく、更に、これを据え付ける土木施設規模も同等であることから、維持管理経費に差異は生じない。

オーバーフロー型ゲート導入の投資効果説明図

【アンダーフロー型ゲートの場合の下流放流状況】



【オーバーフロー型ゲートの場合の下流放流状況】



(5) オーバーフロー型ゲート導入によるその他の効果

(a) 水環境を改善・維持する効果

オーバーフロー型ゲートは、水環境面からも大きな効果をもたらすことが期待できる。オーバーフロー型ゲートとアンダーフロー型ゲートでは、放流形態に大きな違いがあることは先に述べたとおりであるが、この放流形態の違いはゲート上流の塵芥物の堆積程度に大きな影響を与える。通常、塵芥物は水面付近を浮遊しながら流下するが、放流箇所が水底付近にあるアンダーフロー型ゲートでは、塵芥物の流下はゲートにより阻害されゲート位置にて堆積する。こうした現象はダハブ堰の現状に確認でき、ゲート前面（上流側）に多くの塵芥が滞留するため、その除去に経費と手間（ゲート操作員による手作業）を要しているとともに、水が停滞することにより水質にも悪影響を与えている。

一方、放流箇所が水面付近にあるオーバーフロー型ゲートでは、塵芥物はゲートにより阻害されずに水流と共に流下することから、塵芥の滞留に起因する水質悪化は軽減されると考えられ、水質および周辺社会環境の改善・維持に効果が期待できるとともに、これらの塵芥物に対する人為的な除去作業も生じないため、維持管理費の削減にも効果があると考えられる。

(b) コンクリート構造物への影響を軽減する効果

コンクリート構造物への影響については、放流形態の差異によるゲート下流のコンクリート底版の摩耗が考えられる。アンダーフロー型ゲートでは、ゲート下方の放流口から高速流がコンクリート底版上を流下し、継続的な高速流がコンクリート表面の摩耗を進展させる。摩耗の進行はコンクリート中の鉄筋を露呈させ最終的には鉄筋の腐食を引起し、コンクリート部材の劣化を招く。他方、一方、オーバーフロー型ゲートでは、放流された流水は下流の水面に落水するため、これが水クッションの役を果たし直接的なコンクリート面への接触は生じない。したがって、オーバーフロー型ゲートは、アンダーフロー型ゲートに比べコンクリート底版の摩耗の懸念が少なく、長期的な施設の運用が可能と考えられる。

(6) ゲート型式の選定

上述(4)で行ったオーバーフロー型ゲートの投資効果に係る検討及び以下の比較検討表に示す総合評価からオーバーフロー型2段ゲートの優位性が示されたため、ダハブ堰の制水ゲートは、オーバーフロー型2段ゲートを採用する方針とする。

表 3-2-1.3 ゲート型式比較検討表

ゲート型式	点数	アンダーフロー型	オーバーフロー型
ゲートの構造	-	・ゲート製作実績は古くからある。 ・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. 40.50m 敷高標高：EL. 34.60m 扉高： 5.90m	天端標高：EL. 40.50m 敷高標高：EL. 34.60m 扉高： 5.90m
最大可能放流量	-	・238.30m ³ /s > 210.15m ³ /s	・210.93m ³ /s > 210.15m ³ /s
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。	・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。
流量調節機能	20	・流量調節精度は、最小流量時において13.5%、最大流量時において2.5%程度である。 ・灌漑計画での管理収の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。	・流量調節精度は、最小流量時において1.1%、最大流量時において0.2%程度である。 ・灌漑計画での管理収の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。
ゲートの操作性	20	・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。	・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。
ゲートおよび堰の維持管理	20	・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。 ・堰下流用水路の洗堰の危険性がある。	・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。 ・堰下流用水路の洗堰の危険性が少ない。
経済性 (アンダーフロー型を1.00とする)	20	・一枚扉ゲートであるため、総扉重量が二枚扉ゲートより軽く、その分安価となる。 (1.00)	・二段ゲート(二枚扉)タイプであるため、一枚扉タイプに比較して総重量が重くなり割高となる。 (1.25)
総合評価(点)	100	66	(採用) 82

注) 1) ゲート天端標高は、上流側最高管理水位(Max. U.W.L. 40.40m)に余裕高(0.10m)を加えたEL. 40.50m(扉高：5.90m)となる。

2) 「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。

(7) オーバーフロー型ゲートの4門採用方針の決定

オーバーフロー型ゲートとアンダーフロー型ゲートを2門ずつ導入する案については、経済性の観点及び下記の4つの理由から実運用に適合しないと判断される。さらに、全門にオーバーフロー型ゲートの導入は、本基本設計における『基本方針-1:「エ」国の水資源政策に合致した施設内容とする』に合致し、「エ」国の逼迫する水資源の無駄のない有効活用を具現するものであると言える。

したがって、4門全門ともにオーバーフロー型ゲートを採用する方針とする。

高い流量制御機能を実現するには、オーバーフロー操作による完全越流での放流でなくてはならない。最大流量: $210.15\text{m}^3/\text{sec}$ 時のダハブ堰上下流の水位差は $H_2 = 0.81\text{m}$ ($= \text{Max. U. W. L. } 40.40\text{m} - \text{Max. D. W. L. } 39.59\text{m}$) であるから、完全越流の越流水深は $H_1 = 2.42\text{m}$ ($< 3 \times 0.81\text{m}$) 以下でなくてはならない。

完全越流の越流水深: $H_1 = 2.42\text{m}$ の場合、オーバーフロー型2段ゲート1門での最大放流量は $52.73\text{m}^3/\text{sec}/\text{門}$ ($= 2.001 \times 7.00\text{m} \times 2.42\text{m}^{2/3}$) より、最大流量 $210.15\text{m}^3/\text{sec}$ を放流するためには4門全門 ($= 210.15 / 52.73 = 3.99$ 門) とともにオーバーフロー型2段ゲートとする必要がある。

日常のゲート操作は同一開度で何門運用するかという操作ルールが通常であり、オーバーフロー操作とアンダーフロー操作が混在する運用は人為的操作ミスを誘発する懸念がある。

オーバーフロー型とアンダーフロー型を併用した場合、水理的には堰付近の接近流速の小さい(遅い)オーバーフローの流水面に比較して、接近流速が大きい(速い)アンダーフローの流水に引っ張られて、アンダーフローのゲート部は水面低下を起こすことになる。この結果、ダハブ堰の主たる機能である安定した上流水位の維持が困難になる。

既設ダハブ堰直下流で生起している深さ5mもの河床洗掘で明らかな如く、アンダーフロー操作は大流量を放流可能な利点がある一方で、高速流による堰下流エプロンへの衝撃と洗掘が懸念される。

ゲート修理時の代替機能を確保するためには、全門同一の機能発揮が必要であること。

(8) ゲート径間割り

ゲートの径間割りは、「3-2-1-7 (3)ダハブ堰の幅」で算出された32mの必要幅を確保する他、既に調達済みであるラフーン堰の予備ゲートを転用可能とすることを目的とし、 $8.0\text{m} \times 4$ 径間 = 32mとする。これにより新たな予備ゲートを製作する必要もないためコスト縮減が可能である。

3-2-1-9 管理棟に対する方針

(1) 現地専門家による既設建物の現状確認、機能診断

予備調査で提案されたダハブ堰改修後の管理棟として再利用が期待できる既存建物について、現状確認・機能診断調査を行うべく調査団による目視点検・調査を実施した。調査団は建物外壁、内部壁に多数のひび割れが発生していることや、床版の構造と強度、基礎地盤の支持力などを専門的に把握する必要があると判断し、現地専門家による調査と診断を委託して、将来にわたるダハブ堰管理棟としての利用可能性に係る客観的評価を行った。

(a) 位置、外観、構造およびシュミットハンマー調査結果

位置	・当該建物はダハブ堰下流右岸側およそ 20mに位置し管理棟として最適位置である。
外観	<ul style="list-style-type: none"> ・1964年に建設された（築後43年経過）当該建物は、コンクリート柱のない2階建てレンガ造りである（地方灌漑局所有）。 ・現状、建物は使用されておらず適切な維持管理は行われていない。 ・1階の各部屋ドアや窓の開口部の上部壁に大小多数のひび割れが発生している。特に、1階北東の部屋の西側の壁（開口部のない壁）には鉛直に大きなひび割れ（幅2mm程度、天井から床付近まで伸びている）を生じている。ただし、これらのひび割れはいずれも壁を貫通するものはない。
構造	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎は直接基礎の上にレンガ造りの壁が載る構造である。 ・建物床の厚さは10cm、直径8mmの鉄筋が15cm間隔で配置されているが、コンクリートが剥落しており鉄筋の錆が確認される。
シュミットハンマー調査	・シュミットハンマー調査結果は、レンガ内壁の強度 45～85 kgf/cm ² （新築レンガの強度の31～85%）および2階床の強度 100～160 kgf/cm ² （コンクリート強度の48～76%）に低下している。

(b) 構造検討

既設建物の概略構造計算を実施した結果以下の結果を得た。したがって、約0.5tfのゲート操作卓等を既設構造物内に設置する場合は補強工事が必要となるが、既存の鉄筋の補強等は不可能であるため、既設構造物を管理棟として利用することはできないと判断する。

検討結果

作用力	鉄筋の応力検討		コンクリートの応力検討	
	発生応力度	許容値	発生応力度	許容値
0.5t-m	2,340 kgf/cm ²	1,400 kgf/cm ²	70 kgf/cm ²	40 kgf/cm ²
判定	×		×	

既設建物の、2階床版には（平面寸法：5m x 5m、床の厚さ：10cm、直径8mmの鉄筋15cmメッシュ配筋）0.50 t-mの曲げモーメントが発生している。

構造解析の結果、床版に配筋されている鉄筋には、2,340 kgf/cm²の引張応力度が発生しており（許容応力度：1,400 kgf/cm²の167%）、床版コンクリートの圧縮応力度は70 kgf/cm²（許容応力度：100 / 2.5 = 40 kgf/cm²の175%）と推定される。

鉄筋およびコンクリート共に発生応力度は許容応力度の1.67～1.75倍超となってい

る。降伏点応力度（許容応力度の 2.5～3.0 倍）を超えていないため直ちに床版の破壊には至らないが非常に危険な状態である。

上記結果より現状の床版に新たに 515kg/m^2 （サコーラ堰実績）のゲート操作卓等が載荷された場合、床必要厚さは 11cm 以上であり、現状床厚さ 10cm は不足である（ 515kg の内訳：床自重 250kg/m^2 + ゲート操作卓荷重 200kg/m^2 + 床仕上げ荷重 65kg/m^2 ）。

さらに、上記条件下、鉄筋量に関しても現在の配筋（ に既述）では計画荷重を載荷することは不可である（63mm 間隔以下での配筋が必要）。

(c) 現地専門家による勧告

現地専門家による調査の結果、既設建物は本来灌漑局職員の宿泊施設として建設されたものでありゲート操作卓やジェネレーターなどの重量物を収納する構造ではない、築後 43 年を経た現在、ほとんどの壁にひび割れを生じている、多くの鉄筋に錆が発生し必要断面を欠損して強度が低下しているなどの現状から、当該建物のダハブ堰管理棟としての利用は構造安全上問題であると勧告し、これを使用する場合においては相当規模の改修工事を要するとしている。

(2) 管理棟の新設方針

上述の如く既設建物に係る調査団による目視点検、構造検討及び現地専門コンサルタントによる現状確認、機能診断の結果、現状において既に構造的に許容応力度を超える応力度が生じており危険な状態にあることが判明している。今後さらにジェネレーターやゲート遠隔操作卓などの新たな荷重を載荷することは建築物の安全管理上、また管理棟機能の円滑な発揮を考えると、許容されることではない。以上のことから、既設建物をダハブ堰の管理棟として供用することは困難と判断し、管理棟を新設する方針とする。

(3) 管理棟建設工事の負担区分

管理棟は将来のダハブ堰運営・維持管理を考えると、オーバーフロー型 2 段ゲートによる精度の高い水位・流量調節を行うために、ゲート操作盤、電気設備、予備発電機、など管理用機器・機材を設置するために必要な施設である。これら重量物機器・機材を収容する管理棟の基礎および床版は十分な支持力を有する構造でなければならない。このため、管理棟の基礎工事である基礎掘削と基礎工、1 階の床版については日本側の負担工事として、堰本体をはじめとする本事業の設計方針とその採用設計条件のもと、一体的に設計を行い施設の基礎としての安全性確保を行う。管理棟上屋については、「エ」国の自助努力観点から「エ」国の負担工事とする。

(4) 既設建物の有効利活用

本基本設計調査の設計方針として「コスト縮減を前提とした合理性のある設計とする。」との基本方針を立てている。既設建物を管理棟として利用することは不可能であるが、施設の有効利活用を通じて事業コストの削減を図る観点から、工事期間中のコントラクターおよびコンサルタントの現場事務所として利用する計画とし、仮設工事費の低減をはかる方針とする。

ちなみに既設建物を現場事務所として再利用するため必要な改修工事として下記の項目と予

算が必要と考えられる。

水回り改修工事費	520 千円
亀裂など補修費	1,280 千円
電気関係補修費	480 千円
<u>その他工事</u>	<u>380 千円</u>
計	2,660 千円

一方、仮設建物費として積算上計上された現場事務所費用は下記の如くである。

工会社現場事務所	103,000LE	(2,160 千円)
<u>コンサルタント事務所</u>	<u>103,000LE</u>	<u>(2,160 千円)</u>
計	206,000LE	(4,320 千円)

従って、既設建物を現場事務所として再利用することのコスト縮減効果は $4,320,000 - 2,660,000$ 円 = 1,720,000 円と期待できる。

3-2-1-10 併設橋に対する方針

(1) 現状交通量

現状交通状況把握のため実施したダハブ堰上の交通量調査の結果は、平日 24 時間交通量において普通乗用車換算 2,500 台、自転車や荷馬車など 1,400 台、人の通行 600 人である。このような交通量の状況下、既設ダハブ堰併設橋の幅員は 4m であり、一般車輦と荷馬車および人による混交した通行が行われている（添付資料-4 参照）。

交通量調査結果

平日 24 時間 通行車輦種別	ダハブ堰 (台あるいは人)	下流橋梁(参考) (台あるいは人)
普通乗用車換算	2,500	4,700
自転車、荷馬車等	1,400	1,600
人	600	800

(備考)『下流橋梁』:ダハブ堰 7km 下流のサフト橋。

(2) 併設橋の幅員

(a) 併設橋幅員の方針

上記交通量の現状下、将来もこうした車輦通行状況が発生する頻度が継続することは現地状況から明らかである。そのため、「エ」国の道路幅員状況を考慮しつつ、本ダハブ堰上において安全で円滑な車輦および人の通行を確保することを目的とし、一般車輦とこれと走行速度の著しく異なる自転車・荷馬車等におのおのの走行レーンを与える（国交省・道路構造令）こととし、人や荷馬車往來の安全通行を確保するとともに一般通行車輦のスムーズな走行を行い得るための必要にして最小限の幅員を、交通量・交通機種・公共性・経済性・施工性及び環境社会配慮の観点なども考慮し決定する。

(b) 併設橋の幅員

上記方針にもとづき、併設橋の計画幅員は下記の「エ」国道路幅員に関する現状や本邦基準類を参照して次のとおりとする。

$$\begin{aligned} \text{【併設橋有効幅員：10.0m】} &= \text{[車道、自転車、荷馬車道等レーン幅員：4.0m x 2]} \\ &+ \text{[歩道レーン幅員 1.0m x 2]} \end{aligned}$$

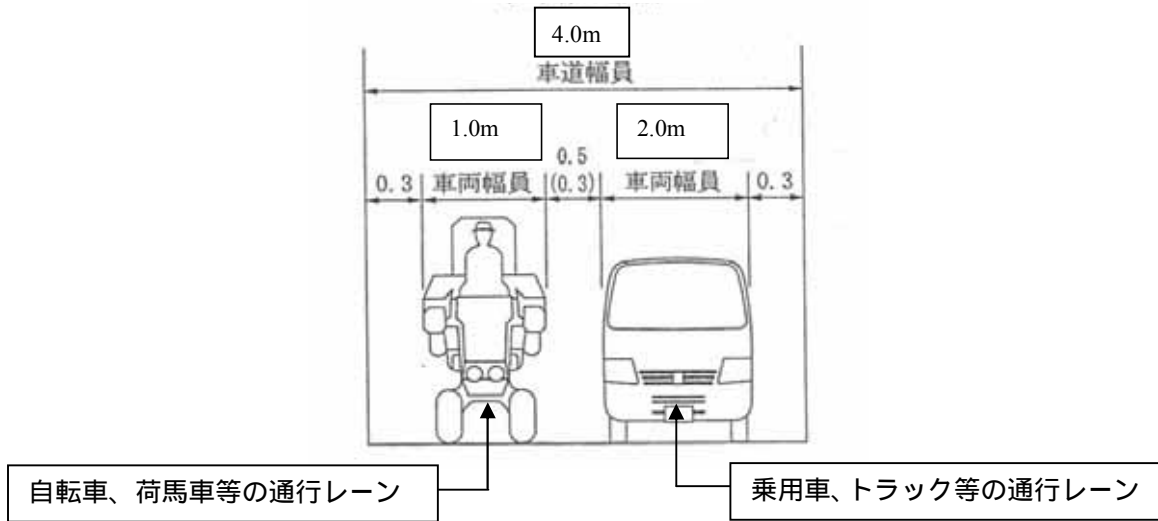
以下に検討根拠の詳細を示す。

【「エ」国の道路基準（幅員の現状）】

「エ」国の道路基準には、道路橋の幅員に関する基準はないが、1992年に建設されたイブラヒミア灌漑用水路を横断するミニヤ堰併設橋は幅員 12m である。ただし、バハルヨセフ、イブラヒミアおよびセリ灌漑用水路を横断する比較的新しい既設道路橋は幅員 10m である。なお、交通量調査を実施したサフト橋（1993 年竣工）は全幅 10m（車道 8m、歩道 2m）である。

[日本の道路基準・一般交通]

- ・車道、自転車、荷馬車道等レーン幅員：4.0m x 2



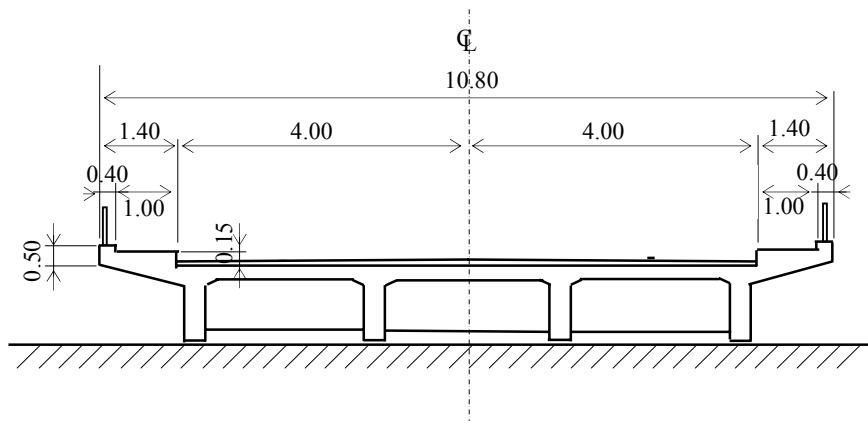
- ・歩道レーン幅員 1.0m x 2

位置	根拠とする基準等	幅員基準	採用幅員
歩道幅員	本邦 国交省道路構造令	歩行者の交通量が多い道路にあっては3.5m以上、その他の道路にあっては2.0m以上とする。 特例：『当該道路の歩行者の交通の状況を考慮して定める』ことができる。	600人であることから左記特例を参照して1.0mとする。

[工事中およびゲート維持管理]

- 1) ゲート維持管理（ゲート巻上げ機やゲート扉体の吊り上）のため、併設橋上から25トン級トラッククレーン（アウトリーガーを出した状態および横向きの状態）が作業可能な併設橋の幅員は、約6.0mである。

図 3-2-1.6 併設橋標準断面図



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、建設工事を実施する能力を有するが、当事業の実施期間である約 2 年という短い工期での実施能力を判断し、当事業を予定内に実現できる工法および調達方法を検討する。

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と判断する。

労働力については、当事業計画のダハブ堰近郊のミア市より確保が可能であるが、工事最盛期に不足する作業員や大工・鉄筋・左官などの技能工はカイロ市からの調達とする方針とする。

3-2-1-12 ゲート設備調達方法に関する方針

本プロジェクトの重要な基本方針の一つである「ダハブ堰上流水位の安定」の実現のために 2 段扉式ゲートが選定されたが、本ゲート機能が十分に発揮されることが方針実現の前提条件である。したがって、ゲート調達先については、経済性に加えて、ゲート稼働の不良や稼働率の低下による本プロジェクトの効果を損なうことが無い様に、確実な品質、機能保証及び本プロジェクト工期に応じた納品の確約が可能な調達先を選定するものとし、以下の 4 項目をゲート調達における重要評価項目と捉え、エジプト国、第 3 国、日本国での調達方法を検討する。

2 段扉ゲートの設計・製作技術の実績、品質及び技能工派遣の評価 2 段扉ゲート本体、開閉機、電気設備を一体と捉えた製作および据付調整能力の評価 工期を厳守した製作・据付の能力の評価 総合的な経済性の評価
--

上記 4 つの指標に対する考察及び別紙比較表を総合的に評価し、ゲート設備調達に関する方針として日本国からの調達を方針とする。

(1) 2 段扉ゲートの設計・製作技術の実績、品質及び技能工派遣の評価

(a) 2 段扉ゲートの設計・製作技術の実績、品質について

2 段扉ゲート型式は、日本国内において、頭首工用ゲートとして多く採用例を持ち、豊富な実績及び技術を有しており、現在においても優れた流量調節機能を有するゲートとして製作されている。一方、近年「エ」国内においても、堰用ゲートについて設計・製作を行ってきているが、そのゲート形式は、1 枚扉ゲートのように比較的構造が簡易な形式であり、本プロジェクトで必要とされる 2 段扉ゲートの製作実績は無い。同様に、先進諸外国を含む第 3 国についても 2 段扉ゲートの製作実績は無い。

したがって、本ゲート型式の実績は、日本国のみが有するものである。また、品質面においても、過去の 3 堰（ラフーン、マゾーラ、サコーラ堰）において支障なく稼働しており、日本製の品質は実績を持って保証されている。

(b) 技能工派遣の可能性について

近年の他国での日本の無償資金協力案件において、被援助国、第3国への技能工の派遣により、ゲートの製作、実施されている例もある。こうした例は、2段扉ゲートではないが、本プロジェクトにおいても技能工派遣による被援助国、第3国調達の可能性を考慮する必要がある。技能工派遣が可能となる条件は、過去の実施プロジェクトから以下の2つの事項を評価し判断する。

[受入れ側メーカーが日本資本による海外工場や提携工場であること]

技能工派遣とは日本国外での作業となるため、受入れ先において日本技術の受入れ態勢が十分にあり円滑な協力が得られることが条件である。これは、本プロジェクトの速やかな遂行が実施される確約でもあり、日本資本または提携を有する海外メーカーであれば納期内の遂行が可能と判断するものである。

尚、この点において、エジプト国内では、日本資本または提携を有するメーカーは無いことから、エジプト国への技能工派遣は現実的ではないと判断される。

[技能工派遣側メーカーと受入れ側メーカーの相互メリットが確保されること]

一般的に、第3国調達のメリットは、製作費用や輸送費のコスト縮減を目的とするものであるが、技能工の派遣を行う場合は、日本側からの技術流出によるデメリットや、技能工の派遣費、現地工場側への新たな設備投資によるコストアップを伴うものである。特に、技能工派遣による日本側からの技術流出は、メーカー側にとって死活問題でもあり大きなリスクを伴うものであることから、日本側メーカーとの提携や資本の出資等の経営的な関連がない限り、技能工派遣は成立しない。

また仮に、受入れ先が日本側メーカーとの経営的な関連があったとしても、派遣費や設備投資は、派遣側と受入れ側メーカーの負担費でもあることから、当該プロジェクトに見合うだけの相互メリットを確保される必要がある。一般的には大量生産である場合または、継続的な受注がある場合に相互の投資効果が確保され易く、過去のゲート製作における技能工の派遣が成立したプロジェクトにおいては、製作門数は約30門(約2000ton)である。しかし、本プロジェクトで必要とされるゲート門数は僅か4門(約400ton)であり、その規模は技能工の派遣の成立した実施例プロジェクトの1/5程度である。

この実施例プロジェクトを例に、アジア圏内における日本企業の出資メーカーや提携メーカーへの技能工派遣による経済性を評価すると約760百万円であり(別紙比較表参照)、日本国調達の場合の約780百万円と比較しても決して安価ではない。更に、仮に技能工派遣による第3国調達が選択されても、本プロジェクトの規模からメーカー側メリットは見込めないと判断され応札が不調となる懸念がある。

以上の評価より、エジプト国及び第3国に対する技能工の派遣は、本プロジェクトでは現実的ではないと判断する。

(2) 2 段扉ゲート本体、開閉機、電気設備を一体と捉えた製作および据付調整能力の評価

ゲートの機能は、扉体本体が持つ確実に流水を堰止め水密する機能、開閉機が持つ確実且つ精度のよい扉体の上げ下しを行う機能、これらの設備に総合的に指示を与える電気設備の機能、以上 3 つの設備の機能が支障なく円滑に発揮されることで、本堰の目的が達成される。特に、ゲート設備は、大型の電気機械設備でもあることから、製作・据付調整については、3 つの設備を一体と捉えた信頼の高い技術者による指導が必要であると判断するものである。

エジプト国を含め海外メーカーでは、一般的にゲート、開閉機、電気設備の 3 メーカーのそれぞれが製作し、現場での据付を行うことを現地調査により確認している。すなわち、互いの責任分担範囲が明確であるため速やかに現場への据付を行うが、その全体的な調整はプロジェクト規模が十分に大きく(「エ」国メーカー聞取りでは月産 5,000ton 以上)、メーカー側に大きなメリットがある場合を除き実施していない。したがって、これら海外メーカーでは、実稼動時において不具合を生じることが多く、本プロジェクト規模(約 400ton)から判断しても、信頼の高い技術者による指導の下の調整は行われないと考えられる。

一方、日本国においては、国内外プロジェクトに係らず、信頼の高い技術者による指導の下に 3 つの設備の調整が行われることが常識であり、確実な稼動が約束されると判断する。

(3) 工期を厳守した製作・据付の能力の評価

本プロジェクトは約 2 年という短い工期にて実施されることから、ゲートの製作・据付けが遅延なく実施されなければならない。本プロジェクトと同規模であるサコーラ堰の実績によれば、ゲート据付時期は、工事着工時期(準備作業期間含む)から 13 ヶ月目である。一方、現地調査による「エ」国メーカーの本プロジェクトに対する全ゲート納品までの必要工期は、契約後の着手から約 22 ヶ月との情報も得ており、昨今の鋼材自体の調達の困難性も考慮すると、「エ」国メーカーでは工期内の製作・据付について不安がある。

また、第 3 国においては日本資本または提携を有する海外メーカーであれば、このような不安は少ないが、先の検討により本プロジェクトにおける第 3 国調達は現実的ではない。尚、日本国調達においては、サコーラ堰の実績もあるように、遅延なく製作・据付が可能であると判断する。

(4) 総合的な経済性の評価

次項の比較一覧表において、各調達先における経済性を比較した。尚、「エ」国メーカーに対しては現地調査の結果、調達先として適切ではないとの判断から、経済性の評価を省略している。また、第 3 国については、技能工派遣の実施プロジェクトを例に、アジア圏内の日本資本および提携メーカーへの技能工派遣による経済性を評価した。

先にも述べたように、第 3 国調達(技能工派遣)での経済性を評価すると約 760 百万円であるが(表 3-2-1.5 参照)本プロジェクトの規模から、第 3 国への技能工派遣によるメーカー側メリットは見込めず応札が成立しないと判断される。

したがって、本プロジェクトの実現性を考慮し日本国調達が適切であると判断する。

表 3-2-1.4 2 段階ゲートの調達先選定比較表

比較項目		調達先		エジプト国		第 3 国 (アジア)		日本国	
2 段階ゲートの技術実績評価	製作実績の有無、品質	当該ゲート製作実績無し	×	当該ゲート製作実績無し	×	当該ゲート製作実績無し	×	当該ゲート製作実績多数	
	設計技術の有無	当該ゲート設計技術無し	×	当該ゲート設計技術無し	×	当該ゲート設計技術無し	×	当該ゲート設計技術多数	
	製作技術の有無	当該ゲート製作技術無し	×	当該ゲート製作技術無し	×	当該ゲート製作技術無し	×	当該ゲート製作技術多数	
	日本資本との提携等の有無	日本資本メーカーは無い	×	アジア圏内にて複数の日本資本メーカー、提携メーカーあり		評価対象外			
技能工派遣の可能性評価	技能工派遣に伴う諸費用の有無及び評価	日本資本メーカーが無いため、技能工派遣は不可能と判断し、評価対象外とする。	-	日本側は技能工派遣費が必要であるが、製作ゲート数も少ないことから相互のメリットがなく、心札不調の懸念がある。		評価対象外			
	扉体、開閉機、電気を一体と捉えた製作据付調整能力の有無	3 つの設備の全体的な調整は一般的に行われていない。稼働支障等多数有り。		技能工派遣により、日本人技術者による対応が可能である。		日本人技術者による対応が可能である。			
工期内の製作据付能力の有無	工期内の製作据付能力の有無	工期内の製作据付に不安がある。		日本の技能工により、工程管理が実施され、信頼性がある。		過去のサコラ堰の実績からも信頼性がある。			
	扉体			175 百万円		269 百万円			
	開閉機			382 百万円		338 百万円			
	電気設備			67 百万円		100 百万円			
	技能工派遣及び諸費			61 百万円		0 円			
	輸送費(海上、陸上)			78 百万円		71 百万円			
経済性の評価	合計			763 百万円 (0.98)		778 百万円 (1.00)			
	調整先として、ほとんどの評価項目が不適合であるため、経済性の比較は省略する。								
総合評価	当該ゲートの製作実績も無く、技能工派遣の対応も不可能である。工期も不安がある。	×		技能工派遣のため、経済性が日本国調達比べてほとんど変わらな		経済性は第 3 国に比べやや劣る			
				い。製作ゲート数も少なく、相互のメリットがないため、心札が不調となる懸念がある。		いて最も信頼性が高く、調達先としての不安要素はない。最も現実的な調達先である。			(採用)

第 3 国(アジア)からの輸送費は、当該国からエジプトまでの定期便が無いことによる配船諸費用を考慮したものである。

3-2-1-13 その他資機材調達方法に係る方針

ゲートの他に調達の対象となる資機材として、次の資機材が想定される。品質、納期、コストを考慮して、「工」国、第3国または日本からの調達方法を検討する。

鋼矢板・大型H形鋼	：仮設および本工事に使用する。
一般建設資材	：セメント、鉄筋、木材、一般建築用資材、電線、配管等
建設機械	：バックホウ、ブルドーザ、トラック、クレーン等
型枠材、足場・支保工	：コンクリート打設工事に使用

3-2-1-14 施工計画、工法に係る方針

(1) 施工計画の基本方針

本工事は、用水路構造物の改修工事であるため、用水路内工事の実施は不可欠であると考え。用水路内工事では、盛土締切や鋼矢板締切が一般的であり、水深が3m以下の低水深において盛土締切が採用され、3m以上の高水深では鋼矢板締切が一般的である。

当事業の対象となるバハルヨセフ灌漑用水路では、現地測量の結果から5mを超える水深が観測されており、鋼矢板締切を採用する。

(2) 土工事

土工事に必要な埋戻し材は、現地土砂掘削にて生じたものを極力利用する計画とする。土砂掘削はバックホウにより行い、ブルドーザーとバックホーでダンプトラックに積込むが、埋戻し材として使用可能な掘削土は仮置場にストックする計画とする。尚、埋戻し・盛土に適さない不良土は現地に最も近い指定残土処理場所に運搬し処理するように計画する。

(3) 既設堰構造物撤去

「工」国において軟岩掘削に一般的に使用されているロックブレーカーによる取壊しを検討する。取壊し時の騒音・振動対策も検討し、必要に応じて防止工法（無振動・無騒音の建設機械の採用）も計画する。また、取り壊し後の瓦礫は許可された場所（締切堤内への埋め込みも含む）に埋設処理し、環境への悪影響がないように計画する。

発生ガラ量：4,200m³、掘削土砂量：27,400m³、盛土埋戻用：23,300m³

(4) コンクリート工事

当工事で計画している本体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。

項目	設計強度 (N/mm ²) (kgf/cm ²)	数量 (m ³)
鉄筋コンクリート(本体)	21.0 (210)	6,140m ³
均しコンクリート(本体)	18.0 (180)	210m ³
合計		6,350m ³

(5) コンクリートプラント

地域内におけるコンクリートプラントの有無を調査した結果、現場から半径 100km 圏内に市場性のあるプラントは無い。したがって、現地に適切な仕様のコンクリートプラントを設け、生コン車で運搬する方法が適切と考える。また、プラントからの排水は直接灌漑用水路に処理できないため、浸透式の処理池により処理する等、環境に悪影響のないように計画する。尚、コンクリート打設についてはコンクリートポンプ車、クレーン（移動式、固定式）の使用を検討する。

(6) 構造物仕上げ

型枠の施工は、エジプト国内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と思われ、鋼製あるいは表面コーティング処理したプライウッドの使用が適切と判断する。

型枠の精度に起因するコンクリート構造物の表面仕上げの品質は、エジプト国建設物とラフーン堰、マゾーラ堰、サコーラ堰の品質と比べるとかなり劣ることを確認している。上記を踏まえ調達先の検討を行う。

(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、夏季の最高気温が 45 にもなることから、堰柱やエプロンのコンクリートのように大量のコンクリートを打設する部位については、気温の下がる夜間での打設を考慮して検討する。

(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し、プレキャスト工法に対し、約 30 千円安価である場所打ち工法を採用する計画とする。

3-2-1-15 仮設工事に係る方針

(1) 仮廻し道路および仮設橋

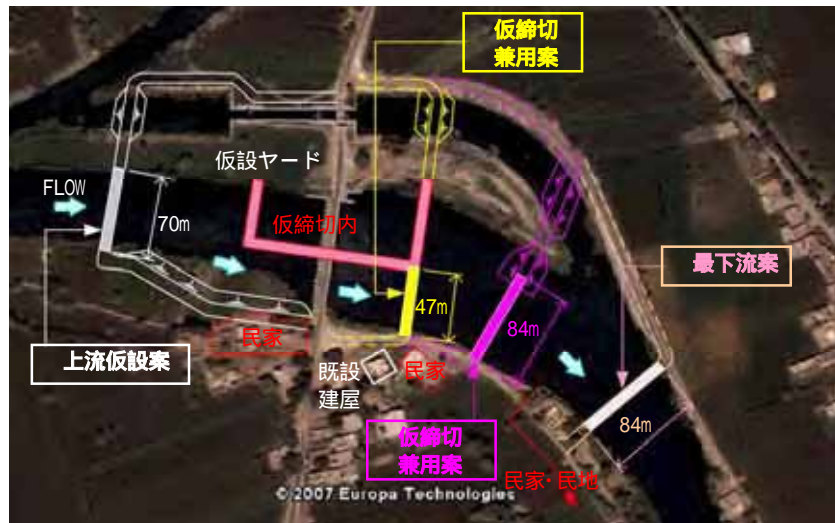
既設堰併設橋は、地域住民の重要な生活道路として使われている。当該事業の実施に伴う水路内締切や既設堰解体により既設の併設橋は使用できなくなるため、工事期間中の一般交通（人馬、車両等）の確保および外部からの工事資機材および建設機械の搬入のために、水路を横断する仮設橋が必要となる。

仮廻し道路および仮設橋の位置は、上流案、仮締切一部兼用案、下流案、最下流案について、機能性、安全性、施工性および経済性を総合的に次項比較表にて検討し、用地の支障が無く経済性に優位である、下流案を計画する。

尚、現況は一般交通量が多いにも係らず既設併設橋が片側通行であるため対面通行は行っていないが、工事期間中は工事用車両も通行することから、安全確保のために対面通行が可能な幅が必要と判断し、幅員 6m 以上を計画する方針とする。

仮設橋位置比較表

・仮設橋位置



	上流案	仮締切兼用案	下流案	最下流案
仕 様	堰上流位置に架設する。 中州を經由する。	堰下流側仮締切位置に架設する。 仮締切(二重締切)上を經由する。	堰下流位置に架設する。 中州を經由する。	堰下流位置に架設する。 中州を經由しない。
	橋長：70m 幅員：8m	橋長：47m 幅員：8m	橋長：84m 幅員：8m	橋長：84m 幅員：8m
	取付道路長：415m 盛土箇所あり	取付道路長：240m 盛土箇所あり	取付道路長：240m 盛土箇所あり	取付道路長：240m 盛土箇所無し
経済性	右岸上流の取付道路用地が確保できないため経済性の検討を省略	51,500千円 (工期1ヶ月分延長含む)	28,300千円	右岸の取付道路用地が確保できないため経済性の検討を省略
比較結果	取付道路が民家庭先まで入り込む他、近隣住民のレクリエーションの一部である樹木の撤去は認められていないため、右岸側の取付道路が設置できず、本案の採用は不可能である。 (×)	左岸側からの施工となるが、現況道路の幅員不足等の状況から左岸側の輸送トラックの進入は困難であるため、本案の施工は不可能である。 (×)	用地の制約がないため最も実現性が高い。また、堰本体の施工ヤードから離れているため安全性も高く施工性もよい。 ()：採用	仮設橋右岸取付け部の民地を通過するため民地の買収が必要となるが、対象用地が現状生活場所であるため、買収は困難である。したがって、本案は採用しない。 (×)

(2) 仮締切工

現位置に堰を建設する場合を対象とした仮締切の設計条件を示す。仮締切の高さは過去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を考慮する(農水省設計基準 頭首工参照)。以下の設計条件にて仮締切の設計を行う方針とする。

・仮締切工の設計条件

上流側仮締切高さ：EL 40.60m + 0.50m = EL 41.10m

下流側仮締切高さ：EL 39.90m + 0.50m = EL 40.40m

設計水位 上流側：EL 40.54m EL 40.60m、下流側：EL 39.90m

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

本プロジェクトでは、大規模な水路内の仮締切工事を伴うが、「エ」国内のほとんどの建設業者は経験がない。したがって、この種の工事の経験・実績のある我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、一般的な建設機械の入手は可能である。しかし、鋼矢板打設用の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ない。また、杭打機、ジェネレーターやコンプレッサー等、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・工期に支障を来す恐れがあり、日本からの持込や第3国からの調達を検討する。

(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容易になってきている。労働力については、当事業計画のダハブ堰近郊のミア市より確保が可能であるが、工事最盛期に不足する作業員や大工・鉄筋・左官などの技能工はカイロ市からの調達を検討する。

3-2-1-17 施設の運営・維持管理に対する方針

施設の運営・維持管理に対して以下のような方針とする。

- 1) 改修後のダハブ堰の運営・維持管理は、現在の運営・維持管理体制を継承することとし、西ミア地方灌漑局のもと、西バハルヨセフ監督官事務所が司ることとする。
- 2) 改修後の施設の維持管理計画は「エ」国政府が実施可能な内容で立案するが、人口増加に連動して毎年水需要が増大し、水資源事情が逼迫していることから、合理的な水資源管理を前提とした 4 堰総合水管理計画と維持管理計画の策定を「エ」国側に提言する方針とする。
- 3) ダハブ堰改修による受益地での灌漑用水不足を解消するためには、2 次水路、ポンプ場施設が適切に整備、維持管理されていることが必須である。このために諸施設の運営・維持管理に人的資源、財政資源ともに遺漏なく予算配分されるよう提言する方針とする。

3-2-1-18 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

(1) 実施機関の運営・維持管理能力

直近の 2006 年 5 月に我が国無償資金協力事業による改修工事が竣工したサコーラ堰を始めとして過去 3 堰（ラフーン堰、マゾーラ堰、サコーラ堰）の運営・維持管理に問題は生じていない。老朽化しているダハブ堰が改修されて、本来の制水機能が回復されたあかつきに、最も重要なことは、堰における所要の放流量を適正に維持することができるゲート制御技術の確保と、2 次水路、ポンプ場などの末端受益地へ必要灌漑水量を安定的に供給できる施設整備と維持管理能力である。この観点から、現地での実施機関の最上位組織である西ミア地方灌漑局には、既述の如く行政立案能力とそれを実施する豊富な人材が確保されていることを確認していることから、我が国無償資金協力事業が完了後、速やかに効果発現が期待できる。

(2) オーバーフローゲート・オペレータの育成

ダハブ堰の制水ゲートとしてオーバーフロー型 2 段ゲートを採用する方針が決定しているが既設ダハブ堰ゲート型式がアンダーフロー型ゲートであることと、20 門におよぶ多数のゲート操作を尽力で行っている現状を考えると、改修後のダハブ堰制水機能を早期に発揮させるためには、優秀なゲートオペレータの確保が必須と考える。

幸いダハブ堰の日常運用はサコーラ堰と同じ西ミア地方灌漑局配下の西バハルヨセフ監督官事務所に所属するマンシェット・エル・ダハブ（Manshat EL Dahab）灌漑区事務所が責任を持つことから、ダハブ堰改修以前から、同じ管轄下のサコーラ堰管理事務所において、将来に向けたゲートオペレータ育成訓練を継続的に実施して、ダハブ堰改修後のゲート操作が円滑に行うことができるよう万全の備えを準備することを提案する。

3-2-1-19 工期に係る方針

本無償資金協力事業は実施設計、実施監理、工事を含めて3年間前後を要する事業となることから、A型国債を利用する方針とする。事業遂行に必要なE/Nは実施設計と施工に分離して交わされることになる。

施工に先立ち行われる実施設計期間中に、先方負担工事であるプロジェクトサイトの整地、電気・電力供給施設などを遅滞なく行い、ダハブ堰本体改修工事前に完了させておく必要がある。本体工事はそれら先方負担工事が完了した後に開始する。

また、管理棟工事についてエジプト側は、日本側が実施する管理棟基礎工事の終了後4ヶ月以内に管理棟の上屋部分を完成させ、管理棟内に設置する設備機材の納入に支障を与えないこととする。

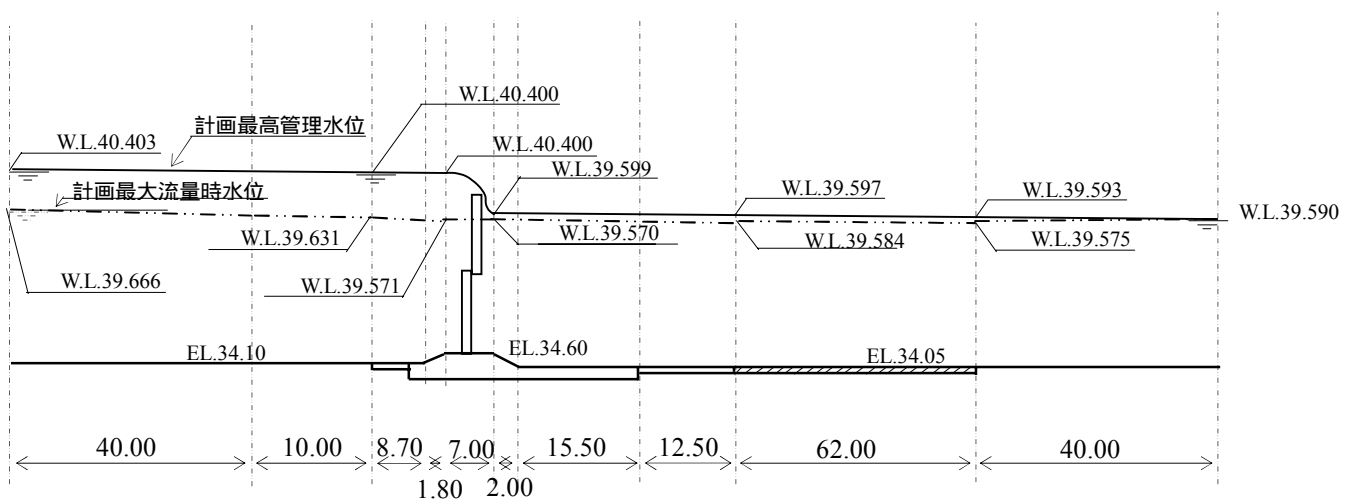
3-2-2 基本計画

3-2-2-1 ダハブ堰体

(1) 堰の通水断面

堰の全幅を 32.0m としゲートを全開した場合に、計画最大流量通水時 ($Q = 210.15\text{m}^3/\text{sec}$) の堰上流水位は W.L. 39.666m と上流側最高管理水位 : Max. U.W.L. 40.40m を越えることはない (図 3-2-2.1 および表 3-2-2.1 参照)。

図 3-2-2.1 計画最大流量時の水理縦断面図



(2) 堰主要部標高等の決定

(a) 堰管理水位の決定

現地調査の結果、ダハブ堰の管理水位は、下記のとおりとする。

- ・ 上流側異常高水位 : U.H.H.W.L. 41.00m
- ・ 上流側高水位 : U.H.W.L. 40.80m
- ・ 上流側最高管理水位 : Max. U.W.L. 40.40m
- ・ 下流側異常高水位 : D.H.H.W.L. 40.90m
- ・ 下流側最高管理水位 : Max. D.W.L. 39.59m
- ・ 下流側最低管理水位 : Min. D.W.L. 36.23m

表 3-2-2.1 計画最大流量時の水理検討（ゲート敷高嵩上げ高：0.50m）

検討地点	記号	単位	地点	地点	地点	地点	地点	地点	地点	地点	地点	地点	地点	地点
計画最大流量	Q	m ³ /sec	210.150	210.150	210.150	210.150	210.150	210.150	210.150	210.150	210.150	210.150	210.150	210.150
計画管理最高水位	Max. W.L.	m	39.590	39.598	39.599	39.599	40.400	40.400	40.400	40.400	40.400	40.401	40.403	40.403
水路敷高	EL.	m	34.050	34.050	34.050	34.050	34.600	34.600	34.100	34.100	34.100	34.100	34.100	34.100
水路幅	B	m	40.000	38.000	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000	38.000	38.000	38.000	40.000
区間距離	L	m	0.000	40.000	62.000	12.500	2.000	7.000	1.800	1.800	8.700	10.000	40.000	40.000
水深	D	m	5.540	5.525	5.534	5.531	5.533	4.970	5.491	5.491	5.531	5.533	5.566	5.566
通水面積	A	m ²	282.983	209.968	210.296	176.995	177.070	159.031	175.697	175.697	210.175	210.247	284.586	284.586
潤辺	P	m	64.776	49.051	49.068	76.249	76.267	71.758	71.771	75.924	62.735	62.744	64.891	64.891
径深	R	m	4.369	4.281	4.286	2.321	2.322	2.216	2.217	2.314	3.350	3.351	4.386	4.386
流速	V	m/sec	0.743	1.001	0.999	1.187	1.187	1.321	1.321	1.196	1.000	1.000	0.738	0.738
流速水頭	hv	m	0.028	0.051	0.051	0.072	0.072	0.089	0.089	0.073	0.051	0.051	0.028	0.028
粗度係数	n	-	0.030	0.030	0.030	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.030	0.030	0.030	0.030
水面勾配	I	-	0.0000659	0.0001297	0.0001291	0.0001486	0.0001485	0.0001958	0.0001514	0.0001795	0.0001793	0.0001793	0.0000684	0.0000684
堰改修後の最高水位	W.L.	m	39.590	39.575	39.584	39.581	39.583	39.570	39.571	39.591	39.631	39.633	39.666	39.666
勢力線標高	Eng	m	39.618	39.627	39.635	39.653	39.655	39.659	39.660	39.664	39.682	39.684	39.694	39.694
摩擦損失水頭	hf	m	0.000	0.004	0.008	0.002	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002	0.005	0.005
断面変化損失水頭	he	m	0.000	0.005	0.000	0.004	0.000	0.003	0.000	0.003	0.004	0.000	0.005	0.005
ピアー損失水頭	hp	m	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000
勢力線標高のチェック	Eng. C	m	39.618	39.618	39.627	39.635	39.653	39.655	39.659	39.660	39.664	39.682	39.684	39.684

(b) エプロン敷高の決定

バハルヨセフ灌漑用水路の縦断計画におけるダハブ堰地点(バハルヨセフ灌漑用水路の始点から 77.60km 地点)の用水路底の計画標高は、上流側：EL. 34.10m および下流側：EL. 34.05m である。

従って、計画用水路底の標高に合わせて、上下流エプロン敷高は、次の様に決定する。

- ・ 上流側エプロン敷高： EL.34.10m
- ・ 下流側エプロン敷高： EL. 34.05m

(c) ゲート敷高の決定

ダハブ堰地点の用水路底の計画標高は、上流側：EL. 34.10m および下流側：EL. 34.05m である。一方、用水路底の現況標高は EL. 34.80m 程度である。

用水路底の計画標高が現況標高より約 0.70m 低いため、ゲート敷高を計画用水路底標高と合わせると、ゲート敷上に堆砂が起こってゲートの完全かつ安全な操作に支障を与えることがある。この対策として、堰下流計画用水路底標高より 0.55m 高くゲート敷高を次の様に決定する。

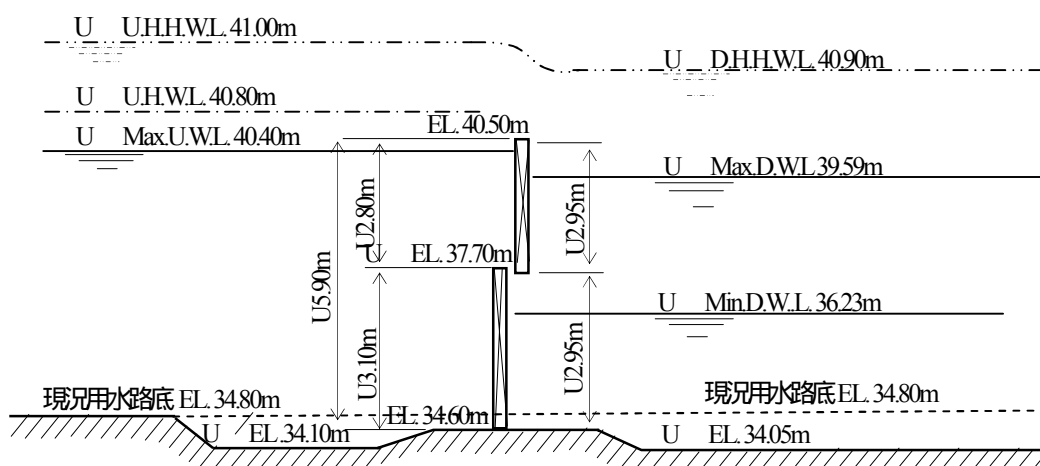
- ・ ゲート敷高： $EL. 34.05m + 0.55m = EL. 34.60m$

(d) ゲート天端標高および扉高の決定

ゲート天端標高は、1) 上流側最高管理水位：Max. U.W.L. 40.40m に余裕高(波浪および取水工の余裕水頭)：0.10m を加えた標高、および 2) 既設堰ゲートの天端標高：EL. 40.35m を満足する標高として、次の様に決定する。

- ・ ゲート天端標高： $= (\text{上流側最高管理水位}) + (\text{ゲート余裕高})$
 $= \text{Max. U.W.L. } 40.40m + 0.10m$
 $= EL. 40.50m$
- ・ ゲート全扉高： $= (\text{ゲート天端標高}) - (\text{ゲート敷高})$
 $= EL. 40.50m - EL. 34.60m$
 $= 5.90m$

図 3-2-2.2 ゲート天端標高および扉高



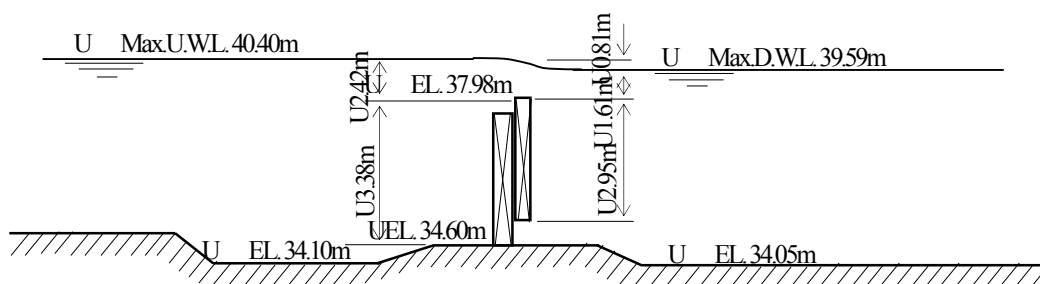
(e) 下段ゲート天端標高の決定

下段ゲート天端標高は、1) 下流最大放流量： $Q_{max} = 210.15\text{m}^3/\text{sec}$ を上段ゲートのオーバーフローで放流できる標高、および 2) 上下段ゲート共に構造的に安全な扉高となる標高として、次の様に決定する。

1) 下流最大放流量が上段ゲートのオーバーフローで放流できる標高

下流最大放流量： $Q_{max} = 210.15\text{m}^3/\text{sec}$ を上段ゲートのオーバーフローで放流するためには、下記の様な越流水深が必要となる。

図 3-2-2.3 オーバーフローでの放流状況



$$h_2 = 1.610\text{m} < 2/3 \cdot h_1 = 2/3 \times 2.42 = 1.613\text{m} \text{ より完全越流となる。}$$

$$Q_{max} = C_r \cdot B \cdot H^{3/2}$$

$$C_r = 1.706 \times \frac{1 + 1.146 (W/h_1)}{1 + 1.250 (W/h_1)} \dots\dots\dots$$

但し、 $2.5 < L/h_1 < 10$

$$C_r = 1.373 \times \frac{0.984 + (L/h_1)}{0.500 + (L/h_1)} \dots\dots\dots$$

但し、 $0.3 < L/h_1 < 2.5$

ここに、 Q ; 流下量 (m³/s)

H ; 越流水頭 (m)

$$H = h_1 + h_v \text{ (速度水頭)} = 2.42 + 0.00 = 2.42\text{m}$$

C_r ; 流量係数

B ; 堰幅、 B = (8.00 - 2 x 0.50) x 4 = 28.00m

L ; 堰長、 L = 1.35m

W ; 堰高、 W = 3.38m

h₁ ; 越流水深、 h₁ = WL.40.40 - EL.37.98 = 2.42m

尚、速度水頭 h_v は無視して計算する。

$$L/h_1 = 1.35 / 2.42 = 0.558 \text{ より、}$$

$$C_r = 1.373 \times (0.984 + 1.35 / 2.42) / (0.500 + 1.35 / 2.42) = 2.001$$

$$Q \text{ max.} = 2.001 \times 28.00 \times 2.42^{3/2} = 210.93\text{m}^3/\text{sec} > 210.15\text{m}^3/\text{sec}$$

従って、下流最大放流量が上段ゲートのオーバーフローで放流できるゲート天端標高は次の範囲となる。

$$\text{下段ゲート天端標高： EL.37.70m} \sim \text{EL.37.98m}$$

2) ゲート構造的に安全な扉高となる標高

扉体の許容撓み度および許容応力度内に納めるためには、引上式ローラーゲートは、扉高と純径間の比率を 1/10 以内とする必要がある。本ゲートの純径間が 8.00m であることから、扉高は 0.80m 以上が必要となる。従って、下段ゲートの天端標高は下記の範囲でなくてはならない。

$$\text{下段ゲート天端標高： EL.37.70m} \sim \text{EL.39.70m}$$

以上の検討の結果、上段ゲートのオーバーフローで最大限の放流ができるように、下段ゲートの天端標高は次の様に決定する。

$$\text{下段ゲート天端標高： EL.37.70m とする。}$$

(f) ゲート巻上げ時ゲート下端標高および併設橋桁下標高

ゲート巻上げ時のゲート下端標高および併設橋桁下標高は、上流側異常高水位に対する用水路余裕高を加えた標高とする。

・ 上流側異常高水位： U.H.H.W.L. 41.00m

$$\begin{aligned} \text{・ 用水路余裕高： } F_b &= 0.05 d + h_v + (0.20 \sim 0.30) \\ &= 0.05 \times 6.90 + 0.63^2 / (2 \times 9.8) + (0.20 \sim 0.30) \\ &= 0.35 + 0.02 + (0.20 \sim 0.30) \\ &= 0.57\text{m} \sim 0.67\text{m} \end{aligned}$$

用水路の規模を考慮して、F_b = 0.70m とする。

・ ゲート巻上げ時のゲート下端標高および併設橋桁下標高：

$$\begin{aligned} &= \text{U.H.H.W.L. } 41.00\text{m} + 0.70\text{m} \\ &= \text{EL. } 41.70\text{m} \end{aligned}$$

(g) 締切堤および上下流鋼矢板護岸工の天端標高

1) 締切堤の天端標高

併設橋桁下標高(EL. 41.70m)から沓高(0.05m)、桁高(1.50m)および歩道マウンド高(0.15m)を確保できる様に、締切堤の天端標高はEL. 43.40mとする。

2) 上流および下流鋼矢板護岸工の天端標高

常時堰上げ水位(上流側高水位:U.H.W.L. 40.80m および下流側最高管理水位 Max. D.W.L. 39.59m)に護岸工の余裕高:0.60m程度を加えた標高より高くする。

- ・ 上流鋼矢板護岸工の必要天端標高: $U.H.W.L. 40.80m + 0.60m = EL. 41.40m$ 以上
- ・ 下流鋼矢板護岸工の必要天端標高: $Max.D.W.L. 39.59m + 0.60m = EL. 40.19m$ 以上

鋼矢板笠コンクリート施工を考慮して、最近10年間の平均水位(上流側:U.A.W.L. 39.50m、下流側:D.A.W.L. 38.90m)に笠コンクリートの高さ:1.50mを加えた標高よりの高くする。

- ・ 上流鋼矢板護岸工の必要天端標高: $U.A.W.L. 39.50m + 1.50m = EL. 41.00m$ 以上
- ・ 下流鋼矢板護岸工の必要天端標高: $D.A.W.L. 38.90m + 1.50m = EL. 40.40m$ 以上

従って、上流および下流鋼矢板護岸工の天端標高は次のとおりとする。

- ・ 上流鋼矢板護岸工の天端標高: EL. 41.40m
- ・ 下流鋼矢板護岸工の天端標高: EL. 40.40m

(3) 堰体の設計

(a) 堰の型式

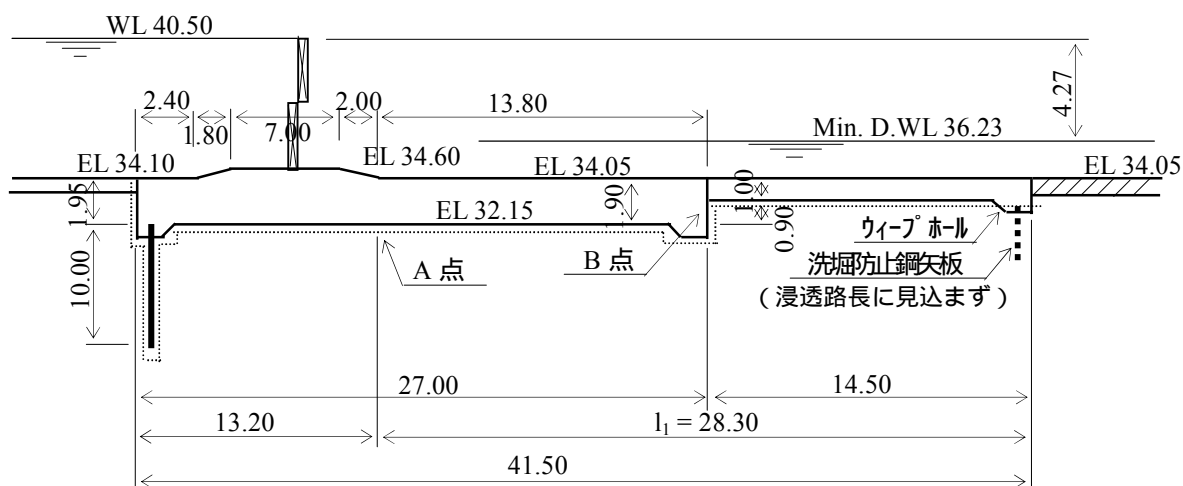
堰の型式には、基礎地盤の透水性により、固定型（岩盤上に築造）とフローティング型（浸透性地盤上に築造）の2タイプがある。ダハブ堰改修位置の地質は、シルト混じり砂地盤であるため、ダハブ堰の型式はフローティング型となる。

(b) 中間および下流エプロンの設計

1) 仮定断面

中間および下流エプロンの設計は、下記に示す仮定断面にて「頭首工設計基準」により行う。

図 3-2-2.4 エプロンの仮定断面



2) 中間および下流エプロン長の検討

中間および下流エプロン長は、ブライ（Bligh）の式より求める（頭首工設計基準参照）。

$$l_1 = 0.9 \cdot C \sqrt{D_1} = 0.9 \times 15 \times \sqrt{4.23} = 27.77\text{m}$$

ここに、 l_1 : 中間および下流エプロンの長さ (m)

D_1 : 上下流最大水位差 (m)

$$D_1 = \text{EL } 40.50\text{m} - \text{Min. D.W.L. } 36.23\text{m} = 4.27\text{m}$$

C : ブライの係数、(細砂) $C = 15$

中間および下流エプロン長は、 $l_1 = 27.77\text{m}$ 28.30m とする。

表 3-2-2.2 ブライの係数 (C) とレーンの重みつきクリープ比 (C')

基礎地盤	ブライの係数 (C)	レーンの重みつきクリープ比 (C')	採用
微細砂又は沈泥	18	8.5	
細砂	15	7.0	
中砂	-	6.0	
粗砂	12	5.0	
微粒礫	-	4.0	
中粒礫	-	3.5	
礫及び砂の混合	9	-	
玉石を含んだ粗粒礫	-	3.0	
玉石と礫を含んだ転石	-	2.5	
転石、礫と砂	4~6	-	
軟粘土	-	3.0	
中粘土	-	2.0	
重粘土	-	1.8	
硬粘土	-	1.6	

3) 浸透路長の検討

a) 検討方法

パイピングの防止のためには、セキ基礎面や取付擁壁の背面に沿う浸透路の長さ(クリープの長さ、creep length)を確保することが必要になる。確保すべき浸透路長は、ブライ (Bligh) の方法、及びレーン (Lane) の方法の二つの方法で求めた値の内大きい値を取る(頭首工設計基準参照)。

なお、下流エプロン下流端の鋼矢板は洗堀防止用鋼矢板であり、揚圧力を軽減するため下流エプロン下流端のカットオフにはウィープホールを設置する。従って、浸透路長には本鋼矢板は見込まないものとする。

b) 浸透路長の検討

i) ブライ (Bligh) の方法

$$S \cdot C \cdot H = 15 \times 4.27 = 64.05\text{m} \quad 64.35\text{m}$$

ここに、S : セキの基礎面に沿って測った浸透路長 (m)

$$S = 1.95 + 41.50 + 10.00 \times 2 + 0.90 = 64.35\text{m}$$

C : ブライの係数、(細砂) C = 15

H : 上下流の最大水位差、 H = 4.27m

ii) レーン (Lane) の方法

$$L \cdot C' \cdot H = 7.0 \times 4.27 = 29.89\text{m} \quad 36.68\text{m}$$

ここに、L : 重みつき浸透路長 (m)、 $L = l_v + 1/3 \cdot l_h$

$$L = (1.95 + 10.00 \times 2 + 0.90) + 1/3 \times 41.50 = 36.68\text{m}$$

C' : レーンの重みつきクリープ係数、(細砂) C' = 7.0

H : 上下流の最大水位差、 H = 4.27m

以上の結果、前図の仮定断面は両式を満足し、パイピングに対して安全である。

4) 中間および下流エプロン厚の検討

中間および下流エプロン厚は、揚圧力のバランスに関する式より求める(頭首工設計基準参照)。

$$t = \frac{4}{3} \cdot (H - H_f) / (\gamma_s - 1)$$

ここに、 t : 検討地点のエプロン厚さ (m)

H : 上下流の最大水位差、 $H = 4.27\text{m}$

H_f : 検討地点までの浸透水の損失水頭 (m)

γ_s : セキ及びエプロンの材料の比重、 $\gamma_s = 2.35 \text{ t/m}^3$

$\frac{4}{3}$: 安全率

a) 中間エプロン : A 地点での検討

- 全浸透路長 :

$$L = 1.95 + 41.50 + 10.00 \times 2 + 0.90 = 64.35\text{m}$$

- A 地点までの浸透路長 :

$$L_A = 1.95 + 13.20 + 10.00 \times 2 = 35.15\text{m}$$

- A 地点までの浸透水の損失水頭 :

$$H_f = L_A/L \times H = 35.15 / 64.35 \times 4.27 = 2.35\text{m}$$

- 中間エプロン厚 :

$$t = \frac{4}{3} \cdot (H - H_f) / (\gamma_s - 1) \\ = \frac{4}{3} \times (4.27 - 2.35) / (2.35 - 1) = 1.90\text{m}$$

従って、A 地点の中間エプロン厚さは、 $t = 1.90\text{m}$ とする。

b) 下流エプロン : B 地点での検討

- B 地点までの浸透路長 :

$$L_B = 1.95 + 27.00 + 10.00 \times 2 = 48.95\text{m}$$

- B 地点までの浸透水の損失水頭 :

$$H_f = L_B/L \times H = 48.95/64.35 \times 4.27 = 3.25\text{m}$$

- 下流エプロン厚 :

$$t = \frac{4}{3} \cdot (H - H_f) / (\gamma_s - 1) \\ = \frac{4}{3} \times (4.27 - 3.25) / (2.35 - 1) = 1.00\text{m}$$

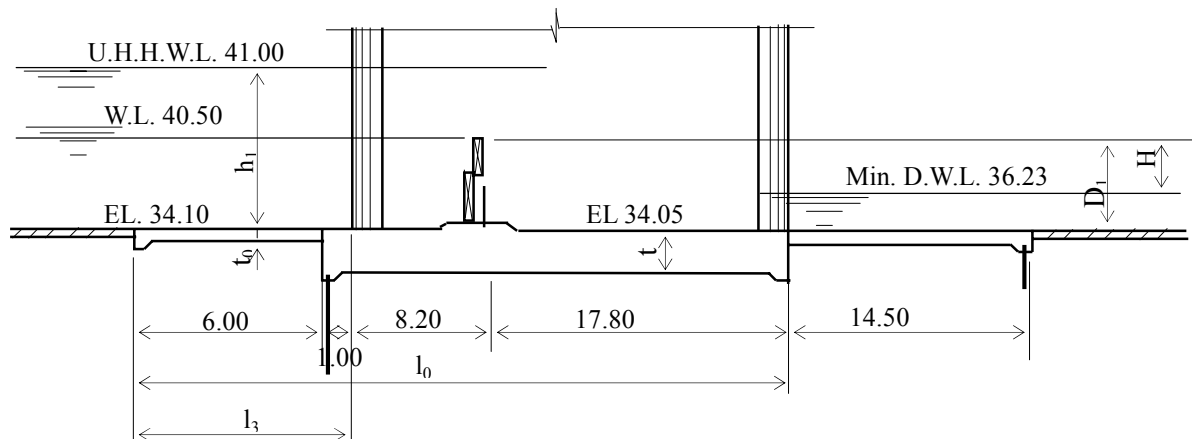
従って、B 地点の下流エプロン厚さは、最小厚の $t = 1.00\text{m}$ とする(頭首工設計基準参照)。

(c) 上流エプロンの設計

1) 上流エプロン長

上流エプロン長は、「頭首工設計基準」の説明事項により行うものとする。

図 3-2-2.5 上流エプロンの断面



上図において l_0 は、広頂セキとして機能させ粗度効果を発揮させるため、計画高水位における上流側の水深 (h_1) の2倍以上が望ましく、又、セキ柱上流部の l_3 はセキ柱幅の3倍程度とする。

$$l_0 \quad 2 \times h_1 \quad h_1 ; \text{計画高水深} (= 6.90\text{m})$$

$$l_3 \quad 3 \times B \quad B ; \text{セキ柱幅} (= 2.00\text{m})$$

今、上流エプロン長を $L = 6.00\text{m}$ とすると、

$$l_0 = 6.00 + 1.00 + 8.20 = 15.20\text{ m} \quad 2 \times 6.90 = 13.80\text{ m} \quad \text{OK}$$

$$l_3 = 6.00 + 1.00 = 7.00\text{ m} \quad 3 \times 2.00 = 6.00\text{ m} \quad \text{OK}$$

従って、上流エプロン長は $L = 6.00\text{m}$ に決定する。

2) 上流エプロン厚

「頭首工設計基準」によると、「上流エプロン厚は、下流エプロンの最大厚さの $1/2 \sim 2/3$ 程度とする」と記されている。

下流エプロンの最大厚さは、前述の検討結果より $t = 1.90\text{m}$ であり、上流エプロン厚は $0.95\text{m} \sim 1.27\text{m}$ となるので最小厚の $t = 1.00\text{m}$ に決定する。

(4) ゲートピアースの設計

ゲートピアースは、洪水の流下に支障を与えず、作用する荷重に対して安全で、かつ、ゲートの操作が容易な構造とする。

(a) トピアースの高さおよび厚さ

1) ゲートピアースの高さ

ゲートピアース高の天端標高は、「頭首工設計基準」より次式によって決定する。

$$\text{ゲートピアース天端標高} = \text{異常高水位} + \text{余裕高} + \text{扉高} + \text{余裕高} + \text{頂版厚}$$

ここに、異常高水位 ; セキ上流側の異常高水位 U.H.H.W.L. 41.00m

余裕高 ; バハルヨセフ灌漑用水路の余裕高 0.70m

扉高 ; 下段ゲートの扉高 : 3.10m

余裕高 ; ゲートに設けられる整流板高さ (通常は越流水深 :
2.80m+0.30 m) + 1.20m 程度とされているので、余裕高
は 4.30m とする。

頂版厚 ; 頂版厚は 1.20m とする。

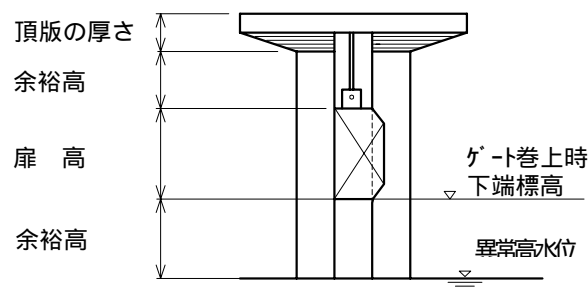


図 3-2-2.6 ゲートピアース天端標高説明図

ゲートピアース天端標高は次のとおりとなる。

$$\text{U.H.H.W.L. } 41.00\text{m} + 0.70\text{m} + 3.10\text{m} + 4.30\text{m} + 1.20\text{m} = \text{EL. } 50.30\text{m}$$

従って、ゲートピアースの天端標高は、EL. 50.30m に決定する。

2) ゲートピアースの厚さ

ゲートピアースの厚さは、「頭首工設計基準」より下記の経験式を用いて、その目安を付ける。

$$t_p = 0.12 (D_p + 0.2 \cdot B_t) \pm 0.25$$

ここに、 t_p ; ゲートピアースの厚さ (m)

D_p ; ゲートピアースの高さ (m)

B_t ; ゲートの径間長 (m)

$$D_p = \text{EL. } 50.30\text{m} - \text{EL. } 34.05\text{m} = 16.25\text{m}, B_t = 8.00\text{m}$$

$$t_p = 0.12 (16.25 + 0.2 \times 8.00) \pm 0.25 = 1.89\text{m} \sim 2.39\text{m}$$

従って、ゲートピアースの厚さは2.00mに決定する。なお、両端のゲートピアースの厚さは、片側の戸溝深さを差し引いた1.40mとする。

3) ゲートピアースの長さ

ゲートピアースの長さは、ゲートピアース高、ゲート戸溝、巻上機の配置及び併設橋の幅員等の関連を考慮し、全体の調和のとれた長さとする。ゲートピアースの長さは26.00mと決定する。

4) 巻上機スペースの決定

巻上機のスペースは開閉装置の設置が可能で、かつ、点検・修理等の作業に支障を来さないスペースを確保して、流心方向8.00m、セキ軸方向40.8mと決定する。

(b) ゲートピアース上部構造の検討

ゲートピアース上部の構造は、外力に対して力学的に安定していることは無論であるが、ゲートの保守・点検作業を容易に行える構造とする必要がある。

堰柱上部における保守・点検項目とその留意点を挙げれば次表のとおりである。

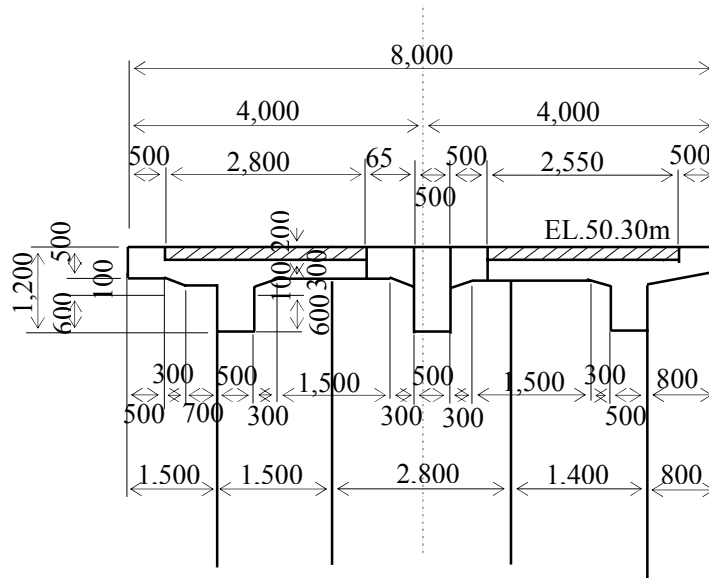
表 3-2-2.3 ゲートピアース上部におけるゲート設備保守・点検項目

作業項目	作業内容	留意点
止水ゴム	点検、修理、取替	・止水ゴムの調節、取付、取外しの作業スペースが十分あること。
ローラー類	給油、点検、修理、取替	・給油口に容易に近づくことが可能なこと。 ・ローラーの点検、取外しの作業スペースが十分あること。
開閉機	給油、点検、取外し	・機械室に容易に点検に行けること。 ・点検、修理機器の搬出口があり、かつ、搬出し易いこと。 ・開閉機回りに十分なスペースがあること。 (作業員が通れる最小間隔は機械室の壁から0.6m以上が必要) ・開閉機と天井間に十分なスペースがあること(最小1.5m以上が必要)
塗装	点検	-

上記の各項目について、点検作業の難易度は、ゲートピアース上部(門柱部)の土木構造にある。

本堰のセキ柱厚は $t_p = 2.00\text{m}$ であり、点検用スペースを十分に確保できないため、上下流の2本柱構造を採用する。

図 3-2-2.7 ダハブ堰ゲートピアース上部側面図



(5) 堰体の構造計算基準

(a) 建設資材の許容応力度

灌漑改善局 (IIS) と基本設計調査団が合意決定した建設資材の許容応力度は、次のとおりである。

1) 鉄筋コンクリートの許容応力度

表 3-2-2.4 鉄筋コンクリートの許容応力度

許容応力度 (kgf/cm ²)		28 日コンクリート応力度 (kgf/cm ²)	
		210	240
曲げ圧縮許容応力度		80	90
せん断 応力度	梁	6	6.5
	版	8	8.5
付着応力度	丸鋼	6	7
	異形鉄筋	8	9
支圧応力度		55	60
適用構造物		主要構造物の版、擁壁、 梁、柱およびピアース	橋梁の床板

注： 鉄筋とコンクリートのヤング係数は、1 : 10 とする。

出典 Reinforced concrete design handbook established 2002 by Dr. Shaker El Behairy.

2) 無筋コンクリートの許容応力度

表 3-2-2.5 無筋コンクリートの許容応力度

許容応力度 (kgf/cm ²)	28 days Concrete Strength (kgf/cm ²)	
	120	180
曲げ圧縮許容応力度	40	65
曲げ引張り許容応力度	-	-
支圧応力度	30	50
適用構造物	均しコンクリート	無筋コンクリート

出典： Reinforced concrete design handbook established 2002 by Dr. Shaker El Behairy

3) 鋼材の許容応力度

- 異形鉄筋 (Steel 52) $s_a = 1,800 \text{ kgf/cm}^2$
- 丸鋼鉄筋 (Steel 37) $s_a = 1,400 \text{ kgf/cm}^2$
- その他の鋼材 (SS400) $s_a = 1,200 \text{ kgf/cm}^2$
- 鋼矢板 (SY295) $s_a = 1,800 \text{ kgf/cm}^2$

(b) 荷重

1) 死荷重

各材料の単位体積重量は次のとおりである。

- 鉄筋コンクリート $c = 2.50 \text{ tf/m}^3$
- 無筋コンクリート $c = 2.35 \text{ tf/m}^3$
- 水 $w = 1.0 \text{ tf/m}^3$
- 乾燥土 $e = 1.6 \text{ tf/m}^3$
- 湿潤土 $e = 1.8 \text{ tf/m}^3$
- 飽和土 $e = 2.0 \text{ tf/m}^3$
- 鋼材 $s = 7.85 \text{ tf/m}^3$

出典：農水省「土地改良設計基準 頭首工」

2) 活荷重

構造物上を自動車が通行する場合には、自動車荷重を見込む。その他の構造物では、活荷重として群集荷重を 300 kg/m^2 見込むものとする。

3) 地震荷重

「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、設計地震力は我が国で採用される値の $1/3$ 程度 ($= 0.06/0.20$) である。

従って、本プロジェクトの構造設計は、常時の検討のみ行うものとする。

(6) 堰構造物基礎の検討

堰の基礎地盤について、既設の堰構造物がナイル堆積層（砂）上面より 1 m 程度掘り込まれて標高 32.5 m 付近に設置されており、改修堰基礎は少なくとも標高 32 m 付近になる。標高 32 m 以下の地盤において、右岸側ボーリング No.1 孔で N 値 27 を示し、深さ 12.5 m 以深では N 値 50 以上の砂地盤である。また、左岸側ボーリング No.2 孔では標高 32 m 以下の地盤において N 値 35 を示し、深さ 13 m 以深では N 値 50 以上の砂地盤である。下部に粘土層等の軟質な挟み層はなく、地盤は良好である。従って、改修堰基礎は直接基礎になる。

直接基礎とした場合の N 値 27 および N 値 35 を示す地盤の支持力は、表 2-2-1.6 に示すとおり、許容支持力は 22.6 tf/m^2 (0.23 N/mm^2) である。改修堰の最大地盤反力は 20.3 tf/m^2 (0.20 N/mm^2) 程度であり、改修堰の基礎地盤は、十分な支持力を有すると評価される。

表 3-2-2.6 基礎地盤支持力計算表

項目	基礎地盤箇所		備 考
	N 値 27 (BH-1 付近)	N 値 35 (BH-2 付近)	
平均N値	27	35	; 道路橋示方書(= $\sqrt{15N+15}$)による ; 正方形
内部摩擦角 (°)	35	38	
形状係数	1.3	1.3	
粘着力C (tf/m ²)	0.0	0.0	
支持力係数Nc	36.9	69.0	
形状係数	0.4	0.4	; 正方形
土の単位体積重量 γ_1 (tf/m ³)	0.9	0.9	
基礎の最小幅B (m)	7.4	7.4	
支持力係数Nr	25.5	72.3	
土の単位堆積重量 γ_2 (tf/m ³)	0.8	0.8	
根入れ深さDf (m)	0.0	0.0	
支持力係数Nq	29.2	58.4	
極限支持力 (tf/m ²)	67.9	192.6	
許容支持力 (tf/m ²)	22.6	64.2	

注) 地盤の支持力はテルツァギーの支持力公式により求める。

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

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

ここで、 q_a : 地盤の許容支持力 (tf/m²)

q_u : 地盤の極限支持力 (tf/m²)

C : 基礎地盤の粘着力 (tf/m²)

γ_1 : 基礎荷重面下にある地盤の単位堆積重量 (tf/m³)

(地下水位下にある場合は水中単位堆積重量をとる)

γ_2 : 基礎荷重面より上の地盤の単位堆積重量 (tf/m³)

(地下水位下にある場合は水中単位堆積重量をとる)

γ : 形状係数

N_c, N_r, N_q : 支持力係数 (内部摩擦角 ϕ の関数)

Df : 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)

(7) ゲートピアアの安定計算

(a) 設計条件

1) 安定計算のケース

ゲートピアアの安定計算は、次の6ケースについて検討する。

ケース : 高水位時、ゲート開扉状態における常時・流心方向の安定。

ケース : 通常水位時、ゲート閉扉状態における常時の流心方向の安定。この場合に、ゲートを0.30m越流状態で、ゲート上流面に0.70mの堆砂を見込む。

ケース : 空虚時、ゲート開扉状態における常時・流心方向の安定。

ケース : 高水位時、ゲート開扉状態における常時・堰軸方向の安定。

ケース : 通常水位時、ゲート閉扉状態における常時の堰軸方向の安定。この場合に、ゲートを0.30m越流状態で、ゲート上流面に0.70mの堆砂を見込む。

ケース : 空虚時、ゲート開扉状態における常時・堰軸方向の安定。

2) 荷重条件

各ケースにおける荷重の組み合わせは、表 3-2-2.7 に示すゲートピア安定計算における組み合わせ荷重表のとおりとする。なお、地震時の検討は行わないものとする。

表 3-2-2.7 ゲートピア安定計算における組合せ荷重

荷重項目		計算ケース					
		ケース	ケース	ケース	ケース	ケース	ケース
条件	水位状況	高水位時	通常時	空虚時	高水位時	通常時	空虚時
	扉体状況	開扉	閉扉	開扉	開扉	閉扉	開扉
	常時・地震時	常時	常時	常時	常時	常時	常時
	検討方向	流心方向	流心方向	流心方向	堰軸方向	堰軸方向	堰軸方向
鉛直荷重	W _p	ピア自重					
	W _t	ピア床版					
	W _g	扉体					
	W _m	巻上機					
	W _b	併設橋					
	W _w	水重					
	U	揚圧力					
	W _e	背面土重					
水平荷重	P _{w1}	風荷重(ピア)					
	P _{w2}	風荷重(ゲート)					
	P _{w3}	風荷重(併設橋)					
	P _{w4}	風荷重(床板)					
	P _g	静水圧(ゲート)					
	P _p	静水圧(ピア)					
	P _{m1}	動水圧(ゲート)					
	P _{m2}	動水圧(ピア)					
	P _{e1}	堆砂土圧					
	P _{e2}	側面土圧					

3) 安定条件

ゲートピアの転倒等に対する安定条件は次のとおりとする。

安定条件	常時の許容値
転倒の検討	e B/6
滑動の検討	Fs 1.5
底面反力の検討	Q Qa (tf/m ²)

(b) 計算結果

ゲートピアの安定計算結果は、表 3-2-2.8 に示すとおりである。

表 3-2-2.8 ゲートピアー安定計算結果一覧表

項目 ピアー	ケ ス 1	地 震 ・ 常	条 水 件 位	方 検 向 討	鉛 直 力 V (tf)	抵 抗 モ ー メント V・x (tf・m)	水 平 力 H (tf)	転 倒 モ ー メント H・y (tf・m)	滑動に対する検討		転倒に対する検討		地盤支持力に対する検討		
									安全率 Fs	所要 Fsa	偏心距離 e (m)	B/6 (m)	反力・Q ₁ (tf/m ²)	反力・Q ₂ (tf/m ²)	地耐力 (tf/m ²)
中央ピアー		常	高	流	2,210.05	31,067.52	10.65	187.44	106.41	> 1.5	0.37	< 4.58	8.68	7.39	< 22.60
		常	常	流	2,067.81	27,960.82	211.29	1,354.92	4.98	> 1.5	0.18	< 4.58	7.82	7.22	< 22.60
		常	空	流	2,565.86	36,507.76	35.83	471.48	37.36	> 1.5	0.20	< 4.58	9.73	8.93	< 22.60
		常	高	軸	2,210.05	11,050.25	24.28	358.93	46.67	> 1.5	0.18	< 1.67	8.92	7.16	< 22.60
		常	常	軸	2,139.81	10,699.05	56.20	599.03	19.44	> 1.5	0.32	< 1.67	9.62	6.30	< 22.60
		常	空	軸	2,565.86	12,829.30	83.54	750.97	16.02	> 1.5	0.32	< 1.67	11.14	7.52	< 22.60
中間ピアー		常	高	流	2,227.05	31,407.52	30.53	433.95	38.50	> 1.5	0.25	< 4.58	8.54	7.65	< 22.60
		常	常	流	2,156.81	29,024.42	211.29	1,354.92	5.37	> 1.5	0.07	< 4.58	7.97	7.72	< 22.60
		常	空	流	2,582.86	36,847.76	35.83	471.48	38.58	> 1.5	0.00	< 4.58	9.49	9.39	< 22.60
		常	高	軸	2,227.05	11,135.25	24.28	358.93	48.41	> 1.5	0.18	< 1.67	8.95	7.24	< 22.60
		常	常	軸	2,156.81	10,784.05	56.20	599.03	20.19	> 1.5	0.30	< 1.67	9.28	6.41	< 22.60
		常	空	軸	2,582.86	12,914.30	83.54	750.97	16.53	> 1.5	0.31	< 1.67	11.16	7.62	< 22.60
端部ピアー		常	高	流	2,030.10	29,111.39	18.22	259.43	60.39	> 1.5	0.17	< 4.58	10.35	9.60	< 22.60
		常	常	流	2,119.27	30,377.74	115.97	759.94	9.93	> 1.5	0.70	< 4.58	12.00	8.83	< 22.60
		常	空	流	2,572.36	37,091.51	23.31	294.85	60.63	> 1.5	0.57	< 4.58	14.23	11.06	< 22.60
		常	高	軸	2,030.10	5,300.37	571.69	2,793.94	1.92	> 1.5	0.36	< 1.23	12.87	7.09	< 22.60
		常	常	軸	2,119.27	5,138.26	965.04	4,938.43	2.37	> 1.5	1.17	< 1.23	20.29	0.54	< 22.60
		常	空	軸	2,572.36	6,272.13	803.16	3,893.74	1.76	> 1.5	0.30	< 1.23	15.76	9.52	< 22.60

(8) ゲートピアの構造計算

ゲートピアの構造計算においては、一般にピアが流心方向に十分な長さを有するため、構造的には流心方向の荷重に対しては問題なく、堰軸方向の検討によって決定された最小鉄筋量を用心鉄筋として配筋する。堰軸方向は最も荷重条件の厳しい常時の空虚時について検討する。

(a) 作用荷重

ゲートピア床版から上部に作用するピア自重、巻上機自重、併設橋反力および土圧を考慮する。なお、ゲートは安全を見込み開扉状態とする。

(b) 応力計算

ゲートピアの構造計算は、床版に固定された片持梁として設計する。条件の最も厳しい土圧が作用する端部ピアにて検討する。鉄筋計算の結果は次のとおりとなる。

1) 断面寸法；

検討幅： $b = 100.0\text{cm}$ 、断面厚： $h = 140.0\text{cm}$ 、有効厚： $d = 130.0\text{cm}$

2) 断面力；

曲げモーメント； $M = 118.98\text{t}_f\text{-m/m}$ 、軸力； $N = 32.43\text{t}_f\text{-m}$ 、せん断力； $S = 41.60\text{t}_f\text{-m}$

3) 配筋計画；

必要鉄筋量； $As' = 50.22\text{cm}^2/\text{m}$

鉄筋径； $D 25\text{mm} + D 29\text{mm}$

ピッチ； $@ 200\text{mm} + @ 200\text{mm}$

鉄筋量； $As = 24.55\text{cm}^2/\text{m} + 32.10\text{cm}^2/\text{m} = 56.65\text{cm}^2/\text{m}$

3) 応力度；

コンクリート圧縮応力度： $c = 54\text{kg}_f/\text{cm}^2 < c_a = 80\text{kg}_f/\text{cm}^2$

鉄筋引張り応力度： $s = 1,596\text{kg}_f/\text{cm}^2 < s_a = 1,800\text{kg}_f/\text{cm}^2$

せん断応力度： $= 3.7\text{kg}_f/\text{cm}^2 < a = 8.0\text{kg}_f/\text{cm}^2$

3-2-2-2 護床工および護岸工

(1) 護床工

堰下流部の局所洗堀を防止する基本的な考え方としては、堰を流下した高速流のもつエネルギーを護床工の抵抗によって漸次減勢し、護床工の下流部分の流速をこれに続く下流水路の流速と等しくすることである。

(a) ケース A：常時におけるゲート下端からの放流時の検討

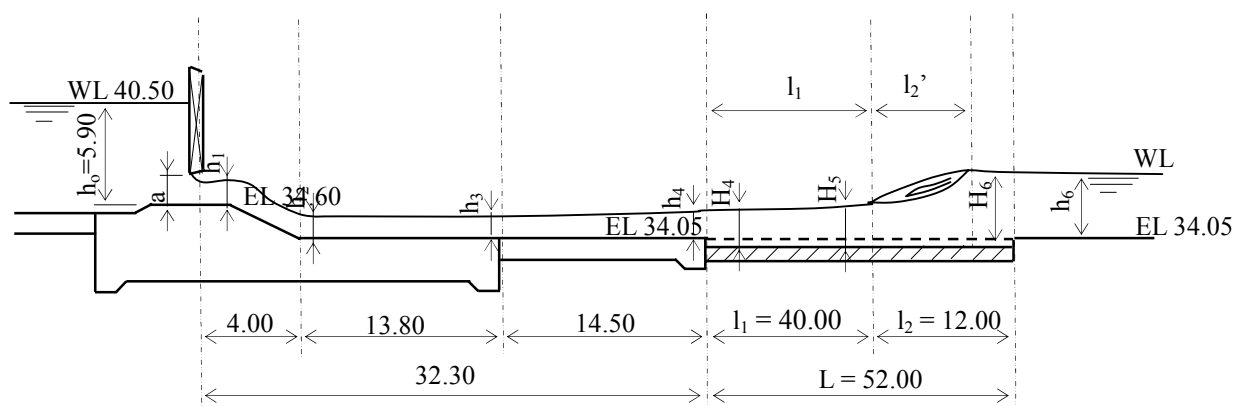
1) ゲート下端からの放流時の検討方法

ダハブ堰においてゲートからの放流水は、用水路流量により異なるが、堰下流用水路水深が射流水深に対する常流側共役水深より低い場合には、露出射流が出現する。ダハブ堰において最も危険な状態は、上下流水位差が最大の場合で、ゲート上流側が満水で下流側水深が低い状態でゲ

ートを開扉する場合である。

本検討は、上記の水理状況における護床工長を検討することとし、ゲート開度は、0.50m から 5.90m まで 0.50m 毎の露出射流長及び跳水長を検討する。

図 3-2-2.8 護床工長の検討



2) ゲート下端からの放流時の検討結果

ゲート下端からの放流時の検討結果は、次表のとおりである。

表 3-2-2.9 ゲート下端からの放流時の検討結果

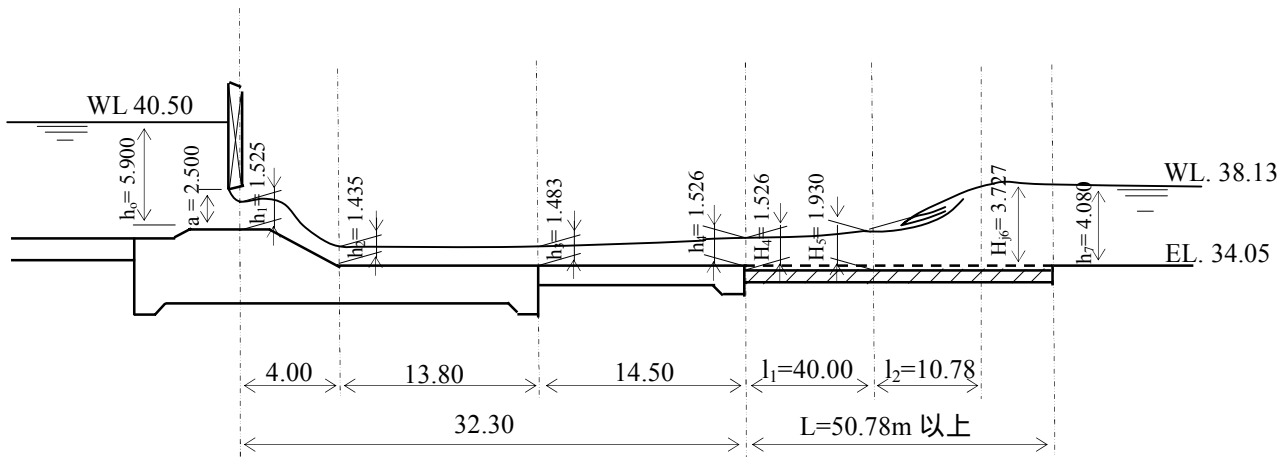
開高 a (m)	流量 Q (m ³ /s)	下流エプロン下流端			護床工中流部 (l ₁ = 40m)			下流水 路水深 H ₆ (m/s)	流況の 判定	跳水長 l ₂ (m)
		水深 h ₄ (m)	流速 V ₄ (m/s)	共役水深 H _{i5} (m)	水深 H ₅ (m)	流速 V ₅ (m/s)	共役水深 H _{i5} (m)			
0.50	25.55	0.407	7.85	2.067	1.711	0.34	-	< 1.711	波状跳水	(1.95)
1.00	49.69	0.681	9.12	3.077	2.532	0.44	-	< 2.532	波状跳水	(9.40)
1.50	72.36	0.964	9.38	3.707	1.400	6.65	2.823	< 3.153	完全跳水	8.54
2.00	93.48	1.247	9.37	4.144	1.660	7.30	3.350	< 3.658	完全跳水	10.14
2.50	112.97	1.526	9.25	4.457	1.930	7.58	3.727	< 4.080	完全跳水	10.78
3.00	130.76	1.803	9.07	4.671	2.205	7.72	3.991	< 4.436	波状跳水	10.71
3.50	146.72	2.070	8.86	4.816	2.480	7.68	4.165	< 4.738	波状跳水	10.11
4.00	160.75	2.325	8.64	4.903	4.990	0.64	-	< 4.990	完全跳水	(15.47)
4.50	172.69	5.197	0.66	-	5.197	0.66	-	< 5.197	完全跳水	(16.13)
5.00	182.36	5.360	0.67	-	5.360	0.67	-	< 5.360	波状跳水	(14.85)
5.50	189.56	5.479	0.68	-	5.479	0.68	-	< 5.479	波状跳水	(13.79)
5.90	193.36	5.540	0.68	-	5.540	0.68	-	< 5.540	波状跳水	(13.19)

- 注) 1. 開高: a = 0.50 ~ 1.00m の場合はエプロンより 20m 地点の護床工上で跳水が生じる。
 2. 開高: a = 1.50 ~ 3.50m の場合はエプロンより 40m 地点の護床工上で跳水が生じる。
 3. 開高: a = 4.00m の場合はエプロン下流端で跳水が生じる。
 4. 開高: a = 4.50 ~ 5.90m の場合にはゲートより 4m 地点の堤趾で跳水が生じる。

従って、ゲート下端からの放流時の必要護床工長は、 $L = l_1 + l_2 = 40.00 + 10.78 = 50.78\text{m}$ である。

図 3-2-2.9 ゲート下端放流時の水理状況

(ゲート開高：a = 2.50m の場合)



(b) ケース B : ゲート全開放流時の検討

全てのゲートを全開とすると、堰頂における限界水深の水位より下流用水路水位が高くなり、潜り越流となる。この場合の護床工の範囲は、最大流量時における堰敷き上の水深の 10 ~ 15 倍程度とする。

$$L_r = L - l_a$$

$$L = (10 \sim 15) \times H = (10 \sim 15) \times 5.90 = 59.00 \sim 88.50\text{m}$$

ここに、 L_r : 護床工の長さ (m)

L : エプロンの長さ (l_a) と護床工の長さ (L_r) を含めた保護工の全長 (m)

l_a : 下流エプロンの長さ、 $l_a = 32.30\text{m}$

H : 最大流量時における堰敷き上の水深 (m)

$$H = \text{W.L. } 40.50\text{m} - \text{EL. } 34.60\text{m} = 5.90\text{m}$$

従って、下流護床工の長さは、 $L_r = (59.00 \sim 88.50) - 32.30 = 26.70 \sim 56.20\text{m}$ となる。

(c) ケース C : 経験式による検討

下流護床工の長さを経験式である“ブライの式”により検討する。

$$L_r = L - l_a$$

$$L = 0.67 \cdot C \cdot \sqrt{H \cdot q} \cdot f$$

ここに、 L_r : 護床工の長さ (m)

L : エプロンの長さ (l_a) と護床工の長さ (L_r) を含めた保護工の全長 (m)

l_a : 下流エプロンの長さ、 $l_a = 32.30\text{m}$

H : 最大水位差 (m) $H = \text{W.L. } 40.50\text{m} - \text{Min. D.W.L. } 36.23\text{m} = 4.27\text{m}$

q : 最大流量時の単位幅当りの流量 ($\text{m}^3/\text{sec}/\text{m}$)

$$q = 210.15 / (8.00 \times 4) = 6.57 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{m}$$

$$L = 0.67 \times 15 \times \sqrt{4.27 \times 6.57} \times 1.5 = 79.85\text{m}$$

従って、下流護床工の長さは、 $L_r = 79.85 - 32.30 = 47.55\text{m}$ となる。

(d) 下流護床工長の決定

両ケースにおける検討結果は、次の通りである。

ケース	必要下流護床工長	設計下流護床工長
ケース A：ゲート下端放流時	50.78m 以上	52.00m
ケース B：全ゲート全開時	26.70 ~ 56.20m	
ケース C：経験式による検討	47.55m	

従って、全てのケースを満足する様に、下流護床工の長さは、52.00m とする。

(2) 護岸工

(a) 鋼矢板護岸工

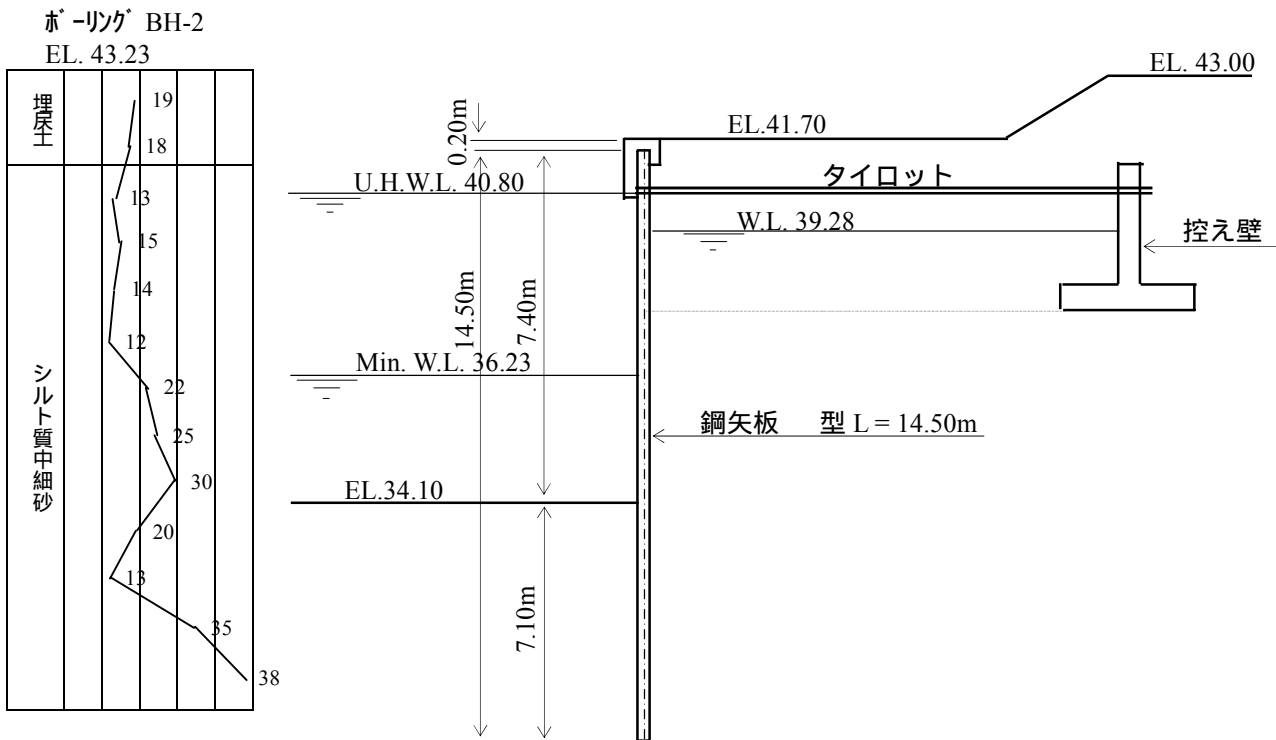
矢板護岸工の型式は、構造物の形状、地盤状況および施工性等からタイロット控え式鋼矢板工法とする。鋼矢板に作用する外力は、土圧・残留水圧・護岸背面上の上載荷重である。

鋼矢板の“転倒モーメント”と“抵抗モーメント”の釣り合いの検討およびボイリングの検討から求まる必要根入れ長さをそれぞれ検討する。また、応力および撓みの検討から鋼矢板断面を決定する。

護岸工の名称	単位	左岸上流護岸工	左岸下流護岸工	備考
天端標高	m	EL. 41.70	EL. 40.40	
用水路底標高	m	EL. 34.10	EL. 33.35	
護岸工高	m	7.60	7.05	
必要根入長（モーメント）	m	6.71	6.09	
（ボイリング）	m	1.43	1.05	
鋼矢板の必要長	m	14.50	13.00	
最大曲げモーメント	tf-m	49.43	36.56	
最大せん断力	tf	15.95	13.66	
鋼矢板の型式		型	型	
最大曲げ応力度	kgf/cm ²	1,794	1,327	
許容曲げ応力度	kgf/cm ²	1,800	1,800	
最大せん断応力度	kgf/cm ²	69	59	
許容せん断応力度	kgf/cm ²	1,000	1,000	
最大撓み量	cm	3.9	2.3	
許容撓み量	cm	5.0	5.0	

注) 鋼矢板の必要長 = 護岸工高 + 必要根入長 - 笠コン被り高 + 余裕

図 3-2-2.10 上流左岸鋼矢板護岸工標準断面図



(b) 法面石張り護岸工

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、堰構造物付近の堤防法勾配は、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、法面石張り石の所要重量（1 個当りの重量）は、波高・法面勾配・石の積み方などにより決定される。算定式は“ハドソン公式”を使用する（農業土木ハンドブック参照）。

$$W = (r \cdot H^3) / [K_d \{ (r/w) - 1 \}^3 \cot \theta]$$

ここに、W : 法面石張り石の 1 個当りの重量、(t)

r : 石張り石の単位体積重量、 $r = 1.8 \text{tf/m}^3$

w : 水の単位体積重量、 $w = 1.0 \text{tf/m}^3$

θ : 法面の水平面となす角度、 $\theta = 1:2.0 = 26^\circ 34'$

H : 法面の前面における波高、 $H = 0.50 \text{m}$

K_d : 石張り石の噛み合い状態等による係数、 $K_d = 4.0$

$$W = (2.65 \times 0.50^3) / [4.0 \times \{ (1.8 / 1.0) - 1 \}^3 \times \cot 26^\circ 34']$$

$$= 0.331 / 4.096$$

$$= 0.081 \text{t} = 81 \text{kg}$$

$W = 81 \text{kg}$ の石張り石の比重を 2.6 として、石張り石の体積は約 $31,200 \text{cm}^3$ となる。石張り石を球形（平均半径：R）として換算する、 $V = 4.189 R^3$ であるから、

$$R = (31,200 / 4.189)^{1/3} = 19.53 \text{ cm}$$

従って、石張り石の平均直径は 40cm（直径：30～50cm）とする。

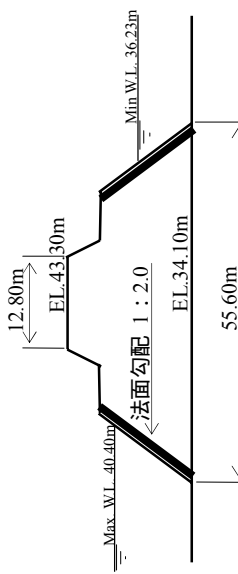
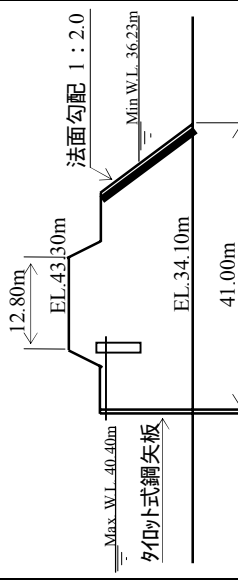
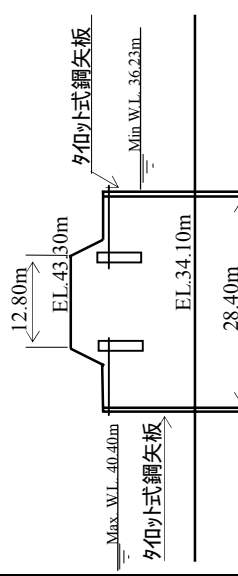
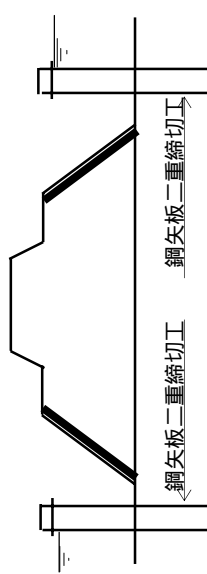
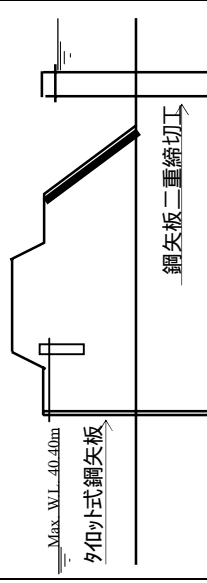
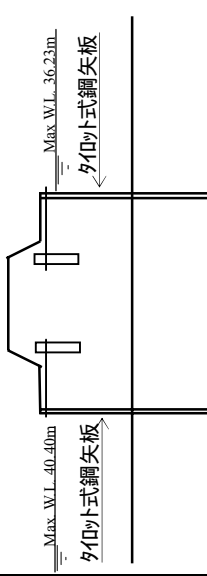
(c) 締切堤

堰の工事中は右岸側の既設ゲートで通水して、新しい堰工事が完了後に流路を切り替えて既設堰部分を締切る。この締切堤の上下流護岸工の工種について、次の3案について比較検討を行う。

- 1) 上下流法面石張り護岸方式：締切堤の法面を石張りで保護する工法である。施工方法は、鋼矢板二重締切で締切り水替えを行い、既設構造物の一部を撤去して土堰堤を盛土し、法面石張り石を施工する。
- 2) 上流鋼矢板護岸・下流法面石張り護岸方式：上流側は仮締切で使用した鋼矢板を再利用して、タイロット式鋼矢板護岸工とする。下流側は、法面石張り護岸工とする工法である。施工方法は、下流側のみ鋼矢板二重締切および上流側はタイロット式鋼矢板護岸と抑え盛土で締切り水替えを行い、既設構造物の一部を撤去して土堰堤を盛土し、石張り石を施工する。
- 3) 上下流鋼矢板護岸方式：上下流側共に仮設で利用した鋼矢板を再利用して、タイロット式鋼矢板護岸工とする。施工方法は、鋼矢板打設用足場の盛土後に鋼矢板を打設し水替えを行い、控え壁の施工およびタイロットの取付を行う。その後、既設構造物の一部を撤去して中詰土の盛土を行う。

比較検討の結果、鋼矢板二重仮締切工の不要な“上下流鋼矢板護岸方式”が経済性・工期・施工性および環境に対して、全ての点で有利である（表 3-2-2.10 参照）。

表 3-2-2.10 締切堤護岸方式の比較検討表

項目	上下流法面石張り護岸方式	上流鋼矢板護岸・下流法面石張り護岸方式	上下流鋼矢板護岸方式
構造			
締切工事			
工事費	63 百万円	55 百万円	47 百万円
工期	5.0 ヶ月	4.5 ヶ月	3.0 ヶ月
安全性および施工性	<ul style="list-style-type: none"> - 法面石張り護岸工の高さが7.60mと高くなり、構造的に不安定である。 - 締切堤の盛土工事のために、上下流側共に鋼矢板二重締切工が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> - 下流法面石張り護岸工の高さが6.35mと高くなり、構造的に不安定である。 - 締切堤の盛土工事のために、下流側に鋼矢板二重締切工が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> - タイロット式鋼矢板護岸工は実績の多い工法である。 - タイロット式鋼矢板工が仮締切として使用できるため、鋼矢板二重締切工が不要となる。
総合評価	×		(採用)

3-2-2-3 ゲート施設

(1) ゲート型式

3-2-1-8 ゲート型式選定で記したとおり、高い流量制御機能を有し、計画最大流量の210.15m³/secがオーバーフローで放流可能なように、4門全門ともにオーバーフロー型ゲートを採用する。

(2) ゲート開閉装置（動力設備）

ゲート開閉の動力設備に関して、「水門鉄管技術基準」には、次の様に規定している。

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。

また、「ダム・堰施設技術基準（案）3-1-6 開閉用動力設備」には、次の様に規定している。

- 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、水門設備の目的に適したトルク、時間定格等を有したものとする。

一方、予備動力設備については、「水門鉄管技術基準」には、次の様に規定している。

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。

また、「ダム・堰施設技術基準（案）3-1-7 開閉用予備動力設備」には、次の様に規定している。

- 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。

これらの規定に基づき、ゲート開閉設備の動力源は安価な公共電力とする。予備動力源として、ディーゼル発電機を設置する。電気系統の故障に備えて手動装置を計画するが、ゲート開閉が長時間となるため、非常時の水位調節あるいは維持管理時のための微作動用とする。

(3) ゲートの設計仕様

ゲートの設計仕様は、次のとおりとする。

表 3-2-2.11 ダハブ堰のゲート設計仕様

型 式	鋼製二段ローラーゲート	
門 数	4 門	
純 径 間	8.00m	
扉 高	上段扉：2.80m + 下段扉：3.10m 全扉高：5.90m	
設 計 水 位	前 面	U.H.W.L. 41.00m
	後 面	EL. 34.60m
操 作 水 位	前 面	U.H.W.L. 40.80m
	後 面	EL. 34.60m
管 理 水 位	前 面	Max. U.W.L. 40.40m
	後 面	Min. D.W.L. 36.23m
ゲート敷高	EL. 34.60m	
揚 程	EL. 41.70m – EL. 34.60m = 7.10m	
水 密 方 式	前面三方ゴム水密	
開閉装置の型式	電動ワイヤーウインチ方式 (2M-4D)	
開 閉 速 度	0.3m/min.以上	
ゲート操作方式	機側および遠方操作	

3-2-2-4 併設橋

(1) 設計条件

(a) 橋梁幅員

併設橋の計画幅員は、下記のとおりとする。

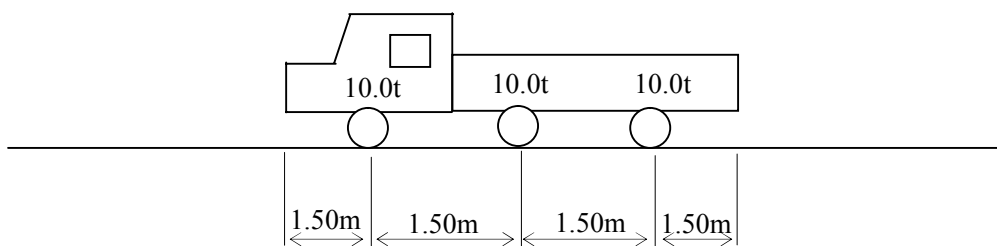
車道：	2.5m x 2 車線	= 5.0m
馬車・自転車道：	1.5m x 2 車線	= 3.0m
歩道：	1.0m x 2 側	= 2.0m
地覆：	0.4m x 2 側	= 0.8m

橋梁全幅員： 10.8m

(b) 併設橋の活荷重

「エ」国と協議の結果、“Egyptian Code for Loading in Construction of Building, Roadway Bridge and Railway Bridge”により、併設橋の荷重は主要地方道の基準荷重である 60 トンとする。この荷重状態は下図のとおりである。

図 3-2-2.11 併設橋活荷重状態図



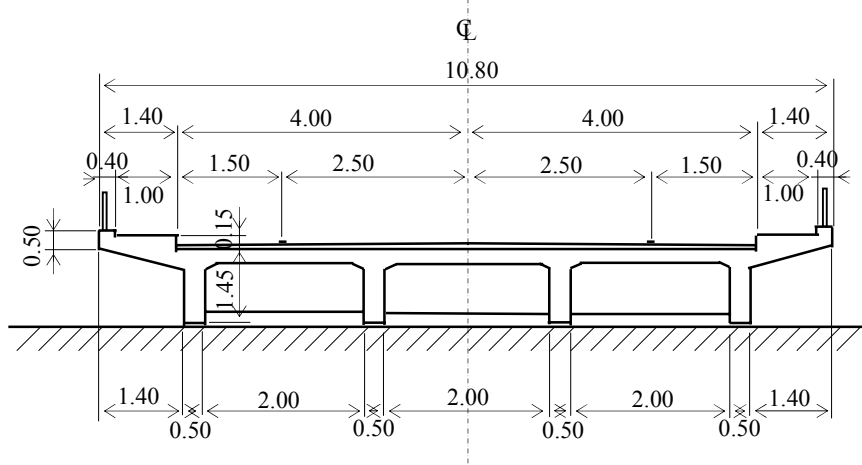
(2) 併設橋桁の型式

併設橋の諸元は、径間：10.0m x 幅員：10.8m x 4 径間である。日本国における実績から、併設橋桁の型式は「鉄筋コンクリート 2 径間連続 T 桁橋」を採用する。

(3) 併設橋の標準断面

併設橋の標準断面は次図のとおりとする。

図 3-2-2.12 併設橋の標準断面図



3-2-2-5 管理棟

管理棟は「工」国側負担工事として建設されるが、その施設内には無償資金協力事業で供与されるゲート遠隔操作に必要な機材、非常用電源用の発電機等が設置される。従って、これらの機材が設置されることによる荷重条件に耐えうる管理棟の設計が「工」国側の責任において実施されることを前提として設計条件を下記に示す。

(1) 設計条件

(a) 管理棟の構成

管理棟の構成およびスペースは次のとおりとする。

構 成	スペース	備考
1) 遠方操作室	6.0m x 6.5m 程度	
2) 予備発電機	6.0m x 3.0m 程度	
3) 倉庫	6.0m x 3.5m 程度	
4) 台所およびトイレ	3.6m x 1.1m 程度	遠方操作室の1部

(2) 管理棟の構造

ダハブ堰の管理棟は、「工」国での実績の多い“平屋 RC 柱梁、壁ブロック造り”構造とする。また、管理棟基礎地盤はN 値 12 のナイル堆積層(シルト質中細砂)であるため基礎工として、「直接布基礎(幅:1.5m、高さ:2.5m)」を計画する。

管理棟の構造は「3-2-3 基本設計図の図 - 8 および図 - 9」に示すとおりである。

3-2-2-6 操作パネル

(1) 遠方操作パネル

遠方操作パネルの構成は次のとおりとする。

表 3-2-2.12 遠方操作パネルの構成

構 成	設計仕様	備考
1)上段ゲート操作ボタン	上昇、停止、下降用操作ボタン	No.1 ~ No.4 ゲート用
2)下段ゲート操作ボタン	上昇、停止、下降用操作ボタン	No.1 ~ No.4 ゲート用
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: cm 単位表示	No.1 ~ No.4 ゲート用
6)上段ゲート開度計	アナログ表示: 50cm 単位表示	No.1 ~ No.4 ゲート用
7)下段ゲート開度計	デジタル表示: cm 単位表示	No.1 ~ No.4 ゲート用
8)下段ゲート開度計	アナログ表示: 50cm 単位表示	No.1 ~ No.4 ゲート用
9)上流水位計	デジタル表示: cm 単位表示	
10) 下流水位計	デジタル表示: cm 単位表示	
11) ゲート放流量計	デジタル表示: m ³ /sec 単位表示	No.1 ~ 4 ゲートの合計
12) ゲート放流量積算計	デジタル表示: m ³ /sec 単位表示	
13) 自記記録計	水位、ゲート開度、放流量の記録	
14) 非常停止ボタン		
15) 場内電話器		

(2) 機側操作パネル

機側操作パネルは、4 門分を収納すると大型となることから、No.1 および No.2 ゲート並びに No.3 および No.4 ゲート用に分納して、2 基を計画する。機側操作パネルの構成は次のとおりとする。

表 3-2-2.13 機側操作パネルの構成

構 成	設計仕様	備考
1)上段ゲート操作ボタン	上昇、停止、下降用操作ボタン	No.1～No.4 ゲート用
2)下段ゲート操作ボタン	上昇、停止、下降用操作ボタン	No.1～No.4 ゲート用
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：cm 単位表示	No.1～No.4 ゲート用
6)上段ゲート開度計	アナログ表示：50cm 単位表示	No.1～No.4 ゲート用
7)下段ゲート開度計	デジタル表示：cm 単位表示	No.1～No.4 ゲート用
8)下段ゲート開度計	アナログ表示：50cm 単位表示	No.1～No.4 ゲート用
9)上流水位計	アナログ表示：50cm 単位表示	
10) 下流水位計	アナログ表示：50cm 単位表示	
11) 電圧計	アナログ表示：50 ボルト単位表示	
12) 電流計	アナログ表示：5 アンペア単位表示	No.1～No.4 ゲート用
13) 操作場所選択ボタン	機側または遠方操作の選択	
14) 操作モードボタン	常時又は非常時モードの選択	
15) 非常停止ボタン		
16) ランプ テスト ボタン		
17) 場内電話器		

3-2-2-7 その他計画機材、設備の仕様と数量

(1) 予備ゲート（角落しゲート）の戸当り

予備ゲート（角落しゲート）の扉体は、ラフーン堰の予備ゲートの扉体を転用するものとし、ダハブ堰では予備ゲート（角落しゲート）の戸当りを調達・設置する。その設計仕様および数量は次のとおりとする。

表 3-2-2.14 予備ゲート（角落しゲート）の戸当りの仕様

項 目	設計仕様・数量	備考
1)型 式	鋼製角落し	
2)門 数	4 門	8 分割
3)純 径 間	4.00m x 2 径間	
4)扉 高	5.90m	1.25m x 1 枚 + 1.55m x 3 枚
5)設 計 水 位	前 面	U.H.W.L. 40.80m
	後 面	EL. 34.60m
6)操 作 水 位	前 面	U.H.W.L. 40.80m
	後 面	EL. 34.60m
7)管 理 水 位	前 面	Max. U.W.L. 40.40m
	後 面	Min. D.W.L. 36.23m
8)ゲート敷 高	EL. 34.60m	
9)操 作 方 式	電動チェーンホイスト	ゲートピア-

(2) 予備発電機

停電に備えて、ゲート操作用予備発電機を調達するものとし、その設計仕様および数量は次のとおりとする。

表 3-2-2.15 予備発電機の仕様

項 目	設計仕様・数量	備考
1) 型式	屋内防音型	
2) 台数	1 台	
3) 出力	65 kVA	
4) 位相	3 相 4 線式	
5) 電圧・サイクル	380V/220V, 50Hz	
6) 回転速度	1,500rpm	
7) 力率	0.8 (Lagging)	
8) 電圧変動	within \pm 1.5%	
9) 外形寸法	1,300H x 2,630W x 1,000D	