

かで本計画地区の改修に最優先開発順位を与えた。一方、これと一部平行してJICAが実施したF/S調査では、本計画の早期実施を勧告している。

4.2.4 計画の構成要素の検討

これまで検討してきたように、本計画の主要工事は、a) ポンプ場、b) 電力供給施設、c) 接続水路、d) 新設一次幹線水路、e) 灌漑水路網改修、f) 排水路網、g) 管理事務所その他からなるが、これを構成要素から見ると、灌漑施設、維持管理施設及び電力供給施設に分けられる。維持管理施設の強化・拡充は事業実施後のシステムを持続的なものにするために不可欠な施設であり、本計画から除外することはできない。スーダン側が計画している維持管理施設計画の確実な実施が望まれるところである。電力供給施設の建設は本来はスーダンの国家電力公社の管轄下にあるが、(1)本計画の所定の目標を達成するためには、ポンプ場の完成までにエル・ビルヤブポンプ場と計画ポンプ場をつなぐ配電線の架設を完了させる必要があること、(2)短い工期中に事業の円滑な実施のためには、全工事の一元管理が望ましいこと、(3)本事業実施の責任省である灌漑省が、電力供給施設の建設に必要な電力公社との調整を行なうとしていること、を考慮して当初計画どおり電力供給施設を無償資金協力の事業対象に含めることとした。

4.2.5 要請施設内容の検討

(1) 事業負担区分

前章「2.5 要請の経緯と内容」にある通り、スーダン灌漑省は本計画を非常に重視しており、1日も早い実現を希望している。このため、必要建設機材の供与を条件に、接続水路と新設幹線水路及びポンプ場の土木工事までをスーダン側で負担する旨の申し入れがあった。

しかしながら、ポンプ場の建設は限定された工期内にナイル河の水位変動を加味した極めて厳しい工程計画の中で実施しなければならないこと、ポンプ据付のために施工精度が要求されること等を考慮して、ポンプ機器及びポンプ場建設を一体として無償援助対象工事に含めることとした。また、既設水路網については、万一改修事業が予定期間内に完成しないとしても、部分的な灌漑は可能であるが、接続水路及び一次幹線水路新設部分の建設については、技術的な問題点は特にないにしても、この部分が完成しないと全く新設ポンプ場が機能しないので無償資金協力の対象事業に含めることとした。

以上の検討結果に従い、当初要請どおり(1)ポンプ場、(2)電力供給施設、(3)接続水路、及び(4)新設一次幹線水路の建設を日本側負担対象事業とした。また、後述のごとく、接続水路に建設予

定されている沈砂池の排砂作業が事業効果を持続性のあるものとするために必須であるところから、沈砂池の排砂に必要な機材の調達を日本側負担事業に含めることとした。

このため、スーダン政府側は、(1)灌漑水路網の改修、(2)排水路網の改修、(3)管理事務所その他の維持管理施設の建設を負担することとなった。

(2) ポンプ場

要請されたポンプの容量は、1台当たり定格吐出量は毎分 148m^3 とピーク時稼働ポンプ台数3台から毎分 444m^3 ($7.4\text{m}^3/\text{sec}$) となっているが、これはピーク時1日18時間運転の条件下で表4-1の期別揚水量及び水位変動に対応している。また、ポンプ型式は縦軸両吸い込み渦巻きポンプとなっているが、これについては、F/S調査の中で、十分な比較検討が行なわれており、その検討結果は妥当と判断される。

また、主原動機も同調査の中でモーター掛けとディーゼルエンジン駆動の比較検討が行なわれた結果としてモーター掛けが選定されている。当時、モーター掛けの採用について電力供給に不安があるとの意見もあったが、国家電力公社は灌漑用のポンプに対しては優先的に供給電力を確保する方針であることを確認し、また、運転経費を比べた場合モーター掛けは、ディーゼルエンジン駆動の約40%で済むことからモーター掛けを採用している。今回の調査結果では、電力供給事情についてF/S調査時から変化が認められないが、電力料金が前回調査時のそれと比べて25%の上昇に留まっているのに対し、重油価格は330%と急騰しており、モーター掛けの優位性が再確認された。

要請計画ポンプ台数には1台の予備ポンプが含まれているが、次の理由により予備ポンプを設置することは妥当と考える。この計画ではピーク電力消費時間帯を避けるために日運転時間を最大18時間に制限している。従い、予備ポンプが無い場合、万一のポンプ故障時には他のポンプを18時間を越えて運転する必要があるが、これは避けねばならない。予備部品の調達に相当の時間がかかることが予測される。更に、スーダンでは予備ポンプを設置することが一般的となっている。

(3) 電力供給施設

スーダン国の電力供給はエネルギー資源省管轄下の国家電力公社(NEC)により運営されている。NECの電力供給系統はスーダン国の中部地区(Central Region)を支配する青ナイル送電系統と東部地区(Eastern Region)の一部を支配する東部送電系統からなる。計画地区内外は青ナイル系統に含

表 4-1 ポンプ場期別揚水量及び水位変動

Month	10-DAY	(1) Discharge (m ³ /sec)	(2) Suction level (EL)	(3) Discharge level (EL)	(4) Static pump head (m)
Jan	1	4.83	391.07	413.6	22.53
	2	4.54	391.07	413.6	22.53
	3	4.14	391.07	413.6	22.53
Feb	1	3.61	391.02	413.6	22.58
	2	3.18	391.02	413.6	22.58
	3	2.12	391.02	413.6	22.58
Mar	1	1.09	391.02	413.6	22.58
	2	0.00	391.02	413.6	22.58
	3	0.00	391.02	413.6	22.58
Apr	1	0.00	391.29	413.6	22.31
	2	0.00	391.29	413.6	22.31
	3	2.23	391.29	413.6	22.31
May	1	2.65	391.42	413.6	22.18
	2	3.26	391.42	413.6	22.18
	3	3.84	391.42	413.6	22.18
Jun	1	4.66	391.99	413.6	21.61
	2	5.69	391.99	413.6	21.61
	3	6.49	391.99	413.6	21.61
Jul	1	6.34	395.11	413.6	18.49
	2	7.86	395.11	413.6	18.49
	3	6.60	395.11	413.6	18.49
Aug	1	6.45	398.64	413.6	14.96
	2	6.50	398.64	413.6	14.96
	3	6.87	398.64	413.6	14.96
Sept	1	8.17	397.50	413.6	16.10
	2	7.44	397.50	413.6	16.10
	3	6.75	397.50	413.6	16.10
Oct	1	7.05	394.88	413.6	18.72
	2	5.98	394.88	413.6	18.72
	3	5.89	394.88	413.6	18.72
Nov	1	5.32	392.41	413.6	21.19
	2	5.26	392.41	413.6	21.19
	3	4.18	392.41	413.6	21.19
Dec	1	4.50	391.33	413.6	22.27
	2	4.73	391.33	413.6	22.27
	3	4.90	391.33	413.6	22.27

Notes :

- (1) as 18 hrs operation per day
- (2) average water level between 1974-1990
- (4) static head ((3)-(2))

Design Condition of Pump :

- FWL : EL 402.11 (100-year probable)
- HWL : EL 398.64
- LWL : EL 391.02
- L.LWL : EL 389.02 (June 1990)
- Setting EL of Motor : EL 402.50

まれる。計画地区内にはNECの配電網は届いておらず、計画地区周辺の利用可能な電力供給施設としては、i) 計画地区の約12km北に位置するシャバルガ(Shabarga)村まで届いている、ワド・メダニ(Wad Medani)の南8kmに位置するメリンジャン(Meringan)変電所からの33kVの配電線、及びii) エル・ビルヤブ(El Biryab)ポンプ場まで届いている33kVの配電線で、これはワド・メダニの南約40km南のハイ・アブダッラ(Hag Abdulla)変電所から延びているものである。エル・ビルヤブポンプ場は計画地区より8km南の青ナイル河西岸に位置する。

要請されているポンプ場のための電力供給施設は、i) エル・ビルヤブポンプ場と上記ポンプ場を繋ぐ9.5kmの33kV配電線と、ii) ポンプ場の屋外開閉所からなる。33kV配電線は青ナイル河とデインダー(Dinder)川の合流点直下流で青ナイル河を渡河する。配電線の計画ルートを図4-4に示す。

配電線の敷設ルートはシャバルガ村からのルートとエル・ビルヤブポンプ場からのルートの二通りが考えられるが、メリンジャン変電所は容量一杯の需要があり、ポンプ場への新規配電の余裕が無いところから、ハイ・アブダッラ変電所に繋がるエル・ビルヤブポンプ場からのルートを採用している。

青ナイル河の渡河については、約350mの径間を持つ鉄塔が計画されており特に問題は無いと判断する。鉄塔の径間については今回現地測量結果では350mから450mの間に最適長があると判断した。後述の基本設計のなかで決定する。

(4) 接続水路

接続水路はポンプ場の吐き出し水槽とフルガ及びヌルエルディン地区の一次幹線水路を繋ぐ水路で、設計流量はポンプ日運転時間18時間に対する最大用水量 8.17 m³/sec となっている。水路延長は450mで途中に沈砂池を含む。接続水路の末端にフルガ幹線水路とヌルエルディン幹線水路に分水するための構造物を持つ。

既設の灌漑施設の維持管理を担当している灌漑省は、水路内に流入する土砂の除去に膨大な時間と費用をかけており、この対策のひとつとして沈砂池の設置の可能性を検討し始めている。本計画における沈砂池の設置は、灌漑省の方針に沿うものであり、且つ、水路内土砂除去に必要な機材費及び運転経費比較検討の結果からも沈砂池設置の優位性は明らかである。従って、この接続水路の基本的計画には問題が無いが、水路延長はポンプ場の吐水管長との兼合で、また分水工のタイプについては基本設計の中で十分な検討を行なうこととする。

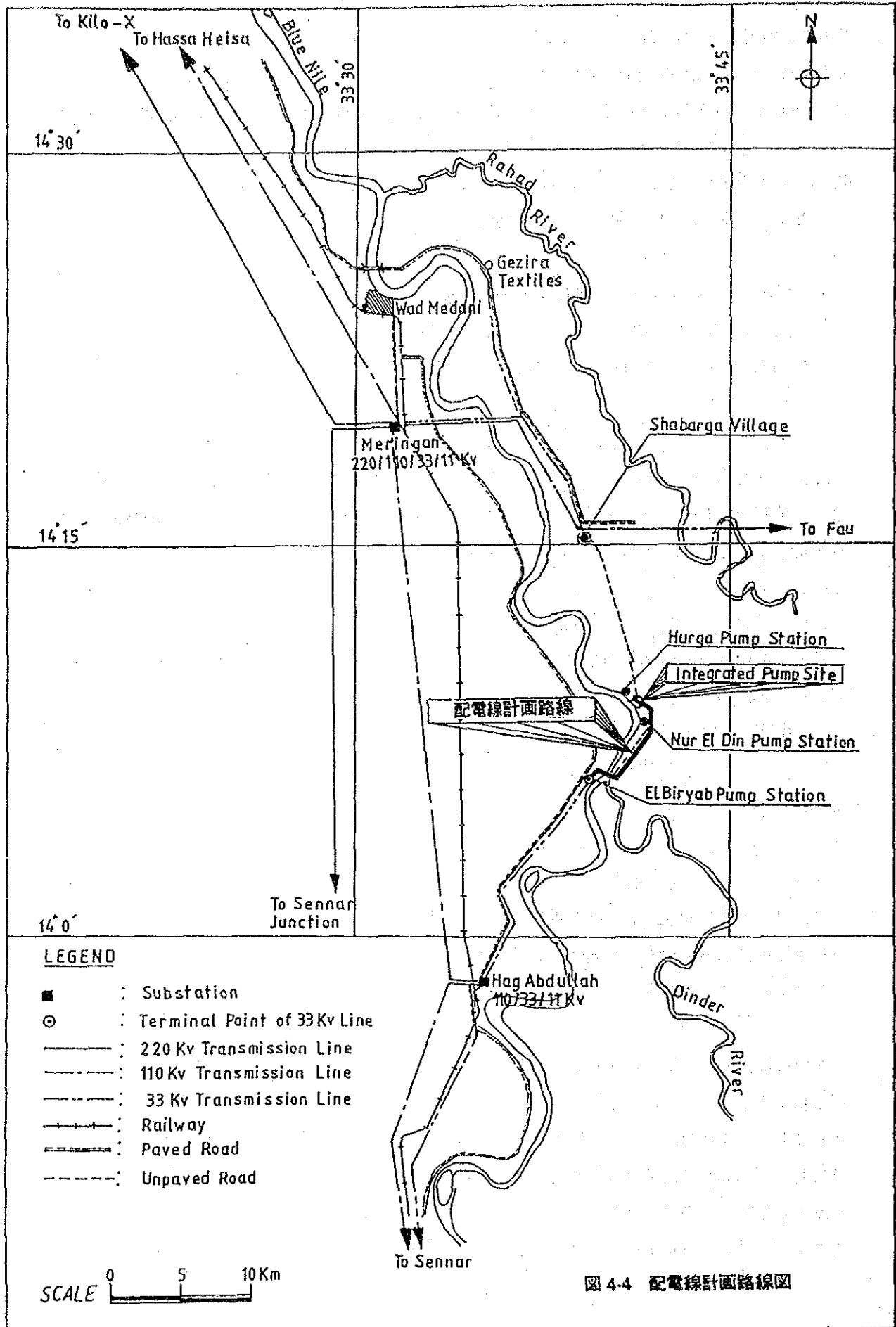


图 4-4 配電線計画路線図

(5) 新設一次幹線水路

新設一次幹線水路は上記接続水路と既存のフルガ水路網とヌルエルディン水路網を繋ぐものである。フルガ幹線水路新設分は設計流量 5.02 m³/sec、水路延長約 0.5 km、ヌルエルディン幹線水路新設分は設計流量 3.15 m³/sec、水路延長約 1.9 km となっている。これらの設計流量はポンプ日運転時間18時間に対する最大用水量として算定されており問題は無い。また、これら水路のルートについても今回現地踏査の結果妥当と判断した。

(6) 維持管理機材

接続水路内に予定されている沈砂池からの排砂は本事業実施後の施設、特に水路網の機能を計画どおり維持して行く上で欠くことの出来ない重要な維持管理作業である。排砂作業の方法として、重力方式の流水による排砂方法と機械による方法がある。本計画地区の沈砂池は地形的には重力方式採用可能であるが、この方式を採用するとポンプにより揚水した水で排砂することが必要となりこのために、排砂期間中は受益地区への用水供給を一次中断しなければならないこと、沈砂池に流入してくる青ナイル河からの土砂は一端沈積すると流水では容易に排砂しにくいことを考慮して、機械排砂方式を採用するのが妥当と考える。この為には大型ドラッグラインあるいはポンプ浚渫船が必要となるが、現在スーダン側では何れも不足しており、事業完成後の排砂作業の重要性を考慮して、この作業に必要な機材を計画の対象にすることは極めて妥当と考えた。大型ドラッグラインとポンプ浚渫船の何れを採用するかは、後述の基本設計のなかで経済性を比較検討して決定することとする。

(7) 先方負担工事

先方負担工事は、(1)灌漑水路網の改修、(2)排水水路網の改修、(3)管理事務所その他の維持管理施設の建設からなる。この中で、灌漑水路網の改修の主たる工事内容は、水路の嵩上げとそれに伴う関連構造物の更新であり、排水水路網のそれは、掘削作業である。スーダン国ではこれらの工事に長い経験を有しており技術上の問題は無い。従って、ここでの検討課題は、F/S 調査時に暫定的に算定した盛土量 169.6万 m³、掘削土量 23.2万 m³ が要請工事の建設工程に時宜を合わせて施工出来る可能性があるかどうか、また、先方負担工事に必要な資金手当てが可能か否かの二点である。これらの点を確認するために、工事実施方法、必要建設機械、利用可能建設機械、灌漑省予算実績等について以下の通り検討した。

工事実施方法

先方負担工事は灌漑省が監督官庁となるが、灌漑省が事業を実施する場合は、灌漑省の建設部から独立分離した Public Corporation for Irrigation Works and Earth Moving (PCIWEM) が独占的に受注することになっており、本件の実施についても、PCIWEM に発注することが事実上決まっている。民間の請負業者が灌漑省から灌漑関連事業を受注することは事実上無いと言ってよい。

PCIWEM は財務上は灌漑省から独立しているが、組織上は灌漑省大臣の監督下にある。PCIWEM は Irrigation Work Corporation (IWC ; 灌漑事業公社) と Earth Moving Corporation (EMC ; 土工専公社) の2公社からなり、IWC は主として頭首工、ポンプ場、灌漑構造物等の建設に、EMC は既存灌漑水路内堆砂の排土事業、水路改修・建設に従事している。特に排土事業の作業量は、87/88年で1,020万 m³、88/89年で990万 m³、89/90年と90/91年にはそれぞれ1,800万 m³、1,860万 m³となっており EMC の主要事業となっている。

建設機械

1991年6月現在の EMC 所有の主要建設機械は以下の通りとなっている。

機種	運転可能台数	故障中台数
Dragline	64	14
Hydraulic Excavator	73	0
Scraper	12	3
Bulldozer	53	24
Motor Grader	30	17
Fuel Tanker	15	(?)

(?); 入手出来ず

また、現在 Dragline 8 台と Hydraulic Excavator 32 台の購入中で1992年1月一杯で購入完了予定とのことであった。これらの建機のなかで Dragline と Hydraulic Excavator のほぼ全台数と数台の Bulldozer が水路内の排土事業に充てられている。また、現有 Scraper は全台数が Ramash Project 他4つの事業に使用されているが、何れの事業も1992年2月までに終了し、それ以降の使用予定は現在のところ無い。今後の建機使用予定について EMC の Director General に確認したところ、それは灌漑省の事業発注次第とのことであった。このことと、灌漑省が本計画に最優先度を置いていると言明していることを考え合わせれば、EMC の建機を優先的に本計画に割り当てることは十分期待できる。

一方、F/S調査時に算定した工事量及び今回調査時に提示した事業実施計画に合わせた工期

(1992年10月 - 1994年2月)を基に、灌漑省が暫定的に作成した水路網改修実施計画によれば、必要主要建機台数は以下の通りとなっている。

機種	必要台数
Hydraulic Excavator	3
Scraper	6
Bulldozer	12
Motor Grader	2

上記見積りに採用されている見積条件は、一日実稼働時間8.5時間等やや甘いと考えられるので、詳細な施工計画を策定すれば必要台数は増加するものと考えられるが、上記のEMC保有建機、灌漑省の方針を考慮すれば、水路網改修に必要な建機を確保することは可能であると判断される。

灌漑省予算

灌漑省は先方政府負担工事となる灌漑水路網改修及び排水路網建設に係る建設費を £S 1.55億と見積っているが、これはF/S調査時の見積額 £S 1.391億の10%増しでほぼ妥当と考えられる。また、年次別支出計画によると、

単位：£S 100万

年次	1992/93	1993/94	1994/95	Total
建設費	31.0	79.3	44.7	155.0

となっており、下に示す灌漑省の予算実績規模からみて過大な数字とは言えない。

単位：£S 100万

項目		88/89	89/90	90/91	91/92
人件費	予算	(?)	(?)	(?)	(?)
	実績	33.6	59.3	56.0	-
運営管理費	予算	60.0	245.8	325.0	842.0
	実績	38.1	151.0	324.9	-
開発費*	予算	47.2	38.4	264.6	176.5
	実績	50.1	39.9	(?)	-

* ; 外国援助資金は含まれていない。

(?); 入手出来ず

維持管理施設

上記灌漑・排水路網の改修に加えてポンプ場及び水路維持管理に責任を持つ灌漑省と圃場レベルの維持管理及び受益地区の運営に責任を持つスーダンゲジラボードはそれぞれ維持管理用の施設及び機器を整備したいとしている。主なものは以下のとおり。現有施設及び要員計画を考慮すれば下記施設計画は本計画事業実施後の維持管理を行なうに十分である。

灌漑省負担維持管理施設

項目	サイズ	数量
管理事務所	390 m2	1
倉庫	40 m2	1
燃料貯蔵庫	10 m2	1
車庫	85 m2	1
職員宿舎	300 m2	1
職員宿舎	270 m2	1
職員宿舎	130 m2	3
職員宿舎	90 m2	14
職員宿舎	65 m2	5
簡易給水施設		一式
コンプレックス内給電設備		一式
その他		

スーダンゲジラボード負担維持管理施設

項目	サイズ	数量
職員宿舎	大型*	6
職員宿舎	中型*	3
職員宿舎	小型*	3
人夫宿舎	*	46
大型倉庫	*	2
燃料倉庫	*	2
燃料タンク	*	2
発電機	*	2
維持管理用車両		

* スーダンゲジラボードの基準による

4.2.6 技術協力の必要性の検討

本計画は、無償資金協力の対象となる日本側負担工事と先方政府負担工事からなる、事業実施後の施設の運営・維持管理体制は従来どおりであるが、要員が補強されることになっている。計画のポンプ場は既存のポンプ型式とはことなるが、据付後の試運転期間の訓練だけで十分対応可能である。また、水路改修施設は、スーダンで広く用いられているタイプを採用しており、水管理についてもスーダンで行なわれている方法を基本としており特別な技術協力を必要としない。農業支援については、スーダンゲジラボードが全面的にこれを行なうことになっており、十分対応可能と考える。従って、本計画の実施後特別な技術協力は必要ないと判断する。

4.2.7 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討によりその効果、現実性、相手国の実施能力などが確認されたこと、本計画の効果が無償資金の制度に合致していることなどから、日本の無償資金協力で実施することが妥当と判断された。よって、日本の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。

4.3 計画の概要

4.3.1 実施機関及び運営体制

本計画の実施機関は、スーダン政府灌漑省である。日本政府負担工事の事業担当部門は、灌漑省のプロジェクト局の工事管理部で、ポンプ及び電気機器関係に関し、機械電気局が工事管理部を補佐する。また、スーダン政府負担工事の工事管理も上記部局が一括担当する。

建設工事に先行する日本側負担工事の詳細設計はプロジェクト局の設計部が、入札図書の作成、入札資格審査及び入札審査については工事管理部と機械電気部がコンサルタントの支援の基に実施する。

先方政府負担工事の詳細設計まではプロジェクト局の設計部が行ない、それ以降の業務については、プロジェクト局の工事管理部が担当する。

4.3.2 事業計画

以上に述べた要請内容の検討結果に従い、本計画の事業計画を設定する。本計画の事業内容は、農業開発計画、施設計画、運営・維持管理計画、農業支援計画からなる。

農業開発計画は5年輪作の作付け計画及び耕種法計画からなり、これを基に、下記の土地利用計画及び期待収量を設定した。

作物	作付け面積(feddan)	単位収量(kg/feddan)
綿花	4,524	900
小麦	4,524	920
ソルガム	2,262	1,000
落花生	2,262	1,000
資料作物	4,524	1,000
休閑地	4,524	-

灌漑排水計画は新規統合ポンプ場の建設を含む既存施設の改修により、計画対象地区 22,620 feddan (9,500 ha) への通年灌漑を可能にする。

運営維持管理計画は現在の維持管理体制の要員補強及び維持管理施設・機器の整備計画からなる。

農業支援計画は目標収量を達成させるための支援活動で、従来スーダングジラボードがゲジラスキームに対して実施している活動を計画地区にも適用する。

4.3.3 計画地の位置及び状況

統合ポンプ場建設予定地は、青ナイル河の東岸で既存ヌルエルディンポンプ場の 1.5 km 下流、既存フルガポンプ場の 0.7 km 上流に位置する。同地点の河川形状は緩やかな湾曲部に当たり、流心は東岸よりで安定している。川岸の低水位部分は固結粘土層からなり極めて安定している。

計画受益地区はポンプ場予定地点の上・下流に広がる平坦地で、地区の東北端をワドメダニ - ゲダレフ(Gedaref) を繋ぐ幹線道路が走っている。この舗装道路のワドメダニから 30 km 地点からポンプ場予定地点に至る道路は約 12 km 未舗装道路で、雨期にはその半分が通行困難となる。

4.3.4 施設・機材の概要

本計画のうち日本側負担と想定する施設の概要は以下のとおりである。

(1) ポンプ場

ポンプ型式	: 立軸両吸い込み渦巻きポンプ
定格吐出力	: 148 m ³ /min/unit
定格揚程	: 25 m
吸い込み管	: 1,100 mm, 900 mm
ポンプ径	: 900 mm x 800 mm
吐出管口径	: 900 mm, 1,100 mm & 1,800 mm
ポンプ台数	: 4 台
電動機定格出力	: 760 kw/台

(2) 接続水路

設計流量	: 8.17 m ³ /sec
水路延長	: 345 m
沈砂池	延長 : 150 m
	水面幅 : 50 m
	底幅 : 30 m
定比分水工	設計流量 : フルガ水路 5.02 m ³ /sec ヌルエルディン水路 3.15 m ³ /sec

(3) 新設一次幹線水路

フルガ水路	設計流量 : 5.02 m ³ /sec
	延長 : 433 m
ヌルエルディン水路	設計流量 : 3.15 m ³ /sec
	延長 : 1,820 m

(4) 電力供給施設

33 kV 配電線	: 9.5 km
屋外受電設備	: 33 kV 開閉器一式 3,000 kVA 変圧器一式
屋内配電設備	: 変圧器二次側の11 kVA 開閉器一式 ポンプ起動盤及び制御盤8面

(5) 維持管理機材 (沈砂池内の排砂作業用)

4.3.5 維持管理計画

(1) 運営維持管理

フルガとヌルエルディン灌漑施設を管理する灌漑省灌漑局より派遣された Assistant Divisional Engineer は10日毎に灌漑省機械・電気局より派遣されるポンプ場のSenior Engineer に必要灌漑水の申請書を提出する。申請される必要灌漑水量は作物用水量と実際の作付け面積から計算される。Assistant Divisional Engineerからの申請を受けたポンプ場のSenior Engineerは申請書に基づきポンプの運転台数、運転時間を決定する。Pump Operator はSenior Engineerの指示に従いポンプを運転する。

幹線水路上の各種分水路のゲートはAssistant Divisional Engineer の指示に基づきフルガ地区とヌルエルディン地区に各一名配置されたAssistant Divisional Engineer の補助員である Section Engineer によりポンプ運転に合わせて調整される。原則として、これらのゲート開度は10日毎に変更することになるが、微調整は随時行なうことになる。また、支線水路上に建設される分水路のゲートはスーダンゲジラボードの派遣したブロック管理官(Block Inspector) の指示に基づき圃場水管理人(Ghafaer) が毎日6:00に開け18:00に閉める。

上記運営と共に、本事業完成後の施設の機能を当初目的どおり持続させるために、継続的な維持管理作業を実施する。灌漑省機械・電気局はポンプ場の定期点検・整備(毎日、毎週、毎月、毎年)と必要な場合部品の調達及び修理を行なう。水路及びその付帯構造物の維持管理作業として、i) 沈砂池のシルトと砂の除去、ii) 管理道路の維持管理、iii) 水路内の雑草除去、iv) 水路及び付帯構造物の維持補修、v) 同大修理、vi) ゲート類のグリーンング、塗装等がある。これらの作業のなかで、(i) 及び(ii)の作業は土工事公社(EMC)が灌漑省プロジェクト局との間の請負契約に基づき実施し、その他の作業は、灌漑省ゲジラ・マナギル局が直営で行なう。

(2) 維持管理体制

上記運営維持管理業務を円滑に行なうための管理体制は前節「4.2.2 実施・運営体制の検討」で述べたとおりである。

(3) 維持管理費

上述の運営維持管理に必要とされる灌漑省の年間経費を次のとおり概算した。

費目	単位	数量	単価	金額(£S 1,000)
1.人件費*				900
2.運転経費				
電気料金			***	3,500
油脂燃料費				50
3.維持管理費				
排砂作業	m ³	150,000	14**	2,100
その他				300
4.事務所経費				200
5.材料その他				100
合計				7,150

* : Questionnaire Survey による。

** : EMC の排砂作業実績；1990/91年度総排砂量 1,860万 m³、契約総額£S 2.56億に基づく。

*** : 電気料金体系は次のとおり。

(1) Base Charge

- i) Max.Demand Charge £S 3.0/KVA
- ii) Service Capacity Charge £S 1.0/KVA

(2) Consumption Charge

i) For Critical Months

- Off peak rate £S 0.42/KWH
- Peak rate £S 1.22/KWH

ii) For other Months

- Off peak rate £S 0.10/KWH
- Peak rate £S 0.70/KWH

第 5 章 基本設計

第5章 基本設計

5.1 設計方針

本計画は、青ナイル河から揚水し、既存フルガ及びヌルエンディン幹線水路まで灌漑用水を給水する計画である。建設工種としてはポンプ機器の供給及び据え付、ポンプ機場の建設、接続水路・新設一次幹線水路の建設及びポンプ機場までの電力供給施設の建設からなる。これらの施設は、技術的、経済的に妥当な規模とするほか、地区住民の社会及び生産活動が十分発揮出来る設計とする。また、施設設計においては施設建設後、維持管理を担当する要員の技術水準、維持管理費の節減等を考慮し、複雑で高度な操作が必要な機器の導入及び施設の設計は避ける。土木・建築施設用材料は、出きる限り現地で入手可能なものを採用し、破損時の対応が容易になるよう配慮する。その他、基本設計の策定にあたっては、下記の方針に基づいた。

ポンプ機器

1) 最低水位に於ても揚水可能なものとする

本ポンプ機場の水源である青ナイル河の河川水位は、平均約8mもの季別変動がある。ポンプ機器は1974年-1990年の月別平均低水位を計画低水位とするが、既往最低水位にても揚水可能なものとする。

2) ポンプ運転時間を1日最大18時間とする

スーダン国の電力供給状況はディーゼル油供給と同様不安定であり、特に3-8月の間は深刻な事態となる。従って、本ポンプ機器は電力需要のピークである夕方6時-12時迄の夜間運転を避け、1日最大18時間運転として計画する。

3) 運転の信頼性を確保する

スーダン国に於てはポンプ予備品の市場での入手は困難であり、また万一の故障時の処置にも時間を要するものと判断される。従って、予備品及び保守点検工具について十分配慮するのみならず、予備ポンプを一台設置し、運転の信頼性を確保するものとする。

4) 保守点検を容易なものとする

揚水量及び揚程の変動に対しては、運転台数及び運転時間にて調整するものとし、回転数制御等複雑で高度な機器の導入は極力避ける事とする。また、主原動機の電圧としては、将来に亘る保守点検を考慮しスーダン国電力局の標準である11,000Vを採用し、6,600V或は3,300Vは採用しない。

ポンプ機場

- 1) 機場の規模は据え付られるポンプ形式と原動機の種類に適合した構造とすると共に、構造物の受ける荷重、現場条件、地盤支持力及び経済性等を考慮して設計する。
- 2) 機場の基礎の設計は、上部構造の形状、規模、構造等を考慮して、上部構造を安全に支持し、有害な沈下等を生じないものとする。また、基礎は良好な地盤に支持させることを原則として、不等沈下を防ぐため異種基礎の併用は出来るだけ避けるものとする。
- 3) 機場は、ポンプ設備等を收容保護し、運転・管理等が容易に出来るよう、ポンプの形式、原動機の種類、補助機械類の配置及び運転・管理施設の形式等に適合する平面規模とする。また、運転操作が安全で確実に出来、保守点検及び維持管理が容易に出来るよう配慮したものとする。
- 4) 工事が無償資金協力で実施されることを前提にすれば、工期が限られているので、ポンプ機器の購入に時間を要する事等を考慮し、機場が立ち上がった時点においてもポンプ、原動機、吸・吐出管等の据え付けが可能な構造とする。
- 5) 工事資材は、現地入手可能な資材を極力使用する計画であるが、現地調達可能な資材であっても、品質の粗悪なもの、市場での販売数量が少なくかつ注文入荷についても入手時期が定かでないもの、及び割高になるものについては日本から輸入するものとする。
- 6) 建築様式は出来るだけ現地様式を取り入れたものとする。

接続水路及び新設一次幹線水路

- 1) 必要水位については末端用水系統の水路縦断をチェックのうえ計画し、水路設計に十分に反映させる。
- 2) 施工、運営、維持・管理の容易さを考慮した構造とする。
- 3) 接続水路に沈砂池を設け、ポンプ揚水中の土砂を出きる限り堆砂させる。また、沈砂池施工時に発生する掘削土を水路盛土材として適用し、土取り場としての有用性を考慮する。
- 4) フルガ及びヌルエンディン既存水路に分水させる構造物は、計画最大流量及びそれ以外の

あらゆる流量にも対応出来る自動定比分水が可能な構造とする。

電力供給施設

- 1) フルガ・ヌルエルディンポンプ場への電力は、機場予定地の南方約28kmにあるバグアブドラ変電所より 33kV 配電線にて供給する。バグアブドラ変電所の主変圧器は、現在他の変電所に移設されており電力供給は不可能な状態であるが、1992年中に10,000kVAの変圧器が設置される予定となっている。
- 2) バグアブドラ変電所からフルガ・ヌルエルディンポンプ場近くのエルビルヤブポンプ場までの間には既設の 33kV 配電線があることから、フルガ・ヌルエルディンポンプ場への電力は、この既設配電線から分岐して新たに建設する 33kV 配電線を通して供給する。
- 3) ポンプ場における受電設備は屋外型とし、主変圧器にて 11kV に降圧してから、屋内に設置される配電盤へ電力の供給を行なう。
- 4) 屋内配電盤室には、ポンプモーター動力用の高圧配電盤を設置し、各モーターへの電力の供給を行なうとともに、その他の負荷については、所内用変圧器盤から低圧にて供給する。

維持管理機材

- 1) 沈砂池の排砂に必要とされる作業機械とする。
- 2) 仕様及び必要台数の決定に当たっては、排砂作業の実際の内容、沈砂池規模に適合したものとす。
- 3) 機材は運転、保守、修理の容易なものとする。
- 4) 維持管理費用が最小となる計画とする。

5.2 設計条件の検討

基本設計を策定するにあたっては、下記条件に基づいている。

(1) 水準点

基本設計に必要な水準点は灌漑省が計画地区設置した BM(H-1); EL.411.373 と BM(N-3); EL.410.418 を用いる。この系統の水準点の標高はスーダン水準原点を基準としている青ナイル河の水位と 80cm の差異があるので、使用に当たっては注意を要する。上記BMの位置を図 5-1 に示す。

(2) 設計水位

ポンプ機器の設計水位は以下の通りとする。これらの標高は前述のBMに基づいている。

－洪水位	:	El. 402.110m
－高水位	:	El. 398.640m
－低水位	:	El. 391.020m
－最低水位	:	El. 389.020m
－吐出水位	:	El. 413.600m

上記洪水位は100年確率のものであり、最低水位は1990年6月の既往最低水位のものである。ポンプの設計条件としては1974年～1990年の月別平均水位の平均の上記高水位及び低水位を採用するが、既往最低水位にても運転可能なものとする。

(3) 揚水量

計画作付体系に基づく灌漑揚水量は以下の通りとする。

(単位：m³/sec)

10日	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1st	4.83	3.61	1.09	0.00	2.65	4.66	6.34	6.45	8.17	7.05	5.32	4.50
2nd	4.54	3.18	0.00	0.00	3.26	5.69	7.86	6.50	7.44	5.98	5.26	4.73
3rd	4.14	2.12	0.00	2.23	3.84	6.49	6.60	6.87	6.75	5.89	4.18	4.90

上記揚水量は必要灌漑用水量に送水損失及び排水損失をそれぞれ10%見込、ポンプ運転時間を18時間として算出したものである。設計水位及び揚水量は前出の表 4-1 に示されている通り。

(4) 水 質

青ナイル河の水質は pH7.5～pH9.0 の範囲であり、ポンプ機器の材料選定上特に問題となるも

のではない。しかし、河川水は特に洪水時高濁度となりポンプ羽車等は耐磨耗性の優れた材料を選定する。

(5) 気温

月別平均気温は最高41.5℃、最低14.7℃であり、最高気温は50℃に達するものと考えられる。従ってポンプ主電動機等電気機器の温度上昇に配慮する。

(6) 機場設置場所

青ナイル河右岸、既存フルガポンプ場より700m上流とする。

(7) 地震

地震発生の可能性はほぼない。

(8) 基礎地耐力

機場設置場所における基礎地耐力は下記の通りとする。

N値	:	N = 28
内部摩擦角	:	$\Phi = 33$ 度
地耐力	:	$q = 23\text{ton/m}^2$

尚、地質調査結果を図5-2～5-5に示す。

(9) 地下水位

青ナイル河の水位と連動するが、機場位置に於ける地下水位をEL. 399mとし、機場を設計する。

(10) ポンプ機場設計基準

スーダン国に特に定まった設計基準がないため日本の基準を適用する。

(11) 機場規模基準

機場規模を決定するにあたり、ポンプ間及び原動機間の相互間隔は、分解時のスペースや保守用通路が確保出来、さらに作業者が立ち止まって点検を行なうための間隔が取れる規模とする。また、機器の搬入、維持・修理に必要なスペース及び配電機器のスペースを確保する。機器の据え付及び維持・修理に天井クレーンを設置し、必要吊り上げ高さを考慮した機場高さとする。

(12) 水路設計流量

幹線水路を設計するにあたり、設計流量を計画最大揚水量である $8.17\text{m}^3/\text{sec}$ とする。また、フルガ及びヌルエンディン一次幹線水路の設計流量はそれぞれ $5.02\text{m}^3/\text{sec}$ 及び $3.15\text{m}^3/\text{sec}$ とする。

(13) 水路設計基準

水路及び水路関連構造物は、既存施設を最大限利用すること及び維持・管理の容易性を考慮し、スーダン国灌漑省の基準を基に設計する。

(14) 気象条件

配電線の設計にあたり、以下の気象条件を考慮する。

最高周囲温度	50 °C
年平均温度	30 °C
年最低温度	15 °C
最大風速	25 m/sec

雷雨に関する詳細なデータはないが、既設配電線には避雷用の架空地線は設置していないため、配電線用支持物には鉄塔区間を除き架空地線は使用しない。

(15) 配電線用支持物

配電線用支持物として、プレキャストコンクリートポールを現地にて製作し使用する。現在、計画地区周辺の 33k V 配電線には、現地生産の四角コンクリートポールが採用されており、長年の使用実績から見ても何ら支障がないことが確認されたため本計画でも採用することとする。

(16) 青ナイル河横断用鉄塔

エルピルヤブポンプ場とフルガ・ヌルエルディンポンプ場の間には青ナイル河があるため、配電線は青ナイル河を横断する。横断地点の川巾は約300mありフェリーが航行しているため通常の配電線用支持物では高さが不足しフェリーの航行が不可能となる為、横断箇所のみ十分な高さを持った鉄塔を採用する。

鉄塔の高さは以下の条件を満足するよう決定する。

青ナイル河の最高水位 (既往最大洪水位)	EL.402.45 m
フェリーの高さ	6.0 m
電線の許容離隔距離	6.0 m
電線の最大弛度	11.2 m

(17) 使用電線

通常スーダン国では、33kV配電線に硬アルミより線を使用しているが、本計画の河川横断では電線を高張力で架線する必要があり硬アルミより線では強度が不足するため、強度の高い鋼心アルミニウムより線を採用する。

新設の配電線の延長は9.5kmと短く、このような短い配電線に硬アルミより線と鋼心アルミニウムより線の2種類の電線を使うことは材料手配の面から得策でない事を考慮し、地上部分についても河川横断部分と同様鋼心アルミニウムより線を採用する。

(18) 排砂用作業機械

作業機械が行う排砂とは、沈砂池の底に沈積する土砂を汲み上げ、青ナイル河のポンプ場より下流側に放出するまでの作業とする。

5.3 基本設計

5.3.1 ポンプ機器

ポンプ機器の主要諸元を表5-1に示す。

(1) 主ポンプ

ポンプ形式としては立軸両吸込み渦巻きポンプとし、設置台数は4台、内1台は予備ポンプとする。主ポンプの主要諸元を以下に示す。

－ポンプ形式	：	立軸両吸込み渦巻きポンプ
－定格吐出量	：	148m ³ /mm/unit
－定格揚程	：	25m
－ポンプ口径	：	900mm x 800mm
－ポンプ台数	：	4台 (内1台予備)

ポンプ定格吐出量は、図5-6のポンプ想定特性曲線及び図5-7のシステムカーブより決定した。また定格揚程は実揚程22.58mに表5-2に示す配管損失水頭2.168mを見込んで決定したものである。

(2) 主電動機

主電動機の主要諸元を以下に示す。

－形式	：	立軸カゴ形誘導電動機
－定格出力	：	760 kW
－電圧	：	11,000 V
－極数	：	10 P
－回転数	：	600 rpm

(3) ポンプ及び主電動機据付高

ポンプ据付高を最低水位以下に設置した場合、ポンプ始動時の呼び水操作が不要となり操作が簡略となる半面、吸い込み配管が水面下となり施工が困難となる他、ポンプ建屋が深くなり建設費が増加する。本計画に於ては、ポンプ据付高を最低水位に於てもキャピテーションが発生しない限度である EL. 391.5m に設定し呼び水設備を設ける。また主電動機据付高は100年確立洪水位

El. 402.11m に対し余裕を見込み、El. 402.50m に設定した。

(4) 配管

本ポンプ設備の配管は以下のものから構成される。

- 水平吸い込み配管、4条
- 建屋内吐き出し配管、4条、及び
- 屋外集合管及び吐き出し本管、1条

建屋の圧密沈下に対し、水平吸込み配管及び吐き出し本管にはフレキシブル継手を設ける。吐き出し管は建設費を考慮し集合管方式を採用する。また、本管は施工後、埋戻す事とし管路の温度変化による伸縮を吸収する伸縮継手を省略する事とした。尚、ポンプ運転状態を監視する為、流量計を各ポンプ吐き出し配管に設置し、吐き出し量及び積算流量を操作盤上に表示するものとする。

(5) 弁類

各ポンプに以下の弁を設置するものとする。

- 吸い込み仕切弁、
- 吐き出し逆止弁、及び
- 吐き出し蝶形弁

吸い込み仕切弁は、河川水位が高い場合でもポンプ機器の保守点検が可能な様に設置するものであり、使用頻度から手動とする。吐き出し逆止弁はポンプ停止時の逆流防止のため設置し、スイング式とする。その為、吐き出し弁としては、流量調整が可能な電動蝶形弁を採用する。

(6) 天井クレーン

ポンプ据付施工及び保守点検の為、電動天井クレーンを設置する。容量は吊り上げ最大重量の電動機をもとに決定する。

(7) 呼び水設備

本ポンプ設備は、河川水位が El. 392.0m 以下となった場合、ポンプ起動時ポンプ内に真空ポンプにて呼び水を行なう必要がある。真空ポンプは一台予備を設け二台設置する。

(8) 排水ポンプ

ポンプ建屋は防水構造であるが、ポンプ封水部等機器からの漏水は避けられない。従って、建屋内の排水の為、一台予備を含め排水ポンプを二台設置する。

(9) 点検歩廊

保守点検が容易に行なえる様、ポンプ室内には点検歩廊を設ける。

5.3.2 ポンプ機場

(1) 機場施設用地の概要

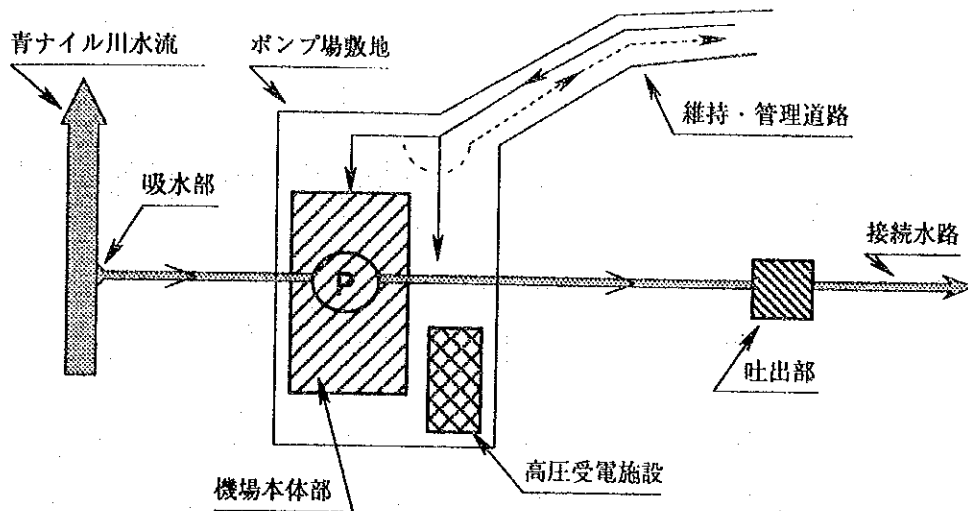
ポンプ機場は既存フルガ及びヌルエルディン灌漑地区に灌漑用水を供給するのに有利な地点、青ナイル河の水流及び地形が安定した地点及びポンプ場の建設に有利な地点である事等を考慮して、青ナイル河右岸、既存フルガポンプ場より約700m上流の地点とした。この地点は青ナイル河の流心が安定している場所であり、地形的にもポンプ場の設置に有利な場所である。機場地点の高水敷は低水位 (El. 391.02m) より約10m奥まった場所にある。高水敷の標高は El. 397~El. 400m であり、約20m 続く比較的平らな場所を形成している。その後なだらかに高くなっていて約30m 先は100年確立洪水位 (El. 402.11m) より以上の高さ El. 406m を形成している。

(2) 設置計画

機場は大きく分類して吸水部、機場本体及び吐出部よりなる。機場本体は施工性及び経済性を考慮して、前項で記述した高水敷の平場よりなだらかに高くなっている青ナイル河低水位より約18m奥まった個所に設置する。機場本体の後背部に高圧変電施設を配置する。機場敷地の高さは、電動機及び高圧変電施設が設置される敷地であるので、100年確立洪水位より高くなるように、El. 402.25m とした。さらに接続水路に吐出する吐出部は、地形及び吐出管の施工性等を考慮して、約55m奥まった個所に設置する事にした。吸水部は、吸水槽における堆砂を避けるため吸水管を青ナイルの低水位まで伸ばす計画とした。本計画では吸水管を常時水流のある低水位まで伸ばす事により、ポンプ場における問題点となりやすい吸水槽内の堆砂による吸水に対する悪影響を及ぼす事はないものと考えられる。

敷地平面計画は、維持・管理用の車輛が十分敷地に入る事が可能で、高圧変電施設を設置出来る広さとした。また、その他の設備はスーダン国内の既存ポンプ場に出来るだけ準ずる施設内容

とした。施設の配置、水流のフロー及びアクセスのフローを示すと次の通りである。



吸水部、機場本体部及び吐出部における基本計画を以降に述べると共に、全体の配置図及び構造図等を添付図に示す。

(3) 吸水部基本計画

先に述べたように、吸水部は吸水槽における土砂堆積を避けるため、吸水管を常時水流のある青ナイル河低水位まで伸ばす。吸水部底部の標高は、既存最低水位 (El. 389.02m) にても吸水可能とする事を考慮して、El. 386.02m としフトン箆により保護する。一方、吸水口の壁部は本体工事における仮締め切り工としての有用性、及び施工速度等を考慮して鋼矢板を打設し保護する事にした。吸水部及び本体部との間は、現況となじむような形状で護岸する。青ナイル右岸川岸の侵食は既存フルガ及びヌルエンディンポンプ場にも生じてはいなく、地形及び地盤が同様の本機場地点にても侵食作用は進まないものと考えられる。しかし、ポンプ機場本体の保護という重要度を考慮し、現地で水路構造物等に使用されている練石積み工にて護岸する事にした。吸水部の主な概要は以下の通りである。

一吸水部	幅	: 20m
	高さ	: 5.68m
	底部	: フトン箆により保護
	壁部	: 鋼矢板 (L = 10m、控え坑式) による保護
一護岸部	工種	: 練石積み工
	勾配	: 1 : 1.0
	高さ	: 9.75m

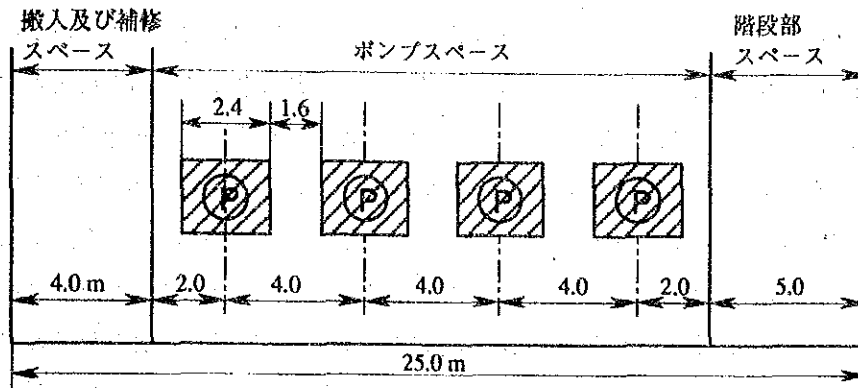
(4) 機場本体基本計画

平面計画

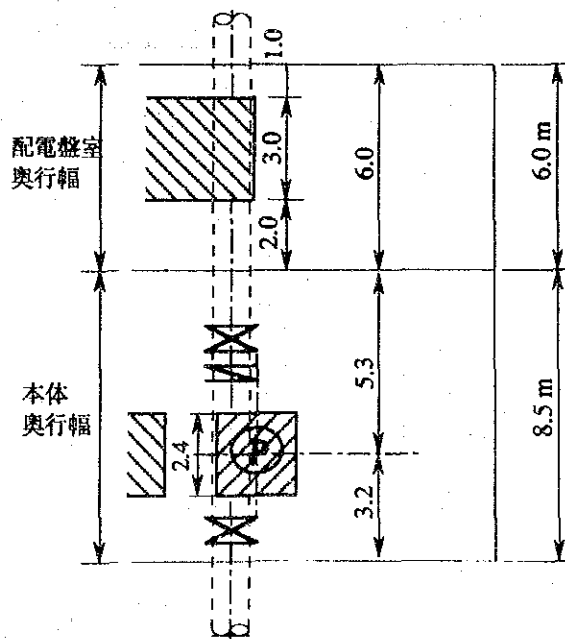
機場平面規模を決定するにあたり、ポンプ、原動機、弁等の概略寸法は以下の通りとした。

一吸・吐出管	口径	:	D=1,100mm、4条
一ポンプ	機種	:	立軸両吸い込み渦巻きポンプ 口径900mm x 800mm、4台
	幅	:	2.4m
	長さ	:	2.4m
	高さ	:	3.0m
一電動機	機種	:	立軸カゴ型誘電動機 最大出力、760kW、4台
	幅	:	2.0m
	長さ	:	2.3m
	高さ	:	4.0m
一弁類	仕切弁	:	口径、900mm 面間距離、1.35m
	逆止弁	:	口径、900mm 面間距離、0.50m
	蝶型弁	:	口径、300mm 面間距離、1.35m

平面規模における平面幅は、機場における最大幅であるポンプ幅によって決定される。点検・保守用のためポンプ相互間隔は1.6mをとりポンプ中心間隔は4.0mとする。一方、ポンプ機器などの搬入及び維持・修理に必要なスペースとしてポンプ一台の分解・補修のため4.0mの幅を確保する。また、電動機は機場敷地とほぼ同じ高さに設置されるが、ポンプはポンプ性能により、地下に設ける必要があるため、ポンプ点検のため、及び維持・修理に必要な機材搬入のための階段用スペースを確保する。階段用のスペース幅は余裕幅を含めて5.0mとする。よって機場必要幅は下図の通りとなる。



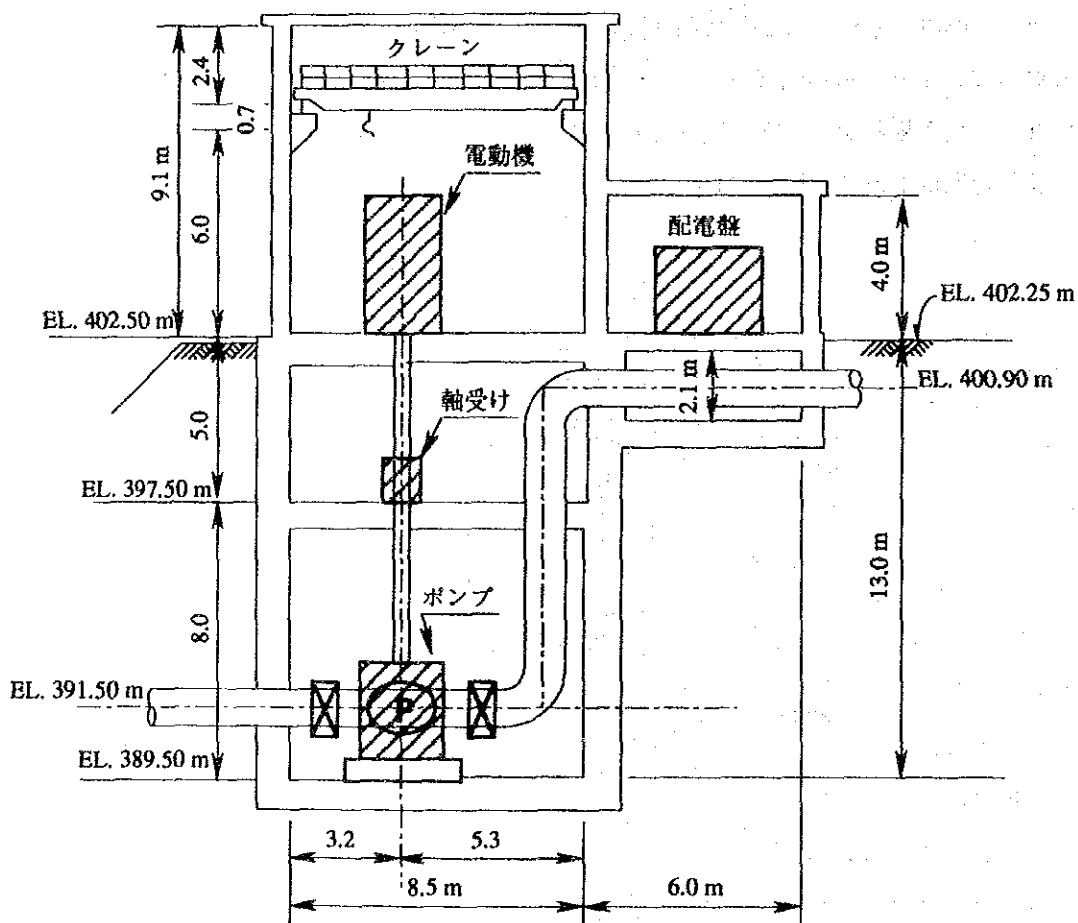
機場本体の奥行幅はポンプ長 (2.4m)、弁類合計面間長 (3.2m)、バンド管長 (1.1m)、吐出管直立管の中心線と本体の壁との必要間隔 (1.1m) 及び管継手、フランジ等における必要長 (0.7m) を考慮して、これらの合計である8.5mとする。一方、配電盤室としての奥行幅を配電盤奥行長 (3.0m)、配電盤と壁との必要間隔 (1.0m) 及び操作必要幅 (2.0m) を考慮し、6mの奥行幅をとる。必要奥行幅は下図の通りとなる。



断面計画

ポンプ機場の断面計画は、ポンプ及び原動機の据え付け位置、施工性、経済性、及びクレーン必要高さ等によって決定される。ポンプ据え付け位置 (El. 391.50m、ポンプ及び吸水管中心線)。

より、ポンプ高及びポンプ据え付け台等を考慮し、ポンプ室の床標高をEL. 389.50m とする。一方電動機据え付け床レベルは、青ナイル川洪水位 (EL. 402.11m) を考慮し、EL. 402.50m であるので、電動機よりポンプまで約10mの伝動軸が必要である。伝動軸軸受けの設置及び構造的等を考慮し、EL. 397.50mの位置に軸受け室を設け、機場本体下部は2床式の断面計画とする。本体上部の必要高さは、据え付け、維持・修理用のクレーンの必要高さにより決定される。伝動軸を吊り上げるに必要な吊り上げ高さ (6.0m)、移動レール部より吊り上げ金具までの機械必要高さ (0.7m) 及び移動レール部より天井スパンまでの必要高さ (2.4m) を合計して、上部構造の天井高さは9.1mとする。また、配電盤室の必要高さは、配電盤の高さ (2.5m) に余裕高 (1.5m) を見込み、4.0mとする。一方、吐出管の設置を機場本体が立ち上がってから据え付け可能にするため、吐出管は配電盤室の下部を通し、配電盤室の下部は中空部にする。配電盤より電動機までの電気ケーブル、配電盤間のケーブルは、その中空部を通す事にする。中空部必要高さは、吐出管設置における施工性及びケーブル点検の必要性等を考慮し、2.1m とする。断面計画を下図に示す。



構造計画

機場本体は、現地慣行、構造強度、耐久性、資材調達及び価格等を考慮して、基本的に上室は

鉄筋コンクリート骨組のレンガ積み防塵構造とし、下部構造は鉄筋コンクリートの水密構造とする。機場本体における基礎の検討、揚圧力に対する検討及び構造検討を以下に示す。

a) 基礎の検討

機場位置が比較的良質な砂地盤である事、基礎地耐力が比較的大きい (23 ton/m²) こと及び施工性等を考慮して、ベタ基礎の構造とする。機場本体の荷重 (約 19 ton/m²) は、基礎地耐力 23 ton/m² より小となり、ベタ基礎で十分安全である。

b) 揚圧力に対する検討

地下水位は Bl. 399.0m として検討すると、地下水による揚圧力は本体に 10.5ton/m² 作用するが、本体重量 19ton/m² より小となり、揚圧力に対しても安全である。

c) 構造検討

構造検討における荷重として、地震荷重は考慮せず、自重、土圧、水圧、ポンプ機器荷重、及び群集荷重等を考慮した。設計に用いた荷重及び許容応力度等は下記の通りである。

—使用材料単価重量

水	1.00 ton/m ³
鋼	7.85 ton/m ³
無筋コンクリート	2.20 ton/m ³
鉄筋コンクリート	2.40 ton/m ³
モルタル	2.00 ton/m ³
土砂	1.80 ton/m ³
土砂 (水中)	1.00 ton/m ³

—群集荷重 $w=500 \text{ kg/m}^2$

—土圧係数 $ka=0.5$ (静止土圧係数)

—許容応力度

鉄筋コンクリート

設計基準強度	$\sigma_{ck} = 210 \text{ kg/cm}^2$
曲げ圧縮応力度	$\sigma_a = 7.0 \text{ kg/cm}^2$
せん断応力度 (梁)	$\tau_a = 6.5 \text{ kg/cm}^2$
せん断応力度 (スラブ)	$\tau_a = 8.5 \text{ kg/cm}^2$

付着応力度	$\tau_{oa} = 15 \text{ kg/cm}^2$
鉄筋 (累型鉄筋SD30)	
引張応力度 (一般部)	$\sigma_{sa} = 1,800 \text{ kg/cm}^2$
引張応力度 (水密性確保部)	$\sigma_{sa} = 1,600 \text{ kg/cm}^2$
-ポンプ機器荷重	
ポンプ	11 ton/台
原動機 (架台供)	15 ton/台
鋼管	1.1 ton/m
手動仕切弁	0.5 ton/個
逆止弁	0.3 ton/個
蝶型弁	1.0 ton/個
クレーン (定格15ton) 最大輪荷重	11.5 ton

構造設計において上室は梁にするフレーム構造のラーメンとして解析した。一方、下部構造は上床版及び中床版にポンプ搬入及び維持・修理用の開口部を設ける必要があり、通常のボックスラーメンとしての解析が適当でないと思われるので、上床版及び中床版は梁部材として、側壁と底版は版部材として解析した。機場内照明設備は必要照度を操作盤室は250ルクス、電動機室は150ルクス及び下部ポンプ室、軸受け室は50ルクスとして照明設備を考えた。

機場本体の主要諸元は以下の通りである。

-上室 (原動機及びクレーン設置)

幅	: 25.0 m
奥行幅	: 8.5 m
高さ	: 9.1 m
梁	: 鉄筋コンクリート
壁	: レンガ積みモルタル仕上げ (T=20cm)

-下部構造 (ポンプ、軸受け等設置)

幅	: 21.0 m
奥行幅	: 8.5 m
高さ (2床式構造)	: 13.0 m
上・中床版	: 鉄筋コンクリート梁及び床版構造
側壁・床版	: 鉄筋コンクリート版部材構造

一配電盤室 (配電版設置)

幅	:	21.0 m
奥行幅	:	6.0 m
高さ	:	4.0 m
梁	:	鉄筋コンクリート
壁	:	レンガ積みモルタル仕上げ (T=20cm)
下部中空部	:	鉄筋コンクリートボックス構造

(5) 吐出部基本計画

青ナイル河よりポンプ揚水される水は、吸水部、機場本体部を通り、吐出水槽に吐き出され、接続水路へと続く。機場本体の配電盤室下部を出た吐出管 (D=1,100mm 4条、中心線標高 El.400.90m) は集合管 (D=1,800mm、1条) で集合され、8.0m の水平部を設け、更に 1:3.0 の勾配で吐出水槽まで敷設する計画とする。吐出水槽における吐出管の中心線標高は El. 410.10m であり、機場本体配電盤室より吐出水槽までの水平距離は 44.0m である。吐出水槽は鉄筋コンクリート構造のフリュームタイプとし、その主要諸元は下記の通りである。

幅	:	8.0 m
長さ	:	10.0 m
高さ	:	6.0 m
構造	:	鉄筋コンクリートフリューム構造
設計水位	:	El. 413.60 m
底版標高	:	El. 408.60 m
吐出管中心線標高	:	El. 410.10m

5.3.3 接続水路及び新設一次幹線水路

接続水路は、ポンプ場の吐出水槽とフルガ及びヌルエルディン地区の新設一次幹線水路を繋ぐ水路である。水路延長は345mである。途中にポンプ揚水中に含まれる流入土砂を沈積させる沈砂池を設け、末端にフルガ幹線水路とヌルエルディン幹線水路とに分水するための分水工を設置した。

新設一次幹線水路は、上記接続水路と既存のフルガ水路網及びヌルエルディン水路網とを繋ぐものである。水路延長は、フルガ幹線水路新設分及びヌルエルディン幹線水路新設分それぞれ433m及び1,820mである。

接続水路及び新設一次幹線水路の路線は、図5-8に示すとおりである。接続水路はポンプ場吐水出水槽と分水工地点を地形を考慮して結ぶ路線とした。また、新設フルガ幹線水路及びヌルエルディン幹線水路は、それぞれフルガ地区水路網及びヌルエルディン地区水路網と分水工地点とを結ぶ直線形とした。分水工の位置の選定は原地形及び土地利用状況をふまえ水路施設建設時の経済性、施工性を考慮して決定した。

本水路施設が既設のフルガ地区及びヌルエルディン地区の各水路網に連絡する地点の計画水位は、それぞれEL.412.70m及びEL.412.86mとした。これは、圃場の標高及び末端用水系統の水路縦断を再検討した結果である。

接続水路及び新設一次幹線水路の諸施設に関する主な設計基準を次のとおり設定した。水路は、台形断面の土水路とし法勾配1:2.0、盛土天端幅片側4m、片側2mとする。但し、接続水路の天端幅については、特に盛土が高くなるため、施工性、維持管理を考慮し、両側4mとする。外法面の高さが5mを越えるものは、その安全性を考慮し高さ5mごとに幅1mの小段を設けるものとする。余裕高は水路で0.8m、沈砂池で1mとする。フリューム型の水路または構造物を設ける場合は、経済性を検討した結果コンクリートフリュームを適用するものとする。また、水路及び構造物のライニングまたはトランジションの部分は、施工の容易性を考慮し石積工とした。維持管理道路の有効幅員は5mとし、最大縦断勾配5%、最小曲線半径30mとする。また道路の盛土部分は、路面の排水性及び路床の安定性を考慮し路面を原地盤から50cm程度高く設定するものとする。地中構造物の最小土かぶりは60cmとする。

接続水路及び新設一次幹線水路諸施設の基本設計は以下のとおりである。また、諸元及び設計水位は表5-3に示した。

(1) 接続水路

接続水路の設計流量は、 $8.17\text{m}^3/\text{sec}$ である。ポンプ場吐出水槽の出口を起点とする接続水路は、水路、沈砂池及び分土工の各部分から成る。吐出水槽を出た水は、水路部分(延長175m)を流れ、沈砂池(延長150m)に流入する。ここで流入土砂をあらかじめ沈積させ下流側の水路施設に流下させるものとする。沈砂池を通過した用水は、練石積の断面急縮部(延長20m)を経て分土工まで送水されフルガ及びヌルエルディンの両地区方面に分水される。

水路

土水路は、底幅6m、水路高さ2.5m及び縦断勾配を $1/10,000$ とした。接続水路始点部のコンクリートフリユームは、底幅8m、水路高さ2.5mとした。また、吐出水槽出口及び沈砂池上下流のトランジション部分には石積工を施した。維持管理道路は地形条件を勘案し水路左岸側にとりつけることとした。

沈砂池

沈砂池が沈積すべき土砂の最小粒径を 0.06mm とした。これは、全流入土砂量の重量で8-9割を沈積させるものである。流入土砂の粒度分布は図5-9に示した。

沈砂池の断面は、沈砂池の平均流速が砂粒子の浮流限界流速($5\text{cm}/\text{sec}$)程度となるよう底幅30m高さ6m(水深5m)の台形断面とした。また、長さは、砂粒子の限界沈降速度($3\text{mm}/\text{sec}$)及び安全係数を考慮して150mとした。沈砂池の沈砂容積は $15,000\text{m}^3$ である。

尚、沈砂池は、後述の「5.3.5 維持管理機材」の節での検討結果を踏まえてポンプ浚渫船により常時排砂されることを前提として設計した。浚渫船により排出される土砂は、沈砂池左岸に設けた排砂用ボックスカルバートに流入させ、ポンプ場下流付近から青ナイル河に放出するものとした。

分土工

分土工は、次の設計条件を勘案し射流分土工とした。

- あらゆる流入量(設計流量～ポンプ一合運転時流量)に対して自動定比分水となること、
- 分水時下流水位の影響を受けない完全越流型のものとする、及び

- 橋梁（設計荷重T-14）をとりつけ接続水路及び幹線水路の左右兩岸をすべて連絡できること。

ここで自動定比分水型分土工を導入したのは、フルガ地区とヌルエルディン地区の作付面積が作付計画と異なる場合があっても、両地区の作付面積の比はほとんど変化しないという前提を踏まえ、建設後の水管理の容易性を追及した結果である。ゲート操作による操作式分土工では、流量や下流水位が様々に変化するためゲート操作を含めた水管理が極めて複雑になりこのような構造物の設計を避けた。

分土工に流入する用水は、幅 8.17m 長さ 20m のコンクリートフリユーム（矩形断面）の整流区間を経て低エン堤部を越流し射流を発生する。ここで用水は、フルガ側より 5.02m ヌルエルディン側より 3.15m の位置に設けた背割隔壁によって常時定比で分水される。流量は、越流部直前に設けた水位標から越流水深を測定することによって把握することができる。

(2) 新設一次幹線水路

新設一次幹線水路は、フルガ幹線水路とヌルエルディン幹線水路との 2 本の水路から成り、設計流量は、それぞれ 5.02 m³/sec、3.15 m³/sec である。基本設計は以下のとおりである。

フルガ幹線水路

フルガ新設一次幹線水路の延長は 433m である。台形断面の土水路とし底幅 6m、水路高さ 2.1m 及び縦断勾配を 1/10,000 とした。水路の始点で分土工との接続部分には 10m 長の空石積ライニング区間を設置した。維持管理道路は、水路左岸に設けた。

ヌルエルディン幹線水路

ヌルエルディン新設一次幹線水路の延長は 1,820m である。台形断面の土水路とし底幅 4m、水路高さ 2.0m 及び縦断勾配を 1/10,000 とした。水路の始点で分土工との接続部分には 10m 長の空石積ライニング区間を設置した。維持管理道路は、水路右岸に設けた。

5.3.4 電力供給施設

(1) 33kV架空配電線

33kV架空配電線の主要諸元は以下の通りである。配電線の計画路線及び配電線までの電力供給施設図をそれぞれ図 4-4 及び 図 5-10 に示す。

電圧	33 kV
亘長	9.5 km
回線数	1 回線
配列	三角配列
電線種類	鋼心アルミニウムより線、95 mm ²
使用碍子	33kVピン碍子 及び 懸垂碍子(254 x 146mm) 3 個連
標準径間	80 m
支持物	プレキャストコンクリートポール
	長さ 11.0 m (36 フィート)
	末口寸法 115 x 145 mm
	元口寸法 175 x 430 mm

川横断に使用する鉄塔は自立型四角鉄塔とし、その設計は以下の諸条件に基づくものとする。

径間長	362 m
電線	鋼心アルミニウムより線、95 mm ²
架空地線	亜鉛メッキ鋼より線、38 mm ²
最大使用張力	電線 1,100 kg 地線 750 kg
電線取付け位置高さ	下アーム 23.5 m 上アーム 26.0 m 頂部 29.3 m

(2) 屋外受電設備

ポンプ場の敷地内に屋外受電用機器を設置し配電線より電力を受電したのち、主変圧器にて 11kV に降圧し屋内配電盤へ供給する。主要機器の主な仕様は以下の通りである。

主変圧器

タイプ	三相、屋外形
冷却方式	油入自冷形
容量	3,000 kVA
電圧	高圧側 31,500 V 低圧側 11,000 V
結線方式	スターデルタ結線

遮断器

タイプ	三相、屋外形
定格電圧	36 kV
定格電流	800 A
定格遮断容量	25 kA

断路器

タイプ	三相、屋外形（接地機構付き）
定格電圧	36 kV
定格電流	600 A

計器用変圧変流器

タイプ	三相、屋外形
定格電圧	36 kV

避雷器

タイプ	ギャップレス形
定格電圧	42 kV

以上のほかに電圧検出用に誘導形電圧検出器を設置する。

(3) 屋内配電設備

屋内用設備は全て閉鎖型配電盤とし、以下のような設備を設置する。

コントロール盤（屋外受電設備用）	1面
11kV高圧配電盤（変圧器2次側用）	1面

所内用変圧器盤（容量50 kVA）	1面
ポンプモーター用配電盤	4面
直流電源装置	1面

ポンプモーター用配電盤の設計は以下の通りとする。

- (i) モーターの始動には始動電流の小さいリアクトル始動方式を採用する。リアクトルの容量は750kWとし、50% - 65% - 80%のタップを用意する。
- (ii) 力率改善用として容量250kVAのコンデンサーを各モーター回路に設置する。
- (iii) モーターの保護のため3E継電器（過負荷、欠相、逆相）と地絡過電流継電機を採用する。

5.3.5 維持管理機材

本計画の沈砂池規模に適合する機械排砂の方法として、ポンプ浚渫船による方法とドラッグラインによる方法とが考えられるので、本計画に最も適した方法を選択するために、それぞれの方法について、次のとおり比較検討した。

(1) ポンプ浚渫船による排砂作業

1) 作業内容

ポンプ浚渫船により浚渫した土砂を沈砂池左岸側に設ける排砂用ボックスカルバートに流入させ、ポンプ場下流付近から青ナイル河に自然流下させる。

2) 機械計画

ポンプ浚渫船の能力は、滞砂量が沈砂池の許容沈積容積 15,000 m³ を越えないように決定した。即ち、表 5-4 に示す沈砂池への旬別推定流入土砂量とポンプ浚渫船による排砂量の収支をシミュレーションし、沈砂池内の排砂残量が許容沈積量内に収まるようなポンプ浚渫船の能力を求めた。シミュレーション結果を図 5-11 に示す。排砂作業は 12 時間運転とし、必要揚土容量約 140m³/hr を得た。更に、作業効率及び作業時間率を考慮に入れポンプ浚渫船の計画浚渫能力を 155 m³/hr とした。この場合必要ポンプ浚渫船 1 隻となる。

(2) ドラッグラインによる排砂作業

1) 作業内容

1. 沈砂池兩岸よりドラッグラインにより掘削し堤外に積出す。
2. 積出された土砂をホイールローダーにてダンプトラックに積み込む。
3. ダンプトラックにより運搬しポンプ場下流側の谷部に捨土する。
4. 捨土の押出しをブルドーザーにより行う。

2) 機械計画

ドラッグラインによる排砂作業計画の場合もポンプ浚渫の場合と同様に、沈砂池内の排砂残量が沈砂池の許容沈砂容量を越えないこととした。積出された土砂については年間を通じて搬出するものとした。機械の日当たり運転時間は、使用機械及び作業内容を考慮し6時間とした。これより、ドラッグラインの必要排砂量は、 $280 \text{ m}^3/\text{hr}$ となる。沈砂池の水面幅も考慮しドラッグライン他機械計画を次のとおりとした。

1.ドラッグライン (3.6 m ³)	:	5台
2.ホイールローダー (1.5 m ³)	:	3台
3.ダンプトラック (11 ton)	:	6台
4.ブルドーザー (21 ton)	:	2台

(3) 排砂方法の選択

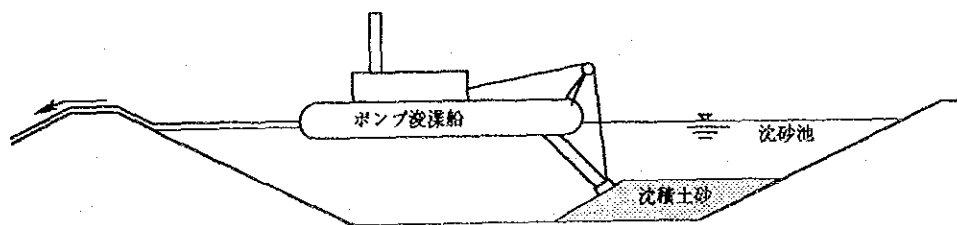
それぞれの作業計画をもとに必要な初期投資額及び年間運転経費を比較すると下表のように、ポンプ浚渫船の方が明らかに経済的であることがわかる。また、ポンプ浚渫船による作業の場合はポンプ浚渫船一台だけで済むのに対し、ドラッグラインによる作業の場合はドラッグライン以外にも積み込み機械、運搬用車両が必要となり、機材自体の維持管理もポンプ浚渫船の方がはるかに容易である。

	ポンプ浚渫船	ドラッグライン
機械購入価格 (1,000 円)	99,200	628,500
年間燃料・油脂費(£ S 1,000)	808	1,571

以上の検討結果、下記仕様のポンプ浚渫船を本計画の排砂作業用機械として選定した。

機械名	: ポンプ浚渫船
台数	: 1
(主な仕様)	
揚土量	: 155 m ³ /hr
浚渫深度	: 5 m
排送距離	: 200 m
吸入部	: カッターレスタイプ(ジェット噴射式)

参考迄にポンプ浚渫船による作業の概念図を下に示す。



排砂作業概念図

5.4 施工計画

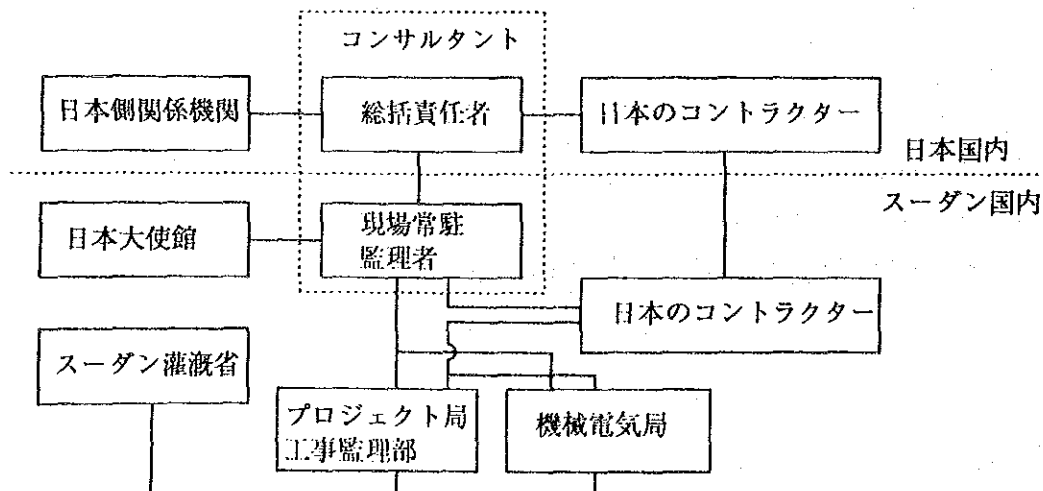
(1) 施工方針

本事業は、以下に述べる実施体制に基づきスーダン側、日本側関係機関、及び関係会社それぞれの協力のもとに実施する。

本事業のスーダン側実施機関は灌漑省であり、日本側負担事業実施のカウンターパート機関はプロジェクト局 (Under-Secretariat of Projects) の工事監理部 (Supervision Directorate) と機械電気局 (Mechanical & Electrical Under-Secretariat) となる (図 2-3 及び図 4-1 参照)。前者は土木工事関係を担当し、後者は、ポンプ関係機器及び電力関係機器を担当する。灌漑省は、建設工事完工まで以下の業務を行なう。

- 1) 本計画に関する施設建設工事の遂行
- 2) コンサルタント及び工事請負業者との契約
- 3) 設計の承認
- 4) 入札及び入札評価
- 5) 支払の承認
- 6) 本計画に係わる契約全般の管理
- 7) 工事完成施設の受領
- 8) スーダン政府の他機関との連絡、調整

本事業の実施体制を次のように図示した。



(2) 建設事情及び施工上（機材調達を含む）の留意事項

当該地域での一般状況及び一般建設事情を踏まえ次の様な施設施工方法及び資材調達方法を採用することとした。

ポンプ場建設工事

下部構造の工事は、青ナイル河の低水位期の期間中に着工し水位の上昇する雨期前に完工させる。工事は、吸水部周辺の鋼矢板打設を以て開始する。ポンプ場建屋のコンクリートは、機場付近に設置するバッチャープラントからミキサー車によって運搬打設する。

ポンプ機器据付工事

ポンプ機器の施工は、まずトラッククレーンを使用して吸込配管及び天井クレーンを据付ける。施工時期としては、ポンプ建屋施工終了後の乾期とする。ポンプ、モータ等ポンプ建屋内の機器の施工は天井クレーンを使用して行う。尚、搬入資機材は配管材を除き、ポンプ建屋内に仮置きし、資材倉庫は特に設けない。

水路施設建設工事

水路施設の盛土・掘削工事は、大型施工機械によって行う。水路法面の仕上げ工は人力による。水路の盛土材は、主に近辺の適切な材料地点を選定し運搬採取する。水路構造物のコンクリートは、前述のバッチャープラントよりミキサー車によって運搬打設する。

電力供給施設建設工事

配電線の建柱工事・架線工事は、資材の運搬を除いて全て人力による。ポンプ場内の屋外受電設備はクレーンにより基礎上に据付ける。屋内の配電盤据付け、受電設備・配電盤間のケーブル敷設は人力による。

土木資材の調達

コンクリート用骨材、石積工用の砕石及びラテライト舗装材は、業者より購入する。

(3) 施工監理計画

実施設計は、E/N締結後直ちに行なわれるスーダン灌漑省とコンサルタントとの契約後、灌漑省との綿密な協議を経て実施する。同時にスーダン灌漑省は建設施設用地の確保、仮事務所の確保等の手配を工事に間に合うよう実施する。実施設計は現地及び日本国内で行うものとする。

工事請負業者選定の入札は、入札実施に先立ち、灌漑省の承認を得るものとする。業者選定はまず入札参加資格審査を行う。この公示は灌漑省の名で日本の主要建設・経済関係日刊紙に掲載し、入札参加資格審査書をコンサルタントが配付する。次に入札参加資格審査を通過した業者に対し入札書が配付される。業者からの入札書はコンサルタント社で受け付け、スーダン政府関係者立会のもとで開封する。開封後ただちにスーダン政府関係者と共同で評価を行い、工事請負契約書の草案を作成する。

施工監理業務は、スーダンの社会制度・習慣の特性に十分留意しこれを遂行する。また、工事の円滑な進捗と最良の成果を期し、所定期限内の工事完工を達成する。

本計画の建設工事契約締結後、総括責任者は施工業者と施工、工事工程に係わる協議確認を行う。着工後、常駐管理者が現地に常駐し、工事を監理するとともに、在スーダン日本大使館及びスーダン灌漑省に対して定期的に工事進捗状況を報告する。また、施工業者を含めた本計画の関係者間の意見調整と意思の疎通を図る。現地常駐管理者に加え、工事進捗に合わせて各種専門家がスポット監理を行う。施工監理体制は次のとおりである。

項目	等級	員数	業務内容
(常駐監理)			
常駐監理者	3級	1名	全工事期間にわたる総合施工監理及び関係機関への報告
施設施工監理	4級	1名	灌漑施設の施工監理
(スポット監理)			
総括	1級	1名	工事契約書の把握及び各要員への作業指揮・監督
ポンプ機器	4級	1名	製作図面の検査及び据付工事検査
電気	4級	1名	電力供給施設の施工監理
建築	4級	1名	ポンプ場建屋建築工事の施工監理

(4) 資機材調達計画

建設工事に必要な資機材で、現地調達の可能なものは原則として現地調達とするが、品質に問題のあるもの、流通量が十分でないもの、あるいは一定の期間に入手し難いもの等、現地調達が困難な材料については、日本よりの輸入とする。主な建設資機材の調達先は下記のとおりである。

調達先	スーダン	日本
コンクリート材料	骨材 セメント	混和剤
木材		角材 合板
鉄鋼材製品		鉄筋 形鋼
燃料・油脂	ガソリン ディーゼル オイル	
建築材料	レンガ	鉄製建具
送電線資材	電柱	送電線 鉄塔用骨材
ポンプ機器		ポンプ 電動機
維持管理機材		ポンプ浚渫船
建設機材		重機 資材運搬車両

日本からの資機材は、海上輸送でスーダンのポートスーダン港に陸揚げされ、そこから約1,000kmの陸路を経て現地に輸送される。日本から現場までの輸送に要する日数は、海上輸送、ポートスーダン港陸揚通関及び国内内陸輸送を含め約3.3ヶ月である。

(5) 実施工程

日本側負担事項及びスーダン側負担事項を以下に示す。

<u>日本側負担事項</u>	<u>スーダン側負担事項</u>
- ポンプ場	- 灌漑水路網改修
- 電力供給施設	- 排水路網
- 接続水路	- 管理事務所他
- 新設一次幹線水路	
- 維持管理機材	

日本側負担事項の事業実施工程を次ページに示す。実施設計に必要な期間は3ヶ月、建設工事(機材調達を含む)に必要な期間は12ヶ月である。約3ヶ月の雨期中はポンプ場下部構造の建設工事、及び盛土工事は極めて困難になるので工程上これを選けるものとした。

(6) 概算事業費

本計画の実施に必要な概算事業費は日本側負担分が、24.34億円で、スーダン側負担分が£ S 1.97億 (£ S 1.00 = ¥9.065) である。日本側負担分事業費の内訳は、次のとおりである。

<u>事業費区分</u>	<u>金額</u>
1) 建設費	<u>10.47 億円</u>
2) 機材費 (ポンプ機器)	<u>11.47 億円</u>
3) 機材費 (ポンプ浚渫船)	<u>1.30 億円</u>
4) 設計・監理費	<u>1.10 億円</u>
合計	<u>24.34 億円</u>

積算条件は、次のとおりである。

- 1) 積算時点 平成3年11月
- 2) 為替交換レート 1 US\$ = 135.98 円 = £ S 15.00
1 £ S (スーダンポンド) = 9.065 円
- 3) 施工期間 1 期内に完工させる工事とし、実施設計、工事・調達の期間は、実施工程に示したとおりである。

4) その他

本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い実施されるものとする。

第6章 事業の効果と結論

第6章 事業の効果と結論

6.1 事業の効果

本計画の実施により集約的灌漑農業が推進可能となり。その結果、各作物の単位収量の増加、作付け率の飛躍的に向上により農業生産の増加をもたらす。このことにより、農民所得の向上及び農作業条件や生活環境の改善が期待される。また、間接的には地域経済社会の活性化、食料自給率向上、地域住民の雇用機会の増大等が期待できる。

(1) 農業生産の増加

計画地区では、ポンプ場の機能低下、灌漑施設の不備、粗法な耕種法等により現在の生産量は僅かにソルガム 700トﾝである。事業の実施後 80% の作付け率が遂行された場合、下表のとおり大幅な生産増が期待される。作物生産の増大は、計画地区の主食であるソルガム及び小麦の自給率の向上をもたらす。輸出作物である綿花及び落花生の生産量の増加は外貨の獲得に寄与し、さらに飼料作物の増産によって地区内の家畜生産量の増大も期待できる。

作物	作付け面積 (feddan)	単位収量 (kg/feddan)	生産量 (ton)
綿花	4,524	900	4,072
小麦	4,524	920	4,162
ソルガム	2,262	1,000	2,262
落花生	2,262	1,000	2,262
飼料作物	4,524	1,500	6,786

出典： The Feasibility Study on the Hurga and Nur El Din Pump Scheme REhabilitation
Project, Main Text, August 1991

(2) 農家収支の向上

本計画の実施による農産物の増加により、受益農家 1,512 戸 (12,100 人) の所得水準が大幅に向上することが期待できる。本計画の実施による受益農民の農家経済に与える影響を明らかにするために、計画を実施した場合としない場合について農家収支を比較した。

項目	事業を実施しない場合		実施した場合
	フルガ	ヌルエルディン	
経営規模 (rd)	15	15	15
1) 粗収益	(12,400)	(10,200)	(44,800)
農業収入	800	0	41,600
農外収入	11,600	10,200	3,200
2) 支出	(18,000)	(16,200)	(31,600)
生産費	1,400	800	11,900
生活費	16,600	15,400	19,700
3) 純余剰	-5,600	-6,000	13,200

出典：The Feasibility Study on the Hurga and Nur El Din Pump Scheme Rehabilitation Project、Main Text、August 1991

本事業を実施した場合の作物生産収支は計画作付体系、期待単位収量及び計画耕種法等を基に算出した。算出に当たっては、綿花及び小麦はスーダン政府によって定められている農家庭先価格を採用した。その他の作物に関しては自由市場価格を採用した。綿花及び小麦の生産に使用される農業投下資材の農家庭先価格は現在SGBによって定められている価格を適用した。

本事業を実施した場合の一農家当たりの年間農家収支は農業粗収入、畜産、賃金等の農外粗収入等の粗収入と、生産費、生活費等の支出を基に求めた。農業粗収入、農業生産費は、作物粗収益、生産費を基にして求めた。畜産及び賃金収入は先進地であるゲジラ-マナギル (Gezira-Managil) 灌漑地区における農家経済調査の結果を採用した。生活費もゲジラ-マナギル灌漑地区のそれと同様とした。

(3) 雇用機会の増大

本事業の建設期間中には、未熟練労働者の雇用機会が創出される。その労働力のほとんどは計画地区内外の農民によって賄われる。さらに、計画の実施によって農業生産の活性化が図られ、機械化農業のための農作業請負業者の需要も高まることが期待できる。

(4) 婦人活動

受益農民は現在生活の糧を農外収入に頼ることを余儀なくされており、家族労働力の担い手は、婦女子を農地に残し現金収入を求め労働者として働きに出ている。計画地区の現況は、婦人に対