

### 第3章 プロジェクトの内容

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

「ス」国の上位計画としては、①5年計画、②25年計画(2007~2031)、③農業再活性化計画(EPAR, 2008~2011)、④小麦増産計画(2009/2010~2013/2014)、⑤国家稲作開発戦略(National Rice Development Strategy)などがある。

本協力対象事業の事業名は「食料生産基盤整備計画」であり、その上位目標は、「ス」国からの要請書にも謳われているとおり「スーダンの農村コミュニティにおいて農家の生計が向上するとともに、食糧安全保障および貧困緩和に貢献する」である。リバーナイル州の対象2スキームの既存灌漑ポンプはその殆どがディーゼルエンジン駆動で、老朽化が進み、多くは故障状態にある他、燃料の不安定な供給状態と高騰などで運転に困難をきたしており、電動ポンプへの更新が必要とされている。本協力事業では乾燥地農業に必須の電動ポンプを供与し、灌漑サービスの充実による作物生産性の向上によって受益農家の生計改善だけでなく地域経済活性化、ひいては「ス」国食糧安全保障および貧困削減にも貢献することが期待される。この観点から本協力事業は上記の上位計画における政策と合致しており、その実現を支援するものである。

また、プロジェクト目標は、「対象灌漑スキームにおいてモデルとなる改良された灌漑施設を導入することにより、農業生産性、生産量が向上し、生産コストが低減する」である。供与される電動ポンプにより、末端まで適期・適量の灌漑水が届くことにより、作付率、作物単収および生産量が向上すると共にポンプ電動化により生産コストの低減が期待できる。

前述の上位目標およびプロジェクト目標を達成するためには、劣化し非効率なポンプ設備・ポンプ場の更新と付帯施設の改修およびソフトコンポーネントの実施等、ハード、ソフトの両面における下記の投入と活動が必要である。

#### 必要な投入(Input)

- 1) 電動ポンプ機材および付帯施設の調達・供与・設置
- 2) 上記に伴う人材（技術者の派遣）
- 3) ポンプ場建屋の建設
- 4) 取り付け灌漑水路の建設
- 5) 灌漑スキームへのパソコンの調達・供与・設置
- 6) ソフトコンポーネント実施のための邦人技術者・専門家派遣

#### 主な活動(Activities)

- 1) 電動ポンプ機材および付帯施設の操作・管理に係る指導・研修の実施
- 2) 灌漑スキーム水利組織の運営能力強化と灌漑施設維持管理能力強化に係るソフトコンポーネントの実施

期待される成果(Output)は「対象サイトにおいて農業生産性増大に必要な灌漑施設の改修がなされる」である。

なお、ソフトコンポーネントの実施は、供与・整備した灌漑施設の利用の持続性を高め、灌漑スキームの運営・維持管理能力を高め、向上した灌漑サービスにより作物単収を増加し、農家の生計向上に資するために不可欠である。

## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

#### 3-2-1-1 基本方針

##### (1) 協力対象サイト

「ス」国から要請された協力対象灌漑スキームは、リバーナイル州でバウガ、カダバス、アリアブ、キティアブ、サヤール、エルシャヒードの6つのスキームと、カッサラ州のニューハルファ灌漑スキームである。これらの灌漑スキームについて現況調査を実施し、その調査結果と無償資金協力事業を導入する場合に備えていなければならない条件と目的に照らして評価した。その結果、以下の3つのスキームで無償資金協力事業を実施することが適切と判断され、これらを協力対象サイトとする。

- 1) アリアブ灌漑スキーム（リバーナイル州）
- 2) キティアブ灌漑スキーム（リバーナイル州）
- 3) ニューハルファ灌漑スキームの K14 ポンプ場（カッサラ州）

なお、上記スキームの選定検討結果を(資料-6.1)に示す。

##### (2) 協力対象範囲

要請されている協力内容は、リバーナイル州では、灌漑スキームにおける電動ポンプ、スプリンクラー、管水路施設、点滴灌漑施設の機材の供与、また土木工事では水路の掘削、補修、均平、取水口(レギュレーター)、用水路上の橋の建設等である。加えてソフトコンポーネントでは主に灌漑スキーム水利組合運営能力強化、調達機材操作管理指導である。また、カッサラ州ニューハルファ灌漑スキームでは K14 ポンプ場のポンプおよび電気設備の更新である。

協力対象範囲は以下の点を考慮し、決定する。

- 1) 灌漑スキームにおける電動ポンプの導入とは、ポンプ設備とポンプ場の土木建築施設の更新である。ポンプの電動化は「ス」国の国家事業として推進されており、緊急性が高く、当該事業でもこの方針に準じるものとする。リバーナイル州の対象スキームの現況ポンプ設備はその殆どがディーゼルエンジン駆動であり、これをすべて電動化してモーター駆動に変更する。また、既存建物は老朽化し、維持管理上支障をきたしているため、更新する必要がある。
- 2) カッサラ州のニューハルファ灌漑スキームでは、K14 ポンプ場のポンプは、電動ではあるが設置後約 40 年経過しており、老朽化が著しく、吐出量の減少がみられ、またスペアパーツの入手が困難となっており、早急なポンプ設備の更新が必要とされている。
- 3) リバーナイル州の機材要請におけるスプリンクラー、管水路施設、点滴灌漑施設の機材の供与に関しては、営農の近代化を図る観点から導入が望まれるが、現時点ではこれらの機

材の効率的で持続的な運用のために必要となる維持管理体制が整備されることが確認できないことから協力対象に含めない。

- 4) 土木工事での圃場の均平、用水路上の橋の建設等については、調査の結果、幾つかの箇所での不備、不具合は見られるが、これらがすぐに全体の灌漑機能の不全を生じる程度とは考えにくく、通常の維持管理の範囲での改修工事が妥当と考えられることから、協力対象には含めない。
- 5) 灌漑水路の幹線水路はいずれの灌漑スキームにおいても、通水断面の不足が観測される。取水施設であるポンプが電動化され整備されることに合わせて、その効果を発揮できるように水路断面の改修が必要である。また、幹線水路に設けられたレギュレーター・ゲートなどの制御ゲートの中には、不適切な使用による破損、腐食等の経年劣化、メンテナンスの不備等の理由により、本来の機能が果たせていないものが見られ、改修、整備が必要である。しかし、灌漑水路などの施設改修は水路通水断面の拡幅などの土工事を基本とするものであり、「ス」国が従来より行なってきた水路内堆積土砂の浚渫工事などの定期的あるいは適時の維持管理作業に類した工事である。また、ゲート施設等の改修、整備は、全般に小規模であり、特別高度の技術を要するものでない。従ってこれらの水路拡幅、水路浚渫およびゲート改修・整備などは「ス」国側で実施されるものとする。
- 6) なお、支線水路では、一般的に各掛かりの圃場での水量不足などの顕著な情報は無く、本協力事業でも新規の灌漑面積の増加計画はないことから、各灌漑スキームにおける支線水路の現況通水断面での大きな不足はないものと見られ、特段の改修工事の必要はないものと判断される。
- 7) 本協力対象事業の目的である食糧生産基盤整備による作物生産性向上の実現にはハード面の整備だけでなく、下記のソフトコンポーネントの導入が必要である。

- ・ 水利組織の運営能力強化
- ・ 灌漑施設維持管理強化

なお、要請書では調達機材操作管理指導がソフトコンポーネントとして要請されているが、これについては機材、設備の初期操作指導、維持管理方法の説明として実施され、ソフトコンポーネントには含めない。

従って、協力対象範囲は以下の通りとする。

- 1) リバーナイル州アリアブおよびキティアブ灌漑スキームのポンプおよびポンプ場の更新と電動化。
- 2) カッサラ州ニューハルファ灌漑スキームの K14 ポンプ場のポンプおよび電気設備の更新。
- 3) 各灌漑スキームでの水利組織の運営能力強化、灌漑施設維持管理強化指導を中心としたソフトコンポーネントの実施。

### (3) リバーナイル州の各灌漑スキームの取水施設更新の基本方針

取水ポンプ場と灌漑水路の設計に係る方針は以下のとおりとする。

#### 1) 計画用水量

各灌漑スキームの計画用水量は、期別の気象条件と灌漑スキームで予定あるいは実施されている作物の作付カレンダーにより算定した作物別の蒸発散量を使用し、これに灌漑効率を考慮して単位水量とし、灌漑面積を乗じて求め、これに村落生活用水および家畜用の飲雑用水として全体用水量の5%を見込む計画とする。

ポンプの計画揚水量および灌漑水路の通水能力は、計画用水量が流下可能となるように改修する方針とする。

#### 2) ポンプの全揚程およびポンプの機種

ポンプの全揚程はナイル川の水位からポンプ吐出水槽の水位までの実揚程に連結管路の損失水頭を加えて算定されるが、灌漑に必要な用水量は期別に変化し、またナイル川の水位も期別に変化するため、ポンプに要求される全揚程も期別で変化することとなる。従って、用水量と全揚程の関係を期別（月別）に算定し、適切なポンプ機種を選定し、全ての時期に送水可能となるポンプ設備とする。

#### 3) 取水工タイプ、ポンプ場上屋

更新するポンプ場のタイプについては、現況の各灌漑スキームで採用されている取水工タイプ、ポンプタイプ、ポンプ据付方法、ポンプ場上屋を基本的に踏襲する。しかし、ポンプ据付方法には多くの種類があり、それらと比較・評価し、決定する。

#### 4) ポンプ場の建設用地

ポンプ場を更新する場合の位置は、私有地を避けた公的な用地で、工事期間中も既存のポンプの運転に支障をきたさない位置を選定する。

#### 5) ポンプ設備の規模、台数

ポンプ設備の規模、台数は必要用水量の変動に合わせて適切に運用できるように決定する。

1 台当たりのポンプ容量が大きいほどポンプ効率がよく、機場スペースも小さくなるが、期別変動への追従が適切にできない場合がある。経済性を考慮して台数を判断することとなるが、他のスキームのポンプの部品との互換性などにも配慮して決定する。

#### 6) 予備機

従来のエンジンポンプの計画の場合では、ポンプの台数は、スキームの最大必要水量を供給できる台数に1台の予備機を加えて決定されていた。これは、エンジンの故障のリスクが高いこと、また故障した場合に、全てが輸入品であるため修理に長期間（半年から1年間）を要することが多いことから、そのための安全保障であると考えられる。

しかし、今回の更新ではエンジンを電動モーターに変更する。モーターの場合には実績から判断してエンジンに比べ格段に故障のリスクが少なく、またメンテナンスも容易で短期間で可能である。さらに、ポンプの台数と仕様は、年間の2ヵ月間ほどの最大用水量の期間で

決定され、その時期以外では必要水量に合わせてポンプの運転台数と運転時間を減らすなどの調節が必要となり、ポンプ容量に余裕のある期間が殆どである。

従って、計画のポンプ台数には予備機を用意しない方針とする。

#### 7) 既設新ポンプ

現在、「ス」国により、アリアブ、キティアブ灌漑スキームのポンプ場に新しい2台の横軸渦巻きポンプと電動モーターが調達されている。いずれも約  $1\text{m}^3/\text{s}$  の吐出量で、全揚程は  $16\text{m}$  ~  $18\text{m}$  である。これらは、既存のポンプ場建屋内に間もなく設置される予定である。また、これに必要なトランスや配電盤などの電気設備も同様に供給されている。

しかし、更新ポンプ場を計画する場合には、スキーム内でのポンプ設備の一貫性からスキームの必要容量台数すべてを協力事業で供与することとする。

また、「ス」国で調達された新品のポンプ設備は、現在の計画では既存の古いポンプ場内に設置されるが、将来的には、十分なポンプ設備容量を有していないカダバススキームに「ス」国側で移設される予定である。

#### 8) スタンダードおよび設計基準

設計基準および適用スタンダードは、国際的に認められている基準を適用する。なお「ス」国では地震は殆ど観測されておらず、構造設計において地震力は考慮しない。

### (4) カッサラ州の灌漑スキームの取水施設更新の基本方針

カッサラ州ニューハルファ灌漑スキームでは、K14 ポンプ場のポンプおよび電気設備の更新が要請されている。機場の土木構造、上屋、吐出管および灌漑水路（メジャー水路）に関しては多少の補修が必要と考えられるが今後とも使用可能と判断され、改修工事には含めない。多少の修理が必要な部分は通常の維持管理の範囲と判断され、「ス」国により充分補修が可能である。

更新するポンプ設備の主要な仕様は、現況施設と同一のものとなる事が想定されるが、作付計画、灌漑効率などの灌漑基本諸元を確認し、灌漑状況のレビューを行い、最適なポンプ設備の仕様を決定する。

## 3-2-1-2 自然環境条件（気象・水位・地質・土質等）に対する方針

### (1) 気象条件

気温、湿度、降雨量等の気象条件は、対象灌漑スキーム近隣の気象観測所（リバーナイル州はアトバラ観測所、カッサラ州はカッサラ観測所）における既往の統計データを用いることを基本とする。なお、灌漑必要水量の計算には、風速や日照時間、日射量等の情報が必要になるため、これらのデータに関してはFAOのデータベースから引用する。

(2)水位条件

各灌漑スキーム地点にはいずれも水位計は設置されておらず、同地点における水位観測データは存在しない。リバーナイル州内のナイル川水位は、アトバラおよびシェンディに設けられた水位観測所において毎日定時に観測されているため、これを用いて推定することとする。

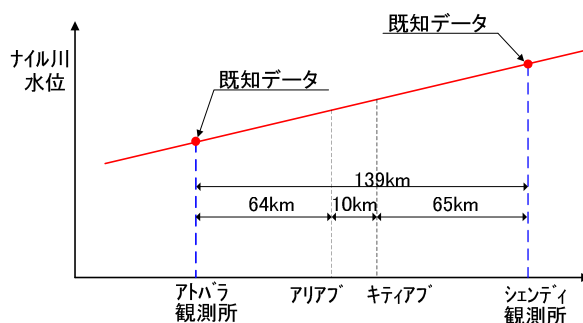


図 3. 2. 1 水位観測所と各灌漑スキームの位置関係

各灌漑スキーム地点の水位は、両水位観測所との位置関係（河川の流路延長）から、内挿法により直線近似で算定する。ただし、施設設計においては、観測の精度や算定したデータの信頼性を勘案し、既存の構造物や地盤面の標高、痕跡水位等を総合的に検討し、水位の設定を行う。

(表 3. 2. 1)は、アトバラ観測所およびシェンディ観測所における過去の年最高、最低水位を集計したものである。これより、最高水位時および最低水位時の水面勾配を仮定した。

月別平均水位および既往最高・最低水位の水面勾配から求めたアトバラ、シェンディ観測所の観測水位との各灌漑スキーム地点における水位差は次のとおりとなり、この換算値を用いて定めた水位条件を(表 3. 3. 2、表 3. 3. 3)に示す。

表 3. 2. 1 過去の年最高、最低水位

年	最高水位		最低水位	
	アトバラ	シェンディ	アトバラ	シェンディ
1946	349.344	360.520	342.924	NA
1988	349.104	360.410	342.914	352.580
1991	NA	359.615	NA	352.375
1992	〃	359.375	〃	352.685
1993	〃	359.985	〃	352.935
1994	〃	360.355	〃	352.515
1995	〃	359.155	〃	352.795
1996	〃	359.665	〃	352.555
1997	〃	359.245	〃	352.645
1998	〃	360.405	〃	352.845
1999	〃	360.235	〃	353.165
2000	〃	360.405	〃	353.255
2001	〃	360.245	〃	353.115
2002	〃	358.815	〃	353.255
2003	348.584	359.795	343.124	352.655
2004	348.064	359.355	343.314	352.715
2005	348.044	359.285	343.004	352.565
2006	348.724	360.415	343.314	352.785
2007	348.894	360.425	343.424	353.135
2008	348.584	360.395	343.304	353.155
2009	348.034	359.595	343.364	352.495
2010	348.634	360.195	343.154	352.645
水位差 <sup>※1</sup>	11.176 m		9.461 m	
水面勾配 <sup>※2</sup>	8.04 cm/km		6.81 cm/km	

※1； 両観測所の既往最高、最低水位（着色部）の差を示す  
 ※2； ※1を両観測所間距離（=139km）で除した値

表 3.2.2 水位条件

	水面勾配 (cm/km)	両観測所との換算水位差(m)			
		アトバラ (0km)	アリアブ (64km)	キティアブ (74km)	シェンディ (139km)
月別平均水位	7.30	-	-5.475	-4.745	-
既往最高水位	8.04	-	-6.030	-5.226	-
既往最低水位	6.81	-	-5.108	-4.427	-

注1：月別平均の水面勾配は、2009～2010年の観測水位の平均値から算出したものである。

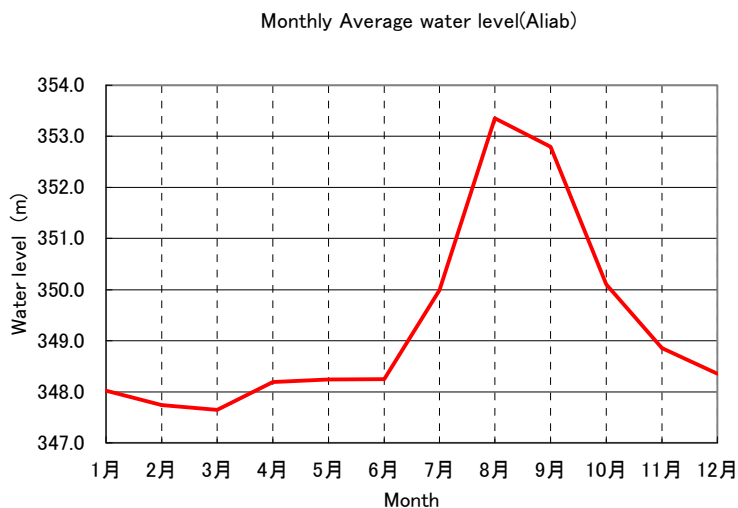


図 3.2.2 平均月別水位（アリアブ）

表 3.2.3 各灌漑スキーム地点におけるナイル川水位条件

	アトバラ	アリアブ	キティアブ	シェンディ	
月別平均水位 (m)	1月	343.59	348.02	348.75	353.50
	2月	343.37	347.74	348.47	353.22
	3月	343.37	347.65	348.38	353.13
	4月	343.67	348.19	348.92	353.67
	5月	343.72	348.24	348.97	353.72
	6月	343.68	348.25	348.98	353.73
	7月	345.26	349.99	350.72	355.47
	8月	347.74	353.36	354.09	358.84
	9月	347.21	352.80	353.53	358.28
	10月	345.20	350.10	350.83	355.58
	11月	344.25	348.86	349.59	354.34
	12月	343.94	348.35	349.08	353.83
既往最高水位(m)	349.34	354.50	355.30	360.52	
既往最低水位(m)	342.91	347.30	348.00	352.38	

(3)地形・地質条件

ポンプ場設置予定地付近の地形・地質条件、既存の灌漑水路の縦横断形に関しては、再委託による測量および地質調査結果を用いる。

ボーリング柱状図は、後述する「3-2-2-6 ポンプ場建屋およびポンプ付帯設備の計画」におけ



る基礎工の検討を参照のこと。

### 3-2-1-3 営農・灌漑（施設）条件

本協力対象事業は老朽化しているポンプおよび付帯施設の更新が主目的であり、灌漑サービスの向上により農家の営農環境は改善され、夏作が現在より増加する可能性はあるが、事業実施に伴う営農体系の変更は生じないと考えられる。

また、作物選定は基本的に農家の自由裁量に任されており、これに変更はないが、灌漑水の安定供給が実現すればより有利な作物の導入を考える農家が出ることは予想される。なお、K14 掛かりの Rotation Land の営農については、リバーナイル州の灌漑スキームとは異なり、NHAC から指示があり、農家はこれに従うことになっている。

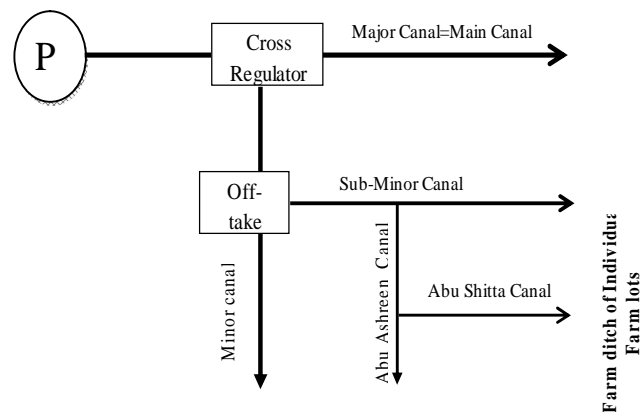
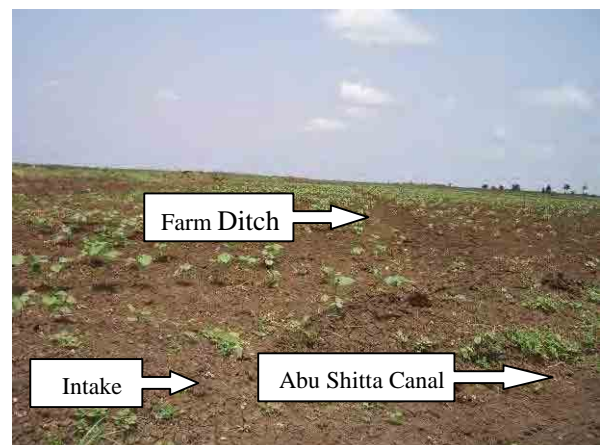


図 3.2.3 水路系統

末端灌漑施設の管理についても事業実施に伴う維持管理の分担に変更は生じない。リバーナイル州のスキーム委員会は Abu-Ashreen Canal を管理（浚渫など）し、農家（水利組合はないので時に応じてグループが形成される）は個々の Farm-Ditch(圃場内水路)に導水する Abu-Shitta Canal の浚渫・除草などを定期的（年 1~2 回）に行う。一方、NHAC の K14 掛かりにおいては、農家は Abu-Ashreen Canal および Abu-Shitta Canal を管理する規定になっている。ともに水利組合がないのでスキーム事務所が末端施設の適切かつ定期的な維持管理を受益農家側に促し、上流から末端水路まで一貫した維持管理を行うことが求められる。事業実施後も末端灌漑施設の管理については上述の従来方式に従う方針とする。



灌漑用水量の配水要請の流れについても以下に示す従来のシステムに従うことにし、事業実施に伴う変更はない。リバーナイル州のスキームでは、

個々の農家 → Farm & Canal Guards → スキームマネージャー → 配水

一方、NHAC の K14 掛かりにおいては、下記の通りである。

個々あるいは農家グループ → Farm & Canal Guards → Agricultural Inspector → Agricultural Manager → 配水

能力については、縦横断測量の結果に基づき検証を行う。水路構造は、盛土による土水路であ

るが、微細砂、シルト系材料で建設されており、浸透性は低く、漏水量は小さいものと判断される。また、水路勾配が緩く流速が小さいため洗掘もされにくい。従って、通水能力不足が明らかになった場合でも、現況と同様の土水路構造での改修を計画する。

クロスレギュレーター、オフテイクゲート等の調整施設は、全般に規模が小さく、手動による操作が行われている。維持管理の観点から、これら施設を電動化あるいは自動化する必要性はないため、現況の構造形式を踏襲する。

### 3-2-1-4 社会・経済状況に対する方針

本協力対象事業の実施により灌漑サービスが質的・量的に向上し、受益農家の営農環境が改善されることが期待される。事業の主な内容は、老朽化ポンプおよびポンプ建屋の新規建設を含む付帯施設の更新であり、新たな開発行為を行うものではない。従って、各スキームのコミュニティにおける村落住民の生活習慣や伝統は現在のまま保たれることになる。

灌漑条件が改善されることにより単収が向上することが期待でき、これに伴って上位目標にあるとおり農家の生計が向上、地域の食糧生産が増加し、地域経済に正のインパクトを及ぼすと推定される。また、地域および州の食糧安全保障にも影響すると思われる。より具体的には、夏作（主に食用ソルガム）の作付けの増加と増収余力がある小麦単収の増加は農家経済に実質的な改善をもたらすと考えられる。また農家経済の改善は、水利費徴収率の向上をもたらし、よりよいスキームの運営・維持管理をもたらす正の循環を生むことになる。

従って、社会・経済状況に対する方針では、各スキームのコミュニティにおける村落住民の生活習慣や伝統を尊重し、灌漑サービスの改善を支援する方針とする。

### 3-2-1-5 建設事情/調達事情に対する方針

#### (1) 準拠法

「ス」国における労働基準法を基に、最低賃金や労働時間についてはこれに準拠する。

#### (2) 準拠規格

「ス」国においては建設工事に関する設計・施工管理基準が整備されていないため、本協力対象事業における資機材や工事の仕様・品質・試験方法等は ISO および JIS 規格に準拠するものとする。この点については、現地実施機関と確認済みである。

#### (3) 建設事情

「ス」国では、現地建設会社の大部分は小規模(個人経営規模)であり、建設工事に関する知識や技術を有する技術者や技能工が少ないのが現状である。特に本協力対象事業建設予定地であるリバーナイル州(州都エド・ダマールやアトバラ周辺)では大型建設案件は無く、小規模なビル・個人経営ホテル・小住宅等が、地元の小規模建設会社により建設されているに過ぎない。

一方、首都ハルツーム市内では現地大手建設会社が高層ビル・道路拡張工事等を建設中であり、生コン販売（製造・配送・コンクリートポンプ車も配備）が一般化している。また、これら信頼の置ける大手建設会社や中堅建設会社は、主たる建設機械を保有しており、また、外国人技術者を雇用するなどして施工能力と施工実績を持っている会社がある。

本協力対象事業においては建設現場が2カ所に分かれること、1現場当たりの工事規模は大規模ではないことからハルツームに本社を持つ中堅建設会社を活用することで品質・工期の確保を図ることが期待される。

現地建設会社および生コン会社を調査したところ、「ス」国では2011年7月9日の南スーダン独立後、建設工事従事者の激減（南スーダン国出身者の帰国）等により、労務単価の上昇や建設資材の値上がりが起きており、建設コストが数カ月前に比し高騰し続けているとのことである。

#### (4) 工事用資機材

「ス」国内で流通している鉄筋、セメント、砂、砂利、石材等は現地調達資材とする。バックホウ・ブルドーザ・クレーンなどの汎用建設機械は「ス」国内でも調達可能である。ポンプ、配電盤類、吸水・吐水用の管材は「ス」国内では流通していない。このため、本計画ではポンプ、モーター、制御盤、鋼管材について、品質確保・工程管理の点から日本からの調達とする。

### 3-2-1-6 現地業者（建設会社）の活用に係る方針

ポンプ場の建設工事・ポンプ・モーター・制御盤の据付・配管工事について、施工規模と施工の難易度を勘案して現地の中堅規模の建設会社を活用する方針とする。

### 3-2-1-7 運営・維持管理に対する対応方針

水路およびポンプ施設の維持管理については役割分担が決まっており、事業実施後も従来のこのシステムに従って運営・維持管理を行う方針とする。この役割分担をスキーム、受益農家グループ（水利組合はない）双方が規定通りに果たすことが持続性あるよりよい灌漑サービスの提供、作物生産性の向上、水利費徴収率の向上、スキームの財務状況改善につながる。

しかし、スキーム委員会の現状は負債を抱え、リバーナイル州の対象2スキームの水利費徴収はアリアブ（最近2年は100%）を除いて必ずしも良くない。これが不十分な水路・ポンプの維持管理につながっているのが現状である。（図3.2.4）のような正の循環を実現させるためにソフトコンポーネントを無償事業期

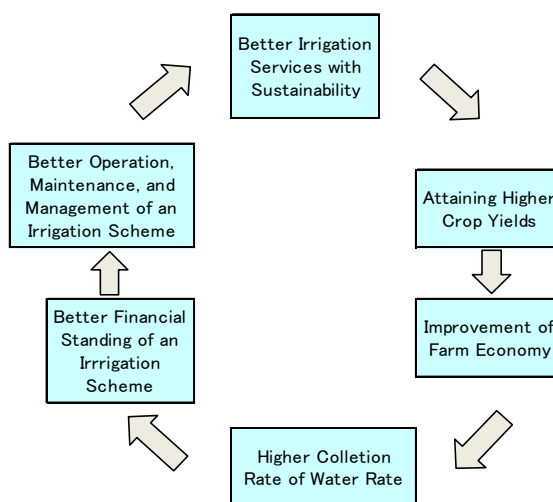


図 3.2.4 正の循環

間中に実施することが求められる。

対象スキームのポンプ場は全て改修であり、すでに運営・維持管理体制が出来上がっており、ポンプ場では十分な人数の運転・維持管理者が確保されている。但し、既存のポンプ場はカッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場を除きディーゼルエンジン駆動での運転であったが、新規に調達する原動機は電動モーターとなる。各ポンプ場には部品庫を備えているが、そこは旧式機材の部品が散乱しており、それら部品は利用不可である。このような状況から、以下の方針で臨むものとする。

- 1) ポンプ場の運転・維持管理体制は現状を継続して続けるものとする。将来的には運転・維持管理体制の質の向上に伴い、人員の削減を提案する。
- 2) 現況では必要部品の保管は殆ど行なわれてなく、故障した後に必要部品を注文・入手する形態となっている。必要部品の保管体制を整えることとし、部品庫の改修が必要な場合には、「ス」国側で行うものとする。
- 3) 維持管理に予防保全措置の考え方を取り込み、運転・維持管理の質を高める。
- 4) 上記を踏まえ、能力向上のために運用指導を行う。

この方針に従い、作成した主要なソフトコンポーネントの内容についてリバーナイル州および NHAC と協議し、合意を得た。以下はその内容である。

#### (1) 灌漑スキーム組織の運営・維持管理能力強化

- 1) 統一した様式に基づくスキームの基礎情報・運営・維持管理・財務に関するデータ・情報の整理・および管理。
- 2) 1)を行うため各スキームにパソコンの導入を図り、MoAIF, RNS のパソコンとリンクさせ、連携強化を図る。
- 3) 財務管理の透明性を図る。

#### (2) 供与機材の操作管理指導

本操作管理指導はソフトコンポーネントとしてではなく、ポンプ設備の据付・運用指導として行う。ポンプ設備の運転・維持管理者を対象にして、供与機材の据付時から完成時までの間に、業者が行う機材の運転・維持管理に関する運用指導として以下の内容の研修・教育を行う。

- 1) ポンプ・電気機材の据付方法研修と実施教育
- 2) ポンプ設備の試験運転方法研修と実施教育
- 3) ポンプ設備の運用運転方法研修と実施教育
- 4) ポンプ・電気設備の維持管理方法と実施教育

本協力対象事業はリバーナイル州では 2 スキーム、カッサラ州では K14 のみであるが、リバーナイル州には多くのポンプ灌漑スキーム(灌漑面積 500 フェダン以上約 145 ヲ所)が存在し、同じような状況、すなわち、ポンプ施設の老朽化、脆弱なスキーム運営・維持管理、不十分な灌漑サー

ビス、低単収、の状況下にある。リバーナイル州で対象の2スキームはそれらの改良モデルとなる。

カッサラ州はリバーナイル州から遠隔地であり、上記に係る研修などは別個に行う方針とする。

調査期間中、農家にインタビューを行い要望を聞き取ったが、さらに詳細に受益農家のニーズを把握し研修モジュールの作成に役立てるため、PCM(Project Cycle Management)ワークショップを実施する。

### 3-2-1-8 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

本協力対象事業ではリバーナイル州の灌漑スキーム2カ所とカッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場の更新・改修を行う。更新・改修に必要な機材の規模や仕様は以下の方針で決定する。

#### (1) リバーナイル州2スキーム

- 1) 全てのポンプのディーゼルエンジンからモーターへの電動化を行う。
- 2) ポンプ設備として、ポンプ、モーター、制御盤、トランス、管類、弁類の一連の機材および取水口から吐出し水槽までの付帯設備を考慮する。
- 3) 既存のポンプ設備は、更新ポンプ場の完成後にすべて廃棄されるものとする。
- 4) 新設機場は既設用水路との取り付けに便利のように、既設機場に横付けするような位置に建設されるものとする。調査の結果、どのスキームにおいても、新設機場の用地に関する制約はないことが確認されている。
- 5) ポンプの台数は、スキームの最大必要水量を供給できる台数とする。対象となっている何れの既存スキームでも予備機を保有して運転されているが、ポンプの台数割と運転時間の調整とで必要水量に十分対応出できるよう取り計らい、予備機は設けない。
- 6) ポンプ場設置位置がナイル川河岸に近く、また、吐出し水槽も近いことから、従来の方式と同様に吸水管および吐出し管共にポンプ毎に設け、集合管は採用しない。
- 7) アリアブ、キティアブの2カ所の灌漑スキームに、「ス」国側によりそれぞれ2組の新品の両吸込み渦巻きポンプとモーター（1台当たり容量  $1.0\text{m}^3/\text{s} \times$  全揚程  $16\sim 18\text{m} \times$  モーター出力  $200\text{KW}$ ）が調達されており、現在据付の準備が進められている。本協力対象事業による更新ポンプ場では、これら2組のポンプは「ス」国側でカダバス灌漑スキームに移設することとし、必要揚水量に見合った設備容量で計画する。
- 8) 機場の縦断的な構造は、ポンプ基礎を地下室に設置し、ナイル川の水位が変動してもポンプがキャビテーションを発生しないで運転可能となるような計画とし、地下室の壁は、河川水の機場への侵入を防止するため、既往最高水位より約  $1.0\text{m}$  高く計画する。なお、機場への地下水の流入やポンプ継ぎ手からの漏水などが発生した場合に備え、場内排水ポンプを装備する。
- 9) 維持管理用の天井クレーンを備える。天井クレーンは必要最低限の能力とする。
- 10) 建物の中に、メンテナンスを容易とするため、1スパン分の搬入、分解、組み立てスペースを考慮する。

11) 吸入管が設置されるナイル川の河岸の護岸工は必要最小限の範囲にとどめる。既存のポンプ場では吸入管のコンクリート・アンカーによる固定は行われているが、護岸工は設けられていないことから、河岸浸食の恐れは少ないものと判断される。

## (2) カッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場

- 1) カッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場の計画については、ポンプ、モーター、制御盤、トランスを更新対象機材とする。
- 2) 既存のポンプ設備のうち、調達対象部分の機材は、「ス」国側で撤去する。
- 3) ポンプの台数は、スキームの最大必要水量を供給できる台数とする。既存建物内に設置することから、台数・能力共に既存に沿うものとする。ポンプ機種は立軸斜流型である。既存吐出し管を利用することから、吐出し位置・大きさは既存ポンプと同一とする。
- 4) 更新する機材の性能は既存のものと同等とする。但し、ポンプの台数割と能力は同等（3台割、1台あたり  $3.5\text{m}^3/\text{s}$ ）とするが、モーターとトランスはポンプ能力に見合ったものとする。
- 5) 機場土木構造、上屋、吐出し管および灌漑水路は今後とも使用可能と判断されることから改修工事に含まない。

## (3) 自然条件に対する方針

リバーナイル州および、カッサラ州の自然条件は非常に過酷である。どちらも農産物の生産に灌漑用水は不可欠であり、季節的に吹き荒れる砂塵を含む暴風雨と高温の中での作業は困難を伴うものとなっている。ナイル川の水位変動も 7m 以上となり、雨期には特に流れが速く、水の濁度も高い。このようなことから、ポンプ設備の計画については、以下の方針とする。

- 1) 室内温度を上げないために、断熱性の高い壁材の採用や直射日光がなるべく入らないように配慮する。
- 2) モーターによる発熱を分散するため扉および窓からの通気性を十分に確保する。
- 3) 暴風時に砂塵が入りにくいようにする。
- 4) 水位変動が大きいことから、キャビテーションが起きやすい。運転・維持管理の容易さを考慮し、かつキャビテーションの発生防止ができるよう配慮する。
- 5) 水質が悪いことからポンプ・インペラの材質、ポンプ軸やスリーブの材質を検討し対応を図る。
- 6) ポンプ取水口への土砂の堆積をできるだけ避ける構造を採用するとともに、土砂が堆積し、ナイル川の流れがある程度変化した場合にも比較的容易に対応が可能である取水口の方式を選定する。

## (4) 社会条件に対する方針

対象スキームの多くの地域で灌漑用水が生活用水としても利用されていることから、ポンプ設備が頻繁に停止することや停止期間が長期化することは避けなければならない。よって、以下の方針で臨む。

- 1) 運営・維持管理体制を充実および質の向上を考慮し、体制強化を図る。
- 2) ポンプの運転時間は従来から採用されている方式で、18時間/日を基本とし、2交代制を敷く。
- 3) 日常のポンプ運転時間はリバーナイル州ではスキームマネージャーが指示し決定している。カッサラ州のK14ポンプ場ではニューハルファ農業公社(NHAC)内の3名の農業インスペクターが決定し、週に2回農業灌漑省の専属担当を通してK14ポンプ場に運転時間を依頼している。この形態を踏襲する。

#### (5) 機材のグレードの設定に係る方針

対象地域、特にリバーナイル州では種々のポンプ場形式が見られる。それらは大きな変動水位を持つナイル川からの揚水であることから、キャビテーションの防止や運転・維持管理の容易さを考慮して計画されたものである。しかしながら、いずれも一長一短を有する。本事業では以下の方針でそれらを比較検討し最適のものを選定する。

- 1) ポンプ場形式およびポンプ形式は、想定されるポンプ場形式の長所短所を明確にし、運転・維持管理の容易さと費用、建設費用などを確認し総合的に判断して決定する。
- 2) ポンプ場は、運転・維持管理の容易さと安全性を考慮して、必要最低限のスペースを確保する。
- 3) 電気系統はできる限り浸水が起きない、地上レベルに設ける。
- 4) ポンプ機材はできる限り標準品を選定する。日本からの調達品ではJIS規格或いは国際規格に沿ったものとする。
- 5) 維持管理費軽減のためできる限りポンプの互換性を考慮し選定する。
- 6) ナイル川の変動に対応してキャビテーションの発生が懸念されることから、回転数の低減と管路径の拡大・縮小による防止策を考慮する。弁による絞り運転、回転数制御或いは翼角制御等は運転・維持管理が難しく、機材部品の磨耗が早く、一部では費用も高価となることから、採用しない。灌漑水量の制御はポンプ台数と運転時間の調整で対応する。
- 7) 原動機のモーターの形式は汎用性、経済性、取り扱いの容易さを考慮して決定する。
- 8) 所要動力は連結方式とポンプ軸動力を考慮して決定する。一般的な余裕量を加味するとともに、汎用性のある動力帯とする。
- 9) モーターの電圧は、汎用性、経済性、動力の大きさを考慮して現地で一般的に使用されている電力帯を使用する。一般的には高圧電源は33kVと11kVで50Hz、低圧電源は3相、415Vと単層200V、50Hzである。
- 10) 現地が熱帯性気候で気温が高いことから、それに対応した方式とする。必要な場合には強制通風冷却も考慮する。
- 11) 始動方式は動力帯と電気容量を考慮して、一般的に使用されている方式とする。
- 12) 吸入管および吐出し管には、必要な弁を配備する。
- 13) 制御装置は雨水その他の被水を考慮して、一般的に採用されている密閉型で漏電防止対策を施す。
- 14) 地域で季節的に発生する暴風雨および高温に備え、制御装置内への砂塵の侵入を防止するよう、防塵型、熱帯仕様とする。換気扇、盤内灯を備える。

- 15) 保守点検が容易となるよう、パネル前面側に開閉ドアを設ける。
- 16) 制御室を設け、高温に対処するために地域で採用されている方式と同等とし、エアコンを配備する。

### 3-2-1-9 工法/調達方法、工期に係る方針

#### (1) ポンプ場建設工事

各ポンプ場建設予定地（アリアブ、キティアブ）には多くの老朽化した既設建物（倉庫、オイルタンク、宿泊所等）や樹木が存在する。これらは「ス」国側の手により工事着工前に解体・除去され、更地の状態にすることが確認されている。

ポンプ場の建設位置はナイル川に隣接しており取水管設置・法面保護工事は、洪水期を避けナイル川の水位が下がる乾期中に施工するものとする。ポンプ場地下部分の基礎・壁工事も乾期中に工事を完了するものとする。新設ポンプ場建設予定地は、既存のポンプ場施設（稼働中）に隣接しているため、工事期間を通して稼働中のポンプ場施設に支障をきたさないよう計画する。

また、取水管設置・法面保護工事の期間中、ナイル川からの水の浸入を防止するために仮締切堤（Coffer Dam）を建設する。ナイル川流水側法面を土嚢や捨石により防護し、仮締切堤内側の湧水はポンプ排水しながら施工する。

#### (2) 調達方法

機材調達に当たっては、以下の内容を吟味・検討して決定する。

- 1) ポンプ機材の調達では、従来から使用されているポンプに対する経験を十分に踏まえて決定する。
- 2) 年間を通しての灌漑水の安定的な供給が不可欠であることから、過酷な使用条件に耐え、かつ維持管理が容易で、高品質でかつ高効率なものが要求される。
- 3) 予備機が配備されないので、設備の点検・修理が必要な場合、迅速な対応が求められる。従って、信頼でき、かつ長期間に渡ってサービスを提供できる調達先やアフターサービス先からの調達が重要である。
- 4) 日本の無償資金協力事業での予算執行の確実性に鑑み、事業実施工期を厳守する必要がある。

調達する資機材は、梱包後にコンテナを使用して輸送する。現地に到着した資機材は施工ヶ所別に区分して資機材置場に保管する。

#### (3) 機材調達先の検討

本プロジェクトで調達する機材の調達先を以下の通り総合的に検討する。

##### 1) 調達条件

調達方針に従って、その条件として以下を設定する。



- ① 「ス」国の従来からの調達、運転・維持管理の経験、意見を重視
- ② ポンプ設備は過酷な自然条件や運転条件に耐え、かつ維持管理の容易な高品質、高効率のもの
- ③ 機材調達後のアフターサービスの充実
- ④ 日本の無償資金協力事業での事業実施

## 2) 調達先の検討

トランスを除き、ポンプ設備は「ス」国では製造されていないため、調達先については以下のケースを組み合わせ、検討する。

表 3.2.4 調達先の組み合わせ

A. ポンプ設備	B. トランス
A1. 第三国調達	B1. スーダン調達
A2. 日本調達	B2. 第三国調達
	B3. 日本調達

## 3) 調達先の比較

調達条件に沿って、以下の面から検討を加え判定する。

- ① 調達先の検討で示された地域或いは国の製品に対して、「ス」国側の意見、利用経験、品質・機能、アフターサービス面で評価し、それぞれの特徴、問題点を示す。
- ② 機材を調達するために必要な工期を算出して比較する。
- ③ 価格面での比較を行う。

## 4) 調達先の評価

調達先の評価は、各比較項目に判定を設け、その後総合評価を行う。(表 3.2.5)に調達先の比較表を示す。その結果、調達条件を十分に満足するためには、ポンプ設備は日本からの調達、トランスは「ス」国内からの調達が最適と判断される。

表 3.2.5 調達先の比較表

項目	ポンプ設備				トランス					
	ケース A1 第三国		ケース A2 日本国		ケース B1 スーダン国		ケース B2 第三国		ケース B3 日本国	
	判定	判定	判定	判定	判定	判定	判定	判定	判定	
1 11ヶ国の利用経験とコメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>英国、オーストラリア、ブラジル、イタリア、南ア、中国、スエーデン、チエコなどの利用経験がある。耐久力がないので、維持管理が高額となる。</li> <li>スーダン側は日本の無償援助では日本からの調達されると判断している。</li> <li>第三国の調達について、スーダン側は了解していない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本製の利用経験はあるが、少ない。</li> <li>品質が安定しているため、日本製の調達を望んでいる。</li> </ul>	○	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>多数のトランスが使用されている。</li> <li>2000kVAまでは汎用性、それ以上は特注となる。</li> <li>3500kVAでも同様に数ヶ月で製造可能。</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>古くは英国などヨーロッパから納入されていた。</li> <li>現在はスーダン国で製造可能であり、現地調達が可能とされている。</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本からの調達は殆どない。</li> <li>日本からの調達に問題は無い。</li> </ul>	○
2 品質・機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>オーストラリア製、日本製を除いて一般的に耐久力が無い。</li> <li>ポンプの設計点が確保されていない。</li> <li>ポンプの性能表、性能曲線、テストデータなどは提供されない、品質管理検査記録がないことで、受け入れ時、品質判定できない。</li> <li>多大な性能表示で大きな原動機を付属し、維持管理費の増加を招いている。</li> <li>輸送中に一部部品が破損するなどの不具合が多い。</li> <li>品質、規格を守った製造であるかの判定が大変難しい。</li> </ul>	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>十分に品質管理で設計、製造される。</li> <li>検査記録も提示される。</li> <li>受入後のテスト、運転指導も行える。</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEC基準に基づいて製造されている。</li> <li>ある大製造会社はISO9001, 2000を取得している。</li> <li>供給能力もあり、注文後数ヶ月で供給できる。</li> <li>トランス製造のみで輸送、据付けは行わない。</li> <li>電機会社が指定した性能と据付方法を守り、指定の計測器を取り付ける規定である。</li> <li>電機会社が確認する。</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>JIS、JEC、JEMなどの規格、基準で製造される。</li> <li>検査、検査データも整備される。</li> </ul>	○		
3 アフターサービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>部品供給に多大な時間を要する。</li> <li>部品価格が非常に高い。</li> <li>ある製造社ではアフターサービス店がハルツームにあるが、迅速な対応が出来ていない。</li> </ul>	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>現状では、アフターサービス店は見当たらないが、近隣諸国には支店、連絡事務所がある製造社もある。</li> <li>実施された場合にはアフターサービス店の設置も可能である。</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>アフターサービスは殆ど必要ないが、不具合の場合は電機施工会社が行う。</li> <li>輸送、据付けは電機施工会社が電機会社の指導のもとに行う。</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>アフターサービス店はないが、設置は可能。</li> <li>ポンプ業者が同時に行い得る。</li> </ul>	○		
4 工期	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造期間は一般と同様な期間と判断されるが、輸送中の不具合多発で、完全品となるには長期間を要する。</li> <li>日本の無償資金協力の内容を熟知していないので、日本の契約者かつ調達業者が調達を躊躇する。</li> </ul>	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の無償資金協力内容を熟知していることから、工期の厳守は認識されている。</li> <li>一般的には設計・製造に10ヶ月を要する。</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造に数ヶ月。</li> <li>据付けは施工業者によるが、コンクリート台を使用するため2-3週間を要する。</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造は数ヶ月。</li> <li>施工はスーダンの電機会社の指導の基に施工が可能。</li> </ul>	○		
5 価格	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヨーロッパ製は2-3割の安さ。</li> <li>中国製は3-5割の安さ。</li> <li>中国製は大量生産で、受注後の設計・製造ではなく、現貨する似たものを供給する傾向にあることから、安くなる。</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>比較的高価となる。</li> </ul>	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>高圧電源により価格は多少異なる。</li> <li>1500kVAでは105,000SDG(¥3,150,000)程度。日本製の2割り強。</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>比較的高価。</li> <li>1500kVAで¥15,000,000程度</li> </ul>	△		
総合評価	◎				◎		-		○	

注記：判定、評価欄におけるマークは右を参照。 x：採用できない △：採用しないほうが良い ◎：採用しても良い ○：採用する

#### (4) 工期設定

工期にあたっては以下の内容を検討して決定する。

- 1) ポンプ機材は汎用性ではあるが、契約後に設計、製作図の作成・承認を経て、製造に入り、複数台の調達であることから、10ヶ月以上の製作期間を考慮する必要がある。但し、管類・弁類は設計、製造が比較的簡易なことから、製造期間も短い。これら製造期間を考慮する。
- 2) リバーナイル州の2スキームについては、雨期(洪水期)には建設が遅滞すると判断され、その前後での作業が主流となる。建物に付帯する管類は時期を合わせての調達を考慮する。特に雨期の7月～10月(4ヵ月間)は上流の降雨によりナイル川水位が乾期水位に比し約6～7m上昇する。このため、ポンプ場地中部・法面保護工の工事は困難である。また、この期間は降雨により工事用進入路の確保が難しくなる(アスファルト舗装道路からキティアブ現場へは67～72kmの土漠道路が続く)。これらの理由により、土木建設工事を乾期の8ヵ月間(11月～翌年6月)で行い、雨期期間中には、場内で行える作業を優先し、ポンプ/モーター/制御盤の据付・運転・引渡しなどを行う工程とする。
- 3) 工事工程は、仮設機材の有効な転用および効率の良い人員配置を考慮し、第一段階としてアリアブポンプ場を着工し、1年後に引渡しを行う。その後、第二段階としてキティアブポンプ場の建設に着手する計画とする。
- 4) カッサラ州、K14ポンプ場の機材供与に伴う据付・運転指導は、受益地区での作付けがなくポンプ場からの灌漑用水の送水が停止される期間中(毎年、3月～6月の4ヵ月間)に行う計画とする。

### 3-2-2 基本計画(施設計画/機材計画)

#### 3-2-2-1 改修対象灌漑スキームの概要

##### (1) アリアブ灌漑スキーム

アリアブは、灌漑面積5,250フェダン(2,205ha)を有し、16村をカバーする1942年設立のスキームである。農地はすべて国有であり、入植農家は契約により耕作権を国から付与された小作である。1,500戸が入植しており、1農家平均3.5フェダンの経営規模である。小麦、ソラマメなど単年性作物70%、マンゴー、デーツなど永年性作物30%の土地利用である。

入植当初は単年性作物が中心であったが、現在は果樹など永年性作物が増加、これに伴い用水量も増加してきている。作物は個々の農家が地方市場で販売しており、組織的な共同出荷は行われていない。

耕作・収穫はトラクターおよびコンバインのレンタルによるのが中心である。フェダン当たり推定粗生産額は6,168SDG/フェダンと高い。各農村にはYouth Union、Women Unionがそれぞれ1つ組織されている。

灌漑施設については、4台のディーゼル・エンジン・ポンプが設置され、合計4.5m<sup>3</sup>/sの能力で

あるが、現在1台が修理中のため、現有能力は $3.5\text{m}^3/\text{s}$ である。2012年2月現在、新しい2台の横軸渦巻きポンプと電動モーターが既設ポンプ場に設置され稼動している。

水路施設は、スキーム設立後、大規模な改修はされていないため、既に60年以上を経過していることになる。メイン水路は水路底幅4.5m程度の盛土水路で、その延長は14kmである。メイン水路には7カ所のレギュレーターが設置され、マイナー水路が接続している。ゲート施設は比較的良好に機能しているが、メイン水路の通水能力が必要量の約70%程度の能力と推定され、不足している。

本地区では地区を3分割し、上流側より3日、3日、4日でローテーション灌漑が行われている。水路には多量の土砂が堆積するため、洪水期後の12～1月にかけて、毎年1回程度浚渫が実施される。浚渫は、メイン水路の末端部まで定期的に行われている。

ゲートは幅0.6～1.2m程度の矩形の鋼製スピンドル式が採用されているが、グリース塗布などのメンテナンスが施され、下流部の1部ゲートを除き、いずれも操作が可能な状態に維持されている。

## (2) キティアブ灌漑スキーム

キティアブは、灌漑面積5,700フェダン(2,394ha)を有し、9村をカバーする1917年設立の長い歴史があるスキームである。人口は非農家を含めて21,000人である。耕作権を付与された3,000戸の小作農家が入植している。永年性作物56%、単年性作物44%の土地利用である。なかでも柑橘類は2,328フェダンを占めるこのスキームの主作物である。果樹栽培中心農家と小麦などの単年性作物栽培農家に大きく分かれる。

農家は有望作物として、柑橘類、マンゴー、デーツをあげている。穀類、豆類は2番目の有望作物としている。これら果実類は農家および仲買業者によりハルツームに運搬・販売される。穀類・豆類は地方市場で個別農家により販売される。賃耕ベースで耕起はトラクターとプラウあるいはハロー、収穫にはコンバインが使用されている。フェダン当たり推定粗生産額は5,157SDG/フェダンである。各農村にはYouth Union、Women Unionがそれぞれ1つ組織されている。

灌漑施設については、現況4台のディーゼル・エンジン・ポンプと地区末端にあるフローティングポンプ1台で、合計 $5.75\text{m}^3/\text{s}$ の能力であるが、水路断面が小さく、最大3台( $3\text{m}^3/\text{s}$ )＋フローティングポンプ $1\text{m}^3/\text{s}$ での運転であり、地区全体の現有能力は $4.0\text{m}^3/\text{s}$ である。現在小麦増産計画を通じて新しい2台の横軸渦巻きポンプと電動モーターがポンプ場に届いており、据付準備中である。

水路施設は建設後既に90年以上を経過している。メイン水路は水路底幅4.5m程度の盛土水路で、その延長は約14kmである。メイン水路には5カ所のレギュレーターが設置され、計20本のマイナー水路が接続している。マイナー水路の構造も土水路であり、総延長は34kmに及ぶ。地区の末端部では、ナイル川本線に設置したフローティングポンプによる補給水の送水が行われている。メイン水路からゲートなしで直接取水するAbu-Ashreen Canal(圃場水路)が多く設置されているため灌漑水量に不足をきたすことがあり、また水路断面の通水能力も不十分と推定される(約80%)。不足分を補うため、地区末端の地区外からナイル川本線に設置したフローティング

ポンプ  $1\text{m}^3/\text{s}$  により水路を 1km 逆流させて地区に補給している。

本地区では、地区を 3 分割し、ゲート操作により各々 5 日ずつのローテーション灌漑が行われている。水路には多量の土砂が堆積するため、洪水期後の 12～1 月にかけて、毎年 1 回程度浚渫が実施される。浚渫はメイン水路の末端部まで定期的に行われている。

ゲートは幅 1.0～1.3m 程度の矩形の鋼製スピンドル式が採用されているが、一部のゲートではメンテナンスが不十分で、開閉操作が不能なものが見られる。

### (3) ニューハルファ灌漑スキーム K14 (ポンプ場)

K14 ポンプ場は、アトバラ川に建設されているカシム・ギルバダムを始点とした幹線水路の 14km 地点に建設されたポンプ場であり、31,000 フェダン (13,020ha) を灌漑している。これら農地は個人農家が国から耕作権を付与され、小作農家として耕作している。K14 機場は 22 村の 11,000 農家をカバーしている。人口は約 110,000 人である。

ソルガム、綿花、小麦などのほかオクラ、トマト、ジャガイモなどの野菜類が栽培されている。作付体系図に見られるように、夏作、冬作が行われ、灌漑水が比較的安定的に供給されている点で、夏作が困難なリバーナイル州と異なっている。

年間生計費は平均 10 人の世帯規模で最小限 6,000SDG/戸/年、諸経費を入れると 12,000SDG/戸/年は必要との推定である。

国営事業であるが、水利組織に関する基本的な情報の整理が行き届いていないこと、広大な面積であるため、きめ細かな水管理が難しいことなどが課題である。

K14 のポンプ場に設置されている灌漑ポンプ 3 台 (立軸軸流ポンプ、 $3.5\text{m}^3/\text{秒}$ ) は 1974 年に設置されたものであるが、全て稼動している。3 台とも全て電動モーターで動いており、うち 1 台のモーターは 2005 年製のものである。

水路施設は、延長 5km のメジャー水路から 7 本のマイナー水路に接続し、更に圃場内の水路に分岐して地区全体に分水されており、末端部には排水路が整備されている。いずれも土水路であり、水路の堆砂状況をみて年に 1 回程度優先順位が高い箇所から順次浚渫等の維持管理が行われている。農家は Abu-Ashreen Canal および Abu-Shitta Canal を維持管理することになっている。

## 3-2-2-2 灌漑スキームにおける灌漑必要水量

### (1) 算定方法

灌漑必要水量は、受益地区の気象特性および土壌水分特性と灌漑の対象となる作物の水分消費特性から決定される。実際の計算には、FAO のソフトウェア「CROPWAT」が一般に使用されている。同ソフトウェアでは、対象地区の気象件や実際に栽培・計画されている作付体系を考慮することができ、単位面積当たりの必要水量を計算するため、実灌漑面積と計画灌漑面積に差があっても対応できる。また、先方政府の関係機関 (リバーナイル州 Hudeiba の農業研究公社および

ニューハルファ農業公社)において、同ソフトウェアの使用について容認された。

CROPWAT による灌漑必要水量の算定手順は次の通りである。

#### 1) 基準蒸発散量 (ET<sub>0</sub>) の算定

基準とする作物に十分に水を供給した場合の基準蒸発散量 (ET<sub>0</sub>) を算定する。この ET<sub>0</sub> の推定には幾つかの方法があるが、気象データ (気温、湿度、日照、風速) から推定する場合に適合性が高いとされているペンマン・モンティース法を CROPWAT では採用している。

#### 2) 有効雨量の計算

リバーナイル州の年間降雨量は平均 50mm 程度、カッサラ州では年間平均 250mm 程度といずれも小さく、降雨は夏期の一部期間に限られる上、年ごとのばらつきも大きい。従って、灌漑必要水量の計算において、降雨量は考慮しないものとした。

#### 3) 栽培作物および作付体系の入力

作物の種類、作付時期および収穫時期、作物係数、生育段階毎の期間等のデータを入力する。

#### 4) 作物必要水量の計算

基準蒸発散量、栽培作物とその作付体系等の情報をもとに、月毎の必要水量の計算を行う。

### (2) 基準蒸発散量

CROPWAT は、FAO が開発したデータベース「CLIMWAT」と連動しており、CLIMWAT には世界中の 5,000 を超える観測所における気象データが蓄積されている。リバーナイル州の 2 スキームについては、このデータベースから、対象スキームの中央付近に位置する Hudeiba 観測所の気象データを使用し基準蒸発散量 ET<sub>0</sub> を算出した。ニューハルファ灌漑スキームは、「Rehabilitation Program and Technical, Economic and Financial Feasibility Study (2004, New Halfa Agricultural Corporation)」より、1970 年～2000 年の気象データに基づき CROPWAT で算出された数値を採用した。

表 3.2.6 スキーム毎の基準蒸発散量  
基準蒸発散量 ET<sub>0</sub> (mm/day)

月	アリアブ, キティアブ	ニューハルファ K14
1月	5.76	5.48
2月	6.74	6.19
3月	8.04	7.86
4月	9.23	7.86
5月	8.21	8.10
6月	9.64	8.57
7月	9.13	7.38
8月	7.61	7.14
9月	8.30	6.90
10月	7.12	6.19
11月	5.98	5.48
12月	5.86	5.00

### (3) 栽培作物および作付体系

各スキームにおける最新の作付体系は(資料-6.2)に示す通りである。各スキームとも休耕地を有していることやローテーション栽培を行っているなどの理由により、図中の面積を合計しても必ずしもスキーム全体の灌漑対象面積とは一致しない。

### (4) 灌漑効率

FAO、ICID および USSCS 等の基準値から、下記に示す通り総合灌漑効率を算出する。



## (5) ポンプ運転時間

日当たりのポンプ運転時間は、各スキームでの実績および聞き取り結果に基づき、18 時間/日を標準とする。

## (6) 飲雑用水量

灌漑用水は、家畜の飲用水、農機具等の洗浄、その他生活用水としても利用されている。これらの飲雑用水量を単位灌漑水量の5%見込むものとする。

## (7) 灌漑必要水量

灌漑に必要な粗用水量は、FAO の CROPWAT8.0 を用いて算定した単位面積当たりの日必要水量 (m<sup>3</sup>/s/ha) を 1,000 フェダンあたりに換算し、総合灌漑効率で除して求められる。ポンプの計画揚水量は、粗用水量に飲雑用水量分5%を加算し、ポンプの運転時間 (18 時間/日) を考慮して算出した。

単位粗用水量 = 単位必要水量 / 総合灌漑効率

計画ポンプ揚水量 = 単位粗用水量 × 灌漑面積 × (1 + 0.05) × 24 / 18

各スキームにおける計算結果は、(表 3.2.8) に示すとおりである。

表 3.2.8 ポンプ設備月別計画揚水量

Aliab

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
純必要水量 (l/s/ha)	0.51	0.52	0.48	0.39	0.34	0.38	0.36	0.34	0.42	0.45	0.40	0.49
" (m <sup>3</sup> /s/1000fd)	0.21	0.22	0.20	0.16	0.14	0.16	0.15	0.14	0.18	0.19	0.17	0.21
総合灌漑効率	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
粗用水量 (m <sup>3</sup> /s/1000fd)	0.49	0.50	0.46	0.37	0.32	0.36	0.34	0.32	0.40	0.43	0.38	0.47
灌漑用水量 (m <sup>3</sup> /s/1000fd)	0.51	0.52	0.48	0.39	0.34	0.38	0.36	0.34	0.42	0.45	0.40	0.49
灌漑対象面積(fd)	5,250	4,659	3,902	2,714	2,219	2,053	2,053	2,776	3,500	3,533	4,307	5,250
計画揚水量(m <sup>3</sup> /s)	3.58	3.24	2.50	1.41	1.01	1.04	0.99	1.26	1.96	2.12	2.30	3.44

Kitiab

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
純必要水量 (l/s/ha)	0.51	0.58	0.55	0.48	0.40	0.46	0.44	0.40	0.44	0.42	0.36	0.45
" (m <sup>3</sup> /s/1000fd)	0.21	0.24	0.23	0.20	0.17	0.19	0.18	0.17	0.18	0.18	0.15	0.19
総合灌漑効率	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
粗用水量 (m <sup>3</sup> /s/1000fd)	0.49	0.55	0.53	0.46	0.38	0.44	0.42	0.38	0.42	0.40	0.34	0.43
灌漑用水量 (m <sup>3</sup> /s/1000fd)	0.51	0.58	0.55	0.48	0.40	0.46	0.44	0.40	0.44	0.42	0.36	0.45
灌漑対象面積(fd)	5,700	5,069	5,069	3,733	3,216	3,216	3,216	3,216	3,531	3,846	4,174	5,700
計画揚水量(m <sup>3</sup> /s)	3.88	3.93	3.73	2.39	1.72	1.98	1.89	1.72	2.08	2.16	2.01	3.43

New Halfa (K14)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
純必要水量 (l/s/ha)	0.19	0.14	0.13	0.03	0.02	0.01	0.18	0.51	0.77	0.76	0.56	0.22
" (m <sup>3</sup> /s/1000fd)	0.08	0.06	0.05	0.01	0.01	0.00	0.08	0.21	0.32	0.32	0.24	0.09
総合灌漑効率	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
粗用水量 (m <sup>3</sup> /s/1000fd)	0.15	0.11	0.10	0.02	0.02	0.01	0.14	0.40	0.61	0.60	0.44	0.17
灌漑用水量 (m <sup>3</sup> /s/1000fd)	0.16	0.12	0.11	0.02	0.02	0.01	0.15	0.42	0.64	0.63	0.47	0.18
灌漑対象面積(fd)	3,640	2,525	1,810	1,105	200	200	8,970	11,600	11,600	11,600	10,780	6,910
計画揚水量(m <sup>3</sup> /s)	0.77	0.39	0.26	0.04	0.00	0.00	1.79	6.56	9.91	9.78	6.70	1.69



### 3-2-2-3 灌漑スキームのポンプ設備形式

#### (1) ポンプ設備形式の検討

リバーナイル州の現況のポンプ設備では、種々のポンプ設備形式が採用されてきている。既存のポンプ設備形式から判断すると、ポンプ設備選定においての重要な課題は、①吸水位の大きな変動に対応できること、②ナイル川の流水に含まれる浮遊土砂の取水口への堆積にできるだけ対応できること、そして③運営・維持管理が容易で、その費用が安く抑えられることである。しかし上記課題への対応が可能であってもその操作・維持管理が複雑かつ困難であり、ポンプ機材の故障危険度が高いものなどについては、採用を見合わせる必要がある。

また、以前に採用されていたフローティングポンプ形式は、一般的に吐出量  $1\text{m}^3/\text{s}$  程度以下の小規模ポンプに採用されることが多く、当該プロジェクトで採用する場合には、複数台のフローティングポンプを並べる必要がある。またポンプ吐出管は大きな水位変動量に対応した頻繁で危険を伴うパイプの繋ぎこみ作業が必要であり、さらに流れの速いナイル川では適切で安全な台船の係留が困難なことなど、ナイル川の流れへの対処が容易ではない。今までこのような問題点に直面してきた「ス」国側の経験を考慮し、フローティングポンプ形式は採用しないこととする。

これらを念頭に可能性のある各種形式を比較検討した結果、総合評価として、対象施設と同程度の施設容量での採用事例が最も多い「地下型」が最適であるものと判定された。(表 3.2.10)にその判定内容を示す。なお、判定された結果からポンプ型式は横軸渦巻型となり、吸込性能の良い機種で一般的に採用されている両吸込型を採用する。それに伴ってモーターは汎用性、経済性を考慮して横軸かご型誘導電動機を使用し、直接カップリングでポンプに繋ぐ方式とする。

なお、K14 ポンプ場は既存建物をそのまま利用し、ポンプ機材のみの更新を行なう。ポンプタイプは現在の技術での検討を行いその適正を確認した結果、既存ポンプと同様の立軸斜流ポンプタイプが選定される。

表 3.2.9 ポンプ据付方法の比較検討

	① 旧地下型		② 仮設置型		③ 張出型		④ 引込型		⑤ 地下型		⑥ 地下圧送型		
	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	評価	
図式													
構造	縦型渦巻	横型渦巻	縦型軸流 縦型斜流	縦型軸流 縦型斜流	縦型軸流 縦型斜流	縦型軸流 縦型斜流	縦型軸流 縦型斜流	縦型軸流 縦型斜流	横型渦巻	横型渦巻	縦型渦巻	縦型渦巻	
長所	・旧式施設に採用され、地下式である。 ・水位変動に一定対応しているが、対応しきれない場合がある。 ・一般に横軸渦巻ポンプを使用。 ・エンジン駆動である。電気設備ではモータ使用できる。その場合排水に注意を要する。 ・建物基礎に排水設備がない場合、漏水した水がたまる。 ・メンテ用のスペース、クレーンが装備されていない場合がある。	・Kadabas ・Aliabの一部 ・Kitiabの一部	・Faddiab (対象地区ではない)	・Faddiab (対象地区ではない)	・Faddiab (対象地区ではない)	・Faddiab (対象地区ではない)	・Irrigerの計画図 (未だ確定採用されわけではない)	・Faddiab (対象地区ではない)	・Fishhead (現在エンジン仕様と なっている) (クレーン、スペースあり) ・Aliab (クレーン、スペースあり) ・Kitiab (クレーンあり、スペースなし)	・Saval (導水路を設けた、旧形式) ・Saval (吸込管とした、現在の形式)			
短所	・旧式施設に採用され、地下式である。 ・水位変動に一定対応しているが、対応しきれない場合がある。 ・一般に横軸渦巻ポンプを使用。 ・エンジン駆動である。電気設備ではモータ使用できる。その場合排水に注意を要する。 ・建物基礎に排水設備がない場合、漏水した水がたまる。 ・メンテ用のスペース、クレーンが装備されていない場合がある。	・旧式施設に採用され、地下式である。 ・水位変動に一定対応しているが、対応しきれない場合がある。 ・一般に横軸渦巻ポンプを使用。 ・エンジン駆動である。電気設備ではモータ使用できる。その場合排水に注意を要する。 ・建物基礎に排水設備がない場合、漏水した水がたまる。 ・メンテ用のスペース、クレーンが装備されていない場合がある。	・最近使用された据付方式。 ・河川へ流せば直接ポンプや管路に影響する。 ・水位変動に対応するためにはかなりの沖に設置する必要がある。 ・河川の浮遊物の滞留除去の措置が必要。 ・上層がないことから、直射日光あるいは風雨に晒される。 ・日常点検はできるものの、大きなメンテには難を要する。	・最近「ス」国のコンサルタントが計画している据付方法。 ・導入路を設けていない。 ・水位変動に対応するためには、相應の深さをとる必要がある。 ・メンテ用にクレーンとスペースを設ける。	・地下式、ポンプ・原動機を地下にすえつける。 ・コンローラ機材は地上設置にする。 ・水位変動に対応するためには、相應の深さをとる必要がある。 ・メンテ用にクレーンとスペースを設ける。	・地下式、ポンプ・原動機を地下にすえつける。 ・コンローラ機材は地上設置にする。 ・水位変動に対応するためには、相應の深さをとる必要がある。 ・メンテ用にクレーンとスペースを設ける。	・地下式、ポンプ・原動機を地下にすえつける。 ・コンローラ機材は地上設置にする。 ・水位変動に対応するためには、相應の深さをとる必要がある。 ・メンテ用にクレーンとスペースを設ける。	・地下式、ポンプ・原動機を地下にすえつける。 ・コンローラ機材は地上設置にする。 ・水位変動に対応するためには、相應の深さをとる必要がある。 ・メンテ用にクレーンとスペースを設ける。	・地下式、ポンプ・原動機を地下にすえつける。 ・コンローラ機材は地上設置にする。 ・水位変動に対応するためには、相應の深さをとる必要がある。 ・メンテ用にクレーンとスペースを設ける。	・地下式、ポンプ・原動機を地下にすえつける。 ・コンローラ機材は地上設置にする。 ・水位変動に対応するためには、相應の深さをとる必要がある。 ・メンテ用にクレーンとスペースを設ける。	・地下式、ポンプ・原動機を地下にすえつける。 ・コンローラ機材は地上設置にする。 ・水位変動に対応するためには、相應の深さをとる必要がある。 ・メンテ用にクレーンとスペースを設ける。	・地下式、ポンプ・原動機を地下にすえつける。 ・コンローラ機材は地上設置にする。 ・水位変動に対応するためには、相應の深さをとる必要がある。 ・メンテ用にクレーンとスペースを設ける。	
長所	・メンテ用スペース、クレーンがないことから、メンテをやりやすい。 ・水位変動に一定対応しているが、対応しきれない場合がある。 ・一般に横軸渦巻ポンプを使用。 ・エンジン駆動である。電気設備ではモータ使用できる。その場合排水に注意を要する。 ・建物基礎に排水設備がない場合、漏水した水がたまる。 ・メンテ用のスペース、クレーンが装備されていない場合がある。	・吸込水位に対応していない。 ・水位が上昇した場合は移動する必要がある。 ・強固な据付とならないことから、振動が大きく、機材に影響がある。 ・電気に対する安全性にも問題がある。 ・上層がないので、塗装、潤滑油などに早期劣化の影響がある。	・河川上にあるが、建物がいないため、比較的安い。 ・一方、メンテは非常に高額となる。 ・或いはその対策費と高額となり地下型と同様な価格となる。	・河川上にあるが、建物がいないため、比較的安い。 ・一方、メンテは非常に高額となる。 ・或いはその対策費と高額となり地下型と同様な価格となる。	・河川上にあるが、建物がいないため、比較的安い。 ・一方、メンテは非常に高額となる。 ・或いはその対策費と高額となり地下型と同様な価格となる。	・河川上にあるが、建物がいないため、比較的安い。 ・一方、メンテは非常に高額となる。 ・或いはその対策費と高額となり地下型と同様な価格となる。	・河川上にあるが、建物がいないため、比較的安い。 ・一方、メンテは非常に高額となる。 ・或いはその対策費と高額となり地下型と同様な価格となる。	・河川上にあるが、建物がいないため、比較的安い。 ・一方、メンテは非常に高額となる。 ・或いはその対策費と高額となり地下型と同様な価格となる。	・河川上にあるが、建物がいないため、比較的安い。 ・一方、メンテは非常に高額となる。 ・或いはその対策費と高額となり地下型と同様な価格となる。	・河川上にあるが、建物がいないため、比較的安い。 ・一方、メンテは非常に高額となる。 ・或いはその対策費と高額となり地下型と同様な価格となる。	・河川上にあるが、建物がいないため、比較的安い。 ・一方、メンテは非常に高額となる。 ・或いはその対策費と高額となり地下型と同様な価格となる。	・河川上にあるが、建物がいないため、比較的安い。 ・一方、メンテは非常に高額となる。 ・或いはその対策費と高額となり地下型と同様な価格となる。	・河川上にあるが、建物がいないため、比較的安い。 ・一方、メンテは非常に高額となる。 ・或いはその対策費と高額となり地下型と同様な価格となる。
短所	・比較的高い	・比較的高い	・比較的高い	・比較的高い	・比較的高い	・比較的高い	・比較的高い	・比較的高い	・比較的高い	・比較的高い	・比較的高い	・比較的高い	
総合評価	×	×	△	△	△	△	△	△	◎	◎	◎	◎	

注記: 評価における各マークは、右の通り。×: 採用できない △: 採用しないほうが良い。○: 採用できるが、より高額となる ◎: 採用する

## (2) ポンプ設備の適用規格

ポンプ設備の適用規格は本件対象ポンプ場で使用されている規格、或いは「ス」国で一般的に使用されている規格に加えて、以下の最新版規格に基づくものとする。

表 3.2.10 ポンプ場の適用規格

対象設備・資機材	適用規格
ポンプ、モーター、弁類、配管類などの材料および設計	日本工業規格 (JIS) 英国規格(BS) および国際規格
モーター、制御装置、トランスなどの電気設備	電気規格調査標準規格 (JEC) 日本電気工業会標準規格 (JEM) 国際電気標準会議 (IEC) およびその他国際規格

## 3-2-2-4 ポンプ台数、規模および全揚程の決定（ポンプ仕様の決定）

## (1) ポンプ台数割・規模の検討

ポンプ 1 台当たりの規模（吐出量）はポンプ台数割により変わってくる。必要揚水量の変動に応じて効率的に運転し、運転経費を削減するためには、異なった吐出能力のポンプ組み合わせも考えられるが、ポンプ設備費の低減およびポンプ運転の均等化が計れるように、同一能力のポンプを選定するのが適切と考えられる。

ポンプの流量制御は、従来より「ス」国で実施されてきた、最も単純で一般的で効率的なポンプ台数割による流量制御方法を行なう方針とし、これに運転時間の調節で、大きく変動する月別揚水量に対処する。この場合、ポンプの台数は多いほど揚水量の変動に応じて効率的に運転できるが、機場のスペースが大きくなり、配管も複雑となって工事費や用地費が高くなることから、必ずしも効率的ではない。

リバーナイル州のポンプ設備については、このような状況を鑑み、(表 3.2.11)に台数割を検討すると、4 台割りが最適であると判断される。従って、ポンプ規模は 1 台当たり 1.0m<sup>3</sup>/s の能力で、4 台並列運転が可能な形式とする。

また、K14 ポンプ場においては、既存の土木構造、建物を利用することからポンプ台数は既設と同様の 3 台の均等サイズとし、1 台当たり能力は 3.5m<sup>3</sup>/s で計画する。

## (2) ポンプの計画仕様点

ポンプの全揚程はポンプ吸水位（リバーナイル州ではナイル川の水位、K14 ポンプ場ではニューハルファ幹線水路の始点より 14 キロメートル地点での水位）とポンプ吐出水位との差である実揚程(Ha)にポンプ吸水管および吐出管での損失水頭を加えたものである。

ポンプの吐出量と全揚程の関係はポンプの種類、口径、回転数、仕様点等により一定の関係があり、吐出量と全揚程の変化はそれらのポンプ条件で決められるポンプ特性曲線上での運転点の移動で説明される。計画仕様点は、このポンプ特性曲線上での運転点で、計画吐出量と計画全揚程で示される。

表 3.2.11 必要用水量と台数割

18時間運転  
I. 必要用水量  
スギーム

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Average
1/Aliab	3.58	3.24	2.50	1.41	1.01	1.04	0.99	1.26	1.96	2.12	2.30	3.44	2.07
2/Kitiab	3.88	3.93	3.73	2.39	1.72	1.98	1.89	1.72	2.08	2.16	2.01	3.43	2.58
3/K14	0.77	0.39	0.25	0.03	0.00	0.00	1.79	6.56	9.91	9.78	6.70	1.69	3.16

unit: m3/s

II. 台数割の検討

台数割	月別必要水量 (m3/s)												最適ポンプ規模 (m3/s)	検討	判定		
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.					
<b>① 4台割の場合</b>	0.90	0.81	0.63	0.35	0.25	0.26	0.25	0.32	0.49	0.53	0.58	0.86	0.86	1.00	1.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3箇所共に共通機材が良い。</li> <li>・多様な必要水量に対応し易い。</li> <li>・建物は多少大きくなる。</li> <li>・「ス」国で新規調達されているポンプ能力と同等であることから、相互運転が容易となる。</li> </ul>	◎
1/Aliab	0.90	0.81	0.63	0.35	0.25	0.26	0.25	0.32	0.49	0.53	0.58	0.86	0.86	1.00	1.00		
2/Kitiab	0.97	0.98	0.93	0.60	0.43	0.50	0.47	0.43	0.52	0.54	0.50	0.86	0.86	1.00	1.00		
<b>② 3台割の場合</b>	1.19	1.08	0.83	0.47	0.34	0.35	0.33	0.42	0.65	0.71	0.77	1.15	1.14	1.20	1.30	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3箇所共に機材が違う。</li> <li>・多様な必要水量に対応し難い。</li> <li>・必要水量が大きいつ時で故障時には対応が難しくなる。</li> <li>・機材が大きくなることから、建物前後の大きさが増す。長さは多少短くなる。</li> <li>・メン用クレーン能力が大きくなると共に既存ポンプ能力と同等とする。</li> </ul>	○
1/Aliab	1.19	1.08	0.83	0.47	0.34	0.35	0.33	0.42	0.65	0.71	0.77	1.15	1.14	1.20	1.30		
2/Kitiab	1.29	1.31	1.24	0.80	0.57	0.66	0.63	0.57	0.69	0.72	0.67	1.14	1.14	1.30	3.50		
3/K14	0.26	0.13	0.08	0.01	0.00	0.00	0.60	2.19	3.30	3.26	2.23	0.56	0.56	3.50	3.50		
<b>③ 2台割の場合</b>	1.79	1.62	1.25	0.71	0.51	0.52	0.50	0.63	0.98	1.06	1.15	1.72	1.72	1.80	2.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3箇所共に機材が違う。</li> <li>・多様な必要水量に対応が難しい。</li> <li>・必要水量が大きいつ時で故障時の対応が出来ない。</li> <li>・機材が大きくなることから、建物前後の大きさが増す。長さは短くなる。</li> <li>・メン用クレーンは更に大きくなる必要があり、支柱・建物もより強固にする必要がある。</li> </ul>	△
1/Aliab	1.79	1.62	1.25	0.71	0.51	0.52	0.50	0.63	0.98	1.06	1.15	1.72	1.72	1.80	2.00		
2/Kitiab	1.94	1.97	1.87	1.20	0.86	0.99	0.95	0.86	1.04	1.08	1.01	1.72	1.72	2.00	2.00		

注記: (1) K14は3台割と決められている。  
(2) 評価における各マークは、右の通り。

△: 採用しないほうが良い。 ○: 採用できるが、運転が難しい ◎: 採用する

## 1) ポンプの設計水位（吸水水位および吐出水位）

ポンプの吸水水位はナイル川、あるいはニューハルファ幹線水路の水位により決定される。リバーナイル州のポンプ設備では、ナイル川の水位が低い時期に灌漑用水量が最大となる関係があり、ポンプの計画吸水水位は各地点でのナイル川の既往最低水位とする。一方、計画吐出水位は、灌漑水路への接続水位であり、現地の地形測量調査結果より決定する。

またニューハルファ灌漑スキーム K14 ポンプ場の計画吸水水位は、ニューハルファ幹線水路の始点より 14 キロメートル地点での最低水位とする。一方、計画吐出水位はポンプ吐出し管の形状から、吐出し管の最高標高で決定される。

## 2) ポンプ実揚程

ポンプ実揚程は吐出水位と吸水水位の標高差で与えられ、以下の算式で求められる。

実揚程の算出式

$$H_a = DWL - LWL$$

ここに、  $H_a$  : 実揚程 (m)  
 $DWL$  : 吐出水位 (m)  
 $LWL$  : 吸水水位 (m)

表 3.2.12 計画吸水水位、計画吐出水位および実揚程

州	灌漑スキーム	計画吸水水位 LWL (m)	計画吐出水位 DWL (m)	実揚程 $H_a$ (m)
リバーナイル	アリアブ	347.30	355.90	8.60
	キティアブ	348.00	356.10	8.10
カッサラ	ニューハルファ K14	463.75	472.55	8.80

## 3) 全揚程の算定

全揚程は実揚程に管路などの配管損失水頭を加えたもので、以下の算式を用いる。

全揚程の算出式

$$H = H_a + H_1 = (DWL - LWL) + h_f + f_n \cdot V^2 / 2g$$

ここに、

$H$  : 全揚程 (m)  
 $H_a$  : 実揚程 (m)  
 $H_1$  : 総損失水頭 (m)  
 $DWL$  : 吐出し水位 (m)  
 $LWL$  : 吸込水位 (m)  
 $h_f$  : 管路の摩擦損失水頭 (m)  
 $f_n$  : 各種摩擦損失係数  
 $V$  : 管内流速 (m/s)  
 $g$  : 重力加速度 ( $m/s^2$ ) = 9.8 ( $m/s^2$ )

ポンプ場内の配管における管路の摩擦損失水頭  $h_f$  (m) の算出式

$$h_f = \lambda \cdot (L/D) \cdot V^2/2g \cdot \dots \dots \dots \text{Darcy} \cdot \text{Weisbach 公式}$$

$\lambda$  : 摩擦損失係数 ; 一般の鉄管  $\lambda = \{0.0144 + 9.5 / (1000 \cdot \sqrt{V})\} \cdot 1.5$

L : 吸入管・吐出管系中の管路の長さ (m)

D : 管路 L に対応する管径 (m)

ポンプ場外における管路の摩擦損失水頭  $h_f$  (m) の算出式

$$h_f = 10.666 \cdot \{Q^{1.85} / (C^{1.85} \cdot D^{4.87})\} \cdot L \cdot \dots \dots \text{Hazen} \cdot \text{Williams 公式}$$

Q : 流量 (m<sup>3</sup>/s)

C : 流速係数 ; 鋼管 (塗装なし) 標準値は 100

D : 管径 (m)

L : 管路長 (m)

(表 3.2.13) にポンプ廻りの配管損失および全揚程の算出結果を示す。

表 3.2.13 各ポンプ場の配管損失と全揚程

灌漑スキーム名		アリアブ	キティアブ	K14
流量 (m <sup>3</sup> /s)		1.00 /台	1.00 /台	3.50 /台
ポンプ台数		2	2	3
吸い込み管	直径 D (mm)	800	800	1,200
	延長 L (m)	32.7	28.4	0
	流速 V (m/s)	1.99	1.99	3.09
	流速水頭 $H_v$ (m) (= $V^2/2g$ )	0.202	0.202	0.489
	摩擦損失水頭 (m)	0.262	0.227	-
	入り口損失, $f = 0.3$	0.061	0.061	-
	曲管-26.5°, $f = 0.11$	0.022	0.022	-
	曲管-22.5° x4, $f = 0.08$	0.065	0.065	-
	蝶形弁, $f = 0.36$	0.073	0.073	-
	計 (m)	0.482	0.447	0.000
吐出管	直径 D (mm)	600	600	1,200
	延長 L (m)	26.3	26.1	17.2
	流速 V (m/s)	3.54	3.54	3.09
	流速水頭 $H_v$ (m) (= $V^2/2g$ )	0.640	0.640	0.489
	摩擦損失水頭 (m)	0.818	0.812	0.153
	逆止弁, $f = 0.96$	0.614	0.614	-
	蝶形弁, $f = 0.44$	0.282	0.282	-
	曲管-90° x2, $f = 0.266$	0.340	0.340	-
	曲管-22.5° x4, $f = 0.08$	0.205	0.205	0.156
	片落ち管, $f = 0.3$	0.192	0.192	-
	出口損失, $f = 1.0$ ( $\phi 800$ )	0.202	0.202	0.489
	フラップ弁, $f = 0.92$ ( $\phi 800$ )	0.186	0.186	-
計 (m)	2.839	2.833	0.798	
管路損失合計 (m)		3.321	3.280	0.798
実揚程 $H_a$ (m)		8.60	8.10	8.80
計算全揚程 (m)		11.92	11.38	9.60
計画全揚程 $H_t$ (m)		12.00	11.40	9.60

## (3) ポンプ仕様点

ポンプ計画上の仕様点は、実際のポンプ運転範囲から、ポンプの最大揚程で計画流量が流れるように設定する。リバーナイル州で計画するポンプに必要とされる最大灌漑必要用水量が発生する時期は1月から3月の間であり、何れもナイル川の水位が低い時期である。

従って、計画上のポンプ仕様点は、(表 3.2.14)に示すとおりポンプ 1 台当たり計画揚水量  $1.0\text{m}^3/\text{s}$  および計画全揚程で規定される。

表 3.2.14 ポンプ仕様点

スキーム名	アリアブ	キティアブ	K14
ポンプ計画揚水量 (吐出量) ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{unit}$ )	1.00	1.00	3.50
ポンプ計画全揚程 (m)	12.00	11.40	9.60

## (4) ポンプの回転速度、据付高さおよび設計点の検討

リバーナイル州 2 スキームのポンプ設備では、水位が大きく変動するナイル川からの取水となることから、ポンプの据付高さ、回転数およびポンプ設計点を変化させて、ポンプが全運転範囲でキャビテーションに対し安全に運転可能となるように検討を行う。

## 1) ポンプ吸込管径および吐出し管径の検討

ポンプ吸水水位が大きく変動することでポンプの運転範囲も大きく変動するが、複雑な水量制御をすることなく、全範囲で運転できるよう下記の対策を検討する。

- ・ ポンプ設置レベルを最低水位へ近づける
- ・ 吸込み配管損失をできるだけ小さくする。
- ・ ポンプ回転速度を小さくする。

ポンプ吸込配管内流速は乱流や沈砂防止、また経済性を考慮し、一般的に  $1.5\sim 2.5\text{m/s}$  の範囲となるように管径が選定される。一方、ナイル川の大きな水位変動に対する運転において、ポンプに有害なキャビテーションを発生しにくくするためには、有効吸込水頭  $\text{NPSH(AV)}$  の値をできるだけ大きくすることが有利であり、このためには吸入配管損失をできるだけ小さくすることが有利であり、ここでは合計損失水頭を  $0.5\text{m}$  以下とする。(表 3.2.15)に検討結果を示す。

表 3.2.15 吸込管径の検討

機場名	アリアブ			キティアブ		
	600	700	800	600	700	800
配管径 (mm)	600	700	800	600	700	800
流速 (m/s)	3.54	2.60	1.99	3.54	2.60	1.99
判定	×	×	○	×	×	○
損失水頭 (m)	1.52	0.82	0.48	1.52	0.82	0.48
損失判定	×	×	○	×	×	○
総合判定	×	×	○	×	×	○

検討結果から、各スキームとも吸込管径は  $\phi 800\text{mm}$  が適切と判定される。従って、吸入

側管径を  $\phi 800\text{mm}$  とする。一方、吐出し側管径は、最小実揚程付近（最高河川水位付近）における大水量側でのポンプ運転時にキャビテーションを発生しやすいので、これをできるだけ防止するため吐出し側での損失水頭が大きくなるように吐出し管を選定することとし、 $\phi 600\text{mm}$  と仮設定する。

なお、K14 は既存ポンプと同等とすることから、管径は  $\phi 1,200\text{mm}$  である。

## 2) ポンプの運転範囲と仕様点、設計点

ポンプの仕様点は、ポンプの最大揚程で計画流量が流れるように設定する。一方、ナイル川は期別により水位が大きく変動するため、ポンプに要求される運転範囲が広い。これに対し複雑な運転制御やポンプ吐出量をバルブで絞り制御などをせずに、全範囲で運転が可能となるようにポンプ設計点を大流量側に 10~20% 移動することにより、大流量側（小実揚程側）でのキャビテーションの発生が緩和されることから、どの程度の移動が適切かどうかあわせて検討する。

一例として、下記の(図 3.2.5)はアリアブのポンプの特性曲線を示しているが、仕様点は全揚程= 12.0m, 吐出量=1.0m<sup>3</sup>/s の交点が仕様点である。ポンプの運転範囲は抵抗曲線の最大全揚程  $H_{\text{amax}}$  から最低全揚程  $H_{\text{amin}}$  に挟まれた範囲の特性曲線上で運転されることとなる。

運転範囲において、毎月の実揚程に応じた抵抗曲線とその平均を示す抵抗曲線 ( $H_{\text{a, ave}}$ ) が描かれている。従って、ポンプの運転点は図でいえば仕様点の 5~15%大流量側付近でも頻りに運転されることが示されており、この付近にポンプ効率を最大とするポンプの設計点を設定することが、動力費を最小にする効率的な運転を可能とし、さらにキャビテーションも発生しにくくすると考えられる。

従って、このように設計点を大流量側に移すことにより、効率的で全ての範囲でキャビテーション等を発生することなく運転できるように、ポンプの回転数と据付高さを検討する。

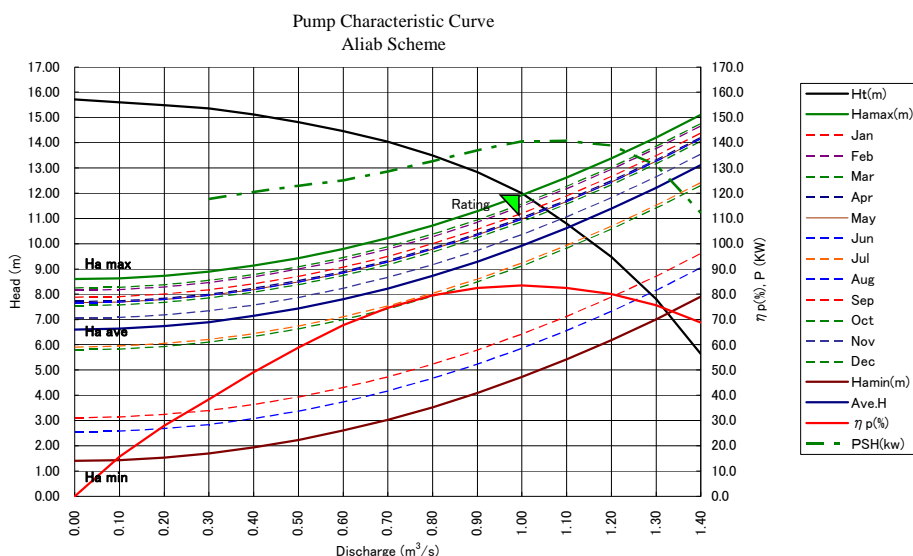


図 3.2.5 ポンプ特性曲線と月別運転抵抗曲線（アリアブ）

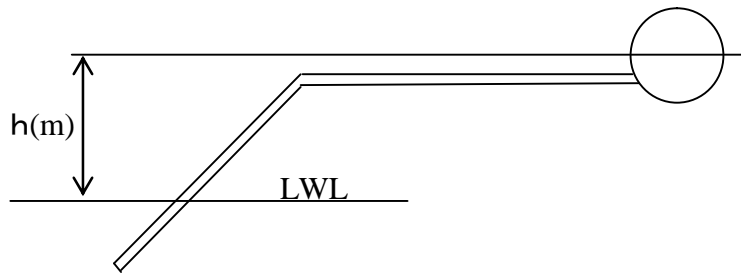


## 3) 検討ケースの設定

吸水位に係る検討ケースは、吸水位が HWL、LWL の 2 ケースとする。吐出し水槽での吐水位は変化しないものとする。

ポンプの据付高さを下記の 5 ケースとする。

表 3.2.16 ポンプ据付高さの検討ケース



Case	h(m)
1	2.50
2	3.00
3	3.50
4	4.00
5	4.50

h : LWL からのポンプ軸据付高さ

図 3.2.6 ポンプ据付高さの検討ケース

また、設計点の大流量側への移動量を、下記のケースとする。

表 3.2.17 ポンプ設計点検討ケース

CaseQ	%	ポンプ設計点流量	
		(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /min)
1	0	1.00	60.0
2	10	1.11	66.7
3	15	1.18	70.6
4	20	1.25	75.0

## 4) ポンプ回転速度の検討

ポンプ回転速度 N を想定し、その回転速度に対する比速度 N<sub>s</sub> を算定し、 $120 \leq N_s \leq 650$  の範囲に入るようにポンプ回転速度を選定する。

## a) ポンプ比速度

$$N_s = N \cdot x \cdot \sqrt{Q} / H^{3/4} \quad (\text{判定基準: } 120 \leq N_s \leq 650)$$

H: ポンプ全揚程 m

N: ポンプ回転速度 min<sup>-1</sup>

Q: ポンプ水量 m<sup>3</sup>/min (両吸込渦巻きポンプの場合 1/2 x Q<sub>0</sub>)

設計点の移動とポンプ回転数を変化させた場合のポンプ比速度 N<sub>s</sub> を算定し、N<sub>s</sub> が許容範囲に入るか否かを評価し、ポンプ回転数を選定する。

検討結果を(表 3.2.18)に示すが、設計点を約 10~20%まで移動する場合には、いずれも N=490min<sup>-1</sup>(12 極電動機)、580min<sup>-1</sup>(10 極電動機)が選定できる。一般的に比速度 N<sub>s</sub> が 500 を超えるとポンプ効率が低くなることから、設計点の移動を 10%程度とし、N=490min<sup>-1</sup>(12 極電動機)を使用するのが適切と考えられるが、さらに、ポンプ回転速度が N(1)=490min<sup>-1</sup>の場合と N(2)=580min<sup>-1</sup>の場合の 2 種類についてキャビテーションに対する余裕水頭を算定し、キャビテーションに対する安全性も考慮してポンプ回転数を決める。

表 3.2.18 設計点の移動とポンプ回転数およびポンプ比速度 Ns

スキーム	設計点	N	Qo	H	Ns	判定	
アリアブ	20%移動	490	75.0	10.6	510	< 650	OK
		580			604	< 650	OK
		735			765	> 650	No
	15%移動	490	70.6	10.9	485	< 650	OK
		580			574	< 650	OK
		735			727	> 650	No
	10%移動	490	66.7	11.2	462	< 650	OK
		580			546	< 650	OK
		735			692	> 650	No
	移動なし	490	60.0	12.0	416	< 650	OK
		580			493	< 650	OK
		735			624	< 650	OK
キティアブ	20%移動	490	75.0	10.1	530	< 650	OK
		580			627	< 650	OK
		735			795	> 650	No
	15%移動	490	70.6	10.4	504	< 650	OK
		580			597	< 650	OK
		735			756	> 650	No
	10%移動	490	66.7	10.7	480	< 650	OK
		580			568	< 650	OK
		735			720	> 650	No
	移動なし	490	60.0	11.4	433	< 650	OK
		580			512	< 650	OK
		735			649	< 650	OK

## b) NPSH (AV) の計算

ポンプ据付高さとは有効吸込水頭 NPSH(AV)との関係、ポンプ揚水量・回転速度と所要吸込水頭 NPSH(RQ)との関係は以下のとおりである。

$$NPSH(AV) = Pa - Vp - Hsl + Has - \alpha$$

- Pa : 9.9 海拔 350m での大気圧(m)  
Vp : 0.58 水温 35°Cでの水の飽和蒸気圧(m)  
Hsl : 0.94 (HWL) 想定最大水量 1.4m<sup>3</sup>/s 時の吸い込み損失(m)  
0.48 (LWL) 水量 1.0m<sup>3</sup>/s 時の吸い込み損失(m)  
Has : 吸い込み揚程(m) (= WL - ポンプセンター標高)  
α : 余裕水頭; h=2.5m: 0.5m, h=3.0m: 0.75m, h=3.5m: 1.0m, h=4.0m: 1.25m, h=4.5m: 1.5m (吸入高さが大きくなるに従って、不安定さを増すことから、相応に余裕水頭を設定。)

表 3. 2. 19 NPSH (AV) の算定

Items	Case	アリアブ		キティアブ	
		HWL	LWL	HWL	LWL
吸い込みHWL(m)		354.50		355.30	
吸い込みLWL(m)			347.30		348.00
Pump Center	1 (h=2.5)	349.80		350.50	
	2 (h=3.0)	350.30		351.00	
	3 (h=3.5)	350.80		351.50	
	4 (h=4.0)	351.30		352.00	
	5 (h=4.5)	351.80		352.50	
Has (m)	1 (h=2.5)	4.70	-2.50	4.80	-2.50
	2 (h=3.0)	4.20	-3.00	4.30	-3.00
	3 (h=3.5)	3.70	-3.50	3.80	-3.50
	4 (h=4.0)	3.20	-4.00	3.30	-4.00
	5 (h=4.5)	2.70	-4.50	2.80	-4.50
NPSH (AV) (m)	1 (h=2.5)	12.6	5.8	12.7	5.8
	2 (h=3.0)	11.8	5.1	11.9	5.1
	3 (h=3.5)	11.1	4.3	11.2	4.3
	4 (h=4.0)	10.3	3.6	10.4	3.6
	5 (h=4.5)	9.6	2.8	9.7	2.8

c) NPSH (RQ) の算定

$$NPSH (RQ) = (N \cdot x \cdot \sqrt{Q/S})^{4/3}$$

S: 吸い込み比速度

N: 回転速度 N(1)=490min<sup>-1</sup> の場合,  
N(2) = 580min<sup>-1</sup> の場合

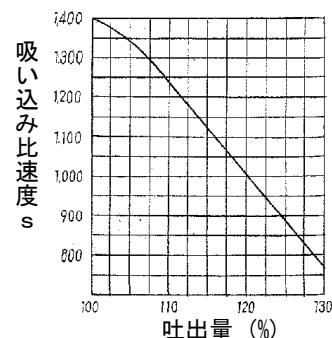


図 3. 2. 7 吸い込み比速度

表 3. 2. 20 吸い込み水位最低時【LWL】の NPSH (RQ)

Item	Case	Rated Q m <sup>3</sup> /min	S	N(1)=490 min-1	N(2)=580 min-1
NPSH (RQ) (m)	Q1 (20%)	60.0	1,400	2.4	3.0
	Q2 (15%)	60.0	1,400	2.4	3.0
	Q3 (10%)	60.0	1,400	2.4	3.0
	Q4 (0%)	60.0	1,400	2.4	3.0

表 3. 2. 21 吸い込み水位最大時【HWL】の NPSH (RQ)

Item	Case	Q (m <sup>3</sup> /min)	Qmax (%)	Qmax (m <sup>3</sup> /min)	S	N(1)=490 min-1	N(2)=580 min-1
NPSH (RQ) (m)	Q1 (20%)	75.0	130.0	97.5	750	7.6	9.5
	Q2 (15%)	70.6	132.5	93.5	700	8.1	10.1
	Q3 (10%)	66.7	135.0	90.0	620	9.2	11.6
	Q4 (0%)	60.0	140.0	84.0	500	11.8	14.7

注) Qmax は HWL 時(最低実揚程時)のポンプ吐出量

d) キャビテーションの検討

有害なキャビテーションの発生を防ぐためには、ポンプが利用できる有効吸込水頭 NPSH(AV)がポンプが必要とする所要吸込水頭 NPSH(RQ)より大きくなるように、ポンプ回転数、ポンプ据付高さおよび設計点の移動量を適正に設定する必要がある。

以下に各スキームにおいて、回転速度の相違と設計点の移動および据付高さの相違による NPSH(AV)と NPSH(RQ)の変化を、吸水位が LWL および HWL の場合について比較検討し、余裕水頭が正  $[ = \text{NPSH(AV)} - \text{NPSH(RQ)} \geq 0 ]$  となる、適正な設定を選択する。

### 吸込み水位最低時【LWL】 アリアブ、キティアブ共通

表 3.2.22  $N(1) = 490\text{min}^{-1}$  の場合の余裕水頭

Item	Case	Q1 (20%)	Q2 (15%)	Q3 (10%)	Q4 (0%)	判定
NPSH (AV) (m)	h=2.5m	5.8	5.8	5.8	5.8	-
	h=3.0m	5.1	5.1	5.1	5.1	-
	h=3.5m	4.3	4.3	4.3	4.3	-
	h=4.0m	3.6	3.6	3.6	3.6	-
	h=4.5m	2.8	2.8	2.8	2.8	-
NPSH (RQ) (m)		2.4	2.4	2.4	2.4	-
余裕水頭 (m) NPSH(AV) -NPSH(RQ)	h=2.5m	3.4	3.4	3.4	3.4	OK
	h=3.0m	2.7	2.7	2.7	2.7	OK
	h=3.5m	1.9	1.9	1.9	1.9	OK
	h=4.0m	1.2	1.2	1.2	1.2	OK
	h=4.5m	0.4	0.4	0.4	0.4	OK

表 3.2.23  $N(2) = 580\text{min}^{-1}$  の場合の余裕水頭

Item	Case	Q1 (20%)	Q2 (15%)	Q3 (10%)	Q4 (0%)	判定
NPSH (AV) (m)	h=2.5m	5.8	5.8	5.8	5.8	-
	h=3.0m	5.1	5.1	5.1	5.1	-
	h=3.5m	4.3	4.3	4.3	4.3	-
	h=4.0m	3.6	3.6	3.6	3.6	-
	h=4.5m	2.8	2.8	2.8	2.8	-
NPSH (RQ) (m)		3.0	3.0	3.0	3.0	-
余裕水頭 (m) = NPSH(AV) -NPSH(RQ)	h=2.5m	2.9	2.9	2.9	2.9	OK
	h=3.0m	2.1	2.1	2.1	2.1	OK
	h=3.5m	1.4	1.4	1.4	1.4	OK
	h=4.0m	0.6	0.6	0.6	0.6	OK
	h=4.5m	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	No

吸込み水位最低時 (LWL) では、 $N(2)=580\text{min}^{-1}$  で h=4.5m の場合以外は、キャビテーションを発生しないで安全に運転可能である。

## 吸込み水位最大時【HWL】

## アリアブ

表 3. 2. 24 N(1) = 490min<sup>-1</sup> の場合の余裕水頭

Item	Case	Q1 (20%)	Q2 (15%)	Q3 (10%)	Q4 (0%)	判定
NPSH (AV) (m)	h=2.5m	12.6	12.6	12.6	12.6	-
	h=3.0m	11.8	11.8	11.8	11.8	-
	h=3.5m	11.1	11.1	11.1	11.1	-
	h=4.0m	10.3	10.3	10.3	10.3	-
	h=4.5m	9.6	9.6	9.6	9.6	-
NPSH (RQ) (m)		7.6	8.1	9.2	11.8	-
余裕水頭 (m) = NPSH(AV) -NPSH(RQ)	h=2.5m	5.0	4.5	3.3	0.8	OK
	h=3.0m	4.3	3.8	2.6	0.1	OK
	h=3.5m	3.5	3.0	1.8	-0.7	OK, ハッチNo
	h=4.0m	2.8	2.3	1.1	-1.4	OK, ハッチNo
	h=4.5m	2.0	1.5	<b>0.3</b>	-2.2	OK, ハッチNo

表 3. 2. 25 N(2) = 580min<sup>-1</sup> の場合の余裕水頭

Item	Case	Q1 (20%)	Q2 (15%)	Q3 (10%)	Q4 (0%)	判定
NPSH (AV) (m)	h=2.5m	12.6	12.6	12.6	12.6	-
	h=3.0m	11.8	11.8	11.8	11.8	-
	h=3.5m	11.1	11.1	11.1	11.1	-
	h=4.0m	10.3	10.3	10.3	10.3	-
	h=4.5m	9.6	9.6	9.6	9.6	-
NPSH (RQ) (m)		9.5	10.1	11.6	14.7	-
余裕水頭 (m) = NPSH(AV) -NPSH(RQ)	h=2.5m	3.1	2.5	1.0	-2.2	OK, ハッチNo
	h=3.0m	2.4	1.7	0.2	-2.9	OK, ハッチNo
	h=3.5m	1.6	1.0	-0.5	-3.7	OK, ハッチNo
	h=4.0m	0.9	0.2	-1.3	-4.4	OK, ハッチNo
	h=4.5m	0.1	-0.5	-2.0	-5.2	OK, ハッチNo

## キティアブ

表 3. 2. 26 N(1) = 490min<sup>-1</sup> の場合の余裕水頭

Item	Case	Q1 (20%)	Q2 (15%)	Q3 (10%)	Q4 (0%)	判定
NPSH (AV) (m)	h=2.5m	12.7	12.7	12.7	12.7	-
	h=3.0m	11.9	11.9	11.9	11.9	-
	h=3.5m	11.2	11.2	11.2	11.2	-
	h=4.0m	10.4	10.4	10.4	10.4	-
	h=4.5m	9.7	9.7	9.7	9.7	-
NPSH (RQ) (m)		7.6	8.1	9.2	11.8	-
余裕水頭 (m) = NPSH(AV) -NPSH(RQ)	h=2.5m	5.1	4.6	3.4	0.9	OK
	h=3.0m	4.4	3.9	2.7	0.2	OK
	h=3.5m	3.6	3.1	1.9	-0.6	OK, ハッチNo
	h=4.0m	2.9	2.4	1.2	-1.3	OK, ハッチNo
	h=4.5m	2.1	1.6	<b>0.4</b>	-2.1	OK, ハッチNo

表 3.2.27 N(2) = 580min<sup>-1</sup> の場合の余裕水頭

Item	Case	Q1 (20%)	Q2 (15%)	Q3 (10%)	Q4 (0%)	判定
NPSH (AV) (m)	h=2.5m	12.7	12.7	12.7	12.7	-
	h=3.0m	11.9	11.9	11.9	11.9	-
	h=3.5m	11.2	11.2	11.2	11.2	-
	h=4.0m	10.4	10.4	10.4	10.4	-
	h=4.5m	9.7	9.7	9.7	9.7	-
NPSH (RQ) (m)		9.5	10.1	11.6	14.7	-
余裕水頭 (m) = NPSH(AV) - NPSH(RQ)	h=2.5m	3.2	2.6	1.1	-2.1	OK, ハッチNo
	h=3.0m	2.5	1.8	0.3	-2.8	OK, ハッチNo
	h=3.5m	1.7	1.1	-0.4	-3.6	OK, ハッチNo
	h=4.0m	1.0	0.3	-1.2	-4.3	OK, ハッチNo
	h=4.5m	0.2	-0.4	-1.9	-5.1	OK, ハッチNo

## 5) 回転数、ポンプ据付高およびポンプ設計点の決定

ポンプの運転点は期別の水位変動によってポンプ特性曲線上のかなりの範囲を移動するが、概ね仕様点から大流量側に 10%程度移動した運転点での運転頻度が高い。従ってこの付近で設計点を設定することにより動力費を最小に抑えることができる。

また、LWL からのポンプ軸の高さは、高いほど (h が大きいほど) HWL 時でキャビテーションを起こし易くなり、ポンプの寿命への影響を受け易くなるが、土木工事費が安価となる。

従って、ポンプ回転数、設計点の移動量およびポンプの据付高さは、上記計算結果を総合的に判断し、以下のとおり決定する。なお、管径は仮設定したとおり、吸込管径 φ800mm、吐出し管径 φ600mm とする。

表 3.2.28 ポンプ回転数、設計点の移動量およびポンプの据付高さ

ポンプ回転数	N = 490min <sup>-1</sup> (12 極モーター)
設計点の仕様点からの移動量	10% 大水量側に移動する
LWL からのポンプ軸高	h = 4.5m

この場合、ポンプ据付位置は低水位から高い位置にあることで、大きな真空引きが必要となり軸封ポンプの配備が不可欠となる。

なお、ポンプの仕様点と設計点は(表 3.2.29)のとおりである。

表 3.2.29 ポンプの仕様点と設計点

灌漑スキーム		アリアブ	キティアブ	
仕様点	ポンプ流量	(m <sup>3</sup> /s)	1.00	1.00
	全揚程	(m)	12.00	11.40
設計点* (10% 移動)	ポンプ流量	(m <sup>3</sup> /s)	1.11	1.11
	全揚程	(m)	11.2	10.7

注\*) 設計点のポンプ流量および全揚程は、概略値である。

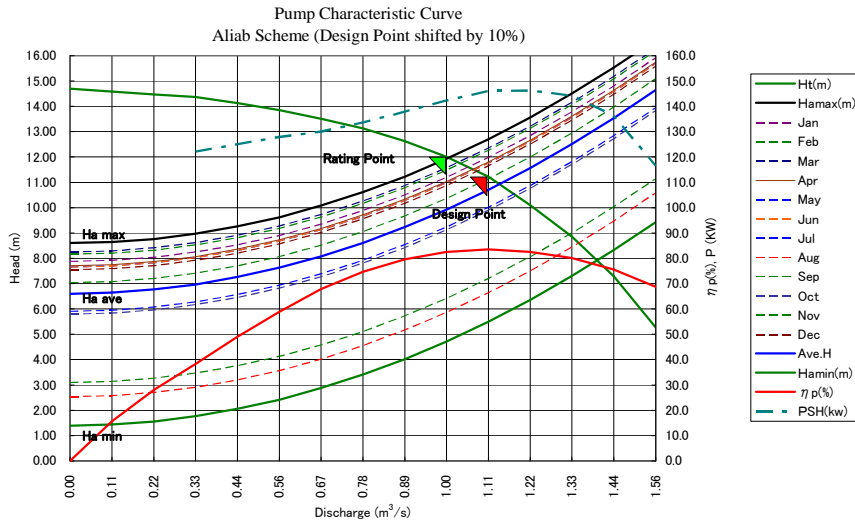


図 3.2.8 設計点を 10%移動した場合のポンプ特性曲線と月別運転抵抗曲線（アリアブ）

(5) ポンプ軸動力・所要動力の検討

ポンプの軸動力、所要動力の決定には以下の算式を用いる。

1) 所要動力の算出

原動機の所要動力はポンプの軸動力を基に、伝達効率と余裕度を考慮して算出する。

ポンプの軸動力の算出式

$$L = 0.163 \cdot Q \cdot H \cdot \gamma / (\eta / 100)$$

L: ポンプ軸動力 (kW)

Q: 吐出し量 (m<sup>3</sup>/min)

H: 全揚程 (m)

γ: 水の単位体積重量; 1.0 (kgf/ℓ)

η: ポンプ効率 (%); 渦巻ポンプは設計点で 83.5%、仕様点で 80%、斜流ポンプは 80.5%以上とする。

原動機の所要動力の算出式

$$P = L \cdot (1+A) / \eta t$$

P: 原動機所要動力 (kW)

L: ポンプ軸動力 (kW)

A: 余裕度 (電動機使用の場合、0.1~0.15; 本案件では 0.15 とする)

ηt: 伝達効率 (直結軸継手を使用することから、1.0 とする)

原動機としては電動モーターを採用することから、適用するモーターは汎用性を考慮して標準値のものを使用すると、アリアブでは 170kW、キティアブ 160kW と算定される。なお、カッサラ州 K14 ポンプ場では 480kW と算定される。

以上の判定、検討結果を整理し、(表 3.2.30) ポンプ設備概略仕様および機場計画として示す。

表 3.2.30 ポンプ設備概略仕様および機場計画

地区名		アリアブ	キティアブ	ニューハルファ K14
最大流量	m <sup>3</sup> /s	3.58	3.93	9.91
発生月	-	Jan	Feb	Sep
ポンプ設備台数	Nos	4	4	3
ポンプ1台当たり吐出量(仕様点)	m <sup>3</sup> /s	1.00	1.00	3.50
最高吸水位 HWL	m	354.50	355.30	465.46
最低吸水位 LWL	m	347.30	348.00	463.75
計画吐水位 DWL	m	355.90	356.10	472.55
最大実揚程 Hamax	m	8.60	8.10	8.80
最低実揚程 Hamin	m	1.40	0.80	7.09
最大水位変動量 FHmax	m	7.20	7.30	1.71
吸い込み管損失水頭 φ 800mm Hsl	m	0.48	0.45	0.05
吐き出し管損失水頭 φ 600mm Hdl	m	2.84	2.83	0.75
管路損失水頭 HI	m	3.32	3.28	0.80
計算全揚程 Hto	m	11.92	11.38	9.60
計画全揚程 Ht	m	12.00	11.40	9.60
吸込管口径 (Dia.)	mm	800	800	1,200
吸込管口径 (Dia)	mm	600	600	1,200
ポンプ効率 (仕様点)	%	80	80	80.5
ポンプ回転数 (モーター極数:P)	min <sup>-1</sup>	490 (12P)	490 (12P)	490 (12P)
モーター出力	kw	170	160	480
ポンプタイプ	-	横軸両吸込渦巻き	横軸両吸込渦巻き	縦軸斜流
補給ポンプ台数	Nos	2	2	-
補給ポンプタイプ	-	横軸両吸込渦巻き	横軸両吸込渦巻き	-
協力対象事業ポンプ調達台数	Nos	2	2	3
LWLからポンプ軸までの高さ h1	m	4.50	4.50	-
LWLからポンプ床面までの高さ h2	m	2.90	2.90	-
HWLから搬入床までの高さ h3	m	1.00	1.00	-
搬入床の標高 FL	m	355.50	356.30	-
ポンプ床の標高 PFL	m	350.20	350.90	-
現況地盤高 GL	m	354.83	354.86	-
ポンプ地下室壁高さ H	m	5.30	5.40	-

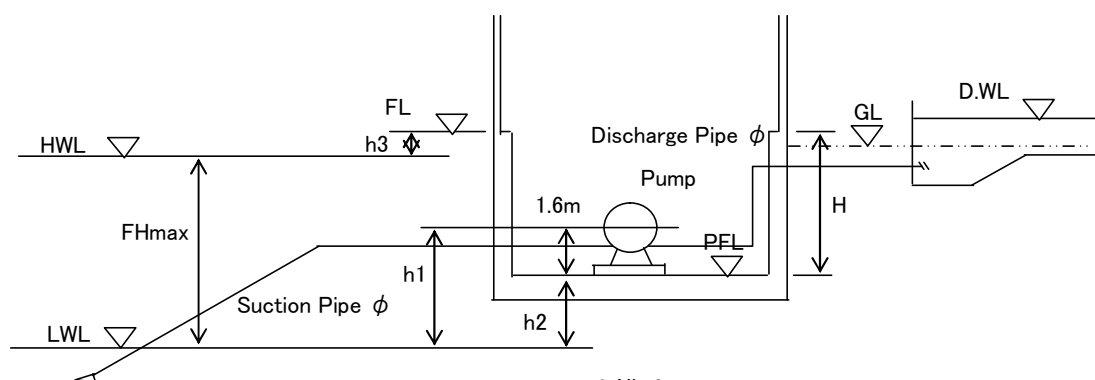


図 3.2.9 寸法模式図



## (6) 弁類の検討

リバーナイル州の2スキームについては、必要な箇所に弁類を設ける。以下に検討内容を示す。

### 1) 吸入側仕切弁

吸入水位が大きく変動し、ポンプ据付高さ以上になることから、場内への水侵入を防ぐために吸水側に仕切弁を設ける。通常運転では全開にして使用すること、形状の小さいものを選定するなどから、手動式の蝶形弁とする。

### 2) 吐出し側仕切弁

ポンプ始動時、真空ポンプによる吐き出し側吸気を遮断するため、弁を設ける。弁の据付位置が地下にあり操作室から遠方にあること、形状の小さいものを選択することから、電動蝶形弁とする。

### 3) 逆止弁

停電などにより吐出し弁が開いた状態で主ポンプが停止した場合に、揚水した水がポンプに逆流しないよう吐出し側に逆止弁を設ける。緊急停止時の逆止弁の閉鎖による圧力上昇を軽減させるためカウンターウェイト(ダッシュポット付き)式とする。

### 4) フラップ弁

送水管に破損があった場合にある程度の漏水を防ぐ、また、ポンプが止まっている時に人、小動物、泥、砂などの侵入を防ぐなどのため吐出し口にフラップ弁を設ける。

## 3-2-2-5 電気設備の計画

電気設備は以下の事項を考慮して、選定する。

- 1) 機器は性能が優れ、信頼性が高く、長寿命である。
- 2) 小型、軽量で、占有面積が小さい。
- 3) 事故あるいは、工事等の際の停電範囲を最小限にとめることができるような回路方式および保護方式を採用する。
- 4) 運転、保守が簡単で誤操作の心配が無い。
- 5) 運転員、保守員に対して安全な設備である。
- 6) 機能的に合理化された経済的な設備である。
- 7) 機器の搬出、搬入が容易にできる。
- 8) 高温、低湿度での自然条件を考慮した設備である
- 9) 水害、塵埃など自然災害に対して考慮する。

### (1) 受電設備

電源は公共電力を使用する。協力対象地域の電源はリバーナイル州では33kV、50Hz、カッサラ州では11kV、50Hzとなっていることから、トランスを設置することにより一般的な使

用低電圧 415V、50Hz に変換する。

トランスは「ス」国の基準に基づき、保護装置(RMU: Ring Main Unit)を設ける。

トランスの規模は使用動力合計と動力の効率、力率およびトランス性能から算定し、一般的に製造されており許容できる能力のものを選定する。

検討結果、アリアブおよびキティアブでは「ス」国側負担で 4 台分のポンプ運転に必要なとなる 1,500kVA を配備し、K14 ポンプ場では日本側負担で 3,000kVA を配備する。(資料-6. 4、資料-6. 5 参照)

## (2) 配電設備

配電設備としては、運転方式を考慮し、低電圧受電した後、電動機盤に配電する方式とする。操作には「ス」国で一般的に使用されている単相電源として 200V、50Hz を使用するが、受電盤に小型のトランスを配備して配電する。シーケンスとしては、モーターを 2 台同時起動できない方式インターロックを採用する。簡易な運転方式となることから、機側操作盤、中央操作盤などは配備しない。このことから必要な盤は受電盤、ポンプ起動盤、低圧補機盤となる。補機盤内にはポンプ室内への電灯、天井クレーンおよび場内排水ポンプなどの動力取出機能を配備する。各盤の大きさは幅 700~1,000、奥行 1,500mm、高さ 2,200mm を想定する。

表 3.2.31 必要配電設備の台数

機場名	受電盤	ポンプ起動盤	低圧補機盤
アリアブ	1	4	1
キティアブ	1	4	1
K14	1	3	1

## (3) 運転方式

運転方式は、設備費、維持管理費、経済性、オペレーターの技能程度を考慮して検討する。「ス」国では電動モーターによる機場はポンプ起動盤による手動操作による連動運転が採用されていることから、これに従うものとする。協力対象地域ではポンプオペレーターが電動方式に慣れていないことや本計画では連動する機器が少ないことなどから、この方式が最適と判断される。

### 1) ポンプの始動条件

ポンプの始動時条件は以下のとおりとする。

- i) 軸封水用高架水槽の水位規定以上
- ii) 始動装置が始動位置にある
- iii) 真空ポンプ補給水槽の水位規定以上
- iv) 保護継続機が動作していない
- v) 他のポンプが始動中でない
- vi) 電源が入っている

## 2) ポンプの始動操作

始動操作は以下のとおりとする。

- i) 始動準備として、真空ポンプの始動、軸封水供給操作、満水検知など
- ii) 始動として、電動機始動操作など
- iii) 始動後として、満水停止操作など

## 3) ポンプの停止操作

ポンプ停止操作は以下のとおりとする。

- i) 停止として、電動機停止操作など
- ii) 停止後として、軸封水供給操作停止など

## 4) 保護装置

ポンプ運転中、各機器に異常が生じた場合は、それを検出し、状態に応じて停止、警報、表示の動作を行わせる。

ポンプ保護装置として以下を配備する。(\*)印は K14 機場には該当しない。

重故障

- ・ 軸封水用の水槽水位不足 (\*)
- ・ 電動機過負荷
- ・ 電動機過電流
- ・ 軸受温度異常上昇
- ・ 電気系統重故障

軽故障

- ・ 井戸ポンプ故障 (\*)
- ・ 真空ポンプ故障 (\*)
- ・ 電気系統軽故障

## 5) 操作盤の計器類と開閉器

操作盤の計器類と開閉器として以下を配備する。(\*)印は K14 機場には該当しない。

状態表示

- ・ 電源、満水 (\*), 始動準備完了、始動、運転、電圧計、電流計、周波数計、運転時間計、異常状態表示

開閉器

- ・ 操作開閉器、非常停止ボタン

## a) ポンプ始動、停止シーケンスブロック図

(図 3.2.10) にリバーナイル州の 2 機場について、ポンプ始動と停止のシーケンスブロック図を示す。

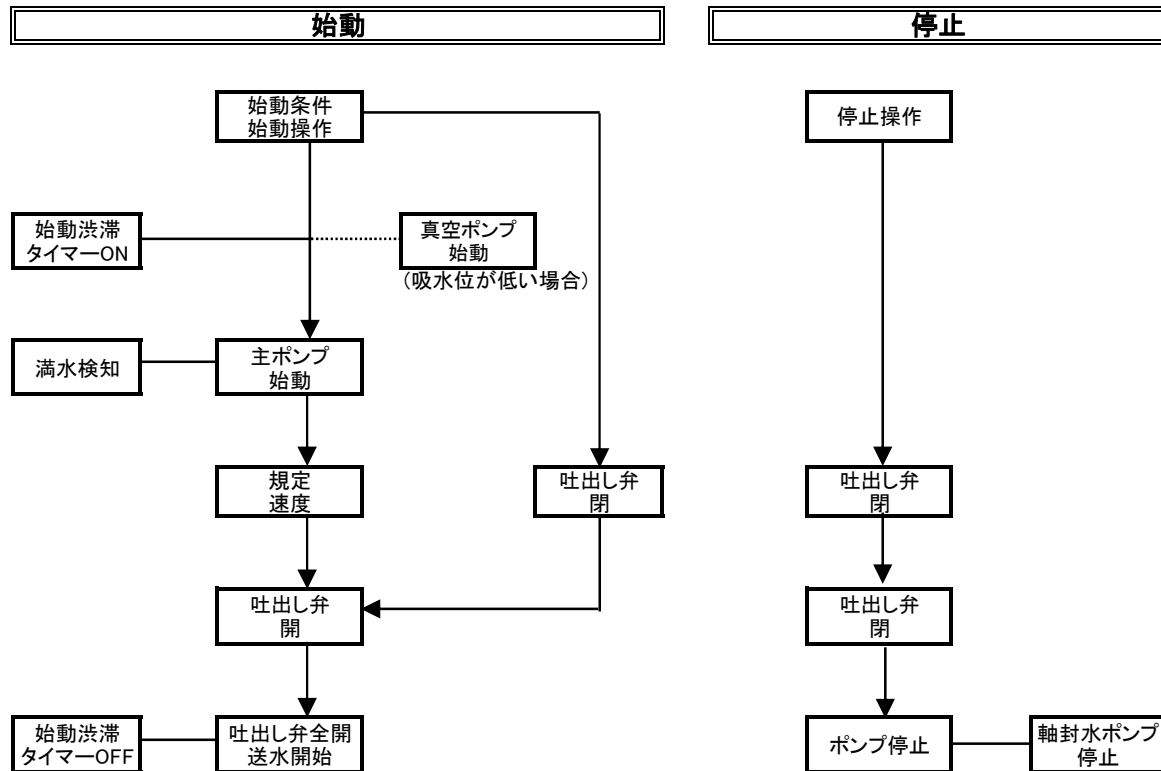


図 3. 2. 10 ポンプ始動、停止シーケンスブロック図（リバーナイル州の 2 機場）

### 3-2-2-6 ポンプ場建屋およびポンプ付帯設備の計画

#### (1) 建屋の様式

ポンプ場建屋は、風雨から各機器を守るためおよび維持管理のために設けるもので、内外水や雨水が浸入しない構造、配置とする。

建屋の様式は、主ポンプの種類および形式、吸込水槽との関連により一般に決定される。本ポンプ場では、横軸形渦巻きポンプを採用し、吸込水槽は設けずに直接ナイル川から取水する。ナイル川の水位変動量が大きいため、建屋は一床式として地下階に設置し、水位が低下してもキャビテーションを発生せずに運転可能な高さとする。また、地下室の壁高は、ナイル川の既往最高水位より 1m 程度高くするとともに、建屋内への地下水の流入やポンプ継手からの漏水などへの対策として排水ポンプを装備する計画とする。

#### (2) 機械搬入方式

本ポンプ場には、主ポンプおよび主原動機等の搬入のため、天井クレーン(定格 7.5 トン吊り)を設ける。また、これらの機器が容易に出し入れできる高さとの幅の搬入口を設けるものとし、搬入床は、洪水時の浸水を避けるため周辺地盤高より 30cm 高くする。

## (3) 各室の設計

## 1) ポンプ室

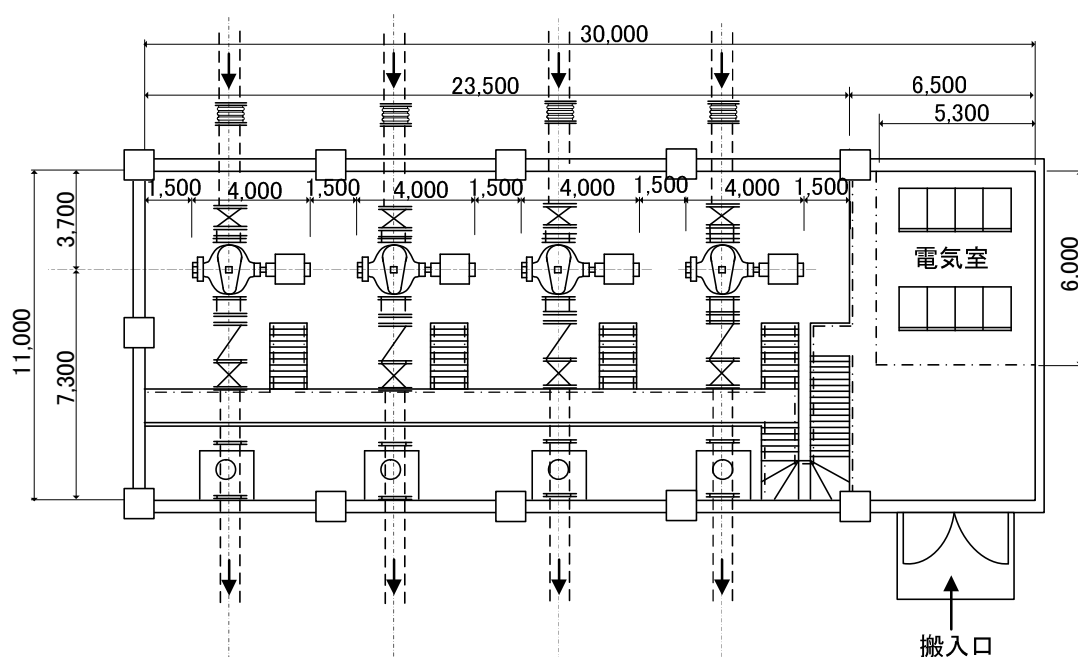
ポンプ室の平面計画は、主ポンプ等の配置によって決定する。主ポンプの配置は、ポンプが必要とする水理学的諸条件を満足するとともに、各機器の日常の運転管理、点検、保守が安全かつ容易にできるように考慮する必要がある。

本計画では両吸込ポンプを採用するので、偏流がなくポンプには最もよいとされる直線形配列とする。この配列の場合、長手方向が多少長くなるが、用地上問題はない。ポンプ室の梁間（水流方向の床面長さ）は、主ポンプ、弁、減速機、主原動機等を天井クレーンにより垂直に吊るものとして、ポンプフランジ面間寸法に吸込管・吐出し管部寸法を加えた長さより算出する。ポンプ室の桁行（水流に直角方向の長さ）は、保守管理および保安上必要な間隔を主ポンプおよび主原動機の周囲に確保できるように決定する。また、ポンプ室の天井の高さは、使用機器の据付けおよび保守管理に必要な天井クレーンの吊り上げ高さによって決定する。

## 2) 電気室、操作室

運転管理設備としては、建物内に操作盤を配備する操作盤室を設けるが、特別な管理事務室は設けない。操作盤室は搬入・搬出スペースの後方に設置し、事務処理もできるスペースを確保する。想定スペースは操作盤の大きさと数量および事務スペースを考慮して 6.0m x 5.3m とする。操作盤室には高温に対処するための空調機器および室内電灯を配備する。なお、水位、流量などの計測設備あるいはその監視設備などは設けない。

以上を考慮し、ポンプ室の平面、縦断配置を(図 3.2.11)のように計画する。



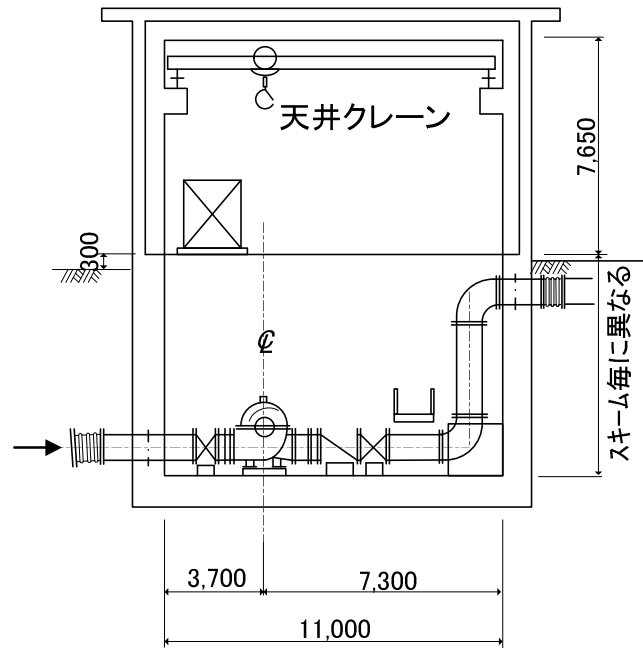


図 3.2.11 ポンプ室の平面、縦断配置図

#### (4) 建屋の構造

建屋の構造形式は、耐火、耐久、耐風性に優れる鉄筋コンクリート構造を採用し、地上部の壁体は、経済性を考慮してコンクリートブロックを用いる。また、降雨が極めて少ない地域であるので、屋根は陸屋根とする。

#### (5) 基礎工の検討

ポンプ場の基礎形式には、直接基礎、杭基礎、ケーソン基礎があり、地盤条件や上部構造の特性、工期や経済等を考慮の上決定する。一般に、支持地盤までの深さが 2m 程度までは直接基礎、5m 以上では杭基礎とすることが多いが、以下に地盤の許容支持力の検討を行い、直接基礎形式採用の可否を判定する。

##### 1) 許容支持力算定式

地盤の許容支持力は、帯基礎を対象としたテルツァギー(Terzaghi)の支持力重ね合わせの公式に基づき、基礎の形状、荷重の傾斜・偏心に関して補正係数を適用した算定式を用いる。

$$q_u = (i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c + i_r \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_r + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q)$$

$$q_a = \frac{1}{3} \cdot q_u$$

ここに、 $q_a$  : 地盤の許容支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$qu$  : 地盤の極限支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$C$  : 支持地盤の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$\gamma_1$  : 支持地盤の単位重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$\gamma_2$  : 根入れ部分の土の平均単位重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$\gamma_1$ 、 $\gamma_2$ には、地下水位下の場合には水中単位重量を用いる。

$\alpha$ 、 $\beta$  : 基礎の形状係数

表 3.2.32 形状係数

基礎底面の形状	連続	正方形	長方形	円形
$\alpha$	1.0	1.2	$1.0+0.2\frac{B}{L}$	1.2
$\beta$	0.5	0.3	$0.5-0.2\frac{B}{L}$	0.3

$N_c$ 、 $N_r$ 、 $N_q$  : 支持力係数で、内部摩擦角  $\phi$  の関数

$D_f$  : 基礎に近接した最低地盤面から基礎底面までの深さ (m)

$i_c$ 、 $i_r$ 、 $i_q$  : 荷重傾斜に対する補正係数

$B$  : 基礎幅 (m)

$L$  : 奥行き幅 (m)

$\eta$  : 基礎の寸法による補正係数

(常時は  $\eta=1.0$ )

表 3.2.33 支持力係数

$\phi$	$N_c$	$N_r$	$N_q$
0°	5.1	0	1
5°	6.5	0.1	1.6
10°	8.3	0.4	2.5
15°	11.0	1.1	3.9
20°	14.8	2.9	6.4
25°	20.7	6.8	10.7
28°	25.8	11.2	14.7
30°	30.1	15.7	18.4
32°	35.5	22	23.2
34°	42.2	31.1	29.4
36°	50.6	44.4	37.8
38°	61.4	64.1	48.9
40° 以上	75.3	93.7	64.2

## 2)基礎地盤の支持力

各スキームにおいて実施したボーリング調査の結果を用いて、許容支持力を算定する。

ポンプ室側基礎面および電気室側独立フーチング基礎面の標高、根入れ深さは各々(表 3.2.34)の通りとし、基礎面付近の平均的なN値により評価した。

表 3.2.34 基礎地盤の支持力検討結果一覧表

		アリアブ	キティアブ
搬入床の標高 FL	m	355.50	356.30
ポンプ床の標高 PFL	m	350.20	350.90
現況地盤高 (建屋付近の平均)	m	353.8	355.0
ポンプ室底版厚	m	0.40	0.40
シンダーコンクリート厚	m	0.30	0.30
ポンプ室側基礎面標高	m	349.50	350.20
〃 現況地盤からの深さ	m	4.30	4.80
〃 根入れ深さ	m	5.70	5.80
電気室フーチング上面の深さ	m	3.80	3.10
電気室フーチング床版厚	m	0.50	0.50
電気室側基礎面標高	m	351.20	352.70
〃 現況地盤からの深さ	m	2.60	2.30
〃 根入れ深さ	m	4.00	3.30

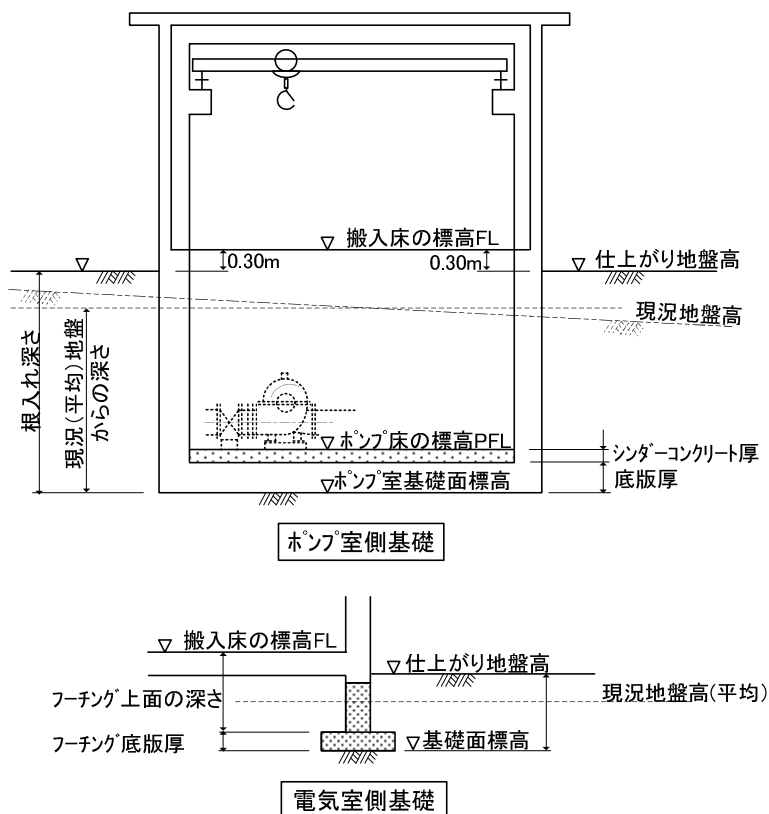


図 3.2.12 ポンプ場基礎の根入れ深さ



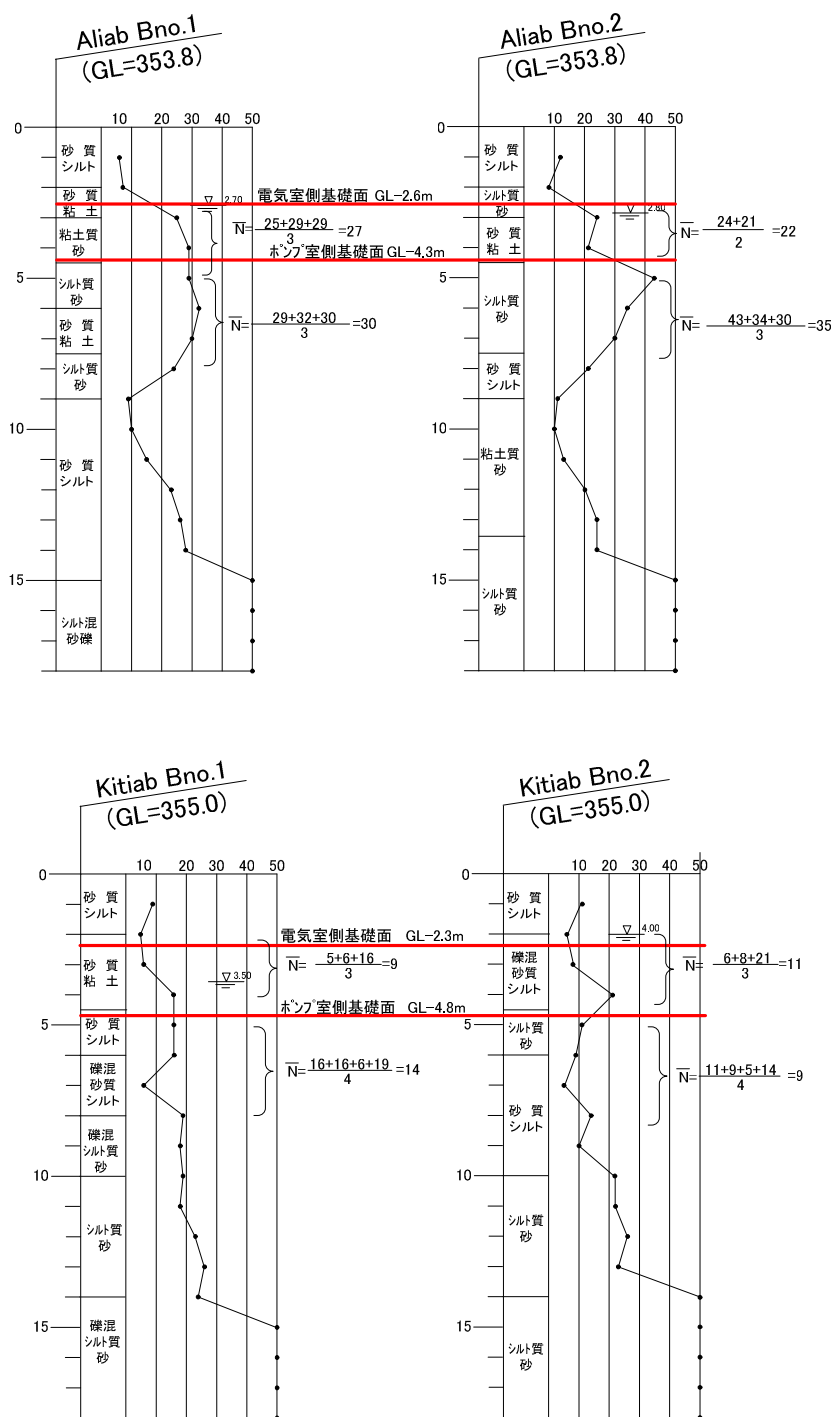


図 3.2.13 ボーリング柱状図と基礎地盤の平均N値

表 3.2.35 許容支持力の計算結果（ポンプ室側直接基礎）

## 許容支持力の計算（ポンプ室側直接基礎）

項目	算式	単位	アリアブ	キティアブ	備考
基礎幅	B	(m)	11.80	11.80	
基礎長さ	L	(m)	24.30	24.30	
偏心量	e	(m)	0.00	0.00	
偏心を考慮した基礎幅	$B_e = B - 2e$	(m)	11.80	11.80	
地盤の粘着力	C	(kN/m <sup>2</sup> )	0.0	6.0	直接せん断試験
支持地盤の単位重量	$\gamma_1$	(kN/m <sup>3</sup> )	9.0	9.0	
根入地盤の単位重量	$\gamma_2$	(kN/m <sup>3</sup> )	9.0	9.0	
形状係数	$\alpha$		1.10	1.10	長方形
	$\beta$		0.40	0.40	"
基礎の根入れ	Df	(m)	5.70	5.80	
荷重傾斜に対する係数	$i_c$		1.0	1.0	
	$i_r$		1.0	1.0	
	$i_q$		1.0	1.0	
支持地盤のN値	N		30.0	9.0	
支持地盤の内部摩擦角	$\phi = \sqrt{20N + 15}$	(°)	39.0	28.0	
支持力係数	$N_c$		67.9	25.8	
	$N_\gamma$		77.3	11.2	
	$N_q$		56.0	14.7	
基礎の寸法による補正係数	$\eta$		1.0	1.0	
極限支持力	$i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c$	(kN/m <sup>2</sup> )	0	170	(1)
	$i_r \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_r$	(kN/m <sup>2</sup> )	3,284	476	(2)
	$i_q \cdot \gamma_2 \cdot Df \cdot N_q$	(kN/m <sup>2</sup> )	2,873	767	(3)
極限支持力	$q_u = (1) + (2) + (3)$	(kN/m <sup>2</sup> )	6,157	1,413	
安全率	n		3	3	常時
許容支持力	$q_a = q_u / n$	(kN/m <sup>2</sup> )	2,052	471	

表 3. 2. 36 許容支持力の計算結果（電気室側独立フーチング基礎）

## 許容支持力の計算（電気室側独立フーチング基礎）

項目	算式	単位	アリアブ	キティアブ	備考
基礎幅	B	(m)	1.80	1.80	
基礎長さ	L	(m)	1.80	1.80	
偏心量	e	(m)	0.00	0.00	
偏心を考慮した基礎幅	$B_e = B - 2e$	(m)	1.80	1.80	
地盤の粘着力	C	(kN/m <sup>2</sup> )	0.0	0.0	
支持地盤の単位重量	$\gamma_1$	(kN/m <sup>3</sup> )	9.0	9.0	
根入地盤の単位重量	$\gamma_2$	(kN/m <sup>3</sup> )	9.0	9.0	
形状係数	$\alpha$		1.20	1.20	正方形
	$\beta$		0.30	0.30	〃
基礎の根入れ	Df	(m)	4.00	3.30	
荷重傾斜に対する係数	ic		1.0	1.0	
	ir		1.0	1.0	
	iq		1.0	1.0	
支持地盤のN値	N		22.0	9.0	
支持地盤の内部摩擦角	$\phi = \sqrt{20N + 15}$	(°)	36.0	28.0	
支持力係数	$N_c$		50.6	25.8	
	$N_\gamma$		44.4	11.2	
	$N_q$		37.8	14.7	
基礎の寸法による補正係数	$\eta$		1.0	1.0	
極限支持力	$i_c \cdot \alpha \cdot C \cdot N_c$	(kN/m <sup>2</sup> )	0	0	(1)
	$i_r \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_r$	(kN/m <sup>2</sup> )	216	54	(2)
	$i_q \cdot \gamma_2 \cdot Df \cdot N_q$	(kN/m <sup>2</sup> )	1,361	437	(3)
極限支持力	$q_u = (1) + (2) + (3)$	(kN/m <sup>2</sup> )	1,577	491	
安全率	n		3	3	常時
許容支持力	$q_a = q_u / n$	(kN/m <sup>2</sup> )	526	164	

## 3)基礎形式の決定

検討の結果、2 スキームとも構造計算結果から算出した最大地盤反力 > 基礎地盤の許容支持力が成立することから、直接基礎形式を採用する。

表 3. 2. 37 許容支持力の確認

		アリアブ		キティアブ	
		ポンプ室	電気室	ポンプ室	電気室
地盤の許容支持力①	(kN/m <sup>2</sup> )	2,052	526	471	164
最大地盤反力 ②	(kN/m <sup>2</sup> )	63	82	63	82
判定 (① ≥ ②)		OK	OK	OK	OK

## (6) 構造計算

建屋の構造計算は、自重の他、ポンプ荷重、管類荷重、載荷重、浮力・揚圧力、土圧、水圧、天井クレーン、貯水タンク等の荷重を考慮して行う。

基本構造が、梁、柱、壁、スラブで構成されていることから、梁、柱、壁は、スラブおよび壁に作用する荷重を支持する骨組モデルとしてラーメン解析を行う。スラブは梁あるいは壁に固定された二方向版として、また、土圧地中壁は、柱（又は壁）と底版に固定された二方向版として解析する。

## (7) 給水設備

リバーナイル州の2スキームについては、建物費用を軽減するために軸封水設備を配備することから、それに必要な高架水槽と井戸設備を配備する。この高架水槽から真空ポンプの給水も行う方法とし、水槽および井戸設備の大きさはそれら使用量に充分に対応できる規模とする。必要水量と井戸規模は以下の通りである。

### 1) 井戸給水設備

- |            |          |                                |
|------------|----------|--------------------------------|
| 主ポンプ設備必要水量 | ポンプ軸封水   | : 30lit/min x 4 台 = 120lit/min |
|            | バルブ軸封水   | : 5lit/min x 4 台 = 20lit/min   |
|            | 真空ポンプ軸封水 | : 35lit/min x 1 台 = 35lit/min  |
|            | 場内使用     | : 20lit/min                    |
|            | 余裕量      | : 20%                          |
|            | 合計水量     | : 234lit/min                   |
- 井戸ポンプ揚程 : 20m(GL-水面)+15m(GL-高架水槽)+3m(損失)≒40m
- 井戸ポンプ口径 : φ 65mm
- 井戸ポンプ電動機出力 : 3.7kW
- 井戸径 : 150mm

### 2) 高架水槽

ポンプ軸封水圧力は  $1\text{kg/cm}^2$  が必要である。高架水槽からポンプまでの配管損失を 2.5m とすると、高架水槽はポンプ位置から 12.5m の位置となり、建物の屋上に設置できる。供給する水の温度上昇を防ぐためにはコンクリート製の水槽とする。井戸ポンプ容量(Q)と温度上昇を防ぐために許容運転頻度(T)を 30 分として、起動頻度が最低となる水槽有効容量(V)は以下の計算式、結果となる。

$$V (\text{m}^3) = Q(\text{m}^3)/4 \times T(\text{min}) = 0.234/4 \times 30 = 2.55\text{m}^3$$

余裕率を 30% とすると、 $3.32\text{m}^3$  の容量となる

## (8) その他設備

ポンプ場の場内設備として、保守・維持管理に必要な階段、歩廊などを設ける。ポンプ床には構内排水溝と排水ピットを設ける。なお、維持管理に必要な保守部品の保管庫については、「ス」国側で、既存の保管庫を改修するか、あるいは新規に建設するものとする。

## 3-2-2-7 各ポンプ場の計画資機材

(表 3. 2. 38) に計画資機材を示す。

表 3. 2. 38(a) 各ポンプ場の計画資機材 (1/3)

アリアブ灌漑スキーム

番号	品名	仕様	数量
1	ポンプ (駆動モーター付き)	両吸込渦巻ポンプ 1.0m <sup>3</sup> /s x 12.0m、回転数 490mm <sup>-1</sup> 吸入管径 φ800mm、吐出し管径 φ600mm かご型誘導電動機、全閉外扇型、熱帯仕様 170kW、12P、3相、415V、50Hz、回転数 490mm <sup>-1</sup> 共通台付き、カップリング付き	4組
2	真空ポンプ (駆動モーター付き)	液封式真空ポンプ、2台 6m <sup>3</sup> /min/台、吸・吐出し管径 φ80mm 補水槽付き、1台 かご型誘導電動機、全閉外扇型、熱帯仕様、2台 15kW/台 ポンプ・モーター共通台付き、カップリング付き	1組
3	仕切弁 (吸入側)	手動式蝶型弁 径 φ800mm	4個
4	逆止弁 (吐出し側)	スイング式逆止弁 径 φ600mm	4個
5	仕切弁 (吐出し側)	電動式蝶型弁 径 φ600mm、1.5kW	4個
6	フラップ弁 (吐出し側)	適用口径 φ600mm 口径 φ800mm	4個
7	吸・吐出し管	鋼管、フランジ付き 吐出し側径 φ600 ~ 吸入側 φ800mm	4組
8	制御盤 (受電盤、ポンプ起動盤)	自立型、鋼板製、熱帯仕様 受電盤、1面 ポンプ起動盤、4面 補機盤、1面 リアクトル起動回路、インターロック回路、 室内電灯用配線回路 トランス・制御盤・モーター間の配管・配線付き	1式
9	予備品		1式

表 3.2.38(b) 各ポンプ場の計画資機材 (2/3)

## キティアブ灌漑スキーム

番号	品名	仕様	数量
1	ポンプ (駆動モーター付き)	両吸込渦巻ポンプ 1.0m <sup>3</sup> /s x 11.4m、回転数 490mm <sup>-1</sup> 吸入管径 φ800mm、吐出し管径 φ600mm かご型誘導電動機、全閉外扇型、熱帯仕様 160kW、12P、3相、415V、50Hz、回転数 490mm <sup>-1</sup> 共通台付き、カップリング付き	4組
2	真空ポンプ (駆動モーター付き)	液封式真空ポンプ、2台 6m <sup>3</sup> /min/台、吸・吐出し管径 φ80mm 補水槽付き、1台 かご型誘導電動機、全閉外扇型、熱帯仕様、2台 15kW/台 ポンプ・モーター共通台付き、カップリング付き	1組
3	仕切弁 (吸入側)	手動式蝶型弁 径 φ800mm	4個
4	逆止弁 (吐出し側)	スイング式逆止弁 径 φ600mm	4個
5	仕切弁 (吐出し側)	電動式蝶型弁 径 φ600mm、1.5kW	4個
6	フラップ弁 (吐出し側)	適用口径 φ600mm 口径 φ800mm	4個
7	吸・吐出し管	鋼管、フランジ付き 吐出し側径 φ600 ~ 吸入側 φ800mm	4組
8	制御盤 (受電盤、ポンプ起動盤)	自立型、鋼板製、熱帯仕様 受電盤、1面 ポンプ起動盤、4面 補機盤、1面 リアクトル起動回路、インターロック回路、 室内電灯用配線回路 トランス・制御盤・モーター間の配管・配線付き	1式
9	予備品		1式

表 3. 2. 38(c) 各ポンプ場の計画資機材 (3/3)

## K14 灌漑スキーム

番号	品名	仕様	数量
1	ポンプ (駆動モーター付き)	立軸斜流ポンプ 3.5m <sup>3</sup> /s x 9.6m、回転数 490mm <sup>-1</sup> 吐出し径 φ1,200mm 立型、かご型誘導電動機、熱帯仕様 480kW、12P、3相、415V、50Hz、回転数 490mm <sup>-1</sup> 据付台付き、カップリング付き	3組
2	制御盤 (受電盤、ポンプ起動盤)	鋼板製、屋内自立型、熱帯仕様 受電盤、1面 ポンプ起動盤、3面 補機盤、1面 リアクトル起動回路、インターロック回路、 室内電灯用配線回路 トランス・制御盤・モーター間の配管・配線付き	1式
3	トランス	屋外型、3,000kVA 入力 11kV - 出力 415V 引込盤(Ring Main Unit)付き	1式
4	予備品		1式

## 3-2-2-8 吐水槽の計画

## (1)形状寸法

吐水槽は、吐出し管からの流水を十分減速させた後、流れの方向を変化させて、下流水路へ導水することにより、主ポンプの始動、停止に伴う流量の急激な変化による圧力変動を水槽内水位の変動として吸収させるものである。

また、下流水路への移行部は、流速の急激な変化を起こさず、下流水面に不整な流れ、波等を起こさない形状諸元を与える。このため、平面的には、漸縮角度 12° 30' 以下に保ち、水路底は、1:4 より緩い勾配で取り付けるものとする。

以上を考慮し、吐水槽の形状寸法は(図 3. 2. 14)のとおりとする。

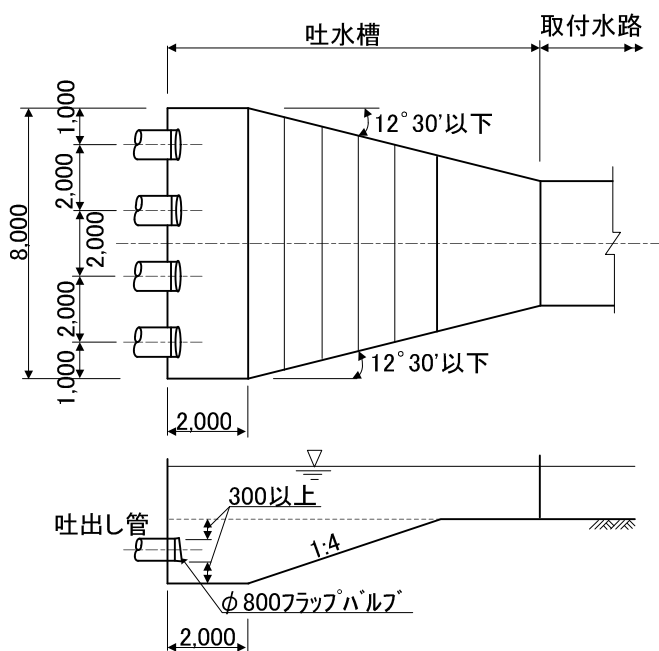


図 3. 2. 14 吐水槽の形状寸法

## (2)構造設計

吐水槽内では、流水の乱れや大きな流速による掃流力が作用するため、強固な鉄筋コンクリート構造とする。構造設計で考慮する鉛直荷重は、自重、載荷重、内水重、浮力・揚圧力等であり、水平荷重は土圧、水圧荷重とし、フルーム構造として解析を行う。

## 3-2-2-9 護岸工の計画

## (1) 設置範囲

リバーナイル州内を流れるナイル川の河岸は、一般に護岸工は施されていないが、洪水時の流速により浸食されている箇所も見られる。本ポンプ場はいずれも河川の直線部に位置し、水衝部ではない。しかし、流水の作用により河岸が浸食されて、地中に埋設した吸込管が露出すると、塵芥物が付着するなど、管路の安全性に影響が生じるため、護岸工を設けて河岸を保護することとする。護岸の設置範囲は、吸込管の埋設位置を考慮して、吸込管路中心線から上下流へ10mずつとし、現況河岸とのすり付けのための範囲として、2mを確保する。

## (2) 構造形式

護岸工の構造は、法勾配が1:2.0と緩いこと、流水の作用に対する安全性、材料の入手の可否、景観性、経済性、施工性を考慮し、自然石を用いた練石張構造を採用する。現況河岸とのすり付け工および盛土法面の保護工には、屈とう性のある箆工を用いる。

## (3) 基礎工

吸込み管の先端部分は、吸込み時の流速分布を平均化させるため、十分な空間を確保する必要がある。また、吸込み管は露出部分が長く、流水の作用により不安定になることを防ぐため、固定のための構造物を設けることが望ましい。これらの点から、吸込み管周囲の護岸工の基礎部分には、両者の要件を満たす(図3.2.15)のような無筋コンクリート製の擁壁を設ける。

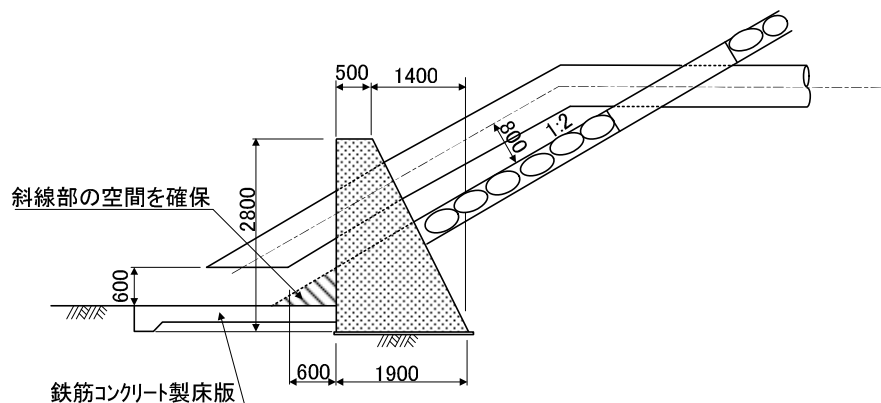


図 3.2.15 吸込み管部護岸基礎



吸込み管設置範囲以外の護岸工基礎は、上記擁壁と前面位置を合わせることにし、河床洗掘への対策として根固め工（布団籠）を設置する。

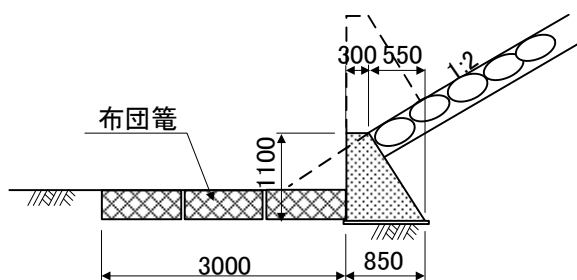


図 3.2.16 吸込み管部以外の護岸基礎

### 3-2-2-10 灌漑水路および付帯施設の改修計画

検討対象とする灌漑水路および付帯施設は、スキームの優先付けの結果からリバーナイル州のエリアブ、キティアブ灌漑スキームおよびカッサラ州のニューハルファ灌漑スキームのK14ポンプ場直下流の水路となる。ただし、当協力事業の対象範囲は、ポンプ場の建設とポンプ場から既設水路までの接続水路およびソフトコンポーネントとなることから、既設灌漑水路とその付帯施設の改修工事は「ス」国側の実施となる。

ここでは、各水路と付帯施設の状態を評価し、改修の要否と内容について検討を行う。各灌漑スキームの灌漑水路および付帯施設は、メイン水路、マイナー水路から末端のAbu-Ashreen Canal, Abu-Shitta Canalの範囲に亘るが、基幹水路と位置づけられ、改修が必要な場合は重機等による比較的大きな工事になるメイン水路とマイナー水路を検討対象とする。

なお、末端水路であるAbu-Ashreen Canal と Abu-Shitta Canal は、マイナー水路まで必要灌漑水量が送水されれば、それぞれの圃場までは人力等による開削工事で容易に引き込めること、末端では農民の多様な水利用状況を考慮して水路線形が決められることから、これらの水路の扱いは「ス」国側に委ねるものとする。

第一次現地調査時に実施された、インベントリー調査から各スキームの水路および付帯施設は以下のような調書を得ている。なお、インベントリー調査では目視調査を主として状態評価を行った。

表3.2.39 水路および付帯施設の調書（インベントリー調査：第1次現場調査より）

	エリアブ	キティアブ	ニューハルファ (メジャール水路対象)
計画通水量	3.58 m <sup>3</sup> /s	3.93 m <sup>3</sup> /s	9.91 m <sup>3</sup> /s
メイン水路 (ニューハルファではメジャール水路と称す)	通水状況から概ね支障ないが、両岸に置かれた浚渫土が管理用道路または水路断面を迫出している。	エリアブスキームと比較して水路壁高が低く、必要通水断面を確保していないと考えられる。	断面規模が大きく、必要通水断面は確保していると考えられる。
マイナー水路	通水状況から概ね支障ない。	雑草などの繁茂が視認されたが、除草すれば支障ない。	通水状況から概ね支障ない。

	アリアブ	キティアブ	ニューハルファ (ミジャー水路対象)
レギュレーター (メイン、ミジャー水路 上)	末端部でゲートの損傷が 見られたが、全体的に維持 管理が適切にされている。	スピンドルの無いゲート が数カ所あり、補修が必要 である。	全体的に維持管理が適切 にされている。
分水ゲート (マイナー水路取水口)	維持管理が適切にされて いる。	概ね維持管理が適切にさ れている。	維持管理が適切にされて いる
備考	聞取りでは、水路やゲート 操作に大きな問題はない とのことである。	聞取りでは、メイン水路の 通水量が少ないとのこと である。	通水時間が短く水量が不 足しているとのことであ る。(ポンプの運転時間が 短い)

表3.2.40 ゲートの状態調査結果表（インベントリ調査：第1次現場調査より）

対策内容	ゲート面積	アリアブ	キティアブ	ニューハルファ
補修ゲート				
更新ゲート	1.0m <sup>2</sup> 以下	3門	0門	0門
	1.0~2.0m <sup>2</sup>	0門	4門	0門
新設ゲート	1.0m <sup>2</sup> 以下	0門	0門	0門
補修が必要な躯体部				
更新が必要な躯体部		1カ所	1カ所	0ヶ所

## (1) 灌漑水路の現況と計画通水能力の検討方法

当該スキームの水路は全て土水路である。水路に必要な機能は、ポンプ場から送水される計画灌漑水量を必要な水位を保ちつつ速やかに農地に配水することであり、灌漑面積やレギュレーターなどで区分される各灌漑ブロックの必要灌漑水量に応じて水路断面規模が計画される。したがって、各スキームの灌漑ブロックの単位に対する必要水量を算定し、この必要灌漑水量に対する各灌漑ブロック区間の水路断面規模を Manning 式により検討を行うものとする。

$$Q = A \cdot V$$

ここに、Q : 流量 (m<sup>3</sup>/sec)  
A : 通水断面積 (m<sup>2</sup>)  
V : 平均流速 (m/sec) Manning 公式 :  $V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$   
n : 粗度係数、土水路 : n = 0.022  
R : 径深 (m)  
I : 動水勾配 1/20,000 または現況水路の平均勾配

各スキームの灌漑ブロックの策定は現場踏査と聞取りを基本とする。水路の検討では以下の点に着目して評価を行う。

- 既存水路断面に対する最大計画流量の通水の可否
- 水路の余裕高の確保
- 計画流量流下時の水位と周辺農地の標高の関連

現況水路の断面規模および必要水路断面の検討の手順としては、以下の①から⑤のように行う。

- ① 現況水路断面から、概ねの法面勾配、水路勾配、水路幅等を把握し、検討する灌漑ブロックの中から最小断面を抽出する。

- ②余裕高は、「日本国 土地改良事業計画設計基準設計水路工」を参考とし、下式で算定される値以上を用いるものとする。

$$Fb = 0.05d + \beta \cdot hv + hw$$

- Fb : 余裕高(m)  
 d : 設計流量に対する水深  
 hv : 速度水頭(m)、当水路の流速は遅いため考慮しない。  
 $\beta$  : 速度水頭の静水頭への変換係数で0.5~1.0  
 hw : 水面動揺に対する余裕、ここでは一般的な数値である10cm~30cmの平均値20cmとする

ただし、対象地区では水路内にある程度の用水を貯留して灌漑を行っており、この実態を踏まえ、水路勾配から定まる上下流の差分を余裕高として評価する（図3.2.17参照）。

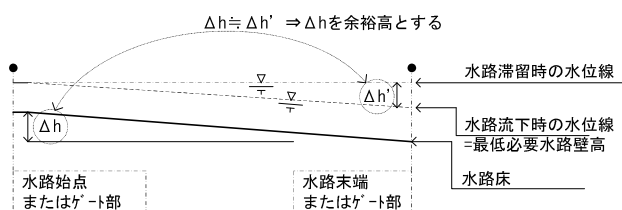


図 3.2.17 水路勾配から定める余裕高の考え方

なお、採用する余裕高は先に示した算定式の値と水路勾配から定める値と比較して大きい方を採用する。

- ③ ①で定めた現況の検討対象区間の最小断面に対し、②で算定した必要余裕高を考慮した断面にて必要灌漑水量が流下可能か否かを検討する。なお、粗度係数は「ス」国の標準的な水路の設計方法を踏襲し、0.022（土水路）を用いて行う。
- ④ 必要水量が流下できない区間は、流下できるよう断面を拡幅または嵩上げを行なう。なお水路底を下げると水位が下がり圃場への送水に支障を生じる懸念があるため、基本的に水路底の掘削をしないものとするが、逆勾配となっている場合や縦断的に水路底が著しく突出している場合は、水路底の掘削整形を検討する。水路勾配が逆勾配となっている場合は、「ス」国の標準的な設計水路勾配である1/20,000の水路勾配にて必要断面の計画を行う。
- ⑤ ③と④の結果から具体的な改修区間を検討する。

## (2) 付帯施設（レギュレーター、分水ゲート）の検討方法

付帯施設とはゲート設備やサイホン施設であり、インベントリー調査から、これらのほとんどがレンガ構造物であることを把握している。なお、ゲート設備は全て「ス」国内の製作所にて製造されたものである。

これらの施設の改修の方針は、施設が小規模かつ多数存在することから現地のこれまでの維持管理活動を前提とし、施設の補修・改修または更新が必要な場合は既設の構造形式が踏襲されるように対策方法を検討する。

### (3) 灌漑水路の改修計画

各スキームの検討結果および改修計画の概要を示す。

#### 1) アリアブスキームの灌漑水路

##### ・ 検討の留意点

アリアブスキームは3つの灌漑ブロックに区分されており(表3.2.41参照)、各ブロックの分水工を順じ開閉して各ブロックは定められた周期に従って取水を行なうローテーション灌漑がなされている。このため、各ブロックの水路断面は、自らが対象とする灌漑ブロックとローテーション上、同時期に取水する灌漑ブロックとの灌漑水量により定められ、水路断面は大小が混在した形となることが考えられる。

しかしながら、現況のメイン水路の断面は全区間が概ね同一規模となっており、この理由として、農繁期(1月頃)における一斉取水による運用や、分水工ゲートの誤操作による過剰送水した場合の安全確保が目的とされていると考えられる。

したがって、各ブロック掛りのメイン水路の必要な断面規模は、最大計画取水量である $3.58 \text{ m}^3/\text{s}$ を通水するものとして検討する。つまり、メイン水路の必要な断面規模は全て同一とする。なお、マイナー水路の検討では、各ブロック内のマイナー水路の本数とブロック面積を比例配分し、それぞれの灌漑面積に対する既設断面の通水量を検討する。

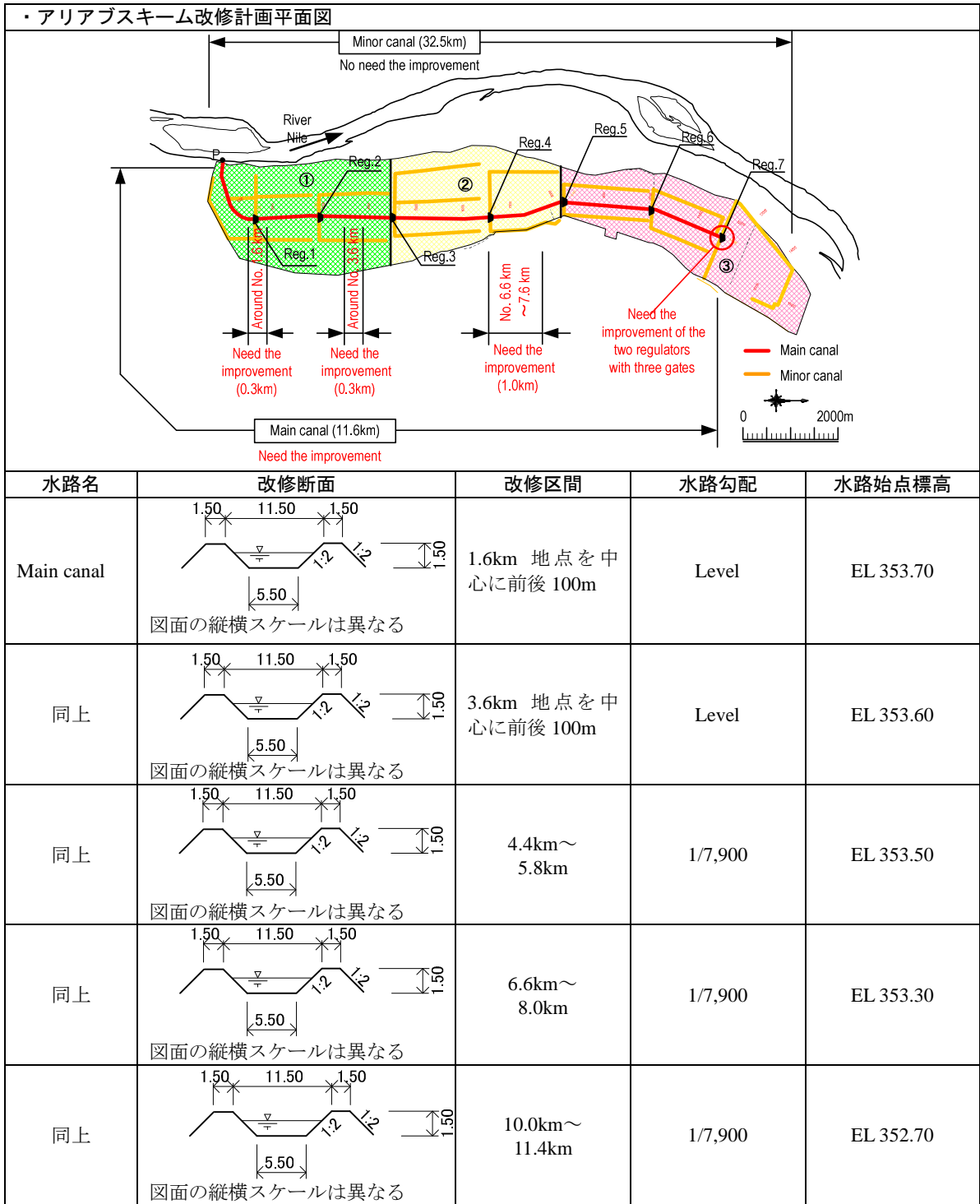
##### ・ 検討結果

それぞれのブロックの必要水量に対する現況のメイン水路とマイナー水路の評価は、(表3.2.41)に示すとおりである。なお、計算書は(資料-6.12)に示す。

メイン水路は断面の拡幅が部分的に必要であり、これは残置された浚渫土が部分的に水路断面を狭窄していることが概ねの理由であった。したがって、基本的に断面拡幅により必要断面規模を確保することとした。

また、マイナー水路は改修の必要はない。聞取りにおいてもマイナー水路では取水障害が問題となっているとの意見はなかったことから、今検討においても実証されたと判断される。

表3. 2. 41 アリアブスキームの水路の改修範囲



2) キティアブスキームの灌漑水路

・検討の留意点

キティアブスキームは3つの灌漑ブロックに区分されており(表3. 2. 42参照)、アリアブスキームと同様にローテーション灌漑がなされている。また、同様に現況のメイン水路の断面は全区間概ね同一規模である。

したがって、各ブロック掛りのメイン水路の必要な断面規模は、最大計画取水量である $3.93\text{m}^3/\text{s}$

を通水するものとして検討する。つまり、メイン水路の必要な断面規模は全て同一とする。なお、マイナー水路の検討では、各ブロック内のマイナー水路の本数とブロック面積を比例配分し、それぞれの灌漑面積に対する既設断面の通水量を検討する。

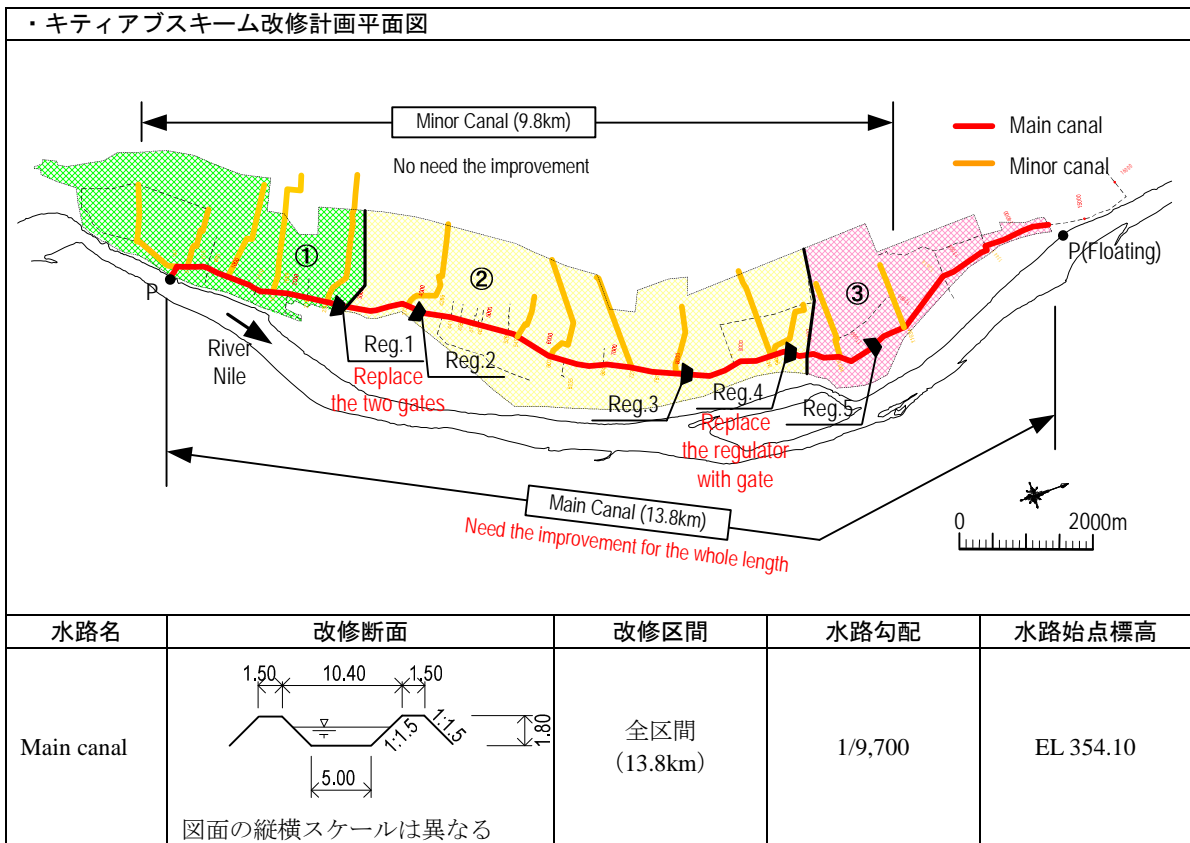
・検討結果

それぞれのブロックの必要水量に対する現況のメイン水路とマイナー水路の評価は、(表 3. 2. 42)に示すとおりである。なお、計算書は(資料-6. 12)に示す。

検討結果より、キティアブスキームでのメイン水路は断面が全体的に狭く拡幅が必要であるが、水路沿いの管理用道路はスキームの生活道路も兼ねており、道路を削って水路を拡幅することは返ってスキーム内の農業生産活動や住民生活に支障を与えることが懸念される。したがって、当該スキームのメイン水路の拡幅は極力避けて、水路堤防の嵩上げを基本として必要断面規模を確保した。

また、マイナー水路は改修の必要はない。聞取りにおいてもマイナー水路では取水障害が問題となっているとの意見はなかったことから、今検討においても実証されたと判断される。

表3. 2. 42 キティアブスキームの水路の改修範囲



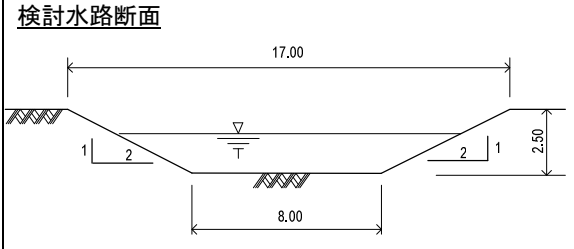
3) ニューハルファスキームのメジャー水路

ニューハルファ灌漑スキームの対象となるK14ポンプ場では、3台のポンプの同時運転時の最大通水量である10.5m<sup>3</sup>/sに対して、ポンプ場直下に位置するメジャー水路の通水能力について検討を行う。

### ・ 検討の留意点

灌漑水資源省から貸与された水路断面図を参考とし、最大計画取水量である10.5m<sup>3</sup>/sの通水断面の過不足を検討する。なお、以下の条件にて検討を行う。

表3. 2. 43 ニューハルファスキームの水路検討条件

検討水路断面	検討条件		備考
		対象流量	
	水路勾配	1/10,000	貸与図面より
	粗度係数	0.022	「ス」国標準値
	水路堤防高	2.5m	現況断面計測値

### ・ 検討結果

検討結果より、10.5m<sup>3</sup>/sの通水時に水深1.73mとなることから、水路堤防高2.5mの断面規模に対して通水可能と判断される。なお、計算書は(資料-6.12)に示す。

#### (4) 付帯施設（レギュレーター、分水ゲート）の改修計画

現地調査の結果から以下の施設状況が把握されている。不具合を生じているゲートは、スピンドルの曲がりや欠如を生じているもの、およびゲート自体が変形して開閉不能となっていることが確認された。これらのゲートは全て2m<sup>2</sup>以下であり施設規模も小さいことから更新対応が適切と判断する。なお、現地調査から「ス」国では右に示すゲート規模が標準とされているため、更新にあたっては、これを標準として検討する。

表3. 2. 44 ゲートの標準サイズ

No.	Size
1	1.24m×1.24m
2	1.01m×1.01m
3	0.91m×0.91m
4	0.76m×0.76m
5	0.50m×0.50m
6	0.35m×0.35m

##### 1) アリアブスキームの付帯施設

アリアブスキームの付帯施設は、レギュレーターである。損傷を生じているゲートはメイン水路末端にあるゲート3門であり(表3. 2. 41参照)、このうち1つはゲートが傾倒しているためこれを支持する躯体部からの更新が必要である。

更新においては、既設と同様に、鋼製ゲートを採用し躯体部の損傷についてはレンガ積みにて躯体部の作り換えを行なうことが適切である。更新するゲートのサイズは、現地での計測寸法から、0.76m×0.76mのサイズが2門と1.24m×1.24mのサイズが1門である。なお、ゲートは当該スキーム近傍のアトバラにて調達が可能であり、「ス」国側での対応が可能である。

##### 2) キティアブスキームの付帯施設

キティアブスキームの付帯施設は、レギュレーターである。損傷を生じているゲートは、メイン水路に設置されたReg.1のゲート2門とその脇に設置されたマイナー水路の取水口ゲート1門、およびメイン水路のReg.4のゲート1門である。(表3. 2. 42参照)

更新においては、既設と同様に、鋼製ゲートを採用し躯体部の損傷についてはレンガ積みにて躯体部の作り換えを行なうことが適切である。更新するゲートのサイズは、各4門について現

地での計測寸法から、1.24m×1.24mである。なお、ゲートは当該スキーム近傍のアトバラにて調達が可能であり、「ス」国側での対応が可能である。

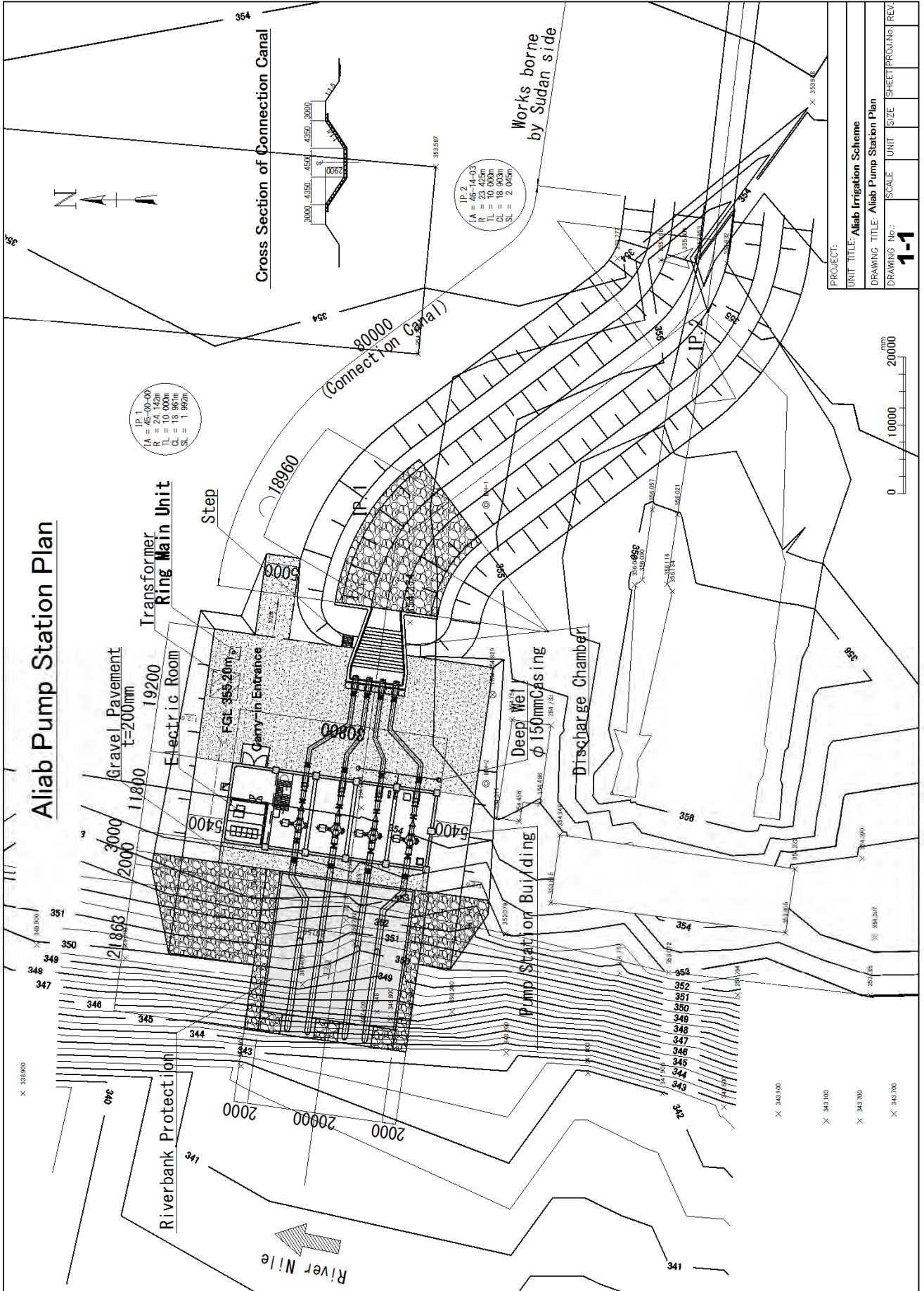
### 3) ニューハルファスキームの付帯施設

ニューハルファスキームのメジャー水路上の付帯施設は、8ヶ所のレギュレーターである。これらの施設は維持管理がなされており不具合はないため、継続使用が可能である。

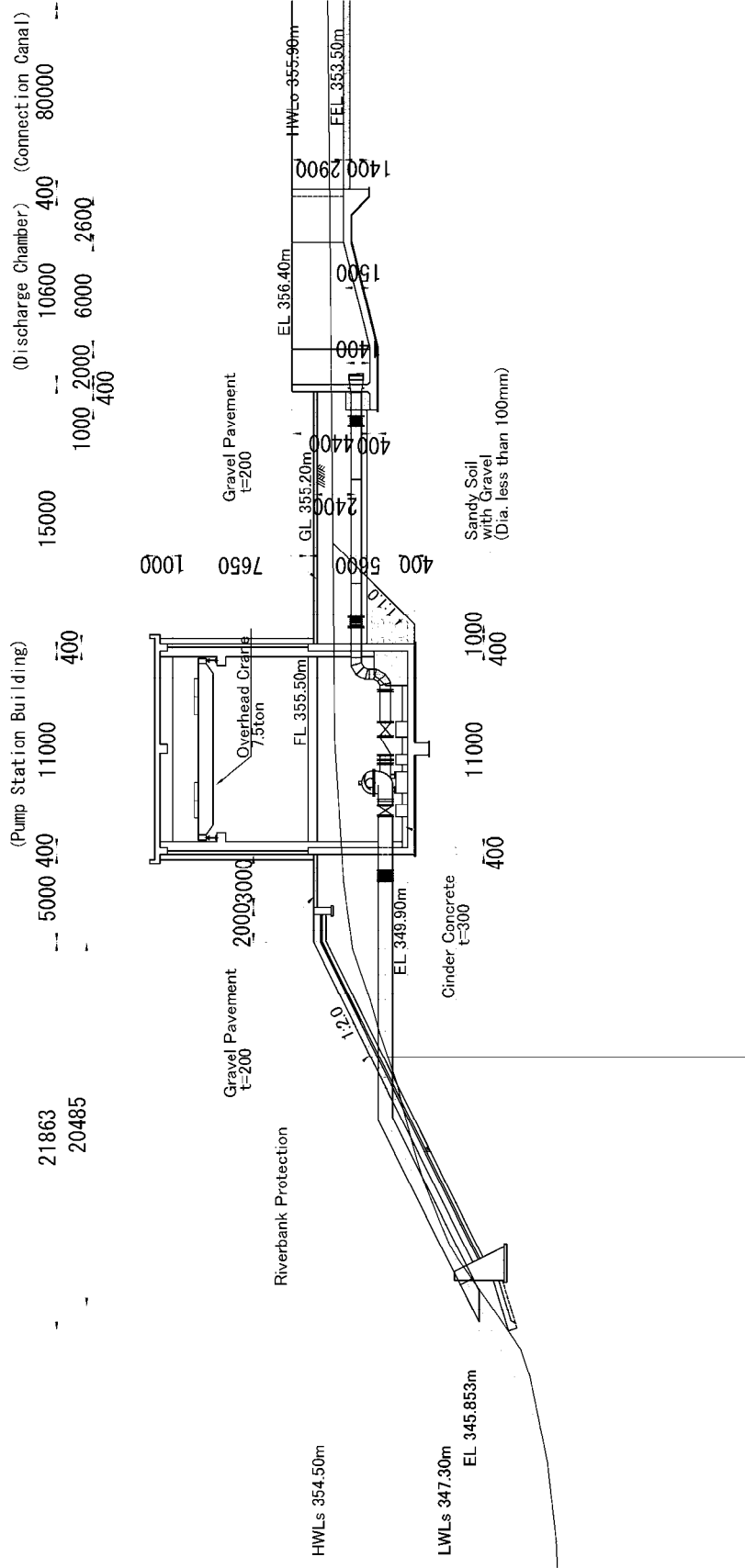


## 3-2-3 基本設計図

番号	図面の名称	枚数
<b>アリアブ灌漑スキーム</b>		
1-1	ポンプ場計画平面図	1
1-2	ポンプ場計画縦断図	1
1-3	ポンプ場計画正面図	1
1-4	ポンプ設備平面図	1
1-5	ポンプ設備断面図	1
1-6	単線結線図	1
<b>キティアブ灌漑スキーム</b>		
2-1	ポンプ場計画平面図	1
2-2	ポンプ場計画縦断図	1
2-3	ポンプ場計画正面図	1
2-4	ポンプ設備平面図	1
2-5	ポンプ設備断面図	1
2-6	単線結線図	1
<b>2スキーム共通(アリアブ、キティアブ)</b>		
3-1	建屋平面図	1
3-2	建屋立面図	1
3-3	吸込み管及び吐出し管埋設断面図	1
3-4	護岸工構造図 (1/2)	1
3-5	護岸工構造図 (2/2)	1
3-6	吐水槽構造図	1
3-7	取付水路断面図	1
<b>ニューハルファ灌漑スキーム K 14</b>		
4-1	ポンプ設備平面図	1
4-2	ポンプ設備断面図	1
4-3	単線結線図	1
計		22



# Aliab Pump Station Profile



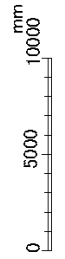
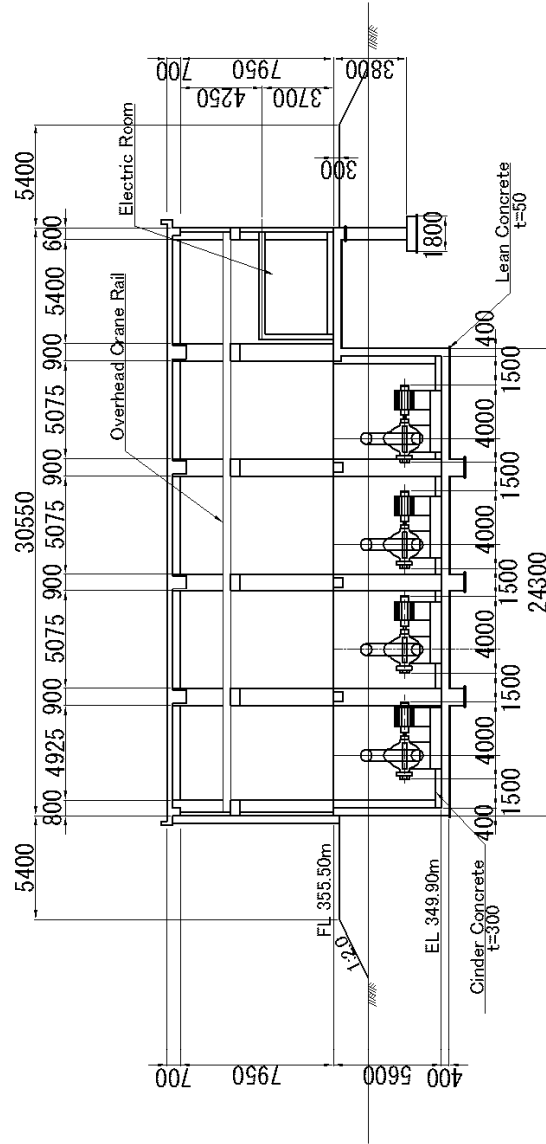
GROUND LEVEL	SECTION INTERVAL
7.961	354.00
3.795	353.50
1.421	353.00
1.421	352.50
1.736	352.00
1.472	351.50
1.465	351.00
2	350.50
1.841	350.00
1.822	349.50
1.248	349.00
1.213	348.50
1.168	348.00
0.874	347.50
0.702	347.00
0.710	346.50
0.715	346.00
0.720	345.50
0.723	345.00
0.728	344.50
0.728	344.00
1.491	343.50
2.403	343.00
2.477	342.50
4.886	342.00
1.509	341.50

PROJECT: UNIT TITLE: Aliab Irrigation Scheme  
 DRAWING TITLE: Aliab Pump Station Profile  
 DRAWING No.: SCALE UNIT SIZE SHEET PROJ.No. REV.

1-2

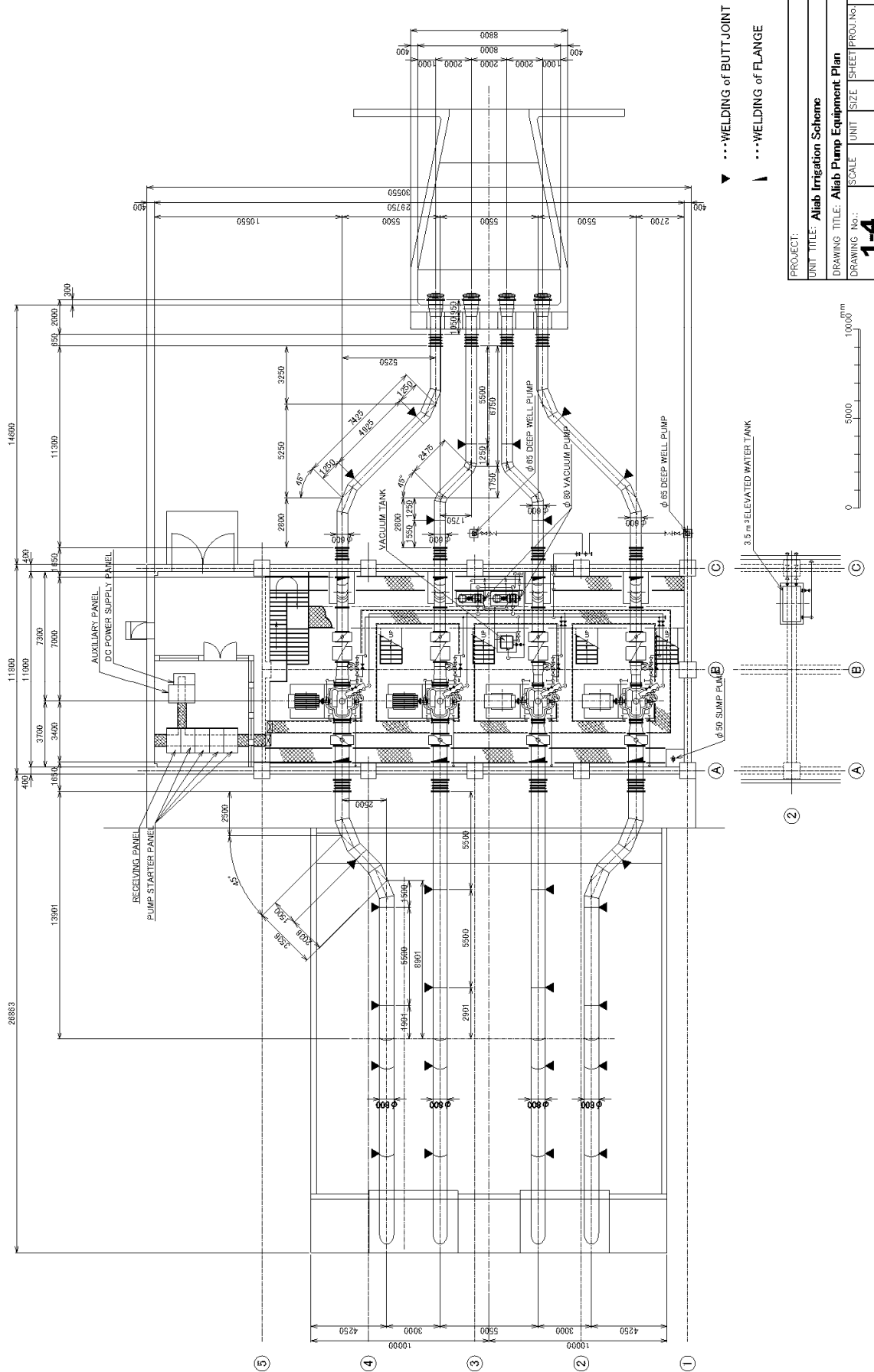
mm  
 0 5000 10000

# Aliab Pump Station Front Elevation



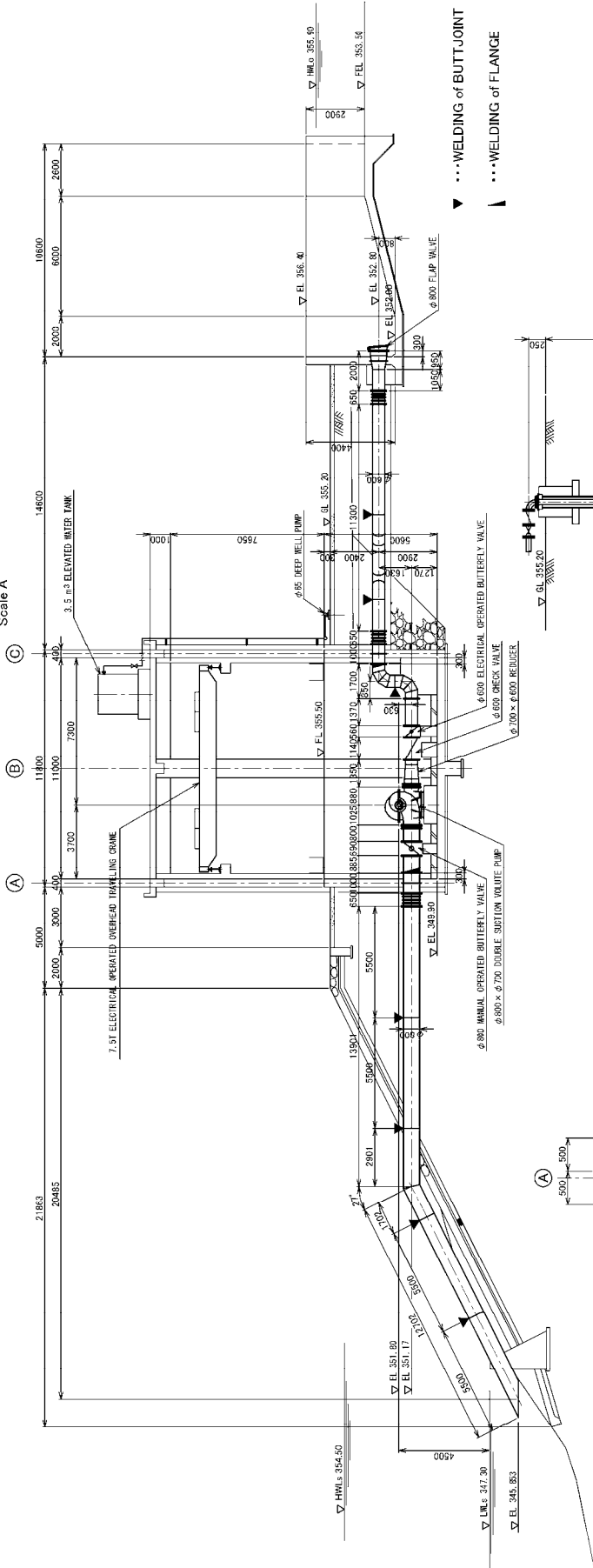
PROJECT:	Aliab Irrigation Scheme		
UNIT TITLE:	Aliab Pump Station Front Elevation		
DRAWING TITLE:	SCALE	UNIT	SIZE
DRAWING No.:	1-3		SHEET/PROJ./REV.

# Aliab Pump Equipment Plan

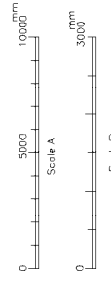


### Aliab Pump Equipment Section

Scale A

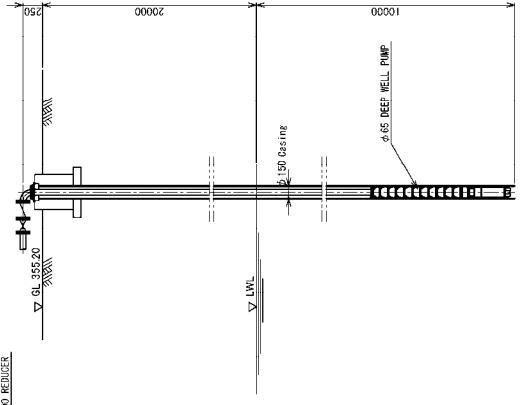


▲ ... WELDING of BUTTJOINT  
 ▼ ... WELDING of FLANGE



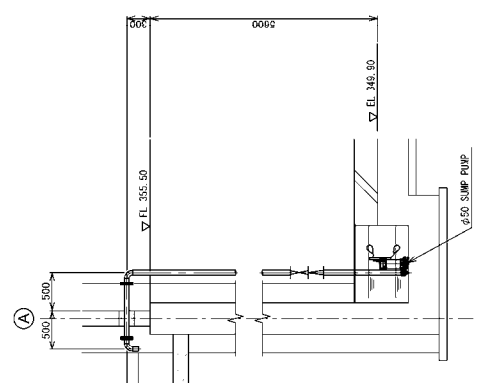
### Detail of Deep Well Pump

Scale B



### Detail of Sump Pump

Scale B



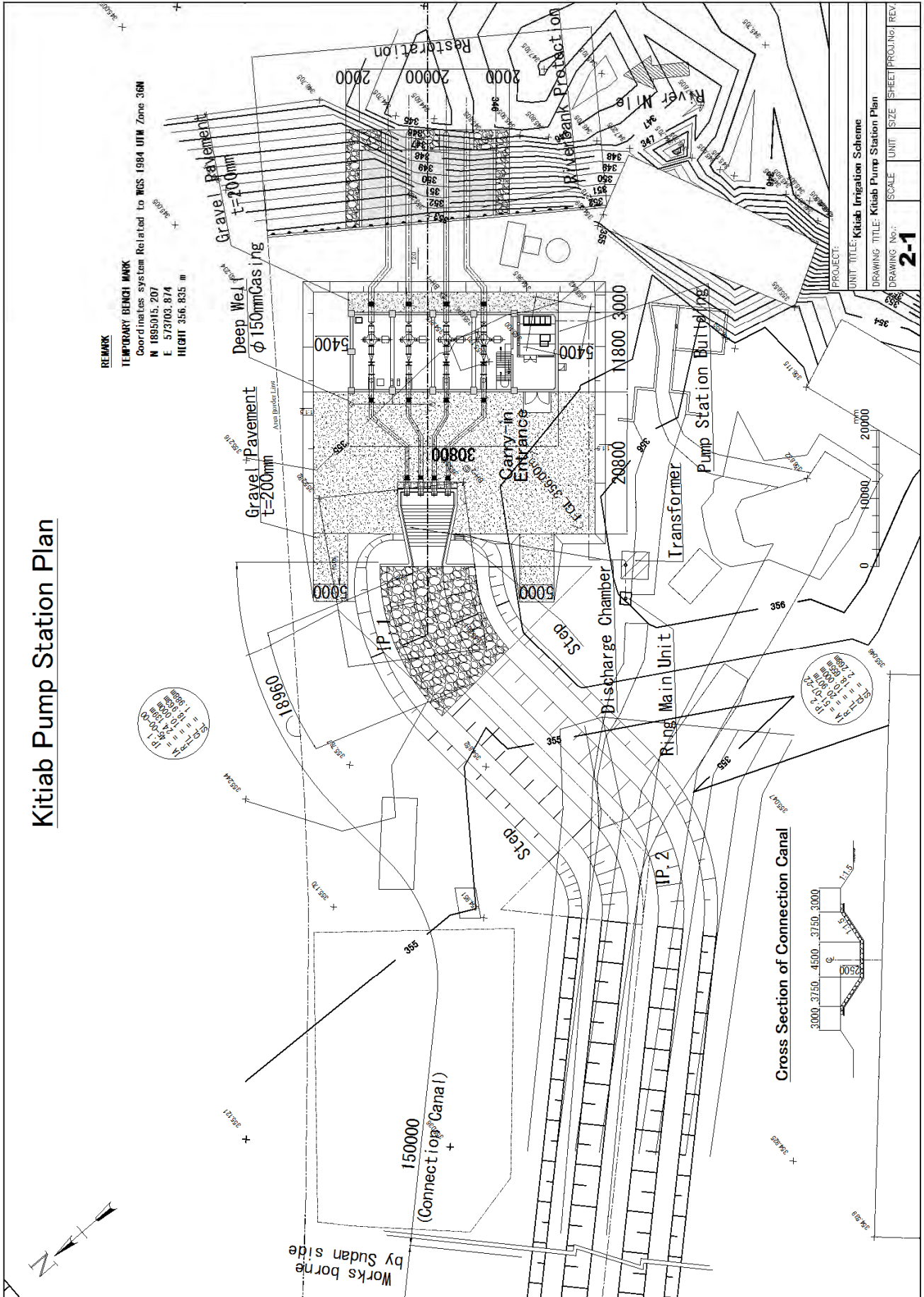
PROJECT:	UNIT TITLE: Aliab Irrigation Scheme
DRAWING TITLE: Aliab Pump Equipment Section	
DRAWING No.:	SCALE UNIT SIZE SHEET PROJ. NO. REV.
<b>1-5</b>	



# Kitiab Pump Station Plan

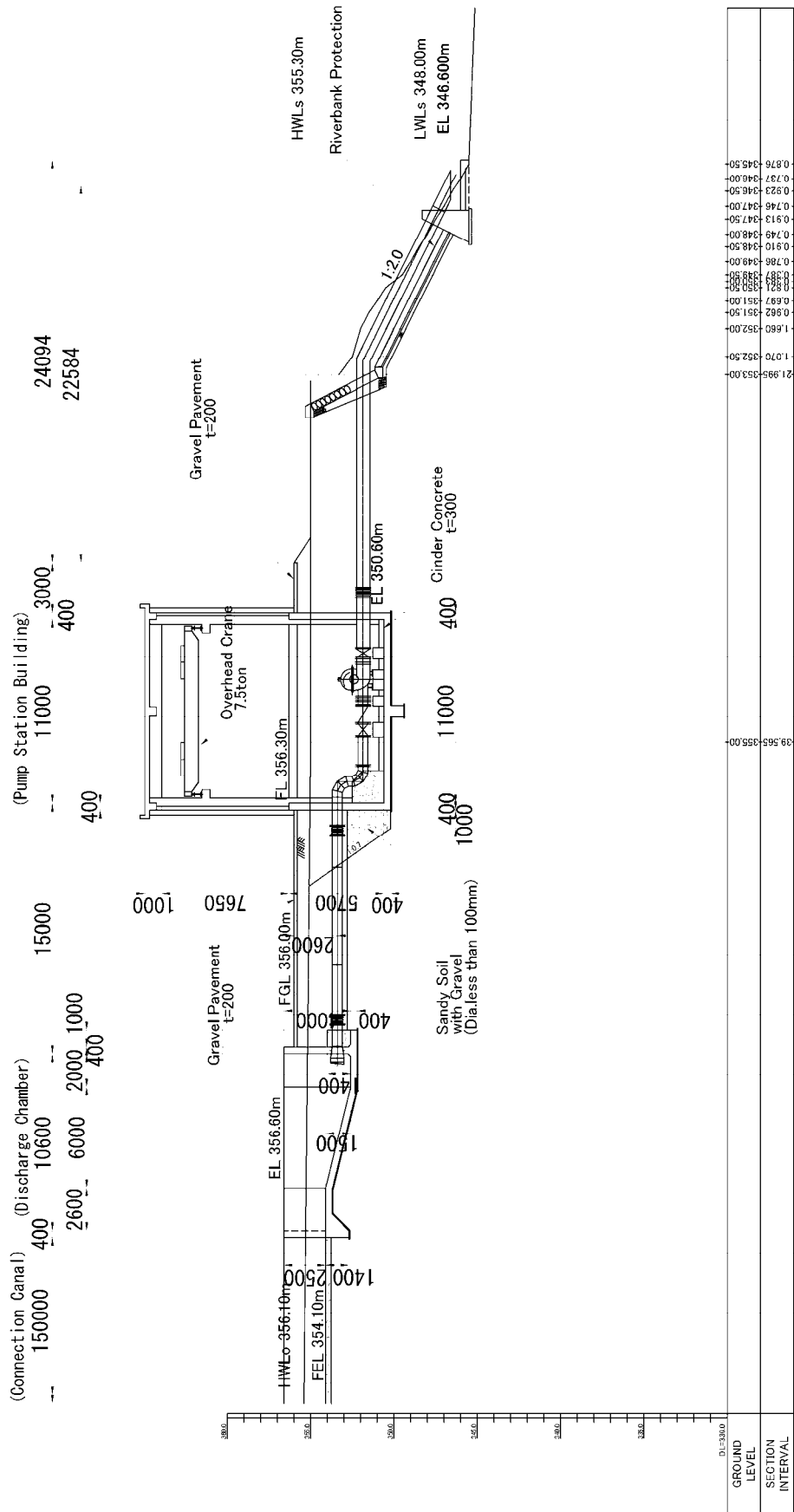
**REMARK**

**TEMPORARY BENCH MARK**  
 Coordinates system Related to WGS 1984 UTM Zone 36N  
 N 1895015.207  
 E 573703.874  
 Height 356.835 m





### Kitiab Pump Station Profile



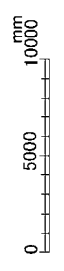
PROJECT:

UNIT TITLE: Kitiab Irrigation Scheme

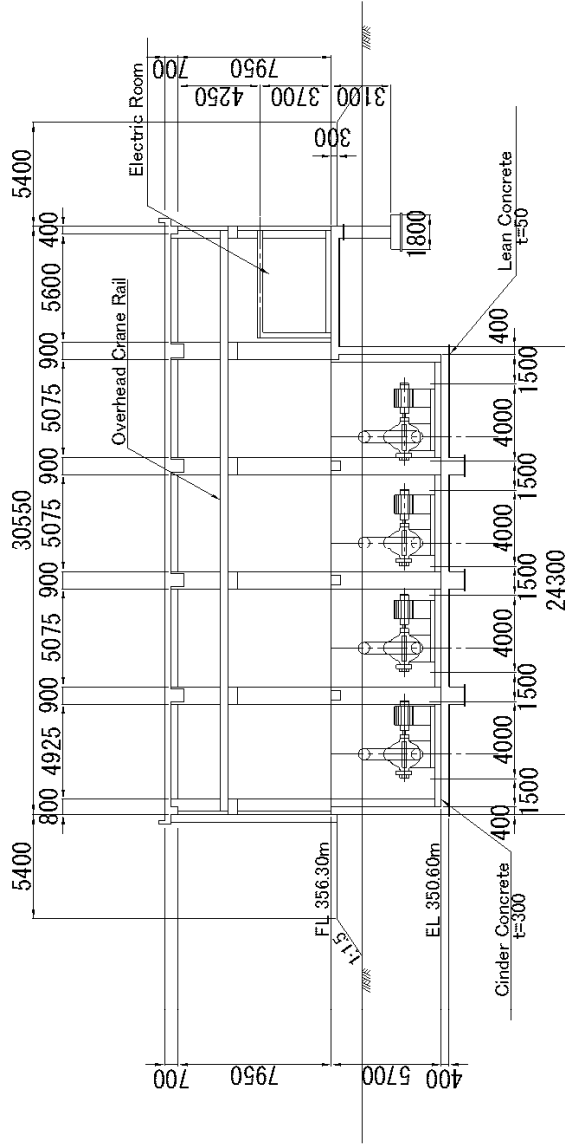
DRAWING TITLE: Kitiab Pump Station Longitudinal

DRAWING No.: SCALE UNIT SIZE SHEET PROJ.No. REV

**2-2**

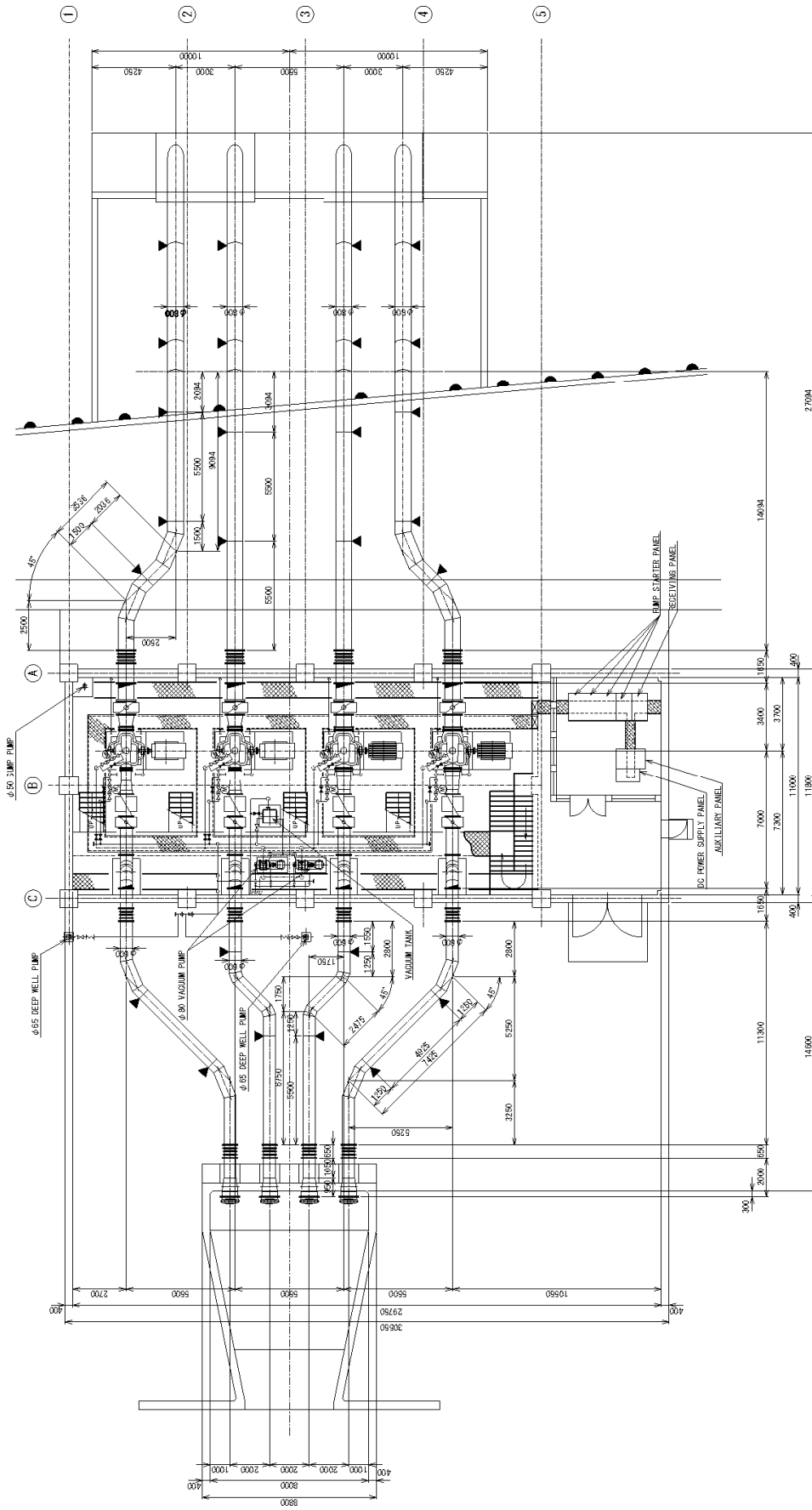


# Kitiab Pump Station Front Elevation

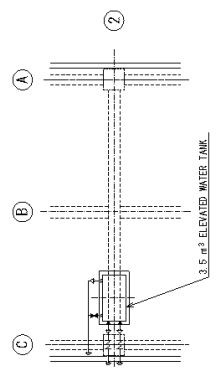


PROJECT:	Kitiab Irrigation Scheme		
UNIT TITLE:	Kitiab Pump Station Front Elevation		
DRAWING TITLE:	SCALE	UNIT	SIZE
DRAWING NO.:	2-3		
	SHEET	PROJ.	REV.

# Kitiab Pump Equipment Plan



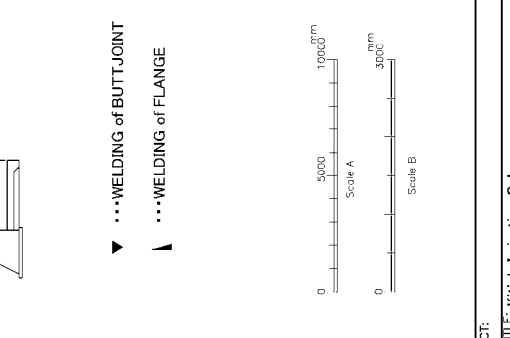
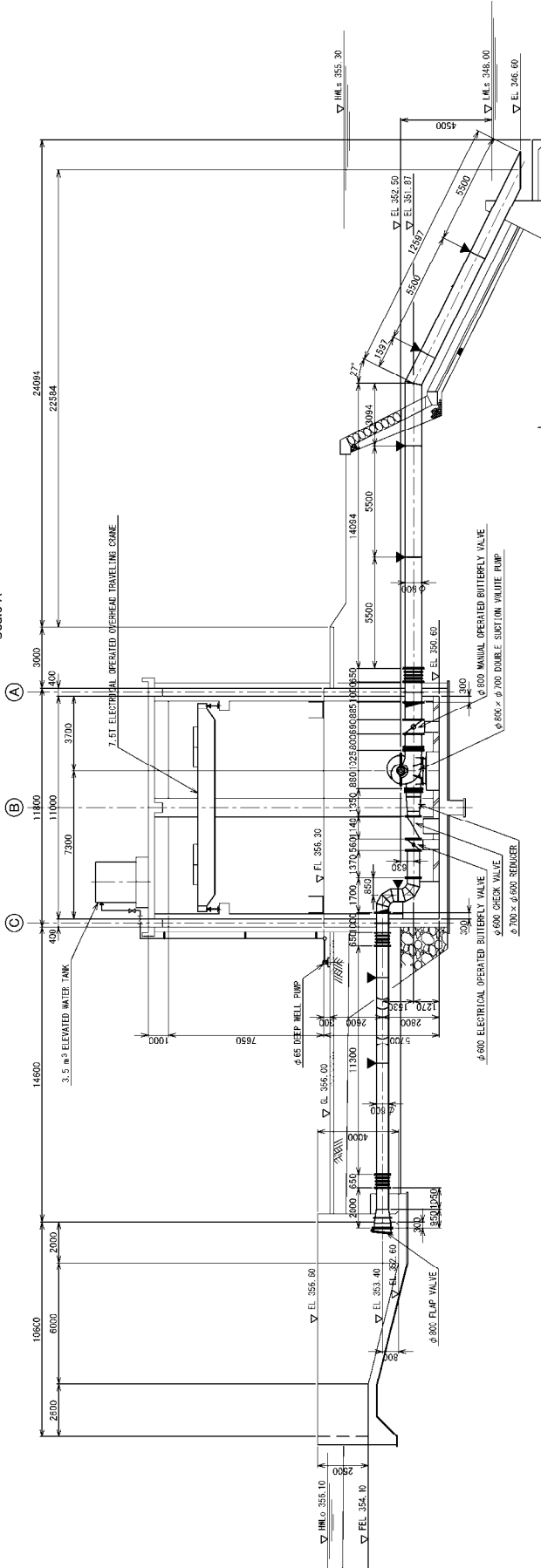
▼ . . . WELDING of BRIT JOINT  
 | . . . WELDING of FLANGE



PROJECT:	Kitiab Irrigation Scheme
UNIT TITLE:	Kitiab Pump Equipment Plan
DRAWING TITLE:	Kitiab Pump Equipment Plan
DRAWING No.:	2-4
SCALE:	UNIT SIZE SHEET
PROJ. NO.:	PROJ. NO.
REV.:	REV.

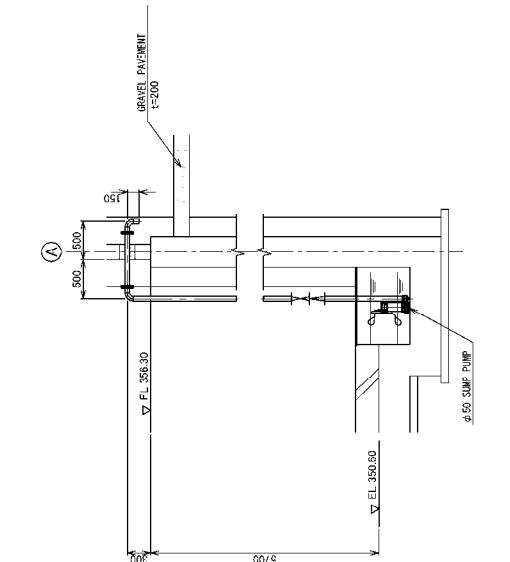
### Kitiab Pump Equipment Section

Scale A



Detail of Deep Well Pump

Scale B

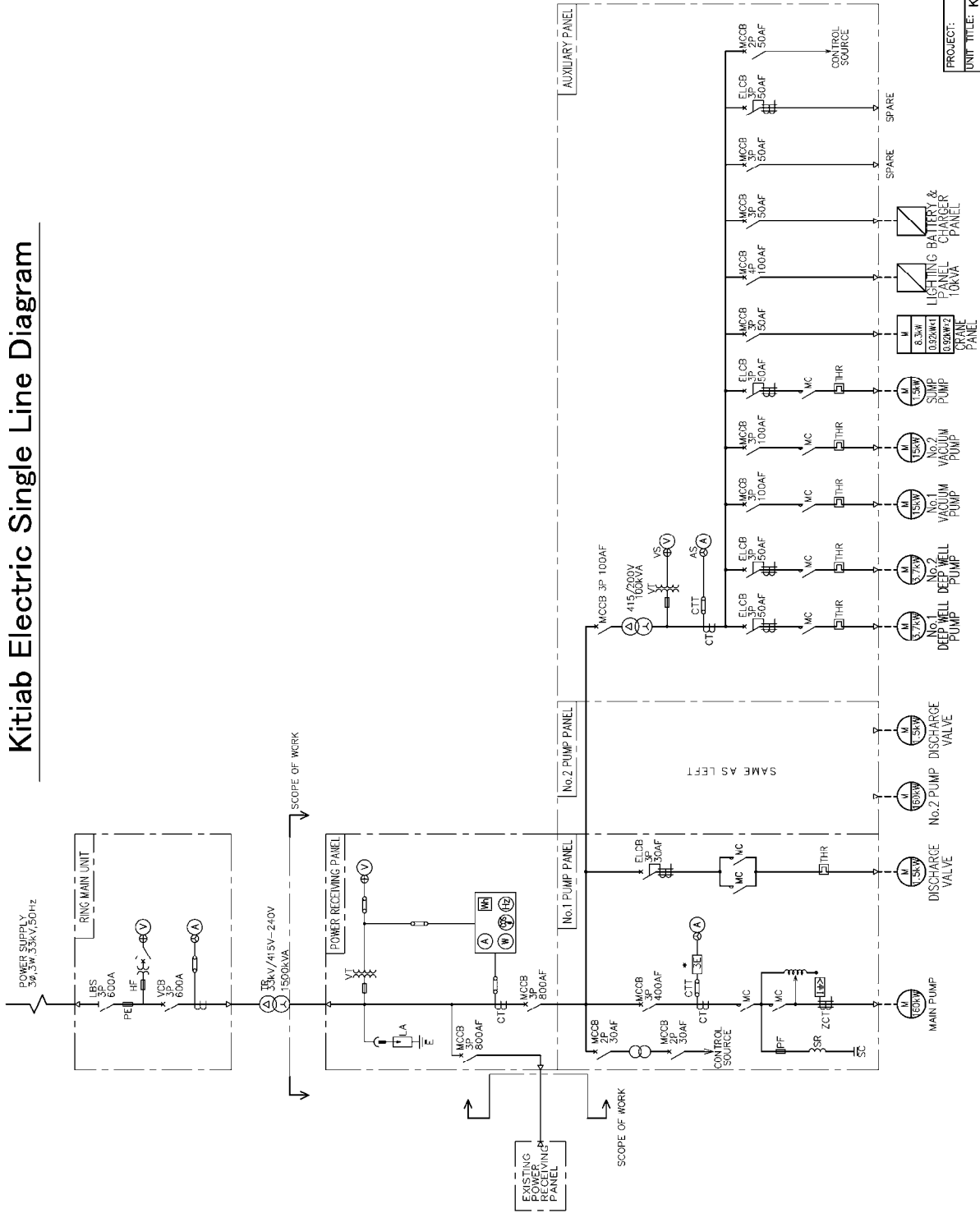


Detail of Sump Pump

Scale B

PROJECT:	UNIT TITLE: Kitiaab Irrigation Scheme
DRAWING TITLE:	Kitiaab Pump Equipment Section
DRAWING No.:	SCALE UNIT SIZE SHEET/PROJ. NO. REV.
<b>2-5</b>	

# Kitiab Electric Single Line Diagram

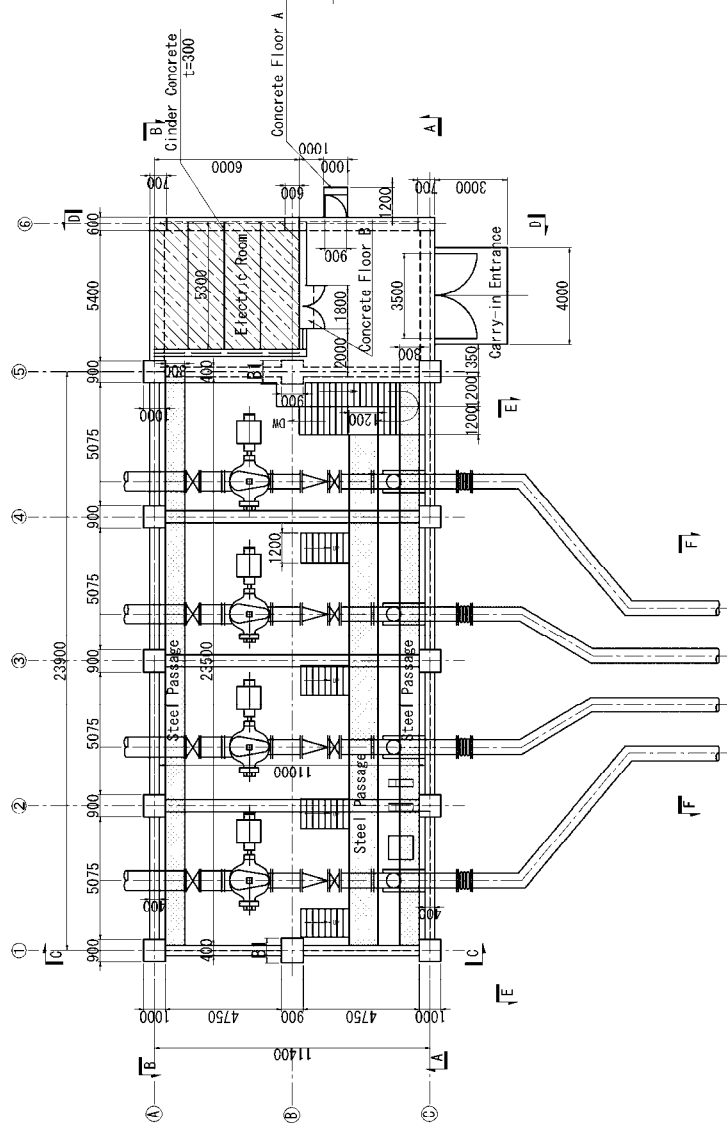


\*NOTE  
SE: MOTOR PROTECTION RELAY

PROJECT: Kitiab Irrigation Scheme			
DRAWING TITLE: Kitiab Electric Single Line Diagram			
DRAWING No.:	ISCALE	UNIT	ISIZE
<b>2-6</b>			
			REV

# Pump Station Building

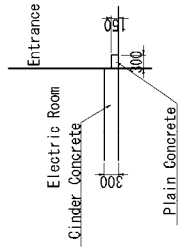
Plan  
Scale A



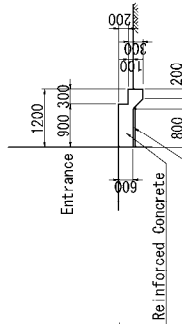
Dimension

Aliab	Kitriab
B1 (mm)	1200 1200

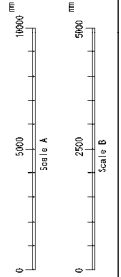
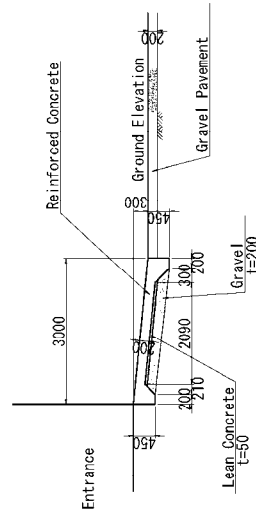
Concrete Floor B  
Scale B



Concrete Floor A  
Scale B



Carry-in Entrance  
Scale B



PROJECT:

UNIT TITLE: Common Drawings for 3 Schemes

DRAWING TITLE: Pump Station Building

DRAWING No.:

SCALE

UNIT

SIZE

SHEET

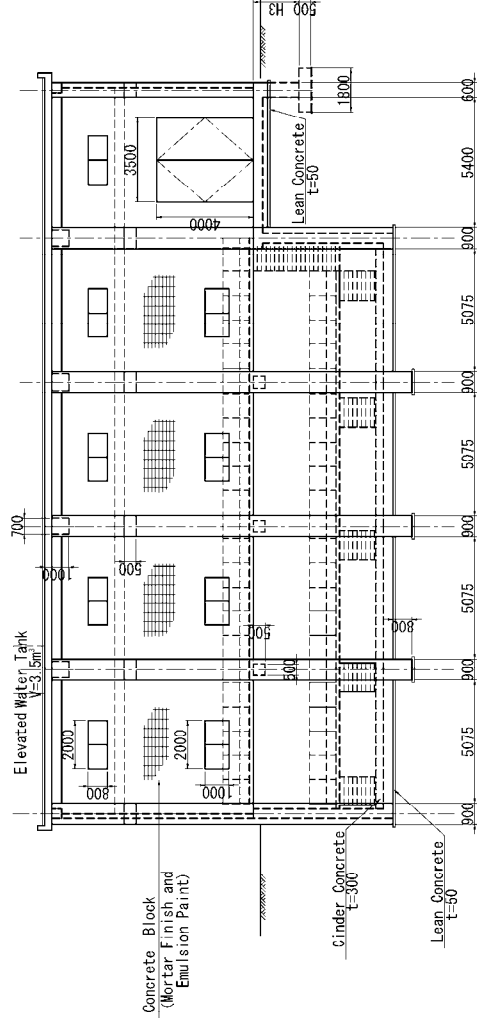
PROJ.NO.

REV.

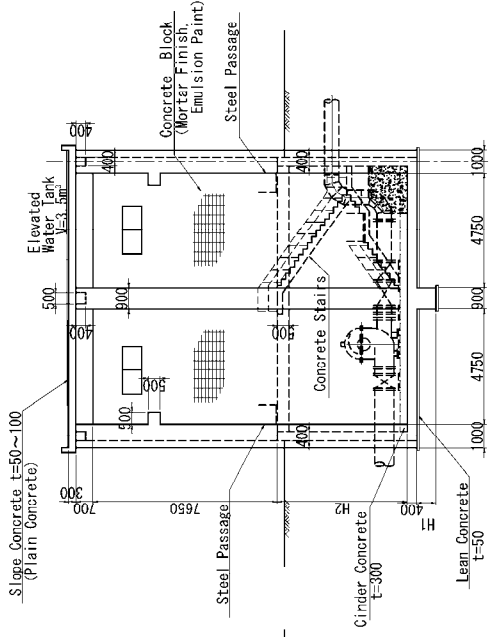
**3-1**

# Sections of Pump Station Building

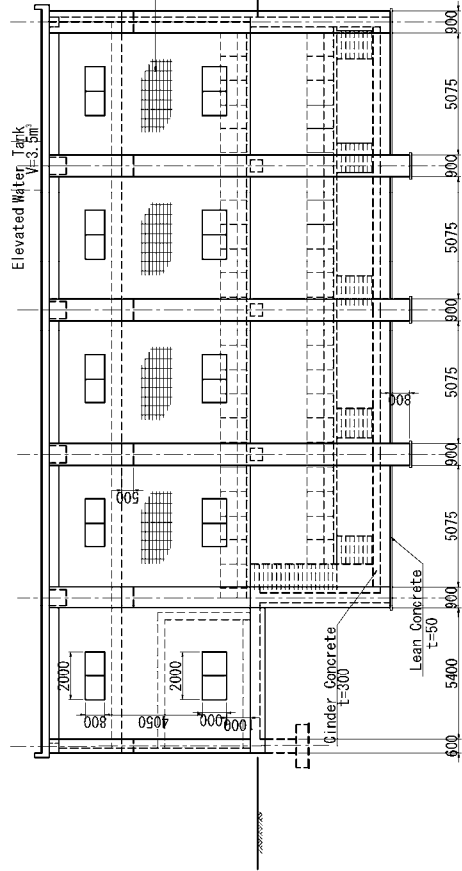
Section A-A



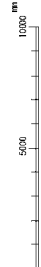
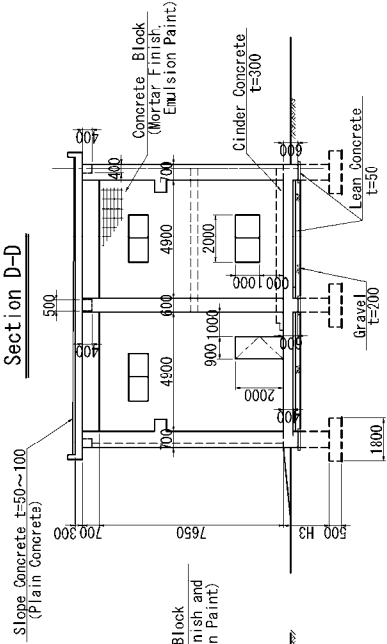
Section C-C



Section B-B



Section D-D



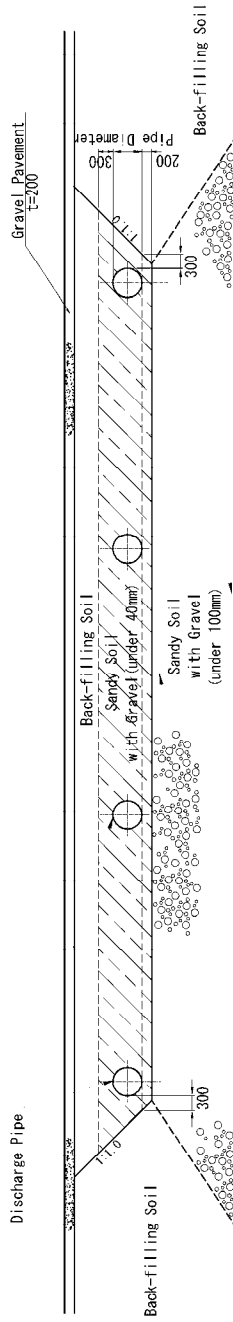
Dimension

Kitlab	Alt lab
H1 (mm)	800
H2 (mm)	5700
H3 (mm)	3800
	3100

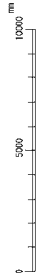
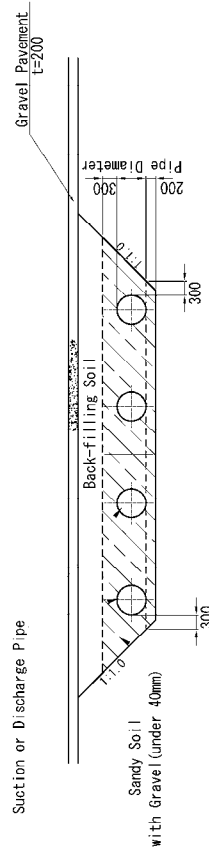
PROJECT:	
UNIT TITLE:	Common Drawings for 3 Schemes
DRAWING TITLE:	Sections of Pump Station Building
DRAWING No.:	3-2
SCALE	UNIT SIZE (SHEET/PROJ.) REV.

# Typical Cross Section of Pipeline

## Cross Section of Discharge Pipe (Section B-B or E-E)



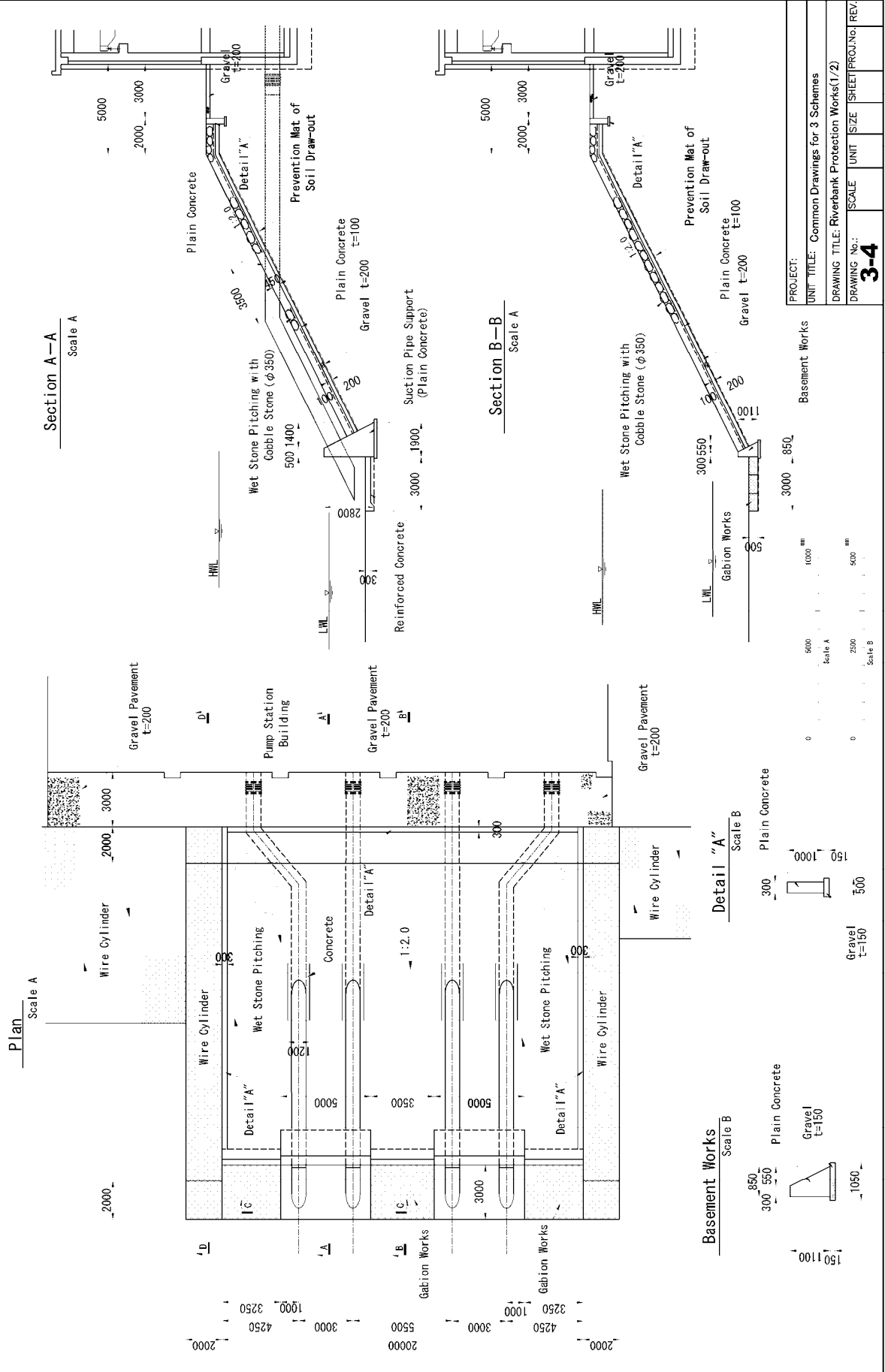
## Cross Section of Suction or Discharge Pipe (Section F-F)



PROJECT:	UNIT TITLE: Common Drawings for 3 Schemes		
DRAWING TITLE: Typical Cross Section of Pipeline	SCALE	UNIT / SIZE	SHEET / PROJ. NO. / REV.
DRAWING No.:	<b>3-3</b>	No	

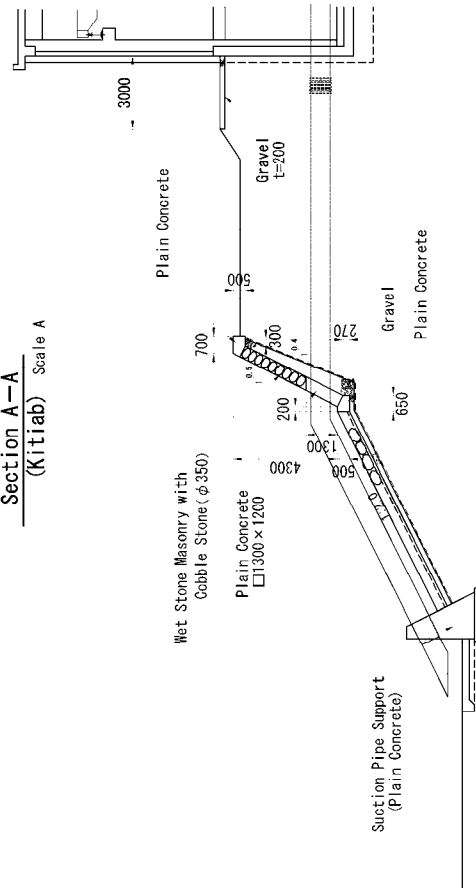


# Riverbank Protection Works(1/2)

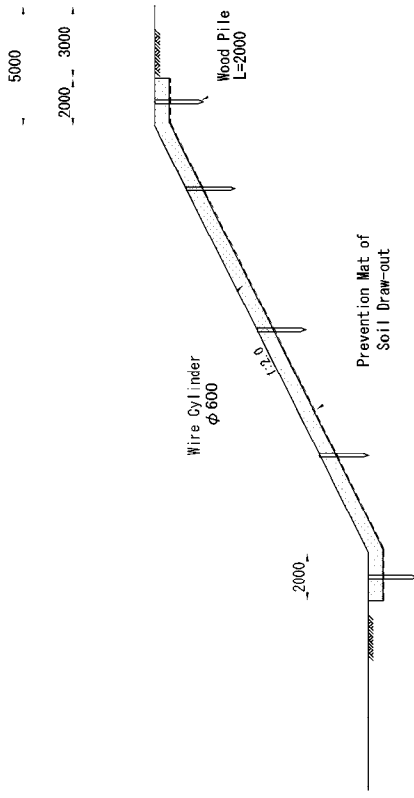


# Riverbank Protection Works(2/2)

Section A-A  
(Kitiab) Scale A

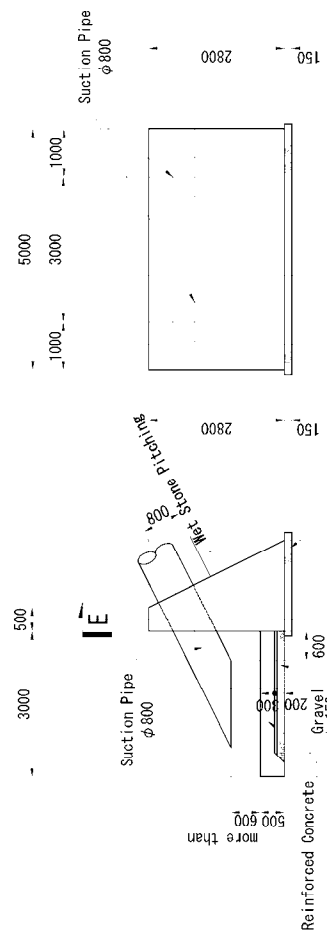


Section D-D  
Scale A

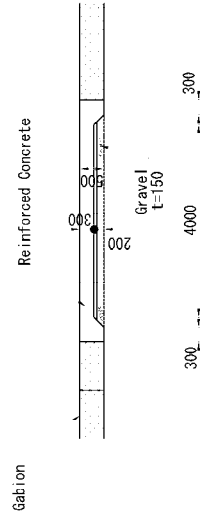


Suction Pipe Support Works  
Scale B

Profile  
Scale B



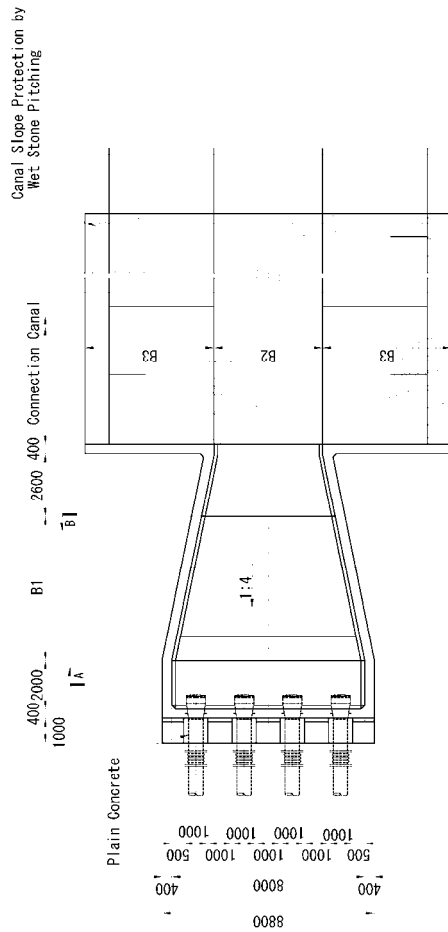
Section C-C  
Scale B



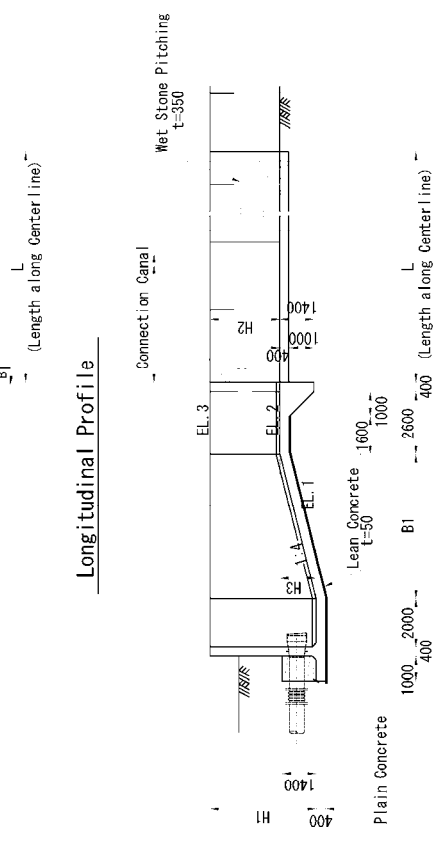
PROJECT:	Common Drawings for 3 Schemes
UNIT TITLE:	Riverbank Protection Works (2/2)
DRAWING TITLE:	Riverbank Protection Works (2/2)
DRAWING No.:	3-5
SCALE:	UNIT SIZE SHEET PROJ. NO. REV.

# Plan and Sections of Discharge Chamber

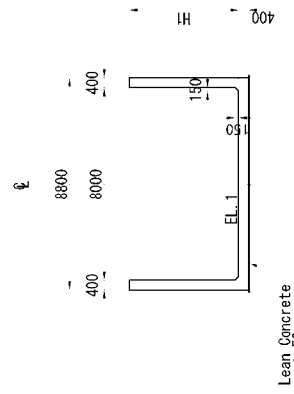
General Plan



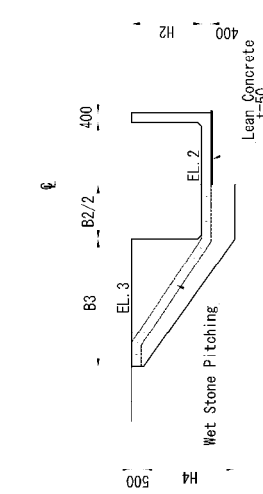
Longitudinal Profile



Section A-A



Section B-B



Dimension and Elevation

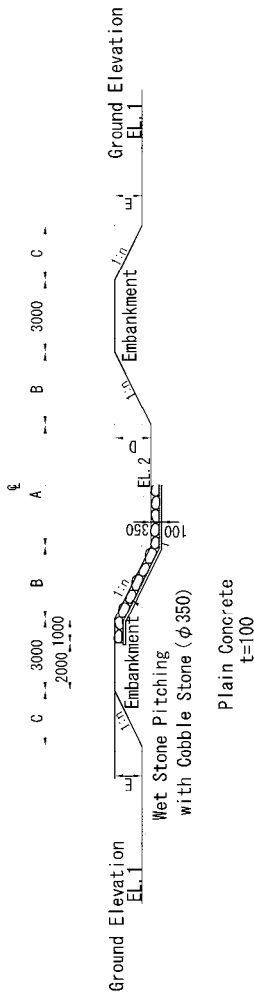
	Aliiab	Kitiab
EL. 1 (m)	352.60	352.60
EL. 2 (m)	353.50	354.10
EL. 3 (m)	356.40	356.60
B1 (m)	6.00	6.00
B2 (m)	4.50	4.50
B3 (m)	5.35	4.75
H1 (m)	4.40	4.00
H2 (m)	2.90	2.50
H3 (m)	1.50	1.50
H4 (m)	3.80	3.40
L (m)	18.96	18.96

PROJECT:  
UNIT TITLE: Common Drawings for 3 Schemes  
DRAWING TITLE: Plan and Sections of Discharge Chamber  
DRAWING No.:  
SCALE: UNIT SIZE (SHEET/PROJ.) REV.  
**3-6**

# Cross Section of Connection Canal

Slope Protected Section  
(Wet Stone Pitching)

Non Protected Section



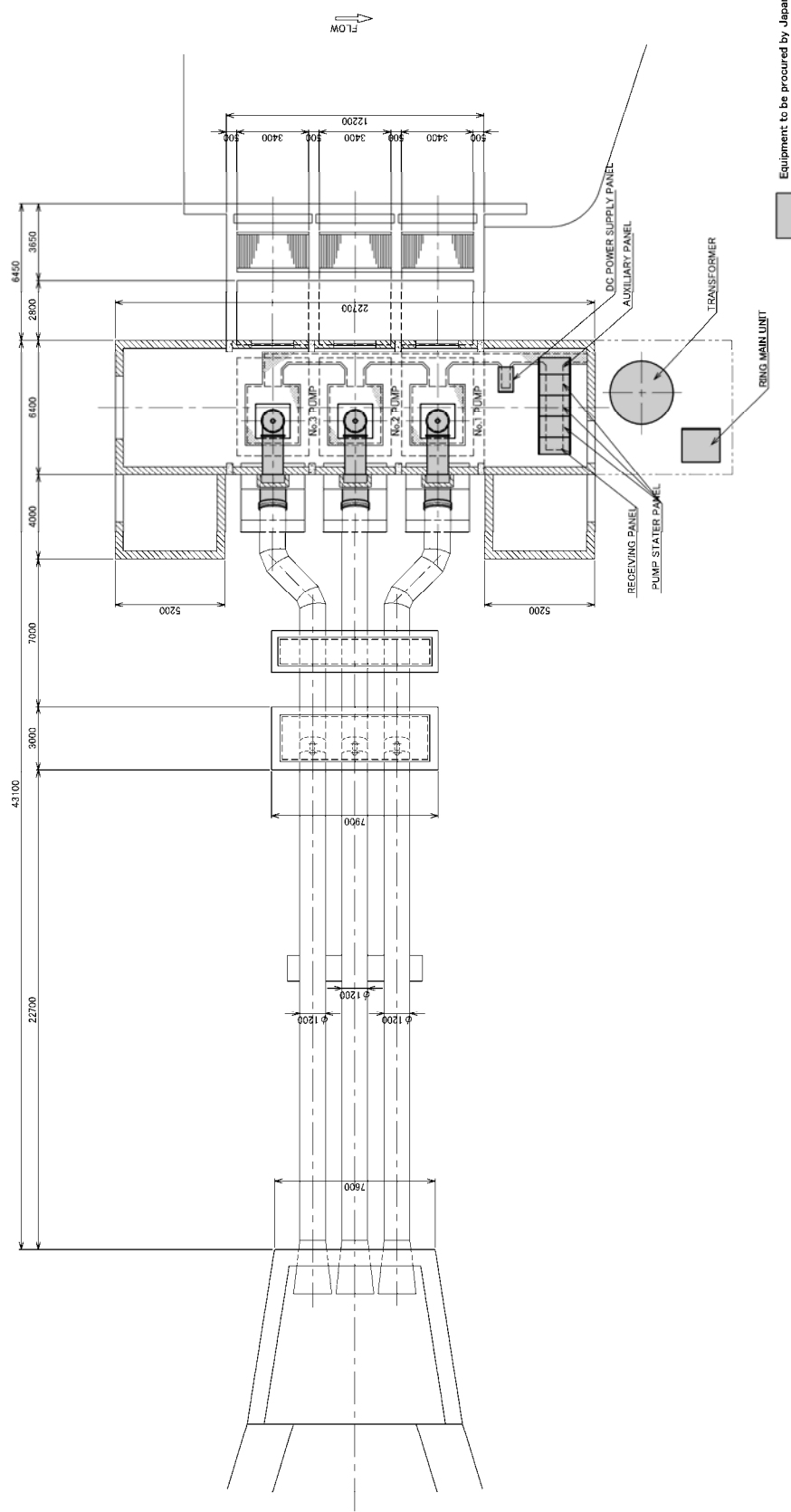
### Dimension and Elevation

	Aliab	Kitiab
EL.1 (m)	354.0	355.0
EL.2 (m)	353.6	354.1
n	1.5	1.5
A (m)	4.50	4.50
B (m)	4.35	3.75
C (m)	3.75	2.40
D (m)	2.90	2.50
E (m)	2.50	1.60

0 5000 10000 mm

PROJECT:	Common Drawings for 3 Schemes				
UNIT TITLE:	Cross Section of Connection Canal				
DRAWING TITLE:	SCALE	UNIT	SIZE	SHEET	PROJING. REV.
DRAWING No.:	<b>3-7</b>				

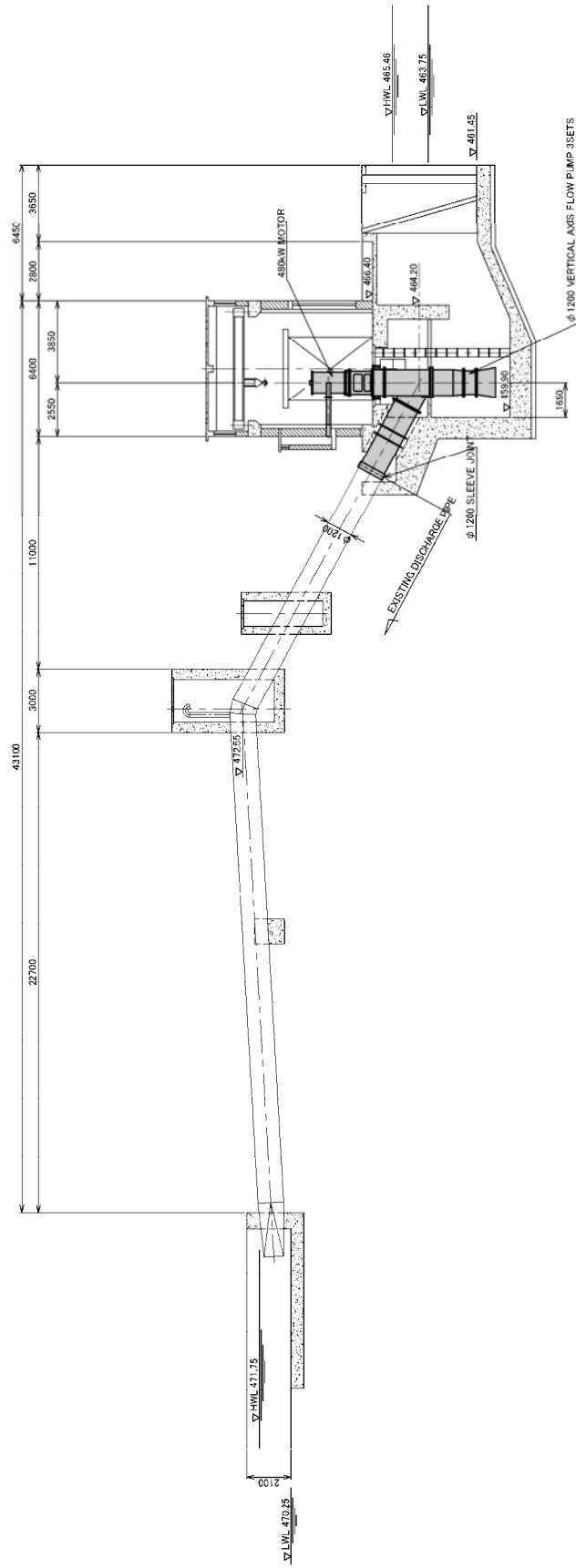
# Kilo 14 Pump Equipment Plan



PROJECT:	UNIT TITLE: New Halfa Irrigation Scheme Kilo 14
DRAWING TITLE:	Kilo 14 Pump Equipment Plan
DRAWING No.:	SCALE UNIT SIZE SHEET/FROJ.No. REV.
	<b>4-1</b>



# Kilo 14 Pump Equipment Section

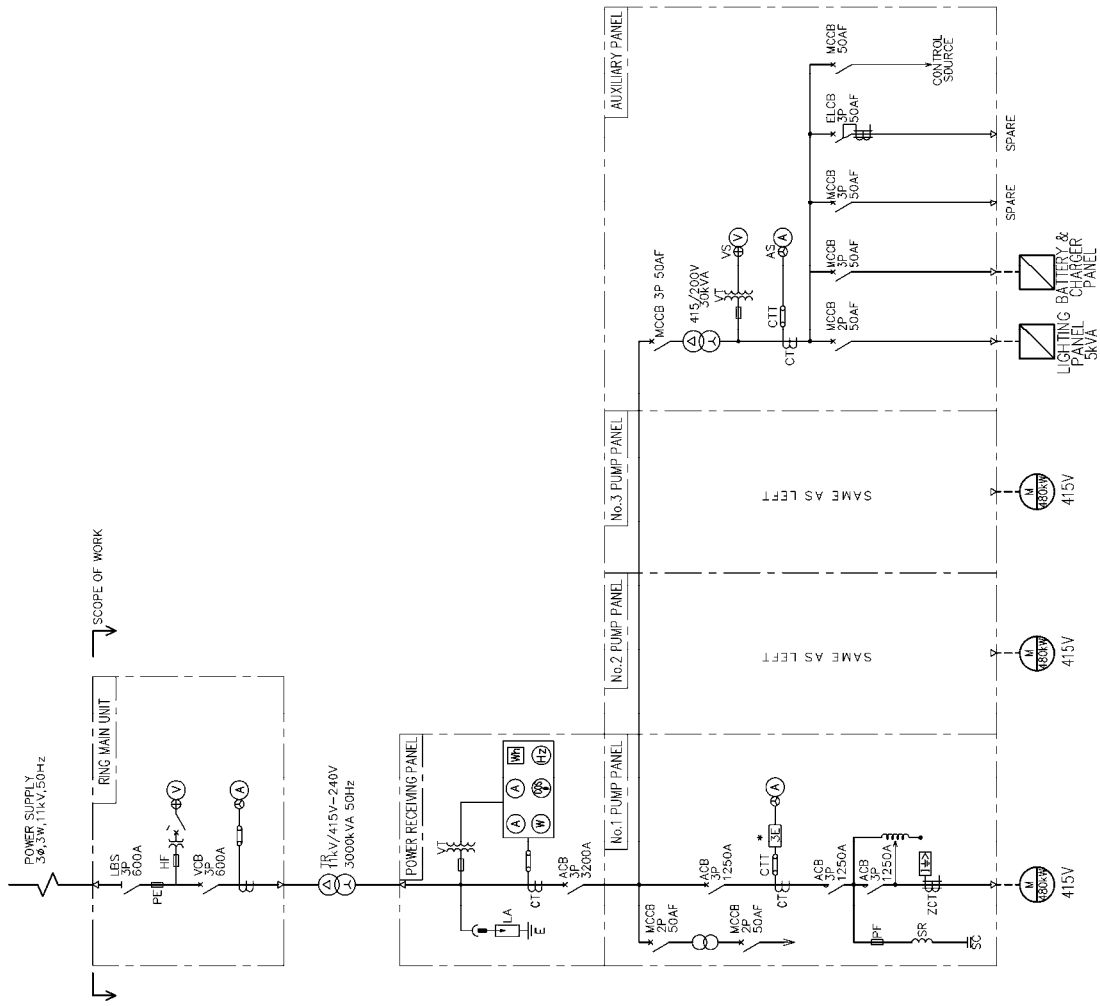


Equipment to be procured by Japan



PROJECT:	New Halfa Irrigation Scheme Kilo 14		
DRAWING TITLE:	Kilo 14 Pump Equipment Section		
DRAWING No.:	SCALE	UNIT SIZE	SHEET/PROJ.No. REV.
			<b>4-2</b>

# Kilo 14 Electric Single Line Diagram



\*NOTE  
3E: MOTOR PROTECTION RELAY

PROJECT:	UNIT TITLE:	NEW HAIFA IRRIGATION SCHEME KILO 14
DRAWING TITLE:	KILO 14 Electric Single Line Diagram	
DRAWING No.:	SCALE:	UNIT SIZE SHEET/PROJ.No. REV
		<b>4-3</b>

### 3-2-4 施工計画/調達計画

#### 3-2-4-1 施工方針/調達方針

##### (1) 基本事項

本協力対象事業は日本国の無償資金協力制度の枠組によって実施される予定である。概略設計完了後、日本国政府によって事業実施が承認された場合、両国政府による交換公文（E/N）が取り交わされ事業実施段階に移行する。事業実施に係る契約形態は一括請負方式である。

本協力対象事業では、「ス」国リバーナイル州においてアリアブポンプ場、キティアブポンプ場、の建設および取付け水路の建設を行う計画である。

また、カッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場のポンプが老朽化していることから、ポンプ・モーター・制御盤等を供与し据付・試運転の指導を行う計画である。

##### (2) 現地業者の活用

「ス」国では、現地人の運営による大中小規模の施工業者がある。大規模施工業者は首都ハルツームを中心として活動しており、地方の小規模工事には進出しない。リバーナイル州内には小規模施工会社があるものの、地元の小工事(主に個人経営ホテル、住宅等)の請負工事を行っている。ハルツーム市内の中堅規模の建設業者の中には、建設機械・技術者・技能工を有して外国建設業者の下請業者として施工できる能力を持っている会社がある。こうした中堅規模の業者を活用して工事を行う計画とする。

##### (3) 技術者派遣の必要性

「ス」国では、ポンプ場建設や大型ポンプ・機械・制御盤の据付・調整・試運転に関する知識や技術を十分に有する技術者や技能工が少ないため、ポンプ場建設工事を管理する土木技師、ポンプ場内の機械・配管・電気工事を管理する機械技師・電気技師を派遣する。

また、機材供与を行うカッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場については、ポンプ・モーター・制御盤、トランスの据付・調整・運転について「ス」国が行う工事を指導する機械技術者・電気技術者を派遣する。

##### (4) 「ス」国側実施体制

本協力対象事業の内、リバーナイル州の 2 ポンプ場(アリアブ、キティアブ)については、先方実施機関は国家小麦増産計画ユニットであり、施工段階では、同省が担当する。

カッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場のポンプ入替え工事についての先方実施機関は、農業灌漑省である。

担当部署は次のとおりである。



表 3.2.45 実施機関担当部署一覧表

施工箇所	実施機関
リバーナイル州	
アリアブポンプ場	国家小麦増産計画ユニット
キティアブポンプ場	国家小麦増産計画ユニット
カッサラ州	
ニューハルファ K14 ポンプ場	農業灌漑省

本協力対象事業において、リバーナイル州 2 ポンプ場とカッサラ州ニューハルファ K14 ポンプ場の両方に直接的関連を有する機関は連邦農業省であり、要請書提出段階からの両者の責任機関である。従って、本協力対象事業の主管官庁は連邦農業省であり、実施設計・入札・施工段階では、同省が担当し、MoAIF, RNS および農業灌漑省の協力のもとで事業が推進されるものと考えられる。

### 3-2-4-2 施工上/調達上の留意事項

#### (1) 施工上の留意事項

##### 1) アリアブポンプ場

当ポンプ場は、ハルツーム～ポート・スーダン間を結ぶ幹線アスファルト道路(アルタディロード)より土漠・農業灌漑道路を 6 km 西側に入ったナイル川沿いに位置する。新設ポンプ場建設予定地には老朽化した既設建物(倉庫)や樹木が存在する。これらは「ス」国側の手により、工事着工前に解体・除去され更地の状態にすることが確認されている。

ポンプ場の建設位置はナイル川に隣接しているため、取水管設置/法面保護工事は洪水期を避けナイル川の水位が下がる乾期中に施工するものとする。新設ポンプ場建設予定地は、既存のポンプ場施設(稼働中)に隣接しているため、施工上、稼働中のポンプ場および既存の灌漑施設に障害をきたさないよう注意をする。また、取水管設置/法面保護工事中、ナイル川からの水の浸入を防止するために仮締切堤(Coffer Dam)を建設する。

##### 2) キティアブポンプ場

当ポンプ場は、ハルツーム～ポート・スーダン間を結ぶ幹線アスファルト道路より土漠・農業灌漑道路を 7 km 西側に入り、さらにフェリーボートでナイル川を横断した対岸(左岸側)に位置する。このフェリーはナイル川両岸沿いの農民の移動・農産品(果樹が中心)の輸送を目的として頻繁に利用されている。このフェリー積載量は 4 輪駆動乗用車 4 台のスペースしかなく 4 トン貨物トラック 2 台分の輸送が限度であり、工事用資機材の運搬あるいは工事の専用運搬船としては利用できない。近くには他のフェリー船や橋は無い。工事資機材の輸送計画はアトバラ市の橋を経由し、新設ポンプ場建設予定地までナイル川左岸側の土漠自然道を川に沿って 67km 南下するか、シェンディ市の橋を経由し、同様の土漠自然道を 72km 北上することになる。これら土漠自然道は雨期期間中には利用できない。また、大型車両通

行のためには部分的に整備が必要である。

新設のポンプ場建設予定地には多くの老朽化した既設建物(倉庫、オイルタンク、宿泊所等)や樹木が存在するが、これらは「ス」国側の手により工事着工前に解体・撤去され、更地の状態にすることが確認されている。

ポンプ場の建設位置はナイル川に隣接しているため、取水管設置/法面保護工事は洪水期を避けナイル川の水位が下がる乾期中に施工するものとする。新設ポンプ場建設予定地は、既存のポンプ場施設(稼働中)に隣接しているため、施工上、稼働中のポンプ場および既存の灌漑施設に支障をきたさないよう配慮する。また、取水管設置/法面保護工事の期間中、ナイル川からの水の浸入を防止するために仮締切堤(Coffer Dam)を建設する。

## (2) 調達上の留意事項

各ポンプ場建設予定地周辺には農民家屋が点在する。近隣の農民を建設作業員(普通作業員)として農閑期に雇用することは可能である。しかし、これらの農民は農業繁忙期には建設工事を離れることが予想され、工事期間中の近傍からの安定的な長期作業員の雇用は難しい。このため、長期雇用の作業員・熟練工・技術者については、州都エド・ダマール、アトバラあるいはシェンディよりの調達を計画する。

### 3-2-4-3 施工区分/調達・据付区分

本計画を実施する場合の日本側負担と「ス」国側負担範囲の区分は、以下のとおりである。なお、リバーナイル州では、調達部品のうち、重故障に対する部品は州政府管轄のワークショップ内の部品倉庫に保管する構想であることから、そこに部品保管スペースを確保する。

表 3.2.46 施工区分/調達・据付区分

施工対象	日本側	「ス」国側
アリアブ灌漑スキーム	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ場の建設</li> <li>ポンプ4台と付帯設備の設置</li> <li>配管(4台分)、制御盤(4台分)の設置</li> <li>トランスから制御室への引込ケーブル設置</li> <li>吐水槽と既設灌漑水路への接続水路建設</li> <li>ソフトコンポーネントの実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設予定地の確保</li> <li>建設予定地内の倉庫、樹木の撤去および整地</li> <li>仮設用地の無償提供</li> <li>1,500KVA トランスの設置(基礎工事含)と電力供給(高圧線からトランスへの引込み)</li> <li>部品庫の改修或いは新設</li> <li>灌漑水路の改修</li> <li>ソフトコンポーネント実施における邦人のサポートに MoAIF, RNS などより2名の灌漑技術者および1名の財務行政担当者のアサイメント。</li> </ul>
キティアブ灌漑スキーム	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ場の建設</li> <li>ポンプ4台と付帯設備の設置</li> <li>配管(4台分)、制御盤(4台分)の設置</li> <li>トランスから制御室への引込ケーブル設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設予定地の確保</li> <li>建設予定地内の倉庫、オイルタンク、宿舍、樹木の撤去および整地</li> <li>仮設用地の無償提供</li> <li>1,500KVA トランスの設置(基礎工事含)と電力供給(高圧線からトランスへの引込み)</li> </ul>

施工対象	日本側	「ス」国側
	<ul style="list-style-type: none"> <li>吐水槽と既設灌漑水路への接続水路建設</li> <li>ソフトコンポーネントの実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>部品庫の改修或いは新設</li> <li>灌漑水路の改修</li> <li>ソフトコンポーネント実施における邦人のサポートに MoAIF, RNS などより 2 名の灌漑技術者および 1 名の財務行政担当者のアサイメント。</li> </ul>
K14 ポンプ場 (NHAC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 台分のポンプ・モーター・制御盤、トランス 3,000KVA の供与</li> <li>ポンプ・制御盤の据付/運用指導技師の派遣</li> <li>ソフトコンポーネントの実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設ポンプ・モーター・制御盤・トランスの撤去</li> <li>供与資機材のポート・スーダン港における通関、内陸輸送、荷下ろし、保管</li> <li>ポンプ・制御盤類の据付作業</li> <li>3,000KVA トランスの設置(基礎含む)</li> <li>部品庫の整理・清掃</li> <li>ポンプ設備の撤去・復旧期間における受益者への飲料水の確保</li> <li>ソフトコンポーネント実施における邦人のサポートに NHAC より 2 名の灌漑技術者および 1 名の財務行政担当者のアサイメント。</li> </ul>

### 3-2-4-4 施工監理計画/調達監理計画

#### (1) 基本方針、留意点

本計画の施工監理を遂行するにあたり、下記の事項に留意する。

##### 1) 基本事項

- a) 概略設計・実施設計の内容および経緯を把握する。
- b) 無償資金協力事業の仕組みを理解する。
- c) 両国間で締結された交換公文 (E/N)・贈与契約 (G/A) の内容を把握する。
- d) 先方実施機関である国家小麦増産計画ユニット、農業灌漑省および MoAIF, RNS と協力して円滑な事業の推進に努める。
- e) 概略設計時に合意した「ス」国側負担事項を再確認する。

##### 2) 施工監理上の留意点

- a) 工程
  - i) 機材等の持込みに伴う通関、免税措置等の手続きを確認し、工期に影響を及ぼさないよう現地実施機関である国家小麦増産計画ユニット、農業灌漑省および MoAIF, RNS と協議する。
  - ii) ナイル川水位は、乾期と雨期では最大 6~7m 変動する。この高水位期間はデータより毎年 7 月~10 月の 4 ヶ月間であるため、建設工事工程において乾期中にポンプ場の土木建築工事を行い、洪水期 (高水位期) にポンプ・モーター据付・運転・引渡しを行う工程とする。

- b) 品質
  - i) 気温や作業条件に注意してコンクリートの品質を確保する。
  - ii) 新設ポンプ運転において、所定の能力が発揮されていることを確認する。
- c) 安全
  - i) 交通事故や感電事故が起きないように工事中の安全管理に努める。
  - ii) 緊急連絡網を構築する。
- d) 文書
  - i) 承認図・施工図・竣工図・検査記録・会議記録・進捗状況報告書等の書類を適切に管理する。

## (2) 施工監理/調達監理体制および業務内容

施工監理におけるコンサルタントの業務は、以下のとおりである。

- 1) 着手前関係者協議
- 2) 施工図の承認業務
- 3) 建設工事における工程・品質・安全管理に係る監理
- 4) 資機材の出荷前検査、出来高検査、各種試験、品質検査、竣工検査
- 5) 工事期間中の月報などの業務報告書の作成
- 6) 工事完成証明書および支払い証明書の発行

施工監理体制としては、常駐施工監理者が施工期間を通じて工事全体の総括を行い、着工時と工事終了時には施工監理技術者がこれを支援する。また、取水・吐水の配管工事およびポンプ場のポンプ・モーター据付・機械・電気工事のスポット監理としてそれぞれの専門技師を派遣する。また、上記常駐施工監理者を補助する現地人土木技術者を配置する。

カッサラ州 K14 ポンプ場の機材調達監理におけるコンサルタントの業務は、以下のとおりである。

- 1) 調達監理は日本からの、機材調達における以下の時期と監理内容を機材仕様書、契約書および契約書類と適合しているか照合・検査して行う。各段階において、常に実施機関との連絡を密にする。

表 3.2.47 検査・管理内容と時期

時 期	検査・監理内容
中間検査	機材の製作開始前に、機材仕様書および製作図が契約書および契約図書に基づいているかを検査する。
出荷前検査	機材製作完了後、工場検査書類を検査する。主要機材については工場での性能検査に立ち会う。
船積み前検査	調達機材が船積みされる前に、外観、数量および性能検査結果を照合し、合格したもののみを船積み承認する。
据付時監理・監督	現地据付時の監理・監督として、①据付・調整作業工程の確認、②据付・運転前検査の確認、維持管理指導の確認、③試運転・初期運転・初期操作指導の確認、④運用操作指導の確認、⑤検収・機材引渡し業務などを行う。

- 2) 「ス」国からの調達品については、調達前に仕様書、契約書および契約図書に基づいて、書類の検査を行う。据付時には業者による据付指導の監理・監督を行う。また、「ス」国側が行う据付に対して、時期・期間・人員配備・方法などについて、監理を行う。
- 3) リバーナイル州の2スキームでは契約業者が資機材の調達/施工の全てを行い、コンサルタントが監理を行う。カッサラ州のK14ポンプ場については、調達は契約業者が行うが、施工/据付は実施機関が行い、調達業者は指導のための技術者を派遣する。コンサルタントはその監理・監督を行う。

### 3-2-4-5 品質管理計画

(表 3.2.48)の品質管理を実施する計画とする。コンクリート圧縮試験は強度クラス別に1日1回、供試体を採取して実施する。配管工事については試運転時に漏水の有無を確認する。ポンプ・モーター等の回転機械については据付位置と芯出しを管理する。

表 3.2.48 品質管理計画(施工)

工 種	管理項目	方 法	頻 度
コンクリート	骨材	粒度試験	1回
	セメント	物理的試験・化学的試験	1回
	コンクリート	スランプ	
圧縮強度試験(7日、28日)			クラス別打設日毎に1回
鉄筋	強度	引張強度	1回
	配筋状況	配筋検査	部位毎
型枠工・支保工	設置位置	固定位置・方法	部位毎
	強度	設計計算書	必要に応じて
構造物出来形	出来形寸法	寸法測定	部位毎
ポンプ 電気設備	据付精度	据付位置測定、芯出し測定	全機器
	機能	運転試験	試運転時に全機器

工 種	管理項目	方 法	頻 度
管材料 配管工事	強度・寸法	工場検査報告書の確認	承認毎
	外観・寸法	目視・寸法測定	納入毎
	トルク	トルクレンチ	施工箇所毎
	接合	隙間ゲージ	施工区間毎
	溶接	カラーチェック(浸透探傷試験)	施工区間毎
	漏水有無	目視	試運転時

調達機材の品質管理は、機材仕様書、契約書および契約図書と照合して行う。既存の設備との取り合わせがある場合には適用基準が相違する場合があることも考慮される。このような場合には、事前に実施機関と協議・合意の基に遂行する。

### 3-2-4-6 資機材等調達計画

#### (1) 工事用資機材

鉄筋(D26mm以下)・セメント・砂・砂利は現地で調達可能である。その他の工事資機材の多くは海外からの輸入品であり「ス」国内での価格は割高で価格上昇も大きい。本計画の中の主たる資材であるポンプ本体および電気設備機器類については、製造品質の保証および現地実施機関からの要請に従い日本製の調達を計画する。

以下に、主要資材の調達区分を示す。

表 3.2.49 主要資材の調達区分

資 機 材 名	調 達 先			備 考
	現地	日本	第三国	
細骨材	○			
粗骨材	○			
普通ポルトランドセメント	○			
鉄筋	○	○		
木材	○			
合板	○			
鋼製足場材	○			
型枠部材	○			
管材(大口径)		○		現地入手不可
弁などの管付属品(大口径)		○		現地入手不可
ポンプ・モーター		○		現地入手不可
制御盤		○		現地入手不可
トランス	○			

#### (2) 工事用機械

本計画の工事で使用するバックホウ、ブルドーザ、クレーンなどの汎用建設機械は「ス」国内の施工業者が所有しており、賃貸可能な状況にある。しかし、老朽化した建設機械が多く、故障修理に費用が高み、賃貸費用は高値水準となっている。

### (3) 機材調達

調達機材はポンプ、モーター、制御盤、トランスなどシステムで運転される機材である。従って、機能を重視した以下の計画で調達する。

- 1) 個々の機材が機能的に一体化するよう適用基準に基づいた設計、製作、組付、検査、海上輸送を行う。
- 2) 適用基準に基づき設計、製作、組付、検査されたポンプ資機材は「ス」国で生産されていないことから、調達先は日本とする。但し、トランスは IEC 基準に基づいて「ス」国でも製作されていることから「ス」国から、或いは日本からの調達とする。
- 3) リバーナイル州の 2 スキームについては、建設資機材として取り扱い、サイトまでの国内輸送、据付など完成まで日本側で行う。
- 4) カッサラ州の K14 スキームについては、日本側は海上輸送までとし、通関、国内輸送、据付は「ス」国側が行うものとする。但し、日本側は据付指導のための技術者の派遣を行う。なお、調達した資機材はポート・スーダン港で陸揚げ、通関後、国内道路輸送で、サイトまで輸送される。

維持管理に必要と考えられる交換部品を提供する。消耗品は付属のもののみとし、その後の調達については「ス」国独自で調達するものとする。交換部品の調達は「ス」国側が容易に調達できるよう、契約業者或いは製造業者は「ス」国あるいは近隣国に販売代理店あるいは支店を有するものとする。

### (4) 搬入ルート

日本より調達される資機材は、サウジアラビア国のジェッダ港を経由して、「ス」国ポート・スーダン港まで海上輸送され、荷揚げ・通関の後、陸上輸送されてリバーナイル州、カッサラ州の工事サイトまで運ばれる。

ポート・スーダン港からリバーナイル州までの幹線道路は、舗装状況・幅員等の面で大型トラックやトレーラーの通行に十分であり、陸上輸送に問題はない。しかしながら、この幹線道路から各現場への進入路は土漠自然道路であり、雨期中の走行は不可能であり、乾期中も部分的には補修・維持管理が必要である。

また、ポート・スーダン港からカッサラ州までの幹線道路も、舗装状況・幅員等の面で大型トラックやトレーラーの通行に十分であり、陸上輸送に問題はない。

## 3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

「ス」国側は、日本調達の電動モーターを使用したポンプ設備を運転した経験が少ないことから、工事の範囲に以下の内容で初期運転指導・運用指導までを計画する。

### リバーナイル州 2 スキーム

- 1) 据付：すべて契約業者が行う。コンサルタントは監理・監督する。
- 2) 据付・運転前検査：機材が確実に規定内に据付けられたか、検査、記録する。運転はポン

プ設備として一体的な機能が求められることから、機材系統と電気系統とを統合して行う。契約業者はこの間、「ス」国側の運転・維持管理者に対して維持管理方法の指導と実施訓練を行う。

- 3) 試運転：ポンプ設備の一体化を測るため、確認に必要な時間、試運転を行う。運転者による五感検査を主体とし、特に記録は必要としない。
- 4) 初期運転：試運転確認後に行う。ポンプ設備として機能的に不具合なく運転されるかを確認、検査する。電動モーターの各部温度が一定となるまで数時間の運転とする。この間、契約業者は定期的に検査記録を取る。また、「ス」国側の運転・維持管理者に対して、操作方法と保護装置の確認・取扱などについて、初期操作指導を行う。
- 5) 運用指導：実際の運転形態で、まずは契約業者が運転を行い、次に「ス」国側の運転者が運転を行う。運転前保守・検査、運転時の計測、継続的確認などを実施訓練し、その必要性と意義を説明・認識するよう指導する。

これらの段階で、「ス」国側の運転・維持管理者の参加を認める。専門性を考慮して、機材系統と電気系統とを分離あるいは統合して行う。参加人数は各段階とも数名とし、契約業者の意向に従うものとする。「ス」国側は事前にコンサルタントを通して契約業者に要望書と参加者名・人数を提出し、協議・合意するものとする。

#### カッサラ州 K14 スキーム

- 1) 据付：「ス」国側が行う。契約業者は技術者を派遣する。コンサルタントは監理・監督ために監理者を派遣する。
- 2) 据付・運転前検査：機材が確実に規定内に据付けられたか、検査方法、記録方法の指導を行う。運転はポンプ設備として一体的な機能が求められることから、機材系統と電気系統とを統合して行う。契約業者はこの間、「ス」国側の運転・維持管理者に対して維持管理方法の指導と実施訓練を行う。
- 3) 試運転：ポンプ設備の一体化を測るため、確認に必要な時間、試運転の指導を行う。運転者による五感検査を主体とし、特に記録は必要としない。
- 4) 初期運転：試運転確認後に行う。ポンプ設備として機能的に不具合なく運転されるかを確認、検査する指導を行う。電動モーターの各部温度が一定となるまで数時間の運転とする。この間、定期的に検査記録を取る。また、「ス」国側の運転・維持管理者に対して、操作方法と保護装置の確認・取扱などについて、初期操作指導を行う。
- 5) 運用指導：実際の運転形態で運転を行い、「ス」国側の運転者が確実に運転できるよう指導を行う。運転前保守・検査、運転時の計測、継続的確認などの実施訓練を行い、その必要性と意義を説明・認識するよう指導する。

これらの段階で、専門性を考慮して、機材系統と電気系統とを分離あるいは統合して指導を行う。参加人数は各段階とも数名とし、契約業者の意向に従うものとする。「ス」国側は事前にコンサルタントを通して契約業者に要望書と参加者名・人数を提出し、協議・合意するものとする。



### 3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

#### (1) ソフトコンポーネントを計画する背景

本協力対象事業の目的である食糧生産基盤整備による作物生産性向上の実現にはポンプ、揚水機場、付帯施設などいわゆるハード面の整備だけでなく、ソフトコンポーネントの導入が必要である。背景は以下に記述する通りである。なお、ポンプ施設・機材の初期操作指導や維持管理方法の説明などは、施設建設・機材調達業務に含まれるため本ソフトコンポーネントには含めていない。また、作物生産性向上に関わる改良栽培技術および農業普及員の能力強化は必要なコンポーネントであるが、ともに教育的要素を包含し、効果を短期間で確認することには難しさが伴う。このため本協力対象事業には含めないこととする。

##### 1) 水利組織の運営能力強化

対象のスキーム委員会は水利組織として具備すべき受益面積、農家数、作物生産量、地籍図、歳入・歳出、維持管理の経緯と経費など基本的データ・情報が欠けるなど、あるにしてもスキームマネージャーがノートに記載している内容のみで、運営状況を詳細に把握するには不十分な現状である。これに対処するため統一した様式を作成、パソコンを導入して体系的に整理・管理するシステムの導入を図ることが必要である。体系的に整理統合することにより、問題点や改善点の把握、水利費徴収率向上につながり、さらにはスキーム内の技術の継承も図られることが期待される。

##### 2) 灌漑施設維持管理強化

ポンプ施設、幹線水路、支線水路、水位調節ゲート、末端水路（Abu-Ashreen Canal および Abu-Shitta Canal）などの灌漑施設については管理区分が決まっている。しかし、現状を見ると、それぞれの役割分担の中で維持管理が十分に行われていないために十分に灌漑サービスが末端まで届いていない。上流から末端までの水の流れをスムーズにし、適期・適量灌漑を実施するために、水路管理分担に従った浚渫、除草などの施設の維持管理、定期点検および記録、スペアパーツの保管、農家の賦役などに重点を置いたスキームの維持管理能力強化が必要である。

#### (2) ソフトコンポーネントの目標

ソフトコンポーネントを実施する狙いは、各スキームで(図 3.2.4)に示すような「正の循環」の実現を図ることである。

即ち、よりよい灌漑サービスは、単収の増加と農家の所得増加をもたらし、これは水利費徴収率の向上とスキームの財務状況の好転につながる。それは良好な灌漑施設の維持管理をもたらし、さらに質の高い灌漑サービスにつながるといふ循環である。

#### (3) ソフトコンポーネントの成果

ポンプをはじめとした水利施設の確固とした維持管理の実現により、上流から末端水路までの一貫した灌漑サービスを可能とし、スキームにとっては高い水利費徴収率に伴う財政と運営の安定、また農家にとっては単収増加に伴う所得増加、地域および国家にとっては地域経済への貢献、

食糧安全保障をもたらす。各種研修の実施によりスキームの運営・維持管理に関する技術が継承される素地を作ることにもなる。

#### (4) 成果達成度の確認方法

##### 1) 水利組織の運営能力強化

- ・ 統一した様式による運営・維持管理データ・情報のパソコンへの入力実施状況、継続性、および入力内容の質
- ・ 水利費徴収率向上
- ・ スキームの財務状況の改善、負債の減少、透明性の確保
- ・ 後継スキーム運営責任者となる人材のスキーム運営・維持管理技術の習得
- ・ 集会の頻度（総会、臨時集会、Farmer's Union 会議など）増加

##### 2) 灌漑施設維持管理強化

- ・ 灌漑効率の向上
- ・ 維持管理記録の適切な入力および管理（上記 1）に関連）
- ・ 上流から末端までのスムーズな配水による受益農家の配水への不満の減少
- ・ 管理役割分担に基づく幹線水路から末端水路までの一貫した浚渫・除草管理
- ・ 末端水路管理における農家の参加
- ・ スペアパーツの管理（適正数量、管理状態）
- ・ 浚渫土（肥沃）の圃場への還元（推定数量および実施農家数・面積）

#### (5) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

##### ・実施者

##### 1) 邦人専門家

表 3.2.50 邦人専門家

分野	人数(人)
1. 水利組織運営能力強化	1
2. 水利施設維持管理強化	1

##### 2) ローカルリソース

表 3.2.51 ローカルリソース

分野	人数(人)
1. 水利組織運営能力強化	1+1=2
2. 水利施設維持管理強化	1+1=2
3. 財務管理強化	1+1=2
4. 通訳	2
5. ワークショップ・ファシリテーター	1
6. 運転手	2

注. 1+1=2 は、リバーナイル州 1 人+カッサラ州 1 人=2 人を意味する。

## ・対象者

表 3.2.52 対象者

分野	アリアブ	キティアブ	ニューハルファ
1. スキーム役員	6	6	7
2. Farmer's Union 代表	1	1	1
3. Canal & Farmer Guard	4	2	12
4. 農業普及員	2	1	8
合計	13 人	10 人	28 人

## (6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

基本的にリバーナイル州では MoAFI から選定することとする。一方、カッサラ州 K14 の稼働および維持管理は農業灌漑省ニューハルファ農業公社(NHAC)のもとにあるため、農業灌漑省または NHAC 内の関係部署から人材を選定する。

表 3.2.53 ソフトコンポーネントの実施リソースの調達先

ローカルリソース	調達先
1. 水利組織運営	MoAIF, RNS および農業灌漑省または NHAC
2. 水利施設維持管理	MoAIF, RNS および農業灌漑省または NHAC
3. 財務管理	MoAIF, RNS および農業灌漑省または NHAC
4. 通訳	一般公募を想定
5. ファシリテーター	NGO を想定
6. 運転手	雇用

(7) ソフトコンポーネントの実施工程

2014年7月に準備段階から開始し、2015年10月末までを想定する。

表 3.2.54 ソフトコンポーネントの実施工程表

A.D	2014												2015										
	国内事前準備												リバーナイル州、					カッサラ州、					
	Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
<b>1. 実施準備期間(関係機関との協議など)</b>																							
1.1	国内事前準備																						
1.2	事務所設置準備																						
1.3	ローカルソर्स採用・調整(関係機関よりアサイン及びONGOなど)																						
1.4	C/P機関と実施内容、工程及び対象スキーム教など協議																						
<b>2. 水利組織運営・維持管理能力強化</b>																							
2.1	スキーム組織運営能力強化																						
(1)	リーダーシップの醸成																						
(2)	受益農家に関わる基本情報の整理・管理方法																						
(3)	組織運営に関わる研修実施																						
(4)	受益農家のニーズ把握方法に関する研修実施(PCM、RRAワークショップ)																						
(5)	付加価値づけに関する研修																						
(6)	水利費徴収・管理システムの構築及び徴収記録策定方法																						
(7)	年間活動計画の策定方法																						
(8)	総会・臨時集会などの開催及び議事録策定方法																						
(9)	台帳、伝票、領収書の保管、記録方法																						
(10)	毎月の会計報告の作成																						
(11)	会計管理の透明性のための会計・監査担当者の能力強化研修																						
(12)	農作物及び肥料などの価格相場記録策定・管理方法																						
2.2	灌漑施設維持管理強化																						
(1)	灌漑施設インベントリー表の作成・管理方法																						
(2)	灌漑スキーム法を含めた関連法規の理解																						
(3)	ポンプ運転記録の策定方法																						
(4)	Canal & Farm Guardsの能力強化研修実施																						
(5)	年間維持管理活動計画の策定																						
(6)	広域的な水管理に関する研修																						
(7)	年間維持管理活動のモニタリング及びフィードバック方法の習得																						
(8)	パソコン利用による水計算研修																						
(9)	公平な水配分																						
(10)	ポンプの操作・維持管理																						
2.3	プロジェクト終了後の活動																						
(1)	灌漑状況と管理モニタリング及びフィードバック																						
(2)	パソコン利用による水損かど水利費徴収率分析																						
<b>3. アサインメント計画</b>																							
3.1	邦人専門家																						
(1)	水利組織運営能力強化(1人)																						
(2)	灌漑施設維持管理(1人)																						
3.2	ローカルソर्स																						
(1)	水利組織運営能力強化(2人:リバーナイル州MoAFI&カッサラ州MoAI又はNHACから各1人)																						
(2)	灌漑施設維持管理(2人:リバーナイル州MoAFI&カッサラ州MoAI又はNHACから各1人)																						
(3)	財務管理強化(2人:リバーナイル州MoAFI&カッサラ州MoAI又はNHACから各1人)																						
(4)	通訳(2人:公募)																						
(5)	ファシリテーター(1人:NGOから)																						
(6)	運転手(2人)																						

## (8) ソフトコンポーネントの概略事業費

計画するソフトコンポーネントを実施するに当たって下記の通り 2 人の邦人専門家を想定し、必要な渡航回数と人月を推定した。概算事業費は\*\*\*\*\*千円と算定される。

表 3.2.55 ソフトコンポーネントの概略事業費

ソフトコンポーネント費目	総額 (千円)
直接人件費	*****
直接経費	*****
間接費	*****
計	*****

## (9) ソフトコンポーネントの成果品

JICA「ソフトコンポーネントガイドライン」(第3版)2010年10月に従って記載・取りまとめた下記のソフトコンポーネント成果品を提出するものとする。

- ・ソフトコンポーネント実施状況報告書
- ・ソフトコンポーネント完了報告書 (添付書類および別冊資料集を含む)

## (10) 「ス」国側の責務

ナイル川を水源として揚水し、ポンプ場、幹線水路から末端水路まで一貫した操作・維持管理を行うことが求められる。それには農業灌漑省、MoAIF, RNS, NHAC の公的機関および灌漑スキーム、受益農家が包含され、規定に従ってポンプ/ポンプ場、水路、ゲートの操作および維持管理においてそれぞれが着実に分担を果たすことが必要である。アリアブおよび K14 の管理デマケを下記に示す。

表 3.2.56 灌漑施設維持管理分担(アリアブスキーム)

施設	運 転・操 作	浚渫・維持・改修
Pump station/Pumps	Scheme	Scheme
Main canal	-	MoAFL, RNS
Cross regulators	Scheme	MoAFL, RNS
Off-take gates	Scheme	MoAFL, RNS & Scheme
Sub-minor canal	-	MoAFL, RNS
Abu-Ashreen Canals	-	Scheme
Abu-Shitta Canals	-	受益農家 (水利組合はない)

表 3.2.57 灌漑施設維持管理分担(K14)

施設	運 転・操 作	浚渫・維持・改修
Pump station/Pumps	農業灌漑省	農業灌漑省
Major canal	-	農業灌漑省
Cross regulators	農業灌漑省	農業灌漑省
Off-take gates	農業灌漑省	農業灌漑省
Sub-minor canal	-	NHAC
Abu-Ashreen Canals	-	Farmers (水利組合はない)
Abu-Shitta Canals	-	Farmers (水利組合はない)

## (11) 技術協力との連携

本協力対象事業のソフトコンポーネントには農家の栽培技術の向上および農業普及強化は含まれていない。その理由は、いずれも時間を要する教育的な内容を包含しており、長期的な視野に立って対応していく必要があると考えられるためである。

本協力対象事業はリバーナイル州では最終的に2スキームに絞られたが、ナイル川に面して大小さまざまな多くの灌漑スキームが設立され、500 フェダン（210ha）以上のスキームだけでも145カ所ある。何れの灌漑スキームも、営農、水利組織状態の現状は、今回調査した6スキームと大差ない状況にあるものと推察される。どの灌漑スキームにおいても農業生産性の増大を図るためには、①水利組織の強化、②灌漑施設維持管理強化、③農家の栽培技術の向上、④農業普及強化の導入の必要性は高いものと考えられる。

現在北部州とリバーナイル州で進められている国家小麦増産プロジェクト(NWPP)による灌漑ポンプ設備の電動化事業では、本協力対象事業で計画されるソフトコンポーネントのような技術移転、組織強化や教育プログラムなどは計画されていない。単に電動化され、動力費、維持管理費が多少節約できるようになるだけで、従来どおりの伝統的営農が続けられることが予想され、作物増産への貢献については明確ではない。

ポンプが電動化された後の灌漑スキームの食料増産へのレベルアップを図る点で技術協力プロジェクトの導入の必要性は非常に高いものと考えられ、本無償事業による灌漑施設の改修に伴うソフトコンポーネントの実施に続いて技術協力プロジェクトの導入を図るのが効果的であると考えられる。技術協力プロジェクトの導入により、スーダン北部地域全体の農業生産の増産に貢献できるものと考えられる。

表 3.2.58 望ましいフォローアップ活動

支援プログラム	対象者	成果	主要な活動
水利組織運営能力強化支援	スキームマネージャーなど725人 <sup>*1</sup>	水利組織の運営能力が強化育成され、乾燥地における持続的な灌漑農業が可能になる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ リーダー育成</li> <li>・ 組織の基本情報整理・管理</li> <li>・ 組織運営方法</li> <li>・ 農家のニーズ把握方法</li> <li>・ 付加価値づけ・バリューチェーン</li> <li>・ 水利費徴収および記録</li> <li>・ 年間活動計画作成方法</li> <li>・ 総会・集会の運営</li> <li>・ 財務管理方法</li> <li>・ 作物価格・資材価格の整理管理方法</li> <li>・ その他</li> </ul>

支援プログラム	対象者	成果	主要な活動
灌漑施設維持管理能力強化支援	スキームマネージャーなど 725 人 <sup>*1</sup>	水利組織の灌漑施設維持管理能力が強化され、持続的な灌漑農業を可能にするため灌漑施設が適切に維持管理される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設インベントリ作成方法</li> <li>関連法規理解</li> <li>ポンプ運転記録</li> <li>ゲートキーパー能力強化</li> <li>年間維持管理活動計画策定</li> <li>広域水管理</li> <li>活動モニタリング方法</li> <li>水計算 (PC 利用)</li> <li>公平な水配分</li> <li>ポンプ操作・維持管理</li> <li>その他</li> </ul>
改良栽培技術支援	農家代表 725 人 <sup>*1</sup>	農家の栽培技術が向上、単収が増加し、農家経済が改善される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>農家への改良栽培技術研修</li> <li>流通・収穫後処理技術研修</li> <li>展示圃場の設置</li> <li>Farm Filed School(FFS)の開催</li> <li>スタディーツアーの実施</li> <li>その他</li> </ul>
農業普及体制強化支援	普及員など 60 人 <sup>*2</sup>	農業普及員の普及能力が向上し、農業生産性の増加に向けての体制が整備される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>農業普及員への研修(ToT)の実施</li> <li>作物収益の対比および高収益作物の検討方法</li> <li>農家のニーズ把握方法</li> <li>普及向け栽培マニュアルの作成</li> <li>展示圃場の運営方法</li> <li>バリューチェーン分析</li> <li>付加価値づけに関する検討方法</li> <li>普及活動計画作成</li> <li>スタディーツアーの実施</li> <li>その他</li> </ul>

注.\*1: (145 スキーム-2 スキーム) x 5 人/スキーム+農業灌漑省又は NHAC10 人として算定。

\*2: (locality の 40 人+MoAIF, RNS の 8 人) +NHAC 8 人≒60 人として算定。

### 3-2-4-9 実施工程

本工事の実施工程は、乾期を利用して効率よくポンプ場の建設工事を行い、ポンプ・モーター・制御盤の据付工事を実施する計画とする。

実施設計 : 約 7 ヶ月

入札・契約期間 : 約 3 ヶ月

施設建設および K14 ポンプ場の機材供与と据付け

: 約 29.5 ヶ月 (契約から工事完了まで)

表 3.2.59 実施工程表  
案件名 スーダン国 食料生産基盤整備計画(その2)

西暦 年度 年月 季節 月次	2012年												2013年												2014年												2015年																							
	平成23年度			平成24年度			平成25年度			平成26年度			平成27年度			平成28年度			平成29年度			平成30年度			平成31年度			平成32年度			平成33年度			平成34年度			平成35年度			平成36年度			平成37年度			平成38年度			平成39年度			平成40年度			平成41年度			平成42年度		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
準備調査																																																												
契約																																																												
交換文・EN/GA (B国債・詳細設計、実施)																																																												
コンサルタント契約																																																												
現地調査																																																												
詳細設計																																																												
入札図書作成																																																												
入札図書承認																																																												
PQ																																																												
入札業務(公示、開標)																																																												
入札/入札評価																																																												
業者契約																																																												
開購																																																												
EN/GA																																																												
(詳細設計・実施契約)																																																												
(40日間)																																																												
工事工程(準備、リアアブ、キティアブ)																																																												
資機材承認、調達																																																												
海上輸送・内陸輸送																																																												
準備工・仮設工事																																																												
ポンプ場建設(リアアブ、キティアブ)																																																												
電気設備工事																																																												
取水管・吐水管工事																																																												
制御盤・配電工事																																																												
吐水槽・取付け水路工事																																																												
ポンプ・モーター据付・試運転																																																												
立会い検査・引渡し																																																												
後片付/竣工																																																												
機材製作図作成																																																												
機材製作																																																												
事前打合せ																																																												
製品(工場)検査、出荷前検査、船積前機材照合検査																																																												
船積、海上輸送																																																												
通関・内陸輸送																																																												
開梱・機材据付																																																												
調整・試運転・初期操作指導																																																												
運用指導																																																												
検収・引渡し																																																												
ソフトコンポーネント																																																												



### 3-3 相手国側分担事業の概要

本協力対象事業が無償資金協力として実施される場合、その準備段階、工事中ならびに建設される施設、設備の運転、維持管理が円滑に行なわれるために必要な「ス」国側の分担事業の概要は、以下のとおりである。

#### 3-3-1 施工区分/調達区分に係る負担事項

##### (1) 一般事項

- 1) 本計画によって整備される施設の建設および資機材の設置のために必要な用地確保を図る。
- 2) 銀行取極め(B/A)に基づき、銀行に対し必要な手数料を支払う。支払授權書(A/P)を発給する。
- 3) 本計画によって搬入される資機材について、陸揚げおよび通関を速やかに行う。
- 4) 本計画に基づく資機材の調達および日本国民による役務の提供に関し、「ス」国において課せられる関税、国内税およびその他の財政課徴金を免除もしくは負担する。
- 5) 本計画実施のための役務を提供する日本国民に対し、その作業の遂行のための「ス」国への入国および同国における滞在に必要な便宜を図る。
- 6) 本計画により整備された施設、機材を適切かつ効果的に維持・運用すること。また、日本側の求めに応じ、施設、機材の運用状況を日本側に報告する。
- 7) 日本による無償資金協力に含まれないその他すべての必要な経費を負担する。(VAT など)
- 8) 事業実施においては、環境社会配慮に留意する。
- 9) 本計画資機材の運転管理に必要な電力供給などの施設を整備する。

##### (2) 事業実施前および実施中に「ス」国が実施すべき事項

- 1) ナイル川沿い工事について、関係諸機関からの工事許可および建築許可の入手。
- 2) 各スキームより、スキーム内の道路を工事関係車両が進入口として利用する通行許可の取り付け。
- 3) 工事により発生する残土処分場および埋め戻しに使われる良質土(砂漠土)の採掘場所は、各ポンプ場から5km以内に確保すること。また、良質土の採掘権(ロイヤルティ)の免責手続きを行う。
  - a) 残土処分場および良質土採掘場所について、関係諸機関の許可取得。
  - b) 各スキーム住民への説明とその了解を取り付ける。
- 4) 工事による環境への影響に関するモニタリング調査結果を、工事期間中、定期的にJICAに報告する。
- 5) 「3-2-4-3 施工区分/調達・据付区分」(表 3.2.46)に示される「ス」国側負担範囲の実行。

### 3-3-2 ソフトコンポーネント計画に係る負担事項

本協力対象事業で改修されるポンプおよび付帯施設は、事業実施後「ス」国側で運営維持管理することで合意されている。ソフトコンポーネントの目標達成にあたり、「ス」国側の負担事項は以下の通りである。

- 1) カウンターパートの提供（機材関係、組織関係、財務管理関係ほか）
- 2) 供与機材の継続的な運用および保守・点検・維持管理作業
- 3) 規定に基づく Main/Major canal、Minor Canal、Sub-minor Canal の修理・浚渫など維持管理に係る作業
- 4) MoAIF、RNS、灌漑スキームおよび NHAC(K14 を含む) 関係者の PCM ワークショップへの参加
- 5) リバーナイル州灌漑スキームおよび NHAC(K14 を含む) 関係者の組織運営能力強化および施設維持管理能力強化に係る研修への派遣
- 6) スキーム組織運営・維持管理に係るモニタリング実施（ポンプ、水路、スキーム運営、水利費徴収状況、上流から末端までの灌漑状況、農家のニーズなど）

### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

#### 3-4-1 運営・維持管理体制

##### (1) スキーム全体の運営・維持管理体制

現行の「Governmental Agricultural Project Law of the River Nile State for the Year 2006」の規定に従って役員選定、組織運営、水利費徴収、維持管理することとし、灌漑スキームの組織構造そのものは従来のものを踏襲する。リバーナイル州および NHAC の K14 掛かりにも水利組合という組織は存在しないが、ポンプ施設の更新を機に新たに水利組合の組織化は行わず、現在ある組織自体の強化を図ることに主眼を置くこととする。

しかし、現在のスキーム運営・維持管理体制はスキームによって一様ではない。組織構造や下記のように構成人員も異なっている。

表 3.4.1 各スキームの組織構成

項 目	アリアブ	キティアブ	K14
役員会（メンバー人数）	1 (11)	1 (11)	1(14)
スキーム職員数（人）	37	48	54 for K14
Farmer's Union	1 (30)	1 (40)	1 in NHAC
灌漑・農業委員会	1 (4)	なし	なし
財務委員会	1 (4)	なし	なし
ポンプオペレーター数（人）	13	21	11
Canal & Farm Guards（人）	7	2	5+20
農業普及員数（人）	2	1	8 in NHAC
会計担当（人）	2	2	5 in NHAC

リバーナイル州で選定されたスキームの中ではアリアブ灌漑スキームでは水利費は過去 2 年 100%徴収されている。負債も残っているなど改善の余地はあるが、Farmer's Union も紛争解決などで機能しており、また、スキームマネージャーは一日 2 回地区内を見回り圃場レベルの灌漑状況をチェックしているなど、全体的に比較的首尾よく運営されているとみられる。MoAIF, RNS も優良スキームとみなしているように、他スキームでも取り入れるべき管理方法がとられていると判断され、ソフトコンポーネントでさらに支援し強化を図れば、他スキームにとって運営・維持管理の良いモデルになるものと考えられる。

一方、上表に示す通り、スキームによっては管理体制強化のための人員の増加が必要と思われる。しかし、職員の給与は水利費で賄われるため、各スキームが負債を抱える現状で早急に人員増加は図れないが、灌漑サービスの向上により水利費徴収率が高まり、安定してきた状況で増加を図ることが提案される。また増員の方法として、受益農家と協議し、ボランティアでの組織運営に参加する可能性を探るのも一方法と考えられ、検討する必要がある。

キティアブ灌漑スキームではさらに効率的な灌漑を実現するために Canal & Farm Guards の増員が必要と思われる。

## (2) ポンプ場の運営・維持管理体制

本協力対象事業で建設・調達されるポンプ設備の運営・維持管理は、既存の組織体制を踏襲し、リバーナイル州の 2 スキームでは各スキームが、また、カッサラ州 K14 ポンプ場は農業灌漑省が行う。

リバーナイル州 2 スキームではポンプオペレーターは日常の保守点検から中程度の修理を含む維持管理、特にディーゼルエンジンの修理も担当している。2~3 交替制を敷いており、アリアブでは 13 名、キティアブでは 21 名が在籍、機械技師から労務者レベルまで配備されている。また、カッサラ州 K14 ポンプ場では 8 名が在籍、電気技師から労務者まで配備されていて、ここも 2 交替制が敷かれており、修理を含む維持管理は農業灌漑省のワークショップ技師が行っている。

リバーナイル州では、協力対象事業によりディーゼルエンジン駆動から電動モーター駆動への変換となることから、維持管理作業が軽減され、オペレーターは 2 交替制を考慮しても数名で可能と判断され今後の体制整備が必要となる。さらに、リバーナイル州でもカッサラ州での維持管理体制に習い、各ポンプ場では機械技師のもとにオペレーター数名を配備し、ポンプ運転、日常点検・保守、軽微な故障修理を行い、上部機関としてワークショップ技師による定期点検、重度の故障の修理、部品交換作業などを行う体制が望まれる。

## 3-4-2 運営・維持管理計画

灌漑施設管理の現行の役割分担については、現況のものを踏襲することとし、ポンプ更新を機に変更することは計画しない。MoAIF, RNS、スキーム委員会、農家（グループ）それぞれが規定に従ってポンプ・水路・付帯施設の維持管理を実施し、ポンプ場から末端圃場までの適切な維持管理と適期・適量の灌漑サービスを行なう計画とする。アリアブで聞き取った現在の維持管理の役割分担を(表 3.2.56)示す。

しかし、現状では維持管理機械の不足、予算不足、受益農家の認識不足などによって上流から

末端までの一貫した維持管理は行われていないのが実態であり、水路の堆砂による断面縮小や雑草繁茂が通水の障害になっている水路がしばしば見られる。

適切な灌漑施設の維持管理の大前提は、灌漑スキームが水利費を100%徴収できるように良質の灌漑サービスを受益農家に提供することであり、また農家（グループ）は規約に従って末端水路の維持管理を行う役割を果たすことが求められる。このような上流から下流まで一貫した効率的灌漑を実現することが作物単収を増加させ、ひいては水利費徴収率を高め、スキームの財務状況を良好に保つことに繋がる。このことは前述の「3-2-1-7 運営・維持管理に対する対応方針」に示した(図3.2.4)正の循環の概念の通りである。

圃場レベルでは、分水路に近い上流優先の灌漑が慣行的に行われており、下流部に位置する農家の圃場は不利な条件にある。スキームがイニシアティブをとって、圃場レベルで公平な水配分を実現するよう求められる。

上記を可能ならしめるために「3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画」に述べたとおり、スキーム運営面では、統一した様式によるスキームの基礎情報（面積、受益農家数、人口、ポンプ能力、水路延長、ゲート箇所数、修理記録、運転記録など）を、導入するパソコンに入力し、管理・分析、情報の提供、財務管理などが容易になるよう計画するとともに圃場レベルの水管理、水配分ルールなどに関する研修をソフトコンポーネントで実施する計画である。

導入する電動ポンプの操作・維持管理については、設置後にスキームのオペレーターだけでなく、上部機関の州ワークショップの技師も対象に操作指導を行い、維持管理体制の確立に資するものとする。

更新するポンプ設備の延命化を図るためには、機材の故障が致命的になる前段階あるいは故障する前に適切な対策を講ずる予防保全の措置が必要である。日常、機材を管理する機械技師およびオペレーターがポンプ機材の延命化に重要な役割を果たすことから、技術を習得し日常の点検・保守に生かすことが大切である。また、重故障、その部品の調達などの管理や示唆は支援する上部機関が担当する。従って、運営・維持管理体制として以下を計画する。

運転・維持管理体制

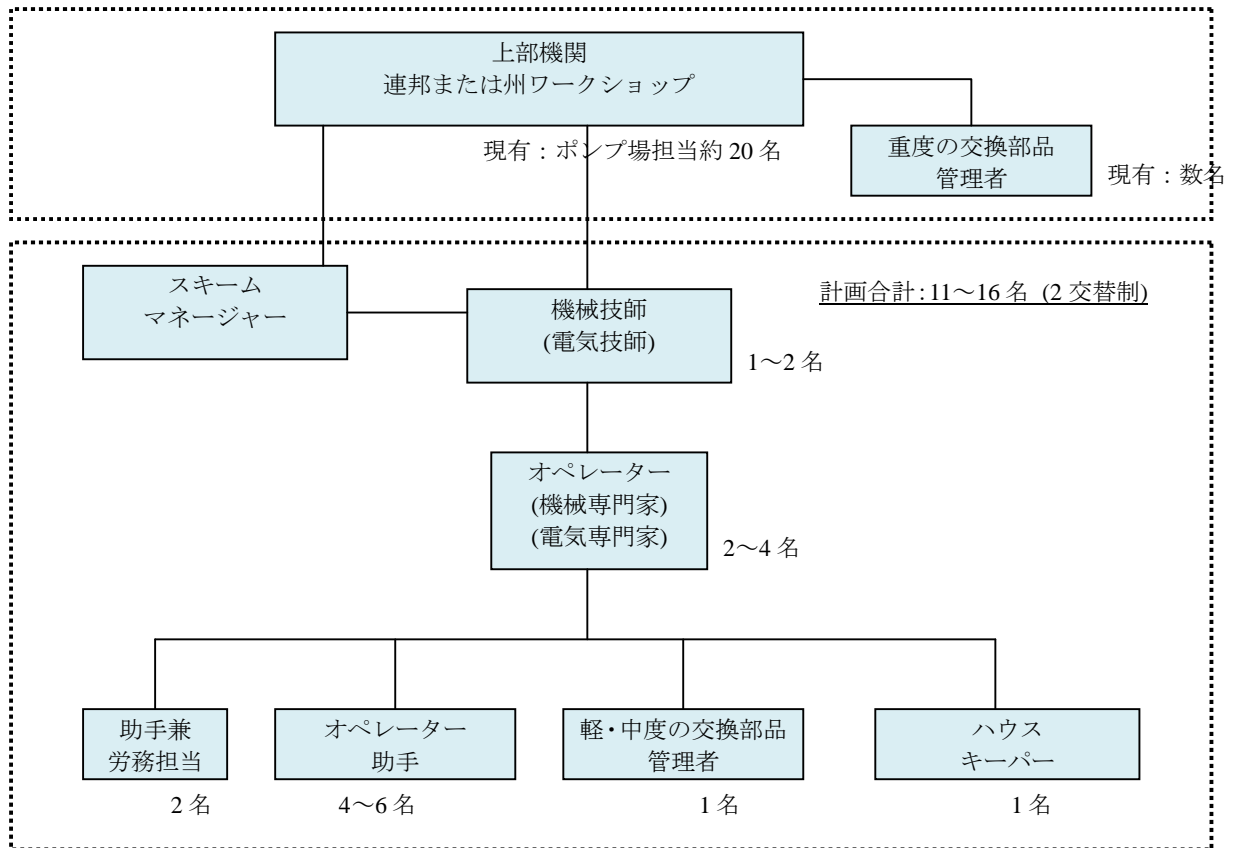


図 3.4.1 計画のポンプ場の運営・維持管理体制図

維持管理内容

更新されたポンプ設備の維持管理は以下の方法を提案する。

- 1) 日常の簡単な保守・点検、異常の早期発見のために、ポンプ場には設備設計仕様書、操作要領書、各機器の取扱説明書、予備品表、潤滑油、運転日誌などを常備し、運転日誌には運転中のポンプ、モーターの状態を点検事項(吸込圧力、吐出し圧力、電流、電圧、運転時間、振動、騒音など)に従って記録する。
- 2) 交換部品、パッキン類、潤滑油類を備えておく。
- 3) 運転開始前は、各機器の使用状態への適合、吸入管、吐出し管、吐出し水槽、水路などポンプ設備のみならず関連施設への配慮を行う。

定期点検として以下の点検を継続する。

表 3.4.2 定期点検項目・内容

期間	内容	担当
1 ヶ月	軸受油の汚れ点検、軸受油面点検	ポンプ場
3 ヶ月	軸受油の取替え、軸受グリースの補充、振動・騒音測定	ポンプ場、 上部機関支援
6 ヶ月	軸受グリースの取替え、パッキンの取替え	ポンプ場
1 年	分解点検、各部の緩み点検、異常点検、バルブ類内部点検、付属品の点検、清掃	ポンプ場 上部機関支援

### 3-5 プロジェクトの概略事業費

#### 3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、約\*\*\*\*\*億円（日本側\*\*\*\*\*億円、「ス」国側 0.620 億円）となり、先に述べた日本と「ス」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記「3-5-4 積算条件」に示す積算条件によれば、次のとおりと見積もられる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

#### 3-5-2 日本国負担経費

表 3.5.1 「ス」国食料生産基盤整備計画概略総事業費

概略総事業費

約\*\*\*\*\*百万円

費 目		概略事業費（百万円）	
施設	リバーナイル州、2 ポンプ場の建設	*****	*****
	カッサラ州、ポンプ機材供与	*****	
設計監理	実施設計・施工監理		*****
ソフトコンポーネント			*****
		小計	*****
予備的経費			*****
		合計	*****

#### 3-5-3 「ス」国負担経費

表 3.5.2 「ス」国負担経費

費 目	金 額	
①リバーナイル州：2 ポンプ場建設予定地の整備費用	SDG	76,000
②カッサラ州：ポンプ資機材の通関、内陸輸送費	SDG	148,000
③カッサラ州：既設ポンプの撤去費	SDG	99,000
④カッサラ州：供与機材の据付費	SDG	329,000
⑤リバーナイル州：2 スキームにおける幹線灌漑水路の整備	SDG	1,354,000
⑥銀行取極めと支払授權書に係る手数料	SDG	30,000
合 計	SDG	2,036,000
		0.620 億円

#### 3-5-4 積算条件

- (1) 積算時点 : 平成 23 年 9 月
- (2) 為替交換レート : 1US ドル=81.57 円、1SDG（スーダンポンド）=30.44 円
- (3) 施工・調達期間 : 詳細設計、工事の期間は、施工工程に示したとおり。
- (4) その他 : 積算は、日本政府の無償資金協力の制度を踏まえて行う。

### 3-5-5 運営・維持管理費

スキームが管理するポンプ、水路の維持管理に必要な予算およびスキーム職員の給与は基本的に受益農家から徴収する水利費によっている。従ってより良い灌漑サービスを提供することにより水利費徴収率が向上し、維持管理が適正に行なわれ、作物の高収量を実現するといった「3-2-1-7 運営・維持管理に対する対応方針」に示した(図 3.2.4)概念の通り、正の循環が実現される必要がある。

(表 3.5.3) に各スキームでの年間維持管理費実績を示す。リバーナイル州の2スキームについては、原動機としてディーゼルエンジンを電動ポンプに更新することによってポンプの運転および維持管理費用は従来に比べ大きく削減されることになる。カッサラ州 K14 ポンプ場はすでに電化されており、維持管理費の軽減は故障回数の減少とポンプ効率の改善によることから、数%の改善は期待される。(表 3.5.4) に計画対象2スキームにおいて計画面積を灌漑した場合のディーゼルエンジンと電動の場合のポンプ年間動力費の比較を示すが、電動の場合はエンジンに比べ僅か 26.4%の動力費と見積もられる。大幅に動力費が節減されることとなり、現状の体制においても運営・財政面において大きく改善されるものと考えられる。

表 3.5.3 年間の維持管理費実績

灌漑スキーム名	灌漑面積 (フェダン)	年間維持管理費 (SDG)	フェダン当たり 維持管理費(SDG)
アリアブ	5,250	1,553,500	296
キティアブ	5,700	1,700,000	298
K14* <sup>2</sup>	31,000	7,750,000	250

注：\*<sup>1</sup>：K14 での年間維持管理費はフェダン当り水利費 250SDG と灌漑面積から推定。

表 3.5.4 エンジンと電動モーターの場合の動力費

月	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual	Rate
日数	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31		
アリアブ	用水量 (m <sup>3</sup> /s)	3.58	3.24	2.50	1.41	1.01	1.04	0.99	1.26	1.96	2.12	2.30	3.44	
	月間ポンプ運転時間 (hr)	1,997	1,632	1,397	764	563	563	551	704	1,061	1,186	1,243	1,918	13,577
	月平均ポンプ全揚程 (m)	10.53	10.33	9.55	8.12	7.87	7.88	6.11	2.87	3.90	6.73	8.14	10.00	
	エンジン軸動力 (Ps)	590	524	374	180	124	129	95	57	120	224	293	538	
	モーター軸動力 (kw)	442	393	281	135	93	96	71	43	90	168	220	404	
	燃料(オイル)消費量 (Gallon)	82,475	59,833	36,591	9,615	4,890	5,067	3,648	2,796	8,916	18,590	25,544	72,277	
	燃料(オイル)費 (SDG)	536,090	388,916	237,840	62,500	31,787	32,939	23,710	18,173	57,954	120,837	166,037	469,802	2,146,587
	電力料 (SDG)	141,326	102,527	62,700	16,476	8,380	8,683	6,250	4,791	15,278	31,855	43,771	123,851	565,890
キティアブ	用水量 (m <sup>3</sup> /s)	3.88	3.93	3.73	2.39	1.72	1.98	1.89	1.72	2.08	2.16	2.01	3.43	
	月間ポンプ運転時間 (hr)	2,168	1,980	2,079	1,293	959	1,068	1,055	959	1,121	1,205	1,084	1,913	16,884
	月平均ポンプ全揚程 (m)	10.44	10.79	10.57	8.35	7.73	7.92	6.12	2.62	3.46	6.22	7.34	9.43	
	エンジン軸動力 (Ps)	635	664	616	313	208	245	181	70	112	210	231	506	
	モーター軸動力 (kw)	476	498	462	235	156	184	136	53	84	158	173	379	
	燃料(オイル)消費量 (Gallon)	96,356	92,027	89,692	28,337	13,973	18,327	13,372	4,734	8,818	17,733	17,515	67,730	
	燃料(オイル)費 (SDG)	626,316	598,177	583,000	184,190	90,825	119,129	86,920	30,771	57,320	115,263	113,849	440,242	3,046,002
	電力料 (SDG)	165,111	157,693	153,692	48,557	23,944	31,405	22,914	8,112	15,111	30,386	30,013	116,058	802,997
Kilo 14	用水量 (m <sup>3</sup> /s)	0.77	0.39	0.26	0.04	0.00	0.00	1.79	6.56	9.91	9.78	6.70	1.69	
	月間ポンプ運転時間 (hr)	122	56	42	6	1	0	286	1,046	1,529	1,559	1,033	269	5,950
	月平均ポンプ全揚程 (m)	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	
	エンジン軸動力 (Ps)	120	61	41	6	1	0	279	1,023	1,544	1,524	1,044	263	
	モーター軸動力 (kw)	90	46	31	4	1	0	209	767	1,158	1,143	783	197	
	燃料(オイル)消費量 (Gallon)	1,024	242	119	2	0	0	5,582	74,946	165,329	166,432	75,521	4,949	
	燃料(オイル)費 (SDG)	6,658	1,571	771	15	0	0	36,286	487,150	1,074,642	1,081,807	490,885	32,167	3,211,951
	電力料 (SDG)	1,755	414	203	4	0	0	9,566	128,424	283,301	285,190	129,409	8,480	846,745

注：用水量 (m<sup>3</sup>/s) は、日当りポンプ運転時間を18時間として算定したものである。また、運転時間は延時間、軸動力は全台合計出力を示している。

ディーゼルオイルの単位価格とエンジンの燃料消費率：6.5 SDG/Gallon, 0.22kg/Ps・h, 0.83kg/lit, 3.785lit/gallon

電力料金：0.16 SDG/kwh

Kilo14の平均全揚程は計画全揚程で一定とした。また、エンジン駆動はないが、エンジン動力費を参考として算定した。

各スキームにおける年間維持管理費の実績と想定される計画の維持管理費の比較を(表 3.5.5)に示すが、アリアブとキティアブでは動力源の変更と人員の削減により維持管理費は減額できる。なお、両スキームとも、実績の燃料費の記録から判断して、現況のポンプ運転ではかなりポンプ動力を絞った運転が行なわれてきているものと推定される。

K14 の交換部品費用は、現状と同等ポンプ能力を計画していることから同等の費用となると考えられる。実績には交換部品費用が明示されていないが、全維持管理費用に含まれているとみられ、計画の維持管理費用は実際には、実績と変更がないものと判断される。

表 3.5.5 年間維持管理費用の比較

項 目		スキーム名	アリアブ	キティアブ	K14	備考
		計画灌漑面積 (フェダン)	5,250	5,700	31,000	
1. 計画電力費	計画	計画年間運転時間(hour/year)	13,577	16,884	5,950	Electric rate = 0.16 SDG/KWH  燃料実績はキティアブを元に面積比 例で推定
		モーター能力(kW)	170	160	480	
		計画電力費(SDG/year)	565,890	802,997	846,745	
		年間燃料費実績(SDG/yer)	1,225,000	1,330,000	-	
		費用増減(SDG/year)	-659,110	-527,003	0	
2. ポンプ場交換 部品・消耗品費 用	計画	機材費 (1,000) (管類、フランジ類除く)	421,724	416,526	419,081	機材費×1%/年
		機材費 (SDG) (管類、フランジ類除く)	13,854,271	13,683,509	13,767,444	
	想定	必要年間交換部品 費用 (SDG/year)	138,543	136,835	137,674	
3. 計画人件費	計画	スキーム現有人員	36	33	100	平均給与= 26,400 (SDG/年/人) アリアブ実績: 980,000SDG/37 persons/yr
		ポンプ場現況人員	13	21	11	
		ポンプ場計画必要人員	11	11	11	
		ポンプ場人員増減	-2	-10	0	
		人員費用増減(SDG/year)	-52,800	-264,000	0	
年間実績・ 計画維持管理費 比較 (SDG/Year)	実績	全維持管理費	1,553,500	1,700,000	7,750,000	
		動力源の費用増減	-659,110	-527,003	0	
	計画	必要交換部品	138,543	136,835	137,674	
		人件費増減	-52,800	-264,000	0	
		費用増減、小計	-37,346	-534,575	137,674	
		<b>全維持管理費用</b>	<b>1,516,154</b>	<b>1,165,425</b>	<b>7,887,674</b>	
		<b>フェダン当たり維持管理費</b>	<b>289</b>	<b>204</b>	<b>254</b>	

電動化に伴い、スキームによっては現行の水利費を見直すとの意向を示しているところもある。しかし、現状は各スキームとも負債を抱えている財務状況であり、農家の合意が必要であるが、負債が完済された段階で水利費の減額を検討することが適切と考えられる。



## 第4章 プロジェクトの評価

## 第4章 プロジェクトの評価

### 4-1 事業実施のための前提条件

#### (1) 施設建設用地および建設許可の取得

本計画における工事内容は、ポンプ場及び用水路のレギュレーターの改修と水路の一部改修である。用水路全体については、先方負担にて改修される。ポンプ場の改修においては、建設可能用地は既設ポンプ場に隣接した国有地である。また、レギュレーターおよび水路の改修においては、新規用地を必要としない既存施設の更新・改修である。従って、実施されるための用地および建設許可の取得に特段の支障はない。

#### (2) 初期環境評価（EIA）の取得

すべての開発事業では、環境・森林・自然開発省への EIA レポートの提出が義務付けられている。EIA レポートは「環境と天然資源のための上級カウンスル」で審議され Environmental Approval が発出される。本案件は土木工事を伴うことから EIA レポートの提出が必要な事業に該当するため、本調査中に実施担当機関から 2011 年 8 月付けで EIA レポートが提出され、Environmental Approval が 2011 年 9 月付けで取得された。したがって、本事業の実施に支障はない。なお、工事期間中のモニタリング計画および環境チェックリストも作成されており、責任機関及び実施機関の監督のもとモニタリングされる計画である。

#### (3) 関税手続きと免税措置

本案件は日本の無償資金協力案件であるため、「ス」国において課せられる関税、国内税およびその他の課徴金は免除される。これらに対する免除手続きは「ス」国側責任機関が行うことで合意を得ている。

#### (4) 先方負担事項

先方負担事項として要求されるものは、電力線の引込みや変圧器の設置、建設用地確保、銀行取極め、免税措置などの一般事項のほかに、必要があれば建設許可や通行許可などの許認可取得と工事により発生する残土処分場あるいは埋め戻しに使用される良質土の採掘場所の確保などがある。これらは「ス」国側実施機関および責任機関が行うことになっている。

また、ソフトコンポーネントの実施においては、研修での協力技術者を各関係部署から参画させること、また、研修対象となる各スキームの役員、Canal & Farm Guards、農業普及員などのスキームのリーダーを参画させることが必要である。

## 4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

プロジェクトの効果を発現・持続するために相手側が取り組むべき事項は以下の通りである。

### (1) スキーム内の灌漑水路の整備

日本側の工事によってポンプ場やポンプ機器類が更新され安定した取水が可能となるが、受益地内の各農地への配水は水路や要所にあるレギュレーターの機能が健全であることが必須である。特にリバーナイル州の2スキームについては、現地調査結果から幹線水路の堆砂等による断面不足が確認されているため、これらを浚渫または整形することにより必要灌漑水量を通水できるようにする必要がある。必要な断面規模や浚渫・整形区間については当調査で検討されており、図面にて先方に提示済みであることから、「ス」国側は日本側の工事に併せて確実に実施することが必要である。

### (2) 運営・維持管理体制の整備

現状では、「ス」国側責任機関、スキーム委員会（ポンプ場運営・維持管理組織、水利組織などが含まれている）、農家の三者がそれぞれ規定に従って運営・維持管理を実施している。しかしながら、スキーム内ではポンプ施設の老朽化と能力低下並びに維持管理機材やスキーム予算の不足や受益農家の水利費の重要性や域内の配水規則等の認識不足により、一貫した維持管理が行われていない。

この現状の問題に対して、ソフトコンポーネントの実施により水利組織の運営能力強化および灌漑施設維持管理強化が計画されており、各関係者はポンプ場から末端水路までの一貫した適切な分水・配水の方法と技術を習得できることから、それらを共有し将来に亘って継承することが必要である。

### (3) 環境社会配慮措置

本案件は、日本側のポンプ場の改修および更新と、「ス」国側による幹線水路と沿線のレギュレーターの改修であるため、既存施設を対象とした工事となる。したがって、新たな土地収用や住民移転も生じないことから環境や地域社会への大きな負荷は生じない。このため「ス」国側での補償等の措置は不要である。ただし、工事により一時的に発生する環境負荷については、「ス」国側はモニタリング計画と環境チェックリストに基づく監視、対策を行なうことが必要である。

### (4) 他スキーム案件等により補完・強化される事項

当事業では灌漑施設の更新・改修を行い、その施設運営と維持管理に必要なソフトコンポーネントが実施されるが、農業生産量の確実な向上を図るためには、これに加え農家の栽培技術の向上と農業普及強化が必要と考えられる。具体的には優良種子の導入や改善栽培技術の研修による生産量および生産性の拡大に加え、流通販売網の効率化や拡大などによる農家収入の増加を図ることが考えられる。

これらは当事業で実施されるソフトコンポーネントよりも長期的な技術指導期間が必要である

ことから、これまでの他地区における支援を通じて得た農業技術で、応用展開できるものについては「ス」国側が当スキームで実施することで、事業効果は強化されるものと考えられる。また、当事業の拡大補完する目的で当地区を含めた技術協力プロジェクトの実施も有効であると考えられる。

### 4-3 外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続するための外部条件は以下の通りである。

- ・建設されたポンプ場施設・機材が安定して稼動するために、動力源である公共電力が継続的に安定供給されること。
- ・水路に必要な通水断面が確保され農地への配水が適正に為されること。
- ・施設の運営・維持管理に必要な人員、消耗品、交換部品、資金が継続的に安定確保され、適切な運営・維持管理が為されること。
- ・長期にわたる渇水や洪水などの異常気象現象が起こらないこと。
- ・政変による政策転換が起こらないこと。

### 4-4 プロジェクトの評価

#### 4-4-1 妥当性

本案件に対して、我が国の無償資金協力による協力対象事業の実施は以下の点から妥当と判断される。

- ① 本計画の対象とする3灌漑スキームの灌漑面積合計は41,950 フェダダン（17,619ha）であり、また、全裨益人口は141,500人に上ることから、広大な裨益面積と多くの裨益人口を擁する。さらに年間の1人当たり生計費は灌漑スキームによりバラつきはあるが、平均1,830 SDG/年/人（約680ドル/年/人）と低く、2009年の「ス」国一人当たりGNIは1,220ドル（外務省資料、世銀データ）であることから、対象地域では貧困層が多いと判断される。事業実施により農業生産量・生産性の向上とともに自給能力を高め、受益農家の生計改善を図ることにより、貧困削減とBHN（Basic Human Needs）の向上と民生の安定に貢献することが期待され、本計画の重要性は高いと判断され、上位計画における政策と合致している。
- ② 「ス」国の中・長期的開発計画には①5年計画、②25年計画、③農業再活性化計画、④小麦増産計画および⑤国家稲作開発戦略などがあり、農業分野での目標にはいずれも農業生産性と生産量の向上が謳われて含まれている。また、「ス」国の国家財政は石油収入に大きく依存した構造となっており、その石油の約80%を産出する南スーダンが2011年7月に分離独立したことにより、石油収入の減少が必然であり「ス」国政府はさらなる農業重視の政策に転換する必要に迫られており、国を挙げて農業生産の増大を推し進める方針を掲げている。よって、本案件の目標は「ス」国の上位計画における政策と合致し中・長期的開発計画に従っており、それらの目標達成に資するプロジェクトである。

## ③ 我が国の援助政策・方針との整合性

我が国の「ス」国に対する ODA の意義は①「ス」国はアフリカ最大の国土を有しアフリカ全体の安定にとって重要、②鉱物資源に恵まれており意義がある、③人口の 80%が従事している農業分野の生産量・生産性拡大は食料安全保障の観点からも重要と判断されている。また、その基本方針は①平和構築、②平和の定着支援、③各種和平プロセスの違いを踏まえた支援などであり、重点分野、課題として①紛争被災民・社会再統合支援、②基礎生活の向上支援、③ガバナンス、民主化などの分野横断的課題を掲げている。農業分野については、人口の大部分が従事しており、輸出産業に成長する可能性の高い分野であり、農業生産性の拡大は「ス」国内の収入源の多様化および世界的な食糧安全保障の観点からも重要であると考えられている。また「平和の定着支援」として、ミレニアム開発目標 (MDGs) 達成への貢献と持続的な開発につながるよう、農業分野等を含めた支援の可能性を検討していくとされており、本計画は我が国の「ス」国への援助政策・方針に沿うものである。また、第 4 回アフリカ開発会議 (TICAD IV) にて我が国が公約した「灌漑施設 10 万 ha の改修・整備支援」の達成にも貢献するものである。

## 4-4-2 有効性

本プロジェクトでの 3 灌漑スキームの施設・機材更新並びにソフトコンポーネントの実施により、期待される効果は以下の通りである。

## (1) 定量的効果

## ①アリアブスキーム

指標名	基準値 (2011 年)	目標値 (2017 年) (プロジェクト完成 3 年後)
最大灌漑送水量	1.60m <sup>3</sup> /s	3.58m <sup>3</sup> /s
年間ポンプ運転費用	1,200,000 SDG/yr	600,000 SDG/yr
作物生産性 (小麦の単収)	1,100 kg/fed	1,500 kg/fed (過去最大値の 80%を 10 年で達成 するとして、3 年間で 24%を目標)
水利費徴収率	100%	100% (現状維持)
年間維持管理費	1,553,500 SDG/yr	1,516,200 SDG/yr
スキーム (財務負債の減少)	980,000SDG	30%減少
維持管理記録の有無	無し	有り

## ②キティアブスキーム

指標名	基準値 (2011 年)	目標値 (2017 年) (プロジェクト完成 3 年後)
最大灌漑送水量	3.03m <sup>3</sup> /s	3.93m <sup>3</sup> /s
年間ポンプ運転費用	1,300,000 SDG/yr	800,000 SDG/yr
作物生産性 (小麦の単収)	800 kg/fed	950 kg/fed (過去最大値の 80%を 10 年で達成 するとして、3 年間で 24%を目標)
水利費徴収率	90%	100%
年間維持管理費	1,700,000 SDG/yr	1,165,400 SDG/yr
スキーム (財務負債の減少)	800,000 SDG	30%減少
維持管理記録の有無	無し	有り

## ③K14 (ニューハルファ)

指標名	基準値 (2011 年)	目標値 (2017 年) (プロジェクト完成 3 年後)
最大灌漑送水量	7.0m <sup>3</sup> /s	9.91m <sup>3</sup> /s
日最大運転時間	17.5 時間	18.0 時間
作物生産性 (小麦の単収)	700 kg/fed	730 kg/fed (過去最大値の 80%を 10 年で達成 するとして、3 年間で 24%を目標)
水利費徴収率	100%	100% (現状維持)
年間維持管理費	7,750,000 SDG/yr	7,887,600 SDG/yr
維持管理記録の有無	無し	有り

## (2) 定性的効果

- ① 対象地域の作物の生産性と生産量が向上することで農村の経済基盤が安定し、貧困の軽減、若者の都市への流出低減、犯罪率の低下など地域社会の問題解決に資する。
- ② ソフトコンポーネントの実施により、運営・維持管理の改善と技術の向上が計られ、基礎データの収集・情報共有が実現すると、他の類似灌漑スキームへのモデルとなりその手法と技術が普及し広範な地域社会の改善に資する。
- ③ 電動ポンプに取替えられることで、既存のエンジンポンプに比較して維持管理が容易となる。また、ポンプ場が建て替えられ、ポンプの維持管理に必要なクレーンなどの設備が整うことで維持管理者の労働負荷の低減や作業事故などの安全面が改善される。
- ④ 農業技術の普及や農産物流通の改善の機会創出が高まり、農業生産性や農業所得の更なる向上の可能性が高まる。

## 資 料

資料-1. 調査団員・氏名.....	A1-1
資料-2. 調査行程.....	A2-1
資料-3. 関係者（面会者）リスト.....	A3-1
資料-4. 討議議事録（M/D）.....	A4-1
資料-4.1 2011年7月26日 第1回 討議議事録.....	A4-1
資料-4.2 2011年9月15日 第2回 討議議事録.....	A4-8
資料-4.3 2012年2月16日 第3回 討議議事録.....	A4-23
資料-5. ソフトコンポーネント計画書.....	A5-1
資料-6. 資料.....	A6-1
資料-6.1 協力対象事業における対象候補スキームの選定.....	A6-1
資料-6.2 組織図.....	A6-4
資料-6.3 作付体系.....	A6-7
資料-6.4 月平均ポンプ実揚程と全揚程.....	A6-12
資料-6.5 ポンプ軸動力と計画原動機容量.....	A6-13
資料-6.6 計画原動機台数と必要トランス容量.....	A6-14
資料-6.7 協力対象施設調達分担模式図.....	A6-16
資料-6.8 Environmental Approval.....	A6-19
資料-6.9 モニタリング計画および環境チェックリスト.....	A6-20
資料-6.10 対象スキームの水路工事費.....	A6-26
資料-6.11 対象スキームの水路工事計画.....	A6-33
資料-6.11-1 アリアブスキームの水路工事計画.....	A6-33
資料-6.11-2 キティアブスキームの水路工事計画.....	A6-58
資料-6.12 対象スキームの水路通水容量の計算.....	A6-85
資料-6.12-1 アリアブスキームの水路通水容量の計算.....	A6-85
資料-6.12-2 キティアブスキームの水路通水容量の計算.....	A6-91
資料-6.12-3 ニューハルファ（K14）の水路通水容量の計算.....	A6-97
資料-6.13 自然条件調査結果.....	A6-99

資料-1. 調査団員・氏名

氏名	職位／担当	所属組織
鈴木 博	農村開発部 技術審議役	独立行政法人 国際協力機構
天目石 慎二郎	農村開発部 乾燥畑作地帯課 課長	独立行政法人 国際協力機構
大嶋 健介	農村開発部 乾燥畑作地帯課	独立行政法人 国際協力機構
森 建彦	業務主任／灌漑施設計画	株式会社 三祐コンサルタンツ 海外事業本部 技術第4部
工藤 俊徳	灌漑設備設計	株式会社 三祐コンサルタンツ 海外事業本部 技術第3部
若月 幹尚	灌漑施設設計／自然条件調査 (地形・地質)	株式会社 三祐コンサルタンツ 海外事業本部 技術第2部
秋吉 一磨	自然条件調査(水文)	株式会社 三祐コンサルタンツ 海外事業本部 技術第4部
入矢 狷介	営農／組織運営	株式会社 三祐コンサルタンツ 海外事業本部 技術第4部
石川 秀樹	環境社会配慮	株式会社 三祐コンサルタンツ 海外事業本部 技術第4部
永原 朝治	調達／積算／工事計画	株式会社 三祐コンサルタンツ 海外事業本部 技術第2部
澤田 陽士	灌漑施設設計 2／業務調整	株式会社 三祐コンサルタンツ 海外事業本部 技術第3部



資料-2. 調査工程

Schedule of The Study Team (Phase 1) 1/2

Day		Name		A:森 建彦 (業務主任/灌漑施設計画)		E:入矢 狷介 (営農/組織運営)	
		B:工藤 俊徳 (灌漑設備設計)		F:石川 秀樹 (環境社会配慮)		G:澤田 陽士 (灌漑施設設計2/業務調整)	
C:若月 幹尚 (灌漑施設設計/自然条件調査(地形・地質))		D:秋吉 一磨 (自然条件調査(水文))					
No	Day	主な行動予定				宿泊地	対象者
1	Apr.21 Thu	関空(QR803/23:55) - ドーハ(5:15) 成田(QR803/20:50) - 関空 - ドーハ(5:15)					A C D E F G
2	Apr.22 Fri	ドーハ(QR522/7:15) - ハルツーム(10:55)				ハルツーム	A C D E F G
3	Apr.23 Sat	団内会議				ハルツーム	A C D E F G
4	Apr.24 Sun	JICA、日本大使館表敬 連邦農業・林業省表敬 (インセプションレポート説明)				ハルツーム	A C D E F G
5	Apr.25 Mon	再委託調査説明会				ハルツーム	A C D E F G
6	Apr.26 Tue	リバーナイル州へ移動 リバーナイル州農業・家畜資源・灌漑省との協議				アトバラ	A C D E F G
7	Apr.27 Wed	アリアブ現地調査 ハルツームへ移動				ハルツーム	A C D E F G
8	Apr.28 Thu	再委託ローカルコンサルタント選定及び契約交渉(1日目)				ハルツーム	A C D E F G
9	Apr.29 Fri	再委託ローカルコンサルタント選定及び契約交渉(2日目)				ハルツーム	A C D E F G
10	Apr.30 Sat	団内会議				ハルツーム	A C D E F G
11	May.1 Sun	再委託選定経緯JICA報告 リバーナイル州へ移動				アトバラ	A C D E F G
12	May.2 Mon	リバーナイル州農業・家畜資源・灌漑省との協議				アトバラ	A C D E F G
13	May.3 Tue	アリアブ現地調査				アトバラ	A C D E F G
14	May.4 Wed	バウガ現地調査				アトバラ	A C D E F G
15	May.5 Thu	カダバス現地調査				アトバラ	A C D E F G
16	May.6 Fri	団内会議 / データ収集・整理				アトバラ	A C D E F G
17	May.7 Sat	キティアブ現地調査				アトバラ	A C D E F G
18	May.8 Sun	リバーナイル州農業・家畜資源・灌漑省との協議				アトバラ	A C D E F G
19	May.9 Mon	エルシャヒード現地調査				アトバラ	A C D E F G
20	May.10 Tue	サヤール現地調査				アトバラ	A C D E F G
21	May.11 Wed	団内会議 / データ収集・整理				アトバラ	A C D E F G
22	May.12 Thu	リバーナイル州農業・家畜資源・灌漑省との協議				アトバラ	A C D E F G
23	May.13 Fri	ハルツームへ移動				ハルツーム	A C D E F G
24	May.14 Sat	団内会議 / データ収集・整理				ハルツーム	A C D E F G
25	May.15 Sun	カッサラ州へ移動 連邦灌漑水資源省との協議				カッサラ	A C D E F G
26	May.16 Mon	連邦灌漑水資源省との協議 K14現地調査				カッサラ	A C D E F G
27	May.17 Tue	ハルツームに移動				ハルツーム	A C D E F G
28	May.18 Wed	データ収集(州政府にて)				ハルツーム	A C D E F G
29	May.19 Thu	先方機関との会議 ハルツーム(QR521/20:30) - ドーハ(23:55)				ハルツーム	A E F G C D
30	May.20 Fri	団内会議 / データ収集・整理 ドーハ(QR802/0:50) - 関西(16:40)				ハルツーム	A E F G C D

## Schedule of The Study Team (Phase 1) 2/2

Day		Name		A:森 建彦 (業務主任/灌漑施設計画)		E:入矢 狷介 (営農/組織運営)	
		B:工藤 俊徳 (灌漑設備設計)		F:石川 秀樹 (環境社会配慮)		G:澤田 陽士 (灌漑施設設計2/業務調整)	
		C:若月 幹尚 (灌漑施設設計/自然条件調査(地形・地質))		D:秋吉 一磨 (自然条件調査(水文))			
No	Day	主な行動予定				宿泊地	対象者
31	May.21 Sat	団内会議 / データ収集・整理				ハルツーム	A E F G
32	May.22 Sun	連邦灌漑水資源省打合せ				カッサラ	A E F G
33	May.23 Mon	連邦農業・林業省との協議				ハルツーム	A E F G
34	May.24 Tue	団内会議 / 現地調査報告書(案)作成				ハルツーム	A E F G
35	May.25 Wed	団内会議 / 現地調査報告書(案)作成 連邦環境・森林・自然開発省との協議				ハルツーム	A E F G
36	May.26 Thu	団内会議 / 現地調査報告書(案)作成				ハルツーム	A E F G
37	May.27 Fri	団内会議				ハルツーム	A E F G
38	May.28 Sat	団内会議 / 現地調査報告書(案)作成				ハルツーム	A E F G
39	May.29 Sun	団内会議 / 現地調査報告書(案)作成 連邦環境・森林・自然開発省との協議				ハルツーム	A E F G
40	May.30 Mon	イベントリー調査報告書(案)受取り / データ収集 成田(QR803/20:50) - 関西 - ドーハ(5:15)				ハルツーム	A E F G B
41	May.31 Tue	データ収集 ドーハ(QR522/7:15) - ハルツーム(10:55)				ハルツーム	A E F G B
42	JUN.1 Wed	JICA打合せ				ハルツーム	A B E F G
43	JUN.2 Thu	リバーナイル州へ移動				アトバラ	A B E F G
44	JUN.3 Fri	団内会議				アトバラ	A B E F G
45	JUN.4 Sat	先方機関との協議 (リバーナイル州)、ワークショップ視察				アトバラ	A B E F G
46	JUN.5 Sun	パウガ、カダバス現地調査				アトバラ	A B E F G
47	JUN.6 Mon	カダバス現地調査				アトバラ	A B E F G
48	JUN.7 Tue	サヤール、エルシャヒード現地調査				アトバラ	A B E F G
49	JUN.8 Wed	先方機関との協議 (リバーナイル州)				アトバラ	A B E F G
50	JUN.9 Thu	先方機関との協議 (リバーナイル州)				アトバラ	A B E F G
51	JUN.10 Fri	ハルツームへ移動				ハルツーム	A B E F G
52	JUN.11 Sat	団内会議				ハルツーム	A B E F G
53	JUN.12 Sun	現地調査報告書(案)作成				ハルツーム	A B E F G
54	JUN.13 Mon	現地調査報告書(案)作成				ハルツーム	A B E F G
55	JUN.14 Tue	現地調査報告書(案)作成				ハルツーム	A B E F G
56	JUN.15 Wed	先方機関及びJICAとの協議(ハルツーム)				ハルツーム	A B E F G
57	JUN.16 Thu	先方機関及びJICAとの協議(ハルツーム)				ハルツーム	A B E F G
58	JUN.17 Fri	帰国準備				ハルツーム	A B E F G
59	JUN.18 Sat	ハルツーム(QR521/20:30) - ドーハ(23:55)				ハルツーム	A B E F G
60	JUN.19 Sun	ドーハ(QR802/0:50) - 関空(16:40) ドーハ(QR802/0:50) - 関空 - 成田(19:20)					A E F B G

## Schedule of The Study Team (Phase 2) 1/2

Name		A:森 建彦 (業務主任/灌漑施設計画) E:入矢 隼介 (営農/組織運営)				
Day		B:工藤 俊徳 (灌漑設備設計) F:石川 秀樹 (環境社会配慮)				
		C:若月 幹尚 (灌漑施設設計/自然条件調査(地形・地質)) G:永原 朝治 (調達/積算/工事計画)				
		D:秋吉 一磨 (自然条件調査(水文)) H:澤田 陽士 (灌漑施設設計2/業務調整)				
No	Day	主な行動予定			宿泊地	対象者
1	July.21 Thu	成田(EK319/22:00) - ドバイ(03:50) 関空(EK317/23:35) - ドバイ(05:05) 関空(QR803/23:55) - ドーハ(5:15)				A C E F B H D
2	July.22 Fri	ドバイ(EK733/14:35) - ハルツーム(17:40) / ドーハ(QR522/7:15) - ハルツーム(10:55)			ハルツーム	A B C D E F H
3	July.23 Sat	団内会議			ハルツーム	A B C D E F H
4	July.24 Sun	JICA打合せ、再委託調査説明会			ハルツーム	A B C D E F H
5	July.25 Mon	関係機関協議、再委託契約交渉			ハルツーム	A B C D E F H
6	July.26 Tue	関係機関協議、再委託契約交渉			ハルツーム	A B C D E F H
7	July.27 Wed	データ収集・整理/(関係機関協議)			ハルツーム	A B C D E F H
8	July.28 Thu	データ収集・整理/(関係機関協議) 成田(EK319/22:00) - ドバイ(03:50)			ハルツーム	A B C D E F H G
9	July.29 Fri	団内会議 ドバイ(EK733/14:35) - ハルツーム(17:40)			ハルツーム	A B C D E F H G
10	July.30 Sat	リバーナイル州へ移動			アトバラ	A B C D E F G H
11	July.31 Sun	州政府との協議、アリアブ現地調査(測量・地質調査現場説明)			アトバラ	A B C D E F G H
12	Aug.1 Mon	カダバス現地調査(測量・地質調査現場説明)			アトバラ	A B C D E F G H
13	Aug.2 Tue	キティアブ現地調査(測量・地質調査現場説明)			アトバラ	A B C D E F G H
14	Aug.3 Wed	水路施設等現地調査			アトバラ	A B C D E F G H
15	Aug.4 Thu	水路施設等現地調査			アトバラ	A B C D E F G H
16	Aug.5 Fri	ハルツームへ移動			ハルツーム	A B C D E F G H
17	Aug.6 Sat	ワド・メダニへ移動 団内会議			ワド・メダニ ハルツーム	A B H C D E F G
18	Aug.7 Sun	連邦灌漑水資源省との協議、ワド・メダニからカッサラ州へ移動 ハルツームからカッサラ州へ移動 調達・施工計画関連調査			カッサラ " ハルツーム	A B H C D E F G
19	Aug.8 Mon	ニューハルファ農業公社との協議、ニューハルファ現地調査 調達・施工計画関連調査			カッサラ ハルツーム	A B C D E F H G
20	Aug.9 Tue	カッサラ州農業省表敬、ニューハルファ現地調査 調達・施工計画関連調査			カッサラ ハルツーム	A B C D E F H G
21	Aug.10 Wed	ハルツームへ移動 調達・施工計画関連調査			ハルツーム	A B C D E F H G
22	Aug.11 Thu	団内会議			ハルツーム	A B C D E F G H
23	Aug.12 Fri	プロジェクト計画策定			ハルツーム	A B C D E F G H
24	Aug.13 Sat	プロジェクト計画策定			ハルツーム	A B C D E F G H
25	Aug.14 Sun	プロジェクト計画策定			ハルツーム	A B C D E F G H
26	Aug.15 Mon	JICA打合せ プロジェクト計画策定 ワド・メダニ(FMoIWR)経由カッサラ州へ移動			ハルツーム カッサラ	A D E H C F B G
27	Aug.16 Tue	プロジェクト計画策定 ニューハルファ現地調査、ハルツームへ移動			ハルツーム	A C D E F H B G
28	Aug.17 Wed	連邦灌漑水資源省との協議 プロジェクト計画策定 調達・施工計画関連調査			ハルツーム	A B D E H C F G
29	Aug.18 Thu	プロジェクト計画策定 ハルツーム(QR523/12:25) - ドーハ(15:50)			ハルツーム	A B C E F G H D
30	Aug.19 Fri	団内会議 ドーハ(QR802/00:50) - 関空(16:40)			ハルツーム	A B C E F G H D

## Schedule of The Study Team (Phase 2) 2/2

Name		Day						
		A:森 建彦 (業務主任/灌漑施設計画)			E:入矢 隼介 (営農/組織運営)			
		B:工藤 俊徳 (灌漑設備設計)			F:石川 秀樹 (環境社会配慮)			
		C:若月 幹尚 (灌漑施設設計/自然条件調査(地形・地質))			G:永原 朝治 (調達/積算/工事計画)			
		D:秋吉 一磨 (自然条件調査(水文))			H:澤田 陽士 (灌漑施設設計2/業務調整)			
No	Day	主な行動予定			宿泊地	対象者		
31	Aug.20	Sat	プロジェクト計画策定			ハルツーム	A B C	E F G H
32	Aug.21	Sun	プロジェクト計画策定			ハルツーム	A B C	E F G H
33	Aug.22	Mon	プロジェクト計画策定			ハルツーム	A B C	E F G H
34	Aug.23	Tue	現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A B C	E F G H
35	Aug.24	Wed	ワド・メダニ(FMoIWR)訪問(予算、組織、人員配置他データ入手) 現地調査報告書(案)作成			ワド・メダニ ハルツーム	A B C	E F G H
36	Aug.25	Thu	現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A B C	E F G H
37	Aug.26	Fri	団内会議			ハルツーム	A B C	E F G H
38	Aug.27	Sat	現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A B C	E F G H
39	Aug.28	Sun	現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A B C	E F G H
40	Aug.29	Mon	現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A B C	E F G H
41	Aug.30	Tue	現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A B C	E F G H
42	Aug.31	Wed	現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A B C	E F G H
43	Sept.1	Thu	現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A B C	E F G H
44	Sept.2	Fri	団内会議 ハルツーム(EK734/19:15) - ドバイ(00:15)			ハルツーム	A C B	E F G H
45	Sept.3	Sat	現地調査報告書(案)作成 ドバイ(EK318/02:50) - 成田(17:35)			ハルツーム	A C B	E F G H
46	Sept.4	Sun	現地調査報告書(案)作成、測量・地質調査検収			ハルツーム	A C	E F G H
47	Sept.5	Mon	リバーナイル州へ移動、州政府との協議			アトバラ	A C	E F G H
48	Sept.6	Tue	キティアブ現地調査 州政府との協議、ハルツームへ移動			アトバラ ハルツーム	C A	F G E H
49	Sept.7	Wed	カダバス、アリアブ現地調査、ハルツームへ移動 関係機関協議、JICA打合せ			ハルツーム	C A	F G E H
50	Sept.8	Thu	JICA打合せ 現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A C	E F G H
51	Sept.9	Fri	団内会議 ハルツーム(EK734/19:15) - ドバイ(00:15)			ハルツーム	A C	E F G H
52	Sept.10	Sat	現地調査報告書(案)作成 ドバイ(EK318/02:50) - 成田(17:35)			ハルツーム	A C	E F G H
53	Sept.11	Sun	官ミッションAM ハルツーム着、PM JICAで進捗報告、大使館表敬 現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A C	E F H
54	Sept.12	Mon	AM連邦農業・林業省との協議(官ミッション)、PM農業再活性化Proj 現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A C	E F H
55	Sept.13	Tue	リバーナイル州現地調査(鈴木技術審議役)[アリアブ/カダバス] 現地調査報告書(案)作成			アトバラ ハルツーム	A C	E F H
56	Sept.14	Wed	州政府との協議、リバーナイル州現地調査(鈴木技術審議役)[キティアブ] 現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A C	E F H
57	Sept.15	Thu	先方機関とのミニッツ協議・署名(官ミッション) 現地調査報告書(案)作成			ハルツーム	A C	E F H
58	Sept.16	Fri	団内会議 ハルツーム(EK734/19:15) - ドバイ(00:15)			ハルツーム	A C	E F H
59	Sept.17	Sat	帰国準備 ドバイ(EK316/03:00) - 関空(17:10)			ハルツーム	A C	E F H
60	Sept.18	Sun	ハルツーム(EK734/19:15) - ドバイ(00:15)			ハルツーム	A	E H
61	Sept.19	Mon	ドバイ(EK318/02:50) - 成田(17:35) ドバイ(EK316/03:00) - 関空(17:10)				A	E H

## Schedule of The Study Team (Phase 3)

Day		Name	A:森 建彦 (業務主任/灌漑施設計画)		E:入矢 狷介 (営農/組織運営)	
			B:工藤 俊徳 (灌漑設備設計)		F:石川 秀樹 (環境社会配慮)	
Day		C:若月 幹尚 (灌漑施設設計/自然条件調査(地形・地質))		G:永原 朝治 (調達/積算/工事計画)		
Day		D:秋吉 一磨 (自然条件調査(水文))		H:澤田 陽士 (灌漑施設設計2/業務調整)		
No	Day	主な行動予定			宿泊地	対象者
1	Feb.7 Tue	成田(QR803/21:20) - ドーハ(5:50)				B
2	Feb.8 Wed	関空(QR803/0:20) - ドーハ(5:50) ドーハ(QR522/6:40) - ハルツーム(10:40)			ハルツーム	A A B
3	Feb.9 Thu	リバーナイル州へ移動、州政府との協議			アトバラ	A B
4	Feb.10 Fri	ハルツームへ移動、団内会議			ハルツーム	A B
5	Feb.11 Sat	JICA打合せ、概略設計報告書及びミニッツ案作成			ハルツーム	A B
6	Feb.12 Sun	先方機関との協議			ハルツーム	A B
7	Feb.13 Mon	連邦農業・林業省打合せ			ハルツーム	A B
8	Feb.14 Tue	先方機関との協議			ハルツーム	A B
9	Feb.15 Wed	概略設計報告書及びミニッツ作成			ハルツーム	A B
10	Feb.16 Thu	概略設計報告書説明及びミニッツ署名			ハルツーム	A B
11	Feb.17 Fri	ハルツーム(QR521/20:55) - ドーハ(0:15)			ハルツーム	A B
12	Feb.18 Sat	ドーハ(QR802/1:30) - 関西(16:30) ドーハ(QR802/1:30) - 成田(19:30)				A B

資料-3. 関係者（面会者）リスト

No.	Name	Position
<b>Ministry of Agriculture and Irrigation (MoAI) (Former : Ministry of Agriculture and Forestry (MoAF))</b>		
1	Mr. Mohamed Hassan Jubara	Undersecretary
2	Mr. Abdelwahid Abass	Bilateral Cooperation
3	Mr. Abdel EL Halim EL Hassan	General Manager of National Wheat Production Project
4	Mr. Badreldin EL Sheikh Mohamed	Directorate of Horticulture Ministry of Agriculture
5	Ms. Abra Malik Osman	Director, International & Regional Organization Dorectorate
6	Mr. Babiker Hassan Adam	Acting Director, International & Regional Organizations Administration (IROA)
7	Mr. Hassan Abdelageim	Bilateral Cooperation
8	Ms. Najat Yousif Mohamed	Agricultural Engineer
9	Ms. Salma Yousif	International Cooperation & Investment Directorate
10	Mr. Abdel Rahaman Msood	Investment Department
11	Mr. Wajdy Khidir Hassan	National Wheat Project
<b>Ministry of Water Resources (MoWR) (Rormer : Ministry of Irrigation and Water Resources (MoIWR))</b>		
1	Mr. Adam Abbakar Pashier	Undersecretary
2	Mr. Karon Elhag Hamad	Director General, Dams and Nile control
3	Mr. Elmageoub Ahmed Taha	Director General, Water Resources
4	Mr. Hassan Aboabasher Ali	Technical Director
5	Mr. Hassab Elnabi Musa Mohamed	MOIWR-RIRP-NC
6	Mr. Sayed Suliman	Irrigation manager (New Halfa)
7	Mr. Mohamed Hamid	General Manager, Mechanical Electrical Administration
8	Mr. EL Sadig Ahmad Adam	Projects and Dams Manager
9	Mr. Abdel Gadir Elnaeim	Mech. & Elct. Pumps Manager
10	Mr. Gamal EL Gali	Pumps Manager
11	Mr. Ahmed Hammad Mohamed	Irrigation Operations
12	Mr. Mohamed Elkhidir Ali	Workshops and Equipment Director
13	Mr. Noureldin Abdalla Ismail	Procurements Manager
<b>Ministry of Environment, Forestry &amp; Physical Development (MoEFPD)</b>		
1	Mr. Manoon Isa abdel Algaadir	Director of General Department of Environmental Affair
2	Mr. Sayed Hag EL Nour Ahmed	Director of Environmental Control
<b>Ministry of Finance and National Economy (MoFNE)</b>		
1	Mr. Amer Abdelrahim	Ministry of Finance and National Economy
<b>Ministry of International Cooperation (MoIC)</b>		
1	Ms. Tomadir Taha	Deputy Director of Financial Bilateral Department
<b>Agricultural Research Corporation (ARC)</b>		
1	Mr. Alaeldin Mohamed Elhassan	Agricultural Engineer, ARC / Hudeiba Research Station
2	Mr. Omer H. Ibrahim	Crop Physiologist, ARC / Hudeiba Research Station
3	Mr. Fathel Rahman Ali	Soil Scientist, ARC / Hudeiba Research Station
4	Ms. Maie Kabbashi	Scientist, ARC / Hudeiba Research Station

No.	Name	Position
<b>Ministry of Agriculture and Irrigation and Forestry, River Nile State (MoAIF, RNS) (Former : Ministry of Agriculture, Animal Resources and Irrigation (MoAARI, River Nile State))</b>		
1	Mr. El Sadig Suliman	Professor, Minister of MoAIAR
2	Mr. Fathel Rahman Osman	Director of River Nile National Wheat Project
3	Mr. Mohamed Ibrahim Khalid	Agriculturalist, Ex-Director of Agricultural Scheme of R.N.S
4	Mr. Hassan Alhag Ahmed	Irrigation Director of Agricultural Scheme of R.N.S
5	Mr. EL Mubark Aiel Hafr	Director of Shendi, Irrigation Ministry
6	Mr. Salah Aldeen EL Almamoun	Irrigation Engineer
7	Mr. Alwahab Suliman Omer	Mechanical Engineer (Pump), N.W.P
8	Mr. Mohamed Alnaire Ali	Agriculture & Environmental Engineer, M&E Officer
9	Mr. Omer Mohamed Ahmed	Ministry of Irrigation
10	Mr. Murtada Awad Alkalim	Electrical Engineer
11	Mr. Hag Attwa Tag Eisir	Engineer, Manager General
12	Mr. Mohammed Siragedin Mohammed	Agricultural Engineer
<b>Ministry of Agriculture and Forestry (MoAF, Kassala State)</b>		
1	Mr. Abdella Ali sharief	Minister of MAFI Kassala State
2	Mr. Abdel Hakeem Elhassan	Director General of MAFI Kassala State
3	Mr. Khidir Ramadan Sadig	Technology Transfer and Extension Department
4	Mr. Mohamed Abdu Mohamed	General field manager
5	Mr. Abdelgadir Haj Ali	General Manager
<b>New Halfa Agricultural Corporation (NHAC)</b>		
1	Mr. Omer Mohamed Ibrahim	General Director
2	Mr. Mohamed Abdelaziz	Planning and economical Researches
3	Mr. Mohamed Ahemd Ali	Irrigation and water management head consultant
4	Mr. Mustafa Mohamed Ahmed	New Halfa Scheme Manager
5	Mr. Mohamed Ahmed Abdelmawla	Irrigation Engineer
6	Mr. Gamal Hussein Mohamed	Khartoum Office Manager
<b>Each Scheme of River Nile State</b>		
<b>&lt;Bauga Scheme&gt;</b>		
1	Mr. Abdel Rahman Ahmed	Chief Person for Farmer's Union
<b>&lt;Kadpas Scheme&gt;</b>		
1	Mr. Sharhahel Musa	Kadpas Scheme Manager
<b>&lt;Aliab Scheme&gt;</b>		
1	Mr. Fathel Rahman Auodalle	Aliab Scheme Manager, Agriculture Ministry
<b>&lt;Kitiab Scheme&gt;</b>		
1	Mr. Mohamed Elshaigi	Project Manager of Kitia Scheme Office
<b>&lt;Sayal Scheme&gt;</b>		
1	Mr. Abdel EL Ghafav Karim	EL Sayal Scheme Manager
<b>&lt;Elshaheed Scheme&gt;</b>		
1	Mr. Abdel Fattah Mhamed	Elshaheed Scheme Manager

**MINUTES OF DISCUSSIONS  
BETWEEN JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY AND  
AUTHORITIES CONCERNED OF THE REPUBLIC OF THE SUDAN  
ON PREPARATORY SURVEY ON  
“PROJECT FOR UPGRADING FOOD PRODUCTION INFRASTRUCTURE  
IN SUDAN”**

In response to the request of the Government the Republic of the Sudan with reference to Note Verbale Ref No.MFA/Asian/6/B/7/JICA, the Government of Japan decided to conduct the Second Phase of the Preparatory Survey (hereinafter referred to as “the Second Study”) on “Project for Upgrading Food Production Infrastructure in Sudan” (hereinafter referred to as “the Project”).

Accordingly, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched a study team to carry out the Second Study for the period from 22<sup>nd</sup> April to 18<sup>th</sup> June 2011 and 22<sup>nd</sup> July to 17<sup>th</sup> September 2011.

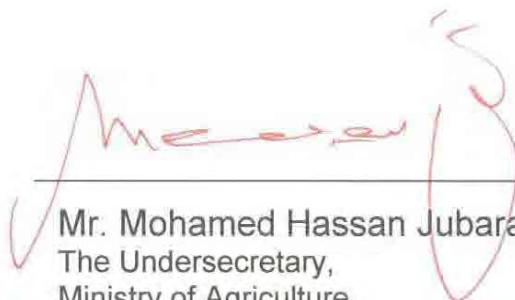
JICA and Sudanese authorities concerned exchanged views and had series of discussions with respect to the Project, and as a result of the discussions, the two parties agreed on the matters referred to in the documents attached hereto.

Khartoum, 26<sup>th</sup> July 2011



---

Mr. Hiroyuki Mori  
Resident Representative,  
Sudan Office,  
Japan International Cooperation Agency



---

Mr. Mohamed Hassan Jubara  
The Undersecretary,  
Ministry of Agriculture,  
Republic of the Sudan



## I. BACKGROUND

Accounting for 31.6% of GDP and 50% of the working population in Sudan, agricultural sector is one of the key sectors for Sudan's national economy. On the other hand, high population growth (2.8%) and large number of food insecure population (7.5 million people, namely, 20% of the population in the country) are contributing to increase in national food requirement. Thus, ensuring food security has been one of the key challenges in Sudan.

In 2008, "The Executive Programme for the Implementation of Agricultural Revival" was introduced by the Government of Sudan to revitalize agriculture sector. The key areas of the Programme include development and modernization of agricultural system, rehabilitation of irrigation schemes, and increasing areas planted with crops.

At the same time, 4<sup>th</sup> Conference of Tokyo International Conference on African Development (TICAD IV) was held in May 2008, where Yokohama Action Plan was declared "promotion of development, rehabilitation and maintenance of water resources management infrastructure aiming at expanding the irrigation area". Through this conference, the Government of Japan pledged its commitment to provide support to expand irrigation area in Africa.

In this context, the First Phase of the Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the First Study") on the Project was designed by the Government of Japan to study present situation of irrigation infrastructures in Sudan to assess possibilities of its cooperation to the Government of Sudan on agricultural development, in alignment with TICADIV initiative.

In the First Study, the present situations of irrigation schemes in Northern State, River Nile State and Kassala State were studied, and based on this, Japanese side suggested that Northern State and River Nile State have priorities due to urgency for rehabilitation. On the other hand, Sudanese authorities requested to Japanese side that River Nile State shall be targeted for the Project. Minutes of Discussions was signed on 30<sup>th</sup> August 2010 by JICA and Ministry of Agriculture of the Republic of the Sudan (hereinafter referred to as "MOA"), to agree on the above-mentioned priorities.

In October 2010, an official request document from the Government of Sudan was received by the Government of Japan with Note Vabale Ref No.MFA/Asian/6/B/7/JICA, which requested rehabilitation of 6 irrigation schemes in River Nile State. In accordance with this request, the Government of Japan decided to carry out the Second Phase of the Preparatory Study ("the Second Study").

## II. OUTLINE OF THE SECOND STUDY

The Second Study is designed to be conducted in three phases – 1) the first field survey and 2) the second field survey, and 3) a mission for final report. A team of irrigation engineers and specialists of concerned fields (hereinafter referred to as "the Team") has been dispatched by JICA for the Second Study.

The first field survey was carried out from 22<sup>nd</sup> April to 18<sup>th</sup> June 2011, with following objectives:

- 1) To conduct an **inventory survey** on the proposed 6 irrigation schemes in River Nile State as well as New Halfa irrigation scheme in Kassala State.
- 2) To **appraise and evaluate viability** of each above-mentioned irrigation scheme for selecting as a project site (Viability as Japan's Grant Aid Project as well as viability

with respect to social, environmental and technical points of view).

3) To **prioritize irrigation schemes to be targeted** for the second filed survey.

Based on the result of the first filed survey, Japanese side had discussions among Japanese authorities to prioritize the proposed sites for the second field survey. The second filed survey has been started on 22<sup>nd</sup> of July 2011, and will be continued until 17<sup>th</sup> of September 2011 with following objectives:

- 1) To prepare **basic design** for the selected irrigation schemes and **estimate the cost** of the Project.
- 2) To clarify **undertakings by Sudanese side and Japanese side** as well as an outline of project implementation schedule, construction plan, and recommendation on the operation and maintenance of the irrigation infrastructure.
- 3) To conduct **Initial Environmental Examination**.

### III. IRRIGATION SCHEMES SELECTED FOR DETAILED STUDY & DRAWING BASIC DESIGN

At the inception of the second filed survey, JICA explained to Sudanese authorities on the irrigation schemes which could be targeted for the second filed survey as below:

1. Aliab Irrigation Scheme (River Nile State)
2. Kitiab Irrigation Scheme (River Nile State)
3. Kadabas Irrigation Scheme (River Nile State)
4. Kilo14 pump station in New Halfa Irrigation Scheme (Kassala State)

The above-mentioned selection was made according to the criteria of Japanese side such as technical and economical viabilities, based on the result of the first filed survey. A comparison table of the 6 irrigation schemes in River Nile State and New Halfa Irrigation Scheme in Kassala State according to the criteria of Japanese side is shown in ANNEX-1. Locations of these irrigation schemes are shown in a map in ANNEX-2.

Both Sudanese and Japanese sides agreed that the second filed survey targets the above-mentioned four (4) sites – 3 sites in River Nile State and one (1) site in Kassala State – and these selected four sites shall be the final candidates for the project implementation.

### IV. OBJECTIVE OF THE PROJECT

(1) Overall Goal

- Increased crop production in Sudan is contributed to enhancement of food security and poverty alleviation of the Republic of the Sudan.

(2) Project Purpose

- Irrigation infrastructure is upgraded to increase agricultural production in the Republic of the Sudan.
- A model of improved irrigation infrastructure is introduced in the Republic of Sudan.

## V. SOFT COMPONENT OF THE PROJECT

Both sides agreed that the Project shall include a soft component to strengthen capacity of the beneficiaries of the Project on installation of equipments as well as operation and maintenance of irrigation facilities, after the rehabilitation work in the target irrigation schemes. During the second filed survey, both sides will discuss about the details of the soft component. In addition, both sides will discuss possible approach(s) as well as necessary activity(s) to increase effectiveness of the Project from a long-term perspective.

## VI. RESPONSIBLE AGENCY AND IMPLEMENTING AGENCY OF THE PROJECT

Both sides agreed on the responsible agencies and the implementing agencies of the Project as described below:

(1) Responsible agencies for the Project are:

- **Ministry of Agriculture** of the Republic of the Sudan, in collaboration with **Ministry of Irrigation and Water Resources** of the Republic of Sudan

(2) Implementing agencies of the Project are:

- **State Ministry of Agriculture, Irrigation and Animal Resources of River Nile State** in collaboration with **National Wheat Project** of the Republic of the Sudan (for Kitiab Scheme, Aliab Scheme and Kadapas Scheme in River Nile State)
- **Ministry of Irrigation and Water Resources** of the Republic of the Sudan, in collaboration with **New Halfa Agricultural Corporation** (for Kilo14 Pump Station in New Halfa Irrigation Scheme in Kassala State)

## VII. SCHEDULE FROM NOW ONWARD

Both sides agreed on the schedule from now onward as below:

(1) Confirmation of results of the second filed survey by both parties

- The Team will conduct the second field survey during the period of 22<sup>nd</sup> July – 17<sup>th</sup> September 2011, and will report the results to MOA by the second week of September 2011. Both sides will confirm the reported results within a week from the day of reporting.

(2) Preparation of Final Report by JICA

- JICA will prepare a draft final report of the Second Study (in English), and will dispatch a mission to explain it to MOA in January, 2012.

(3) Completion of the Second Study

- The above-mentioned draft final report will be examined by Sudanese side, and JICA will finalize it to complete the final report, upon the confirmation of the contents of the report by the Sudanese authorities. The completed report will be sent to MOA by March 2012 through JICA Sudan office.

**ANNEX-1 Comparison table of irrigation schemes surveyed in the first field survey**

**ANNEX-2 Maps of the target sites**

## ANNEX-1 Comparison table of irrigation schemes surveyed in first field survey

In accordance with the purpose and requirement of the Japan's Grant Aid Project, 6 irrigation schemes in River Nile State and Kilo 14 in New Halfa irrigation scheme in Kassara State are evaluated on technical and economical viabilities for selection of target schemes.

Table-1 Comparison on the viabilities of the irrigation schemes as a Japan's Grant Aid Project

Evaluation Items	Weight	Bauga	Kadabas	Aliab	Kitiab	Sayal	Elsaheed	New Halfa kilo 14
① Functional Soundness of the Pump and Canal facilities	— (Requirement)	○	△	△	△	○	×	○
② Existence of Organization for Sustainable Operation and Maintenance	— (Requirement)	○	△	○	○	△	×	○
③ Effectiveness for Increase of Production and Adequateness of Investment against Benefit	4	(5) 20	(2) 8	(7) 28	(6) 24	(3) 12	(1) 4	(4) 16
④ Urgency for Stabilization of the People's Livelihood such as Poverty Alleviation	3	(3) 9	(6) 18	(1) 3	(4) 12	(2) 6	(5) 15	(7) 21
⑤ Large Number of Beneficial Population	2	(2) 4	(4) 8	(3) 6	(6) 12	(1) 2	(5) 10	(7) 14
⑥ Extensiveness of the Irrigation Area	1	(2) 2	(3) 3	(4) 4	(5) 5	(1) 1	(6) 6	(7) 7
Total Points		35	37	41	53	21	35	58
Order of Priority		5	4	3	2	6	(7)	1

Note : In the items①and②, ○ indicates "Soundness", △ indicates "Insufficient" and × indicates "Malfunction"

Detailed data of each item in the Table-1 shall be referred to the Table-2.

The following four (4) schemes are selected as the target ones for Japan Grant Aid Project taking into consideration the total investment cost and effectiveness of the Project.

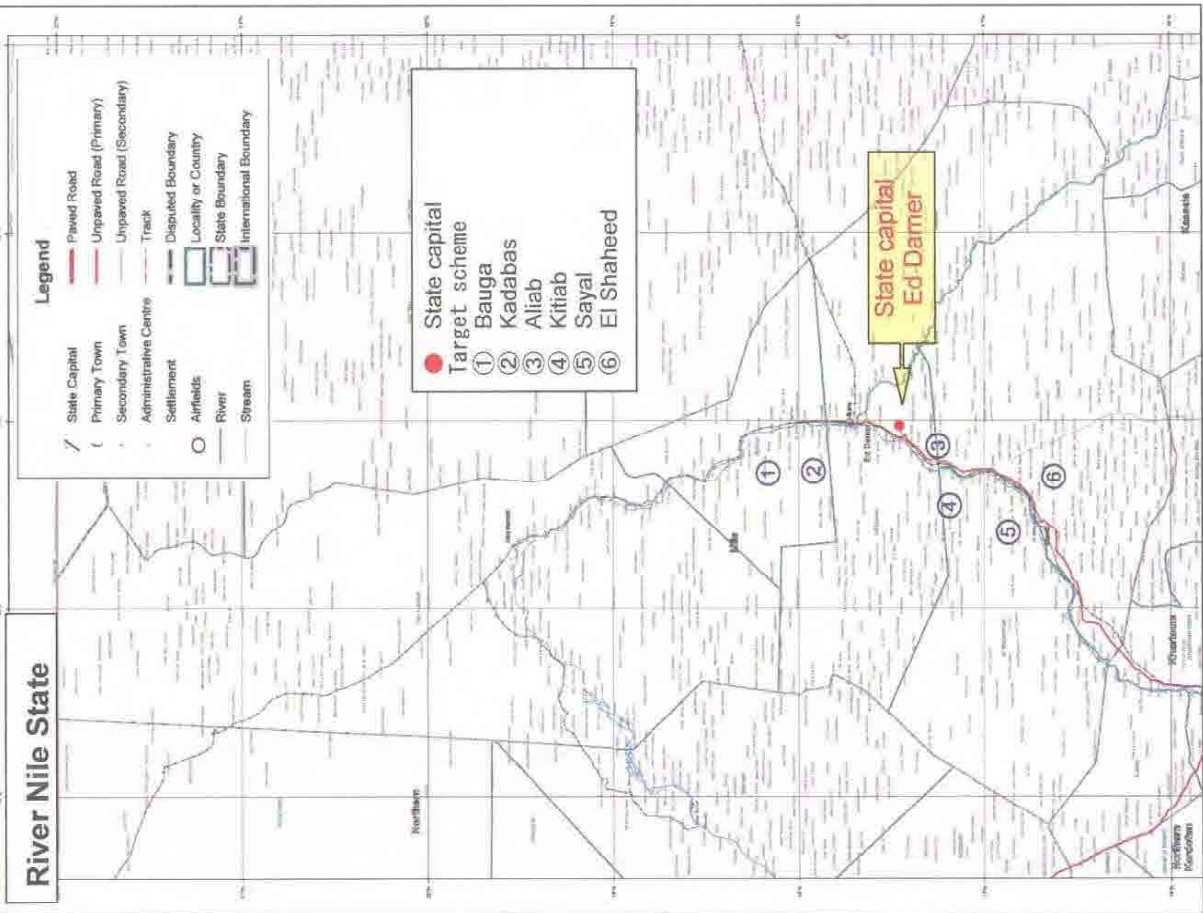
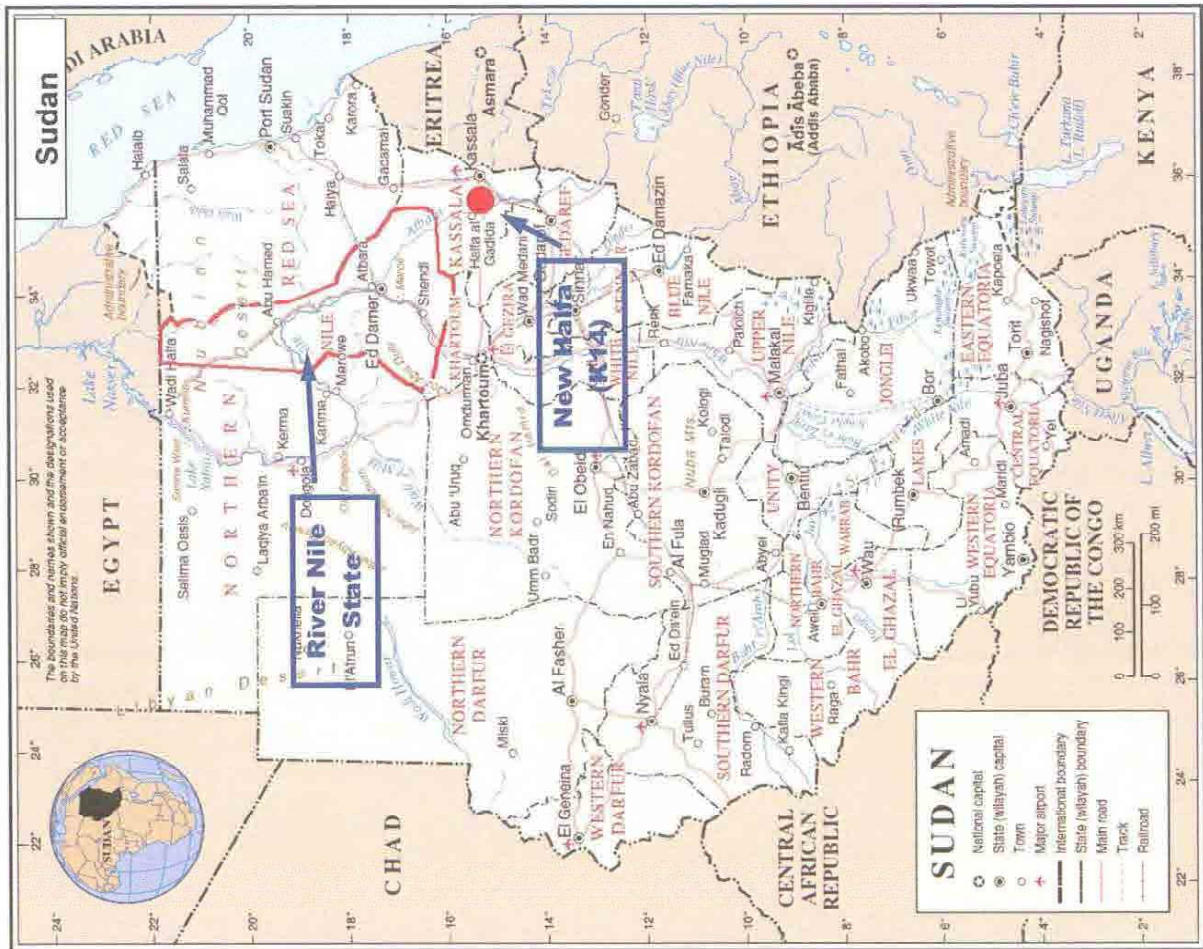
1. New Halfa irrigation scheme Kilo 14 in Kassara State
2. Kitiaab irrigation scheme in River Nile State
3. Aliab irrigation scheme in River Nile State
4. Kadabas irrigation scheme in River Nile State

Table-2 Evaluation for Prioritization on the Irrigation Schemes

Basic Data	Schemes		Bluga	Kadabas	Alfah	Kitabb	Soyal	Elahneed	New Haifa K14
	Established Year	Irrigation Area in Feddan							
Functional Soundness of Pump and Canal / Sufficiency of Irrigation Water	Irrigation Area in Feddan	fed.	1917	2000	1942	1917	1974	2001	1974
	Irrigation Area in Hectare	hec	4,500 (2)	4,800 (3)	5,250 (4)	5,700 (5)	2,800 (1)	10,000 (6)	31,000 (7)
Functional Soundness of Pump and Canal / Sufficiency of Irrigation Water	Max. Irrigation Water Requirement (Emerging Month)	m <sup>3</sup> /s	1,890	2,016	2,205	2,394	1,176	4,200	13,020
	Actual Capacity of Pump	m <sup>3</sup> /s	5.89 (Apr)	4.37 (Mar)	3.58 (Jan)	3.93 (Feb)	2.87 (Feb)	12.3 (Feb)	7.0 (Oct)
Functional Soundness of Pump and Canal / Sufficiency of Irrigation Water	Sufficiency of Irrigation Water	%	4.00	0.80	3.50	4.00	4.00	6.00	10.50
	Problems of the Existing Pump		87.9	18.3	97.8	101.8	139.4	48.8	100.0
Functional Soundness of Pump and Canal / Sufficiency of Irrigation Water	New motor pumps supplied by NWPPP (Horizontal shaft centrifugal volute pump & motor)		2 units, capacity of 2m <sup>3</sup> /s in total	—	2 units, capacity of 2m <sup>3</sup> /s in total	2 units, capacity of 2m <sup>3</sup> /s in total	2 units, capacity of 2m <sup>3</sup> /s in total (Vertical shaft centrifugal pump)	No problem is found.	High risk of malfunction of pump is concerned due to use of long duration for more than 40 years. Precision of many spare parts is getting difficult.
	Flow capacity of canal	m <sup>3</sup> /s	5.87	7.46	0.44	3.07	2.01	5.81	N.A.
Functional Soundness of Pump and Canal / Sufficiency of Irrigation Water	Excess or deficiency of canal capacity	m <sup>3</sup> /s	-0.02	-3.09	-3.14	-0.86	-0.83	-6.49	N.A.
	Functional Soundness of Canal Facilities		Insufficient dredging at the midstream of canal. No problem other than this.	Almost no canal maintenance is conducted at present due to small irrigation area of only 1,100 fed. The siphon of canal has been plugged by sedimentation.	Ordinal maintenance is conducted, however, canal has insufficient capacity and needs enlargement.	Flow capacity of canal is insufficient. Many Abu Ashreen canals are distributed from major canal directly which causes water shortage.	Flow capacity of canal is insufficient. Potational irrigation by two blocks divided the scheme into east unit west ones. Enlargement of canal is required for 1 km of upstream section.	Immature canal can not cover whole irrigation area and has been torn by from pump station and canals are insufficient too. Canal elevation is considerably low totally. x	Although a certain level of deterioration is existed on some distribution facilities, none of serious problem is found in water conveyance function.
Functional Soundness of Pump and Canal / Sufficiency of Irrigation Water	Excess or deficiency of irrigation water in a farmland		-Water is not hardly short but not enough.	-Present water sufficiency is 60% because irrigation water of 0.8m <sup>3</sup> /s is supplied for farmland of only 1,100fed.	-Water is not enough, and supplied unstable because main pumps are installed out of door.	-Although pump capacity is enough, water is short due to small flow capacity of canal and supplemented by floating pump at the end of scheme. Much water leakage from discharge pipe of floating pump is observed.	-Water flow capacity is enough because irrigation area is reduced in the year of 2000 from 9,000fed to 2,800fed.	-Pump discharge capacity is half of the requirement.	-It is supposed that operation units and operation hour is rather short if compare with other area.
	Estimated Crop Production Increase	MSDG	19.58	9.31	61.24	29.46	10.51	1.00	48.92
Functional Soundness of Pump and Canal / Sufficiency of Irrigation Water	Value and that after yield		(+1.14)	(+7.37)	(+25.75)	(+6.15)	(-4.43)	(Gross crop production expected)	(+5.02)
	Annual O & M Cost	MSDC	0.993	0.973	1.554	1.700	1.046	2.982	7.790
Functional Soundness of Pump and Canal / Sufficiency of Irrigation Water	No. of Farmer Households	Household	2,200	2,200	1,500	3,000	452	3,300	11,000
	Average farm size owned	fed/family	8.800 (2)	12,000 (4)	10,500 (3)	21,000 (6)	3,200 (1)	19,800 (5)	110,000 (7)
Functional Soundness of Pump and Canal / Sufficiency of Irrigation Water	Average Family size	persons/family	2.0	2.2	3.5	1.9	2.0	3.0	2.8
	Minimum requirement to manage a family per month	SDG/household	4	5.5	7	7	7	6	10
Functional Soundness of Pump and Canal / Sufficiency of Irrigation Water	Crop production for 20years(B)	M-Yen	11,750	5,587	36,742	17,878	6,304	600	23,350
	Renovation cost for facility	M-Yen	1,010	980	903	953	732	3,593	440
Functional Soundness of Pump and Canal / Sufficiency of Irrigation Water	O & M Cost for 20 years	M-Yen	596	524	932	1,020	628	1,789	4,650
	Investment cost for 20 years(C)	M-Yen	1,606	1,504	1,835	1,973	1,360	5,382	5,090
Functional Soundness of Pump and Canal / Sufficiency of Irrigation Water	Crop Production(20years)/(B/C)		7.32 (5)	3.72 (2)	20.02 (7)	8.95 (6)	4.64 (3)	0.11 (1)	5.77 (4)
	Necessity & Urgency of rehabilitation		Low	High	Medium	Medium	Low	High	Medium

ANNEX-2 Maps of the target sites

Location Map



Map No. 2707 Rev. 10 UNITED NATIONS Department of Peacekeeping Operations Cartographic Section April 2009