

エジプト国
北東シナイ地区総合農業開発計画
導水路施設実施設計
事前調査 (S/W協議) 報告書

平成 10 年 9 月

JICA LIBRARY



J 1149992 (8)

国際協力事業団



農 調 庫
J R
98 - 65

エジプト国
北東シナイ地区総合農業開発計画
導水路施設実施設計
事前調査（S/W協議）報告書

平成10年9月

国際協力事業団



1149992 (8)

序 文

日本国政府は、エジプト・アラブ共和国政府の要請に基づき、同国の北東シナイ地区総合農業開発計画導水路施設実施設計に係る調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することとなりました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本調査の円滑かつ効果的な実施を図るため、平成10年7月26日から8月12日までの18日間にわたり、農林水産省構造改善局建設部設計課 関岡英明氏を団長とする事前調査団を現地に派遣しました。

同調査団は、エジプト・アラブ共和国政府関係者との協議並びに現地踏査を行い、要請背景・内容等を確認し、本格調査に関する実施細則（S/W）に署名しました。

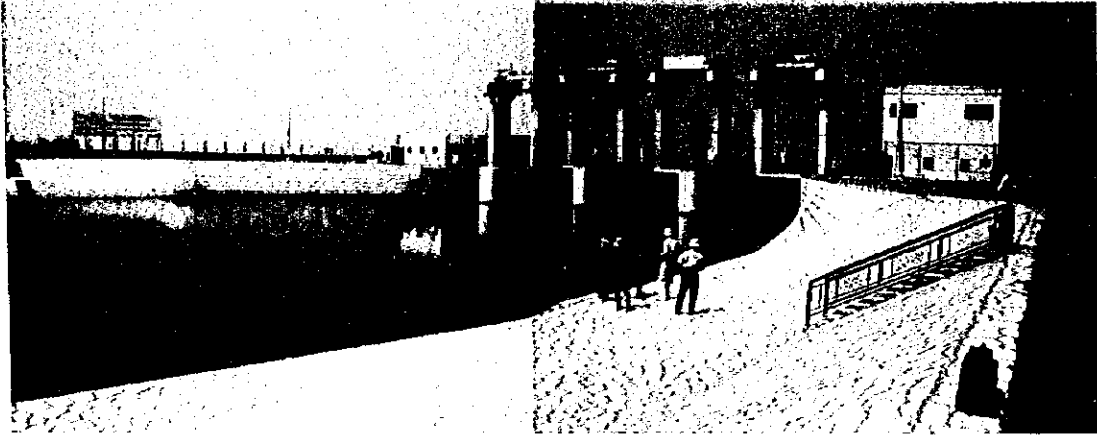
本報告書は、本格調査実施に向け、参考資料として広く関係者に活用されることを願い、取りまとめたものです。

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

平成10年9月

国際協力事業団

理事 亀 若 誠



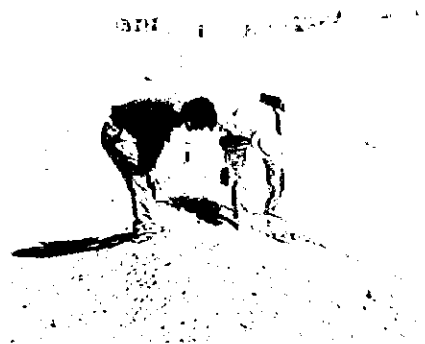
スエズサイフォン出口(下流)部
サイフォン径 5.1m×4連 Q=160.00 m³/s



スエズサイフォン出口下流部施工状況
シークギャベル・エルサバー小路



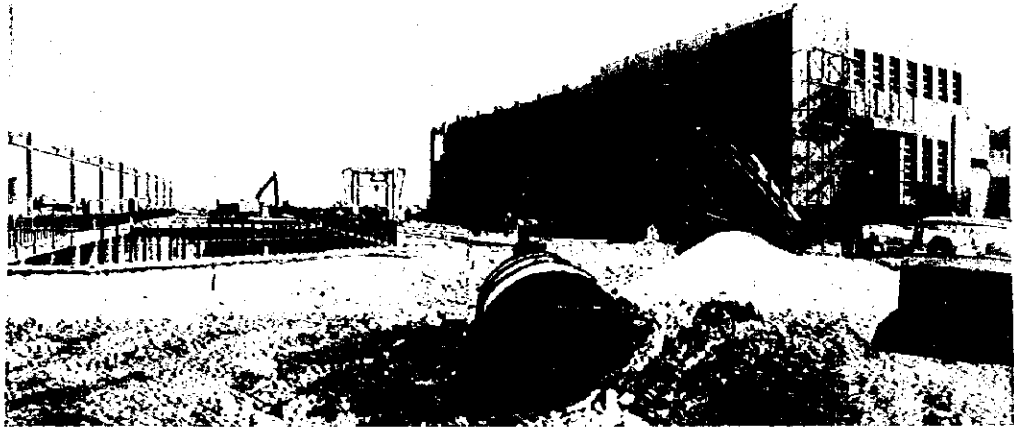
法面のフトンカゴ布設状況



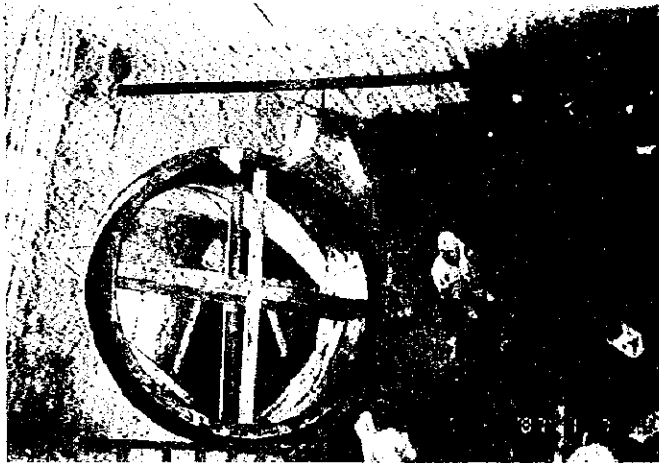
シークギャベル・エルサバー小路
No.6 ポンプ機場の上流部 Q=91.50 m³/s



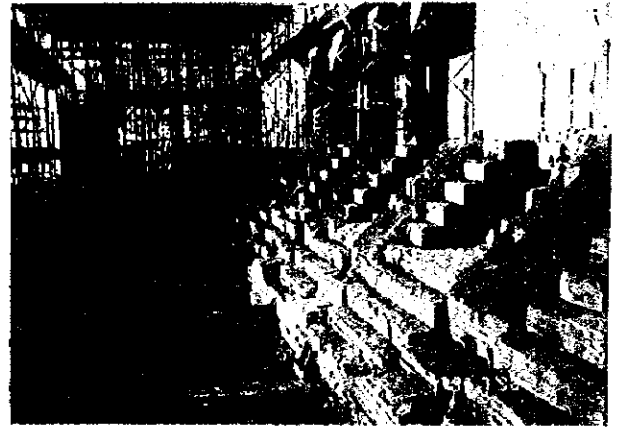
施工後2年間での堆砂



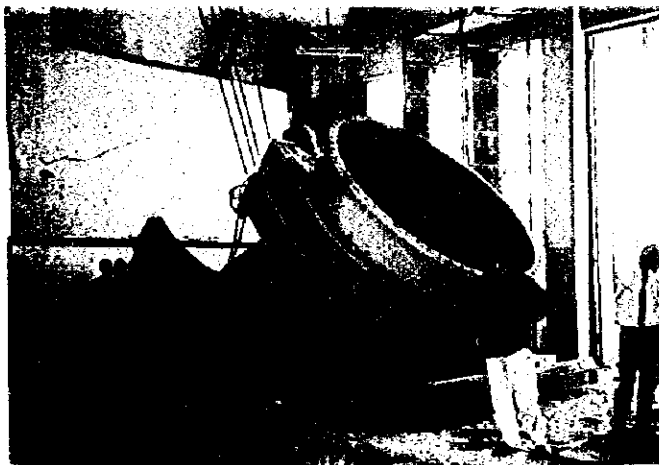
No.4 ポンプ機場施工状況 $Q=144.67 \text{ m}^3/\text{s}$



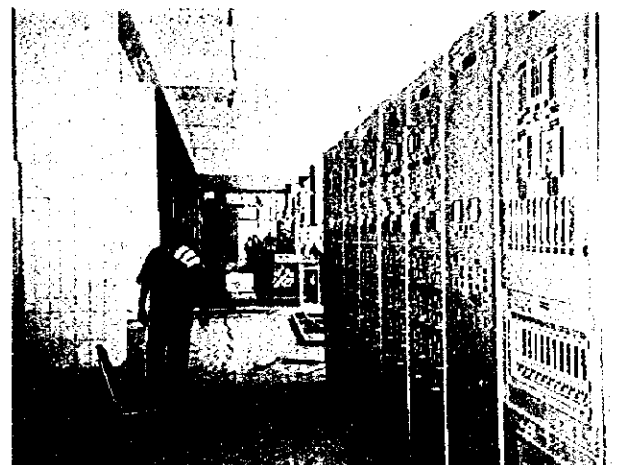
吸水管部 (受水槽側)



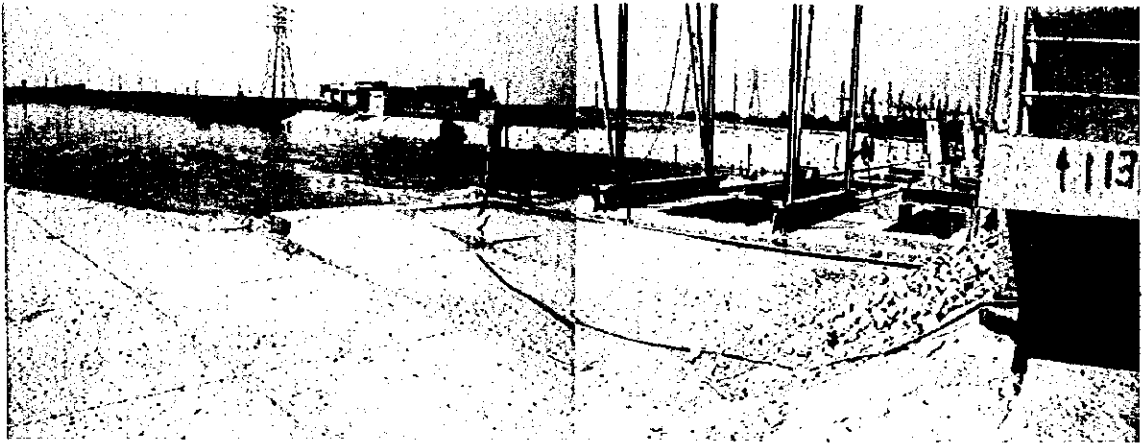
ポンプベッド部 施工状況



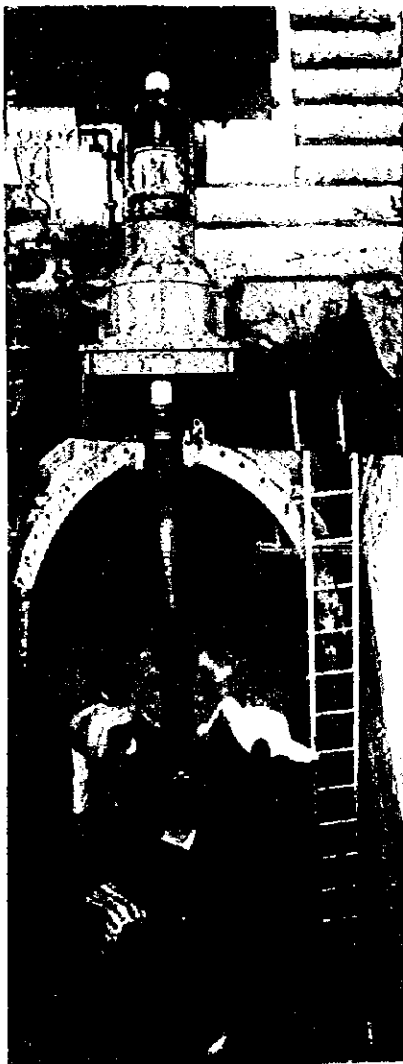
ポンプ本体カバー



ポンプ制御板 上層と同時据付



既設 No.2 ポンプ機場 (左下流部) $Q=128.76 \text{ m}^3/\text{s}$



No.2 ポンプ機場 (補修状況)



モーター部 (左側ドイツ製、右側日本製)
(No.2 ポンプ機場)



ポンプ制御板 (No.2 ポンプ機場)

No.7 Pump St. (付近)



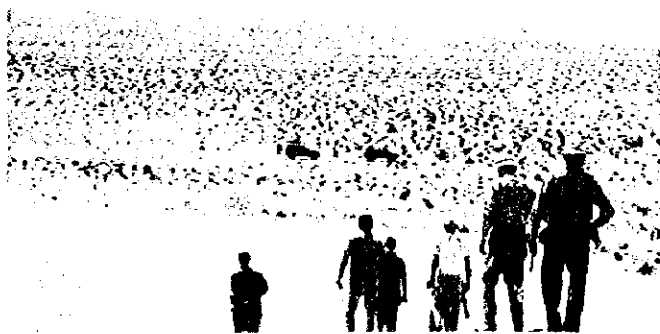
No.7 ポンプ機場予定地付近状況 (左側下流部)

EP (付近)

OPEN CANAL



受益地区幹線小路終点 (EP) 付近状況



受益地区



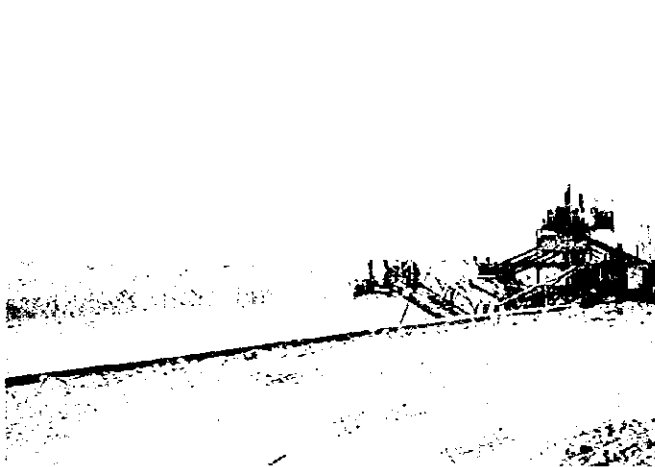
上流部ポンプ灌漑による受益地区 (オリーブ等)



施工中の支線小路 (左右は支線水路受益地区)



支線水路施工状況



支線水路施工状況



幹線水路74Km地点の施工状況 (締固め)



締固め密度管理状況



協議状況

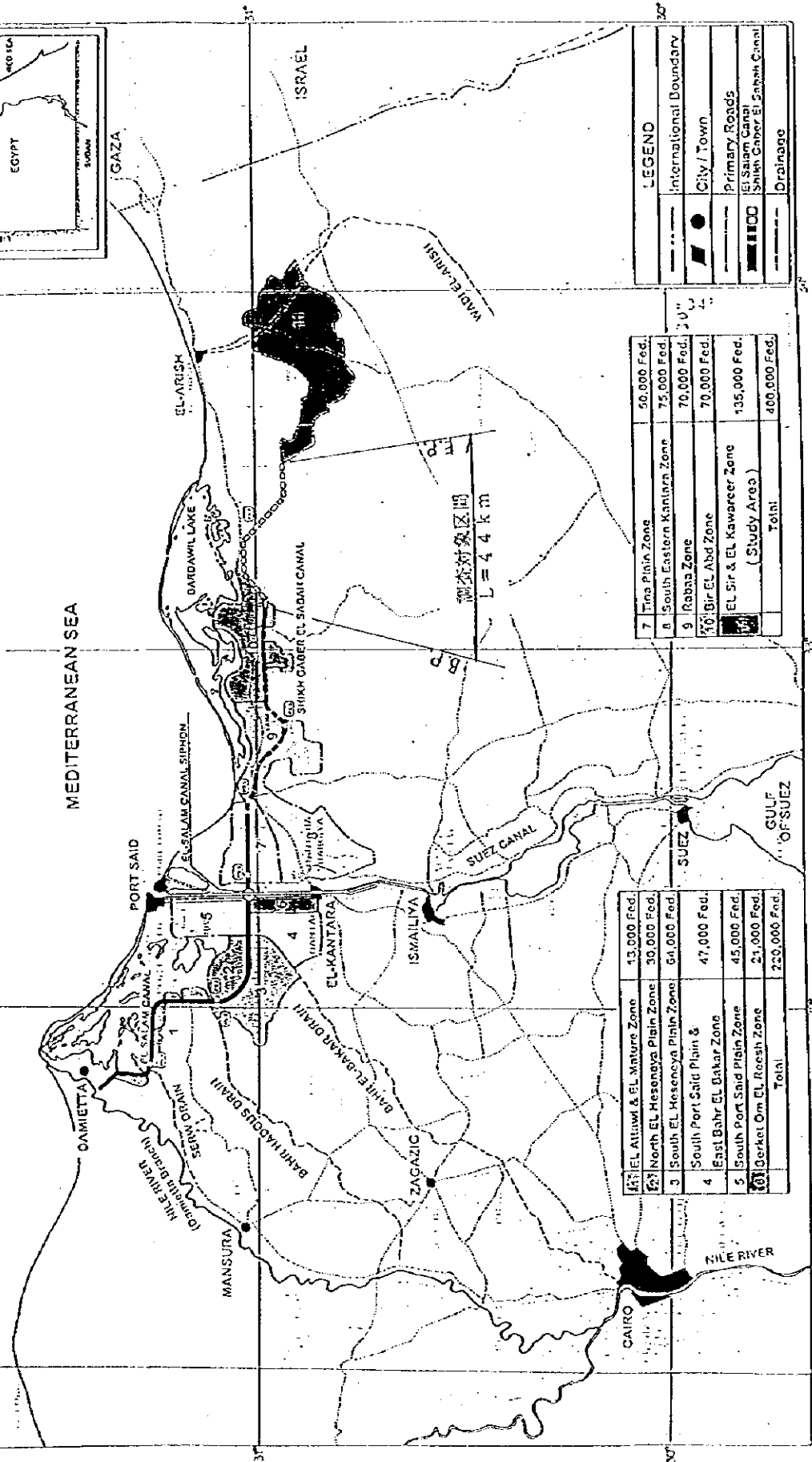
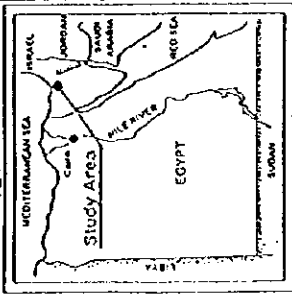
エジプト北東シナイ地区総合農業開発計画
導水路施設実施設計調査

調査対象プロジェクト位置図

Scale 1:1,000,000



KEY MAP



11	EL Attawi & EL Minture Zone	13,000 Fed.
12	North EL Hesengya Plain Zone	30,000 Fed.
3	South EL Hesengya Plain Zone	64,000 Fed.
4	South Port Said Plain & East Bahr EL Bahar Zone	47,000 Fed.
5	South Port Said Plain Zone	45,000 Fed.
10	Birket Om EL Roush Zone	21,000 Fed.
Total		230,000 Fed.

7	Tina Plain Zone	50,000 Fed.
8	South Eastern Kantara Zone	75,000 Fed.
9	Rabaa Zone	70,000 Fed.
10	Gir EL Abd Zone	70,000 Fed.
EL Sir & EL Kawater Zone (Study Area)		135,000 Fed.
Total		400,000 Fed.

LEGEND

---	International Boundary
●	City / Town
—	Primary Roads
—	El Siam Canal
—	Shikh Gaber El Sabah Canal
—	Drainage

目 次

序文
写真
地図

第1章 事前調査の概要	1
1-1 調査目的	1
1-2 調査団員の構成	2
1-3 調査日程	2
1-4 主要面会者	3
1-5 協議概要	4
第2章 要請背景	7
2-1 要請の背景、経緯	7
2-2 資金計画	7
2-3 実施設計対象施設の基礎諸元	8
第3章 北シナイ総合農業開発の経過	12
3-1 開発の経緯	12
3-2 事業実施体制	12
3-3 事業実施主体	17
第4章 調査対象地域の現況	19
4-1 自然条件	19
4-1-1 地形	19
4-1-2 地質	19
4-1-3 地象	23
4-1-4 気象	23
4-2 水路施設	25
4-2-1 灌漑システム	25
4-2-2 水路施設の水管理	29
4-2-3 受益地区 (エルシール・エルカワリール地区)	29
4-2-4 水路施設の構造	29
4-3 ポンプ施設	32
4-3-1 施設管理	32
4-3-2 ポンプ運転管理	32

4-3-3	既設ポンプの稼働状況	32
4-3-4	電力供給	32
4-3-5	No.7ポンプ機場予定地	35
4-4	施工条件	35
4-4-1	工事発注方法	35
4-4-2	施工方法	35
4-4-3	施工管理	37
4-4-4	品質管理	37
4-4-5	仮設備計画	37
4-4-6	労働環境	38
4-4-7	積算条件	38
4-5	測量調査	39
4-5-1	測量にかかわる行政制度	39
4-5-2	地形図等資料	39
4-5-3	測量システム	40
4-5-4	ローカル測量会社の能力	40
4-6	地質・土質調査	40
4-6-1	地質・土質調査	40
4-6-2	土質・地質試験の特徴	41
第5章 本格調査実施上の留意点		43
5-1	調査結果の総括	43
5-1-1	事業評価	43
5-1-2	技術移転	43
5-1-3	1/10,000の地形図の作業状況の確認	43
5-1-4	D/Dの工期	45
5-1-5	設計にあたっての留意点	45
5-2	水路施設計画	45
5-2-1	本格調査実施内容	45
5-2-2	水管理	49
5-2-3	水路施設	49
5-2-4	漏水対策	50
5-2-5	堆砂対策	50
5-2-6	水路付帯施設	50
5-3	ポンプ施設計画	50
5-3-1	本格調査実施内容	50
5-3-2	ポンプ施設計画実施上の留意点	52

5-4	施工計画	53
5-4-1	本格調査実施内容	53
5-4-2	施工計画策定上の留意点	54
5-5	積算	55
5-5-1	本格調査実施内容	55
5-5-2	積算実施上の留意点	56
5-6	地質・土質調査	57
5-6-1	本格調査実施内容	57
5-6-2	地質・土質調査実施上の留意点	57
5-7	測量	60
5-7-1	本格調査実施内容	60
5-7-2	仮設備工	61
5-8	事業実施計画	61
5-9	入札及び契約図書案の作成	61

資料

1.	要請書 (T/R)	65
2.	実施細則 (S/W)	79
3.	協議議事録 (M/M)	87
4.	収集資料リスト	90

第1章 事前調査の概要

1-1 調査目的

(1) プロジェクト名

和名：エジプト国北東シナイ地区総合農業開発計画

導水路施設実施設計調査（S/W協議）

英名：the North Sinai Integrated Rural Development Project（PhaseⅢ）

（Detailed Design Study） in the Arab Republic of Egypt

(2) 相手国受入れ機関

和名：公共事業水資源省北シナイ開発機構

英名：Ministry of Public Works and Water Resources（MPWWR）

North Sinai Development Organization（NSDO）

(3) 目的

エジプト国政府の要請に基づき、シナイ半島で実施されている北東シナイ地区総合農業開発計画エルシール・エルカワリール地区（面積56.7千ha、入植予定人口11.6千人）に農・工・上水を供給するシークギャベル・エルサバー水路（ $Q=52.66\text{m}^3/\text{s}$ ）の導水路部（約44km）及び揚水機場に関する実施設計（D/D）を実施するものである。今回は、実施調査のS/Wを協議、署名することを目的として事前調査団（S/W協議）を派遣した。

本調査団の主な目的は以下のとおりである。

- ① 要請の背景及び要請内容の確認
- ② 本調査に対する先方政府の意向確認
- ③ 本調査に対する先方政府の実施体制の確認
- ④ 調査対象地域及び調査範囲の確認
- ⑤ 現地調査による調査対象地域の概況確認
- ⑥ 既存の関連情報資料等の所在確認
- ⑦ 本格調査実施のために必要な事項の検討及び協議
- ⑧ 開発基本構想の立案
- ⑨ 実施細則（S/W）の協議・署名及び議事録（M/M）の作成・署名

1-2 調査団員の構成

氏名	担当業務	所属
関岡 英明	団長/総括	農林水産省構造改善局建設部設計課
原田 稔	ポンプ施設計画	農林水産省構造改善局建設部設計課 課長補佐
加藤 孝宏	施工計画・積算	日本技研株式会社海外事業本部技術部 課長
中澤 斉	地質・土質	応用地質株式会社海外コンサルティング事業部 担当課長
柏原 学	水路工計画 /調査企画	JICA 農林水産開発調査部農業開発調査課

1-3 調査日程

日順	月	日	曜	日 程	宿泊地
1	7/26		日	成田 (13:10) → JL723 → (19:10) クアラルンプール クアラルンプール (23:45) → MH156 →	機中泊
2		27	月	→ (08:55) カイロ 午後: (12:00) JICA 打合せ	カイロ
3		28	火	午前: (09:30) 国際協力省 (MOICA) 表敬 (11:30) S/W協議 (第1回) 公共事業水資源省北シナイ開発機構 (NSDO) 午後: (15:00) 大使館表敬	カイロ
4		29	水	カイロ→現地調査 (車両) スエズサイフォン (シナイ半島側)、No. 4、5 ポンプ機場、 幹線水路、支線水路	エルアリシュ
5		30	木	現地調査 受益地区内、幹線水路末端予定地	エルアリシュ
6		31	金	現地調査 No. 7 ポンプ機場予定地	イスマイリア
7	8/1		土	現地調査 → カイロ (車両) No. 2、3 ポンプ機場、スエズサイフォン (アフリカ側)、 幹線水路受益地区	カイロ
8		2	日	午前: (09:30) S/W協議 (第2回)	カイロ
9		3	月	午前: (09:30) S/W協議 (第3回) 午後: (13:00) M/M作成	カイロ
10		4	火	午前: (09:30) M/M協議 午後: (13:00) S/W、M/M署名、JICA 報告	カイロ
11		5	水	午前: (11:00) 大使館報告	カイロ
12		6	木	3 団員帰国 (総括、ポンプ施設計画、水路工計画/調査企画) カイロ (12:15) → MH157 → 2 団員調査継続 (施工計画・積算、地質・土地)	機中泊 カイロ
13		7	金	3 団員 → (07:00) クアラルンプール (11:00) →MH1070→ (19:00) 成田 2 団員 休日	カイロ
14		8	土	資料収集	カイロ
15		9	日	資料収集	
16		10	月	資料収集	カイロ
17		11	火	カイロ (09:30) →MS912→ (14:00) ドバイ (20:00) →SQ103→	機中泊
18		12	金	→ (07:15) シンガポール (9:50) →SQ12→ (17:35) 成田	

1-4 主要面会者

(エジプト国側)

国際協力省 (Ministry of International Cooperation; MOICA)

Mr. Ahmed Ragaei	First Undersecretary
Ms. Sanaa Hegazy	General Director of Asian Department
Ms. Samiha Barakat	Director of Japan Desk
Mr. Jan Isaac	Economic Researcher

公共事業水資源省 (Ministry of Public Works and Water Resources; MPWWR)

Eng. Abdel Rahman Shalaby	Chairman of Planning Sector
Eng. Ahmed Mazen	Advisor of H. E. the Minister & Supervisor of North Sinai Development
Eng. Semir Hashish	Chairman of North Sinai Development Executive Organization (NSDO)
Eng. Mohamed Nassar	Head of Implementation Sector (NSDO)
Eng. Hussein Abdel Rahman	Undersecretary of State for M & E Implementation Department (NSDO)
Eng. Kamel K.H Abo El-seoud	Undersecretary of State for Studies, Designs & Specifications (NSDO)
Eng. Gamil Zanaty	MPWWR Consultant
Eng. Anan Abdallah	General Director of Financing and Foreign Invest (NSDO) & Director of Technical Office of the Minister's Counselor
Eng. Mohamad Nabil Salem	General Director for Studies and Design (NSDO)
Eng. Mohamed Atef Abdel Moneim	General Director for Topographic Maps (Survey Authority)
Eng. Mohamed. N. Salem	General Director of Studies and Design (NSDO)
Eng. Ashraf Elshaer	Director Assistant of Studies and Design (NSDO)
Eng. Reda Elbendari	General Director of Water Resources Development Department in North Sinai
Eng. Talaat Ali El Herezi	Technical Works Director Water resources Development department in North Sinai

(日本側)

日本国大使館

中野 明久

一等書記官

JICA エジプト事務所

竹内 喜久男

所長

不破 雅実

次長

西野 奏子

所員

Mr. Alfred Zoser

Project Coordinator

JICA 専門家

島崎 和夫

Technical Adviser to MPWWR

木村 充

Technical Adviser to MPWWR

1-5 協議概要

(1) S/Wについては、当方案に対し作業項目の追加、修正を行うこととしたが、事前に予想された範囲内であり、8月4日に双方代表により署名を完了した。

(2) M/Mについては、本調査の目的、実施体制、調査範囲、供与機材等に係る議事内容を取りまとめ、署名した。

(3) 協議確認事項

1) S/W記載事項

① S/W名称の変更

瑕疵担保に係る口上書で使用されている調査名称に統一した。

「the Detailed Design on Water Conveyance System for North Sinai Integrated Rural Development Project」を「the North Sinai Integrated Rural Development Project (Phase III) (Detailed Design Study)」とした。

なお、日本語調査名については変更しないこととした。

② 「Ⅲ. Study Organization (a)」

瑕疵担保の口上書記載事項に記載されている文面と統一するため一部文面を修正。

③ 「V. Scope of the Study」

a) D/Dで使われる諸元は、F/S報告書に示された諸元とすることをS/Wに明記し

ていることから、「ANNEX-2」の諸元表を削除した。また、エジプト国側は諸元について若干の変更もあり得る旨述べていたが、本格調査時の作業項目「to review the Feasibility Study」において確認するものとして対処することとした。なお、1回目のS/W協議の際にエジプト国側局長からポンプの揚程を110mにするか90mにするか政治案件になっているとの発言があった。このため、D/Dの基本的な諸元が変わることも予想される。

b) 作業項目について、D/Dに必要な項目を協議した結果、下記の作業項目の追加及び用語の修正を行った。作業項目の追加は、D/D実施において必須事項であると判断したものである。

〔(c) Formulation of Definite Plan〕

- * 「1) Canal」を「1) Water Conveyance System (canal, pipe line, box culvert, reservoir and others)」に修正
- * 「to select pipe type and structure」を追加
- * 「on foundation treatment」を「foundation and soil treatment」に修正
- * 「to study monitoring and control system」を追加

〔(d) Preparation of Detailed Design〕

- * 「1) Canal」を「1) Water Conveyance System (canal, pipe line, box culvert, reservoir and others)」に修正
- * 「to design structure of canal and reservoir」を「to design hydraulic structures」に修正

〔(e) Preparation of Consturction Plan〕

- * 「to prepare design criteria」を追加

〔(g) Project evaluation〕を「(g) Project Re-evaluation」に修正

④ 「VI. Study Schedule」

地形図(1/10,000)をエジプト国側が準備することとなったため、調査期間20か月を2か月短縮し18か月とした。これに伴い「ANNEX-2、Tentative Schedule」を修正した。エジプト国側は、当初、本件D/Dの対象施設の工事の完成は2001年を予定していた。公共事業水資源省は、当初予定どおりの完成は難しいことは認識しているが、できるだけ早く事業を完成したいと考えている。今後、D/Dを行うコンサルタントに対しても強い工期短縮の要請があるものと思われる。また、1/10,000地形図作成対象範囲を確認するとともに、2か月後(10月中旬)を目途に作業状況を確認することとした。

⑤ 「VII. Reporting」

DF/Rに係る検討期間を4週間から6週間とした。

2) M/M記載事項

- ① 瑕疵担保の口上書に係る事項について、北シナイ開発機構（NSDO）が責任を持つ（JICAの瑕疵担保責任は負わない）ことを確認した。
- ② エジプト国側は、S/W調印後6か月以内（1999年2月まで）に地形図を提供することを約束した。また、仮設工に必要な地形図作成範囲について確認した。
- ③ エジプト国側は、早期のプロジェクト完了のため、調査期間の更なる短縮について要望した。調査団は十分精度のある調査のためには難しいことを説明するとともに、JICA本部に伝えることとした。
- ④ ステアリング・コミッティの必要性、設置について合意した。
- ⑤ エジプト国側は、調査地区に近いカンタラとカイロに事務室を提供することを確認した。
- ⑥ エジプト国側は、カウンターパートの配置について同意した。
- ⑦ 事前に送付した質問書の回答をエジプトJICA事務所に1か月以内に提出することを確認した。
- ⑧ カウンターパート研修員本邦受入の要望について、JICA本部に伝えることとした。
- ⑨ 技術移転時に必要な技術計算ソフトの準備の要望について、JICA本部に伝えることとした。
- ⑩ 調査時に必要なコピー、ファックスの準備の要望について、JICA本部に伝えることとした。
- ⑪ 関連レポート類は非公開とすることを確認した。

第2章 要請背景

2-1 要請の背景、経緯

エジプト国では急激な人口増加やカイロを中心とする都市部への人口集中が大きな社会問題となっている。これらの問題に対応するため、エジプト国政府は食料自給率の向上、地方への人口の分散を進める政策をとっており、アスワンハイダムで開発された水を砂漠地帯に導水し農業を中心とした社会開発を進めている。特に、アスワンハイダムから直接導水して50万フェダン(21万ha)を灌漑するトシュカ事業とナイル河分流のダミエッタ川河口から取水して、エルサラーム水路(85km)、スエズサイフォン、シークギャベル・エルサバー水路(129km)によりナイル河とスエズ運河に挟まれた22万フェダン(92.4千ha)と北シナイの40万フェダン(168千ha)を開発する北シナイ総合農業開発事業がエジプト国の最重要事業となっている。

今回、エジプト国政府は、シークギャベル・エルサバー水路(約44km)の実施設計に係る技術協力を要請してきたものである。本調査対象地区は、北シナイ総合農業開発事業地区最東部の受益地となるエルシール・エルカワリール地区135千フェダン(56.7千ha)へ用水を送水する幹線水路(開水路、ボックスカルバート、ポンプ場、パイプライン及びその付帯工を含む)を対象とするものである。

実施設計を日本に要請してきた背景は、次の2点によるものである。

- ① 開水路、低揚程のポンプ場等を独力で設計、施工する能力は有しているが、大容量、高揚程のポンプ施設、パイプラインの設計についての経験と技術がないこと。
- ② パイプライン等の水利施設設計のための技術移転(コンピュータ利用等)が必要とされていること。

2-2 資金計画

用水路及び排水路についてはクウェイトファンドと内貨、電気設備についてはサウデイファンドと内貨が手当されている。外貨の借入条件は、両者ともソフトローンであり、5年間の猶予期間、年率2.5%、20年償還となっている。なお、クウェイトファンドについては、合計で71.35百万クウェイトディナール(約785百万LE)の資金を予定して、既に第一段として20百万クウェイトディナール、第二段として25百万クウェイトディナールの資金の借入が行われている。この間、工事費の増大等により、当初予定していた資金では不足するため、今回の実施設計を実施後、工事費を積算し、必要額を借り入れることとしており、資金調達上の問題はない。また、本件はエジプト政府の最重要事業であり、大統領命令に従い早期に実行しなければならないとの姿勢である。本D/D対象部分は一連の北シナイ総合農業開発計画の最終部分にあたり、ナイル河からスエズサイフォンまでは既に完成し、シナイ半島に入って本件の対象水路の始点部分までについても一部

区間を除き事業着工されていることからエジプト国政府は確実に事業実施を行うものと考えられる。

2-3 実施設計対象施設の基礎諸元

実施設計対象となる施設規模については、F/S時の基礎諸元を表2-1に示す。また、計画縦断図を図2-1、標準構造図を図2-2及び図2-3に示す。

なお、これらの基礎諸元は、本格調査時にC/P機関と打合せにより詳細に再検討し決定されるものである。

表2-1 実施設計対象施設基本設計諸元 (F/S時)

(1) Water Conveyance Canal	
- Total length	: 44.1km
- Design discharge	: 52.66m ³ /S
- Design water level	: 15.62m MSL at BP
	(F/S後の上流部詳細設計により引き継ぎ水位は11.62mで計画されている。)
- Open Canals	
bottom width	: 12m
side slope	: 2/1
bed slope	: 8 cm/km, or 1/12,500
water depth	: 3.305 m
velocity	: 0.86 m/s
structure	: concrete lining
- Box culvert canals	
section	: 3.8 m × 3.8 m × 4
bed slope	: 19.1 cm/km, or 1/5,240
water depth	: 3.30m
velocity	: 1.05 m/s
structure	: reinforced concrete
- Pipelines	
diameter	: 3,000mm
nos. of pipelines	: 4
velocity	: 1,862 m/s
hydraulic gradient	: 73.2 m/s
- Spillway	
capacity	: 52.66m ³ /s
water depth	: 2.30 m
bottom width	: 15.0 m
side slope	: 3/1
bed slope	: 1/2,000
structure	: unlined earth canal
(2) Pumping Station No. 7	
- Design discharge	: 52.66m ³ /s
- Suction water level	: 9.90 m MSL
- Discharge water level	: 114.18 m MSL
- Actual head	: 104.33 m
- Major specifications:	
Pump type	: vertical shaft single suction diffuser and volute type.
Nos. of pump	: 7 units and 1 standby (total 8 units)
Pump discharge	: 7.52 m ³ /s/unit = 451 m ³ /min/unit
Nominal bore	: φ 1,200 mm
Pump efficiency	: 90%
Motor output	: 10,400kW (14 poles) × 8 units, total 73 MW
Total head	: 115.47 m
Pump house	: 18.5 m × 85.0 m (approximately)
Regulating reservoirs	: 2 nos with capacity of each 32,000m ³

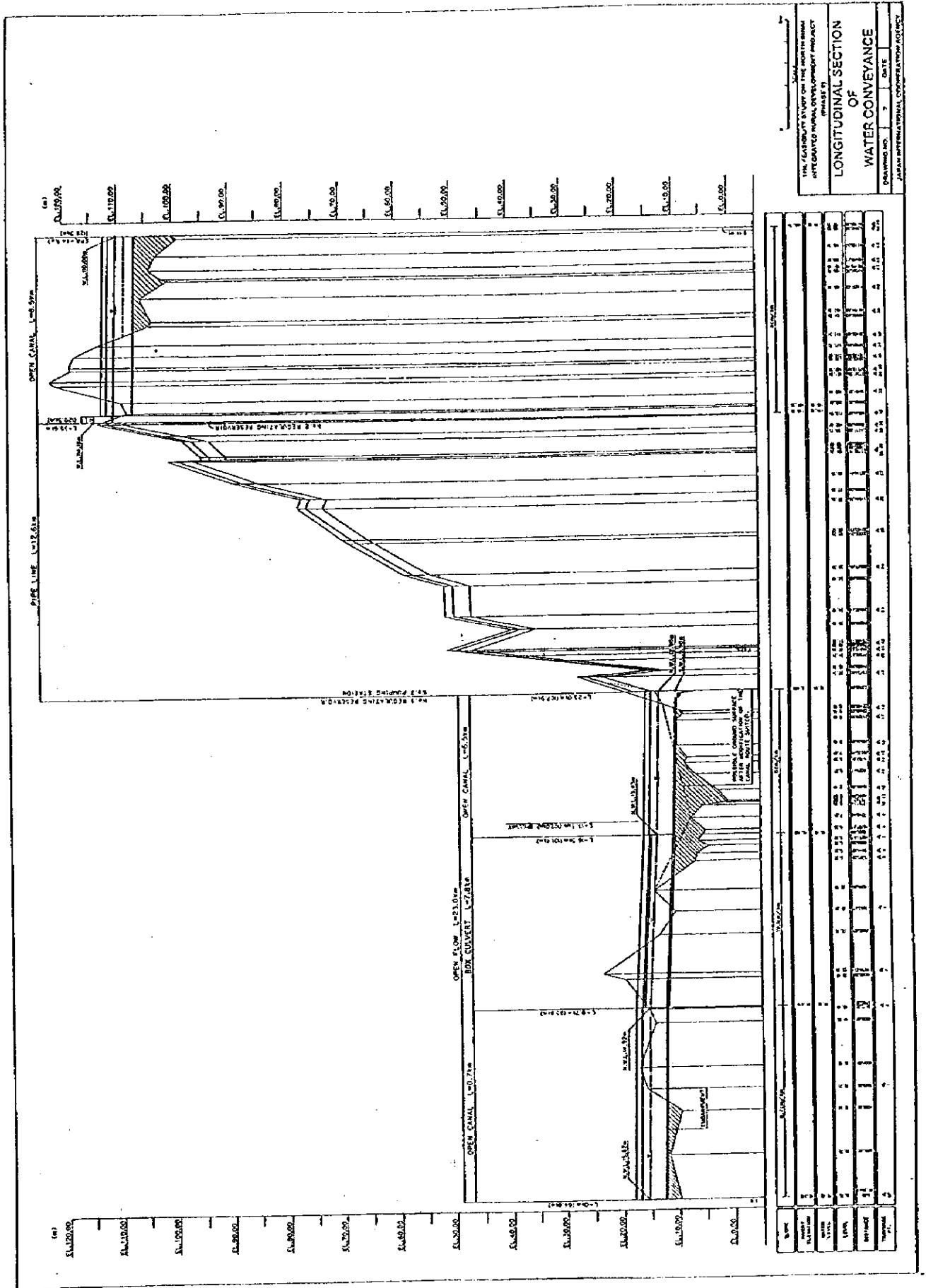


图 2-1 計畫縱断面图

第3章 北シナイ総合農業開発の経過

3-1 開発の経緯

1982年に北シナイ開発機構(NSDO)は、イスラエルから返還されたシナイ半島の開発、復興をめざし、ナイル河の水をスエズ運河を越えて導水し、北シナイ地域の開発するエルサラーム水路計画を打ち出した。同水路建設は、スエズ運河西岸(エルサラーム水路 受益220千フェダン(9.2万ha)、L=87km)及び東岸(シークギャベル・エルサバー水路 受益400千フェダン(16.8万ha)、L=129km)の総合農業開発を行い、雇用機会の創出と入植地コミュニティの創設を行うものと期待されている。

エルサラーム水路は、ナイル河の分流であるダミエッタ川に位置するダミエッタ取水工から109m³/sを取水し、水路途中受益地に分水するとともにロワーセルー排水路(18km地点)から23.15m³/s、また、バハルハドゥス排水路(52km地点)から85.93m³/sをポンプにより幹線水路に注水し、スエズ運河を横断(スエズサイフォン)して北シナイまで約216kmを導水する計画である。

1986年、スエズ運河東岸シークギャベル・エルサバー水路の5受益地区のうち4地区に係る農業総合開発計画調査を我が国に要請し、この要請を受け日本国政府は「北シナイ地区総合農業開発計画調査(F/S)」を実施し、1989年8月これを完了した。

続く1994年にエジプト国政府は、残る1地区(5.67万ha、L=約44km)についても我が国に開発計画策定を要請し、日本国政府は1996年3月よりF/Sを実施し、1997年3月に下記の事業計画を基幹としたファイナルレポート(F/R)を提出した。

- ① 導水路建設及び水管理計画(Q=52.66m³/s、導水路約44km、揚水機場1か所)
- ② 農地造成及び基幹灌漑システム計画
- ③ 支線灌漑排水システム計画(ほ場レベル)
- ④ 農業支援計画(北シナイ農業開発センター設立、農業協同組合設立等)
- ⑤ 入植及び社会基盤整備計画(入植予定人口11.6千人、23,200世帯)
- ⑥ 農産加工産業振興計画(農産物加工施設等)

3-2 事業実施体制

事業の実施はスエズ運河西岸(エルサラーム水路87km)を第1期工事として先行し、スエズ運河東岸(シークギャベル・エルサバー水路129km)を第2期工事として実施している。エルサラーム水路とスエズサイフォンは既に完成しており、また、スエズ運河東岸シークギャベル・エルサバー水路129kmのうち今回の実施設計対象地区の約44kmを除く85kmは末端部分及びポンプ機場、国道横断部分の橋梁等を除き完成している。事業概要、進捗状況は表3-1、3-2、3-3に示す。また、第2期工事事業の実施工程表を表3-4に示す。

表3-1 事業概要、進捗状況

	スエズ運河西部 (第1期工事) エルサラーム水路	スエズ運河東部 (第2期工事) シークギャベル・エルサバー水路
水路延長	<p>延長：87km</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現在水路法面のリップラップ保護工を実施中である。 ・現在の通水はスエズサイフォンまでである。 	<p>延長：129km</p> <p>85km (施工中)</p> <p>44km (D/D対象)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スエズサイフォンは1997年11月に完成。 ・86.5kmの幹線水路は6工区に分割し、工事が実施されており、現在上流(スエズサイフォン)より約60kmの水路が完成している。 ・水路末端に位置するRabba及びBirElAbd地区の水路完成は2001年末が予定されている。
ポンプ 機場	<p>3か所</p> <p>① El Salam Station (1), Km 22.0</p> <p>② El Salam Station (2), Km 52.2</p> <p>③ El Salam Station (3), Baheer Hadous Drain</p> <ul style="list-style-type: none"> ・3か所のポンプ機場がすべて完成 	<p>4か所</p> <p>① El Salam Station (4), Km 3.00 (1999年3月に完成予定)</p> <p>② El Salam Station (5), Km 24.70 (1999年末に完成予定)</p> <p>③ El Salam Station (4), Km 46.75 (1999年末に完成予定)</p> <p>④ El Salam Station (4), Km 107.80 (D/D対象)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・No. 4ポンプ機場は基盤が軟弱であったことから工事は2年程度遅れている。ポンプ場の上屋はほぼ完成しており、大統領の命令で1998年10月までにポンプ2台を据え付けることとなっている。 ・No. 5ポンプ機場は、2月に着工し、現在下部工を施工中である。1998年中に土木・建築部分を完成させ、1999年にはポンプ及び電気設備の据え付けを行う予定である。
受益地	<p>5地区、220,000フェダ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農地開発後、入植が終了し、営農が営まれている。 ・一部の除塩の実施等から安定的な営農まで至っていない地区や、近年末端施設整備が実施された地区では未入植のため営農が営まれている。 	<p>5地区</p> <p>① Tina Plain Zone 21,000ha</p> <p>② South Eastern Kantara Zone 31,500ha</p> <p>③ Rabaa Zone 29,400ha</p> <p>④ Bir El Abd Zone 29,400ha</p> <p>⑤ El Sir & El Kawareer Zone (D/D対象) 56,700ha</p> <ul style="list-style-type: none"> ・幹線工事の遅れ、また除塩等による農業の未実施により計画通りの利用がなされていない。 ・支線水路及び道路の建設は、Tina Plain及びSouth Eastern Kantara Zoneで行われている。 ・D/D対象水路の受益を除いた265,000フェダの農地開発、入植は、2001年末までに完了の予定である。 ・計画の遅れはエルサラーム水路で建設されたポンプの稼働率の低下に大きく影響している。 ・Tina Plain Zoneの入植申し込みは1997年に実施済である。

表3-2 エルサラーム水路入植受益地工事の進捗状況

エルサラーム水路工事進捗状況																			
事業計画	取水工 : ファラスコー堰 (ナイル河分岐地点から222km地点) : エルサラーム取水工 (ナイル河分岐地点から219km地点) 幹線水路 : 87km ポンプ場 : El Salam Staiton (1), Km 22.0 Q=132.0m ³ /sec, Head=1.75m El Salam Staiton (2), Km 52.2 Q=132.0m ³ /sec, Head=2.50m El Salam Staiton (3), Bahre Hadous Drain Q=115.5m ³ /sec, Head=2.00m																		
受益地区	<table border="0"> <thead> <tr> <th colspan="2">Beneficial Area (fed)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. North Hosania</td> <td>30,000</td> </tr> <tr> <td>2. South Hosania</td> <td>57,000</td> </tr> <tr> <td>3. Om Alreash</td> <td>22,000</td> </tr> <tr> <td>4. South Port Said Plain</td> <td>48,000</td> </tr> <tr> <td>5. El Mataria Salam</td> <td>8,000</td> </tr> <tr> <td>6. Port Said</td> <td>45,000</td> </tr> <tr> <td>7. Others</td> <td>10,000</td> </tr> <tr> <td>Total Area</td> <td>220,000</td> </tr> </tbody> </table> (Source: East Delta Land Reclamation Project)	Beneficial Area (fed)		1. North Hosania	30,000	2. South Hosania	57,000	3. Om Alreash	22,000	4. South Port Said Plain	48,000	5. El Mataria Salam	8,000	6. Port Said	45,000	7. Others	10,000	Total Area	220,000
Beneficial Area (fed)																			
1. North Hosania	30,000																		
2. South Hosania	57,000																		
3. Om Alreash	22,000																		
4. South Port Said Plain	48,000																		
5. El Mataria Salam	8,000																		
6. Port Said	45,000																		
7. Others	10,000																		
Total Area	220,000																		
入植状況	小農 (Smallholders) に3~7.5フェダン、学卒者 (Graduates) に5フェダン、また小規模、大規模投資家に対し面積の制限なしに土地が分配されている。																		

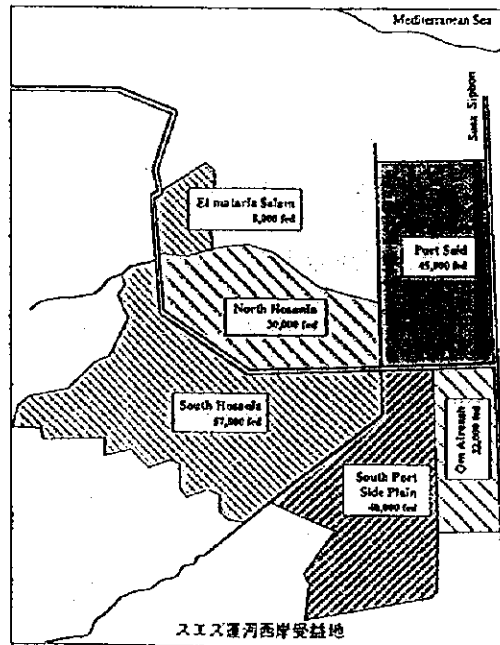
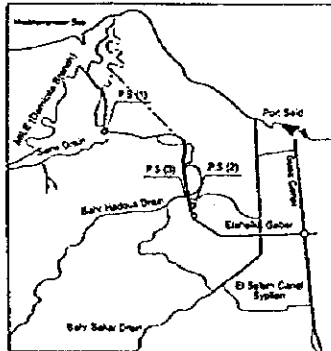


表3-3 シークギャベル・エルサバー水路入植受益地工事の進捗状況

シークギャベル・エルサバー水路工事進捗状況																			
事業計画	<p>スエズサイフォン：Q_{max}=160.0m³/sec、トンネル径5.1m、L=750m×4連 幹線水路：86.5km（スエズサイフォンからBir El Abd Zoneの区間） 44.1km（Bir El Abd ZoneからEl Ser & El Kawareer Zoneの区間）¹⁾ ポンプ場：El Salam Station (4), Km 3.0 Q=160.0m³/sec, Head= 2.00m El Salam Station (5), Km 24.70 Q=102.0m³/sec, Head=12.00m El Salam Station (6), Km 46.75 Q= 92.0m³/sec, Head= 9.50m El Salam Station (7) ²⁾, Km 107.80 Q=52.66m³/sec, Head=115.00m</p>																		
受益地区	<p style="text-align: right;">受益面積（フェダン）</p> <table border="0"> <tr> <td>1. First Region:</td> <td>Tina Plain Zone</td> <td>50,000</td> </tr> <tr> <td>2. Second Region:</td> <td>South Eastern Kantara Zone</td> <td>75,000</td> </tr> <tr> <td>3. Third Region:</td> <td>Rabaa Zone</td> <td>70,000</td> </tr> <tr> <td>4. Fourth Region:</td> <td>Bir El Abd Zone</td> <td>70,000</td> </tr> <tr> <td>5. Fifth Region:</td> <td>El Sir & El Kawareer Zoon</td> <td>135,000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total Area</td> <td>400,000</td> </tr> </table>	1. First Region:	Tina Plain Zone	50,000	2. Second Region:	South Eastern Kantara Zone	75,000	3. Third Region:	Rabaa Zone	70,000	4. Fourth Region:	Bir El Abd Zone	70,000	5. Fifth Region:	El Sir & El Kawareer Zoon	135,000	Total Area		400,000
1. First Region:	Tina Plain Zone	50,000																	
2. Second Region:	South Eastern Kantara Zone	75,000																	
3. Third Region:	Rabaa Zone	70,000																	
4. Fourth Region:	Bir El Abd Zone	70,000																	
5. Fifth Region:	El Sir & El Kawareer Zoon	135,000																	
Total Area		400,000																	
水路工事進捗状況 (1998年6月現在)	<p>シークギャベル・エルサバー水路24km掘削工事完了、24km～34.5km区間57%完了、 34.5km～46.75km区間49.1%完了、46.75km～60km区間40%完了、60km～73km区間 14%完了、73km～86.5km区間4.1%完了 No. 4 ポンプ場のポンプ据付け工事は1998年10月に完了予定 Balousa 排水機場31%完了</p>																		
送電線工事 (1998年6月現在)	<p>Egypt Electric Power Committeeの施工管理によるEl Arish送電線 (El Arish-East Kantara-East Balousa) 1997年10月完了 (220kV) また Egypt Electric Power Committeeは Bir El Abd変電所 (220kV) の工事を実施中、施 工は40%完了 Rural Power Committeeは各受益地への送電工事を実施中</p>																		
地下水開発 (1998年6月現在)	<p>El Sir & El Kawareer Zoneにおいて地表1,000m以深からの地下水の灌漑利用に関する 3本の深井戸試井が1998年7月に開始された。調査完了は1999年8月の予定</p>																		

注：1)、2) は本D/D対象範囲である。

出典：工事報告書 (NSDO、1998年6月)

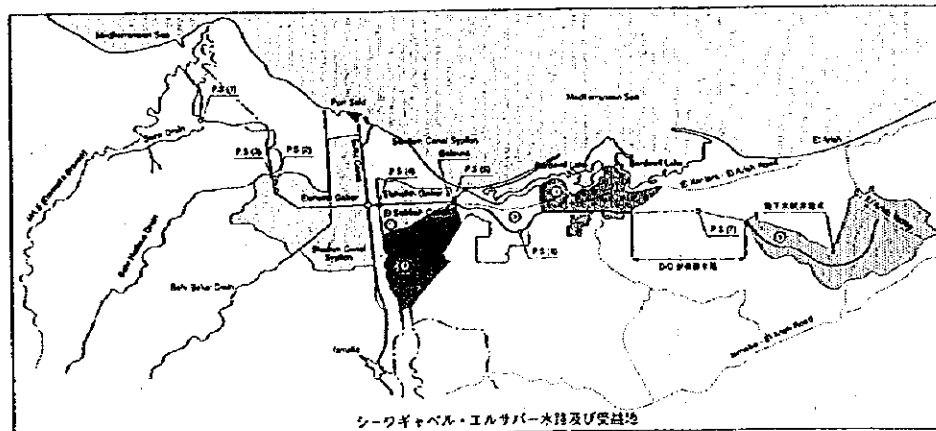
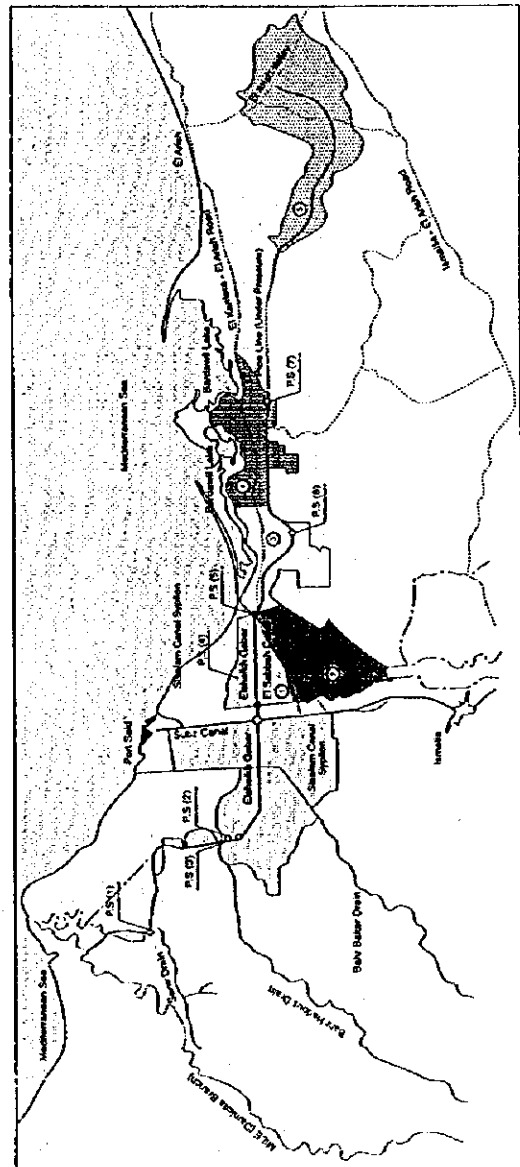


表3-4 シークギャベル・エルサバー水路 (エルサラーム水路2期) 工期実施スケジュール

Work Items	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Suez Syphon																						
(Zone No.7 - No.10 : 265,000 Feddan)																						
Shikh Gaber El Sabah Canal																						
- Tina Plain Area																						
- South Kantara Area																						
- Rabba Area																						
- Bir El Abd Area																						
Main Pumping Stations																						
- No.4 Station																						
- No.5 Station																						
- No.6 Station																						
Land Development & Settlement																						
- 265,000 Feddan Area																						

Source: NSDO (as of August 1998)



North Sinai Development Project	
(1) Tina Plain Zone	(50,000 fed)
(2) South Eastern Kantara Zone	(75,000 fed)
(3) Rabaa Zone	(70,000 fed)
(4) Bir El Abd Zone	(70,000 fed)
(5) El Sir & El Kawareer Zone	(135,000 fed)
Total	(400,000 fed)

3-3 事業実施主体

スエズ運河西岸（第1期工事）については農業・土地開拓省（現、農業畜産水産土地開拓省）が窓口となり、農地開発は農業・土地開拓省、水路部は公共事業水資源省灌漑局、ポンプ機場は同省機械電気局が担当し進められた。スエズ運河東岸（第2期工事）は第1期工事時の縦割り行政による工事対応が不十分な状況を改善するため、公共事業水資源省内に北シナイ開発機構（NSDO）を設立し、一元的な実施により工事を行っている。公共事業水資源省（MPWWR）の組織図を、図3-1に、北シナイ開発機構（NSDO）の組織図を図3-2に示す。

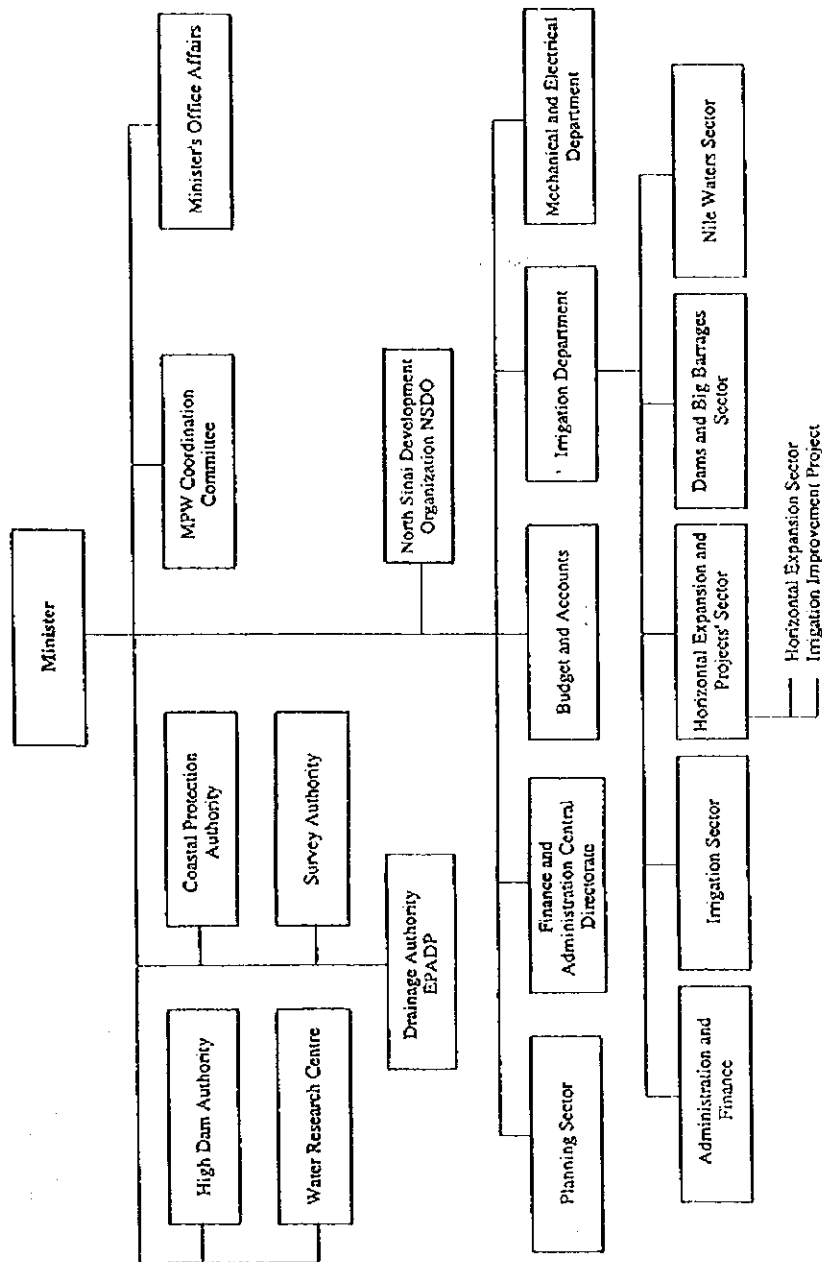


図3-1 公共事業水資源省組織図

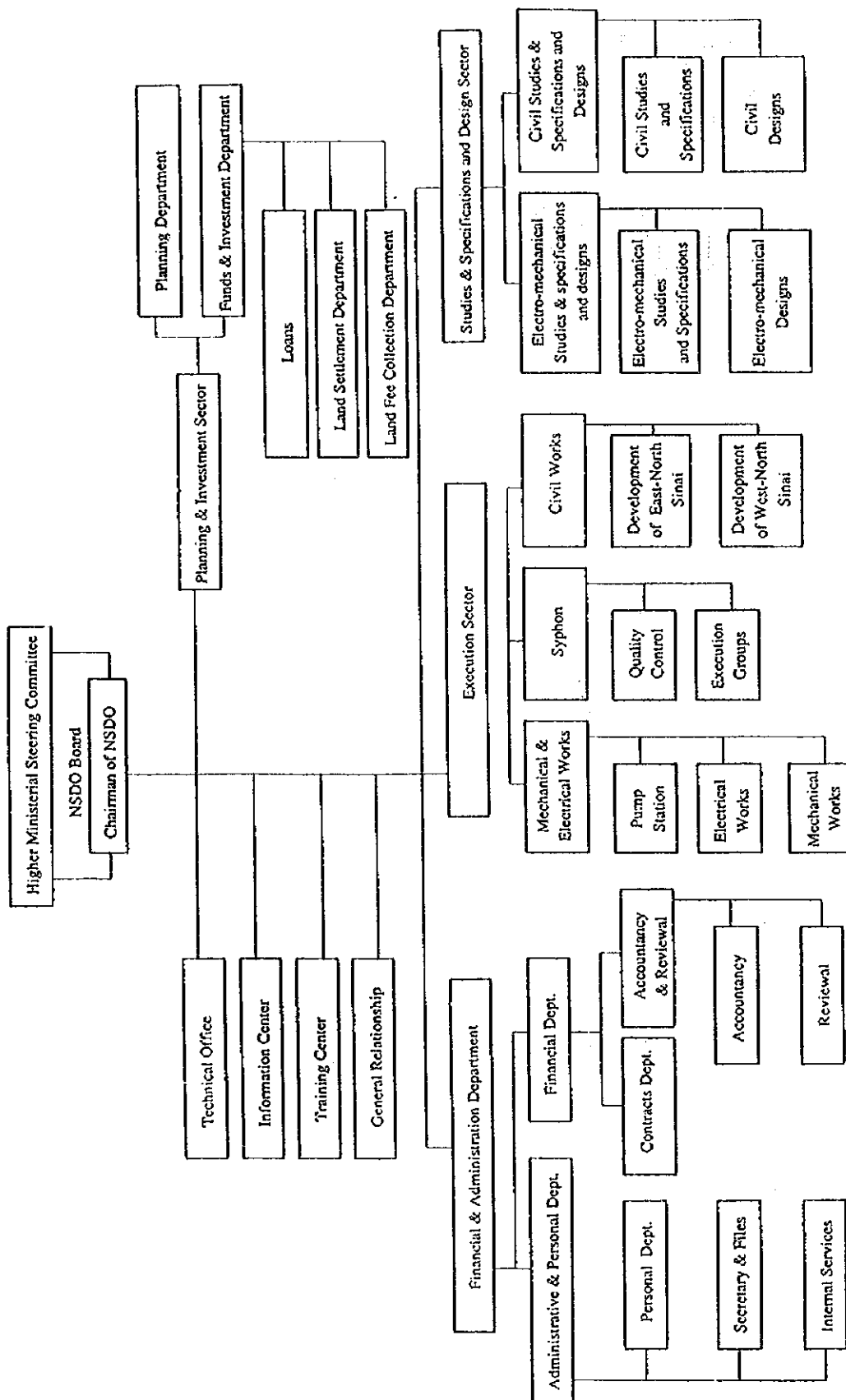


图 3 - 2 NSDO 組織图

第4章 調査対象地域の現況

4-1 自然条件

4-1-1 地形

シークギャベル・エルサバー水路85km地点（本調査における幹線導水路の始点（BP））からNo.7ポンプ機場予定地（108km地点）を経て、受益地となるエルシール・エルカワリール地区（EP：129km地点）を結ぶ44kmの間は、砂丘地形で代表されるものとなっており、F/S時の計画路線上の地形は下記となっている。調整地域の地形図を、図4-1に示す。

- ① 94km地点からNo.7ポンプ機場までの約23km間は、標高10m～25mの移動性砂丘となっており、F/Sではできるだけこの区間を迂回するルートが選定されている。このため、やむを得ず移動性砂丘を通過することとなる約8kmの間は、水路への砂の流入等を防止するためボックスカルバート形式が計画されている。
- ② BPから94km地点（9km区間）及び123km地点からEP（6km区間）の地形は比較的平坦で、砂丘植物が多く生育している安定した砂丘であり、ここに盛土による開水路が計画されている。
- ③ No.7ポンプ機場からエルシール・エルカワリール地区の約12.6km間は、穏やかな起伏の続く平均勾配1/100の緩傾斜面の砂丘地形（移動性砂丘を含む）であり、標高約10mから約125mまでをパイプラインにより揚水していく計画である。
- ④ No.7ポンプ機場付近は、比較的砂丘植物が多く、全体としては安定している砂丘地帯といえるが、ところどころに新たに砂が移動したと思われる単独の砂丘もみられる。

* 「砂丘の定義」：地学事典によると、「風により運搬された砂粒が集積してできた高まり。（中略）風が形成する砂床形はその大きさによって、ドゥラ（draa）、デューン（dune）、リップル（ripple）に分類される（I.G.Wilson, 1972）。前二者は広義の砂丘である。ドゥラは波長1kmから100kmを超えるものまであり、波高は数十～数百m、一方、デューン（狭義の砂丘）は波長10m前後以上、波高はメートルオーダーである。（中略）風の作用で最も容易に移動する粒子は、直径0.06mm前後のもので、乾燥していれば3～4m/秒の風で移動を始める。（略）」とある。砂丘植物が生育している場所は比較的砂の移動が少ない安定した砂丘である。一方、砂丘植物が育成していない砂の移動が頻繁におきているとみられる砂丘について、ここではとくに“移動性砂丘”と呼ぶことにする。

4-1-2 地質

北シナイ地域の地質は、上位より完新世の砂丘砂（風性堆積物の緩い砂）、第四紀更新世初期（80万～150万年前）の古海底堆積物（硬く締まった砂）、白亜紀セノマニアン期（9,000万～9,700万年前）のドロマイト、石灰岩などで構成されている。パイプライン終点（120km地点）からEPまでの北側（エルシール・エルカワリール地区）の地質状況は砂丘であり、そこから南東域には第四紀更新世の河成砂（微細砂、礫混じり粘土質砂など）が広く分布している。また、パイプライン終点及び開水路の南側には白亜紀、ジュラ紀の岩盤が路頭している地域もみられる。

4-1-3 地象

地震に関しては、「エジプトにおける耐震設計」が1988年1月にエジプト地震工学会より刊行されており、北シナイ地域は、エジプト国のサイスミックゾーニングマップにおいてゾーン3に区分されている。最大水平加速度は、ゾーン3において80ガルが推奨されている。当地域の主な地震記録は、表4-1に示すとおりマグニチュード5以下であり、地震活動度は低いものと考えられる。

表4-1 北シナイ地域（経度30° -32'、経度32° -34'）の主な地震記録

年	日時	発生時刻	継続時間 (sec)	緯度 (deg)	緯度	マグニチュード(注)
1984	03 29	21:36	06.22	30.18	32.10	4.70 mb
1987	01 02	10:14	46.40	30.48	32.22	5.00 mb
1989	07 27	12:17	25.45	30.22	32.57	3.30 ML
1990	12 04	17:51	04.06	31.19	33.47	—
1992	05 22	23:10	43.79	30.17	32.04	4.50 mb
1994	09 28	09:38	37.44	30.57	32.81	3.80 MD
1996	11 26	09:29	32.66	30.43	32.19	4.60 mb
1996	12 01	13:44	33.07	30.29	32.18	4.20 ML

(注) mb : Body-wave magnitude, MD : Coda-length magnitude, MLJER : Local magnitude (Richter)

4-1-4 気象

北シナイ地域は地中海に面しており、気温は夜間に冷え込み、午後2時から4時にかけて高くなる。風は、通常、日中2.5~3.5m/s、夜間2.0~2.5m/s程度の弱い風で、北西から北東の風が卓越している。特に、この北西風は地中海からの涼風であり同地域は砂漠地域の中にあつて夏期(7~9月)でも、午前中は比較的過ごしやすく、この傾向は内陸に入り込むほど顕著である。また、2月~3月頃には最大風速20m/sに達する嵐が起こることがある。降水量は少なく60~80mm/年となっており、冬から春にかけて予期せぬ雷雨により10mm程度の降雨がみられるときもある。湿度は年間を通じて60%前後にある。

月別平均気温、月別日最高・最低気温を表4-2、月別平均降水量・湿度・風速を表4-3に示す。

表4-2 北シナイ地域の月別平均気温、日最高気温・日最低気温の月別平均値 (°C)

月	月別平均気温	日最高気温の平均値	日最低気温の平均値
1	12.82	18.62	7.90
2	13.60	19.51	8.83
3	16.20	21.72	10.11
4	16.30	25.89	13.80
5	21.80	28.64	15.71
6	24.80	31.88	18.60
7	25.75	32.40	20.31
8	26.46	32.63	20.88
9	24.64	29.98	19.20
10	22.63	28.80	17.28
11	19.70	25.63	14.43
12	14.45	20.14	9.60
年平均	20.20	26.22	14.72

(注) 上記データは次の各観測ステーションの平均値 (それぞれ () 内は観測年数) :
 El Arish (31年)、El Qusiyma (1年)、El Maghara (4年)

表4-3 北シナイ地域の月別平均降水量、月別平均湿度、月別平均風速

月	月別平均降水量 mm/月	月別平均湿度 %	月別平均風速 m/秒
1	18.11	61.90	2.40
2	16.50	63.00	2.90
3	10.58	56.20	2.90
4	3.13	53.50	2.50
5	1.31	55.10	2.40
6	0.00	57.60	2.30
7	0.00	59.60	2.20
8	0.10	63.30	2.10
9	0.20	64.70	2.10
10	4.00	65.20	2.00
11	10.44	60.50	2.00
12	19.23	60.90	2.40
年平均	64.77	60.15	2.35

(注) 上記データは次の各観測ステーションの平均値 (それぞれ () 内は観測年数) :
 El Arish (31年)、El Qusiyma (1年)、El Maghara (4年)

4-2 水路施設

4-2-1 灌漑システム

北シナイ総合農業開発計画は、ナイル河分流のダミエッタ川河口から取水し、エルサラーム水路 (85km)、スエズサイフォン、シークギャベル・エルサバー水路 (129km) によりナイル河とスエズ運河に挟まれたスエズ運河東岸22万フェダン (92.4千ha) とスエズ運河西岸40万フェダン (168千ha) を開発するものである。スエズ運河 (スエズサイフォン) を横断した地点を始点 (BP) とするシークギャベル・エルサラーム水路は砂漠地帯を通過し、最終的に52.6m³/sの水量を途中4か所のポンプ機場 (No. 4, 5, 6, 7) による揚水を経てシナイ半島北部に位置する受益地 (エルシール・エルカワリール地区) に送水するものである。また、支線水路においても揚水ポンプを6か所設置し幹線水路より高標高部への送水を行う計画としている。

幹線水路に計画されている水路施設の概略は表4-4、表4-5に示す。また、分水施設、ポンプ機場、管理施設の位置図は図4-2に示す。

表 4 - 4 List of Structures related to Water Control (El Salam Canal)

Structures	Particulars
Damietta Intake	at station 0.0 KM
- Design discharge	109.09 m ³ /s
- Gates	Double leaf sluice type, 2 gates
- Water observation	2 water level gages at upstream and downstream
Serw Drain Intake	at station 18.0 KM
- Design discharge	109.09 m ³ /s at upstream
- Drainage water mixing	23.15 m ³ /s
- Design discharge	132.24 m ³ /s at downstream
- Gates	Sluice type, 2 gates
- Water observation	2 water level gages at upstream and downstream
No.1 Pumping Station	at station 22.0 KM
- Design discharge	132.34 m ³ /s
- Pumps	Inclined axial flow type, 10 units
- Water observation	2 water level gages at upstream and downstream
No.2 Pumping Station	at station 52.2 KM
- Design discharge	128.76 m ³ /s
- Pumps	Inclined axial flow type, 10 units
- Water observation	2 water level gages at upstream and downstream
No.3 Pumping Station	at station 52.2 KM
- Drainage water mixing	85.49 m ³ /s
- Pumps	Inclined axial flow type, 10 units
- Water observation	2 water level gages at upstream and downstream
Hadous Drain Intake	at station 52.7 KM
- Design discharge	128.76 m ³ /s at upstream
- Drainage water mixing	85.94 m ³ /s
- Design discharge	214.70 m ³ /s
Spillway	at station 77 KM (approximated)
Offtakes	at 9 locations
- Discharge	0.17 - 8.66 m ³ /s

表4 - 5 List of Structures related to Water Control
(Shikh Gaber El Sabah Canal)

Structures	Particulars	Remarks
Suez Siphon - Design discharge - Siphon	at station 0.0 KM from Suez Canal 160.00 m ³ /s 4 tunnels, ϕ 5,100 mm	underway
No.4 Pumping Station - Design discharge - Pumps	at station 3.0 KM 144.67 m ³ /s Inclined axial flow type, 10 units, 21 m ³ /s/unit	underway
Tal Elooly Cross Regulator - Gates	at station 14.73 KM Radial type, 5 gates	designed
No.5 Pumping Station - Design discharge - Pumps	at station 24.75 KM 101.27 m ³ /s Inclined axial flow type, 10 units, 12 m ³ /s/unit	designed
Romana Cross Regulator - Gates	at station 34.5 KM Radial type, 4 gates	designed
No.6 Pumping Station - Design discharge - Pumps	at station 46.5 KM 91.50 m ³ /s Inclined axial flow type, 10 units, 12 m ³ /s/unit	designed
Nigala Cross Regulator - Gates	at station 59.3 KM Radial type, 4 gates	designed
Blr El Abd Cross Regulator - Gates	at station 75.75 KM Radial type, 4 gates	designed
Cross Regulator - Gates	at station 84.9 KM Radial type, 4 gates	proposed
Spillway - Gates	at station 102.0 KM Radial type, 4 gates	proposed
No.7 Pumping Station - Design discharge - Pumps	at station 107.9 KM 52.66 m ³ /s Vertical type, 8 units	proposed
Offtakes - Design discharge	at 31 locations for 265,000 fed. 0.45 - 27.01 m ³ /s	designed
Delivery Tank	at station 129.0 KM, the end point for 135,000 fed.	proposed

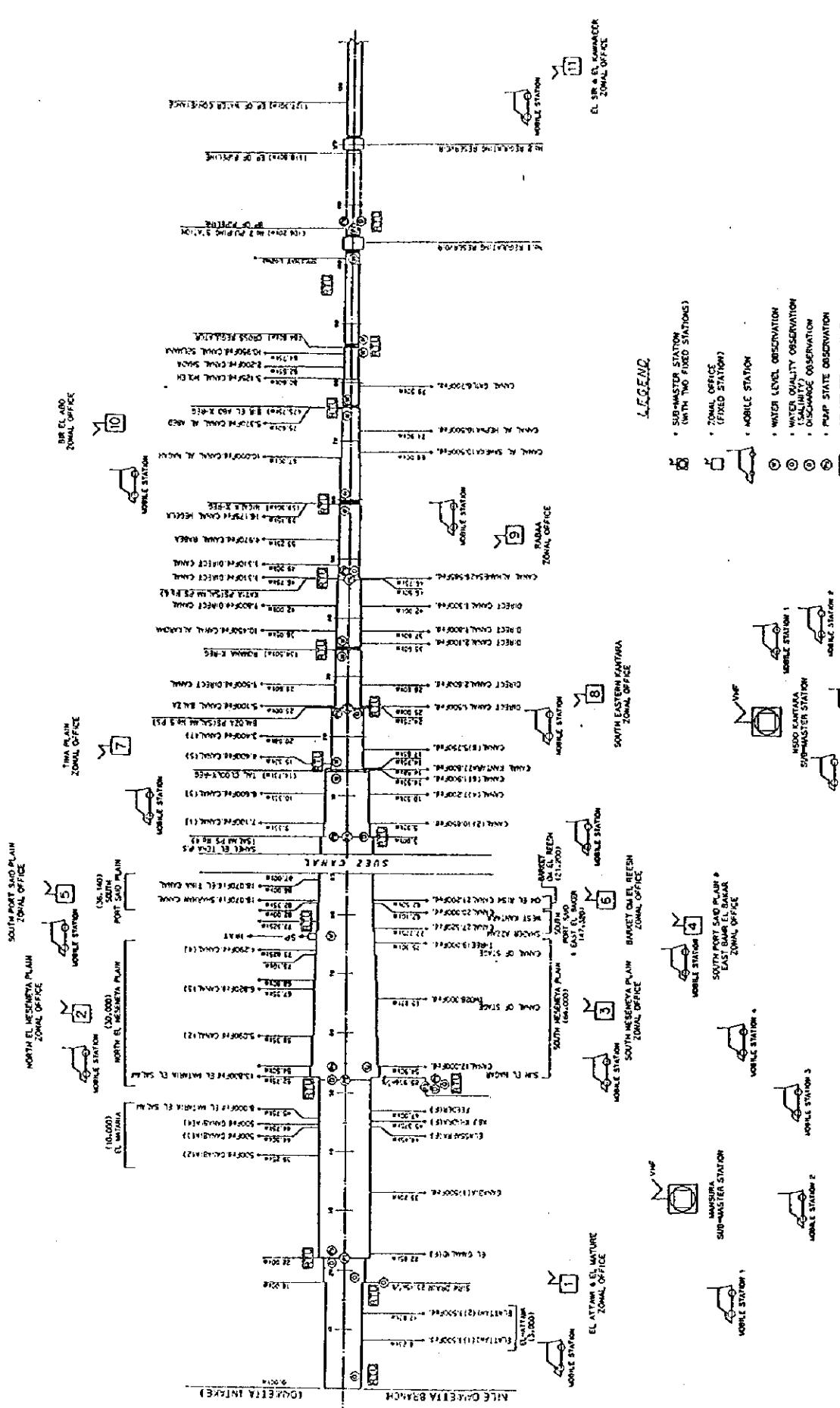


図 4-2 分水施設、ポンプ機場、管理施設の位置図

4-2-2 水路施設の水管理

スエズサイフォン下流の幹線水路（約129km）には水管理上の調整ゲートが5か所、余水吐が1か所計画されているが、調整池等は計画されていない。このため、下流の水の需要に伴う水位調整が追従できないものと思われる。また、ポンプの緊急停止時の余水の貯留・排除に問題を生じる可能性もある。余水吐予定地点は余水を放流可能な河川に相当するものはなくワジまたは湿地となっており、下流には幹線国道があり、排水の影響が心配される。

4-2-3 受益地区（エルシール・エルカワリール地区）

受益地の土壌は農地開拓局が1994年に実施した調査から、52%が微砂質及び微砂質粘土土壌、48%が砂質土壌である。地形勾配は1/500程度で、平坦であり水路や道路の建設等のは場内の整備は容易と思われる。水路内への用水の貯留が水路勾配の関係から困難なため、効率的な水利利用を図るためファームポンド等の設置が必要と思われる。

4-2-4 水路施設の構造

- (1) シークギャベル・エルサバー水路最上流に位置するTina Plain地区には、重粘土が分布しているため、この区間の幹線水路は、法面の安定化と保護のために法勾配を3割から4割と緩くし、水路法面は吸い出し防止シート及び蛇籠工の布設により滑動等の防止を計っている。さらに建設機械のトラフィカビリティ確保の目的で、水路法面・法肩部に砂を大量に搬入し撒きだしている。
- (2) シークギャベル・エルサバー水路は、コンクリートライニング（ $t=25\text{cm}$ ）3面張り構造である。コンクリートの施工継目は、水路幅18mの底版部において水路縦断方向に伸縮継目が左右岸に2列配置されている。水路の法面部を含めすべての床版には正方形状（ $3\text{m} \times 3\text{m}$ ）の盲目目地も施工されている。また、ライニングの下部には遮水用ビニールシートを布設しており、目地、継目等からの漏水を抑制している。さらにビニールシート下部には、水路方向に3列のアンダードレーンが配置し漏水を排水する構造となっている。
- (3) 支線水路（シークギャベル・エルサバー水路掛かり）は、コンクリートライニング3面張り構造である。切土区間は15cmのコンクリートライニングで遮水用ビニールシートは敷設していない。盛土区間は、盛土の沈下・変形によってコンクリートライニングのひび割れ等から漏水が発生する可能性があること、及び盛土の支持力等が均一性を欠くこと、または不等沈下のおそれのあることに配慮し、現地盤上に直接10cmのモルタルライニング、止水シートを布設し、上部に15cmのコンクリートライニングを行うというサンドイッチ構造

のライニングを施工している。その目地はすべて盲目目地（樹脂）となっている。これは、漏水対策、及び漏水に起因した盛土の決壊等に対する水路の安全性を非常に重視した設計である。一方、土工事に対しては、施工管理が十分に行われないことを前提とした、または施工管理レベルが低いことを前提とした設計思想であると思われる。

(4) 水路の切土区間は、切土深さにもよるが地盤のN値はおおむね20～30のよく締まった砂地盤であり、水路基礎の支持力は十分確保されると思われる。水路の天端には、水路内への砂の流入を防止するため、石積みによる防砂壁が施工されている。

(5) エジプト国における設計指針、及び工事標準仕様書を表4-6に示す。

表 4 - 6 設計指針及び工事標準仕様書

LIST OF THE CODES OF PRACTICE
(Ministry of Development, New communities, Housing and Utilities)

EGYPTIAN CODE	
1	Egyptian code for concrete facilities
2	Egyptian code for steel constructions and bridges
3	Egyptian code for drinking water and sanitation drainage conduits
4	Egyptian code for sanitary fixtures in the building (under print)
5	Egyptian code for whitewashing works
6	Egyptian code for electric lifts (in English)
7	Egyptian code for electric connections in the buildings
8	Egyptian code for soil mechanics and foundations engineering
9	Egyptian code for construction works implementation specifications and conditions
10	Code for electric and hydraulic lifts
11	Code for sanitary drainage pumping stations (volume I)
12	Code for sanitary drainage water treatment (volume II)

SPECIFICATIONS DESCRIPTION OF WORK ITEMS

EGYPTIAN SPECIFICATIONS	
1	Specification for construction carpentry items
2	Specifications for aluminum works items
3	Specifications for sanitation works items
4	Specifications for floors and marble works items
5	Contract for engineering consultations services, studies and planning
6	Contract for engineering consultations implementation supervision
7	General conditions for contractor's contract
8	Specifications for water and humidity isolation works
9	Specifications for lubrication works
10	Specifications for concrete and reinforced concrete items
11	Specifications for earth works (excavations and earthfills)
12	Specifications for public and administrative
13	Specifications for constructions steel works
14	Specifications for white washing works
15	Joint contract

Publication: Research Center for Housing, Building and Physical Planning

4-3 ポンプ施設

4-3-1 施設管理

幹・支線水路などの基幹施設は、すべて政府によって維持管理がなされ、費用もすべて政府が支出している。基幹施設のうちポンプ機場（灌漑及び排水）については、公共事業水資源省機械電気局が管理を行っており、一定の運転時間毎にポンプ設備の整備点検を行っており、現地調査したポンプ場のメンテナンス状況も良好であった。

4-3-2 ポンプ運転管理

ポンプ場の運転は、公共事業水資源省灌漑局と農業省（営農担当部局）の出先機関で協議し決定された必要水量に対応したポンプの運転時間、管理水位の指示が灌漑局から機械電気局（ポンプ場管理者）に行われ、これに基づきポンプ場管理者が、ポンプを示された時間稼働させるON・OFF運転を行う非常に簡易な水管理手法をとっている。

また、機材運用のための技術力の修得の問題もあるが、高度なコンピュータ制御を導入した場合の劣悪な外部環境が機器に及ぼす影響を緩和する施設の整備（空調、温度管理、建物の密封性）の必要性の理解や精密機器の利用方法に対する理解が期待されないため、機器の故障が多く、財政難のため高価な外国製品の更新、部品調達が困難な状況が予想され利用されなくなる可能性が多いと考えられる。

4-3-3 既設ポンプの稼働状況

エルサラーム水路に設置されたNo. 2, 3 ポンプ機場は、1991年から運用を開始しているが、その稼働状況は地区内の除塩等による整備の遅れや幹線末端が整備されていないことにもない、現在10~20%程度の非常に低い稼働率となっている。なお、各機場のポンプ台数は、No. 2 ポンプ機場に10台、No. 3 ポンプ場に9台設置されているが、1991年と1995年に約半数ずつ運用を開始しており、ある程度、受益地の整備の状況等を考慮した段階的施工の考え方があったようである。一部フラップゲートのヒンジ部分にごみが詰まり開閉に支障が生じていることが報告された。

4-3-4 電力供給

(1) 電力供給状況

エジプト国はアスワンハイダムを主体とする水力と石油・天然ガスを燃料とする火力との水火併用で国内電力を満たしている。エジプト電力庁（EEA）が保有する発電設備は1995/96年度末時点で合計13,027MWでこのうち2,805MWが水力で全発電量の21.5%を占め、火力は10,222MW、78.5%である。地域内の発電はカイロ地域、アレキサンドリア地域、

北・上エジプト地域、中央デルタ地域、西デルタ地域、運河地域及び南・上エジプト地域に区分されるが、本事業実施地域に隣接する運河地域（Canal地域）を含む後者の4地域は発電量に余力を持ち、500kV及び200kVで各々連結された電線網により他の地域に電力を融通している。

(2) 電力関係機関

エジプト国の電力部門は電力・エネルギー省（Ministry of Electricity and Energy; MEE）の中にエジプト電力庁（Egyptian Electricity Authority; EEA）、地方電化局（Rural Electrification Authority; REA）をはじめとする七つの関係庁と配電公社統括局及び電力設備建設会社統括局の二つの統括局がある。配電公社統括局の下には地域毎に分かれた八つの配電公社、電力設備建設会社統括局の下には四つの電力設備建設会社が置かれている。EEAは発電所及び132kV以上の高圧送電設備の建設、運転、保守を行うとともに、工業、農業セクターへの電力の直接供給、配電公社への売電を行っている。REAは66kV以下の送電電線を建設し、建設後は66kVと33kV送電線をEEAに、11kV以下の配電線を各地域の配電公社に引き渡している。配電公社はEEAから買電した電力を11kV以下の配電線で地域の一般需要家へ供給している。

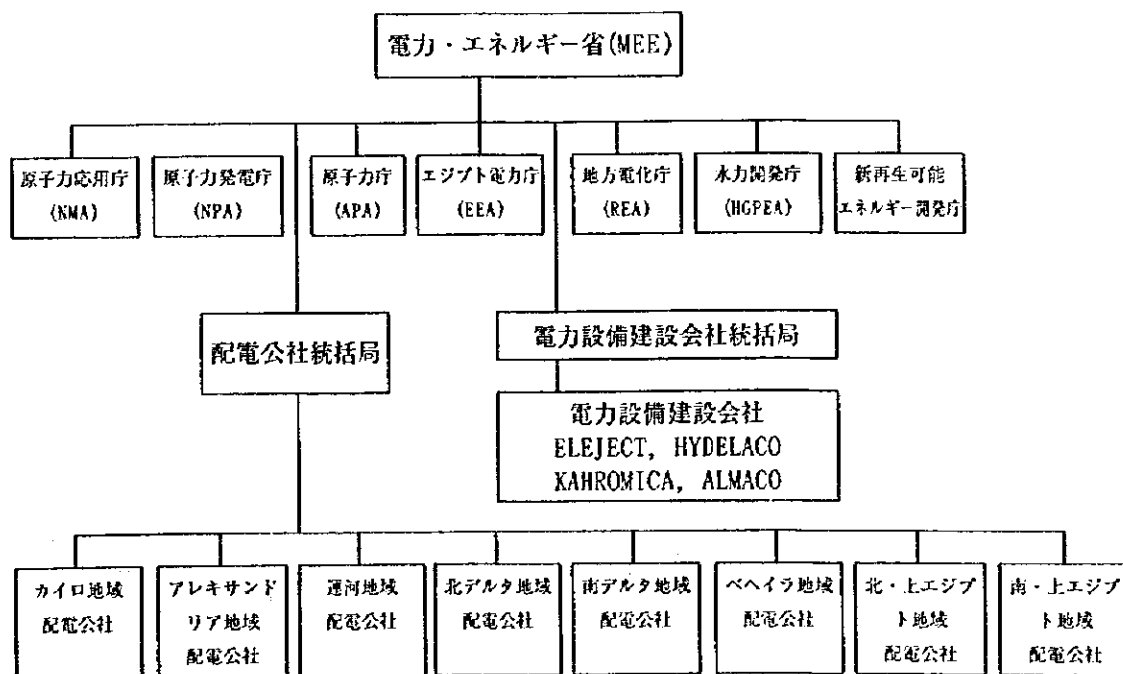


図4-3 電力部門組織図

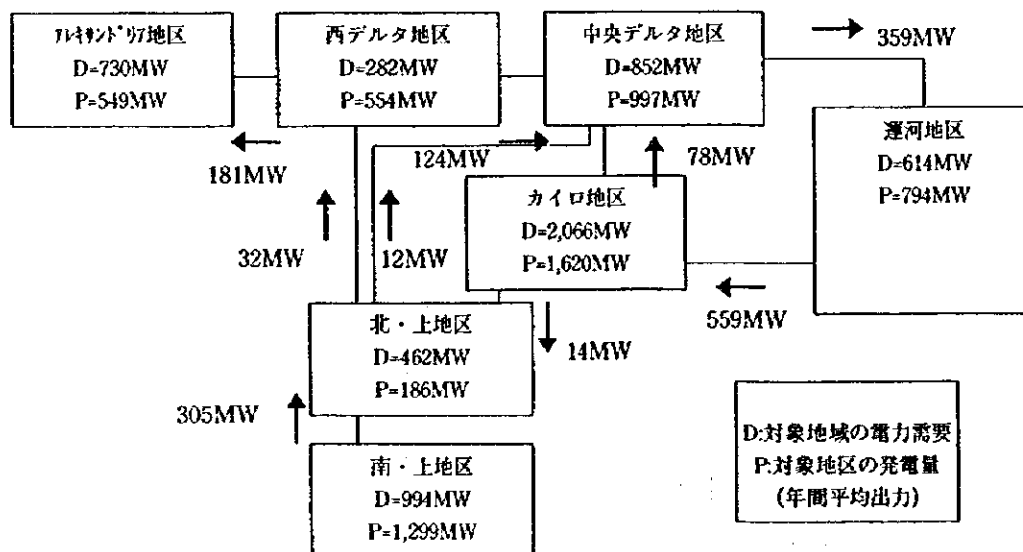
(3) シナイ半島での発電計画

シナイ半島での発電計画としてEBAはカイロ地区のAbu Zaabal変電所と新設のNew Suez変電所の間に119kmの500kV高圧送電線を建設中であり、また新規New Suez変電所からスエズ運河のAhamed Hadiトンネルを通り、シナイ半島を横断シアカバ湾のTabaに至る500kVの高圧送電線の建設を実施中である。北シナイでの発電計画としてイスラエルとの電力網建設として既設のイスマイリア変電所と、現在建設中であり本D/D対象導水路計画地区の北に位置するエルアリシュ火力発電所とを連結する地中海沿いの220kV送電線をエルアリシュからガザ経由で延長し、イスラエルの基幹電力系統と連結し、電力融通を行う計画をもっている。

(4) シークギャベル・エルサバー水路のポンプ機場への送電計画

シークギャベル・エルサバー水路のポンプ機場への送電は上記北シナイ地区に建設中の送電線を通じて行われることとなる。エルアリシュ火力発電所をはじめとして1996/97年度及び1997/98年度に開発が予定されている発電所設備は以下のとおりである。

計画名	機種	施設規模	地区
Assuit (火力)	スタータービン	300MW×1基	北・上エジプト
El Arish (火力)	スタータービン	30MW×2基	運河地域
El Koraimat (火力)	スタータービン	600MW×2基	運河地域
合計		1,560MW	



(上記電力関連資料は「開発途上国技術情報データシート：JICA1997年度」による)

図4-4 エジプトの電力融通実績 (1995/96年度)

4-3-5 No.7ポンプ機場予定地

細砂の砂漠で、砂が多少動いており、予定地の北側2kmで既設道路が砂で埋まった状態となっていた。予定地付近では、地形にかなりの起伏があり、その高低差は20~30mに及び、また、送水管の路線勾配は、受益地周辺まではかなり緩いものと考えられ、幹線水路、余水吐の放水路、仮設道路の路線選定と併せてポンプ場の予定地を検討すれば、予定地が大きく変更される可能性がある。

4-4 施工条件

4-4-1 工事発注方法

シークギャベル・エルサバー水路本体工事は既に六つの工区が発注され、各々異なった建設業者（ローカルコントラクター）が施工を行っている。また、水路にはポンプ機場が3か所（No.4,5,6）あり、工事はポンプ機場毎に発注されている。また、ポンプ、電気施設はポンプ機場工事とは別に発注されており、それぞれポンプ機場基礎、上屋工事は公共事業水資源省機械電気局、水路は公共事業水資源省灌漑局、またポンプ、電気施設については同省機械電気局が契約機関となっている。

4-4-2 施工方法

(1) 水路部掘削工

シークギャベル・エルサバー水路の計画地盤は最上流部のTina Plain地区の重粘土地盤の他はすべて砂地盤（SP）からなる。重粘土地盤においてはバックホー（0.7m³級程度）により掘削し、ダンプトラックで水路堤に撒きだし、転圧している。含水比が高いため砂を大量に撒きだし、法面の安定と建設機械の施工性向上を図っている。砂地盤の掘削はモータースクレーパーが使用されている。

(2) 水路部盛土工

水路盛土区間の盛土高は、水路底で最大約7~10m、側壁法肩部で12~15mに達する。盛土材は原位置発生材である砂質土（SP）を用い、施工はブルドーザー、スクレーパーで層厚30cm程度に敷き均し、最適含水比9~10%を確保するため、散水車で散水した後、10トンクラスの振動ローラーで締固めを行い、締固めの管理は乾燥重量で約1.75t/m³であり、D値管理を行っている。散水用水は近くに設けた浅井戸から取水している。水路部は水路天端まで盛土を行った後、水路部の掘削、法面整形を行っている。しかし、締固め機械台数が少なく、十分な締固めは実施されていない区間もあると推察される。総盛土量は膨大であり、十分な締固めを行うには、時間及び経費（機械の大きさ、機械台数、転厚回教、施

工管理、土量、施工時間等)を必要とするため、土工の管理値は比較的低いD値を設定している。このことから、コンクリートライニングの設計・品質に重点を置く設計思想を採用していると考えられる。

(3) コンクリートの製造

コンクリートは水路のライニング用のコンクリート(無筋)及びポンプ機場基礎、上屋建物(鉄筋コンクリート)が製造されている。工区毎にプラントを設置し、コンクリートの攪拌はドライ状態でミキサートラック(6~8m³)に材料を投入後、ミキサートラックにより攪拌・混合している。プラント施設はセメントサイロ、骨材用ベルトコンベアー、給水タンク等である。

(4) コンクリート打設

ライニング用コンクリートは斜面用コンクリートフィニッシャー(ライカ社製、USA)で行っている。幹線水路は法面部を同フィニッシャーで行い、底板部はコンクリートポンプ車を使用している。支線水路は断面が小さいことから全断面同時にフィニッシャーで施工している。フィニッシャーの駆動はクローラタイプである。構造物のコンクリート打設は主にコンクリートポンプ車を使用している。

(5) パイプライン用鋼板の生産状況

1) エジプト国での鋼板生産の現状

エジプト国にはカイロ市周辺を中心に、サグト市、テンス・オブ・ラマダン市に製鉄所が15か所建設されている。このうち6か所の製鉄所は製鋼工場を持つ。粗鋼生産量は1994年に300万トンであり、その80%は国営エジプト鉄鋼会社(Egyptian Iron and Steel)と民間のAlexandria National Iron and Steel Co.(ANSDK)で生産されている。鋼板の生産量は50万トンであり、ほとんどの製品は棒鋼である。棒鋼の生産は200万トン以上に達しているが、鋼板は年間消費量60~80万トンに対し約20万トンは輸入に依存している。エジプトで鋼板を生産しているのはエジプト鉄鋼公社(EISCOまたはHADISOLB)1社のみであり、棒鋼生産設備の拡張は計画されているが、鋼板についてはほとんど計画されていないのが現状である。

EISCOで生産される厚板「一般構造用圧延鋼材(JIS G 3101、DIN17100)」の寸法は厚さ8~100mm、幅1,250~1,500mm、長さは3.6~9.0mである。圧延鋼材の需要として建設工事、港湾、鋼管及び車両が挙げられ、建設用鋼材の品質として管厚3~60mm、幅1,000~2,500mm、鋼管用として管厚2.5~12.7mm、幅1,500mmが必要となっている。しか

し鋼板の板形状、表面性状、成分の均一化等、特に8mm以上の板厚において品質の向上が求められている。

2) 本D/D対象パイプライン用鋼板の調達

本事業で必要となる鋼板は平均管厚を25mmとすれば9～10万トンとなる。エジプト国では圧延鋼板の使用量60～80万トンに対し約20万トンは輸入に依存しており、また管材についても厚板の品質の問題があることを考慮すれば、パイプライン用鋼板の調達については海外からの輸入に依存することとなる。エジプト国においては鋼材はドイツ、フランス等が挙げられる。管材の品質基準としては輸入国の基準（JIS、BS、ASTM、DIN、NR ISO等）が適用される場合が多い。

4-4-3 施工管理

公共事業水資源省（MPWWR）は事業実施に際し、内部に大学教授、技術者からなるコンサルタントを設置することとしている。一方、建設業者は施工を担当すると同時に、民間コンサルタントを雇用し、工事中における設計、施工管理を委託している。設計変更がある場合はこの建設業者の雇用するコンサルタントから施主である公共事業水資源省北シナイ開発機構（NSDO）に承認申請が提出され協議が行われる。

4-4-4 品質管理

品質管理は工事特記仕様書の他、British Standard（BS）、American Society for Testing and Marerials（ASTM）が基本となっている。ただし鋼材についてエジプト国では鉄筋、建設用鋼材の他は輸入によるため、輸入国の管理基準が適用される。粗骨材についてはスエズ市、カイロ市近郊から搬入される。セメントはカイロ市南東部において自国生産しているポルトランドセメントが使用されている。土工機械については掘削機械、運搬車両については大型機械が使用されているが、締固め機械については10トン程度の機械であり台数も少なく、施工速度に影響を与えている。コンクリートの品質は鉄筋コンクリートで圧縮応力300kgf/cm²と規定されているが、実際のコンクリートは粗骨材寸法も小さく、ポンプ機場施設によっては設計強度を満たしてない部材が見られる。型枠は合版型枠が使用されているがコンクリートの仕上がり面は雑である。鉄筋は自国で生産されており丸鋼、異形鉄筋の両方が使用されている。鉄筋の組立は設置間隔が一定でなく、管理基準が低い。

4-4-5 仮設備計画

(1) 仮設道路

資機材の搬入搬出は水路にほぼ平行に建設されている国道（アスファルト舗装）及び砂

漠内への侵入道路（砂利舗装道路）が使用されている。

(2) 仮設給水

給水施設について、地下水は塩分を含むためコンクリート製造には使用されておらず、ナイル河を水源とするイスマイリア水路からエルアリシュ市まで布設されているφ300mm、700mmの2本の上水用導水管から供給を受けている。地下水は盛土材の含水比調整に用いられ、取水は深井戸用ポンプが使用されているが塩水の影響で故障、交換が著しい。

(3) 仮設電力

北シナイの電力は全国発電網の一つである運河地域に位置するPort Said、Isma ilia、Abu Soltan、Suez、Ataka発電所と現在建設中のEl Arish発電所から供給される電力グリッドから受電される。工事対象地域近傍のBir El Abd及びKantara southに変電所を建設中である。

4-4-6 労働環境

砂漠地帯の厳しい気象条件の下での現場作業にあたっては、早朝より開始し、午後2～3時以降の時間帯は避けるなどの調整が求められる。イスラム教の教えでは一日のうち働いてよい時間は、日の出から日没までとのことであるが、時間外の作業については許可を受ければ可能との話である。なお、気温42℃以上での屋外作業は労働法上、禁じられている。

4-4-7 積算条件

(1) 工事契約状況

水路建設工事は工区を10～15kmに分割し契約発注しており、コンクリートプラント等仮設備は各契約業者が独自で建設している。ポンプ及び電気施設は設計、製作、運搬、据付け、試運転まで一括発注であり、またポンプ及び電気施設の保証期間は2年間である。

水路工事の契約図面は1/50,000の地形図に水路路線を示した図面の他、水路の標準断面及び取水工、橋梁等の付帯施設の図面が添付される。1工区の図面枚数は水路工事で5～6枚であり、橋梁、分水工等の付帯構造物がある場合その図面が添付される。製作図、施工図は契約業者の責任で作成され、NSDOの承認をもって工事が開始される。契約図書は導水路工事等の一般土木工事でローカルコントラクターが入札を行う場合はアラビア語が使われているが、ポンプ、電気施設建設において国際入札が行われる場合は英語で作成されている。なお、一般土木工事の場合には入札参加業者の事前資格審査(Pre-qualification)は行われなことが多い。

(2) 工事費積算

エジプト国には積算基準に関するものはなく、NSDOは単位数量当たりの標準施工単価、また土質材料、コンクリート等の一般土木資材の材料単価を持っている程度である。地形、地質調査が十分に行われないことから設計の精度も低く、数量も精査されていないことから工事途中に設計変更の要請が契約業者からクレームとして提出され、工事費の増加、また工期の延長になるケースが多い。このためNSDOは入札図書の整備と工事数量及び工事費積算の精度を高め、工事期間中の変更契約量の削減に努めることが重要であると認識している。

4-5 測量調査

4-5-1 測量にかかわる行政制度

シナイ地域の地形測量の実施はMilitary Surveyの管轄下であり、公共事業水資源省等の政府機関は事業実施に必要な地形図等を作成する場合、Military Surveyに対し航空写真等の必要資料の提示、また地上測量の実施申請を行う。公共事業水資源省の場合は下部組織であるSurvey Authorityが測量、図化の実施監督、または実作業を行っている。図4-5に公共事業水資源省のSurvey Authorityの組織図を示す。

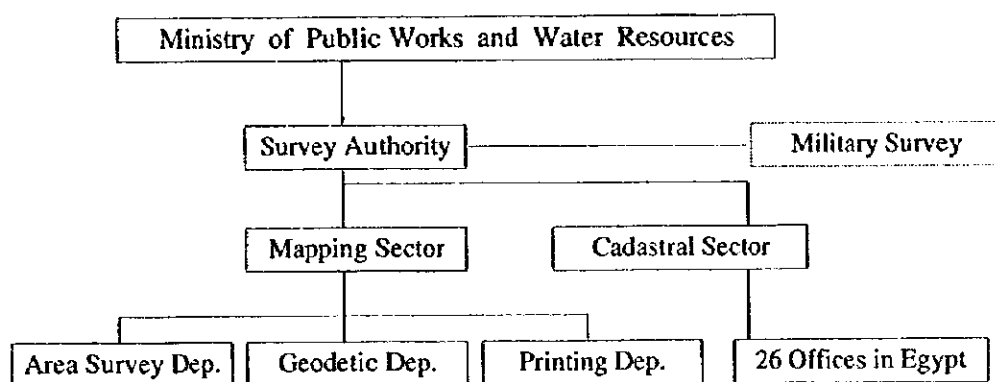


図4-5 Survey Authority 組織図

4-5-2 地形図等資料

D/D対象地域を包括する既存の地形図として、縮尺1/25,000の地形図が存在する。同地形図は1983年の航測（Research & Ground Water:REGWA社）に基づくものと、1981年の航測に基づくものがあるが、等高線間隔が5mであるためD/Dの精度を確保することは困難である。また航測実施年が1981～1983年であるため、移動砂丘区間の地表標高の信頼度も低いと考えられる。その他の地形関連資料として以下に示す当該D/DのF/S（JICA）において実施された測量成果（1997年10月）がある。

- ・ National Benchmark and Monument
- ・ Route Map (導水路計画路線図及び座標) (S=1:25,000)
- ・ Longitudinal section (計画導水路縦断図) (Sh=1:25,000、Sv=1:100)
- ・ Cross sections (計画導水路横断図：40断面) (S=1:250)
- ・ Topographic map (No. 7 ポンプ機場平面図) (S=1:200)

4-5-3 測量システム

エジプト国では地形図作成の基準となる座標は「Kmシステム」に明記されており、国土全体を土地利用のポテンシャルから経度で3地区（東緯25～29°、29～33°、33～37°）に区分している。（F/SではXY座標の原点をN30° 50'00"、E33° 05'00"としている）1/25,000の地形図のインデックスは「Key Map to Geodetic Triangulation (Military Survey)」に示されている。三角点は北部シナイにはポートサイド市、カンタラ市、イスマイリア市、及びエルアリシュ市に設置されているが資料の入手はSurvey Authorityに正式要請する必要がある。民間測量会社によってはGPS測量を行うため、北シナイ地域に独自の中継局を設置している。水準点はNational Benchmark No.5275（D/D対象導水路始点付近）が利用可能である。

4-5-4 ローカル測量会社の能力

エジプト国においては測量を専門とする会社は少なく、総合コンサルタント会社が測量部門を設置し、同部が航空測量、地上測量及び図化を行っている。測量方法は経緯儀と測距機による測量からトータルステーション、及びGPS測量の技術を有する。本調査期間中コンサルタント会社について業務内容、業務経歴等を調査したが、現地測量、及びCADによる成果品作成、データ管理を行うのに必要なソフト・ハードウェア及び技術者を保有しており、本件を実施する能力を十分有するものと判断される。

4-6 地質・土質調査

4-6-1 地質・土質調査

エジプト国では長年の経験から、砂丘の細砂が風や水に対しても浸食され易い不安定な土材料であることから土木設計上過度に安全性を期待しないということが、エンジニアリングセンスの根底にあるものと思われる。また、エジプト国においては、現場作業の施工管理も行き届いたものでない様子が見受けられることから、設計技術者は常に安全側の設計を選択する方向にあるものと思われる。

しかしながら、具体的な外力、境界条件、発生確率、施工法、施工管理方法、維持管理方法等、要因や構造に関する分析を行わずに、安易に安全側（過大）に設計されているとしたら、

すべて建設費・工程に跳ね返ってくるものとなる。

エジプト国では砂の締固め管理を厳密に行い、土の強度・変形特性をシビアに設計に反映させることは一般的に行われていない。また、室内三軸圧縮試験は主に粘性土に対して適用しているが、砂質土について試験はあまり行われておらず、室内試験装置の精度も高くない。強度特性は、主として一面せん断試験から求めることが一般的で、変形特性に関する情報は他の土質定数との相関関係から推定していることが多い。これは原位置試験についてもいえ、たとえば原位置の変形特性を精度良く把握するダイラトメーター（DMT）や孔内水平載荷試験（PMT）を導入している会社・大学等はエジプト国にも数か所あるが、この国では比較的新しい技術で調査費用も高いことから実績は限られている。

4-6-2 土質・地質試験の特徴

下記にエジプト国における各種サウンディング・ボーリングの原位置調査法の特徴を示す。調査単価は(1) < (2) < (3) < (4)の順に高くなるが、設計対象物や現地状況に合わせて、適切に組み合わせる工夫が必要である。

(1) 動的コーン貫入試験（DCPT）

先端がコーン状のロッドを三叉槽とハンマーを用いて地盤に打ち込む単純なもので、四輪駆動のジープで搬入できるため、砂丘での機動性がよく、エジプト国でよく行われている。我が国で使われている機械式の方法に比べて精度面（ロッドの鉛直性、周面摩擦など）で劣る。

(2) 二重管式または電気式の静的コーン貫入試験（SCPT）

先端コーンの貫入抵抗値を計測することから、DCPTに比べ調査結果の精度は高いが、貫入時の反力（カウンターウエイト、スクリュアアンカー等）を取る必要があるため機動性が悪い。特に電気式の場合はロードセル等のキャリブレーションを入念に行う必要がある。

(3) ダイラトメーターテスト（DMT）

キャリブレーションが簡単なうえ、DCPTと同様にたたき込むことができ、取り扱いが簡便であるため、高い精度で強度・変形特性が把握できる。一方、比較的新しい器機（ただしASTMやユーロコードには既に採用されている）であり、エジプト国ではまだ普及していないため調査費用が相対的に高い。

(4) 機械ボーリング

地質・土質、地下水位等を確認する確実な方法であり、これと同時に実施する標準貫入試験（SPT）は、得られるN値の汎用性が高く、試料も採取される。一般にエジプト国で使用されているボーリングマシンは四輪駆動トラックマウント式で機動性は高いが、移動性砂丘地帯のように搬入条件の悪いところでは、搬入用道路を造る必要があるため費用がかかることが想定される。

第5章 本格調査実施上の留意点

5-1 調査結果の総括

5-1-1 事業評価

本件は約52m³/sの用水を110m揚水する世界的にも例をみない大規模な事業であり、施設の建設費だけでなく施設完成後の維持管理費も莫大なものとなることから、D/Dのできるだけ早い段階で事業の再評価を行い、エジプト国側に説明することが必要である。

再評価にあたっては、単に建設事業費のみで評価するのではなく、ポンプ場の電力料金、所定の灌漑効率を確保するために必要な水管理施設、調整池等の施設の維持管理方法及び人件費等を含む経費を含めて評価する。

また、F/S時の諸条件の変更の有無についても評価する必要がある。

5-1-2 技術移転

エジプト国に対して、パイプラインの設計技術などを積極的に技術移転を行うとともに、D/Dの各段階でエジプト国との密接な打合せを行う必要がある。

5-1-3 1/10,000の地形図の作業状況の確認

エジプト国が、独力で調査対象地域とその周辺の1/10,000の地形図を6か月以内に作成することとしたが、空軍の協力が得られるかエジプト国滞在中には確認できなかったため、S/W調印2か月後を目途にJICAが作業状況を確認することとした。

1/10,000の地形図の作業状況は、D/Dの内容、工期に大きく影響するため、引き続き作業状況について確認する必要がある。なお、エジプト国側が作成する1/10,000地形図作成範囲は、図5-1に示す。

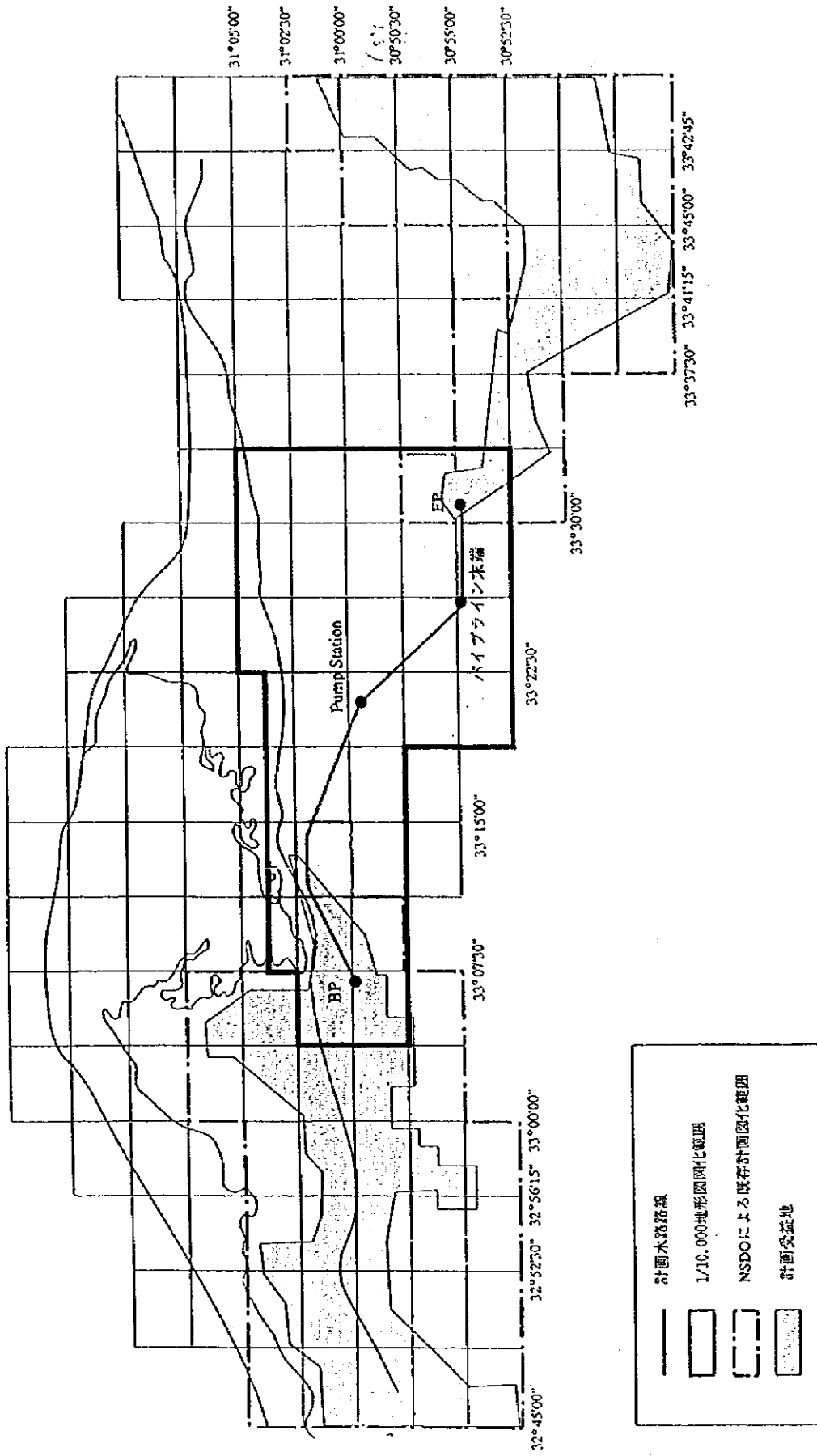


図5-1 1/10,000地形図作成範囲

5-1-4 D/Dの工期

エジプト国側は12か月の工期で日本側に要請していたが、JICAは20か月と提示した。このため、エジプト国側はD/Dの調査団が来るまでに地図を作成し、工期の短縮をしたいと考え、地形図作成の申し出をしたものである。これに対して、エジプト国側が6か月以内に地形図を作ることを条件にD/Dの工期を18か月に短縮した。しかし、エジプト国側は、さらに短縮をするよう要求しており、S/Wは結局18か月で落ち着いたものの、M/Mに調査団とエジプト国側両方の考えを記載するとともに、調査団はエジプト国側の意見を日本に伝えることとしている。このような状況から、エジプト国がD/Dの工期の短縮をコンサルタントなどに要請する可能性があり、この点について十分留意する必要がある。

5-1-5 設計にあたっての留意点

エジプト国側は1日も早く工事に着手したいとの強い意向を持っているが、一方で今回のような大規模なポンプ施設、大口径パイプラインの設計施工、長大水路の水管理等の実績はない。

さらに、日本国内でも例が少なく、設計にあたっては、理論的な面から水管理等を含めて安全で経済的な検討が必要である。

5-2 水路施設計画

5-2-1 本格調査実施内容

水路施設計画は、表5-1の内容を基本として策定する。

実施設計においては、開水路、ボックスカルバート、パイプライン、付帯施設等の区分を明確したうえで取りまとめる必要がある。

表5-1 水路施設の設計内容

区 分	内 容
1. 資料の検討	(1)地形図等資料収集、F/S資料の基礎諸元内容検討
2. 設計計画	(1)基本条件の検討：水理構造条件の検討、経済路線選定 (2)開水路：水路タイプ、損失水頭の計算、断面の検討 (3)パイプライン：管種、管径の検討（経済比較） (4)暗 渠：①形式、規模及び構造の検討 ②呑吐口及びトランジションの検討
3. 水理検討	(1)開水路：水理縦断面図の作成 (2)パイプライン：①定常水理解析 ②非定常水理解析 (3)暗 渠：水理計算
4. 構造計算	(1)開水路：各断面の詳細構造解析 (2)パイプライン：内外圧に対する詳細構造解析 (3)暗 渠：各断面の詳細構造解析
5. 構造図	(1)開水路：構造一般図、構造配筋図、バレル割ドレーン工等構造詳細図等 (2)パイプライン：構造詳細図、スラストブロック・異径管構造詳細図等 (3)暗 渠：構造一般図、詳細構造図、配筋図等
6. 付帯施設構造物	(1)開水路：付帯橋梁、余水吐、管理施設等の詳細構造解析 (2)パイプライン：空気弁工、サージタンク、スラストブロック、管理施設等 (3)暗 渠：管理施設等の詳細構造解析
7. 付帯施設構造図	(1)構造一般図、構造詳細図、配筋図等
8. 平面縦断面図	(1)開水路：構造図、配筋図、平面縦断面図に位置、断面、水位の記載、バレル割り等 (2)パイプライン：構造図、配筋図、詳細平面縦断面図に位置、水位記載、管割り等 (3)暗 渠：構造図、配筋図、平面縦断面図に位置、水位、断面の記載、バレル割り等
9. 土工図	(1)土工横断面図、施工法区分別切盛土量等
10. 数量計算	(1)材料数量計算書 （土工、コンクリート、鉄筋、型枠、管、付帯工、仮設資機材等詳細数量計算等）
11. 施工計画	(1)施工要領 (2)仮設計画 (3)工事工程計画
12. 積 算	(1)単価（材料費、労務費、機械経費等） (2)歩掛（労務、施工機械能力、作業時間等） (3)工事費の積算（本体工事費、用地費、事務経費、施工管理費、予備費等）
13. 仕 様	(1)一般、技術仕様書 (2)入札書類（入札事前資格審査書類、入札指示書等）

表5-2 ポンプ機場の設計内容（その1）

区 分	内 容
1. 資料の検討	(1)地形、地質・土質等資料収集、F/S資料の基礎諸元内容検討
2. 設計計画	
(1)比較検討	(1)調査資料に基づき、機場位置、形式、基礎工の比較検討 (施設機械設計作業項目参照)
(2)ポンプ及び付帯設備機場の検討	(1)ポンプ主要機器の配置、機場規模等の基本事項の決定 (施設機械設計作業項目参照)
3. 水理計算	(1)揚程、キャピテーションの設計 (施設機械設計作業項目参照)
	(2)ウォーターハンマーの計算 (施設機械設計作業項目参照)
	(3)サージングの計算 (施設機械設計作業項目参照)
4. 機場工の設計	
(1)吸水槽	(1)吸・吐出水槽の設計 (容量・規模、水理設計、構造設計) (2)基礎工、構造の設計 (安定、構造計算等)
(2)吐出水槽	(1)吐出水槽の設計 (容量・規模、水理設計、構造設計) (2)基礎工、構造の設計 (安定、構造計算等)
(3)沈砂池	(1)沈砂池の設計 (容量・規模、水理設計、構造設計) (2)基礎工の設計 (安定、構造計算等)
(4)機場本体	(1)機場本体の設計 (規模、ポンプの配置、構造設計) (2)基礎工、構造の設計 (安定、構造計算等)
(5)設計図	(1)全体配置図、基礎図、配管図、一般構造図、配筋図、付帯構造図等
5. 樋門、樋管工の設計	
(1)駆体工	(1)駆体工の設計 (規模、種類、水理設計、構造設計) (2)基礎工、構造の設計 (安定、構造計算等)
(2)門 柱	(1)門柱の設計 (規模、構造設計) (2)基礎工、構造の設計 (安定、構造計算等)
(3)胸壁、翼壁、水叩き	(1)胸壁、翼壁、水叩きの設計 (規模、工法、構造設計) (2)基礎工、構造の設計 (安定、構造計算等)
(4)操作室、管理橋	(1)操作室、管理橋の設計 (規模、構造設計) (2)構造の設計 (安定、構造計算、材質等)
(5)門 扉	(1)門扉の設計 (規模、種類、水理設計、構造設計) (2)構造の設計 (安定、構造計算、材質等)
(6)設計図	(1)全体配置図、基礎図、配管図、一般構造図、配筋図、付帯構造図等
6. 建屋の設計	
(1)建 屋	(1)各室の設計 (規模、平面、高さ等の平面縦断計画) (2)設備設計 (管理設備の種類、天井クレーン規格等) (3)建屋の構造設計
(2)設計図作成	(1)立面図、平面図、矩計図、側面図、一般構造図、設備配置図等

表5-2 ポンプ機場の設計内容（その2）

区分	内容
7. 土留工設計	(1)土留工の設計（規模、工法の決定、構造設計） (2)基礎工の設計（安定、構造計算）
8. 土工計画	(1)土工横断面を作成し施工法区分ごとの切盛土量等を記載する。
9. 数量計算	(1)材料数量計算書 （土工、コンクリート、鉄筋、型枠、管、付帯工、仮設資機材等詳細数量計算）
10. 施工計画	(1)施工要領 (2)仮設計画 (3)工事工程計画
11. 積算	(1)単価（材料費、労務費、機械経費等） (2)歩掛（労務、施工機械能力、作業時間等） (3)工事費の積算（本体工事費、用地費、事務経費、施工管理費、予備費等）
12. 仕様書	(1)一般、技術仕様書（土木工事、建築工事等） (2)入札書類（入札事前資格審査書類、入札指示書等）

5-2-2 水管理

- (1) 約230kmの水路を用い約52m³/sの水量を受益地まで送水する壮大な計画であることから、水管理施設の検討を十分に行う。特に、現地調査の結果から、効率的かつ経済的な水利用を考慮した調整池、ポンプ緊急停止時の余水吐、貯留施設等の位置、規模の検討と設計を十分に行うとともに、水管理水準の向上に係る技術移転を行う。
- (2) 水管理面において余水吐位置の決定は、放流水路部の通水能力、下流への影響等を十分に検討し計画・設計を行う。なお、余水吐の下流水路断面は、余裕高さを余水吐位置での越流水頭を基準として計画すること等も検討する。

5-2-3 水路施設

- (1) ボックスカルバートは、作用する外力、特に頂版上部の土砂荷重について砂丘の移動を考慮し計画・設計を行う。
- (2) F/Sにおいて、パイプラインの鋼管は肉厚29mmを選定している。この管厚では、土被り深さ3～4mの外力が作用する条件下で許容引張応力(1,400kgf/cm²)に達する。D/Dにおいては、土被り深さや詳細なウォーターハンマー解析の結果に基づく内圧を考慮し、縦断方向・施工区間により管厚を変える等の検討を行う。
- (3) パイプラインの管厚を減らすため、より大きな受動抵抗係数 e' を見込むため管体周囲の埋め戻し土の締固めの施工管理を十分に行うことを検討する。
- (4) パイプラインの管厚を減らすため、リップを捲きにより材料費を低減する方法も考えられるが、製作手間や運搬にすべてクレーンが必要となるなど仮設費用も増大することから、採用にあたっては十分な検討が必要である。
- (5) 盛土区間の水路基礎は、運用開始後のコンクリートライニングの透水性、目地やひび割れに対する維持管理、盛土の地耐力、変形、浸透流、地震時の液状化等の検討を行うにあたり、それぞれ想定される事象の発生確率を検討し、そのうえで盛土の締固め基準決定し、安全性・経費に留意した計画・設計を行う。

5-2-4 漏水対策

(1) 開水路部は、水路からの漏水を防止するため止水シート布設及び止水板を施工継目に挿入することが効果的である。施工法方について十分に検討する。

(2) シークギャベル・エルサバー水路ではアンダードレーンを施工している。このため、基礎地盤及び地下水位等の状況により当該水路についてもドレーンの施工を検討する。

5-2-5 堆砂対策

(1) 水路内への流入土砂に対し、掃流力と土砂粒径の関係を検討し排砂対策を図る。

(2) 水路肩部の石積等により土砂の流入防止対策を検討する。

5-2-6 水路付帯施設

NSDOは水路横断橋梁を4～5km間隔に設置することを基本としており、その設計活荷重は70～120トン、最低でも70トンとしている。計画・設計に際しては橋梁の必要性、設置間隔、荷重条件等を経済性の面を含め十分に検討する。

5-3 ポンプ施設計画

5-3-1 本格調査実施内容

ポンプの施設計画は、表5-2の内容を基本として策定する。

ポンプ機場は、機械設備、電気設備、土木・建築部分に区分して資金の調達や発注が行われることとなるため、実施設計においては、その区分を明確したうえで取りまとめる必要がある。特に、電動機や機側操作盤のように電気設備と機械設備のどちらに区分するか判断が難しいところがあるため、カウンターパート(C/P)機関と十分検討調整を行う必要がある。

表5-3 ポンプ施設機械の設計内容

区 分	内 容
1. ポンプ設備	(1)台数制及び吐出量、全揚程の決定 (2)ポンプ形式及び口径の決定（ポンプの材質等） (3)ポンプの据付高さと同転数の決定（原動機出力等） (4)原動機と動力伝達装置の選定（種類、容量、起動方式、減速比、材質等） (5)弁類の選定（種類、口径、材質等） (6)補助機器の選定（補助機械類の種類、台数、規格、材質等） (7)主配管、小配管及び管継手の選定（材質、管圧、フランジ規格等） (8)ポンプ配置の決定 (9)ウォーターハンマ、サージングの検討 (10)騒音、振動の検討
2. 付帯設備	(1)ゲート、除塵設備、サージタンク、天井クレーン、冷却水槽等の設計
3. 運転操作・管理設備	(1)運転操作方式の選定（ポンプの制御方式、運転操作等） (2)運転管理設備の設計（運転・監視操作設備等）
4. 電気設備（受変電）	(1)受電電圧、変電方式、配電電圧、主変圧器台数の決定 (2)主変圧器容量計算 (3)遮断容量計算 (4)高圧主要機器、コンデンサー容量計算 (5)主回路決戦方式、配電盤設備構成の検討 (6)単線結線図、計装フローシート、シーケンス図作成 (7)配線計画
5. 計装制御設備	(1)流量計・水位計の選定（測定範囲・方式、機器の種類等） (2)監視・制御項目の選定（伝送方式等） (3)配線・配管（接地の種類、接地局の決定）
6. 塗 装	(1)塗装仕様の決定
7. 設計図	(1)電気（電気設備図、電気配線図、電気配線系統図等）
8. 試験及び検査	(1)試験及び検査方法の選定
9. 数量計算	(1)製作工事（材料数量表、塗装面積（内訳表・集計表）、 機器数量表（規格・容量・重量）等） (2)据付工事（製作機器据付数量表、材料数量表（集計表、内訳表）その他）
10. 施工計画	(1)施工要領 (2)仮設計画 (3)工事工程計画
11. 積 算	(1)単価（材料費、労務費、機械経費等） (2)歩掛（製作工数、労務、製作機械能力、作業時間等） (3)工事費の積算（本体工事費、用地費、事務経費、施工管理費、予備費等）
12. 仕様書	(1)一般、技術仕様書（ポンプ設備、電気設備） (2)入札書類（入札事前資格審査書類、入札指示書等）

5-3-2 ポンプ施設計画実施上の留意点

(1) ポンプの制御方式

ポンプ機場の管理は、多くの技術者を有する機械電気局が行うこととなることやポンプ設備の管理実態、安い人件費、補修部品の調達の高難性などを考慮した場合、ポンプ設備の制御はON・OFF制御など簡易な制御方法が望ましい。したがって、エジプト国側から高度な自動制御の導入要望があった場合において、高度な管理、特にコンピュータを利用した自動制御といったものの適用については、慎重かつ十分な検討が必要である。

(2) 安全対策

1) ウォーターハンマ対策

No. 7 ポンプ機場は、最大流量 $52.66\text{m}^3/\text{s}$ 、全揚程 115m を想定していることから、停電等によるポンプの急激な停止時のウォーターハンマ等に対して十分な安全対策を講じる必要がある。F/Sにおいては、簡易なウォーターハンマ解析により圧力低下対策としてワンウェイサージタンク3か所が提案され、圧力上昇対策についてはその必要性がないとしているが、D/Dにおいては、コンピュータによるウォーターハンマ解析を行い、この結果に基づき安全施設の設計を検討する。

なお、コンピュータ解析時の注意点として下記の解析誤差が生じることを前提にして、ウォーターハンマ防止対策を検討する。

* 高揚程の場合、解析精度が高くても（精度3%程度）、計算誤差値が大きくなる（3m程度の誤差）可能性がある。

* 解析に利用するポンプ特性は多くの場合実際に納入されるポンプ特性ではなく、異なる代表ポンプ特性が用いられることになり、その解析結果にも誤差が含まれ、5%程度の変動は十分予想される。

2) 圧力脈動対策

揚程の高い渦巻ポンプにおいて発生した圧力脈動は送水管路内を伝わって管路からの振動・騒音を発生させる。これは、吸込管と吐出管の延長の関係、つまりポンプ位置による共振現象によるものである。このため、圧力脈動の発生の有無、程度を検討し、それに対応した圧力脈動低減方法を検討する。

(3) ポンプ設備の据付計画

D/D対象施設の受益地の地形は、比較的平坦であり、地区内の整備は早期完了が見込まれるが、既設のポンプ機場（No. 2, 3）の稼働率は、末端受益地の整備等の遅れから非常に低い状況になっており、施設が有効に活用されていない。このことから、受益予定地

区の整備計画の進捗と整合性のとれたポンプ設備の据付（段階的施工）について検討する。

(4) ポンプの材質

ポンプのケーシングは一般に普通鋳鉄が使用されるが、高揚程でケーシングの使用圧力が14kgf/cm²程度を超えるものや、大口径ポンプの場合、強度上から球状黒鉛鋳鉄（ダクタイル鋳鉄）あるいは炭素鋼鋳鋼の使用を検討する。

羽根車は耐食性にすぐれ、鋳造性のよい青鋼鋳物が一般に使用されるが、高揚程ポンプで周速が速い場合は、強度上から炭素鋼鋳鋼やステンレスなどが使用されることもある。

本機場においては、高揚程に加え、用水の水質（塩分濃度、土砂含有）が問題とされることも考えられるため、ポンプのケーシングや羽根車について強度及び耐食性に優れている材質の検討を十分行う。

(5) 沈砂対策

流水中の土砂は、ポンプ主要部の寿命を著しく低下させるため水路内流下時に土砂の含有量等を推計し、現在計画されている調整池の沈砂機能を含め、沈砂池設置の必要性について検討する。

5-4 施工計画

5-4-1 本格調査実施内容

施工計画は工事量、作業環境、気象条件、また工事発注形態（工区、工種による分割等）を考慮し策定する。施工計画には主要工事の施工概要と順序、クリティカルパスを示した全体施工工程、仮設備計画、機械配置計画、土質材料の流用計画を含むものとする。特にポンプ施設、パイプライン施設については施工数量が大きいことから製作、運搬、試運転、各種の品質管理試験等について詳細に施工計画を策定する必要がある。施工計画の項目は以下のとおりである。

- ① 全体工事工程計画及び工区別の工程計画
- ② 施工体制
- ③ 主要工事の施工方法
- ④ 仮設備計画、労務・機械配置計画、流用計画等
- ⑤ 機材調達計画
- ⑥ 品質管理計画
- ⑦ 出来形管理計画
- ⑧ 安全管理計画

5-4-2 施工計画策定上の留意点

(1) 工程計画

- 1) 事業資金がどのように調達されるのかを調査し、資金計画にあった施工計画を策定する。
- 2) コンクリート打設については気温等を十分考慮し、必要な養生期間を見込んだ工程計画を策定する。
- 3) 鋼管の現場溶接に必要な工期については気温、風速等の気象条件、また鋼管底部、頂部の作業条件を考慮するとともに、設計段階から可能な限り溶接量を少なくする方向で管厚の検討を優先事項とし、溶接に必要な工期の短縮を図ることを検討する。

(2) 仮設備計画

- 1) 給水施設、排水施設、受電施設、工事用道路計画の策定にあたっては現場の既存施設の利用可能状況を調査し最適な計画を策定する。末端の導水路部工事においては給水が困難であることからポンプによる圧送等を計画する。
- 2) バイブライン用鋼板を現場近郊において加工・溶接する場合には、加工工場建設、電気施設設置、また、鋼管の厚さが25mmを超える場合には曲げ加工のための炉の設置も検討する必要がある。これら施設の設置台数、機械能力の決定に際してはバイブラインの布設速度を考慮し、最適な仮設備計画を策定する。また鋼管は現地で曲げ加工する他、近郊都市にて1,500mm程度の径に曲げ加工し、現地でジャッキにより加工する方法もあるため、仮設費の削減を対象とした加工方法の比較検討を行う。

(3) 品質管理計画

- 1) 品質の確保を図るため、品質管理基準、出来形管理基準を策定するとともに、検査項目、検査基準を設定する。
- 2) コンクリートの粗骨材、細骨材の品質がコンクリート強度に与える影響が大きいため、調達場所、供給能力を含め、骨材の品質確保を図るための検討を行う。
- 3) 盛土の安定性、透水性に対し最適な締固め管理基準を策定する。締固め能力（速度）を高めるため大型の締固め機械の使用を考慮することも必要である。
- 4) 板厚25mmを越える鋼板をロールする場合、特に鋼板端部の整形を行うためにジャッキプレス装置を搬入することも必要となる。また工場溶接では溶接機械を固定し、管本体を回転させ溶接を行うことが可能であることから、溶接の品質確保を目的としてできる限り工場溶接を計画する。
- 5) コンクリートの養生を確実にを行うため養生方法を十分検討する。

(4) 安全管理計画

- 1) 足場、階段、手すりの設置等について安全管理基準を策定するとともに、法律に基づき労働安全衛生規則を策定し、工事中の事故等を防止する。
- 2) 厳しい労働環境下の中で施工が行われるため、日中の作業時間に係る管理を十分に行う。

5-5 積算

5-5-1 本格調査実施内容

実施設計、施工計画に基づき事業費の積算を行う。

(1) 積算根拠

積算は工区別、構造物別に区分して行う。

- ① 建設地域での積算時の建設資材費、労務費の調査
- ② 機械損料及び運転経費の算出
- ③ 施工機械の選定基準、機械施工能力、労務歩掛かり、基準作業時間及び時間外の作業、特殊作業条件にかかわる割増賃金の検討
- ⑤ 海上・内陸輸送費、船積み諸費、保険料の算定等、使用する単価の算出根拠の明確化
- ⑥ 施工計画に準拠し工区、構造物及び工種毎に本体工事、仮設工事及び間接工事費算出の根拠となる施工数量計算書の作成

(2) 事業費積算

事業費は次のように区分し積算する。なお、工事費は内貨、外貨に区分して積算を行い、積算完了時には内貨、外貨に対する支出計画を施工計画に基づき作成する。

- ① 本体工事費
 - ・直接工事費
 - ・直接仮設費（ヤード造成、給水・電力設備、機械設備、仮設道路等）
 - ・間接工事費（測量・準備費、安全管理費、材料試験、出来形管理等の技術管理費、通信設備、事務所経費、労務管理費、車両税、工事保険料、一般経費等）
- ② 用地取得費及び補償費（必要な場合）
- ③ 発注者事務経費（エジプト国側職員の工事完了までの事務、管理費）
- ④ 施工管理業務費
 - （エジプト国側職員に代わり施工管理業務を行うコンサルタント費用等）
- ⑤ 予備費（工事中の数量増及び資材費等の物価変動に対する予備費）

5-5-2 積算実施上の留意点

(1) 資機材調達計画

ポンプ及び電気施設の積算においては、外国からの調達可能な範囲とエジプト国で調達できる範囲を明確にし、施設更新費、維持管理経費の低減を目的とした最適な調達計画を策定する。

(2) 本体工事費

- 1) コンクリートはポンプ車による打設が多く用いられているが、品質管理を考慮しパイプ内のコンクリートの流動性を向上させるため流動化剤の使用経費の計上を検討する。
- 2) 鋼管の曲げ加工機械については管厚、ロール延長、管径を十分考慮し機種を選定、調達台数を決定する。現地にはScher社製（ドイツ）で管長2,000mm、管厚37.4mmにおいて管径2,500mmまで曲げ加工できるローラー機械があるが、鋼板自体の生産の規格寸法、また現場溶接の経費等を総合的に調査し機械の選定を行う必要がある。鋼管材については鋼材の品質を明確にし、調達可能国の選定、及び運搬費用の積算を行うことが重要である。
- 3) 鋼管の接合費の積算は溶接の品質管理基準、検査方法を明確にしたうえでこれを行うものとする。溶接費用は工場溶接と現場溶接に区分し積算する。また、溶接は一般に行われている炭酸ガス溶接の他、新技術が多く開発されていることから種々の工法を検討し、最適工法を採用する。

(3) 施工単価

- 1) 建設機械、コンクリートフィニッシャー、仮設資機材等の施工単価については先行事業の積算・施工実績を参考にするとともに機械の耐用年数、減価償却費率、維持管理費率を明確にしたうえで積算を行う。
- 2) コンクリートフィニッシャー及びボックスカルバートの型枠としてスライディングフォームを使用する場合は全体工事の工程計画を十分検討し、必要となるセット数等を決定する。

(4) 用地買収、補償費

計画地はすべて公有地（軍の統制下）であるため用地補償費は発生しない。しかし、余水吐の下流については、余剰水の排水流量規模が大きい場合に既存国道及び民有地に対し湛水の影響を及ぼすことも考えられる。この場合には、必要な用地買収、補償費及び道路横断暗渠、排水路の工事費を検討する必要がある。

(5) 予備費

- 1) 移動砂丘地帯に計画されているボックスカルバート水路区間の他にも砂の水路内流入が問題となることが予想される場合には、石積み等の防砂施設を追加施工できるよう予備費の中に計上することを検討する。
- 2) インフレ等による建設資機材費の高騰に対処するため、実情にあったインフレ率を推定し、物価変動予備費として予算に計上することも検討する。

5-6 地質・土質調査

5-6-1 本格調査実施内容

本格調査においては、下記の点から、開水路、ボックスカルバート水路、跨水路橋、ポンプ機場、パイプライン、水管理用調整池等の主な構造物については、表5-3に示す調査方針及び調査項目により土質調査を行い、安全かつ経済的な詳細設計を行う必要がある。

- ① D/D調査対象地域は砂丘地帯である
- ② 大規模な掘削・盛土の土工事の実施が想定される
- ③ 世界でも有数な規模となるポンプ機場が計画されている
- ④ パイプラインの施工は全体に占める建設費・工期に大きく影響することが予想される
- ⑤ 水路計画路線内に設計・施工上問題となるような軟弱な粘性土層の分布は想定されないことから基礎地盤は比較的しっかりしているといえる

5-6-2 地質・土質調査実施上の留意点

- (1) 開水路については、既に上流側で設計・施工が進んでいることから、その設計・施工・維持管理等の考え方について、C/P及び本格調査団は、双方が安全とコストに対する考えについて理解を深めたうえで、必要な範囲の調査を行い、詳細設計に反映させる。
- (2) 国際入札に適合した設計・施工を行うためには、エジプト国の持つ砂に対して土木設計上過度に安全性を期待しないという設計思想の問題点を認識しつつ、的確な調査とそれに基づく設計・施工管理を実施するための技術移転を行う。
- (3) 表5-3に示す調査の内容は、エジプト国の現地調査会社により技術的に対応することが可能と思われる。しかし、調査の精度や結果の利用（設計・施工管理）に関して、技術移転すべきことが少なくない。実際の設計に活用するためには、既存の手法（コーン貫入試験、現場密度測定など）と組み合わせて実施し、精度の高い調査結果が実際の設計・施工管理に活かす（総事業費の圧縮に繋がる実施設計）ことを理解させることを技術移転として行う。

(4) 締固め機械による現地試験調査を実施については、C/P機関と協議のうえ検討する。

(5) エジプト国における各種サウンディング・ボーリングの原位置調査法の特徴を踏まえ、設計に必要な地質状況・土質特性等を把握するための調査計画を立案する。

・現地試験調査

本件調査路線より上流側で現在建設中の盛土部において、締固め重機と転圧回数、測定現場密度等をパラメーターとした、DMT、SCPT、DCPT及びSPT等（平板載荷試験(PLT)が実施できればさらによい)を実施し、実際の施工法に近い状態における締固めた土の設計データを把握するものである。

表5-3 各対象物ごとの土質調査の方針及び内容

<p>A) 開水路（盛土部）、跨水路橋</p> <p>調査方針：地質・土質、地盤の硬軟締まり具合、地下水位等の確認。盛土材の土質特性の把握。 橋台部の基礎地盤の支持力特性確認</p> <p>調査内容： ボーリング（標準貫入試験1mごと）…深度10m程度、5kmに1か所程度（跨水路橋箇所） サウンディング（CPTまたはDCPT）…500mに1か所程度 テストピットによる攪乱試料採取…5kmに1か所程度 室内土質試験：物理試験、力学試験（締固め・三軸（水浸、CD）、透水試験、DMT、コーン指数）</p>
<p>B) 開水路（切り土部）、跨水路橋、ボックスカルバート</p> <p>調査方針：地質・土質、地盤の硬軟締まり具合、地下水位等の確認。盛土材の土質特性の把握橋台部の基礎地盤の支持力特性確認。</p> <p>調査内容： ボーリング（標準貫入試験1mごと）…深度10m程度または掘削予定深度+5m程度、5kmに1か所程度（予定掘削深度以浅に、地下水位が確認された場合は透水試験、岩盤が確認された場合はコアリング） サウンディング（CPTまたはDCPT）…500mに1か所程度 テストピットによる攪乱試料採取…5kmに1か所程度（盛土材として）。 室内土質試験：物理試験、力学試験（締固め・三軸（水浸、CD）、DMT、コーン指数、掘削範囲内の岩石コアについて一軸圧縮）</p>
<p>C) パイプライン</p> <p>調査方針：地質・土質、地盤の硬軟締まり具合、地下水位等の確認。埋戻土材の土質特性の把握（建設中の盛土工事において現地試験調査を実施できればベターである）。土壌の電気比抵抗特性の把握</p> <p>調査内容： ボーリング（標準貫入試験1mごと）…深度10m程度または掘削予定深度+5m程度、5kmに1か所程度（予定掘削深度以浅に、地下水位が確認される場合は透水試験、岩盤が確認された場合はコアリング）</p>

<p>サウンディング (DMT、及びCPTまたはDCPT) …500mに1か所程度 テストピットによる攪乱試料採取…5kmに1か所程度 (埋戻土材として) 土の比抵抗試験：1kmに1か所程度 室内土質試験：物理試験、力学試験 (締固め・三軸 (水浸、CD)、DMT、コーン指数、掘削範囲内の岩石コアについて一軸圧縮)。化学試験 (pH, Cl⁻, SO₄, CO₃)</p>
<p>D) ポンプ機場 調査方針：地質・土質、地盤の硬軟締まり具合、地下水位等の確認。基礎地盤の支持力・変形特性の確認。土の比抵抗分布の把握 調査内容： ボーリング (標準貫入試験1mごと) …深度25～40m程度、10か所程度 (予定の基礎掘削深度以浅に、地下水位が確認された場合は透水試験。岩盤が確認された場合はコアリング) 土の比抵抗試験：2測線程度 室内土質試験：物理試験、力学試験 (締固め・三軸 (水浸、CD)、DMT、コーン指数、掘削範囲内の岩石コアについて一軸圧縮)</p>
<p>E) 水管理用調整池・余水吐 調査方針：地質・土質、地盤の硬軟締まり具合、地下水位等の確認。基礎地盤の透水性、支持力特性の確認 調査内容： ボーリング (標準貫入試験1mごと) …深度20m程度、9か所程度。透水試験もしくは浸透試験 (予定掘削深度以浅に、岩盤が確認された場合はコアリング) テストピットによる攪乱試料採取…5kmに1か所程度 (埋戻土材として) 室内土質試験：物理試験、力学試験 (締固め・三軸 (水浸、CD)、DMT、コーン指数、掘削範囲内の岩石コアについて一軸圧縮)。</p>
<p>F) コンクリート骨材試験 (掘削予定路線内に地質分布が明らかになった場合) 調査方針：現地発生材として、適当な骨材かどうか見極める 調査内容：物理試験、化学試験、すり減り試験</p>