

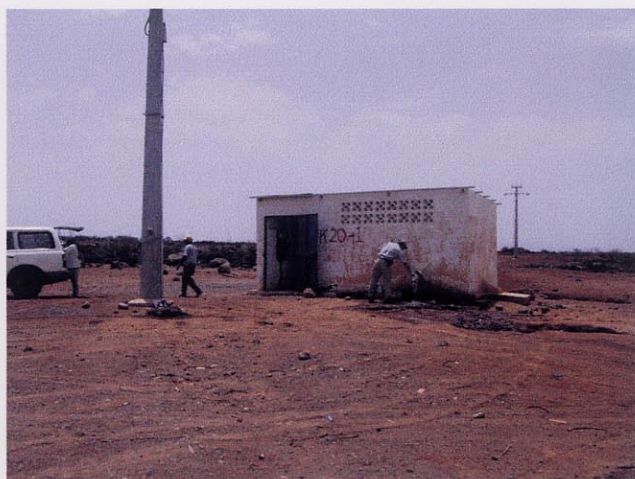
現場写真



1. 既存井PK20-4よりのぞむ周辺状況



2. 既存井E13内部状況（地下水位測定中）



3. 既存井PK20-1概観



4. 既存井E22よりのぞむ周辺状況



5. Hambouli送水ポンプ場内にて点検中の水中ポンプ（既存井PK20 - 3）



6. 既存井9bの概観



7. 既存井 RG1 (井戸管理小屋周辺が廃棄物置き場となっており、環境上に問題がある。)



8. 新規井戸 F3 建設予定地 (農業・畜産・水産省が所有していた農業用井戸跡地)



9. 既存導水管(降雨により、管路が露頭している。)



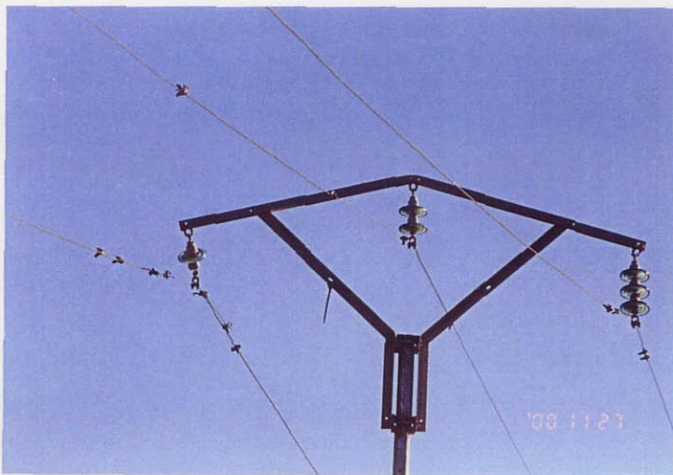
10. 超音波流量計による流量測定状況



11. 既存井戸 E29b 維持管理実施状況 (実施機関 ONED が唯一有する運搬用車両にて水中ポンプを引き上げ中の状況。この運搬用車両は維持管理作業に適しておらず、事故に繋がりやすい。)



12. Hambouli 送水ポンプ場内既存着水井(Nagad 地区、Dpuda 地区、Damerjog、及び Gegada 地区の地下水がこの着水井に集められている。)



13. Nagad 地区既存送電線（送電線が老朽化により、所々で断線箇所が確認された。送電線以外の施設に問題はなく、送電線の更新のみが必要な状況にある。）



14. Hambouli 送水ポンプ場既存ポンプ棟（2000 年 9 月より仏国の資金援助により、改修工事が行なわれている。）



15. Hambouli 送水ポンプ場内塩素注入施設（着水井に注入されている。）



16. Hambouli 送水ポンプ場内ワークショップ（水中ポンプの点検等が行なわれている。）



17. 中国水道建設会社が所有する掘削リグ（口径 10 “で深度 50 m 以上の井戸建設には困難であり、フィーダー部分の老朽化が確認された。）



17. ジブティ国内井戸建設業者所有の掘削リグ（フィーダー部分が故障しており、点検・修理の必要があると確認された。）

要 約

要 約

ジブティ共和国（以下「ジ」国と称する）は、アフリカ大陸北部で紅海の入りにあたるバブ・エル・マンデブ海峡南側に位置し、北をエリトリア、西でエチオピア、南でソマリアに面しており、東はアデン湾に面している。地勢的条件や自然条件から、同国の産業は近隣諸国に対する港湾・鉄道サービス等の第3次産業が中心の構造となっており、首都であるジブティ市が経済活動の中心となっている。

ジブティ市及びその周辺地区には同国全人口の63%にあたる約36万人が居住しているものと推定され、同市向けの給水は唯一の水源である「ジブティ帯水層(Nappe de Djibouti)」の地下水に依存している。「ジブティ帯水層」に建設された既存生産井は、集中的な配置と過剰揚水により地域的に塩水化が進行している状況にある。この塩水化は既存井戸群のうち、沿岸地域に建設されている井戸群が著しく塩水化している。水理地質的には「ジブティ帯水層」の涵養量は1,500万m³/年であるが、地域的に自然に回復する以上の速度で地下水が取水されているため、淡水の下に位置する海水を引き込み、塩水化が進行している状況となっている。

水質的には塩水化により、上水の飲用に快適でない状況にあることが確認され、WHO 飲料水ガイドラインにおける飲用の快適度を確認する項目全蒸発残留物（Total Dissolved Solid:TDS）では最大許容値1200mg/lの2倍を超える値となっている。1985年のTDS値と較べると15年間で1.5～2倍の速度で塩水化が進行しており、現在の状態のまま取水される場合、淡水が枯渇により海水を引き込み「ジブティ帯水層」が汚染されることとなる。「ジブティ帯水層」はジブティ市向けの唯一の水源であることから、帯水層の保全に努め、持続的に利用可能とすることが求められていた。

ジブティ市向けの上水道は1993年にアフリカ開発銀行の融資により上水道マスタープラン（M/P）が策定され、同M/Pには緊急計画、2000年までの計画、2000～2015年までの計画に必要となるサブ・プロジェクトが提案された。その後、「ジ」国政府は2000年以降のM/Pの計画見直しの実施を日本国政府に要請した。日本国政府は1999年2月にプロジェクト形成調査団（給水問題）を派遣し、同調査団による現地調査の結果、ジブティ市水道事業は、過剰揚水及び生産井の集中配置により地下水の塩水化が進んでいること、ジブティ市の水需要がジブティ帯水層の可能揚水量を既に超過していること、漏水対策が不備であること、実施機関である全国水道公社（ONED：Office National des Eaux de Djibouti）による給水事業の運営が悪化していることが問題点として報告された。更に、将来的にも重要な水源となり続ける「ジブティ帯水層」の長期的かつ有効な活用の観点から、地下水の塩水化を抑制することが協力の方向性として最優先課題と提案した。

この結果を基に、「ジ」国政府は「ジブティ帯水層」の地下水の塩水化を抑制しながら長期的活用を行なうことを大前提とした新規生産井の建設、既存生産井の生産調整、地下水の観測体制の整備、既存生産井の更新、に関する計画を策定し、日本国政府にこの計画の実施に関する無償資金協力の要請をした。

この要請に応じて、日本国政府は「ジブティ市都市給水計画」に係わる基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が要請の背景、内容確認及び計画内容の策定のため、平成 12 年 7 月 22 日から 9 月 1 日までの期間、基本設計調査団を「ジ」国に派遣した。同調査団は「ジ」国側実施機関である ONED と協議を行なうとともに、現場調査並びに関連資料の収集等を実施した。同調査団は帰国後、要請内容の確認、協力の妥当性を確認するとともに、現場調査結果より事業を実施した場合の「ジブティ帯水層」の保全と持続的な利用可能性について検討した。この結果、事業を実施した場合、「ジブティ帯水層」の保全と持続的に利用可能性がある事が予測されたため、この結果を取りまとめた中間報告書を作成した。国際協力事業団は平成 12 年 11 月 18 日より 12 月 10 日までの期間、調査団を「ジ」国に派遣し、中間報告書の説明を行い、「ジ」国政府関係者と内容について協議を行なった。さらに、同調査団は帰国後、日本国無償資金協力事業にて実施した場合の適切な事業規模と計画内容を検討し、基本設計調査概要書を作成した。国際協力事業団は平成 13 年 3 月 22 日より 4 月 4 日までの期間、再度、「ジ」国に調査団を派遣し、「ジ」国政府関係者に概要書を説明するとともに内容について協議を行なった。その結果は、本報告書にとりまとめたとおりである。

調査団は「ジ」国における現地調査期間中、「ジ」国側の要請による調査対象地域において、水理地質調査、物理探査調査、既存施設の現状調査、既存井の水質分析調査並びに新規導水管路の路線測量を行なった。さらに、実施機関の技術面並びに財政面から事業実施能力を検討した。現地調査結果と要請内容に基づき「ジブティ帯水層」の保全と継続的利用可能性の検討結果から計画の妥当性を確認した。また、適切な事業規模と計画内容とするため、要請地区を実施機関と協議の上、優先順位をつけ、地区の組合せからから便益を比較した。この場合の便益は計画目的の性格上、水質改善効果とした。この結果、当初要請の新規生産井 Godchabel 地区の井戸を除外しても、同程度の便益が得られ、費用対効果の面からも効率的と判断されたため、Godchabel 地区が除外された。

尚、当初の要請には関連施設として導水施設と送電施設が含まれており、我が国の無償資金協力事業では基本的に送電施設は相手国側の負担範囲となるが、実施機関の財政能力を確認した結果、新規井戸建設に伴い新たに建設が必要となる送電施設については、財政的に困難であることが確認されたため、日本国側の負担範囲に加えられた。また、既存井戸元設備の状況を確認した結果、「ジブティ帯水層」の保全という計画の性格上、水量管理を適切に行なうためには既存井戸向けに井戸元付帯設備が必要と判断されたため、計画内容に加えられた。さらに、実施機関の既存井戸の維持管理状況を確認した結果、適切な生産井の維持管理及び観測井における地下水モニタリング活動を行なうためには深井戸維持管理用車輛が必要と判断されたため、同様に計画内容に加えられた。次の表にプロジェクトの基本構想を示す。

プロジェクトの基本構想

項 目	要請内容	基本構想	決定経緯
1. 新規生産井建設	PK20 地区 : 3 井 Gegada 地区 : 3 井 Godchabel 地区 : 3 井 合計 : 9 井	PK20 地区 : 3 井 Gegada 地区 : 3 井 合計 : 6 井	地区別の優先順位に基づき、水質改善度を地区別の組合せから検討した結果、PK20 地区及び Gegada 地区の実施は短期的及び長期的にも水質改善効果が全地区を実施する場合と同様な結果が予測されたため、Godchabel 地区が除外された。
2. 更新生産井建設	PK20 地区 : 1 井 Nagad 地区 : 6 井 合計 : 7 井	PK20 地区 : 1 井 Nagad 地区 : 6 井 合計 : 7 井	更新生産井は、水質改善が期待されない井戸が除外され、新たに更新が必要と判断された井戸加えられた結果、要請数量と同様の数量となった。
3. 観測井建設	Nagad 地区 : 1 井	Gegada 地区 : 1 井 総深度 : 300m	既存観測井の状況から Gegada 地区に変更となった。
4. 導水施設建設	PK20 地区 : 2,646m Gegada 地区 : 10,315m Godchabel 地区 : 9,080m 計 22,041m	PK20 地区 : 2,646m Gegada 地区 : 10,315m 計 12,961m	新規生産井のサイトから敷設地区が決定された。また、新規生産井建設に伴い、既存導水管路に調圧水槽の設置が必要となった。
5. 送電施設工事	PK20 地区 : 1,000m Gegada 地区 : 7,500m Godchabel 地区 : 9,080m 合計 : 17,580m (Nagad 地区も追加要請された)	PK20 地区 : 1,000m Gegada 地区 : 7,500m 合計 : 8,500m	新規生産井建設サイトは元から送電施設がないため建設が必要であり、Nagad 地区は調査の結果、送電線のみ更新が必要であるが、実施機関の予算範囲で十分実施可能と判断されたため削除された。
6. 資機材調達		既存井戸元付帯設備 : 18 式 深井戸維持管理用車両 : 1 台	・ 現地調査の結果、既存井戸は水量管理を行なうための付帯設備が設置されていないため、建設後の生産調整を考慮して、井戸元付帯設備(空気弁,逆止弁,流量計,仕切弁,分岐管等)が加えられた。 ・ 現地調査の結果、実施機関が所有の車輛は深井戸維持管理に不適切と判断されたため、加えられた。

本プロジェクトは日本国政府の無償資金協力事業として実施され、プロジェクトは 2 期分けとなる。第 1 期は Gegada 地区及び Nagad 地区を対象とした井戸建設工事、関連施設工事並びに機材調達となり、実施設計並びに入札業務に約 6 ヶ月、資機材製作・輸送に約 8 ヶ月、施設建設に約 10 ヶ月を要する。

第 2 期は PK20 地区を対象とした井戸建設工事、関連施設工事並びに機材調達となり、実施設計並びに入札業務に約 4 ヶ月、資機材製作・輸送に約 8 ヶ月、施設建設に約 9 ヶ月を要する。尚、第 2 期で調達される既存井戸ポンプ周り機材はジブティ国側により設置される。

各期におけるプロジェクト内容は次の表に示すとおりである。

第 1 期プロジェクトの内容

項 目	内 容	数 量
1. 新規生産井建設	総深度：750m、仕上り径 10”、期待総揚水量：135m ³ /時(45m ³ /時/井)	3 本
2. 更新井戸建設	総深度：320m、仕上り径 10”、期待総揚水量：185 m ³ /時	6 本
3. 観測井建設	Gegada 地区、仕上り径 6”、総深度：300m	1 本
4. 導水施設建設	Gegada 地区(導水管敷設、調圧水槽 2 ヶ所等)	10,315m
5. 送電施設工事	Gegada 地区(送電線敷設、電柱設置、変圧器設置)	7,500m
6. 資機材調達	深井戸維持管理用車両	1 台

第 2 期プロジェクトの内容

項 目	内 容	数 量
1. 新規井戸建設	総深度 690m、仕上り径 10”、期待総揚水量：135m ³ /時(45m ³ /時/井)	3 本
2. 更新井戸建設	深度 240m、仕上り径 10”、期待揚水量：40 m ³ /時	1 本
3. 導水施設建設	(導水管敷設、調圧水槽 2 ヶ所等)	2,646m
4. 送電施設工事	(送電線敷設、電柱設置、変圧器設置)	1,000m
5. 資機材調達	既存井戸ホップ周り機材	18 式

本プロジェクトの実施に係わる事業費総額は、約 12.96 億円と見積もられる。日本国政府負担分は、第 1 期で約 8.07 億円、第 2 期で 4.59 億円の合計 12.66 億円となる。ジブティ国政府側負担分の内容は工事用道路の建設、既存井戸変圧器の設置、既存井戸元付帯設備の設置等であり、約 0.3 億円と見積もられる。

日本国側負担経費(単位：億円)

事業費区分	第 1 期	第 2 期	計
1.建設費	6.48	3.57	10.05
2.機材費	0.54	0.50	1.04
3.設計・監理費	1.05	0.52	1.57
合計	8.07	4.59	12.66

積算時点：平成 12 年 11 月

為替交換レート：1 US\$=108.74 円、1 US\$=169.82DJF、1 DJF = 0.64 円

主なプロジェクト実施の意義は次のとおりである。

ジブティ市向けの唯一の給水源である「ジブティ帯水層」は、既存井戸群の集中的な配置と過剰揚水から塩水化が進行している状況にある。水理地質的にはジブティ帯水層の涵養量は 1,500 万 m³/年であるが、地域的に自然に回復する以上の速度で地下水が取水されているため、淡水の下に位置する海水を引き込み、塩水化が進行している状況となっている。沿岸地域に建設されている井戸群は、塩水化の進行が著しく、飲用の快適度を確保する項目全蒸発残留物 (Total Dissolved Solid:TDS) が WHO 飲料水ガイドラインの最大許容値 1200mg/l の 2 倍を超える値となっている。

1985 年の TDS 値と較べると 15 年間で 1.5～2 倍の速度で塩水化が進行しており、現在の状態のまま取水される場合、淡水が枯渇により海水を引き込み、回復に相当の時間を

要することとなる。ジブティ帯水層はジブティ市向けの唯一の水源であることから、帯水層の保全に努め、持続的に利用可能とすることが求められている。

本プロジェクトが実施により、新設生産井と更新井が建設され、この結果、現在、塩水化が進んでいる井戸群の運転停止が可能となる。短期的には新規井戸と既存井戸の混合により、前述の TDS が現在の値より約 20% 希釈された状況にて継続取水が可能となる。また、長期的には塩水挙動の将来予測を定常計算で確認したところ、淡水・海水の境界面は海側に後退することが予測され、この結果、海岸部の地下水の塩水化が軽減されることが期待できる。また、実施機関の目標値である塩素イオン値 $600 \sim 700 \text{mg/l}$ の範囲に改善されることが期待できる。

実施機関は一般的運搬用クレーン付き車両 1 台しか有しておらず、この車両にて井戸の維持管理を行なっている。この車両は輸送用車両であり、井戸維持管理に適応しておらず、不適切な使用方法にて作業せざるを得ない状況にある。100m をこえる深井戸の維持管理では安定性に欠き、さらに本プロジェクトで建設される深度 200m を超える井戸の維持管理は出来ない。

深井戸維持管理用車両の調達により、従来のポンプ点検や本プロジェクトで建設される深井戸の維持管理作業が適切に行なえることが可能となり、過去に生じた維持管理中の事故の減少が期待できる。

1990 年代以前に建設された既存生産井には仕切り弁、圧力計、流量計、逆止弁といった井戸付帯設備が設置されていないため、実際の揚水量が確認できず、水量管理は水中ポンプの運転/停止でしか出来ない状況にある。井戸元周り付帯設備の調達により、適正な流量観測が行なえ、地下水保全のための生産調整に反映させることが可能となる。

本プロジェクトのプロジェクトの目的から次の課題が挙げられる。

(1) 水質モニタリング結果に基づく水質及び水量管理

工事完了後の水質及び水量管理は、ジブティ国水資源委員会水技術局の関連組織である ISERST 等外部機関とデータベースを共有し、「ジブティ帯水層」の保全に努める必要がある。

(2) 配水施設の整備

配水管網は施設の老朽度から漏水率が高いといわれているが、仕切り弁施設が故障し、稼動しないものが多いため、漏水率が測定できない状況にある。また、ONED には漏水調査を行える技術員がいなかったため、漏水率が把握出来ない状況にある。従って、不明水内訳の解明と漏水対策に対する計画立案を技術協力にて実施することが必要となる。

(3)新規水源の調査と開発

現在の取水源である「ジブティ帯水層」からの取水可能量は年間約 1500 万 m³ が限界と水理地質的に判断され、水需要量を確保するためには、他の水源に依存するしかない状況にある。従って、他の水源調査と事業実施可能性調査に直ちに着手することが必要となる。

(4) 持続的な維持管理体制のための安定資金確保の必要性

ONED の収益水準はほぼ均衡を保っており、公共的事業であることを考慮すれば妥当と見受けられる。しかし、政府、個人等の料金未払いの増加で、キャッシュフローは厳しく、新たな設備投資や更新資金の確保は容易でない状況にある。施設の持続的な運営維持管理のためには健全かつ安定した資金の確保が必要であり、そのために料金の徴収を徹底するとともに、過剰と思われる人員の削減、光熱費の節約等一層の経費削減努力が望まれる。

(5) 実施機関の民営化

「ジ」国では電力及び水道部門民営化の検討がなされているが、時期については未定となっている。現在、ジブティ市向けの唯一の給水源である「ジブティ帯水層」は塩水化が進行しており、先ず、「ジブティ帯水層」の保全が求められている。このような状況のもと、水道事業が民営化され、多国籍企業等が運営維持管理をおこなった場合、「ジブティ帯水層」の保全と上水を入々に公平に供給するという公共サービスが維持できない可能性があることから、民営化に関しては慎重に議論される必要がある。

目 次

序 文	
伝達状	
調査対象位置図	
現場写真	
要 約	
目 次	

第 1 章 要請の背景	1-1
1-1 要請の経緯	1-1
1-2 要請の内容	1-1
第 2 章 プロジェクトの周辺事情	2-1
2-1 当該セクターの開発計画	2-1
2-1-1 上位計画	2-1
2-1-2 ジブティ国の水道事業	2-2
2-1-3 財政事情	2-4
2-2 他の援助国、国際機関等の計画	2-4
2-3 我が国の援助実施状況	2-5
2-4 プロジェクト・サイトの状況	2-5
2-4-1 自然条件	2-5
2-4-2 社会条件と社会基盤整備状況	2-9
2-5 既存水道施設の現状	2-15
2-5-1 既存給水システム	2-15
2-5-2 既存生産井	2-15
2-5-3 揚水施設及び付帯施設	2-17
2-5-4 導水施設	2-23
2-5-5 送水施設	2-23
2-5-6 配水施設	2-24
2-6 既存送電施設	2-25
2-6-1 給電システム概要	2-25
2-6-2 ジブティ井戸群系統	2-26
2-6-3 Nagad 線	2-27
2-6-4 Damerjog 線	2-28
2-6-5 RG1、RG 2、RG 3 線	2-29
2-6-6 PK20 井戸群系統	2-29

2-7	既存井戸の水質状況	2-34
2-7-1	水質調査結果概要	2-34
2-7-2	水理地質からみた地下水の水質	2-37
2-7-3	沿岸地域既存井の水質変化傾向	2-40
2-8	調査対象地域の地下水調査	2-44
2-8-1	空中写真による断裂帯判読	2-44
2-8-2	物理探査	2-44
2-8-3	流域と地下水流動	2-51
2-8-4	ジブティ帯水層の既往地下水開発	2-51
2-8-5	ジブティ帯水層の涵養メカニズムおよび涵養量	2-54
2-8-6	ジブティ帯水層塩水化の状況	2-55
2-8-7	塩水化地域の範囲	2-55
2-9	環境への配慮	2-57
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの目的	3-1
3-2	プロジェクトの基本構想	3-1
3-2-1	プロジェクト基本構想策定の流れ	3-1
3-2-2	井戸建設予定地の検討	3-3
3-2-3	既存井戸利用の可能性	3-3
3-2-4	水質改善度(効果)の確認	3-7
3-2-5	取水井戸計画の決定	3-13
3-2-6	観測井	3-13
3-2-7	資機材調達	3-18
3-2-8	プロジェクトの基本構想	3-20
3-3	基本設計	3-21
3-3-1	設計方針	3-21
3-3-2	基本計画	3-22
3-4	プロジェクトの実施体制	3-40
3-4-1	組織	3-40
3-4-2	予算	3-43
3-4-3	要員・技術レベル	3-47

第 4 章 事業計画	4-1
4-1 施工計画	4-1
4-1-1 施工方針	4-1
4-1-2 施工上の留意事項	4-3
4-1-3 施工区分	4-4
4-1-4 施工監理計画	4-4
4-1-5 資機材調達計画	4-6
4-1-6 実施工程	4-7
4-1-7 ジブティ国側負担事項	4-8
4-2 概算事業費	4-9
4-2-1 概算事業費	4-9
4-2-2 運営・維持管理計画	4-10
第 5 章 プロジェクトの評価と提言	5-1
5-1 妥当性にかかる実証・検証および裨益効果	5-1
5-2 技術協力・他ドナーとの連携	5-3
5-3 課題と提言	5-3
巻末資料	
1.調査団氏名、所属	A-1
2.調査日程	A-2
3.ジブティ国関係者リスト	A-6
4.ジブティ国の社会・経済事情	A-9
5.討議議事録	A-11
6.既存井戸電気伝導度と揚水量の経年的変化	A-63
7.物理探査データ	A-76
8.石綿セメント管応力計算	A-96
9.既存井戸の水質（水質分析結果に基づくパターンダイヤグラム）	A-100
10.希釈度試算	A-107
11.水中ポンプ電動機出力の計算	A-112
12.減圧水槽検討資料	A-113
13.基本設計図	A-125
14.事前評価表	A-137

表一覧

表 1-1	要請の井戸リスト -----	1-2
表 2-1	ジブティ市都市開発計画の内訳 -----	2-1
表 2-2	ジブティ市給水事業行動計画 -----	2-2
表 2-3	ジブティ国財政収支推移:1996 年～2000 年 -----	2-4
表 2-4	上水道分野の我が国の援助実施状況 -----	2-5
表 2-5	1995～1999 年月平均最高気温() -----	2-6
表 2-6	1995～1999 年月平均最低気温() -----	2-6
表 2-7	1995～1999 年月別降雨量(mm) -----	2-6
表 2-8	1995～1999 年日降雨量が 10mm を超える日数 -----	2-6
表 2-9	ジブティ帯水層の地質層序 -----	2-7
表 2-10	ジブティ国人口 -----	2-9
表 2-11	ジブティ市地区別人口(1997 年) -----	2-9
表 2-12	ジブティ市の人口予測と水需要量予測 -----	2-12
表 2-13	水需要予測 -----	2-12
表 2-14	調査実施地区の特徴 -----	2-12
表 2-15	水利用実態調査結果 -----	2-14
表 2-16	既存井の状況 -----	2-18
表 2-17	井戸取水量の比較 -----	2-22
表 2-18	既設導水管概要 -----	2-23
表 2-19	送水施設内容 -----	2-23
表 2-20	ジブティ市内の配水池 -----	2-24
表 2-21	既存配水管の内訳 -----	2-24
表 2-22	不明水の推移 -----	2-25
表 2-23	ジブティ系統送電線概要 -----	2-26
表 2-24	送電線(Damerjog 線、Nagad 線)の事故発生件数と通電停止時間 -----	2-27
表 2-25	Nagad 線各施設の確認事項と問題点 -----	2-28
表 2-26	既存取水井戸の電気施設状況 -----	2-28
表 2-27	Damerjog 線各施設の確認事項と問題点 -----	2-29
表 2-28	PK20 送電施設概要 -----	2-29
表 2-29	調査対象地域の水質的特徴 -----	2-34
表 2-30	調査対象地域水質分析結果 -----	2-35
表 2-31	陽イオンと陰イオンの当量和の比較 -----	2-37
表 2-32	塩水化状況からの既存井の利用 -----	2-42
表 2-33	Godchabel 地区及び Gegada 地区空中写真判読結果 -----	2-44
表 2-34	電気探査実施数量 -----	2-45
表 2-35	新規井戸掘削サイトの地下水面下の解析結果比抵抗値 -----	2-46
表 2-36	更新対象井戸の電気探査結果 -----	2-46
表 2-37	VLF 探査実施数量 -----	2-49
表 2-38	ジブティ帯水層への涵養量推定値 -----	2-54
表 3-1	既存生産井の評価 -----	3-5
表 3.2	生産計画比較 -----	3-8
表 3.3	保有機材リスト -----	3-18
表 3.4	既存キャブバッククレーン車仕様 -----	3-19
表 3.5	キャブバッククレーン車運行実績 -----	3-19
表 3.6	プロジェクトの基本構想 -----	3-20
表 3.7	取水井戸計画概要 -----	3-22

表 3.8	水中ポンプの仕様	3-26
表 3.9	AC 管の規格	3-27
表 3.10	許容内水圧	3-27
表 3.11	減圧水槽を設置しない場合の PK12 地点最高水位	3-29
表 3.12	減圧水槽を設置した場合の PK12 地点最高水位	3-29
表 3.13	Gegada 減圧水槽を設置しない場合の E28 地点最高水位	3-30
表 3.14	2 次側変圧器仕様	3-35
表 3.15	電圧降下量の計算	3-35
表 3.16	既存生産井付帯設備	3-38
表 3.17	深井戸維持管理用クレーン付車輛仕様	3-40
表 3.18	技術部各課の分掌規定	3-42
表 3.19	修理実績	3-43
表 3.20	ONED 水道料金表	3-43
表 3.21	ONED 損益計算書:1996 年～2000 年	3-45
表 3.22	ONED 貸借対照表:1996 年～2000 年	3-46
表 4.1	プロジェクトの施工区分	4-4
表 4.2	調達資機材内容	4-7
表 4.3	期別のプロジェクト内容	4-7
表 4.4	日本側負担経費	4-9
表 4.5	ジブティ国側負担経費	4-9
表 4.6	ソフト面の実施内容	4-12
表 4.7	ジブティ国側負担事業費	4-13
表 4.8	ONED の想定キャッシュフロー	4-14
表 5.1	プロジェクト実施による効果と現状改善	5-2

図一覧

図 1.1	要請井戸位置図	1-3
図 2.1	水資源国家委員会組織図	2-3
図 2.2	ジブティ市の降雨量と気温	2-6
図 2.3	ジブティ帯水層の地質	2-8
図 2.4	ジブティ市行政区	2-10
図 2.5	既存送電線系統図	2-30
図 2.6	既存送電線 Nagad 線の状況	2-31
図 2.7	既存送電線 Damerjog 及び Nagad 線模式図	2-32
図 2.8	PK20 地区南側送電線模式図	2-33
図 2.9	地下水水質の分布	2-38
図 2.10	パイパーダイヤグラム	2-39
図 2.11	地区別地下水 TDS 値の上昇傾向	2-41
図 2.12	物理探査位置図	2-47
図 2.13	電気探査解析結果図(代表例 Gegada)	2-48
図 2.14	VLF 探査結果解析図(代表例)	2-50
図 2.15	調査対象地区水系図	2-52
図 2.16	ジブティ帯水層の現況地下水分布	2-53
図 2.17	ワジからの涵養モデル	2-54

図 2.18	地下水侵入域の模式図 -----	2-56
図 3.1	プロジェクト内容策定実施フロー -----	3-2
図 3.2	既存生産井利用評価の概念図 -----	3-4
図 3.3	塩水解析シミュレーション結果の模式図 -----	3- 9
図 3.4	地下水シミュレーションモデル -----	3-10
図 3.5	地下水シミュレーションのセル分割図 -----	3-10
図 3.6	透水係数分布 -----	3-11
図 3.7	ジブティ帯水層への地下水涵養量および地下水流入量 -----	3-11
図 3.8	Case 1 現状シミュレーション結果の地下水分布 -----	3-14
図 3.9	Case 2 将来予測シミュレーション結果の地下水分布 -----	3-14
図 3.10	Case3 将来予測シミュレーション結果の地下水分布 -----	3-15
図 3.11	Case1 現状シミュレーション結果の淡水・塩水境界面深度分布 -----	3-15
図 3.12	Case2 将来予測シミュレーション結果の淡水・塩水境界面深度分布 -----	3-16
図 3.13	Case3 将来予測シミュレーション結果の淡水・塩水境界面深度分布 -----	3-16
図 3.14	代表的断面における淡水・塩水境界面の変化 -----	3-17
図 3.15	取水井戸計画図 -----	3-23
図 3.16	Nagad 地区取水井戸計画図 -----	3-24
図 3.17	構造計算断面 -----	3-27
図 3.18	クローズタイプの設計水圧 -----	2-28
図 3.19	減圧水槽概略構造 -----	3-30
図 3.20	PK20 導水管路水理検討図 -----	3-31
図 3.21	Gegada 導水管路水理検討図 -----	3-32
図 3.22	Gegada 地区導水管計画図 -----	3-33
図 3.23	PK20 地区導水管計画図 -----	3-34
図 3.24	Gegada-Godchabel 送電線模式図 -----	3-36
図 3.25	Nagad 地区送電線模式図 -----	3-37
図 3.26	観測井構造図 -----	3-39
図 3.27	ONED 組織図 -----	3-41
図 4.1	事業実施体制 -----	4-1
図 4.2	プロジェクト概略実施工程 -----	4-8
図 4.3	プロジェクト段階におけるソフト面の実施内容と体制 -----	4-12

略 語

AC	石綿セメント
ADB	アフリカ開発銀行(African Development Bank)
AFD	フランス開発庁(Agence Française de Développement)
CB	回路遮断器(Circuit Breaker)
C.H	ケーブルヘッド(Cable Head)
CHDA	ジブティ・ドイツ水理地質技術協力 (Coopération Hydrogéologique Djibouti-Allamande)
CNRE	全国水資源委員会 (Comité National des Ressources en Eau)
DF	ジブティ・フラン
EDD	ジブティ電力公社 (Electricité de Djibouti)
E/N	交換公文 (Exchange of Notes)
EU	欧州連合(European Union)
FRP	Fiberglass Reinforced Plastic
IDA	国際開発協会(第 2 世銀:International Development Association)
IMF	国際通貨基金(International Monetary Fund)
ISERST	科学技術調査研究所 (Institut Supéur d'Etude de Recerches Scientifiques et Techniques)
KfW	ドイツ復興金融金庫(Kreditanstlt für Wiederaufbau)
M/P	マスタープラン(Master Plan)
PVC	塩化ビニール管(Polyvinyl Chloride Pipe)
ODA	政府開発援助 (Official Development Assistance)
ONED	全国水道公社(Office National des Eaux de Djibouti)
OJT	On-the-Job-Training
STE	水道技術事務局(Secrétariat Technique de l'Eau)
VLf	Very Low Frequency