

スーダン共和国  
カルツーム地区給水改善計画

基本設計調査報告書

平成 3 年 8 月

国際協力事業団

国際協力事業団

22771

JICA LIBRARY



1093037(8)

22771



## 序 文

日本国政府は、スーダン共和国政府の要請に基づき、同国のカルツーム地区給水改善計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成3年4月17日より5月16日まで、外務省経済協力局無償資金協力課森田明彦氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、スーダン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成3年8月

国際協力事業団

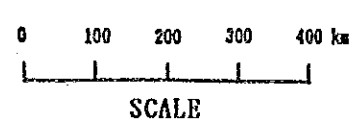
総裁 柳谷謙介



# プロジェクト地区の位置図



- : PAVED ROADS
- - - : SECONDARY ROAD, UNSURFACED
- + + + + : RAILWAYS
- : PROVINCIAL CAPITALS
- ~~~~~ : RIVER
- - - - : REGIONAL BOUNDARIES
- : INTERNATIONAL BOUNDARIES

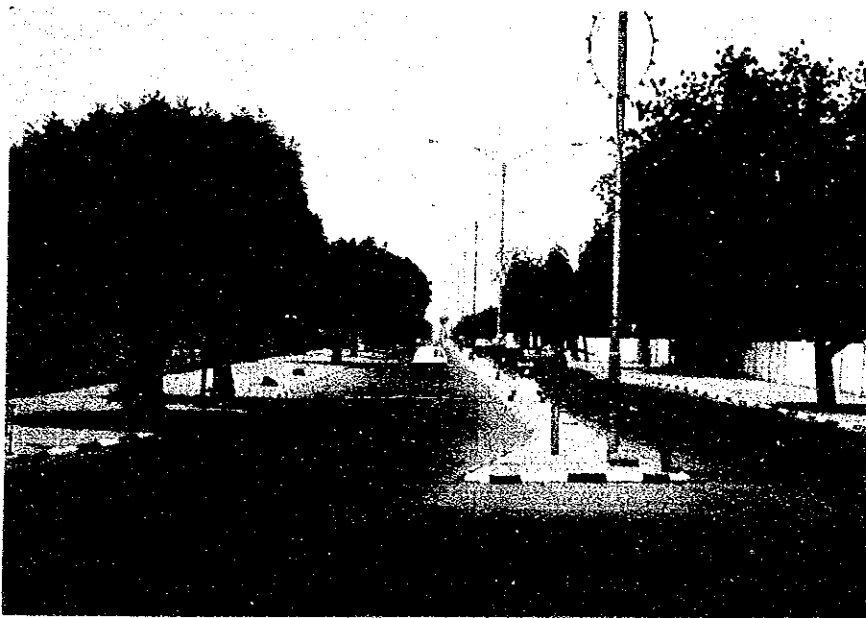




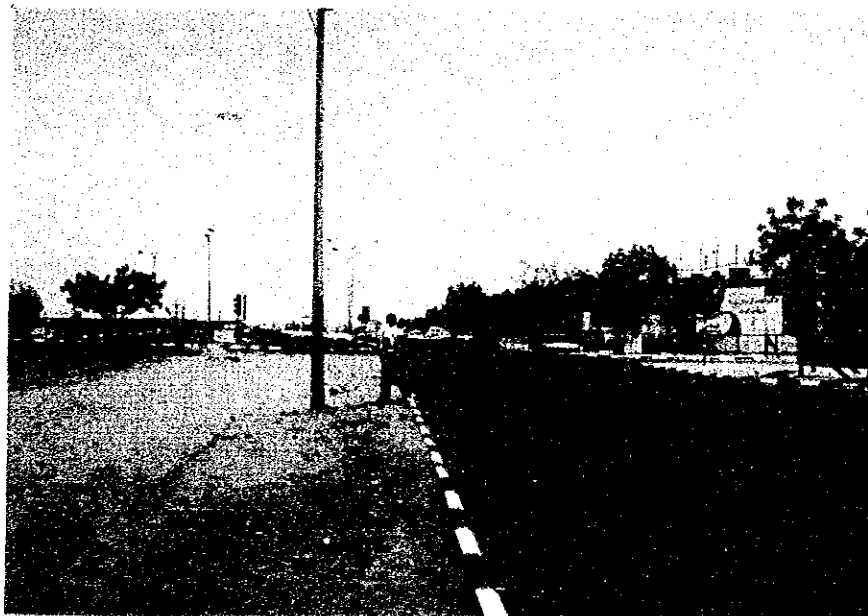




配管予定路線風景(1)  
(カルツーム地区)

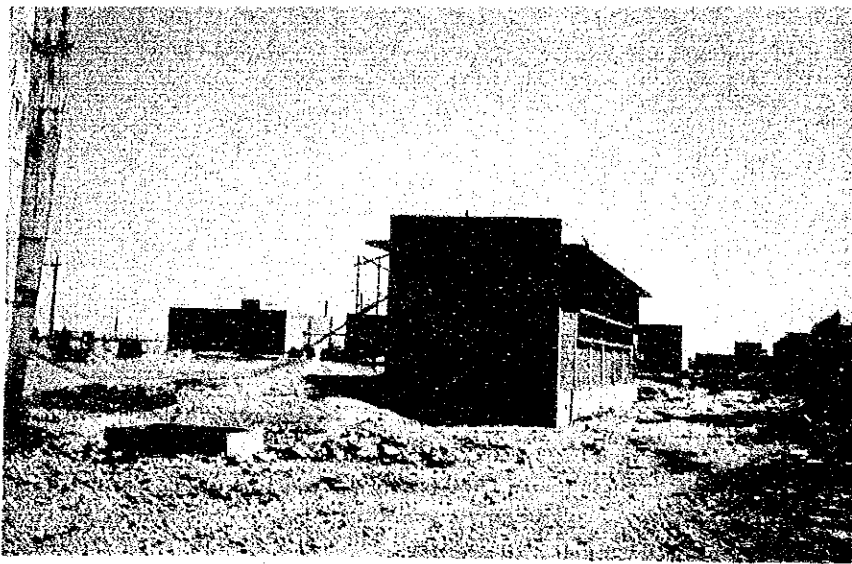


配管予定路線風景(2)  
(カルツーム地区)

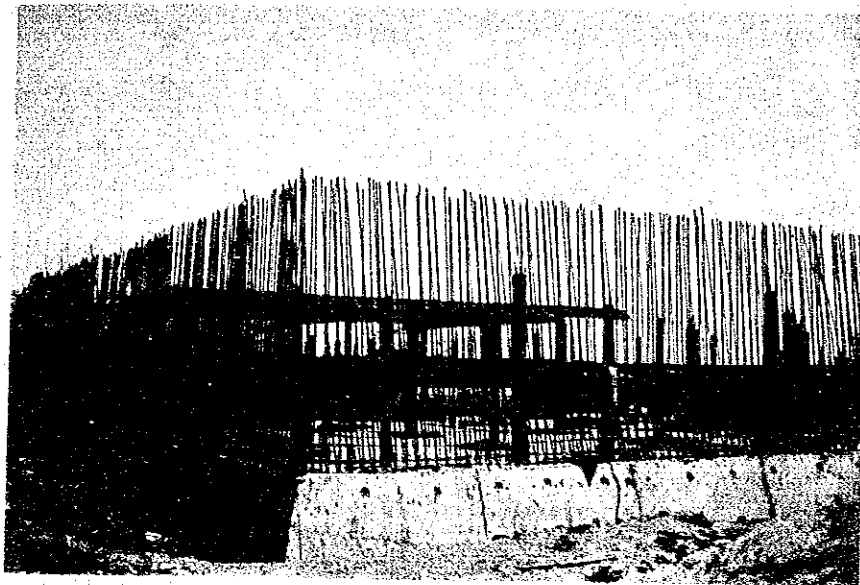


配管予定路線風景(3)  
(カルツーム地区)

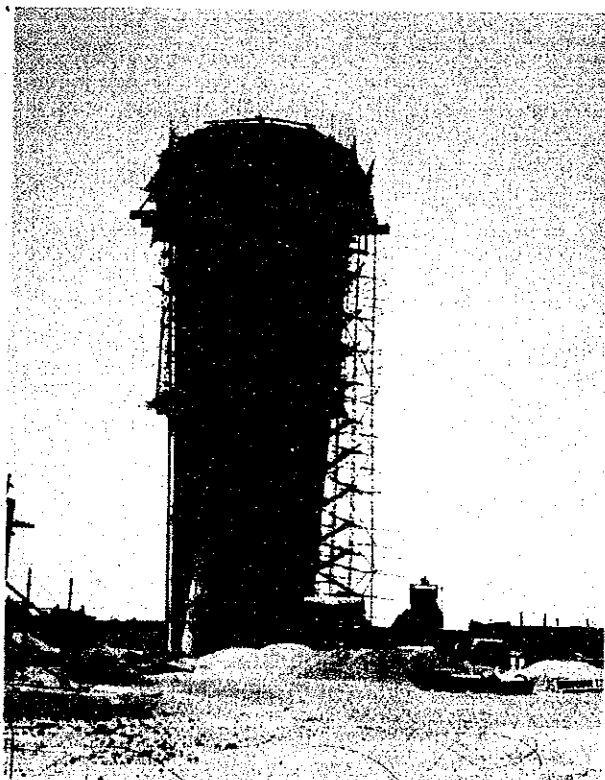




配水ポンプ室（建設中）  
（カルツーム地区  
南部配水ポンプ場）

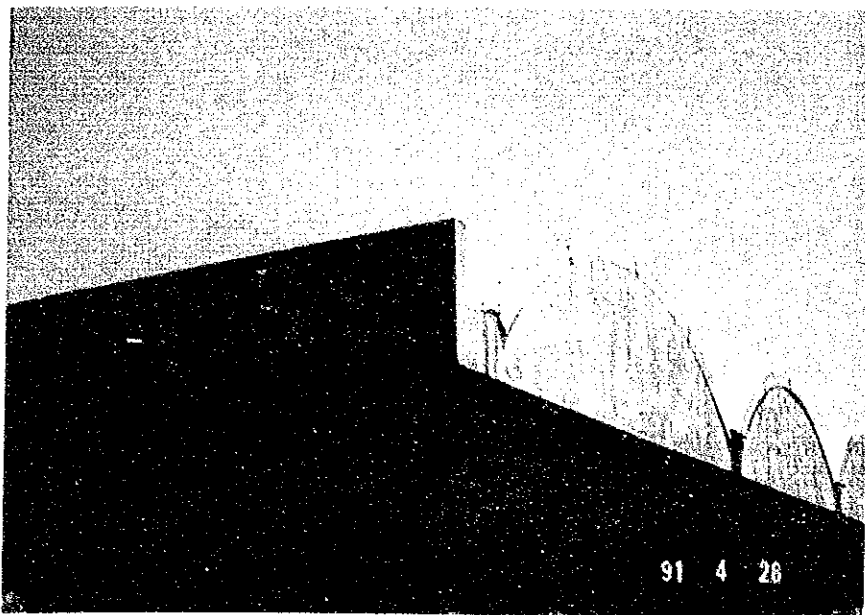


配水池（建設中）  
（カルツーム地区  
南部配水ポンプ場）



高架水槽（建設中）  
（カルツーム地区  
南部配水ポンプ場）





既設配水池屋根材  
(カルツーム地区  
モグレン浄水場)



既設配水池屋根材  
(オムドルマン地区  
ガミイール配水場)



NUWC資材置場  
(カルツーム地区  
南部配水ポンプ場に隣接)



## 要 約

スーダン共和国はエジプトの南に位置してアフリカ大陸最大の国土 250万km<sup>2</sup>を有する典型的な農業国である。中でも綿花は総輸出額の50%を越えている。国内総生産（GDP）は1984年以後、徐々にではあるが増加の傾向がみられる。スーダン政府は1990年に採択した「国家経済救済計画 1990-1993」の目標にそった具体的な政策として、農業部門の発展に最重点を置き、農業産品の輸出促進と、赤字公営企業の民営化促進等を計画している。

スーダン共和国の首都、カルツーム首都圏（カルツーム地区、カルツーム北地区、オムドルマン地区の3地区より構成されている）は政治、経済、教育、文化の中心であり、国内・国外交通の要衝でもある。カルツーム首都圏の近代的な水道施設は、1922年創設のブリ浄水場を初めとして、その後の急増する水需要に対応するため、オムドルマン浄水場、カルツーム北（旧）浄水場、カルツーム北（新）浄水場、モグレン浄水場の建設・拡張工事、及び、配水施設・給水施設の布設工事が次々と進められ、全設計配水量は189,000m<sup>3</sup>/日に達している。

しかし、地方からの出稼ぎや早魃地域からの避難民の大量流入による人口増加は著しく、既存の都市機能を圧迫し、住民の生活レベル、とりわけ保健衛生環境を悪化させている。水需要量は急増の一途で 400,000m<sup>3</sup>/日と推定される。さらに各施設の老朽化・維持管理不良による浄水施設の処理能力の低下、配水施設の通水能力の減少をきたし、深刻な水不足の状態を引き起こしている。

スーダン政府は、こうした状態を改善するべく、首都圏の水道施設の改善・拡充等を策定・実施してきた。1979年に世界銀行の援助で作成された「首都圏水道基本計画」に基づきカルツーム北浄水場建設の第1期、第2期分（設計容量合計72,000m<sup>3</sup>/日）を既に完成し、引続き第3期、第4期分（設計容量計 108,000m<sup>3</sup>/日）を1992年完成を目標に建設中で、完成後に処理水の一部（62,400m<sup>3</sup>/日）を建設中のカルツーム南部配水ポンプ場へ送水する予定である。

カルツーム地区は、首都圏3地区の中でも特に政治・経済・教育等の中心をなす地域で、人口の集中が著しく水不足の状態は非常に深刻である。特に、カルツーム地区の南部は新興の住宅地開発も進んでおり、この地域の配水状況の改善は早急な実施が求められている。そこで、カルツーム南部配水ポンプ場以降の基幹配水管整備・拡張計画を緊急に策定したが、財政的な理由で実施されていない。そのため、スーダン政府は、日本政府に本計画の実施に関する無償資金協力を要請してきた。

この要請を受け、日本政府は当該「カルツーム地区給水改善計画基本設計調査」を実施するこ

とを決定し、国際協力事業団（JICA）は平成3年4月17日から5月16日まで基本設計調査団を派遣した。調査団は、要請内容について関係機関と協議を重ね、基本設計を策定するために現地調査・資料収集を実施した。本調査の結果、基本的な合意事項については協議議事録にまとめ、双方の代表者が署名し、交換した。

本報告書は、これらの協議・調査の結果を基にして、帰国後に国内作業において本計画の妥当性を検討し、給水施設の基本設計、資機材の選定、事業費の概算、維持監理計画等を策定し、本計画を実施するための最適な事業計画をとりまとめたものである。

本事業の実施機関は、エネルギー・鉱業省の管轄下にある全国都市水道庁（NUWC）である。NUWCは、総裁の下に6部局で構成され、約9,500名の職員によって運営されている。本事業の実施にあたっては、プロジェクト部建設課が担当し、完成後は首都圏管理部カルツーム地区事務所（職員数約950名）に移管され、維持管理される。

計画配水管は、カルツーム地区の中部・南部地域の配水レベルの向上を図るために、同地域の主要道路に沿って布設する配水管網である。現地調査の結果、全体の計画配水管網を既設配水管と新設配水管によって適正規模の小管網を構成することが合理的であるので、要請された配水管路線の一部分を変更した。

ダクタイル铸铁管φ700 mm、延長0.2 kmの部分はカルツーム南部配水ポンプ場からの配水管網へ接続するための配水本管である。これはNUWCの予算による施工部分ということで要請内容に見込まれてなかったが、調査の結果、NUWCは低圧石綿セメント管を計画しており、当配水ポンプ場流出部の高水圧箇所での使用は適当でない判断した。NUWCとの協議の結果、当路線を本事業の計画内容に追加した。

調達する建設機械は、カルツーム地区の配水管の維持管理及び本事業の建設等を考慮し、建設機械の機種と台数を設定した。

調達する配水池用屋根材は、コルゲート型アルミニウム材で、スーダン政府の標準設計仕様に基づいている。前回の日本政府による無償資金協力事業「オムドルマン地区給水改善計画」の調達資材と同じ構造であり、補修資材の共通利用を考え、同一の規格材を使用する。据え付け場所は、カルツーム南部配水ポンプ場内で、据付工事はNUWCの独自予算で実施する。

調達する倉庫用建設資材は、補修用資機材の保管と建設機械の修理用スペースの確保を目的とし、プレハブ形式の倉庫材料である。据付工事は、配水池用屋根材と同様にNUWCの独自予算



で実施するもので、カルツーム南部配水ポンプ場に隣接する敷地が建設予定地である。

スーダン政府の要請内容と現地調査に基づく評価(変更内容を含む)を以下に示す。

項 目	要請内容	評価内容
① 配水管布設工事(材料・工事共)		
ダクタイル鋳鉄管 φ700 mm	— km	0.2 km
ダクタイル鋳鉄管 φ500 mm	1.7 km	1.8 km
ダクタイル鋳鉄管 φ400 mm	4.6 km	4.6 km
ダクタイル鋳鉄管 φ250 mm	15.8 km	14.8 km
ダクタイル鋳鉄管 φ200 mm	3.1 km	4.3 km
合 計	25.2 km	25.7 km
② 建設機械・資機材の調達		
建設機械とスペアパーツ		
バックホウ (0.6 ~0.7 m <sup>3</sup> )	1 台	1 台
バックホウ (ブレード付, 0.35 m <sup>3</sup> )	1 台	1 台
ピックアップ (ダブルキャビン)	1 台	1 台
配水池用屋根材		
コルゲート型アルミニウム材 (付属品共)	3,600 m <sup>2</sup>	3,600 m <sup>2</sup>
倉庫用建設資材		
プレハブ形式鉄板・形鋼材 (付属品共)	1,000 m <sup>2</sup>	1,000 m <sup>2</sup>
③ 実施設計・工事監理	1 式	1 式

本計画を日本政府の無償資金協力で実施する場合、実施工程は工期等から二期に分けて実施する。第1期分と第2期分の事業内容は以下の通りである。

第1期分	配水管布設工事 調達資機材	φ250mm~φ400mm×10.5km	
		建設機械	バックホウ 2台 ピックアップ 1台
		屋根材	3,600 m <sup>2</sup>
		倉庫材	1,000 m <sup>2</sup>
		設計・監理	1 式
第2期分	配水管布設工事 設計・監理	φ200mm~φ700mm×15.2km	1 式

第1期分の配水管布設工事区間(10.5 km)は、既設配水管との接続により現在の給水状況が改善されるように設定した。建設機械は第1期工事から使用するために、又、屋根材と倉庫材は、NUWCの独自予算で早期に施工可能等を考慮して第1期分の工事量を設定した。

本計画の工程は、実施設計(測量を含む)から第1期工事契約までを7ヵ月予定し、第1期工事業者契約後の資機材製作、海上輸送、内陸輸送、布設工事、通水テストを含む工事完了までを12ヵ月とする。第2期は入札・評価・工事契約に2ヵ月、業者契約後工事完了まで12ヵ月を予定している。

日本側実施分	第1期分	9.06	億円
	第2期分	5.52	億円
合 計		14.58	億円
-----			
スーダン側実施分		25.0	百万円
		(226.0	万ポンド)

換算レート： US \$ 1.00 = LS 12.30 = ¥135.67

カルツーム地区の深刻な水不足の状態は、本事業の実施により給水区域内の給水量の増加により、大幅に改善される。給水量の増加は住民の衛生状態を向上させて、伝染病の発生や火災の被害を減少させるだけでなく、婦女子にとって重労働である水汲み作業からも彼等を開放する。このように本事業は地域全体の生活環境の改善に大きく寄与するものであり、本事業を無償資金協力で実施することは、十分にその意義と妥当性を有するものである。

本事業の実施が更に有効な効果を発揮するために、維持管理の実施機関であるNUWCに以下の提言を行う。

- ① 維持管理のために配水管の工事記録台帳を作成し、保存する。
- ② 水道施設の健全な運営のために、NUWC職員を組織的・計画的にトレーニングする。
- ③ 必要なスペアパーツを購入のための予算措置をとる。
- ④ 水道施設の長期基本計画を立案し、首都圏全体の水道システムの見直しを行う。

# 目 次

序 文  
地 図  
写 真  
要 約  
略語表

第1章	緒 論	1
第2章	計画の背景	
2.1	国土の概況	3
2.1.1	国土と人口	3
2.1.2	行政組織	3
2.1.3	国家経済と財政	3
2.2	国家開発計画の概要	9
2.3	当該セクターの概要	11
2.3.1	行政機構	11
2.3.2	予算と財政	12
2.3.3	水道施設の概況	13
2.3.4	開発計画の概要	16
2.3.5	水道分野への国際協力の現状	17
2.4	要請の経緯と内容	18
2.4.1	要請の背景	18
2.4.2	要請の内容	19
第3章	計画地の概要	
3.1	計画対象地域	21
3.2	自然条件	21
3.3	社会経済状況	23
3.3.1	地域の人口	23
3.3.2	社会基盤の状況	23

3.4	水道分野の概況	25
3.4.1	既存施設の概要	25
3.4.2	カルツーム地区の水道施設の現況	27
3.4.3	本計画と既存施設との関連	27
第4章	計画の内容	
4.1	計画の目的	33
4.2	要請内容の検討	33
4.2.1	計画の妥当性の検討	33
4.2.2	運営管理計画の検討	34
4.2.3	類似計画及び他の援助国との関係・重複等の検討	40
4.2.4	施設・機材内容の検討	43
4.2.5	協力実施の基本方針	47
4.3	計画の概要	47
4.3.1	実施機関と運営体制	47
4.3.2	計画地の位置及び状況	47
4.3.3	施設と資機材の概要	49
4.3.4	維持管理計画	49
第5章	基本設計	
5.1	設計方針	51
5.1.1	自然条件に対する方針	51
5.1.2	社会条件に対する方針	51
5.1.3	現地業者と現地産資材の活用方針	51
5.1.4	維持管理に対する方針	52
5.1.5	工期に対する方針	52
5.2	基本設計条件の検討	52
5.2.1	対象給水区域と給水人口	52
5.2.2	給水量と水需要量	52
5.2.3	計画施設および資機材	54
5.3	基本計画	54
5.3.1	配水管計画	54
5.3.2	資機材計画	61
5.3.3	基本設計図	65

5.4	施工計画	65
5.4.1	施工方針	65
5.4.2	建設事情および施工上の留意事項	66
5.4.3	施工監理計画	67
5.4.4	資機材調達計画	67
5.4.5	実施工程	68
5.5	概算事業費	70
第6章	事業の効果と結論	
6.1	プロジェクト実施の効果	71
6.1.1	直接的な効果	71
6.1.2	間接的な効果	72
6.2	結論と提言	72
6.2.1	プロジェクト実施の妥当性	72
6.2.2	提言	74
付属資料		
付属資料-1		
付-1.1	調査団の構成	81
付-1.2	現地調査日程	81
付-1.3	面会者リスト	82
付-1.4	協議議事録	83
付-1.5	収集資料リスト	93
付-1.6	NUWC書簡	95
付属資料-2		
付-2.1	基本設計詳細図	99
付属資料-3		
付-3.1	NUWC執行予算表(カルツーム首都圏)	121
付-3.2	NUWC貸借対照表	122
付-3.3	水道料金表	124
付-3.4	浄水場における原水及び処理水水質試験結果	125
付属資料-4		
付-4.1	スーダン国負担経費	137

## 略 語 表

MOEM	: エネルギー鉱業省 (Ministry of Energy and Mining)
MFEP	: 大蔵経済計画省 (Ministry of Finance and Economic Planning)
NUWC	: 全国都市水道庁 (National Urban Water Corporation)
NRWC	: 全国地方水道庁 (National Rural Water Corporation)
JICA	: 国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency)
JWWA	: 日本水道協会 (Japan Water Works Association)
IMF	: 国際通貨基金 (International Monetary Fund)
UNDP	: 国連開発計画 (United Nations Development Program)
JIS	: 日本工業規格 (Japan Industrial Standard)
BS	: 英国規格 (British Standard)
E/N	: 交換公文 (Exchange of Notes)
CIF	: 運賃・保険料込価格 (Cost, Insurance, and Freight)
FOB	: 甲板渡価格 (Free on Board)
DIP	: ダクタイル鋳鉄管 (Ductile Iron Pipe)
CIP	: 鋳鉄管 (Cast Iron Pipe)
ACP	: 石綿セメント管 (Asbestos Cement Pipe)
PVC	: 硬質塩化ビニール管 (Polivinyll Chloride pipe)
SP	: 鋼管 (Steel Pipe)
FRP	: 強化プラスチック複合管 (Fiberglass Reinforced Plastic Pipe)
pH	: 水素イオン濃度 (Hydrogen Ion Concentration)
Lpcd	: リットル/人/日 (Liters per capita per day)
φ	: 直径 (Phi)
%	: パーセント (Percents)
°C	: 摂氏温度 (Degrees Centigrade)
ℓ	: リットル (Liters)
¥	: 日本国円貨 (Japanese Yen)
LS	: スーダン・ポンド (Sudan Pound)

## 第1章 緒 論

スーダン共和国の首都、カルツーム首都圏は政治、経済、教育、文化の中心であり、国内・国外交通の要衝でもある。カルツーム首都圏（カルツーム地区、カルツーム北地区、オムドルマン地区）のうちカルツーム地区は、中央官庁、各国大使館、主要銀行、文化施設、ホテル等が集中している。

カルツーム首都圏の近代的な水道施設は、1922年に創設されたブリ浄水場（設計容量 6,800 m<sup>3</sup>/日）の、カルツーム地区への給水により開始された。その後の急増する水需要に対応するため、オムドルマン浄水場・カルツーム北（旧）浄水場・カルツーム北（新）浄水場・モグレン浄水場の建設・拡張工事、及び、配水施設・給水施設の布設工事が次々と進められた。5カ所の浄水場の全設計配水量は189,000 m<sup>3</sup>/日に達している。

しかし、地方から出稼ぎや移住による人口増加、また近年の旱魃地域からの避難民の大量流入による人口増加は著しく、それに伴い、既存の都市機能を圧迫し、住民の生活レベル、とりわけ保健衛生環境を悪化させている。

首都圏の配水量 189,000 m<sup>3</sup>/日に対して、急増する水需要量は400,000 m<sup>3</sup>/日と推定される。さらに各施設の老朽化・維持管理不良による浄水施設の処理能力の低下、配水施設の通水能力の減少をきたしており、深刻な水不足の状態を引き起こしている。また、この状態は全国都市水道庁（NUWC）の水道会計にも重大な影響を与えている。

スーダン政府は、こうした状態を打開するため、首都圏の水道施設の拡充と既存の施設の改善などを策定・実施して来た。1979年に世界銀行の援助で作成された「首都圏水道基本計画」にそって、現在、チェコスロバキア国援助によるカルツーム北浄水場建設の第1期、第2期分（設計容量合計72,000 m<sup>3</sup>/日）を既に完成し、引続き第3期、第4期分（設計容量計 108,000 m<sup>3</sup>/日）を1992年の完成を目標に実施している。又、1991年10月を完成目標とするカルツーム南部配水ポンプ場建設も同国援助によって実施中である。カルツーム地区に於いては、同ポンプ場以降の基幹配水管整備・拡張計画を緊急に策定したが、財政的な理由で実施されていない。そのため、スーダン政府は本計画の実施に関して、日本政府にダクタイル鋳鉄管による配水管布設工事を主体とし、工事用の建設機械と関連資材の調達に関する無償資金協力を要請してきた。

この要請に応じて、日本政府は当該「カルツーム地区給水改善計画基本設計調査」を実施することを決定し、平成3年4月17日から5月16日までの30日間にわたり、国際協力事業団（JICA）が外務省経済協力局の森田明彦氏を団長とする基本設計調査団をスーダン国へ派遣した。調査団は、スーダン政府関係者と要請内容について協議を重ね、基本設計を策定するために現地調査・資料収集を実施した。本調査の結果、基本的な合意事項については4月24日付協議議事録にまとめ、双方の代表者が署名し、交換した。調査団は、議事録に基づいて、引き続き技術事項に関する調査を実施した。

本報告書は、これらの協議・調査の結果を基にして、帰国後に国内作業において本計画の妥当

性を検討し、給水施設の基本設計、資機材の選定、事業費の概算、維持管理計画等を策定し、本計画を実施するための最適な事業計画をとりまとめたものである。なお、この調査団の構成、現地調査の行程、訪問先及び面接者、協議議事録、収集リスト等を巻末の付属資料に添付した。



## 第2章 計画の背景

### 2.1 国土の概況

#### 2.1.1 国土と人口

スーダン共和国 (The Republic of the Sudan)はアフリカ大陸の北東部に位置して、南北約2,250km、東西約1,930kmを占める総面積約250万km<sup>2</sup>のアフリカ大陸で第一の広大な面積を有し、北はエジプトに国境を接し、東は紅海とエチオピア、南はケニア・ウガンダ・ザイール、西は中央アフリカ・チャド・リビアに接している。このエチオピアに源流を發する青ナイル河とザイール及び中央アフリカに水源を發する白ナイル河の合流点にスーダン共和国の首都カルツーム (東経32° 北緯16°) が位置する。

地形は西部山岳地帯に3,000mを越える高山もあるが、大部分は標高350~500m程度の平地から成っている。北部は主として砂漠であり、東にヌビア砂漠、西にリビア砂漠へと続いている。中央部はカルツームを中心に肥沃な地帯をなし、南部はサバンナ地帯、熱帯樹林地帯で、平均年間降雨量は北部カルツームで164mm、南部マラカルで783mmである。

人口は、1984年に2,159万人と記録され、人口増加率も1973~84年の年平均では2.9%と高く、2000年には3,400万人になるものと予測されている。

#### 2.1.2 行政組織

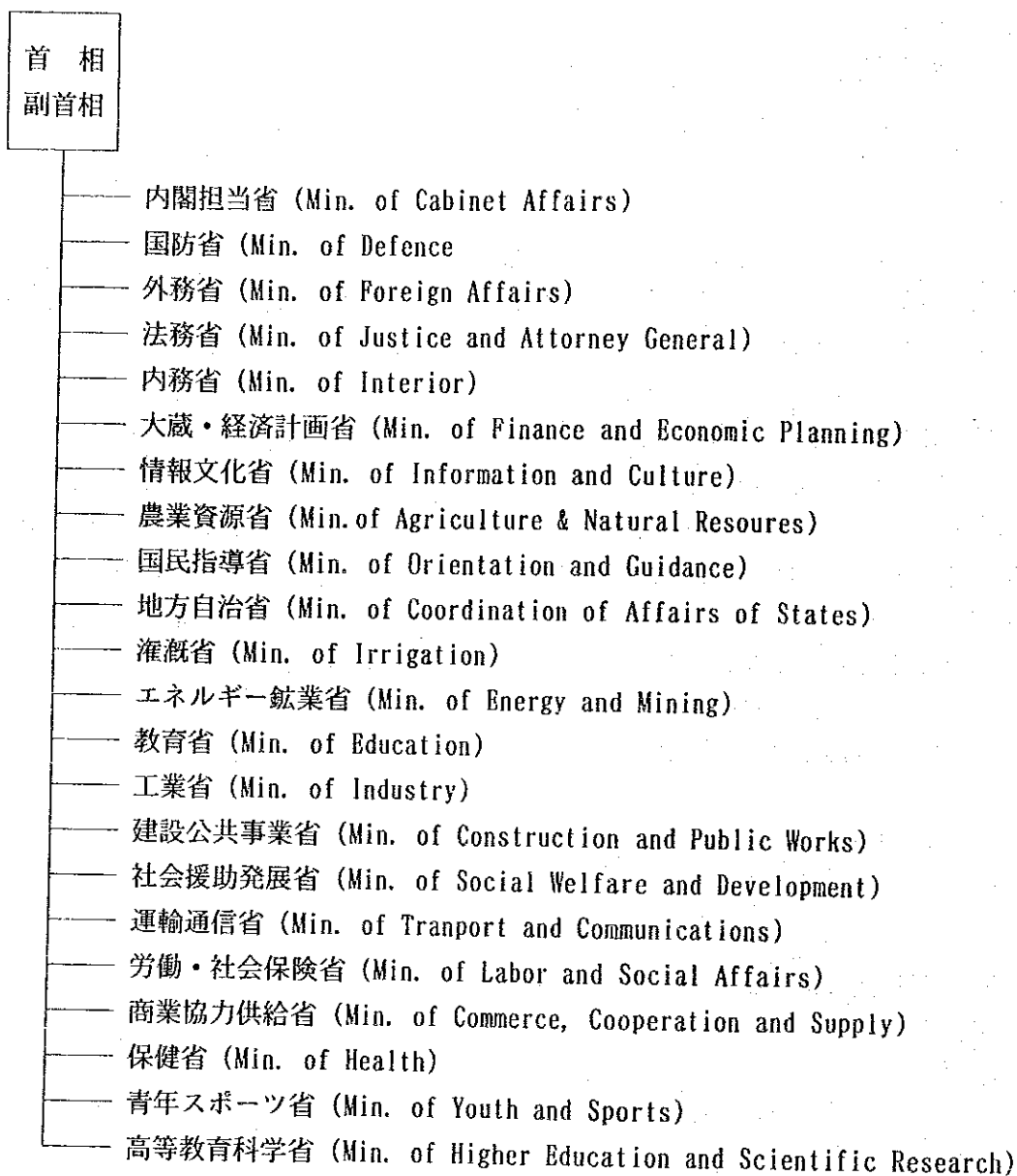
スーダン共和国の行政機構は、首相府の下に22省から構成されており、バシル同評議会議長が首相と共に国防相も兼任し、これらを統括している。スーダン共和国の行政機構は表-2.1に示す通りである。

水道行政はエネルギー・鉱業省の所管であり、同省の下部機関として全国都市水道庁 (NUWC) と全国地方水道庁 (NRWC) があり、詳細は2.3.1「行政機構」に述べる。

#### 2.1.3 国家経済と財政

スーダンは綿花・アラビアゴム等を主とする典型的な農業国で、表-2.4に示すように商品別の輸出額を見ると1989/90年度での額は、総額4.65億USドルに対して綿花は2.40億USドルを占め、総輸出額の50%を越えている。部門別の労働人口構成を見ると、表-2.3に示すように農業に占める割合は減少の傾向にあるが1981年のデータによると、80%に近い比率を示している。工業、サービス業の人口構成は徐々にではあるが増加の傾向が見られる。

表 - 2.1 行政機構



(注) Min. of = Ministry of の略 1991年2月現在

表 - 2.2 部門別国内総生産 (GDP)

(単位：百万LS)

部 門	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
農 業	1,959	2,284	2,354	2,012	2,591	2,095
鉱 業	4	6	6	6	6	6
製造業	517	540	563	557	561	567
電力・水道	112	126	127	129	134	141
建 設	349	369	350	343	380	351
政府サービス	695	692	651	655	738	775
その他サービス	2,406	2,242	2,475	2,659	2,733	2,738
合 計	6,041	6,259	6,526	6,361	7,143	6,673

(出典) 国際通貨基金(IMF)資料、及び「スーダン共和国概要」

(注) 表示は1981/82年価格による。1989/90年の数値は推定値。

表 - 2.3 部門別労働人口構成

(単位：%)

部 門	1965/66	1981/82	1983/84	1987/88
農 業	84	78	69	63
工 業	7	10	14	15
サービス業	9	12	17	22
合 計	100	100	100	100

(出典) 「スーダンの経済社会の現状」(国際協力推進協会)

1983年の数値は Department of Statistics(1983 Census)

1987年の数値は大蔵経済計画省(MFEP)による推定(1988)

表 - 2.4 商品別輸出額

(単位：百万US\$)

品 目	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
綿 花	136.0	176.4	161.1	245.4	240.0
落花生	6.7	5.0	26.4	25.2	16.3
胡 麻	35.1	28.3	42.6	70.5	37.4
ソルガム	0.5	31.3	53.4	33.4	10.8
アラビアゴム	27.3	100.0	59.9	49.7	55.2
家 畜	237.5	73.6	69.5	76.6	50.8
そ の 他	54.3	67.0	73.0	47.3	54.0
合 計	497.2	481.6	485.9	550.1	464.5

(出典) 国際通貨基金(IMF)資料、及び「スーダン共和国概要」

(注) 1989/90年は推定値、金額はFOB価格

表 - 2.5 商品別輸入額

(単位：百万US\$)

品 目	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
食 品	190.5	135.4	165.3	232.8	141.1
小麦・小麦粉	97.3	85.1	98.2	140.3	69.4
飲料・タバコ	4.6	4.4	7.0	12.4	8.5
原 油	273.2	190.6	248.8	210.9	276.6
化 学 品	199.4	151.9	210.0	160.7	78.3
製 品	163.9	145.5	247.0	282.5	140.1
機械・設備	108.1	85.6	177.0	169.0	117.4
輸送機器	100.1	101.6	144.0	129.8	168.8
繊維製品	15.2	17.3	24.4	25.5	53.0
合 計	1,055.2	823.3	1,223.1	1,223.5	1,053.2

(出典) 国際通貨基金(IMF)資料、及び「スーダン共和国概要」

(注) 1989/90年は推定値、金額はFOB価格

表 - 2.6 スーダンの国際収支

(単位：百万US\$)

項 目	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
輸 出	497	487	486	550	465
輸 入	-1,055	-832	-1,223	-1,224	-984
貿易収支	-558	-350	-737	-674	-519
サービス	-634	-602	-706	-342	-823
海外送金	350	250	445	297	199
経常収支	-842	-702	-998	-1,219	-1,142
資本収支	-65	48	138	29	-134
短期資本	-145	-192	-195	-55	-39
総合収支	-1,052	-846	-1,054	-1,303	-1,315

(出典) 国際通貨基金 (IMF) 資料、及び「スーダン共和国概要」

(注) 1989/90 年は推定値

スーダンの商品別の輸入は表-2.5にある様に、金額では横這い或は減少の傾向を示している。これは、スーダンの商品の総輸出額の減少に関連するものである事は、国際収支の赤字が年毎に増加している事を見れば了解される所である。1989/90年度の商品別輸入状況は、原油機械製品を含む工業製品の輸入額は総輸入額のほぼ80%を占め、残る20%は一次産品を含む農産加工製品である。

スーダン国の1990/91年度の通常予算は表-2.7にある様に、総収入で80%強の増加を示している。この予算増のほとんどは政府の公営的なサービスに依存する非税収入で、総収入の43%を占めている。総支出は前年度に比較して2%程度減少しているものの、7.0億ポンドの予算上の赤字を記録している。同国の開発関連の1990/91年度予算(表-2.8)では、農業開発事業関連に34%の予算額を充当して食料の自給を目指し、運輸通信サービスには約26%に相当する予算(13.6億ポンド)を当てている。これに対してこの開発予算のほぼ47%を外国の援助に依存し、独自の予算部分は民間部門を含んでも53%に過ぎない。

表 - 2.7 国家予算 (1990/91年度)

(単位: 百万LS)

総収入	15,457.8	(前年比 81.2% 増)
税収	8,750.0	(同 32.2% 増)
直接税	2,500.0	(同 52.5% 増)
関税	3,750.0	(同 20.5% 増)
間接税	2,500.0	(同 33.6% 増)
非税収	6,707.8	(同 338.1% 増)
政府サービス等	2,413.5	(同 535.1% 増)
公営企業利益等	4,294.3	(同 273.1% 増)
総支出	16,163.7	(前年比 2.1% 減)
公務員給与	1,091.4	(同 2.2% 減)
官庁物品サービス	2,005.3	(同 N.A. )
土地購入等	6,692.0	(同 N.A. )
国防	4,300.0	(同 N.A. )
地方交付	1,910.0	(同 0.4% 減)
官庁建物管理	165.0	(同 0% )
総合収支	- 705.9	(同 91.2% 減)

(出典) 国際通貨基金(IMF)資料、及び「スーダン共和国概要」

表 - 2.8 開発予算 (1990/91年度)

(単位: 百万LS)

総 額	5,255.0
農 業	1,771.8
工 業	340.0
エネルギー・鉱業	347.7
水 道	446.4
通信運輸	641.3
サービス	718.5
地方開発	624.3
民間部門	365.0
資 金 源	5,255.0
外国の資金、商品援助	645.0
外国のプロジェクト援助	1,845.0
政府予算からの支出	2,400.0
民間部門	365.0

(出典) 大蔵・経済計画省資料、及び「スーダン共和国概要」

## 2.2 国家開発計画の概要

スーダン政府は1962年に「経済社会開発10ヵ年計画」を立案し、1969年には「新経済社会開発5ヵ年計画」にその計画を引き継いだ。しかし、革命政権になったために計画の内容は全面的に改訂され、期間も1976年度まで延長して実施された。

1977年度からは、「長期18ヵ年計画」(6年毎の中期計画と、3年毎の短期計画から成る)が策定され実行に移された。また、政権の交代に伴い、1988年度からは「経済復興・開発4ヵ年計画」が策定され、農業部門の発展や生産設備の改善により、国内総生産(GDP)の成長率の目標を年率5%以上に設定された。

表 - 2.9 開発投資額

(単位：百万LS)

部 門	1988/89		1989/90	
	金額	%	金額	%
農 業	729	32.7	477	28.5
工業・エネルギー・鉱業	803	36.1	430	25.7
運輸通信	123	5.5	302	18.0
サービス	295	13.2	278	16.6
その他（予備費を含）	277	12.5	188	11.2
合 計	2,227	100.0	1,675	100.0
対応資金内訳				
外貨による対応	1,415	63.5	836	50.0
内貨による対応	812	36.5	839	50.0

(出典) 「THIRTIETH ANNUAL REPORT 1989」, BANK OF SUDAN

1989年6月にバシール政権が誕生した後、この「4ヵ年計画」も解消され、1990年6月に「国家経済救済計画 1990-1993」が採択された。この具体的な政策は次の通りである。

- ① 1990/91 年度からの 3年間で財政赤字の解消
- ② 消費材価格の自由化の暫進
- ③ 政府関係機関の余剰職員の整理
- ④ 税制の改革
- ⑤ 為替レート安定化
- ⑥ 金融保険制度のイスラム化
- ⑦ その他

この目標にそった具体的な政策として、農業部門の開発を最重点に置き、農業製品の輸出促進を計ると共に国の統制を可能な限り排除して赤字の公団の民営化を促進する等を計画している。この政策に基づく投資計画を計画年次別に見ると次の通りである。



表 - 2.10 部門別公共投資計画

(単位：百万LS)

部 門	1990/91		1991/92		合 計	
	金額	%	金額	%	金額	%
農 業	1,029.4	24.6	1,331.5	25.4	2,360.9	25.0
製造業	408.2	9.7	510.9	9.8	919.1	9.7
エネルギー・鉱業	745.8	17.8	776.8	14.8	1,522.6	16.1
運輸・通信業	701.0	16.7	908.5	17.3	1,609.5	17.1
サービス業	1,305.5	31.2	1,711.3	32.7	3,016.8	32.1
総 額 (名目)	4,189.9	100.0	5,239.3	100.0	9,429.2	100.0

(出典) 「THE FOUR YEAR SALVATION, RECOVERY AND DEVELOPMENT PROGRAM  
1988/89 - 1991/92」, MINISTRY OF FINANCE & ECONOMIC PLANNING

## 2.3 当該セクターの概要

### 2.3.1 行政機構

スーダン共和国の水道行政は、表-2.1「行政機構」に示すエネルギー・鉱業省の所管で、同省の下部機構として都市部を管理運営する全国都市水道庁 (NUWC) と、地方の農村水道を統括する全国地方水道庁 (NRWC) とに分かれている。エネルギー・鉱業省の組織は下記の通りである。

#### エネルギー・鉱業省 (Ministry of Energy and Mining)

- ① 全国都市水道庁 (National Urban Water Corporation, NUWC)
- ② 全国地方水道庁 (National Rural Water Corporation, NRWC)
- ③ 電力庁 (National Electric Corporation)
- ④ 石油庁 (General Petroleum Corporation)
- ⑤ 鉱物資源庁 (Mining Resources Corporation)

NUWCは1983年までは電力庁と一体の組織として運営され、公共電力水道庁 (Public Ele

ctric and Water Corporation, PEWC)と称していたが、各組織の効率的かつ弾力的な運営を計るために、カルツーム地区水道庁 (Khartoum Province Water Corporation, KPWC)に改組され、更に1987年に上記の様に再組織されて現在に至っている。このNUWCはスーダン全土を次の7地域に分割して、その管理運営を施行している。

全国都市水道庁 (National Urban Water Corporation, NUWC)

- ① 首都圏 (National Capital, Khartoum Region)
- ② 中央地域 (Central Region)
- ③ 東部地域 (Eastern Region)
- ④ コルドファン地域 (Kordfan Region)
- ⑤ ダフル地域 (Darfour Region)
- ⑥ 北部地域 (Northern Region)
- ⑦ 南部地域 (Southern Region)

### 2.3.2 予算と財政

スーダンの都市部の水道全般を統括するNUWCの予算について、1988/89年度以降1990/91年度までの3年間の状況を概観すると、次の通りである。(予算書は付属資料に添付)

1988/89年度から1990/91年度までの各年とも、「Surplus」を生じている。この「Surplus」は剰余金ではなく、前年度までの政府の借入金に対する返済充当金であるが、ここではスーダン政府の慣行に従って「Surplus」の言葉を用いる。

1988/89年度と1989/90年度の内訳を首都圏と地方都市別にみると(表-2.11を参照)、この両年とも首都圏では収入を上回る支出を記録し、この赤字は地方都市の黒字で見掛け上「Surplus」を生じたものである。1988/89年度において首都圏では3,500万ポンドに近い赤字を計上したが、1989年度の11月の料金改訂により、1989/90年度の赤字は200万ポンドまで減少した。さらに、1990/91年度でも料金改訂を予定して、「Surplus」を1.64億ポンド程度を見込んでいる。政府からの借入金の返済はまだ完了していない。首都圏の水道収入はNUWC全収入の60%に近いが、支出での首都圏とNUWC全体の比率は50%程度である。

表-2.11 NUWCの首都圏と地方都市との予算配分

(単位：百万LS)

項 目	1988/89	1989/90	1990/91
収 入			
首 都 圏	38.2	96.1	218.7
地 方 都 市	76.8	33.9	149.7
.....			
合 計	115.0	130.0	368.4
支 出			
首 都 圏	72.6	98.3	105.4
地 方 都 市	10.8	23.1	99.1
.....			
合 計	83.4	121.4	204.5
収 支			
首 都 圏	- 34.4	- 2.2	113.3
地 方 都 市	66.0	10.8	50.6
.....			
合 計	31.6	8.6	163.9

### 2.3.3 水道施設の概況

UNDPの「WATER SUPPLY AND SANITATION SECTOR REVIEW (1988)」によると、都市部の人口は全人口の約20%で、農村部は70%、残る10%は遊牧民である。また、同レポートでは、都市部の47%、農村部の30%の住民が水道の恩恵を受けている。現在もこの比率に大きな変化はないと仮定すると、スーダンの総人口は約2,500万人(1989年の推定値)の内、給水人口は700~800万人であり、その内都市部では200~300万人、農村部では約500万人と推定される。地区的に公共用水の供給を受けている比率をみると、スーダンの北部地区では都市部53%で農村部46%であるのに対して、南部地域は都市部17%、農村部7%である。

1983年の全国にある174市町の内、NUWCの管轄下にあった62市町の各地域毎の計画数、給水量、人口を表-2.12に示す。表-2.12に示すようにカルツーム首都圏では給水量を単純に人口で割ってみると、約150ℓ/人/日となる。北部地区ではほぼ同様の給水量であるが、南部地区では40~60ℓ/人/日と低く、上で述べた給水普及と同様に給水レベルの低さがうかがわ

れる。

施設の大半は、1920年代の前半から1960年の前半にかけて建設されており、施設の老朽化と増加する需要に対応して、改善と拡張の必要性が生じて来ている。首都圏の浄水場施設を例にとると、1979年に世界銀行の援助で作成された「首都圏水道基本計画」の調査結果では、浄水場の設計容量の70%~90%までに処理能力が落ちていると報告されている。同基本計画にある、既設浄水場の調査時の処理能力と改善計画の内容については、2.3.5及び4.2.3の表-4.3に示すとおりである。

表-2.12 都市部の給水量と人口

地 域 名	計画数	給水量	人 口	人口1人当り
		(m <sup>3</sup> /日)		給水量 (ℓ/日/人)
		(A)	(B)	(A ÷ B)
カルツーム首都圏	1	254,000	1,693,000	147
北部地域	8	35,850	227,000	157
東部地域	9	60,760	706,000	86
中央地域	2 2	83,820	751,000	111
コルドファン地域	7	16,250	379,000	42
ダフル地域	4	19,860	338,000	57
南部地域	1 1	19,860	365,000	54
計	6 2	490,040	4,459,000	

水道の水源は、河川の表流水と地下水が一般に利用され、都市部の様に比較的大規模な水道にあっては河川の表流水が利用され、都市の遠隔地や小規模の水道では地下水が使用される場合が多い。表流水は沈澱・濾過の通常の処理方式が採用されて、塩素滅菌の後に配水される。しかし、凝集剤、滅菌剤等は共に輸入品に依存している。地下水を水源とする場合は、一般に水質が良好なので塩素処理されず配水される場合もある。

配水管管材は、経済性と施工性ことから石綿セメント管が広く採用され、道路橋に添架する水道管の様に一部の限られた場所では、鋼管が使用される。給水管には亜鉛メッキ鋼管が広く使用されている。これらの管材の大部分は、輸入に頼っている。給水栓は各戸給水栓と共同水栓から成っており、給水区域の周辺部や共同水栓から遠隔な地域にあっては、水売りに生活用水を供給する専用の水栓を配置している所もある。給水量は一人当り10ℓ/日~60ℓ/日である。

地方都市の例として、東部スーダンの主要都市カッサラ(Khassala)とカッシム・エル・ゲルバ(Khasim El Gerra)は以下の通りである。

a) カッサラ(Khassala)の水道の諸元

人 口 : 165,000 人  
給 水 人 口 : 80,000 人  
水 源 : 地下水  
井戸の規模 :  $\phi 250 \text{ mm} \times \text{深}50\text{m} \times 45\text{m}^3/\text{時} \times 4 \text{ 井}$   
水処理の方法 : 無処理  
一人当給水量 :  $4,320 \text{ m}^3/\text{日} / 80,000\text{人} \approx 50 \text{ l}/\text{日}$

b) カッシム・エル・ゲルバ(Khasim El Gerra)の水道の諸元

人 口 : 29,800人  
給 水 人 口 : 20,000人  
水 源 : 表流水 (Atobara 川)  
水処理の方法 : 沈澱 + 急速濾過 + 塩素滅菌  
処 理 水 量 :  $1,160 \text{ m}^3/\text{日}$   
配水管延長 :  $\phi 200 \sim 50 \text{ mm} \times 15 \text{ km}$   
一人当給水量 :  $1,160 \text{ m}^3/\text{日} / 20,000\text{人} \approx 60 \text{ l}/\text{日}$

(出典) NUWC資料

農村部の水道施設は(1)給水場、(2)貯水池(現地名、HAFIRS)(3)井戸設備、(4)ナイル河及び支流沿いでの灌漑用水の利用などに依存している。

(1)給水場は、地方での一般的な施設で普通1~3の井戸(エンジン付タービンポンプ)から小容量の高架タンクへ送水し、そこから住民へ共用栓や各戸給水栓で給水を行なうものである。一般に塩素消毒を行なっている。給水場の平均的な容量は約 $4/5 \text{ m}^3/\text{hr}$ である。

(2)貯水池は、雨期の雨水を貯留し生活用水に使用するが、貯留水は処理されないことが多くしばしば水質が悪い。貯水池の容量は $5,000 \sim 100,000 \text{ m}^3$ で水深は3~8mである。又、蒸発量が多いことが問題である。

(3)ナイル河及び支流沿いでの生活用水は、灌漑用水を緩速ろ過池や圧力ろ過タンクで処理されているが、問題はナイル河高濁度時のろ過層の目づまりである。時には、ナイル河から未処理のまま直接ポンプで消費者に送っている。最近では、横流式・粗ろ過池が緩速ろ過の前処理として利用され、よく機能している。

(4)手押ポンプ井戸の利用は、1970年中頃から始まっている。多くの井戸は100年以上たつて

おり、深さは約 100mのものもあるが、一般的には直径1.2~1.5mで深さは10~30mで周囲はレンガ積となっている。汲み出しはバケツにロープをつけて汲み出すか、スーダン北部では手押しポンプを多く使っている。

農村部での水道施設種類別の数と設計容量は、1988年の世銀調査によると表-2.13のとおりである。30~40%の農村部の住民が何らかの水道施設から給水を受けているが、その中で15~20%が安全な生活用水の供給を受けていると推定されている。

表-2.13 農村部の水道施設一覧

水道施設	施設数	設計容量
給水場	3,595	180,000 m <sup>3</sup> /日
ろ過施設	142	12,000 m <sup>3</sup> /日
小型ろ過池施設	27	300 m <sup>3</sup> /日
貯水池 (Hafirs)	984	35,000,000 m <sup>3</sup>
ダム (水道用)	126	3,000,000 m <sup>3</sup>
手押しポンプ井戸	4,672	28,000 m <sup>3</sup> /日
深井戸	—	4,000 m <sup>3</sup> /日

世界銀行は、農村部水道施設のプロジェクトの選定に当たって、次の点を考慮すべきであると提言している。

- ① 農村部の水道基本計画を立案する。
- ② 既存施設の改修を第一優先とすべきである。
- ③ 住民のニーズと建設・維持管理能力に見合った適正技術を適用すべきである。
- ④ 集落住民が施設の建設、維持管理に十分に参画すべきである。
- ⑤ 技術の選択に当たっては、環境分野での配慮がなされるべきである。

人に対する給水と家畜に対する給水を考慮し、次の様な設計基準で集落での給水場の設計を行っている。

人の消費水量 : 18 l/人/日

家畜の消費水量 : 36 l/家畜/日

1家畜の単位 : 牛、ラクダは一頭分、又、ろば、羊、山羊は5頭分

#### 2.3.4 開発計画の概要

全国都市水道庁 (NUWC) による 1986/87年度から 1991/92年度までの6ヵ年間の開発投資計画を表-2.14 に示す。この6ヵ年間の開発対象案件は首都圏域では、カルツーム北浄水場を始めとして5件があり、地方都市圏ではコルドファンやダフルを含む8案件を対象とし、

全体で13案件の改修計画を含む投資計画が進行中である。

表 - 2.14 区域別開発投資計画

(単位：百万LS)

地 域	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90	1990/91	1991/92	合計
首都圏域 (外貨)	—	—	28.0	28.0	18.0	8.0	82.0
(内貨)	9.5	26.0	35.0	25.0	43.5	73.4	212.4
地方都市 (外貨)	2.5	22.5	98.0	108.5	89.0	57.0	377.5
(内貨)	20.3	15.4	60.0	86.0	49.0	169.7	400.4
小 計 (外貨)	2.5	22.5	126.0	136.5	107.0	65.0	459.5
(内貨)	29.8	41.4	95.0	111.0	92.5	243.1	612.8
合 計	32.3	63.9	221.0	247.5	199.5	308.1	1,072.3

(出典) NUWC資料

### 2.3.5 水道分野への国際協力の現状

スーダン国の対外債務返済状況は年毎に減じ、1989/90年度は1985/86年度の債務返済額2.76億USドルのほぼ半額の1.42億USドルにまで減少してきた。スーダンの債務状況はこの様に近年次第に悪化している事から、わが国は1982年度に供与された商品借款(25億円)以降、1983年度から有償資金協力の供与を停止し、無償資金協力による援助を続けている。

首都圏の水道施設の改修・拡張プロジェクトは、そのほとんどが1979年に世界銀行の援助で作成された「首都圏水道基本計画」(Khartum Area Water Supply Project, August 1979)に基づいて立案されている。同基本計画の計画目標年次は1993年で人口、水需要量の予測は、1978年を基準年とし、1983年(第I期)、1988年(第II期)、1993年(第III期)として行なっている。

第I期(1983年目標年次)については、具体的な改善・拡張計画を提言しており、既存浄水場、ブリ、モグレン、カルツーム北、オムドルマンの4浄水場の改修・改善の必要性を提言しており、又、新設浄水場、カルツーム北浄水場(第I期・第II期分、設計容量72,000m<sup>3</sup>/日)の建設をも提言している。配水管施設については、第I期で必要な地域を十分に検討した上で

実施すべきであるとしている。

同基本計画にある既設及び新設浄水場の1978年及び1983年における容量（処理能力）と深井戸からの給水を含めたカルツーム首都圏の水道施設からの供給水量を表-2.15に示す。

表-2.15 既設・新設浄水場一覧

施設名	容量 (m <sup>3</sup> /日)				備考
	設計容量	1978	1983	1992*	
モグレン浄水場	72,000	59,500	59,500	90,000	改修、拡張
ブリ浄水場	16,920	13,500	13,500	18,000	改修
カルツーム北浄水場 (既設)	11,330	10,200	10,200	11,000	改修
オムドルマン浄水場	15,750	11,100	11,100	16,000	改修
カルツーム北浄水場 (新設、第Ⅰ期・第Ⅱ期)	72,000	—	36,000	72,000	新設 36,000m <sup>3</sup> /日×2期分
カルツーム北浄水場 (新設、第Ⅲ期・第Ⅳ期)	108,000	—	—	108,000	新設 54,000m <sup>3</sup> /日×2期分
深井戸		36,400	50,200	77,000	有効容量 110,000m <sup>3</sup> /日×70%
合計		130,700	180,500	392,000	

(注) \* : 現在建設中のプロジェクトで完成後の全設計容量

## 2.4 要請の経緯と内容

### 2.4.1 要請の背景

首都圏は近年の急増している人口増による水需要増と共に、施設の老朽化による浄水処理能力の低下に起因する慢性化した水不足に悩まされ、加えて配水管施設の配水能力不足は首都圏の水の供給状況を更に悪化させている。カルツーム地区は、首都圏の政治・経済・教育等の中心をなす地域で、人口の集中が著しく、水不足の状態は非常に深刻である。特に、カルツーム地区の南部は新興の住宅地開発も進んでおり、配水状況の改善は早急な実施が求められて来た。

この改善を目的に、NUWCはカルツーム北浄水場の建設（チェコスロバキア国の援助）を1983年から開始して、既に第Ⅰ期・第Ⅱ期分の施設（72,000m<sup>3</sup>/日）が建設完了。第Ⅲ期・第Ⅳ期の施設（108,000m<sup>3</sup>/日）も1992年末完成を目指して建設中で、完成後に処理水の一部62,400m<sup>3</sup>/日は図-4.3に示した通り当カルツーム南部に送水し、建設中のカルツーム南配水ポンプ場を経て配水される予定である。



この様に、カルツーム北浄水場からカルツーム南配水ポンプ場までの工事は、1992年末迄に完成の予定であるが、同ポンプ場以後の配水管工事の手当がなされていないので、送水される処理水を有効に配水することが出来ない。そのため、この配水管布設工事の無償資金協力を日本政府に要請して来たものである。

#### 2.4.2 要請の内容

スーダン政府からの要請の内容は、①配水管布設工事、②建設機械と機材の調達、及び③同工事の実施設計と工事監理の3項目に分ける事が出来る。その内訳は以下の通りである。

##### ① 配水管布設工事 (材料・工事共)

ダクタイル鋳鉄管	φ500 mm × 1.7 km
”	φ400 mm × 4.6 km
”	φ250 mm × 15.8 km
”	φ200 mm × 3.1 km

---

計	25.2 km
---	---------

##### ② 建設機械と機材の調達

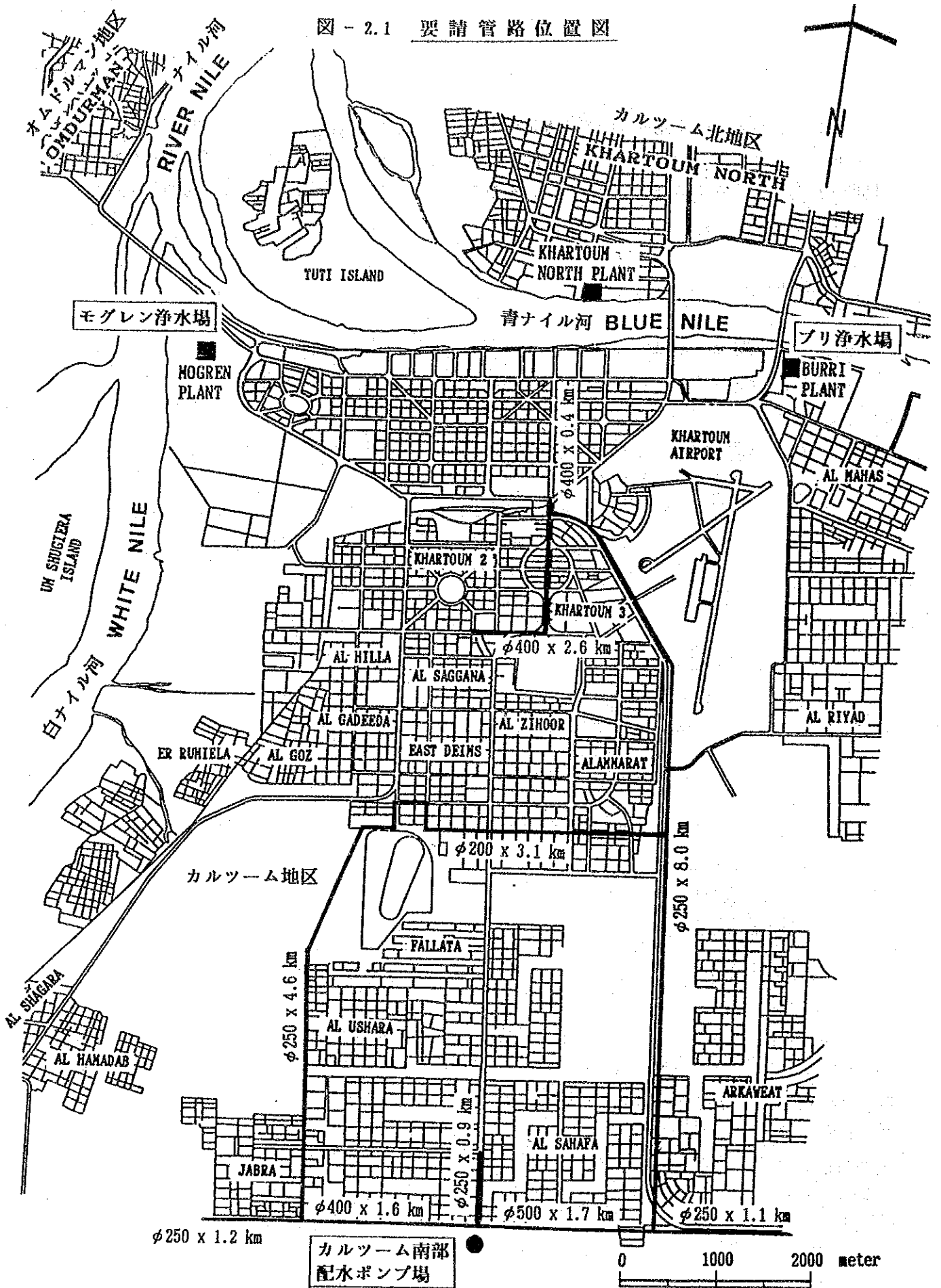
###### 建設機械と同スペアパーツ

バックホウ (0.6 ~ 0.7 m <sup>3</sup> )	: 1 台
” (ブレード付, 0.35 m <sup>3</sup> )	: 1 台
ピックアップ (ダブルキャビン)	: 1 台

配水池用屋根材	3,600 m <sup>2</sup>
資材倉庫用資材	1,000 m <sup>2</sup>

##### ③ 実施設計と工事監理 1 式

図 - 2.1 要請管路位置図



### 第3章 計画地の概要

#### 3.1 計画対象地域

首都圏カルツームは北緯15度36分、東経32度33分、海拔は380m前後で、国土の中央部やや紅海寄りに位置し白ナイルと青ナイル河の合流点にある。合流点を囲み、カルツーム、カルツーム北、オムドルマンの3地区から成る首都圏の内、今回の計画対象地域であるカルツーム地区は、首都圏の南部白ナイル河と青ナイル河で区切られた地域である。この位置の概要は、図-3.1「カルツーム首都圏一般図」に示す通りである。

#### 3.2 自然条件

カルツームの気候は7～9月頃の雨期に若干の降雨を見るが、一般には高温で乾燥しており、4～6月にかけては日中50℃を越す事もまれではない。カルツームの月間降雨量・平均気温を表-3.1に示す。

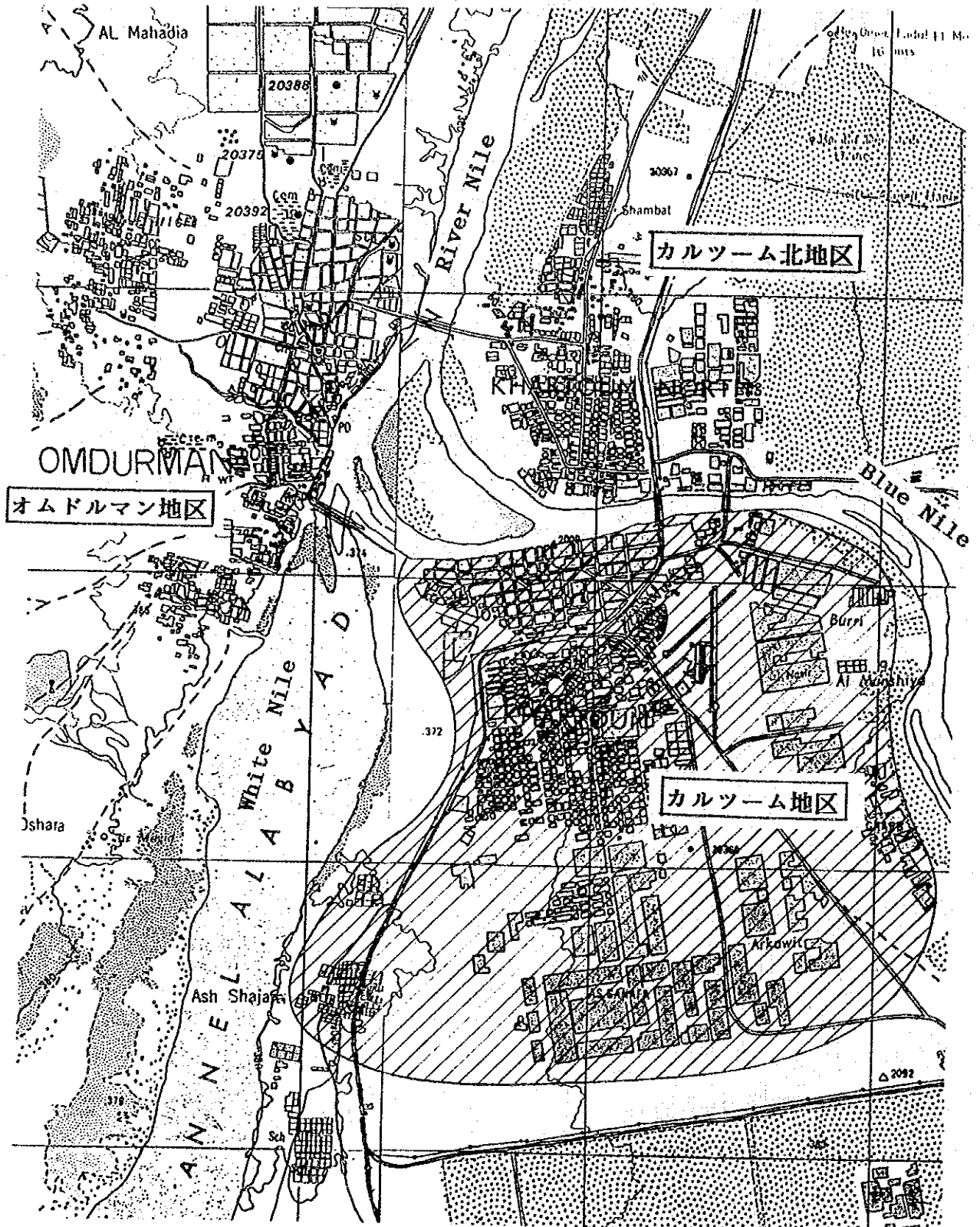
表 - 3.1 月間降雨量・平均気温

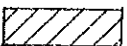
月	降雨量 (mm)				月平均気温 (°C)			
	1975	1980	1985	1988	1975	1980	1985	1988
1	TR	0	0	0	22.5	23.9	26.1	23.3
2	0	TR	0	0	26.5	24.9	22.8	24.5
3	0	TR	0	0	28.9	29.7	30.1	29.8
4	0	0	0	0	31.5	33.0	31.4	32.5
5	0.2	0.7	9.1	TR	34.6	35.1	34.3	35.7
6	TR	0.2	3.1	TR	33.9	34.1	33.9	35.1
7	0.9	60.5	16.4	65.9	32.5	31.3	31.9	31.9
8	50.1	19.2	0.3	301.4	29.5	31.7	32.7	29.9
9	47.8	11.0	9.9	46.3	30.9	33.5	33.1	32.0
10	0	1.2	0	1.9	32.1	33.1	33.2	32.7
11	0	0	0	NA	29.2	27.9	28.1	NA
12	0	0	0	NA	23.8	24.6	24.7	NA

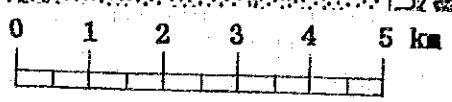
(注) TR : 微量、NA : データなし

(出典) 首都圏庁下水道局 (National Capital Khartoum, Sanitary Engineering Department)

図-3.1 カルツーム首都圏一般図



凡 例  
 : 計画対象地域



S = 1/100,000

カルツーム地区の地勢は、海拔380m前後のほぼ平坦な両ナイル河の堆積層をなし、カルツーム南部の最も高い場所でも385mである。

地表部を覆う粘性土シルトと礫の互層をなすゲジラ (Gezila) 層は、ハルツーム南部で層厚40～50m、カルツーム地区で平均20mで、ヌビア (Nabian) 砂岩層の上部に分布している。ゲジラ層の粘土は乾燥状態では大きい強度を示すが、湿潤状態では力学的な強度を失い膨張する。雨天時の土木工事に十分な配慮を要するのはこの為である。

ナイル河の水位は6月頃から上昇し始め、8月後半にほぼ最高水位に達し、9月に入り下降するという経緯をたどる。最低水位は主に3月に生じる。1970～1979年の白ナイル河の最高水位は+379.86m (堤頂+379.00m)で、同期間の青ナイル河の最高水位は+380.14m (堤頂+379.00m)を示している。1988年8月には集中豪雨により堤頂を越える洪水が発生した。

### 3.3 社会経済状況

#### 3.3.1 地域の人口

スーダン全土の人口増加率 (1973年～1984年) が2.9%程度であるのに対して、国内辺境地区や早魃地区から首都圏への流入人口が近年異常に増大した首都圏の人口増加率は5.0%以上を示している。こうした首都圏外からの流入人口は、その多くが各地区の外周に集落をつくって生活を営み、種々の社会問題を提起している。こうした問題を人口の面からも正確に把握するために全国的な人口調査が1990年初頭に施行された。カルツーム首都圏の人口の変遷を表-3.2に示す。

#### 3.3.2 社会基盤の状況

カルツームの電力は電力庁によって各消費者へ供給され、供給電圧は415V/240V、50Hz (市内低圧配電線) である。しかし、施設の老朽化はここでも顕著で、維持管理の問題や燃料の供給不足もあって、地域毎の停電が頻繁に行われており、地域やその時により必ずしも一定してはいないが週平均3回・1回の停電時間はおよそ数時間程度である。このため、ホテル、商店、高級住宅、事務所等では自家発電設備を設置して、この不規則な停電に対処しているが、自家発電用燃料の確保が問題となっている。

カルツーム市内の電話網も同様に老朽化しており、回線数の不足もあいまって電話連絡は非常に不便な状況である。が、電話施設の補修増強工事も徐々に実施されており、改善の方向にあるといえよう。電話の設置箇所は、ホテル、高級住宅、事務所、公共機関等に限られ、この増設設置はまだかなり困難である。

表 - 3.2 首都圏人口の変遷

年	カルツーム地区	オムドルマン地区	カルツーム北地区
1955/56	97, 516	116, 231	46, 852
1964	173, 500	185, 380	80, 010
1973	333, 906	299, 399	150, 989
1978*	420, 000	395, 000	180, 000
1983	476, 267	526, 337	341, 187
1988*	635, 000	655, 000	265, 000
1990	1, 147, 669	1, 417, 950	1, 116, 822

(出典) 首都圏庁下水道局及び統計局 (Department of Statistics)

\*はNUWC資料、1990年の人口は1990年 Census 資料による。

首都圏の内、下水道施設のあるのはカルツーム地区だけで、オムドルマン、カルツーム北の両地区に下水道はない。従って、この両地区の新築住宅では生活排水の浸透用ピットの設置が義務付けられている。カルツーム地区の下水施設の老朽化とスペアパーツ不足による下水ポンプ設備等施設の劣化は著しく、現在、日本の無償資金協力による緊急対策が進行中である。

1988年8月に未曾有と云われた集中豪雨により、人家倒壊や洪水等の大災害が発生し、それに伴い、洪水による汚水溢水が水系伝染病の流行を引き起こし、多数の死者を出した。

カルツーム地区北部の青ナイル河沿いの地区から内陸の鉄道路線までの地域は主に商業地区、役所、事務所地区、教育施設、病院等の公共施設地区として利用されている。その南側には各国大使館、比較的高級な住宅地がある。商業地区及びその南側の住宅地の東側はカルツーム国際空港があり、さらにその東側には同様に高級住宅地区がある。

一方、西側はカルツーム地区の工業地域として利用されている。南側の地区は一般住宅地があり、この西側の白ナイル河沿いにも同様な一般住宅地が展開している。東側には、新興の高級住宅地が現在開発されているところである。

1級住宅地は主に2-3階の建物であり、付帯する設備もほぼ完備している。2級住宅地は、複数階の住宅と1階平屋の混在したもので、3級住宅地はその殆どが、平屋造りである。

世帯数は、1983年で(統計資料によると)平均5.85人/世帯(約6人/世帯)である。世帯の収入は1級、2級、3級住宅で各々1ヵ月平均約7,500ポンド、3,000ポンド、1,000ポンドであり、低所得層では500ポンドである。

### 3.4 水道分野の概況

#### 3.4.1 既存施設の概要

カルツーム首都圏の水道施設は、白ナイル河と青ナイル河の合流点から約5 km上流の青ナイル河の左岸に1922年に完成したブリ浄水場（当時の処理能力 6,800 m<sup>3</sup>/日）が最初で、当時のカルツーム地区の官公庁街や外国人居住区に飲料水の給水を開始した。次いで、1928年にオムドルマン浄水場（処理能力 4,600 m<sup>3</sup>/日）が運転を開始した。更に水需要量の増大に伴い、その後、カルツーム北浄水場とモグレン浄水場が完成し、各浄水場とも拡張工事を実施し現在に至っている。

カルツーム首都圏には、表-3.5に示す様に5ヵ所の浄水場があり、取水地点は水質を考慮して青ナイル河と両ナイル合流後のナイル河に設置されている。各浄水場の設計容量と位置関係を模式的に図-3.2に示す。図-3.2及び表-3.5に示すとおりカルツーム北（新）浄水場及びモグレン浄水場より各々11,000 m<sup>3</sup>/日、15,000 m<sup>3</sup>/日がオムドルマン地区へ送水され、オムドルマン浄水場の16,000 m<sup>3</sup>/日と合わせて当地区の住民へ給水されている。乾期と雨期の水位の差が8 mにもなる河の水変動に対処するために、各浄水場の取水ポンプ施設は可動できる様に計画されている。浄水処理方式は、薬品沈澱、急速濾過を採用しており、濾過地の洗浄は空気・水併用の方法を採用している。使用薬品は、硫酸アルミニウム、石灰及び液体塩素で、いずれも海外からの輸入品である。

水源となるナイル河の水量は豊富であるが、青ナイル河、白ナイル河とも雨期の濁度は非常に高くなる傾向がある。一方、乾期については、青ナイル河の方が、白ナイル河に比較して、濁質成分の指標となる懸濁物質濃度が低い。このことから、輸入品である凝集剤の使用量の点や、運転維持管理の点から、工事中あるいは、計画中の水源は、いずれも青ナイル河にその水源を求めている計画である。

近年の急激な水需要に対処し、また浄水場・配水施設的能力不足を補うために首都圏内の各地とその他、主として周辺地区に地下水用の揚水ポンプ井を127ヵ所に設置し、この需要増に対応している。揚水井の平均の能力は約870 m<sup>3</sup>/日程度で、φ300mm×深100m内外、口径φ150 mmの水中ポンプを使用している。表-3.6に示すようにこの揚水ポンプ井は、カルツームに45ヵ所、カルツーム北に55ヵ所、オムドルマンに27ヵ所、合計127ヵ所が運転されている。揚水ポンプ井は需要地の中に設置され、現給水区域内で揚水された水は近隣の配水管に注入されて、急激な水需要の増加を賅っている。これら3地区共、揚水ポンプ井はそれぞれの地区の周辺や配管の未敷設地域に設置され近隣地域住民の生活用水に供されている。

配水管の管種は、首都圏水道の創設当初は鑄鉄管（CIP）が使用されたが、現在の配水管の管種はその殆どに石綿セメント管（ACP）が使用されている。しかし、一部の地区、例えばカルツーム地区からモグレン浄水場間や、白ナイル河横断部等の限られた地区では、鋼管

(SP) が使用されて現在に至っている。

首都圏の飲料水供給量は、現在、浄水場から189,000 m<sup>3</sup>/日をカルツーム、カルツーム北、オムドルマンの3地区に供給している。これに対して、一日当りの平均需要量は現在 400,000 m<sup>3</sup>/日と推定されている事からも窺い知れる様に、首都圏は現在も慢性的な水不足の状態を強いられている。水道の無効水量に関する計量的な記録はないが、無効水量は約35%と云われており、従って残る65%が有効水量と推定されている。

表 - 3.5 首都圏の浄水場一覧

浄水場	創設	拡張	容量	水源	給水区域
ブリ	1922	1948	18,000m <sup>3</sup> /日	青ナイル左岸	カルツーム
モグレン	1964	1970	72,000m <sup>3</sup> /日	青ナイル左岸	カルツーム (内15,000m <sup>3</sup> はオムドルマン地区に送水)
カルツーム北(新)	1979	1985	72,000m <sup>3</sup> /日	青ナイル右岸	カルツーム (内11,000m <sup>3</sup> はオムドルマン地区に送水)
カルツーム北(旧)	1953	1957	11,000m <sup>3</sup> /日	青ナイル右岸	カルツーム
オムドルマン	1928	1950	16,000m <sup>3</sup> /日	ナイル左岸	オムドルマン
合計			189,000m <sup>3</sup> /日		

(出典) NUWC資料

表-3.6 地下水揚水井

地区	揚水井の本数	揚水量 (m <sup>3</sup> /日)
カルツーム	45	39,000
カルツーム北	55	47,600
オムドルマン	27	23,400
合計	127	110,000

(出典) NUWC資料



### 3.4.2 カルツーム地区の水道施設の現況

カルツーム地区へ現在給水している浄水場及び配水本管は図-3.3に示すように、青ナイル河左岸に位置するモグレン浄水場（創設1964年、拡張1970年、設計容量72,000 $\text{m}^3$ /日）より日平均水量約48,000 $\text{m}^3$ /日（他にオムドルマン地区へ15,000 $\text{m}^3$ /日）、及び、北東端に位置するブリ浄水場（創設1922年、拡張1948年、設計容量18,000 $\text{m}^3$ /日）より約16,000 $\text{m}^3$ /日の総水量64,000 $\text{m}^3$ /日がカルツーム地区の商工業施設、官公庁、公共施設、住宅地に給水すると共にさらに両浄水場より遠隔地にある住宅地、公共施設への給水を行っている。このため南部地区は、水圧の低下、水量不足、同地区の配水管が不足、等とあいまって住民への給水レベルが極端に悪い状況下にある。又、深井戸からの現給水区域への供給量は約19,000 $\text{m}^3$ /日である。これに対して日平均水需要量は、約150,000 $\text{m}^3$ /日と推定され、慢性的な水不足の状態を強いられている。しかし、モグレン浄水場、及び、ブリ浄水場の各ポンプ施設は最近迄、設立時のポンプが使用されていたが、表-3.7に示すように1989年よりイタリアの無償援助によりポンプ施設の改良工事が始まっている。

2ヵ所の浄水場からの処理水は、既設配水管（ $\phi$ 700mm $\sim$  $\phi$ 100mm 総延長約400km）により消費者に給水されている。管種は大部分が石綿セメント管で、一部分が铸铁管・鋼管である。

北側の約1/3の地区は、1890年より1930年迄に布設された配水管が大部分を占めており、水圧試験の調査結果を考慮すると配水管の老朽化が著しいと考えられる。水圧調査結果から想定される配水水圧の現況を図-3.4に示す。NUWCは、1992年末迄にイタリアの無償援助により当区域の内、鉄道線路迄の北側半分を新設配水管（ $\phi$ 250mm $\sim$  $\phi$ 600mm、FRP、総延長21.4km）で補強する計画である。

中央地区は、1950年より1990年迄、南地区は1960年より1990年迄に布設されており、水圧試験の調査結果を考慮すると配水管の老朽化が部分的に進んでいると考えられる。

配水管から分岐した給水管には水道メーター（総数約73,000個、1990年現在）が設置されているが、その多くは十分な機能、精度を発揮していない状態である。スペアパーツの不足、修理のための設備が十分に整備されていないことに起因している状況である。従って、水道料金の徴収は、メーターが適切に機能していない所では一定料金制を適用している。

### 3.4.3 本計画と既存施設との関連

カルツーム地区は青ナイル河沿いに官庁街や商業地域が集中して建設され、1922年に創設されたブリ浄水場からこれらの地域に給水を開始したのが近代的水道施設の始まりである。この官庁街や商業地域の南部に隣接して建設された住宅地域や周辺に発展した居住区域を含んで、増大する水需要量に対処するために、モグレン浄水場が建設され、更に、その後の需要を両浄

水場の拡張で対応してきた。近年の水需要量の急激な増加に応えるべくカルツーム北浄水場が計画され、1992年末を目途に建設中である。

カルツーム北浄水場完成後に、処理水の内62,400m<sup>3</sup>/日は図-3.2に示すように、建設中のカルツーム南部配水ポンプ場に送水される。このカルツーム南部配水ポンプ場からの配水管の布設工事をスーダン政府は要請して来たもので、その経緯はさきの2.4.1「要請の背景」に記した通りである。

更に、年々の住宅・官公庁・商工業施設での水消費量の増加に伴い、水の需要量と供給量のギャップが増大し、本要請に係る配水管がカルツーム地区の緊急給水計画の一環として申請されてきたのは、既に述べた通りであるが、このカルツーム地区の東南部は、現在、住宅化が進行中であり、本計画に係る配水管は将来の配水管網の主要な部分を形成するものである。

図 - 3.2 カルツーム首都圏の水道施設模式図

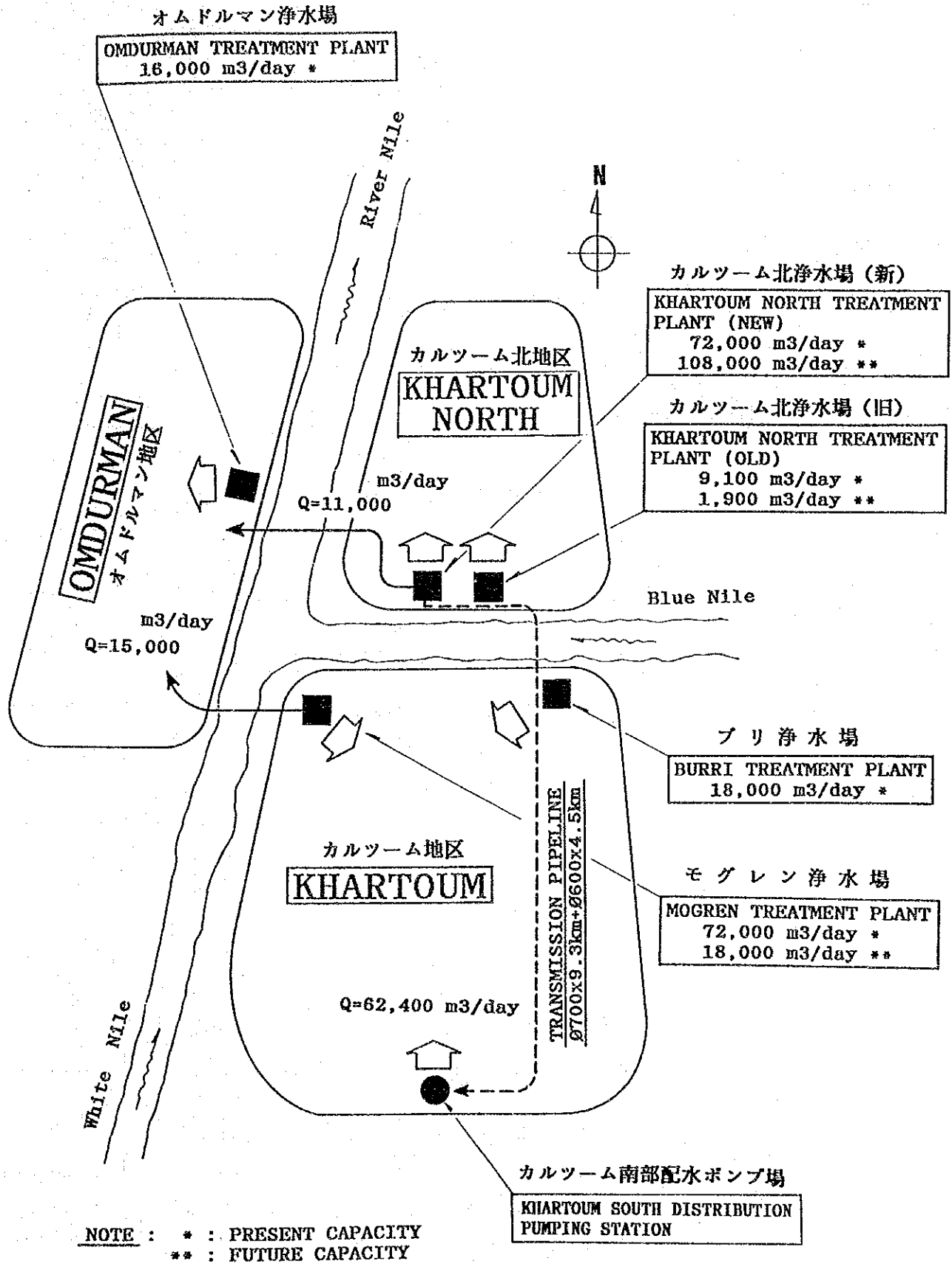


図-3.3 カルツーム地区の水道施設の現況

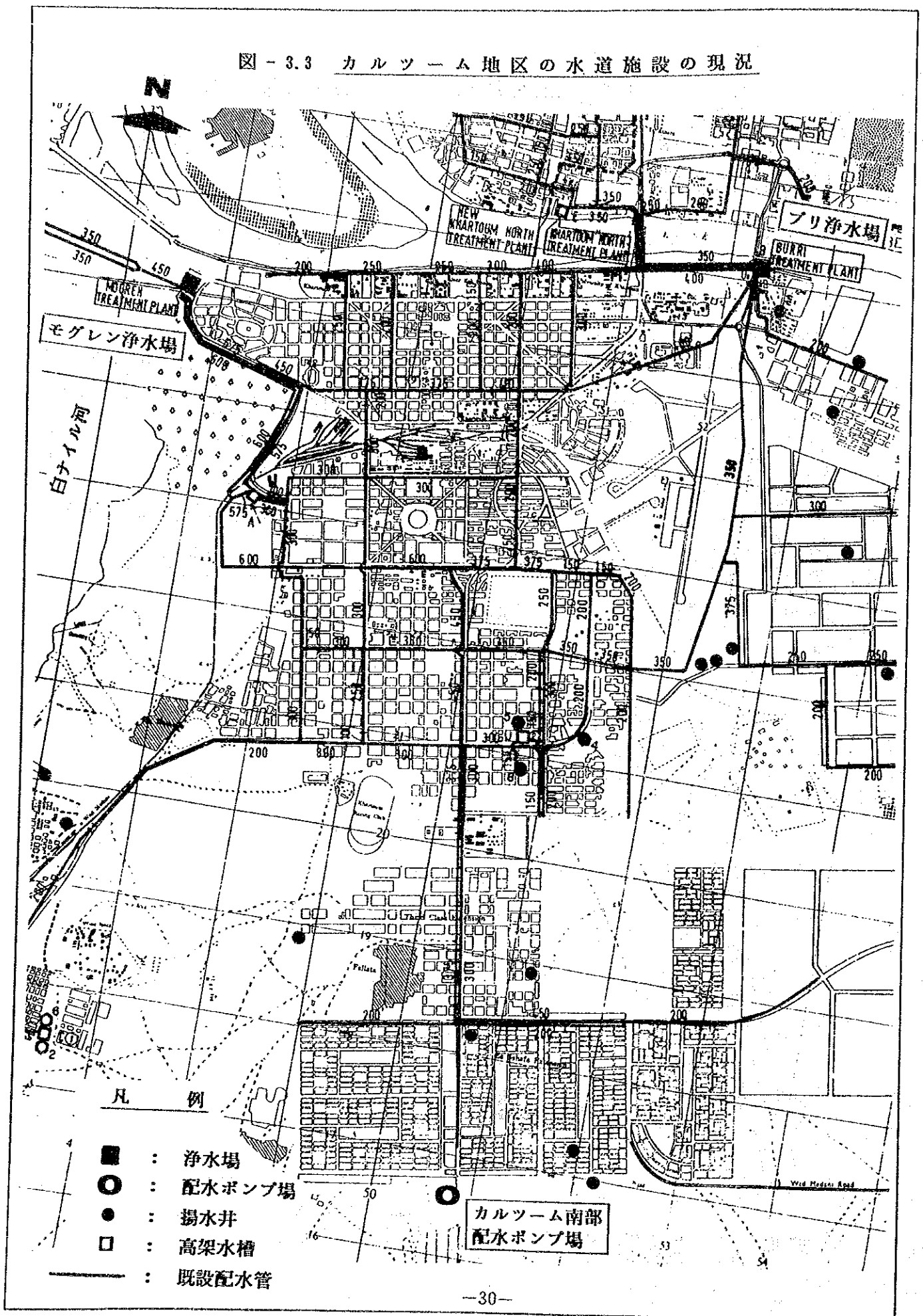
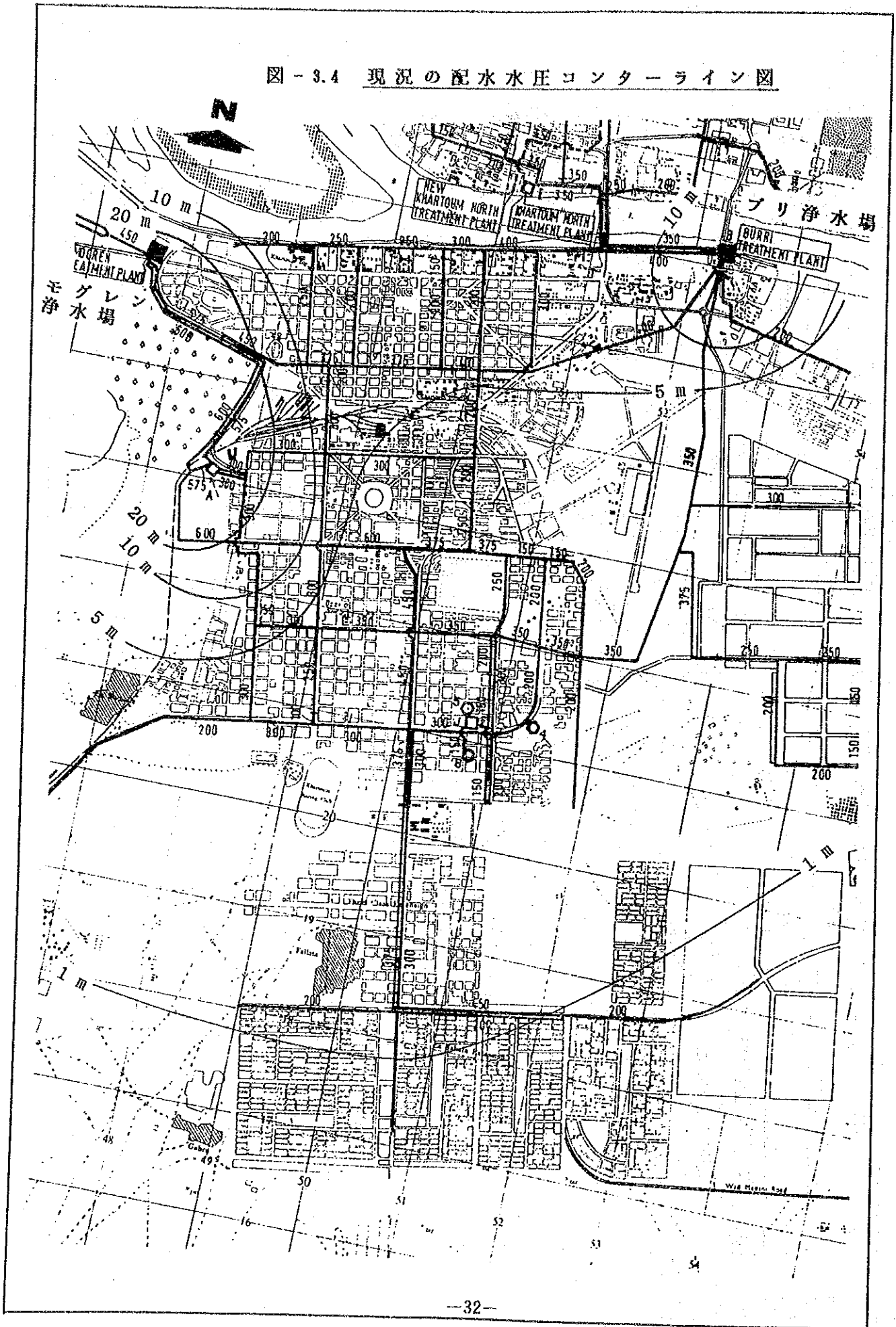


表 - 3.7 各浄水場のポンプ施設の改良計画 (イタリアの無償援助)

既存施設		改良計画 (1992 年完成予定)	
<b>MOGREN WATER TREATMENT PLANT</b>			
Raw water pump	760 m <sup>3</sup> /hr x 16.0 m x 2 Nos.	→	1520 m <sup>3</sup> /hr x 16.0 m x 2 Nos. (新設)
	1520 m <sup>3</sup> /hr x 16.0 m x 2 Nos.	→	同 左
Low lift pump	760 m <sup>3</sup> /hr x 16.0 m x 2 Nos.	→	1520 m <sup>3</sup> /hr x 16.0 m x 2 Nos. (新設)
	1520 m <sup>3</sup> /hr x 16.0 m x 2 Nos.	→	同 左
High lift pump	520 m <sup>3</sup> /hr x 42.0 m x 2 Nos.	→	同 左
	520 m <sup>3</sup> /hr x 42.0 m x 1 No. (故障)	→	1520~760 m <sup>3</sup> /hr x 34.4~63.2 m x 1 No. (新設)
	1520~760 m <sup>3</sup> /hr x 34.4~63.2 m x 2 Nos.	→	同 左
	1520~760 m <sup>3</sup> /hr x 34.4~63.2 m x 1 No. (故障)	→	1520~760 m <sup>3</sup> /hr x 34.4~63.2 m x 1 No. (新設)
<b>BURRI WATER TREATMENT PLANT</b>			
Raw water pump	500 m <sup>3</sup> /hr x 18.0 m x 1 No.	→	同 左
	300 m <sup>3</sup> /hr x 18.0 m x 1 No.	→	同 左
	250 m <sup>3</sup> /hr x 18.0 m x 1 No.	→	400 m <sup>3</sup> /hr x 25.0 m x 1 No. (新設)
Low lift pump	240 m <sup>3</sup> /hr x 10.0 m x 3 Nos.	→	同 左
High lift pump	410 m <sup>3</sup> /hr x 41.0 m x 3 Nos.	→	同 左
	410 m <sup>3</sup> /hr x 41.0 m x 1 No. (故障)	→	410 m <sup>3</sup> /hr x 41.0 m x 1 No. (修理中)
		→	500 m <sup>3</sup> /hr x 50.0 m x 1 No. (新設)

図-3.4 現況の配水水圧コンターライン図



## 第4章 計画の内容

### 4.1 計画の目的

本計画の目的は、首都圏カルツーム地区の給水レベルの改善を図るために、同地区の配水施設を増強するものである。そのため、日本国政府の無償資金協力により配水管の調達と共に配水管施設の建設を行うものである。

### 4.2 要請内容の検討

#### 4.2.1 計画の妥当性の検討

カルツーム地区は大別して、社会経済活動の中心となっている北部・中央地区と南部地区の新興住宅開発地区を含む住宅地区とからなっている。現在、カルツーム地区の人口 110万人の内、対象給水区域内約 100km<sup>2</sup>の給水人口は60万人と推定される。

現在、カルツーム地区への総給水量は83,000m<sup>3</sup>/日であり、北部に位置する既存の2浄水場から給水区域全域に渡りポンプ直送により給水されている。1人1日当たり平均して給水量は140ℓとなる。しかしながら、南部地区にあっては浄水場から遠隔地にあること、及び配水管が不足していることから同地区への給水状況は極度に悪化している。

この状況を改善すべく、NUWCはカルツーム北浄水場の完成後に、その浄水処理水の内62,400m<sup>3</sup>/日を、給水区域の南端に位置するカルツーム南部配水ポンプ場へ送水し、給水状況の改善を計画した。カルツーム南部配水ポンプ場及びカルツーム北浄水場は現在建設中であり、1992年末に竣工の予定である。そのため、南部地区の給水状況の改善には同配水ポンプ場からの配水管布設は不可欠であり緊急を要するものである。

本事業の実施により南部地区の給水レベルを大きく改善し、カルツーム地区全体の給水レベルの平均化を計ることが可能である。さらに水道料金収入の増加に伴い、水道事業の運営の改善に資することが期待される。

#### 4.2.2 運営管理計画の検討

##### a) 組織と運営

本事業の実施機関であるNUWCは、エネルギー鉱業省の所轄下において当首都圏域を含むスーダン全土の都市部の水道の維持運営管理にあたっている。NUWCは本部をカルツーム首都圏に置き、総裁の管理下に6部を設置してその運営管理に従事しており、NUWCの職員総数は現在約9,500人である。総裁は監査、法規と広報の3部に補佐されている。

##### 総裁 (Director General)

- ① 監査部 (Internal Control)
- ② 法規部 (Legal Department)
- ③ 広報部 (Public Relations)

下記に示す6部門の一部門である首都圏管理部は、カルツーム首都圏を管理し、全国のその他の都市部の管理は、地方都市管理部が行なっている。

##### 総裁 (Director General)

- ① 首都圏管理部 (National Capital Administration Department)
- ② 地方都市管理部 (Regional Administration Department)
- ③ プロジェクト部 (National Projects Management Department)
- ④ 維持管理部 (Operation and Maintenance Department)
- ⑤ 経営管理部 (Management and Administration Department)
- ⑥ 資機材管理部 (Supplies Administration Department)

現在のNUWCの組織を図-4.1に示す。又、現在の人員の構成は以下の通りである。

① 総 裁 (Director General)	1名
② 幹 部 技 師 (Engineer)	173名
③ 技 師 (Technical Staff)	306名
④ 事 務 職 (Clerical Staff)	1,361名
⑤ その他の職員 (Labourers)	7,633名
計	9,474名

本事業の実施に際し、NUWCのプロジェクト部が主体となり、資機材管理部および維持管理部も共に実施に関与する。プロジェクト部は施設の建設運営を担当する。資機材管理部



は、調達資機材の納入時の検収管理を行なう。維持管理部は建設機械の運営管理を担当する。

プロジェクト部は職員数 520名で、計画課（土木技師7名、機械技師1名）、設計課（土木技師12名）、建設課（土木技師25名、機械技師5名、熟練工50名、建設作業員420名）から成っている。資機材管理部及び維持管理部は各々約100名、80名の職員を有している。

プロジェクト部建設課は、表-4.3に示すようにチェコスロバキア国援助によるカルツーム北浄水場工事と、カルツーム南部配水ポンプ場工事、イタリア国無償援助によるモグレン浄水場改修・拡張工事、ブリ浄水場改修工事、中央カルツーム配水管網増強工事、等に関与している。又、3地区（カルツーム、北カルツーム、オムドルマン）の一部の配水管布設工事（ACP）をも実施している。

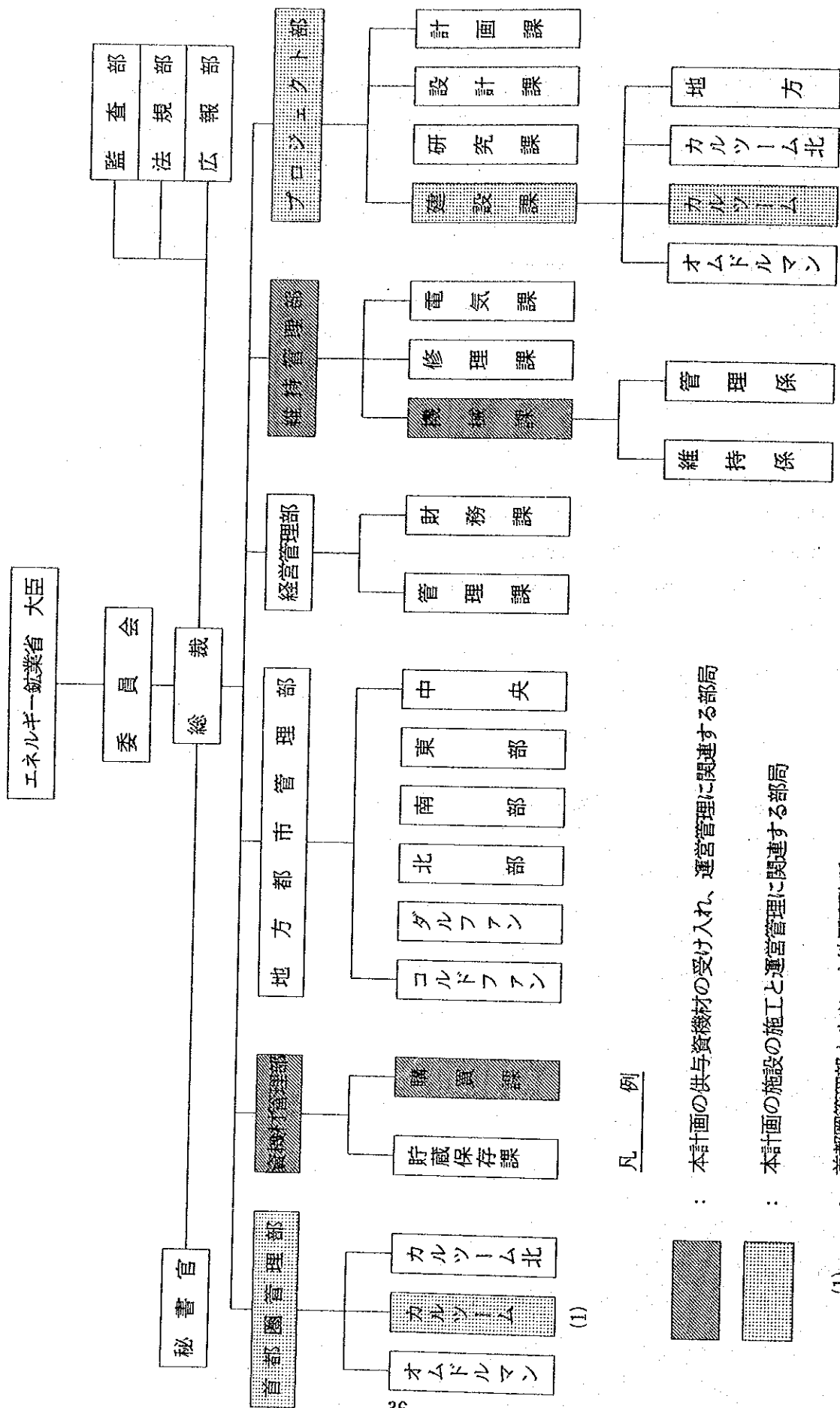
1990年に完了した日本政府による無償資金協力事業の「オムドルマン地区給水改善計画」ではNUWCに対する現地指導も行われた。このようにプロジェクト部は本事業と類似案件の実施に参画し業務管理に当たっていることから、本事業で実施する配水管布設工事の管理業務にも充分対応できるものと判断される。完成後の維持管理についても、カルツーム地区事務所の職員が支障無く実施できるものと考えられる。

首都圏管理部のカルツーム地区事務所は8課からなり、職員数は総勢約950人である。カルツーム地区事務所の組織を図-4.2に示す。職員の内、事務職員は170人（総務課、会計課）、メーター検針・集金を主業務とする営業課110人、技術職員は640人で、その占める割合は各々18%、12%、70%である。ちなみに日本での割合は、約50%、5%、45%である。日本と比べカルツーム地区事務所の技術職員と検針・集金業務の占める割合が多いことから、維持管理面、経営面で重要な検針・集金業務についても充分対応出来るものと判断される。

職員1人当りの給水人口は約660人（ $600,000 \div 913$ ）である。ちなみに日本では1,800人～1,900人であり、職員数は充分であると判断される。

NUWCの組織構成、配置人員、財政規模、運営能力等を考慮すると、本事業完了後の管理運営する能力を十分に有する、と考えられる。前回の類似プロジェクトであった「オムドルマン地区給水改善計画」が、1990年に引き渡し後、適切な管理が成されている事を考慮しても、NUWCは十分な管理能力を有している。

図-4.1 N U W C 組織図



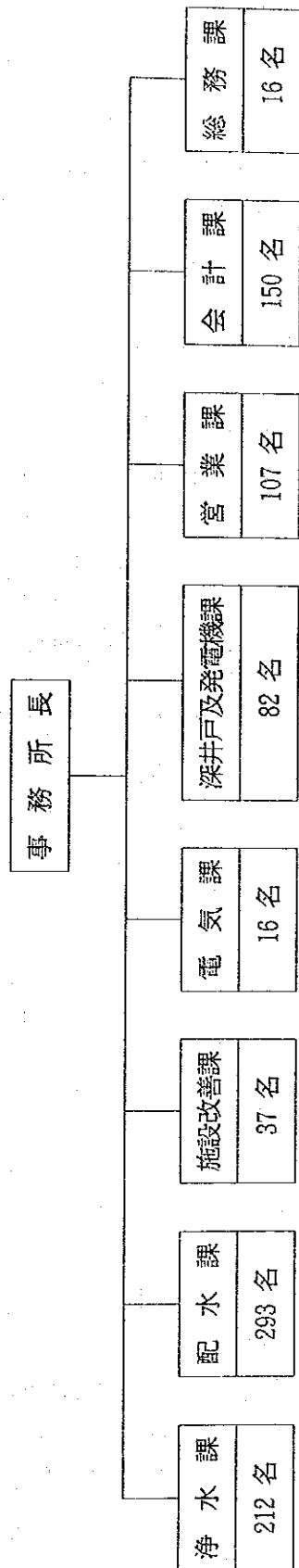
凡 例

■ : 本計画の供与資機材の受け入れ、運営管理に関連する部局

▨ : 本計画の施設の施工と運営管理に関連する部局

(1) : 首都圏管理部カルツーム地区事務所

図-4.2 首都圏管理部カルツーム地区事務所の組織図



職員総数：913名（技術、熟練工、建設作業員、事務職員）

出典：カルツーム地区事務所（NUWC首都圏管理部）

（1991年5月現在）

b) 実行予算

首都圏のNUWCの予算規模は1988/89年度に4,000万ポンドであったが、1989年11月の水道料金改訂により、1990/91年度においては、2.2億ポンド程度まで増加している。過去3年分の予算を表-4.1に示す。

表 - 4.1 NUWC首都圏水道の予算

(単位: 百万LS)

種 別	1988/89	1989/90	1990/91
<b>収 入</b>			
水道料金	36.8	92.7	215.2
雑収入	1.4	3.3	3.5
合 計	38.2	96.0	218.7
<b>支 出</b>			
水生産費	21.6	26.3	38.3
配水費	28.6	33.1	35.0
経営管理費	12.4	27.1	21.5
利子その他	10.0	11.8	10.6
小 計	72.6	98.3	105.4
返済引当金	- 34.4	- 2.3	113.3
合 計	38.2	96.0	218.7

(出典) NUWC経営管理部資料

表-4.1における「返済引当金」は、NUWCの原資料では「Surplus」と記載されている項目であるが、その内容から「返済引当金」を採用した。

NUWCの首都圏に対する1988/89～1990/91年度の予算の内訳は付属資料に添付の通りであるが、予算の項目から人件費、燃料動力費、運転機材費、その他を表-4.2に示す。

表-4.2にあるように人件費の増加は1988/89～1990/91年度の間に年率で20～30%となっている。この間に職員の増加はほとんど無いことから人件費の増大の大半が給与・賃金等の増加によるものと見られる。

1988/89年度の総合物価指数及び1989/90年度の消費者物価上昇率は各々 1.7倍（大蔵・経済計画省資料）、1.68倍（世銀資料）である。これらの数値と比べ給与・賃金の上昇率は低く抑えられている。

表 - 4.2 予算の主要項目の比較

(単位：百万LS)

種 別	1988/89	1989/90	1990/91
人 件 費 (a)	24.3	31.3	36.7
燃料動力費	1.0	1.7	3.0
運転機材費 (b)	0.5	4.1	35.0
補修管理費	6.5	13.1	6.7
合 計 (c)	32.3	50.2	82.5
収入合計額 (d)	38.2	96.0	218.7
a/d %	63.6	32.6	16.8
b/d %	1.3	4.2	16.0
c/d %	84.6	52.3	37.7

燃料動力費はこの3年間に毎年2倍の増となっている。運転機材費はさらに大幅な増加を示している。これはスペアパーツの価格高騰によるものと考えられる。補修管理費がスペアパーツの価格上昇による影響を受けていないのは、その費用の大部分が労務費である事による。

表-4.2の中で全収入額に対する主要項目の支出合計額の割合、(c)/(d)は1988年度の85%から、1989年度には50%、又、1990年度には40%と低下して来ている。これは水道料金の改訂（1989年11月値上げ）によるものである。

表-4.1に示すNUWCの首都圏での水道経営は、料金改訂により赤字を抜け出したばかりであるが、2.3.2「予算と財政」で述べた様に、NUWC全体では既に政府からの借入金の返済を施行している事からも知れる様に、近年予算上の余力が見られる様になってきた。

1989年11月の水道料金の値上げは、家事用水で従来の2.5~3.0倍、工業用水・商業用水で4.6倍と大幅な値上げであった。上述したように1990年度では水道料金収入の大幅な増加

が見込まれ、政府からの借入金の返済をも行なわれることとなった。水道料金の値上げに伴う料金収入の増収により、さらに当事業の実施に伴う給水量の増加による増収も加わり今後の収支決算は黒字に転化することと予想される。

一方、住民の一家族の平均月収は 3,000ポンド（セカンドクラス住宅）と推定されており、1家族当りの平均水道使用量は約36 $\text{m}^3$ /月とすると水道料金は約92ポンドとなる。これは一家族の平均月収の3%に相当し、一般的な目安（4～5%）を下回っており、平均的市民の支払能力の範囲内と判断される。

#### 4.2.3 類似計画及び他の援助国との関係・重複等の検討

NUWCが現在実施中の事業は2.3.5に述べたように、首都圏水道基本計画（1979年作成）に基づくと共にその後の検討を加えて立案・実施されている。その内容及び援助国等については表-4.3に示すとおりである。本計画に関連する工事は以下の通りである。

##### a) カルツーム北浄水場（第Ⅲ期・第Ⅳ期）増設工事

1982年に開始した、カルツーム北浄水場の第Ⅰ期・第Ⅱ期（設計容量、72,000 $\text{m}^3$ /日）の完成に引続いて、第Ⅲ期・第Ⅳ期（設計容量、108,000 $\text{m}^3$ /日）が1992年末に完成予定である。浄水施設機器はチェコスロバキア国援助（ローン）で調達され、浄水場土木工事は現地資金でまかなわれる。

##### b) 送水管布設工事

上記カルツーム北浄水場の処理水の内、62,400 $\text{m}^3$ /日が、チェコスロバキア国援助（ローン）で調達される送水管（鋼管）を使用して布設される送水管施設により、カルツーム南部配水ポンプ場へ送水される。送水管管材の内、管径 $\phi$ 600mm延長4.5km及び $\phi$ 500mm延長2.5kmは既にカルツーム資材置場に到着済である。NUWCは、送水管管材、管径 $\phi$ 700mm延長9.3kmを早急に調達し、1992年末目標で送水管施設を完成する予定である。

##### c) カルツーム南部配水ポンプ場建設工事

カルツーム北浄水場から当配水ポンプ場へ送水管施設によって62,400 $\text{m}^3$ /日が送水される。当配水ポンプ場は、浄水場工事と同様に、ポンプを含む資機材はチェコスロバキア国援助（ローン）で調達され、配水池、高架タンク、配水ポンプ場の土木工事については現地資金によってまかなわれている。完成目標は1992年末である。

d) 中央カルツーム配水管網改善工事

カルツーム地区の青ナイル河に面する、北部地域の配水管網の増強及び改善工事を、イタリア国無償援助による配水管（FRP、管径 $\phi$ 250mm～600mm、総延長21km）を使用して実施するものである。工期は2年を予定しており、完成目標は1993年である。

e) モグレン浄水場改良・拡張工事

イタリア政府の無償資金援助による、既存ポンプ施設の改良及び浄水場拡張（設計容量18,000 $\text{m}^3$ /日）工事であり、完成目標は1992年である。

f) ブリ浄水場改良工事

ブリ浄水場取水ポンプ新設、配水ポンプ増設を含む、イタリア国無償資金援助により実施されている。完成目標は1992年末である。

本事業で実施する配水管施設はカルツーム南部配水ポンプ場以後の施設であり、NUWCが実施、又は、計画している工事とは重複しない。又、本事業で実施する配水管はカルツーム地区北部にあるモグレン浄水場からの配水本管（ $\phi$ 600mm）と接合すると共に、他の管末は(d)の工事で実施する配水管（ $\phi$ 400mm、仕切弁に接続）に連絡することにより、カルツーム地区全体の給水状況の改善のために有効に利用されることになる。

表-4.3 NUWCの実施中・計画プロジェクト一覧

プロジェクト名	内 容	完成予定 (年)	援 助 国
1. モグレン浄水場拡張工事	容量：18,000m <sup>3</sup> /日 1-クラリフロキュレーター 4-急速ろ過池 取水施設	1992	イタリア国無償 資金援助：機材
2. 浄水場改修工事 (モグレン浄水場、 ブリ浄水場)	モグレン浄水場 原水・揚水・配水 ポンプ施設一式 ブリ浄水場 原水・揚水・配水 ポンプ施設一式	1992	イタリア国無償 資金援助：機材
3. カルツーム北浄水場建設 工事 (第3期及び第4期)	容量：108,000m <sup>3</sup> /日 1-クラリフロキュレーター 8-急速ろ過池 2-配水池 取水施設一式	1992	チェコスロバキア国 ローン：機材
4. その他の拡張プロジェクト			
1) カルツーム南部 配水ポンプ場建設工事	2-配水池 5-配水ポンプ 配水ポンプ室 高架タンク	1992	チェコスロバキア国 ローン：機材
2) 中央カルツーム配水管網 改善工事	FRP、φ250mm～φ600mm 延長21km	1993	イタリア国無償 資金援助：機材
3) 送水管布設工事	鋼管 φ700mm×9.3km φ600mm×4.5km φ500mm×2.5km	1992	チェコスロバキア国 ローン：機材
4) 配水管布設工事	ACP φ100mm×100km (全3地区) φ150mm×40km (全3地区) φ200mm×12km (カルツーム北・カルツーム) φ300mm×16km (カルツーム北) φ600mm×8km (オムドルマン)	1991	現地資金
5) 深井戸(50井)工事	(全3地区) 24井 26井	1990 1992	現地資金
6) カルツーム北地区 配水ポンプ場建設工事	配水池 配水ポンプ 配水ポンプ室 高架タンク	計画中	
5. カルツーム新設浄水場 建設工事	容量：300,000m <sup>3</sup> /日 取水・浄水施設 配水施設	要請中	



#### 4.2.4 施設・機材内容の検討

スーダン政府の要請に係る配水管の布設は、カルツーム地区の主に南部地域の配水レベルの向上を図るために、主要道路に沿って布設される配水管布設工事である。カルツーム北浄水場で処理された浄水はカルツーム南部配水ポンプ場に送水され、この要請に係る配水管（25.7km）により配水される。

現在の既設配水管の配水能力は需要水量に比べて非常に小さく、図-3.4に示す様に、カルツーム地区の南部の殆どの地域の水圧は0～2 m程度と観測されている。この状況は図-4.3の配水管を布設することによって給水レベルは大幅に改善される。

この状況を改善すべく、本事業によって、カルツーム北浄水場の処理水量増加にともない、配水可能となる水量（62,400 m<sup>3</sup>/日）を建設中のカルツーム南部配水ポンプ場から北側へ向って配水し南部地区の配水状況の改善と生活用水の安定した水供給を図るものである。このために必要な配水管計画は、既存浄水場及びカルツーム南部配水ポンプ場からの配水量が、配水し得るかどうかという立場から検討された。第5章の管網計算が示す様に評価結果の管径はこの条件に見合うものであることが確認された。

スーダン政府の要請に係る資機材と配管布設は、現場調査とそれに続く検討の結果、表-4.4の様にするのが妥当であると考えられる。要請数量と評価数量が相違する理由をa)に述べる。

表 - 4.4 要請数量と評価数量

種 別	要請数量	評価数量
① 配水管布設工事		
ダクタイル鋳鉄管 φ700 mm	— km	0.2 km
ダクタイル鋳鉄管 φ500 mm	1.7 km	1.8 km
ダクタイル鋳鉄管 φ400 mm	4.6 km	4.6 km
ダクタイル鋳鉄管 φ250 mm	15.8 km	14.8 km
ダクタイル鋳鉄管 φ200 mm	3.1 km	4.3 km
合 計	25.2 km	25.7 km
② 建設機械と資材の調達		
建設機械とスペアパーツ		
バックホウ (0.6 ~ 0.7 m <sup>3</sup> )	1 台	1 台
バックホウ (ブレード付 0.35 m <sup>3</sup> )	1 台	1 台
ピックアップ (ダブルキャビン)	1 台	1 台
配水池用屋根材 (コルゲート型アルミニウム材、付属品共)	3,600 m <sup>2</sup>	3,600 m <sup>2</sup>
倉庫用建設資材		
カラー鉄板製組立式 (付属品共)	1,000 m <sup>2</sup>	1,000 m <sup>2</sup>
③ 実施設計・工事監理	1 式	1 式

a) 配水管施設

i) 配水管路線

現地調査及び水理解析に基づき、本計画の配水管路線は、要請の路線（図-2.1）を一部変更し、図-4.3の様に配置した。その結果、配水管路線距離の変更が生じた。配水管路線の選定にあたっては、以下の項目について検討をした。すなわち、

- ① 既設配水管と新設配水管とにより構成される配水管網が合理的であること。
- ② 既設配水管を効果的に使用すること。
- ③ 配水管布設工事が容易であること。
- ④ 既設管との接合工事に支障がないこと。
- ⑤ 配水管工事による交通障害、住民への影響が少ないこと。

ii) 計画路線の追加

カルツーム南部配水ポンプ場から計画配水管網へ接続するまでの配水管路線部分については、当初NUWCは低圧石綿セメント管φ700mmを予定していたが強度等に問題があるので、5.3.1 c)で検討するようにダクタイル鋳鉄管が管材として使用されるべきであると判断された。しかしながら、スーダン国側で手当が困難なため、協議に基づきその間の配水管路線0.2 kmを本計画に取り入むことにした。

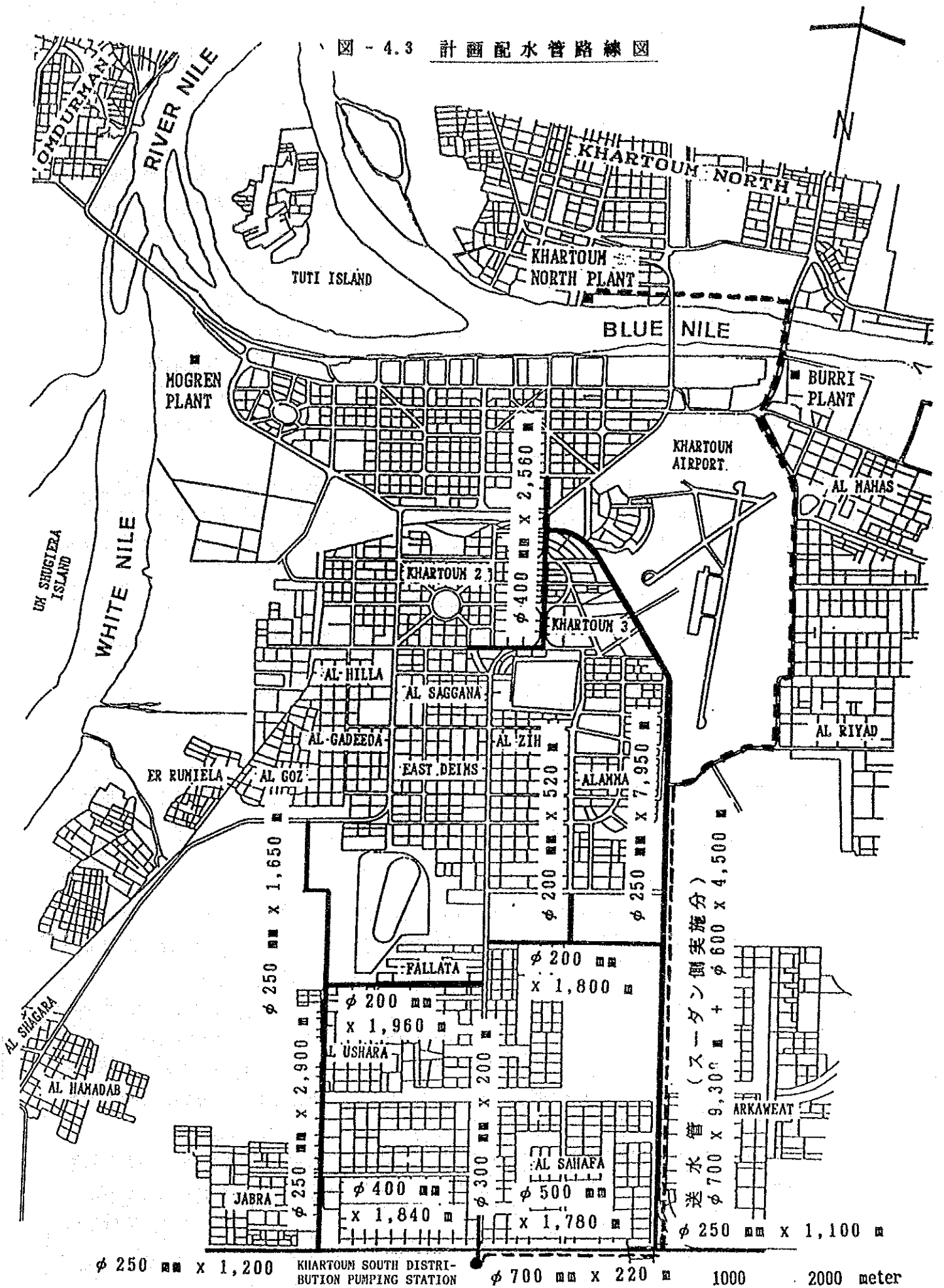
b) 建設資機材

i) 建設機械

前回の日本政府による無償資金協力事業「オムドルマン地区給水改善計画」で調達し、スーダン政府に贈与された建設機械は下記のとおりである。

車 種	数 量
バックホウ (0.6m <sup>3</sup> )	2 台
油圧ブレイカー	2 台
トラッククレーン (16 ton)	1 台
トラッククレーン (10 ton)	1 台
トラクターショベル (1.0m <sup>3</sup> )	2 台
ダンプトラック (11 ton)	2 台
カーゴトラック (8 ton)	1 台
油圧クレーン付トラック (4 ton)	2 台
ピックアップ (1 ton)	4 台
ステーションワゴン	1 台

図 - 4.3 計画配水管路線図



上記の建設機械は、NUWCの独自予算による首都圏全体の新規拡張布設工事に使用されており、今後も、カルツーム北（新）浄水場～カルツーム南部配水ポンプ場間の送水管布設工事（管径φ600～φ700mm、布設延長13.8km）やイタリア政府が既に資材贈与した強化プラスチック複合管（FRP）布設工事（管径φ250～φ600mm、布設延長21.4km）が早急に予定されている。工事量に対する建設機械の台数は、まだまだ不足の状態である。

漏水事故等の補修を含む配水管の維持管理は、NUWCが今後継続して実施しなければならない重要な作業である。本事業で布設する配水管と接続する既設の石綿管を主体とする配水管の維持管理については、4.3.4に述べるように漏水事故の発生する割合が多いと予想され、本事業によって調達される建設機械は、その際の補修・維持管理を効率良く実施する上で必要であり、且つ十分活用されることとなる。

調達される建設機械は、本事業で実施する配水管布設に使用されると共に、工事完了後のNUWC独自予算による配水管拡張工事や上述したような漏水事故等の補修・維持管理に活用されることとなる。カルツーム地区の配水管の維持管理及び本事業の建設等を考慮し、建設機械を以下の様に選定した。

車 種	数 量
バックホウ (0.6～0.7m <sup>3</sup> )	1 台
バックホウ (0.35m <sup>3</sup> )	1 台
ピックアップ (ダブルキャビン)	1 台

## ii) 資 材

要請に係る資材は、配水池用屋根材 3,600m<sup>2</sup>と倉庫用建設資材 1,000m<sup>2</sup>の2件である。

配水池用屋根材は、NUWCの標準設計に基づいて建設中のカルツーム南部配水ポンプ場の配水池に貯留する処理水の汚染防止のために設置される。配水池の工事は現在施工中であるが、屋根はコルゲート型アルミニウム材を乗せるスーダン政府の標準設計に基づいて計画されている。前回の「オンドルマン地区給水改善計画」のときの調達資材と基本的には同じ構造であり、補修資材の共通利用を考えて、同一の規格材を使用する。この資材の据付け場所は、カルツーム南部配水ポンプ場内で、この据付工事はNUWCが独自予算で実施する。

現在NUWCは資材置場があるのみで、屋根付の倉庫を持っていない。直射日光や外気をさけて貯蔵すべきスペアパーツや、配管の補修用管材、ゴム輪、等を保管するために、又、建設機械の修理用スペースを確保するために倉庫用建設資材が必要である。据付工事

は、配水池屋根材と同様にNUWCが独自予算で実施するもので、カルツーム南部配水ポンプ場に隣接する敷地を建設予定地としている。

#### 4.2.5 協力実施の基本方針

本計画の実施については以上の事から、事業効果、現実性、相手国の実施能力等が認識された事、この計画の効果が無償資金協力の制度に合っていること等から、日本の無償資金協力を前提として、以下に計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。ただし、計画の内容については、要請内容の一部を変更したことは前項4.2.4で述べたとおりである。

### 4.3 計画の概要

#### 4.3.1 実施機関と運営体制

完成した配水管施設は、プロジェクト部建設課の検収後、カルツーム地区事務所により維持管理される。調達資機材の内、建設機械と車輛は、竣工後に整備・点検の上、維持管理部に引渡される。引渡された機材は、同部機械課にその運転管理がまかされる。配水池用屋根材及び倉庫用建設資材は、スーダン側が資材の管理に当ると共に、資材の据付、組立・建設を行なう。資材管理、工事・補修共にプロジェクト部が担当する。

#### 4.3.2 計画地の位置及び状況

##### a) 計画路線の状況

本事業で予定されている計画路線の標高は、海拔381m～383mと平坦な地形である。地質も砂混じり粘性土や一部に風化した軟岩も見られる。地下水位は地表より10m以下であり、管路の掘削深は2～3mであるので施工上の問題はない。

配水管布設計画路線の道路状況の概要は、北部給水区域の商業施設、官公庁、事務所を主体とする地域では良く整備されており、道路はほぼ全幅が舗装されている。歩道部分も一部を除きブロック舗装されている。南部地区では舗装幅員は次第に狭くなり、両側は未舗装の路肩や、相当幅の将来の拡幅予定地を持っている。道路幅員は北部では、8～12mの舗装と3～5mの歩道が両側にあるのが一般的であるが、南部では、6～10mの舗装部分と歩道部分や拡幅予定（5～15m）を有する道路がある。管路布設計画路線の末端部では一部未舗装となっている所もある。

b) インフラストラクチャー（電話、電気、下水等）

電話線は住宅敷地境界又は壁から1.5m、深さ0.9mを標準として設置することになっているが、道路状況、付近の建造物、障害物、他の地下埋設の位置等によって必ずしも一定ではない。又、電話線は南北に走る道路沿いでは当初東側に沿って埋設し、東西に走る道路沿いでは北側に沿って位置するのを基本としているが、北部の商業地帯、官公庁、事務所、及び比較的高級な住宅地等での回線の必要度の高い地域では道路の両側に沿って位置している。

電気は電柱からの架空線と地下埋設部分の両方がある。地下埋設線は、敷地境界線より1.0m、深さ0.9mを標準としているが、電話線と同様に周囲の状況によって位置が異なる場合もある。

排水・下水施設については、一部路線で歩道の下にレンガや練石積造りにより排水渠が設置されている。又、下水管渠は深度4～6mに圧力管渠が布設され、最近埋設した路線以外については資料不足からその位置については定かでない。

c) 資機材の設置場所の状況

屋根材：要請された屋根材は、カルツーム南部配水ポンプ場に建設中で、今年末迄に完成予定の配水池（設計容量 6,600 $\text{m}^3$ ×2池）のコンクリート壁の上に設置される。仕様は、スパン 7.0mのアルミニウム製のコルゲート屋根材で、3,600 $\text{m}^2$ （2池分）である。

倉庫材：要請された倉庫材は、カルツーム南部配水ポンプ場に隣接する140m×130mの敷地の一角に建設する予定である。必要数量は 1,000 $\text{m}^2$ である。

#### 4.3.3 施設と資機材の概要

以上から施設及び資機材の内訳は表-4.5に示すように計画した。

表-4.5 施設・資機材一覧

種 別	数 量
① 配水管布設工事	
ダクティル鑄鉄管 φ700 mm	0.2km
ダクティル鑄鉄管 φ500 mm	1.8km
ダクティル鑄鉄管 φ400 mm	4.6km
ダクティル鑄鉄管 φ250 mm	14.8km
ダクティル鑄鉄管 φ200 mm	4.3km
計	25.7km
② 建設機械と資材の調達	
建設機械と同スペアパーツ	
バックホウ (0.6~0.7㎡)	1台
バックホウ (ブレード付 0.35㎡)	1台
ピックアップ (ダブルキャビン)	1台
配水池用屋根材 (コルゲート型アルミニウム材、付属品共)	3,600㎡
倉庫用建設資材	
カラー鉄板製組立式 (付属品共)	1,000㎡

#### 4.3.4 維持管理計画

配水管施設の維持管理はカルツーム地区事務所が、首都圏管理部の支援の下で行う。カルツーム地区事務所の組織、人員については図-4.2の通りである。

カルツーム地区の配水管の総延長は約770kmであり、その内石綿セメント管は約680kmで全体の90%近くを占める。鑄鉄管は約90kmである。

石綿セメント管の漏水事故は、鑄鉄管に比べ、物理的強度、耐久性に劣っていることから地盤沈下、路床圧、経年変化による漏水事故の発生する割合が多い。石綿セメント管を主体とする配水管路の漏水件数は、日本での実績等から年間250~300件と推定される。その内、管路からの漏水は約80%であり仕切弁、空気弁、消火栓等の付帯設備からは20%である。既設の鑄鉄管配水管路での漏水事故件数は、カルツーム地区の鑄鉄管延長からみて上記の10%程度であると推定される。

配水管施設の維持管理は、既存配水管施設とも合わせて、カルツーム地区事務所配水課

(Distribution Section) 及び施設改善課 (System Improvement Section) が中心となって行うこととなる。職員数は各々290名、40名であり必要な要員の確保がなされていると判断される。

本事業による配水管は、維持管理の容易さをも考慮して、ダクタイル鋳鉄管を採用している。従って、本事業によって布設された管路部分は、既設の石綿セメント管からなる管路と比較して、損傷、修理の発生率は非常に低いものと予測される。

首都圏に於ける、1988/89～1990/91年度における配水施設の補修・維持費は表-4.6の通りである。1989/90年度を除いて補修維持費の全支出額に対する比率は約3%である。1989/90年度の比率が特に大きいのは、ポンプ施設の修理に多額の支出をしているためである。

表-4.6 配水施設補修・維持費

項 目	年 度		
	1988/89	1989/90	1990/91
(A) 補修・維持費 (LS 1,000)	2,231	9,187	3,500
(B) 全支出額 (LS 1,000)	72,591	98,311	105,415
(C) (A) ÷ (B) (%)	3.1%	9.3%	3.3%

日本の水道事業者の実績では配水管施設の補修・維持に要する費用は、年間執行予算の3%前後である。カルツーム首都圏での実績は1988/89年度及び1990/91年度で各々3.1%、3.3%でありほぼ同程度の比率であり、妥当な支出額の範囲にあると思われる。

本事業で布設する配水管延長約25.7kmは、配水管総延長770kmの約3.3%となる。又、前述したように石綿管と比べて漏水等の事故の頻度が少ないことから、工事完成後の補修・維持費の全支出予算に対する比率は現状を大巾に超えることはないと推定される。

倉庫はカルツーム地区南部配水ポンプ場に隣接する、既存の資材置場の敷地を利用して建設する。倉庫建設後の管理は、カルツーム地区事務所の職員が当たることとなるが、要員は配置転換によって確保することとなる。



## 第5章 基本設計

### 5.1 設計方針

本事業の基本設計に際しては、カルツーム地区に於ける自然条件、社会条件、建設事情、資材調達の現状、既存水道施設の状況、維持管理状態等を十分に考慮し、補修・維持管理が容易で、且つ、保健衛生環境の改善に最も効果的な施設設計を行うものとする。

#### 5.1.1 自然条件に対する方針

カルツーム地区の気候は、一般に高温で乾燥しており4～6月にかけて日中には50℃を越すことも希ではない。又、7～9月頃の雨期に多少の降雨を見るが、本事業の配水管布設工事に際して排水作業の頻度は多くないと考えられる。

カルツーム地区の地層は、粘性土・シルト・礫の互層（ゲジラ層）で、層厚は平均約20mで、ヌビア砂岩層の上部に分布している。粘性土は、乾燥状態では強度が大きいですが、湿潤状態では強度を失うため、雨天時の工事には十分な配慮を要する。又、地下水位は地表より12～15mと推定され、配水管布設工事に際して湧水による問題は発生しないであろう。

#### 5.1.2 社会条件に対する方針

近年、国内周辺地区や早魃地区からのカルツーム地区への流入人口が急激に増加し、生活用水の不足に拍車をかけている。又、電力事情は、電力施設の老朽化と火力燃料の不足も合まって、日中は殆ど停電している状況である。が、水道施設は重要施設に位置づけられ、電力供給は比較的安定している。しかしながら、停電の際には予備電源（発電機）がないために、水処理や配水の停止を余儀なくされている。更に、浄水施設や配水施設の老朽化や配水能力不足は、水不足の状況をさらに悪化させている。

従って、本プロジェクトの実施により給水状況を改善して保健衛生環境の向上を図ると共に経済活動の活性化を促進することが急務である。

#### 5.1.3 現地業者と現地産資材の活用方針

近年、カルツーム北（新）浄水場建設工事や関連する配管布設工事が重なり、限られた施工業者や熟練配管工の数が、さらに限定されてきている。従って、現場研修（On-the-Job Training）を兼ねた配管布設工事を実施する必要がある。

輸入建設資材（セメント・鉄筋・アスファルト・鋼材等）に関し、1990年8月以降、価格の

上昇と品不足が著しく、同一品質の資材を一般市場で調達することは極めて困難である。が、現地産資材（砂・砂利・煉瓦等）の調達は比較的容易であるので、本計画の配水管布設工事における配管接合部のアンカーブロック等の比較的多量のセメントを使用する工事は、工法の変更を検討する。又、各種弁室の構造は、出来る限り煉瓦で対応するように計画する。

#### 5.1.4 維持管理に対する方針

本事業の設計に際しては、NUWCの技術者が補修・維持管理の容易な施設であること、を第一義とする。また、低所得者の多い地域では公共栓を設置して住民の生活用水入手の利便を計ると共に、遠隔地の住民用に水売り商人(Vendor)のための給水栓を設ける。商工業地区や住宅地区には消火栓を配置して火災時の消火用水を補給する。これらの公共栓や消火栓は、維持管理を考慮してNUWCの標準設計仕様に従う。

#### 5.1.5 工期に対する方針

本計画の事業量を考慮すると、単年度で配管材の製作・海上輸送及び現地内陸輸送・布設工事・通水試験等を実施することは困難である。このため当事業を二期に分割するものとして検討する事とする。詳細は後節に述べる。

### 5.2 基本設計条件の検討

#### 5.2.1 対象給水区域と給水人口

本計画の対象給水区域の面積は、約 100km<sup>2</sup>である。給水人口は、給水区域内の給水設備から給水を受けている人口と、その周辺地区から何らかの手段（共用栓、ロバによる運搬等）で水道施設に依存している人口で、全体で約60万人と推定される。

#### 5.2.2 給水量と水需要量

給水区域への配水量は、NUWCの1990年の資料によると、モグレン浄水場、及び、ブリ浄水場より各々日平均配水量48,000m<sup>3</sup>/日と16,000m<sup>3</sup>/日であり、又、深井戸からの日平均配水量は約19,000m<sup>3</sup>/日と推定され、総配水量は83,000m<sup>3</sup>/日である。1人1日当り平均配水量は、単純に総配水量を給水人口で割ってみると約140ℓとなる。

① モグレン浄水場	48,000 m <sup>3</sup> /日
② ブリ浄水場	16,000 m <sup>3</sup> /日
③ 深井戸	19,000 m <sup>3</sup> /日

合 計 83,000 m<sup>3</sup>/日

一方、消費者の所得階層別の水需要量（原単位）、用途別水需要量、及び、給水人口は、世界銀行の調査報告書「首都圏水道基本計画(Khartoum Area Water Supply Project, 1979)」や NUWCの予測を考慮し、表-5.1 および表-5.2のように設定する。

従って、現在の配水量は、水需要量の55%が賅われているに過ぎない。本事業の実施によりカルツーム南部配水ポンプ場から日最大62,400m<sup>3</sup>/日（日平均換算：54,000m<sup>3</sup>/日）が新規に配水されるので、当面の低めに設定された水需要量に対して配水量の大幅なレベルアップ（91%）が可能となる。

表-5.1 住宅用水需要量原単位

項 目	原単位 (ℓ/日・人)	対象人口 (人)
住宅用		
ファースト クラス	300	75,000
セカンド クラス	200	100,000
サード クラス	80	250,000
フォース クラス	25	75,000
その他	10	100,000
合 計		600,000

表-5.2 現在の水需要量

項 目	需要量 (m <sup>3</sup> /日)
住 宅 用	65,000
その他(官公庁、商工業用)	33,000
無収水量	53,000
合 計	151,000