第2章　計画の背景

2.1 一般事情

2.1.1 自然、人口等

スーダン共和国（以下「ス」国と記す。）は、アフリカ大陸の北東部、北緯5°～22°、東経20°～38°に位置し、アフリカでは最も面積の広い国で、国土面積は、250.6 万㎢の面積を有する。

地形は、北東部はヌビア砂漠と山地を形成し、南部は熱帯樹林地帯である。国土の中央を白ナイル河が南から北に貫流し、首都ハルツームでエチオピアを源流とする青ナイル河が合流する。

北はエジプトに接し、東は紅海とエチオピアに、南部はケニア、ウガンダ、ザィールに、西は中央アフリカ、チャド、リビアと国境を接している。

気候は、北部砂漠地帯はAw（熱帯モンスーン気候）、Bs（ステップ気候）、及びBw（砂漠気候）であり、平均年降雨量は164 ㎜（北部ハルツーム）、783 ㎜（南部マラカル）であり、ハルツームの平均気温及び湿度は28.7℃及び32%である。

産業は、棉花を主とする典型的農業国であり、一方鉱物資源は、クローム鉱（1.0 万t）、金（15kg）、塩（7.3 万t）等を産出する。

人口は、1985年2,193.1 万人で、人口密度8.7 人／㎢ である。

出生率（80年～85年の統計によれば）45.9°/₀₀、死亡率17.4°/₀₀、乳児死亡率118.°/₀₀と高く、平均寿命男46.6才、女49.0才と低い。

都市は、83年度の統計によれば首都ハルツーム（人口180.2 万）、ポートスーダン（20.5万）、その他10万以上都市は5都市で、都市人口率（83年）20.2%である。

民族は、アラブ人系が約75%、黒人系が約25%を占めている。

宗教は、北部ではイスラム教（スンニ派）、南部では原始宗教及びキリスト教をそれぞれ崇拝している。

言語は、アラビア語を主とし他に多数の部族語（南部黒人）があり、英語を話す者は多い。

2.1.2 国 家 経 済

1. 概　　説

(1) 56年に英国から独立した、アラブ世界とサハラ以南アフリカとの接点に位置する中近東・アフリカ地域で最大の国土（250 万km²）を有する国であるが、旱魃の影響、大幅な国際収支赤字、周辺国からの難民流入等による経済疲弊に加え、南部におけるスーダン人民開放戦線（SPLA）によるゲリラ闘争等多くの問題を抱えており、ゲリラ闘争の鎮静化が経済困難の打開とともに、内政安定化のための最大の課題となっている。

(2) 外交は、非同盟主義を採り、リビア、エチオピア等の近隣諸国との関係改善とともに、西側諸国との友好関係促進をも図っている。

なお、エチオピアとの関係は、SPLAとの関係もあり、現状では改善にも限界があるものと考えられている。

(3) LLDCであり、一人当りGNP も中近東諸国中最低水準に留まっている。

産業構造は、農牧業を中心としているが、82年から84年までの旱魃により、大打撃を被り、大幅な国際収支の赤字、対外借入の急増によるインフレ昂進及び累積債務の増大等を招き、これに加えて輸送インフラの未整備によるロス、援助物資配給の遅れ、周辺国からの難民流入、SPLAのゲリラ活動による南部開発の中断、救援活動の停滞等が重なった結果、GDP 実質成長率は83年－５％、84年－１％、85年－７％とマイナスで推移しており、国際収支は85年で－8.億ドル、対外債務は85年末で57億ドルに達し、極度の経済不振に見舞われている。

このため、80年代に入りほぼ毎年パリ・クラブ及びロンドン・クラブにおけるリスケを繰り返しているほか、多額の支払い遅延債務（86年８月現在IMF 推定によれば17億ドル以上）を抱え、IMF からの融資資格の喪失、借款の中止・縮小が続いている状況にある。

(4) 悪化した経済状況から立ち直るため、84/85 年から86/87 年までを対象とし、インフラ整備、基幹産業のリハビリ、生産者価格の引上げによる生産意欲の向上を通じた国内生産の拡大、輸出振興・輸入規制による貿易収支の改善、貯蓄へのインセンティブを高め、贅沢品消費の抑制を図るとともに、適正な通貨管理によるインフレの抑制等を重点施策とする第３次３ケ年経済開発総合計画を策定しその実施に努めている。

(5) 我が国は、スーダンから棉花、アラビアゴム等を輸入し、同国に対し、機械その他の工業製品を輸出しており、86年の輸入額は4,30万ドル、同輸出額は5,500 万ドルとなっている。

2. ＯＤＡの現状

(1) スーダンに対する援助は、80年代に入り、DAC 諸国からの二国間ODA の比重が高まってきており、その援助額は、85年支出純額で６億4,616 万ドルに達しているが、形態別には 同国の経済状況を反映して無償資金協力のシェアが75.2%に上がっている。主要援助国 (DAC 諸国) は、第１位米国（３億4,600 万ドル, シェア53%）、以下西独（シェア11.0%）、イタリア（同10.1%）、英国（同8.4 %）と続き、我が国は、2,582 万ドル、シェア4.0 %で第６位である。

国際機関の援助も活発に行われており、同様に85年支出純額で、２億6,725 万ドルのODA が供与され、贈与がこのうちの83.9%を占め、UNHCR が最大の援助機関（シェア37.1% ）であるほか、EDF,WFP,IDA,IFAD等が主要援助機関である。

(2) 我が国は、84年以降は毎年度交換公文ベースで60億円以上の無償資金協力を供与しており、スーダンは域内最大の無償資金協力受取り国となっている。

無償資金協力の対象分野は、広域にわたるが、主に食糧・農業、水供給、保健・医療、教育等の基礎生活分野及び基礎インフラとしての通信・放送分野が中心となっている。

また、有償資金協力については、リスケ国となったこと等同国の経済状態が悪化したことから、83年度以降新規供与はなされていない。

技術協力については、各種形態により行われており、保健医療分野におけるプロジェクト方式技術協力、鉱工業、運輸交通等の分野における開発調査をはじめ、農業、工業、インフラ、人的資源等の広範な分野が対象となっている。

出典：外務省経済協力局編（1987）我が国の政府開発援助

主要経済指標等

		84年	85年	増加率 (73~85年平均)	資料
人口（千人）		21,345	21,931	2.9 %	世銀
GNP	総額（百万ドル）	7,600	7,350	4.0 %	
	一人当り（ドル）	360	330	1.0 %	
経常収支（百万ドル）		25.4	151.7	−	IMF
財政収支（百万スーダンポンド）ファイナンス		n.a	n.a	−	
	海外	n.a	n.a	−	
	国内	n.a	n.a	−	
消費者物価上昇率（%）		34.1	45.4	−	
DSR（%）		13.2	15.6	−	世銀
対外債務残高（百万ドル）		6,261,1	5,750,9	−	
為替レート（年平均）1スーダンポンド＝USドル		0.7692	0.4370	−	IMF
分類（DAC／国連）		低所得国／LLDC,MSAC			
面積		2,506 千km² （国連統計年鑑）			

出典：外務省経済協力局編（1987）我が国の政府開発援助

略　語　邦　訳

第２章、一般事情及び国家経済の中で用いた略語邦訳を以下に示す。

ＤＡＣ	：	開発援助委員会
ＤＳＲ	：	債務返済比率
ＥＤＦ	：	欧州開発基金
ＧＮＰ	：	国民総生産
ＧＤＰ	：	国内総生産
ＩＦＡＤ	：	国際農業開発基金
ＩＤＡ	：	第二世銀
ＩＭＦ	：	国際通貨基金
ＬＬＤＣ	：	後発開発途上国
ＭＳＡＣ	：	オイルショックにより最も深刻な影響を受けた国
ＯＤＡ	：	政府開発援助
ＵＮＨＣＲ	：	国連難民高等弁務官事務所
ＷＨＦ	：	世界食糧計画

2.2 行 政 機 構

スーダン国の行政機構は、人民議会及び首相府の下に15省がおかれ、大統領がこれらを統括する。

行政機構の大略は表2.2-1 のとおりである。

本計画の水道行政については、エネルギー鉱業省が所管する。

表2.2

行　政　機　構

- 大統領
  - 首　相
    - 国防省(Ministry of Defence)
    - 文化・情報省(M.O.Culture and Information)
    - 外務省(M.O.Foreign Affairs)
    - 農業・食糧・天然資源省(M.O.Agricultural Food and Natural Resources)
    - 国家計画省(M.O.National Planning)
    - 文部省(M.O.Education and Operation)
    - 厚生省(M.O.Health)
    - 建設・公共事業省(M.O.Construction and Public Works)
    - 工業省(M.O.Industry)
    - エネルギー鉱業省(M.O.Energy and Mining)　NUWCはこの監督下にある。
    - 運輸省(M.O.Transport)
    - 協同・防疫・供給省(M.O.Coorperation,Trade and Supply)
    - 通信省(M.O.Communications)
    - 灌漑省(M.O.Irrigation)
    - 大蔵・国家経済省(M.O.Finance and National Economy)
  - 人民議会
    - 地方政府庁(Local Government Affairs)
    - 旅券・移民部(Passport and Irrigation Department)
    - 国家公安委員会(National Security Council)
    - 南部地方庁(Southern Region Government)

注)　85年 5 月 現 在

2.3 水 道 事 情

本計画対象地首都ハルツームが位置する北部は平均年164 mmと雨量は少なく、水源はナイル河及びそれらに属する伏流河川に頼っている。特に最近首都圏への人口の集中が著しく、既設の設備では水道の供給が間に合わず、処理不十分の水を供給している状態であり、その水も下記には充分供給できず緊急に施設の改良、増設が望まれている。

NUWCは、上記に対応して計画目標年次、人口予測を行い首都圏給水計画をたて段階施工を行っている。

1) 計 画 目 標 年 次

NUWCは、1973年を基準年として首都圏水供給5カ年計画をたて、1983年を第一期工、1988年を第二期工、1993年を第三期工とし、以下1998年、2003年を計画年次として人口予測、需要予測を行い、水供給計画を策定し、段階的に実施に移している。

2) 人 口 予 測

人口予測は、首都圏3地区における計画配水区域におけるものを、1973年人口センサスを基準として算定されたものである。この算定結果により下表のとおりとしている。

(除外地があり、全地区ではない。)

人 口 予 測

単位：千人

地　区	基準年 1973	1978	第1期工 1983	第2期工 1988	第3期工
ハルツーム	310	420	528	635	734
ハルツーム北	137	180	222	265	304
オムドルマン	268	395	525	655	762
計	715	995	1,275	1,555	1,800

3) 給水施設の現況

首都圏における給水施設は、各地区毎に浄水場を設け配水を行っている。施設は取水ポンプ、浄水池、貯水槽、高架水槽、井戸、給配水設備から成っている。首都圏各地区毎の現況は、下記のとおりである。

A. ハルツーム地区には、ブリ浄水場及びモグレン浄水場があり、ブリ浄水場は青ナイル河南岸に位置し、モグレン浄水場は青ナイルと白ナイル河との合流点に位置し、主として青ナイル河から取水しているが、モグレン浄水場は河川水位の季節変動により白ナイル河から取水する期間（11～3月）がある。

B. ハルツーム北地区には、ハルツーム北浄水場及びこれに隣接して新設ハルツーム北浄水場がある。いずれも青ナイル河北岸に位置し、取水は青ナイル河から揚水している。

C. オムドルマン地区には、オムドルマン浄水場及び現在建設中のガミィール配水場がある。いずれもナイル河西岸に位置している。オムドルマン浄水場はナイル河から取水している。ガミィール配水場はモグレン浄水場（ハルツーム地区）及びハルツーム北浄水場（ハルツーム北地区）からナイル河を渡渉させて導水し、オムドルマン浄水場の水とを合わせて、オムドルマン地区に配水する計画であり、現在建設中である。

これら施設の概要をPUBLIC ELECTRICITY AND WATER CORPORATION作成の首都圏給水計画書（1979）から抜粋し次ページ以降に示す。

浄水場の貯水施設と設計容量

浄　水　場	ハルツーム		ハルツーム北	オムドルマン
	ブ　リ	モグレン		
浄水池（㎥／日）	16,920	55,100	11,330 注1) 36,000	15,790
貯水槽（㎥／日）	9,000	18,200	5,000 注2) 13,500	9,000
高架水槽（㎥）	730	710	750	560 注2) 680

注1)：新ハルツーム北浄水場第１期工

注2)：ハルツーム北工業地域

注3)：南オムドルマン

浄水場の処理能力と井戸揚水量の設計容量（1977／1978）

単位：㎥／日

浄　水　場	ハルツーム	ハルツーム北	オムドルマン	計
ブリ（16,920）				
モグレン（55,100）	72,020			72,020
ハルツーム北		11,330		11,330
オムドルマン（15,790）				
モグレンから導水（16,900）			32,690	32,690
浄水場計	72,020	11,330	32,690	116,040
井戸　本数 揚水量	8 10,560	9 14,420	6 8,280	23 33,260
合　計	82,580	25,750	40,970	149,300

注）　揚水井戸の公称能力は、40～110 ㎥／時、平均65㎥／時である。

代表的な井戸断面は、ケーシング径φ300 ㎜、深さ100 ㎥であり、150 ㎥の水中ポンプである。

高　架　水　槽

位　　置	容量（㎥）	地盤面からの高さ（m）	
		低水位	高水位
ハルツーム工業地域	710	33.3	39.6
ブリ浄水場	730	25.8	33.8
シャガラ	130	15.4	19.4
西ゲリーフ	130	15.8	19.8
ハルツーム北浄水場	750	29.0	33.6
ハルツーム北工業地域	710	29.7	36.0
ハルファヤエルムルク	130	15.2	19.2
オムドルマン浄水場	560	29.0	32.3
南オムドルマン	680	23.8	31.4

給　配　水　管

1級居住区域、2級居住区域、商業区域における給配水管は、φ100㎜、φ150㎜管が使用され、3級居住区域はφ50、100、150㎜管（φ50㎜管が多い。）が使用されている。機種は、アスベストセメント管が多い。鋳鉄管は、当初建設時に布設されたものであり、鋼管は、ハルツーム工業地域からモグレン浄水場の間及び、白ナイル河横断部分に使用されている。

2.3.1 水 需 要 と 供 給

本計画は首都圏オムドルマン地区への水道施設の供与であるが、以下引用する統計は首都圏の全体の需要、供給、及び施設を示す。

表2-3-1 水需要は首都圏の年度別の人口増加、平均需要量、及び最大需要量の表であって、例えば1992年には人口 235万、平均需要量 44.3 万㎥／日を必要とする。

オムドルマン地区の水需要は、首都圏全体の29%である。

この統計からオムドルマン地区の平均水需要は、97年は、16.24 万㎥／日、2002年は20.57万㎥／日と推定される。

表-2-3-2給水能力は、首都圏全体の年度別、日平均需要量と現在施設能力との差及び最大需要量と施設能力との差を示し、1992年には全体で2.7 万㎥／日不足である。

図-2-3-1は年度別日平均需要量と施設建設の状況を示す。

実線は施設建設必要量で、1992年には全体で57.6万㎥／日の施設を必要とし、点線は水需要量で、同期では41.0万㎥／日を必要とする。実線と点線の縦距離は施設の不足量で、同期では16.0万㎥／日の不足を示す。

下部段階状の実線は施設建設を供給水量で表したもので、数字は浄水場の能力を示す。

計画によれば1992年附近では現在施設が41.6万㎥／日で最高需要は57.6万㎥／日であるから16.0万㎥／日の不足を示す。この時の現在施設41.6万㎥／日の内訳は表2-3-2 にある。図によれば、新設Ⅰ期工：10.0万㎥／日と、深井戸6.0 万㎥／日の建設とにより水需要の不足を解決しようとしている。

これは、全体の計画であるから、オムドルマン地区を論じる場合は、不足量は16.0万㎥×0.29＝4.64万㎥／日が92年に不足する。

計画第Ⅰ期工の10.0万㎥／日の29%、深井戸6.0 万㎥／日の29%の建設が必要である。

取水源は、92年度の場合約73%を河川から、約27%を深井戸から取水し、河川は青ナイル河からブリ、ハルツーム北、オムドルマンが取水し、青ナイルと白ナイルの交叉点からはモグレンが取水している。主として青ナイルから取水しているが、流量によって白ナイルが青ナイルに逆流するとも言われている。

深井戸からの取水は、地表下約50m以深に水脈があり、主としてこの水層を利用している。地盤は表土2.0 m以下は砂岩、礫、粘板岩などの互層らしく取水による地盤沈下は今のところ考えられない。水量はハルツーム地区に就いては豊富である。

2.3.2 給 水 状 況

ハルツーム地区の給水状況（83年）をみると、一般住民需要量が14.9万㎥／日、全体量27.3万㎥／日の54.5%を占め、工業、学校などの大口需要は12.4万㎥／日で約45%を占める。オムドルマン地区は一般需要5.83万㎥／日、全体は7.98万㎥／日で全体の73%を占め、首都圏の他地区ハルツーム地区、ハルツーム北地区に較べて住民利用の比率が高い。

オムドルマン地区西部は未だ水道供給管が敷設されて居らずオムドルマン地区西部の既設配水管から、取水して売り歩く「売水」に頼っている。

一部の家屋には自費で深井戸を掘り給水している家もある様であり、高架水槽を建てて自家のみならず附近に配水している例もある。

現地の水価格は、一般、工業、商業等に細分され、低所得層の水価格は月当り15㎥まで10SLで、それ以上立米毎に0.75SL／㎥を徴する。これに較べて工業は50㎥まで65SLでこれ以上立増加する毎に1.5 SL／㎥を徴する。

表2.3－1　　水　需　要（千㎥／日）

年　次	1983	1987	1992	1997	2002	備　考
人口（千人）	1,510	1,810	2,350	3,000	3,830	
平均水需要（千㎥／日）						
① 家　庭		184	235	300	383	
② 学　校		25.8	32.9	42.0	53.6	①の14%
③ 商　業		18.4	23.5	30.0	38.3	①の10%
④ 工　業		36.8	47.0	60.0	76.6	①の20%
⑤ 動　力		16.1	16.1	16.1	16.1	
小　計		281.1	354.5	448.1	567.6	
無効水量		70.3	88.6	112.0	141.9	
平均需要 (1)		351.4	443.1	560.1	709.5	
最大需要 (2)		457	576	728	922	(1) の3割増

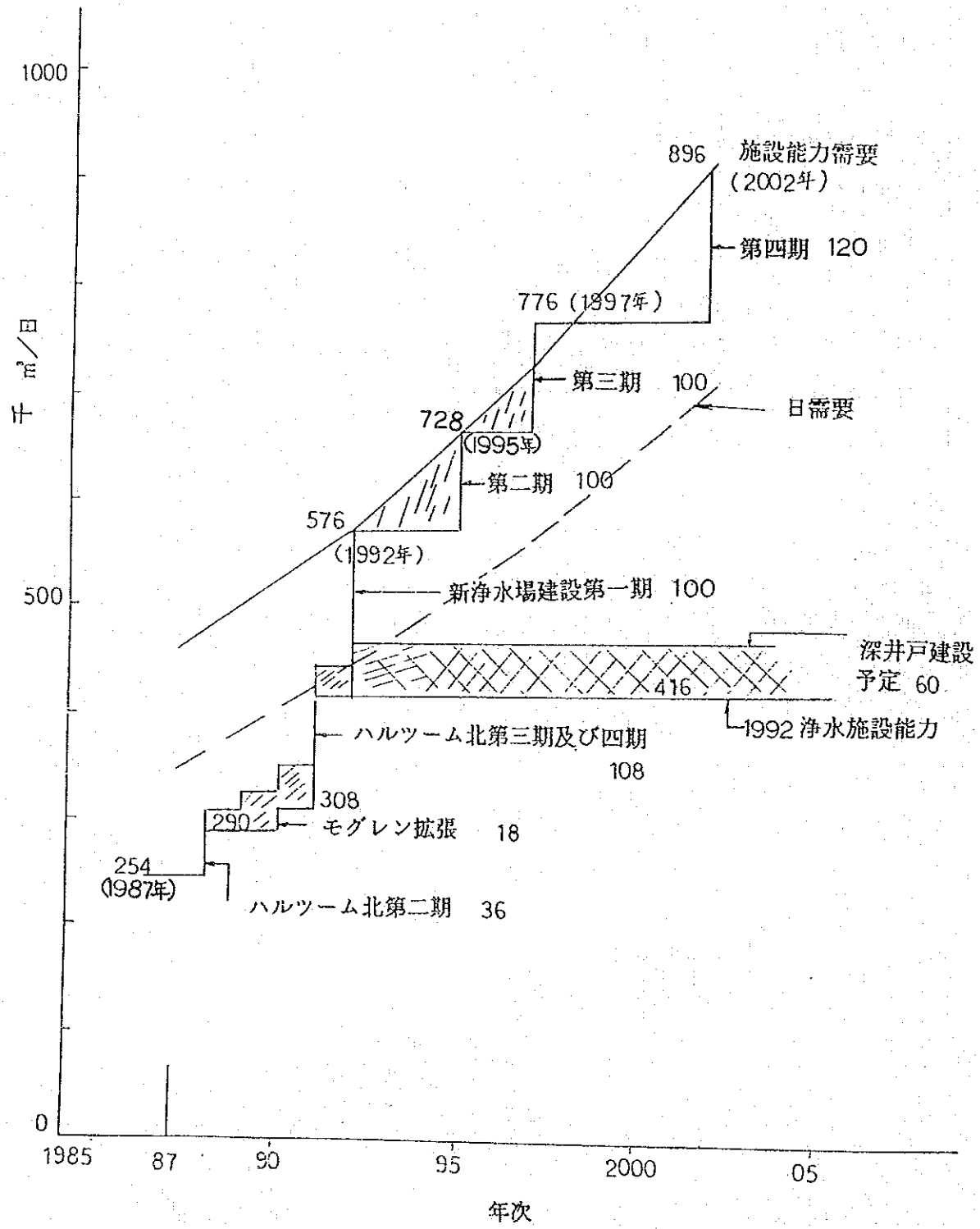
表2.3 −2　　給 水 能 力（千m³／日）

年　　次	1987	1992	1997	2002
計画給水量　(3)	254	416	416	416
施設能力				
モグレン現存浄水場	72	72	72	72
モグレン拡張	−	18	18	18
ブリ浄水場	16	16	16	16
ハルツーム北Ⅰ期	36	36	36	36
ハルツーム北Ⅱ期	−	36	36	36
ハルツーム北Ⅲ期	−	54	54	54
ハルツーム北Ⅳ期	−	54	54	54
旧ハルツーム北浄水場	11	11	11	11
オムドルマン	16	16	16	16
深井戸	103	103	103	103

表2.3-3　　水　収　支　表（千㎥／日）

年　　次	1987	1992	1995	1997	2002	備　　考
日平均不足量(4)	97	27		144	294	(1) －(3)
日最大不足量　(5)	203	160		312	506	(2) －(3)
将来建設計画　(6)						
深井戸	0	60	60	60	60	
浄水場		100	200	300	420	
水収支						
日	－ 97	133		216	186	(6) －(4)
浄水場	－203	0		48	－ 26	(6) －(5)

図2.3-1　水需要と供給能力　千 m³／日



2.3.3 施設の現状と問題点

施設の現状は、既述のとおりであって、特に問題点としては次のとおりである。

水道事情に述べた様に5年計画を見れば92年に於いて16.0万㎥／日の水不足となる現状としては①浄水場の建設と②送配水管の布設と③既設浄水設備、既設管の維持補修が必要となろう。

1) 浄水場の建設

87年からハルツーム北Ⅱ期工、モグレン拡張、ハルツーム北Ⅲ及Ⅳ期工が予定通り建設されて然も92年に上記の16.0万㎥／日の水不足となる。若し、予定の拡張の建設が遅れれば、5年後92年の不足は16.0万㎥／日以上の不足となるので工期を厳守することが新規建設と同様に重要である。

2) 送配水管の布設

未だ給水されない地区への給水を目的として、送配水管の布設が必要である。また、延長の増大と共に水圧の増加に対する漏水の防止、完成工期を厳守するための管布設方法、施工機械の整備、保守整備が必要である。送配水管の設計には、適当な制水弁、空気弁、深井戸の接続などを考慮し維持管理を容易にする必要がある。

既存の配水管には消火栓が見られないが大都市としての安全のために、新規計画には消火に対する水需要、消火栓などを考慮すべきであろう。

現場管渠の掘削についても特に方向は測量せず、遣方もなく、管を接続する時もレベル測量も行わずに施工していた。管の水平設置、方向の不揃いが将来漏水の原因となると考えられる。

これらの点からも早急に現場フォーマン訓練、処理場運転訓練などが必要である。

3) 既設浄水整備、既設管の維持補修

現在の漏水率は30%と推定されている。これも正確に測った訳ではないので、正確に、どこで、何ℓ／時の漏水があるかを調査して、管接合の対策、管種の選定、管の交換を行う必要があろう。92年の最大需要量57.6万㎥／日（92年）の30%は17.2万㎥／日で、92年新設予定の16.0万㎥／日にほぼ等しいから、漏水を防止することが如何に重要かは理解できよう。現在の配管の大部分は石綿コンクリート管なので、漏水率を下げるには既設管を補修する方法と、新規にダクタイル管を布設し、旧石綿管と交

換する方法がある。主な配水管については布設替えを、その他については部分補修を行うことが得策と考えられる。

現場浄水場における水質試験などは行っておらず、水サンプルを中央試験場に送って水質試験をしている。

浄水場の運転は計器が壊れ手動運転を行っているとのことである。計器修理操作、維持が不完全であるためであろう。

2.4 水道整備の概要

首都圏は、ハルツーム、ハルツーム北及びオムドルマンの3地区で構成されており、現在NUWCでは、チェコスロバキア国の有償協力によりオムドルマン地区の給水管網に連結させるハルツーム北浄水場の拡張工事及びガミイール配水場建設工事を実施中であり、さらにモグレン浄水場拡張工事、同地区の給水管網の老朽化した基幹部分の改修と同地区北部の基幹給水管網の新設を計画している。

浄水場建設の状況は、ハルツーム北Ⅱ期工の3.6 万㎥／日が1988年に完成、同様にモグレンの拡張1.8 万㎥／日が1991年に完成し、ハルツームⅢ、Ⅳ期工が91年頃完成する計画である。建設が順調に完了すればこの91年度段階では合計41.6万㎥／日で最大需要には不十分であるが毎日の平均需要には概ね間に合う。

これに続いて深井戸6.0 万㎥／日とⅠ期工、10.0万㎥／日を1992年迄に間に合うように完成させると、92年には最大需要量57.6万㎥／日に達し、過不足なくなる。

(図-2-4-1 参照)

第3章　整備対象施設の現況

オムドルマン地区における浄水場、送配水管、配水池の建設計画、施工の状況について記す。

3.1 浄水場

現在87年では一部はオムドルマン浄水場から 1.6万㎥／日、一部はナイル河対岸のモグレン浄水場から 7.2万㎥／日送水されている。現在、ハルツーム北浄水場からガミイール配水池まで鋼管の配水工事が概ね完了している。

3.2 送配水管

鋼管配管はφ450 がハルツーム北浄水場から、オムドルマン浄水場を経てガミイール配水場に至る区間は概ね完了し、現在はポンプ場との接続などが行われている。

石綿コンクリート管φ450 は、ガミイール配水場へ、オムドルマン地区の西側幹線からガミイール配水場に向ってNUWCが直営で2300mを施工し、残余の2400mを施工中である。

約25人の労務者と１人の監督と２人の助手でチームを組み、土の場合２㎥／人一日の小間割りで行っている。掘削深は約２mで、砂を敷き、管をクレーンで吊り降ろし、継ぎ手金物を管の両端にはめ、お互いをボールドで締めることで連結している。パイプを設置する時の水平、掘削をする場合の方向に計器測量を行った形跡はない。

掘削は地表から1.0 m～1.5 mで200 kg／㎠ぐらいの強度の砂岩や、1600kg／㎠の礫岩が出て、労務者は鉄ピンとハンマーで人力による破壊掘削している。岩が出ると効率は0.4 ㎥／人一日程度に落ちている。

労務者は常傭で月に200SL 程度払われている。使用機械は、管吊下げ、小運搬にクレーンとトラックを使用し、掘削中に湧水もないので水中ポンプ、電気も不用である。

これらの石綿管はインドから輸入し、オムドルマン地区の西南部に保管され、一時保管を現場約200 mに仮置きして、現場に運搬後クレーンで設置を行っている。

3.3 配　水　場

ハルツーム北浄水場から導水した水を一時貯留し、ポンプアップして配水する30,000㎥配水池を2基ナイル河沿いのガミイールに建設中であり、88年3月に完成する。

配水池の他に高さ約30mの配水塔、ポンプ室があり、概ねコンクリート工事は完了、配水塔の支保と足場が残る程度、配水池は屋根の施工、防水目地などが未了である。

屋根材は本案件の屋根資材の充当を計画している。

次ページに図3－1オムドルマン地区給水施設位置図を掲げる。

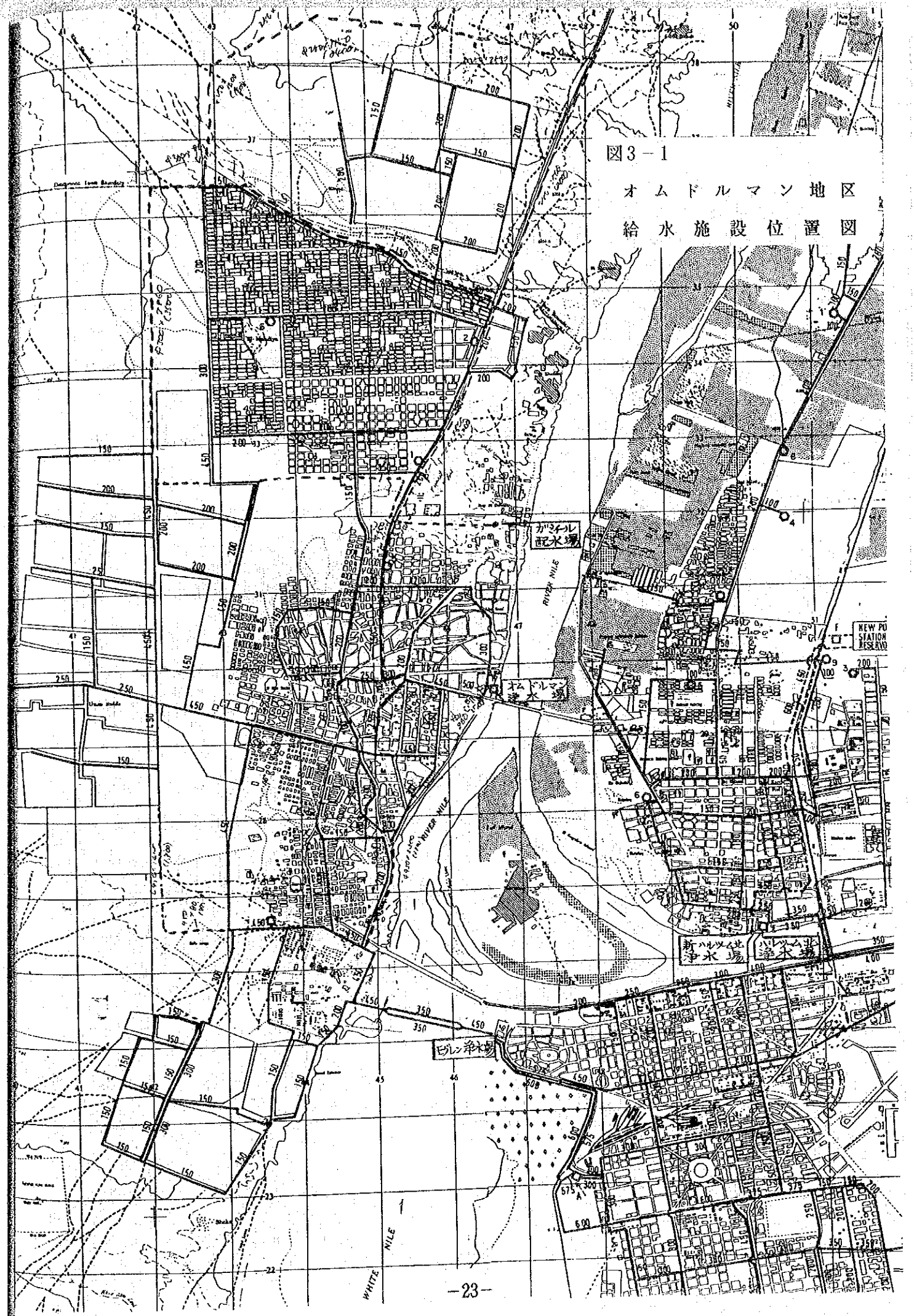


図3－1

オムドルマン地区

給水施設位置図

第4章　要請の内容

4.1 要請の概要

4.1.1 要請の経緯

スーダン国首都圏の人口は、1977年以降年率11.1%のペースで増加し、1987年現在では約倍増の181 万人に膨張している。又、急激な人口の増加によって、居住区域、産業地域は漸次拡大している。

これに伴い、首都圏の給水需要は1987年現在35万㎥／日に及び、1997年には56万㎥／日と予測している。

一方、現在の最大給水能力は25.4万㎥／日であり、需要を大きく下廻り深刻な水不足状態に陥っている。

この事態打開策として、スーダン国政府は首都圏の給水諸施設の拡充整備計画を策定し、諸外国に資金援助を求めている。

首都圏は、ハルツーム、ハルツーム北及びオムドルマンの3地区で構成されており、現在、ハルツーム北浄水場の拡張工事がチェコスロバキア国の有償協力により実施されている。

本要請の対象地は、ナイル河西部に位置するオムドルマン地区である。この地区の取水源は、河川水及び6ヵ所の取水井戸である。これらの水源では需要量を満たしきれないので、既設浄水場（オムドルマン、モグレン、ハルツーム北）を連結させ給水量の増加を図り、同時にオムドルマン地区内の給水網を整備することとしている。

これに必要な給水管の布設についての資材類及び工事用機械類の無償資金協力をわが国に要請してきたものである。

4.1.2 要 請 の 内 容

わが国に対する要請は、給水管布設に必要な資材類、工事用機械類、及びその技術協力である。要請の内容は首都圏のうち、オムドルマン地区の給水網の整備を対象とし、オムドルマン地区の外郭を囲繞する配水幹線網は、一部大口径の既設管はこれと接続させることとしている。

要請に係わる給水管の布設に必要な資材、機械類等は下記のとおりである。

(1) 資 材 類

ダクタイル管	φ250 mm	× 8,500 m
	φ300 mm	× 12,000m
	φ450 mm	× 7,200 m

ダクタイル取付具、バルブ類、計測具、接合具、グリース 等

(2) 工 事 用 機 械 類

バックホー	(0.7 ㎥、0.4 ㎥ 各1台)	計 2台
トラッククレーン	(16 t ×1台、7 t ×2台)	計 3台
ダンプトラック	(11 t)	2台
運搬用トラック	(8 t)	2台
コンプレッサー	(5 ㎥/分)	4台
パイプカッター		10台
修理車 (2 t)		3
作業車 (0.5 t)		4
ステーション・ワゴン		2
削岩機 (1 ㎥/分)		8
水圧テスト用ポンプ	(45kg/㎠)	5
スラッヂポンプ	(φ3")	6
携帯用漏水探査器		4
PVC管溶接機		2
予備部品		1式
配水池アミニュームコルゲート屋根材		12,000 ㎡
携帯無線電話		1式

(3) 技 術 協 力

工事用機械の操作について、技術協力要請がある。

4.2 要 請 の 検 討

オムドルマン地区の主要配水管網整備は、首都圏の拡大に伴う主要給水計画であり、これが完成すると既居住地域のみならず、新興居住地域に対して水道水の量的質的な安定供給を可能にする。そして、「ス」国における給水地域の拡大を計り、、人口が急膨張している首都圏の民政安定と福利厚生面の向上に寄与するすることとなる。

又、プロジェクトの建設を通じて、施工法のノウハウ、給水管の分岐法、漏水のない確実な管連結法、水圧テスト法、維持管理法など、種々の技術教育の場が生じると共に、現地における労務者の雇用にもつながる。

1) 水 道 管

ー管　種

スーダンの要請の管種はダクタイル管であるが、水道管として考えられるものは他に、鋼管、コンクリート管、ビニール管がある。

現地で現在使用されている管は、橋梁の横断部、河川底の横断部は鋼管が使用されており、また、以降の配水池、浄水場までの幹線も鋼管が採用されている。

配水場、浄水場以降の配管には石綿コンクリート管が使用されている。

管の各々の特徴は、ダクタイル管は、強度が大で施工性が良く、価格は高い。

鋼管は、引張、曲げに強く、加工性が良く軽い、しかし、継手溶接に時間がかかる。

石綿セメント管は、価格が安く、せん断・衝撃に弱い。ビニール管は、ヤング係数が小さく、低水圧の個所に使用されている。

以上の様な性質から、今回の要請の緊急性にかんがみ、

① 早急に施工が必要であること。

② 後日漏水のないこと、即ち、継手加工が迅速に出来て完全であることである。

以上の諸点から、強度があって、迅速に施工が可能な管としてはダクタイル管が妥当と考えられる。

ー管　長

現況管網図を参考にして配水系統、浄水場、配水場との関係を検討し、要請管延長27kmを30kmにした方が現地条件に適合するものと判断した。

2) 建 設 機 械

配管の機械掘削の機種には、クラムシエル、バックホーおよびドラグラインがあるが、現地の地質が地表から1.5 m程度が砂で、その下0.5 mが砂岩及び玄武岩であることから、

① 砂と岩との両方掘削出来る機械であること

② 掘削深度は2.0 m程度であること

③ 掘削土砂の拡散距離も4～5m程度であること

④ 掘削巾員も2～4mと狭いこと

から、削岩機とバケットとを交換して使用出来る0.6 ㎥程度のバックホーが適当と考える。

要請の項目に、岩の破砕に対する機械の項目があるが、岩の強度は圧縮250 kg／㎠から1600kg／㎠もあり、要請の削岩機では能力・台数とも不適当と考えられるので、現地の状況より詳細な地質調査によって削岩の機械、（油圧又は空気圧）が必要と思われる。

油圧と空気圧については、操作が容易であること、他の削岩機も併用出来ることから空気圧縮機を使用する空気圧による削岩装置が望ましいと考える。

バックホー、空気圧縮機、削岩機、管吊り下げのためのクレーンの台数、能力については、施工サイクル、工程から決定されるであろう。

4.3 技 術 援 助

水道公社は訓練・運営部による技術者、従業員教育を実施することにしており、日本の無償資金供与による資機材の操作指導を要請してきている。

これらについては、供与資機材の納入時における資機材の操作指導ならびにマニュアルによって目的は概ね達成でき、特に専門家の派遣は必要がないものと考えられる。

第5章　協議の概要

5.1 協力対象地区

人口増大に伴う緊急の給水地区は首都圏全体であるが、特に人口集中の甚だしいオムドルマン地区が今度の協力要請対象の地区となった。

5.2 スーダン側の負担事項及び要望事項

スーダン側は、管の供与に合わせ、88／89年度に2百万SL（6.2千万円（1SL≒31円））89／90年度に2百万SLの施工充当用予算を組む予定で、工事は2ケ年で完了さる計画である。

浄水場の水不足を充足するためにハルツーム北Ⅱ期工は実施中であり、Ⅲ，Ⅳ期工ついては近い将来実施の予定である。92年以後の新浄水場建設Ⅰ期工、Ⅱ期工，Ⅲ期工以後は計画の段階である。

管の布設については、スーダン側の施工技術レベル及び本計画が緊急性を要する要請であることにより、配水管網の主要部分の施工については技術移転も兼ね日本側で実施されたいとの要請があった。

5.3 実施運営体制

首都圏給水整備計画の達成に主導的役割を果たすNUWC（NATIONAL URBAN WATER CORPORATION）は、1987年4月にKPWC（KHARTOUM PROVINCE WATER CORPORATION ）が改組された水道水供給を預かる公社であり、エネルギー鉱業省の監督下にある。

NUWCの組織はエネルギー鉱業大臣の下に、9関連組織の代表からなる委員会があり、委員会の下に、総裁が居り、その下に部が、国家・首都運営、地方開発、財務管理、維持、供給、プロジェクトの諸部がある。組織全体では約6000人、首都圏に約3000人が常駐している。

次ページに図5.3 NUWCの組織図を掲げる。

本案件は主として、プロジェクト部に属し、プロジェクト部は、計画課、設計課、研究課、建設課の諸課からなる。

建設課は現在、ガミイール、ハルツーム北、ハルツーム、オムドルマン地区の諸工事を担当し、オムドルマン地区の工事は土木技師6人が担当している。

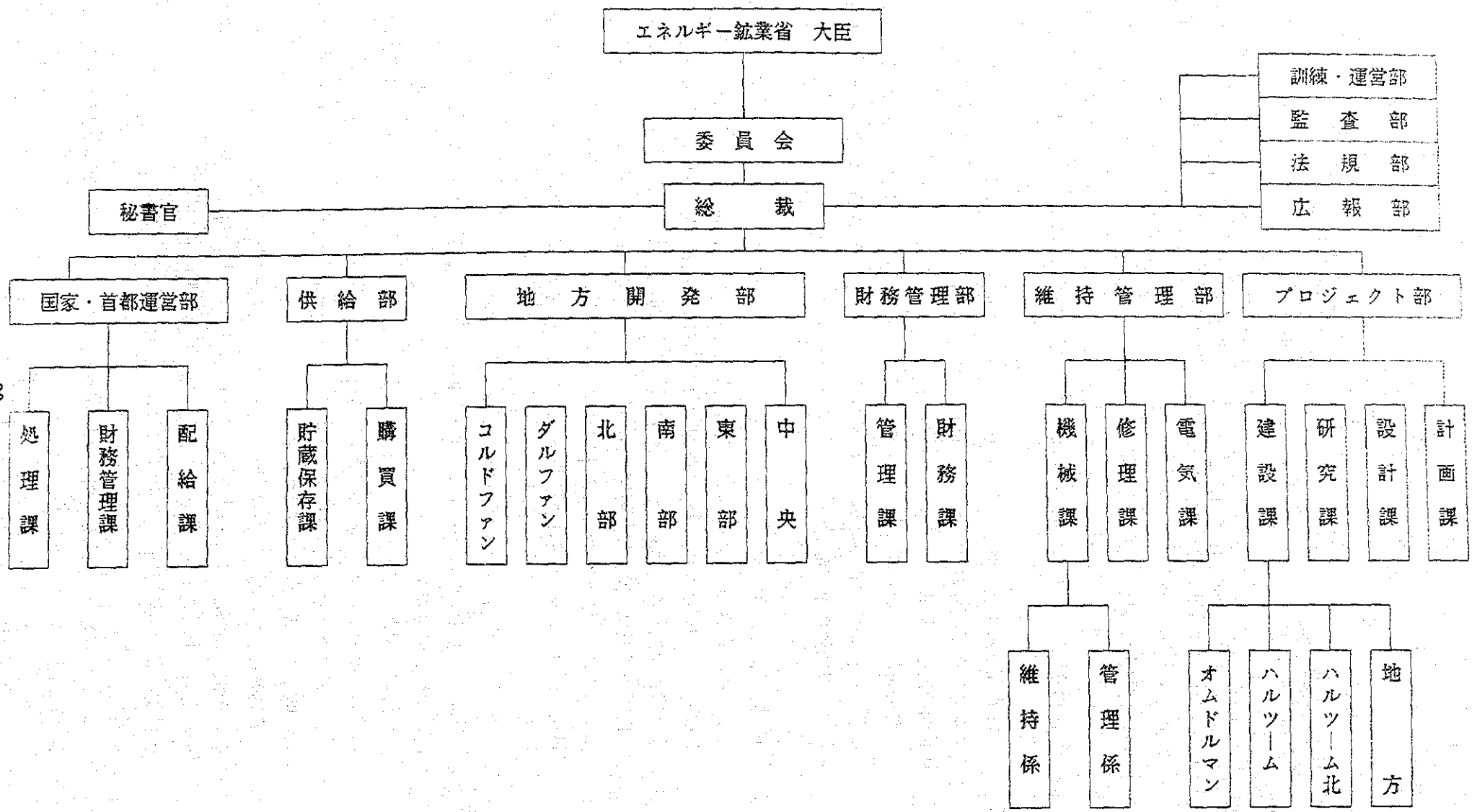
プロジェクト部の構成員数は、計画課は土木技師4人、経済専門家2人で、設計課は土木技師4人、研究課は未配置である。

維持部は、機械課、修理課、電気課からなり工事用重機械の維持などは機械課が担当し、3人の機械技師と、6人の運転士、6人の修理工がいる。現有の機械は、5t、10tクレーンそれぞれ1台、5tトラック10台、深井戸用非常用発電機が63台ある。

鋼管などの供与機材は供給部が受領し、その後にプロジェクト部を通じて建設課が使用する。

バックホーなどの供与機械は、供給部に納入され、後に維持部の機械課で使用、維持される。

図5.3　　ＮＵＷＣ組織図


エネルギー鉱業省　大臣
委員会
総　裁
秘書官
訓練・運営部
監査部
法規部
広報部
国家・首都運営部
供給部
地方開発部
財務管理部
維持管理部
プロジェクト部
処理課
財務管理課
配給課
貯蔵保存課
購買課
コルドファン
ダルファン
北部
南部
東部
中央
管理課
財務課
機械課
修理課
電気課
建設課
研究課
設計課
計画課
維持係
管理係
オムドルマン
ハルツーム
ハルツーム北
地方

5.4 調査団の見解及び協議結果

1) 配 水 管

計画は、現在の石綿管の先端にダクタイル管を延長することにしているが、既設の浄水場と新設されるダクタイル管の間の区間が石綿管であるため、ダクタイルとしての効果が発揮できない。このため、浄水場から、或いは、既設の鋼管から直にダクタイル配管を行って、ダクタイルとしての効果を図る必要がある。

① 管の供与を27kmのみならず30kmに拡大して、浄水場から直にダクタイルの配管を施工し、オムドルマン全体が1ブロックになる様な配管を行う必要がある。

② 管の埋戻し、管の据付けなどを実際工事で行って基本技術を履行させ、基本技術を体で会得させて後日の漏水、破損の減少を図る必要がある。

現地踏査時の聞取りによれば、

- 管布設工はNUWCが直営施工で行っている。
- 掘削はショベル掘削及び人力施工である。
- 管の接続は直営施工であり、溶接工も保有している。
- 建設業者は、小企業であり、保有技術者、保有機械も少ない。
  又、鋼矢板打ち、管推進工の施工可能業者はいない。

2) 施 工 機 械

① 調査の結果、クレーン、掘削機械などの機械不足、オペレーター不足が目立ち本来の効果を発揮しきっていない。

② 土木施工について、基本技術の励行が不充分である、工程が遅い。例えば現在87年施工中の石綿管は79年にインドから輸入したものである。

③ これらの見解から、工事機械を供与するだけでなく、岩掘削の操作、運転維持操作を実際の工事を通して技術移転する。

④ 掘削中に約30%程度の岩（200 kg/ cm² ～1600kg/ cm²）がでて、工期がかかり、そのため機械の損傷が甚だしくなると想像される。2台の機械で管網27kmを2年間で完了することは困難である。

3) 屋 根 材

屋根材については、ガミイール配水池で使用される。

概略は、アルミニュームのアーチ型式でライズ1.3 m、スパン7.0 mのコルゲート式の屋根材で、コンクリート桁との接合は、桁の上にアルミニューム樋を、12㎜ボルト81㎝ピッチで固定し、アルミニューム、コルゲート屋根を、アルミニューム樋とフックボルトで接合する仕様である。

要請には妻部の材料、妻部の扉等の材料は計上されていない。

要請は、屋根面積のみで、樋の延長（種類が3種類）、固定ボルト、接合フックボルト等の数量はない。

第6章　結　　論

6.1 計画の意義及効果

スーダン国首都圏ハルツーム市はハルツーム、ハルツーム北、オムドルマンの3地区から構成され、その人口は難民流入と自然増のため10年前に比較すると1987年現在181万人と約倍増している。これに伴い首都圏の給水需要は1987年現在で既に35万㎥／日に及ぶ一方、給水能力は25㎥／日であり、深刻な水不足をきたしている。

特に本計画の対象地であるオムドルマン地区についてはこの兆候が顕著になっている。

本計画はかかる状況を打開すべく関連浄水場等の拡張工事に合わせた同地区内の主要給水管網の改修及び新設を目指したものであり、スーダン国政府内でも優先度の高い計画である。従って本計画の実施は同地区内の住民の民生向上に大きく貢献するものであると評価できる。

他方、繰り返す旱魃、外国人流入、南部地方の内紛等の対応のためにスーダン国の財政事情は厳しく、本計画の関連施設である浄水場等の拡張工事も他外国の有償協力に依存しているのが現状である。

かかる状況より、わが国政府が今後本計画に対する無償資金協力を検討する意義は十分あるものと判断できる。

6.2 基本設計調査の範囲

スーダン側との協議ならびに現地調査の結果、本件要請は首都圏のうちオムドルマン地区を対象地区とし、配水管材、施工機械、車輌類、計測用機器、配水池屋根材、通信機器の資機材の供与と、基幹配水管網の建設であり、基本設計調査は下記に従い実施されることを提言する。

(1) 業務の目途

1) 調査期間　　現地調査 …… B／D　30日間

　　国内作業 …… 事前準備を含めて　40日間

2) 調査団員の構成

① 分野構成　：　総括、給水計画、配管施工計画、資機材計画、積算

② 現地調査　：　B／D上記のうち積算を除く4名

　　全体業務量　約10　M／M

(2) 調査団員の分担業務

① 総　括

調査団員の総括。調査範囲・調査方針・調査計画の策定

対外折衝、無償資金協力システムの説明・確認

計画の背景・要請内容・事業内容の把握

維持管理計画、無償資金協力範囲の概定

相手国側負担工事範囲の確認、実施体制、財政措置等調査

事業評価及び提言

② 給水計画

計画の背景・要請内容・事業内容の把握

給水施設調査、プロジェクトサイトの検討、建設関連調査

技術的調査（給水地域、給水人口、給水量、浄水場、管網）

基本設計の策定、維持管理計画、無償資金協力範囲の概定

相手国負担事項、必要な施設、費用、工程案、施設運営能力

事業評価及び提言、報告書の作成

③ 配 管 施 工 計 画

計画の背景・要請内容・事業内容の把握

給水施設調査、プロジェクトサイトの検討、建設関連調査

技術的調査（給水地域、給水量、管網、路線概略測量、土質調査）

基本設計の策定、供与資材の検討、NUWCの施工技術レベル

維持管理計画、施工工程、労務計画、設備計画の策定

事業評価及び提言、報告書の作成

④ 資 機 材 計 画

要請資機材の内容調査・検討

関連施設の整備計画、送配水管布設計画の調査

運営管理計画の調査・検討、資機材の維持管理状況

要請資機材の必要性、妥当性の検討

建設関連調査（基本設計に必要な調査及び資料収集）

施設の基本設計、運営組織及び維持管理計画、輸送計画

報告書の作成

⑤ 積　　算

要請内容の検討・資料の解析を行い、積算にかかる質問票の作成（市場価格、機械器具損料、租税公課、内陸輸送費、労働力、労働慣行、労務費、設計基準、歩掛り　等）

事業費積算、供与機械、資機材の積算、維持管理費の積算、

報告書の作成

6.3 調　査　所　見

1) 現地踏査における所見として次の事項があげられる。

① 人力施工を主体としてきたので、機械施工に対する基礎知識が不足している。

② 管路布設にあたって、詳細測量を実施せずに施工している。

③ 管路埋戻しにあたって、岩くず、ゴミなどが混入されている。

④ 設計面において、制水弁、空気弁、泥吐きが不足している。

⑤ コンクリート目地の通りが悪く、鉄筋端部が普通鉄筋使用であるのにフックがない。

⑥ 配水管漏水、水道水に土砂の混入等維持管理が充分でない。

⑦ 計画と施工との一貫性が欠けている。

⑧ 設計は英国基準に則っているが、応用動作に欠けている。
管の土被りに対して、土でも岩でも均一深さを採っている。

2) NUWCに対する助言

① 供与資機材に対するマニュアルの作成、操作方法（運転、整備）の徹底

② 管網計算の実施

③ 施工に対する監督の徹底

④ 施工工程計画の確立

⑤ 維持管理の計画性

⑥ 機器類の点検整備

⑦ 配水管埋設工

管の掘削は深さ1.5 mの土と0.5 mの岩を掘って管埋設を行っている現状である。

British standardに依っているそうであるが、岩の上に管設置しても良いのではないか。

0.5 m径程度の管であれば土被りは1.0 mとなるが、これには道路横断などにはコンクリート蓋などで補強してはどうであろう。

徒に、土被りの標準に頼ることは得策とは思われぬ。そうすれば、現在の機械の組合せのコンプレッサー、バックホーの1台は節約出来るし、若し現在の組合せで施工すればほぼ2倍の速度で、約2ケ年半で30kmの施工も可能かと推察される。

これは、援助として経済的でもあり、緊急給水の目的にも叶い一挙両得ではないだろうか。

資　料　編

MINUTES OF DISCUSSION
ON
IMMEDIATE IMPROVEMENT PROJECT
FOR
OMDURMAN AREA WATER SUPPLY
IN
THE REPUBLIC OF THE SUDAN.

In response to the request of the Government of the Sudan, the Government of Japan decided to conduct a preliminary study on the Immediate Improvement Project for Omdurman Area Water Supply (hereinafter referred to as "the Project") and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"). JICA sent to the Republic of the Sudan the preliminary study team headed by Mr. Yoshikatsu Nakamura, First Basic Design Study Division, Grant Aid Planning and Survey Department, JICA, from November 8th to November 22nd, 1987.

The Team had a series of discussions on the Project with the officials concerned of the Government of the Sudan and conducted a field survey in the Project area.

As a result of the study, both parties agreed to recommend to their respective Governments that the major points of understanding reached between them, attached herewith, should be examined towards the realization of the Project.

Dated: November 18, 1987.

Yoshikatsu Nakamura
Leader
Preliminary Study Team
JICA

Adam Ibrahim El-Imam
Acting Under Secretary
for Planning,
Ministry of Finance and
Economic Planning.

Ismail Mahmoud Ismail
Director General
National Urban Water
Corporation.

ATTACHMENT.

The Major Points of Understanding:

1. The objective of the project is to improve and to reinforce the treatment plants, transmission main, service reservoir and distribution systems in the Omdurman area where the inhabitants are suffering from serious shortage of the water supply.

2. The site of the project is Omdurman Area as a part of Khartoum as shown in the Annex 1.

3. National Urban Water Corporation (NUWC) under the Ministry of Energy, and Mining is responsible for the administration and the execution of the project.

4. Main components of the project requested by the Sudanese side to the Japanese side are:

   (1) Supply of ductile iron pipe in the total length of about 30,000m as shown in the Annex 2, construction machineries, equipment and related materials necessary for the implementation of the work, as detailed in the original requests.

   (2) Implementation of the construction work of the vital portions of transmission main by the Japanese side to cope with immediate necessity to supply the water to the inhabitants in the areas where they suffer from the most serious shortage of the water supply.

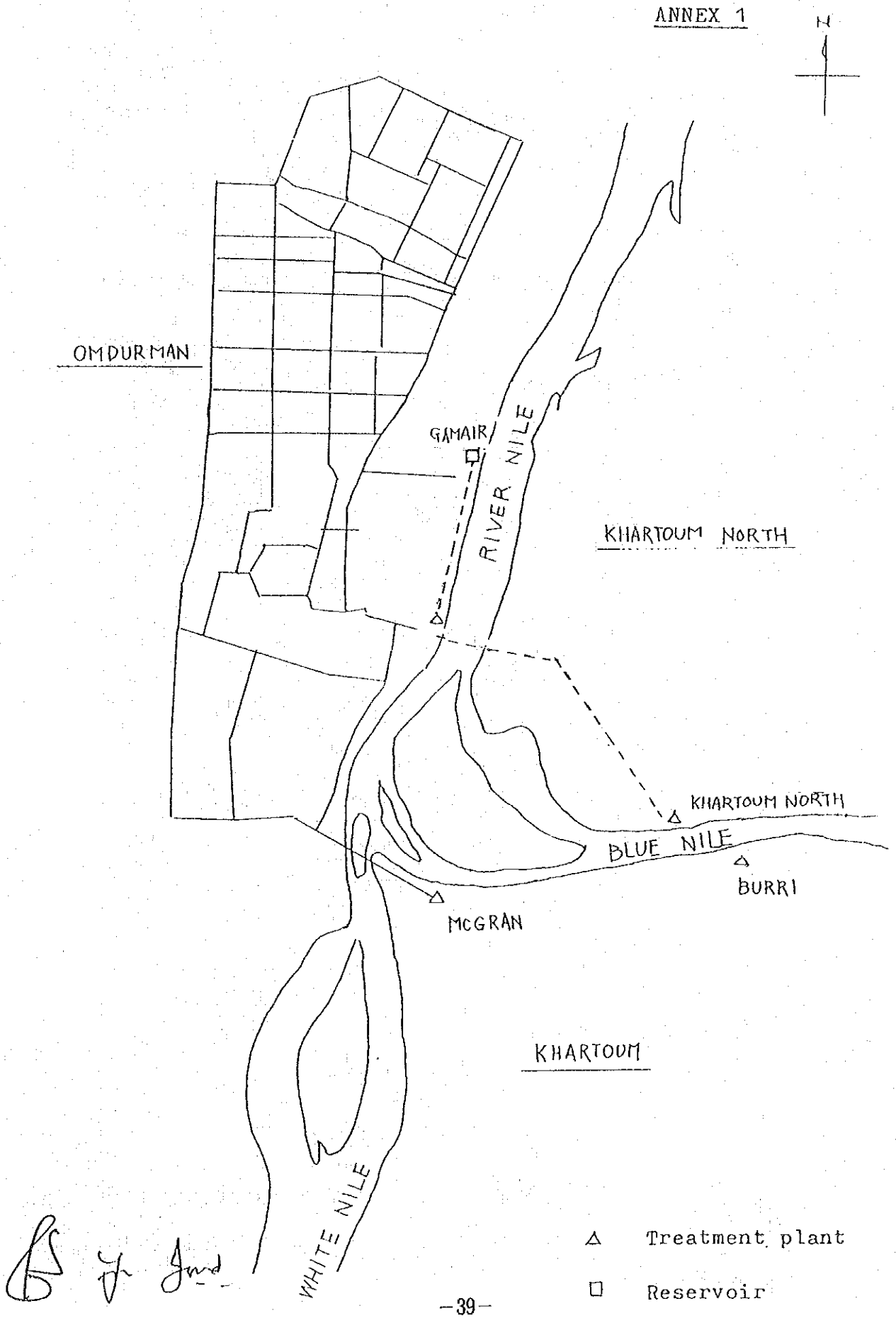
5. The Team explained to the Sudanese side that it will convey the requests to the Government of Japan and the detailed study would be carried out by the Basic Design Study Team organized by JICA when the results of the preliminary study are found feasible.

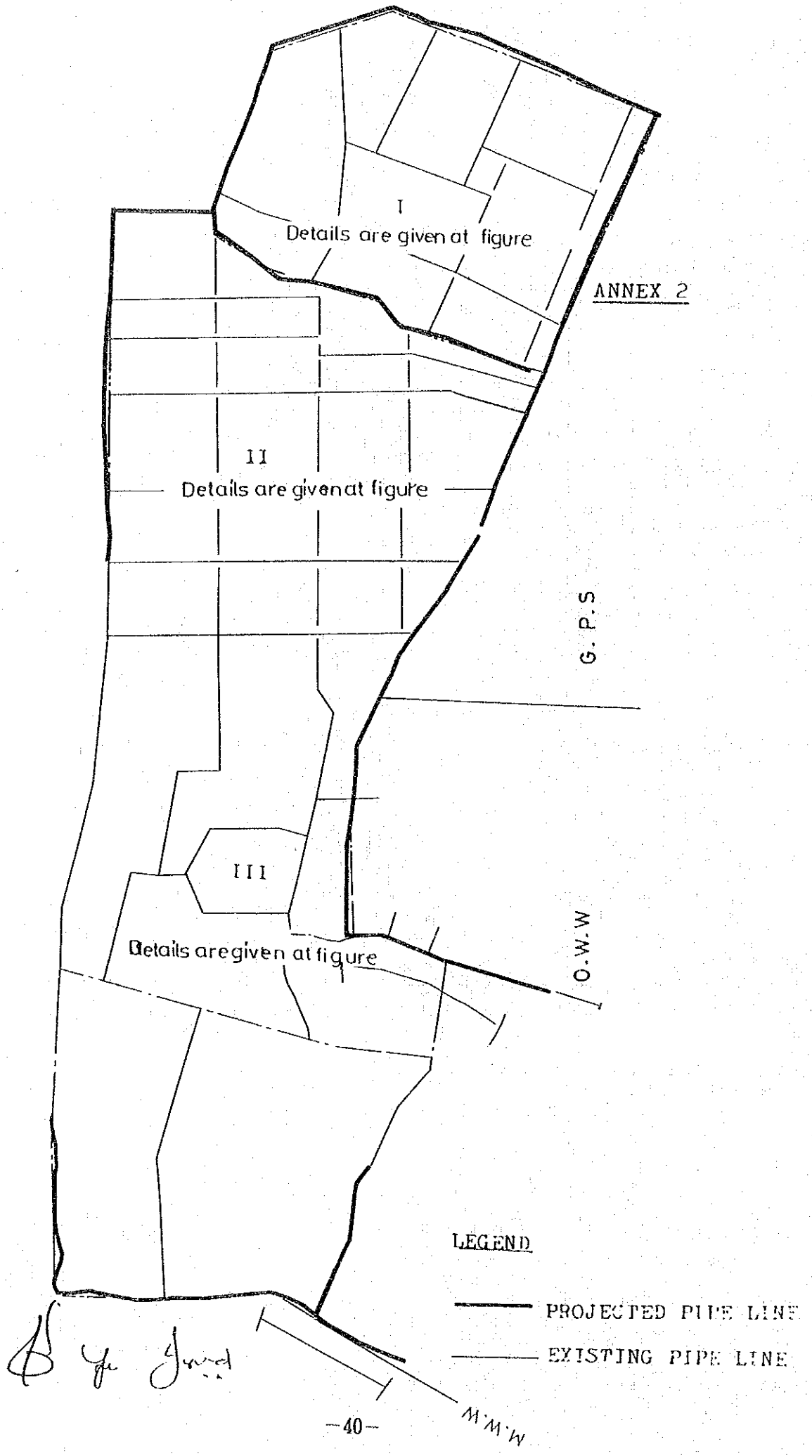
6. The Sudanese side understood the system of Japanese Grant Aid Program explained by the Team and confirmed the measures to be taken by the Sudanese side.

7. The Sudanese side will send the geological maps, the groundwater data and the results of triaxial compression test requested by the team, to the Japanese side as soon as possible.

MAP OF PROJECT SITE

ANNEX 1




I
Details are given at figure
ANNEX 2
II
Details are given at figure
G. P. S
III
Details are given at figure
O.W.W
LEGEND
PROJECTED PIPE LINE
EXISTING PIPE LINE
M.W.W

資　料　編

2．調査団員編成

団　　長	中村　欣功	国際協力事業団 無償資金協力計画調査部
給水計画	安藤　健一	仙台市水道局 工務部拡張課
資機材計画	吉田　　弘	梶谷エンジニア株式会社

3．調査行程

日順	月　日	曜日	調　査　行　程
1	11月 8日	日	東京 —LH-701→
2	9	月	→フランクフルト
3	10	火	フランクフルト —LH-594→ ハルツーム
4	11	水	大使館表敬訪問、大蔵経済計画省表敬訪問
5	12	木	NUWC協議(National Urban Wster Corporation)
6	13	金	資料整理
7	14	土	Omdurman地区現地調査
8	15	日	Omdurman地区他現地調査、NUWC協議
9	16	月	NUWC協議
10	17	火	NUWC協議
11	18	水	NUWCミニッツ協議
12	19	木	ミニッツ署名及び大使館報告
13	20	金	ハルツーム —KL-564→ アムステルダム
14	21	土	アムステルダム —JL-418→
15	22	日	→東京

4．主要面会者リスト

大蔵経済計画省	次　官	Adam Ibrahim El-Iman
	局長代行	Mohed Ali
	担当部長	Elefatih Mohed Kalid
	担当部長	Yassin Elsa Mohamed
N U W C	総　裁	Ismail Mahmound Ismail
	計画課長	Mohamed Hassan Ammar
	工事課長	Omer Abdin Mohamd
	ｵﾑﾄﾞﾙﾏﾝ地区部長	Osman Haroun
	ｵﾑﾄﾞﾙﾏﾝ地区現場技師	Hassan Mohd Khalafalld
	ｵﾑﾄﾞﾙﾏﾝ地区現場技師	Mohamed Mustafal Abed
日本国大使館	特命全権大使	岡　　照
	参事官	牛　田　博　三
	一等書記官	金　子　利　雄
	二等書記官	佐　藤　好　彦

5．収集資料リスト

番号	資　料　の　名　称	形　態	版　型	ページ数
1	The Oxford Map of Sudan (S=1/4,000,000)	地　図	変A-2	2
	KHARTOUM (S=1/50,000), OMDURMAN (S=1/50,000)	(裏面)		
2	General Map of GREATER KHARTOUM (S=1/100,000)	地　図	変A-0	1
3	Khartoum Area Water Supply Schematic Layout	計画図	A－1	1
	of Existing System Component			
4	OMDURMAN Distribution System IMPROVEMENTS	計画図	A－1	3
5	OMDURMAN　地形図	地形図	変A-0	1
6	KHARTOUM NORTH NEW WATERWORKS			
	WATER RESERVOIR 2×6600m³			
6-1	WITH ALUMINIUM ROOF	数量表	A－4	21
6-2	WITH ALUMINIUM ROOF	詳細図	変A-0	3
7	KHARTOUM AREA WATER SUPPIY PROJECT	報告書	A－4	124
	FINAL REPORT, AUG.1979, VOL.1.			
8	スーダン・オムドルマン地区土質試験結果	報告書	A－4	3
	スーダン・オムドルマン地区土質試験結果	写　真	ｻｰﾋﾞｽ版	4
9	現地調査写真集	アルバム	ｻｰﾋﾞｽ版	2冊

6. 参　考　資　料

1) スーダンの気候

2) 首都圏の人口（1，983）

3) オムドルマンの人口センサス（1，983）

4) 供与建設機械の検討

5) 概算工事量

6) 機械1組による50m当りのサイクル

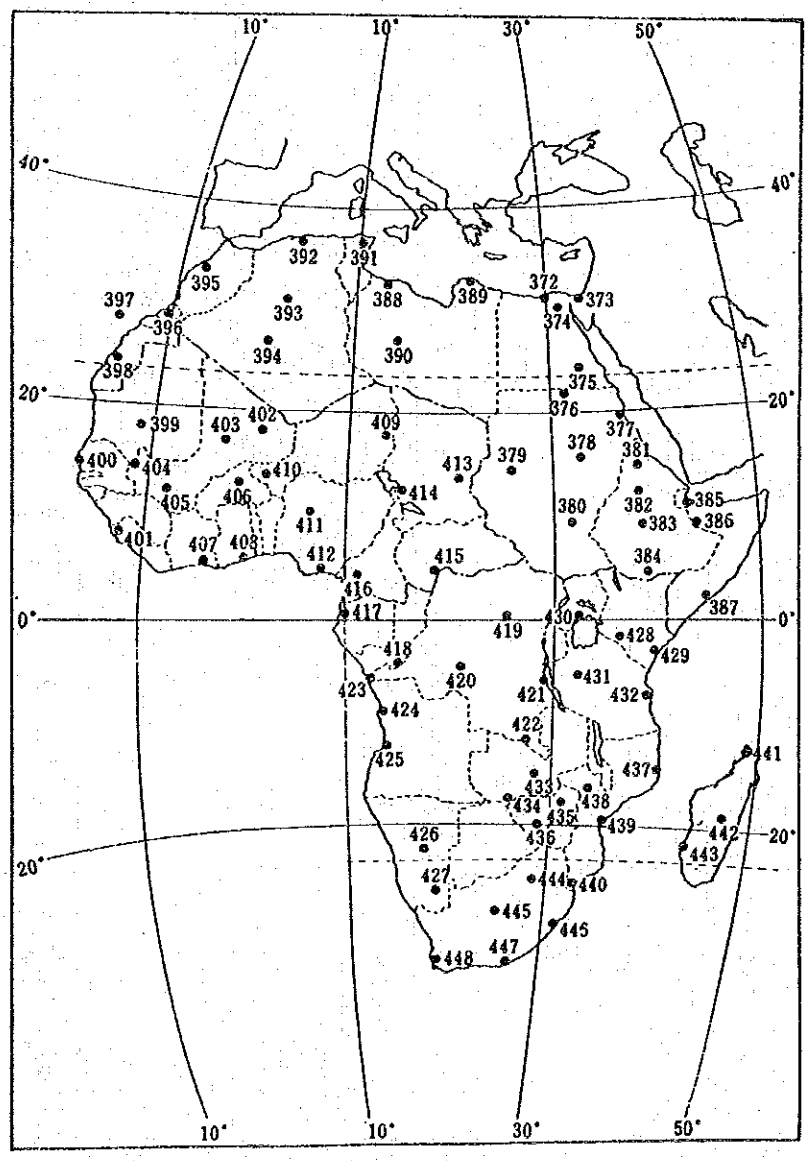
7) 現地採取土及び岩石試験結果表

1. スーダンの気候

世界気候表にかかげられた観測地点（理科年表）

番号	観測地点	緯度	経度	標高
376	Wadi Halfa	21° 50′ N	31° 18′ E	155m
377	Port Sudan	19° 35′ N	37° 13′ E	2
378	Khartum	15° 36′ N	32° 33′ E	380
379	El Fasher	13° 37′ N	25° 20′ E	730
380	Malakal	09° 33′ N	31° 39′ E	388

観測地点位置図



月平均気温（℃）

番号	地　　名	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年	統計期間
376	Wadi Halfa	15.1	16.5	20.9	25.9	30.7	31.9	32.3	32.5	30.3	27.7	21.8	16.9	25.2	1931－1960
377	Port Sudan	24.4	22.9	24.1	26.3	29.4	31.8	33.7	34.2	31.9	29.3	27.4	24.8	28.3	1931－1960
378	Khartum	22.5	23.8	27.2	30.7	33.1	33.3	30.8	29.4	30.9	31.4	27.5	23.7	28.7	1931－1960
379	El Fasher	18.7	20.5	24.1	27.2	29.2	29.5	27.3	25.6	26.6	26.5	22.5	19.4	24.8	1939－1960
380	Malakal	25.7	27.4	29.6	30.2	28.1	26.1	24.9	24.7	25.5	26.3	26.5	25.6	26.7	1931－1960

月平均湿度（％）

番号	地　　名	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年	統計期間
376	Wadi Halfa	37	32	27	22	18	18	21	26	27	27	35	43	28	1931－1960
377	Port Sudan	75	77	74	70	65	54	53	54	61	71	78	78	67	1931－1960
378	Khartum	31	26	20	19	24	28	34	56	47	31	31	34	32	1931－1960
379	El Fasher	33	25	23	21	28	35	55	68	54	35	30	33	37	1939－1960
380	Malakal	29	26	26	38	59	71	80	82	84	75	52	36	55	1931－1960

月平均降水量（mm）

番号	地　　名	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年	統計期間
376	Wadi Halfa	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	3	1937－1960
377	Port Sudan	4	1	1	1	2	0	9	3	0	12	52	25	110	1931－1960
378	Khartum	0	0	0	1	5	7	48	72	27	4	0	0	164	1931－1960
379	El Fasher	0	0	0	1	10	13	89	133	36	5	0	0	287	1931－1960
380	Malakal	0	0	3	24	95	115	153	167	144	75	6	1	783	1931－1960

2. 首都圏の人口

首都圏における最近の人口センサスは1983年であり、下表のごとく275,997世帯、1,714,196人（ナイル河東部を含む）であって、この他に遊牧民22,000世帯、88,000人、合計 1,802,196人である。

地区名	居住者		遊牧民		計	
	世帯数	人口	世帯数	人口	世帯数	人口
ハルツーム	88,556	557,351	—	—	88,556	557,351
ハルツーム北	54,078	341,146	—	—	54,078	341,146
オムドルマン	98,529	612,947	8,987	35,750	107,516	648,697
小計	241,163	1,511,444	8,987	35,750	250,150	1,547,194
ナイル東部	34,834	202,752	13,013	52,250	47,847	255,002
計	275,997	1,714,196	22,000	88,000	297,997	1,802,196

上表における人口の男女別は、居住者；男 935,692人、女 778,604人、遊牧民；男 46,484人、女 41,016人である。

3. オムドルマンの人口センサス (1,983)

地　　域	居　住　者		遊　牧　民	
	世帯数	人　口	世帯数	人　口
EL THAWRA TOWN	15,099	106,079	—	—
WAD NOUBAWI TOWN	6,731	44,817		
EL MAHDIA TOWN	7,092	47,671	—	—
OMDURMAN EL GADIDA	31,793	181,788		
INDUSTRIAL AREA TOWN	716	4,161	—	—
EL MASALMA TOWN	4,279	28,431		
BEIT EL MAL TOWN	2,682	19,614		
EL MOWARDA TOWN	4,871	32,238	—	—
ABU ARGA TOWN	3,365	24,979		
ABU SIED TOWN	5,653	36,509		
WESTREN RURAL COUNCIL	2,686	14,523	8,987	35,750
NORTHERN RURAL COUNCIL	5,976	32,555		
SOUTHERN RURAL COUNCIL	7,586	39,585	—	—
ALL AREA COUNCIL	98,529	612,947 男333,852 女279,095	8,987	35,750 男 19,384 女 16,366

4) 供与建設機械の検討

建設機械			要請	提案1組の台数	
材種	単位	容量	台数	台数	
バックホー	m³	0.7	1	2	
バックホー	m³	0.4	1		
トラッククレーン	t	16	1	1	
トラッククレーン	t	7	2		
ダンプトラック	t	11	2		
荷物トラック	t	8	2	2	
修理車	t	2	3		
作業車	t	0.5	4	1	
ｽﾃｰｼｮﾝ･ﾜｺﾞﾝ			2		
空気圧縮機	m³／分	5	4	(20m³/ 分)1	
削岩機	m³／分	1	8	2	
削岩機	m³／分	16	0	1	
管切断具			10	2	
テスト用ポンプ	kg／m³	45	5	1	
スラッヂポンプ	kg／m³	3	6	1	
漏水探査器			4	0	
PVC熔着具			2	0	○
予備部品	式		1	1	○
ｱﾙﾐﾆｭｰﾑ屋根材	平方米		12000	12000	
携帯無線電話	式		1	2	
合計					

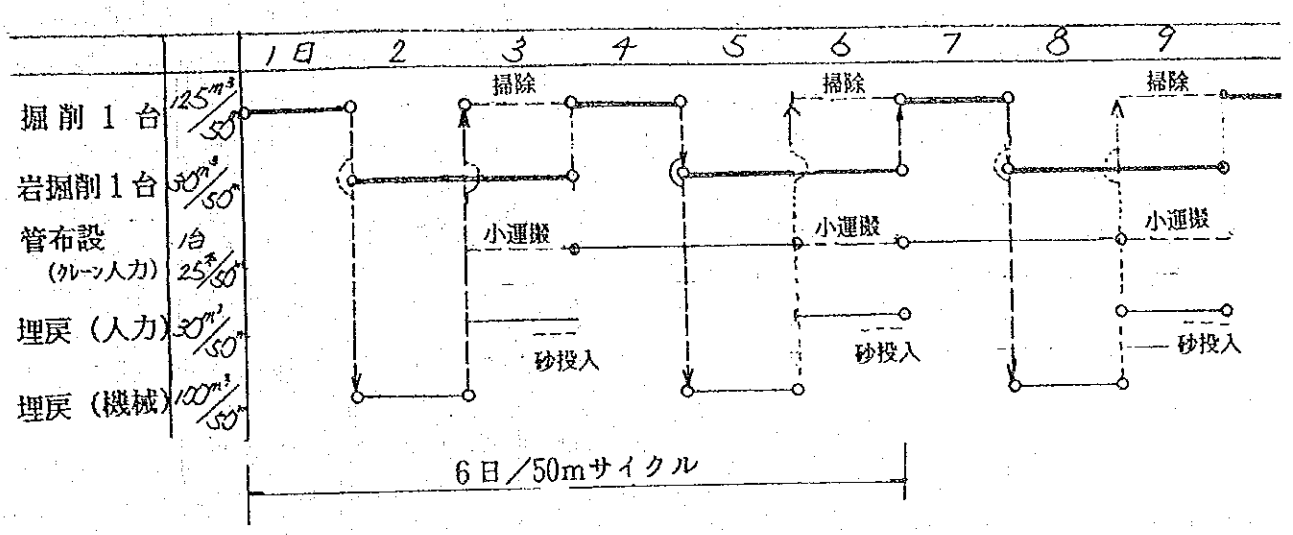
（2組にする時は○印以外を2倍にする。）

5) 概算工事量

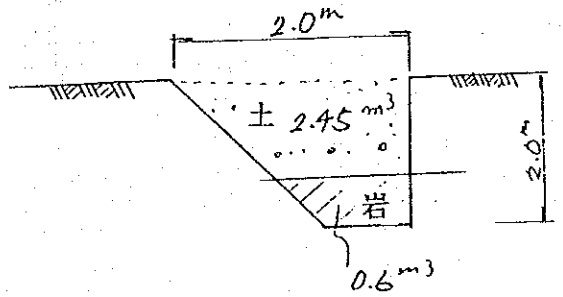
全体の概算数量は下記のごとくである。(30km)

工　　種	単位	数　　量
直接経費		
土掘削	m³	73.500
岩掘削	m³	18.000
岩あたりとり	m	30.000
埋戻(人力)	m³	30.000
埋戻(機械)	m³	61.500
小計		
管小運搬	本	6.000
管設置	本	6.000
管加工	カ所	250
接続	カ所	25
小計		
コンクリート	m³	500
鉄筋	t	50
型枠	m²	2.500
小計		
金物	t	15
小計		
合計		
間接経費		1

6） 機械1組による50m当りのサイクル



組
- バックホー　2台　0.6m³，カーゴトラック2台
- バケット　，ブレーカー2m³／分2台
- ブレーカー　1台16m³／分
- コンプレッサー　1台22m³／分
- クレーン　1台　16t



7) 現地採取土及び岩石試験結果表

TEST DATA SUMMARY

PROJECT SUDAN, KHARUTOUM OMDURMAN AREA DATA 4 Dec 1987

Sample No.	Depth (m)	Material	Moisture Content w (%)	Mass Density ρ (g/cm³)	Compressive Stress σ_c (kgf/cm²)	ϕ_d (Deg.)	c_d (kgf/cm²)
1		Sand	13.7	1.954	—	36.0	0.0
2		Rock	0.7	2.957	1666	—	—
3		Rock	1.5	2.059	218	—	—
4		Rock	2.8	Impossible to test		—	—

Remarks

COMPRSSIVE STRENGTH RESULTS

PROJECT SUDAN, KHARUTOUM OMDURMAN AREA DATA 4 Dec. 1987

Sample No.	Depth (m)	Dimension Diameter d (cm)	Dimension Length l (cm)	Mass m (g)	Mass Density ρ (g/cm^3)	Load at Stress p (kgf)	Compressive Stress σ_c (kgf/cm^2)
2		3.42	5.08	138.00	2.957	15300	1666
3		3.42	7.01	132.56	2.059	1980	216

Remarks

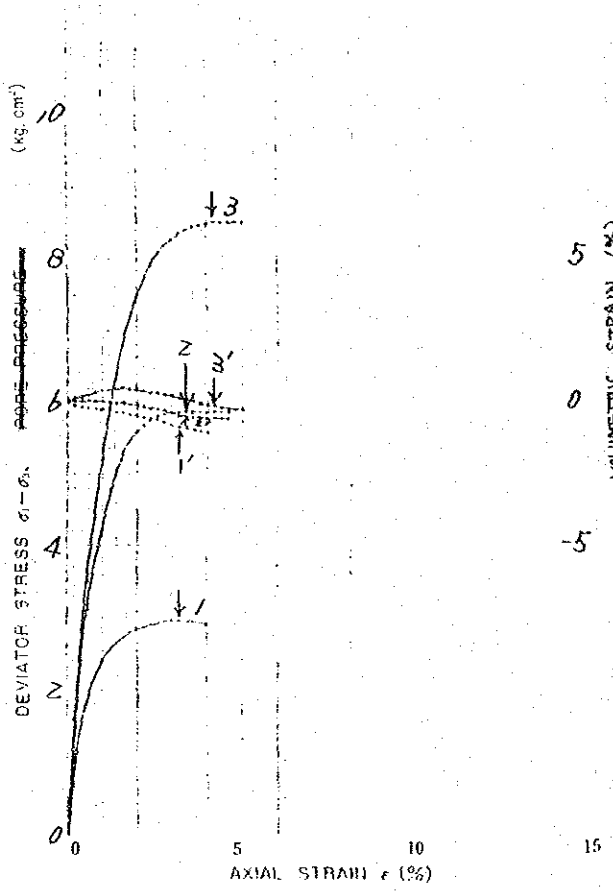
TRIAXIAL COMPRESSION TEST REPORT

PROJECT SUDAN, KHARUTOUM OMDURMAN AREA DATE

SAMPLE NO. / DEPTH m~ m TESTED BY

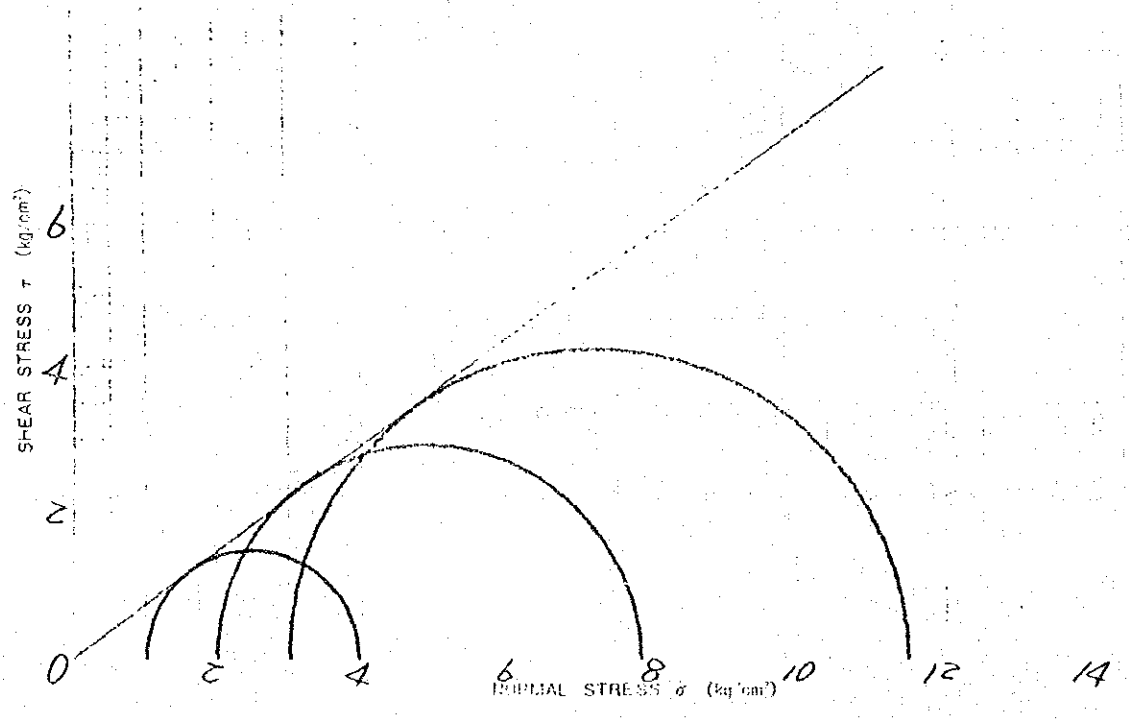
TYPE OF SPECIMEN ~~UNDIST.~~ COMPACT.

TYPE OF TEST ~~UU. — CU. — CU.~~ CD



TEST NO	WATER CONTENT w (%)	WET DENSITY γ (g/cm³)	MINOR PRINCIPAL STRESS σ_3 (kg/cm²)	MAXIMUM DEVIATOR STRESS $\sigma_1-\sigma_3$ (kg/cm²)	VOLUMETRIC ~~PORE~~ STRAIN ~~PRESSURE~~ ε_v ~~u_w~~ % (~~kg/cm²~~)
1	13.8	1.946	1.0	2.950	-0.875
2	13.2	1.958	2.0	5.850	-0.500
3	14.0	1.957	3.0	8.500	-0.175
4					
5					

VOLUMETRIC STRAIN (%) 5 0 -5

REMARKS.

IN NORMALLY CONSOLIDATED ZONE	C_d 0 kg/cm², ϕ_d 36.0°
IN OVERCONSOLIDATED ZONE	C kg/cm², ϕ
UNCONSOLIDATED-UNDRAINED SPECIMEN	C_u kg/cm², ϕ_u