

### 4.3.3 施設・機材計画概要

#### (1) 施設構成

本計画を構成する給水施設の種類は以下の通りである。

水源施設：新設または既存深井戸、地区によって両者採用。

取水施設：深井戸揚水ポンプおよびポンプ用動力設備。さらに揚水機を収容するポンプ室を含む。（ポンプは水中モータ型またはボア・ホール型で、前者はディーゼル・エンジン駆動発電機、後者はディーゼル・エンジンを動力源とする）

送水施設：送水ポンプ設備、送水ポンプ室、送水槽および送水管。送水ポンプは、発電機による電動モータ駆動渦巻ポンプを使用する。送水管には普通水道用亜鉛メッキ鋼管または圧力配管用炭素鋼管を管路水頭圧に応じて使用する）。

配水施設：配水槽および配水管。

給水施設：公共水栓（6栓型ないし4栓型）、給水車用給水塔および本設備用の給水管。

#### (2) 各対象地区構成施設・機材

本事業の対象となる各地区に対する施設・機材計画の概要を次表にまとめる。

表-4.4 施設計画の概要

##### 1) 実施対象地区

地区番号	地区名 (州名)	水源施設	取水施設	送水施設	給配水施設
14.	Al Mallheeth (Sa'dah)	新設井 × 1 基 既設井 × 1 基	BHポンプ × 2 台 ポンプ室 × 1 棟	送水管φ50~65 × 1,395m	配水槽 120 m' × 1 基 配水管φ50~ 100 × 2,143m 公共水栓 1 基
1.	Iyal Qasim (Sana'a)	新設井 × 1 基	SMポンプ × 1 台 発電機 × 1 台 ポンプ室 × 1 棟	送水ポンプ × 1 台 送水槽 24m' × 1 基 送水管φ50~65 × 6,335m	配水槽 90m' × 1 基 配水管φ40~ 100 × 1,235m 公共水栓 1 基 給水塔 1 基

注記： SM ポンプ = 水中モータ・ポンプ  
BH ポンプ = ボアホール型ポンプ

地区 番号	地 区 名 (州 名)	水源施設	取水施設	送 水 施 設	給 配 水 施 設	
6.	Al Usfyn (Taizz)	新設井 × 3 基	BHポンプ × 3 台 ポンプ室 × 3 棟	送水ポンプ × 1 台	配水槽 120 m' × 1 基	
				発電機 × 1 台	給水管φ40~ 150 × 30m	
				ポンプ室 × 1 棟	公共水栓 1 基	
				送水槽 48m' × 1 基	給水塔 1 基	
				送水管φ100 ~ 150 × 9,060m		
11.	Aflah Al Yaman (Hajjah)	新設井 × 1 基 既設井 × 1 基	SMポンプ × 2 台 発電機 × 2 台 ポンプ室 × 2 棟	送水ポンプ × 2 台	配水槽 120 m' × 2 基	
				送水槽24m' 48m'各1基	配水管φ40~ 100 × 1,402m	
				送水管φ 80 × 7,465m	公共水栓 3 基	
				給水塔 2 基		
9.	Al Ghudu (Marib)	既設井 × 1 基	SMポンプ × 1 台 発電機 × 1 台 ポンプ室 × 1 棟	送水管φ 65 × 1,150m	配水槽 75m' × 1 基	
						配水管φ40~ 100 × 3,025m
						公共水栓 1 基
						給水塔 1 基

2) その他計画地区

地区 番号	地 区 名 (州 名)	水源施設	取水施設	送 水 施 設	給 配 水 施 設
3.	Khamis Bani Hajaj (Sana'a)	新設井 × 1 基	SMポンプ × 1 台 発電機 × 1 台 ポンプ室 × 1 棟	送水ポンプ × 3 台	送・配水槽 48,75 m'各1基
				発電機 × 2 台	配水槽 120 m' × 1 基
				ポンプ室 × 2 棟	配水管φ40~ 100 × 1,378 m
				送水槽 24m' × 1 基	公共水栓 1 基
				送水管φ80~ 150 × 15,845m	給水塔 1 基
5.	Al Husha (Taizz)	新設井 × 2 基	SMポンプ × 2 台 発電機 × 2 台 ポンプ室 × 2 棟	送水ポンプ × 3 台	送・配水槽 90m' × 1 基
				発電機 × 2 台	配水槽 180 m' × 1 基
				ポンプ室 × 2 棟	配水管φ40~ 150 × 1,145m
				送水槽 36m' × 2 基	公共水栓 2 基
				送水管φ65~ 100 × 13,390m	給水塔 1 基

注記： SM ポンプ = 水中モータ・ポンプ  
BH ポンプ = ボール型ポンプ

地区番号	地区名 (州名)	水源施設	取水施設	送水施設	給配水施設
12.	Bait Al Sultan (Al Mahweet)	既設井 × 1 基	SMポンプ × 1 台	送水ポンプ × 2 台	送・配水槽 120 m <sup>3</sup> × 1 基
			発電機 × 1 台	発電機 × 1 台	配水槽 48 m <sup>3</sup> × 1 基
			ポンプ室 × 1 棟	ポンプ室 × 1 棟	配水管 φ 40~100 × 394 m
				送水槽 24 m <sup>3</sup> × 1 基	公共水栓 2 基
				送水管 φ 65~ 100 × 9,141 m	給水塔 1 基
4.	Bani Afif (Taizz)	新設井 × 1 基 既設井 × 2 基	SMポンプ × 3 台	送水ポンプ × 4 台	送・配水槽 75, 90 m <sup>3</sup> 各 1 基
			発電機 × 3 台	発電機 × 2 台	配水槽 36 m <sup>3</sup> 144 m <sup>3</sup> , 各 1 基
			ポンプ室 × 3 棟	ポンプ室 × 2 棟	配水管 φ 40~100 × 2,619
				送水槽 24 m <sup>3</sup> × 2 基	公共水栓 5 基
				送水管 φ 50~ 100 × 13,575 m	給水塔 1 基
7.	Al Jabub (Ibb)	新設井 × 1 基 既設井 × 1 基	SMポンプ × 2 台	送水ポンプ × 2 台	配水槽 48 m <sup>3</sup> × 2 基
			発電機 × 2 台	送水槽 36 m <sup>3</sup> × 1 基	配水管 φ 40~100 × 2,300 m
			ポンプ室 × 2 棟	送水管 φ 50~65 × 8,330 m	公共水栓 3 基 給水塔 1 基
2.	Mahalat Najr (Sana'a)	新設井 × 1 基	BHポンプ × 1 台	送水管 φ 80 × 3,300 m	配水槽 48 m <sup>3</sup> 75 m <sup>3</sup> 各 1 基
			ポンプ室 × 1 棟		配水管 φ 40~80 × 1,310 m 公共水栓 1 基 給水塔 1 基

注記： SM ポンプ = 水中モータ・ポンプ  
BH ポンプ = ボール型ポンプ

### (3) 既存施設との関連

#### 1) 既存深井戸水源

各対象地区の既存施設としては、深井戸水源が実施対象地区 5 サイト中 3 サイト、その他計画地区 6 サイト中 3 サイトに存在し、本計画に利用可能である。これらの水源施設について、本計画では下記のような措置をとることが必要である。

既存深井戸は経年とともに井戸内部のスクリーンが目詰まりし、水量が次第に減少する傾向がある。今回の調査でも、現在施設を使用している「Al Mallaheeth」

では、操作員の報告によると完成当初と比較して水量が減少しているとのことである。そのため、これら水源を本計画の施設として利用する場合は、井内クリーニングを実施する必要がある、井戸工事の中にこの仕様を含んで施工することを計画する。

現在使用中の深井戸揚水ポンプはすでに老朽化しているため、本計画で新設ポンプと取り替える。また現地で粗製のポンプ室が設置されている「Al Ghudu」では、既存施設を撤去し本計画の設計に基づくポンプ室を新設する。

## 2) 既存給水施設

11計画対象地区のうちで給水施設が既存するのは、1地区、「Al Husha」のみであった。しかし、同施設は浅井戸を水源とし、現在水源枯渇のため施設は遊休化している。これについては、RWSDにて改修工事を実施する意図がある。調査結果の詳細については参考として添付資料IV-bに記載した。

## (4) 将来計画との関連

本計画の各対象地区における最終配水槽設置地点は全域内の最高所に位置し、計画に基づき「日」側で布設する配水幹線、それ以降「日」側の機材供与による管材料を使用して「イ」側で布設する配水管、さらに将来受益集落住民の負担で接続される配水支線、給水管によって、各構成集落まで給・配水が可能となる設計となっている。特別広域地区を除く実施対象4サイトにおいて、「日」側施工の配水幹線以降に必要な配水管の総延長はそれぞれ、およそ8,000~10,000mであるが、そのうち特に重要で効果的と判断される幹線部分の管材料を本計画で機材供与とし、「イ」側の責任施工とする。

「Al Husha」と「Al Usfyn」の特別広域地区の将来計画については、参考資料を添付資料IV-bにまとめて記載する。

#### 4.3.4 維持管理計画

##### (1) 現行維持管理体制

現在「イ」国における地方給水施設維持管理は各郡部に設置されているLCCDの管掌となっている。本計画実施対象5地区の中にも、既存水源施設を所有し、このような体制で現時点継続的な運営維持管理を行っている地区が3地区あり、下記に列挙する。

##### ①Al Mallaheeth (Sa'dah 州)

本地区はRWS Dにより1984年建設された水源施設を、Al Dhaher郡LCCDが継続的に運営維持管理している。公共水源として、中心集落の公共施設である学校、診療所、モスク、軍駐屯所等には、無料で給水車による給水が実施されているが、住民には売水し、維持管理費および専従操作員（現在1名）の給与に充当している（詳細は第3.4.11項参照）。

##### ②Iyal Qasim (Sana'a州)

本地区を管掌するDhi-Bin郡LCCDは、本地区の給水計画に従来から尽力し、7本の深井戸を掘さくしたが、満足すべき成果は得られなかった。しかし、このうち微量（1～2m<sup>3</sup>/日）の取水が可能な2井の水源地施設では、集落共同体の操作員により連日ポンプが運転され、水不足に悩む地区住民に多少の水が分配されている。本地区の継続的な維持管理経験は、施設内容に相違はあるものの、本計画の給水施設に対しても有効であると考えられる。

##### ③Al Ghudu (Marib 州)

本地区は1982年RWS D建設の水源地施設を所有し、Sirwa郡LCCDの管掌下、受益集落体であるAl Ghudu副郡部で自主運営管理している。本地区は集落規模、施設規模ともに小型であり、維持管理面でも問題なく経過してきている。

一方、施設資機材に故障が発生した際は、RWS Dが技術的援助を提供する。本事業に従事する同局「外国プロジェクト部」から選抜された専従スタッフは事業完成後もそのまま本事業担当として、維持管理体制を編成するが、LCCDからの連絡により、同スタッフの調整を通じ、故障内容によってさく井に関するものであれば「水理地質・さく井部」、機械の場合は「機械部」からの専門技術協力スタッフが派遣される。ただし、現在同局では特に機械・電気関係の技術者数が限られ、十分な対応が出来ないため、今後本部門の充実を図る必要がある。実際に前記「Al Mallaheeth」では、ボアホール型深井戸ポンプのシャフト折損事故などが発生しているが、LCCD側でパーツ購入、修理を実施している（この修理費は売水

収入から捻出された)。

## (2) 要員計画

本事業で完成される施設の日常の運転操作に従事する専従要員は、郡内あるいは副郡部で雇用される。本計画を構成する施設は動力源をすべてディーゼル・エンジンとしているが、既存水源施設の操作や各地区で現在普及している夜間電源用ディーゼル・エンジン発電機の操作に見られるように、動力機の通常の操作、簡単な修理が可能な技能者を地域内で確保することは困難ではない(例えば、今回実施状況調査の対象となったアル・ラジャム郡先行事業の中で、中間増圧ポンプ場2ヶ所を含む Block-C 地区では3名の専従操作員を雇用しているが、全員郡内から選抜されている)。

本計画の実施対象地区の施設構成により、各地区の要員計画をまとめると下記のようなになる。

### ① Al Mallaheeth

本地区は水源が2ヶ所あるが、熟練操作員と助手各1名の配備により運転可能である。その他集落給水地点の管理者として助手1名が必要である。計3名。

### ② Iyal Qasim

水源は1ヶ所で、送水ポンプは取水ポンプ室に併置されるので、基本的に「Al Mallaheeth」と同じ3名の操作員となる。

### ③ Al Usfyn

本地区は水源地に水源施設3ヶ所と送水ポンプ場1ヶ所が配置され、給水区近くに給水用の貯水槽が1基設置される。水源地には熟練操作員2名と助手1名、貯水槽の給水装置には助手2名が必要であるが、運転時間が長いため、2シフトの陣容が必要とされる。計10名。

### ④ Aflah Al Yaman

水源地在2ヶ所の2給水システムにより構成されるが、取水・送水ポンプ場1ヶ所ずつの施設であり、各システム3名、計6名。

### ⑤ Al Ghudu

取水ポンプ場1ヶ所の単純構成であり、主任操作員1名と助手1名の要員計画とする。計2名。

上記の操作要員は、施設全体の効率的な操作や高圧ポンプ等の運転には未経験であるため、これらを含め施設資機材の基本的操作と定期的に必要な保守事項については、施設の試運転の際及び本事業の完成引き渡し時点充分な技術指導を行うとともに、アラビア語による運転・保守指示書を作成し納入する。また故障時にはRWS Dの技術的支援が必要となるため、同局では本事業の専従スタッフによる調整により、LCCDの要請があった際は迅速な対応をするものとする。

なお、RWS Dでは、これらの地方給水施設専従操作員を対象に、WHOの主宰により、USAIDの支援を受け、同局サナ本部にて技能トレーニング・コースを開催していたが、2年前から資金不足が原因で中断している。現在同局はコースの早期再開を意図し、計画中の公社新組織の中では独立した教習部門の創設により地方の操作員の技能向上を目指している。同コースは1ヶ月にわたって、ポンプや動力機構造の説明や基本的な操作技術の実習とともに衛生概念の教習まで含み、受講者には終了証を授与した。コース再開の際は、本計画対象地区操作員もLCCDを通じての応募により受講対象となる(1991年11月の報告書ドラフト説明時点、トレーニング・コースが同年8月RWS Dにより再開されたことが確認された。今回はWHOとオランダ政府の援助により再開が可能となったもので、9月終講時には全国各所のLCCDから派遣された地方給水の操作員22名に終了証書が授与された。次回の開講は同年12月に予定されており、将来本事業の完成施設に従事する操作員にも同コースに参加する機会が十分あると考慮される)。

### (3) 維持管理資機材

同国では外貨事情が慢性的に悪化しており、パーツ類の入手はきわめて困難な状況が続いている。完成施設の継続的な安全運転を図るためには主要機器に関し下記のような資機材の提供を含むことが必要である。

#### 1) 深井戸水源の維持管理

先行する無償資金協力事業では、従来水源管理の一手段として、流量計を取水ポンプ室に設置しているが、日々揚水量の記録をとる習慣はまだ定着していない。本計画では、完成施設の引き渡し時点LCCDに対し、揚水量の点検が水源の保守に重要であることを強調し、操作員に測定を励行させるよう十分に指導する。それと同時に、深井戸の水位測定が可能となるよう水位測定用の細管を井内に設置し、可搬式水位測定装置を各地区取水ポンプ室に配備することとする。同国では仕切弁の開き過ぎにより過剰揚水を続け、深井戸の水位低下、揚水能力減退の現象を惹き起こすことが珍しくないため、試運転の際の技術指導を通じて、揚水量と水位に対する操作員の注意を促し、これら機器の日常操作、資料解析により重要な水源の保守を図る習慣を定着させるよう指導する方針とする。

## 2) ポンプ類

深井戸取水ポンプには「ボア・ホール型」と「水中モータ型」の両者が採用されるが、後者の場合、もっとも危惧されるのは過負荷運転によるモータ焼損事故である。現在水中モータはほとんどが水封式となっているため、この事故が発生したさいは、モータをそっくり取り替えなければならない。このため、万一の事故発生に備えて、予備モータを水中モータ・ポンプに付属することが必要である。なお、同国で普及しているボア・ホール型ポンプは同国市場で入手するのが適切であり（ヨーロッパ製）、この場合はスペア・パーツを付属する。

電動モータを含む高圧渦巻ポンプについては、同国で入手することはきわめて困難な現況であり、近い将来も同様な傾向が継続すると想定されるため、予備品を含むことが必要である。

## 3) 特殊弁類

下記の特殊な弁類については、予備品が必要とされる。

- a. 空気弁（口径25mmのもの、サイトの使用個数に応じて1～2個）
- b. 緩閉式逆止弁（水撃作用防止のため、各ポンプに使用する。各地区の使用口径に応じて、各口径1個ずつ）
- c. 高圧鋳鋼仕切弁

## 4) 動力機

ディーゼル・エンジンあるいはディーゼル発電機については、スペア・パーツを付属として含む。

## (4) 維持管理費

同国では各地域における給水施設の維持管理費用はすべて受益者住民から水道料金として徴収し施設運営が行われている。我が国の先行事業の完成施設も同様で、1989年専門家により追跡調査した有償事業サイト26地区では、一世帯あたり一月の平均的な水道料金は50レツ・リヤル（当時の日本円で約700円）以下が84%を占めていた（水の消費量は一人一日30ℓ以下の地区が63%）。この水道料金は主として、専従操作員の給料と動力機燃料費に当てられるが、一部の地区では修繕費積立金を含んでいた。



本事業もLCCDでは同様な形態を採用する。料金徴収は、メーター制採用による従量制と各戸から毎月一定料金を徴収する定額制があるが、本計画では公共水栓と車両給水装置からの給水となるので、定額制が採用される。維持管理費を構成する経費は以下の通りである（現時点の為替交換率は1イム・リヤル = 12.28円）。

- 1) 操作要員給料（先行事業の調査内容や今回の実施状況調査から主任操作員を2,500イム・リヤル/人/月、助手を1,500イム・リヤル/人/月とする）
- 2) 燃料費（エンジン、発電機運転に必要な経費。現在4イム・リヤル/ℓ）
- 3) 油脂代（機器の潤滑油等、燃料費の10%を見込む）
- 4) 修繕費（本計画で主要機器のスペア・パーツ、予備品等は供給されるが、将来の必要に備えての積立金とし、上記第1～3項の10%を見込むものとする）

上記構成による維持管理費を各対象地区で試算した結果は表-4.5の通りとなる。一世帯の人数はインタビュー結果によると大半の地区で7～10人構成であるので、平均8.5人として各世帯の負担を計算した。また一世帯平均収入についても各地区の調査結果を採用した（1,600～3,000イム・リヤル/日）。

表-4.5 実施対象地区維持管理費

番号	地区名	1㎡あたりの維持管理費 (イム・リヤル)	一世帯一月平均分担金 (イム・リヤル)	平均収入比 (%)
1.	Al Mallaheeth	4.0	41	1.6
2.	Iyal Qasim	13.0	99	3.3
3.	Al Usfyn	3.6	28	1.6
4.	Aflah Al Yaman	7.7	79	2.4
5.	Al Ghudu	6.5	50	1.5

現在これらの実施対象地区における買水価格は1㎡につき100～300イム・リヤルしており、それぞれ1/10以下の必要経費で生活用水の購入が可能となる。一方収入比を見ると、いずれの地区も5%以下となっており、IBRD/IDAが開発途上国の地方水道局に対して勧奨している収入比が5%以下の料金体系を構成することが可能と判断される。参考として、表-4.5の試算の詳細を添付資料IV-e.に示す。



## 第 5 章 基本設計



## 第5章 基本設計

### 5.1 設計方針

本事業の基本設計は、実施対象地区である5サイトについて、施設資機材計画を行い、事業実施工程、積算、工期の期割り等について検討する。他の6地区については、参考として、施設機材計画を記載する。

計画策定の方針としては、険しい山岳地帯に集落が散在する給水区域の自然条件、その中に展開するイスラム教を信奉する独特の部族社会等、対象地区の特性を勘案し、我が国の無償資金協力制度に基づいて事業目的に沿った効果的な給水施設を完成するため、施設資機材内容、施工方法、工期の設定等に配慮する。特に完成施設の維持管理が受益地方集落自治体により行われるため、簡便で継続的かつ安定した施設操作を考慮した施設設計、資機材の選定に十分な配慮を加えるものとする。

### 5.2 設計条件

#### 5.2.1 水源

- (1) 各対象地区の水源は「イ」国の地方給水計画で最も一般的な地下水とし、安定した衛生的な給水を確保するためには、各地区それぞれの条件に応じて、深井戸を掘さくし主として深層地下水を開発するか、本計画に採用可能と判断される既存深井戸の単独利用、または新設井と併用する計画とする。
- (2) 深井戸の本数は、現地調査により、新設井の地下水開発可能量検討と既存井の揚水試験結果や周辺環境の検討を通じて検討された揚水量に基づいて、各地区全構成集落に対する計画給水量を産出するため必要な本数と適切な掘さく位置を選定する。
- (3) 新設深井戸の構造は、先行事業の設計条件を検討し、現地調査による各地区水理地質条件、帯水層特性・分布、揚水機の種類やサイズを反映させたものとする。
- (4) 同国の深層地下水は、断裂帯に沿って流動する「裂か水」であるため、その特殊な賦存状況に対応するため、水源計画の基本要素である揚水量の推算や本数の決定については十分な検討を行い、給水計画を満足する継続的で安定した揚水量を確保するよう配慮する。

## 5.2.2 計画目標年次

計画年次は通常計画時から起算して決定されるが、あまり長期では過大投資となり、短期の場合では計画年次に達する前に増設計画が必要となるようなケースがある。我が国の場合で10～15年、「イ」国の場合は15～20年という期間が一般的である。20年という長期計画は、変化が緩慢で、施設拡張の可能性が少ない小規模山岳集落に適用される。本事業はそれと対比的に広域給水区を対象とする緊急度の高い事業であることから、15年という期間を採用することが適切である。

## 5.2.3 給水区域

給水区域は、現地調査にてLCCD代表との協議により定められた構成集落全体を含むことを基本とする。各対象地区における集落構成は添付資料Ⅱ-fのリストに記載し、その位置については基本設計図に測量に基づく位置を示した。

## 5.2.4 計画給水人口

計画給水人口は、計画給水区域内の15年後目標年次における常住人口を基本とする。現時点における各対象地区の総人口は現地調査による人口調査資料に基づき、第3.2章で検討した推定増加率から目標年次の人口予測を行う。添付資料の各地区構成集落リストには、それぞれの構成集落について予測人口を記載してあるが、次表に計画対象地区の給水人口を整理して示した。

表-5.1 計画給水人口

事業区分	番号	地区名	現在人口 (1991)	計画給水 人口(2006)
実施対象 地区	1.	Al Mallaheeth	3,180	4,600
	2.	Iyal Qasim	1,500	2,200
	3.	Al Usfyn	28,500	41,600
	4.	Aflah Al Yaman	4,500	6,600
	5.	Al Ghudu	1,770	2,600
合計			39,450	57,600

次頁へ続く

その他 計画地区	6.	Khamis Bani Hajaj	5,400	7,900
	7.	Al Husha (中部給水区)	5,000	7,300
	8.	Bait Al Sultan	3,600	5,300
	9.	Bani Afif	7,300	10,700
	10.	Al Jabub	2,000	2,900
	11.	Mahalat Najr	2,000	2,900
合計			25,300	37,000

### 5.2.5 給水原単位

給水原単位は、使用形態の類似する水道の給水量の使用実績を考慮して決定しなければならない。一人一日給水量については、実施機関RWS Dは公共水栓を給水源とする山地住民には45ℓを基準としており、日本の先行事業は40ℓが標準であった。本計画においては、地方集落における最近の実際の使用量を調査した結果と今回現地調査結果を対比して、計画原単位決定の基準とする。

#### ①日本有償事業実施地区追跡調査（1989年度）

この調査は、1988年に我が国からRWS Dに派遣された水道行政専門家が、1985年頃から実際に稼働が始まった有償事業対象地区の現況調査を実施したものである。本事業は多様な規模、形態の地方集落を対象とし、完成施設は大半が地区のLCCDにより運営されていた。調査時点稼働を確認できた26地区の給水施設は、すでに各戸給水が導入され、LCCDの料金徴収による水道運営の形態をとっていた。しかし、いずれの地区も流量計はないため、使用量は運転状況、料金収入等からの推算である。次表に結果を示す。

表-5.2 有償事業対象地区使用量調査（1989年）

一人一日使用量 範囲（ℓ/日）	10～20	21～30	31～45	46以上
対象地区数	7	6	4	6

上表で使用量が46ℓ/日を超える地区には、使用量が大きくなる海岸平野の3地区や地方拠点都市が1地区含まれているため、それら4地区を除くと、各戸配管形態の集落でも62%が30ℓ/人/日以下の給水量であった。なお上記調査には無償事業対象地区の数サイトも含んだが、各戸配管がなく公共水栓のみの3地区では、すべて使用量は10～25ℓ/人/日であった。

②今回現地調査結果

本事業の11対象地区の現在の消費量調査結果を次表に示す。

表-5.3 本事業11地区使用量調査

一人一日使用量 範囲 (ℓ/日)	10 ~ 20	21 ~ 30	31 ~ 40	41以上
対象地区数	3	4	3	1
地区名	K. B. Hajaj Al Husha Al Usfyn	I. Qasim Al Jabub A. Yaman Mallaheeth	M. Najr Al Ghudu B. Sultan	Bani Afif

有償事業対象地区と比較すると、今回対象地区はいずれも前者の10倍以上もの高価な買水で生活用水をまかなっているが、傾向的にはまったく同様な水消費パターンを形成している。これはとりもなおさず全国的に現時点の山地集落における絶対的に必要な消費量は、大体30ℓ/人/日が基準となっていることを示唆するものと受けとめられる。これが調査期間の新旧の違いによるためでないことは、今回の現地調査の中で、先行事業検証地区アル・ラジャム（本地区もすでに各戸配管が普及している）では、現在の平均的使用量が約20ℓ/人/日であることから了解される。

以上の調査結果を検討して、本計画の給水システムは将来の各戸配管までを基本的に想定するが、給水原単位としては基本必要量の30ℓ/人/日を採用することを提案する。しかしながら、都市から至近距離にある No. 2: Mahalat Najrおよびティハマ海岸平野の熱帯性機構の影響を受けるNo. 11: Aflah Al Yaman とNo. 14: Al Mallaheethに対しては40ℓ/人/日とするのが適切である。

### 5.2.6 計画給水量

施設計画策定のため、給水原単位を基準として、以下のような給水量の種類を定義する。

①計画一日平均給水量

各対象地区の目標年次における計画給水量で、次式で計算する。

$$(\text{計画目標年次人口}) \times (\text{給水原単位})$$

②時間最大給水量

本計画による「日」側の配水管布設は地区構成集落全体を網羅するものではないが、管材料の機材供与により「イ」側で施工する配水管の延長、さらに受益者住民負担により実施される将来の各戸給水のための給水管の布設を考慮し、適切な配水管の管径を決定するために、時間最大給水量の要素が必要となってくるが、RWS Dには適切な基準



が設定されていないため、日本の小規模給水施設を対象とする簡易水道基準を参照し、以下のように定めた。現在、「イ」国の山地集落における水消費パターンは、一日24時間内で消費が集中する時間は約10時間であるが、将来各戸配管が普及した場合には、一般的な消費パターンに漸次移行すると想定されるので、同規模の給水対象人口に対する、実績のある基準を参照としたものである。

$$\text{(時間最大給水量)} = \left\{ \left( \text{一日平均給水量} \right) \times 1.5 \times \left( \text{各集落人口数別時間最大比} \right) \right\} \\ + 24 \text{ 時間}$$

#### 5.2.7 先行事業との対比

上記のように定められた給水諸単元を先行事業と対比させたものが表-5.4である。本表には、施設計画の特色もあわせて対比、提示した。

表-5.4 給水計画諸元比較

計画諸元	OECF有償プロジェクト	社会開発調査(1979/80)	無償第IV～VI期基本調査(1985/86)	今回の設計
1. 給水人口	1975年の中央企画庁によるサンプリング調査を参考に各地区聞き込み調査を主体に決定。 増加率：地方集落 3% 都市 6%	1981年CIBDAによる人口調査と各地区聞き込み調査を参考に推定。 増加率：大規模集落 6% 中 “ 3% 小 “ 2.5%	1981. 1986年 CP0人口統計を参考に推定。 増加率：山岳部 1.7% 平野部 2.9%	1981～1986年 CP0人口統計、1982/83 UN人口動向調査、RWSO施設基準(1975年人口調査準拠)等を参考として推定。 増加率：山岳集落 2.55%
2. 計画目標年	15～20年後	15年後	20年後	15年後
3. 給水源単位	村落：45ℓ/d/c 都市：70ℓ/d/c (ただし家畜用水含む)	村落：40ℓ/d/c 都市：70ℓ/d/c (家畜用水を別途加算)	同左 (家畜用水は含まず)	30～40ℓ/d/c (現地調査による対象地区自然環境、給水事情、規模等により決定)
4. 計画給水量	平均給水量 = (給水源単位) × (計画年次人口) 日最大給水量 = (平均給水量) × 1.5	平均給水量 (同左) 時間最大給水量 = (10時間平均給水量) / 10時間 × 1.5	平均給水量 (同左) 時間最大給水量 (有償に同じ)	平均給水量 (同左) 時間最大給水量 (1979/80社会調査に同じ)
5. 給水時間	とくに基準なし	10時間	24時間	24時間給水を想定しての設計。
6. 水源および取水ポンプ	深井戸 (水中モーター・ポンプ:SP) 浅井戸 (ボアホール・ポンプ:BP)	深井戸 (水中モーター・ポンプ:SP)	有償に同じ { 揚程: 200m以上SP } 200m以下BP	深井戸 (水中モーター・ポンプ及びボアホール・ポンプ)
7. 配水槽	鉄パネルタンク 容量：計画平均給水量の12時間分	同左 容量：(時間最大 × 3時間) + 非常予備用	同左 容量：1日最大給水量or 1日最大の数時間分	同左 容量：平均的水消費パターン曲線分析による必要貯水量 + 予備水量
8. 管路	水道用亜鉛メッキ鋼管 管径計算： $\sqrt{\frac{Q}{v}}$ 式	同左および配管用炭素鋼管 同左	同左	同左
9. 給システム	当初は井戸元給水型を基本としたが、のちに改良型とし、配水槽は村落居住区内に位置させることとした。末端は公共水栓。	井戸元給水を基本とする。末端は公共水栓。ただし、無償としての実施時には一部で改良型を採用。	改良型システムを基本とし、都市部で主配管網を整備する。	改良型システムを基本とし、配水管布設は配水槽に近接する集落に限定。末端には公共水栓および給水車用水栓を用意する。

## 5.3 施設計画

### 5.3.1 水源施設

#### (1) 水源井の検討

計画対象地区について現地調査、地下水探査及び既存井戸資料の分析により水源井を検討した。水理地質的検討の詳細は第3節と、添付資料に記載したが、各地区の水源の種類と井戸深度・帯水層・計画揚水量・可能揚水量を表-5.5に整理した。

既設井が利用可能で本計画で水源開発を必要としない地区は、地区番号No.9、No.12の2地区のみである。既設井と新設井の併用地区は、No.4、No.7、No.11、No.14の4地区、そして新設井に頼らなければならない地区は、No.1、No.2、No.3、No.5、No.6の5地区である。特に、給水対象人口の多いNo.6 Al Usfynでは3井の新設井戸を必要としている。

全体的水源井の検討では、本計画において利用可能な既設井は実施対象地区で4井（その他計画地区を含めると6井）、そして本計画で新設が必要とされる井戸は同8井（同11井）である。

#### (2) 揚水量

表-5.5に整理した各地区の揚水量は、既設井の揚水試験結果及び帯水層の水理地質条件を基準にして算定した。可能揚水量は井戸1井当たりが安定的に揚水できる推定最大日量（24時間）であり、計画取水量は揚水施設の稼働時間を現在同国における標準的な日中最長時間である10時間を基準とし、各地区の給水計画要求水量により、それぞれ設定された水量で、最長運転時間はNo.6 Al Usfynの17時間である。

1井あたり可能揚水量は各地区の水理地質・帯水層により変化するが、計画対象地域では200～1,090 m<sup>3</sup>/日であり、計画揚水量は83～454 m<sup>3</sup>/日である。給水計画における地方住民の1人あたり給水量を30ℓ/日と仮定すれば、深井戸1井当たり約2,700～15,000人の給水が満たせる量となり地下水賦存量は地区の水理地質的状况により著しい変化を見せる。

#### (3) 井戸構造

新設井の検討として、各対象地区において電気探査を実施し、既存井戸資料も含めて水理地質的・地球物理的両面から井戸掘さく位置・井戸深度・井戸口径・帯水層の位

置等を予測し井戸構造の決定を行なった。また、既存井戸の揚水試験の解析による取水量の予測・ポンプ容量や構造を考慮して井戸口径を選定した。更に、開発帯水層の予測を電気探査による地殻比抵抗値の解析・既存地質柱状図等の結果を総合して、井戸深度・スクリーン長を決定した。

表-5.5 計画対象地区水源井の検討

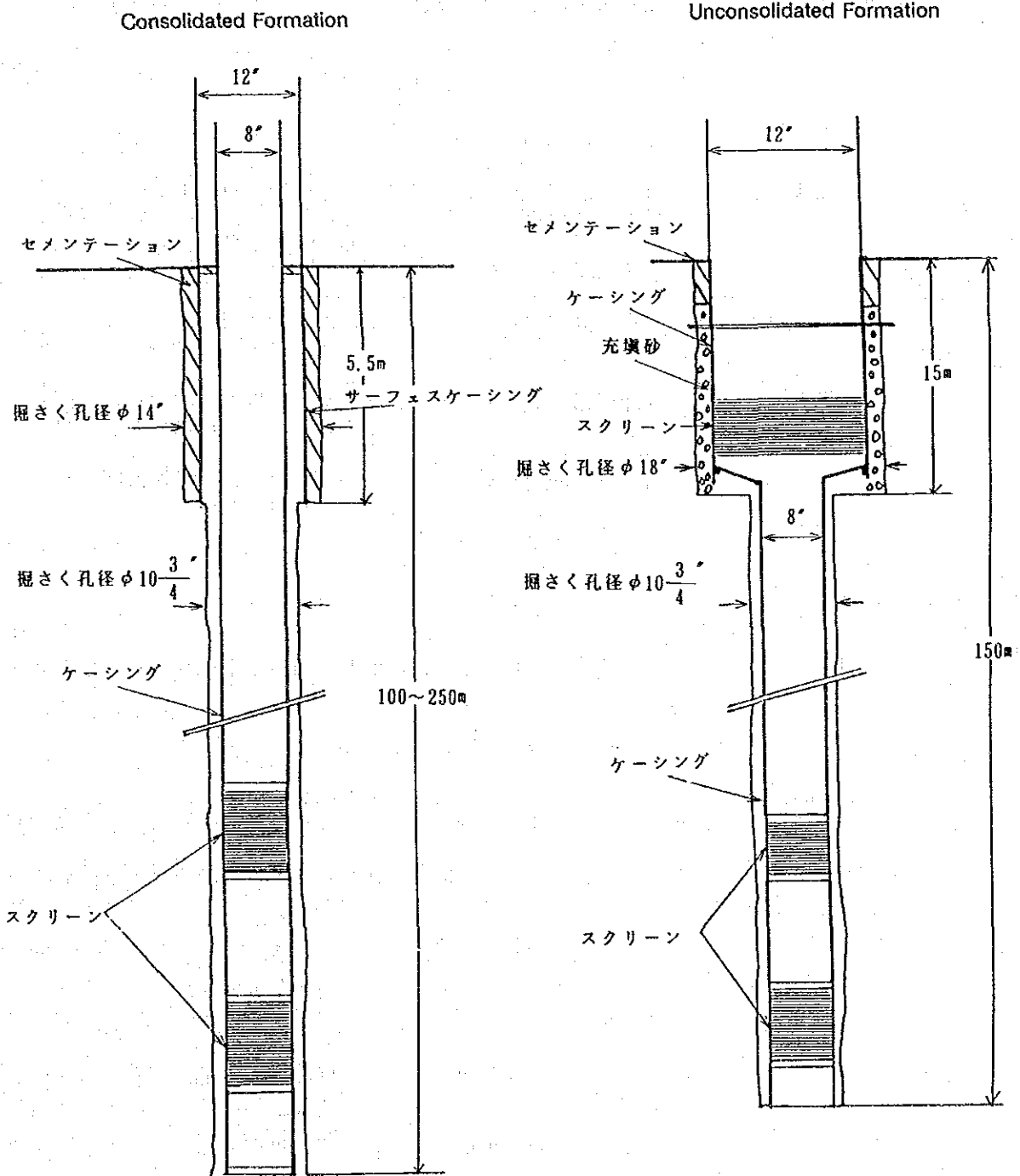
区分	地区番号	地区名	水源の種類と井戸深度(m)	帯水層	計画揚水量 m <sup>3</sup> /日	可能揚水量 m <sup>3</sup> /日
実施対象地区	No.14	Al Mallaheeth	①既設 75m ②新設 130m	先カンブリア紀 片岩類	80 107	210 500
	No.1	Iyal Qasim	①新設 200m	ジュラ紀石灰岩	76	270
	No.6	Al Usfyn	①~③ 新設 150m	沖積層 イエメン火山岩	415/井	576/井
	No.11	Aflah Al Yaman	①既設 148m ②新設 150m	先カンブリア紀 花崗片麻岩	134 129	450 450
	No.9	Al Ghudu	①既設 200m	ジュラ紀石灰岩	78	720
計画地区	No.3	Khamis Bani Hajaj	①新設 220m	ジュラ紀石灰岩	300	720
	No.5	Al Husha	①~② 新設 200m	第三紀イエメン 火山岩類	175/井	290/井
	No.12	Bait Al Sultan	①既設 102m	白亜紀砂岩	158	510
	No.4	Bani Afif	①既設 156m ②既設 270m ③新設 150m	第三紀イエメン 火山岩類	108 106 106	1,090 351 400
	No.7	Al Jabub	①既設 225m ②新設 200m	第三紀イエメン 火山岩類	50 50	220 220
	No.2	Mahalat Najr	①新設 100m	第四紀火山岩	117	720
合計			既設6井・新設11井			

井戸口径については、揚水量と揚程によって決定されるポンプ胴体の直径によって、φ8インチ(200mm)が適切と判断される。また、井戸深度については表-5.6(下表)に整理した通り、帯水層は先カンブリア紀の花崗片麻岩・片岩類、ジュラ紀の石灰岩、白亜紀の砂岩、第三紀や第四紀の火山岩と地域により多種多様な岩石に発達する裂か水であり、それらの水理地質条件の解析作業により100~250mと評価した。ただし、ワジに沖積層の砂礫が厚く堆積すると想定されるNo.6:Al Usfynでは、これらの半被圧地下水を取水するため上部15mをφ12インチ(300mm)とし、下部の硬岩については他の硬岩対象のさく井口径と同様にφ8インチ(200mm)とするような井戸構造を提案する。以下に計画対象地区の井戸構造の検討結果を表-5.6に、井戸構造の概略図を図-5.1に示す。

表-5.6 計画対象地区の井戸構造の検討

対象地区	井戸口径	井戸深度	平均スクリーン長さ
No.6 Al Usfyn	φ12"(300mm) φ8"(200mm)	15m 150m	5m 25m
それ以外の10地区	φ8"(200mm)	100m~250m	30m

図-5.1 深井戸構造図



### 5.3.2 揚水施設

#### (1) 揚水機の選定

本計画の深井戸揚水機は、「ディーゼル・エンジン駆動／ボア・ホール型堅軸水中ポンプ」と「ディーゼル発電機駆動／水中モータ・ポンプ」の両タイプを採用する。両タイプの特徴を対比すると以下の通りである。

表-5.7 深井戸ポンプの種類

	水中モータ・ポンプ	ボア・ホール・ポンプ
構造	水中堅型電動モータとポンプの一体構造。地上電源（発電機）から動力ケーブルを通じ電力運転する。	地上に動力機、水中にポンプを設置し、両者を接続する回転軸により動力伝達する。
動力源	電力（発電機）	エンジンを動力とする機械的動力伝達または電力。
容量 性能	高速回転、高揚程ポンプが可能。	堅軸の構造上、高速回転は無理なため、高揚程は困難。
	揚水に異物（砂等）が多い場合、過負荷運転となりモータ焼損事故につながる。	機械的構造だけであるので異物に比較的強い。

「イ」国では、電力事情の関係もあって、エンジン駆動ボア・ホール・ポンプの普及が圧倒的である。維持管理も比較的容易に行われているので、特に高揚程を必要とする地区以外は、基本的にはエンジン駆動ボア・ホール・ポンプの採用が現状好ましい。本計画では揚程200m以下の揚水施設に本機を採用するものとする。

一方、本計画では給水計画上、深井戸水源地と山岳高地集落の比高差が大であるため、深井戸からの揚水を一時的に送水槽に貯水して送水ポンプにより圧送する地区が大半である（11地区中9地区）。この送水ポンプは深井戸ポンプ室内に併置する計画となるが、送水ポンプの運転には発電機を採用することが適切であるため（これについては第5.3.3項参照）、この場合、発電機1台を兼用として深井戸ポンプと送水ポンプ両機を運転する計画の方が維持管理上も適切であると判断される。したがって、配水槽まで深井戸ポンプで直送できる地区に対してはエンジン駆動ボア・ホール型を採用し、深井戸ポンプ室の送水ポンプにて圧送する必要がある地区では発電機駆動の水中モータ・ポンプを採用する計画の2システムを含む計画とする（この2システムの模式図と採用地区名を添付資料IV-cに示す）。

なお、このようなシステム採用によりスペア・パーツには十分な配慮が必要で、先行

事業第Ⅳ～Ⅵ期にて、水中モータ・ポンプ用に焼損事故対策として水中モータの予備品を納入しているが、同様な配慮が必要である。

## (2) 揚水機の制御

地方水道における維持管理の現状を考慮すると、複雑なコントロール・システムの採用は故障時に問題が起きる可能性が高いので、本計画では下記のような最低限必要と思われる制御だけを取り入れるのが適切である。

### ① 深井戸低水位制御

過大揚水による深井戸の水位降下は、深井戸保守やポンプ故障、モータ焼損を引き起こす原因となるため避ける必要があり、両タイプの深井戸ポンプに対し以下のような措置を講じる必要がある。

#### a. ボア・ホール型

ポンプと一緒に水位測定用細管を設置し、操作員が毎日運転開始前静水位測定をするとともに、運転水位も随時測定し、水量と水位の関係を把握するよう奨励する。必要な簡易水位測定装置は本計画内で各対象地区に設置する。

#### b. 水中モータ・ポンプ

本機では電力が利用できるため、配電盤に低水位で自動運転停止する制御回路を組み込むものとする。ただし水位回復による自動運転開始回路は含まないこととする。低水位自動運転停止が可能な場合でも、操作員による水位測定は基本的な保守作業として実施することを義務づける。

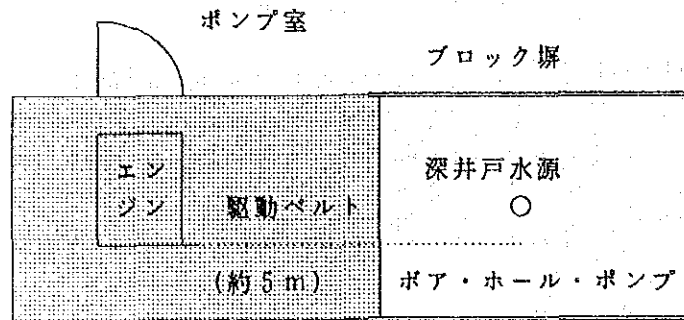
### ② 配水槽満水警報

同国の配水槽の構造は、満水になってもポンプが送水を続けるとオーバーフロー管を通過して余剰水が排水されるよう開放になっており、満水になるとポンプが自動停止する制御システムは地方水道では採用されていない。したがって、操作員は日常の経験により水槽が満水になる運転時間を心得て適当な時間が経過するとポンプを停止し、貴重な水を無駄に排水しないよう心がける習慣となっている。

本計画では、このような運転方法を改善する一案として、水槽が満水となりオーバーフローし始めると送水管内の動水圧が高くなる現象を利用して、この管内圧変化を検知して警報音を発し操作員に満水状態を知らせる簡易な制御装置を採用することとする。

### (3) 取水ポンプ室

深井戸ポンプ室は送水ポンプ室と異なり、深井戸ポンプや井戸自体の故障が起きた場合、深井戸に対し大型クレーン車やトラック搭載のさく井機による作業が必要となるから、井戸をポンプ室内に収容するのは得策ではない。地元でよく見かける深井戸ポンプ室は、井戸は屋外露天におかれ、ポンプ室は井戸に向かいあう壁面を開放にした下図のような構造が普通である。



本計画に編入する既存深井戸水源で、現在稼働しているAl Ghudu地区はこのような構造で、造りも粗製であるため、本計画では旧ポンプ室を撤去し、新設する必要がある。一方、Al Mallaheethの既存水源はポンプ室内に井戸が収容されており、ポンプ修理は井戸の直上の天窗を開放して引き上げる構造となっている。同施設はコンクリート製水槽を付属しており、堅固な造りとなっているのでそのまま本計画に採用する。

一方、本事業の新設深井戸ポンプ室は、このような状況を考慮して、井戸部分にキーストン・プレート鋼材によるプレハブ製の井戸囲いを被せ、ポンプ室本体の床面と壁面にボルト締めで固定し、井戸作業が必要な場合はそっくり取り外しが可能な構造とする。ポンプ室本体の屋根と柱は鉄筋コンクリート、壁面は鉄筋コンクリート・ブロック造りとし、外壁はモルタル吹付け塗装により仕上げる（添付基本設計図参照）。

## 5.3.3 送水施設

### (1) 送水ポンプの種類

深井戸ポンプが縦軸により駆動される縦型ポンプであるのに対し、送水ポンプは水平軸により動力機と直結される横型ポンプである。本計画は大半の地区で、ワジ低平地深井戸水源と山頂最終配水槽位置の比高差がきわめて大きいので、送水ポンプの必要水頭圧は大半の地区で200mを超え、高速回転、高揚程ポンプを採用しなければならない。



高揚程の横型ポンプは通常回転数の高い2極の電動機を直結して運転する。揚程が100m程度の通常のポンプには4極のモータを使用し、回転数は毎分1,500～1,800回転であるが、2極ではその2倍の回転数となる。このため、ポンプの安定した持続的な運転のためには、一定の回転数を持続できる駆動装置として電動機が推奨される。したがって、送水ポンプには電力供給のため発電機が必需品となる。

一般産業用エンジンでは要求される高速回転の安定した供給がむずかしいため、本計画では通常の形態として、「高揚程ポンプ+2極電動機+発電機」の組み合わせを採用するのが適切と判断される。

## (2) 送水ポンプ制御装置

送水ポンプの制御方式の基本方針は、深井戸ポンプの場合と同様で最低必要と考えられる自動制御に止める。下記の通りとする。

### ①送水槽低水位自動停止

送水ポンプの保護のためには、水槽水位の低下によりポンプが空運転しないよう、低水位の自動検知によるポンプ自動停止を組み込む必要がある。しかし、深井戸ポンプの場合と同様に、水位復帰による自動運転開始回路は不要である。

### ②配水槽満水警報装置

送水の到着先水槽の満水状況を操作員に警告する簡単な圧力検知方式の装置を付属する。

## (3) 送水ポンプ室

構造、仕上げ方法については、井戸囲いが無い部分をのぞいて、取水ポンプ室と全く変わらない。送水ポンプを深井戸水源取水ポンプ場に設置する必要がある地区では、ポンプ室が兼用となり、発電機1台で深井戸ポンプと送水ポンプを運転する。したがって、後者の場合は電動機直結送水ポンプ据え付け分だけポンプ室面積が多少増加する。

### 5.3.4 管路設備

#### (1) 管路の種類

水道施設の管路は機能に応じていろいろな名称がつけられているが、本計画では便宜的に、深井戸から配水槽に送水するための管路を「送水管」、配水槽または送・配水槽から集落給水のために布設される管路をすべて「配水管」と分類する。本計画では以下のような計画となる。

表-5.8 管路の種類

管路種類	使用管種	水頭圧	接合方法
送水管	水道用亜鉛メッキ鋼管	15 kg/cm <sup>2</sup> 以下	ネジ
	圧力配管用炭素鋼管	15 kg/cm <sup>2</sup> 以上	フランジ
配水管	水道用亜鉛メッキ鋼管		ネジ

対象地区はいずれも山岳地帯で、これらの管路は山地傾斜面に布設される露出配管となり、強じんであると同時に柔軟性のある材質であることが要求されるため、鋼管の採用が必要である。管路の風化対策や防錆のため亜鉛メッキを施さなければならない。

水道用鋼管はねじ接続を標準とするが、5.5m定尺もの10本ごとに1ヶ所はフランジまたはユニオン継ぎ手を採用し、部分的な保守点検、修理等が必要な場合は配管の取り外しができる設計とする。それに対し、高水頭に使用される圧力配管はフランジ型とする。圧力配管は主にプラント用配管材料として使用され、通常電気溶接により接続されるが、本計画の送水管路の距離や急傾斜地を含む施工場所を考慮すると、現地溶接はきわめて困難なため、工場溶接フランジ管によるフランジ接続とするのが妥当である。フランジの種類は対応する高水頭に適合する20kg/cm<sup>2</sup>、30kg/cm<sup>2</sup>の溶接フランジを使用する。

#### (2) 管径の決定

本計画の送水・配水管には25～150mmの範囲の管径が採用される。管径の算定には、単位あたりの管内流量に基づいて、次の公式を採用する。

管径 50mm以下： 東京都水道局実験式

65mm以上： ウィリアム・ヘーゼン公式

算定にあたっては、所定流量の管内流速を考慮しなければならない。流速を早く取った場合は、管径を小さく出来るが、管内損失水頭が増大するため、逆にポンプ、動力機などの機器容量が大きくなる。管径に基く配管工事費と対比した機器の設備費や維持費等諸経費計算に関し経済的バランスをとることが出来る流速を「経済流速」と呼ぶが、本計画に使用する150mm以下の配管サイズに対しては0.7～1.0m/秒が推奨流速である。本計画ではさらに以下の要素を考慮して管径を最終決定した。

#### ①送水管

複雑な山岳地形の中の長距離送水管に対しては、水撃作用を防止するため、流速を小さくとる必要がある。このため、経済流速の下限を0.5m/秒程度までさげて、地形の変化に対応することとする。

#### ②配水管

配水管の管径決定には、上記以外に給水圧を考慮しなければならない。本計画では全構成集落まで配水管を布設できないので、将来の全体計画を考慮した上で、末端まで配水管が延長された場合、給水圧が不足しないよう最終配水槽からの配水幹線サイズに配慮する必要がある。本計画では、RWS Dの基準も参照して、約5mの末端給水圧を考慮した。

### (3) その他配管材料

山地における送・配水管路には下記の各種弁類、弁箱を設置する必要がある。特に30kg/cm<sup>2</sup>にまで及ぶ送水管高水頭部分に使用する弁、フランジ等は高圧対応型を選定しなければならない。

①空気弁： 地形の凸部に設置する。

②排水弁： 仕切弁（ゲート弁）を使用し、地形凹部の必要箇所に設置する。

③ポンプ用仕切弁・逆止弁： ポンプは特に高揚程のものが多いため、適切な高圧対応種を選定する。仕切弁は外ネジ型を基本的に採用するものとする。逆止弁は水撃作用防止のため、すべての地区で緩閉型を採用することとする。

### (4) 管路事故対策

#### ①管膨張対策

同国の山岳、丘陵地は地表に堅い岩石が分布しているため、このような地域における水道施設配管は大半が地表に露出する「露出配管」を特徴とする。高地性気候の特色として、日中と夜間の気温差が激しく20℃を超えることも珍しくないため、露出管は常時伸縮を繰り返す、極端な場合には配管の一部にひずみが集中し、破損事故を起こすことがある。この伸縮率は概略100mにつき1cmにも達する。

配管の伸縮を吸収するためには、伸縮継ぎ手を使用する方法があるが、本計画のように複雑な地形に沿って距離の長い管路には施工性の問題があり、特に高圧用の伸縮継ぎ手の種類は有効なものが限られ高価でもあるため大量の使用は実際的ではない。同国ではこの種継ぎ手はいっさい使用されず、配管施工上の配慮によってこの問題を解決している。すなわち、配管は直線的に布設しないで、曲がり箇所を作り、管の膨張を吸収する工夫を施す。またエルボとエルボをつないだ「エルボ返し」を多用するのも膨張による管のねじれを逃がす工夫のひとつである。我が国の先行事業もこのような施工上の工夫を積み重ねてきているが、送水管は特に高圧で圧送する管路部分が多く、破損事故は危険をとまなうことが予想されるため、特別な高圧部に対しては、ボール弁を使用した特殊伸縮継ぎ手を採用している。本計画でも30kg/cm<sup>2</sup>以上の高水頭に対応する送水管部分には必要であると判断される（実施対象地区5サイト中1サイト）。

#### ②水撃作用対策

本計画の送水管は地形の凹凸が激しい山地で管路が長いので、水撃作用（Water Hammer）を起こす可能性が大きい。水撃作用は管路やポンプ設備の破壊事故につながる可能性がある。この防止策としては、下記のような措置を考慮する。

- a. ポンプの逆止弁に緩閉型を使用する。
- b. 送水管の管径を大きめにとり、流速を小さくする。
- c. 送水ポンプのカブリングに慣性モーメントの大きいフライホイールを採用する。先行事業でもこれらを併用し、水撃作用を防ぐのに効果があったと判断される。いずれの対策も通常の管路より経費がかさむ結果を伴うが、今回計画でも十分な検討が必要な要素である。

### 5.3.5 給水装置

本計画では、配水施設に付属する給水装置として、各対象地区に下記の施設を設置する。

#### ①公共水栓

公共水栓は6栓型タイプを標準とし、地区内適所に1ヶ所ないし複数ヶ所設置する。将来配水管が整備され、各戸給水が可能となった場合公共水栓の利用は限定されるため、必要最小限の設置に止める。なお水栓は、地形により給水圧が高い地区が多いため先行事業で採用しているボール弁式耐圧型が推奨される。

#### ②車両給水装置

本計画は配水管の布設範囲が地区内全集落のうち一部に限定されるので、配水管の及ばない集落住民が給水タンク車両により直接給水を受けられるよう、実施対象地区中No

14:Al Mallaheethを除く4地区内の適所に給水塔を設置する計画とする。

### 5.3.6 水槽

#### (1) 水槽の機能

本計画に含まれる水槽の種類には以下のようなタイプがある。

##### ①送水槽

深井戸水源と最終配水槽の間に位置する増圧送水ポンプ用の一時的貯水槽で、付近に配水対象の集落がないため、送水専用の水槽である。本計画では深井戸水源地点の取水ポンプ室の脇に設置する場合が多い。

##### ②送・配水槽

送水ルートの中継増圧ポンプ場に設置する送水ポンプの一時貯水と周辺集落への配水兼用の水槽。

##### ③配水槽

集落への配水専用水槽。自然流下による配水のため地区高所に建設する。

#### (2) 水槽の構造

現地における水槽の標準工法は鉄筋コンクリート構造であるが、全国的に良質な骨材の確保が困難であること（粗骨材はすべて碎石、細骨材はシルト分が多い）及び設置地点は山地頂部のアクセスが悪く施工が困難な場所が多いこと等現地条件を考慮して、我が国の援助では有償資金協力以来、施工性の優れた「組立式鋼板製パネル・タンク」を採用している。有償資金協力で最初に設置された水槽はすでに約10年間継続して使用されているが、問題は生じていない。同タンクは表面に防錆、耐食コーティングを施してあり、ティハマ平野のような海岸地域の熱帯性環境候下にあるものも、この面での問題はない。これらの状況を考慮して、本計画も同構造の水槽を採用するのが適切であると判断される。

パネル・タンクは、現場打ち鉄筋コンクリート構造基礎の上に、1 m角の単位鋼板を特殊パッキンとステンレス製ボルトで接続し、現場で組み立てる構造である。漏水防止の強度的配慮から、高さは最大3 mに定められており、幅と奥行きを1 m単位で自由に選定し容量が決定される。内部支持・補強材は耐食性を考慮したステンレス鋼材を使用する。

### (3) 水槽の容量

#### ①送水槽

送水槽は送水の中継する一時的貯水槽であるから、それぞれの送水量の滞留時間として30分間を基本とし、容量を決定する。ただしポンプ操作に融通をもたせるため、有効20m<sup>3</sup>を最小容量とし、送水量が大きい地区でこの容量を超える場合は、パネル・タンクの標準サイズの中から計算容量以上の最小容量を選定することとする。

本計画では呼称サイズで24m<sup>3</sup>（有効21m<sup>3</sup>）、36m<sup>3</sup>（同33m<sup>3</sup>）及び48m<sup>3</sup>（同44m<sup>3</sup>）を採用する。

#### ②配水槽

配水槽容量は、将来配水管が各構成集落に布設され、各家庭で水を消費する状態を想定して基準を設定する。この場合、水源からの送水量と水消費量の解析による必要貯水量を基本容量とし、機械設備故障時に備えた予備貯水量を加算することが必要である。

各対象地区の水消費の実態は多様であるが、同国の典型的な水消費パターンを現地調査結果に基づいて作成し、添付資料IV-dに示した。本資料に例示するように、基本貯水量は、一日の時間帯における水消費分布に基づく累積消費量曲線及び水源からの送水量累加曲線のグラフ解析により求められる。

緊急時の予備貯水量としては、大人一人一日の最低必要水量を5ℓと仮定し、動力機修理などに要する日数を地区毎の特性を考慮し5～7日見込んで加算した（ただし、子供を含む全人口に対する一日の必要予備水量は5ℓ基準計算値の0.7倍とする）。各地区の配水槽容量算定内容は添付資料に示す。算定結果、配水槽は48m<sup>3</sup>から180m<sup>3</sup>に及ぶ各種容量が必要である。

一方、送・配水槽の場合は、必要送水量と水槽が受け持つ配水区の人口に対する配水量の和となるので、同様な算定方法に基づく。各地区の送・配水槽容量算定結果は配水槽とまとめて添付資料に示した。

## 5.4 対象地域別機材計画

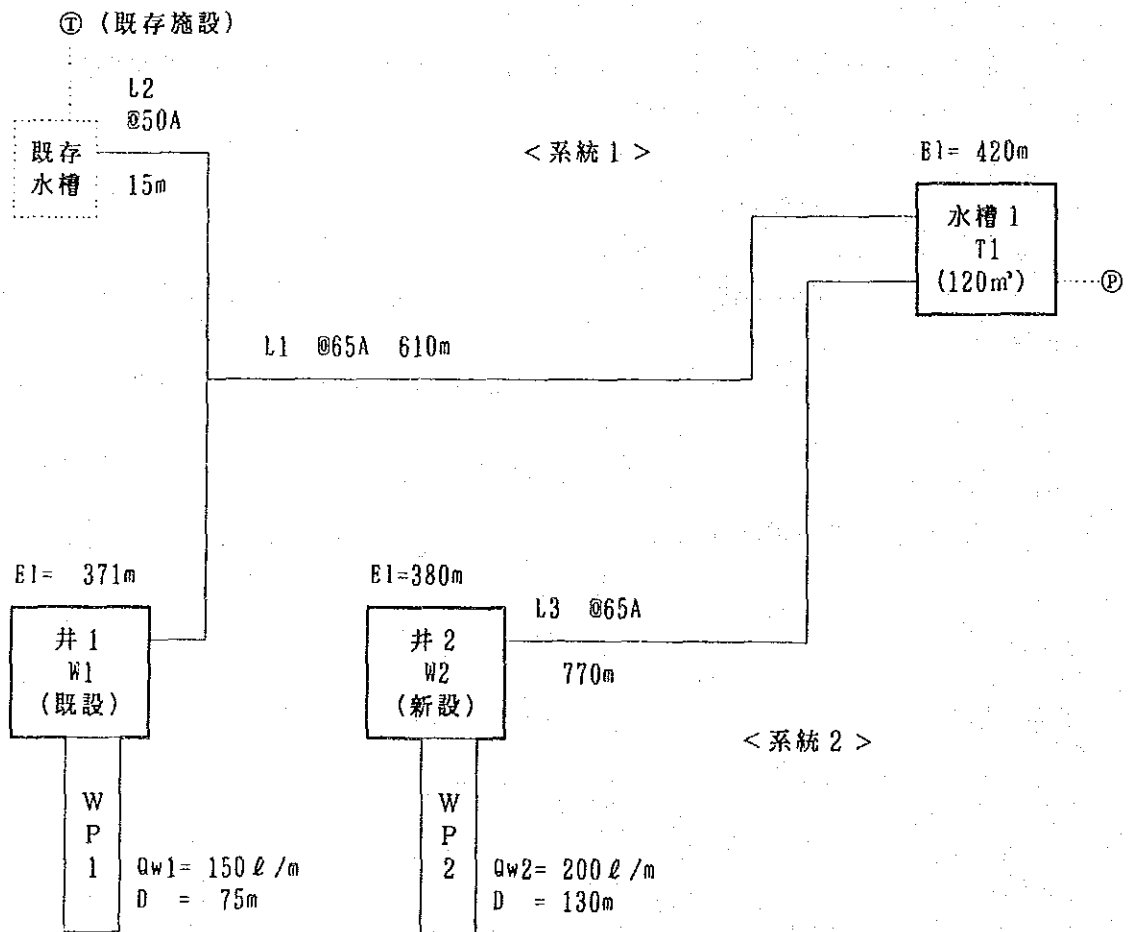
各対象地区の施設資機材内容の詳細を、施設構成模式図と施設資機材一覧表により以下に記載する。これらの施設は、対象地区の水源の状況、自然の地形や居住区の立地条件等により多様な構成となるが、各地区とも低地の安定した水源から高地に位置する対象集落居住区まで計画給水量を送水し、対象集落住民に給水する計画である。山頂の配水槽からは集落体中心地点まで配水管が布設され、その末端に公共水栓と車両給水装置が設置される。また「イ」側施工による配水管延長のための接続口を適所に配置し、容易な接続が可能となるよう配置した。本事業における配水槽の位置と容量は将来配水管を各集落まで延長する場合を配慮した設計内容となっている。地区によって、2～3ヶ所の複数深井戸水源を含むサイトが実施対象5地区のうち3地区あるが（計画11地区の中では6地区）、そのうち同一地区内で給水区を分割し、独立した給水系統を構成するのは2地区であり、一覧表の中でも系統別に施設資機材を記載してある。

模式図及び一覧表に使用する省略記号を以下に示す。

E1	- 施設位置標高 (Elevation),	⊙	- 水道用亜鉛メッキ鋼管
井/W	- 深井戸水源,	⊞	- 圧力用炭素鋼管
WP	- 深井戸揚水ポンプ	L	- 配管長 (m)
QW	- 揚水量 (ℓ/m)	⊕	- 公共水栓
横/P	- 横型送水ポンプ	⊗	- 給水車用給水塔
☆	- 機材・施設兼用	⊠	- バルブ

5.4.1 Al Mallaheeth

番 号	①	地区名	Al Mallaheeth		州名	Sa' dah
					郡名	Al Dhaheer
地区番号	14	給水対象地区人口	総人口 (1991年)	3,180人	計画給水人口 (2006年)	4,600人
水源位置	371m MSL		最終配水槽位置		420m MSL	
	380m MSL					
構成集落数	9	給水対象地区面積	14 kuf	給水人口密度	329 人/kuf	

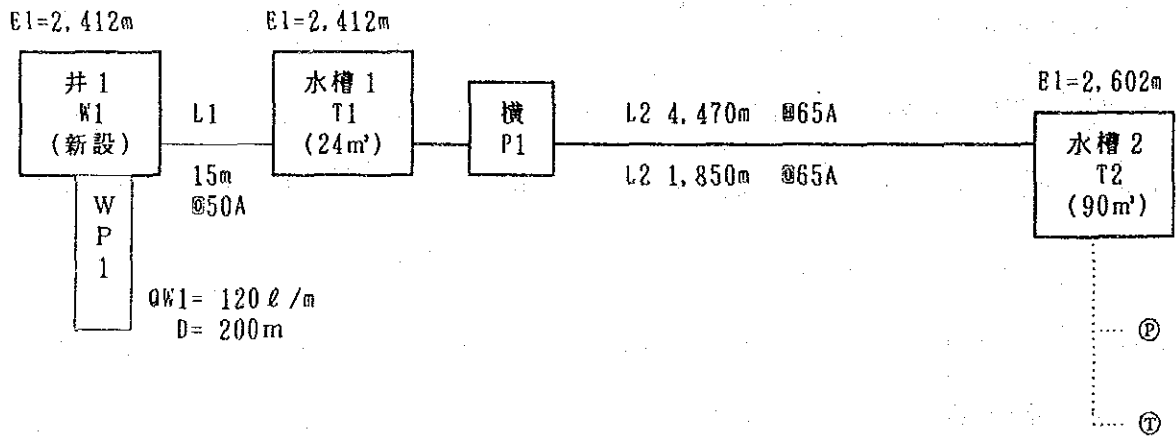




施設名			内容	記号		仕様	数量	備考
系統1	井1	水源	深井戸	W1	既設	深度75m	1基	
		取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP1	新設	エンジン駆動ボールド・ポンプ 150ℓ/m×146m×11.9ps	1台	
			駆動装置		新設	ディーゼルエンジン 24.5ps	1台	
			ポンプ室		既設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
		送水施設	送水管	L1	新設	普通管 65mm	610m	
				L2	新設	普通管 50mm	15m	
系統2	井2	水源	深井戸	W2	新設	8' × 130m	1基	
		取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP2	新設	エンジン駆動ボールド・ポンプ 200ℓ/m×195m×24.5ps	1台	
			駆動装置		新設	ディーゼルエンジン 24.5ps	1台	
			ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
		送水施設	送水管	L3	新設	普通管 65mm	770m	
配水施設	配水槽	T1	新設	120m <sup>3</sup> 地上型	1基			
	配水管		新設	普通管 50~80mm	20m			
			新設	普通管 100mm	2,123m			
給水施設	公共水栓	㊦	新設		1基			

5.4.2 Iyal Qasim

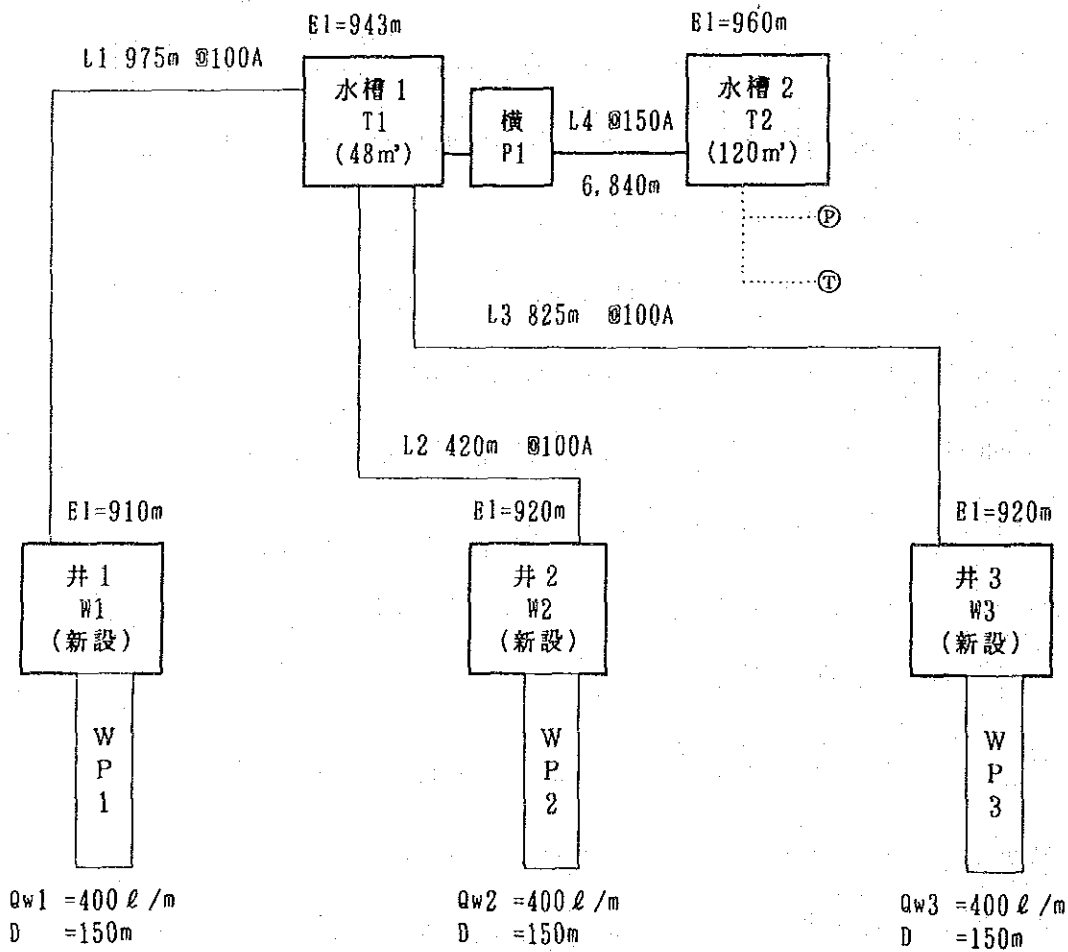
番 号	②	地区名	Iyal Qasim		州名	Sana'a
					郡名	Dhi-bin
地区番号	1	給水対象 地区人口	総人口 (1991年)	1,500人	計画給水人口 (2006年)	2,200人
水源位置	2,412m MSL		最終配水槽位置		2,612m MSL	
構成集落数	9	給水対象地区面積	7.5 km <sup>2</sup>	給水人口密度	293 人/km <sup>2</sup>	



施設名	内容	記号		仕様	数量	備考	
水源	深井戸	W1	新設	8' × 200m	1基		
取水施設	深井戸 揚水ポンプ	WP1	新設	水中モータ・ポンプ 120ℓ/m×184m×7.5kw	1台		
	駆動装置		新設	ディーゼル発電機 70KVA, 400V	1台		
	ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟		
送水施設	送水ポンプ	P1	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 120ℓ/m×298m×18.5kw	1台		
	駆動装置		☆	ディーゼル発電機 70KVA, 400V	兼用	WP1 駆動装置 と兼用	
	ポンプ室		☆	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	兼用	WP1 ポンプ室 と兼用	
	送水槽	T1	新設	24m' 地上型	1基		
	送水管		L1	新設	普通管 50mm	15m	
			L2	新設	高圧管 65mm	4.470m	
				新設	普通管 65mm	1.850m	
配水施設	配水槽	T2	新設	90m' 地上型	1基		
	配水管		新設	普通管 40~80mm	35m		
			新設	普通管 100mm	1.200m		
給水施設	公共水栓	㊦	新設		1基		
	車両給水	㊧	新設		1基		

5.4.3 Al Usfyn

番号	③	地区名	Al Usfyn		州名	Taizz
					郡名	Al Qabaitah
地区番号	6	給水対象	総人口	28,500人	計画給水人口	41,600人
		地区人口	(1991年)		(2006年)	
水源位置	910m MSL		最終配水槽位置		960m MSL	
	920m MSL					
構成集落数	32	給水対象地区面積	160 km <sup>2</sup>	給水人口密度	260 人/km <sup>2</sup>	

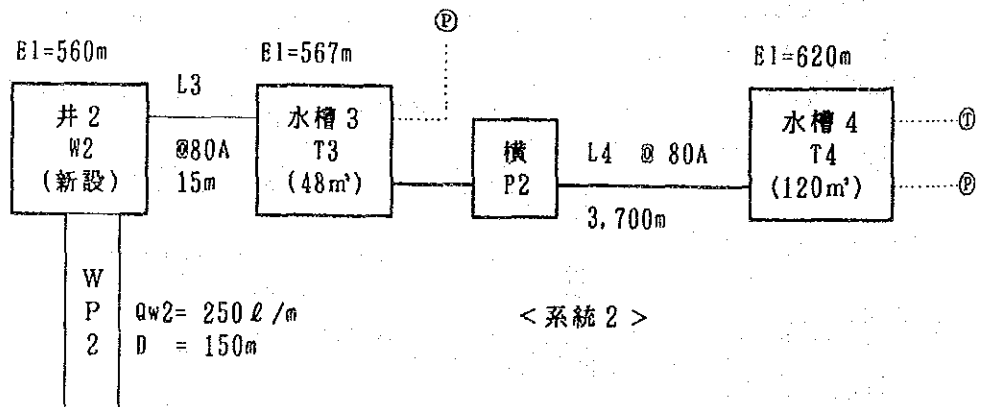
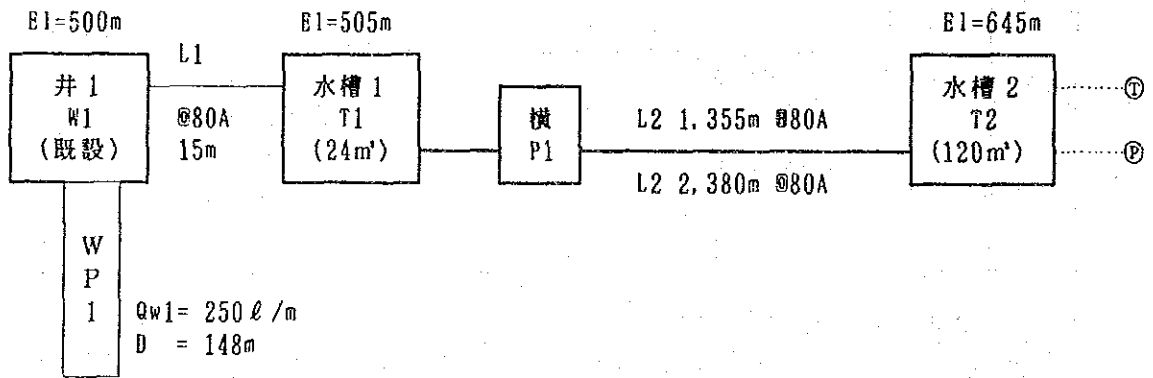


施設名	内容	記号		仕様	数量	備考
井1	水源	深井戸	W1	新設	12" × 0 ~ 15m 8" × 15 ~ 150m	1基
	取水施設	深井戸 揚水ポンプ	WP1	新設	エンジン駆動ボアホール・ポンプ 400ℓ/m×177m×28.1ps	1台
		駆動装置		新設	ディーゼルエンジン 39ps	1台
		ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟
	送水施設	送水管	L1	新設	普通管 100mm	975m
井2	水源	深井戸	W2	新設	12" × 0 ~ 15m 8" × 15 ~ 150m	1基
	取水施設	深井戸 揚水ポンプ	WP2	新設	エンジン駆動ボアホール・ポンプ 400ℓ/m×170m×27.0ps	1台
		駆動装置		新設	ディーゼルエンジン 39ps	1台
		ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟
	送水施設	送水管	L2	新設	普通管100mm	420m
井3	水源	深井戸	W3	新設	12" × 0 ~ 15m 8" × 15 ~ 150m	1基
	取水施設	深井戸 揚水ポンプ	WP3	新設	エンジン駆動ボアホール・ポンプ 400ℓ/m×177m×28.1ps	1台
		駆動装置		新設	ディーゼルエンジン 39ps	1台
		ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟
	送水施設	送水管	L3	新設	普通管100mm	825m
送水施設	送水ポンプ	P1	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 1200ℓ/m×135m×45kw	1台	
	駆動装置		新設	ディーゼル発電機 130KVA, 400V	1台	
	ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
	送水槽	T1	新設	48m <sup>3</sup> 地上型	1基	
	送水管	L4	新設	普通管 150m	6,840m	
配水施設	配水槽	T2	新設	120m <sup>3</sup> 地上型	1基	
	配水管		新設	普通管 40~150mm	30m	
給水施設	公共水栓	㊶	新設		1基	
	車両給水	㊷	新設		1基	

5.4.4 Afiah Al Yaman

番 号	④	地区名	Afiah Al Yaman		州名	Hajjah
					郡名	Afiah Al Yaman
地区番号	11	給水対象	総人口	4,500人	計画給水人口	6,600人
		地区人口	(1991年)		(2006年)	
水源位置	500m MSL		最終配水槽位置		645m MSL	
	560m MSL				620m MSL	
構成集落数	22	給水対象地区面積	7.5 km <sup>2</sup>	給水人口密度	880 人/km <sup>2</sup>	

< 系統 1 >

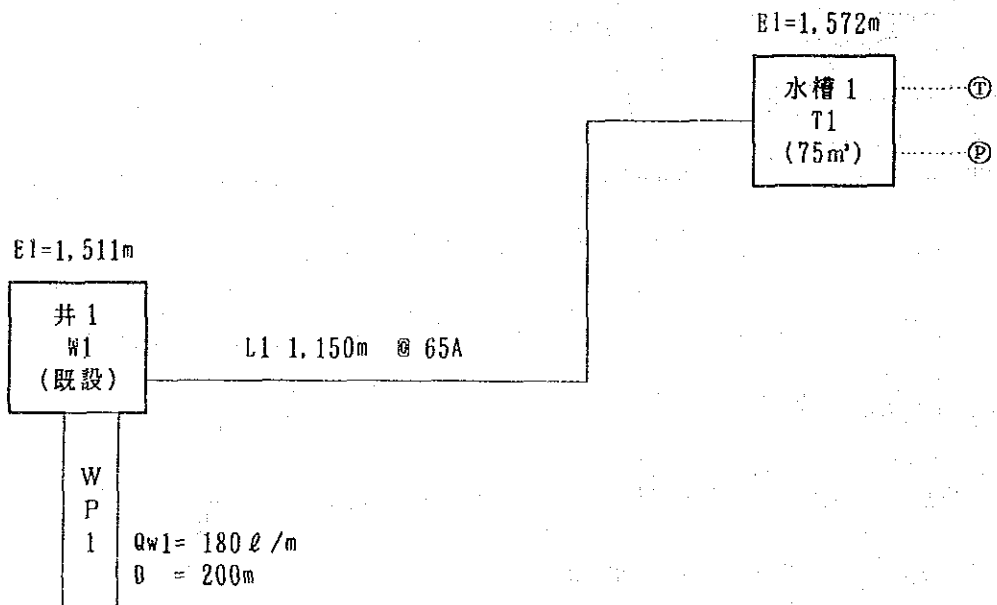


< 系統 2 >

施設名	内容	記号		仕様	数量	備考	
系統1	水源	深井戸	W1	既設	深度148m	1基	
	取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP1	新設	水中モータ・ポンプ 250ℓ/m×138m×11kw	1台	
		駆動装置		新設	ディーゼル発電機 70KVA, 400V	1台	
		ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
	送水施設	送水ポンプ	P1	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 250ℓ/m×205m×18.5kw	1台	
		駆動装置		☆	ディーゼル発電機 70KVA, 400V	兼用	WP1 駆動装置 と兼用
		ポンプ室		☆	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	兼用	WP1 ポンプ室 と兼用
		送水槽	T1	新設	24m <sup>2</sup> 地上型	1基	
		送水管	L1	新設	普通管 80mm	15m	
				新設	高压管 80mm	1,355m	
	配水施設	配水槽	T2	新設	120m <sup>2</sup> 地上型	1基	
			配水管	新設	普通管 40~65mm	25m	
新設				普通管 100mm	670m		
給水施設		公共水栓	㊦	新設		1基	
		車両給水	㊧	新設		1基	
系統2		水源	深井戸	W2	新設	8' × 150m	1基
	取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP2	新設	水中モータ・ポンプ 250ℓ/m×140m×11kw	1台	
		駆動装置		新設	ディーゼル発電機 55KVA, 400V	1台	
		ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
	送水施設	送水ポンプ	P2	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 250ℓ/m×144m×15kw	1台	
		駆動装置		☆	ディーゼル発電機 55KVA, 400V	兼用	WP2 駆動装置 と兼用
		ポンプ室		☆	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	兼用	WP2 ポンプ室 と兼用
		送水槽	T3	新設	48m <sup>2</sup> 地上型	1基	
		送水管	L3	新設	普通管 80mm	15m	
	新設			普通管 80mm	3,700m		
	配水施設	配水槽	T4	新設	120m <sup>2</sup> 地上型	1基	
		配水管	新設	普通管 40~80mm	35m		
			新設	普通管 100mm	672m		
	給水施設	公共水栓	㊦	新設		3基	
車両給水		㊧	新設		2基		

5.4.5 Al Ghudu

番 号	⑤	地区名	Al Ghudu		州名	Marib
					郡名	Sirwah
地区番号	9	給水対象 地区人口	総人口 (1991年)	1,770人	計画給水人口 (2006年)	2,600人
水源位置	1,511m MSL			最終配水槽位置	1,572m MSL	
構成集落数	14	給水対象地区面積	15 km <sup>2</sup>	給水人口密度	173 人/km <sup>2</sup>	

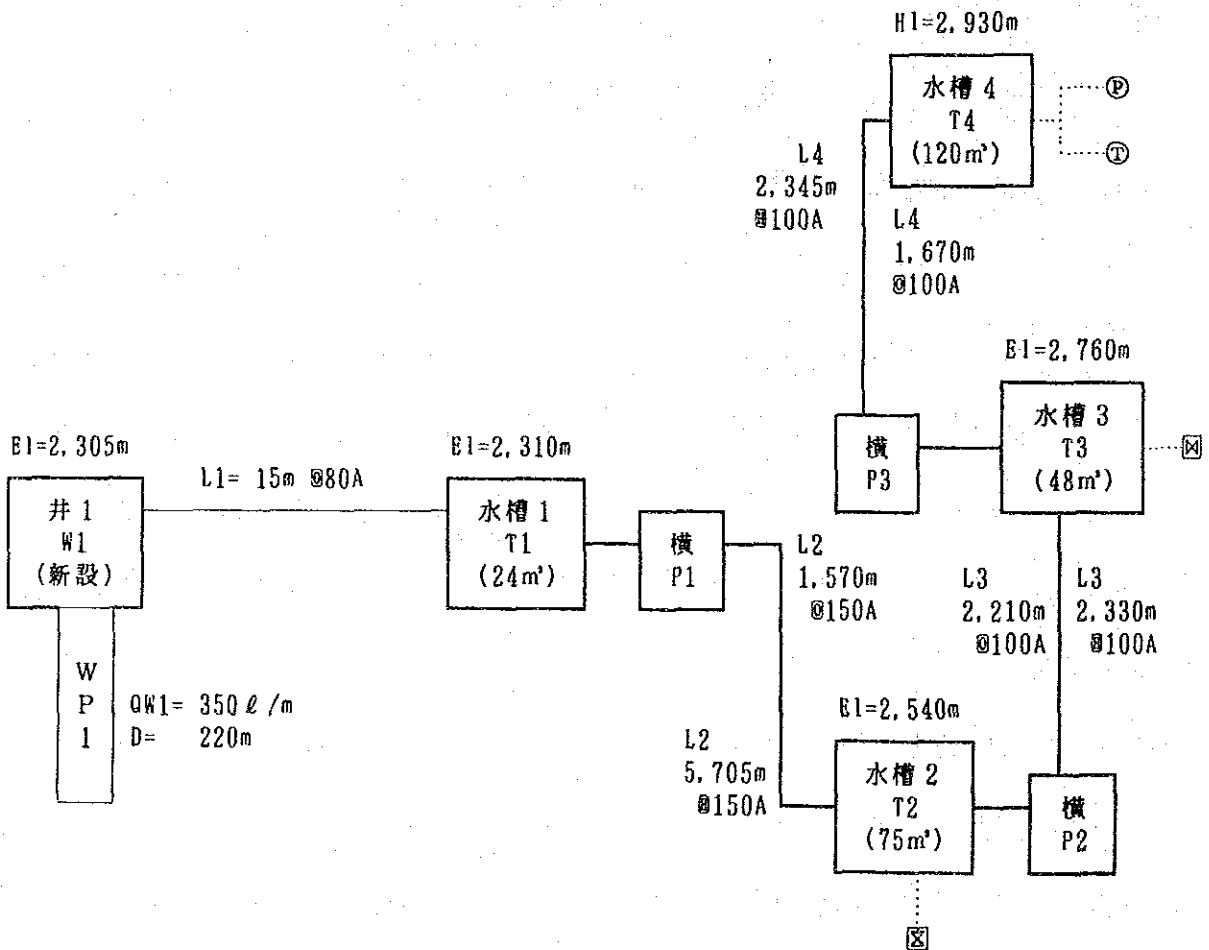




施設名	内容	記号		仕様	数量	備考
水源	深井戸	W1	既設	深度 200m	1基	
取水施設	深井戸 揚水ポンプ	WP1	新設	水中モータ・ポンプ 180ℓ/m×278m×18.5Kw	1台	
	駆動装置		新設	ディーゼル発電機 55KVA, 400V	1台	
	ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
送水施設	送水管	L1	新設	普通管 65mm	1.150m	
配水施設	配水槽	T1	新設	75m <sup>2</sup> 地上型	1基	
	配水管		新設	普通管 40~65mm	25m	
			新設	普通管 100mm	3.000m	
給水施設	公共水栓	㊦	新設		1基	
	車両給水	㊧	新設		1基	

5.4.6 Khamis Bani Hajaj

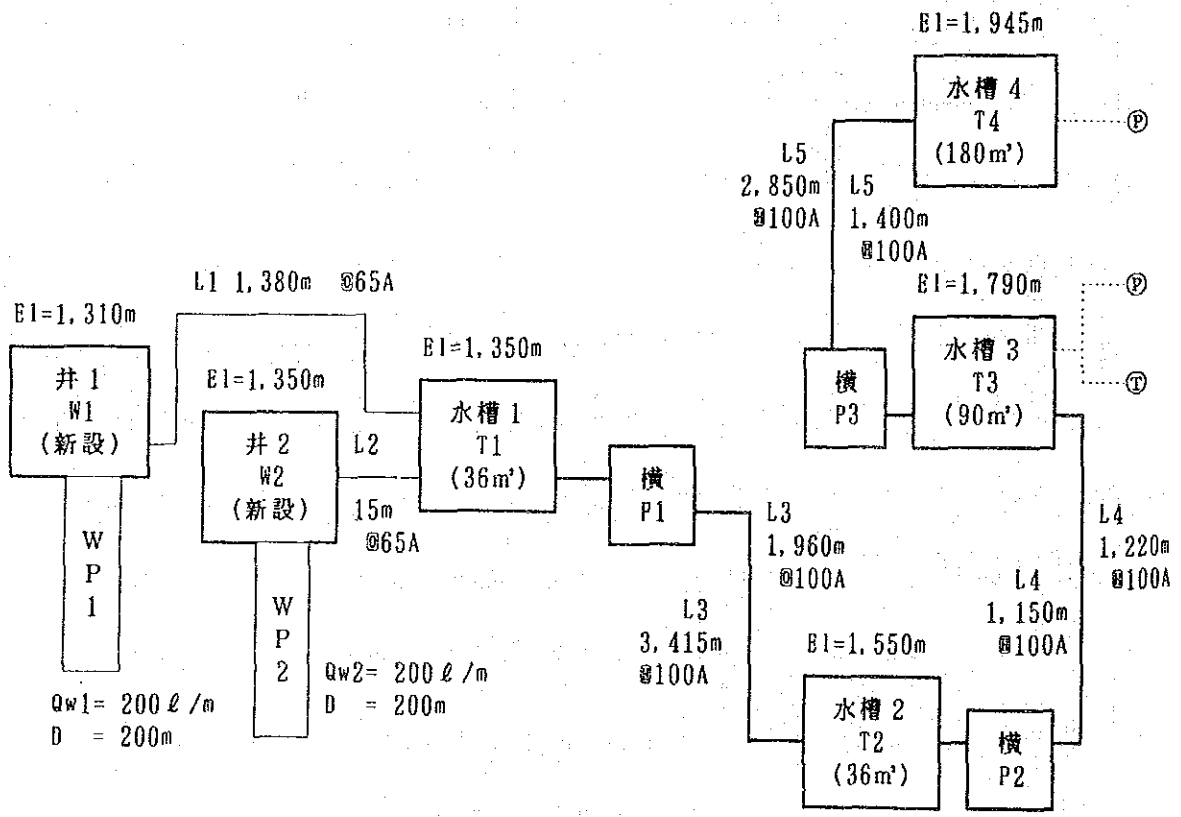
番 号	⑥	地区名	Khamis Bani Hajaj		州名	Sana'a
					郡名	Thila
地区番号	3	給水対象 地区人口	総人口 (1991年)	5,400人	計画給水人口 (2006年)	7,900人
水源位置	2,305m MSL		最終配水槽位置		2,930m MSL	
構成集落数	7	給水対象地区面積	8 km <sup>2</sup>	給水人口密度	988 人/km <sup>2</sup>	



施設名	内容	記号		仕様	数量	備考
水源	深井戸	W1	新設	8' × 220m	1基	
取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP1	新設	水中モータ・ポンプ 350ℓ/m × 206m × 22kw	1台	
	駆動装置		新設	ディーゼルエンジン 150KVA, 400V	1台	
	ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
送水施設	送水ポンプ	P1	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 350ℓ/m × 296m × 37kw	1台	
	駆動装置		☆	ディーゼル発電機 150KVA, 400V	兼用	WP1 駆動装置 と兼用
	ポンプ室		☆	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	兼用	WP1 ポンプ室 と兼用
	送水ポンプ	P2	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 350ℓ/m × 278m × 37kw	1台	
	駆動装置		新設	ディーゼル発電機 100KVA, 400V	1台	
	ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
	送水ポンプ	P3	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 330ℓ/m × 234m × 30kw	1台	
	駆動装置		新設	ディーゼル発電機 100KVA, 400V	1台	
	ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
	送水槽	T1	新設	24m <sup>3</sup> 地上型	1基	
	送水管	L1	新設	普通管 80mm	15m	
		L2	新設	高压管 150mm	5,705m	
			新設	普通管 150mm	1,570m	
		L3	新設	高压管 100mm	2,330m	
			新設	普通管 100mm	2,210m	
L4		新設	高压管 100mm	2,345m		
	新設	普通管 100mm	1,670m			
配水施設	配水槽	T3	新設	48m <sup>3</sup> 地上型	1基	送・配水
		T2	新設	75m <sup>3</sup> 地上型	1基	送・配水
		T4	新設	120m <sup>3</sup> 地上型	1基	
	配水管		新設	普通管 40~50mm	10m	
			新設	普通管 65mm	183m	
			新設	普通管 80mm	450m	
			新設	普通管 100mm	735m	
給水施設	公共水栓	㊸	新設		1基	
	車両給水	㊹	新設		1基	

5.4.7 Al Husha

番号	①	地区名	Al Husha		州名	Taizz	
					郡名	Al Husha	
地区番号	5	給水対象地区人口	総人口	5,000人	計画給水人口	7,300人	
			(1991年)		(2006年)		
水源位置	1.310m MSL		最終配水槽位置		1.945m MSL		
	1.350m MSL						
構成集落数	3地区 (約60村)	給水対象地区面積	30 km <sup>2</sup>	給水人口密度	243 人/km <sup>2</sup>		



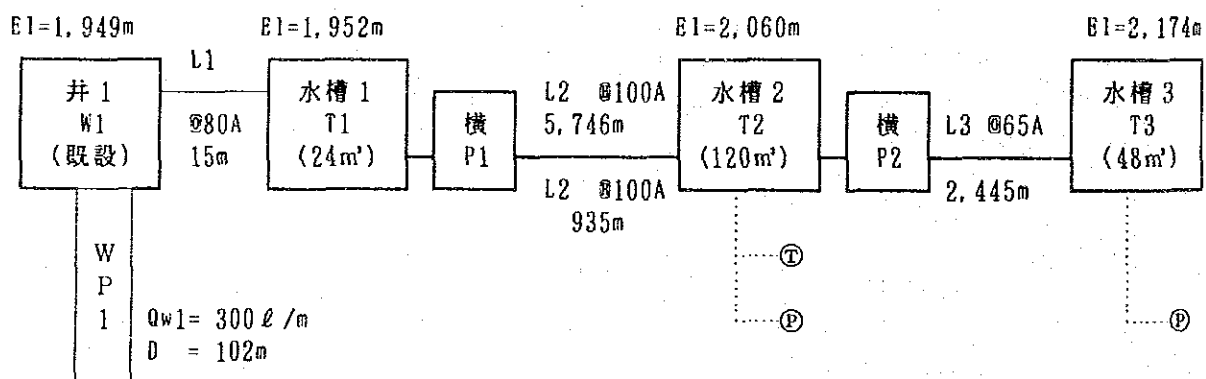
施設名	内容	記号		仕様	数量	備考	
井 1	水源	深井戸	W1	新設	8' × 200m	1基	
	取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP1	新設	水中モータ・ポンプ 200ℓ/m×267m×18.5Kw	1台	
		駆動装置		新設	ディーゼル発電機 55KVA, 400V	1台	
		ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
送水施設	送水管	L1	新設	普通管 65mm	1,380m		
井 2	水源	深井戸	W2	新設	8' × 200m	1基	
	取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP2	新設	水中モータ・ポンプ 200ℓ/m×184m×15kw	1台	
		駆動装置		新設	ディーゼル発電機 130KVA, 400V	1台	
		ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
送水施設	送水管	L2	新設	普通管 65mm	15m		
送水施設	送水ポンプ	P1	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 400ℓ/m×304m×45kw	1台		
	駆動装置		☆	ディーゼル発電機 130KVA, 400V	兼用	WP2 駆動装置 と兼用	
	ポンプ室		☆	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	兼用	WP2 ポンプ室 と兼用	

施設名	内容	記号		仕様	数量	備考
送水施設	送水ポンプ	P2	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 400ℓ/m×305m×45kw	1台	
	駆動装置		新設	ディーゼル発電機 100KVA, 400V	1台	
	ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
	送水ポンプ	P3	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 400ℓ/m×239m×37kw	1台	
	駆動装置		新設	ディーゼル発電機 100KVA, 400V	1台	
	ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
	送水槽	T1.2	新設	36m' 地上型	2基	
	送水管	L3	新設	高圧管 100mm	3,415m	
			新設	普通管 100mm	1,960m	
		L4	新設	高圧管 100mm	1,220m	
新設			普通管 100mm	1,150m		
L5		新設	高圧管 100mm	2,850m		
		新設	普通管 100mm	1,400m		
配水施設	配水槽	T3	新設	90m' 地上型	1基	送・配水
		T4	新設	180m' 地上型	1基	

施 設 名	内 容	記号		仕 様	数 量	備 考
配 水 施 設	配 水 管		新設	普通管 40~65mm	30m	
			新設	普通管 80~100mm	110m	
			新設	普通管 150mm	1.005m	
給 水 施 設	公 共 水 栓	㊸	新設		2 基	
	車 両 給 水	㊹	新設		1 基	

5.4.8 Bait Al Sultan

番 号	⑧	地区名	Bait Al Sultan		州名	Ar Rajam
					郡名	Al Mahweet
地区番号	12	給水対象 地区人口	総人口 (1991年)	3,600人	計画給水人口 (2006年)	5,300人
水源位置	1,949m MSL		最終配水槽位置		2,174m MSL	
構成集落数	11	給水対象地区面積	14 km <sup>2</sup>	給水人口密度	379 人/km <sup>2</sup>	



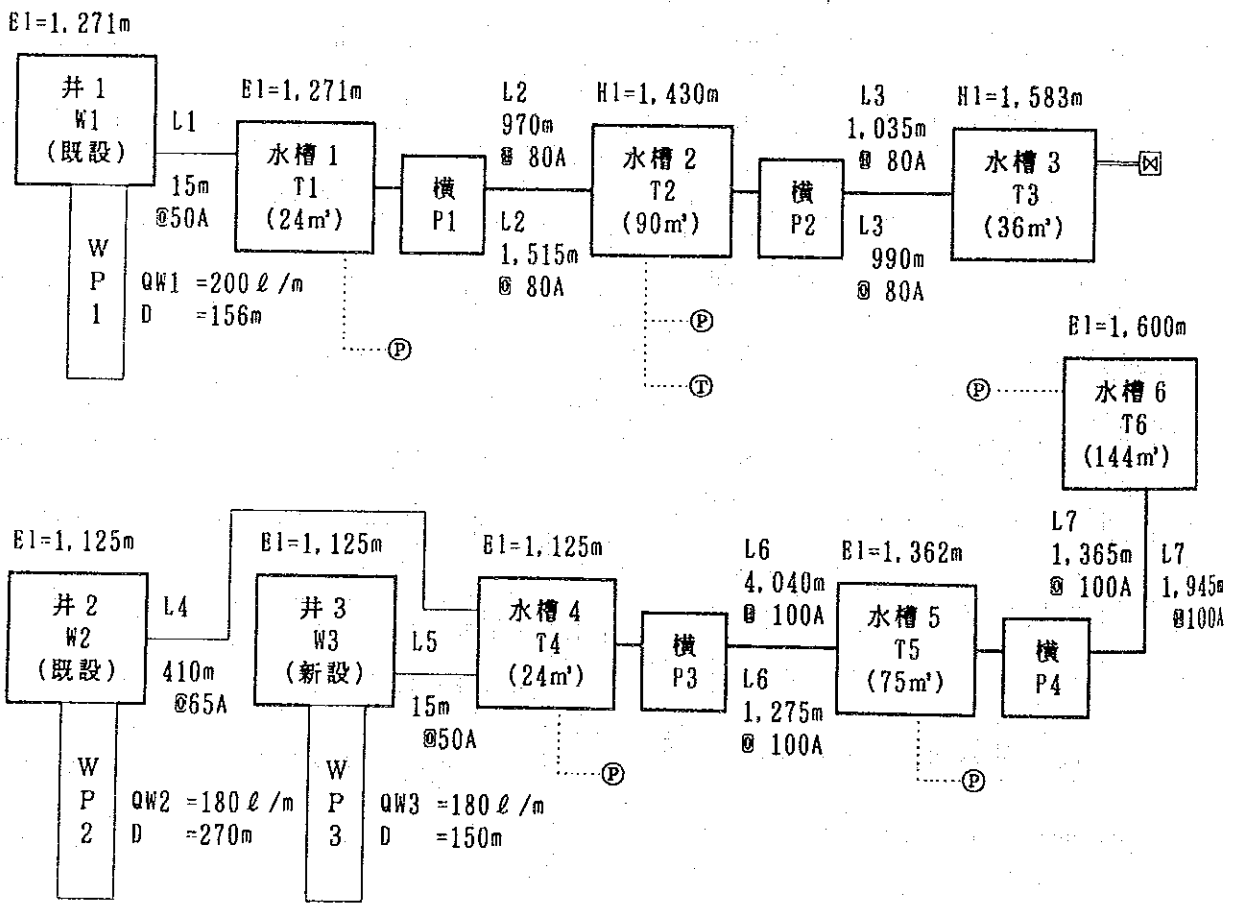


施設名	内容	記号		仕様	数量	備考	
水源	深井戸	W1	既設	深度 102m	1基		
取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP1	新設	水中モータ・ポンプ 300ℓ/m×109m×11kw	1台		
	駆動装置		新設	ディーゼル発電機 70KVA, 400V	1台		
	ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟		
送水施設	送水ポンプ	P1	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 300ℓ/m×184m×18.5kw	1台		
	駆動装置		☆	ディーゼル発電機 70KVA, 400V	兼用	WP1 駆動装置 と兼用	
	ポンプ室		☆	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	兼用	WP1 ポンプ室 と兼用	
	送水槽	T1	新設	24m' 地上型	1基		
	送水ポンプ	P2	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 100ℓ/m×152m×11kw	1台		
	駆動装置		新設	ディーゼル発電機 27KVA, 400V	1台		
	ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟		
	送水管		L1	新設	普通管 80mm	15m	
			L2	新設	高圧管 100mm	5,746m	
				新設	普通管 100mm	935m	
L3			新設	普通管 65mm	2,445m		
配水施設	配水槽	T3	新設	48m' 地上型	1基		
		T2	新設	120m' 地上型	1基		
	配水管		新設	普通管 40~65mm	35m		
			新設	普通管 80mm	354m		
			新設	普通管 100mm	5m		
給水施設	公共水栓	㊦	新設		2基		
	車両給水	㊧	新設		1基		

5.4.9 Bani Afif

番号	⑨	地区名	Bani Afif		州名	Taizz	
					郡名	Turbat Al Mawasit	
地区番号	4	給水対象	総人口	7,300人	計画給水人口	10,700人	
		地区人口	(1991年)		(2006年)		
水源位置	1.271m MSL			最終配水槽位置	1.583m MSL		
	1.125m MSL				1.600m MSL		
構成集落数	9	給水対象地区面積	14 km <sup>2</sup>		給水人口密度	764 人/km <sup>2</sup>	

< 系統 1 >



< 系統 2 >

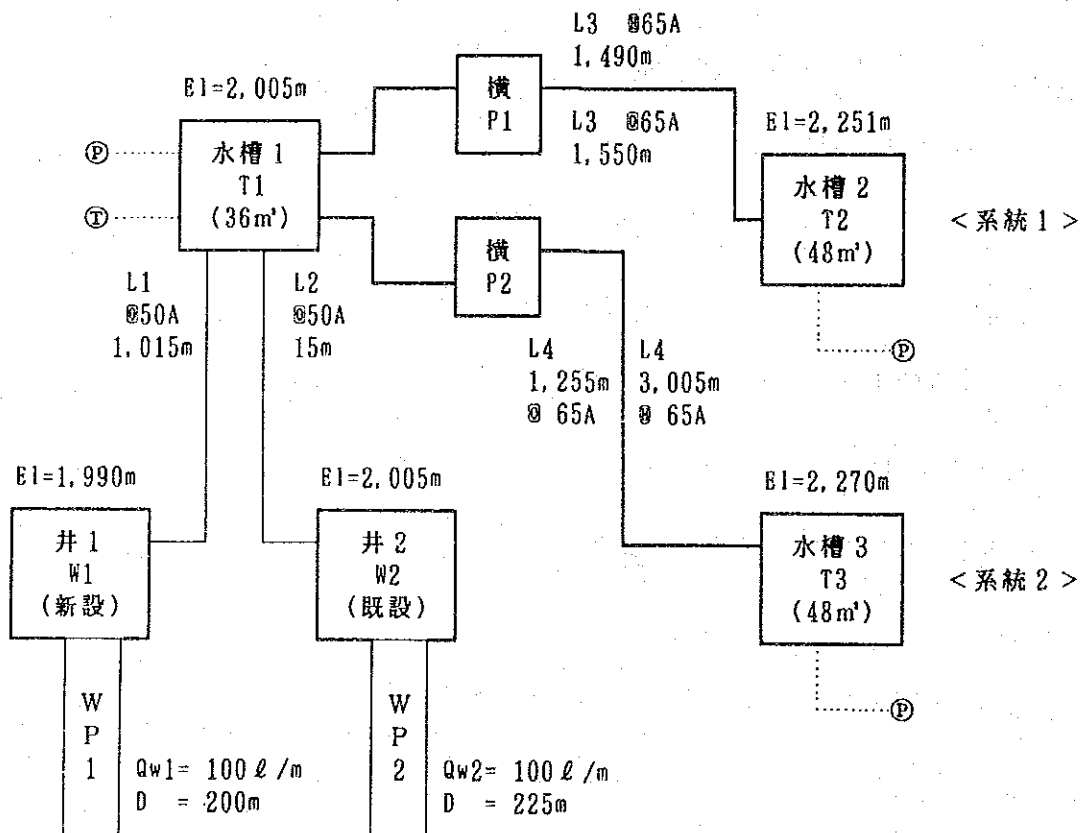
施設名			内容	記号		仕様	数量	備考
系統1	井1	水源	深井戸	W1	既設	深度 156m	1基	
		取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP1	新設	水中モータ・ポンプ 200ℓ/m×145m×11kw	1台	
			駆動装置		新設	ディーゼル発電機 55KVA, 400V	1台	
			ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
	送水施設	送水ポンプ	送水ポンプ	P1	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 200ℓ/m×218m×15kw	1台	
			駆動装置		☆	ディーゼル発電機 55KVA, 400V	兼用	WP1 駆動装置 と兼用
			ポンプ室		☆	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	兼用	WP1 ポンプ室 と兼用
		送水ポンプ	送水ポンプ	P2	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 200ℓ/m×205m×15kw	1台	
			駆動装置		新設	ディーゼル発電機 55KVA, 400V	1台	
			ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
		送水槽	T1	新設	24m <sup>3</sup> 地上型	1基		
		送水管	L1	新設	普通管 50mm	15m		
				新設	高压管 80mm	970m		
			L3	新設	普通管 80mm	1,515m		
				新設	高压管 80mm	1,035m		
				新設	普通管 80mm	990m		
		配水施設	配水槽	T2	新設	90m <sup>3</sup> 地上型	1基	
	T3			新設	36m <sup>3</sup> 地上型	1基		
	配水管		新設	普通管 40~65mm	30m			
			新設	普通管 80mm	930m			
			新設	普通管 100mm	309m			
	給水施設	公共水栓	㊦	新設		2基		
		車両給水	㊦	新設		1基		

施設名			内容	記号		仕様	数量	備考
系統2	井2	水源	深井戸	W2	既設	270m	1基	
		取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP2	新設	水中モータ・ポンプ 180ℓ/m×246m×15kw	1台	
			駆動装置		新設	ディーゼル発電機 55KVA	1台	
			ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
	送水施設	送水管	L4	新設	普通管 65mm	410m		
	井3	水源	深井戸	W3	新設	8' × 150m	1基	
		取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP3	新設	水中モータ・ポンプ 180ℓ/m×149m×11kw	1台	
			駆動装置		新設	ディーゼル発電機 130KVA, 400V	1台	
			ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
	送水施設	送水管	L5	新設	普通管 50mm	15m		
	送水施設	送水ポンプ	P3	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 360ℓ/m×339m×37kw	1台		
		駆動装置		☆	ディーゼル発電機 130KVA, 400V	兼用	WP3 駆動装置 と兼用	
		ポンプ室		☆	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	兼用	WP3 ポンプ室 と兼用	
		送水ポンプ	P4	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 300ℓ/m×289m×30kw	1台		
		駆動装置		新設	ディーゼル発電機 100KVA, 400V	1台		
		ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟		
		送水槽	T4	新設	24m <sup>2</sup> 地上型	1基		
送水管		L6	新設	高圧管 100mm	4,040m			
	新設		普通管 100mm	1,275m				
	L7	新設	高圧管 100mm	1,945m				
		新設	普通管 100mm	1,365m				

施 設 名		内 容	記号		仕 様	数 量	備 考
	配水施設	配 水 槽	T5	新設	75m <sup>2</sup> 地上型	1 基	
			T6	新設	144m <sup>2</sup> 地上型	1 基	
		配 水 管		新設	普通管 50mm	30m	
				新設	普通管 100mm	1.320m	
	給水施設	公 共 水 栓	㊦	新設		3 基	

5.4.10 Al Jabub

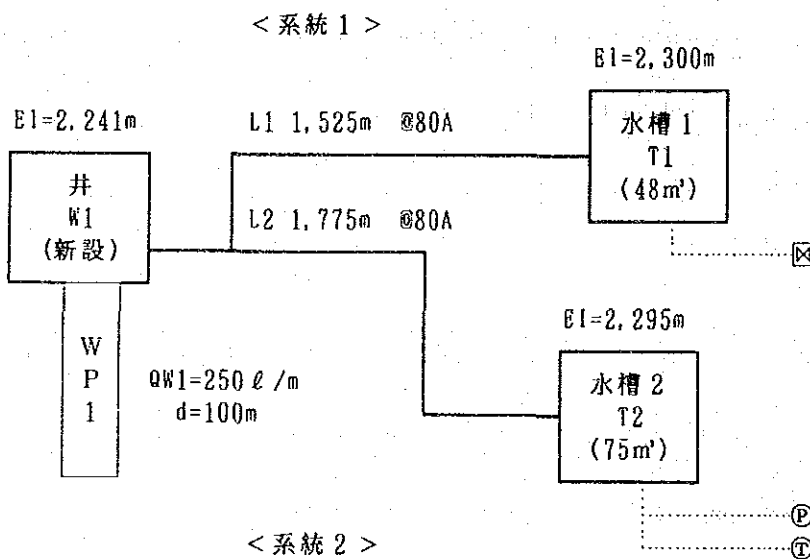
番 号	⑩	地区名	Al Jabub		州名	Ibb	
					郡名	Ar Radmah	
地区番号	7	給水対象 地区人口	総人口 (1991年)	2,000人	計画給水人口 (2006年)	2,900人	
水源位置	1,990m MSL		最終配水槽位置		2,251m MSL		
	2,005m MSL				2,270m MSL		
構成集落数	6	給水対象地区面積	10 km <sup>2</sup>	給水人口密度	290 人/km <sup>2</sup>		



施設名	内容	記号		仕様	数量	備考	
井1	水源	深井戸	W1	新設	8' × 200m	1基	
	取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP1	新設	水中モータ・ポンプ 100ℓ/m × 220m × 15kw	1台	
		駆動装置		新設	ディーゼル発電機 37KVA	1台	
		ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
	送水施設	送水管	L1	新設	普通管 50mm	1,015m	
井2	水源	深井戸	W2	既設	225m	1基	
	取水施設	深井戸揚水ポンプ	WP2	新設	水中モータ・ポンプ 100ℓ/m × 211m × 15kw	1台	
		駆動装置		新設	ディーゼル発電機 100KVA, 400V	1台	
		ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
	送水施設	送水管	L2	新設	普通管 50mm	15m	
送水施設	送水槽	T1	新設	36m' 地上型	1基		
給水施設	公共水栓 車両給水	ⓐ	新設		1基		
		ⓑ	新設		1基		
系統1	送水施設	送水ポンプ	P1	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 100ℓ/m × 245m × 11kw	1台	
		駆動装置		☆	ディーゼル発電機 100KVA, 400V	兼用	WP2 駆動装置 と兼用
		ポンプ室		☆	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	兼用	WP2 ポンプ室 と兼用
		送水管	L3	新設	高压管 65mm	1,490m	
	配水施設	配水槽		新設	普通管 65mm	1,550m	
			T2	新設	48m' 地上型	1基	
		配水管		新設	普通管 50mm	10m	
	給水施設	公共水栓		新設	普通管 80mm	480m	
ⓐ			新設		1基		
系統2	送水施設	送水ポンプ	P2	新設	電動機駆動渦巻ポンプ 100ℓ/m × 336m × 18.5kw	1台	
		駆動装置		☆	ディーゼル発電機 100KVA, 400V	兼用	WP2 駆動装置 と兼用
		ポンプ室		☆	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	兼用	WP2 ポンプ室 と兼用
		送水管	L4	新設	高压管 65mm	3,005m	
	配水施設	配水槽		新設	普通管 65mm	1,255m	
			T3	新設	48m' 地上型	1基	
		配水管		新設	普通管 40~65mm	30m	
	給水施設	公共水栓		新設	普通管 100mm	1,780m	
ⓐ			新設		1基		

5.4.11 Mahalat Najr

番号	①	地区名	Mahalat Najr		州名	Sana'a
					郡名	Amran
地区番号	2	給水対象	総人口	2,000人	計画給水人口	2,900人
		地区人口	(1991年)		(2006年)	
水源位置	2,241m MSL		最終配水槽位置		2,300m MSL	
					2,295m MSL	
構成集落数	1	給水対象地区面積	3 km <sup>2</sup>	給水人口密度	967 人/km <sup>2</sup>	





施設名	内容	記号		仕様	数量	備考
水源	深井戸	W1	新設	8' × 100m	1基	
取水施設	深井戸 揚水ポンプ	WP1	新設	エンジン駆動ボアホール・ポンプ 250ℓ/m × 200m × 22.2ps	1台	
	駆動装置		新設	ディーゼルエンジン 31ps	1台	
	ポンプ室		新設	鉄筋コンクリート/ 壁面コンクリート・ブロック構造	1棟	
送水施設	送水管	L1	新設	普通管 80mm	1,525m	
		L2	新設	普通管 80mm	1,775m	
配水施設	配水槽	T1	新設	48m' 地上型	1基	
		T2	新設	75m' 地上型	1基	
	配水管		新設	普通管 40~50mm	10m	
			新設	普通管 65mm	200m	
			新設	普通管 80mm	1,100m	
給水施設	公共水栓	㊦	新設		1基	
	車輛給水	㊧	新設		1基	

#### 5.4.12 機材供与計画

本計画においては、前述した施設・機材計画に基づき、実施対象 5地区において、「日」側が施工するが、各対象地区で完成する施設の一層の有効利用と住民に対する給水の便宜を図るために、以下のような機材調達を行う。

##### (1) 配水幹線延長のための管材料

実施対象のAl Usfyn以外の4地区では、「日」側が布設する配水幹線は各地区の集落中心地点まで達し、中間および末端の適切な地点に幹線延長のための接続口が設置される。これらの接続口以降に配水管を延長することにより、将来各戸給水のため受益者住民負担により配水管に接続される小口径の支線や給水管の設置がきわめて容易になり、住民の個人負担を軽減することが可能となる。特に配水幹線は、給水管と比較すると、口径の大きい管材料が必要であり、施工費が大となり、実施が困難な場合が想定されるため、各地区の全体給水計画を検討したうえで、重要で効果的と判断される幹線部分の管材料を供与機材とすることが適切であると考慮される。機材内容としては、直管だけでなく、必要な継ぎ手類、接合材、弁類を含む必要がある。以下に、現地調査に基づく4地区の供与管材料の内容を示す。

表-5.9 供与管材料

地区名	内 容	数 量
Al Mallaheeth	水道用亜鉛メッキ鋼管 65~80 mm	4,950 m
Iyal Qasim	同上 40~65 mm	2,010 m
Aflah Al Yaman	同上 50~80 mm	6,050 m
Al Ghudu	同上 65~80 mm	2,365 m

上記供与管材料の布設は、「イ」側で実施機関にあたるRWSDとLCCDにより、「日」側施工が完了後に実施される計画とする。

##### (2) Al Usfyn地区に対する給水車供与

本地区は全域にわたって適切な水源がなく、住民は水質に問題がある買水を余儀なくされているため、水源開発を中心とする施設計画を策定した。全体が広大な給水地区を構成し、主要給水地区である山岳地集落まで配管が布設されないため、運営維持管理にあたるLCCDに給水車を供与し、山岳地区への給水の一部を容易にする計画とする。供与内容は以下の通りである。

- 1) 供与車両： 4m<sup>3</sup>容量 4輪駆動給水車
- 2) 供与台数： 施設完成時（第 1 期） 1 台供与  
全 3 期完成時 1 台供与、合計 2 台

山岳給水区に到達するには、現在東西 2 ルートの道路があり（添付資料図-IV, b②を参照）、山岳地における集落の分布を考慮すると、両ルートに少なくとも各 1 台ずつ給水車を配備して給水活動を行うことが必要である。また本地区 LCCD によるこのような給水サービス活動は初めての試みであるので、当初は 1 台のみを供与し、活動が軌道にのると想定される 1 年後に時期をずらして追加の 1 台を供与することとする。

現在山岳地区住民は 250 イェン・リヤル/m<sup>3</sup>の高価な買水に依存し、しかも水質がきわめて悪い水を飲料、炊事用に利用している。本計画により上記の供与車両を使用して LCCD が給水を行う場合、維持管理費算定によると、山岳地区では約 30 イェン・リヤル/m<sup>3</sup>となり、現在の買水と比較すると著しい改善が期待される。

また給水施設はアプローチが容易な国道周辺に建設されるので、一部住民は各自の車両を利用して、本地点で直接給水を受けることが容易にできる。さらに、LCCD は、住民との協議、合意に基づき、売水価格を現時点のレベルより低い適切な範囲に設定し、収入の一部を積み立て、将来の送水施設建設資金の補助とする措置が可能と考慮される。

## 5.5 施工計画

### 5.5.1 施工計画

本事業は「イ」国5州5対象地区において、各地区の特性に適合する給水施設を我が国の無償資金協力の制度に基づいて建設するものであり、その施工計画にあたっては無償資金協力システムの工期を十分に考慮し、全体の工事量に基いて適切な施工体制と工期設定を行うよう配慮する。同国の給水事業における建設事情は未だ高いレベルに達していないが、過酷な自然、社会環境における施工には現地企業や現地労務者の協力が必要である。

実施機関は、我が国の同国地方給水事業に対する先行事業において継続的に実施機関の役割を果たした電気・水省（MEW）所属の地方水道局（RWS D）があたる。本事業の実施に当たっては同局の局長を総責任者とし、事業の実務を担当する窓口は外国プロジェクト部（Bilateral Div.）で、本部を中心として専従スタッフが2～3名任命され、各専門分野の技術部に協力スタッフが指名される。

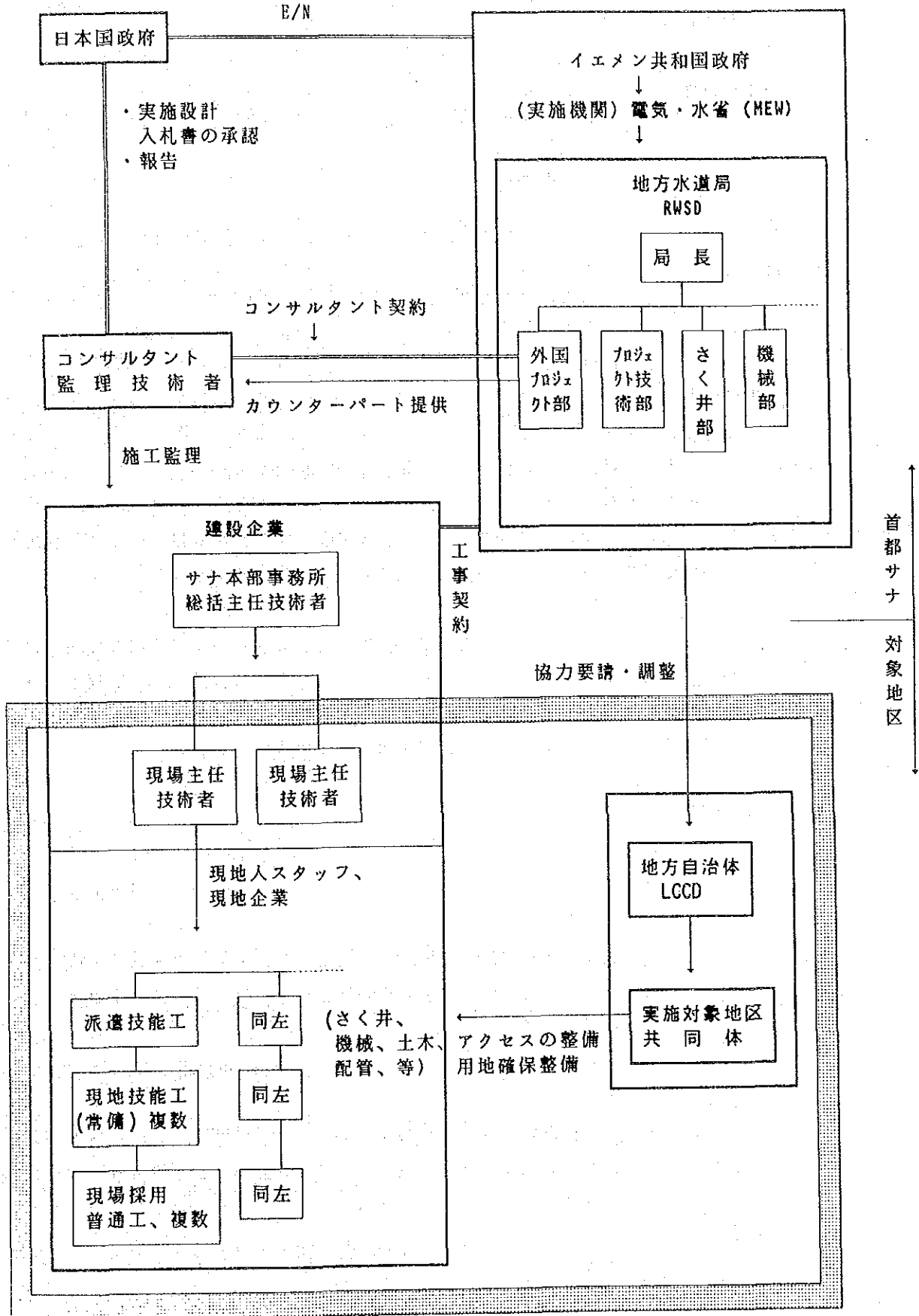
実施機関の管理・支援体制のもとに、我が国コンサルタントが起用され、主として詳細設計調査、続く入札過程の管理、建設工事監理業務に従事する。

給水施設建設工事は、入札で選定された日本企業が携わる。業者は契約書、工事仕様書、図面の要求事項に基づき、RWS Dの総合管理、支援とコンサルタントの施工監理のもとで給水施設を建設する。建設企業の総合施工管理事務所は、RWS Dが位置する首都サナに設置され、業務主任技術者のもと工程管理、工事品質管理等の業務に従事する。一方建設工事が進行する地方の対象地区には、現場主任技術者を中心とする現場施工管理事務所が設置される。現場主任技術者はサナの本部事務所と緊密な連絡をとりながら、工事の円滑な進行をはかる。

本計画の給水施設は、さく井、土木、配管、機械設備等各種の工事により構成されているが、同国の技術水準を考慮すると、それぞれ専門の技術者、技能工を日本から派遣し、これら技術者により組織される品質、工程管理体制の下で施設の良好な完成度と無償資金協力制度の工期内完成を図る必要がある。

一方、対象地区において、事業の円滑な進行のため、地域社会との調整をはかるのは、地方行政省（MLA）所属の地方協同開発委員会（LCCD）である。同組織は各郡部に設置されており、委員長の主宰により郡部の地域開発事業を管掌する。同組織はRWS Dの指示に基づき、対象地区におけるアクセスの整備、道路改修、工事用地の確保・整地等を実施し、また施行中に生ずる様々な問題の解決に協力支援体制をとる。上記施行体制の概要は図-5.2に示す通りである。

図-5.2 実施体制



## 5.5.2 施工管理計画

本事業は、無償資金協力事業として、実施設計と施工監理が日本国企業コンサルタントにより実施される。その業務内容は下記の通りである。

- |           |  |
|-----------|--|
| (1) 施工前段階 | 実施設計<br>入札図書作成<br>入札業務代行<br>入札結果評価<br>契約業務補佐 |
| (2) 施工段階  | 工事監理<br>検査、操業指導<br>報告書作成等                    |

実施設計にあたっては、対象地区内において細部にわたる現地調査に基づき、施設計画、資機材計画が決定される。本計画においては、実際の施工時点に施設建設（特に配管ルート）に伴う土地問題が発生しないよう、RWSDとLCCDの協力を得て、集落共同体の了解を得ることが重要である。実施設計の結果、入札図書が作成され、関連官庁との協議に基づいて入札予定が決定される。入札に当たっては、実施機関の業務を代行し、入札結果について評価、さらに実施機関と対象企業の契約業務を補助する。

施工段階に入ってからでは、本事業実施推進のための必要事項に関して、実施機関をはじめとするイエメン側関係機関との整合、調整をはかりながら品質監理、工程監理を行う。施設の完成時には、施設資機材の検査を実施するとともに、操作要員に対する操業と保守に関する指導を行う。竣工に際しては、完成報告書を作成する。

## 5.5.3 資機材調達計画

### (1) 現地調達材料

「イ」国では石油生産が軌道に乗ってきたが、工業製品としてはセメント生産に力をいれており、入手は容易である。現地調査結果、下記の同国産材料を本事業に使用することが可能と判断される。

#### ① セメント：

現在ソ連援助により完成したバジル地区プラント（年産25万トン）、日本企業により完成したアムラン地区プラント（年産50万トン）が稼働しており、供給は問題ない。

- ② コンクリート・ブロック： 小規模プラントが各所にあり、入手は容易である。
- ③ 骨材、用水：
 

一般的に粗骨材は玄武岩質砕石、細骨材はシルト分が多く、全般的に良質ではないが、首都近郊で生産されるものが最も良質であり、量的な供給にも問題ないので、同地での調達を主とする方針とする。 工事用水は、対象地区内またはその周辺において購入が可能である。
- ④ 燃料：
 

車両、建設機械用のガソリン、軽油は同国製品が出回っており、価格は高騰したが、供給は安定している。
- ⑤ ポアホール型深井戸ポンプ：
 

同国の深井戸揚水にはディーゼル・エンジン駆動ポアホール・ポンプが大きなシェアを占め、スペア・パーツの入手、修理も水中モータ・ポンプと比較すると容易であるので、高揚程が要求されない計画深井戸には同タイプを採用する。 同国市場で一般的な製品である、イタリア、デンマーク、キプロス等のヨーロッパ諸国製品を現地調達するものとする。 ポンプに付属するディーゼル・エンジンはメーカー推奨品を採用する。

## (2) 日本での調達材料

同国建設資材加工品はほとんどが輸入品であり、近年の外貨事情悪化による輸入制限のため入手難が続いているうえ、湾岸戦争の影響によるインフレ高進の結果、価格がきわめて不安定な状況となっている。 このため以下の主要資機材は日本で調達することが適切と判断される。

- ① さく井用資機材： ケーシング・パイプ、さく井スクリーン
- ② ポンプ：
 

水中モータ・ポンプ、送水用多段渦巻ポンプ（ただし、ポアホール型水中ポンプは同国で普及している第三国製品とするのが適切である。 第3項参照）
- ③ 動力機：
 

ディーゼル発電機（ポアホール・ポンプ用ディーゼル・エンジンはポンプ・メーカー推奨品とし、ポンプと一括購入となる。）
- ④ 水槽材料： 鋼板製パネル・タンク

⑤ 管材： 鋼管、継手、弁類

(3) 建機、車両

本事業の対象地区は全国に散在し、建設工事は複数地区で同時進行する。実施機関が所在する首都サナは全国のほぼ中央に位置し、工事の総合的管理は、サナに建設本部を設置して展開する方針が効率的である。このサナ本部を中心として実施される各対象地区建設工事の品質、工程管理には、資機材輸送をはじめとして大型トラックや四輪駆動乗用車が必要であり、対象地区内の移動にも各種車両が必要である。また、重量物を取扱うためにはクレーン車等の重機類が要求される。これら車両の現地調達には困難な状況であり、日本調達とするのが適切である。

(4) 仮設資材

サナや対象地区における仮設事務所、宿舍設備等仮設資材は同国で入手は困難であり、車両、建機同様に日本からの調達とする。

5.5.4 実施工程

無償資金協力事業としての本事業の実施工程は以下のように推移する。

政府間交換公文  
コンサルタント契約  
実施設計、入札図書作成  
入札、工事契約  
資機材調達  
資機材輸送、通関  
現地施工  
完成引き渡し

各対象地区の工事はさく井工事を含む多様な工種から構成されており、工事契約締結後それぞれおよそ10.5～12ヶ月の期間にて完成される内容となっている。したがって、優先順位を基準とし、かつ工事費の配分を考慮したうえ、全体工期を3期に分割して実施する計画が最適と判断される。その期割りは以下の通りである。

- (1)第Ⅰ期 Al Mallaheeth 及び Iyal Qasim の2対象地区。
- (2)第Ⅱ期 Al Usfynの1対象地区。
- (3)第Ⅲ期 Aflah Al Yaman及び Al Ghudu の2対象地区。

この3期に分割した全体実施工程を表-5.9に示す。



表-5.10

事業実施工程表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
第 I 期	実施設計	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査				
	施工・調達																
	Al Mallaheeth				国内作業 入札監理												
	Iyal Qasim				国内作業 入札監理												
第 II 期	実施設計	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査				
	施工・調達																
	Al Usfyn				国内作業 入札監理												
					国内作業 入札監理												
第 III 期	実施設計	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査	★設計 現地調査				
	施工・調達																
	Aflah Al Yaman				国内作業 入札監理												
	Al Ghudu				国内作業 入札監理												

### 5.5.5 工事の範囲

本事業の範囲と分担を、イエメン側と日本側について要約すると、下記の通りである。

#### (1) イエメン側の分担

- 1) 各対象地区における、水源・機械室・水槽・配管・給水装置等の給水施設および、建設業者の仮設事務所・宿舎・貯蔵ヤード等建設のために必要な土地の確保と整地。
- 2) 各給水施設建設地までのアクセスの提供と整備、また対象地区内の道路に対する建設工事のために必要と考えられる補修や拡張工事。
- 3) 機材供与に含まれる管材料を使用して、実施5対象地区のうち4対象地区における配水管の布設。
- 4) その他本基本設計計画に含まれる範囲外の施設建設。

#### (2) 日本側の分担

- 1) 本基本設計計画具現化対象地区5サイトにおける以下の給水施設建設工事。
  - a. 水源施設
  - b. 取水施設（深井戸ポンプ室等）
  - c. 送水施設（増圧ポンプ場等）
  - d. 配水施設（配水槽等）と公共水栓等の給水施設

対象地区名は以下の通りとする。

- a. Al Mallaheeth (Sa'dah州)
- b. Iyal Qasim (Sana'a州)
- c. Al Usfyn (Taizz州)
- d. Aflah Al Yaman (Hajjah州)
- e. Al Ghudu (Marib州)

- 2) 上記施設建設に必要な資機材の購入、イエメン側で責任範囲外の仮設資機材、建設機械、車輛等を含む。

- 3) 施設完成後の維持管理用車輛類の供与。 Al Usfyn地区に対する給水車2台を含む。
- 4) Al Usfyn地区以外の4対象地区に対し、本基本設計で計画する日本側施工以降の配水管延長のための管材料の機材供与。
- 5) 本計画建設工事施工監理業務

#### 5.5.6 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、約17.23億円となり、先に述べた日本国とイエメン共和国との負担分に基づく双方の経費内訳は、以下の様に見積もられる。

##### (1) 日本側負担経費

事業費区分	第Ⅰ期	第Ⅱ期	第Ⅲ期	合計
1) 建設費	4.70億円	5.02億円	5.02億円	14.74億円
a. 直接工事費	(2.42)	(2.94)	(2.78)	(8.14)
b. 現場経費	(0.45)	(0.63)	(0.66)	(1.74)
c. 共通仮設費等	(1.83)	(1.45)	(1.58)	(4.86)
2) 機材費	(0.68)	(0.09)	(0.16)	(0.93)
3) 設計・監理費	0.52億円	0.49億円	0.55億円	1.56億円
合計	5.90億円	5.60億円	5.73億円	17.23億円

(2) イエメン共和国負担経費 464.00 万イエメン・リヤル (約 57.00百万円)

1) 土地取得・整備費 92.84 万イエメン・リヤル (約 11.40百万円)

2) アクセス整備費 28.00 万イエメン・リヤル (約 3.43百万円)

3) 供与資材配管布設費 270.44 万イエメン・リヤル (約 33.21百万円)

4) 人件費 72.60 万イエメン・リヤル (約 8.92百万円)

(3)積算条件

- 1)積算時点 平成3年8月(基本設計現地調査終了月もしくはその翌月)
- 2)為替交換レート 1 US\$ (米等の基幹通貨) = 137.90円 = 11.2292イェン・リヤル  
1 イェン・リヤル = 12.28円
- 3)施工期間 3期による工事とし、各期に要する詳細設計、工事(又は機材調達)の期間は、施工工程に示した。
- 4)その他 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い実施されるものとする。

## 第 6 章 事業の効果と結論



## 第6章 事業の効果と結論

### 6.1 事業評価

本計画は、イエメン政府の優先度の高い対象地区5サイト、対象人口39,500人（計画給水人口57,600人）に対して各地区の特性に応じた給水施設を建設し、全国の地方水道事業を管掌する電気・水省、地方水道局による給水普及活動の一助とするものである。本計画の対象地区は、婦女子による長く険しい山道を往復する水汲みが伝統的に続けられており、山岳居住地における給水施設の建設は、これらの労働力の大幅削減となり、他の生産活動に転化、活用することが可能となる。環境衛生の改善、また地方共同体による施設の運営を通じて、地域社会の共同生活の発展向上が図られ、政府が国家開発計画で推進する最優先政策である地域社会開発にも貢献することが期待される。

以下に具体的な効果について現状と事業実施後を対比する。

表-6.1 計画実施による効果と現状改善の程度

現 状 と 問 題 点	本 計 画 で の 対 策	計 画 の 効 果 ・ 改 善 の 程 度
<p>1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>本計画の5対象地区はいずれも「イ」国の典型的な山岳複合集落であり、山地に拡散する村落には給水施設が全くなく、現在総人口39,500人の対象地区住民は飲料、炊事用水の一部は山地まで給水車で運ばれる高価な売水を購入するが、主として不衛生な天水溜めや乾期には水涸れする手掘り浅井戸に依存する日常生活を続けており、現在の平均的な水消費量は一人一日20ℓ以下となっている。このため水系伝染病が多発し、住民の間に住血吸虫が蔓延している現況となっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本計画は、5対象地区計画給水人口57,600人に対し、各地区でワジ低平地に深井戸水源、取水施設を設置し、同地点から山地へ延びる送水施設、さらに山上住民居住地に対する配水、給水施設から構成される給水システムを建設する。計画給水量は一人一日平均30ℓ（熱帯気候の影響下であり消費量が大となる Al Mallaheethと Aflah Al Yaman は40ℓ）とする。（ただし5地区のうち、Al Usfyn は、特別広域地区であり、現在全域にわたって適切な水源がなく水源開発を中心としこれに付随する給水施設を計画する）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設完成により、住民は山地居住区で安定した衛生的な給水を受けることが可能となり、消費量は従来の一入一日平均10~20ℓから30~40ℓに増大する。本計画は住民のBHNを直接的に満足するだけでなく、山地集落における衛生環境を改善し、水系伝染病の発生を大幅に抑制する効果を持つことが出来る。</li> </ul>

現 状 と 問 題 点	本 計 画 で の 対 策	計 画 の 効 果 ・ 改 善 の 程 度
<p>2.</p> <p>・ 現在山地住民が飲料、炊事用に購入する買水の価格は1㎡あたり平均100～200レム・リヤル(約1,200～2,400円)している。これに対し、住民の一世帯平均収入は1,600～3,000(約20,000～36,000円)の範囲にあり、各世帯は1㎡を一月2、3回購入するのが限度となっている。この支出は一世帯平均収入の10%以上を占めるものとなっており、住民にとって重い経済的負担となっている。</p>	<p>・ 本計画における施設完成後は各地区の共同体が運営・維持管理体制を組織し、住民から維持管理費用として水道料金を徴収し、施設の継続的運営を実施する。</p>	<p>・ 維持管理費用は、専従操作員の給与と燃料費また故障対策積立金などから構成される。試算によると、同費用は各地区の施設構成により相違があり、1㎡あたり最大13レム・リヤル、最小3.6レム・リヤルの範囲となるが、従来の買水価格と比較すると1/10以下となる。この水価に基づいて各地区の一世帯(平均7～10人構成)が負担する水道代支出を算出すると、平均収入に対する比率は何れの地区も4%以下となり、IBRD/IDAが推奨している開発途上国における貧困層世帯の水道料金支出の収入比を5%以下に抑える方針に沿ったものとなる。</p>



## 6.2 結論

イエメン政府は、国家開発計画の最重点施策の一つとして、全人口の80%を超える地方住民に対する給水事業を普及し、地方住民の福祉と地域振興を促進する政策を、関連省庁の活動を通じ、また各国援助を受けて推進している。しかし、同国の過酷な自然条件の中における施設建設の技術的難度と財政的困難から、給水普及率は現時点全地方人口の約50%の水準に低迷している。

本計画は、いまだ給水施設が整備されていない地域のうち、全国に分散する緊急度の高い5州7地区の山岳地帯複合集落体を対象とし、低地ワジ地帯の深井戸を水源として山頂の住民居住地まで送水し、配水槽と一部給・配水管を含む給水施設を建設することにより、住民に安定した衛生的な生活用水を供給するもので、保健衛生環境が改善され、山地対象集落住民の健康増進に大きな貢献をすることになる。現在住民は飲料、炊事用水は高価な買水に依存しており、本計画における施設完成後の低廉な水道料金により、経済的負担が軽減するとともに、婦女子による水汲み労働力の生産力への転化が可能となり、対象地区の住民生活の向上が期待される。

本事業の無償資金協力は、同国の地方給水事業の計画、調査、施工を主管する電気・水省、地方水道局（RWSD）が担当するが、施設完成後は地域開発事業を促進する地方自治省に属する各郡部の地方協同開発委員会（LCCD）が運営・維持管理の主体となる。施設完成後のRWSDの役割は、これらLCCDによる運営に対する技術的支援が主となる。同国の地方給水は、このような運営形態が基本となっており、我が国の先行事業においても同様な形態がとられ、受益地域社会における住民の合意に基づき住民から水道料金を徴収し、自主的な運営が実施されている。本計画による給水施設の建設はこのように自主的な地方自治の推進にも寄与する役割を果たすと考えられる。

本計画の実施は、対象地区住民のBHNを満たすとともに、政府による国家開発計画の最優先政策の一つに寄与するものであり、日本国の無償資金協力として大きな意義があり、かつ妥当なものと判断される。

### 6.3 提言

本計画の実施は、上述のように、計画対象地区の衛生環境、生活基盤の整備と地域振興に貢献を果たすことが期待されるが、継続的に完成施設が有効に稼働し、安定した生活基盤が維持されるためには、以下の点に留意する必要がある。

- (1) 給水施設を良好に運営維持管理するためには、イエメン政府及び地方自治体において、現行制度、組織を再点検、再検討し、各地方共同体の運営が円滑に運ぶために必要な整備、改善を行うことが望まれる。特に故障時の修理に関する体制の整備を優先して行うことが必要であると考慮される。
- (2) 本計画では、給水施設の水源の継続的な保守を図るため、各水源施設に揚水量測定のための流量計と深井戸水位測定のための簡易水位測定器を設置する。実施運営機関は深井戸操業状態を日常測定、記録、保管する習慣を定着させ、将来の施設改修、運転計画等を立案する際の基礎資料とすることができるよう整備することが望まれる。
- (3) 地方住民に対して、安全かつ安定した飲料水供給の意義を啓蒙するとともに、適正かつ有効な水利用により、良好な衛生環境維持の重要性と衛生に関する地方住民の意識の向上に努めることが必要である。
- (4) R W S Dによって最近再開されたL C C D操業要員トレーニングの内容、特に実技面の一層の充実を図り、地方自治体による自主的維持管理が効果的に実施されるよう望まれる。
- (5) 近年地方給水事業は広域化する傾向が見られ、それに伴い水源開発は従来の必要に応じて局地的に深井戸を掘さくする方向から、それぞれ地域全体の地下水資源をマクロ的に検討し、開発計画を策定する必要が生じてきている。このような状況の中で地方給水の水源開発と施設建設の事業計画を主管するR W S Dは、政府が国家開発計画の最優先政策の一つとして水行政最高審議会により推進している総合的な水資源開発・保全計画の策定に協力、協調し、効果的で効率的な事業計画を立案することが望まれる。

## 添 付 資 料

	頁
I. 現地調査 . . . . .	185
II. 自然社会環境(一般/対象地区) . . . . .	203
III. 水源 . . . . .	225
IV. 給水施設 . . . . .	249
V. 基本設計図 . . . . .	265



**添付資料 I 現地調査**



添付資料 I - a 合 意 議 事 録

MINUTES OF DISCUSSIONS

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR  
RURAL WATER SUPPLY PROJECT  
IN THE REPUBLIC OF YEMEN

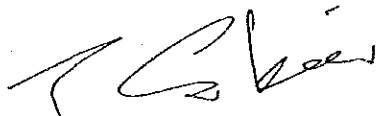
In response to a request from the Government of the Republic of Yemen, the Government of Japan decided to conduct a Basic Design Study on the Project for Rural Water Supply (hereinafter referred to as "the Project") and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (JICA).

JICA sent to Yemen a study team, which is headed by Mr. Takeshi Sakai, Chief Engineer, Engineer Section, Saitama Prefectural Showa Water Filtration Plant, and is scheduled to stay in the country from April 23 to June 22, 1991.

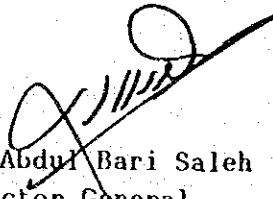
The team held discussions with the officials concerned of the Government of Yemen and conducted a field survey at the study area.

In the course of discussions and field survey, both parties have confirmed the main items described on the attached sheets. The team will proceed to further works and prepare the Basic Design Study report.

Sana'a, June 18, 1991



Mr. Takeshi Sakai  
Team Leader  
Basic Design Study Team  
JICA



Mr. Abdul Bari Saleh  
Director General  
Rural Water Supply Dept.  
Ministry of Electricity and  
Water  
Republic of Yemen



## ATTACHMENT

### 1. Objective

The objective of the Project is to construct water supply facilities for the people in order to improve and stabilize the social condition of the rural areas of the Republic of Yemen.

### 2. Project Sites

The Project sites are listed as follows, with their construction priorities affixed in the order of the listing:

Priority	Site No.	Name of Site
1	(14)	Al Mallaheeth
2	( 1)	Iyal Qasim
3	( 3)	Khamis Bany Hajaj
4	( 6)	Al Usfyn
5	( 5)	Al Husha
6	(11)	Aflah Al Yaman
7	( 9)	Al Ghudu
8	(12)	Bait Al Sultan
9	( 4)	Bani Afif
10	( 7)	Al Jaboob
11	( 2)	Mahalat Nagar

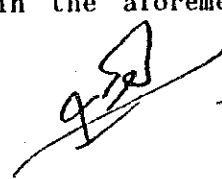
### 3. Executing Agency

The Ministry of Electricity and Water is responsible for the land acquisition, water rights, implementation, operation and maintenance of the Project.

### 4. Items Requested by the Government of Yemen

After discussions with the Basic Design Study Team, the following items were finally requested by the Yemen side.

- 1) Construction of water facilities in the aforementioned Project sites.

 T. S.

- 2) Procurement of materials and equipment for construction of water facilities in the above Project.
- 3) Procurement of services for the implementation of the Project.

However, the final components of the Project will be decided after further studies.

5. Japan's Grant Aid System

- (1) The Government of Yemen has understood the system of Japanese Grant Aid explained by the team.
- (2) The Government of Yemen will take necessary measures, described in Annex I for the smooth implementation of the Project, on condition that the Grant Aid Assistance by the Government of Japan is extended to the Project.

6. Schedule of the Study

- (1) Based on the Minutes of Discussions and technical examination of the study results, JICA will prepare the draft report in English and dispatch a mission in order to explain its contents around September 1991.
- (2) In case the contents of the report is accepted in principle by the Yemen side, JICA will complete the final report and send it to the government of Yemen by December 1991.

\* \* \* \* \*



ANNEX I

UNDERTAKINGS BY THE GOVERNMENT OF YEMEN

1. To provide data and information necessary for the Project
2. To provide, secure, clear and level land and access at each construction site prior to the commencement of construction of water facilities.
3. To ensure speedy unloading, tax exemption, customs clearance at the port of disembarkation and prompt inland transportation, of products purchased for the Project in accordance with the agreement to be concluded between the Government of the Republic of Yemen and the Government of Japan.
4. To make necessary arrangements for the entry into and stay in the Republic of Yemen, of Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contracts for the Project.
5. To exempt Japanese nationals involved in the Project from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the Republic of Yemen with respect to the supply of equipment/machines and services under the verified contracts for the Project in accordance with the agreement to be concluded between the Government of the Republic of Yemen and the Government of Japan.
6. To bear commissions to the Japanese foreign exchange bank for the banking services based upon the Banking Arrangement for the Project.
7. To bear all expenses, other than those to be borne by the Grant Aid necessary for the execution of the Project.
8. To assign exclusive counterpart staff in the Ministry of Electricity and Water for the execution of the Project including siting, drilling, installation of water facilities, etc. prior to the commencement of the Project.
9. To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment purchased under the Grant Aid for the Project.

\* \* \* \* \*

SUPPLEMENTARY AGREEMENT  
FOR BASIC DESIGN STUDY  
FOR RURAL WATER SUPPLY PROJECT  
IN THE REPUBLIC OF YEMEN

In reference to the minutes of discussions for the Basic Design Study on the Rural Water Supply Project in the Republic of Yemen which was signed by the representatives of the Rural Water Supply Dept., Ministry of Electricity and Water, the Republic of Yemen and JICA Basic Design Study Team on June 18, 1991, both parties have hereby agreed on the scope to be undertaken by the Japanese side concerning the two sub-projects of a large scale as follows:

(1) Site No. 5      Al Husha (Taizz)

Scope of water supply facilities planned to be constructed by the Japanese side under this phase of the Project:

From the new deep wells for water sources in Wadi Tuban to the water tank for the supply system for the city of Doulan (Central area supply system as shown in the drawing submitted on June 16, 1991)

(2) Site No. 6      Al Usfyn (Taizz)

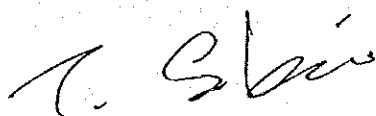
Scope of water supply facilities planned to be constructed by the Japanese side under this phase of the Project:

From the deep wells for water sources in Wadi Attaryan to the water tank near Taizz-Al Rahidah Road, the design of which will be proposed in the Draft Final Report

SUPPLEMENTARY AGREEMENT  
JUNE 18, 1991  
PAGE - 2 -

In case any alterations concerning the scope of the works for the above-sites are required by the Yemeni side, such matters shall be requested to the Government of Japan through the official channel.

In witness of the above statement, both parties have signed hereunder on this date of June 18, 1991.



Mr. Takeshi Sakai  
Team Leader  
Basic Design Study Team  
JICA



Mr. Abdul Bari Saleh  
Director General  
Rural Water Supply Dept.  
Ministry of Electricity and  
Water, Republic of Yemen

ドラフト・ファイナル説明時  
合 意 議 事 録

MISUTES OF DISCUSSIONS

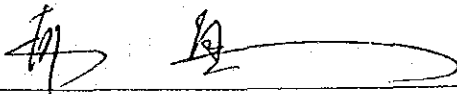
BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT  
FOR THE RURAL WATER SUPPLY  
IN THE REPUBLIC OF YEMEN  
(CONSULTATION ON DRAFT REPORT)

In April 1991, the Japan International Cooperation Agency (JICA) dispatched a basic design study team on the Project for the Rural Water Supply in the Republic of Yemen (hereinafter referred to as "the Project") to the Republic of Yemen, and through discussions, field survey, and technical examination of the results in Japan, has prepared the draft report of the study.


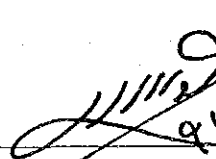
In order to explain and to consult the Republic of Yemen on the components of the draft report, JICA sent to Yemen a study team, which is headed by Mr. Shinichi Mori, Team Leader, the Basic Design Study Team, JICA, and is scheduled to stay in the country from November 3 to November 11, 1991.

As a result of discussions, both parties confirmed the main items described on the attached sheets.

Sana'a, November 10, 1991



Mr. Shinichi Mori  
Team Leader  
Basic Design Study Team  
JICA



Mr. Abdul Bari Saleh  
Director General  
Rural Water Supply Department  
Ministry of Electricity and Water,  
Republic of Yemen

## ATTACHMENT

### 1. Components of Draft Report

The Government of the Republic of Yemen has agreed and accepted in principle the components of the Draft Report proposed by the team.

### 2. Japan's Grant Aid System

- a. The Government of Yemen has understood the system of Japanese Grant Aid explained by the team.
- b. The Government of Yemen will take the necessary measures, described in Annex I, for smooth implementation of the Project on condition that the Grant Aid assistance by the Government of Japan is extended to the Project.

### 3. Further Schedule

The team will make the final report in accordance with the confirmed items, and send it to the Government of Yemen by the end of December 1991.

\* \* \* \* \*

~~JM~~  
SM



ANNEX I

NECESSARY MEASURES TO BE TAKEN  
BY THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF YEMEN

1. To clear and level the land necessary for the facilities prior to the commencement of construction in the sites.
2. To construct the access roads to the locations of facilities prior to the commencement of construction in the sites.
3. To bear commissions to the Japanese foreign exchange bank for the banking services based upon the Banking Arrangement.
4. To exempt taxes and to take necessary measures for customs clearance of the materials and equipment brought for the Project at the port of disembarkation under the laws and regulations of the Republic of Yemen.
5. To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of products and the services under the verified contract such facilities as may be necessary for their entry into the Republic of Yemen and stay therein for the performance of their work.
6. To assign exclusive counterpart staff in the Ministry of Electricity and Water for the execution of the Project including siting, drilling, installation of water facilities, etc., prior to the commencement of the Project.
7. To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment purchased under the Grant.
8. To bear all the expenses other than those to be borne by the Grant, necessary for the construction of facilities as well as for the transportation and the installation of the equipment.



\* \* \* \* \*

