

### 3-4 計画対象地区の現況

#### (1) Az Zahir, Az Zahir郡 (図 3.6)

Az Zahirは、Az Zahir郡の中心地でWadi Madhab の上流部の、右岸側に位置し Sarahat より12.8kmの距離を改良道路により連絡されている。この村は河岸段丘上に形成されていたが、近年は南東ワジ支川の向い側の農地に拡大しつつある。人口は約1500人、200世帯より成っていると推定される。

公共施設としては、10ベットを持つ診療所が新設されているが、医師はおらず設備も未だ整備されていない。小中学校は新築され、約100人の生徒が6人の先生の下で学んでいる。商店は小規模の雑貨店3軒がワジ沿いに10軒は村落内に点在している。

主産業は農業及び牧畜で耕地は村落の南側に広がっている。灌漑用井戸は20井ほどあり、手掘りと機械掘りの比は約半々である。50人程の村人が国外に出稼ぎに行っている。村の中心部では飲料水をモスクにある手掘り井戸より得ている。本年2月農水省の給水施設がほぼ完成したが、新設の井戸水にわずかのシルト、細砂が含まれており、従来の水より水質が悪いため住民が給水を拒否し、パイプが高架水槽まで布設されていない。郊外の住民は灌漑用井戸より飲料水を得ている。電気は地元地方開発協力組合(LDA)の運営により、供給されている。住民は電灯当たり1月5リアル支払っている。ベトウィン族は村の北部、東部の荒地にテントをはり、牧畜を営んでいるが、人口は季節的変動があり定かでない。

#### (2) Husn bin Kurshan, Al-Matun郡 (図 3.7)

Husn bin Kurshanは、Wadi Madhab の中流部の右岸側に位置し、Sarahat より近く、Husn bin Sa'ad-Sarahatの改良道路より南に1kmほど入った所にある。村は平坦な自然堤防上にあり、戸数は7戸ほどの小村である。7戸が1ヶ所に集まり他は隣村Qasabahへの道路沿いに点在する。

人口はCPOによる1981年の統計によると36世帯220人で現在は40世帯、250人と推定されている。

主産業は農業で、耕地はQasabah への道の北側に広がっている。公共施設は学校をはじめすべて隣村Qasabah に依存していたが、農水省の給水施設がQasabah との共用で両村のほぼ中間点に出来上り本村の管理下におかれている。水質は、良好で両村の住民に飲用されている。ベトウィン道路の南側の荒地にテントをはっていて、その数は10世帯ほど認められるが定住はしていない。

一方、Qasabah は50世帯程度で、人口は約 900人と推定される。村落の中心地にはモスク、小中学校、ガソリンスタンドを始め小規模商店が10軒ほどある。

両村で人口は 1,150人で、給水量は公共事業省の給水基準の45ℓ/man/dayとすると51m<sup>3</sup>/day必要となる。水槽の容量、揚水設備の故障を考慮した場合と人口増見積ると現在の20m<sup>3</sup>水槽では不足する。

### (3) Hubna , Az Zahir郡 (図 3.8)

Hubna はWadi Madhab の中流部の左岸側に位置し、As Samumの対岸の平地にある。戸数35戸程の小村で人口40世帯 300人と推定される。成人男子の多く(60人から80人)が国外に出稼ぎに行き村人の生計を支えている。

農業は小規模で村の東側を除く周囲に耕地があり、計4本の機械掘り井戸による灌漑が行なわれている。又、羊、やぎの放牧がある。

公共施設としてはモスク、小学校があり、小学校は3教室あり、100名ほどの生徒が学んでいる。村人の多くは飲料水をモスクの手掘り井戸より得ている。しかし、揚水設備の老朽化によって揚水量は著しく少ない。

この村の習慣とし結納金の制度がある。他村ではほとんどないことから出稼ぎによるイエメン他州の習慣の影響とおもわれる。テレビの普及率は約60%と高く、これは出稼者が帰郷時に購入したものであろう。

### (4) Matarif , Az Zahir郡

Matarif はWadi Madhab の中流部の左岸側に位置し、Hubna の北約 1.5kmにある。20戸ほどの家がWadi Madhab の河岸段丘上に集まって建っている。1981年のCPO の人口統計によると人口は30世帯 193人である。

主産業は農業で村落の東側ワディ沿い一帯に耕地があり、10本ほどの井戸によ

り灌漑している。給水施設は農水省が新設したものが村落中央の広場にある。この施設はHusn bin Kurshanのものと同様に井戸元給水型で水源井戸、揚水設備、高架水槽があり、足下に共同水栓が設置されている。村人はこの水を飲料水及び生活用として用いている。

(5) Al Harashif , Matun 郡

Al Harashif はWadi Madhab の下流部の左岸側に位置する。Al Hazm よりAl Hazm-Sarahat道路を15kmほど行き、Maslubへ折れ、Wadi Madhab を越えた所にある。小高い丘の上にある昔の砦を中心に6軒の家がある。人口は50人程と推定される。村の産業は農業で規模は小さく、井戸で耕地を灌漑している。村人はこの井戸の水を飲料、生活用としても使用している。水質は良好で隣村のMaslubの飲料水となっている。

ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画ではこの地に国营農場の設置を計画している。

(6) As Samum, Az Zahir郡 (図 3.9, 図3.10)

As SamumはWadi Madhab の中流部の右岸側に位置し、Az Zahirの南東約 3.8kmの距離にある。村の中心部はワディの自然堤防の端にあり、20軒程の大きな家が立ち並んでいる。北西部には戸数7戸の集落がある。その他西側の農地に5～6軒の家が点在している。人口は50世帯 500人と推定される。

この村の産業は農業で換金作物のぶどう、自家消費穀物のソルガムが広く栽培されている。耕地面積は広く1戸当り1～2haある。耕地は約20本の井戸で灌漑されている。

村には、小中学校があり、現在75人の生徒と3人の先生がいる。村の生活水準は高く、ほとんどすべての家に軽トラックがある。電気は未だ供給されていない。村人は飲料水、生活用水共灌漑用井戸より得ている。近年、過剰揚水のため地下水位が低下し、掘り増しが行なわれている。

(7) Malaha, Maslub郡

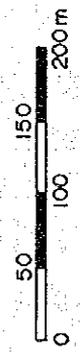
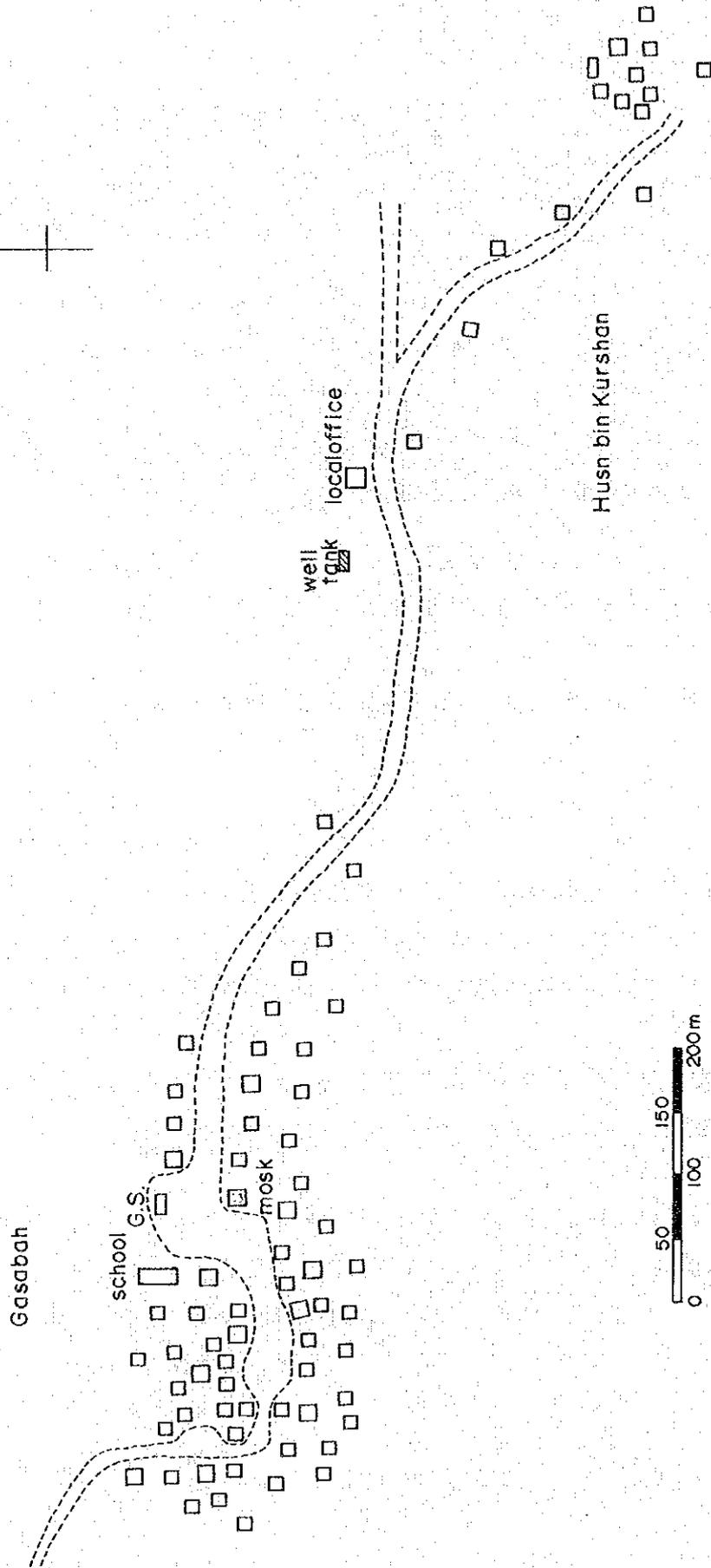
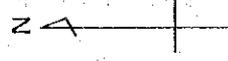
3-1  
~  
3-29

MalahaはWadi Kalifah (別名Wadi Behera) の中流部に位置し、Maslubより南西に 7.5kmほど行きワディを越えた所にある。ワディの河岸段丘上の広い平地に小さな家が50戸ほど散在している。1981年のCPO の人口統計では73世帯 405人である。

主産業は牧畜でやぎ、羊が放牧されている。農業は小規模でワディ沿いの低地に耕地があり、高水時の流水によって灌漑されている。

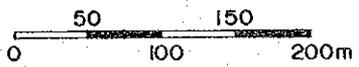
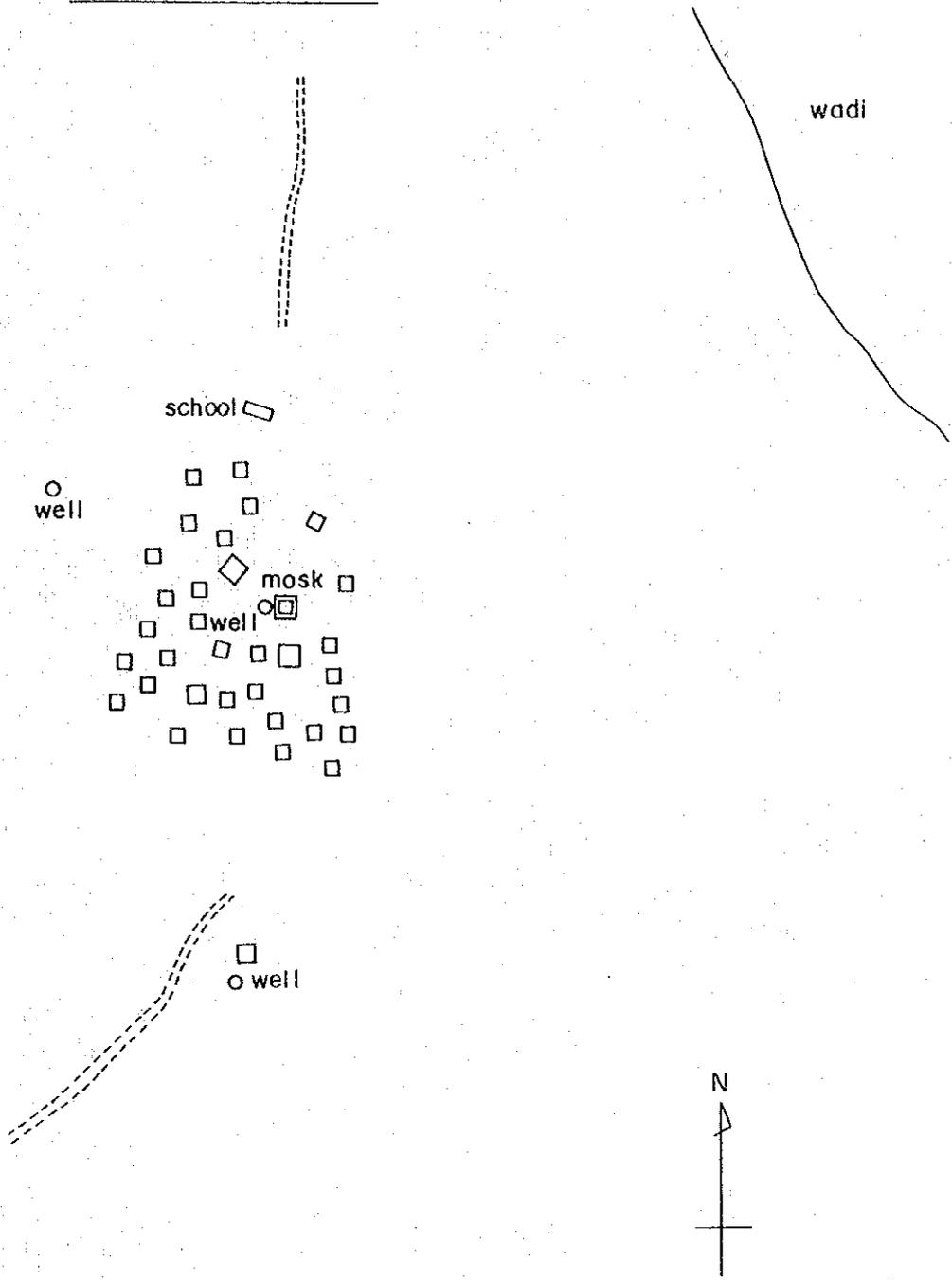
給水施設は農水省によって村の中心に新設されたが、ストレーナーの開孔率が大きすぎ細砂、シルトが混入して飲用には適さない。村人は既存井戸より飲料水、生活水を得て、農水省の給水施設は家畜用に利用されている。

3.7 Husn bin Kurshan & Qasabah

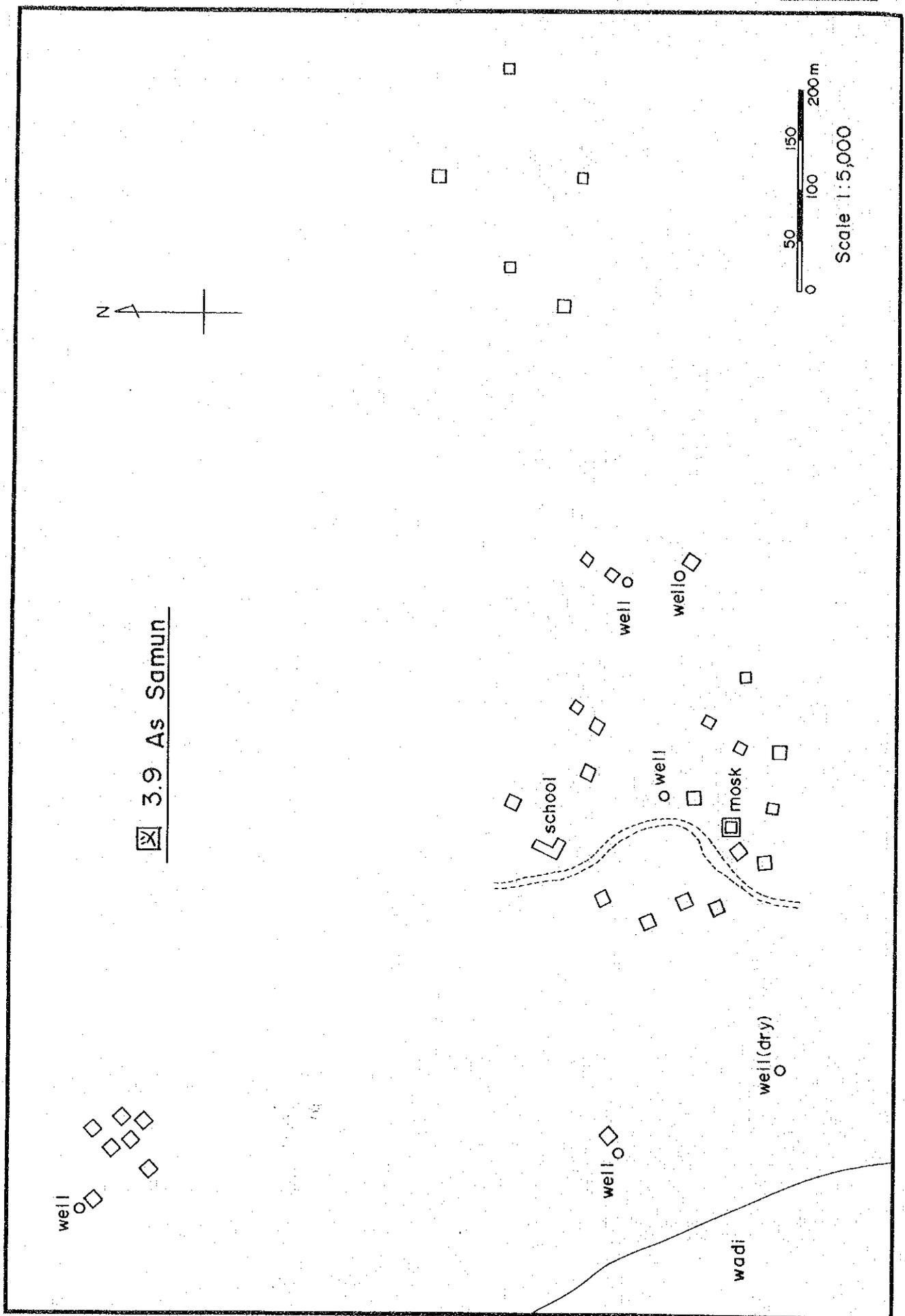


Scale 1:5,000

☒ 3.8 Mubna

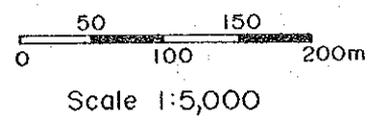
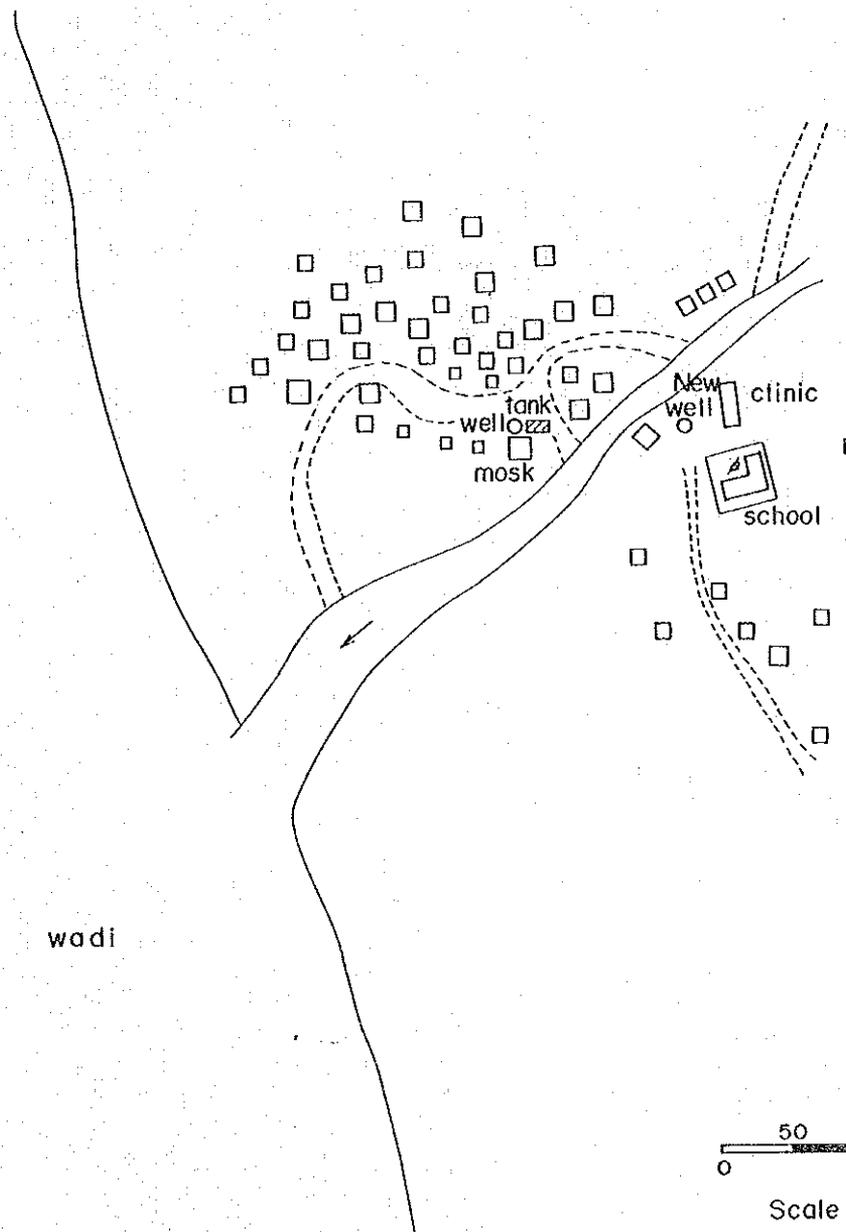


Scale 1:5,000



3.9 As Samun

3.10 Az Zahir





## 第4章 計画内容



## 第 4 章

### 計 画 内 容

#### 4-1 目 的

計画対象の7村落の住民及び周辺の遊牧民に対し安定かつ安全な生活用水を供給できるよう給水施設を計画する。既に農水省が建設した施設(Az Zahir, Matarif, Husn bin Kurshan, Malaha)については安定かつ安全な生活用水を供給できる施設であるかどうか評価し、給水システムについて提言を行う。

農水省はHusu bin Kurshanに隣接するQasabah と共用の給水施設を建設したが、タンク容量、給水頭共小さく将来の需要をまかなえないことがわかったので、ここではQasabah だけの給水施設も計画する。

#### 4-2 基本事項の検討

##### 4-2-1 目標年次

井戸の改修によって復旧可能な年数は約20年である。またポンプエンジン等機械の寿命は10年以内である。したがって、過大投資をさけるためプロジェクトライフは井戸の寿命を適用して20年とする。

計画対象地域はアル、ジョーフ地区農業開発計画による発展が期待される農村である。この地域の20年後の水需要を予測し、施設を設計する。現在、工事着工時期が未定であるがここでは1987年中に施工を完了し、給水を開始するものと仮定し、2007年まで需要をまかなえるものとする。

##### 4-2-2 計画給水区域および給水システム

集落の人口、集散度、公共施設の有無等により施設の規模やシステムが異なる。本計画で対象となる村落は分散しているので水源に共同水栓を設置した井戸元給水型ではなく複合集落給水施設型が適当である(図 4.1)。計画施設の給水範囲は表 4.1に示すとおりであるが、維持管理が容易で建設費、維持管理費の安価なシステムを採用する。

図 4 - 1 水道施設概要図

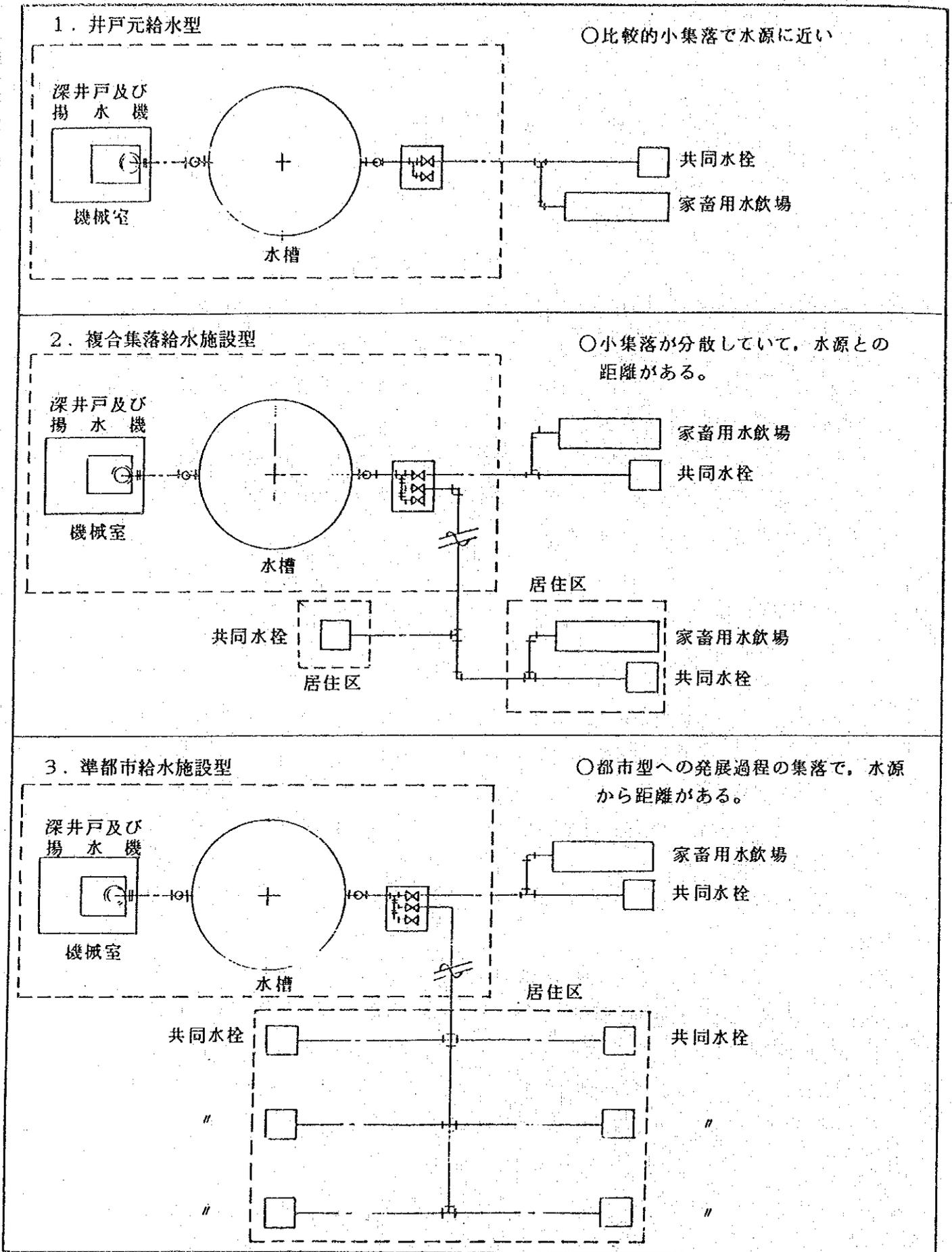


表 4.1 給 水 範 囲

村 落 名	中 心 部	周 辺 集 落	学 校	ク リ ニ ッ ク	役 場	軍 隊 駐 屯 地
Az Zahir	○	○	○	○		—
Husu bin Kurshan	○		—	—		—
Mubna	○		○	—	—	—
Matarif	○		○	—	—	—
Al Harashif	○	○	○	○		
As Samum	○	○	○	—	—	—
Malaha	○		○	—	—	—
Qasabah	○		○	○	—	—

#### 4-2-3 水 源

計画対象区域には涸川（ワディ）が多いが流水は年に何日もないので水源とすることは妥当でない。一方地下水は 3-2水理地質で述べられているように豊富にありこれを水源とすることが適切である。電気探査を行なったMubna, As Samumについては、井戸の径、深度、スクリーンの位置等を設計する。Qasabah については隣村Husu bin Kurshanの既存井戸データに基き設計する。これらについて、4-2-12および5-1 でのべる。

#### 4-2-4 給水人口

アル・ジョーフ州の人口動態はCPOの人口統計資料（1981, 1986）によると、83,074人より87,299人と5年間に5%増加している。これは年1%の人口増加率となる。一方この間のイエメン・アラブ共和国の人口は 854万人より 927万人と、年 1.7%で増加している。出稼者は1981年の統計によると州全体で13,951人、全人口の16.8%である。本基本設計調査の対象村落の属する郡の出稼者数もほぼ同様である（表4.2）。

表 4.2 出稼者と18才未満人口

行 政 区 分	'81年全人口 (A)	出 稼 者 (B)	B/A (%)	18才未満 (C)	C/A (%)
Al Jawf 州	83,074	13,951	16.8	37,517	45.2
Al Matun郡	8,120	1,334	16.4	3,306	40.7
Al Zahir郡	4,066	671	16.5	1,626	40.0
A Maslub郡	3,785	624	16.5	1,714	45.3

ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画が進行すると農業改良普及事業によって農家収入の増加、経営規模の拡大など、農業経済環境の好転によって出稼者が帰郷することが予想されるので出稼者も住民として扱う。また、人口の自然増も予想される。ここでは水源水量も豊富なので公共事業省の予想に基き人口増加率を年 2.5%とする。

ワディ・アル・ジョーフ地区の人口特性は定住民と遊牧民（ベトウィン族）に分けられる。遊牧民の人口はCPOの統計には加えられておらず調査も行われていない。現在、彼らは生活水を近くの村落より得ており、今後もこの状態が続くことが明らかであるので、彼らを給水対象人口に加えなければならない。

彼らの生活環境は、農業開発による遊牧地の減少などにより将来人口は増加しないものと仮定した。ここでは遊牧民の人口を各村落とも現在の住民の10%と見積る。なお、Al Harashif は国営農場設置予定地であり、入植者の予定人口 1,000人を加える。なお、家畜の給水は従来通り灌漑施設の水源を利用することとする。

表 4.3 推定現在人口と将来人口

村 落 名	1987 年	1992 年	1997 年	2002 年	2007 年
Az Zahir	1,500 + 150	1,695 + 150	1,920 + 150	2,172 + 150	2,458 + 150
Husu bin Kurshan	250 + 25	283 + 25	320 + 25	362 + 25	410 + 25
Mubna	300 + 30	339 + 30	384 + 30	434 + 30	492 + 30
Matarif	200 + 20	226 + 20	256 + 20	289 + 20	328 + 20
Al Harashif	50 + 5	1,060 + 5	1,200 + 5	1,357 + 5	1,535 + 5
As Samum	500 + 50	565 + 50	640 + 50	724 + 50	819 + 50
Malaha	425 + 43	480 + 43	544 + 43	616 + 43	696 + 43
Qasabah	900 + 90	1,017 + 90	1,152 + 90	1,303 + 90	1,475 + 90

注 ; + $\alpha$   $\alpha$ は遊牧民の数

#### 4-2-5 給水原単位

ここで対象となる水は生活用水であり雑用水は除かれる。つまり、洗車、散水などを目的に給水施設は考慮しない。Agrar und Hydrotechnik GmbH (AHT) のフィジビリティ調査(1980)によると、生活用水使用量は1人1日、10~15ℓの範囲である。又、公共事業省は給水原単位に関して農村の井戸元給水型および複合集落給水施設型施設に対して45ℓ/man/dayとしている。

ワディ・アル・ジョーフ地区では気候的要因(酷暑)および豊富な地下水という地域的特性の下で水需要が増加しやすい傾向にあるが、共同水栓から水の運搬が変わるわけではなく、おのずと運搬量に限界があるので公共事業省の計画給水原単位通り45ℓ/man/dayとする。

ただし遊牧民については、彼らの生活習慣が将来大きく変わるとは考えられず、現在の住民の使用量を参考にして給水原単位を15ℓ/man/dayとする。

#### 4-2-6 公共使用水量

本基本設計では小中学校のトイレへの給水およびクリニックへの給水を考慮する。しかしモスクへの直接給水は考慮しない。小中学校では生徒1人あたり給水原単位を公共事業省の他の設計例を参考にして5ℓ/man/dayとし、管路の設計基準とするが、生徒の全員がその村落の住民であるので全給水量の算定に際し学校への給水量を考慮する必要はない。クリニックへの給水は職員、付添人等の使用水量を考慮して1ベット当たり200ℓ/dayとし、給水量に加算する。

#### 4-2-7 損失水量

日本での損失水量は全給水量の10%~30%に達する。しかしこれは都市部での数字であり、農村部では施設規模が小さく住民の目がよく届くことからその数字はかなり小さいと見てよい。しかし、イエメン・アラブ共和国の現地請負業者の施工精度では漏水はさげがたく、事実公共事業省の実施したプロジェクトの多くが漏水問題を抱えており苦情が絶えない。また、水栓からポリタンク等へ取水する際に生ずる損失、また水栓そのものの破損による損失を考慮し、損失量を給水量の10%とする。

#### 4-2-8 給水量および給水量分布

給水量を給水人口、給水原単位、公共使用水量、損失水量に基づき計算し表4.4に示す。

表 4.4 給水量

村落名	住民使用量 ℓ/day	公共使用量 ℓ/day	小計 m <sup>3</sup> /day	給水量 m <sup>3</sup> /day
Az Zahir	2,452人×45ℓ/day + 150人×15ℓ/day = 112,860	クリニック 10(ベット)×200 (ℓ/day)=2,000 ℓ/day	115	112/0.9 = 124
Husn bin Kurshan	410×45+25×15 = 18,825		19	21
Mubna	492×45+90×15 = 23,490		23	26
Matarif	328×45+20×15 = 15,060		15	17
Al Harashif	1,535×45+ 5×15 = 69,150	クリニック 10× 200=2,000 ℓ/day	71	79
As Samum	819×45+50×15 = 37,605		38	42
Malaha	696×45+43×15 = 31,965		32	36
Qasabah	1,475×45+90×15 = 67,725	クリニック 10× 200=2,000 ℓ/day	70	77

給水量分布については共同水栓、学校のトイレ、クリニックについて計算する。学校の生徒数を現在の人口構成が将来においても変わらず(18歳未満全人口の40%)、また就学年数も9年間とし、18歳未満の50%が就学していると仮定して算定する。周辺集落の共同水栓はAz Zahir, Al Harashif, As Samumに於ける周辺集落の給水人口を考慮してそれぞれ共同水栓全割り当て量の40%, 93%, 20%とする(表4.5)。

表 4.5 給水量分布

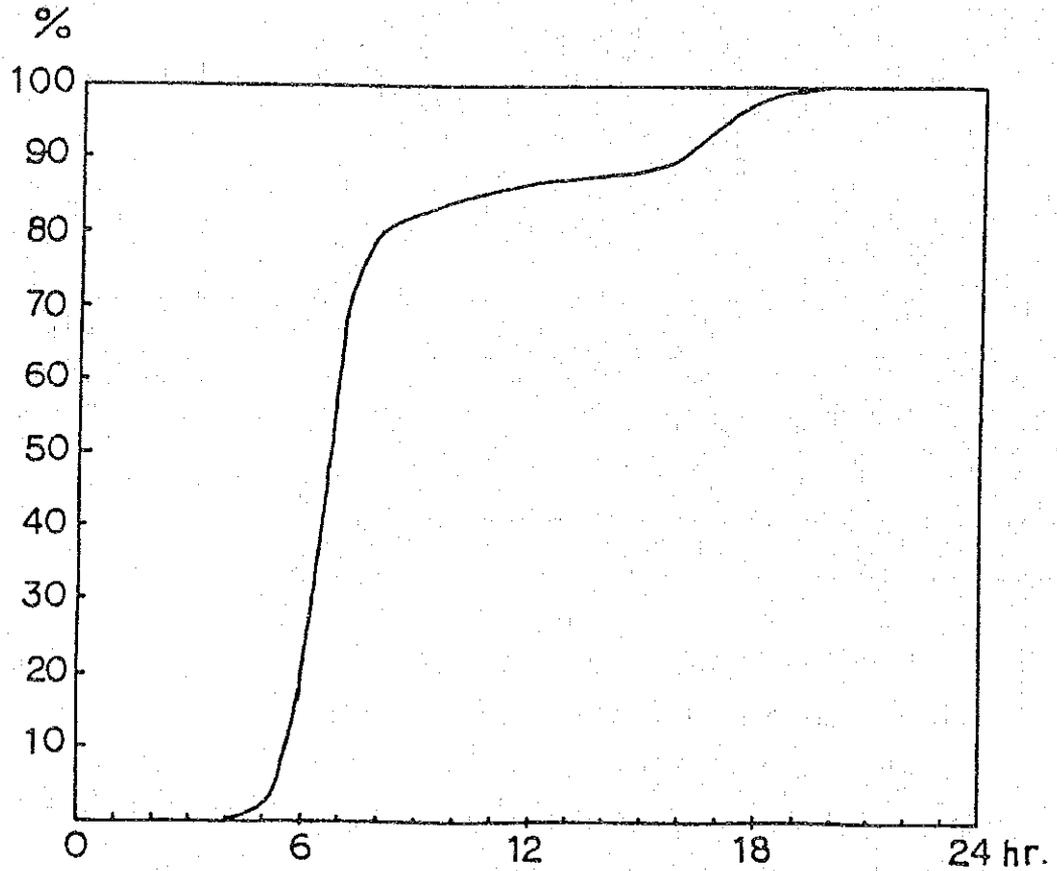
村落名	共同水栓 本村	共同水栓 周辺の集落	学校のトイレ	クリニック
Az Zahir	73.9m <sup>3</sup> /day	49.3m <sup>3</sup> /day	2.6m <sup>3</sup> /day	2.2m <sup>3</sup> /day
Husn bin Kurshan	21.0	—	—	—
Mubna	25.4	—	0.6	—
Matarif	16.7	—	0.3	—
Al Harashif	5.3	70.0	1.5	2.2
As Samum	32.9	8.2	0.9	—
Malaha	35.3	—	0.7	—
Qasabah	73.2	—	1.6	2.2

#### 4-2-9 水需要の時間的变化

各世帯の生活パターンが酷似しているような地区に主として給水している水道では同時開栓率が高く、水消費量が一時に増大するのが特徴である。

ワディ・アル・ジョーフ地区に於ては一日の生活は朝4時の礼拝から始まる。ひき続いて婦女子は水運搬の作業と朝食の支度をする。この朝の早い時間帯に一日に必要なほとんどの水が家庭に確保される。その習慣は共同水栓が近くに出来たからといって変わらないと考えられる。その後農作業や家事を行い午後2時頃一日の一番主要は昼食となる。昼食後強い日ざしをさけるために長い休息をとる。人々がまた作業に戻るのは4時すぎである。婦女子は水が不足であればこれを補充するため水運搬を行う。したがって実に80%の水が朝8時まで給水されると推定される。水需要の時間的变化は図 4.2のようになると考えられる。

図 4.2 累加水需要曲線



#### 4-2-10 給水時間

水需要の時間変化(図 4.2)をみると夜間19時より、朝方4時まで需要はなくこの間給水を止めることも可能であるが非常時を考慮し24時間給水とする。

#### 4-2-11 給水頭

本計画に採用する給水システムは給水対象地区の広がり considering 複合集落給水施設型とする。この型は井戸元給水型に比して配管延長が数百m必要となる。したがって、給水頭は蛇口で5m以上する。

#### 4-2-12 揚水量

時間あたり揚水量は揚水設備運転時間数と安全揚水量に大きく左右される。各村落共常時揚水設備を運転、維持管理できる人を雇用できるとは思われない。一応非常勤で4時間程の拘束時間を考え、3時間を設備の運転時間とする。この時間帯は6時より9時までとすると揚水量は表4.6の通り計算される。いずれも現行揚水量よりみて十分安全側であると考えられる。

表 4.6 揚水量および動水位

	計 画 給 水 量 m <sup>3</sup> /day	計 画 給 水 量 ℓ/min	現行揚水量 ℓ/min	井戸深度 m	動 水 位 GL-(m)	ポンプ据 付け位置 GL-(m)
Az Zahir	128	711	1000	?	?	?
Husn bin Kurshan	21	117	300~600	60	?	?
Mubna	26	144	700	80	41	46
Matarif	17	94	不 明	?	?	?
Al Harashif	79	439	不 明	?	?	?
As Samum	42	238	540~900	90	31	36
Malaha	36	200	不 明	?	?	?
Qasabah	77	428	不 明	90	37	42

#### 4-2-13 管 路

給水管は耐腐食性があり比較的高水頭に耐えるものを採用すべきである。PVC管は経済性、耐腐食性に富むが水衝撃などの高圧に耐えられないのでイエメン・アラブ共和国の地方給水施設で一般的に使用されている亜鉛メッキ鋼管を採用する。管路は交通のさまたげにならぬ様また、交通によって破損せぬように地中に埋めて土壌により50cm以上の厚さで被覆する。

施工を考慮しユニオンを22m毎に設け適所に各種異形管を配置する。送水管は給水管と同様に、亜鉛メッキ鋼管を採用する。しかし、井戸、給水塔が1ヶ所に設けられるので延長が短く交通による損害は考えられない。したがって地表配管とする。また要所にバルブ、各種異形管を設ける。

#### 4-2-14 各戸給水

本基本設計では特に各戸給水を考慮して給水システムは設計しない。

#### 4-2-15 給水塔容量と最大時間係数

給水塔容量は累加給水量と累加揚水量の関係よりもとめる。累加給水量は累加水需要量と損失量を考慮し求める。給水塔容量の算定率は累加給水量と累加揚水量の最大差とする。図 4.3に見られるように給水塔容量は日給水量の25%となる。また公共事業省による施工基準でも給水塔満たんにかかる時間を考慮し25%としている。したがって25%を採用する。農水省の建設した施設の給水塔容量は20m<sup>3</sup>であり、Az Zahirを除きこの容量で足りるのでその他の村でも20m<sup>3</sup>の給水塔とする。Az Zahirは既存給水塔の他に地上水槽を新設する必要がある(表4.7)。

表 4.7 給 水 塔 容 量

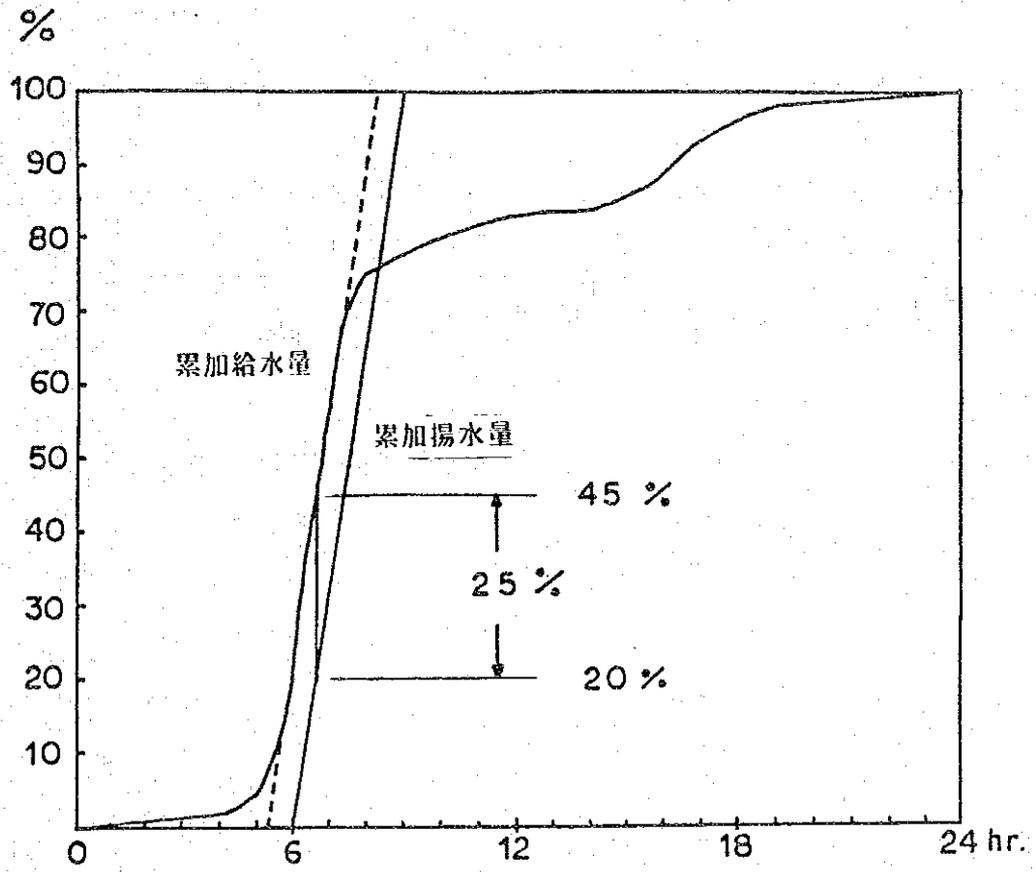
	給 水 量 m <sup>3</sup> /day	給水塔必要容量 m <sup>3</sup>	給水塔容量 m <sup>3</sup>	既存給水塔 容 量 m <sup>3</sup>
Az Zahir	128	32.0	40	20
Husn bin Kurshan	21	5.3	20	20
Hubna	26	6.5	20	—
Matarif	17	4.3	20	20
Al Harashif	79	19.8	20	—
As Samum	42	10.5	20	—
Malaha	36	9.0	20	20
Qasabah	77	19.3	20	—

時間最大給水量は図 4.3によると6 A.M.から6:40A.M.に発生し累加給水量は20%から45%に上昇する。したがって、最大時間係数は

$$C = (45\% - 20\%) \times \frac{60 \text{ min}}{40 \text{ min}} \times \frac{24 \text{ hrs}}{100\%} = 9.0$$

となる。

図 4.3 給水塔容量の算定率



#### 4-2-16 将来拡張と関連性

将来の人口増にともなう村落の拡大や公共施設の新設によって、給水システムの拡張が予想される所はQasabah と Al Harashif である。公共事業省の設計基準では、共同水栓から 200m の距離の範囲内の家々が給水対象であるので、Qasabah では将来さらに2ヶ所の共同水栓が必要と考えられる。また、この村ではクリニックの新設が予定されているので、そこまでの延長も必要となる。

Al Harashif では国营農場の建設が予定されているので、国营農場への延長を予定すべきである。

#### 4-2-17 基本事項のまとめ

給水システム、共同水栓の個数、給水塔および井戸について次表にまとめる

表 4.8 計画給水システムの概要

村 落 名	給水システム	共同水栓 (ヶ所)	公共施設用水栓 (ヶ所)		給 水 塔	井戸
			学校	クリニック		
Az Zahir	複合集落給水 施設型	2	1	1	地 上 水 槽 増 設 1	新設
Husn bin Kurshan	〃	2	-	-	増 高	既設
Mubna	〃	1	1	-	新 設	掘増
Matarif	〃	1	1	-	増 高	新設
Al Harashif	〃	1 (3~4)	1	(1)	新 設	〃
As Samum	〃	2	1	-	〃	〃
Malaha	〃	1	1	-	増 高	〃
Qasaba	〃	1 (3)	1	(1)	新 設	〃

( ) 内の数：将来の数

#### 4-3 既存施設の評価

ここでは調査対象7村落の内農水省の建設した給水施設についてここで提案した設計基準および水質に基き評価する。

村落名	給水システム	共同給水栓	給水塔		井戸		総合評価
			揚水量	水質	揚水量	水質	
AZ Zahir	井戸元給水型	仮設1	20m <sup>3</sup>	可, 将来地上水槽増設	豊	可	×
Husn bin Kurshan	〃	〃	20m <sup>3</sup>	地上高不足	〃	良	×
Matarif	〃	〃	20m <sup>3</sup>	〃	〃	可	△
Malaha	〃	〃	20m <sup>3</sup>	〃	〃	不可	×



## 第5章 給水施設の基本設計



## 第 5 章

### 給水施設の基本設計

#### 5-1 水源施設

##### 1) 井戸構造 (図 5.1)

井戸本体は、通常使用される鋼製ケーシングとスクリーンより成る。セントラライザーを適切な間隔に設置し、本体を掘削径の中心におくようにする。また、本体上部外縁をセメントプラグによって封じ、汚濁された水が流入しないようにする。ここで各サイトの井戸の規模およびスクリーンの位置を次表に示す。

表 5.1 井戸の規模およびスクリーンの位置

サイト名	井戸径 (mm)	深 度 (m)	掘削口径 (mm)	スクリーンの位置 GL-(m)
Mubna	250	80	400	45 ~ 76
As Samum	250	90	400	31 ~ 90
Qasabah	250	90	400	31 ~ 90

スクリーンの位置は表に示された区間で電気検層の結果より決定する。スクリーン長は 5-1 5) に示された長さとする。Mubna に於いて帯水層は被圧帯水層なので砂利充填後ベントナイトを付着させ上部帯水層と分離する。

##### 2) ポンプ

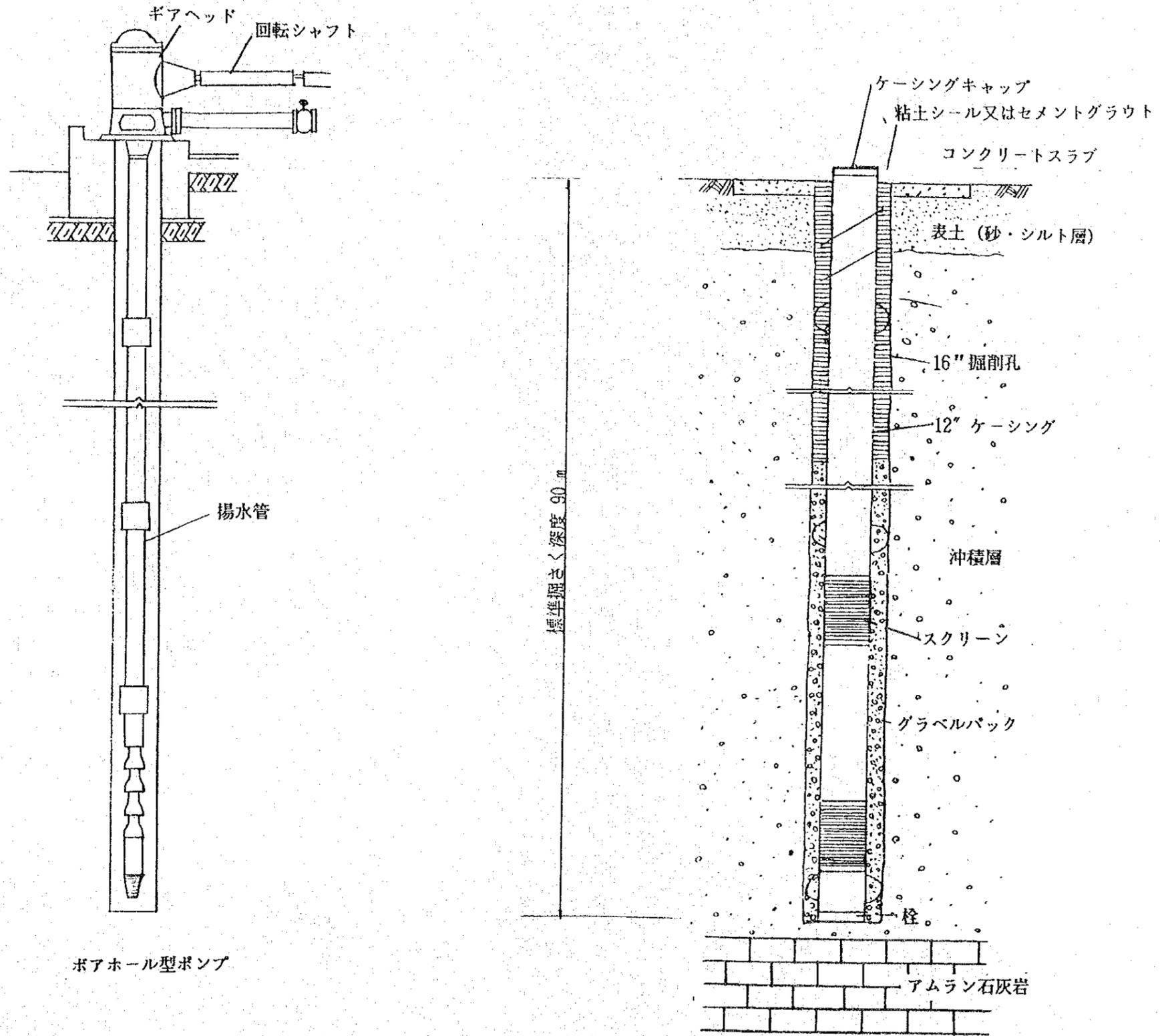
維持管理が容易でイエメン・アラブ共和国で一般的な立軸うず巻きポンプが水中モーターポンプより現地に適当である。このポンプはディーゼルエンジンに直結できるものを採用する。外径 200mm以下で、ポンプ特性曲線によりポンプ効率を求め動力源容量を決定するとポンプ仕様は表 5.2に示されたものとなる。

表 5.2 ポンプ仕様

サイト名	計画揚水量	揚水量 (Q)	揚程 (H)	ポンプ効率 ( $\eta$ )	HP	個数
Mubna	144(3)/min	150 (3)/min	60m	43 %	5	1
As Samum	238(3)/min	250 (3)/min	50m	50 %	6	1
Qasabah	428(3)/min	450 (3)/min	55m	58 %	10	1

ここで  $HP = 0.0218 QH / \eta$

図 5. 1 水源井標準図



ボアホール型ポンプ



3) エンジン

水平式ディーゼルエンジンを採用する。水冷4サイクルで1800rpm時に表5.3の馬力を出力できるものとする。

表 5.3 ディーゼルエンジン馬力

サイト名	HP	個数
Mubna	6	1
As Samum	6	1
Qasabah	12	1

ここで  $HP = P(1 + \alpha)$  P:ポンプHP  $\alpha$ :余裕率 0.15

4) ケーシングパイプ

ケーシングパイプの口径は立軸うず巻ポンプの外径とケーシングパイプの内径との間には20mm以上のすき間が必要であり、1)に述べたように口径250mmとする。施工性を考えイエメン・アラブ共和国で通常使用されている両端ねじカップリングとする。

5) スクリーン

1本あたりスクリーンの有効長は5mとする。帯水層が沖積層であることを考えてスクリーンの開孔率は27%以上でスロット幅は3mm程度とする。スクリーンの円周(S)にスクリーンの開孔率(N)、有効空隙率、流動限界流速(V)を乗ずると単位長当りの帯水層から採水出来る水量(Q)となる。この水量で揚水量を除し安全率2を乗じたものが必要スクリーン長となる。

ここに  $S = 2\pi r = 2 \times 3.14 \times 0.25 = 0.785 \text{ m}$

$N = 27\%$

帯水層の構成物質の平均粒径1mmで均等係数が  $U_c < 3$  とすると

グラベル充填材の粒径 4mm

有効空隙率 0.3

流動限界流速 0.03 m/sec = 1.8m/min

したがって

$Q = 0.785 \times 0.27 \times 1.8 \times 0.3 = 0.114 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m} = 114 \text{ l}/\text{min}/\text{m}$

サイト名	揚水量 ℓ/min	単位長採水可能量 ℓ/min/m	必要スクリーン長 m	スクリーン長 m
Mubna	150	114	$1.32 \times 2 = 2.63$	5.0
As Samum	250	114	$2.19 \times 2 = 4.29$	5.0
Qasabah	450	114	$3.95 \times 2 = 7.89$	10.0

## 5-2 給水塔施設 (図 5.2)

### 5-2-1 規 模

4-2-15に述べたように Mubna, As Samumおよび Qasabahの給水塔水槽の有効容量は20m<sup>3</sup>で地上高は8mである。水槽形状は桁型で寸法は内寸で 4.0×3.0×2.0mとする。なお、ポンプ室は給水塔とは別に設ける。

### 5-2-2 構 造

工期の短縮、施工性、耐久性を考慮し、水槽は最近現地でよく使用されているファイバーグラス又はスチールのパネル式とし、架台はスチールプレハブ型とする。RC構造は現地で良質のコンクリートの製造が難しく、また施工が難しい上工期が長くなる欠点があるので除外した。

### 5-2-3 基 礎

各サイト共砂質土であるので基礎は栗石、拾コンの上に設けRC構造とする。給水塔の荷重および風荷重に対し十分な地耐力と安定性を確保できる規模とする。

## 5-3 送水、給水管路施設

### 5-3-1 管 種

送水、給水管共、イエメン・アラブ共和国で通常使用されている水道用亜鉛メッキ鋼管を用いる。仕様は JIS G 3442 を満たすもので定尺 5.5m両端ねじつきのものを採用する。

### 5-3-2 管 径

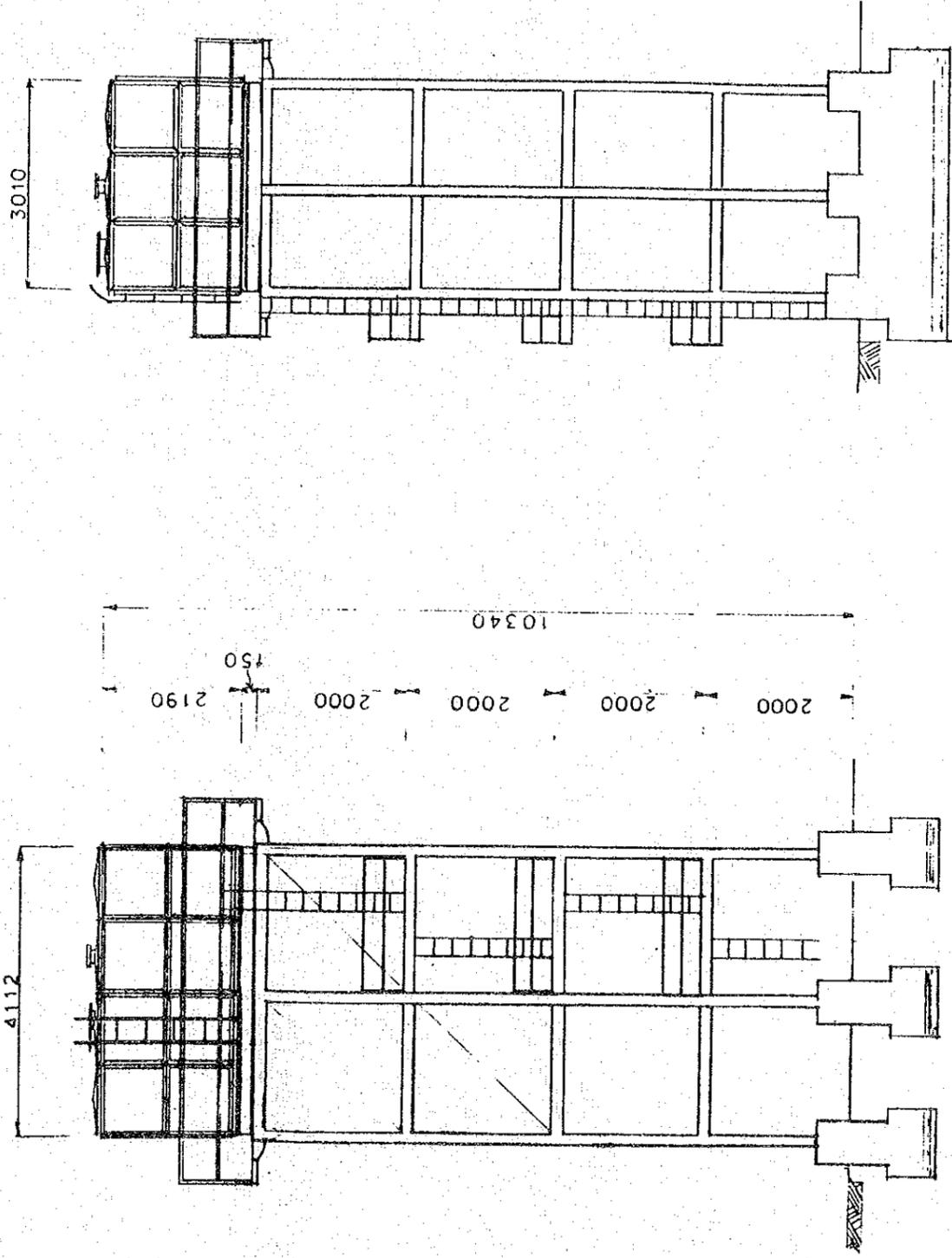
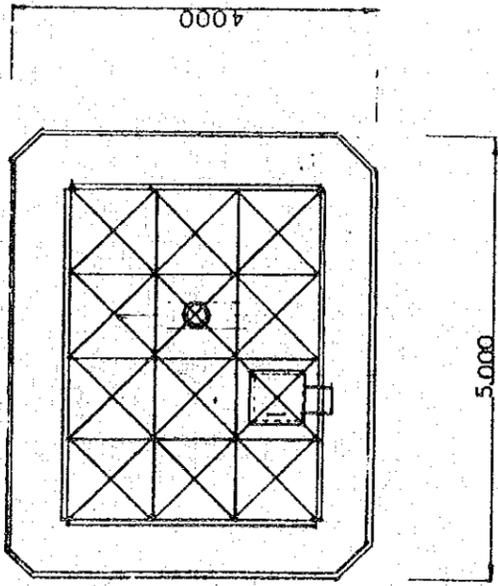
管径は呼び径で25、32、40、50、65、80、100、125が設計の際に選択される。マニング式で水頭を計算し、給水管では水頭を10m以上にとる。ただし粗度係数を  $n = 0.015$  とする。

### 5-3-3 管路付属設備

仕切弁は送水管に1個、給水管の始点(地上部)1個枝線が始点より分れる場合は1個加える。又、共同水栓に1個、学校トイレに1個つけバルブボックスで保護する。空気弁を給水管が局所的に高い所に1個設ける。又、送水管の地上部に1個設ける。泥吐き管は給水管の局所的に低い所に1個設ける。逆止弁を送水管地上部に1個設ける。ユニオンを送水管地上部に1個、また給水管には22mおきにつける。また管路の要所には90°エルボ、45°エルボ、ティー、リデュサー、ブッシュ等付ける。

图5.2 高架水槽

SCALE 1 : 80





#### 5-4 給水栓数および共同給水所

共同給水所での給水は人為的作業にかかわることが多く損失時間を考え1栓あたり20ℓのポリタンを満たんにするのに30秒かかると設定し、これを基準とする。したがって1栓あたりの時間最大給水量は

$$20 \times \frac{3600}{30} = 2,400 \text{ ℓ/hr} = 2.4 \text{ m}^3/\text{hr}$$

一方、各共同給水所での時間最大給水量は日給水量よりも少ないので次の式により必要給水栓数を計算する。

$$n = Q \times 9.0 \times \frac{1}{24} \times 0.9 \times \frac{1}{2.4}$$

Q : 日給水量/ヶ所

表 5.4 共同給水所における水栓数

場 所	日給水量/ヶ所 m <sup>3</sup> /day	時間最大給水量 m <sup>3</sup> /hr	必要給水栓数	給水栓数
Mubna	25.4	8.6	3.6	4
As Samum 本 村	32.9	11.1	4.6	6
As Samum 周辺の集落	8.2	2.8	1.2	4
Qasabah	24.4	8.2	3.4	4

公共事業省には給水栓数2、4、6という共同水栓の基準があり、これを考慮しつつ、かつ仮設資材を少なくするため給水数栓を4または6とした。蛇口には径3/4" (1"でも可)が適当と考える。

学校トイレおよびクリニックの給水はその場所までの配管とし、内部配管は学校側で行うものとする。

### 5-5 給水施設の内容

本業務で建設する施設および設備の概要を表 5.5にまとめる。

標準施設図は図 5.3に示し、Mubna, As Samum, Qasabah の施設概要は、各々図 5.4、図 5.5、図 5.6に示す。

表 5.5 各給水施設の主要施設および設備の概要

項 目	Mubna	As Samum	Qasabah
計画給水人口	600 人	850 人	1,600 人
計画給水量	25.4m <sup>3</sup> /day	41.1m <sup>3</sup> /day	24.4m <sup>3</sup> /day
井戸径	250 mm	250 mm	250 mm
井戸深度	80 m	90 m	90 m
ケーシング長	68 m	78 m	72 m
ストレーナー長	12 m	12 m	18 m
ポンプ揚水量	150ℓ /min	250ℓ /min	450ℓ /min
ポンプ揚程	60 m	50 m	55 m
ディーゼルエンジン馬力	6 HP	6 HP	12 HP
高架水槽容量	20 m	20 m	20 m
給水塔高	8 m	8 m	8 m
共同水栓数	1 ケ所	2 ケ所	1 ケ所
機械室	1 ケ所	1 ケ所	1 ケ所
送水管延長	21.5m	21.5m	21.5m
給水管延長	165 m	770.5m	181.5m

図 5. 3 標準施設図

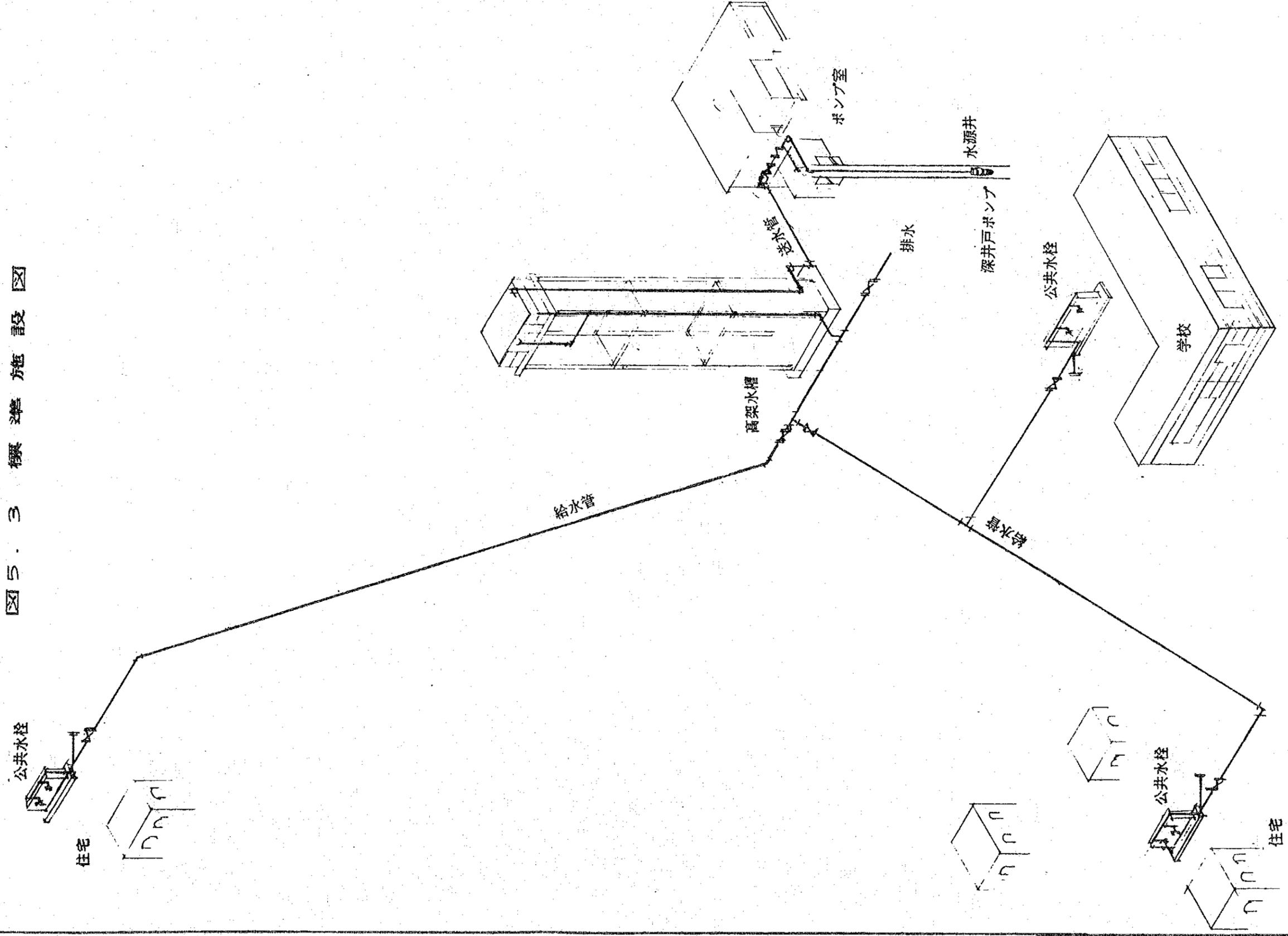
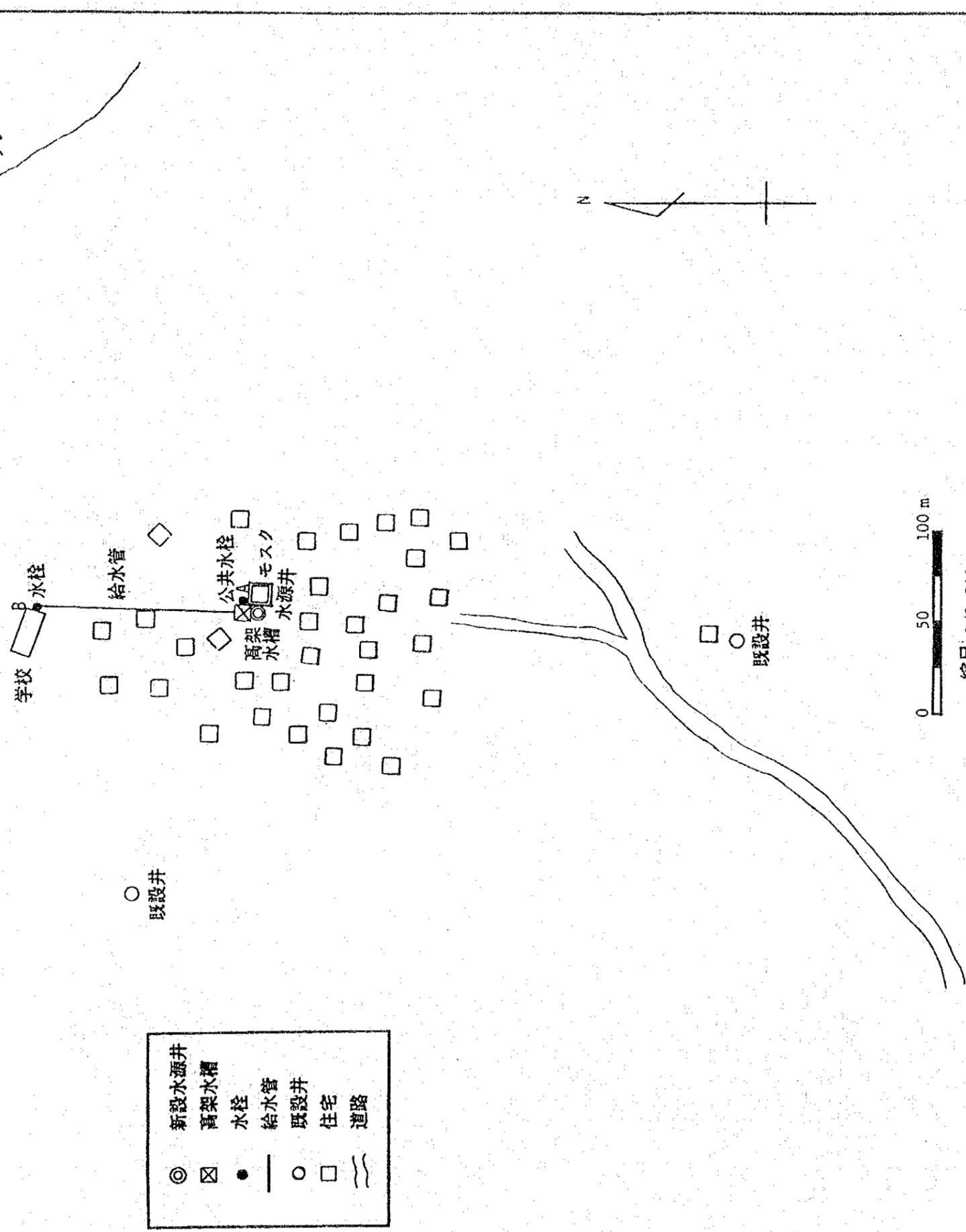


図5.4 Mubna 給水施設位置図



- |   |       |
|---|-------|
| ◎ | 新設水源井 |
| ⊠ | 高架水槽  |
| ● | 水栓    |
| — | 給水管   |
| ○ | 既設井   |
| □ | 住宅    |
| 〰 | 道路    |

縮尺 1/2,500

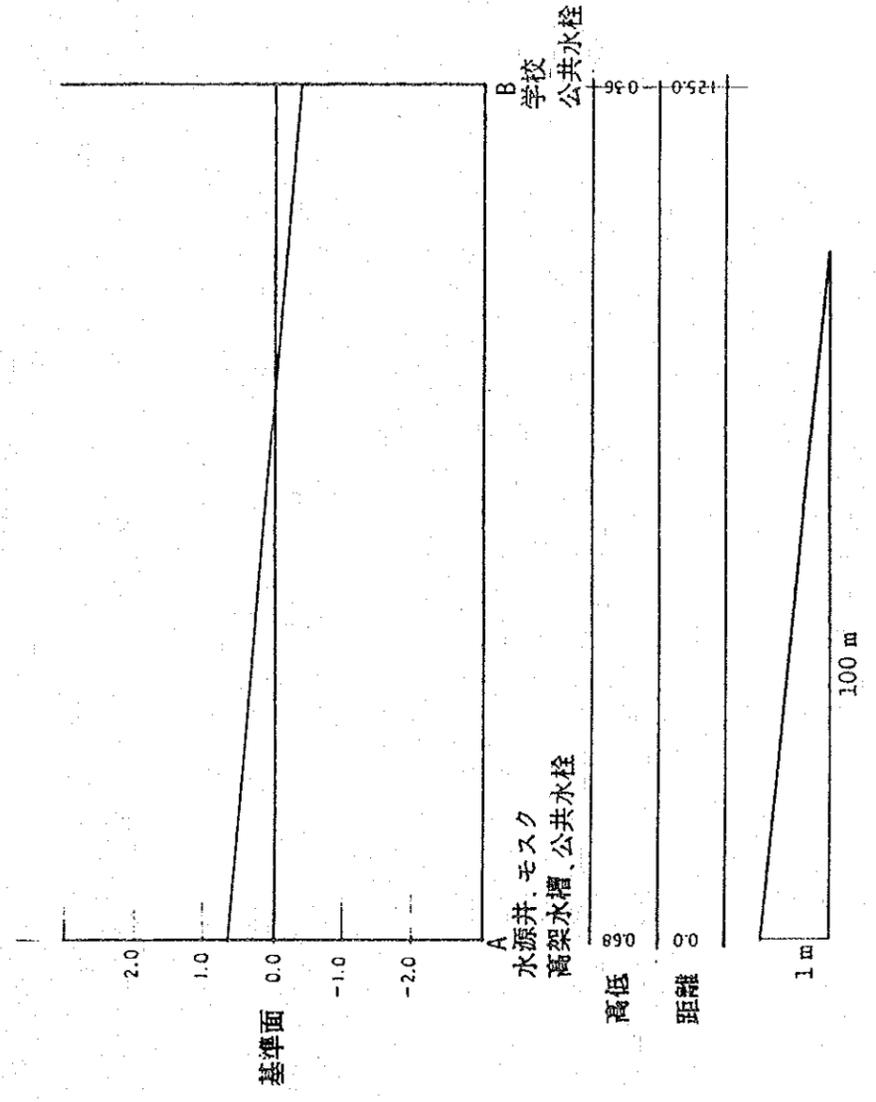


図5.5 As Samu 給水施設位置図

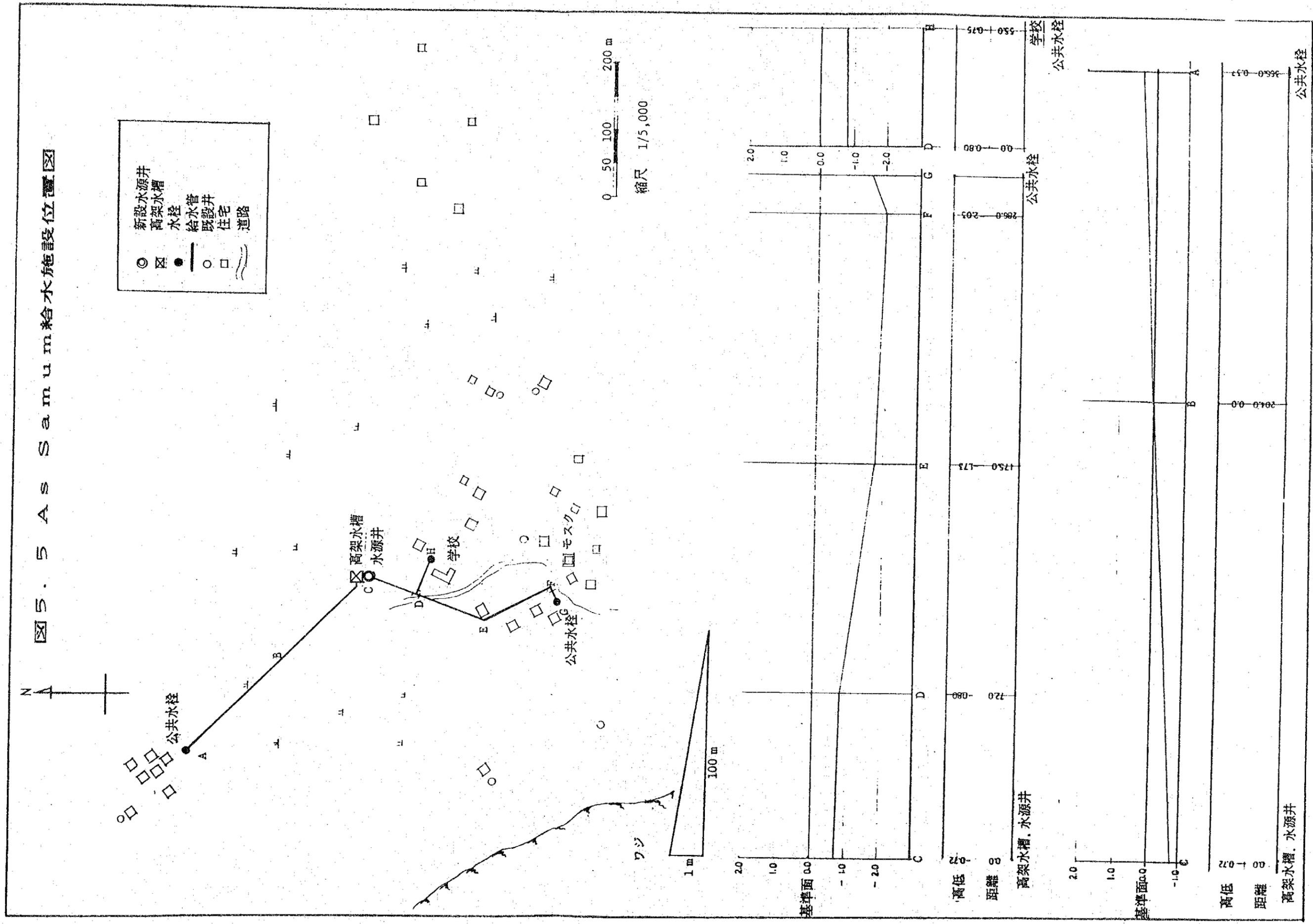
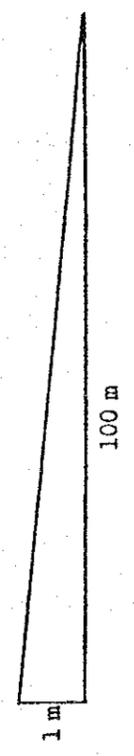
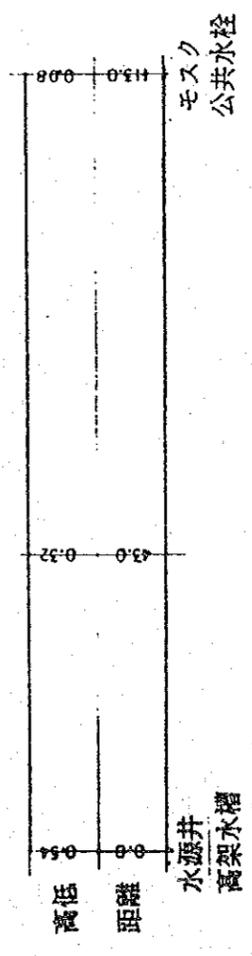
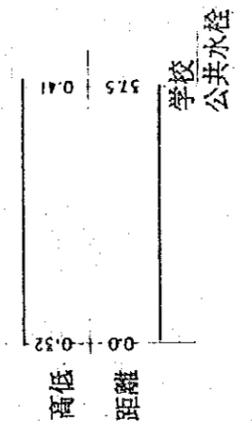
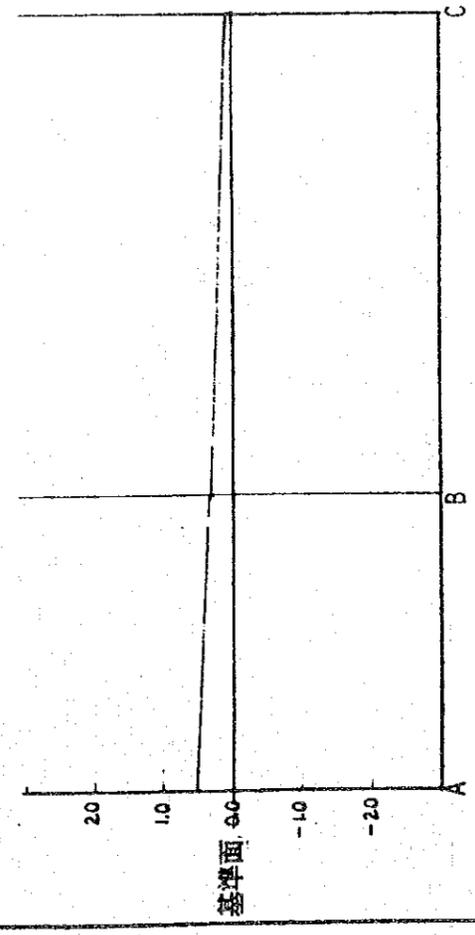
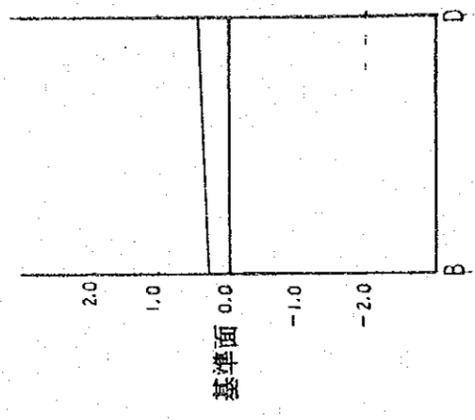
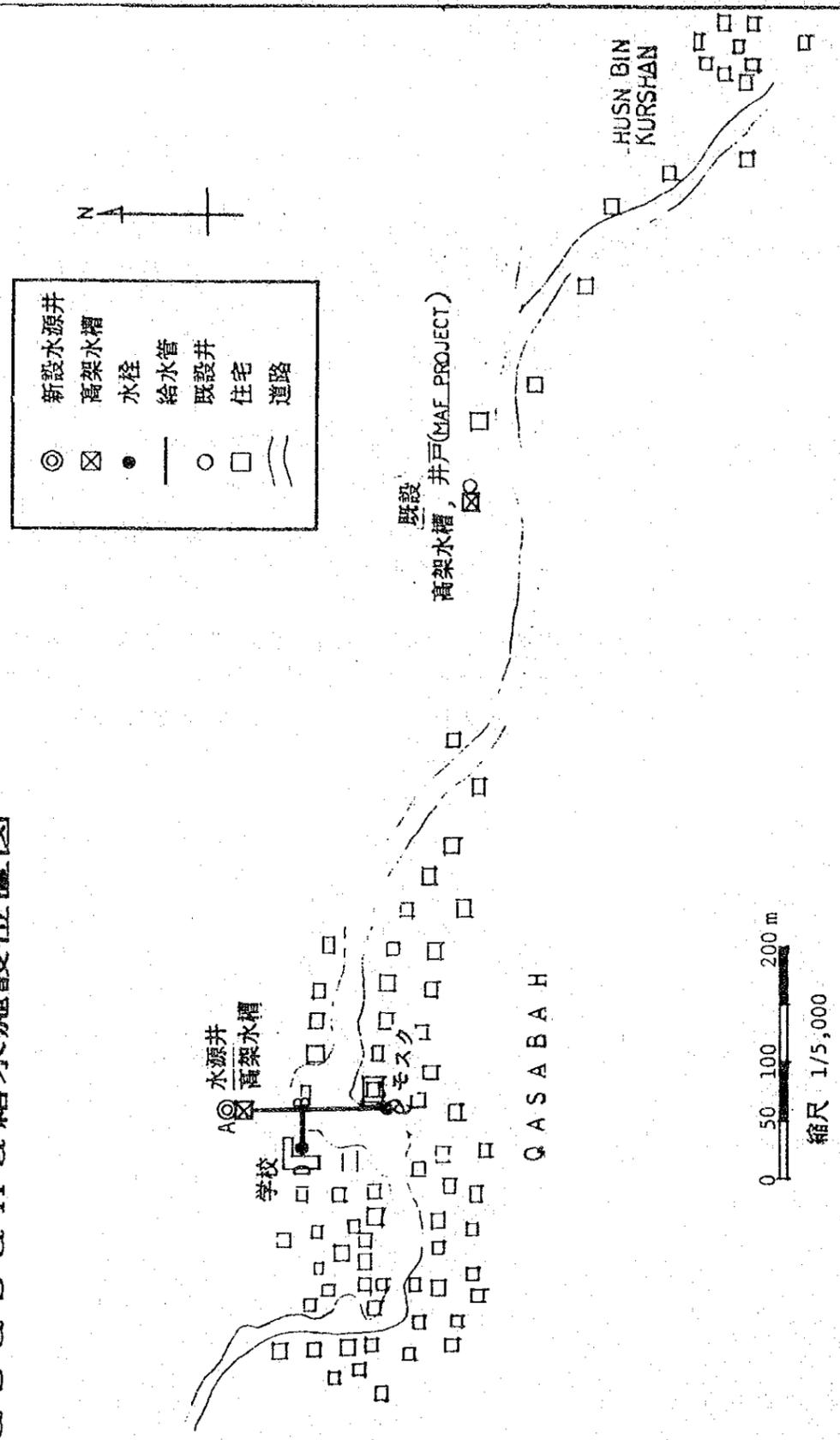


図 5. 6 Qasabaha 給水施設位置図





#### 5-6 概算事業費

わが国の無償資金協力事業として妥当な村落給水施設を建設するためには、工期仕上げの出来ばえ等を考慮し日本の業者による施工が妥当であろう。この条件で積算した概算事業費は約 2.66 億円である。

直接工事費	84,200	千円
間接費	133,800	
一般管理費（直接費の10%）	8,500	
予備費	9,500	
コンサルタント費	29,600	
合 計	265,600	

上記概算事業費に占める直接工事費は約32%であり、直接工事費以外の費用が事業費に占める割合が著しく大きい。これは、各施設規模が比較的小さい上、サイトが少ないため輸送費その他の費用の比率が大きい事が原因である。



## 第6章 事業実施計画



## 第 6 章

### 事業実施計画

#### 6-1 実施体制

イエメン・アラブ共和国政府の地方水道事業の所管庁は公共事業省地方水道局であるが、ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画の所管庁は農水省である。ワディ・アル・ジョーフ地区の農業開発計画に関する村落給水施設の建設は、農水省の灌漑局が民間業者と契約し実施してきた。したがって本件の事業実施主体は同じく農水省灌漑局となる。

#### 6-2 施工計画

##### 6-2-1 施工の方法

すでに農水省によって建設されたワディ・アル・ジョーフ地区の村落給水施設は農水省に水道施設建設部門がないため地元業者の一括請負契約により実施された。しかしながら井戸の仕上げ、配管の仕上げ等に不備な点がみられる。したがって工事に当っては地元業者との工事契約とし、水源井戸の適切なスクリーンの設置、井戸仕上げに必要な砂利充填および、適切な配管工事ができる様にすべきであろう。

##### 6-2-2 工事期間

工事期間は過去の実績から判断すると発注より工事完成まで2ヶ月間と考えられるが、施設の内容・規模から考えるとほぼ妥当である。したがって3ヶ所の工事には約6ヶ月間が必要であろう。

#### 6-3 管理運営計画

ワディ・アル・ジョーフ地区の既存の村落給水施設は、農水省灌漑局が一括請負契約で地元業者と契約し、工事完了後施設そのものが、自々の村落の村長に移管されている。各村では給水施設の管理人を2～3人選定してその維持管理にあたらせる。したがって本件の施設も同様な管理運営方式をとるのが妥当と考えられるが、維持管理に関しては公共事業省地方水道局の協力による指導が必要であろう。



## 第7章 事業評価



## 第 7 章

### 事業評価

ワディ・アル・ジョーフ州一帯は、地理的にも社会・経済的にも辺境の地として他の地域から孤立し、閉鎖社会を形成してきた。同地区に中央政府の開発政策を施し、賦存する土地および水資源の有効利用を行ない、地域住民の生活水準の向上を図りつつ、同地域を中央政府の影響下に組入れることを目的としてワディ・アル・ジョーフ地区開発計画が実施されつつある。

従来より同地域では、灌漑用の表流水、掘抜井戸を生活用水の水源としてきた。しかしながら井戸は個人あるいは共同所有のものが殆どであり、住民はある限られた時間にしか家庭用水を得ることができない結果となっているために、生活用水専用の給水施設が必要とされている。ワディ・アル・ジョーフ地区開発計画は、農業開発により住民の経済的な生活水準の向上と同時に社会サービス面での水準の向上をも目指すものであり、本計画には20ヶ所の村落給水施設の建設が含まれていた。我が国の実施した事前調査では、この20ヶ所の内、水質が飲用水として適切で、既存の給水施設のない7ヶ所を基本設計調査の対象地区と選定した。しかしながら基本設計調査の対象地区の内、4ヶ所には給水の緊急性が高いため本調査開始前に給水施設の工事が完了していた事が判明した。

したがって詳細な基本設計調査は残りの3ヶ所、

1. As Sumum
2. Mubna
3. Al Harashif

につき実施することとなった。

この内、農水省と州知事の合意が得られぬためAs Harashif については詳細な現地調査を行なわなかったため計画対象地区から除外した。また、基本設計調査対象地域であるHusn bin Kurshanについて隣接するQasabah と共用の村落給水施設が建設されていたが、この施設の給水槽の有効貯水容量は20m<sup>3</sup>であるため、Husn bin KurshanとQasabah の自々の人口 250人、900人の水需要を満たすことができぬのが実情であり、Qasabah 独自の施設を設ける必要がある。

事前調査の結果にみられる様に、As Sumum、Mubna、Qasabah の3ヶ所についての水質は良好である。又、地下水調査の結果、帯水層はよく発達していることが判明した。従ってこの3ヶ所については村落給水施設の必要性および技術的な観点から判断して、給水施設建設の必要性が確認された。

しかしながら、本基本設計の対象となる施設は複合集落給水施設型の簡易施設であり、水源となる地下水の帯水層の深度も 100m 以浅である。この様なことから本事業に要する直接工事費の額は比較的小さなものと判断される。

一方、計画対象地は我が国から遠隔地にあるのみならず、イエメン共和国の港からも最遠隔地に位置している。これらの事情を勘案すると、本事業費の内、直接工事費以外の機材の輸送、管理、仮設等に要する費用が、全事業費に占める割合は、かなり大きくなるものと考えられ、本件に対する日本政府の無償資金協力案件として多くは期待し得ないと思われる。

## 第8章 結論と提言



## 第 8 章

### 結 論 と 提 言

#### 8-1 結 論

本件は事業の背景となるワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画はすでに世界銀行、アラブ基金等による資金協力が得られる事になっており、計画の実施段階にある。又、計画対象地区の水質も飲料水として適当であり、水源となる地下水の帯水層も十分な家庭用水を提供できる賦存量がある。加うるに必要とする井戸の深さも比較的浅く、村落給水整備事業としては極めて妥当な計画であると判断される。

しかしながら、計画実施の緊急性のため、事前調査の結果合意された計画対象地区の7ヶ所の内4ヶ所を基本設計調査を待たずに現地政府で工事を実施してしまった。この結果、残りの3ヶ所だけを独立した無償資金協力事業として実施することになると、本件の直接工事費は比較的少ないが本件の投資効果は低いものと判断される。

これに対しイエメン政府側より、7ヶ所のうち未だ井戸のない箇所について日本政府に無償資金協力による地方水道整備計画（公共事業省主管）が実施された場合にはこの計画と一緒に実施する旨要請があった。しかしながら、先に述べたように本件の援助対象が極めて小規模となり、また技術的にもイエメン政府側がこれまで自助努力によって対応してきた実績もあり、資金的にも対応可能な範囲にあると判断されるので、本件に対する日本政府の無償資金協力案件として、多くは期待し得ないと思われる。その旨相手国政府に説明し、団長書簡に記載した。

#### 8-2 問題および提言

1. イエメン・アラブ共和国の給水施設整備は、その事業の性格により、公共事業省又は農水省が主管している。本件は、ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画の一環としての農村基盤整備事業のうちの1つと位置付けられ、農水省が主管しており、直接の担当は同省の一機関であるワディ・アル・ジョーフ地区開発事務所である。しかしながら、4村落における施設の建設はワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画とは全くの別件として、大統領令をうけて農水省が実施しており、この建設につきワディ・アル・ジョーフ地区開発事務所が詳しく報告をうけていなかった。また農水省次官自身も大統領令による給水整備の進捗状況を正確に把握していなかった。外国援助の窓口でありかつ国家全体の政策を統括する中央企画庁（CPO）もこれら2つの給水整備計画を把握し調整できていなかった。

又、地元の州知事と農水省との意思疎通が不十分であったものと思われる。これは、ワディ・アル・ジョーフ地区の極めて特殊な地理的、政治的背景に由来するものと考えられる。したがって、今後本件に類似の協力案件に関しては、十分これらの点について留意する必要がある。

2. すでに工事の終わった4地区の給水施設は農水省が一括請負契約でイエメンの業者と契約して、工事を実施したものである。給水施設としては非常に小規模な設計になっており、問題点は特になく妥当な施設と判断される。しかしながら、井戸の仕上げには、適切なスクリーンを使用することと、砂利充填を十分行なうことが必要であると考えられる。この点を考慮すれば、計画地区での村落給水施設としては問題はないものと思われる。
3. 本件は農水省所轄の総合的な農業開発計画の一環として実施されている。村落給水計画は農業開発計画の中の農村基盤整備として、計画されており村落給水施設も井戸元給水型の簡易施設であるため設計、施工共に農水省で十分実施できるものである。しかしながら、給水施設の衛生面、工事終了後の維持管理面等を考えると、相手国政府で地方水道担当の公共事業者の協力を得ることが望ましい。

# 付 録



## 調 査 団 員 名 簿

団長／総括	横 倉 順 治	国際協力事業団 無償資金協力計画調査部 基本設計調査第一課
団員／給水計画・ 水理地質	東 郷 昭 彦	パシフィックコンサルタンツ インターナショナル
団員／水理地質	高 田 栄	パシフィックコンサルタンツ インターナショナル
団員／水理地質・ 施設設計	望 月 誠 美	パシフィックコンサルタンツ インターナショナル



調査団調査実施日程表

月日	天候	宿泊地	調査内容
6/23	晴		成田-JAL 471
/24	晴	SANAA	JEDOAH-IY-719-SANAA
25	晴	"	日本大使館表敬訪問報告 農水省表敬訪問報告
26	晴	"	農水省訪問打合せ
27	曇	"	PCI 事務所室内作業調査機器類点検
28	晴	"	CPO 訪問農水省打合せ
29	曇	Al Hasm	Sanaa →Al Husm 移動 州知事訪問
30	晴	"	現地踏査 Husn bid Kurshan, Mubna Matarif Az Zahir, Az Samum
7/ 1	晴, 砂嵐	Wadi Khabb	Al Husm →Wadi Khabb現地踏査
2	晴	Murahana	Wadi Khabb現地調査 Abrak Al Wased, Dahar Al Dasi Al Dahir, Ishara, Al Yeitameh
3	晴	Al Hasm	" " Mahisma, wadi Buaa Al Saïda →Al Hasm
4	晴	"	資料整理 電探準備 東郷SANAA 移動
5	晴 PM. 雨を伴う砂嵐	"	Mubna 電探1点
6	晴 PM. 雨を伴う砂嵐	"	Mubna 電探1点 測量揚水試験
7	晴	"	Az Samum 電探2点
8	晴 PM. 砂嵐	"	Az Samum 電探1点, 測量
9	晴	"	東郷SANAA OALHASH 移動 団内協議
10	晴 PM. 砂嵐	"	Wadi Behera Malaha Al Harashif, Hashlub 踏査
11	晴 PM. 砂嵐	"	資料整理
12	晴 PM. 砂嵐	"	Salamat, Al Ghayl, Wadi Sagal踏査 Az Azhir 測量, 揚水試験
13	晴 PM. 砂嵐	"	Az Samum測量
14	晴 PM. 砂嵐	"	Az Samum揚水試験 3個所
15	晴	"	Hush bin Kurshan測量, 揚水試験 2個所
16	晴 砂嵐	"	資料整理, 移動準備
17	晴	SANAA	Al Hazm →Sanaa 移動
18	晴 夜砂嵐	"	休
19	晴	"	MPW, CPO, MAF 訪問打合 日本大使館訪問報告

月日	天候	宿泊地	調査内容
7/20	晴	SANAA	MPW , CPO , MAF 訪問打合 日本大使館訪問報告
21	晴	〃	Sanaa GALF 194 Bahren
22	雨	機内泊	JAL 476 成田 (高田, 望月, 帰国)
23	晴	SANAA	MAF , MPW , Nauh, CPO との打合せ
24	晴	〃	MAF , MPW , Nauhボーリング業者との打合せ
25	晴	機中	
26	晴		成田着 (東郷帰国)

## 主 要 面 会 者 名 簿

### 一農水省 (Ministry of Agriculture & Fisheries : MAF)

副大臣	Mr. Mukbil Ahmed Mukbil
灌漑局長	Mr. Ahmed Mohsen Al Gerady
企画統計局長	Mr. Rutof Al Anjy
企画, 統計副局長	Eng. Abdul Malik K. Al-Thowr
フディ・アル・ジョーフプロジェクト主任	Mr. Ali Dammayk
灌漑技師	Mr. Mohamer Al Yezidi

### 一中央企画庁 (Central Planning Organization : CPO)

副長官	Mr. Fathi Salem
-----	-----------------

### 一公共事業省 (Ministry of Public Works : MPW)

地方水道局副局長	Mr. Ibrahim Al Shami
----------	----------------------

### 一ユニセフ (UNICEF)

水道技師	Mr. Prahlad Manandhar
------	-----------------------

### 一アル・ジョーフ州庁 (Governorate of Al Jawf)

州知事	Mr. Ahmed Dhebaan
-----	-------------------

### 一日本大使館

松本臨時代理大使
島津一等書記官

