

## 第4章 計画の内容



## 4. 計画の内容

### 4.1 目的

本計画の目的は現在東部州で緊急に生活用水供給の改善を必要とする多数の難民を含む村落人口（約40万人）の約半数に相当する21万人の給水改善を図るものである。又、州都Kassala 町の75%の面積にわたる給水不良地区を改善し、かつ給水量の増加を図り、目標給水量75ℓ /day/capの供給を達成するものである。そのために必要とする資機材、および一部施設建設を日本から供与するものである。

### 4.2 要請内容の検討

#### 4.2.1 難民および難民の影響を受けた村落の給水

##### 1. 概要

相手国政府からの協力要請内容の内、下記の事項が対象となる。

- 1) 井戸および付帯施設の新設 41箇所（内 6箇所は難民キャンプ）
- 2) 既設井戸および付帯施設の改修 165箇所（内15箇所は難民キャンプ）

##### 2. 井戸および付帯施設の新設

井戸の建設にあたっては、井戸掘削予定地の水理地質条件を判定するための地下水調査の有無およびその精度が事業実施を考える際の重要な判定項目となる。

本要請では井戸の新設となっているが、現地調査の結果これらの井戸は、既存の井戸の揚水量が難民の流入で圧倒的不足し、近隣にもう 1～ 2井の給水用井戸の建設が必要となったものである。したがって要請のあった新設井戸予定地の滞水層の種類、必要な掘削深度、揚水量の期待値等既設井の資料を参考により判断できるものである。

要請のあった41本の井戸について既設井の資料等を検討した結果以下の事項が判明した。1箇所につき 2本の新設井を必要とする所が 4箇所ある事、又、協力要請のあった本数は42箇所である事が判明した。新設井の本数は総数46本となる。しかしながら位置や水理地質条件の不明確な所が 1箇所の難民キャンプを含めて、11箇所あり基本設計調査期間中にその詳細が判明できなかった。

したがって新設井戸掘削可能なのは 1個所につき 2本の井戸を必要とする 3個所を含む31個所にわたり新設井の掘削数は34本である。これらの井戸掘削予定地はヌビア砂岩地域、玄武岩地域に主として分布している。基盤変成岩地域にも 4個所の新設井戸の予定地があるが、水理地質条件は既存の井戸資料より判定できるものである。(図19および表5)

### 3. 既設井戸および付帯施設の改修

スーダン共和国東部州では地下水が唯一の水源である地域が広範囲にわたり広がっている。したがって地下水の利用は古くから継続しておこなわれてきた。

しかしながら近年これら井戸そのものや、エンジン、ポンプ等の老朽化が著るしいものが多くなってきた。その内、特に難民キャンプおよび難民の流入の影響を受けたスーダン人村落でこれら老朽化した給水施設を改修することが相手国政府の意図である。

協力要請内容では15本の難民キャンプ用水源を含む 165本の井戸および水源施設の改修である。この内調査の結果井戸その他の詳細について判明できたのは92本分である。この内資料が不十分で改修計画の立案できぬものが19本あるため、基本設計調査の対象となるものは73本であると判断される。これら73本の改修要請の井戸を建設年別に分類すると下記の様に分布する。

建設年代	本数
1940年代	7
1951～1955年	0
1956～1960年	2
1961～1965年	6
1966～1970年	29
1971～1975年	29

この内一番新しいものは1974年建設のものである。機械施設の耐用年数は10～15年と考えられる。したがって1965年以前のはポンプエンジン等の機械施設は全て耐用年数を超過しているものと考えられる。又、1966年以降のものについても10～15年の耐用年数を超過しているか、耐用年数の限界にあるものと考えて、差しつかえない。給水高架タンクについても10年を過えると交換改修が必要とされるが、タンクについては現地政府による交換改修が

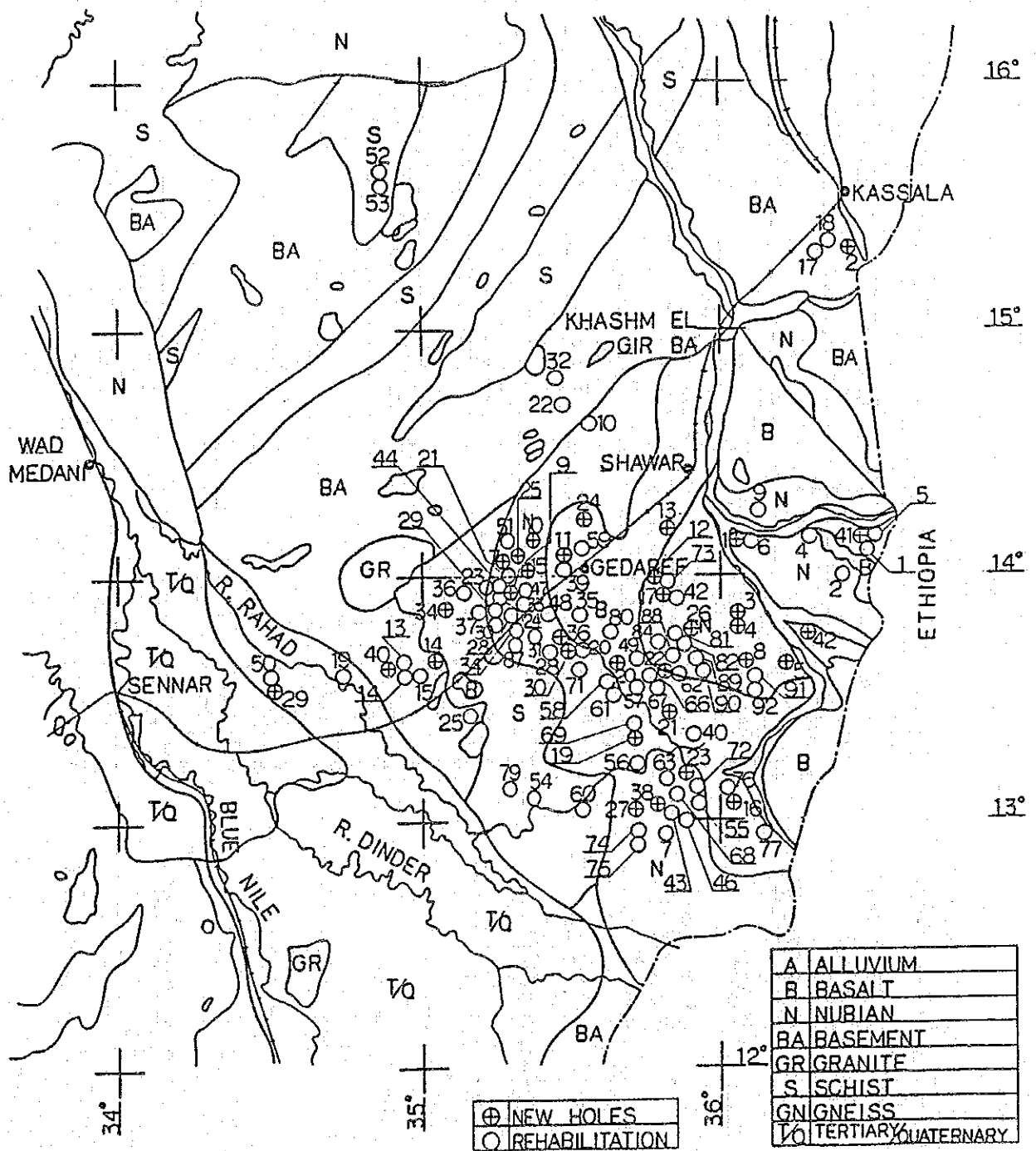


Fig. 19 Location of Boreholes

Table 5 BACKGROUND INFORMATION OF NEW BOREHOLES

	Location	Type of Aquifer	Available Hydrogeological Suvey	Population to be Served	Present Water Source	No of Boreholes
1	WAD EL HELLOW Long. 36° -02' Lat. 14° -13'	NUBIAN SANDSTONE	D=56m, S.W.L=43m Q=75.5 ℓ/min	12,000	Boreholes	2
2	WAD SHEREF 36° -25' 15" -21'	ALLUVIUM	D=45m, S.W.L= 6m Q= 227 ℓ/min	80,000	"	2
3	HELAT HCOMA (No.1) 36° -05' 13" -52'	NUBIAN SANDSTONE	D= 220m, S.W.L=40m Q= 380 ℓ/min	70,000	ATBARA RIVER existing will not working	2
4	" (No.2)	Basalt/NUBIAN SANDSTONE	"	10,000	ATBARA RIVER	1
5	UMH ALI 36° -54' 14" -19'	ALLUVIUM	D=60m, S.W.L= 9m Q= 380 ℓ/min	20,000	Borehole	1
6	WAD HIDAIDA 35° -19' 14" -01'	Basalt/Nubian Sand stone	D= 200m, S.W.L=75m Q=75 ℓ/min	5,000	"	1
7	TABARAKALLA 36° -07' 13" -36'	"	D= 210m, S.W.L=87m Q=75 ℓ/min	10,000	"	1
8	UMH SHORABA 35° -24' 14" -07'	"	D= 270m, S.W.L= 120m Q= 380 ℓ/min	5,000	"	1
9	EL GAMHAN 35° -47' 14" -00'	"	D= 130m, S.W.L=57m Q=75 ℓ/min	6,000	Borehole	1
10	A BU GALLOT 35° -03' 13" -40'	"	D= 150m, S.W.L=40m Q=60 ℓ/min	4,000	Boreholes	1
11	Galabat 35° -23' 14" -03'	"	D= 220m, S.W.L=40m Q= 200m <sup>3</sup>	8,000	"	1
12	KINANA 36° -02' 13" -05'	"	D= 295m, S.W.L=22m Q=52 ℓ/min	3,000	"	1
13	WAD KASIBA	"	D= 360m, S.W.L=75m Q= 145 ℓ/min	4,000	"	1
14	EL RAFIO 35° -44' 13" -21'	"	D= 150m, S.W.L=16m Q=80 ℓ/min	5,000	"	1
15	EL SAHINA 35° -43' 13" -37'	"	D= 330m, S.W.L=16m Q=90 ℓ/min 5.4	6,000	"	1

	Location	Type of Aquifer	Available Hydrogeological	Population to be Served	Present Water Source	NO of Boreholes
16	EL SARAF EL AHRHER 35° -51' 13" -27'	Nubian Sandstone	Suvey D=85m, S.W. L=20m Q=90 g/min 5.4	6,000	"	1
17	MAD GANOFA 35° -50' 13" -36'	"	D=120m, S.W. L=30m Q=225 g/min 13.5	4,000	"	1
18	ALLANA 35° -55' 13" -11'	Nubian/Basalt	D=300m, S.W. L=50m Q=230 g/min 13.8	7,000	"	1
19	EL AZAZ EL MATAR 35° -33' 14" -12'	"	D=200m, S.W. L=20m Q=115 g/min 6.9	3,000	"	1
20	SHEIKHAIN 35° -55' 13" -43'	"	D=150m, S.W. L=30m Q=115 g/min 6.9	8,000	Borehole	1
21	DOKA 35° -46' 13" -02'	"	D=160m, S.W. L=30m Q=90 g/min 5.4	7,000	Borehole Hafir	1
22	TAGLI(1) 34° -30' 5' 13" -33'	NUBIAN	D=150m, S.W. L=28m Q=65 g/min 3.9	3,000	Borehole	
23	TAGLI(2) 35° -31' 13" -41'	NUBIAN SANDSTONE	D=150m, S.W. L=28m Q=75 g/min 4.5	5,000	"	
24	DOHAT(1)	Nubian Sandstone	D=105m, S.W. L=43m Q=90 g/min 5.4	3,000	"	
25	DOHAT(2) Long. 35° -06' Latt. 13° -52'	Nubian Sandstone	D=55m, S.W. L=30m Q=90 g/min 5.4	8,000	Borehole	
26	ZERGA(1) 不明	Nubian	D=85m, S.W. L=22m Q=110 g/min 6.6	5,000	"	
27	UMH HIRELAHA	Nubian/Sandstone	D=265m, S.W. L=327m Q=190 g/min 11.4	5,000	"	
28	UMH MILEHA 35° -50' 13" -02'	Basalt Nubian/Sandstone	D=370m, S.W. L=65m Q=75 g/min 4.5	5,000	"	
96	GALA EL NAHL(1)	Nubian/Basalt	D=150m, S.W. L=44m Q=110 g/min 6.6	10,000	Hafir	
30	GALA EL NAHL(2) 34° -57' 13" -37'	Fractured Basement Compleat	D=90m, S.W. L=57m Q=75 g/min 4.5	7,000	Borehole	
31	UMH EL TYOUN 36° -29' 14" -12'	Nubian Sandstone	D=180m, S.W. L=56m Q=70 g/min 4.2	3,000	"	

行われている。

井戸に関しては15年を過ぎたものはやはりクリーニングをし若返りを図り揚水量の安定を図る必要がある。このためには井戸をクリーニングした後改めてポンプテストを行ない、適正揚水量を確認する事が必要である。

これらの井戸は、主として、Gedaref 町を中心とするヌビア砂岩地域、玄武岩地域に集中的に分布している。又、さらに西方の基盤変成岩帯に分布するものもあるが、ここに挙げた73本の改修予定の井戸に関する滞水層の種類、掘削深度、揚水量の期待値は判明している。(表6)

#### 4. 給水施設の標準仕様

スーダンに於ける地方村落給水施設の設計条件としては平均消費量、貯水タンク容量等一応設定されている。しかしながら地下水を村落給水の水源とする場合が多いため、給水量の設計条件を定めても実際には、水源に限度のある場合も多く、これを守る事は非常に困難である。したがって現実的には、利用可能な水源としての井戸の産出量と高架貯水タンクをおよび共同水栓を一組としたものが標準仕様として用いられる。人口が比較的多い場合は、同様な標準仕様の施設を近くに増設して水需要に対応する方法がとられている。

参考までにスーダンにおける地方給水施設の設計条件を示すと下記の如くである。

平均給水量	
施設のタイプ	平均消費量
水源のみ	10ℓ /day/cap
共同水栓によるもの	15～ 30ℓ /day/cap
配水管を有するもの	50～ 100ℓ /day/cap
大型家畜	27ℓ /day/cap
小型家畜	7ℓ /day/cap

貯水タンクの容量は、日平均給水量の30%とされている。

地方給水施設の標準仕様としては、以下のものが使用されている。

- 1) 水 源：井戸およびポンプハウス
- 2) 高架タンク：50m<sup>3</sup> 高架台 3m



Table 6 BACKGROUND INFORMATION OF BOREHOLE REHABILITATION

No.	Code No.	Location	Const. Year	T-Depth (m.)	Casing (mm)	Type of Aquifer	S.W.L. (m)	Yield ( $\ell$ /min)	Population Served
1	5385	N. 36.29 E. 14.12	1949	183	6 5/8	Basalt/Nubian Sandstone	57	68	2,000
2	2287	36.19 14.13	1967	163	"	"	133	68	3,000
3	6707	36.06 14.11	1974	212	"	"	32	166	6,000
4	4248	35.51 12.56	1967	340	"	"	53	54	2,000
5	6218	36.03 14.15		194	"	"	32	76	3,000
6	6181	36.09 14.15	1973	179	"	Nubian Sandstone	17	76	4,000
7	6708	35.35 14.36	1973	211	"	"	29	136	5,000
8	1415	34.56 13.37	1968	41	"	"	19	32	2,000
9	2604	34.56 13.37	1969	118	"	"	58	70	3,000
10	3529	34.57 13.36	1969	92	"	"	27	333	10,000
11	2425	36.20 15.20	1970	22	"	"	19	151	6,000
12	3024	36.24 15.22	1970	37	6 5/8	Sandstone	6	378	15,000
13	3289	34.43 13.34	1969	275	"	Basalt/Nubian Sandstone	13	197	6,000
14	4303	35.32 13.40	1971	187	"	"	28	245	7,000
15	5409	35.19 14.01	1972	205	"	"	76	79	3,000
16	222	35.29 13.42	1948	114	8 5/8	"	23	109	3,000
17	173	35.14 13.53	1947	237	6 5/8	"	49	91	3,000

No.	Code No.	Location	Const. Year	T-Depth (ft)	Casing (in)	Type of Aquifer	S.H.L. (ft)	Yield (g/min)	Population Served
18	3994	N 35.11 E 13.25	1971	270	6 5/8	Basalt/Nubian Sandstone	35	257	7,000
19	2276	35.20 13.50	1947	128	"	"		61	3,000
20	4270	35.18 13.55	1971	229	"	"	50	243	3,000
21	3111	35.18 13.54	1969	210	"	"	46	243	3,000
22	4268	35.25 13.43	1971	239	"	"	53	227	3,000
23	3110	35.27 13.48	1968	225	"	"	53	227	3,000
24	3112	35.22 13.53	1971	253	"	"	62	230	5,000
25	4272	35.21 13.45	1971	92	"	"	62	63	2,000
26	2412	35.34 13.49	1967	311	6 5/8	Basalt-Nubian Sandstone	159	42	2,000
27	172	35.11 13.54	1957	55	8 5/8	"	31	45	2,000
28	173	35.14 13.53	1947	55	"	"	48	91	4,000
29	222	35.29 13.42	1948	96	"	"	23	109	4,000
30	703	35.30 14.03	1956	153	"	"	49	98	4,000
31	3296	35.55 13.19	1971	370	6 5/8	Basalt-Nubian Sandstone	32	99	5,000
32	2001	35.52 13.54		116	"	Nubian Sandstone		51	2,000
33	5392	35.51 13.02	1971	371	"	B-N	68	50	2,000
34	2451	35.18 13.55	1971	89	"	"	18	605	20,000

No.	Code No.	Location	Const. Year	T-Depth (ft.)	Casing (in.)	Type of Aquifer	S. W. L. (ft.)	Yield (g/min)	Population Served
35	2471	N E		272	6 5/8	B-N	45	210	8,000
36	3500	35.55 13.00	1971	287	"	"	70	177	6,000
37	4265	35.22 13.56	1971	278	"	"	10	303	9,000
38	3151	35.27 13.51	1969	345	"	"	89	179	7,000
39	3145	34.30 13.33	1968	157	"	"	29	64	2,000
40	1641	35.21 14.11	1963	138	"	"	38	53	2,000
41	1414	34.49 15.37	1962	76	6 5/8	"	15	61	2,000
42	5393	35.55 13.07	1972	258	"	N-B	20	76	3,000
43	2197	35.46 13.15	1968	185	"	"	30	91	4,000
44	3160	35.46 13.35	1969	121	"	B-N	21	45	1,000
45	3991	35.39 13.34	1971	214	"	"	20	254	6,000
46	3992	35.34 14.11	1971	186	"	B-N	14	210	3,000
47	4309	35.32 13.05	1971	271	"	"	88	173	3,000
48	4300	35.43 13.35	1971	354	"	"	34	227	5,000
49	2742	35.50 13.36	1969	121	"	"	32	189	5,000
50	2920	35.52 13.13	1969	162	"	"	69	76	2,000
51	1909	35.49 13.33	1966	214	"	"	22	45	1,000

No.	Code No.	Location	Const. Year	T-Depth (ft.)	Casing (in.)	Type of Aquifer	S.W.L. (ft.)	Yield (g/min)	Population Served
52	1788	N. 35.49 E. 13.33	1965	262	6 5/8	B-N		76	2,000
53	2176	35.43 13.37	1968	336	"	Basalt	16	91	2,000
54	2923	35.44 13.21	1969	90	"	B-N	16	89	2,000
55	3288	35.34 13.38	1971	260	"	"	31	236	5,000
56	3297	35.55 13.13	1971	363	"	"	87	145	4,000
57	5391	35.45 13.00	1972	211	"	"	88	64	2,000
58	2903	35.45 13.00	1969	143	"	"	40	151	4,000
59	3301	36.02 13.05	1971	301	"	"	23	52	1,000
60	3302	36.10 12.58	1971	312	"	Basalt	76	62	1,000
61	3185	36.29 14.12		177	"	B-N	72	53	1,000
62	1924	35.20 13.09	1966	267	"	"		454	1,5000
63	4308	35.39 13.47	1971	136	"	"	59	151	4,000
64	1787	35.53 13.42	1965	169	"	"	102	91	2,000
65	4310	30.06 13.45		171	"	"	78	227	4,000
66	2489	35.51 13.43	1968	137	"	"	72	76	3,000
67	2490	35.22 13.73	1968	185	"	"	59	129	3,000
68	4254	35.51 13.42	1971	179	"	"	87	151	5,000

No.	Code No.	Location	Const. Year	T-Depth (ft)	Casing (in)	Type of Aquifer	S.M.L. (ft)	Yield (g/min)	Population Served
69	2281	N. 35.53 E. 13.40	1988	200	6 5/8	B-N	70	68	3,000
70	2034	35.56 13.37	1967	303	"	"	104	53	2,000
71	2011	35.56 13.37	1967	265	"	"	70	53	3,000
72	2070	36.07 13.36	1967	191	"	"	92	73	3,000
73	2059	36.07 13.36	1967	212	"	"	88	73	4,000

- 3) 給水栓: 10ℓ/sec 4~8個
- 4) 家畜用水槽: 1~4
- 5) 施設敷地: 50m×50m

本計画における井戸新設箇所には上記施設1)~5)が必要であるが既存施設改修の場合は、1)だけが必要となる。

## 5. 水 源

水源と予定されている井戸は、既存井の影響圏外の最寄の地点に掘削する事にすると、既存井の井戸常数が得られると想定する事ができる。

新設井戸予定地区の各々の既存井の揚水量 (m<sup>3</sup>/day)で12時間運転した場合の1日総揚水推定量と計画給水人口とを比較したものが図20である。1日1人当りの設計基準給水量 (10ℓ/day/cap~30ℓ/day/cap)のグラフを参考までに併記してみると、大半の新設給水施設予定地区では、1日給水量10ℓ/day/capと30ℓ/day/capの範囲内にあるので、新設井戸の推定容量は各々の計画給水人口の需要を満たすことができると言える。

又、ポンプの運転時間を12時間と推定しているので、将来の需要増に対しては運転時間を計画の12時間から16時間に延長することにより計画給水量の30%増まで対応できる。

井戸番号 1, 3, 21, 25, 29, 30の6本については、ポンプの12時間運転では給水基準10ℓ/cap/dayに満たない。

	単位揚水量 ℓ/min	井戸本数	運転時間 hr	利用可能水源 ℓ/d	給水人口	単位給水量 ℓ/day/cap
1	75.5	2	12	108,720	12,000	9.1
	75.5		16	217,440		12.1 > 10
3	380	2	12	532,800	70,000	7.6
	380		16	729,600		10.4 > 10
21	90	1	12	64,800	7,000	9.3
	90		16	86,400		10.8 > 10
25	90 <sup>H</sup>	1	12	64,800	8,000	8.1
	90		16	86,400		10.8 > 10
* 29	110 hafir	1	12	79,200	10,000	7.9
	110		16	105,600		10.6 > 10
30	75 Basement	1	12	54,000	7,000	7.7
	75		16	72,000		10.3 > 10

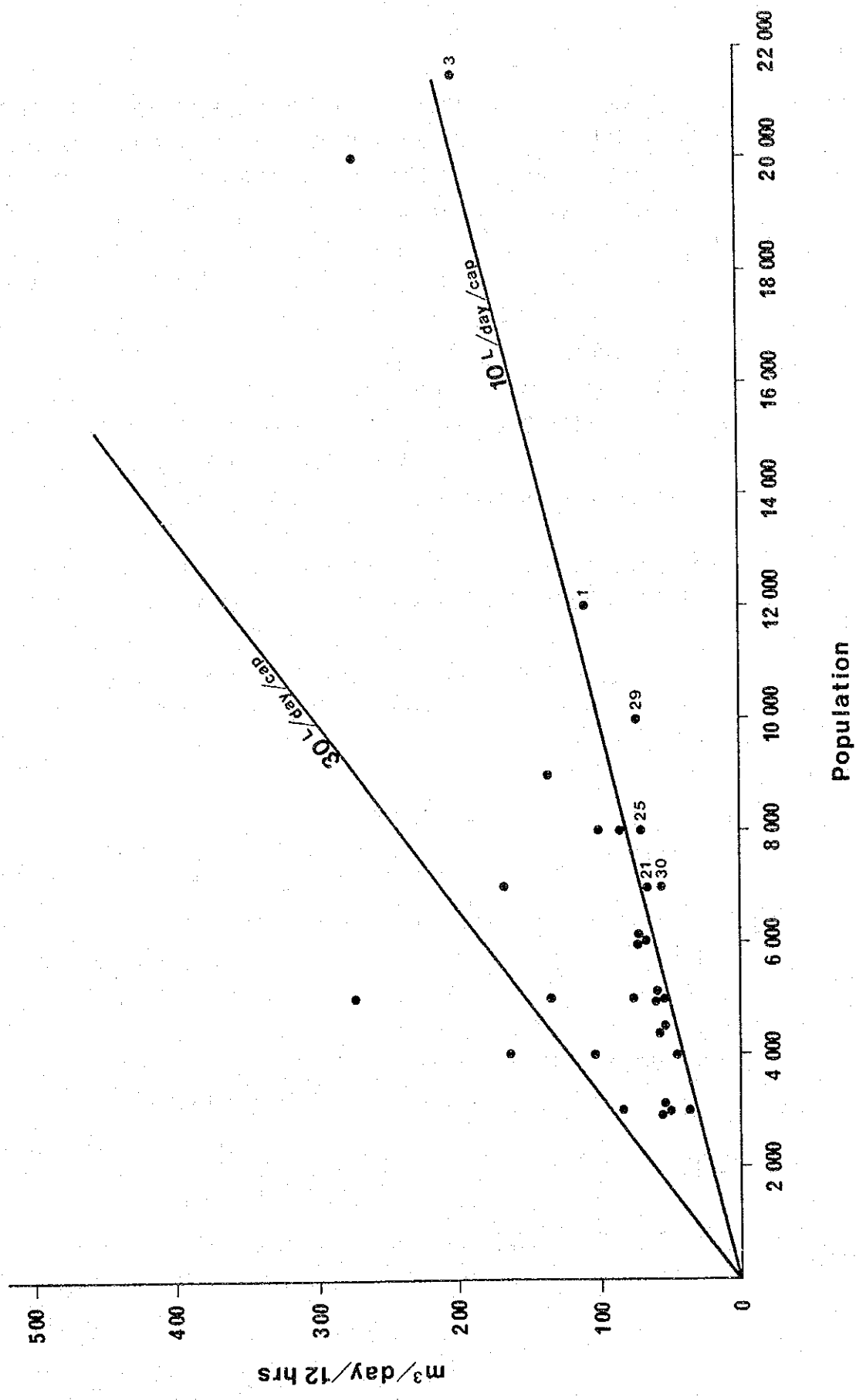


Fig. 20 Water Source/Population New Boreholes

上記井戸の内 1~25はいずれもNubian Sandstoneに滞水層を得ている。12時間のポンプ運転時間では、給水基準量の10ℓ /day/capを供給することはできないが、ポンプ運転時間を16時間にすれば給水基準量の10ℓ /day/capを供給する事が可能である。しかしながら、既存の井戸調査の結果によると井戸の仕上げの不十分さとストレーナーが現地で作成したスロット式のものであるため、採水量が著るしく少い井戸が多いとの報告もある。

したがって、上記井戸建設予定地では、井戸の建設と仕上げの改善により、より多くの水量が得られるべく考慮する必要がある。なお、これらの井戸が水源を得ている滞水層は、いずれも70ℓ /min~ 380ℓ /minの揚水量を示しているので、給水量が需要に対して余裕がないのは、水源としての地下水にあるのではなく、給水人口の大きさに原因がある。したがって将来は、新たな井戸の増設により将来の水需要増には対応できるものと考えられる。

既存施設の改修となる水源の容量（12時間運転）と給水需要と比較すると、いずれも最低給水基準量10ℓ /day/capを上まわっている。（図21）

しかしながら、この揚水量は各々の井戸建設当時の数値であるので、改修にあたっては、井戸の若か返りを十分行ない、新たに揚水試験をして揚水量を確認する必要がある。

## 6. 給水タンク

計画対象地区の大半は、水源 1本あたりの給水人口7000人以下である。（図22）

従って、給水タンクの容量を1日給水量の30%はほぼ満たされている。しかしながら人口10,000人を越す施設では、給水量が10ℓ /day/capより多い場合は、給水タンク容量の50m<sup>3</sup>は基準値である1日給水量の30%程度か、これ以下となる場合も若干ある。（図23）

この場合は、スーダン政府の村落給水施設の標準化の方針を尊重して、ピーク需要の時間帯の分散により対応することが妥当と考えられる。

## 7. 揚水ポンプ

ポンプ性能、価格、使用目的等を検討した結果、パーティカルタービンポンプを使用する（第5章 基本設計参照）。



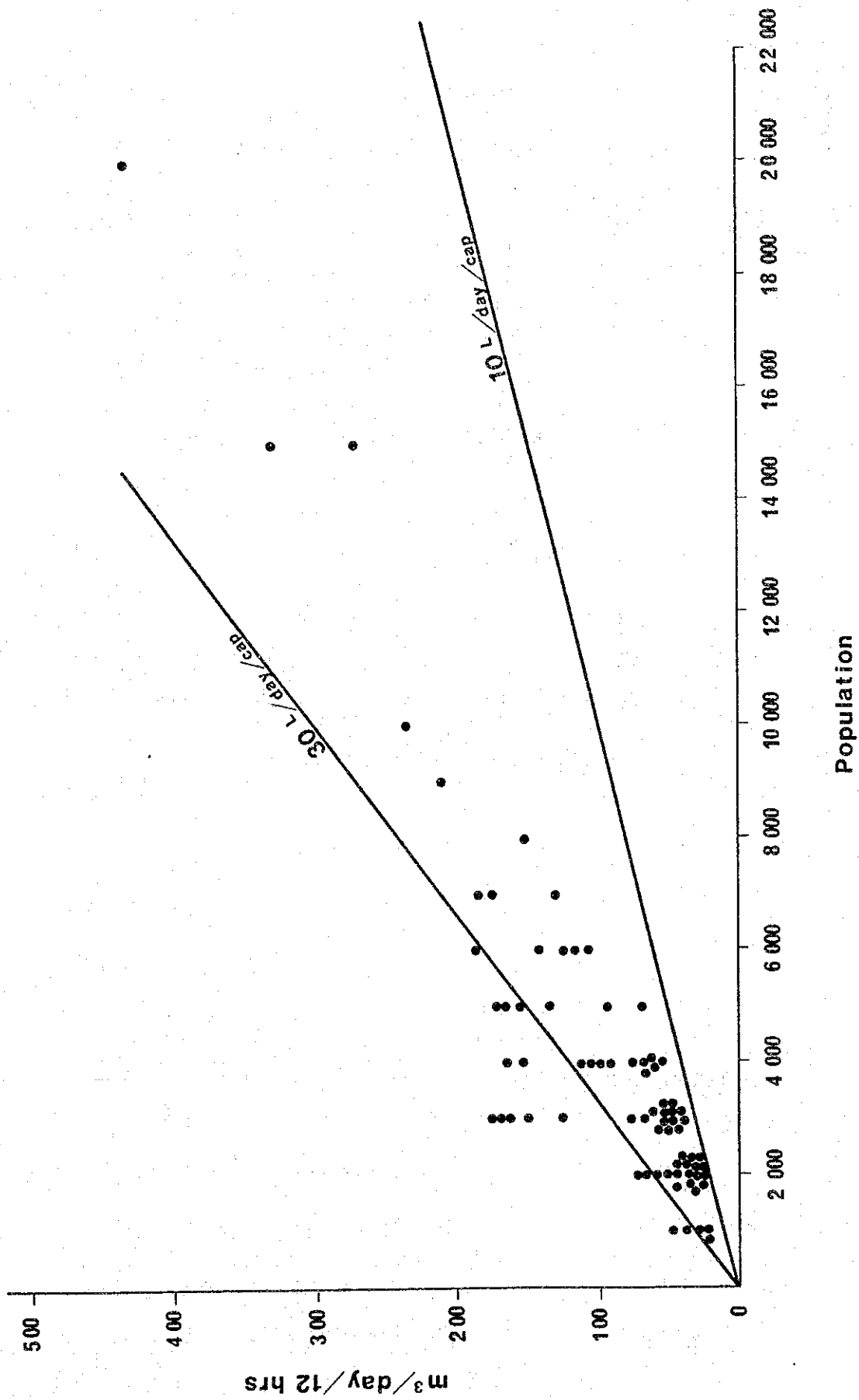


Fig. 21 Water Source / Population Rehabilitation of Boreholes

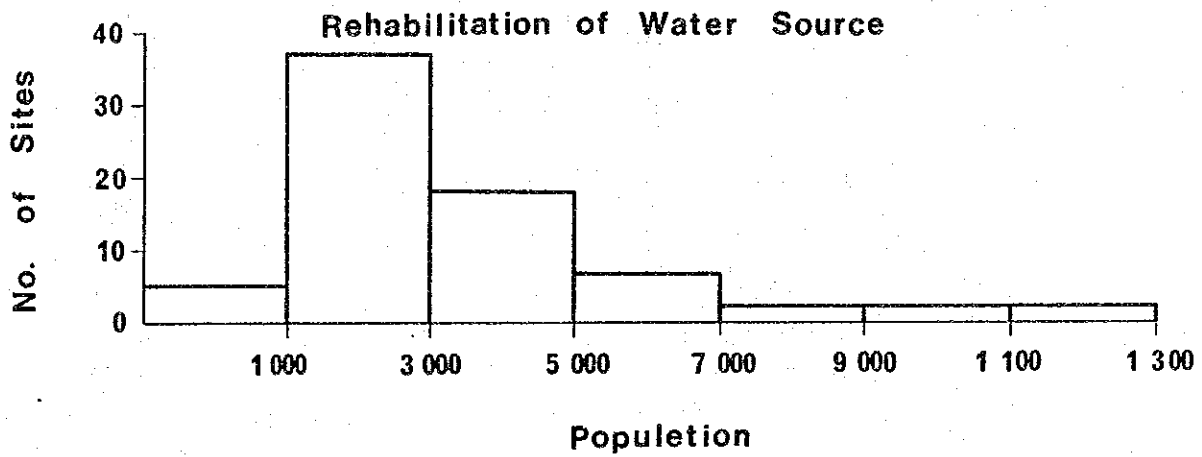
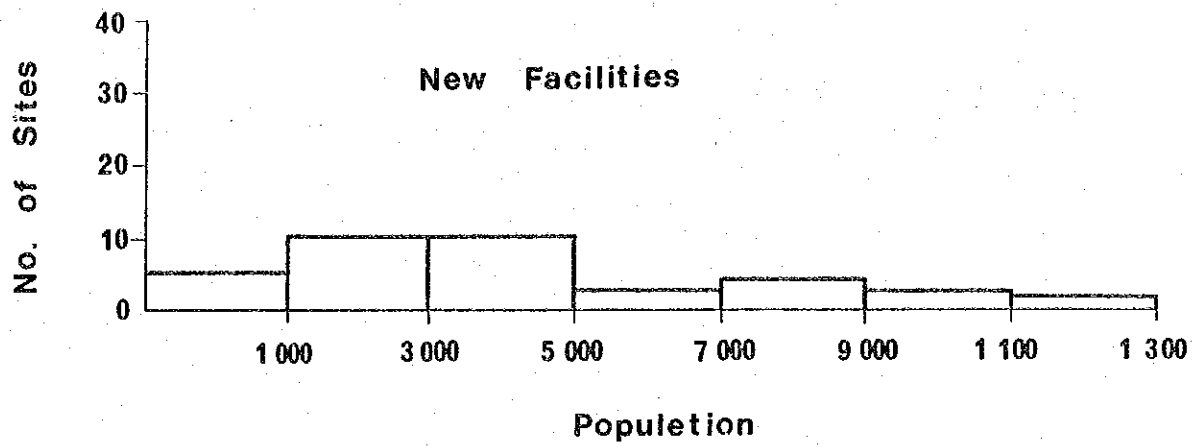


Fig. 22 Distribution of Population

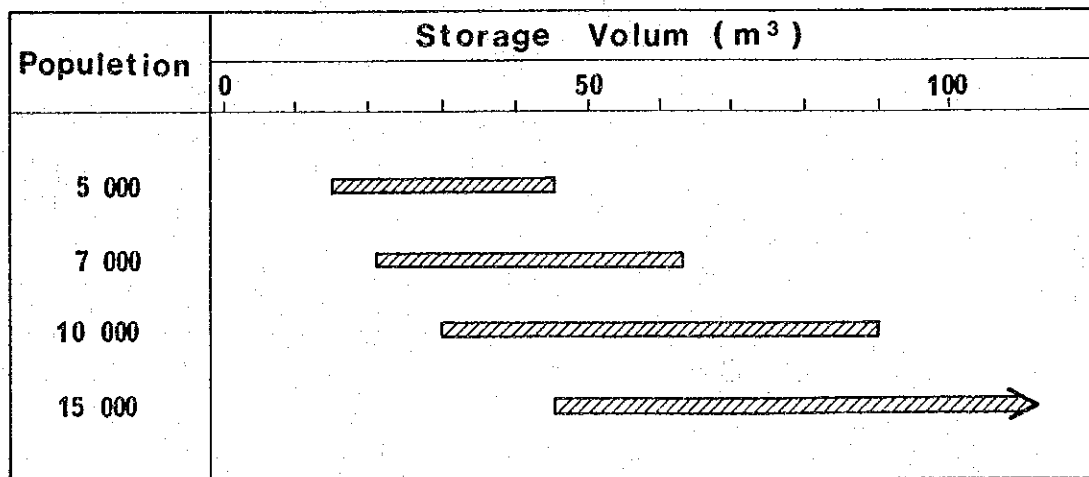


Fig. 23 Required Capacity of Storage Tank

#### 4.2.2 Kassala 町給水施設

##### 1. 概 要

流入難民は 5万人と言われているが、夫々Kassala 町に住み付いている。このためKassala 町の給水施設自体の容量不足、水源の老朽化等もあり、給水事情の悪化が著るしい。

配水管として現在使用されているものは10"、8"、6"、4"、3"として石綿管が、又、2"～1/2"として塩化ビニール管が使用されている。

これらの布設延長は次の通りである。

管 径	東岸地区	西岸地区
10"	5.4km	—
8"	—	1.0
6"	18.2	6.1
4"	33.8	8.3
3"	20.5	2.5
2"	68.5	38.7

上記布設延長からも判断されるところ管径の小さいものが、非常に長く、このため管路の末端近くは、当然の事として圧力不足となる。常時水の使用出来る地域が25%、夜間のみ地域が50%、残り25%は管が布設されていても使用出来ないと言われている。

したがって、Kassala 町に於ける給水施設の新水源の建設と必要な施設、特に配水池の拡張および配水システムの改善が緊急を要している。

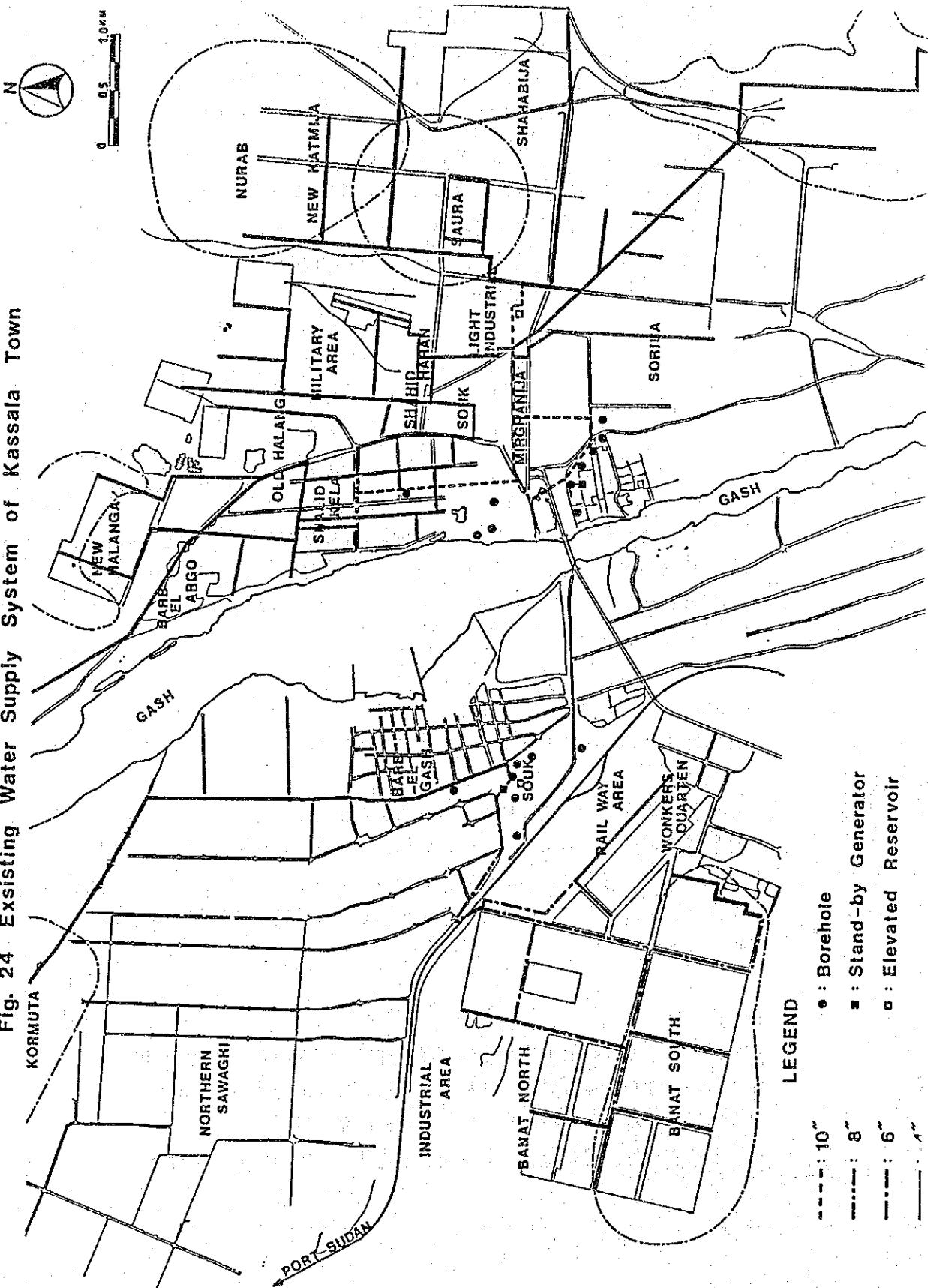
給水区域は東岸地区と西岸地区に分かれ町全体をその範囲としている。しかし共同栓による給水の場合は、利用者の範囲は決定し難く又個人の給水栓に於いても分水を行う場合もあり利用者の境界線ははっきりしない。したがって給水区域を地図上で推定すると東岸地区が14km<sup>2</sup>、西岸地区が 8km<sup>2</sup>である。

(図24)

##### 2. 目 標 年 次

Kassala 町における給水のための将来計画は、現在のところ立案されていない。しかしながら過去の人口増加率は、過去10年間で 5.8%で極めて安定した人口動態を示している。したがって将来の自然増に関しても年増加率 1%以下と考えられ。将来の生活揚水需要変化は、難民の流入、共同水栓から各

Fig. 24 Existing Water Supply System of Kassala Town



個給水の増加等が考えられるが、これに関しては、水源のポンプの運転時間の調整により行なうものとし、目標年次は特に設定はしない。

### 3. 計画給水区域

Kassala 町に於ける難民の生活範囲は町全体に及んでおり、地域を限定することは不可能である。又、難民の流入により住民への影響も大きいものがある。したがって、給水区域は現在市街を形成している地域全体を含めるものとして計画する。

Kassala 町は、GASH川により東西に2分されており、現在の上下水道施設は東岸地区、西岸地区と独立している。水源としての地下水も東、西両地区のGASH川付近で十分取水可能である。このような状況にあるため、東西両地区は、独立した区域とし、連絡管路は設置する必要はないと考える。

給水区域の面積は、東地区約14km<sup>2</sup>、西地区約 8km<sup>2</sup>とする。

## 4. 水 源

### (1) 水資源

Kassala 町付近における水源としては、地下水しか考えられない。町の中央を流れるGASH川は乾期の10月から 5月には表流水がない。NILE川の支流であるATBARA川は通年表流水はあるが、Kassala 町より南方70kmに

位置し、送水管路の布設、ポンプ施設、浄水施設維持費等を考えると、地下水の比ではない。

### (2) 井 戸

既設の井戸は東岸地区に10本、西岸地区に 7本ある。これらの井戸の過去の揚水実績は、1本当り最小で35m<sup>3</sup>/hr、最大で75m<sup>3</sup>/hrである。又、揚水テストの結果では、1本当り安全揚水量として80m<sup>3</sup>/hrは確保出来るとの数値もある。このような実績より、1本当り揚水量を40m<sup>3</sup>/hrとして計画する。

次に水位効果量を求める。この場合現況の井戸間隔は、非常に狭く群井戸と考えねばならない。群井戸式は、

$$S = \frac{1}{2\pi T} \sum Q_w i \ln \frac{R_i}{r_i}$$

であり、この時の影響圏は、他地区の井戸に影響を与えない範囲を取れ

ば良いことになる。本計画では、町のはずれとして、約 3kmをその範囲とする。

透水量係数は、水位回復試験より計算され、7,083 m/dayである。

ここで S : 水位降下量 (m)  
T : 透水量係数 (m<sup>3</sup>/day)  
Qw i : 全揚水量 (m<sup>3</sup>/day, 日最大給水量とする)  
R i : 影響範囲 (m)  
r i : 全井戸の半径の総和 (m)

$$S = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 7,083} \times 16,250 \times \frac{3,000 \text{ m}}{0.125 \text{ m} \times 25 \text{ 本}} \div 2.5 \text{ m}$$

上記計算より水位降下量は 5.0m程度と考えられる。

以上の結果より新規井戸の計画は次のようにする。

井戸口径	: φ 250mm
井戸 1本当り揚水量	: 40m <sup>3</sup> /hr
水位降下量	: 5.0m
動水位	: 35.0m
1日当り揚水時間 (平均)	: 16時間
井戸間隔	: 群井戸と考え 100m以上が必要である。

### (3) 水 質

現地調査で入手した既存の井戸の水質試験の結果をまとめて表7に示す。

Table 7 Water Quality

構成要素	井戸の水質	WHO-	WHO- 許容限度	日本の水質規準
濁り 略/l	2.7	5	25	2
色 "	Nil	5	50	5
pH	7.7	7.0~ 8.5	6.5~ 9.2	5.8~ 8.6
電気電動度 $\mu\Omega/cm$	750	--	--	--
カルシウム硬度 略/l	165	100	500	300
総アルカリ度 "	55	80	400	--
塩素 "	128	200	600	200
フッ素 "	--	0.7	0.8	0.8
鉄 "	Nil	0.1	1.0	0.3
マンガン "	--	0.05	0.5	0.3
水銀 略/l	--	--	--	0
銅 "	--	--	--	1.0
亜鉛 "	--	--	--	1.0
鉛 "	--	--	--	0.1
ナトリウム "	--	--	--	--
カリウム "	--	--	--	--
硫酸塩 "	--	--	--	--
砒素 "	--	--	--	0.05
カドミウム "	--	--	--	--
蒸発残留物	460	500	1,000	500

分析結果によれば、WHO許容限度をオーバーしている項目はなく、又分析数値のないものについても充分安全であると判断出来る。

#### 5. 給水人口

計画給水人口は、現地調査結果により次のように推定する。

町全体の人口は 165,000人であり、GASH川の東岸地区に 112,000人、西岸地区に 53,000人と推定されている。整備された記録はなく、家の密集した市街と周辺村落との境界も定かでないため、全体人口の居住区域ははっきりしない。このため給水は、町全体の人口を対象とした給水人口とし、その区域は給水区域として定めた範囲に居住するものと想定する。

住民に対する給水は、各戸給水と共同栓によるものの2種ある。現在各戸給水は町全体として11,700個あり、東岸地区に 7,950個、西岸地区に 3,750個

である。1個当り家族は 8～ 9人であり、 9人として各戸給水の人口を産出する。

以上により給水人口をまとめると、表8の通りとなる。

Table 8 Population of Kassala Town

	<u>East Bank</u>	<u>West Bank</u>	<u>Total</u>
Total (難民含む)	112,000	53,000	165,000
Private Connection	72,000	34,000	106,000
Communal Taps	40,000	19,000	59,000

#### 6. 給水原単位

Kassala 町に於ける現況は、水量不足、送水圧力不足であり、実績の数値は把握出来ないので現況の井戸ポンプの揚水能力により計算すると、東岸地区では65ℓ /day/cap、西岸地区36ℓ /day/capとなる。

現在スーダン国に於ける給水量の希望値としては、平均75～ 100ℓ /day/capとされている。

開発途上国に於ける家庭用一人一日平均給水量は、表9のようであり、これ等数値を基に給水原単位を決定する。

Table 9 Common Value of Daily Water Consumption (ℓ /day/cap)

	<u>Private Connection</u>	<u>Communal Tap</u>
Developing Countries	50～ 150	20～40
Kenya	75	25
Sri Lanka	180	45
Indonesia	100～ 125	40

Kassala 町水給水公社の目標給水量は75 ℓ /day/capである。自然社会環境の類似するケニヤ共和国の数値とも比較検討の結果妥当なものとし、これを採用し、一人一日平均給水量を各戸給水75ℓ /day/cap、又、共同水栓では25ℓ /day/capとする。

#### 7. 公共使用水量及び損失水量

Kassala町は、東部スーダンの中心地として中央・地方の諸官庁が集っており、



又、学校・病院等公共用水の需要は多い。現地政府では、これら公共用水の使用量については、その他損失水量も含み総給水量の1/3を必要とするものとしている。これは、給水量の33%に相当するが、普通日本に於いて損失水量は15%と考えられており、現地での配水管材がアスベスト・セント・パイプであることを考慮すれば、20%位は、考えられ、残り公共用水として13%となる。現地での公共用水利用者の規模を考えるとこの程度は見込む必要があると判断される。

したがって、公共用水量、損失水量として、一人一日平均給水量×33%として計画する。

#### 8. 水需要の季節変動

雨期と乾期の生活環境の変化により水の使用量は変化するものであるが、現地での調査の結果によるとその比は、1:1.3と推定されている。

したがって、1日平均給水量×1.3=日最大給水量として計画する。

#### 9. 水需要の時間変動

水需要の時間変動を考え、時間最大給水量として施設の計画を行う。この量は井戸ポンプ能力、配水池、管路等の容量、計算の根拠となるものである。

水需要の時間変動は、給水人口の小さいほど大きく、給水人口が多くなれば小さくなる。Kassala 町の人口規模では時間最大比は、1.5が適当と考えられる。

## 10. 給水量と給水量分布

前項迄の結果により給水量を計算して表10に示す。

Table 10 Design Capacity of Kassala Water Supply

	East Bank	West Bank
Average Daily ① Consumption	72,000人x 75ℓ /day/cap=5,400m <sup>3</sup> 40,000人x 25ℓ /day/cap=1,000m <sup>3</sup> 計 6,400m <sup>3</sup>	34,000人x 75ℓ /day/cap=2,550m <sup>3</sup> 19,000人x 25ℓ /day/cap= 475m <sup>3</sup> 計 3,000m <sup>3</sup>
Public Purpose② and Losses ①× 0.33	6,400m <sup>3</sup> x 0.33 ≒ 2,100m <sup>3</sup>	3,000m <sup>3</sup> x 0.33 ≒ 1,000m <sup>3</sup>
Average Daily ③ Demand ①+②	8,500m <sup>3</sup>	4,000m <sup>3</sup>
Max. Daily ④ Demand ③× 1.3	11,050m <sup>3</sup>	5,200m <sup>3</sup>
Max. Hourly Demand ④× 1.5	16,600m <sup>3</sup> /day = 692m <sup>3</sup> /hr = 11.5m <sup>3</sup> /min	7,800m <sup>3</sup> = 315m <sup>3</sup> /hr = 5.3m <sup>3</sup> /min

送水量の分布は、全町一律として管路計画を行う。家屋の密度、共同水栓、公共施設の分布により給水量は当然変化するが、共同栓の分布は町の周辺部に多少集っているがそれほど極端ではなく、公共施設、家屋の密度も給水区域として定めた範囲にほぼ一様に分布している。

したがって、時間最大給水量のヘクタール当り給水量として、

$$\text{東岸地区} \quad 16,600\text{m}^3 \div 1,400\text{ha} = 11.86 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\text{西岸地区} \quad 7,800\text{m}^3 \div 800\text{ha} = 9.75 \text{ m}^3/\text{ha}$$

をもとに全町一律として管路計画を行う。

## 11. 給水時間

現在24時間給水が行われており、維持管理体制も夜間勤務、夜間施設の定時見回りが実施されており、要員も充分である。

したがって、24時間給水として計画する。

## 12. 給水圧

家屋は平家が大部分であり、又、生活習慣として2階への水道の引込みは皆

無である。したがって、給水栓での最小必要圧力は、2.0m位である。今回の計画は、φ 100mmまでの配管を目的とすることとして、この部分での圧力を、小管径部分でのマサツ損失を見込んで5.0mとする。

### 13. 管 路

本計画で対象とした給水区域内には、既に給配水管路が埋設されているが、需要給水量を満足するには不十分である。既設管路で需要給水量を満すためには、圧力を高くする必要があり、既設の古くなったアスベスト・セメント管に高い圧力の水を送ることは、漏水の原因となり、管の破裂の可能性もある。

したがって、配水幹線管路は新設し、既存末端管路は現況圧力で使用する方針とする。

既設管を現況圧力程度で使用するとするならば、既設管で需要給水量を満足出来ない部分に新設管を設置し、バイパスとして計画する。この場合、既設管の埋設されているルートはさけて新ルートに埋設するよう計画する。古くなったアスベスト・セメント管に近接して埋設工事を行うことは、後日沈下等既設管の維持が非常に困難となる。又、既設管は配置上行き止まりとなったルートがあり、これらはループにして両方向からの給水により管内水圧を均等化する計画とし、管路の保全を図ることとする。

管種は、単価が安く十分な強度を有す塩化ビニール管を使用する。アスベスト・セメント管は外圧に比較的弱く、特に振動不当沈下に対してはもろく、交通量が多い場合不適當である。

埋設位置は道路中心は避け、路肩部分に布設するよう計画する。(図25)

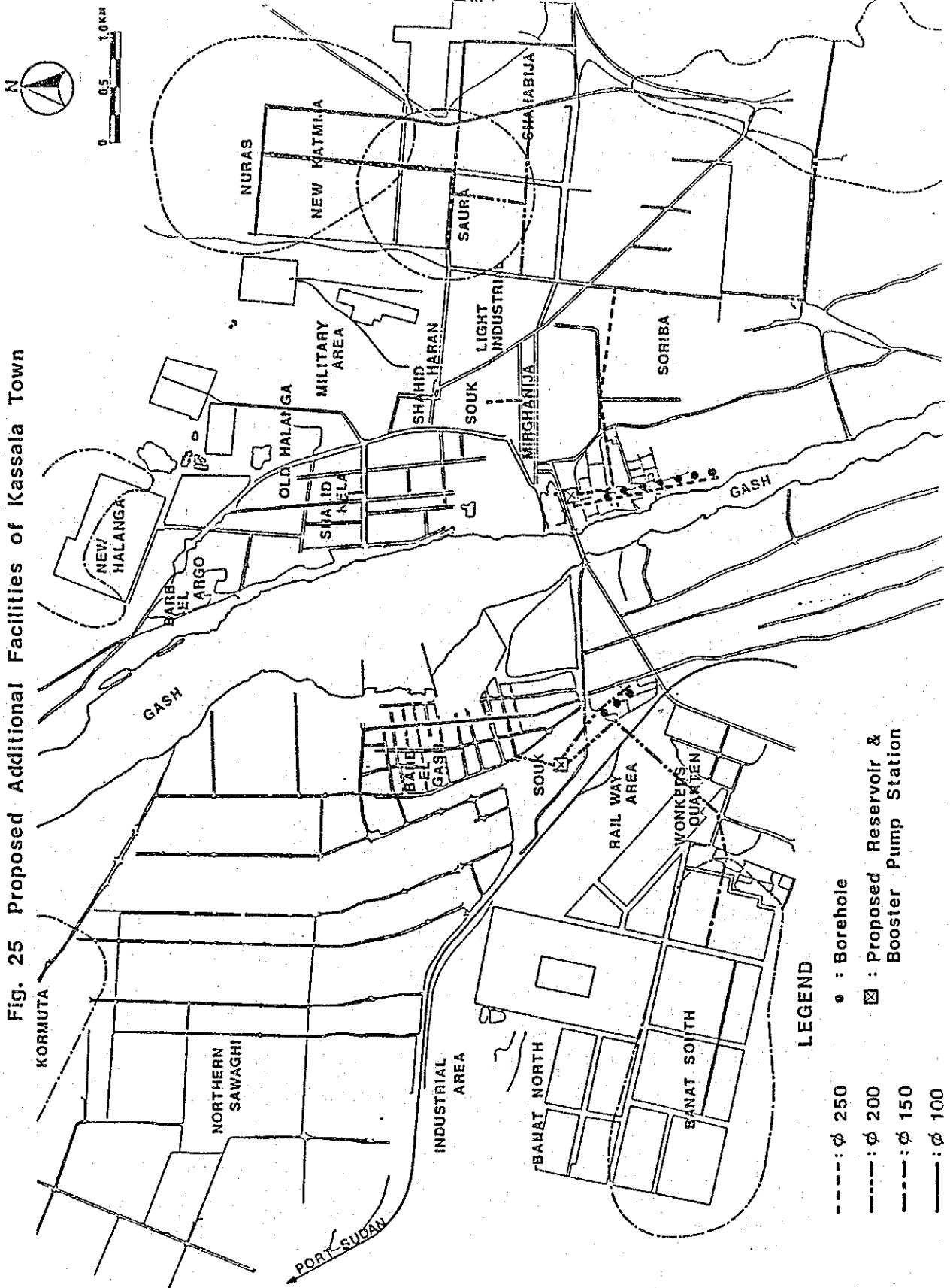
### 14. 既存施設の取り扱い

既存施設はその大部分は使用する計画とする。既存井戸は東岸地区で10本あり、運転中である。よって既存井10本を全部使用する。

西岸地区 7本の井戸があるが、運転中の 5本を使用する。残り 2本は、水量不足、水位低下により放棄されているため使用出来ないと判断する。

高架水槽は、東岸地区に容量 150m<sup>3</sup>高さ15mが 1個所、西地区に容量75m<sup>3</sup>高さ13mが 1個所あるが、高さが低いため圧力が不足し使用不可能となり、放棄せざるを得ない。

Fig. 25 Proposed Additional Facilities of Kassala Town



プースターポンプは、西岸地区に揚水量  $150\text{m}^3/\text{hr}$ 揚程 $37\text{m}$ が設置されており、使用出来る。

非常用発電機は、現況使用電力に相当するものが東岸・西岸両地区にあり、使用可能と判断されるため、新規計画相当分を追加する。

管路施設は、既存のもの全部を使用し、新規計画管路と連結する。

#### 15. 将来拡張との関連性

本計画では、特に将来の拡張については必要性を考えない。将来人口の増加、市街地の拡大、需要水量の増加等のためその必要が生じた場合は、個々の施設を追加することにより容量を確保すると共に既設施設との連絡により1体化出来る。本計画では、将来の人口急増を見込まれないので特に将来を見込んで、容量の上積み、個数の増加を考慮する必要はないものと判断される。

#### 16. 配水池容量

水の使用量が時間的に最大となる時間最大量に対処するため、通常配水池は日最大使用水量の 8時間～12時間分の容量を持たせている。この場合水源は、日最大量を確保すれば良いことになる。

本計画に於いては、水源容量に時間最大を確保することにより、配水池は給水量の変化を調整する目的でなく、電力の停止、故障などに対処する目的として設置する。これに必要な容量として、高架水槽で必要とされている基準と同じ 3時間を採用して計画する。又、西岸地区には町の外部に運搬給水されている日量  $500\text{m}^3$ の量を加えて計画する。

東岸地区	$16,600\text{m}^3 \times 3/24$	$\cong 2,000\text{m}^3$
西岸地区	$7,800\text{m}^3 \times 3/24 + 500\text{m}^3$	$\cong 1,500\text{m}^3$

#### 17. 給水システム

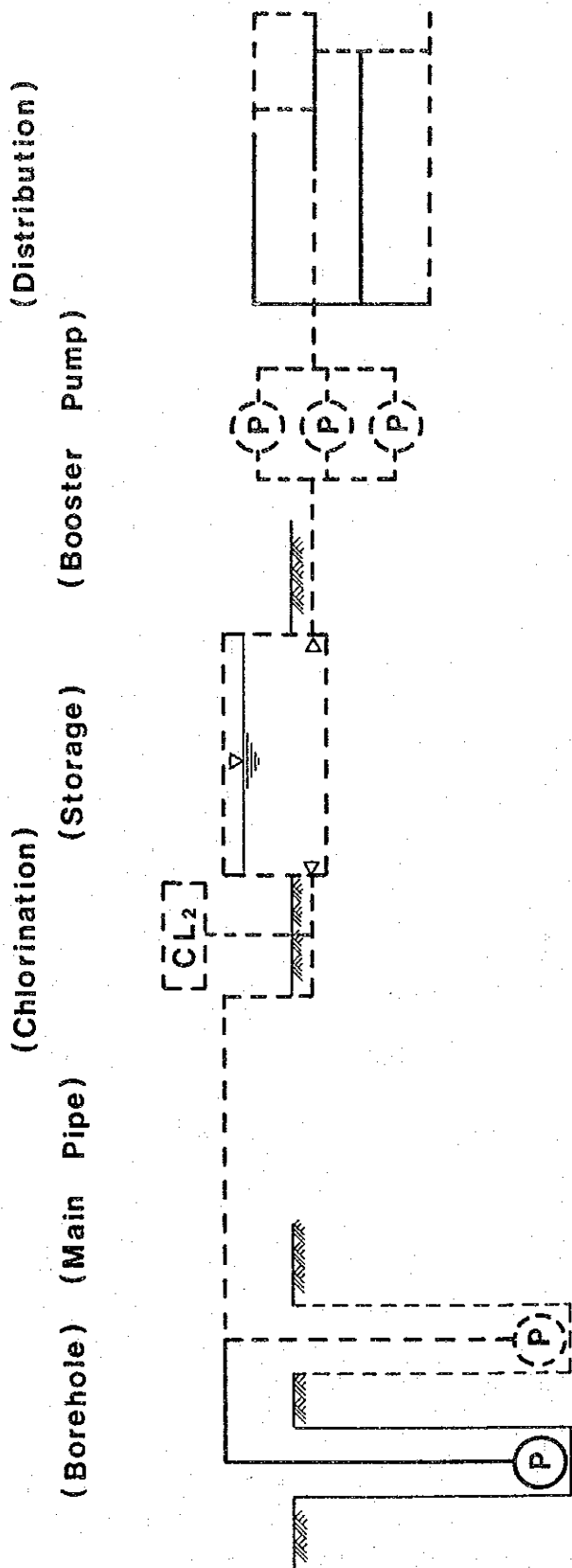
Kassala 町の給水システムを既施設を含め次のように計画する。

東岸地区、西岸地区は独立したものとし、それぞれ同じシステムとする。既設、新設井戸を管路でまとめ配水池に導水し、プースターポンプで給水する。施設は全体に渡って時間最大の給水量に対応するものとして計画する。

(図26)

#### 18. 水道メーター

水道メーターは各戸給水として11,700個余りが設置されているが故障してい



Existing	Proposed	Total
East Bank 57.4km	19.0km	76.4km
West Bank 15.5km	8.0km	23.4km
East Bank Non	One 11.5m <sup>3</sup> /min	One 11.5m <sup>3</sup> /min
West Bank Non	One 2.7m <sup>3</sup> /min	One 2.7m <sup>3</sup> /min
East Bank 150m <sup>3</sup>	2,000m <sup>3</sup>	2,000m <sup>3</sup>
WEST Bank 75m <sup>3</sup>	1,500m <sup>3</sup>	1,500m <sup>3</sup>
East Bank abandoned	5	5 2,076gr/hr
West Bank abandoned	3	3 945gr/hr
East Bank 412m <sup>3</sup> /hr	280m <sup>3</sup> /hr	692m <sup>3</sup> /hr
West Bank 193m <sup>3</sup> /hr	120m <sup>3</sup> /hr	313m <sup>3</sup> /hr

Fig. 26 Water Supply System of Kassala

るものが75%以上ある。

水道料金は 1栓当り基本料金、 1.25 ポンド/月、水量比例は 0.25 ポンド/π、最低料金 5ポンド/月である。

又共同栓には集金人が張り番している。しかし故障率が75%もありこのため最低料金 5ポンドが集金出来ないことは健全な水道経営を損うものである。本計画では供与しない方針とする。

#### 19. 電力事情

Kassala 町の電力は、エンジン発電機により供給されている 1,302KVA × 4 台により、 4,000KWの電力が町全体に供給されており、水道施設の動力もこれを使用している。4台の発電機がフル移動して負荷を保っているため1台のトラブルがすぐ停電となる。水道施設として予備電源のゼネレーターを供与することは必要であると考え。電力料金は、 0.2ポンド/KWHI である。

### 4.3 計画の概要

#### 4.3.1 村落給水施設

相手国政府の要請では42個所の村落給水施設の新設と 165個所の既存村落給水施設の水源の改修が合計 207個所にわたり必要であるとされている。上記要請内容は、いずれも緊急を要する内容であるが、本計画により協力が可能なのは、村落給水施設の新設34ヶ所と既設井戸の改修73個所である。

本協力事業により合計 107ヶ所の村落給水施設が稼働することになるが、残りの約 100ヶ所については、引続き相手国政府により緊急対策が施される事となる。

井戸建設にあたっては、新設井戸の建設期間と広範囲に分布する井戸間の移動に要する時間等も考えると少くとも数台のボーリングチームが必要となる。

NWC の地下水開発部には19台のボーリングチームが稼働中である。しかしながら、NWC は、全国を対象とする機関でもあるし、19台のボーリング機械の中には老朽化したものも多い。したがって、長期間にわたり、東部州にNWC の勢力を集中する事は事実上不可能である。したがって、東部州の将来の井戸建設および既存井戸の改修の必要性、かつ本事業の緊急性を考えるとボーリング機械とサービス用機械の数を供与する必要がある。

又、本協力事業は、難民および難民の影響をうけた村落給水事業を促進するため

の緊急対策である。

しかしながら、地下水を水源とする東部州の村落給水事業は、本計画完了後も継続してスーダン政府自身により実施する事が必要である。したがって、供与したボーリング機械とサービス用機械による井戸の建設と改修について、本協力事業の中で十分なテクノロジー・トランスファーを図る事が不可欠である。

このために、本計画の実施期間中に十分なトレーニングができる程度の井戸の建設と改修を工事案件として実施し、残りはテクノロジー・トランスファーの成果をふまえて現地側の手で本事業により供与された資機材を使って本計画の残りを完成する方針が適当と考えられる。

テクノロジー・トランスファーを行なうにあたっては、新設井の掘削には主な滞水層が沖積層とヌビア砂岩層である事を考えて、夫々の滞水層タイプ毎に10本づつの井戸を仕上げる程度の作業量が必要であろう。

又、既設井の改修は井戸毎に作業内容が異なる事が考えられ、技術者の経験に基づく判断が要求される。これに必要な作業量としては、30～40本の改修が必要であろう。

これらテクノロジー・トランスファーを受ける人的手当としては、COR とNWC との間ですでに合意を得ている。又、NWC の現存人員は質・量ともに本計画による必要なテクノロジー・トランスファーに十分対応できるものと考えられる。

又、上記テクノロジー・トランスファーに必要な日本人派遣技術者は以下の通りである。

1. 掘削技師
2. 村落給水施設工事技師
3. 井戸改修技師
4. 同機械整備技師

相手国政府の方針では、村落給水のために供与される資機材の受け入先はCOR であり、事業終了後、ボーリング、サービス機械等はNWC 地下水開発部へ移管される事となっている。

本計画で実施される村落給水事業の内容は下記の通りである。



1. 村落給水施設の建設：34個所

1) 水源井戸	34本
2) ポンプハウス	34棟
3) パーチカルタービンポンプ	34台
4) ジーゼルエンジン	34台
5) 給水タンク	34基
6) 共同水栓	34組
7) 用地柵	34組
8) 施設内配管	34組

上記6)と7)とはスーダン側負担である。

2. 既設施設 水源の改修：73個所

1) 井戸改修	73個所
2) パーチカルタービンポンプ	73台
3) エンジン	73台
4) 水源関連配管	73組

これらの改修内容は井戸の若返りとポンプ・エンジンの交換である。他のタンク等の施設は既存のものがまだ十分使用できる。

この内難民キャンプ関係の新設井戸と既設井改修は下記の通りである。

	キャンプ名	井戸数
新設井	Wad El Hellow	2
	Wad Sheref	2
	Helet Hcoma	1
	Wad Kole	2
	Um Ali	1
既設井の改修	Um Gargour	2
	Karkorer	2
	Wad El Helow	3
	Wad Sharef	4
	El Suki	2
	Tawewa	2

以上の如く、本計画による村落給水施設の整備により村落給水施設の新設を34箇所、既設井の改修を73箇所にわたり実施し、計画給水人口約21万人の難民を含む村落人口の生活用水の供給を図るものである。

#### 4.3.2 Kassala 町給水施設

この改修計画では、水源となる井戸の増設、配水池の建設およびポンプステーションの建設と新規施設と既存施設と接合するための一連の工事が必要である。

又、配水池の容量も 1,500m<sup>3</sup>と 2,000m<sup>3</sup>となり比較的大きなものとなる。

Kassala 町の水道企業体では、圧力不足等もあり、近年その水道料金の徴収もかばしくなく、財務状況は悪い。

したがって、本協力事業が所期の効果を発揮するためには、資機材のみならず技術者派遣を伴う工事を含めた協力事業とする必要がある。そして、給水システムの改善により水道料金の徴収を本来の姿に戻すことができる。

本計画ので実施されるKassala 町給水施設の改善は以下の項目である。

1. 水源井戸の建設	10本
2. 水中モーターポンプ	10台
3. 配水池 2,000 m <sup>3</sup> , 1,500 m <sup>3</sup>	各一基
4. 塩素滅菌器	8基
5. プースターポンプステーション	2箇所
6. 配水主管布設	27km

なお、水源井戸の建設は村落給水施設建設に供与する機材を使用するものとする  
(第5章 基本設計, 5.5機材計画を参照)

#### 4.3.3 給水事業運営体制

事業実施後の維持管理に関しては、村落給水に関してはNHC の東部州支部が、又、Kassala 町の給水に関しては同じくKassala のUWA の所管となる。

## 第5章 基本設計



## 5. 基本設計

### 5.1 設計の方針および留意点

本件協力要請の背景にある緊急性を十分尊重し、過剰仕様に陥らぬ様にすることが必要である。

又、現地政府の方針を尊重し、設計基準も他の類似施設に準ずる事を基本方針とする。但し、著しい問題点のみられる場合は、これを改善する。

施設設計にあたっては、現地の気象状況、交通事情等を十分勘案するものとする。特に雨期には幹線の国道以外は通行不可能となる事は十分考慮する必要がある。

### 5.2 村落給水施設

#### 5.2.1 概要

村落給水施設については、34本の井戸の新設および付帯給水施設と既存施設の水源地の改修73箇所とがあるが、いずれも標準仕様を定め精度の高い積算値を得るべく努めた。井戸用ポンプ、エンジンの基本設計にも標準仕様を採用し、最終的な仕様は実施設計でさらに詳細の仕様に分類、決定するものとする。

#### 5.2.2 新設村落給水施設の標準仕様

##### 1. 水源（基本設計図1）

水源となる井戸の深さは、中央値として 180mを採用する。又、井戸口径は、将来ポンプ、ケーシング、スクリーン等の互換性、および建設改修作業の容易性等を考えて、ほとんど全ての既存井に用いられている6 5/8 インチとする。

又、スクリーンは、既存井の仕上げ例、滞水層、層厚等をも考慮してケーシングの10%とする。

井戸掘削口径はKassala 町新設水源の井戸と同様な考え方を採用し、9 5/8 とする。

水源としての井戸の建設が必要なのは、新設村落給水施設34ヶ所である。新設井戸建設資材としてのケーシング、スクリーンの必要量は以下の通りである。

開口部仕上げケーシング	12インチ	5.5m x 102PCS = 561m	16.5m/hole
井戸本体ケーシング	6 5/8インチ	6 m x 850PCS = 5,100m	150 m/hole
スクリーン	6 5/8インチ	6 m x 170PCS = 1,020m	30 m/hole
セントライザー	15m 毎	6 5/8, 9 5/8 インチ	408PCS 12 PCS/hole

## 2. ポンプエンジン（基本設計図2）

揚水ポンプとしては、下記の3タイプが考えられる。

1. 水中モーターポンプ
2. サッカーロッドタイプ（レシプロタイプ）
3. パーチカルタービンポンプ

水中モーターポンプは、動力源と維持管理の問題とから本計画の対象から除くのが妥当であると判断される。

パーチカルタービンポンプは、東アフリカでは広く使用されている。スーダンでも最近建設されたものにはこのタイプが使用されている。

特に難民キャンプに新設されたものは、このタイプが多い。

したがって本計画に使用するポンプは、サッカーロッドタイプかパーチカルタービンポンプを選定するのが妥当と考えられる。この2タイプを比較すると以下の様になる。

### ポンプの比較

項目	レシプロタイプ	パーチカルタービンタイプ
ポンプ効率	小	大
据付けの難易		差なし
耐久性		差なし
維持管理		差なし
価格	70%割高い	
燃料費	大	小
調達方法	輸入品	国産品
スーダンでの実績	古い施設に使用	新しい施設に使用

したがって、調達の方法、スーダンに於ける最近の動向、価格等の面を考慮してパーティカルタービンポンプを採用する事とする。

国産のパーティカルタービンポンプは、市場が国内では狭いため、注文生産をする場合位が多い。比較的よく使用されるパーティカルタービンポンプの容量は以下の2タイプである。

1. Q: 120 ℓ/min      H: 80m
2. Q: 180 ℓ/min      H: 100m

本計画の新設井戸および改修井戸の井戸常数を勘案すると、Q = 180 ℓ/min, H: 100mのタイプが対象となる必要なポンプ容量の中央値をほぼ60%カバーするので、このタイプを標準仕様として基本設計を行なう。

ポンプは、ジーゼルエンジンに直結するものを標準仕様とする。

a) ポンプ仕様

Q = 180 ℓ/min  
H = 100m  
HP = 11HP  
φ = 142mm                      34台

b) エンジン仕様

水平式、水冷 4サイクル  
HP = 15HP      1800rpm      34台

c) パイプ類その他アクセサリ

34組

3. ポンプハウス（基本設計図3）

ポンプハウスは新設井34箇所必要である。  
プレハブタイプとする。

34箇所

4. 貯水タンク（基本設計図4）

最近のスーダン共和国の指定仕様とされているFRP パネル式、容量50m<sup>3</sup>、地上高 3mの高架水槽とする。新設井用に貯水タンクは、34箇所必要である。

架台は工期の短縮および耐久性を考慮してスチールプレハブ型とする。タンク寸法は、 $5m \times 5m \times 2m$ とする。

#### 5. 配 管 (基本設計図5)

新設井については、各施設を結ぶ配管が必要となる。

34組

#### 6. 共 同 水 栓

スーダン共和国の標準仕様共同水栓とする。容量は、 $1l/sec$ である。

34個所

#### 7. 用 地 柵 (基本設計図8)

スーダン共和国の標準仕様に従い、 $75m \times 50m$ の用地柵を設置する。設置個所は、34個所である。柵は、標準仕様である有刺鉄線とする。これはスーダン側の負担である。

#### 5.2.3 既設井戸の改修の標準仕様 (基本設計図1, 2)

施設標準仕様は、新設施設と同様であるが、この場合は水源の井戸のみ必要となる。したがって、ポンプエンジンが主体となる。

ポンプ	73台
エンジン	73台
ポンプ回り配管材	73式

#### 5.3 Kassala 町給水施設

##### 5.3.1 水 源 施 設 (基本設計図1, 2)

###### 1. 計 画 揚 水 量

揚水容量を決定するための時間最大給水量は、東岸地区 $16,600m^3/day$ 、西岸地区 $7,500m^3/day$ である。したがって時間当りの必要水量は、下記の通りである。

$$\text{東岸地区} \quad 16,600m^3/day \div 24hr \doteq 1038m^3/hr$$

$$\text{西岸地区} \quad 7,500m^3/day \div 24hr = 469m^3/hr$$

###### 2. 井 戸 の 本 数

既設井戸の揚水量から、 $40m^3/hr$ 以上の揚水が可能であると推定されるので、必要井戸の本数は、



東岸地区  $692\text{m}^3/\text{hr} \div 40\text{m}^3/\text{hr} \doteq 17\text{本}$

西岸地区  $313\text{m}^3/\text{hr} \div 40\text{m}^3/\text{hr} \doteq 8\text{本}$

となり、計画としては、

東岸地区 既設10本+新設 7本

西岸地区 既設 5本+新設 3本

と計画する。

### 3. 井戸の深さ

Kassala 町にある既設井戸より判断してGL-50mで十分である。

### 4. ケーシング・パイプの口径及び材質

ケーシング・パイプの口径は、計画揚水量を揚水するための水中モーター・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、計画揚水量を揚水するポンプの規模と既設井戸の揚水量を考慮し、ケーシング・パイプの口径は 250mm(10')とする。材質はスチールとする。

### 5. ストレーナーの長さ

ストレーナーの長さ (ℓ) は、1m当りの滞水層の面積 (A) にストレーナーの開孔率 (N) を乗じ、流動限界速度 (V) を乗じると 1m当りの滞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いたものが、必要長さとなる。

ここに  $A = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \times 3.14 \times 0.125 = 0.785 \text{ m}^2$

$N = 15\% \quad V = 1.5 \text{ cm/秒} = 54 \text{ m/hr}$

とすると、 $q = 0.785 \times 0.15 \times 54 = 6.35 \text{ m}^3/\text{hr}$

となる。したがって、

$\ell = 40 / 6.35 \times 1.2 \doteq 8 \text{ m}$  以上必要となる。

したがってストレーナーの長さは10mとする。

### 6. 井戸の位置

既存の井戸も含め導水管にて配水池にまとめ給水するため、なるべくまとめて範囲をしぼりGASH川にそった地域とする。

### 7. 井戸の掘削口径

グラベル充填材の厚さやストレーナー流入点に於ける流速が、地層全体に均一に分布されるだけの口径が必要である。その為には、ストレーナーと滞水

層との間隔が最小70<sub>mm</sub>必要である。ケーシング・パイプの口径Dと掘削口径Rは次式により求めることが出来る。

$$R = (1.5 \sim 3)D \geq 140_{\text{mm}} + 250_{\text{mm}} \\ = 375 \sim 750 \geq 390_{\text{mm}}$$

掘削口径は地下水の流入速度を支配する事になるから、出来るだけ大きい方が良いが、本設計では、 $R = 450_{\text{mm}}$ とする。

#### 8. 井戸用ポンプ

台数(東+西)	10台
揚水量	40 <sub>m<sup>3</sup></sub> /hr (0.67 <sub>m<sup>3</sup></sub> /min)
揚程	60 <sub>m</sub>
口径	150 <sub>mm</sub>
電動機	22KW

#### 5.3.2 塩素注入施設

次亜塩素酸カリウムを注入する。注入位置は配水池流入の前に行うものとする。注入率は0.4ppm以上残留塩素を見込んで3ppmの最大注入が行える装置とする。水量は、時間最大水量を日途として決定する。

東岸地区  $692\text{m}^3/\text{hr} \times 3\text{ppm} = 2,076\text{gr}/\text{hr}$   
500gr/hr×5台(故障、定期点検のため内1台予備)

東岸地区  $315\text{m}^3/\text{hr} \times 3\text{ppm} = 945\text{gr}/\text{hr}$   
500gr/hr×3台(故障、定期点検のため内1台予備)

として計画する。

#### 5.3.3 配水池(基本設計図6)

配水池容量は、

東岸地区 2,000<sub>m<sup>3</sup></sub>  
西岸地区 1,500<sub>m<sup>3</sup></sub>

とする。

構造は、鉄筋コンクリート作りとし、地表に構築する。

形状寸法 東岸地区 長さ 3.0<sub>m</sub>×幅29<sub>m</sub>×有効水深 3.0<sub>m</sub>  
西岸地区 長さ 3.0<sub>m</sub>×幅18<sub>m</sub>×有効水深 3.0<sub>m</sub>

基礎地盤は粘性土であり、直接基礎で地耐力は充分である。

### 5.3.4 給水管路

既設給水管は、全てアスベストセメント管で配管されているが、本計画においては、塩化ビニル管を採用する。

既設管路は、東岸地区、西岸地区に各々次に示す管径の管がメインの管として布設されている。(図27)

Diameter	East Bank			West Bank		
	Existing	Proposed	Total	Existing	Proposed	Total
10''	5.4 Km	3.5 Km	8.9Km	—	—	—
8''	—	3.0 Km	3.0Km	1.0 Km	2.5 Km	3.5Km
Diameter	Existing	Proposed	Total	Existing	Proposed	Total
6''	18.2 Km	6.1 Km	24.3Km	6.1 Km	1.9 Km	8.0Km
4''	33.8 Km	6.4 Km	40.2Km	8.3 Km	3.6 Km	11.9Km
Total	57.4 Km	19.0 Km	76.4Km	15.4 Km	8.0 Km	23.4Km

従って、東岸地区においては給水対象地区1400haに対して57.4kmの管が布設されており(41m/ha)、西岸地区では20m/haとなっている。本計画においては、この単位面積当りのメインパイプ布設延長を27km増大するとともに、行き止まり配管を減少させ、管内水圧のバランスを保つために可能な限りループ配管とするように計画する。本計画におけるメインパイプの布設密度は、東岸、西岸夫々55m/haおよび30m/haとなる。

### 5.3.5 プースターポンプ(基本設計図7)

配水池よりプースターポンプで住民に給水を行う。時間最大給水量に合ったものとして計画する。

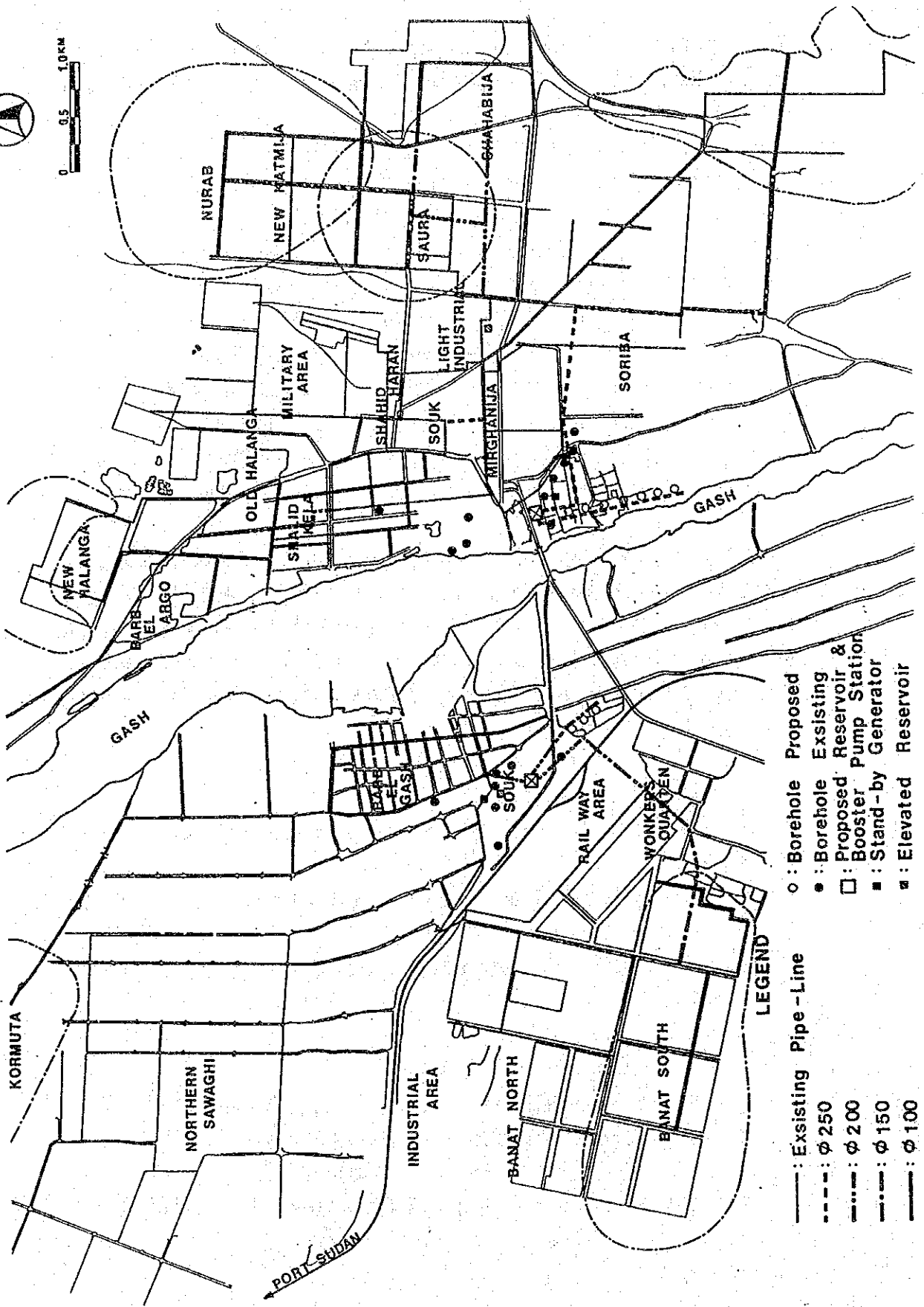
東岸地区 11.5m<sup>3</sup>/min=5.8m<sup>3</sup>/minx3台(故障、定期点検のため内1台予備)

西岸地区 5.3m<sup>3</sup>/min=2.7m<sup>3</sup>/minx3台(故障、定期点検のため内1台予備)

#### 仕様

		東岸地区	西岸地区
型 式		うずまきポンプ	うずまきポンプ
口 径		φ 300	φ 200
揚 程		40m	40m
出 力		75KW	30KW
台 数		3台	3台

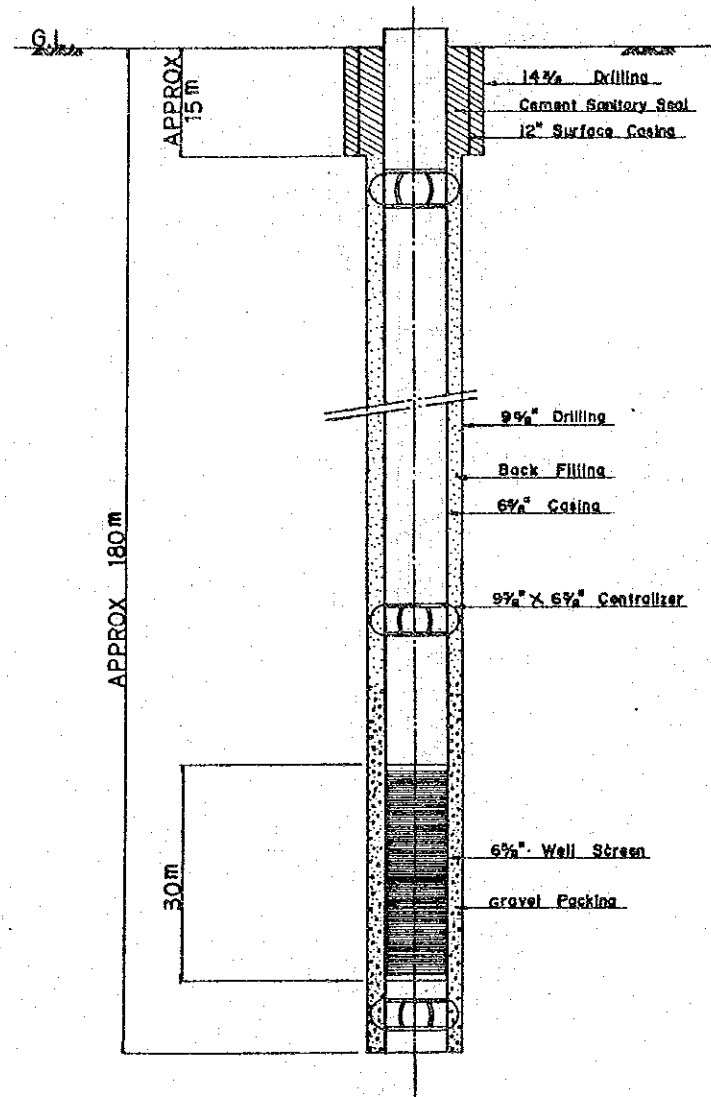
Fig. 27 Improved Water Supply System of Kassala Town



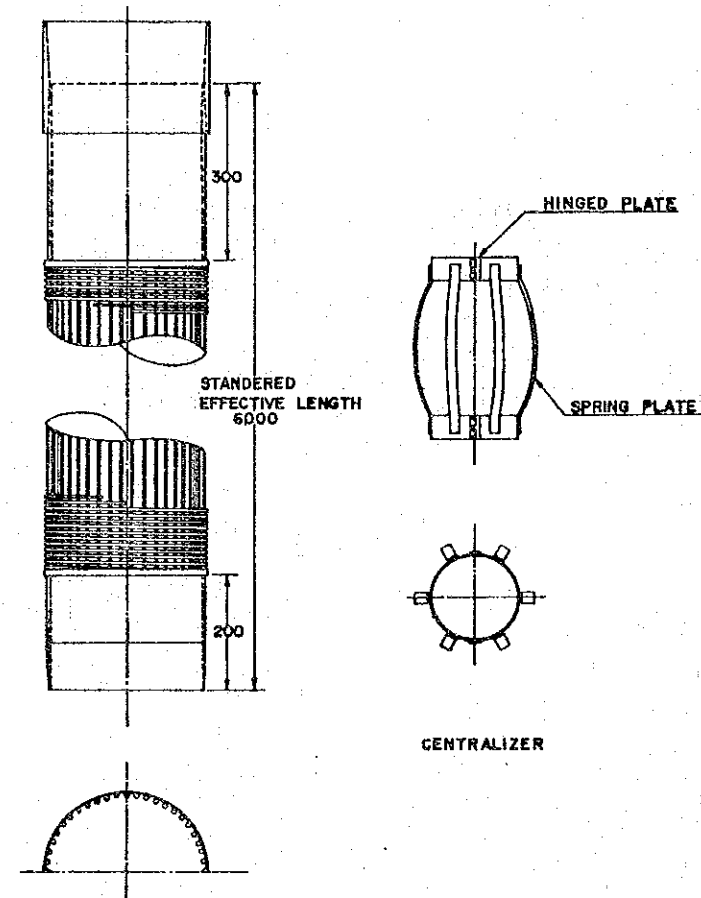
- LEGEND**
- : Existing Pipe - Line
  - - - :  $\phi$  250
  - · - · :  $\phi$  200
  - · - · :  $\phi$  150
  - · - · :  $\phi$  100
  - : Borehole Proposed
  - : Borehole Existing
  - : Proposed Reservoir & Booster Pump Station
  - : Stand-by Generator
  - : Elevated Reservoir



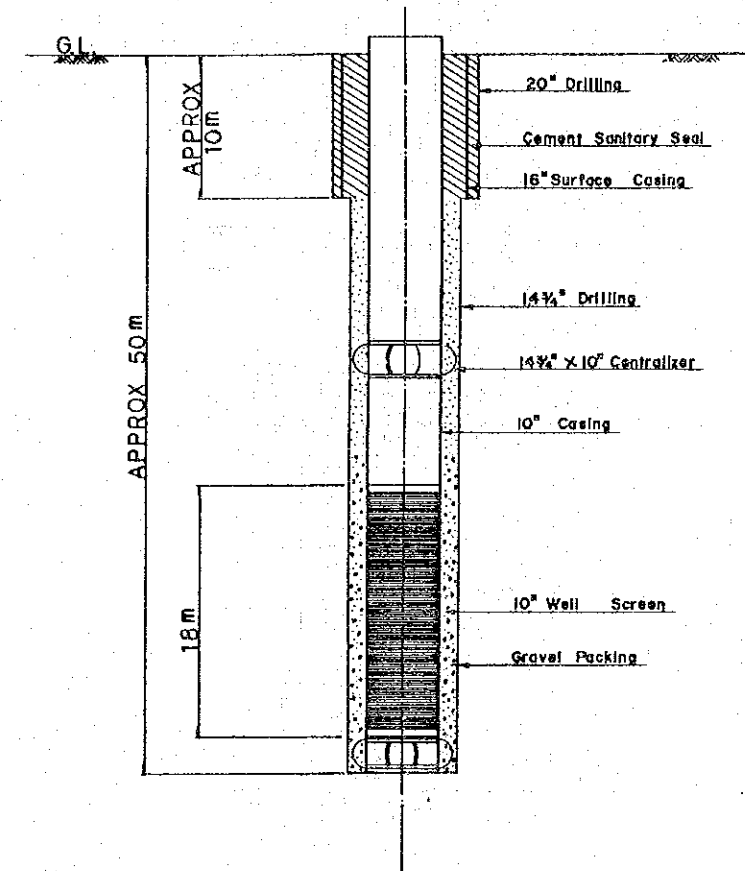
NEW - DRILLING WELLS



CONTINUOUS V-SLOT WELL SCREEN

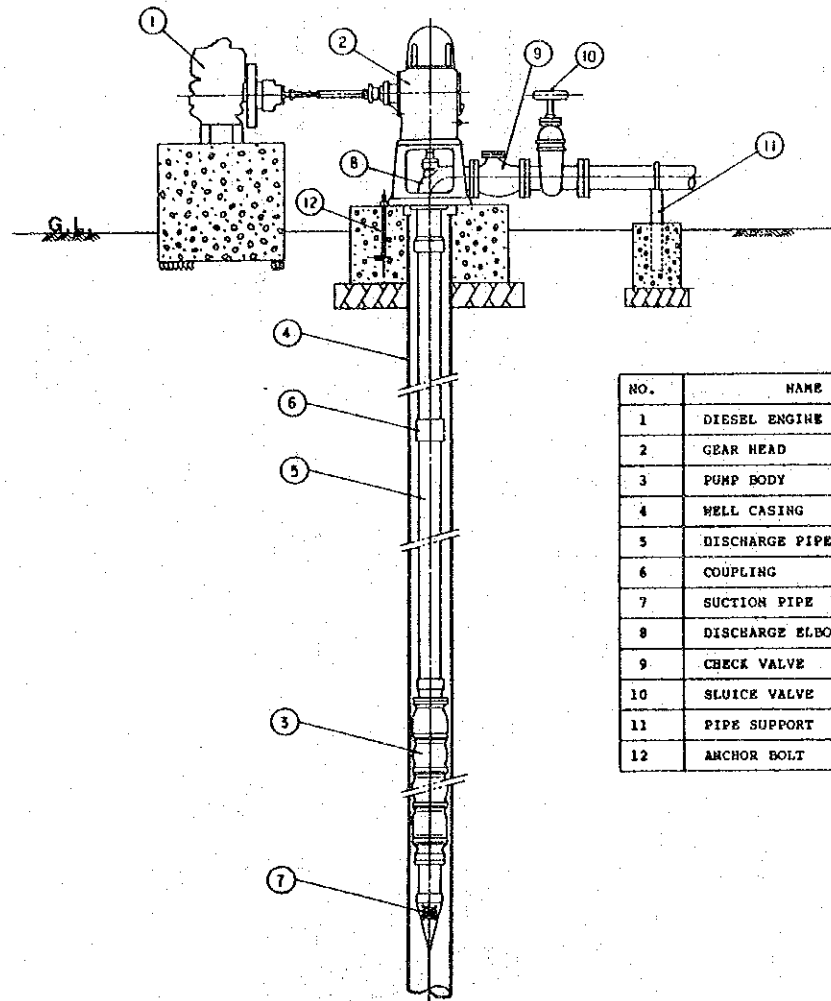


NEW - DRILLING WELLS FOR KASSALA



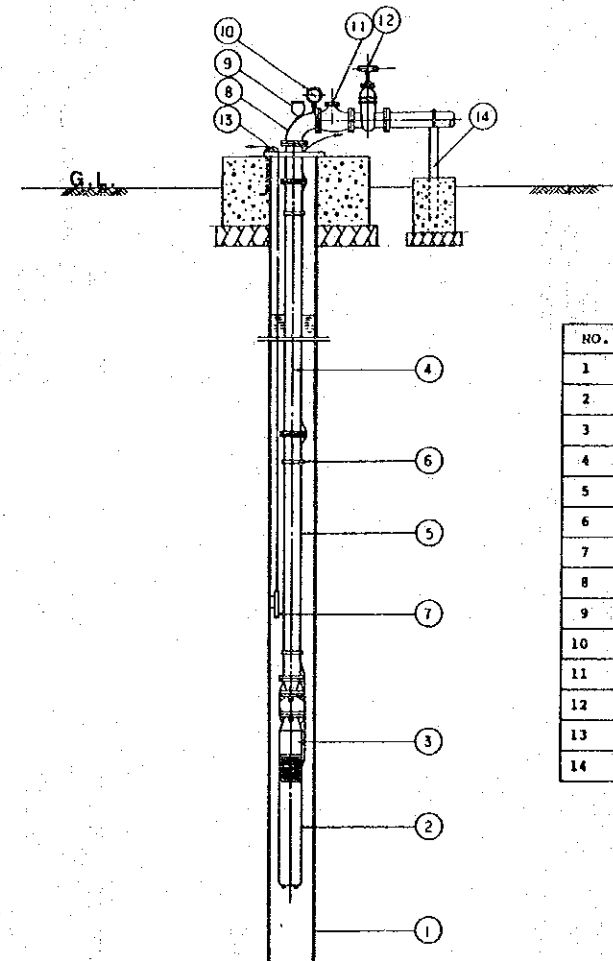
REPUBLIC OF THE SUDAN		
COMMISSIONER FOR RENOVES ECOM		
MINISTRY OF INTERIO AFFAIRS		
WATER SUPPLY PROJECT RELATED TO ICARA II		
STANDARD DESIGN OF BOREHOLE		
DATE FEB. '64	SCALE NON-SCALE	DWG. No. 1
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)		

**INSTALLATION OF VERTICAL TURBINE PUMP**



NO.	NAME
1	DIESEL ENGINE
2	GEAR HEAD
3	PUMP BODY
4	WELL CASING
5	DISCHARGE PIPE
6	COUPLING
7	SUCTION PIPE
8	DISCHARGE ELBOW
9	CHECK VALVE
10	SLUICE VALVE
11	PIPE SUPPORT
12	ANCHOR BOLT

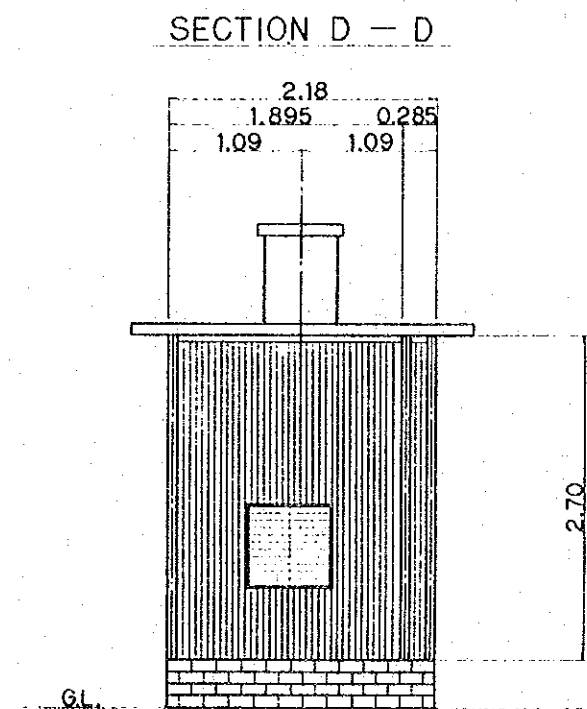
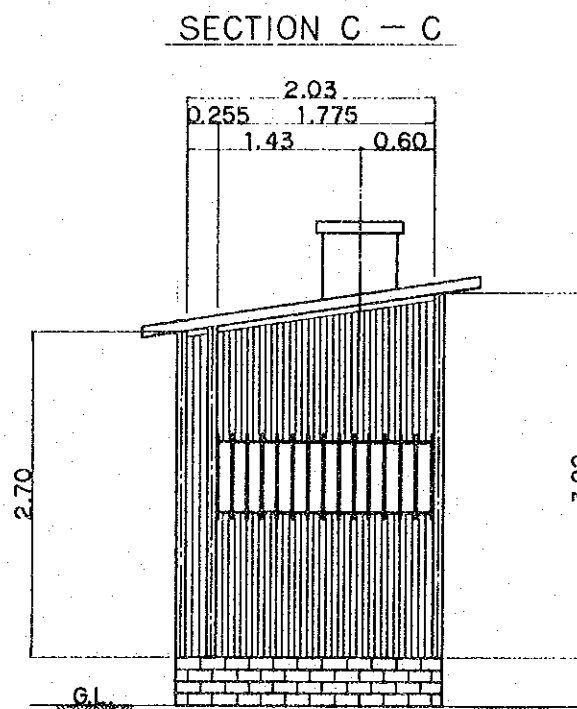
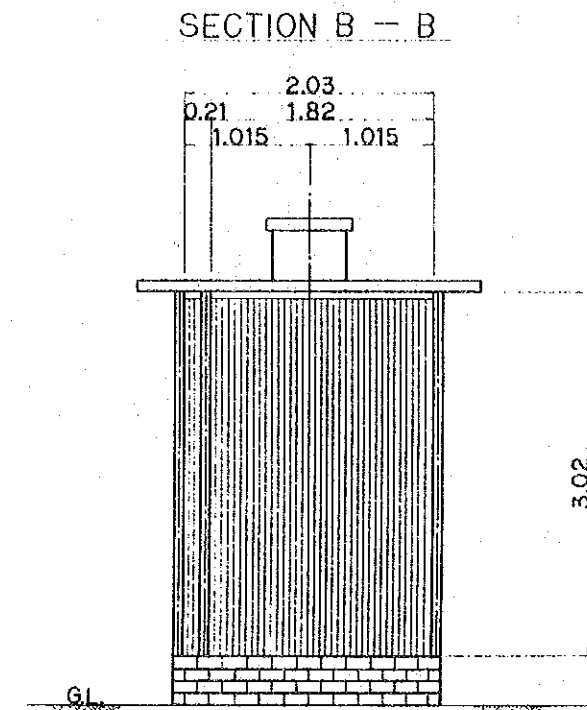
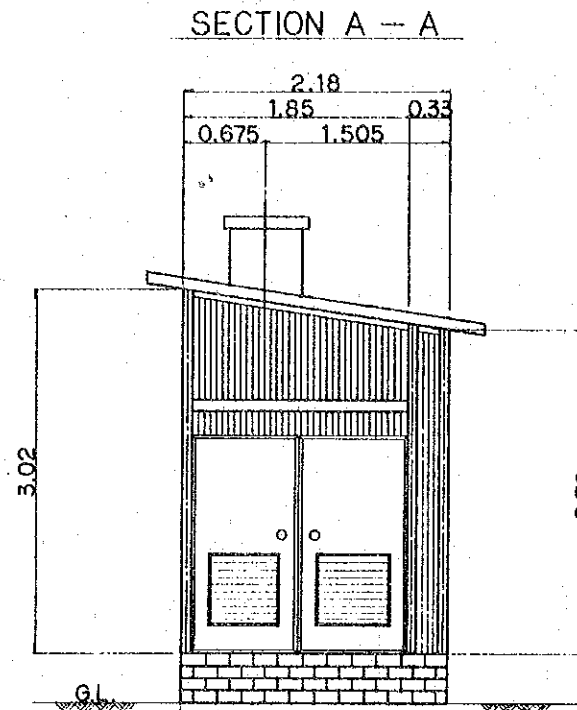
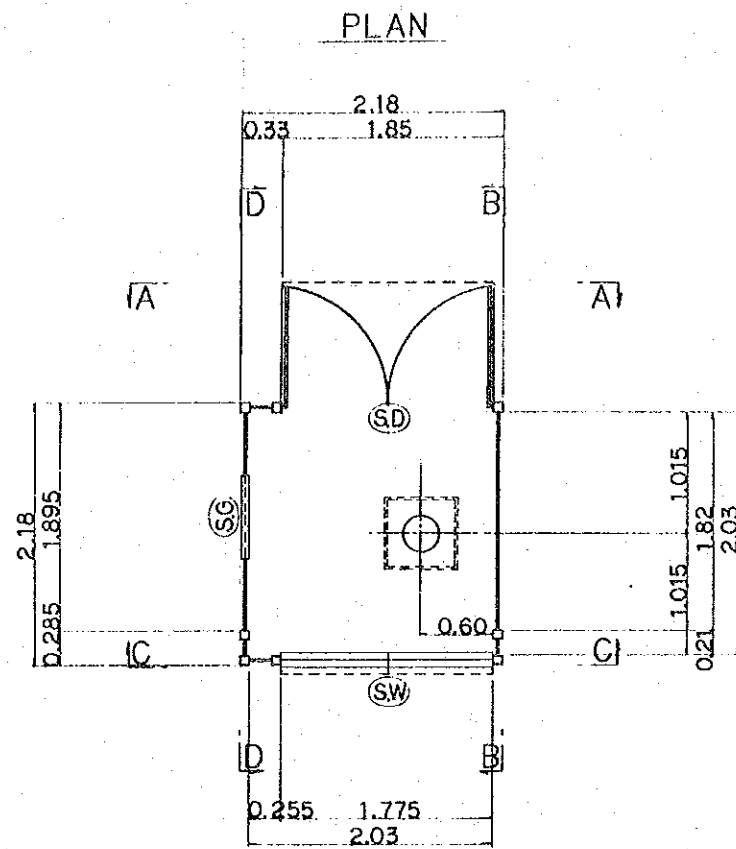
**INSTALLATION OF SUBMERSIBLE PUMP**



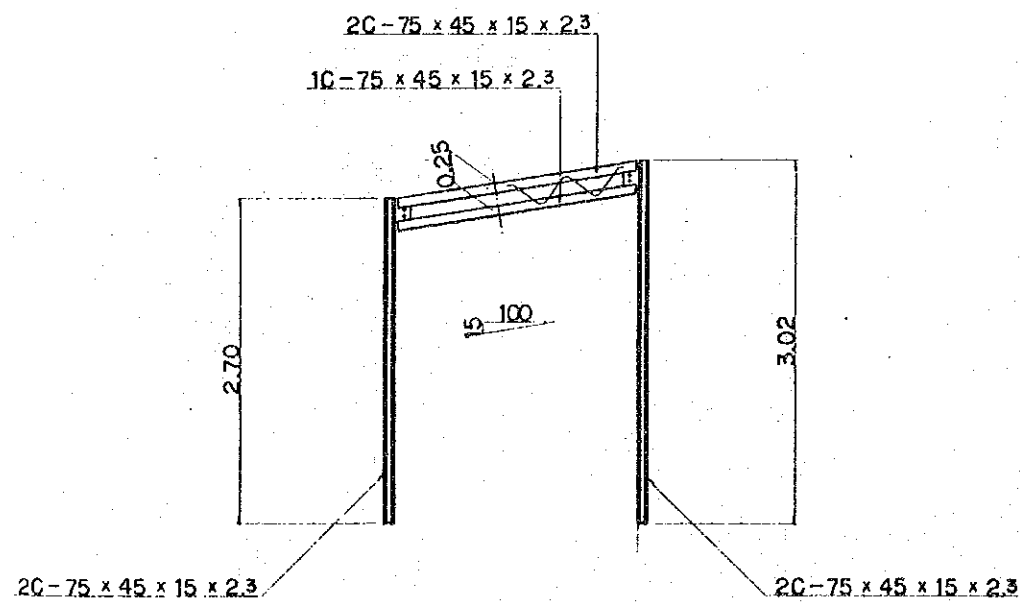
NO.	NAME
1	WELL CASING
2	SUBMERSIBLE MOTOR
3	PUMP BODY
4	DISCHARGE PIPE
5	SUBMERSIBLE CABLE
6	CABLE CLIP
7	WATER LEVEL ELECTRODE
8	90° BEND PIPE
9	AUTO AIR VALVE
10	PRESSURE GAUGE
11	CHECK VALVE
12	SLUICE VALVE
13	WELL COVER
14	PIPE SUPPORT

<b>REPUBLIC OF THE SUDAN</b> <small>COMMISSIONER FOR REFUGEES (COR)</small> <small>MINISTRY OF INTERIO AFFAIRS</small>		
<b>WATER SUPPLY PROJECT RELATED TO ICARA II</b>		
STANDARD DESIGN OF PUMP AND ENGINE		
DATE FEB, '86	SCALE NON-SCALE	DWG. No. 2
<b>JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)</b>		

PUMP HOUSE  
SCALE 1:30



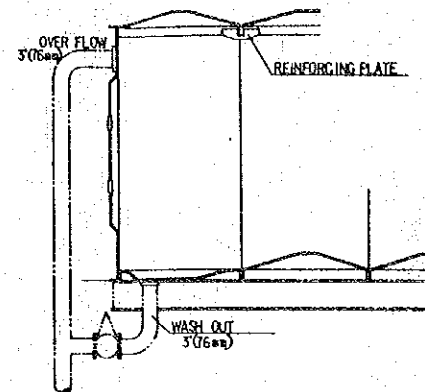
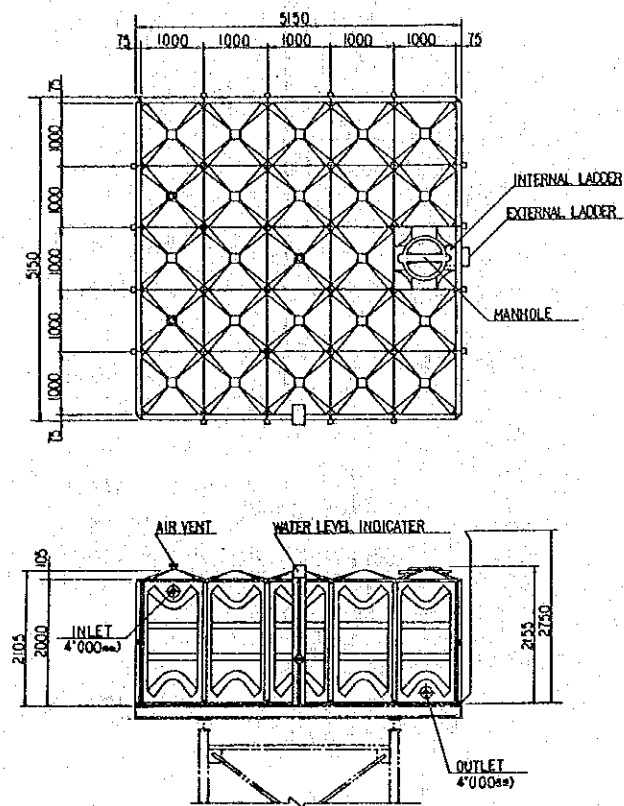
RECTANGULAR



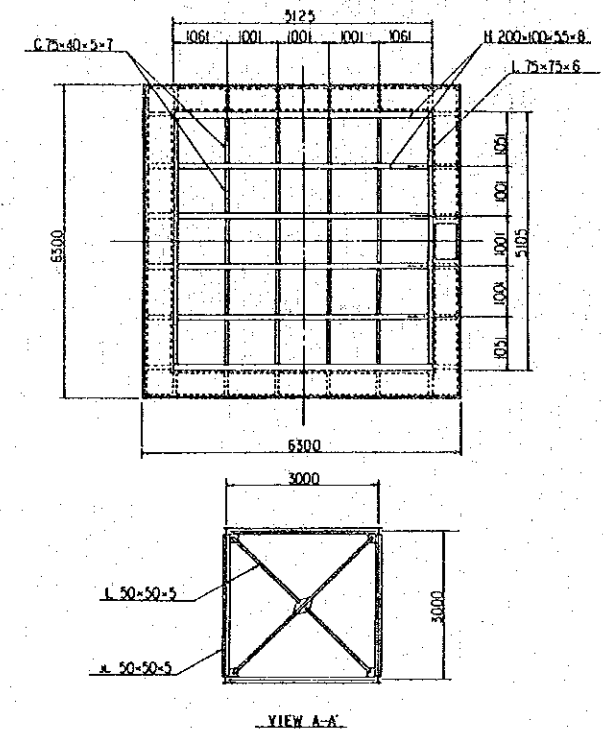
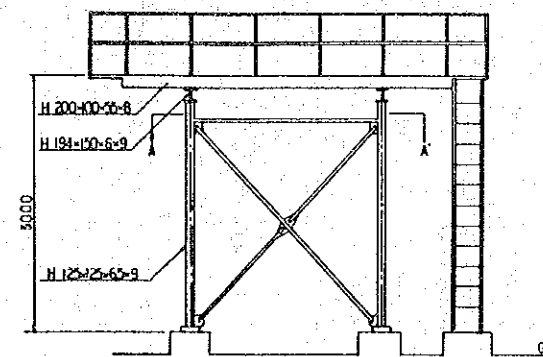
REPUBLIC OF THE SUDAN		
COMMISSIONER FOR REFUGEES (KON)		
MINISTRY OF INTERIOR AFFAIRS		
WATER SUPPLY PROJECT RELATED TO ICARA II		
STANDARD DESIGN OF PUMP HOUSE		
DATE FEB. '86	SCALE 1:30	DWG. No. 3
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)		



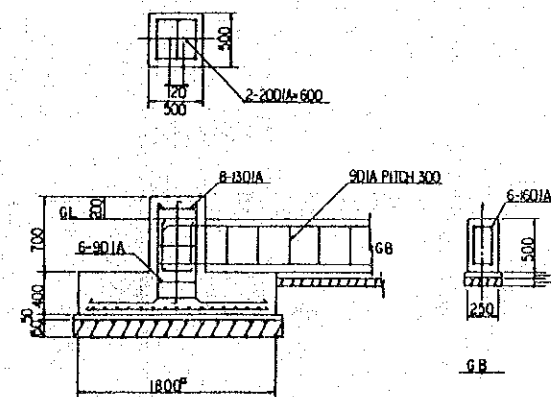
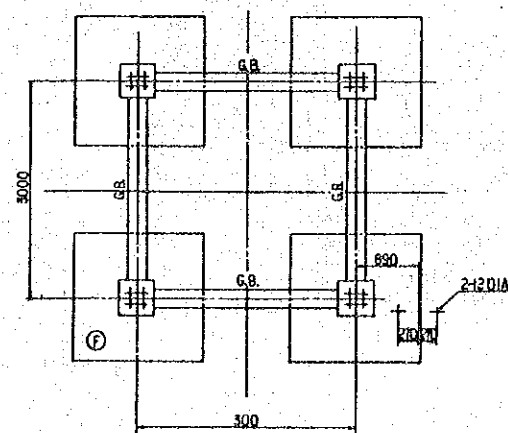
PANEL TYPE WATER TANK 50M<sup>3</sup>



SUPPORTING TOWER FOR 50M<sup>3</sup> WATER TANK



CONCRETE FOUNDATION FOR 50M<sup>3</sup> WATER TANK

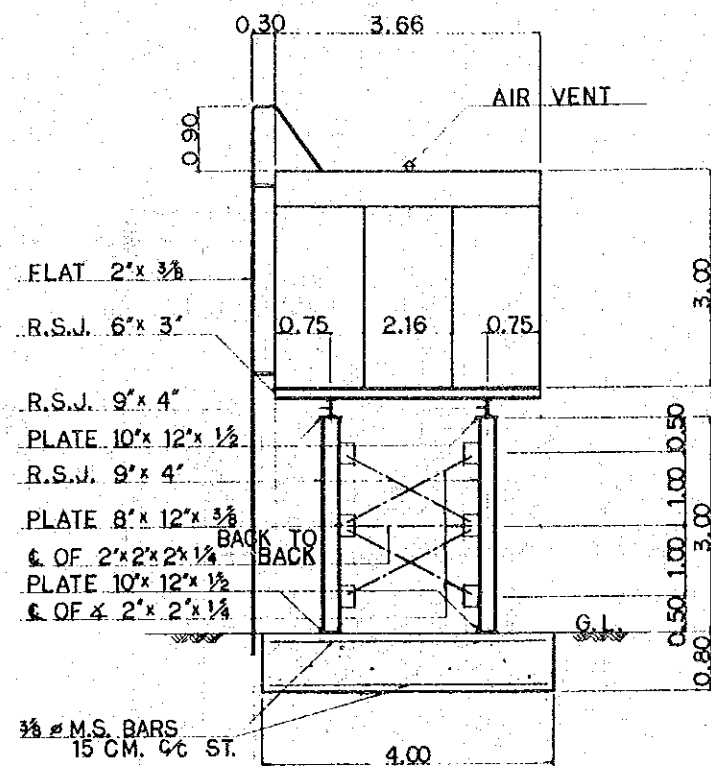


REPUBLIC OF THE SUDAN COMMISSIONER FOR REFUGEES (COR) MINISTRY OF INTERIOR AFFAIRS		
WATER SUPPLY PROJECT RELATED TO ICARA II		
STANDARD DESIGN OF ELEVATED TANK		
DATE FEB, '85	SCALE NON-SCALE	DWG. No. 4
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)		

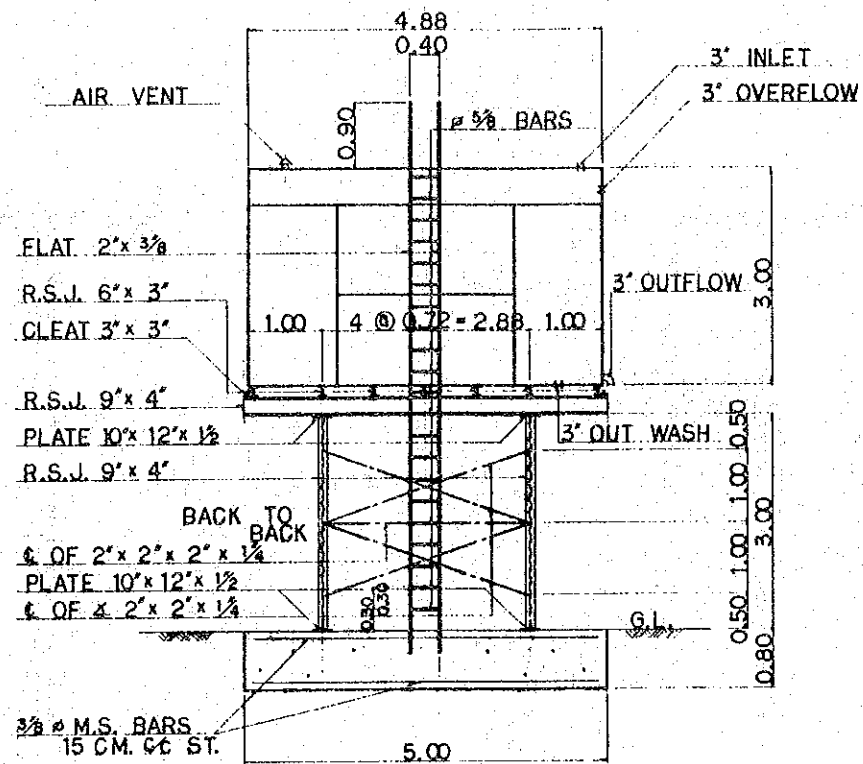
INDICATIVE DRAWING

SCALE 1:50

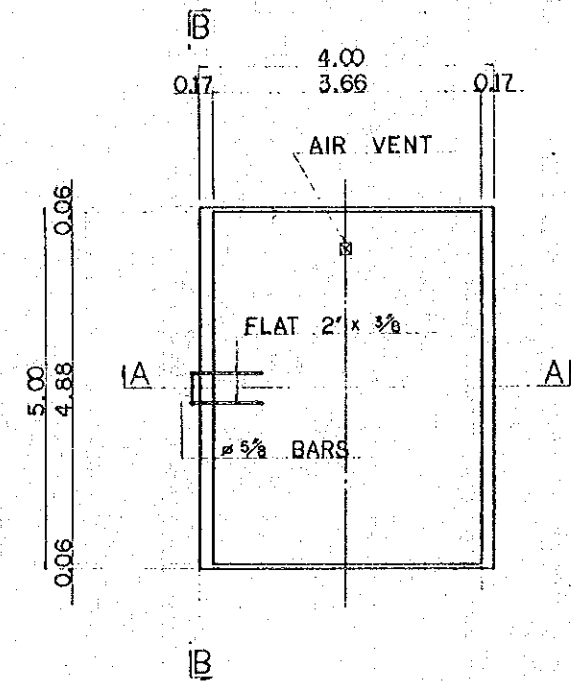
SECTION A - A



SECTION B - B

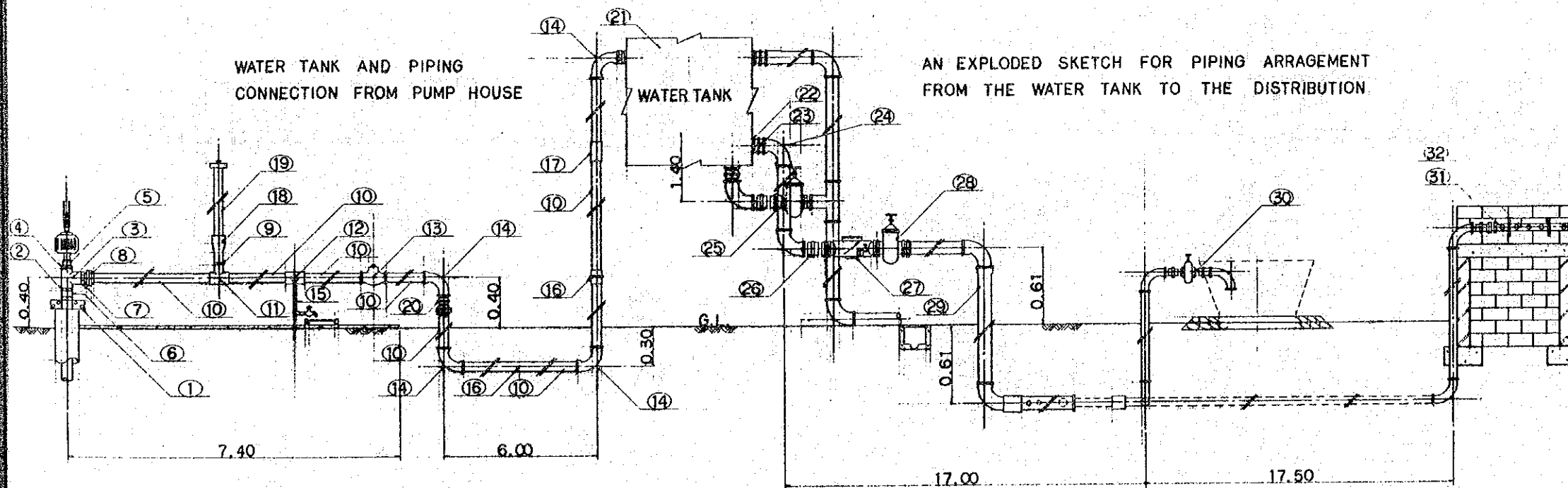


PLAN



SECTION OF PIPING

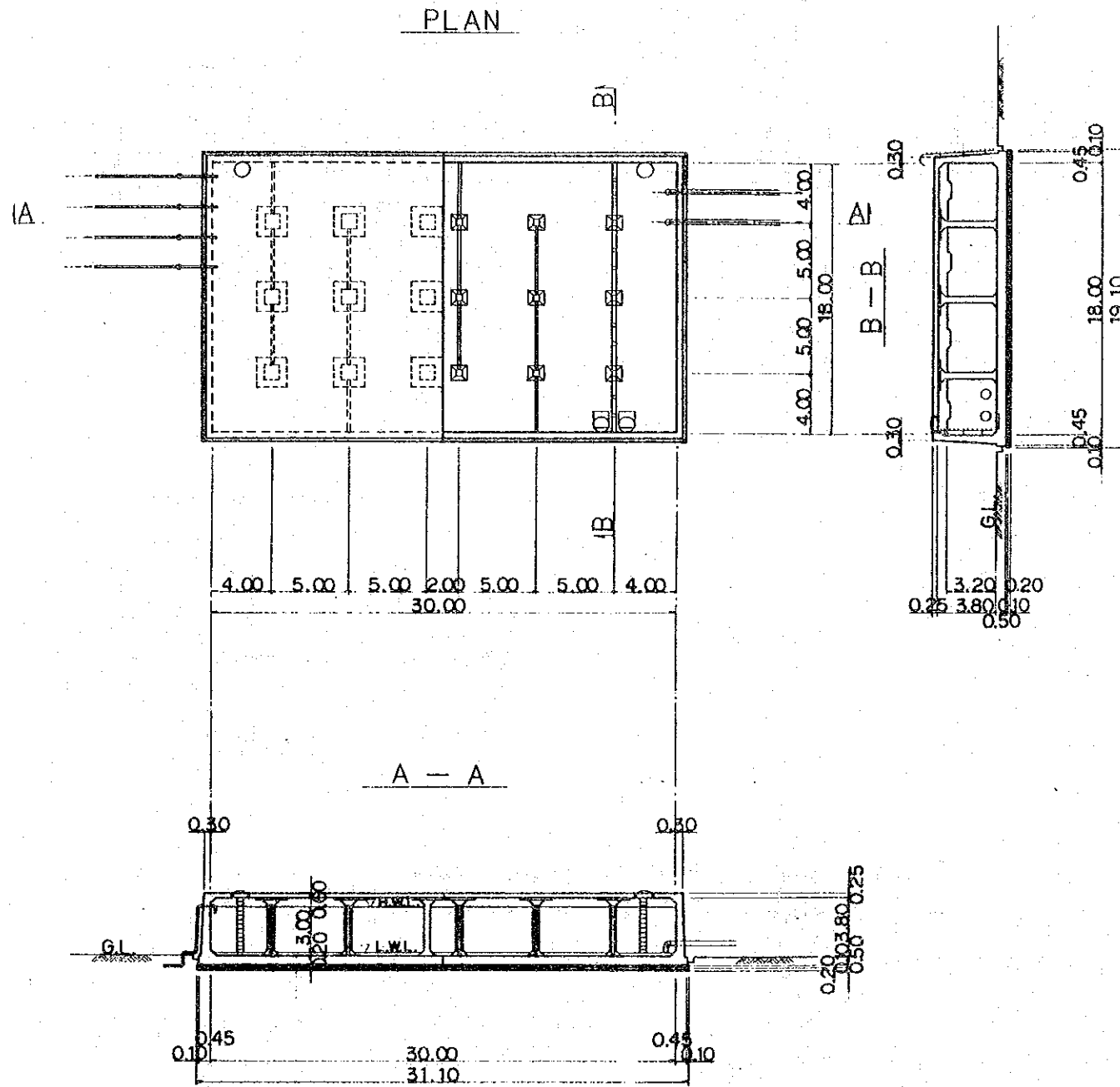
SCALE 1:20



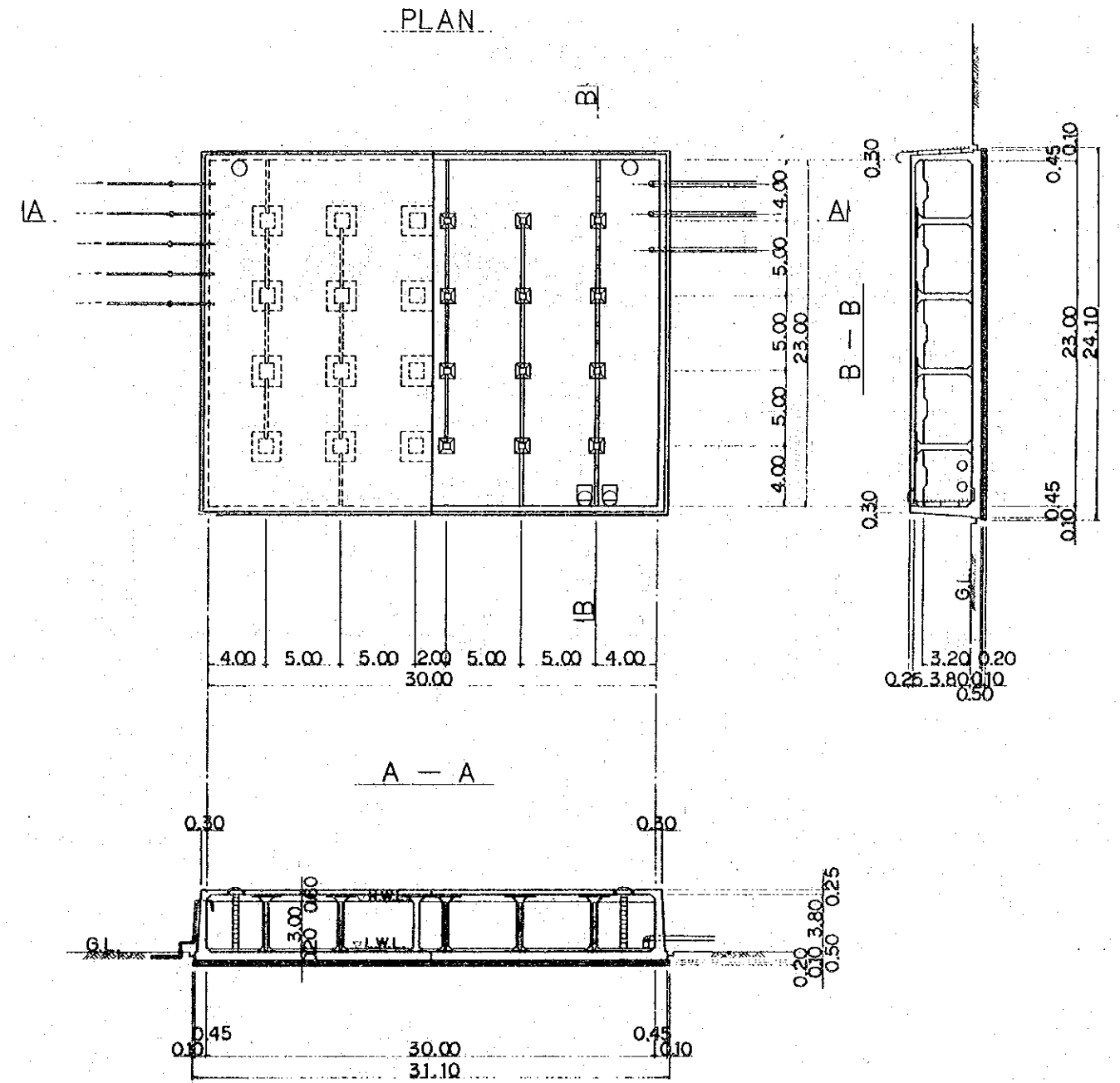
1 COLUMN PIPE CLAMP	17 GALU. SOCKET 3"
2 HEXAGONAL NIPPLE 4"	18 REDUCING SOCKET 4x3"
3 GALU. TEE 4"	19 HEXAGONAL NIPPLE 3"
4 REDUCING BUSH 4x3"	20 NIPPLE 3"
5 SLUTTING BOX 3"	21 WATER TANK
6 COLUMN PIPE 4"	22 NIPPLE 4"
7 HEXAGONAL NIPPLE 3"	23 FLANGE 4"
8 FLANGE 3"	24 BEND 4"
9 NIPPLE 3"	25 GALU. PIPE 4"
10 GALU. PIPE 3"	26 NIPPLE 4"
11 GALU. TEE 3x3"	27 WATER METER 4x3"
12 GALU. TEE 3x2"	28 VALVE 4"
13 VALVE 3"	29 PIPE 4"
14 GALU. BEND 3"	30 NIPPLE 2"
15 BRASS BIPCOCK 1"	31 TEE 2x1"
16 ELBOW 3"	32 GALU. PIPE 2"

REPUBLIC OF THE SUDAN  
 COMMISSIONER FOR REFUGEE WORK  
 MINISTRY OF INTERIO AFFAIRS  
 WATER SUPPLY PROJECT RELATED  
 TO ICARA II  
 INDICATIVE DRAWING OF ELEVATED TANK  
 DATE FEB. '86 SCALE 1:50, 1:20 DWG. No. 5  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION  
 AGENCY (JICA)

1 500m<sup>3</sup> WATER RESERVOIR SCALE 1:200

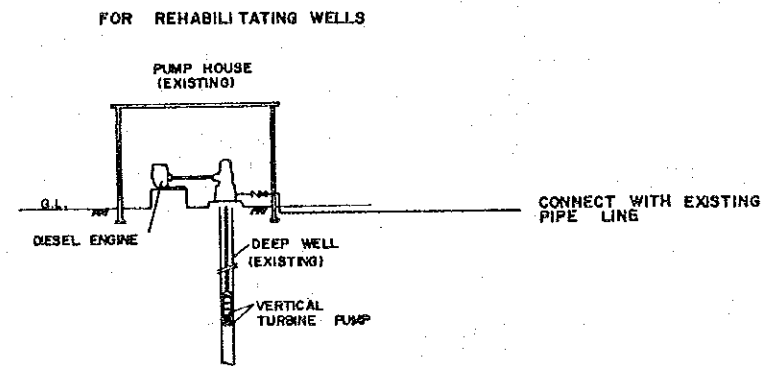
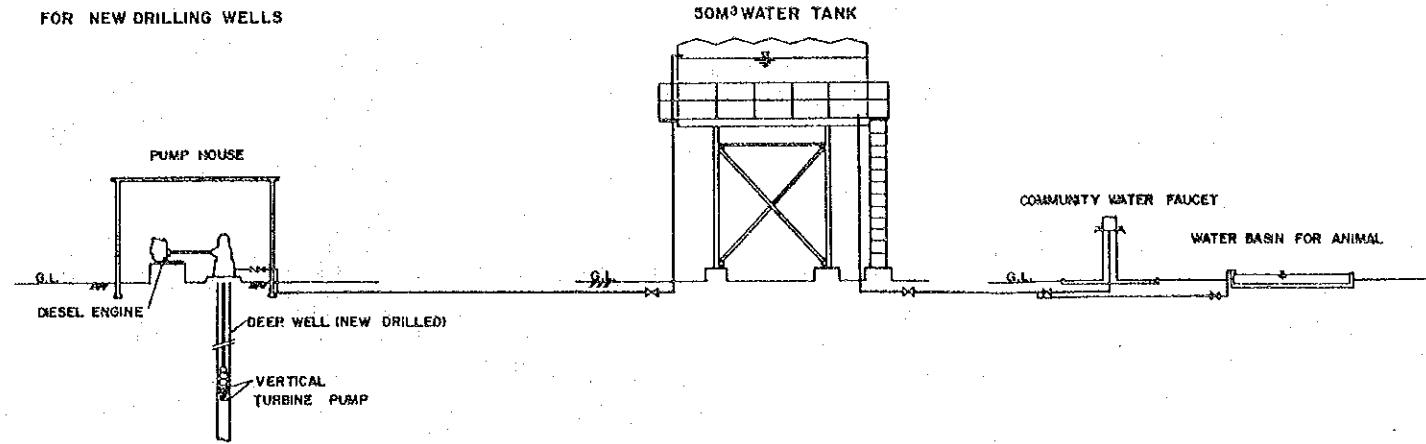


2 000m<sup>3</sup> WATER RESERVOIR SCALE 1:200

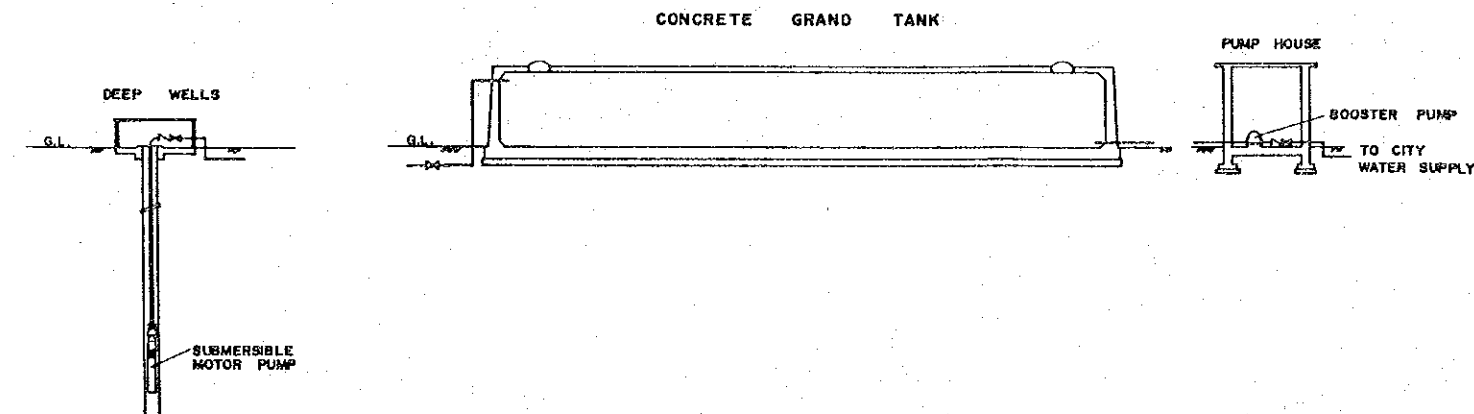


REPUBLIC OF THE SUDAN COMMISSION FOR REFUGEES (CORE) MINISTRY OF INTERIOR AFFAIRS		
WATER SUPPLY PROJECT RELATED TO ICARA II		
BASIC DESIGN OF STORAGE TANK		
DATE FEB. '86	SCALE 1:200	DWG. No. 6
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)		

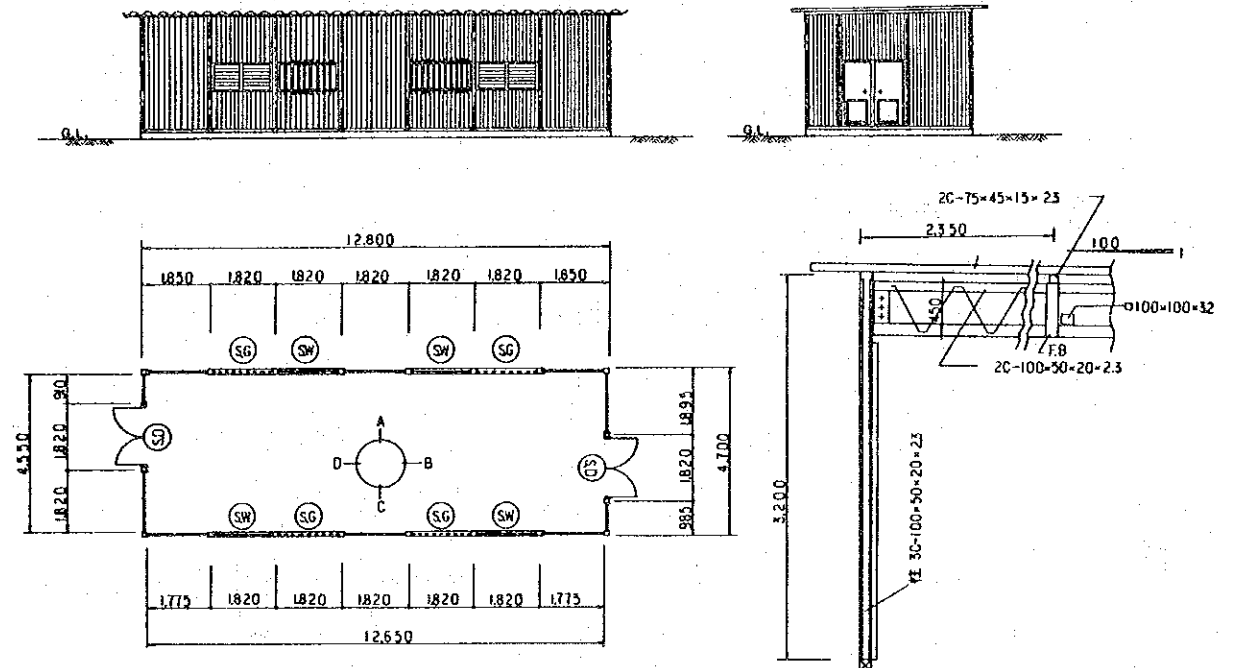
TYPICAL DIAGRAM OF WATER SUPPLY SYSTEM



TYPICAL DIAGRAM OF WATER SUPPLY SYSTEM  
(FOR KASSALA CITY)



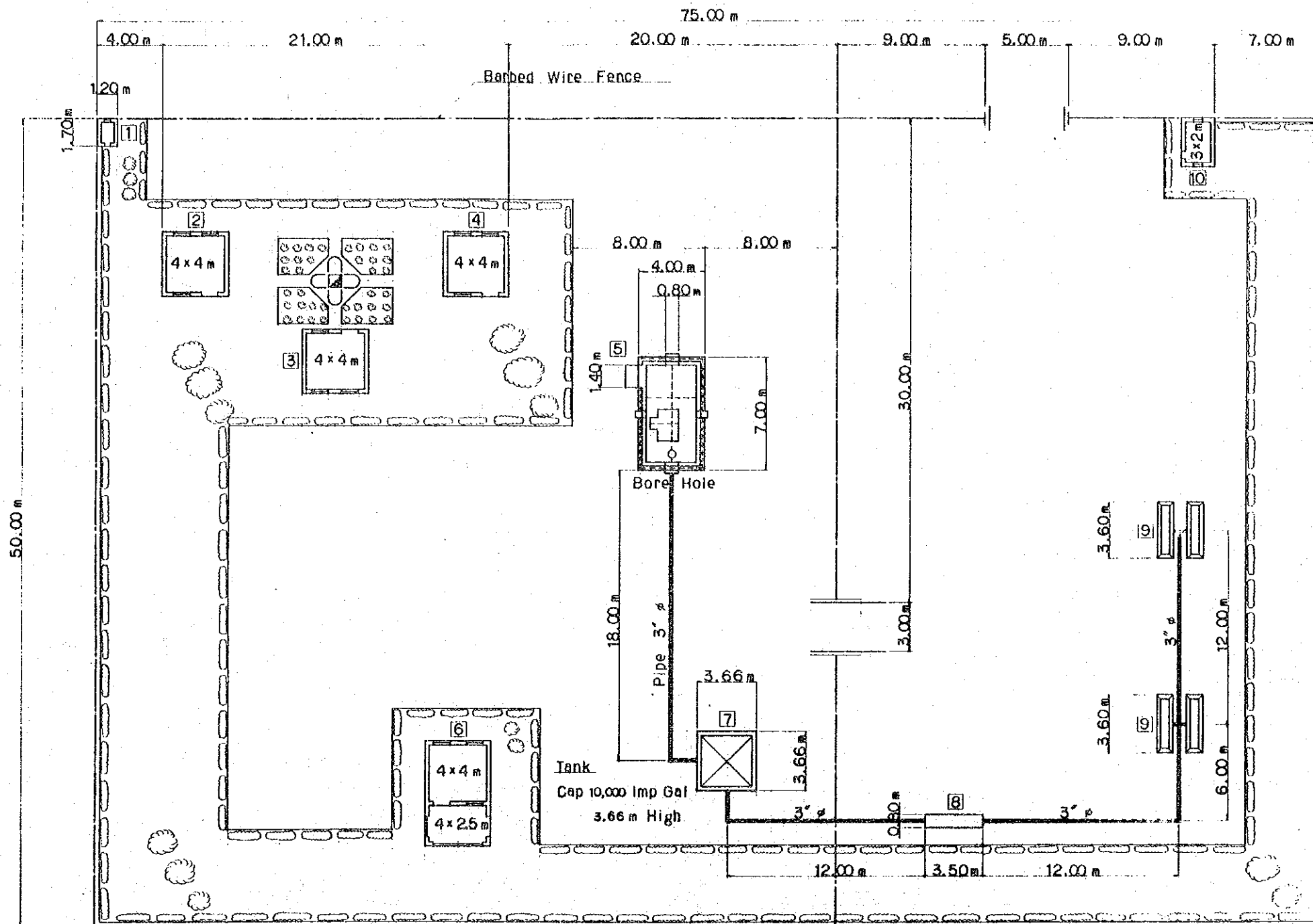
PUMP HOUSE FOR BOOSTER PUMP



REPUBLIC OF THE SUDAN COMMISSIONER FOR REFUGEES (COR) MINISTRY OF INTERIO AFFAIRS		
WATER SUPPLY PROJECT RELATED TO ICARA II		
BOOSTER PUMP AND TYPICAL DIAGRAM OF WATER SUPPLY SYSTEM		
DATE FEB. '86	SCALE NON-SCALE	DWG. No. 7
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)		

TYPE - A

SCALE 1:150



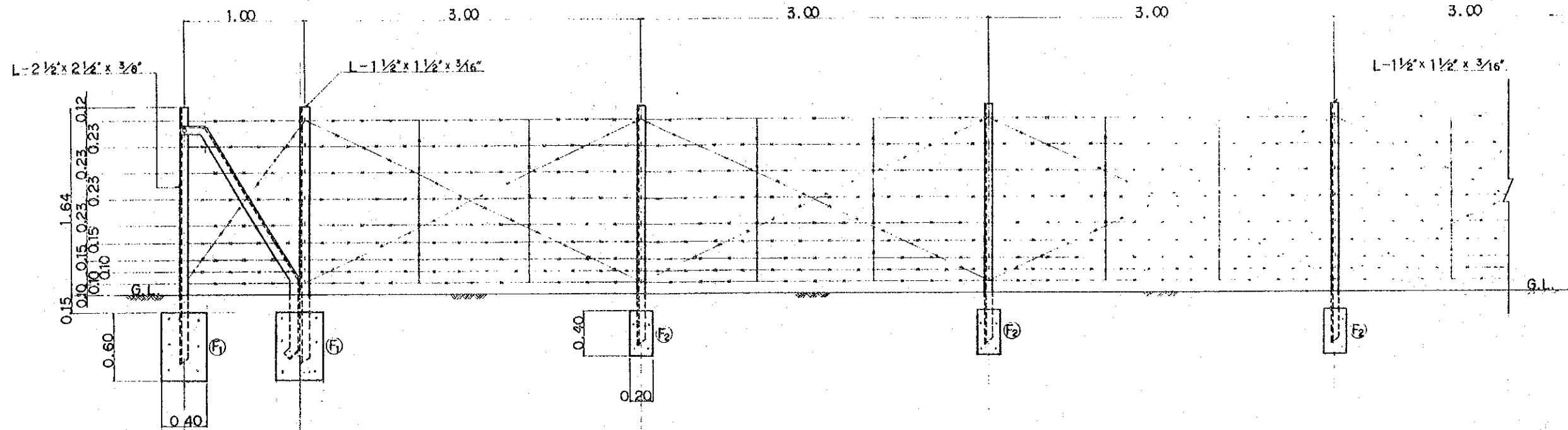
- 1 Pitlatrine
- 2 Clerk Room
- 3 Operators Room
- 4 Keepers Room
- 5 Pumping House
- 6 Rest House
- 7 Tank
- 8 Dis Plat Form
- 9 Trough
- 10 Ticket Office

REPUBLIC OF THE SUDAN		
COMMISSIONER FOR REFUGEES WORK		
MINISTRY OF INTERIO AFFAIRS		
WATER SUPPLY PROJECT RELATED TO ICARA II		
STANDARD DESIGN OF FENCE (A)		
DATE FEB, '85	SCALE 1:150	DWG. No. 8
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)		

WATER YARD FENCE

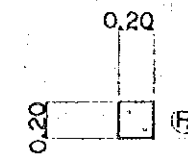
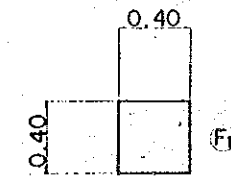
SCALE 1:20

TYPE - A



PLAN OF FOUNDATION

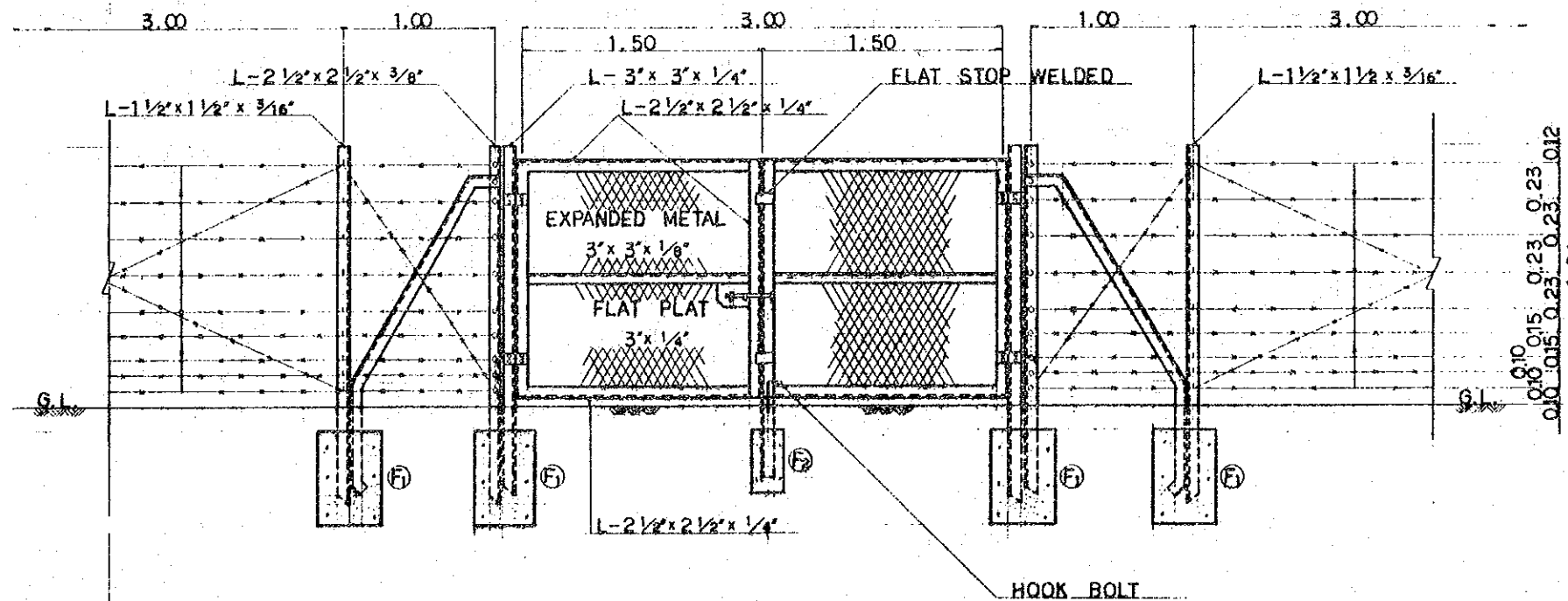
SCALE 1:20



FENCE GATE

SCALE 1:20

TYPE - A



REPUBLIC OF THE SUDAN  
COMMISSIONER FOR REFUGEES' WORK  
MINISTRY OF INTERIO AFFAIRS

WATER SUPPLY PROJECT RELATED  
TO ICARA II

STANDARD DESIGN OF FENCE (B)

DATE FEB. '66 SCALE 1:20 DWG. No. 9

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION  
AGENCY (JICA)



#### 5.4 資材計画のまとめ

本計画の実施に必要な資機材のうち、施設の材料、施設に設置する機械類は下記に示す通りである。

##### I. 村落給水新設 34ヶ所

名 称	仕 様	単 位	数 量
1. 新設井戸建設材料 (34井分)			
1) ケーシング・スクリーン			
(1) ケーシングパイプ	12''x5.5m	本	102
(2) "	65/8''x6 m	本	850
(3) スクリーンパイプ	65/8''x6 m	本	170
(4) セントライザー	65/8''x95/8''	ヶ	408
2) 泥 水 材 料			
(1) ベントナイト		トン	100
(2) 発泡剤		kg	1,000
3) ビ ッ ト 類			
(1) トリコンビット	143/4'' S	ヶ	17
(2) "	95/8'' インサート	ヶ	17
(3) "	95/8'' S	ヶ	68
(4) エアーハンマー用ビット	95/8''	ヶ	17
2. 新設井戸給水施設用資材 (34井分)			
1) パーチカルタービンポンプ	180ℓ / m x 100m	式	34
2) ス ペ ア パ ー ツ		式	34
3) ポンプハウス部材		式	34
4) 高 架 水 槽	50m <sup>3</sup> . 3mH	式	34
5) 配 管 材 料		式	34

##### II. 村落給水施設井戸改修

名 称	仕 様	単 位	数 量
1. 既設井戸給水施設用資材 (73井分)			
1) パーチカルタービンポンプ	180ℓ / m x 100m	式	73
2) ス ペ ア パ ー ツ		式	73
3) 配管補修資材		式	73
2. 既設井戸改修材料費 (73井分)			
1) 改修液 (ウェルクリーナー)	22,000	kg	1,100



Ⅲ. Kassala 町給水施設の改修

名 称	仕 様	単 位	数 量
1. 給水施設水源資材			
1) 水 中 ポ ン プ			
(1) 水中モータポンプ	40m <sup>3</sup> /hx60 m	式	10
(2) スペアパーツ		式	10
2) ケーシング・スクリーン			
(1) ケーシングパイプ	16''x5.5m	本	20
(2) "	10''x5.5m	本	60
(3) スクリーンパイプ	10''x6.0m	本	30
(4) セントラライザー	10''x 1 4 3/4''	ケ	33
3) 泥 水 材 料			
(1) ベントナイト		トン	15
4) ピ ッ ト 類			
(1) トリコンピット	20'' S	ケ	2
(2) "	1 4 3/4'' MH	ケ	5
(3) "	1 4 3/4'' S	ケ	5
2. 配水池およびポンプ場資材			
1) 配 水 池			
(1) 発電機	30KVA	台	10
(2) スペアパーツ		式	10
(3) 配管用鋼管	φ 125mmx5.5m	本	1,820
(4) 配管付属品		式	1
(5) 貯水タンク回り配管材		式	2
2) プ ー ス タ ー ポ ン プ			
(1) プースターポンプ室部材		棟	2
(2) プースターポンプ	350m <sup>3</sup> /hx40 m	式	3
(3) スペアパーツ		式	3
(4) プースターポンプ	150m <sup>3</sup> /hx40 m	式	3
(5) スペアパーツ		式	3
3) 塩 素 注 入 器			
	500/h	式	8

名 称	仕 様	単 位	数 量
4)パイプ弁類			
(1) PVC パイプ	φ100Ax5m	本	2,000
(2) "	φ150A	本	1,600
(3) "	φ200A	本	1,100
(4) "	φ250A	本	700
(5) 仕切弁	100A	ケ	34
(6) "	150A	ケ	27
(7) "	200A	ケ	19
(8) "	250A	ケ	12
(9) 空気弁	25mm	ケ	28
(10) 継手及び異径管当		式	1

## 5.5 機 材 計 画

### 5.5.1 概 要

本計画実施にあたり必要な機材のうち井戸の建設および改修工事に必要な機材で事業完了後も有効活用が可能で、将来とも本計画のフォローとして使用できる機材を選定する。

これら機材の仕様数量の選定には、事業の緊急性、必要なテクノジートランファーを充分行うに足り、工事量および現地の状況を充分勘案して選定するものである。

テクノジートランスファーを受けるボーリング技師はNHC からCOR に派遣されるべく、すでに合意が得られている。又、現在NHC にはボーリング技師だけでも150人程度在籍しているが、NHC のボーリング機械も老朽化したものも多いため、稼働中のボーリング機械19台に必要な要員（1チーム当り技師3人）をはるかに上まわる陣容となっているので、本計画に関わるNHC からCOR への技師の派遣は充分可能である。

### 5.5.2 井戸新設用ボーリング機械類

これは井戸建設に必要なボーリングチームとして完結した装備を含むもので、チームのキャンプ生活、揚水試験、検層も行なえるものとして考える。

現在一般的に使用されている水井戸建設用のボーリング機械は、パーカッション式とロータリー式のものである。

機械のタイプの選定にあたっては、滞水層のタイプ、必要な掘削深度およびその他の条件として建設期間等を考える必要がある。

本計画地区の滞水層は一部沖積層もあるが、ほとんど全ては、ヌビア砂岩層と変成岩層である。又、深度も一部の沖積層では50m程度で比較的浅いが、ヌビア砂岩、変成岩層では 180m程度の掘削が必要である。

又、所期の計画期間内に予定の作業を完了し、事業実施の効果をj得る必要がある。

上記2タイプのボーリング機械を比較すると、パーカッションの場合は、対象となる滞水層が浅い沖積層(100m以浅)の場合だと維持管理も安価であり採用できるが、本計画の場合はヌビア砂岩層が対象となる滞水層であり、かつ深度も 180mである。又、工期にも限度があるため、ロータリータイプのボーリング機械を採用するものとする。必要な仕様は下記の通りである。

#### 仕 様

タイプ : トラック搭載型ロータリー式  
能力 : 4 1/2'x250 m  
工 法 : 泥水およびエアーパーカッション工法  
マスト耐荷重 : 40ton 以上  
泥水ポンプ : 1,500 g /min 20kg/cm<sup>2</sup>  
トラック : 6x6  
付 属 品 : 一式

ボーリング機材の調達には調達に必要な期間、即ち実施設計、生産、輸送に加えて現地での雨期を考えると1年目の間に工事にかかる事は不可能である。したがって実施計画は約2年間とし、第1年目で機材を調達し、2年目の雨期開けを待ち10月から翌年 5月までの 8ヶ月を工事期間とするべきであろう。

要請のあった内実施可能な井戸新設の本数34本と、Kassala 町給水施設の水源の10本と合せると、合計44本の井戸の新設が必要となる。本事業計画の基本方針であるテクノロジートランスファーを充分行ない現地側で独自に本事業を完成させる事を考えて供与ボーリング機材の台数が決定される。

本計画地区の水理地質状況から判断して、水源のタイプはKassala 近辺の沖積層とGedaref 付近のヌビア砂岩層とである。したがって、各タイプの水理地質条件で10本ずつの井戸を工事案件として建設し、この工事を通じて十分なテクノロジー

ートランスファーを行うものとする。

井戸工事の所要日数は、必要なテストにかかる日数やサイト間の移動時間を考慮し下記の如く推定される。(APPENDIX 9)

沖積地	23日間	深度 50m
ヌビア砂岩	39日間	深度 180m

又、1ヶ月の稼働日数を金曜日の休日を除くと25日/月と推定される。

従って、延べ必要期間は下記の如く推定される。

$$\frac{39}{25} \times 10本 + \frac{23}{25} \times 10本 = 24.8月$$

一方、工事にかかる期間は第2年目の雨期明けから翌年の雨期の開始期間まで(10月～5月)の8ヶ月であるので、必要なボーリングセット数は下記の如く求める。

$$\frac{24.8月}{8月} = 3.1$$

上記井戸建設に必要な所用日数には若干の余裕もみてあるので、3組のボーリング機械が必要であろう。

### 5.5.3 既存井戸改修用サービス機械

サービス機械の台数の決定にあたり考慮検討しなければならない事項は、井戸の新設工事の場合と同様である。しかしながら、作業内容の多さ(73本分)、緊急性ならびに改修工事は新設の場合と異り夫々の井戸の改修条件、作業内容が異ると考えられるので、非常に幅の広い作業内容となる。したがって、きめの細かなテクノロジー転スファーを行う目的と本件の緊急性を勘案して、工事期間の範囲内で約半数程度(36本)は工事案件として取扱う事が妥当と考えられる。

現場でのサンプル調査および現地関係者からのヒアリング等を総合すると夫れの井戸も若返りを施し、ポンプテストを実施する必要があるものと思われる。したがって改修に必要な日数は、1本当り13日間程度と考えられる。

工事が可能な期間は井戸の新設と同じく8ヶ月間である。したがって必要な改修サービス機械の台数は、下記の如く求まる。

$$\frac{13}{25} \times 36 \div 8 \text{月} = 2.34 \text{台}$$

したがって井戸改修用サービス機械は、2組が必要である。

必要なサービス機械仕様は下記の通りである。

仕 様

タイプ	: トラック搭載型	
メインドラム	: シングルライン	5ton 以上
	: キャパシティー	19mm×240m
	: ロープスピード	Max.50m/min
サンドリール	: 最大差上げ	2.5ton 以上
マスト高	:	9~10m
マスト耐荷重	:	25ton 以上
水ポンプ	:	500ℓ/min 22kg/cm <sup>2</sup>
トラック	:	4x4
付属品	:	一式

5.5.4 その他機材

本計画の実施は計画の緊急性、現地の天候を勘案して6グループに分かれて作業を進める計画である。したがって上記以外に下記の機材を使用とする。これら機材は工事完成後は夫々ボーリングチーム、改修機械チームおよび関係機関に配属され将来とも有効利用を図るものである。そのために、必要な部品、整備機械装置も併せて供与するものである。

作業グループ	8 ton トラック	ピックアップ	ワゴン	無線機
1. 作業本部	2	1	2	1
2. ボーリングチーム				
R-1	1	1		1
R-2	1	1		1
R-3	1	1		1
3. 井戸改修チーム				
S-1	1	1		1
S-2	1	1		1
4. 村落給水施設建設チーム				
C-1	1	1		1

作業グループ	8 tonトラック	ピックアップ	ワゴン	無線機
C-2		1		
C-3		1		
5. Kassala 配管池工事チーム				
T-1	1			
T-2		1		
6. Kassala 配水池工事チーム				
P-1	1			
P-2		1		
合計	9	11	2	7

#### 5.5.5 機材計画のまとめ

名 称	仕 様	単 位	数 量
1. 深井戸建設機械			
1) 深井戸さく井機械及び付属品		式	3
2) 高圧コンプレッサー		式	3
3) 試験機器		式	3
4) 機械器具		式	3
5) キャクピング施設		式	3
2. 深井戸さく井工事用機材			
1) 掘さく予備品		式	1
2) セメンチングツールズ		式	1
3) 測定器具類		式	1
4) 井戸仕上げ材料		式	1
5) 給水機材		式	1
6) 燃料運搬機材		式	1
7) 電気機具類		式	1
8) 溶接機具類		式	1
9) 工具類		式	1

名 称	仕 様	単 位	数 量
10) 土工用具		式	1
11) ワイヤー類		式	1
3. 深井戸施設工事用機材			
1) 機械類		式	1
2) 給水機材		式	1
3) 燃料運搬機材		式	1
4) 溶接機具類		式	1
5) 工具類		式	1
6) 土工用具類		式	1
7) 型枠材料		式	1
8) ワイヤー類		式	1
4. 既設井戸改修機械			
1) 改修用サービスマシン及び付属品		式	2
2) 試験機器		式	2
3) キャンピング施設		式	2
5. 既設井戸改修及び配管機材			
1) 測定機具類		式	1
2) 給水機材		式	1
3) 燃料運搬機材		式	1
4) 電気機具類		式	1
5) 溶接機具類		式	1
6) 土工用具類		式	1
7) 配管工具		式	1
6. 車 輛			
1) 8トントラック	3トクレン付	台	9
2) スペアパーツ		式	9
3) ステーションワゴン		台	2
4) スペアパーツ		式	2
5) ピックアップ		台	11
6) スペアパーツ		式	11

名 称	仕 様	単 位	数 量
7. ワークショップツールズ			
1) エンジン分解・調整工具		式	1
2) 車輛関係工具		式	1
3) バッテリー関係工具		式	1
4) 軽作業用工具		式	1
5) オイル・グリース関係工具		式	1
6) 電気関係工具		式	1
7) 一般工具		式	1
8) 測定工具		式	1
9) ガレージ関係工具		式	1
10) 溶接関係工具		式	1
11) エアー関係工具		式	1
8) 通信機器			
1) ベースキャンプ用無線装置		式	2
2) 車輛用無線装置		式	5





## 第6章 事業実施計画



## 6. 事業実施計画

### 6.1 実施体制

本事業の事業実施主体は、内務省難民事務局（COR）であるが、事業内容が地下水開発および地方給水および地方都市給水事業であるため、事業の実施にあたっては国立水供給公社（National Water Cooperation:NWC）の全面的な協力が必要である。これに関してはすでにCOR とNWC との合意が得られている。

Kassala 町の水道施設の改修にあたっては、Kassala のUrban Water Administration(NWA) が事業実施主体となるべきであるが、本計画の受け入れがCOR であるので、COR がUWA の協力を得て事業を実施する事となる。

### 6.2 事業の範囲

#### 6.2.1 事業分担

本計画により建設される施設は下記の通りである。

- － 新設村落給水施設（揚水ポンプ、高架タンク及び共同栓を含む）  
工事は34井の内10井を対象とする。
- － 既設井戸改修（井戸の若返り、ポンプ交換及びポンプ回り配管）  
工事は73井の内36井を対象とする
- － Kassala 町給水施設改善
  - (1) 新水源井戸（ $\phi 10'' \times$  深度50m）－10井
  - (2) 配水池（ $1,500m^3$  及び  $2,000m^3$  のコンクリートタンク）－各1基
  - (3) プラスターポンプステーション－2ヶ所
  - (4) Kassala 町給水主管埋設－27km

上記の施設の内、新設井戸の工事対象外の24井及び既設井戸工事の対象外37井は、工事を通じてCORに技術移転を行なった後に相手国が独自で工事ができるように資機材を供与することとした。

本計画には既設井戸及びコンクリートタンク構築等の難度の高い作業も含まれているので、本計画の緊急性、工事量の大きさ等を勘案して請負方式を採用する。

これら施設の内、新設村落給水施設の用地柵、管理人小屋および家畜用水槽建設はスーダン政府の負担である。又、用地の提供および輸入資機材の関税についてもスーダン政府の負担となる。

#### 6.2.2 資機材調達計画

スーダン国の市場調査の結果、Kassala 地方で入手可能な建設資材は砂利・砂及び水に限定される。セメント及び燃料等は少量ならKassala 周辺で調達可能であるが、本プロジェクト実施に当っては工事工程に支障をきたさないようにセメント及び燃料はPort Sudanにて調達する。

その他の建設資材は全て日本より搬入することとした。

井戸工事関係の建設機械はスーダン国内でのリースは不可能なので本計画で供与した機械を使用し工事を行なう。

建設機械は首都Khartoumでリース可能であるが、古いものが多く故障が予想されるので給水管埋設工事に使用する掘削機は日本より搬入するものとする。

荷揚港は最寄りのPort Sudanとし、調達、輸送に必要な期間は約6か月間程度必要であろう。

### 6.3 施工計画

#### 6.3.1 工事の方法

スーダン国における一般的な建設事情は建設機械のリース料が高く、又、基幹建設資材の不足があげられる。

井戸建設工事業者は首都カルツームに4社ほどあるが現地調査の結果所有掘削機等は簡易な機材で本プロジェクトを実施する上では問題がある。

又、Kassala 地方には現地調査の結果、井戸建設工事業者は存在しないことが判明した。

したがって本プロジェクトの建設工事の実施に当っては日本側が施工することで計画する。

### 6.3.2 実施設計及び施工監理計画

本計画の実施についてはコンサルタントを使用し、以下の作業を行なう。

#### 1. 実施設計

基本設計調査の結果等を踏まえて詳細設計、入札図書等の作成を行ないスーダン国関係機関の承認を得る。

#### 2. 入札及び契約

入札業務においてコンサルタントはスーダン国関係機関を補佐し入札広告、入札参加要請書の受理、入札書類発行等を行ない一定の入札期間をおき、入札書受理後速かにその審査を実施し、スーダン国と日本の請負業者が契約の締結を行なう。

#### 3. 施工監理

##### (1) 日本での業務

コンサルタントは契約締結後コントラクターより提出される承認図書等の認証業務及び調達資機材の検収等を計画の早期実施のため、スーダン国CORを補佐して行なうものとする。

##### (2) 現地における施工監理

コンサルタントは着工前打合せ、資機材の現地輸送の立ち合い、工事及び据付調整、試運転、竣工検査等について、コントラクターの指導、監督を実施し、工程管理、品質管理、原価管理等をおこないE/Nに定められている期間内に業務を完了するものとする。

### 6.4 実施スケジュール

建設工事期間は資機材輸送に要する期間を含めて22ヶ月を要し、詳細設計および入札業務を含めると交換公文締結後26ヶ月を必要とする。

本計画の実施スケジュールはFig.28に示す通りである。

本計画は3期に分かれ、第1期及び第2期は資機材供与のみで、第3期は工事及び資機材供与となる。

工事は10月の雨期明けより着工し翌年5月までの8箇月を実工期とする。

Fig. 28 実施計画表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
E/N																																								
コンサルティングサービス																																								
コンサルタント契約																																								
D/D・入札業務																																								
施工管理																																								
業者業務																																								
資機材調達																																								
資機材輸送																																								
準備工																																								
カッサラ明コンクリートタンク(2基)																																								
カッサラ町中槽ポンプステーション																																								
カッサラ町新水源建設 (φ10"×50m, 10本) R-1																																								
カッサラ町給水管理工事																																								
新設井戸建設 R-2																																								
新設井戸建設 R-3																																								
新設井戸建設 R-1																																								
既設井戸補修 S-1																																								
既設井戸補修 S-2																																								

 : 第1期  
 : 第2期  
 : 第3期  
 : 雨期

## 6.5 維持管理体制と費用

### 6.5.1 維持管理体制

Kassala 町の給水施設の維持管理にあっているKassala UWA では現在 178名の職員が在籍し、維持管理上の陣容、技術面でも十分本計画に対応できるものと考えられる。

又、既設村落給水施設の改修についてはNWC の管理下で各施設に3人の管理人が任命されているので現状維持で本計画に対応することができる。

新設村落給水施設については、現行制度に基づき村人がNWC に任命され、施設の維持管理にあたることとなる。したがってNWC の十分な監督、指導が不可欠である。特に新しい型のポンプ、エンジンに関しては十分な指導が必要である。

### 6.5.2 維持管理費

新施設の1年当りの維持管理費は下記の通りである。

人件費	8,372,000円/年	( 110,200S £ )
燃料費	24,448,000	( 321,700 )
電気料 (Kassala 町)	1,800,000	( 23,700 )
薬品費 (Kassala 町)	600,000	( 7,900 )
消耗品費	2,360,000	( 31,100 )
計	37,580,000円/年	( 494,600 )

Kassala 町の本計画により新設される給水施設の維持管理費は、上記電気料、薬品費および消耗品費の¥ 4,760,000/年である。この額は給水人口1人1日当り¥ 0.08 に相当し、現行の水道料金1人1日当り換算¥ 1.84 と比較しても十分妥当な維持管理費であると判断される。

又、新設の村落給水施設の維持管理費は上記人件費と燃料費の¥ 32,820,000である。これは¥ 0.132/ℓに相当し、現在計画地区での水価¥ 1.265/ℓと比較すると十分妥当な額であると判断できる。

## 6.6 概算事業費

本計画の事業費は総事業費32.2億円と見積られる。その内訳は日本国負担分が約31.4億円でスーダン国政府負担分は 1,065,000スーダンポンド (80,920千円) である。



事業費の積算時点は1986年 1月で、外貨交換レートは下記のとおりである。

1US\$ = ¥190  
1US\$ = S£2.5  
1S£ = ¥76

なおスーダン国政府の負担する工事は次の通りである。

— 新設井戸ウォーターヤード のフェンス及び管理人用小屋	¥77,520,000
— 家畜用水槽製作費	¥ 3,400,000
計	¥80,920,000 (S£1,065,000)

## 第7章 事業評価



## 7. 事業評価

スーダン共和国の東部州では気候が半乾燥タイプであるため表流水は限られた地域でしか利用できないので地域住民の主たる生活用水水源は地下水に依存している。現在地方村落人口は約 110万人と推量されるが、これら村落での給水施設は古いものが多く、老朽化および人口増による施設容量不足が著しい。

一方、1960年代末よりエチオピアからの多数の難民が同州に流入し、難民キャンプに収容されている。難民の人口は増加の途をたどり、難民キャンプでの給水需要増に対する生活用水の供給は緊急を要している。又、難民の中には難民キャンプに収容されず、東部州の地域村落に定住するものも多い。したがってこれら難民の流入も地域村落の水需要増の原因ともなっている。

これら生活用水の供給を緊急に必要とする人口は難民も含めて東部州地方村落人口の約36%に相当する40万人と推定される。

一方、東部州の州都であるKassala 町においても多数の難民（町人口の約30%）の流入により生活用水の需要は急増し、水圧の低下、給水不能地区が多数みられる。

このような状況を緩和するための緊急対策として本計画は実施されるものである。

難民キャンプをも含めた村落給水に関しては本計画の実施により緊急に生活用水の供給を必要とする約40万人の内約半数の21万人の生活用水を提供することとなる。本計画で使用可能となる地方給水施設は全部で 107箇所である。

	<u>難民キャンプ</u>	<u>スーダン村落</u>
新設施設	8	26
改修施設	15	58

又、Kassala 町の給水施設改善により東岸地区で190 /day/cap、西岸地区で390 /day /capの水量の増加が得られ相手国政府の地方都給水量の目標値750 /day/capを達成するのみでなく、下に示す如く現在75%におよぶ給水不良地区をなくす事ができる。

Kassala 町給水事情の改善

	現 況	事 業 実 施 後
東岸地区		
各戸給水	56ℓ /day/cap	75ℓ /day/cap
共同栓	間欠給水	25ℓ /day/cap
排水不良地区	10Km <sup>2</sup>	なし
西岸地区		
各戸給水	36ℓ /day/cap	75ℓ /day/cap
共同栓	間欠給水	25ℓ /day/cap
排水不良地区	6Km <sup>2</sup>	なし

本計画の実施により東部州の給水施設が整備される他、本計画完了後も相手国政府は削井と井戸改修の技術と機材を得ることができ、別途調達した資材により地下水開発を継続できることとなり、本事業の波及効果は大きいものと考えられる。

本計画の実施により難民およびその影響をうけた地域住民の生活の安定を図り、生産活動への寄与に資することが期待される。

本計画実施に要する相手国負担工事費はS £ 1,065,000であるが、これはCOR の過去の平均年間予算 ( S £ 6.5mil ) の約16%に相当し、本計画のCOR の分担は十分可能な範囲内であると考えられる。又、計画完了後の給水施設維持管理費についても現行の水価から判断すると十分妥当なものと考えられる。

現在のNHC の地下水開発部門は十分な実績と陣容を有するが、本計画を通じてテクノロジー・トランスファーを行ない、特に効率的な揚水量を得るための適切な井戸仕上げの方法、および井戸の改修を習得する事により、本計画のスーダン国における将来の地下水開発に関する貢献は大きいと考えられる。

## 第8章 結論と提言



## 8. 結論と提言

### 8.1 結論

本計画の実施により、現在計画地域で緊急に生活用水供給の改善を必要とする村落人口（約40万人）は19万人に減少することになる。又、本計画の実施により、習得される井戸の建設および改修の技術がスーダンの将来の地方水道事業に寄与するところも大きいと考えられる。

特に州都Kassala 町では現存する市街地の75%を占める給水不良地区が解消するのみならず、給水量も同町の給水目標値75ℓ /day/capを達成することができる。くわうるに、現在は給水不良のため水道料金の徴収にも支障をきたしていたが、水道公社の財務状態も改善されるものと考えられる。

このことにより、本計画が東部州の水事情に貢献するとともに、難民および難民の影響を受けている人々の生活の安定、更には生活活動の活性化に寄与するものは多大なものと思われ、わが国が無償資金協力を実施することは有意義であり、かつ妥当性があると判断される。

### 8.2 提言

1. 本計画ではボーリング機械3組、井戸改修用サービス機械2組が供与される。又、施設建設工事を通じて技術移転がなされるので、習得した技術を活用し、本計画終了後も供与資機材が有効に利用されるようにするべきである。
2. 村落給水施設に使用するポンプ用エンジンは回転数が速い等、旧来計画地域で使用されていたものに比べると若干の相異が生ずるのでエンジンの取扱い、補修は計画実施中に相手国カウンターパートに十分テクノロジー・トランスファーを図る事が肝要である。この事により計画終了後は、テクノロジー・トランスファーを得たカウンターパートによる、各給水施設の管理運転担当者の巡回指導を図る必要がある。
3. Kassala 町では給水施設が大巾に改善されることになり、給水不良地区もなくなるので、現行の料金徴収を徹底し、水道公社の財務状況の改善を図り、将来必要な維持管理を行う財源を確保する必要がある。



4. 事業実施にあたってはCORが窓口となり、NWC、PWC等関係諸機関間の円滑な協力を図ることが不可欠である。すでにCORとNWCとの間で本計画実施に関する協力の合意は得られているが、事業実施のための組織を確立し、各関係機関の協力体制を確立すべきである。