

### 3.4.3 対象水源

#### (1) 水理地質

本計画における対象水源として重要な地下水に関して、その背景となる水理地質図を図3-5に、水理地質層序を表3-19に、（水理地質断面図はこの後の図3-7）にそれぞれ示す。

表3-19 セネガル共和国の水理地質層序

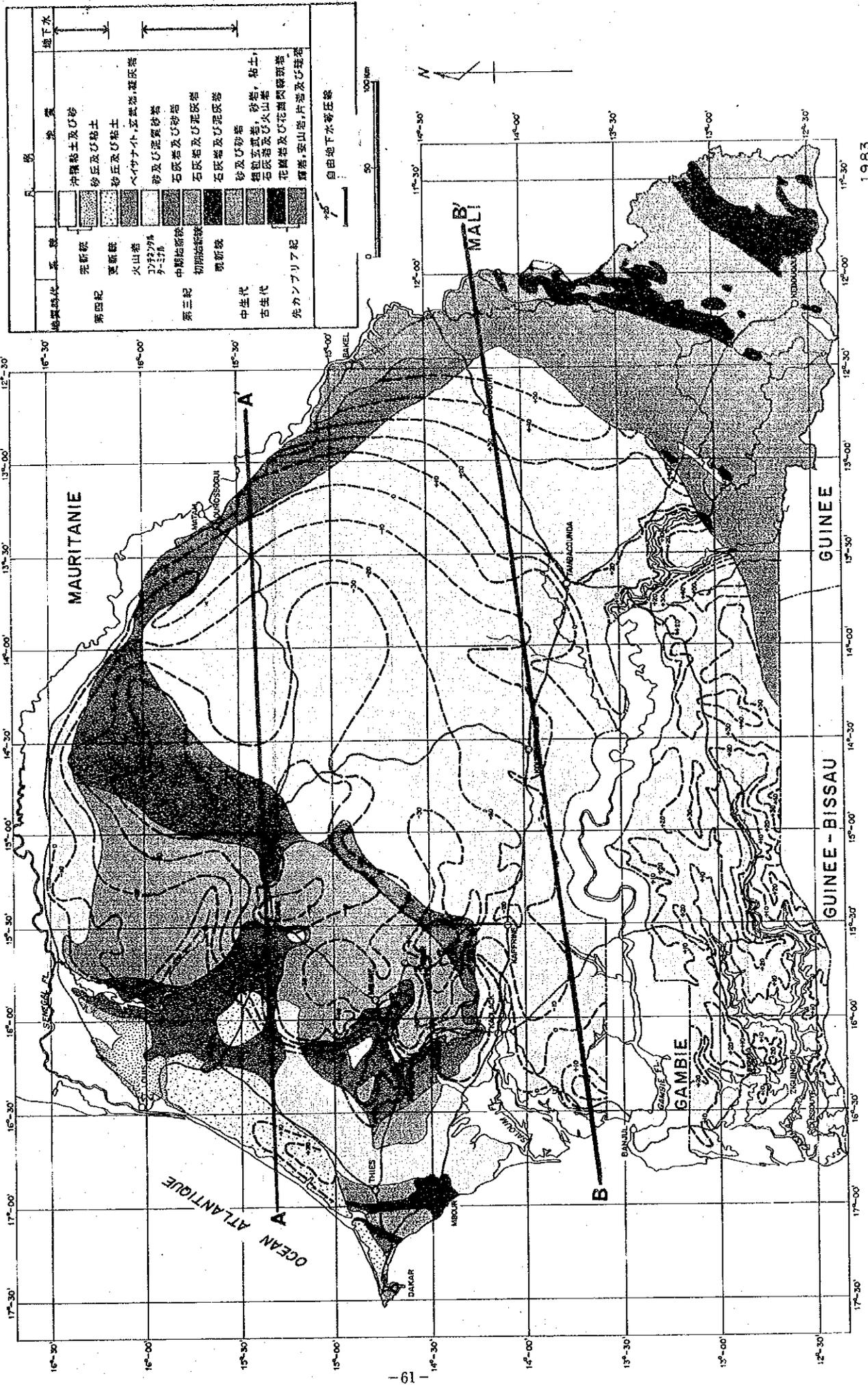
時 代		岩 相	地 下 水	
第四紀	完新世	新期砂丘砂層・沖積層		
	更新世	古期砂丘砂層	帯水層 ◎	
第三紀	鮮新-更新世	玄武岩溶岩		
	中新・鮮新世	砂岩・泥質砂層 (コンチネンタル・ターミナル)	帯水層 ◎ (未固結砂層部分)	
	古第三紀	中期始新世	石灰岩 泥灰岩質石灰岩 砂岩	帯水層 ◎ 帯水層 ○
		前期始新世	石灰岩 泥灰岩質石灰岩 泥灰岩	帯水層 ○ (砂層・石灰岩)
	暁新世	石灰岩(薄い) 泥灰岩・砂岩	帯水層 ○ (砂層・石灰岩)	
白亜紀		砂岩及び砂層	帯水層 ◎ (未固結砂層部分)	
オルドビス～カンブリア紀		砂岩・頁岩・石灰岩		
先カンブリア紀		花崗岩・片岩類		

◎：良好な帯水層

○：利用し得る帯水層をはさむ

暁新統や前期始新統中の帯水層は薄層で且つ連続性に乏しいので大量の採水は困難であるが、白亜系の砂岩や中期始新統の石灰岩層は良好な帯水層を形成している。計画対象サイトの既設井の殆どは白亜系の砂岩を採水対象としたもので、最東端のグディリでは白亜系の上面は地表から76m(標高-17m)であるが、最西端のカンブナルでは地表から210m

図 3-5 セネガル共和国水理地質図







(標高-156m)と深くなっている。比湧出量も国道2号線沿いの中期始新世を対象としたものに較べると極端に小さく、ドゥンデの22,264m<sup>3</sup>/h/mが最大で2~3 m<sup>3</sup>/h/mのものが多  
い。

国道2号線以西の北部沿岸地域ではコンチネンタル・ターミナル及び第四系の砂層を対  
象とした深井戸が多数存在し、飲料・農業用及び工業用の水源となっているが、採水量に  
はかなり地域差が認められる。

## (2)採水対象層

セネガル共和国における地下水はその賦存機構により不圧地下水と被圧地下水に2分さ  
れる。不圧地下水は沖積層、砂丘砂層ないし、先第四系の風化帯等を帯水層とする地下  
水で、地下水面が通気帯と直接に接しており、地表よりの降雨の浸透が容易な地下水であ  
るが、気候・気象の影響を受けやすく、四季を通じて水位変動が大きい。これに反し、  
始新統・暁新統及び白亜系を帯水層とする被圧地下水は気象の影響が少なく、年間を通じ  
安定した水量が得られる。

表3-20は対象井の諸元を一括表示したものである。セネガル共和国の深井戸は完成  
時に水理地質学者がコアの鑑定を行い帯水層の地質時代を決定している。対象井の地  
層対比図を図3-6、それをもとに作図した東西方向の水理地質断面図を図3-7に示す。

図3-7から明らかなようにセネガル共和国の白亜系(マストリヒシアン)は地域東端  
のグディリでは地表下76m、(海拔標高-17m)であるが、西端のカンプナールでは地表下  
210m(海拔標高-156m)と深くなっており、大局的には西方に1/2,900の傾斜を示している  
ことがわかる。

## (3)地下水位

各サイトの標高、井内静水位より水面標高を算出し、それぞれ表3-21に示す。

表 3-20 対象井戸データ

サイト名	井戸構造 (径及び深度)										スクリーン位置 (m)	スクリーン (°) (種)	採水帯水層	揚水量 (m <sup>3</sup> /h)	静水位 (m)	動水位 (m)	水位変動 (m/h)	比水層 (m/h)
	φ (°)	H1 (m)	φ (°)	H2 (m)	φ (°)	H3 (m)	φ (°)	H4 (m)	φ (°)	H5 (m)								
1. サレ・ラムー	13 3/8	25.0	9 5/8	80.0	4 1/2	110.0	4	132.0			110.0 ~ 126.0	4 J	(白亜系) 砂礫	35.28	29.50	39.92	10.42	3.385
2. ルゲ	10 3/4	58.6	6 5/8	102.8	4	122.9					102.8 ~ 118.8	4 J	(白亜系) 中~粗粒砂	80.00	12.57	45.03	32.46	2.464
3. ダン・チャリ	10 3/8	59.45	6 5/8	120.38	4	140.0					120.38 ~ 136.9	4 J	(白亜系) 細~中粒砂	75.00	37.70	61.69	23.99	3.126
4. ワチ・カク	8 5/8	70.3	4 1/2	87.2	4	112.2					87.2 ~ 107.17	4 J	(白亜系) 中~粗粒砂	56.00	15.70	30.70	15.00	3.733
5. アウレ	8 5/8	61.8	6 5/8	86.7	6 5/8	115.7					86.7 ~ 112.2	6 NR	(白亜系) 粗粒及び粘土質砂層	46.00	41.00	55.00	14.00	3.285
6. ドゥンデ	6 5/8	111.7	6 5/8	142.2							111.7 ~ 137.2	6 NR	(白亜系) 砂層	50.66	63.95	66.45	2.50	20.264
7. カム・ソク	10 3/4	125.0									80 ~ 122	10 3/4 L	(最新統) 石灰岩	15.00	64.00	71.01	7.01	2.140
8. カツ・グナ	8 5/8	57.87	4 1/2	179.54	4	205.0					179.97 ~ 200.09	4 J	(白亜系) 粗粒砂層	62.80	10.50	38.69	28.19	2.230
9. カンプナル	10 3/4	96.0	5	222.0	4 1/2	248.0					222.0 ~ 240.0	4 J	(白亜系) 砂礫	35.00	52.48	59.50	7.02	4.980
10. カム・ソク	8 5/8	100.5	4 1/2	250.0	3 1/2	274.44					246.75 ~ 270.54	3 1/2 J	(白亜系) 粘土質砂層	42.08	47.69	59.02	11.33	3.710
11. カム・ソク	10 3/4	163.0	4 1/2	249.61	4 1/2	273.53	4 1/2	284.9	4 1/2	310.6	249.61 ~ 255.74 273.53 ~ 279.66 284.90 ~ 303.29	4 1/2 L	(白亜系) 中~粗粒砂	58.80	9.78	29.38	19.60	3.000
12. ンベゲ	10 3/4	95.0	4 1/2	278.9	4 1/2	302.0					278.9 ~ 296.7	4 1/2 J	(白亜系) 中~粗粒砂	72.00	42.3	58.60	16.30	4.417
13. カム・ソク	13 3/8	101.0	4 1/2	132.1	4 1/2	159.0					132.0 ~ 154.0	4 1/2 J	(白亜系) 砂層	40.20	49.78	63.12	13.34	3.013
14. カム・ソク	8	66.0									66.0 ~ 81.0	6 H	(始新統) 粗粒砂層	32.00	41.60	44.78	3.18	10.060
15. カム・ソク	13 3/8	102.0	4 1/2	106.97	4	126.9					106.97 ~ 121.87	4 J	(白亜系) 砂層	58.00	54.47	60.43	5.96	9.731
16. カム・ソク	10 3/4	100.0	4 1/2	145.94	4 1/2	174.76					145.94 ~ 169.76	4 J	(白亜系) 砂層	32.90	54.40	69.28	14.88	2.210
17. カム・ソク	9 5/8	109.1	4 1/2	160.4	4	184.3					160.4 ~ 179.0	4 J	(白亜系) 砂層	37.50	57.40	79.05	21.65	1.732
18. カム・ソク	13 3/8	110.0	4 1/2	150.46	4	175.31					150.46 ~ 170.26	4 J	(白亜系) 砂層	52.90	58.10	72.37	14.27	3.707
19. グデイリ	10 3/4	75.0	4 1/2	127.0	4	156.0					127.04 ~ 150.07	4 J	(白亜系) 砂及び粘土質砂層	56.04	24.20	27.91	3.71	15.105

J:ジョンソン, H:ハグスタ, L:スリット型, NR:ルーパー型



No. 9 No. 10 No. 11 No. 14 No. 12 No. 1 No. 7 No. 8 No. 13 No. 16 No. 17 No. 18 No. 15 No. 2 No. 3 No. 4 No. 5 No. 6 No. 19  
 ガブナール ウェストウ・ホルム ガワソウガ タル・サラム・ニヨロ ハゲ ヌレ・ラム ケル・ンハチヨ カジ・メナ クル・マド・ウハ ジヤ・ジヤム タル・ゾグ・イン フス・デ・イハラ タル・サラム I ムゲ ダン・チヤリ アデ・イウラ アル ドウデ ケディリ

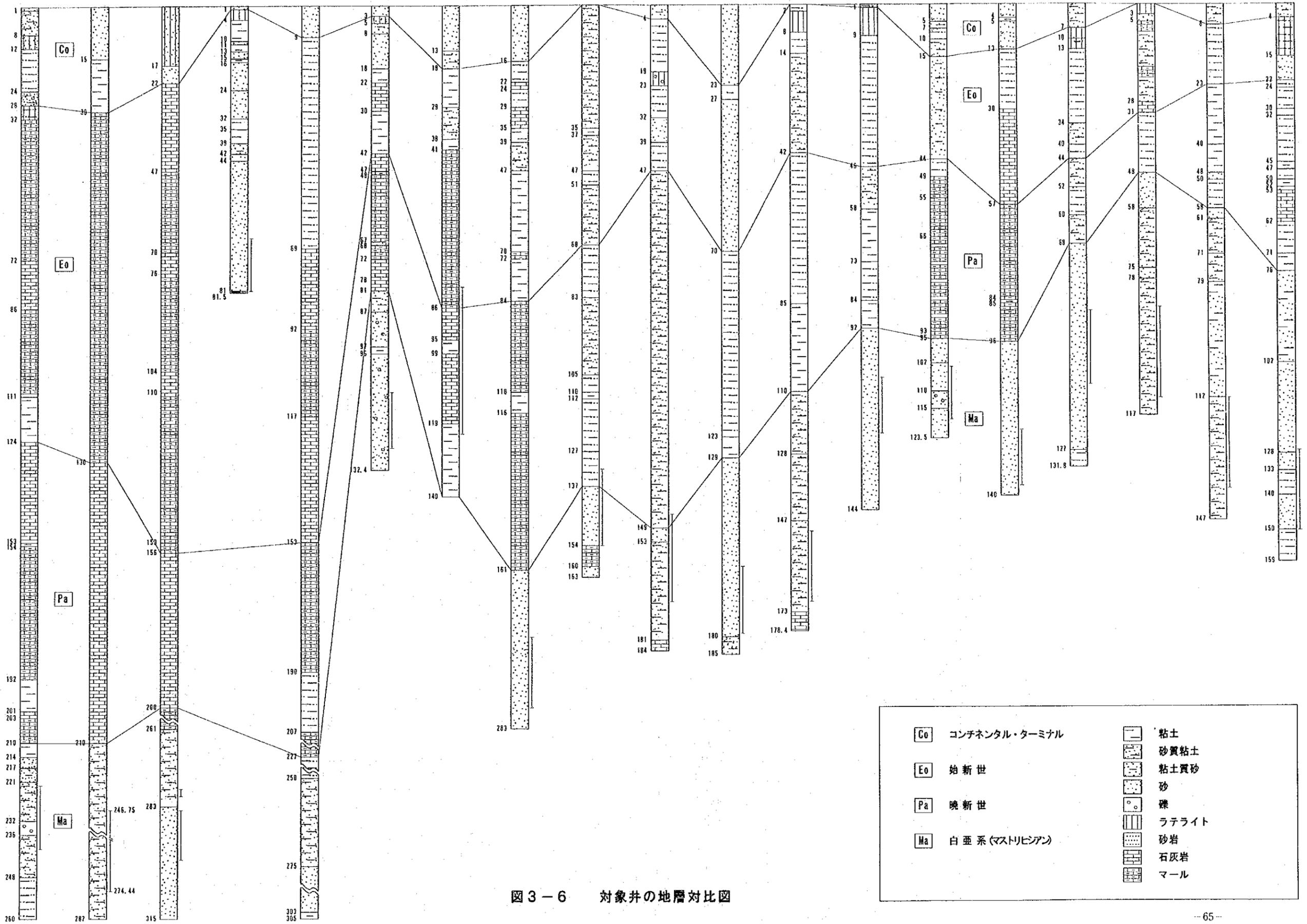


図3-6 対象井の地層対比図





図3-7 水理地質断面図

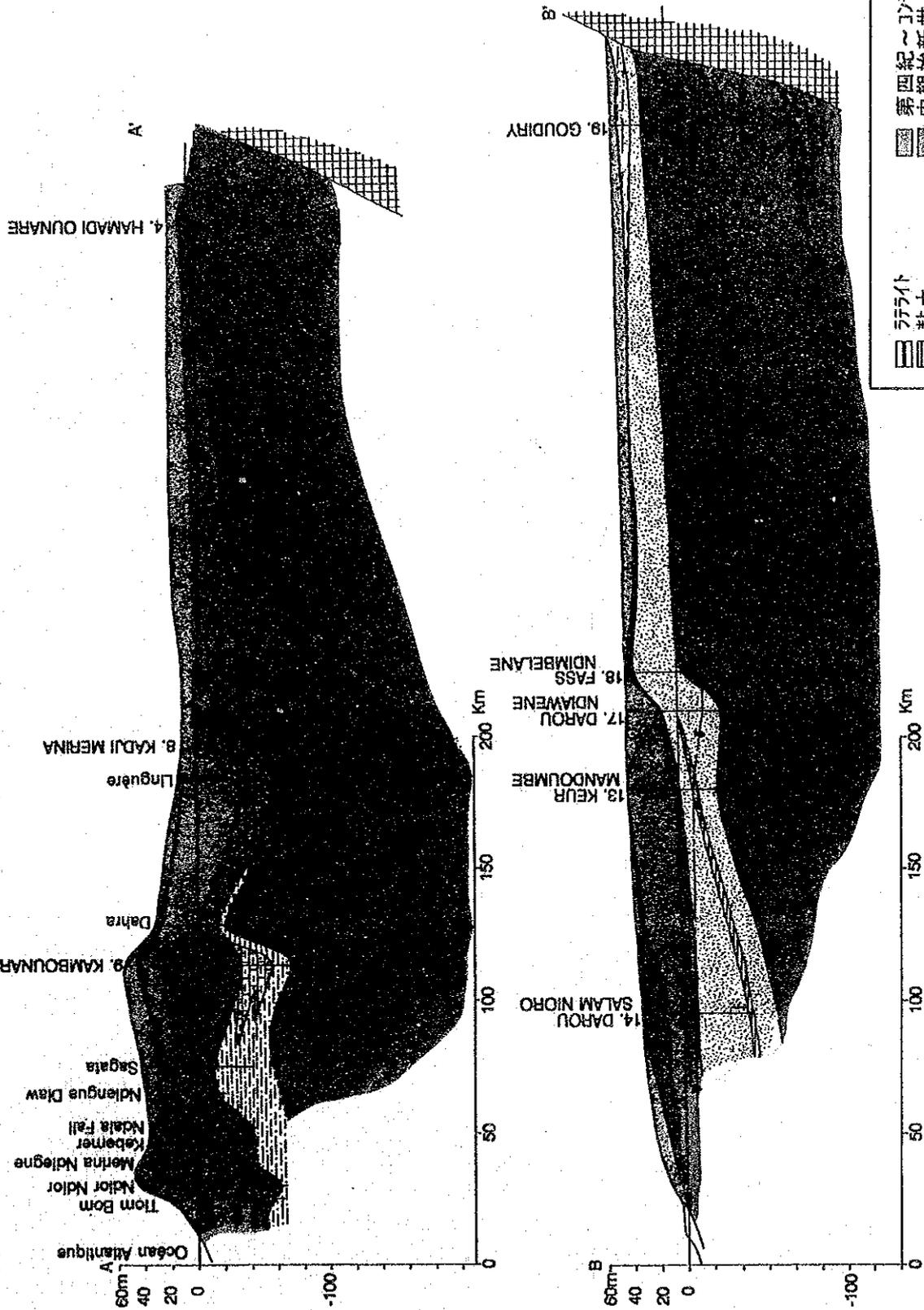


図 3-7 水理地質断面図

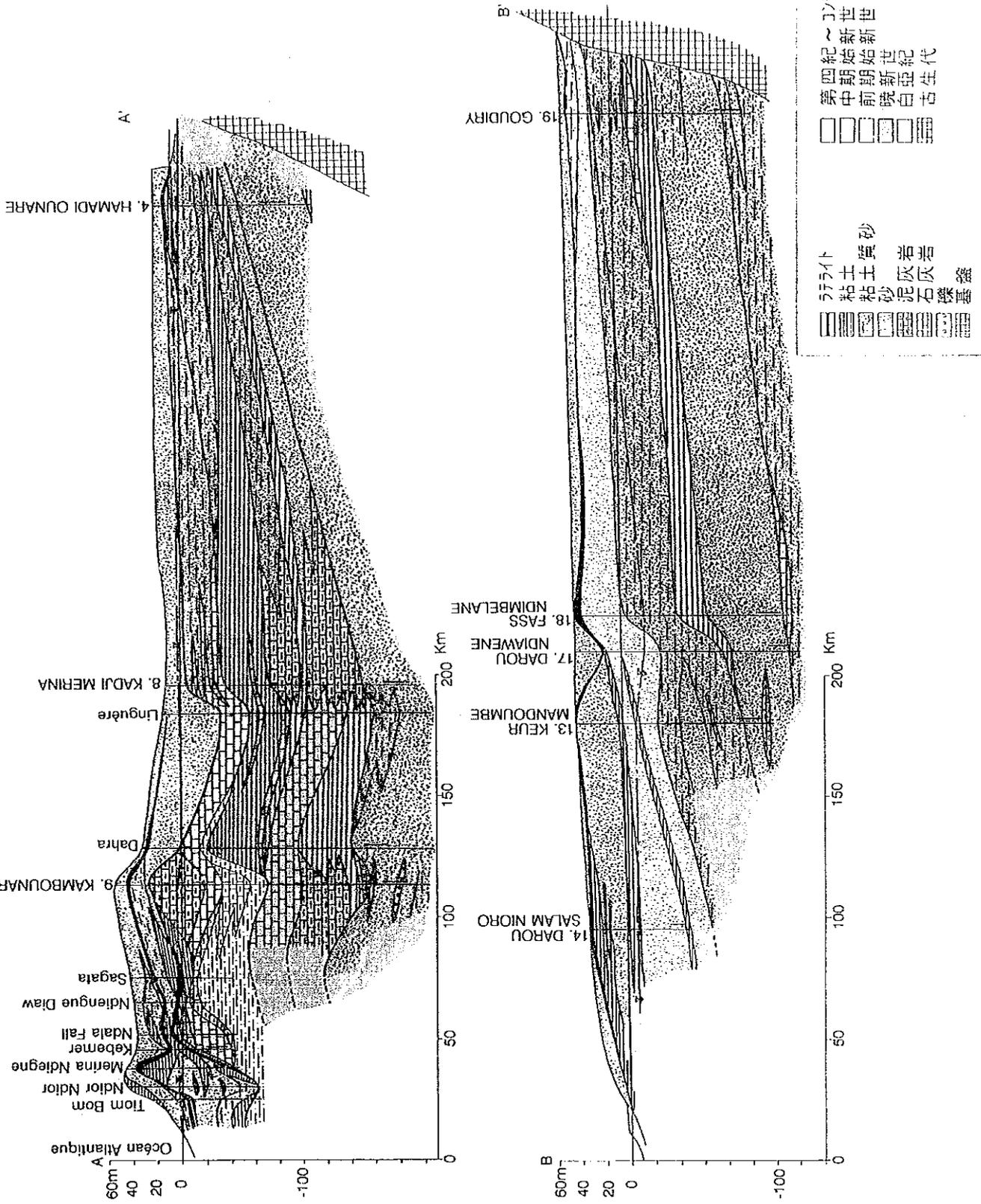




表3-21 対象井の静水位と水面標高

対 象 井	標高(m)	静水位(m)	水面標高(m)
1. サレ・ラムー	26	29.50	- 3.50
2. ルゲ	13	12.57	0.43
3. ダン・チャリ	16	37.70	-21.70
4. アマディ・ウナレ	21	15.70	5.30
5. アウレ	47	41.00	6.00
6. ドウンデ	45	63.95	-18.95
7. グルム・ンベチョ	42	64.00	-22.00
8. カッジ・メリナ	12	10.50	1.50
9. カンプナール	54	52.48	1.52
10. ヴェンドゥ・ルンベル	54	47.69	6.31
11. ガワン・ジッダ	20	9.78	10.22
12. ンベゲ	43	42.30	0.70
13. クール・マンドウンベ	44	49.78	- 5.78
14. ダルー・サラム・ニョロ	36	41.60	- 5.60
15. ダルー・サラム I	33	54.47	-21.47
16. ジャム・ジャム	46	54.40	- 8.40
17. ダルー・ンジャヴェン	48	57.40	- 9.40
18. ファス・ンディンベラン	48	58.10	-10.10
19. グディリ	59	24.20	34.80

## (4)揚水可能量と比湧出量

計画対象水源井の揚水量は井戸完成時に行われた揚水試験から15m<sup>3</sup>/h~95m<sup>3</sup>/hであることが知られている。水位変動量は1.925m~25.450mと地域的な変化が多く、揚水量のみで井戸能力の優劣を決めることはできない。したがって、井戸能力の比較に便利な比湧出量（揚水量を水位変動量で除した値：本書ではm<sup>3</sup>/h/m）を計算した。その計算結果を表3-22にまとめた。また、セネガル共和国の深井戸水源は井戸完成時に段階揚水試験が実施され、その井戸の揚水特性が把握されている。

表 3-22 対象井の採水量と比湧出量

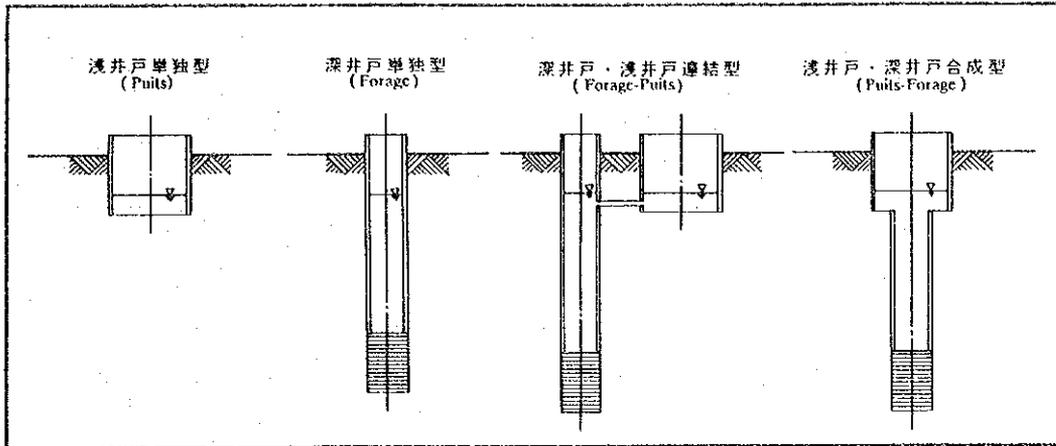
対 象 井	揚水量 (m <sup>3</sup> /h)	静水位 (m)	揚水位 (m)	水位変動 量 (m)	比湧出量 (m <sup>3</sup> /h/m)
1. サレ・ラムー	35.28	29.50	39.92	10.42	3.385
2. ルゲ	80.00	12.57	45.03	32.46	2.464
3. ダン・チャリ	75.00	37.70	61.69	23.99	3.126
4. アマディ・ウナレ	56.00	15.70	30.70	15.00	3.733
5. アウレ	46.00	41.00	55.00	14.00	3.285
6. ドウンデ	50.66	63.95	66.45	2.50	20.264
7. グルム・ンベチヨ	15.00	64.00	71.01	7.01	2.140
8. カッジ・メリナ	62.80	10.50	38.69	28.19	2.230
9. カンプナール	35.00	52.48	59.50	7.02	4.980
10. ヴェンドゥ・ルンベル	42.08	47.69	59.02	11.33	3.710
11. ガワン・ジッダ	58.80	9.78	29.38	19.60	3.000
12. ンベゲ	72.00	42.30	58.60	16.30	4.417
13. クール・マンドウンベ	40.20	49.78	63.12	13.34	3.013
14. ダルー・サラム・ニョロ	32.00	41.60	44.78	3.18	10.060
15. ダルー・サラム I	58.00	54.47	60.43	5.96	9.731
16. ジャム・ジャム	32.90	54.40	69.28	14.88	2.210
17. ダルー・ンジャヴェン	37.50	57.40	79.05	21.65	1.732
18. ファス・ンディンベラン	52.90	58.10	72.37	14.27	3.707
19. グディリ	56.04	24.20	27.91	3.71	15.105

\* 揚水量、揚水位、水位変動量はそれぞれ最終ステップの数値

(5) 水源井の構造

セネガル共和国の井戸構造は、浅井戸単独型、深井戸単独型、深井戸-浅井戸連結型、浅井戸-深井戸合成型の4種類に分類される。この構造図を「図3-8 井戸一般構造図」に示す。

図 3 - 8 井戸一般構造図



浅井戸単独型、深井戸単独型の2種類は、各国で普通にみられるものであるが、深井戸-浅井戸連結型、浅井戸-深井戸合成型の2種類の井戸方式は、浅井戸のみでは乾期に水位が低下して水が涸れてしまうため、そのすぐ側又は、浅井戸内に、高い水位の得られる被圧地下水を有する帯水層に至る深井戸を掘さくし、浅井戸と連結管を経て、又は、浅井戸底部へ直接地下水を誘導することによって、通年平均して水が得られるようにする。したがって、口径の大きな浅井戸からロープのついたバケツ・皮袋等の比較的大きな容器を使い、手汲みにより数人同時に衛生上の問題はともかくとして井戸水が利用できる仕組みになっている。

本調査対象サイトの水源井は、深井戸単独型が13ヶ所、深井戸-浅井戸連結型が6サイトである。各対象サイトの井戸構造を表3-23に示す。

表 3 - 23 対象井戸構造一覧

サイト名	完成年	井戸タイプ	サイト名	完成年	井戸タイプ
1. サレ・ラムー	1977	F P	11. ガワン・ジッダ	1984	F P
2. ルゲ	1984	F P	12. ンベゲ	1991	F
3. ダン・チャリ	1987	F P	13. クール・マンドウンベ	1984	F
4. アマディ・ウナレ	1987	F	14. ダルー・サラム・ニョロ	1976	F
5. アウレ	1982	F	15. ダルー・サラム I	1985	F
6. ドウンデ	1979	F	16. ジャム・ジャム	1984	F
7. グルム・ンベチョ	1977	F	17. ダルー・ンジャヴェン	1985	F
8. カッジ・メリナ	1984	F P	18. ファス・ンディンベラン	1985	F
9. カンプナール	1976	F P	19. グディリ	1993	F
10. ヴァンドウ・ルンベル	1984	F	P: 深井戸=13, FP: 深井戸-浅井戸連結型=6		

これ等既設井は必ずしもそれぞれの集落の為に設けられたものばかりではなく、下記のような背景をもっている。

- i : 集落周辺国道工事に際して、工事用水源としてつくられた深井戸が、セネガル政府道路局より地方水利行政に移管された深井戸。
- ii : 地方水利行政の計画のもとに、既存のコンクリート・ライニング浅井戸に対して、乾期における水位低下に耐えられるように集落人口に見合った適性設計ではないが、手汲み浅井戸の側辺に集落住民の最低需要を満たす為に被圧地下水のある水層に至るところの深井戸を掘さくして、深井戸-浅井戸連結型として完成させた深井戸。
- iii : 地方水利行政の計画のもとに、将来、動力揚水設備を設置すべく、プログラムされて、その集落の為に掘さくされた深井戸（動力揚水設備により既に揚水中のものと、予算日程が未だ先で、設備がなく井戸蓋でシールされているものがある）。この場合、施設建設に先立って掘さくされた深井戸は、揚水試験が実施され、量、質共に井戸特性が確認され、施設建設の推進が容易となっている。

本計画対象サイト19ヶ所の水源井は、これら上記3種のいずれかに属しているため、これら深井戸から産出する地下水は、量的に、対象集落の為に給水用として過不足を生ずるケースもあり得る。揚水機の機種選定や操業時間等によって計画策定の要がある。

計画対象水源井の掘さく時のデータは表3-24の通りである。対象水源井のケーシング設置深度は81.5m~315m、ケーシングは3"1/2~13"3/8の鉄パイプで、ストレーナーはジョンソンの巻線型を最も多く使用しており、構造上に何ら問題はない。各計画サイトの対象水源井構造を資料編に示す。

表 3 - 24 対象水源井掘さく状況

サイト名	井戸型	建設年	プロジェクト名	融資機関	さく井業者	ケーシング径 (in)	井戸深度 (m)
1. サレ・ラムー	FP	1977	RFA	KfW	SONAFOR	13 3/8	132.4
2. ルゲ	FP	1984	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	SONAFOR	10 3/4	123.5
3. ダン・チャリ	FP	1987	OMVS/USAID	USAID	SONAFOR	10 3/4	140
4. アマディ・ウナレ	F	1987	OMVS/USAID	USAID	FORACO	8 5/8	131.8
5. アウレ	F	1982	PADEC	PADEC	INTRAFOR- COFOR	8 5/8	117
6. ドウンデ	F	1979	Routier	Sénégal	INTRAFOR- COFOR	6 5/8	147
7. グルム・ンベチヨ	F	1977	Sécheresse	Sénégal	SONAFOR	10 3/4	140
8. カッジ・メリナ	FP	1984	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	SASIF	8 5/8	206
9. カンプナール	FP	1976	RFA	KfW	SONAFOR	10 3/4	260
10. ヴァンドゥ・ルンベル	F	1984	BNE	Sénégal	SASIF	8 5/8	282
11. ガワン・ジッダ	FP	1984	AEZS	Belge	FORAKI	10 3/4	315
12. ンベゲ	F	1991	CEAO 2	BOAD, Sénégal	COFOR	10 3/4	305
13. クール・マンドウンベ	F	1984	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	INTRAFOR- COFOR	13 3/8	163
14. ダルー・サラム・ニョロ	F	1976	BNE	Sénégal	SONAFOR	8	81.5
15. ダルー・サラム I	F	1985	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	SONAFOR	13 3/8	144
16. ジャム・ジャム	F	1984	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	INTRAFOR- COFOR	10 3/4	184
17. ダルー・ンジャヴェン	F	1985	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	INTRAFOR- COFOR	9 5/8	185
18. ファス・ンディンベラン	F	1985	CEAO	Koweit, BADEA, Sénégal	SONAFOR	13 3/8	178.4
19. グディリ	F	1993	BNE	Sénégal	COFOR	10 3/4	159

PADEC: Association panafricaine pour le développement économique communautaire  
 AEZS: Approvisionnement en eau en zone sahélienne

## (6)水質

セネガル共和国に賦存する自由地下水には、塩分の異常に高い地域があり、その中心部では、5,000mg/l に達する。しかし計画対象井の殆どがマストリヒシアン（白亜紀の最上位）の砂～砂岩に賦存する比圧地下水を対象（グルム・ンベチヨは晩新統の石灰岩、グルー・サラム・ニョロは始新統の砂層を対象としている）としているので塩素イオン濃度はWHO基準値の250mg/l 以下である。ただクール・マンドゥンベとグディリは鉄濃度がWHOの基準値を上回っている。

対象井の化学組成を表3-25に、水質分析結果を表3-26に示す。

表3-25 計画対象水源の化学組成

サ イ ト 名	分析年月日	pH	陰 イ オ ン 組 成				陽 イ オ ン 組 成						
			Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	Fe (mg/L)	
1. サレ・ラムー	'77. 1. 7	8.1	39.0	30.7	< 2	1.5	49.5	23.1	50.6	2.8	<0.1	-	
2. ルゲ	'84. 4. 18	7.7	29.3	4.8	-	0.45	62.7	25.4	19.5	1.9	<0.1	-	
3. ダン・チャリ	'84. 6. 3	7.2	12.0	38.4	-	0.35	53.9	21.8	8.7	-	<0.1	<0.5	
4. アマディ・ウナレ	'87. 2. 26	5.9	9.2	-	< 2	0.3	7.2	1.0	1.9	-	<0.1	<0.2	
5. アウレ	'82. 2. 1	6.2	3.5	1.0	< 2	0.15	20.4	2.3	4.2	0.7	<0.1	-	
6. ドワンデ	'79. 11. 19	5.9	4.3	1.9	< 2	0.15	23.6	1.8	2.6	0.5	<0.1	-	
7. グルム・ンベチヨ	'77. 8. 23	7.7	114.9	93.2	40.0	1.2	50.5	34.3	97.0	10.0	<0.1	-	
8. カッジ・マリナ	'84. 7. 31	7.6	37.6	193.6	< 2	0.6	57.7	13.1	125.6	3.4	<0.1	<0.2	
9. カンブナール	'87. 7. 6	7.9	119.9	45.1	< 2	1.4	10.0	3.6	218.0	11.2	<0.1	0.2	
10. ヴァンドウ・ルンベル	'84. 7. 17	8.3	111.3	-	< 2	1.2	8.4	Tr.	207.0	11.7	<0.1	-	
11. ガボン・ジッダ	'84. 5. 29	7.9	268.1	1.0	< 2	1.2	10.0	Tr.	299.0	7.8	<0.1	0.13	
12. ンベゲ	'91. 5. 29	7.8	113.5	140.2	2.0	1.0	3.0	6.8	247.2	1.0	<0.1	<0.1	
13. クール・マンドンウンベ	'84. 12. 17	8.5	32.6	-	< 2	0.2	2.6	Tr.	9.2	1.2	<0.1	1.2	
14. ダルー・サラム・ニヨロ	'76. 7. 5	8.0	5.7	1.0	< 2	0.45	9.2	1.9	2.5	0.2	<0.1	-	
15. ダルー・サラム I	'85. 3. 3	7.4	7.8	-	2.0	0.25	24.2	8.6	20.7	0.4	<0.1	-	
16. ジャム・ジャム	'84. 12. 28	6.5	5.4	-	< 2	0.5	11.8	Tr.	16.6	1.2	<0.1	4.0	
17. ダルー・ンジャヴェン	'85. 2. 18	5.9	6.0	-	< 2	0.2	5.0	Tr.	-	-	-	-	
18. ファス・ンディンベラ	'85. 2. 22	6.4	6.4	-	< 2	0.1	4.6	Tr.	13.5	-	<0.1	-	
19. グディリ	'82. 11. 10	6.6	5.7	1.0	< 2	0.1	14.2	0.1	12.0	1.0	0.1	1.7	

Tr.: 痕跡

表3-26 計画対象水源水質 (飲料水基準)

サイト名	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	T-Fe (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	全硬度 (mg/L)	pH (-)	伝導度 (μs/cm)
1. サレ・ラムー	70	<0.2	1.2	<0.1	<0.006	<0.23	50	25	270	7.2	660
2. ルゲ	60	<0.2	1.0	<0.1	0.015	0.50	100	30	360	7.3	640
3. ダン・チャリ	70	<0.2	0.8	<0.1	<0.006	<0.23	230	20	665	7.0	1,390
4. アマディ・ウナレ	20	<0.2	0.4	<0.1	<0.006	<0.23	5	0	10	6.5	90
5. アウレ	10	<0.2	0.3	<0.1	<0.006	<0.23	20	5	70	5.9	152
6. ドウンデ	15	<0.2	0.5	<0.1	<0.006	<0.23	20	2	60	5.9	95
7. ダルム・ンベチヨ	120	<0.2	1.0	<0.1	<0.006	<0.23	50	35	330	7.7	790
8. カッジ・メリナ	75	0.2	1.0	<0.1	<0.006	<0.23	60	15	305	7.1	1,100
9. カンブナール	190	0.2	1.2	<0.1	<0.006	<0.23	10	4	50	7.6	970
10. ヴェンドウ・ルンベル	175	<0.2	1.2	<0.1	<0.006	<0.23	20	0	45	7.8	1,150
11. ガワン・ジッダ	245	0.1	1.1	<0.1	<0.006	<0.23	10	0	25	7.7	1,470
12. ンベゲ	170	0.2	0.8	<0.1	<0.006	<0.23	20	10	90	7.8	1,031
13. グール・マンドウンベ	6	1.2	0.2	<0.1	<0.006	<0.23	10	0	25	6.5	105
14. ダルー・サラム・ニヨロ	6	0.2	0.4	0.5	<0.006	<0.23	10	2	35	6.5	64
15. ダルー・サラム I	15	<0.2	1.0	<0.1	<0.006	2.00	25	10	140	6.9	290
16. ジャム・ジャム	15	<0.2	1.0	<0.1	<0.006	<0.23	30	0	70	5.9	128
17. ダルー・ンジャヴェン	15	<0.2	0.5	<0.1	<0.006	<0.23	20	1	55	6.1	240
18. ファス・ンディンペラン	6	<0.2	0.2	<0.1	<0.006	<0.23	20	0	50	6.4	150
19. グディリ	10	0.6	0.2	0.1	<0.006	<0.23	15	0	60	6.6	120
飲料水	250	0.3	1.5	-	10	-	-	-	500	6.5-8.5	2,000
水質基準	200	0.3	0.8	-	10	-	-	-	300	5.8-8.6	-

#### 3.4.4 既存給水施設

計画対象深井戸のうち給水施設が設置されているものは調査19サイト中15サイトで、その内4サイトは調査時に停止状態であった。給水施設のない4サイトでは、地表からの汚染や異物の投入を防止するため、井戸の口元に鉄製の井戸蓋が溶接されている。

サレ・ラムー、アウレ、ドゥンデ、ダルー・サラム・ニョロには、動力化ポンプが設置され、小容量の地上型水槽が整備されている。アウレ、ダルー・サラム・ニョロには、配水用公共水栓及び家畜水飲場が、サレ・ラムー及びドゥンデには家畜水飲場のみ設置されているが、それらの既存施設の殆どは耐用年数を経過し老朽化が激しく、又、構造や容量が現在の集落規模に適さない状況となっている。サレ・ラムーとアウレでは、現地調査時に既に給水システムが使用不能となっていた。

ルゲ、ダン・チャリ、グルム・ンベチョ、カッジ・メリナ、ヴァンドゥ・ルンベル、クール・マンドゥンベ、ダルー・サラム I, ジャム・ジャム、ダルー・ンジャヴェン及びファス・ンディンペランの10サイトには旧式の動力化ポンプが設置されていたが、当初のポンプ容量も小さく、既に10年近く経過し老朽化の為ポンプの効率が低下し、要求水量を満たせない為改修が必要と認められた。

ガワン・ジッダの水源となる深井戸と連結した浅井戸には、回転式の手動ポンプが設置されていたが、作業量のわりには揚水量が少なく、要求される水量を満足し得るものではなかった。

グディリは高さ15m、容量400m<sup>3</sup>の高架型水槽及び容量400m<sup>3</sup>の地上型水槽を備えた地方都市型の給水施設で、各戸給水と公共水栓により給水されている。水源は旧深井戸に、帯水層の砂流出等のトラブルがあったため、1993年初めにさく井した深井戸を利用している。しかしながら、給配水施設の老朽化の為に給水範囲が限られたものとなっており、早急な改修が求められている。

各調査対象サイトの既存水利用施設を表3-27に記した。

表 3-27 サイト別既存給水施設

サイ ト 名	浅井戸数	浅井戸揚水施設	戸設	対象深井戸揚水施設	動力揚水機 運転状況	貯水施設	給配水施設
1. サレ・ラムー	3	風力式ポンプ	無し	動力化ポンプ	故障中	小容量地上型水槽	家畜水飲場×4基
2. ルゲ	4	無し	無し	小型動力化ポンプ	稼働中	小容量地上型水槽	水槽脇に水栓、家畜水飲場、車輛給水所
3. ダン・チャリ	5	無し	無し	小型動力化ポンプ	稼働中	小容量地上型水槽	水槽脇に水栓、家畜水飲場、車輛給水所
4. アマディ・ウナレ	8	無し	無し	無し	-	無し	無し
5. アウレ	5	無し	無し	動力化ポンプ	停止中	小容量開放式水槽	公共水栓×2基、家畜水飲場×1基
6. ドウンデ	1	無し	無し	動力化ポンプ	稼働中	小容量開放式水槽	家畜水飲場×1基
7. グルム・ンベチヨ	1	無し	無し	小型動力化ポンプ	稼働中	小容量開放式水槽	家畜水飲場×1基
8. カッジ・メリナ	1	無し	無し	小型動力化ポンプ	稼働中	小容量地上型水槽	水槽脇に水栓、家畜水飲場、車輛給水所
9. カンブナール	1	無し	無し	無し	-	無し	家畜水飲場×4基
10. ヴァンドゥ・ルンベル	1	無し	無し	小型動力化ポンプ	稼働中	小容量開放式水槽	無し
11. ガワン・ジッダ	4	手回し式 ポンプ×4台	無し	無し	-	無し	家畜水飲場×4基
12. ンベゲ	2	無し	無し	無し	-	無し	無し
13. クール・マンドウンベ	4	無し	無し	小型動力化ポンプ	故障中	小容量地上型水槽	水槽脇に水栓、家畜水飲場、車輛給水所
14. ダルー・サラム・ニヨロ	2	無し	無し	動力化ポンプ	稼働中	小容量地上型水槽	公共水栓×1基、家畜水飲場×1基
15. ダルー・サラム I	2	無し	無し	小型動力化ポンプ	稼働中	小容量地上型水槽	水槽脇に水栓、家畜水飲場、車輛給水所
16. ジャム・ジャム	2	無し	無し	小型動力化ポンプ	稼働中	小容量地上型水槽	水槽脇に水栓、家畜水飲場、車輛給水所
17. ダルー・ンジャヴェン	4	無し	無し	小型動力化ポンプ	稼働中	小容量地上型水槽	水槽脇に水栓、家畜水飲場、車輛給水所
18. ファス・ンディンペラン	3	無し	無し	小型動力化ポンプ	故障中	小容量地上型水槽	水槽脇に水栓、家畜水飲場、車輛給水所
19. グディリ	30	無し	無し	動力化ポンプ	稼働中	高架型水槽 (400m <sup>3</sup> 、15m) 地上型水槽(400m <sup>3</sup> )	配管網、各戸給水×134ヶ所、 公共水栓×11基、家畜水飲場×8基

### 3.4.5 地下水利用と環境

高度の経済成長は住民に限り無い恩恵をもたらすが、それによってもたらされる自然生態系の破壊も見逃すことはできない。地下水障害もその好例である。農耕地の拡大や森林の乱伐に伴う地下水涵養機構の変化、人口増や人当たりの使用量の増加、工業用水の増加等による地下水の過剰揚水は地下水位の低下となって現れ、地盤沈下や水質汚染を引き起こし、世界的に社会問題となっている。

幸いにもセネガルでは構成地層・水理地質的特性から地下水開発による地盤沈下は発生していない。しかし首都ダカール周辺や北部沿岸地域では井戸の過剰揚水によりビン詰飲料水工場の水源が海水の侵入により塩水化したところもある。また内陸部でも浅井戸の一部は生活廃水により極端な水質汚染の見られるものもある。

内陸部は標高50m内外の台地からなり、構成地質も地表部の薄い砂層の下は固結された第三紀層又はそれより古い時代の地層からなり、地盤沈下の惹起はまず考えられない。深井戸による比圧地下水は気象による採水量の変化がなく、又補給水が100m~200mと厚い地層を通過するので自然浄化が行われ、浅井戸のように生活廃水による汚染も少なく、井戸間隔も3km~5kmとあるため、揚水に伴う相互干渉も少ない。以上のように考えると、セネガルにおける地下水障害は海水の侵入となる。

地下水の塩水化現象には次の三種類がある。

- ①海水の侵入
- ②塩水（化石水）の侵入
- ③人工的供給

1967年当時のセネガル国エネルギー・水利省が発行した水理化学図によれば、同国に分布する自由地下水はその水質の化学的組成から次の4型に区分できるとしている。

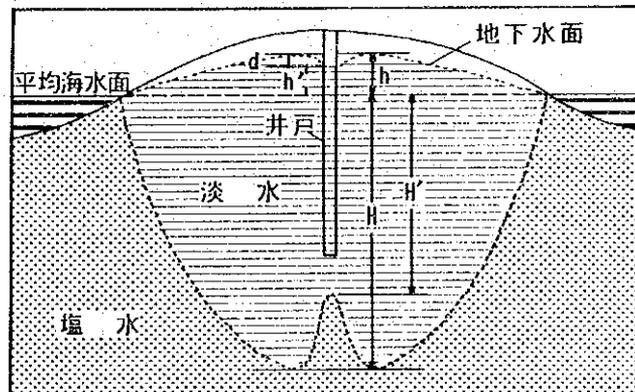
- 第1型：石灰重炭酸塩水 (eaux bicarbonatées calciques)
- 第2型：塩化ナトリウム水 (eaux chlorurées sodiques)
- 第3型：石灰塩水 (eaux chlorurées calciques)
- 第4型：重炭酸塩ナトリウム水 (eaux bicarbonatées sodiques)

これらは東部から西部にかけて石灰重炭酸塩の相から塩化ナトリウム相へと移行し、その中間に石灰塩水もしくは重炭酸塩ナトリウム水がある。東部の水の化学的構成は主に層に入り込む浸透水の土壌浄化作用の結果を反映し、西部のものは地下水流動に伴う塩分

の濃縮が原因であると論じている。 海岸地域のナトリウム塩水は海水の侵入によるもので、セネガル河流域のものは第四紀の海侵時に起因するものと考えられており、セネガル河流域とサルム河下流部及びカザマンス河下流部の海岸平地に見られる高濃度塩化水は海水の侵入（①の現象）によるもので、台地上のものは上記②の塩水化現象によるものであるという。 尚、セネガル河はギェール湖の下流で防汐ダムがつくられているので、それより上流部に海水は遡行しない。 セネガル国の水理化学図を図3-9に示す。

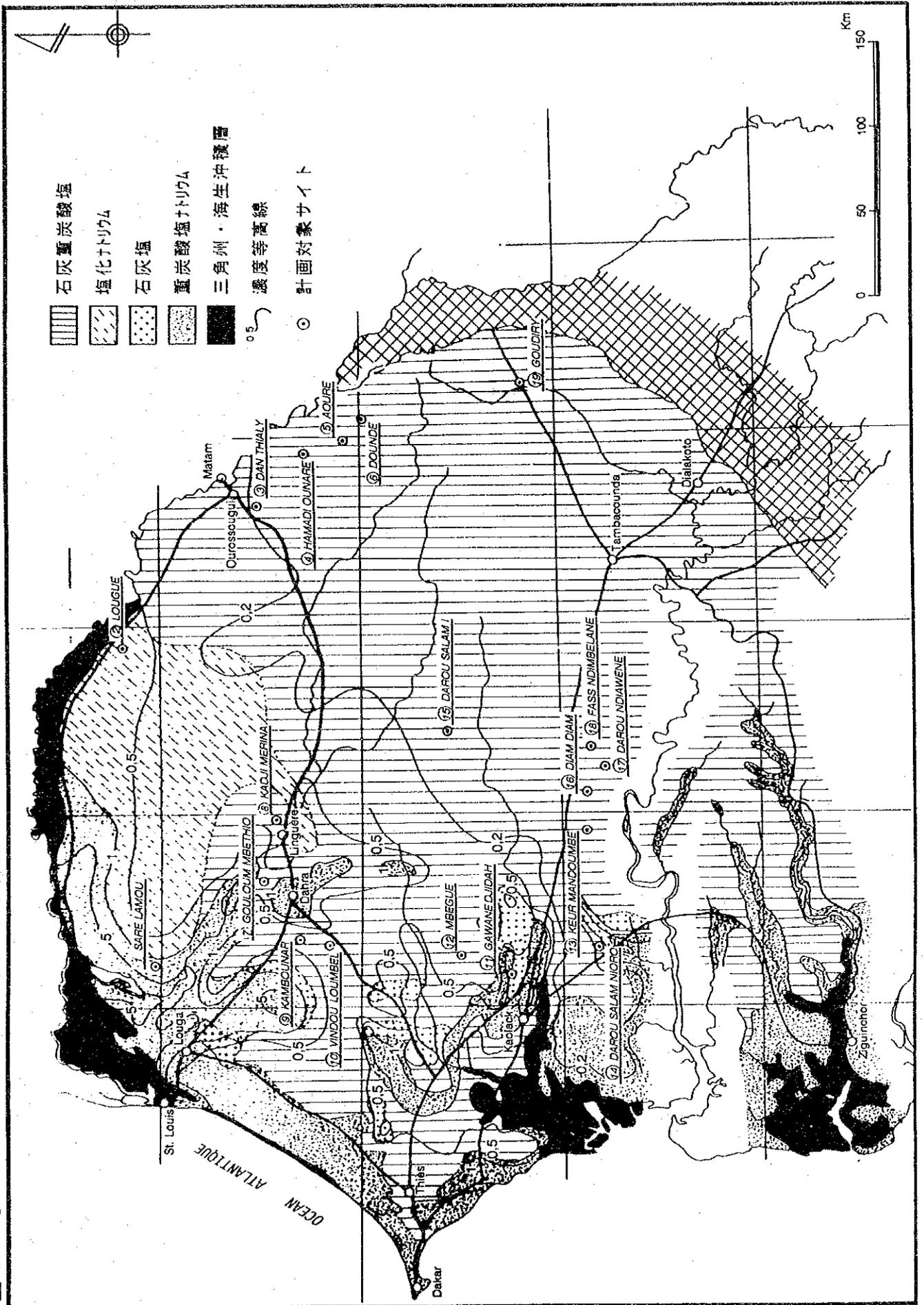
最も広域的で高濃度の汚染は、臨海部における海水の侵入に伴う塩素イオンの増加である。 ガイベン-ヘルツベルグ法則によって、その基本原理である、海岸においては「地下水の水位を平均海水準以下に下げれば、海水は侵入する」、が解明されている。 その理論図は下記の如くである。

図3-10 ヘルツベルグの理論図



すなわち、海水面を基準として、地下水面の高さ ( $h$ ) と淡水底面 (淡塩水境界面) までの深さ ( $H$ ) との関係は、 $H=42 \times h$  である。 これにより、井戸の水位が海水面に達すると海水圧により塩水は海水面を遡上することになる。 したがって、海岸から遠く離れた台地に海水の侵入は考えられないが、海水遡行の範囲内にある河川流域の平野又はそれに近接する台地との接線付近では地下水面を海水準以下に下げないようにしなければならない。

図 3-9 セネガル共和国水理化学図





## 第4章 計画の内容



## 第4章 計画の内容

### 4.1 計画の目的

セネガルにおいては、熱帯性乾燥地帯に住む地方住民に対する水供給問題は極めて重要な課題として取り上げられてきた。本計画の対象サイトでは、雨期に地表のたまり水を洗濯や家畜用として利用する以外は、浅井戸あるいは深井戸からの地下水を利用している。浅井戸は開放式で、綱を結んだバケツを使って人力の揚水を行っている。深井戸は小型で簡易な揚水機と不十分な給水施設が設置されており、大方は開放式コンクリート水槽へ揚水した水を貯めて、そこからロープを用いた手汲み作業になる。いずれの場合、衛生状態は極めて悪く、水汲みと水の運搬作業は女性と子供により行われており、人力による水汲み作業はもちろん、給水場からの運搬に要する労力はかなりのものである。

本地方給水施設整備計画の目的は、衛生的な生活用水を安定的に供給する為の給水施設を整備することであり、この完成により対象地区住民の生活環境は大幅に改善されることになる。計画の内容は、既存深井戸を適切に更正整備して、水源とし、揚水設備及びそれを収納する機械室、給水管路、貯水タンク、公共水栓、家畜水飲場の給水設備により構成される一貫した水道施設の建設と、これらに関する維持管理機材を無償資金協力により調達するものである。

### 4.2 要請内容の検討

#### 4.2.1 計画の妥当性・必要性

セネガル政府に対して過去に日本政府からの無償資金協力による地方水道整備計画は、地方住民及び関連家畜への給水を目的として実施され、その成果は高い評価を得た。このため、本計画実施による地方住民への利便性及び生活環境改善に対する寄与は大きい。各対象サイトの給水事情現況を調査し、以下のように検討した結果、計画対象サイトに給水施設整備の必要性、緊急度は高く、無償資金協力事業として取り上げる妥当性があると判断される。

#### 4.2.2 給水施設建設サイトの検討

セネガル国政府は日本政府による地方水道整備計画の継続的实施を強く望むと共に、わが国に対して新しくサンルイ、ルガ、カオラック、タンバクングの4州19サイトにおける給水施設としての「地方給水施設整備計画」の実施を要請してきた。

調査結果を基に、これら対象地域を評価すると表4-1の通りである。すなわち、いずれのサイトも機材の購入に関してアクセスは良好である。また、水源となる既存井の水量・水質については問題はない。事業実施時の自助努力や、有効な維持管理については、従来通り水利省の指導の下で、集落毎に組織されることになる水管理委員会によって行われる為問題はない。

表4-1 計画対象サイト評価一覧

サイト名	対象水源		サイト アクセス	評価
	水量	水質		
1. サレ・ラムー	◎	◎	○	可
2. ルゲ	◎	◎	◎	可
3. ダン・チャリ	◎	◎	○	可
4. アマディ・ウナレ	◎	◎	◎	可
5. アウレ	◎	◎	◎	可
6. ドウンデ	◎	◎	◎	可
7. グルム・ンベチョ	◎	◎	○	可
8. カッジ・メリナ	◎	◎	○	可
9. カンプナール	◎	◎	○	可
10. ヴァンドゥ・ルンベル	◎	◎	◎	可
11. ガワン・ジッダ	◎	◎	◎	可
12. ンベゲ	◎	◎	○	可
13. クール・マンドウンベ	◎	○	○	可
14. ダルー・サラム・ニョロ	◎	◎	◎	可
15. ダルー・サラム I	◎	◎	○	可
16. ジャム・ジャム	◎	◎	○	可
17. ダルー・ンジャヴェン	◎	◎	○	可
18. ファス・ンディンペラン	◎	◎	○	可
19. グディリ	◎	◎	○	可

注) 水量 水質 アクセス  
◎ 十分 良好 舗装  
○ 適合 適合 未舗装

これ等の集落は農業を営むと共に家畜の飼育を行っており、この地域固有の条件として家畜頭数が多い。裨益人口は45,760人、そして家畜頭数は118,680頭と試算される。

#### 4.2.3 維持管理機材調達の見直し

本計画は4州に在る19サイトの地方水道施設を建設するのみでなくセネガル国政府の推進する地方水道整備の重要な柱の一つとなっている維持管理体制の強化のため、それに必要な機材を調達することを含んでいる。

セネガルにおける地方水道整備計画の企画と実施は、本計画の実施機関である水利省・地方工務水利局により行われており、完成後維持管理上の修理保全作業の実務面は、地方工務水利局のもとに、維持管理部によって行われる。

我が国よりの無償資金協力として、第一次より第九次まで及び村落給水計画として供与されて来た地方水道計画の成功は施設建設のみでなく、初期における維持管理体制への配慮によるものが大きく、これは我が国サイドのみならず、セネガル側、国際機関からも高い評価を得るところの大きな要素のひとつといわれている。

即ち、1979年第一次の計画が検討されていた時点において、全国に140ヶ所の深井戸を水源とする給水施設が散在していたが、それ等の深井戸、揚水機等の整備、保全の為に水利施設整備事務所が保持していた機材は、わずかな老朽化した車輛搭載型ホイスト、関連車輛等のみで、整備保全任務に当たれるチーム数は限られ、19万7千km<sup>2</sup>の国土に散在する給水地点への保全作業は困難を極めていた。また、各給水施設における揚水機械の操業状態は、使用不能であったり、故障寸前のものもあり、特に地下水位の低下による揚水量不足のものが多くなっていた。これ等に対する取換や修理期間中に代用する為に必要な予備用揚水機械の種類、数量も少なく、問題の発生する現場に十分対応出来ない実情であった。

このような状況を踏まえて第一次計画以来、施設の建設と共にホイスト、関連車輛、現場用工具類等が継続的に調達され、それ等自体の整備を行うと共に、局地的な問題はあるが、1993年で623ヶ所の給水施設の整備保全を行い得る体制が整いつつある。

また、予備用揚水機械に関しては、本体をはじめ補機類の互換性や操業の容易さを重視してその要項や機種が定められ、スペア・パーツ等の予備品類についても、画一的な供給

とせずに、操業実績から適切な内容と数量の選定を行い、より効果的な維持管理機材の調達が行われて来ており、今後もこの方針がとられる事が望ましいといえる。

地方工務水利局自体、維持管理体制の強化という政策を地方水道整備の重要な柱としており、機構を改め、人材を用意する等努力を重ねているが、設備、機材の不足から折角の組織、要員が効率的に機能出来ず、成果を上げ難くしている。このため、調達される機材の果たす役割は、機材の数量的増加の意義を持つのみでなく、地元住民により組織されている水管理委員会のもとで簡易な部品交換を地元住民の手で行なえる等維持管理に関する自助努力を推進する上でも、維持管理体制強化という理念づくりの上でも効果をあげる事となり、維持管理機材の調達は重要な役割を果たしている。

本案件で調達の対象となる機材に関して、従来の実績と、老朽機材の代替等を勘案して、揚水機械をはじめ、整備保全チームの為の作業用車輛等主要機材を中心に、次の様に検討を行った。

#### (1)輸送・通信用機材

##### ①ピックアップ・トラック

地方支所において維持管理体制上の要員輸送と簡易な修理の為の機材・貨物の輸送に小まわりを効かして使用する。かなりの悪路を走行することを考慮して全輪駆動車とする。

##### ②全輪駆動ステーション・ワゴン

地方給水施設の運営管理に関わる要員と軽貨物の輸送に使用される。アクセスの悪いサイトへの乗り入れも必要となる為全輪駆動車とする。

##### ③無線通信機

本局及び出先機関と地方集落の現場で保全作業に当たる機動チーム間の連絡に使用される。電話通信事情の悪い現地で限られた機材、要員が短時間で広範囲な活動をする為の高効率化に役立つ。

#### (2)整備・点検用機械類

##### ①クレーン付カーゴ・トラック

給水施設の整備・点検その他の維持管理作業に使用される。

## ②水位測定器

水位の恒常的測定は水源管理に極めて重要である。浅井戸・深井戸何れにおいても地下水位測定が可能なものである。

## ③維持管理班用整備工具

給水施設の巡回点検、修理を行う維持管理班は全国9ヶ所に配置されている。本計画対象サイトの管理下となる各班へ大きな支援となる整備工具である。

## ④サイト用整備工具

各サイト毎の日常の整備に用いる工具類として配備する。

## (3)予備用機材

### ①ポンプ

供給される深井戸用揚水機と互換性のある定格のものを選定し、予備として用意する。修理保全のため、地方より持ち帰った故障品を修理する間、交換用代品として使用する。

### ②原動機

揚水機の全揚程によって、縦軸駆動多段型にするか、又は水中モータ型にするか揚水機の要項により選定する。既に供給されている揚水機と互換性のある定格のものを選定し、予備として用意、修理保全の為の環境の悪い地方より持ち帰った故障品を修理する間、交換用代品として使用する。

### ③予備品類

各種維持管理用機材及び据付用機材の予備品である。また、現在までの実績も検討して、機種、部分に応じて数量等は勘案の上選定する。

## 4.3 計画の概要

### 4.3.1 実施機関及び運営体制

本事業の実施機関は水利省・地方工務水利局（DGRH）である。この体制は我が国政府により行われて来た第一次無償資金協力以来変わっていない。本計画の具現化の段階から完成後の維持管理に係る一切について、上述の地方工務水利局がその任に当たる。

完成した施設は、DGRHによる検収後、維持管理部（DEM）の通常機構に編入され、各サイトのあるルガ、リンゲール、ンジュム、マタン、カオラック、タンバクンダ、グディリの維持管理班にそれぞれ管轄されることとなる。維持管理班は、巡回点検や住民からの報告により必要が生ずると故障した機材の修理、老朽機材の更新をはじめ、断水時の緊急給水や、地下水位の低下に対応する揚水機の改造等、専門的な技術と装備を必要とする業務を行う。関連機材のスベアパーツ類の保管・運用についても、従来の地方給水プロジェクトと同様にルガ市に位置するDGRHの維持管理部維持課が集中的に行うこととなる。

一方、各集落単位で日常行われる施設の運営管理及び維持管理費などの徴収は、DEMの監督のもと集落レベルの自治組織である水管理委員会により行われる。実際の運転業務は、水管理委員会により住民から選定された専従の運転管理者1名が行う。運転管理者は、給水施設の完成前にDEMによる技術的な訓練を受けた上で施設の始動、停止等の基本的な運転業務を実施すると共に施設、機材に関する軽微な保守・点検作業を行いDEMへの適切な報告を行うことを任務とする。

### 4.3.2 給水施設の建設

現地調査の結果と先方政府との協議により、本計画対象は、要請4州19サイトとする。本計画の対象となる19サイトは4州に散在しており、首都ダカール市より近いところで220km、遠いところで770kmである。年間降雨量は北部のサイトと南部のサイトでは、200mmから600mmと大幅に異なる。アクセスは、主要国道を利用し、サイト近傍まで到達、その先は、未舗装道路を辿らなければならない。一部の対象サイトへの道は、季節的に悪路となる。

本計画により建設される19サイトにおける給水施設の概要を次表に示す。給水施設の建設、計画に関する基準は地方工務水利局が設定しており、従来実施して来た事業も本事

業もこれに基づいている。

表 4 - 2 計画水道施設一覧

項 目	数 量
揚水設備及び機械室	19ヶ所
高架型貯水槽	6 基
地上型貯水槽	12 基
公共水栓	121 基
家畜水飲場	36 基
車輛給水所	18 基

#### 4.3.3 維持管理機材の調達と保管

本計画で調達される維持管理機材の概要は表 4 - 3 の通りである。維持管理機材の保管・保有は、ルガ市の維持管理課が集中的な管理を行うが、各担当の維持管理班にそれぞれ配給され、管理される。

表 4 - 3 維持管理機材一覧

項 目	名 称	用 途
1. 輸送・通信用機材	ピックアップ・トラック 全輪駆動ステーション・ワゴン 無線通信機	貨物運送 要員輸送 基地と機動チーム間の連絡
2. 整備・点検用機械類	クレーン付カーゴ・トラック 水位測定器 整備工具	整備・点検 水源井の検査 機器の保守点検
3. 予備用機材	ポンプ 原動機 予備品類	取水・揚水 動力源 機器の維持管理

#### 4.3.4 給水施設完成後の運営管理

セネガル国の地方水道運営管理に関しては、地方工務水利局は、その傘下にあるところの水利施設整備事務所をもって、全国の各地区施設の維持管理にあたらしめているが、老朽機材の修理、更新をはじめ、浅井戸利用地区への緊急給水や、近年の降雨不足が招来した地下水位の低下に対応する揚水機の改造等、従来の各サイトで発生する諸問題と、新しく増加する地区への完全な対応は地元住民の協力ぬきで手持ちの機械や要員のみで行う事は容易ではない実状にある。

現在まで、セネガルの地方水道事業は、公営企業の形態をとっているところの都市水道事業のSONEESと異なり、水道料金としての費用の徴収を行わず、水を供給し、国家レベルで地方住民の衛生環境の改善や生活条件の向上に目標をおいてきている。このため、施設建設予算や通常行政上の予算の他に予備、交換部品や専門技術の提供は公的負担とし、施設の維持管理の為の費用を予算化している。即ち、施設運営には、各サイトで維持管理部正規職員又は地元よりの供出要員による操業が行われているため、これら正規職員への給与及び燃料費を主とする機械設備の運転経費、補給部品やそれ等の取換工賃等を合算、年間の維持管理費として計上している。

維持管理に関しては、機構、人事、予算等、1980年の初めよりセネガル国政府の重点政策の一つとしての高い優先評価をうけてきている。即ち、各省庁の定員が削減されている中で、水利省維持管理要員は例外的に扱われ、その体制強化が進められている。しかしながら、増加する新施設や関連経費、老朽化する設備への手当等を考慮すると予算額は十分と言えず、地元住民による協力は不可欠となっている。既に、1978年以来自主的に発足し、その後行政指導により各地で組織化が進み、運営に寄与してきている給水施設を有する集落毎につくられた水管理委員会 (comité de gestion) は、1984年1月9日に水利省、内務省、自治省によって法制化され今日に及んでいる。即ち、給水事業の計画対象集落となる地元住民は、事業の具現化に当たっては、上記法律に従い、先述の水管理委員会を組織する事となる。この委員会によって費用回収が行われ、家族、囲い等の単位で1ヶ月毎の費用を負担する事によって、地元よりの操業要員に対する給与、燃料代等が主となる運転経費を負担している。このような状況に在って、本計画を含む次年度に増加する計画を対象に、維持管理予算を含む新予算編成の作業が、水利省で進められている。

本計画対象19サイトの水管理委員会の計画月間単位支出額を計算したところ、表4-4となり、各サイトの水管理委員会が必要とする年間費用を表4-5に示す。現在、計画サイトの中で、不十分とはいえ既存給水施設のあるところでは、水管理委員会がつくられ

ており、住民は1人1ヶ月当たり平均して、約75FCFA負担している。本計画による給水施設の維持管理費は1人平均、約100FCFA/月と見込まれ、今後実施される安全で安定した満足できる給水という事に、住民はこれを負担する事は可能であると判断される。なお、揚水機材及び原動機の設備更新に伴う費用は、従来通り、公的負担として維持管理部の予算から充当されるが、この設備更新に伴う費用は、今後増大の傾向にある為地方工務水利局としては、耐用年数を評価して将来における更新期と費用を想定し、水管理委員会による積立準備を勧告し、一部の委員会はこれを始めている。給水施設のある集落それぞれの特性によって、操業条件や給水コスト及び負担金等は当然異なる。数としては、少ないが運転要員の技量の如何に係わらず耐用時間以前に設備の更新の必要に迫られるケースや集落規模によっては、設備更新の為の費用が大きく、積立準備が容易でないケースもある。また、反対に耐用年数をはるかに越えて操業、機能しているものもある。このため、セネガル政府は、全国プールする事で、それらに対応すべく、先に述べた国家水利基金とのリンクをも含め、水管理委員会全国連合（Federation des Comités de Gestion）の創設準備を進めている。

表4-4 水管理委員会の計画単位支出額

維持管理費用の構成内容	単位月間費(FCFA/月)
施設運転管理者の給与 燃料、油等の購入費 簡易修理費(部品購入含む) 故障通達用費等	60,000/サイト 65/人 17,000/サイト 8,000/サイト

表4-5 本計画に係わる水管理委員会の負担分

(FCFA/年)

サイト名	負担額	サイト名	負担額
1. サレ・ラムー	1,917,000	11. ガワン・ジッダ	1,995,000
2. ルゲ	2,455,200	12. ンベゲ	2,314,800
3. ダン・チャリ	3,118,200	13. クール・マンドウンベ	2,798,400
4. アマディ・ウナレ	9,506,400	14. ダルー・サラム・ニョロ	2,369,400
5. アウレ	4,116,600	15. ダルー・サラム I	2,268,000
6. ドウンデ	2,814,000	16. ジャム・ジャム	2,517,600
7. グルム・ンベチョ	1,956,000	17. ダルー・ンジャヴェン	2,119,800
8. カッジ・メリナ	2,665,800	18. ファス・ンディンベラン	2,517,600
9. カンプナール	1,917,000	19. グディリ	3,789,000
10. ヴァンドゥ・ルンベル	1,917,000	全 サイト	55,072,800

また、各サイトにおける操業要員は、出身地水管理委員会の支援のもとで近年、地元集落から提供される要員によるところが増加の傾向にあり、施設の設計は、より安全、容易な操業を目標として行われている。従来、本計画のより高い成果を期して、施設完成前に維持管理部が各サイト向け上記要員候補者を選抜し、維持管理の基礎知識と現場操業上の具体的トレーニング・プログラムによる研修を実施して効果をあげており、今後もこの方式が続けられる。

#### 4.3.5 技術協力

本計画の実施及び運営に当たって長期に渡る専門家派遣等の技術協力の必要はないが、地方給水事業運営面についてのカウンター・パート研修は望まれる。なぜならば、地方工務水利局では、増大する維持管理費に歯止めをかけ、各水管理委員会の自立発展性を確保することを目標としており、今後は技術面の研修以上に地方給水施設の運営維持管理に関する料金体系、料金徴収方法、住民参画、啓蒙活動、公衆衛生等に係わる運営能力の向上が必要となるからである。従って、この種トレーニングの指導を受けることは、今後の自立発展性を確保するうえで絶好の機会となり、極めて有意義であると考えられる。

## 第 5 章 基本設計



## 第5章 基本設計

### 5.1 設計方針

本計画の設計方針は、セネガル国政府の要請の背景と地方水道の整備に係わる同国の指針を尊重するとともに、日本国側責任において対象19サイトの建設を実施する方針である。対象地域の水源状況、水利用現況を考慮し、給水施設建設、維持管理機材調達に従来の実績と、経済性と耐久性を考慮し、施設完成後の維持管理や、社会・自然状況に適した仕様とし、過重にならぬように留意する。特に、長期間の雨期はアクセス及び施工性の問題点を含んでおり、設計上において考慮した。完成後の住民の維持管理体制についても衛生環境に対する意識の向上と共に維持管理用工具を調達して具体的手法を指導する。また、現地の事情に合致した地方給水施設仕様を設定した。計画実施に当たっては、無償資金協力事業の制度上定められた日程の範囲内で事業が完了し得る内容とした。

また、本計画の内容は期別毎に自己完結するものであることは勿論であるが、既往のプロジェクト・サイトでもみられている如く、将来セネガル側の自助努力による増設計画が実施される際を考慮して、管路、分岐部分、弁類等の型式、配置等について配慮する。特に維持管理体制の強化に関しては、既存の機構や設備・機材の実状とこれ等に係る問題について整合を図る。

### 5.2 基本設計条件の検討

#### 5.2.1 給水量の計画

施設建設に関する計画基準は、地方工務水利局の基準をもととし、水質に関しては同じく同局の用いているWHOの基準に基づいた。また、施設のシステムについては、従来地方工務水利局が用意しているところの集落パターンに相応した施設パターンを適用し、これに現地調査の結果を勘案して設定した。計画年次は地方工務水利局の基準である10ヶ年とし年増加率は2.5%とした。計画給水量は、セネガル政府が目標としている地方水道における給水量、住民1日1人当たり35ℓを基準とし、又、家畜に対しては、家畜1日1頭当たり35ℓを基準とした。

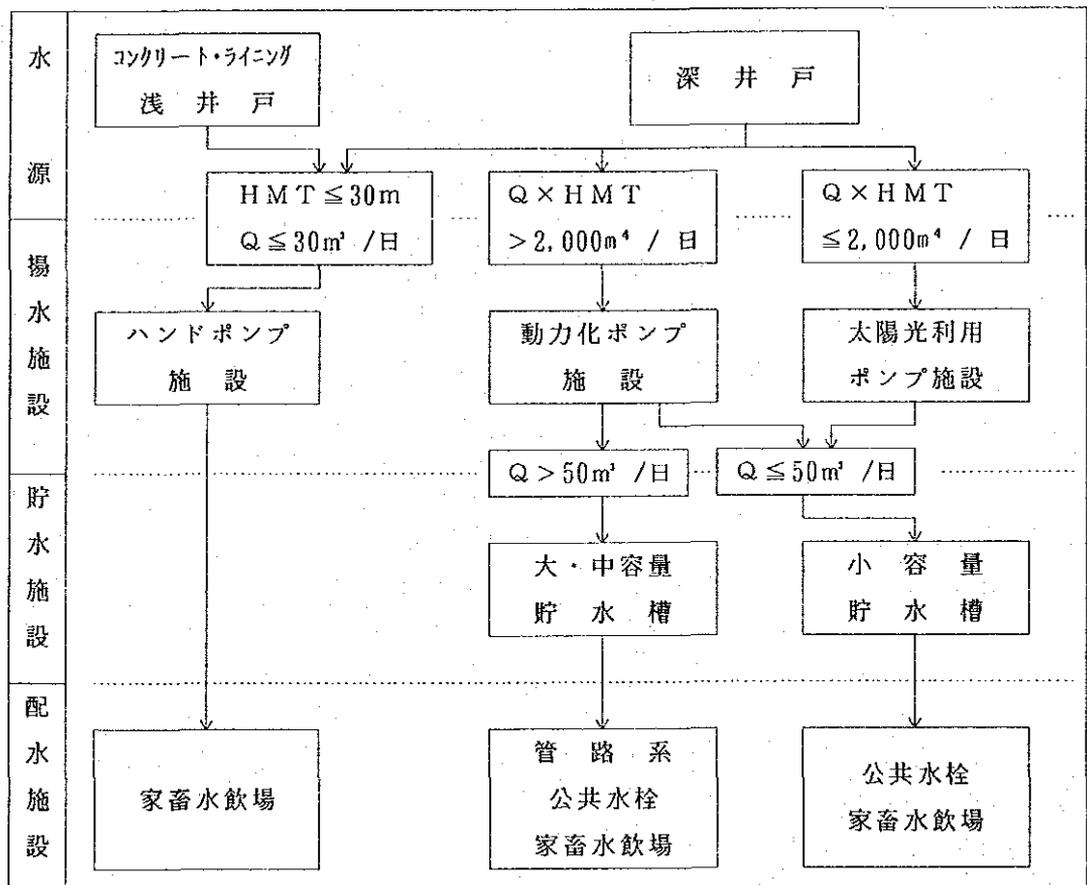
### 5.2.2 給水施設の選定

本計画の給水施設選定に関しては、表5-1及び図5-1に示す地方工務水利局の施設選定基準により行った。本計画対象サイトの計画人口、給水量等により判断すると、動力化ポンプ、貯水槽及び公共水栓、家畜水飲場、車輛給水所等の配水施設より構成される施設システムとなる。

表5-1 給水施設選定基準

計画人口	給水施設基準
200～500	人力、畜力又は風力によるポンプ
500～1000	動力化ポンプ及び小容量貯水槽
1000以上	動力化ポンプ、貯水槽及び配水施設

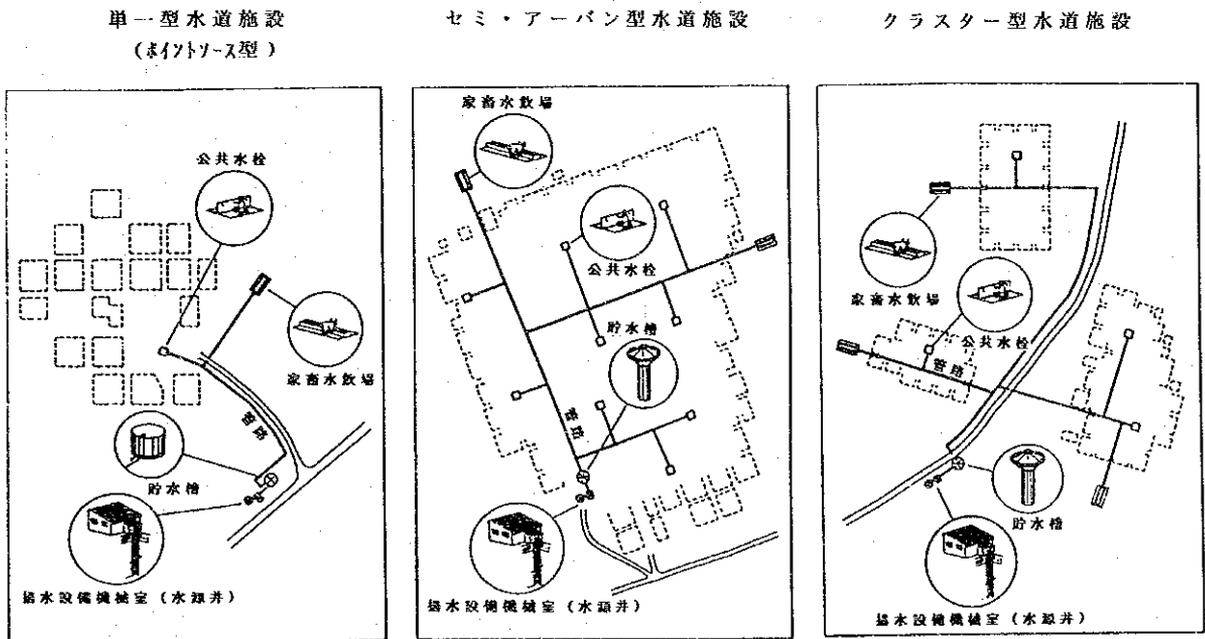
図5-1 給水施設選定フロー



Q : 給水量、HMT : 全揚程

更に、地方工務水利局は集落の分布や広がり、人口等の形態に対応した水道施設の類型に関する基準も用意しており、本計画の各集落も又、集落の分布形態、広がり等により、水道施設の類型に対応するパターンに基本的には当てはめることが可能である。この水道施設の類型は、規模の大小はともかく、まとまった集落に適した単一型、比較的規模が大きく住居の密集した集落の為のセミ・アーバン型、いくつかの離れた集落が複合されている場合に必要なこれをつなぐ給水系より成るクラスター型の3種類に大別することができる。図5-2に給水施設の各パターンの図を示す。

図5-2 給水施設パターン図



この集落形態パターンの違いによって、計画水道施設の規模・形態はそれぞれ異なったものとなる。計画給水施設は、単一型の場合には、貯水タンクは通常の高架型タンクの必要はなく脚附の地上型タンクとなり、管路を伴うが公共水栓や家畜水飲場の設置箇所数の限られた水道施設となる。セミ・アーバン型の場合には、集落規模も大きいため、多数の公共水栓を設け、配管も多様化し、貯水タンクも容量の大きな通常型高架タンクが必要となり、比較的大規模なものとなる。クラスター型においては、それを構成する各集落が互いに距離のある離れた状態にあるため、水源から各集落までそれぞれに給水管路を延長させると共に公共水栓数も増やすことが必要となる。この場合、集落全体の規模に応じた貯水タンク容量の設計が求められ、管路長に応じて通常高架タンクが必要とされる。計画対象地区においては、単一型、セミ・アーバン型、クラスター型、いずれの場合においても、それらの規模相応の家畜水飲場の設置が必要である。また、本計画の内容は、

自己完結するものであることは勿論であるが、将来、セネガル側の自助努力による増設計画が実施される際を考慮して、過大な先行投資とならない範囲で管路、分岐部分、弁類等の形式、配置等について配慮し、計画を策定した。尚、既存の家畜水飲場等の設備の中で改修後利用可能なものを検討し、計画に算入、費用の軽減を計った。

計画上重要な各サイトの水源となる既存深井戸に関しては、その水理地質的背景と工学的実態について、前述の如く調査・検討を行った。その結果、量的にも質的にも水源としての条件を具備しており、本事業施工初期における浚渫や、化学処理の実施によるインクラステーションの除去や砂の排除等の更生・整備を行う事で、より一層信頼出来る水源となる。

本計画サイトの給水施設計画基準に関する基礎データを表5-2に示す。

表5-2 給水施設計画に関する基礎データ

サイト名	計画(2003年)		計画給水量 (m <sup>3</sup> /日)	施設 パターン
	人口	家畜数		
1. サレ・ラムー	1,150	5,820	244	C
2. ルゲ	1,840	5,850	269	C
3. ダン・チャリ	2,690	11,970	513	T
4. アマディ・ウナレ	10,880	14,720	896	S
5. アウレ	3,970	9,980	488	S
6. ドウンデ	2,300	6,290	301	S
7. グルム・ンベチヨ	1,200	6,140	257	S
8. カッジ・メリナ	2,110	5,250	258	C
9. カンプナール	1,150	6,910	282	T
10. ヴェンドゥ・ルンベル	1,150	5,950	249	C
11. ガワン・ジッダ	1,250	2,870	144	C
12. ンベゲ	1,660	8,640	361	S
13. クール・マンドウンベ	2,280	4,480	237	S
14. ダルー・サラム・ニョロ	1,730	4,610	222	S
15. ダルー・サラム I	1,600	4,740	222	T
16. ジャム・ジャム	1,920	2,100	141	S
17. ダルー・ンジャヴェン	1,410	2,300	130	T
18. ファス・ンディンペラン	1,920	2,330	149	T
19. グディリ	3,550	7,730	395	S
計	45,760	118,680	5,758	

T: 単一型、S: セミ・アーバン型、C: クラスタ型

### 5.2.3 維持管理機材

本計画において、調達される維持管理機材の占める位置は、重要であり次の如き考慮が、はらわれなければならない。

1. 標準化を推進しているセネガル側の意向に整合しやすいこと。標準化以前のもので予備品等極力多くの互換性を有すること。
2. 既に日本国政府により供与された機材を含め、従来セネガル側現場要員が操作に習熟している機材であること。
3. 出来るだけ現地における部品供給が速やかで保守体制の整っている、品質の良いものであること。

## 5.3 基本計画

### 5.3.1 給水施設建設計画

本計画における給水施設は図5-3 給水施設フローシートに示す如く、既存深井戸を水源として、それからの取水の為の揚水設備、それを収納する機械室、貯水タンク、管路及び公共水栓、家畜水飲場、車輛給水所等より構成される。

これ等は先に述べた設計方針及び条件をもとにし、地方工務水利局の用意している集落の規模や分布に対応する施設パターンを勘案して計画されている。各地区の施設一覧表を表5-3に示す。また、その配置計画を基本設計図に示す。



図5-3 施設フロー・シート

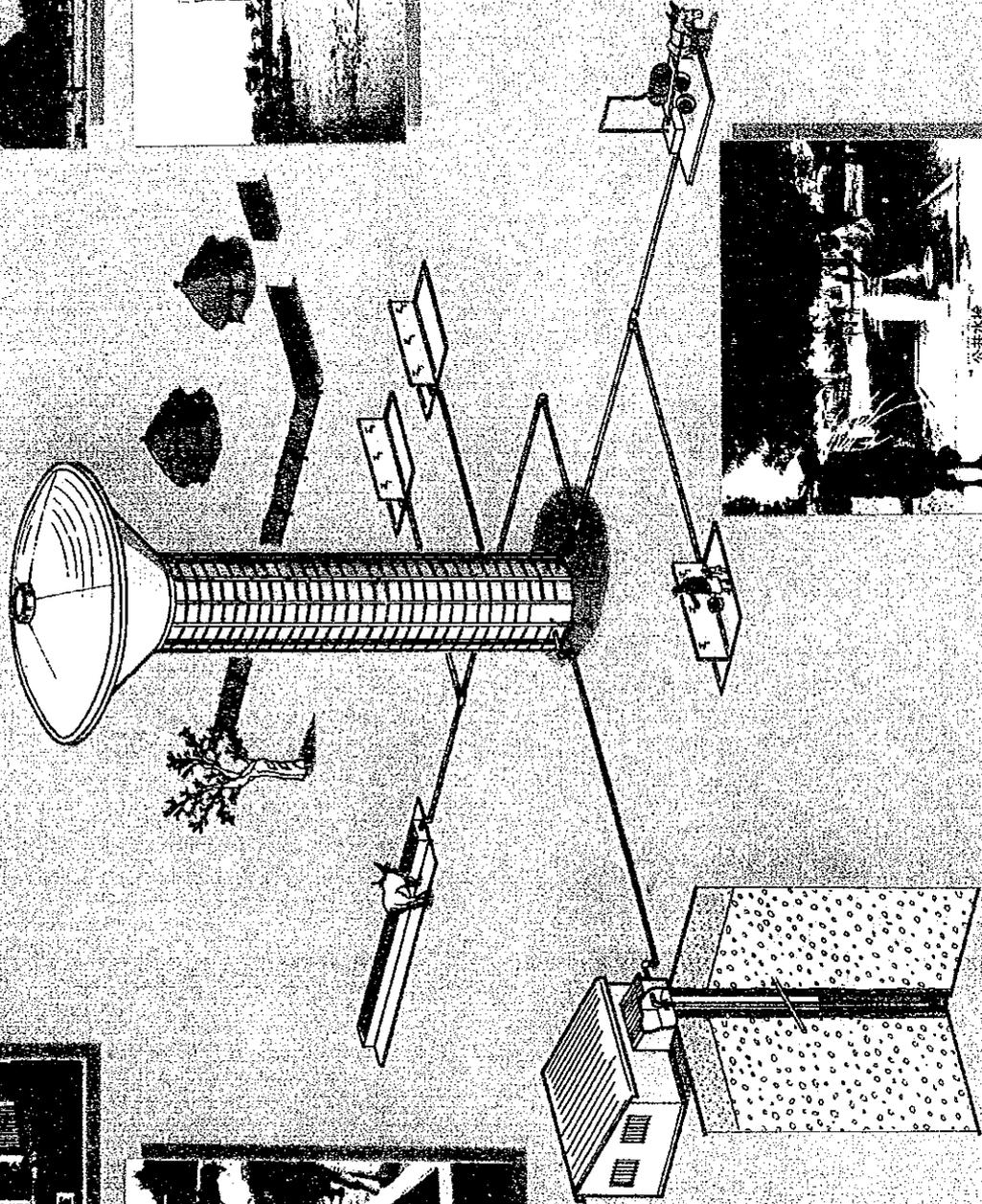
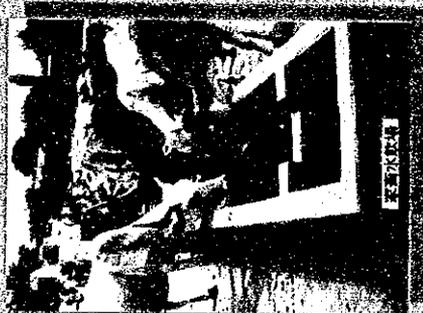
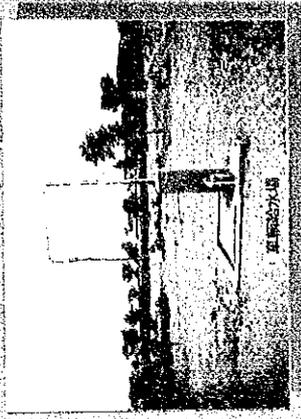
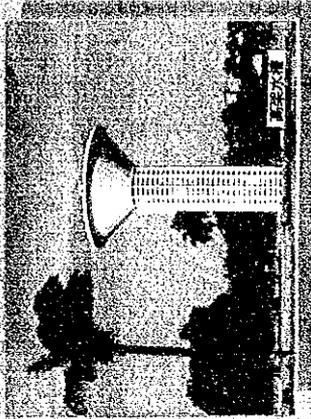




表 5 - 3 計 画 施 設 一 覧

サ イ ト 名	機 械 室	貯 水 槽 (m <sup>3</sup> )		公 共 水 栓	家 畜 水 飲 場	車 輛 給 水 所
		高 架 型	地 上 型			
1. サレ・ラムー	1		100	3	1	1
2. ルゲ	1		100	5	2	1
3. ダン・チャリ	1	200		7	3	1
4. アマディ・ウナレ	1	400		28	5	1
5. アウレ	1	200		10	3	1
6. ドウンデ	1	150		6	2	1
7. グルム・ンベチヨ	1		100	3	2	1
8. カッジ・メリナ	1		100	6	2	1
9. カンプナール	1		100	3	1	1
10. ヴァンドゥ・ルンベル	1		100	3	2	1
11. ガワン・ジッダ	1	100		4	1	1
12. ンベゲ	1	150		5	3	1
13. クール・マンドウンベ	1		100	6	2	1
14. ダルー・サラム・ニョロ	1		100	5	2	1
15. ダルー・サラム I	1		100	4	2	1
16. ジャム・ジャム	1		80	5	1	1
17. ダルー・ンジャヴェン	1		80	4	1	1
18. ファス・ンディンベラン	1		80	5	1	1
19. グディリ	1	改 修		9	0	0
合 計	19	100x 1 150x 2 200x 2 400x 1	80x 3 100x 9	121	36	18

(1)水源井

既存深井戸を水源として使用する本計画に関しては、水理地質学的、工学的に十分な検討の結果に基づき、水源井としての評価を行わなければならない。表 5 - 4 に計画揚水量とそれに対応する水源井の揚水位の関係を示す。

表 5 - 4 計画揚水量と揚水位

サ イ ト 名	計画揚水量 (m <sup>3</sup> /時)	揚水位 (m)
1. サレ・ラムー	24	36.1
2. ルゲ	27	21.3
3. ダン・チャリ	48	53.1
4. アマディ・ウナレ	56	30.7
5. アウレ	48	55.6
6. ドウンデ	30	65.4
7. グルム・ンベチョ	24	75.2
8. カッジ・メリナ	24	20.4
9. カンプナール	27	57.9
10. ヴァンドウ・ルンベル	24	54.2
11. ガワン・ジッダ	13.8	13.3
12. ンベゲ	36	43.8
13. クール・マンドウンベ	24	57.7
14. ダルー・サラム・ニョロ	22.2	44.4
15. ダルー・サラム I	21	56.5
16. ジャム・ジャム	13.8	60.4
17. ダルー・ンジャヴェン	12	63.0
18. ファス・ンディンベラン	14.4	61.8
19. グディリ	39	26.8

水質に関しては、判定基準に照らして問題ない。水源井の構造は、揚水機械設置上の支障はない。据付位置と取水スクリーン位置との関係は検討され不都合のないことが明らかとなっている。水源井に対する揚水機械据付に先だち揚水試験及び化学処理等の施工により、井戸能力の確認と砂やインクラステーションの除去を行い、再生、整備を図る。

## (2)揚水設備

揚水機としては、深井戸用のエンジン駆動による縦軸多段ポンプ及び自己発電機による深井戸用水中モータ・ポンプの両者の何れかが対象となる。地方工務水利局は、前者を従来多く使用して来たが、近年後者の利用も増えて来ている。特に、全揚程の高い要項の場合は、水中モータ・ポンプは有効である。

一方、駆動原動機が地上にあるエンジンのみである堅軸多段ポンプは原動機の保全上は有効であるが、地上から地下部分に位置するポンプを駆動する中間軸本数が多く、総長は長くなり、中間軸承の数が増え保全は容易ではない。このため、全揚程の高さと据え付け深井戸内の地下部分の長さにより選ばれている。本計画においては、無償資金協力の先行事業と同様、以上の点にもとづき要項に応じて検討し、既供与分との互換性を考慮して選定した。

この他に揚水設備には、各種安全装置としてポンプ保護用の定電圧制御装置、低水位運転防止用安全装置、水槽満水時の警報装置等を備える。従来、地方給水施設は、住民による操作・管理を考慮して簡易で着実な制御系を検討の対象としているが、本計画においても極力複雑な機構や保全の困難なものを多用することを避けた。

### (3)機械室

井戸及び揚水機械類を収納する機械室は、従来標準化されており、操業要員の待機室を伴う設計とする。また、給水施設という目的からも衛生上の観点より浄化槽付の便所が併設される。既存水道施設と関連する建物となる機械室の工事中においても住民の給水作業をさまたげないように考慮した設計とした。

### (4)貯水タンク

本計画では重力による自然流下方式による給水であるため、貯水タンクは、集落の給水区域の広がりや係わり、給水管路の末端までの距離により高架型又は地上型の種別が選ばれている。高架型使用による程の高い水圧をもとめることのないサイトでは、地上型の変形であり、比較的施工の容易な脚附地上型タンクの使用により適度の水圧を得ることができる。本計画では、サイトのパターンに応じて高架型と脚附地上型が選定された。貯水タンクの材質と構造は、現地の材料と労務、技術を考慮、又、セネガルでの保守の容易な耐久性のある鉄筋コンクリート構造とした。

### (5)管 路

貯水タンクより公共水栓、家畜水飲場等への配水は、管路により行われる。管路は機械室、貯水タンク周辺等の露出部は鋼管、給水設備への埋設部分は、多品種が現地生産されている施工上容易な塩化ビニール管とした。管路の直径の選定に当たっては、建設費

と給水に係る維持管理費との相関から経済的な管路流速、これに伴う管路の径というコンセプトにもとづく基準が、一般に用いられている。本計画における管径としては、一般に推奨されている管路流速を採用し、設置区間の目的や距離に応じて定めた。

#### (6) 公共水栓

住民の給水用に公共水栓を集落パターンに応じて、集落内の有効な地点、特に、診療所、学校等公共施設前、公共広場内、住居密集地等に配置し、女性や子供達の水汲みや運搬作業に伴う労苦を軽減する事も考慮する。設備の形式は、基本設計図の如く周辺の排水を容易にして衛生環境を害さないものとしている。水栓は高い使用頻度と気候条件に耐えられるように考慮をはらった。

#### (7) 家畜水飲場

集落住民への給水と共に、住民と係る家畜の水飲場設置が必要である。水飲場は、地方工務水利局の基準により10m型と称する型式のものをユニットとして選定し、コンクリート構造物である。単純な水面制御方式による、定水位槽を設置して無人状態の家畜水飲場で、弁の開閉を要する事なく、水の無用な流出を防ぎ、経済的な水利用を図れるものとしている。

#### (8) 車輛給水所

本計画においては、水源井の属する集落住民を主たる対象として給水計画は策定されているが、乾期において、その水源井以外には水の得られない近辺集落住民が多く存在する。これ等の住民が遠路、馬車を用いてドラム缶状の容器により、給水を受けられる。

また、旱魃時の緊急給水を遠くの集落で必要とする時、水利省は、水タンク・トラックを導入して、これを行うが、これ等地上より高い位置にある水容器に給水し易い給水設備として車輛給水所を設ける。馬車、トラック類の接近に対して管路の保護に配慮し、給水弁類は開閉頻度の高さに耐えられるものとした。

### 5.3.2 維持管理機材調達計画

本計画に含まれる維持管理用機材は以下の通りである。

項 目	数量	仕 様	用 途
1. 輸送・通信用機材			
1) ピックアップ トラック	3台	種 類: ダブル・キャビン エンジン: 水冷ディーゼル・エンジン 駆動方式: 4 × 4	要員・ 貨物輸送
2) 全輪駆動 ステーション ワゴン	3台	エンジン: 水冷ディーゼル・エンジン 駆動方式: 4 × 4 定 員: 9名以上	要員・ 軽貨物輸送
3) 無線通信機	3式	種 類: 車載型 出 力: 100W	事務所・ 巡回チーム間 通信
2. 整備・点検用機械類			
1) クレーン付カーゴ ・トラック	3台	エンジン: 水冷ディーゼル・エンジン クレーン能力: 3トン以上	整備・点検
2) 水位測定器	19式	種 類: 手動式 適用深度: 100 m	水源井検査
3) 維持管理班用 整備工具	3式	種 類: コンテナ収納型一般工具、 電動工具	供与・既存 機器の保守 点検
4) サイト用整備 工具	19式	種 類: 工具箱収納型	給水施設の 保守点検
3. 予備用機材			
1) 深井戸用ポンプ	15式	種 類: 深井戸用ポンプ	保全・修理 交換用代品
2) 原動機	15式	種 類: ディーゼル・エンジン	保全・修理 交換用代品
3) 予備品類	1式	据付用及び調達用機材本体価格の15% 相当	点検修理時 交換品

### 5.3.3 基本設計図

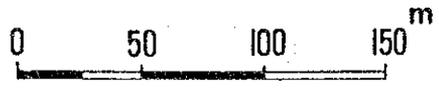
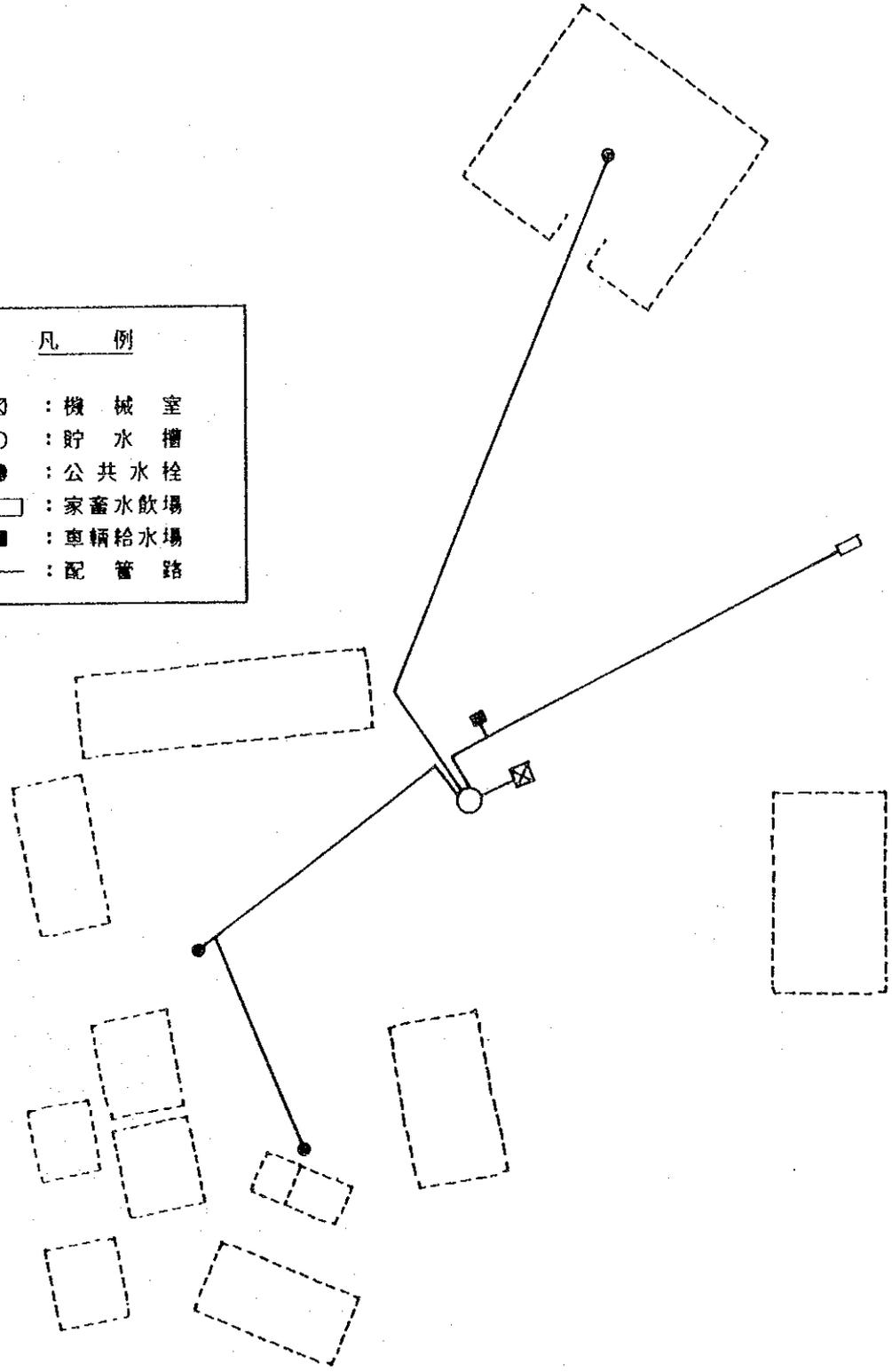
#### (1) 配置図

サレ・ラムー  
ルゲ  
ダン・チャリ  
アマディ・ウナレ  
アウレ  
デウンデ  
グルム・ムベチヨ  
カッジ・メリナ  
カンブナール  
ヴァンデウ・ルンベル  
ガワン・ジッダ  
ムベゲ  
ケール・マンドウンベ  
ダルー・サラム・ニョロ  
ダルー・サラム I  
ジャム・ジャム  
ダルー・ンジャヴェン  
ファス・ンディムベラン  
グディリ

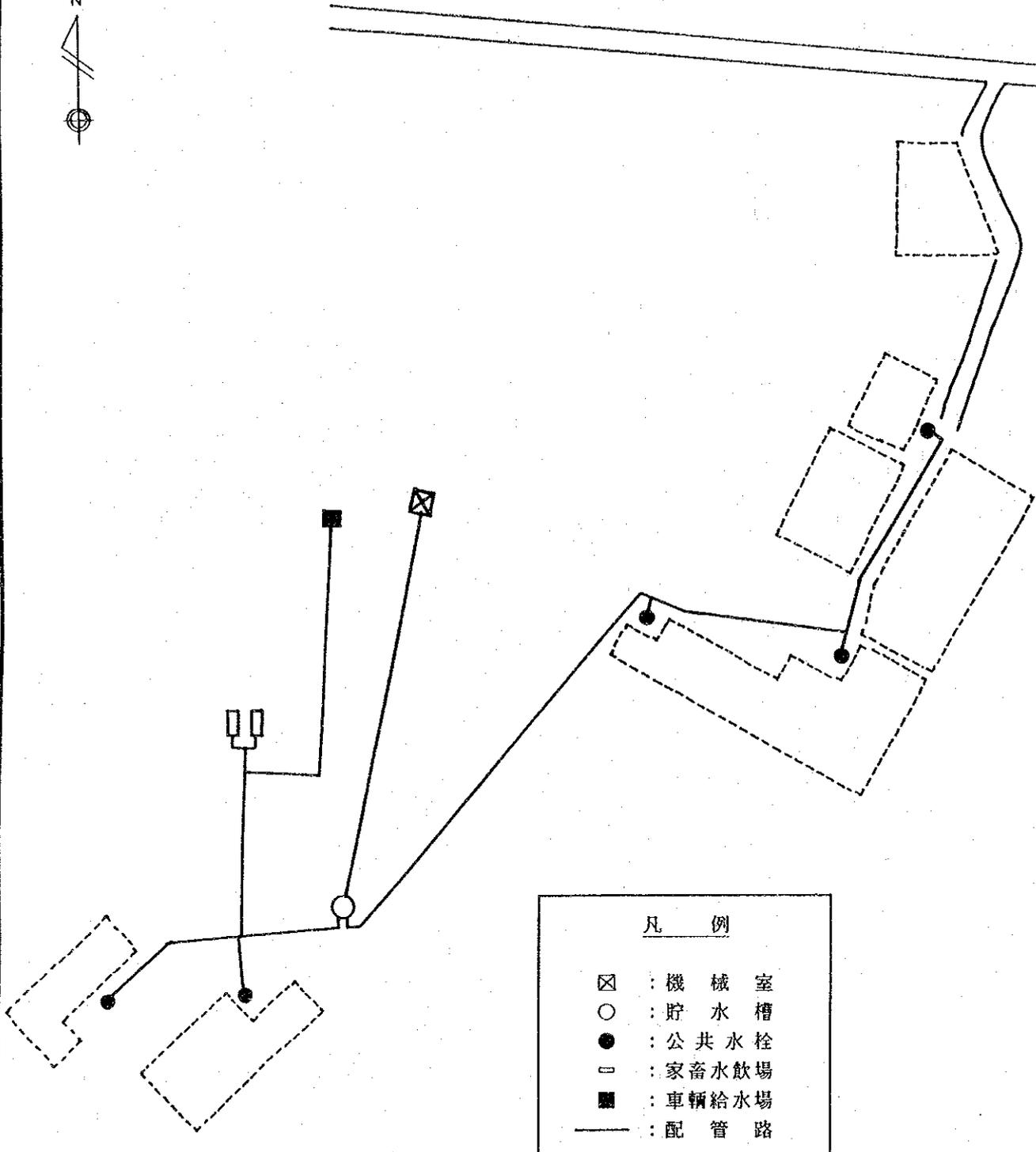
1. サレ・ラムー



- 凡 例
- ☒ : 機 械 室
  - : 貯 水 槽
  - : 公 共 水 栓
  - : 家 畜 水 飲 場
  - : 車 輛 給 水 場
  - : 配 管 路

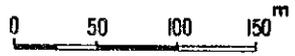


2. ルゲ

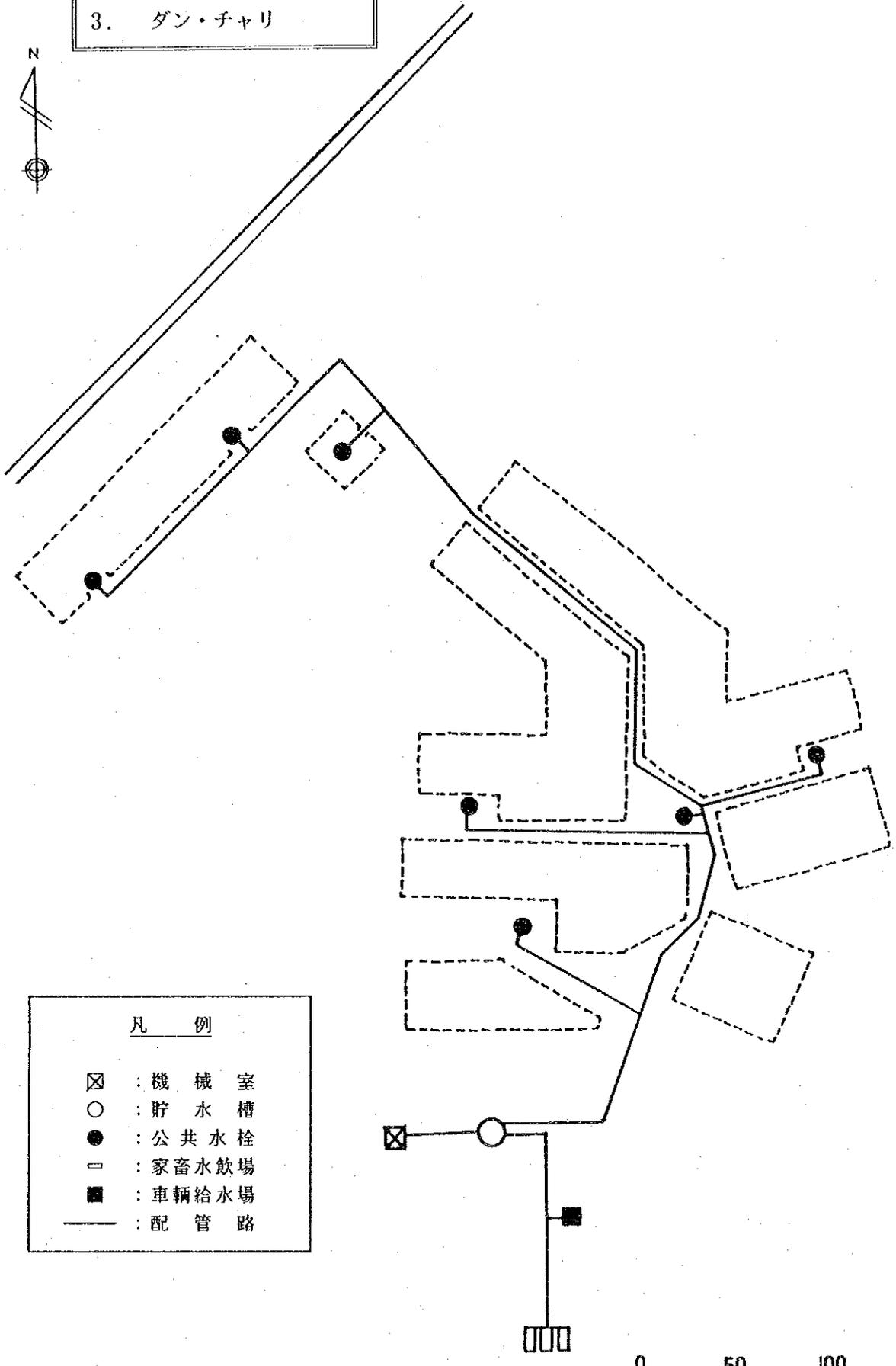


凡 例

☒	: 機 械 室
○	: 貯 水 槽
●	: 公 共 水 栓
⊥	: 家 畜 水 飲 場
■	: 車 輛 給 水 場
—	: 配 管 路



3. ダン・チャリ

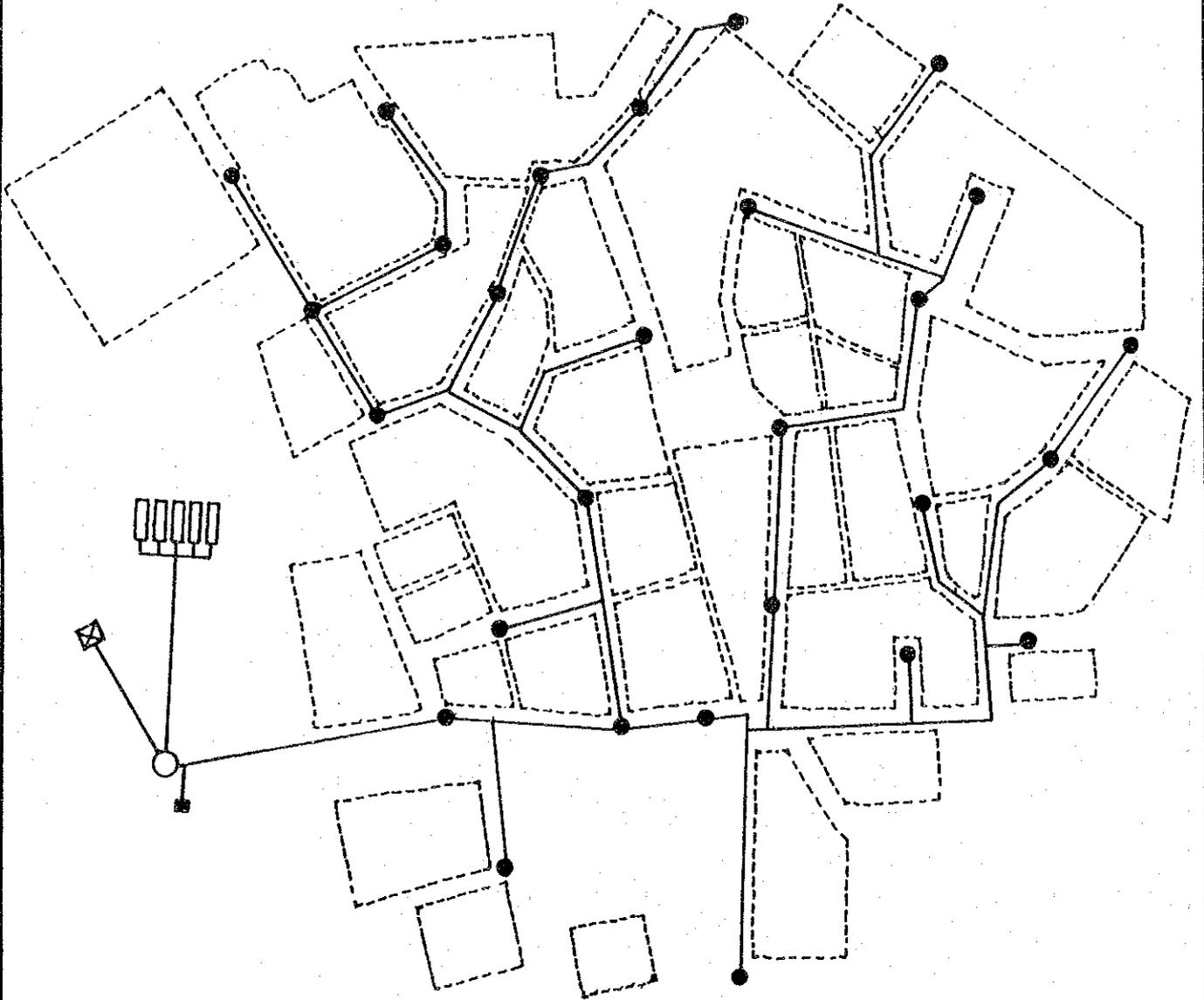


凡 例

- ☒ : 機 械 室
- : 貯 水 槽
- : 公 共 水 栓
- : 家 畜 水 飲 場
- : 車 輛 給 水 場
- : 配 管 路



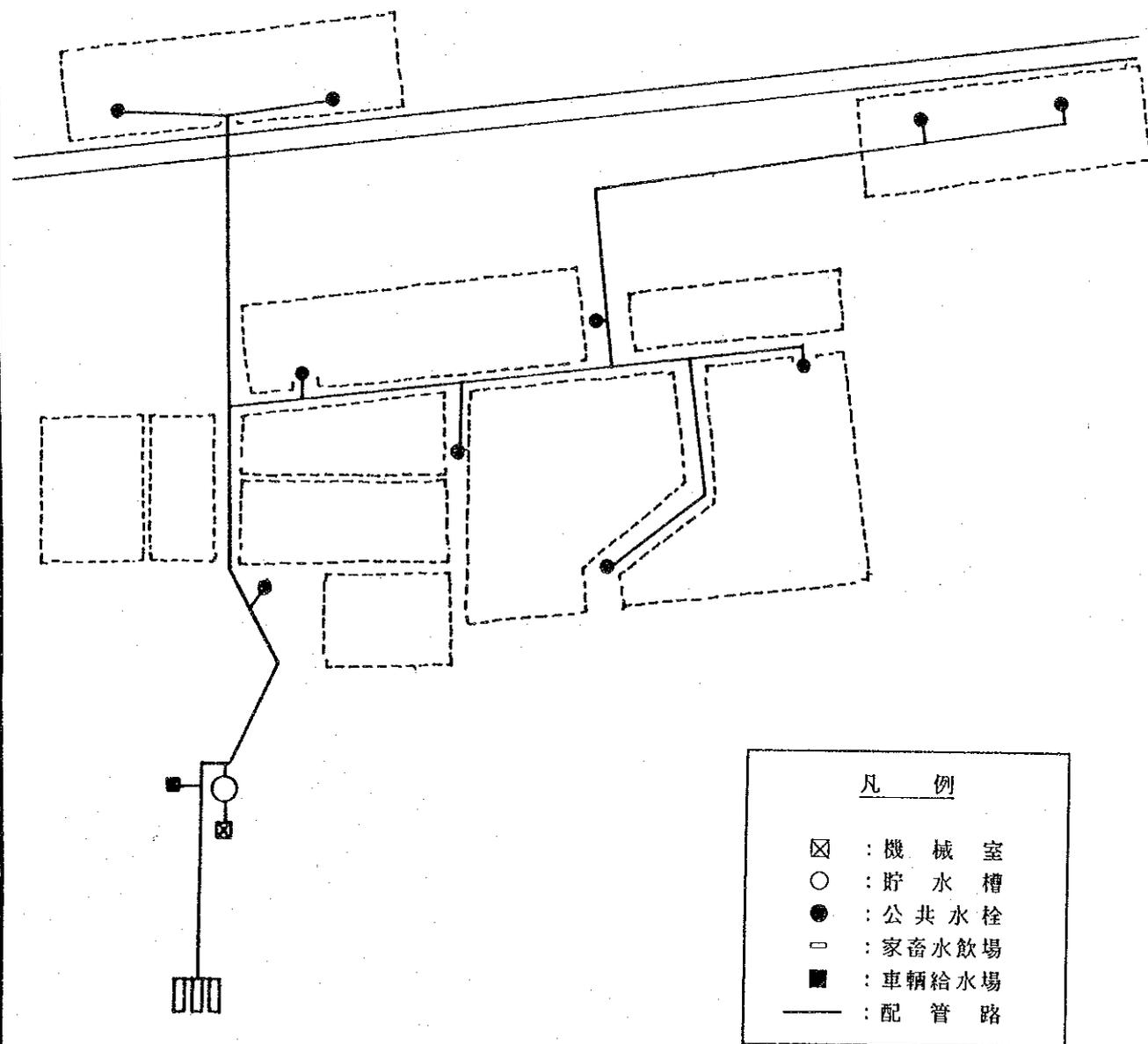
4. アマディ・ウナレ



凡 例

- ☒ : 機 械 室
- : 貯 水 槽
- : 公 共 水 栓
- : 家 畜 水 飲 場
- : 車 輛 給 水 場
- : 配 管 路

5. アウレ

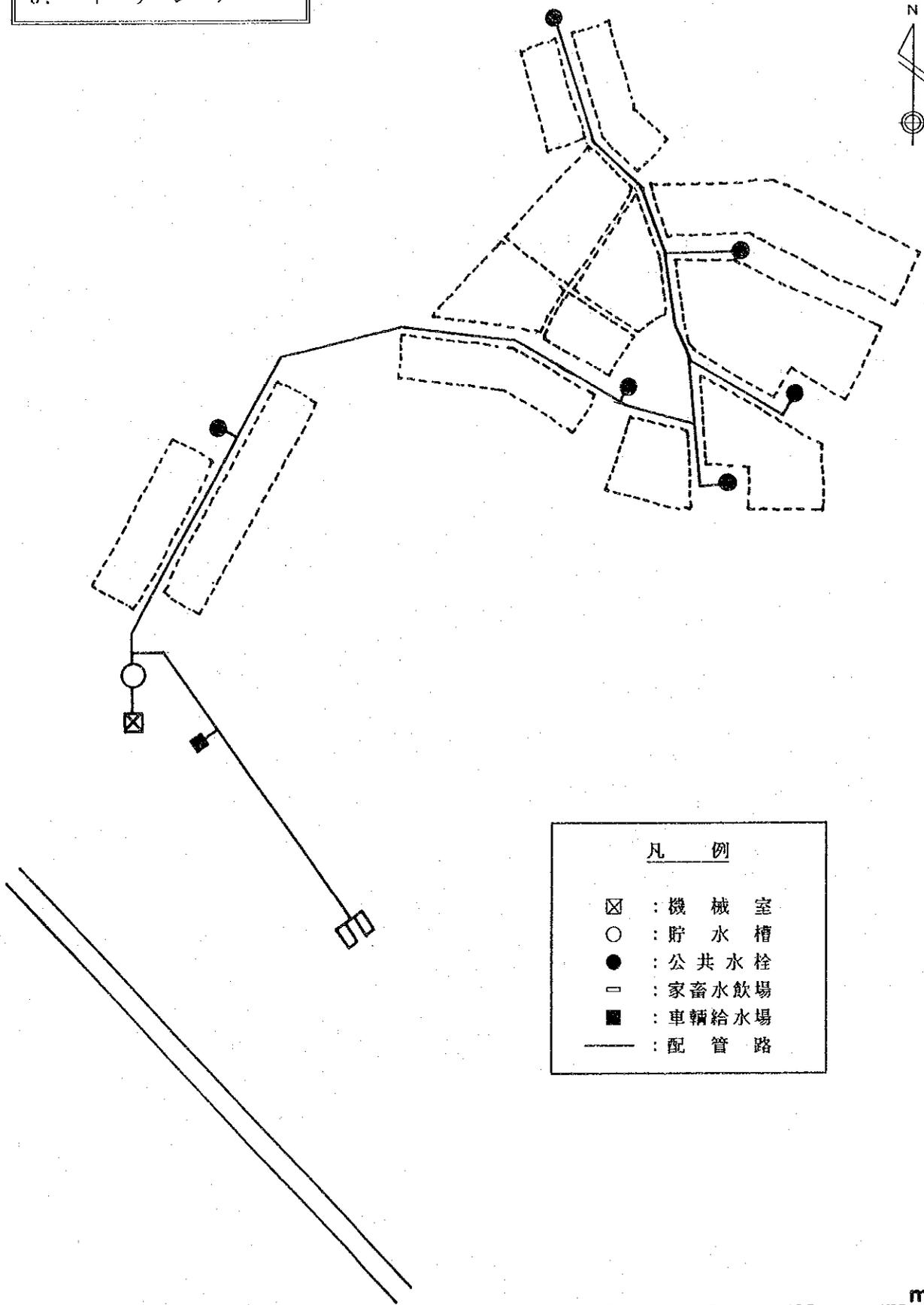


凡 例

- ☒ : 機 械 室
- : 貯 水 槽
- : 公 共 水 栓
- : 家 畜 水 飲 場
- : 車 輛 給 水 場
- : 配 管 路



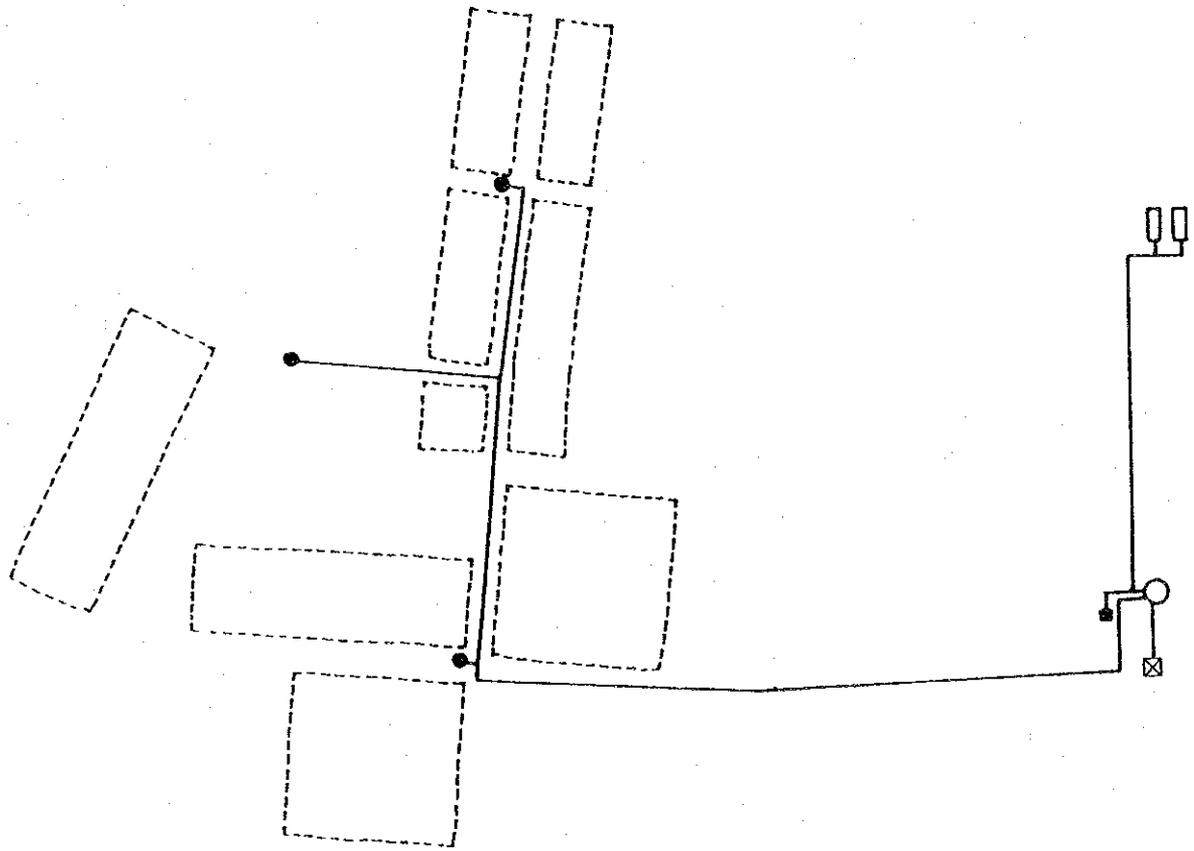
6. ドゥンデ



- 凡 例
- ☒ : 機 械 室
  - : 貯 水 槽
  - : 公 共 水 栓
  - : 家 畜 水 飲 場
  - : 車 輛 給 水 場
  - : 配 管 路



7. グルム・ンベチヨ

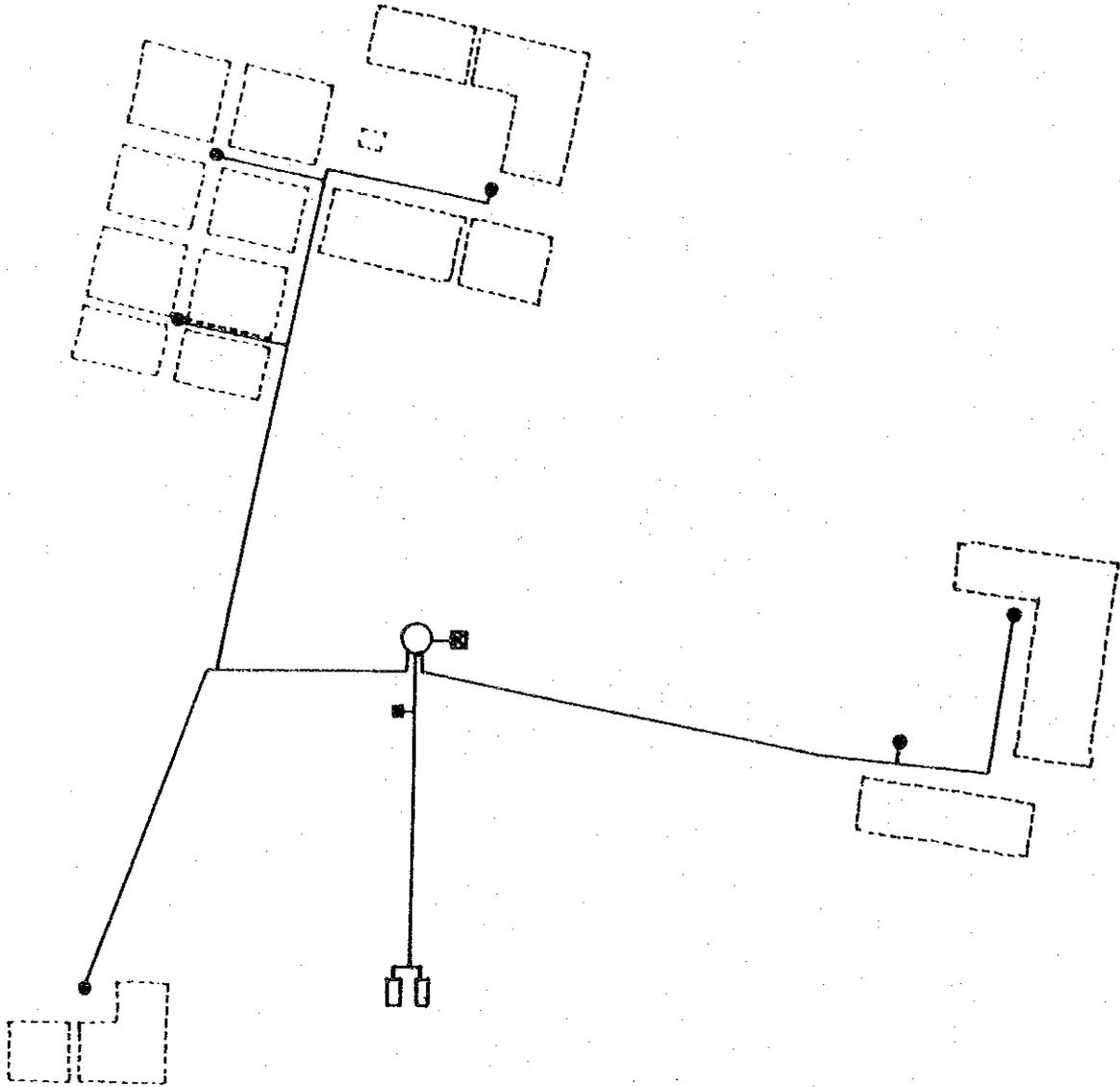


凡 例

- ☒ : 機 械 室
- : 貯 水 槽
- : 公 共 水 栓
- : 家 畜 水 飲 場
- : 車 輛 給 水 場
- : 配 管 路



8. カッジ・メリナ



凡 例

- ☒ : 機 械 室
- : 貯 水 槽
- : 公 共 水 栓
- : 家 畜 水 飲 場
- ☒ : 車 輛 給 水 場
- : 配 管 路

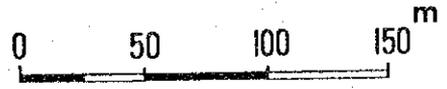
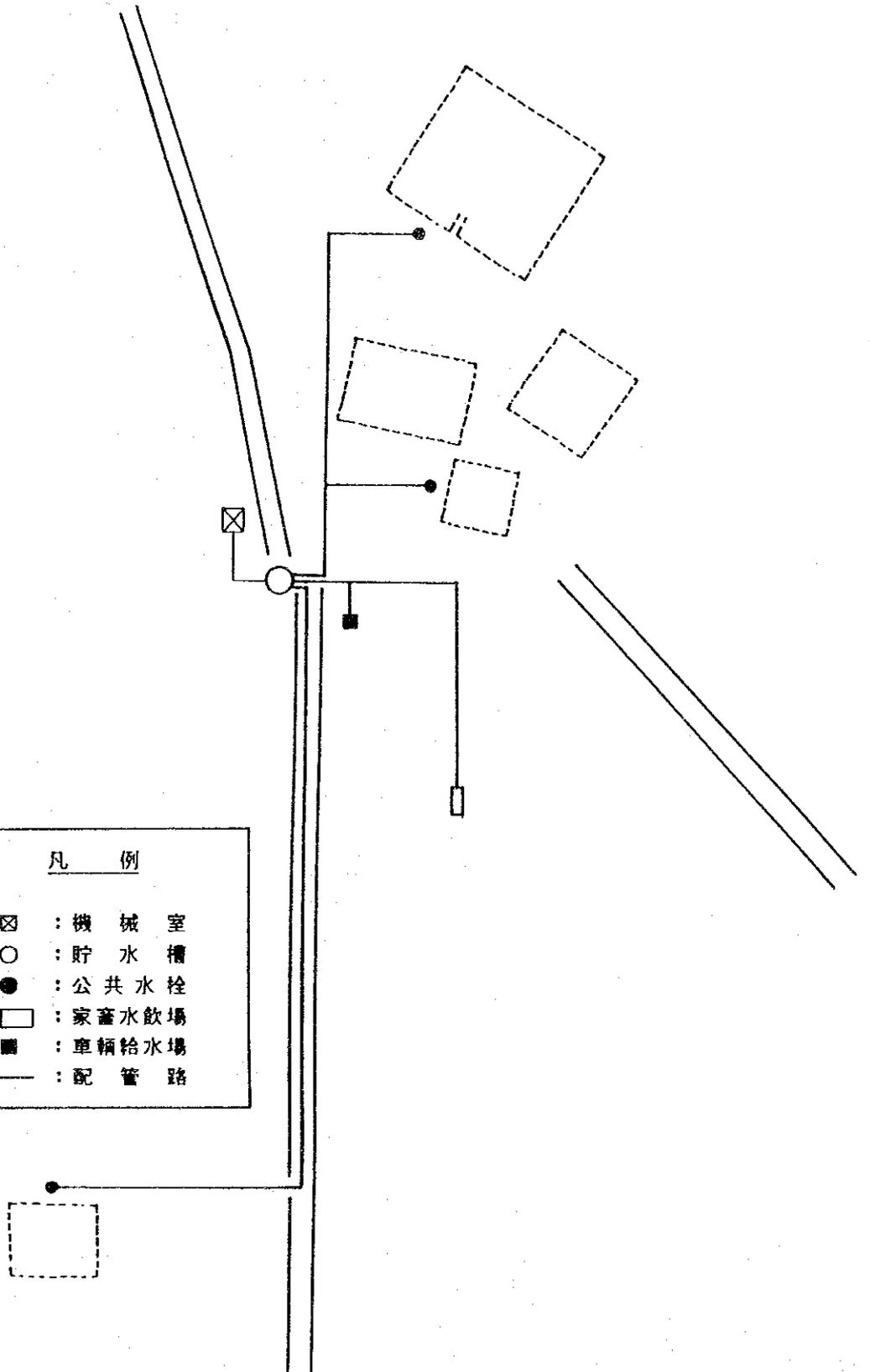


9. カンプナール

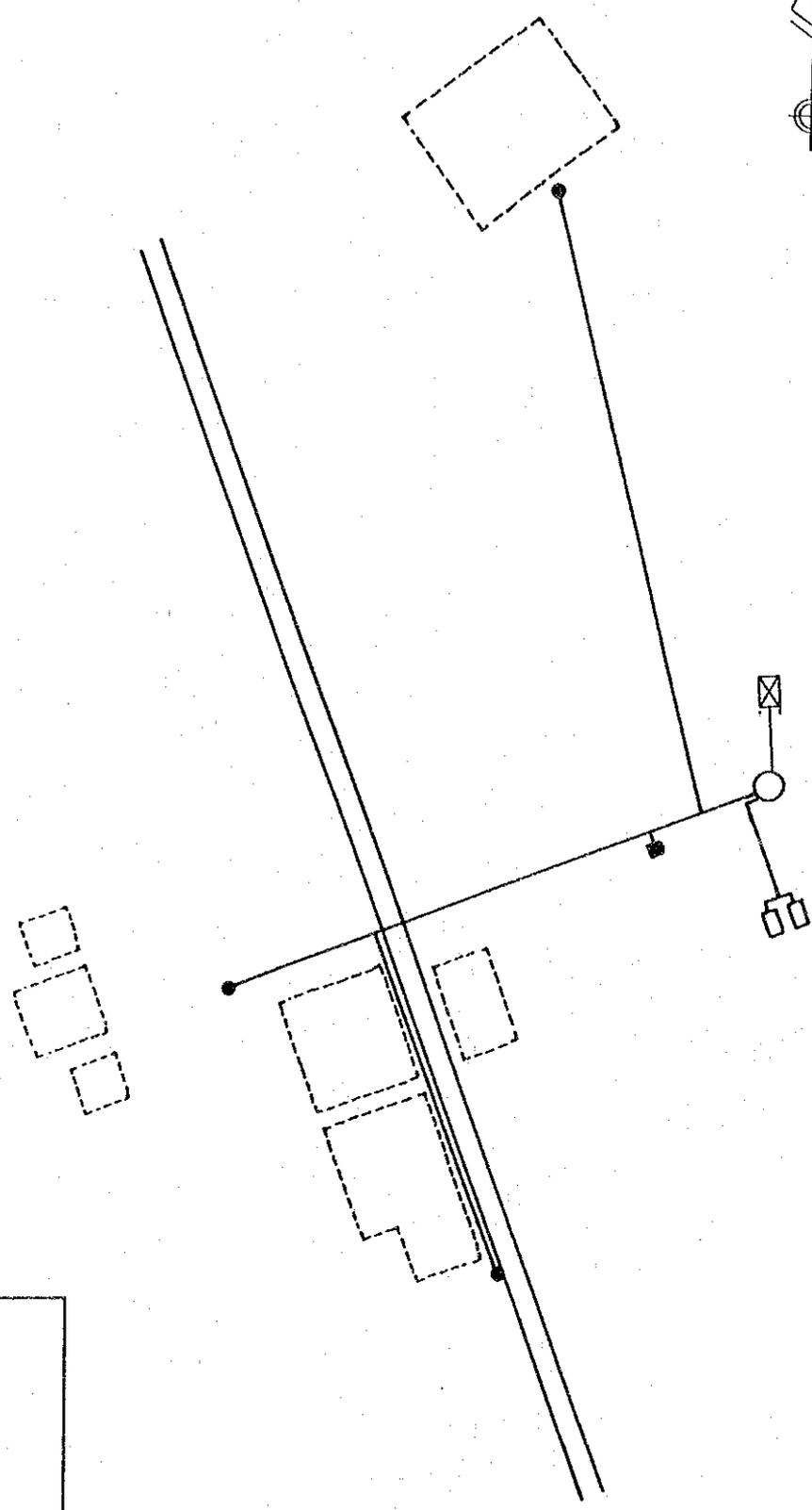


凡 例

☒	: 機 械 室
○	: 貯 水 槽
●	: 公 共 水 栓
□	: 家 畜 水 飲 場
■	: 車 輛 給 水 場
—	: 配 管 路



10. ヴァンドゥ・ルンベル



凡 例

- ☒ : 機 械 室
- : 貯 水 槽
- : 公 共 水 栓
- : 家 畜 水 飲 場
- : 車 輛 給 水 場
- : 配 管 路

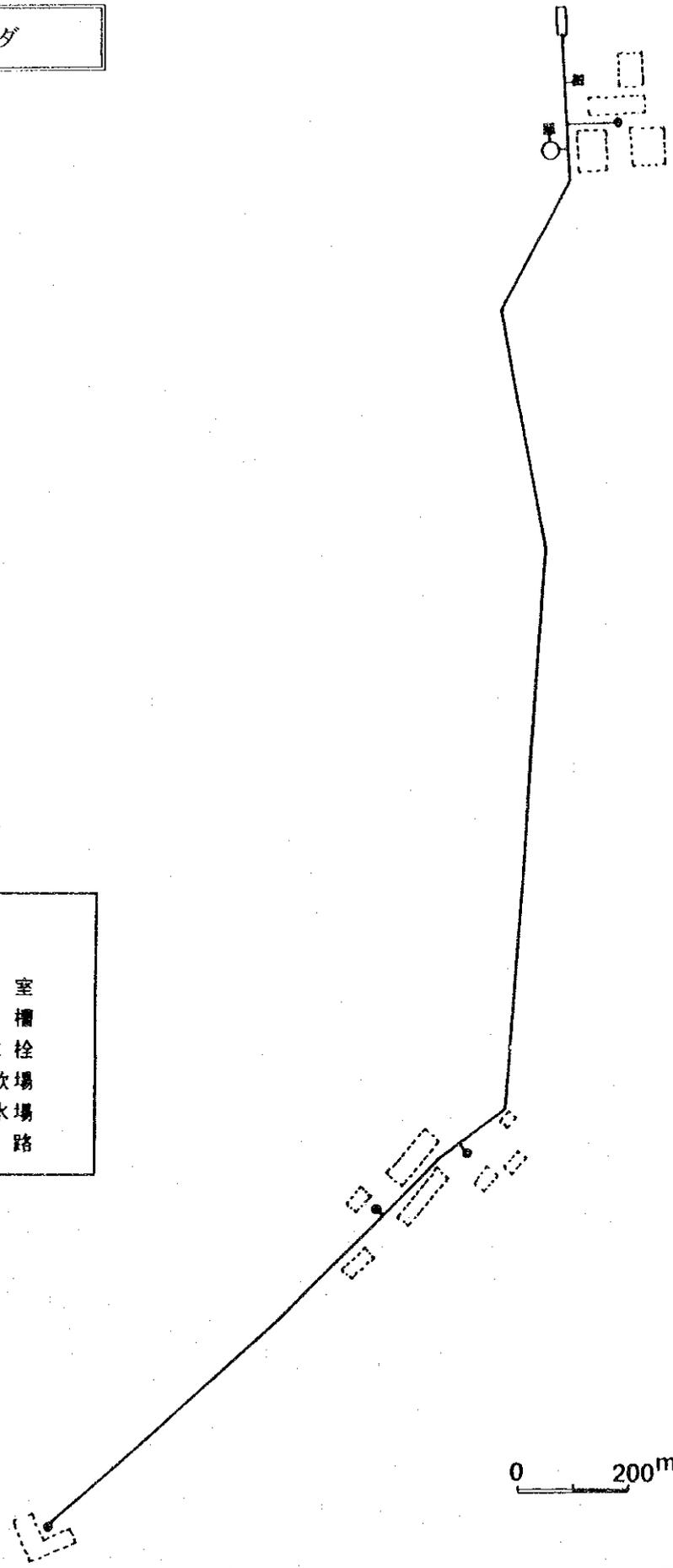


11. ガワン・ジッタ



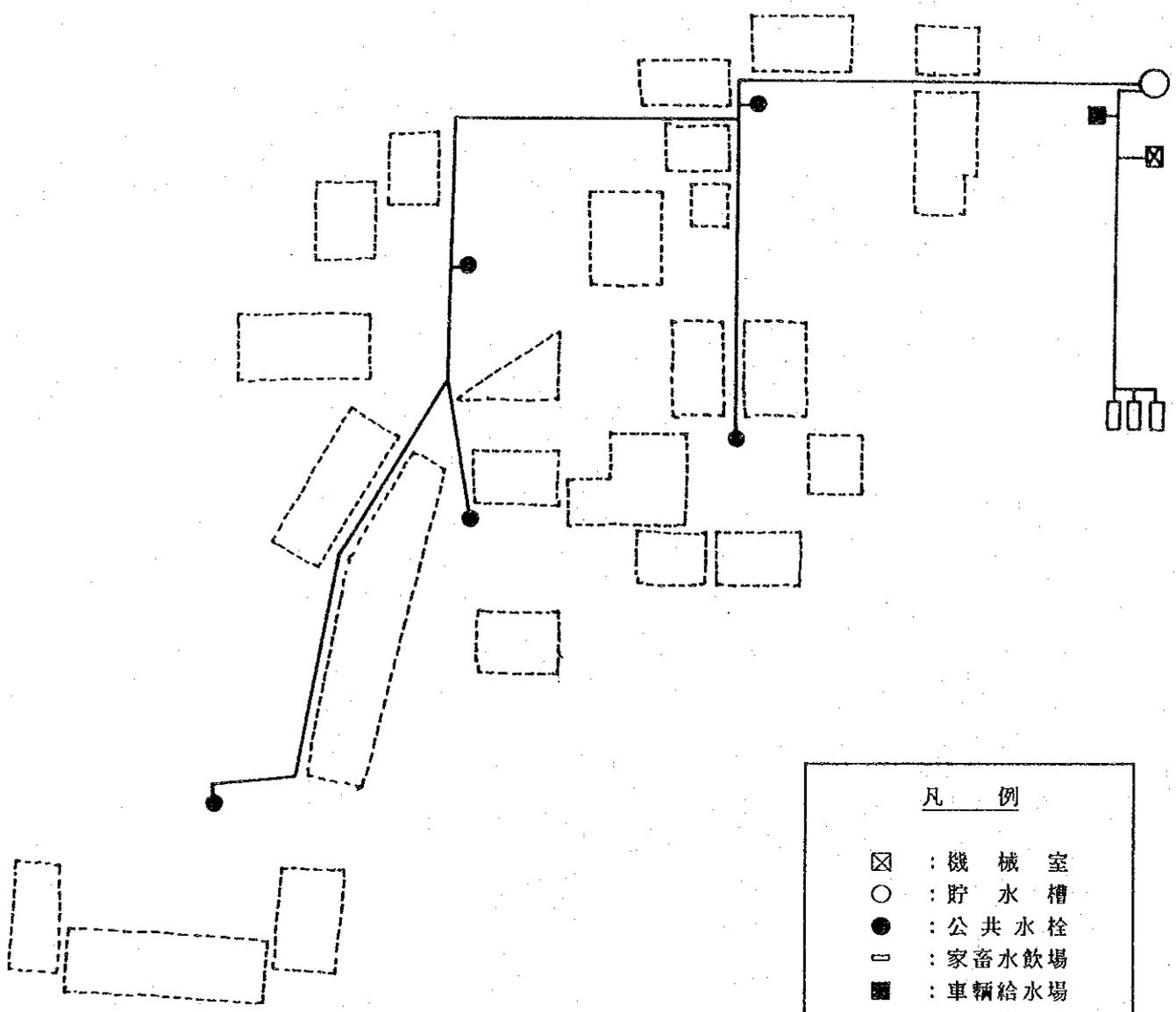
凡 例

⊠	: 機 械 室
○	: 貯 水 槽
●	: 公 共 水 栓
□	: 家 畜 水 飲 場
■	: 車 輛 給 水 場
—	: 配 管 路



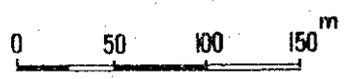
0 200m

12. ンベゲ

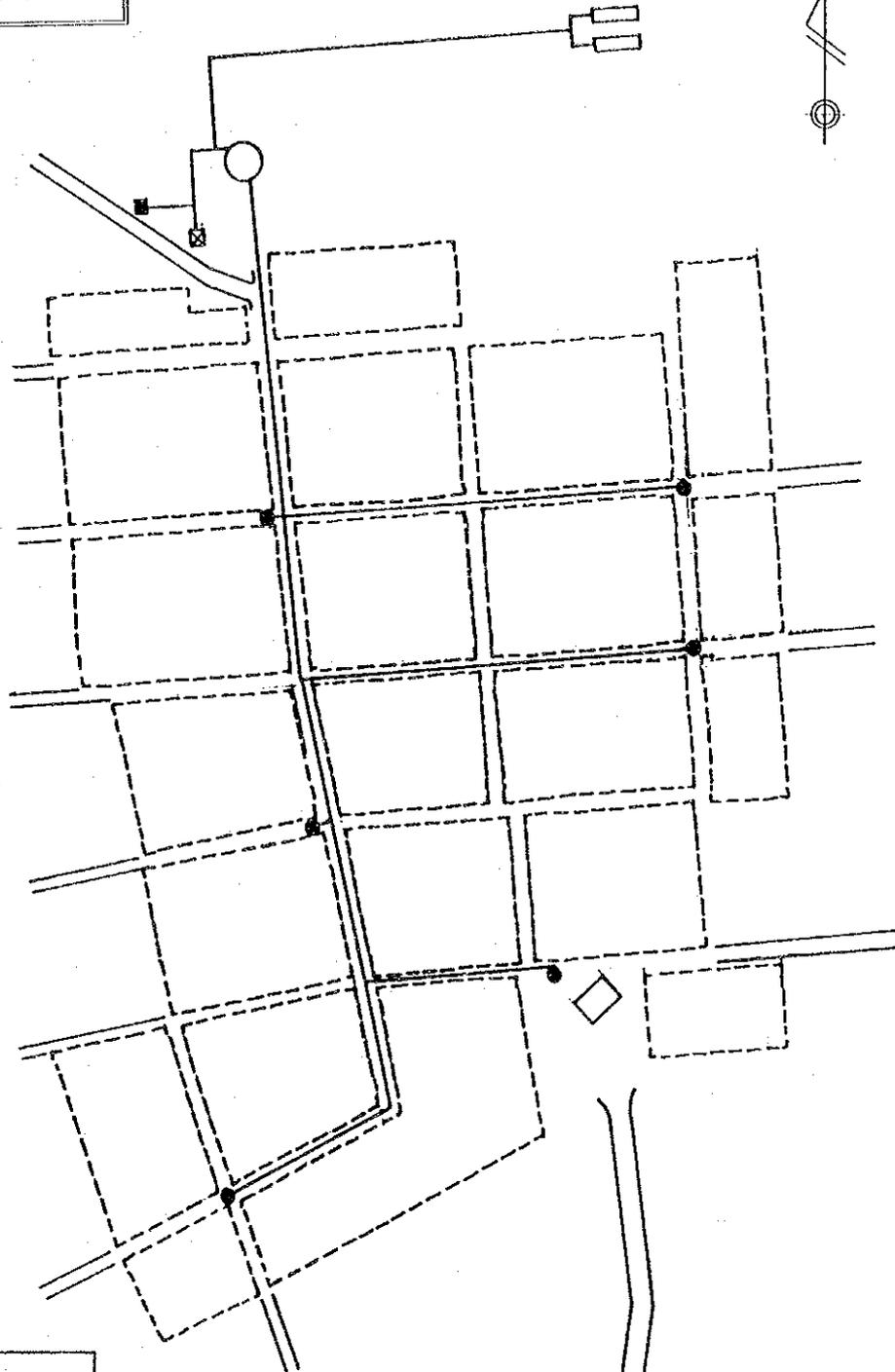


凡 例

☒	: 機 械 室
○	: 貯 水 槽
●	: 公 共 水 栓
▬	: 家 畜 水 飲 場
■	: 車 輛 給 水 場
—	: 配 管 路



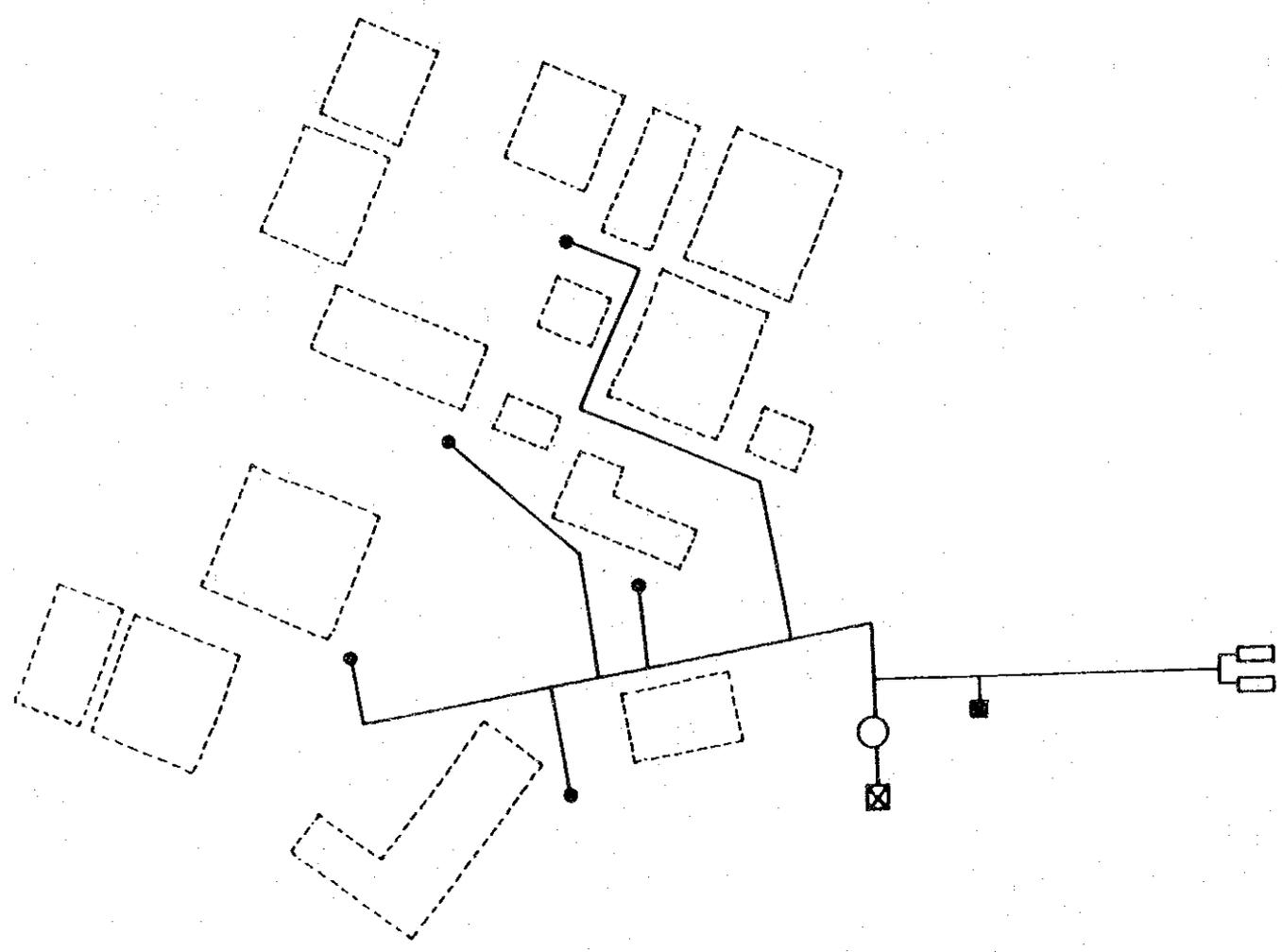
13. クール・マンドウンベ



凡 例

- ☒ : 機 械 室
- : 貯 水 槽
- : 公 共 水 栓
- : 家 畜 水 飲 場
- : 車 輛 給 水 場
- : 配 管 路

14. ダルー・サラム・ニョロ

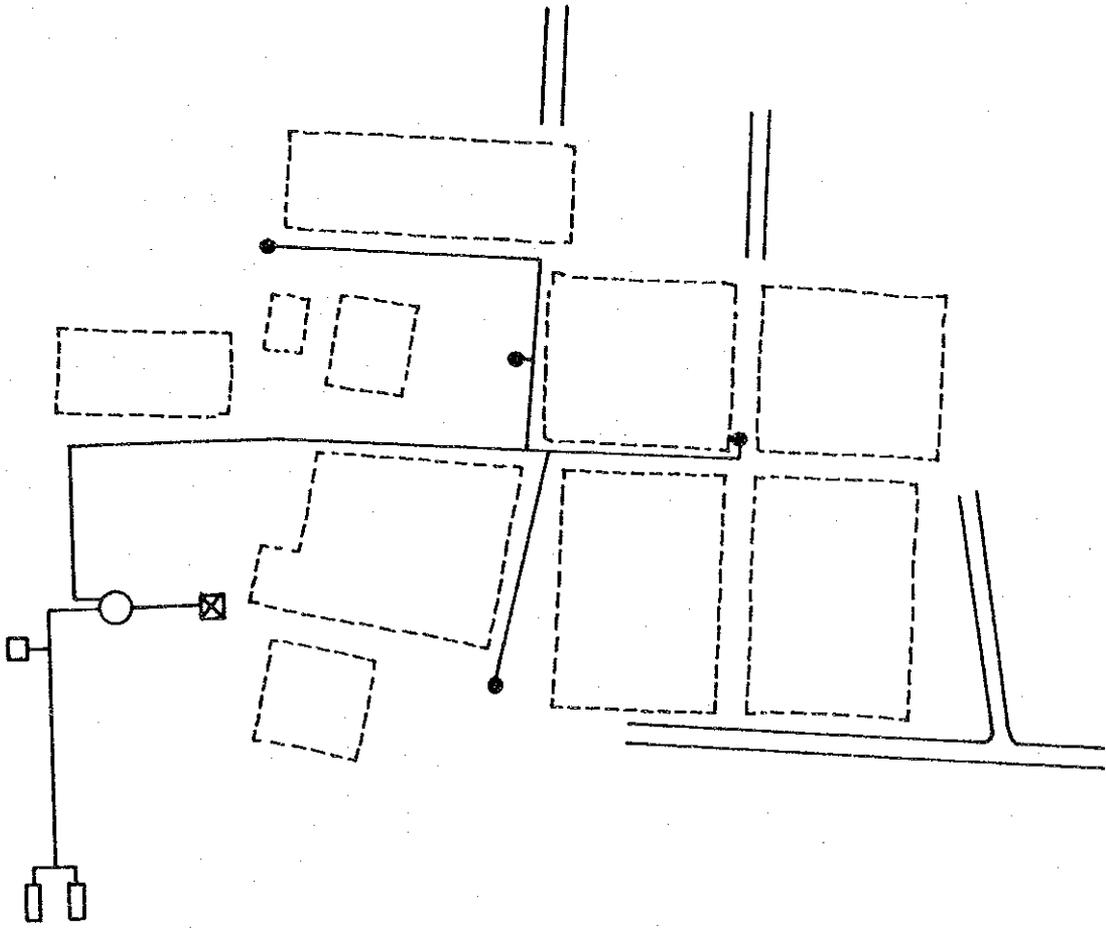


凡 例

- ☒ : 機 械 室
- : 貯 水 槽
- : 公 共 水 栓
- : 家 蓄 水 飲 場
- : 車 輛 給 水 場
- : 配 管 路

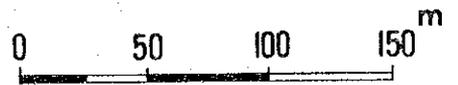


15. ダルー・サラム I

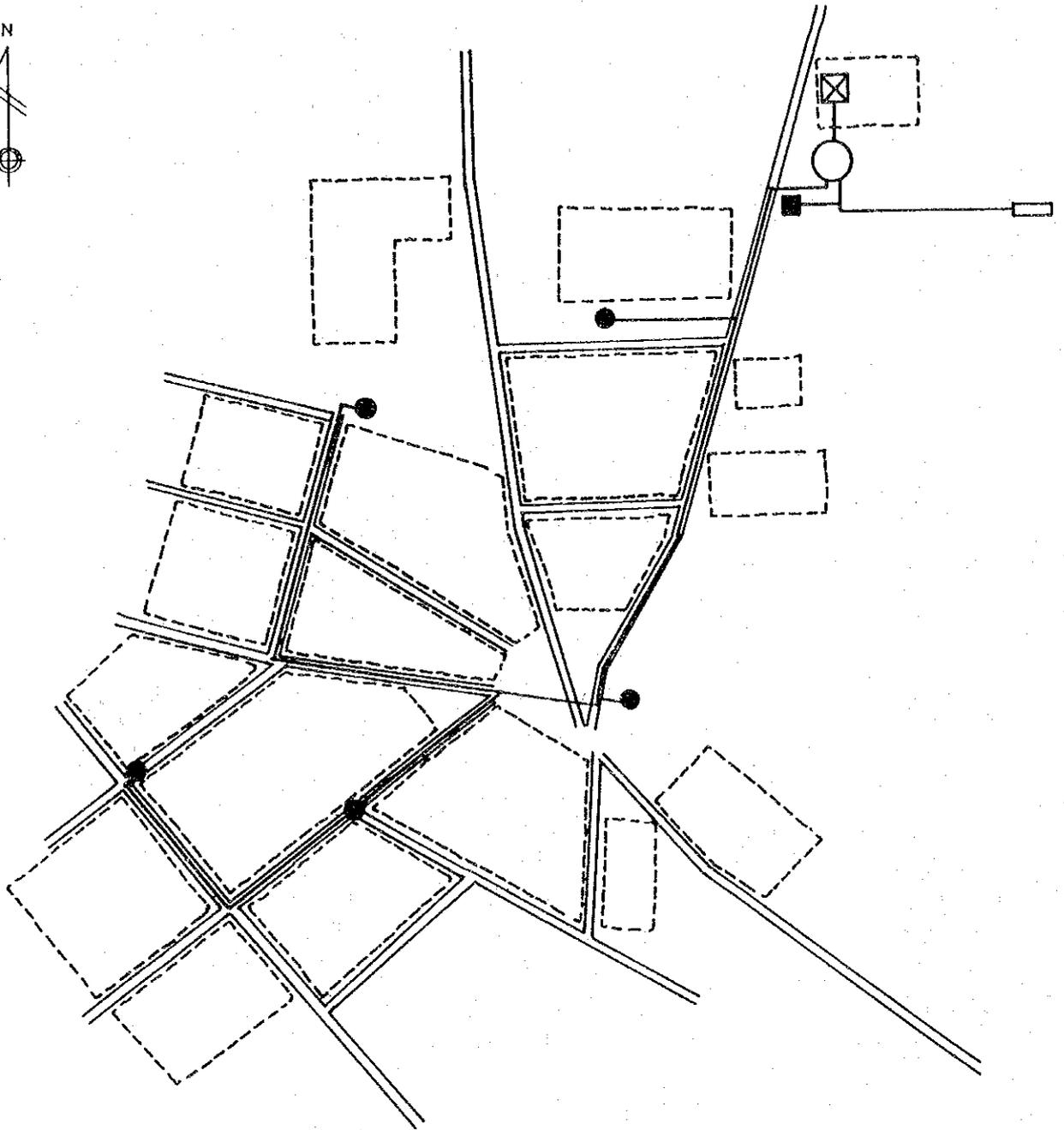


凡 例

- ☒ : 機 械 室
- : 貯 水 槽
- : 公 共 水 栓
- : 家 畜 水 飲 場
- : 車 輛 給 水 場
- : 配 管 路

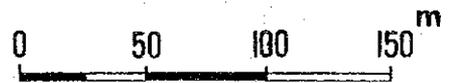


16. ジャム・ジャム

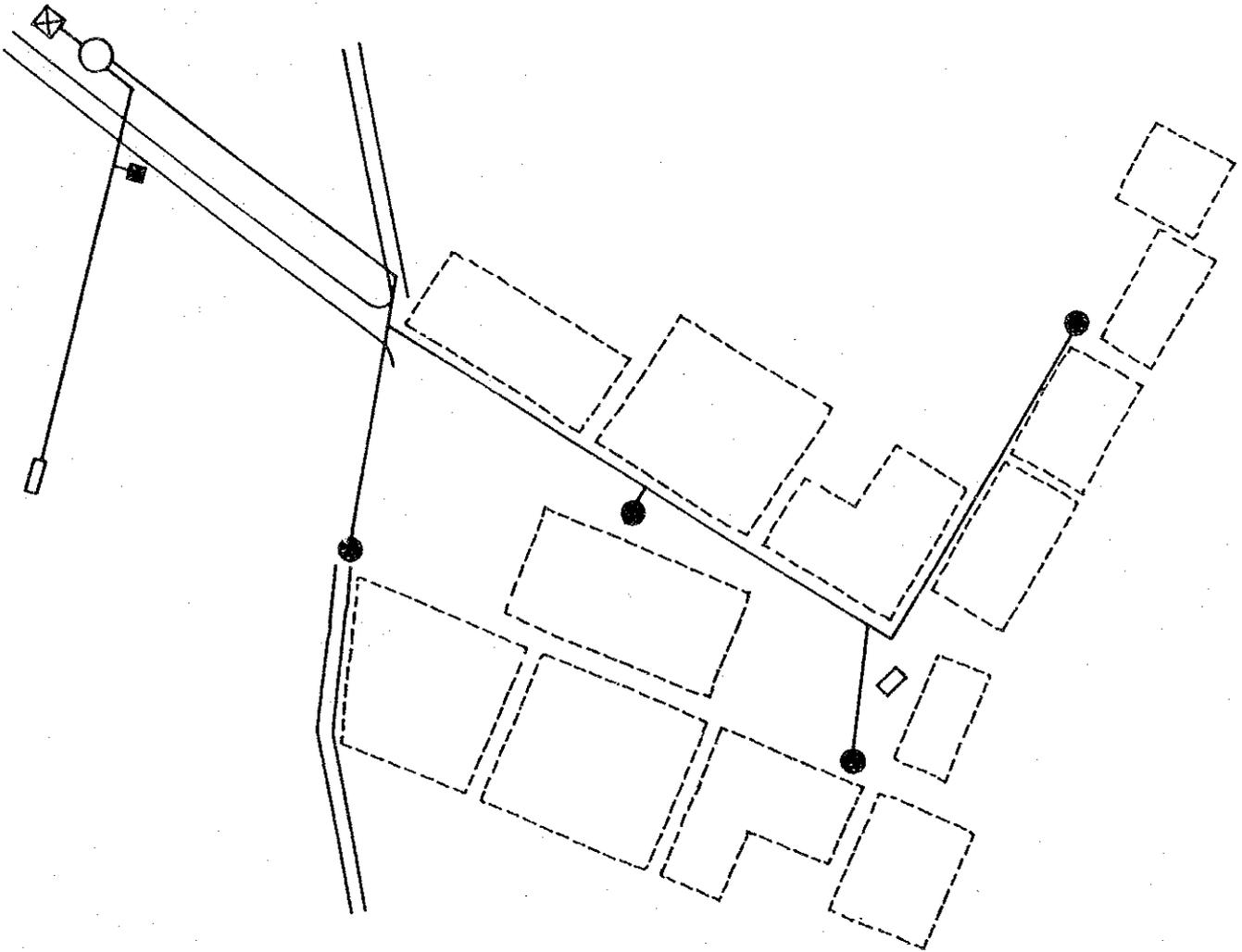


凡 例

- ☒ : 機 械 室
- : 貯 水 槽
- : 公 共 水 栓
- : 家 畜 水 飲 場
- : 車 輛 給 水 場
- : 配 管 路

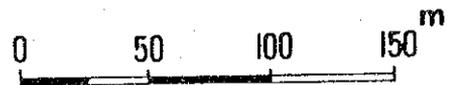


17. ダルー・ンジャヴェン

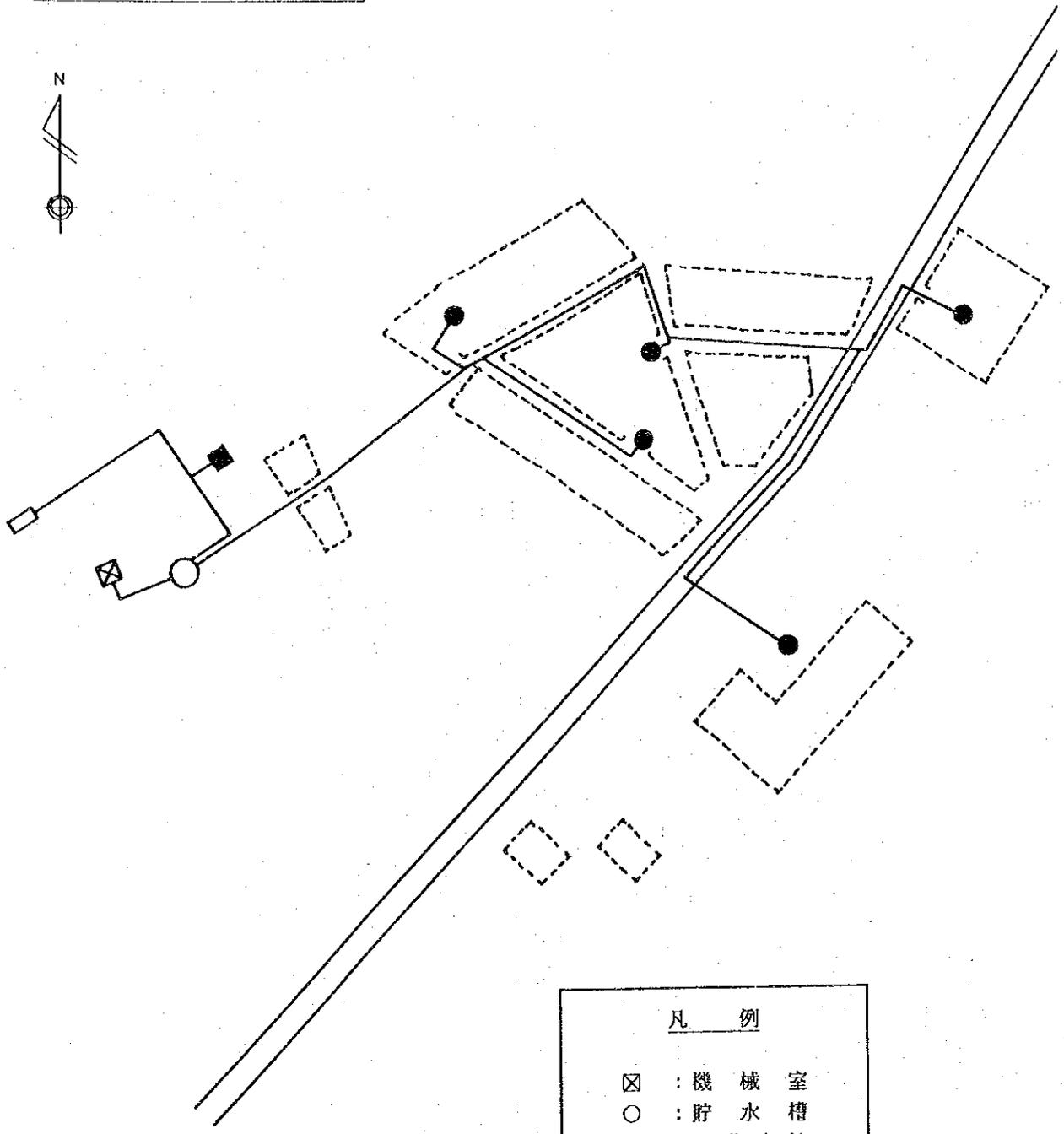


凡 例

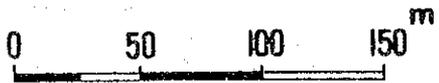
- ⊠ : 機 械 室
- : 貯 水 槽
- : 公 共 水 栓
- ▭ : 家 畜 水 飲 場
- : 車 輛 給 水 場
- : 配 管 路



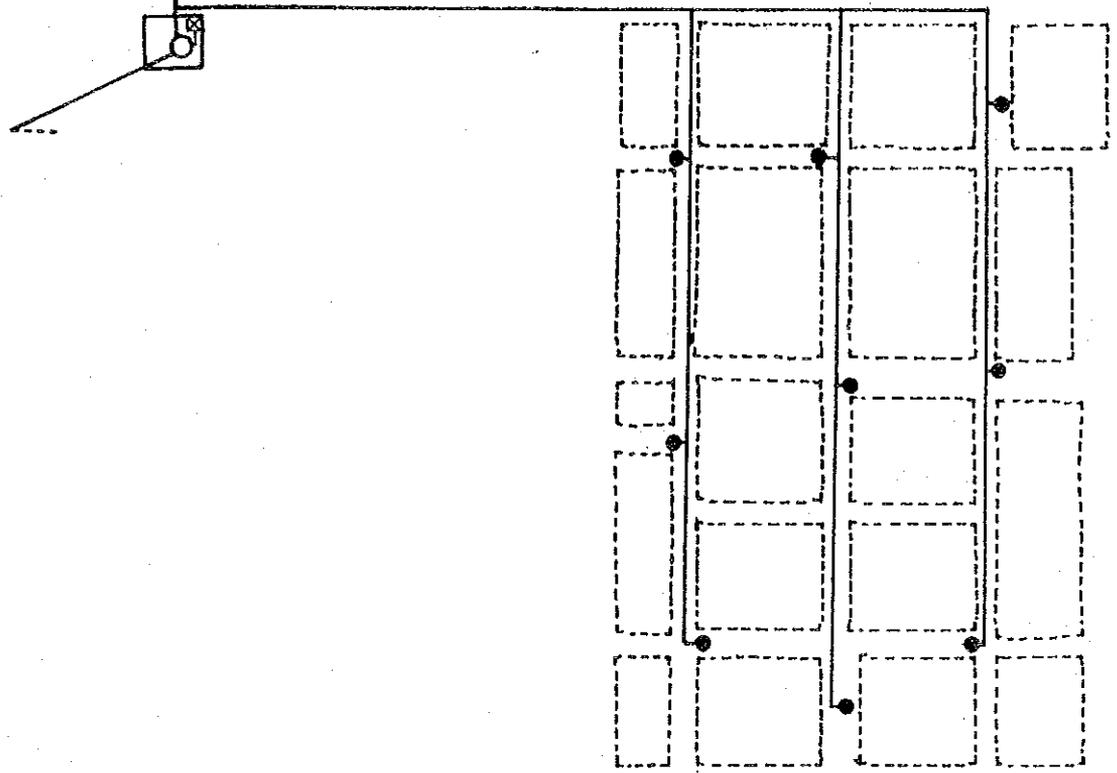
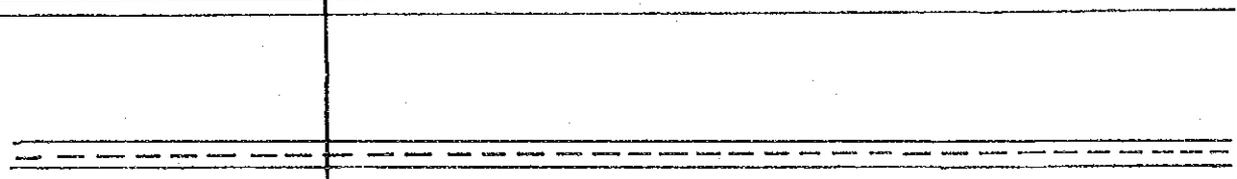
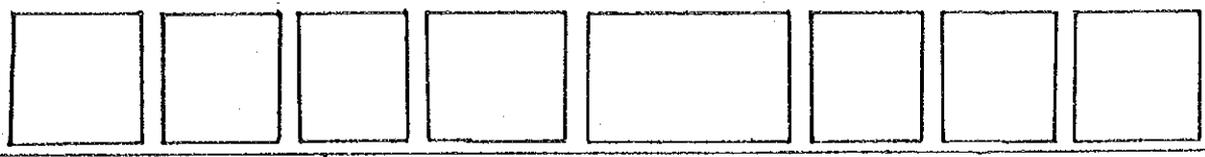
18. ファス・ンディンペラン



凡 例	
⊗	: 機 械 室
○	: 貯 水 槽
●	: 公 共 水 栓
□	: 家 畜 水 飲 場
■	: 車 輛 給 水 場
—	: 配 管 路



19. グディリ



- 凡 例
- : 機 械 室
  - : 貯 水 槽
  - : 公 共 水 栓
  - : 家 畜 水 飲 場
  - : 車 輛 給 水 場
  - : 配 管 路

(2) 施設図

機 械 室

地上型貯水タンク

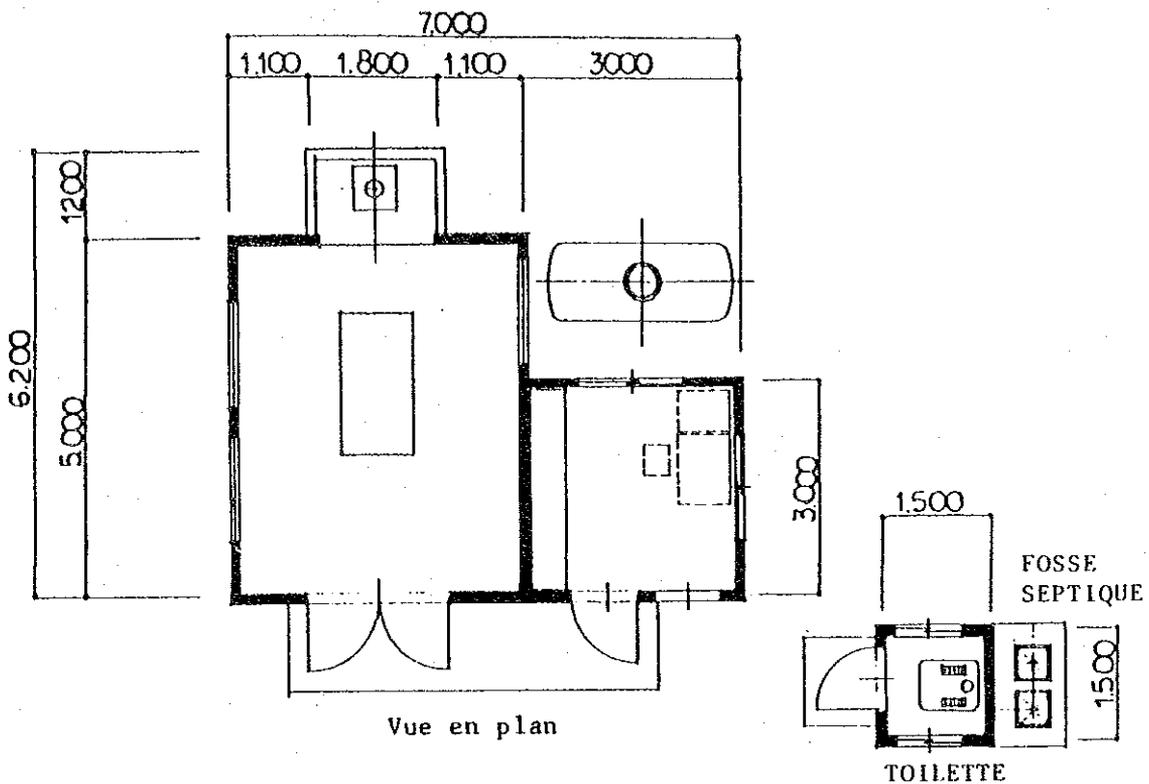
高架型貯水タンク

公共水栓・家畜水飲場

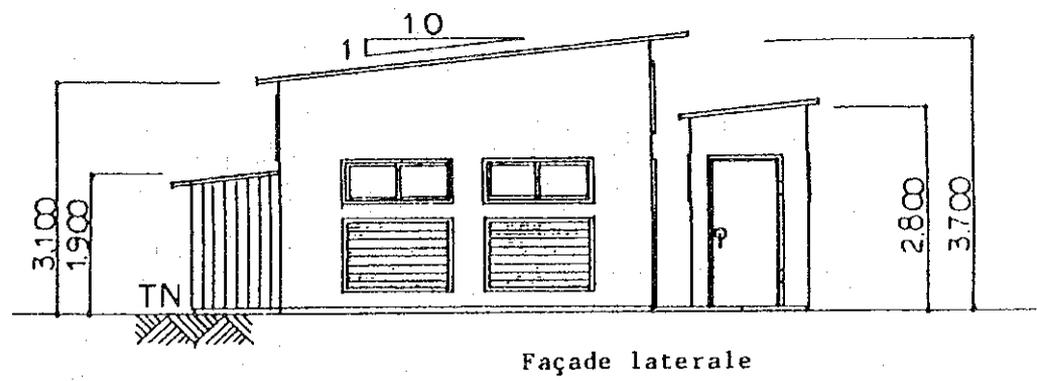
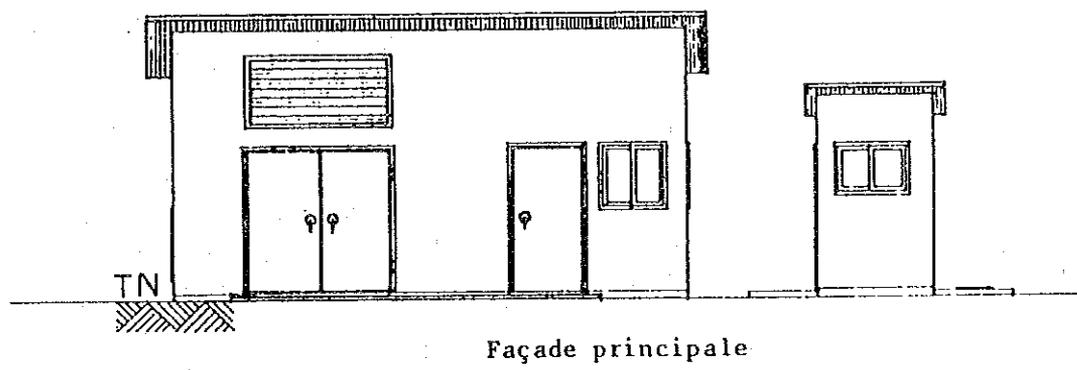
車輛給水所

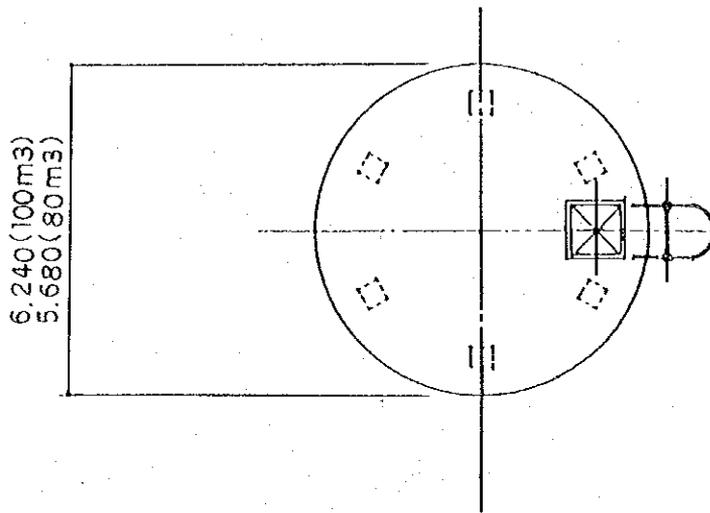
バルブ・ボックス

浸透枳

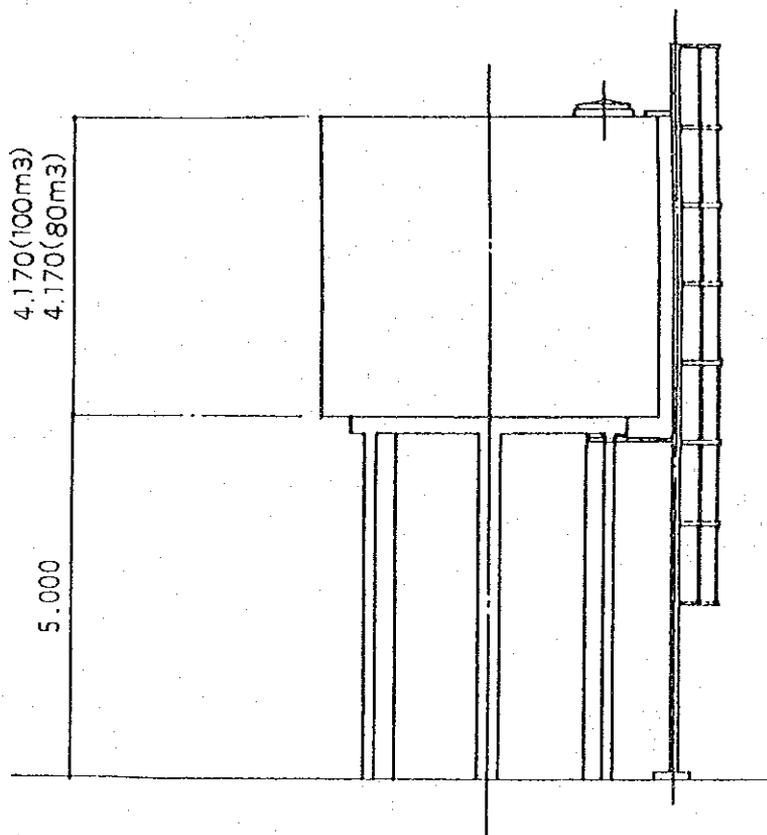


CABINE DE MACHINERIE  
(機械室)





Vue en plan



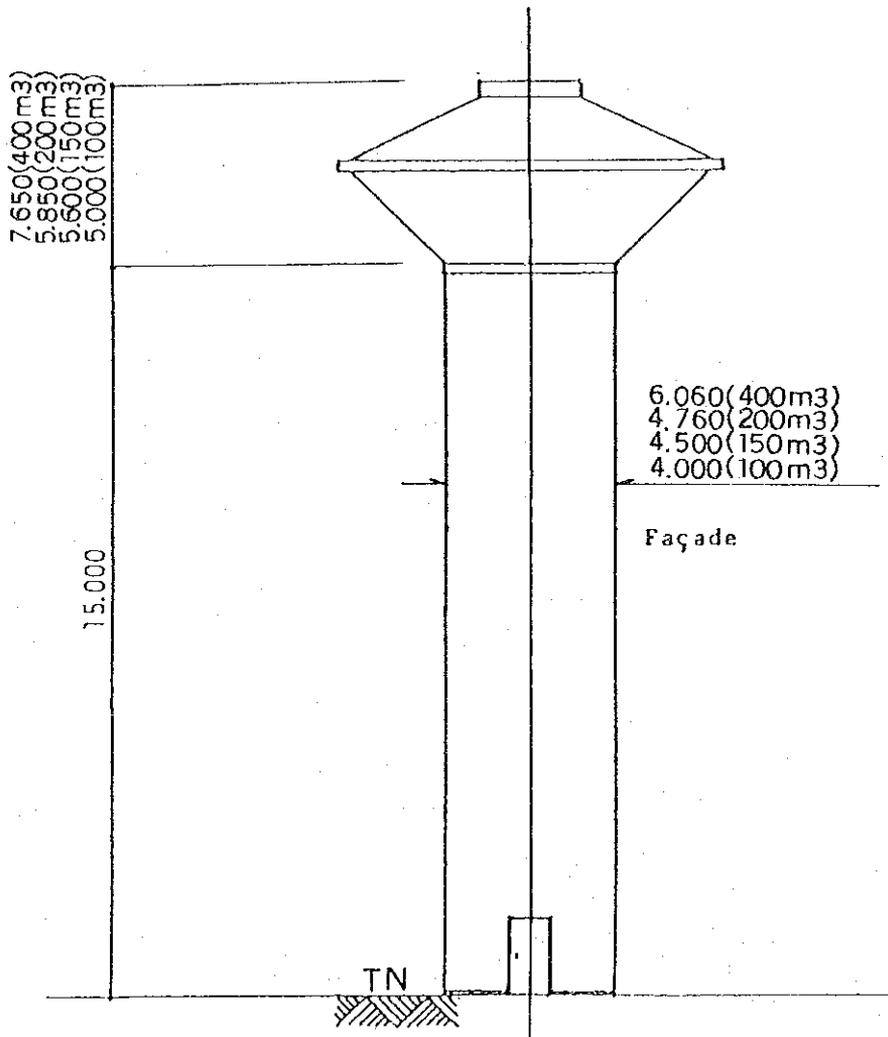
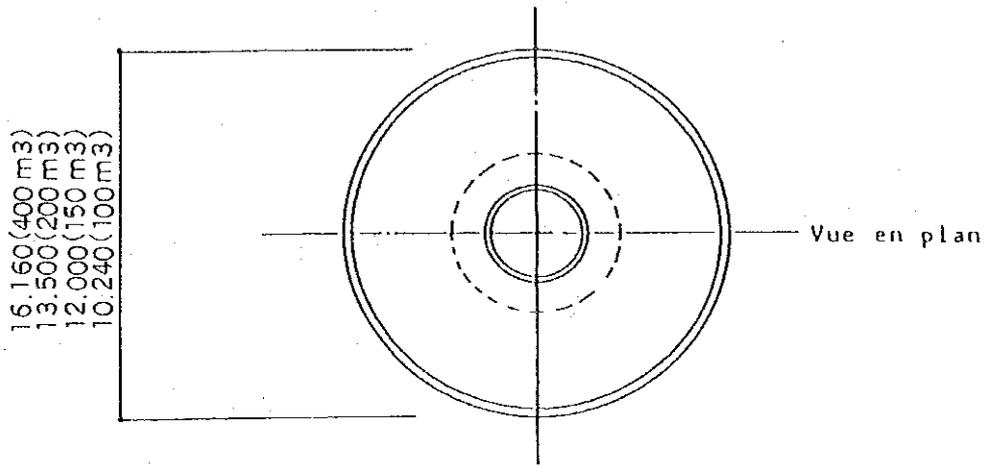
Façade

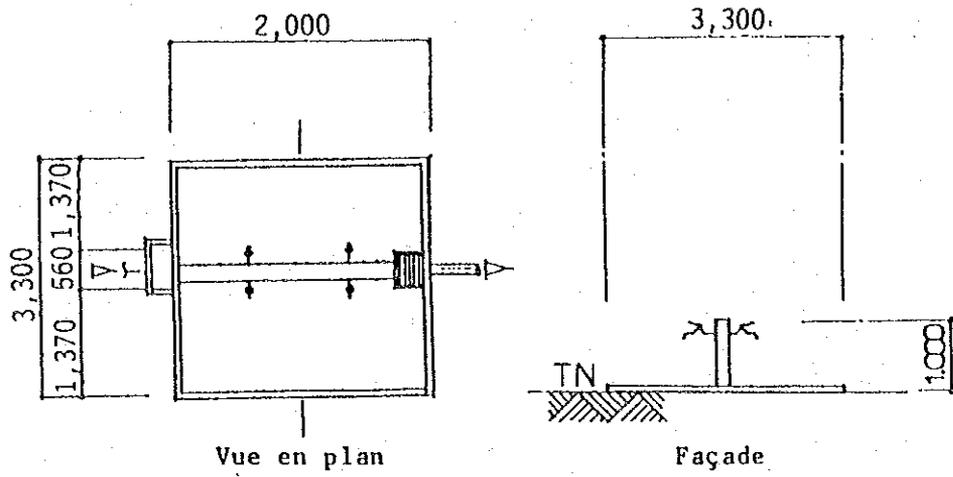
RESERVOIR AU SOL

(地上型貯水タンク)

CHATEAU D'EAU

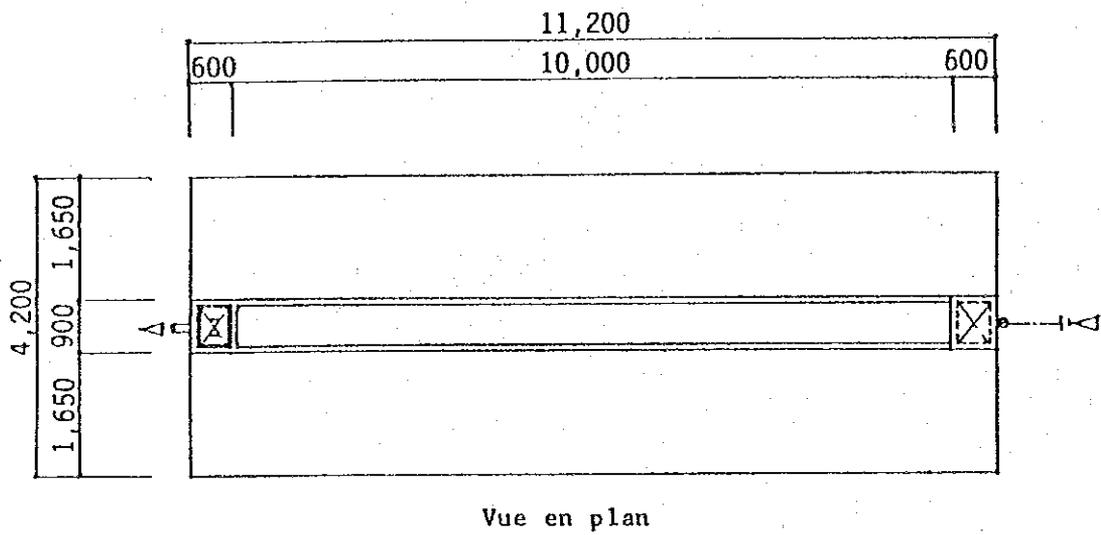
(高架型貯水タンク)





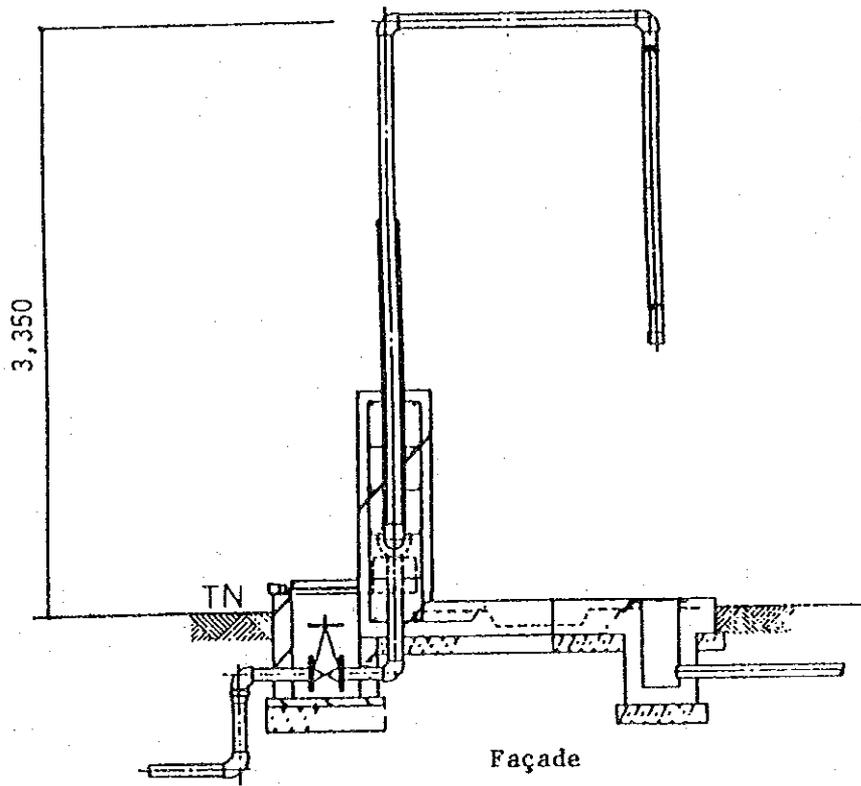
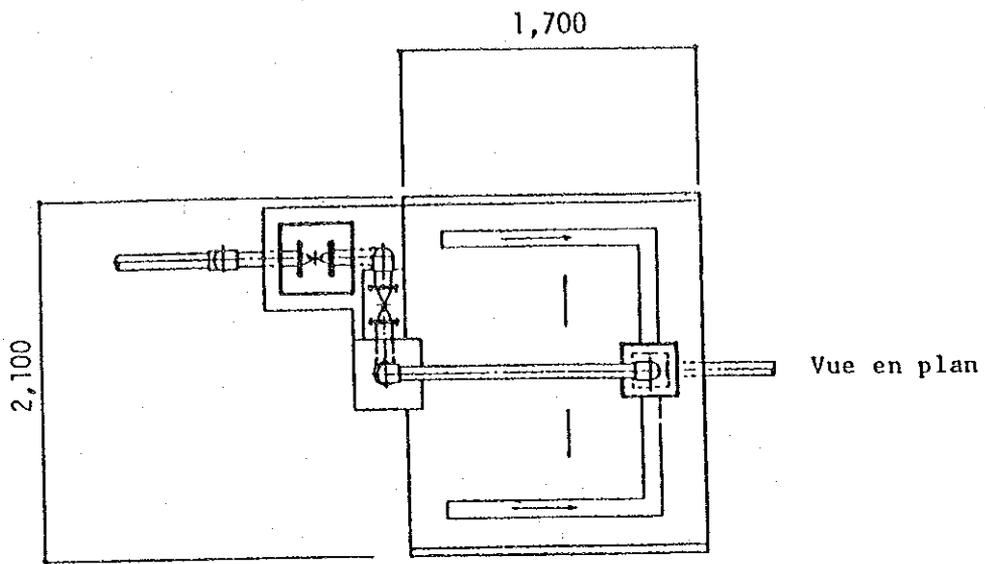
BORNE FONTAINE

(公共水栓)



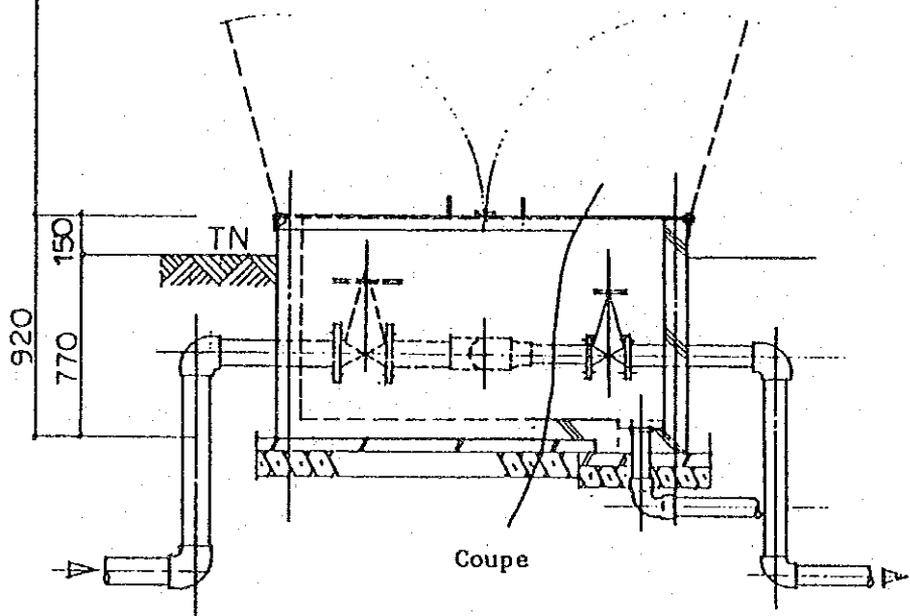
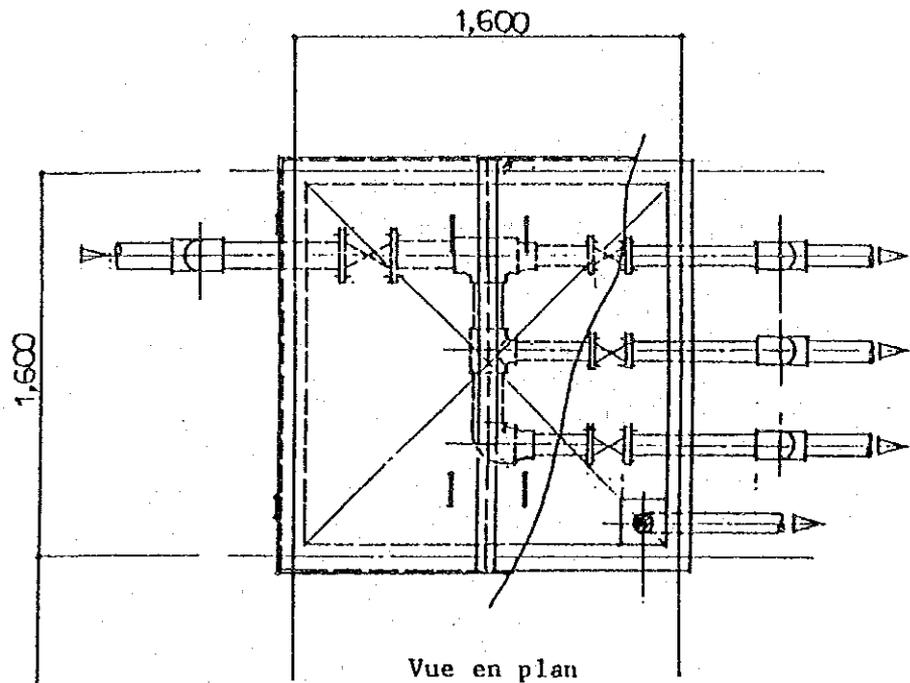
ABREUVOIR

(家畜水飲場)

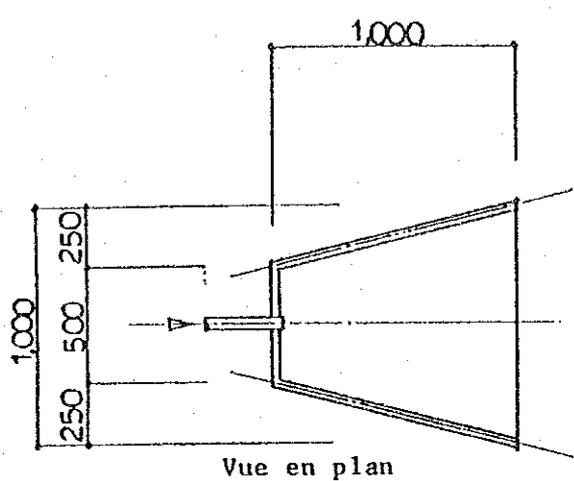


STATION DE CHARRETTES

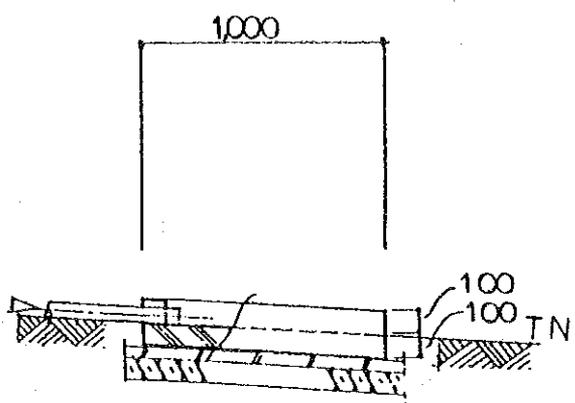
(車輛給水所)



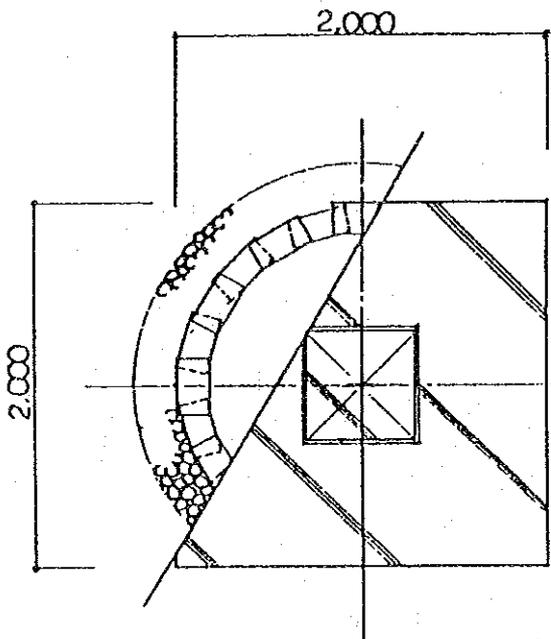
CHAMBRE A VANNES  
 (バルブ・ボックス)



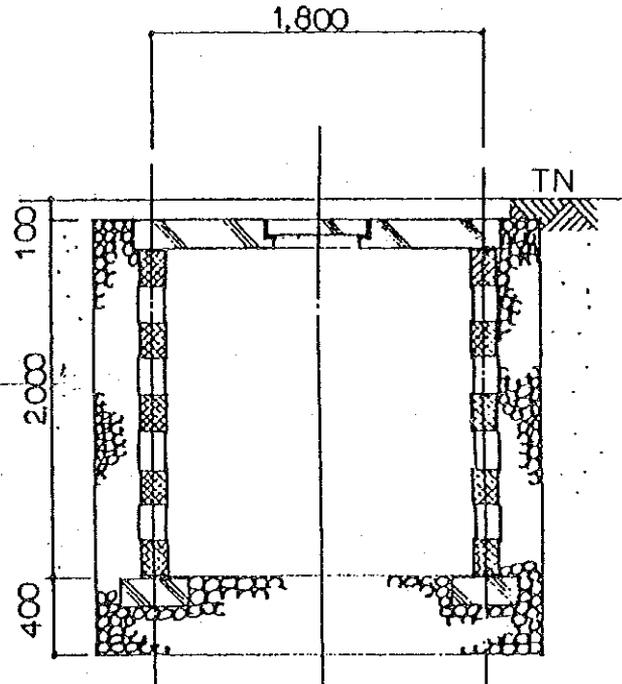
Vue en plan



Coupe



Vue en plan



Coupe

PUISARD  
(浸透柵)

## 5.4 施工計画

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合、事業実施計画は以下のようになる。

### 5.4.1 施工方針

本事業の事業主体は、水利省（MH）であり、実施設計から施設引き渡し、その後、維持管理まで責任を負う。E/N締結後、実施設計、施工監理等に関して日本のコンサルタントと契約し、その支援のもとに、給水施設の建設と、その関連維持管理機材調達の一括入札を実施する。入札及びその結果の評価に基づき、業者契約が行われる。無償資金協力としての本プロジェクトは、主契約者を日本国企業とする。

事業実施に当たって、主契約者である日本国企業はコンサルタントの監理の下で、給水施設の建設を行うと共に維持管理機材の調達を行う。

施設の建設が完成、機材類と共に、検収後、維持管理は、水利省・地方工務水利局の通常機構に編入される。但し、地方工務水利局は機械部品の供給及び専門的技術作業をするが、通常の操業は各集落で形成される自主管理組織である水管理委員会 (comité de gestion) の基で、地方住民が担当する。

無償資金協力としての本事業は、主契約者は日本国企業であり、一括方式となるが、工事実施に当たっては、本計画地域の如き熱帯性乾燥地帯において地方水道プロジェクトに関する豊富な経験を有すると共に、その内容について十分な認識のある企業でなければならない。また、本計画が深井戸を使用して地下水を水源とする一貫した給水施設建設を行うものであるため、それ等についての専門技術を有する企業が求められる。

施工に際しては4州にわたり各地に散在するサイトに対して、同時施工とされる本プロジェクトでは過去の例から見て、現地側の協力は不可欠である。セネガルにおいては、一般建設をはじめ水道施設建設に関する現地の企業及びそれ等に従事している人材は比較的多く、それ等の能力は、何れも、質的にも量的にも高く評価出来る。

水道施設の建設に係わる設計・施工上の法制、技術基準等、全ての問題は水利省のもとで解決される。但し、本計画で一部のサイトで必要な管路の国道横断工事とその後の復旧等については、他関連省庁との協議が必要である。

第一次より第九次に至るまでの我が国政府により供与された地方水道計画の実績からみて上述の方式により、今後とも効果的な事業実施を行なえるものと思料される。 図5-4に本事業の実施体制を示す。

#### 5.4.2 施工監理計画

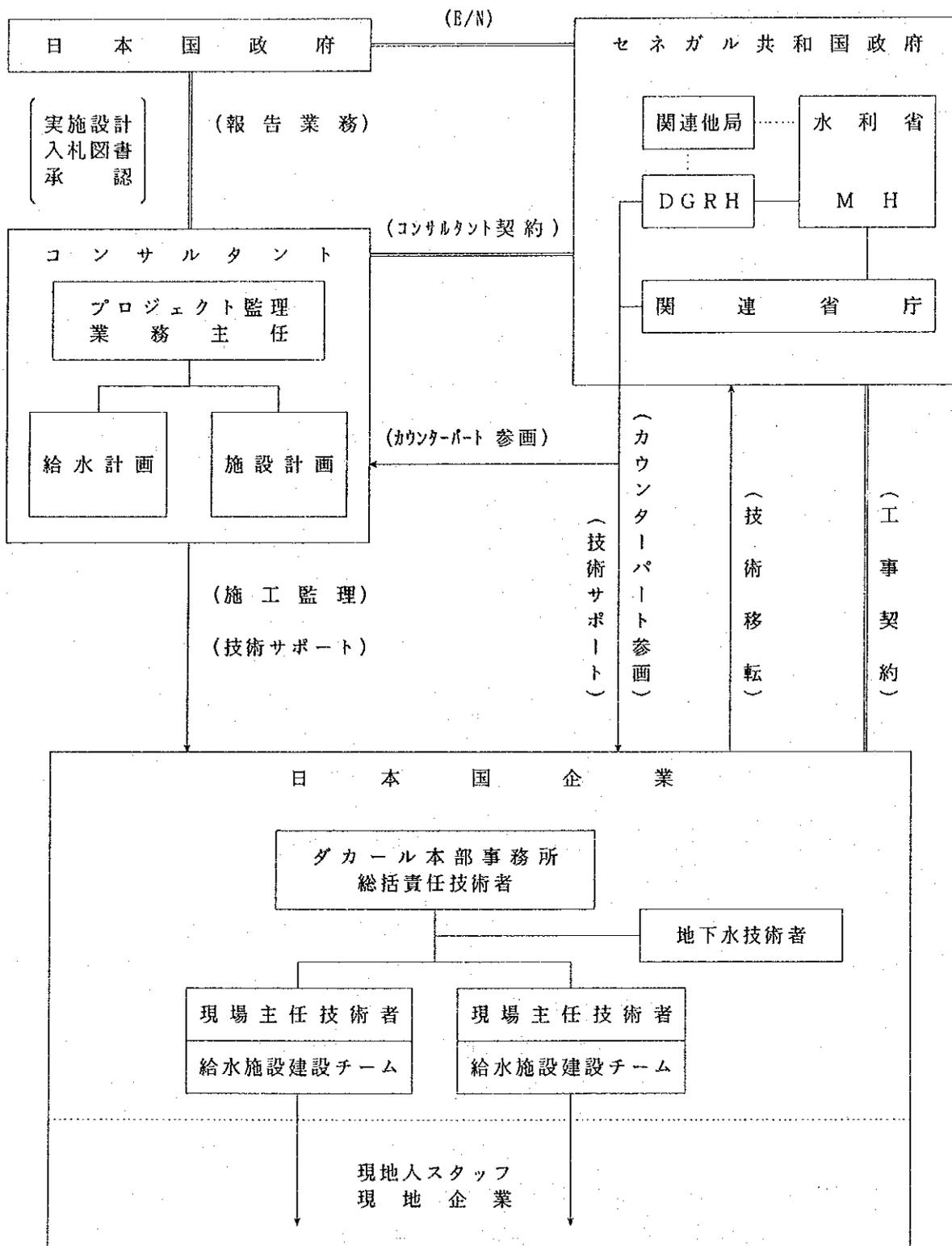
実施設計をはじめとして、入札、契約関連業務、施工監理及び操業指導に到るまでの業務が、無償資金協力制度のもとで、日本側コンサルタントによって次のような手順で行われる。

段 階	順 位	内 容
工 事 前	1.	実 施 設 計
	2.	入札図書を作成
	3.	入札実施支援
	4.	入札結果評価
	5.	契約締結支援
工 事 中	6.	施 工 監 理
	7.	トレーニング・プログラムの作成、実施指導
	8.	検査、操業指導
	9.	報告書作成等

即ち、工事前段階に関しては、基本設計調査の結果を踏まえて、まず現地調査作業を含む事業実施に必要な詳細設計を対象19サイト毎に行い、施設建設工事及び供与される機材類の仕様が定められ、これ等に関連する入札図書が作成される。 入札図書の作成に伴い、関連官庁と協議の上、入札業務のプログラムをつくり、その実施に当たっては、実施機関を支援する。 また入札結果については入札図書に照らして評価し、実施機関と対象企業との契約業務を補助する。

工事段階においては、現地に派遣する技術者によって、各計画サイトのサイト・トランスファーをはじめとしてプロジェクト推進上必要な問題について、各機関の整合をはかり

図5-4 実施体制



品質管理、工程監理を行う。施設の完成期においては、供給される設備機器の受け入れ検査及び装置の点検を行い、操業要員に対するトレーニング・プログラムによる操業と保守に関する指導を実施し、竣工に際しての関連報告書を作成する。

#### 5.4.3 資機材調達計画

施設建設の工事用資材については、従来実施されてきている各国援助、又第一次から第九次までのプロジェクトによる各種プロジェクトの進捗の過程、又その結果に対する評価の実情からみて価格、質、量共に満足出来る現地市場を極力対象とした。即ち、セメント、骨材、管材等、使用予定資材の現地生産品も多く、確立されている現地規格を取り入れる事とし、その場合の設計や資材計画に不都合のないように、十分留意しなければならない。

供給資機材については、セネガル側業務従事者が日常習熟しており、現地における保守体制の整っている良質な品物を対象に特に早期に入手容易な市場事情を考慮する。

以上の諸点は、従来のプロジェクトの実績より見て正しく評価出来るので、本プロジェクトにおいても踏襲される。

#### 5.4.4 分担範囲

本計画に係わる日本側の分担は下記の通りである。

- (1) 4州に散在する19サイトに対して、それらサイトに既存するセネガル側施工の深井戸を整備し、これを水源とした給水施設を建設する。
- (2) これら水道施設の維持管理に必要な機材を供与し、維持管理に必要なセネガル側要員候補に対するトレーニング・プログラムを提供する。
- (3) 本計画実施に関するコンサルタント業務を行う。

セネガル側の分担は、本プロジェクトの実施機関が、総括業務を行うと共に、他省庁と関連する事項に関しては、それ等と整合を図り業務を推進する。具体的には下記の如く分担する。

- (1) 建設用地を確保する。
- (2) アクセスの整備を行う。
- (3) 支払に関する銀行取り決め業務を行い、それに伴う手数料の負担をする。
- (4) 輸入資機材の免税手続きを行う。
- (5) 通関を促進する。
- (6) データの提供を行う。
- (7) カウンター・パート要員の配置を行う。
- (8) 施設完成後、これら施設が有効な機能を果たす為に必要な操業要員の選抜、教育や、集落毎の水管理委員会の組織化等をはじめ行政側の人事、予算等を含む維持管理体制を整える。

#### 5.4.5 実施工程計画

本事業の対象19サイトの給水施設建設に当たり、サイトの規模、特性、位置等の勘察と共に全工事量が無償資金協力の制度に基づく工期等を考慮すると3期に分けて実施する計画が適切であり、その期別サイトを表5-5に示す。各期毎の行程表は表5-6の通りである。雨期の最盛期に激しい流水のため、建設資材の搬入が困難であるが、その時期を除き、建設工期に係わるアクセス上の問題はない。

表5-5 期別毎サイト一覧

期別	第 1 期	第 2 期	第 3 期
サイト名	1. サレ・ラムー 2. グルム・ンベチョ 3. カッジ・メリナ 4. カンプナール 5. ヴァンドウ・ルンベル 6. ガワン・ジッダ 7. ダルー・サラム・ニョロ	1. ルゲ 2. ダン・チャリ 3. アマディ・ウナレ 4. アウレ 5. ドウンデ	1. ンベゲ 2. クール・マンドウンベ 3. ダルー・サラム I 4. ジャム・ジャム 5. ダルー・ンジャヴェン 6. ファス・ンディンペラン 7. グディリ

表 5 - 6 事業実施工程表

月次 項目	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
第 1 期 (計 12 ヶ月)	実施設計・施工監理	(E/N・コンサル契約)	(詳細設計調査)		(入札図書作成)	(入札監理)									
	調達・建設工事		(工事機材及び維持管理機材調達)		(施工監理)										
第 2 期 (計 13.5 ヶ月)	実施設計・施工監理	(E/N・コンサル契約)	(詳細設計調査)		(入札図書作成)	(入札監理)									
	調達・建設工事		(工事機材及び維持管理機材調達)		(施工監理)										
第 3 期 (計 12 ヶ月)	実施設計・施工監理	(E/N・コンサル契約)	(詳細設計調査)		(入札図書作成)	(入札監理)									
	調達・建設工事		(工事機材及び維持管理機材調達)		(施工監理)										

 現地
  国内

#### 5.4.6 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 18.65 億円となり、先に述べた日本国とセネガル共和国との分担に基づく双方の経費内訳は、以下の様に見積もられる。

##### (1) 日本国側負担経費

事業費区分	第 1 期	第 2 期	第 3 期	合計
1) 建設費	4.81億円	5.34億円	4.74億円	14.89億円
a. 直接工事費	(3.69)	(4.27)	(3.69)	(11.65)
b. 現場経費	(0.57)	(0.49)	(0.49)	(1.55)
c. 共通仮設費等	(0.55)	(0.58)	(0.56)	(1.69)
2) 機材費	0.65億円	0.72億円	0.68億円	2.05億円
3) 設計・監理費	0.60億円	0.57億円	0.54億円	1.71億円
合計	6.06億円	6.63億円	5.96億円	18.65億円

##### (2) セネガル共和国側負担経費

###### 1) 維持管理費の政府負担分 (保守・修理、巡回、スペアパーツ他)

9,130,000FCFA/年 (3,561,000円/年)

###### 2) 維持管理費の地元住民負担分 (計画対象19サイトの水管理委員会負担分)

	FCFA / 年	円 / 年
施設運転管理者給与	13,680,000	5,335,000
燃料、油等購入費	35,693,000	13,920,000
簡易修理費	1,824,000	711,000
故障通報用費	3,876,000	1,512,000
合計	55,073,000	21,478,000

3) 合計 64,203,000FCFA / 年 (25,039,000円 / 年)

##### (3) 積算条件

1) 積算時点 平成5年10月

2)為替交換レート

1 US\$	=	108.63円
1 仏フラン	=	19.50円
1 FCFA	=	0.39円

3)施 工 期 間

本事業実施に要する詳細設計、工事及び機材調達の期間は、  
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 効果

本事業実施による効果は、現在劣悪な水利用環境にある地方住民に対し、乾期にも安定し、水質的にも安全な水供給を行うことが可能となり、地方住民の生活水準及び保健衛生面での向上に直接貢献することが出来る。また、本計画が重要、且つ緊急を要する事業であることは、セネガル国政府の第8次経済社会開発計画(1989-1995)の政策の中に位置づけられ、我が国への要請における高い優先順位からも判断される通りで、完成された地方給水施設は、地方共同体による自主的運営を通じて、地域社会の発展と経済生活の向上にも貢献することが期待される。

本事業の具体的効果をまとめると下表の様になる。

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
<ul style="list-style-type: none"> <li>地方住民の多くが水源として依存する浅井戸は、表層からの汚染を受けやすく、その利用が水系伝染病多発の一因となっている。また浅井戸は涸れるものが多い他、人力による揚水の限界から、地方住民の平均的水消費量は一人一日約10ℓと不十分なものとなっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本計画対象地域である4州19サイトにおいて深井戸を利用した給水施設を建設して給水率の向上を計ると共に、衛生的な飲料水の安定的な供給を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設完成により、地方住民の消費量は従来の一人一日平均10ℓから35ℓに増大する。</li> <li>乾期にも安定した水源である深井戸から衛生的な飲料水が供給され、地方住民のベイスック・ヒューマン・ニーズを直接的に満足すると共に、健康増進と生活環境の改善が図られる。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>日常の水汲み作業は女性の仕事で、早朝より日没まで長時間の過酷な労働となっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>集落の近くに動力化された深井戸給水施設を建設し、水汲み労働の軽減と運搬距離の短縮を計る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水汲み運搬作業が軽減され、女性の育児や農業生産への参加や、子供の勉学・余暇等の機会が増大する。</li> </ul>

## 6.2 結論

セネガル共和国は、地方住民の生活環境の向上を目的として地方水道整備計画を、かねてより国家開発計画における重点的なものとし、又、他の経済開発上の重要政策を補完するものと位置づけて、限られた財政のなかでも強力にこれを促進して来ている。しかしながら計画の進捗は遅れがちな状況に有り、緊急な対応が望まれている。

このような状況で、本計画によりつくられる給水施設(4州19ヶ所)による直接裨益人口は約45,760人であり、これに係わる家畜頭数は約118,680頭が見込まれている。このため、本計画が我が国無償資金協力として実施されることは有意義であり、かつ妥当であると判断される。しかしながら、これまでの第1次から第8次までの既存協力案件の状況を調査した結果、本プロジェクトの技術面については既に十分確立されており、問題はないことは判明したが、主として料金徴収面では以下の改善の余地があることが明らかになった。

## 6.3 提言

本事業が所期の目的を着実に達成する為には、セネガル国政府側は強力な維持管理、運営指導をはじめとして、更に以下の点に留意する必要がある。

- (1) 施設が新規に建設されるサイトにおける水管理委員会をプロジェクト開始迄に創設させること。
- (2) 各対象集落における既存水管理委員会の収支状況等の改善を指導すること。特に上記に示される水管理委員会の課題達成を促す為の盗水対策、料金徴収率の改善を含めた関連法規制の整備を行うこと。
- (3) 水管理委員会活動の独立採算性を今後確保していくために、短期的には、燃料費及び保守修理経費等の負担金の徴収率の改善に努め、長期的には、主要機器の更新や給水地域の拡大等の将来的な支出に備えた減価償却を可能とすべく、料金体系を再検討すること。
- (4) 本計画には、最低限必要なスペアパーツが含まれてはいるが、水管理委員会の経費に対する地方工務水利局の負担金の支出は、現状の住民の負担状況では、今後かなりの増加が見込まれるので、十分な予算の確保が必要である。

- (5) 水管理委員会の活動に、直接的な水汲み作業の担い手である女性が男性と同様に積極的な参加をすることが望まれる。
  
- (6) セネガルにおける地方水道事業の運営についてその自立発展性を確保するために、料金体系、徴収方法などの経営管理を目的とするカウンター・パート研修が望まれる。

