

4-2-5 要請施設、機材の内容

(1) 取水河川の選定

ケニア側で作成したF/S調査では、取水水源の候補として現在取水しているカプティエ川の他、キモンディ川及びモコング川の3河川があげられている。3河川の特長を表4-4に示す。

表4-4 取水候補河川の概況

		カプティエ川 (要請案)	キモンディ川 (事前調査第一候補)	モコング川 (水資源開発マスタ ープラン候補)
流 量		・渇水期に不足の可能性あり ・水文資料なし	・渇水期にも流量豊富 ・水文資料あり	・渇水期にはやや減少 ・水文資料あり
水 質 (事前調査時 濁度測定値)		良い (7度)	良い (9度)	高い (250度)
立 地 条 件	ア ク セ ス	悪い	良い	やや良い
	給水区域からの距離	近い 約1 km	遠い 約7 km	かなり遠い 約9 km
	浄水場所要敷地面積 (1.2 ha)	不足	有	有

上記の3候補河川のうちモコング川は、計画給水区域から最も遠く、また、濁度が高いなど建設費及び運転費が高くなることから候補河川から除外し、カプティエ川及びキモンディ川の2河川について更に詳細な調査を行った。調査結果は以下の通り。

本計画に関連して河川流量に関して記述されているレポートとして次の2つがある。

- ・ Preliminary Design Report on kipsigak, Kaplamai, Meswo Water Supply Project, MOWD, 1985年
- ・ Feasibility Study for Rehabilitation and Extension of Kapsabet Water Supply Project, NWCP, 1990年

表4-5に見られる如く、カプティエ川の95%確率渇水流量については両レポートでは明らかに異なる。F/SではWHOレポートNo.6によるデータとしてその値のみを示しているのに対して、P/Dでは1965年以來のデータを基に作成された確率渇水流量表(frequency distributions of low-flow values)により求められたものである。よって、P/Dに示されている値を採用すれば、カプティエ川の95%確率渇水流量は本計画給水量を下回り、取水量を確

表4-5 カブティエ川及びキモンディ川に関する河川流量データ

項 目	Preliminary Design (P/D)		Feasibility Study (F/S)	
	カブティエ川	キモンディ川	カブティエ川	キモンディ川
河川流域面積	105km ²	835km ²	105km ²	835km ²
流域標高	2,300~1,900m	2,600~1,880m	2,300~1,900m	2,600~1,880m
河川水位測定地	なし	No. 8935168	なし	1FCI
95%確率渇水流量	0.035m ³ /s =3,020m ³ /日	0.49m ³ /s =42,300m ³ /日	0.1365m ³ /s =11,800m ³ /日	— —

保する安定した水源として不適當であると判断される。P/Dに掲載されている両河川の確率渇水流量を付属資料—5に示す。

なお、河川流域の現場踏査の結果、カブティエ川がキモンディ川に合流する地点におけるカブティエ川の流量は現在の取水地点での流量の約10%程度であることが確認された。このことは、現在の取水地点から合流地点までの距離は約8km、標高差は約20mあり、この間に河川水は伏流水又は地表水として周辺の森林地帯を涵養していることを示している。カブティエ川を取水水源とする場合は、河川流域が小さいためにこれらの水辺環境に及ぼす影響が大きいと思われるので、流量的に豊富であるキモンディ川とすることが適當である。

(2) 浄水施設

3-4-2で詳述した如く、既存の浄水施設は老朽化が激しく、処理規模も小さいので改善効果はあまり期待出来ない。また、小さい浄水場が2ヶ所に分散すると運転員が増え、生産効率は低下するので、本計画では既存浄水施設の改修は対象外とし、給水量の全量を新設する浄水場で賄うものとする。

要請された新設浄水施設は、既存施設と同様、薬品凝集沈殿—急速ろ過方式で計画されている。取水河川は現在のカブティエ川からキモンディ川に変わるが、両河川の水質には大きな相異はなく、その組成及び季節的な濁度の変化を考慮すればこの処理方式は妥当なものと考えられる。

緩速ろ過池の場合、砂層のごく表層のみで、懸濁物の抑止が行われるので、濁度の高い水や、プランクトンの異常に多い水は、表層の損失水頭を短時間に高め、ろ過持続時間を短縮させるので適さない(日本の施設設計指針では緩速ろ過池の流入水濁度は、年最高でも10度を越えてはならないとされている)。

なお、詳細検討のため以下の事項につき調査した。

- ① 河川水質(濁度)の経時変化
- ② 飲料水基準に係る全項目水質分析
- ③ 既存浄水施設の運転状況及び処理効果
- ④ ビーカーテストによる処理試験(所要薬品量と処理結果)

1) 河川水質（濁度）の経時変化

表4-6に1992年9月より11月まで継続的に計測された両河川の濁度と水位を示す。なお、この計測はJICA事前調査団がケニア側に供与した濁度計及び流速計を使用して測定されたものであるが、計測器の故障により計測は中断されている。

表4-6 カブティエ川及びキモンディ川の濁度・水位測定結果（1992年）

測定日	カブティエ川		キモンディ川	
	濁度(度)	水位(m)	濁度(度)	水位(m)
9月12日	85	1.10	87	1.76
13日	82	1.07	87	1.92
14日	86	0.99	88	1.82
15日	86	0.77	87	1.75
16日	86	0.62	87	1.65
17日	85	0.57	86	1.52
18日	87	0.52	85	1.44
19日	86	0.52	90	1.42
10月1日	15	0.66	15	1.39
2日	30	—	10	1.36
3日	32	—	32	1.50
4日	15	—	20	1.50
5日	17	0.74	16	1.50
6日	17	0.66	15	1.49
7日	15	0.54	11	1.46
8日	10	0.61	8	1.42
9日	17	0.52	10	1.36
10日	15	0.49	10	1.31
11日	16	0.51	14	1.40
12日	38	0.62	7	1.40
13日	13	—	11	1.40
14日	23	0.74	20	1.36
15日	13	0.56	17	1.38
16日	8	0.62	10	1.33
17日	—	—	—	—
11月4日	15	0.29	7	1.26
7日	13	—	7	1.25
8日	20	0.30	13	1.26
9日	17	0.27	8	1.24
10日	16	0.28	7	1.22
11日	15	0.29	10	1.26
12日	15	0.29	8	1.24
13日	17	0.27	7	1.22
14日	14	0.28	7	1.20
16日	15	0.27	8	1.19
17日	15	0.27	7	1.18
18日	14	0.25	8	1.16
19日	16	0.24	8	1.15
21日	19	0.17	7	1.10
22日	17	0.17	9	1.13
23日	17	0.15	8	1.12

同測定結果から次のことが窺える。

- ① 雨期の9月には両河川とも濁度は80～90度まで上昇するが、平時は10～20度程度である。
- ② 雨期の平均濁度は、両河川ともほぼ同じ値である。
- ③ 平時の平均濁度は、カプティエ川が16度、キモンディ川が11度でキモンディ川が低い。
- ④ 河川水位はキモンディ川がカプティエ川より常時高い。
- ⑤ カプティエ川は、雨期・平時の水位変動がキモンディ川に比べて大きい。

以上の調査結果を総合的に判断すれば、現在の取水河川であるカプティエ川よりキモンディ川の方が水量・水質とも水源としては安定しているといえる。

2) 全項目水質分析結果

ナイロビの標準局 (KBOS) で分析した飲料水質基準に係る全項目分析結果を付属資料-6に示す。このうち主要項目について水質を比較したものが表4-7である。

表4-7 カプティエ川及びキモンディ川の水質比較

河川名	カプティエ川			キモンディ川		WHO 基準値
	'93.6.13 KBOS	'93.6.26 KBOS	'93.7.6 日本	'93.6.13 KBOS	'93.6.26 KBOS	
pH	6.50	6.80	6.9	6.60	6.75	6.5 ~ 8.5
SS		6.3			29.5	
総硬度	24.0	28.0	16	28.0	54.0	
総アルカリ度	69.0		25.0	69.0		
シアレン		0.155			0.153	0.1
銅		N.D.			N.D.	0.001
鉄	0.88	1.72	4.68	1.26	2.30	1.0
マンガン	N.D.	0.01	0.42	N.D.	0.01	0.3
色度			100			0.1
COD		30.7			113.31	15
濁度			21			
電気伝導度	62.0		57	51.0		5

同分析結果によれば、濁度・色度を除きWHO 飲料水基準に適合しない項目として鉄分があり、カプティエ川及びキモンディ川ではそれぞれ 1.72ppm及び 2.30ppmである。地表水中の鉄は有機物と結合したコロイド状の鉄として存在し色度の要因となるが、いわゆるカラー・ブロックを作らせるため低pHで凝集させた後、沈殿-ろ過方式で除去可能であるが、あまり有機物が多く凝集性が悪い場合は塩素の添加を必要とする場合があるので、より詳細な分析と処理試験テストが必要である。

3) 既存浄水施設の運転状況と処理効果

前述したように、現在の浄水施設は各施設の老朽化が著しく、処理方式も旧式であるうえに、水不足を少しでも緩和するために施設能力以上の負荷で運転されているため水質面

からみた処理効果は良好とは言い難い。

浄水場運転記録によれば、原水濁度の変化に対して薬品注入量をきめ細かく変えるような管理はされておらず、ほとんど毎日同様の条件で運転されている。

浄水場の運転状況を表4-8に示す。

表4-8 カプサベツ市浄水場運転状況(1993年)

月日	原水水質			薬品注入量			処理水質				処理水量 (m ³ /日)	備 考
	pH	濁度 (度)	色度 (度)	珪土 (ppm)	ソ-灰 (ppm)	塩素 (ppm)	pH	濁度 (度)	残塩 (ppm)	色度 (度)		
7月1日	6.7	17	—	44	16	1.0	7.0	16	0.6	—	1,050	運転記録による 運転記録による 調査団による分析 調査団による分析
3日	6.8	16	—	45	10	1.0	6.9	7	0.4	—	1,050	
	6.9	17	25				7.3	5	1.5	8	1,050	
5日	6.8	16	—	45	10	1.0	6.9	15	0.5	—	1,000	
							(ソ-灰注入前) 6.2	14	—	13	7%濁度 7ppm	
							(ソ-灰注入後) 7.3	16	—	15	7%濁度 38ppm	

4) ビーカーテストによる処理効果確認

薬品による凝集効果と処理傾向を調べるためにビーカーテストを行った(表4-9)。原水濁度が低く色度が高いために、硫酸珪土の注入量 30ppm及び 40ppmではフロックの大きさはやや相異があるものの、フロックの沈降速度はともに小さくその差はほとんど認められなかった。

表4-9 ビーカーテスト結果(1993年)

月日	サンプル	水温 (°C)	原水水質				薬品注入量		フロックの 形成状況	処理水質	
			pH	濁度 (度)	色度 (度)	珪土 (ppm)	ソ-灰 (ppm)	pH		珪土 (ppm)	
6月28日	キモンデ川	25	6.8	17	30	36	20	10	微細、軽い	—	—
							30	10	微小、軽い	6.1	—
							40	10	小、軽い	5.7	21
							40	20	小、軽い	7.1	34

5) 年間薬品使用量

1989/90年から1992/93年まで過去4ヶ年の年間薬品使用量を表4-10に示す。なお、注入率は年間生産水量に浄水場内での使用水量として3%を見込んだ処理水量を基に算出した。

現在の浄水施設の運転状況及びビーカーテストの結果から判断すると、年間の薬品使用量は妥当なものと考えられる。年間薬品使用量詳細を付属資料-7に示す。

表4-10 カブサベット市浄水場年間薬品使用量

年 度	硫酸バン土		ソーダ灰		塩素(さらし粉)	
	使用量 (kg)	注入率 (ppm)	使用量 (kg)	注入率 (ppm)	使用量 (kg)	注入率 (ppm)
1989/90	19,553	49	5,692	14	988	2.5
1990/91	19,289	47	6,266	15	979	2.4
1991/92	16,143	45	4,568	13	897	2.5
1992/93	15,348	42	3,617	10	907	2.5
平 均	—	46	—	13	—	2.5

なお、わが国の円借款により1992年に完成したナクル広域給水事業ツラシャ浄水場(処理能力18,000m³/日)の運転状況を参考までに以下に示す。

表4-11 ナクル広域給水事業ツラシャ浄水場運転状況

	原水低濁度時	原水高濁度時
運 転 日	1993年1月1日	1993年6月16日
処 理 水 量	10,917 m ³ /日	3,223 m ³ /日
原 水 水 質		
pH	7.2	7.0
濁度	28 度	100 度
薬品注入率		
バン土	40 ppm	80 ppm
ソーダ灰	20 ppm	30 ppm
塩素	2 ppm	2 ppm
処 理 水 水 質		
pH	6.8	6.8
濁度	3 度	10 度

出典：浄水場運転記録

(3) 配水池・高架タンク

配水池の目的は、配水量の時間変動を調整する機能を持つとともに、異常時にはその貯水量を利用して需要者への影響を軽減する役割を持つ。

配水池は適当な用地がある水道事業所敷地内に建設するものとするが、計画給水区域全域を賄うには高架タンクの高さを相当高くしなければならないため、別に計画給水区域内で最も高いバイブル・スクールに別に配水池を設けるものとする。ただし、バイブル・スクールで利用可能な用地は限られているため、水道事業所の配水池の負担を大きくし、バイブル・スクールの配水池の負担を小さくするように配慮する。各配水池の受け持つ計画給水区域は、高低差が大きいのでそれぞれ高地と低地に分け、高地は高架タンクより、低地は地上式配水池より給水を行う。浄水場から送水される水は一旦地上式配水池で受け、そのうちの一部を高架タンクに揚水するものとする。

配水池の容量についてはケニアの水道施設基準は、時間変動調整用に12時間、非常用に18時間を要求しているが、調整用に造れば同時に非常用としての役割も果たすので、我が国が1988年に無償資金協力で建設したタベタルミの例も踏まえて、12時間が適当と考えられる。

(4) 配水管

配水管は配水本管のみとし、高地給水区域については水道事業所とバイブル・スクールの高架タンクを結び、さらに市の中心部である商業地区についてはループ状に回すものとする。また、低地給水区域については、水道事業所とバイブル・スクールの地上式配水池より各低地地区入口まで配管を行うのが適当と考えられる。これらの配水本管には区域分け用のバルブと緊急遮断用のバルブを設置し、数カ所で既設配水管と接続させるものとする。

4-2-6 技術協力の必要性

本計画では、既存の浄水施設は老朽化が激しく処理能力も小さいため、改善効果を余り期待できないという理由で改善計画の対象から除外したが、現地調査においては、既存浄水施設の管理状況及び運転員の技術力等についても調査した。調査結果は概要は以下の通り。

(1) 運転記録が行われている事項

浄水場の運転記録によれば、下記項目についてデータが記録されているが、水質の計測器具は残留塩素測定器しかなく、しかも水道事業所に居る所長が保管しているので日常の測定は実施されているとは考え難く、各種データは運転員の永年の経験と目視により記録されているものと考えられる。

- ① 原水水質 (pH、濁度)
- ② 薬品注入量 (バン土、ソーダ灰、塩素)
- ③ 処理水質 (pH、濁度、残留塩素)
- ④ 処理水量 (マスターメーターにより計測)
- ⑤ 送水ポンプ運転時間
- ⑥ 送水ポンプの運転状況
- ⑦ ろ過池逆洗を行った日付

(2) 薬品注入量の設定と注入量の計測

薬品の計量はバケツに入れた容量で計測し、薬品1袋を何日で消耗するかによって1日の注入量とするなど現場的な大まかな手法で管理され、注入率の変更はほとんど行われていないので、原水濁度の変動に対して適正な注入が行われているとは言い難い。平時の硫酸バン土の注入率が比較的高め (平均45ppm) なので、原水濁度が多少上昇しても処理状況にほとんど変化が認められない。

現実的には、薬品注入設備は最も原始的なゴム製チューブのピンチバルブによるものであ

るため、微調節ができない。

本計画の完成時には、施工業者による施設運転、設備取扱い等の現場指導は十分に行われることが期待されるが、季節変化による原水水質の変動に対する薬品注入管理、フロック形成の良否の判定、沈殿汚泥の排出・処分及びろ過池の洗浄頻度など本格的な浄水施設の運転管理の修得までを期待することは無理である。又、西部地域事務所にも浄水場の運転管理について指導できる技術者が配属されていない。ケニア側からは技術協力の予定、要請はないが、施設の運転管理が引き続き十分に実施されるためには、本プロジェクトの完成引渡し時点からコンサルタントによる短期運転管理指導など技術援助が必要であると考えられる。運転管理に係わる技術援助には、次の事項に関する指導・研修が含まれる。

- ① 基礎的な水処理理論について
- ② 浄水場運転管理に必要な水質分析法について
- ③ 適正な薬品注入率の設定方法について
- ④ 浄水施設（現場）でのフロック形成・沈降状況の良否の判定について
- ⑤ ろ過池逆洗浄の周期と浄水方法について
- ⑥ 通常運転時の沈殿地からの排泥周期について
- ⑦ 沈殿地内の堆積汚泥の排出・清掃周期と清掃方法について
- ⑧ スラッジ乾燥床による排出汚泥の濃縮・乾燥処理法について
- ⑨ その他運転・維持管理の実務について
- ⑩ 運転・維持管理の記録簿について

技術協力の期間は、建設工事が一段落し試運転調整が完了してから3ヶ月とすることが望ましい。

また、本計画が実施される場合は、日本側の施工工事と並行してケニア側では配水管の拡張及び既存給配水管の漏水防止対策を推進する必要がある。

4-2-7 協力実施の基本方針

要請内容を検討した結果は、以上に述べた通りであるが、概要次のようにまとめられる。

計画の目的 …… 本計画はカプサベット市の水不足を緊急に解消するために、取水、浄水、送水、配水施設を建設するものである。なお、既存の浄水施設は老朽化が著しく、また、施設規模も小さいので改修効果が期待されないため計画対象から除外する。

計画の効果 …… 本計画の実施により、給水能力は現在の実運転水量1,000 m³/日を4,011 m³/日まで増加することができる。これは、計画区域内の現在の推定水道普及率45%を94%まで改善する。

ケニア国政府は、地方開発を早めるために給水状況を改善する必要からその推進のため水道公社を設立した。本計画の実施により地方都市水道システムも新式になることから、ケニア側に大きな技術的インパクトを与えることになり、わが国の技術援助のモデルになることが期待される。

計画実施能力 …… 本計画の実施機関は水道公社である。水道公社は1988年に設立されたが、財務状況が脆弱なため水道料金改訂をはじめ、組織・体制の改善を図るべく現在世銀の協力を得て経営改善策を検討中であり、改善策は1994年9月に提出される予定である。本計画実施後は、給水量の増加に伴い水道料金徴収増が期待できるが、新しい浄水施設を維持管理していくためには上級技術者及び一般職員の増員が必要であり、運転維持管理費も増額となることから、世銀による経営改善策の実行を見極める必要がある。

本計画の実施に先立って、事業の推進・維持管理について水道公社内の体質改善、管理体制の強化等が必要であり、こうした改善が行われるとともに、下水道整備事業の完成及び下水道整備に関連する環境影響評価が行われ、実施体制が整備された場合には、本計画が無償資金協力の主旨、制度に合致し、事業効果も認められること等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断される。

よって、以下においては水道公社の経営改善を前提として、日本の無償資金協力で行われる給水計画の概要を示す。

4-3 計画の概要

4-3-1 実施機関及び運営体制

(1) 実施機関

本計画の実施機関は水道公社である。水道公社は、ナイロビ本社その他、5ヶ所に地域管理事務所を持ち、そのうち西部地域管理事務所は、カプサベツ水道事業所を含む10ヶ所の水道事業所を管轄し、その運営の監督・指導・支援サービスを分掌している。

(2) 運営体制

本計画実施後の運営は、前述したように西部地域管理事務所の監督のもとにカプサベツ水道事業所があたる（図2-2参照）。

(3) 人員配置計画

カプサベツ浄水場の処理能力は現在の4倍になるとともに、既存の旧式の浄水方法と異なり基礎的な水処理の理論について特別研修を受けた運転管理責任者を配置し、その管理の

下に薬品注入・水質管理に関する作業グループを新たに設置するものとする。

また、従来無処理のまま河川に放流されていた沈殿池の汚泥は河川の汚濁防止のため、天日乾燥床により処理・処分する必要がある、運転管理責任者はこれを兼務するものとする。乾燥汚泥の撤去・処理は外部者に委託することになろう。

給水事業の拡大に伴い、業務係及び給配水係の増員も必要となる。これらを考慮した人員配置計画を図4-1に示す。

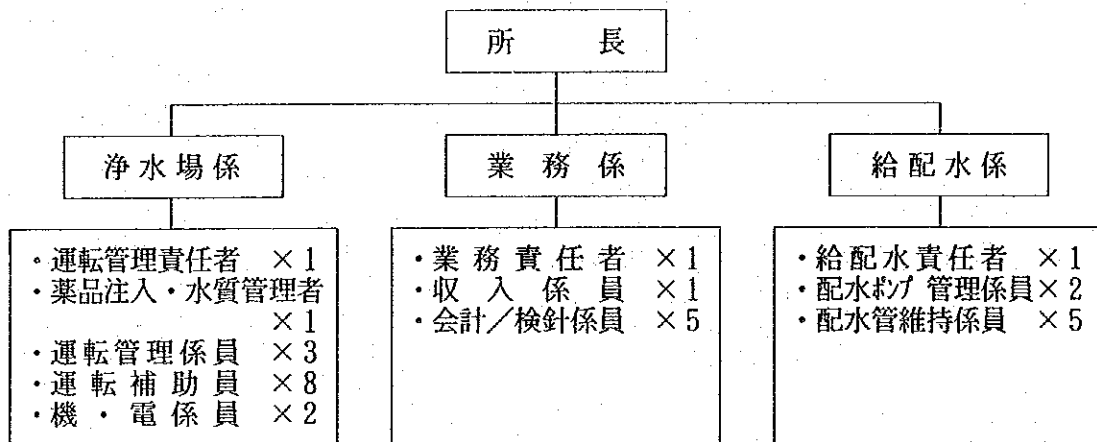


図4-1 カササベツ市水道事業所人員配置計画

4-3-2 事業計画

本計画は極めて劣悪な状況下に置かれているカササベツ市の給水事情を抜本的に改善するもので、施設、設備はすべて新設であり、既存水道施設は配水管を除くと廃棄または放置され、新しい水道システムは末端でこの既存配水管と接続され一体となる。

本計画で建設される施設は以下の通り。

(a) 取水施設（土木、機械・電気設備共）

- ① 取水堰・取水配管
- ② 取水ポンプ場
- ③ 導水管
- ④ 取水ポンプ場～浄水場間管理用道路

(b) 浄水場施設（土木、機械・電気設備共）

- ① 着水井・急速攪拌池・フロック形成池
- ② 沈殿池
- ③ 急速ろ過施設
- ④ 浄水池兼塩素反応槽
- ⑤ 薬品棟及び薬品注入設備

- ⑥ 天日汚泥乾燥床
- ⑦ 場内配管
- ⑧ 管理棟（事務室、電気室、水質分析室、工作室、倉庫）
- ⑨ 場内管理道路
- ⑩ 場内照明設備
- ⑪ 浄水場運転員公舎

(c) 送水施設

- ① 浄水場～国道間管理用道路
- ② キモンディ川水管橋
- ③ 送水管（道路舗装復旧工事を含む）
- ④ 増圧ポンプ場

(d) 配水施設

- ① 配水池
- ② 高架タンク
- ③ 揚水ポンプ場
- ④ 配水本管（道路舗装復旧工事を含む）

4-3-3 計画地の位置及び状況

新設する取水施設、浄水場、増圧ポンプ場、2ヶ所の配水池・高架タンク、送水管、配水本管の位置を図5-2に示す。

(1) 施設建設位置周辺の状況

1) 浄水場

新設する浄水場は、キモンディ川が市の中心部から約7km西で国道と交差する地点から約400m上流の右岸に位置する。この周辺地域は政府管理地で、近隣は、現在は製材所及び紅茶畑として借地されている。工事用アクセス道路は川沿いに森林を伐採し取り付ける必要がある。浄水場予定地の対岸は森林地帯である。

2) 送水管及び増圧ポンプ場

送水管は国道沿いに布設する。増圧ポンプ場は、浄水場と水道事業所の間地点に位置する。予定地は私有地であるが、現在は無耕作地である。敷地は約1.5haあり、資材置場等を含め工事用スペースは十分に確保される。

3) 配水池・高架タンク

配水池・高架タンクで1セットとして水道事業所とバイブル・スクールの2ヶ所に設置する。両予定地とも構内は十分な作業スペースはあり工事には支障はない。私立のバイブ

ル・スクールは、配水池・高架タンクの設置場所について制限は付けるが、基本的には協力する旨を水道事業所長に表明している。

4) 配水本管

布設位置は市の中心地の国道沿い約 2.5kmとその周辺地区である。工事期間中は安全工事のため片側交通による規制は必要となるが、特に交通遮断の必要はないと考える。

(2) インフラの整備状況

1) 電力

計画地域への電力は、KPLC (Kenya Power and Lighting Co., Ltd.) から供給を受ける。受電電圧はKPLCの電気供給規定により、3相3線式 415/240V50Hzで供給されるので、動力は3相 415V、照明は単相 240Vとなる。

停電は月3～4回、1～3時間の規模で発生し主に雨、落雷によるものである。

なお、浄水場建設予定地周辺には現在電力供給源はないので、建設工事にあたっては仮設電源設備（自家発電機）が必要である。

2) ガス

住民の大半は生活燃料としてLPGを使用している。

3) 電話、通信

市内の電話事情は悪く、政府関係の現地事務所、工場、ホテル等に設置されている程度で一般家庭への普及はほとんどなく、水道事業所にも設置されていない。

4-3-4 施設、機材の概要

本計画で計画された施設、機材の概要をそれぞれ表4-12、表4-13に示す。

4-3-5 維持・管理計画

本計画の実施に当たって、ケニア国側負担で実施すべき事項及び施設拡張後の運転維持管理費の増大については以下のように想定される。

(1) 事業実施前及び実施期間中に必要とする事項

- ① 施設建設に必要とする土地収用
- ② 管理用道路建設に必要とする土地収用
- ③ 送配水管布設工事に伴う私有地の補償
- ④ 配水管切替工事に伴う給水停止期間中の給水車による需要者への給水サービス
- ⑤ 配水管切替工事に伴う管内清掃用フラッシング作業

表4-12 主要施設の概要

施設、設備の名称	数量	施設、設備の構造、寸法、仕様等	設計諸元
取水施設			
取水堰	1式	構造：コンクリート製重力式 寸法：H 2.2m x W 30.4m	
取水管	1式	管種：水道用鋼管 仕様：φ300mm x ℓ20m	
沈砂池	2池	構造：コンクリート製 寸法：H 2.0m x W 6.0m x D 1.5m	滞留時間 10分
取水ポンプ棟	1棟	構造：1階建 面積：40m ² 寸法：5.0m x 8.0m	
取水ポンプ	3台	型式：横軸片吸込渦巻ポンプ 仕様：Q 1.53m ³ /min x H 11.0m x P 5.5kw	
導水管	1式	管種：水道用鋼管 仕様：φ300mm x ℓ670m	
管理用道路	1式	仕上：砂利敷 寸法：W 4.0m x ℓ985m	
浄水施設			
着水井	1池	構造：コンクリート製 寸法：W 2.0m x L 2.0m x D 1.5m	滞留時間 1分
急速攪拌池	1池	構造：コンクリート製 寸法：W 2.0m x L 1.5m x D 1.5m	滞留時間 1分
フロック形成池	2池	構造：コンクリート製水平迂流式 寸法：W 4.0m x L 5.1m x D 1.5m	滞留時間 1分 平均G値 40sec ⁻¹
沈殿池	2池	構造：コンクリート製横流式 寸法：W 4.0m x L 23.0m x D 3.0m	滞留時間 3hr 表面負荷率 40sec 池内平均流速 0.4m/s ろ過速度 120m/d
急速ろ過池	4池	構造：コンクリート製重力式 寸法：W 3.0m x L 3.5m	
浄水池	2池	構造：コンクリート製 寸法：W 5.0m x L 12.0m x D 2.0m	滞留時間 1hr
送水ポンプ棟	1棟	構造：1階建 面積：40m ² 寸法：5.0m x 8.0m	
送水ポンプ	3台	型式：横軸片吸込多段渦巻ポンプ 仕様：Q 1.53m ³ /min x H 112.0m x P 55kw	
汚泥乾燥床	5池	構造：コンクリート製 寸法：W 7.0m x L 16.0m x D 1.0m	汚泥負荷 30kg/cm ² 乾燥日数 90d
高架タンク	1池	構造：鋼製 寸法：W 5.0m x L 5.0m x D 3.0m (H 15.0m)	
管理棟	1棟	構造：1階建 寸法：10.0m x 21.0m	
電気設備	1式		
薬品棟	1棟	構造：2階建 寸法：6.0m x 12.0m	
薬品注入設備	1式		
運転員公舎	7棟	構造：1階建 (1棟2戸) 寸法：22.0m x 4.0m	

表4-12 主要施設の概要(続き)

施設、設備の名称	数量	施設、設備の構造、寸法、仕様等	設計諸元
場内配管	1式	管種：水道用鋼管その他 仕様：φ100～300mm	
場内道路	1式	仕上：アスファルト舗装 寸法：W 4.0m x ℓ 519m W 3.0m x ℓ 147m W 2.0m x ℓ 18m	
場内照明設備	1式		
送水施設 管理用道路	1式	仕上：アスファルト舗装 寸法：W 4.0m x ℓ 210m	
水管橋	1式	構造：トラス補剛形式 仕様：φ300mm x ℓ 40m	
送水管No.1	1式	管種：水道用鋼管 仕様：φ300mm x ℓ 2,000m	
調整池	2池	構造：コンクリート製 寸法：W 5.0m x L 9.0m x D 2.0m	滞留時間 1hr
増圧ポンプ棟	1棟	構造：1階建 寸法：6.0m x 10.0m	
増圧ポンプ	3台	型式：横軸片吸込多段渦巻ポンプ 仕様：Q 1.39m ³ /min x H 112.0m x P 55kw	
送水管No.2		管種：水道用鋼管 仕様：φ300mm x ℓ 7,408m	
配水施設 配水池No.1	2池	構造：コンクリート製 寸法：W 12.2m x L 33.2m x D 2.0m	滞留時間 12hr
高架タンク No.1	1池	構造：鋼製 寸法：W 7.0m x L 7.0m x D 3.0m (H 15.0m)	滞留時間 1hr
揚水ポンプ棟No.1	1棟	構造：1階建 寸法：5.0m x 8.0m	
揚水ポンプ No.1	3台	型式：横軸片吸込渦巻ポンプ 仕様：Q 2.21m ³ /min x H 22.0m x P 15kw	
配水池No.2	2池	構造：コンクリート製 寸法：W 8.4m x L 12.8m x D 2.0m	滞留時間 12hr
高架タンク No.2	1池	構造：鋼製 寸法：W 4.0m x L 4.0m x D 2.0m (H 15.0m)	滞留時間 1hr
揚水ポンプ棟No.2	1棟	構造：1階建 寸法：4.0m x 5.0m	
揚水ポンプ No.2	2台	型式：横軸片吸込渦巻ポンプ 仕様：Q 1.15m ³ /min x H 22.0m x P 7.5kw	
高地用配水本管		管種：水道用鋼管 仕様：φ300mm x ℓ 189m φ250mm x ℓ 492m φ200mm x ℓ 802m φ150mm x ℓ 3,049m	
低地用配水本管		管種：水道用鋼管 仕様：φ200mm x ℓ 623m φ150mm x ℓ 1,482m	

注) 一部の施設、設備は電気設備を含む。

表4-13 主要機材の概要

機材の名称	数量	機材の仕様	備考
水道メーター	700 個	型式：直読式接線流羽根車単湿式 口径：φ12mm	
水質試験室機材 残留塩素用	1基	残留塩素測定セット（錠剤付） 方式 比色計 測定範囲 0.1～2.0	ビーカー
pH用	1基	pH測定セット（錠剤付） 方式 比色計 測定範囲 6.8～8.4	
濁度用	1基	濁度計（JIS K0101 準拠） 方式 比色管	
アルカリ度用	1式		
ジャーテスター 上皿天秤	1基 1基		
工作室機材 一般工具	2個 2個 2個 2個 2個 2個 2個 2個	スパナ プライヤー レンチ ドライバー ハンマー パイプレンチ チェイントング ピプカッター	
スペアパーツ類 ポンプ用	1式	インペラー、軸スリーブ、軸受、グランドパ ッキン、Oリング	使用個数の多い口径の もの各1個
モーター用 バルブ用	1式 1式	軸受 仕切弁、空気弁	
薬品注入装置用	1式	水位コントロールユニット、流量コントロー ルユニット	使用口径毎に1個 配水池、高架タンクに 各1個
操作盤用	1式	盤内部品	
流量計 水位計	1式 1式		

- ⑥ KPLCからの電源供給
- ⑦ 既設配水管の漏水改善対策の実施
- ⑧ 配水管の拡張・整備
- ⑨ 給水メーターの取付（メータは日本側より提供）
- ⑩ 輸入資機材に係る輸入税（CDST）
- ⑪ 事業実施体制の確立

上記に係る費用は必要によりケニア側において見積の上、予算措置をしなければならない。
 なお、上記項目のうち工事期間中にケニア側で準備すべき臨時直接経費については表5-8
 に示す。

(2) 事業実施後の維持管理費

1) 人件費

浄水場建設後の運転管理には、水量・水質管理を適確に行い、維持管理を適切に行うた
 めに、少なくとも10名の増員と乾燥汚泥の搬出・処分のための外部委託を必要とする。そ
 の他、給水事業拡大に伴う業務係、給配水係の増員に伴う人件費について予算措置を行わ
 なければならない。

2) 運転費

表4-14に浄水場及び配水ポンプの運転に必要とする動力費及び薬品費を示す。この
 試算に基づき適正な薬品注入が保証されるよう予算措置を行う必要がある。

3) 維持管理費

維持管理費に関しては、適正な維持管理が実施できるよう次の事項に留意して予算計上
 すべきである。

- ・機械・電気設備の定期点検・補修費：当初の5年間は毎年機器価格の0.5%、6年
 目以降は毎年機器価格の1%を計上。
- ・乾燥汚泥の搬出・処分費：5回/年程度、約15m³/回
- ・その他定期点検費用を計上。

以上の基準に基づき試算したケニア側で準備すべき予算措置については、表5-9に示
 す。

4-4 技術協力

本計画の実施後問題となるのは、①施設の運転維持管理が期待したように行われるかというこ
 事、②ケニア側の負担工事とくに既設配水管の漏水防止対策と拡張工事が予定通り実施される
 かということである。

現在、世銀は水道公社の組織改革とともにトレーニング・プログラムの策定に取り組んでおり、

その中には当然施設の運転維持管理に関するものも含まれると思われるが、その時期等については現時点では不明なので、当面は4-2-6で述べたように、コンサルタントによる実際施設を用いたトレーニングが時宜を得ていると判断される。

表 4 - 1 4 運転費 (動力・薬品費)

施設名	計画実施前	計画実施後
1. 電力消費量		
(1) 取水施設/浄水場	430, 174 KShs./yr	1, 540, 659 KShs./yr
(2) 増圧ポンプ		882, 774 KShs./yr
(3) 配水池 (水道事業所)		249, 738 KShs./yr
(4) 配水池 (ハイアル・スクール)		68, 618 KShs./yr
	Total	Total
	430, 174 KShs./yr	2, 741, 789 KShs./yr
2. 薬品消費量		
(1) バン土	Quantity × Feeding Rate = Consumption (m ³ /day) (ppm) (kg/day) 1, 000 45 45	Quantity × Feeding Rate = Consumption (m ³ /day) (ppm) (kg/day) 4, 400 45 198
(2) ソーダ灰	45 kg/day x 365 day/yr x 10.8 KShs./kg = 177, 400 KShs./yr 1, 000 12 12	198 kg/day x 365 day/yr x 10.8 KShs./kg = 780, 500 KShs./yr 4, 400 12 52.8
(3) さらし粉	12 kg/day x 365 day/yr x 2.9 KShs./kg = 12, 700 KShs./yr 1, 000 2.5 2.5	52.8 kg/day x 365 day/yr x 2.9 KShs./kg = 55, 900 KShs./yr 4, 400 2.5 11
	2.5 kg/day x 365 day/yr x 35 KShs./kg = 31, 900 KShs./yr	11 kg/day x 365 day/yr x 35 KShs./kg = 140, 500 KShs./yr
	Total	Total
	222, 000 KShs./yr	976, 900 KShs./yr

第5章 基本設計

第 5 章 基本設計

5-1 設計方針

基本設計は以下の方針に基づき行うものとする。

- ① 処理水水質は、ケニア国飲料水基準に適合するものとする。
- ② 浄水方式、設備機器の運転方式は、運転管理及び故障時の修理の容易さを考慮して定める。
- ③ 浄水場施設は停電時を除き、24時間連続運転可能な施設とする。
- ④ 計画配水量は、下水道計画区域内については下水処理場の処理能力に見合うものとする。
- ⑤ 規格はJIS（日本工業規格）、JEM（日本電機工業界標準資料）、JEC（電機規格調査会基準規格）、または、これと同等以上の規格とする。

5-2 設計条件の検討

5-2-1 計画目標年次

全体計画の計画目標年次は2012年とする。

1期計画の計画目標年次は2002年とする（「5-2-4 計画給水量」参照）。

5-2-2 計画給水区域（図3-1）

全体計画の計画給水区域はタウンとその周辺地区（ゾーン1～10、29～36）とする。

1期計画の計画給水区域は全体計画給水区域よりゾーン31、32、33、35、36の一部を除いた区域とする。

5-2-3 計画人口

水道公社のF/Sに記されている各ゾーン別の人口を1989年センサスの地域別の人口と比較すると表5-1ようになる。

カモボは区域は広いが、人口の大半は国道およびタウンに隣接して居住しており、F/S人口は概ね妥当と判断される。したがって、F/S人口をそのまま計画人口として採用する。

表5-1 計画人口の比較

地域名	ゾーン	F/S (1990)	1989年センサス
タウン	11~28	10,114	10,000
カモボ	1,5,29~36	7,800	6,500
キミンダ	2,4,6,9	1,939	7,100
キプツネ	10	300	2,700
計		20,153	

表5-2 計画給水人口

	1997年	2002年	2012年
計画給水区域内人口 (人)	26,521	32,266	47,762
計画給水人口 (人)	22,378	30,249	47,762
給水普及率 (%)	84	94	100

5-2-4 計画給水量

ケニアの設計基準に基づいてF/Sの計画給水量の見直しを行った。主たる変更内容は以下の通り。

- ① ゾーン31, 32, 33, 35, 36については当初から100%見込むのではなく、段階的に整備されて2012年に100%になるものとする。

1992年	50%
1997年	50%
2002年	80%
2012年	100%

- ② 周辺地区については当初から各戸水栓100%見込むのではなく、設計基準にもあるように共用水栓による給水の存在を想定し、整備に伴って各戸水栓：共用水栓の比率は改善されて2012年には80：20になるものとする。

1992年	50%：50%
1997年	50%：50%
2002年	60%：40%
2012年	80%：20%

- ③ 設計基準に基づいて計画1人1日計画給水量を下記のように定める。ただし、設計基準（カッコ内数字）は20%の漏水率を見込んでいるが、漏水率は別途考慮するので漏水分は除外する。

戸別水栓 (高級)	200ℓ (250ℓ)
(中級)	120ℓ (150ℓ)
(低級)	60ℓ (75ℓ)
共用水栓	16ℓ (20ℓ)
全寮制学校生徒	40ℓ (50ℓ)
教師	60ℓ (75ℓ)
職員	60ℓ (75ℓ)

全日制学校生徒	20ℓ (25ℓ)	
教師	20ℓ (25ℓ)	
ベットなし病院	20ℓ (25ℓ)	
ベット付き病院	160ℓ (200ℓ)	ただし、ベット当たり
刑務所	40ℓ (50ℓ)	

したがって、周辺地区の低級住宅については、各戸水栓と共用水栓の計画1人1日計画給水量60ℓと16ℓ、及び各戸水栓：共用水栓の比率より次のようになる。

1992年	38.0ℓ/日 (= 60x0.50 + 16x0.50)
1997年	38.0ℓ/日 (= 60x0.50 + 16x0.50)
2002年	42.4ℓ/日 (= 60x0.60 + 16x0.40)
2012年	51.2ℓ/日 (= 60x0.80 + 16x0.20)

- ④ 漏水率はF/Sで10%を各目標年次に適用しているが、前述したように実態にそぐわないので、下記のように当初35%、2012年20%とする。

1992年	35%
1997年	35%
2002年	25%
2012年	20%

- ⑤ 人口については年間4%の伸びを見込む。

- ⑥ 全日制学校、病院、刑務所、商業、工業については1992～2002年は年間4%、2002～2012年は年間2%の伸びを見込む。

したがって、各計画目標年次の計画給水量は表5-3のようにまとめられる。

表5-3 計画給水量の予測

年	1990	1997	2002	2012
Population	20,153	26,521	32,266	47,762
High Class	1,026	1,350	1,643	2,432
Middle Class	1,787	2,352	2,861	5,420
Low Class	15,360	20,214	24,592	35,217
Students etc.	1,980	2,605	3,170	4,693

Water Demand (cu.m/d)				
Residential	1,022	1,344	1,801	2,966
Institutional	210	277	336	446
Commercial	22	102	124	151
Industrial	242	319	387	473
Fire	266	317	360	440
Sub-total	1,762	2,359	3,008	4,476
Unaccounted-for Water	949 (35%)	1,270 (35%)	1,003 (25%)	1,199 (20%)
Total	2,711	3,629	4,011	5,595
参考 (F/Sの計画給水量)	3,277		5,235	7,238

1期計画の計画目標年次では、計画給水量は下水処理場の処理能力の範囲内で定めるということで合意している。したがって、年次別の計画給水量を算定し、下水道計画区域内については下

水処理場の処理能力に基づいて定められる許容給水量の最も近い計画給水量を持つ年次が1期計画の計画目標年次となる。

3-5-2で述べたように下水処理場の処理能力は2期計画完了時において1,820m³/日である。下水道計画では水道水から下水への変換率を排出源によって、次のように定めている。

家庭下水 (高級)	0.75
(中級)	0.80
(低級)	0.80
工場排水	0.80
商業排水	0.85
公共排水 (学校等)	0.80

したがって、平均的には0.80と考えてよい。これより、下水道計画区域内における許容給水量は、

$$1,820 / 0.80 = 2,275 \text{ m}^3/\text{日}$$

となる。

一方、下水道計画区域内における年次別計画給水量は表5-4に示す通りで、2002年の値が許容給水量の範囲内にあつて、かつ、これに最も近い。したがって、1期計画の計画目標年次は2002年となる。

表5-4 下水道計画区域内における年次別計画給水量

ゾーン	下水道計画 区域に含ま れる割合(%)	計画給水量 (m ³ /日)		
		1998年	2000年	2002年
2~8	100	286	297	334
11~29、37	100	1,567	1,675	1,833
30	20	6	7	8
31	30	24	27	31
32	50	24	27	31
35	10	13	14	16
		1,920	2,047	2,253

5-3 基本計画

5-3-1 システムの構成

新設する水道施設は水量の豊富なキモンディ川を水源とし、沈砂池を経由した後、取水ポンプにて浄水場に導水する。

浄水場の位置は、キモンディ川沿いの政府の所有地とする場合（A案）と、送水ルート途中の標高が数十m高い民有地とする場合（B案）の2ケースが考えられ、これを図5-1及び図5-2に示す。

A案の場合は、送水ルートの状況によりウォーターハンマーによる影響が大きいことが懸念されるので、図5-1に示すように増圧ポンプの設置が必要となり、その結果、取水ポンプ、送水ポンプ及び増圧ポンプの3段となる。B案の場合はこの増圧ポンプの設置予定地付近に浄水場を設置するだけの用地があるので、図5-1に示すようにポンプは2段となる。

また、浄水場予定地はA案では一部湿地帯を含み、岩の路頭も見られるのに対し、B案では丘の上の明るい環境の地であり、維持管理及び建設費からみてもB案が優れていると言える。

しかし、浄水場予定地は、A案が政府の所有地で確保し易いのに対し、B案は民有地であり、土地所有者との話し合いが持たれたものの、購入する時期、金額等条件を示すことができず、取得が確実にできるか確信を持てる状況に至ってはいない（土地所有者は現時点では土地の売却に基本的には応じる姿勢を示している）。

そのため、本計画ではA案に基づいて基本計画を行うこととする。

浄水方式は薬品沈殿-急速ろ過方式とし、浄水施設は、着水井、急速混和池、フロック形成池、薬品沈殿池、急速ろ過池、浄水池とする。浄水場内には、更に送水ポンプを設置する。

送水施設には送水管及びその途中に設置する増圧ポンプがあり、2か所に設けた地上式配水池に送水する。

配水施設は地上式配水池と高架タンクを1セットとし、給水区域の中央及び東側にそれぞれ1セットずつ計2セットを設置する。地上式配水池からは低区給水区域に、高架水槽からは高区給水区域に配水するとともに、減圧後低区給水区域にも給水する。

また、配水本管は図5-2に示すように、両高架タンクを結び、商業地域として使用水量が多いと見られるタウン中央地区は配水本管をループ状に巡らす。

なお、A案、B案の施設面における比較をまとめると表5-5のようになる。

5-3-2 施設計画

(1) 取水施設（取水堰）

- ① 取水地点は、キモンディ川の流れに屈曲等のない、偏りのない位置とする。

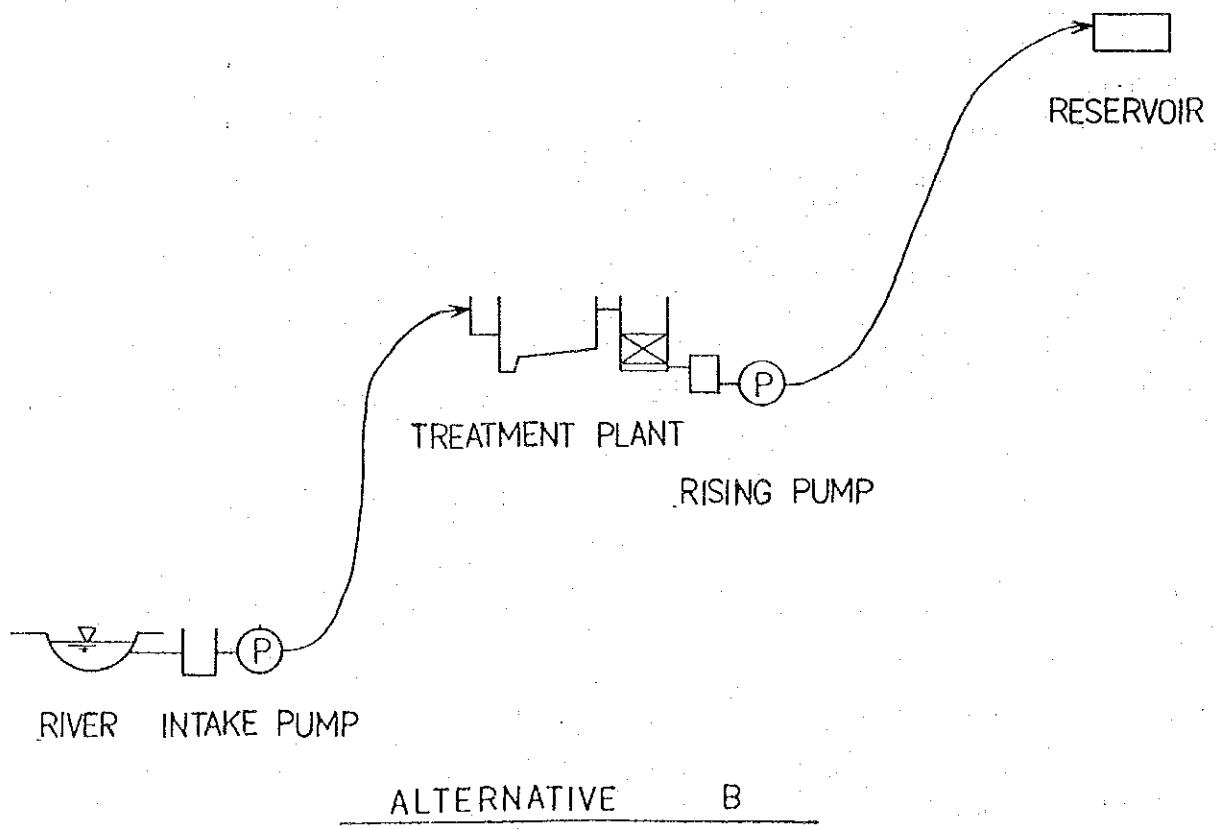
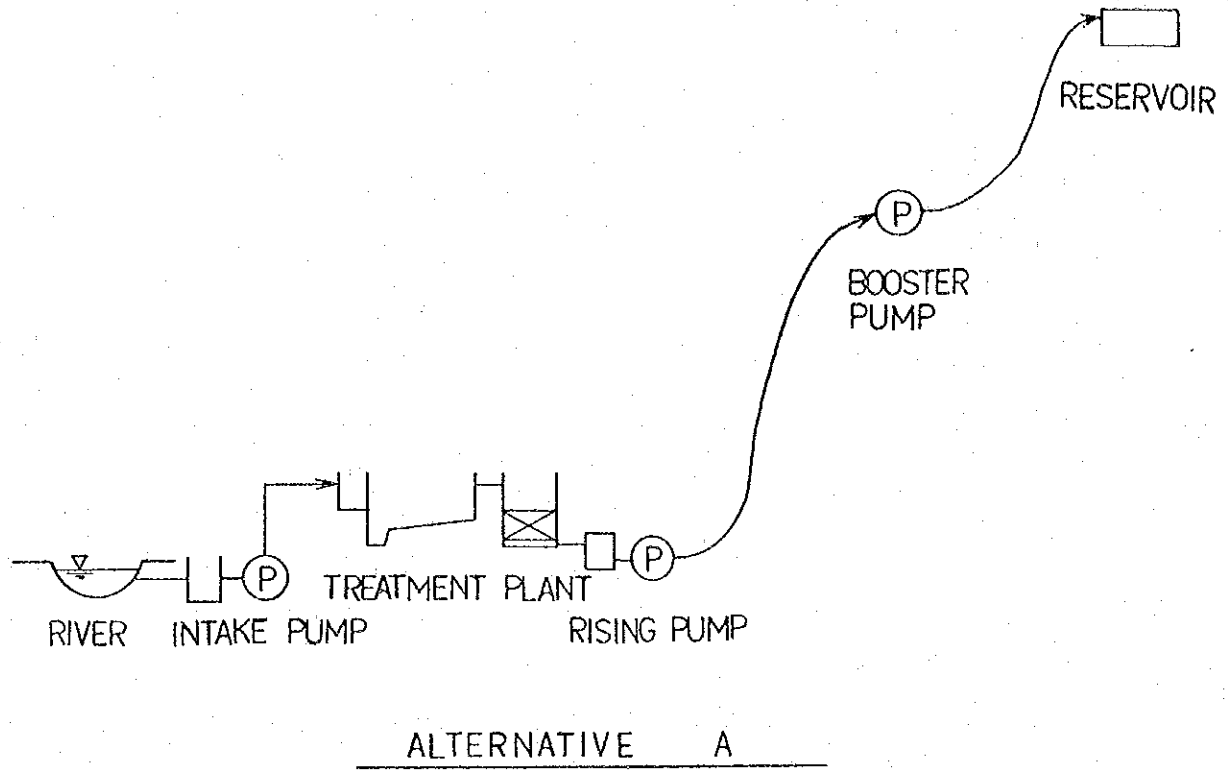


図5-1 水道システム代替案

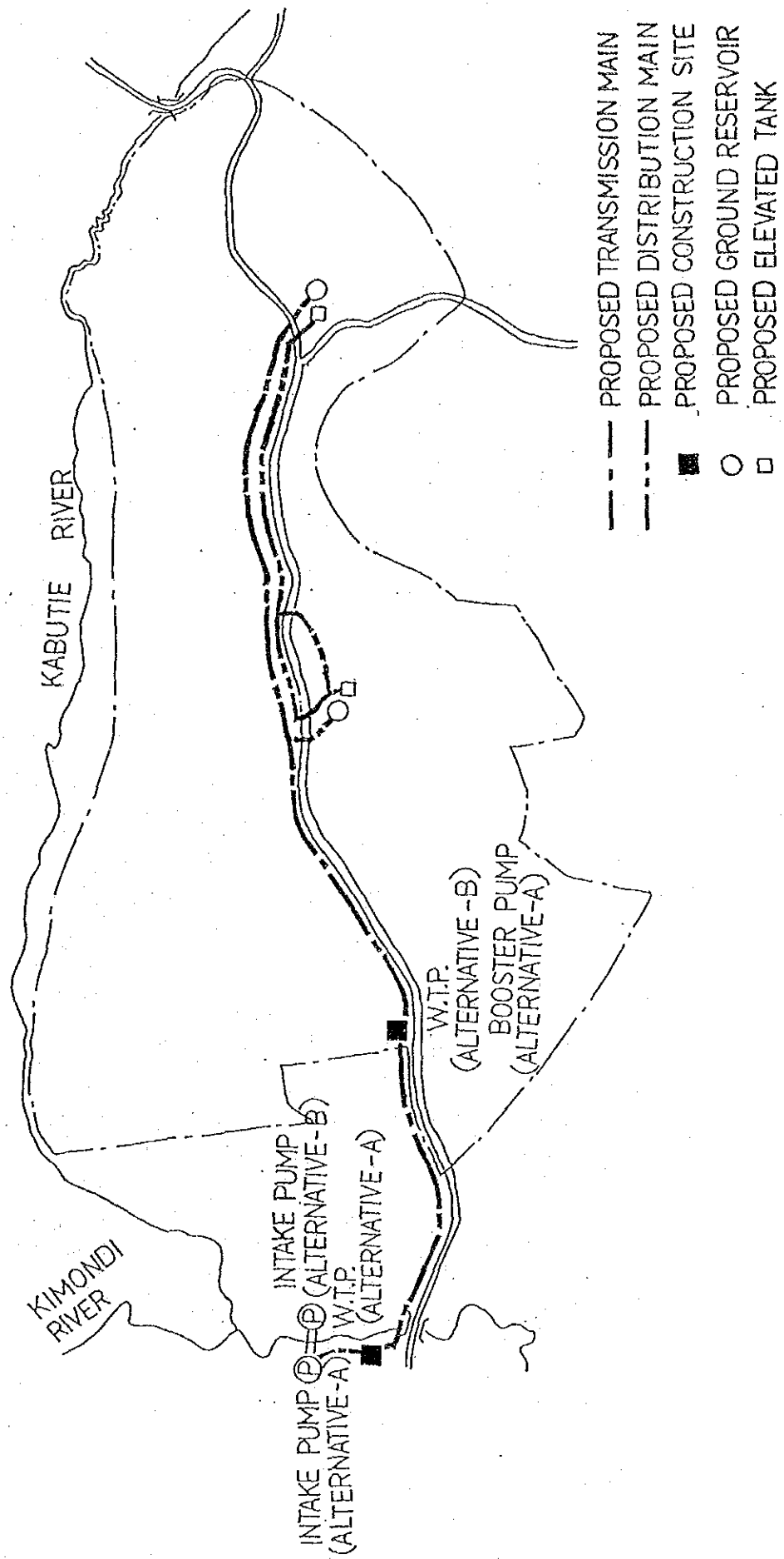


図5-2 水道システム計画一般図

表 5-5 水道システムの比較

施設名	A 案	B 案
1. 取水施設 (1) 取水堰 (2) 沈砂池及び取水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 取水堰はA案の浄水場予定地より約620 m上流の岩の露頭している地点に設置する。 沈砂池及び取水ポンプを取水堰近くの下流右岸側に設置する。 取水ポンプの揚程は低い(十数m)。 	<ul style="list-style-type: none"> A案に同じ。 左岸側に設置する。 取水ポンプの揚程はA案に比べ高い(数十m)。
2. 導水施設	<ul style="list-style-type: none"> 導水管の延長は短かい(約0.6 km)。 キモンディ川横断のため橋梁添架又は水管橋が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 導水管の延長はA案に比べ長い(約3 km)。 河川横断はない。
3. 浄水施設	<ul style="list-style-type: none"> 浄水場の位置はキモンディ川右岸側になる。 浄水方式は薬品沈殿-急速ろ過方式である。 	<ul style="list-style-type: none"> 浄水場の位置は送水ルート途中の国道沿の丘の上になる。 浄水方式はA案に同じ。
4. 送水施設	<ul style="list-style-type: none"> 送水管の延長はB案に比べ、導水管の延長の差だけ長くなる。 送水ルートの状況によりウォーターハンマーの影響が大きくなると予想されるため、ルート途中に増圧ポンプを設置する(2段階水になる)。 ポンプ場がB案と比べ1箇所多くなり、維持管理が繁雑となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 送水管の延長はA案に比べ多少短くなる。 A案における増圧ポンプの予定地に浄水場を設置するため、ウォーターハンマーの影響は小さい(1段階水になる)。 ポンプ場はA案に比べ1箇所少ない。
5. 配水施設	<ul style="list-style-type: none"> 配水場は2ヶ所設け、各々に地上式配水池、揚水ポンプ、高架タンクを設ける。 給水区域は高区と低区に分けられる。その内訳は地上式配水池からの自然流下配水区域(低区給水区域)、高架タンクからの自然流下配水区域(高区給水区域)及び、高区給水区域から更に減圧配水する区域(低区給水区域)に分けられる。 配水本管は2箇所の高架タンクを結び、給水区域中央の商業地区をループ状とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 同左。 同左。 同左。

- ② 河川の水深が深い所で1 mを越す程度であり、取水塔を設けるほどの水深が得られないため、取水方式は取水堰を設けて取水の水位を確保する。
- ③ 取水堰を設けることにより、これより上流にバックウォーターが影響するため、河川勾配が大きく、上流への影響範囲が少ない地点を選定する。
- ④ 取水堰を設置する位置は岩が露頭している地点とし、取水堰を岩着することにより、強度的に安定させる。
- ⑤ 取水施設は2012年の水量を確保できる施設とする。

以上のことを考慮の上、取水地点を国道の道路橋から約1 km上流（A案浄水場予定地の上流端から上流へ約620 m）の地点を選定する。この地点は、上流約20～30mの範囲に岩が露頭している最下流部にあたり、岩は流れに直角方向となっている。なお、右岸側には岩が露頭しているが、左岸側は湿地となっているため、取水堰本体は左岸側に深く食い込ませる構造とする。

(2) 取水施設（沈砂池及び取水ポンプ）

- ① 取水地点の水位が低く、A案では浄水場に自然流下で導水することができないため、取水ポンプが必要となる。
- ② B案もA案と同様、取水ポンプが必要となる。
- ③ 取水ポンプを設ける場合には、ポンプは清水用ポンプを用いるが、ポンプの磨耗等に対処するため沈砂池が必要である。
- ④ 取水地点から下流のA案浄水場予定地上流側までのキモンディ川の水位差が約60cmと少ないことから、沈砂池を自然流下で排泥できる位置に設置することは不可能である。そのため、沈砂池は取水堰の近くに設け、排泥はポンプ排泥方式とする。また、キモンディ川の洪水位は（1945年生まれの製材屋の話によると）測量時の水位より約2.0 m上がるものとみられることから、沈砂池の設置位置は整地高が水位+2.5～3.0 mの位置となる。したがって、沈砂池の深さは約6 m程度と深くなる。
- ⑤ 沈砂池は将来の拡張が難しいため、2012年に対応した施設とする。
- ⑥ 取水ポンプの容量は取水量とし、取水量は給水量に10%のロスを見込む。
- ⑦ 導水管の敷設位置はA案の場合左岸では浄水場用地を確保できないので右岸、B案の場合左岸となり、A案では河川横断を伴う。

(3) 浄水施設（A案、B案同様）

- ① 浄水量は給水量に10%のロスを見込む。
- ② 浄水方式は薬品沈殿－急速ろ過方式とし、下記の施設、設備を設ける。
 - ・着水井、急速混和池、フロック形成池、薬品沈澱池、急速ろ過池、
 - ・浄水池、送水ポンプ室、送水ポンプ

- ・天日汚泥乾燥床
- ・薬品棟（薬注室、貯蔵室）、薬品注入設備
- ・電気設備
- ・管理棟（事務室、水質試験室、電気室、工作室、倉庫）
- ・浄水場運転員公舎

なお、浄水場については将来の拡張スペースを確保する。

(4) 送水施設（送水ポンプ）

- ① 送水ポンプはウォーターハンマーの検討が必要となる。その結果から、送水管の管種、口径、管厚が決まる（鋼管使用）。A案の場合には増圧ポンプが必要である。
- ② 送水管口径は2002年に対応する。
- ③ 送水ルートは図5-2の通り。
- ④ 送水管の敷設位置は以下のように定める（図5-3）。
 - ・原則的には敷設位置Ⅰ、すなわち、路雨水排水溝と電柱との間に敷設する。
 - ・敷設位置Ⅰが狭い場合、及びこの位置が高く、崖となっている場合には、敷設位置Ⅱに敷設する。
 - ・敷設位置Ⅰが道路面より高くなっている場合には、敷設位置Ⅰに敷設することは不可能である。その理由は、a)法面保護がなされていないため、法面崩壊の危険がある、b)現在、木が繁っているが、管敷設により木を切ってしまうため、木の根による法面の安定がなくなる、c)重機を用いることができず、人力による工事を余儀なくされるため、工期の長期化が懸念される、d)このような不安定な土地にカブサベツ水道の重要な幹線である送水管を敷設することはできない。
 - ・敷設位置Ⅲは私有地となり、フェンス、木、物置、下水管及びマンホール等が設置されている場合があり、これらの現況復旧を行わなければならないため、工事が繁雑になり、また、民地の借用による金銭的トラブル等の発生が懸念される。
 - ・敷設位置Ⅰ及びⅢの場合には、電柱の基礎部分を掘削することになり、危険である。また、重機の使用が制限されることがあるため、工事の安全性、工期の長期化に問題がある。
 - ・敷設位置Ⅱの場合、既に既設の水道管が敷設されている場合には、新設管の敷設は人力でないと無理である。

このように多くの問題を含んでおり、工事費の増大、工期の長期化、安全性の確保が難しいなど種々な問題が生じることが予想される。したがって、敷設位置Ⅲへの敷設はしない。なお、今回敷設する送水管はカブサベツ水道の根幹

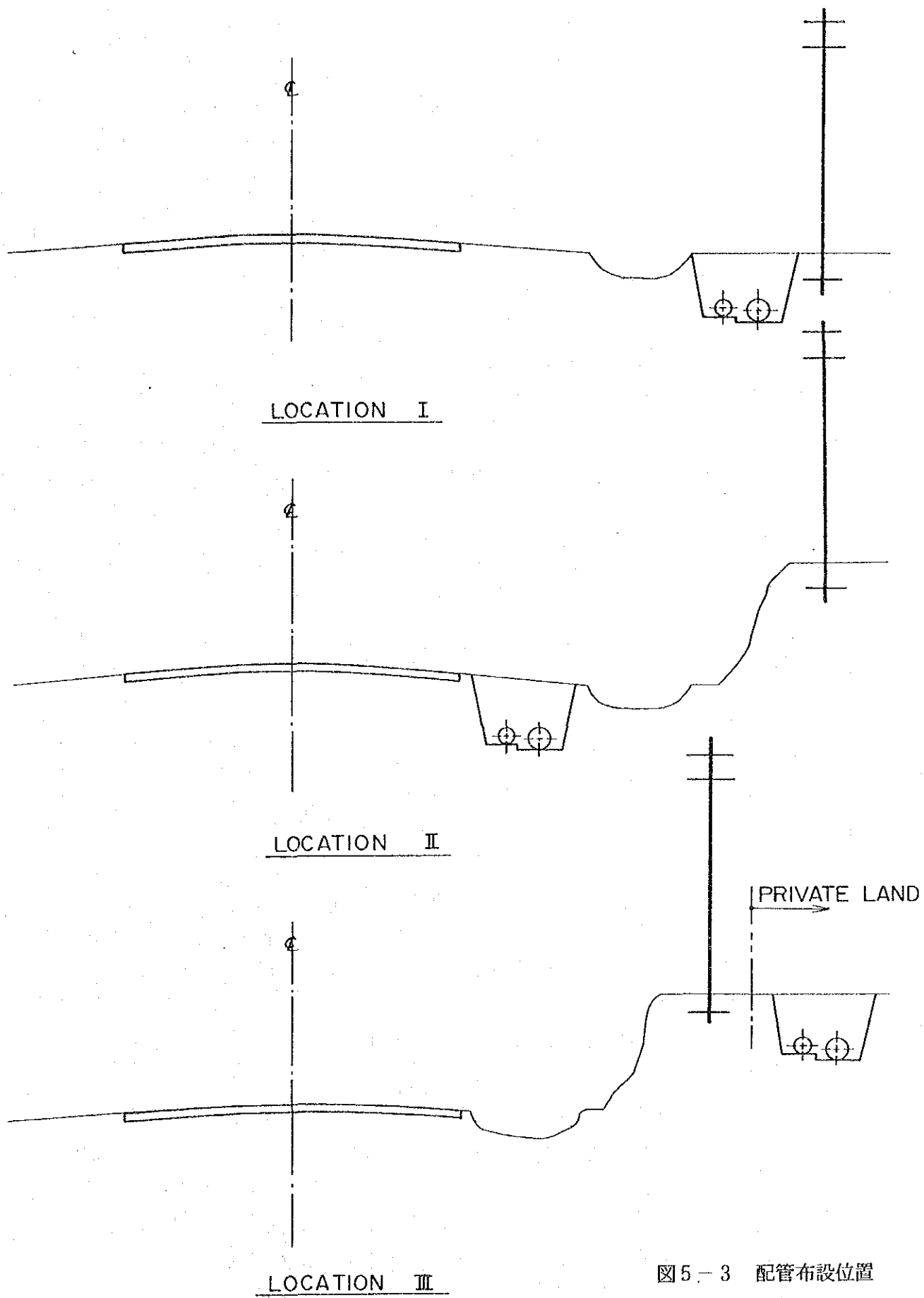


图 5-3 配管布设位置

をなすものであり、民有地への敷設はすべきでない。公有地つまり道路用地内の管理しやすい位置に敷設すべきである。また、一部舗装にかかる部分もある。

- ⑤ 送水ポンプは1期計画年度に対応し、ポンプ室は拡張可能なスペースを確保する。

(5) 配水施設

- ① 水道事業所敷地及びバイブル・スクール用地に地上式配水池及び高架タンクをそれぞれ1基ずつ設ける。
- ② 地上式配水池は送水本管からの水を受入れ、低区給水区域に自然流下で配水する。
- ③ 地上式配水池の近くに揚水ポンプを設け、高架タンクに揚水する。
- ④ 高架タンクからタウン中心地区の高区、及び減圧後一部低区給水区域に自然流下で配水する。
- ⑤ 配水管は図5-2に示す本管のみの敷設を日本側で行い、必要に応じ既設の配水管と接続する。
- ⑥ 給水区域を分割するバルブを2~3か所設ける。
- ⑦ 配水管の敷設位置は送水管④に同じ。送水管との2条敷設になる場合があり、この場合には掘削範囲は広がる。
- ⑧ 地上式配水池からの流出管については配水池近くの既設管に接続する。各地上式配水池につき1ヶ所計2ヶ所の接続とする。
- ⑨ それ以外の既設管との接続はケニア側で行う。
- ⑩ 水道事業所敷地内の既設地上式配水池の内、大型のものは使用していないため取り壊しするが、小型のものは新設地上式配水池との水位が異なるため運転操作が繁雑になり、容量も新設の1/10と小さいため、1期計画対応の施設が完成するまでは利用し、その後は使用しない（特に取り壊しはしない）。
- ⑪ ナムゴイの既設地上式配水池は建設後約45年が経過しており、側壁と頂版の間に大きなクラックが入り漏水が認められることから、逆に外からの雨水の浸入等による配水池内の水の汚染が懸念される。したがって、将来は使用しない（特に取り壊しはしない）。
- ⑫ ナムゴイの既存高架タンクは15年経過しているが、今後も利用可能な状況にはある。しかし、バイブル・スクールへの給水に増圧ポンプを必要としており、高さが不足している。新たな高架タンクをバイブル・スクールに設置するとすれば、既存の高架タンクより水位が高くなり、水位の異なった高架タンクで200~300m離れただけの近くの高架タンクの配水を時々刻々とコントロールすることは、コントロール機器の助けなくしては難しい。コントロール機器の故障等トラブルの対応が難しいことが予想されるため、施設全体を簡素なものにして、管理し易いものにより、よりよい水質の水を安定して給水することが可能となるようにすることが

必要である。そのためには規模の小さい古い施設を無理して残し、使うことは施設全体からみて得策とは言えないのみならず、維持管理を複雑にし、管理すべき施設が多くなるなど問題が多い。

- ⑬ したがって、水道事業所敷地内の既存地上式配水池2ヶ所、ナムゴイの既存施設は全て放棄し、新設の地上式配水池及び高架タンクのみを使用することとする。

(6) 電気設備

1) 配電線路の状況及び計画の範囲

カプサベット圏の配電系統はKPLC (Kenya Power and Lighting Co., Ltd.) ナンディ変電所 (33/11KV、50,000KVA)から引き出したナンディヒルズ線、及びティンディレット線で構成されている。各線は3相3線式、11KV、1回線の木柱配電線路で、配電線路の要所に維持管理用の区分開閉器及び定電圧配電用の自動電圧調整器を配置している。配電方式は一般に多用されている放射状方式で、需要場所に応じて変圧器を配置している。

本計画の電力は、ナンディヒルズ線から供給を受けることになるが、既設11KV線路は取水施設、浄水場の建設予定地まで建設されていないので、約5kmの配電線路の延長工事が必要である。11KV架設配電線路の延長工事は水道公社の施工範囲で、工事費は全額水道公社の負担となる。KPLCによると工事期間は4カ月である。

2) 電源状況

ナンディ変電所は33KV2回線で受電し、3相25,000KVA2台により、11KV配電を行っている。現在の負荷状況は13,510KVA (ナンディヒルズ線9,135KVA、ティンディレット線4,380KVA)であるので、変圧器は需要増加に対して十分な供給能力がある。

また、11KV配電線路は75mm²を主とし、50mm²、25mm²が混在しているが、本計画に対する電力供給源としては問題ない。なお、KPLCは全線路を75mm²に統一するための線路張り替え工事を行い、配電能力を増強する計画を近く実施する予定である。

カプサベット圏の停電頻度については、KPLCにデータがないが、経験的に最悪の場合月に3時間程度の短時間の停電が発生している。また、2～3時間にわたる停電は豪雨による電柱の東海が主原因であり、維持管理のための作業停電は3年に1回10時間で行っている。

3) 受電設備計画

(a) 受電電圧

取水、浄水、送水、配水施設の電力はKPLCから供給を受ける。各施設の受電電圧はKPLCの電気供給規定により決められており、3相4線式415/240V、50Hzで供給されるので、動力は3相415V、照明は単相240Vとなる。

(b) 受電方式

各施設の受電方式はKPLCの電気供給規程に基づき、Method B1が適用される。

KPLCは電力供給に必要な11KV配電線、電源変圧器、電力計並びに引き込みケーブルを準備し、各施設の電力用端子まで3相4線式、415/240v、50Hz、1回線の電力引き込み工事を行う（ただし、工事費は水道公社負担）。各施設は電力計量装置の取付スペース及び受電盤を設置し、KPLC側の電力引き込み工事に対応する。

(c) 力率改善方式

KPLCは電気供給規程で力率を90%を保持するよう要求し、力率が90%を下回る1%につき、電力料金を1%割増することを規定している。力率を90%に保持するため、各負荷毎に進相用コンデンサを設置する。

4) 運転操作設備計画

(a) 各施設の運転操作方法

各施設には水道公社との協議により、24時間体制で運転員が常駐することが確認されたので、ポンプ、薬品注入設備の運転操作は手動によるON-OFFの直接制御とし、機側には、現場操作盤を設置する。

(b) 電動機の起動方式

22kW以上のかご形電動機は、スター・デルタ起動とする。

(c) 保護方式

電気回路の保護対策は、配電用遮断器で短絡保護を、そして地絡過電流継電器で地絡保護（警報）を行う。過負荷保護は熱動形過電流継電器によるものとする。配水池のポンプはレベルスイッチにより低水位を検出し、空転防止を行う。

(d) 電圧種別

・動力設備	3相 415V
・制御電源	単相 110V
・計装電源	単相 110V

(e) 制御盤及び現場操作盤

制御盤は屋内用閉鎖自立形で、受電及び運転操作を行うものとし、所要の電圧計、電流計等の機器、保護装置及びスイッチ類等を完備する。

現場操作盤はスタンド形とし、操作スイッチ類等を完備する。

5) 計装設備計画

各施設の計装項目は下記による。

・浄水施設

着水井	流入流量	(水道メーター)
浄水池	流入流量	(四角堰)
	送水流量	(水道メーター)
	水位	(ゲージ式)

・配水施設（2カ所）

配水池	配水流量	（水道メーター）
	低水位検出用	（レベルスイッチ）
	水位	（ゲージ式）
高架タンク	配水流量	（水道メーター）
	水位	（ゲージ式）

・受電設備 電圧、電流、電力、力率

各計器の計測値は現場直読とし、計装盤は設置しないこととする。

6) 通信設備計画

一般に浄水場より2ヶ所に設けられる配水池までの送水運用のために必要な通信方式には無線式と有線式がある。KPTC (Kenya Post and Telecommunication Company) で調査したところ、無線式、有線式ともにいずれも容易に設置が可能であった。浄水施設、送水及び配水施設の予定地は、電話線路の近傍にあり、KPTCによる電話機の設置は、短期間に可能な状態である。無線式に比べて有線式は設備費が安価で、また維持管理をKPTCが行うので有利である。したがって、通信連絡設備は有線式とし、KPTCの電話機を浄水施設、送水施設及び配水施設の4ヶ所に設置する。

7) 照明設備計画

各施設の照明コンセント設備は、電灯分電盤より単相 240Vで配電する。照度は日本工業規格照度基準 (JISZ9110) に準拠し、次の通りとする。

表5-6 日本工業規格照度基準 (JISZ9110)

場 所	基準照度(lx)	設計照度(lx)
ポンプ室、薬品棟	75~150	100
電気室	150~300	200
倉庫	30~75	50
屋外 (通路、構内)	10~30	15

照明器具は、屋内に蛍光灯及び白熱灯を使用し、屋外には水銀灯、蛍光灯を使用する。

8) その他設備計画

- ・火災報知設備は、法により手動による非常警報ベルを設置する。
- ・動力、制御の配線工事はCable 及び電線を使用し、Conduit pipeで保護をする。また、必要に応じてCable pit、Cable Trayも使用する。屋内照明の配線工事は電線を使用し、Conduit pipeで露出または埋め込み配線を行う。屋外照明はCable を使用し、波付可撓管により地中配線とする。
- ・電動機の鉄台、制御盤の外箱、電路の中性点等の接地工事はKS、IEE 等に準拠して行う。

5-3-3 機材計画

本計画で建設される土木施設及び建築施設とこれらに設備される機械設備及び電気設備の他に、単体でケニア側に引き渡されるものとして、下記のものがある。

- ・水道メーター
- ・水質試験室機材
- ・工作室機材
- ・機械電気設備のスペアパーツ類

(1) 水道メーター

3-4-3で述べたように1993年6月現在、931世帯（事務所等も含む）に給水されているが、このうち46世帯のメーターは故障しており、165世帯はメーターなしの一律料金の適用を受けている。また、1990年にはメーター故障が多発し、査定水量が全体水量の36.5%に達したこともある。一方、本計画の実施によって水道の安定供給が図られるため、給水申込み者数は飛躍的に伸びることが予想され、また、それらの要望に応えることによって水道事業所の収入の増大し、収入が支出を賄えないという現在の経営構造も改善されると期待され、水道メーターの供与は妥当と考えられる。

2002年における給水人口は30,249人と予想されており、その内訳は以下の通り。

市域内一般家庭	13,923		
市域外一般家庭			
戸別水栓のみ	1,249		
共用水栓共存	11,350	戸別水栓	6,810 (60%)
		共用水栓	4,540 (40%)
全寮制学校生徒	2,446		
刑務所囚人	1,281		
計	30,249		

カプサベット市内の一般家庭13,923人を優先的に整備するものとする。カプサベット市における1世帯の平均構成員数は3.5人となっているが、これは全寮制学校の影響を受けており、平均的な一般家庭の構成員数を表しているとは見なせない。一方、ケニアにおける1世帯の平均構成員数は5人とされているので、これを用いると約2,780の水道メーターが必要となる。使用水量が30m³/月以下は一律料金と同じ水道料金になるが、その割合はアンケート調査によれば67%とされており、水道水の安定供給が実現することによってその割合は下がると予想されるのでこれを50%とし、当面は使用水量が30m³/月以上の家庭を対象にすると、約1,390個の水道メーターが必要である。これより現在使用中の故障していない水道メーターを差し引いて、

$$1,390 - (931 - 46 - 165) = 670 = 700 \text{個}$$

を供与の対象とする。

(2) 水道試験室機材

水道試験室機材については、現在水道公社が様式を定めて記録することを要求している水質項目分析に必要な試験器具と適正な薬品注入率を決めるに必要な実験器具を供与の対象とする。

1) 水質試験項目（試験器具及び使用薬品を含む）

- ・残留塩素
- ・濁度
- ・pH
- ・アルカリ度

2) 実験器具

- ・ジャーテスター
- ・天秤

(3) 工作室機材

工作室機材については旋盤等の高度なものは避け、ポンプ等の分解、修理に必要な一般工具と給水メーターの取付及び配水管上の漏水カ所修理に必要な工具を供与の対象とする。

1) 一般工具

スパナ、プライヤー、レンチ、ドライバー、ハンマー、溶接機等

2) 管用工具

パイプ、チェイントング、パイプカッター等

(4) スペアパーツ

本計画で整備される機械電気設備を良好な状態に維持するためには、スペアパーツが必要である。しかし、ケニア国の財政状況を考えると、必要なスペアパーツを調達することは容易ではない。よって、本計画において、下記に示すスペアパーツを約2年間分供与するものとする。

- ・ポンプ用 : インペラー、軸スリーブ、軸受、グランドパッキン、Oリング、ライナーリング
- ・モーター用 : 軸受
- ・バルブ用 : 仕切弁、空気弁（使用個数の多い口径のもの各1個）
- ・薬品注入装置用 : 水位コントロールユニット、流量コントロールユニット
- ・操作盤用 : 遮断機、リレー類、操作スイッチ類、表示ランプ類
- ・流量計 : 使用口径のもの各1個
- ・水位計 : 地上式配水池、高架タンク用に各1個、及び電極

5-3-4 基本設計図

基本設計図を以下に示す。

- No. 1 全体配置図
- No. 2 全体フローシート
- No. 3 水位高低図
- No. 4 取水施設一般平面図
- No. 5 取水堰
- No. 6 取水口
- No. 7 沈砂池・取水ポンプ棟 (その1)
- No. 8 沈砂池・取水ポンプ棟 (その2)
- No. 9 導水管平面・縦断図
- No.10 浄水場一般平面図
- No.11 凝集・沈殿池 (その1)
- No.12 凝集・沈殿池 (その2)
- No.13 凝集・沈殿池 (その3)
- No.14 急速ろ過池 (その1)
- No.15 急速ろ過池 (その2)
- No.16 急速ろ過池 (その3)
- No.17 急速ろ過池 (その4)
- No.18 浄水池・送水ポンプ棟・高架タンク
- No.19 汚泥乾燥床 (その1)
- No.20 汚泥乾燥床 (その2)
- No.21 管理棟
- No.22 薬注棟
- No.23 浄水場運転員公舎
- No.24 増圧ポンプ場
- No.25 送水管平面・縦断図ルートNo.1 (その1)
- No.26 送水管平面・縦断図ルートNo.1 (その2)
- No.27 送水管平面・縦断図ルートNo.1 (その3)
- No.28 送水管平面・縦断図ルートNo.1 (その4)
- No.29 送水管平面・縦断図ルートNo.1 (その5)
- No.30 水管橋構造図
- No.31 送水管平面・縦断図ルートNo.2 (その1)
- No.32 送水管平面・縦断図ルートNo.2 (その2)
- No.33 配水場No.1 (水道事業所) (その1)
- No.34 配水場No.1 (水道事業所) (その2)
- No.35 配水場No.2 (ハイパル・スクール) (その1)
- No.36 配水場No.2 (ハイパル・スクール) (その2)
- No.37 配水管平面図 (その1)
- No.38 配水管平面図 (その2)
- No.39 単線結線図
- No.40 盤姿図 (その1)
- No.41 盤姿図 (その2)

5-4 施工計画

5-4-1 施工方針

日本側コンサルタントは、事業を円滑に進めるために、詳細設計、入札業務、施工監理を行い、所定の期間内で事業を完了させる。このため、現地に施工監理技師を常駐させて水道公社の代理人として施工監理を行う。

工事実施にあたっては、日本側コントラクターからの技術者が常駐し、監督・指導にあたる。スポット派遣の技術者については、機械電気設備（ポンプ、バルブ、操作盤、計装等）の工事工程に基づいて、据付指導および試運転調整を行う。

さらに、引渡し時のトレーニングを施工期間の一部として計画し、供与された施設と浄水技術の関連性を明確にし、技術移転をシステムティックに図ることとする。

本計画は取水、浄水、送水、配水の各施設の建設が終了したときでなければ、効果を発揮することができない。既存水道施設との結合は新設配水本管と既設配水管の接続によってのみ達成される。したがって、工事を期分けしてもその各フェーズでの効果を期待することはできないため、全工事を一括して継続的に実施することを施工の基本方針とする。

5-4-2 建設事情及び施工上の留意事項

ケニアでは、給配水管工事は一般に行われている。しかし、都市の浄水場及び下水処理場等の多くの建設工事は外国の技術援助によって建設されている。

今回の工事では、取水施設、浄水場、増圧ポンプ場、配水池・高架タンクとも既存施設とは関係なく新しい場所で建設されるので作業性は良好である。建設事務所、仮設資機材置場等も予定敷地内で確保できる。

配水本管は国道沿いに敷設されるが、舗装道路内の管敷設は許可されないため、原則として国道沿いの雨水排水溝の外側の道路保有地内に埋設するが、私有地内に敷設せざるを得ない場合もあり得る。私有地内敷設の場合は、借地費及び補償費はケニア側負担とすることが確認されている。

施工上の留意点として次のことが指摘される。

- ① 取水施設、浄水場、増圧ポンプ場は現在電力供給区域外にあるため、工事中電源として発電機の持ち込みが必要である。
- ② 取水施設、浄水場、増圧ポンプ場は現在水道給水区域外にあるため、工事に際しては現場に貯留タンクを設置し、給水車によりカプサベット水道事業所の水を購入、運搬する必要がある。
- ③ 管路敷設後の水圧漏水試験、及び完成後の管内フラッシング（洗浄）には大量の水が必要

要となるので、用水確保についてはカプサベット水道事業所と時期、量等事前に協議しておく必要がある。

- ④ キモンディ川は、流量は豊富で流れも速いため、川を半分ずつ締め切って取水堰工事を行うことは危険である。このため左岸側に迂回水路を事前に掘っておき、降雨量の比較的少ない11～3月に取水堰工事を一気に完成させなければならない。
- ⑤ 送配水管の大部分は国道沿いに敷設されるので、安全対策には万全を期し、工事による国道の閉鎖は極力避けなければならない。
- ⑥ 生コンクリート工場はカプサベット市内にはないので、大型現地打ちミキサーの準備が必要である。
- ⑦ 電話事情が悪いので早期手配が必要である。

5-4-3 施工・管理計画及び運転管理技術指導

(1) 詳細設計

基本設計調査の結果に基づいて、我が国は無償資金協力の実施を決定し、ケニア国側との間に交換公文（E/N）の署名を行う。その後コンサルタント契約を結び我が国の政府の認証を得た後、詳細設計へ移行する。コンサルタントの作成した詳細設計および入札書類等は水道公社の承認を受け入札準備に入る。

(2) 入札業務

入札図書は全て水道公社の承認を得るものとし、この承認取得後、直ちに入札を行う。コンサルタントは水道公社の代理人として、入札公示、入札参加申請書の配布および受理、入札参加申請者の審査、入札図書の発行を行う。入札公示から1ヵ月間の入札期間をもうけ、入札参加者の入札書受理後、遅滞なく速やかに審査を行う。最低価格提示業者を本案件のコントラクターとして推奨し、水道公社との工事請負契約の締結の推進を行う。

(3) 施工監理

コンサルタントは、工事請負契約を締結したコントラクターから提出される製作図・施工図等の図書を審査し、水道公社の代理人としてこれを承認する。また、製作資機材の工場出荷検査に立会いこれを検収する。コンサルタントは水道公社とコントラクターの着工前打合せに同席し、適切な助言を行う。

現地工事は土木工事、機械電気設備据付工事、配管敷設工事及び施工完了後の総合テストである。日本より派遣する技術者は、常駐監理を行う土木技術者を1名配置する。また、機電設備を対象とする施工及び品質管理並びに試運転管理・指導のため、中間及び最終検査時に機械・電気技術者を各1名派遣し重点監理を行うものとする。

施工箇所が取水施設、浄水場、増圧ポンプ場、配水池及び送・配水管敷設工事に分けられることから、現地土木技術者を雇用して常駐監理に当てるものとする。

施工監理に当たっては、水道公社及びケニア側関係機関並びに日本側施工者と緊密な打合せのもとに実施すると同時に、日本国大使館、JICAへの報告を厳守するものとする。

(4) 浄水施設運転管理技術協力

本建設工事引渡し後、ケニア側で引き続き浄水施設の運転管理が十分に実施されるために、コンサルタントによる短期技術指導を行うものとする（これについてはタイミングが合えば、短期専門家派遣も考えられる）。技術指導は、河川水質の季節変動に対応した薬注管理、施設運転管理、沈殿汚泥の処理・処分について実施する。このため日本より派遣する技術者は、水処理技術及び浄水場運転管理に精通した者を1名、3か月間常駐させるものとする。

5-4-4 資機材調達計画

本事業に必要な資機材については可能な限り現地調達を行う。現地調達が不可能な資機材若しくは品質・仕様等が現地調達材では適合しないもの、および流通量若しくは価格の面で供給・購入が安定的に行われないものについては、限られた期間内で工事を完了させなければならないことを勘案し、日本国内よりの調達する。

(1) 現地調達主要資機材

1) 建設資機材

セメント、砂、砂利、鉄筋、レンガ、ろ過砂、型枠材、水道用鋼管、塩化ビニル管、高架タンク組立材

2) 試運転時使用薬品

硫酸バン土、ソーダ灰、さらし粉

(2) 日本調達主要資機材

1) 建設資機材

ポンプ類、バルブゲート類、管継ぎ手、水処理機械（ろ過池下部集水装置・表洗管、薬品注入設備、塩素注入設備、攪拌機）、電気品（水銀灯、低圧配電盤、操作盤）、計測器、水質試験機材

2) 建設用機械

クレーン、バックホウ、ジャイアントブレーカー、車輛、発電機、コンプレッサー、水中ポンプ、コンクリートカッター、パイプカッター、バーカッター、溶接機、一般工具

(3) 日本からの調達理由

1) ポンプ類

現地にてポンプを製造しているメーカーはあるが、灌漑用の小型ポンプのみであり、水道事業用に適していない。取水・送水用の大型ポンプを製造している外国メーカーの代理店は存在しているが、納期に信頼性がない。長期間安定的に取水・送水可能であることが必要条件であるので、品質、性能、納期の点から日本製品を採用する。

2) バルブゲート類

市場には各国からの輸入品が多く、仕様に統一性がない。また、流通している製品は、口径や種類が限られているため、本浄水場に使用できる製品の、まとまった量の調達に支障がある。品質、仕様、流通量の点から日本製品を採用する。

3) 管継ぎ手

市場には各国からの輸入品が多く、仕様に統一性がない。また、流通している製品は、口径や種類が限られているため、本浄水場に使用できる製品の、まとまった量の調達に支障がある。品質、仕様、流通量の点から日本製品を採用する。

4) 水処理機械

これらの機械は現地にて製造を行っているメーカーはないため、輸入に頼っているのが現状である。よって、日本製品を採用する。

5) 電気品

操作盤、水銀灯、トランス等の製造メーカーは現地になく、輸入品が流通している。操作盤は機能に応じた特殊製作品であり、個々に設計・製作を要するため、標準品の調達はできない。また電気品には火災・漏電の危険性が伴うため、安全性を考慮しなければならない。よって、電気品は日本製品を採用する。

6) 計測器

工業用計測器の製造メーカーは現地になく輸入品が流通しているが、需要が過小であるため、流通量に限りがある。品質・納期の点から、日本製品を採用する。

7) 水質分析機材

水質分析機材等については、受注生産品ではなく標準品を採用する。品質・納期の点から、日本製品を採用する。

8) 建設用機械

建設用機械器具類については調達不可能か、あるいは、レンタル品があってもメンテナンスの不備により性能に問題ある。限られた期間内での改修工事の実施に支障を来す恐れがあるので、日本製品の持込みとする。

5-4-5 実施工程

(1) 実施工程

工事を経済的かつ効率的に行うために、降雨時期（11～3月）および建設工期を勘案し、実施工程を図5-4のように定める。

(2) 工事負担区分

本計画において、日本側予算で行うものは、取水、浄水、送水、配水施設に係るコンサルタントによる実施設計及び施工監理と技術指導の他に、これら施設の土木工事、機械・電気設備工事、配管工事である。

ケニア側は施設建設予定地及び管理用道路の土地収用、関連インフラストラクチャの整備、既存配水管の拡張及び漏水防止対策、施設完成後の運転管理に責任を負うものとする。

下記は両国の責任で実施する工事範囲の概要である。

1) 日本国側の工事範囲

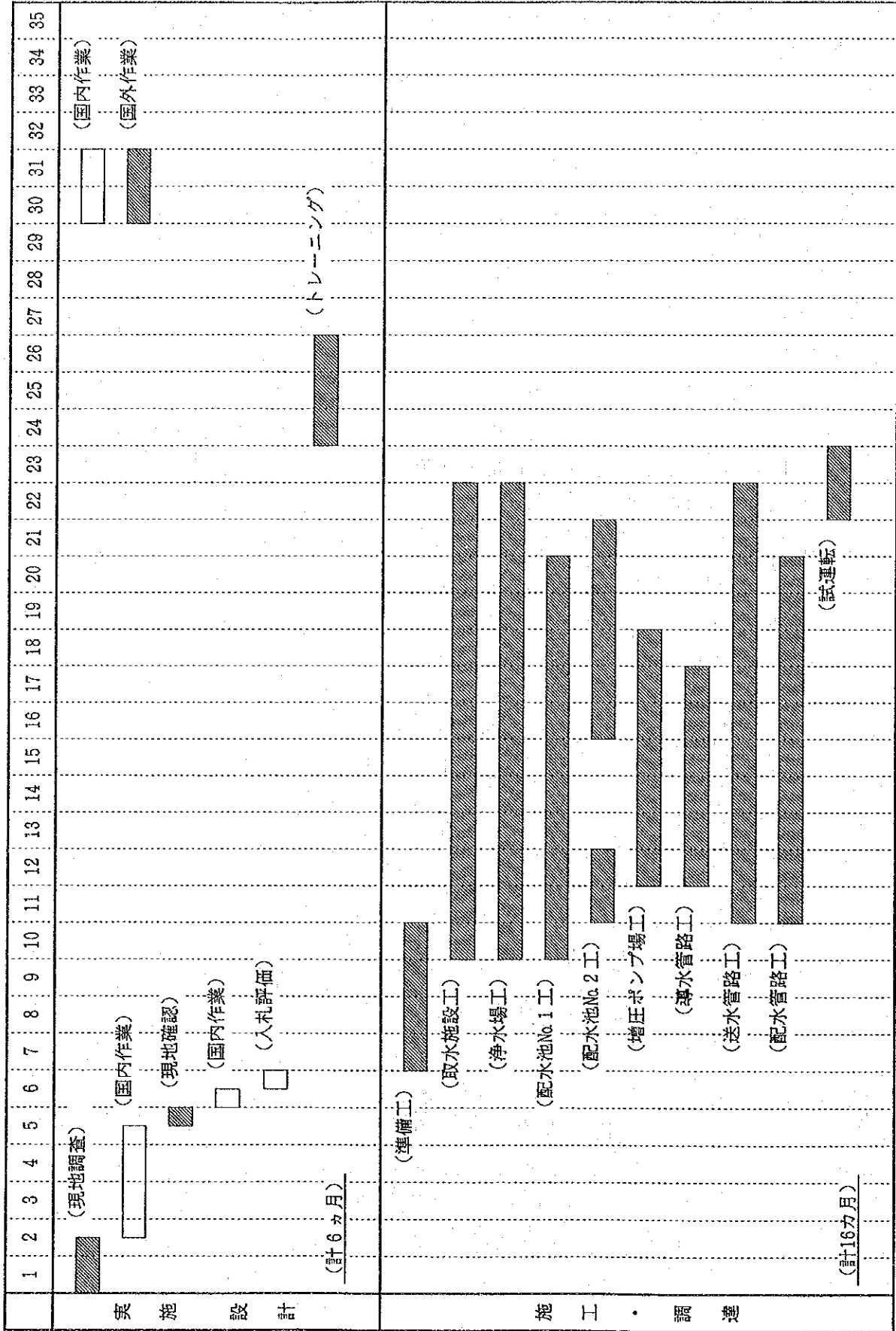
(a) 取水施設（土木、機械・電気設備共）

- ① 取水堰・取水管
- ② 沈砂池
- ③ 取水ポンプ棟及び取水ポンプ
- ④ 導水管
- ⑤ 取水ポンプ場～浄水場間管理用道路

(b) 浄水場施設（土木、機械・電気設備共）

- ① 着水井・急速攪拌池・フロック形成池
- ② 沈殿池
- ③ 急速ろ過池
- ④ 浄水池
- ⑤ 送水ポンプ棟及び送水ポンプ
- ⑥ 薬品棟及び薬品注入設備
- ⑦ 天日汚泥乾燥床
- ⑧ 高架タンク
- ⑨ 管理棟（事務室、電気室、水質分析室、工作室、倉庫）及び電気設備
- ⑩ 場内配管
- ⑪ 場内管理道路
- ⑫ 場内照明設備
- ⑬ 運転員公社

図5-4 事業実施工程



(c) 送水施設

- ① 送水管（道路舗装復旧工事を含む）
- ② 調整池
- ③ 増圧ポンプ棟及び増圧ポンプ
- ④ キモンディ川水管橋
- ⑤ 浄水場～国道間管理用道路

(d) 配水施設

- ① 配水池
- ② 高架タンク
- ③ 揚水ポンプ棟及び揚水ポンプ
- ④ 配水本管（道路舗装復旧工事を含む）

(e) 仮設工事

- ① 工事仮設事務所、資機材置場及び用地の確保
- ② 工事用電力、水等の消耗品
- ③ 浄水場試運転期間中の薬品（約2ヶ月）

2) ケニア国側の負担範囲

(a) 施設建設関係

- ① 取水ポンプ場建設予定地の土地収用
- ② 浄水場建設予定地の土地収用
- ③ 増圧ポンプ場建設予定地の土地収用
- ④ 配水池・高架タンク建設予定地の土地収用
- ⑤ 管理用道路の土地収用
- ⑥ 送・配水管敷設に必要な私有地の借地、補償費、及び工事期間中撤去物の修復補修費
- ⑦ 本計画実施に不必要な建設予定地内の諸物の撤去

(b) 電源供給及び関係インフラストラクチャーの整備

- ① 取水ポンプ場、浄水場、増圧ポンプ場、高架タンクへの揚水ポンプ場への電源供給
- ② 市内電話1回線を電話機、保安機1式とともに取水ポンプ場、浄水場、増圧ポンプ場、配水池に各1台設置すること。

(c) 既存施設の整備及び配水管拡張工事

- ① 既存配水施設の拡張
- ② 既存配水施設の漏水改善対策の実施
- ③ 日本側から支給される給水メーターの取付
- ④ 配水管切替による給水停止期間中の需要者への給水車による給水サービス

- ⑤ 配水管切替による配水管内フラッシング
- ⑥ 施設完成後の運転・維持管理

5-4-6 概算事業費

(1) 日本国側負担経費

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 25.14億円となる。

表5-7にその内訳を示す。

表5-7 概算事業費

(単位：億円)

事業費区分	事業費
(1) 建設費	22.78
ア. 直接工事費	13.91
イ. 現場経費	2.44
ウ. 仮設費	3.11
エ. 輸送費	1.86
オ. 一般管理費他 (技術者派遣費を含む)	1.46
(2) 機材費	0.12
(3) 設計・監理費	2.24
ア. 設計費	1.37
イ. 施工監理費	0.77
ウ. 運転指導技術指導費	0.10
合 計	25.14

積算条件

- ① 積算時点 : 平成5年8月
- ② 為替交換レート : 1 US \$ = 113.86円
1 KSh = 2.10円 (= 113.86/54.18)
- ③ 施工期間 : 実施設計は6か月、建設工事は16か月を見込む。
- ④ 技術指導期間 : 3か月とする。
- ⑤ その他 : 本計画は、日本の無償資金協力の制度に伴い実施されるものとする。

(2) ケニア国側の負担経費

ケニア国側負担範囲に伴う必要経費は表5-8及び表5-9に示す。なお、ケニア側負担事項の内容及び運転費の詳細については、4-3-5を参照のこと。

なお、土地収用費、私有地借地補償費及び修復費、建設予定地内諸物撤去費、既設配水管補修費及び拡張費、メーター取付費等についてはケニア国側にて試算し、必要な予算措置を講ずるものとする。

表5-8 事業実施に必要とされるケニア側臨時経費

① 人件費 (カウンターパート)		
3人×@KShs. 6,000 /月・人×19ヶ月	=KShs.	342,000
② 電源工事負担金	=KShs.	6,500,000
③ 電話工事負担金	=KShs.	100,000
④ 給水車による給水サービス		
3日/カ所×6カ所×@KShs. 1,000 /日	=KShs.	18,000
⑤ 既設配水管排水フラッシング費	=KShs.	50,000
計		KShs. 7,010,000

表5-9 カプサベット市水道事業所水道施設運転・維持管理費
(単位：千KShs./年)

項目	現 行	事業実施後
① 人件費	630 (15人×@3,500KShs./月・人 ×12ヶ月/年)	1,488 (31人×@4,000KShs./月・人 ×12ヶ月/年)
② 動力費	430	2,742
③ 薬品費	220	977
④ 修理費	—	375 (機械電気設備の0.5%を計上)
⑤ 汚泥搬出・処分費	—	100 (5回/年×@20/回)
計	1,280	5,682

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 (表 6-1 参照)

本計画の実施はカプサベット市水道事業に対し大略下記の効果をもたらす。

- ① 浄水場の生産水量は現況の 960~1,090m³/日から4,011m³/日へと約4倍になり、裨益人口は現在の想定45%から2002年には94% (約30,200人) まで高まると予想される。これにより、現在時間給水の行われている区域では、24時間の安定給水が実現し、また、十分な給水が得られないためにその他の代替水源に依存していた潜在的需要者に対しても、その欲求を満たすことが可能となる。これまでカプサベット市にとって、最も大きな隘路であった給水問題は本計画の実施によって解決され、市の更なる発展への基礎が築かれたと言っても過言ではない。
- ② 現行の給水は、水質よりも水量の確保に重点を置いた運転がなされており、水質については必ずしも十分な配慮がなされていなかった。本計画の実施によって施設は一新され、適正な薬品注入を行うための設備も用意されているので、十分な運転管理がなされるならば、ケニア国飲料水水質基準に適合する清澄で安全な飲料水の供給が可能である。また、これまで不衛生な代替水源に依存していた住民の健康も確保される。
- ③ 安定給水の確立により、水道使用水量は増加し、水道の料金収入は増加する。また、これまでの不十分な給水に対する不満は一扫されるため、水道使用料金の徴収は円滑になり、このことも収入の増加に好影響を及ぼすと期待できる。

6-2 結論

カプサベット市水道事業は1948年に創設工事が行われ、その後1960年、1980年と2回の拡張を経て今日の規模となったものである。しかし、創設時に建設・設置された施設はすでに使用不能となっており、他の施設も老朽化が著しい。とりわけ比較的寿命の短い機器類は財政上の制約もあり、十分な更新・補修が行われておらず、良質な飲用に適する安全な水を供給するという水道事業本来の機能、使命を全うし得ぬ状況にある。さらに、現在の給水はたった1台のポンプと破裂事故が絶えず発生している送水管を使って行われており、給水状況は不安定である。

かかる状況下、水道公社は財政事情の逼迫とともに本セクターの収益性の低さから、本計画の実施には困難な状況となっている。

本計画はケニア国の国家開発計画の目標にも合致し、裨益人口はカプサベット市とその周辺地区にわたる約30,200人に及び、今後のカプサベット市の発展に大いに寄与するなど裨益効果は大きいと考えられる。

以上により、本計画が広く住民の生活向上、保健衛生の等に寄与するものであることから、本

計画が日本の無償資金協力により実施される意義は大きく、妥当性も高いと判断される。

6-3 必要事項

本計画の目標を達成し、その効果を最大限に発揮するため、ケニア国側は次の措置を取る必要がある。

(1) 本計画実施前

- ① ケニア国側負担分の事業費を確保すること。
- ② 建設用地の土地取得を確実にを行うこと。
- ③ 浄水場予定地までの電源供給を確保すること。
- ④ プロジェクト・チームを組織し、工事の円滑な進捗に努めること。
- ⑤ 既存配水管の漏水防止対策、拡張計画を策定すること。
- ⑥ 中断している下水道工事を早急に再開し、2期工事まで完成させること。
- ⑦ 世銀が進めている水道公社改善のための諸計画が成果をあげること。

(2) 本計画実施中

- ① 本計画の設計段階より、技術者数名を本計画に専任で参画させて、内容の習熟、技術の習得に努めさせるとともに、完了後のシステムの運転維持管理に参加させること。

(3) 本計画実施後

- ① 維持管理費のための予算を確保すること。
- ② 既存配水管の修理・拡張のための予算を確保すること。
- ③ 施設の運転・維持管理の財源である水道料金を確実に徴収する方策を確立すること。
- ④ 要員の質的向上を図るため計画的な研修・訓練を行うこと。
- ⑤ 施設の正常な機能を維持するため、予防的維持管理を計画的に実施すること。
- ⑥ 各施設の管理責任を明確にすること。
- ⑦ 原水水質に対応して適正に運転管理するために必要な水源水質監視を行うこと。
- ⑧ 予備品等の機材の保管を確実にすること。

表6-1 事業の効果

現 状 と 問 題 点	本 計 画 で の 対 策	計 画 の 効 果
<ul style="list-style-type: none"> ・水需要に水供給が対応できない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・給水能力を現在の公称 620 m³/日から 4,011 m³/日まで高める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・24時間の安定給水が確保される。 ・給水普及率は45%から94%へと大幅に改善される。
<ul style="list-style-type: none"> ・現在の水源では将来の水需要に対応できない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水源を現在のカプティエ川からキモンディ川に変更する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・将来の水需要に十分対応できる。 ・市が今後発展するうえでの基礎が築かれる。 ・不衛生な代替水源の必要性がなくなる。
<ul style="list-style-type: none"> ・施設が老朽化している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存の取水・浄水・送水施設を廃止し、別の場所に新設する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・施設、設備が何時トラブルを起こすかも知れないという不安が取り除かれる。
<ul style="list-style-type: none"> ・施設、設備に余裕、予備がない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・給水能力を大きくする。 ・主要設備には予備を持たせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・施設、設備に無理がかからない。 ・トラブルが生じても予備を稼働させることにより、素早く運転を再開できる。
<ul style="list-style-type: none"> ・水質への配慮が十分でない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・給水能力を大きくする。 ・薬品注入ができるだけの機器を設備する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・清浄な水を給水できるので水系疾病の罹病率が低下する。
<ul style="list-style-type: none"> ・水道料金の支払い拒否が発生している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・24時間の安定供給。 	<ul style="list-style-type: none"> ・清浄な水を安定給水できるため、使用者の不満がなくなり、徴収率は向上する。
<ul style="list-style-type: none"> ・赤字経営である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水道メーターの供与。 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用水量が増加するため、水道料金収入は増大する。

資料編

1. 調査団員氏名
2. 調査日程
3. 関係者リスト
4. 討議議事録
5. 付属資料
6. 基本設計図
7. ケニアの概要

1. 調査団員氏名

(1) 基本設計調査

氏名	担当業務	所属
森本 康裕	団 長	外務省経済協力局無償資金協力課事務官
松枝 修治	給 水 計 画	厚生省生活環境局水道環境部計画課係長
美和 或男	業 務 主 任 者 上水道整備計画	日本上下水道設計株式会社
堀 健二	浄水場施設設計	同 上
澤井 茂雄	配 管 設 計	同 上
大坂 進一	機 械 設 備	同 上
天野 清	電 気 設 備	同 上

(2) ドラフト・ファイナル・レポート説明

ミニッツ未署名のため派遣されず。

2. 調査日程

(1) 現地調査（平成5年6月15日～7月12日）

月日・曜日				
1	6月13日（日）	松枝団員以下調査団4名成田発、到着		
2	14日（月）	森本団長到着 松枝団員以下調査団4名到着		
3	15日（火）	松枝団員以下調査団4名到着 JICA事務所打合せ 大使館阪井一等書記官と打合せ 水資源省表敬		
4	16日（水）	水道公社表敬 水道公社打合せ 大蔵省表敬		
5	17日（木）	エルベットに移動 カサベツ現地調査		
6	18日（金）	カサベツ現地調査		
7	19日（土）	カサベツに移動 下水処理場、浄水場視察 森本団長、松枝、美和団員カサベツに移動	堀、澤井団員エルベットに移動	
8	20日（日）	カサベツ浄水場視察	堀、澤井団員カサベツ現地調査	
9	21日（月）	水道公社打合せ	同	上
10	22日（火）	水道公社打合せ	同	上
11	23日（水）	水道公社打合せ	同	上
12	24日（木）	JICA事務所長島所長に報告 大使館阪井一等書記官に報告 森本団長、松枝団員到着	同	上
13	25日（金）	大坂団員到着 美和、大坂団員水道公社表敬 美和、大坂団員エルベットに移動	同	上
14	26日（土）	カサベツ現地調査		
15	27日（日）	団内打合せ		

月日・曜日

16	28日(月)	カガバット現地調査	
17	29日(火)	天野団員ナロビ着 美和、堀、澤井、大阪団員ナロビに移動	
18	30日(水)	水道公社打合せ 単価見積依頼	
19	7月1日(木)	単価見積依頼 測量、地質調査会社打合せ	堀団員エルドレットに移動 堀団員カガバット現地調査
20	2日(金)	美和、澤井、大坂、天野団員ナルに移動 浄水場視察 エルドレットに移動	堀団員カガバット現地調査
21	3日(土)	カガバット現地調査	
22	4日(日)	団内打合せ	
23	5日(月)	カガバット現地調査	
24	6日(火)	カガバット現地調査	
25	7日(水)	ナロビに移動	
26	8日(木)	水道公社打合せ	
27	9日(金)	単価見積回収 JICA事務所長谷川所長に報告 大坂、天野団員ナロビ発	
28	10日(土)	資料整理	
29	11日(日)	資料整理	
30	12日(月)	水道公社打合せ 大使館阪井一等書記官に報告 美和、堀、澤井団員ナロビ発	
31	13日(火)	美和、堀、澤井団員ナロビ着	
32	14日(水)	美和、堀、澤井団員ナロビ発	
33	15日(木)	美和、堀、澤井団員成田着	

(2) ドラフト・ファイナル・レポート説明

ミニッツ未署名のため派遣されず。

3. 関係者リスト

ケニア国側関係者

(1) Ministry of Finance

Mr. C. I. Shakaba Permanent Secretary

(2) Ministry of Land Reclamation, Regional & Water Development (水資源省)

Eng. S. K. Kibunja Deputy Director of Water Development

Mr. B. N. Muchungi Engineer

(3) National Water Conservation and Pipeline Corporation (NWCPC:水道公社)

Eng. H. K. A. Rotich Managing Director

Eng. M. M. Mahmud Chief Development Services Manager

Mr. M. O. Ochieng Deputy Chief Development Services Manager

Mr. E. S. Kelengwe Acting Chief Corporate Services Manager

Mr. Saboket Western Regional Office Manager

Mr. Simon Wanjara Kapsabet Scheme Office Manager

Mr. Paul Kigose Kapsabet Scheme Office Line Patroller

(4) Kapsabet Town Council

Mr. James K. Tuikong Kapsabet Town Clark

(5) Kapsabet District Council

Mr. Nalyanya Wasike Kapsabet District Physical Planner

日本国側関係者

(1) 在ケニア日本国大使館

阪井 清志 氏

一等書記官

(2) JICAケニア事務所

長島 俊一 氏

所長

青木 澄夫 氏

次長

牧野 耕司 氏

駐在員

藤田 真 氏

専門家

森田 裕之 氏

専門家

4. 討議議事録

MINUTES OF DISCUSSIONS

BASIC DESIGN STUDY

ON

THE PROJECT FOR EXPANSION OF KAPSABET WATER SUPPLY SYSTEM

IN

THE REPUBLIC OF KENYA

Based on the results of the Preliminary Study on the Project for Expansion of Kapsabet Water Supply System (hereinafter referred to as "the Project"), the Japan International Cooperation Agency (JICA) sent to the Republic of Kenya a Basic Design Study Team on the Project (hereinafter referred to as "the JICA Team"), which is headed by Mr. Yasuhiro MORIMOTO, Grant Aid Division, Economic Cooperation Bureau, Ministry of Foreign Affairs, the Government of Japan, which is scheduled to stay in the country from 15th June, 1993 to 12th July, 1993.

The JICA Team held discussions with the officials concerned of the Government of Kenya and conducted a field survey at the study area.

In the course of discussions and field survey, both parties have confirmed the main items and the concerns described in the attached sheets. The JICA Team will proceed to further works and prepare a Basic Design Study Report.

Nairobi, 24th June, 1993

Mr. Yasuhiro MORIMOTO
Leader
Basic Design Study Team
JICA

Eng. H. K. A. ROTICH
Managing Director
National Water Conservation
and Pipeline Corporation
(NWPC)

Mr. S. M. MBOVA
Permanent Secretary
Ministry of Land Reclamation,
Regional and Water Development

Dr. W. KOINANGE
Permanent Secretary
Ministry of Finance

ATTACHMENT

I. OUTLINE OF THE PROJECT

1. Objective of the Project

The objective of the Project is to establish a water supply system for improvement of the water supply situation in Kapsabet Town.

2. Project Sites

The Project site is located in Kapsabet Town as shown in ANNEX-I.

3. Executing Agency

The National Water Conservation and Pipeline Corporation (NWPC) under the Ministry of Land Reclamation, Regional and Water Development is responsible for the administration and execution of the Project.

4. Items requested by the Government of Kenya

After discussions with the JICA Team, the following items were finally requested by the Kenyan side.

- (1) Construction of water intake facilities
- (2) Construction of water treatment plant
- (3) Construction of water transmission facilities which may include the booster pumping station
- (4) Construction of service reservoirs and distribution mains
- (5) Supply of water meters

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

5. Size of Facilities in the Project

For facilities which cannot be phased, the design flow will be based on the target year of 2012 and for those which can be phased, the design flow will be based on the capacity of the completed sewage treatment plant mentioned below in II. 1. (1).

6. Others

(1) Japan's Grant Aid System

The Kenyan side has understood the system of Japan's Grant Aid explained by the JICA Team.

(2) Schedule of the Study

- (i) The Consultant members of the JICA Team will proceed with further studies in Kenya until 12th July, 1993.
- (ii) JICA will prepare a Draft Final Basic Design Study Report in English around September, 1993.
- (iii) In case that the contents of the report is accepted in principle by the Kenyan side, JICA will complete a Final Basic Design Study Report and send it to the Government of Kenya by November, 1993.

II. CONDITIONS FOR THE PROJECT

1. Prerequisite for the Implementation of the Project

As prerequisite to enter into the stage of appraisal and approval of the Project, the Japanese side shall confirm the following to be achieved by the Kenyan side:

- (1) Completion of the Kapsabet Sewerage Project both in Phase I and Phase II with a total capacity of 1,820 cubic meter per day and confirmation of implementation of environmental conservation measures to be recommended in the Final Basic Design Study Report. NWPC shall report the completion of the Project.
- (2) Good achievement in implementation of "Corporate Development Plan" and "Implementation of Revenue Collection, Financial Management and Management Information Systems" and other related institutional support programs (hereinafter referred to as "the Institutional Support Programs"). To follow up the achievement in implementation of the Institutional Support Programs, NWPC shall submit all final reports of the Institutional Support Programs and progress reports on Implementation of the Institutional Support Programs to JICA.

(3) Submission of the following plan and reports to JICA so as to evaluate measures to be taken by NWCPG for the Project to meet the requirements to be indicated in the Final Basic Design Study Report on the inquiry basis from the Japanese side. The base year to prepare the plan and reports will be given in that inquiry.

(i) The implementation plan for the rehabilitation work of and the extension work to the existing water reticulation system. Such a plan shall include the following items:

- a. Length of pipe by size to be rehabilitated and extended yearly
- b. construction cost of the above pipes and its budgetary allocation plan
- c. Map showing the location of the above pipes

(ii) The report on estimated annual revenue from water sales and fund available for Kapsabet Scheme Office at least for five years after the new system will be in operation. Such a report shall include the following items:

- a. No. of connections
- b. Revenue by meter rents, services, water deposits and tariffs
- c. fund for investment (rehabilitation and extension)
- d. fund for operation and maintenance such as salary, electricity, chemicals, fuel and repair

(iii) The report on the staffing for Kapsabet Scheme Office after the commencement of the construction work to meet the man-power requirement. Such a report shall include the following items:

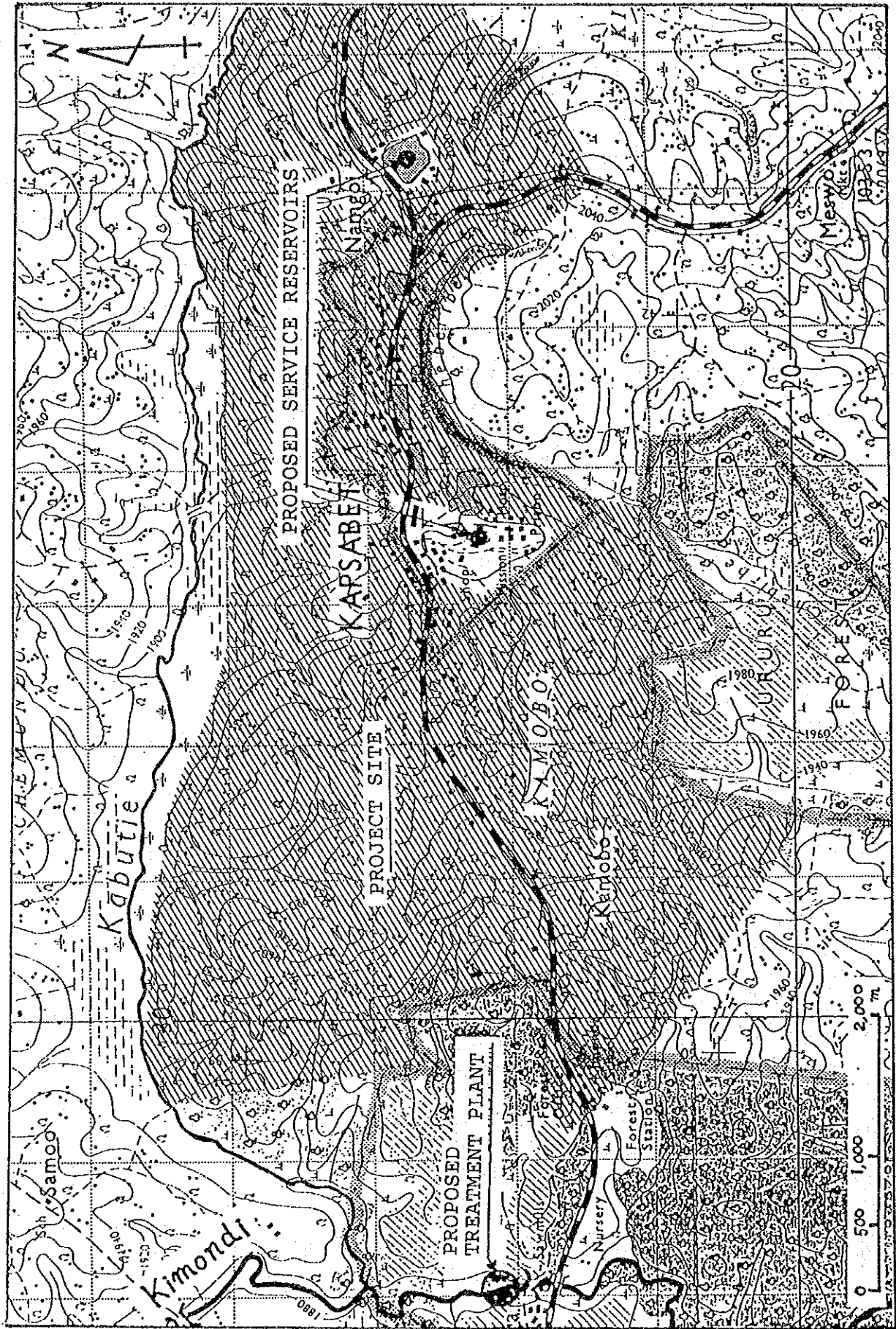
- a. Schedule of staffing including deployment from other schemes of NWCPG
- b. Qualification and estimated salary of each employee
- c. Schedule and contents of training

2. Environmental Consideration

Both parties have a great concern for environmental conservation in Kapsabet and the Government of Kenya shall take all necessary measures for environmental conservation in relation with the Project. However, in case established that the implementation of the Project will have an adverse effect on the environment, the Project might be suspended.

3. Undertakings by the Government of Kenya

The Government of Kenya will take necessary measures, described in Annex-II for smooth implementation of the Project, on condition that the Grant Aid Assistance by the Government of Japan will be extended to the Project.



ANNEX-II

Necessary measures to be taken by the Government of Kenya on condition that Japan's Grant Aid is extended.

- (1) To secure the following sites, which will be indicated in the Final Basic Design Study Report, for construction of facilities and installation of pipes by the start of detailed design:
 - a. site for water intake facilities
 - b. site for raw water transmission pipe from the intake facilities to the water treatment plant
 - c. site for water treatment plant
 - d. site for treated water transmission pipe from the water treatment plant to the existing road, if necessary
 - e. site for booster pumping station, if necessary
 - f. site for service reservoir No. 1
 - g. site for service reservoir No. 2
 - h. any other sites that may be required
- (2)
 - a. To clear, level and reclaim the sites prior to commencement of the construction.
 - b. To leave the disposal of those remaining within the proposed sites at the time of commencement of the construction work to the discretion of the Contractor.
- (3) To construct gates and fences in and around the sites.
- (4) To construct the access roads to the sites prior to commencement of the construction.
- (5) To undertake the electrical work on the primary power distribution side from the existing power distribution end to the proposed sites for the intake facilities, treatment plant and, if necessary, the booster pumping station, by the commencement of construction work.
- (6) To provide other incidental facilities, if necessary, in and around the sites.
- (7) To bear the commissions to the Japanese foreign exchange bank for the banking services based upon the banking arrangement.
- (8) To ensure tax exemption and custom clearance of the products at the port of disembarkation.
- (9) To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contract such as may be necessary for their entry into Kenya and stay therein for the performance of their work.

- (10) To exempt Japanese nationals from custom duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in Kenya with respect to the supply of the products and services under the verified contracts.
- (11) To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant.
- (12) To bear all the expenses other than those to be borne by the grant necessary for construction of the facilities as well as for the transportation and installation of the equipment.
- (13) To assign the same engineer to the counterpart during the period of detailed design, the supervisor during the period of construction and the scheme manager of the Kapsabet Office after completion of the Project.

5. 付属資料

付属資料-1 カブサバット市水道事業所における月間販売水量、生産水量

Year	Month	Consumers				Water Sales					Water Production				Daily Average		
		Meter (Nos.)	Flat Rate (Nos.)	Total (Nos.)	Meter (cum.)	Flat Rate (cum.)	Asses. (cum.)	Total (cum.)	M. Meter (cum.)	Waste W. (cum.)	Avail. (cum.)	Unacc. (cum.)	Percent (%)	Produced (cum.)	Sold (cum.)		
1989	7	589	75	664	21,892	1,350	5,250	28,492	30,486	725	29,761	1,269	4.2	983	919		
	8	584	90	674	20,099	1,820	5,120	26,839	30,743	250	30,493	3,654	11.9	992	866		
	9	591	85	676	17,354	1,530	5,630	24,514	29,003	290	28,718	4,204	14.5	967	817		
	10	642	93	735	16,134	1,043	6,592	23,729	29,546	995	28,551	4,922	16.3	953	785		
	11	595	101	696	19,354	1,818	7,328	26,500	32,908	675	32,233	3,733	11.3	1,097	950		
	12	576	102	678	17,708	1,836	8,246	27,760	31,154	1,100	30,054	2,664	7.3	1,005	896		
1990	1	594	93	687	20,836	1,674	7,250	29,760	31,449	350	31,099	1,339	4.3	1,014	960		
	2	612	78	690	21,217	1,404	7,275	29,696	33,923	300	33,623	3,727	11.0	1,212	1,068		
	3	626	72	698	17,762	1,236	7,200	26,258	33,072	540	32,532	6,274	19.0	1,067	847		
	4	637	68	705	17,273	1,088	7,250	25,611	33,589	80	33,509	7,898	23.5	1,120	854		
	5	678	22	700	16,951	1,260	7,150	27,361	33,271	180	33,091	5,730	17.2	1,073	883		
	6	681	9	700	21,346	774	7,820	29,940	34,425	120	34,305	4,965	12.7	1,148	998		
Total				229,926	16,693	82,071	328,690	393,574	5,605	377,969	49,279	12.8	1,051	901			
1990	7	660	44	704	17,953	792	7,950	26,075	33,681	200	33,481	7,406	22.0	1,086	841		
	8	658	48	706	15,766	921	8,250	24,937	35,128	500	34,628	9,691	27.8	1,133	804		
	9	658	50	708	21,740	900	6,925	29,165	33,014	450	32,564	3,999	10.3	1,100	972		
	10	659	54	712	20,718	1,015	7,875	29,608	32,550	550	31,980	2,372	7.3	1,049	955		
	11	680	50	730	18,500	857	7,323	26,780	33,614	330	33,284	6,504	19.3	1,120	883		
	12	683	65	728	19,066	1,879	7,450	26,995	33,731	800	32,931	4,536	13.4	1,068	915		
1991	1	663	65	728	22,135	1,223	5,895	29,243	31,878	675	31,203	1,960	6.1	1,028	943		
	2	665	65	730	18,366	1,143	7,529	27,058	31,616	1,020	30,596	3,539	11.2	1,129	966		
	3	659	65	724	15,432	1,271	8,925	25,828	29,735	1,250	28,505	2,877	9.7	959	827		
	4	671	64	735	18,635	1,456	10,942	31,233	34,259	675	33,583	2,350	6.9	1,142	1,041		
	5	671	64	735	15,675	1,364	9,785	26,624	32,616	1,875	30,741	3,917	12.0	1,052	865		
	6	671	64	735	18,338	2,025	11,694	32,057	37,219	1,310	35,909	3,652	10.3	1,241	1,069		
Total				222,524	14,946	69,533	337,003	399,020	9,615	389,405	52,402	13.1	1,093	923			
1991	7	666	65	731	17,588	2,067	8,243	27,898	32,713	900	31,813	3,915	12.0	1,055	900		
	8	687	65	732	16,534	2,080	5,200	23,914	26,180	860	25,320	1,406	5.4	845	771		
	9	666	65	731	17,943	3,060	6,590	27,583	30,247	900	29,347	1,764	5.3	1,008	919		
	10	666	65	731	17,758	4,163	6,925	28,846	31,428	300	31,128	2,282	7.3	1,014	931		
	11	666	65	731	16,741	4,189	6,704	27,634	29,988	300	29,688	2,054	6.8	1,000	921		
	12	666	65	731	15,832	5,674	5,015	26,521	29,532	300	29,232	2,711	9.2	953	856		
1992	1	666	65	731	15,608	7,123	4,957	27,688	30,209	600	29,609	1,921	6.4	974	893		
	2	666	65	731	15,525	7,603	4,784	27,912	30,002	0	30,002	2,090	7.0	1,035	962		
	3	666	65	731	15,325	5,769	3,640	24,754	25,718	0	25,718	964	3.7	830	799		
	4	666	65	731	13,750	5,824	3,986	23,560	24,913	0	24,913	1,353	5.4	830	785		
	5	666	65	731	13,725	6,013	2,947	22,685	27,065	300	26,785	4,080	15.1	873	732		
	6	666	65	731	16,172	10,345	3,890	30,407	32,754	600	32,154	1,747	5.3	1,092	1,014		
Total				192,601	63,930	62,871	319,402	350,749	5,060	345,689	26,287	7.5	958	873			
1992	7	666	65	731	15,237	9,045	3,615	27,897	28,926	0	28,926	1,029	3.6	933	900		
	8	666	65	731	16,790	2,638	2,638	25,463	28,475	500	27,975	2,512	8.8	819	821		
	9	666	65	731	15,940	5,632	2,113	23,685	26,162	600	25,562	1,877	7.2	872	790		
	10	666	65	731	17,890	5,463	1,197	24,580	28,381	800	27,581	3,031	10.7	916	792		
	11	666	65	731	18,545	3,456	2,748	24,749	26,936	700	26,236	1,487	5.5	868	825		
	12	666	65	731	19,236	5,578	2,504	25,318	27,418	900	26,518	1,200	4.4	884	817		
1993	1	666	65	731	21,365	4,790	1,667	27,842	30,505	900	29,605	1,763	5.8	984	898		
	2	666	65	731	22,325	4,850	1,800	28,975	33,130	1,000	32,130	3,155	9.5	1,069	985		
	3	675	296	931	16,975	3,640	1,385	22,000	24,700	700	24,000	2,000	8.1	797	710		
	4	766	165	931	25,475	3,660	1,845	31,000	33,600	800	32,800	54	0.2	1,084	1,000		
	5	766	165	931	24,537	3,570	1,873	29,980	32,400	900	31,500	1,500	4.6	1,045	967		
	6	766	165	931	23,760	3,350	2,080	29,250	32,250	1,800	30,450	1,200	3.7	1,040	944		
Total				238,115	56,929	25,665	320,709	352,883	9,600	343,283	22,554	6.4	967	879			

Note: The master meter was out of order on 28th December, 1982 and the figures in the column of "M. Meter" has been estimated since that.

付属資料-2 カプサベット市水道事業所における水道メーターの状況

Status	Size (mm)	1989.12	1990.06	1990.12	1991.06	1991.12	1992.06	1992.12	1993.06
On water supply	12								
	20								
	25								
	35	1	1	1	1	1			
	150	1	1	1	1	1	1	1	1
	Total	2	2	2	2	2	1	1	1
On connections	12	544	631	627	635	630	630	630	630
	20	25	29	25	25	25	25	25	25
	25	5	6	6	6	6	6	6	6
	35	2	5	5	5	5	5	5	5
	150								
	Total	576	671	663	671	666	666	666	666
Serviceable in Store	12	202							
	20								
	25		10	9	9	9	9	9	
	35								
	150								
	Total	202	10	9	9	9	9	9	0
Unserviceable	12		84	39	39	39	39	39	39
	20		2	2	2	2	2	2	2
	25		4	4	4	4	4	4	4
	35						1	1	1
	150	1	1	1	1	1			
	Total	1	91	46	46	46	46	46	46
Sent to Repair	12	165	165	210	210	210	210	210	210
	20								
	25								
	35								
	150						1	1	1
	Total	165	165	210	210	210	211	211	211
Total	12	911	880	876	884	879	879	879	879
	20	25	31	27	27	27	27	27	27
	25	5	20	19	19	19	19	19	10
	35	3	6	6	6	6	6	6	6
	150	2	2	2	2	2	2	2	2
	Total	946	939	930	938	933	933	933	924

付属資料-3 カプサベット市水道事業所における大口使用者の月間使用水量

Name of Client	Meter Size	1992 Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	1993 Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Total	Daily Average
District Hospital	1"	175	175	218	175	175	175	175	117	115	115	117	120	1,852	5.1
District Water Engineer Office	1"	29	20	129	64	77	77	75		4	9			484	1.3
Kapsabet Girls High School	1"	37	37		98	37	37	37	37	37	37	37	37	468	1.3
Chebut Tea Factory	1"	800	800	800	800	800	800							4,800	26.1
Christian Intermediate Technology Center	1"	224	279	291	182	214		200	162	61	220	313	264	2,410	6.6
D.C. Government Quarters	1"	Change to Flat Rate													
Kapsabet Town Council (Slaughter House)	1"	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	300	0.8
Intex Construction	1"	Not in Use at Present													
Kenya Commercial Bank	1"	119	101	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	1,150	3.2
Government of Kenya Kapsabet Prison	1-1/2"	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	1,656	4.5
Ministry of Health (Hospital)	2"	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	1,728	4.7
Ministry of Health (Hospital)	2"	466	431	534	501	253	424	569	211	299	295	397	438	4,818	13.2
Kenya Cooperative Creamery	2"	126	110	235	298	368	250	222	463	304	481	520	377	3,754	10.3
Kapsabet High School	2"	982	502	446	918	960	219	114	902	703	499	704	990	7,939	21.8

付属資料-4 第三国の協力の動向

プロジェクト名	地域	金額 (K£)	実施機関	地方 都市	有償 無償
イタリア		12,060,000			
Kirandich ダム調査・計画・設計	Baringo	3,000,000	水道公社		無償
Kirandich ダム建設	Baringo	3,000,000	水道公社		有償
Kilimanjaro/Machakos水道建設	Kajiado	2,760,000	水道公社	地方	無償
浄水処理用硫酸アルミニウム供与		2,000,000	水道公社		無償
浄水処理用硫酸アルミニウム供与		1,300,000	水資源省		無償
フィンランド		7,153,435			
新規地方給水事業		1,343,435	水資源省		無償
Ugenya/Uholo井戸調査・計画・設計	Siaya	200,000	水資源省	地方	無償
Muteite 井戸調査・計画・設計	Nandi	200,000	水資源省	地方	無償
Chepkule 井戸調査・計画・設計	Bungoma	400,000	水資源省	地方	無償
Busia 井戸調査・計画・設計	Busia	400,000	水資源省	地方	無償
Mbale 井戸調査・計画・設計	Kakamega	370,000	水資源省	地方	無償
Vihiga 井戸調査・計画・設計	Vihiga	230,000	水資源省	地方	無償
水道建設(浅井戸)	Siaya	375,000	水資源省	地方	無償
水道建設(修復)	Siaya	100,000	水資源省	地方	無償
水道建設(井戸)	Nandi	400,000	水資源省	地方	無償
水道建設(井戸)	Bungoma	603,285	水資源省	地方	無償
水道建設(井戸)	Busia	836,715	水資源省	地方	無償
水道建設(井戸)	Kakamega	1,095,000	水資源省	地方	無償
水道建設(井戸)	Vihiga	400,000	水資源省	地方	無償
水道事業強化		200,000	水資源省		無償
IDA		6,450,000			
契約専門業務		800,000	水道公社		有償
公社開発計画		651,200	水道公社		有償
車両追加購入		800,000	水道公社		有償
機械機器購入		1,000,000	水道公社		有償
水道メーター購入		1,620,650	水道公社		有償
Mzima Pipeline II 調査・計画・設計	Mombasa	1,300,000	水道公社		有償
遠隔計測システム通信	Mombasa	128,150	水道公社		有償
水道建設	Baringo	150,000	水道公社		有償
スウェーデン		5,625,000			
地方給水計画		1,825,000	水資源省		無償
衛生設備調査・計画・設計	Kwale	325,000	水資源省	地方	無償
水道衛生設備建設	Kwale	200,000	水資源省	地方	無償
車両追加購入	Kwale	200,000	水資源省	地方	無償
機械機器購入	Kwale	200,000	水資源省	地方	無償
Tharaka 調査・計画・設計	Meru	125,000	水資源省	地方	無償
Tharaka 水道建設	Meru	1,000,000	水資源省	地方	無償
全国水資源開発基本計画調査・水使用調査		1,750,000	水資源省		無償

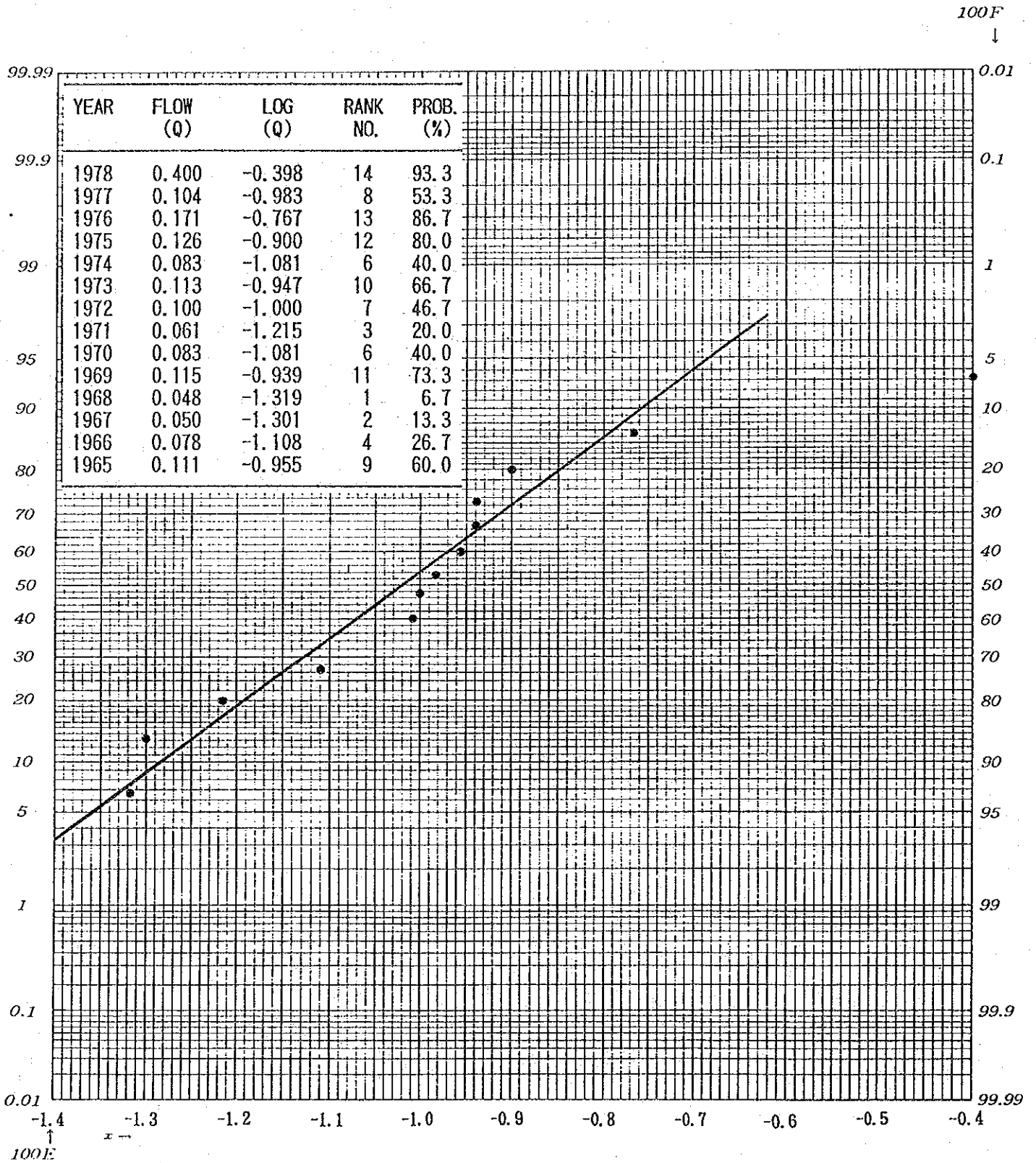
付属資料-4 第三国の協力の動向(続き)

プロジェクト名	地域	金額 (K£)	実施機関	地方 都市	有償 無償
オーストリア Masinga/Matuu/Kitui 水道建設	Kitui	5,500,000 5,500,000	水道公社	地方	有償
西ドイツ Kilifi集約水道建設	Kilifi	2,000,000 1,000,000	水資源省	地方	無償
Sabaki/Baricho第一取水場建設	Mombasa	1,000,000	水道公社	都市	無償
オランダ 水資源評価調査		1,905,000 1,700,000	水資源省		無償
Kajiado 水道建設		115,000	水資源省	都市	無償
West Pokot水道建設		90,000	水道公社		無償
デンマーク ASAL水道建設	Kitui	1,258,125 1,258,125	水資源省		無償
ベルギー 水道開発		800,000 800,000	水資源省		無償
フランス Mombasa 配水管網調査	Mombasa	175,000 175,000	水道公社		無償
IFAD 海岸ASAL開発事業	Kwale	175,000 100,000	水資源省	地方	有償
乾燥地域小規模自作農共同体奉仕	Nueri	35,000	水資源省	地方	無償
農民団体及び共同体支援	Siaya	35,000	水資源省	地方	無償

IDA :International Development Association

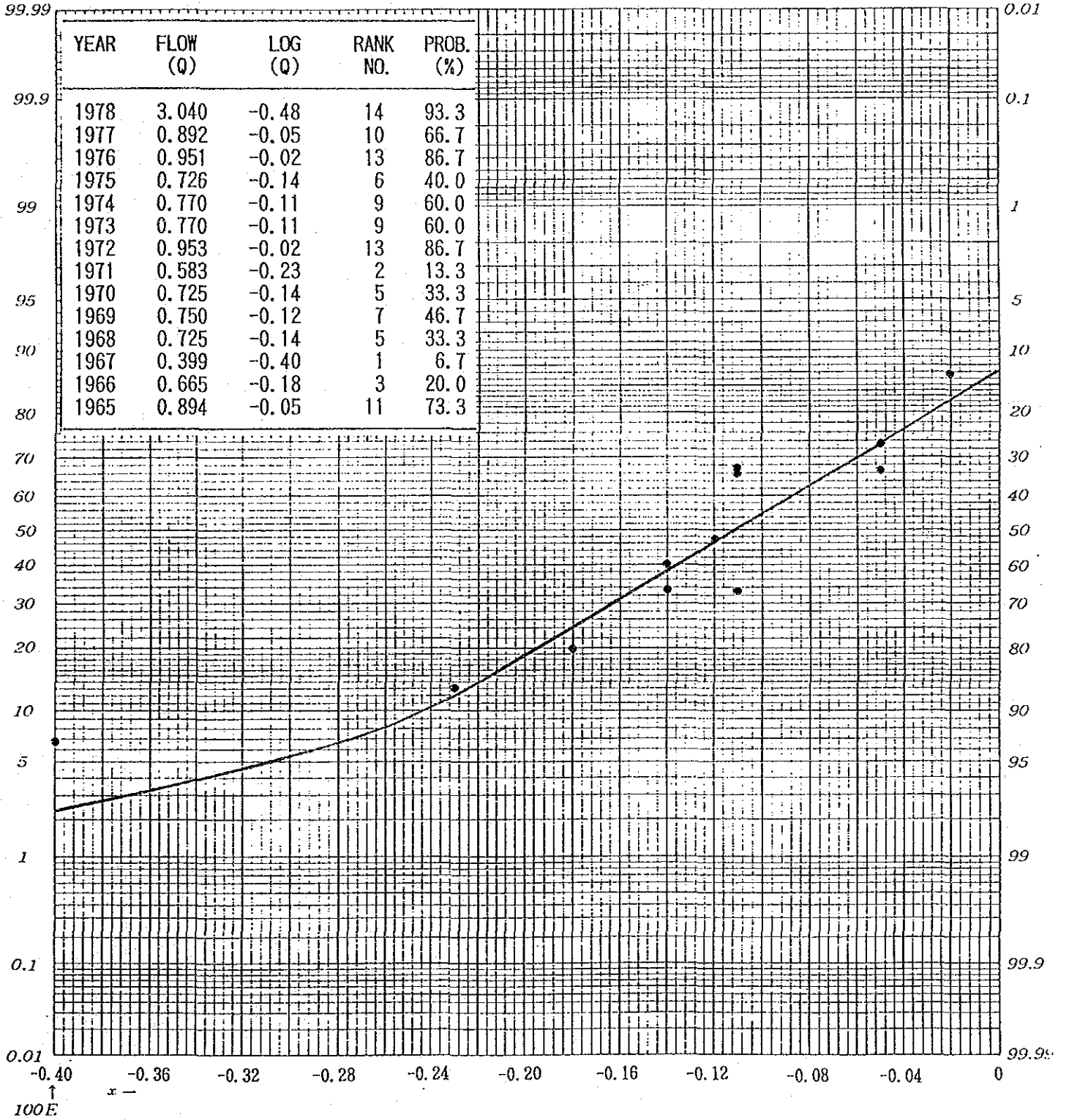
IFAD:International Fund for Agricultural Development

付属資料-5 取水候補河川確率低水流量 (カプティエ川)



取水候補河川確率低水流量 (キモンディ川)

100F
↓



付属資料-6 取水候補河川水質

(単位: ppm、注参照)

採水日	1993年6月13日				1993年6月26日	
	カテイ	キンテイ 合流前	キンテイ 合流後	モジ	カテイ	キンテイ
pH ^{*1}	6.50	6.60	6.62	6.60	6.80	6.75
蒸発残留物	109.0	25.0	129.0	283.0	34.0	56.5
浮遊物質						29.5
COD						113.31
全硬度	24.0	28.0	30.0	48.0	28.0	54.0
硝酸塩					5.297	4.397
フッ化物					0.050	0.093
塩化物					9.955	8.250
硫酸塩					3.492	3.492
ナトリウム					540.0	610.0
フェノール性物質					1.247	1.415
シアン化物					0.155	0.153
砒素					N.D.	N.D.
カドミウム					N.D.	N.D.
鉛					N.D.	N.D.
セレンウム					N.D.	N.D.
クロミウム					N.D.	N.D.
バリウム					N.D.	N.D.
アルミニウム					3.0	5.0
銅					N.D.	N.D.
鉄	0.88	1.26	1.08	0.66	1.72	2.30
マンガン	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	0.01	0.01
亜鉛					N.D.	N.D.
マグネシウム					0.09	0.12
水銀					N.D.	N.D.
電気電導度 ^{*2}	62.0	51.0	54.0	105.0		
アルカリ度	69.0	69.0	47.0	76.0		
アンモニア性窒素	0.127	0.148	0.157	0.021		
亜硝酸性窒素	0.066	0.061	0.060	0.290		
硝酸性窒素	3.341	1.047	1.008	1.734		

N.D. : Not Detected (検出せず)

*1 pH なし

*2 電気電導度 micromhos/cm

付属資料-7 カブサベツ市水道事業所における薬品、燃料油、電力消費量

Year	Month	Year	Month	Chemicals			Fuel			Electric.
				Alum (kg)	Soda Ash (kg)	Bleaching (kg)	Diesel (l)	Lub. Oil (l)	Petrol (l)	(Units)
1989	7	1989	7	1,578.0	118.5	84.631				19,478
	8		8	1,746.0	284.0	91.404				19,581
	9		9	1,560.0	832.0	90.560				18,292
	10		10	1,637.0	137.0	90.329				18,858
	11		11	1,713.0	500.0	100.936				20,257
	12		12	1,431.0		83.036				19,315
1990	1	1990	1	1,732.0	200.0	81.925				19,523
	2		2	1,367.0	629.0	77.427				19,541
	3		3	1,635.0	618.0	75.417				18,398
	4		4	1,650.0	654.0	72.068	50.0			18,867
	5		5	1,691.0	630.0	67.142	18.0			19,343
	6		6	1,813.0	1,089.0	73.165	16.0			19,490
Total		Total		19,553.0	5,691.5	988.040	84.0	0.0	0.0	230,943
1990	7	1990	7	2,138.0	801.0	84.552	16.0	1.0		19,427
	8		8	1,807.0	442.0	85.004				19,126
	9		9	1,791.0	516.0	80.595				18,557
	10		10	1,509.0	508.0	79.356				18,251
	11		11	1,604.0	532.0	82.880	50.0	1.0		18,833
	12		12	1,627.0	531.0	95.677				18,603
1991	1	1991	1	1,536.0	534.0	75.972				17,164
	2		2	1,432.0	502.0	76.940				18,459
	3		3	1,278.0	435.0	73.350				17,144
	4		4	1,358.0	537.0	81.675				18,887
	5		5	1,266.0	328.0	75.505				19,095
	6		6	1,943.0	600.0	87.850				20,401
Total		Total		19,289.0	6,266.0	979.356	66.0	2.0	0.0	223,947
1991	7	1991	7	1,970.0	512.0	79.120				18,775
	8		8	1,731.0	590.0	64.881				16,154
	9		9	1,963.0	596.0	96.537				18,206
	10		10	1,806.0	515.0	96.500				18,314
	11		11	1,166.0	437.0	72.000				19,815
	12		12	960.0	409.0	64.750				20,446
1992	1	1992	1	1,085.0	435.0	73.000				20,503
	2		2	1,014.0	309.0	70.500				20,688
	3		3	890.0	60.0	68.000				19,050
	4		4	982.0	305.0	61.500				18,030
	5		5	1,085.0	334.0	63.000				16,959
	6		6	1,491.0	66.0	87.500				19,912
Total		Total		16,143.0	4,568.0	897.288	0.0	0.0	0.0	226,852
1992	7	1992	7	1,260.0	291.0	51.900				17,900
	8		8	1,450.0	357.0	51.500				17,864
	9		9	1,305.0	332.0	91.500				16,581
	10		10	1,290.0	304.0	78.000				17,489
	11		11	1,183.0	321.0	62.400				18,394
	12		12	1,255.0	308.0	72.000				16,442
1993	1	1993	1	1,200.0	299.0	84.500				18,563
	2		2	1,250.0	280.0	81.500				19,785
	3		3	1,155.0	246.0	75.500				19,895
	4		4	1,320.0	282.0	87.000				20,246
	5		5	1,310.0	290.0	86.000				19,141
	6		6	1,370.0	307.0	85.000				19,350
Total		Total		15,348.0	3,617.0	906.800	0.0	0.0	0.0	221,650

