

ジンバブエ国

チトウングザ市下水処理施設改善計画

基本設計調査報告書

JICA LIBRARY



J 1142114 [6]

平成10年 1 月

国際協力事業団

日本上下水道設計株式会社

日本工営株式会社

調 無
CR(3)
98-009

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20







ジンバブエ国

チトウングザ市下水処理施設改善計画

基本設計調査報告書

平成10年1月

国際協力事業団

日本上下水道設計株式会社

日本工営株式会社



1142114 [6]

## 序 文

日本国政府は、ジンバブエ共和国政府の要請に基づき、同国のチトゥンギザ市下水処理施設改善計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年7月14日から8月3日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、ジンバブエ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成10年1月

国際協力事業団  
総裁 藤田公朗

## 伝達状

今般、ジンバブエ共和国におけるチトゥンギザ市下水処理施設改善計画にかかる基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成9年7月8日から平成10年1月31日までの7ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ジンバブエの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成10年1月

ジンバブエ共和国  
チトゥンギザ市下水処理施設改善計画  
基本設計調査団

日本上下水道設計株式会社

業務主任 百瀬正敏



## 要約

ジンバブエ共和国（以下「ジ」国とする。）は南アフリカ共和国、ザンビア共和国、ボツワナ共和国、モザンビーク共和国と国境を接する内陸国である。熱帯半乾燥気候に属し、1995年現在国土総面積約39万km<sup>2</sup>の中に11,140千人が居住している。「ジ」国の首都はハラレ市であり、首都圏でこれに次ぐ規模のチトンギザ市（以下「チ」市とする）が本計画の実施機関である。

ハラレ首都圏はマニャメ川上流域に位置しており、この地域の水源は流域内に建設されたチベロ湖、マニャメ湖等の4つの人造湖に依存している。ところが、首都圏の急速な都市化と産業の活発化に伴い増加した生活雑排水、産業排水がこの水域に流入し、湖/ダムの水質汚濁が進行している。水質的には湖において窒素・磷濃度が高く、ホテイアオイや藻類の大量発生が頻発するなどの富栄養化現象が生じている。また、水質改善が必要なだけでなく水源不足も慢性化しており、水道の取水のためにチベロ湖からは過去7年間越流が生じていない。

このような背景のもと、「ジ」国政府はマニャメ川上流域の水環境改善を目的として、我国に技術協力を要請した。これを受けて、国際協力事業団(JICA)は、1996年に地方自治・都市・地方開発省を責任機関とする「ジ」国に対して、開発調査「ジンバブエ共和国マニャメ川上流域水質汚濁対策調査」（調査期間：1996年3月～1997年3月）を実施した。ここで、マニャメ川上流域の水質汚濁防止マスタープランが策定されるとともに、緊急プロジェクトとして「チ」市下水処理場改善に係るF/Sが策定された。「ジ」国政府はこの緊急プロジェクトの実施について我国政府に無償資金協力を要請し、これに応えJICAは本基本設計調査を行うことを決定した。現地調査は平成9年7月14日から同8月3日に実施し、ドラフト説明は行われていない。

本計画は、マニャメ川上流域の総合的な水質汚濁防止対策の一環として、流域内でハラレ市内2カ所の処理場に次ぐ大規模な「チ」市のゼンゲザ下水処理場の拡張を行うとともに、既存汚水中継ポンプ場の設備更新等を行うものであり、要請内容に対する変更はない。下水処理施設には、湖沼の富栄養化対策として生物学的栄養塩除去法を採用した。本計画の事業化によって、既存処理施設の処理能力(21,500m<sup>3</sup>/日)のおよそ2倍の下水量(41,500m<sup>3</sup>/日)に対して適正な処理が可能となり、これによる処理水の水質改善により放流先水域の水質汚濁防止・水源補填の効果がある。

本計画の施設・機材の概要は次のとおりである。

・下水処理施設の建設:処理能力20,000m<sup>3</sup>/日

名称	内容
ゼンゲザ下水処理場	沈砂池、最初沈殿池、流量調整池、BNR反応タンク、最終沈殿池、熟成池、放流渠及びバイパス渠、汚泥濃縮タンク、汚泥消化タンク、汚泥乾燥床、乾燥汚泥貯留施設、電気棟、水質試験・運転監視棟付帯工事

・ポンプ場の更新

位置	内容
セントメリーNo.1ポンプ場	主ポンプ、流量計、制御盤
セントメリーNo.2ポンプ場	主ポンプ、流量計、制御盤
ティルコールポンプ場	主ポンプ、流量計、制御盤

・維持管理用機材

種類	内容
処理場維持管理用車輛等	バックホウ、ダンプトラック、ピックアップトラック
水質試験器具	分光光度計、顕微鏡、ドラフトチャンバー、簡易比色計、等

本計画の実施機関「チ」市においては、公共事業に係る技術関連サービス全体を所管する「技術サービス部」がプロジェクト実施部所となり、同部上下水道課の「下水管渠係」と「ゼンゲザ下水処理場係」が本計画の施設建設及び維持管理に携わる。一方、中央政府における主務官庁は「地方自治・地方及び都市開発省」であり、地方自治体の地域開発に支援と調整を行っている「開発計画・調整局」がプロジェクト実施監督を受持つ。

本計画の全体事業費は22億4千9百万円（日本側負担分：22億4千万円、「ジ」国側負担分：9百万円）と見積もられる。また、全体工期は31ヶ月、うち11ヶ月は実施設計及び入札・契約に要する期間で、19ヶ月が工事（製作、輸送、現場工事、試運転・調整、研修・トレーニング）期間である。

本計画実施後「チ」市が負担すべき維持管理費は、1997年価格で年間19.32百万ドルとなる見込みであり、インフレを考慮した2000年価格では33.42百万ドルと見積もられた。これに対して維持管理予算は、「チ」市によると新規住宅及び産業部門の拡張、インフレーションによる値上げ等による下水道料金収入を合わせて2000年において

35.64百万ドルまで増加すると見積られる。

本プロジェクトにより期待される効果は以下のとおりである。

- ① 湖の富栄養化防止上、特に栄養塩の中で制御因子となっている窒素の大幅削減がゼンゲザ下水道事業によるBNR法適用により可能となる。
- ② 本事業により約20,000m<sup>3</sup>/日の処理水が水域に還元され、特に乾期の水不足に対してハラレ市における同様な対策と共に水源の補填が可能となる。
- ③ 新規に拡張される処理施設と既存処理施設の能力に応じた運転により、処理水水質が改善される。
- ④ 既存処理施設が十分に活用できるようになり、費用効果が期待できる。

また、「ジ」国が今後実施する予定であるその他の水質汚濁防止対策の事業化とともに、流域内の水質の悪化を抑制することに大きく貢献する。さらに「チ」市住民への都市環境改善にも貢献する他、対象流域内の自然環境保全にもつながり、広く住民のベーシック・ヒューマンニーズ向上に寄与するものである。



## 目次

第1章	要請の背景	1
第2章	プロジェクトの周辺状況	2
2-1	当該セクターの開発計画	2
2-1-1	上位計画	2
2-1-2	財政事情	3
2-2	他の援助国、国際機関の計画	5
2-3	我が国の援助実施状況	6
2-4	プロジェクト・サイトの状況	7
2-4-1	自然条件	7
2-4-2	社会基盤整備状況	13
2-4-3	既存施設・機材の現状	14
2-5	環境への影響	22
第3章	プロジェクトの内容	24
3-1	プロジェクトの目的	24
3-2	プロジェクトの基本構想	24
3-3	プロジェクトの最適案に係わる基本設計	34
3-3-1	設計方針	34
3-3-2	基本計画	40
3-4	プロジェクトの実施体制	90
3-4-1	組織	90
3-4-2	予算	90
3-4-3	要員、技術レベル	95
第4章	事業計画	96
4-1	施工計画	96
4-1-1	施工方針	96
4-1-2	施工上の留意事項	97
4-1-3	施工区分	98
4-1-4	施工監理計画	99
4-1-5	資機材調達計画	101
4-1-6	実施工程	103
4-1-7	相手国側負担事項	104
4-2	概算事業費	104

4-2-1 概算事業費	104
4-2-2 運営維持・管理計画	105
第5章 プロジェクトの評価と提言	120
5-1 妥当性に係わる実証・検証及び裨益効果	120
5-2 技術協力・他ドナーとの連携	122
5-3 課題	122

【資料】

1. 調査団氏名、所属	1
2. 調査日程（現地調査）	2
3. 相手国関係者リスト	3
4. 当該国の社会・経済事情	4
5. その他のデータ	6
5.1 水質基準	6
5.2 容量計算	8
5.3 水理計算	20
5.4 流入下水の負荷変動対策	21
5.5 アルカリ度の検討	30
5.6 消毒方法の検討	34
5.7 嫌気性池改造計画	36
5.8 構造物設計基準	40
5.9 電気設備計装・制御計画	42
5.10 維持管理費の内訳	43
5.11 水質調査結果	48
5.12 マニャメ川上流域水質汚濁対策調査の概要	56
5.13 本プロジェクト実施による事業効果	61
6. 参考資料リスト	67

## 第1章 要請の背景

ジンバブエ共和国（以下「ジ」国とする。）は南アフリカ共和国、ザンビア共和国、ボツワナ共和国、モザンビーク共和国と国境を接する内陸国であり、熱帯半乾燥気候に属する。1995年現在、国土総面積約39万km<sup>2</sup>の中に、11,140千人が居住している。1980年にイギリスから独立し、1989年以降自由主義経済へ移行した。1994年の一人当たりGNPは500US\$である。

マニャメ川上流域は、流集面積約3,900Km<sup>2</sup>を有し、調査対象のチトンギザ市（以下「チ」市とする）及び「ジ」国の首都ハラレ市を含む5都市群が位置する。本流域内に建設されたチベロ湖及びマニャメ湖等の4つの人造湖は、流域内に居住する約150万人（「ジ」国人口の約13%）の住民に対する水道、農業、航行、リクレーションのための重要な水源として利用されている。しかしながら、流域内における、急速な都市化と産業開発の活発化に伴い、生活雑排水、産業排水、ごみ投棄により、水道水源である湖/ダムの水質汚濁が進行し、大きな環境問題となっている。水質的には湖において窒素・磷濃度が高く、このためにホテイアオイや藻類の大量発生が頻発するなどの富栄養化現象が生じ、水利用上の大きな問題となっている。また、水質改善が必要なだけでなく水源不足も慢性化しており、水道の取水のためにチベロ湖からは過去7年間越流が生じていない。なおマニャメ川は、下流においてモザンビーク国のカボラ・バッサ湖に流入することから、「ジ」国における水質問題にとどまらず、国際的にも対策が急がれるところである。

このような背景において、「ジ」国政府は、マニャメ川上流域の水環境改善を目的として、わが国に対して技術協力を要請した。これを受けて、国際協力事業団(JICA)は、1996年に地方自治・都市・地方開発省を窓口とする開発調査「ジンバブエ共和国マニャメ川上流域水質汚濁対策調査（調査期間：1996年3月～1997年3月）を実施した。この調査により、対象区域に係る水質汚濁防止対策M/P及び選定された緊急プロジェクトに係るF/Sが策定された。

本計画は、上記F/Sで提案されたプロジェクトであり、マニャメ川の主要支川ニャツメ川に下水処理水を放流する「チ」市のゼンゲザ下水処理施設を対象としてその処理能力を向上させ、処理水の水質を改善することを目的としている。本計画の実施が直ちにマニャメ川上流域の水質向上に結びつくものではないが、「ジ」国が今後実施する予定であるその他の水質防止対策の事業化によって、流域内の水質の悪化を抑制することが可能であり、本計画はその一翼を担うものである。また、本計画は、水質汚濁防止を図ることから、マニャメ川に水源を依存している住民への裨益効果が期待されるばかりではなく、「チ」市住民への都市環境改善にも貢献する他、対象流域内の自然環境保全につながる環境保全プロジェクトでもある。

## 第2章 プロジェクトの周辺状況

### 2-1 当該セクターの開発計画

#### 2-1-1 上位計画

##### (1) 国家開発計画

「ジ」国政府は、現在、地方分権化政策を推し進めており、当該セクターについても計画から予算確保まで地方政府に移管してきている。一方、市民生活レベルの向上、都市インフラの整備・拡充と共に環境保全を重要な課題として掲げた「第2次国家開発5ヶ年計画（1991～1995年）」が実施され、この中ではマニャメ川上流域における水質汚濁対策が重要視されている。同開発計画の実施に当たり、総額122億5,200万Z\$（US\$11億3,222万相当；為替レートUS\$=Z\$10.82121 1996年11月現在）の公的資金が投資された。そして現在、社会・経済開発に係る長期展望を示す「ジンバブエ・ビジョン2020」を策定中であり、この中の重点項目の一つとして水質汚濁防止と共に渇水期対策基本方針が考慮されている。また、前述の「第2次国家開発5ヶ年計画」における実施積み残し分を考慮し、この上位計画である基本構想に準拠した「中期活動計画フレーム」も策定中である。

##### (2) 地方開発計画

地域開発に関しては、「地域計画法」に基づき、開発計画の策定及び変更、監督官庁への計画申請の決定及び条例の実施についての権限が中央政府から地方自治体に委譲され、各地方自治体が開発計画の策定を開始している。計画の主要な目的は、健康、安全、秩序、快適性及び利便性を経済開発と共に促進することである。対象流域内では、ハラレ市から独立前の「チ」市を含んで1992年に策定された「ハラレ首都圏総合計画」があり、同計画では当該セクターを含む開発全般にわたる定性的な開発方針が示されている。

以上に述べたような状況のもと、「チ」市における当該セクター関連上位計画としては、日本政府の技術援助により1997年3月に策定されたマニャメ川上流域を対象とした水質汚濁防止マスタープランがあるのみである。

本プロジェクトは、このマスタープランにおいて、対象流域内の水質汚濁防止上必要な対策の内、特にハラレ首都圏の飲料水源に対する富栄養化防止/現況水質の更なる悪化の抑制、生下水の河川への流出による魚類の斃死対策において最も緊急度の高い事業として選定されたものである。



## 2-1-2 財政事情

「ジ」国は、独立以来慢性的な赤字財政が続いており、1994年度には558億US\$、1995年度にもこれとほぼ同額の赤字が計上された。一方、1991年から経済構造調整計画を実施しており、経済規制緩和、財政の合理化等により、1994年には4.8%のGDPの成長を遂げた。しかし、現在までのところ毎年20%~40%のインフレが続いており、労働者による賃金値上げ闘争が頻発している。

公衆衛生、水質汚濁防止に関連する事業は地方政府の所管となっており、施設の建設費は中央政府からのローンが主体である。一方、施設の維持管理費用は地方政府の財源によって賄われている。なお、水域の水質監視プログラムの実施に必要な費用は、関連する中央あるいは地方政府が状況に応じて、分担している状況である。

都市部における公共投資は、国内金融機関及び外国援助資金ソースを利用した中央政府から地方政府への長期ローンの形態をとっている。そして全省庁の内、地方自治省と公共事業・住宅省（現在、地方自治省に合併され、地方自治・住宅省となっている）が地方政府に対する主要な貸出し先となっている。地方政府に対するローンは、道路建設を中心とした基礎インフラの改善・拡張に使用されており、その大半が「地域開発ファンド」として貸出されている。地方自治省から提供された地方政府に対する都市部開発ローンの実績は下表のとおりである。

表 2.1 地方自治省による都市部に対するローン提供の実績

単位：百万 Z\$

資金ソース	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95
中央政府	13.8	74.1	176.4	138.2	168.7
外国	世銀	0.5	6.0	53.6	116.8
	他機関		21.6	21.9	62.7
	小計		0.5	27.6	75.5
合計	13.8	74.6	204.0	213.7	348.2

出典：地方自治省

このなかの外国援助機関として、世銀、ヨーロッパ投資銀行、アフリカ開発銀行で実績があり、ハラレ市の水道及び下水道事業に財務援助を行ってきた。最近の傾向は、上表のように政府資金の割合が減少し、世銀を中心とした（都市部及び地域開発援助 II プログラム）外国援助が増加している。このことは、国内金融マーケットにおける高い利子率の適用が影響しているものと考えられる。世銀援助による都市部及び地域開発 II プログラムの概要は以下のとおりである。なお、マニャメ川上流域では、ハラレ市とノートン町がその対象となっている。

「ジ」国側借用関連機関：地方自治省、公共事業・住宅省、国家電力公社、地方政府、建築協会

ローン金額：US\$ 580百万

事業：基礎インフラ；上・下水道、道路及び排水路、住宅（低・中所得層住宅建設サイト開発）、都市サービス（公共施設、機器、車輛）、電力供給サービス

表 2.2 事業別資金調達計画

単位：百万 US\$

事業	合計	外国資金援助		政府資金	建築協会
		ローン	無償		
中・低所得層住宅サイト	108.63	23.61		85.02	
住宅建設	241.96				241.96
コンピューター調達	7.15	7.15			
都市共同施設	21.36	4.27		17.09	
電力供給	27.80	7.63		20.17	
基礎インフラ(上下水道等)	94.55	24.13		70.42	
都市サービス・維持管理	54.81	31.31		23.50	
地域開発	13.53	2.40		11.13	
組織強化・開発	10.21	0.50	3.00	6.71	
必要開発資金合計	580.00	101.00	3.00	234.04	241.96

出典：世銀スタッフによる都市及び地域開発プロジェクト評価レポート、1989年5月

外国資金援助額は、世銀によるローン 80 百万 US\$を含むローン合計 101 百万 US\$(開発資金合計の 17.5%)及び2国間無償資金援助による3百万 US\$である。一方「ジ」国政府資金は、234 百万 US\$(総計の 40%)であり、この他に民間の建築協会からの資金 242 百万 US\$(42%)が予定されている。なお、総開発費用には、予備費(物理的費用 24.1 百万 US\$、インフレ費用 59.72 百万 US\$)及び税金該当分 33.1 百万 US\$が見込まれている。上下水道を含む基礎インフラに係る事業費は表 2.3 のとおりである。

表 2.3 基礎インフラに係る事業費

単価：百万 US\$

事業	「ジ」国政府	外国援助	合計
道路及び排水路	8.28	3.55	11.83
水道	24.85	10.65	35.50
下水道	12.89	5.52	18.41
設計及び施工監理	3.49	1.68	5.17
合計	49.51	21.40	70.91

出典：地方自治省

上表に示したように、都市部及び地域開発プログラムは、関連サブ・セクターの複合実施を計画しており、この意味から、水道と下水/水質汚濁防止対策が同時に実施されることになる。上下水道セクターには、当該コンポーネントに予定されている 70.91 百万 US\$の内、約 70% (50 百万 US\$)が配分されている。そして、調査対象流域に係る水質汚濁防止対策として、18.41 百万 US\$が考慮されている。世銀によるローン及び「ジ」国政府ローンは、自治省から一般開発ローンとして地方政府に貸し出されることになっており、その条件は、以下のとおりである。

- ・返済期間 : 25年
- ・据え置き期間 : 3年
- ・現在適用利子率 : 12.05%

以上に関連セクターを中心とした財務事情を述べたが、「ジ」国の社会・経済事情総括したものを資料 4 に添付した。

## 2-2 他の援助国、国際機関の計画

対象流域であるマニャメ川上流域における水質汚濁防止対策として、ハラレ市のフィレ下水道事業において、ヨーロッパ投資銀行及び世銀援助による既存処理施設の拡張・改善が実施されている。また、同市関連事業の他、ノートン町、ルワ村においても既存下水道施設の拡張・改修のための計画、設計が行われており、建設のために、民間資金の導入と共に国際機関からの資金援助を模索している。これらの事業は、最近まで総合的な水質汚濁防止に係る上位計画は不在であったが、従来から関係者によって十分認識されてきた対象流域の脆弱な水環境に対して、公共事業として進められてきたものである。これら事業は、対象流域全体を見渡した先の開発調査によって、少なくとも現況程度の水域水質を維持するため最低限の必要対策として確認された。以上の他、当該セクターに係る他援助機関による計画として、前述した世銀援助による都市部及び地域開発プログラムがあり、ハラレ市及びノートン町がその対象として含まれている。

以上に述べた事業計画は、「チ」市を対象とする本プロジェクトと共に対象流域の水質汚濁を防止する上から重要であり、都市別に実施中あるいは予算手当てが終了しているプロジェクト、計画中のプロジェクトを表 2.4 に取りまとめた。

表 2.4 実施中/実施決定事業及び計画 (予算手当て未了) 事業

都市	既存下水道事業	事業内容と現状	建設費	資金源
ハレ市	フィレ	処理場拡張(72,000m <sup>3</sup> /日)栄養塩除去法適用;今年中に建設完了予定	322	ヨーロッパ投資銀行
		フィレ処理場接続ムクビシ下水放流幹線建設(口径 1,050-1,200mm、18 km);建設中、来年初め完了予定	200	同上
		チシビット中継ポンプ場及び関連管渠建設(250mm 径 1,950m、300mm 径 1600m、450-525mm 径 4,900m);来年初め完了予定		世銀
		枝線管渠建設(新規開発区域);設計入札段階		未定
	カ-ブ-ロ-	処理場拡張(60,000m <sup>3</sup> /日、栄養塩除去法適用)及び幹線管渠建設;施設設計完了	270	未定(BOT 模索)
	ハレ東部	ハレ東部処理場建設(既存カ-ブ-ロ-ック処理場を合併、12,000m <sup>3</sup> /日);設計入札段階	100	未定
ノト町	ノートン	処理場リハビリ;現在改修工事ほぼ完了		政府ローン
		処理場拡張;栄養塩除去法を含む代替処理方式の検討		未定
ルワ	ルワ	処理場拡張;栄養塩除去法を含む拡張計画策定		未定

注) 建設費: 百万 Z\$

## 2-3 我が国の援助実施状況

### (1) 技術協力 (開発調査)

#### マニャメ川上流域水質汚濁対策計画調査

マニャメ川上流域の水環境改善を目的として実施された調査である。(資料編 5-12 参照)

## (2) 資金協力

### チトンギザ市公衆衛生改善計画簡易機材供与

現在「チ」市で発生するごみの量は、 $373\text{m}^3/\text{日}$ (人口約 40 万人)であり、マルチローダー1台、トレーラー付きトラック6台を、1日3~4往復させることにより、収集作業を行っている。しかし、収集車輛の不足により全発生量を収集することができず、住民による空地、水路へのごみ投棄が行われ、環境悪化を生じている。このような背景において、我が国からの無償資金協力が進められている。

本資金協力は、「チ」市における一般廃棄物処理事業において、ごみ収集車輛の老朽化と台数不足からその収集率が約50%に低下していたものを、当初計画の80%に回復させること、また、機材不足から週末にのみ可能であった最終処分地における埋め立て作業を即日行うための機材を調達することが主要目的である。なお収集は一般廃棄物に限定し、住居地区、マーケット地区、工場地区を対象としている。

## 2-4 プロジェクト・サイトの状況

### 2-4-1 自然条件

#### (1) 気候

プロジェクト・サイトが立地する「チ」市(調査対象地区位置図 2.1 参照)の気候は、以下の3種類の季節に分類される。

- ・9月~11月 : (春)暑く乾燥している(日平均気温  $22^{\circ}\text{C}\pm 6^{\circ}\text{C}$ )。
- ・12月~4月 : (夏)雨期で暑く湿度が高い(日平均気温  $20^{\circ}\text{C}\pm 6^{\circ}\text{C}$ 、年間平均降雨量  $820\text{mm}$ ( $440\text{mm}\sim 1,220\text{mm}$ )の内、約80%相当量がこの季節に集中)
- ・5月~8月 : かなり寒く乾燥している(日平均気温  $16^{\circ}\text{C}\pm 6^{\circ}\text{C}$ )。

「チ」市に近いハラレ市のベルベデレ気象観測所における過去30年間平均気象データを表 2.14 に示す。なお、下水処理場付近における年間を通じた風向は、北東から東南が優位を占めている(図 2.2 参照)。

表 2.14 ハラレ市ベルベデル気象観測所における平均気象データ

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
降雨	186	173	96	38	7	2	2	3	6	40	89	181	823
温度	20.0	19.8	19.4	18.7	15.9	13.6	13.6	15.6	19.0	21.3	20.8	20.4	18.2
湿度	77	79	72	67	61	59	51	47	45	46	61	72	61

処理場計画において、気温は流入水温（処理水温）へ影響を及ぼし、処理方法の選定要因となる。また、風向については、臭気の問題から施設配置の検討に影響する。これらの考察については、3-3にて詳細に検討を行う。

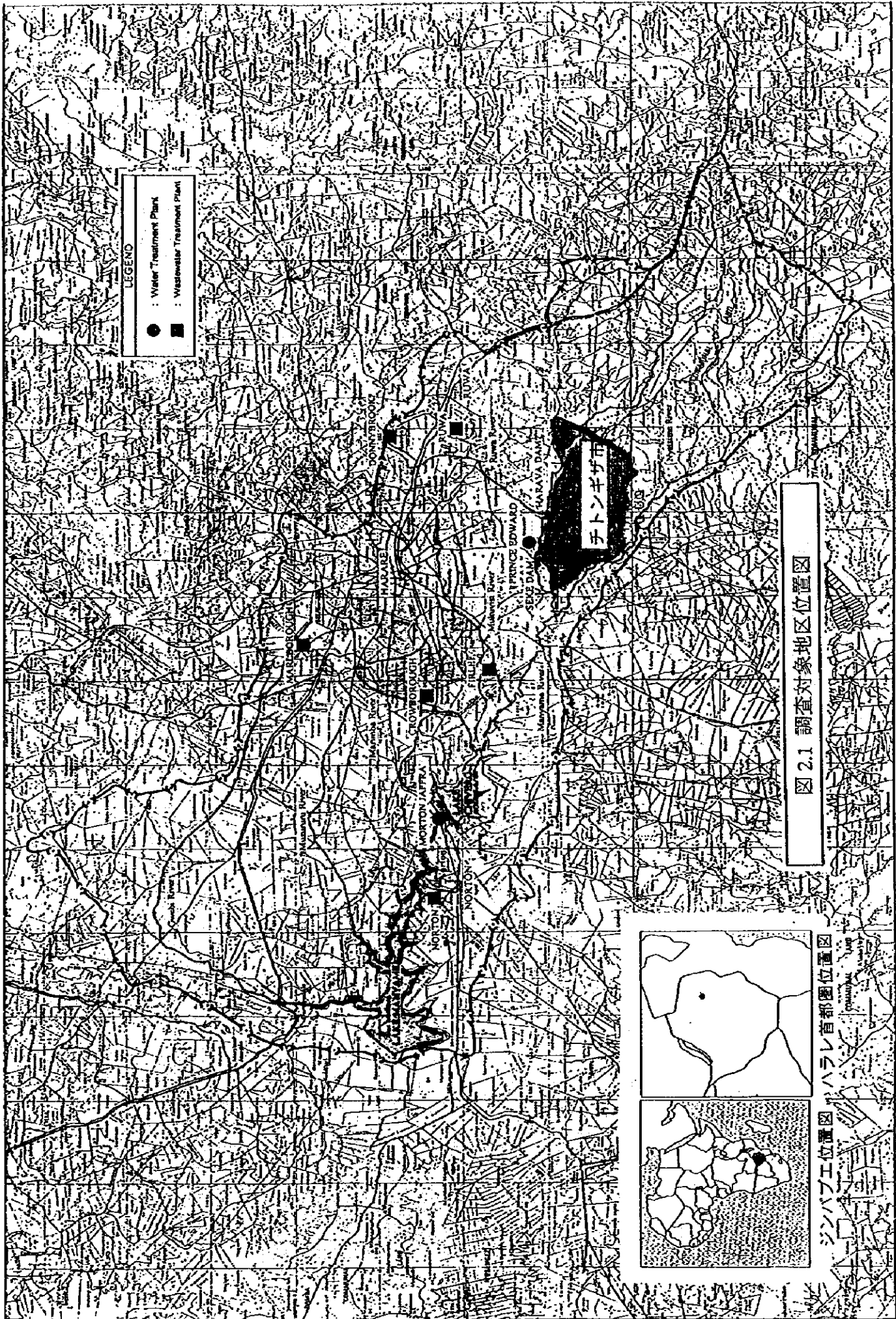


図 2.1 調査対象地区位置図

シナブエ位置図 東京都圏位置図

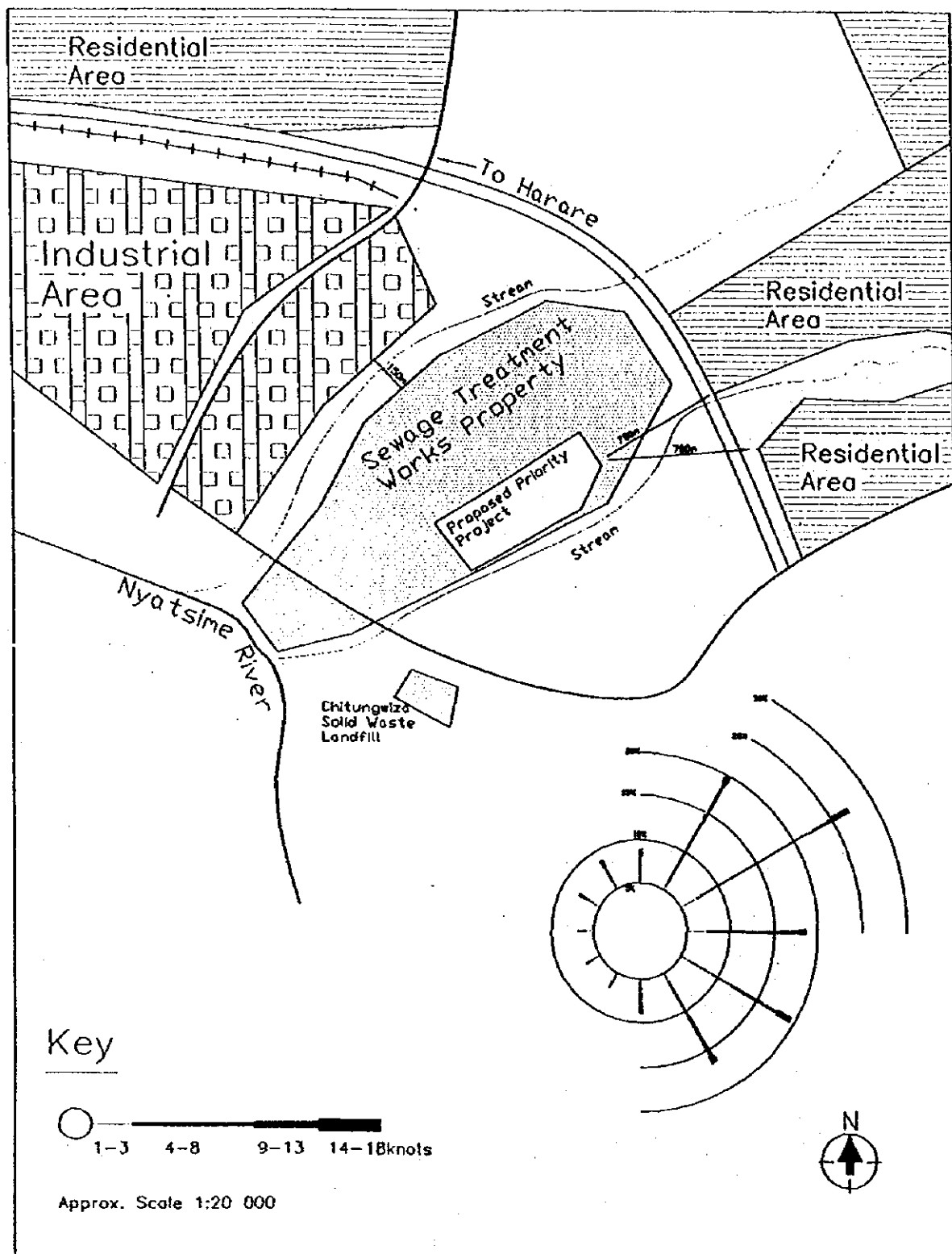


図 2.2 下水処理場付近の風向き



## (2) 地形及び地質

地形及び地質は、処理場の造成計画、土工及び構造物の基礎形式の決定に重要な要因であり詳細な調査が必要である。以下に本処理場計画用地における地形及び地質の概要を示し、3-3で行われる検討に反映させる。

「チ」市は、海拔 1,390m～1,460m の高地に位置し、地形的には、市の北西及び北東部分から本プロジェクトの中核をなす下水処理施設拡張予定地を含む既存下水処理場敷地に向かって緩やかに傾斜している。なお、下水処理場敷地内の標高は、1,400m±4m であり、比較的起伏に富んでいる。地質上からみると、市内には、砂質土、粘土、花崗岩の露出岩及び、礫、赤色粘土等が分布している。以下に処理施設拡張予定地において実施した土質調査結果と同サイトにおける既存データから土質について考察した。

対象区域内には、古い土採り場が数箇所ある他、幾つかのアリ塚が見られる。地形的には、北部から南部に急峻な傾斜をなし地質的には、風化花崗岩がベッドロックの上に分布している。なお、花崗岩質の大きな岩塊の散在も予想される。

### 1) 今回実施したボーリングテスト結果の概要：乾期(図 2.3 土質柱状図参照)

No.1 地点：旧土採り場内に位置し、表土から風化花崗岩であり、深度 12m まで同様の地質であった。約 6.8m 深度において季節変動の影響を受けた地下水の兆候が確認された。

No.2 地点：地表-1.0m はシルト混じり粘土質砂、1.1m-2.4m は風化花崗岩、2.5m 以深は花崗岩質ロックであった。なお、地下水は確認できなかった。

No.3 地点：地表-2.0m はシルト混じり粘土質砂、2.1-10m は風化花崗岩、10.1m 以深は花崗岩質ロックであった。また地下水の存在は確認できなかった。

### 2) 既存データをあわせた考察

地表から 1-2m はシルト質砂、それ以上の深度においては、風化花崗岩が続いている。そして場合によっては(予定サイト内で地盤高 1405m より低い東部及び南部)、深度 2m に至る前に花崗岩質ロック/大きな岩塊に遭遇する。地表から 2m-3m 以深の N 値は 30 以上で構造物の基礎地盤として良好である。既存データ B2、C3 及び今回調査 No.1 において地下水がそれぞれ地表面下 4.8m、0.9m(亀裂水)、6.8m で確認されており、ニヤツメ川に近いこともあって、季節によって変動する地下水が存在するようである。施設設計に当たり、標高 1,405m より低い地区については、雨期における地下水の上昇を考慮することとする。

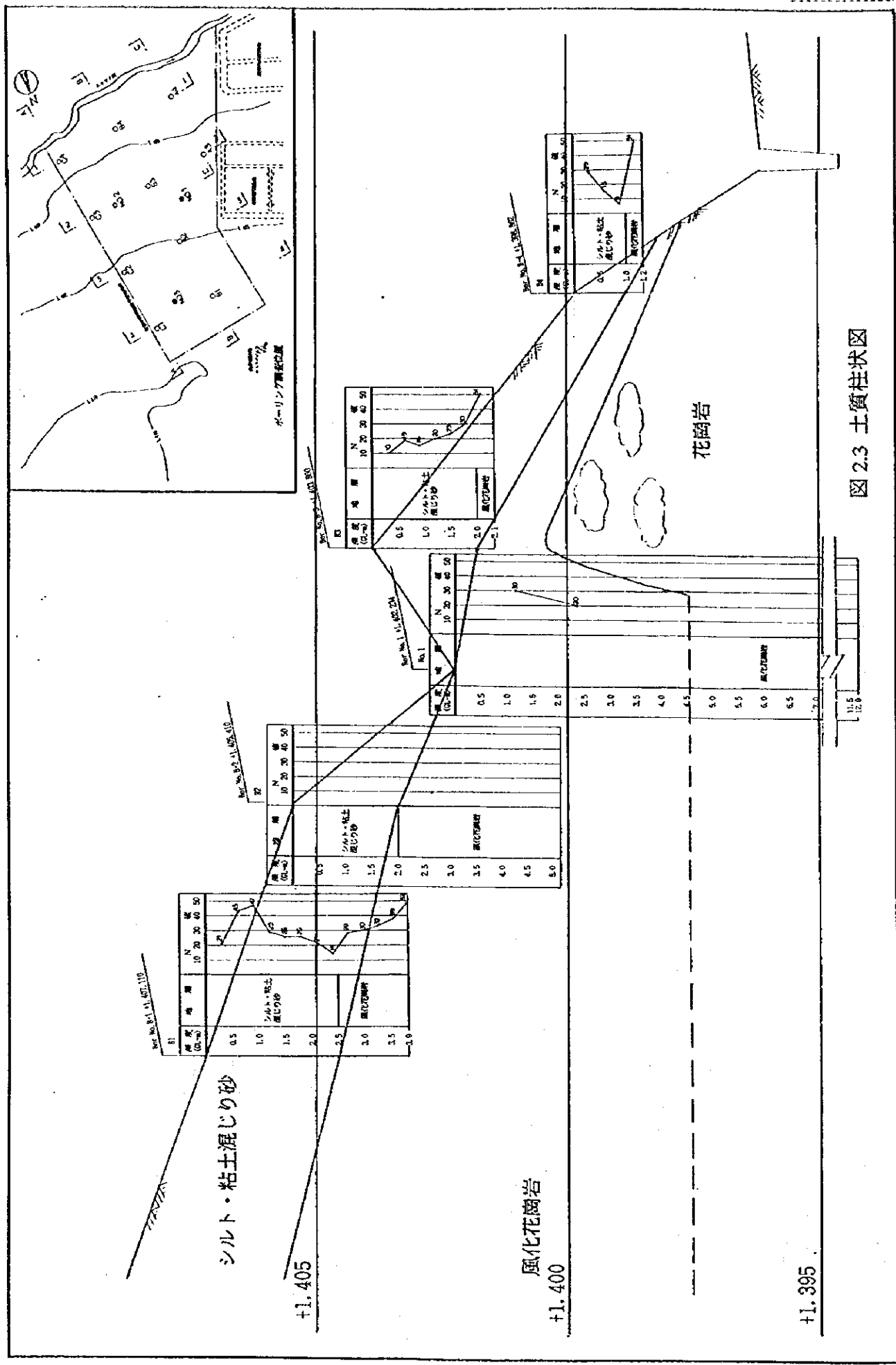


図 2.3 土質柱状図

## 2-4-2 社会基盤整備状況

本調査の対象地域である「チ」市（全域約 42km<sup>2</sup>）の現住人口（1997 年現在）は 40 万人を超え、ハラレ首都圏の衛星都市としてジンバブエ国内で最も開発の進んでいる（人口増加率約 9%）地域である。同市の社会基盤施設の整備状況は、表 2.15 にまとめたとおりである。

表 2.15 チトンギザ市における社会基盤施設整備状況

項目	単位	数量	項目	単位	数量
1.道路			8.商業施設		
全長	Km	63.4	1) 公設市場		
町道	Km	47.5	セント・メリー	ヶ所	1
2.電力			ゼンゲザ	ヶ所	1
世帯普及率	%	64	セケ	ヶ所	5
3.通信			2) ショピ'ン'セ'ン'タ'		
1)町内普及率	%	45	セント・メリー	ヶ所	2
2)電報局	ヶ所	2	ゼンゲザ	ヶ所	3
3)電話局	ヶ所	1	セケ	ヶ所	10
4.郵便局			9.教育施設		
ゼンゲザ	ヶ所	1	小学校	校	26
セケ	ヶ所	1	中学校	校	13
5.交通			高校	校	1
バス・タクシー	台	2	大学		
6.金融機関			通常課程	校	1
商業銀行	ヶ所	5	職業教育	校	1
公立銀行	ヶ所	1	10.保健施設		
建築協会	ヶ所	3	病院	ヶ所	1
7.観光施設			診療所	ヶ所	4
ホテル	ヶ所	1			
リリイ-ション施設	ヶ所	1			

### 上水道施設

「チ」市における上水道は、ハラレ市を中心とした広域水道事業に含まれている。給水システムは、モートンジェフリー浄水場より分水を受け、セケ配水池を通じて市内全域に給水している。本市における 1992 年度の年間平均給水実績は 28,900m<sup>3</sup>/日である。また、月別平均給水量実績では 22,000m<sup>3</sup>/日から 42,000m<sup>3</sup>/日と約 1.5 倍の季節変動が見られる。

ハラレ市上水道基本計画（推定人口 663,000 人）では、2012 年における「チ」市の将来水需要計画を年間 75,700m<sup>3</sup>/日と設定している。内訳を以下に示す。

	1992 年	2012 年
・住宅地域：	19,200m <sup>3</sup> /日	46,300m <sup>3</sup> /日
・商業／工業地域：	4,800m <sup>3</sup> /日	22,400m <sup>3</sup> /日
・無収水量：	4,900m <sup>3</sup> /日	7,000m <sup>3</sup> /日
合計	28,900m <sup>3</sup> /日	75,700m <sup>3</sup> /日

### 下水道施設

「チ」市には、20 年以上前に処理能力 21,750m<sup>3</sup>/日のゼンゲザ下水処理場が建設され、約 100%の普及率となっている。その現状については 2-4-3 に詳述する。既存下水道施設の概要は以下のとおりである。

- ・既設幹線管渠延長：約 100km
- ・下水中継ポンプ場：ティルコール中継ポンプ場、セントメリーNo. 1 及び No. 2 ポンプ場、グザポンプ場
- ・ゼンゲザ下水処理場：散水濾床法による処理がなされているが、「ジ」国の放流水基準を達成できないことから、処理水全量を農地へ送水し、処分している。なお、下水は 3 系統で流入し、このうち 2 系統は生活排水のみで占められている。

## 2-4-3 既存施設・機材の現状

### (1) 既存施設の概要

#### 1) 下水道施設の配置

主要な既存下水道施設は、ゼンゲザ下水処理場の他、4ヶ所のポンプ場と幹線管渠（口径 300～675mm、延長約 14.5km）より構成されており、それらの配置状況を図 2.4 に示した。また、各ポンプ場と下水処理場との水量関係を図 2.5 に示す。

#### 2) 幹線管渠

管渠システムは、下表のように 3 排水分区から構成され、各排水区に 1 本づつ幹線管渠が布設されている。既存の排水区は全て分流式で下水排除が行われており、大半の汚水は自然流下方式で収集されている。なお、既設管の流下能力については、2000 年までは対応可能であることが、開発調査において水理的に確認されている。

表 2.16 排水区別幹線管渠の構成

排水区	口径 (mm)	勾配 (%)	延長 (m)	材質
セント・メリーとゼンゲザ	300~675	3.2~5.1	5,250	アスベスト・セメント
セケ	300~675	2.1~10.0	7,900	
ティルコール	300	圧送管	1,040	

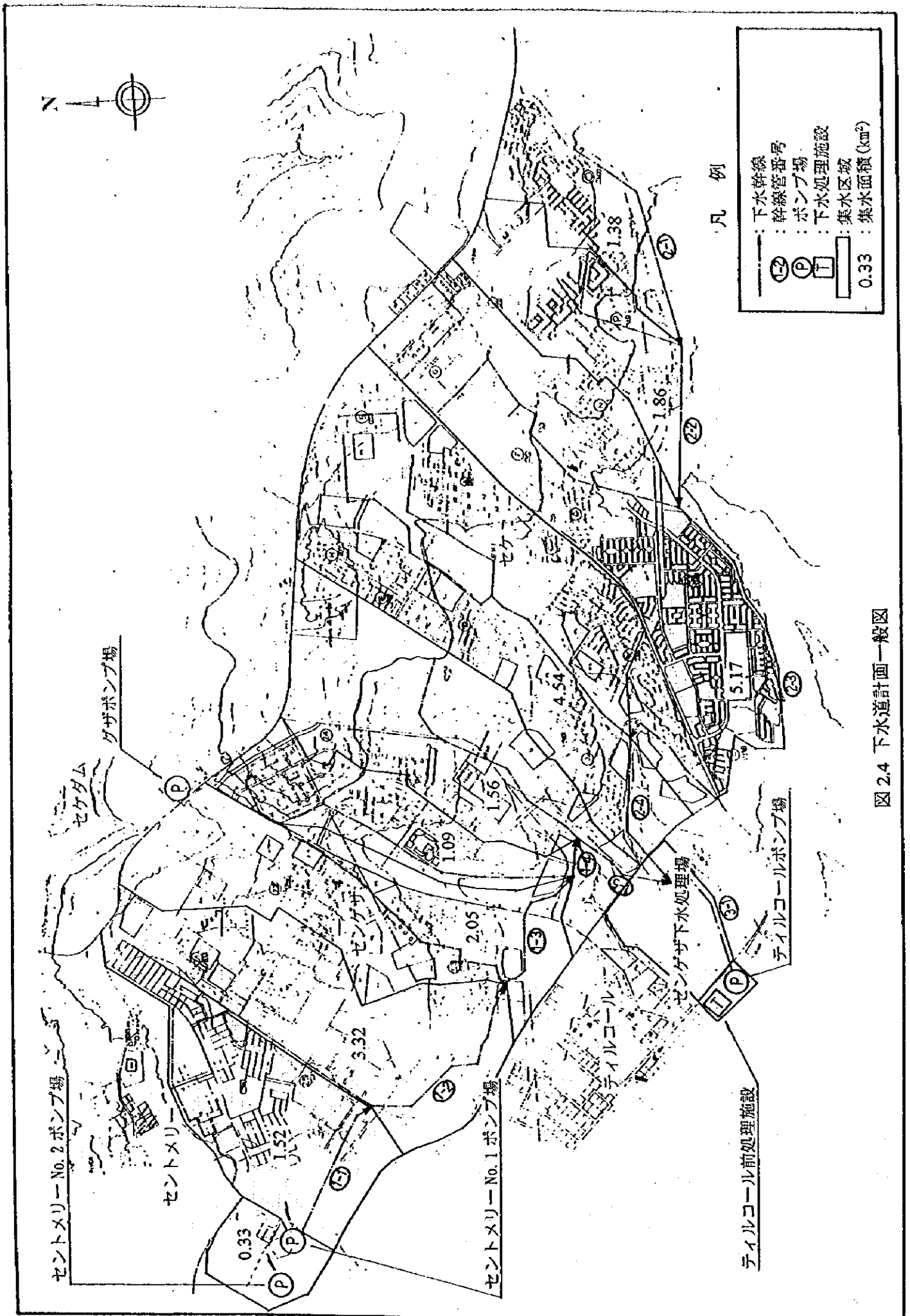


図 2.4 下水道計画一般図

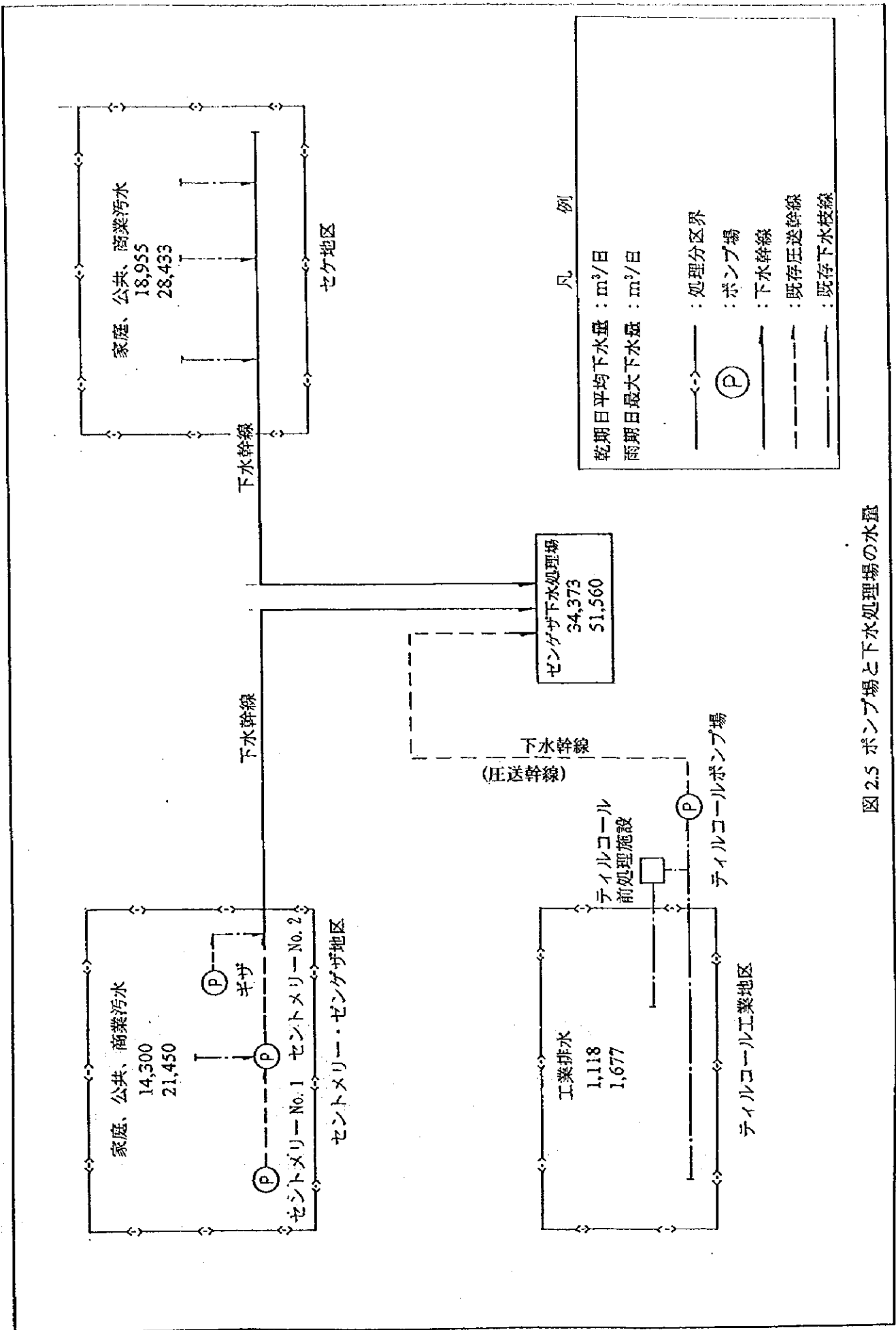


図 2.5 ポンプ場と下水処理場の水量

### 3) ポンプ場

4ヶ所の下水ポンプ場及び1ヶ所の処理場内処理水圧送（灌漑用）ポンプ場の概要を表 2.17 に示した。なお、セント・メリーNo.1 と No.2 及びティルコールの各ポンプ場能力が開発調査においてチェックされ、2000 年までの流入下水量に対応可能であることが確認されている。

### 4) 下水処理場

ゼンゲザ下水処理場の施設概要を表 2.18 に示す。処理水は、ポンプ施設によりインバガ農場にある熟成池に圧送された後、一部農業用水として利用されている。

本計画の対象となる新規下水処理場の用地は、「チ」市内に立地しており、市有地である。

## (2) 既存施設の稼働状況と問題点

「チ」市の下水道普及率は約 100%となっているが、処理能力 21,750m<sup>3</sup>/日に対し、36,000~40,000m<sup>3</sup>/日の流入下水があり、過負荷運転の状況にある。既存の下水道施設では、以下に述べる問題が生じている。

- ・既設処理場における BOD 除去率は約 80%、処理水の BOD 濃度は 180mg/l（流入水質は BOD970mg/l）である。
- ・施設の老朽化／不十分な維持管理に起因し、特に雨期における大量の生下水の漏水問題を生じている。
- ・ポンプ施設の機械・電気設備が、かなり老朽化している。
- ・ティルコール前処理施設の嫌気性池の維持管理不足が、周辺住民及び維持管理職員への健康及び悪臭公害を及ぼしている。
- ・処理水質の悪化に伴う農業用水利用上の制限と熟成池下流域での水質汚濁問題が発生している。

上述したような状況に対し、本計画の現地調査時点では、以下に述べるような新たな状況が確認された。

- ・処理場敷地内のセケ下水幹線の敷設替

「Cleaning and Rehabilitation of Sewer Line in Chitungwiza」工事の一部として、セケ下水幹線に平行して新設管（口径 825mm のコンクリート管）を敷設している。これは、処理場流入部から上流約 3 km の老朽化した管路の敷設替えであり、本全体工事には市内に敷設されている既存管路を対象とした堆積物の除去・清掃も含まれている。



表 2.17 ポンプ場概要

ポンプ場名称		セト・メリー-No.1	セト・メリー-No.2	グザ	ティンロール
位置	かんがい用 ゼンゲザ 下水処理場	セト・メリー	セト・メリー	グザ・ショッピング・ センター	ゼンゲザ 下水処理場
流入管	口径 (mm)	300	150	150	300
バー・スクリーン	...	幅 1.0 m 高 1.6 m	不明	幅 0.56 m 高 1.5 m	幅 0.5 m 高 1.6 m
グリット・チャンバー	...	不明	不明	幅 0.6 m 高 7.2 m 数量 2池	該当せず
ポンプ井	...	2.7 m x 6.8 m x 1.95 m (深)	2.0 m x 2.0 m x 3.5 m (深)	不明	7.27 m x 2.3 m x 1.7 m (深)
圧送管	材質	7ス・ストス・セメント管 7ス24	7ス・ストス・セメント管	不明	7ス・ストス・セメント管
	口径 (mm)	675	150	不明	300
ポンプ	ポンプ台数	3 (内1台予備)	2 (内1台予備)	2 (内1台予備)	2 (内1台予備)
	容量	850 m <sup>3</sup> /hr	32 l/sec	不明	177 m <sup>3</sup> /hr
	全揚程 (m)	44.5 (最大)	12.5	不明	不明
	製造会社	CURO	不明	不明	HOWDEN ATTACK
	型式	水平軸流	水中ポンプ	水中ポンプ	水平軸流
原動機	出力 (kw)	150	5.85	不明	37
	回転数 (rpm)	1,500 (公称)	1,450	不明	1,458
	電圧 V (3相・50Hz)	380	380	不明	390
建屋	...	3.9 m x 6.8 m x 3.2 m (高)	該当せず	該当せず	7.27 m x 3.8 m x 3.35 m (高)
摘要	...	1977年	...	...	1970年中頃

表 2.18 センゲザ下水処理場概要

下水処理施設		既設		建設中		
		寸法	面積・容量	寸法	面積・容量	
流入管	センゲザ	口径	675 mm			
	セケ	口径	675 mm			
	チイルコール	口径	300 mm			
	粗目スクリーン (43 mm)	幅 長さ 深さ 数量	1.2 m 1.2 m 2			
スクリーン・ グリット・ チャンパー	細目スクリーン (27 mm)	幅 長さ 深さ 数量	0.9 m 1.2 m 2			
	垂直流型 グリット・ チャンパー	幅 長さ 深さ 数量	1.8 m 6.0 m 7.7 m 2			
	流量計	形式 幅 数量	パニヤル・ブローム 440 mm 2			
	嫌気性池	No.1, No.2池	形状 幅 長さ 水深 余裕高さ	台形 67.5 m 67.5 m 4.0 m 0.45 m	水面積=4,560×2=9,120 m <sup>2</sup> 容量=13,300×2=26,600 m <sup>3</sup>	
散水ろ床	No.3池	形状 幅 長さ 水深 余裕高さ	台形 30.0 m 139.0 m 3.5 m 0.43 m	水面積=4,170 m <sup>2</sup> 容量=9,700 m <sup>3</sup>		
		合計	1系列 (No.1~No.3池:直列) 全3系列	水面積=9,120+4,170=13,290 m <sup>2</sup> /系列 容量=26,600+9,700=36,300 m <sup>3</sup> /系列 全体水面積=13,290×3=39,870 m <sup>2</sup> 全体容量=36,600×3=108,900 m <sup>3</sup>	数量 1池 (No.1~No.3池)	
		分配槽	直径 高さ 数量	1		
		散水ろ床	直径 長さ ろ材 ろ材直径 数量	38.7 m 3.7 m (3.6~3.8 m) 岩 30 - 60 mm 5	ろ床面積=1,175×5=5,875 m <sup>2</sup> 容量=4,350×5=21,750 m <sup>3</sup>	循環水量: 15,000 m <sup>3</sup> /日 循環率: 0.74
汚泥乾燥床	散水ポンプ	直径 高さ 数量	No.1 90m x 25m x 2床 No.2 40m x 200m x 1床 No.3 95m x 190m x 1床	面積=4,500 m <sup>2</sup> 面積=8,000 m <sup>2</sup> 面積=18,050 m <sup>2</sup> 全体面積=30,550 m <sup>2</sup>	容量: 625 m <sup>3</sup> /hr 原動機: 200 kW 数量: 2台 (1台予備)	

・テイルコールポンプ場

開発調査の段階では、設置された3台のポンプの内、2台が交互運転されていたが、本計画の現地調査時には No.2 のポンプだけが稼働し、No.3 のポンプは補修のため停止していた。(No.1 ポンプは撤去済) このため、調整池としての機能を持つ嫌気性池 No.3 に下水が滞留していた。

・セントメリーNo.1 ポンプ場

設置された3台のポンプの内、流入水量に応じて1台だけが稼働しており、停止中のポンプ井内の排水用 Sand Pump も稼働していた。本ポンプ場は、5人体制(オペレーター4人とスクリーンし渣掻き揚げ要員1人)で維持管理をしている。なお、オペレーターは1日4交替制で勤務している。

・セントメリーNo.2 ポンプ場

設置された2台の水中ポンプの内、1台だけが稼働している。故障した No.2 ポンプは引き揚げられ、ポンプ室内に置かれていた。このポンプ場もセントメリーNo.1 と同様に1日4交替制で、4人のオペレーターによって維持管理されている。

・ゼンゲザ下水処理場

処理能力 21,750m<sup>3</sup>/日に対し、本計画現地調査時点では乾期のため流入水量が減少し、27,000~30,000m<sup>3</sup>/日であった。総計50人の維持管理職員が従事しており、勤務時間は07:00から16:00まで8時間、週5日(週40時間労働)勤務である。

スクリーン・沈砂池：沈砂池の管理状況は開発調査の時点と変わらず、常時作業員による除去作業が行われ、適正な管理がなされていた。なお、スクリーンかす、沈砂は施設横の敷地内の一部で埋立て処分されている。

嫌気性池：「チ」市で進行中のプロジェクト、Phase II の工事において嫌気性池 (No.1~No.3) の北側に嫌気性池 No.4 が新設され、供用されている。この結果、沈砂池後に設置された分配槽から、4つの嫌気性池へ自然流下による下水の導水が可能となった。また、所要嫌気性池容量に余裕ができたため、現在嫌気性池 No.3 の Primary Pond を空にしてスカムや堆積汚泥の除去が終了したところであった。

散水ろ床：設置された合計5池の内、No.2 と No.4 の散水濾床だけが稼働していた。他の3池は回転散水機が補修中のため停止している。この補修工事は、「チ」市による実施中の Phase I 工事「Supply and Installation of Filter System」に含まれるもので、部品の調達に問題があることから遅延しており、1997年9月完了予定である。

処理場内灌漑用ポンプ場：旧ポンプ場施設のポンプは1台だけが稼働可能で

あるが、他のポンプは壊れたままの状態である（現在のところ、流入水量が限られており、旧ポンプ施設の利用は不要）。新規のポンプ場に設置された灌漑用の3台のポンプは維持管理状態も良く、順調に稼働している。

汚泥の処理・処分：No.4 嫌気性池が建設されるまでは、嫌気性池を空にしないで堆積した汚泥をドレイン管で乾燥床へ引き抜き、処理していた。汚泥乾燥床の一つは稼働中であったが、引き抜き汚泥濃度が低く、十分な効果が期待できない状況であった。新設池の完成により今後の改善が見込まれる。

以上の項目については、既存施設の継続的な維持管理を行うことはもちろん、新設処理施設及び新設処理施設からの補完施設についての定期点検を実施しなくてはならない。

## 2-5 環境への影響

開発調査に基づいて「ジ」国の環境アセスメントガイドラインに沿って実施された環境影響評価で、対象プロジェクトの実施において環境影響に特に問題がないと判断された。これより、引き続き事業化に向けての推進が可能であると結論づけられた。しかし、設計・施工・維持管理の各段階において各課題に対して対応が必要となる。以下に各環境評価項目に係る個別評価結果を示す。

### (1) 水系面への影響

#### 1) 水質への影響

新設される下水処理場は、「ジ」国の排水基準（COD 60 mg/l 以下、全窒素 10mg/l 以下）を満足すべく設計されるものである。このことによって、ニヤツメ川への処理水放流が可能となり、併せて既設処理場から排出されていた水質の大幅な改善が可能となる。しかしながら、流域内において総汚濁負荷の削減対策を行わない限り、流域内の全汚濁源からの排出によって累積される汚濁負荷により下流域での富栄養化が今後も継続するものと予想される。ただし、本計画において流域内の 40%を占める汚濁負荷量を処理することにより、流域内における汚濁制御に向けて重要な貢献を果すものと考えられる。

#### 2) 水生生物・生態系への影響

本処理場の稼働により、ニヤツメ川の流量・水質が変化するため水生生物への影響は避けられないが、水量の増加と水質の向上が見込めるため現時点でベストの計画と考えられる。

#### 3) 水利用面への影響

本計画が実施され下水処理場から計画処理水量全量（20,000m<sup>3</sup>/日）が河川に

排出された場合、処理場下流のニヤツメ川の流量が増加することが予測される。この流量増加は、下流域における水の再利用、とりわけ渇水時の水道用水補填上の重要な役割を担うものである。一方、本環境影響調査での公聴会において、地元農民より、新設される処理場からの処理水受け入れ希望が表明された。水道水源と競合する水需要に対して今後利用調整が必要となる。

#### (2) 廃棄物としての影響

余剰汚泥の農業利用は、環境影響面ばかりでなく、長期的な最終処分方法として最も好ましい選択肢と考えられる。これ以外に、衛生的埋め立てによる汚泥処分も可能であるが、この場合、地下水及び地表水の汚染リスクを伴うため、処分地の決定には慎重な検討を要するとともに、必要に応じて処分地法面のコンクリートライニング等の対策を講じる必要がある。

#### (3) 大気、美観、騒音及び振動面での影響

これらの項目における環境影響は極めて小さく、工事期間内に一時的に発生するものが主体となると考えられる。悪臭については、本計画の実施と共に、既存処理場の過負荷運転が解消されることにより、その削減が可能となる。

#### (4) 社会的影響

本計画による建設工事及び完成した施設の操業によって雇用機会が増加する。一方、問題として処理場用地への一般人の立ち入り規制が実施されない場合には、保安面での問題のみならず、廃棄物の不法投棄が生じる怖れがある。また、処理場用地周辺における開発行為を制限する何らの方策も採られていない。

上述したように、本計画の実施に伴う環境への大きな悪影響は予測されないが、環境影響を最小限に留める上から次の第3章「プロジェクトの基本構想」で対策に言及することとする。

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの目的

「ジ」国の首都ハラレ市を含む5つの都市群の飲料水水源となっているマニャメ川上流域の水質改善と下水処理水の河川還元による限られた水域流量への補填が緊急課題となっている。このような状況下、関連都市による総合的な水質汚濁防止対策の効果的実施が必要とされている。その一つとして、本プロジェクトマニャメ川支流のニャツメ川への汚濁負荷削減を目的として、チトンギザ市のゼンゲザ下水処理場の改善・拡張と既存の汚水中継ポンプ場の老朽化した機械・電気設備の更新を実施するものである。

本計画の対象となるチトンギザ市は、マニャメ川流域においてハラレ市に次ぐ第二の都市である。この計画の事業化によって、現在、既存処理施設に流入している処理能力の約倍の下水流量に対して妥当な処理が講じられる他、処理水の水質改善により、マニャメ川流域の水質悪化抑制とともに、河川への水源補填への貢献が可能となる。ただし、本計画はマニャメ川流域全体で考えた場合、全汚濁負荷量の40%を処理するものであり、流域全体の水質保全のためには、他の汚濁負荷削減の関連計画の早期実施が必要である。

### 3-2 プロジェクトの基本構想

本プロジェクト（以下「本計画」という）は、既存ゼンゲザ下水処理場の拡張によって処理能力の、処理水質の改善を図る必要がある。具体的には、現在過負荷状態となっている既存処理施設の能力を回復し、灌漑利用として「ジ」国の水質基準法に合った処理水を再利用すること、そして新規処理施設の建設により、河川放流水基準に合致した処理水を対象流域の水道水源である河川へ還元することである。なお、対象流域の水環境に限度があり、一時的な汚濁に対してすら脆弱であることから(魚の斃死等が頻発している)、生下水流出防止対策を既存及び新規の両施設間の相互補完によって達成できるように配慮する。ここで、新規処理施設の建設に伴う既存処理施設付帯工事も計画する。また、下水処理に伴って発生する汚泥については、農地等への再利用を促進すべく安全で且つ、乾期・雨期を通じて扱い易い処理対策を考慮する。

なお、本計画はマニャメ川上流域水質汚濁の削減が緊急課題とされていることから、事業の実施可能工程を考慮し目標年を2000年としている。

以上に述べた下水処理場改善対策と共に、下水収集システムの中で、重要な役割を果たしている既存の3汚水中継ポンプ場(セント・メリー地区に設置されている2ヶ所及びティルコール工業地区での1ヶ所)について老朽化した機械・電気設備の改善

を図る。以下に本計画の基本事項を取りまとめた。

### (1) ゼンゲザ下水処理施設の規模

計画目標年度 2000 年におけるゼンゲザ下水処理場流入下水量は開発調査において以下のように検討され、新規処理場の規模が設定された。

下水量予測のベースは、ハラレ市が 1995 年に策定した「ハラレ首都圏水供給 M/P」による「チ」市への給水量である。なお「チ」市による 1996 年時点での実測流入下水量（36,000～40,000m<sup>3</sup>/日）及び水道メーターの読みから得られた給水量（1992 年における月別日間平均量 28,900～42,000m<sup>3</sup>/日）を想定下水量の妥当性の検証に使用した。

#### 1) 「チ」市人口予測

ハラレ市域水道計画における「チ」市の人口予測を基礎として検討された開発調査結果から、1992 年現況人口 354,500 人：2000 年予測人口 489,000 人(最大、最小予測 2 ケースの平均値を採用)

#### 2) 住民一人当たりの汚水量

ハラレ水道 M/P において、高、中、低人口密度別に予測された給水量原単位の 90%を汚水量と見做し、以下のように設定した（単位 lpcd）。

1995 年：高人口密度地区—60 中人口密度地区—210 低人口密度地区—315

2000 年：高人口密度地区—63 中人口密度地区—210 低人口密度地区—315

2000 年における全人口平均汚水量原単位(lpcd)は、人口密度別区域における人口分布から加重平均して算出すると 68 lpcd となる。

#### 3) 2000 年における使用用途別汚水量予測

- ・ 家庭汚水：68 lpcd x 489,000 人=33,200m<sup>3</sup>/日
- ・ 営業排水：実績から家庭汚水の 5%を見込み 1,700m<sup>3</sup>/日
- ・ 工場排水：現況排水量に将来従業員数の増加分を勘案して 1,200m<sup>3</sup>/日

以上の使用用途別汚水量を合計して 2000 年における総汚水量 36,100m<sup>3</sup>/日（総給水量：40,000m<sup>3</sup>/日に対応する）を得た。

#### 4) 2000 年における総下水量予測

総下水量として、汚水量とこれに対して 15%の地下水を見込み 41,500m<sup>3</sup>/日を得た。この下水量は、前述の現況実測下水量（36,000～40,000m<sup>3</sup>/日）及び

1992年の給水量実績(28,900~42,000m<sup>3</sup>/日)とかけ離れたものでなく、採用しても問題無いものと判断した。以上の検討結果から、目標年度2000年における下水量41,500m<sup>3</sup>/日を処理場流入部において分水し、既存施設能力にみあう21,500m<sup>3</sup>/日を超える流量20,000m<sup>3</sup>/日(家庭下水のみを対象)を新規施設において処理する計画とする。なお、人口、給水量及び下水量の現況と2000年予測を示したのが図3.1である。

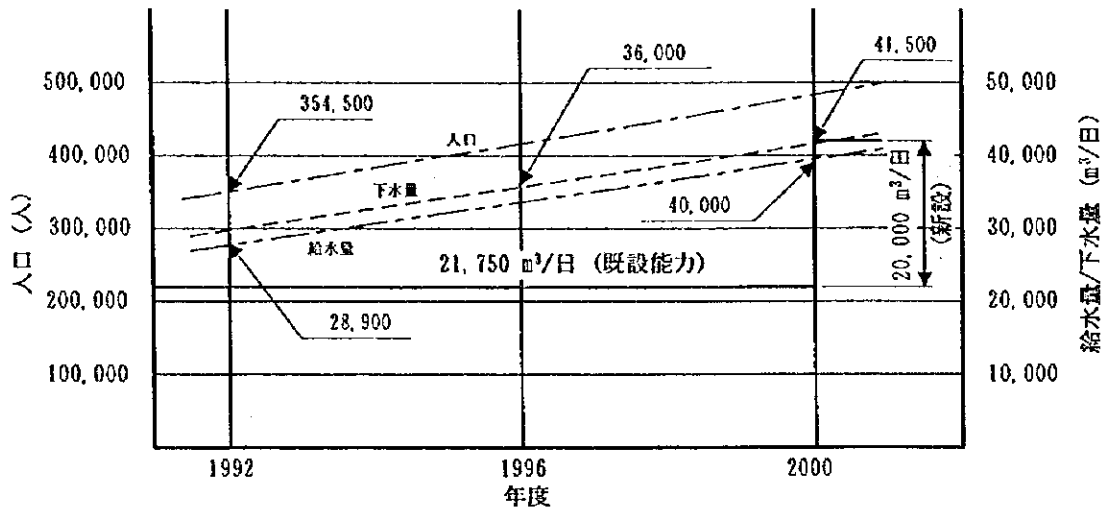


図 3.1 人口、給水量及び下水量の現況と2000年予測

## (2) 新規処理施設の汚水及び汚泥処理方法

処理場流入下水の特性把握及び水処理プロセス設定に必要なとなるファクター(乾期における水理上のピーク及び汚濁負荷ファクター、設計流入下水水質)の検討データを得るために、本調査を通じて、週間単位の日間実測調査を実施した。以下にその結果概要をまとめた。

### 1) 流入下水量

処理場流入部で家庭下水流入渠のみを対象とし、1時間おき24時間流量測定を行った。(測定期間は、乾期であり、年間を通じた日最大流量を下回っていた他、今回測定対象流量は、新規施設への流入可能性のある部分であり、全流入量とは異なる。また、この時点での総流入量は、27,000-30,000m<sup>3</sup>/日で開発調査において示された乾期・雨期を通じた日間総流入量の75%程度であった。下水流量流入パターンは図3.2のとおりで、「ジ」国の高人口密度郊外地区の代表的なパターンを示している。流入量のピークは午前中の8時から11時に現れ、その後、午後4時頃に小さなピークが見られる。平均流量は725m<sup>3</sup>/時(17,400m<sup>3</sup>/日)、ピーク流量1085m<sup>3</sup>/時(平均流量の1.5倍)、最小流量350m<sup>3</sup>/時である(平均流量の約半分)。このような流量変動に対して(夜間の流量減少等)処理施設の内、特に生物反応槽の安定した運転を図るための対策を講ずる。



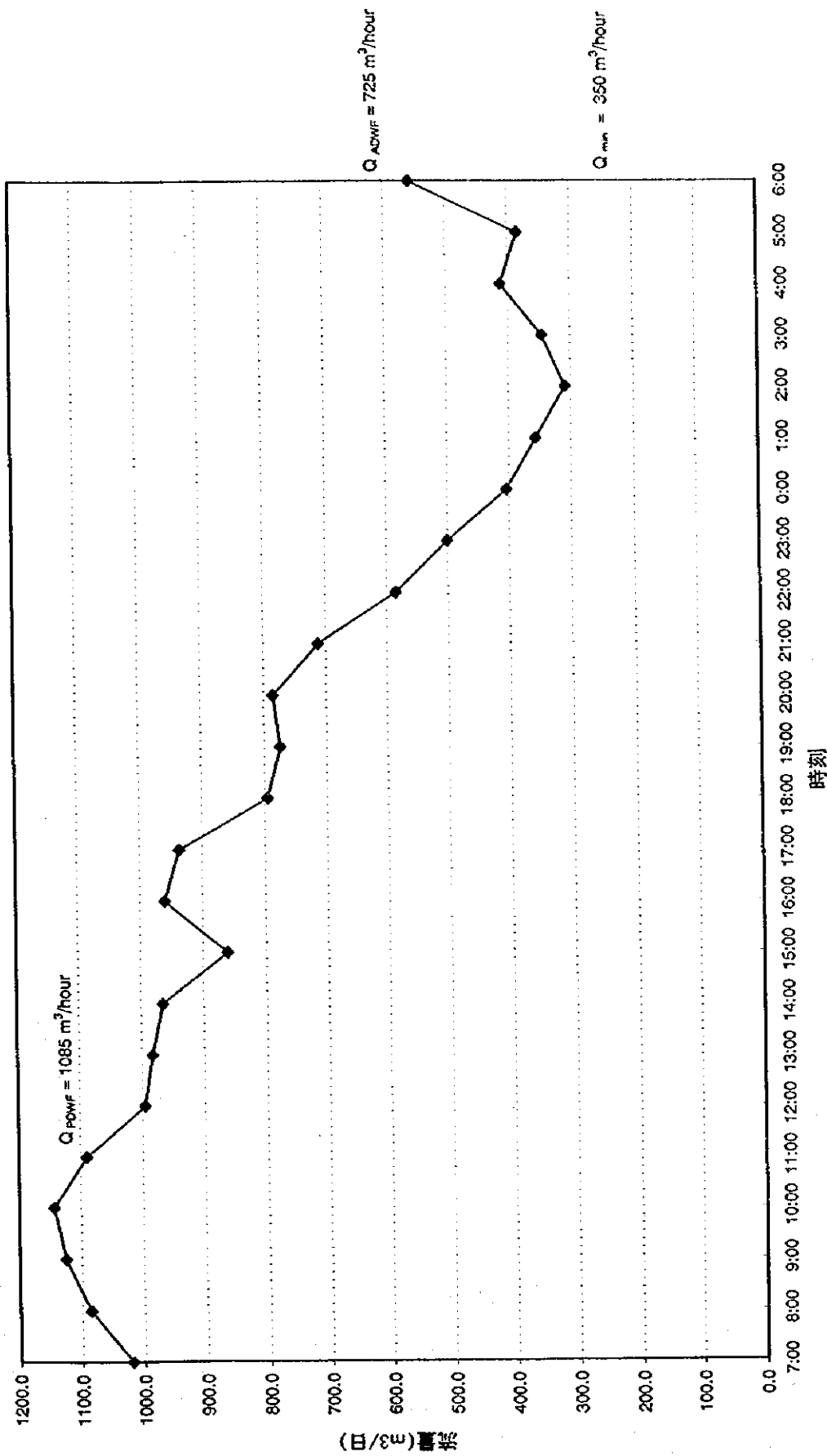


図 3.2 下水の流量パターン (28日平均)

## 2) 流入水質

1時間おきの採水による24時間コンポジットサンプルと1時間おきの日間サンプルを採取して水質試験を行った。以下はその結果概要である。

1時間毎の24時間サンプルデータについて、各水質項目の平均値を算出し、各ファクターの日間変動パターンを資料5「その他データ」の中に添付した。これから各水質項目毎の濃度の変動幅を見ることができる。水質の変動パターンは必ずしも流量パターンと合致しないが、流量パターンに水質データを重ねあわせて算出した汚濁負荷量の変動パターンによると、どの水質項目も午前7時頃から8時をピークとして午後に向かって暫時減少し、深夜から早朝において、5-6時間継続的に最低値を記録している。以上の結果を、水処理施設、特に調整池と共に生物反応槽の設計に反映させることとする。

主要水質項目に関する日間コンポジットサンプル・データと1時間毎のデータの日間平均値は下表に示したとおりであり、ほとんど近似している。後者の方が若干高めであり、本計画上、こちらを優先して採用値を決定することとする。

水質項目	コンポジット サンプルデータ	1時間毎のデータ の日間平均	設計流入水質
COD(Total)	1,224	1,349	1,350
COD(Filterd)	360	400	400
TKN	94	112	115
TKN/COD	0.0768	0.0852	0.085
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	35.1	39.7	40
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /TKN	0.373	0.348	0.35
TP	11.3	12.4	12.4
TP/COD	0.0092	0.0092	0.009
BOD	720	680	700
COD/BOD	1.70	1.99	1.93
Total Alkalinity	180	182	180
Settleable Solids(ml/l)	9.8	11.6	12

流入水の平均水質が COD1,349mg/l, T-N112mg/l, T-P12.4mg/l と一般的な生活排水と比べて非常に大きい。このように厳しい条件では、最小限流入負荷の変動を抑えるため、調整池が必要である。一方、放流水のT-Nを10mg/lまで処理するためには通常の2次処理では難しく、高度処理が必要である。また、除去窒素量に比べてアルカリ度が不足するため、アルカリ添加が必要である。

### 3) 下水処理方式の選定

下水処理方式の選定にあたっては、生下水の質、量を勘案する他、土地・資源省から出された現行の基本方針による水源補填(下水処理水の河川還元)と水域環境保全を達成すべく、下水処理水放流基準の厳守はもとより、栄養塩の除去効率に重点をおくこととする。家庭下水を中心とした下水処理方式として、現地で採用されている処理方式の概要を表 3.1 に示す。

表 3.1 下水処理方式の概要

処理方式	原理	特徴
標準活性汚泥法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・浮遊型生物処理法を代表する処理方式。</li> <li>・下水と活性汚泥の混合液をエアレーションすることにより、下水中の有機物は活性汚泥に吸着され、微生物の栄養源として酸化、同化される。</li> <li>・活性汚泥は沈降性に優れたフロックを形成し、最終沈殿池で固液分離される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・栄養塩類の除去に対して、反応タンク内溶存酸素濃度が一定であることから除去効果が期待しづらい。</li> <li>・要管理機種が多い。</li> <li>・除去率 COD 85-90% T-N 15-40% T-P 20-45%</li> </ul>
散水ろ床法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物膜処理法の1処理方式。</li> <li>・ろ材の上部から汚水を散水し、ろ材表面に形成された生物膜に、汚水を接触させることにより、汚水中の有機物を分解処理する方法。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・急激な水量増加には対応しやすい。</li> <li>・臭気が発生する。</li> <li>・施設面積が比較的大きい。</li> <li>・最終沈殿池から微細SSが流出しやすい。</li> <li>・要管理機種は比較的少ない。</li> <li>・除去率 COD 75-90% T-N 15-40% T-P 20-30%</li> </ul>
酸化池	<ul style="list-style-type: none"> <li>・下水を池内に長時間滞留させ、藻類による酸素供給に基づいた、好気性細菌または嫌気性細菌が有機物を酸化作用により浄化する方法。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・池内の酸素供給量は、自然の再曝気と藻類の光合成反応によるものであるため、滞留時間が著しく長く池容量も相当大きいものとなる。</li> <li>・要管理機種が殆どない。</li> <li>・除去率 COD 70-90% T-N 50%以下 T-P 30%以下</li> </ul>
BNR法 (生物学的 栄養塩 除去法)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物学的リン除去プロセスと生物学的窒素除去プロセスを組み合わせた方式。</li> <li>・反応タンク内を、嫌気タンク、無酸素差タンク、好気タンクの順に分割し、嫌気タンクには流入水と返送汚泥を投入し、好気タンク混合液は無酸素タンクは循環する処理方法。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨水の混入時はリン除去性能が低下する。</li> <li>・流入水のアルカリ濃度が低い場合、アルカリ剤・メタノール等の脱窒補助剤を必要とする。</li> <li>・除去率 COD 85-95% T-N 70-95% T-P 70-90%</li> </ul>
凝集剤併用 BNR法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放流水のリン濃度等を安定確保するためにBNR法の好気タンク部に凝集剤を添加する方法。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BNRと同様</li> <li>・除去率 COD 85-95% T-N 70-95% T-P 75-95%</li> </ul>

各処理方式におけるの特徴を踏まえ、各検討項目毎に比較した結果を表 3.2 に示す。

表 3.2 本計画における下水処理方式の検討

項目	排出基準に対する 適応性		費用		維持管理 の容易	総合評価
	灌漑用水	公共水域	建設	維持管理		
標準活性汚泥法	◎	×	△	△	△	△
散水ろ床法	◎	×	○	○	○	○
酸化池	◎	×	○	◎	◎	○
BNR	◎	◎	○	○	○	◎
凝集剤併用 BNR	◎	◎	○	△	△	○

なお、各処理方式における維持管理の補足説明を以下に示す。

- 活性汚泥法 : 酸素供給、汚水中の汚泥除去、活性汚泥管理上専門技術が必要
- 散水ろ床法 : ろ床の目詰まり対策、散水ブームの整備程度が必要
- 酸化池 : 浮上スカムの除去、池斜面の雑草の除去
- BNR : 表面曝気式による酸素供給、汚泥濃度の管理が必要
- 凝集剤並用 BNR : BNR 法に加え、薬品添加管理が必要

各処理方式の処理効果については、BOD、CODについては各方式同程度である。しかし、T-N、T-Pの除去効率において比較した場合、BNR 及び凝集剤並用 BNR が他の方式を大幅に上回っている。ちなみに一般有機物の除去のみが対象となる場合、散水ろ床法、酸化池が採用対象処理法として浮上することになる（幾つかの既存下水処理場において採用されている）。

本計画では、排水基準（T-N10 mg/l、T-P1.0 mg/l）からT-N、T-Pの除去が最優先される。したがって、T-N、T-Pの除去効率、建設・維持管理費の他、比較的維持管理が容易なことからBNRが選定された。ここで凝集剤並用 BNR は、維持管理費が高いことから採用されなかったが、将来必要に応じてBNRに付帯させることが可能である。なおこの選定された方式は、本計画のように栄養塩除去に重点を置いたケースにおいて、ハラレ市のみならず「ジ」国全土において十分な運転実績を有している。

ここでBNRを採用する下水処理施設は、既存施設の処理能力（21,500m<sup>3</sup>/日）を最大限利用することから、計画対象水量を20,000m<sup>3</sup>/日とする。また、処理対象下水は、工場排水については負荷及び量の変動が予想され、安定した処理効果の阻害要因となること、本計画施設への流入系統は家庭下水と工場排水で区分されていること、さらに、汚泥の緑農地利用を図ることから重金属等の混入を防ぐ必要があることから家庭下水のみを対象とする。これより、河川放流量・

水質の安定化を図るものである。なお、安定した処理水質を確保するため流入部において、流入下水量・水質濃度の変動対策を講ずるとともに生物反応槽への水質・水量の日間変動を均一化させる調整施設を追加考慮する。また、施設の初期運転時や処理機能低下時の対策（バypassを設けて既設を補完的に利用し、生下水に近い処理水の河川流出を防ぐ）も考慮しておく。

有機物、栄養塩除去対策に加えて、処理水の滅菌施設も必要と考えられる。大腸菌群については、現在「ジ」国には規制はないが、数年以内に規制される可能性があるといわれている。本計画では、維持管理費が安価で、二次的な有害副産物の生成しない熟成池等による自然処理を考慮する。

汚泥処理法については、発生汚泥量が膨大であるため減量化が必要であることと、汚泥の有効利用を図るために、現地においても実績のある濃縮、消化、自然乾燥プロセスを採用する。「ジ」国設計基準では汚泥乾燥床における乾燥日数が比較的短いこともあり、安定した効果的な再利用を図るため、濃縮効果を上げる対策を講じる。

### (3) 既存下水処理施設付帯工事

新規処理施設の建設に伴い、既存施設の一部改修または新設を以下の項目について行う。

- ・ 既設沈砂池への流入管を一部布設替える。
- ・ 既存処理施設流入下水量の日間変動、特に夜間の流入停止に対して、既存散水濾床施設の生物膜を保護しなくてはならない。流入水量を一定に保つため、既設嫌気性池流出構造をオリフィス構造に変更する。
- ・ 現在、悪臭が大きな問題となっているティルコール前処理施設の嫌気性池に発生するスラム用の破碎用水として新規処理水を建設予定の熟成池から送水する。

### (4) 汚水中継ポンプ場の改修

既存の3汚水中継ポンプ場(セント・メリーの2箇所及びティルコール)における改修は、土木構造物については将来に亘って使用可能と判断されるため、老朽化した機械・電気設備の改修を対象としている。

各ポンプ場の改修規模は、以下の理由により現有設備能力を踏襲するものとし、維持管理の面から既設と同様の仕様とする。

- ・ セント・メリーの2ポンプ場においては、将来に亘って特別な開発計画がないこと、対象既存管渠網による下水収集区域に限界性があること。

- ・一方ティルコールポンプ場については、将来工業団地の拡張が計画されており、下水量の増加が予想されるが、新規開発地区の地形的な立地条件から、「チ」市は別途新しいポンプ場の建設を計画している。

#### (5) 維持管理対策

既存処理施設に対する維持管理は、従来の経験によるものの、新規処理施設に対しては現有職員の経験が乏しいため、今後現場でのトレーニングを行い養成する必要がある。そこで計画実施においてもトレーニング対策を講じる(初期運転トレーニング期間として施設建設後、3ヶ月程度の延長を勘案)と共に所要の設備を選定する際には、安価である他、維持管理が容易となるように配慮する。

#### (6) 環境影響の回避・削減対策

2.5 で述べた環境への影響評価をふまえ、その回避・削減対策について考慮しておかなければならない。以下に、設計・施工時において日本側が考慮すべき事項と、完工後に「ジ」国が行うべき事項とに区分して整理する。

##### 日本側が考慮すべき事項

- ① 適正な処理水質が得られる施設を計画する必要がある。
- ② 汚泥の最終処分を長期的に行う方策に対応できる施設を計画する必要がある。
- ③ 周辺環境に配慮した施設計画を行う。
- ④ 開発調査において作成した環境管理基本計画は、本計画の詳細設計が完了した時点で見直しを行う。また、建設に係る項目は入札図書等に記載する。

##### 「ジ」国側が行うべき事項

- ① 完工後の下水処理場からニャツメ川に排出される処理水が、「ジ」国の排水基準に適合していることを確認するために、組織的かつ定期的に水質モニタリングを実施する。
- ② 汚泥の処分を長期に安定かつ円滑に行うため、汚泥処分に関する全体計画の策定を行う。特に汚泥の農業利用に関して、地域農民やその他の利用者の需要を把握するとともに、完工後の下水処理場から発生する汚泥の性状を分析し、農業利用等の可能性の検討を行う。環境汚染を防ぐため、必要に応じて汚泥の利用場所における地下水や表流水の調査を実施する。
- ③ 処理場用地はフェンスによって囲い、用地への立入を制限する。処理場南側での将来開発に対する影響を抑制するため、処理場周囲に緩衝地帯を設置することが望ましい。
- ④ 下水処理場で発生するし渣等処理場で発生する廃棄物は、地下水汚染の可能性が懸念されるため、「チ」市の埋立処分場にて処分する。

- ⑤ 完工後の下水処理場からの処理水の利用に関して、関連した利用者と政府機関との合意形成のため、協議・調整を行う。特に、農業利用と水道・レクリエーション利用に対する調整が重要と考えられる。
- ⑥ 下水処理場から最終処分地までの汚泥の搬送において、環境影響が発生しないよう注意深い管理が必要である。

以上の検討から本計画は、西暦 2000 年を目標年度とした窒素リン除去も可能な  $20,000\text{m}^3$ /日規模の下水処理施設を「チ」市に提供するとともに、これに伴う付帯工事と既存の汚水中継ポンプ場 3 箇所における機械・電気設備の改修を行うことを基本構想とする。この実施により、同市を流れるニヤツメ川とその下流に位置するチペロ湖等の水質汚濁防止対策の一翼を担い、これにより地域の重要水源を保全するものである。

### 3-3 基本設計

#### 3-3-1 設計方針

本計画における下水処理施設、機材計画の策定にあたり、「ジ」国の自然・社会条件及び建設・調達の状況・問題点、さらには本計画の特徴等を勘案の上、基本条件及び設計条件を以下のように取りまとめた。

##### (1) 自然条件に対する方針

対象地区は、熱帯乾燥気候に属しているが、海拔 1,400m 以上の高地に立地していることから年間を通じて気温は  $20^{\circ}\text{C}\pm 6^{\circ}\text{C}$  である。年間降雨量は、約 800mm 程度で、その約 80%が夏季の 5ヶ月（12月～4月）に集中している。このような温暖で安定した気候により、雨期における施工対策以外(安価な釜場排水程度)には施設設計上、特別の配慮を必要としない。また、「ジ」国は地震の経験がなく、設計上の配慮も不要である。計画予定地であるゼンゲザ処理場における年間を通じた優勢な風向は、北東から南東であることから、施設配置に配慮することとする。

処理場予定地は「チ」市が所有しており、十分な敷地(約 100ha)内で建設資機材置き場の確保ばかりではなく残土処理も可能である(3km 以内)。施設建設予定地内は、地形的に北から南に向かってなだらかな傾斜地(約 2%)を形成しており、この条件を利用して、下水の施設流入地点から河川放流地点まで自然流下方式を適用する。また、この傾斜地を勘案して、敷地造成、道路計画をたて、経済的な土工量の収支を図る。

処理場予定地内の土質条件は、実測調査の結果、表土は砂質粘土、下層は、風化花崗岩、大きな花崗岩塊の存在が確認されており、施設の基礎に対する地耐力上、問題がないことから直接基礎を採用する。但し、地下水による施設に対する浮力の影響、水替え対策及び岩掘削を考慮するため、調査結果から次のような設定を行うこととする。

- ・ 地下水位：乾期において GL 1,397.5m、雨期には 1.5m の上昇を見込む。
- ・ 岩盤層：GL 1,397m～1,400m に存在
- ・ 岩塊の存在：粘土質砂層、風化花崗岩層中の 10%を仮定

##### (2) 社会条件に対する方針

「ジ」国は、1980 年代に入って独立するまで英国の統治下にあったことから、



生活習慣、宗教上、英国の影響が大きく残っている。従って当該施設建設に係る基準、慣例等も原則として英国の基準に準拠している。主要建築物の建築様式としては、鉄筋コンクリート・レンガ壁が一般的である。

本事業予定地は「チ」市が所有していることから、土地取得費用は不要であるが、新規処理施設を囲うフェンスの設置は「チ」市が行うことで合意されている。

### (3) 建設事情もしくは建設業界の特殊条件に対する方針

公共事業・住宅省、建設産業協会、運輸エネルギー省、国家雇用会議及び日本の無償援助で建設中のハラレ中央病院を訪問して、「ジ」国における建設資機材調達の可能性及び労務費関連事項について情報を収集した。以下に主要情報を列挙する。

- ・ほとんどの建設資材は現地調達可能である。：セメント製造会社はハラレ市とブラワヨ市に各 1 社あり、現在、合計 148,000 トン/年の供給能力を有している。ブラワヨの製造会社は今年の 11 月までに能力増強を図るべく拡張工事を行っており、来年には、「ジ」国の供給能力は、約 200,000 トン/年まで可能となる。また生コン会社は、数多く操業しており、供給上の問題はない(但しコンクリートの打設は、ポンプ車がないため、クレーン使用によっている)。その他、特別のビルディング用資材(ステンレス管等)以外、即ち砂利、砂、鉄筋(去年から異型鉄筋が普及)、鋼管、型枠等の同国内調達において支障はない。
- ・下水処理場に使用される機械・電気設備については、一部現地で生産されている物もあるが、品質上問題があることから、通常南アから輸入されている。そして、ポンプのテスト等には南アから技術者が派遣されている。建設機械の現地調達も可能であり、ハラレ中央病院建設工事でも現地業者の所有する建機を使用している(クレーン、ローダー等)。
- ・建設資機材の公定価格：建設資材の公定価格は設定されておらず、従って物価版もない。また、これと言った外国からの輸入規制もなく資材価格は市場競争で決められている。なお、建設機械の損料について、参考として、運輸・エネルギー省による入札実績を入手した(但し一般的には市場競争によっている。)
- ・労務費等：「ジ」国は過去において 20%以上(20-40%)のインフレが続いてきたが、賃金はこれに見合ったアップに至っていない。このような状況下、今年 7 月に政府職員の給与が前年実績の 25%引き上げられた。一方、最近民間では

ストライキが多発しており、これに対して政府が介入を始め、雇用者に対して今年 7 月から前年賃金の 28%アップを行うように行政指導を行っているところである。なお、外国人労働者は地方自治省から就労許可を取得する必要がある。

- ・ 労務歩掛かり：公的基準はなく、一般的には英国の基準を参考としている。しかし現実には、市場競争によって決められているようである。なお、歩掛りに関係する作業効率は、一般に日本のそれと比べて低いとのことである。
- ・ 第 3 国調達の場合の輸入税：無償資金協力案件においては、地方自治省による手続きの実施により免税措置が可能となる。

「ジ」国内には、本件規模の下水処理機械・電気設備を供給できる総合メーカーはない。すなわち、ブラワヨ市に 1 社ペイトマンという企業(南アに本社がある)の事務所があるが、若千名のスタッフがいるだけで、製造工場はない。従って下水処理場関連機械・電気設備の調達は外国に頼ることになり、アフリカにおいて最も市場開発が進んでおり、且つ「ジ」国の隣国である南アフリカにおいて第 3 国調達の可能性を検討するために関連情報の収集を行った。以下に調査結果を述べる。

南アにおいて、年間売り上げ高が 2.5 億円以上で、水処理機械・電気設備の供給と工事实績のある以下の大手 3 社を訪問し、下記のように、会社経歴、資本系列(南ア/ヨーロッパ)、年間売り上げ高等の会社規模、近隣諸国への納入実績等を調査した。

バイウォーター：英国企業が 100%持ち株の子会社で、従業員数 70 人、南アの工場は 8 年の操業実績を持つ(イギリスからの製品輸入なし)。昨年売り上げ高 13 億円(内 70%が下水分野)で隣国輸出実績多い。「ジ」国内にサブコントラクターを有し、同国での工事可能。

ペイトマン水処理：南アの企業であるイーエル・ペイトマン傘下のペイトマン・コーポレーション内企業群の一会社で、従業員数 60 人、年間売り上げ高約 20 億円で、近隣諸国納入実績多い(1941 年以來 500 プラント)。「ジ」国内ブラワヨ市に事務所を有する(技術者 5 人を含み従業員合計 25 人)。電気制御盤、ポンプ類は製作していない。

デグラモン・南アフリカ：フランスのデグラモンの子会社で従業員数 25 人、年間売り上げ約 3 億円(水道実績主体も、下水分野の技術、設備の提供可能)。

「ジ」国内ハラレ市にエイジェントを有し、同国での工事可能。

以上の総合水処理メーカーの他、機械/ポンプメーカー及び電気メーカーも訪問し以下の情報を得た。

S.A 機械：1966年設立された南アの企業でスクリーン、コンベア、クラリファイヤー、ミキサー、エアレーター、スパイラルポンプ、散水濾床回転散水器等を製作している。従業員数約50人、年間売り上げ高約5億円で「ジ」国への納入実績有り。「ジ」国内に工場はないが、エイジェントを持っており、工事の実施可能。

KSB ポンプ：1960年代に操業開始したドイツと地元南アの合弁企業で、南アの水処理関係ポンプメーカーでは最大規模。従業員数210人、年間売り上げ高18億円(内下水分野は約10%)で、水中ポンプはドイツから輸入、他のタイプのポンプは南アで製作。「ジ」国内に工場はないが、エイジェントを有し、ハラレ市フィレ処理場等へのポンプ納入実績も有る。

ABB 工業：スイスのホールディング会社の傘下にある ABB サブサハラの子会社の一つの会社が ABB 工業で、電気設備を製造。従業員数260人、年間売上高75億円(下水分野は25%程度)で、下水処理場の電気設備の設計から据え付けまでの実績を有する。「ジ」国内ハラレ市に従業員約100人の ABB ジンバブエ工場があり、簡易な部品を製造している。

以上に述べた情報を基に、南アにおいて本案件機械、電気設備の調達、ヨーロッパ系の総合水処理メーカー(パイウォーター、デグラモン等)からか、あるいはヨーロッパ系南ア水処理メーカーと専門機械、電気メーカーの組み合わせにより可能なことを確認した。

建設工事に係る法規制に関しては、以下のものを入手しており、設計、工事にあたり、踏襲することとする。なお、建設工事に関する関連官庁から民間への指導、指針は無い。

- ・労働基準法 : 従来の Labor Relations Act 1985 が改訂され、Labor Relations Act, Revised Edition 1996(Chapter 28-01)
- ・建築基準法 : Model Building(Amendment) By-laws,1985(No.5),Statutory Instrument 310 of 1985
- ・施設設計基準 : 英国の基準を参考としている。

本計画の実施に伴って「チ」市が電源及び電話・水道施設の確保を行うことについて確認した。ここで、電源については、「ジ」国電力公社(ZESA)と協議の結果、一次側の工事を ZESA が本工事の進捗に合わせてタイミング良く実施することを確認した。

(4) 現地業者、現地資機材の活用についての方針

「ジ」国においては、年間受注実績約 5 千万円以上の建設関連業者が公共事業・住宅省に登録を行っており、その数は現在 56 社におよんでいる。下水道施設建設に係る現地業者の技術レベルは既存施設の建設において特別な問題指摘がなかったこと、ハラレ市では頻繁に土木工事入札が行なわれている事から、一応の技術レベルにあると判断できる。また労働力の調達にも問題は無い。なお、同国における規制として一括工事発注が禁止されており、費目毎の個別専門業者に対して発注が行われている。このような背景において、現地業者を有効利用することとする。

建設資機材については、上述したように、可能な限り現地調達を行うこととし、機械・電気設備については、日本あるいは、南アフリカからの調達を考慮する。

(5) 実施機関の維持・管理能力に対する対応方針

「チ」市はハラレ市から独立後 1 年半程度であるが、当該下水道施設の維持管理は 20 年以上に亘って行われてきている。そして現在のゼンゲザ処理場場長はハラレ市の下水処理場での経験(栄養塩除去法である BNR による処理施設)を有している他、スタッフも、少なくとも散水濾床の運転実績を積んでいる。また管渠の補修作業も実施していることから通常の維持管理に関する技術レベルを有していると言える。しかし、これまで管渠の改修・更新は対症療法で行われてきたことから持続的事前対策が必要である(詳細計画は開発調査報告書に示されており、後述する。)。組織的には衛生技術部内に下水処理場及び管渠を各々担当する下水道係があり、職員合計 81 人の陣容は次のとおりである。既存下水道システム監理上の陣容は一応整っており、現在の欠員ポジションを補充する計画が達成されれば職員合計 110 人となる。

下水処理場		下水管渠システム	
監理者	1	下水主任技師	0
副監理者	0	配管工クラス 1	0
現場監督	1	配管工クラス 2	2
工場排水監視者	0	下水副主任	2
料金徴収補助者	2	料金徴収補助者	3
ポンプ・プラント操作員	27	上級排水溝布設工	2
処理施設操作員	24	排水溝布設補助工	6
作業員	0	管渠清掃員	10
事務員	1		
合計人数	56		25

以上のような状況下、「チ」市からの要請を受け、新規処理施設の維持管理を勘案した分野別主要スタッフの資格と人数を示した他、計画の準備段階におけるトレーニングの実施を提案している。なお、本調査においても先方とこの事についての実現化の必要性を確認した。トレーニングについては「ジ」国の公的機関において当該セクター関連トレーニングプログラムが継続的に実施されており、「チ」市からも毎年スタッフが送りこまれている(Zimbabwe Institute of Public Administration and Management, Institute of Water and Sanitation Development等)。しかし、今回予定されている BNR 施設の維持管理のため予算措置を伴い、実績のあるハラレ市の処理場スタッフからの技術移転も有効であり、「チ」市による対応を促すこととする。また、本計画が実施される場合には、本工事に付帯して初期運転指導を含む訓練を考慮することとする。

現在の「チ」市全体の財務状況をみると、1991年以前の累積赤字の影響を引きずっており、毎年約4億円程度(上、下水道を含む合計12経理項目)の赤字を計上している。ここにおいて、「チ」市は2001年を目途に赤字を解消すべくリフォーム計画を策定中である。一方、上・下水道セクターについては、過去において概ね収支がとれていた。但し1995年度の下水道(約1億円規模の支出)セクターにおいては約1千万円の赤字を計上した。これは、約3千万円のローン返済開始に影響されたものである。しかし、1996年度には、1億3千万円の収入を得て、約2千5百万円の黒字を計上し、さらに、1997-1998年(会計年度がカレンダー一年に変更となり、暫定的に1997年7月から1998年12月までの1年半を対象)には、約3億円規模の収支において、約2千5百万円の黒字が予定されている。この場合、収入の大半が受益者からの下水道料金であり、料金は月当たり1世帯平均収入の1.5%程度となっている(前年度は約1%)。また、「チ」市はこれまで同セクターにおける黒字分を公衆衛生サブ・セクターに流用していたが、前述の財政再建計画とあいまって、2000年までには各サブ・セクターでの独立採算を目指すとしており、この励行が事業実施上の条件となる。

#### (6)施設、機材等の範囲、グレードの設定に対する方針

新規下水処理施設には、前述したように通常の有機物と共に栄養塩除去に重点を置き「ジ」国および南アフリカを含むアフリカ諸国において十分実績のあるBNR法を採用する。土木、建築施設のグレードについては、水タンク(英国基準に沿ってひび割れ対策等を十分勘案)以外、現地の既存施設程度とする。ポンプ、エアレーターを中心とした必要機材及び電気設備についても、ハラレ市等の類似処理場で使われている程度の仕様を採用することとする。これらの対応によって現地スタッフによる維持管理の持続性を確保する。

## (7)工期に対する方針

本事業は、総合プラント建設工事であることから、土木・建築工事とその後続となる機械・電気設備の製作、据え付け工事間の有機的結び付きを考慮しておかなければならない。施設建設、機械・電気設備の設置上、工期との関係で特別な方法は、必要ないが、5ヶ月間におよぶ雨期において工事速度が落ちることが予想されることから、工事内容を調整し影響を極力押さえるように配慮する。全体工事期間の設定に当たっては、施設建設期間の他に BNR 施設の初期運転期間を最低3ヶ月間追加することが必要である。このことは、本処理方式が生物による浄化を期待することから、処理施設の中で生物増殖が進み、処理機能が発揮されるまでの最低必要な期間を見込まなければならないからである。

処理施設の建設期間が1年以上となることから、工事の期分け案が考えられるが、単年度に部分的な処理施設が建設されても、本事業の性格上全体システムが出来上がらないと、所定の処理効果を発揮することができないことから、期分けによる対応はできない。

### 3-3-2 基本計画

#### (1)全体計画

##### 1) 本計画施設の範囲

本計画の主要対象施設の範囲は以下のとおりである。

- ① 新設下水処理施設：処理能力 20,000m<sup>3</sup>/日の水処理施設、汚泥処理施設(土木・建築・機械・工事一式)
- ② 新設に伴う既存下水処理施設付帯工事：下水流入渠の接続替え；嫌気性池流出構造の一部変更(流量調整)；ティルコール前処理施設におけるスカム破碎用水提供のための送水管(新設熟成池からティルコール嫌気性池まで)
- ③ 既存ポンプ場の改修：3ヶ所のポンプ場について、ポンプ設備、場内配管、電気盤、場内配線、水位計を更新し、電磁式流量計及びバルブボックスを新設
- ④ 機材の調達：維持管理用車輛、水質試験器具

## 2) 新設下水処理施設のプロセス概要

### ①水処理施設

下水処理の基本プロセスとして、「ジ」国で実績のある BNR 法を採用することとし、流入下水の質・量の変化に対応して処理効率を一定に保つため、運転方法・運転条件の変更が容易にできる施設とする。

本法の基本構成プロセス・ユニットは最初沈殿池→反応タンク→最終沈殿池であるが、以下の施設を付加することにより、安定した処理を図る。

#### a. 分水施設（詳細は資料 5.4「流入下水の負荷変動対策」を参照）

新設処理系統へ日間 20,000m<sup>3</sup>の定量下水を分水し、さらには、午前中の高濃度下水を既設処理系にバイパスして、新設処理系への流入下水水質(日間平均 COD)を 1,200mg/l 以下に抑制する。

#### b. 流量調整池（詳細は資料 5.4「流入下水の負荷変動対策」を参照）

良好な処理水質を確保するために、反応タンクの前に設置し、分水施設で下水量調整を行った後生じる下水の量と質を均等化して、反応タンクでの生物処理の安定化を図る。

#### c. 消石灰注入設備（詳細は資料 5.5「アルカリ度の検討」を参照）

流入下水のアルカリ度が除去窒素量に比べて低いため、硝化、脱窒工程において pH が低下し、反応タンク内での微生物の活動が阻害される。そこで、反応タンク内に消石灰スラリーを投入して、アルカリ度の補充を行う。

#### d. 熟成池（詳細は資料 5.6「消毒方法の検討」を参照）

大腸菌をはじめ病原細菌、一般細菌等に対する自然の力を借りた消毒施設として導入する。本施設は開発調査では将来計画として位置づけられていたが、数年以内に「ジ」国内で下水処理水の大腸菌群に関する法規制の動きがあるため考慮する。

### ②汚泥処理施設

継続して発生する汚泥に対しては、維持管理が容易で、かつ長期的に安定した処理・処分を行う必要がある。そこで、「ジ」国の他都市で実績があり、システムが簡単で維持管理項目の少ない重力式汚泥濃縮、嫌気性無加温消化及び汚泥乾燥床による処理を採用する。また汚泥貯留施設を設け、再利用までの保管を行う。

汚泥処理施設より発生する分離液・脱離液は、高濃度の栄養塩を含んでおり、水処理施設に戻すことは処理効率、処理水質上好ましくない。そこで、既存の処理施設に送水し農地還元するものとし、公共用水域には排水しない。

### ③フローシート

図 3.3 に処理フローシートを示す。

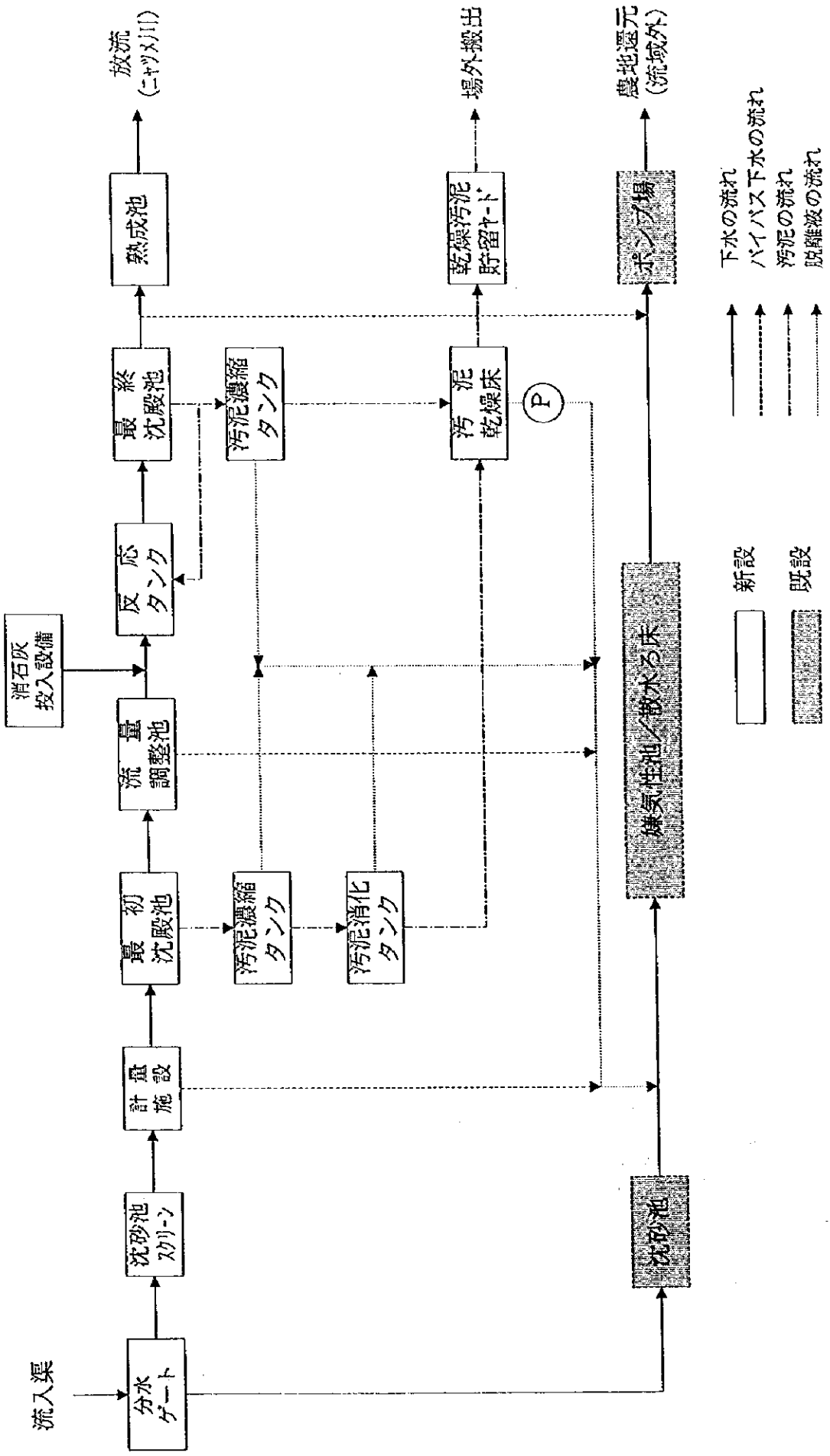


図3.3 下水処理施設のフロー



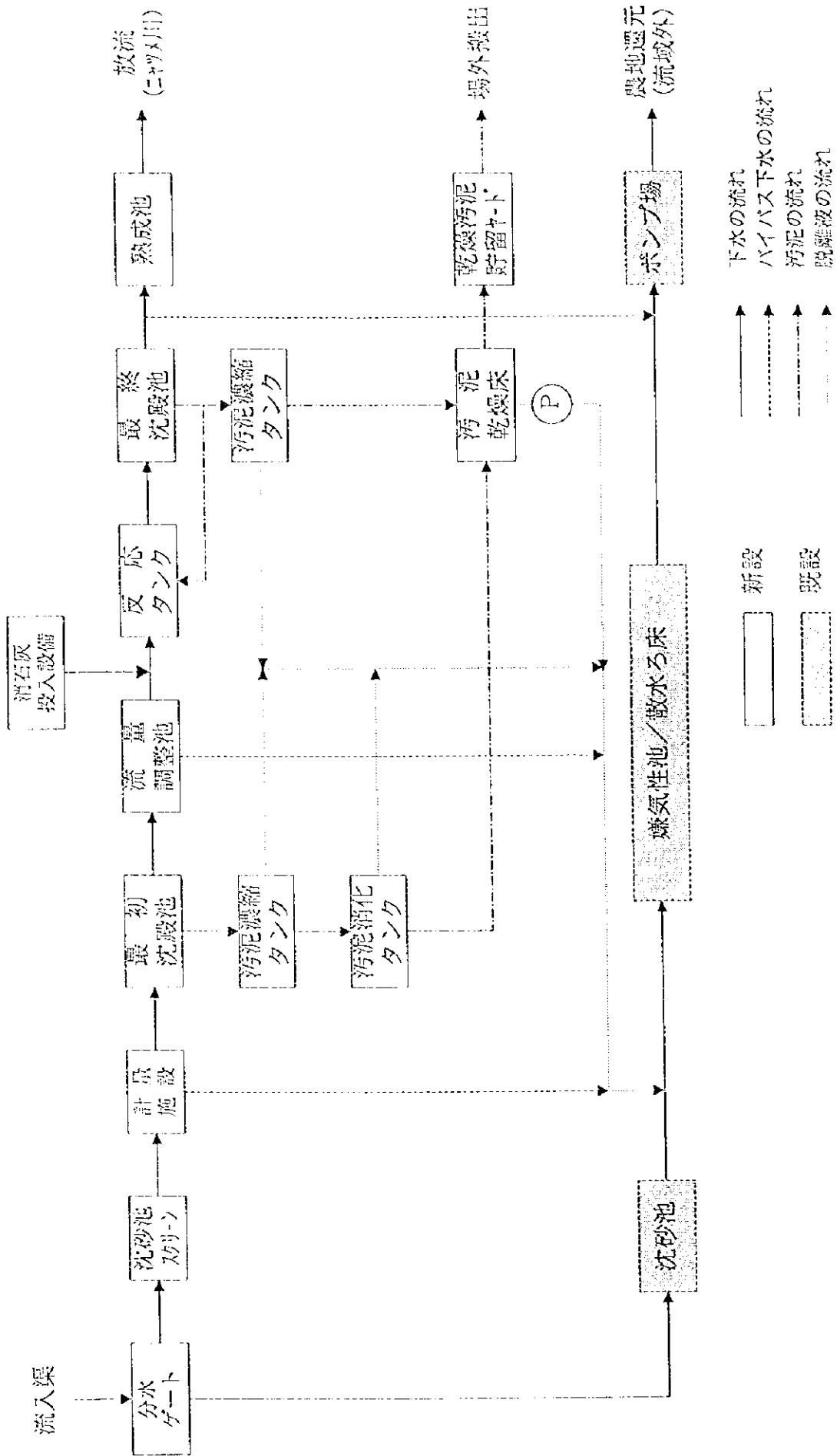


図3.3 下水処理施設のフロー

### 3) 新設下水処理施設の配置計画

#### ①敷地の概要

本事業の建設予定施設は、市所有約 100ha の既存処理場敷地内にあり、既存の下水処理施設に隣接する。処理施設建設予定地から約 700m 北東部には住居地域、約 1 Km 北西部には工業地区が立地している。

建設予定用地は工事中に必要な用地を考慮しても十分な面積を有しており、地形的には、全体的に北部から南部の小河川に向けてなだらかな傾斜を形成している。本計画ではこの傾斜を最大限利用して水理計画、施設配置、造成計画、道路計画を行う。

#### ②水処理施設の配置

下水の流入位置から処理水の放流先河川に到るまでの標高差が約 10m あるため、自然流下による施設配置とする。各施設間の水位関係を検討した結果、最も水位差を要する施設は流量調整池で、この前後にある最初沈殿池と反応タンク間の水位差が約 3m 程度必要である。この事を考慮した他、地形と各施設の水位・構造の関係から、地形上最も急勾配を形成する区間に水処理施設を配置する必要があると判断し、平坦な部分を避けて、流入部（新設沈砂池）と最初沈殿池の間を約 120m 離すこととする。

放流地点における河川の洪水位を過去の経験から河床高 + 2.0m とし、これを放流水位とする。また、小河川沿いに建設する熟成池の堰堤高さは、上記の洪水位以上とする。

#### ③汚泥処理施設の配置

最も所用面積が大きい汚泥乾燥床及び乾燥汚泥貯留施設の配置は、作業員と車輛の動線の円滑化を図り全体配置に無理・無駄が生じないように考慮し、水処理施設に隣接して並列に配置する。一方、濃縮、消化の汚泥タンク類については、同タンクからの脱離液等が自然流下で既存の嫌気性池に排水できるように建設地内で、最も地盤の高い位置に配置する。

#### ④その他の施設

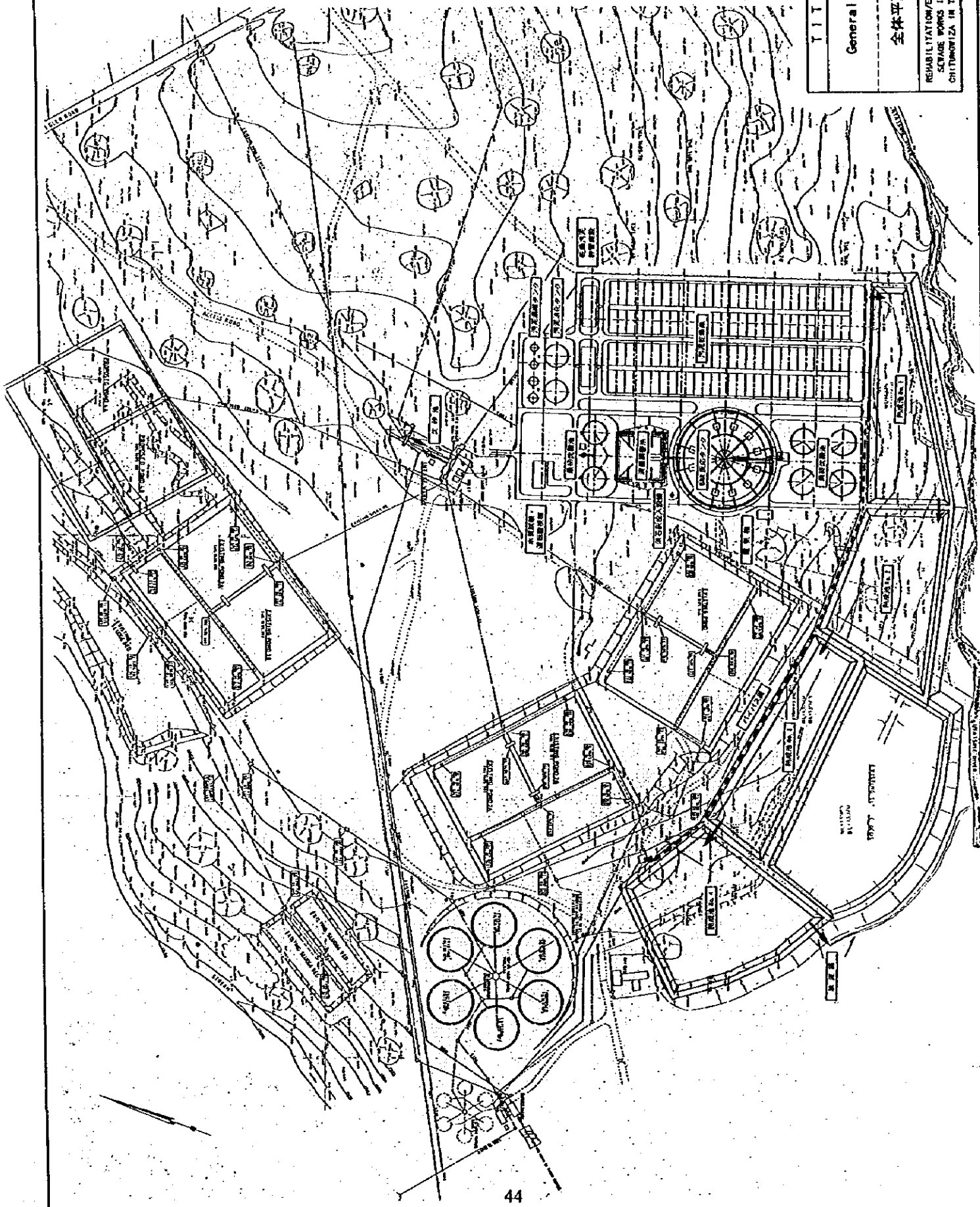
電気棟：全電力量の約 70% を消費する反応タンク及び最終沈殿池の直近に配置し、電気設備全体コストの縮減を図る。

水質試験・運転監視棟：既設施設、汚泥の処理処分施設、電気室などへの効率的なアクセスを勘案する他、風向、地形等を考慮して、各施設より発生する臭気の影響が最小限となるように新設処理系列の西端に配置する。

#### ⑤道路計画及び造成計画

各施設間の連絡及び道路計画にあたっては、既設施設を含めて人・車輛の動き、乾燥汚泥や薬品等の搬出入等が、有機的かつ機能的に行われるように配慮する。また、造成計画については、土工量収支をバランスさせるために、現地地形を有効利用し、併せて、各施設の位置、施設基礎は、土質調査結果に基づき良好な基礎面が得られる位置とする。

上記の考え方にに基づき決定した全体配置計画を図 3.4 に示す。



TITLE	No.
General Plan	3.4
全体平面図	

REHABILITATION/EXPANSION PROJECT OF THE  
SEWAGE WORKS IN THE MUNICIPALITY OF  
CHITOMBOZI IN THE REPUBLIC OF ZIMBABWE

#### 4) 新設に伴う既存下水処理施設付帯工事

##### ① 下水流入渠の接続替え

既存沈砂池に接続されている3本の流入幹線の内、「セケ」及び「ゼンゲザ、セントメリー」地区から家庭下水のみ流集する2本の幹線を対象に、既存及び新規処理施設へ分水するため管渠の接続替えを行う。

##### ② 嫌気性池流出構造の変更

流入下水が新規及び既存処理施設に分配されるが、夜間から早朝にかけて、既存処理系への流入水がかなり減少する。散水濾床の安定した運転を確保するため、嫌気性池に流量調整機能を持たせ、同池からの流出水量を日間を通じて一定にすべく既存4池の流出部分にオリフィスを設置する。

##### ③ ティルコール前処理施設スカム破碎用送水管渠敷設

ティルコール前処理場では工業地区からの下水を嫌気性池で前処理を行っており、処理水をティルコールポンプ場経由でゼンゲザ処理場の既設沈砂池に送水している。この嫌気性池で大量のスカム層が形成されており、維持管理の支障となっている。このため、今回建設する処理施設の処理水をスカム破碎用水として利用することとし、熟成池から当該嫌気性池までの送水管を敷設する。

#### (2) 新設下水処理施設

##### 水処理施設

表 3.3 に総括した新規処理施設の内容を以下に説明する。なお、各施設の構造寸法の決定根拠は、資料 5.2「容量計算」に示した。また、機材仕様の詳細は次項(3)機材計画に示す。

##### 1) 沈砂池

**機能：**流入下水中の砂分や比重の大きな浮遊物を低水深の水路で重力沈降させる。沈砂等はポンプ（機材）により排除することとし、機器の保守点検を容易にする。さらに、浮遊ゴミ等の除去のために手掻式の細目スクリーン（機材）を設置する。

また、沈砂池流入水路には電動ゲート（機材）と手掻き式の粗目スクリーン（機材）を設置する。電動ゲートの開度を調整することにより、流入下水の新設処理系への定量分水と同時に、一部の高濃度下水を既設処理系へバイパスすることにより新設処理系への流入汚濁負荷の軽減を図る。ゲートの制御はタイマー及び主流量計と連動させる。粗目スクリーンは大型の浮遊ゴミを捕捉する。

**構造：**鉄筋コンクリート製矩形水路、幅 1.4m×長さ 6.3m×深さ 0.5m×2水路  
上部鉄骨造屋根付き

表 3.3 主要施設の概要

名称	概 要	個数	備考
沈砂池	平行流重力式 幅 1.4m×長 6.3m×深 0.5m	2	
最初沈殿池	円形放射流式 直径 21.0m 深 3.2m	2	
流量調整池	オリフィス流出形式、攪拌装置付き 幅 40.0m 長 40.0m 深 2.9m	1	
BNR 反応タンク	嫌気タンク 容量 1,580m <sup>3</sup> 内径/外径 4.7/18.1m 深 6.4m 無酸素タンク 容量 11,000m <sup>3</sup> 内径/外径 18.9/50.1m 深 6.4m 好気タンク 容量 13,400m <sup>3</sup> 内径/外径 50.9/84.9m 深 4.45m	1	
最終沈殿池	円形放射流式 直径 23.0m 深 3.5m	4	
熟成池	マルチセル素堀り池 総容量 60,000m <sup>3</sup> 水深 1.5m	4	
放流渠及びバイパス渠	放流渠 : 幅 1.0m×延長 15m (階段式開渠) バイパス渠 : 内径 600mm×延長 450m (RC管)	1 1	
汚泥濃縮タンク A (初沈汚泥用)	重力式円形タンク 直径 6.0m 深 4.0m	2	
汚泥濃縮タンク B (余剰汚泥用)	重力式円形タンク 直径 8.0m 深 4.0m	2	
汚泥消化タンク (初沈汚泥用)	嫌気性無加温式円形タンク 直径 20.0m 深 10.0m	2	
汚泥乾燥床	天日乾燥方式 幅 15.0m 長 20.0m 汚泥厚さ 20cm	56	
乾燥汚泥貯留施設	幅 12.0m 長 36.0m 堆積高さ 2.0m	2	
電気棟	受変電設備、分電設備 建築面積 7.6m x 17.2m=130.7m <sup>2</sup>	1	
水質試験・運転監視棟	水質試験室、運転監視室、作業員控室、倉庫等 建築面積 12.0m x 24.0m=288.0m <sup>2</sup>	1	

## 2) 最初沈殿池

機能：沈砂池で除去できなかった浮遊物のうち、比較的、沈降しやすい物質を重力沈降させ除去する。沈殿汚泥は連続運転する汚泥ポンプ（機材）で引き抜き、汚泥処理施設に送る。また、汚泥の沈殿効率・集泥効果を向上させるために、汚泥搔寄機（機材）を設置する。

構造：鉄筋コンクリート製円形タンク、直径 21.0m×深さ 3.2m×2 池

## 3) 流量調整池

機能：分水施設でゲート操作を行った結果生じる下水の量と質の変動を均等化する役割を持ち、反応タンクでの生物処理を安定化させ、良好な処理水質を確保する。流量調整法はオリフィスゲート（機材）とし、ポンプの使用を避ける。なお、浮遊物の沈殿を防止するため可変速の水中攪拌機（機材）を設置する。

構造：鉄筋コンクリート製矩形タンク、幅 40.0m×長 40.0m×水深 2.9m×1 池

## 4) BNR 反応タンク

機能：下水中の有機物を無機化するとともに、生物学的に窒素を除去し、また、リンを活性汚泥中に固定する。微生物による基質、栄養塩の除去を促進するために反応タンク内を嫌気、無酸素、好気の3つのゾーンに区分する。嫌気タンク及び無酸素タンクには混合液の攪拌、汚泥の沈殿防止を目的として、水中攪拌機（機材）を設置する。また、好気タンクには混合液への酸素供給、汚泥の沈殿防止を目的として表面曝気式攪拌機（機材）を設置する。両機器共に、構造が単純で保守点検箇所が少なく、運転操作が容易であるという利点を有する。

構造：鉄筋コンクリート製円形タンク

- ① 嫌気タンク : 内径 4.7m～外径 18.1m×深さ 6.4m×1 池
- ② 無酸素タンク : 内径 18.9m～外径 50.1m×深さ 6.4m×1 池
- ③ 好気タンク : 内径 50.9m～外径 84.9m×深さ 4.45m×1 池

## 5) 最終沈殿池

機能：反応タンクから流出する処理水より、微生物、酸化後の有機物、初沈で除去されなかった浮遊物などから成るフロック化した汚泥を重力沈降、除去し、上澄み液は処理水として熟成池に流下させる。沈殿汚泥の大部分は連続運転する返送汚泥ポンプ（機材）により反応タンクの流入部へ、また、一部は同じく連続運転する余剰汚泥ポンプ（機材）により汚泥濃縮タンクに送られる。なお、汚泥の沈殿効率・集泥効果を向上させるために、汚泥搔寄機（機材）を設置する。

構造：鉄筋コンクリート製円形タンク、直径 23.0m×深さ 3.5m×4 池

## 6) 熟成池

機能：太陽光中の紫外線的作用で、下水処理水中に含まれる大腸菌をはじめ病原細菌、一般細菌等を死滅させる。

構造：素堀、土堰堤形式（法勾配は 1:1.8 以上とし、河川沿い外面は法面処理を行う）、全 4 池、全容量：60,000m<sup>3</sup>(処理水 3 日間滞留)

## 7) 放流渠及びバイパス渠

機能：下水処理水は、放流渠を経て熟成池から小河川へ放流される。最終の熟成池水位と放流先水位との高低差が 4m あり、この落差を利用して、放流渠構造を階段式として処理水に酸素を補給し、処理水中の溶存酸素濃度を 60%以上に保持する。一方バイパス渠は、処理水の水質が基準を守れない場合（新設処理施設の稼働初期や不慮の事故時が想定される。）に、最終沈殿池流出水を既存の散水ろ床ポンプ場へ導水するために設置する。

構造：①放流渠：鉄筋コンクリート製階段式開渠、幅 1.0m×延長 15m

②バイパス渠：鉄筋コンクリート管、内径 600mm×延長 450m

## 汚泥処理施設

### 1) 汚泥濃縮タンク

機能：最初沈殿池、最終沈殿池より発生する汚泥を、それぞれ別個に濃縮して汚泥の体積を減少させる。濃縮後、最初沈殿池よりの汚泥は消化プロセスへ、最終沈殿池よりの汚泥は乾燥プロセスへ、それぞれ汚泥ポンプ（機材）で送る。なお、汚泥の濃縮効率・集泥効果を向上させるために、ピケットフェンス付き汚泥掻寄機（機材）を設置する。

構造：鉄筋コンクリート製円形タンク

①初沈用：内径 6.0m×側深 4.0m×2 槽

②終沈用：内径 8.0m×側深 4.0m×2 槽

### 2) 汚泥消化タンク

機能：最初沈殿池から発生した汚泥を濃縮した後、更に減量すると共に汚泥中の有機物を消化することにより安定化させて、後続プロセスの汚泥乾燥床から発生する臭気を抑制する。汚泥の消化を促進するために、消化タンク内を循環ポンプ（機材）を用いて攪拌する。また、消化汚泥の引き抜き及び汚泥乾燥床への移送は汚泥ポンプ（機材）により行う。

構造：鉄筋コンクリート製円形タンク、内径 20.0m×側深 10.0m×2 槽

### 3) 汚泥乾燥床

機能：濃縮汚泥、消化汚泥を天日乾燥して、緑農地利用がし易い形態とする。

構造：鉄筋コンクリート製矩形床、幅 15.0m×長さ 20.0m×高さ 1.0m×56床

#### 4) 乾燥汚泥貯留施設

機能：最低、雨期の2ヶ月間乾燥汚泥の貯留が可能となるように配慮する。

構造：鉄骨造壁レンガ積み、1階建て、幅 12.0m×長さ 36.0m×2棟

### 機械・電気設備

各機種を選定に当たっては、現地調達可能な機種、あるいは現地で流通している第3国製品の中から、極力、効率が良く、かつ保守点検箇所が少なく、運転操作が容易な機種を選定する。以下に機械設備、電気設備に分けて機材選定上の考え方を述べる。

#### 1) 機械設備

- ・ポンプ類は現地で主流の陸上型を基本とする。
- ・初沈汚泥の引き抜きは「ジ」国での実績が多く、高濃度汚泥に対して長時間の安定した運転が可能なダイヤフラムポンプとする。
- ・返送汚泥ポンプは運転操作が容易で、汚泥量の変動に対して追従性が良いスクリュウポンプとする。テレスコピックバルブを用いて最終沈殿池の汚泥界面を制御する。
- ・曝気装置、攪拌装置は各々効率と維持管理性において有利な表面曝気式、水中攪拌機とする。
- ・沈殿池、汚泥濃縮タンクについては処理効率の向上、機能面からの必要性に鑑み汚泥掻寄機を設置する。
- ・ゲート、バルブ等の設備は、安価で維持管理が容易な手動方式を原則とする。

#### 2) 電気設備

- ・電気設備設計の基本的な考え方は下記のとおりである。
- ① 各機材の運転方法は手動及び自動の両方を原則とし、施設別の計装・制御の方法は資料 5.9 に示すとおりとする。
- ② 電気設備の分散を図り、生物反応タンク、コンプレッサー、汚泥濃縮タンク及び消化タンク、水質試験・運転管理棟の4カ所に分電盤を設置する
- ③ 配電盤の仕様は BS IEC 439-1 に準拠し、盤上には運転項目毎に単相電流計、運転時間計、遠隔運転（作動/停止）操作ボタン、表示灯を設置する。
- ④ 場内灯として 250W 程度の照明灯を設置する。
- ・「ジ」国の一般的な電気設備仕様は下記のとおりである。
- ① 開閉装置は三相 390V、50Hz、制御回路電圧は 220V、50Hz、低圧供給は 24V、50Hz である。
- ② 電気ケーブルの標準仕様は、PVC 絶縁の 4 芯銅ワイヤー、断面積 16mm<sup>2</sup>以下



である。

・下記工事はジンバブエ電力供給公社 (ZESA) が行う。

- ① 11kV 高圧線の 신설処理場への引き込み
- ② 高圧ヒューズ, 避雷器の設置, 変圧器への配線
- ③ 変圧器の屋内据え付け

処理施設別の主要施設の概要を表 3.4 に示す。

表 3.4 処理場・主要機材の概要

位置	名称	仕様	個数	備考
沈砂池	電動ゲート	幅 0.6m×高さ 0.8m	1	
	粗目スクリーン	目幅 40mm、手掻き式 幅 1.8m×高 1.4m	1	
	細目スクリーン	目幅 14mm、手掻き式 幅 0.6m×高 1.4m	2	
最初沈殿池	汚泥掻き機	周辺駆動式 直径 21.0m×1.5kW	2	
	汚泥ポンプ	ダイヤフラムポンプ φ100×0.083m <sup>3</sup> /分×6m×22kW	2	
流量調整池	攪拌機	可変速式、11kW	4	
	流量調整ゲート	オリフィス式 幅 0.25m×高 0.25m	1	
消石灰投入設備	消石灰貯留装置	サイロ型 30m <sup>3</sup> 3m <sup>3</sup> 溶解タンク付き	1	
	希釈ポンプ	水中ポンプ φ80×0.75m <sup>3</sup> /分×15m×7.5kW	2	
	注入ポンプ	3.1L/分×8kgf/cm <sup>2</sup>	2	
BNR 反応タンク	攪拌機	嫌気タンク用 : 可変速式、3kW	4	
		無酸素タンク用 : 可変速式、15kW	4	
	エアレーター	好気タンク用 : 110kW	4	
		90kW	3	
75kW		3		
循環ポンプ	φ700×27.9m <sup>3</sup> /分×0.7m×15kW	2		
最終沈殿池	汚泥掻き機	周辺駆動式 直径 23.0m×1.5kW	4	
汚泥ポンプ設備	返送汚泥ポンプ	スクリーンプン φ1350×21.0m <sup>3</sup> /分×7.5m×45kW	2	
	余剰汚泥ポンプ	無閉塞型汚泥ポンプ φ80×0.67m <sup>3</sup> /分×15m×7.5kW	2	
汚泥濃縮タンク (初沈汚泥用)	汚泥掻き機	中央駆動式 直径 6.0m×0.4kW	2	
	汚泥ポンプ	φ80×0.097m <sup>3</sup> /分×4kgf×7.5kW	3	
汚泥濃縮タンク (終沈汚泥用)	汚泥掻き機	中央駆動式 直径 8.0m×0.4kW	2	
	汚泥ポンプ	φ80×0.11m <sup>3</sup> /分×8kgf×11kW	3	
汚泥消化タンク	循環ポンプ	φ150×3.0m <sup>3</sup> /分×21m×22kW	2	
	汚泥ポンプ	φ65×0.063m <sup>3</sup> /分×8kgf×11kW	3	
電気棟	受電盤	高圧 11KV	1式	
	変圧器	油入	1式	
	配電盤		1式	
	動力制御盤		1式	
水質試験・ 運転監視棟	監視盤		1式	
	計器	流量計、PH計、DO計、MLSS計	1式	