第2部　ゼンゲザ下水道事業改善・拡張フィージビリティー・スタディー

第1章　緒論

マニャメ川上流域内で現在運営されている下水道事業の中から、チトンギザ町のゼンゲザ下水道事業が緊急プロジェクトとして選定された。そして2000年を目標とした本下水道事業に係る、下水道システム予備設計が実施された。

下水道システム予備設計は、水質汚濁防止計画において、策定された2015年を目標年次とする下水道基本計画の中で位置づけられ、将来に向けた下水道システムの拡張がスムースに実施されるように配慮された。下水道施設の設計に必要となる基本諸元、条件等は、ジンバブエ国の下水道に関する設計ガイドラインを参照すると共に、関係者による協議を通じて設定された。また、フレーム値や下水の質及び量に関する原単位の基礎数値は原則として、水質汚濁防止計画において検討された結果を適用することとし、本予備設計の中で必要に応じて経緯及び検討結果を示した。

第2章　ゼンゲザ下水道事業の改善・拡張フィージビリティースタディー

2.1　背景

水質汚濁防止上、水域において現況程度の水質レベルを将来に亘って維持するために、調査地域内下水処理施設の整備拡充が最低限必要となる。水質汚濁防止上、基本計画に基づく対策として、2000年を目標年次とする優先プロジェクトの検討がなされた。本プロジェクトは、水質汚濁防止対策であるとともに、土地・水資源省の施策である"最大限の水再利用を図り、乾季における水供給の確保"に合致するもので、水道水源確保上からも意義づけられている。

対象区域内の既存下水道事業について、技術、環境改善、経済・財務面での比較検討がなされ、チトンギザ町のゼンゲザ下水道事業がその改修・拡張の緊急性において選定された。

2.2　調査対象地域

調査地域はチトンギザ町全域の約42km^{2}を対象（図2.1参照）とし、全体面積の約60%の区域は既に下水道施設が整備されている。

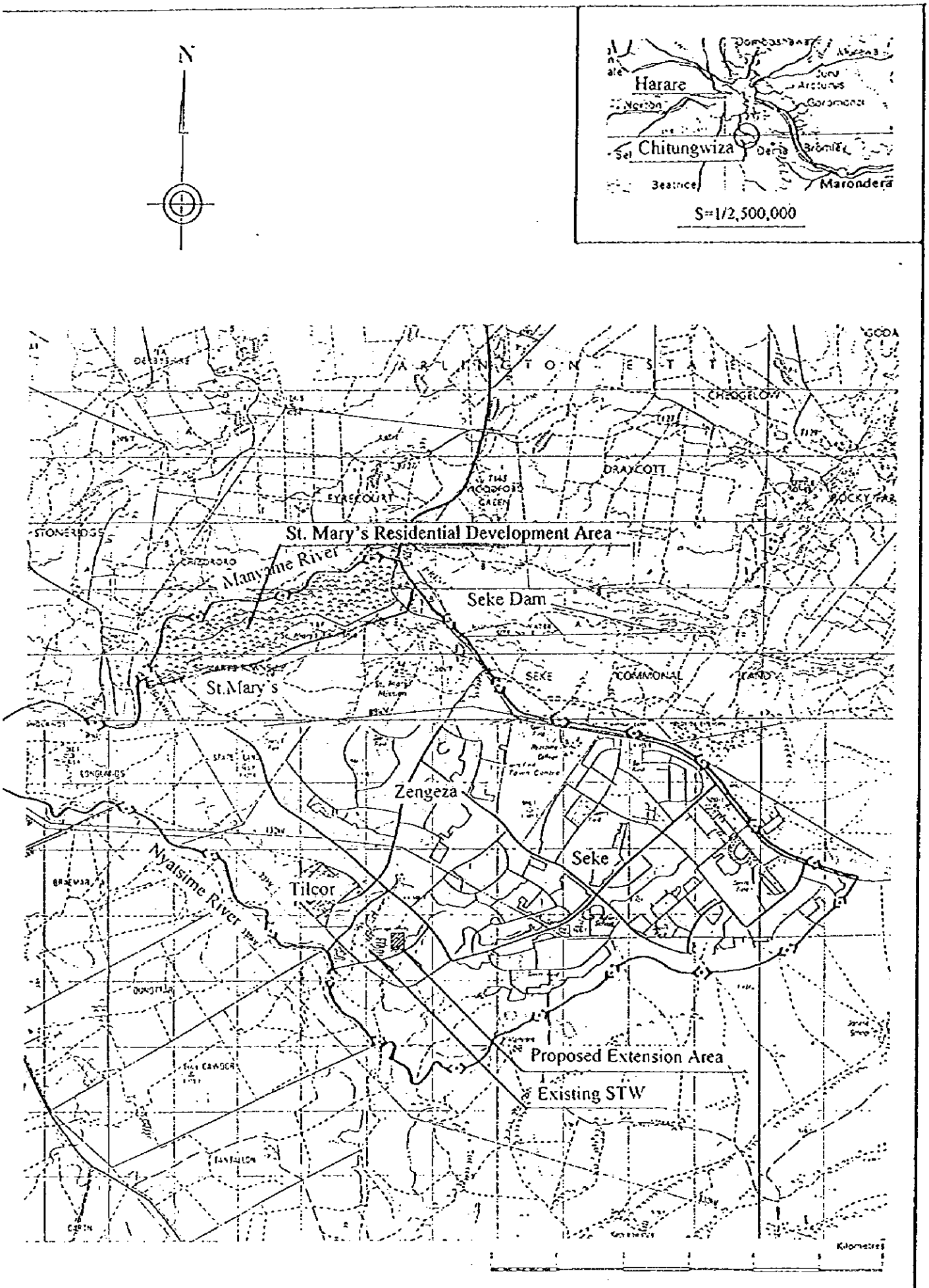

N
Harare
Chitungwiza
Marondera
S=1/2,500,000
ARLINGTON ESTATE
CHOGELOY
DRAYCOTT
EYRECOURT
ROCKY
STONERIDGE
St. Mary's Residential Development Area
Manyame River
Seke Dam
St.Mary's
SEKE
COMMONAL
LAND
Zengeza
Seke
Tilcor
Nyatsime River
Proposed Extension Area
Existing STW
Kilometres

図 2.1　調査対象区域図

本町の現況人口は 400,000 人を超え、ハラレ首都圏の衛生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。

ゼンゲザ下水処理場拡張予定地は、町有地であり既存施設の西側である。

2.3　水道施設及び衛生／下水道事業の現状

2.3.1　概要

調査対象地域の気候は、以下の３つの季節に分類される。

- 春：　９月～11 月、暑く・乾燥している（日平均気温は 22℃±6℃）
- 夏：　雨季で暑く湿度が高い（日平均気温は 20℃±6℃、年間降雨量 820mm の内、約 80%に相当する雨がこの季節に降る）。
- 残りの月：　かなり寒く乾燥している（日平均気温は 16℃±6℃）。

調査対象地域の地形は、海抜 1,390～1,460m の高地に位置し、北西及び北東から下水処理場の位置する南側に向かって緩やかに傾斜している。下水処理場の標高は、1,400m±4m の高低差があり、比較的起伏に富んでいる。

調査対象地域は花こう岩で覆われており、下水処理場敷地内においては、地表から約 0.5m まで風化花こう岩／砂交じりの地層、１ m 以深の地層部は風化花こう岩が確認された。

2.3.2　上水道の現状

チトンギザ町の月平均給水量は、22,000～42,000 m^3／日で、季節変動がある。なお、1992 年度の年平均給水実績は 28,900 m^3／日であった。本町への給水は、モートンジェフリー浄水場から、ハラレ市の大規模給水システムを通じて行われている。町内の給水システムは、セケ配水池より各戸に給水され、本町全域をカバーしている。

ハラレ市上水道基本計画(推定人口 663,000 人)による、2012 年におけるチトンギザ町の将来水需要量は以下の通りである。

- 住宅地域　：46,300 m^3／日
- 商業/工業地域　：22,400 m^3／日
- 無収水量　：7,000 m^3／日

参考までに、給水量が人口増加に比例するものとして（1992年の給水実績と年間人口増加率）推定した1995年の水需要量は34,200 m³／日である。

2.3.3 下水道の現状

チトンギザ町のゼンゲザ下水処理場は、20年以上前に建設され、処理能力は21,750 m³/日となっており、施設はスクリーン・沈砂池施設、嫌性池、散水ろ床池、ポンプ施設等から構成されている。処理水は、ポンプ施設によりインバァガ農場にある熟成池に圧送された後、農業用水として利用されている。下水処理施設におけるBOD除去率は、約80％で、処理水のBOD水質は180mg/l（流入水質のBODは970mg/l）となっている。図2.2に本町の下水道施設の全体図、図2.3にゼンゲザ下水処理場の一般平面図を示す。

チトンギザ町の下水道普及率は約100％となっているが、以下の問題を抱えている。

- 施設の老朽化／不十分な維持管理に起因する大量生下水の漏水
- 計画処理水量21,750 m³／日に対し、36,000～40,000 m³／日の過負荷運転による処理水質悪化
- ポンプ設備等多数の施設において、かなり老朽化が進行
- ティコール前処理施設の嫌気性池の維持管理不足により、周辺住民及び維持管理職員への健康及び悪臭公害の危険性
- 処理水質の悪化に伴う、農業用水への悪影響の危険性

計画年次2000年における計画下水量は、計画処理人口489,000で41,500 m³／日と予測されている。

2.3.4 上水道分野における組織・財政の現状

チトンギザ町の上水は、ハラレ市よりの全面的な給水によって賄われている。チトンギザ町への給水増加は、「ハラレ水道整備計画（フェーズⅠ、フェーズⅡ）」の実施により実現可能となった。同町の1日当りの平均水消費量（35,000 m³）の内の約20％（日量7,000 m³に相当）は、漏水により失われていると見られている。こうした状況を改善するため、現在、世界銀行の支援（Urban Ⅱ）による「水道管網整備事業」が計画されており、近々実施に移される予定である。

チトンギザ町の配水事業は、組織上同町の「エンジニアリング・サービス局」、「上下水道部」配下の「水道課」により運営・管理されている。同町の水道料金は、“基本料金”とそれを超え

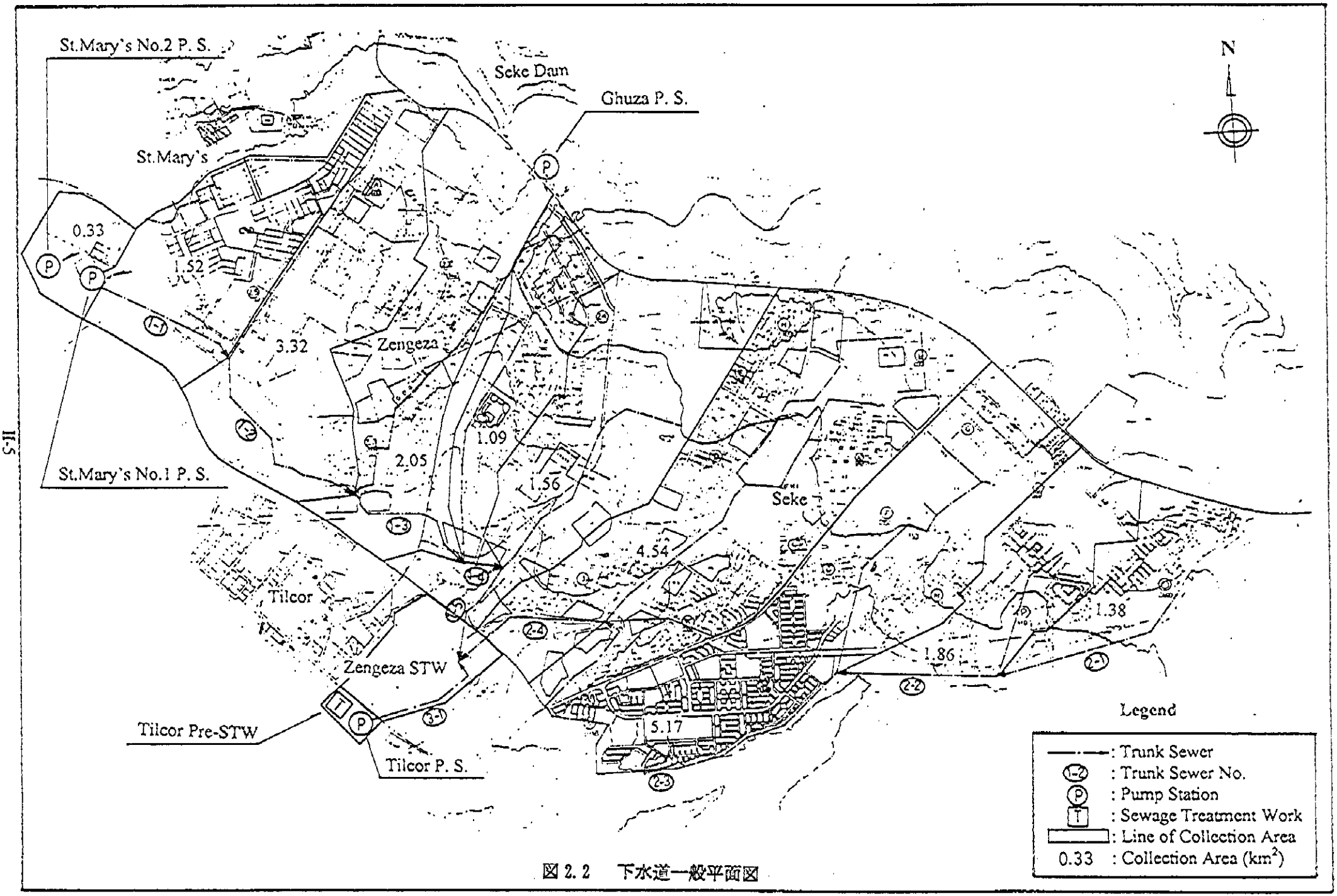


図 2. 2　下水道一般平面図

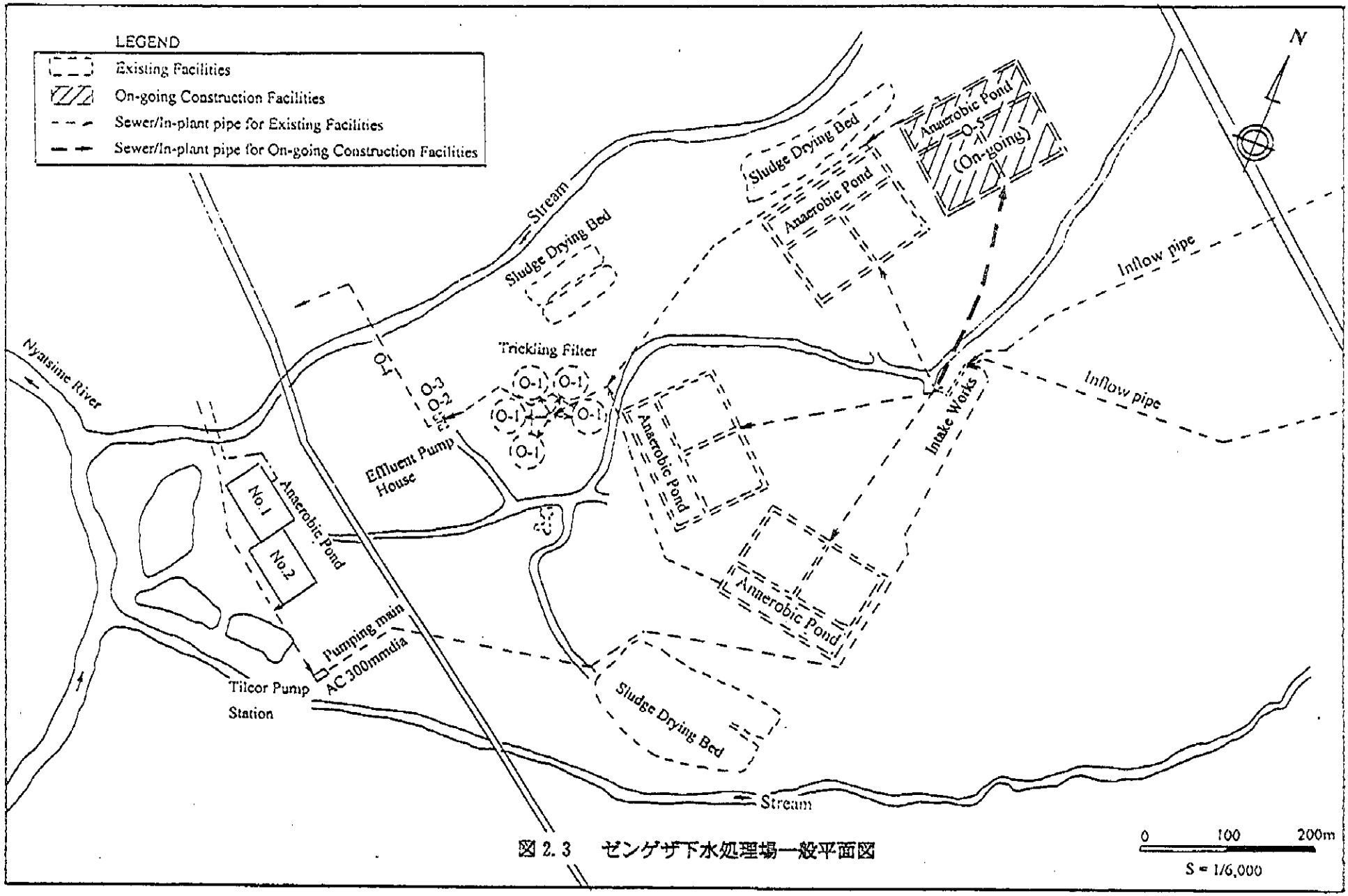


図 2. 3　ゼンゲザ下水処理場一般平面図

る“消費料金”から成り、これらの徴収は町の「財務局」が行っている。水道料金の内の基本料金は、下水道料金及びごみ回収料金と一緒に徴収されているが、消費料金については別勘定・別徴収されるシステムとなっている。

上水道に関わる法制度を律する法律としては「水法（Water Act）」があるが、“環境水質基準”の規定を欠く外、水質汚泥防止に関わる内容の不備が指摘されている。チトンギザ町を含むハラレ首都圏の水質保全の観点からも、前述の「水法」の改定と「環境管理法（Environmental Management Act）」の早急なる整備・制定が望まれている。

2.3.5 下水道分野における組織・財政の現状

すべての地方自治体は、法律上地方政府・農村・都市開発省（MLGRUD）」の監督下にあるが、1995年の「都市評議会法（Urban Councils Act）」の制定により、チトンギザ町を含む地方自治体は、下水道整備事業をはじめとする開発（整備）事業を独自に実施、運営できるようになった。地方自治体における下水道整備事業予算は、通例、MLGRUDが管理・推進している「公共部門投資プログラム（PSIP＝Public Sector Investment Programme）」から捻出される。1990年から1996年の6年間におけるPSIPの総投資額は、およそ5億4,000万Z$、1996/97年度の下水道事業には、総額3億1,500万Z$の投資が見込まれている。

チトンギザ町は、これまでの中央政府からローンを借り受け、「下水道整備事業（Sewerage Augementation Works）」を実施してきた。この事業により、仕上げ池の拡張と4基目の嫌気性池が建設され、さらに新規の処理水ポンプ場が完成したことから処理水全景の灌漑地への送水が可能となり、この結果ニャツメ川への排水放流を回避できるようになった。しかしながら、このローン借入により返済負債は増大し、これまで黒字であった同町の“下水道勘定”は、1995/96年度にはマイナスに転じることとなった。

同町においては、下水道事業の推進、実施に関わる計画の立案、運営・管理、等についての協議は、関連の「評議委員会」で行われ、町としての最終決定は最高決定機関である「町評議会」により下される仕組みとなっている。現在、町の下水道システムの維持・管理に携わる人員は、ゼンゼザ下水処理場75名、排水管渠システム35名の総計110名である。

ティルコール工業地区は、その工業排水を町の排水システムに流しているが、両者の間には未だ排水基準等についての取り決めは交わされていない。工業排水規制条例の早急なる制定、そしてこの条例に基づく水質の監理と取り締りの実施、強化が望まれている。また、最終仕上げ池よ

りインブワ農地（Imbwa Farm）に散水されている処理水は、「公衆衛生基準」で定める灌漑水質基準（1リットル当り 70mg）を超えているとの報告もあることから、少なくとも同基準内に納めるべく水質の改善に努力していく必要がある。

2.4 フレーム値と土地利用

本調査におけるフレーム値は、過去に策定された計画値に考慮して設定した。
計画目標年 2000 年における計画人口は、2つのシナリオを設定し、それぞれの計画値の平均値である 489,000 人を採用した。計画目標年度における土地利用計画は、前記の水質汚濁防止基本計画の値を採用した。

2.4.1 フレーム値

計画人口予測は、1992 年に実施された最新の国勢調査をもとに、本町における現況人口の実情を考慮して行った。1982 年と 1992 年の国勢調査による人口増加率は約 4.8%となっているものの、第2次都市開発計画におけるそれは約9%となっている。そのため、計画人口予測のもととなる現況人口は、実情にあったハラレ市コンビネーション基本計画の値を採用した。人口・工業に係る計画値を表 2.1 に示す。

表 2.1 現況及び将来のフレーム値予測

Population	Present (1992)	1995	2000	2015
Case I:	354,500	405,000	537,800	962,500
Case 2:	as above	as above	439,500	573,100

Comm/Industrial	Present (1992)	2000	2015
Industrial Area (km^2)	1.35	1.35	9.41
Factory Land Area (ha)	108.0	108.0	752.8
No. of Employees/ha	43.48	43.48	43.48
No. of Employees	2,500	3,100	32,800

2.4.2 土地利用

チトンギザ町の土地利用計画は、水質汚濁防止基本計画に準ずる。現在、町全域の 55%に相当する 22.82km ^{2}が住宅地として使用され、この内 85%の 19.47km ^{2}は高密度住宅地区となっている。現在空地の部分についても、セントメアリー地区 1.75km ^{2}（高密度住宅、学校、商業及び教会を備えた総合開発計画）等の開発計画がある。またその他の開発計画として、ニャツメ川左岸

土地利用内訳面積を表 2.2 に示す。

表 2.2　土地利用内訳面積

(Unit: km²)

Land Use Type		Present	Year 2000	Year 2015
Residential Area	Low Density	0.00	0.00	2.14
	Medium Density	3.35	3.35	8.26
	High Density	19.47	21.22	26.67
	Sub-total	22.82	24.57	37.07
Industrial Area		1.35	1.35	9.41
Commercial Area		0.85	0.85	0.85
Institutional Area		0.74	0.74	0.74
Sewage Treatment Works Area		0.93	0.93	0.93
Open Spaces		15.31	13.56	5.50
Total		42.00	42.00	54.50

2.5　計画下水量及び計画流入水質

計画下水量及び計画流入水質は、水質汚濁防止基本計画値に準ずる。2000 年における本町全体の一人当たり日平均汚水量原単位は 68(lpcd) となり、商業／業務地区からのそれは、家庭汚水量の 5%と仮定する。表 2.3 に家庭汚水量及び一人当たり汚濁負荷量の原単位を示す。

表 2.3　計画汚水量及び汚濁負荷量原単位

Category	Quantity (lpcd)			Quality (gpcd)			
	Present	2000	2015	BOD	SS	TN	TP
High density	60	63	70	44	51	11	1.2
Medium density	210	315	315	47	54	12	1.3
Low density	315	315	315	50	58	13	1.4

上表の一人当り汚水量原単位及び計画人口により、2000 年における下水処理場での計画下水量は、約 41,500m³／日となる（表 2.4 参照）。計画下水量 41,500m³／日のうち 21,750m³／日については、家庭下水及び工場排水に対する合併処理を既設系統で行い、20,000m³／日ついては家庭下水のみを対象に拡張施設で行う計画とする。

表 2.4　2000 年における計画下水量

Type	ADWF (m³/day)	PWWF (m³/day)
Domestic	38,240	114,720
Institutional/Commercial	1,912	5,736
Sub-total	40,152	120,456
Industrial	1,387	4,161
Total	41,539	124,617

既存施設及び拡張施設における計画流入水質は、下表の通りとなる。

STW	BOD	SS	TN	TP
Rehabilitated Existing	592	644	134	15
New Expansion	564	653	141	15

2.6 緊急プロジェクトの計画・設計上の基本方針

2.6.1 技術上の配慮事項

ゼンゲザ下水道事業の改善・拡張に係る計画・設計方針の策定にあたり、既存下水道システムの建設経緯、対象区域の現状と共に、技術及び財務上の制約を十分考慮する。また下水道基本計画に基づく長期的な開発構想の中で、本プロジェクトの位置づけを明確にした。具体的には以下のとおりである。

将来の下水量増加に対応する下水処理施設の拡張にあたり、既設の下水処理施設をその処理能力の範囲で継続利用する。既設の散水ろ床はその処理能力において、家庭下水と工場排水の混合下水を将来に亙って処理することとし、段階的に拡張される下水処理施設は、BNR プロセスを適用するものとする。

既設の下水管渠施設は、将来に亙って利用することとし、改善・拡張により対象区域の下水を収集する。セントメアリーズにおいて計画されている住宅用地からの下水は、既設下水幹線と並行する新下水幹線により下水処理場に送水することとする。この対策により、現在下水のオーバーフロー等の問題が生じている同地区の衛生改善を図ることができる。更に、新規施設はマンホールからの下水越流等によって、河川等の汚濁を生じないように設計上配慮する。

下水処理に伴って発生する汚泥は、濃縮、嫌気性消化を行い、乾燥後、肥料として利用可能なものとする。処理された汚泥量は年々増加することから、衛生的な埋め立てにも限界が来る。従って汚泥の肥料への利用を助長するような対策が必要となる。なお、汚泥の一時貯留施設は水質汚濁防止上から、降雨による流出が生じないような対策を講ずるものとする。

施設建設計画は、新設下水処理施設及び既設の汚水・汚泥処理施設を対象として策定するものとする。ここにおいて、土質条件、地下水位を十分勘案する。本プロジェクトにおいて採用する施設及び機器のグレードは、ハラレ市の既設下水道事業の実績を参照すると共に、複雑でなく、維持管理も容易であることを前提として選定する。なお、施設の建設・維持管理において、現地調達可能な資機材を考慮する他、人力中心の対応を図ることとする。

2.6.2 組織強化

中央政府の基本的な役割は、国家開発に関わる主要な政策の策定とその実現に向けた戦略・計画の立案にある。同国の政治・行政制度・組織を考察すると、各省庁並びに行政機関間の権限・責任等の分掌が明確でない部分があることから、こうした状況是正のためにも制度・組織の早急なる改訂・改革が望まれている。

チトンギザ町の下水道システムの改修／拡張のための計画立案及び事業実施は、同町のエンジニアリング・サービス局（ESD)が担当している。ESD の組織強化と下水道システムの効率化のためには、人員の増強に加え、スタッフの再訓練を通じての技能向上を図る必要がある。

優先プロジェクトの円滑な実施の観点からも、管理及び技能スタッフ双方に対する人材育成プログラムは欠かせない。特に事業の計画・管理及び下水道処理場の維持管理担当者、並びに水質監視に携わるスタッフに対する研修は重要である。また、地域住民から水質汚濁防止活動の協力を得るためにも、セミナーやワークショップの開催を通じて、彼らに対し水質汚濁に関わる情報を積極的に押し進めていかねばならない。

2.6.3 法制整備

同国において「水質汚濁防止」の問題に取り組むには、法制上、まず「水法（Water Act)」を改訂し、ついで「水質関連法」を整理・整備する必要がある。とりわけ環境保全対策について、中央政府、地方自治体、民間企業それぞれの責任分業を明確にし、一貫した水質汚濁防止対策を講じうる体制を確立せねばならない。

水質汚濁が発生する前、あるいはその問題が深刻化する前に、しかるべき措置を講じ、また水質汚濁防止計画を策定するためにも、「環境水質基準法」のできるだけ早い制定が望まれる。町レベルでは、町内の工業排水の取り締まりが緊急課題である。工業排水による水質汚濁の問題は、「工業排水規制条例」の制定を持って、この条例に基づき厳格に規制されねばならない。その他、廃棄物管理、模範建造物に関する条例は、環境保全上、早急に整備されねばならない。

法制整備は、高度の専門性と複雑な作業を伴うので、町評議会の中に、特別な「タスク・フォース」を設置して作業に当たらせることが望ましい。

2.6.4 財務管理

チトンギザ町は本プロジェクトの実施機関で、中央政府から建設資金の借り入れを行うと共に、維持管理に係る支出を管理する。財務管理の最終目的はプロジェクト実施にむけ、持続性のある財政上の自立性を確立することである。アプローチとしては、1)中央政府による町の財政負担軽減、2)町による下水道事業収入及び支出の効率的管理、の２ケースがあげられる。

中央政府による財政援助は、1)借り入れ条件の良い融資先の確保、2)プレミアム（為替変動リスク）の負担（補助金）、そして3)エンジニアリング・サービス費用の負担、に区分される。資金借り入れ者として町は、下水道事業の収入増と支出削減に責任を負うものとする。

収入増加の方法としては、1)従量料金制度の導入、2)下水道事業に充当する水道会計収入の確保、そして3)効率的な下水道支出の管理、があげられる。特に、3)に関して償還費用の管理は、予算編成時に想定したレベルに事業支出を抑えるための最重要項目であるため、一定償還額の政府借り入れ金が最適資金源であるといえる。

2.7 下水集水システム

2.7.1 既存管渠網の改修／更新計画

管渠網施設の維持管理は、未然に事故を防止する目的で計画され、毎年実施されるべきである。既設中継ポンプ場の改修／更新計画（セントメアリー第一、第二及びティルコール）は、機械と電気設備について策定された。ポンプ場毎の改修／更新が必要な主要設備は、以下の通りである。

(1) セントメアリー第一中継ポンプ場

ポンプ設備：口径 150mm×2.60 m^3／分×34.5 m×25.0 kw×3（1）台

場内配管　：1式（バルブボックス、流量計含む）

電気操作盤：1式（屋内配線含む）

(2) セントメアリー第二中継ポンプ場

ポンプ設備：口径 100mm×1.20 m^3／分×12.5m×5.0 kw×2（1）台

場内配管　：1式（バルブボックス、流量計含む）

電気操作盤：1式（屋内配線含む）

(3) ティルコール中継ポンプ場

ポンプ設備 ：口径 150mm×2.30 m^3／分×28.0m×18.0 kw×3 (1) 台

場内配管　：1式（バルブボックス、流量計含む）

電気操作盤：1式（屋内配線含む）

2.7.2 セントメアリー地区住宅開発区域のための拡張計画

図 2.4 に示すように、セントメアリー地区の西部端に計画されている住宅開発区域を対象に、新規の汚水中継ポンプ場、圧送管、自然流下管の計画を策定する。

住宅開発区域で発生した下水は、自然流下で新規の汚水中継ポンプ場に集水され、自然流下幹線のスタート点までポンプ圧送後、既設幹線管渠と平行に自然流下でゼンゲザ下水処理場に送水される。図 2.5(1)及び 2.5(2)に新規汚水中継ポンプ場の計画図を示す。主要施設及び設備は、以下の通りである。

(1) 新規セントメアリー汚水中継ポンプ場

スクリーンと沈砂地：1式

ポンプ設備 ：口径 150mm×3.00 m^3／分×58.0m×50.0 kw×3 (1) 台

場内配管　：1式（バルブボックス、流量計含む）

電気操作盤：1式（屋内配線含む）

(2) 圧送管

管材質　　：AC 管

口径　　：300 mm

全長　　：2,600 m

(3) 自然流下幹線

管材質　　：AC 管

口径　　：525 mm

全長　　：4,280 m

マンホール数　：51 個

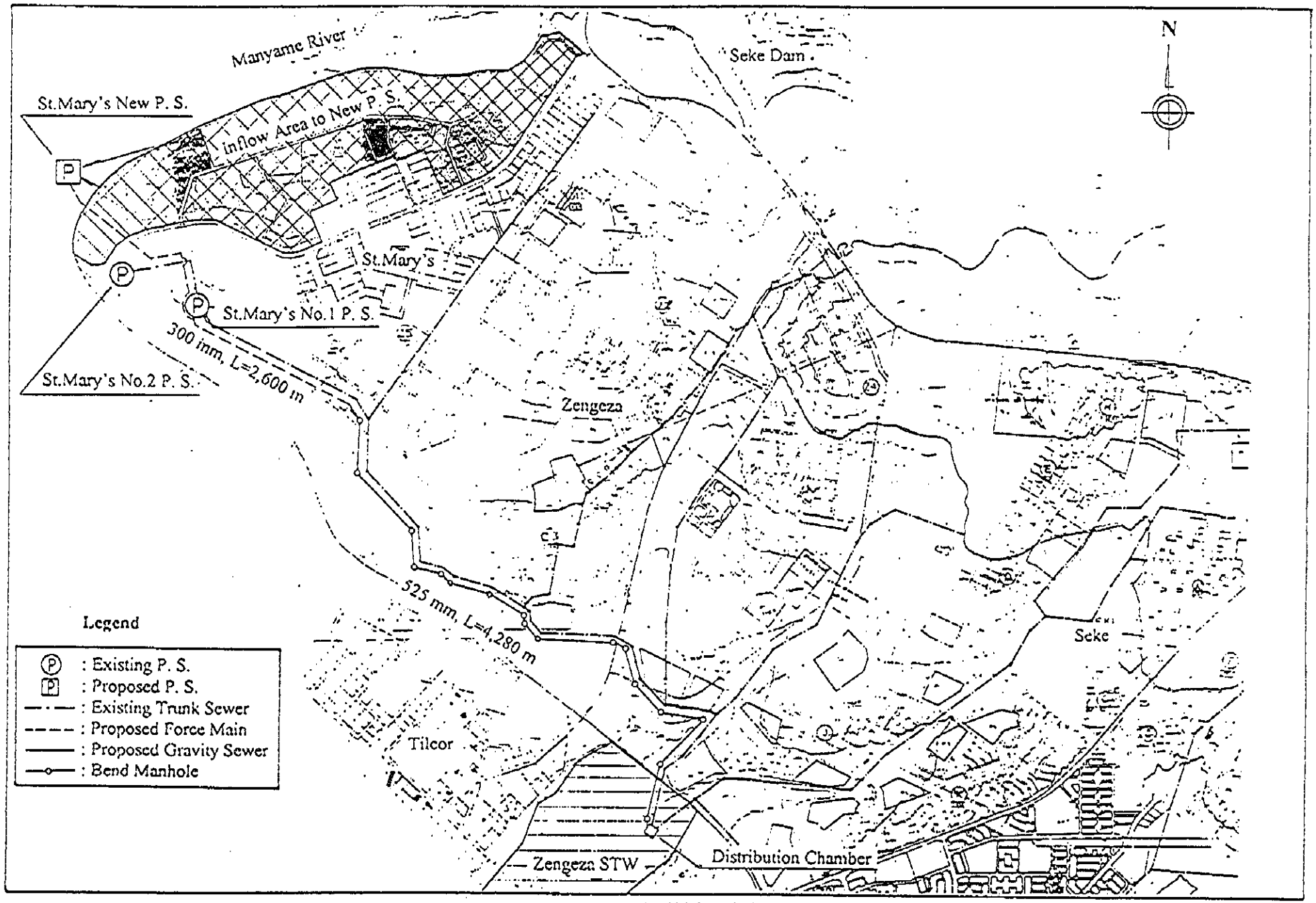

Manyame River
Seke Dam
N
St.Mary's New P. S.
Inflow Area to New P. S.
St.Mary's
St.Mary's No.1 P. S.
St.Mary's No.2 P. S.
300 inm, L=2,600 m
Zengeza
525 mm, L=4,280 m
Seke
Tilcor
Zengeza STW
Distribution Chamber
Legend
: Existing P. S.
: Proposed P. S.
: Existing Trunk Sewer
: Proposed Force Main
: Proposed Gravity Sewer
: Bend Manhole

図 2.4　下水管渠計画図

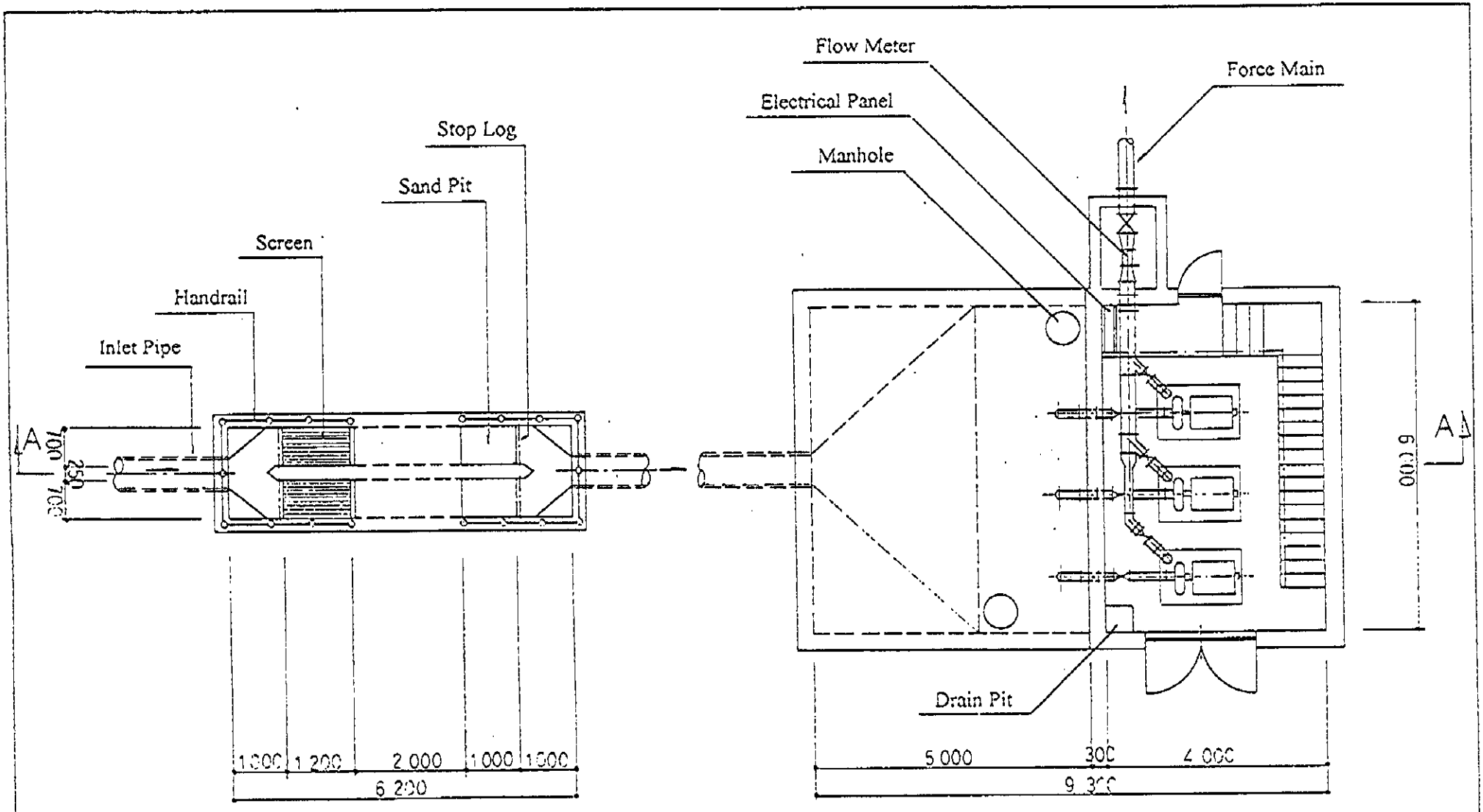


図 2.5(1)　セントメアリー地区新規ポンプ場計画平面図　S = 1／100

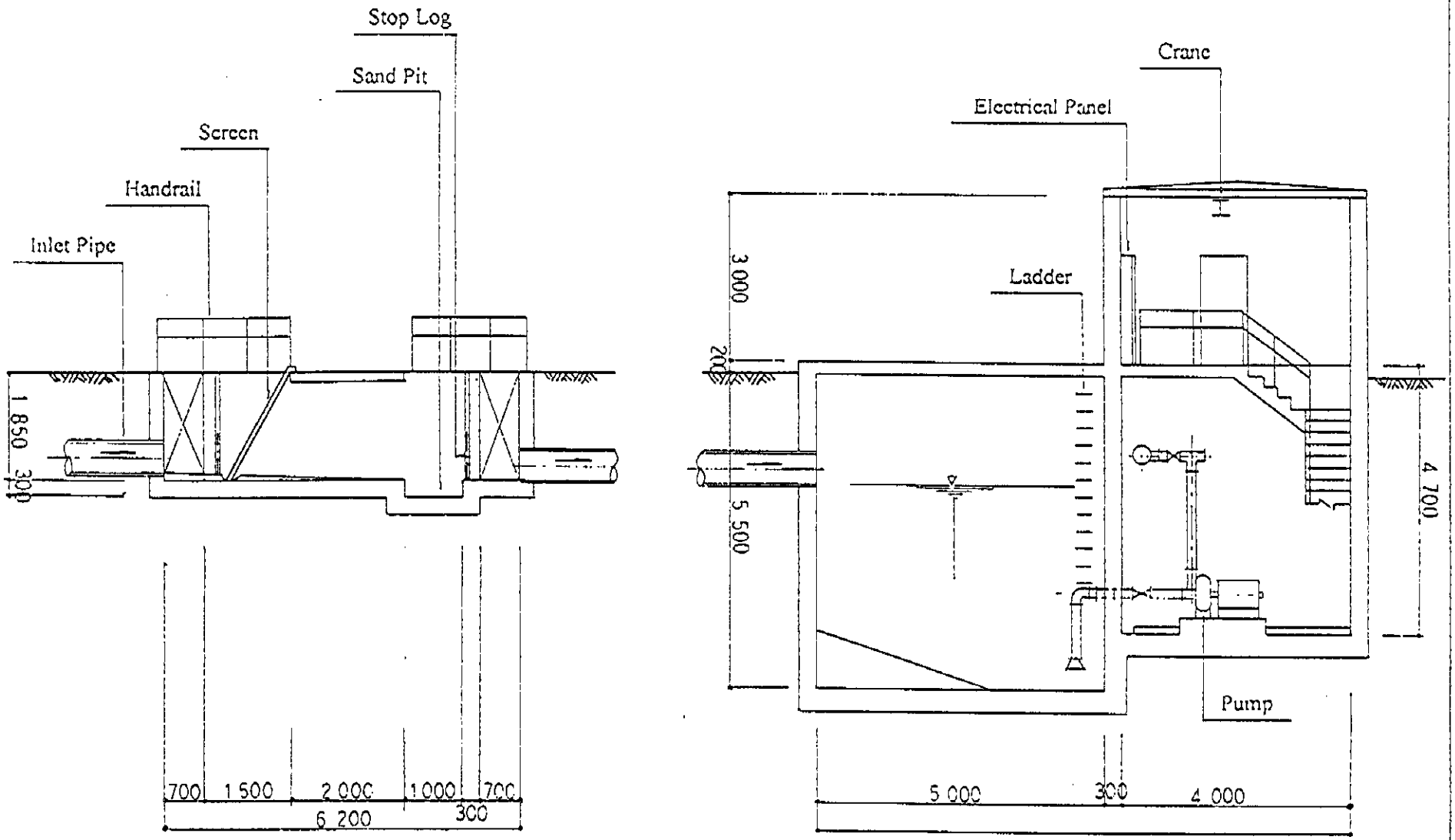


図 2.5(2)　セントメアリー地区新規ポンプ場計画断面図　S = 1/100

2.8　下水及び汚泥の処理・処分

2.8.1　既存施設の改修計画

既存施設の改修計画は、機能の強化のみならず将来に亘る適正な維持管理確保を目的とし、策定される。

改修対象施設は以下の通りである。

1) 既存ゼンゲザ下水処理場
2) 処理水送水ポンプ施設
3) ティルコール前処理施設

公共下水道施設に排出されるティルコール前処理施設からの処理水は、民間により維持管理されることを原則とするが、本施設の管轄をチトンギザ町と関連工場のどちらにするかについては現在過渡期にあるため、本計画では対象施設とした。

これらの施設の改修必要項目を、表 2.5 に示す。

表 2.5　既存施設の改修必要項目

Facilities	Rehabilitation Work
Existing STW	Installation of Connection Pipe 650mm dia, AC, 1 unit, L = 30 m (Connect exiting and proposed effluent channel at Grit Chamber)
	Removal of sludge in Anaerobic Ponds, V = 13,600 m^3
	Removal of sludge in Trickling Filter, V = 1,220 m^3
	Construction of sludge disposal pit
	Replacement of flow meters for the Parshall Flumes, 2 units
	Construction of fence, L = 700 m
Effluent transmission pump facility	Replacement of pump facilities Pump : 400 m^3/hr x 1 unit Motor : 185 kW x 1 unit Valve : 1 unit Control Panel : 1 unit
Tilcor Pre-treatment Facility	Removal of sludge, V = 2,200 m^3
	Construction of sludge disposal pit
	Replacement of scum jet nozzle and piping (water will be supplied from proposed treatment plant)
	Rehabilitation of No.3 storage pond as equalization pond in wet season

2.8.2 ゼンゲザ下水処理場の拡張

拡張処理場の処理水は、乾期における貴重な水源としてニャツメ川に放流される。そのため、処理水水質は安定し、かつ河川放流基準値(GN687/77)以内でなければならない。

下水処理方式はBNR法を採用し、家庭汚水のみを処理対象とする。また、事故対策として生下水を既設処理場に流入させるためのバイパス管を、拡張処理場のスクリーン及び沈砂池の流出部に計画した。

図2.6～図2.8に、拡張処理施設の計画一般平面図、計画処理フロー図、水位高低図を示す。また、表2.6に処理施設リストを示す。

表2.6 処理施設リスト

Facilities	Dimensions
Distribution Chamber	Trunk sewer 675 mm, 2 units 1.8 m^W x 4.0 m^L x 1.16 m^H
Screen & Grit Chamber	Coarse screen (screen gap 40 mm) 1.2 m^W x 1.2 m^H x 2 nos.
	Fine screen (screen gap 14 mm) 0.9 m^W x 1.24 m^H x 2 nos.
	Parshall flume Capacity = 30,000 m^3/day x 2.nos.
	Grit Chamber 1.8 m^W x 6.0 m^L x 7.6 m^D x 2 nos.
Primary Sedimentation Tank	Type : Dortmund tank 12.2 m^{dia} x 11.5 m^D x 6 nos.
BNR Reactor	27.5 m^W x 95.5 m^L x 4.5 m^D x 2 nos.
Final Sedimentation Tank	Type : Clarifier 28.0 m^{dia} x 3.5 m^D x 4 nos.
Outlet Work	1.0 - 3.0 m^W x 5.0 m^L x 1 nos.
Sludge Thickener	Type : Dortmund Tank 11.6 m^{dia} x 11.3 m^D x 2 nos.
Anaerobic Digestion Tank	Type : unheated, recirculation 20.0 m^{dia} x 19.5 m^D x 2 nos.
Sludge Drying Bed	30 m^W x 60 m^L x 6 nos.
Sludge Storage Yard	Yard with Roof 12 m^W x 60 m^L x 1 nos.
Sludge Disposal Pit	100 m^W x 100 m^L x 4 m^D
Laboratory and other rooms	Total area = 12 m^W x 24 m^L = 288 m^2
Inplant Pipe	Total length = 3.2 km

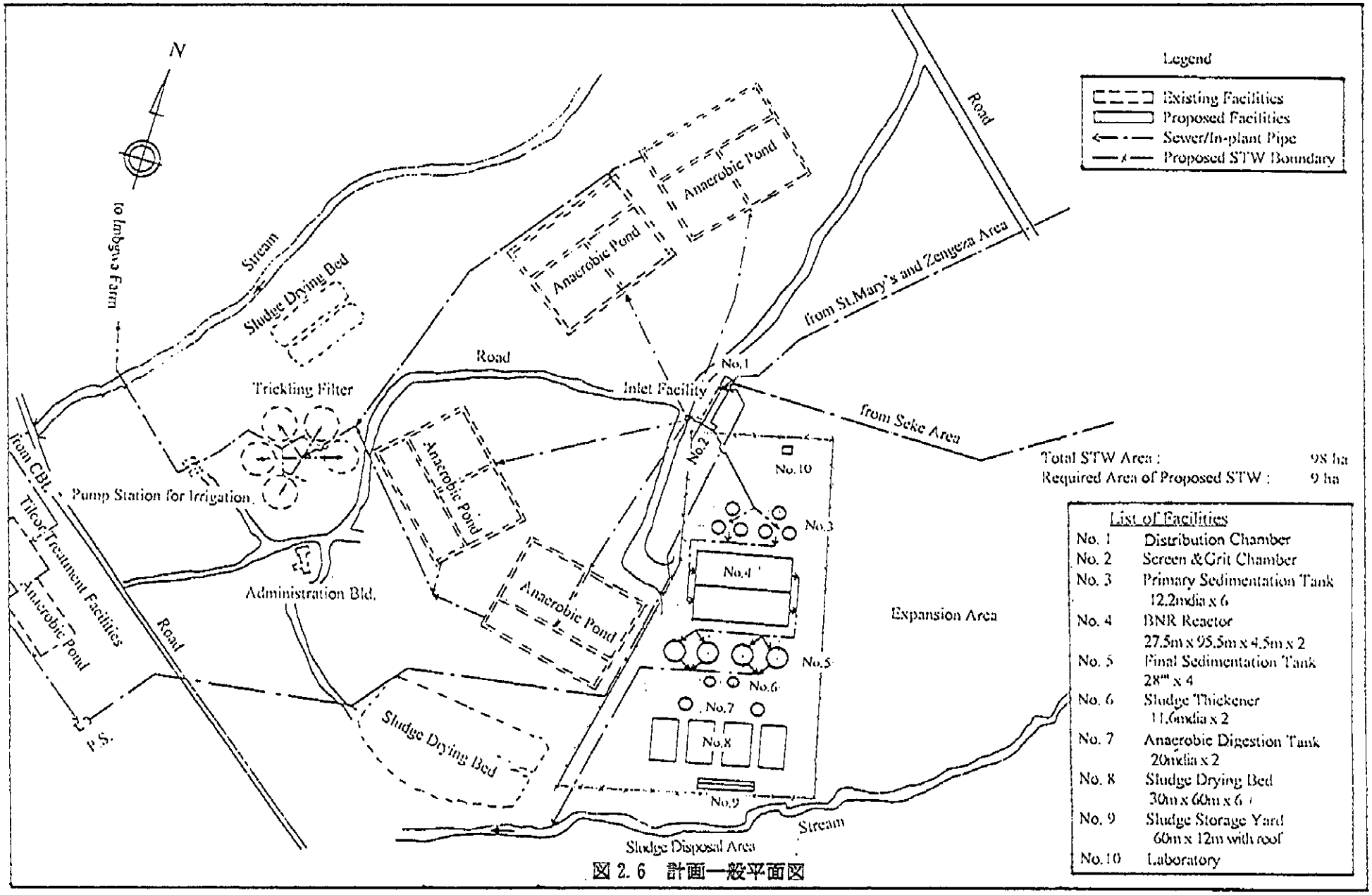

N
Legend
Existing Facilities
Proposed Facilities
Sewer/In-plant Pipe
Proposed STW Boundary
Road
from St.Mary's and Zengeza Area
from Seke Area
Stream
to Imbgwe Farm
Sludge Drying Bed
Anaerobic Pond
Anaerobic Pond
Road
Trickling Filter
Inlet Facility
No.1
No.2
No.10
No.3
No.4
No.5
No.6
No.7
No.8
No.9
Anaerobic Pond
Anaerobic Pond
from CBL
Pump Station for Irrigation
Tilcor Treatment Facilities
Anaerobic Pond
Administration Bld.
Road
P.S.
Sludge Drying Bed
Expansion Area
Stream
Sludge Disposal Area
Total STW Area : 98 ha
Required Area of Proposed STW : 9 ha
List of Facilities
No. 1 Distribution Chamber
No. 2 Screen &Grit Chamber
No. 3 Primary Sedimentation Tank 12.2mdia x 6
No. 4 BNR Reactor 27.5m x 95.5m x 4.5m x 2
No. 5 Final Sedimentation Tank 28m x 4
No. 6 Sludge Thickener 11.6mdia x 2
No. 7 Anaerobic Digestion Tank 20mdia x 2
No. 8 Sludge Drying Bed 30m x 60m x 6
No. 9 Sludge Storage Yard 60m x 12m with roof
No.10 Laboratory

図 2. 6 計画一般平面図

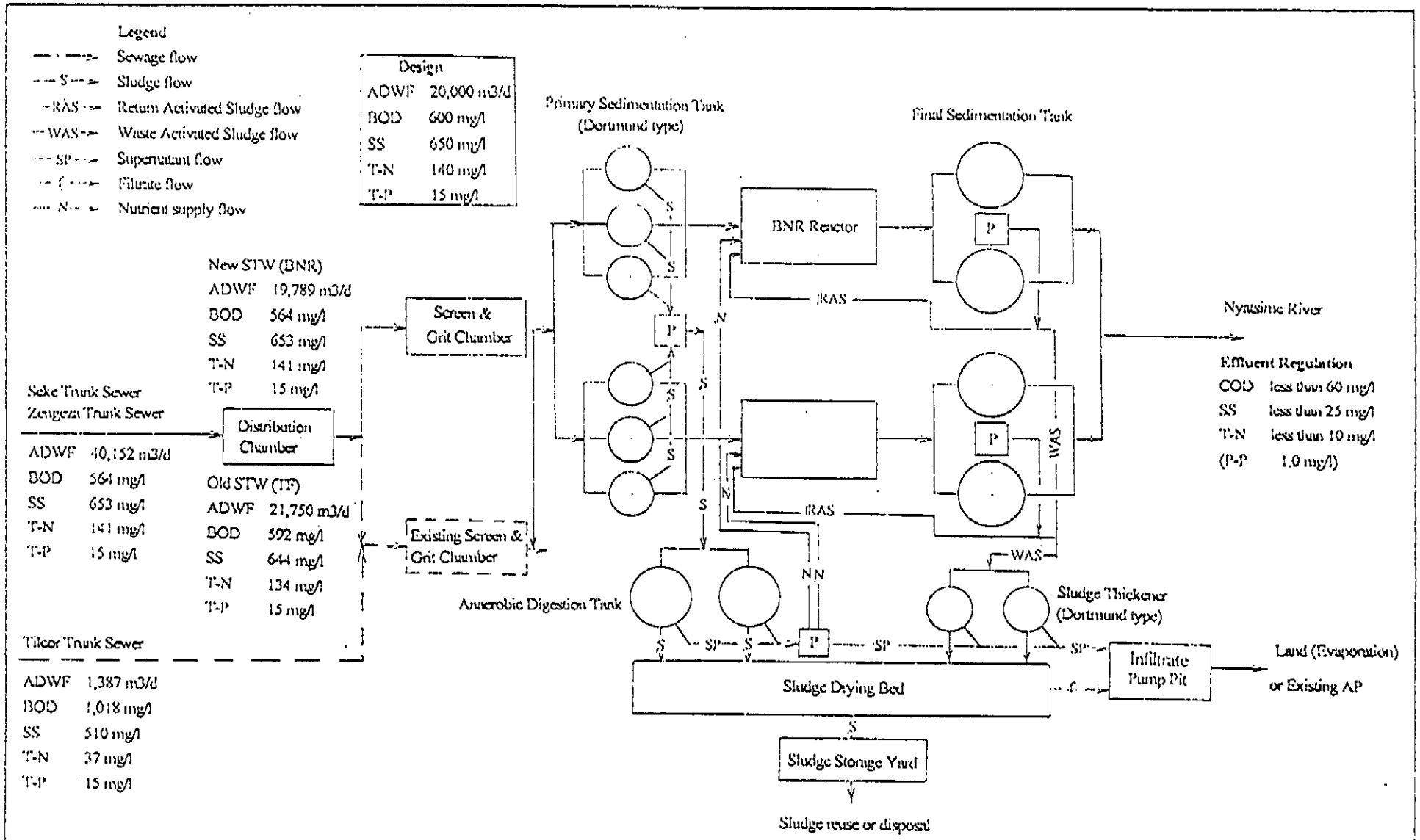


図 2.7 計画処理フロー図

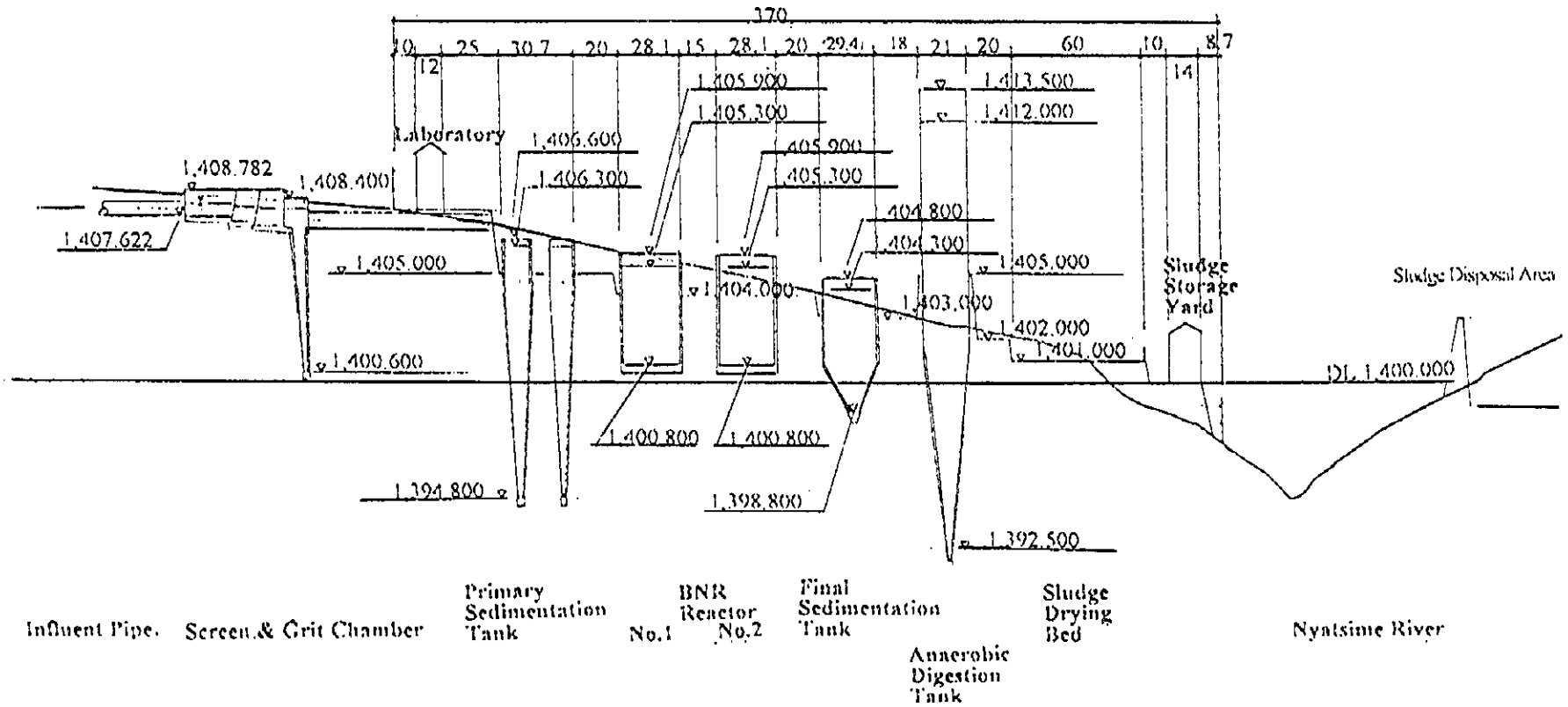

370
10
25
30.7
20
28.1
15
28.1
20
29.4
18
21
20
60
10
8.7
12
14
Laboratory
1,408.782
1,408.400
1,407.622
1,405.000
1,400.600
1,406.600
1,406.300
1,405.900
1,405.300
1,405.900
1,405.300
1,404.800
1,404.300
1,404.000
1,403.000
1,413.500
1,412.000
1,405.000
1,402.000
1,401.000
1,400.800
1,400.800
1,394.800
1,398.800
1,392.500
Sludge Storage Yard
Sludge Disposal Area
DL 1,400.000
Influent Pipe.
Screen & Grit Chamber
Primary Sedimentation Tank
No.1
BNR Reactor
No.2
Final Sedimentation Tank
Anaerobic Digestion Tank
Sludge Drying Bed
Nyatsime River

図 2.8　水位高低図

2.9　建設計画及び維持管理計画

2.9.1　建設計画

拡張処理場建設用地は平坦もしくは緩やかな傾斜地にある。工事現場へのアクセスは、町道及び既設町内道路で可能で、ハラレ市からアスファルト道路で約30分の位置にある。

作業日数は、降雨、休日、週末等による休工日を考慮し、月平均21日とする。降雨データはハラレ市測候所から入手した値を採用した。

現地建設業者数は、過去の下水施設建設工事経験、CIFOZ登録業者を含む土木建設業者からの聞き取り調査から、機械工及び電気工とも下水施設工事に十分であることが確認された。労務者は下請け業者及び特殊建設業者から雇用する。オペレーター、運転手、助手は建設機械と一括雇用する。

建設資材の殆どがジンバブエで生産されており、ハラレ市内には多くの工場、商店、商社が存在し、また輸入資材も現地市場で入手できる。

建設期間は、天候、現地建設業者雇用、建設機械の調達状況を考慮し、18ケ月（1.5年）とする（図2.9参照）。その場合、建設現場が点在しているため、多数の下請け業者・特殊建設業者による平行作業とする。

下水管渠及び中継ポンプ場は原則として乾期に建設を行う。下水処理場の拡張工事期間は大規模地業、施設建設、機械設備据え付け等を含め1.5年になる。

2.9.2　下水道施設の運転及び維持管理

下水道施設の耐用年数を伸ばし、性能を十分に発揮するために、適正な運転及び維持管理が重要となる。以下に下水道施設の運転及び維持管理計画を示す。

(1) 管渠施設

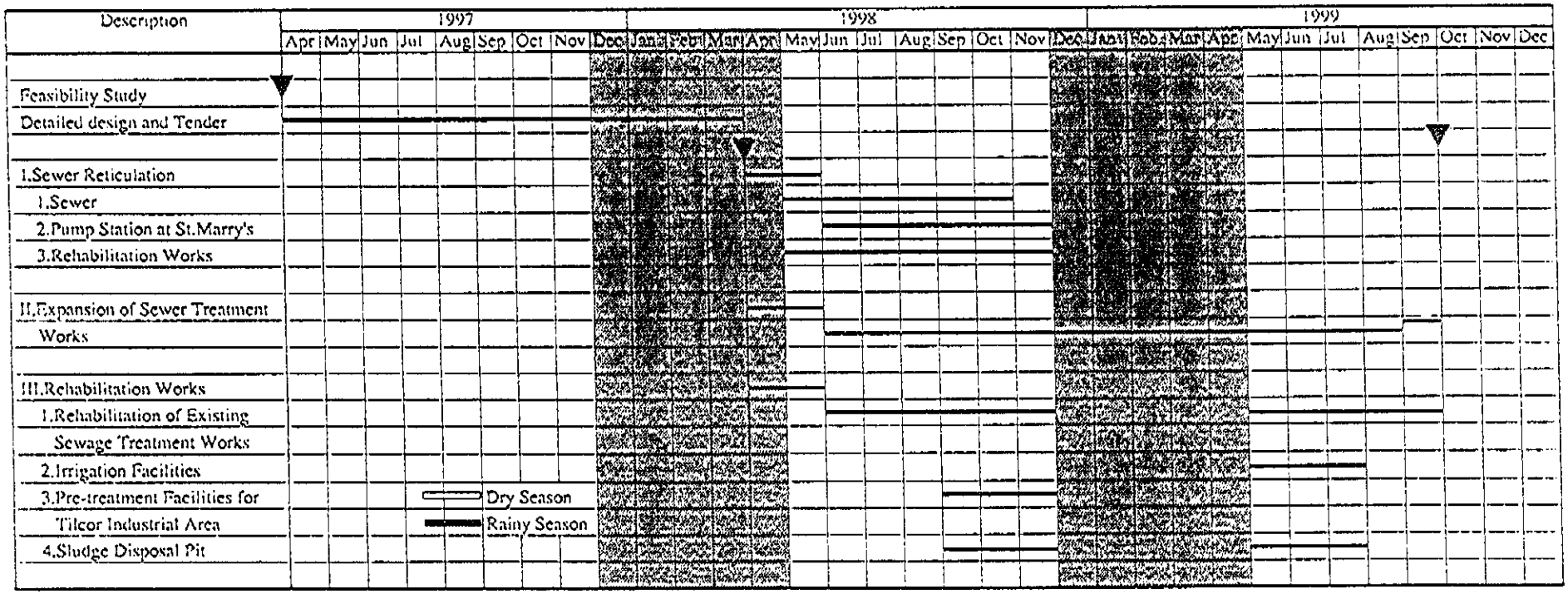
<u>下水管路</u>

下水管路の維持管理には以下の3項目があり、そのそれぞれの組織計画を示す。

現地調査　：3人／チーム×1チーム

管路の清掃：6人／チーム×4チーム

図 2.9　ゼンゲザ下水道事業工事工程



改修　　：4業者による改修工事に対して、現場監督2人で対応

各作業チームは、日報（問題点及びその対策含む）を作成しながら実施する必要がある。

ポンプ場

ポンプ場の維持管理に関する作業管理は、以下の2項目がある。

日常点検の維持管理点検：24時間、3ｼﾌﾄ（予備1人を含む4人で対応）／ﾎﾟﾝﾌﾟ場

定期点検：ポンプピットのスカム除去（6月毎）とポンプの修理点検（5から10年毎）

各作業チームは、日報（問題点及びその対策含む）を作成しながら実施する必要がある。

(2) 下水処理場

既設下水処理場

4池の内、1池の嫌気性池は、維持管理上（池清掃及び汚泥除去目的）及び緊急時の対応を考慮し、通常空にしておく必要がある。また、各池とも最低年1回の沈殿汚泥除去が必要である。嫌気性池以外の施設については、今まで通り日常及び定期点検を継続して実施する。

拡張下水処理場

- 最初沈殿池

  最初沈殿池汚泥は、2回／日引抜き嫌気性消化槽に圧送する。

- BNR生物反応槽

  原水中の栄養分を適正な濃度に保ことにより効果的な処理が行えるため、雨期など原水中の栄養分が希釈される場合は、補助栄養源（汚泥処理施設の分離液等）を生物反応槽に返送するための対策を講ずる。

- 汚泥天日乾燥床及びケーキ保管場所

  乾燥ケーキは、人力により収集し機械運搬で保管場所に移送する。

2.10　事業費積算

2.10.1 事業費

事業費は予備積算数量に基づき、建設資材販売業者、現地建設業者から入手した情報を工事単価に反映して積算された。事業費は外貨と内貨に区分した。1996年12月を積算時点とし、外貨交換レートは米$1.00=Z$10.5=日本¥115.0とする。

事業費には直接費、間接費、現場管理費、設計費さらに建設及び物価上昇予備費を計上する。

建設用地はチトンギザ町所有であるため、用地取得及び補償費は計上しない。事業費内訳を表 2.7 に示す。

表 2.7 概算事業費

Description	Foreign (Z$)	Local (Z$)	Total (Z$)	Total (US$)
I. Direct Construction Cost	105,040,937	78,140,785	183,181,722	17,445,878
II. Land Acquisition and Compensation	0	0	0	0
III. Administration Expenses	0	4,000,000	4,000,000	380,952
IV. Engineering Services	14,013,402	2,472,953	16,486,355	1,570,129
Total (I,II,III and IV)	119,054,339	84,613,738	203,668,077	19,396,960
V. Physical Contingency	11,905,434	8,461,374	20,366,808	1,939,696
Total (I,II,III,IV and V)	130,959,773	93,075,112	224,034,885	21,336,656
VI. Price Escalation	7,688,000	51,588,000	59,276,000	5,645,333
Grand Total	138,647,773	144,663,112	283,310,885	26,981,989

Note:Foreign - imported materials and equipment

Local - indigenous materials and labor

Direct Construction Cost - including direct, indirect (overhead and profit) construction cost

2.10.2 維持管理費

(1) 下水管網

下水管網の年間維持管理費は Z$3,646,000／年と積算された。

(2) 下水処理場

既設及び拡張施設を含むゼンゲゼ下水処理場の年間維持管理費は、Z$9,069,000／年と積算された。

2.11 組織・制度及び財務の検討

2.11.1 組織強化計画

1995 年度の「都市評議会（Urban Councils Act）」の制定により、地方自治体は、自治体内の開発プロジェクトについては独自に実施、運営できるようになった。勿論、すべての地方自治体は、法律上は「地方政府・農村・都市開発省(MLGURD)」の監督下に置かれ、他の省庁との調整事項については「同省の“開発計画・協力局”(DDPC)」が行うことになっている。

従って、計画実施に当っては、中央政府レベルと地方自治体（チトンギザ町）レベルの組織について考察を行う必要がある。まず中央政府レベルでは、「地方政府・農村・都市開発省」(以下、地方政府省と呼ぶ)が優先プロジェクトである「チトンギザ下水道整備計画」の実施の監督、調整機関となる。上述の「都市評議会法」の施行により、プロジェクト実施の権限が地方自治体に委ねられたので、中央政府レベルでは特別な監督・調整部署は設立せず、現在いる開発計画・協力局のスタッフがこの任に当ることとする。

その代わり、チトンギザ町レベルの作業監督、並びに調整能力強化のために、本件の円滑な実施について専門に協議する「プロジェクト調整委員会 (Project Coordination Committee＝PCC)」の設立を提言する。PCC は、町会書記と町会主要部局の５局長により構成される。PCC の役割は、予算と作業計画のチェック、作業進捗の監督、等を含むプロジェクトの総合的監理を行うことになろう。また、プロジェクトを円滑に実施、促進するために、実施機関として「プロジェクト・マネージメント事務所 (Project Management Office＝PMO) 」を設立する。この PMO は、技術部門を統轄する「エンジニアリング・サービス局 (Engineering Services Department＝ESD) 」の局長の監督下に置く。PMO の主要構成員は、プロジェクト・マネージャーを始めとする計５名で、経験豊かな技術、業務専門家で構成される（図 2.10 参照）。

下水道システムの改修・拡張工事が完了した後の維持管理については、その施設の効率的な操業と健全な管理上からも、下水道担当部局を人材、並びにモニタリングの面から強化せねばならない。特に、これまで十分実施されてこなかった水質管理を強化するために、「水質分析所」を設置することを提言する。加えて、法律面の整備で提唱している「工場排水規制条例」の実施、施工強化のために、水質検査を担当する「水質監視チーム」を編成して、その取締りを強化することが必要である。

施設の改修・拡張後に必要となる維持管理に必要な人員は、総計 160 名と推計される。これらの人員に対する事前の人材育成は、非常に大切である。人材育成のトレーニング・プログラムは、管理、技術、並びに新・旧双方の主要スタッフに行う必要がある。同国では、プロジェクト管理や下水道事業の維持管理を始めとする“トレーニング”が現実に学術機関で行われていることから、本件実施に必要と思われる「人材育成プログラム」は予算の裏付けさえあれば問題ないものと判断される。

2.11.2　制度・法律の整備

地方自治体が制定する条例・規則は、国が定めた法律に準拠して定められたものであるが、こ

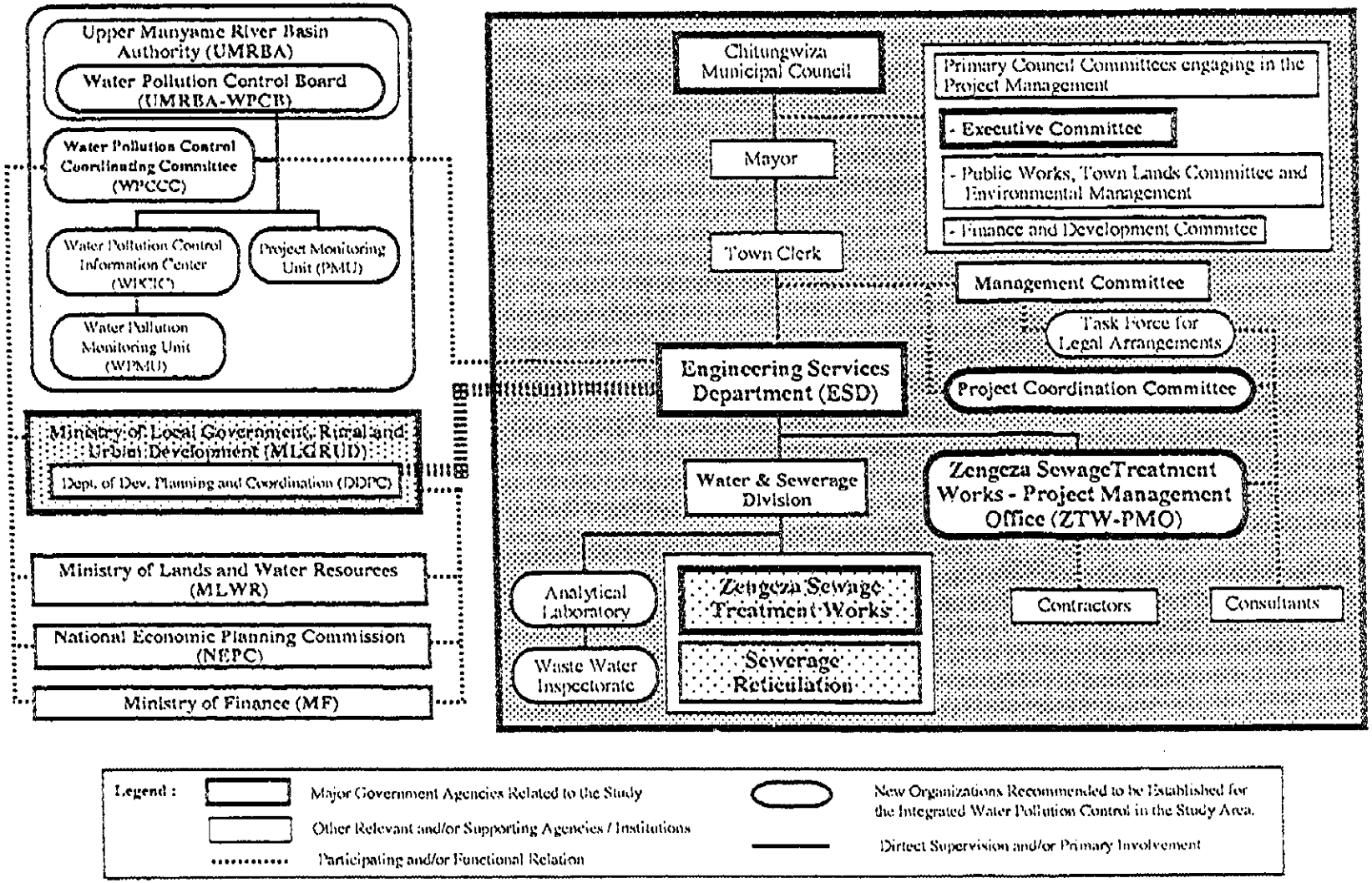


図 2. 10　ゼンゲザ下水道事業実施のための組織強化計画

の国ではその準拠すべき「国の法律」の整備が遅れている。ジンバブエ政府は、現在「ヴィジョン 2020」の策定作業中であるが、この中で同国の法律体系についての整備指針が示される予定である。この意味で、本マスター・プラン調査の中で指摘した国の法律は、遅くとも 2000 年までに完了することを期待したい。

上記の国の法律の中で、特に本水質汚濁防止計画に関係するものとしては、①水法 (Water Act) の改訂、②環境管理法の制定、③環境水質基準の策定、④公衆衛生及び排水基準の見直し／改訂、⑤その他の水質汚濁防止に関する法律がある。

チトンギザ町は、以前（1992 年まで）はハラレ市の一部であったことから、町の当局者は「分離後もハラレ市の条例を自動的に継承している」としているが、1995 年の「都市評議会法」の制定により同町の法的責任も明確になった。従って、準拠すべき国の法的枠組みに若干の問題があるとしても、ハラレ市の条例を参考にして、独自の条例の制定を行う時にきている。特に、「工場排水規制条例」は、直接的に町民の健康問題、並びにマニャメ川の水質汚濁に深く関わる問題でもあるので、制定に向けて早急に対策を講じる必要がある。

条例の制定には、ジンバブエ全体の法律体系に精通していることが求められるとともに、様々な専門知識を要するので、法律関係の整備を担当する「タスク・フォース」を設置して作業にとりかかることを提唱する。チトンギザ下水道整備事業の実施に、特に深い関わり合いを持ち、特にその制定が急がれる条例としては、①工場排水規制条例、②模範建造物条例、③廃棄物管理条例がある。

2.11.3　財務検討と実施計画

財務検討の目的は、プロジェクトの実施にむけ実施主体（町）の資金返済能力の評価にある。資金返済能力は下の公式に示されているように、事業歳入、施設運転費と償還費による支出との収支でチェックされる。

収支＝歳入－維持管理費－償還費

下水道事業の歳入は定額料金制の下水料金と工場排水料金（従量制料金）である。料金収入は、徴収ベース（受益者数）と町の実質所得増加を考慮して、予測した。維持管理費は既存及び拡張施設について区分される。償還費は過去の負債分に本プロジェクト実施による負債分が加算される。

プロジェクトによる償還費算定のため、以下の４案の財政計画を立案した。

Alternative Case	Type of Fund		Premium
	GOZ	Donor	
Base	Loan	Loan	Charge
Alt. 1	Grant	Loan	Charge
Alt. 2	Loan	Loan	Subsidy
Alt. 3	Grant	Loan	Subsidy

外国借款は最も低利の年３％の二国間資金を想定した。為替変動リスク（プレミアム）を８％と仮定する。

原案　：プレミア付き有償資金計画

代案１：「ジ」国政府無償資金と外国援助機関のプレミア付き有償資金との組み合わせ（プレミア）

代案２：プレミア無しの有償資金計画

代案３：「ジ」国政府無償資金と外国援助機関のプレミア無し有償資金との組み合わせ

各ケースの収支計算結果を以下に示す。

unit: Z$ million

Balance	2000	2010	2020
Base case			
Annual in the target year	-34	12	57
Accumulated	-70	-189	270
Alt 1			
Annual in the target year	-31	-15	60
Accumulated	-62	-150	339
Alt 2			
Annual in the target year	-18	28	72
Accumulated	-24	11	625
Alt 3			
Annual in the target year	-15	31	75
Accumulated	-16	50	694

現況の歳入状況で、新規施設を含む維持管理費用及び既往プロジェクトの償還費支払いが可能であるが、今後新規の負債が追加された場合、最も条件の良い資金計画である代案３でも資金不足となる。このことは、本プロジェクトの有償資金による実施が資金回収の点で事実上不可能であることを示している。

プロジェクト実施計画には開発計画、制度上の整備、法律及び財政上の調整が必要である。行動計画では、プロジェクト実施に際し提案された以下の対策の準備作業を行う。プロジェクト実施計画を図 2.11 に示す。

(1) 制度

1) 水質汚濁防止調整委員会の準備
2) プロジェクト調整委員会の準備
3) プロジェクト管理事務所の準備
4) 維持管理体制の強化

(2) 法律

1) 現行関連法規、規則、基準の整備
2) 市町村レベルの「工場排水規制条例」を制定する「法制度委員会」の編成

(3) 財務調整

町の財政負担を軽減するための、政府資金援助の準備

(4) 詳細設計

フィージビリティースタディー完了（1997 年 3 月）後直ちに着手する。設計期間は概略 3 段階に分割される。

- 第 1 段階　：　行動計画の制度、法律、財政面の調整を完了（1997 年 4 月～ 6 月）
- 第 2 段階　：　詳細設計（1997 年 4 月～1998 年 3 月）
- 第 3 段階　：　建設工事（1998 年 4 月～1999 年 9 月）

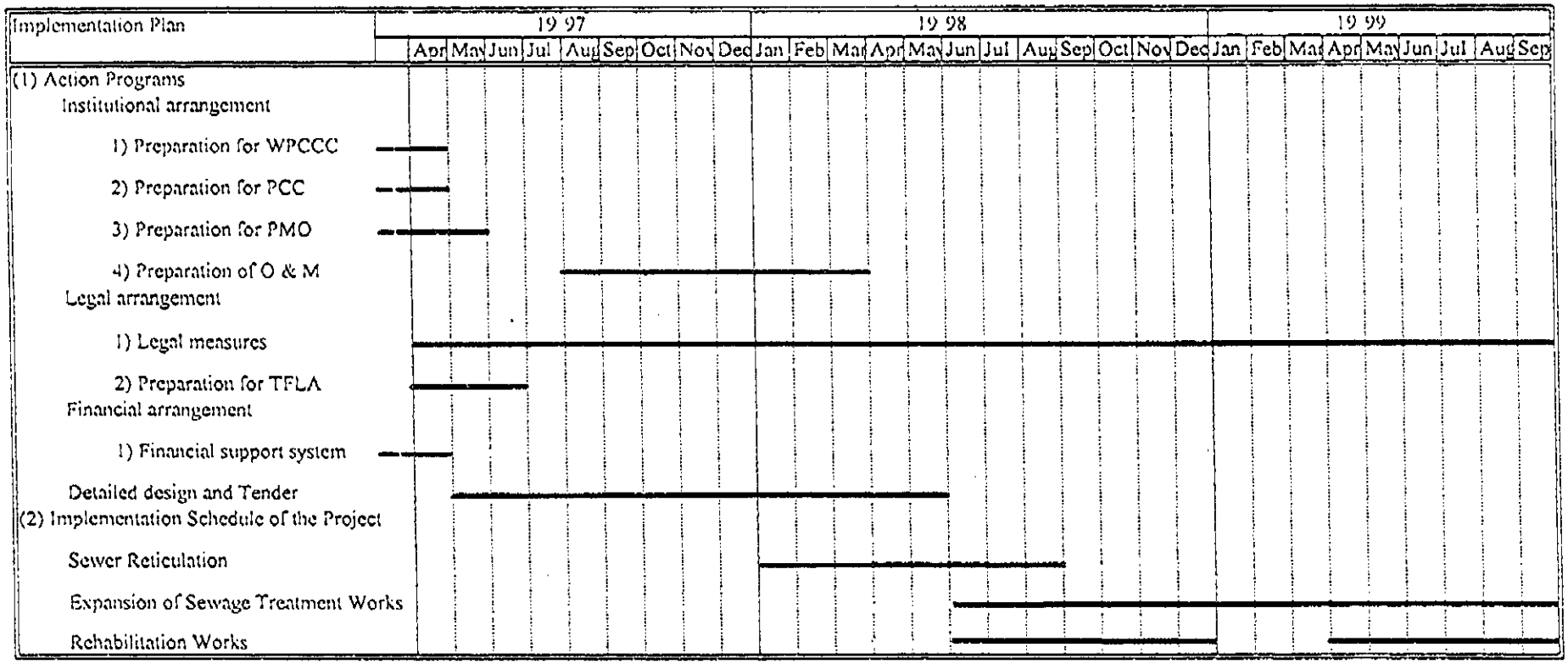
2.12　プロジェクト評価

2000 年を目標年次とした緊急プロジェクトとして選定されたゼンゲザ下水道事業について、総合評価を行った。事業の現実性を確認するため、評価は本プロジェクトの緊急性、事業効果、実施可能性の検討を含むものである。

本事業の緊急性が技術・環境の面から確認され、事業効果についても以下に示す主要 8 項目に集約された。

(1) 水道水源における富栄養化防止対策上の貢献
(2) 生下水の水域流出事故の防止

図 2.11　プロジェクト実施計画



(3) 下水処理水放流河川の水環境保全と水源への水量補填

(4) 既設下水処理場の機能回復と所定水質を確保した下水処理水の再利用

(5) 衛生環境の改善

(6) 汚泥の再利用（肥料）

(7) 将来に向けた持続的な維持管理体制の構築、実績づくりとガイドラインの提供

(8) 施設の建設・維持管理において雇用機会の発現

財務検討の結果、施設の維持管理費を賄うための収入の確保は可能であることがわかった。しかし、ローンを利用した施設建設費手配は、中央政府から特別考慮が得られたとしても困難である。

社会経済上から、本事業の効果を定量的に示すことは難しい。しかし、需要に合った衛生施設の提供は、住民の衛生環境改善ばかりではなく、水域環境改善にも効果をもたらすものである。またチトンギザ町は対策の必要性はあるが、本事業実施に対応可能な潜在的な能力を有している。

総合評価の結果、事業の効果が確認され、実施体制も整備可能であることが判明した。しかし、建設費手配において財務上の困難さが指摘された。

JICA