

国際協力事業団

ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国
農林水管理省

ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国
サラエヴォ市下水道整備計画調査

最終報告書

第5巻：要約報告書

平成11年11月

JICA LIBRARY



J1154796(5)

株式会社東京設計事務所
株式会社日水工

社団法人

JICA

第152

国際協力事業団

ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国
農林水管理省

ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国
サラエヴォ市下水道整備計画調査

最終報告書

第5巻：要約報告書

平成11年11月

株式会社東京設計事務所
株式会社日水コン



1154796 [5]

ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国
サラエヴォ市下水道整備計画調査

ドラフト・ファイナル・レポート
報告書構成

第一巻	要約報告書
第二巻	主報告書
第三巻	機能診断報告書
第四巻	サポーティング及びデータ
第五巻	要約報告書 (和文)

通貨換算率

1.00 コンバーティブル・マルク(KM) =
1.00 ドイツ・マルク(DEM) = 71.20 円
(平成 11 年 05 月 24 日現在)

序 文

日本国政府は、ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国政府の要請に基づき、同国のサラエヴォ市下水道整備計画にかかる開発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11年2月から9月までの間、3回にわたり、株式会社東京設計事務所の鈴木薫氏を団長とし、同社及び株式会社日水コンから構成される調査団を現地に派遣しました。

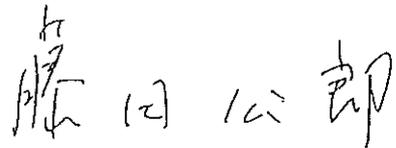
また平成11年1月から平成11年11月の間、東京都下水道局の鯉沼和憲氏を委員長とする作業管理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、ボスニア・ヘルツェゴビナ国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者各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成11年 11月



国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

伝 達 状

国際協力事業団
総裁 藤田公郎 殿

今般、ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国におけるサラエヴォ市下水道整備計画調査を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、弊社および株式会社日水コンからなる共同企業体が、平成11年1月より平成11年11月までの11か月にわたり、現地及び国内で実施した調査結果を記載しております。今回の調査に際しましては、ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国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、我が国の政府開発援助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。

本整備計画調査は現状復旧を目的としたサラエヴォ市下水処理場の緊急改善計画の実施のために作成したものです。計画には実施可能な改善対策を提案しております。改善計画で提案している対策は、サラエヴォ市の河川環境の問題解決に寄与するものと確信しております。ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国の再建計画に整合した本計画が同国内で正式に承認され、早急に事業に着手されることを強く望みます。

なお、調査実施期間中、貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、及び関係機関の各位には多大なご協力とご支援を賜り、ここに厚く御礼申し上げます。また、ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国政府諸機関の関係者各位、在オーストリア日本大使館、貴事業団オーストリア事務所の皆様におきましては、貴重なご助言とご協力を賜りました。併せて御礼申し上げます。

平成11年11月

共同企業体代表者
株式会社 東京設計事務所
ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国
サラエヴォ市下水道整備計画調査
調査団長 鈴木 薫



計画概要

サラエヴォ市の下水道事業

FBiH 内の水道および下水道事業を管轄するのは農林水管理省である。同省の管理下には、2つの流域別水管理公社があり、各々の管轄区域内で、長期計画、施工監理、給水・下水道管理・灌漑・洪水管理・廃棄物処理等に関する助言と調整を行なっている。サラエヴォ市の下水道事業はカントン・サラエヴォのサラエヴォ上下水道公社（Waterworks and Sewerage Company of Sarajevo : ViK）が事業主体者として経営している。

サラエヴォ市の下水道計画処理区は、中央サラエヴォ、ボゴスカ/イリジャ、トルノボの3処理区に区分されている。中央サラエヴォ下水道処理区はカントン・サラエヴォの6つの自治区（スタリグラッド、中央区、ノボサラエヴォ、ノビグラッド、イリジャ、ハジッチ）で、カントン・サラエヴォの人口の約90%を網羅しており最大の処理区である。また、中央サラエヴォ処理区の汚水は、本プロジェクトの主な調査対象であるサラエヴォ下水処理場に自然流下で送られている。

下水処理場は1984年4月から内戦が始まった1992年4月まで稼動していたが、戦火により施設が破壊され、現在まで運転は再開されていない。そのため処理区から流下した生下水は、下水処理場に流れ込む前段でバイパス管を経由して未処理のままミリヤッカ川に放流されている。既設の下水道幹線は補修工事が続けられているが、大きな破損箇所はすでに修復されている。また、下水道流量計算の結果、既設の下水処理場の処理能力で2015年までの計画下水量を高級処理することができることが判明した。

BiH 国における各国援助概要

1998年10月に外務省(Bosnian Ministry of Foreign Affairs; MOFA)より発布された、「優先再建計画」によると、現在、複数のプロジェクトが、49ヶ国とNGOを除く13の国際機関によって行われている。この援助の総額は、4,765百万米ドルで、その内76%が無償援助、19%が低利借款、残りの5%は通常の商業借款となっている。日本政府は1996年にブリュッセルで開かれた第二回支援国会議で同意した386百万米ドル（総額の8%に相当）の援助を公約している。日本は1998年12月までに無償資金協力と有償資金協力の総額で230百万米ドルの援助を行なっており、欧州共同体(Europe Union : EU)、米国国際開発庁(USAID)、世界銀行(World Bank : WB)に次ぐ4番目の供与国となっている。

クウェート基金によってFBiH農林水管理省(Ministry of Water Management Agriculture and Forestry; MOAWMF)の管轄で、連邦内の上下水道を含む水資源管理を行う水資源管理公社(Water

Resources Management Public Corporation; VBH)を実行機関とする、「カントン・サラエヴォ長期上下水道整備計画調査」の開発調査費用を拠出している。この報告書で、カントン・サラエヴォにおける上下水道の長期開発計画の検討を行っている。本調査団は、上記報告書を本プロジェクトの上位計画と位置づけし、フレームワークの検討を行った。

緊急復旧改善事業

本処理場の特徴は高級2次処理施設である。従って設計の基本的な考え方や指針は欧州基準に従うものとする。既存施設の機能診断結果並びに代替案の比較検討結果に基づき2000年を計画目標とする最適復旧改善計画を策定し、概略設計を行った。

新設前処理施設

下水処理場の機能診断の結果、既設スクリーン室の前後に砂が滞積する問題が指摘された。その結果、運転停止を余儀なくされたり、二次処理ならびに汚泥処理施設に影響を及ぼしてきた。この問題を解消するために低段沈砂池を計画し、2mm以上の砂、小石等を主ポンプ施設の前で除去することとする。新設沈砂池の位置は、主ポンプ場流入渠の直前とし、沈砂後、機械式スクリーンを2段設置し、し渣を除去する計画とする。

前処理施設

下水処理場の土木構造はほとんどが水理構造物である。従って次に述べる既設のポンプ場、スクリーン室、並びにばっ気沈砂池については、補修あるいは改修箇所を重点的に行う。

2次処理施設

前処理施設同様に土木構造物の修復・改善工事を計画する。最初沈殿池並びに最終沈殿池については、タンク内面の改善案として内面の壁を2~3cmはつり、その後に15cm程度の補強コンクリートを打増すこととする。底版についても同様の対策を講ずる。

エアレーションタンク内のエアレーター用の柱についてもはつり処理後、鉄筋コンクリートを打増して、60cm角の補強柱にする。エアレーターの据付床版は取り壊し、新たに床版を新設する。

汚泥処理施設

汚泥処理施設の土木構造物は水処理施設同様に補修・修復を行う。建築施設についてはボイラー室は新設として発電機室と合棟とする。その他の建物は修復する。プラント機械及び電機設備に関しては、完全新設扱いとする。

概算事業費

第1次現地調査並びに第2次現地調査を通じて労務単価・資材単価等を調査し、積算の準備をした。また機材については国内調達に難しく、地理的な観点から欧州調達を中心とする第三国調達を前提とした積算方法を採用した。その結果、請負工事費は64.15百万ドイツマルク、全事業費は76.06百万ドイツマルクとなった。さら BiH 国の負担分を含めた全プロジェクトコストは約77百万ドイツマルクとなった。

財務分析

本件事業が財務的に実行可能であるか、財務内部収益率を算定することにより検証した。主要な前提条件をもとに計算した結果、財務内部収益率は5.9%と算定された。この値は下水道事業としては十分に高いものである。さらに事業費の調達先を、前述の条件による円ローンおよびKMローンとした場合、資本コストは2.35%の低利となり、2%以上の利鞘が期待できる。

財務内部収益率に対する収入、費用の感度分析によれば、10%の収入減かつ10%の費用増においても実行可能な収益率が確保できる見込みである。また収益率に重要な影響を与える、資本投資額、運転費用、料金収入の3要素について感度分析を行った結果、料金収入に対する感度が最も高いことがわかった。

経済分析

住民意識調査並びに事業者調査の結果、家事用使用者の支払意志額は、一家庭当たり月平均で3.0~4.1KM、また非家事使用者は、水道料金の85%までが支払意志額とみなされた。これらの数値を経済便益と考えた。経済費用の算出に関しては、経済データの不足から標準変換係数等の算出が困難なため、財務分析での費用をそのまま用いる保守的計算を行った。こうした経済分析の結果、経済内部収益率は、財務内部収益率5.9%を大きく上回る17.4%となり、事業の経済的妥当性が裏付けられた。

結論

第一次現地調査ならびに第二次現地調査を通じて実施した機能診断業務から次の事が判明した。

- 1) 当処理場の処理能力は改善事業を実施すれば内戦前の状態に復帰し、2015年の計画汚水量にも対応可能である。
- 2) 水理施設は躯体は土木・建築共に構造上は計算モデルに対応できる。施工継手・伸縮継手・ヘアークラック処理・鉄筋防護・一部構造補強等の対策が必要不可欠である。プラント機械設備はクラリファイヤーを除いて供用不可と判断された。また、電気設備については一切使用不可である。
- 3) 汚泥処理施設については構造上の観点からは水処理施設と同様である。プラント機械の電気設備はすべての機械にわたって使用不可と判断された。

最適改善計画に基づいた概略設計、概略積算および O&M 費の算出等を総合的に考慮し、いくつかの仮定を条件に経済・財務分析を行った。その結果、財務内部収益率(FIRR)は 5.9%となり、下水道料金の増収の根拠となった。収益率が一般的に低い下水道案件としては比較的高く、仮定にあるような料金値上げ等が実施されるのであれば、融資案件としても優良である。また、経済分析の結果は経済内部収益率(EIRR)が 17.6%となった。さらに住民意識調査の結果、市民のミリヤッカ川的环境改善に対する認識も高く、下水処理場復旧の便益に対する一家族一ヵ月当りの支払意志額も 3.0~4.1KM と比較的高い。

提言

(1)人材開発について

本処理場の供用開始後はプロセス技師、整備技師ならびに水質試験の専門家の常駐を強く推薦する。また、中期計画に基づいた人材養成、研修等の積み重ねが欠かせないものである。

(2)維持管理の一部委託について

供用開始から 1 年間の間は請負業者の運転管理指導を含む契約とし、その後は一部委託あるいは運転管理契約を結ぶことを提言する。

処理施設はシステムで機能するため、日常のルーチン・ワークが不可欠となりマニュアルの遵守が処理効率の向上に繋がるものである。

(4) 料金改定、料金徴収率の向上

経済・財務分析ならびに維持管理費を総合的に検討した結果、2002 年までに下水道料金を徐々に以下の水準まで値上げする必要がある。

家事用利用者 0.7+0.2(下水処理場用)KM/m³

非家事用利用者 0.7+0.2(下水処理場用)KM/m³

現在の料金徴収率は家事用利用者で約 50%、非家事用利用者で 70%であるが、社会経済状況の復旧に伴いそれぞれ、70%と 90%まで改善することを同じく提言する。

(5) 事業化の促進について

本プロジェクトはボスニア・ヘルツェゴヴィナ国の復興努力を支援するために、1996 年に開催された支援国会合において提示された、我が国政府開発援助の一環である。内戦の惨禍からの復興に取り組むべく、復興努力を継続するためにも、本プロジェクトの事業化の実現が強く望まれる。

BiH 国側の強い要望が復興ニーズに重なり合って関係機関がそろって事業化に向けての必要なアクションをとることが不可欠である。

目 次

第1章 はじめに

1.1 調査背景	S1 - 1
1.2 調査目的	S1 - 1
1.3 調査範囲	S1 - 1
1.4 調査業務予定.....	S1 - 1

第2章 調査対象地区の現状

2.1 サラエヴォ市の自然状況	S2 - 1
2.2 社会・経済状況.....	S2 - 1
2.3 人口及び土地利用	S2 - 1
2.4 事業実施機関.....	S2 - 2
2.5 既設水道事業.....	S2 - 2
2.6 既設下水道事業.....	S2 - 2
2.7 放流環境基準.....	S2 - 3
2.8 ViKの事業運営	S2 - 3
2.9 住民・事業者意識調査	S4 - 4

第3章 サラエヴォ市下水道再建プロジェクト

3.1 BiH国における各国援助概要	S3 - 1
3.2 各ドナー国と援助機関の下水道システム再建プロジェクト	S3 - 1
3.3 ViK直営による復旧・再建プロジェクト	S3 - 2
3.4 カントンサラエヴォによる復興・復旧補助事業	S3 - 2
3.5 サラエヴォ下水処理場の旧債務.....	S3 - 2

第4章 サラエヴォ市水処理場機能診断

4.1 既設処理場の処理プロセス	S4 - 1
4.2 土木工事	S4 - 2
4.3 建築工事	S4 - 5
4.4 機械工事	S4 - 5
4.5 電気工事	S4 - 7

第5章 下水処理方式代替案

5.1 新設前処理施設.....	S5 - 1
5.2 表面ばっ気方式と散気方式	S5 - 1
5.3 汚泥処理施設.....	S5 - 2

第6章 下水処理場復旧計画

6.1 緊急復旧改善事業.....	S6 - 1
6.2 概略設計（土木工事）	S6 - 3
6.3 概略設計（建築工事）	S6 - 4
6.4 概略設計（機械工事）	S6 - 5

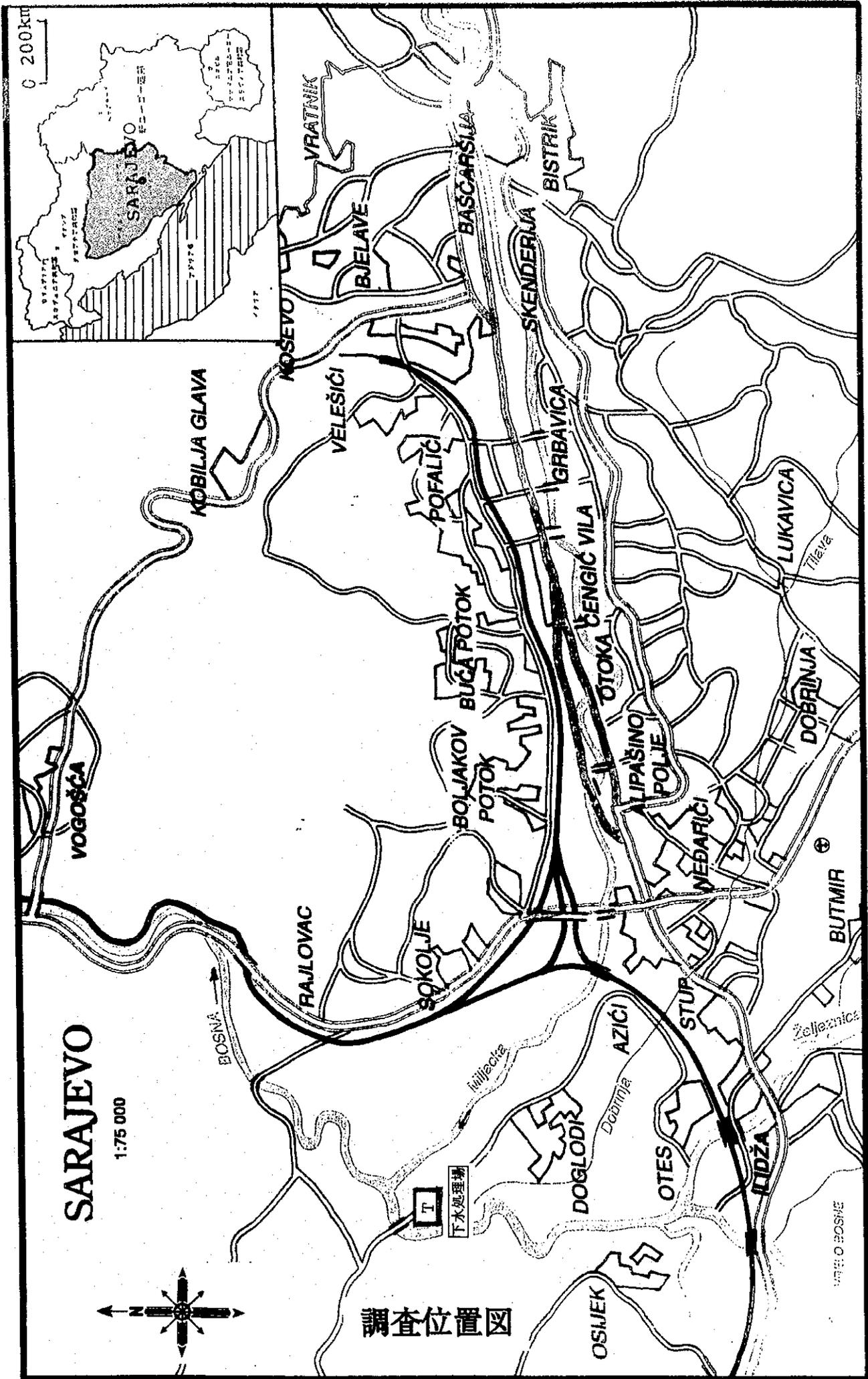
6.5 概略設計（電気工事）	S6 - 7
6.6 施工計画	S6 - 11
6.7 維持管理(O&M).....	S6 - 14
6.8 組織・人材開発計画.....	S6 - 15
6.9 概算事業費	S6 - 15
6.10 財政計画.....	S6 - 20
第7章 経済・財務分析	
7.1 財務分析	S7 - 1
7.2 経済分析	S7 - 2
第8章 環境評価	
8.1 環境影響と対処方法	S8 - 1
8.2 提言	S8 - 2
第9章 結論並びに提言	
9.1 結論	S9 - 1
9.2 プロジェクト事業化の必要性および効果.....	S9 - 3
9.3 提言	S9 - 3

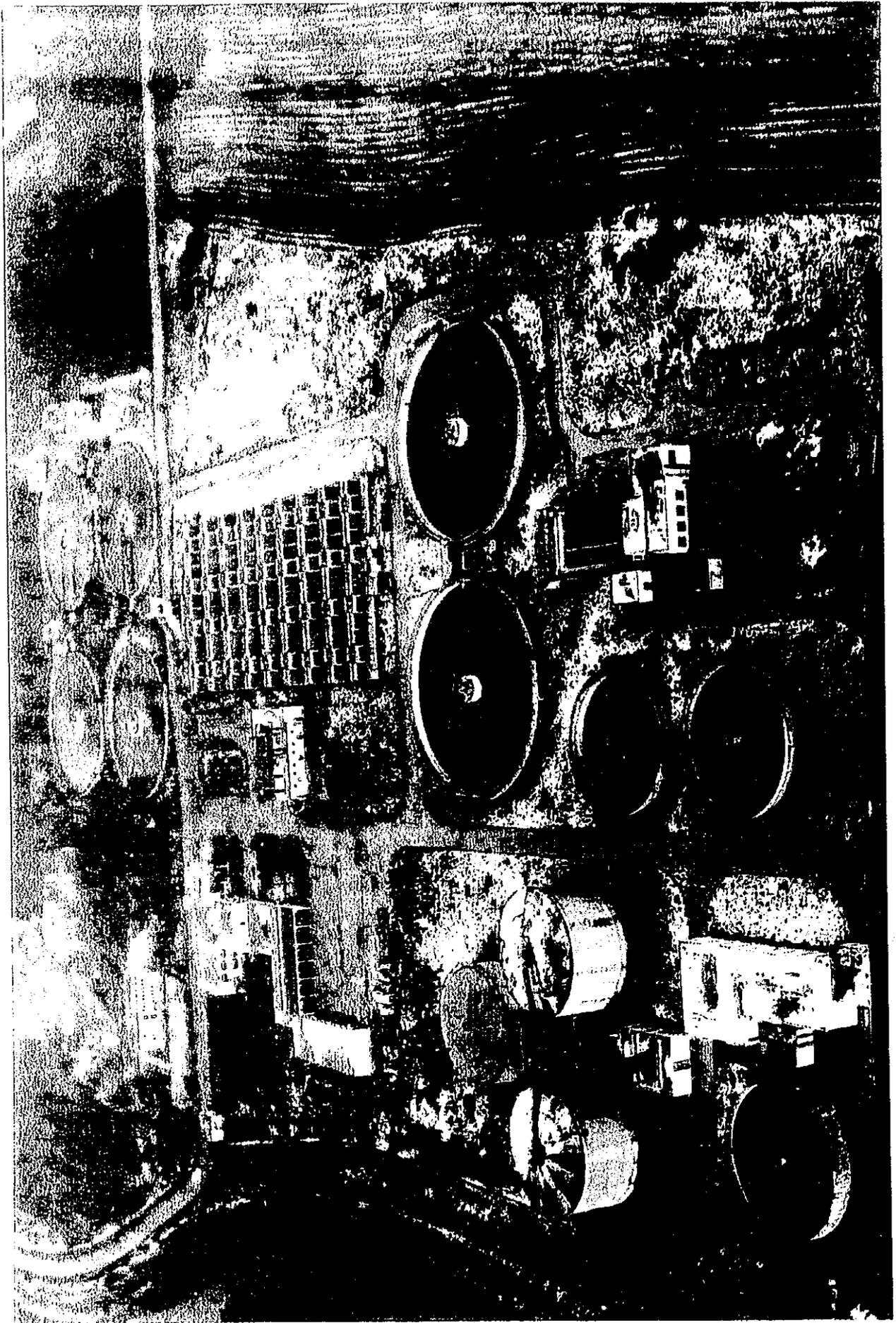
図 目次

図 1.1	下水道計画一般図	S1 - 2
図 2.1	FBiH 農林水管理省組織図	S2 - 6
図 2.2	カントン・サラエヴォ省組織図	S2 - 7
図 2.3	ViK 組織図	S2 - 8

表 目次

表 2.1	カントン・サラエヴォの社会経済状況	S2 - 1
表 2.2	カントン・サラエヴォの人口推移	S2 - 2
表 4.1	設計条件の比較	S4 - 1
表 5.1	エアレーション方式の比較	S5 - 1
表 6.1	機械設備機器リスト	S6 - 5
表 6.2	電力供給形態	S6 - 6
表 6.3	電気設備機器リスト	S6 - 9
表 6.4	実施計画	S6 - 12
表 6.5	資機材購入計画	S6 - 13
表 6.6	全体事業費	S6 - 17
表 6.7	工種別・施工別・建設費	S6 - 18
表 6.8	維持管理費	S6 - 19
表 6.9	キャッシュフロー表	S6 - 19
表 6.10	外貨ローン償還計画	S6 - 21
表 6.11	内貨ローン償還計画	S6 - 22
表 7.1	財務内部収益率	S7 - 3
表 7.2	経済内部収益率	S7 - 3





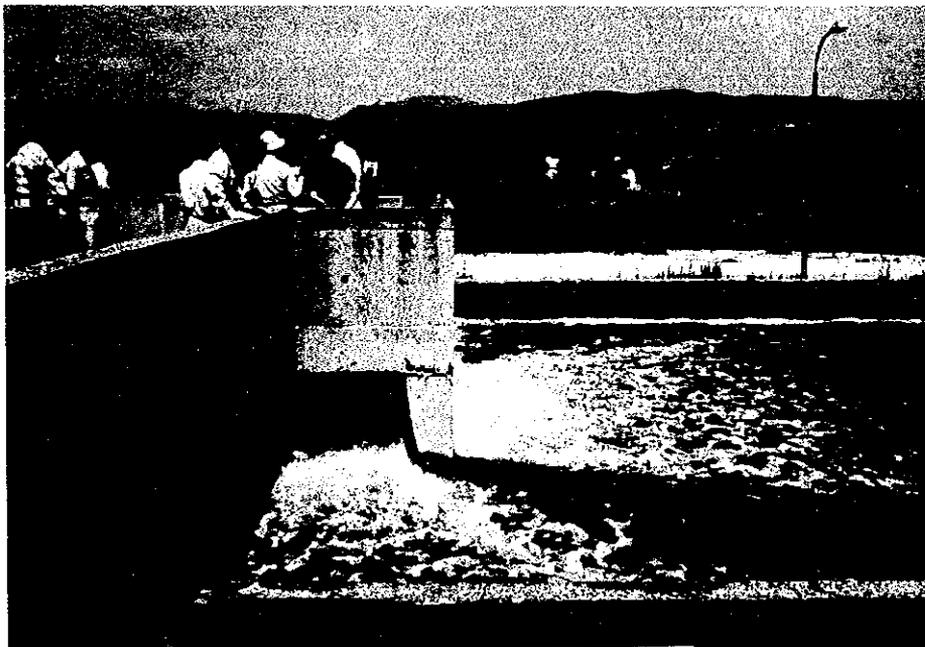
処理場鳥瞰写真



Photo. S-1 THE SEWERAGE AREA OF GREATER SARAJEVO

写真S-1 下水道計画区域

Date : Nov. 99 Scale: Not to Scale	THE FEASIBILITY STUDY ON THE WASTEWATER TREATMENT PLANT OF SARAJEVO	PHOTO S-1
	SEWERAGE AREA OF GREATER SARAJEVO	



写真S-2 エアレーター負荷試験

Date : Nov. 99
Scale: Not to scale

THE FEASIBILITY STUDY ON THE WASTEWATER
TREATMENT PLANT OF SARAJEVO

LOAD TESTING OF THE SURFACE AERATORS

PHOTO
S-2



写真 S - 3 水質試験室

Date : Nov. 99
Scale: Not to scale

THE FEASIBILITY STUDY ON THE WASTEWATER
TREATMENT PLANT OF SARAJEVO

NEWLY REHABILITATED LABORATORY
WITH EQUIPMENT DONATED BY JICA

PHOTO
S-3

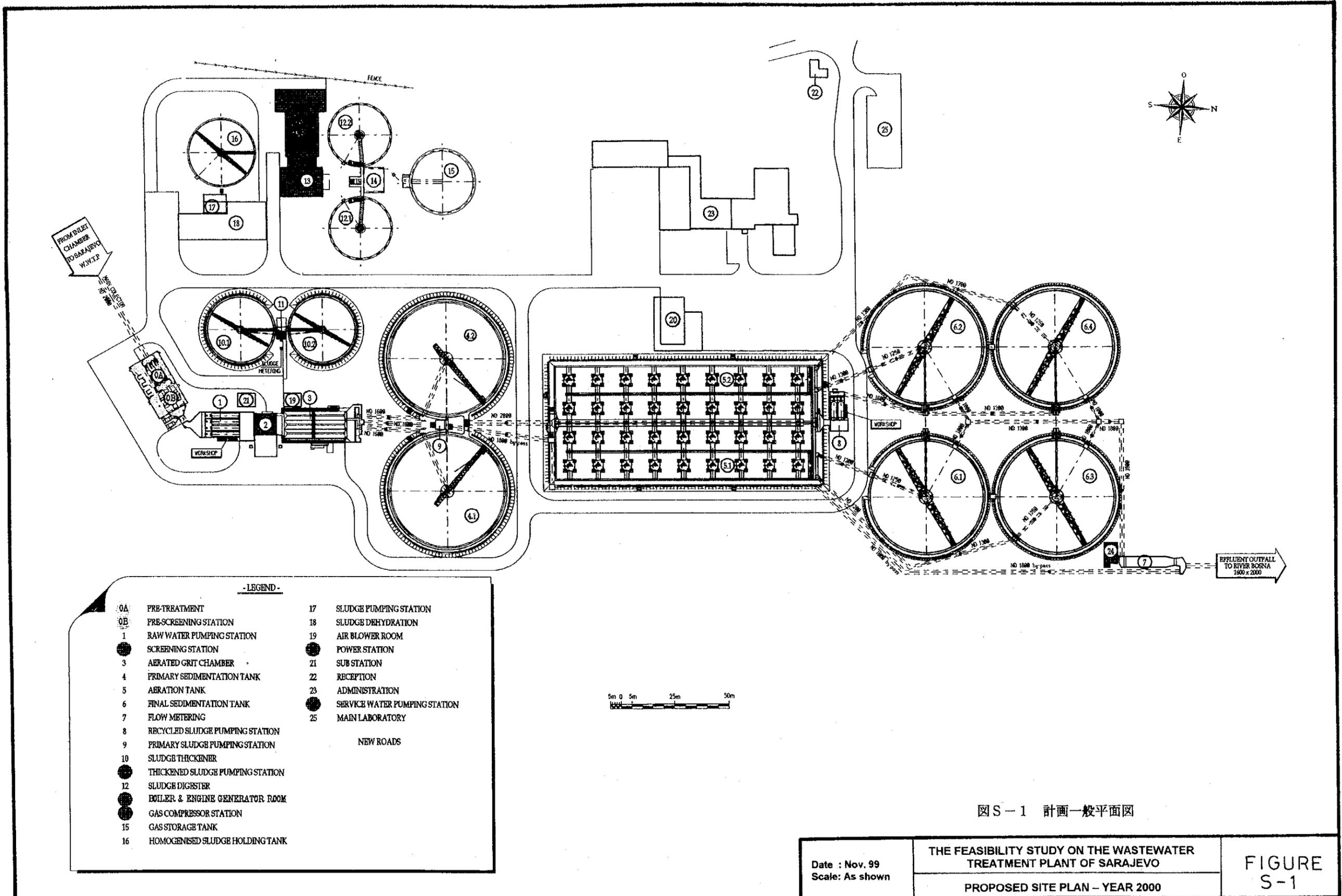


图 S-1 計画一般平面図

Date : Nov. 99 Scale: As shown	THE FEASIBILITY STUDY ON THE WASTEWATER TREATMENT PLANT OF SARAJEVO	FIGURE S-1
	PROPOSED SITE PLAN - YEAR 2000	

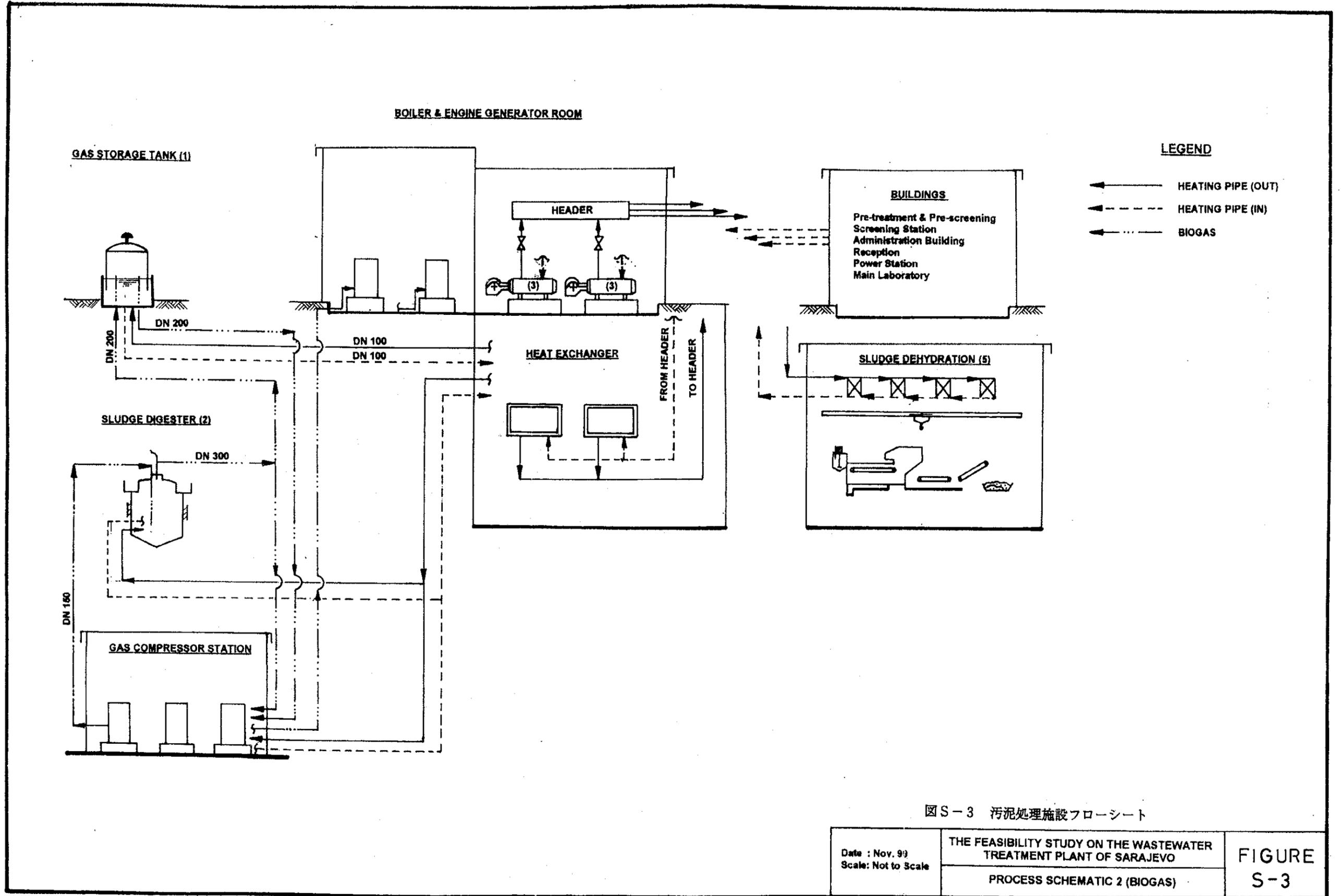


図 S-3 汚泥処理施設フローシート

Date : Nov. 99 Scale: Not to Scale	THE FEASIBILITY STUDY ON THE WASTEWATER TREATMENT PLANT OF SARAJEVO	FIGURE S-3
	PROCESS SCHEMATIC 2 (BIOGAS)	

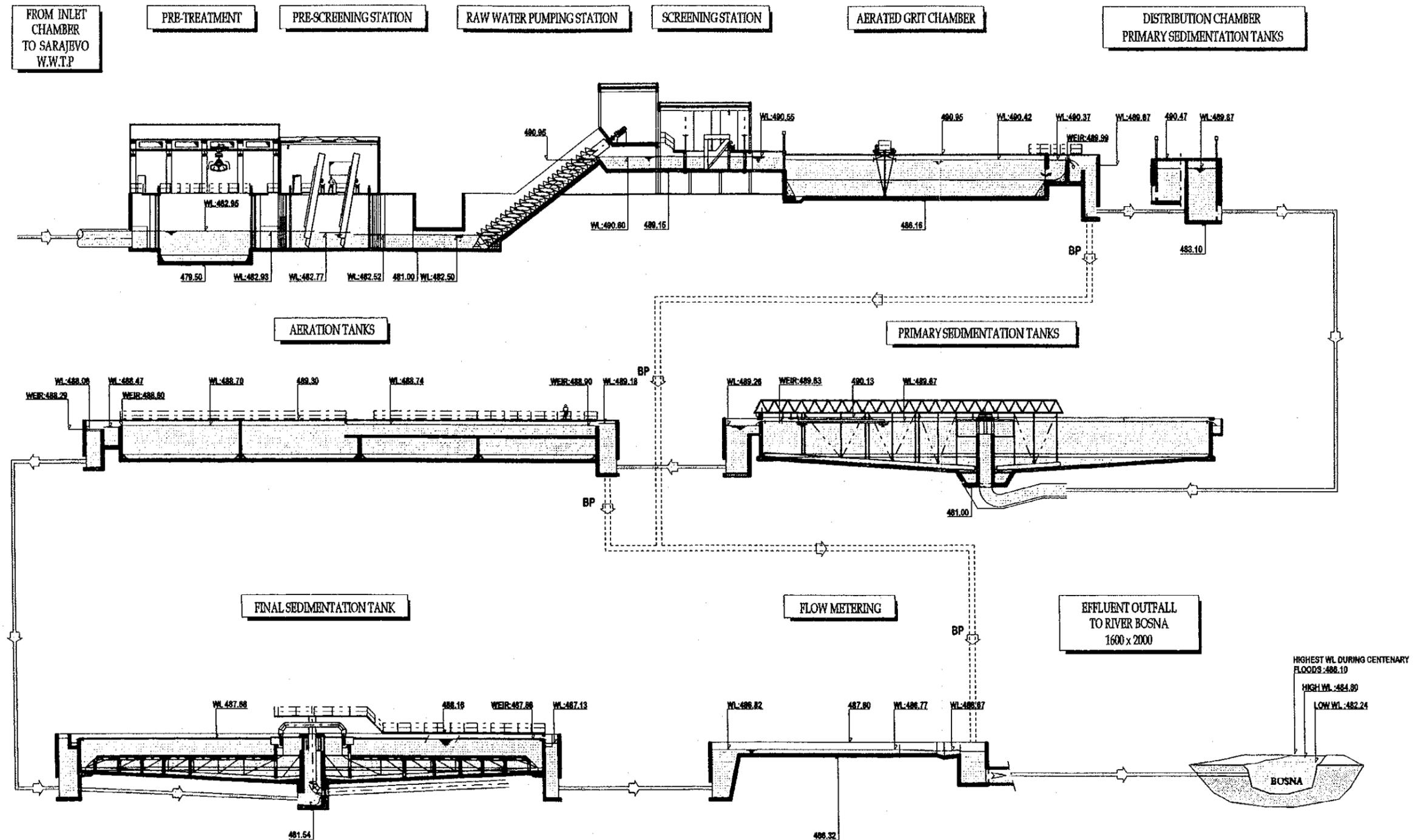


图 S-4 水位高低图

Date : Nov. 99 Scale: Not to Scale	THE FEASIBILITY STUDY ON THE WASTEWATER TREATMENT PLANT OF SARAJEVO	FIGURE S-4
	WASTEWATER HYDRAULIC PROFILE	



第1章 はじめに

1.1 調査背景

ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国(以下 BiH 国)のサラエヴォ下水処理場は、1992年4月から3年半を超える内戦中に破壊され、維持管理されないまま放置されている。そのため、未処理下水による、ミリヤッカ川とボスナ川の水質汚濁が懸念され現在に至っている。このような状況の中で、下水処理場の大規模復旧整備が急務であるため、本調査(F/S)が実施された。

1.2 調査目的

本調査の目的は下記の通りである。

- (1) 衛生及び環境改善を目的とした、サラエヴォ下水処理場の復旧整備に係るフィージビリティ調査を実施する。
- (2) 本件調査を通じて、BiH 国側カウンターパート(C/P)に技術移転を行う。

1.3 調査範囲

調査対象地域はサラエヴォ下水処理場と中央サラエヴォ処理区およびボゴスカ/イリージャ処理区である(図1.1 下水道計画一般図参照)。調査内容は、1)資料収集・現状分析、2)下水処理場復旧基本計画の作成、3)下水処理場緊急復旧のフィージビリティ調査の三つに大別される。

1.4 調査業務

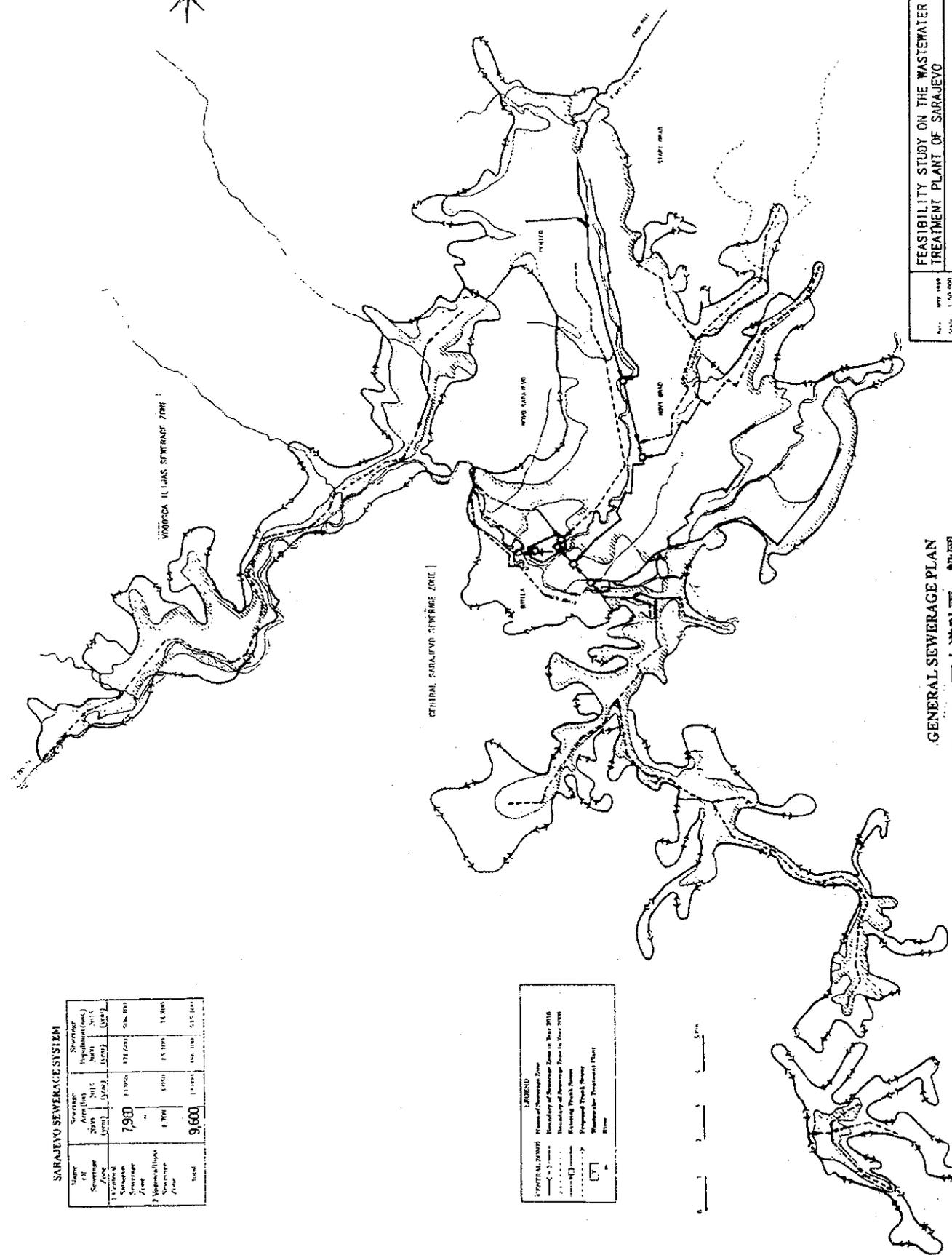
業務は1999年1月から開始され、1999年2月から、1999年4月初旬まで第1次現地調査が行なわれた。その後の国内作業にてインテリム・レポートを作成、BiH 国側に提出後、第2次現地調査を1999年5月から8月上旬まで行った。その後の国内作業にてドラフト・ファイナル・レポートを作成のうえ、先方と協議を行い、1999年11月に調査を終了した。

SARAJEVO SEWERAGE SYSTEM

Name of Sewerage Zone	Area (km ²)		Population (No.)	
	1970	1975	1970	1975
Sarajevo Sewerage Zone	7,900	11,900	171,000	206,000
Wapodicka Sewerage Zone	1,700	1,670	11,100	11,800
Total	9,600	13,570	182,100	217,800

LEGEND

---	Boundary of Sewerage Zone in Year 1970
- - - -	Boundary of Sewerage Zone in Year 1975
.....	Existing Sewerage
.....	Proposed Sewerage
.....	Wastewater Treatment Plant
.....	Water



FEASIBILITY STUDY ON THE WASTEWATER TREATMENT PLANT OF SARAJEVO
GENERAL SEWERAGE PLAN

Scale: 1:50,000

DATE: 1975

PROJECT NO. 1000

GENERAL SEWERAGE PLAN
图 1.1 下水道計画一般図

第2章 調査対象地区の現状

2.1 サラエヴォ市の自然状況

サラエヴォ市は BiH 国のボスニア・ヘルツェゴヴィナ連邦（以下 FBiH）の南東地域（北緯 43.52°、東経 18.26°）に位置しており、FBiH の政治、経済、教育、文化活動の中心である。サラエヴォ市は、周辺を山に囲まれたすり鉢状の形をしており、その中心部をミリヤッカ川が東から西に流れ、ドナウ川の支流であるボスナ川と合流する。気温は、11 月から 3 月にかけて -15℃前後まで下がるが、夏期には 30℃近くまで上昇する。年平均降水量は、約 900mm である。

2.2 社会・経済状況

ボスニア・ヘルツェゴヴィナ国(BiH 国)は、2つのエンティティと1つのディストリクトとから構成されている。2つのエンティティとは、ボスニア・ヘルツェゴヴィナ連邦(FBiH)とスルプスカ共和国(RS)である。BiH 国の政府機構の主な組織は、3人制大統領府、閣議、二院制議会、中央銀行、憲法裁判所である。

FBiH には 10 のカントン（県）が存在し、FBiH の首都サラエヴォ市はカントン・サラエヴォに含まれる。表 2.1 に BiH, FBiH およびカントン・サラエヴォの社会経済状況を示す。

表 2.1 カントン・サラエヴォの社会経済状況

	BiH 国	FBiH	カントン・サラエヴォ	カントン・サラエヴォ /FBiH
面積(Km ²)	51,197	26,111	1,277	5%
人口(千人)	3,600	2,200	368	17%
GDP (百万 KM)	5,803	4,189	1,379	33%

カントン・サラエヴォの名目 GDP は 1997 年には 52%の伸びを示しており、終戦後の産業の急激な復旧を表している。カントン・サラエヴォの主な産業は、製造業、鉱業、通信・運輸、そして銀行業である。

2.3 人口及び土地利用

戦前の 1991 年におけるカントン・サラエヴォの人口は約 51 万人であった。しかし、戦後、カントン・サラエヴォの土地面積の約 39%がスルプスカ共和国の管轄に移行し、人口も 1997 年で約 37 万と減少している（表 2.2 を参照）。

表 2.2 カントン・サラエヴォの人口推移（1981-1998）及び将来予測(200-2015)

年	1981	1991	1996	1997	1998	2000	2010	2015
人口（千人）	433,037	510,694	334,663	356,502	374,296	387,298	492,389	548,250

出典：Federal Statistical Institute and City Planning of Canton Sarajevo

カントン・サラエヴォを構成する、9つの自治体（スタリグラッド、中央区、ノボサラエヴォ、ノビグラッド、イリジャ、ハジッチ、ボゴスカ、イリヤ、トルノボ）は本調査の対象である中央サラエヴォ(Central Sarajevo)、ボゴスカ・イリジャ(Vogosca/Ilijas)の2つの下水道計画処理区域に分類される。

サラエヴォ市都市計画局によって作成された、1986年～2015年の市の開発計画によると、カントン・サラエヴォの土地利用は、利用形態により29のゾーンに分けられている。居住区は集合、混合、戸建、都市戸建、別荘住宅の各ゾーンに分けられ、集合並びに混合住宅は市中心地に集中している。また、戸建住宅は主に市中心部を囲む、山の斜面に広がっており、商店や事業所はミリヤツカ川沿いに東西に広がっている。

2.4 事業実施機関

FBiH内の水道および下水道事業を管轄するのは農林水管理省である。同省の管理下には、2つの流域別水管理公社があり、各々の管轄区域内で、長期計画、施工監理、給水・下水道管理・灌漑・洪水管理・廃棄物処理等に関する助言と調整を行なっている。

FBiHは、10のカントン（県）により構成され、その中でカントン・サラエヴォは経済的・政治的に中心的な役割を担っている。各カントンには知事、立法議会、政府が存在し、公共サービス、住宅、教育、文化的社会的事業の支出に対しての権限を有している。図2.1に農林水管理省の組織図、図2.2にカントン・サラエヴォの組織図をそれぞれ示す。

BiH国中央政府は関税、中央銀行、対外債務、対外貿易に関する各政策に関する権限を有しているが、徴税範囲が限られているため、歳入の多くをFBiHとRSからの納付金に依存している。

上下水道事業に対する補助金は、カントン・サラエヴォやサラエヴォ市などの自治体レベルが主に拠出している。サラエヴォ上下水道公社（Waterworks and Sewerage Company of Sarajevo：ViK）に対しては1998年度で、資本費用、経常費用を含め3千万KM以上の補助金が拠出されている。図2.3にViKの組織図を示す。

現在FBiHの多数の公営企業が民営化の検討に入っており、ViKについても2001年を目処に民営化様式の方が示される予定である。また流域別水管理公社についても、水系別を基準とした組織変更が計画されている。

2.5 既設水道事業

カントン・サラエヴォの給水区域はサラエヴォ中央システム、イリジャ、ハジッチ、トルノボの4つの給水区域に分かれており、いずれも ViK が所有し維持管理が行われている。

総給水量 $2.62\text{m}^3/\text{s}$ の内、約 97%にあたる $2.55\text{m}^3/\text{s}$ は湧水と井戸からの地下水を水源とし、残りの約 3%を表流水から取水している。地下水の水質は非常によく、配水池に送水する前に塩素消毒を行い、そのまま使用者に配水されている。

以上2つの給水区域における送水管、排水管の総延長は約 1,000km であるが、そのほとんどは老朽化と維持管理不足のため、漏水が著しい。漏水率は総給水量に対して 65%にも上っている。1997、1998年に ViK は、計 20km の幹線管渠の補修を行っており、さらに年 20km の補修を目差している。

将来の整備計画に関しては、1998年よりクウェート基金からの無償資金協力で、コンサルタント合弁企業(イギリス GIBB 社・ボスニア KCIC 社)によるカントン・サラエヴォの上下水道調査が行われている。1999年2月に、農林水管理省に対し“カントン・サラエヴォ長期上下水道整備計画調査”と題されたインセプションレポートを提出している。

本調査においては、前述のレポートで提示されている 2015年における計画給水量を基本とし、将来人口はカントン・サラエヴォ都市計画局による 1998年4月の調査報告書に基づいて以下の計画給水量を概算した。

2005年まで一人当たり水需要量の年間増加率を 2%と仮定し、2005年から 2015年までを更に 1%増加とすると、2005年で $280\text{ℓ}/\text{人}\cdot\text{日}$ 、2015年では $300\text{ℓ}/\text{人}\cdot\text{日}$ と計算される。全国水需要量は、人口と一人当たり需要量の予測に基づき、2015年には $156,000\text{m}^3/\text{日}$ と概算される。また同都市計画局は商工業・公共機関の需要量は、1998年から 2005年までで 10%の増加、2006年から 2015年までが 5%の増加という仮定のもとに算出した。

1998年の年間水生産量の記録と以上の算出根拠に基づき、漏水量を考慮した水需要量は約 $276,000\text{m}^3/\text{日}$ と予想される。

2.6 既設下水道事業

カントン・サラエヴォは9つの自治区に分かれているが、市計画局の作成した 1986-2015年の下水処理システムの都市開発計画によると、その居住者のほとんどは下水道施設を利用している。下水処理区は、中央サラエヴォ、ボゴスカ/イリジャ、トルノボの3処理区に区分されている。中央サラエヴォ下水処理区はカントン・サラエヴォの6つの自治区(スタリグラッド、中央区、ノボサラエヴォ、ノビグラッド、イリジャ、ハジッチ)で、カントン・サラエヴォの人口の約 90%を網羅しており最大の処理区である。また、中央サラエヴォ処理区の汚水は、本プロジェクトの主な調査対象であるサラエヴォ下水処理場に自然流下で送られている。その他のボゴスカ/イリジャ、トルノボの両下水処理区は、それぞれ、ボゴスカ/イリジャ、トルノボ自治区からの汚水を独立して処

理を行っている。

中央サラエヴォ下水道処理区は、下水道合流式と分流式が併用されているが、雨水と汚水を一つにまとめて流す合流式は大雨時に負荷量が許容量を超えたり、土砂が処理場内に堆積するといった問題点がこれまで指摘されてきた。それに対して ViK は合流式管渠を分流式に変更するべく工事を現在すすめている。

中央処理区の汚水の処理を担当する、最西部ブティラ地区に位置するサラエヴォ下水処理場は 1984 年 4 月から内戦が始まった 1992 年 4 月まで稼動していたが、戦火により施設が破壊され、現在まで運転は再開されていない。そのため処理区から流下した生下水は、下水処理場に流れ込む前段でバイパス管を經由して未処理のままミリヤッカ川に放流されている。既設の下水道幹線は補修工事が続けられているが、大きな破損箇所はすでに修復されている。また、下水道流量計算の結果、既設の下水処理場の処理能力で 2015 年までの計画下水量を高級処理することができることが判明した。

2.7 放流環境基準

ミリヤッカ川とボスナ川における水質検査の結果、処理場より上流においては水法の類型指定の環境基準のクラス II に分類されるが、下流においては、未処理下水放流のため、クラス III に分類されることが分かった。

2.8 ViK の事業運営

ViK の最高意思決定機関は理事会であり、上下水道事業運営は公社総裁を頂点として意志決定が行われている。ViK は、水道、下水、技術・開発、経済・法律の 4 部門から構成されており、従業員数は水道部に 496 人、下水道部に 179 人、技術・開発部に 88 人、経済・法律部に 264 人、その他を含め合計 1036 人である。下水道部に関しては、従業員数は戦前の約八割となっている（図 2.3 に ViK の組織図を示す）。

ViK の 1998 年の財務状況をまとめると、下記のとおりとなる。

(単位：百万 KM)

総収入	43	資産	1,187
料金収入	26	売掛金	12
カントンからの補助金	14	材料	3
その他	3	土地	1
-----	73	施設・建物	1,139
総支出	73	装備品	30
薬品費	5	その他	32
電力費	6	-----	-----
人件費	10	負債・資本	1,187
貸倒引当金	8	短期借入金	2
減価償却費	36	長期借入金	2
その他	8	公的資本金	1,015
-----	30	受贈資本金	168
損失	30		

サラエヴォが未だ戦後復旧過程にあるという特殊事情を考慮しても、ViKの赤字体質は明らかである。これは料金収入の不足が大きな原因となっており、ViKはサラエヴォ・カントンからの補助金により何とか営業を続けている状況である。この料金収入不足は①料金自体が低額であること、②料金徴収率が低率であること、の相乗効果によるものである。

現行の料金は1997年から適用されており、家事用の場合、 1m^3 当り1KMに10%課税されたものが徴収されている。非家事用では 1m^3 当り2.6KMである。水道使用料と下水道使用料の内訳は7:3となっている。この料金レベルでは、設備投資資金の回収分である減価償却費はもちろん、維持管理のための営業支出をも賄いきれていない。

またサラエヴォ・カントンの社会政策により、難民と認定された使用者は、一家庭あたり月 20m^3 までの料金が無料となっている。この免除額についてはサラエヴォ・カントンはViKに対して全額を償還していない。さらに一般住民からの料金徴収率も低く、この結果、家事用使用者全体からの料金徴収率は約5割という低率となっている。

2.9 住民・事業者意識調査

住民・事業者意識調査として、①家事用使用者（一般家庭）、②非家事用使用者（事業者）に対してのアンケート調査を実施した。アンケート調査では家計収入等の一般経済情報だけでなく、下水道処理場建設に対する支払意志額も調査された。その結果、下水道処理場建設のもたらす便益に対する家事用使用者の支払意志額は、一家庭当り月平均で3.0~4.1KMであった。また非家事用使用者は、現行下水道料金が水道料金の43%である状況において、さらに42%、合計で85%までを支払ってもよいと考えているという結果を得た。

ORGANIZATION SCHEME OF FEDERAL MINISTRY OF AGRICULTURE, WATER MANAGEMENT AND FORESTRY
 - THE FEDERATION OF BOSNIA AND HERZEGOVINA -

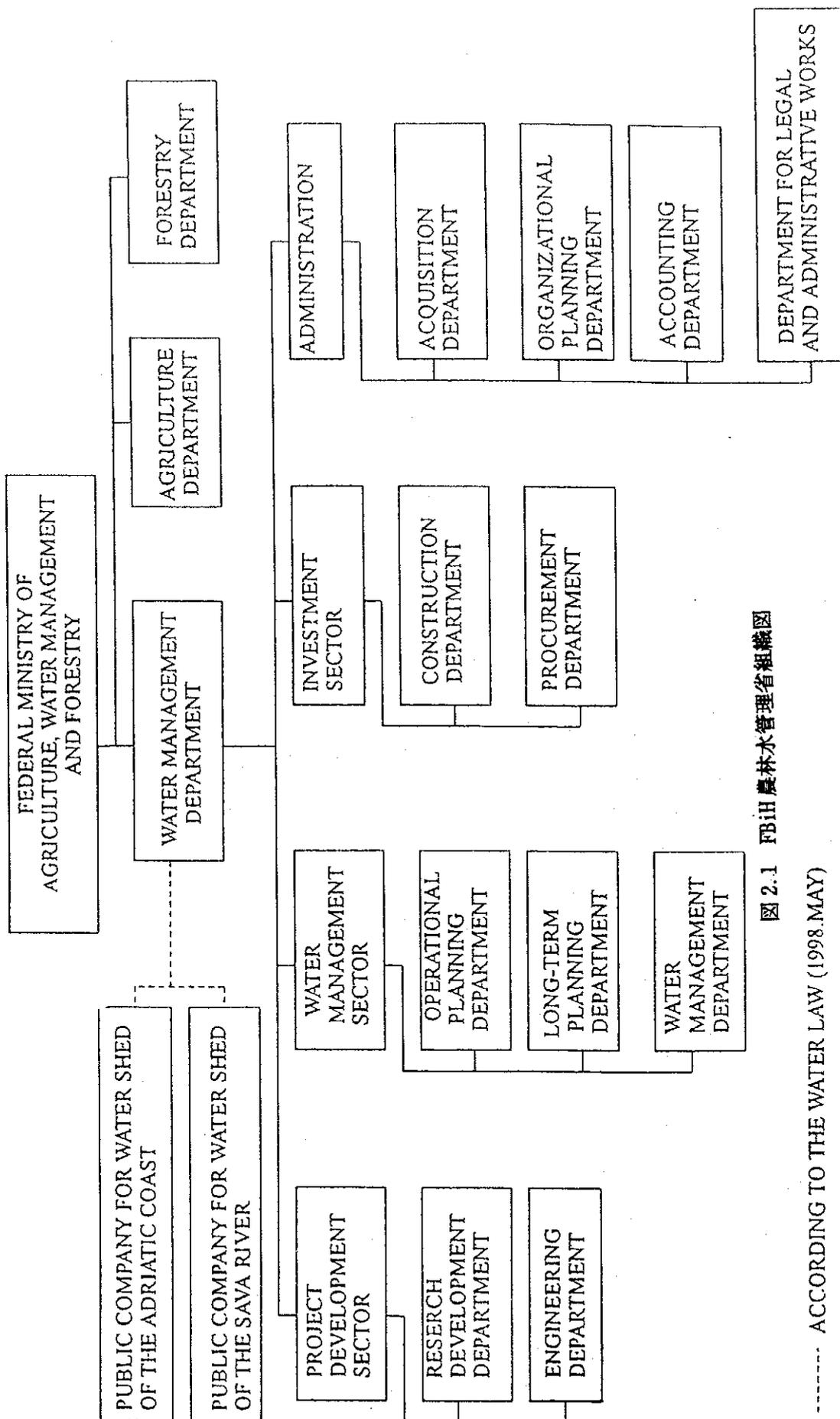


图 2.1 FBiH 农林水管理省組織圖

----- ACCORDING TO THE WATER LAW (1998.MAY)

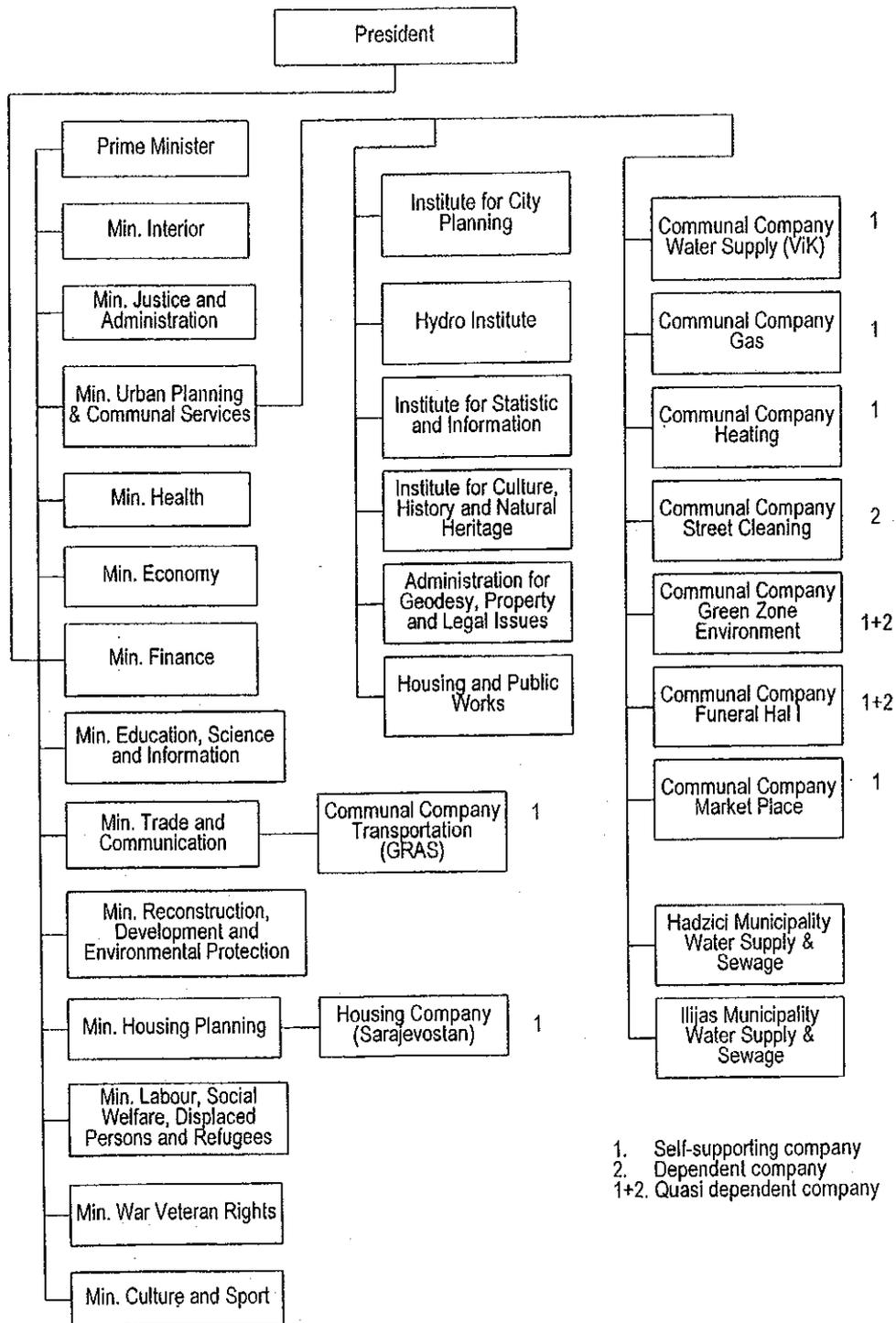


図 2.2 カントン・サラエヴォ省組織図

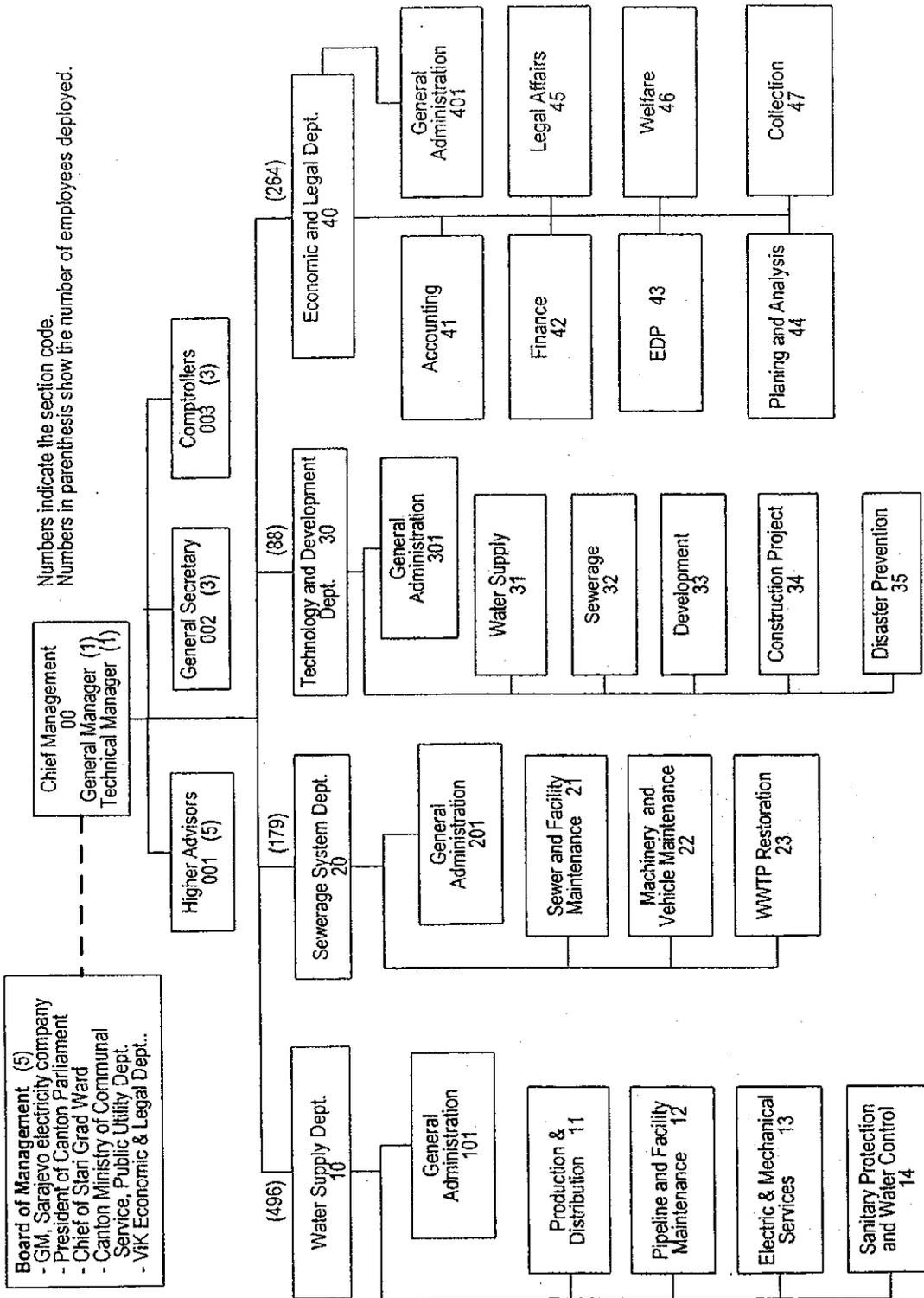


图 2.3 ViK 組織圖

第3章 サラエヴォ市下水道再建プロジェクト

3.1 BiH 国における各国援助概要

1998年10月に外務省(Bosnian Ministry of Foreign Affairs; MOFA)より発布された、「優先再建計画」によると、現在、複数のプロジェクトが、49ヶ国とNGOを除く13の国際機関によって行われている。この援助の総額は、4,765百万米ドルで、その内76%が無償援助、19%が低利借款、残りの5%は通常の商業借款となっている。日本政府は1996年にブリュッセルで開かれた第二回支援朝会議で同意した386百万米ドル(総額の8%に相当)の援助を公約している。日本は1998年12月までに無償資金協力と有償資金協力の総額で230百万米ドルの援助を行っており、欧州共同体(Europe Union: EU)、米国国際開発庁(USAID)、世界銀行(World Bank: WB)に次ぐ4番目の供与国となっている。

3.2 各ドナー国と援助機関の下水道システム再建プロジェクト

クウェート基金によってFBiH農林水管理省(Ministry of Water Management Agriculture and Forestry; MOAWMF)の管轄で、連邦内の上下水道を含む水資源管理を行う水資源管理公社(Water Resources Management Public Corporation; VBH)を実行機関とする、「カントン・サラエヴォ長期上下水道整備計画調査」の開発調査費用を拠出している。MOAWMFは英国、クウェートとFBiHのローカル・コンサルタントからなる共同企業体とコンサルタント契約を結び、1999年2月にファイナル・インセプション・レポートを完了させている。この報告書で、カントン・サラエヴォにおける上下水道の長期開発計画の検討を行っている。本調査団は、上記報告書を本プロジェクトの上位計画と位置づけし、フレームワークの検討を行った。

1998年、フィンランド政府は緊急援助として、ViKに対しコンピューター並びに管清掃車の機材供与と一部の下水管渠の更新を実施した。この援助にて、約0.48百万ドイツマルクが供与され、全長約500メートル、管径300~800mmの下水管の布設替えが行なわれた。

世界銀行は、水資源管理公社に対して、カントン・サラエヴォの下水幹線改修事業の資金として、およそ3百万米ドルを融資した。対象管渠は、ほぼ全地区を網羅するものであり、工程は五つのスキームに分割されている。プロジェクトは資機材の購入、ワークショップの整備、メンテナンス用車両の購入、それと下水管渠の再布設などが主な内容となっている。

ノルウェー政府とオーストリア政府、および一部の国際援助機関との共同資金により「ノルウェー人道援助地雷除去プログラム・緊急地雷除去プロジェクト」の無償援助が実施された。実際の地雷除去作業はNATO-ドイツ治安維持軍(SFOR)の文民・軍隊協同組合(CIMIC)から支援を受けているECのマインアクションセンター(MAC)によって実施されている。現時点ではサラエヴォ下水処理場内からは、一つも発見されていないと報告された。

国際連合開発計画(United Nations Developing Programme; UNDP)は1996年にカントン・サラエヴォの下部組織である、サラエヴォ復興委員会(Directorate for Renovation of Sarajevo; DORS)

に対し、19 百万米ドルの無償資金協力を行なった。その援助の内容は最優先地区における下水管渠の清掃と ViK の建設事務所の建具取替工事であった。下水管渠の清掃は ViK の自助努力で約 3 年にわたって継続されている。

ドイツ赤十字の協力で、国際赤十字は協調無償資金協力プロジェクトを行ない、VBH に対し管清掃車輛を供与している。その中で、ViK に対しても下水管渠清掃車を 1 台供与している。

3.3 ViK 直営による復旧・再建プロジェクト

1998 年 5 月に ViK はサラエヴォ下水処理場の詳細復旧に係る調査を国内コンサルタントである USB KEDLY DOO 社に委託し、同年 9 月に完了した。この調査はサラエヴォ下水処理場を、1992 年の内戦以前の状態までに回復させる最適計画を立案したものであった。計画は各施設ごとの現況の詳細と修復計画から成り立っている。この基本計画は、稼動当時の設計に基づき、プラントの正常時における運転条件を把握するという上では、貴重な計画調査である。これは、本調査団の機能診断業務に関して極めて有用であった。

ViK は 1996 年 1 月から 1998 年 12 月までに直営による管渠清掃事業を行った。その作業は、フィンランド政府からの無償供与の資機材と世界銀行の貸付金で購入した清掃用器具を用い、ViK・建設事務所の職員の手で行なわれた。プロジェクトは処理区域内の下水管渠を対象とし、これまでに 139km に及ぶ管渠を清掃している。管渠の清掃は、ローテーションを組んで管理を行ない、将来的に継続させていく予定である。

1995 年のオハイオ州デイトンにおける包括的和平合意の調印に続いて、ViK は自ら監理するサラエヴォ下水処理場の清掃プロジェクトを開始した。処理場職員は、管理棟の部分修復と処理場施設の清掃を実施している。消化槽の内部清掃（汚泥除去）は 1999 年 3 月に実行されている。

1999 年度の新たなプロジェクトとして、ViK は、自らの監理のもと、カントン・サラエヴォ北部のヴォゴスカ/アリバシーノ地区の面整備を直営事業として予算要求をした。約 1.4 百万ドイツマルクがこのプロジェクトのために投入される計画となっている。

3.4 カントン・サラエヴォによる復興・復旧補助事業

1999 年の ViK の建設投資資料によると、カントン・サラエヴォによる 1999 年度プロジェクト補助金拠出は、旧市街の北側にあるファレチーシ地区と空港西側のイリージャ地区面整備に充てられる予定である。カントン・サラエヴォからの補助金は、約 1.1 百万ドイツマルクとなっている。

3.5 サラエヴォ下水処理場の旧債務

サラエヴォ下水処理場が 1984 年に供用開始した際に、建設資金の一部として 35 百万ドルを世界銀行より借り入れた。この債務は一部返済されたが、その後の通貨調整、債務移転により、現在では借入主体が BiH 国で、債務残高が推定 25 百万ドルとなっている。BiH 国では 2002 年から

2025年目での間に返済する予定としている。

第4章 サラエヴォ下水処理場機能診断

4.1 既設処理場の処理プロセス

1984年4月に供用開始された当処理場は、表4-1にあるように計画処理対象人口600,000人を対象として設計された。原設計並びに今回の処理場の基本数値は次のとおりである。

表4-1 設計条件の比較

設計基本数値	原設計 (1979)	今回計画 (2000)	全体計画 (2015)
1) 計画処理人口	600,000人	371,600人	506,300人
2) 日平均汚水量	186,000m ³ /日	120,000m ³ /日	196,200m ³ /日
3) 日最大汚水量	224,600m ³ /日	171,000m ³ /日	279,700m ³ /日
4) BOD 負荷	36,000 kg/日	22,300 kg/日	38,000 kg/日
5) 流入水質	BOD 原水 200 mg/l BOD 処理水 20 mg/l 30 mg/l	190 mg/l 20 mg/l 30 mg/l	200 mg/l 20 mg/l 30 mg/l

(1) 前処理施設

生下水は1,800mmの流入管により主ポンプ場に流水し、スクリーン室手前で約10m揚水される。主ポンプはアルキメデス・スクリュウポンプ型式が4台（常用3台、予備1台）であり、その揚水能力は1.3m³/秒/台である。

揚水された生下水は、荒目スクリーン（50mm）並びに細目スクリーン（25mm）により、し渣を除去し、ばっ気沈砂池へと移行する。スクリーン室は、手動銅製スリースグートにより締切りができる構造になっているが、少水量時の対策が十分でない。

し渣を除去された生下水は、ばっ気沈砂池に流入し、エアレーションの後、沈砂除去される。除去された沈砂は洗砂後、ホッパーより搬出処分される。

前処理された汚水は最初沈殿池へと流入する。また雨天時において沈殿処理水は、バイパス管により沈殿放流されることになっている。

(2) 高級2次処理施設

前処理施設を通過した汚水は最初沈殿池へ流入し、BOD並びにSSの除去を図る。池内の汚泥かき寄機の駆動方式は周辺駆動方式である。沈殿汚泥は、汚泥濃縮槽へ移送され、濃縮される。

その後、汚水は機械攪拌型エアレーション処理に流入する。現在36基の表面ばっ気装置があるが、負荷試験の結果、19基の駆動モーターが稼動し、その性能を診断した。残りの17基については電動モーターは破壊されたままであったり、またすでに撤去された状態で4年が経過した。しかしながらエアレーター及びギヤボックスは十分に供用に耐え得るであろうと診断される。エアレーターの運転は、溶存酸素計により自動的に行われる。

エアレーション後は汚水は最終沈殿池へと流下し、最終の固液分離が行れる。汚泥かき寄機の

型式と駆動方式は中心駆動式である。処理水は放流前にパーシャルフリュームにより流量計測された後にボスナ川に放流されることになっている。

また最終沈殿池からの引抜き余剰汚泥は返送汚泥ポンプによりエアレーションタンクの流入部に返送され、余剰汚泥は最初沈殿池の沈殿汚泥と同様に汚泥濃縮タンクに送泥される。

(3) 汚泥処理施設

現在、内径 30m の汚泥濃縮タンク 2 基があるが、水処理施設の円形構造物同様の補修が必要であり、プラントの汚泥かき寄せ機についても同様である。しかしながら汚泥引抜ポンプおよび関連補機は、一切撤去されたままである。

濃縮汚泥は、汚泥消化タンクへ圧送され、消化され、発生したバイオガスはコンプレッサーによりガスタンクへ貯留される。バイオガスはボイラーの燃料やガス発電機の燃料として有効利用される（発生ガス量は約 15,000m³/日であった）。

また、消化汚泥は貯留タンクを経由して汚泥ポンプにより脱水機室へ送泥される。脱水機台数は 5 台（4 台常用、予備 1 台）であり、型式はベルトプレスタイプである。

4.2 土木工事

一般的にコンクリート構造物の耐用年数は、条件が整っていれば、40 年ないしは 60 年程度である。しかしながら、構造物はクラックの有無、漏水および表面の腐食等の診断が必要である。特に鉄筋の腐食に留意して診断しなければならない。

処理場のコンクリート構造物は次のような顕著な老朽化の状態が見受けられた。

- ・ 露出部分の風化
- ・ 漏水や以前に補強した部分のクラックの増大
- ・ 施工不良ならびに工事監理の不徹底
- ・ 露出部の鉄筋の腐食

コンクリート構造物の診断にあたっては、次の点に留意して業務を進めた。

- ・ 老朽化の原因
- ・ 構造物の強度
- ・ 将来の老朽化の状況予測
- ・ 最適改善計画

調査団は既述のような診断の基本的な考え方に基づいて以下のような診断業務を企画した。

土木施設の構造物診断を躯体の力学的診断および機能診断により行う。

- (1) 強度試験
沈砂池およびエアレーション・タンク
- (2) 躯体コンクリートの中性化試験
沈砂池およびエアレーション・タンク
- (3) 鉄筋調査
沈砂池およびエアレーション・タンク
- (4) 水張試験
沈砂池、最初沈殿池、エアレーション・タンクおよび最終沈殿池
- (5) 試掘・汚泥管 4ヶ所切断
- (6) 運転(負荷)試験
エアレーション・タンク

(1) 強度試験ならびに中性化試験

コンクリート構造物の強度を診断するにあたり、中性化試験により躯体コンクリートの中性化を把握し、シュミット・ハンマーにより躯体の圧縮強度をチェックした。その結果、コンクリート強度は 350 kg/cm^2 を記録したが、中性化しているところもかなり見受けられた。また実際に、躯体コンクリートのコアサンプルを 54 本採取し、圧縮試験を行ったところ、全てのコアで 250 kg/cm^2 から 400 kg/cm^2 を記録し、その平均は 350 kg/cm^2 であった。

(2) 鉄筋引張試験

躯体中の鉄筋を 6ヶ所採取し、引張試験を実施した結果、次のようになった。

引張強度	$2,450 \sim 5,100 \text{ kg/cm}^2$
限界引張強度	$3,600 \sim 5,700 \text{ kg/cm}^2$
伸び率	6~18%

(3) 地中配管

主に汚泥管の地中埋設管を 4ヶ所選んで試掘を行い、その後管切断し、管外内面の目視調査を行った。その結果、外内部の腐食状況・堆積物の有無を確認し、良好であると診断された。

(4) 水張り試験

主要水理構造物であるエアレーション沈砂池、最初沈殿池、エアレーション・タンク、最終沈殿池に河川水を注入し、その水位変動ならびに漏水の有無を 4 日間にわたって確認した。その結

果は次のとおりである。

- 1) 沈砂池のコンクリートの打継目や大きなクラックからの漏水が認められた
- 2) 最初沈殿池も同様に打継目ならびに伸縮ジョイントからの漏水が認められた。
- 3) エアレーション・タンクは、ヘヤークラックからの漏水が認められている。また内部水路の打継目からも数ヶ所観察された。
- 4) 最終沈殿池からの漏水は前述の施設と同様の状況である

これらの漏水の原因として考えられるのは、コンクリートの収縮によるクラックの発生、躯体中の異物混入、止水板付近の水道の発生、止水板の施工不良、型枠の脱型後の施工不良ならびに打設不良によるジャンクの発生などである。以上の診断結果から総合判断すると、個別の問題点が指摘されるものの、構造物全体としては、概ね今後約 30 年程度は耐久性があると判断される。従って、しかるべき改善工事および改修工事により十分に使用できる構造物となるであろう。

(5) 目視調査

前述 (4) の力学的機能診断と共に詳細な目視調査を並行して進め、次の結果を得た。

- 1) 一般的な漏水箇所は伸縮継手および施工継手箇所がほとんどである。
これらの漏水の原因としては施工不良、据付不良、打設不良に伴うジャンクの発生に伴うものであった。
- 2) ヘヤークラックならびにひび割れ
主なクラックとひび割れは水理構造物の全般に見られるものであった。これらの状況は、漏水を発生するものであるから構造物の内側からの防水処理が必要となる。
- 3) 鉄筋の腐食
力学試験の結果からはほとんど問題ない結果が得られたが、一部の構造物では断面現象に伴う支障がでてくるものもある。

(6) エアレーション・タンクの構造チェック

エアレーション・タンクの構造モデルは、底版を軸とする片持梁、歩廊を支点とする両端固定梁を検討した結果、後者の構造モデルである程度、解明できると判断された。

(7) エアレーターのコンクリート構造物

エアレーター本体と床板を接続しているアンカーボルトが十分でなく、据付時の調整材がない。

床板の排水勾配や凍結による影響により、床板および柱の老朽化が激しい。床板は老朽化が激しいので、改善するには不適當である。エアレーター設置スラブの柱についても柱の南側と西側が特に老朽化している。鉄筋の被りが極端に少なく、全体にわたって補強工事が必要である。

(8) 汚泥処理施設

現在、汚泥消化タンク内部にはかなりの量の消化汚泥が残留しており、内部の状況は観察できなかった。保温材ならびに保護ブロック・保護モルタルは全面的に修復の必要性がある。

ガスタンクについては構造診断上の問題はないが、内外面からの防水処理、底版の加温装置の埋設ならびにガスドーム本体の補修が必要である。ドーム本体は何らかの方法で吊り上げて後に固定する方法を検討する必要がある。

4.3 建築工事

土木構造物同様の手法で診断業務を実施した結果は次のとおりである。

- ・ 上部構造物のコンクリート強度は設計荷重に十分耐えられる。
- ・ 内外面の仕上げ材は一部の建物を除いて、ほとんど腐食している。
- ・ 一部の建物の屋根からの漏水が見受けられる。
- ・ 空調設備および照明設備は、ほとんど破壊されている。

4.4 機械工事

機械工事の第2次診断は6月初旬から7月初旬にかけて、約1ヵ月間実施された。診断に当たっての基本方針としては、既設機器を極力生かして使用することとし、残余寿命が5～6年と判断される機器についても、部分補修によって再生可能なものについては再生使用するものとした。結果は以下のとおりである。

(1) 主流入ゲートを含むゲート類・スクリーン類

主流入ゲートおよびスクリーン室入口電動ゲート、出口電動ゲートは駆動モーターの紛失、損傷の重大性等から据え付け替が必要である。残余のスクリーン室手動入口ゲート3基、手動出口ゲート3基については、ボルト・ナット及びリテーナの取替により再生使用できる。曝気沈砂池に設置されている9基の手動ゲートについても、ボルト・ナット及びリテーナの取替により再使用可能である。

エアレーション・タンクに設置されているゲートについても上記と同様の方法で再使用可能である。

スクリーン室に設置の 50mm 目粗目スクリーン、25mm 目細目スクリーンについては、駆動モーターの紛失、スクリーン駆動機構の重大な損傷から、全て撤去し、新たに提案された主流入ゲート前に設置する 50mm 目粗目スクリーン、25mm 目細目スクリーンを補う目的で、6mm 目細目スクリーンを新規設置する必要がある。

(2) 流入スクリーンプンプを含むポンプ類

- 1) 流入スクリーンプンプ 4 台及び余剰汚泥返送スクリーンプンプ 2 台については、スクリーユ及びシャフトは防蝕塗装を改めて実施した上で再使用可能である。減速機、グリース循環装置、下部ベアリング等残余の部分については全て新規部品と交換する必要がある。
- 2) 最初沈殿池汚泥引抜ポンプ、汚泥濃縮槽汚泥引抜ポンプ、消化汚泥供給モノポンプ、消化汚泥攪拌用汚泥ポンプについては老朽化が著しく、全て新規ポンプと交換する必要があると判断した。
- 3) サービスウォーター供給ポンプ、本ポンプも老朽化が甚だしいので、全て新規ポンプと交換する必要がある。

(3) 最初沈殿池、最終沈殿池、汚泥濃縮槽、汚泥貯留槽

全ての駆動モーターが紛失し、機器の一部に強度の腐蝕が見られ、また、ボルト・ナット類の腐蝕が著しい。従って全てのボルト・ナット類はステンレス製ボルトと取替、腐蝕の著しいアングルのみ新規取替とし、残余部分は防蝕塗装を再度実施の上全て再使用することを提言する。

(4) 曝気沈砂池

12m 幅の走行式沈砂揚砂機は、1.5kW 駆動モーターの損傷が著しく、送気管、バツフルプレート、排砂管等も腐蝕と損耗が極めて顕著であり、全て新規取替が必要である。なお、走行式沈砂揚砂機の冬期の降雪によるスリップ防止の為、コンクリートレール上に電熱ヒーターの新規設置を計画した。

(5) エアレーション・タンク

表面曝気エアレーター 36 基中以下の事情により、19 基のみ 2 時間の連続負荷試験を実施した。試験が不可能であった 17 基のうち、モーター紛失が 2 基、据付不良が 3 基、減速機注油配管の切断が 2 基、減速機のカップリングの破損が 10 基であった。結果として連続負荷試験を行った 19 基は稼働可能という結果となった。

(6) 消化汚泥脱水機

本ベルトプレス型脱水機 5 台については主要部分の破損と老朽化の甚だしさから、5 台全てについて新規取替が必要と判断された。

(7) 消化ガスディーゼルエンジン

1992 年 4 月に運転停止して以降一度も運転されたことがなく、維持管理されてなかったため、老朽化が著しく認められ再生使用不可能であると判断した。よって新規取替が必要である。

特記事項：

- ・表面曝気エアレーターの据付状態が非常に悪い。おそらくアンカーボルト6本は、コンクリート床の配筋に溶接されているものと見られる。この種の機器は鋼材を据え付けした床盤上に、少なくとも平面ライナー3枚によって、レベル調節の上据付けなくではいけない。2時間の連続負荷試験では、かろうじて全数が許容振動範囲内にあることが確認されたが、上記の正規の据付方法を採用すれば、振動は極度に小さくなり、より長期の寿命が得られコンクリート躯体のクラック等の思わぬ事故が未然に防止される。

4.5 電気工事

(1) 診断業務の実施概要

電気設備に関しては、第一次診断において、多くの電気設備が破壊されており、もしくは撤去あるいは持ち去られていることを確認した。

そこで今回の第二次診断は次の二つのステップによって実施した。

- 1) 第一ステップ；既設設備の詳細調査を行い、残存している機器と撤去されている機器を全面的に確認整理した。
- 2) 第二ステップ；残存している機器については、錆・腐食の有無、配線の状態、絶縁抵抗測定等の詳細診断を行った。また、エアレーション・タンクのエアレーター用のモーターについては、機械実負荷装置との結合運転が可能であったので、実負荷試験を行った。この実負荷試験は診断業務再委託業者の協力の下に実施した。

(2) 診断結果の概要

1) 自家発電機

自家発電機（2台）はディーゼルエンジンと共に残存しているが、励磁装置が大きく破壊されている。従って、部分的な修理による復旧は困難であり、更新する必要があると判断される。

2) モーター

モーターは比較的大容量の下記のものが残存している。

- a) エアレーションタンク用（37kW×33台）
- b) 主ポンプ用（160kW×4台）
- c) 返送汚泥用（100kW×2台）

- d) 処理水ポンプ用 (37kW×2 台)
- e) ガス・コンプレッサー用 (37kW×3 台、30kW×3 台)

合計 47 台

これらについては、今後の再使用が可能と判断されるが、長期間運転を行うためにはベアリングの交換を含むオーバーホールを実施する必要がある。

但し、ガス・コンプレッサー用については、端子函内の発錆が著しく、端子も腐食が進んでおり、さらに絶縁抵抗値の低下も進んでいるので今後の再使用は困難と判断され、更新する必要がある。

3) その他

その他の電気設備は以下のとおりである。

- a) 高圧配電盤
- b) 変圧器
- c) 低圧配電盤およびモーター制御盤
- d) 中央制御盤
- e) ローカル制御盤
- f) 各種の測定器類
- g) 上記 (2) 項以外のモーター
- h) ケーブル類は、大きく破壊されたり、切断されたり、もしくは撤去されてしまっている。従って、全面的に更新する必要がある。