

## 第5章 下水処理方式代替案

一般的に改善・改修は、新しく建設するよりも安価であるが、当処理場においてはプラント設備が新規・新設扱いになるのが多いため、この差が縮まると予測される。終末処理場を新規に建設する場合の計画処理人口一人当りの単位建設費は、当地においては約 500 ドイツ・マルクと見積もられ、全建設費は約 300 百万ドイツ・マルクと見積もられる。

ここでは主要のプロセスの代替案の比較を行い、最適改善計画を検討する。

### S5.1 新設前処理施設

主報告書の現況診断の所で述べたとおり、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ている。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。

### S5.2 表面ばっ気方式と散気方式

活性汚泥法のエアレーションタンクの酸素供給方式は、本処理場で採用している表面ばっ気方式と散気方式に大別される。ここでは両方式の比較を行い、最適案を決定するものである(表 5.1 を参照)。

表 5.1 エアレーション方式の比較

プロセス	長所	短所
送風による散気方式	<ul style="list-style-type: none"><li>電力料金の削減が可能</li><li>酸素供給効率がよく、負荷変動に容易に対応できる</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>運転に関し、熟練技術がいる</li><li>イニシャルコストが高い</li><li>日常の維持管理が不可欠</li><li>散気装置の交換を定期的に行う必要がある</li></ul>
表面エアレーター	<ul style="list-style-type: none"><li>建設費が安価</li><li>運転が容易</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>電力料金が高い</li><li>負荷変動に対応できない</li></ul>

両者の大きな違いは、消費電力量である。表面ばっ気方式の消費電力量は、約 1,330 kWh で、それに対し散気方式は約 1,040 kWh である。

当処理場では、消化汚泥が発生するバイオガスによるガス発電を採用していることを考慮し、買電による O&M 費の上昇は大きな要因とならないため、改善計画においては現行どおりの表面ばっ気方式を採用するのが最適であると判断する。

### S5.3 汚泥処理施設

現行の汚泥処理方式は嫌気性処理方式であるが、運転当初より問題があった。それらは複合的な要因が重なり合い、良好とはいえない環境のもとで処理されてきたようである。

ここでは、改善計画の代替案の比較検討を統合的に行い、最適処理方式を決定する。処理場において可能性のある汚泥処理方式として、次の代替案が挙げられる。

(1)嫌気性汚泥消化方式

(2)生汚泥直接脱水方式

また、脱水ケーキ処分形態並びに再利用形態の組み合わせにより比較案が考えられる。ここでは次に述べる項目について、既述の2方式について比較した。

比較項目	嫌気性汚泥消化方式	生汚泥直接脱水方式
* 運転管理の容易性	○	○
* 薬注量とその調達状況	○	△
* 脱水ケーキ量	少ない	やや多い
* 最終処分方法	○	△
* 欧州諸国の処分例	伝統がある	比較的近年から採用

比較の結果、現行どおりの汚泥消化方式が本処理場において最適案となった。

## 第6章 下水処理場復旧計画

### 6.1 緊急復旧改善事業

#### (1) 計画諸元

本調査は、1992年より約4年間続いた戦争により破壊された、サラエヴォ市下水処理場を戦前の状態に復旧させることを前提として行われた。よって、各施設の設備、機械、電気機器に関しても既存の施設能力に現状復旧させる事を前提に診断を行い、その結果をもとに概略設計を行うものである。

本処理場の処理方法は欧州諸国で一般的な高級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。

計画諸元は次の通りである。

諸元		2000年	2015年
計画人口		371,600 人	506,300 人
計画汚水量 (月最大)		119,400 m <sup>3</sup> /日	196,200 m <sup>3</sup> /日
汚水水質	BOD	200 mg/l	200 mg/l
	TSS	270 mg/l	300 mg/l
汚水負荷	BOD	37,970 kg/日	-
	TSS	48,090 kg/日	-

#### (2) フレームワーク

一般的に発生汚水量は使用水量とほぼ同じであるが、10%のロスを差し引いた水量を想定している。商業汚水量に関しては10 l/日と仮定し、工場排水および公共施設排水は共に家庭・商業における水使用量の15%とする。また管渠への浸水水・不明水は1m<sup>3</sup>/ha/日と仮定した。

次に汚濁負荷算出のために本調査で水質試験を行なった。冬期に実施した第1次現地調査の結果、汚濁負荷は低い値を示した。そのBOD負荷は60g/人・日で、SS負荷は80g/人・日であった。また、2015年におけるBOD・SS負荷は生活水準の向上を考慮にいれ、それぞれ75g/人・日、95g/人・日と仮定した。2015年の全体計画時の下水道人口は605,250人であり、計画汚水量は日平均汚水量で196,200m<sup>3</sup>/日である。

#### (3) 設計基準

BiH国の処理水排水基準は本調査においてレビューをし、その基準を遵守する。工場排水に関しては中央サラエヴォ処理区の西側一帯に工場があるが非用水型の軽工業であり、高濃度の排水水質を発生しない。従って前処理なしで公共下水道に接続するものとする。一部の事業所で高濃度を排水する場合は前処理を行い、その後、公共下水道に放流することとする。

#### (4) 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。

- 1) 伸縮継手及び施工継手
- 2) ひび割れ箇所並びにヘヤークラック
- 3) 漏水箇所
- 4) 鉄筋の腐食部分
- 5) 内壁の防水処理・防蝕処理

予想外の流入沈砂量に対処するため、低段沈砂池を新設し、2mm以上の小石、し渣等の除去を図る。

#### 低段沈砂池使用

形式：	平行流駆形沈砂池
池数：	3池（2池常用、1池予備）
形状寸法：	巾1.50m、長10.0m、有効水深1.50m
有効容量：	22.5m <sup>3</sup> X 2池
沈砂除去：	グラブ・バケット方式

#### 機械式スクリーン室

形式：	機械式荒目・細目スクリーン
基数：	各3池（2池常用、1池予備）
形状寸法：	巾1.50m、有効高6.00m
スクリーン間幅：	50mm、25mm

#### (5) 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。

#### (6) 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。

## 6.2 概略設計（土木工事）

### (1) 配置計画

F/S対象の処理施設の平面配置は、巻頭の一般平面図のとおりである。平面配置は既設処理施設に次の新設施設を追加したものである。

#### 新規施設

- 1) 低段沈砂池（No.Oa,b）
- 2) ボイラー室・発電機室（No.13）
- 3) 場内通路の一部付替

### (2) 土木構造物修復方法

コンクリート構造物の主要な改善の内容はクラック処理、漏水箇所修理及び腐食面処理並びに補強コンクリートの打設である。

#### 1) 伸縮継手処理

水理構造物の漏水箇所の発見は容易ではなく、特に地下漏水の発見には多大のエネルギーを要する。伸縮継手については補修が必要かどうかの見極めが難しいため、修復対象とする。沈殿池、濃縮タンク、消化タンク、ガスホルダーおよび貯留タンクといった円形構造物のほとんどは池内に約 15cm の補強コンクリートの打増しが必要である。従って旧コンクリートのはつり面に新しく止水版を設置する。（第2巻 6.2、図 6.2,6.3 参照）

#### 2) クラック処理と施工継手処理

すべての構造物において露出したコンクリート面には、縦クラックが顕著に見受けられる。従ってヘアークラックについては、エポキシ系樹脂のコーティングが内側に必要である。

#### 3) 鉄筋処理

必要被り厚の不足による鉄筋の腐蝕処理は重要な改善工事である。被りのはつり後、状況に応じて必要な鉄筋を追加しコンクリート打増を行う。

#### 4) 風化したコンクリート面処理

コンクリート表面が腐蝕や風化状態になっている場合はポリマーコンクリートによる処理を行う。

### (3) プロセス設計

本処理場のプロセス設計は比較検討したとおり、既設の活性汚泥法による生物処理方式を踏襲す

ることを基本とする。

- \* 前処理 : しさ除去、エアレーション沈砂方式
- \* 1次処理 : 沈殿方式
- \* 2次処理 : エアレーション・沈殿方式
- \* 汚泥処理 : 濃縮・消化・機械脱水方式

また、供用開始当初は初期汚水量が計画汚水量の6割程度と予想されるため、過ばっ気にならないような初期対策を考慮する。

#### (4) 改善内容

各土木構造物の改善内容を次に示す。

- \* 低段沈砂池 : 雨天時の流入砂の除去のために新設する。
- \* 高段沈砂池 : 最低流速保持のためのコンクリート壁の設置およびエアレーション沈砂池の躯体の改造・養生。構造物天端への昇降階段の設置。
- \* 揚水ポンプ場 : 躯体の改造・養生並びに昇降階段新設、作業用昇降装置新設。
- \* 最初沈殿池 : 池内部の底版コンクリートおよび側壁の打増し、処理水越流渠の歩廊の設置、漏水箇所の恒久的改修、作業用昇降装置新設。
- \* エアレーションタンク : 池内部の側壁の打増し、エアーケーシングスラブの新設、漏水箇所の恒久的改修、作業用昇降装置新設。
- \* 最終沈殿池 : 池内部の底版コンクリートおよび側壁の打増し、処理水越流渠の歩廊の設置、漏水箇所の恒久的改修、作業用昇降装置新設。
- \* 汚泥濃縮タンク、汚泥消化タンク、汚泥貯留タンクおよびガスホルダー : 処理水越流渠の歩廊の設置、漏水箇所の恒久的改修、作業用昇降装置新設。

### 6.3 概略設計（建築工事）

#### (1) 新施設の概要

新設の沈砂池並びにスクリーン室の必要面積は約 430 m<sup>2</sup>であり鉄筋コンクリート製の柱構造と銅製の組み合わせによるものとし、屋根材はメタルとする。また汚泥処理施設のボイラー室・発電機室の必要面積は約 870 m<sup>2</sup>であり、その他の仕様は新設沈砂池と同様である。

#### (2) 建築設計基準

各建築施設は必要建築面積をチェックし、現況復旧を原則とする。建具、内外装、建築電気・衛生設備は新設となる。消火栓および消防用水管は一部利用可能な部分がある。暖房設備も新設とする。

新設建物は発電機室・ボイラー室の1棟であり、位置は既設ボイラー室の撤去した所とする。

#### 6.4 概略設計(機械工事)

プラント機械設備は円形構造物のクラリファイヤー及び表面エアレーター以外はすべて新設となる。各設備の改善内容は次に示すリストのとおりである。

表 6-1 機械設備機器リスト

施設名	材料名	仕様	基数
No. 0A	低段沈砂池		
No. 0A. 1	電動ゲート	1,500 mm 幅 × 1,500 mm 長	3 基
No. 0A. 2	門型グラブバケット揚砂機	0.3 m <sup>3</sup> (グラブ容量)	1 基
No. 0A. 3	沈砂貯留ホッパ	(有効容量 10 m <sup>3</sup> )	3 基
No. 0B	低段スクリーン室		
No. 0B. 1	流入電動ゲート	2,500 mm 幅 × 2,500 mm 長	3 基
No. 0B. 2	自動粗目スクリーン	50 mm 目 × 2,000 mm 幅	3 基
No. 0B. 3	自動細目スクリーン	25 mm 目 × 2,000 mm 幅	3 基
No. 0B. 4	出口電動ゲート	2,500 mm 幅 × 2,500 mm 長	3 基
No. 0B. 5	し渣貯留ホッパ	(有効容量 20 m <sup>3</sup> )	3 基
No. 1.	流入下水ポンプ室		
No. 1. 1	スクリュウポンプ	78 m <sup>3</sup> /min × 8.91m	4 台
No. 2.	スクリーン室		
No. 2. 1	流入電動ゲート	1,500 mm 幅 × 1,500 mm 長	4 基
No. 2. 2	自動細目スクリーン	6 mm 目 × 1,500 mm 幅	4 基
No. 2. 3	流出電動ゲート	1,500 mm 幅 × 1,500 mm 長	4 基
No. 3.	曝気沈砂池		
No. 3. 1	流入電動ゲート	2,000 mm 幅 × 2,000 mm 長	3 基
No. 3. 2	走行式揚砂機	12,000 mm 幅 × 1.5 kW (エアリフト式揚砂パイプ 3 本設置)	1 基
No. 3. 3	スカム水路流入ゲート	1,000 mm 幅 × 1,000 mm 長	3 基
No. 3. 4	流出ゲート	2,000 mm 幅 × 2,000 mm 長	3 基
No. 4.	最初沈殿池		
No. 4. 1	周辺駆動式汚泥掻き寄装置	52 m 径 × 2.8 m 水深 × 0.75 kW	2 基
No. 5.	エアレーションタンク		
No. 5. 1	表面曝気エアレーター	2,000 mm 径 × 37 kW	3 6 台
No. 6.	最終沈殿池		
No. 6. 1	中心駆動式サイホン集泥装置	52 m 径 × 2.8 m 水深 × 0.75 kW	4 基
No. 7.	流量計		
No. 7. 1	堰式流量計		1 式
No. 8.	返送汚泥ポンプ室		
No. 8. 1	スクリュウポンプ	200 m <sup>3</sup> /min × 8 m × 100 kW	2 台
No. 9.	初沈汚泥ポンプ室		
No. 9. 1	スクリュウ式汚泥ポンプ	5.0 m <sup>3</sup> /min × 11m × 15 kW	2 台
No. 10.	汚泥濃縮槽		
No. 10. 1	中心駆動式汚泥掻き寄装置	30 m 径 × 3.5 m 水深 × 1.5 kW	2 基
No. 11.	濃縮汚泥ポンプ室		
No. 11. 1	スクリュウ式汚泥ポンプ	1.0 m <sup>3</sup> /min × 49 m × 22 kW	2 台

No. 12.	汚泥消化槽		
No. 12.1	汚泥循環用スクリー式汚泥ポンプ	3.75 m <sup>3</sup> /min × 9 m × 11 kW	3台
No. 12.2	消化汚泥用熱交換機	2重管式熱交換容量 3,350 J	2基
No. 13.	ボイラー発電機室		
No. 13.1	水管式	650,000 kcal/時 × 110 °C × 6 bars	2基
No. 13.2	発電用消化ガスディーゼルエンジン	1,000 rpm × 900kW	2基
No. 14.	ボイガスコンプレッサー室		
No. 14.1	消化汚泥攪拌用ブロワー	582 Nm <sup>3</sup> /時 × 2 bars × 37 kW	3基
No. 14.2	消化ガス輸送用ブロワー	400 Nm <sup>3</sup> /時 × 2.2 bars × 30 kW	3基
No. 15.	ガスタンク		
No. 15.1	封水式ガスホルダー	容量 5,000 Nm <sup>3</sup> /時	1基
No. 16.	消化汚泥貯留槽		
No. 16.1	中心駆動型汚泥掻寄せ装置	30 m 径 × 3.5 m 水深 × 1.5 kW	
No. 17.	消化汚泥ポンプ室		
No. 17.1	汚泥ポンプ	6~28 m <sup>3</sup> /時 × 15 m × 1.5 kW	5台
No. 18.	汚泥脱水機室		
No. 18.1	ベルトプレス脱水機	3 m 幅 × ろ過速度 140 kg / m・時 × 1.5 kW	5台
No. 19.	エアブロワー室		
No. 19.1	曝気沈砂池送風用ブロワー	13 N m <sup>3</sup> /min × 1 bar × 10 kW	3台
No. 20.	用水供給ポンプ室		
No. 21.1	脱水機室送水用ポンプ	1.2~2.1 m <sup>3</sup> /時 × 7.1 m × 37 kW	
No. 21.2	脱水機室送水用ポンプ	0.36~0.84 m <sup>3</sup> /時 × 6.85 m × 22 kW	



## 6.5 概略設計（電気工事）

### (1) 電力供給形態

全体計画時電力の供給形態は次のとおりである。

#### 1) 平常時

当下水処理場の最大需要電力は約 2,000kW と推定され、その形態は表 6-2 の通りである。

- ①消化ガス発電を最大限利用する。(最大 1,150kW)
- ②不足分は商用電力の買電により賄う。(最大 3,200kW の受電が可能)
- ③供用開始当初はバイオガスの発生が期待できないため、すべてを買電で賄う。

#### 2) 商用電力停電時

商用電力停電時においても

- ①消化ガス発電を最大限利用する。
- ②不足分は軽油により発電する。

表 6. 2 電力供給形態

形態	平常時 (1)	平常時 (2)	非常時 (1)	非常時 (2)
ガス発電	1,150 ( 800) kW	0 kW	1,150 (800) kW	0 kW
買電	850 (1,200) kW	2,000 (2,000) kW	0 kW	0 kW
ディーゼル発電	0 kW	0 kW	130 (480) kW	1,280 (1,280) kW
計	2,000 (2,000) kW	2,000 (2,000) kW	1,280 (1,280) kW	1,280 (1,280) kW

注 1. ( ) 内は冬期

### (2) 電気設備の復旧計画

#### 1) 電力供給設備

従来設備の機器構成を踏襲する。電気負荷設備の設備容量は従来より、ごくわずかに増加するのみであるため、変圧器容量等も特に変更の必要はない。

但し、発電設備（電圧昇圧設備を含む）の位置は、新設されるボイラー室と合棟とする。各施設の設備リストは表 6. 3 の通りである。

#### 2) 低圧配電盤類

従来設備の機器構成を踏襲する。

#### 3) 中央監視制御装置

従来装置はグラフィック監視盤とオペレーター制御卓とにより構成されている。これらは当下水処理場施設全体の運用状況を一瞥して把握できる利点を有しており、設置スペースの面の問題も特にない。従って、基本的には従来装置の方式を踏襲する。

なお、既設制御装置にはデータログ装置は設置されていないが、当初の建設時点（1980 年代初期）から約 20 年が経過した現在の技術動向、および今後における施設管理上の有用性の点から、データログ装置を設置する。

#### 4) 計測設備

基本的には従来設備の方式を踏襲する。

表 6.3 電気設備機器リスト (1/2)

機 器	数 量	仕 様
<b>0. Pre-treatment and Pre-screening Station</b>		
-現場制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形
-CCTV カメラ及びモニター	1 式	モニターはアドミニストレーション・ビルディングに設置
-計測器	1 台	pH
<b>1. Raw Water Pumping Station</b>		
-現場制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形
-計測器	1 台	水位
<b>2. Screening Station</b>		
-計測器	1 台	水位
<b>5. Aeration Tank</b>		
-現場制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形
-機側閉鎖器函	1 式	金属製屋外閉鎖形
-計測器	4 台	溶存酸素
<b>7. Flow Metering</b>		
-計測器	1 台	流量
-計測器	1 台	pH
<b>8. Recycled Sludge Pumping Station</b>		
-現場制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形
-計測器	1 台	水位
-計測器	1 台	流量
<b>9. Primary Sludge Pumping Station</b>		
-現場制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形
-計測器	1 台	流量
<b>11. Thickened Sludge Pumping Station</b>		
-現場制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形
-計測器	1 台	流量
<b>12. Sludge Digester</b>		
-計測器	2 台	温度
<b>13. Boiler &amp; Engine Generator Room</b>		
-変圧器	2 台	1000 kVA, 10/0.4kV, 3 φ, 50Hz Class H, 乾式
-高圧しゃ断器盤	1 式	金属製屋内閉鎖形 10kV
-現場制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形

表 6.3 電気設備機器リスト (2/2)

機 器	数 量	仕 様
15. Gas Storage Tank -計測器	2 台	流量
16. Homogenized Sludge Holding Tank -計測器	1 台	流量
18. Sludge Dehydration -現場制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形
19. Air Blower Room -現場制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形
20. Power Station -変圧器	2 台	1600 kVA, 10/0.4kV, 3φ, 50Hz Class H, 乾式
-高压しゃ断器盤	1 式	金属製屋内閉鎖形 10kV
-低压配電盤/電動機制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形
21. Substation -変圧器	1 台	1600 kVA, 10/0.4kV, 3φ, 50Hz Class H, 乾式
-高压しゃ断器盤	1 式	金属製屋内閉鎖形 10kV
-低压配電盤/電動機制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形
23. Administration Building -グラフィック制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形
-操作卓	1 式	金属製屋内閉鎖形
-データロガー	1 式	
-無停電電源装置	1 式	金属製屋内閉鎖形
24. Service Water Pumping Station -現場制御盤	1 式	金属製屋内閉鎖形
-計測器	1 台	流量
Outdoor lighting fixture with pole	1 式	200W ナトリウムランプ

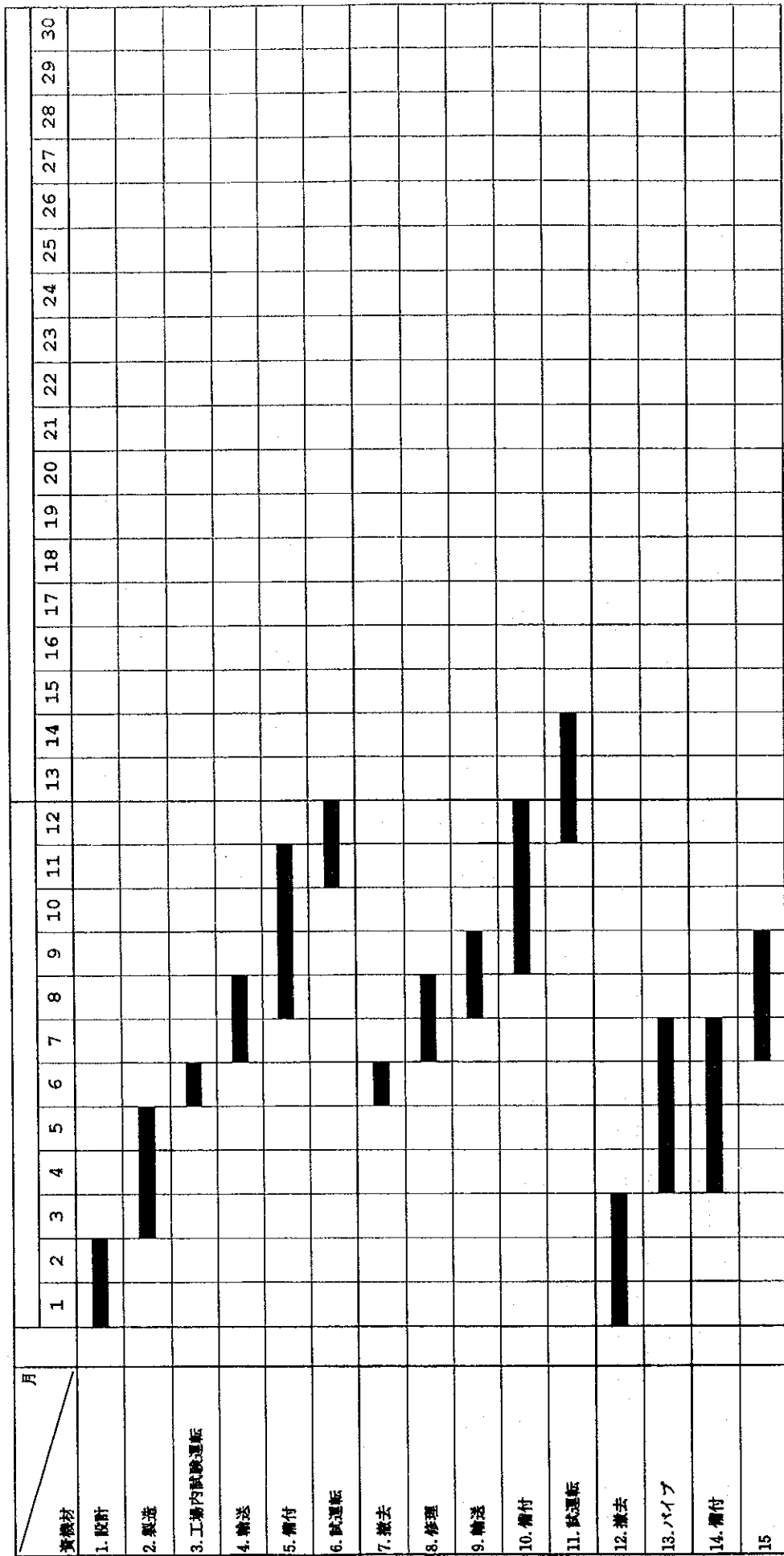
## 6.6 施工計画

BiH 国外務省発行の復興計画を考慮すると、本処理場の改善事業の早期着工が望まれる。概略設計の結果、建設期間として18ヵ月の工期が必要である。

図 6.4 に実施計画を示し、図 6.5 に資機材購入計画をそれぞれ示す。終末処理場のプラント設備の性格上、第三国調達品が多く、プラントの製作期間に時間がかかるため、承認関係の手続等をスムーズにする事に留意しなければならない。



图 6.5 資機材購入計画



## 6.7 維持管理 (O&M)

### (1) 維持管理(Operation and Maintenance : O&M)の改善の基本

サラエヴォ下水処理場は供用開始からおよそ 7 年間運転した結果、当時の時点で次のような問題点が指摘されている。

- 1) 雨天時において大量の土砂が処理施設に流入し運転停止を余儀なくされた。
- 2) 十分な汚泥濃度が期待できず、安定消化やバイオガスの発生に支障をきたした。
- 3) 冬期の各施設の凍結対策が不十分である。
- 4) 主要施設へのアクセスに問題がある。
- 5) 洪水対策が十分でない。

このような問題を解決するために

- 6) 低段沈砂池の新設
- 7) 運転の改良を設計に反映させる
- 8) 温熱、あるいは温水配管による凍結対策の実施
- 9) 各施設に十分な昇降用の階段の設置
- 10) 機器設置レベルの改善

を実施し、効率のよい O&M を目指すこととする。

### (2) O&M の改善内容

各施設の O&M に関する改善の内容は以下のとおりである。

- \* 新設低段沈砂池の築造により 1 次処理の高効率化を図る。
- \* 各施設の運転管理の容易さをチェックする。
- \* 各施設の歩廊は冬季の凍結対策を施す。
- \* 作業用、日常点検業務用の昇降施設を設置する。
- \* 洪水対策として出入り口のレベルを高くする。

### (3) 初期水量対策

2000 年の供用開始当初は少水量、低負荷の流入汚水が予想される。従って晴天時の中間対策として以下に述べる運転を提言する。

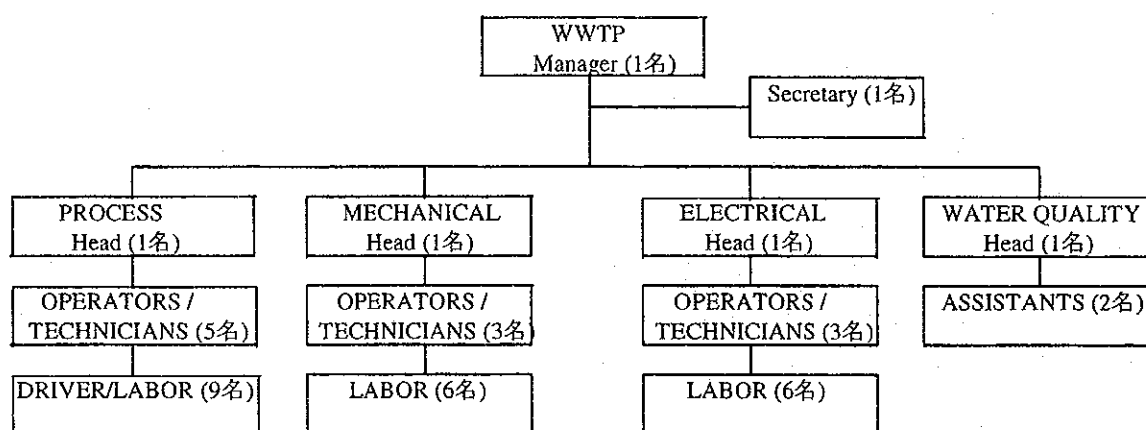
- 1) エアレーションタンク内の必要配酸素供給量は、流水量が少なくても当初より 2 系列必要である。
- 2) 最終沈殿池は 1 系列の交互運転が有効である。



- 3) 全発生汚泥量は全体計画値の 1/3 となると考えられる。従って汚泥消化タンクは当分の間 1 基の運転とし、水処理同様に交互運転を行うべきである。
- 4) バイオガス発生量は馴致期間をすぎるところから安定供給が可能となる。
- 5) 脱水機についても当初は 2~3 基の運転を行い、脱水ケーキの含水率をチェックしながら薬品注入率を調整する。

## 6.8 組織・人材開発計画

本件事業による新たな下水処理場の組織体制は下図のとおりで、総勢 40 名規模となる。



40 名の人員には熟練した技師や維持管理の専門家が含まれるが、そうした人材を現在の FBiH にて確保することは、非常に難しい。よって ViK 自体がそうした人材を雇用できない場合は、外部業者への委託を行うことが考えられる。

また下水処理場建設に関わる海外建設業者から専任技術者の派遣を受け、ViK スタッフをトレーニングして、下水処理場の運転維持管理技術を移転することも有効である。逆に ViK スタッフを海外の下水処理場に一定期間派遣し、技術、ノウハウの習得を行うことも考えられる。

管理業務、料金の請求・徴収、カスタマー・サービス業務に関しては、水道部などからのサポートにより、対処することができる。

## 6.9 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が多く、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。

積算条件は次のとおりである。

- (1) 我が国の ODA である円借款事業を前提とした。

(2) 予備費は全建設費の10%と仮定した。

(3) 第三国調達

埋設管類	:	クロアチア国
銅管類	:	クロアチア国
仮設材	:	クロアチア国並びに欧州諸国
プラント・機械・電気設備	:	欧州諸国

(4) 為替交換率

KM 1.00 = DEM 1.00

DEM 1.00 = JPY 71.20

(1999年5月現在)

以上の仮定・前提条件に基づいて積算したところ表 6.6～6.8 のとおり請負工事費で 64.15 百万ドイツマルク、全事業費で 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。

表6.6 全体事業費

単位：百万ドイツマルク

費目	外貨	内貨	合計
1. 総建設費			
1) 土木工事	1.99	7.99	9.98
2) 建築工事	1.55	3.19	4.74
3) 機械工事	26.71	6.69	33.40
4) 電気工事	12.83	3.20	16.03
小計	43.08	21.07	64.15
2. コンサルタント費			
5) コンサルタント業務	0.50	0.50	1.00
6) 工事監理	2.50	1.50	4.00
小計	3.00	2.00	5.00
3. 予備費			
7) 予備費 (10%)			6.91
総事業費費用			76.06
4. BiH 国側負担分			
8) 1次側高圧線			0.20
9) 地方税、価値税			0.10
10) 雑工事			0.40
11) その他			0.30
総直接費			1.00

表 6.7 工種別・施工別・建設費

施設 番号	土木		建築		機械		電気		合計
	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	
0	682	2,728	104	416	3,064	766	474	119	8,353
1	4	15	22	88	808	202	760	190	2,089
2	7	30	0	0	1013	254	(1 に含む)		1,304
3	19	78	0	0	1,053	264	(19 に含む)		1,414
4	150	600	0	0	405	102	(9 に含む)		1,257
5	447	1,789	0	0	1,540	385	2,309	578	7,048
6	19	75	0	0	1,060	266	(8 に含む)		1,420
7	0	0	0	0	(including in 6)		(24 に含む)		0
8	4	18	4	16	464	116	474	119	1,215
9	4	18	4	16	237	60	190	48	577
10	41	163	0	0	944	237	(11 に含む)		1,385
11	2	9	2	10	(including in 10)		190	48	261
12	331	1,326	0	0	754	189	(including in 13)		2,600
13	0	0	200	800	10,147	2,537	1,856	464	16,004
14	0	0	9	40	1,137	285	(including in 13)		1,471
15	221	884	0	0	379	95	(including in 13)		1,579
16	21	83	0	0	464	117	(including in 8)		685
17	3	11	(including in 18)		104	27	(including in 18)		145
18	0	0	96	384	2,921	731	768	182	5,082
19	0	0	5	20	(including in 23)		190	48	263
20	0	0	56	224	0	0	1,430	358	2,068
21	0	0	7	30	0	0	1,126	282	1,445
22	0	0	3	13	0	0	(including in 23)		16
23	0	0	228	912	0	0	2,322	581	4,043
24	0	0	5	24	222	56	285	72	664
25	0	0	800	200	0	0	(including in 23)		1,000
補足 作業	40	158	0	0	0	0	459	115	772
小計	1,995	7,985	1,545	3,193	26,716	6,689	12,833	3,204	64,160
総計	9,980		4,738		33,405		16,037		64,160
	土木建築=14,718				電気機械=49,442				

表 6.8 維持管理費

1. 予備部品費 (建設費*5%)/12 ヶ月/年/(15-30 年)	= 12,100/DEM/月
2. 薬品費 塩素 30.00 トン/月 * 2,500 DEM/トン * 80 % ポリマー 5.70 トン/月 * 10,000 DEM/トン * 80%	= 60,000/DEM/月 = 45,600/DEM/月
3. 電気代 (1) 電気 基本料金 2,000 kW * 18.36 DEM/kW/月 従量料金 850 kWh * (平均 0.053 DEM/kWh) * 720 時間/月 (2) デイジーゼル 500 リットル/時 * 2.5 回/月 * 1.00 DEM/l	= 36,720/DEM/月 = 32,436/DEM/月 = 1,250/DEM/月
4. 人件費 40 * 1,285 DEM/月	= 51,400/DEM/月
5. 減価償却費 (建設費)/(15-30 年)/12 月/年	= 242,000/DEM/月
6. 汚泥・沈砂の最終処分費 12m <sup>3</sup> *30 日*90DEM/m <sup>3</sup>	=32,400/DEM/月
合計	= 513,906/DEM/月 = 約 514,000 = 6.16 百万 DEM/年

## 6.10 財政計画

財政計画の策定にあたり下記の主要前提条件を採用した結果、事業期間中は、資金不足は発生せず、順調な財政状況が維持できる見込みである。

- (1) 事業費の 85%を年利 1%、償還期間 40 年、猶予期間 10 年の円ローンにより調達する。
- (2) 事業費の 15%を年利 10%、償還期間 12 年、猶予期間 2 年の国内 KM ローンにより調達する。
- (3) 外貨交換レートは DM 1.00 = KM 1.00 = Yen 71.20 とする。
- (4) 将来の為替レートについては不確実性が高いので、交換レートは不変と仮定し、為替差損益は発生しないものとする。
- (5) 下水処理場運営の財務的収支を水道など他の部門から切り離して計算する。したがって将来利益が出た場合も、30%の法人税が課せられると仮定する。
- (6) 円ローン、KM ローンの条件で、建設期間中（事業開始前）の利息支払義務がある場合は、事業収入がまだ見込めないため、必然的に資金不足が生じる。この不足資金については、サエヴォ・カントンや ViK 他部門からの短期借入により対処できるものとする。

表 6.9 キャッシュフロー表

(単位:千円)

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	合計		
1 流入																														
2 下水道料金収入																														
3 外資ローン借入	29,393	29,393	6,945	7,586	7,924	8,340	8,577	8,775	9,026	9,283	9,548	9,814	10,087	10,368	10,656	10,865	10,865	10,865	10,865	10,865	10,865	10,865	10,865	10,865	10,865	10,865	10,865	10,865	247,271	
4 内資ローン借入または補助金受取	5,167	5,167																											58,785	
5 運転資本注入	406	1,219																											10,374	
6 流出																														
7 建設費	34,560	34,580	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	89,160
8 下水処理場維持管理費			3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	81,572
9 下水処理場改良費			487	531	555	584	600	614	632	650	668	687	706	726	746	761	761	761	761	761	761	761	761	761	761	761	761	761	761	17,312
10 法人税			270	792	1,232	1,348	1,414	1,469	1,539	1,611	1,685	1,759	1,833	1,914	1,994	2,053	2,053	2,053	2,053	2,053	2,053	2,053	2,053	2,053	2,053	2,053	2,053	2,053	2,053	43,494
11 外資ローン元本返済	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12 外資ローン元本返済	147	441	568	568	568	568	568	568	568	568	578	588	599	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	33,312	
13 外資返済	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14 内資ローン元本返済	0	0	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	1,037	12,453	
15 内資ローン元本返済	259	778	986	882	778	674	571	467	363	259	156	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16 運転資本返済	0	0	324	493	471	336	201	136	160	187	156	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17 現金繰入金	0	0	0	0	0	509	1,104	1,306	1,603	1,875	2,011	2,127	2,174	2,194	2,194	2,350	2,369	2,395	2,409	2,428	2,448	2,467	2,487	2,506	2,526	2,546	2,565	2,584		
18 累積現金	0	0	0	0	0	509	1,513	2,950	4,553	6,428	8,529	10,811	13,091	15,441	17,810	20,199	22,607	25,035	27,483	29,950	32,437	34,943	37,469	40,015	42,580	45,164	47,769	50,394		

表 6.10 外貨口—償還計画

(単位:百万円)

Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
1 期初残高																						
2 初年度		2,093	2,093	2,093	2,093	2,093	2,093	2,093	2,093	2,093	2,093	2,023	1,953	1,894	1,814	1,744	1,674	1,604	1,535	1,465	1,395	
3 借入金																						
4 返済																						
5 初年度		10	21	21	21	21	21	21	21	21	21	20	19	18	18	17	16	15	15	14	14	
6 借入金																						
7 返済																						
8 初年度		2,093	2,093	2,093	2,093	2,093	2,093	2,093	2,093	2,093	2,093	2,023	1,953	1,894	1,814	1,744	1,674	1,604	1,535	1,465	1,395	
9 借入金																						
10 返済																						
11 初年度		10	31	42	42	42	42	42	42	42	41	40	38	37	36	34	33	31	30	28	27	
12 借入金																						
13 返済																						
14 合計		71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	

13 外貨交換比率円/KM  
\*償還期間40年、猶予期間10年、金利1.9%

Year	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	合計		
1 期初残高																						
2 初年度		1,325	1,256	1,186	1,116	1,046	977	907	837	767	698	628	558	488	419	349	279	209	140	70	2,093	
3 借入金																						
4 返済																						
5 初年度		13	12	12	11	10	9	8	7	7	6	5	4	3	2	2	2	2	1	1	0	513
6 借入金																						
7 返済																						
8 初年度		1,325	1,256	1,186	1,116	1,046	977	907	837	767	698	628	558	488	419	349	279	209	140	70	2,093	
9 借入金																						
10 返済																						
11 初年度		13	12	12	11	10	9	8	7	7	6	5	4	3	2	2	2	2	1	1	0	513
12 借入金																						
13 返済																						
14 合計		71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	71.2	

表 6.11 内貨口—償還計画

(単位:千円)

Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	合計
1 期初残高													
2 初年度		5,187	5,187	4,688	4,150	3,631	3,112	2,594	2,075	1,556	1,037	519	5,187
3 借入金													
4 返済													
5 初年度		259	519	493	441	389	337	285	233	182	130	78	26
6 借入金													
7 返済													
8 初年度		5,187	5,187	4,688	4,150	3,631	3,112	2,594	2,075	1,556	1,037	519	5,187
9 借入金													
10 返済													
11 初年度		259	519	493	441	389	337	285	233	182	130	78	26
12 借入金													
13 返済													
14 合計		259	778	866	882	778	674	571	467	363	259	158	6,224

\*償還期間12年、猶予期間2年、金利1.0%



## 第7章 経済・財務分析

### 7.1 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。主要な前提条件として以下を用いた。

- (1) 初期投資費用は建設並びにエンジニアリングコストを含むが、予備費は含まない。
- (2) 運転期間は2002年から2026年までの25年。
- (3) 新たな本事業により開始される下水処理サービスに対して「下水処理料金」を新たに導入する。また既存の水道料金、排水料金についても、下水処理料金の導入時まで段階的に値上げする。今後の料金変更計画は下記の通り。

年	1999	2000	2001	2002-2026
家事用				
水道	0.70	0.90	1.20	1.50
排水	0.30	0.40	0.55	0.70
下水処理	—	—	—	0.20
合計	1.00	1.30	1.75	2.40
非家事用				
水道	1.82	2.00	2.20	2.50
排水	0.78	0.90	1.05	1.20
下水処理	—	—	—	0.30
合計	2.60	2.90	3.25	4.00

(KM/m<sup>3</sup>)

- (4) 計画人口・下水流量は本調査インテリム・レポートに準拠し、下水処理料金は水道使用量を基に算定される。
- (5) 料金徴収率を下記の通り段階的に改善する。

年	1998 現行	1999	2000	2001	2002	2003 - 2026
家事用使用者	50%	54%	58%	62%	66%	70%
非家事用使用者	80%	82%	84%	86%	88%	90%

- (6) 価格基準年を建設の始まる2000年とした実質価格にて財務計算する。ただし人件費は一般物価を上回る率で2010年まで実質上昇すると考える。
- (7) 一世帯あたり平均家族数は3.7人とする。また世帯収入のうち上下水道料金として負担できる一般的な上限は6%と考える。

以上の主要条件のもとに財務内部収益率は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。

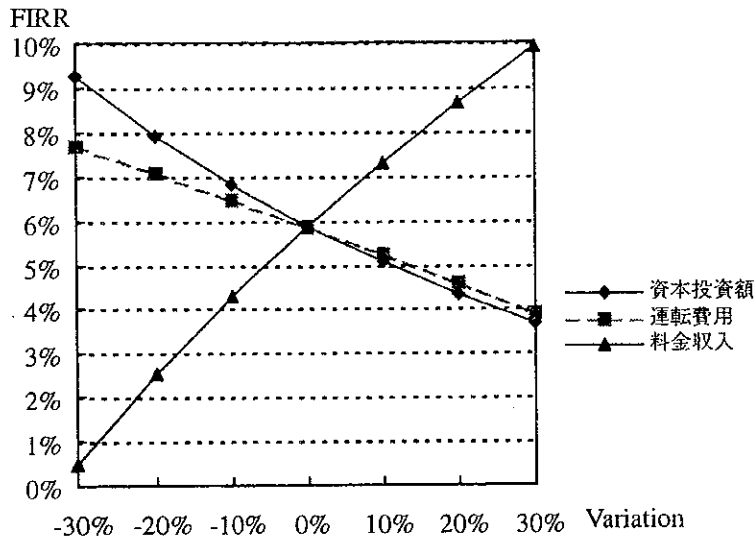
財務内部収益率に対する収入、費用の感度分析によれば、10%の収入減かつ10%の費用増におい

でも実行可能な収益率が確保できる見込みである。

		収入		
		0%	-10%	-20%
費用	0%	5.9%	4.3%	2.5%
	+10%	4.4%	2.9%	1.1%
	+20%	3.1%	1.5%	-0.3%

2.35%資本コストならば財務的に実行可能

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、下図のとおり料金収入に対する感度が最も高いことがわかった。



## 7.2 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。

表7.1 財務内部収益率

Item	Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015-2026	
1) WWTP rate revenue from domestic users (000KM/year)		0	0	3,876	4,278	4,451	4,837	4,776	4,919	5,066	5,218	5,374	5,531	5,693	5,859	6,030	6,209	
2) WWTP rate revenue from non-domestic users (000KM/year)		0	0	3,079	3,308	3,474	3,703	3,802	3,956	3,959	4,065	4,174	4,283	4,394	4,509	4,626	4,666	
3) Capital investment (000KM/year)		34,580	34,580															
4) WWTP direct O&M cost (000KM/year)				3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	
5) WWTP overhead cost (000KM/year)				487	531	555	584	600	614	632	650	668	687	706	726	746	761	
6) Net cash flow (000KM/year)		-34,580	-34,580	3,205	3,792	4,107	4,493	4,714	4,888	5,131	5,371	5,617	5,864	6,118	6,379	6,647	6,842	
7) IRR =		5.9%																

表7.2 経済内部収益率

Item	Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015-2026	
1) WTP of domestic users				3,769	3,849	3,930	4,013	4,097	4,184	4,272	4,362	4,454	4,545	4,637	4,731	4,828	4,926	
2) WTP of non-domestic users				10,767	11,333	11,900	12,587	13,025	13,211	13,585	13,928	14,301	14,673	15,054	15,446	15,848	15,953	
3) Capital investment (000KM/year)		34,580	34,580															
4) WWTP direct O&M cost (000KM/year)				3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	3,263	
5) WWTP overhead cost (000KM/year)				487	531	555	584	600	614	632	650	668	687	706	726	746	761	
6) Net cash flow (000KM/year)		-34,580	-34,580	10,807	11,388	12,012	12,853	13,259	13,518	13,942	14,377	14,823	15,267	15,722	16,189	16,667	16,855	
7) EIRR =		17.4%																

## 第8章 環境影響評価

### 8.1 環境影響と対処方法

サラエヴォ下水処理場の復旧は、ミリヤッカ川及びボスナ川に現在流入する汚濁負荷を大幅に削減するものである。事業の実施により以下の環境影響があることが考えられ、その対策を本調査計画に反映させる。

#### ①下水汚泥の処分：

処分先である埋立処分場は、現在 European Union (EU)の環境基準達成を目標に、衛生面を考慮した埋立に改良中である。従って下水汚泥の埋立に関しても、汚泥に含まれる有機成分、並びに容量の削減が求められている。よって本下水処理場の復旧計画においても、汚泥処理に消化汚泥脱水プロセスを取り入れた。

本下水処理場供用後の汚泥発生量は、約 118 トン/日 (2000 年)、198 トン/日 (2015 年) と予想され、現在の市内のゴミ発生量は約 500 トン/日と比べても多大である。そのため供用開始後の汚泥処理に関して、カントン・サラエヴォの公営企業である清掃公社 (RAD) と協議を行った。その結果、当面は埋立による処分は可能であるが、将来的には汚泥の再利用を進める必要性があることに合意した。また、汚泥再利用の必要性に関しては、ViK の理解も得た。現在 RAD は、埋立地の拡張、ゴミ中の有機物のコンポスト化等を検討しており、下水汚泥の量も検討が行われている。

全国的にも、ゴミ処理に関して、全国ゴミ監理計画調査が欧州のコンサルタントによって進められており、それによる将来のゴミ処理計画に対して対策を検討することが必要である。

#### ②工場廃水：

工場廃水の公共下水道接続における工場排水の排水水質基準遵守は、下水汚泥の再利用や処理場の安定運転のためにも不可欠である。クウェート基金の M/P で提案されている基準の法律化や、監視体制確立の必要性について ViK は認識している。

#### ③臭気対策：

処理場供用開始後、悪臭が発生するが、処理場周辺は農場であり、住宅地から約 1km 離れていることから、臭気対策に膨大な費用を投入することは現時点では対費用効果は低い。よって当面の悪臭防止対策として、処理場境界に緑地帯を設けるなどの対処が望まれる。また、主な臭気発生元である沈砂池や汚泥脱水施設に関しては、本調査における計画において、将

来必要になった場合、悪臭防止ができるように臭気防止施設の検討を実施した。

## 8.2 提言

①処理場からの排水基準に関しては、既設の下水処理場設計時の計画排水基準（BOD が 20 mg/l、SS が 30 mg/l）では河川基準を達成できない。河川の基準を達成するためには、最低河川流量にて算出すると、排水水質は BOD で 12.8 mg/l 以下が必要となる。現状復旧を目的とする本計画においては、高度処理の計画は提言されないが、計画年度の 2015 年以降はより高度な処理施設を設けることを提言する。

②クウェート基金 M/P では、大腸菌や回中卵の基準設定の提案がされている。本調査においては河川の大腸菌検査を行いそれをもとに、塩素消毒施設の計画を提案している。

## 第9章 結論並びに提言

### 9.1 結論

#### (1)本調査の基本方針

本調査は、1992年より約4年間続いた戦争により破壊された、サラエヴォ下水処理場を戦前の状態に復旧させることを前提として行われた。よって、各施設の設備、機械、電気機器に関しても既存の施設能力に復旧させる事を前提に診断を行い、その結果をもとに概略設計を行うものである。

#### (2)機能診断結果

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。

#### (3)復旧代替案の検討

機能診断業務の結果を考慮し、処理プロセスの代替案の検討を行った。

##### 1) エアレーション方式の検討

活性汚泥法のキーワードであるエアレーション方式については、ここでは現行の表面ばっ気方式と散気方式の比較を行った。この結果、両者の大きな違いは、消費電力量である。表面ばっ気方式の消費電力量は約1,330 kWhで、それに対し散気方式は約1,040 kWhである。当処理場では、消化汚泥が発生するバイオガスによるガス発電を採用していることを考慮し、買電によるO&M費の上昇は大きな要因とならないため、改善計画においては現行どおりの表面ばっ気方式を採用するのが最適であると判断した。

##### 2) 汚泥処理プロセスの代替案比較

汚泥処理についても現行の汚泥消化方式と代替案である生汚泥直接脱水方式の比較を行った。その結果、当地の環境条件に整合可能な脱水ケーキの最終処分を考慮すると、現行どおりの汚泥消化方式を採用し、バイオガスの有効利用を図る方式を決定した。

#### (4) 処理場復旧改善計画および改善事業費

機能診断業務の結果より判断し、処理場復旧改善計画の基本を次の通りとする。

- 1) 雨天時の流入沈砂対策として低段沈砂池を新設する。
- 2) 既存施設は基本的に改善・補修をし、内戦前の状態に復興する。
- 3) プラント機械・電気設備については一部のクラリファイヤーを除いて新設扱いとする。
- 4) 新設建物はボイラー室・発電機棟として、その他は土木施設同様に改善・補修とする。

これらの改善の基本に基づき概略設計を行い(巻頭の概略設計図参照)、概算事業費を算出した。その結果は、

- 5) 改善計画の請負工事費は約 64 百万ドイツマルク、また全事業費は約 76 百万ドイツマルクとなった。
- 6) 維持管理費は年間あたり約 6.1 百万ドイツマルクとなった。

#### (5) 経済・財務分析

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の環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月当りの支払意志額も 3.0~4.1KM と比較的高い。

#### (6) 環境影響評価

処理場改善後の供用開始が環境に影響することが予測されるため次の対策が有効である。

- 1) 処理場から発生する沈砂・し渣・ならびに脱水ケーキの最終処分にあたり、これらの減量化・軽減化が不可欠である。そのためにはコンポスト化等が候補として挙げられる。
- 2) 工場排水の公共下水道への取り込みについては、排水基準等の確立や発生者負担の原則に基づく前処理の必要性が指摘される。
- 3) 近い将来、環境基準の達成遵守には、処理水質が BOD で 12.8 mg/l 以下にする必要があることが予想される。この対策として最終沈殿池の増設等が有効策である。

- 4) また、同時に大腸菌対策として塩素注入方式の導入を計画する。

## 9.2 プロジェクト事業化の必要性および効果

### (1) 『ボ』国復興開発計画との整合

第2巻主報告書、第3章に既述したとおり、同国の「復興優先再建計画」において、我が国のODAの位置付けは明確である。同計画の枠組みの中でも本案件は他のドナー国との関連案件との協調を図り、効果的な下水処理場の改善計画であることが判明した。他の国際機関ならびにドナー各国も同様の認識を示しており、事業実施に向けても必要なアクションを執行することが望まれる。

### (2) 環境基準の遵守

2015年には人口は2000年の40%増となることが予想されており、経済発展も内戦直前の状態にまで復興すると言われている。このような状況の中で、公共水域に放流される下水処理場の処理水に関しても、欧州各国並みの環境基準を遵守することが義務づけられる可能性が十分考えられる。責任あるヨーロッパ諸国の一員として認知されるためにも、出来るだけ早い時期に下水処理場を復旧させることが、重要である。

### (3) 下水処理による環境改善効果

現在未処理放流しているが、処理場の改善事業完了後は処理水質がBOD 20mg/l、SS 30mg/lで公共水域に放流可能となる。従って放流河川であるボスナ川の放流水質基準を遵守することができ、ひいては国際河川であるドナウ川の環境保全に寄与できるものである。

さらに面整備の促進によりミリヤッカ川に直接排水している排水路が公共下水道に接続可能となり、サラエヴォ市内の河川水質も向上する。このことにより市民の住環境の向上、法定伝染病の減少が期待できる。

## 9.3 提言

### (1) 全体計画の提言

2015年の環境・下水道行政に対応するため、下水処理のグレードを上げる必要性が予測される。従って本計画においては提示されなかったが、将来的には、次の施設の計画を提案する。

#### 1) 最終沈殿池の増設

2015年において雨天時の場合、欧州諸国で主流であるドイツ基準の表面積負荷を遵守するためには最終沈殿池2池の増設が必要となる。増設する沈殿池の仕様は既設の仕様と同じで、配置は巻頭の一般平面図(2015年)のとおり、既設の東側とする。



## 2) 塩素混和池

最終沈殿池と同様に 2015 年には大腸菌の規制も考えられる。従って、この対策はとしては処理水に塩素注入を計画することを提言する。

## 3) 脱臭計画

既設前処理施設ならびに新設前処理施設においては環境面および労働衛生面より脱臭を計画し、環境基準に対応することとする。

## (2)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。

## (3)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/m<sup>3</sup>

非家事用利用者 0.7+0.2(下水処理場用)KM/m<sup>3</sup>

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。







JICA

9  
6  
5