

1 下水道施設のフイージビリティスタディ

1.1 フイージビリティスタディの一般条件

1.1.1 対象地域及び目標年度

F/S 対象区域である Zabadani は、Damascus 郊外県に位置している。関連都市は、Zabadani、Bloudan、Bukein、Madaya の 4 都市である。Zabadani 及び Bloudan が、Zabadani sub-district、Bukein 及び Madaya が Madaya sub-district に属している。これらの都市は比較的近接しており、行政的には分かれているが、ひとつの生活圏と考えられる。

Zabadani は標高約 1,000m の高地であり、夏季には、快適な環境を求めて多くの観光客が訪れる。そのため、夏季における汚水量は、冬季の 2 倍以上になっている。以下がフイージビリティスタディの一般条件である。

- M/P の目標年度は、2025 年である。F/S の目標年度は段階的整備を考慮しその途中年度の 2015 年とする。
- 処理場の設計及び建設には、約 3 年を要すると考えられ、その他にも必要な手続き等があるため、実際の処理場供用開始までには約 7 年が必要になると予測される。よって処理施設は 7 年後の 2015 年の汚水量を処理できる規模とする。

1.1.2 汚水収集システム

シリアにおける汚水収集システムは、汚水・雨水を同一の管で収集する「合流式」が一般的である。Zabadani における汚水収集システムも合流式である。合流式においても雨水は汚水から分離すべきであり、「雨水分離」については付属資料 3.4 で詳細に記述してある。

下水管渠は全てコンクリート製であるが、国産品の品質は劣悪である。あるものは鉄筋すら入っていない。また、その継ぎ手成形が不正確で、水密になっていない。管渠は 50 年程前から埋設されており、相当老朽化している。そのため、下水管からの下水漏水、管渠破壊の危険性がある。各市では管渠補修或・更新工事が行われている。

家庭で発生した汚水は下水管に流入、汚水幹線を経由し、未処理のまま Barada 川へ排出されている。下水管は、ほぼ全ての区域で整備されている。下水管の整備されていない区域には、Pit Latrine が設けられている。その汚泥は、定期的にバキュームカーにより引き抜かれ、近隣の水路或いは下水のマンホールへ捨てられており、公共用水域の汚濁源となっている。この地域の地形は、傾斜地であり、地盤は適度な勾配がある。そのため、汚水管は、地表に沿って比較的浅い位置に埋設されている。

1.1.3 汚水量原単位及び汚濁負荷量

(1) 汚水量原単位

汚水量は一人当たりの汚水量原単位に人口を乗じて算定される。汚水量には、一般家庭汚水量と非家庭汚水量がある。非家庭汚水量には、店舗、学校、事務所、工場等が含まれる。2004年における一般家庭給水量原単位は、EIB Study を参考にして100LCDと推定した。給水量原単位は、将来生活水準の向上に伴い上昇するものと考え、毎年1LCD増加するものとした。

非家庭給水量の家庭給水量に対する比率は、都市化が進むに従い高い値となる。逆に小規模の住宅地では低い値となる。Zabadani は都市の規模が大きいのでこの比率を30%とした。その他のBloudan、Bukein、Madayaの3都市は中小都市であるので、この比率を10%とした。

給水量の内、汚水量となる比率を汚水変換率という。この比率は、EIB Study に準じて80%とした。

日最大汚水量は、年間を通して最大の汚水量のことである。その平均汚水量に対する比率は、WB Study に準じて1.2とした。時間最大汚水量は、時間当たりのピーク汚水量のことである。その日最大汚水量に対する比率は、WB study に準じて1.8とした。

非家庭汚水量以外に、地域（地中海沿岸、ユーフラテス川沿い）によっては地下水を見込む必要がある。また、人口統計上カウントが難しい難民や準定住型遊牧民の汚水も、可能な限り考慮する必要がある。そのため、不明水として、日最大汚水量の20%を見込む。

Zabadani 地区は観光地であり、夏季には、その快適な気候を求めて多くの観光客が集まる。そのため、夏季には冬季に比べて格段に多くの汚水が発生している。観光汚水量の家庭汚水量に対する比率は、EIB Study 及び宿泊施設整備状況を考慮して、表1.1.1のように設定した。

表 1.1.1 観光汚水量の比率

都市名	観光客汚水量 (%)	家庭汚水量 (%)	合計 (%)
Zabadani	200	100	300
Bloudan	300	100	400
Madaya	50	100	150
Bukein	250	100	350

上記の設定により推定した汚水量原単位を表 1.1.2、1.1.3 に示す。

表 1.1.2 汚水量原単位 (非家庭汚水量率=0.3)

(単位：LCD)

項目	2004	2010	2015	2020	2025
日平均 (DAF)					
家庭系	100	105	110	115	120
非家庭系	30	32	33	35	36
計	130	137	143	150	156
変換率			0.8		
汚水量	104	109	114	120	125
日最大 (DMF) (DMF=1.2×DAF)	125	131	137	144	150
時間最大 (PHF) (PHF=1.8×DMF)	225	236	247	258	270
不明水 (=DMF×20%)	25	26	27	29	30
計画汚水量原単位					
日平均	129	135	142	148	155
日最大	150	157	165	172	180
時間最大	250	262	275	287	300

表 1.1.3 汚水量原単位(非家庭汚水量率=0.1)

(単位：LCD)

項目	2004	2010	2015	2020	2025
日最大 (DAF)					
家庭系	100	105	110	115	120
非家庭系	10	11	11	12	12
計	110	116	121	127	132
変換率			0.8		
汚水量	88	92	97	101	106
日最大 (DMF) (DMF=1.2×DAF)	106	111	116	121	127
時間最大 (PHF) (PHF=1.8×DMF)	190	200	209	219	228
不明水 (=DMF×20%)	21	22	23	24	25
計画汚水量原単位					
日平均	109	115	120	125	131
日最大	127	133	139	146	152
時間最大	211	222	232	243	253

(2) 汚濁負荷量

一人当たり汚濁負荷量は、Adraa STP における流入水質を参考にして、以下のように設定した。

表 1.1.4 汚濁負荷量及び設計水質

水質項目	平均汚濁負荷量 (g/capita/day)	計算水質 (mg/l)	処理場設計水質 (mg/l)
BOD	38.4	248	310
SS	45.3	292	360
T-N	9.3	60	74
T-P	3.0	19	24

注) BOD 負荷量は諸海外データに基づき推定。その他の水質項目については、Adraa STP での水質分析結果に応じて推定した。

1.1.4 フィージビリティスタディで設計する施設

各都市における下水管渠は既に大部分が完成している。現在、汚水は汚水幹線である暗渠・開渠を流れて Barada 川へ放流されている。この開渠から発する臭気を防止するため、開渠を暗渠化する計画があり、各市により実施されている。また、開水路に平行して現在使用されていない鉄道路線があり、幹線ルートの一部はこの線路敷きに変更するよう計画されている。従って、F/S で、幹線を計画する必要はない。

Zabadani 地区は、丘陵地であり地盤勾配が適度にあることから、汚水は全て自然流下で運ばれる。即ち、ポンプ施設は必要ない。

汚水幹線には、雨水と汚水が流入している。晴天時は雨水が混入しないので、全ての汚水の処理を行う。雨天時には多くの雨水が汚水に含まれる。その全てを処理することはできないので、汚水を処理するものと処理しないものに分ける必要がある。そのための施設が分水施設を F/S で計画する。2015 年における計画汚水量を処理する能力がある下水処理施設も F/S で計画する。

図 1.1.1 に下水道施設一般図を示す。

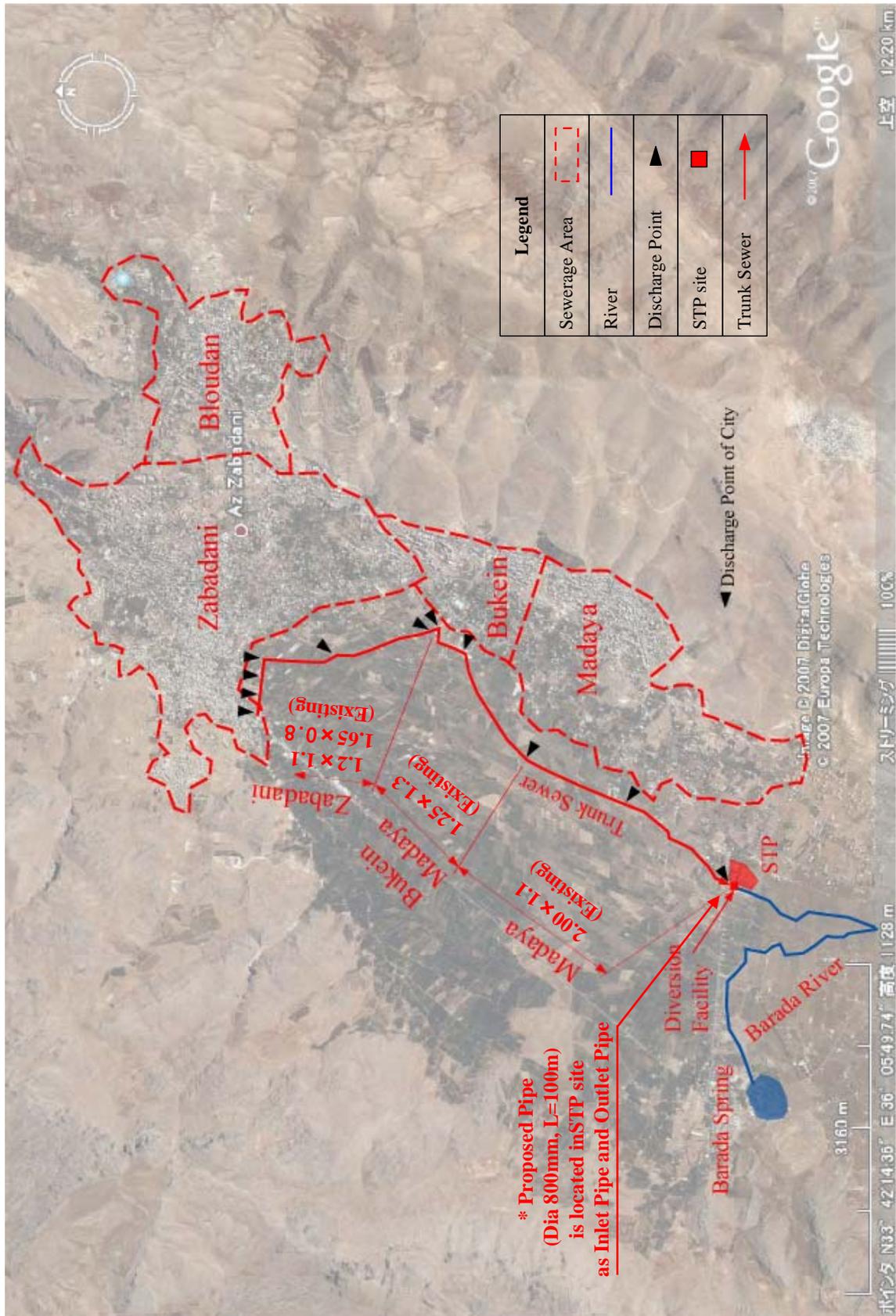


図 1.1.1 下水道施設一般図

1.1.5 下水道システム基礎数値の要約

人口、汚水量及び他の基礎数値の要約を表 1.1.5 に示す。

表 1.1.5 F/S 段階における下水道システム基礎数値の要約

項目	単位	フィージビリティスタディ		マスタープラン	
目標年度		2015		2025	
計画人口	人	48,300		53,500	
日平均汚水量	m ³ /day	18,250		22,201	
処理施設系列		9		10	
処理方式		Oxidation Ditch Method		Oxidation Ditch Method	
放流先		水路を經由して Barada 川		水路を經由して barada 川	
水質		流入	放流	流入	放流
BOD	mg/l	310	30	310	30
SS	mg/l	360	30	360	30

1.2 下水道施設の設計

1.2.1 計画人口及び汚水量の推定

(1) 計画人口の推定

人口データは、信頼性が最も高い国勢調査の値を使用した。国勢調査は過去 1981 年、1994 年、2004 年に行われているが、市町村単位の人口データは、1994 年と 2004 年の調査で得られている。この 2 種類のデータを使って、その間の人口増加率を算定した。

1981 年データでも「県全体人口」はあるので、人口増加傾向の比較はできる。1981-1994、1994-2004 の 2 つの区間におけるデータによれば、後者の人口増加率が小さく、人口増加に抑制傾向があることが分かる。

人口増加率を一定とすると過大な計画人口となるので、低減率を考慮することとし、1981-1994、1994-2004 の 2 つの区間におけるデータより、5 年毎の人口増加率の低減率を 80% と設定した。各都市の計画人口の推定値を、表 1.2.1 に示す。

表 1.2.1 計画人口の推定

(単位：人)

地区	準地区	市町村	1994	2004	2010	2015	2020	2025	年間人口増加率 (%)
Total			36,129	40,623	45,000	48,300	51,100	53,500	
Zabadani	Zabadani	Zabadani	21,049	26,285	30,000	32,800	35,200	37,300	2.25
		Bloudan	4,685	3,101	3,300	3,400	3,500	3,600	1.00
	Madaya	Madaya	8,649	9,371	9,800	10,100	10,400	10,600	0.80
		Bukein	1,746	1,866	1,900	2,000	2,000	2,000	0.67

(2) 計画汚水量の推定

前述したように、本地区には夏季に多くの観光客が集まるため、汚水量が著しく増加する。汚水量は夏季の水量を算定している。観光汚水量は、EIB Study に準じて家庭汚水量に対する比率で、表 1.1.1 に示すように算定している。Zabadani 地区計画汚水量を表 1.2.2 に示す。

表 1.2.2 計画汚水量の推定

市町	項目		単位	2004	2010	2015	2020	2025
Zabadani	計画人口		per.	26,285	30,000	32,800	35,200	37,300
	汚水量 原単位	日平均	LCD	129	135	142	148	155
		日最大		150	157	165	172	180
		時間最大		250	262	275	287	300
	観光汚水量		%	200	200	200	200	200
計画汚水量	日平均	m ³ /day	10,169	12,187	13,959	15,661	17,317	
	日最大		11,809	14,152	16,210	18,187	20,110	
	時間最大		19,682	23,587	27,017	30,311	33,516	
汚水量 原単位	日平均	LCD	109	115	120	125	131	
	日最大		127	133	139	146	152	
	時間最大		211	222	232	243	253	
Bloudan	計画人口		per.	3,101	3,300	3,400	3,500	3,600
	観光汚水量		%	300	300	300	300	300
	計画汚水量	日平均	m ³ /day	1,354	1,512	1,632	1,757	1,886
		日最大		1,572	1,756	1,896	2,040	2,190
時間最大		2,620		2,927	3,160	3,400	3,650	
Bukein	計画人口		per.	1,866	1,900	2,000	2,000	2,000
	観光汚水量		%	250	250	250	250	250
	計画汚水量	日平均	m ³ /day	713	762	840	878	917
		日最大		828	885	976	1,020	1,064
時間最大		1,379		1,475	1,626	1,700	1,774	
Madaya	計画人口		per.	9,371	9,800	10,100	10,400	10,600
	観光汚水量		%	50	50	50	50	50
	計画汚水量	日平均	m ³ /day	1,534	1,684	1,818	1,958	2,082
日最大		1,781		1,956	2,112	2,273	2,418	
時間最大		2,969		3,260	3,520	3,789	4,030	
Total	計画人口		per.	40,623	45,000	48,300	51,100	53,500
	計画汚水量	日平均	m ³ /day	13,769	16,145	18,250	20,254	22,201
		日最大		15,990	18,749	21,193	23,520	25,782
		時間最大		26,650	31,249	35,322	39,201	42,970

1.2.2 汚水収集システム

下水管網は完成し、幹線整備も工事着手されており、F/S で計画すべき施設は、分水施設と分水汚水を処理場に輸送する幹線である。これらは晴天時汚水全量と雨天時汚水の一部を処理場へ輸送する。図 1.2.1 を参照されたい。

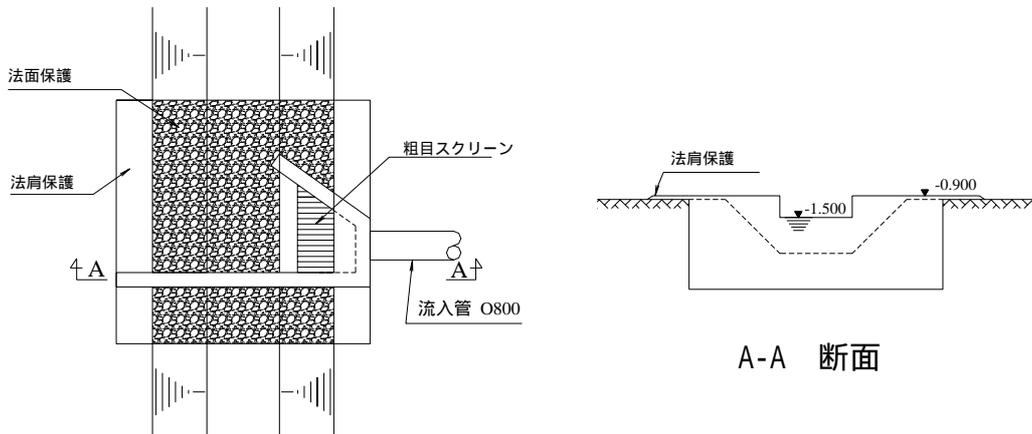


図 1.2.1 分水施設の概要

雨天時汚水の一部は分水堰を越流し、下流側水路に放流される。しかしながら、この越流汚水に含まれる汚濁負荷量は、晴天時汚水に含まれるものと比較すれば極めて小さく、本水路及び水路が合流する Barada 川の自浄作用も期待しうる。角落しは越流量調整のため計画した。

汚水は堰によりピットに導水され、流入幹線により処理場に輸送される。図 1.2.2 を参照されたい。

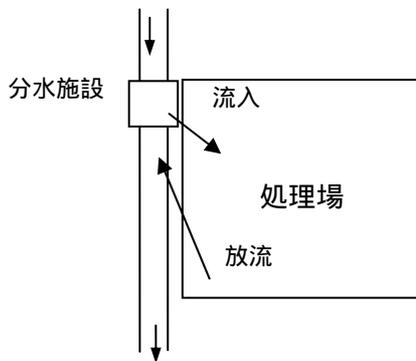


図 1.2.2 分水施設・処理場位置図

現段階では流入雨水量は不明である。詳細雨水流出解析では、管渠毎の集水面積、降雨強度公式、雨水流出量公式に基づき計算されるが、調査期間が限られていたため、詳細解析を行う余裕はなかった。前述したように、晴天時汚水量の数倍になると予想されるため、雨天汚水量全量の処理は現実的でない。そのため雨天汚水量の「一部」の処理を行う。2025年計画時間最大汚水量の2倍までを処理するものとするれば、分水施設から処理場までの幹線仕様は表 1.2.3 の如くである。

表 1.2.3 幹線計画

計画汚水量		計画管渠能力	管径	勾配	流速	管渠流下能力
m ³ /day	M ³ /s	m ³ /s	mm	‰	m/s	m ³ /s
42,970	0.497	0.994	800	3.4	1.99	1.002
晴天時汚水量		2Q _{DWF}				2.1Q _{DWF}

処理汚水は水路内流量を維持するため、分水施設の直下流に放流する。

1.2.3 下水処理場

(1) 下水処理施設設計の一般条件

1) マスタープランにおける基本データ

表 1.2.4 に Zabadani 下水処理施設設計の一般条件を示す。

表 1.2.4 Zabadani 下水処理場設計条件

項目	単位	M/P	F/S
計画目標年度		2025	2015
計画汚水量 Q ₁ (日平均) (主要処理施設)	m ³ /d	22,201	18,250
計画汚水量 Q ₂ (時間最大) (ポンプ、UV)	m ³ /d	42,970	35,322
敷地面積	m ²	Approx. 60,000	
計画水質		BOD	SS
流入	mg/l	310	360
放流	mg/l	30	30

注) UV = Ultra Violet Radiation Equipment (紫外線消毒設備)

2) M/P における水処理方式のレビュー

シリアにおける最適処理方式は、最近の処理方式採用の状況や必要条件に則って、一般的な処理方式から選定された。特に、複雑な操作のいる方式や、冬の寒気の影響を受ける方式は除いた。そして適用可能な処理方式を以下のように選択した。

- a) 標準活性汚泥法 Conventional Activated Sludge Method
- b) 標準長時間バッキ方式 d aeration Method
- c) オキシレーションディチ法 (OD 法、長時間バッキ方式の一つ)
- d) Wet Land 方式
- e) 接触バッキ方式

処理方式の特徴を表 1.2.5 に示した。

水量規模的に、Zabadani で採用可能な処理方式は、標準活性汚泥法、標準長時間バッキ方式、オキシレーションディチ法である。

これらの処理方式であれば処理場予定地に配置可能である。

処理方式の選定において特別に考慮しなければならないのは、処理水の再利用と、地下

水の閉鎖性水域の観を有する Rural Damascus における地形的条件である。この地域において窒素化合物による地下水汚染が問題になっているからである。

長時間バッキ方式は硝化は促進するが脱窒はできないため T-N は減らない。よって地下水に窒素が蓄積することを助長する。標準活性汚泥法も地下水汚染に関しては同様である。

よって OD 法を提案する。この方式だと脱窒はするし維持管理が容易である。表 1.2.6 で比較したが、その他の点でも OD 法の長所が確認された。

処理水は灌漑用水として利用するため UV 方式を採用した。(要望ならびに他のドナーも UV を採用していることを考慮)

表 1.2.5 処理方式の特徴

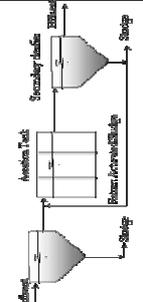
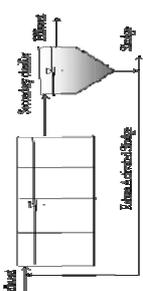
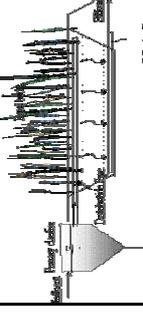
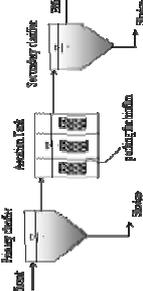
	標準活性汚泥法	標準長時間バツキ法	オキシデーションディッチ法	Wet Land法	接触バツキ法
Schematic Drawing					
方式	最も基本的な活性汚泥法である。沈殿下水は返送汚泥と混合され、いくつかの池を通して散気装置により散気される。有機物質は活性汚泥に吸着・摂取され、増殖しフロック化した汚泥として最終的に最終沈殿池で沈殿し除去される。	これは活性汚泥法の一つである。沈殿処理されていない高濃度の有機物を生物学的に処理する方式であるためエアレーションタンクは大きい。標準活性汚泥のおおむね3倍のエアレーション時間となる。	これも活性汚泥法の一つであり、長時間バツキ法に括られる。反応槽はエアレーション装置が具備された長円形の水路である。スクリーニング処理、砂が除去された下水は、返送汚泥と混合されこの水路で空気を与えられながら長時間循環し、最終沈殿池で増殖汚泥が除去される。	Wet Land法は、植物の叢による自然浄化を利用した単純かつ洗練された処理方式である。この方式は、reed bedと、reed bedの有機物負荷を低減するための最初中沈殿池で構成される。消毒設備が不要である。	この方式は生物膜法の一つであり、一般的に接触材としてプラスチックはエアレーションの中に浸けられ、この表面に生物膜を形成させ、これに有機物を取り込む。 Primary clarifier can be omitted in
特徴	この方式は処理水に高い安定性が要求され、かつ、用地の制約がある大規模処理場に適する。一方、建設費や維持管理コストが他の方式に比べて比較的高い。つまり、この方式は、ハイレベルなオペレーターが要求されること、日夜、多くの設備の点検が要求され、最初沈殿池と最終沈殿池の両方から汚泥が発生する、などの理由があるからである。	この方式は電力消費量が大きい。汚泥量が少ないという特徴があり、小規模処理場に適する。 - 維持管理は比較的容易であるが、流入下水濃度に耐じたエラーと返送汚泥のコントロールに注意が必要である。過バツキによる活性汚泥の解体を防ぐためである。 - 臭いは比較的少ない。 - 余剰汚泥が少なく有機物は分解され安定している。	- 低負荷運転であることと、好気ゾーンと嫌気ゾーンが絶妙に配置され、安定した処理ができる。維持管理が容易なためオペレーターが困難な地方の処理場において、労務の問題解決が容易である。 - 硝化・脱窒ができる。 - 臭いは比較的少ない。 - 合流式下水道において、低濃度下水の流入が処理を阻害することはない。 - 余剰汚泥が少なく有機物は分解され安定している。 - バツキ時間が長い建設費は他の処理方式とほとんど変わらない。	このシステムは単純であるため、維持管理が容易であり、維持管理、建設費ともに安い。しかしながらこの方式は非常に大きな用地が必要である。よってこの方式は地方の人口が少ない都市に適する。	- 返送汚泥がないため維持管理が容易である。 - 接触材の選定において表面積の大きなメディアを導入すれば流入量と質の変動に柔軟に対応することができるとができる。 - 高負荷で運転する場合、接触材の詰まりに注意しなければならない。 - 汚泥発生量が非常に少ない。有機物は分解され汚泥は非常に安定している。

表 1.2.6 処理方式の比較

評価要因	OD	長時間 バッキ法	標準活性汚 泥法
<u>用地の確保:</u> 与えられた用地に対して将来の下水道増や更新に対して対応が可能か。	+	+	+
<u>硝化:</u> NH ₃ -N の除去	+	++	+
<u>脱窒素:</u> T-N の除去 (地下水汚染に対して)	++		
<u>灌漑用水の利用:</u> 処理水の利用は多くが灌漑であり、長時間処理によって脱窒素まで行ったほうが望ましい。	++	+	
<u>負荷変動に対して</u> O&M にとって長時間処理によってピーク時をカバーすることが望ましい。処理の安定性や信頼性に鑑み、多くのスタッフが帰宅した後の午後 5 時半から 9 時半の間のピークに対応するためである。	++	+	
<u>汚泥量の低減:</u> O&M において少ない汚泥量が望ましい。	+	+	
<u>臭いの問題:</u> 臭いの原因は流入下水、放置された砂や汚泥、嫌気安定池、嫌気消化タンク、汚泥濃縮槽、最初沈殿池などであり、これらの施設がなるべくないほうが望ましい。	+	+	
<u>簡単な設備:</u> 人手不足のため複雑なシステムは採用しない。簡単なシステムで構成されているか。	++	+	
<u>操作の簡単性:</u> 単純な設備が簡単な操作となる。	++	+	
<u>建設費:</u> 汚泥処理処分設備を含む		+	
<u>維持管理コスト:</u>	++	+	
評 価	16 points	11 points	2 points

3) 一般条件の検証

計画汚水量設定に際し、調査団は数回現場を訪れ、以下を確認した：

- Zabadani は有名な観光スポットであり、汚水量の季節変動が大きい。
- 既設開渠・放流渠には常時ふんだんな汚水量がかなりの流速で流下しており、幹線底部の沈殿物堆積はないものと推測される。

調査団による汚水流量・水質調査によれば、流量 16,000 m³/日の際の BOD は 290 mg/l であった。表 1.2.7 を参照されたい。汚水量が計画汚水量を超過すると、汚水水質は計画汚水水質以下になる。

表 1.2.7 汚水量/汚水水質と汚水処理指標

項 目	実測値	計画汚水量		備 考
		Q ₁	Q ₂	
Flow (m ³ /d)	16,000	22,201	42,970	Q ₁ =Q _{DA} , Q ₂ =Q _{HM}
BOD (mg/l)	290	310	160	
SS (mg/l)	272	360	186	
BOD-SS Loading of OD (kg-BOD/kg-SS・D)	0.027	0.039	0.039	Japanese standard 0.03 to 0.05 Metcalf & Eddy 0.04 to 0.1
Retention Time of OD (hr)	62	44	24	

注) 測定は調査団により 2007 年 11 月 11 日の午前 10:00- 12:00 に行われた

汚濁負荷量が一定であると仮定すれば、時間最大汚水量 Q₂ (2.2・Q₁) における BOD 濃度は 144 mg/l、BOD-SS 負荷は 0.041 (kg-BOD/kg-SS・D) と算出され、日本の設計指針及び Metcalf & Eddy により発行されている米国設計基準とも合致する。OD 反応タンク容量が BOD 負荷で決定されるのはこのためである。流入汚水量が変動しても処理場は安定した処理機能を維持できる。表 1.2.7 に示す一般条件が妥当であることが検証された。

4) 合流式汚水の処理

前述したように、汚水幹線においては常時豊富な流量が十分な流速で流下しているため、管渠・水路底の沈殿物堆積はないものと予測される。よって、発生汚水が計画汚水量を超過した場合、汚水水質は計画汚水水質以下になるものと考えられ、前項で記述したように、時間最大汚水量も適正に OD で処理できるのである。日本の経験では雨天時下水流入初期において高濃度の下水が流入するため、これを貯留し処理するのが一般的である。雨天時下水の挙動は、Hassakeh で 1 件確認されたのみであり、将来、適正な処理施設設計のため流量、水質のデータの蓄積が欠かせない。

(2) 処理場用地確保状況及び悪臭対策

処理場用地は農業関連機関所有の公用地で、周囲は農地である。本用地は以下の優位点がある。

- 処理場用地は既存汚水幹線に隣接しているため、処理場に汚水を輸送する新規幹線延長が短くてすむ。
- 農地内にあるため、処理汚水の農業再利用が容易である。

Zabadani の将来に亘る観光スポットとしての持続的発展のため、処理場建設は不可欠であり、周辺環境維持のため、悪臭対策も必要である。悪臭対策の詳細については Appendix 1.1 を参照されたい。以下に 概要を記す。

A) 計画段階での対策

- a) 悪臭が発生しにくい処理方式を選択する
- b) 汚水を新鮮な状態で輸送するため、追加幹線延長を最小にする。
- c) 悪臭の外部への流出を抑えるため、悪臭発生施設を適正に配置する。
- d) 脱臭装置 (将来計画) 用地を確保しておく

B) 運転・維持管理段階においては、悪臭の程度により、適正に脱臭・防臭対策を講じる。

(3) 処理場用地の状況

Zabadani 処理場用地の敷地面積・地盤高を計測するため、平板測量を行った。前面道路標高と比べ、現在の処理場用地地盤高は低いため、前面道路ベース・ポイント標高を±0.000m とし、それより 0.5m 高い+0.500m を計画処理場地盤高とした。その他の用地状況については表 1.2.8、図 1.2.3 を参照されたい。

表 1.2.8 処理場用地状況

項目	単位	計測値	備考
敷地面積	m ²	60,000	
地盤高(現況)	m	- 1.000	
前面道路高	m	±0.000	Public road in front of STP
既存排水路水位	m	- 1.370	36m down stream from the road
地盤高(計画)	m	+0.500	

注) “Elevation” とは処理場用地前面公道に設定したベース・ポイント標高を基準にした「標高差」である。

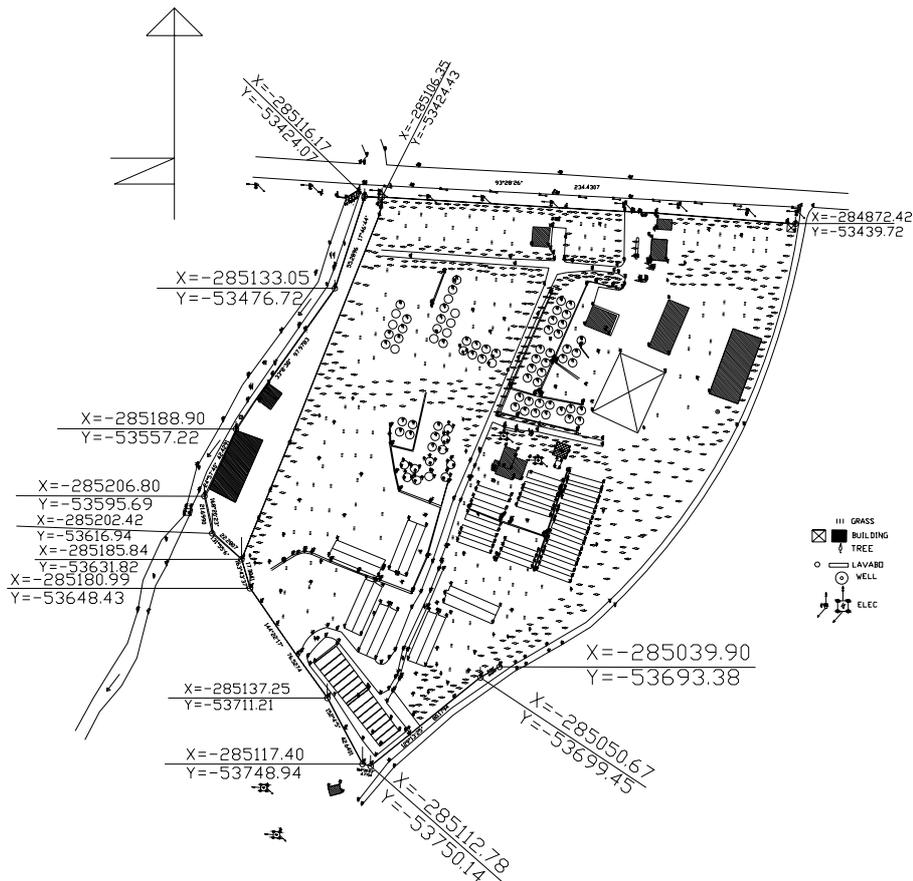


図 1.2.3 計画下水処理場建設予定地現況平面図

(4) 下水処理場の水位計画

水位計画は以下の処理場内施設仕様を決定するため行う。

- 処理場内施設を汚水が自然流下で輸送される、適度な動水勾配を確保する。接続管管径を適切に決定する。
- 所要ポンプ揚程を決定する。
- 雨季の Barada 川増水の影響による、施設超流を未然に防ぐ。

処理施設毎の損失水頭幅を表 1.2.9 に示す。

表 1.2.9 処理施設による損失水頭

施設名	損失水頭幅 (m)
Bar Screen	0.15 — 0.30
Grit Chamber	0.45 — 0.90
Aeration Tank	0.21 — 0.60
Secondary Settling Tank	0.45 — 0.90
Disinfection Tank	0.21 — 1.80

出典) Wastewater Engineering, Metcalf & Eddy, Third Edition

(5) 施設配置案

図 1.2.4 の施設配置案は次項を考慮の上決定した。

- 既存下水幹線が処理場用地東側にあるため、スクリーン・沈砂池・流入ポンプ場は敷地北西に、消毒タンク・放流管は南西に配置した。
- 汚泥処理プロセスが最も強い悪臭を発生するので、適切な汚泥処理方法を選定する必要がある。このため、機械式脱水装置を採用する。迅速な処理により、悪臭の発生は少ない。しかし、濃縮工程は重力式によるため、悪臭が発生する。そのため濃縮タンクは敷地中央に配置し、芳香性樹木で囲う。
- 反応タンクは効率的運転のため複数計画する。主要運転タンク数は流入汚水水量・水質により決定される。分水タンクも計画する。
- 処理場周辺を芳香性樹木で囲う。植樹は良好な景観も提供する。
- 初期降雨高濃度汚水貯留タンク用地を確保しておく。これは将来計画であり、流入ポンプ場近隣に計画しておく。

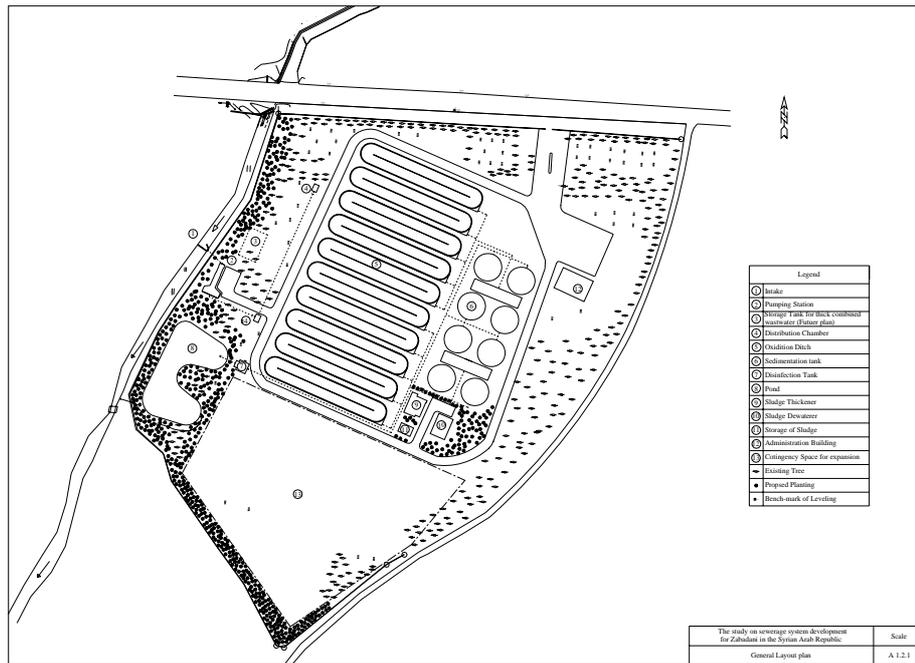


図 1.2.4 処理施設配置図

(6) 計画施設

次項を考慮し計画された施設概要を表 1.2.8 に示す。

- 流入水位が比較的高いため、スクリーン・沈砂池・ポンプ室は図 1.2.5 に示すように同一構造物内に収める。

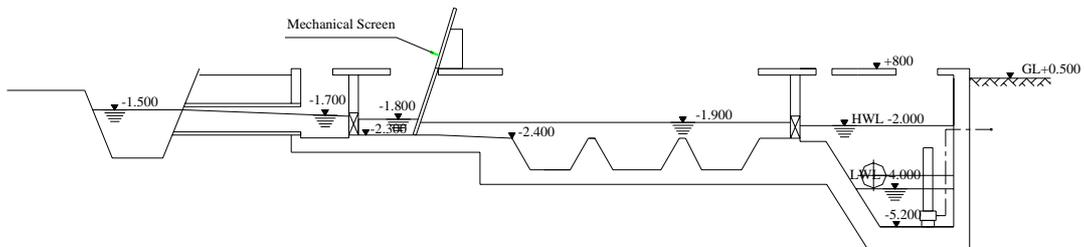


図 1.2.5 流入ポンプ場断面図

- 長円形の OD 反応タンクは運転に多様性を持たせるため、全部で 10 池計画した。参考までに、脱室運転は以下の手順で行われる。
 - 返送汚泥調節により、最適 MLSS を維持する。
 - 余剰汚泥を引き抜く。
 - エアレーション時間を調節する。

10 池計画したので、最適脱室は運転池数制御で可能になる。図 1.2.6 に示すように 10 池を 2 系列に分割し、系列別分配タンクで操作する。

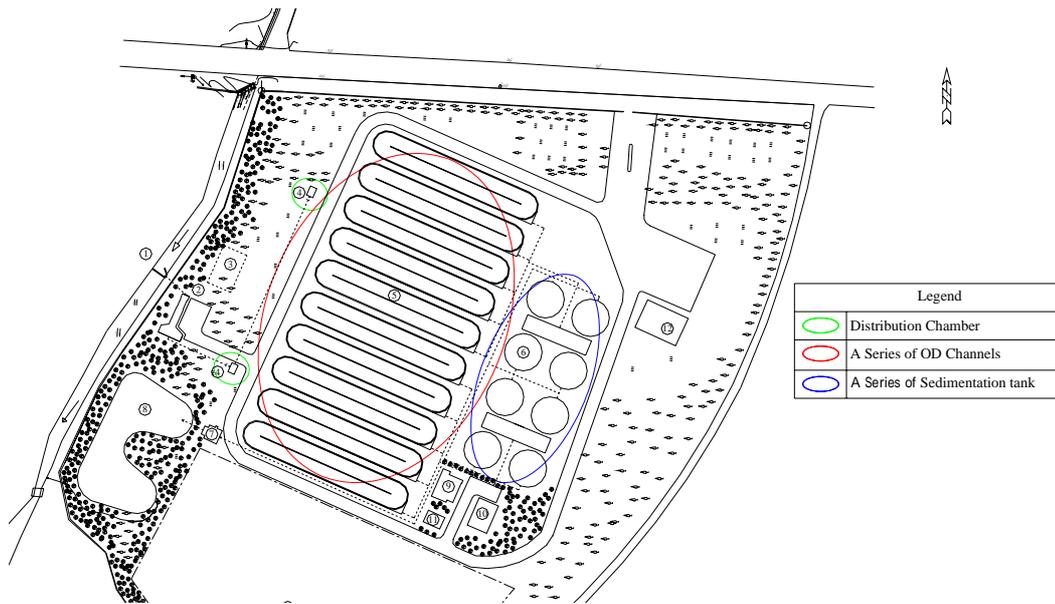


図 1.2.6 処理施設系統図

- 沈殿池は 8 池計画し、2 系列とした。2 基の分配タンク、2 箇所の返送汚泥ポンプ室を計画した。
- 消毒タンクは 2 池計画した。消毒方法は、処理汚水の農業利用を考慮し、紫外線照射によるものとした。
- 現在のシリアのアンモニア排出基準は非常に厳しい。安全のため放流管直上流に処理汚水用仕上げ池を計画した。景観用池にもなる。魚類を放流し、植樹をすればビオトープとしての利用も可能である。処理場へのネガティブ・イメージ払拭のための教材、広報材料としても使える。図 1.2.7 を参照されたい：

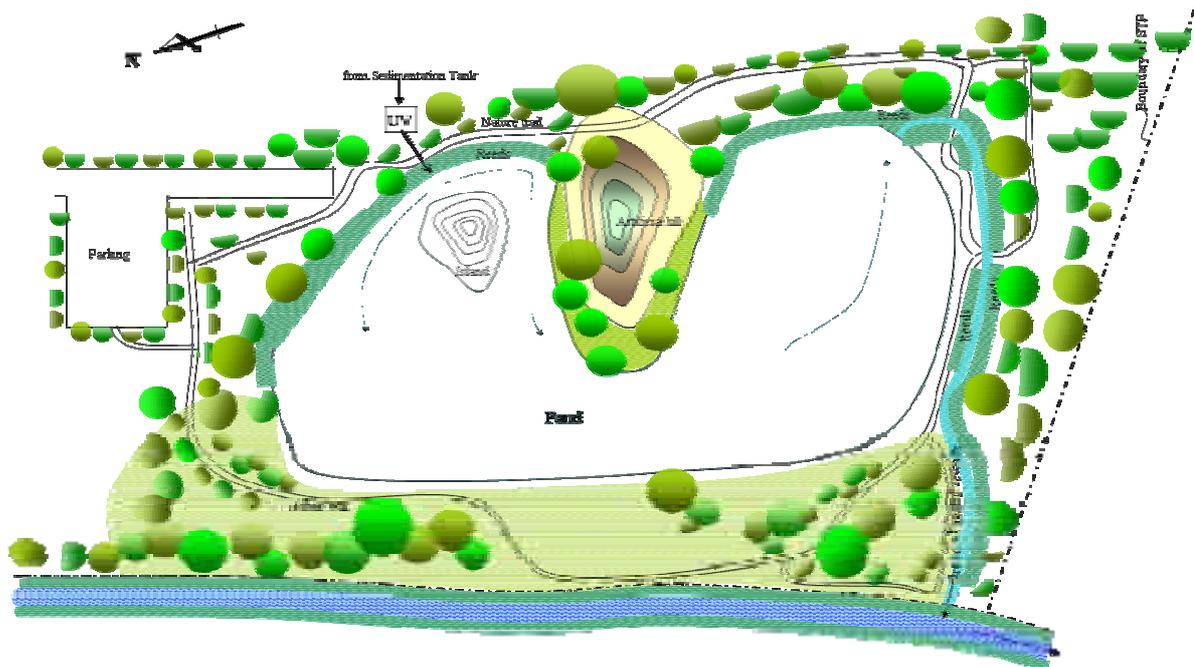


図 1.2.7 処理汚水用仕上げ池平面図

- 主に汚泥貯留の目的で、**図 1.2.8** に示す重力式汚泥濃縮タンクを 2 池計画した。

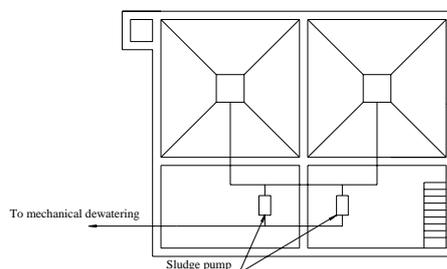


図 1.2.8 重力式汚泥濃縮タンク平面図

- 機械式汚泥脱水機を 2 基計画した。まだ新鮮な状態の汚泥が迅速に処理されるため、悪臭問題は発生しない。**図 1.2.9** を参照されたい：

計画処理施設概要を表 1.2.10 に示す。

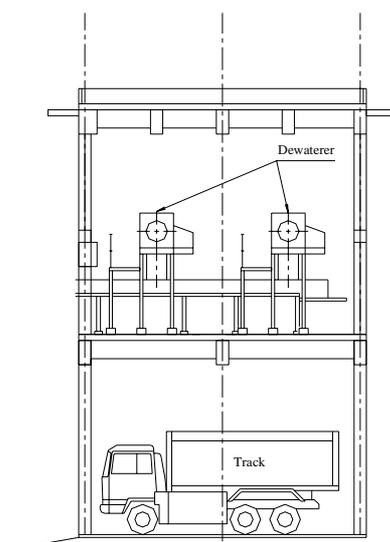


図 1.2.9 機械式汚泥脱水機棟断面図

表 1.2.10 計画施設概要

施設名	マスタープラン	フィージビリティスタディ
沈砂池 (No.-W×L)	2-1.6m×8m	2-1.6m×8m
主ポンプ設備 (No.-D×power)	5-φ250mm×15kw	5-φ250mm×15kw
オキシレーションディッチ (No.-W×L×H)	10-5.5m×150.0m×5m	9-5.5m×150.0m×5m
最終沈殿池	8-φ18m	7-φ18m
消毒槽	3-1.5m×3.5m×0.8m	3-1.5m×3.5m×0.8m
重力濃縮槽	2-6.0m×6.0m	2-6.0m×6.0m
機械脱水設備	2-30m ³ /hr	2-30m ³ /hr

注) W = 幅, L = 長さ, D = 径, H = 高さ

2 建設計画及び調達計画

2.1 建設計画

2.1.1 事業概要

(1) 段階的整備

Zabadani プロジェクトは、計画目標年次をそれぞれ 2015 年（ステージ I：フィージビリティスタディ）、2025 年（ステージ II：マスタープラン）とする 2 つのステージにより段階的に整備される。ステージ I は緊急性を要する優先プロジェクトであり、2013 年からの供用開始が想定されている。

表 2.1.1 段階的整備計画

項目	Stage-I (F/S)	Stage-II (M/P)
目標年次	2015	2025
計画汚水量	18,250 m ³ /day	22,200 m ³ /day

(2) 工事内容（ステージ I）

建設工事は、ステージ I 対象施設に対して実施される。

1) 処理場（オキシデーションディッチ法）

ステージ I 対象施設を表 2.1.2 に示す。

表 2.1.2 処理場建設工事 対象施設

施設	Stage-I [2015] (18,250 m ³ /day)	Stage-II [2025] (22,200 m ³ /day)
場内ポンプ場 ポンプ口径 250mm	4/4 台	-
オキシデーションディッチ	9/10 池	1/10 池
最終沈殿池	7/8 池	1/8 池
消毒施設	1 式	-
汚泥濃縮施設	2/2 池	-
汚泥脱水設備	2/2 機	-

2) 幹線管渠

管径 800mm (HDPE), 延長 100 m

2.1.2 建設条件

処理場建設に係る主要条件を以下に示す。

位置 : Zabadani 地区
敷地 : 面積 約 5.5 ha
地盤高 +1,198.7 m(現況),

+1,200.5 m(計画)
 地下水位 GL -4.3 m
 支持層 GL -5.0 m(砂礫層)
 N 値 50 以上

既存施設 : 有り (要撤去)
 進入道路 : 有り (敷地北側)
 基礎形式* : 直接基礎
 土留め工法* : 不要 (オープン掘削)

* 基礎形式及び土留め工法については、現時点での想定。詳細設計時に再度検討を要する。

2.1.3 建設工程

ステージ I における処理場並びに幹線管渠工事は 2010~ 2012 年の 3 年間で実施される。建設工程を表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 建設工程 (ステージ I)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. 予備建設段階	←————→							
1) プロジェクト準備							
2) 建設準備 (D/D, PQ, Tender)							
2. 建設段階			←————→					
1) 土木・建築工事								
a. 準備工			..					
b. 既存施設撤去			..					
c. 構造物築造 (処理場)							
d. 幹線管渠							
2) 機械・電気工事								
a. 承認図作成、工場製作							
b. 据付け					...			
3) 試運転、引渡し					..			
3. 維持管理段階						————→		

2.2 調達計画

2.2.1 処理場用地

処理場建設予定地は農業省が所有しているが (現在は防衛省が一部使用)、既に用地取得に関する関係省庁間での協議・調整が行われているため、用地取得に大きな障害はないと考えられる。

2.2.2 建設資材及び設備

建設工事に係る資材、原則としてシリア内で調達することが望ましい。しかし、設計要求品質を満たすことができないものや、供給量における信頼性が低いもの等は国外からの調達となる。本プロジェクトにおける調達計画を以下にまとめる。

(1) 砂利・砕石、コンクリート、型枠、ブロック

これらの材料（資材）はシリア内で生産されており、国内での調達が容易である。

(2) 鉄筋

鉄筋についてもシリア内での調達が可能であるが、引張り強度の不足等により、下水処理場のような公共工事に求められる品質を満足することが難しいため、鉄筋は国外からの輸入となる。

(3) 管材

本プロジェクトで使用予定であるポリエチレン管はシリア内で生産されており、国内での調達が容易である。

(4) 機械設備及び電気設備

主要機器設備(ポンプ、エアレーション装置、汚泥掻寄せ機、脱水機、受変電設備 等)はシリア内で生産されていないため、国外からの輸入となる。

(5) 建設機械

バックホー、ダンプトラック、トラッククレーン等の建設機械は、シリア内でのリースが可能である。

建設資材及び設備に関する調達区分を表 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 外貨・内貨 調達区分

項 目	資材 / 設備	国外調達	国内（シリア）調達
(1) 土木工事	作業員		○
	砂利、砕石		○
	コンクリート		○
	型枠		○
	鉄筋	○	
(2) 管材	塩化ビニル管（PVC）		○
	ポリエチレン管（HDPE）		○
(3) 機械・電気設備工事	ポンプ、エアレーション装置、 汚泥掻寄せ機、脱水機 等	○	
(4) 建設機械			○
(5) 建築工事	ブロック		○
	内外装材		○

3 事業運営計画

3.1 下水道セクターにおける組織強化

3.1.1 現況

Damascus 郊外県上下水道公社の業務は、適正な上下水道サービスの提供であり、既存の施設の維持管理以外に、新しいプロジェクトの計画、実施、運転にも関与する。

Damascus 郊外県においては、下水道公社の設立に関する首相の承認を得ているが、下水道公社の設立には自治体からの既存施設の移管手続きや、多数の人材確保が伴うため長期間を要することから、現時点では実施されていない（'07/11 月現在）。現在は Zabadani 地区も含め、上下水道公社が県下の下水道施設を管理している。上下水道公社によれば、下水道公社の設立にはまだ数年を要するとのことである。新たな下水道公社に必要な組織構成は確定されていないが、既存の下水道公社とほぼ同等の組織構成となることが考えられる。

Damascus 郊外県上下水道公社は、理事会を筆頭に 12 の局、(1) 総務・人事局、(2) 計画統計局、(3) 内部監査局、(4) 上下水道事業計画設計局、(5) 事業執行・検査局、(6) 上下水道事業投資・管理局、(7) 顧客関連局、(8) 財務局、(9) 計算局、(10) トレーニング・研究局、(11) 情報技術局、(12) エコノミック・ユニット局 から構成されており、下水道公社は上下水道公社の既存組織下に設置される予定である。

総裁が上下水道公社の最高責任者であり、Damascus 郊外県上下水道公社の職員は約 2,070 となっている。

上下水道公社のテリトリーは、約 40 のエコノミック・ユニット（支所）でカバーされており、各々の担当地域における施設の維持管理や料金徴収を行っている。F/S 対象地区においては、Zabadani、Bloudan、Madaya 並びに Bukein 地区をカバーするエコノミック・ユニットがある。

既存下水道セクターに関する組織・制度の詳細についてはマスタープラン 4 章を参照のこと。

3.1.2 組織体制（案）

マスタープラン 10 章で述べた、プロジェクトの実施及び維持管理のための組織体制（案）の概要を以下に示す。

(1) プロジェクト実施段階（プロジェクト準備、建設準備、建設段階）

プロジェクト実施に当たり、PMU（プロジェクト・マネジメントユニット）が上下水道公社の組織下に設立される。PMU はプロジェクトの財源（他国援助もしくは自国予算）にかかわらず、すべての主要なプロジェクトの実施に関して責任を負う。PMU は上下水道公社内の上下水道事業計画設計局、事業執行・検査局、上下水道事業投資・管理局等の関連部局から組織される。

PMU の主な業務は、(a)投資機関への連絡・報告・説明、(b)関連機関との調整・交渉、

(c)シリア政府への報告、(d)必要な承認、認可の取得、(e)コンサルタントの選定、(f)施工業者の選定、(g)施工管理、(h)予算管理、(i)環境管理、(j)広報活動 等である。プロジェクト実施に際し、選定されたコンサルタントは、設計・入札図書作成、必要備品の調達、施工監理、予算管理等に関し PMU をサポートする。また、プロジェクトの円滑な実施のためにステアリングコミティーも設置される。

(2) プロジェクト運営段階

プロジェクト運営段階においては、施設は上述の下水道公社へ引き渡され、下水道公社によって維持管理される。Zabadani プロジェクトに関する維持管理の組織体制(案)は次項で詳述する。

なお、新施設の維持管理業務に対応するため、下水道公社職員の能力向上が求められる。人材育成に関しては、3.2 章で述べる。

PMU 及び下水道公社は、タイムリーに設置されることが重要である。PMU はプロジェクト準備に先立ち設置される必要がある。また下水道公社は、施設建設が完了するまでに機能しなければならない。さらに、PMU 及び下水道公社職員の能力開発に係る期間を確保するため、その設置は可能な限り早期に実施することが望ましい。

3.1.3 維持管理体制(案)

(1) 維持管理体制

施設の維持管理のために、下水道公社内に設置されるオペレーションセンターの組織図(案)を図 3.1.1 に示す。

オペレーションセンターは、管渠部門及び処理場部門から構成され、GIS 部門と連携する。各部門に必要な職種は図示のとおり。上下水道公社は各部門に必要な人材を確保する必要がある。適正な維持管理を実現するためには、外部から多くの人材を採用する必要がある。

なお、下水道サービスエリアの拡張にあわせ、将来的には下水道公社の組織下に、各地区に対応したオペレーションセンターを設置していくことが望ましい。

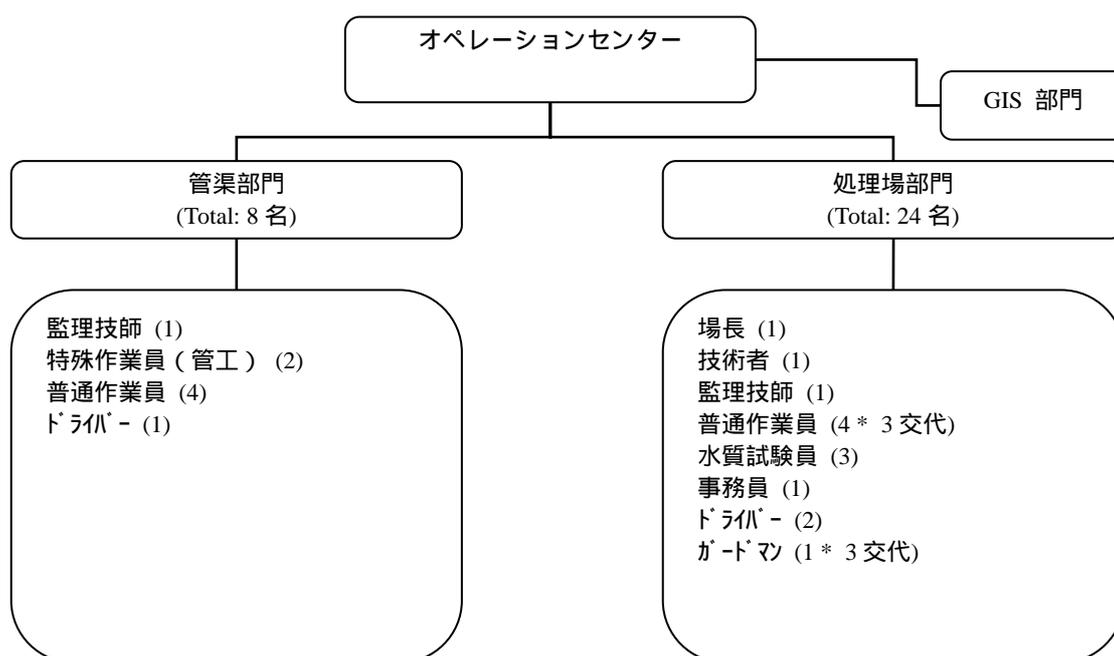


図 3.1.1 Zabadani 地区オペレーションセンター組織図 (案)

(2) 処理場部門の業務内容及び人員配置

処理場部門で実施される業務は、(i) 運転管理、(ii) 定期点検 (必要に応じて外部委託)、(iii) 日常保守、(iv) 水質管理、(v) 記録、(vi) 沈砂・スクリーンかすの除去、(vii) 汚泥管理 (汚泥の引き抜き)、(viii) 汚泥処分 等である。

処理場の運転管理は3交代とし、総計24名となる。処理場部門の職員は処理場内に常駐する。

(3) 管渠部門の業務内容及び人員配置

管渠部門の業務としては、(i) 保守・点検、(ii) 不明水調査及び対策、(iii) 老朽管の補修・修繕、(iv) 重金属を含む工場排水等、悪質排水調査と対策、(v) 管渠調査、(vi) 清掃、(vii) 管渠敷設並びに改築 (必要に応じて外部委託)、(viii) 排水設備の指導、(ix) 台帳管理・記録等のほか、上下水道公社は水道料金の徴収とともに下水道使用量を賦課する必要がある。今回の F/S においては、既存管路施設の詳細調査は行っていないため、既存施設の状況に応じて人員配置も見直す必要がある。管渠部門の職員は、処理場内もしくは Zabadani 地区内に配置される。

3.2 下水道セクター職員のキャパシティ・ディベロップメント

3.2.1 キャパシティ・ディベロップメントの必要性

シリアでは、上下水道分野の組織改変が求められている。このことをうけ、10次五ヶ年計画では上下水道公社がシリア全土の上下水道サービスを効率的に行えるよう公社を改革

し、独立した国営会社として自ら管理することとしている。こうした組織改革には職員レベルにおける十分な能力が不可欠である。一方、前項で述べたようにプロジェクトの実施並びに維持管理は上下水道公社の組織化に設置される予定のPMU及び下水道公社が行うこととなっているが、既存上下水道公社から異動する一部の職員を除き、新たに設置されるPMU及び下水道公社の職員の多くは、経験の浅い人材の新規採用となることが予想される。このことから職員の人材育成は急務の課題である。

いかなる人材育成プログラムも、現状と目標のギャップを埋めるべく、トレーニングニーズアセスメントに基づき策定されなければならない。しかし、PMUも下水道公社も未設置であるため、トレーニングニーズアセスメントを現段階で実施することは難しい。しかし、Damascus 郊外県に設置される予定の下水道公社に必要な能力開発については、既存の下水道公社のスタッフレベルを参考にできると考えられる。このため、Damascus 市下水道公社（DSDC）を現状評価の基準とし、DSDC での課題・要望が Damascus 郊外県に設置される予定の下水道公社にも適用可能であるものとする。

以下の DSDC に関する現状能力評価は、マスタープランからの引用である。

「全般に、維持管理スタッフの知識、技術不足のため、維持管理の重要性は認識しているものの、既存施設に対する活動は系統的、予防的な維持管理が欠落しており、顧客からのクレーム対応だけに忙しく動き回っている。彼らは下水処理水を農業や他の目的に再利用するのに適した新しい処理技術に挑むことの必要性についても理解している」

（DSDC に関する詳細はマスタープラン 4 章を参照のこと。）

こうした現状から判断しても、上下水道公社に設置予定の PMU 及び下水道公社スタッフに対する、技術面（施設計画、建設/改築、維持管理等）及び事業運営面での能力強化が必要である。

以下に能力開発プログラム（案）の概要を示す。

3.2.2 能力開発プログラム（案）

(1) 目的

PMU 及び下水道公社の職員を対象に、下水道事業に係る計画、維持管理並びに運営能力の向上を目的とする。

(2) 時期

PMU 及び下水道公社職員に対する能力開発プログラムは、それぞれ、プロジェクト実施初期（2008）並びに建設完了前（2012）から開始される。

(3) 方法

能力開発プログラムは以下の手順により実施する。

- 1) トレーニングニーズアセスメントの実施
- 2) 各分野の専門家による OJT と並行して、各種講義及び研修を実施する。
- 3) モニタリング及び評価

(4) プログラムの内容

能力開発プログラムの内容・スケジュールは、プロジェクトの実施に伴い設置されるPMU及び下水道公社へのトレーニングニーズアセスメントに基づき定められる。プログラムの例を表3.2.1に示す。

表 3.2.1 能力開発プログラム（案）

範 囲	内 容
一 般	- プロジェクトマネジメント（他国支援プロジェクト含む） - 人材開発 - 財務、会計、予算 - ITアプリケーション 等に関するトレーニング
下水道事業管理	- 事業マネジメントマニュアル/ハンドブックの整備 - 事業管理（料金徴収を含む）に関するトレーニング
下水道施設管理	- O&M マニュアルの整備 - 施設維持管理に関するトレーニング
データベース/GIS	- GISを用いたデータベースの構築 - データベース活用に関するトレーニング
環境管理	- 環境管理計画の整備 - 環境管理（モニタリング含む）に関するトレーニング

出典) 調査団

(5) 費用

能力開発プログラムを継続して実施していくためには、人的資源や組織整備等に係る資金確保も必要である。能力開発プログラム実施に係る管理費（シリア側の管理費）として、建設工事費の3%をプロジェクト費用に見込む。

(6) 前提条件

プロジェクトの実施及び施設維持管理にあたり、PMU及び下水道公社の設置が予定されている。これらの組織が設置されない限り、能力開発プログラムの効果的な実施は困難である。

(7) モニタリング及び評価

能力開発プログラムの実施に伴い、進捗状況及び達成度（トレーニングを受けた職員数、習得技術内容等）はPMUによりモニタリングされ、投資機関や上下水道公社等の関連機関に報告されるとともに、プログラム全般にわたる評価を実施することが重要である。

3.3 施設維持管理ガイドライン

下水道の維持管理は、管路、ポンプ場、処理場等の下水道施設をその目的に適合するように有機的に活用し、下水を遅滞なく排除するとともに、適正に処理して放流水の水質を良好な状態に保つことであるといえる。換言すれば、適切な維持管理なしに下水道の目的は果たし難いのであり、下水道そのものの存在価値を揺るがすことにもなる。

一方、シリアにおける下水道事業は主要な大都市を除き、これから本格的に整備されていくところであり、建設後の施設を適正に維持管理していくためには、下水道施設の維持管理に関する指針、基準類の整備が不可欠である。

ここでは主として、技術的側面に視点を置いた施設の維持管理上のポイントについて記述する（以下は「発展途上国における下水道施設管理適正化指針」([社]国際建設技術協会) を参考にした)。

3.3.1 下水道台帳及び記録

(1) 台帳の整備

- 1) 台帳の整備を行うにあたって、既存施設の調査を行う。
- 2) 台帳は、調書と図面とで構成するのが望ましい。

下水道施設を適正に維持管理していくためには、施設の位置、規模、形状等を把握しておく必要があり、下水道台帳 (Inventory, Sewerage ledger) はそのために必要な基礎情報となるものである。管渠、処理場、ポンプ場等、すべての下水道関連施設に関して作成することが必要である。

また、下水道台帳の整備により、下水道整備区域や使用者を明確にすることが可能になるので、下水道使用料徴収を徹底する上でも重要な意味を持つ。

台帳の整備にあたり、整理・確認すべき資料類は次の通りである。

a) 管路施設

- 管路網図
- 竣工図面 (施設平面図、縦断面図)
- 流量計算書

b) ポンプ施設および処理施設

- 図書類 (全体図、部分図、機器装置組立図、電気設備図面、結線図、展開接続図、材料表、付属品、予備品リスト等)
- 各種計算書 (水理計算書、容量計算書等)
- 取扱説明書 (機器の部品の型式や型番、納入業者等のリストを含む)

(2) 台帳の保管と更新

- 1) 台帳の保管は厳重に行うとともに、予備を用意する。
- 2) 施設に変更が生じた場合は迅速かつ確実に修正を施すよう努める。

(3) 記録の作成と管理

次の記録を作成し、いつでも参照可能なように管理するのが望ましい。

- 1) 保守点検記録

- 2) 運転記録
- 3) 水質管理記録
- 4) 事故・苦情記録

記録は施設の稼働状況や保守点検の経緯を残すものであり、運転操作の調整や施設整備の改善計画の策定等、以降の維持管理水準を高めるための重要な情報になる。

また、一度発生した問題を根本的に解決するためには、維持管理より得られた知見を計画・設計にフィードバックすることが必要な場合がある。このような評価を行うためには、記録が不可欠である。

記録の実施にあたっては、記録項目・頻度、記録・保管方法、フィードバック方法等を定めた実施マニュアルを作成し、計画的かつ確実に実施できるようにすることが重要である。

3.3.2 管渠の維持管理

管渠は下水道の根幹施設であるが、概して地中構造物であることから、処理場やポンプ場と比較して、異常の予測や発見が極めて困難である。一方、施設に異常が生じた場合は、汚水の溢水や道路の陥没等、都市活動や市民生活に直接的な影響を与えるような事故が生じることになる。

管渠の維持管理の目的は次の通りである。

- 流下能力の確保
- 施設の損傷等に起因する事故の防止
- 浸入水の防止
- 実質使用年限の延長
- 他工事による施設の損傷の防止

管渠の維持管理を積極的に推進することにより、事故等による被害額の低減、浸入水による処理費用の増大防止、管路の実質耐用年数が延伸されることによる資産活用効果等が達成でき、長期的にみると経済的に有利となる側面もある。

また、誤接続や不明水浸入の防止に努めることで、公共用水域の汚濁負荷低減や処理場やポンプ場の適正な運転にも貢献することができる。

(1) 管渠の維持管理の流れ

管渠の維持管理においては、一連の流れに基づき保守点検、清掃・浚渫、改築・修繕等の作業を適正に実施する。

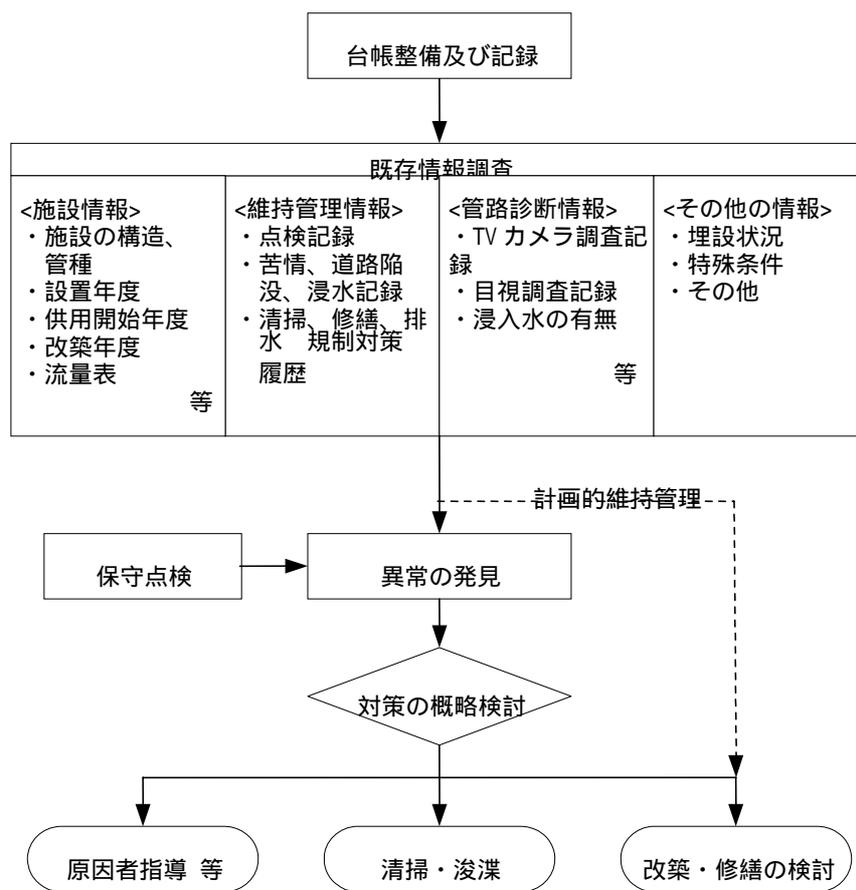


図 3.3.1 管渠の維持管理フロー

(2) 保守点検

- 1) 管渠の点検は定期的に行う。
- 2) 点検は汚泥堆積、管渠の破損等の物理的事項のほか、誤接続や不法接続にも着目して行う。
- 3) 点検の結果は記録する。
- 4) 下水量の調査結果や下水道計画を考慮して、管渠の能力不足の状況を把握する。

管路施設の巡視・点検及び調査周期の例を表 3.3.1、2 に示す。

表 3.3.1 巡視・点検の周期の例

区分		マンホール、 管渠	伏越し	マンホール ポンプ	汚(雨)水 ます	ゲート
巡視・点検	0~30年経過	3年に1回	1年に1回	月に1回	3年に1回	半年に1回
	30年以上経過	1年に1回				

表 3.3.2 マンホール・管内調査の周期の例

項目	実施場所	供用開始後経過年数	実施周期	備考
マンホール内 目視調査	マンホール内及び 上下流管渠	0～30年	5年に1回	
		30年以上	3年に1回	
テレビカメラ調査	内径800mm未満	0～30年	10年に1回	取付け管も含む
		30年以上	7年に1回	取付け管も含む

(3) 清掃・浚渫

- 1)点検・調査の結果をふまえ、堆積物の除去を行う。
- 2)特に、主要な管渠の堆積物は雨期前に除去する。

管路施設の清掃実施周期の例を表 3.3.3 に示す。

表 3.3.3 定期的な清掃の実施周期の例

施設・部位	経過年	
	0～30年	30年以上
管渠	5年に1回	5年に1回
マンホール	5年に1回	3年に1回
伏越し	1年に1回	1年に1回
マンホールポンプ	3月に1回	3月に1回
汚(雨)水ます	5年に1回	5年に1回
取付け管	15年に1回	5年に1回
ゲート	1年に1回	1年に1回

(4) 改築・修繕(管渠)

- 1)点検・調査の結果をふまえ、改築・修繕の実施計画を策定する。
- 2)計画の策定にあたっては、ライフサイクルの視点から、積極的な事前策についても考慮に入れる。
- 3)計画に従い、改築・修繕を実施する。

管渠の老朽化は面的に進行するので、改築・修繕を行っていくには長期間を要する。したがって、点検・調査の結果を基に、計画的に実施していくことが必要である。これにより、事故等を未然に防止することができ、無用な社会的影響を回避することができる。

特に、シリアの都市では管渠が整備されているものの、既に耐用年数を超過しているものが多くを占める状況が見られる。このような都市では、適切な改築・修繕を施すことで、緊急な問題への対応が図れるとともに、施設の延命により維持管理費、建設費等の低減を図ることが可能になる。

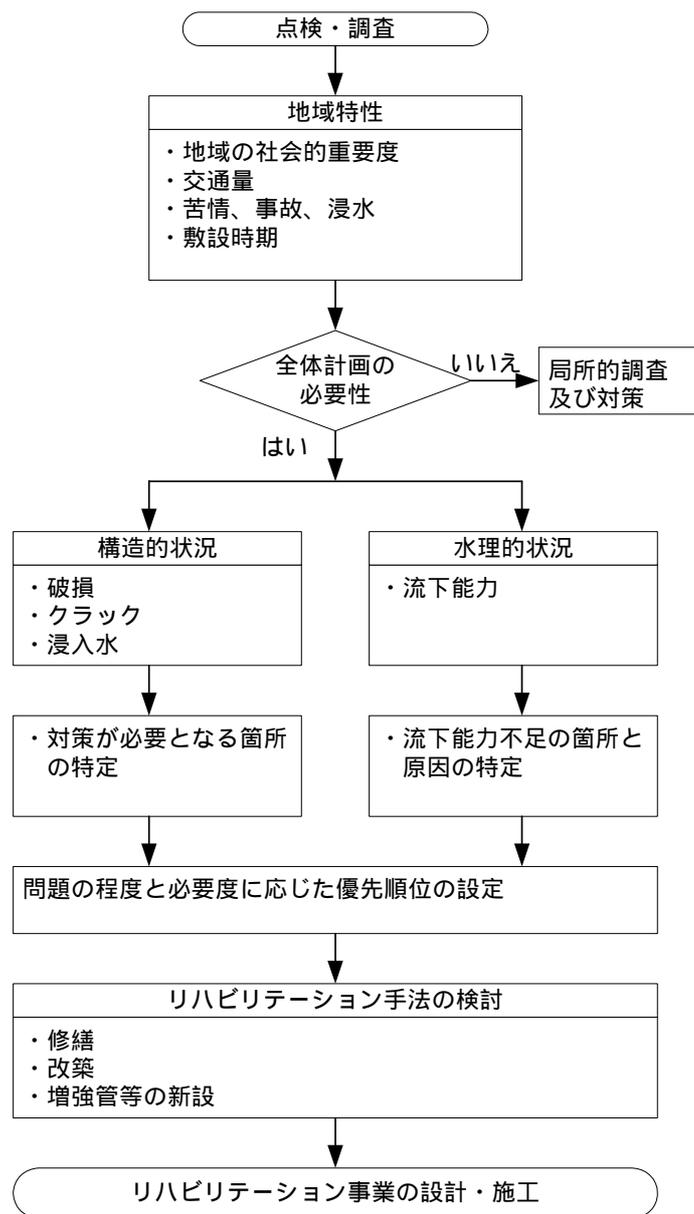


図 3.3.2 管渠のリハビリテーションの流れ

管渠の構造的診断の項目とポイントを表 3.3.4 に示す。

表 3.3.4 管渠の主な診断項目とポイント

診 断 項 目		診断項目診断ポイント
劣化度	破損・クラック	管の変形・断面のずれ、クラックの状況
	腐食	骨材・鉄筋の露出状況、管壁の状況
	継手ずれ（接合不良）	接合部のすき間、ずれの状況
流下能力	たるみ・蛇行	たるみ・蛇行の程度（管径比）、流下状況
	取付け管の突出し	突出しの程度（管径比）、流下阻害状況
	樹木根の侵入	侵入の程度（管径比）、流下阻害状況
	モルタル・油脂の付着	付着の程度（管径比）、流下阻害状況
浸入水		噴き出し、にじみの状況

3.3.3 ポンプ場の維持管理

ポンプ施設の維持管理の基本は「機能を停止させないこと」であり、ポンプの種別等の特性を十分に理解し、維持管理に臨む必要がある。

(1) ポンプ場の維持管理の流れ

ポンプ場の維持管理は、一連の流れに基づき、運転管理、保守点検、改築・修繕等の作業を適正に実施する。

ポンプ場の維持管理は、図 3.3.3 に示す流れにしたがって実施する。

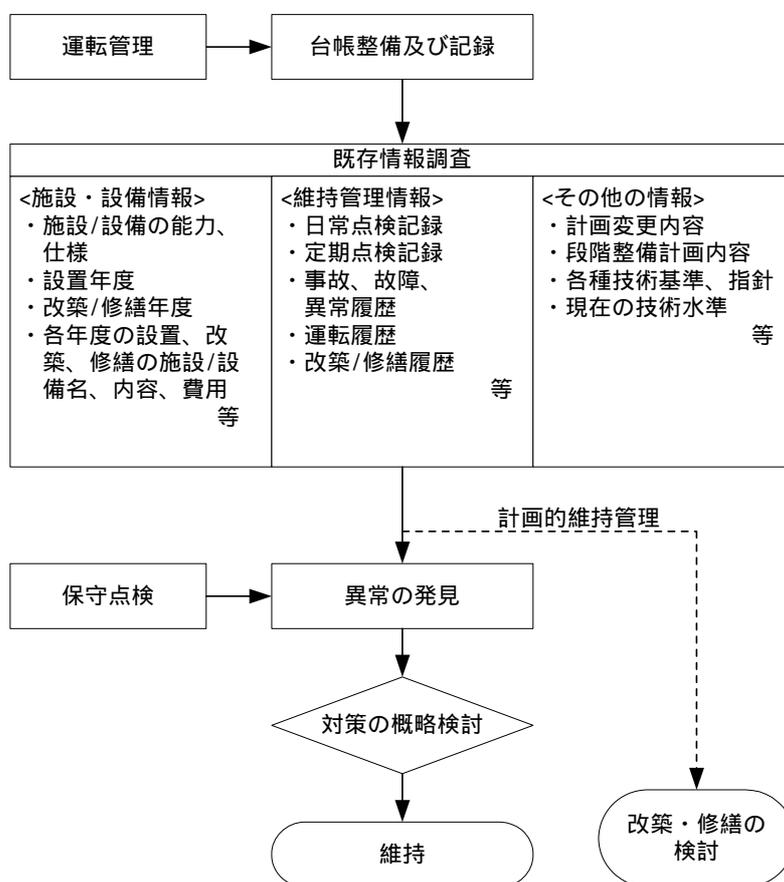


図 3.3.3 ポンプ場の維持管理フロー

(2) 一般事項

- 1) 取扱説明書、仕様書類の整理を行う。
- 2) 機器類の操作マニュアルを整備する。
- 3) 平常時、異常時、緊急時の対応体制を整える。

- 4)日誌により運転状況を記録する。
 5)稼働部分に対してグリス等を適時補給する。
 6)腐食に対する予防措置を講じる。
 7)電力および燃料の消費量を把握する。
 8)一般市民が容易に近づけないような構造とする。

ポンプ設備の点検項目及び頻度の例を以下に示す。

表 3.3.5 ポンプの点検項目と頻度の例

点 検 項 目	点 検 内 容	頻 度
電流、圧力の確認	正常値か	毎 日
異常音、振動の確認	異常の有無	毎 日
漏電の確認	漏電の有無	1 カ月に1 回
フロートスイッチの検査・清掃	作動の確認	1 カ月に1 回
ポンプ引上げによる外観チェック	異常の有無	3 カ月に1 回
潤滑油の状態確認	汚れ、量	3 カ月に1 回
潤滑油の交換	-	1 年に1 回
オーバーホール	回転摺動部の摩耗	不定期（おおむね2 年に1 回）

3.3.4 処理場の維持管理

処理場の維持管理の目的は、下水処理の機能を十分に発揮させ、排水基準あるいは目標水質を達成することであり、これにより公衆衛生の確保ならびに公共用水域の水質保全に資することである。

(1) 処理場の維持管理の流れ

処理場の維持管理は、一連の流れに基づき、運転管理、保守点検、改築・修繕等の作業を適正に実施する。

処理場の維持管理は、 3.3.4 に示す流れにしたがって実施する。

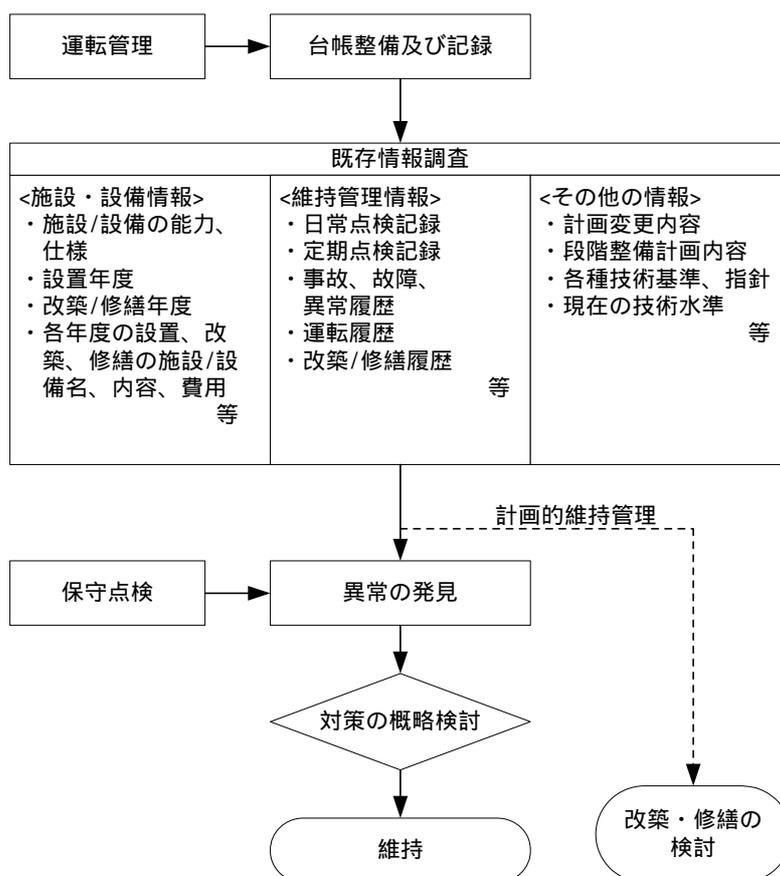


図 3.3.4 処理場の維持管理フロー

(2) 一般事項

- 1)適正な管理人員を確保する。
- 2)機器類の操作マニュアルを整備する。
- 3)平常時、異常時、緊急時の対応体制を整える。
- 4)設計図書および竣工図書の整理を行う。
- 5)日誌により運転状況、点検結果を記録する。
- 6)電力および燃料の消費量を把握する。
- 7)関連法令、規制を遵守する。
- 8)一般市民が容易に近づけないような構造とする。

適正な管理人員 について

処理場に配置すべき適正人員は処理方式や規模、自動化の程度等によって異なるため、状況に応じて適宜人員配置を検討する必要がある。

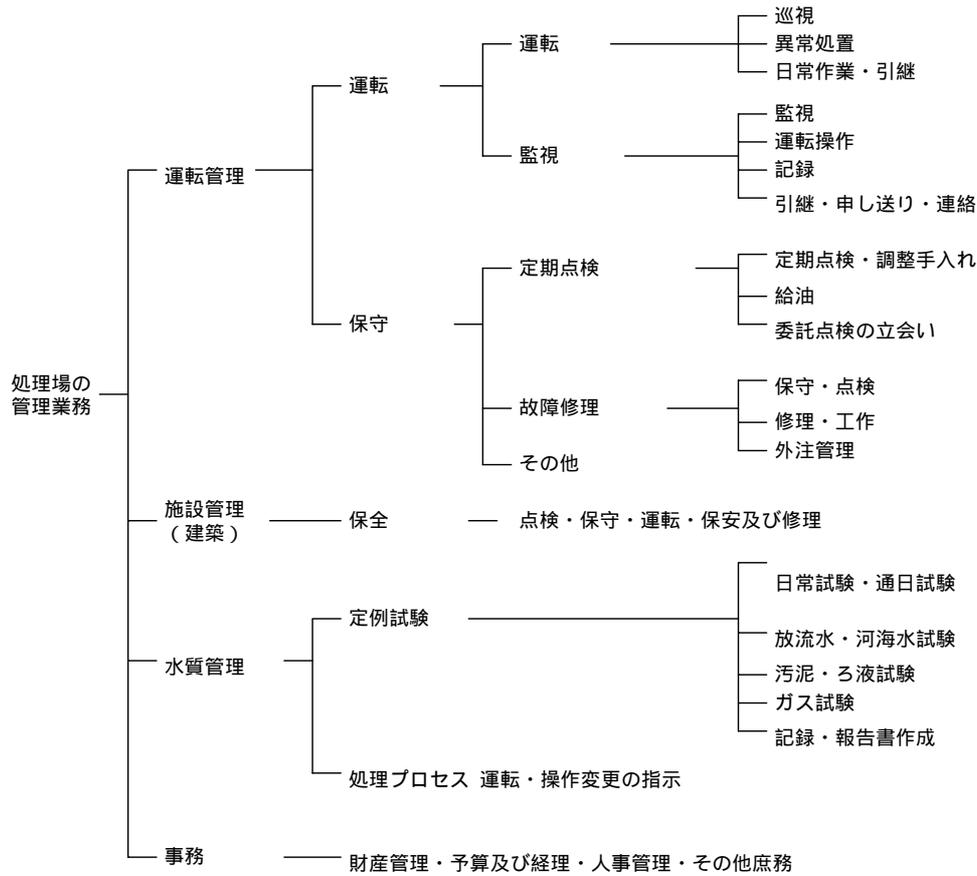


図 3.3.5 処理場維持管理の標準的な業務区分

記録の整備 について

処理場の運転管理を効率的に行うためには、日誌や月報等によって運転状況を記録しておき、適宜評価を行うことが不可欠である。運転記録の種類と内容を表 3.3.6 に示す。

表 3.3.6 運転記録の種類と内容

種 類	内 容
運転日誌	監視室や現場にある継続機器等の表示データに基づいて、当日の運転状況、運転実績を記録するものであり、基本的事項には次のようなものがある。 a. 処理実績 b. 電力量、薬品等の運転経費に直接かかわる項目 c. 法規制等の義務的事項 d. 主要施設、設備の運転状況
運転日報	当日の運転状況を把握、報告するためのものであり、運転日誌を基に主要な項目について要約し、作成する。
運転月報・年報	運転方法や施設設備の改善計画の資料とするため、運転日報を要約して月報を、運転月報を要約し年報を作成する。

下水処理場において大切なことは、毎日現場を見て変化(異常)を感じ取ることである。多くの国では、人件費が設備費より低廉であり、作業員を専任の管理要員に充てることで可能であるので、もっぱら人間の五感を活用した点検が主体になる。熟練により、表 3.3.7

に述べるような、簡単なチェックでも相当の効果を上げることができる。

表 3.3.7 感覚による点検

見る	処理池の状態や活性汚泥の状況、設備の故障の有無
聴く	設備の異変の有無
嗅ぐ	腐敗臭、焦げ臭等
触れる	機器の運転温度、振動の有無

3.3.5 水質管理

(1) 放流水質の管理

- 1) 処理場施設においては、処理機能を適正に維持し、水質関連法規制の遵守、ならびに放流水域の保全に努める。
- 2) 処理水や汚泥を農業用水や肥料として再利用しているような場合には、環境衛生的観点から特に配慮が必要である。

(2) 水質モニタリング

- 1) 処理場機能の適正度判定のため、また規制遵守のために、適宜水質調査を行う。
- 2) モニタリングの結果は記録し、保管する。

表 3.3.8、9 に水処理施設及び汚泥処理施設の試験項目及び頻度（例）を示す。

表 3.3.8 水処理施設の試験項目及び頻度（例）

測定場所	頻度	日常又は巡視点検時	定期的に測定 (1回/月以上)
処理場流入水		外観、臭気、水温、透視度、pH	BOD、SS
反応タンク（活性汚泥法）		外観、臭気、SV、水温、DO、MLSS	微生物相、MLSS
最終沈殿池流出水		外観、透視度、pH NH ₄ ⁺ -N、NH ₃ ⁻ -N（簡易測定）	BOD、SS NH ₄ ⁺ -N、NH ₃ ⁻ -N
放流水 (別途法定項目に留意)		外観、透視度、pH、残留塩素	BOD、SS、COD (NH ₄ ⁺ -N、NH ₃ ⁻ -N)

表 3.3.9 汚泥処理施設の試験項目及び頻度（例）

測定場所	頻度	試験頻度		備考
		日常	適宜	
汚泥濃縮設備	濃縮汚泥	外観	水温、pH、TS	
	分離液	pH、SS	COD、全窒素、全りん	
脱水設備	脱水汚泥	外観	含水率、凝集テスト*	*含水率上昇時
	脱水ろ液	SS	COD、全窒素、全りん	

3.4 広報活動

3.4.1 広報・広聴の必要性

下水道サービスは、道路地下に埋設された管路に象徴されるように、「上水道」や「ごみ」と比べて、そのサービスの中身が見えにくいという特殊性を持つ。

このような特殊性をもつ下水道事業は、他事業にも増して住民との信頼関係に立脚して事業運営を行っていく必要がある。

広報・広聴活動は、見えにくい下水道を見えるようにするため、「下水道の役割と効果」、「下水道整備計画」、「下水道財政の仕組み」などについて、広く住民の理解を求め、下水道事業への支持を得るうえにおいて必要な活動と位置づけられる。

一般的に、行政が行う広報・広聴活動では、住民に情報を提供することによって住民に対して理解と協力を求める情報伝達機能としての広報活動に重点が置かれがちであるが、これからは、住民の行政に対する声に耳を傾ける情報収集機能としての広聴活動を充実させていくことが重要である。

3.4.2 広報・広聴活動の例

(1) 広報活動

1) 一般広報

- a. 報道（テレビ、ラジオ、新聞）
- b. 印刷物（パンフレット、ポスター、冊子）
- c. 映像等（映画、ビデオ、CD-ROM）
- d. 自治体提供広報（広報誌）
- e. 各種行事（施設見学会、PR イベント、キャンペーン）
- f. 双方向メディア（ホームページ広報）
- g. その他（工事看板等）

2) 個別広報

- a. 説明会（工事説明会、水洗化説明会、受益者負担金説明会）
- b. 個別の情報提供

3) その他

日常業務における住民対応

(2) 広聴活動

1) 一般広聴

- a. 集会広聴（タウンミーティング）
- b. 調査広聴（アンケート調査、モニター制度）
- c. 相談活動（苦情相談、住民提案）
- d. 双方向メディア（ホームページ広聴）
- e. その他（懇談会等）

2)個別広報

- a. 説明会（工事説明会、水洗化説明会、受益者負担金説明会）
- b. 個別の情報提供

3)その他

日常業務における住民対応

3.4.3 広報・広聴の進め方

広報・広聴の実施に当たっては、下記ポイントに留意することが重要である。

(1)効果的・効率的な広報・広聴

水道事業など他事業との共同作業、市民団体やボランティアとの連携、学校への協力要請などを活用して実施する。

(2)目的及び対象の明確化

誰に、何を伝えるのか明確にしたうえで実施する。

(3)計画的な広報・広聴

実施時期や頻度の確認、また、効果的な手法の選定など、長期的な視点に立って実施する。

表 3.4.1 に下水道整備の各段階における広報・広聴計画の例を示す。

表 3.4.1 広報・広聴活動計画（案）

段 階	広報・広聴の目的	広報・広聴の対象	広報・広聴の具定例	
			活用する手法	内 容
構 想	下水道整備の機運の高揚	・一般住民	・報道 ・先進地域視察 ・講演会 ・広報誌 ・ホームページ	・下水道の必要性の理解及び計画の具体化に向け機運を高める広報 ・財政負担増加について説明 ・下水道全般の要望を広聴
計 画	下水道の理解の徹底	・一般住民 ・児童	・報道 ・先進地域視察 ・講演会 ・広報誌 ・ホームページ ・学校での授業	上記のほか、 ・下水道の整備効果の広報
	下水道計画の周知	・一般住民 ・関係住民（特に処理場所在地の住民）	・報道 ・先進地域視察 ・説明会 ・講演会 ・広報誌 ・ホームページ ・パンフレット	上記のほか、 ・下水道の経済性、処理場用地の選定理由等について説明 ・計画について住民の要望を広聴
	受益者負担金の周知	・一般住民	・報道 ・説明会 ・講演会 ・戸別訪問 ・広報誌 ・ホームページ	上記のほか、 ・下水道の整備に伴う環境改善、利便性や快適性の増大、資産価値の増加等に基づく受益者負担金の必要性を広報 ・阻害要因の事情の広聴と対策の立案

表 3.4.1 広報・広聴活動計画（案）

段 階	広報・広聴の目的	広報・広聴の対象	広報・広聴の具定例	
			活用する手法	内 容
			・パンフレット	
建設	工事への協力要請	・工事現場付近の住民	・広報誌 ・工事説明会 ・ホームページ ・パンフレット ・工事看板	・工事内容の理解と工事の円滑な推進を図るための広報（工事概要、苦情等の処理体制） ・供用開始時期等の周知と下水道への理解 ・工事に関する要望を広聴
	供用開始の時期の周知	・処理区域内の住民及び事業所	・報道 ・説明会 ・広報誌 ・ホームページ ・パンフレット	・排水設備設置の周知 ・早期水洗化への勧奨広報 ・障害要因の事情の広聴と対策の立案
維持管理	水洗化の促進	・処理区域内の住民及び事業所	・説明会 ・戸別訪問 ・ホームページ ・パンフレット	・排水設備設置の周知 ・早期水洗化への勧奨広報 ・障害要因の事情の広聴と対策の立案
	正しい利用方法の周知	・処理区域内の住民及び事業所 ・児童	・報道 ・処理場見学会（児童含む） ・広報誌 ・ホームページ ・パンフレット	・除害施設の設置、台所から油類を流さないなど、正しい下水道の使い方を広報
	改築・更新	・処理区域内の住民及び事業所		・施設の老朽化などに対する改築/更新の必要性を広報

4 事業費及び事業実施スケジュール

4.1 事業費の積算条件

事業費は、下記項目を積み上げるものとする。

- 建設費
- 用地費
- 設計/施工監理費
- 事務管理費
- 組織整備費
- 物理的予備費
- 価格予備費

各項目内容については、マスタープラン 10.1 章を参照のこと。また、F/S における処理場建設費の積算については、下記方法を用いた。

土木・建築工事

土木・建築工事費の積算については、工種ごとの単価を用いて積算した。工種別の費用算出結果は付属資料に添付する。工種別単価は、現地調査期間中に収集したデータ及び情報をもとに設定した。

機械・電気設備工事

ポンプ、エアレーター、汚泥掻寄せ機、脱水機、受変電設備、動力制御盤等の主要機器設備工事費については、Damascus にある海外コントラクターの代理店を通じ収集した概算見積もりを採用した。

外貨及び内貨区分

事業費は、外貨と内貨の区分を行った。各工種の外・内貨区分は、シリアにおける資機材の調達状況を考慮し設定した。各資機材の外・内貨区分は 2.2.2 章（調達計画）を参照のこと。

4.2 事業費（ステージ 1:2015）

Zabadani プロジェクトの事業費（ステージ 1：計画目標年次 2015）の概要を表 4.2.1 に示す。詳細は付属資料に添付する。

対象施設

- 処理場： Q=18,250 m³/日（オキシデーションディッチ法）
管渠： 口径 800mm 延長 100 m

表 4.2.1 Zabadani プロジェクト事業費

項 目	外 貨	内 貨	合計(10 ³ SP)
建設費			
1) 処理場 *1	234,208	270,735	504,944
2) 管渠		1,250	1,250
建設費計	234,208	271,985	506,194
用地費	-	-	
設計/施工監理費	45,557	5,062	50,619
事務管理費	-	25,310	25,310
組織整備費	-	15,186	15,186
物理的予備費	23,421	27,199	50,619
小計	68,978	72,756	141,734
価格予備費	65,971	57,080	123,050
合計（価格予備費を除く）	303,186	344,741	647,928
合計	369,157	401,821	770,978

* 1) 既存施設撤去費及び整地費は含まない。

4.3 維持管理費用

維持管理費用は下記項目を想定している。

- 処理場運転管理費（詳細は、添付資料 4.2 参照）
 - 人件費
 - 電力代
 - 薬品代
 - メンテナンス及び補修費 等
- 管渠管理費

管渠清掃費、浚渫費、補修費等の費用として、管渠建設費の 0.5%を見込む。
- データベース

下水道施設のデータベース作成費用として、管渠調査（既設管渠も含む）及びデータ構築費用を、毎年 500,000 SP を見込む。また 5 年ごとにパソコン並びにソフトウェアの購入・更新費用を考慮し 1,000,000 SP を見込む。
- その他

関連調査費、事故対応等、その他費用として上記維持管理費の 10%を見込む。

F/S における処理場運転管理費算出については、下記方法を用いた。

処理場運転管理費

処理場の運転管理費については、費目ごとの単価を用いて積算した。費目別の費用算出結果は付属資料に添付する。費目別単価は、現地調査期間中に収集したデータ及び情報をもとに設定した。

2015 年（計画処理水量 18,250 m³/日）における、Zabadani プロジェクトの年間維持管理を表 4.3.1 に示す。

表 4.3.1 Zabadani プロジェクト年間維持管理費（2015 年）

費 目	合計(10 ³ SP)
処理場運転管理費 計	15,500
人件費	1,943
電力代	10,227
薬品代	1,886
その他	1,444
管渠管理費	6
データベース	500
その他	1,601
合計（価格予備費を除く）	17,607

4.4 出資スケジュール

各年次別出資スケジュールを表 4.4.1 に示す。

表 4.4.1 年次別出資スケジュール

Disbursement Schedule

Unit: 10³ SP

	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC
Construction Cost	234,208	271,985			6,491	104,148	96,929	160,368	130,788	7,469						
Land Acquisition Cost		-														
Engineering Service Cost	45,557	5,062	22,722	2,525	6,223	691	11,417	1,269	5,194	577						
Government's Administration Cost	-	25,310	-	-	-	5,532	-	12,865	-	6,913	-					
Organizational Development Cost	-	15,186	-	-	-	3,319	-	7,719	-	4,148	-					
Physical Contingency	23,421	27,199			649	10,415	9,693	16,037	13,079	747						
Price Contingency	65,971	57,080	818	91	1,478	13,725	22,493	37,779	41,182	5,485						
Total of Annual Disbursement	369,157	401,821	23,540	2,616	14,842	137,831	140,532	236,036	190,243	25,339						

Operation & Maintenance Cost

Unit: 10³ SP

	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC								
Running Cost of STP and PS											14,821		15,160		15,500	
Running Cost of Pipes											6		6		6	
Data Base											1,500		500		500	
Others											1,633		1,567		1,601	
Price Contingency											6,612		8,042		10,076	
Total of Annual Disbursement											24,572		25,276		27,683	

表 4.6.1 プロジェクト準備ステージ実施計画

	FY2008													FY2009													FY2010			
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4				
借款契約 (or 予算承認)	▲																													
コンサルタント選定																														
詳細設計/施工管理 契約							▲																							
詳細設計																														
入札事前審査 (PQ) 公示																														
PQ書類提出																														
PQ書類審査																														
入札公示																														
入札図書配布																														
入札																														
入札評価																														
契約交渉																														
工事契約																														

5 経済財務分析

5.1 経済分析

5.1.1 経済分析の方法論

フィージービリティ・スタディ(F/S)における下水道プロジェクトは公共の福祉に貢献することを目的として計画される。下水道事業は地域社会に様々な社会経済的便益をもたらすが、事業の収益性はその事業使命という観点から非常に考慮しづらい。従って主として経済的內部収益率 (EIRR) を用いて事業の正当性を検討するものとする。

EIRR の算定において、F/S プロジェクトライフの期間はマスタープランの目標年次に到達するまで、すなわち 2025 年までとした。

国内物価水準における国内通貨(Syrian Pound: SP)を経済分析に用いる基本数値とした。

経済的コストと便益の数値は、まず名目価格を用いて算定し、これに基づきプロジェクトコストの積算と同様に年率 7.2%の物価上昇率を想定して算定した。

5.1.2 経済的コスト

経済的コストとしては、(1)F/S プロジェクトコストから税金相当分と想定される 5%を差し引かれた資本費と、(2)プロジェクトライフ全期間における O&M コストの増加分（プロジェクトありと無しの場合との差額）により構成される。

5.1.3 経済的便益

数多くの経済的便益を数値化する努力を行った結果、(1)観光の振興、(2)生産時間の損失に伴うコスト減少に関連する健康便益、(3)医療費の減少に関する健康便益、(4)処理水の再利用、(5)下水汚泥の肥料としての再利用の 5 項目について EIRR の算定に経済的便益として考慮した。下水処理、処分の改善に伴う潜在的便益は、これ以外にも数多くあり、特に経済的便益に関しては数値化が試みられているものの、多くのものはまだ定量化ができていない。

(1) 観光の振興

シリア全般、あるいは F/S プロジェクト対象地域 (Zabadani) はシリアを訪れる観光客の重要な到着地と考えられる。F/S 対象地域の現状人口と観光客数は、「計画諸元」の項で記述された予測値に基づき、表 5.1.1 のように算定した。

表 5.1.1 F/S プロジェクト対象地域の現況観光客数推計値

自治体名	2008年の推計 常住人口 (千人)	観光シーズ ンの観光客対常 住人口比(%)	観光シーズ ンの期間 (週)	観光客1人当 たり滞在期間 (週)	現状観光客数 (千人)
Zabadani	28.8	120%	16	1	553
Bloudan	3.2	300%			154
Bukein	1.9	250%			76
Madaya	9.7	20%			31
F/S 対象地域合計					814

出典) 観光省

観光省は F/S プロジェクト実施後には、各地域とも観光客数は現在の 50%程度増加するものと期待している。しかし、新しい観光客の誘致は他の事業活動等との総合的成果として期待できるものであり、他の施策のサポートがなければ、下水道整備だけでこの数値に到達できるものではない。従って、下水道整備による効果としては、現在の 5%増加を想定することとした。

更に観光省によれば、シリアに滞在した観光客は平均で約 500 US ドルすなわち 25,000 SP を使うとされている。従って観光人口が 5%増加することによる国家経済に与える便益は一人当たり 1,250 SP と推計した。

また、表 7.1.1 から F/S 対象地域の常住人口（約 44,000 人）はシリア全人口 21,061,000 人（2006 年）の 0.2%である。

(2) 健康に関する経済便益 – 生産時間の損失

健康に関する便益は、水系伝染病（例：チフス、肝炎、赤痢、胃腸炎、コレラ等）の罹患によってもたらされる経済的損失の減少とした。

保健省によれば、シリアにおける 2006 年の水系伝染病罹患件数は、肝炎 2,574 件、サルモネラ菌中毒 4,029 件、溶血性 / 非溶血性下痢 171,422 件、急性下痢 7,628 件が公式に登録されている。肝炎とサルモネラ菌中毒の治療に 1 ヶ月、下痢の治療に 1 週間要するものと仮定すれば、年間約 3,800 人・年の生産時間が水系伝染病の公式登録者だけで喪失していることになり、F/S 対象地域では 8 人（3,800 人の 0.2%）とみなすことができる。この公式登録者に加えて、公式に登録されない件数が相当数ある。社会調査結果によれば、一世帯当たり年間 17 日間は水系伝染病の感染している。17 日間全てが労働時間の損失に寄与しないが、シリアの就労者へのヒアリングによれば、一人当たり少なくとも 1 年に 3 日は水系伝染病の感染により仕事を休むとのことであり、これは公式には登録されていない。すなわち更に 362 人・年の損失（44,000 × 3 / 365）が見込まれ、合計 370 人・年の損失（8 + 362）が F/S 対象地域で想定される。これらの損失は人口増加に比例して増加するものと想定した。

生産時間の損失による経済コストはシリアの一人当たり総家計収入を用いた。2005 年の世

銀調査によれば一人当たりの総家計収入は 1,380 US ドル、すなわち 70,000 SP である。

また、F/S プロジェクトによる下水道整備により、水系伝染病の 40%が減少するものと想定し（従って 60%は下水の未整備以外の原因で発生していると想定）経済便益も前述した数値の 40%を計上した。この下水道整備によって達成される 40%は、「World Development Report: Investing in Health (World Bank, 1993)」に基づいた。

(3) 健康に関する経済便益 – 医療費

WHO の統計(www.who.int)によれば、シリアにおける一人あたりの総医療費は 2004 年で 108.8 US ドル、すなわち 5,500 SP である。この数値は健康に対する公的支出と私的支出の両方を含む。保健省と協議した結果、他に有用なデータがないため、総医療費の 15%すなわち 820 SP (5,500 SP × 15%)が水系伝染病の治療に要する一人当たりの医療費であると想定した。従って、この数値を F/S 対象地域の人口に適用して水系伝染病に対する医療費の総額を算定した。また、医療費は人口の増加に比例して増えるものとし、生産機会の損失と同様に、その 40%が下水道の未整備に起因するものとして、経済便益を算定した。

(4) 処理水再利用の経済便益

F/S 対象プロジェクトが実施されると、下水処理水を灌漑用水として再利用することが計画されている。実際、社会調査での回答者のうち農地に灌漑している人々（Barada 川下流の農地）の 74%は処理水を利用している（灌漑利用は夏期に限られるため、分析においては処理水の 30%の利用を見込む）。しかし、F/S 対象地域は水資源が量的に逼迫していることから、再利用できる処理水は、逼迫した水資源を節約する機会費用、すなわち飲料水の経済価値として算定されなければならない。飲料水節約の経済価値付けには様々な手法が考えられるが（この議論は本調査の範囲を超える）、消費者の支払い意思額を用いる手法がよくある。シリアの消費者の水道水への支払い意思額は現在の最低水道料金 3 SP/m³ と大きく異なるものと想定される。従って、3 SP/m³ を処理水の経済価値として適用した。

(5) 下水汚泥を肥料として再利用することの経済便益

実施した社会調査によれば、Barada 川下流の農民の 67%は下水汚泥を肥料として利用している。Damascus の下水処理場での経験により、消化下水汚泥は農業用の肥料として売却できることが解かっている。現在汚泥は 200 SP/m³ で売られており、これは経済便益算定のための市場価格として想定することができる。F/S プロジェクトの実施により 27.5 m³/日の汚泥が生産されると予測される。Damascus 下水処理場で経験された下水汚泥の高い需要と社会調査結果を考慮すれば、下水汚泥は売却できるものと想定できる。

(6) 定量化していない経済便益

多くの他の経済便益が EIRR 算定時に考慮されなかった。例えば水質改善された地下水、

下流側の水道事業の便益、環境改善に伴う便益、土地・不動産の価値上昇、事業活動機会上昇（観光事業以外の）等であり、これらは定量化できないため考慮しなかった。

5.1.4 EIRR の算定結果

上述した前提条件のもと、F/S プロジェクトの EIRR の算定結果は 12.9%、また割引率 10% での NPV（収益の現在価値）は 108.8 百万 SP となった。算出経過の詳細は Appendix 5.1 に示す。

従って、安全側の前提条件にもかかわらず、F/S プロジェクトは経済的側面からフィージブルといえる。

5.2 財務分析

5.2.1 財務分析の目的と前提条件

どのようなプロジェクトであれ、財務分析の目的はそのプロジェクトが財務的に実現可能であることを確認することである。財務計画においては、プロジェクトへの必要融資額及び可能な財源を決定すべきであり、これには資本費、維持管理費、財務的経費及びその財源内訳が含まれる。

F/S プロジェクトに対しては異なるシナリオを幾つか設定し、各々簡易な財務モデルを適用した。財務モデルにおける主たる前提条件と可能なシナリオは以下に述べるとおりである。プロジェクトの出費（財務コスト）は資本費と維持管理費からなり、それらの詳細は F/S プロジェクトコストの部分を参照されたい。

維持管理費に関し、プロジェクトに関係する維持管理費の増加分だけが対象となり、F/S プロジェクトという観点から関連性のない汚水収集や下水道公社の管理費等のコストは含まれない。採用されている財務会計システムが非適切なため、F/S 対象地域における下水の収集と処理に要する維持管理費の信頼できるデータがなく、財務計画では維持管理費の増額分だけを用いた。財務分析で推計し用いた水量当たりの維持管理費は約 3.5 SP/m³（現在価格すなわち物価上昇含めず）である。この数値はシリアの既存下水処理場の維持管理費に非常に近く、Damascus 処理場が 3.7 SP/m³、Aleppo と Homs 処理場が 3.5 SP/m³ である。

プロジェクトの収入（財務的歳入）は、固定料金と従量料金からなる下水道料金収入である。財務モデルでは料金を 10% 増加させることにより、家庭用と事業者用との料金差を平滑化して評価した。

F/S プロジェクトには種々の財源があてがわれる可能性がある。例えば公共債、ローン、国際援助機関からのグラント等である。具体的な財源はまだ決定されておらず、もっと後

の段階で決まると考えられる。詳細は 7 章に記述のとおりである。財源が不確定であるため、利子返済額等の財務関連項目は、財務モデルの中で分けて示している。一例として（条件ではない）資本費の 50% をシリア政府が負担し、残りの 50% については、返済期間を 2025 年までとして、建設期間中を猶予期間に設定し返済利子 10% と想定したソフトローンの適用する場合があげられる。

5.2.2 支払い可能額評価

最近の下水道料金表（2007 年 11 月）の支払い可能性を以下で検討する。その際、水道セクターも補助金に依存しており、料金値上げを必要としていることを考慮し、まず上下水道一体料金の支払い可能性を評価することとする。

F/S プロジェクト対象地域の世帯は 1 ヶ月あたり平均 20 m^3 の水を消費しており（115 LCD/1000×30 日×5.7 人/世帯）、これは約 73 SP の支出に相当する（最新の料金表によれば、 15 m^3 までが 2.5 SP/m^3 、 15 m^3 以上が 7 SP/m^3 となっている）。固定料金の部分（配水管とメータの管理費）41 SP を加えると F/S 対象区域の水道料金は約 114 SP となる。

下水道料金の平均値は固定部分の 1 ヶ月相当分 10 SP（ $120 / 12 \text{ SP}$ ）に従量料金部分 4 SP（水道料金 73SP の 5%）を加え、合計 14 SP となる。従って、上下水道料金の合計は 1 ヶ月当たり 128 SP となる。この値はあくまでも計算値であり、現状においては F/S プロジェクト対象地域で下水道料金は徴収されていないことを付記しておく。

社会調査によれば、F/S 対象地域における平均世帯月収は 23,000 SP であった（これは明らかに全国平均よりも多い）。従って、理論的には上下水道料金は世帯収入の 0.56% しか占めていないことになる。国際援助機関が上下水道料金は家計の 4 - 5% を限界としていることを考慮すれば、現在の料金は支払い可能といえる。更に将来に向けた料金値上げに対して、セーフティ・ネットを置きながらアフォーダビリティを損なわない範囲でまだ相当な余裕（約 8 倍）がある。

現在の O&M コストリカバリー率は、シリアにおいては下水よりも水道事業の方が高いとされている。従って水道料金は 8 倍以内に抑えつつ下水道料金を 8 倍以上にする必要がある。下水道料金だけの支払い可能限度を家計の 1% とすれば、1 世帯あたりの料金を 230 SP にまで引き上げることが可能で、最悪でも水道を合わせた料金を 1,150 SP を超えない（世帯収入 23,000 SP の 5%）ようにする必要はある。

5.2.3 支払い意思額

下水道サービスに対する支払い意思額は、社会調査結果に基づいて分析した。回答者のほとんど(92%)は、F/S対象地域の下水道施設は改善されるべきであると考えている。21%は改善のために50 SP以下しか支払わないとし、27%は50 SPから100 SP、29%は100 SP以上支払う意思がある一方で、23%の世帯は全く支払う意思がないとの回答であった。現在の料金テーブルに基づく将来の下水道料金は14 SPにしかならないので、支払い意思の観点からも、下水道サービスが本当に改善され住民の意識が高まれば、現状料金の値上げに対しては十分な柔軟性をもって対応できる。

5.2.4 異なるシナリオのもとでの財務分析結果

4つの異なるシナリオの下で財務モデルを用いて料金検討を行った。その内容を以下に記述する。

(1) ベースライン・シナリオ

ベースライン・シナリオは現状の料金表が、F/S プロジェクトライフ全体にわたって適用されるケースとし、この料金表は物価上昇分のみ毎年調整されるものとした。採用した料金表の累進料率を勘案すれば、家庭用の平均下水料金はおよそ 0.2 SP/m^3 (加重平均された水道料金 3.6 SP/m^3 の5%)となる。固定料金分は1世帯当たり年間120 SPと想定される。

このシナリオにおいては、F/S プロジェクトは全期間にわたり負のキャッシュフローを強く示す。収入は維持管理費の増加分をはるかに下回り(コストリカバリー率は100%徴収を前提にしても15%)、資本費や利子の回収に至らないことは言うまでもない。従って、FIRRによる投資の実現性を評価することはできないため行わなかった。

このシナリオでのNPV(収益の現在価値: 料金収入 - コスト)は、マイナス655.7千SPとなる。

検討の詳細は Appendix 5.2 に示す。

(2) 維持管理費を回収するシナリオ

国際的なプラクティスでは、少なくとも維持管理費は使用料で賄われるべきであることが示唆されている。このシナリオを考えることは、上下水道事業の維持管理費の回収率を最終的に100%とするというシリア政府の方針にも合致しているため特に重要なことである。

プロジェクトのO&Mコストを下水道料金で回収するためには、家庭用料金を約 2.4 SP/m^3 のレベルに設定する必要がある(非家庭用の部分を考慮して10%の安全率を見込み現在価格では 2.6 SP/m^3 と考える)。この 2.4 SP/m^3 の変動部分と固定部分との分け方は無限にあるが、ここでは固定部分をゼロとする。ただし、固定部分を排除することを提言するもの

ではなく、このあとに述べるシナリオを単純化するためである。現実には、従量部分の料金は固定部分を考慮すれば 2.4 SP/m^3 よりも低くなる。従量部分と固定部分の料金の分け方に関する詳細な検討は本調査の対象範囲を超える。

家庭における水消費の平均値が $20 \text{ m}^3/\text{月}$ であるから、このシナリオにおける下水料金は月平均で $48 (2.4 \times 20) \text{ SP}$ となり、家庭収入のわずか 0.3% で、明らかに受け入れ可能な金額である。

このシナリオでの NPV は、明らかに負となり、マイナス 523.24 千 SP となる。

維持管理費を回収するシナリオの財務評価詳細は **Appendix 5.3** に示す。

(3) 資本費の 50% を回収するシナリオ

ここでいう資本費の 50% を回収するシナリオとは、プロジェクト全ての維持管理費と資本費の 50% 及びそれに付帯する財務コストを下水料金で回収する場合をいう。資本費の 50% を政府の補助金と仮定するならば、このシナリオにおいてはプロジェクトの累加キャッシュフローは 2025 年でプラスにすべきである。

資本費を 50% 回収するためには、家庭用の従量部分の料金を 5.6 SP に設定すべきである。この場合、下水料金の総額は 1 世帯当たり 112 SP/月 (家計収入の 0.5%) となり、これは依然、受け入れ可能なレベルである。

このシナリオでの NPV は、依然として負となり、マイナス 313.64 千 SP となる。

資本費の 50% を回収するシナリオの財務評価詳細は **Appendix 5.4** に示す。

(4) 財務的にフィージブルなシナリオ

最後のシナリオは、財務的にフィージブルなシナリオである。これはむしろ仮説的なケースであり、F/S プロジェクトが財務的にフィージブルであるとは、FIRR が 10% になる場合と想定した。

トライ・アンド・エラーの手法により、プロジェクトの FIRR が 10% になる財務的にフィージブルになる料金はおおよそ 10.4 SP/m^3 と算定された。これは 1 世帯当たり 208 SP/月 (家計収入の 1.0%) となり、受け入れ可能なレベルの限界であると考えられる。

資本費、維持管理費及び収入を変動させた場合の FIRR 感度分析結果を表 **5.2.1** に示す。

表 5.2.1 FIRR 感度分析

Adverse change by	10%	20%	30%
	FIRR		
Revenue decrease	8.1%	6.0%	3.6%
Capital cost increase	8.7%	7.5%	6.4%
O&M cost increase	9.6%	9.2%	8.7%

この結果より、FIRR は収入の減少に大きく影響を受けること、また維持管理費の増大に対しては比較的余裕があることが伺われる。

誤解を避けるため、この 10.4 SP/m³ という数値は、F/S 対象地域のひとつのプロジェクトに基づいて算定されたものであり、他の地域に適用できないことを強調しておく。特に F/S プロジェクトは下水管の費用が含まれていないので、下水管の資本費、維持管理費、更に料金徴収等のような管理コストを含めた全体の費用に関しては、これよりもかなり高くなる。資本費を全額回収することは、国際的にも例がなく、またシリア政府も考えていないので検討しない。

財務的にフィージブルなシナリオの財務評価詳細は Appendix 5.5 に示す。

(5) 推奨されるシナリオ

4つのシナリオにおける分析結果を図 5.2.1 に示す。すべてのシナリオにおいて資本費、維持管理費は同じ条件であるが、料金レベルの違いに応じて、料金収入や政府の補助金の割合が変化する。

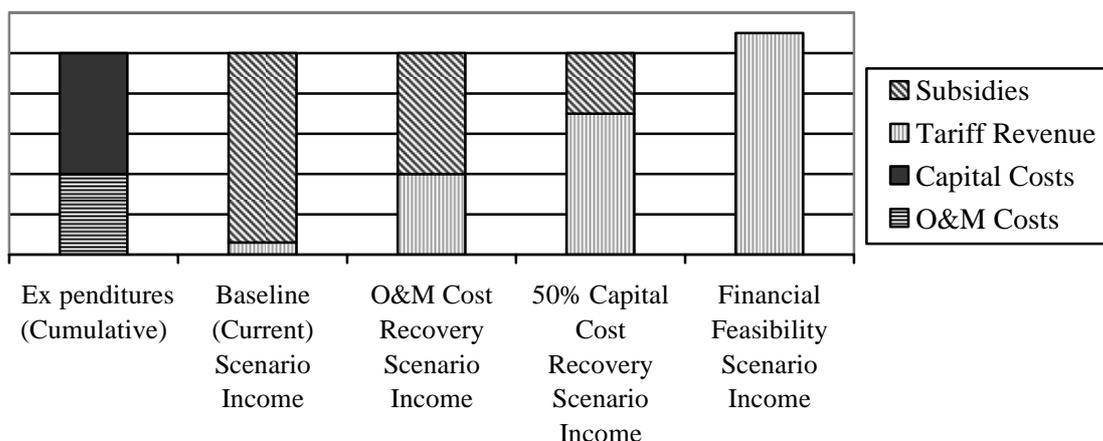


図 5.2.1 各シナリオ分析結果の比較

上述した 4 つのシナリオの中で、維持管理費を回収するシナリオを今後採用することが

推奨される。その理由は次のとおりである。

- (i) 維持管理費の回収は下水道公社の課題であるが達成可能な目標である。
- (ii) 維持管理費の 100%回収はシリア政府の中期的目標とされている。
- (iii) このシナリオであれば緩やかな料金値上げで済み、深刻な社会的政治的反発をされな
いで政府が実施できる

推奨されるシナリオは期限を切って効力を持たせるべきである。維持管理費の 100%回収が達成されれば、次はより高いレベル、すなわち資本費の 50%や機械電気設備のコストを回収するといったシナリオを目標としなければならない。

5.2.5 提案する F/S プロジェクトの財務計画の概要

提案する F/S プロジェクトの財務計画は選定された維持管理費を回収するシナリオをベースに設定する。選定されたシナリオは料金で資本費を回収しないことから、全ての資本費と発生する利子は RDAWSSA/ 下水道公社に無償供与されなければならない。実務的には、公共債で直接調達するか、国債金融市場から調達したローンを宛がうかのいずれかとなる。公社の場合、負債を一度国庫に入れ、国の一般予算として交付されるべきであろう。

同時に、F/S プロジェクトを健全に財務管理するためには、下水道プロジェクトによって得られる収入（下水料金）で維持管理費がカバーされなければならない。すなわち、維持管理費は内部で発生するキャッシュを充当するということである。このため、下水道料金をそれができる適切なレベルにまで引き上げなければならない。しかしながら、地域レベルで料金設定できる可能性がなければ、維持管理費を回収できる料金設定の実施は困難となるであろう。

財務管理に関する更なる提言については 8 章を参照のこと。

6 環境社会配慮

6.1 環境社会配慮及び社会調査結果

6.1.1 環境社会配慮

(1) 第3回ステークホルダー協議開催の準備

適切なステークホルダー協議を実施するため、調査団とMHCが共同でステークホルダー協議運営に係わるタスクフォース（MHC4名、JICA調査団1名）を組織した。主な活動は表6.1.1のとおりである。

表 6.1.1 主な活動内容

活 動		活動の内容
1	第3回ステークホルダー協議場所と時期の検討	ステークホルダーのアクセスの利便性を考慮して、Bloudanにて実施することとした。
2	現地ステークホルダーの範囲の検討	政府関係者や事業対象地域周辺の住民に限らず、NGO関係者や有識者等も含めた幅広いステークホルダーを想定し、広報した。
3	協議実施の広報の手段及び期間の検討	開催2週間前から、Fax、ポスター、電話、直接訪問等により、広く周知することとした。
4	協議資料の作成	アジェンダ、プレゼンテーション資料、コメント・シート（英語及びアラビア語）を作成し参加者の理解度向上に努めた。
5	その他	会場手配、機材準備等の事前準備を行った。

出典) JICA調査団

(2) 協議開催の日時・場所

MHCとの協議のうえ、表6.1.2に示すとおり第3回ステークホルダー協議を実施した。

表 6.1.2 第3回ステークホルダー協議開催の日時・場所

開催日時	開催地	対象エリア
2007年11月20日 10:00 - 14:00	Bloudan Grand Hotel, Bloudan City	Zabadani, Madaya, Bukein and Bloudan

出典) JICA調査団

(3) 協議参加者

第3回ステークホルダー協議に参加したステークホルダーは表6.1.3に示すとおりである（参加者リストはAppendix 6を参照）。

表 6.1.3 第3回協議に参加したステークホルダーの内訳

区 分	参加者数
中央関係省庁	12
地方自治体政府	16
非政府組織（NGOs）	5
国際機関・ドナー等	4
大学・研究機関	2

表 6.1.3 第 3 回協議に参加したステークホルダーの内訳

区 分	参加者数
民間セクター	4
地域住民代表	3
メディア (テレビ、ラジオ、新聞社等)	1
JICA シリア事務所	2
JICA 調査団 (他 JICA プロジェクト含む)	11
その他	1
合 計	61

出典) JICA 調査団

(4) 協議内容及びプログラム

第 3 回ステークホルダー協議は表 6.1.4 に示すプログラムに沿って実施された。協議の際には、英語及びアラビア語の 2 言語の資料を用意した。

表 6.1.4 第 3 回協議プログラム

プログラム	発表者
開会挨拶	富田 明子、JICA シリア事務所長
Part I : F/S 結果説明	1) 佐野 博文、JICA 調査団長; 2) Eng. Ghassan Tarboush, C/P of the Project, MHC
Part II : 環境社会配慮調査結果説明	Eng. Thaer Janem, C/P of the Project, MHC
休憩	
Part III : 質疑、協議	全ステークホルダー
閉会挨拶	Dr. Wassim Fallouh, MHC

出典) JICA 調査団

(5) 質疑応答内容

第 3 回ステークホルダー協議においては、参加者の中で活発な意見交換がなされた。主な質疑応答内容は表 6.1.5 にまとめた。

表 6.1.5 第 3 回協議において主な質疑応答内容

	質問 / 意見	応 答
1	夏季の観光人口増加を考慮したか？	夏季に多くの観光客が集まることを考慮して、計画汚水量を推定した。
2	シリアにおいてオキシレーションディッチ (OD) 法を採用する処理場はあるか？	シリアでは、まだオキシレーションディッチ法を採用している処理場はないが、海外 (日本、フィリピン、インド等) での実績は沢山ある。
3	処理場予定地の上流地区には、生下水を灌漑用水として利用している人はいる。将来、処理水をこの地区に圧送することができるか？	処理場位置の選定に当たって、いくつかの代替案を検討した。技術的には処理水を上流地区に圧送することが出来るが、コストがかかる。
4	EIB は当初 Tieba 地区 (Zabadani 地区の下流側) に処理場予定地として選定した。Zabadani に処理場の予定地として選定した理由。	EIB プロジェクトでは、Zabadani 地区の排水を全て収集し、Zabadani 地区の下流域に位置している処理場 (Tieba 地区) で処理すると計画していた。処理場位置を Zabadani に選定する場合は、以下の優位点がある。1) 処理場に汚水を輸送する新規幹

表 6.1.5 第 3 回協議において主な質疑応答内容

質問 / 意見		応 答
		線延長が短くて済む。2)Zabadani 地区・ Tieba 地区における処理水の農業利用が容易である。(自然流下)
5	Zabadani 地域は観光地であるが、処理場の悪臭問題及び対策を考慮しているか？処理場からの悪臭は全 Zabadani 地域に対してマイナス影響を与える恐れがある。	以下の悪臭対策を考慮した。 1) 計画段階において悪臭が発生しにくい処理方式 (OD) 及び汚泥機械脱水装置を選定した。 2) 処理場予定地から一番近い民家 (4 件) は約 100m 離れている。悪臭の影響は少ないと考えられる。 3) 更に他の緩和策として、緑地帯や緩衝地帯等も提案した。 4) 脱臭装置 (将来計画) 用地を確保しておく。
6	処理場構造物は、完全に遮蔽物でカバーするの か？	一部の構造物 (汚泥機械脱水) はカバーする予定である。技術的には処理場全ての構造物を遮蔽物でカバーすることはできるが、費用がかかりすぎる。
7	処理システムの検討に関して、分散処理方式は検討したのか？また、地震対策は考慮している のか？	処理システムに関して、各関係機関 (EIB や MHC 等) のスタディをレビューする上で、集中処理、分散処理、そして集中処理と分散処理の組合せ案を検討した。地震対策に関しては、将来の設計段階において考慮される予定である。
8	脱水汚泥の最終処分方法？	既存ゴミ処分場における地下水汚染防止対策はなされていない。一方、環境社会配慮調査において、Zabadani 地区の土壌及び既存処理場の脱水汚泥の重金属濃度を測定した。その結果、土壌及び汚泥の重金属濃度は低いレベルであり、汚泥の農地利用は可能であることが分かった。但し、モニタリングシステムを立ち上げる必要がある。
9	Zabadani 市役所からの質問： 1) 古い下水道管渠 (50 年以上の物もある) に対してリハビリテーションの計画ある か？ 2) 下水道セクターにおいてキャパシティ- ディベロップメントを考慮されているか？ 3) 処理場の維持管理のスタッフとしてロー カルエンジニアを雇うことを考慮されて いるか？	1) 時間及び予算の制限で既存管渠に対する詳細な調査及び解析を行う余裕はなかった。污水収集システム及び幹線計画等に対して検討を行った。 2) キャパシティ-ディベロップメントは非常に重要であり、MHC は対応する予定である。 3) 地域住民 (エンジニア及び他のスタッフ) のための雇用機会を作ることもまた非常に重要である。現況では地方自治体から処理場の維持管理にできるスタッフ (資格持つ人) を見つけることは困難である。
10	Zabadani 地域の統合された水資源管理 (水道、 下水道及び処理水の再利用、灌漑用水等) 計画 を策定するべきである。また、下水道及び水道 供給における漏水問題にも注視するべきである。	できる限り、ご意見を計画の中に反映する。

出典) JICA 調査団

(6) 議事録とその公開

第 3 回ステークホルダー協議の議事録は、JICA 調査団の協力のもと MHC が主体となって作成し (英語及びアラビア語) MHC、Zabadani 市役所、Madaya 市役所、Bukein 市役所及び Bloudan 市役所にて住民に公報することとした。

6.1.2 社会調査結果

下水道・衛生施設及び生活衛生環境に対する住民意識を把握するため、社会調査を現地再委託により実施した。調査対象区域、調査対象世帯数及び質問内容は表6.1.6及び表6.1.7に示す。

表6.1.6 調査区域及び調査対象世帯数

調査対象区域	TOR で要求する調査対象世帯数	実際調査した世帯数	備 考
Zabadani	97	101	現況人口により決定
Bloudan	11	15	現況人口により決定
Bukein and Madaya	42	45	現況人口により決定
Barada 川の下流	50	50	調査対象：農地の所有者
合計	200	211	

出典) JICA 調査団

表 6.1.7 主な質問内容

分 類	質 問 内 容
1. 一般情報	住所、名前、性別、年齢、家族構成、職業、教育レベル、居住期間等
2. 社会経済状況	住居状態、家族平均月収及び支出、支出内訳等
3. 水道	水源、月当たり水の使用量、水道料金に対する意見等
4. 下水道	下水の放流先、下水量料金の支払方法、下水道料金に対する支払い意識等
5. 保健衛生	水系伝染病等
6. 環境意識	環境問題及び主要な汚染源に対する認識
7. 下水処理水及び汚泥の再利用意識、処理水及び汚泥利用料金に対する支払い意識	灌漑用水の状況、下水処理水及び汚泥の再利用意識、処理水及び汚泥利用料金に対する支払い意識等

出典) JICA 調査団

アンケート調査の結果のまとめは表6.1.8に示す。

表 6.1.8 アンケート調査の結果

質 問 内 容	結 果
1. 家族構成	人/世帯 5.7
2. 職業	公務員 30.8%
	農業 28.9%
	商業 13.7%
	工業 10.0%
	自営業 9.5%
	退職者 3.8%
3. 教育レベル	小学校 27.5%
	教育受けていない 22.7%
	大学 17.5%
	中学 13.3%
	高校 13.3%
4. 平均月収/世帯	SP/月 23,000
5. 平均支出	SP/月 25,000
6. 支出内訳	食品 51.0%

表 6.1.8 アンケート調査の結果

質 問 内 容		結 果
	医療保健	5.1%
	電気	4.8%
	通信	3.7%
	水道	1.6%
	下水道	0.2%
7. 水源	公共水道	47.9%
	水車	36.0%
	井戸	14.7%
8. 下水放流先	下水道	80.6%
	腐敗槽	14.7%
	排水路や河川等へ	4.7%
9. 下水道料金に対する支払い意識	支払いたくない	22.9%
	50 SP/月以下	20.6%
	50-100 SP/月	27.1%
	100-200 SP/月	2.9%
	200-300 SP/月	9.4%
	300-400 SP/月	10.6%
	400-500 SP/月	6.5%
10. 主要な環境問題	表流水汚染	37%
	地下水汚染	37%
	廃棄物	9%
	騒音	5.7%
	悪臭	4.3%
	大気汚染	3.3%
11. 灌漑時期	夏	89.1%
	春	6.3%
	秋	4.7%
12. 灌漑用水源	地下水	66.7%
	河川水	25.9%
	生下水	1.9%
13. 下水処理水を再利用したい人の割合		73.7%
14. 処理水利用料金に対する支払い意識額	SP/月	425
15. 下水汚泥を再利用したい人の割合		66.7%
16. 汚泥利用料金に対する支払い意識額	SP/月	200

出典) JICA 調査団

6.2 環境影響評価 (EIA)

6.2.1 自然・社会条件

ザバダニ地域の自然・社会条件を表 6.2.1 に示す。

表6.2.1 Zabadani地区 自然・社会条件

項 目	内 容	
1. 気象条件 (1959-1989)		
1.1 気温	8月の平均気温 (最も暑い月)	32.1度
	1月の平均気温 (最も寒い月)	0.2度
1.2 気圧、風向、風速	気圧 卓越風向 風速	800-900ヘクトパスカル SE 1.5-4.5 m/s

表6.2.1 Zabadani地区 自然・社会条件

項目	内容	
1.3 降水量	年平均降水量	493 mm/年間
1.4 湿気	冬は高い 夏は低い	
2. 地質	新第三紀層	
3. 社会条件	キリスト教 イスラム教	7.6% 92.4%
4. 年齢分布(2006)	15才以下 15-45才 45-65才 65才以上	45.3% 33.0% 16.4% 5.3%
5. 主要な業種	石材、木材、アルミ加工等、飲料水詰め	

出典) MHC, Zabadani 市役所

6.2.2 Pre-EIA レベル調査結果

JICA 調査団は対象区域が観光地であり、処理汚泥の農業利用が考えられることを勘案し、IEE レベルよりより詳細な調査の必要性を感じた。また、MHC の C/P から EIA レベル調査内容や方法を習う依頼があり、C/P への技術移転のため、一部の調査項目(騒音や重金属等)に対して EIA レベル調査を実施した。今回行った調査のレベルは IEE より詳細であるが、EIA までのものではないので、pre-EIA レベル調査と表現した。pre-EIA レベル調査方法は、下記のとおりです。

- (1) 既存データや情報の収集
- (2) 現地調査
- (3) 地域住民インタビュー
- (4) 水質分析、土壌及び汚泥の重金属分析

Pre-EIA レベル調査では社会環境、自然環境、公害に関する 10 影響項目について調査を行った。調査結果は表 6.2.2 に示す。

表6.2.2 Zabadani下水道F/SのPre-EIAレベル調査結果

No.	環境項目	評価		根拠
		実施しない場合	実施する場合	
1	住民移転	D	D	下水処理場予定地は現在軍の施設(4つの建物がある)として使用されているため、住民移転が発生しない。
2	地域経済/土地所有権	D	D	下水処理場予定地(5.5ヘクタール)は農業省所有の公用地である。土地所有権の転換(私用から公用へ)が発生しない。
3	交通	D	C	処理場予定地は主要道路に隣接しているが、交通量は約100台/時間/2車線程度で、低いレベルである。更に交通へのインパクトは一時的(工事中)であり、工事中に各種対策を行うようしているため、交通への影響は小さいと考えられる。
4	文化遺産	D	D	遺跡・文化財は報告されていない。
5	水利用及び水利権	D	D	処理場は既存下水放流口に隣接している。従って、下水の再利用への影響はほとんどないと考えられる。

表6.2.2 Zabadani下水道F/SのPre-EIAレベル調査結果

		評価		
		A	D	
6	水質汚濁	A	D	下水放流先の水質は改善される。また、下水汚泥は農地利用する予定であるため、地下水への影響はほとんどないと考えられる。
7	土壌汚染	D	C	処理場周辺の土壌及び既存下水処理場の汚泥の分析結果（Appendix 6 参照）重金属濃度はシリアの土壌環境基準及び汚泥排出基準と比べ、かなり低いレベルであることが分かった。また、窒素、りん等肥料成分を含有するため、農地利用を提案した。但し、施設供与後、汚泥及び土壌の重金属濃度を監視するモニタリングシステムが必要である。
8	廃棄物	D	D	下水汚泥量は 17.2 m ³ /日で、少ない。また、農地還元として再利用されるため、環境への影響はほとんどないと考えられる。
9	騒音・振動	D	C	建設予定地周辺に住居地が存在し、現在の騒音レベルは 45 dB (A)~ 69 dB(A)である。処理場の建設工事中は、その住居地における騒音予測値は 62 dB (A)~ 72 dB (A)となり、シリアの騒音基準（55 dB (A)）を若干超えることが予測される（Appendix 8 参照）。しかし、工事中に各種騒音対策を提案しているので、住居地への影響は少ないと考えられる。
10	悪臭	C	C	本事業における悪臭の削減のため、OD 及び汚泥機械脱水プロセスの導入を計画されており、悪臭は大きく改善される。また、他の緩和策（緑地帯や緩衝地帯等）も提案した。更に処理場予定地から一番近い民家（4 件）は約 100m 離れており、また、処理場予定地周辺において集落的な住居地がないため（2km 先）悪臭の影響は少ないと考えられる。

注) A：重大なインパクト
C：軽いインパクト

B：ある程度のインパクト
D：無視できる程度のインパクト

6.2.2 緩和策

環境への悪影響が懸念される項目について、それに対する緩和策を提案した。具体的な内容は表 6.2.3 に示す。

表 6.2.3 Zabadani 下水道（F/S）に対する影響項目とその緩和策

No.	影響項目	緩和策
3	交通	1) 事前に住民へ工事内容及び工事期間の告知 2) 適切な施工計画の作成及び施工方法の検討 3) 交通ピークを避ける適当な施工時間を選ぶ 4) 適切な交通管理計画の作成
7	土壌汚染	1) 適切な汚泥農地利用計画の準備（面積、利用方法、コストの検討等） 2) モニタリングシステム（監視項目、頻度、コスト等含む）を導入し、常に下水汚泥、土壌及び農作物の重金属を監視する（提案したモニタリングシステムは表 6.2.3 参照）
9	騒音	1) 事前に住民へ工事内容及び工事期間の告知 2) 施工時間帯制限（休日や深夜の施工禁止） 3) 施工中工事現場周辺の住居地における、騒音を監視するモニタリングシステムを立ち上げる（提案したモニタリングシステムは表 6.2.3 参照）
10	悪臭	1) 緑地帯の設置（幅約 5m） 2) 処理場の周辺に緩衝地帯（幅約 100m）の設置（緩衝地帯内に住居禁止） 3) 悪臭モニタリングシステムの導入と実施（提案したモニタリングシステムは表 6.2.3 参照）

出典) JICA 調査団

6.2.3 モニタリング計画

環境への悪影響が考えられる項目について、モニタリング計画を提案した。提案した具体的な内容を表 6.2.4 に示す。また、そのモニタリング計画を実施するための費用は、年間約 240,000 SP が必要であると推定した。

表 6.2.4 モニタリング計画提案

モニタリング項目	モニタリング場所	モニタリング頻度	モニタリング・パラメーター
工事期間			
処理場周辺での騒音レベル	4 地点 (処理場境界線にて2地点、処理場周辺住居地にて2地点；場所はpre-EIAレベル調査と同じ)	1-2 回/週間	等価騒音レベル (L _{aeq})
運転期間			
重金属	3 検体 (脱水汚泥：1検体、汚泥農地利用している所の土壌：2検体)	2 回/年間	As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn
悪臭	6 地点 (処理場境界線にて1地点、処理場周辺住居地にて5地点)	4 回/年 (春、夏、秋、冬各1回)	NH ₃ and H ₂ S

出典) JICA 調査団

7 プロジェクト実施計画の立案

7.1 下水道プロジェクトの予算配分手順

住宅・建設省（MHC）の投資予算は上下水道プロジェクトの年度投資予算とこれらの投資をカバーするために必要と見積もられた資金を含む。

下水道プロジェクトの予算配分に関する手続きの流れは以下のように要約できる。

- 1) MHC の下水道部はプロジェクトのニーズと計画案を作成し、経験と技術的検討に基づいて予算を見積もる。この計画案は MHC の計画部に送付される。
- 2) 計画部はこの計画案を受取り、省の年度計画に組み込む。組み込まれた計画案は国家計画省（SPC）と財務省に承認を取るため送付される。
- 3) SPC はこの計画案を受取り、MHC と財務省と協議の上、必要に応じて案や数値を修正し、国家計画評議会へ承認を取るために送付される。
- 4) 国家計画評議会はこの計画を受け取ってレビューし、承認の決定がなされる。決定された計画は実施に向けて MHC に送り戻される。例外的なケースとして、計画に含まないプロジェクトが国家計画評議会の議長 - 大臣 - の承認を取って付け足される場合がある。

以上の詳細についてはマスタープラン報告書の第 6 章を参照のこと。

7.2 シリアにおけるプロジェクトのための外部資金（グラント及びローン）の調達

外部資金の調達が予定される場合、通常次の手続きが取られる。

- 1) SPC は MHC に対して外部の資金を用いて実施できるプロジェクトを決定するように通知する。MHC は SPC に適用可能な優先度が高い重要なプロジェクト（例えば F/S プロジェクト）を知らせる。このようなプロジェクトが複数ある場合には、省のプランのなかに優先順位を付けてリストアップしなければならない。
- 2) SPC はかつてシリアのプロジェクトに融資する準備があると声明した融資機関に資格のあるプロジェクトへの資金協力可能性（グラント、ローン）を問い合わせる。

どの金融機関と契約するかという選択はシリア政府側の権利事項であるが、実施中のプロジェクトの状況を考慮すれば、日本の国際協力銀行（JBIC）、欧州投資銀行（EIB）、ドイツの KfW、マレーシアの輸出入銀行等が想定される。

- 3) 関心ある融資 / 援助機関は MHC を訪問し、これらプロジェクトの重要性や社会経済、健康、環境の各面で及ぼす影響等について協議しなければならない。
- 4) MHC を訪問後、融資 / 援助機関は自らの優先度に基づいてひとつあるいはそれ以上のプロジェクトを選び、プロジェクトへの融資に対する要望、同意、準備を記述した文書を SPC へ送付する。シリアでは F/S の作成は無償で実施され、サプライはローンで実施されることに留意すべきである。

一般にシリアのプロジェクトへの融資は以下の方法のいずれかによって行われる。

- シリア庫からの信用貸し（援助 / 融資期間がない場合、外貨の調達には Oil Marketing Office から行われる）。
 - 援助 / 融資機関による外部からの信用貸し。
 - 国内、海外両方からの信用貸し。これは殆どの大規模プロジェクトにおいて普通に行われ、土木工事は国内（政府）の資金が用いられる。
 - PPP や BOT といった他のシステムを利用することもシリアでは可能であるが、下水道プロジェクトに対して適用されたケースはこれまでなく、この方式の将来への採用に向けて交渉が行われているところである。
- 5) MHC は関心がある援助 / 金融機関より以下のようなプロジェクト情報の提供を求められる。

プロジェクトの目標とコンセプト

提供される情報は、対象地域の環境や健康問題を解決するために必要な下水処理、処理水の灌漑利用、表流水や地下水の下水による汚染からの防止に関する目標と解決策を含む。特に河川、貯水池、ダム、農業水源などの水域に下水を放流する数多くの放流渠は言及されなければならない。また、未処理下水の農業への利用状況についても、環境問題や農民の健康問題に脅威を与えるという点で言及されるべきである。

プロジェクトの一般情報

下水処理場予定地の地理的位置と特性（農業地、工業地）を決定しなければならない。農業地である場合、主な作物と気候に関する記述（雨期、乾期の月数、平均気温、平均降雨量）が必要である。更に、プロジェクトの裨益人口、施設の配置、飲料水の水源と給水施設の位置、施設の維持管理方針と実施主体（通常下水道公社となる）の情報も求められる。

汚水の処分に関するシリア政府の方針と戦略

シリアにおいては、地下水や飲料水水源の汚染は本当に深刻であるという認識のもとで下水処理場の建設が開始された。特に、飲料水の水源汚染が深刻な地域に優先

度が置かれ、投資の優先度を決定するために国レベルでの計画策定が行われた。しかし、下水処理場を建設する能力が不十分であるため、シリアは海外の機関の協力を強く望んでおり、それらは資金面のみならず技術協力面も含まれる。MHC は水道の給水と下水の処理に責任を持つ機関であるが、下水道施設の一部は地方行政・環境省が所轄する地方自治体が管理している。下水に関する管理は一つの組織に集約すべきとの目的で下水処理場が建設されている県に下水道公社が設立された。これらの公社は下水の収集と処理（運営・維持管理）の責任を有する。

技術情報

- 処理場の位置と水源からの近接度
- 処理場に関する基本諸元（処理人口、処理水量、処理方式その他）
- 下水の種類（家庭污水または工場排水）
- 施設概要（前処理、反応槽、沈殿池等）

財務情報

- 土木工事、機械電気工事のコスト予測
 - 財務計画の概要
- 6) 後に SPC は選定された援助 / 融資期間と(i) ローンの条件、(ii) 償還期間 (iii) 利率、(iv) 猶予期間等の交渉を行う。
- 7) 最後にローン・アグリーメントが締結され、プロジェクトの評議会がサインして大統領令として発布される。

7.3 入札評価

シリアにおける入札評価手順は 2004 年の Law No.50 として発行された契約基準及び同年の Decree No. 450 として発行された統一契約基準の一般条件書、並びに 2006 年の Legislative Decree No. 54（これは 2008 年 1 月 1 日から施行される）により規定されている。

SPC により必要な資金が配分されると（国内資金、外部資金または両方を含む資金）プロジェクトは官報に公示され、新聞にプロジェクトの実施条件、入札保証、広告期間、工事期間、入札書の提出日、通知の条件（国内、国際、両方）等の内容を示した広告が掲載される。国内入札の場合、通貨はシリア・ポンドだけが配分され、国際入札の場合にはユーロで配分額が通知される。混合の場合、土木工事はシリア・ポンドで配分され、資機材調達部分は海外通貨で配分される。

広告期間が終わるまでに、広告主（省）は入札評価委員会（大臣の承認のもと、住宅・建設大臣が召集する）開札委員会（省と委員会と入札者との調整者）、技術委員会、財

務委員会を結成する。

開札委員会は、開封し応札者が提出した図書を法的、財務的見地から確認するとともに、不足図書がないか確認する。これらを確認した後、技術的部分が技術委員会に送られる。

技術委員会は応札者の技術的能力を設定した技術ポイントに基づいて評価する。これらは会社の専門分野、資本金や経験、従業員数、類似プロジェクトの経験等に基づいて決定される。そして技術仕様を細かく検討した後、技術評価表を作成し、各会社に対するポイントが計算される。技術評価の結果に関するレポートが作成され、承認を得るために開札委員会へまわされる。

開札委員会の承認後、経済価格が最低となる落札者を決定するために財務委員会が価格プロポーザルを開封する。経済価格の定義は入札価格を技術ポイントで割ったものである。評価レポートが作成され委員会の承認を得るために提出される。開札委員会は落札者を決定するレポートを作成し大臣承認へとまわされ、契約交渉手続きに入る。

上記の手続きは海外から資金を調達して実施するプロジェクトに係るものであり、資金調達からプロジェクト開始までの手続きに要する時間は表 7.3.1 に示すとおりである。

表 7.3.1 資金調達からプロジェクト開始までのスケジュール

項目	内 容	期 間
1	重要プロジェクトと融資の決定に関する SPC と融資機関とのコンセンサス	1-2 月
2	SPC、 融資機関、 MHC とのコンセンサス	1 月
3	プロジェクトの重要性、 融資に関する協議のための融資機関による MHC 訪問	1 月
4	融資期間へのプロジェクトの技術、 財務情報の提供と協議	1-2 月
5	借款契約に関する交渉機関（ローンの条件、 返済期間等）	不定 ¹⁾
6	借款契約の承認と大統領令の発行	1-2 月
7	プロジェクトの公示.	1-2 月
8	応札者を評価するための技術、 財務評価委員会の形成	1-2 月
9	開札、 入札評価	不定 ²⁾
10	契約者の決定、 大臣承認	1 月以内
11	プロジェクト実施	不定 ³⁾
	必要期間計	最短で 1 年

¹⁾交渉次第

²⁾委員会と応札者の対応次第

³⁾プロジェクトの期間による

出典) JICA 調査団

8 提言及びシリア側が実施すべき作業内容

8.1 下水道システム

8.1.1 既存施設改善及び更新

主に都市部において多数の下水道施設が建設されてきた。しかしながら、多数の問題点もある。

第1に、殆どの下水管網にコンクリート管が用いられてきたが、品質が劣悪であるため、下水の漏水が多数確認されている。それらの殆どが適正な管接合構造を有しておらず、鉄筋が入っていないものまでである。管基礎も不適切で、管破砕の原因となっている。管渠の老朽化が進行しており、管破砕による道路陥没も発生している。このような老朽化管渠は、優先順位に応じ、順次シリアで製作されている他の管材で更新すべきである。それらは、硬質塩ビ管 (PVC Pipe) とポリエチレン管 (PE Pipe) である。これらの管材はコンクリート管に比べ軽量で、管布設が容易である。管接合も容易で、水密性も高い。管材コストもコンクリート管よりやや高い程度で、コンクリート管においては十分考えうる将来の管更新を考えれば、無視できる範囲である。

第2に、効率的に運転されていない処理場がある。それらは Damascus 県の Adraa 処理場、Raqqa 県の Debse Afnan 処理場、Al Mansourah 処理場、Ma'dan 処理場そして Homs 県 Homs 処理場である。表 8.1.1 に改善策をまとめた。

表 8.1.1 既存処理場改善案

処理場名	改善案
Adraa 処理場/ Damascus 県	<p>エアレーション時間が不十分で、処理効率に影響している。これを補うためには、エアレーション・タンクの追加建設もしくは高効率エアレーション装置導入が必要である。</p> <p>汚泥処理プロセスからの返送液が、生物污水处理に支障を来している。これは嫌気性消化タンクの処理効率が不十分であるからである。最初沈殿池汚泥濃度が高いため、消化タンク内の汚泥攪拌が適正に行われていない。消化タンクの改善が必要である。</p> <p>将来流入汚水量が増加すれば、発生汚泥量も増加し、いずれ汚泥乾燥床能力を超過することになる。機械脱水装置の導入を検討すべきである。本装置が導入されれば、現在汚泥乾燥床があるスペースは、将来建設施設用地に流用できる。</p> <p>処理水質向上のため、高度処理施設導入も検討すべきである。</p>
Debse Afnan, Al Mansourah, Ma'dan 処理場/ Raqqa 県	<p>本県には民間企業によりターン・キィ契約で5箇所の処理場が完成している。これらの処理場は地方行政・環境省予算で建設された。処理場完成後、民間運転・維持管理技師と協働することで運転・維持管理技術を取得するため、住宅・建設省技師が派遣される予定であったが、誰も派遣されず、結果として左記3処理場の運転は中断された。生下水は近隣農業水路に放流されている。</p> <p>完成処理場の有効利用を図るため、運転・維持管理技師を緊急に派遣すべきである。それと平行し、人材育成にも着手しなければならない。将来多数の処理場が建設されることは必至であるからである。</p>
Homs 処理場/ Homs 県	<p>Homs 処理場は 1998 年に供用開始した。処理場容量は 133,900 m³/日で標準活性汚泥法による。「Sugar Line」と呼ばれる砂糖工場廃水用幹線と「Regular Line」と呼ばれる一</p>

表 8.1.1 既存処理場改善案

処理場名	改善案
Homs 処理場/ Homs 県	<p>般家庭汚水用幹線の 2 本が流入している。</p> <p>「汚水管渠への排出基準」はマスタープラン・レポートの表 3.3.2 に記載されており、これによれば許容 COD 排出値は 1,600 mg/l である。しかしながら同レポート表 5.2.13 によればこれを遥かに超過する濃度の COD が流入している。砂糖工場は明らかに基準に違反しているため、法的措置で前処理施設の設置を義務付けるべきである。</p> <p>違反工場への法的罰則措置は 2002 年に施行された Law No.50 に規定されている。</p>

第 3 に、ポンプ場が機械・電気設備が設置されないまま放置されている。これは海外業者からの購入が困難であったためである。信頼性の高い設備は国内業者にないため、輸入に頼らざるを得ないが、かつては輸入が政治的・制度的制約により困難であった。近年、このような制約は徐々に解消されつつあり、機械・電気設備設置工事も海外コントラクターに発注できる体制が整いつつある。

8.1.2 資産データ・運転・維持管理記録の管理及び活用

現在の下水道事業に係るデータ管理は極めて不十分で、下水道プロジェクト全体の非効率的原因となっている。住宅・建設省は資産データ＝既存下水道施設（処理場・ポンプ場・管網）データを系統的に管理してこなかったため、省コスト・省期間の下水道施設開発計画策定が出来ない。既存施設の正確かつ詳細なデータなしには、事故の際にも適正かつ迅速な対応が不可能である。住宅・建設省組織再編成と平行し、抜本的データ管理システム改善が、将来の下水道プロジェクト実施・完成施設の運転・維持管理に必要不可欠である。

前述したように、総てのデータは「GIS システム」に集約すべきである。マスタープラン・レポート表 5.2.37 に示すような内容のデータを入力する。これに加え、運転・維持管理記録も効率的作業のため、表 8.1.2 の内容を入力すべきである。

もしこれらのデータが GIS 図面に総て入力されれば、既存施設位置が明確に図示されているため、新規開発下水道施設の優先順位付けに極めて有用である。建設年も図示されるため、老朽施設も探し易く、更新計画立案に役立つ。図 8.1.1 に GIS 図面イメージを示す。

表 8.1.2 GIS システムへの入力情報

施設名	入力情報
管渠	管径、延長、管底高、管種、流向、敷設年、敷設費 補修履歴：年月日、費用、使用管材、労務記録、補修原因
マンホール	内径、マンホール深、天端高、設置年、建設費 補修履歴：年月日、費用、使用管材、労務記録、補修原因
ポンプ場	ポンプ仕様、ポンプ場建設年、設備設置年、機器費、建設費 補修履歴：年月日、費用、使用材料、労務記録、補修原因、 設備更新日時
処理場	処理容量、勝利方式、建設年、建設費 機器設備仕様、設備設置年、機器費 補修履歴：年月日、費用、使用材料、労務記録、補修原因、 設備更新日時

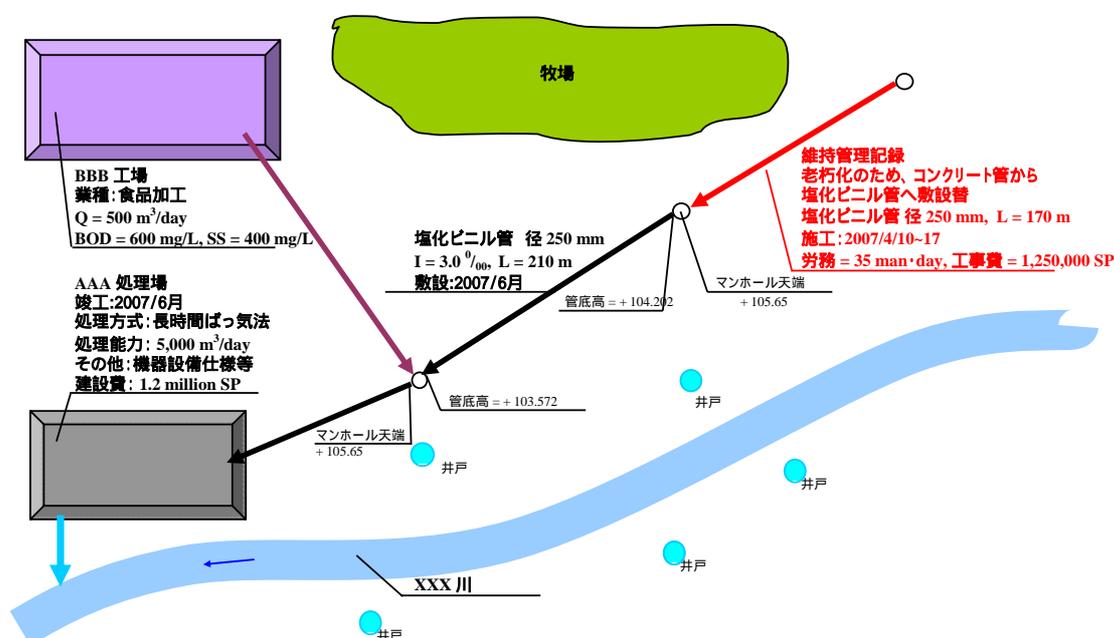


図 8.1.1 下水道システムデータベースとしての GIS 図面イメージ

更に住宅・建設省は、既存施設に対する定期的運転・維持管理活動計画を立案すべきである。これは老朽化施設のみならず新規建設施設も含む。なぜなら「予防的維持管理作業」に通じるからである。これらの運転・維持管理作業は、毎月末に各県公社により「月例運転・維持管理報告書」としてまとめられ、住宅・建設省本庁にデジタル・データで提出することとする。住宅・建設省本庁は事前に報告書書式をデジタル・データで作成し、各県公社に配布する。本報告書は運転・維持管理作業記録、作業に要した費用・材料・労務・設備を記載する。住宅・建設省本庁は本報告書により、各県公社の運転・維持管理作業効率を評価できる。

住宅・建設省はこの GIS システムと月例運転・維持管理報告書方式を全国展開し、省期

間・省コスト的事業実施及び持続的運転・維持管理作業を実現する。

8.1.3 環境及び水質モニタリング

何度も記述するが、現在の複数関連省間の断片化・重複した行政管轄区分が、下水道プロジェクト実施を極めて非効率にしている。

JICA 支援による「全国環境モニタリング能力強化計画プロジェクト」の進捗により、地方行政・環境省傘下の全国 14 県の環境総局に水質試験室が完成した。上水・下水道サービスが住宅・建設省に一本化されるように、環境・水質モニタリング業務は地方行政・環境省に集約されるべきである。

GIS システムは水質モニタリングにも極めて有用であるため、住宅・建設省は地方行政・環境省と本システム情報を共有化すべきである。地方行政・環境省は既存下水道施設と工場等の潜在的汚染源が図示された GIS 図面を参考にしつつ、水質モニタリング計画を立案できる。水質モニタリング結果を GIS 図面に入力すれば、住宅・建設省は下水道施設機能をモニターすることができる。表 8.1.3 に地方行政・環境省に対し第 10 次五ヶ年計画で提案されたプロジェクトの概要を示す。

表 8.1.3 第 10 次五ヶ年計画提案プロジェクト

番号	提案プロジェクト	予算	実施年
1	The project of creating a general directorate (or body) for regional and urban planning	300 mil SP	2-4 years
2	The project of establishing the national council for regional and urban planning	25 mil SP	1-4 years
3	The project of conducting a study about developing Damascus and Aleppo and limiting their expansion	200 mil SP	2007 to 2008
4	The project of conducting studies about creating alternative cities and new small cities (5 cities)	200 mil SP	2007 to 2008
5	The project of conducting studies for the development of existing small and medium cities (30 cities)	450 mil SP	2007 to 2010
6	Studies of random cities (10 areas)	200 mil SP	2007 to 2010
7	Studies of developing northern governorates	90 mil SP	2007 to 2010
8	Studies of developing Al Qunetra governorates	40 mil SP	2007 to 2008
9	Studies of local urban balance	100 mil SP	2007 to 2010
10	The information system	72 mil SP	2007 to 2010
11	Projects of the plans of city centers and development centers	100 mil SP	2007 to 2010
12	Directive photographing	80 mil SP	2007 to 2010
13	Topographic survey	423 mil SP	2007 to 2010
14	Maps Rehabilitation for the Use of GIS and Satellite Images	60 mil SP	2007 to 2010
15	Digitizing topographic plans and integrating them with real estate and organizational maps	90 mil SP	2007 to 2010

全部で 15 プロジェクトが提案され、その中で 10・14 番が下水道施設計画に有用と思われる。地方行政・環境省はこれらプロジェクトで得られる貴重な成果を、住宅・建設省と共有すべきである。地方行政・環境省に対する第 10 次五ヶ年計画の詳細については、サポ

ーディングレポート(英語版) Volume III Part I Appendix for Chapter 4を参照されたい。

地方行政・環境省・測量部部長へのインタビューによれば、上記プロジェクト 10 番に関連し、シリア全土の地形情報を管理する「Web-GIS データ・センター」構想があるそうである。データはウェブ・サイトでアクセス可能になる。

このような省間協力、データ交換・共有は、円滑かつ効率的プロジェクト実施に不可欠である。

8.1.4 最適技術の導入

シリアでは現在さまざまな処理方式による 13 箇所の公共下水処理場がある。そのリストを表 8.1.4 に示す。

表 8.1.4 既存下水処理場の運転状況

県	処理場名	施設規模 (m ³ /day)	処理方式	運転状況
Hassakeh	Ras Al Ayn	2,130	Aerated Lagoon Method	良好 (流入水量の増加に伴う増設が必要)
Raqqa	Debse Afnan	1,000	Ex tended Aeration Method	休止 (スタッフ不足)
	Al Mansourah	1,000	Ex tended Aeration Method	休止 (スタッフ不足)
	Sabkha	1,000	Ex tended Aeration Method	良好
	Ma'dan	1,000	Ex tended Aeration Method	休止 (スタッフ不足)
	Al Karameh	1,000	Ex tended Aeration Method	良好
	Thawra	Unknown	Natural Wet Land Method	極めて良好 (処理水臭気無し、透明度高い)
Rural Damascus	Qara	600	Stabilization Pond Method	不良
	Harran Al Awameed	300	Constructed Wet Land Method	極めて良好 (処理水臭気無し、透明度高い)
Aleppo	Aleppo	345,600	Aerated Lagoon Method	不良 (流入水質が高い)
Hama	Salameih	7,000	Stabilization Pond Method	良好 増設工事実施中
Homs	Homs	133,900	Activated Sludge Method	不良 (高濃度工場排水流入あり)
Damascus	Adraa	485,000	Activated Sludge Method	不良 (エアレーションタンク容量不足、消化タンク機能低下)

これらの処理効率を比較すると、機械装置を用いた長時間エアレーション法・標準活性汚泥法といった一般的生物処理場の殆どが低効率となっている。これには、高濃度流入汚水、低気温に大きく影響される生物処理効率等、様々な要素が関連している。

しかしながら、最大の要因は適正かつ持続的運転・維持管理作業の欠如である。処理場

が建設されたなら、適正な運転・維持管理が健全な処理機能維持に不可欠である。住宅・建設省の現在の技術レベルは、複雑な運転・維持管理技術を要する処理方式に対応できない。それゆえ、現在の技術レベルで運転・維持管理が可能な処理方式を選択すべきである。

2 箇所の Wet Land 方式による処理場が極めて良好に運転されている。Wet Land 方式は複雑な運転・維持管理技術を必要としないし、一般的生物処理方式による処理場に比べ、建設コストも安価である。処理効率も満足のいくものである。Wet Land 方式は優れたコスト・パフォーマンスを有している。

地中海沿岸地方を除き、シリアにおける降雨量は小さく、そのため農民による灌漑用水としての処理汚水に対する需要は高い。処理汚水再利用の計画に当たっては、汚水発生源の近隣での処理が重要である。簡単に言えば、処理場を処理区域の近くに建設するのである。最寄処理区域のみ接続され、彼らの農地に処理汚水を供給するのであるから処理場規模は小さい。このシステムを「小規模下水道施設」と呼ぶことにする。

シリアの下水道関連セクターは大規模集約型下水道施設を好む傾向があるが、長大な幹線と巨大容量処理場建設には莫大な予算と建設期間が必要になる。建設期間中に公共用水域汚染がさらに進行するかもしれない。更に、処理汚水再利用の観点から見れば、処理汚水は処理場下流でしか利用できない。聴くところによれば、処理場上流側に農地を持つ農民たちは汚水幹線を破壊し、ポンプにより汚水を灌漑用に取水しているとのことであった。

大規模集約型下水道施設に比べ、小規模下水道施設は遥かに短期間で、遥かに安価な予算で建設可能である。処理汚水が農地近くで処理されるので、再利用の見地からも有利である。適切な汚水処理と処理汚水再利用の需要がある地域で、小規模下水道施設は 1 つの選択肢になりうる。

Wet Land 方式は複雑な運転・維持管理技術を必要としないし、建設コストも安価であるため、上記地域に最適である。

住宅・建設省は GTZ と、債務救済ローンを用い Wet Land 方式による小規模処理場を建設する契約を締結した。処理汚水再利用の需要が非常に高い内陸県を中心に、20 箇所の処理場建設が計画されている。

上記プロジェクト実施中に数多くの文書・図面・記録が、設計段階・建設段階・運転・維持管理段階で作成される。住宅・建設省はそれらをデジタル・データの形で収集・蓄積しなければならない。技術データの蓄積が住宅・建設省に最も求められていることである。蓄積されたデータは各対象地域の地域性（汚水水質・処理効率）により更に分類され、将来施設設計の貴重なデータになる。

しかしながら「小規模下水道施設」にも以下の問題点がある：

- 処理場容量が小規模であるため、処理場の数が多くなる。処理場の運転・維持管理は Establishment の管轄であるが、建設された総ての処理場の運転・維持管理は Establishment エンジニアだけではカバーしきれないと予想される。処理方式としては Wet Land 方式が最も有望であるが、本方式も完全にメンテナンス・フリーではない。日常もしくは毎週の運転・維持管理作業は、ある程度 Establishment エンジニアの指導の下、下水道利用者により実施される必要がある。
- もし下水処理において何らかの問題が発生したら、即座に Establishment エンジニアに報告、早急に必要な対策を講じるものとする。

調査団はステークホルダー、省・県職員と数回協議を行い、彼らの最大の関心が「悪臭」と「処理汚水再利用」であることを確認した。後者は小規模下水道施設導入で解決できる。悪臭に対する懸念が根強くあるが、汚水・汚泥ともに十分に酸化されている限り、悪臭はそう酷くない。ステークホルダーも悪臭への関心は高いが、実際に処理場を見学したものは殆どいない。単に下水道施設にネガティブ・イメージを持っているだけのように思える。

このようなネガティブ・イメージ払拭には、啓蒙キャンペーンが最も効果的である。汚水は利用者から発生するもので、住宅・建設省は利用者に発生汚水が適正に処理されないこと、公共用水域が汚染されることを伝えなければならない。衛生環境を保護し、周辺水棲環境を保全する下水道施設の重要な役割を知らせるべきである。

処理場見学も有効な手段である。当面 Wet Land 方式がシリアに最適な処理方式であると判断されるため、住宅・建設省はダマスカス郊外県とラッカ県にある既存 Wet Land 方式処理場見学を計画できる。

このキャンペーンによりステークホルダーの下水道施設に対する意識が向上すれば、処理場用地取得を含む円滑なるプロジェクト実施に資することになる。

8.2 制度面における開発

維持管理計画の制度面における分析結果より、以下の点が提言される。

- F/S プロジェクトを実施するために RDAWSSA の下に PMU を設置すること。
- RDAWSSA の下に下水道公社を実用的に立ち上げるため、プロジェクト完了後 Zabadani オペレーションセンターを設置し、維持管理に当たる。
- F/S プロジェクトに組織開発コンポーネントを入れ、PMU や RDAWSSA 、下水道公社の能力強化を図る。その際、他のあらゆる技術協力プログラムを利用してスタッフの能力強化を図る。

8.3 財務マネジメント

F/S プロジェクトの財務分析結果（7章参照）以下の事項が提言される。

- RDAWSSA 及び下水道公社において、会計、予算、コスト管理等に関し現代的な財務マネジメントシステムを実施すること。
- F/S プロジェクトの財務コストを含む資本費はシリア政府若しくは他のドナーが RDAWSSA/ 下水道公社に無償供与すべきである。
- 将来にわたり、プロジェクトの財務的持続性を確保するために下水道料金収入による維持管理費の回収を目標に設定すべきである。
- 概略試算の結果、プロジェクト終了後、維持管理費を 100%回収するために、現在の下水道料金は固定分を含め約 2.4 SP/m³ に上げる必要がある。この数値をどのように料金表に反映させ、従量部分と固定部分とに分割するか決定する必要がある。
- 施設の運転管理コストは地域差があるため、料金も地域別に設定することが助言される。
- 維持管理費の100%回収が達成されれば、次はより高いレベル、すなわち資本費の50%や機械電気設備のコストを回収するといったシナリオを目標としなければならない。
- 料金は物価上昇を勘案して定期的に見直されるべきである。
- 非家庭用使用者から（特に観光セクターから）家庭用使用者へのクロス・サブシディを継続して実施すべきである。水道収入から下水道へのクロス・サブシディについても、将来的には考慮され得る。