

パレスチナ暫定自治政府
パレスチナ水利庁

パレスチナ暫定自治政府
ジェリコ市水環境改善・有効活用計画
準備調査報告書

平成 23 年 8 月
(2011 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツ

環境
CR (3)
11 - 150

パレスチナ暫定自治政府
パレスチナ水利庁

パレスチナ暫定自治政府
ジェリコ市水環境改善・有効活用計画
準備調査報告書

平成 23 年 8 月
(2011 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツ

序 文

独立行政法人国際協力機構は、パレスチナ暫定自治政府のジェリコ市水環境改善・有効活用計画にかかる協力準備調査を行うことを決定し、同調査を株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツに委託しました。

調査団は、平成 22 年 12 月 11 日から平成 23 年 1 月 9 日までと同 1 月 30 日から 3 月 10 日までの 2 回にわたり、同自治政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業の後、平成 23 年 7 月 5 日から 7 月 13 日まで実施された準備調査報告書（案）の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、我が国及び同自治政府の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成 23 年 8 月

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部長
江島 真也

要 約

(パレスチナ暫定自治政府の概要)

パレスチナは 1993 年に暫定自治を宣言し、パレスチナ暫定自治政府がガザ及びヨルダン川西岸地区の約 40%で自治を行っていたが、2006 年にイスラム原理主義組織のハマスが選挙で勝利し、さらに 2007 年にハマスによるガザ掌握により、アッバース大統領及びファイヤード首相による内閣が西岸地区を治めている。パレスチナ人の総人口は約 1,000 万人を越えるが、西岸地区に住むものは 250 万人程度である。経済的には、2000 年以来イスラエルとの衝突、ハマスの選挙勝利による経済封鎖等で何度も大きな打撃を受けており、2006 年の GDP 成長率はマイナス約 25%を記録し、失業率も 28%を超えた。

(要請プロジェクトの背景、経緯及び概要)

ジェリコ・ヨルダン渓谷地域(人口約 8.9 万人)は大地溝帯に位置し、その地理的特性から市街地から排出される汚水は流れ出る場所がなく、当該地域に滞留せざるを得ない状況にある。これまで同地域では適切な汚水処理を行う処理場施設が無かったため、2010 年 1 月にはジェリコ市上水道の唯一の水源である地下水脈の汚染が明らかとなった。また、イスラエルは同地域の土壌や地下水汚染が自国に及ぼす影響を懸念しており、同地域の適切な汚水処理は中東和平の文脈においても域内の重要な課題と位置づけられている。

また、限られた水資源を有効活用する観点から、下水処理水の再利用は新たな水資源開発の一つとして期待されている。同地域は農業分野での発展が見込まれており、加えて、同地域には我が国が推進する「平和と繁栄の回廊構想」の中核プロジェクトとして農産加工団地の建設が検討されており、その排水も処理することが検討されている。

こうした背景を踏まえて、パレスチナ暫定自治政府は 2008 年 8 月に我が国政府にヨルダン川西岸地区ジェリコ市での下水道施設建設を目的とした無償資金協力要請を行った。この要請を受けて、我が国政府は、ジェリコ市およびその周辺地域の水環境を改善するために下水道施設を建設し、その処理水の有効活用を図るための協力準備調査を行うことを決定し、JICA は 2010 年 12 月中旬～2011 年 1 月上旬に第 1 回の現地調査を実施し、続いて 2011 年 1 月末から 3 月初旬まで第 2 回の現地調査を実施、さらに 2011 年 7 月に準備調査報告書(案)説明のための調査団を同自治区に派遣した。要請の概要は、ジェリコ市及び周辺地域(ヌエイマ地区・ドユック地区・アインスルタン難民キャンプ地区・アクバットジャパール難民キャンプ地区)を対象とする下水処理場、下水幹線及び枝線管渠を整備するものである。

(調査結果の概要とプロジェクトの内容)

本準備調査では、パレスチナ暫定自治政府の要請内容と現地調査及び協議の結果により、以下の方針に基づき計画することとした。

本準備調査は、下水処理場は2020年を計画年度とする全体施設建設をプロジェクトで実施するが、管渠についてはパレスチナ側による整備も視野に入れ、出来るだけ効率的な整備を行うこととした。さらに、計画・設計にあたっては、極力日本が優位性を持つ技術を使って「日本らしさ」を表現するものとした。

本プロジェクトの計画目標年次は2020年とし、今後進んでいく管渠整備による汚水量増加に対応できる施設計画とする。施設の設計にあたっては、適用可能なものはパレスチナのデザインマニュアルを基本とする。

下水道施設の基本計画方針は以下のとおりである。

ア) 計画水量・水質

計画水量と水質は、計画年度2020年と全体計画(2025年100%接続のケース)について表-1のように計画した。

表-1 計画水量と水質

項目	目標年度		流量 変動率	設計への適用	
	2020年	全体計画			
汚水量 (m ³ /日)	日平均	6,600	9,900	1.0	冬期の反応槽及び天日乾燥床
	日最大	9,800	14,400	1.5	他処理場の容量
	時間最大	19,100	29,000	2.9	下水管・処理場内の管渠
水質 (mg/L)	BOD	500	500	---	物質収支, 反応槽の容量, 空気供給設備の能力
	TSS	500	500	---	
	T-N	75	75	---	

イ) 下水処理場

下水処理場の計画能力と処理水質については、表-2に示すとおり計画した。また、その計画にあたって以下の点を考慮した。

表-2 下水処理場の計画水量と水質

項目	流入量・水質			流出水質
	日平均	日最大	時間最大	
汚水量(m ³ /日)	6,600	9,800	19,100	---
BOD(mg/L)	500			20
TSS(mg/L)	500			30
T-N(mg/L)	75			50

- パレスチナ等中東では住民の使用水量が我が国に比べ少ないが、汚濁負荷原単位は我が国等先進国と同等であるため、流入水質濃度が極めて高い特徴がある。特にBOD等に比例して窒素濃度も高いため、安定的な処理のためにはその高度処理が要求される。従って、処理方式は運転が容易で安定的に窒素の高度処理が期待できる高度処理オキシデー

ションディッチ法（OD法）の形式を採用した。ただし、原水濃度が悪いいため一般のOD法に比べ負荷が高くなることからこの処理法は長時間曝気法に属する。

- その攪拌・曝気方法は、エネルギー効率が極めて高い横軸プロペラ攪拌機と超微細気泡による曝気方式とした。これは我が国で開発・発達してきたもので、エネルギー効率が優れており、かつ運転管理が容易であるため、近年我が国でも数多く採用されている。
- 農地への灌漑による再利用については農業省も積極的であり、このために塩素滅菌については、現状の規制値から見れば不要であるが、再利用水の安全使用のために必要であることから実施することにし、さらに再利用のために灌漑水槽を設けた。
- パレスチナでは比較的電気料金が高いため、維持管理費用低減のためと、「日本らしさ」を出すため、初期における運転動力をまかなえる程度の100kWの太陽光発電設備を導入し、パネルを進入道路から間近に見える位置に配置した。発生した電力は下水処理に用いられ、余剰電力を電力会社に売電するが、夜間等発電がない時間帯は買電により運転を行う。
- 用地が十分に確保されているため、同様に「日本らしさ」を出すため、処理水を用いた日本庭園風の緑と水系を配した空間を設けた。
- 汚泥については、発生量が比較的少ないので、薬品や動力を用いない天日乾燥床方式とした。下水汚泥は窒素・リン等肥効成分を十分含むが直接施用すると土中で急速に分解して、作物の生育に有害である場合があるため、乾燥後の汚泥は場内で1年程度野積みして安定化させてから肥料・土壌改良材として供給することを考えている。

ウ) 污水管渠

ジェリコ市内域については面整備管を計画し、周辺地区については計画人口に相応する汚水量がジェリコ市内の幹線に点注入される形とした。基本的に整備の対象を流域面積20haを超える幹線とし、沿線の家屋等の汚水を取り込むように計画する。整備効果を上げるために、人口集中地区に地元負担工事として約16kmの枝線の施工を考えている。幹線の整備にあたっては市内を貫くQeltワジを横断する2箇所の水管橋が必要になる。

エ) 施工について

ジェリコ市周辺では現在建築ラッシュ状態であり、生コンクリート工場、鉄筋工場もあって、建設重機も数多く稼働している。本プロジェクトの下水処理場、管渠工事程度の建設工事では現地業者の活用は十分可能である。

オ) 資材調達について

主要土木・建築工事用資材については、パレスチナで問題なく調達可能である。機器、鋳鉄管等の管材、機械類、電気機器等については大部分が日本からの輸入になり、イスラエルに陸揚げして国内輸送を行うことになる。

カ) 技術支援

本プロジェクトによりジェリコ市は下水道事業を新規に立ち上げることになるため、完成する下水処理場、管渠の運転・管理のみならず組織・制度、料金・会計制度を含めた会計・財務、汚水管の各戸接続を含めた能力強化が必要になる。従って、技術協力プロジェクト等を通じた能力強化が必要になる。

(基本設計の内容)

表-1 基本設計内容

(1) 施設

施設名	構造細目・内容	備考
下水処理場	計画処理量 9,800m ³ /日 土木構造物 (RC 造) バキューム車汚水受水槽、沈砂池、反応槽、沈殿池、汚泥濃縮槽、塩素滅菌槽、灌漑用水槽、天日乾燥床、場内整備工、場内配管工 建築構造物 (RC・ブロック造) 管理棟、受電設備棟、工作棟、ブロー・電気室、返送汚泥ポンプ棟、塩素滅菌室、濃縮汚泥ポンプ室、和風庭園 機械設備 汚水受水槽設備、沈砂池設備、反応槽設備、沈殿池設備 (返送汚泥ポンプ設備含)、塩素滅菌設備、汚泥濃縮設備 電気設備 受電動力設備、動力制御盤、SCADA 監視設備、計装設備、ソーラーパネル (出力 100kW)	新設
下水管	幹線 (径 200mm ~ 700mm) 25.4km 水管橋 (ワジ横断、鋼製架台・鋳鉄管配管) 2 箇所 400m × 124.5m 700m × 88.0m	新設
越流管	口径 700mm × 350m	新設

(2) 調達機材

施設名	構造細目・内容
機材調達	水質試験器材 (ポータブル pH・DO 計、MLSS 計、ORP 計、作業台、電子天秤、インキュベータ、冷蔵庫、純水装置、乾燥機、真空ポンプ、コロニーカウンター、BOD ぶ卵ビン、窒素・リン簡易測定キット等)

(実施工程と概算事業費)

本プロジェクトの実施に必要な工期は、実施設計及び入札手続を可能な限り急いで実施すると

して合計 4.5 ヶ月、諸手続 2.5 ヶ月、建設工事（一部機材調達含む）24 ヶ月であり、全体の工期は約 31 ヶ月となる。全体事業費は約 29.2 億円（日本側負担分約 26.5 億円、パレスチナ国側負担分約 2.7 億円）と見込まれる。

（プロジェクトの妥当性の検証）

本プロジェクトは、下水道類似施設が全くないジェリコ市に下水道施設を建設して、周辺地下水及び死海を含む流域の水環境を改善し、併せて水資源が逼迫している同地区において下水処理水の再利用を行おうとするものである。とりわけ、近年、地域の上水水源としては唯一のものである地下水に窒素濃度上昇が見られることから、汚水を集水して適切に処理することが緊急の課題として取り上げられているほか、イスラエルからもその領域を含む地域の水環境の改善を強く要求されていることから、その緊急性が認められる。

本プロジェクトは 2020 年を計画年として、計画人口約 53 千人に対してジェリコ市内の下水道接続率 80%、周辺地区については 50%を目指すもので、処理場はこの汚水量に対して高度処理が行える施設を建設する。本プロジェクトにおいては下水処理場内に灌漑水槽を建設し、ジェリコ市の農業省出先機関等がポンプと灌漑配管を設置して、処理水全量の有効利用を目指すことになっている。

本プロジェクト実施によって、先述の水環境の汚染の問題を改善し、処理水の再利用によって地域に於いて貴重な水資源をもたらすことができる。さらに、様々な観光資源を持つことから観光スポットとして世界の注目を集めてきているジェリコ市及びその周辺地区の衛生環境を大きく改善する。なお、パレスチナでは下水等汚水処理の運用・技術レベルは未だ初期段階にあるため、その組織・経営体系を構築し、施設の運用の方法を指導するために、技術協力プロジェクトを実施する必要がある。

また、本プロジェクトでは本邦技術を活用し、下水処理場の心臓部には我が国で発達してきた省エネ的な酸素供給装置を用いており、さらに、大出力の太陽光発電施設を設置して、計画年度でほぼ昼間は消費電力を賄うことができる高効率な施設計画としている。加えて、日本らしさを演出するために処理水を活用した日本風の庭園を配することとした。また、下水道事業の運営のためには料金を徴収することが必要であるが、その料金を水道料金の最も低い価格帯においたと仮定した場合には、計画接続率をある程度下回っても採算が望めるという結果になっている

本プロジェクト実施による直接効果としては次のものが期待できる。

計画区域における約 40 千人の住民から排出される汚水が全て地下浸透している現状が、計画年次 2020 年には計画人口約 53 千人の排出する汚水の 68%を集水して処理できるように改善される

下水処理による汚濁物質計画除去率は、SS、BOD、窒素それぞれについて 94%、86%、67%（設計値）と非常に高い。

計画処理量日平均 6,600m³/日の処理水は、灌漑用水等として再利用可能である。また、下水の源になる水道水は溶解性塩分が低いので、下水処理水も農地からくみ上げられる地下水に比べ塩分濃度が低くなることからその有用性は高い。

結果として、現在懸念されている地下水中の窒素濃度の上昇は防止される。

現在、対象地域からの汚水は地下浸透してヨルダン川を経て死海に流入している。無処理であるため、地下浸透時に土壌吸着による浄化はあるとしても、相当量の汚濁物質が死海に流れて込んでいる。本プロジェクトにより汚濁物質はほとんど下水処理場で除去され、さらに処理水の大部分が農業利用されるため、死海に流れ込む汚濁物質の大部分が削減される。

現在ジェリコ市では、我が国の援助で農産加工団地が開発されている。この団地は高濃度の排水を大量に発生する見込みであり、汚水処理施設の建設が必要であるが、その汚水を本プロジェクトの下水処理場に取り込むことで同団地での処理施設建設を不要とした。その結果、その建設費が不要となり、さらに総合的な運転管理費を大幅に削減できる（小規模な施設の運転管理費は割高となる）。

また、間接効果として以下が見込まれる。

ジェリコ市住民へのアンケートの結果から、地域住民の罹患率が非常に高く、その原因を悪い衛生状態による、と答えており、下水道施設の普及により住民の健康状態の改善が期待される。

ジェリコ市の上水源は山際からの湧水であり、それを農家と分け合っている状態である。しかし、今後の人口の増加等を勘案すると、上水源は明らかに不足する状態になっている。本プロジェクトにより処理水の農業への再利用が進むことで、良質な湧水の上水源としての利用量を増やすことができる。

上述した上水量の増加により商工業が盛んになり、さらに処理水の灌漑用水利用による農業の増産効果もたらされ、地域経済の活性化が促される。

ジェリコ市においては現在急速に観光客が増加しているが、日帰り客が多く宿泊客は少ない。市内の衛生環境が改善することで、観光業にも滞在型の客が増えるなどの良い影響を与える。

本プロジェクトは、前述したように多大な効果を期待できると同時に、住民の BHN の向上に大きく寄与するものである。しかし、本プロジェクトで建設される施設の運営・維持管理に関して、運営の実施機関となるジェリコ市は全くノウハウ・経験を持たないので、その能力強化のため技術協力プロジェクトの実施が必要になると考えられる。

なお、本プロジェクトをより効果的、効率的に実施・運営するため、次の点について先方政府の主体的な取り組みが求められる。

パレスチナ側負担分事業費の確保

事業実施に必要な諸手続きに係るパレスチナ関係機関の調整促進

技術協力プロジェクトのカウンターパート職員の指名

要員の訓練計画への参加と能力向上の励行

中短期の下水道管路延伸計画の策定と予算の確保及び確実な整備の実施

料金体系の制定、管理組織の構築、汚水管接続の促進策の策定等、下水道事業の運営に必要な措置の実行

パレスチナ暫定自治政府 ジェリコ市水環境改善・有効活用計画準備調査

目 次

序 文

要 約

目 次

位置図 / 完成予想図 / 写真

図表リスト / 略語集

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現況と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-1
1-1-3 社会経済状況	1-2
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-2
1-2-1 無償資金協力要請の背景・経緯	1-2
1-2-2 要請の概要	1-3
1-3 我が国の援助動向	1-4
1-4 他ドナーの援助動向	1-4
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	1-1
2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-4
2-1-3 既存施設の現状	2-5
2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況	2-5
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-5
2-2-2 自然状況	2-9
2-2-3 環境社会配慮	2-10
2-2-3-1 環境影響評価	2-10
2-2-3-1-1 環境影響に影響を与える事業コンポーネントの概要	2-15
2-2-3-1-2 社会環境の状況	2-17

2-2-3-1-3 相手国の環境社会配慮制度・組織	2-17
2-2-3-1-4 代替案の比較検討	2-17
2-2-3-1-5 スコーピング	2-17
2-2-3-1-6 環境社会配慮調査の TOR	2-17
2-2-3-1-7 環境社会配慮調査結果	2-17
2-2-3-1-8 環境影響	2-17
2-2-3-1-9 緩和策および緩和策実施のための費用	2-17
2-2-3-1-10 環境管理計画・モニタリング計画	2-17
2-2-3-1-11 ステークホルダー協議	2-17
2-2-3-2 用地取得・住民移転	2-17
2-2-3-3 その他	2-17
第3章 プロジェクトの内容	3-1
3-1 プロジェクトの概要	3-1
3-2 協力対象事業の基本設計	3-2
3-2-1 設計方針	3-2
3-2-2 基本計画	3-4
3-2-2-1 基本事項	3-5
3-2-2-2 下水処理場施設計画	3-9
3-2-2-3 下水管路計画	3-21
3-2-2-4 機材調達計画	3-30
3-2-2-5 気候変動対策に関する検討	3-33
3-2-2-6 他ドナーの援助事業と本プロジェクトの計画の比較	3-34
3-2-3 概略設計図	3-36
3-2-4 施工計画/調達計画	3-37
3-2-4-1 施工方針/調達方針	3-37
3-2-4-2 施工上/調達上の留意事項	3-38
3-2-4-3 施工区分/調達・据付区分	3-41
3-2-4-4 施工監理計画/調達監理計画	3-43
3-2-4-5 品質管理計画	3-44

3-2-4-6 資機材等調達計画	3-44
3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画	3-46
3-2-4-8 技術協力の必要性とその内容(案)	3-47
3-2-4-9 実施工程	3-51
3-3 相手国側分担事業の概要	3-51
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3-52
3-4-1 運営・維持管理計画	3-52
3-4-2 運営・維持管理費	3-52
3-4-3 社会意識調査結果	3-56
3-5 プロジェクトの概算事業費	3-59
第4章 プロジェクトの評価	4-1
4-1 事業実施のための前提条件	4-1
4-2 プロジェクト全体計画達成のため必要な相手側投入(負担)事項	4-1
4-2-1 無償資金協力事業としてのパレスチナ側の責務の履行	4-1
4-2-2 下水管路の延伸	4-1
4-2-3 ジェリコ市のカウンターパート要員の配置	4-2
4-2-4 下水管への汚水管接続の促進	4-2
4-2-5 処理水の再利用水としての活用	4-3
4-3 外部条件	4-3
4-4 プロジェクトの評価	4-4
4-4-1 効果	4-4
4-4-2 妥当性	4-5
4-4-3 有効性	4-6
4-5 課題・提言	4-8
4-5-1 相手国側の取り組むべき課題・提言	4-8
4-5-2 技術協力・他ドナーとの連携	4-8
4-6 結論	4-9

資料編

資料1	調査団員・氏名	A- 1
資料2	調査工程	A- 2
資料3	関係者（面会者）リスト	A- 4
資料4	協議議事録	A- 5
資料4-1	第1回現地調査時のJICAとPWAのM/M.....	A- 6
資料4-2	第3回現地DFR報告時のJICAとPWAのM/M.....	A- 28
資料5	現地調査結果	A- 61
資料5-1	地質調査結果	A- 61
資料5-2	社会意識調査結果	A-106
資料5-3	水質調査結果	A-163
資料5-4	測量（道路平面・縦横断）範囲図	A-177
資料6	入手資料リスト	A-179
資料7	その他の資料・検討書	A-180
資料7-1	調査・ヒアリング調査結果.....	A-180
資料7-2	農産加工団地汚水暫定処理検討書	A-188
資料7-3	気候変動対策に関する検討	A-193
資料7-4	下水処理場容量計算書	A-196
資料7-5	O&Mコストと料金.....	A-222
資料7-6	環境チェックリスト	A-233
資料7-7	モニタリングシート(案)	A-237



下水道施設位置図



完成予想図

現地写真



写真 - 1 ジェリコ市役所水道局：本オフィスにて実務的な作業を行っている。



写真 - 2 ジェリコ市中心部：ジェリコ市中心部は小規模な商店、工場や家屋等が立ち並んでいる。



写真 - 3 ワジ（水無川）横断予定部：下水本管はワジの底部に設置され、向こう岸の下水処理場へ流下していく。普段は水がないので建設は容易である。



写真 - 4 下水処理場予定地（1）：ジェリコ市が政府の宗教庁より土地を収用し、下水処理場用地として提供する。そのため収容費用は不要。



写真 - 5 処理場予定地（2）：処理場予定地はArea Aと呼ばれるパレスチナが管理する地域に建設される。



写真 - 6 ワジ（水無川）：普段は水も無く、ごみが散乱しているが、一時的な集中豪雨が発生した際に大量の雨水が流入する。



写真 - 7 農産加工団地建設予定地 (1): 日本の協力にて農産物加工を行う工業団地を建設する。



写真 - 8 農産加工団地建設予定地 (2): 工場にて発生する汚水は収集され、本プロジェクトにて建設される処理場にて処理される。



写真 - 9 セスピット: ジェリコ市内には公共下水道が無いいため、市民はセスピットに汚水を貯留し、収集車で汚水を排出する。



写真 - 10 インターコンチネンタルホテルの汚水処理施設: ホテルで利用した水をホテル内の汚水処理施設にて処理を行っている。



写真 - 11 大統領警護隊の処理場: キャンプ内の汚水は敷地内の処理場にて集合処理される。



写真 - 12 アル・ビーレ市下水処理場: ドイツの援助にて建設された下水処理場。

図表リスト

表 1-1	各ドナーの援助動向	1-4
表 2-1	ジェリコ市の会計収支（2006年-2010年）	2-4
表 2-2	水道部門の会計収支（2006年-2010年）	2-4
表 2-3	電力料金	2-6
表 2-4	バキュームカーの稼働状況	2-8
表 2-5	計画水量と水質の決定	2-11
表 2-6	騒音の地区毎の適用基準	2-15
表 2-7	放流水への適用基準	2-15
表 2-8	適用基準毎の放流基準	2-16
表 2-9	処理場位置の決定案と代替案の比較	2-17
表 2-10	イスラエルとの取り決めによる処理水質	2-19
表 2-11	処理法の決定案と代替案の比較	2-20
表 2-12	環境社会配慮調査の TOR 案	2-22
表 2-13	緩和策と必要な費用の推定	2-24
表 2-14	モニタリングとして必要な事項と実施者、頻度及び時期	2-25
表 3-1	プロジェクトによる施設の概要	3-1
表 3-2	汚水量と水質の算定結果	3-6
表 3-3	汚水量と水質の算定結果要約	3-7
表 3-4	農産加工団地からの排水量（ m^3 /日）	3-7
表 3-5	上水供給量の2ヶ月毎の変動	3-8
表 3-6	アインスルタン湧水場の取水量の月次変動	3-8
表 3-7	計画水量と水質の決定	3-8
表 3-8	イスラエルとの取り決めによる処理水質	3-10
表 3-9	今回計画の水量と水質	3-10
表 3-10	下水処理場施設内容	3-13
表 3-11	下水処理場施設概要表	3-18
表 3-12	全体計画(2025)の計画時間最大下水量	3-21
表 3-13	近隣区毎の人口と人口密度	3-22
表 3-14	流速算定公式	3-24
表 3-15	管渠の余裕率	3-24
表 3-16	管径とマンホールの最大間隔	3-26

表 3-17	下水管整備による人口整備率	3-27
表 3-18	枝線管渠整備の効果	3-28
表 3-19	下水処理場のために必要な検査・測定項目	3-30
表 3-20	水質試験器材	3-31
表 3-21	計画の水量と水質	3-33
表 3-22	下水処理場のドナー毎援助事業の比較	3-35
表 3-23	概略設計図一覧表	3-36
表 3-24	両国政府の主な分担事項（一般事項）	3-42
表 3-25	施工区分	3-43
表 3-26	品質管理に係る分析・試験方法	3-44
表 3-27	調達区分	3-46
表 3-28	初期操作指導	3-47
表 3-29	パレスチナの既存下水処理場の運転状況	3-48
表 3-30	本プロジェクトで必要となる維持管理費（NIS/年）	3-54
表 3-31	汚水量当りの費用の算定	3-55
表 3-32	各ケースにおける収支計算	3-56
表 3-33(1)	対象個人住宅の調査結果	3-57
表 3-33(2)	対象ホテルの調査結果	3-57
表 3-33(3)	対象商店・工場の業種	3-57
表 3-34	住民意識調査の結果集計表	3-58
表 3-35	日本側負担事業費	3-60
表 3-36	パレスチナ側負担事業費	3-60
表 4-1	プロジェクト実施による効果	4-5
表 4-2	プロジェクトの有効性の定量的な評価	4-7
表 4-3	プロジェクトの有効性の定性的な評価	4-7
図 2-1	各機関の関係図	2-1
図 2-2	パレスチナ水利庁（PWA）の組織図	2-2
図 2-3	ジェリコ市組織図	2-3
図 2-4	ジェリコ市技術部	2-3
図 2-5	水道料金体系図	2-5
図 2-6	ジェリコ市の土地利用	2-12
図 2-7	EIA の手続きの流れ	2-14
図 2-8	処理場位置代替案の位置図	2-18

図 3-1	下水道施設配置図	3-4
図 3-2	下水処理場フローシート	3-12
図 3-3	BOD-SS 負荷と処理水質	3-14
図 3-4	電気単線結線図	3-16
図 3-5	ジェリコ市近隣区配置図	3-23
図 3-6	各家庭等からの汚水の接続方法	3-26
図 3-7	ジェリコ市内の汚水管渠配置図	3-28
図 3-8	ジェリコ市の下水道施設配置図	3-29
図 3-9	ワジ横断部の構造	3-32
図 3-10	事業の実施体制	3-38
図 3-11	技術協力プロジェクトスケジュール	3-49
図 3-12	実施工程表（案）	3-51
図 3-13	目標年度における組織体制（案）	3-53
図 3-14	パレスチナの給水原価・料金	3-54

略語集

略語	正式名称
ADC	Australian Development Cooperation オーストラリア国際開発機構
AFD	The French Development Agency フランス国際開発機構
AfDB	African Development Bank アフリカ開発銀行
ARIJ	The Applied Research Institute – Jerusalem エルサレム応用研究機関
BHN	Basic Human Needs 人間の基本的欲求
BOD	Bio-chemical Oxygen Demand 生物化学的酸素要求量
CARE	CARE ケア・インターナショナル (NGO)
CDP	Community Development Plan コミュニティ開発計画
COD	Chemical Oxygen Demand 化学的酸素要求量
DFID	Department for International Development 英国国際開発局
ECHO	The Humanitarian Aid department of the European Commission 欧州委員会人道支援部
EIB	European Investment Bank 欧州投資銀行
EIA	Environmental Impact Assessment 環境影響評価
EQA	Environmental Quality Authority 環境管理庁
EU	European Union 欧州連合
FAO	Food and Agriculture Organization 食糧農業機関
IDB	Islamic Development Bank イスラム開発銀行
GHG	Green House Gas 温室効果ガス
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit ドイツ国際協力公社
ICRC	International Committee of the Red Cross 赤十字国際委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency 国際協力機構
JDECO	Jerusalem District Electricity Company エレサレム地区電力会社
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (ドイツ) 復興金融公庫
MIDP	Municipal Infrastructure Development Program 地方社会基盤開発プログラム
MOA	Ministry of Agriculture 農業省
MOL	Ministry of Labor 労働省
MOLG	Ministry of Local Government 地方自治省
MOPWH	Ministry of Public Works and Housing 公共事業建築省
MORA	Ministry of Religious Affairs 宗教省
MOT	Ministry of Transportation 運輸省
MOTA	Ministry of Tourism and Antiquities 観光遺跡省
MSP	Municipal Support Program 地方援助プログラム
NEDA	Netherlands Development Agency オランダ開発機構
NFPA	National Fire Protection Association 米国防火協会
NWC	National Water Council 国家水委員会
NWU	National Water Utility 国家水協会
NGO	Non-governmental Organization 非政府組織
NORAD	Norwegian Agency for Development Cooperation ノルウェイ開発協力局
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries 石油輸出国機構
Oxfam	Oxford Committee for Famine Relief オックスファム
PAPP	Program of Assistance for the Palestinian People パレスチナ人支援プログラム
pH	Negative Log of Hydrogen Ion Concentration 水素イオン濃度
PEAP	Palestinian Environmental Assessment Policy パレスチナ環境評価方針
PECDAR	Palestinian Economic Council for Development and Relief 開発と復興のためのパレ

	スチナ経済協議会
PEL	Palestinian Environmental Law パレスチナ環境法
PHG	Palestinian Hydrologic Group パレスチナ水文学グループ(パレスチナにおける水問題を専門に扱う NGO)
PNA	Palestinian National Authority パレスチナ暫定自治政府
PWA	Palestinian Water Authority パレスチナ水利庁
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency スウェーデン国際開発協力機構
SS	Suspended Solids 浮遊物質
TDS	Total Dissolved Solids 全溶解性物質
T-N	Total Nitrogen 全窒素
TS	Total Solids 全固形分
TSS	Total Suspended Solids 全浮遊性物質
TVSS	Total Volatile Suspended Solids 全揮発性固形分
UNDP	United Nations Development Programme 国連開発計画
UNRWA	United Nations Works and Relief Agency 国連パレスチナ難民救済事業機関
USAID	United States Agency for International Development 米国国際開発庁
WB	World Bank 世界銀行
WHO	World Health Organization 世界保健機構
WWTP	Wastewater Treatment Plant 下水処理場

通貨レート : US\$: 83.93 円

NIS : 23.12 円

第1章プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現況と課題

パレスチナは1993年に暫定自治を宣言し、パレスチナ暫定自治政府がガザ及び西岸地区の約40%で自治を行っていたが、2006年イスラム原理主義組織のハマスが選挙で勝利し、さらに2007年にそのガザ掌握により、アッバース大統領及びファイヤード首相による内閣が現在西岸地区を治めている。総人口は：約1,009万人（2005年末）であり、パレスチナの西岸・ガザ地区に約383万人（西岸地区約241万人、ガザ地区約142万人）、イスラエルに約113万人、それ以外の国外に約513万人（UNRWA資料によるパレスチナ難民数：約438万人（2006年3月））とされている。人種・民族はアラブ人であり、言語はアラビア語、宗教はイスラム教が97%、キリスト教3%となっている。

パレスチナでは、大きな都市にはある程度下水道施設が整備されているが、適切な管理がなされず、また戦乱のなかで破壊されたため機能していないものも多い。その中で、下水道施設の未整備による水環境の汚染が懸念されており、近年ドイツの援助によりアルビーレで近代的な下水処理場が稼働しているほか、ナルプスにおいても同様に下水道施設の建設が始まろうとしている。

ジェリコ市およびその周辺地域は大地溝帯に位置し、排出される汚濁物質はすべて死海に流入する地勢であるが、下水処理システムがなく、家庭や公共施設から排出される汚水は、各戸が所有するセスピットを介して地下浸透させている。セスピットに貯まった汚水はバキューム車に汲み取りを依頼するが、汲み取られた汚泥は、近隣のワジ（涸れ川）に未処理で放流されている。このため著しく景観が損なわれ衛生環境が悪化している地域もある。またジェリコ市の多くの地下水で、糞便性大腸菌の汚染や硝酸性窒素濃度の上昇が確認され、地下水の水質悪化が問題になっている。

1-1-2 開発計画

パレスチナ開発計画（Palestinian Reform and Development Plan）は、3年ごとのパレスチナの国家開発に係わる方針、経済・財務の枠組み、投資計画及び公的情報開示について明示している。その2011-2013版では、水道分野の開発計画について、以下のように記載されている。この中で下水道への接続率も明記されている。

- ◆ 2013年までに各戸給水率を95%以上にする。（現在88.4%）

- ◆ 2013年までに一人当たり給水量を84l/人・日とする。(現在80l/人・日)
- ◆ 2013年までに水道漏水率を25%とする。(現在37%)
- ◆ 2013年までに下水道接続率を65%/92%(西岸地区/ガザ地区)とする。(現在35.5%/83.3%)

1-1-3 社会経済状況

1967年以降、イスラエルの占領下にあったヨルダン川西岸・ガザ地区では、同地域境界をイスラエル側が管理していたことから他国との通商が困難で、イスラエル経済への依存が進み、パレスチナの経済関連団体や金融機関は未発達なまま経済的自立性が失われた。

一方で、1993年以降の和平プロセスの進展に伴い、ドナー国・国際機関による対パレスチナ経済支援が進み、同時に欧米企業とパレスチナ企業との連携、エジプトやヨルダン等との取引の伸び等、パレスチナ経済は着実な成長を遂げていた。しかし、2000年9月末以来、イスラエル・パレスチナ間の衝突及びそれに伴うイスラエルによる自治区封鎖、移動の制限により、パレスチナ経済は大きな打撃を受けている。世銀によれば、この経済後退は世界大恐慌及びアルゼンチン経済危機を凌ぐ規模とされている。

さらに、2006年1月、パレスチナ立法評議会でハマスが勝利したことに伴い、イスラエル政府はパレスチナに代わって徴収している関税等の還付を3月以降凍結することを決定、それ以来パレスチナ公務員給与支払いが滞り、パレスチナ経済に甚大な影響が発生した。その後、2006年7月の非ハマス系閣僚から成るファイヤード新内閣発足を受け、イスラエル政府は凍結していたパレスチナ暫定自治政府に対する税還付金の支払いを開始したためファイヤード内閣は非ハマス系の公務員に対し、約1年3ヶ月ぶりに給与の支払いを再開した。

こうした背景の中、その経済は、2006年の国民総生産総収入(名目GDP)が29.2億米ドル、一人当たりGDPが802米ドル、GDP成長率は-24.5%(2006年世銀予測)で失業率は28.4%にものぼり、物価上昇率は4.2%(西岸地区)ならびに4.1%(ガザ地区)と厳しい数値を示している。2003年GDPに占める産業別の割合は、農・漁業(12.1%)、工業(14.7%)、建設業(4.7%)、商業・ホテル・レストラン業(12.3%)、運輸・通信業(7.4%)、サービス業(48.8%)であった。貿易相手国はイスラエルが60%を占めるが、イスラエルの対パレスチナ貿易額は2%足らずであり、上述の歴史的経緯からもその経済従属的立場が鮮明になっている。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

1-2-1 無償資金協力要請の背景・経緯

ジェリコ・ヨルダン渓谷地域(人口約8.9万人)は大地溝帯に位置し、その地理的特性から市街地から排出される汚水は流れ出る場所がなく、当該地域に滞留せざるを得ない状況にある。

これまでに、同地域では適切な汚水処理施設が無かったため、衛生環境の悪化のみならず汚水による土壌や地下水の汚染が懸念され、2010年1月にはジェリコ市の地下水脈の汚染が明らかとなったことから、汚水の処理は喫緊の課題となっている。

一方、水源となり得る表流水が極めて少ないため、水源は多くを地下水に依存しているが、同地域と接するイスラエルとの関係上、新規に開発できる地下水資源は限定されている。また、イスラエルは同地域の土壌や地下水汚染が自国に及ぼす影響を懸念しており、同地域の適切な汚水処理は中東和平の文脈においても域内の重要な課題と位置づけられている。

また、限られた水資源を有効活用する観点から、下水処理水の再利用は新たな水資源開発の一つとして期待されている。同地域は農業分野での発展が見込まれており、加えて、同地域には我が国が推進する「平和と繁栄の回廊構想」の中核プロジェクトとして農産加工団地の建設が検討されており、同団地から排出される汚水についても適切な一次処理を行うことを前提に、ジェリコ市向けの汚水と合わせて処理することが検討されている。このため、下水道施設建設は生活衛生環境の改善に加えて水資源保全にも繋がる重要案件と位置づけられている。

こうした背景を踏まえて、パレスチナ暫定自治政府は2008年8月に我が国政府にヨルダン川西岸地区ジェリコ市での下水道施設建設を目的とした無償資金協力要請を行った。この要請を受けて、我が国政府は、ジェリコ市及びその周辺地域の水環境を改善するために下水道施設を建設し、その有効活用を図るため協力準備調査を行うことを決定した。JICAは、本プロジェクトの必要性及び妥当性を検証し、適切な協力計画を策定し、適切な設計並びに事業費の積算を行うために協力準備調査を実施した。2010年12月中旬～2011年1月上旬に第1回の現地調査を実施し、続いて2011年1月末から3月初旬まで第2回の現地調査を行い、その後、2011年7月に準備調査報告書(案)説明のための調査団を同国に派遣した。なお、2011年2月の閣議で本プロジェクトの実施が閣議決定されている。

1-2-2 要請の概要

- 1) 施設：ジェリコ市及び周辺地域（ヌエイマ地区・ドユコック地区・アインスルタン難民キャンプ地区・アクバットジャバール難民キャンプ地区）に対する下水道施設の建設（下水処理場 15,400m³、下水幹線及び下水管網の範囲・延長については調査により決定）
- 2) 機材調達：水質分析機器
- 3) 技術支援：組織体制・運営維持管理面に係る強化への支援（ソフトコンポーネント）

1-3 我が国の援助動向

我が国によるパレスチナへの援助は「無償資金協力」と「技術協力」が実施されており、概要は以下のとおりである。

(1) 無償資金協力

2006年までの累積： 約 564.56 億円（交換公文ベース）

- 1) 緊急無償：31.52 億円（8 件）
- 2) 食糧援助（UNRWA 及び WFP 経由）：6.6 億円
- 3) 貧困農民支援（FAO 経由）：1 億円
- 4) パレスチナ人児童の感染症対策及び栄養状態改善計画（UNICEF 経由）：3.7 億円
- 5) 草の根・人間の安全保障無償資金協力（22 件）：1.96 億円

(2) 技術協力

2006年までの累積： 約 31.82 億円（JICA 経費ベース）

- 1) 地方自治行政改善
- 2) 母子保健に焦点を当てたリプロダクティブヘルス
- 3) ジェリコ及びヨルダン渓谷における廃棄物管理・処理能力向上
- 4) 持続的農業技術確立のための普及システム強化プロジェクト

1-4 他ドナーの援助動向

パレスチナにおける主要援助国は、援助金額で3番目に位置する我が国の他、米国、EU、英、ノルウェー、サウジアラビア等（2006年）等である。

パレスチナの、上下水道セクターへの他ドナーによる援助としては、ドイツが1994年からKfWによる資金援助とGIZによる技術協力を実施しており、これまでにナブルス、ジェニン、トゥルカレム、アルビーレ市等を中心に支援を行っている。また、世界銀行が2005年から2010年を対象とし、地方自治体の上下水道セクターの組織強化や水利庁の能力向上、既存施設のりハビリ等を実施中である。

また、表1-1に他ドナーによる各方面の援助動向を示す。

表 1-1 各ドナーの援助動向

目 標	プロジェクト	パレスチナ側	援助機関側
水源確保/ 給水量増 加	新規井戸開発	PWA	USAID, WB, GIZ
	既設井戸改良	PWA、PHG	EU/MSP, ECHO, NGOs
	湧水地改良	PHG	WHO
	新規給水網建設	PWA,PHG,WBWD,自治体	USAID, WB, EU, AfDB, UNDP, ICRC 他
	既存給水網改良	自治体、村議会	USAID, WB, EU, AfDB, UNDP, ICRC,NGO 他

目 標	プロジェクト	パレスチナ側	援助機関側
	市の給水	市、PECDAR	WB, IDB, OPEC, EU/MSP, CDP, MIDP,
	雨水貯留	村議会	Oxfam, UNDP, NGO
	処理水再利用	PRA, ARIJ	USAID, GIZ, SIDA
	脱塩施設	PWA	USAID, ADC, AfDB
	管理能力強化	PWA, 自治体	USAID, CARE, WB
	貯水タンク	PWA, 自治体	CARE, ICRC, UNDP, NGO
組織強化	資金援助	PWA	NEDA, NORAD
	卸売管理	WBWD, CMWU	AfDB, WB
	訓練	PWA	USAID, GIZ
	施設	JWU, WSSA	GIZ, WB
	地元運転者	自治体, JWU	GIZ, KfW, USAID,
	農業分野開発	該当なし	該当なし
健康	水質監視	PWA, 自治体	WHO, Oxfam
	上水施設	PWA, PHG	WHO
	汚水処理	PWA, 自治体	WB, EU, SIDA, AfDB, JICA
	健康/処理サービス	健康庁	Oxfam
水の権利	宣伝	PWA, PHG, ARIJ	Oxfam, ECHO, EU
	ロビー活動	PWA, PHG, ARIJ	Oxfam, ECHO, EU
	研究	PWA, 大学, NSU	DFID, USAID, CARE
	交渉	NWU	DFID

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 水関連組織/給水組織体制の現状

パレスチナで 1995 年に制定された National Water Policy 及び 2002 年に制定された水法 (Water Law) における上下水道分野関係機関の組織図及び役割を図 2-1 に示す。パレスチナにおいては、国家水評議会 (National Water Council) が水行政の政策決定を行う形となっているが、実際はイスラエルとパレスチナの両委員から構成される合同水調整委員会 (Joint Water Committee) が、ジェリコ市を含む西岸地区の水資源開発と管理を行うための最高意思決定機関となっている。

パレスチナの給水・下水・排水セクターの実施体制は、閣僚レベルの政策形成機関である先述の国家水評議会の下、パレスチナ水利庁 (PWA) が監督官庁として政策の実施にあたり、給水・排水処理についての許認可を管轄している。本プロジェクトの主管官庁は PWA であり、その統括の下でジェリコ市が運営及び維持管理を行う形となる。

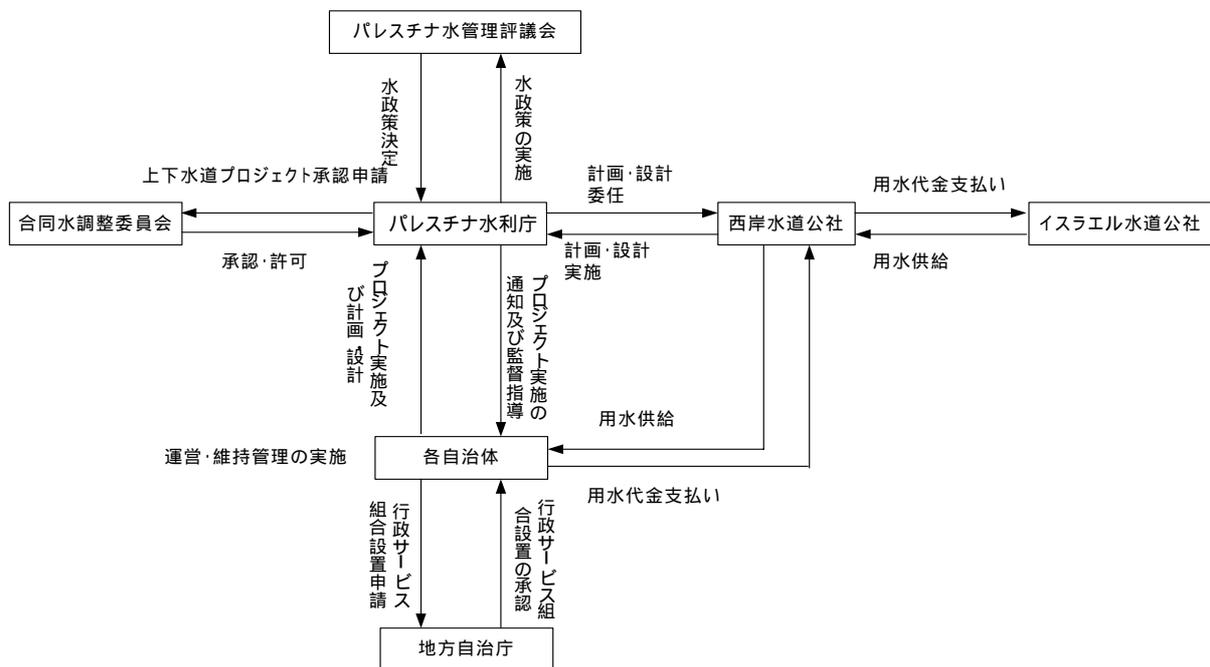


図 2-1 各機関の関係図

PWA の組織を図 2-2 に示す。PWA は当面の重点業務として、パレスチナ全域における水質及び水量の監視と統制、パレスチナの水資源の評価、開発及び保全のための水資源管理戦略の策定、水資源情報システムの構築等を掲げている。

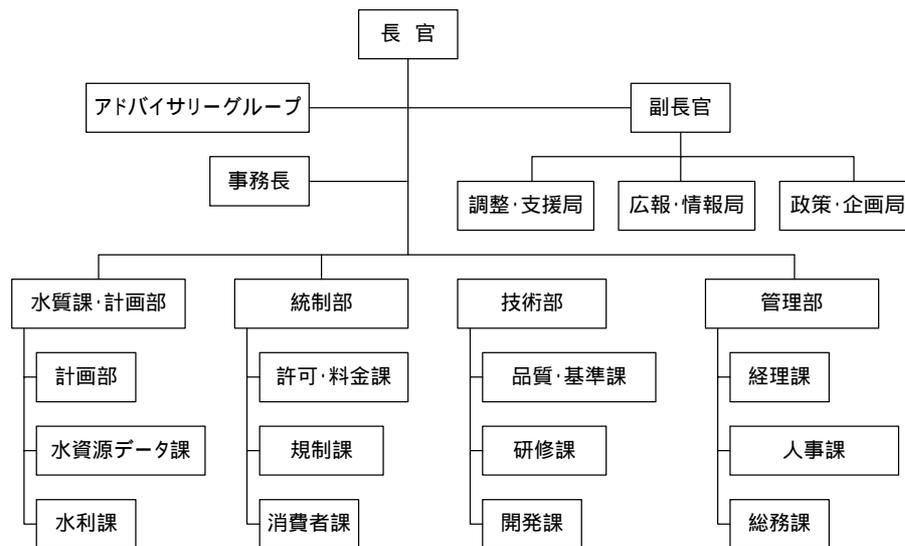


図 2-2 パレスチナ水利庁 (PWA) の組織図

次に、ジェリコ市(Jeircho Municipality)の組織図を図 2-3 に示す。2011 年 2 月時点で総勢 275 人の職員数となっており、本プロジェクトは技術部が主体となって運営及び PWA との各調整などが実施される。

本プロジェクトのカウンターパート機関は下水道事業の経験のないジェリコ市をバックアップするため PWA となるが、施設完成後の運営・維持管理の実施機関はジェリコ市となる。また、既存の上水ポンプ場の維持管理等はサービス部の技術保全部において実施されており、管理者として技師及び機械技能者が数名在籍している。なお、水道料金の徴収は財務部で行っている。

本プロジェクトにおいて、建設面での実施主体はジェリコ市技術部となる。その組織図を図 2-4 に示す。ジェリコ市水道部は自ら水源及び配水管の維持管理を実施しているが、下水道施設の維持管理に関しては未経験である。ジェリコ市技術部の維持管理対象は主に道路関係であり、水道部門の維持管理は先に述べたようにサービス部の技術保全部で行われている。今後、下水処理場が建設され、稼動した後は施設の運営・維持管理のみならず料金の徴収、会計処理を含めた業務が必要になり、そのための職員の増員は必須であるため、新たに下水道部門を立ち上げることが必要であると当調査団は提言している。今後の下水道事業及び施設の運営を考慮した場合、既に下水処理場が稼動しているアルビーレ市への実地研修や、我が国の技術協力プロジェクトによる運転管理能力の増強（後述）が必須であると考えられる。

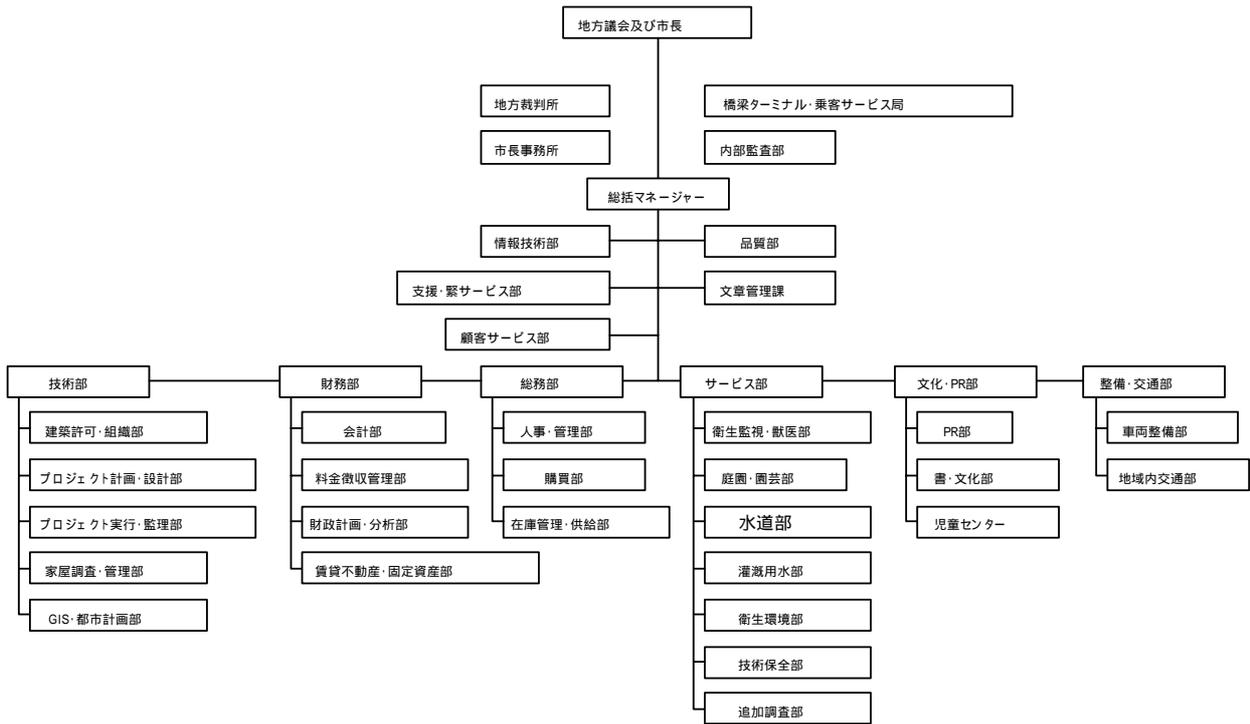


図 2-3 ジェリコ市組織図

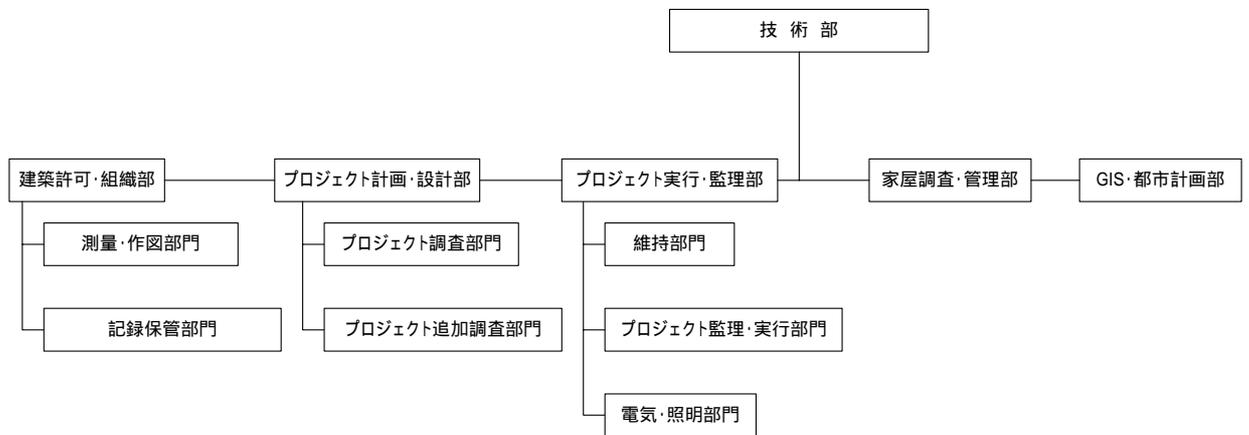


図 2-4 ジェリコ市技術部

(2) プロジェクト執行体制

本プロジェクトは、基本的には PWA のプロジェクトチームが担当するが、ジェリコ市側としては施設の建設までは技術部が担当する。またサービス部技術保全課に既存水道ポンプ場の維持管理を行っている機械技能者が数名在籍しており、本プロジェクトにも関わっていることから、将来的な育成が望まれる。ジェリコ市水道部では、その技術責任者に技師を配置し、既に自ら約 7,000m³/日のポンプ場及び配水池とパイプラインネットワークを維持管理していること

等から、ある程度の技術力、管理能力を持ちあわせており、本調査にも協力的である。

2-1-2 財政・予算

(1)水道会計収支

表 2-1 に 2006 年から 2010 年までのジェリコ市の会計収支を示す。パレスチナの会計年度は、1 月から 12 月までとなっている。収集資料から市の財務状況を確認する限り健全な財政状態である。

表 2-1 ジェリコ市の会計収支 (2006 年 - 2010 年)

単位：NIS

項目		2006	2007	2008	2009	2010
ジェリコ市	収入	10,857,799	12,937,592	16,134,897	22,029,785	21,921,697
	支出	10,972,558	11,751,739	14,099,614	17,012,790	17,181,997
	収支	-114,759	1,185,853	2,035,283	5,016,995	4,739,700

出典：ジェリコ市内部資料

表 2-2 に 2006 年から 2010 年までの水道部門の会計収支を示す。本市では水道事業に対する補助金制度が存在せず、収入は全て利用者からの水道料金にて賄われている。2007 年から 2008 年にかけて大幅に収入が増えているが、これは水道料金体系の改定と水道料金の徴収率の向上によるものと考えられる。水道部門の財政収支についても同様に健全な状態であるといえる。

表 2-2 水道部門の会計収支 (2006 年 - 2010 年)

単位：NIS

項目		単位	2006	2007	2008	2009	2010
給水量		m ³ /日	4,830	5,087	4,994	5,273	5,517
収入	賦課金	NIS/年	2,326,408	3,119,873	3,446,333	5,057,721	4,146,639
	徴収額	NIS/年	1,583,602	2,180,242	3,396,670	3,683,024	4,094,211
	徴収率	%	68.1	69.9	-	72.8	-
支出	給料	NIS/年	622,890	787,942	1,046,999	1,154,570	1,351,868
	維持管理費	NIS/年	535,143	890,889	1,157,435	1,244,658	1,252,034
	その他	NIS/年	255,792	23,474	103,376	1,192,266	88,997
	計	NIS/年	1,413,825	1,702,305	2,307,810	3,591,494	2,692,899
収支		NIS/年	169,777	477,937	1,088,860	91,530	1,401,312

出典：ジェリコ市内部資料

(2) 料金制度

水道料金は、図2-5のとおり、家庭、商業及び農業という3つの用途に分類されており、2008年1月からこの料金体系が採用されている。料金は2ヶ月に1回、量水器による使用量に基づいて賦課されるが、この他、基本料金として30NISが加算される。仮に1家庭6.4名の家族一人

当たり200 l /人/日使用するとすれば、2ヶ月の使用量は以下となる。

$$6.4名 \times 200 \text{ l /人/日} \times 30 \text{日} \times 2 \text{ヶ月} = 76.8 \text{m}^3$$

2ヶ月の使用料は、100m³までは、1NIS/m³であることから、76.8NISとなり、これに基本料金の30NISを加えると106.8NIS/2ヶ月、1ヶ月では53.4NISとなる。1ヶ月の平均所得は2,378NISであることから、所得に対する水道使用料は2.2%となり、世界銀行などが下水道・廃棄物に係わる費用支出の上限と提唱している割合である5%に比べて決して高い値とは言えない。

2008年1月に水道料金が値上げされたが、新料金も使用料単価の1～5NIS/m³の5段階分けは変わらないが、旧料金の方が利用水量の幅がより低廉な体系となっていたとのことである。水道事業は市自身が行なっているため、料金体系は市が議会に諮って、独自に決めることができる。

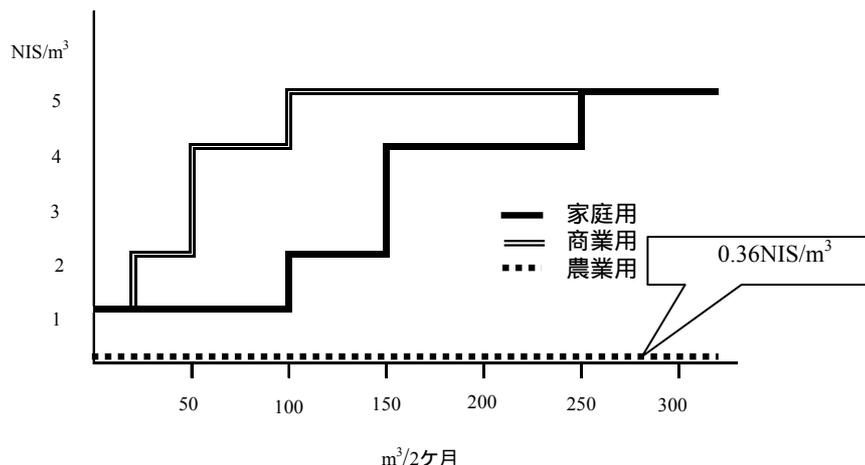


図 2-5 水道料金体系図

2-1-3 既存施設の現状

現状ではジェリコ市に公共の下水道に係わる施設は存在しないが、市内の最も大型のホテル2箇所と、大統領警護隊の基地1箇所、合計3箇所に汚水処理施設が設置されている。

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

ジェリコ市を縦貫する国道及び市内中心部の幹線道路は、我が国を含めた様々なドナーの援助もあって概ね舗装されており、車の通行は土ほこりも生じずスムーズに行うことができる。また、これらの主要道路に繋がる枝線道路においても舗装道路が多い。しかし、周辺の農業地帯付近に繋がる道路は未舗装部が多く、そこでは降雨量が少なく、シルト質土壌が分布してい

るという地域性もあり、車両が通行すると著しい土ほこりを生じる箇所も見られる。

本プロジェクトにおいて、下水管の幹線及び枝線を計画している道路はほとんどが舗装済みである。主要幹線の道路幅は 11m から 14m であり、市街地の中心部ではブロック舗装の両側の歩道の端まで舗装されているが、中心部を外れると舗装道路の両側に土の路肩が残っている。一方で農地が混じる住宅地では枝線の道路幅は 7m から 10m であり、中心部のみの 5m 程度が舗装されており両路肩は未舗装である箇所がほとんどである。このため、市内の中心部及び取付け柵の設置のための道路横断部では下水管を敷設するためにアスファルト舗装取り壊し復旧が必要となる部分も多い。

また、下水処理場付近の道路はワジを越える部分や、建設予定地内部の宗教庁の所有する道路については未舗装である。しかし、下水処理場へのアクセス道路については、幅 7m を舗装した道路とすることになっており、大型車の通行には支障はないが、道路の完成までは車両の通行による土ほこりの発生が著しくなることが予想される。従って、本プロジェクトにおいて大型車両が頻繁に行き交う工事期間中は何らかの対策が必要となる。加えて、これらの車両の通行により生じる不陸整齊、雨天時の轍跡の補正等の手当を考慮しておく必要がある。

(2) 電力

ジェリコ市への電力供給は、エルサレム地区電力会社(Jerusalem District Electric Company, JDECO)によって、ヨルダン国営の電力会社から買電され、供給されている。電力会社へのヒアリングによると、下水処理場の電力料金体系は表 2-3 に示す工場での料金体系が適用され、基本料金は加算されない。つまり、使用量のみに応じて徴収され、付加価値税込みで kWh あたり約 15.3 円となり、これは日本の下水処理場等の通常の適用料金である電力料 11 円/kWh の 1.4 倍も高いが、基本料金が無いことを勘案すると、今回の事業のように、稼動初期に計画に比べ低い電力需要期が続く場合には有利となる。

電力供給の安定性については、電力会社による停電頻度は少ないということで、今回の当調査団の調査期間中においてもほとんど停電は起きておらず安定していると言える。

加えて、下水処理場には 100kW の太陽光発電施設を設置する計画としており、流入負荷の高い日中は下水処理場で必要な電力の大半を自然エネルギーで賄えることから非常に効率的と言える。しかし、もし長時間の停電が起きると、処理に参与する微生物が死滅し、適正な污水处理ができなくなり、機能回復に時間がかかるため、非常用自家発電機の導入が求められる。

表 2-3 電力料金

類別	電力料金 NIS/kWh	電力料金 (税込) NIS/kWh
家庭	0.5191	0.592
工場	0.5806	0.662
商業	0.4219	0.481

(3) 下水道関連施設

ジェリコ市にはいわゆる下水管渠や処理施設は存在しておらず、各家庭や、商工業・役所等の諸施設の汚水はセスピットまたは腐敗槽等の処理施設に流入させ貯留して、汚泥で一杯になるとバキュームカーで引き抜く仕組みとなっている。これらの汚水は、ほとんどの場合トイレからの排水が台所や洗濯排水の汚水とともにセスピットに流入する構造となっている。ただし、現在はセスピットの設置が禁止されているため、腐敗槽が増加していると思われるが、これについての正確なデータはない。

汚水は、腐敗槽やセスピットに流入した後、徐々に分解されるが、最終的には汚泥が底部に溜まることになる。セスピットの場合は、腐敗槽に比較し引き抜き頻度が高く、通常1ヶ月に1回はバキュームカーによる汚泥の引き抜きを行う必要があるが、汲み取り業者に聞き取りした結果を基に試算すると、大半の住民は数ヶ月に1回程度しか引き抜きを依頼していないようである。これは、セスピットが底面や壁面から地中に浸透する構造となっていることに加えて、汚水が溢れない限り汚泥の引き抜きを依頼しないためと推定される。これらのことから、本プロジェクトにより下水処理場が建設され、下水管に汚水が流入することにより、地下への汚染物質の浸透が減少するため、衛生環境の大きな改善が期待される。

市内では、現在、個人所有のバキュームカーが4台運転されているが、中古車を使いまわしているため故障や修理頻度が高くなっているようである。これらの業者からのヒアリング結果は以下のとおりであり、取りまとめた結果を表2-4に示す。

- 1) 一日に7~12往復しており、運び込む量はそれぞれ7、7.5、11m³であることから、1日当たりの最大収集量は200-260m³程度となる。
- 2) 依頼人から徴収する収集料金は槽の大きさにもよるが50-100NIS程度であり、150NISになることもある。しかし、最近ではガソリン価格が上がり、利益が少なくなっている。道路が狭く進入できなかつたり、槽が建物の下にあり引き抜きが出来なかった場合もある。また、握手を拒むなど、この業種の従事者に対する目に見えない差別を感じることも多い。
- 3) 引き抜き汚泥の一部は、インターコンチネンタルホテルにある活性汚泥処理法による汚水処理施設に持ち込んでいるが、大半は、既存廃棄物処分場脇のQelt ワジにそのまま投棄している。

表2-4 バキュームカーの稼働状況

質問項目	業者-1	業者-2	業者-3
タイプ	1984 Ford argo	1972 Mercedes 1113, 1995 DAF	2000 Renault 210
収集地区	Jericho, O'kbat Jaber, AIn Alsultan, Al-Doyok, Nwa'mah, Al-Ojah	Jericho, O'kbat Jaber, Ain Alsultan, Al-Doyok, Nwa'mah, Al-Ojah	Al-Ojah
収集料金	50 NIS(平均)	Jericho (75NIS), O'kbat Jaber (70NIS), Ain Alsul an (80NIS), Al-Doyok, wa'mah, Al-Ojah (100NIS)	40 NIS(平均)
収集頻度	7回/日	10回/日	10-12回/日
収集量	7m ³ (平均) /回	11m ³ (平均) /回	7.5m ³ /回
投棄場所	ジェリコ処分場 ホテル処理場	ジェリコ処分場 ホテル処理場	ジェリコ処分場 Al-Ojhのワジ

また、平均年間降雨量は地域によって多少はあるものの、少ない地域では150mm程度と極端に少ないことから（日本では1,200～1,700mm程度）、雨水排水設備がほとんど見られない。

(4) 廃棄物処理

ジェリコ市内から発生する廃棄物は、2007年にJICAにより整備された衛生処分場である市内で唯一のジェリコ市処分場までトラックで収集し処分されている。

パレスチナの廃棄物処理に責任を持つ機関である広域行政計画・開発カウンシル（Joint Services Council for Solid Waste Management in Jericho and Jordan River Rift valley）が17名のスタッフで全国の廃棄物の管理を行っており、ヘブロン、エルサレム、ラマラ、ジェニンの4都市の大規模処分場及び中継移送施設を統括管理している。

ジェリコ市処分場も規模は小さいものの同機関が運営しており、運営期間は2007年4月から2011年度末までとなっている。しかしながら、現状の処分場はすでに容量不足に陥っているため、再度掘削し、分別し、1m嵩上げして延命を図る考えであるが、対症療法に過ぎず、今年度末で閉鎖する予定である。以下にジェリコ市処分場の主要な諸元を示す。

廃棄物発生量：平均40t/日（内プラスチック廃棄物約600t/年）

敷地：10,300m²（約10ドノ：0.1ha/ドノ）

容量：53,000m³

建設コスト：約300,000US\$

主要構成：0.5m土層+Liner（HDPEシート）+土層（Protection Layer）
ガス抜管、分離液排水管、分離液貯留ポンド

収集方式：トラック7台（内コンパクター3台）

また、将来的には、発生廃棄物はすべて120km離れた北西部のジェニン市処分場までトラックで移送する計画である。その際、処分コストを抑えるため、ジェリコ市に分別施設（もしくは

は分別収集)、リサイクル施設を建設する予定である。

現場はごみが山積みされてほとんど覆土されていない状況であるため、臭気も強く、八エの飛散が多い。覆土の必要性は管理者も認識しているようで、覆土材料が入手できないと述べていたが、市内のあちこちに残土が山積みになっていることからすれば、覆土材料の入手は難しいと思われる。

処理場の建設時の廃棄物に関して、管理者にヒアリングしたところ、「下水処理場建設時のリサイクルが出来ない廃棄物や労働者によるごみ(合計数百kg)については、ジェリコ市内の発生量に対しごくわずかな量であり問題ない」ということであった。また、下水乾燥汚泥を利用し表層を被覆できる可能性について提案したところ、興味を示したものの、こうした汚泥が発生する時点では同処分場は閉鎖されているはずである。

2-2-2 自然状況

(1) 地形

パレスチナはイスラエルに取り込まれる形で大きくガザ地区とヨルダン川西岸地区に区分され、ガザ地区の東はイスラエル、北はエジプトと国境を接し、西は地中海に面している。ヨルダン川西岸地区は、東はヨルダン、それ以外の周辺はイスラエルと境を接している。

本プロジェクト対象であるジェリコ市は、紀元前9000年に遡る都市遺跡が発見され、旧約聖書にも繰り返し取り上げられるなど、世界で最も古い都市と言われている。加えて、海拔マイナス約420mの死海に面し、市街地の中心部はマイナス250mと世界で最も低い位置にある街でもある。

地形は西側に切り立った岩山(イエス・キリストが悪魔に誘惑されたという“誘惑の山”を含む)があり、東のヨルダン川に向かって山際の標高-150mから市街地の-250mさらに市域の境界部の最低標高-320mまでなだらかな傾斜(2-3%)がついている。西側には山地から出る湧水が数多くあり、この湧水によって古代都市が栄えてきたが、東側では地下水位は地表面下15m以下であり、しかも塩分濃度が高く飲用には適さない。

市内の中心を、ラマラから続く山地を貫くQeltワジが通り、北部と南部にも大きなワジがあり、普段は乾いているが、これらは年間に1~2回豪雨により泥水が轟々と流れるそうである。

市内及び東側は、山地が浸食されワジによって運ばれたシルト・粘土が堆積しており、その厚さは数十mに達し、地盤は強固である。市内には緑が多く見られるが、全て灌漑によって育てられたものであり、灌漑なしにはワジに沿ってわずかに灌木が生えている程度である。

(2) 地質

地質的には、ラマラ、エルサレム等の岩の露頭が目立つ地域と異なり、西側の岩山及び岩の露頭が目立つ西部高地の丘陵部を除き、市内からヨルダン川にかけて厚いシルト・粘土層に覆われている。市内及び処理場が建設される市内の東部については土中に礫や玉石は少なく、地下水位が低いため土が湿り気を帯びるのは地下 10m 以上の深さである。地盤は粘性土で比較的強固であり、10m 程度地下では N 値は 30 以上に達する。処理場の用地については、深さにかかわらず粘性土で、かつ N 値は 15 を超えているので、水槽や建築物の地盤としては十分であるが、部分的に N 値 6 程度の地層もあるため、入れ替えまたは締め固めを行う必要がある場合もあり得る。地質調査については資料 6-1 を参照のこと。

(3) 気象

パレスチナの気候は地中海性気候に属し、雨季の冬と乾季の暑い夏の 2 つの季節がある。年間降雨量の幅は年や地区によって大きく異なり、150mm から 1,100mm となっている。年平均降雨日数は 25-55 日程度である。その中でもジェリコ市は、海拔下 150-300m で周りを山で囲まれている地域性もあってか、夏期には昼間は 40 を越えるが、冬期は平均 15 と温暖であるため非常に過ごしやすいことからラマラ等からの避寒客が集まり、さらに周辺にキリスト教に関連する歴史的な遺跡等があることもあって、世界中から観光客が多く訪れる。降雨量は年間 400 ~ 50mm で 10 月 ~ 3 月にのみ雨が降るといふ小雨地域であり、灌漑なしにはほとんど植物が育たない。そのため、市内には大きなワジ（枯れ川）が多く見られ、侵食状況を見ると冬の雨季には希に豪雨となるようである。

一方で、古くからの湧き水にも恵まれており、特にアインスルタンの伏流水はジェリコ市民の良質かつ安定した水道水源となっており、この豊かな水源によりジェリコ市の水使用量は他都市に比べ多い傾向が見られる。

2-2-3 環境社会配慮

2-2-3-1 環境影響評価

2-2-3-1-1 環境影響に影響を与える事業コンポーネントの概要

(1) 下水道の計画

本プロジェクトはジェリコ市及びその周辺地区に下水道施設を建設し、各地区から発生する汚水を収集して処理するもので、処理水は水の有効利用の観点から灌漑用水として再利用するとしている。下水道の計画は、3 章に表-1 のように定め、たうえで下水道施設の能力を表 2-4 のように定めた。この表において処理場の能力は 2020 年の日最大汚水量、下水管の能力は全体計画の時間最大汚水量で計画する。

表 2-5 計画水量と水質の決定

項目		目標年度			
		2020年		全体計画	
汚水量	日平均	6,600		9,900	
	日最大	9,800		14,400	
	時間最大	19,100		29,000	
		流入	流出	流出	流出
水質	BOD	500	20	500	20
	TSS	500	30	500	30
	T-N	75	50	75	25

(2) 下水道施設の計画

下水道施設の配置図はページ xii の下水道施設位置図に示す。最終的には赤線で囲まれるジェリコ市の全域、さらにキャンプ地を含めた周辺地区すべてに下水道管が敷設され、図中の下水処理場で処理されることになる。

2-2-3-1-2 社会環境の状況

本プロジェクトの対象地域であるジェリコ市周辺の土地利用の状況は図 2-7 に示すとおりで、商店や官庁が建ち並ぶ中心市街地を取り巻く形で家屋と農地の混在する地区、さらに東部の低地を中心に畑地とナツメヤシ林が広がっている。加えて 2 箇所の難民キャンプとさらに郊外には新興の住宅が多く建設されている。

これらには、冬期の寒さを逃れ温暖なこの地に一時的に滞留するための別荘も多いといわれる。また、市内の西部の山岳に近い一帯には古くから豊富な湧水に恵まれていたこともあって、紀元前 9 千年に遡る都市遺跡が出土しているほか、イスラム宮殿跡等の遺跡が発見されている。

処理場予定地は宗教庁が管理する国有地で一部は農業利用されており、隣接して乗馬クラブの馬場・墓地等があり、これらを除く周辺は農地となっており、人家はほとんど無い。なお、農地については、その降雨量からすべて灌漑無しには成り立たないため、いずれの農地にも灌漑のためのポリエチレンパイプが張り巡らされており、その水源は地下水である。

予定地周辺には全く水面はなく、年に 1 回程度のまとまった降雨時のみ水が流れるワジ(水無川)があるのみである。すなわち周辺の水利状況は地下水をくみ上げて灌漑に利用している状況で、その地下水は塩分濃度が高く、飲用には適さない。

このように、下水道処理場予定地には移転が必要な住宅等はなく、周辺にも住宅は少ないため、以下に示すように大きな環境社会面の問題が生じるとは考えにくい。

- 1) 処理場用地は、国有地で住居はなく、一部が農業利用されているのみであるため、住民移転は生じず、さらに周辺に人家はないため、大きな社会的影響は考えられない。

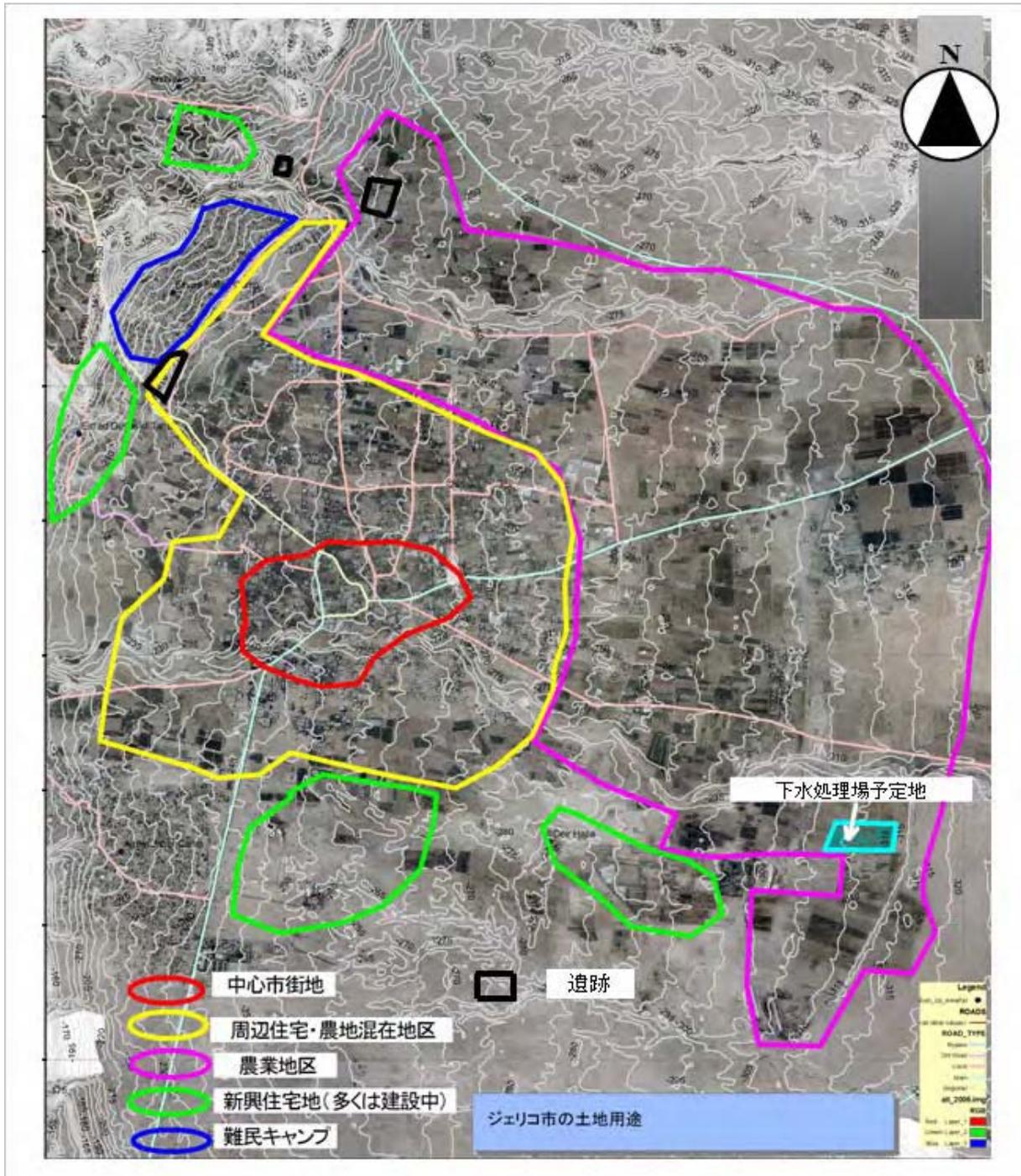


図 2-6 ジェリコ市の土地用途

- 2) 同用地は、全体が現状で農地または農耕後に放置されている土地であるため、自然環境の破壊はない。ジェリコ周辺は紀元前数千年に遡る遺跡が発掘されている地域であるが、これらの出土は古くから湧水に恵まれていた市の西側に限られ、処理場が建設される東の低地では全く発見されていないので、遺跡に関わる問題も考えられない。
- 3) 処理水は原則として灌漑利用されるため、基本的に水質汚染の恐れはないが、一部越流水の放流は起こりうる。これはワジに流入し、河床に浸透して、最終的にはヨルダ

ン川に流れ込み、死海に注ぐ。しかし、対象地区の汚水がすべて未処理のままに放出されて浸透し、地下水脈を汚染している現状が、本プロジェクト完成後は下水管で収集されて、浄化処理されて一部放流することになる。この意味で、ヨルダン川、死海への汚濁物質の流入量は全体として大幅に減じる。

2-2-3-1-3 相手国の環境社会配慮制度・組織

(1)パレスチナの環境法

パレスチナ環境法は 1999 年に制定され、環境保護と法の実施に係わる主要事項を定めているが、この目的は以下で示される。

- ・ あらゆる種類とタイプの汚染から環境を保護する。
- ・ 公衆の健康と福祉を保護する。
- ・ 将来の世代の権利を守るため、すべての社会・経済的な開発において環境資源保護を組み込み、持続的な開発を促進すると共に破壊された地区を回復する。
- ・ 生物多様性を保護し、環境上で被害を受けた地域を回復することで生態的に鋭敏な地域を保全する。
- ・ 様々な環境保護地域に、相互補完的な資源保護規則・基準を適用する。
- ・ 環境情報収集、公衆の関心の喚起、教育と訓練を進める。

この法は以下に示すような様々な環境上の問題について規定している。

- ・ 様々な資源の保護を管理するが、その対象は、陸生環境、大気環境、水源及び水域の環境さらに自然、考古学的、歴史遺産等
- ・ 環境影響評価（EIA：Environmental Impact Assessment）、聴取、開発事業の許可、環境資源とその要素のモニタリング
- ・ 法の規定事項の違反に適用される罰則
- ・ 緊急時の備え、公衆参加、調査訓練と公衆教育等の規則に述べられる他の問題

さらに、環境法に基づき 2000 年に環境影響評価政策が制定され、その目標を以下のとおりとしている。

- 1) あらゆる場合に適切な水準の生活を保証し、開発行為の結果として、生活上の最低限の条件及び人々の社会・文化・歴史的価値要負の負の影響を与えるものでないこと。
- 2) 自然環境の現状を清く保ち、かつその状態を維持することで保全する。
- 3) 自然資源の持続的利用によって生物多様性、景観を保つ。
- 4) 開発行為によって回復不能の自然への損害を避け、環境への損害を極小化する。

このため、同法で EIA のためのプロセス、環境庁（Environmental Quality Authority：EQA）を主管官庁とする手続き（図 2-7 に示す）等が定められ、この中で下水道「幹線を含む汚水処

理場」は 14 種の EIA 対象施設の一つとして位置づけられた。

現地における調査、公聴会を経てスクリーニング、スコーピングを行って EIA (案) を作成するまでは我が国と同様であるが、その後、農業省(MoA)、観光遺跡省 (MoTA)、 地方自治体省(MoLG)、EQA や PWA 等 11 の省を利害関係者として EIA 案を示して順次内容を説明し、合意を得る必要があることが特異な点である。これらの省庁及び他の利害関係者の合意が得られた時点で EIA 報告書としてとりまとめて EQA に提出し、許可が得られた時点で EIA の手続きは終わる。通常この手続きに半年程度の期間が必要とされている。

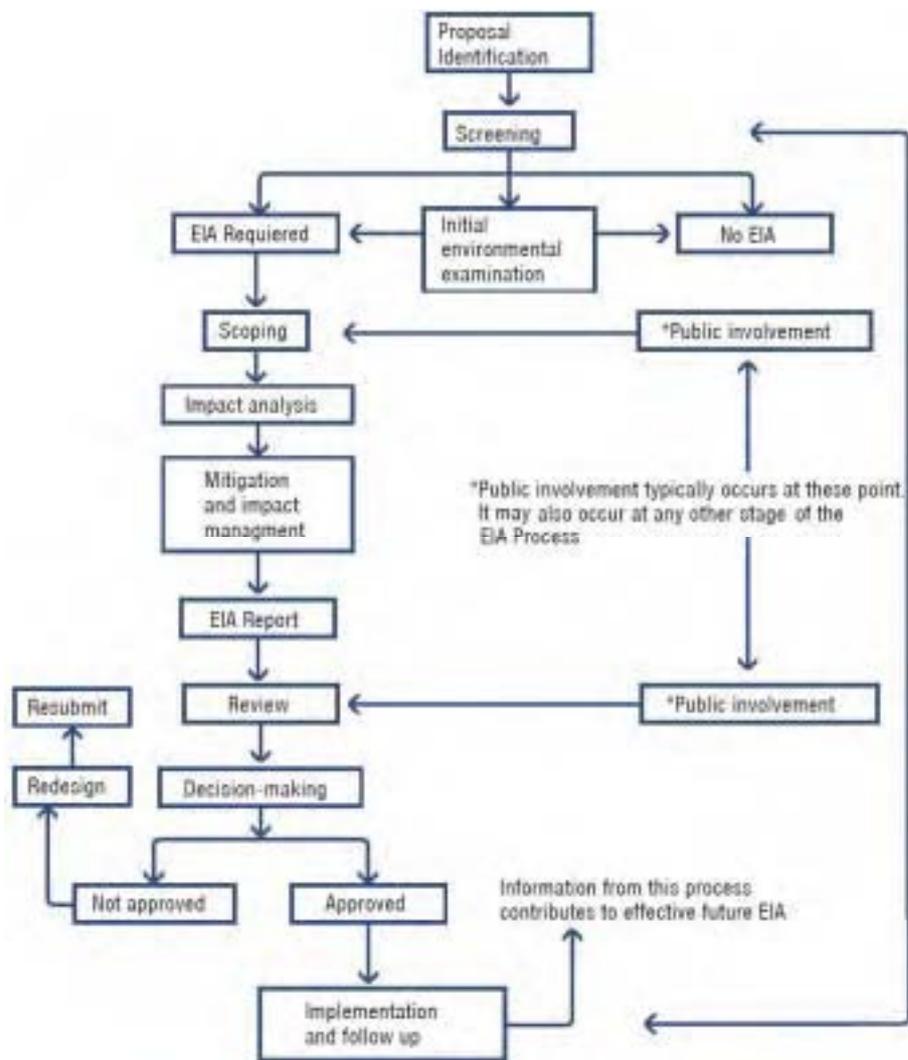


図 2-7 EIA の手続きの流れ

(2) 環境汚染に係わる諸規制

環境汚染に係わる諸規制は今のところ、放流水の水質と排気による大気質、及び騒音について定められているが、振動・臭気については、現状ではパレスチナ独自の規制はない。本プロジェクトでは、燃焼装設備は設置されないため大気質については特に問題はない。騒音については表 2-6 に示すとおりであり、この場

合当てはまる地区（類型）がないので、集会等を除いて最も緩い基準である工業地域の基準を適用することになる。

水質についてはパレスチナの基準と、イスラエルとの取り決めで定められたより厳しい基準が適用される。後者の基準は第

1 段階と第 2 段階に分けられ、第 1 段階では BOD 20mg/L、TSS 30mg/L、T-N 25mg/L（実際はイスラエルと PWA の協議で 50mg/L 以下となる）以下、第 2 段階は表 2-7 に適用基準を定め、適用基準毎に表 2-8 に示すような基準となっている。第 2 段階の基準は極めて厳しいものとなっている。

表 2-6 騒音の地区毎の適用基準

地区/規制	昼間 (db)	夜間 (db)
	7am - 8pm	8pm-7am
地方住宅街、病院・学校等	40	30
都市内住宅地	50	40
商・住混合地域	55	45
商業地域	65	50
工業地域	75	65
公共の集会等	85	75

表 2-7 放流水への適用基準

最終用途	適用基準	処理法	適応作物
水理学的に高度に繊細な地域での灌漑	1	活性汚泥法の後、窒素除去、付加的砂ろ過や殺菌などを含む高度処理	作物に制限なし、公園、庭園、スポーツ施設など
水理学的に繊細度が中・低地域での灌漑	2	活性汚泥法による処理後、殺菌	オリーブ、落花生、果物、調理用野菜、缶詰用果物、樹木
非食用作物灌漑	3	嫌気性池、曝気池やエアレーティドレーン	綿、砂糖大根、公園、庭園、スポーツ施設など
ワジ・河川などへの放流	4*	活性汚泥法の後、窒素除去、付加的砂ろ過や殺菌などを含む高度処理	作物に制限なし、公園、庭園、スポーツ施設など

*2008 年 1 月 1 日からワジや河川などに放流する場合はこの基準を適用

表 2-8 適用基準毎の放流基準

項目	単位	1		2,3		4*		日本 (参考)
		平均	最大	平均	最大	平均	最大	
BOD	mg/l	10	15	20	40	10	15	20
TSS	mg/l	10	15	30	60	10	15	70
COD	mg/l	70	100	100	150	70	100	20
電気伝導度	ds/m	1.4	-	1.4	-	-	-	-
pH	mg/l	6.5-7.5	7.5-7.5	6.5-8.5	-	7-8.5	7-8.5	5.8-8.6
塩素イオン	mg/l	250	-	250	-	400	-	-
ボロン	mg/l	0.4	-	0.4	-	-	-	10
ナトリウム	mg/l	150	-	150	-	200	-	-
SAR	mg/l	5	-	5	-	-	-	-
糞便性大腸 菌群数	MPN/ 100ml	10	100	10	-	200	100	300,000*
全窒素	mg/l	25	40	25	40	10	15	120
銀	mg/l	0.05	-	0.05	-	0.05	-	-
砒素	m/l	0.1	-	0.1	-	0.1	-	0.1
カドミウム	mg/l	0.01	-	0.01	-	0.005	-	0.01
クロム	mg/l	0.1	-	0.1	-	0.05	-	2
コバルト	mg/l	0.05	-	0.05	-	-	-	-
銅	mg/l	0.2	-	0.2	-	0.02	-	3.0
フッ素	mg/l	2.0	-	2.0	-	-	-	8.0
鉄	mg/l	2	-	2	-	-	-	10.0
水銀	mg/l	0.002	-	0.002	-	0.0005	-	0.005
リチウム	mg/l	2.5	-	2.5	-	-	-	-
マンガン	mg/l	0.2	-	0.2	-	-	-	10.0
モリブデン	mg/l	0.01	-	0.01	-	-	-	-
ニッケル	mg/l	0.2	-	0.2	-	0-0.5	-	-
鉛	mg/l	0.1	-	0.1	-	0.008	--	0.1
セレン	mg/l	0.02	-	0.02	-	-	-	0.1
バナジウム	mg/l	0.1	-	0.1	-	0.1	-	-
アルミウム	mg/l	5	-	5	-	-	-	-
亜鉛	mg/l	2	-	2	-	0.2	-	2.0

*日本は大腸菌群数であり、糞便性大腸菌ではない。

2-2-3-1-4 代替案の比較検討

本プロジェクトにおいて、管渠については、人家、事業所等から汚水を集めるように敷設するもので、位置、深さ等については経済、技術上の要求から定まるため環境社会配慮上の代替案は見いだせない。しかし、下水処理場については、その位置及び処理方式の代替案の検討を以下行った。(1) 処理場の位置の検討

処理場について、技術上の要求として、位置については市内の最も低い位置で、かつ人口が集中した地区から污水管を接続するのに便利の良い地点を選ぶべきである。また、環境社会上の配慮からは、自然・社会環境に出来るだけ負の影響の及ばない地区を選ぶ必要がある。図 2-8 は市内で最も低い位置で選択した位置と代替案の位置及びそれぞれの幹線の配置を示している。

その両案の比較を表 2-9 に示すが、代替案は地盤が低い点是有利であるが、実際には現状の家屋等から汚水を集水する際の優劣は無く、さらに決定案は土地の入手が公有地であることから確実であって、購入費を要しない点で明らかに有利である。また、環境社会面では、周辺が国有地であるため民間による住宅開発等が行われる可能性がない面でやはり決定案が有利である。

このように処理場の位置は最適の位置に選定されていると評価できる。

表 2-9 処理場位置の決定案と代替案の比較

検討項目	決定案	代替案
現況	標高-307 ~ -315、官有地、現況大部分が放置された農地	標高-315 ~ -318m、私有地、現況借地者が農地として開発中
周辺の住居	1km 南西にホテル	1km 西に住宅団地
水理上の優劣	差はない	差はない
環境上の障害	特にない	特にない
社会上の障害	特にない	新規に開発した農地
土地取得上の障害	特にない	地主が国外に移住した不在地主で購入出来るかどうか不明、さらに農地として開発中の借地主の了解も必要、購入に 2 百万 US \$ を要す

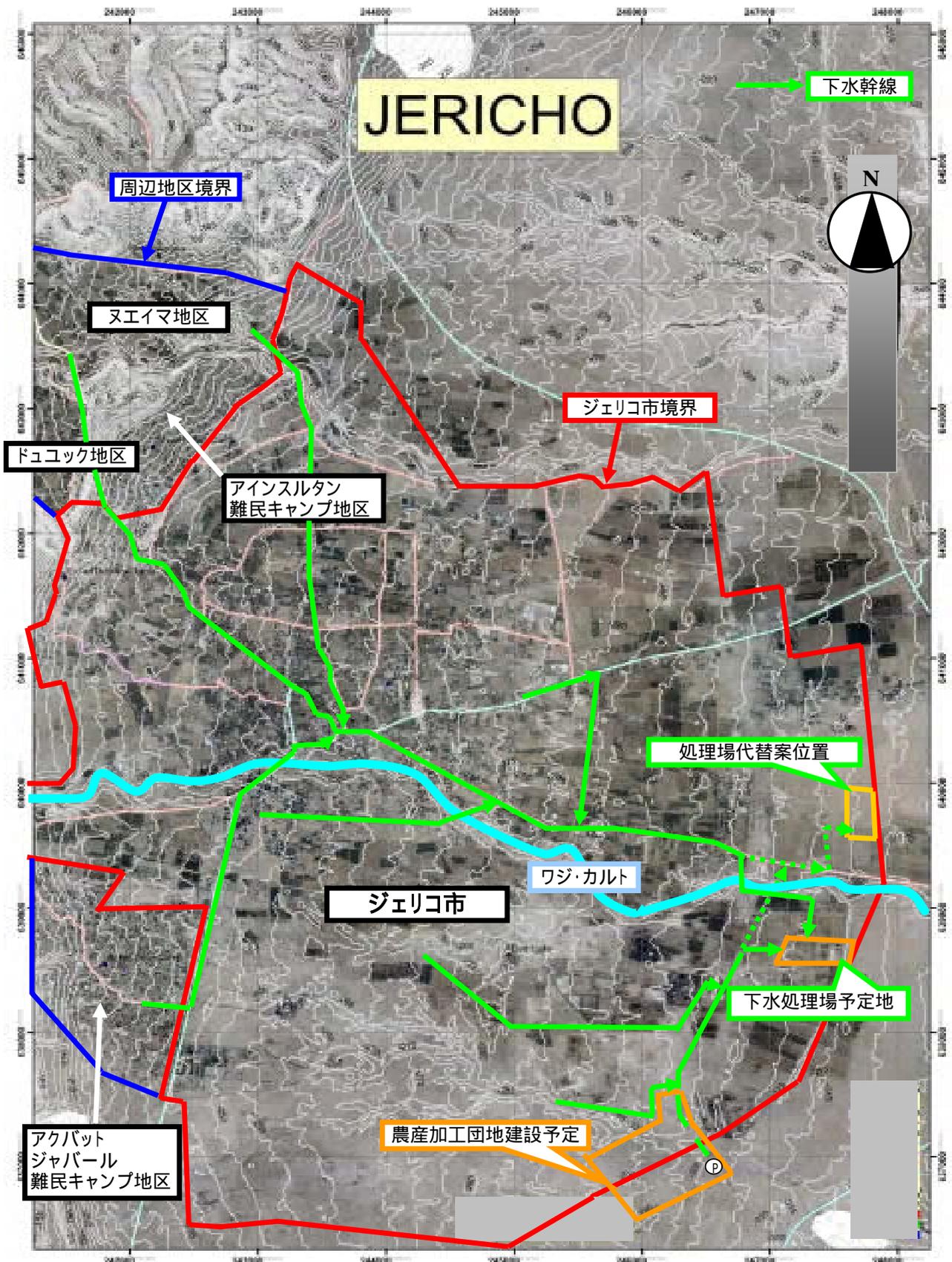


図 2-8 処理場位置代替案の位置図

(2) 汚水処理法の選定

下水処理場の汚水処理法については、イスラエル・パレスチナでは過去において、オキシデーションディッチ法等の活性汚泥法その他安定池法や酸化池法が一般に採用されている。一方、イスラエルとの取り決めにより、先述したように表 2-10 の処理水質が求められている。第 1 段階は 2020 年を計画年度として求められており、第 2 段階についての時期の取り決めはない。

表 2-10 イスラエルとの取り決めによる処理水質

項目	第1段階	第2段階
BOD(mg/L)	20	10
TSS(mg/L)	30	10
T-N(mg/L)	25	10
糞便性大腸菌群数(MPN/100mL)	--	10

今回の計画の処理水質は窒素については、他の処理場にならって 50mg/L 以下としているが、実際には 25mg/L 以下とする性能を持った施設として計画している。処理法として、今回選択された処理法は、その形状はオキシデーションディッチであるが、硝化・脱窒の機能をもった長時間曝気法としている。

代替案としては、最も運転費が低い安定池化法（30 日程度の大きな池を通すことによる処理法）は表 2-10 のどの項目も達成できない見込みであることから、酸化池法を選定した。また、処理施設を建設しない場合も比較に加えた。

表 2-11 に選定案と代替案及び建設しない場合の比較表を示す。表に示すように、代替案は必要面積が大きく臭気の問題はあるが、運転が簡易で費用も低い。しかし、環境面で見ると、大面積の水面からの臭気の発生は大きな問題であり、処理水質中の特に窒素除去性能が劣る点は、本プロジェクトが地下水に汚水の浸透により窒素濃度の上昇が認められたことがきっかけになった点を考慮すると大きな問題になる。従って、環境社会面の見地からすれば、明らかに決定案が優れている。

一方、処理施設を建設しない案はそもそも本プロジェクトのきっかけになった、環境上の問題を放置することになるので採用はできない。

表 2-11 処理法の決定案と代替案の比較

検討項目	硝化脱窒機能付加長時間活性汚泥法 (決定案)	酸化池法(代替案)	処理無し
施設	間欠曝気長時間活性汚泥法で滞留時間 24 時間、反応槽と沈殿池の組み合わせでブローによる空気吹き込みと横軸攪拌機による攪拌を行う	1 週間程度の滞留時間の処理槽に表面曝気装置を設置、処理槽は地中掘込みタイプで表面を遮水する。水深は 1.5 ~ 2.0m	不要
処理水質	-第 1 段階の処理水質は確保可能 -第 2 段階の処理水質に対処可能	-BOD と SS は平均的に第 1 フェーズの処理水質は確保可能であるが窒素は困難、 -第 2 フェーズの処理水質は対処不可能	-雑排水はすべて垂れ流し、 -し尿はセスピットに貯留するが、20%程度のご家庭しか汲み取っていない
利点	-処理水が清澄で再利用に適する -必要用地が小さい	-操作が非常に簡単 -エネルギー消費量が少ない -汚泥発生量が非常に少ない -運転コストは決定案の 1/2 程度	-建設投資、運転コスト共に不要
欠点	-機器点数が多く管理に技術を要する -運転費は代替案の 2 倍程度	-水質基準を遵守できない可能性が高い -非常に大きい用地が必要 -広い水面から周辺への臭気の発生がある -藻類の発生等による水質悪化の危険性があり、再利用には不向き -窒素除去性能が低い	-環境上の問題が放置され、地下水汚染が進行し、水資源の不足が著しくなる

2-2-3-1-5 スコーピング

本プロジェクトによる環境・社会上の影響は「工事中」と「運転中」に分けられる。

(1) 工事中の問題

1) 管渠工事

管渠敷設のための掘削または掘削土の運搬等により、騒音・振動・粉塵発生等が生じ近隣に迷惑となる。

街中を掘削して、管を敷設するため、交通障害となる。掘削により近隣の家屋の傾斜等の害を与える可能性があるが、ジェリコの地盤は強固であり、地下水位は非常に低く掘削深さ以下なのでこの問題の発生は考えられない。

配管敷設のための掘削時に遺跡に遭遇する。特に Old Jericho と呼ばれる市の西部を施工するときにはあり得る。

2) 処理場工事

処理場用地については、近隣に家屋はなく、工事用車両あるいは建設工事による騒音・振動についての問題は起きないと考えられるが、乾燥した気候と現地の土質が粘性土であることから車両等の運転による土ほこりの問題の発生が考えられる。

処理場建設のためには、大量の資材の運搬や残土の搬出が必要になる。そのための重車両の運転による沿線の騒音、振動、土ほこりの発生、さらに交通障害が考えられる。

工事により大量に発生する建設廃棄物、残土・工事従事者の生活廃棄物、浄化槽等による汚染の問題が考えられる。

処理場の対象用地においては、貴重な動植物あるいは歴史遺産等は存在しないので問題は生じない。また景観については、ヨルダン渓谷を見下ろす風光の優れた地形であるが、見下ろす位置に家屋等がなく、処理場の構造物の高さは低く、将来は周囲に植えた木が森を形成するので、景観はむしろ改善される。

(2) 運転時の問題

管渠については通常の運転中において環境社会面の問題は特に生じない。

処理場については騒音・振動や臭気の問題が考えられる他、処理場に入出入りする車両の走行による問題、さらに再利用しきれないで越流した処理水による水質上の問題が考えられる。

i) 騒音・振動、臭気

主としてブローの運転による騒音・振動による近隣への障害

臭気の発生による近隣への障害

-1 流入水路からの臭気

流入水のスクリーンからの臭気は完全には防ぎきれず、数 10m の距離では風向きによっては臭う。

-2 汚泥処理施設からの臭気

今回計画される処理場で処理される汚泥は全て活性汚泥の余剰汚泥である。このため、汚泥からの活性汚泥臭はあるが、弱いものであるため、汚泥がフレッシュな状態にあるときには問題は生じない。

ii) 車両の走行による問題

下水処理場の運転時には、薬剤の搬入（1～2週間に1回程度）の他、乾燥し安定化した汚泥の肥料または土壌改良材としての搬出（3ト/日程度）がある。このための、運転員の通勤、処理場への訪問者を除けば、車両の出入りは1日に数台程度であり、周辺の交通あるいは騒音・振動の問題になることはない。

iii) 処理水の水質

処理水については、BOD 20mg/L、SS 30mg/L、T-N（総窒素）50mg/L 以下が規制値になるが、T-N について設計上は 25mg/L 以下としている。また、再利用出来ずに越流した処理水は通常

は乾き切ったワジに放流され、ヨルダン川に達することなく地中に浸透する。現状は、水洗便所からのし尿及び台所等の排水はセスピット（底が抜けたコンクリート槽）に流入して、貯留され水分は汚物と共に地中浸透している。また、セスピットに貯留された汚泥はバキューム車で集められ、結局ワジに放流されて地中に浸透する。

灌漑に用いられなかった一部の処理水が地中に浸透することになるものの、本プロジェクト完成後の状況は、現状に比べ環境面で大幅に改善されることになる。しかしながら、放流基準値は再利用の上からも当然遵守する必要がある。

2-2-3-1-6 環境社会配慮調査の TOR

調査団は、環境社会配慮に関し現地における環境の現状、制度を把握し、現地側の EIA 取得の支援を行うと共に、プロジェクト実施による影響を想定してその負の影響を極小化するための計画を行う必要がある。

その調査内容を表 2-12 に示す。なお、その内容はすでに述べた環境社会状況、当該国の制度の把握、スコーピングに加え、モニタリング計画の策定及びカウンターパート機関の EIA 取得援助等から成る。

表 2-12 環境社会配慮調査の内容

調査事項	内容	成果
環境社会状況の把握	・地勢、地質、気象、水文等	報告書
	・人口とその分布、主要構造物周辺の土地利用家屋等、プロジェクト範囲内の土地利用、水利用状況、排水・汚物処理の状況、交通、遺跡	報告書
相手国の IEA の仕組みの把握	・法制度、具体的な EIA 取得の手続き、	報告書
	・種々の排出・環境等の基準、関連組織	報告書
スクリーニング	B 以上でカテゴリー分け	報告書
スコーピング	・工事中の種々に環境社会影響の抽出	報告書
	・運転中の種々に環境社会影響の抽出	報告書
環境影響評価	・抽出された環境社会影響調査結果	報告書
	・影響評価結果	報告書
	・緩和策の策定	報告書
	・施工中の環境管理計画および後継廃棄物管理計画の策定の必要性	報告書
	・環境チェックシートの作成	チェックシート
モニタリング計画	準備段階、工事着手時、工事中、試運転中、運転中に分けてモニタリング計画案の策定	報告書
	モニタリングシート案の策定	シート案

2-2-3-1-7 環境社会配慮調査結果

工事中及び運転中の環境・社会の影響に対するスコーピングによって、基本的には運転上の負の影響はほとんど考えられず、管渠、及び処理場の工事中の以下の問題に絞って緩和策が必要であると考えられる。

管渠工事中の、騒音・振動及び交通障害に係わる対応策を策定する必要がある。

管渠工事中に遺跡・遺物に遭遇した場合の対応策を策定する必要がある。

処理場工事中の乾燥による土ほこりの発生による障害への対応策を策定する必要がある。

処理場工事時に特にパッケージ廃材等の大量の廃棄物が発生するので、処理場着工時には、特に廃棄物に再利用に配慮した廃棄物管理計画を策定して実施する。

2-2-3-1-8 影響評価

配慮すべき環境社会影響項目として先の章にあげられた4項目について影響評価を行う。

(1) 管渠工事中の騒音・振動および交通障害

いずれも管渠施工時には避けられない問題であるが、騒音・振動については、一過性の問題であり施工方法、工事時間の制限等で緩和できる。さらに、交通障害についても同様に一過性の問題であり、適切な迂回路の選択と表示、交通整理員の配置で対応可能である。従ってこれらを環境管理計画の一環として制定し、実施することで大きな環境社会上の問題が起きるとは考えられない。

(2) 管渠工事中に遺跡・遺物に遭遇した場合

直ちにその保全措置を行うと共に、パレスチナ側の史跡担当者に連絡し必要な措置を相談することとするが、基本的にはルートの変更等によって対応することで、影響を避けられる。

(3) 処理場工事時の土埃の発生

これについては、砂利等による部分的な場内道路の舗装、散水車の運転等により対処することで、大きな影響を避けられる。

(4) パッケージ等の建設廃棄物の大量発生

処理場着工時には、特に廃棄物に再利用に配慮した廃棄物管理計画を策定して、リサイクルにより実際の廃棄量を大幅に減少させることで、環境影響を局小化することができる。

2-2-3-1-9 緩和策および緩和策実施のための費用

前章に示すように、環境・社会面への影響を最小限にするためには緩和策が必要であるが、その必要な緩和策と必要な費用を表 2-13 に示す。

表 2-13 緩和策と必要な費用の推定

対象	方法	費用発生要因	必要な費用
道路の騒音・振動の緩和策	適切なルートを選定、施工時間の制限	--	--
道路の交通渋滞	施工時間の制限、う回路の設定	看板および案内員 2 名	200NIS/日 × 2 人 × 300 日 × 2 現場 = 240,000NIS
遺跡への遭遇	工事中止保全、関係機関と協議	工事停止、協議に要する人件費	不明
処理場工事中のほこり	散水車運転・砂利舗装の実施	散水車運転 1 台、舗装 w5m × 1500m	500NIS/日 × 300 日 + 7500m ² × 40NIS/m ² = 450,000NIS
建設廃棄物のリサイクル	管理計画策定とその実施	分別場建設、管理計画策定及び分別に 2 人雇用	50000+200NIS/日 × 2 人 × 600 日 = 290,000NIS
合計			980,000NIS

2-2-3-1-10 環境管理計画・モニタリング計画

現状では、PWA が現地で雇用した環境専門家の支援のもとに EIA をすでに監督官庁である EQA に提出済であり、そのコメントまたは許可を待っている状況である。本プロジェクトでは住民移転は生じず、処理場については国有地であるため民間の農地等の取得は生じないため、社会上の大きな問題は考えられない。しかし、この土地は現在民間の農家に貸与されており、ヤシ畑になっているため、貸与契約の破棄、影響するヤシの移植について対象農家と交渉が進んでいる。貸与契約の破棄については、既に対象農家との合意済みであり、移植についても交渉が妥結したとの報告を平成 23 年 4 月末に受けている。また、環境社会の現状の把握、工事開始時、工事中、さらに運転中には様々な項目についてモニタリングが必要になるので、必要と思われる項目とその実施時期について表 2-14 にまとめる。

表 2-14 において、モニタリングにあたっては現状の環境・社会状況の把握が欠かせず、これらは基本的には EIA 実施時に行われることが原則になる。さらに、様々な環境・社会への負の影響に対して緩和策を用意する必要があり、これは施工計画に盛り込み実施する必要があるが、モニタリングとしてこの緩和策のチェックと必要に応じた是正が必要になる。

また、工事実施時にあたっては、施工前状況と緩和策に照らして工事の進行に応じたモニタリングを様々な項目にわたって実施する必要がある。

運転時には環境・社会上の大きな問題は考えられないものの、モニタリングは継続して実施する必要があり、その結果は最小限、半年に 1 回程度は PWA から EQA への報告、さらに JICA へ対しても一定期間は 1 年 1 程度の報告が必要になる。

表 2-14 モニタリングとして必要な事項と実施者、頻度及び時期

分類	項目	内容	実施者	頻度等	時期		
現状の把握	管路工事の対象路線	・病院・学校等留意すべき施設	PWA	EIA時基礎調査	EIA		
		・時間毎交通量・騒音			〃		
		・渋滞の発生状況			〃		
		・近傍の遺跡等の位置・種類の把握			〃		
	処理場の周辺状況	・土地利用状況			〃		
		・周辺の留意すべき施設			〃		
		・周辺の家屋等			〃		
		・風による粉塵の発生状況			〃		
	処理水放流に係わる調査	・放流先の状況			〃		
		・地下水水質（井戸水の調査）			〃		
		・死海の水質			〃		
	廃棄物関連	・一般廃棄物の処理・処分方法			〃		
・産業廃棄物の処理処分方法		〃					
・乾燥下水汚泥の再利用のあり方		〃					
緩和対策とチェック	管路工事	・工事中の騒音・振動対策	施工業者 策定/コンサル tant・PWA チェック	施工計画時に施工業者が「環境管理計画」を策定しその中に含む	施工計画時		
		・迂回路計画を含む交通対策			〃		
		・留意すべき施設への対応策			〃		
		・工事時間帯			〃		
	処理場工事	・工事中の騒音・振動対策			〃		
		・交通対策			〃		
		・周辺への対応策			〃		
		・粉塵発生予防策			〃		
	処理水放流	・計画処理水質と地下水質、死海水質への影響			〃		
		・廃棄物管理計画（リサイクル、一般廃棄物の処分、産業廃棄物の処分）			〃		
	廃棄物関連	・運転時の汚泥、処理場残渣の処理処分・リサイクル			〃		
		・運搬時の汚泥、処理場残渣の処理処分・リサイクル			〃		
工事中のモニタリング	管路工事	・工事中の騒音・振動（施工場所・留意すべき施設近	施工業者 実施、コンサル tant・PWA がチェック	毎日	施工中		
		・工事による渋滞の発生と緩和策の効果			施工中		
		・遺跡の出土の有無、出土の場合の保全方法			施工中		
		・騒音・振動と周辺への影響			施工中		
	処理場工事	・車両の出入りによる渋滞の発生			毎日	施工中	
		・粉塵の発生状況と緩和策の効果			毎日	施工中	
		・廃棄物管理計画の遵守状況			週毎	施工中	
		・一般廃棄物・産業廃棄物の処分量と方法			週毎	施工中	
	工事中の廃棄物管理	・リサイクル量と方法			週毎	施工中	
		・臭気のモニターによる感知			施工業者 が実施、 PWAがチェック	数回	試運転中
		・騒音・振動値の測定					朝・夕・夜
		・原水・処理水質の測定					毎週
・乾燥下水汚泥の含水率・臭気	搬出毎						
運転中のモニタリング	管路	・臭気・閉塞等の発生	ジェリコ 市が実施 し、EQAが チェック	逐次	運転中		
		・陥没等の発生			運転中		
	処理場	・臭気・騒音・振動への苦情			逐次	運転中	
		・処理水の定期測定			毎月	運転中	
		・処理水再利用量・方法と苦情の発生			逐次	運転中	
		・乾燥下水汚泥の再利用量・方法と苦情の発生			逐次	運転中	

2-2-3-1-11 ステークホルダー協議

PWA の主催で EIA のためのステークホルダー集会在ジェリコ市において 1 月と 3 月に開かれ、関係する住民、市役所関係者、国の出先機関の職員等が出席し、プロジェクトの内容の説明と環境社会への考えられる影響等について説明し、質疑を行った。この会議において、特に対処を要

するような提議はなかったと報告を受けている。

2-2-3-2 用地取得・住民移転

本プロジェクトにおいて住民移転は発生しない。

また処理場のみについては、土地の買収または借用が必要であるが、現在決まった用地は宗教庁が所有する国有地である。ジェリコ市が借用することで決定している。また、先述したように現在ヤシ畑としている農民に対する補償交渉も妥結したとの報告を受けている。

2-2-3-3 その他

環境チェックシートおよびモニタリングシート案は、それぞれ添付資料7-6および7-7に示す。

第3章プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

パレスチナでは1995年に制定されたNational Water Policyにより、水行政を司る機関の責任分担を明確にすると共に、水資源の持続的利用の重要性を基に、水は公共財産と位置づけている。さらに、1998年にWater Resource Management Strategyが上記policyを実施するための戦略を明示するために制定され、水資源の持続的管理のための総合的な枠組みを作り、関係機関と連携した水分野の改善と支援策の開発を方向付けている。この中でPWAは上下水道と廃棄物を含む市民サービスを実施する強力な組織の設置を推進しており、これは水法の中に明示されている。

本プロジェクトはPWAの主導の下に、ほとんど下水道類似施設がないジェリコ市の衛生状況を改善し、汚水が全量地下浸透した結果、主要な水源である地下水の汚染が進んでいる状況を改善するために下水道処理施設を建設するものである。また、汚水管により集水され、下水処理場で処理される水を地域の貴重な灌漑用水として活用する。本プロジェクトにより建設される施設の概要は表3-1のとおりである。

なお、下水技術に関するソフトコンポーネントも要望され、実際に類似施設の少ないパレスチナ内では必要であるが、これについては技術協力プロジェクト等で対応する必要がある。

表 3-1 プロジェクトによる施設の概要

施設名	構造細目・内容	備考
下水処理場	計画浄水量 9,800m ³ /日 (RC造) バキューム汚水受水槽、スクリーン水路、沈砂池、分配槽、反応槽、沈殿池、汚泥濃縮槽、排水槽、計量槽、ポンプ槽、塩素滅菌槽、天日乾燥床、管理棟、受電設備棟、工作・倉庫棟、ブローワー・電気棟、返送汚泥ポンプ棟、濃縮汚泥ポンプ室、ソーラーパネル(出力 100kW)	新設 各構造物収納機器含む
灌漑施設	処理水貯留槽	新設
越流管	口径 700mm×0.35km	新設
下水管	幹線(径 700~200mm) 25.4km 枝線(径 200mm) 16km(パレスチナサイドが実施)	新設
機材調達	水質試験器材(ポータブル pH・DO 計、MLSS 計、ORP 計、作業台、電子天秤、インキュベータ、冷蔵庫、純水装置、乾燥機、コロニーカウンター、BOD ふ卵ビン、窒素・リン簡易測定キット等)	

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

本プロジェクトの計画目標年次は2020年とし、ジェリコ市及び避難民キャンプ地を含む地域への下水管の拡張に伴って予測される水量増加に対応できる施設計画とする。施設の設計にあたっては、パレスチナのデザインマニュアルにある程度の記載のある下水管渠についてはそれに準拠するが、記載のない処理場施設については原則として我が国の「下水道施設計画・設計指針」等に準拠する。

(2) 自然条件に対する方針

ジェリコ市はパレスチナでもとりわけ降雨量が少ない地域であり、降雨は12月から2月までの冬期に集中し、6月から8月の乾季である夏期にはほとんど降らない。雨季であっても、弱い雨が短時間降ることが多いため、天候による施工効率の低下は基本的に見込まない。

(3) 社会経済条件に対する方針

パレスチナの公的機関は金曜日のみが休日であり、その他の曜日の勤務時間は8時から14時半が定時となっている。民間企業も基本的に金曜日のみが休日であるが、8時間労働が基本になっている。労働時間に関する規則はないため、勤務時間は企業によってまちまちであるが、実際の労働時間への対価は払われている。ほとんどの人々はイスラム教徒で、熱心にモスクに通う他、モスクに行けない場合でも1日に数回礼拝を行っているが、企業等の業務効率に大きな影響があるように見えない。しかし、施工計画策定においては、断食の実行及び断食明けの休暇等について考慮する必要がある。

(4) 法・制度・基準に対する方針

下水道施設の建設については、環境影響評価(EIA)を実施して環境保護局の許可を得る必要があるため、PWAがEIAの取得のための業務を実施しており、2011年8月中には許可が得られる予定である。管渠の敷設、処理場の建設については、他に許可を要するような規則・基準等は存在しないが、EIAの要求事項を満足するため、JICA環境社会配慮ガイドライン(2004年版)にも合致した上で、パレスチナの規制・基準を遵守するほか、様々なステークホルダー集会での要求事項にも応えるような施工・運転中の環境管理計画が必要になる。

また、公共事業により管渠等の敷設に私有地を使用する場合は、パレスチナでは地主は一定の規模以下のものについては無償で使用に同意しなければならないことになっているが、実際には同意を得るのは難しいと言われる。本プロジェクトでは、管渠の敷設において私有地を横断することは基本的には避けるように計画している。

処理場の運転については、水質基準を遵守する必要があるほか、騒音についても地区毎に規制値が定められているのでこれを遵守する必要があるが、これらは先述環境管理計画に含まれる。

(5) 現地業者・市場資材の活用に対する方針

パレスチナでは、無償資金協力事業の実施の歴史は浅く、行われた事業の規模はそれほど大きいものではない。しかし、ジェリコ市及び周辺地区は住宅の建設ブームとも呼べるほどに建設ラッシュが起きているため、多くの建設重機が運転され、コンクリートのバッチャープラントも稼働している上、市内に鉄筋を製造する製鉄工場も立地している。また、調達事情に係わる調査の結果からも、処理場、管路の土木・建築構造物に係る現地のサブコントラクターの建設能力に問題は無いと判断でき、処理場プラントに使用する機械・電気工事及び管材を除けば、本プロジェクトに必要な資機材はパレスチナで調達可能である。

(6) 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

ジェリコ市の現在の職員数は約 270 名であり、上水道供給事業も実施している。料金徴収は財務部、施設管理はサービス部が行っているが、その上水係は 6 名と極めて弱体である。下水道施設の建設は技術部が管轄することになるが、その組織も弱体であり、現在 JICS が実施している市内の道路改善事業の管理も十分行われていないとされる。加えて、パレスチナ内における下水道施設管理に関し、管渠については多くの都市で運用されているものの、活性汚泥法等の近代的な下水道施設については現状のところドイツの援助で建設されたアルビーレの処理場が運転されているのみである。このように自治区内では下水処理の技術の蓄積はなく、さらに料金徴収、処理場の運転管理を含めた運用等の下水道事業経営の知見にも乏しい。従って、技術のみならず管理・経営に係わる総合的な指導が必要であり、場合により、下水処理技術に関し関連機関の能力向上を含めた技術協力プロジェクトによる長期的な指導の実施が好ましい。

(7) 施設・機材等のグレード設定に係る方針

下水処理施設の処理水質は、パレスチナの水質基準を遵守することは当然のことであり、より厳しいイスラエルとの協定値も遵守する必要がある。この基準には第 1 段階、第 2 段階があり当面は第 1 段階の基準を守る必要があるが、将来的には極めて厳しい第 2 段階(BOD、SS、T-N < 10mg/L 以下)の基準も遵守出来る施設とする必要がある。使用する機材は、ISO、JIS、あるいは IEC (International Electrotechnical commission) 等世界的に認められた基準で製作したものを使用する他、土木・建築物の構造については基本的には BS (British standard) で設計する。

(8) 施設建設の工法、調達方法、工期に係る方針

前述の自然条件や社会経済条件を踏まえ、十分な工事班の編成等を考慮して工期を設定すると共に、品質管理および安全管理に対して万全を図る。

3-2-2 基本計画

図 3-1 に施設の配置図を示す。

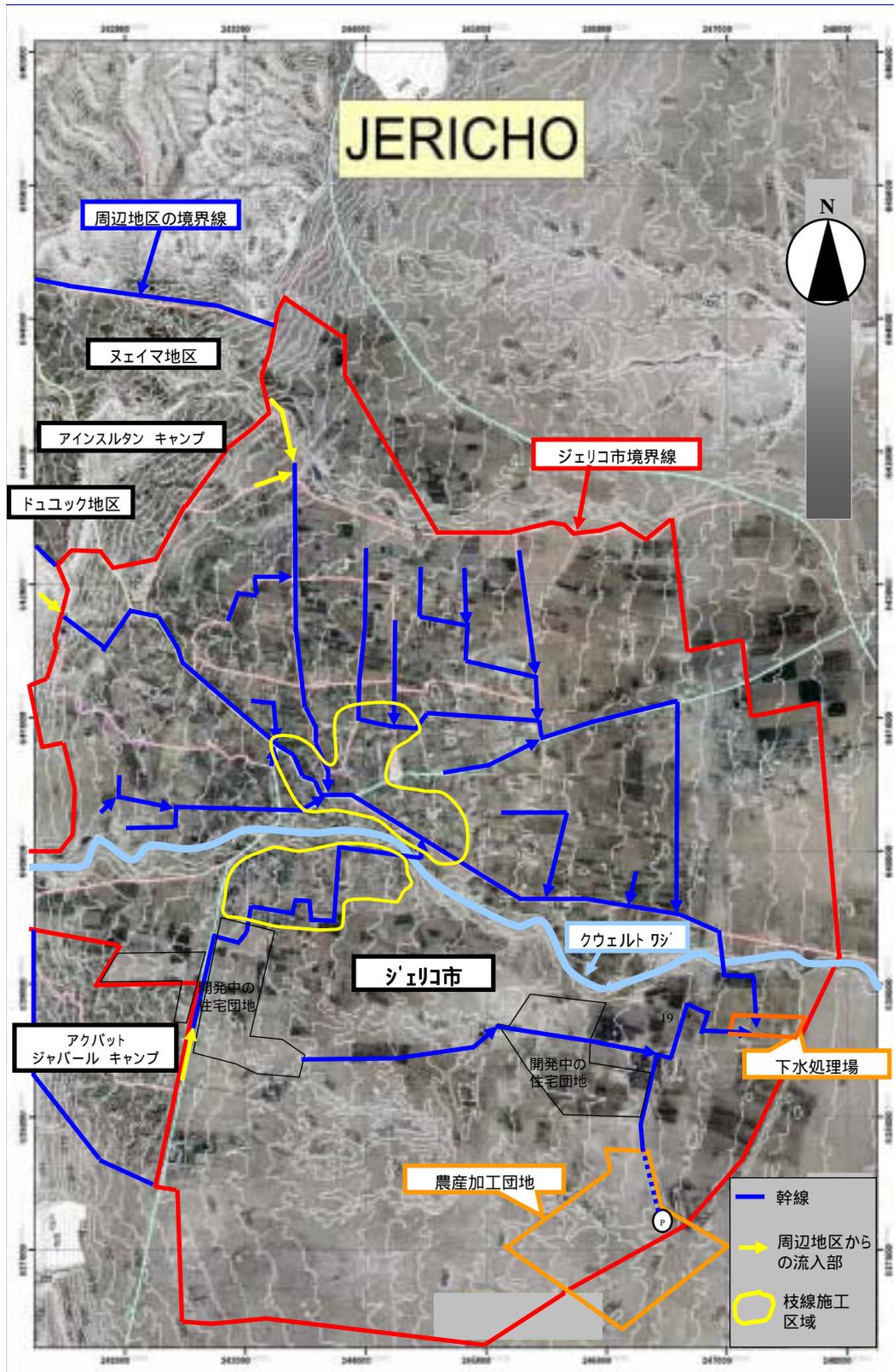


図 3-1 下水道施設配置図

下水処理場は市内で最も標高が低い地域であるジェリコ市の南西部の農業地域で、Cゾーン(イスラエルとの緩衝地帯でイスラエル管理)との境界に近いAゾーン(パレスチナ主権の地域内の用地)に建設される。管渠は市内の一部の幹線について施工するが、幹線はいずれも沿線の汚水を集水するため、需要者からの汚水の直接流入がある。大きく市内を貫く Qelt ワジを挟んで北側の市内主要部から集水する幹線と、南側の農産加工団地及び建設中の住宅団地から集水する幹線がある。

3-2-2-1 基本事項

(1) 計画集水区域

計画集水区域はジェリコ市を中心に、その周辺地域である、ヌエイマ地区、ドウユック地区、アクバットジャバール難民キャンプ地区、アインスルタン難民キャンプ地区とするが、本プロジェクトについては、ジェリコ市域に限る。無償資金協力事業では幹線のみをその対象として、現地側負担工事として極力効果の高い枝線の施工を求める。対象の幹線及び整備を求める枝線の範囲は図 3-1 に示すとおりである。

(2) 汚水量及び水質の予測

対象区域は、人口及び給水源単位についてはPWAに提供されたデータから2025年までを予測し、地区毎に接続率を設定して汚水量及び水質を計算した。計画年次はPWAからは2025年という提示があったが、無償援助の趣旨から15年後という設定は長すぎると考えられること、一方で下水道施設は容易には増設しがたいことなどから、パレスチナとイスラエルの下水道整備に関する計画年次が同年であることを勘案して2020年とした。ここで、全体計画を設定したが、これは人口については2025年の予測値を100の桁まで切り上げ、接続率を100%として設定した。

ここで、ジェリコ市については、接続率は処理場完成1年後の2015年に50%で、全体計画年次では80%と比較的早い接続を考えている。また、周辺地区については本プロジェクトには管渠の整備は含まないが、これも他の事業により整備が進むと考えて、接続率を50%としている。また、我が国の援助する農産加工団地の排水を取り込む計算になっている。

ジェリコ市における周辺地区からの昼間の移動人口については、2007年の給水量データから移動人口分の給水量1,200m³/日を割り出し、一人一日当たり給水量を常住人口の250L(Litter/capita/day)に対して80%の200Lとした結果、2007年の移動人口を6,000人と設定し、パレスチナ側からのヒアリングの結果も踏まえて、2008年以降は年率1%の増加として決定した。さらに、この場合のBOD、TSS及びT-N原単位は常住人口の60%とした。

予測結果は、表 3-1 及び要約した表 3-2 に示すように、計画年である2020年の計画水量は約6,600m³/日、計画水質はそれぞれ表に示すとおりとなる。

表 3-2 汚水量と水質の算定結果

地区名/年	2010	2015	2020	2025	全体計画	備考	
ヌエイマ	人口	1,400	1,704	2,073	2,522	2,600	
	LCD	120	130	140	150	150	
	水使用量(m ³ /d)	168	222	290	378	390	
	汚水発生率(%)	70	70	70	70	70	
	接続率(%)	0	0	50	70	100	
	汚水量(m ³ /d)	0	0	102	185	273	
	BOD(kg/d)	0	0	62	106	156	60g/人/日
	TSS(kg/d)	0	0	73	124	182	70g/人/日
T-N(kg/d)	0	0	12	21	31	12g/人/日	
ドウウック	人口	907	1,073	1,268	1,498	1,500	
	LCD	120	130	140	150	150	
	水使用量(m ³ /d)	109	139	178	225	225	
	汚水発生率(%)	70	70	70	70	70	
	接続率(%)	0	0	50	70	100	
	汚水量(m ³ /d)	0	0	62	110	158	
	BOD(kg/d)	0	0	38	63	90	60g/人/日
	TSS(kg/d)	0	0	44	73	105	70g/人/日
T-N(kg/d)	0	0	8	13	18	12g/人/日	
アインスルタ キャンプ	人口	3,538	4,263	4,943	5,674	5,700	
	LCD	150	160	170	180	180	
	水使用量(m ³ /d)	531	682	840	1,021	1,026	
	汚水発生率(%)	70	70	70	70	70	
	接続率(%)	0	0	50	70	100	
	汚水量(m ³ /d)	0	0	294	500	718	
	BOD(kg/d)	0	0	148	238	342	60g/人/日
	TSS(kg/d)	0	0	173	278	399	70g/人/日
T-N(kg/d)	0	0	30	48	68	12g/人/日	
ジェリコ市 (定住)	人口	19,589	22,164	25,076	28,371	28,400	
	LCD	250	250	250	250	250	
	水使用量(m ³ /d)	4,897	5,541	6,269	7,093	7,100	
	汚水発生率(%)	70	70	70	70	70	
	接続率(%)	0	50	80	90	100	
	汚水量(m ³ /d)	0	1,939	3,511	4,468	4,970	
	BOD(kg/d)	0	665	1,204	1,532	1,704	60g/人/日
	TSS(kg/d)	0	776	1,404	1,787	1,988	70g/人/日
T-N(kg/d)	0	133	241	306	341	12g/人/日	
ジェリコ市 (移動)	人口	6,306	6,628	6,966	7,321	7,400	
	LCD	200	200	200	200	200	
	水使用量(m ³ /d)	1,261	1,326	1,393	1,464	1,480	
	汚水発生率(%)	70	70	70	70	70	
	接続率(%)	0	50	80	90	100	
	汚水量(m ³ /d)	0	464	780	922	1,036	
	BOD(kg/d)	0	119	201	237	266	36g/人/日
	TSS(kg/d)	0	139	234	277	311	42g/人/日
T-N(kg/d)	0	24	40	47	53	7.2g/人/日	
アハット ジャバル キャンプ	人口	8,243	10,223	12,438	14,772	14,800	
	LCD	120	130	140	150	150	
	水使用量(m ³ /d)	989	1,329	1,741	2,216	2,220	
	汚水発生率(%)	0	50	70	70	70	
	接続率(%)	0	0	50	70	100	
	汚水量(m ³ /d)	0	0	609	1,086	1,554	
	BOD(kg/d)	0	0	373	620	888	60g/人/日
	TSS(kg/d)	0	0	435	724	1,036	70g/人/日
T-N(kg/d)	0	0	75	124	178	12g/人/日	
農業加工 団地	汚水量(m ³ /d)		243	1,180	1,180	1,180	
	BOD(kg/d)		122	590	590	590	500mg/L
	TSS(kg/d)		122	590	590	590	500mg/L
	T-N(kg/d)		12	59	59	59	50mg/L
合計	ジェリコ市全人口	25,895	28,792	32,042	35,692	35,800	
	ジェリコ市処理人口	0	14,396	25,634	32,123	35,800	
	全地区人口	39,983	46,055	52,764	60,158	60,400	
	全地区処理人口	0	14,396	35,995	49,249	60,400	
	水使用量(m ³ /d)	7,955	9,239	10,712	12,397	12,441	
	汚水量(m ³ /d)	0	2,646	6,538	8,453	9,889	
	BOD(kg/d)	0	906	2,616	3,387	4,036	
	TSS(kg/d)	0	1,036	2,954	3,853	4,611	
	T-N(kg/d)	0	169	464	618	748	
	BOD濃度(mg/L)		342	400	401	408	
	SS濃度(mg/L)		392	452	456	466	
	T-N濃度(mg/L)		64	71	73	76	

表 3-3 汚水量と水質の算定結果要約

地区/年度		2010	2015	2020	2025	全体計画
ジェリコ市	全人口(人)	25,895	28,792	32,042	35,692	35,800
	処理人口(人)	0	14,396	25,634	32,123	35,800
	接続率(%)	0	50	80	90	100
	汚水量(m ³ /d)	0	2,403	4,291	5,391	6,006
ジェリコ市以外	全人口(人)	14,088	17,263	20,722	24,466	24,600
	処理人口(人)	0	0	10,361	17,126	24,600
	接続率(%)	0	0	50	70	100
	汚水量(m ³ /d)	0	0	1,067	1,882	2,703
農産加工団地	流入率(%)	0	0.23	100	100	100
	汚水量(m ³ /d)	0	270	1,180	1,180	1,180
全体	全人口(人)	39,983	46,055	52,764	60,158	60,400
	処理人口(人)	0	14,396	35,995	49,249	60,400
	汚水量(m ³ /d)	0	2,673	6,538	8,453	9,889
濃度平均(mg/L)	BOD	---	342	400	401	408
	TSS	---	392	452	456	466
	T-N	---	64	71	73	76

本調査でセスピットの水質を測定した(資料 5-3 に結果を示す)。その水質は SS については濃度の高いものが多いが、BOD については、ほぼ予測値程度なので、その受入は処理上の問題にはならないと考えられる。

また、農産加工団地は図 3-1 に示すとおり市の南東端に建設されるが、この汚水量は表 3-4 に示すとおり計画されており、表 3-1、3-2 の予測値に含まれる。なお、農産加工団地については、2012 年度の稼働開始が予定されており、その時点では本プロジェクトは完成していないが、処理場が運転を開始する 2014 年までは、資料 7-2 に示すようにバキューム車によりインターコンチネンタルホテルに移送して処理を委託する方法が最も経済的と考えられる。

表 3-4 農産加工団地からの排水量 (m³/日)

時期	ステージ	ステージ	ステージ I+
日平均汚水量	270	920	1,180
日最大汚水量	470	1,650	2,120
時間最大汚水量	620	2,150	2,760

表 3-2 に示すとおり計画年次および全体計画において日平均水量が決定されたので、下水処理場の計画処理量となる計画日最大汚水量および計画時間最大汚水量(時間汚水量を日間水量に換算した数値)を計算する必要がある。このため、最大変動係数、時間最大変動係数を決める必要があるが、本調査に先立ち実施された予備調査において PWA と協議の上決められた数値は、農産加工団地以外の各家庭、商店、工場等からの汚水は、日平均汚水量に対して日最大値で 1.4 倍、時間最大値で 3.0 倍となっている。

日最大汚水量の変動についてはジェリコ市の上水給水量の変動から推定できる。表 3-5 のジェリコ市の上水道の年間給水量及び表 3-6 の上水源であるアインスルタン湧水場からの取水量

の変動から、夏期に年間平均に対して月平均で 1.2 倍程度の増加がある。また、その月の中でも流量の変動はあるので、年間平均汚水量に対して 1.4 倍程度の変動係数は妥当なところであると考えられる。時間変動係数については特に資料はないが、日最大汚水量の 2.14 倍 (= $3.0/1.4$) という係数は比較的規模が小さい本プロジェクトの場合には妥当な数値であると考えられる

表 3-5 上水給水量の 2 ヶ月毎の変動

月	1+2月	3+4月	5+6月	7+8月	9+10月	11+12月	平均
累計給水量(m ³)	276,777	300,906	415,011	412,747	415,666	300,816	353,654
日平均給水量(m ³ /日)	4,691	4,933	6,803	6,657	6,814	4,931	5,805
比	0.81	0.85	1.17	1.15	1.17	0.85	1.00

表 3-6 アインスルタン湧水場の取水量の月次変動

月/年	月間取水量(m ³ /月)				比
	2007	2008	2009	平均	
1	158,500	183,100	195,700	179,100	0.81
2	141,400	153,400	170,500	155,100	0.70
3	188,200	224,200	184,000	198,800	0.89
4	199,100	227,800	245,200	224,033	1.01
5	242,300	223,200	262,900	242,800	1.09
6	243,500	249,300	260,800	251,200	1.13
7	270,600	253,500	275,900	266,667	1.20
8	265,900	245,900	266,200	259,333	1.17
9	252,200	240,600	236,800	243,200	1.09
10	249,300	223,800	249,100	240,733	1.08
11	211,800	201,300	226,200	213,100	0.96
12	197,400	198,300	191,500	195,733	0.88
平均	218,350	218,700	230,400	222,483	1.00

これらの係数を用いて、日最大・時間最大汚水量を算定すると表 3-7 となる。農産加工団地については表 3-4 の値を用いた。その結果、計画年と全体計画の日最大汚水量は日平均量の 1.5 倍、時間最大汚水量は 2.9 倍となる。表 3-2 には流入水質についての算定をしているが、表 3-7 の計画値は、表 3-2 の BOD の計算値に比べ大幅に大きくなっている。これは、他の処理場の計画値とのバランスから PWA との協議で決まったものである。

表 3-7 計画水量と水質の決定

項目	目標年度		流量変動率	設計への適用	
	2020年	全体計画			
汚水量(m ³ /日)	日平均	6,600	9,900	1.0	冬期の反応槽及び天日乾燥床
	日最大	9,800	14,400	1.5	他処理場の容量
	時間最大	19,100	29,000	2.9	下水管・処理場内の管渠
水質(mg/L)	BOD	500	500	---	物質収支, 反応槽の容量, 空気供給設備の能力
	TSS	500	500	---	
	T-N	75	75	---	

3-2-2-2 下水処理場施設計画

(1) 計画・設計の考え方

下水処理場の計画・設計の考え方は以下に示すとおりである。

- 処理場については、パレスチナでは特にデザインマニュアルが存在しないので、構造については基本的に我が国の基準に準拠することにした。
- パレスチナ等中東では人々の使用水量が我が国に比べ少ない。一方、汚濁負荷原単位は我が国等先進国と同等であるため、流入水質が極めて悪い特徴がある。特に BOD 等に比例して窒素濃度も高いため、安定的な処理のためにはその高度な処理が要求される。従って、処理方式は運転が容易で安定的に窒素の高度な処理が期待できる高度処理オキシデーションディッチ法（OD 法）のものを採用した。ただし、原水濃度が高いことにより一般の OD 法に比べ負荷が高いため長時間曝気法に属する。
- その攪拌・曝気方法は、その極めて高いエネルギー効率から我が国で近年数多く採用されて発達してきた横軸プロペラ攪拌機と超微細気泡の曝気方式とした。
- この場合、先述のように高度な窒素除去が必要であるが、その処理法はタイマーセットで容易にコントロール出来る間欠曝気方式として、酸化（硝化）された窒素を確実に除去できるように、曝気停止による脱窒時間を十分取るために曝気時間は 12 時間/日以下として計画した。
- 省エネ化及び反応槽の容量減のため最初沈殿池の設置も検討したが、これらの効果が比較的小さいこと、及び沈殿汚泥の臭気対策として嫌気性消化槽が必要になり、費用が嵩むことに加え、運転が大幅に複雑になることから今回は採用しなかった。ただし、将来設置可能なスペースを確保する。
- 塩素滅菌については、現状の規制値から見れば不要であるが、農地への灌漑による再利用については農業省も積極的であり、再利用水の安全な使用のため必要ということで塩素滅菌を行うことにした。
- 同様に再利用のため急速砂ろ過の採用も検討したが、費用が大幅に増加すること、及び現状では本プロジェクトと同様な処理法により唯一パレスチナで稼働しているアルピーレ処理場の処理水が、高い透明度と比較的低い色度を視察時に示していたことから、灌漑用水として直接使えるレベルの処理水が得られると考えられたため、本プロジェクトでの砂ろ過の採用は見送った。
- 再利用のための灌漑用水の貯留槽を設置した。これに対するポンプの設置等は需要者側が行う予定としている。
- パレスチナでは比較的電気料金が高いため、維持管理費用低減のためと、日本らしさを出すため、初期における運転動力をまかなえる程度の 100 kW の太陽光発電設備を導入、パネルを進入道路から直近に見える位置に配置した。発生した電力は処理に用いられる

と共に余剰分は電力会社に売電し、夜間等発電がない時間帯は買電により運転を行う。

- また、用地は十分に確保されているので、同様に日本らしさを出すため処理水を用いた庭園風の緑と水系を配した空間を設けた。
- 汚泥については、発生量が比較的少なく、安定化していることも考慮し、薬品や動力を用いない天日乾燥床方式とした。下水汚泥は窒素・リン等肥効成分を十分含むが、直接施用すると土中で急速に分解して、作物の生育に有害である場合があるとされている。従って、乾燥後の汚泥は場内で1年程度野積みして安定化させてから肥料・土壌改良材として供給することを考えている。

(2) 計画処理量と計画処理水質の設定

パレスチナとイスラエルとの取り決めにより、第1段階と第2段階に分けて表3-8のように処理水質が定められている。第1段階は2020年が目標年になっているが、極めて厳しい規制値である第2段階については今のところ適用時期の取り決めはない。

表3-8 イスラエルとの取り決めによる処理水質

項目	第1段階	第2段階
BOD(mg/L)	20	10
TSS(mg/L)	30	10
T-N(mg/L)	25	10
糞便性大腸菌群数 (MPN/100mL)	--	10

この取り決めから、本計画の処理水質は表3-9のように決定された。この数値はT-Nについては、表3-8の取り決めの値より大きい数値になっているが、これはナブルス等他都市の計画にも携わっているPWAが、他の処理場の規制値とのかねあいからイスラエルとの交渉で決めたもので、実際の本プロジェクト処理場の設計上の目標値は25mg/L以下としている。

表3-9 今回計画の水量と水質

項目	流入量・水質			流出水質
	日平均	日最大	時間最大	
汚水量(m ³ /日)	6,600	9,800	19,100	---
BOD(mg/L)	500			20
TSS(mg/L)	500			30
T-N(mg/L)	75			50

このような高いレベルの目標値にしたのは、処理水中に窒素分が多く残るような運転を行った場合には、反応槽中でpHの低下(原水中のアンモニアNH₃が硝酸に酸化されてNO₃になりpHが低下するが、NO₃をN₂ガスとして除去することでpHが回復する。従って、NO₃が多く残った状態ではpHが大きく低下して処理に支障を来す)沈殿池での汚泥の浮上(NO₃が沈殿池に高い濃度で流入すると、沈殿池内の汚泥を有機源に使って脱窒が起き、N₂ガスが発生しこれが汚泥に絡んで汚泥が浮上する)等の問題が発生して正常な処理は行えない。従って、正常な処理を行うため

には窒素は極力高度に処理する必要がある。

(3) 処理フロー

下水処理場の処理フローを図 3-2 に示す。処理場では、汚水は Qelt ワジを挟んで左岸側の市内からと、右岸側の農産加工団地側の 2 箇所から幹線により流入し、加えてバキューム車によりセスピットや浄化槽からの汚水や汚泥が投入される。後者についてはバキューム車汚水受水槽で受けてスクリーンでゴミを除き、沈砂池で砂等を分離した汚水を、管渠で流入する汚水と共に自動スクリーンを経て処理施設の沈砂池を通して、反応槽に流入させる。

反応槽から沈殿池を経て処理された水は塩素滅菌後に灌漑水槽に流入するが、灌漑で使い切れなかった水はワジに放流される。

反応槽は横軸プロペラタイプの攪拌機と超微細気泡のばっ気装置（ディフューザ）で酸素供給がされるが、このシステムは我が国で発達してきた動力効率の優れた酸素供給装置である。

汚泥については、沈殿池から引き抜かれた汚泥は濃縮槽で濃縮されて、天日乾燥床に移送されて砂上に張り込まれる。張り込まれる汚泥の深さは 30cm 程度で、2 週間程度で乾燥する見込みである。乾燥汚泥は乾燥床の周辺に 1 年程度貯留されて、安定化してから肥料として農地等に供給される。

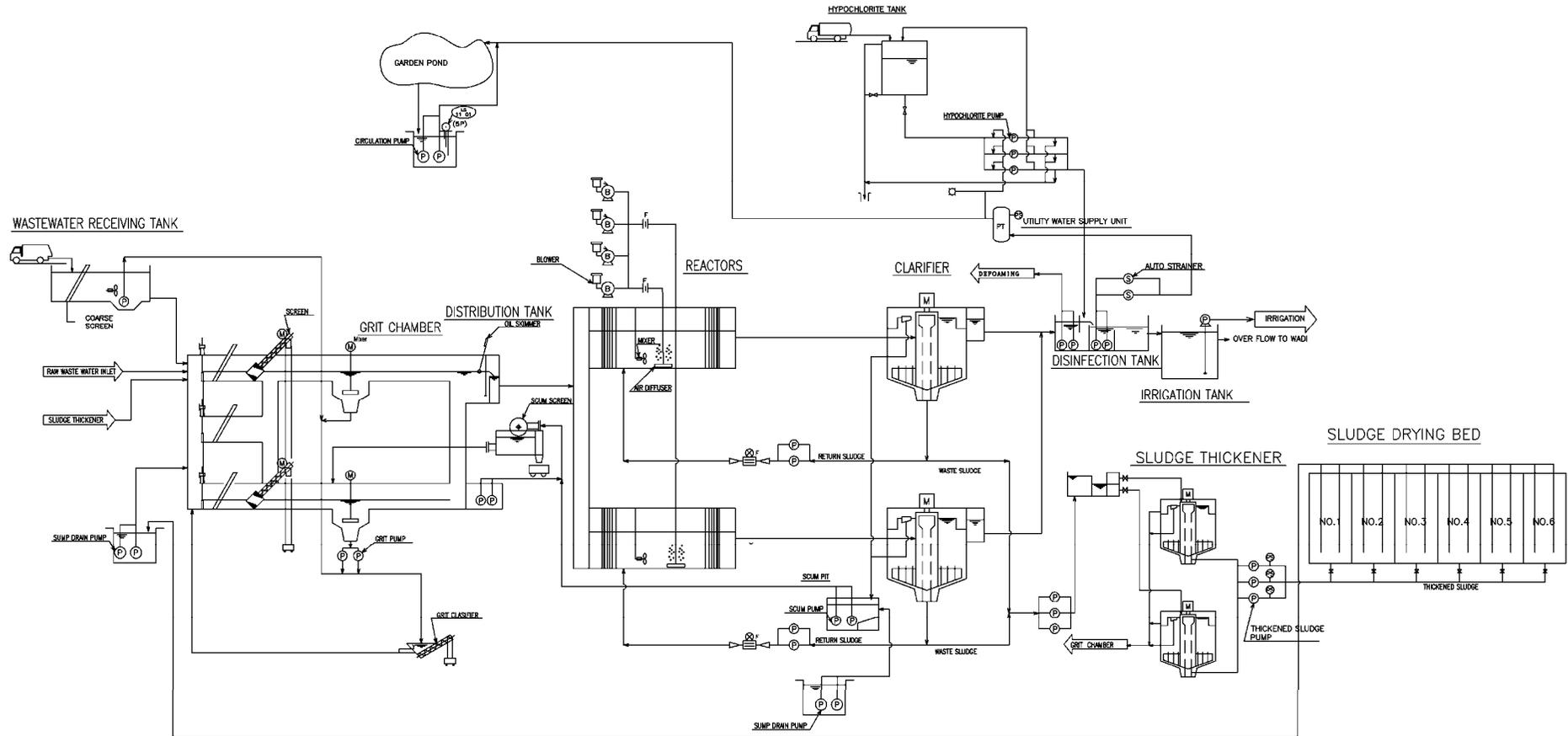


図 3-2 下水処理場フローシート

(4) 処理場施設の計画・設計

処理場施設の計画設計の考え方は表 3-10 のとおりとする（資料 7-4 容量計算書参照）。

表 3-10 下水処理場施設内容

施設・設備	内 容
バキューム車汚水受水槽	バキューム車による汚水を受入れ、ごみ、砂などを除去する。スクリーン水路と沈砂池からなり、沈砂池は滞留時間 1 時間で、汚物沈降防止のための攪拌機及び沈砂排除のためのサンドポンプを設置
沈砂設備	流入水路、2 列のスクリーン水路、及び 2 系列（1 系列予備）の沈砂池及び分配槽からなる。スクリーン水路には手掻き及び自動スクリーンを設置し、沈砂池には沈砂引抜きポンプ及び砂分離器（バキューム車汚水受水槽からの沈砂も分離）を設置、分配槽にはスカム分離器、堰式流量計を設置
反応槽、沈殿池	流入水中の汚物を分解除去する。反応槽は 2 系列の OD 法の形状であり、その滞留時間は日最大汚水量の 1 日以上、沈殿池は反応槽と同じ 2 系列の円形の放射流方式でその面積負荷は $12\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 以下とした。 反応槽の酸素供給は超微細気泡ディフューザ、攪拌は横軸プロペラ攪拌機により、間欠曝気による硝化・脱窒を行う。 沈殿池は回転式汚泥掻寄せ機を設置する。
塩素滅菌槽	消泡ポンプ、ユーティリティポンプとポンプ槽、処理水計量のための堰式流量計が付属する。滅菌は次亜塩素酸ナトリウムにより $2\text{-}4\text{mg/L}$ の注入率とする。滅菌槽の滞留時間は 15 分以上とする。
重力濃縮設備	余剰汚泥を濃縮して、濃縮汚泥を天日乾燥床に送る。濃縮槽の負荷 $60\text{kgDS}/\text{m}^2/\text{d}$ 以下であり、流入汚泥は濃度 0.6%、濃縮汚泥は 1.3% としている。
天日乾燥床	余剰汚泥を濃縮した汚泥を乾燥する。泥は深さ 30cm に張り込み 14 日で搬出するものとする。今回は計画面積の半分を整備する
電気設備	エルサレム地区電力会社から受電する。重要機器についてはエンジン駆動非常用自家発電機で運転可能とする他、太陽光発電設備 100kW を設置して、余剰電気は電力網に返す。運転監視は管理棟でコンピュータ画面により行うが、機器の操作については基本的に現場で行う。

1) バキューム車汚水受水槽

ジェリコ市の民間業者の持つバキューム車は容量 10m^3 のものが 4 台運転されている。これらが、最大で 1 時間に 4 台すべての汚水が搬入されるものとする（ $40\text{m}^3/\text{時}$ ）。汚水は単一の水路に投入されて、砂以外の汚物が沈殿するのを防ぐために攪拌機を設置した受水槽を経て処理場の流入水路に流入する。受水槽は先述の時間水量の 1 時間程度の滞留時間とする。沈砂池にはサンドポンプを設置して、沈んだ砂を隣接する沈砂設備上に設置した沈砂分離器に送る。

2) 沈砂設備

バキューム車の投入汚水及び管路からの汚水は流入水路に流入し、2 系列の手掻きスクリーンと自動スクリーン水路でし渣（スクリーン滓）が除去される。自動スクリーン水路には手掻きスクリーンを設置したバイパス水路が設置されている。スクリーン通過後は 2 系列の沈砂池で砂分を分離する。沈砂池はコンパクトで管理が容易で、アルビーレ処理場でも使われているボルテッ

クスタインとして、2系列とするが内1系列を予備として運転できるように負荷を定める。

沈砂池通過後には反応槽へ汚水を送る機能を果たす分配槽を設置するが、これはスカム分離器を備え、堰により流量を測定する。さらに、沈砂引抜きポンプ及び沈砂分離装置等が設置される。

3) 反応槽及び沈殿池

反応槽必要容量はBOD負荷および窒素除去に係る硝化反応速度から計算する。

沈殿池についてはOD法であることを考慮し、水面積負荷を $12\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 以下とする（下水道施設計画・設計指針解説： $8\sim 12\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ ）。その直径を 24m とすれば水面積負荷は $10.8\text{m}^3/\text{m}^2/\text{day}$ となる。この場合には、冬期水温 13 かつ時間最大汚水量/日最大汚水量 = 1.95 より反応槽のMLSS濃度は以下のように計算される。

$$X_A [4.90 / r \times 10^6 \times T^{0.95} \times (\text{SVI})^{-0.77} / S]^{(1/1.35)} = 2,798\text{mg/L} \quad 2,500\text{mg/L}$$

r: 流入変動比 = $1.95 (=19100/9800)$ 水温: 13

SVI: 汚泥容量指標 = 200mL/g

S: 最終沈殿池水面積負荷 = $0.8\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$

BOD負荷は正常な運転が可能な範囲として通常時 $0.20\text{BODg}/\text{MLSSg}/\text{日}$ 以下とし、硝化反応速度を $0.036\text{Ng}/\text{MLSSg}/\text{日}$ (冬期 13 時) とする。

BOD SS負荷について、 $0.20\text{kg}/\text{kg}/\text{日}$ の負荷は安定的に処理が行える値と図3-3から読み取れる。硝化反応速度としては「高度処理マニュアル：下水道協会」に $13\sim 25$ の範囲で硝化速度 $0.036\text{g}\sim 0.072\text{gN}/\text{gMLSS}$ の値が示されている。

BOD負荷による容量算定については日最大流量の時に算定し、硝化反応速度については冬期の水量で算定する。

冬期の水量は表3-6の給水量のデータから日最大流量は以下とする。

$$9,800\text{m}^3/\text{日} \times 1/1.2 = 8,200\text{m}^3/\text{日}$$

また、窒素除去については、硝化の他に脱窒のための容量も必要なので、必要反応槽容量を硝化反応速度から計算される容量の2倍とする。また、流入する窒素のうち硝化されるアンモニア等の成分は75%とする。

以上の条件により必要容量は以下となる。

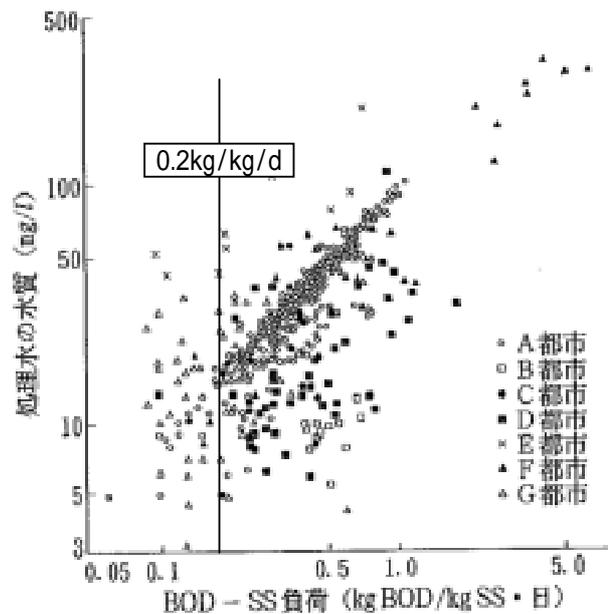


図3-3 BOD SS負荷と処理水質
出展：下水道施設計画・設計指針解説(2001年版)

BOD 負荷より： $9,800\text{m}^3/\text{日} \times 500\text{mg}/\text{L} \div 2500\text{g}/\text{m}^3 \div 0.2 = 9,800\text{m}^3$

窒素負荷より： $8,200\text{m}^3/\text{日} \times 75\text{mg}/\text{L} \times 0.75 \div 2500\text{mg}/\text{L} \div 0.036 \times 2 = 10,250\text{m}^3$

従って、必要容量は $10,250\text{m}^3$ 以上となる。

反応槽の攪拌は横軸プロペラ式の攪拌機により周回流を起こし、超微細気泡のディフューザーを介してブローから送った空気を吹き込むことで酸素供給を行う。散気時間は 12 時間/時以下として十分な無酸素状態の時間をとるが、散気を行っていない時間も攪拌機により槽内の攪拌は十分行われる。

沈殿池では円形の放射流式の回転式汚泥かき寄せ機（スカムかき寄せ機付設）を設置する。

4) 塩素滅菌槽

塩素滅菌槽の流入部には、塩素注入前の処理水を使う消泡ポンプのポンプ槽、処理水量を堰で計量し、かつ、堰の落下部に塩素剤として次亜塩素酸ナトリウム溶液を注入する計量槽、及び滅菌後の処理水を用いるユーティリティポンプのポンプ槽が付属している。

塩素注入率は $2 \sim 4 \text{ mg}/\text{L}$ とし、滅菌槽の容量は滞留時間 15 分以上として計画する。

5) 灌漑水槽

滅菌後の処理水を灌漑用水として灌漑水槽に貯留する。容量は $1,000\text{m}^3$ 以上（今回計画時滞留時間 2.5 時間）として計画した。基本的には全量活用されることが期待されるが、ピーク流量時等のオーバーフローのために、延長約 350m の越流管を設置して余剰の処理水はワジに放流する。

6) 汚泥濃縮槽

余剰汚泥を重力濃縮して、天日乾燥床に送って乾燥させる。流入汚泥濃度は 0.6%、濃縮汚泥濃度は 1.3% と設定し、濃縮槽の面積は固形物負荷 $60\text{kg}/\text{m}^2/\text{日}$ 以下として決定した。

7) 天日乾燥床

濃縮汚泥を張り込んで乾燥させる。本プロジェクトでは必要面積の 50% 程度を整備するものとする。汚泥の張り込み深さ 0.3m で乾燥期間は 2 週間（14 日間）全 12 床の計画とするが、今回計画では半分を整備する。これは、構造を土堰堤の浅い槽に砂を 20cm 敷いた槽とする計画なので、汚泥量が増加して必要が生じる都度増設する考えとする。浸透水は、排水管を設け、沈砂池へ返流する計画とする。

(5) 電気設備

1) 受電設備

下水処理場への JDECO（エルサレム地区電力会社）からの受電容量は全体計画年次（2025 年）

の施設に対して必要な容量とする。受変電施設には下水処理場施設全体の給電をまかなう 500 kVA 1 台の変圧器、200 kVA 1 台のディーゼル機関非常用発電機、100kW の太陽光発電設備用パワーコンディショナー盤、RIO (Remote I/O) 盤およびバキューム車汚水受け入れ施設・沈砂設備用モータ・コントロールセンタを設置する。また、ブロー棟電気室には反応槽設備、終沈設備、消毒設備および余剰汚泥濃縮設備用モータ・コントロールセンタおよび RIO 盤を設置する。単線結線図 (図 3-4) に JDECO からの引込線、太陽光発電設備からの引込線および非常用発電設備からの引込線を含んだ受電設備の概略を示す。

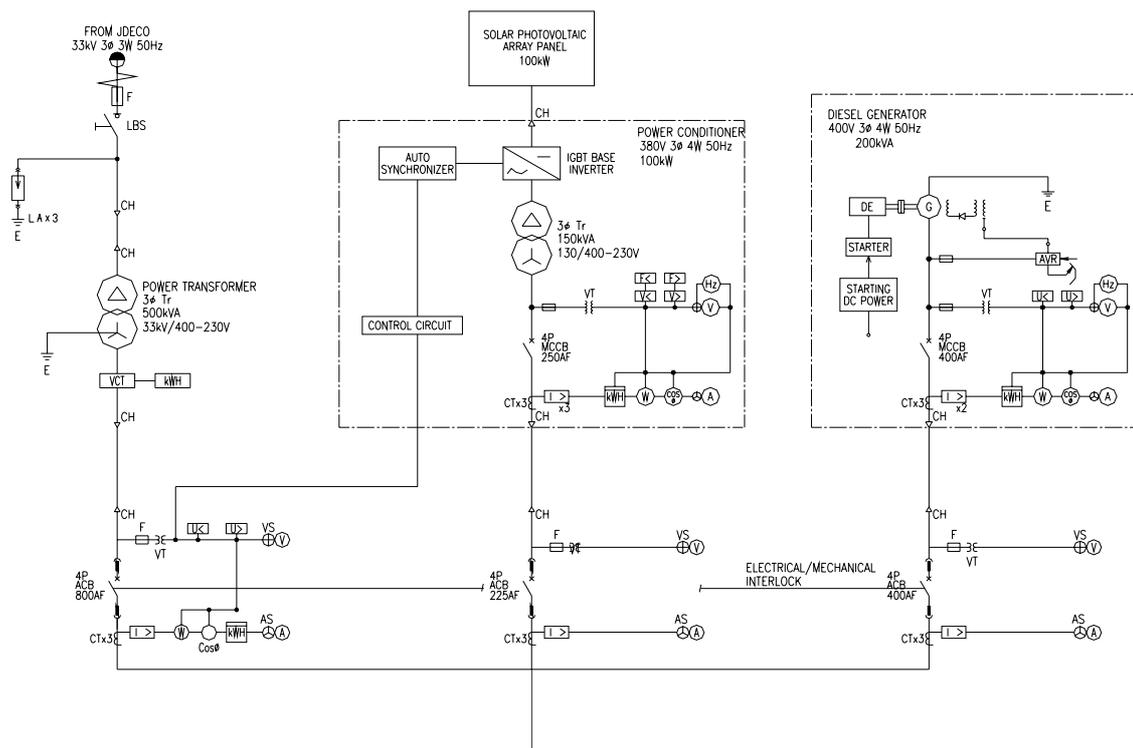


図 3-4 電気単線結線図

2) 変圧器

変圧器は油入式で JDECO からの 33kV 地下ケーブルにより給電する。過電流継電器、高温継電器および警報器を保護の目的で変圧器に装備する。下水処理場に必要となる電力は計画年度である 2020 年には 320kVA、全体計画(2025 年を想定)には 500kVA となる。変圧器 400kVA と 500kVA では価格差がそれほどないことから、今回計画では最終期必要容量 500 kVA を導入する。

3) 太陽光発電設備

100kW の太陽光発電設備を本プロジェクトへ導入し維持管理費に占める電力費の節減を図り、地球温暖化の原因となる二酸化炭素排出量の低減に寄与するものとする。太陽光発電設備からの電気は JDECO の系統に連携し、JDECO からの受電電力量の低減を図るものとする。

太陽光発電設備の運転は、システム構成が簡単になり、発電した電力を有効に利用するために JDECO 系統に同期させた連携型方式を適用する。

太陽光発電設備は、太陽電池モジュール、太陽電池モジュール設置架台、接続箱、同期装置および保護装置を含んだパワーコンディショナー、計測装置および表示装置で構成される。

4) 計装設備

計装としては、各ポンプ攪拌機の運転及び空転防止のためにレベルスイッチを設置するほか、沈砂池の計量槽及び塩素滅菌槽の流入計量槽の堰式流量計において超音波によって水位を計ることにより流量を測定する他、ブローの空気流量の超音波流量計、返送汚泥の電磁流量計等の流量計を設置する。また、反応槽の DO 制御は非常に重要なので DO 計を設置してモニターする。そのほかに、給水ユニットの圧力スイッチが計装設備として設置される。

5) 監視コントロールシステム

監視コントロールシステムとして SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) を導入する。従って、管理棟の監視室では、監視盤を置かずにコンピューターのモニター画面で監視するが、同時に大型スクリーンで見学者に運転状況を示すことができるようにする。計装設備の計測値及び運転信号等をすべて本システムに集めて監視することが可能である。システムにはプリンターも含まれるので、様々な計測値の出力が自在に可能である。

本システムを通じた遠隔コントロールも可能であるが、現場で状況を確認しない遠隔運転は危険なので、基本的には現場で運転・コントロールを行うものとする。

(6) 施設概要

施設概要は表 3-11 に示すとおりとする（容量計算：添付資料 7-4 参照）。

表 3-11 下水処理場施設概要表

施設名	内容/形状寸法	備 考
土木・建築		
1. バキューム車汚水受水槽(RC造)	受水水路 幅 1.0m×長 10.5m×深 0.75-1.5m×2 水路 沈砂池 5.0m×5.0m×深 1.3 ~ 3.5m×1 池 (V=53.3m ³ 、 RT:Retention time 滞留時間：1.3 時)	Q=40m ³ /時 盛り土高さ 2.8m 含む
2. 流入槽(RC造)	幅 6.4m×長 3.2m×深 3.0m×1 池 (V=36.33m ³ 、 RT：1.8 分)	Q = 29,000m ³ /日
3. スクリーン水路(RC造)	幅 1.4m×長 6.1m×深 0.9m×2 池 幅 1.2m×長 6.1m×深 0.9m×1 池	Q = 29,000m ³ /日
4. 沈砂池(RC造)	径 3.0m×深 1.0m×2(1)池 (A=7.06m ² 、面積負荷： 4,107m ³ /m ² /d>5, 8000、7.06m ³ 、RT:21 秒>15 秒)	Q = 29,000m ³ /日 ボルテックス型
5. 分配槽(RC造)	幅 4.3m×長 3.5m×深 3.5m×1 池(V=40.3m ³ 、RT:2 分)	Q = 29,000m ³ /日 スカム分離器付き 堰式
6. 反応槽(RC造)	幅 8.0m×深 5.5×長 124m(直線部 98m+半円形部 26m)×2 池 (V=10,700m ³ > 10,250m ³ 、 RT：1.09 日)	Q=9,800m ³ /日 長円無限水路
7. 沈殿池(RC造)	径 24m×深 3.5m×2 池 (A=904.8m ² 、面積負荷 =10.8m ³ /m ² /日<12, V=3,177.3m ³ 、RT:7.8 時間)	Q=9,800m ³ /日
8. 塩素滅菌槽(RC造)	消泡ポンプ槽：幅 2.5m×長 2.0m×深 3.1m(V=15.5m ³ 、 RT:38 分)	Q=9,800m ³ /日 消泡水 = 0.4m ³ /分 給水ユニット=0.5m ³ /分
	計量槽：幅 2.5m×長 4.0m×深 2.7m (V=27m ³ 、RT=4 分)	
	給水ポンプ槽：幅 2.0m×長 6.5m×深 2.6m (V=33.8m ³ 、RT：5.0 分)	
	滅菌槽：幅 1.75m×長 26.0m×深 2.5m (V=113.75m ³ 、 RT:16.7 分)	
9. 灌漑水槽(RC造)	幅 14.0m×長 18.0m×深 4.0m×1 池 (V=1,008m ³ 、RT： 2.5 時間)	Q=9,800m ³ /日 灌漑用水の貯留
10. 汚泥濃縮槽	径 7.0m×深 4.0m×2 池 (A=77.0m ² 、面積負荷： 49.3kgDS/m ² /日、 V=307.7m ³ 、RT: 11.6 時間)	余剰汚泥 Q = 633m ³ /日 DS：3,795kg/日
11. 天日乾燥床	幅 32.0m×長 45.0m×深 0.3m×6 池(1,440m ²)、 床底砂敷き	濃縮汚泥 Q=363m ³ /日 DS：3,416kg/日
12. 管理棟(RC, プリック造)	幅 6.04m×長 19.0m (2 階建て) 1F：6.0m×19m、2F：6m×16.5m (延べ 213m ²) 場長室:3.0×4.5m 事務室:4.5×5.0m 試験室:4.0×6.0m 休憩室等：4.0×6.0m トレーニング室：6.0×7.0m 監視室：6.0×6.5m	
13. 工作室(RC, プリック造)	幅 6.0×長 8.0m = 48m ²	
14. ブLOWER・電気室 (RC, プリック造)	全体：幅 8.4×長 20m = 168m ² ブLOWER室：幅 8.4×長 15.0m 電気室：幅 8.4×長 5.0m	
15. 返送汚泥ポンプ室 (RC, プリック造)	幅 6.0×長 15.0m = 90m ²	
16. 塩素注入室 (RC, プリック造)	幅 4.5×長 10.2m = 45.9m ² 防液堤含む	

施設名	内容/形状寸法	備考
17. 受電室(RC,ブイ造)	全体：幅 9.0×長 12.0m = 108m ² 発電機室：幅 5.0×9.0m 受電盤室：幅 5.0×長 7.0m トランス室：幅 4.0×4.0m 倉庫：幅 3.0×長 4.0m	
18. 場内配管工	径 700 ~ 80mm、管種：HP,DIP,VP	
19. 日本風庭園	面積約 3,400m ² 、処理水による水系（池及び水路と循環ポンプ）、芝生、遊歩道、樹木、東屋	
20. 場内整備	整地、植樹、舗装、排水路等	
21. 処理水越流管	D700HP, L=350m	
22. 雑工	雑工 1 式	
機械設備		
沈砂池設備		
1. 沈砂池流入ゲート	鋳鉄製手動角型ゲート W500 mm × H 750 mm × 3 門	コンテナ付
2. 粗目スクリーン	バースクリーン W 1400mm × H 1400mm × 目幅 100mm × 2 基	
3. 機械式細目スクリーン	ドラムスクリーン(水路設置型) 径 1200mm × 目幅 5mm × 2.2kW × 2 基	コンテナ付
4. バイパススクリーン	バースクリーン W 1200mm × H 1400mm × 目幅 16mm × 1 基	
5. 集砂装置	ボルテックス型 径 1600mm × 0.75kW × 2 基	
6. 揚砂ポンプ	無閉塞型陸上サンドポンプ 0.5m ³ /分×2.2kW×2 台	
7. 床排水ポンプ	無閉塞型水中汚泥ポンプ 0.3m ³ /分×1.5kW×2 台(内 1 台予備)	
8. 沈砂分離機	スクリュウコンベヤ型(コンパクト仕様) 0.5m ³ /分×0.75kW×1 基	コンテナ付
9. 油類除去装置	スキマーパイプ 径 200mm×2,000mmL×2 基	
10. 油類排水ポンプ	無閉塞型水中汚泥ポンプ 0.2m ³ /分×0.75kW×2 台(内 1 台予備)	コンテナ付
11. スカム分離機	自動ドラムスクリーン(陸置型) 0.4m ³ /分×目幅 2mm×0.4kW×1 基	コンテナ付
12. 夾雑物搬送装置	無軸スクリュウコンベヤ 径 200mm×5,500mmL×2.2kW×1 基	
13. バキューム車用水中攪拌機	水中ミキサー 1.5kW×2 台(内 1 台ストック)	
14. バキューム車用揚砂ポンプ	無閉塞型水中汚泥ポンプ 0.5m ³ /分×3.7kW×2 台(内 1 台ストック)	
15. バキューム車用粗目スクリーン	バースクリーン W 1400mm × H 1400mm × 目幅 16mm × 1 基	揚砂ポンプ室、屋外機械廻り。
16. 配管・弁類	1 式	
反応槽設備		
1. 反応槽流入分配可動堰	鋳鉄製手動可動堰 W 800mm×S.t.500mm×2 門	
2. 超微細散気装置	メンブレン式 67m ³ /分×2 式	
3. 水中プロペラ機	水中プロペラ型 径 2.5m×2.3kW×8 台	
4. 流出ゲート	鋳鉄製手動角型ゲート W600 mm × H 600 mm × 2 門	

施設名	内容/形状寸法	備考
5. バイパスゲート	鑄鉄製手動角型ゲート W600 mm × H600 mm × 1 門	
6. 送風機	ルーツブロウ 34m ³ /分×55kW×4 台	
7. 吐出弁	電動蝶型弁 径 200mm×0.2kW×2 台	
8. 送風機用吊上機	ギヤードトロリ式 2ton×1 基	ブロウ室、配管ピット 廻り。
9. 配管・弁類	1 式	
最終沈殿池設備		
1. 汚泥掻寄機	中央駆動支柱型 径 24m×0.75kW×2 基	
2. 返送汚泥ポンプ	横軸吸込スクルーポンプ 5.4m ³ /分×15kW×4 台(内 2 台予備)	
3. 余剰汚泥ポンプ	横軸無閉塞ポンプ 1.0m ³ /分×5.5kW×3 台(内 1 台予備)	
4. 汚泥ポンプ用吊上機	ギヤードトロリ式 1ton×1 基	
5. 床排水ポンプ	無閉塞型水中汚泥ポンプ 0.3m ³ /分×1.5kW×2 台(内 1 台予備)	
6. スカンプ	無閉塞型水中汚泥ポンプ 0.5m ³ /分×3.7kW×2 台(内 1 台予備)	汚泥ポンプ室、屋外機 械廻り。
7. 配管・弁類	1 式	
消毒設備		
1. 次亜塩素酸ナトリウム貯留タンク	樹脂製タンク 5m ³ ×1 基	
2. 次亜塩素酸ナトリウム注入ポンプ	ダイヤフラムポンプ 0.05-0.15L/分 × 0.2kW×3 台 (内 1 台予備)	
3. 給水ユニット	水中ポンプ×2 台、圧力タンク付 (制御盤込) 0.5m ³ /分×7.4kW×1 式	
4. 自動ストレーナ	自動洗浄式 0.5m ³ /分×メッシュ径 0.4mm×0.1kW×2 台 (内 1 台予備)	
5. 消泡ポンプ	水中ポンプ 0.4m ³ /分×3.7kW×2 台 (内 1 台予備)	薬注室、屋外機械廻り。
6. 配管・弁類	1 式	
汚泥濃縮設備		
1. 汚泥濃縮機	中央駆動懸垂型 径 6.5m×0.4kW×2 基	
2. 濃縮汚泥ポンプ	横軸無閉塞ポンプ 0.95m ³ /分×5.5kW×3 台(内 1 台予備)	
3. 余剰汚泥計量タンク	ステンレス調整堰付タンク W 1,500mm × L 1,800mm × H 1,000mmH × 1 基	
4. 濃縮汚泥ポンプ用吊上機	ギヤードトロリ式 1ton×1 基	汚泥ポンプ室、屋外機 械廻り。
5. 室内配管・弁類	1 式	
ガーデン設備		
1. 循環ポンプ	無閉塞型水中汚泥ポンプ 1.0m ³ /分×3.7kW×2 台 (内 1 台予備)	
電気設備		
1. 受電変圧器	33kV / 400V、500kVA、油入式	
2. 太陽光発電設備	400V、100kW、シリコン多結晶太陽光パネル、 照度計、パネル温度計、気温形、風速計他	
3. 受電・発電機受電盤	鋼板製屋内自立型 ACB 800AF/400AF/225AF	
4. 低圧主幹盤	鋼板製屋内自立型 MCCB 225AF/100AF/50AF	

施設名	内容/形状寸法	備 考
5. 動力制御盤	鋼板製屋内自立型 MCC タイプ	
6. UPS	3kVA 230V、30分バックアップ	
7. PLC 盤	鋼板製屋内自立型、約 720 点（接点） 約 45 点アナログ入力	
8. RIO(Remote Input/Output) 盤	鋼板製屋内自立型 2 面、約 170 接点+約 35 点アナログ入力、約 550 接点+約 10 点アナログ入力	
9. 現場操作盤	屋内/屋外スタンド型	
10. 流入流量計	せき式、超音波式水位計（せきの越流水深を流量に変換）	
11. 放流流量計	せき式、超音波式水位計	
12. DO 計	ポーラログラフ式、	
13. プロワー流量計	超音波式	
14. 返送汚泥流量計	電磁式 口径 250mm×2 台	
14. 圧力スイッチ	ダイヤフラム式	
15. レベルスイッチ	電極式	
16. オペレータステーション	ワークステーション	
17. 大型スクリーン	LCD	

3-2-2-3 下水管路計画

(1) 管渠設計条件

1) 計画下水量

計画下水収集区域は「ジェリコ市及び周辺区域」であり、「周辺区域」には以下の地区が含まれる他、市南部に日本政府の援助により建設中で 2012 年から供用が開始される予定の農産加工団地も集水区域として含まれる。

- ◆ ヌエイマ地区
- ◆ ドュコック地区
- ◆ アインスルタン難民キャンプ地区
- ◆ アクバットジャバール難民キャンプ地区

表 3-12 全体計画（2025 年）の計画時間最大下水量

下水管渠は、将来の汚水の集水も見込んで計画整備区域の全体が整備されることを前提に、全体計画汚水量の時間最大流量に対して設計される。

ジェリコ市・周辺地区及び農産加工団地から発生する全体計画の時間最大下水量は表 3-12 のとおりとなる。

地 区 名		計画下水量 (m ³ /日)
ジェリコ市		18,018
周 辺 地 区	ヌエイマ地区	819
	ドュコック地区	474
	アインスルタン難民キャンプ地区	2,154
	アクバットジャバール難民キャンプ地区	4,662
農産加工団地		2,760
合 計		28,887

ジェリコ市街地のような面的整備地区においては、管渠毎の汚水流出量は次式により算出する：

$$Q=q \times A$$

ここで

Q：計画時間最大汚水量（m³/sec）

q：面積(ha)当たりの汚水量(m³/sec/ha)

A：管渠収集面積(ha)

ha 当り単位汚水量については、ジェリコ市水道部より Neighborhood (近隣区) と呼ばれる給水区域図と近隣区毎の給水接続数データを入手したので、各近隣区に含まれる各線管渠を集計し、接続数比率で按分した。図 3-5 に近隣区位置図を、表 3-13 に各近隣区接続数とその比率で按分した発生下水量を示す。

表 3-13 近隣区毎の人口と人口密度

番号	近隣区名前	接続口数	給水区面積(ha)	人口(人)		汚水量(m ³ /日)	人口密度(人/ha)	
				2010	2025		2010	2025
1	Al Bayader	81	12.39	466	550	277	38	44
2	Shiekh Sabbah	320	56.24	1,841	2,172	1,093	33	39
3	Shiekh Sbeih	232	31.56	1,335	1,574	792	42	50
4	Om Tawabeen	70	17.40	403	475	239	23	27
5	Sabiha + Al Doeuk	415	311.43	2,388	2,816	1,417	8	9
6	Ein Sultan	557	184.13	3,205	4,430	2,230	17	24
7	Qasir Hisham	314	110.26	1,806	2,497	1,257	16	23
8	Kitf Al Wad	521	97.31	2,997	5,874	2,956	31	60
9	Al Dahiah	86	16.20	495	684	344	31	42
10	Al Maghtes	151	93.34	869	1,201	604	9	13
11	Palestine/Falasteen	477	179.44	2,744	3,794	1,909	15	21
12	Amman	388	240.98	2,232	3,086	1,553	9	13
13	Al Souq	225	9.38	1,294	1,527	768	138	163
14	Al Ma'moun	136	19.23	782	1,082	544	41	56
15	Al Rasheed	39	13.03	224	265	133	17	20
16	Al Quds	338	40.28	1,945	2,688	1,353	48	67
17	Yaffa	52	44.89	299	414	208	7	9
18	Al Jame	99	1.96	570	672	338	291	343
	計	4,501	616.56	25,895	35,800	18,018	42.0	58.1

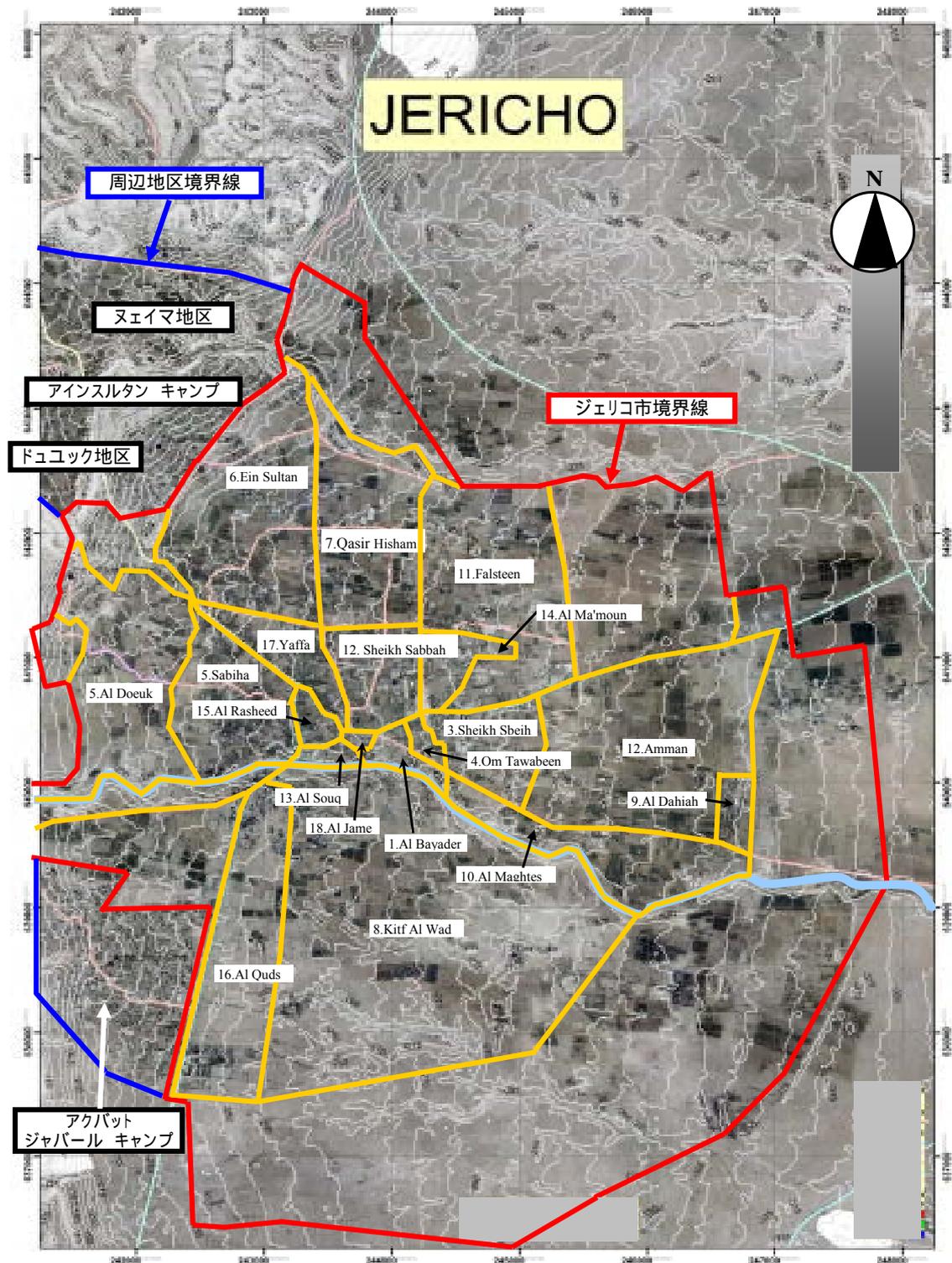


図 3-5 ジェリコ市近隣区配置図

周辺地区はジェリコ市域外であるため、これら地域内の面整備は今回計画範囲から除外するものの、これら地区発生汚水量は幹線端点への点注入として管渠設計に見込むものとする。農産加工団地からの汚水も団地からの汚水幹線で輸送され、本計画汚水幹線に流入するので、同様に点注入として見込む。

2) 管渠内流速算定公式と有効断面

パレスチナにおいては、塩化ビニル管がコンクリート管に比べ施工の容易さ、早さ等の利点多用されているが、口径 250mm（外径）を超える管は自治区内で製作されていないので、下水管の口径 250mm 以下は塩化ビニル管を用い、それ以上には遠心力鉄筋コンクリート管（ヒューム管：HP 管）を用いる。

また、管径の決定のためには管渠の流下能力を算定して実流量と見合った管径を定めるが、そのために流速算定公式を用いた計算が必要である。この場合には使用管種類及び流下形態（自然流下・圧送）に応じ表 3-14 の流速算定公式を用いる：

表 3-14 流速算定公式

使用目的	管 種	粗度係数：n (流速係数：C)	流速算定公式	有効断面
自然流下管	鉄筋コンクリート管	0.010	マンニング	満管
	塩化ビニール管	0.013	マンニング	満管
圧送管	ダクタイル鋳鉄管（DIP） または塩化ビニル管（VP）	（DIP110 及び VP130）	ヘーゼン・ウィリアムズ	満管

$$\text{マンニング公式} \quad v = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

ここで

- v : 管内流速（m/秒）
- n : 粗度係数
- R : 径深
- I : 管渠勾配

$$\text{ヘーゼン・ウィリアムズ公式} \quad v = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54}$$

ここで

- v : 管内流速（m/秒）
- C : 流速係数
- R : 径深
- I : 動水勾配（h/L）
- h : 長さ L（m）に対する摩擦損失水頭（m）

3) 管渠の余裕率

管径及び流下形態（自然流下・圧送）に応じ、表 3-15 の計画水量に対する流下能力の余裕率を見込む。

表 3-15 管渠の余裕率

使用目的	管 径（mm）	余裕率（%）
自然流下管	150 ~ 600	100
	700 ~ 1,500	50 ~ 100
	1,650 ~	25 ~ 50
圧送管	余裕は考えない	

4) 流速及び勾配

流速は 0.60～3.00m/秒の範囲とする。

基本的には、汚水管渠の流速は下流に行くに従い漸増させ、勾配は下流に行くに従い次第に緩くなるようにする。しかし、ジェリコ市の場合には全体に地面の勾配が大きいものの西から東へは勾配が 2%以上と大きく、一方で北から南へは勾配が緩い。このため、幹線設計において上記の原則を守ると極端に不経済になる区間があるので、この原則については地形や計画条件によっては下流側管渠に影響を与えない範囲で変更を可能とする。

枝線においては、下流側路線の縦断形に影響を与えない範囲で道路勾配に合わせることにする。

5) 最小土被り

PWA 発行の設計基準 “ Planning and Design Guidelines Construction and Installation of Pipes in Water Supply and Sewerage Trenches ” において、「口径 150 mm 以上の管渠の最小土被りは 900 mm」と記載されておりそれを準用する。

6) 地下埋設物とのクリアランス

上水道管、灌漑用管・水路とのクリアランスについては特に規定はないので一般的な数値として 0.3m とする。電話線・電力線も一部埋設されているが、これについては事故時の影響が大きいので十分調査の上で 0.5m の離隔とする。その他の埋設物については水道管等と同じく 0.3m とする。

今回事業において幹線と枝線を合わせて数箇所のワジの横断が生じるが、ワジではまれに濁水が流れることがある。ワジの底をサイホンで横断する場合には、通常は水がないので管渠のワジの兩岸の勾配に併せた施工が容易であるため、通常の水路横断のように垂直管と底部の水平管の組み合わせとせず、兩岸の勾配管と底部の水平管の組み合わせとする。この場合、河床面及び兩岸の地盤とのクリアランスを 1m とし、流水の影響部についてはコンクリート巻立て、または、橋梁等の構造物への取付けを行うものとする。なお、近年わが国でもベンドサイホンと称して、河道の形に合わせた曲線のサイホンが多く採用されている。また、水管橋として架空で横断が可能な場合には、水管橋として水管橋の部材が洪水位以上のレベルになるように設置する。

7) 管渠の接合と人孔ステップ、マンホール

管渠の接合は原則として管頂接合とし、人孔ステップ（上流管と下流管の管底のレベル差）は一律 2.0cm とする。

円形管のマンホールは、管渠の起点及び方向、勾配、管径等の変化する箇所、段差の生ずる箇所、管渠の会合する箇所並びに維持管理上で必要な所に必ず設ける。また、直線部分においても管径によって下記の表に示す範囲内の間隔に必ず設ける。マンホールの最小間隔は表 3-16 のとおりとする。この間隔はわが国の基準径 600mm 以下の汚水管の場合の 50m より大きい。ジェリコ市では勾配が大きい区間が多く、このような区間では、流速の制限から決まる管の最大勾配と地

面の勾配を調整するため、比較的短いマンホール間隔で接続している場合が多いため、下表のような最大間隔を取る場合は比較的少ない。

表 3-16 管径とマンホールの最大間隔

管 径 (mm)	300 以下	600 以下	1,000 以下
最 大 間 隔 (m)	75	75	100

PWA 発行の設計基準 “ Planning and Design Guidelines Construction and Installation of Pipes in Water Supply and Sewerage Trenches ” において、「標準マンホール間隔は 70～120 m とする。大口径下水管渠の場合、適切な清掃設備がある場合 200 m 間隔も可能」としている。

8) 家庭等の汚水の取り込み

家庭等の汚水の取り込みにあたっては事業側が官民境界付近に取込升を設置する必要があるが、海外のコントラクターが各家庭と協議してこの位置を決め施工するのは困難である。従って、本プロジェクトにおいては図 3-6 に示すようにマンホールに接続した接続桝を道路の両側の歩道に設置する。それに対してジェリコ市が取込桝を官民境界に設置し、各住民が取込桝に污水管を設置する。セスピットは基本的には、トイレ汚水と雑排水両方が流入するのでセスピットの流入管を接続することになる。

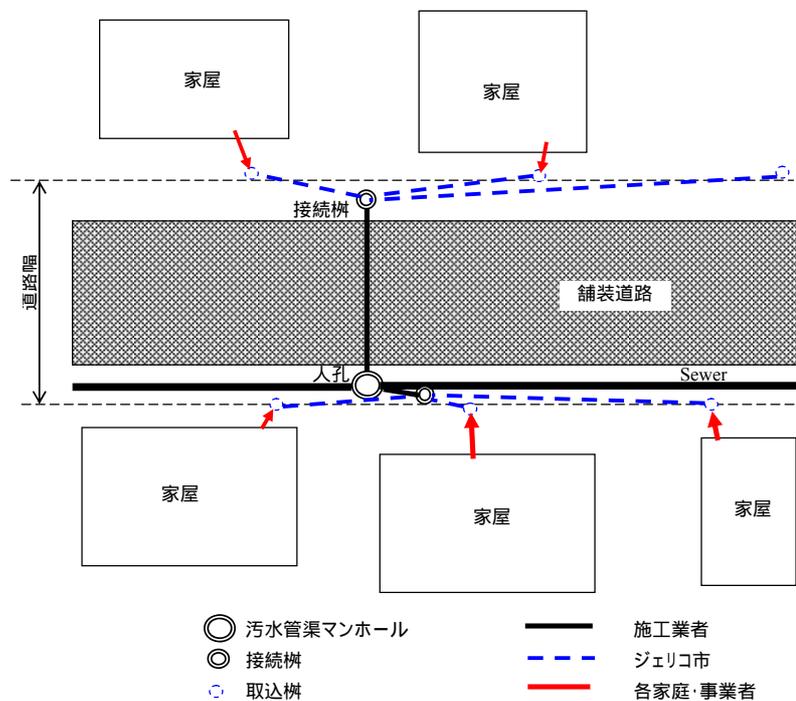


図 3-6 各家庭等からの汚水の接続方法

(2) 管渠の配置

本プロジェクトにおいては、予算上の制約があることからプロジェクトの効果が最も上がる、すなわち人口普及率が最も多くなるような管渠を整備対象として選択する。また、PECDAR によるジェリコ市域下水道整備計画に関する F/S(1998 年)において策定された計画管網図をベースに、現在建設中の振興住宅地及び住宅整備予定地も勘察してジェリコ市の範囲内を対象として、全体としての管渠配置を計画し、その全体図を図 3-7 に示す。

本調査で入手した道路計画図によれば、Qelt ワジ南部・市東端の農産加工団地の北西の位置に住宅整備予定地（約 500 区画）があり、一部住宅建設が始まっている。さらにインターコンチネンタルホテルから北上して市内に向かう幹線道路の東西側に建設中の住宅整備地区（約 500 区画）があり、すでに 1/3 程度の建設が進んでいて住民も住み始めている。

前者については、処理場付近の墓地の横を通過する農産加工団地の汚水も流入する幹線 19 に接続することで取り込めるが、後者については 1/2 程度は市内を貫く幹線 10 から 1 より処理場に流入し、残り 1/2 は幹線 20 に接続する幹線 21 により処理場に流入する。

(3) 工事範囲の管渠の選択

事業の効果を早期

表 3-17 下水管整備による人口整備率

に発現するため、限られた投資で出来るだけ整備人口を増やすことを考える。本件の汚水幹線(原則として流域面積 20ha 以上を受け持つ管渠)は、沿線の家屋等の汚水を取り込むため、幹線の整備によっても整備地区人口は直接増加する。

管渠の整備については出来るだけ幹線を優先して欲しいとの PWA の要望もあり、図 3-7、図 3-8 の市内の幹線のみを整備したら整備人口がどう

管番号	管長(m)	管径(mm)	整備人口		備考
			2010	2025	
1	7,014	200 to 700	1,295	1,302	整備に含む
2	178	195	17	23	整備に含む
3	162	200	127	140	整備に含む
4	1,627	200 to 250	374	539	整備に含む
5	490	200	75	88	
6	111	200	12	16	
7	2,487	400	524	618	整備に含む
8	808	200	172	198	
9	825	200	120	138	整備に含む
10	3,146	400	1,868	2,078	整備に含む
11	1,121	200	380	453	整備に含む
12	120	200	208	239	
13	5,887	200 to 400	1,460	1,730	整備に含む
14	477	195	131	146	
15	2,050	200 to 250	328	376	
16	306	200	130	150	
17	1,103	200	521	576	
18	988	200	304	420	整備に含む
19	1,974	300 to 400	100	200	整備に含む
20	1,251	250	30	300	
21	1,867	250	30	300	
総計	32,125		8,205	9,731	
整備区間	25,409		6,569	7,642	
枝線	15,990	200	5,671	7,838	
市内人口			25,900	35,800	
整備区間幹線のみ割合(%)			25.4	21.3	
整備区間幹線と枝線含割合(%)			47.3	43.2	

なるか検討した。その際に事業費の検討も行ったが、幹線 5、6、8、9、12、14、15、16、17、20、21 については予算の範囲に収まらないため範囲から除いた。その結果は表 3-17 のとおりであり、人口整備率は 2010 年すなわち現在ベースで約 25%、現在の空き地に多くの家屋が建設されると考えられる全体計画年次では 21%になることが判った。また、表 3-18 には枝線整備の効果を示すが、表に見られるように幹線 10 に接続する枝線の整備の効果が非常に高いことが判る。



図 3-7 ジェリコ市内の汚水管渠配置図

表 3-18 枝線管渠整備の効果

接続先の 幹線	収集面積 (ha)	整備人口 (人)	管長(m)	管径(mm)
1	19.84	1,239	2,496	200
10	75.30	4,336	7,091	200
11	23.04	857	2,653	200
13	32.20	1,407	3,750	200
Total	150.38	7,839	15,990	-

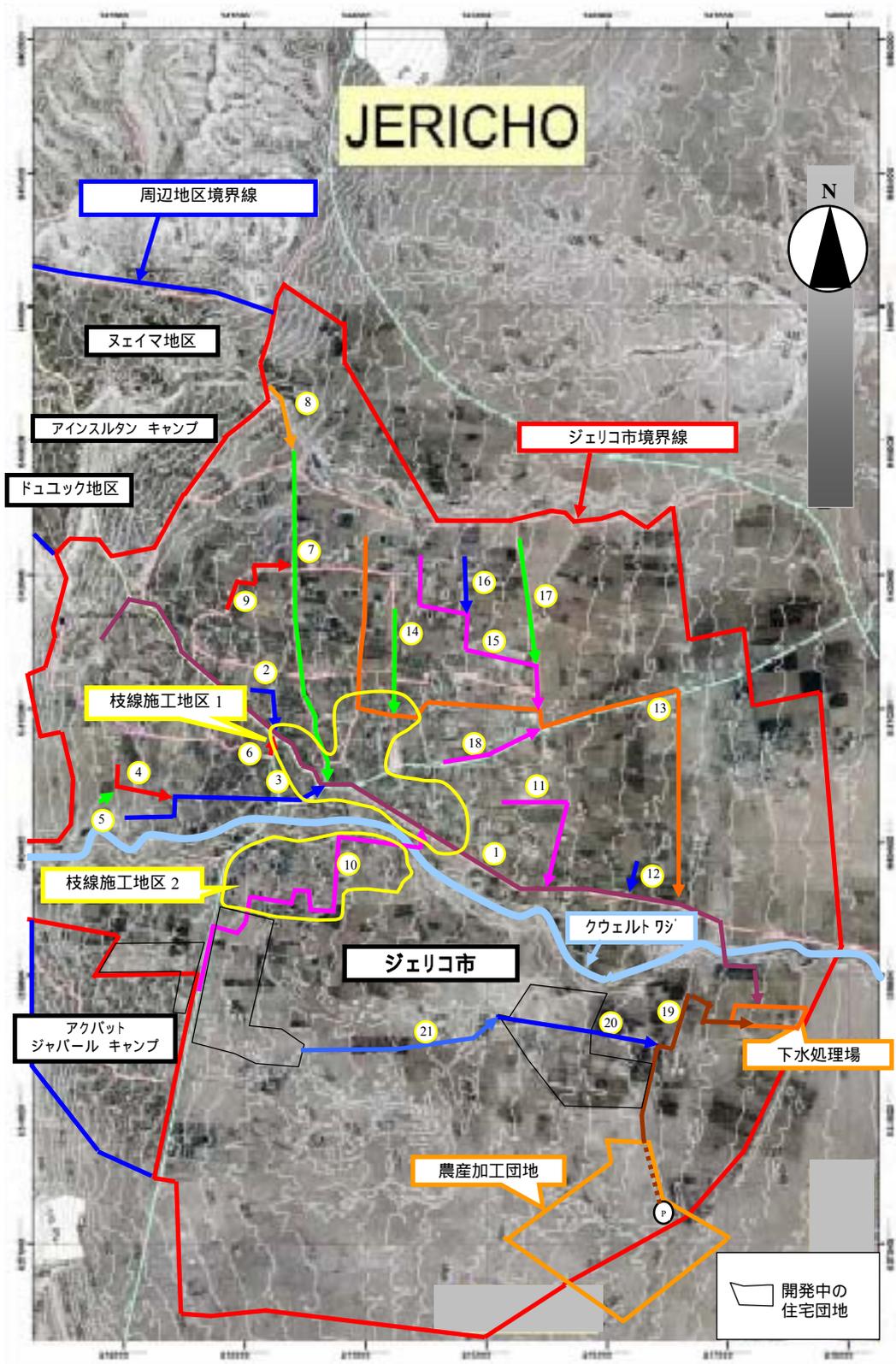


図 3-8 ジェリコ市の下水道施設配置図

このように、幹線のみを整備では人口整備率を大きく上げることは出来なかったが、本プロジェクトではパレスチナ側に一定の範囲の枝線を整備を地元負担事項として依頼する考えでいる。この場合は市内の人口が稠密な地域を優先するべきであるが、パレスチナ側に提示した 16~17km の延長の範囲で整備を行うことで極力整備率を上げることを検討した。

これは人口密度が高い地区の整備を優先することになるので、図 3-8 に示す Qelt ワジを挟んだ市内中心部 Area1 及び Area2 の枝線を整備を考えると 22%の人口整備率が追加される。従って、枝線を整備も行くと 2025 年で 43%、2010 年では 47%の整備率が得られる。

人口整備率とは、接続柵（人孔から接続する歩道に設置する柵）までの幹線を実施した地区の人口である。接続柵から各家庭との境界に取込柵を設置するのはパレスチナ側によって実施されることが条件になる。

(4) ワジの横断

図 3-7 に示すように、幹線は 2 箇所ワジを横断している。この場合、下水管路の土被りが浅いために、水路が掘り込まれたワジの上端近くを横断可能であることから、鋼製の架台上に汚水管の鋳鉄管を設置して横断しても、洪水時レベルはこれらの横断構造物の水位以下となる。

他にサイホンにより水路底を横断する方法もあるが、屈曲部のない架空横断の方が閉塞の恐れがなく、管理上は明らかに有利である。

この方式では、上流部の径 400mm 及び下流部の径 700mm の管横断部は図 3-9 に示すとおりとなり、いずれも最も深く幅の広い部分は鋼製橋に鋳鉄管を載せる形で横断し、より浅い部分は鋼製架台に鋳鉄管を載せるか、またはコンクリート架台に鋳鉄管を直接取り付ける形で横断している。

3-2-2-4 機材調達計画

先方から要請のある機材調達について以下のとおり検討した。

(1) 水質試験機材

現在、ジェリコ市において下水処理施設は存在しない。そのため、本プロジェクトにおいて水質モニタリングを行うのに必要な水質試験機材を調達するものとする。日々の処理場運転管理を行う上で必要な調査項目として表 3-19 に示すような内容が必要である。これらを検査・測定する上で必要な器材は表 3-20 に示すとおりである。

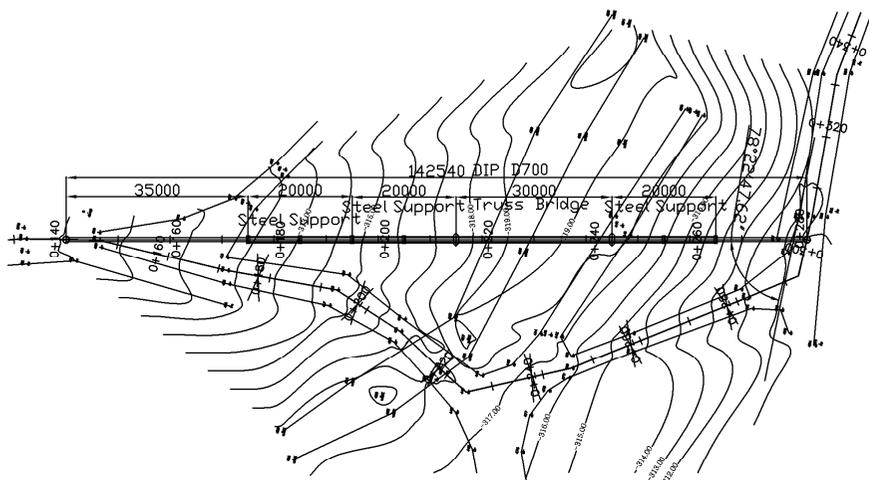
表 3-19 下水処理場の運転のために必要な検査・測定項目

分類	項目
水質	pH、BOD、COD、SS、T-N、大腸菌群数
状態確認	DO、MLSS、ORP、SV30、水温、透明度、汚泥濃度、乾燥汚泥含水率、検鏡

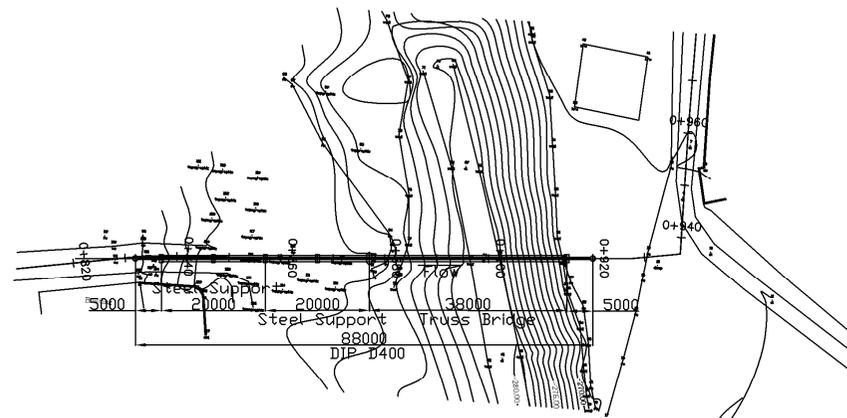
これらの水質試験機器の操作方法、水質試験の方法、水質試験のデータ管理等については後述する技術協力プロジェクト等によりきめ細かな支援が必要となる。

表 3-20 水質試験器材

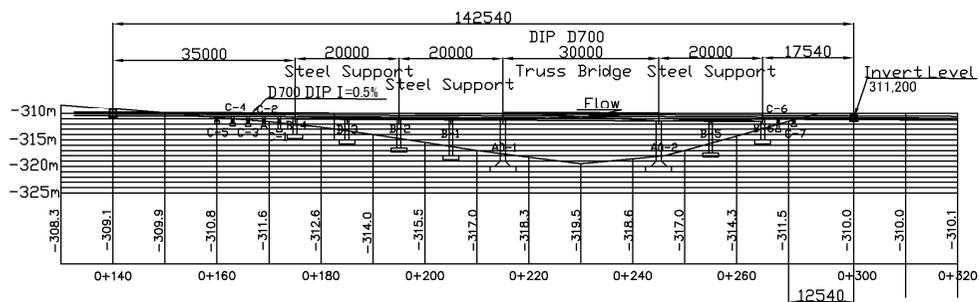
項目	内容
機材調達	水質試験器材（ポータブルpH計、ポータブル蛍光式DO計、ポータブルMLSS計、ポータブルpH・ORP計、作業台、電子天秤、インキュベーター、冷蔵庫、純水装置、乾燥機、コロニーカウンター、T-N・T-P簡易測定キット、真空ポンプ、水質実験用具、ポータブル温度計、透視度計、薬品棚、オープン、顕微鏡等）



PIPE CROSSING PLAN

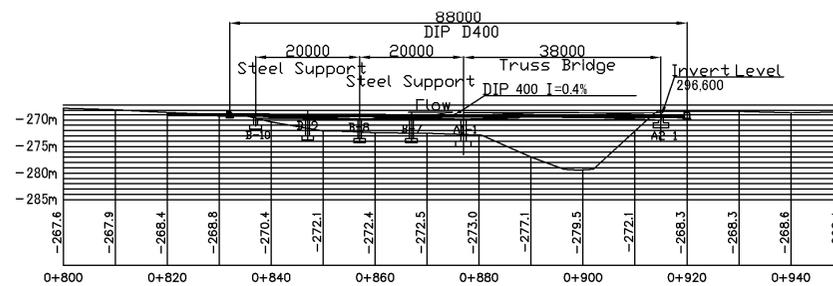


PIPE CROSSING PLAN



PIPE CROSSING PROFILE

PIPE CROSSING FOR D700



PIPE CROSSING PROFILE

PIPE CROSSING FOR D400

図 3-9 ワジ横断部の構造

3-2-2-5 気候変動対策に関する検討

本検討については、資料 7-3 気候変動対策に関する検討を参照のこと。

(1) シナリオの設定

ジェリコ市では現在下水道が整備されていないため、家庭及び事業所汚水は各家庭や事業所に設置のセスピットにて一時貯留され、数ヶ月に一回の頻度で民間業者が運営するバキューム車により有料にて収集され、近隣のワジに廃棄されている。従って、これらの汚染物質は一時貯留中にメタン発酵し、GHG (Green House Gas : 温室効果ガス) であるメタンガス (二酸化炭素の21倍の温室効果を持つ) を発生する。

よって、下水処理施設及び下水管渠を建設することにより、汚染物質が下水処理場に集められ処理されることで、この気候変動の原因になる温室効果ガスの発生を防止することが出来る。

以下に下水道整備による GHG 削減量を計算する。

(2) 二酸化炭素の削減量

1) 処理条件

下水処理の条件を表 3-21 のとおりとして、流入水の平均 BOD は表の 80%、流出水の平均 BOD は表の 50%とする。

表 3-21 計画の水量と水質

項目	流入量・水質			流出水質
	日平均	日最大	時間最大	
汚水量(m ³ /日)	6,600	9,800	19,100	---
BOD(mg/L)	500			20
TSS(mg/L)	500			30
T-N(mg/L)	75			50

2) 二酸化炭素の削減量

Without ケース (現状)

現状の未処理の負荷量は、下水処理場の計画目標年次 2020 年において、下水処理場への流入負荷量相当と仮定する。

排水処理

$$BE_{\text{without}} = B_0 \times MCF_p \times Q_{\text{BOD},y} \times P_{\text{BOD},y} = 289(\text{tCH}_4/\text{年}) \times 21(\text{tCO}_2/\text{tCH}_4) \\ = \underline{6,069 (\text{tCO}_2/\text{年})}$$

ここで、

$B_0 = 0.60$ (kgCH₄/kgBOD): 最大 CH₄ 生成能

$MCF_p = 0.5$: CH₄ 変換係数

$Q_{\text{BOD},y} = 6,600\text{m}^3/\text{日} \times 365 \text{日} = 2,409,000 (\text{m}^3/\text{年})$: 排水処理量 (日平均排水量を使用)

$P_{\text{BOD},y} = 400 (\text{mg/l})$: 排水中の平均 BOD 濃度 (流入水質を適用)

With ケース (建設後)

本プロジェクトは、好気性処理 + Drying Bed である。

運転管理が容易である間欠式長時間曝気法 (オキシレーションディッチの形状) を採用しているため良好な水処理が継続的に行えると考える。

$$PE_{with} = PE_{with,w} + PE_{with,e} + PE_{with,s}$$

排水処理：処理水 BOD を平均 10mg/L とする

$$PE_{with,w} = B_0 \times MCF_p \times Q_{BOD,y} \times P_{BOD,y} = 7.2 \times 21 = \underline{151 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}} \text{ とする。}$$

$$\text{電力消費 } PE_{with,e} = EC_{FC} \times EF_{FF}/1000 = \underline{496 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}} \text{ とする。}$$

ここで、

$EC_{FC} \times = 886,400$ (kWh/年)：下水処理施設の年間電力消費量

$EF_{FF}=0.56$ (kg-CO₂/kWh)：電力 CO₂ 排出係数

汚泥処理

$$PE_{with,s} = S_y \times DOC_{y,s} \times MCF_y \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4} = \underline{17 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}} \text{ とする。}$$

ここで、

$S_y = 2,500$ (t/年)：汚泥 (スラッジ) 量

$DOC_{y,s} = 0.05$ ：分解性有機炭素割合

$MCF_s = 0.4$ (CH₄ 変換係数, Unmanaged shallow solid waste disposal)

$DOC_F = 0.5$ (バイオガスへ異化する分解性有機炭素の割合)

$F = 0.5$ (CH₄ 含有率)

GHG 排出削減量

以上から、下水処理施設の導入により削減される GHG 排出量(ER)は；

$$ER = BE_{without} - PE_{with} = 6,069 - (151 + 496 + 17) = \underline{5,405 \text{ (t-CO}_2\text{/年)}} \text{ とする。}$$

3-2-2-6 他ドナーの援助事業と本プロジェクトの計画の比較

先述したようにドイツの援助で 2000 年にアルビーレに近代的な下水処理場が建設され、ナブルス西地区にも同様な下水処理場と管渠の建設が開始された。これらについて、本プロジェクトの計画と表 3-22 に比較する。

表 3-22 下水処理場のドナー毎援助事業の比較

援助国		ドイツ		日本
対象都市		アルビーレ市	ナブルス市西	ジェリコ市
対象人口		50,000	150,000	42,500
処理能力(m ³ /日)		5,750	14,860	9,800
完成年(予定)		2000年	(2012年)	(2014年)
流入水質		実際: BOD400-700mg/L、 T-N90-120mg/L	計画: BOD560mg/L、 T-N110mg/L	計画: BOD500mg/L、 SS500mg/L、T-N75mg/L
処理水質		BOD20mg/L、SS30mg/L、T-N50mg/L		
処理設備	前処理	スクリーン+沈砂池+調整槽	スクリーン+沈砂池+最初沈殿池	スクリーン+沈砂池
	水処理設備	OD法反応槽+最終沈殿池	長時間曝気反応槽(OD形状)+最終沈殿池	長時間曝気反応槽(OD形状)+最終沈殿池
	計量・滅菌設備	UV滅菌+計量槽	計量槽	塩素滅菌+計量槽
	再利用設備	灌漑水槽	--	灌漑水槽
	汚泥処理設備	余剰汚泥濃縮槽+機械脱水機	初沈汚泥濃縮槽+汚泥消化槽(加温式)+消化汚泥濃縮槽+余剰汚泥濃縮槽+機械脱水機+天日乾燥床+汚泥貯留ヤード	余剰汚泥濃縮槽+天日乾燥床
処理場建設費(百万円)	土建費 ^{*1}		1,660(10,709千€)	578
	機械設備費		1,047(6,754千€)	613
	電気設備費		242(1,564千€)	575 ^{*1}
	合計	856 ^{*2} (8,000千\$)	2,949 ^{*3} (19,027千€)	1,766
維持管理費(NIS/m ³)	電力費	0.40	1.07	0.20
	人件費	0.20	0.43	0.26
	薬品費	0.01	0.43	0.03
	補修費等	0.04	0.64	0.11
	その他	0.04	0.43	0.00
	合計	0.69 ^{*4}	3.00	0.60
反応槽容量(滞留日時間)		V=13,846m ³ (2.4日)	V=17,460m ³ (1.17日)	V=10,700m ³ (1.09日)
最終沈殿池面積(面積負荷)		A=904m ² (6.4m ² /日)	A=2,011m ² (7.4m ² /日)	A=904m ² (10.8m ² /日)

*1: 配管工事含む、*2: 2000年(完成時)円ドル平均レート107円/\$で計算、

*3 * 2008年(積算時)円ユーロ平均レート155円/€で計算、*4: 2007年実績

3-2-3 概略設計図

表 3-23 概略設計図一覧表

番号	図面名称	縮尺
1	下水道施設 位置図	1:30000
2	下水処理場 平面配置図	1:100
3	下水処理場 フローシート	None
4	下水処理場 水位高低図	None
5	下水処理場 汚水受水槽 平断面図	1:100
6	下水処理場 沈砂池 平断面図	1:100
7	下水処理場 反応槽上部 平面図	1:100
8	下水処理場 反応槽下部 平面図	1:100
9	下水処理場 沈殿池 平面図	1:100
10	下水処理場 反応槽 / 沈殿池 断面図	1:100
11	下水処理場 汚泥濃縮槽 / 塩素滅菌槽 / 灌漑水槽 平断面図	1:100
12	下水処理場 天日乾燥床 平断面図	1:300
13	下水処理場 場内配管図 (東側)	1:300
14	下水処理場 場内配管図 (西側)	1:300
15	下水処理場 建築構造物 平断面図(1)	1:100
16	下水処理場 建築構造物 平断面図(2)	1:100
17	下水処理場 単線結線図	None, 1:10
18	下水処理場 SCADA システム図	None, 1:10
19	下水処理場 計装ダイアグラム図 (1)	None
20	下水処理場 計装ダイアグラム図 (2)	None
21	下水管渠 全体平面図	1:15000
22	下水管渠 区画割平面図 (北西、 1)	1:6000
23	下水管渠 区画割平面図 (北東、 2)	1:6000
24	下水管渠 区画割平面図 (南西、 3)	1:6000
25	下水管渠 区画割平面図 (南東、 4)	1:6000
26	下水管渠 幹線縦断図 (1)	1/200, 1/10000
27	下水管渠 幹線縦断図 (2)	1/200, 1/10000
28	下水管渠 幹線縦断図 (3)	1/200, 1/10000
29	下水管渠 幹線縦断図 (4)	1/200, 1/10000
30	下水管渠 ワジ横断部 平面・縦断図	1:500

上記概略設計図は別添図面集に示す。

3-2-4 施工方針/調達方針

3-2-4-1 施工方針/調達方針

パレスチナ側の本プロジェクトの実施機関は PWA である。なお、現地においては PWA の管理により、ジェリコ市水道部が給水事業を行っている。事業の実施体制を図 3-10 に示す。

本プロジェクトは、詳細設計の段階から PWA 及びジェリコ市に特別に設置されるプロジェクトチームが一貫して業務を担当するものとする。

このプロジェクトチームの役割は次に示す内容となる。

- a. 本計画に対する PWA 及びジェリコ市の窓口
- b. パレスチナの関係部局との連絡・調整
- c. 本計画に関連する外部機関との連絡調整
- d. コンサルタントのカウンターパートとして設計内容の承認、設計・入札業務のとりまとめ
- e. 追加の調査・試験が必要な場合におけるコーディネーション

日本のコンサルタントは事業を円滑に進めるために、詳細設計、入札業務、施工監理を行い、所定の期間内で業務を完成させる。そのため、現地に施工監理技師を常駐させ工事全般にわたる PWA の代理人として業務にあたらせると共に、土木、機械、配管、電気等の専門分野技師を建設の進捗に応じて派遣して監理業務を行う。

本プロジェクトは土木、配管および機械・電気設備の設置工事が主体であり、類似の建設工事の実績を持つ日本の一般土木工事請負業者を工事にあたらせることが適当と判断する。業者選定にあたっては、一般公開入札によるものとし、PWA と協議確認のうえ、入札参加業者に求められる資格および選定基準を入札準備作業時に決定する。

工事実施にあたっては、日本側コントラクターからの技術者が常駐し、監督指導にあたる。パレスチナの建設業は、隣接するイスラエルの建設業が先進国レベルであることも影響して相当に発達しており、特にジェリコ周辺では多くの建設工事が実施されていることから、建設資材の調達には不安がなく、現地建設業者を下請けとして工事にあたらせても特に問題は生じないと考えられる。

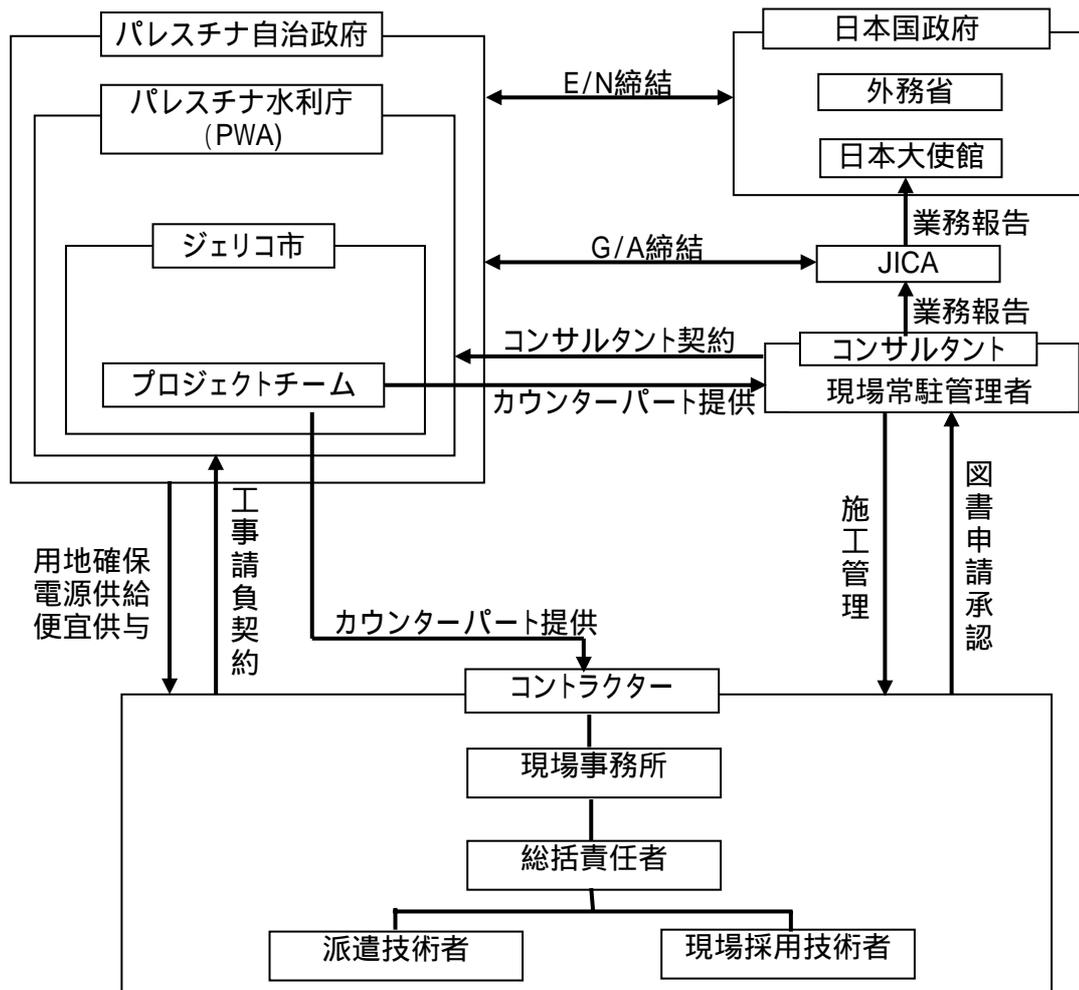


図 3-10 事業の実施体制

3-2-4-2 施工上 / 調達上の留意事項

建設工事は、下水処理場の建設及び下水道管渠の敷設等で構成される。現場事務所、資材置き場については、下水処理場用地に十分な空き地スペースがあるため、そこを利用するものとするが、利用にあたってはPWA及びジェリコ市との協議により対応を図る。

建築構造物については、現地建設業者で十分対応が可能であり、その資材の品質また仕上げに留意すれば良いが、水槽構造物については、壁の厚みが300mmを超え、比較的径の大きい鉄筋が入ったような工事の経験は少ないと考えられることから、日本人技術者による指導が必要である。さらに、下水処理場はプラントとして、機械・電気設備が多く使われ、これらについてはその据付、調整については日本人技術者の全面的な指導が必要になる。施工上の留意点を一般事項および安全管理事項別に分け、以下に示す。

一般事項

- a. パレスチナに定着している公休(金)や祝日のほか、本国はイスラム教徒が大部分を占めるため、断食明けに数日の休暇を取ることに留意する。

- b. ジェリコ市は、首都ラマラ市の南南東約 60km に位置し、市内では人類最古の町が発掘されたり、イエス・キリストが悪魔に誘惑されたとする「誘惑の山」があり、観光客やキリスト教徒の巡礼場所の一つとして有名である。またパレスチナの主要都市の一つであり、観光の最盛期には相当な数の観光バス等の交通がある。労務者の確保や資機材の輸送にはこれを考慮する。
- c. パレスチナ内においては、鉄道網は整備されていないため、車両輸送を基本とする。
- d. ジェリコ市の年間総降水量は、ここ数年は 50mm から 300mm と非常に低い。気候は 10 月から 3 月までの雨季と 4 月から 9 月までの乾季に分けられる。一般的に 1 年間を通して降雨による作業への影響は少ないと言えるが、主に雨季である 1 月・2 月に夕方から朝、もしくは午後から夕方にかけて降雨がある。一方、乾季である 7 月から 9 月までの間は全く降雨が無い。工事の実施に際しては、雨季全般にかけて 10mm/日以上の降雨日については施工効率の低下を見込むこととする。
- e. 下水処理場用地は市街地より離れているものの、近隣住民等に対する騒音・大気汚染等の環境対策を考慮する。特に進入道路については、未舗装であるため、防塵対策を行う必要がある。
- f. 地質調査を行った結果（資料 5-1）より、下水処理場予定地の地盤は均一ではなく、部分的にはやや軟弱で、構造物の基礎としては問題がある地盤であることが想定される。基礎工事を行う際には、必要に応じて転圧及び敷砂利を行い、必要な対策を行うものとする。
- g. 市街地の配管については、舗装道路脇の路肩またはやむを得ない場合には舗装道路内の埋設を行なう。施工の際には最小限の掘削幅にて施工を行うこととする。私有地における管の敷設はないと想定されているが、やむを得ず敷設する場合は、PWA 及びジェリコ市が許可の取得、必要な補償について対処することとする。
- h. ジェリコ市道路局の規定に則り、市街地の主要な道路の横断部については、必要な防護策を施す。
- i. 配管の施工に際し、適正な施工計画を策定し、工事による交通止めの箇所を最小限に留め、工事による交通渋滞を避ける計画とする。また、その対策として、適切な迂回路を表示するものとする。
- j. ジェリコ市の地盤はシルト・粘土質で全般に強固であり、かつ地下水位は深さ 10m 以上であるため管路掘削と敷設時の安全性は高い。一方、下水道管渠は自然流下を原則とするため、一部の区間において掘削深度が 5m 弱となる場合がある。そのため、掘削深さが 2.5m を超える場合には、施工時において土留めを設置し、土砂の崩落等の安全対策を十分に行う必要がある。
- k. ジェリコ市は人類最古の町として知られており、本市西側部分の“Old Jericho”と呼ばれる地区には紀元前 8 千年前の遺跡が出土している。これら付近について管渠工事を行い、

遺跡や遺物が出土した場合、直ちに工事を中止し、関係機関に連絡を取る必要がある。

- l. 市街地の主要な道路は住民の生活道路にもなっていることから、道路閉鎖を極力避けた施工手順を計画する。やむを得ない場合には迂回路を表示するか、または仮設歩道を設置する。
- m. 生コンクリート工場はジェリコ市内及びその近郊の都市にあるため、それらの工場から生コンクリートを調達することを原則とする。また調達に際し、これらの生コンクリートの品質管理について留意する。
- n. ポンプ・ブロー等回転機器、散気装置等の水槽内への設置機器、さらにソーラーパネルを含む電機関連機器の据付工事・調整・試験運転等には、日本からの技術者を派遣して十分な監督の下に実施する。
- o. 輸入品に係わる付加価値税 (Value-added Tax: VAT) 及び輸入税については、所定の手続きにより免税となる。但し、現地調達品は還付方式が原則として適用される。
- p. 本計画の実施に伴う EIA 許可は 2011 年 8 月には取得する見込みである。本プロジェクトは処理場を含む下水道建設案件であるため JICA の環境社会配慮ガイドライン (2004 年版) におけるカテゴリ B に相当し、相応した環境・社会面での配慮を要求される。着工にあたっては環境管理計画及び固形廃棄物管理計画が必要になる。この中で、パレスチナの環境関連法規に従って、施工現場・資材調達現場の復旧、ダスト・騒音・濁水処理対策、残土処理の方法等、環境条件についても対応を図る。
- q. 道路占用許可については、ジェリコ市自身が多くの経験を有しているため、その許可取得に関して特に問題は無いと考えられる。施工に際して、環境面に十分配慮した施工計画を立案することが必要である。
- r. 現地の電力インフラについて特段の問題は無いが、停電等の事態を想定して、工事時には必要に応じて発電機を併用して対応を図る。
- r. 昨今のパレスチナにおける物価上昇に留意する。(西岸地区 4.2%、ガザ地区 4.1% (2006 年 世銀予測))

安全管理事項

JICA パレスチナ事務所及び日本大使館からの情報等により、ジェリコ市及びその周辺地域での現地安全情報を収集し、施工にあたっては下記の点に留意し安全対策を講じる。

- a. 原則として現地カウンターパート機関より、安全かつ円滑な工事实施のためのアドバイスを逐次受けること。
- b. ジェリコ市周辺で活動するドナー関係者があれば連絡を密に取り、治安に関する情報を共有すること。
- c. 全般的にジェリコ市内及びその周辺の治安状況はよく、日中の活動には問題はない。しかし、パレスチナでは宿舍の安全には格別の留意が必要である。従って、十分な警護がされ

ているホテル、あるいはアパートで生活することが求められ、一般の一戸建家屋での生活は勧められない。

- d. 工事車両は、日本が支援するプロジェクトであることが判然とするようロゴ等で目印を付けること。
- e. 現在、イスラエルとパレスチナの一部地域においては緊張状態にあるため、場合によっては紛争の影響等の不測の事態が起こることが想定される。そのような状況に備えて、避難経路の確保や衛星電話の準備を工事期間中は留意する必要がある。それらを踏まえて不測の事態に備え、工事関係者への Basic Operating Guideline (BOG) の周知徹底を図ること。

その他

a. セメントの調達

- ・ 一般のコンクリート構造物に使われる生コン用のセメントは市場に流通しているため、セメントの調達には問題はない。しかし、塩分濃度抑制と構造物の長期的な強度に係わる項目の品質確認は必要である。

b. 鉄筋の調達

- ・ ジェリコ市内にも鉄筋工場があり、パレスチナにおいて鉄筋の入手は容易である。

c. 型枠の調達

- ・ パレスチナ内で調達が可能である。

d. 骨材及び砂の調達

- ・ パレスチナにおいては、骨材については近隣の山より採取している砕石を用いており、砂については砂漠より採取しているため、資源は豊富である。使用にあたっては、粒度分布を確認して使用する必要がある。

e. 輸送費

パレスチナ内の輸送費は次項に示すとおり、パレスチナ側負担とする。

f. 現地通貨である新イスラエルシェケル (NIS) の変動

近年、パレスチナにおける通貨である NIS は平均 23 円/ NIS 前後で推移しており、安定している。しかしながら今後の為替の動向により急激な変動も考えられるため、今後もその変動に留意する必要がある。

3-2-4-3 施工区分 / 調達・据付区分

本プロジェクトの事業実施に伴う日本国側、パレスチナ側双方の負担工事区分は表 3-24 に示すとおりであるが、これを工事とその必要な諸手続について当てはめて表 3-25 に整理する。日本の無償資金協力援助の方針に従った両国政府の主な分担事項を逸脱することのないよう現地側と協議、確認した施工区分をこれらの表に示す。

表 3-24 両国政府の主な分担事項（一般事項）

No.	項目	日本 (無償資金協力)	被援助国
1	プロジェクト実行のための土地収用及び建設予定地伐採・整地・埋立		
2	施設建設		
	1) 建物		
	2) 建設予定地へのゲート・フェンス設置		
	3) 駐車場		
	4) 場内道路		
	5) 用地外の道路		
3	建設物への配電、水道・排水及び建設予定地外にてプロジェクト実行に必要なその他二時施設の建設		
	1) 電力		
	a. 用地までの送電線		
	b. 用地内配線		
	c. プレーカー及び変圧器		
	2) 水道		
	a. 配水本管から用地への接続管		
	b. 用地内配管(受水槽・高架水槽)		
	3) 排水		
	a. 排水本管への用地から接続管(雨水管及びその他)		
	b. 用地内配管(トイレ、生活排水、雨水排水、その他)		
	4) ガス		
	本管から用地への接続管		
	5) 電話		
	a. 用地内事務所から電話配線パネルまでの接続線		
	b. 事務所内配線		
	6) 家具・設備		
	a. 一般家具		
	b. 事務所用設備		
4	被援助国荷揚げ港での陸揚げ・通関手続き		
	1) 日本から被援助国への製品の海上(航空)輸送		
	2) 港での輸送品に対する租税免除及び迅速なる通関		
	3) 国際港から計画対象地までの国内輸送		
5	製品購入及び役務提供に関するのうち、被援助国において日本国民に課せられる関税、内国税及びその他課徴金の免除		
6	認証された契約に基づいて供与される日本国民の役務について、その業務の執行のための入国及び滞在に必要な便宜供与		
7	当該計画実行のための施設の適正かつ効果的な維持維持管理		
8	プロジェクト実行に必要な無償資金協力に含まれない全ての費用負担		
9	B/Aに基づく以下の手数料の支払い		
	1) A/P手続き手数料		
	2) 支払い手数料		
10	プロジェクト実行による環境配慮及び社会配慮		

(B/A: 銀行取極、 A/P: 支払授權書)

表 3-25 施工区分

項目	種類	パレスチナ	日本国
下水処理場及び 下水道管渠の建設	資機材調達		
	自治区内運搬		
	土建造造物建設工事		
	機器据付		
	下水道管渠敷設		
	用地の取得・借用		
	フェンスの設置		
	電力・水道の引き込み		
共通	工事中道路の整備（用地外）		
	必要な許認可の取得		

3-2-4-4 施工監理計画 / 調達監理計画

本プロジェクトでは、概略設計調査業務の実施中に、我が国政府の閣議決定を経て、我が国とパレスチナ暫定自治政府との両政府間の「本計画に係る無償資金協力に関する交換公文(E/N)署名」が行われている。なお、本プロジェクトは平成 22 年度補正予算により実施されるプロジェクトであり、通常のプロセスとは異なる。

(1) 詳細設計

概略設計調査の結果に基づいて、我が国政府が無償資金協力の実施を決定した場合、パレスチナ暫定自治政府との間で E/N の署名がなされ、それに続いて暫定自治区政府と JICA の間で贈与契約(G/A)が締結される。その後、コンサルタントはパレスチナ側の実施機関である PWA と契約を結び、JICA の認証を得た後、詳細設計を実施する。詳細設計の開始時に現地にて測量等を含め、詳細な現地調査を実施し、帰国後国内にて設計作業を行い、事業費積算および入札図書を作成する。

(2) 入札業務

- a. 入札図書は、全て PWA の承認を得るものとし、承認取得後、直ちに入札作業を行う。
- b. 入札公示から 1 週間の準備期間を設けて入札参加者からの入札参加申請書を受理する。
- c. 入札参加申請書を受理後、遅滞なく入札参加資格の審査を行う。
- d. 入札参加適格者に入札図書を配布した後、30 日間の準備期間を設け、関係者立ち会いのもとに入札を実施する。
- e. 入札最低価格提示業者を本プロジェクトの契約業者として PWA に推薦し、公示請負契約締結を実施する。

(3) 施工監理

現地工事は、処理場建設工事として土木・建築構造物建設、機器購入搬入・据付及び試運転さらに幹線管渠の敷設から成り、土木工事、建築工事、機器・電気設備据え付け工事、場内の配管・

電力線工事、さらに市内の下水道管の埋設敷設工事と多岐にわたる。常駐監理を行う土木技術者1名の他、土木（構造物、管路等）、機械、電気の各分野において、主要施設工事の進捗に応じてスポット監理として、数回にわたり技術者の派遣を日本から行う。また、コンサルタント常駐管理者の補佐役として、現地技術者を雇用する。

施工監理にあたっては、PWA、ジェリコ市および日本側施工者と綿密な打ち合わせの下に業務を実施する。この他、PWA、JICA パレスチナ事務所および JICA 本部への月報提出を含め、関係者への報告・連絡・協議を遅滞無く行なうものとする。

3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントは、施設建設に関連してコントラクターに対して表 3-26 に示す分析・試験等の実施を指示し、その結果を品質管理に反映させる。

表 3-26 品質管理に係る分析・試験方法

工種	管理項目	方法	適用基準・備考
管材料	強度・寸法	工場検査報告の確認 目視・寸法測定	日本国基準及び ISO
	外観・寸法	ゲージ	
配管状況	トルク 漏水有無 塗装	トルクレンチ 水圧試験 膜厚計・目視	日本国基準及び ISO
基礎	地耐力	平板載荷試験	日本国基準及び ISO
コンクリート	骨材・セメント 水 フレッシュコンクリート コンクリート強度	物理的試験・化学的試験 粒度試験 スランプ・空気量・塩化物量 圧縮強度試験	BS 基準
鉄筋	強度	引張強度 配筋検査	BS 基準
構造物出来形		寸法検査	日本国基準及び ISO
防水工	材料品質 塗膜厚 塗膜状況 漏水有無	品質証明書の確認 膜厚試験・引張試験 目視 水張試験	日本国基準及び ISO
太陽光発電装置	据付精度	据付位置測定	日本国基準
	試運転	出力、性能試験	
電気・機械設備	据付精度 機能	据付位置測定 負荷運転試験	日本国基準

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 調達先

無償資金協力における調達先適格国は原則として我が国または被援助国である。本プロジェク

トに必要な資機材は可能な限り現地調達を行うものとするが、現地調達が不可能な資機材あるいは品質仕様等が現地調達材では適合しないものや、流通量あるいは価格の面で供給・購入が安定的に行われていないものについては、費用対効果や維持管理性を考慮し、我が国もしくは第三国より調達することを基本方針とする。ここで、第三国としては、近隣の中東諸国及び EU 等の国が考えられる。

a. 土木資材

主要土木・建築工事に用いる資材のうち、一般的なセメント、砕石、砂、レンガ、木材（角材・板材）、ガソリン、オイル等はパレスチナで調達とする。但し、品質仕様が担保された資材を安定的に調達する方策を講ずる必要がある。

b. 下水道管渠用管材及びマンホール

パレスチナにおいてダクタイル鋳鉄管は生産されていない。また、第三国調達の有利性が小さいため、品質の信頼性が高く調達が容易な日本企業からの調達とする。この場合、ISO 規格品は国内で製作されていないものもあるため、製作国は日本国内に限らない。

鉄筋コンクリート管・プレキャストマンホール及び uPVC 管については、パレスチナに工場があるため、パレスチナ内の調達とする。ただし、uPVC 管のうち、現地調達が不可能な一部の管径の管材については日本からの調達を考慮する。

c. 機械電気設備機材

本プロジェクトでの機械電気設備は下水処理場施設の機器であり、数量は少なく特殊なものである。よって第三国調達の有利性が小さいため、品質の信頼性が高く、調達が容易な我が国からの調達とする。

d. 建設機械

パレスチナ内における建設機械のリース市場は、故障や台数等について不十分な面が懸念されるが、本計画で使用する汎用的な建設機械程度であればパレスチナにて調達が可能と判断されている。

建設資機材の調達区分の一覧を表 3-27 に示す。

表 3-27 調達区分

建設資機材		調達先		
区分	名称	現地	日本	第三国
土木資材	セメント			
	鉄筋			
	型枠			
	砂、砂利、レンガ 軽油、ガソリン等			
下水道用管材	ダクタイル鉄管			
	鋼管			
	鉄筋コンクリート管			
	uPVC 管			
区分	名称	現地	日本	第三国
機械・電気設備機材 及びその他	ポンプ類			
	超微細散気装置			
	汚泥掻寄機、濃縮機			
	その他機械設備一式			
	太陽光発電装置			
	受電盤・変圧盤			
	操作盤			
	トランス			
その他電気設備一式				
建設機械（リース）	建設機械			

(2) 納入・保管場所

調達機材の納入場所は、下水処理場予定地にある仮設ヤードを保管場所とし、盗難防止のための保安を確実に行うことが必要となる。そのため、資材の管理・保管の観点から、一度に大量の資材搬入は避けるべきであり、特に下水道管渠用管材については数回に分けて搬入する必要がある。

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本プロジェクトは、管渠を含めて新規に建設される施設であるため、完成時点では下水は農産加工団地及びバキューム車で運び込まれる汚水のみになる。同団地の2014年4月の予想汚水量は最大300m³/日程度、バキューム車の汚水は250m³/日程度が限度と考えられることから合計流入量は最大550m³/日足らずで、計画水量9,800m³/日の6%程度である。この程度でも運転は可能なので、コントラクターが施設・機器の運転方法の指導を行う。その後、負荷が上昇したときの正常な運転の指導については、後述する技術協力プロジェクトの中で行うものとする。

これらの機器等の運転対象は、1)汚水受入槽及び付属機器、2)沈砂池及びスクリーン等の付属機器、3)反応槽・沈殿池及び付属機器、4)塩素滅菌設備及びその付属機器、5)汚泥濃縮槽及びその付属機器等になる。この運転により、コントラクターがPWA及びジェリコ市の担当職員に、施設引渡し時の運転操作指導の一環として、それぞれの設備が適切に機能するよう、操作方法及びトラブルシューティングを主体とした指導を行なう。

表 3-28 初期操作指導

施設	主な指導内容	備考
下水処理場	汚水受入槽：機能確認、ON-OFF 操作、点検方法 沈砂池：機能確認、ON-OFF 操作、スクリーン操作、沈砂ポンプ、分離器の操作法、スカム分離器の操作法、点検方法、緊急停止時対応 反応槽：ブロー運転、散気装置運転、攪拌機運転、DO 計、空気流量計の運転方法、点検方法、緊急停止時対応 沈殿池：汚泥掻寄機運転操作、返送・余剰汚泥ポンプの運転、流量計等運転方法、点検方法、緊急停止時対応 塩素滅菌槽：塩素注入量設備運転、安全管理、流量計等運転方法、点検方法、非常時対応 電気受電設備：運転方法、点検方法、非常時対応 ソーラパネル：運転方法、点検方法、非常時対応 ジーゼル発電装置：機能確認、操作方法、点検方法 操作盤及び SCADA（監視設備）：機能確認、操作方法、点検方法	初期の流入量は 500m ³ /日 ならず
水管橋	点検方法	
下水管	点検方法、清掃方法	

3-2-4-8 技術協力の必要性とその内容（案）

(1) パレスチナにおける技術協力プロジェクトの必要性

ジェリコ市では、本プロジェクトの工事の進捗に伴って、工事への様々な問題に対する対処、処理場の運転要員を初めとした技術者及び下水会計を担当する要員の確保、接続の必要性の法的・制度的準備と制定、料金体制・徴収方法の確定、ジェリコ市の下水担当部署の組織立ち上げ、下水道指定工事店の指定、下水の各戸接続に係わるインセンティブの案出と具体化、適切な料金表の作成等が必要になる。このように、事業に係る工事そのものへの対処の他、下水道事業立ち上げに係わる様々な検討、計画、実施が必要になるが、ジェリコ市の十分とは言えない現在の人員体制で上述の業務が円滑に実施出来るとは考えられない。

本プロジェクトによって、2014 年の 4 月にジェリコ市に下水管と下水処理場施設が完成する予定であるが、流入する汚水は当面は農産加工団地からの汚水及びバキューム車で汲み取るセスピットからの汚水のみとなる。その量は当面は 200m³/日～400m³/日程度と考えられ、徐々に汚水流入量が増えることになるため、このように運転状況が日々変わる処理場の運転に対する技術的な援助が必要と考えられる。一方、自治区内の他の処理場の維持管理の援助、あるいは関連機関の技術の底上げへの援助への必要性が考えられるので、これらに答える追加的支援計画の策定を考慮すべきである。

一方で、パレスチナの既設の下水処理場は表 3-29 に示すとおりであり、まともに稼働しているのはドイツの援助で建設した、近代的なアルビーレ市下水処理場のみである。また、同下水処理場は増改築が近く開始される予定である。さらに、ドイツの援助で現在建設中のナブルス市西地区の処理場が近代下水処理場として続く。これらの下水処理場は、GIZ 等ドイツの国際協力機関

が技術援助を予定しているので、ここで計画している協力プログラムとも連携の必要がある。

表 3-29 パレスチナの既存下水処理場の運転状況

県名	都市名	建設年	処理法	設計容量(m ³ /日)/ 実処理量(m ³ /日)	備考
Jenin	Jenin	1992	曝気池 + 熟成池	760/No Data	JICA による改修後も殆ど稼働していない。
Hebron	Deir Samit	1999	酸化安定池	No Data/ No Data	
Tulkarein	Tulkarein	1975	酸化安定池	200/ No Data	過負荷
Ramallah	Ramallah	1973	曝気池 + 熟成池	No Data/4,000	KfW の資金で改修工事実施済み
	Al Bireh	2000	長時間曝気法	5,750/4,500	唯一、まともに稼働している処理場
Gaza	Gaza	N/A	N/A	No Data/42,000	過負荷
Deir El Balah	Rafah	1989	曝気池	No Data/8,000	過負荷
Northern Gaza	Beit Lahia	1976	N/A	5,000/12,000	過負荷

パレスチナ自治政府ジェリコ市下水分野の協力の可能性調査 (JICA2009) より

一方、表 3-29 中の多くの処理場で設計能力、現状処理量すら把握していない処理場が多いことは、汚水処理技術が全く根付いていない現れと考えられ、パレスチナのこれらの処理場に対する技術援助の可能性が考えられる。しかし、PWA の担当者との協議では既存の施設が小規模かつ、施設的に不十分であるということから、そのような協力に関心は示されず、PWA のスタッフを対象とする下水道施設に係る設計及び審査、下水道施設の管理及び事業経営の能力向上のためのコースが望まれるとのことであった。このようなコースと技術の底上げは、PWA の役割であるジェリコ市をはじめとする自治体の組織の立ち上げ、運転管理やその他の問題に対し援助に当たり有用である。かかる状況から、ジェリコ市のプロジェクト立ち上げ援助は必要であり、下水・汚水処理技術の関連機関技術者の底上げのための活動も含まれる可能性がある。これらの活動のためには、技術協力プロジェクトにて援助を行うことが適当と考えられる。

(2) 必要な専門分野と派遣の時期及び期間

先述した、要員の確保、制度の整備、料金体制・徴収方法の検討確立、下水道担当部署の立ち上げ、家庭接続の準備・実施（実際にパイロットプロジェクトとして行うことが望ましい）、更に接続のインセンティブ付け等については、本プロジェクトの工事終了時には終わっている必要がある。これらの準備作業と意志決定は単に担当部署だけでは決められず、PWA、ジェリコ市役所内部の他、広く市民の会計団体・会社・組織とも協議しその同意が必要なので、準備委員会的な組織が動き始めてから 2 年程度の時間が必要と思われる。

また、本プロジェクトについては既に E/N 及び G/A の締結が済み、工事を平成 24 年 4 月に始める予定なので、その頃には下水道事業に係わる諸準備を開始する必要があることを PWA 及びジェリコ市も認識しているものと考えられる。その意味で、これらの活動の支援は工事实施契約が締結される予定の 2012 年 4 月（平成 24 年度始め）頃に始めるのが適当と考える。一方で、前述し

たような作業を終え、その運用の始まりの段階についても最低1年はフォロー・支援が必要になると考えられるので、組織制度、財務・会計、及び管渠接続等の専門家の活動が工事開始時から3年間は必要ということになる。

また、処理場の運転管理、管渠の管理については基本的に施工業者の引渡運転時からの配置が必要で、処理場についてはある程度流入量が増え、処理負荷が上がってくる3年程度後までは指導することが望ましいと考える。処理場の運転指導については、毎日現場に詰める必要はないので、この間に先述したパレスチナの関連機関の技術的底上げのための協力を行うこともできる。以上、とりまとめると図3-11のような専門分野の要員と5年間にわたるスケジュールとなる。

専門分野/年度	2011			2012												2013												2014												2015												2016											
	1	2	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	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3												
業務主任 (下水道経営)				→												→												→												→												→											
財務/会計、組織/制度、取付管接続				→												→												→												→												→											
処理場運転、機械/電気O&M、水質分析/水質管理、下水管渠O&M				→												→												→												→												→											

図3-11 技術協力プロジェクトスケジュール

(3) 必要な業務と成果

1) 施設完成前の準備業務

以下のような内容がプロジェクト専門家の役割となる。

下水道事業準備委員会の設立支援及び参加

下水管への接続に係わるパレスチナの法制度の調査と、ジェリコの実態に合わせた条例等の制定の支援

組織体制を暫定的に定め、時系列毎の人員費を含めた事業運営費の算定、及びこれを元にした料金体制毎の収支バランスの算定の支援

上述の収支バランスを基に料金体系案及び徴収方法の策定及び議会等での制定の支援

料金計算システム、徴収システム、下水道事業会計システムの策定及び決定の支援

下水の接続の必要性、料金とその徴収方法等に係わる広報資料の作成の支援

下水道に係わる運用に必要な人材とその数について時期毎に確定、組織案策定の支援及び市内部での決済の支援

市内の一定範囲を定めて、下水道の各戸接続のパイロットプロジェクト実施による要領・手順の確立と市職員及び後述指定工事店従業員のスキル向上

家庭等の接続を実施する指定工事店の設立に係わる支援及び家庭接続料金表作成の支援

家庭接続に係わるアドバイザー制度立ち上げ支援とアドバイザーに対する技術指導

家庭接続のマニュアル作成の技術支援

下水道への接続のためのインセンティブ手段の検討及び具体策案出と、及び制度の具体化及び必要に応じ条例化のための支援

処理場施設、管路施設に管理に係わる規則の制定及び、管理日・週・月・年報の様式作成支援

上記の検討を経て設立される下水道（部）が策定・制定された役割を実際に果たす初動時の支援

2) 施設完成前後の業務

同様に以下のような内容になる。

処理場について機器据え付け調整の最終段階のチェック及び是正依頼

処理場について機器試験運転、試運転状況のチェックと必要に応じ是正依頼

処理場について施工業者の運転指導演法についてチェックし、必要に応じて是正依頼を行い、さらに市の運転員と共に受講

処理場、汚水管路について、汚水管接続パイロットプロジェクト汚水、セスピット汚水、農産加工団地の汚水受入れの確認

水質試験機器の取り扱い指導、及び水質分析結果の運転への反映方法の指導

処理場について初期運転状況のチェック及び必要に応じて是正措置の実施

汚水管渠の汚水流下状況の確認

家庭等接続業務の開始に伴う技術指導、（パイロット地区の接続業務の実施も含む）

接続キャンペーン実施の指導

料金徴収のための徴収票等の配布等必要な準備実施

料金計算のシミュレーション等、ソフトの確認

3) 処理場運転開始後の業務

処理場の運転が開始して、料金徴収が始まる段階での業務は以下のような内容になる。処理場運転の専門家については、パレスチナの他都市の処理場に係わる現状把握及び改善策提示を行う。

処理場に関して、徐々に汚水量が増えるにつれて必要になる運転の方法等の変更を指導

処理場に関して、日々起こる問題に対して対処方法を指導

関連機関技術者への技術底上げのためのコースの準備（必要であれば）

関連機関技術者への技術底上げのためのコースの実施（必要であれば）

家庭接続業務の各家庭等に対する指導と接続を請け負う業者の指導

接続に関する問題点への対処の指導

料金徴収開始にあたり起こる問題への対処の指導

会計計算開始にあたり起こる問題への対処の指導

管渠に関する点検方法と必要に応じて行う補修方法について指導

組織運営のモニタリングと必要に応じて是正

下水道への家庭等の接続促進のためのインセンティブ手段の効果を評価して、その結果を受けて必要に応じて是正の提言

4) 必要な成果

必要な成果は、第1に下水道事業担当職員が十分なスキルを身につけ、事業が順調に運営でき、さらに建設された施設が順調に運転されることであるが、書類としては前述した必要業務に関する成果品（例えば料金表）と、それぞれに関する報告書が成果となる。

3-2-4-9 実施工程

実施工程の期間としては、機材調達及び建設工事に21ヶ月を要し、実施設計の4.5ヶ月の他、試運転・引渡しを加え、全体で約31ヶ月となる。施設建設においては、下水処理場建設に最長の期間を要し、工事着手後、最短でも24ヶ月が見込まれる。本プロジェクトは実施設計から完了までの全体工程は概ね2.5年間と想定される。図3-12に事業実施工程（案）を示す。

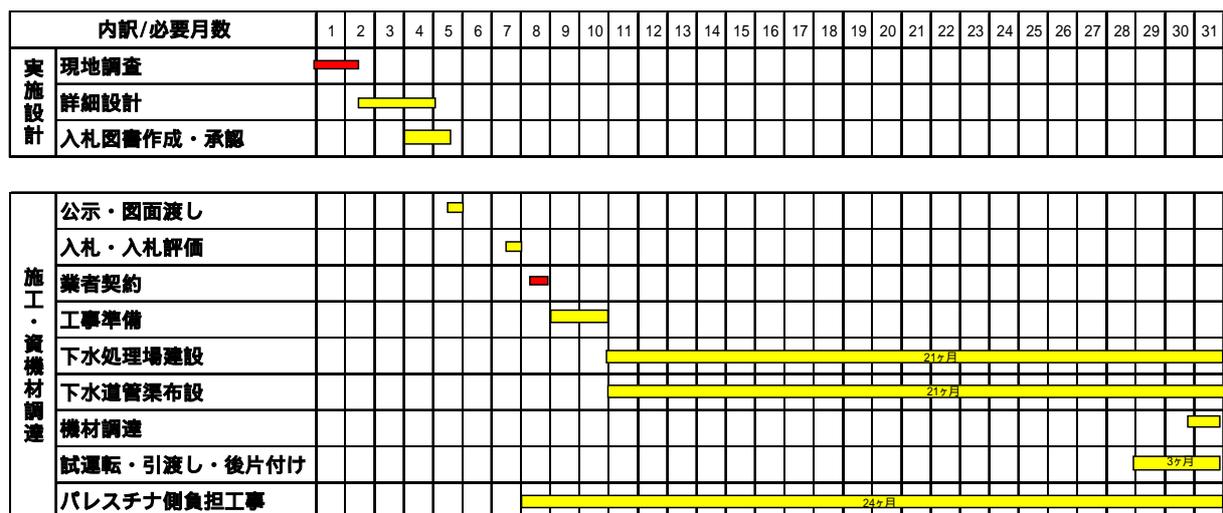


図3-12 実施工程表（案）

3-3 相手国側分担事業の概要

本プロジェクト実施において、パレスチナ側が負担する事項は、3-2-4-3 施工区分 / 調達・据付区分に示したとおりである。その具体的な内容を以下に示す。

- a) 用地の取得：全 13ha、今回整備範囲 8.4ha

下水処理場用地（全 13ha）：1 箇所

宗教庁が持つ国有地のため購入の必要はないが、宗教庁への借地料、及び現在借用している農地の補償金、ヤシ等の移植の費用を負担する必要がある。

- b) 下水処理場のフェンスの設置：延長 1,710m

- c) 進入道路の建設：延長 1,380m
- c) 送電線の設置（電力引込）：約 800m
- d) 水道管の引き込み：約 1,000m
- e) 優先地区の下水枝管整備：約 16km
- f) 接続柵から民地境界に設置する取込み柵の設置：2300 戸
- g) 銀行手数料

これらの業務による費用は 277 百万円程度と見積もられている（3-5 参照）。

3-4 プロジェクトの運営維持管理計画

3-4-1 運営・維持管理計画

ジェリコ市においては、既存の水道施設については水道管理係が一元管理しているが、下水道類似施設を運用していない現在、当然ながら下水道施設に係わる部門はない。現状は、各家庭・事業所に設置のセスピットに排出される汚水が一時貯留され、数ヶ月に1回、民間業者のパキューム車により有料にて収集され、ワジに廃棄されており、場所によってはセスピットから越流した汚物により衛生状況が悪化している。また、ジェリコ市はパレスチナでも最も少降雨地域であるため雨水排水管などは存在せず、下水の排水管も整備されていない。よって、新たにジェリコ市役所本部の中に、下水道管理者を置いた組織を立ち上げ、大きく総務・財務部門、処理場管理部門及び管渠管理部門に分かれた組織構成を持つ図3-13に示す組織の設立を提案する。

図において、総務・財務部門は集水区域内で污水管への早期の家庭・事業所からの接続を推し進め、着実に料金徴収を実施し、この収入を基に人件費や電力費、消耗品・薬剤等の諸経費を支出して財務的な健全性を保つとともに、短、中、長期的な見通しの下に事業の運営にあたる。一方、処理場部門及び管渠部門においては施設の日々の運転管理を行なうと共に、必要な人員や消耗品・薬剤等の必要な物資の調達を要求する中で、人件費、電力費や必要な資材の購入費等の次期の予算化を行って継続的な施設の運用管理を行う。

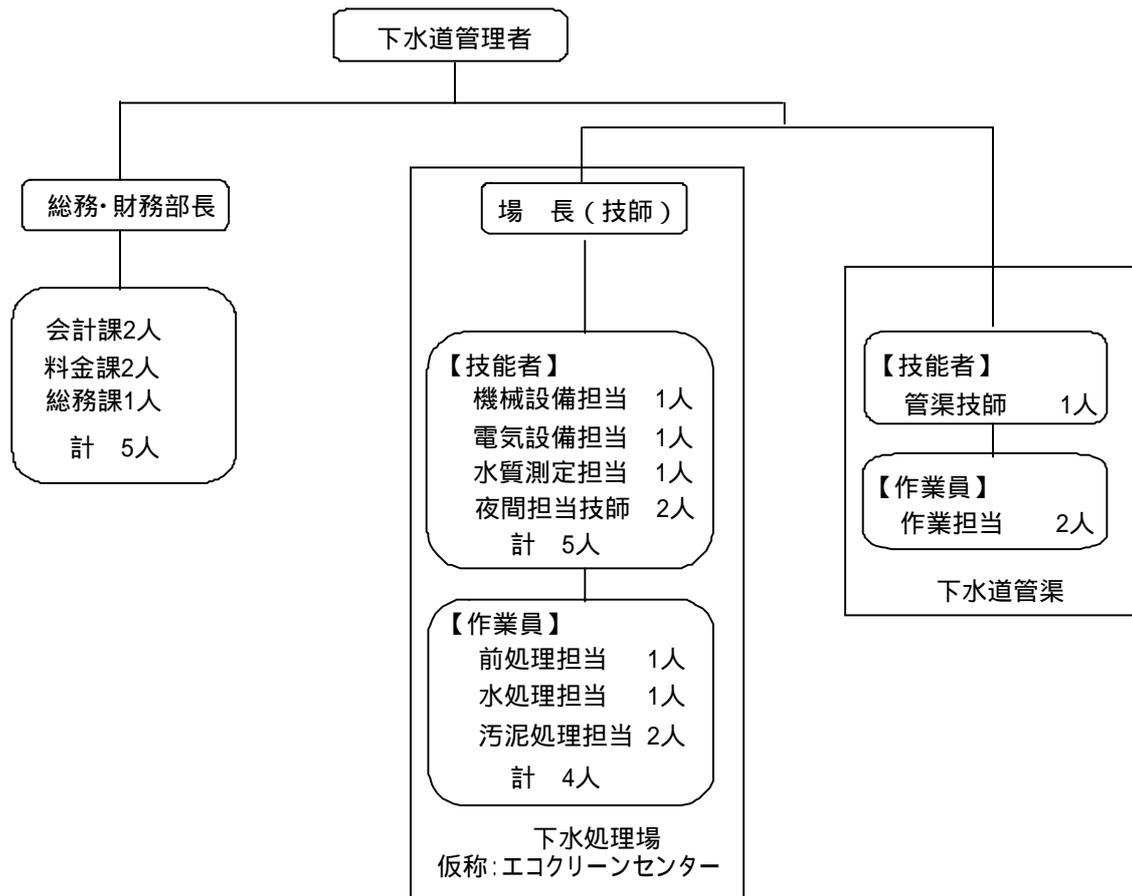


図 3-13 目標年次における組織体制（案）

この組織図は、既に稼動しているアルビーレ市の下水処理場での実績及びナブロス市の計画を参考にし、ジェリコ市と協議の上で総合的に提案したものであり、処理量の増加に応じて以下のように計画的な人員増加を図っていくように設定する。

- i) 新設下水処理場であるので、初期は最低限の人員配置とする。
- ii) 下水道本管の接続には時間を要することから、下水道施設の定常的な運転及び維持管理は建設後 1 年から 2 年程度後に本格化する。下水道施設の運営の経験がないことから、それらを考慮した技術協力プロジェクト（前述）を実施して、初期の制度・組織の構築、構成員のスキルアップを行う。
- iii) 水道料金の徴収体制は確立されていることから、下水道料金も水道料金とセットで合理的に料金徴収可能となるようにする。
- iv) パレスチナの電気代は比較的高く、維持管理費に占める割合が大きいことを考慮し、処理場に設置される 100kW の太陽光発電による昼間電力費用の低減、省エネ型水処理設備（パレスチナにおいてドイツの援助による運転中の近隣のアルビーレ市及び建設に着手されようとしているナブルス市においても導入されているシステムの半分程度の消費電

力)を導入した。

これらより、目標年次(2020年)において図3-13のように総数を20人体制とし、全体計画年次(2025年)においては適時増員されるものとして計画する。

3-4-2 運営・維持管理費

(1) 運営・維持管理費の算定

表 3-30 に、本プロジェクトにおける事業の運営・維持管理費(減価償却費を除く)を示す。なお、その算定の詳細及び想定した料金との比較、さらに減価償却費を含めた場合等の詳細計算結果を資料 7-5 に示す。

主に、人員増による人件費の増加、消毒剤費用の増加、電力費の増加、機械・電気設備の補修費の増加等による経費増が生じるが、特に人件費及び電力費の比重が高くなっている。人件費については、最小限の費用とするため料金徴収の人員は既存の水道事業と一体となって行うものとして最小の人員としている。それにも係わらず、人件費の割合が最大になっているのは、ジェリコ市は比較的人口規模が小さい一方で、パレスチナ内の下水道類似施設がないために民間委託業者等が育っておらず、ジェリコ市が自ら職員を抱えて運転にあたる必要がある点が理由になっている。電力費については、太陽光発電施設、及び省エネ型処理システムを導入するなどして極力消費量を抑えているが、ヨルダンから買電しているため電力費用の割合が比較的高くなっている。

また、汚泥処分については、天日乾燥した汚泥を場内に1年程度貯留した後、肥料又は土壤改良材として農家が無償で引き取りに来ると考え、処分費用を計上しなかった。

表 3 30 本プロジェクトで必要となる維持管理費(千 NIS/年)

項目	計算	合計
人件費	総数 20人:技師クラス3人、技能者11人、作業員6人 (6,000×3+3,000×11+2,000×6)/1000×12×1.8NIS/人・月= 1,360千NIS/年	1,360
薬品費	次亜塩素酸ナトリウム(平均注入率:有効塩素として3ppm) 1,120NIS/m ³ ×0.2m ³ /日×365日/1000=81千NIS/年	81
電力費	電力料金: 886,400kWh/年×0.66NIS/kWh/1000=585千NIS/年 太陽光発電による減分: 100kW×8h/日×0.6×0.66NIS/kWh/1000×365日/年=-116千NIS/年	469
汚泥処分費	場内処分、農家引き取りを原則	0
補修費	機械電気設備の1%/年 (当初数年間、老朽化に伴い増加する)	267
計		2,177

表 3-30 を基に、減価償却費を含めた場合も合わせて、本プロジェクト目標年次 2020 年及び全体計画目標年次 2025 年について汚水量当たりの費用を表 3-31 に計算した。注記に示すようにケ

ケース 1 及び 3 は当初計画とおりの污水管の接続が行われる場合、ケース 2、3 及び 4 は接続が遅れる場合とした。

表 3-31 汚水量当たりの費用の算定

年	ケース	接続率 (%)			汚水量 (m ³ /d)	年間経費(千/年)		費用 (NIS/m ³)	
		市内	周辺	農産加工団地		減価償却含	減価償却不含	含	不含
2020	1	80	50	100	6,540	4,392	2,177	1.8	0.9
	2	60	30	50	4,470	4,196	1,981	2.6	1.2
	3	50	20	33	3,520	4,037	1,822	3.1	1.4
2025	4	90	70	100	8,450	4,523	2,308	1.5	0.7
	5	60	30	50	4,650	4,213	1,998	2.5	1.2

(2) 下水道料金の想定と収支試算

表 3-31 より減価償却費を見込んだ場合には下水道料金は 2NIS/m³ を上回る必要があるが、本プロジェクトは無償資金協力事業であり、必ずしも減価償却費を見込む必要はないと考える。

ジェリコ市は図 3-14 に示すようにパレスチナでは最も給水原価の低い都市であり、料金も低い都市の一つである。

一方、現在ジェリコ市の水道料金は使用量が最も少ないカテゴリーで、1 NIS/m³ となっていることから、現状のところ、ジェリコ市においては、下水道料金の一般家庭の料金として 1 NIS/m³ を上回することは政治的に難しいと考えられている。

しかし、すべてのカテゴリーの料金を 1 NIS/m³ とすることは、表 3-31 に示すように多少接続が遅れることで、直ちに赤字に陥ることになり、経営的には極めて危険である。これは、将来の全体的な更新までは見込まないとしても、ある程度の規模の更新・修理等は自己資金で賄う必要があるからである。

水道料金については、一般家庭等について逓増制の料金となっており、使用量の多いものは給水 1m³ 当たり最大 5 倍の料金を支払っている。しかし、下水の場合には同様に逓増制とすることは論理的に難しいと考える。すなわち、上水は限られた水資源を多く使うものはその割り増し料金を払うことは当然という考え方ができるが、下水の場合には既に水資源使用に関しては水道料金の割り増しとして一度支払っており、汚水処理については処理量が増える方が割安になる傾向があるからである。処理場の処理能力の限界に近づいている場合は、増設に多大な費用が必要になることから、こうした割増料金の正当性はあるが、本プロジェクトではこれにはあたらない。

また、ジェリコ市内の給水記録から、市内の比較的大きな企業やホテル、税金で運営される

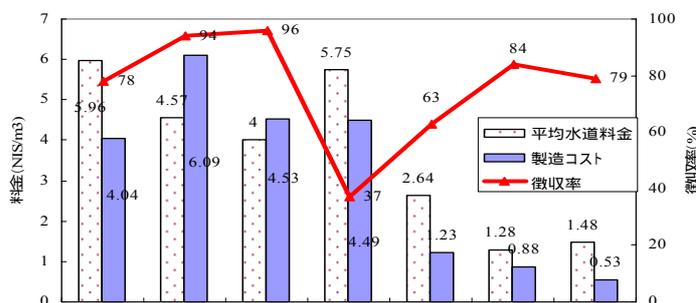


図 3-14 パレスチナの給水原価・料金
パレスチナ自治政府ジェリコ市下水分野の協力の可能性調査 (JICA2009) より

役所等公共施設、学校等（大口需要者と呼ぶ）を除いた一般家庭や商店等の給水量は約 85%である。そこで、給水量の 15%に相当するこれら既存の大口需要者及び農産加工団地の入居者（双方を総称して大口需要者と呼ぶ）は、ある程度の割り増し料金をもって減価償却費の一部を負担して頂くと考えた。従って、一般家庭等については、料金は一律で 1NIS/m³ と考え、大口需要者の料金を 1.5NIS/m³、2NIS/m³としたケースで表 3-32 に収支を試算した。大口需要者の料金の料金が 1.5NIS/m³の場合には、ケース 2 及びケース 3 において本プロジェクトの計画年次で赤字が発生することになる。

表 3-32 各ケースにおける収支計算

Year	ケース	汚水量(m ³ /d)			費用 (千 NIS/年)	収入(千 NIS/年)		収支(千 NIS/年)	
		全体	一般	大口		料金 1.5*	料金 2.0*	料金 1.5*	料金 2.0*
2020	1	6,540	3,910	2630	2,177	2,867	3,347	690	1,170
	2	4,470	3,300	1,170	1,981	1,845	2,059	-136	78
	3	3,520	2,670	850	1,822	1,440	1,595	-382	-227
2025	4	8,450	5,530	2920	2,308	3,617	4,150	1,309	1,842
	5	4,650	2,490	2,160	1,998	2,091	2,486	93	487

*: 大口需要者等の料金(NIS/m³)

(3) 施設更新時期

パレスチナでは特に耐用年数の定めはないが、施設更新の時期は一般的に以下の年数程度と考えられる。

- ・ 躯体：50 年
- ・ 配管：鋳鉄・VP・ステンレス管 50 年、鋼管 20～30 年
- ・ 機械電気設備：10～20 年

3-4-3 社会意識調査結果

社会意識調査を現地再委託調査により 2011 年 1 月に行った（結果は資料 5-2 に示す）。調査は一般家屋（170 戸）、ホテル（4 軒）、商店（25 店）及び工場（11 社）に対して市内全域で偏りができないように行った。それぞれのカテゴリーの諸条件について、個人住宅の主な収入源、病気の回数や医療費等を表 3-33(1)、ホテルの客数等について表 3-33(2)、商店と工場の業種について表 3-33(3)に示す。

サンプル数 210 全体の集計結果は表 3-34 に示すとおりである。

表 3-33(1) 対象個人住宅の調査結果

項目		平均値
平均収入(NIS/月)		2,512
平均支出(NIS/月)		2,532
病気になった 延べ回数	家毎(回/家/年)	48.2
	一人当たり(回/人/年)	8.6
病気の原因	水(%)	11.2
	食物(%)	5.3
	衛生施設(%)	4.7
	その他(%)	78.8
年間医薬費(NIS/年)		1093
主要収入源 (%)	農業	7.1
	商取引	14.7
	サービス(公務員含)	32.9
	観光	1.4
	建設	43.5
	その他	0.6

表 3-33(2) 対象ホテルの調査結果

項目		平均値
客室数(室)		85.5
客数 (人)	年間	7,975
	日間	29

表 3-33(3) 対象商店・工場の業種

商店		工場	
業種	割合(%)	業種	割合(%)
全般	40	食品	36.4
衣料	20	プラスチック	9.1
建設資機材	4	金属	9.1
家庭水回り商品	16	木製品	9.1
その他	20	その他	36.4

表 3-34 社会意識調査の結果集計表

項目		個人住宅	ホテル	商店	工場	
サンプル数		170	4	25	11	
平均住民(従業員)数(人)		5.61	50	2.24	20.3	
平均面積(m ²)		125	8,314	53	3,081	
平均水道料(NIS/月)		101	12,643	46	1,472	
トイレ	位置	屋内(%)	97.6	100	68	100
		屋外(%)	2.4		28	
		無し			4	
	形式	水洗(%)	81.8	100	56	81.8
溜めます(%)		18.2		12	18.2	
給水	給水栓位置	屋内(%)	78.2	100	68	63.6
		屋外(%)	21.8		28	36.4
		無し			4	
	夏期給水量	月(m ³)	43.34	584	26.7	272.5
		Lpcd	258			
	冬給水量	月(m ³)	21.32	351	17.4	183.1
Lpcd		127				
セスピット	雑排水流入	全量(%)	87.6	100	68	100
		部分的(%)	11.8			
		無し(%)	0.6		32	
	使用形態	専用(%)	31.8	100	4	63.6
		共有(%)	68.2		64	36.4
		無し(%)			32	
	汚水引抜き(回/年)		6.42	0.75	2.72	23.4
引抜き費用(NIS/回)		76.3	525	69.4	136.4	
感染の原因(%)	経口	8.2		8	9	
	接触	4.1		4		
	衛生環境	84.1	100	88	91	
	その他	3.5				
衛生環境が心配(%)		98.2	100	100	100	
周辺の水環境も同様に心配(%)		98.2	100	100	100	
衛生環境の改善には下水の接続が必要(%)		98.8	100	100	100	
下水処理水再利用,汚泥肥料使用に賛成(%)		70	100	92	90	
下水処理水を農業灌漑に使うことに賛成(%)		64.7	100	88	90	
下水料金を負担する(%)		85.9	50	96	100	
下水料金の負担限界(月/NIS)		63	300	66	129	
下水道施設の建設に賛成(%)		97.1	100	100	100	
下水に接続後もセスピットを使う(%)		31.2	50	4	9.1	
政府事業の優先順位 (0-10のスケール)	給水	8.8	7	8	8.8	
	下水	8.6	8	9.1	8.6	
	道路	7.3	7.5	4.5	5	
	教育	8.3	5	4.4	5.3	
	通信	6.7	6.25	3	3.8	
	電力	7.8	7	5.3	6.7	
	医療	9	6	6.8	6.7	
	灌漑	7.9	6.25	5.5	5	
	ゴミ収集	8.4	9.25	7.2	7.5	

以上の調査結果から個人住宅について以下のことが言える。

- 1) 夏期の給水量は本プロジェクトの計画給水量に近いが、冬は半分以下である。
- 2) トイレは大部分屋内にあり、その多くは水洗式であり雑排水もセスピットに貯留している。またセスピットの汲み取りは2ヶ月に1回ほど行っている。
- 3) 水道料の支出に占める割合は平均収入の4%程度である。病気になる回数が年間に8回以上というのは非常に多く、医療費は水道代に匹敵する。
- 4) こうした高罹患率のせいか、衛生環境に関する懸念が強く、下水道整備に対する期待は大きい。
- 5) また、下水処理水及び汚泥の再利用に関しては約70%が賛成しているが、具体的に下水道処理水の灌漑利用について質問すると、賛成は65%程度になる。
- 6) 下水道に対する料金の支払い意志は85%程度に留まっている。支払い限度は水道代として支払っている約100NIS/m³に対し60NIS/m³としている。
- 7) 問題は30%の家庭が下水に接続してもセスピットを使い続けたいという点で、この場合汚濁物質に地中への浸透は防げないことになる。

また、ホテル、商店、工場について以下のことが言える。

- 1) ホテルに関して、市内最大の2ホテルは自前の排水処理設備を持っているので、下水への接続の意志がないのはやむを得ない。
- 2) 商店は、衛生状態はむしろ個人住宅に劣り、意識も個人住宅と類似しているが、料金の支払い意志は高い。
- 3) 工場はある程度の規模があるだけに商店に比べて意識は高い。しかし、支払い限度額は水道料の1/10程度しか提示していない。

3-5 プロジェクトの概算事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費の総額は26.5億円となり、先に述べた我が国とパレスチナ側の負担区分に基づく双方の経費内訳は、次に示すとおりと見積もられる。但しこの額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

本プロジェクトの日本側負担事業費は以下のとおりと見積もられる。

表 3-35 日本側負担事業費

合計金額 2,650 百万円

下水処理場新設 1 箇所、下水道幹線延長約 25.4km

費 目		概略事業費(百万円)		
施 設	下水処理場	汚水受水槽設備、沈砂池設備、反応槽設備、沈殿池設備（返送汚泥ポンプ設備含）、塩素滅菌設備、汚泥濃縮設備、管理設備、太陽光発電設備	1,689	2,447
	汚水管路	ジェリコ市内幹線管渠径 700-200mm×延長 25.4km	758	
機 材		7		
実施設計・施工管理		196		
合 計		2,650		

(2) パレスチナ側負担経費

パレスチナ側の負担経費は、項目毎に表 3-36 のとおりと見積もられた。

表 3-36 相手国側負担事業費

合計金額 11,790NIS (273 百万円)

項目	内訳	金額 (千 NIS)	金額(百万円)
下水処理場	借地料* (処理場用地 13ha)、農家補償	50	1.2
	フェンス：1710m	462	10.7
	進入道路整備：1380m	924	21.4
	電力引き込み工事	217	5.0
	水道・電力引込み工事	167	3.9
下水管	枝線 16km	8,320	192.4
取込み柵設置	約 2,000 戸	1,600	37.0
銀行手数料		50	1.2
合 計		11,790	272.6

*320NIS/ドノ(0.1ha)/年

(3) 積算条件

積算時点：平成 23 年 6 月

交換為替レート：1 US\$: 83.93 円

1 NIS : 23.12 円

施工調達期間：詳細設計・工事期間は、3-2-4-9 実施工程に示したとおり。

その他：積算は日本政府の無償資金協力事業の制度を踏まえて行うこととする。

第4章プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

事業実施の前提条件として、以下のようなパレスチナ側で実施すべき事項がある。

- 1) 無償資金協力事業としての本プロジェクトに対して、パレスチナ側が必要な諸手続きを実行すること、及び負担事項に関して予算措置を行って実施する。
- 2) 污水管網の整備については、本プロジェクトでは全体計画で求められる延長の一部に留まるため、污水管のパレスチナ側による継続的な整備が極めて重要である。
- 3) プロジェクト推進のために JICA による技術協力プロジェクトは計画されているが、これを受けて実際に事業を運営するカウンターパートとしてのパレスチナ側の人員配置が必要になる。
- 4) 事業が成り立つためには、整備された下水管に対して集水区域の需要者が污水管を接続する必要があるが、この早急な実現策の実行が必要になる。
- 5) 処理水の再利用のために、活用策を具体化して必要な施設を建設する必要がある。

4-2 プロジェクト全体計画達成に必要な相手側投入（負担）事項

先に述べた、前提条件としてのパレスチナ側の投入（負担）事項について以下述べる。

4-2-1 無償資金協力事業としてのパレスチナ側の責務の履行

無償資金協力事業としての本プロジェクトに対して、パレスチナ側が以下の諸手続、諸負担事項を実施することが、前提条件の一つになる。

- 1) 必要な諸手続（関税手続き、免税措置、借地、通行・立ち入り許可、環境影響評価の取得、工事許可等）を実行する。
- 2) 諸負担事項（用地取得、フェンス設置、水道・電力引き込み、進入道路建設、污水管接続、枝線管渠敷設等、に関して予算措置を行って実施する。

4-2-2 下水管路の延伸

本プロジェクトは、計画年度を 2020 年として、ジェリコ市内の接続人口 80%、周辺地区で 50%、及び現在用地造成が進んでいる農産加工団地からも 2000m³/日以上以上の污水が流入するとしている。また、本プロジェクトの大きな目的の一つは、污水が垂れ流し状態になっていることによる地下水（地区の唯一の上水水源）の汚染及び流域の汚濁を防ぐことにある。従って、その目的を果たすためには、出来るだけ早い下水管の延伸が必要である。加えて、下水道事業の財務的な安定を図るためには、多くの人々の利用による安定した料金収入が必須である。このことから、今後短・中期的な下水管路の延伸計画を策定し、パレスチナ側のみならず我が国や他の様々なドナーの全面的な協

力の下に早期の下水管路敷設を進める必要がある。

その第1段階として、先述したようにパレスチナ側負担事業となっている重要区域の下水枝線の敷設を確実にいき、その枝線を含めた本プロジェクトで整備される下水管の沿線の接続升への各戸汚水管の接続を行うことが重要である。

4-2-3 ジェリコ市のカウンターパート要員の配置

本プロジェクトにより、ジェリコ市では管渠と処理場から成る施設が建設され、全く新しく下水道事業が始められることになる。この場合、準備段階として汚水管接続に係わる条例と制度の準備と制定、料金体制・徴収方法の確定、ジェリコ市の下水道担当部署の組織立ち上げ、下水道指定工事店の指定、下水管の各戸接続に係わるインセンティブの案出と具体化及び正当な料金表の作成等が必要になる。さらには、本プロジェクトの工事の進捗にともなって、工事に係わる様々な問題への対処を行い、処理場の運転要員を初めとした技術者及び下水道会計を担当する要員を確保した上で、処理場及び管渠の管理等の運転業務を開始する必要がある。

これらに対し、先述のように JICA による技術協力プロジェクトが実施されると考えられるが、PWA の支援の下にジェリコ市の担当カウンターパートの配置が必須である。準備段階においては、会計・財務、組織・制度、及び汚水管接続の3人は少なくとも必要であり、工事が完成に近づくとき処理場の処理技術、水質分析、及び機械・電気等の要員が必要になる。これらのカウンターパートは施設の運転が開始された時は実際の下水道担当部門の中核を担うことになる。

4-2-4 下水管路への汚水管接続の促進

下水管路の早急な延伸と共に、敷設された下水管路への個人の汚水管接続も同様に重要である。しかし、日本を含めた諸外国の例を見ても、この個人の汚水管の迅速な接続は難しく、何らかの強力な促進策が必要である。パレスチナ側に説明した促進策の例は以下のとおりである。

- 1) 一定の期間中に接続した顧客への優遇策を含んだ制度を制定する。
- 2) 下水接続の必要性に関する分かり易く継続的な広報をおこなう。
- 3) 効率的・経済的な接続方法を住民に指導・提言できるような人材をジェリコ市に配置する。
- 4) 接続工事の指定工事店を公正な料金表と共に定める。この結果、これらの工事店は自ら接続を人々に勧めるようになることが期待できる。
- 5) 必要な費用に係わる、低利の融資制度を創設する。
- 6) 確実な検査法が担保されたうえで、家主自ら接続を行えるようなマニュアルを作成する。
- 7) 以下のような接続刺激策を実施する。
 - a) 早期に接続した顧客への優遇制度

- 接続料の一部を補助
- 一定期間料金を割り引く
- 何らかの免税制度

b) 一定期間中に接続を行わなかった住民に対するアクション

- 継続的な説得
- 高い上水道料金レートを適用
- 名前の公示

4-2-5 処理水の再利用水としての活用

ジェリコ市及びその周辺地区は降雨量が非常に少ないため、灌漑を行わない場所にはほとんど植物は生えない。従って、すべての農地には灌漑用水供給のためのポリエチレン管が張り巡らされており、その水源はわずかな降雨に頼るため池の水か地下水である。ジェリコ市には、市内の最も標高の高い山裾に数千年前から活用されている湧水があり、これを水道用水と農業用水で分け合っているが、年々水道用水の割合が増える傾向にある。この湧水の塩分濃度は市内でも最も低い良質なものであり、その利用後の排水を処理した下水処理水も塩分濃度は当然低い。従って、塩分濃度の高い市内の多くの農業井戸に比べれば、その利用価値は高いものと考えられている。

下水処理場内には容量 1000m³ の灌漑水槽が設置されて、その利用に備えるものとしているが、早急に具体的な利用方法を策定し、必要なポンプや配管の施工を行う必要がある。なお、天日乾燥後の汚泥についても、1年ほど場内で貯蔵して安定化させたものは窒素・リン等の肥効成分も豊富で肥料・土壌改良材としての利用が望まれる。

4-3 外部条件

プロジェクトが効果を発現するための外部条件を以下に整理する。

- 1) ジェリコ市及び周辺地区はパレスチナでも、治安が最も良い地域であり、過去にもこの地区における大きな紛争は経験していない。しかし、一方でイスラエル建国以降、地域から多くの住民が流出して、経済の大きな落ち込みを経験している。外部条件としては、このような治安の良さが今後も保たれ、経済情勢も将来安定して成長することが必要になる。
- 2) 今回整備する下水処理場については、パレスチナでは製造できないものも含まれるため、今後もパレスチナが対外的に開かれた国で、国際的な取引関係が継続することで必要な部品等を入手できることが必要である。
- 3) パレスチナでは、パレスチナ開発計画にも示すように、今後下水道の普及を積極的に進めようとしている。本プロジェクトはその先駆けとなるものの一つであるが、今後パレスチナ暫定自

治区政府が同開発計画に沿った下水道事業の促進を積極的に行っていけば、本プロジェクトも成功例の一つになるものと考えられる。一方、下水道施設の長期の運営のためには多大な人材、資金、資材を必要とし、その安定的な運営のためには政府の積極的な関与と指導が必要になる。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 効果

本プロジェクトの実施により、ジェリコ市の衛生環境給水事業及び住民に対し次表に示す効果をもたらすことが期待される。

表 4-1 プロジェクト実施による効果

現状と問題点	本計画での対策	本計画実施による効果
A：直接効果		
<ul style="list-style-type: none"> ・現在、対象地域人口のすべてが下水処理を行っていない。 ・汚水がすべて地下浸透しているため地下水の汚染が進行している。 ・死海流域の水環境を悪化させている。 ・水汚染による地球環境悪化を招いている。 ・水道水源は湧水のみであり水資源が不足している。 ・農産加工団地が建設されており、汚水処理場が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・新たに下水処理場、下水管を建設し、2020年に人口の68%の汚水を処理する。 ・処理場は高度処理を行い、高い汚濁物質の除去率を得る。 ・処理水は農業の灌漑用水に活用可能とする。 ・農産加工団地の汚水も受け入れて処理することを可能とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域人口の68%の人々が健康で衛生的な生活をおくれる。 ・地下水の汚染が防止できる。 ・死海への汚濁物質の流入をほとんど防止できる。 ・GHGを年間約5,400t-CO₂削減。 ・農業用水は増加し、都市用水原水に転化可能となる。 ・約2000m³/dの排出汚水を処理する
<ul style="list-style-type: none"> ・各家庭はセスピット（底のない水槽）に汚水を貯留しバキューム車でワジに放流している。 ・下水道の経営・運営及び施設の管理に係わるノウハウ、経験はほとんどない。 ・汚水管の速やかな接続が出来るかどうか疑問 	<ul style="list-style-type: none"> ・下水道施設を建設することで、汚水を管渠で集水し処理すると共にバキューム車の汚水受入可能とする。 ・技プロにより、財務・会計、組織/制度、汚水管の接続、施設の管理等について支援・指導する。 ・接続のインセンティブを待たせる施策を実行する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・セスピットの汚水が下水処理場で適切に処理される。 ・ジェリコ市が下水の経営・運営を実施でき、自ら汚水管の接続を進め、さらに施設を適切に管理できる。 ・速やかに接続が進む。
B：間接効果		
<ul style="list-style-type: none"> ・病気の発生率が非常に高く、人々は水環境が悪いことが原因としている。 ・水源が限られていることが経済的な発展を制限している。 ・環境改善が不十分であるため宿泊観光客が少ない。 	—	<ul style="list-style-type: none"> ・下水道による汚水の漏出がなく、人々の健康状態が改善する。 ・上水道水源の増加による商工業の発展、農業灌漑用水増加による農業生産額の向上が見込める。 ・観光業の発展が見込める。

4-4-2 妥当性

本プロジェクトは以下の点により、我が国の無償資金協力による協力対象事業として実施することが妥当と判断される。

- ・ プロジェクトの裨益対象はジェリコ市及びその周辺地域住民であり、裨益人口が約53千人（計画年度）と多数である。
- ・ 現在、対象地区では汚水の処理を行っていないために、地域の貴重な上水源である地下水の汚染が進行している。本プロジェクトはこのことに対する対策として必要であり、これは、

BHN に合致するとともに緊急性が求められているプロジェクトである。

- ・ 同様に、同地区の汚水が処理されていないことは、汚濁物質がヨルダン川を経てイスラエル領の死海の水環境を汚染しているとの認識から、イスラエルからも下水道事業への強い要求がある。本プロジェクトはこれに応えるものである。
- ・ ジェリコ市では、我が国の援助で農産加工団地の建設が進められており、本プロジェクトでこの汚水を受け入れることは、同事業の円滑な推進に有効である。
- ・ 下水処理場の処理施設に、我が国で発達してきた省エネ水処理機器が使用されている。
- ・ 下水処理場に我が国が持つ優れた技術の一つである、太陽光発電パネルが使われて下水処理場の省エネ化に大きく貢献する。
- ・ 水資源が逼迫している対象地区に於いて、灌漑等に再利用可能な下水処理水が生み出されることは、地域の農業振興に寄与するとともに、良質な湧水の上水道水源への転用を可能とする要因となる。
- ・ 本プロジェクトは、その運営維持管理に必要な経費を下水道料金によって賄うものであり、過度の収益性にはあたらない。
- ・ 通常下水道施設の建設は、処理場付近の環境に大きな影響を与えるが、本プロジェクトでは、処理水は大部分灌漑利用される見込みであるため、周辺水環境への影響はほとんどない。
- ・ 本プロジェクトはパレスチナの当該セクターに係る開発計画の目標達成に資する。

4-4-3 有効性

本プロジェクトの結果、下水処理場及び下水管路（ジェリコ市内の幹線）が建設される。また、合わせて技術協力プロジェクトが実施され、ジェリコ市に下水処理事業を実施する機関の設立を支援する。このプロジェクトの有効性を定量的に把握できる項目と、定性的に把握することが適当な項目に分けて評価する。

(1) 定量的な評価

定量的評価項目として汚濁負荷量の基準年と目標年の推移、環境中への汚濁負荷排出負荷、セスピットの汚水処理、下水処理、再利用等について基準年と目標年の対比を行った。この中で、環境中に排出される汚濁物質の削減は最も重要であると考えられる。この点については、人口増等により発生する汚濁負荷量は30%以上増加するが、環境中に排出される汚濁物質は大幅に削減されることが、表4-2に示されている。

表 4-2 プロジェクトの有効性の定量的な評価

項目	指標	基準値(2010年)	目標値(2020年)	変化率	
人口・ 負荷等 の変化	対象人口(人)	40,000	52,800	32 %増	
	汚濁負荷	汚水排水量(m ³ /日)	5,570	7,500	35 %増
		BOD(kg/日)	2,249	3,000	33 %増
		SS(kg/日)	2,624	3,500	33 %増
		T-N(kg/日)	450	600	33 %増
有効性 の評価	環境中へ の汚濁排 出負荷	無処理水量(m ³ /日)	5,470	760	86 %減
		BOD(kg/日)	2,114	504	76 %減
		SS(kg/日)	2,466	353	86 %減
		T-N(kg/日)	423	141	67 %減
		GHG*排出量(tCO ₂ /年)	4,600	664	86 %減
	セスビッ トの汚水 処理	対象人口(人)	40,000	16,800	58 %減
		バキューム収集量(m ³ /日)	100	200	100 %増
		収集率(%)	10	70	60 %増
		収集汚水処理率(%)	60	100	40 %増
		収集汚水ワジ放流率(%)	40	0	放流率 0
	下水処理	対象人口(人)	0	36,000	普及率 68%
		処理量(m ³ /日)	0	6,540	処理率 87%
		BODの処理(mg/L)	--	500 20以下	除去率 96%
		SSの処理(mg/L)	--	500 30以下	除去率 94%
		T-Nの処理(mg/L)	--	75 25以下	除去率 67%
	再利用	再利用水量(m ³ /日)	0	6,540	処理率 87%

(2) 定性的評価

定性的評価項目として、現地における衛生状態及びパレスチナ全体を考えた下水道管理運営能力、さらに地元の経済に対する評価を行った。表 4-2 に示すように、多くの点でポジティブな影響が見込まれる。

表 4-3 プロジェクトの有効性の定性的な評価

	指標	基準値(2010年)	目標値(2020年)
衛生状態	住民意識	住民が環境(水回り)の悪化を懸念している	衛生意識が改善される
	医療回数	平均9回/年・人	減少が期待できる
	町並みが清潔になる	日帰り観光客が大部分	宿泊客が増える
下水道管 理・運営	技術面	自治区内に技術の蓄積が少ない	ジェリコ市職員に技術が蓄積され、周辺に波及する
	運営面	自治区内に技術の蓄積が少ない	ジェリコ市職員に運営能力が蓄積され、周辺に波及する
経済面	農業	水資源不足により制限されている	灌漑用水による農業振興が期待できる
	観光	短時間の観光客が多い	滞在型の観光客が増える
	雇用	建設業従事に偏っている	農業・農産加工・観光等の雇用が期待できる

4-5 課題・提言

本プロジェクトの目標を達成し、その効果を最大限に発現させるためにはパレスチナ側が以下の措置に主体的に取り組むことが強く求められる。

4-5-1 相手国側の取り組むべき課題・提言

(1) 本プロジェクト実施前

- ・ パレスチナ側負担事業(処理場用地取得、処理場用地周辺の外柵・進入道路整備工事、電力・給水引込み工事、重要地区の独自予算による下水枝線敷設工事、需要者の汚水桝の設置他)について予算を確保し、プロジェクトの実施工程に合わせ適宜支出する。
- ・ プロジェクトチームの編成、要員増強、このため必要な予算を確保し要員の配置を行う(本活動はプロジェクト実施中、及び実施後に亘り実施する必要がある)。
- ・ プロジェクト施設の建設に係るパレスチナ内における必要な許認可について適宜取得し、プロジェクトの実施計画に影響を及ぼさないように事前準備を図る。

(2) 本プロジェクト実施中

- ・ 実施設計の段階からプロジェクトチームを組織して、内容の理解、技術の習得に努める。
- ・ JICA が実施を予定する技術協力プロジェクトに対し必要なスキルを持ったカウンターパートを配置して、組織・制度、財務・会計等下水道組織構築・運営のために必要な業務を行うと共に、その中で習得した技術を事業の適切な運営・管理のために十分に活用する。
- ・ 先述したパレスチナ側負担事業を適切に実施する。

(3) 本プロジェクト実施後

- ・ 技術協力プロジェクトに対し運転管理に必要なスキルを持ったカウンターパートを配置して、施工業者の行うトレーニングに参加する他、同技術協力プロジェクトの専門家の指導を受けながら運転を実施する中で運転管理のあり方を身につける。
- ・ 本プロジェクトで敷設される下水管路は、全体として必要な延長に対し約 32% (41/130km) ある。従って、事業完成後も継続的に下水管路を設計、敷設していく必要がある。これは下水道事業の経営安定のためにも極めて重要である。
- ・ 下水管路が敷設されても、需要者からの汚水管接続が出来ないと汚水は流入せず、料金収入もない。汚水管の接続が行える工事指定店の指名や接続を確実に促進するような制度を策定して需要者の接続を促す。
- ・ 下水道事業の運営に必要な下水道料金を適切に徴収する。

4-5-2 技術協力・他ドナーとの連携

先述のように、本プロジェクトの運営のためには技術協力プロジェクトが必要と考えられている。

パレスチナでは処理場を含めた下水道事業を確実に運営しているのはドイツが援助したアルビーレ市のみであり、ジェリコ市のみならず、他の都市でも処理場は存在しても適切に運営されているとは言えない。従って、今後同自治区内で同様な事業が実施されるにあたって、ジェリコ市の経験が適切な事例となるような技術協力を実施することが望ましい。このためには、実施機関である PWA も積極的に関わる必要があると考えられる。

4-6 結論

本プロジェクトは、前述のように多大な効果が期待されると同時に、住民の BHN の充足にも寄与するものであることから、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。

本プロジェクトの運営・維持管理については、現状では相手側体制は必要な知識・経験及び要員の質および量において全く満足していないが、技術協力プロジェクトの実施と相手側機関の人員・予算手当ての努力により対応可能と判断できる。