

ヨルダン・ハシェミット王国

第二次ザルカ地域上水道施設改善計画  
基本設計調査報告書

平成 18 年 4 月

( 2006 年 )

独立行政法人国際協力機構

株式会社東京設計事務所



## 序 文

日本国政府は、ヨルダン・ハシェミット王国政府の要請に基づき、同国の第二次ザルカ地域上水道施設改善計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 17 年 11 月 18 日から 12 月 24 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ヨルダン国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 18 年 3 月 10 日から 3 月 18 日まで実施された基本設計概要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、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、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 18 年 4 月

独立行政法人 国際協力機構

理 事 小 島 誠 二



## 伝 達 状

ヨルダン・ハシェミット王国政府における第二次ザルカ地域上水道施設改善計画が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 17 年 10 月より平成 18 年 4 月までの 7 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ヨルダン国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

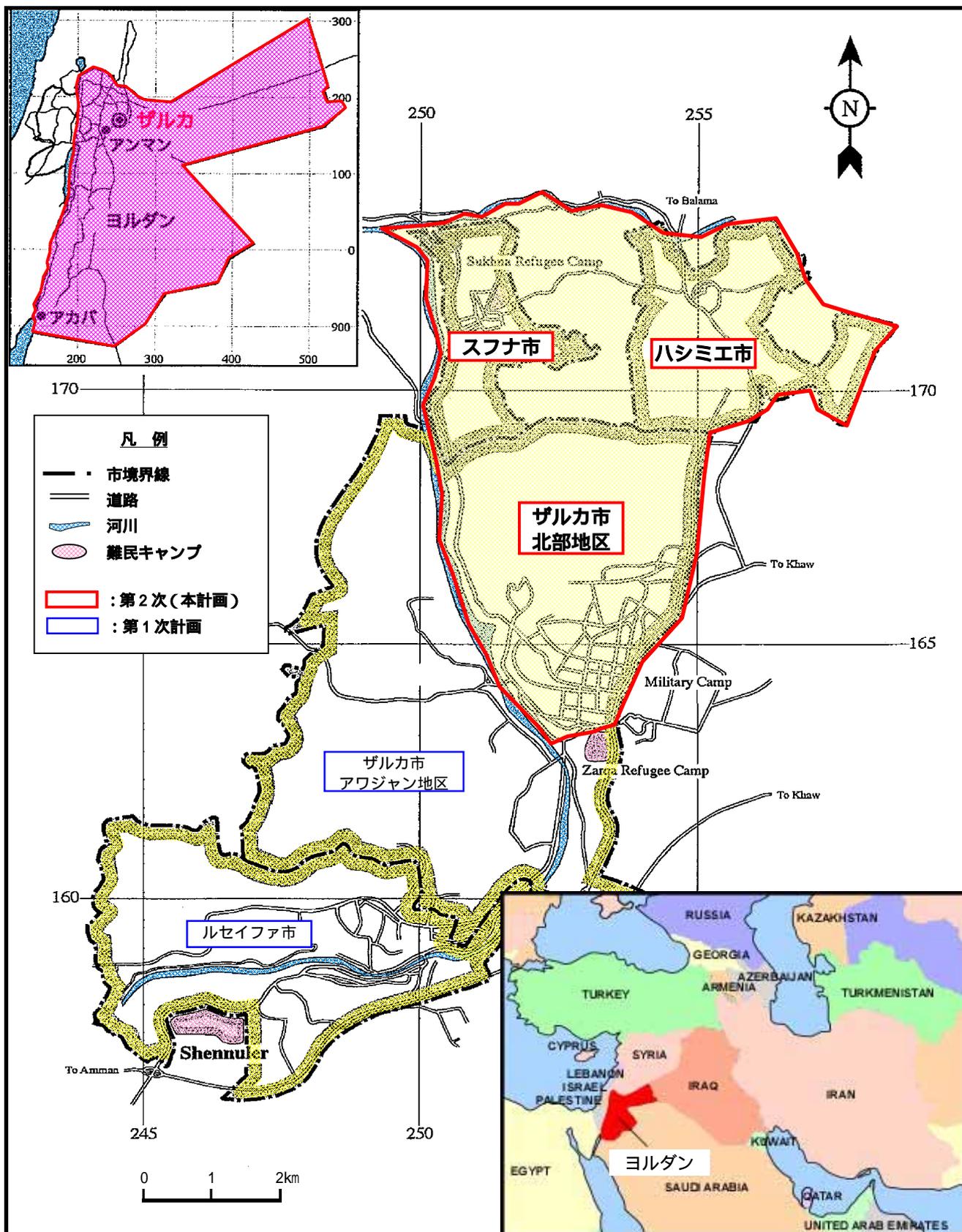
つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 18 年 4 月

株式会社 東京設計事務所  
ヨルダン・ハシェミット王国  
第二次ザルカ地域上水道施設改善計画  
基本設計調査団

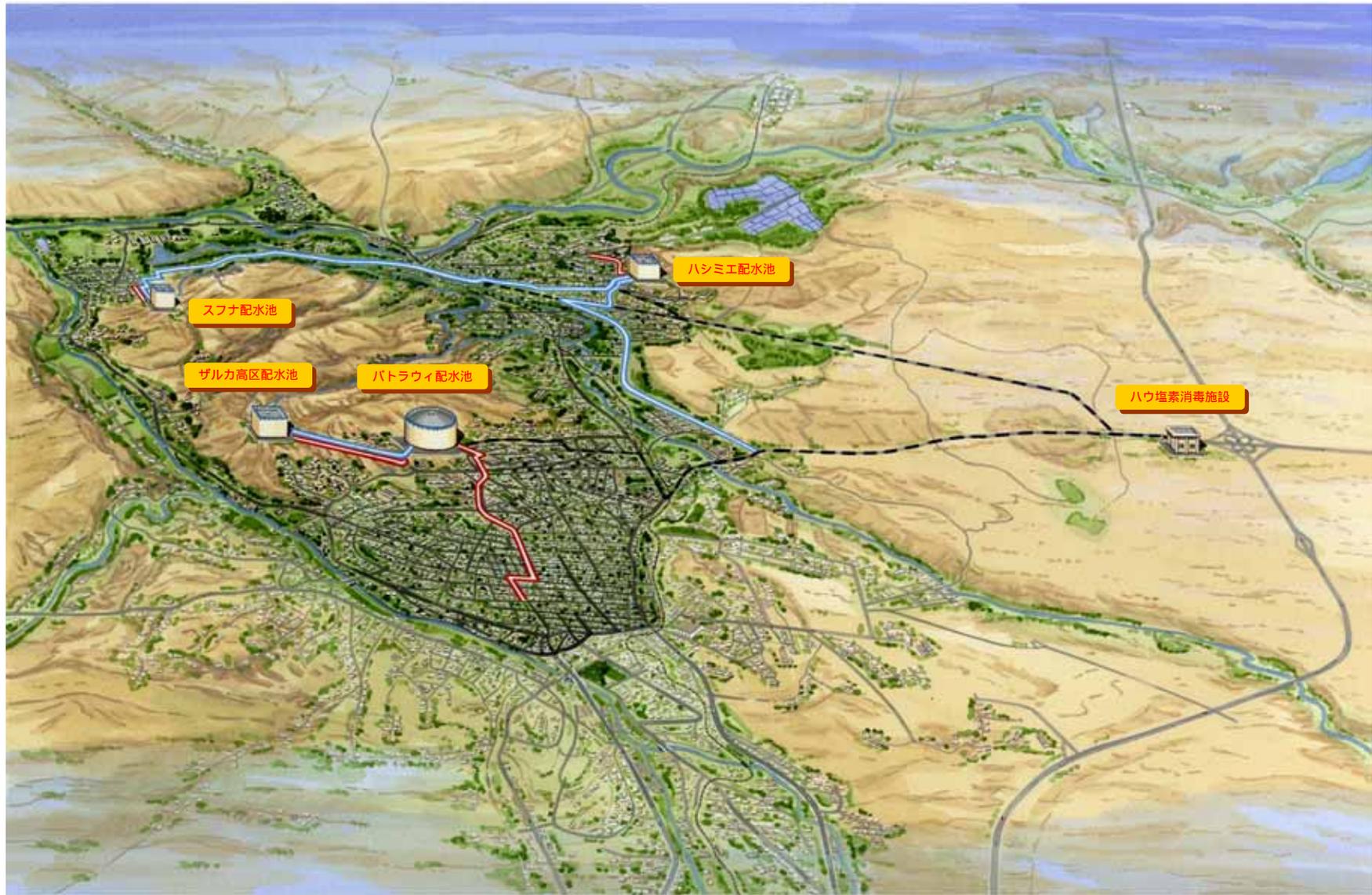
業 務 主 任 佐藤 弘孝





本計画対象地域 位置図





完成予想図



## 本計画対象地域の状況 (1/3)



給水地域  
ザルカ地区は起伏が激しい地形である。



配水管からの漏水状況  
ザルカ市内で埋設されている配水管から漏水しており、道路が水浸しとなっている。



ポンプ場での漏水  
ザルカポンプ場流出配管から漏水が発生している。高圧のため破損しやすい。



給水管からの漏水状況  
給水圧および給水管の敷設状況が不適切であり、給水管からの漏水が非常に多い。



受水槽の状況 (ザルカ市内)  
常時、給水制限下であることから各需要家の受水槽に貯留して使用している。



受水槽の状況 (スフナ難民キャンプ内)  
残留塩素が不十分な場合は、貯留期間に汚染が懸念される。

## 本計画対象地域の状況 (2/3)



資材置き場（ストックヤード）  
給水装置資材が整理され保管されている。



既存ザルカ塩素消毒施設  
劇薬の塩素ポンベの保管状況が悪く、安全管理の認識において問題が伺える。



既存ザルカ屋外ポンプ場  
屋外ポンプ場の老朽化が著しい。



既存ハウ送水ポンプ場  
老朽化が著しい。アンマン送水用に使用されている。



既存ハウ新送水ポンプ場  
近年新設された送水ポンプ場でザルカ地区への送水用に使用されている。



既存パトラウィ配水池  
近年新設された配水池（4,000m<sup>3</sup>）でザルカ市内配水用に使用されている。

### 本計画対象地域の状況 (3/3)



既存バトラウィポンプ場  
近年新設されたポンプ場で、本計画ではポンプ設備を更新して活用する。



ハウ塩素消毒施設建設予定地



ザルカ高区配水池建設予定地



ハシミエ配水池建設予定地



スフナ配水池建設予定地



バトラウィ配水池（拡張）建設予定地



# 要 約



## 要 約

ヨルダン・ハシェミット王国（以下「ヨ」国）の国民一人当たりの水資源貯存量 160m<sup>3</sup>/年は、世界で最も低いレベルにあり、都市人口の急増に伴う飲料水や農業用水の確保が恒常的な課題となっている。これに対し、「ヨ」国は長期計画である「国家水戦略（1977年）」を作成し、水不足を新規水源開発のみに頼るのではなく、水源を管理・保全し、国民の問題認識を向上させ、現在の水関連事業の組織制度を改めることにより、限りある水源を最大限に有効利用していく方針を打ち立てた。この方針の下、水道セクターに関しては以下の目標を定めた。

- 新たな水資源の開発と創出
- 下水再生水の工業・農業用水への活用増加
- 脱塩水の増加とその都市用水への増加
- 無収水率の減少
- 家庭用水への水配分の増加
- 地下水の過剰揚水の制限及び地下水汚染からの保護

上記方針及び目標の達成を目的として、「ヨ」国は多数の水道関連プロジェクトを実施してきている。また、他のドナー国や国際機関による援助も行われてきており、我が国も、累次にわたる無償資金協力、専門家の派遣及び技術協力を通じて、「ヨ」国の水政策に対する協力を続けてきた。

本計画の対象地域は、「ヨ」国の首都アンマンの北東に位置するザルカ県（人口約 80 万人）のザルカ市北部地区及びそれぞれ北西、北東に隣接するスフナ市、ハシミエ市である。対象地域の人口は、約 33 万 6 千人（2004 年）と推定されており、難民等の転入による人口の伸びが著しく、人口増加率は年 3%弱、給水件数増加率は年 4%弱を示している。近年では、イラク戦争によって戦難を逃れたイラク人も対象地区に多数流入している。なお、対象地域が位置するザルカ県は、「ヨ」国の中で一人当たりの所得が最も低い県である。気候は砂漠気候であることから、冬期・夏期及び日中・夜間の気温差が大きく、夏期の平均気温は約 32℃、冬期は約 16℃ となっている。

ザルカ地域（ルセイファ市、ザルカ市、ハシミエ市及びスフナ市を含む地域）においては、水源の不足及び 50%を越える高い無収率により、使用可能な水量が極端に少ないため、給水制限を余儀なくされている。要請書によると、1 人当りの需要水量は 138 L/日であるが、現況では、給水制限を行った上での 1 人当り使用水量は 80 L/日に留まり、2005 年での不足量は 4.1 万 m<sup>3</sup>/日、2015 年には 6.1 万 m<sup>3</sup>/日であると予測している。

「ヨ」国政府は、このような給水サービスを改善し住民の生活改善を図るため、我が国にザルカ地域の上水道施設改善に係る開発調査を要請してきた。これを受けて独立行政法人国際協力機構（JICA）は 1994 年から 96 年にかけて「ザルカ地区上水道改善計画調査」（以下、「開発調査」）にて、マスタープラン調査及びフィージビリティ調査を実施し、公平な給水と無収水量削減を目標とする改善計

画を策定した。この中で、給水圧の均等化及び漏水量の低減のために、地形状況を勘案して8つの配水区を設定し、そのために必要な施設の整備及び老朽化した配水管の更新等が提言された。

この開発調査の提言を基に、「ヨ」国政府は我が国に対して、開発調査の対象地域のうち、ルセイファ市およびザルカ市アワジャン地区の送・配水基幹施設改善に係る無償資金協力の要請をしてきた。本計画は基本設計調査を経て、「ザルカ地域上水道施設改善計画（2002年9月～2005年3月）」として実施された。

更に、「ヨ」国政府は2004年8月、開発調査対象地域のうち、残るザルカ市北部地区、ハシミエ市及びスフナ市における送・配水基幹施設の改善に係る無償資金協力を我が国に対し要請してきた。この要請を受けて、我が国政府は、本計画の基本設計調査を実施することとし、JICAは、基本設計調査団を平成17年11月18日から12月24日まで派遣した。調査団は現地調査において「ヨ」国政府、ヨルダン水道庁（WAJ）の関係者と要請内容の協議、計画地域の現況調査、関連資料の収集等を行った。帰国後の国内解析において、調査団は本件協力の妥当性を検討の上、最適施設案を含む基本設計概要書を作成した。JICAは、この計画案に基づいて平成18年3月10日から18日まで、基本設計概要説明調査団を「ヨ」国に派遣し、計画内容の説明、協議を行った。その結果、「ヨ」国は、「ヨ」国負担事項を含む計画内容を基本的に了承した。本最終報告書は、上記調査・解析・協議結果を基に作成された。

本計画は、4配水区の構築、基幹水道施設である送水管、配水池、配水連絡管、ポンプ場及び塩素消毒施設の整備を行い水道システムを再構築することにより、給水圧を適正化し漏水量を減少させ使用水量を増加させること、配水管理を適切に行い公平な水配分を図ること（安定な給水）及び適切な塩素処理を行い衛生的な給水（安全な給水）を行い給水サービスを向上させることを通じて、計画対象地域住民の生活環境の改善を図ることを目標としている。この目標の達成のため、以下の方針に基づき計画することとした。

- 無償資金協力としての適正な規模を考慮して、本計画の目標年次は2010年とする。ただし、管路施設については、地中に埋設してしまうため、将来の段階的な増設は困難であることを考慮して施設の計画目標年次を2015年に設定する。
- 現行の不均衡な給水圧を是正し、漏水量の低減及び公平な給水を行うため、給水地域を地形及び管網の配置状況を考慮し、適正な4配水区域（ザルカ高区、ザルカ低区、ハシミエ及びスフナ）に分離する。
- 配水管理が複雑で維持管理が煩雑なポンプ給水ではなく、配水池からの自然流下による給水方式とする。そのため、各配水区の高台へ配水池を設置し、そこから既存配水管につなぎ込むための配水連絡管の整備を行う。更に、配水方法の変更に伴い必要となる水源から各配水池へ水を送るための送水管及び送水ポンプ設備を整備する。
- 配水池のサイトは、水理的に有利でありかつ環境社会影響が最も少ない場所とする。送配水管のルートは、維持管理の容易さを考慮し公道を採用する。なお、対象地域には、軍用地がある。敷設及び維持管理の困難さから、水理的に有利であっても軍用地内を通ることができないため、軍用地を通過しないルートを採用する。
- 可能な限り既存施設を有効利用することとする。これにより、既存パトラウィポンプ場及び送水管の一部を有効活用する。

- 限りある水の公平な配分、給水時間の緩和を目的として、給水地域全域に対し少なくとも週 3 日の給水時間を確保できるようにする。
- 「ヨ」国側の水配分計画により、目標年次において、対象地域に 56,100m<sup>3</sup>/日の水供給が実施されるとして計画する。
- 「ヨ」国の水質基準に適合した給水を行う。水源である一部の井戸水は全蒸発残留物（TDS）濃度が高いため、良質の水源と混合して給水することとする。
- 衛生的な水を給水するために、必要量の残留塩素が給水末端で確保されるよう、既存ハウ配水池に塩素消毒施設を設置する。
- 本体施設の建設効果を最大限に発現させるために重要な配水管理能力の向上を、ソフトコンポーネントにて支援する。

この方針を基に無償資金協力のための基本設計を行った。当初の要請内容に対する主な相違点、新たに確認した事項は以下のとおりである。

- 各配水区に位置する計画配水池に効率的に送水を行うこと及び送水管ルート of 測量を実施した結果、送水管延長が計 14.3km から 16.1km に約 1.8 km 増加した。また、要請では、既存送水管路を活用する部分があったが、現地調査の結果、この送水管路は、現在ハシミエ井戸の水をザルカ配水池に送水するために使用されており、本管路をハシミエ配水池への送水用には活用できないことが判明した。
- 各配区内で効率的に配水を行うため、管網解析を実施し、適切な管路径及び延長を決定した。その結果、必要な配水連絡管の総延長が要請の 15.9km から約 7.2km に減少した。
- 2002 年にバトラウィポンプ場が新設されており、本ポンプ場施設を最大限活用することとした。従って、本要請施設の計画に当っては、既存建屋を活用し、既存機械設備（ポンプ）・電気設備を必要容量の設備に置き換えて対応する。
- 現在、ザルカ市内に給水される水は、ザルカポンプ場で塩素消毒されている。一方、ハシミエ市及びスフナ市では塩素消毒設備がないため、給水水質の汚染の可能性がある。また、本プロジェクト完了後は、ザルカ塩素消毒施設を経ずに水源のハウポンプ場から直接、各配水池に送水されることになり、既存ザルカポンプ場塩素消毒施設が使用できなくなる。塩素の一括注入及び街中での劇薬を取り扱う施設の設置をさけるため、ハウポンプ場に塩素消毒施設を新たに設置することとした。この施設の建設は、調査中に新たに要請されたものであり、追加コンポーネントとする妥当性が認められた。
- 計画 4 配水区を分離するために、既存仕切り弁を閉止し分離する。分離が必要な箇所近辺に仕切り弁がない場合は、新たに仕切り弁を設置し、閉止することとした。この工事は、調査中に新たに要請されたものであり、追加コンポーネントとする妥当性が認められた。なお、工事に必要な仕切り弁を含む材料は、ヨ国側が調達する計画である。
- ザルカ配水池に貯水されたザルカ逆浸透膜処理水及びハシミエ井戸水をザルカポンプ場からバトラウィ配水池に送水するための送水管が必要となるが、ザルカポンプ場からバトラウィ配水池間の既存配水主管（口径 400mm）を送水管へ転用し対応することとした。このための仕切り弁を新たに設置する。この工事は、調査中に新たに要請されたものであり、追加コンポーネントとする妥当性が認められた。

上記設計方針を基に計画した協力対象施設の概要を以下に示す。

施設	対象地区・内容	
配水池	ザルカ高区	RC 構造 1 池 ( 矩形 ) 容量 2,500m <sup>3</sup> 長さ 25.8m x 幅 25.8m x 高さ 5.3m
	ハシミエ	RC 構造 1 池 ( 矩形 ) 容量 1,500m <sup>3</sup> 長さ 20.8m x 幅 20.8m x 高さ 5.3m
	スフナ	RC 構造 1 池 ( 矩形 ) 容量 1,000m <sup>3</sup> 長さ 15.8m x 幅 15.8m x 高さ 5.7m
	バトラウィ ( 拡張分 )	PC 構造 1 池 ( 円形 ) 容量 14,000 m <sup>3</sup> 直径 46.7m x 高さ 17.4m
送水管	バトラウィポンプ場 - ザルカ高区配水池	ダクタイル鑄鉄管 300mm x 2,072m
	ハウ交差点 - ハシミエ配水池	ダクタイル鑄鉄管 300mm x 6,141m
	ハシミエ配水池 - スフナ配水池	ダクタイル鑄鉄管 300mm x 7,798m
配水管 ( 連絡管 )	ザルカ高区配水区 - 既存配水主管	ダクタイル鑄鉄管 300mm x 1,572m
	ハシミエ配水池 - 既存配水主管	ダクタイル鑄鉄管 300mm x 1,338m
	スフナ配水池 - 既存配水主管	ダクタイル鑄鉄管 200mm x 722m
	バトラウィ配水池 - 既存配水主管	ダクタイル鑄鉄管 600mm x 3,080m ダクタイル鑄鉄管 400mm x 480m
バトラウィ ポンプ場	既存バトラウィ送水ポンプ場のポンプ設備の更新 水量 5.0m <sup>3</sup> /分 x 揚程 90m x 電動機動力 132 kW x 2 台 多段式渦巻ポンプ 吸込 150mm x 吐出 125mm	
ハウ塩素消毒 施設	塩素注入機 : 16kg/時 x 2 台 漏洩探知機 1 式、防毒防災用具 1 式 建屋 : 長さ 12m x 幅 10m x 高さ 6.3m	
制水弁	口径 300mm x 1 箇所 ( 送水管分離用 ) 口径 150mm x 3 箇所 ( 配水区割用 ) 口径 100mm x 2 箇所 ( 配水区割用 ) ( 工事は日本側が実施し、管材を含む工事材料の調達はヨ国が実施する。 )	

完成施設の維持管理を担当する WAJ ザルカ支所職員に対し、以下の 3 活動からなる配水管理技術を移転することにより、効率的な配水管理能力の向上を図るためソフトコンポーネントを実施する。この目標の達成により、漏水量の減少及び公平な給水を行う能力が向上する。

管網電子マッピング技術

配水データ管理技術

管網解析技術

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は 23.10 億円 ( 日本側負担概算額 21.99 億円、  
「ヨ」国側負担概算額 1.11 億円 ) と見積もられる。ただし、本概算事業費は交換公文上の供与限度額を  
示すものではない。本計画は 3 期に分けて実施され、実施設計・入札に約 7 ヶ月、建設工事に 39 ヶ月が  
見込まれる。

本計画の妥当性を緊急性、裨益性、維持管理能力、財政、環境面から以下のとおり検討した。その結  
果、本計画は、我が国の無償資金協力で実施することが妥当であると判断される

- 「ヨ」国の最貧県ザルカ県内に位置する対象地域の住民約 37.4 万人 ( 2010 年 ) に対し、水道サ

ービスが改善し、生活環境が改善する。

- 対象地域では、地域的に週に 12～72 時間しか給水されない給水制限が余儀なくされ、一人一日当たりの平均水使用量も 84 L と、都市生活を営むには極端に少ない量であることから、住民生活は不便を強いられている。本計画の実施により、「ヨ」国負担で実施される対象地域への水配分量が増加すること及び漏水率が減少（約 31%（2004 年）から約 25%（2010 年））することから、使用水量が 113 L に増加する。更に、対象地域全域に対し少なくとも週に 72 時間の塩素消毒された安全な給水が可能となる。このように、都市生活に必要な最低限のレベルまで給水時間及び使用水量を引き上げることが可能となる。このように本計画は、BHN に合致するものである。
- 給水に要する労力や待ち時間が少なくなる、民間の水売りから高価な水を購入する頻度も減少する等、住民の生活の改善に寄与する。また、対象地域には、難民キャンプが含まれており、パレスチナ及びイラク難民の生活環境の改善及び民生の安定に寄与する。
- 本計画では、運営・維持管理が容易かつ持続的（維持管理費の削減）にできるよう、ポンプを使用しない自然流下による配水を基本とする施設計画を策定した。これにより、維持管理に係る作業量及びそれに関わる費用は軽減される。WAJ ザルカ支所は、職員 615 名を擁し、上水道設備の維持管理に係る豊富な経験と実績を持っており、基本的に維持管理能力に問題はない。
- 漏水率の減少、供給水量の増加及びポンプ運転の効率化が可能となり、現在赤字である WAJ ザルカ支所の営業収支が 2010 年には営業収支黒字に転じることが期待される。このように、本計画の実施は、WAJ ザルカ支所の経営状況の改善にも貢献する。
- 「ヨ」国の長期計画である「国家水戦略」では、限りある水源を最大限に有効利用していく方針を打ち立てている。この方針の下、対象地域では、漏水率の低減等により、1 人 1 日使用水量を 2025 年までに国家目標（150 リットル）に近い 130 リットルに引き上げる計画を策定している。従って、本計画は、「ヨ」国の水セクターの上位計画に整合したプロジェクトである。
- 実施機関である WAJ は、本計画と同様の内容の第一次ザルカ地区水道施設改善計画において、相手国負担事項を支障なく実施し、プロジェクトを成功裏に完了させた実績を有していることから、本計画の相手国側負担事項を支障なく実施することが可能であると見込まれる。なお、対象地域への水配分については、現在実施中でありかつその完工が確認できた水資源開発プロジェクトのみを対象として「ヨ」国が対象地域への水配分計画を作成しており、対象地域への水配分計画は「ヨ」国により実施可能と判断された。
- 本計画の実施による重要な環境影響は認められなかった。

本計画の確実な実施並びに計画完了後の持続的な運営・維持管理のための課題及び留意点を以下のとおり提言としてとりまとめる。

- WAJ は、本計画の円滑な実施及び目標達成のために、「ヨ」国負担事項である配水区分離のための仕切り弁等必要資材の調達、配水池建設予定地の土地収用及び造成・場内整備・アクセス道路の建設、配水池越流管の敷設、ソフトコンポーネント実施に必要な研修所の整備及び資機材の調達及び広報に係る経費の確保を遅滞なく行い、確実に実施する必要がある。
- WAJ ザルカ支所の営業収支は、赤字を計上しているが、本計画の実施により、2010 年には営業収支が黒字となり経営状況が改善する。しかし、減価償却等の営業外費用を含めると依然赤字のままであると予測される。将来的に、減価償却費をまかない WAJ ザルカ支所が財務的に健全な組織となるため、今後、高い無収率の低減、水道サービスの向上による住民の水道サービスへの

支払い意志額の向上及び水道料金の値上げを実施する必要がある。

- 計画対象地域に必要な供給水量を確保するため、現在「ヨ」国が実施している水資源開発プロジェクトの完工後、ハウポンプ場からアンマンへの送水を減少し、対象地域への水配分を計画通り増加させる必要がある。
- 配水池への常駐及び巡回監視を行い、建設施設の維持管理を適切に行う必要がある。特に、配水池の越流管から貴重な水の排出がないように配水池の水位の監視及びポンプ場の適切な運転を行う必要がある。また、ハウ塩素消毒施設に技術力のある要員を配置し、適切な塩素消毒を実施する必要がある。
- 本計画施設がより一層有効に活用されるよう、「ヨ」国が現在実施しているザルカ県全域の水道施設改善プロジェクト内で、第2次配管及び給水管の敷設及び老朽配管の改修を適切に行う必要がある。
- JICAは現在、WAJプロジェクトマネジメントユニット（PMU）に専門家を派遣し、無収水対策能力向上技術協力プロジェクト（無収水技プロ）を実施している。WAJは、本プロジェクトと無収水技プロを連携させることにより、更なる漏水率の低減及び使用水量の増加を図る必要がある。
- 「ヨ」国環境法規の手続きに則り、WAJは最終的に合意されたプロジェクトコンポーネントの実施のために環境面での必要な手続きを行い、環境省から承認を得ることが必要である。必要に応じ、本プロジェクトの実施が日本政府によって正式に決定されるまでに環境影響評価を実施し、必要な承認を得る必要がある。

調査対象位置図  
完成予想図  
写真集  
図表リスト  
要約

## 目次

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	現状と課題	1-1
1-1-2	開発計画	1-2
1-1-3	社会経済状況	1-4
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-6
1-3	我が国の援助動向	1-8
1-4	他ドナーの援助動向	1-11
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	2-1
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	技術水準	2-8
2-1-4	既存施設及び機材	2-9
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-16
2-2-1	関連インフラの整備状況	2-16
2-2-2	自然条件	2-17
2-2-3	環境社会配慮	2-18
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
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の基本設計	3-4
3-2-1	設計方針	3-4
3-2-2	基本計画	3-8
3-2-2-1	設計条件	3-8
3-2-2-2	施設計画の検討	3-16
3-2-3	基本設計図	3-53
3-2-4	施工計画	3-75

3-2-4-1	施工方針	3-75
3-2-4-2	施工上の留意点	3-76
3-2-4-3	施工区分	3-77
3-2-4-4	施工監理計画	3-77
3-2-4-5	品質管理計画	3-81
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-82
3-2-5	ソフトコンポーネント計画	3-84
3-2-6	広報活動	3-99
3-2-7	実施工程	3-100
3-3	相手国側分担事業の概要	3-105
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-107
3-4-1	運営・維持管理基本方針	3-107
3-4-2	配水管理センターの設立	3-107
3-4-3	運営・維持管理体制	3-109
3-4-3-1	主要な管理施設及び項目	3-109
3-4-3-2	維持管理内容及び手法	3-109
3-5	プロジェクトの概算事業費	3-113
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	3-113
3-5-2	運営・維持管理費	3-115
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4-1	プロジェクトの効果	4-1
4-2	課題・提言	4-3
4-3	プロジェクトの妥当性	4-5
4-4	結論	4-7

## 資料目次

資料 - 1	調査団員・氏名	1
資料 - 2	調査行程	2
資料 - 3	関係者（面会者）リスト	4
資料 - 4	インセプションレポート討議議事録（M/D）	6
資料 - 5	ドラフト・ファイナル・レポート討議議事録（M/D）	22
資料 - 6	事業事前計画表（基本設計時）	38
資料 - 7	参考資料ノ入手資料リスト	41

## 付録目次

付録 - 1	プロジェクト地域の将来人口分布の推定	1
付録 - 2	計画人口及び計画日平均水需要量の推定	3
付録 - 3	WAJ ザルカ支所給水地域に係わる水資源量（2004年）	4
付録 - 4	ザルカに係わる水資源開発プロジェクト	5
付録 - 5	送水管の容量計算	8
付録 - 6	管網解析結果	12
付録 - 7	本プロジェクトの効果指標に関する検討	19
付録 - 8	環境影響	24
付録 - 9	WAJの現在計画中のプロジェクト	33
付録 - 10	水質データ	35
付録 - 11	配水池建設予定地の土地登記	37
付録 - 12	「ヨ」国負担分経費の積算根拠	41



## 表 目 次

表 1-1-1	ザルカ県の水系伝染病発症率.....	1-5
表 1-2-1	要請プロジェクトの概要.....	1-7
表 1-3-1	我が国のヨルダンに対する ODA 実績.....	1-9
表 1-3-2	我が国無償資金協力実績（給水分野）.....	1-10
表 1-3-3	「ヨ」国における技術協力.....	1-10
表 1-4-1	他ドナー国・国際機関の援助実績（給水分野）.....	1-11
表 2-1-1	ザルカ支所の職員構成（2004 年）.....	2-3
表 2-1-2	ヨルダン水道庁の損益計算書及び国庫補助金.....	2-4
表 2-1-3	WAJ への国庫補助金.....	2-5
表 2-1-4	WAJ ザルカ支所の損益計算書.....	2-5
表 2-1-5	上下水道料金.....	2-6
表 2-1-6	年間給水量・有収水量及び無収率.....	2-7
表 2-1-7	WAJ の維持管理費.....	2-8
表 2-1-8	ザルカ支所内の漏水修理件数.....	2-9
表 2-1-9	ザルカ県の井戸/泉水及びその揚水・取水量実績.....	2-11
表 2-1-10	主要送水管.....	2-14
表 2-1-11	送配水ポンプ場.....	2-14
表 2-1-12	配水池.....	2-15
表 2-1-13	ザルカ支所所有の維持管理機材.....	2-15
表 2-2-1	本プロジェクトに関連する環境社会影響のチェック.....	2-19
表 3-1-1	プロジェクトの概要.....	3-2
表 3-1-2	プロジェクトの期待される効果.....	3-3
表 3-2-1	WAJ ザルカ支所の給水地域内の人口予測.....	3-9
表 3-2-2	プロジェクト対象地域の計画人口.....	3-9
表 3-2-3	WAJ ザルカ支所給水地域の無収水量.....	3-10
表 3-2-4	プロジェクト対象地域の計画漏水率.....	3-10
表 3-2-5	計画 1 人 1 日平均使用水量及び給水量.....	3-11
表 3-2-6	WAJ ザルカ支所給水区域の給水量の月変動（2004 年）.....	3-12
表 3-2-7	各案の施設内容.....	3-16
表 3-2-8	計画施設配置案の評価.....	3-20
表 3-2-9	給水区と給水時間.....	3-22
表 3-2-10	計画配水区給水地域の標高変動.....	3-23
表 3-2-11	配水区ごとの計画給水人口.....	3-27
表 3-2-12	配水区ごとの計画給水量.....	3-27
表 3-2-13	WAJ ザルカ支所給水地域内の年間総水需要量.....	3-28

表 3-2-14	WAJ ザルカ支所給水地域に関連する水資源量及び他地域間の受送水 (2004 年)	3-28
表 3-2-15	関連する新規水源開発	3-29
表 3-2-16	WAJ ザルカ支所給水地域への水配分内容	3-30
表 3-2-17	WAJ ザルカ支所給水区域の水需給収支	3-30
表 3-2-18	計画配水池用地の状況	3-33
表 3-2-19	計画配水池の容量	3-36
表 3-2-20	計画送水管の口径	3-37
表 3-2-21	計画配水連絡管の口径	3-38
表 3-2-22	計画送水管と既存送配水主管との接続点	3-39
表 3-2-23	計画配水連絡管と既存配水主管との接続点	3-40
表 3-2-24	配水池の計画水位及び構造	3-44
表 3-2-25	塩素消毒施設の代替案	3-48
表 3-2-26	推定将来水質 (TDS 及び NO <sub>3</sub> )	3-51
表 3-2-27	施設建設に係わる両国間の施工区分	3-77
表 3-2-28	品質管理計画	3-81
表 3-2-29	主要資機材の調達計画	3-83
表 3-2-30	ソフトコンポーネントの要員配置計画	3-92
表 3-2-31	ソフトコンポーネントプロジェクトデザインマトリックス (PDM)	3-98
表 3-2-32	各期の工事内容	3-101
表 3-4-1	配水管理センター担当者の役割	3-108
表 3-4-2	主要な施設及び管理・制御設備	3-109
表 3-4-3	各施設の管理内容及び方法	3-109
表 3-5-1	日本側負担経費総括表	3-113
表 3-5-2	「ヨ」国側負担経費総括表	3-113
表 3-5-3	計画施設の主な維持管理費用	3-115
表 3-5-4	現況の WAJ ザルカ支所の損益計算書 (収入支出状況)	3-116
表 3-5-5	現況の WAJ ザルカ支所の収入及び支出単価分析	3-116
表 3-5-6	プロジェクトの有無による関連するポンプ場からの送水量の増減	3-118
表 3-5-7	プロジェクトの有無による関連するポンプ場の年間電力費の増減推定	3-118
表 3-5-8	WAJ ザルカ支所の固定資産費及び減価償却費の推定	3-119
表 3-5-9	2010 年のプロジェクト有無による WAJ ザルカの収支予測	3-119
表 4-1-1	プロジェクトの現状と問題点・対策・効果等	4-1

## 目 次

図 2-1-1	WAJ 組織図	2-2
図 2-1-2	WAJ ザルカ支所組織図	2-2
図 2-1-3	水源井戸と送水管ルート	2-11
図 2-1-4	既存水道施設配置図	2-13
図 3-2-1	原要請施設	3-17
図 3-2-2	WAJ 新計画 (M/D)	3-18
図 3-2-3	最終施設配置案	3-19
図 3-2-4	制限給水のための給水区	3-24
図 3-2-5	計画配水区および配水池	3-25
図 3-2-6	送配水システムの標高プロフィール	3-26
図 3-2-7	関連する水資源開発と地域間及び地域内送水システム	3-29
図 3-2-8	WAJ ザルカ支所給水地域の推定水収支 (現況)	3-31
図 3-2-9	目標年次 (2010 年) の WAJ ザルカ支所給水地域の計画水収支	3-32
図 3-2-10	計画施設配置図	3-34
図 3-2-11	計画仕切り弁の位置及び計画配水連絡管と既存管との接合点	3-41
図 3-2-12	計画及び既存パトラウィ配水池及びポンプ場の接続模式図	3-46
図 3-2-13	配水制御設備配置図	3-50
図 3-2-14	水質 (TDS 及び NO <sub>3</sub> ) の現状	3-51
図 3-2-15	計画実施における各主体の相互関係	3-78
図 3-2-16	問題系図及び目的系図	3-88
図 3-2-17	改善アプローチ	3-89
図 3-2-18	実施計画	3-93
図 3-2-19	投入計画	3-93
図 3-2-20	詳細活動計画	3-94
図 3-2-21	全体事業実施工程	3-100
図 3-2-22	各工期の工事内容	3-102
図 3-2-23	事業実施工程 (第 1 期)	3-103
図 3-2-24	事業実施工程 (第 2 期)	3-103
図 3-2-25	事業実施工程 (第 3 期)	3-104
図 3-4-1	配水管理センター (新設)	3-107
図 3-4-2	送水施設の配置と送水管理設備	3-110

## 略 語

C/P	Counterpart (カウンターパート)
DBO	Design, Build & Operation (設計・建設・運転)
DOS	Department of Statistics (統計局)
E/N	Exchange of Notes (交換公文)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EPA	Environment Protection Agency (環境保護庁)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
JOD	Jordan Dinar (ヨルダン・デナール)
JV	Joint Venture (合弁)
M/D	Minutes of Discussions (討議議事録)
NWMP	National Water Master Plan (全国水資源基本計画)
MOE	Ministry of Environment (MOE)
MOH	Ministry of Health (MOH)
MWI	Ministry of Water and Irrigation (水灌漑省)
NGO	Non Government Organization (民間公益団体)
ODA	Official Development Assistance (政府開発援助)
OJT	On the Job Training (オン・ザ・ジョブ・トレーニング)
PC	Prestressed Concrete (プレストレスト・コンクリート)
PDM	Project Design Matrix (プロジェクト・デザイン・マトリックス)
RC	Reinforced Concrete (鉄筋コンクリート)
RO	Reverse Osmosis (逆浸透膜処理)
TDS	Total Dissolved Solid (全蒸発残留物)
WAJ	Water Authority of Jordan (ヨルダン水道庁)

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯



# 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 現状と課題

ヨルダン・ハシェミット王国（以下「ヨ」国という）の国土は西部の山岳地域と東部の平坦な砂漠地域に大別され、80%が砂漠もしくは荒地となっている。年平均降水量は、砂漠地域の 50 mm から山岳地域の 600 mm と地域格差が大きいが、国土の 92%は年間 200 mm 以下の砂漠地域に属する。蒸発散量は極めて多く、国全体の年間総降水量 85 億 m<sup>3</sup>の内、約 85%が蒸発散する。降雨は、11月から3月の冬季に集中している。

「ヨ」国の人口 1人当たりの水資源賦存量は、世界平均 7,700 m<sup>3</sup>に対し、160 m<sup>3</sup>（2002年）と極端に少ない。これは同様な地理的状況下で徹底した水資源の合理化を図っている、隣国イスラエル（480 m<sup>3</sup>）の 1/3 に過ぎない。全体人口の 80%（約 430万人）は、比較的水資源が多く国土の 6%を占めるにすぎない北部山岳地域（アンマン、ザルカ、イルビッド市を含む）に集中している。

「ヨ」国の再生可能な年間供給水量は 8.0～8.5 億 m<sup>3</sup>と見積られており、このうち再生可能な地下水が 2.75 億 m<sup>3</sup>、ヤルムク川の表流水 2.3 億 m<sup>3</sup>、その他が 2.95～3.45 億 m<sup>3</sup>である。現在地下水揚水量は約 5 億 m<sup>3</sup>に達し再生可能量の 180%となっている。地下水利用の約半分は農業利用である。このような過剰な揚水は地下水位の低下及び地下水水質の塩分化を引き起こしている。National Water Master Plan（NWMP：全国水資源基本計画）では 2020年までに地下水揚水量を再生可能量の 2.75 億 m<sup>3</sup>まで抑制し、その代替水源として下水処理水の農業用水、工業用水への再利用を考えている。2020年には現在の 3倍以上に相当する 2 億 m<sup>3</sup>以上を再利用する計画である。

2005年の「ヨ」国の水需要量は供給量を大幅に上回る 15.25 億 m<sup>3</sup>と見積もられている。内訳は灌漑用水が 72%の 10.9 億 m<sup>3</sup>を占め、水道（家庭）用水は 24%の 3.67 億 m<sup>3</sup>となっており、残りは工業用水が 3.9%の 0.6 億 m<sup>3</sup>、観光用水が 0.4%の 550 万 m<sup>3</sup>である。

第一次世界大戦や湾岸戦争による難民の帰還等により「ヨ」国は多くの難民を受け入れた結果、水需要が急増し、水資源の逼迫度が高まった。既に 70年代には首都アンマンの水需給は逼迫し、周辺各地に水源を求めるようになっていた。百数十 km離れたアブラック地下水等が当時開発され、アンマンに送水された。1983年には、全国規模での水源開発・管理の必要性が高まり、全国の水道事業を扱うヨルダン水道庁（Water Authority of Jordan：ヨルダン水道庁（以下 WAJ））が設立され、各地方自治体が運営していた水道事業体は WAJ に統合された。

本計画の対象地域は「ヨ」国の首都アンマンの北東に位置するザルカ県（人口約 80万人）のザルカ市北部地区及びそれぞれ北西、北東に隣接するスフナ市、ハシミア市である。対象地域の人口は、約 33

万6千人(2004年)と推定されており、難民等の転入による人口の伸びが著しく、人口増加率は年3%弱、給水件数の増加は年4%弱と高い伸びを示している。

全国レベルの無収水率は例年50%を越えており、ザルカ地域も52%(2004年)を記録している。無収水は不法接続、盗水、給水メーターの誤差などを含むいわゆる見掛け上の損失と物理的な漏水とから成っており、対象地区では漏水の比率は約31%と推定されている。漏水の原因としては、老朽配管や高い配水圧に起因する。

「ヨ」国においては、都市部、農村部とも浅井戸などの代替水源が無いことから、公共の水道給水に依存しており、結果として95%を越える水道普及率となっているが、全国的な水資源賦存状況の逼迫のため、需要に応じた給水が出来ず、週に数日程度の計画給水を余儀なくされている。計画対象地域においても、週間の配水コントロール(制限給水)を実施しており、地区により、週に12時間~72時間の給水が受けられるのみである。この水不足は特に、需要量が増大する夏季に深刻となる。このような給水状況は、住民の日常生活に大きな影響を及ぼしている。

絶対的な供給量の不足に加え高い漏水率により、一人当たりの実使用量は84リットル/日 2004年と極端に少なく、国家目標の150リットルには遠く及ばない。

対象給水地域は、標高約480mから710mの起伏の激しい地形に位置するが、給水圧を適正な範囲に保つための配水区の設定はなされていない。その結果、標高の低い地域では給水圧が高く比較的十分な給水量の確保が可能である一方、高い漏水率の原因となっている。また、標高の高い地域では、給水圧が低く出水不良を引き起こしている。

給水地域へは、ポンプにより給水されているが、ポンプ場内に設置された数台のポンプの起動・停止運転により、需要量の変動に適切に対応することが困難となっている。また、ポンプの起動・停止時には、高い水圧が配水管にかかり、管路の破裂等を頻発に引き起こしている。特に、ポンプ場近辺の管路は頻繁に破損し漏水の原因となっている。配水区が分離されていないこと、ポンプ給水方式を採用していることから、計画的な漏水制御対策の実施を困難にさせている。

給水地域では、公共水道以外の代替水源がないため、ほぼ全世帯が、公共水道に依存しており、水道普及率は98%となっている。残りの2%の世帯及び出水不足地域に位置する世帯は、給水タンク車からの給水に依存している。また、間欠給水による管内負圧の発生および不十分な塩素消毒のため、安全な給水が確保できない状況にある。

#### 1-1-2 開発計画

##### (1) 国家水戦略 Water Strategy (1977年)

「ヨ」国の水資源のポテンシャル(国民一人当たりの水資源貯存量)は、世界で最も低いレベルにあ

り、都市人口の急増に伴う飲料水や農業用水の確保が恒常的な課題となっている。これに対し、「ヨ」国は「国家水戦略（1977年以降現在まで継続）」を作成し、水不足を新規水源開発のみに頼るのではなく、水源を管理・保全し、国民の問題認識を向上させ、現在の水関連事業の組織制度を改めることにより、限りある水源を最大限に有効利用していく方針を打ち立てた。

- ・ 水資源の持続可能な利用と循環性地下水の過剰開発の抑制
- ・ 水資源が限られ危機的状況にあることの広報強化
- ・ 民間企業の水セクター参入の促進（民営化の促進）
- ・ 水関連事業の持続的運営を行うための組織改革

## (2) 水政策 <Water Policy(1997～1998年)>

1997年～1998年にかけて国家水戦略を上位計画として、水セクター毎により具体的な施策を提示した以下の内容からなる水政策が策定された。

- ・ 水利用政策（Water Utility Policy）
- ・ 地下水管理政策（Groundwater Management Policy）
- ・ 灌漑用水政策（Irrigation Water Policy）
- ・ 下水管理政策（Waste Water Management Policy）

## (3) 国家経済社会3ヵ年計画

「ヨ」国は、2004年～2006年を期間とする国家経済社会3ヵ年計画を実施中である。水・下水セクターについては、以下の通り目標を定めている。

- ・ 新たな水資源の開発と創出
- ・ 下水再生水の工業・農業用水への積極的な活用
- ・ 脱塩水の増加とその都市用水への活用増加
- ・ 無収水の減少（48%（2003年）から40%（2006年）へ）
- ・ 水・下水道施設の財務パフォーマンスの改善と国庫財源の負担軽減
- ・ 下水処理水の水質改善及び下水道サービスの普及拡大
- ・ 家庭用水への水配分の増加
- ・ 地下水の過剰揚水の制限及び地下水汚染からの保護
- ・ 効果的、効率的に役割を果たすための水セクターの組織パフォーマンスの改善、法制度の改善、人的資源の開発

本件と関係のある3ヵ年計画内のプロジェクトは以下のとおりである。コロドール及びタマウィーン井戸開発を除き、全て終了している。

プロジェクト	費用 (百万 JOD)			
	2004 年	2005 年	2006 年	合計
ハウンプ場の改善	0.300	0.000	0.000	0.300 (終了)
下水道入札費用(アンマン、ザルカ及びバダバ県を含む)	2.019	0.000	0.000	2.019 (終了)
管網の更新(バトラウィ地区)	0.076	0.000	0.000	0.076 (終了)
管網、浄水施設の改善のための技術協力(アンマン及びザルカ県)	0.350	0.000	0.000	0.350 (終了)
コロドール及びタマウィーン井戸開発	0.000	1.000	0.000	1.000 (実施中)

#### (4) WAJの対象地域における計画

WAJ は現在、2025 年を目標年次とする中部 3 県の配水管網改善計画を作成中である。対象地域はザルカ、マダバ及びバルカの中部 3 県で、今回の計画地域は全てこの中のザルカ県の部分に含まれる。目標年次 2025 年には、漏水率の低減等により、1 人 1 日家庭用水使用量を国家目標 (150 リットル) に近い 130 リットルに引き上げる計画を策定している。(付録 - 9)

#### (5) 本プロジェクトの目標と上位計画との関係

「ヨ」国の上位計画では、限りある水源を最大限に有効利用していく方針の下、対象地域では、現在の漏水率の低減等により、現在 84 リットルである 1 人 1 日水使用量を国家目標 (150 リットル) に近い 130 リットルに引き上げる計画を策定している。この中で、本プロジェクトは、送・配水施設を整備することによって、衛生的な水の公平配分及び漏水量を減少させ実使用量が増加することを目標としている。

### 1-1-3 社会経済状況

#### (1) 国家経済

「ヨ」国の 2004 年の一人当たり GNI は 2,140 ドル(世銀)、GDP の産業別内訳は、第 1 次産業 (農業：野菜及び果物全般) が 2.1%、第 2 次産業 (鉱工業：燐鉱石、化学工業、衣料品及び医薬品等) が 25.3%、第 3 次産業 (サービス業) が 64.6% であり、その経済は、金融、保険、輸送、情報等の第 3 次産業に依存している。また、海外で働くヨルダン人からの送金も「ヨ」国経済に大きく貢献している。

「ヨ」国は、1980 年代末から数次にわたる IMF の構造調整政策を受け入れてきたが、2004 年 7 月に同政策から卒業した。また、「ヨ」国は経済のグローバル化の推進に積極的に取り組んでおり、2000 年に WTO への加盟を実現、米国と自由貿易協定を締結し、2001 年には EU との自由貿易協定を締結するなど外貨導入と自由貿易による一層の経済成長を図っている。最近の「ヨ」国経済は、対イラク戦争後落ち込んでいたイラク関連貿易の回復、国内需要の増大等により良好な経済指標を示す一方で、巨額の

公的債務等、財政面での構造的な問題に直面しているほか、急激な人口増により失業率及び貧困率は高い水準で推移している。

## (2) 対象地区の社会経済状況

ザルカ県 (Zarqa Governorate) はヨルダン国の 12 県の一つで、首都アンマンを含むアンマン県の北東に接し、ザルカ市、ルセイファ市、ハシミヤ市、スフナ市などの市街地と人口過疎の砂漠が大部分のアズラック地区およびピライン地区を含む。ハシミヤ市には精油所と火力発電所が、ザルカ市、ルセイファ市にはセメント、鉄工業、食品加工、醸造、窯業などの主要製造業が立地し、ヨルダン最大の工業地帯となっている。

統計局の推定によれば、ザルカ県の総人口は 799 千人 (2004) であり、その内 95% が都市人口となっている。2002 - 03 年の世帯収入支出調査によれば、全国の平均世帯収入は 5,590 JOD (1JOD=137.61 円) であり、ザルカ県は 4,177 JOD で全国最低となっている。

本件対象地区であるザルカ市、スフナ市、ハシミエ市は、ザルカ川沿いの低平地から市街地化していった。第一次・第二次中東戦争によるパレスチナ人難民・避難民と、イラン・イラク戦争及び湾岸戦争の影響によって中東各地での出稼ぎの職を失った帰還者たちが主な転入者である。パレスチナ人難民は難民キャンプの外にも家を構えており、対象地区全体にパレスチナ人とヨルダン国籍を獲得したパレスチナ系住民の比率が高い。ザルカ地区とスフナ市にはそれぞれ 1 ヶ所パレスチナ難民キャンプが存在する。2003 年に始まったイラク戦争によって戦難を逃れたイラク人も対象地区に多数流入していると言われている。これらイラク人はパレスチナ難民と異なり、一般の市街地に居住しており、また、イラク情勢が正常化した場合には帰還すると考えられている。

## (3) 対象地域の保健・衛生状況

保健省 (Ministry of Health) の統計によると 2002-2004 年におけるザルカ県の水系伝染病の発生率は下記のとおりである。これら伝染病については実際の発症件数の一割くらいであるといわれている。ザルカ県では比較的、下痢及び腸チフスの発症率が高い。

表 1-1-1 ザルカ県の水系伝染病発症率

(単位：1/100,000 人)

病名	2004	2003	2002
腸チフス	0.46	0.23	0.24
A 型肝炎	2.41	4.11	3.97
マラリア	2.98	1.76	2.28
下痢	1455	1309	1476

注：報告された件数のみを対象

## 1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

「ヨ」国の水問題の深刻さは、建国以来の問題であり、国民1人当たりの水賦存量は、世界で最も少ない国の1つである。加えて、急速な人口増加により、近年ますます深刻化している状況である。「ヨ」国における水政策は、常に直面する最重要な課題として扱われており、限りある水資源をいかに有効にかつ公平に利用していくかが基本方針となっている。

ザルカ地域は、「ヨ」国の中でも特に水不足が深刻な地域であり、水源の不足及び50%を越える高い無収水率により地区別に計画制限給水を実施している。要請書によると、平均1人当たり水需要量は138 L/日であるが、2005年時点での給水制限を行った上での1人当たり水使用量は80 L/日のみである。2005年での不足量は、4.1万 m<sup>3</sup>/日、2015年には、6.1万 m<sup>3</sup>/日であると予測されている。

「ヨ」国政府は、このような給水サービスを改善し住民の生活改善を図るため、我が国にザルカ地域の上水道施設改善に係る開発調査を要請した。これを受けてJICAは1994年から96年にかけて「ザルカ地区上水道改善計画調査」（以下、「開発調査」）にて、マスタープラン調査及びフィージビリティ調査を実施し、公平な給水と無収水量削減を目標とする計画を策定した。この中で、給水圧の均等化及び漏水量の低減のために、地形状況を勘案して8つの配水区を設定し、そのために必要な施設の整備及び老朽化した配水管の更新等が提言された。

この開発調査の提言を基にして、「ヨ」国政府は我が国に対して、開発調査の対象地域のうち、ルセイファ市およびザルカ市アワジャン地区の送・配水基幹施設改善に係る無償資金協力の要請をしてきた。本プロジェクトは基本設計調査を経て、「ザルカ地域上水道施設改善計画（2002年9月～2005年3月）」（以下、「ザルカ第1次事業」）により実施された。

更に、「ヨ」国政府は2004年8月、開発調査対象地域のうち、残るザルカ市北部地区、ハシミエ市及びスフナ市における送・配水基幹施設の改善に係る無償資金協力を我が国に対し要請してきた。要請プロジェクトの内容を次表のとおり示す。

表 1-2-1 要請プロジェクトの概要

(1) 上位目標	給水サービスが向上し、対象地域の住民の生活環境が改善される。	
(2) プロジェクト目標	無収水量が減少し、対象地区の住民への安定した給水が実施される。	
(3) 成果	ザルカ市ザルカ地区、ハシミア市及びスフナ市において、送・配水施設が整備される。	
(4) 効果指標	給水人口、給水率、給水を受けられる時間、給水量、1人1日平均使用水量、漏水率等	
(5) 要請内容	<p>配水池の建設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ザルカ高配水池 : 4,000 m<sup>3</sup></li> <li>・ハシミア配水池 : 2,000 m<sup>3</sup></li> <li>・スフナ配水池 : 1,000 m<sup>3</sup></li> <li>・バトラウィ配水池(拡張分) : 12,500 m<sup>3</sup></li> </ul> <p>送水管の敷設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・バトラウィポンプ場～ザルカ高地配水池(400mm×2,200m)</li> <li>・既設バトラウィ配水池～ハシミア配水池(400mm×100m, 300mm×2,300m, 250mm×1,900m)</li> <li>・ハシミアの分岐点～スフナ配水池(150mm×6,800m, 200mm×1,000m)</li> </ul> <p>ポンプ場の建設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・バトラウィポンプ場 2.7m<sup>3</sup>/min×87m×75kW×4台(1台予備)</li> </ul> <p>配水管(連絡管)の敷設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・600mm～200mm 計15,900m</li> </ul>	
(6) 対象地域	ザルカ市ザルカ地区、ハシミア市およびスフナ市	
(7) 受益者	ザルカ地域住民 約74万人	
(8) 相手国実施機関	ヨルダン水道庁(WAJ)	
(9) 負担区分(案)	日本側	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配水池、送水管、送水ポンプ場の送水基幹施設及び配水池から既存配水管網へ接続する配水連絡管</li> <li>・配水コントロール技術の移転(ソフトコンポーネント)</li> </ul>
	「ヨ」国側	<ul style="list-style-type: none"> <li>・口径100mm延長46.7km配水管の整備</li> </ul>

### 1-3 我が国の援助動向

#### (1) ヨルダンに対する政府開発援助（ODA）の基本的考え方

我が国は、「ヨ」国が中東和平プロセスの当事国として同プロセスにおいて積極的な取組み及び貢献を行っており、同国の政治的・経済的安定が中東地域の平和にとって重要であること、特に、民主化及び経済改革に関し積極的に努力していること、我が国との関係が良好であること等に鑑み、インフラ整備、人的資源開発等幅広い分野で各形態による援助を積極的に実施してきた。近年では、湾岸戦争時の緊急経済支援（7億ドル）をはじめ、99年12月のアブドゥラー国王来日の際に発表した3年間で4億ドルの支援パッケージの実施、2002年6月の同国王来日の際に発表した20億円のノン・プロジェクト無償資金協力の実施、更に同年7月のパリクラブにおける同国の公的債務の第6次繰延に関する合意等、積極的な支援を行ってきている。我が国は、「ヨ」国における開発の現状と課題、開発計画等に関する調査・研究及び96年3月に派遣した経済協力総合調査団及びその後の「ヨ」国側との政策対話を踏まえ、以下を援助の重点分野としている。

分野（大分類）	分野（小分類）	内容
基礎生活の向上	水供給	「ヨ」国は乾燥地域に属しており、水供給源が少ないことから、水の効率的活用に留意しつつ、特に深刻な問題となっている生活用水及び農業振興のための灌漑用水の確保を支援する。
	食糧	「ヨ」国は、水資源の制約から国土に占める農耕地の割合が低く、農業生産性が低いことから農産品の輸入依存度が高い。安定的食糧供給を確保するため、農業機械、肥料等の供与、灌漑事業、品種改良等への支援を行う。
	基礎的保健・医療	都市と地方の公共医療施設の整備状況に大きな格差が存在するところ、地方における医療施設の質的改善に重点を置いた支援を行う。
	基礎教育	「ヨ」国が現在取り組んでいる初等教育に重点をおいた教育改革を支援していく。
産業振興	輸出産業発展を目的とした人的協力及び資金協力	天然資源及び有力産業を有さない「ヨ」国の自立的発展には輸出志向型産業の育成が必要であるが、今後、人的協力及び資金協力を含む包括的な輸出産業支援策を推進していく。
	観光及び中継貿易のためのインフラ整備	歴史的建造物や観光資源に恵まれた「ヨ」国の有望産業である観光産業及び交通上の要衝に位置する同国の貴重な外貨獲得源である中継貿易を含む産業分野の基盤整備を支援する。
環境保全		急激な都市化及び人口増加による水質汚濁、大気汚染、廃棄物の増加等の環境問題が深刻化しており、これらの問題への「ヨ」国の対応を支援していく。また、地域的な環境問題への取り組みへの支援を検討する。

## (2) ヨルダンに対する ODA 実績

### 1) 我が国のヨルダンに対する ODA 実績

我が国の「ヨ」国に対する ODA 実績（2000-2004 年）は表 1-3-1 のとおりである。2003 年度までの援助実績は、円借款 2,044.25 億円、無償資金協力 444.27 億円（以上、交換公文ベース）、技術協力 225.90 億円（JICA 経費実績ベース）である。なお、湾岸戦争時の緊急経済支援（7 億ドルの円借款）、1999 年 12 月のアブドゥラー国王来日の際に発表した 3 年間で 4 億ドルの支援パッケージの実施、2003 年 3 月のイラク戦争に際しての 1 億ドルの無償資金による支援、6 次にわたるパリクラブ合意に基づく債務繰延措置の実施（繰延対象債務は総額 472.57 億円）等、積極的な支援を行ってきた。

表 1-3-1 我が国のヨルダンに対する ODA 実績  
（支出純額ベース、単位：百万ドル）

暦年	贈 与			政府貸付等	合計
	無償資金協力	技術協力	計		
2000	66.49	18.48	84.97	19.68	104.65
2001	49.1	14.78	63.88	-21.19	42.69
2002	18.24	14.38	32.62	-32.82	-0.20
2003	60.94	8.71	69.65	-21.32	48.33
2004	11.07	9.21	20.28	-25.59	-5.31

出典：ODA 白書（2001、2002、2003、2004、2005 年度）

### 2) 有償及び無償資金協力

過去に、農業、通信、教育、運輸、観光等の分野において円借款を供与してきた。新規円借款供与については、2002 年 7 月のパリクラブ合意に基づき第 6 次債務繰延を実施していることから、ヨルダンの債務負担能力を含め同国の経済改革努力を注視している。現在、有償資金協力は実施されていない。

2003 年度には 60 億円のノンプロジェクト無償資金協力、ザルカ地区上水道施設改善に対する一般無償資金協力、文化無償、草の根・人間の安全保障無償資金協力（9 件）が実施された。なお、ノンプロジェクト無償資金協力は 1996 年以降、6 度にわたり総額 180 億円を実施してきた。

水セクターにおける有償・無償資金協力案件は、表 1-3-2 のとおりである。

表 1-3-2 我が国無償資金協力実績（給水分野）

（単位：億円）

実施年度	案件名	事業費	形態	概要
1994年	水道施設補修機材整備計画	6.6	無償	ヨルダン水道庁のアンマン中央ワークショップ及び支部ワークショップ2箇所（イルビッド県及びマアン県）のワークショップ用修理・整備機材の調達
1996年～1997年	アンマン都市圏上水道施設改善計画	12.75	無償	首都アンマンの水源であるキングアブダラ運河から原水を導水するための取水・導水ポンプの改修
1998年～2001年	第二次アンマン都市圏上水道施設改善計画	74.22	無償	キングアブダラ運河の原水を水源とするザイ浄水場の能力（12.5万m <sup>3</sup> /日）を25万m <sup>3</sup> /日に拡張するための施設の建設
2002年～2004年	ザルカ地域上水道施設改善計画	17.21	無償	ザルカ地域（ルセイファ・アワジャン地区）の漏水量の低減及び安定給水を目的とした送・配水基幹施設の改善及び配水ブロック化
2005年～2007年	ヨルダン渓谷中・北部上水道施設改善計画	20.72	無償	ヨルダン渓谷北・中部地域の漏水量の低減及び安定給水を目的とした上水道施設の改善、拡張

## 3) 技術協力

保健・医療、情報、通信、産業振興、水資源等の分野を中心に実施しているほか、IT分野における支援にも重点を置いている。また、1992年度からアラブ諸国、1994年度からパレスチナ向け、2004年度からイラク向けを対象とした第三国研修を実施しており、「ヨ」国は我が国のイラク復興支援及びパレスチナ支援の重要な拠点となっている。水分野に関しては、無収水対策能力向上プロジェクト（2005年～2008年）がヨルダン水道庁の無収水対策能力を向上するために実施中である。水セクターにおける技術協力（開発調査及びプロジェクト技術協力）は、表 1-3-3のとおりである。

表 1-3-3 「ヨ」国における技術協力

実施年度	案件名	形態	概要
1993年～1995年	地下水汽水淡水化計画調査	開発調査	地下水汽水を淡水化し水道水として供給するための調査
1994年～1996年	ザルカ地区上水道施設改善計画調査	開発調査	2015年を目標年次とするザルカ地区の漏水率の低減及び給水状況の改善のためのマスタープランの策定及び優先プロジェクトに対するフェジビリティ調査
2000年～2001年	全国水資源管理計画調査	開発調査	循環型水利用社会の形成を目標として、2020年までに取り組むべき課題である「水資源の統一的かつ総合的な管理」及び「希少な水資源の戦略的開発」を目指した水資源管理マスタープランの策定
2005年～2008年	無収水対策能力向上プロジェクト	技プロ	ヨルダン水道庁の無収水対策能力を向上するための技術協力プロジェクト

## 1-4 他ドナーの援助動向

水セクターに対する他ドナー援助動向としては、世界銀行、欧州投資銀行（EIB）等の国際機関、アラブ・イスラム系の資金機関、米国国際開発庁（USAID）、ドイツ（ドイツ復興銀行：KfW、ドイツ技術協力公社：GTZ）等が援助を実施している。他ドナー国・国際援助機関の援助実績を表 1-4-1 に示す。

表 1-4-1 他ドナー国・国際機関の援助実績（給水分野）

（単位：千 US\$）

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
2003 年～ 2006 年 (実施中)	米国	ムジブ・ザーラ・マイン汽水淡水化プロジェクト	125,000	無償	ムジブ・ザーラ・マイン汽水を淡水化するための逆浸透膜施設の建設とアンマンへ送るための送水管の建設
2002 年～ 2006 年 (実施中)	注 1	ワヘダダムプロジェクト	204,800	有償	水資源開発のためのヤルモク川水系へのダム建設
2002 年～ 2003 年	ドイツ国	ザイ ダボウク水道プロジェクト	28,200	有償	ザイ浄水場の水をアンマンのダボウク配水池へ送水するための送水管の建設
2002 年～ 2004 年	ドイツ国	全国水マスタープラン		技協	2020 年を目標年次とした水資源に関わる情報を全てデジタル化したマスタープランの策定
1999 年～ 2003 年	世銀及び 他機関 注 2	大アンマン市配水システム改善計画	222,900	協調融資	アンマン首都圏の配水システムを総合的に改善するための施設の建設及び水道庁組織・制度の再構築

注 1：経済社会開発アラブ資金、イスラム開発銀行及びアブダビ開発資金

注 2：世銀、米国、ヨーロッパ投資銀行、ドイツ国、イタリア国

世銀は、1999 年から 55 百万ドルをコミットし、「大アンマン市配水改善計画」を他の援助国・機関との協調融資で実施した。本計画は大アンマン市の配水システムの改善と拡張の他、同市水道事業への民間セクター参加支援が含まれていた。現在同市の水道事業は民間セクター（LEMA 社）により運営されている。

USAID は、「大アンマン配水改善計画」に対して追加資金 50 百万ドルを拠出した他、現在、DBO(Design, Build & Operation) 方式で実施中のムジブ・ザーラ・マイン汽水淡水化プロジェクトに 125 百万ドルを融資した。

KfW は、「大アンマン配水改善計画」で協調融資 63 百万 DM、ヨルダン水道庁 PMU（プロジェクト管理ユニット）の運営支援 3.5 百万 MD、ザイ ダボウク水道プロジェクト（ザイ - アンマン水道送配水システムの取水・導水部分）44 百万 DM を融資している。

GTZ は、大アンマン市水道の改修マスタープランを策定した。技術協力としては、水灌漑省のデジタルマスタープラン（National Water Master Plan：NWMP）を JICA 開発調査（水資源開発調査）の協力を得て、2004 年 6 月に完成した。



## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況



## 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) ヨルダン水灌漑省 (MWI)

「ヨ」国の水セクター(上下水道及び灌漑)の責任機関は、水灌漑省(Ministry of Water and Irrigation - MWI)である。MWI 傘下には、都市・工業用水供給と下水道を担当するヨルダン水道庁(Water Authority of Jordan - WAJ)とヨルダン渓谷の開発を担当するヨルダン渓谷庁(Jordan Valley Authority - JVA)がある。

JVA は 1977 年に創設され、ヨルダン渓谷の水セクターを含む社会経済開発全般に責任を持っていた。ヨルダン渓谷にある都市用水、灌漑用水ともに JVA の管轄下にあったが、その後 1983 年、各都市の都市用水事業を統合して WAJ が創設され、JVA 管轄下にあった都市用水事業もこれに吸収された。更に 1992 年、水資源政策・管理の権限を集約するために、MWI が創設され、「ヨ」国の水セクターを統轄することとなった。これにより、MWI は、JVA および WAJ を統轄するとともに農業省や保健省に分散していた水行政関係部門を統合して、極度に乏しい水資源の開発、灌漑、都市用水事業を一元的に運営・管理できる体制が整えられた。このような経緯から、MWI には MWI 担当次官(政策立案、総務、財務を担当)、JVA 担当次官(JVA 総裁を兼務)：ヨルダン渓谷の標高-300～400m 地域の開発及びヨルダン渓谷の水資源・幹線用水路の管理並びに全国のダム管理を行う)および WAJ 担当次官(WAJ 総裁を兼務)の 3 名が同格で存在し、水灌漑大臣がこの 3 名を指揮する組織となっている。

##### (2) ヨルダン水道庁 (WAJ)

WAJ は全国の上水道事業を担当しており、8 つの局部(上水道局、下水道局、試験・水質局、北部地域局、中部地域局、南部地域局、財務局および総務局)から構成されている。現在の職員数は、約 7,000 人であり、組織図を図 2-1-1 に示す。組織は、全国を 3 分割し、南部、中部、北部局を設け、運営・維持管理をしている。その他に、技術局、上水道局、下水道局、財務局及び総務局を有する。

本計画の設計・施工に関わる担当窓口は上水道局であり、施設完成後の運営・維持管理の実施は中部地域局に属するザルカ支所である。WAJ ザルカ支所の組織図を図 2-1-2 及びザルカ支所の要員構成を表 2-1-1 に示す。

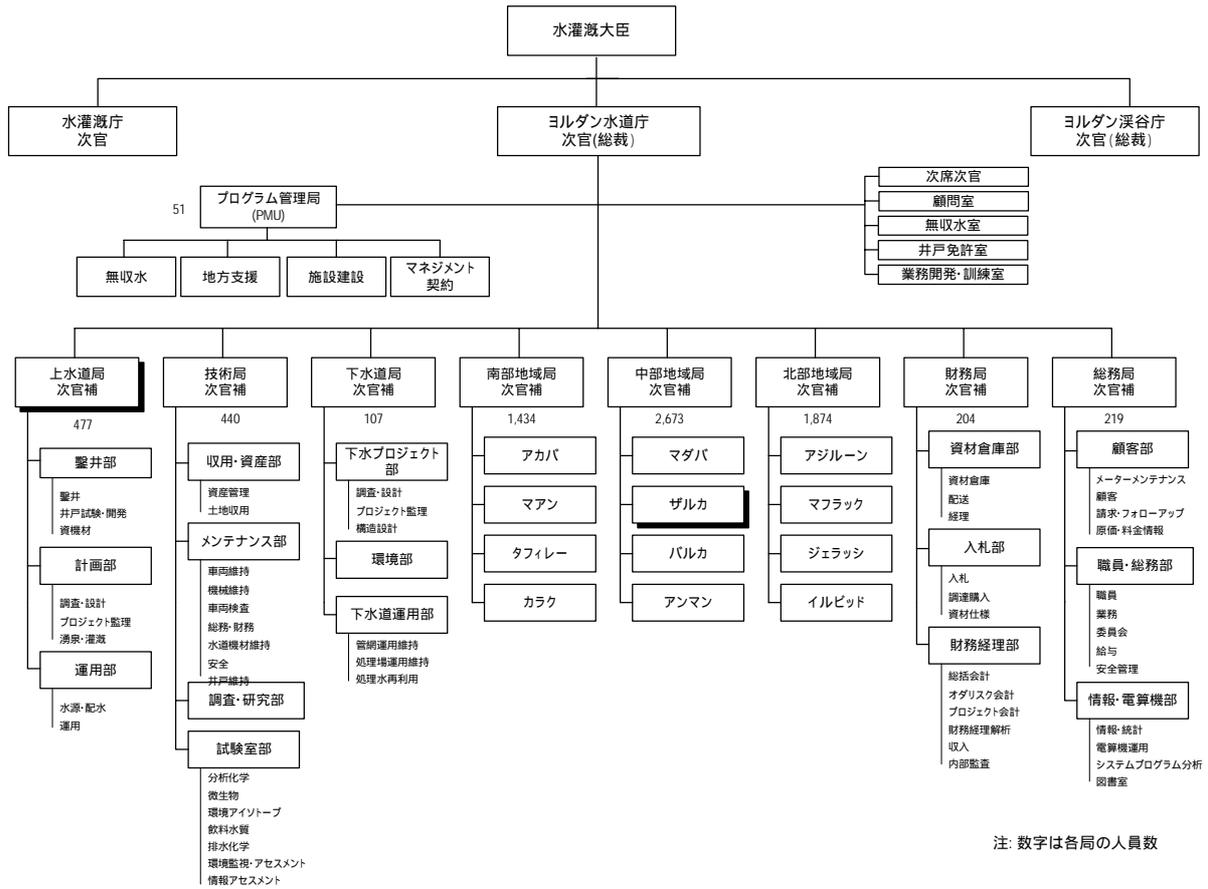


図 2-1-1 WAJ 組織図

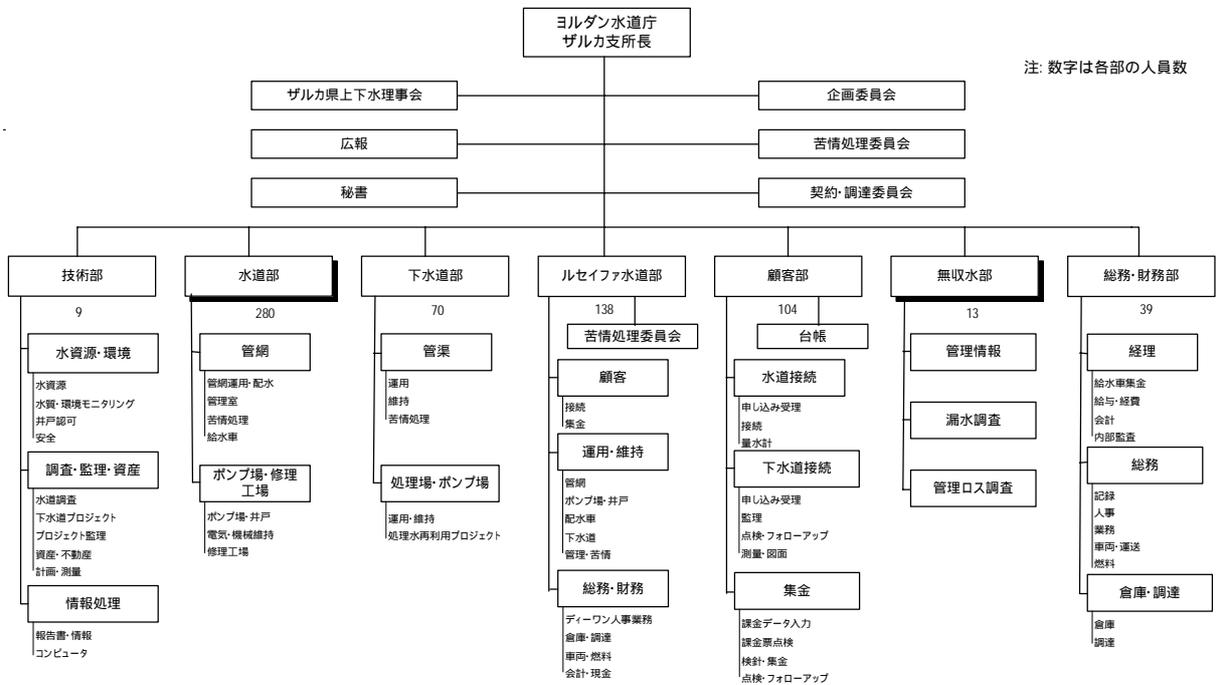


図 2-1-2 WAJ ザルカ支所組織図

表 2-1-1 ザルカ支所の職員構成（2004年）

部署別	人数	契約別形態	人数	技能別	人数
総務部	41	正職員	71	技師	19
技術部	12	準職員	324	技能工	269
水道部	231	契約職員	3	事務職	56
下水道部	81	日雇い	216	会計担当	11
顧客部	103	研修員	1	補助員	43
無収水部	12			労務者	216
ルセイファ水道部	135			研修員	1
合計	615	合計	615	合計	615

## 2-1-2 財政・予算

### (1) WAJの財務状況

WAJは商業的会計制度を導入して、国際会計基準を満足する決算書を開示している。表 2-1-2 に至近3年間の損益計算書を示す。2004年度においては、全収入のうち、水道料金収入が全体の60%を占める。また、全支出のうち、人件費(31%)と維持管理費の一部である電力料金(49%)が約80%を占める。営業収支は、26.3百万JODの黒字となっており、人件費及び建設施設の維持管理費は収入によりまかなわれている。一方、営業外費用を含めると49.7百万JODの赤字を計上している。

WAJの減価償却・借入金利払い前の収支(営業収支)は1997年に黒字に転じ、更に2001年の料金改定により収入が増加しており、財務状況は改善している。一方、減価償却・利払いを含めた今までの累積赤字は779百万JOD(2004年)に達しており、抜本的な対策が必要とされている。累積赤字を処分し健全経営を目指すには国庫補助、無収率の低減、料金値上げを含めた総合的、長期的な対策が必要となる。特に、現在50%に上る無収率の低減は急務となっている。

表 2-1-2 ヨルダン水道庁の損益計算書及び国庫補助金

(単位：百万JOD)

項目	2002年度	2003年度	2004年度
営業収入			
水道料金	47.3	55.6	62.4
下水道料金	19.5	21.7	23.9
その他の収入	17.9	19.9	20.8
合計	84.7	97.2	107.1
営業支出			
人件費	23.7	24.2	24.8
維持管理費	40.9	46.6	52.0
その他経費	3.2	3.4	4.0
合計	67.8	74.2	80.8
営業収支	16.9	23.0	26.3
営業外支出			
減価償却・支払い利息	59.9	60.1	62.2
その他費用	10.5	21.5	13.8
合計	70.4	81.6	76.0
総収支	-53.5	-58.6	-49.7

「ヨ」国政府は、ヨルダン水道庁に対し、施設建設のための資金を国庫補助金として拠出している。2004年には、43.3百万JODの補助金を拠出した。この他に、各ドナーからの無償援助により建設資金を確保している。

表 2-1-3 WAJ への国庫補助金

(単位：百万 JOD)

項目	2002 年度	2003 年度	2004 年度
移転額 (国庫補助金)	28.7	43.6	43.3

## (2) ザルカ支所の財務状況

現況 (2003 年及び 2004 年) の WAJ ザルカ支所の収入・支出状況を表 2-1-4 示す。収入の約 8 割が水道料金収入で占め、下水道収入は約 1 割となっている。2003 年度の収支は、約 1.15 百万 JOD の赤字であり、不足分は WAJ 全体の収益から補足している。

表 2-1-4 WAJ ザルカ支所の損益計算書

(単位：千 JOD)

項目	2003 年度	2004 年度
収入		
1. 水道収入		
水道料金	3,678.3	4,171.4
接続料金	265.5	342.5
水道メーター代	4.8	2.8
修理・その他の収入	48.4	44.8
小計	3,997.0	4,561.5
2. 下水道収入		
下水道料金	397.2	485.7
接続料金	11.1	13.8
その他	7.6	3.9
小計	415.9	503.3
収入合計	4,412.9	5,064.8
支出		
給料・賃金	1,455.5	1,785.6 <sup>*1</sup>
電力費	3,930.6	3,913.3 <sup>*1</sup>
修理及び燃料代	64.4	データ無し
その他	118.3	データ無し
支出合計	5,568.8	データ無し
収支バランス	-1,155.9	データ無し

注：\*1 WAJ よりデータ収集できなかったため、給料・賃金単価及び電気単価等から調査団が推定

## (3) 上下水道料金

上下水道料金は 3 ヶ月ごとに検針して徴収している。1997 年の改定以降、一般家庭向けは逓増料金制となった。2001 年アンマン、ザルカの下水道料金を改定したがその他地域は据置きとなっている。

逓増料金は一人一日当り消費量に置き換えると、アンマンで 37 リットル、74 リットル、240 リットルに節目があり、アンマン以外で、37 リットル、74 リットル、342 リットルの節目を境界として単価を逓増させている。上記逓増料金は、「ヨ」国の乏しい水資源賦存状況を反映したもので、使用量が増加するにつれ日常生活にもかなりの負担となる料金体系と言える。更に、2003 年 1 月からアンマンとザルカに

限って、両地区の下水を処理しているサムラ（As-Samra）下水処理場の経費増大に伴い、下水道料金を上記に示すとおり一律12パーセントを上乗せすることになった。

表 2-1-5 上下水道料金

(単位：JOD)

1) アンマン			
一般家庭			
使用量(m <sup>3</sup> )	メーター料金	水道料金	下水道料金
0 - 20	0.30	2.00	0.600x1.12
21 - 40	0.30	0.14 x V - 0.8	(0.04 x V - 0.2) x1.12
41 - 130	0.30	0.006556 x V <sup>2</sup> - 0.12224 x V	(0.002889 x V <sup>2</sup> - 0.07556xV) x1.12
131 以上	0.30	0.85 x V	0.35 x V x1.12
一般家庭以外の加入者			
一律	0.30	1 x V	0.5 x V x1.12
2) ザルカ			
一般家庭			
使用量(m <sup>3</sup> )	メーター料金	水道料金	下水道料金
0 - 20	0.30	1.30	0.60x1.12
21 - 40	0.30	0.075 x V - 0.2	(0.035 x V - 0.1) x1.12
41 - 185	0.30	0.004517 x V <sup>2</sup> - 0.10568 x V	(0.001828 x V <sup>2</sup> - 0.038103 xV)x1.12
186 以上	0.30	0.85 x V	0.35 x V
一般家庭以外の加入者			
一律	0.30	1 x V	0.5 x V
3) 他地域			
一般家庭			
使用量(m <sup>3</sup> )	メーター料金	水道料金	下水道料金
0 - 20	0.30	1.30	0.60
21 - 40	0.30	0.075 x V - 0.2	0.035 x V - 0.1
41 - 185	0.30	0.004517 x V <sup>2</sup> - 0.10568 x V	0.001828 x V <sup>2</sup> - 0.038103 x V
186 以上	0.30	0.85 x V	0.35 x V
一般家庭以外の加入者			
使用量(m <sup>3</sup> )	メーター料金	水道料金	下水道料金
一律	0.30	1 x V	0.5 x V

注：Vは水道使用量 (m<sup>3</sup>)

水道料金は2001年改定、下水道料金は、2003年改定

#### (4) 無収率

至近3年間の県別給水量・収集水量と無収率を表2-1-6に示す。給水量は微増しており、2004年のWAJの総給水量は262百万m<sup>3</sup>/年であった。その内、無収率は47%を占める。ザルカ支所の無収率は52%となっており、全国平均より高くなっている。

表 2-1-6 年間給水量・有収水量及び無収率

県	2002			2003			2004		
	給水量	有収水量	無収率	給水量	有収水量	無収率	給水量	有収水量	無収率
	cm <sup>3</sup> /年	cm <sup>3</sup> /年	%	cm <sup>3</sup> /年	cm <sup>3</sup> /年	%	cm <sup>3</sup> /年	cm <sup>3</sup> /年	%
アンマン	93,804,578	49,444,874	47.3	106,251,701	54,683,396	48.5	120,493,242	65,718,238	45.5
イルビット	31,352,868	18,134,540	42.2	31,644,363	19,123,776	39.6	32,754,704	20,527,547	37.3
ザルカ	34,412,052	15,217,373	55.8	36,965,882	17,934,637	51.5	37,687,744	18,031,784	52.2
マダバ	6,051,075	3,025,654	50	5,894,874	3,156,196	46.5	6,060,838	3,254,897	46.3
バルカ	18,338,840	8,447,588	53.9	18,099,177	8,761,868	51.6	20,177,343	9,127,550	54.8
カラック	11,172,589	5,373,182	51.9	10,167,608	5,341,267	47.5	10,991,645	5,740,546	47.8
タフィーラ	3,005,388	1,665,457	44.6	3,055,668	1,737,657	43.1	3,070,173	1,821,641	40.7
マアーン	7,970,928	3,801,402	52.3	7,115,711	3,786,809	46.8	7,068,872	3,975,973	43.8
アカバ	14,685,630	10,064,218	31.5	14,956,020	10,342,241	30.8	-	-	-
マフラック	16,852,935	4,953,655	70.6	17,348,140	5,514,294	68.2	16,875,224	5,869,600	65.2
アジュールン	3,485,172	2,071,642	40.6	3,365,938	2,106,679	37.4	3,101,994	2,242,647	27.7
ジェラッシュ	4,148,732	2,606,294	37.2	3,821,816	2,912,237	23.8	4,267,173	2,967,955	30.4
計/平均	245,280,787	124,805,879	48.2	258,686,898	135,401,057	44.6	262,548,952	139,278,378	47.0

WAJ 全体の運営・維持管理費を表 2-1-7 に示す。これによると全体に占める電力料は 43% (2002 年) から 48% (2004 年) と増加しているが、人件費は 35% (2002), 31% (2004) と減少している。一方、ザルカ支所の経費 (表 2-1-4 参照) を見ると、電力料の割合が 60% ~ 69% とかなり高くなっている。ポンプ給水による電気消費量が多いことが読み取れる。

表 2-1-7 WAJ の維持管理費

項目	2002 年	200 年 3	2004 年
<b>(1) 維持管理費</b>			
燃料費	1,401,277	1,235,368	1,423,922
電気代	29,388,898	34,442,413	39,156,969
車両修理費	1,161,355	1,415,397	1,221,183
車両保険費	167,327	137,433	230,093
事務所維持費	23,473	21,665	18,725
道路・建物維持費	1,417,126	1,337,092	999,469
備品保険費	1,629	2,828	2,141
薬品費	1,568,108	1,381,502	1,483,742
管網維持費	2,216,503	2,127,702	1,562,587
下水処理場維持費	164,691	527,430	485,798
汚泥輸送費	134,497	205,896	192,148
コンピューター維持費	66,720	69,801	27,881
タイヤ購入費	131,116	76,372	56,212
バッテリー代	10,529	14,939	13,626
井戸、ポンプ場、配水池維持費	659,917	818,758	790,223
設備維持費	1,984	21,761	102,248
車両リース代	356,333	458,217	499,143
無線費用	149,534	112,354	64,627
水道メーター費	876,118	895,988	1,259,234
水質試験費	79,951	49,654	27,528
水質試験薬品費	-	-	16,420
コンサルタンツ料	-	-	79,432
電話代	-	-	141,570
清掃代	-	-	42,132
広告代金	-	-	15,555
印刷・文房具代	60,561	-	90,405
その他の消耗財費	47,996	73,331	142,149
その他の出費	446,001	674,221	1,130,738
維持費	-	-	413,849
総維持管理費	40,531,644	46,100,122	51,689,749
<b>(2) 維持管理費の要約</b>			
電気代	29,388,898	34,442,413	39,156,969
薬品費	1,568,108	1,381,502	1,483,742
燃料代	1,401,277	1,235,368	1,423,922
その他の消耗財費	47,996	73,331	142,149
維持費（非消耗品費）	8,125,365	8,967,508	9,482,967
総支出（人件費等を含む）	67,714,922	74,203,100	80,753,954
<b>(3) 維持管理費の比率</b>			
電気代の比率（％）	43.4	46.4	48.5
人件費の比率（％）	35.0	32.6	30.7
薬品費の比率（％）	2.3	1.9	1.8
燃料の比率（％）	2.1	1.7	1.8
維持費の比率（％）	12.0	12.1	11.7

## 2-1-3 技術水準

WAJ ザルカ支所では、技師 19 人、技能工 269 人が既存施設の維持管理を実施している。水道部では、4ヶ所のポンプ場（ザルカ、ハシミエ、マリハブ、アワジャン）及びザルカ地区の井戸ポンプの管理を行っている。水道部は管網部とポンプ場部に分かれており、ポンプ場部は 64 名（機械技師 3 名、電気技師 5 名、運転員（兼技能者）56 名）の職員で構成されている。水道部にはメンテナンス工場があり、定期的に以下に示すポンプのオーバーホールを実施している。各ポンプ場では、それぞれ 4 名の運転員が配置され、3 交代で 24 時間ポンプの維持管理を行っている。2001 年には、塩分濃度が高いザルカ

井戸の水を処理するための逆浸透膜処理場がザルカ維持管理ワークショップに隣接して建設された。この処理施設は専門の維持管理会社により委託運営されている。

- ・現場でポンプ・電動機のベアリング、オイルシール等の交換を日常的に行っている。
- ・現場で切削加工を伴わない小部品の修理を行っている。
- ・ポンプの主要部品であるインペラー、ライナーリング、主軸スリーブ及び主軸等の切削加工はザルカメンテナンス工場で行っており、今回の調査で、かなり滑らかな仕上がりが得られている。
- ・圧力計等の機器が故障しているが、豊富な経験で、温度管理・運転状態管理を行っている。
- ・ポンプのオーバーホールは4年～5年毎に実施している。

WAJ ザルカ支所無収水部が漏水修理を実施している。ザルカ支所内では毎月 2000 件を越す漏水修理を実施している。表 2-1-8 に示すとおり、漏水の発生件数は、給水管及び小口径配管でそのほとんどを占める。このため、近年、給水管及び小口径配管は腐食の少ないポリエチレン管に順次更新を進めている。今後はその更新も進み、漏水修理件数も減るものと考えられる。

表 2-1-8 ザルカ支所内の漏水修理件数

配管口径 (インチ)	1/2"	3/4"	1"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	16" 以上	塩ビ管	総計
修理件数	3,894	10,534	5,824	6,493	113	628	293	177	2	5	20	0	27,983
比率	0.139	0.376	0.208	0.232	0.004	0.022	0.01	0.006	0	0	0.001	0	1

ザルカポンプ場には、塩素消毒施設があり、2人の技能工が塩素注入を担当している。塩素注入率は最大で 2mg/l になるよう調整し、残留塩素がポンプ場で 1.5mg/L 以上になるよう管理を行っている。また、ザルカ支所本部には水質管理技師がおり、ザルカ県全体の飲料水水質（塩分濃度、残留塩素等）を監視し報告している。

本プロジェクトで完成する施設は、配水池、ポンプ場、塩素消毒施設及び送配水管である。ザルカ支所には、必要な要員・技術は確保されており、プロジェクトの実施に支障のない技術水準を有している。

#### 2-1-4 既存施設及び機材

##### (1) 水道施設及び機材

###### 1) 沿革

ザルカ市の水道施設は、1934年から整備が始まった。1964年には拡張事業が実施され、この時現在の主要な施設であるザルカ井戸群、ザルカポンプ場、パトラウィ配水池、400 mm 配水管等が建設され、1967年に供用が開始された。その後、拡張が続けられ、アズラック井戸群、更にマフラック井戸群の水

源が加わった。マフラック県の井戸群からハウポンプ場までの送水管は1975年に完成し、アズラック井戸群からハウポンプ場までの送水管は1984年に完成した。一方、ルセイファ市の水道施設は、ザルカ市に比して貧弱であったが、その後、配水施設の拡張工事が進められた。2001年には、ハウポンプ場からの送水能力向上を目的に、新ハウポンプ場、ザルカ市への送水管、バトラウィ配水池及びポンプ場が新設された。

## 2) 水道水源

水資源の希少な「ヨ」国における水道事業は、全国的な観点から、水資源開発及び水配分がWAJにより行われている。対象地域の水道水源は、地域内の井戸水源（ザルカ井戸及びハシミエ井戸）に加え、全国的な送水網に組み込まれている遠隔地の井戸からなる。これらの井戸は、アズラック井戸群（ザルカ県）、マフラック井戸群（マフラック県：ザタリポンプ場より送水）、コロドール井戸群（マフラック県）、ハラバット井戸群（ザルカ県）である。これら井戸から取水された水はハウポンプ場に送水され、その後、ザルカ地域及びアンマンに送水されている。水道水源及び幹線送水ルートを図2-1-3に示す。また、ザルカ県の全水源（井戸及び泉水）を表2-1-9に示す。

この中で、最大の供給量を維持しているアズラック井戸群は、1984年に供用開始して以来ハウポンプ場に送水しているが、高揚程のポンプのため10年程度で更新が余儀なくされている。その他の井戸も総じて高揚程ポンプが設置されている。多くのポンプが更新時期を過ぎており、揚水能力の漸減傾向が見られる。

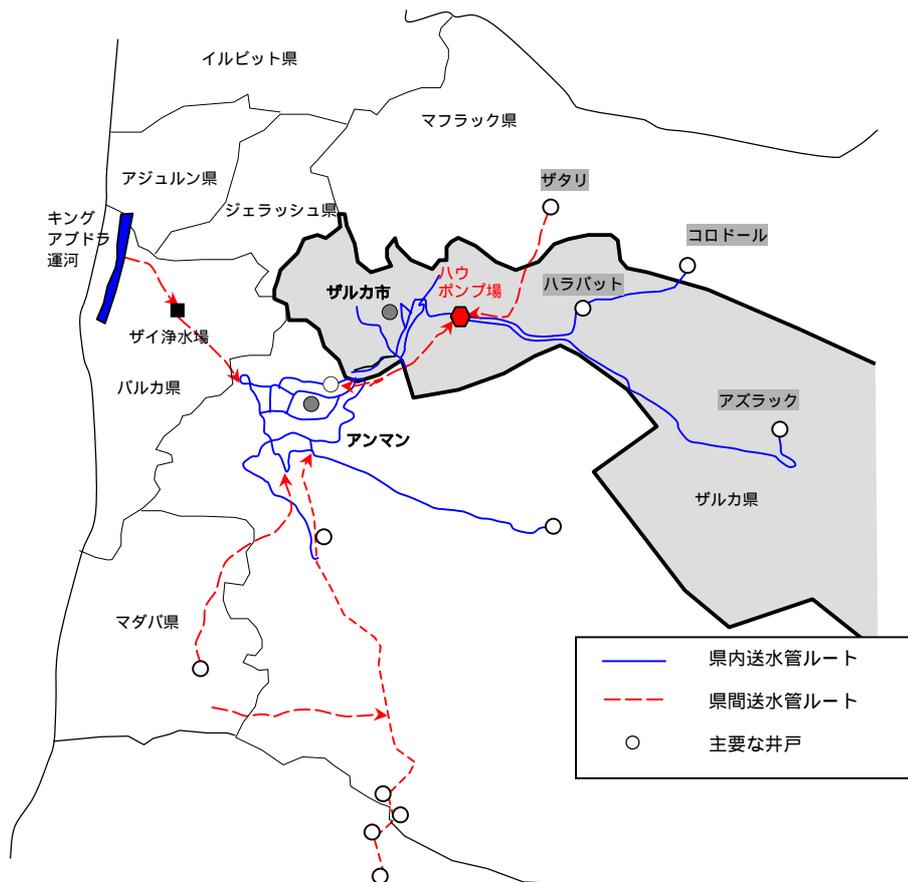


図 2-1-3 水源井戸と送水管ルート

表 2-1-9 ザルカ県の井戸/泉水及びその揚水・取水量実績

(単位：m<sup>3</sup>/年)

番号	井戸/泉水名	2002年	2003年	2004年
1	Al-Azrq Well (アズラック)	15,344,983	17,177,737	16,711,424
2	Al-Hashimia Well (2) (ハシミエNo.2)	392,990	480,610	457,900
3	Al-Hashimia Well (3) (ハシミエNo.3)	1,278,840	1,529,930	1,561,650
4	Al-Hashimia Well (5) (ハシミエNo.5)	909,070	1,054,760	1,037,780
5	Awajan well (21) (アワジャンNo.21)	326,390	488,710	919,640
6	Awajan well (22) (アワジャンNo.21)	254,020	399,012	421,598
7	Awajan well (23) (アワジャンNo.21)	1,024,500	1,707,150	1,766,990
8	Alhallabat Wells (ハラバット)	3,761,500	2,962,180	2,641,480
9	Zarqa wells (ザルカ)	4,024,300	4,910,860	3,991,430
10	Marheb wells (マルヘブ)	1,080,811	996,029	1,026,510
11	Om-Rumana well (ルマナ)	36,128	0	58,772
12	Beren well No.(2) (ベレーンNo.2)	203,957	272,440	262,943
13	Beren well No.(3) (ベレーンNo.3)	8,7,970	130,336	169,220
14	Al tamwen well No.(3+4+5) (タマウイーン)	1,045,581	992,779	886,883
15	Sarout Spring (サロウト泉水)	67,931	71,947	66,146
16	Alok Spring (アロック泉水)	36,913	54,164	47,833
17	Al-Qinnia Spring (キニア泉水)	384,454	385,165	322,556
18	Al-Rusayfa Well (18) (ルセイファNo.18)	170,643	103,582	205,065
19	Al-Basatine Well (1) (バサティーンNo.1)	636,450	436,310	475,030
20	Al-Basatine Well (1) (バサティーンNo.1)	320,265	539,458	394,820
21	Mokhaym-Hetten Well (1) (モカエムNo.1)	53,076	10,667	4,853
22	Phosphate Deep Well (ポスフェート深井戸)	326,796	251,525	275,115
23	Al-Rusayfa Well (18) (ルセイファNo.18)	0	0	1,159,978
24	Phosphate Well (2) (ルセイファNo.2)	0	278,737	380,732
25	Phosphate Well (5) (ポスフェートNo.5)	0	432,500	765,669
26	Al-Qwardour (コロドール)	9,459,600	9,392,588	8,829,664
	合計	41,147,176	45,059,176	44,841,681

ザルカ地区の水道施設は、北のハシミエ市及びスフナ市、中央のザルカ市北部、そして南のザルカ市アワジャン地区及びルセイファ市に大きく分けられる。以下に水道水源の給水概要を示す。

- a) ハシミエ・スフナ地区：ハウポンプ場から送水された水がハシミエポンプ場で増圧された後、直接給水されている。以前は、配水池を通して給水されていたが、配水池の老朽化によりポンプでの直接給水となった。また、以前はハシミエ井戸水が給水されていたが、高塩分化により、以下に示すとおり良質の水と混合してザルカ市北部地区に給水されている。
- b) ザルカ市北部地区：水源はザルカ井戸の膜処理水、ハシミエ井戸水及びハウポンプ場からの送水である。ハシミエ井戸水は塩分濃度が高いため、膜処理水及びハウからの送水を混合してザルカポンプ場から給水している。

### 3) 水道施設の概要

給水地域は、標高約 480m から 710m の起伏の激しい地形に位置する。市街地は低地に発達し、その後人口の増加と共に、高台に発達していった。水道施設は、市の発展と共に、高台の方向に後追的に整備されていったため、適切な施設の配置がなされなかった。配水ポンプ場は、低地に位置し、高台を含めた地域に配水するため、高揚程のポンプが使用されている。また、給水圧を適正な範囲に保つための配水区の設定はなされていない。このため、低地では不必要に水圧が高く、高い漏水率の原因となっている。一方、高揚程のポンプが設置されているものの、標高の高い地域では、給水圧が低く出水不良を引き起こしている。

ポンプ場内に設置された数台のポンプの起動・停止運転により、需要量の変動に適切に対応することが困難となっている。また、ポンプの起動・停止時には、高い水圧が配水管にかかり、管路の破裂等を頻発に引き起こしている。特に、ポンプ場近辺の管路は頻繁に破損し漏水の原因となっている。配水区が分離されていないこと、ポンプ給水方式を採用していることから、計画的な漏水制御対策の実施を困難にさせている。

主要な水道施設の概要を図 2-1-4 に示す。主要な送水管の仕様を表 2-1-10、既存ポンプ場の仕様を表 2-1-11 及び配水池の仕様を表 2-1-12 に示す。

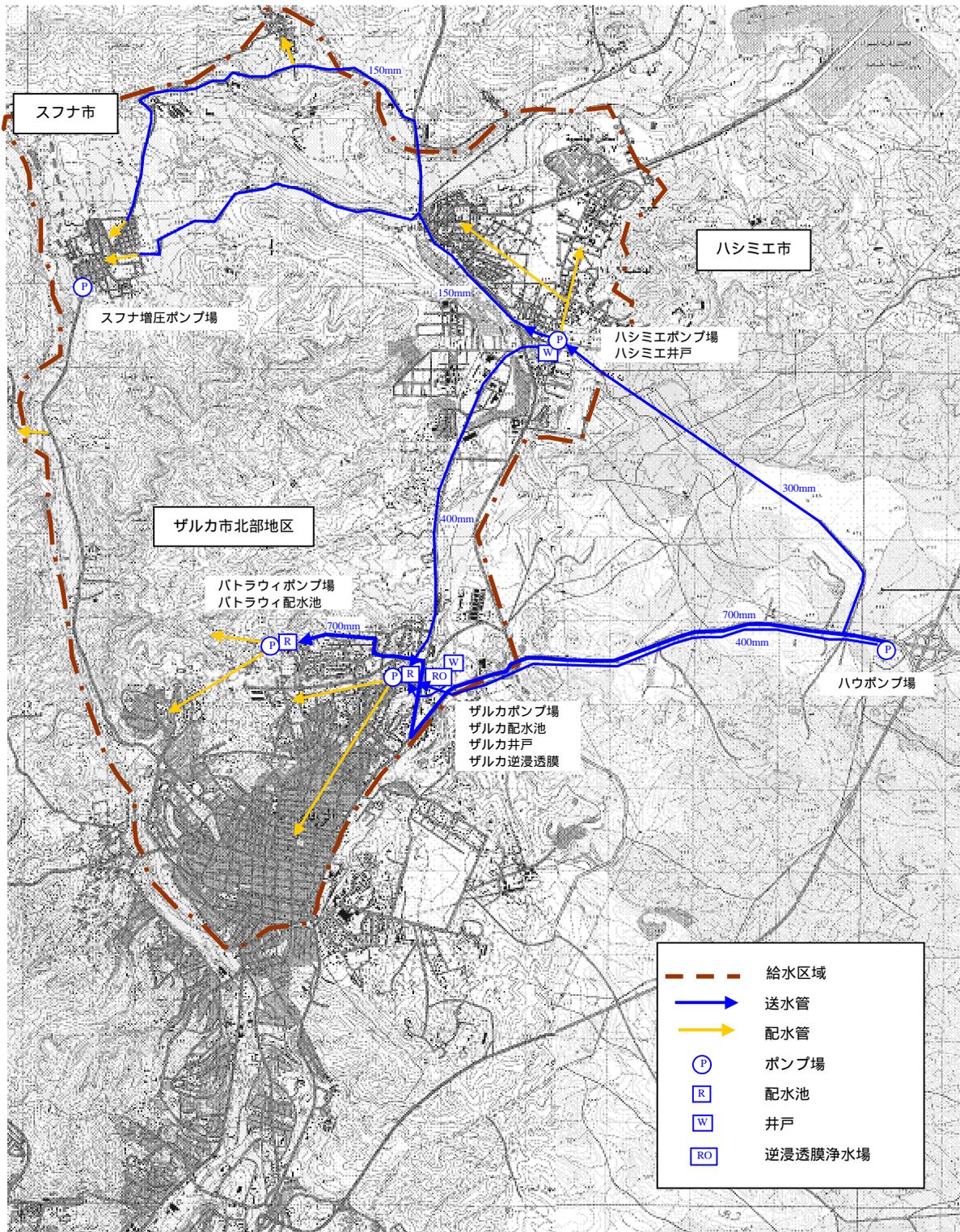


図 2-1-4 既存水道施設配置図

表 2-1-10 主要送水管

番号	ルート	口径 (mm)	延長 (km)	材質	建設年	状況
1	ハウポンプ場-ザルカ配水池 バトラウィ配水池	700	9.0	ダクタイル 鋳鉄	2002	良好
2	ハウポンプ場-ザルカ配水池	400	7.2	鋼管	1986	漏水多発
3	ハウポンプ場-ハシミアポンプ場	300	5.8	鋼管	1980	漏水多発
4	ハシミアポンプ場-スフナ地域 (地上配管)	150	6.4	鋼管	1992	可

表 2-1-11 送配水ポンプ場

番号	ポンプ場	送配水方向	ユニ ット	口径 (mm)	容量 (m <sup>3</sup> /h)	水頭 (m)	電動機 (Kw)	設置年	状況
1	ハウ	アンマン	1	250x200	500	350	710	1982	不良
			2	250x200	300	360	440	1982	不良
			3	250x200	380	380	450	1982	不良
		故障	4	250x200	380	380	-	-	故障
		故障	5	250x200	300	350	-	-	故障
		アンマン	6	250x200	380	380	630	1985	不良
		故障	7	250x200	500	350	-	-	良
	アンマン	8	250x200	500	350	680	1985	良	
		9	250x200	300	350	630	1987	良	
		10	250x200	500	350	680	2001	良	
新ハウ	ザルカポンプ場 ハシミアポン 場	1	250x200	500	150	320	1991	良	
		2	250x200	500	150	320	1991	良	
		3	300x250	500	150	320	1991	良	
		4	250x200	300	150	185	1991	良	
		5	200x150	300	150	200	1991	良	
		6	300x250	500	150	355	1992	良	
2	ザルカ(屋内)	バトラウィ配水 ザルカ、池バトラウ ィ、バラド地区	1	150x100	300	100	160	1992	不良
			2	200x150	300	100	160	1997	不良
			3	150x100	300	100	160	1968	不良
			4	250x200	300	120	160	1985	不良
	ザルカ(屋外)	ルセイファ、マア ソン、ハシミア、 ザルカ、バラド、 ジャノビヤ地区	5	250x200	500	250	500	1985	不良
			6	200x150	500	250	500	1984	不良
			7	150x125	300	250	335	1990	不良
			8	150x125	500	230			不良
			9	150x125	300	275			不良
			10	150x125	250	170	160	1999	不良
			11	150x125	300	100	160	1992	不良
3	ハシミア	ハシミア、スフナ 市	1	200	150	150			良
			2	200	150	150			良
			3	200	120	125	-	-	良
			4	200	80	120	-	1982	良
4	スフナ増圧	バニーハシエム 村	1	150	50	200			不良
			2	150	75	132			不良
5	バトラウィ	ザルカ市高台	1	200	150	100		2002	良好
			2	200	150	100		2002	良好
6	ザルカ逆浸透膜処 理場内	ザルカポンプ場	1	300	400	50		2001	良好
			2	300	600	50		2001	良好
			3	300	450	50		2001	良好

表 2-1-12 配水池

番号	配水池	容量 (m <sup>3</sup> )	高水位	低水位	構造	流量計 (制御)	状況
1	ハウ	12,000	609	602	RC	サイロメーター (電気)	良好
2	ザルカ	4,000	567	572	RC	フロートゲージ (手動)	可
3	バトラウィ	4,000	648	644	RC	-	良好
4	ハラリエ	750	-	-	RC	-	漏水のため廃棄
5	スフナ	250	-	-	RC	-	漏水のため廃棄

(2) ザルカ支所所有の機材

ザルカ支所所有の維持管理機材の内容を表 2-1-13 に示す。本プロジェクトで完成した施設の維持管理に必要な機材は一通り完備している。

表 2-1-13 ザルカ支所所有の維持管理機材

機材	数量
建設機械	8
セダン車	6
ピックアップ	32
給水車	7
高圧洗浄車	6
汎用設備（溶接機等）	26
トラック	2
合計	87

## 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) 下水道

ザルカ県の下水道（分流式）普及率は、約 75%である。計画対象地域においては、ザルカ市の全域及びハシミエ市の一部に下水道が整備されている。スフナ市には下水道は整備されていない。WAJ は 2007 年からハシミエ市およびスフナ市に下水道の整備を開始する計画である。収集された汚水は、現在、アンマンの汚水と共に、ハシミエ市の東方に位置するサムラ汚水処理場（酸化池）で処理され、ザルカ川に放流されている。現在、UASID の援助により、サムラ処理場横に、活性汚泥処理場が建設されている。

計画対象地域には、雨水排水路が整備されており、雨水はこの暗渠により収集され、自然の開水路（ワジ）を経由しザルカ川に排除される。配水池の排水管及び越流管はこの雨水排水路に接続される。

#### (2) 港湾

「ヨ」国唯一の港湾であるアカバ港は、紅海の北端に位置している。現在では、石油用のバース、コンテナバース、浮きバース、燐鉱石船積棧橋、カリ及び肥料用船積ターミナル等、近代的設備を有する港湾である。

#### (3) 道路

「ヨ」国では、鉄道が発達していないため、公共道路網が人・物の物流に重要な役割を担っている。道路網は国道とその他の道路に区分され、国道は更に 1 級と 2 級に分かれる。

唯一の港湾であるアカバからは片側 2 車線のデザートハイウェイが整備され、アンマンまでの約 380km を約 5 時間で繋いでいる。アンマンからザルカ市へは片側 2 及び 3 車線のハイウェイが整備され、朝晩はアンマン・ザルカ間の通勤車両で混雑する。ザルカからはマフラック県、アズラック経由イラクへのハイウェイが走っている。また、ハウからは、一般道に加え工業地帯であるハシミエ市までの工業道路が整備されている。

ザルカ市、ハシミエ市及びスフナ市には、アスファルト舗装された道路が整備されている。本計画施設では、ザルカ高区配水池及びパトラウィ配水池には、市道が直接接続するが、スフナ配水池及びハシミエ配水池には、市道からの数 10m のアクセス道路が必要となる（ヨ国側負担工事）。

#### (4) 電気・通信

計画対象地域の電気の普及率は100%である。配電方式は、全て電柱・架空線方式である。計画対象地域の通信ケーブルは埋設ケーブル（埋設深さ 80cm）であるが、ワジ（涸れ川：降雨時のみ水が流下する自然水路）や河川の横断部は電柱・架空線方式である。

#### 2-2-2 自然条件

##### (1) プロジェクトサイトの位置

本計画のプロジェクトサイトは、「ヨ」国の首都アンマンの北東に位置するザルカ県の中のザルカ市北部地区及びそれぞれその北西、北東に隣接するスフナ市、ハシミエ市である。プロジェクトサイトはアンマンから約 35 km に位置する。ザルカ市は地域の商工業活動の中心であり、ハシミヤ市には精油所と火力発電所が立地する工業地帯があり、スフナ市は主に住居地域である。プロジェクトサイトの西には、ヨルダン川の支流であるザルカ川が流れる。

##### (2) 気象条件

アンマン市の標高が約 900 m 台に対して、プロジェクトサイトは、約 700 m ~ 450m と低くなっており、その差分だけ気温もアンマンより高い傾向にある。夏季は5月から10月頃で、最高気温(平均)が32前後、最低気温(平均)は16前後と、気温差がかなり大きくなっている。これは砂漠気候の特徴でもある朝夕の気温差による。また、6月から9月には40 を超すことも珍しくはない。一方、冬季は12月から2月で最高気温(平均)が約14前後、最低気温(平均)が約4前後となる。

「ヨ」国における年間平均降雨量の特徴は、山岳部(約400 mm程度)、ヨルダン渓谷(約200 mm程度)、砂漠(約50 mm程度)の大きく3つの地域に分けられる。プロジェクトサイトは、山岳部に属しており、雨季は、冬季の11月から3月頃にあたり、年間降雨量の殆どが、この時期に集中している。冬季の2月には平均して2~3回程度降雪を見ることもあるが、交通その他に影響を与えるほどではない。

地中海からの湿った西風は、レバノン国境に位置する山脈によって遮られ、ヨルダンには乾燥風として夏季に強く吹く傾向が見受けられる。低気圧等による強風は少なく、当該地域における風は、全般的に弱いと言える。

##### (3) 水文・水理

ザルカ県は、水資源の全てを地下水に依存している。ザルカ県には、アンマン - ザルカ地下水盆とアンマン - アズラック地下水盆として知られている二つの地下水盆が存在している。この2つの地下水盆が「ヨ」国で最も生産的な地下水盆として知られる。「ヨ」国では、1,000 余りの井戸が開発されているが、主に灌漑用と工業用水用として使われており、その内、約40個所程度の井戸が、ザルカ地区と

アンマン県の一部に飲料用として供給されている。

プロジェクトサイトは、アンマン ザルカ地下水盆に位置し、上層、中層及び低層の特徴を持った三層からなる。降雨の影響を受け水位が変動する上層不圧滞水層及び厚い石灰岩の下の砂岩内には下層被圧滞水層が存在する。上層の涵養源は、ザルカ川の沖積層からの浸透、水道水の漏水であり、下層の涵養源はアンマンの北西となっている。地域の井戸は主に上層及び中層から取水している。

アンマン - アズラック地下水盆は、アンマン - ザルカ地下水盆の東に位置し、アズラック地下水の水源となっている。涵養源はシリア山脈となっている。井戸は、主に上層地下水層から取水している。

プロジェクトサイトの唯一の河川はザルカ川である。流域面積は約 4,025km<sup>2</sup> で「ヨ」国第 2 の河川である。ザルカ川は、アンマンに水源を発生しキングタラルダムに流入する。平均年間水量は 62.4MCM (百万 m<sup>3</sup>) であるが、その内 50MCM がサムラ下水処理場の処理水である。この処理水を除けば、年間の 8-9 ヶ月間、実質水量はゼロである。

#### (4) 地形・地質

##### 1) 地形

プロジェクトサイトは、「ヨ」国全体の地形学的分類によれば東部高地帯に属しており、ザルカ川の東側に位置する 450m から 700m 台の標高の地形に位置する。区域一帯は大きな丘陵地の中に、起伏を持った地形が入り組んでおり、住居の多くがその傾斜地に建てられている。このため、区域内の生活道路は総じて急勾配となっている。プロジェクトサイトの東側は荒地・砂漠地帯となっている。

##### 2) 地質

プロジェクトサイトは、アンマン ザルカ地下水文地層に位置し、上層、中層及び低層の特徴を持った三層からなる。上層、中層は、ヨルダン渓谷側で露出し、内陸方向に向かって傾斜している。上層は岩石質と沖積質が浅く入り交じっている。中層は石灰岩を始め角岩、頁岩等が入り交じった安定した層構造になっている。

試掘結果によると、プロジェクトサイトの地質は、地表下直ぐに岩盤である石灰岩層があり、その表層に薄いシルト層及び玉石混じりのシルト層がある。北部のハシミア及びスフナ地区には玄武岩層が露出しており、岩盤は強固である。

#### 2-2-3 環境社会配慮

「ヨ」国における環境影響評価 (Environmental Impact Assessment: EIA) 行政は、環境省 (Ministry of Environment) の環境影響評価局 (EIA Directorate) において実施されている。環境影響評価は、EIA

Bylaw No. 37/2005 により規定されている。詳細は、付録 - 8 を参照のこと。

本プロジェクトに関連する環境社会影響を下表の通りチェックし、影響が軽微であることを確認した。

表 2-2-1 本プロジェクトに関連する環境社会影響のチェック

項目	内容
遺跡	対象地域には、考古学・人類学庁により、約 19 箇所の遺跡等が同定されている（付録 - 8）。これらは、文化遺産としての重要性は低く、建設予定地には立地していない。
地下水	本プロジェクトにおいては、地下水開発はないため、本プロジェクトにより地下水位が低下する等の地下水に与える影響はない。
住民移転	配水池建設用地は全て荒地・空地であり、現在、住居は建設されていない。また、計画管路は公道内に埋設される。従って、本プロジェクトの実施により住民移転は発生しない。
土地収用	ハシミエ、スフナ、ザルカ高区及びバトラウィの各配水池建設予定は、公用地であり、土地収用は発生しない。スフナ配水池建設予定地は私有地であり、土地収用が必要となる。水灌漑省（MWI）の土地収用手続き規定に従い、適切に土地収用が実施される必要がある。
景観	配水池の建設により、景観が変更される。特に景観保存地区に指定されておらず、プロジェクトによる影響はないと評価する。
騒音	建設騒音が発生するが、通常の建設機械であり、影響は軽微である。また、建設時のみの一過性の影響である。計画ポンプ設備は建屋の中に入っており、またその騒音・振動も小さいため、影響はない。
汚染	ハウ塩素消毒施設で塩素の漏洩があった場合、周辺環境への影響が考えられるが、周辺は砂漠地帯であり、人家、緑地はなく汚染の影響はない。塩素漏洩の際は設置した漏洩探知機の警報により、防毒災害用具を使用し、塩素の漏洩を遮断する。漏洩した塩素は、拡散し無害となる。

環境省から要請施設内容に関して環境影響評価は不要との公式レターを得ている（付録 - 8）。ただし、追加要請施設（塩素消毒施設及び配水区分離仕切り弁設置）工事に関しては、公式レターを得ていないことから、今後 WAJ が環境省の再審査を受け、環境省から EIA 調査が必要ないことを確認する（付資料 - 5：ドラフト・ファイナル・レポート討議議事録）。



## 第3章 プロジェクトの内容



## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

#### 3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

「ヨ」国の国民一人当たりの水資源貯存量は、世界で最も低いレベルにあり、都市人口の急増に伴う飲料水や農業用水の確保が恒常的な課題となっている。これに対し、「ヨ」国は「国家水戦略（1977年以降現在まで継続）」を作成し、水不足を新規水源開発のみに頼るのではなく、水源を管理・保全し、国民の問題認識を向上させ、現在の水関連事業の組織制度を改めることにより、限りある水源を最大限に有効利用していく方針を打ち立てた。この方針の下、「ヨ」国は、国家3カ年計画（2004年～2006年）で水道セクターに関しては以下の目標を定めた。

新たな水資源の開発と創出

下水再生水の工業・農業用水への活用増加

脱塩水の増加とその都市用水への増加

無収水率の減少

家庭用水への水配分の増加

地下水の過剰揚水の制限及び地下水汚染からの保護

これらの上位計画のもと、対象地域では、漏水率の低減等により、現在84リットルである1人1日使用水量を2025年までに国家目標（150リットル：全国水資源基本計画）に近い130リットルに引き上げる計画を策定している。

この中で、本プロジェクトは、水道システムを再構築することにより、以下の給水サービスの改善を通じて、計画対象地域住民の生活環境の改善を図ることを目標としている。

- 適切な給水圧を確保し漏水量を減少させ使用水量を増加させる
- 配水管理を適切に行い公平な水配分を図る（安定な給水）
- 適切な塩素処理を行い衛生的な給水（安全な給水）を行う

#### 3-1-2 プロジェクトの概要

上位目標を達成するため、本プロジェクトにおいて以下の成果が期待されている。

- 対象地域に必要な供給水量が配分される
- 4配水区の構築、基幹送配水施設及び塩素消毒施設の建設により対象地域の上水道施設が整備される
- 配水管理の技術移転が行われ、維持管理要員・予算が投入されることにより、完成施設の適切な運転・維持管理が行われる

この中において、協力対象事業は、4配水区の構築、基幹送配水施設の建設、塩素消毒施設の建設及び

配水管理の技術の移転を行うものである。プロジェクトの概要を表 3-1-1 に示す。また、現況及び 2010 年におけるプロジェクトの有無により期待される効果の差異を表 3-1-2 に示す。

表 3-1-1 プロジェクトの概要

(1) 上位目標	給水サービスが向上し、対象地域の住民の生活環境が改善される				
(2) プロジェクト目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>適切な水圧で給水することにより、漏水量を減少させ使用水量を増加させる</li> <li>配水管理適切に行い公平な給水を行う</li> <li>塩素消毒を適切に行い安全な給水を行う</li> </ul>				
(3) 成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象地域に必要な供給水量が配分される</li> <li>4 配水区の構築、基幹送配水施設及び塩素消毒施設の建設により対象地域の上水道施設が整備される</li> <li>配水管理の技術移転が行われ、維持管理要員・予算の投入されることにより、完成施設の適切な運転・維持管理が行われる</li> </ul>				
(4) 投入	<p>配水池の建設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ザルカ高区配水池 (2,500m<sup>3</sup>)</li> <li>ハシミエ配水池 (1,500m<sup>3</sup>)</li> <li>スフナ配水池 (1,000m<sup>3</sup>)</li> <li>バトラウィ配水池 (拡張分 (14,000m<sup>3</sup>))</li> </ul> <p>送水管の敷設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>バトラウィポンプ場～ザルカ高区配水池 (300mm x 2,072m)</li> <li>ハウ交差点～ハシミエ配水池 (300mm x 6,141m)</li> <li>ハシミエ配水池～スフナ配水池 (300mm x 7,798m)</li> </ul> <p>配水連絡管の敷設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ザルカ高区配水区から既存配水主管 (300 mm x 1,572m)</li> <li>ハシミエ配水池から既存配水主管 (300mm x 1,338m)</li> <li>スフナ配水池から既存配水主管 (200mm x 722m)</li> <li>バトラウィ配水池から既存配水主管 (600mm x 3,080m、400 mm x 480m)</li> </ul> <p>ポンプ設備の更新 (バトラウィポンプ場)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ 水量 5 m<sup>3</sup> /分 x 揚程 90 m x 電動機動力 132 kW x 2 台 (1 台予備)</li> <li>電気・計装設備</li> </ul> <p>塩素消毒施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>注入器 (16kg/時 x 2 台)</li> <li>建屋 (長さ 12m x 幅 10m x 高さ 6.3m)</li> </ul> <p>配水区の分離及び既存配水管の送水管へ変更</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>仕切り弁 : 6 箇所 (資材の調達は「ヨ」国負担)</li> </ul>				
(5) 対象地域	ザルカ市北部地区、ハシミエ市およびスフナ市				
(6) 受益者	約 37.4 万人 (2010 年)				
(7) 相手国実施機関	ヨルダン水道庁 (WAJ)				
(8) 負担区分	<table border="1"> <tr> <td>日本側</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>配水池、送水管、送水ポンプ場の送水基幹施設及び配水池から既存配水管網へ接続する配水連絡管、塩素消毒施設、配水区分離、既存配水管の送水管への変更</li> <li>配水管理技術の移転 (ソフトコンポーネント)</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>「ヨ」国側</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>対象地域に必要な量の水を配分する</li> <li>配水区分離のための資機材の提供</li> <li>配水池建設予定地の用地取得および造成・整地</li> <li>建設予定地のフェンス・ゲートの建設、地敷地内道路、植栽、照明の整備、配水池排水管の敷設</li> <li>建設施設の適切運営、維持管理</li> <li>ソフトコンポーネント実施のための資機材の調達及びザルカ支所での研修場所の整備</li> </ul> </td> </tr> </table>	日本側	<ul style="list-style-type: none"> <li>配水池、送水管、送水ポンプ場の送水基幹施設及び配水池から既存配水管網へ接続する配水連絡管、塩素消毒施設、配水区分離、既存配水管の送水管への変更</li> <li>配水管理技術の移転 (ソフトコンポーネント)</li> </ul>	「ヨ」国側	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象地域に必要な量の水を配分する</li> <li>配水区分離のための資機材の提供</li> <li>配水池建設予定地の用地取得および造成・整地</li> <li>建設予定地のフェンス・ゲートの建設、地敷地内道路、植栽、照明の整備、配水池排水管の敷設</li> <li>建設施設の適切運営、維持管理</li> <li>ソフトコンポーネント実施のための資機材の調達及びザルカ支所での研修場所の整備</li> </ul>
日本側	<ul style="list-style-type: none"> <li>配水池、送水管、送水ポンプ場の送水基幹施設及び配水池から既存配水管網へ接続する配水連絡管、塩素消毒施設、配水区分離、既存配水管の送水管への変更</li> <li>配水管理技術の移転 (ソフトコンポーネント)</li> </ul>				
「ヨ」国側	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象地域に必要な量の水を配分する</li> <li>配水区分離のための資機材の提供</li> <li>配水池建設予定地の用地取得および造成・整地</li> <li>建設予定地のフェンス・ゲートの建設、地敷地内道路、植栽、照明の整備、配水池排水管の敷設</li> <li>建設施設の適切運営、維持管理</li> <li>ソフトコンポーネント実施のための資機材の調達及びザルカ支所での研修場所の整備</li> </ul>				

表 3-1-2 プロジェクトの期待される効果

番号	効果指標	単位	2005 年	2010 年	
				プロジェクトなし	プロジェクトあり
1	推定総人口	人	336,265	373,711	373,711
2	推定給水人口	人	329,540	373,711	373,711
3	推定未給水人口	人	6,725	0	0
4	給水率	%	98%	100%	100%
5	推定出水不良地域の割合（日平均給水時）	%	-	30	0
6	推定出水不良地域の割合（日最大給水時）	%	-	70	0
7	給水時間	時間/週	12 - 72	12-72	72
8	給水圧	bar	0 - 10	0-15	1 - 7
9	総日平均給水量	m <sup>3</sup> /日	40,300	56,100	56,100
10	総使用水量	m <sup>3</sup> /日	27,807	38,700	42,100
11	漏水率	%	31	31	25
12	1人1日使用水量	lpcd	84	104	113
13	1人1人給水量	lpcd	122	150	150
14	給水水質（残留塩素）	-	微生物試験で 不適合がある	微生物試験で不適 合がある	微生物試験で不適 合がない
15	副次的効果	ポンプ給水から配水池からの自然流下給水にすることによる、エネルギー（電気代）の節約及び維持管理の簡素化			

注：出水不良地域は、給水圧が10m以下として算定した。

## 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

##### 1) 計画対象地域

計画対象地域は、ザルカ市北部地域、ハシミエ市及びスフナ市とする。

##### 2) 協力対象範囲

協力範囲は、配水池の建設、ポンプ場及び塩素消毒施設の建設、送水管及び配水連絡管（配水主管）の敷設及び配水区を分離するためのバルブの設置とする。配水管及び給水管の敷設は含まない。なお、必要最低限の配水制御・モニタリング設備を設置する。

##### 3) 施設規模設定にかかわる計画年次

無償資金協力としての適正な規模を考慮して、本プロジェクトの計画目標年次を設定する。ただし、管路施設については、段階的な将来の増設は困難であることを考慮して施設の計画目標年次を設定する。

##### 4) 送配水システムの分離及び配水区の設定

現在の水道システムは、明確な配水区が設定されておらず、かつポンプ圧送により給水が行われている。これにより、現況システムは、給水圧の時間的・空間的な変動が著しいシステムとなり、高い漏水率及び地域的に不均等な給水の原因となっている。

この状況を根本的に改善し、適正な水圧で漏水を低減し、公平な給水を実現するため、送配水システムの分離、配水区の設定、配水区への配水池を設置し、配水方法として配水池からの自然流下配水方式を採用する。配水池は、WAJの候補地を念頭に、対応する配水区全域に出水不良が発生しない位置に設定する。

##### 5) 施設のサイト選定

配水池のサイトは、水理的に有利でありかつ環境社会影響が最も少ない場所とする。送配水管のルートは、維持管理の容易さを考慮し公道を採用する。なお、プロジェクト地域には、軍用地がある。敷設及び維持管理の困難さから、水理的に有利であっても軍用地内を通ることができないため、軍用地を通過しないルートを採用する。

## 6) 既存施設の有効活用

可能な限り、既存施設を有効に使用する計画とする。

## 7) 給水水質

ヨルダン国の水質基準に適合した水質の水を給水する。特に、水源である一部の井戸水は全蒸発残留物（TDS）濃度が高く注意が必要とされる。更に、安全な給水を目的として、必要量の残留塩素が給水末端で確保できるよう計画する。

### (2) 自然条件に対する方針

対象地域の夏期は、日中の気温が 40 を超えることが予想されることから、特にコンクリート打設に注意を払い品質管理を徹底する必要がある。冬期については、送配水管の敷設にあたり凍結対策は不要である。ただし、冬期において、塩素施設の塩素ポンベの常温での気化量が不足することが懸念されるため空調設備の検討が必要となる。

対象地域の地質は、礫交じりの石灰岩及び石灰岩地盤である。上記の地質状況から地盤は十分な地耐力を有しているため基礎構造物の支持層として適している。一方、配管敷設路線の多くの区間で岩掘削が必要になる。地下水位は深く、地下構造物の計画では地下水位を考慮する必要はない。

対象地域は、標高約480m-710mの起伏の激しい地形である。このような地形を考慮し、適正な給水圧となるよう配水池の位置の選定及び配水区を設定する。

### (3) 社会経済条件に対する方針

送水管敷設路線の一部（ハシミエ付近）は、ザルカ地域の工業地域の主要道路であることから地元の工業に支障を及ぼさないように、施工方法を配慮する。また、配水連絡管（ザルカ市内）及び送水管（ハシミエ-スフナ区間）の敷設路線は、市内繁華街の密集地であることから地元の商業活動に支障を及ぼさないように、施工方法を配慮する。

起伏の激しい地形に加え、水源量不足及び送配水施設容量の不足のため、対象地域では、制限給水が日常的に実施されている。給水時間は、地域に異なり、1週間当り最小で12時間、最大で72時間となっており、住民の日常生活に大きな影響を及ぼしている。このような不均等な給水を改善し、限りある水の公平な配分および給水日数増加に資する計画とする。

対象地域にはパレスチナ難民キャンプが存在しており、比較的低取得者の難民に対しての裨益に配慮する。

#### (4) 第1次事業における教訓の取り込み

第1次事業がザルカ地域のルセイファ市及びザルカ市アワジャン地区で実施されたが、第1次事業の以下の教訓を取り込み、本事業を改善する。

- ・ 先方負担事項である水資源開発プロジェクトの遅延により、水源・供給量が不足した。本計画では、確実な水源量をベースとした供給計画を策定する。
- ・ WAJの要請により、WAJ本庁の関連職員に対してソフトコンポーネントを実施した。本計画では、WAJザルカ支所の職員のみを対象としたソフトコンポーネントを実施し、更にその内容を強化する。

#### (5) 現地業者の活用に関する方針

「ヨ」国の建設部門は、業種ごとに1~3級までランク付けされて登録されている。1級に属する比較的大規模な建設会社は、外国企業との合併によって「ヨ」国内の援助事業を含む多くの建設事業に携わっており、施工技術も一定の水準に達していることから、その活用を考慮する。

#### (6) 調達方法に関する方針

「ヨ」国で調達可能な資機材については、「ヨ」国で調達する。「ヨ」国にて調達不可能な資機材については、第三国および日本からの調達とし、経済性で決定する。

#### (7) 施工方法、工期に関する方針

本計画は、3期分けで実施することとし、各期で効果が発現する工事内容の分割とする。本工事のクリティカルパスは、配水池建設工事である。一方、計画送配水管の敷設延長が約24kmと長いため、適正な施工班数を設定して最適な全体工期を設定する。

本工事の配管敷設工事は、道路での開削工事であることから可能な限り交通障害が少なくなるように配慮し施工計画を策定する。また、工事にあたっては周囲の安全に配慮して保安施設、交通誘導員の配置等の必要な安全策を講じる。なお、配水池建設用地近くには、学校があるため、学童の安全対策に十分配慮する。

#### (8) 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

WAJは、本プロジェクトの実施機関であり、プロジェクト実施後の維持管理・運営も担当する。WAJ本庁水道局設計計画部が設計、工事管理の担当部局となる。工事完成後の送・配水施設の日常的な維持管理はWAJザルカ支所が担当する。

施設計画において、維持管理の容易な簡素な施設、システムとなるよう計画する。また、維持管理において、WAJの現有維持管理資機材が活用可能な施設計画を作成する。

WAJザルカ支所の配水制御・管理能力は十分とはいえないため、配水管理能力を向上させ、本体施設の建設効果を最大限に発現できるように、ソフトコンポーネントにて支援する。

本プロジェクトにおける効果的な広報について計画する。

### 3-2-2 基本計画

#### 3-2-2-1 設計条件

##### (1) 目標年次

要請施設の施設内容は、「ザルカ地区水道施設改善計画（JICA 社会開発調査、1996 年、以下 JICA 調査）」において、2015 年までに整備する施設内容となっているが、無償資金協力としての適正な規模を考慮して、本計画の目標年次は 2010 年とすることを基本とする。

ただし、管路施設については、段階的な将来の増設は困難であり一般的に目標計画水量は遠い年次として設定することから、要請どおりに 2015 年の最大水需要量を送水できる能力とする。配水池およびポンプ設備については、一般的に段階施工が基本であり、水需要量の延びに合わせて増設可能であることから、2010 年を計画目標年次とした設計を行う。従って、計画水量等の規模設定に係わる基本条件値は 2015 年まで予測する。

##### (2) 計画人口及び給水人口

ヨルダン国統計局は 2003 年及び 2005 年から 5 年おきに 2020 年までプロジェクト地域の人口を予測している。WAJ は、この人口統計を基に、2025 年までの WAJ ザルカ支所内の人口を表 3-2-1 に示すとおり予測している。なお、WAJ ザルカ支所は隣接する Balqa 県、Mafrqa 県及び Jerash 県境の小集落にも給水を行っている。

仮定された人口増加率は、減少傾向を示しており、過去のトレンドに即しており適切な予測と判断される。本 WAJ 予測値を本プロジェクトの計画人口とする。

表 3-2-1 WAJ ザルカ支所の給水地域内の人口予測

番号	地域	1994年	2003年 DOS	2005年 DOS	2010年 DOS	2015年 DOS	2020年 DOS	2025年 WAJ
1	ザルカ市（含むアワジャン地区）	340,261	472,848	499,601	565,253	633,317	702,667	772,006
2	ハシミエ市	13,936	17,750	18,754	21,218	23,773	26,376	28,979
3	スフナ市	9,764	12,880	13,609	15,397	17,251	19,140	21,029
4	ルセイファ市	134,495	240,630	254,244	287,654	322,291	357,583	392,869
5	ハッテンキャンプ	36,218	48,243	50,973	57,671	64,615	71,691	78,765
6	ザルカ地域（1-5）	534,674	792,351	837,181	947,193	1,061,247	1,177,457	1,293,648
7	ザルカ県の残りの地域	104,326	69,649	73,590	83,260	93,286	103,502	113,715
8	ザルカ県全域（6,7）	639,000	862,000	910,771	1,030,453	1,154,533	1,280,959	1,407,363
	県外給水区域							
9	マフラック県		2,397	2,533	2,866	3,210	3,561	3,913
10	バルカ県		9,239	9,762	11,045	12,375	13,729	15,084
	WAJ ザルカ支所給水区域（8,9,10）		873,636	923,066	1,044,364	1,170,118	1,298,249	1,426,360
	仮定人口増加率（%）			2.79	2.5	2.3	2.1	1.9

注：1) 1994年の数値は人口センサス調査による。

2) 2003年 - 2020年の数値はDOS（Department of Statistics：統計局）による推定値。

3) 2025年の人口は人口増加率を1.9%としてWAJが推定。

本計画対象地域は、ザルカ市、ハシミエ市及びスフナ市であり、ザルカ市アワジャン地区（第1次事業対象地）は含まない。アワジャン地区を除いた計画対象地域の将来人口を表3-2-2のとおり推定した。推定方法及び計画対象地域内の人口分布の推定を付録-1に示す。

表 3-2-2 プロジェクト対象地域の計画人口

地域	2005	2010	2015	2025
ザルカ市北部地域（アワジャン地区除く）	303,902	337,096	368,327	425,723
ハシミエ市	18,754	21,218	23,773	28,979
スフナ市	13,609	15,397	17,251	21,029
合計	336,265	373,711	409,351	475,731
給水率（%）	98	100	100	100
給水人口	329,540	373,711	409,351	457,731

2004年のザルカ県の給水率は統計計画省により98%（Ministry of Planning and Statistics, 2004）と推定されている。2005年においても98%とするが、将来においては100%となるよう計画する。将来給水人口の予測を前述の表3-2-2に示す。

### (3) 計画漏水率

WAJには、ザルカ地区の水道施設の漏水率の正確な推計はない。統計として入手できるのは、漏水及び見掛け上の損失（Apparent Loss）水量を合算した無収水量及びその率である（表3-2-3）

表 3-2-3 WAJ ザルカ支所給水地域の無収水量

項目	単位	2002	2003	2004
総給水量	百万 m <sup>3</sup> /年	34,412,052	36,965,882	37,687,744
無収水量	百万 m <sup>3</sup> /年	15,217,373	17,934,637	18,031,784
無収水率	%	55.8	51.5	52.2

一般に、「ヨ」国では、無収水率の半分が漏水率といわれている。JICA 開発調査（1996 年）のモデル地区での漏水調査の結果を参考に、ザルカ地区の現況漏水率を 31%と推定している。その後、軽微な給水管の改修が日常的に行われてきたが、上水道施設の大きな改修が行われていないことから、2005 年における漏水率も 1996 年と不変として設定する。

WAJ は 2025 年までの計画漏水率を下表のとおり設定している。後述する「2-2 基本計画（5）2010 年における計画水道システムの漏水率の評価結果」を基に、本計画の漏水率を表 3-2-4 のとおり設定する。

表 3-2-4 プロジェクト対象地域の計画漏水率

	単位	2005	2010	2015	2025
計画漏水率（WAJ 計画）	%	31	28	20	15
本計画における漏水率*1	%		25		
本計画における計画漏水率	%	31	25	20	15

注）\*1：後述する「2-2 基本計画（5）プロジェクト実施による便益」を参照。

#### （4） 計画 1 人 1 日平均使用水量及び給水量

WAJ は 2025 年までの計画 1 人 1 日平均使用水量を下表のとおり設定している。2010 年には 108 L/人・日、2025 年には 130 L/人・日まで増加させる計画である。このためには、漏水率を 2025 年には 15%に低減する必要がある。

前述の条件の基、本プロジェクトにおける 2005 年から 2025 年までの計画 1 人 1 日平均給水量（漏水含む）及び使用水量（漏水含まず）を表 3-2-5 のとおり計画する。

表 3-2-5 計画 1 人 1 日平均使用水量及び給水量

項目	単位	2005	2010	2015	2025
WAJ 計画値					
計画漏水率	%	31	28	20	15
計画 1 人 1 日平均使用水量	lpcd	90	108	125	130
計画 1 人 1 日平均給水量	lpcd	130	150	156	153
本プロジェクトの計画値					
計画漏水率	%	31	25	20	15
計画 1 人 1 日平均使用水量	lpcd	84	113	125	130
計画 1 人 1 日平均給水量	lpcd	130	150	156	153

(5) 施設規模設定のための変数

一般的な水需要量の年間変動を図 A に示す。一般に、水需要量は夏期に最大となり冬期に最低となる。図 B には、一般的な水需要量の日間変動を示す。日間の水需要量は、水使用行動が多くなる朝方及び夕方にも多くなる。夜間は、水使用行動が極端に少なくなるため、通常の給水状態であれば、漏水のみが需要量となる。しかし、対象地域では、制限給水が行われているため、給水日の夜間に各世帯の水槽に貯水し、制限給水日に使用する水使用行動がある。このため、夜間においても、水需要量は、高いことが推定される。

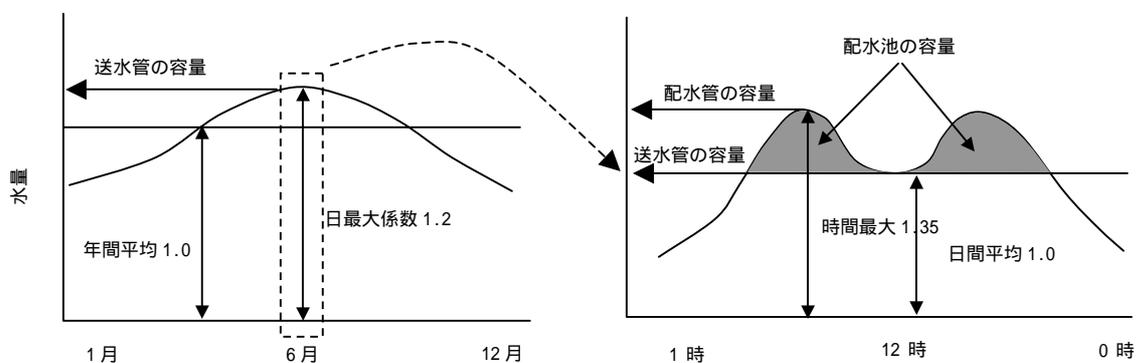


図 A 水需要量の年間変動

図 B 水需要量の日間変動

典型的な水需要量パターン

上記の水需要量パターンを考慮して、水道施設の計画においては、以下の需要量が各施設の設計の際に使用されており、本プロジェクトの設計の際にも採用する。

- 送水管及び送水ポンプ設備 : 日最大水需要量 (2015 年) を送水する能力を有する。
- 配水管及び配水ポンプ設備 : 日最大需要日に時間最大水需要量 (2015 年) を配水する能力を有する。

配水池 : 日最大水需要量(2010年)が発生する日において、送水システムから送られる一定流量と消費者の需要に応じて時間的に変動する配水量の差を調整するための容量を有する。

#### (6) 計画負荷率及び配水池容量

施設の容量を決定するための計画負荷率及び配水池容量を以下のとおり設定する。

##### 1) 日最大係数(季節変動による計画負荷率)

2004年におけるWAJザルカ支所給水地域の給水量の月間変動値を表3-2-6に示す。1月、12月に需要係数は0.92と最低となり、6月に1.10と最大となる。この数値は月間の数値であること及び水源不足から、最大給水量を記録する夏期の需要量が抑圧されていると考えられることから、実際の日最大係数は、1.1以上と推定される。ヨルダン国では、需要量計画では、日最大係数を1.5程度で計画することが多いが、本プロジェクトでは、過大な施設規模を避けると共に、現況の抑制された値を改善するために、日最大需要係数の計画値を1.2とする。

表 3-2-6 WAJ ザルカ支所給水区域の給水量の月変動(2004年)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
日平均給水量(m <sup>3</sup> /日)	94,309	102,036	96,902	104,529	107,347	113,271	108,982	104,543	102,825	103,222	98,471	94,353	102,566
変動係数	0.92	0.99	0.94	1.02	1.05	1.10	1.06	1.02	1.00	1.01	0.96	0.92	1.00

##### 2) 時間最大係数(1日の時間変動による計画負荷率)

時間変動による計画負荷率は、計画地における給水量の時間変動曲線から求められるが、適用できるデータはない。「ヨ」国の他の類似プロジェクトでは1.5を採用している。WAJは本プロジェクト地域の時間最大係数として1.35を採用している。現在、プロジェクト対象地域においては、制限給水が実施されている。一般に、制限給水時は、ピーク流量が抑制されるため、時間最大係数は、通常給水時の値より小さくなる。対象地域においては、2010年以降においても制限給水は解消されないことから、本計画では、通常計画で使用される値より小さいWAJの計画値1.35を時間最大係数として採用する。

##### 3) 計画配水池容量

配水池は、一般に以下の3つの機能を有する。

- 送水システムから送られる一定流量と消費者の需要に応じて時間的に変動する配水量の差を調整する。
- 事故や渇水等で給水が停止した場合のバックアップをする。

- 消火用水を貯水する。

上記の機能に加え、「ヨ」国では、水資源不足から制限給水が日常的となっており、公平に水を分配するための貯水機能が重要な機能となっている。

ザルカ地区に属するアワジャン及びルセイファ地区の流量調査結果から推定された時間変動調整分の容量は3～7時間分となっている。この数値は、需要が抑圧されている時の数値（日中の流量ピークがカットされている）であり、供給量が需要量を満たした場合には、時間変動値は更に大きくなる。

2025年を目標年次とした本対象地域のWAJの計画では、12時間以上の貯水容量が設定されている。本計画では、過大な施設規模を避けるため、目標年2010年において、配水地容量を日最大水需要量の8時間分以上とする。2010年以降は、WAJの自助努力により、最終的にWAJの目標値である12時間以上を達成することとする。

#### (7) 計画給水圧

WAJの計画では、配水管網の給水圧の範囲を2.5 bar - 7.0 bar（水圧25m - 70m）と計画している。プロジェクト対象地域においては、4階建ての建物が多く立地している。4階建ての建物に直接給水するためには、15 - 20m程度の水圧が必要となる。本プロジェクトでは、計画最低水圧の目標値を2.5 barとして計画する。ただし、一部の地形的に不利な地域（ザルカ低区の一部の高台）においては、時間最大給水時の最低水圧を地盤高から1.0 bar以上を目標とする。

#### (8) 管網解析及び流量式

送配水管網施設の規模を決定するための管網解析ソフトはアメリカEPAのEPANET2を使用する。管路の損失計算は、下記のHazen-Williams式を使用する。

$$H = 10.666 C^{-1.85} D^{-4.87} Q^{1.85} \cdot L$$

H：摩擦損失 (m)

Q：流量 (m<sup>3</sup>/sec)

D：管路口径 (m)

L：管路距離 (m)

C = Hazen-Williams C値 (110を採用する)

#### (9) 給水水質

「ヨ」国の給水水質基準値を下表に示す。この基準値を満足する水質の水を給水する。プロジェクト対象地域の水源水質で問題となる項目は、TDS及びNO<sub>3</sub>である。現状においては、これらの項目値が高い水源水は良質の水源と混合して給水されている。

水質項目	記号	許容量	最大許容量*
ペーハー	pH	(6.5- 8.5)	-
全蒸発残留物	TDS	500	1500
総硬度	TH	300	500
合成洗剤	LAS(MBAS)	0.2	0.5
アンモニア	NH <sub>4</sub>	0.5	0.5
アルミニウム	Al	0.1	0.2
マンガン	Mn	0.1	0.2
鉄	Fe	0.3	1.0
銅	Cu	1.0	1.5
亜鉛	Zn	3	5
ナトリウム	Na	200	400
塩化物	Cl	200	500
硫酸物	SO <sub>4</sub>	200	500

注) \* 良質の水源が利用できない場合

項目	記号	許容量 (mg/l)
砒素	As	0.01
鉛	Pb	0.01
シアン	CN	0.07
カドミウム	Cd	0.003
クロム	Cr	0.05
バリウム	Ba	1.5
セレン	Se	0.05
ボロン	B	2
水銀	Hg	0.002
銀	Ag	0.1
ニッケル	Ni	0.07
アンチモン	Sb	0.005
フッ素	F	2
亜硝酸	NO <sub>2</sub>	2
硝酸	NO <sub>3</sub>	50*

注) \* 良質の水源が利用できない場合においては、最大許容量は 70 mg/l

微生物学的に安全で衛生的な水を給水するため、残留塩素が確実に保持できるような計画とする。

(10) 施設検討概要

次節の全体施設計画では、以下の検討及び計画策定を行う。

番号	項目	計画及び検討内容
(1)	計画施設代替案の検討	
(2)	配水区計画	
(3)	配水区の計画給水人口	
(4)	計画給水量（水需要量）	
(5)	計画供給水量	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 計画年間水需要量</li><li>・ WAJ ザルカ支所給水地域の現況水資源量</li><li>・ 関連する新規水源開発</li><li>・ 計画給水量（水需要量）</li><li>・ 水配分シナリオ及び需要供給バランス</li></ul>
(6)	目標年次のザルカ支所給水地域内の水収支	
(7)	施設建設用地の選定	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 配水池建設用地</li><li>・ 送水管ルート</li><li>・ 配水連絡管ルート</li></ul>
(8)	計画施設容量の決定	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 計画配水池</li><li>・ 計画送水管</li><li>・ 計画送水ポンプ設備</li><li>・ 配水連絡管</li><li>・ ハウポンプ場のポンプ容量の評価</li><li>・ 送水システムの水撃作用の検討</li></ul>
(9)	配水区の分離及び既存配水主管の送水管への変更計画	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 配水区の分離計画</li><li>・ 既存管の送水管への変更計画</li></ul>
(10)	管路計画	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 計画送水管と既存配水主管との接続</li><li>・ 計画配水連絡管と既存配水主管との接続</li><li>・ 管材料</li><li>・ 付帯設備</li><li>・ 異型管防護</li><li>・ 鉄道横断方法</li><li>・ 施工方法</li></ul>
(11)	ポンプ場計画	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 設備計画</li><li>・ 施工方法</li></ul>
(12)	配水池計画	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 構造形式及び形状</li><li>・ 基礎形式及び施設配置計画</li><li>・ 付帯設備</li><li>・ 既存バトラウィ配水池及びポンプ設備との接続</li></ul>
(13)	塩素消毒施設計画	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 塩素消毒の現況</li><li>・ 代替案の検討</li><li>・ 消毒設備計画</li></ul>
(14)	配水制御・モニタリング計画	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 運用・管理計画</li><li>・ 制御・計装設備計画</li></ul>
(15)	給水水質計画	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 給水水質基準を満たすための検討</li></ul>

### 3-2-2-2 施設計画の検討

#### (1) 計画施設代替案の検討

施設内容の要請案からの変更状況を表 3-2-7 に、施設の配置案を図 3-2-1 から図 3-2-3 に示す。更に、各施設案の評価を表 3-2-8 にまとめて示す。

- A. 要請原案：2004年8月のWAJ要請書案（JICA開発調査の提案（1996年）と酷似）
- B. M/D時のWAJ計画案：現在、WAJが現地コンサルタントを雇用し作成している案
- C. 最終施設案：最適案としてJICA基本設計調査団が計画した案

表 3-2-7 各案の施設内容

	A. 原要請	B. WAJ 新計画 (M/Dにて追加)	C. 最終施設案
1. 目標年	2015	2025	2010 (配水池・ポンプ) / 2015 (管路)
2. コンポーネント			
配水池の建設	(1) ザルカ高区 配水池 (4,000 m <sup>3</sup> )	(1) ザルカ高区 配水池	(1) ザルカ高区 配水池 (2,500 m <sup>3</sup> )
	(2) ハシミエ配水池 (2,000 m <sup>3</sup> )	(2) ハシミエ配水池	(2) ハシミエ配水池 (1,500 m <sup>3</sup> )
	(3) スフナ配水池 (1,000 m <sup>3</sup> )	(3) スフナ配水池	(3) スフナ配水池 (1,000 m <sup>3</sup> )
	(4) バトラウィ配水池 (12,500 m <sup>3</sup> )	(4) バトラウィ配水池	(4) バトラウィ配水池 (14,000 m <sup>3</sup> )
送水管の建設	(1) バトラウィポンプ場 - Zarq 高区 配水池 (口径400mm x 2,200 m)	(1) バトラウィポンプ 場 - ザルカ高区 配水池	(1) バトラウィポンプ場 - ザルカ 高区 配水池 (口径 300 mm x 2.1km)
	(2) バトラウィ 配水池 - ハシミエ配 水池  (既存管を一部活用)	(2) バトラウィ 配水池 - ハシミエ 配水池	なし
	(3) 分岐点 - スフナ配水 池  口径150 mm x 6800 m 口径200 mm x 1000 m	(3) Hashemeye ポンプ場 - スフナ 配水池	(2) ハシミエ配水池 - スフナ配水 池 (口径 300 mm x 7.8 km)
		(4)ハウポンプ場 - ハシミエ配水池	(3) ハウ交差点 - ハシミエ配 水池 (口径 300 mm x 6.2 km) (4) ザルカ ポンプ場 - バトラウ ィポンプ場の既存配水管を送水管 に転用するためのバルブの設置。
合計	口径150mm-400mm x 14.3 km		300 mm x 約 16.1 km
ポンプ場の建設	(1) バトラウィポンプ場新設	(1) バトラウィポンプ 場新設	(1) バトラウィポンプ場 既存ポンプ場の建屋を活用し、ポン プ・電気設備を更新する。
		(2) ハシミエポンプ場	なし
配水主管の建設	Dia. 600 mm to 200 mm, L = 15,900 m	口径 600 mm to 200 mm, L = 15.9 km	口径 600 mm to 200 mm, L =約7.2 km
塩素消毒施設 の建設	なし	なし	ハウポンプ場に塩素消毒施設を建設。
仕切り弁の挿 入	配水区分離の記述のみ。	配水区の分離のための仕 切り弁を計画。	配水区の分離及び既存配水管の送 水管へ変更のため仕切り弁を設置。

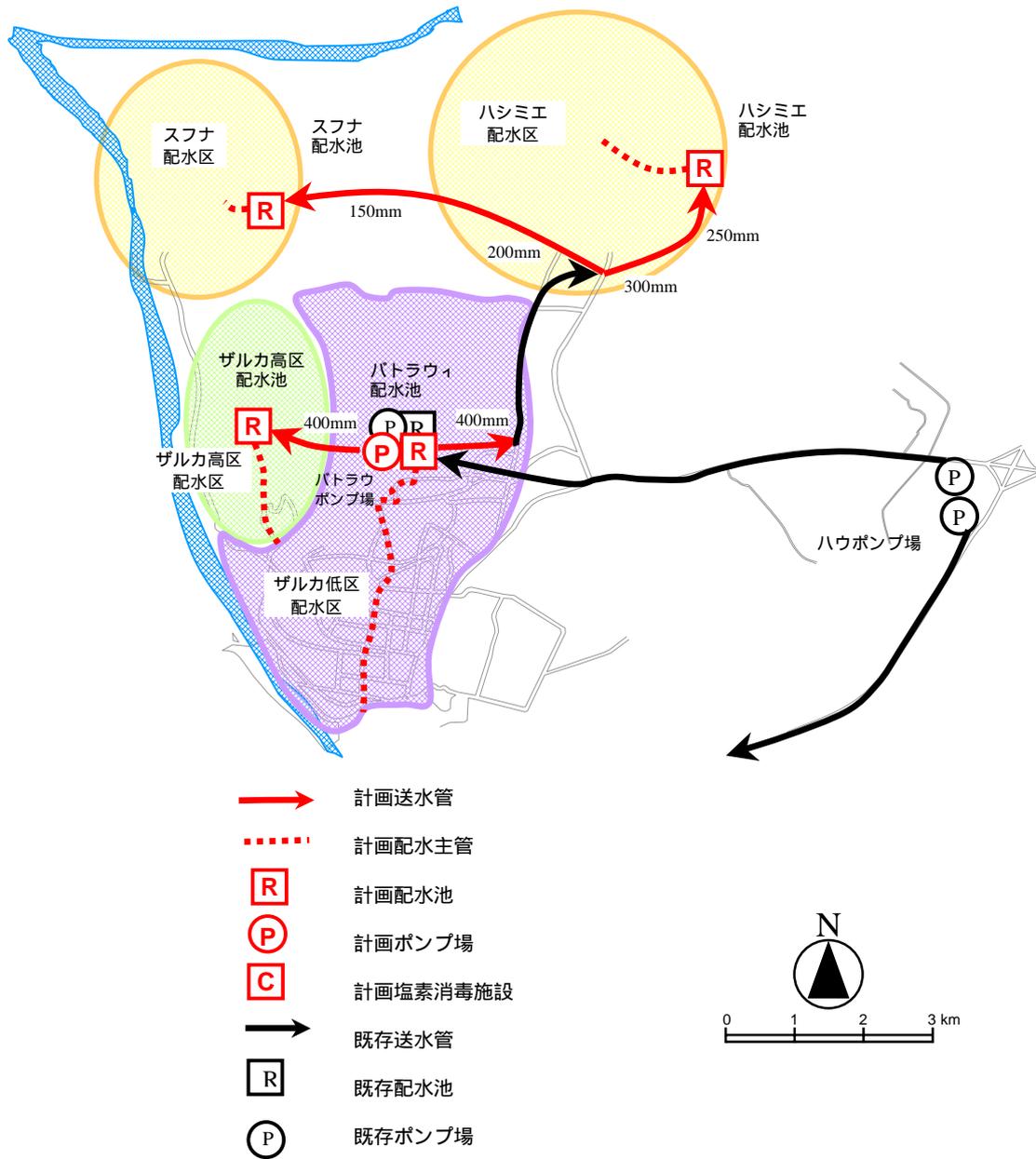


図 3-2-1 原要請施設

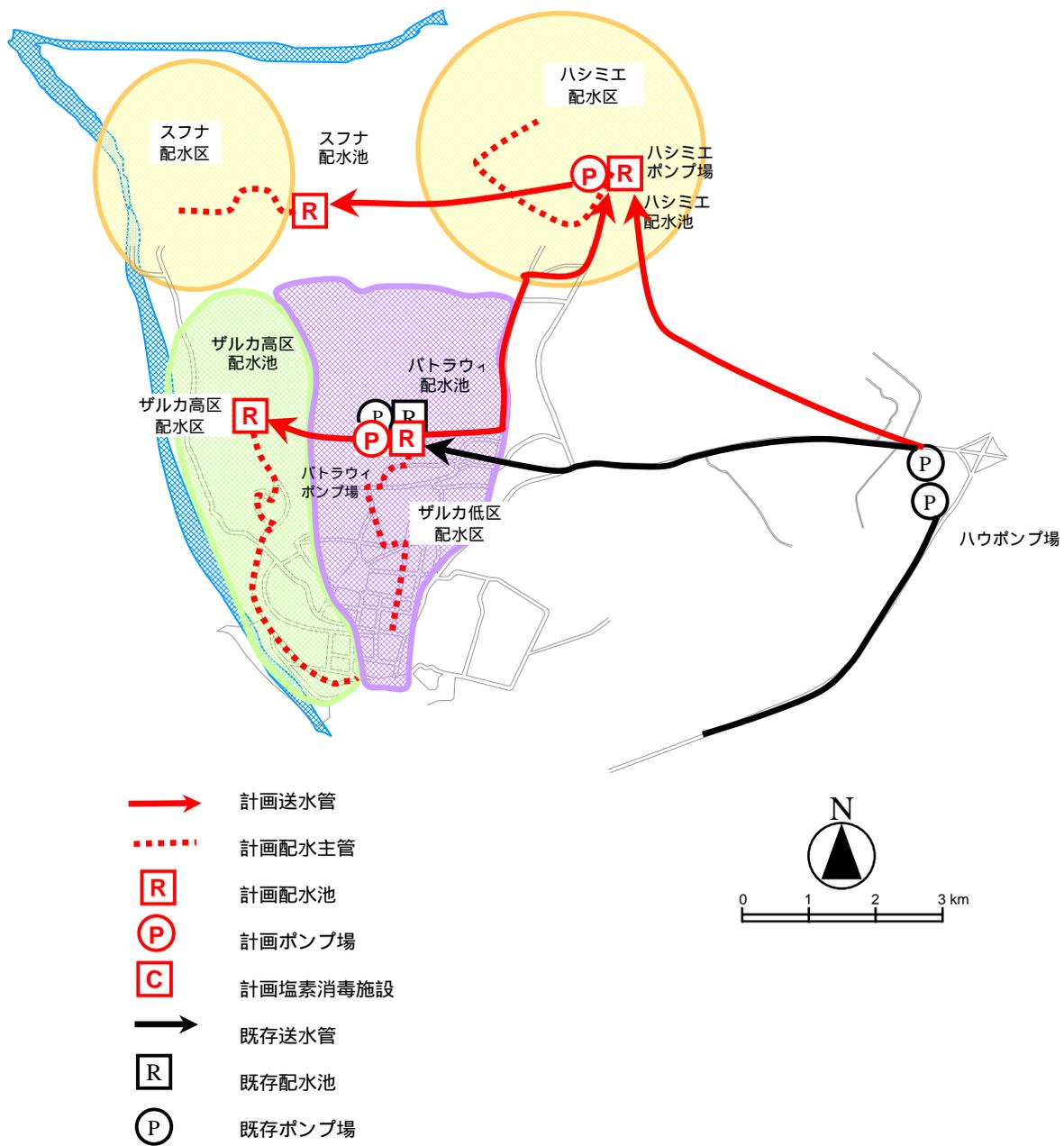
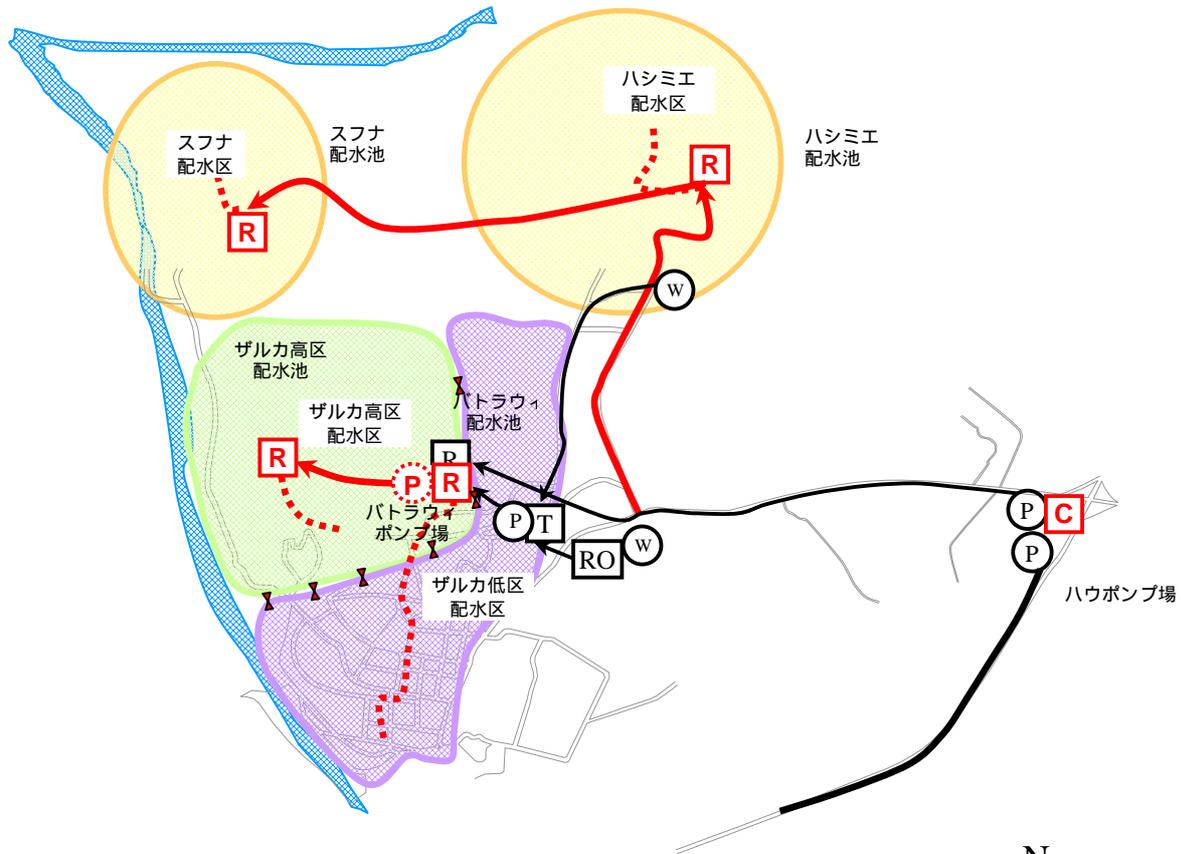


図 3-2-2 WAJ 新計画 (M/D)



- 計画送水管
- - - - - 計画配水主管
- R 計画配水池
- P 計画ポンプ場(既存ポンプ置換)
- C 計画塩素消毒施設
- 既存送水管
- R 既存配水池
- P 既存ポンプ場
- W 既存井戸
- RO 既存逆浸透膜処理施設
- ⌵ 仕切り弁

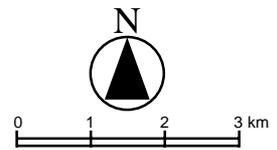


図 3-2-3 最終施設配置案

表 3-2-8 計画施設配置案の評価

配置案	評価
A. 原要請	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水道施設の配置及び配水区割りは最終案とほぼ同じである。</li> <li>● 異なる点は、パトラウィ配水池からハシミエ配水池への送水ルートの一部は、既存送水管を活用することである。ただし、この既存配水管は、ハシミエ井戸の水をザルカ配水池に送水するために使用されており、将来においても同様の活用がなされる計画である。</li> <li>● 本案には塩素施設の計画がない。</li> </ul>
B. WAJ 新計画案	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水道施設の配置はほぼ最終案と同じであるが、ザルカ高区と低区の配水区割りが異なる。現況ザルカ市内の管網の配置及び標高を考慮すると、本配水区割りの実施は困難である。</li> <li>● ザルカ高区の水需要量が多く、ザルカ高区配水池容量が多い。配水池建設予定地には、十分な用地がないため、必要量の配水池を建設することは困難である。更に、ザルカ高区に、ザルカ低区から大量の送水を行うため、送水ポンプの大幅な増強が必要となる。</li> <li>● 送水ポンプの容量が大きくなるため、電気代が増加する。ザルカ高区配水池（710m）に揚水した水を約 550m の標高の地域まで給水するのは非効率である。</li> <li>● スフナ配水池建設予定地の標高（630m）が高いため、ハシミエ配水池からスフナ配水池に送水するために、送水ポンプを使用している。維持管理上、不利である。また、既存給水地域の標高は約 560m 以下であり、配水池は 590m 程度の標高に建設すれば十分な給水圧が確保できる。</li> <li>● 本計画は、2025 年を目標とした施設配置及び容量設定であり、本プロジェクトの施設内容としては、過大である。</li> <li>● 本案には塩素施設の計画がない。</li> </ul>
C. 最終施設案	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 維持管理の容易さを考慮し、可能な限りポンプ場の設置を避けた施設配置計画とした。</li> <li>● 配水区割りは、現実的に区割りが可能な区割りとした。</li> <li>● ザルカ高区配水池の水位（約 710m）及びザルカ低区配水池の水位（約 645m）を最も有効に活用するための配水区割りを行った。本配水区割りにより、ザルカ高区配水池へ送水するポンプの設備費用及び電気代を最低限とすることができる。</li> <li>● 本配水区割りが、維持管理費及び初期投資とも最低となる。</li> <li>● 衛生的に安全な水を給水するために塩素消毒施設を計画した。</li> </ul>

原要請案からの主要な変更・追加コンポーネントは以下のとおりである。

- 送水管の建設（口径 150 mm - 400 mm x 14.3 km      口径 300 mm x 約 16.1 km）
- 配水管の建設（口径 600 mm - 200 mm, 15.9 km      口径.600 mm - 200 mm, 約 7.2 km）
- バトラウィポンプ場の新設      既存バトラウィポンプ場の活用（機械・電気設備の置換）
- 塩素消毒施設の建設（1 箇所）の追加
- 配水区分離及び既存配水主管の送水管への変更のための仕切り弁の設置（6 箇所）の追加（工事は日本側が実施し、管材を含む工事材料の調達はヨ国側が実施する）

上記要請内容の変更についての経緯は以下のとおりである。

- 送水管の建設（口径 150 mm - 400 mm x 14.3 km      口径300mm x 約 16.1 km）

各配水区に位置する計画配水池に効率的に送水を行うこと及び送水管ルートを踏査した結果、延長が約 1.8 km 増加した。原要請では、既存送水管路を活用する部分があったが、現地調査の結果、この送水管路は、ハシミエ井戸の水をザルカ配水池に送水するために使用されており、本管路をハシミエ配水池への送水用には活用できないことが判明した。

- 配水管の建設（口径 600 mm - 200 mm, 15.9 km      口径 600 mm - 200 mm, 約 7.2 km）

各配水区内で効率的に配水を行うため、管網解析を実施し、適切な管路径及び延長を決定した。その結果、必要な配水管路延長が減少した。

- バトラウィポンプ場の新設      既存バトラウィポンプ場の活用（機械・電気設備の置換）

2002 年にバトラウィポンプ場が新設されており、本ポンプ場施設を最大限活用することとした。従って、本施設の計画に当っては、既存建屋を活用し、既存機械（ポンプ）・電気設備を必要容量の設備に置き換えて対応する。

- 塩素消毒施設の建設（1 箇所）の追加

現在、ザルカ市内に給水される水は、ザルカポンプ場で塩素消毒されている。一方、ハシミエ市及びスフナ市では塩素消毒設備がないため、給水汚染の可能性がある。

本プロジェクト完了後は、ハウポンプ場から直接、各配水池に送水されることになる。これにより、既存ザルカポンプ場塩素消毒施設が使用できなくなる。

塩素の一括注入及び街中での劇薬を取り扱う施設の設置をさけるため、ハウポンプ場に塩素消毒施設を設置することとした。

- 配水区分離及び既存配水主管の送水管への変更のための仕切り弁の設置（6 箇所）の追加

計画 4 配水区分離するために、既存仕切り弁を閉止し分離する。分離が必要な箇所近辺に仕切り弁がない場合は、新たに仕切り弁を 5 箇所設置し、閉止することとした。

ザルカ配水池に貯水されたザルカ逆浸透膜処理水及びハシミエ井戸水をザルカポンプ場からバトラウィポンプ場の送水するための送水管が必要となる。このため、ザルカポンプ場からバトラウィ配水池

間の既存配水主管（口径 400mm）を送水管へ転用する。このための仕切り弁 1 箇所を設置する。

## (2) 配水区計画

計画対象地域では、水源量不足及び送配水施設容量の不足のため、週単位で制限給水が日常的に実施されている（表 3-2-9 及び図 3-2-4）。給水時間は、週に最小で 12 時間、最大で 72 時間給水となっている。特に出水不良な地域はザルカ市内の高台となっている住民は、住居屋上に 2 m<sup>3</sup> 程度の給水タンクを設置し、給水時間に貯めた水を使用している。

表 3-2-9 給水区と給水時間

分区 No.	給水地域	供給時間		時間	給水源
		開始	終了		
<b>ザルカ市北部地区</b>					
Z-A	ザルカ、ジョエディア、アマーモハマッド、イビンシーナ	金曜日午前	日曜日午前	48	ザルカポンプ場
Z-B	クウェリア低区	日曜日午後	火曜日午後	48	ザルカポンプ場
Z-C	市中央	水曜日午前	金曜日午前	48	ザルカポンプ場
Z-D	ハイマソン、ジャビラルマカール、ハシェア、トベイア	日曜日午前	月曜日午前	72	バトラウィポンプ場
<b>ハシミエ地区</b>					
H-A	ハシミエ東地区	金曜日午前	日曜日午前	48	ハシミエポンプ場
H-B	ハシミエ西地区	月曜日午前	水曜日午前	48	
H-C	ケンバ、サムラ	日曜日午前	月曜日午前	24	
<b>スフナ地区</b>					
S-A	スフナ西地区	水曜日午前	木曜日午前	24	ハシミエポンプ場
S-B	スフナ難民キャンプ、市中心部	日曜日午前	火曜日 午前	48	
S-C	スフナ東地区	火曜日 午前	水曜日 午前	24	
S-D	スフナダヒリア	水曜日 午前	水曜日 午後	12	スフナ増圧ポンプ場
S-E	サルヘイア	水曜日 午前	金曜日 午前	48	スフナ増圧ポンプ場
S-F	アポアルジカン	月曜日 午前	木曜日 午前	72	スフナ増圧ポンプ場

給水地域に適切な配水を行うため、JICA 開発調査（1996 年）の配水区割りを基本とし、標高・既存水道施設の配置を考慮し、プロジェクト対象地域の配水区を図 3-2-5 のとおり設定する。この配水区割りにより、対象地域は、ザルカ高区、ザルカ低区、スフナ配水区及びハシミエ配水区の 4 配水区に分割される。各配水区の給水地域の標高は表 3-2-10 のとおりである。

表 3-2-10 計画配水区給水地域の標高変動

配水区	配水区内の標高変動 (m)
ザルカ低区	625-530
ザルカ高区	708-615
ハシミエ配水区	610-530
スフナ配水区	560-480

各配水区へは、計画配水池から自然流下で給水可能な高台に配水池を設置する。既存及び計画送配水システムの標高プロフィールを図 3-2-6 に示す。

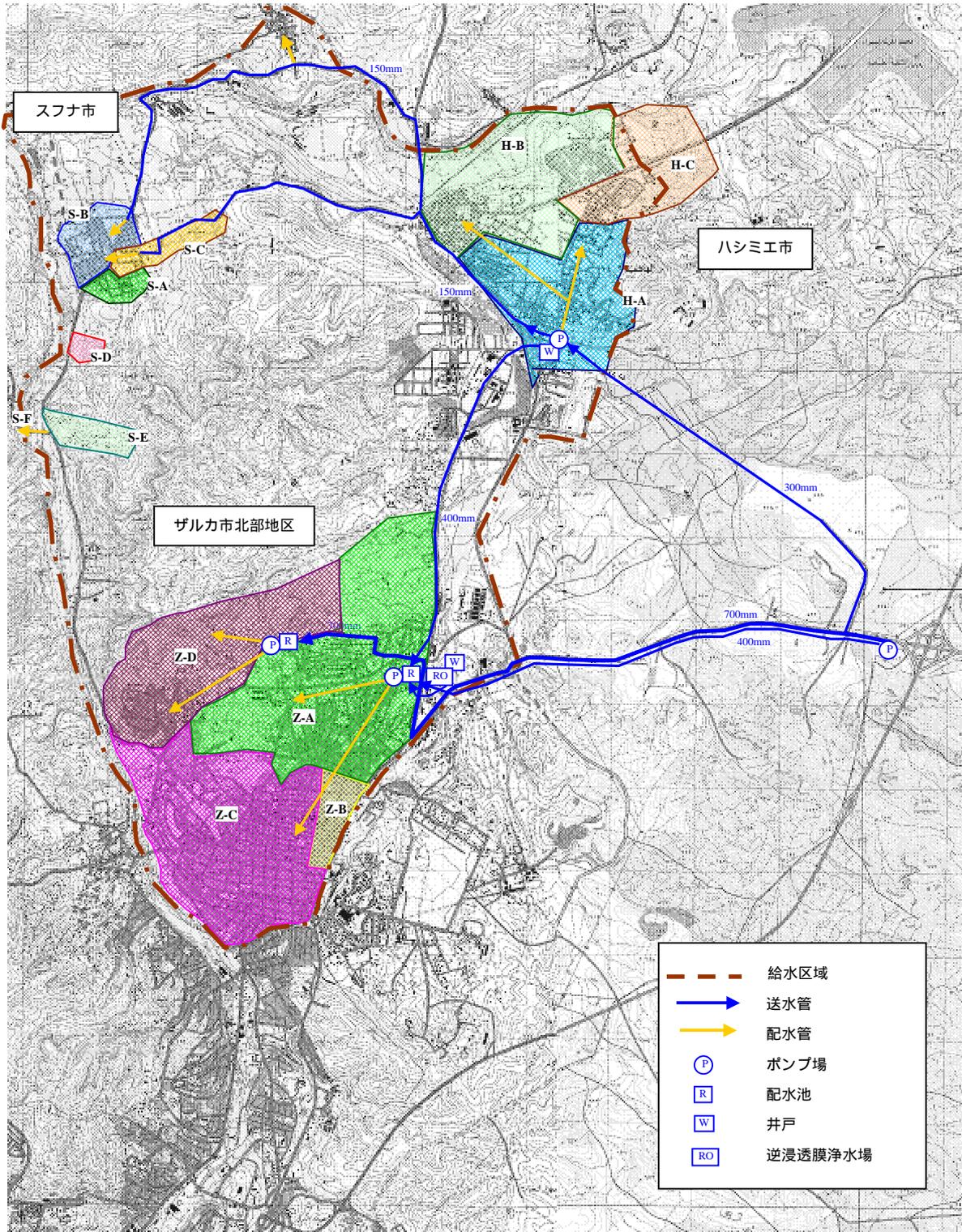


図 3-2-4 制限給水のための給水区

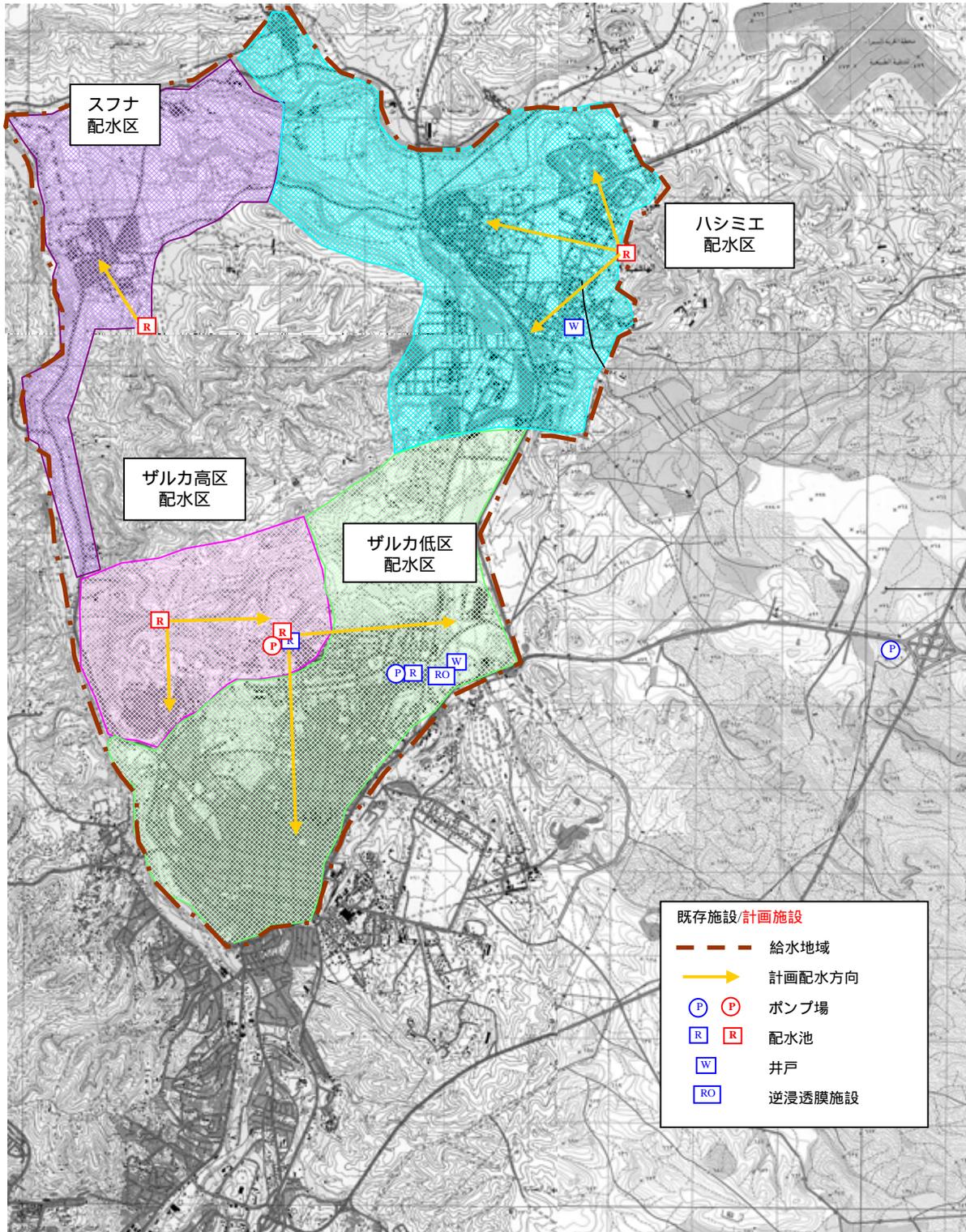
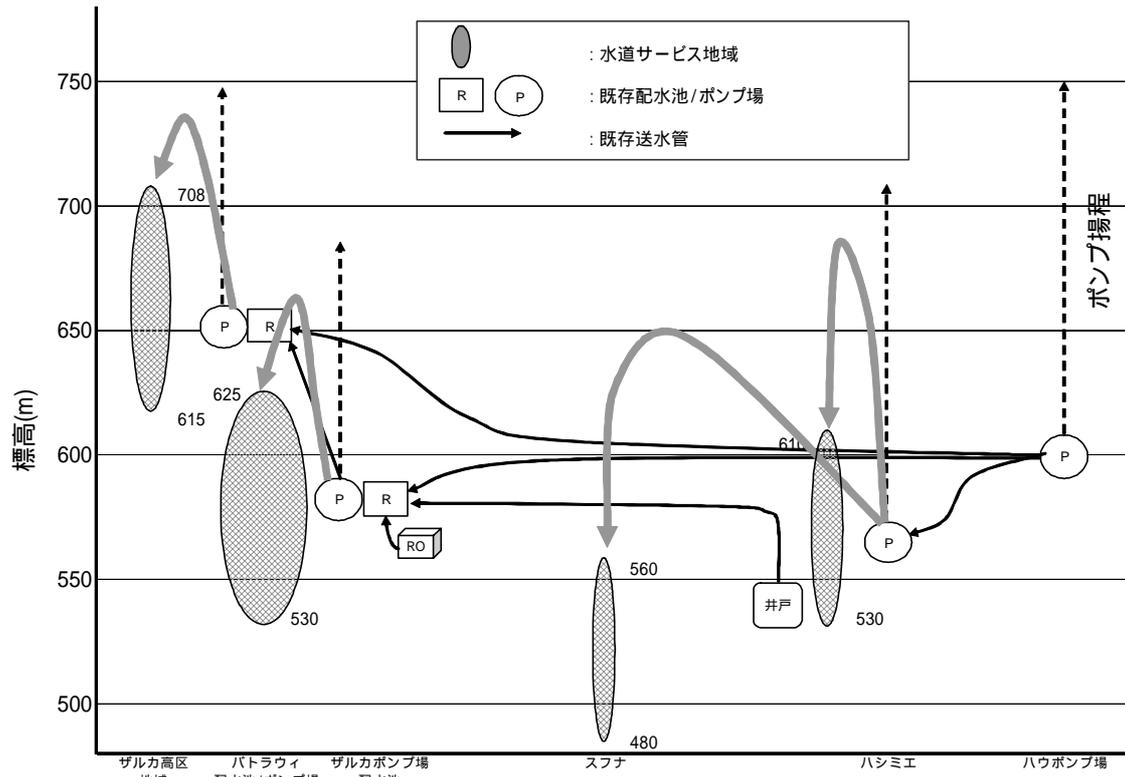
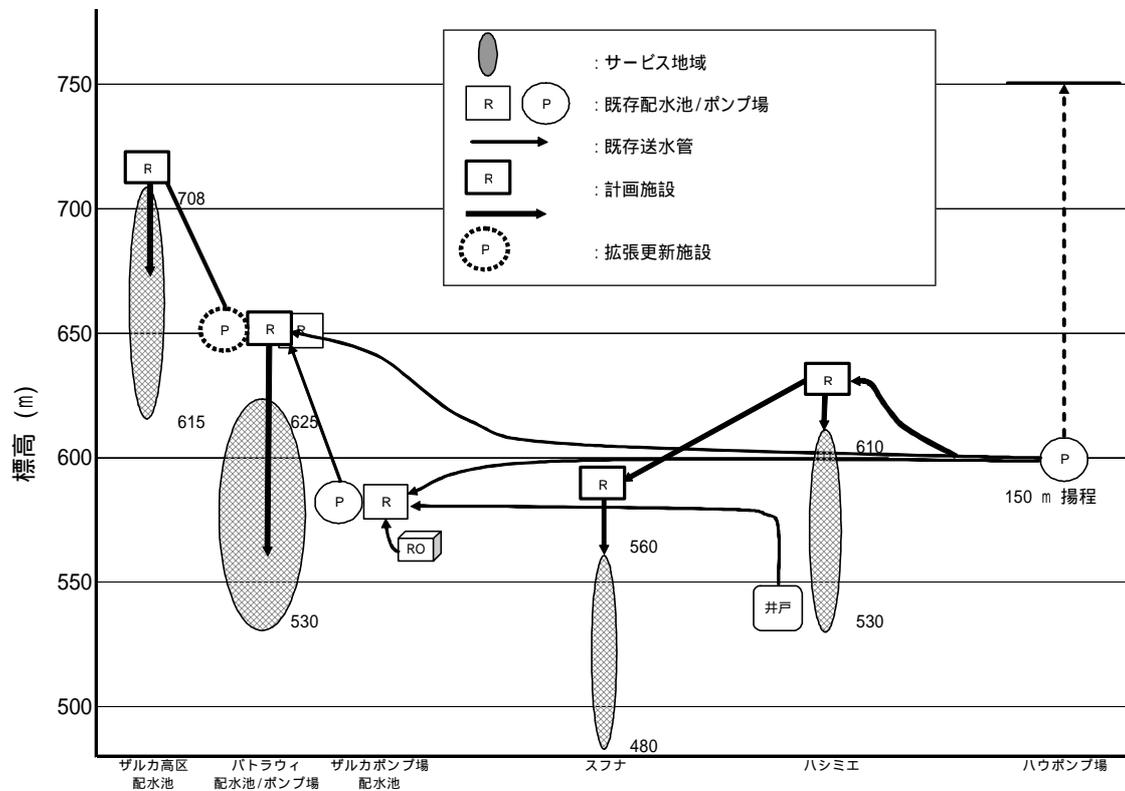


図 3-2-5 計画配水区および配水池



(既存送配水システム)



(計画送配水システム)

図 3-2-6 送配水システムの標高プロフィール

(3) 配水区の計画給水人口

計画された配水区割り、将来人口分布、給水率（100%）を基に算定した計画給水人口を配水区ごとに表 3-2-11 に示す。

表 3-2-11 配水区ごとの計画給水人口

配水区	人口			
	2005	2010	2015	2025
ザルカ低区	270,315	297,236	320,299	358,948
ザルカ高区	33,587	39,860	48,028	66,775
ハシミエ配水区	18,754	21,218	23,773	28,979
スフナ配水区	13,609	15,397	17,251	21,029
合計	336,265	373,711	409,351	475,731

(4) 計画給水量（水需要量）

計画された 1 人 1 日使用水量、漏水率及び日最大係数を基に算定した計画給水量を表 3-2-12 に示す。

表 3-2-12 配水区ごとの計画給水量

配水区	日平均水需要量(m <sup>3</sup> /日)				日最大水需要量(m <sup>3</sup> /日)			
	2005	2010	2015	2025	2005	2010	2015	2025
ザルカ低区	32,400	44,600	50,000	54,900	38,900	53,500	59,900	66,000
ザルカ高区	4,000	6,000	7,500	10,200	4,800	7,200	9,000	12,300
ハシミエ配水区	2,300	3,200	3,700	4,400	2,700	3,800	4,400	5,300
スフナ配水区	1,600	2,300	2,700	3,200	2,000	2,800	3,200	3,900
合計	40,300	56,100	63,900	72,700	48,400	67,300	76,500	87,500

(5) 計画供給水量

1) 計画年間水需要量

水資源の希少な「ヨ」国における WAJ の水道事業は、全国的な観点から、水資源開発、水配分及び需要量管理が行われている。水配分は、年間単位で各 WAJ 支所給水地域ごとに計画されている。従って、本プロジェクト対象地域への水配分を計画する場合、WAJ ザルカ支所給水地域全体への水配分を考える必要がある。WAJ ザルカ支所給水地域の総水需要量を表 3-2-13 及びその詳細を付録 - 2 に示すとおり

推定した。この内、プロジェクト対象地域の需要量は、20.5 百万 m<sup>3</sup>/年（2010 年）である。

表 3-2-13 WAJ ザルカ支所給水地域内の年間総水需要量

	2005	2010	2015	2025
WAJ ザルカ支所給水地域（百万 m <sup>3</sup> /年）	40.44	57.20	66.61	79.64
プロジェクト対象地域（百万 m <sup>3</sup> /年）	14.71	20.48	23.32	26.54

### 2) WAJ ザルカ支所給水地域の現況水資源量

2004 年の WAJ ザルカ支所給水地域に関連する水資源量及び他地域間の受送水量を表 3-2-14 に示す。現在、ザルカ地域内水源量は 44.86 百万 m<sup>3</sup>/年、マフラック県からの分水が 10.46 百万 m<sup>3</sup>/年である。この内、アンマン、バルカ及びジェラッシュ、マフラック県へそれぞれ 16.43 百万 m<sup>3</sup>/年、0.24 百万 m<sup>3</sup>/年、0.14 百万 m<sup>3</sup>/年が送水されている。更に、アズラック地帯を涵養保全するために、1.07 百万 m<sup>3</sup>/年が使用されている。従って、ザルカ県の正味水源量及び WAJ ザルカ支所給水地域の水資源量は 37.44 百万 m<sup>3</sup>/年と及び 38.89 百万 m<sup>3</sup>/年となっている。なお、水源量の詳細を付録 - 3 に示す。

表 3-2-14 WAJ ザルカ支所給水地域に関連する水資源量及び他地域間の受送水（2004 年）

水源	百万 m <sup>3</sup> /年
ザルカ地域内水源	44.86
マフラック県からの分水	10.46
<b>(1) ザルカ県での総水源量</b>	<b>55.32</b>
他県及び給水以外の目的への分水	
アンマンへ（WAJ ザルカ支所給水地域外）	-16.43
バルカ及び ジェラッシュ県へ（WAJ ザルカ支所給水地域）	-0.24
マフラック県へ（WAJ ザルカ支所給水地域）	-0.14
<b>(2) 他県への分水量合計</b>	<b>-16.81</b>
アズラック湿地帯涵養用（給水以外）	-1.07
<b>(3) ザルカ県の正味水源量</b>	<b>37.44</b>
<b>(4) WAJ ザルカ支所給水地域のための水源量</b>	<b>37.82</b>

### 3) 関連する新規水源開発

現在実施中及び今後予定される本プロジェクトに関連する水資源開発プロジェクトを表 3-2-15 及び図 3-2-7 に示す。ザルカ地域の小規模水源の開発に加え、ムジブ・ザーラ・マイン汽水脱塩処理及び送水幹線（バルカ県）が 2006 年に完成すれば、アンマンの供給量が大幅に増加し、ザルカ地域（ハウポンプ場）からアンマンへの送水量を低減でき、ザルカ支所給水地域への供給水量が増加する計画である。

表 3-2-15 関連する新規水源開発

プロジェクト名	供給量増加 (百万 m <sup>3</sup> /年)	内容	進捗状況/ドナー
タマウィーン井戸開発 (ザルカ)	3.94	タマウィーン地区での 450 m <sup>3</sup> /時の井戸開発及び開発水のハウアンマン送水管への注入。	2005 年末完工予定。 自己資金。
ハラバット井戸の効率的 利用と送水幹線の整備 (ザルカ)	5.26	6ヶ所の井戸(600 m <sup>3</sup> /時)が開発された。この井戸水を活用するための井戸群からの収集管路及び既存ハラバットポンプ場への送水幹線の整備。この水は既存送水幹線を利用してハウポンプ場に送水される。	設計終了。建設業者が選定され、 2006 年中には完工予定。 自己資金。
ムジブ・ザーラ・マイン 汽水脱塩処理及び送水幹 線の整備(バルカ)	45	アンマン地域への供給水量を増加するため、ムジブ・ザーラ・マイン地域の汽水を脱塩処理し、死海地域からアンマン地域へ送水するための送水施設(幹線及びムンタザポンプ場)の整備。送水水量は 45 百万 m <sup>3</sup> /年であり、既存ザボーク送水管に送られる。	建設中。2006 年 6 月完工予定。 USAID 及び自己資金。
デーシー・アンマン送水 計画 (BOT)	100	デーシー化石水を開発し、アンマン地域へ送水する施設の整備。平均総水量は 100 百万 m <sup>3</sup> /年(夏期 120、冬期 80)。	2015 年までにはデーシー化石水 の開発が完工することが見込まれ ている。この水源開発により、ア ンマン方向からザルカ地域への送 水が可能となる。設計が終了し資 金源を打診中。 設計は USAID 資金。

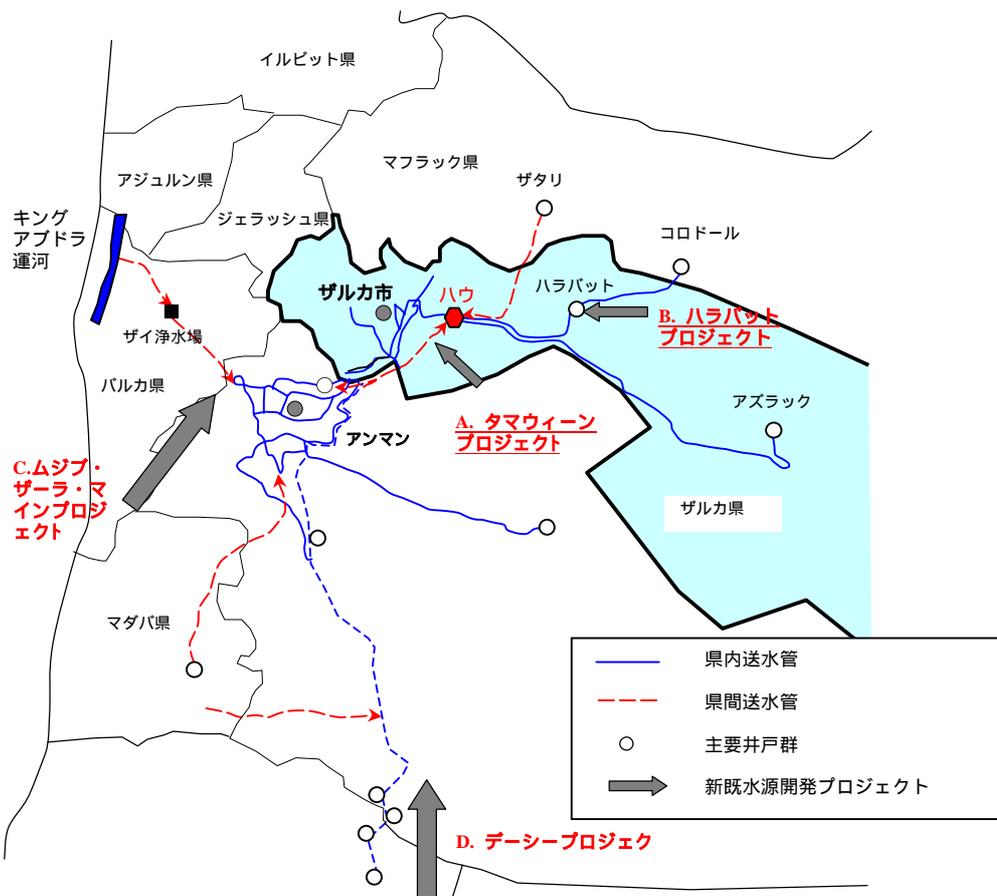


図 3-2-7 関連する水資源開発と地域間及び地域内送水システム

#### 4) 水配分シナリオ及び需給水量収支

WAJ が計画した WAJ ザルカ支所給水地域への水配分シナリオを以下のとおり示し、配分内容を表 3-2-16 に示す。更に、WAJ ザルカ支所給水地域における需給収支を表 3-2-17 に示す。

##### 水配分シナリオ

- 既存ザルカ地域水源量及び他県から受水量は変更しない。
- ザルカ県での小規模水源開発が 2006 年に終了し、生産水が WAJ ザルカ支所給水地域の給水のために使用される。
- ムジブ・ザーラ・マインプロジェクト完成後（2006 年中）、ザルカ（ハウポンプ場）からアンマンへの送水は WAJ ザルカ支所給水地域の需要量を満たすよう減少する。
- 2015 年までにデーシー化石水プロジェクトが完成しアンマン方向からの送水が可能となる。

表 3-2-16 WAJ ザルカ支所給水地域への水配分内容  
(百万 m<sup>3</sup>/年)

水源	2004	2010	2015	備考
ザルカ地域内水源	44.86	44.86	44.86	
マフラック県から分水	10.46	10.46	10.46	
<b>ザルカ県での総水源量</b>	<b>55.32</b>	<b>55.32</b>	<b>55.32</b>	
他県への分水				
アンマンへ（ザルカ支所給水地域外）	-16.43	-6.25	0.00	ムジブ・ザーラ・マインプロジェクト完成後、ザルカからアンマンへの送水は大幅に減少。
バルカ及びジェラッシュュ県へ（ザルカ支所給水地域）	-0.24	-0.62	-0.69	
マフラック県へ（ザルカ支所給水地域）	-0.14	-0.15	-0.18	
アズラック湿地帯涵養用（給水以外）	-1.07	-1.07	-1.07	
<b>他県への分水量合計</b>	<b>-17.88</b>	<b>-8.09</b>	<b>-1.94</b>	
<b>ザルカ県の正味水源量</b>	<b>37.44</b>	<b>47.23</b>	<b>53.38</b>	
新規開発水源				
タマウィーン井戸開発		3.94	3.94	
ハラバット井戸開発		5.26	5.26	
デーシー化石水開発			3.16	この水源開発により、アンマン方向から送水が可能。
<b>合計新規水源</b>		<b>9.20</b>	<b>12.36</b>	
<b>ザルカ県の将来正味水源量</b>	<b>37.44</b>	<b>56.43</b>	<b>65.74</b>	
<b>WAJ ザルカ支所給水地域への供給水量</b>	<b>37.82</b>	<b>57.20</b>	<b>66.61</b>	

表 3-2-17 WAJ ザルカ支所給水区域の水需給収支  
(百万 m<sup>3</sup>/年)

項目	2005	2010	2015
WAJ ザルカ支所給水地域への供給水量	(37.82)	57.20	66.61
WAJ ザルカ支所給水地域の水需要量	40.40	57.20	66.61
本計画対象地域の水需要量	14.70	20.48	23.32
水需給収支	-	0	0

注) (37.44): 2004 年の現況値





(7) 施設建設用地の選定

1) 配水池建設用地の選定

採用した配水池位置を図 3-2-10 に示す。配水池予定地に関する土地の状況を表 3-2-18 のとおり示す。

表 3-2-18 計画配水池用地の状況

記号	配水池	管轄市役所	登記番号	標高 (m)	現況土地 地利用	所有者
A	ザルカ低区 (バトラウイ)	ザルカ	5991, 4667, 8272, 8271 等	約 625 - 640	空地	市役所
B	ザルカ高区	ザルカ	1505, 1504	約 710	空地	WAJ
C	ハシミエ	ハシミエ	429, 419 等	約 640 - 645	空地	国有地
D	スフナ	スフナ	413 等	約 585	空地	私有地

	配水池	配水池位置の検討
A	バトラウイ	当初手狭な既存 WAJ 所有地に配水池を築造する計画であったが、隣接する土地がザルカ市所有の土地であることが判明 (副市長と登記簿にて確認) した。建設の際は、市役所の土地を WAJ に譲渡することはなんら問題ない旨の回答が得られた。従って、隣接する土地に配水池を築造する計画とする。
B	ザルカ高区	1995 年、既に WAJ により配水池予定地として確保済みであり、この用地を配水池用地とする。
C	ハシミエ	短い取り付き道路の建設可能な 625m 付近の土地を WAJ と共に選定した。土地は国有地であり、今後、譲渡手続きが必要となる。
D	スフナ	ハシミエ配水池からスフナ配水池に自然流下で、送水できる 585m 付近の土地を踏査し、予定地を選定した。なお、当初、WAJ 計画による標高 630m 付近での配水池建設も考慮したが、ハウ配水池から自然流下で送水不可能なこと及び取り付け道路の建設が困難なこと (傾斜が急で、候補地まで延長が長い) 現在の需要地の標高は、約 570m - 480m であり、約 585m の標高からの自然流下配水で十分な配水圧が得られることより、この高さの配水池築造計画は考慮しないととした。なお、土地は民地であり、今後土地取得が必要となる。

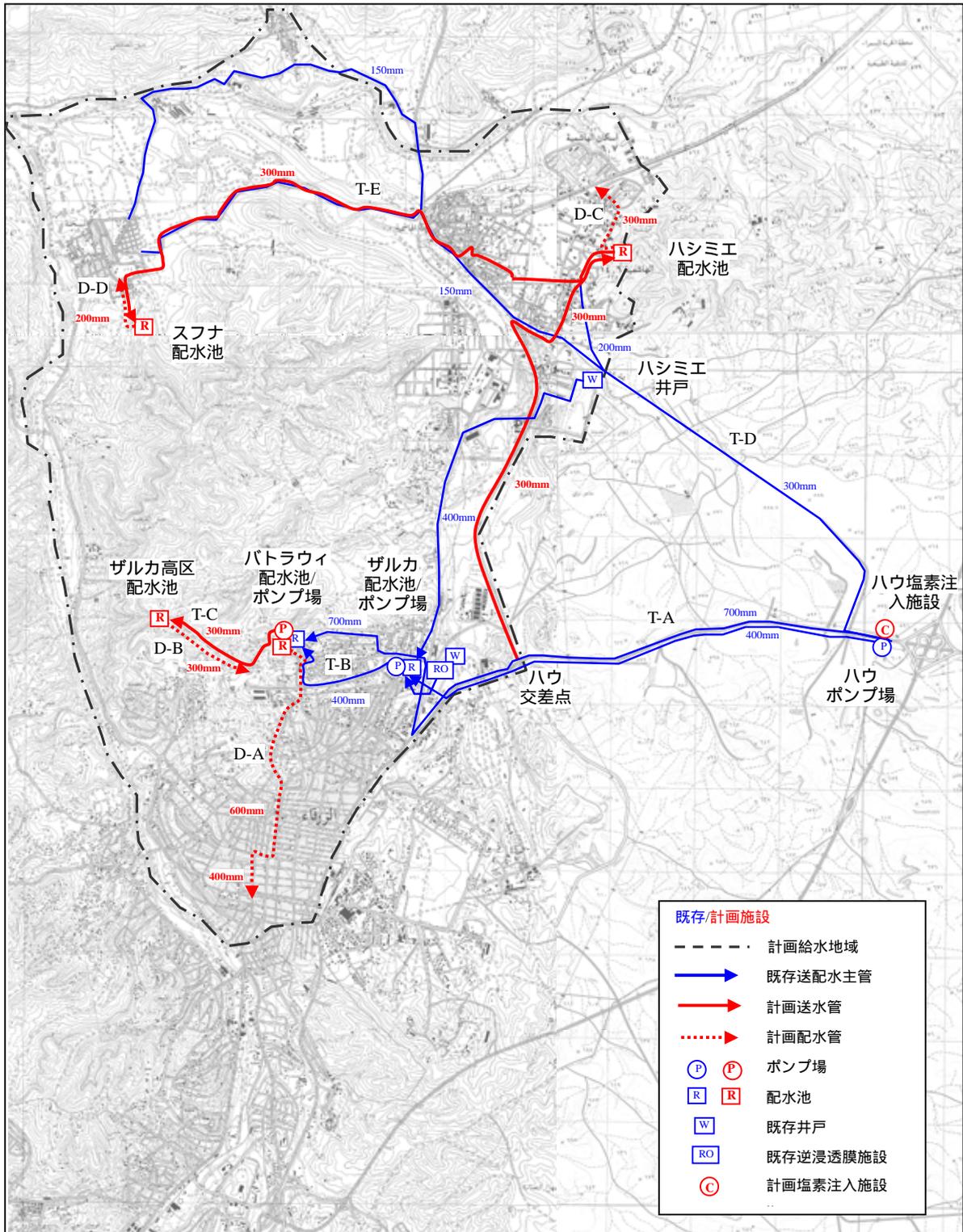


図 3-2-10 計画施設配置図

## 2) 送水管ルートを選定

採用した送水幹線ルートを図 3-2-10 に示す。以下に各ルートの決定理由を示す。

	送水幹線ルート	送水管ルートの検討
T-A	ハウポンプ場からバトラウィ配水池	ハウポンプ場からザルカ市内のバトラウィ配水池へは、既存2管路(口径700mm及び400mm)により送水が行われている。口径700mmの管路は2002年に敷設された新しいダクタイル鋳鉄管である。口径400mm管路は、老朽化した鋼管である。本プロジェクトでは、ダクタイル管路を送水管路として活用する。
T-B	ザルカポンプ場からバトラウィ配水池	<p>現在、ザルカポンプ場からは、ポンプ圧送により直接需要地域に給水されている。口径400mmの既存管路がザルカポンプ場からバトラウィ配水池に繋がっており、ポンプ圧送した後の残余水量が、配水池に貯留されている。従って、バトラウィ配水池は調整(バランシング)配水池として機能している。</p> <p>将来計画では、水質の悪いハシミ工井戸水及び逆浸透膜処理されたザルカ井戸水はザルカポンプ場からバトラウィ配水池に送水され、ハウポンプ場からの良質の水と混合した後、配水区内に自然流下給水及びザルカ高区配水池に送水される。</p> <p>ザルカポンプ場からバトラウィ配水池への送水は、既存口径400mmの配水主管を使用する。この管路に接続している配水管路をバルブで分離することにより、ザルカポンプ場からの送水管路とする。なお、分離された配水管路は、近くを通る他の既存配水主管に接続し、給水を続けることとする。</p>
T-C	バトラウィ配水池からザルカ高区配水池	バトラウィ配水池からザルカ高区配水池への送水管はないため、新たに送水管を敷設する。送水管ルートは、管路を敷設できる十分な幅員を有する道路とした。
T-D	ハウポンプ場からハシミ工配水池	<p>ハウポンプ場からハシミ工地区に配水するため、現在、口径200mm～300mmの管路を使用している。この管路は1980年に敷設された鋼管であり、老朽化が著しく、漏水も頻繁に発生している。更に、敷設ルートは軍用地内に位置し維持管理を適切に行うことができない状況にある。加えて、本配管は、送配水管兼用で使用されているため、配水管の分岐がある。</p> <p>本管路の漏水の多さ、維持管理の困難さから、送水幹線としての信頼性に欠け、更に、送水管として、配水管と分離できないことから、本計画では、この既存管を送水幹線として活用しない。将来計画では、この管路は送水バックアップ管路及び配水管として使用する。</p> <p>本計画では、新たにハウポンプ場からの送水経路を確保する。送水ルートとしては、軍用地を避けて最短経路として、以下のルートを採用する。</p> <p>ハウポンプ場 ザルカ市・ハウ間高速道路 ザルカ市高速道路交差点 ザルカ市市・ハシミ工市高速道路 ハシミ工配水池</p> <p>ハウポンプ場 ザルカ市・ハウ間高速道路 ザルカ市高速道路交差点までは、既存口径700mmのダクタイル鋳鉄管があり、この管路を活用する。残りのザルカ市・ハシミ工市高速道路 ハシミ工配水池のルートに新たに管路を敷設する。</p>
T-E	ハシミ工配水池からスフナ配水池	ハシミ工配水池からスフナ配水池への送水管ルートは、最短ルートで計画することが可能であり、このルートを採用ルートとする。

### 3) 配水連絡管ルートを選定

	配水区	配水管ルートを検討
D-A	ザルカ低区	この配水区の計画配水連絡管は、バトラウィ配水区を起点とし、市内中央を縦断し、同配水区の南端近くまで達するルートとする。なお、ザルカ市内は地下埋設物が多いため、これら地下埋設物を避けて、十分な敷設幅が確保できるルートを選定した。
D-B	ザルカ高区	この配水区の計画配水連絡管は、ザルカ高区配水区を起点とし、計画送水管と同じルートをとおり、バトラウィ配水池の近くで既存配水主管（口径 200mm）に接続する。
D-C	ハシミエ	この配水区の計画配水連絡管は、ハシミエ配水池を起点とし、比較的水理的に不利な地域（配水区内で標高が高い）である北西部に位置する配水主管（口径 150mm）に接続する。
D-D	スフナ	この配水区の計画配水連絡管は、スフナ配水池を基点として、計画送水管ルートと同じルートをとおり、市内南部に位置する配水主管（口径 150mm）に接続する。

#### (8) 計画施設容量の決定

##### 1) 計画配水池の容量

配水池の容量は、日最大水需要量の 8 時間分以上の貯留が可能となるように表 3-2-19 のとおり設定する。なお、WAJ は 2025 年までの配水池用地を今回一括取得することを考えており、必要敷地面積の参考のため、2025 年の必要配水池容量の算定及び候補地での 2025 年配水池容量の増設の可否を示した。

表 3-2-19 計画配水池の容量

配水池	必要容量 (m <sup>3</sup> )		既存 (m <sup>3</sup> )	必要増設容量 (m <sup>3</sup> )	計画配水池容量 (m <sup>3</sup> )		候補用地での 2025 年容量の配水池築造の可否
	2010 年	2025 年			2010 年	2025 年	
バトラウィ（ザルカ低区）	17,800	33,000	4,000	13,800	14,000	33,000	不可能、新用地必要
ザルカ高区	2,400	6,200	0	2,400	2,500	6,500	2,500m <sup>3</sup> 分は可能
ハシミエ	1,300	2,700	0	1,300	1,500	3,000	可能
スフナ	900	2,000	0	900	1,000	2,000	可能
計画貯留時間 (hr)	>8	>12					

##### 2) 計画送水管の口径

送水管の口径は、日最大水需要量を送水可能な口径として、表 3-2-20 のとおり設定する。なお、容量設定のための水理計算結果を付録 - 5 に示す。

表 3-2-20 計画送水管の口径

記号	ルート	距離 (m)	口径 (mm)	既存・新規の別
T-A	ハウポンプ場からバトラウィ配水池	9,100	700	既存
T-B	ザルカポンプ場からバトラウィ配水池	2,500	400	既存
T-C	バトラウィ配水池からザルカ高区配水池	2,080	300	<b>新規</b>
T-D	ハウポンプ場からハシミエ配水池	10,750	-	-
T-D1	ハウポンプ場からハウ交差点	4,600	700	既存
T-D2	ハウ交差点からハシミエ配水池	6,150	300	<b>新規</b>
T-E	ハシミエ配水池からスフナ配水池	7,800	300	<b>新規</b>

3) 計画送水ポンプ設備の容量

**既存バトラウィポンプ場**

本計画では、新規ポンプ場はバトラウィ送水ポンプ場のみである。バトラウィには、2002年に建設された配水ポンプ場がある。既存のポンプ設備の仕様を以下に示す。

送水先	番号	容量 (m <sup>3</sup> /時)	揚程 (m)	出力 (kW)	備考
ザルカ高区地域 (配水ポンプ)	No.1	150	100	75	1台予備
	No.2	150	100	75	

**バトラウィポンプ場計画**

新規に必要なポンプ設備の仕様は、ザルカ高区の日最大水需要量をザルカ高区配水池に送水する容量として、以下に示すとおり設定する。なお、ポンプ揚程を決定する際は、効率的な送水管の口径及びポンプ揚程の組合せを選定した。なお、送水管の口径及びポンプ揚程の決定のための管網解析結果を付録 - 5 に示す。

送水先	番号	容量 (m <sup>3</sup> /時)	揚程 (m)	備考
ザルカ高区配水池 (送水ポンプ)	No.1	300	90	1台予備
	No.2	300	90	

上記のとおり、目標年次には、ポンプ送水量の増量が必要となる。本計画では、既存バトラウィポンプ場の建屋を有効利用し、ポンプ設備および電気設備については、大容量の仕様に更新することにより、既存施設の有効活用及び費用の提言を図る。既存ポンプおよび電気設備については、既存ザルカポンプ場に移設して有効利用を図る。

#### 4) 計画配水連絡管の口径

配水連絡管の口径は、必要な給水圧を保持し時間水需要量を配水可能な口径として、表 3-2-21 のとおり設定する。なお、容量設定のための管網解析結果を付録 - 6 に示す。

表 3-2-21 計画配水連絡管の口径

記号	ルート	距離 (m)	口径 (mm)
D-A	バトラウィ配水池から市内	-	-
D-A1	-バトラウィ配水池から既存配水主管 1	3,080	600
D-A2	-既存配水主管 1 から既存配水主管 2	480	400
D-B	ザルカ高区配水区から配水主管	1,572	300
D-C	ハシミエ配水池から配水主管	1,338	300
D-D	スフナ配水池から配水主管	722	200

#### 5) ハウポンプ場のポンプ容量の評価

2015 年におけるハウポンプ場における送水ポンプの増加の可否を検討した。検討の詳細を付録 - 5 に示す。なお、検討においてはザルカ地域内水源の使用の有無についても考慮した。

検討の結果、目標年次においては、ポンプの増設が必要ないと評価された。なお、ザルカ地域内水源を使用せず、ハシミエ及びザルカ井戸の水量分をハウポンプ場から追加送水する場合は、予備のポンプが不足する。不足分は、必要に応じて、WAJ が増設して対応する必要がある。

#### 6) 送水システムの水撃作用の検討

送水管のポンプ圧送区間においては、ポンプの起動・停止時に水撃圧が発生する。路線に破損・損傷を与えるため水撃作用の解析を行い、以下のとおり必要な対策を講じる。

路線	解析結果と対策
ハウポンプ場 - バトラウィ配水池 (既存路線)	水撃作用による負圧は基準値以下であり、特別な対策は必要としない。
ハウポンプ場 - ハシミエ配水池	水撃作用による負圧は基準値以下であり、特別な対策は必要としない。
バトラウィポンプ場 - ザルカ高区配水池	水撃作用が基準値以上となったため、バトラウィポンプ場のポンプのカップリング重量を増加して対応する。

#### (9) 配水区の分離及び既存管の送水管への変更

##### 1) 配水区の分離計画

計画 4 配水区を分離するために、既存仕切り弁を閉止し分離する。分離が必要な箇所近辺に仕切り弁がない場合は、新たに仕切り弁を設置し、閉止する。使用する既存仕切弁及び新たに設置する仕切り弁の位置を図 3-2-11 に示し、また新たに設置する仕切り弁の内容を下表に示す。

配水区	口径	個数
ザルカ 高区配水区と低区配水区	100mm	2
	150mm	3
その他の配水区との分離	既存仕切り弁を活用	6

## 2) 既存管の送水管への変更計画

ザルカ配水池に貯水されたザルカ逆浸透膜処理水及びハシミエ井戸水をザルカポンプ場からパトラウィポンプ場の送水するための送水管が必要となる。このため、ザルカポンプ場からパトラウィ配水池間の既存配水主管（口径 400mm）を送水管へ転用する。転用するために必要な仕切り弁を図 3-2-11 に示し、その内容を下表に示す。

内容	口径	個数
既存管の送水管への変更	300mm	1

## (10) 管路計画

### 1) 計画送水管との既存配水主管との接続

計画送水管と既存送配水主管との接続点を以下の通り計画する（図 3-2-11）。

表 3-2-22 計画送水管と既存送配水主管との接続点

計画送水管	位置	接続口径 (計画管 - 既存管)	備考
ハウ交差点 - ハシミエ配水池	ハシミエ配水池手前	300mm - 200mm	既存ハウポンプ場 - ハシミエ市内への既存送配水管をハシミエ配水池への送水バックアップ用に活用するため接続する。
ハシミエ配水池 - スフナ配水池	ハシミエ市内外れ	300mm - 150mm	ハシミエ市外の小村落に給水するために必要。現在、ハシミエ方向から給水が行われているが、標高が高く既存配水管経由では水圧が不足するため、例外的に計画送水管から直接送水する必要がある。

### 2) 計画配水連絡管と既存配水主管との接続

計画配水連絡管と既存配水主管との接続点を以下の通り計画する（図 3-2-11）。

表 3-2-23 計画配水連絡管と既存配水主管との接続点

連絡管	位置	接続口径 (計画管 - 既存管)
ザルカ低区配水連絡管	1. 市内 1	600mm - 300mm
	2. 市内 2	600mm - 300mm
	3. 市内 3	600mm - 300mm
	4. 市内 4	600mm - 300mm
	5. 市内 5	400mm - 300mm
	6. 管路末端	400mm - 200mm
ザルカ高区配水連絡管	1. 配水池用地外	300mm - 100mm
	2. 管路末端	300mm - 200mm
ハシミエ配水連絡管	1. 市内 1	300mm - 200mm
	2. 管路末端	300mm - 150mm
スフナ配水連絡管	1. 管路末端	200mm - 150mm

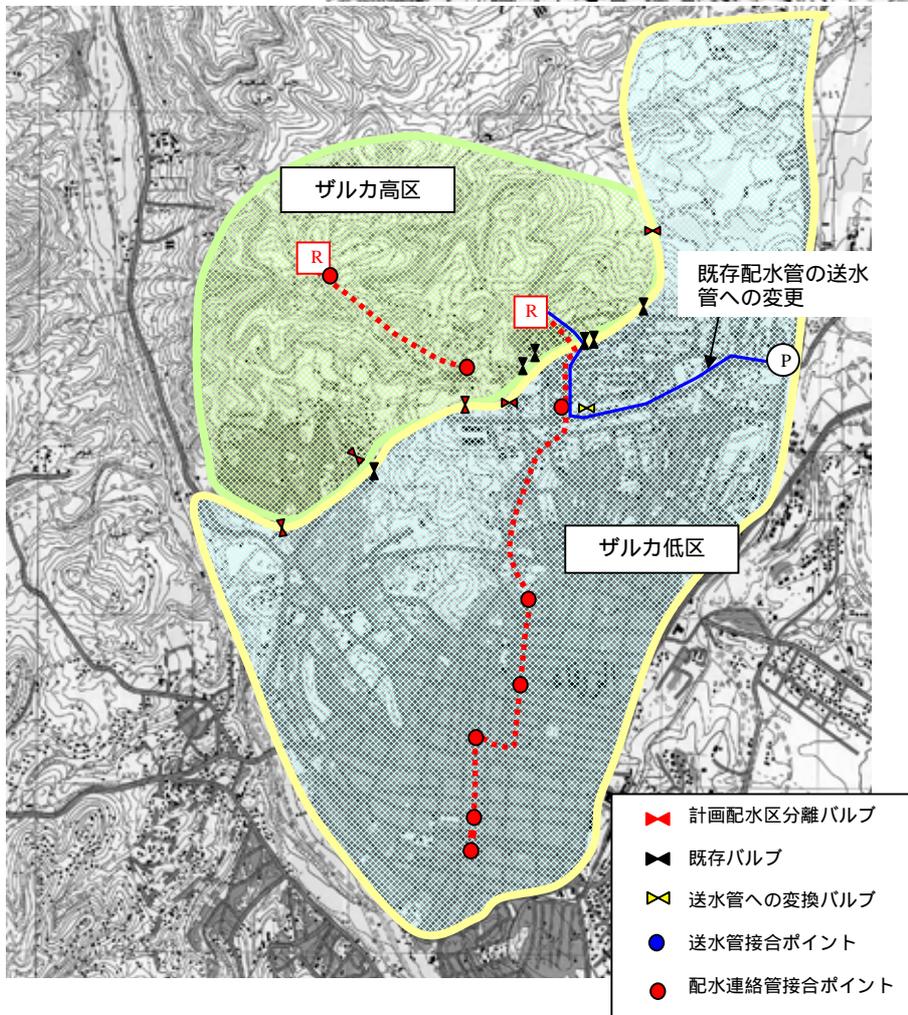
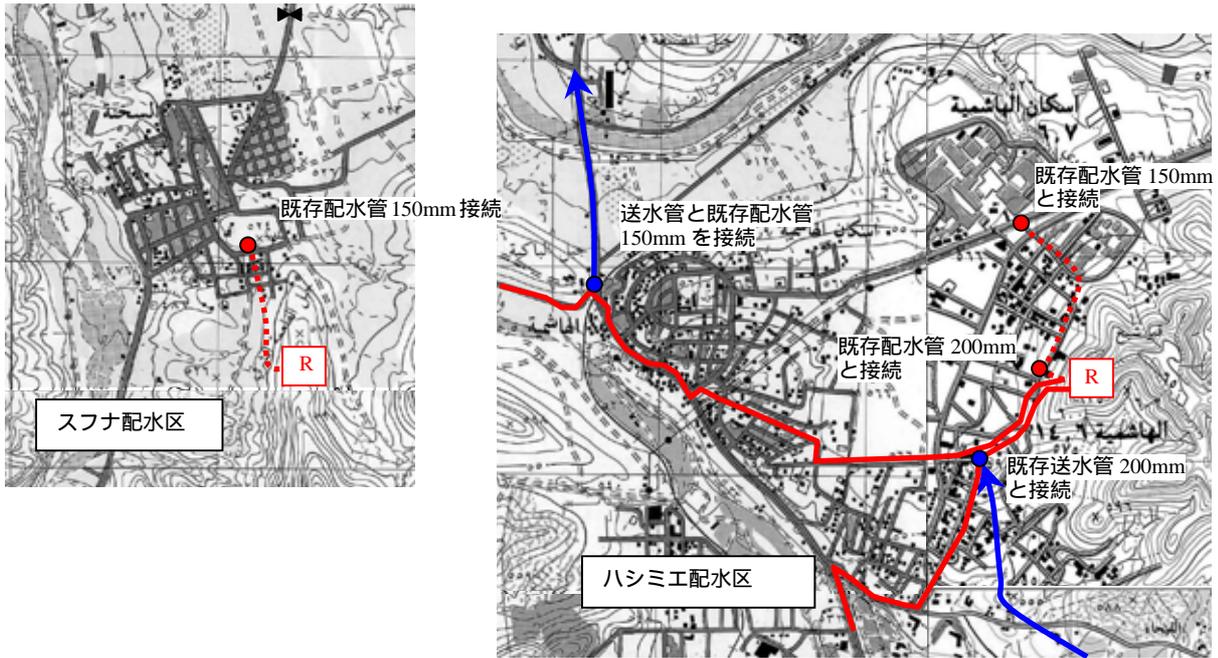


図 3-2-11 計画仕切り弁の位置及び計画配水連絡管と既存管との接合点

### 3) 管材料

計画送配水本管の管材料は、WAJの基準に規定されている管材料の中から、本計画の送水・配水本管の口径（600 - 200mm）および「ヨ」国での採用実績を考慮して、ダクタイル鋳鉄管を採用する。但し、ポンプ設備の管材料については、施工性を考慮して鋼管を採用する。

#### ダクタイル鋳鉄管の優位性：

施工性に優れることから管敷設工事が掘削から管敷設、埋戻しまで短時間で完了させることが可能であり、即日復旧により交通への影響を最小限にすることができる。

管接合が継手方式であることから特殊な技能が必要なく、現地の技術水準においても水密の確保が容易である。

継手構造から伸縮可撓性に優れるため地盤変動等に対して有利である。

耐蝕性に優れ、高い剛性と撓性をもつことから耐衝撃性にも優れていることから長期の耐用年数が期待できる。

同地域で実施された「ザルカ第1次事業」と同管材料の使用することにより、保守点検、補修資材の確保等の維持管理面で有利である。

### 4) 付帯設備

制水弁、排水弁および空気弁の付帯設備を配管路線の必要箇所に設置する。以下に各種弁類の計画を示す。

弁	設置位置及び仕様
制水弁	計画送配水本管と既存管の接続部の1次側に制水弁を設置する。仕様は以下とする。 <ul style="list-style-type: none"><li>・ 型式：スルース弁</li><li>・ 材質：鋳鉄またはダクタイル鋳鉄</li><li>・ 接続方式：フランジ接合</li></ul>
空気弁	配管の路線縦断で管路凸部に空気弁を設置する。仕様は以下とする。 <ul style="list-style-type: none"><li>・ 型式：双方空気弁</li><li>・ 接続方式：フランジ接合</li></ul>
排水弁	配管の路線縦断で管路凹部に排水弁を設置する。仕様は以下とする。 <ul style="list-style-type: none"><li>・ 型式：スルース弁（80または100mm）</li><li>・ 材質：鋳鉄</li><li>・ 接続方式：フランジ接合</li></ul>

### 5) 異形管防護

異形管防護は、市街地および主要幹線道路上の路線を除いてスラストコンクリートブロックで行う。市街地および主要幹線道路上の路線については、離脱防止用継手を採用する。

### 6) 鉄道横断方法

計画ハウ - スフナ送水管敷設ルート上で、「ヨ」国(アンマン)とシリア国(ダマスカス)を結ぶ鉄道を 1 箇所横断する。鉄道の運行数は週 2 便(月・木)で少ないため十分な施工時間の確保が可能であることから、レールを防護して通常の開削工法で施工する。但し、関係機関との協議により施工時に WAJ からのレターの提出が必要となる。

#### 7) 管継ぎ手

管継手方法としては、施工性および経済性に優れており、所定の水密性の確保できることから T 型(プッシュオン型)継手を採用する。

#### (11) ポンプ場計画

ポンプ設備については、2010 年を目標年次として計画し、ザルカ高区配水池に日最大需要量を送水できる容量とする。既存の電気設備から供給されている既存配水池の計装設備および建築電気等は、更新する電気設備に取込む計画とする。

ポンプ設備	電気設備
型 式：多段式渦巻ポンプ 口 径：吸込 150mm × 吐出 125mm 流 量：5 m <sup>3</sup> /min (300 m <sup>3</sup> /時) 揚 程：90 m 電動機：132 kW 台 数：2 台 (常用 1 台 予備 1 台)	受電盤：1 面 ポンプ盤：2 面 制御盤：1 面 計装盤：1 面

#### (12) 配水池計画

##### 1) 構造形式および形状

RC 構造配水池の経済的な有効水深は 4m ~ 5m 程度である。従って、用地に制限がない場合、RC 構造配水池の有効水深をこの水深程度とする。

ザルカ高区配水池 (2,500 m<sup>3</sup>)、ハシミエ配水池 (1,500 m<sup>3</sup>) およびスフナ配水池 (1,000 m<sup>3</sup>) 予定地には十分な施設建設予定地が確保でき、水深が 4m 程度に設定できることから、このような規模では経済性に優れた RC 構造 (矩形) とする。

バトラウィ配水池（14,000m<sup>3</sup>）は、容量規模が大きかつ用地に制限があるため、有効水深が9m程度となる。水深が深いため側壁に掛かる荷重が大きいため、RC構造では鉄筋量が多くなりかつ壁厚が厚くなるため、不経済である。従って、バトラウィ配水池はPC構造（円筒形）とする。

配水池地盤高は、水理計算結果、既存施設の地盤高、現況地盤高及び周辺施設の地盤高を考慮して決定した。

上記配水池の形状、現況地盤高等を考慮し、配水池の計画水位、有効水深及び構造を表 3-2-24 のとおり決定する。

表 3-2-24 配水池の計画水位及び構造

配水池	計画配水池容量 (m <sup>3</sup> )	低水位 (m)	高水位 (m)	有効水深 (m)	構造
ザルカ低区（バトラウィ）	14,000	645	654	9	PC（円形）
ザルカ高区	2,500	710	714	4.1	RC（矩形）
ハシミエ	1,500	625	629	4.1	RC（矩形）
スフナ	1,000	585	589	4.5	RC（矩形）

## 2) 基礎形式および施設配置計画

配水池の基礎方式は、構造物建設予定地の土質が基礎地盤として十分な地耐力を有していることから直接基礎方式とする。敷地内での施設配置は、基礎地盤の地耐力を活かせるように配水池の計画地盤高において構造物が地山に載るように計画する。また、十分な用地が確保できる場合には、将来において配水池の増設が可能なような施設配置とする。

## 3) 付帯設備

各配水池には、施設場内配管として流入管、流出管、バイパス管、越流管および排水管を計画する。更に、運用および監視用に必要な計装機器（水位計・流量計）および制御弁を設置する。なお、越流管に関しては、機械式越流停止弁の設置を考慮したが、以下の検討結果により導入しないこととする。

- ・ 「ヨ」国での越流停止弁の設置実績がない
- ・ 華奢な機材に高い圧力がかかるため、破損しやすい
- ・ 一旦破損すると、「ヨ」国では修復が不可能
- ・ 現在、対象地域の配水池には、越流停止弁は設置されておらず、人的作業によりバルブの閉止及びポンプの休止を行い、越流に対応している
- ・ ステンレス製で注文制作であるため、非常に高価な製品である

本計画では、現状の運用・管理と同様、現場での運用・管理を行うこととし、配水池の水位計を定期的に読みとり、必要に応じて、手動で流入バルブの閉止及びポンプの運転を行い、越流がないように監視することとする。

本計画では、計画的な送水ポンプ運転により適切な水量が配水池へ送水され、需要量の変動を吸収できるような十分な配水池容量及び配水連絡管の口径が設定されているため、原理的には配水池からの越流は発生しない。しかし、需要水量が少なくなる冬期（11月～3月）の深夜に、送水ポンプ運転が適切でない場合、越流が発生する可能性がある。従って、需要量が減少する11月には、特に慎重に配水池の水位を監視し、冬期に見合った送水ポンプ運転計画を作成し、越流が発生しないような対策をとる必要がある。

#### 4) バトラウィ既存配水池及び既存ポンプ設備との接続

計画バトラウィ配水池には、既存配水池（4,000m<sup>3</sup>）がある。既存配水池を有効に活用するため、計画及び既存配水池及びバトラウィポンプ場を適切に接続する必要がある。計画配水池の高水位（654m）は、既存配水池の高水位（648m）と異なるため、両配水池を直接接続すると、水位648mで既存配水池の水が放流（オーバーフロー）管から流出してしまい、計画配水池の648m以上の容量が使用不可能となる。従って、以下の方策により対処する。その模式図を図3-2-12に示す。

- ハウポンプ場からの送水をまずは、計画配水池で受水する。
- 既存配水池には、計画配水池のオーバーフロー管から流出した水を貯水する。
- 既存配水池に逆止弁を設置し、既存配水池から水は配水区に流出するが、計画配水池からの水が直接流入しないようにする。
- バトラウィポンプ場に水を取り込めるよう配管の敷設替えを行う。
- 上記に従い、配水池周りの配管の敷設替えを行う。

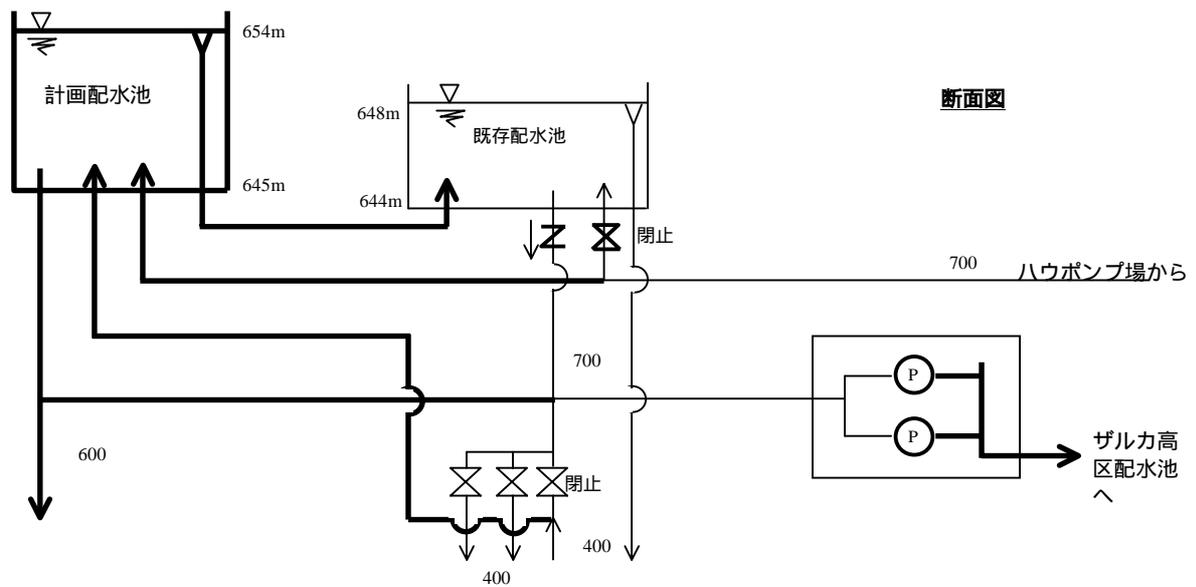
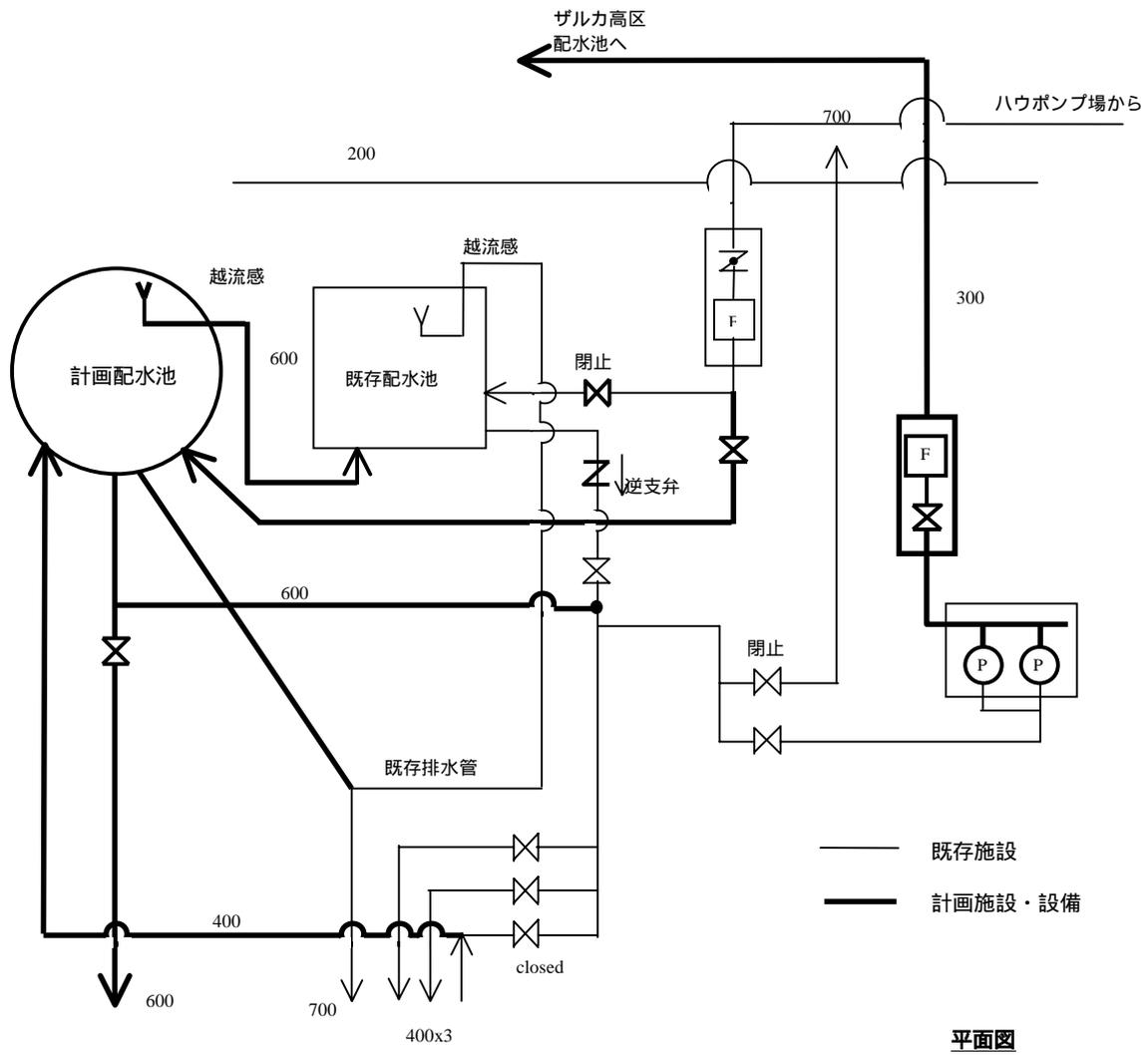


図 3-2-12 計画及び既存バトラウィ配水池及びポンプ場の接続模式図

### (13) 塩素消毒施設計画

#### 1) 塩素消毒の現況

給水水質の微生物学的な安全を確保するため、WAJは、残留塩素をポンプ場出口で1.5mg/l、給水栓末端で0.2-0.8mg/lに保持するよう塩素を注入している。本計画対象地域では、制限給水が実施されており、実施日には管路の水圧がゼロあるいは負になる。これにより、管路内に汚水等が浸入する確率が高くなる。本プロジェクトにおいては、微生物学的に安全で衛生的な水を給水するため、残留塩素が確実に保持できるような計画とする。

本計画対象地域の水源における塩素注入実施状況は以下の通りである。

水源	消毒の有無	消毒施設位置	送水先	ハウポンプ場への距離
アズラック井戸	有	アズラックポンプ場	ハウポンプ場	約70km
ハラバット井戸	有	ハラバットポンプ場	ハウポンプ場	約23km
コロドール井戸	無	ハラバットポンプ場	ハウポンプ場	約50km
ザタリ井戸	有	ザタリポンプ場	ハウポンプ場	約28km
ザルカ井戸	有	ザルカポンプ場	ザルカポンプ場	-
ハシミア井戸	無	ザルカポンプ場	ザルカポンプ場	-

アズラック、ハラバット、コロドール及びザタリ井戸水は、ハウポンプ場に送水され、12,000m<sup>3</sup>の配水池に貯水後に、ザルカ配水池、ハシミアポンプ場及びアンマン方面に送水されている。ハウポンプ場及びハシミアポンプ場では、塩素消毒は行われていない。ザルカ配水池では、ハシミア井戸、ハウポンプ場及びザルカ井戸からの水を混合し、塩素消毒し、ザルカポンプ場から給水地域に給水を行っている。現在、ハシミア及びスフナ地域へ送水される水は、各水源で塩素を注入した後、塩素注入が行われていないため、十分な残留塩素が保持されていない可能性がある。

#### 2) 代替案の検討

本計画の送水計画では、ハウポンプ場から、直接、バトラウィ配水池及びハシミア配水池に送水されるため、既存ザルカポンプ場の塩素消毒施設を経由せずに、給水されることとなる。このため、残留塩素の管理が困難となり、十分な残留塩素が保持できない可能性が高くなる。従って、適切な位置に塩素消毒施設を計画する。その施設の配置代替案及び検討内容を表3-2-25に示す。

結果として、塩素漏洩に対する安全対策、水質管理の容易さ・確実さ及び費用面の有利さから、代替案Cのハウ配水池1箇所に塩素消毒施設を配置する案を採用する。

表 3-2-25 塩素消毒施設の代替案

代替案	代替案の内容	評価内容	評価
A 既存消毒施設活用案	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存ザルカ塩素消毒施設を活用する。</li> <li>ハシミエ配水池に塩素消毒施設を新たに設置する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存施設を活用できるメリットがある。</li> <li>既存ザルカ施設を使用する場合、ザルカポンプ場の標高がバトラウィ配水池より80m低いため、ザルカポンプ場において、バトラウィポンプ場へ送水するポンプ設備の増設が必要となる。</li> <li>既存ハウポンプ場のポンプ設備を有効に活用できない。</li> <li>老朽化したザルカ既存ポンプ設備を使用する場合、送水の信頼性が低下する。</li> <li>ハシミエ配水池周辺は、住宅地であり、塩素漏洩に対する十分な安全対策が必要である。</li> <li>ポンプ設備の増設が必要となり、維持管理費及び初期投資の面で不利である。更に、ハシミエ配水池にも塩素消毒施設が必要となる。追加費用が発生し、塩素消毒施設が分散するため、管理が複雑となる。</li> </ul>	X
B 新規分散案	<ul style="list-style-type: none"> <li>バトラウィ配水池に消毒施設を新たに設置する。</li> <li>ハシミエ配水池に消毒施設を新たに設置する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>計画用地であるバトラウィ配水池及びハシミエ配水池周辺は、住宅地であり、塩素漏洩に対する十分な安全対策が必要である。</li> <li>塩素消毒設備が分散し管理が複雑となる。</li> </ul>	X
C 一括案	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハウ配水池に塩素消毒施設を新たに設置する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハウ配水池一箇所に消毒施設を設置するため、水質管理が容易となる。</li> <li>集中管理ができるため維持管理上及び水質管理上有利である。</li> <li>初期投資が最も安価である。</li> <li>ハウ配水池周辺には、人家がなく、高価な塩素漏洩対策が必要でない。</li> </ul>	

3) 塩素消毒施設の仕様

塩素消毒施設の計画及び仕様を以下に示す。

計画	仕様
送水量 (日平均): 105,000 m <sup>3</sup> /日	1 注入機 16 kg/時 2台
(日最大): 126,000 m <sup>3</sup> /日	2 給水ポンプ 2台
注入率 (平均): 2 mg/l	3 漏洩探知機 1式
(最大): 3 mg/l	4 ホイスト 1.4トン 1機
注入量 (日平均): 252g/日 (10.5kg/時)	5 ポンベ台 1式
(日最大): 378kg/日 (15.75kg/時)	6 電気設備 1式
ポンベ交換頻度 (平均注入率時)	7 空調設備 1式
ポンベ容量: 800kg	8 防毒防災 1式
交換頻度: 3.2日/ポンベ	
貯留量: 10日以上 (日本基準)	
必要ポンベ数: 4ポンベ以上	
同時使用数: 3ポンベ	
ポンベ台: 3台使用、4台予備及び交換用	

#### (14) 配水制御・モニタリング計画

WAJ ザルカ支所には、流量の中央集中管理の構想はあるが、現段階では現場での手作業を中心とした運用・維持管理を行っている。本計画では、現場での運用・管理を実施できる設備を設置する。ただし、効率的に、配水制御及び管理が可能となるような設備の配置とする。将来的には、WAJ 独自により、中央集中管理に移行することが望まれる。

##### 1) 運用・管理計画

流量制御及び管理を効率的に行うため、制御設備を以下の通り 2 箇所に集中した。これにより管理が必要な施設をバトラウィ配水池とハシミエ配水池に集中化して運転・維持管理の効率化を図る。

- ・ バトラウィ配水池でハウポンプ場からの流入量およびザルカ高区配水池への送水量の制御・管理を行う
- ・ ハシミエ配水池でハウポンプ場からの流入量およびスフナ配水池への送水量の制御・管理を行う。

##### 2) 制御・計装設備計画

バトラウィ配水池では、流入量は既存の流量計で管理し、ザルカ高区配水池の送水量はバトラウィポンプ場に流量計を設置してポンプの運転時間で制御を行う。ハシミエ配水池の流入管およびスフナ配水池への送水管に流量計および制御弁を設置して制御・管理する。また、各配水池には現地で配水池の水位が把握できるように水位計を設置する。以下に制御・管理するための制御設備の配置計画（図 3-2-13）を示す。

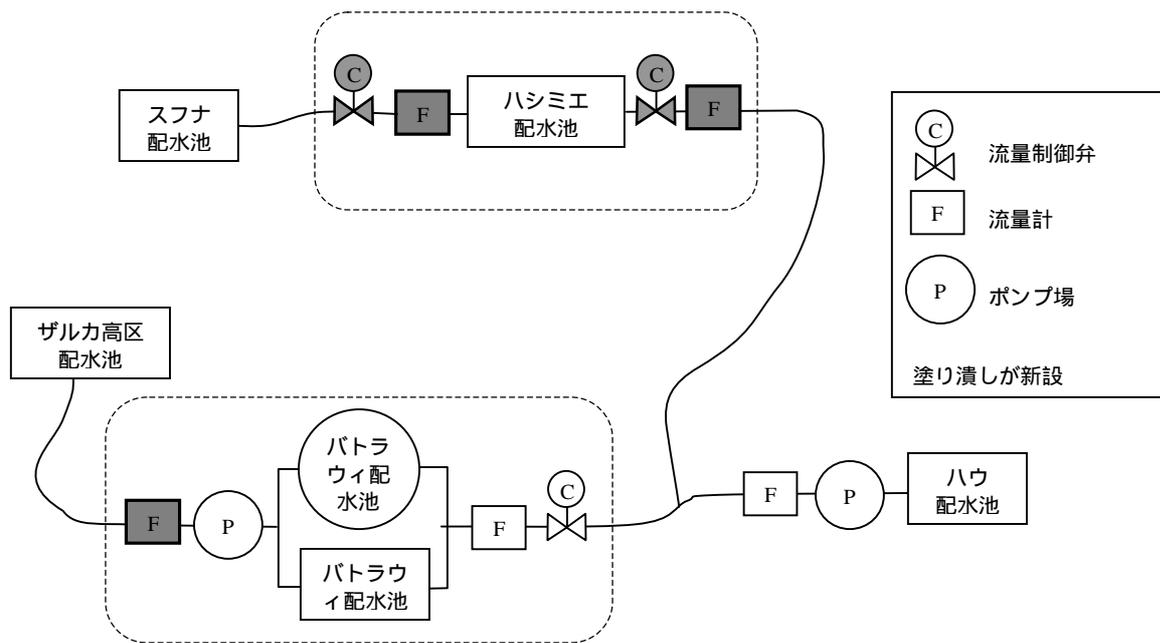


図 3-2-13 配水制御設備配置図

(15) 給水水質計画

計画対象地域の水源水質で問題となる項目は、全蒸発残留物 (TDS) 及び硝酸 ( $\text{NO}_3$ ) である。プロジェクト地域における水質状況を図 3-2-14 にまとめて示す。水質データを付録 - 10 に示す。現況では、水質基準に適合しないのは、ハシミエ及びザルカ井戸水である。ザルカ井戸水は逆浸透膜 (RO) により処理し、ハシミエ井戸水は、ザルカ処理水及びハウポンプ場からの良質水と混合することにより水質基準を満たしている。

本計画では、RO 処理したザルカ井戸水と無処理のハシミエ井戸水をザルカ配水池で混合後、ザルカポンプ場からバトラウイ配水池に送水し、良質のハウポンプ場からの水と混合することにより、水質基準を満たすこととする (ケース 1)。また、更なる水質の改善のために、既存の 300mm/400mm の送水管を活用しハシミエ井戸の水をハウ配水池に送水し、混合して使用した場合の水質を試算する (ケース 2)。

バトラウイ配水池での混合後 (ケース 1) 及びハウ配水池およびバトラウイ配水池での混合後 (ケース 2) の TDS 及び  $\text{NO}_3$  の推定水質を表 3-2-26 に示す。

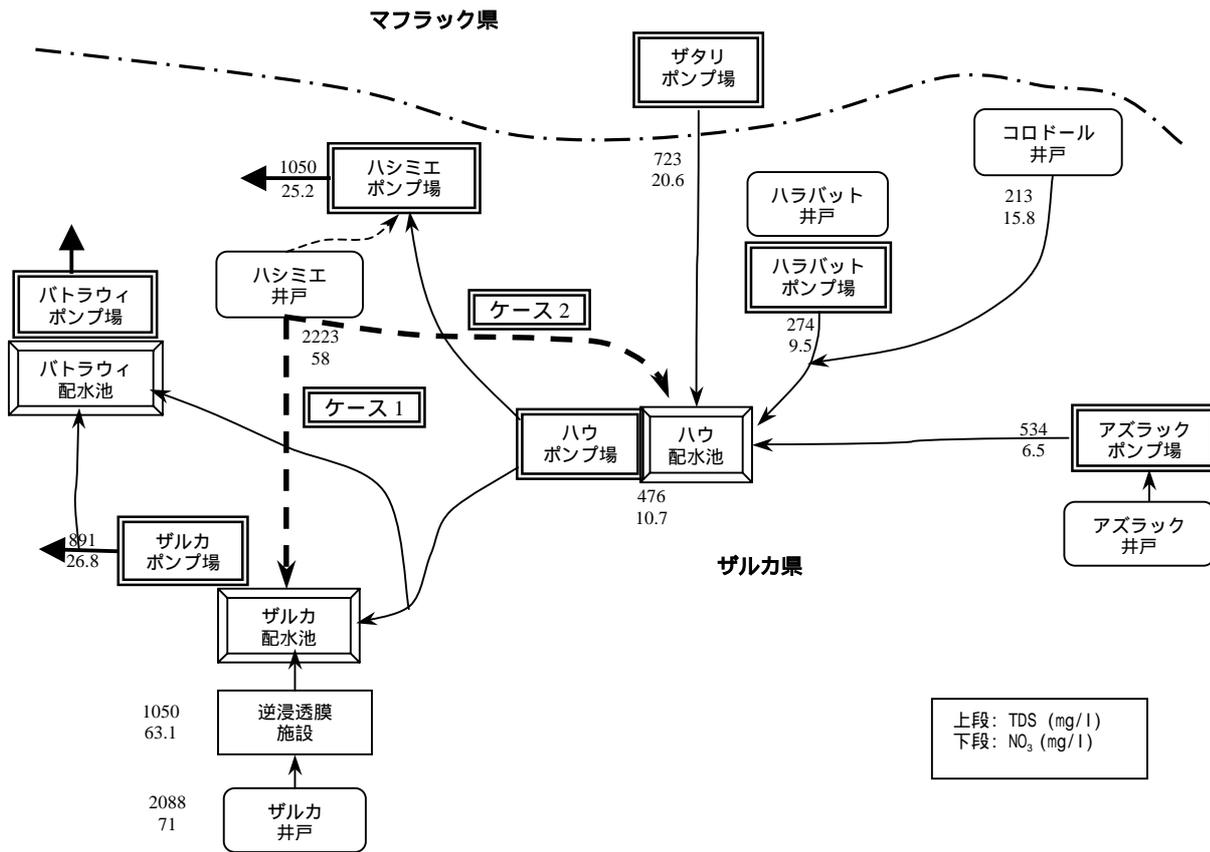


図 3-2-14 水質 (TDS 及び NO<sub>3</sub>) の現状

表 3-2-26 推定将来水質 (TDS 及び NO<sub>3</sub>)

水源/混合場所	流量 (m <sup>3</sup> /日)	TDS 濃度 (mg/l)	混合後の TDS 濃度 (mg/l)	NO <sub>3</sub> 濃度 (mg/l)	混合後の NO <sub>3</sub> 濃度 (mg/l)
<b>ケース1</b>					
ハシミア井戸水	8,376	2,223		58	
ザルカ井戸水	10,935	1,050		63.1	
ハウポンプ場	31,289	476		10.7	
バトラウィ配水池混合後の推定濃度	(50,600)		<b>889</b>		<b>30</b>
<b>ケース2</b>					
ハシミア井戸水	8,376	2,223		58	
ハウ配水池水	104,567	476		10.7	
ハウ配水池混合後の推定濃度	(112,943)		<b>606</b>		<b>14</b>
ザルカ処理水	10,935	1,050		63.1	
ハウポンプ場	39,665	606		14	
バトラウィ配水池混合後の推定濃度	(50,600)		<b>702</b>		<b>25</b>

(16) 計画施設の総括表

施設	対象地区・内容	
配水池	ザルカ高区	RC 構造 1 池 ( 矩形 ) 容量 2,500m <sup>3</sup> 長さ 25.8m x 幅 25.8m x 高さ 5.3m
	ハシミエ	RC 構造 1 池 ( 矩形 ) 容量 1,500m <sup>3</sup> 長さ 20.8m x 幅 20.8m x 高さ 5.3m
	スフナ	RC 構造 1 池 ( 矩形 ) 容量 1,000m <sup>3</sup> 長さ 15.8m x 幅 15.8m x 高さ 5.7m
	パトラウィ ( 拡張分 )	PC 構造 1 池 ( 円形 ) 容量 14,000 m <sup>3</sup> 直径 46.7m x 高さ 17.4m
送水管	パトラウィポンプ場 - ザルカ高区配水池	ダクタイル鋳鉄管 300mm x 2,072m
	ハウ交差点 - ハシミエ配水池	ダクタイル鋳鉄管 300mm x 6,141m
	ハシミエ配水池 - スフナ配水池	ダクタイル鋳鉄管 300mm x 7,798m
配水管 ( 連絡管 )	ザルカ高区配水区 - 既存配水主管	ダクタイル鋳鉄管 300mm x 1,572m
	ハシミエ配水池 - 既存配水主管	ダクタイル鋳鉄管 300mm x 1,338m
	スフナ配水池 - 既存配水主管	ダクタイル鋳鉄管 200mm x 722m
	パトラウィ配水池 - 既存配水主管	ダクタイル鋳鉄管 600mm x 3,080m ダクタイル鋳鉄管 400mm x 480m
パトラウィ ポンプ場	既存パトラウィ送水ポンプ場のポンプ設備の更新 水量 5.0m <sup>3</sup> /分 x 揚程 90m x 電動機動力 132 kW x 2 台 多段式渦巻ポンプ 吸込 150mm x 吐出 125mm	
ハウ塩素消毒 施設	塩素注入機 : 16kg/時 x 2 台 漏洩探知機 1 式、防毒防災用具 1 式 建屋 : 長さ 12m x 幅 10m x 高さ 6.3m	
制水弁	口径 300mm x 1 箇所 ( 送水管分離用 ) 口径 150mm x 3 箇所 ( 配水区割用 ) 口径 100mm x 2 箇所 ( 配水区割用 )	