No.

ヨルダン・ハシミテ王国
ヨルダン渓谷中・北部上水道施設
改善計画
基本設計調査報告書

平成 16 年 12 月

独立行政法人　国際協力機構

八千代エンジニヤリング株式会社

無償
JR
04-249

序　文

日本国政府は、ヨルダン・ハシミテ王国政府の要請に基づき、同国のヨルダン渓谷中・北部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、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成16年7月18日から9月1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16年11月7日から11月12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 16 年 12 月

独立行政法人　　国際協力機構
理　　事　　小　島　誠　二

伝　達　状

今般、ヨルダン・ハシミテ王国におけるヨルダン渓谷中・北部上水道施設改善計画基本設計調査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。

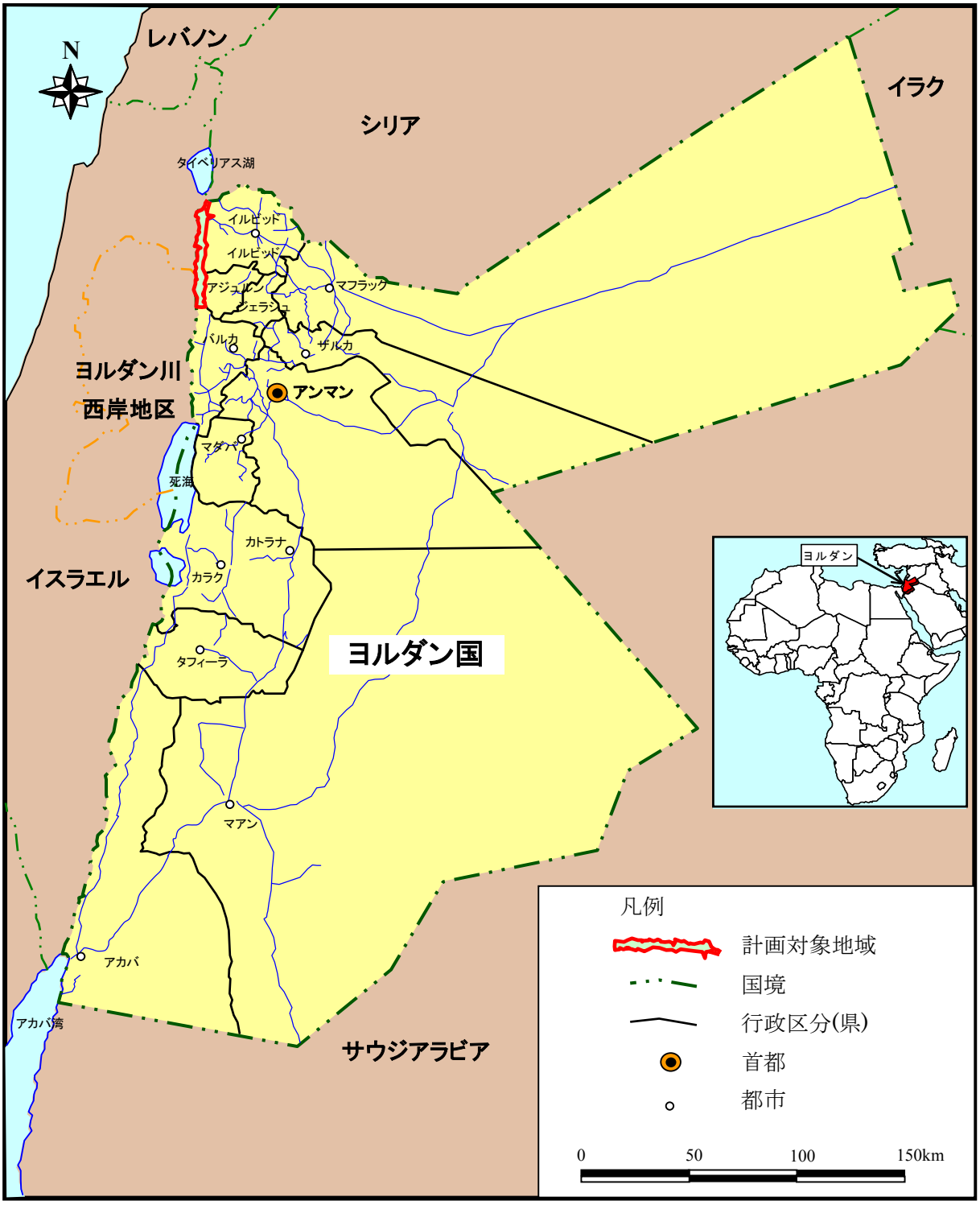
本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成16年7月より平成16 年12月までの5.5ヵ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ヨルダン国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

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。

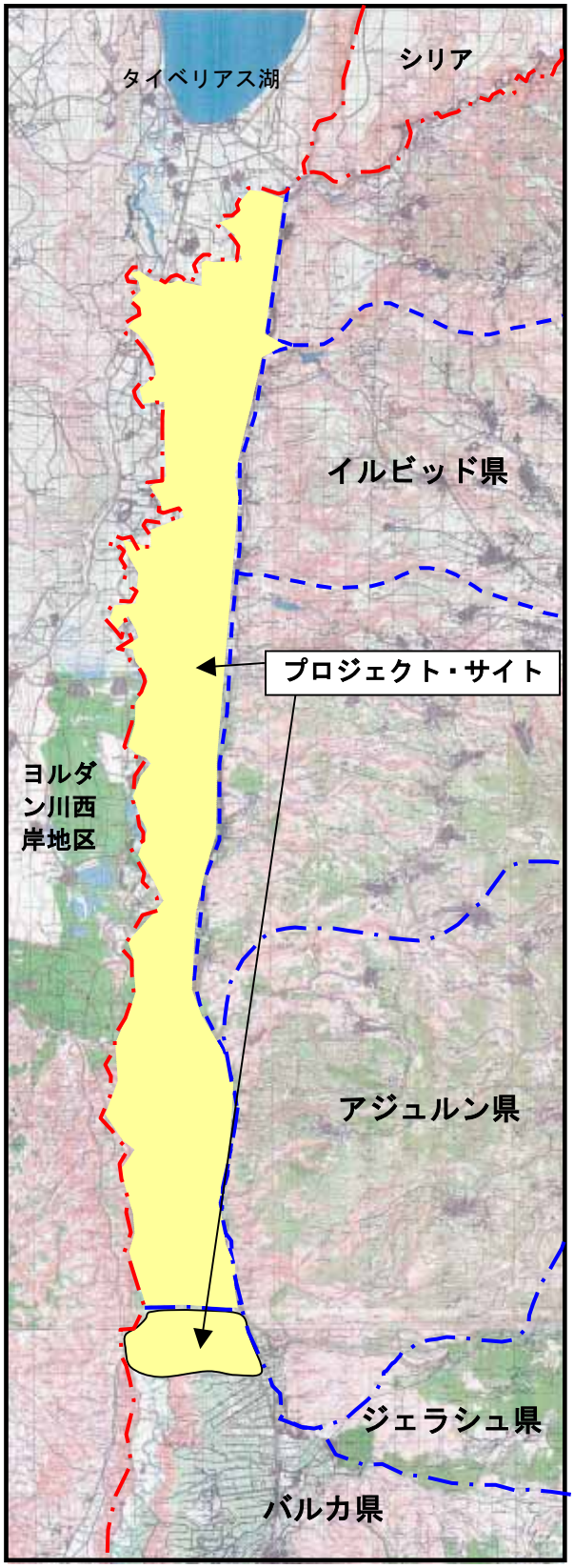
平成16年12月

八千代エンジニヤリング株式会社
ヨルダン・ハシミテ王国
ヨルダン渓谷中・北部上水道施設改善計画
基本設計調査団

業 務 主 任　　瀬野　正敏


N
レバノン
シリア
イラク
タイベリアス湖
イルビッド
イルビッド
アジュルン
マフラック
ジェラシュ
バルカ
ザルカ
ヨルダン川
西岸地区
アンマン
マダバ
死海
カトラナ
イスラエル
カラク
タフィーラ
ヨルダン国
マアン
アカバ
アカバ湾
サウジアラビア
ヨルダン
凡例
計画対象地域
国境
行政区分(県)
首都
都市
0
50
100
150km

ヨルダン国全体図



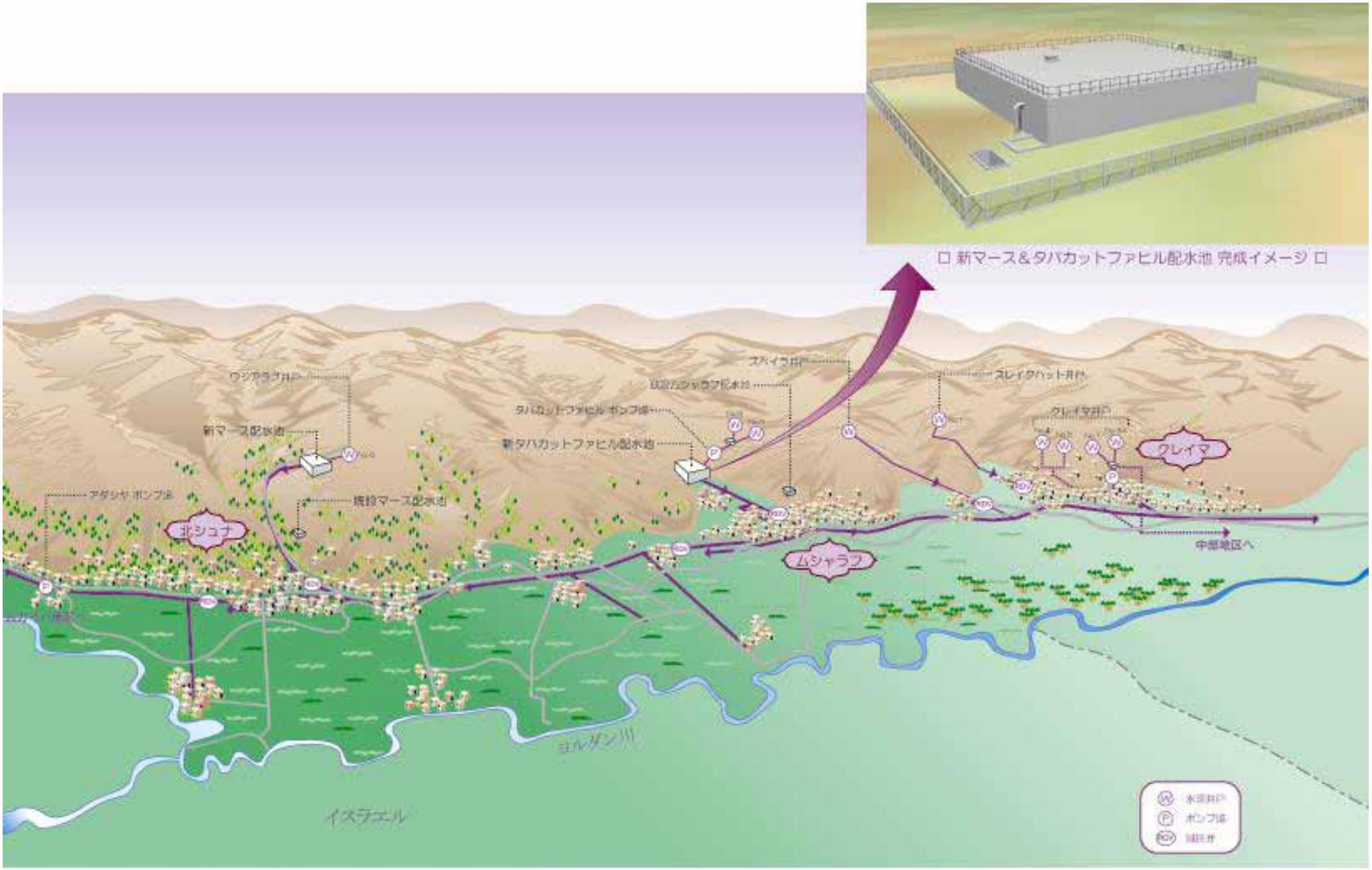
N

0 10km

プロジェクト・サイト内市町村名称

地域	市町村名称
北部地域 (NGWA)	アダシヤ
	ノース シュナ
	アルマンシェーイ
	ワカス
	エスカン ワカス
	クレイアト
	アルマショーラ
	ワジ アル ラヤン
	エスカン マース
	アスクネー
	アルフィディアン
	アルマラムシャ
	タル アラバエン
	ボセイレ
	セイル アリマ
	アル ハラワイエ
	アザマラルイエ
	タバカット ファヒル
	クレイマ
	アブ セズ
	スレイクハット
	アルカリン
	アブ ハビル
	サウス クレイマ
	エスカン クレーメン
	ソファラ
中部地域	アル バローネ
	ゴール アル バローネ

本計画対象地域 位置図



— 本計画上水道施設の完成イメージ図 —

本計画対象地域の状況（1/3）

配水区 A の中心の町である北シュナ地域
配水本管が敷設される道路

配水区 B の中心の町であるマショーラ町
配水本管が敷設される道路

配水区 F の中心の町であるクレイマ町
配水本管が敷設される道路

配水区 A の水源となるワジアラブ No.6 井戸

配水区 B の水源となる
タバカットファヒル No.5 井戸

配水区 F の水源の 1 つとなる
ソファラ井戸

本計画対象地域の状況（2/3）

配水ポンプが新設されるクレイマ配水池

改修されるアダシヤポンプ場

改修予定のタバカットファヒルポンプ場

配水区 A の水源となる
ワジアラブポンプ場付近（漏水）

既設配水池の替わりに新たに建設される
マース配水池の建設予定地

既設ムシャラフ配水池の替わりに
新たに建設されるタバカットファヒル配水池の建設予定地

本計画対象地域の状況（3/3）

亜鉛メッキ鋼管（50㎜）の漏水状況

タバカットファヒル村の井戸群近くにあるローマ時代のペラ遺跡

クレイマ町の一部の民家において、2 階に水を上げるために設置した家庭用小型ポンプ

路線測量状況

試掘状況

アダシヤ村での漏水調査状況

図表リスト

図 2.1.1-1　ヨルダン水灌漑省(MWI）の構成 …… 12
図 2.1.1-2　ヨルダン水公社 (WAJ）の組織図 …… 13
図 2.1.1-3　北部地域局（NGWA）の組織図 …… 14
図 2.1.1-4　北シュナ ROU の組織図 …… 15
図 3.2.1-1　北部地域の既設送配水システム概念図 …… 29
図 3.2.1-2　北部地域の既設送配水システム（エリアＡ） …… 30
図 3.2.1-3　北部地域の既設送配水システム（エリアＢ） …… 31
図 3.2.1-4　北部地域の既設送配水システム（エリア C,D,E） …… 32
図 3.2.1-5　中部地域の既設送配水システム（参考） …… 33
図 3.2.2.1-1　北部地域の水源井戸からの月別供給能力（2003 年） …… 40
図 3.2.2.1-1　北部地域の計画送配水システム（エリアＡ） …… 45
図 3.2.2.2-2　北部地域の計画送配水システム（エリアＢ） …… 46
図 3.2.2.2-3　北部地域の計画送配水システム（エリアＦ） …… 47
図 3.2.2.2-4　水理計算（エリアA–ライン L1） …… 48
図 3.2.2.2-5　水理計算（エリアA–ライン L2） …… 49
図 3.2.2.2-6　水理計算（エリアB–ライン L1） …… 50
図 3.2.2.2-7　水理計算（エリアB–ライン L2） …… 51
図 3.2.2.2-8　水理計算（エリア F） …… 52
図 3.2.4.4-1　事業実施関係図 …… 93
図 3.4.1-1　上水道施設の維持管理の基本的な考え方 …… 109

表 1.1.2-1　ヨルダン国の新国家経済社会開発 3 ヵ年計画の投資予定額 …… 3
表 1.1.3-1　ヨルダン国の基本データ …… 4
表 1.3-1　我が国の「ヨ」国への援助重点分野 …… 7
表 1.3-2　我が国のヨルダンに対する ODA 実績 …… 8
表 1.3-3　「ヨ」国における有償・無償資金協力案件 …… 8
表 1.3-4　「ヨ」国における技術協力 …… 9
表 1.4-1　大アンマン市配水システム改善計画の概要 …… 10
表 2.1.1-1　北部地域局（NGWA）の各県別の要員構成 …… 14
表 2.1.2-1　WAJ 収支推移表（1998 年～2002 年） …… 16
表 2.1.2-2　WAJ の維持管理費 …… 17
表 2.1.2-3　NGWA の収支推移表（2001 年～2003 年） …… 18
表 2.1.4-1　北シュナ ROU が管理する既存上水道施設（2004 年） …… 19
表 2.1.4-2　NGWA 保有の機材 …… 19
表 2.1.4-3　北シュナ ROU の保有機材 …… 20
表 3.1.2-1　要請内容と本計画による施設内容の比較 …… 26
表 3.2.2.1-1　北部地域の行政人口（2003 年） …… 36

表 3.2.2.1-2　中部地域の行政人口（2003 年)（参考値） …… 37
表 3.2.2.1-3　北部地域の給水人口（2003 年） …… 37
表 3.2.2.1-4　北部地域の計画給水人口（2010 年） …… 38
表 3.2.2.1-5　北部地域の水源井戸の供給能力（2003 年） …… 39
表 3.2.2.1-6　北部地域の給水量と１人１日あたりの日平均給水量 (2003 年） …… 40
表 3.2.2.2-1　北部地域の水収支 …… 43
表 3.2.2.3-1　改修対象となる管路延長（北部地域） …… 53
表 3.2.2.3-2　改修対象となる管路延長（中部地域） …… 53
表 3.2.2.4-1　北部地域の配水池容量 …… 57
表 3.2.4-3-1　日本側と「ヨ」国側の施工／調達据付区分 …… 91
表 3.2.4.4-1　品質管理計画 …… 95
表 3.2.4.4-2　主要資機材の調達区分 …… 96
表 3.2.4.7-1　ソフトコンポーネントの成果品 …… 100
表 3.2.4.7-2　ソフトコンポーネントの概算事業費 …… 100
表 3.2.4.7-3　活動詳細計画 …… 102
表 3.2.4.7-4　SCADA システムの技術移管に関する全体工程表 …… 104
表 3.2.4.7-5　ソフトコンポーネントの実施工程表 …… 105
表 3.2.4.8-1　本計画の実施工程表 …… 107
表 3.4.2-1　本計画施設の運営・維持管理の主な項目 …… 110
表 3.4.2-2　ポンプ設備の標準的な点検項目 …… 111
表 3.4.2-3　SCADA システムの定期点検項目 …… 111
表 3.4.2-4　配水池の定期点検項目 …… 111
表 3.4.2-5　送・配水管の定期点検項目 …… 112
表 3.4.4-1　北シュナ ROU の運営・維持管理体制 …… 113
表 3.5.2-1　運営・維持管理算定の条件 …… 115
表 3.5.2-2　北シュナ ROU の損益見込み（2010 年） …… 116
表 4.1-1　プロジェクトの現状と問題点・対策・効果等 …… 118

略語集

DCIP	ダクタイル鋳鉄管	Ductile Cast Iron
E/N	交換公文	Exchange of Notes
EIB	欧州投資銀行	European Investment Bank
F/S	フィージビリティ・スタディ	Feasibility Study
HDPE	高密度ポリエチレン	High Density Polyethylene
HWL	高水位	High Water Level
ISO	国際標準化機構	International Organization for Standard
IT	情報技術	Information Technology
JD	ヨルダン・ディナール	Jordan Dinar
JICA	独立行政法人　国際協力機構	Japan International Cooperation Agency
JVA	ヨルダン渓谷庁	Jordan Valley Authority
KfW	ドイツ復興銀行	Kreditanstalt fur Wiederaufbau
l/c/d	ﾘｯﾄﾙ/人/日	Liter per capita per day
LWL	低水位	Low Water Level
M/D	討議議事録	Minutes of Discussion
MCM	百万立方メートル	Million Cubic Meter
MWI	水灌漑省	Ministry of Water and Irrigation
NGWA	北部地域局	Northern Governorate Water Administration
NGO	非政府組織	Non-governmental Organization
O&M	運転・保守	Operation and Maintenance
OJT	勤務中の訓練	On-the-Job Training
PMU	ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ・ﾏﾈｰｼﾞﾒﾝﾄ局(WAJ)	Project Management Unit (WAJ)
PN	公称圧力	Nominal Pressure
PS	ポンプ場	Pump Station
PVC	塩化ビニル	Polyvinyl Chloride
RC	鉄筋コンクリート	Reinforced Concrete
ROU	地域運営ユニット	Regional Operating Unit
SCADA	監視制御・データ把握	Supervisory Control and Data Acquisition
UFW	無収水	Unaccounted for Water
US$	米国ドル	United States Dollar
USAID	連邦国際開発局	United States Agency for International Development
WAJ	ヨルダン水公社	Water Authority of Jordan

要約

要　約

ヨルダン・ハシミテ王国（以下「ヨ」国と称する）は、国民一人当たりの年間水資源賦存量が世界のなかでも最も少ない国の１つであり（世界平均 7,700m^3 に対して 200m^3）、急速な人口増加によって、近年、ますます水問題が深刻化してきている。「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きており、限りある水資源をいかに有効かつ公平に利用していくかが、水政策に対する「ヨ」国の一貫した考え方である。全国的に実施している給水制限は、その代表的な施策である。「ヨ」国の基本計画である経済社会開発計画では、その水・灌漑部門に以下の目標を掲げている。

①　不明水率の低減
②　最大の経済効果が得られるプライオリティに基づいた水資源の最適な利用
③　国民一人当たりの水道使用量の増加

上記目標の達成を目的として、「ヨ」国は水施策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、技術協力を通して、「ヨ」国の水政策に対する協力を続けてきた。

「ヨ」国は、基本計画をもとに、順次、水政策を押し進めてきており、新たな水資源として地下汽水の利用、下水処理水の灌漑用への再利用、老朽化した既設上水道管路の更新による漏水量の削減、また、上水道システムの効率的な運用管理のための流量管理（Supervisory Control and Data Acquisition: SCADA）システムの導入など、数多くのプロジェクトを全国的に同時並行で実施している。

本計画の対象地域は、ヨルダン渓谷の北・中部地域（面積 240km^2、人口 114,382 人）である。ヨルダン渓谷の北中部地域は、深く落ち込んだヨルダン渓谷の底部に位置し、その標高はほとんどが海面下となる。同地域はタイベリアス湖を水源とするヨルダン川が南北に流れ死海に流入し、流域は肥沃な農業地帯を形成している。冬季は温暖な気候を示すが、他の期間は高温となり、夏期の平均気温は 40℃に達する。比較的裕福な国民は、この地域を避けアンマン市やイルビッド市に代表される高原の都市に居住する傾向が強く、ヨルダン渓谷地区は失業率が約 30%と高く、「ヨ」国の中でも最貧困地域とされている。

同地域は、1978 年に敷設されたアスベスト管を含む管路の老朽化が進み、管路からの漏水が著しい。また、ポンプ設備、配水池等の老朽化も目立ち、近年、山裾の高台に増え続ける居住者への対応に追いつかず、高台の需要家への給水圧不足の問題が顕在化してきた。この問題に対し、適正な給水圧を維持するため、配水地域を細かく区割りし、各配水区に設置したバルブを複雑に操作することにより対処している。しかしながら、既存の送配水システムは、現在まで無計画に修復されてきたため極めて複雑になっており、バルブ操作だけでは対応できず、既存送配水システムの見直しを含めた根本的な問題解決が求められている。同地域に対する「ヨ」国の取り組みは、ヨルダン渓谷北部地域を含む北部４県（イルビッド、マフラック、アジュルン及びジェラシュ県）を対象にする漏水削減計画が、KfW の援助で 2003 年より開始され、現在、概念設計が終了し、本体事業を開始するための優先順位付けを行っている。また、ヨルダン渓谷中部地域を含む中部３県（ザルカ、マダバ及びバルカ県）では、ヨルダン水公社（WAJ）の独自予算により、地元コンサルタント会社を使って F/S 調査を進めており、今後の実施対象地域の優先付けを行っている。全般的に、他の地域と比べるとヨルダン渓谷北・中部地域に対する水施策は遅れており、「ヨ」国による取り組みの緒についたと

いうのが現状である。

上記計画を踏まえ、「ヨ」国は、水施策への取り組みが特に遅れているヨルダン渓谷北・中部地域の既設上水道施設を対象にして、我が国へ施設の改善、拡張に関する無償資金協力を要請した。対象地域内の既設上水道施設の改善・拡張を行うことにより漏水量の削減をはかり、一人当たりの給水量を増やして現在の給水状況を改善するのがその目的である。

この要請を受けて、日本国政府は本計画の基本設計調査を実施することとし、独立行政法人国際協力機構（JICA）は、基本設計調査団を平成 16 年 7 月 17 日から 9 月 2 日まで派遣した。調査団は現地調査において「ヨ」国政府、ヨルダン水公社（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。

現地調査の結果、WAJ は既設上水道施設の個々の設備の改修にとどまらず、効率的な送配水システムへの再整備を目的とした施設の改善を強く求めていることが明らかになった。前述したように、既存の送配水システムは、今までの無計画な改修により複雑になっており、このことが配水区での給水圧のばらつきを生じさせ、高台での給水圧不足、また、低地での過剰水圧による漏水量の増加という問題を引き起こしている。調査団は、この問題を解決するには個々の設備の改修では不十分であり、既存の送配水設備をシステムとして捉え、機能面からの見直しを行うことによって効率的な施設に再整備することが必要であると判断し、基本設計はこれらを考慮して実施することとした。当初の要請内容に対する主な相違点、新たに確認された事項はつぎのとおりである。

① 要請内容に含まれる既設スレイクハット配水池は、その水源の使用が潅漑用にのみ許可されていることから、2003 年 12 月以降使われていないことが判明したため、WAJ との協議の結果、計画の対象から除外することとした。
② 敷設替えの対象となる配水本管、送水管は、既設アスベスト管、管径が不足する管路、並びにルート変更に伴う新規敷設管などであり、現地調査を実施し既設管路の状況、漏水状況、既設設備の見直しを行った結果、日本側で実施する敷設工事の延長は、要請内容の 52km から約 61km になることを確認した。
③ 配水枝管の敷設替えについては、資材を日本側にて調達し敷設工事は「ヨ」国側が行うことが確認された。調達する配水枝管の口径は、最小径が 50mm であることが WAJ の仕様書において規定されているため WAJ の要請により、要請内容の 20mm-50mm からすべて 50mm に統一する。交換の対象となる管種は、漏水の発生が特に多い既設亜鉛メッキ管とすること、延長は現地調査、聞き取り調査や地上配管の目視等により図面化し検討を加えた結果、本計画の成果を達成するためには要請の 50km から 74km に増加する必要があること、また、この延長距離は日本側工期内に敷設できる数量であることが確認された。
④ 中部地域の 4 市町村に関しては、中部地域の既存上水道施設の全体をシステムとして検討する必要があり、要請対象の配水池とブースターポンプを単独に改修することは困難であることが判明したため、改善対象から除外する。したがって、中部地域については、送配水管の敷設替えと配水枝管の調達のみを行うことで WAJ と合意した。
⑤ 2010 年の目標年次には、北部地域の需要量に対し合計約 154m^3/時の供給量の不足が発生する。WAJ との協議の結果、この不足分は、現在、同地域からイルビッド市へ送水しているタバカットファ

ヒル井戸 NO.9 と、中部地域へ送水しているクレイマ井戸 NO.4、NO.5 の一部を充当することで WAJ との確認がとれた。

これらの調査結果から、計画対象地域での上水道施設整備の必要性を確認し、本計画において導入する流量管理（SCADA）システムの運用技術に関するソフトコンポーネントを含む基本設計案を作成した。

JICA は、この基本設計案をもとに平成 16 年 11 月 6 日から 11 月 13 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。

基本設計調査にもとづく、既設上水道設備の改善、拡張計画の基本設計方針、施設計画概要及び SCADA システムの技術移転に関するソフトコンポーネント計画概要は下表のとおりである。

基本設計方針

項　目	整備方針	
年　次	2003 年（基準年）	2010 年（計画目標年）
1 人 1 日平均給水量	114 ﾘｯﾄﾙ/人・日	129 ﾘｯﾄﾙ/人・日
漏水率	30 %	20 %
1 人 1 日平均使用量	80 ﾘｯﾄﾙ/人・日	103 ﾘｯﾄﾙ/人・日
給水人口	117,674 人	137,426 人

施設計画概要

項　目	対　象	計画内容
配水本管、送水管の敷設替え	北部地域	57,739 m
	中部地域	3,580 m
	計	61,318 m
配水枝管の調達	北部地域	72,778 m
	中部地域	875 m
	計	73,653 m
ポンプ場の更新 (北部地域のみ)	アダシヤポンプ場	- 56m^3/h x 274m x 2 台 - 32m^3/h x 74m x 1 台 - ポンプ小屋：1 棟
	タバカットファヒルポンプ場	- 160m^3/h x 10m x 1 台 - 188m^3/h x 64m x 3 台 - 受水槽（380m^3）x 1 基 - ポンプ小屋：1 棟
	クレイマポンプ場	- 163m^3/h x 40m x 2 台 - ポンプ小屋：1 棟
配水池の改修 （北部地域のみ）	マース配水池	1,600m^3 x 1 基
	タバカットファヒル配水池	2,500m^3 x 1 基
SCADA システムの構築 （北部地域のみ）	(1)北シュナ ROU（Regional Operating Unit）事務所 遠隔監視装置（テレメーター盤、PC、CRT、プリンター、ソフトウエア等) (2)各ポンプ場、配水池及び井戸 電磁流量計、水圧計、テレメータ盤及び水位計	

ソフトコンポーネント計画概要（SCADA システムの技術移転）

項　目	計画内容
SCADA システムの運用技術に関する技術指導	① 管理センター（北シュナ ROU 事務所）設備の維持管理法の指導 ② 計測機器（電磁流量計、圧力計、水位計）の維持管理の指導 ③ データ伝送装置の維持管理法の指導
データ処理、分析、活用技術に関する技術指導	① プログラムの使用方法指導 ② データ処理の指導 ③ データ分析・活用法の指導 ④ 問題発生に関する早期発見法と対処法に関する指導

なお、本計画を我が国の無償資金協力で実施する場合、概算事業費は 23.68 億円（日本国側の概算額は 20.72 億円、また「ヨ」国側の負担事業の概算額は 2.96 億円）である。ただし、本概算事業費は即交換公文上の供与限度額を示すものではない。本計画の実施期間は、実施設計：3.5 ヶ月、入札・業者選定：3.5 ヶ月、資機材調達・工事期間：27 ヶ月が見込まれる。

プロジェクトの妥当性を緊急性、裨益性、維持管理能力、財政、環境の面で検証すれば、下記のとおりとなる。

「ヨ」国で最も上水道整備が遅れ、劣悪な給水状況を強いられているヨルダン渓谷の北・中部地域において、住民に衛生的で安定した水の供給が可能になり、その緊急性は高い。具体的には本計画の実施により、ヨルダン渓谷北部全域の上水道施設が改善され、裨益人口 13.7 万人が恩恵を受ける（1 人 1 日当たりの使用水量が 80 ﾘｯﾄﾙから 103 ﾘｯﾄﾙへ増加）。また、中部地域の一部市町村においても、既設アスベスト管の敷設替え、配水管網の整備により、住民の健康を配慮した水の供給が可能になる。更に、老朽化した送・配水管の敷設替えと配水システムにおける水圧の適正化により、2003 年の漏水率約 30%を計画目標年である 2010 年において約 20%に減少できる。これは、「ヨ」国の基本計画である経済社会開発計画で掲げている水損失量の削減目標に対し大きく寄与することになる。

本計画施設は、WAJ の北部県管轄機関である NGWA(北部地域局)及びその下部組織である北シュナ ROU（Regional Operating Unit）事務所が、実際の運営及び維持管理を実施する。本計画により、複雑な運転を強いられている既存の上水道施設は整備され、維持管理に係わる作業量は軽減される。北シュナ ROU 事務所は、職員 90 名を擁し、ヨルダン渓谷北部地域の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。

NGWA の上位機関である WAJ の水道事業は毎年赤字となっており、累積赤字は毎年増加している。経営の健全化を図るためには、適正な上下水道料金改定による収支改善対策を実施する必要があり、現在、USAID が水道原価解析と料金設定を含めた制度・組織面での技術援助を行っている。また、「ヨ」国の配水量の 40%をしめる大アンマン市でも、EIB、KfW、イタリア、世銀の協調融資による、WAJ の経営健全化に向けた配水システムの改善計画が実施されており、2005 年の完工時には維持管理費の大幅な低減が期待されている。また、NGWA の財務状況は毎年赤字を計上しており、国庫補助や海外からの無償援助に頼らざるを得ない体質となっている。本計画の実施により漏水量が減少して有収量の増加が予想され、経営の健全化に寄与する

ことが期待される。ただし、根本的な経営健全化を図るためには、現在進めている USAID による制度・組織面での技術援助が完了後、WAJ による水道料金体系の見直しが必要になると考えられる。

環境面では、敷設替えにより不要となる既存アスベスト管の措置が問題となる。「ヨ」国関係機関（環境省）との協議の結果、既設アスベスト管は撤去せず、地中埋設のまま残しておくことで承認が得られた。既設アスベスト管は深く埋設されており、環境面での問題はない。既設アスベスト管の位置は特定して図面上に落とし、また作成した図面は WAJ、環境省等の関係機関に配布することとする。

本プロジェクトの確実な実施並びに計画完了後の持続的な運営・維持管理のために WAJ、NGWA 及び北シュナ ROU 事務所が、今後実施すべき事業項目は以下のとおりである。

「ヨ」国側の分担事業

- 配水池建設用地の確保・造成
- 配水枝管敷設工事
- 各戸給水接続管敷設工事
- 電力線の引き込み
- 電話線の引き込み
- 対象地域が必要とする配水量の増加分の確保
- 上水施設運営技術および SCADA システム管理技術指導に係わる技術職員の確保

本計画が我が国政府の無償資金協力で実施される場合、上記の事業項目が「ヨ」国側により確実に実施されることが必要であるが、「ヨ」国側の意志は確認されている。したがって、本計画の実施は可能であり、計画の意義は高く、またその妥当性は高いと判断される。

序文
伝達状
位置図／完成予想図／写真
図表リスト／略語集
要約

第１章　プロジェクトの背景・経緯 ····· 1
1-1　当該セクターの現状と課題 ····· 1
1-1-1　現状と課題 ····· 1
1-1-2　開発計画 ····· 3
1-1-3　社会経済状況 ····· 4
1-2　無償資金協力要請の背景・経緯及び概要 ····· 6
1-3　我が国の援助動向 ····· 7
1-4　他ドナーの援助動向 ····· 10

第２章　プロジェクトを取り巻く状況 ····· 12
2-1　プロジェクトの実施体制 ····· 12
2-1-1　組織・人員 ····· 12
2-1-2　財政・予算 ····· 15
2-1-3　技術水準 ····· 18
2-1-4　既存の施設・機材 ····· 19
2-2　プロジェクトサイト及び周辺の状況 ····· 21
2-2-1　関連インフラの整備状況 ····· 21
2-2-2　自然状況 ····· 22
2-2-3　環境等への影響 ····· 23

第３章　プロジェクトの内容 ····· 25
3-1　プロジェクトの概要 ····· 25
3-1-1　上位目標とプロジェクト目標 ····· 25
3-1-2　プロジェクトの概要 ····· 25
3-2　協力対象事業の基本設計 ····· 27
3-2-1　設計方針 ····· 27
3-2-2　基本計画 ····· 36
3-2-2-1　設計条件 ····· 36
3-2-2-2　全体施設計画 ····· 43
3-2-2-3　送水・配水管路の改修計画 ····· 53
3-2-2-4　配水池の改修計画 ····· 56
3-2-2-5　ブースターポンプ・配水ポンプの改修計画 ····· 58
3-2-2-6　SCADA システム計画 ····· 61

3-2-2-7　配水枝管材調達計画 …… 63
3-2-3　基本設計図 …… 65
3-2-4　施工計画／調達計画 …… 89
3-2-4-1　施工方針／調達計画 …… 89
3-2-4-2　施工／調達上の留意事項 …… 90
3-2-4-3　施工／調達・据付区分 …… 91
3-2-4-4　施工監理計画／調達監理計画 …… 92
3-2-4-5　品質管理 …… 94
3-2-4-6　資機材調達計画 …… 95
3-2-4-7　ソフトコンポーネント計画 …… 97
3-2-4-8　実施工程 …… 106
3-3　相手国側分担事業の概要 …… 108
3-4　プロジェクトの運営・維持管理計画 …… 109
3-4-1　基本方針 …… 109
3-4-2　定期点検項目 …… 110
3-4-3　スペアパーツ購入計画 …… 112
3-4-4　運営維持管理体制 …… 112
3-5　プロジェクトの概算事業費 …… 114
3-5-1　協力対象事業の概算事業費 …… 114
3-5-2　運営・維持管理費 …… 115
3-6　協力対象事業実施に当たっての留意事項 …… 117

第４章　プロジェクトの妥当性の検証 …… 118
4-1　プロジェクトの効果 …… 118
4-2　課題・提言 …… 119
4-3　プロジェクトの妥当性 …… 120
4-4　結論 …… 121

［資料］

1. 調査団員氏名・所属
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 当該国の社会経済状況（国別基本情報抜粋）
5. 討議議事録（M／D）
6. 事業事前計画表
7. 参考資料／入手資料

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・ハシミテ王国（以下、「ヨ」国と称する）は、国民一人あたりの年間水資源賦存在量が世界の中でも最も少ない国の 1 つであり（世界平均 7,700m^3 に対して 200m^3)、水供給可能量が絶対的に不足している。「ヨ」国は、西部の山岳地帯と東部の砂漠地帯に大別されるが、国土の 80%は砂漠もしくは荒地である。砂漠地域と山岳地域では、年間降水量に大きな地域格差があり（砂漠地域の 50mm から山岳地域の 600mm)、国土の 92%は年間 200mm 以下の降水量であり、大部分の降水量は 11 月から 3 月までの雨期に集中する。また、国土の多くは乾燥、あるいは半乾燥気候に属し蒸発散量が高く、降水量のうち 85%は蒸発散により失われ、水資源（表流水、地下水）として利用できるものは降水量の 15%にすぎない。「ヨ」国では、自国内に水源を持つこれらの水資源に加え、1994 年のイスラエルとの和平合意に基づいた和平条約水を、主な水資源として利用してきている。

一方、「ヨ」国では、近年の急速な人口増加により水消費量が増加して、常に水需要量が水供給量を上回る慢性的な水不足の状況におかれている。とくに、水の需要が急増する夏場は深刻であり、水需要量の抑制のために、5 月から 10 月までの乾期には全国的な給水制限（週 1 回の給水日の設定）の実施を余儀なくされている。しかしながら、「ヨ」国における、降水を源とする持続可能な循環水資源量には限りがあり、国家レベルでの水施策が同国における最重要な課題として扱われてきた。「ヨ」国の水施策における基本理念は、限られた水資源を「有効利用して無駄なく使う」、「出きるだけ公平かつ合理的に配分する」ことで一貫しており我が国も含めた国際援助機関の協力を得ながら以下のような水政策を継続的に実施してきている。

- 循環性地下水の過剰揚水の抑制
- 地下汽水の開発と利用
- 下水処理水の農業用水への再利用
- 地域、セクター間の水配分の見直し策
- 水道施設からの不明水、漏水の削減
- 水道施設への SCADA（Supervisory Control and Data Acquisition）システムの導入

「ヨ」国の水道事業に関しては、1983 年、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を扱うヨルダン水公社（WAJ）が設立され、ヨルダン渓谷を除き、各地方自治体が運営していた水道事業体は WAJ に統一された。さらに、1992 年、水潅漑省（MWI）が設立され、WAJ とヨルダン渓谷開発公社（JVA）は MWI のもとに組み込まれ「ヨ」国の水セクターは MWI のもとに一元化された。JVA は水道事業を含めたヨルダン渓谷での水事業全体を担当してきたが、これを契機に、ヨルダン渓谷

での水道事業は WAJ に移管され、全国すべての水道事業は WAJ が実施することになった。

「ヨ」国の水利用の現況は、全体の 65%を潅漑用水が占め、水道事業の水利用は約 35%であるが、水源の配分は潅漑用水よりも水道事業が優先される。また、上水供給量のうち、アンマンが約 37%を占め、ザルカが約 13%、これに続きイルビッドが約 13%である。これら 3 行政区で約 63%（人口比：約 72%）に達する。

「ヨ」国の水道事業では、漏水と不明水を含む無収水率の高さが（50-60%程度）大きな問題であり、MWI は無収水対策のための部所を設けて、無収水の削減のため施策を全国的に展開している。無収水のうち、漏水によるものは、25%から 30%とされている。

本計画の対象地区は、ヨルダン渓谷の北・中部地区であり、管轄する水セクターは、ヨルダン渓谷北部地区を WAJ の北部地域局（NGWA）、中部地区を中部地域局（AGWA）がそれぞれ管轄する。中部地区は一部市町村のみが対象になっており、全域を含んでいない。1992 年に JVA からヨルダン渓谷の水道事業が WAJ に移管されてから 10 年以上が経過しており、現在、同地区の水道事業は WAJ により良好に運営されている。しかしながら、JVA が保管していた既存施設の技術資料等は円滑に行われておらず、散失した資料も多い。

同地区は「ヨ」国の他の地区に比べて水源井戸が多く、イルビッドへの大量の送水も行っている。また、ヨルダン渓谷は農業地帯が多く、生活用水に比べて潅漑用水の利用率が高い。このため、水源井戸の水権利が他地区および他セクターと複雑に入り組んでおり、同地区の住民が水源地としての恩恵を十分に受けているとは言えない。

同地区の水道施設は老朽化しており、既存管路からの漏水率も高い。また、ポンプ場の施設は古く、人口増加による水需要の増大に対する施設の改善が進んでいない。他の地区に比べると、同地区の水道施設の改善に対する取り組みは遅れており、早急な取り組みが求められている。

1-1-2　開発計画

「ヨ」国は、2003 年に完了した国家経済社会開発５ヵ年（1999 年～2003 年）に引き続いて、本年、2004 年～2006 年を期間とする新３ヶ年計画を策定した。新３ヵ年計画における目標は、以下のとおりである。なお、新３ヵ年計画は、現時点（2004 年 8 月）では最終版が公開されておらず、要約版のみが入手可能である。

国家経済社会新３ヵ年計画の目標

- ◆ 人的資源開発（Human Resource Development）
- ◆ 政府サービス向上（Basic Government Services）
- ◆ 地方開発及び貧困削減（Rural Development & Poverty Alleviation）
- ◆ 制度及び構造改革（Institutional & Structural Reform）

上記目標達成のための投資額及び準備資金予定は、表 1.1.2-1 のとおりである。

表 1.1.2-1　ヨルダン国の新国家経済社会開発３ヵ年計画の投資予定額

（単位：百万 US$）

分野	投資予定額及び資金予定			
	2004	2005	2006	合計
[投資]				
1. 人的資源	221.2	187.8	184.2	593.1
2. 政府サービス向上	974.5	929.3	766.1	2,669.8
3. 地方開発及び貧困削減	287.8	278.9	275.5	842.2
4. 制度及び機構改革	111.9	117.3	105.0	334.2
投資額　合計	**1,595.4**	**1,513.3**	**1,330.7**	**4,439.5**
[資金]				
確保済み資金	1,188.8	622.2	454.7	2,265.7
追加予算	---	423.1	423.1	846.3
見込み資金	70.5	---	---	70.7
確保済み及び見込み資金　合計	**1,258.7**	**1,045.3**	**877.8**	**3,182.5**
不足額	**△336.1**	**△468.0**	**△452.9**	**△1,257.0**

上表のように、投資額に対して資金が毎年不足している。「ヨ」国政府は、この不足分については米国、日本及び EU 諸国からのグラントを確保し、改革全体を達成したいとしている。

なお、水セクターについては、これまでの５ヵ年計画では、以下の目標が掲げられている。

国家経済社会開発計画における水セクターの目標

- ◆ 無収水率の低減
- ◆ 最大の経済効果が得られるプライオリティに基づいた水資源の最適な利用
- ◆ 家庭用水の一人一日使用量の改善

この中で、本プロジェクトは、アスベスト管を含む既設送水管及び配水本管の敷設替え、ポンプ場の更新、配水池の増設、SCADA システムの構築及び配水枝管材の供与を行い上水道施設を改善することにより、限られた水資源の利用率の向上、一人当りの給水量の増量を通じて計画対象地域（ヨルダン渓谷北部地域及び中部地域の北部地区）住民の生活の改善を図ることを目標としている。

1-1-3　社会経済状況

(1)　ヨルダン全体の概況

1)　基本データ

「ヨ」国の基本データは、表 1.1.3-1 に示すとおりである。

表 1.1.3-1　ヨルダン国の基本データ

項　目	基本データ
(1)　面積	89,000km^2（日本の約 1/4）
(2)　人口	533 万人（2002 年末現在）
(3)　言語	アラビア語（公用語）、英語も通用
(4)　人種	パレスチナ人、ベドウィン系ヨルダン人等
(5)　宗派構成	イスラム教 93%、キリスト教等 7%
(6)　政体	立憲君主制
(7)　元首	アブドラー・ビン・フセイン（Abudullar Bin Al-Hussein）国王
(8)　議会	二院制[上院 55 名、下院 110 名（女性議席 13）]
(9)　政府	首相：ファイサル・ファイーズ（H.E. Mr. Faisal Al-Fayez） 外相：マルワン・ムアッシャル（H.E. Mr. Marwan Muasher）
(10)　GDP	98.9 億ドル（2003 年）
(11)　1 人当りの GDP	1,807 ドル（2003 年）
(12)　総貿易額	輸出 26.9 億ドル、輸入 50.3 億ドル（2003 年）
(13)　貿易品目	輸出：リン鉱石、カリ、化学肥料、医薬品 輸入：機械類、原油、鉄鋼製品、食品

出典：外務省「各国・地域情勢」

2)　内政

現在のヨルダン内政は、1999 年 2 月、新たに即位したアブドラー国王への国民の支持、特に国内に抱える多数のパレスチナ人対策が重要課題となっている。

このような中で、アブドラー国王は、経済の再生と政治改革を推進した。特に政治改革においては、2001 年に選挙区の区分けと選挙区毎の議席配分を見直し選挙法を改定した。このような動向は、国王のイスラミストの政治力を制限するとの政策を踏襲する一方で、国内のパレスチナ系人口に疎外感を感じさせない試みとみられる。

3)　経済

ヨルダンは、国内にめぼしい外貨獲得手段がなく、本質的に脆弱な経済構造であると共に、湾岸戦争後、数次の IMF の構造調整プログラム下にある。他方、アブドラー国王は自ら経済の再生に強い意欲を示し、IT 重視の姿勢を鮮明に打ち出し、WTO への加盟、シリア、米国、クウェイトとの FTA 締

結、アカバ経済特別区の創設等、外貨導入と自由経済の促進による一層の経済成長を図っている。

しかしながら、2000 年 9 月よりのイスラエル・パレスチナ間の衝突の影響並びに 2001 年 9 月 11 日の米国における連続テロ事件、さらにはイラク戦争の影響を受け、ヨルダンの基幹産業である観光業やパレスチナ自治区との貿易が伸び悩んでいる。また、「ヨ」国経済はイラク市場に大きく依存（特に石油輸入に関しては全面的にイラクに依存）していたところ、イラク戦争のヨルダン経済に及ぼす影響は大きい。

4) 外交

「ヨ」国は、伝統的に親欧米のアラブ穏健派である。湾岸危機に際してとった立場により湾岸諸国及び米国等との関係が著しく後退したが、その後、中東和平プロセスに積極的に貢献・努力したことあり、米国との関係は修復された。

イラク問題が大きな位置を占める湾岸産油国の安定とパレスチナ問題を中心とするアラブ・イスラエル紛争は中東地域における最も重要な国際問題であるが、「ヨ」国は、この二つの重要な国際問題のキーカントリーに囲まれているという地政学上の特性を有していることから、中東の安定要因としての役割を担うことが国際社会（特に欧米諸国）から常に求められるという政治的な重要性をもつ国である。

(2) 計画対象地域の概況

計画対象地域が位置するヨルダン渓谷地域は、イルビッド県とバルカ県にまたがっている。住民の多くは、パレスチナ難民であり、人口は約 20 万人と推定される。

職業の大部分は農業であるが、一部の大農園主を除いては、所得は低い。ヨルダン全体の GDP は年間 1,800 ドル/人であるが、ヨルダン渓谷地域では、800 ドル/年程度となっている。

ヨルダン政府は、低所得者居住区である、本計画地域の生活レベルの向上を図るため、上水道をはじめとするインフラ整備の推進を行っている。

1-2　無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

計画対象地域のヨルダン渓谷の北中部地域は、深く落ち込んだヨルダン渓谷の底部に位置し、その標高はほとんどが海面下となる。同地域はタイベリアス湖を水源とするヨルダン川が南北に流れ死海に流入し、流域は肥沃な農業地帯を形成している。冬季は温暖な気候を示すが、他の期間は高温となり、夏期の平均気温は４０℃に達する。比較的裕福な国民は、この地域を避けアンマン市やイルビッド市に代表される高原の都市に居住する傾向が強く、ヨルダン渓谷地区は失業率が約 30%と高く、「ヨ」国の中でも最貧困地域とされている。

同地域は、1978 年に敷設されたアスベスト管を含む管路の老朽化が進み、管路からの漏水が著しい。また、ポンプ設備、配水池等の老朽化も目立ち、近年、山裾の高台に増え続ける居住者への対応に追いつかず、高台の需要家への給水圧不足の問題が顕在化してきた。この問題に対し、適正な給水圧を維持するため、配水地域を細かく区割りし、各配水区に設置したバルブを複雑に操作することにより対処している。しかしながら、既存の送配水システムは、現在まで無計画に修復されてきたため極めて複雑になっており、バルブ操作だけでは対応できず、既存送配水システムの見直しを含めた根本的な問題解決が求められている。同地域に対する「ヨ」国の取り組みは、ヨルダン渓谷北部地域を含む北部４県（イルビッド、マフラック、アジュルン及びジェラシュ県）を対象にする漏水削減計画が、KfW の援助で 2003 年より開始され、現在、概念設計が終了し、本体事業を開始するための優先順位付けを行っている。また、ヨルダン渓谷中部地域を含む中部３県（ザルカ、マダバ及びバルカ県）では、ヨルダン水公社（WAJ）の独自予算により、地元コンサルタント会社を使って F/S 調査を進めており、今後の実施対象地域の優先付けを行っている。全般的に、他の地域と比べるとヨルダン渓谷北・中部地域に対する水施策は遅れており、「ヨ」国による取り組みの緒についたというのが現状である。

上記計画を踏まえ、「ヨ」国は、水施策への取り組みが特に遅れているヨルダン渓谷北・中部地域の既設上水道施設を対象にして、我が国へ施設の改善、拡張に関する無償資金協力を要請した。対象地域内の既設上水道施設の改善・拡張を行うことにより漏水量の削減をはかり、一人当たりの給水量を増やして現在の給水状況を改善するのがその目的である。

我が国は、これまでにもザルカ市を含む首都圏での給水分野における無償資金協力事業を実施しており、「ヨ」国として、引き続き給水セクターに対する協力を日本国政府に対し要請してきたものである。この要請を受けて、日本国政府は本計画の基本設計調査を実施することとし、独立行政法人国際協力機構（JICA）は、基本設計調査団を平成 16 年 7 月 17 日から 9 月 2 日まで派遣した。調査団は現地調査において「ヨ」国政府、ヨルダン水公社（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。

本計画は、既存上水道設備を改修・改善することによって漏水量を削減し、地域住民の給水状況を改善することを目的とする。そのためには、各送水設備からの正確な給水量を把握することが必要であり、本計画では SCADA システムを導入して給水管理を行うものとする。SCADA システムの導入は、「ヨ」国の水施策の中で１つであり、本計画でもその導入をはかることとする。

1-3　国の援助動向

(1)　「ヨ」国への援助重点分野

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から、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。我が国の「ヨ」国への援助の重点分野は、表 1.3-1 のとおりである。

表 1.3-1　我が国の「ヨ」国への援助重点分野

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。「ヨ」国の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、品質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していることから、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する。
	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、「ヨ」国の地域的な環境問題への取り組みへの支援を検討する。

出典：外務省ホームページ

(2)　「ヨ」国に対する ODA 実績

我が国の「ヨ」国に対する ODA 実績（1997-2001 年）は、表 1.3-2 のとおりである。

表 1.3-2　我が国のヨルダンに対する ODA 実績

（単位：百万ドル）

暦年	贈与			政府貸付		合計
	無償資金協力	技術協力	計	支出総額	支出純額	
1997	38.72 (28)	10.53 (8)	49.25 (35)	94.55	90.37 (65)	139.63 (100)
1998	18.79 (43)	10.41 (24)	29.21 (66)	25.58	14.75 (34)	43.96 (100)
1999	49.50 (---)	14.26 (---)	63.77 (---)	13.12	-2.95 (---)	60.82 (100)
2000	66.49 (64)	18.48 (18)	84.97 (81)	39.56	19.68 (19)	104.65 (100)
2001	49.10 (---)	14.78 (---)	63.88 (---)	23.26	-21.19 (---)	42.69 (100)
累計	288.77 (17)	171.63 (10)	460.44 (27)	1,425.56	1,273.71 (73)	1,734.16 (100)

出典：外務省ホームページ　　注）（ ）内は、ODA 合計に占める各形態の割合（%）

1)　有償及び無償資金協力

これまで、農業、通信、教育、運輸等の分野に関して円借款を供与してきており、2001 年度までの累計（E/N ベース）は 2,377.90 億円（うち、同国に対する円借款に係る債務繰延額 333.65 億円）で、中東域内ではエジプト、トルコに次ぐ規模である。

一方、無償資金協力については、1993 年度より、民生環境、保健医療等の基礎生活分野において、中東平和に資する案件を中心に実施している。更に、1994 年度以降、経済構造調整支援のためのノン・プロジェクト無償資金協力も実施している。文化無償は 1982 年度より毎年供与を行っている。

水セクターにおける有償・無償資金協力案件は、表 1.3-3 のとおりである。

表 1.3-3　「ヨ」国における有償・無償資金協力案件

プロジェクト名	概要	形態	実施年	事業費（億円）
ワディ・アラブダム灌漑計画	ワディアラブダム灌漑計画 F/S 調査で提案されたプロジェクト（ダム及び灌漑施設）の建設事業	有償	1977	75
ムジブ・南ゴール灌漑計画	ムジブ水系利用計画調査で提案されたプロジェクト（ダム、灌漑施設等）の建設事業	有償	1984	139
水道施設補修機材整備計画	ヨルダン水利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	無償	1994	6.6
アンマン都市圏上水道施設改善計画	キングアブダラ運河から原水を導水するための取水・導水ポンプのリハビリ	無償	1997	12.75
第二次アンマン都市圏上水道施設改善計画	能力（12.5 万 m^3/日）を 25 万 m^3/日に拡張するための浄水場施設の建設	無償	1998-2001	74.22
水質汚染監視計画	水系の水質監視システムの機材調達と据付け	無償	2000-2004	8.68
ザルカ地域上水道施設改善計画	提案された送・配水基幹施設の改善（送水管敷設、配水池の建設等）	無償	2003-2005	16.84

2)　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おり、近年では、同分野での世銀との初めての連携案件となる遠隔教育センターへの技術協力が実施された。また、1992 年度からは域内周辺国及びアフリカ、1994 年度からはパレスチナ人を対象とした第三国研修が実施されている。

2003 年までに実施された技術協力（開発調査及びプロジェクト方式技術協力）は、以下のとおりである。

表 1.3-4　「ヨ」国における技術協力

形態	案件名	実施年
開発調査	ワディ・アラブダム灌漑計画調査	1975～1976
	ムジブ水系水利用計画調査	1985～1987
	エル・ジャファル水系地下水開発計画調査	1987～1989
	地下水汽水淡水化計画調査	1993～1995
	ザルカ地区上水道施設改善計画調査	1994～1996
	水資源管理計画調査	2000～2001
ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ方式技術協力	王立科学院電子工学サービスセンター	1977～1981
	電力訓練センター	1986～1991
	コンピューター訓練研究センター	1990～1994
	家族計画・WID	1997～2000
	職業訓練技術学院	1997～2002
	電力訓練センター（アフターケア）	1998～2000
	情報処理技術向上プロジェクト	1999～2002
	電子工学サービス訓練センター（アフターケア）	2000～2001
	家族計画・WID（フェーズ II）	2000～2003

1-4　他ドナーの援助動向

水セクターに対する他ドナーの援助動向としては、世界銀行、欧州投資銀行（EIB）等の国際機関、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)、フランス、イタリア及び中国が援助を実施している。金額の表示は外貨を円換算して表示しており、ドル、ユーロ、ヨルダンディナール（JD）は、本計画の積算レート（2004 年 9 月)、また、フランスフラン(FRF)、ドイツマルク(DM)は2001年9月時点のレートを適用している。(1USD=110.5円、1EUR=134.5円、1JD=78円、1DM=56.48 円、1FRF=16.84 円）

(1)　世界銀行（世銀）

世銀は、1999 年から 60.8 億円（55 百万ドル）をコミットし、「大アンマン市配水システム改善計画」(以下、大アンマン市配水 PJ という）を他の援助国・機関との協調融資で実施している。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も含まれている。実施期間は、1999 年 4 月から 2003 年 7 月までの 51 ヶ月間の予定であったが、SCADA システムの追加もあり、完了が遅れている。本計画は、WAJ 内部に設置された Project Management Unit（PMU）が管理を行っており、主要コンポーネントは、表 1.4-1 のとおりである。

表 1. 4-1　大アンマン市配水システム改善計画の概要

単位：億円（円換算）

	計画内容	融資先						総額 (億円)
		世銀	EIB	米国	ドイツ	イタリア	ヨルダン	
1	経営管理契約の実施運営	11.1						11.1
2	大アンマン市水道施設維持管理改善のための短期資金	26.6						26.6
3	大アンマン市 16 配水区水道施設改善及び給水区域拡充・改善のための設計・施工・施工管理	23.1	53.8	55.3	35.6	22.1	18.8	208.7
4	WAJ の制度・組織面の再構築・経営能力向上、LEMA 社業務の監視・監査、本計画に関する調査及び大アンマン市以外の上水道計画策定への技術協力							
	合　計	60.8	53.8	55.3	35.6	22.1	18.8	246.4

出典：WAJ　　注）LEMA：大アンマン市水道施設の運営・管理会社

(2)　欧州投資銀行（EIB）

EIB は、上記の大アンマン市配水 PJ において、世銀との協調融資で 53.8 億円（40 百万ユーロ）余りを出資している他、ヨルダン上下水道案件として 40.4 億円（30 百万ユーロ）及びハシミ・サハブ管網計画に 12.1 億円（9 百万ユーロ）を融資している。この他に PMU の運営資金 1.0 億円（715 千ユーロ）を出資している。

(3)　米国（USAID）

USAID は、大アンマン市配水 PJ に対して追加資金 55.3 億円（50 百万ドル）を拠出した他、ワジムーサ上下水道計画（2000 年 11 月完工）においては、フランス、ドイツ及びヨルダン政府と協調して総工費 49.7 億円（45 百万ドル）のうち 30.9 億円（28 百万ドル）を拠出している。現在、DBO（Design, Build & Operate）方式で実施中のザラ・マイン汽水淡水化計画においては、100.6 億円（91 百万ドル）を融資した。アンマン県及びザルカ県の下水処理場であるアッサムラ下水処理場拡張計画（BOT により建設中）では、総額 171.3 億円（155 百万ドル）の半額を負担した。今後は、アカバ市下水処理場拡張計画の事業費 35 百万ドルのうち 85%を負担する予定であり、マフラック県の下水処理水再利用にも協力していく意向である。

(4)　ドイツ（KfW 及び GTZ）

KfW

過去 5 年間に実施したプロジェクトとしては、大アンマン市配水 PJ（世銀との協調）35.6 億円（63 百万 DM）、PMU の運営支援（無償）2.0 億円（3.5 百万 DM）、ザイーアンマン送配水システムの取水導水施設（日本との協調）24.9 億円（44 百万 DM）、イルビッド県の下水処理場拡張などがある。今後は、カラク県の無収水削減やカラク県クフラニヤ下水などを実施する予定である。

GTZ

WAJ の運営・維持管理改善に関わっており、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）等の協力を得て、2004 年 6 月に完成した。ヨルダン渓谷の汽水開発ポテンシャル評価、流域管理の改善等にも取り組んでいる。

(5)　フランス

北部地域イルビッド県のラムサ下水処理場の改修計画に関して、韓国が調査のみで中断した後を受けて 6.7 億円（40 百万フラン）の融資により、改修・拡充を実施している。南部地域マアン県のマアン下水処理場も 10.1 億円（60 百万フラン）のデット・スワップ（債務交換）により改修する予定である。

(6)　イタリア

上述の大アンマン市配水 PJ に参加しているほか、有償資金 88.4 億円（80 百万ドル）、無償資金 5.5 億円（5 百万ドル）相当をコミットしており、この大部分がジェラシュ、タルベエ、スクネー、ナウルなどの下水システム建設に向けられる予定である。

(7)　中国

1998 年に、1.4 億円（1.8 百万 JD）資金をダクタイル鋳鉄管の商品借款として供与した。

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 の傘下には、生活用水及び工業用水の供給と下水道を担当するヨルダン水公社（Water Authority of Jordan－WAJ）、ヨルダン渓谷（Jordan Rift Valley）の開発を担当するヨルダン渓谷開発公社（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の責任機関であり、生活用水、工業用水及び灌漑用水は JVA の管轄下にあった。その後、1983 年に各都市の生活・工業用水事業を統合して WAJ が創設され､JVA 管轄下にあったヨルダン渓谷の生活･工業用水事業は WAJ に吸収され、JVA は潅漑用水事業を担当することになった。さらに、1992 年に MWI が創設され、一人の大臣の許で「ヨ」国の水セクター全体を統轄することになった。

すなわち、MWI は、JVA 及び 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部門を統合して、極度に水資源に乏しい「ヨ」国の水資源開発、灌漑、生活用水及び工業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、図 2.1.1-1 に示すように、MWI には MWI 担当次官、JVA 担当次官（総裁）及び WAJ 担当次官（総裁）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。

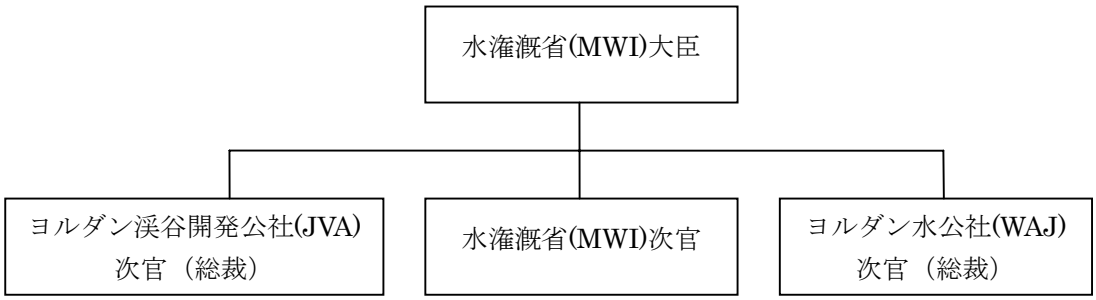


図 2.1.1-1　ヨルダン水灌漑省（MWI）の構成

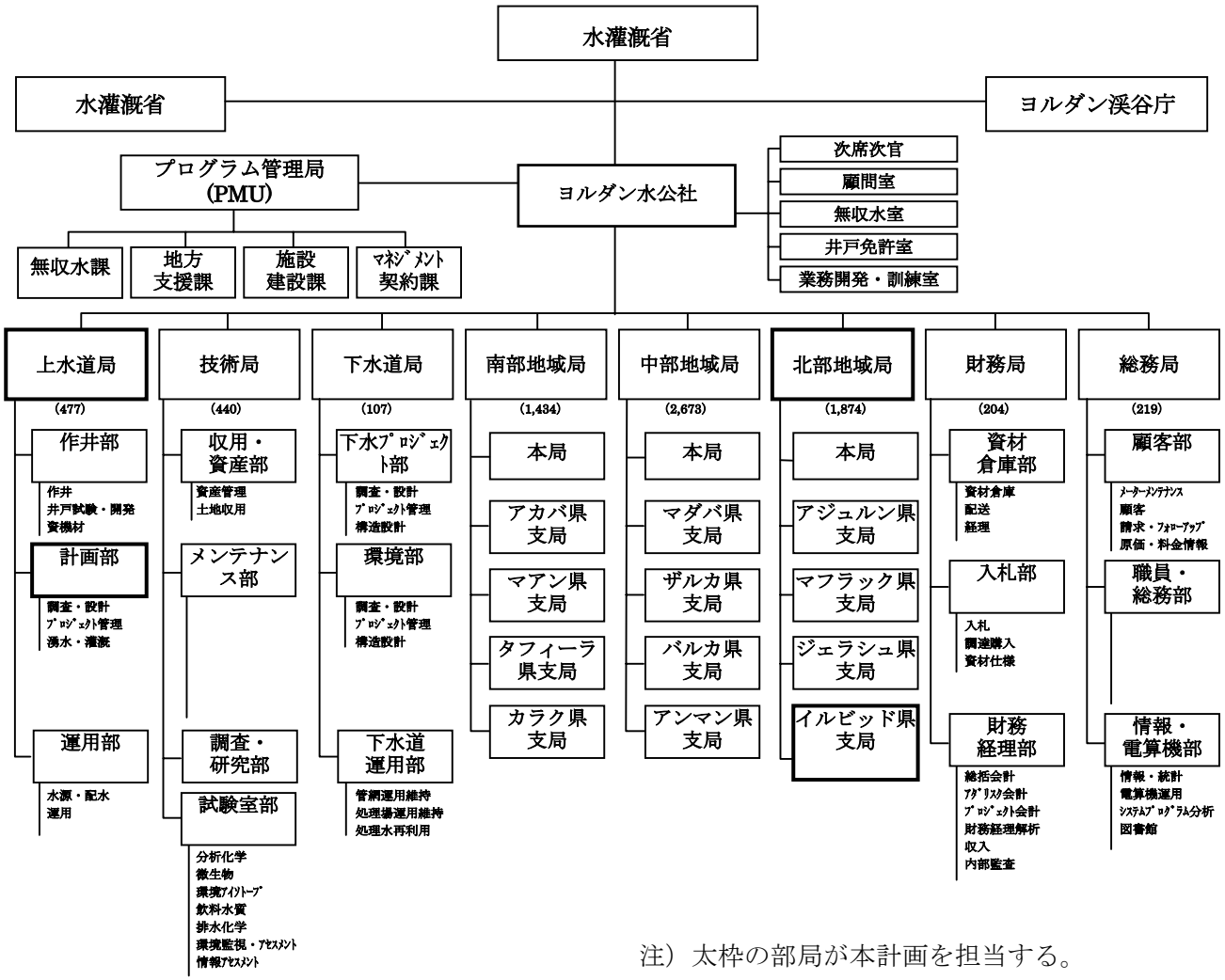
我が国（JICA）と米国（USAID）により実施されたマスタープランをもとに、本計画の上位計画であるドイツ（GTZ）の援助で策定された National Water Master Plan（NWMP）は､水潅漑省の技術局 NWMP 部が担当している。なお、NWMP は、JICA 開発調査である全国水資源開発調査や、USAID による下水再利用計画調査の調査結果を活用している。

(2)　ヨルダン水公社（WAJ）

1)　ヨルダン水公社（WAJ）

WAJ は、ヨルダン全国の上下水道事業に係る計画、開発、施設建設及び運営・維持管理を担当し、現在の職員数は 7,600 名である。図 2.1.1-2 に WAJ の組織図を示す。

この数年間にわたって、大アンマン市とアカバ特別経済区を除く 10 県の WAJ 支局を、それぞれ、北部地域局（イルビッド県、マフラック県、アジュルン県及びジェラシュ県）、中部地域局（バルカ県、ザルカ県及びマダバ県）及び南部地域局（カラク県、マアン県及びタフィーラ県）の３地域局に統合して運営・維持管理を行う体制が整備されている。



注）太枠の部局が本計画を担当する。

図 2.1.1-2　ヨルダン水公社（WAJ）の組織図

この３地域局のうち、本計画地域を管轄する北部地域局（Northern Governorate Water Administration－NGWA）は、2001 年より体制が確立されたが、中部地域局と南部地域局は、現時点（2004 年 8 月）では名前のみで体制は整っておらず、組織図も公表されていない。

2)　北部地域局（NGWA）

北部４県の WAJ 支局を統轄する NGWA は、管轄地全体を 10 の地域運営ユニット（Regional Operating

Unit : ROU）に分け、運営・維持管理を実施している。職員総数は 1,428 名である。本計画対象地域は、北シュナ ROU（North Shouna ROU）の管轄地に属しており、施設建設後の運営・維持管理は北シュナ ROU が実施することになる。NGWA の組織図を図 2.1.1-3、各県別の ROU 数と職員数を表 2.1.1-1 に、北シュナ ROU の組織図を図 2.1.1-4 にそれぞれ示す。

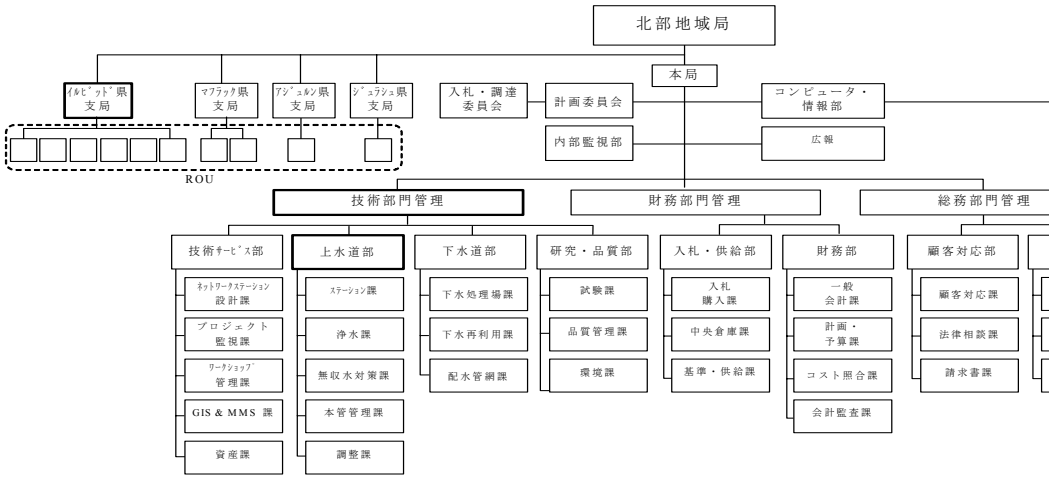


図 2.1.1-3　北部地域局（NGWA）の組織図

表 2.1.1-1　北部地域局（NGWA）の各県別の要員構成

（単位：人）

	県名	イルビッド	マフラック	アジュルン	ジェラシュ
	ROU 数	6	2	1	1
[契約形態別]	正職員	84	28	15	22
	準職員	317	196	106	115
	契約者	1	2	0	0
	その他	249	133	76	84
	合　計	651	359	197	221
[技能別]	技師	12	10	9	5
	会計担当	15	2	1	2
	管理職	36	36	2	8
	その他	588	311	185	206
	合　計	651	359	197	221
		1,428			

出典：NGWA（2004 年 4 月）

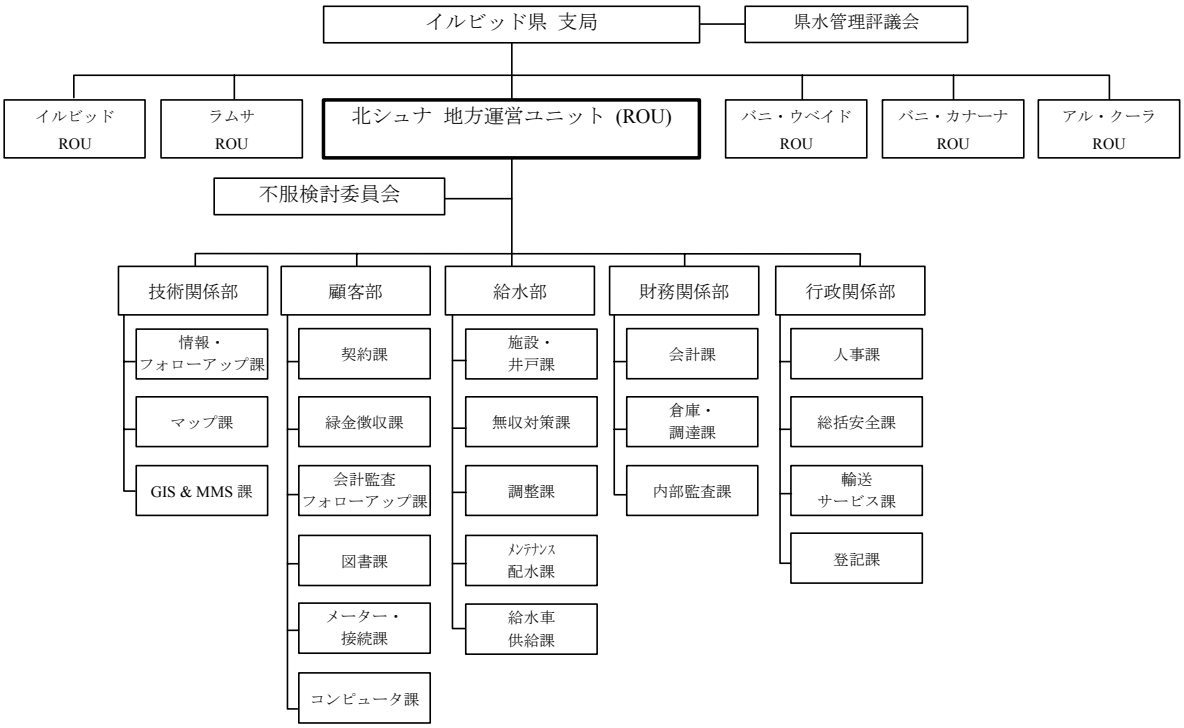


図 2.1.1-4　北シュナ ROU の組織図

2-1-2　財政・予算

(1)　ヨルダン水公社（WAJ）

WAJ は商業的会計制度を導入して、国際会計基準をほぼ満足する決算書を開示している。表 2.1.2-1 に過去 5 年間の収支推移表を示す。

同表によると、収入はこの 5 年間で平均 6.5%、支出（減価償却及び利息支払前の総経費）は 5.2%の増加となっており、収支は若干ながら改善傾向にある。しかしながら、減価償却及び利息支払を入れた最終的な収益は、毎年赤字であり、年々累積赤字が増加している。この累積赤字は、1995 年に 339 百万 JD（529 億円）であったが、2002 年では 670 百万 JD（1,046 億円）と約 2 倍となっている。

このため、WAJ は毎年財務省からの国庫補助を受けているが、WAJ 経営の健全化を図るためには、適正な上下水道料金改定による収支改善対策を実施する必要がある。現在、USAID が水道原価解析と料金設定を含めた制度・組織面での技術援助を行っている他、「ヨ」国の配水量の 40%を占める大アンマン市の配水システム改善計画（施設の維持管理改善、自然流下による配水システムへの改善、WAJ の組織・経営改善等）を EIB、KfW、イタリア及び世銀の協調融資で実施されており（2005 年完工予定）、これによって維持管理費の大幅な低減が期待されている。

表 2.1.2-1　WAJ 収支推移表（1998 年～2002 年）

（単位：千 JD）

	1998	1999	2000	2001	2002
歳入					
水道料金収入	44,174	41,408	43,535	43,703	46,755
水道料金収入(給水車による販売)	402	492	639	365	506
下水料金収入	9,081	9,084	9,328	9,450	10,009
下水税収入	6,548	6,666	7,062	8,042	9,467
契約/設備修理/各戸接続による収入	4,002	4,455	8,405	12,914	12,746
メーター管理による収入	731	757	769	800	816
銀行利子	32	120	135	216	251
その他収入	10	25	0	0	0
その他	935	985	3,976	1,925	4,128
歳入合計	65,915	63,992	73,849	77,415	84,678
歳出					
給与/賃金	20,683	21,337	23,628	23,530	23,681
維持管理費	33,733	34,546	37,675	36,943	40,859
一般経費	911	2,076	1,447	1,406	1,716
契約職員給与	0	990	1,501	1,501	1,458
原価償却、借入金利払い前歳出	55,327	58,949	64,251	63,380	67,714
原価償却、借入金利払い前収益	10,588	5,043	9,598	14,035	16,964
減価償却費	38,950	40,821	43,580	46,920	53,851
借入金利払い	16,927	22,758	871	2,983	5,999
歳出合計	111,204	122,528	108,702	113,283	127,564
収益	△ 45,289	△ 58,536	△ 34,853	△ 35,868	△ 42,886
外国為替損益	△ 944	3,519	2,817	2,821	△ 10,515
年間収益	△ 46,233	△ 55,017	△ 32,036	△ 33,047	△ 53,401

出典：WAJ 財務局　　注）△は、マイナスを示す。（1JD＝156.06 円）

また、WAJ の過去 3 年間の維持管理費（人件費を除く）を表 2.1.2-2 に示す。維持管理費のうち、72%が電気代と突出して大きくなっている。特に、2002 年の実績によれば、本計画地域の北部地域では 76%とアンマン県の 67%と比較して大きくなっており、本計画においても電力消費量を抑える送配水システムの検討が必要と考えられる。

また、人件費と維持管理の合計は、WAJ 支出の 95%を占め、施設の維持や予防的な管理目的にほとんど経費をかけられない状況にある。

表 2.1.2-2　WAJ の維持管理費

（単位：千 JD）

項目	2000			2001			2002			
	アンマン	その他	合計	アンマン	その他	合計	アンマン	北部	その他	合計
燃料	197	1,139	1,336	197	1,417	1,614	198	170	1,034	1,402
電気	11,669	14,633	26,302	11,270	15,078	26,348	11,739	7,514	10,136	29,389
車両維持管理	506	897	1,403	278	817	1,095	325	583	254	1,162
車両保険	119	107	226	73	148	221	62		105	167
事務所備品管理		38	38		38	38			23	23
道路建物管理	797	245	1,042	640	302	942	1,299	6	112	1,417
倉庫保健		3	3		1	1			2	2
薬品	1,573	403	1,976	1,099	168	1,267	1,000	114	454	1,568
管網維持管理	1,661	264	1,925	929	112	1,041	1,263	777	177	2,217
下水処理場		295	295		296	296	14		151	165
汚泥輸送		97	97		128	128	24	40	71	135
コンピューター保守		38	38		40	40	39		28	67
タイヤ		147	147		106	106			131	131
バッテリー		12	12		18	18			11	11
井戸ポンプ場、配水池保守		916	916		1,434	1,434	193		467	660
設備保守			0		100	100			2	2
車両借上	684		684	421		421	356			356
無線保守			0			0	54	96		150
資材			0			0				0
量水所	425		425	449		449	406	471		877
水質試験	62		62	27		27	47	33		80
水質試験材料	32		32	27		27				0
コンサルタント料	31		31	14		14				0
電話	123		123	124		124				0
清掃	30		30	43		43				0
広告	25		25	22		22				0
印刷･文房品	31		31	56		56	61			61
その他消耗品	92		92	139		139	17	31		48
その他支払	34		34	106	484	590	133		313	446
維持管理	351		351	343		343				0
一時雇用者			0			0	203			203
不法接続			0			0	47			47
管材輸送			0			0		16		16
民家井戸から水購入			0			0		62		62
運営維持管理費合計	18,442	19,234	37,676	16,257	20,687	36,944	17,480	9,913	13,471	40,864

出典：WAJ 財務局

(2)　北部地域局（NGWA）

本計画地域の維持管理を担当する北シュナ ROU を管轄する NGWA の過去 3 年間の収支推移表は、表 2.1.2-3 に示すとおりである。

NGWA は 2001 年より GTZ の援助により制度・経営改善を実施している。これにより国際会計基準レベルの財務諸表を作成・公開している。同表によれば、過去 3 年間の減価償却及び利息支払前の収益は赤字となっており、国庫補助や海外からの無償援助に頼らざるを得ない体質となっている。

表 2.1.2-3　NGWA の収支推移表（2001 年～2003 年）

(単位：千JD)

項目	2001	2002	2003
収入			
上水道収入			
一般契約者からの料金収入	6,849	7,094	7,913
給水タンクによる料金収入	129	151	274
他県への水販売収入	1,610	1,358	1,251
他県間水輸送収入	916	4,901	4,719
灌漑用水収入	14	13	11
上水道収入–合計	9,517	13,518	14,166
下水道収入			
下水道使用料	826	860	955
他県間下水輸送収入	0	1,074	1,317
下水道収入–合計	826	1,935	2,273
上・下水道収入–合計	10,343	15,452	16,439
差引分			
収入の調整額	335	408	△ 63
未徴収可能収入	73	75	△ 90
上・下水道収入 (①)	9,935	14,969	16,286
経費(変動分)			
他県からの水購入費	320	103	177
他県間水購入費	916	4,901	4,719
電力費	7,014	7,539	7,959
発電機燃料費	129	166	187
薬品費	78	121	206
経費(変動分) - 合計 (②)	8,457	12,829	13,247
差引 ① – ② (③)	1,478	2,140	3,039
経費(固定分)			
浄水場経費	0	1,074	1,317
電力費	4	6	6
職員給料	3,768	3,556	3,873
社会保険料	258	275	300
貯蓄基金	49	13	19
部品・保守点検費	1,125	1,009	851
水使用料	22	53	61
車両費	407	395	544
電話代	48	60	55
試験費	187	75	92
汚泥輸送	48	39	68
暖房燃料費	17	15	15
経費(固定分) – 合計 (④)	5,933	6,572	7,201
差引 ③ – ④ (⑤)	△ 4,454	△ 4,433	△ 4,163
一般事務経費	△ 1,213	△ 1,390	△ 1,397
その他収入	1,312	1,274	1,318
水道メーター維持管理費	△ 34	△ 92	△ 117
その他支払	△ 24	△ 3	△ 18
減価償却、利息支払及び臨時損失前	△ 4,414	△ 4,644	△ 4,377
純収益(または損失)			

出典：NGWA 財務部　　注）△は、マイナスを示す。

2-1-3　技術水準

本計画施設は、北シュナ ROU が運営・維持管理を実施する。同 ROU は、90 名の要員を擁しており、その内、熟練技能工レベルが 11 名、エンジニア以上が 14 名であり、残りが作業員及び事務員である。

上記の要員により、WAJ 創設後、約 20 年間にわたって送配水管路、井戸、ポンプ場及び配水池の運営・維持管理が行われてきた。現時点（2004 年 11 月）では、送配水管路、井戸 8 箇所、ポンプ場 3

箇所及び配水池 6 箇所の運営・維持管理が行われている。

これらの施設は、本計画で整備される上水道施設（送配水管路、ポンプ場及び配水池）と同程度の規模及び技術レベルであり、運営・維持管理上の問題はない。

2-1-4　既存の施設・機材

北シュナ ROU が運営している、既存上水道施設は、表 2.1.4-1 のとおりである。

表 2.1.4-1　北シュナ ROU が管理する既存上水道施設（2004 年）

施設名	仕様	数量
水源井戸		
・ワディアラブ井戸 No.6	194.2m^3/h	1 基
・タバカットファイル井戸 No.5	165.2m^3/h	1 基
・スペイラ井戸	54.0m^3/h	1 基
・スレイクハット井戸 No.1	14.0m^3/h	1 基
・スレイクハット井戸 No.3	11.8m^3/h	1 基
・クレイマ井戸 No.1, No.3A	63.2m^3/h	2 基
ポンプ場		
・アダシヤポンプ場	Q=50m^3/h, H=350m Q=80m^3/h, H=250m	2 台 （常用+予備）
・タバカットファヒルポンプ場	Q=75m^3/h, H=125m Q=50m^3/h, H=150m	2 台 （常用+予備）
配水池		
・マース配水池	650m^3	1 基
・スレイクハット配水池	500m^3	1 基
・ムシャラフ配水池	650m^3	1 基
・クレイマ配水池	600m^3	1 基

また、維持管理用機材については、NGWA 全体の保有機材を表 2.1.4-2 に、北シュナ ROU の保有機材を表 2.1.4-3 に示す。

表 2.1.4-2　NGWA 保有の機材

県名 / 機材	イルビッド	マフラック	ジェラシュ	アジュルン	NGWA 計
建設機械	11	9	2	2	24
セダン車	17	6	3	2	28
ピックアップ	41	27	15	11	94
給水車	14	9	7	7	37
トラクター	1	0	0	1	2
汎用設備（溶接機等）	26	26	14	10	76
大型トラック	6	1	0	1	8
小型トラック	1	2	2	1	6
高圧洗浄車	6	1	1	1	9
バス	0	1	0	0	1
ダンパー	0	0	1	0	1
バキューム車	0	1	0	0	1
合計	123	83	45	36	287

表 2.1.4-3　北シュナ ROU の保有機材

機材名	数量
バックホウ	2
溶接機	1
コンプレッサー	1
給水車	3
ピックアップ	5
ダンプトラック	2

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

本計画対象地域のヨルダン渓谷北部・中部地域には、下水道管設備は整備されていない。浸透桝による地中浸透方式である。

(2)　港湾・道路

1)　道路

「ヨ」国では、公共道路網が人の移動、貨物輸送の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別され、国道はさらに一級と二級に分かれる。道路網の総延長は約 6,900km（1994 年）であり、このうち一級道路は 2,800km である。

大アンマン市には全国からの幹線道路が集中し、大アンマン市内の道路網は非常に発達している。近年の人口急増により、市街地は周辺地域に拡大し、それに伴いバイパス道路やアンダーパスが次々に建設されている。現在、大アンマン市中心部の交通渋滞を緩和するため、市の外周を通る環状道路の建設が進んでいる。

アンマン市から本計画対象地域へのアクセスは、ヨルダン国北部の中心都市であるイルビッド市を経由する北部ルートと、ヨルダン渓谷中部に位置するデルアラ市を経由する中部ルートの２通りの方法がある。アンマン市からイルビッド市及びアンマン市からデルアラ市までの２つの幹線道路とも良く整備されており、どちらのルートを使ってもアンマン市から本計画の対象地域までは、車で約 1 時間 30 分の行程である。

計画対象地域は、アスファルト舗装された幹線道路がヨルダン渓谷に沿って南北に走り、幹線道路から分かれた市内の道路は、道路幅は概ね 4-5m でアスファルト舗装されている。これに対し、各井戸水源から既設配水池までの道路は、山地を通る部分が多く、岩山を削った未舗装の道路が多い。

現在、既設マース配水池付近で公共事業省が高速道路工事を進めている。幹線道路は公共事業省のイルビッド支局、市内の道路は市の管轄となる。

2)　港湾

本計画の資機材の荷揚げ港はアカバ港となる。アカバ港は、「ヨ」国唯一の国際港でアカバ港からアンマン市までは４車線の国道が走り、道理状況も良く内陸輸送に支障はない。

(3)　電気・通信

1)　電気

計画対象地域の配電方式は、全て電柱・架空線方式である。配電会社は EDCO (Electric Distribution Co.）であり、計画対象地域の配電施設の新設及び維持管理を担当する。

2)　通信

－　通信ケーブル

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、ワジや河川の横断部は

電柱・架空線方式になる。通信ケーブルの敷設工事や維持管理は Jordan Telecom のイルビッド支局が担当し、全ての埋設位置は GIS データベースで管理されている。

－ 運河管理用ケーブル

キングアブダラ運河は本計画の対象地域内を南北に縦走する。同運河は対象地域内の３カ所で、同じように南北に縦走する幹線道路と交差する。運河の側面には JVA が管理する運河管理用の通信ケーブルが埋設されており、この通信ケーブルは交差部で道路下を横断する。その埋設深さは約 80cm である。

－ 陸軍用通信ケーブル

陸軍用通信ケーブルは、通信用ケーブルに沿って地下埋設されていることが確認された。

－ 空軍用通信ケーブル

空軍用通信ケーブルは、クレイマ地区から北方に位置するアルクリン基地（Al Qulin Camp）までの約 12km にわたり、幹線道路沿いに地下埋設（約 80cm）でされていることが確認された。

2-2-2 自然状況

(1) プロジェクトサイトの位置

プロジェクトサイトは、「ヨ」国の最北西端にあたるヨルダン渓谷の北中部に位置し、南北に約 55km、東西に約 7-8km と細長い形状をしている。北シュナ ROU の現地事務所までは、アンマン市から約 100km、「ヨ」国北部の中心都市、イルビッド市からは約 30km である。プロジェクトサイトの大部分は海面下になり、配水本管が敷設される幹線道路の標高は海抜-150m から-200m となる。

(2) 気象・水文

1) 気象条件

高原のアンマン市と比べると、ヨルダン渓谷の平均気温は５度程度高い。冬季は温暖な気候であるが、その他の季節の気温は高く、夏季の最高気温の月平均は 40℃近くに達する。2003 年のバルカ(Baqura)のデータによると、８月の最高気温の平均は 38.9℃、最低気温の平均は 24.8℃であり、２月の最高気温の平均は 17.7℃、最低気温の平均は 8.6℃である。

年間の平均降水量は 300-400mm 程度であり、「ヨ」国全体の年平均降水量 200mm 以下と比べて少ない方ではない。しかしながら、その多くは 11 月から 4 月の雨期に集中しており、年間の降水量の 80%は雨期にもたらされる。全体からみると対象地域は半乾燥、あるいは乾燥地域の気象の様相を示している。また、地中海からの湿った風はヨルダン川西側の山脈によって遮られ、高所に強い乾燥風が吹く傾向があるが、当該地域の風は全般的に弱い。

2) 水文・水理

対象地域の水系はヨルダン川を除くと、ヨルダン渓谷東側の山地からヨルダン渓谷に流れ込む水系に属し、これらの水系は最終的に死海へと流出する。東側山地性の高原部で発生した降水は、ヨルダン渓谷を深く切り込んだ河川を通してヨルダン川に流出するが、湧泉を水源とするいくつかの河川を除き、ほとんどの河川はワジ（涸れ川）であり、乾期の河川流出は認められない。また、これらの河

川の多くは小河川であり、表流水ポテンシャルはすでに開発され（ワジアラブダム、ワジジグラムダム）、今後の大規模な開発は期待できない。

「ヨ」国の地下水に関しては既に数多くの調査が行われてきており、対象地区の地下水開発ポテンシャルについても明らかにされている。ジョルダン渓谷の循環性地下水は、ヨルダン渓谷の東側山地部で降水から涵養を受け、ヨルダン渓谷へ流れ込む流動パターンとなる。地下水は流系ごとに地下水盆を形成し、地下水水脈となってヨルダン渓谷へ流出するが、一部の地下水は山裾部で表面流出し、湧泉となって河川へ流れこむ。対象地区では、山裾の多くの生産井によって過剰揚水されており、これ以上の開発ポテンシャルはなく、現状の生産量を越えることはできない。計画地域には、ワジアラブ、タバカットファヒル、ワジラジェブと３つの主要な地下水源があり、これらが本計画の主要な水源となっている。タバカットファヒルの地下水源は元来大きな湧出量を持つ湧泉であったが、湧出量が減少したため、浅層の生産井に切り替え揚水している。また、本対象地区の南部に位置するクレイマ地区の生産井は、一本あたりの揚水量が少なく、塩分濃度が高いという問題も含んでいる。

(3)　地形・地質（測量および試掘調査の結果）

－　地形

ヨルダン川は北から南へ縦走して死海へと流出し、幹線道路が並走する。ヨルダン渓谷底部の地形は、若干の起伏を伴いながら、北端に位置するアダシヤから、南に向かい緩やかな勾配で下っていく。本計画地の北端に位置するアダシヤから、アダシヤの北東に位置するムカイバ（地域外の送水地区）までは、起伏の激しい地形に沿い、幹線道路が伸びている。

幹線道路の東側には山裾が迫り、多くの住宅が集落をなしており、新しい住居はより高台に向かって発達している。幹線道路の西側は、ヨルダン川の氾濫域で肥沃な土地となっており、豊かな農業地帯を形成している。農業地帯には村落が点在する。

－　地質

幹線道路が通るヨルダン渓谷の底部は、概ね砂礫層、砂層及び玉石混じりの砂礫層である。水源井戸から幹線道路までの山地部、山裾部は巨石混じり砂礫層である。

2-2-3　環境等への影響

(1)　遺跡

タバカットファヒル水源地にはペラ遺跡（同地には 6000 年前から人が定住、アレキサンダー大王遠征後、この地に入植したギリシャ人が建設した住居跡）が隣接し、同地区一帯は１つの観光スポットとなっている。また、同地区周辺には、ローマ・ビザンチン時代の教会や公衆浴場などの遺跡が発掘され、柱列が残っている。また、周辺の丘の斜面には数多くの墓が発掘され、今回の BD 調査時にも発掘作業が進められていた。

新規タバカットファヒル配水池の位置決定に当たっては、遺跡に注意し現地事情に詳しい現地関係者（WAJ の北シュナ所長）の立会いのもと、用地を決定した経緯がある。配水池と配管の掘削工事の際には、考古庁への必要な手続きを行い、考古庁の確認を受けて施工を実施することが必要となる。

(2)　環境社会配慮調査

1)　アスベスト管の環境配慮処理調査

上水道施設にアスベスト管を使用しているのは、ヨルダン渓谷地区だけである。アスベスト管は衝撃に弱く、敷設替えの工事中に、建設機械（バックホウ）や手掘器具等による衝撃が加わると、管の長手方向に亀裂が走り、砕けるように破損する。このような管の破損は、空中へのアスベストの飛散を生じさせ、周囲への環境汚染を招くことになる。一方、敷設替えにより、不要となるアスベスト管を確実に処理するためには、管理型の最終処分場への廃棄が必要であるが、現在、「ヨ」国にはアスベスト管を処分するこのような処分場はない。このため、「ヨ」国では、現在、漏水事故等によって撤去されたアスベスト管は、倉庫に保管して管理することを基本的な処分法としている。しかしながら、実際には、確実に実施している施工業者は少なく、適当に処分しているのが実状である。

本計画では、ダクタイル鋳鉄管への敷設替えにより、既設アスベスト管が不要となるが、次の理由により、不要となるアスベスト管は撤去せず、埋設の状態で残しておくこととする。

①既設のアスベスト管の撤去工事により、管が破損し周囲への環境汚染を引き起こす恐れがある。

②アスベスト管を地中の残しておいても、環境上の問題は生じない。

③アスベスト管は深く埋設されており、撤去工事とその移送に膨大な費用がかかる。

④確実な処分方法（管理型最終処分場への廃棄）がとれず、倉庫へ保管しておくことになるが、保管費用がかさむことになる。

上記方法は、「ヨ」国の法律に照らして妥当であることが、環境省と WAJ の協議において確認された。環境省の危険物の取扱いに関する法律は、アスベストを下水道へ放出すること、処分場に放置することを禁止しているが、これは、断熱材として建築材料に用いられるアスベスト（石綿の粉末、繊維）材料を対象にしており、アスベスト管については規定していない。なお、土中に残されたアスベスト管は、その埋設場所が分かるように図面にその位置を明示して、本体事業実施後、WAJ、環境省に対し図面を残すこととする。

2)　既存水源の揚水量の増量可能性及び周辺水源への影響調査

「ジョルダン国水資源管理計画調査」（平成 13 年 12 月）によると、従来型水源である表流水、循環性地下水、化石淡水地下水、和平条約水のうち、循環性地下水については、既に安全揚水量を大きく上回る開発が行われていることから、将来の開発は考慮せず、逆に揚水削減を行うことが水資源開発政策の基本方針とされている。

したがって、本計画の 2010 年における不足水量については、新規の水源を地下水の開発に求めるのではなくダム等他の方法によることが望ましく、今回のＢＤ調査では、既設井戸水源の増量開発はしないこととした。

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」国は、本計画の上位計画である経済社会開発計画の水・灌漑部門の目標にかかげられている、

① 無収水率の低減
② 最大の経済効果が得られるプライオリティに基づいた水資源の最適な利用
③ 家庭用水の一人一日使用量の改善

等を通じて、給水状況を改善することを目標としている。この中で本プロジェクトは、アスベスト管を含む既設送水管及び配水本管の敷設替え、ポンプ場の更新、配水池の増設、SCADA システムの構築及び配水枝管材の供与を行い、上水道施設を改善することにより、限られた水資源の利用率の向上、一人当たりの給水量の増量を通じて計画対象地域（ヨルダン渓谷北部地域及び中部地域の北部地区）住民の生活の改善を図ることを目標としている。

3-1-2　　プロジェクトの概要

上記目標を達成するため、本プロジェクトにおいて実施される投入・活動計画は以下のとおりである。この計画により、ヨルダン渓谷北中部地域においては給水量が増加し、住民の生活環境が改善されることになる。

(1)　我が国の協力対象事業

① 配水本管及び送水管の敷設替え
② ポンプ場の更新
③ 配水池の増設
④ SCADA システムの構築
⑤ 配水枝管材の供与
⑥ SCADA システム運用指導（ソフトコンポーネント）

(2)　「ヨ」国側の実施事業

① 配水枝管の敷設替え工事
② 各戸給水管の敷設替えに必要な材料の調達及び敷設替え工事
③ 配水池の造成工事
④ 新規 SCADA システムの運用及び送・配水システムの維持管理に必要な要員の配置
⑤ 上記の建設及び運営・維持管理に必要な予算措置

(3)　本計画による施設内容

基本設計調査のミニッツ調印時に、「ヨ」国によって確認された要請内容と、基本設計において最終的に策定された施設内容の比較を表 3.1.2-1 に示す。

表 3.1.2-1　要請内容と本計画による施設内容の比較

項目	要請内容		計画内容		
	仕様	数量	仕様	数量	備考
1．配水管の敷設替え					
配水本管／送水管（ダクタイル管への敷設替え）	管径 100－300mm	52km	管径 100-400mm	61km	材料、工事とも日本側負担
配水枝管（高密度ポリエチレン管への敷設替え）	管径 20-50mm	50km	管径 50mm	74km	材料調達は日本側、敷設工事は「ヨ」国側
2．ポンプ場の更新					
アダシヤポンプ場	ムカイバ／アダシヤ向け Q=50m^3/h, H =350m Q=80m^3/h, H =250m	2 台 （常用+予備）	ムカイバ向け Q=56m^3/h, H =274m	2 台 （常用+予備）	ポンプ小屋の建設を含む
			アダシヤ向け Q=32m^3/h, H =74m	1 台	
タバカットファヒルポンプ場	水中ポンプ（井戸 NO.9） Q=150m^3/h, H =52m	1 台	Q=160m^3/h, H =10m	1 台	ポンプ小屋の建設を含む
	タバカットファヒル向け Q=75m^3/h, H =125m Q=50m^3/h, H =150m	2 台 （常用+予備）	タバカットファヒル配水池向け Q=188m^3/h, H =64m	3 台 （常用 2+予備 1）	ポンプ小屋の建設を含む
	―	―	受水槽（380m^3）	1 基	
ワジラジェブポンプ場	ブースターポンプ Q=50m^3/h, H =150m Q=20m^3/h, H =200m	2 台 （常用+予備）	計画から除外		
クレイマポンプ場	―	―	ブースターポンプ Q=163m^3/h, H=40m	2 台 （常用＋予備）	ポンプ小屋の建設を含む
3．配水池の改修					
マース配水池	650m^3	1 基	1,600m^3	1 基	
スレイクハット配水池	500m^3	1 基	計画対象から除外		
ムシャラフ配水池 （タバカットファヒル配水池）	650m^3	1 基	2,500m^3	1 基	
クレイマ配水池	600m^3	1 基	改修しない。ブースターポンプのみ新設		
ラジェブ配水池	1,000m^3	1 基	計画対象から除外		
4．SCADA システム	遠隔モニタリングのための計測器（流量計、水圧計、水位計）と北シュナ ROU 事務所の中央監視装置、および、データ伝送のためのデータ伝送装置	1 式	遠隔モニタリングのための計測器（流量計、水圧計、水位計）と北シュナ ROU 事務所の中央監視装置、および、データ伝送のためのデータ伝送装置	1 式	設置対象地区は北シュナ ROU 管轄区のみ

3-2　協力対象事業の基本設計

3-2-1　設計方針

(1)　計画範囲に関する方針

本計画の対象地域は、「ヨ」国の北西端に位置するヨルダン渓谷北部地域と中部地域の一部の市町村である。北部地域の給水は、ヨルダン水公社（WAJ）の北部地域局（NGWA）の下部組織である北シュナ ROU（North Shouna Regional Operating Unit）が管轄し、中部地域は中部地域局（AGWA）の下部組織の中部事務所（Middle District Office）が管轄する。２つの対象地域の送配水システムは完全に独立しており、水収支、施設の運営維持管理の面からも、別個なものとして扱う必要がある。中部地域は一部の市町村を対象とした送配水施設の改善がその要請内容であるが、送配水管の改善、中部全域の水源となる送水設備（配水池、ブースターポンプ）の改善が含まれる。

しかしながら、送水設備については中部地域全体の送配水設備をシステムとして捉え内容を検討し、その結果に基づき全体のシステムを同時に改善する必要があり、本計画で対象となる送水設備のみを対象とすることは困難である。したがって、中部地域に関しては、対象となる地区の送配水管路の改善にとどめ、配水池とブースターポンプに関しては将来、中部地域全体のシステムの見直しの中で実施することが得策であり、この方針で本計画を実施することにヨルダン側と合意に至った。

本報告書では、中部地域の現状と課題に関しては、送配水管路の改善に関連する内容について記載し、他の項目については参考としての記述にとどめることにする。

(2)　施設の改修内容に関する方針

「ヨ」国側からも強く求められているように、本計画は、「ヨ」国からの要請書内容に示された既存設備個々の改修にとどまらず、送水設備全体をシステムとして捉え、潜在するエネルギー（位置ポテンシャル）の効果的な利用、ならびに、効率的な送配水システムへの改修も考慮した計画とする。

1)　既存送配水システムの現況

a.　北部地域の送配水システム

北部地域の既存送配水システムは、水源井戸を中心に 5 つのサブシステムから構成される（仮に配水区Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅと呼ぶ)。北中部に位置する配水区Ａ，Ｂの井戸水源は比較的大きな生産量を有し、１本の井戸でエリア内の給水をまかなっているが、南部のエリアＣ、Ｄ、Ｅの水源井戸は一本あたりの生産量は少ないため、複数井戸からの生産量を給水し、これらの配水区の需要に対応している。北部地域の全体システムの概念図を図 3.2.1-1 に、各エリアのサブシステムを図 3.2.1-2～4 に示す。配水区Ｂのシステム図に示されるように、タバカットファヒル地区の水源は配水区Ｂの水源（タバカットファヒル井戸 No.5）と異にしている。

b.　中部地区の送配水システム（参考）

中部地域の既存送配水システム図を参考として図 3.2.1-5 に示す。中部地域の中心であるデルアラ地区への送水は、幹線沿いの配水本管からデルアラ・ブースターポンプ施設を使って行われているが、このブースターポンプの状態は非常に悪く、早急な改善が求められている。今回、ラジェブ配水池と配水池に近接したブースターポンプ設備を対象から外したのは、配水池の容量とレベル、ブースター

ポンプの仕様は中部地区の全体システムを検討する中でデルアラのブースターポンプと同時に決定する必要があるためである。

2)　既存送配水システムの改修内容に対する方針

対象となる配水地区は、東西に狭く南北に長く拡がる地勢を示し、新しい住居は南北に走る幹線道路東側の山裾に広がり続けている。このため、高台あるいは遠方の配水地区への水圧不足が顕在化してきており、本計画では送水圧を上げるために必要な施策を取り入れるものとする。具体的には、既存配水池の改善計画にあたっては、配水池容量を拡張するとともに、既存配水池のレベルから高い位置に移し、必要な送水圧を確保する。また、南部に位置するクレイマ配水池については、移設するための適当な土地が確保できず、配水池からの送水圧を上げるために、新たにブースターポンプの設置を計画する。なお、送水圧の上昇によって生じる、低地配水区における過大な給水圧に対しては、送配水管路に減圧弁を設けて対処するものとする。

一方、計画対象地域の既設送配水管は、きわめて複雑な敷設状況を示しており、今日まで需要家からのクレームに応じて場当たり的に改良してきたものと想像される。その結果、夏場に実施される給水制限では、バルブ操作に多くの労力を要し、給水制限が正常に行われているとは言いがたい。本計画では、出来るだけ既設配水管路の単純化を計り、バルブ操作が容易なシステムに改良するものとする。

また、送配水システムの適正な運営維持管理が計れるように、モニタリングシステムの設置を計画する。水源からの送水量と配水区側での受入れ量がモニタリングの対象となるが、送水側では SCADA システムによるデータ取得を行い、受入れ側は配水管路に流量計を設置してデータ取得を行うものとする。

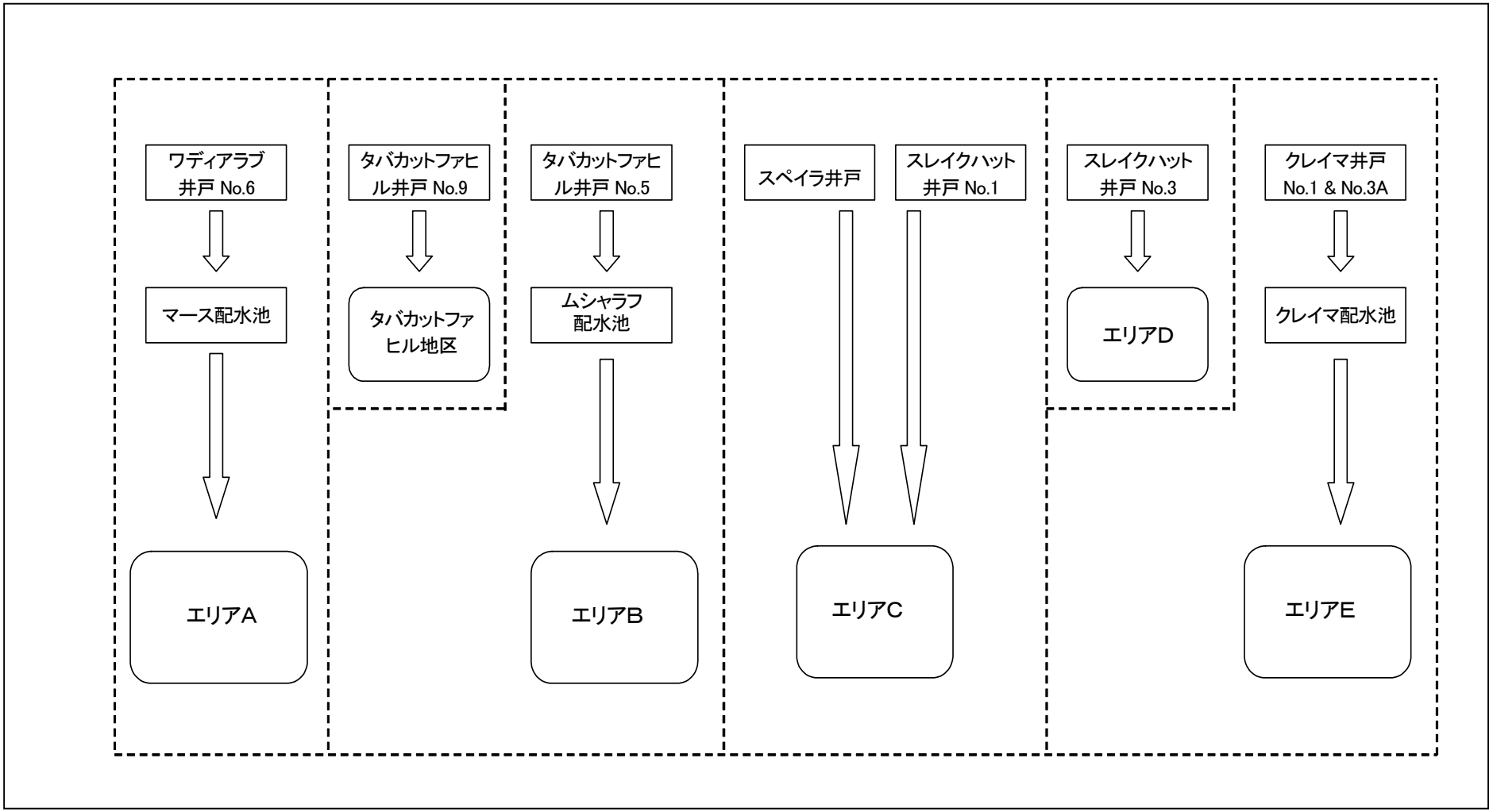


図 3.2.1-1 北部地域の既設送配水システム概念図

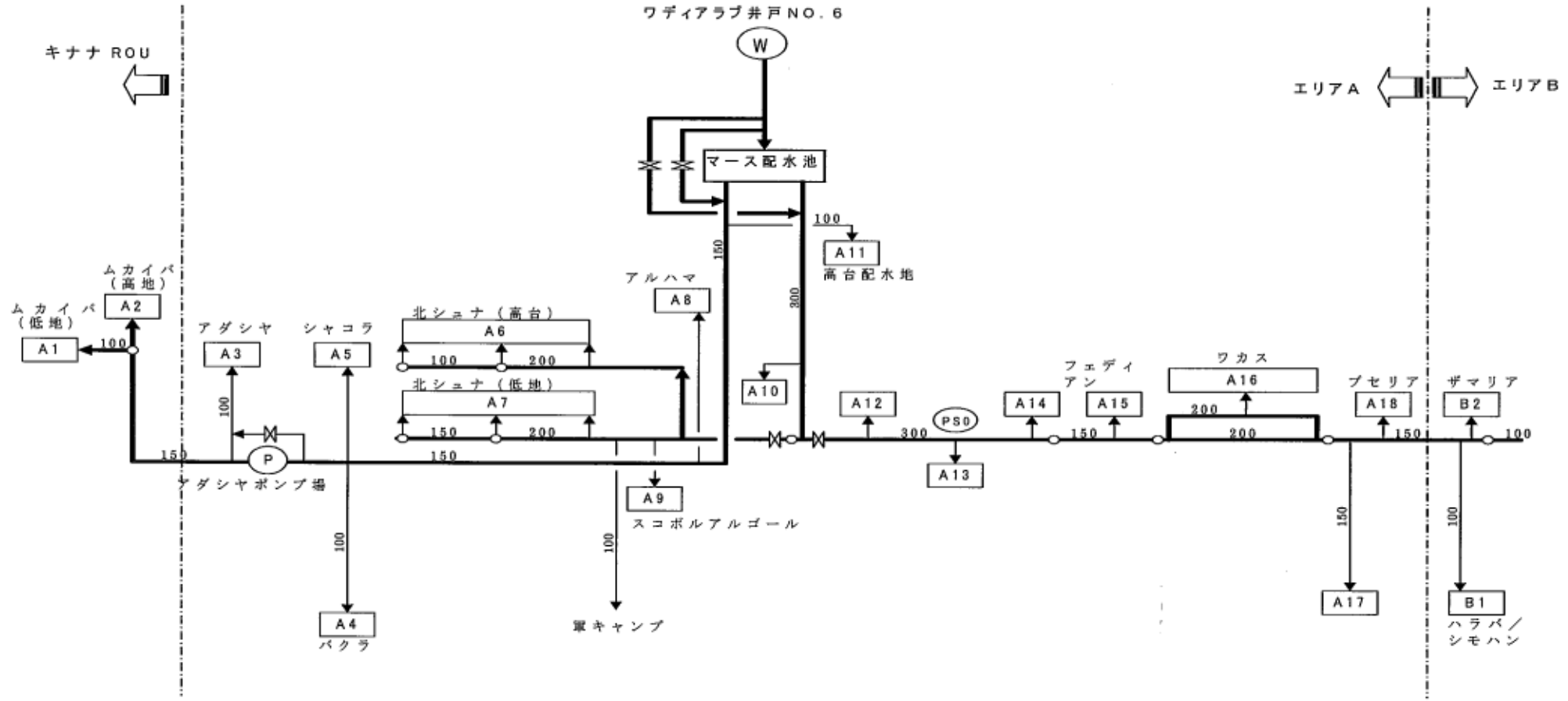


図 3.2.1-2 北部地域の既設送配水システム（エリアA）

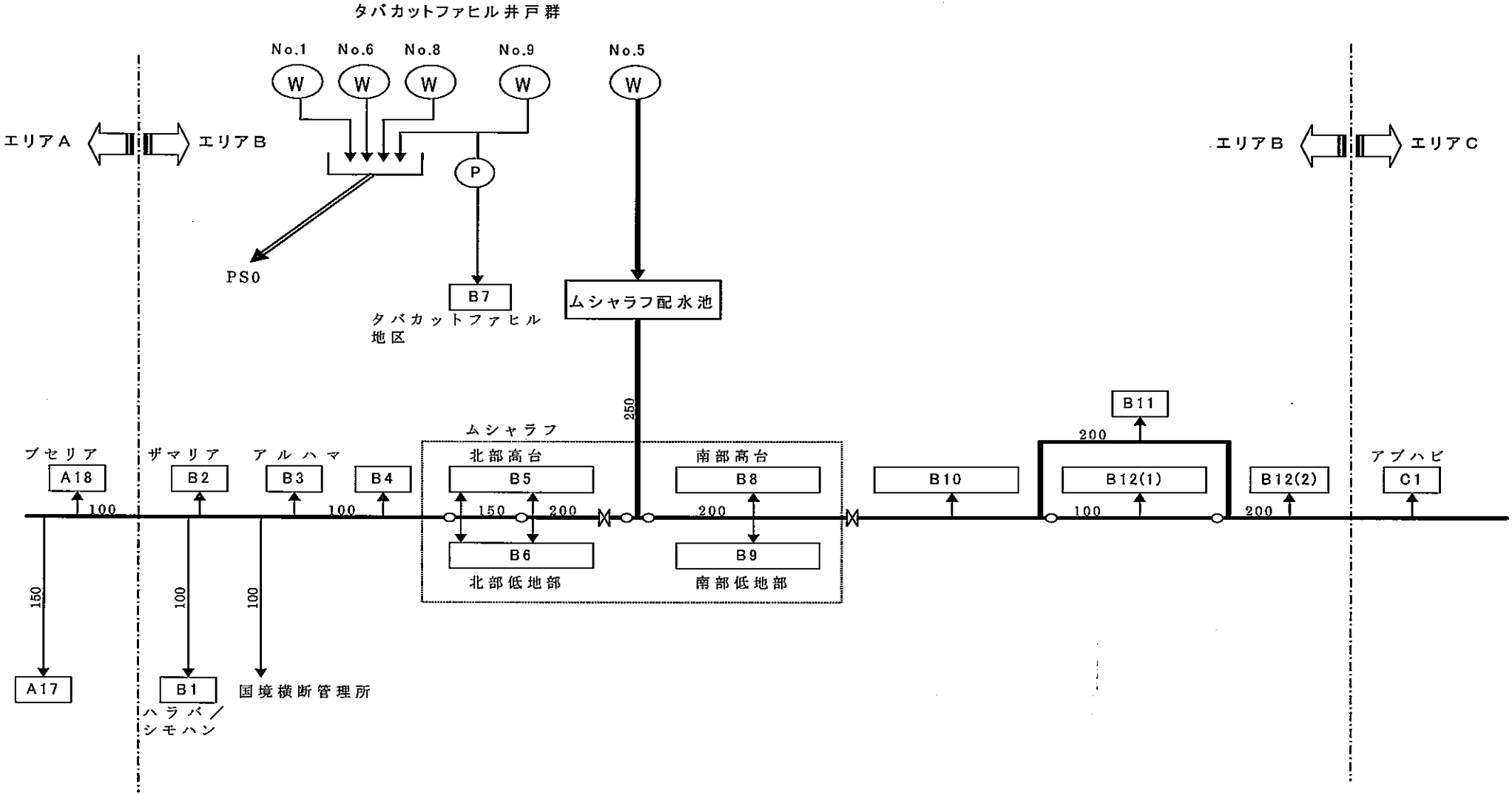


図 3.2.1-3 北部地域の既設送配水システム（エリアB）

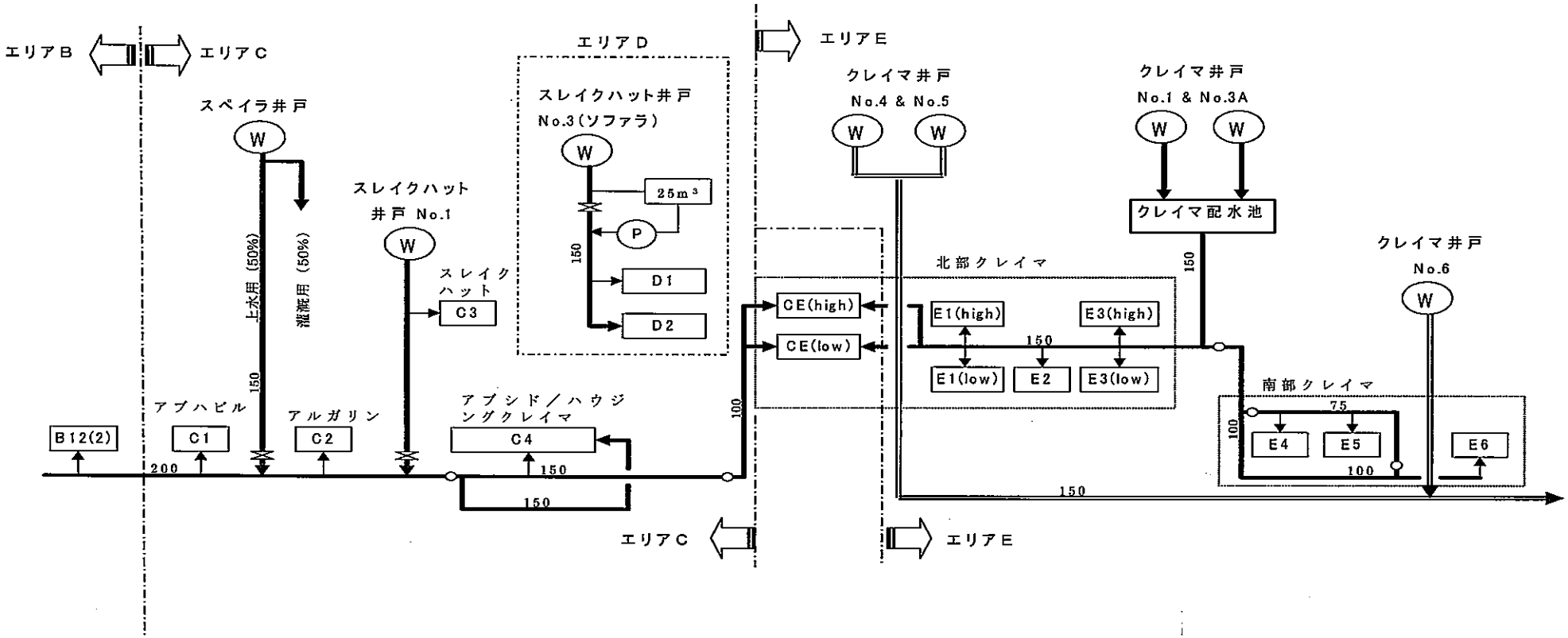


図 3.2.1-4 北部地域の既設送配水システム（エリア C, D, E）

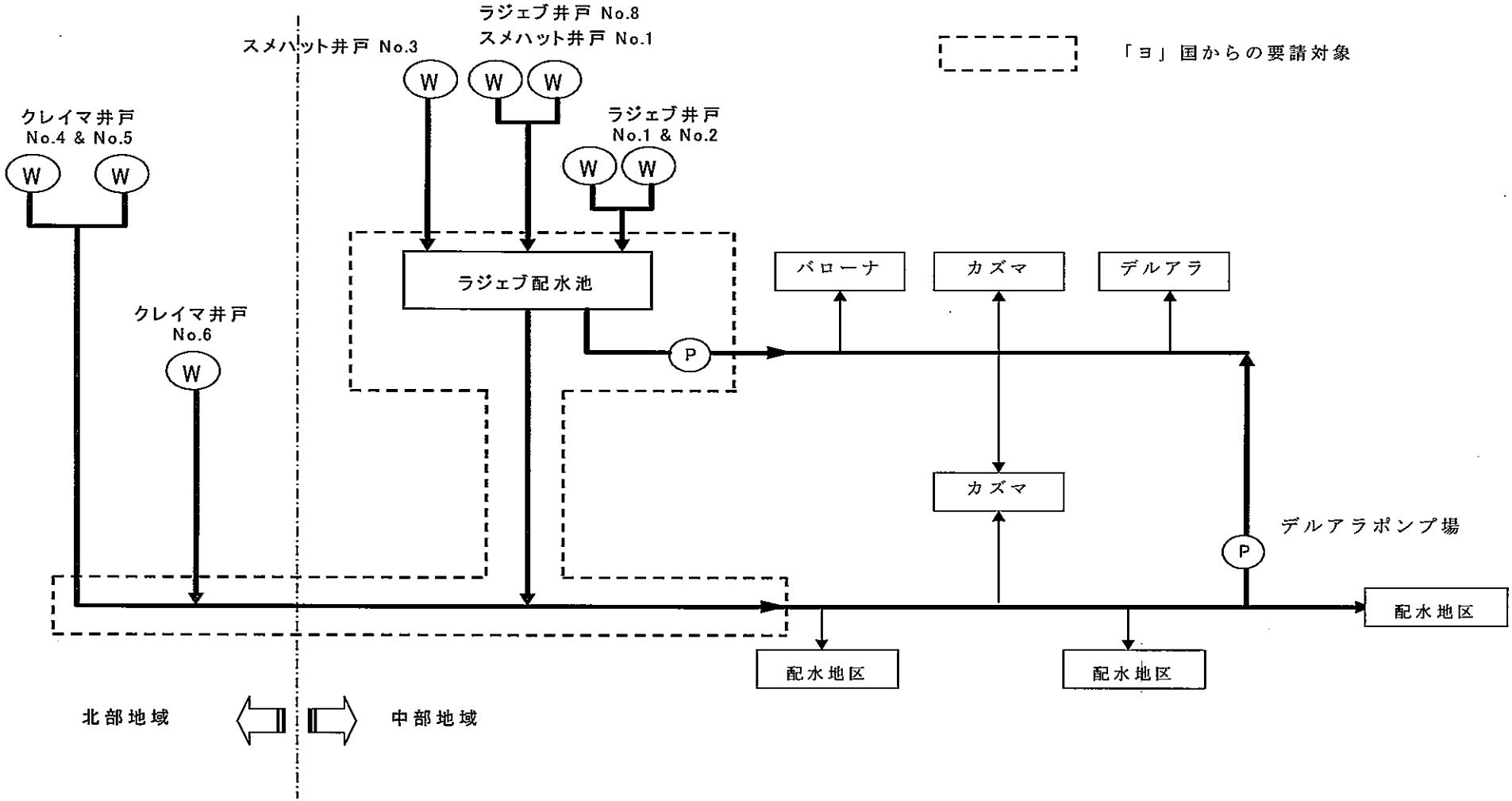


図 3.2.1-5 中部地域の既設送配水システム（参考）

(3)　自然条件に対する方針

1)　気象条件

本計画では、冬期の凍結に対する対策は不要であり、送配水管の敷設にあたっては、構造上の最低土被りが確保されればよく、また、ポンプ施設での保温工事も不要である。一方、夏期の高温対策として、ポンプ設備、および電気設備に対する換気の検討が必要となる。

2)　地形・地質条件

計画対象地域の地質状況は、主に砂礫層、砂層、玉石混じり砂礫層であり、基礎構造物の支持層として適している。

タバカットファヒル水源地を除き地下水は深く、地下構造物の計画では地下水位を考慮する必要はない。タバカットファヒル水源地においては、浅井戸（井戸 No.9）の観測水位から、同地域の地下水位は GL-5.5m より浅くなると予想され、基礎構造物は地下水位を考慮して計画するものとする。また、同地域の埋設管計画においても必要な地下水対策を施すものとする。

3)　地震荷重

本計画で適用する地震係数は「ヨ」国が設定する基準に準拠するものとする。

(4)　建設事情もしくは、業界の特殊事情に対する方針

計画対象地域では、現在、高速道路建設、道路整備、民間住宅の建設等が盛んに行われているが、同地域は農村部と住宅地区がほとんどを占め、同地区を所在にする現地の建設業者は少ない。このため、現地の施工業者の活用では、イルビッド市、アンマン市等の施工業者を活用する必要がある。

(5)　現地業者の活用に対する方針

建設機械については、バックホウ、ダンプトラック、クレーン、コンクリートミキサー車等の一般建設機械は現地建設会社からのリースが可能である。生コン、鉄筋等の一般建設資材については、現地調達が可能である。型枠・支保工については、現地調達と日本からの調達の両面から経済性で決定する。

しかし、短期間に大量、多岐にわたる工事を平行して遂行する必要があり、事業全体の総合的な施工計画立案、工程管理、資機材調達管理、品質管理、安全管理が必要である。

日本国から必要な技術者を派遣し、工程管理・品質管理・安全管理を行う。

日本国から派遣する必要がある主要な技術者は、下記のとおりである。

- 水密性の必要な配水池工事の技術者
- 市街地、幹線道路における管路工事および水管橋工事の技術者
- ポンプ場の機電技術者
- SCADA システムおよびソフトコンポーネントの技術者

(6)　機材のグレードの設定に係わる方針

送配水本管の管材料は、WAJ の基準に規定されている、ダクタイル鋳鉄管、鋼管、および高密度ポリエチレン管（HDPE 管）の中から、「ヨ」国での実績が高く、施工性と経済性に優れたダクタイル鋳鉄管を採用する。具体的な検討内容は 2.2 基本計画で詳述する。

供与対象となる配水枝管の管材料（異形管、弁類を含む）は、WAJ の基準の規定品の中から、「ヨ」国で製造され、実績があり、経済性に優れている高密度ポリエチレン管（HDPE 管）を採用する。敷設替えの対象となる数量は、調査の結果、要請された数量に対して大幅に増加する傾向にあり、施工を行う WAJ の施工能力を含め、施工にかかわる WAJ の予算措置を確認する必要がある。具体的な検討内容は 2.2 基本計画で詳述する。

(7) 施工方法、工期に係る方針

コンクリート工事の施工では、夏場における日中の気温が 40℃を超え高温になることが予想されるため、夜間でのコンクリート打設を考慮する。配水池のコンクリート工事は、品質および打設量を考慮して、イルビッド市の生コン業者より調達することを計画する。

本計画の工事工程は配水池の工事工程から設定する。配水本管の敷設延長が約 61km と長くなるため、適正なチーム数を設定して、最適な全体工程を決定する。

本計画には WAJ の施工による配水管網の整備工事も含まれているため、管網整備工事にかかわる工事工程を十分考慮して、本計画の工事工程を策定するものとする。

市街地の管敷設工事にあたっては、即日、あるいは短期間の道路復旧が必要になるため、現場でのコンクリート工事はできるだけ避け、既製品の活用を考慮することとする。

(8) 環境配慮に対する方針

本計画で敷設替により不要となるアスベスト管は、周囲への環境汚染防止を考慮し、撤去せず、そのまま埋設された状態で残すものとする。施工後に、既存アスベスト管の埋設位置が分かるように、埋設を示した地図を作成し、WAJ および環境省へ提出する。

(9) 交通事情に対する方針

本計画の管路工事は供用中の一般道路での開削工事となる。とくに、計画地域を南北に走る幹線道路は、ヨルダン渓谷の物質輸送、人的輸送の中心道路であり、交通当局との密な連絡をとり、出来るだけ交通障害が少なくするよう、十分配慮した施工計画を策定するものとする。また、工事にあたっては、周囲の安全に配慮し、安全標識や保安施設を設置、交通整理員の配備など必要な安全策を設けることとする。

3-2-2　基本計画

3-2-2-1 設計条件

(1)　目標年次

本計画の目標年次は、わが国の無償資金協力の基本的要件である緊急性を考慮し、施設完成（2007年の末頃を想定）後 3 年程度として 2010 年に設定する。一方、基準年を 2003 年とし、基準年のデータもとに目標年次の予測計算を行う。

(2)　計画対象地域および計画給水人口

1)　計画対象地域

北部地域は、北シュナ ROU の管轄となる北のアダシヤ地区から、南のクレイマ地区までが本計画の対象となる。また、北部地域からは、キナナ ROU の管轄であるムカイバ地区にも給水が行なわれており（図 3.2.1-2 参照）、本計画では、ムカイバ地区の給水人口も計画に加える必要がある。

中部地区は、表 3.2.2.1-1 に示す一部の地区が対象となるが、対象となる送配水管の改修ではこの地区への給水量のみならず、他の地区への給水量も含んだ全体の送配水システムの中でその評価を行う必要がある。本計画では、改修の対象となる全配水管のうち、既存アスベスト管の敷設替えを実施、また、目標年次においても水源からの給水量は現在と変わらないものと考え、この給水量をもとに管口径を決定するものとする。

2)　計画給水人口

a.　現況の給水人口

北部地域の行政人口を表 3.2.2.1-1 に、中部地域の行政人口を表 3.2.2.1-2 に参考として示す。

表 3.2.2.1-1 北部地域の行政人口（2003 年）

行政区分（市町村名）	行政人口
アル・アダシヤ	2,663
スコール・アル・ゴール	16,588
アル・ボクラ	853
モウアス	7,510
アル・ヒマ	368
タバカットファヒル	20,333
クラヤット	6,702
カナット・アル・マリク・アベド・アラ	17,478
ゴール・アラ	1,357
ゴール・アル・ワハドナ	22,933
合　　計	96,785

出典）Department of Statics of Jordan

表 3.2.2.1-2 中部地域の行政人口（2003 年）（参考値）

行政区分（市町村名）	行政人口
バローナ	5,679
カズマ	2,733
アル・ルワイダ	3,108
デルアラ	6,077
合　　計	17,597

出典）Department of Statistics of Jordan

給水人口は、行政人口に水道普及率を乗じて求められるが、水道普及率に関するデータはなく、WAJ の上水道管路敷設図から、北部地域内の水道普及率は 100%に近い数値であると推定、給水人口は現在、目標年次とも行政人口に等しいものと仮定する。また、行政区分と、水源井戸をもとに設定されている水道の配水区分とは、必ずしも一致しないため、WAJ の GIS データベースの水道契約者数データをもとに行政人口を各配水区に配分し、北部地域の配水区ごとの給水人口を求めた（表 3.2.2.1-3）。北部地域の給水人口には、キナナ ROU の管轄地区であるムカイバ地区も含まれているため、その給水人口を、水道の契約者数データをもとに算定し、北部地域の給水人口に加算した。また、北部地域の水源とは基本的に異なる水源を利用しているタバカットファヒル地区は、その配水量が同定できないため、現在の給水状況を評価する際において、北部地域から除外した。

表 3.2.2.1-3 北部地域の給水人口（2003 年）

配水区分	水源井戸	管轄機関	給水人口
エリアA	ワディ・アラブ No.6	キナナ ROU(ムカイバ)	4,937
		北シュナ ROU	41,639
		小　計	46,576
エリアB	ﾀﾊﾞｶｯﾄﾌｧﾋﾙ井戸 No.5 (ﾀﾊﾞｶｯﾄﾌｧﾋﾙ井戸 No.9)	北シュナ ROU (ﾀﾊﾞｶｯﾄﾌｧﾋﾙ地区)	29,625 (31,270)
エリアC	スペイラ井戸(50%) + スレイクハット井戸 No.1	北シュナ ROU	8,112
エリアD	スレイクハット井戸 No.3 (ソファラ井戸)	北シュナ ROU	2,170
エリアE	クレイマ井戸(No.1、 No.3A)	北シュナ ROU	13,594
合　計			100,077 (101,722)

備考）( )内数値は北シュナ ROU の水源を異にするタバカットファヒル地区を給水人口に含めたもの。

b.　計画給水人口

表 3.2.2.1-1 に示される、基準年の給水人口をもとに求められた、目標年次における北部地域の予測給水人口は表 3.2.2.1-4 のとおりであり、これを目標年次における計画給水人口とする。計画給水人口には、現在の給水状況を評価する際にエリア B の給水人口から除外したタバカットファヒル地区も含むものとする。

表 3.2.2.1-4 北部地域の計画給水人口（2010 年）

配水区分	給水人口 (2003 年)	給水人口 （2010 年）
エリアＡ	46,576	53,569
エリアＢ	29,625	34,073
タバカットファヒル地区	(1,645)	1,892
エリアＣ	8,112	9,330
エリアＤ	2,170	2,496
エリアＥ	13,594	15,635
合計	100,077 (101,722)	116,995

人口増加率： 2.242% (2003-2008)、1.927%(2008-2010)

(3) 計画漏水率

a. 現況の漏水率

KfW の協力で実施されている「Water Loss reduction Programme Northern Governorates」（2003 年 9 月～46 ヶ月）の概念設計報告書によると、ヨルダン渓谷北部地域の不明水率は、2003 年において 53%であるがその内訳は不明である。不明水率は、管路からの物理的な漏水による漏水率と、実際には利用されているが料金が徴収できない無収水率に分かれる。本計画により直接的にその効果が期待できるものは、漏水率の削減であり、無収水率に関しては、上水施設、あるいは組織の運用維持管理によって改善がなされるものであり、その目標値を設定することは難しく、本計画では計画漏水率のみを設定するものとする。

現況の漏水率を推定するために、北部地域の 1 村（アダシヤ）を対象にした漏水試験を実施した。漏水試験は WAJ の PMU (Programme Management Unit)の下部組織である UFW(Unaccounted for Water)の協力を得て行い、その結果、北部地域における現況の漏水率は 30%程度であるものと推定した。漏水試験は、村内の給水管に水圧計を設置して 48 時間の連続水圧データを取得、漏水量は水圧に比例するという仮定をもとに、記録されたデータの変化量から漏水量を同定する方法を用いた。

b. 計画漏水率

前出の報告書では、2005 年における計画漏水率を 20%、2015 年の値を 15%に設定している。また、「ヨ」国における類似プロジェクトでは 2010 年の計画漏水率を下表のように設定している。しかしながら、施設の改善内容に対する漏水率の削減効果を定量的に把握することは難しく、本計画では前出の報告書、「ヨ」国における類似案件、あるいは、関係機関のアドバイスを参考にしながら、目標年次の計画漏水率を 20%と設定する。

調査またはプロジェクト名	計画漏水率(%)	備考
WAJ 無収水削減プログラム	18	イルビッド県
ザルカ地域上水道計画（JICA）（建設中）	20	ザルカ県
北部地域送水幹線建設計画 (F/S)	26	

(4) 計画給水量

1) 現況の給水状況

a. 給水能力

北部地域の給水は、すべて井戸水源よってまかなわれており、他の水源の利用はない。「ヨ」国からの要請書に示された、スレイクハット湧泉は、すべての量を灌漑用に使い、現在は上水用には利用されていない。同様に、要請書に示されたスペイラ井戸については、生産量の 50%が上水用に利用され、残りの 50%は灌漑用に使われている。

「ヨ」国では、井戸からの過剰揚水の問題が指摘されており、新たな井戸の開発は認められておらず、既存井戸に関しても、現在の揚水レベルを超えることは出来ない。既存の井戸データから目標年次においても現在の生産量を維持することは十分に可能であり、本計画では、現在の井戸の生産量をベースに、目標年次の計画策定を行うものとする。

配水区ごとの水源井戸の供給能力（年平均、年最大）を表 3.2.2.1-5 に、その月別生産量を図 3.2.2.1-1 に示す。

表 3.2.2.1-5 北部地域の水源井戸の供給能力（2003 年）

単位：m^3/h

水源井戸	年平均	年最大	変動率(ピーク率)
ワディアルアラブ井戸 No.6	194.2	241	1.24
タバカットファヒル井戸 No.5	165.2	210	1.27
スペイラ井戸(50%)＋ スレイクハット井戸 No.1	41.0	50	1.21
スレイクハット井戸 No.3（ソファラ井戸）	11.8	26	2.17
クレイマ井戸 (No.1、No.3A)	63.2	79	1.25
合　計	475.5	-	-

備考) タバカットファヒル井戸 No.9 の生産量の一部をタバカットファヒル地区のみに供給しているが、データからこの量は特定できず、北部地区の水源井戸の供給量から除外した。

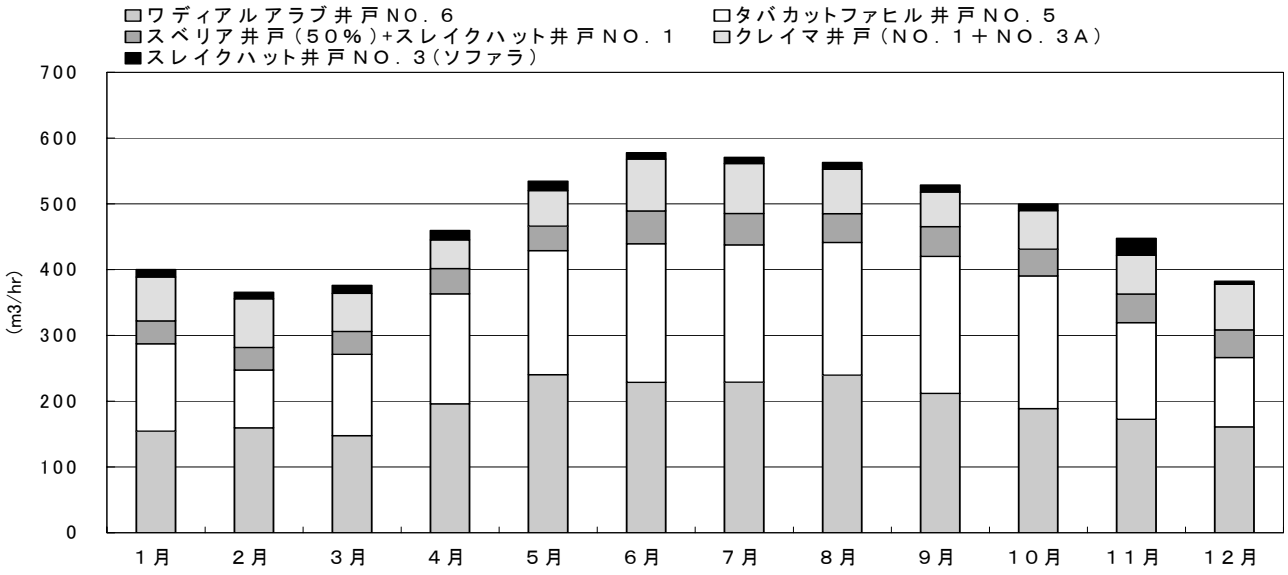


図 3.2.2.1-1 北部地域の水源井戸からの月別供給能力（2003 年）

b. 給水量

北部地域の給水量は井戸からの生産量に等しくなる。配水区ごとの給水量と、１人１日平均給水量を表 3.2.2.1-6 に示す。北部地域の 1 人 1 日平均給水量は 114 l/c/d となる。

表 3.2.2.1-6 北部地域の給水量と１人１日あたりの日平均給水量（2003 年）

配水区分	水源井戸	日平均給水量(m^3/h)	給水人口	１人１日平均給水量 (l/c/d)
エリアＡ	ワディアルアラブ井戸 No.6	194.2	46,576	100
エリアＢ	タバカットファヒル井戸 No.5	165.2	29,625	134
エリアＣ	スペイラ井戸(50%)＋ スレイクハット井戸 No.1	41.0	8,112	121
エリアＤ	スレイクハット井戸 No.3 （ソファラ井戸）	11.8	2,170	131
エリアＥ	クレイマ井戸 (No.1、No.3A)	63.2	13,594	112
北部地域全域		475.5	100,077	114

備考） 北シュナ ROU の水源を異にするタバカットファヒル地区は除いた。

2) 計画給水量

a. 計画１人１日平均使用水量

本計画の基準となる計画１人１日平均使用水量は、現在の給水量の推定値、「ヨ」国における類似プロジェクトの採用値、ならびに関係機関との協議内容をもとに、現実的かつ妥当な値を採用する。

北部地区の基準年における１人１日平均使用水量は次のように推定できる。

１人１日平均使用水量　　＝　　１人１日平均給水量 x （１―漏水率）
＝　114 x (1-0.3)＝80 l/c/d

関係機関は、現在の北部地域の使用量を 80-90 l/c/d 程度と見込んでおり、上記の推定値はほぼ妥当な数値であると判断される。

一方、「ヨ」国における類似プロジェクトでは、2010 年における計画１人１日平均使用水量を次のように設定している。

ザルカ地域上水道計画	JICA	100
北部地域送水幹線建設計画 (F/S)	USAID	100

現在の給水実績（80 l/c/d)、また、類似プロジェクトの採用値（100 l/c/d）から本計画の計画１人１日平均使用水量を 100 l/c/d 以上とする。

b.　計画１人１日平均給水量

計画１人１日平均給水量は次のように求まる。

計画１人１日平均給水量　＝　計画１人１日平均使用水量／（１―計画漏水率）
＝　100 ／（1-0.2）＝ 125 l/c/d

c.　計画日平均給水量

計画日平均給水量は次のように求まる。

計画日平均給水量　　＝　計画１人１日平均給水量 x 計画給水人口
＝　125 x 116,995/1000＝14,624m^3/日＝609.3 m^3/時

d.　目標年次(2010 年)における給水量の不足分

目標年次(2010 年)における給水量の不足分は次のように求まる。

給水量の不足分（日平均）　＝　計画日平均給水量(2010 年)-日平均給水量（2003 年）
＝　609.3 - 475.5　＝　134 m^3/時

(5)　計画負荷率（ピークファクター）

設計水量を求めるため、日平均水量に対するピーク時の負荷率を設定する。需要側の使用水量は、時間とともに変動し、季節による変動幅、１日の間での時間変動幅を設定し、日平均水量に対する計画負荷率を求める。計画負荷率は、施設の規模を決めるためのパラメータであり、この値を大きくとれば施設にとっては安全側の設計となるが、不必要に大きくとることは過大設計を招くことになるため、できるだけ現実に合った値を採用する。

1)　季節変動による計画負荷率

表 2.2-5 に示す水源井戸の実績値を参考にしながら､季節変動による計画負荷率を 1.3 に設定する。

この値は、「ヨ」国の類似プロジェクト（JICA のザルカプロジェト）でも採用されている値である。この負荷率により、計画日平均給水量に対する計画日最大給水量が求まる。

計画日最大給水量　　＝　　計画日平均給水量 x 計画負荷率（1.3）

2)　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。ヨルダン国のいくつかの類似プロジェクトでは、最大で 1.5 の値を採用している（JICA のザルカプロジェトは 1.5)。しかしながら、給水制限時における負荷率と通常給水時の値は違ってくるものと考えられ、給水制限時の負荷率は通常給水時に比べて低い値を示すものと推測できる。

本計画では通常給水時の計画負荷率に 1.5 を採用、給水制限時の負荷率は 1.5 を最大として必要に応じて補正した値を採用するものとする。この計画負荷率により計画時間最大給水量が求まる。計画時間最大給水量は、配水本管の管径を決定するときの設計流量に用いられ、本計画では通常給水実施時の値を設計流量に用いた。給水制限時の値は、決定された管径が、給水制限時においても妥当であるかどうかを評価するときに使用する。

通常給水実施時（10 月中旬-4 月）:

計画時間最大給水量　＝　計画日給水量（10 月-4 月での最大日給水量）
x 計画負荷率（1.5）

給水制限時（5 月-10 月中旬）:

計画時間最大給水量　＝　　計画日最大給水量 x 計画負荷率（1.5 以下）

(6)　計画配水池容量

給水量の一日の変動分を貯水できることが、配水池の容量の基本的な算出方法である。すなわち、需要の少ない夜間に貯水し、昼間の需要の多い時間帯に貯水分を配水する。そのためには、計画地における給水量の時間変動曲線が必要だが、適用できるデータはない。また、配水池には、緊急用としての水を蓄えておくことも目的の１つに上げられるが、計画地の絶対的な水源不足の現状を考えると、そのために不必要に大きな貯水容量を確保することは現実的な方法とは言えず、類似プロジェクトでの適用値、既存の配水池容量とその運用実績を参考にしながら、配水池容量は、日平均給水量の 8 時間分以上を確保する容量とした。日平均給水量は、通常給水時期（10 月中旬－4 月）における日最大給水量にほぼ等しい量である。

(7)　計画給水圧

計画給水圧は、2.5bar から 6bar を原則とし、できるだけこの範囲を維持することとする。計画給水圧は、配水管から各需要家へ分岐される給水管の水圧であり、最低水圧の 2.5bar は、４階建ての建物へ直接給水が可能な水圧である。この計画給水圧は「ヨ」国で一般的に採用されている値であり、給水圧の上限値を押さえることは、漏水対策にも効果を発揮することになる。

3-2-2-2 全体施設計画

(1) 目標年次の水収支

目標年次における、給水量の不足分が確保されるという条件をもとに、計画対象地区の水収支を求めた。給水量の不足分は日平均で 134m^3/時である。この量は、現在、PS0 を経由してイルビッド市へ送水される量から、一部を充当することによって対応することで「ヨ」国側の了解が得られている。具体的にはタバカットファヒルの井戸 No.9 の全量を、北部地域で使用することになる。調査期間（夏季）に実施した流量観測では、タバカットファヒルの井戸 No.9 の生産量は 167m^3/時程度であり、これを日最大給水量とすると、日平均給水量は負荷率 1.3 で除して 128m^3/時となり、ほぼ給水量の不足分に匹敵する。また、クレイマ地区を中心にした南部の地域は、タバカットファヒルから遠く離れており、水理的に新たな水源増分の恩恵を受けることは難しい。このため、この地域は、現在中部地域へ全量送水されているクレイマ井戸 No.4 & No.5 の一部（生産量 80m^3/時から 20m^3/時）を充当し、不足分を補うということで「ヨ」国側の了解が得られた。したがって、目標年次における給水量の合計は次のようになる。

目標年次の給水量（日平均）＝ 基準年の給水量
+ タバカットファヒル井戸 No.9 の生産量
+ クレイマ井戸 No.4 & 5 の生産量から一部
＝ 475.5(m^3/h) + 134(m^3/h) + 20(m^3/h) = 629.4(m^3/h)

上記の給水量をもとに現在の配水区分を見直し、目標年次の新たなゾーニングを行い、計画対象地域内の水収支を算定した。配水区分図を 3-2-3 基本設計図（JWP-GN-04）にその水収支を表 3.2.2.2-1 に示す。

表 3.2.2.2-1 北部地域の水収支

基準年(2003 年)				目標年次(2010 年)			
配水区分	日平均給水量	給水人口	1 人 1 日平均給水量 (l/c/d)	配水区分	日平均給水量	給水人口	1 人 1 日平均給水量 (l/c/d)
エリアＡ	194.2	46,576	100	エリアＡ	194.2	38,794	120
エリアＢ	165.2	29,625	134	エリアＢ	165.2+134 =299.2	52,191	138
エリアＣ	41.0	8,112	121	エリアＦ	116+20 =136	26,010	125
エリアＤ	11.8	2,170	131				
エリアＥ	63.2	13,594	112				
全体	475.5	100,077	114	全体	629.4	116,995	129

(2) 送配水システム計画

構築されたゾーニングをもとに水理計算を行い、送配水管路の管径、減圧弁の仕様と位置、およびポンプ仕様を決定した。全体のシステム図を図 3.2.2.2-1～3 に、水理計算結果を図 3.2.2.2-4～8 に示す。

また、タバカットファヒルの送水システムでは、対象となる井戸 No.9 の水中ポンプ、タバカットファヒルへ送水するブースターポンプ、および、ムシャラフ配水池の改修を含め、送水システムとし

て、もっとも効率的に改修効果が期待できるシステムとした。

(3)　全体施設の配置図

本計画の改修対象となる既存施設の配置図を 3-2-3 基本設計図（JP-GN-01～03）に示す。

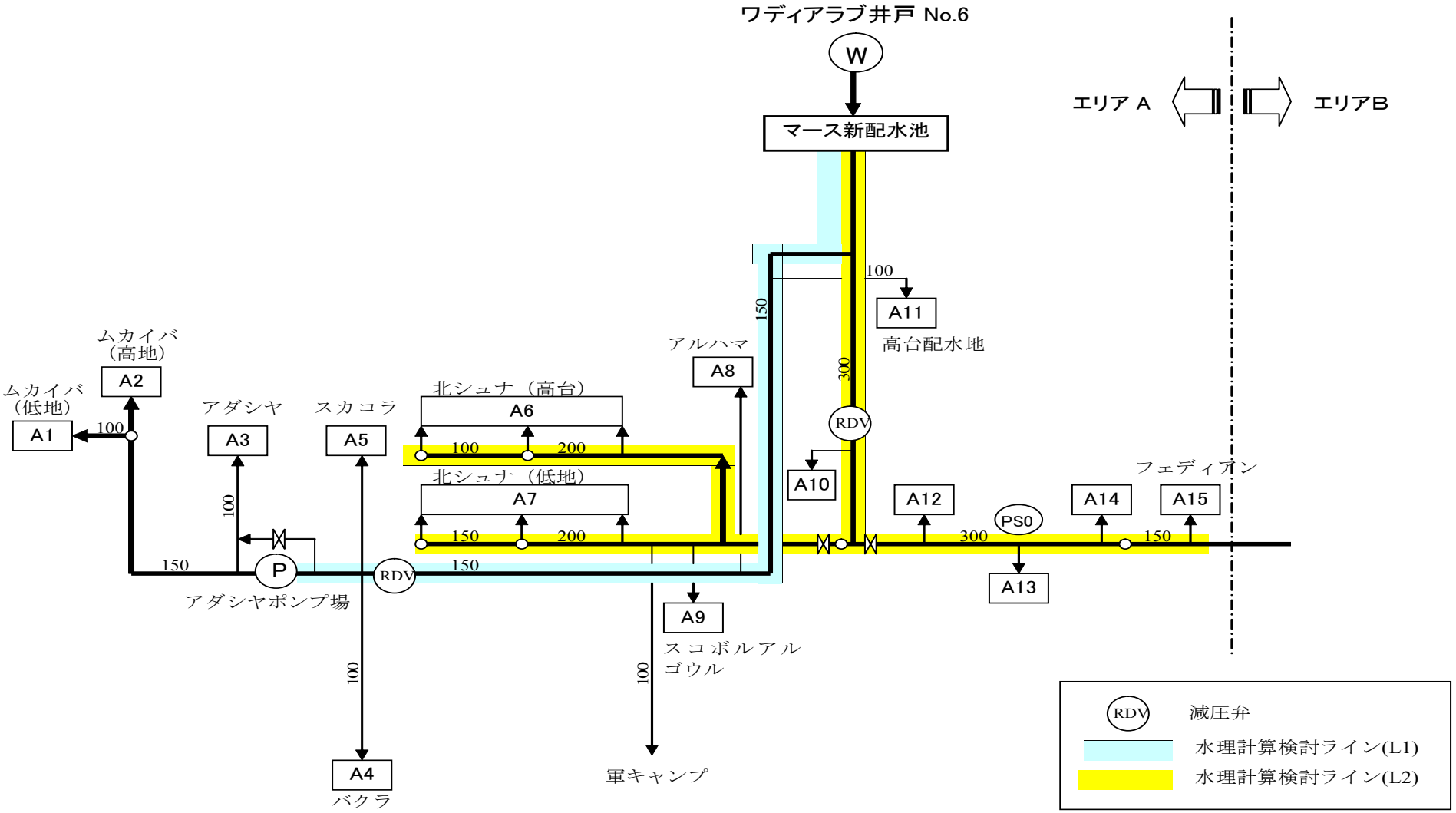


図 3.2.2.1-1 北部地域の計画送配水システム（エリアＡ）

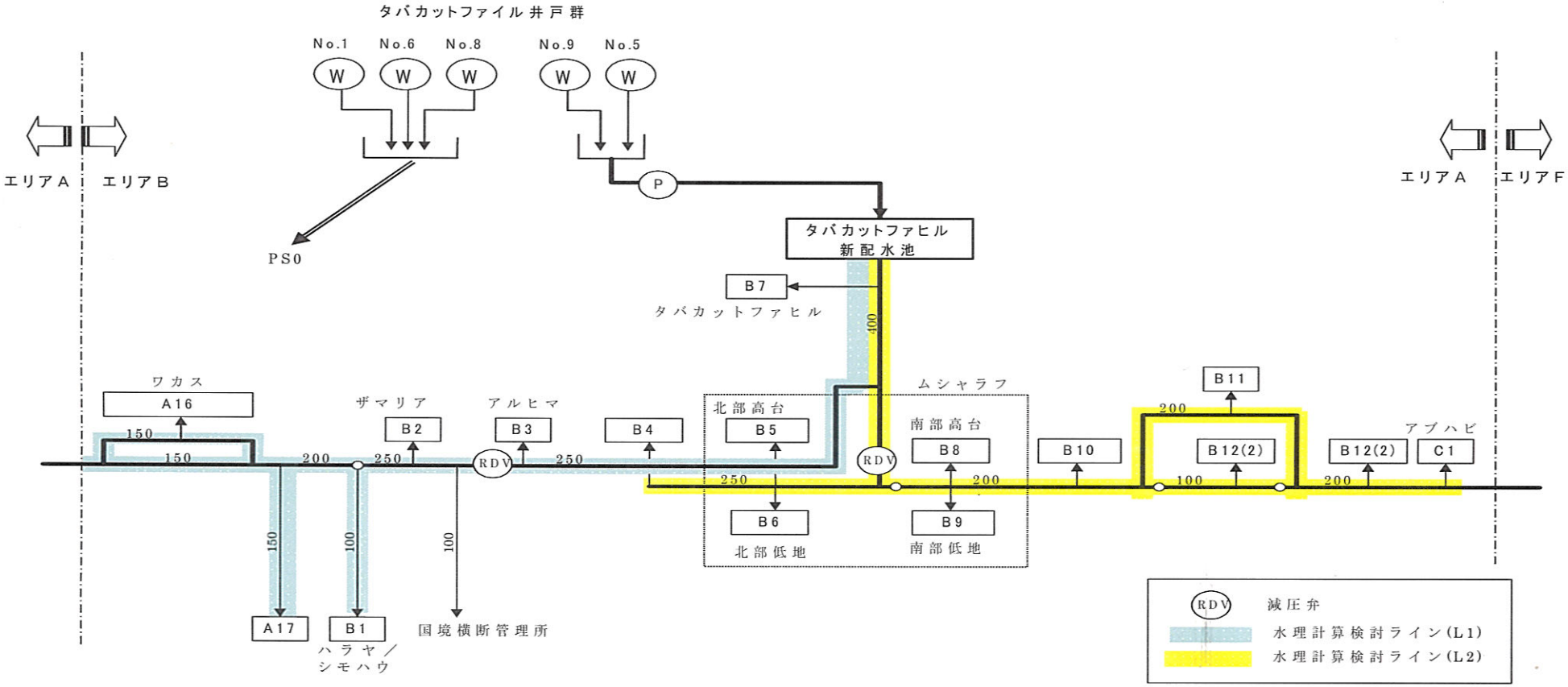


図 3.2.2.2-2 北部地域の計画送配水システム（エリアB）

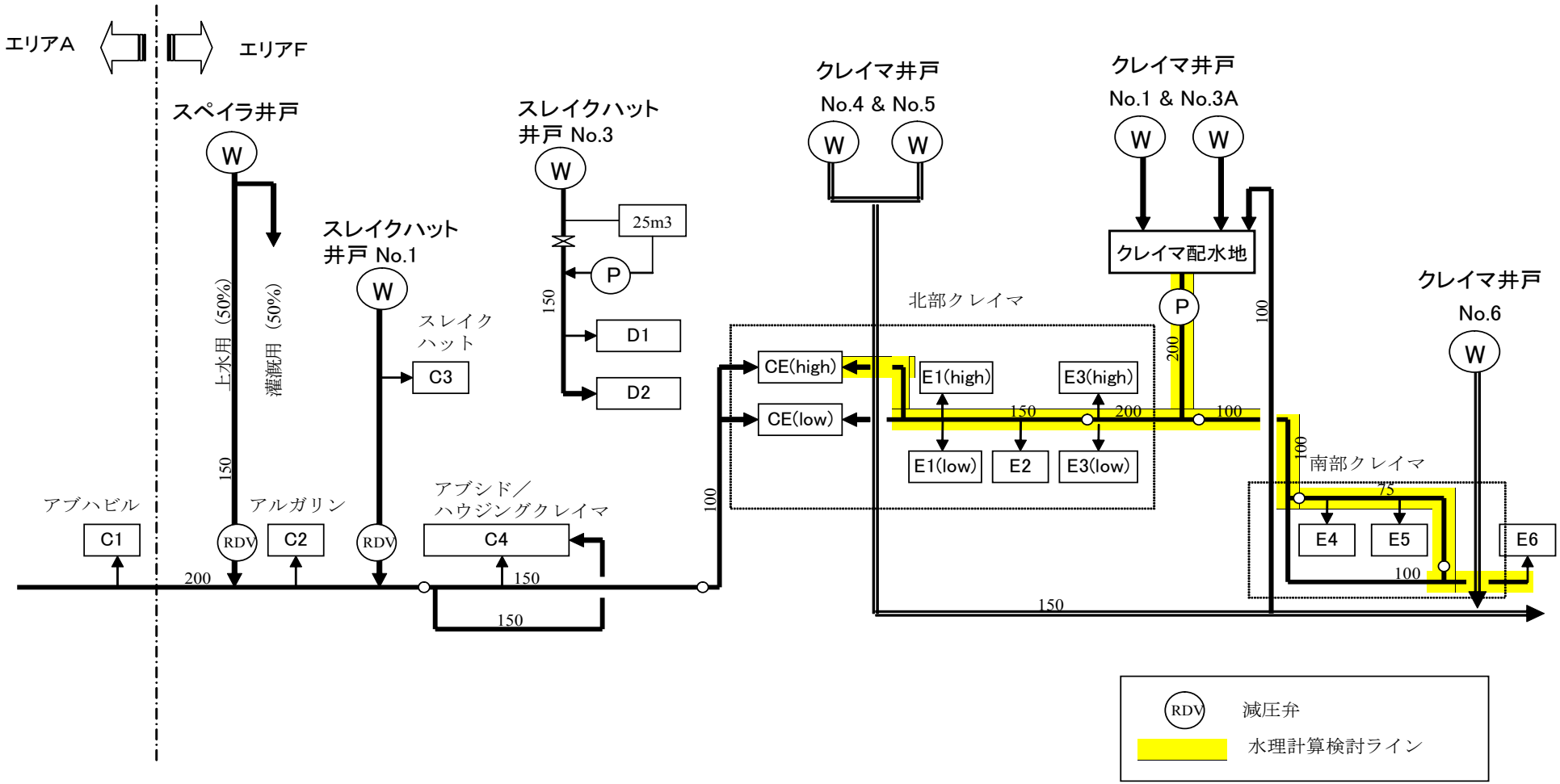


図 3.2.2.2-3 北部地域の計画送配水システム（エリアＦ）

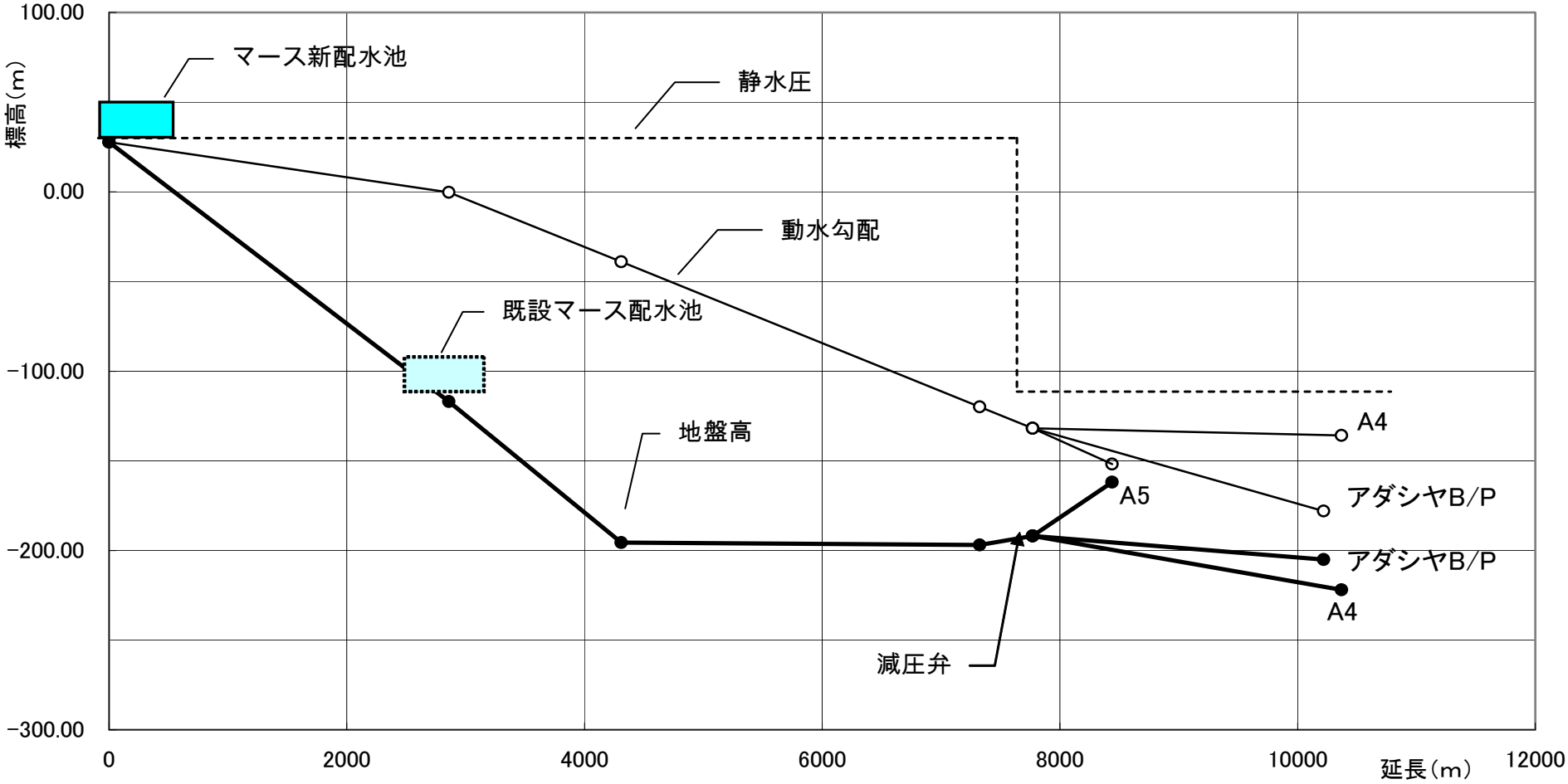


図 3.2.2.2-4 水理計算（エリアＡ- ラインL1）

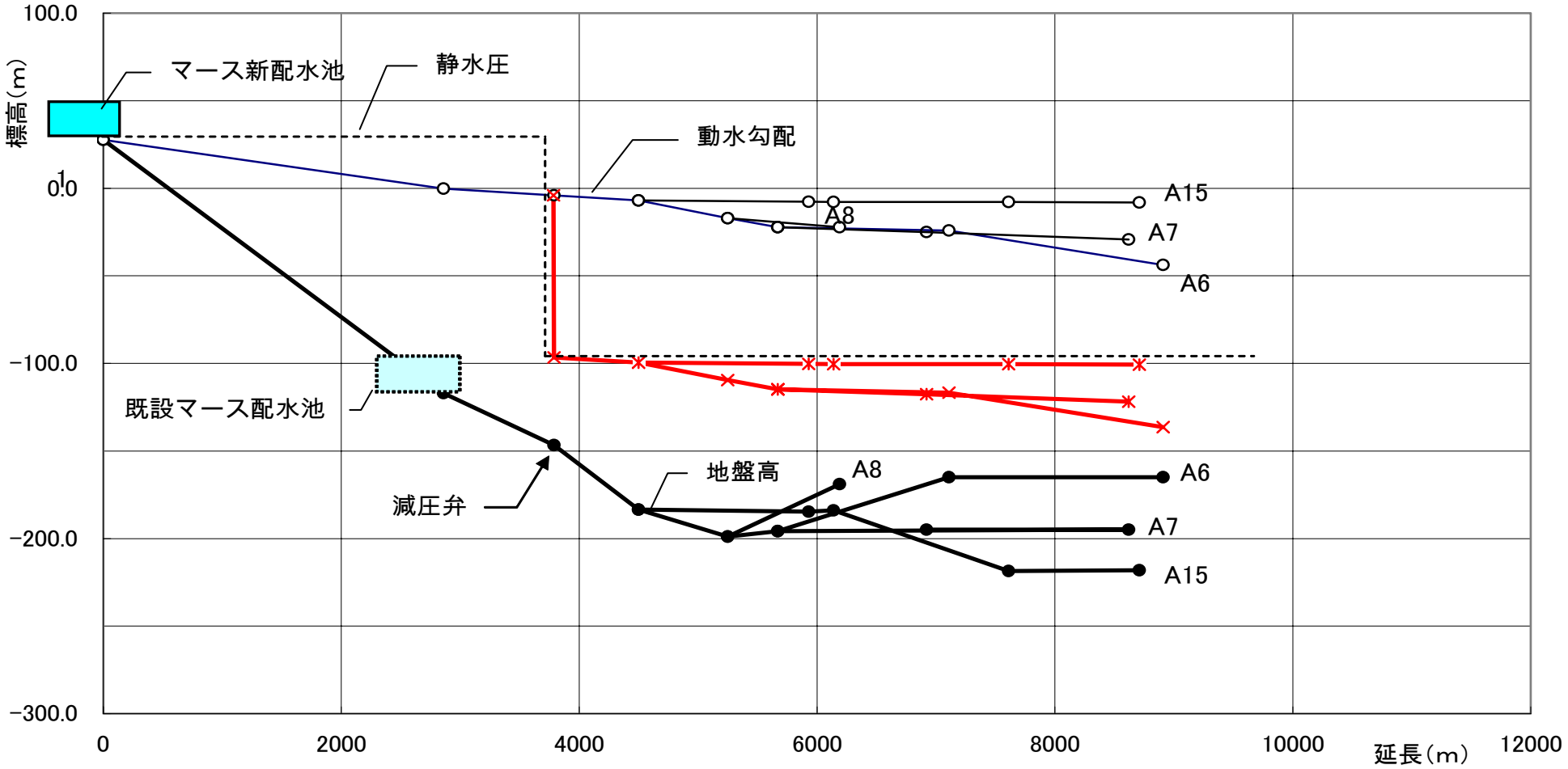


図 3.2.2.2-5 水理計算（エリアＡ- ラインL2）

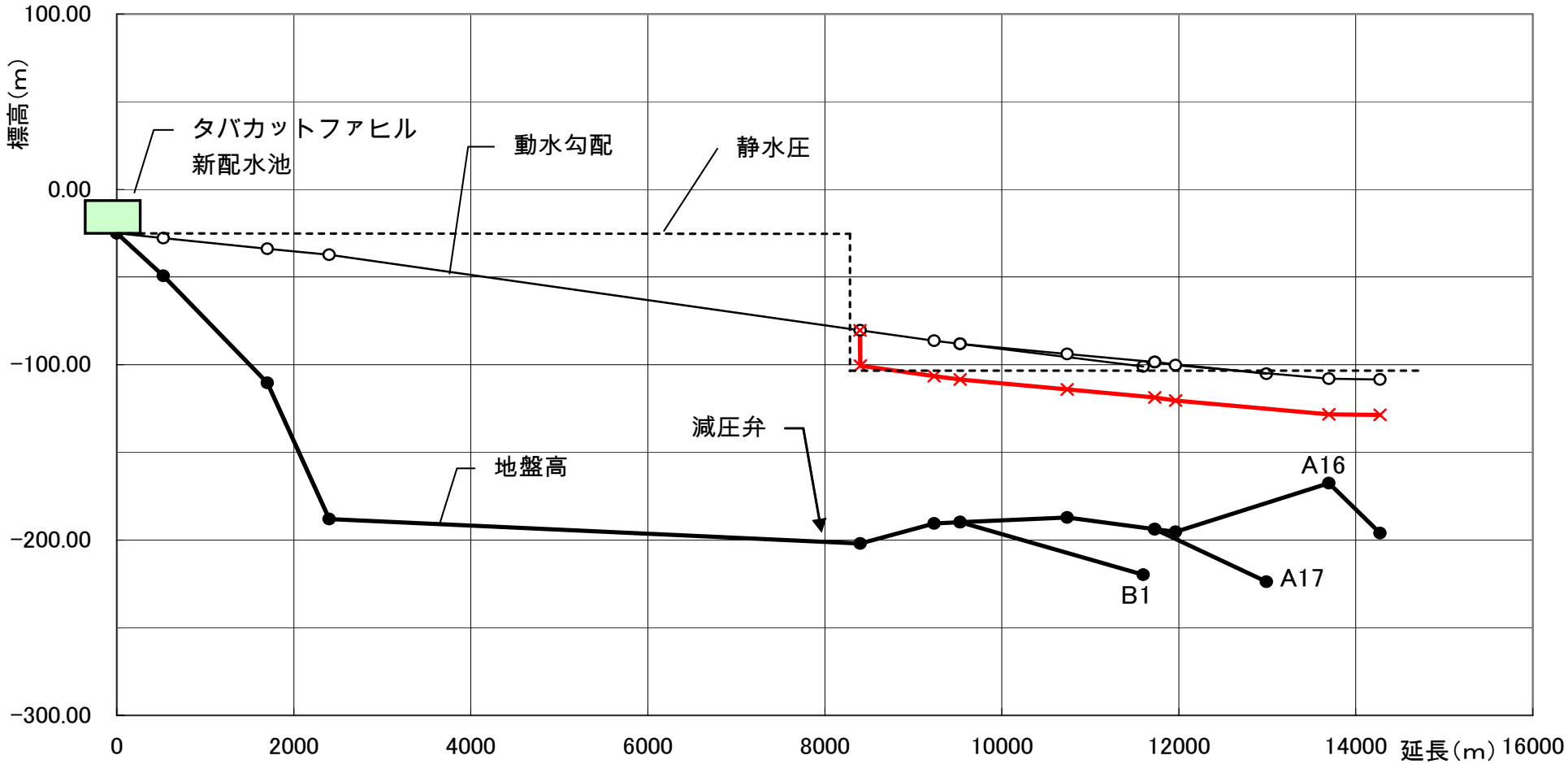


図 3.2.2.2-6 水理計算（エリアＢ- ラインL1）

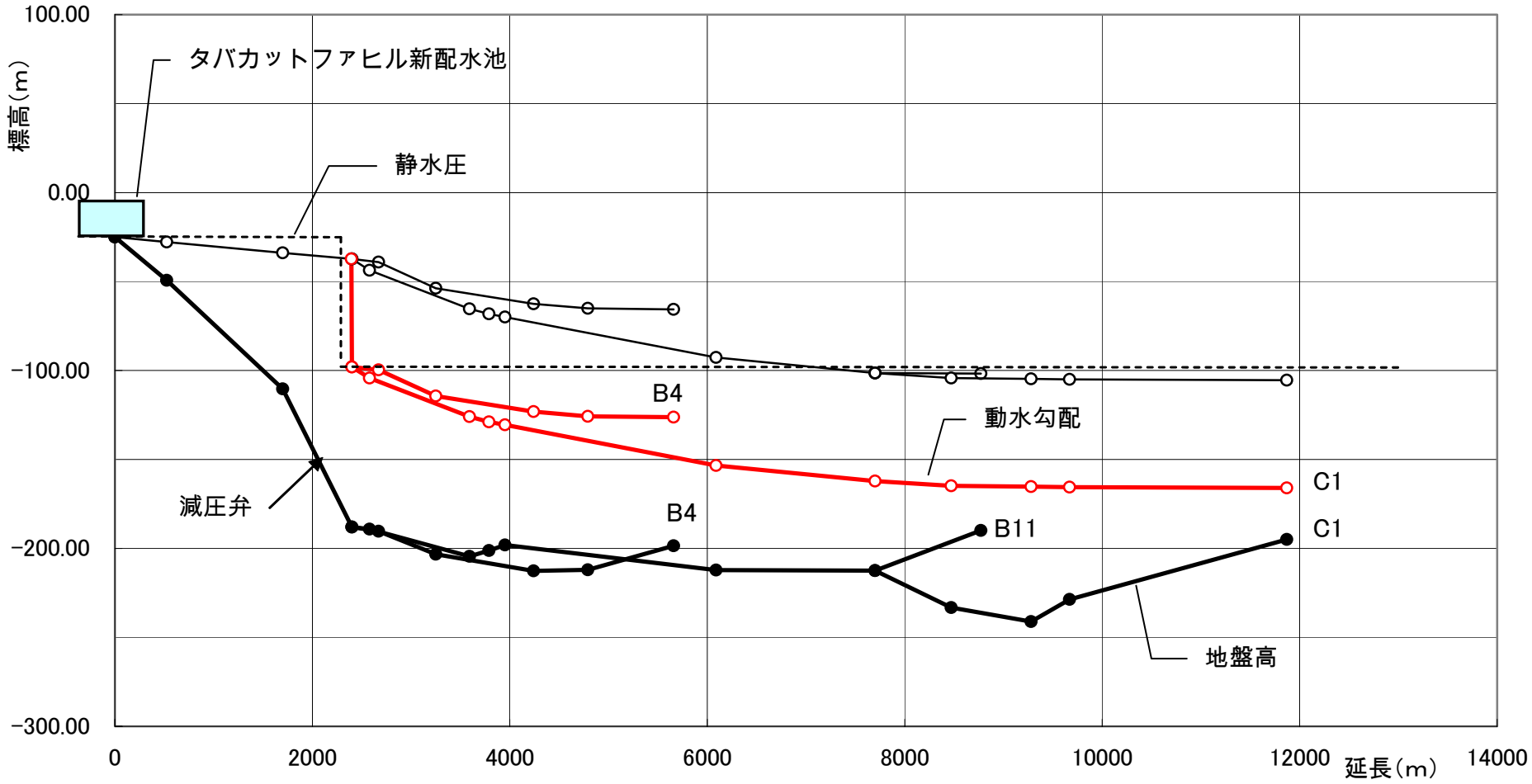


図 3.2.2.2-7 水理計算（エリアＢ- ラインL2）

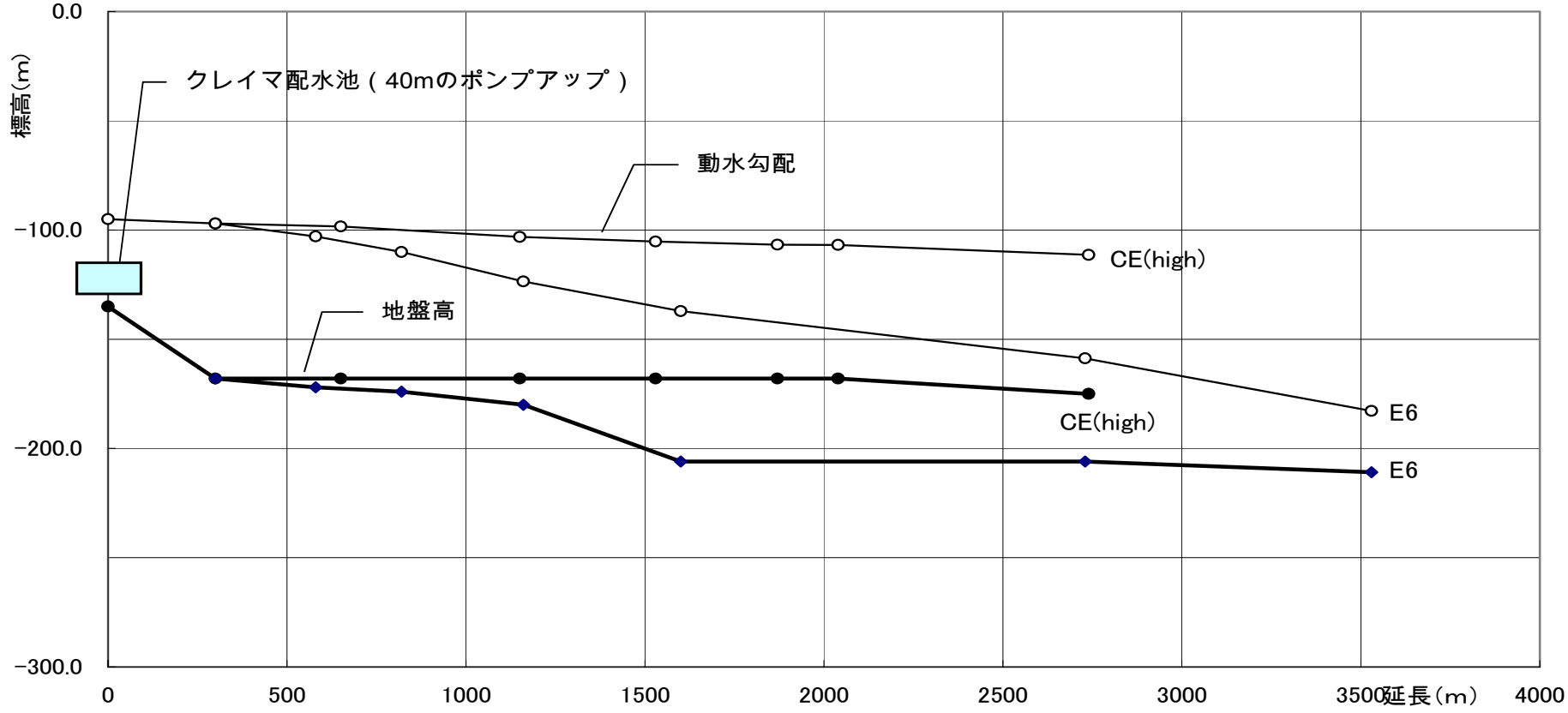


図 3.2.2.2-8 水理計算（エリア F）

3-2-2-3 送水・配水管路の改修計画

(1) 管路の改修計画

1) 管路の改修基準

下記に示す 3 項目の基準をもとに、改修の対象となる管路を決定した。

- 既設の送配水管のうち、すべてのアスベスト管は改修するものとする。アスベスト管は、配水枝管との接続が容易なことによって盗水されやすいこと、また、配水枝管との接続では十分な水密性を保つことが難しく、接続部から漏水が発生しやすい傾向がある。さらに、健康上の理由よりアスベスト管は WAJ の基準より除外されており、敷設替えの対象配管とする。
- 水理計算によって求めた必要な管口径に比べ、サイズが足らない管路は敷設替えを行う。とくに、水源からの送水量増加による、タバカットファヒル配水池とクレイマ配水池からの配水本管は、その口径を太くして、管路の敷設替えを行う。
- 既設の送配水本管ルート変更に伴い、新規の管路敷設も改修計画の対象とする。マース配水池とタバカットファヒル配水池の移設に伴う管路のルート変更がこの対象となる。

2) 改修対象の管路の総延長

改修の対象となる送・配水本管の延長を表 3.2.2.3-1、3.2.2.3-2 に示す。本計画で改修対象となる送・配水本管の総延長は約 61km である。

表 3.2.2.3-1 改修対象となる管路延長（北部地域）

管径 (mm)	送水管 (m)	配水本管 (m)	計 (m)
400	1,254	2,400	3,654
350	0	0	0
300	2,500	2,860	5,360
250	0	8,975	8,975
200	0	23,520	23,520
150	0	6,945	6,945
100	850	8,435	9,285
計	4,604	53,135	57,739

表 3.2.2.3-2 改修対象となる管路延長（中部地域）

管径 (mm)	送水管 (m)	配水本管 (m)	計 (m)
400	0	0	0
350	0	1,510	1,510
300	0	2,070	2,070
250	0	0	0
200	0	0	0
150	0	0	0
100	0	0	0
計	0	3,580	3,580

3)　漏水対策

本計画では、給水圧が足らずに十分な給水量が行き渡らない配水区対策のため、配水池を既存配水池より高い位置へ移設し、配水池からの送水圧を上げることを計画している。一方、配水池からの送水圧を上げることは、低地配水区内の給水圧が過度に上昇し、漏水量の増加を招くことにもなりかねない。

本計画では、この２つの目的を同時に満足させるため、配水本管に減圧弁を設置して送・配水管本管の水圧を適正に維持することを計画する。減圧弁の位置と減圧量については 2.2-1 の水理計算に示すものとする。

4)　施設の維持管理改善に関する対策

現在、配水本管から配水枝管の取り出しは複雑かつ無原則に行われ、接続部でのバルブ操作のために夏期に実施される給水制限に多くの労力を要している。本計画ではこれらの負担を軽減するため、配水本管と配水枝管の接続の単純化をはかり、その接続は一本の接続管により行なわれるように計画する。

しかしながら、北シュナ地区、ムシャラフ地区の市街地では、とくに既存の配水管の敷設状況が複雑であり、本計画では、配水本管からヘッダー管を取り出し、各枝管との接続はこのヘッダー管と行うものとする。これらの接続管には制水弁を設置し、給水制限のためのバルブ操作を容易にするものとする。

(3)　管材料

送水・配水本管の管材料は、WAJ の基準に規定されているダクタイル鋳鉄管、アスファルト被覆鋼管（黒鋼管）、亜鉛メッキ鋼管および高密度ポリエチレン管（HDPE 管）の４種類の中から選定するが、送水･配水本管の口径（100mm-400mm）を考えると、対象となる管種はダクタイル鋳鉄管と鋼管である。この２種類の管材料から、「ヨ」国での実績と以下に示す理由により、水管橋、ポンプ設備と配水池廻りの配管を除き、送水･配水本管の管材料にはダクタイル鋳鉄管を採用するものとする。水管橋、ポンプ設備と配水池廻りの配管材料には鋼管（黒）を採用する。

送・配水本管材料にダクタイル鋳鉄管を採用した理由：

- 管布設工事が容易なことから、各工事区間について、掘削、管布設、埋戻し工事等を即日復旧または短日間で完了させることが可能であり、工事中の自動車及び通行人への影響期間が短い。
- 管の溶接工事、管の溶接部内外面のライニング工事並びに X 線等による溶接検査が不要であり建設費が低廉である。材料費も、最大径の φ400 mm でほぼ同じであるが、それ以下の径においては安価である。
- 鋼管に比べ継手工事が簡単であるため工期が短い。
- 外圧及び内圧の所要強度が十分確保できる。
- 鋼管より耐触性、施工性が有利である。

(4)　付帯設備計画

制水弁、空気弁等の付帯設備は、「ヨ」国側との合意をもとに以下のように計画する。

1)　制水弁

送・配水本管の分岐部、交差部、水管橋と、直管部の約 2 ㎞ごとに設置する。主な仕様は以下のとおりとする。

①　型　　式 ： スルース弁（口径 350mm 以下）
　　バタフライ弁（口径 400ｍｍ）
②　材　　質 ： 鋳鉄またはダクタイル鋳鉄
③　接 合 方 法 ： フランジ接合（弁室内、弁室外可とう管部）

2)　泥吐き弁

管路凹部及び水管橋に設置される泥吐き弁は、低い管路部分に計画する。主な仕様は以下のとおりである。

①　型　　式 ： スルース弁（80 または 100ｍｍ）
②　材　　質 ： 鋳鉄
③　接 合 方 法 ： フランジ接合
④　泥吐き方法 ： 小河川（ワジ）に排水する。

3)　空気弁

管路凹部、水管橋等に設置される空気弁等は高い管路部分に計画する。主な仕様は以下のとおりである。

①　型　　式 ： 双口空気弁 (口径 400mm)、単口空気弁 (口径 350mm 以下)
②　接 合 方 法 ： フランジ接合

4)　減圧弁

上流側の圧力変動にかかわらず、下流側の圧力を常に一定に維持させるため、減圧弁の設置を計画する。減圧幅の異なる 2 つの減圧弁を並列に配置して、上流側の圧力の変動に対して瞬時に反応し、効率的な減圧効果が得られるようにする。主な仕様は以下のとおりである。

①　型　　式 ： 機械式自力型
②　接 合 方 法 ： フランジ接合
③　付　属　品 ：　止め弁、安全弁、水圧計等

5)　異形管防護

異形管防護は市街地を除いてコンクリートブロックで行う。市街地については、離脱防止用のメカニカル継手を採用する。

(5)　水路または小河川の横断法

水路または小河川の横断方法は、水管橋または添架方式とする。水管橋はキングアブダラ水路の横断部に採用し、他の箇所は添架方式または鋼管横断方式とする。

1) 水管橋

- 支間長が 12m程度と短いため単純支持形式とする。
- 水管橋の材質は鋼製とする。
- 水管橋下端は橋梁下端より高くする。
- 不等沈下を考慮して可とう管を水管橋の両端埋設部に設置する。
- 空気弁を水管橋の設置レベルの最も高い中央付近に設ける。

2) 橋梁添架および鋼管横断方式

キングアブダラ水路を除く小河川の横断は、橋梁添架または鋼管横断方式とする。橋梁に添架できるときは橋梁添架方式を採用、橋梁にブラケットを設置して配水本管を添架する。横断部がボックスカルバートのとき、あるいは既設配管が既に設置され橋梁に添架出来ない場合は、鋼管横断方式を採用して、両岸をコンクリート巻きにして、ダクタイル管との接続にカップリングを用いる。

(6) 施工方法

送水･配水本管の水路横断部を除いた標準区間の管布設工事は、経済性を考慮して開削工法により行う。水管橋基礎部は水路脇での工事となるため、地下水対策として安全に施工できる木矢板土留工法を採用する。

標準区間の管継手方法は、工事が容易であり、資材費と工事費が低廉であること、所定の水密性が確保できる等の理由で T－字型（プッシュオン型）継手を採用する。また、屈曲部、伏越部等では、作業性を考慮し K－字型（メカニカル）継手を採用する。

3-2-2-4 配水池の改修計画

(1) 容量の設定

「ヨ」国側から要請された、改修の対象となる北部地域の配水池は次の 4 つであるが、現地調査の結果、スレイクハット配水池は現在使われていないことが分かり、対象から除外した。

- マース配水池
- ムシャラフ配水池（タバカットファヒル配水池）
- スレイクハット配水池（現在は利用されていない）
- クレイマ配水池

配水池容量は、日平均給水量の 8 時間分以上を確保するものとし、新たな水源から送水量を考慮して計画する。各配水池の計画容量を表 3.2.2.4-1 に示す。ただし、クレイマ配水池については、目標年次においても必要な容量を上回っており、容量拡張は行なわず、現在の送水圧を高めるために送水ポンプ設備の新設を行う。

マース配水池とムシャラフ配水池（タバカットファヒル配水池）は、容量拡張とともに送水圧の確保のため、既設配水池より高い位置への移設を計画するが、移設後には新規の配水池のみを利用して、既設配水池の利用は考慮しない。

表 3.2.2.4-1 北部地域の配水池容量

配水池	既設（2003 年）		新規計画（2010 年）		
	容量 (m^3)	送水量 (m^3/時)	容量 (m^3)	送水量 (m^3/時)	貯水時間 (hour)
マース配水池	625	194.2	1,600	194.2	9.7
ムシャラフ配水池（ﾀﾊﾞｶｯﾄﾌｧﾋﾙ配水池）	650	165.2	2,500	165.2+134= 299.2	8.4
クレイマ配水池	600	41.0	600	41+20=61	9.8

備考） クレイマ配水池は既設の配水池をそのまま利用、他の既設の配水池は利用しない。

(2) 構造型式および形状

配水池の構造型式は、「ヨ」国で一般的に採用され、現地業者が施工に慣れている鉄筋コンクリート造りとし、形状は矩形とする。

(3) 基礎形式

配水池の基礎形式は、配水池の土質が砂層または砂礫層であるため、一般的な直接基礎とする。

(4) 配水池の設計

配水池の設計は下記の方針で行う。また、タバカットファヒル送水ポンプ場の受水槽の設計も同様の設計とする。

1) 配水池屋上の設計荷重

常時の荷重条件が非歩行屋根のため、100 kg/m^2 とする。

2) 地震係数

配水池の設計に適用する地震係数は、「ヨ」国の基準より 0.2 とする。

3) 配水池高さ

配水池高さは経済的な高さと言われる 5-6m の範囲から決定するが、次の理由により配水池高さは「ヨ」国の類似案件と比較し出来るだけ低く抑えることにして、配水池高さを 5m、有効水深を 4.1m とする。

- タバカットファヒルポンプ場の受水槽は地下水位が高く、大きな地耐力を期待できないこと、周囲の環境（遺跡地区）を考慮して出来るだけ低く抑える必要がある。
- マース配水池は地質の一部が盛土されていると推測されるため不等沈下を起こさない構造とし、配水池の高さも出来るだけ低めの高さに抑えることにする。

(5) 付帯設備

各配水池には、つぎの付帯設備を備えるものとする。また、配水池での流入量と流出量、および、配水池の水位を監視するためのモニタリングシステムについては、2-2-5 の SCADA システムで詳述する。

- 流入管
- 流出管
- 側管（バイパス管）
- 越流管（オーバーフロー管）
- 排泥管
- 通気孔、人孔、梯子
- 塩素注入設備（ただし、塩素ボンベは除く）
- SCADA システム

3-2-2-5 ブースターポンプ・配水ポンプの改修計画

(1) ポンプ設備の改修計画

既設ポンプ設備は設置後 10 年程度が経過し、目標年次にはすべての設備が寿命に達すると予想されるため、すべての既設ポンプ設備は新設することにより対処するものとする。また、プロジェクトが完成するまでは既存の施設を使い続けることが必要であり、既設設備から新設設備への切り替えは、配管の切り替えによって対処するものとする。本計画の対象となるポンプ設備はつぎのとおりである。

- アダシヤポンプ場（既存のポンプ設備の改修）
- タバカットファヒルポンプ場（既存のポンプ設備の改修）
- クレイマポンプ場（新設）

(2) ポンプ場建屋の設計

ポンプ設備は屋内設置とし、各ポンプ場にはポンプ場建屋を新設する。ポンプ建屋の設計はつぎのとおりとする。

1) 構造

- 躯体構造は鉄筋コンクリートとする。
- 壁はコンクリートブロック構造とする。
- 基礎の形式は直接基礎とする。

2) 設計荷重

- 屋根荷重は配水池と同じ 100kg/m^2 とする。
- 地震係数 0.1 とする。

(3) アダシヤポンプ場

既存のアダシヤポンプ設備は、同じポンプを用い異なる２つの送水先へ給水している。アダシヤ地区へのポンプの必要吐出圧は、ムカイバ地区へのものに比べはるかに小さいため、ポンプの出口弁の絞り制御によりその圧力を調整している。この圧力の調整は、大きなエネルギー損失を伴うため、本計画のポンプ改修計画では、送水先ごとに異なるポンプの設置を計画する。ただし、予備ポンプは、ムカイバ地区向けのポンプと同じものを設置して、２つの送水先への共有予備ポンプと

して用いる。主要設備内容は以下のとおりである。

1) ポンプの仕様と台数

a. ムカイバ地区の送水用

- ポンプ台数 : 2 台（常用 1 台、予備 1 台）
- ポンプ形式 : 多段式渦巻きポンプ
- 定格流量 : 56 m^3/h
- 定格揚程 : 274 m

b. アダシヤ地区の送水用

- ポンプ台数 : 1 台
- ポンプ形式 : 渦巻きポンプ
- 定格流量 : 32 m^3/h
- 定格揚程 : 74 m

2) 電気設備

- 受電盤 : 1 面
- ポンプ制御盤 : 3 面
- テレメータ盤 : 1 面（2-2-6 SCADA システム参照）

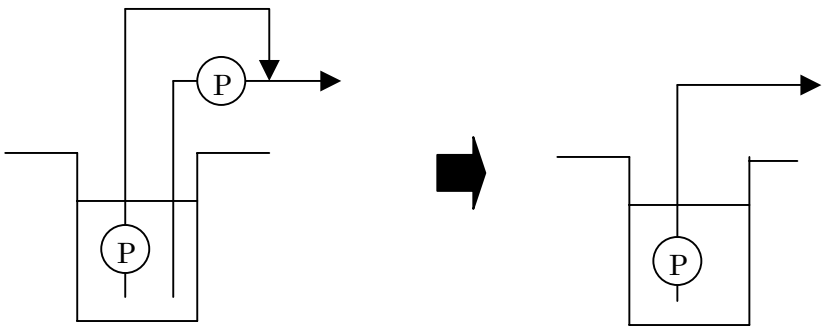
3) 付帯設備

- ポンプ場建屋 : 1 式（RC 造り）
- 場内配管(鋼管) : 1 式
- 計測装置 : 電磁流量計、圧力計（2-2-6 SCADA システム参照）

(4) タバカットファヒルポンプ場

改修対象となる既設ポンプ設備は、井戸 No.9 の水中ポンプとタバカットファヒル地区の給水用のブースターポンプである。本計画では、井戸 No.9 の全生産量を北部地域で利用すること、ならびに、既設ムシャラフ配水池のタバカッタファヒル地区への移設を考慮して、既存送水システムの見直しの中で既設ポンプ設備を次のように改修する。

- 水中ポンプと陸上ポンプの並列運転による井戸 No.9 からの送水法をやめて、井戸の生産量に見合った、1 台の水中ポンプによる送水法に変更する。



- 高台に位置するタバカットファヒル地区への既設ブースターポンプは、新設のタバカットファヒル配水池への送水用ポンプとして新たに新設することで計画する。

主要な設備内容は以下のとおりである。

1) ポンプの仕様と台数

a. 井戸 No.9 用水中ポンプ

- ポンプ台数 : 1 台
- ポンプ形式 : 水中ポンプ
- 定格流量 : 160 m^3/h
- 定格揚程 : 10 m

b. 送水ポンプ

- ポンプ台数 : 3 台（2 台運転、 1 台予備）
- ポンプ形式 : 渦巻きポンプ
- 定格流量 : 188 m^3/h
- 定格揚程 : 64 m

2) 電気設備

- 受電盤 : 1 面
- ポンプ制御盤 : 3 面
- テレメータ盤 : 1 面（2-2-6 SCADA システム参照）

3) 付帯設備

- ポンプ建屋 : 1 式
- 受水槽(380m^3) : 1 基（RC 製、矩形）
- 場内配管(鋼管) : 1 式
- 計測装置 : 水位計、電磁流量計、圧力計（2-2-6 SCADA システム参照）

(5) クレイマポンプ場

クレイマ配水池からの送水圧を増圧するために、クレイマ配水池に送水ポンプ設備を新設する。主要な設備内容は以下のとおりである。

1) ポンプの仕様と台数

- ポンプ台数 : 2 台（常用 1 台、予備 1 台）
- ポンプ形式 : 渦巻きポンプ
- 定格流量 : 163 m^3/h
- 定格揚程 : 40 m

2) 電気設備

- 受電盤 : 1 面
- ポンプ制御盤 : 2 面
- テレメータ盤 : 1 面（2-2-6 SCADA システム参照）

3) 付帯設備

- ポンプ建屋 : 1 式
- 場内配管(鋼管) : 1 式
- 計測装置 : 水位計、電磁流量計、圧力計（2-2-6 SCADA システム参照）

3-2-2-6 SCADA システム計画

(1) SCADA システムの概要

SCADA システム（Supervisory Control and Data Acquisition）は元々電力の分野で発達し、各地に点在する発電所（供給側）と需要側のデータを中央に集め、需給バランスの時間変動を把握、人間に代わり、広範囲にわたる電力設備の最適な操作を瞬時に行うためのシステムである。SCADA システムは、多くの利点を有し、水道の分野にも近年導入されてきている。

SCADA システムにより、広範囲にわたる同時性を持つデータを 1 カ所に集積し、全体の上水道システムを包括的に捉え、的確な判断を短い時間で下すことが可能になる。とくに、都市部における複雑な上水道システムの運用には多くの利点を有し、「ヨ」国では、アンマンに代表される都市部を中心に、SCADA システムの導入が始まっている。

本計画は、広範囲にわたる給水地でのモニタリングとデータの管理事務所への伝送を目的として、SCADA システムの導入を計画する。SCADA システムはモニタリング地点でのデータ収集用計測装置、収集したデータを親局へ伝送するためのテレメトリシステム、ならびに、収集データの処理を行うためのモニタリングセンター（北シュナ事務所）のデータ処理装置により構成される。各モニタリング地点とモニタリングセンターにはテレメータ盤を設置してデータ伝送を行い、その回線には、一般公衆回線を利用する。本計画の SCADA システムは、「ヨ」国における他の SCADA システムの整合性を持つシステムとする。

(2) SCADA システムの設置目的

本計画における SCADA システムの設置目的は、つぎのとおりである。

1) 給水量のモニタリング

計画対象地域の限りある水資源を有効に利用するために、現在の高い無収水率（53%）を削減することが求められている。このため、既存配水システムの改修による改善計画とともに、より正確な配水量を把握するため流量管理モニタリングを実施する。

2) 給水圧のモニタリング

送水システムの維持管理では、流量の把握とともに適正な送水圧を維持することも重要な要件であり、主要な給水施設の水圧と配水池の水位をモニタリングするものとする。

3) 既存井戸のモニタリング

北部地域の水源は、すべて既設井戸からの給水によってまかなわれており、井戸の状態を常に把握しておくことが必要である。このため、北部地域の水源の 70%以上を占める２つの水源（ワジアラブ井戸 No.6 とタバカットファヒル井戸 No.5&No.9）の状況を把握するために、対象となる井戸の地下水位変動をモニタリングする。

(3) 計画範囲

本計画の SCADA システムの設置場所は、北シュナ ROU の管轄範囲内とする。各観測点までは、「ヨ」国側により公衆回線（有線）が引き込まれている前提で計画され、日本側の計画範囲は以下のとおりとする。

- 主要給水施設（水源井戸、配水池、配水ポンプ場およびブースターポンプ場）に設置される計測器（流量計、圧力計、水位計）の調達と据付
- 上記の主要給水施設に設置される遠隔送信ユニット（Remote Terminal Unit）の調達と据付
- 流量管理モニタリング用の OA 機器（パソコン、プリンター等）の調達と据付
- SCADA システムに必要なソフトウエアの調達とインストール
- SCADA システムの運用維持管理に関する技術移管

(4) SCADA システムの主要な設備内容

1) ワディアラブ井戸 No.6 のモニタリング設備

- 水位計 : 1 台（地下水位測定）
- テレメータ盤 : 1 面

2) マース配水池のモニタリング設備

- 電磁流量計 : 1 台（配水池流入量測定）
  : 1 台（配水池流出量測定）
- 水位計 : 1 台（配水池レベル測定）
- テレメータ盤 : 1 面

3) タバカットファヒル水源のモニタリング設備

- 水位計 : 1 台（井戸 No.5 の地下水位測定）
  : 1 台（井戸 No.9 の地下水位測定）
- 電磁流量計 : 1 台（受水槽への井戸 No.5 からの流入量測定）
  : 1 台（受水槽への井戸 No.9 からの流入量測定）
- テレメータ盤 : 1 面

4) タバカットファヒル配水池のモニタリング設備

- 電磁流量計 : 1 台（配水池流出量測定）
- 水位計 : 1 台（井戸 No.5 の地下水位測定）
- テレメータ盤 : 1 面

5) クレイマ配水池のモニタリング設備

- 電磁流量計 : 1 台（クレイマ井戸 No.1 からの配水池流入量測定）
  : 1 台（クレイマ井戸 No.3A からの配水池流入量測定）
  : 1 台（クレイマ井戸 No.4&5 からの配水池流入量測定）
  : 1 台（クレイマポンプ設備の流出量測定）
- 水位計 : 1 台（配水池レベル測定）
- 水圧計 : 1 台（クレイマポンプ設備の吐出圧測定）
- テレメータ盤 : 1 面

6) スパイラ井戸のモニタリング設備

- 電磁流量計 : 1 台（井戸からの送水量測定）
- 水圧計 : 1 台（送水圧の測定）
- テレメータ盤 : 1 面

7) スレイクハット井戸のモニタリング設備

- 電磁流量計 : 1 台（井戸からの送水量測定）
- 水圧計 : 1 台（送水圧の測定）
- テレメータ盤 : 1 面

8) アダシヤ・ポンプ設備のモニタリング設備

- 電磁流量計 : 1 台（アダシヤポンプ設備への流入量測定）
  : 1 台（ムカイバ地区への送水量測定）
  : 1 台（アダシヤ地区への送水量測定）
- 水圧計 : 1 台（アダシヤポンプ設備への流入圧測定）
  : 1 台（ムカイバ地区への送水圧測定）
  : 1 台（アダシヤ地区への送水圧測定）
- テレメータ盤 : 1 面

9) 遠方監視装置（北シュナ事務所内に設置）

- テレメータ盤 : 1 面（屋内自立閉鎖型、モデム、テレメータユニット、通信用避雷器）
- PC : 1 台（CPU 166Mhz 以上、メモリ 64Mb 以上、HD 2GB 以上）
- CRT : 1 台（21 インチ）
- プリンタ : 1 台（カラーレーザビーム式）
- ソフトウエア : 1 式（データの表示、データ処理、データ出力のためのアプリケーションソフト）

3-2-2-7 配水枝管材調達計画

(1) 調達対象範囲の設定

現地調査、KfW の漏水対策 F/S 調査、JICA 専門家との協議等で、漏水の主要原因として既設

枝管中の亜鉛メッキ管からの漏水が上げられ、ポリエチレン管への早期交換が求められていることから、本計画の成果を達成するためには、亜鉛メッキ管のリハビリが重要である。

このため、WAJ の維持管理担当者との現地立会い調査、聞き取り調査や地上配管の目視を行いヨルダン渓谷沿いの市町村の配水枝管の図面化を行った。

調達対象配水枝管については、以下により調達範囲を設定する。

- 交換対象の管種は、KfW による漏水対策 F/S 調査による交換対象管種の優先順位、2003 年の修理箇所数等から亜鉛メッキ管とする。
- 調達する配水枝管の口径は、最小径が 50mm であることが WAJ の仕様書において規定されているため WAJ の要請により、要請内容の 20mm-50mm からすべて 50mm に統一する。
- 対象地域は、要請に従い北部地域及び中部地域の一部とする。ただし、軍施設および国境に面する地区は、施工中の安全性及び工事許可取得の両面から判断し対象から除外する。
- 交換対象管路の延長については、対象市町村の配水枝管図面及び本計画地域が属する WAJ の北部地域局（NGWA）の 2003 年の新規枝管の工事実績から判断する。

(2) 直管材料

調達対象となる配水枝管は、WAJ の基準に規定されているダクタイル鋳鉄管、アスファルト被覆鋼管（黒鋼管）、亜鉛メッキ鋼管および高密度ポリエチレン管（HDPE 管）の 4 種類から選定するが、枝管の口径が 50mm と小口径であり、現地で製造され、広く流通し、かつ、小口径の管種の中では、比較的耐久性、経済性に優れている HDPE 管 (PN16) を採用するものとする。改修の対象となる配水枝管は、漏水の発生がとくに多いとされる既設亜鉛メッキ管とする。

高密度ポリエチレン管（HDPE 管）： PN16、ISO 4427 または同等品

(3) 調達対象となる配水枝管の総延長

調達対象となる配水枝管の数量は 73,653m と見積もられ、要請数量の 50 km を大幅に上回っており、敷設工事を行う「ヨ」国の予算措置の確認が必要となる。「ヨ」国は、基本設計概要書の現地説明時に 2004 年 11 月 11 日付け討議議事録に記載されているように、配水枝管工事に必要となる 2005～2007 年度の予算措置を行うこと及び配水枝管工事を日本側工期内に完了させることを確認した。

また、本計画地域を管轄する北部地域局（NGWA）の 2003 年の配水枝管の工事実績（35.2km/年）から、「ヨ」国において、本計画の約 74km の配水枝管工事を施工する能力は十分あるものと判断できる。

(2) 付属品

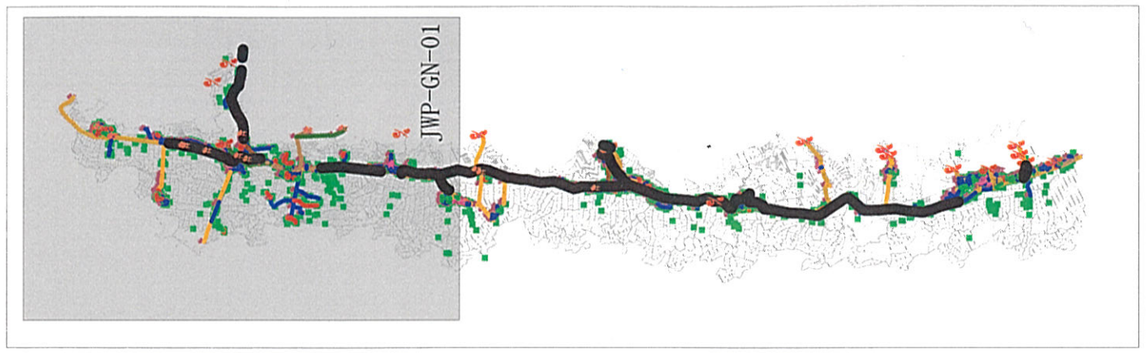
- 異形管（T 字管、曲管）
- コネクター
- サドル（配水本管またはヘッダー管と配水枝管の接続部）
- 制水弁（分岐部）

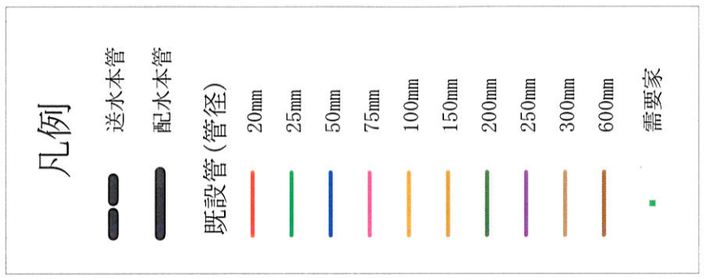
3-2-3　基本設計図

本計画の基本設計図は以下のとおりであり、次頁以降に示す。

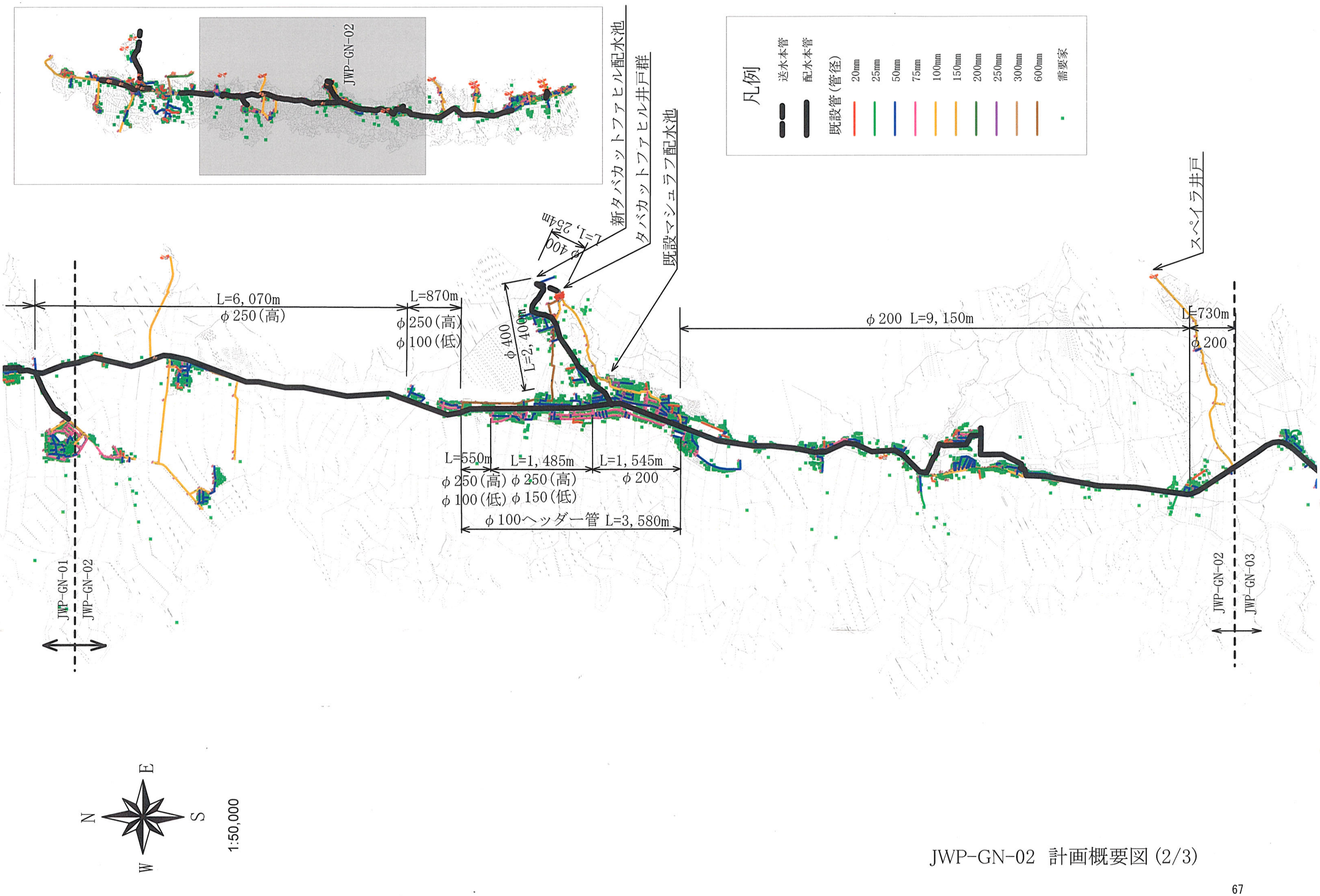
基本設計図面リスト

図面番号	図面タイトル
JWP-GN-01	計画概要図 (1/3)
JWP-GN-02	計画概要図 (2/3)
JWP-GN-03	計画概要図 (3/3)
JWP-GN-04	計画配水区分図（2010 年）
JWP-GN-05	マース配水池系統図
JWP-GN-06	アダシヤポンプ場系統図
JWP-GN-07	タバカットファヒルポンプ場系統図
JWP-GN-08	クレイマポンプ場系統図
JWP-PL-01	送・配水本管標準断面図
JWP-PL-02	標準バルブ取付図（制水弁、空気弁、泥吐弁）
JWP-PL-03	標準バルブ取付図（減圧弁）
JWP-PL-04	河川横断図
JWP-RD-01	タバカットファヒル配水池　施設平面図
JWP-RD-02	タバカットファヒル配水池　構造図
JWP-RD-03	マース配水池　施設平面図
JWP-RD-04	マース配水池　構造図
JWP-PS-01	タバカットファヒルポンプ場　施設平面図
JWP-PS-02	タバカットファヒルポンプ場　受水槽構造図
JWP-PS-03	タバカットファヒルポンプ場　ポンプ室平面図
JWP-PS-04	クレイマポンプ場　施設平面図
JWP-PS-05	クレイマポンプ場　ポンプ室平面図
JWP-PS-06	アダシヤポンプ場　施設平面図
JWP-PS-07	アダシヤポンプ場　ポンプ室平面図





JWP-GN-01 計画概要図 (1/3)



JWP-GN-02 計画概要図 (2/3)