

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の目標

本プロジェクトの上位計画はヨ国政府が掲げる「国家水戦略」であり、十分かつ安全な飲料水の供給や水源の持続的活用を目標としている。また、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の勧告による気候変動対策を喫緊の課題として掲げており、WAJはこの目標に沿って、送配水システムの適正化により消費エネルギーを節減し、気候変動の緩和に資すること、気候変動に起因する降雨量の減少と飲料水確保の困難化に適応することを上水道整備の目標として挙げている。この中で本プロジェクトはザルカ地区の、送配水の効率化による消費エネルギーの節減と送配水の安定化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

本プロジェクトは上記目標を達成するために、主要な送水ポンプ設備の更新、送水管及び配水管網資機材の調達を、また実施機関であるWAJに対して技術支援(送水ポンプ設備の運用指導、送水システムの運用管理に関するソフトコンポーネント)を行うものである。この支援は、既往の日本政府による無償資金協力との相乗効果も期待されており、消費エネルギーの節減に伴う二酸化炭素排出量の削減に寄与するだけでなく、ザルカ地域における給水の安定化にも貢献する。本計画のプロジェクトデザインマトリックス(PDM)は表 3.1.1 に示すとおりである。

表 3.1.1 協力対象事業の PDM

プロジェクトの要約	指 標	指標データ入手手段	外部条件
<p><u>上位目標</u></p> <p>1. 送配水システムの適正化により消費エネルギーを節減し、気候変動の緩和に資する。</p> <p>2. 気候変動に起因する降雨量の減少と飲料水確保の困難化に適應する。</p>	<p>1. 二酸化炭素(CO₂)排出量</p> <p>2. 給水原単位</p>	<p>使用電力量記録</p>	<p>電力が問題なく供給される。</p>
<p><u>プロジェクト目標</u></p> <p>1. 送配水に係る消費エネルギーが節減される(緩和策)。</p> <p>2. 対象地域への送配水が安定化する(適応策)。</p>	<p>1. 計画流量換算でポンプ運転の電力消費量が年間 8,687MWh 削減する。</p> <p>2-1. ザルカ地域に対する送水量が年間 1,900 千 m³ 増加する。</p> <p>2-2. 効率的な送配水システムが構築される。</p>	<p>1. 使用電力量記録</p> <p>2. 送配水量記録</p>	<p>WAJ が送水施設の適正な運転・維持管理を行う。</p>
<p><u>成果</u></p> <p>1. ポンプ設備のエネルギー消費効率が改善する。</p> <p>2. 対象地域の送配水システムの効率が改善する。</p>	<p>1. 対象ポンプ場のポンプ設備単位送水量当りの消費電力量(電力原単位)が低減する。</p> <p>2-1. 対象ポンプ場の流入量及び吐出量が的確に把握され、適切な送配水管理が実施される。</p> <p>2-2. ザルカポンプ場とバトラウィ配水池間の送水方法が改善する。</p> <p>2-3. 配水管網が適切に運転維持管理される。</p>	<p>使用電力量記録</p> <p>送配水量記録</p> <p>施設運転記録</p>	<p>・WAJ が新ザルカポンプ場を 2010 年度内に建設する</p> <p>・日本側が調達した資機材(送水管、バルブ、空気弁)を WAJ 側が据付ける。</p> <p>・技術支援(運用指導、ソフトコンポーネント)における技術指導の参加者が技術指導を受ける。</p>
<p><u>活動</u></p> <p><u>日本国</u></p> <p>1. アズラック、ハラバット、ザルカ送水ポンプ場のポンプ設備の調達及び据付(12 台)</p> <p>2. ハウポンプ場バルブ類の調達(1式)</p> <p>3. 流量計の調達及び据付(13 式)</p> <p>4. 送水管の調達(約 2km)</p> <p>5. 仕切弁、空気弁の調達(343 個、15 個)</p> <p>6. 送水ポンプの運転・維持管理に係る技術支援(運用指導、ソフトコンポーネント)の実施</p> <p><u>ヨルダン国側</u></p> <p>1. ザルカポンプ場建屋の建設、トランス、場内送水管等の整備</p> <p>2. 送水管の据付</p> <p>3. 流量計室、弁室の建設</p> <p>4. ハウポンプ場バルブ類の据付</p> <p>5. 配水管網内の仕切弁、空気弁の据付</p> <p>6. 既存施設の補修</p> <p>7. 技術支援(運用指導、ソフトコンポーネント)の受講</p>	<p><u>投入</u></p> <p><u>日本側</u></p> <p>【資機材】 送水ポンプ設備、トランス、送水管、流量計、バルブ、空気弁</p> <p>【人材】 技術者、技術指導員</p> <p>【事業費】 資機材調達費、機材撤去費、機材据付費、技術支援(運用指導、ソフトコンポーネント)、詳細設計、調達監理</p> <p><u>ヨルダン側</u></p> <p>【資機材】 流量計用ボックス資材、配管敷設用資材</p> <p>【人材】 技術者、技能者、運転員、労務者</p> <p>【事業費】 機材据付費、既存施設修理整備費、運転管理費</p>	<p>・ヨルダン側負担事項が実施される</p> <p><u>前提条件</u> 技術支援(運用指導、ソフトコンポーネント)に対して、WAJ の運転員、技能工、技術者等受講者が任命される。</p>	

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

協力対象選定の基本方針は以下のとおりである。

表 3.2.1 基本方針の要約

No.	項目	方針
1	既往無償資金協力との整合性	自然流下システムへの移行を前提として協力対象資機材を選定し、既往無償資金協力が対象とした配水区への直接ポンプ配水に係る資機材は本計画の対象外とする。
2	他ドナー支援内容との調整	他ドナーにより実施中あるいは実施予定のプロジェクトが対象とする地域及び資機材は対象外とする。
3	送配水のシナリオ	他県との間の水配分計画、ザルカ地区都市圏における送配水計画を確認し、要請資機材の仕様(ポンプ吐出量、台数等)はWAJ側と合意した計画水量に基づいて決定する。
4	ポンプ設備の運用面の条件	ポンプ設備を更新する上で、既設ポンプとの併用運転の禁止、効率的な受電方式の選定(アズラックポンプ場は中圧受電、ハラバットポンプ場及びザルカポンプ場は現行どおり低圧受電)、送水ポンプの制御方法は配水タンクへの送水目的であるためポンプの台数制御とする。

(1) 既往無償資金協力との整合性

ザルカ地域の上水道システムの改善計画については、1994～1996年にJICAが策定したマスタープランにおいて以下の整備方針が定められた。

- ・「公平な給水と無収水量の削減」を目的とする。
- ・上記の目的を達成するために、「給水圧の均等化及び漏水量の削減」を実現する。
- ・8つの配水区の設定と配水池を基点とした自然流下システムを整備する。

この整備方針の下、日本の無償資金協力として「ザルカ地区上水道施設改善計画」が2次にわたって実施され、送配水基幹施設の整備が進められている。このように、日本の無償資金協力により市内の大部分は自然流下による配水が可能となる予定である。従って、本概略設計では上記の整備方針との整合性を確保するため、WAJ側との協議の結果、下記基本方針が確認された。

- 1) 要請ポンプに関して、配水地区内への直接圧送を目的とするポンプの調達、配水池からの自然流下による配水という既往無償資金協力のコンセプトに反する。また、自然流下システムへの移行が進んだ場合は、それらのポンプが必要とされなくなることが想定されるため、日本側による調達は行わない。ただし、ハラバット村向けの直接配水を行うポンプについては、上記自然流下システムへの移行とは関連がなく、エネルギー効率の改善が期待でき、他ドナーとの重複もないことから、調査対象に含めた。
- 2) 配水管網内設置のための要請のバルブや流量計については、自然流下システムを前提として仕様を決定する。自然流下系の配水地区内の設計圧力は2.5～7.0barであるにもかかわらず、要請資機材の圧力仕様は25bar、40barと大幅に高いものもある。このため、調達すべきバルブ類の圧

力仕様を最低仕様の 16bar に限定する。また、配水ポンプ場の交換用バルブについては、配水地区内への直接圧送を目的とするものであり、日本側による調達が行わない。

(2) 他ドナーによる支援内容との調整

ザルカ地区において、ドイツ技術協力公社(GTZ)が送水ポンプにかかわるエネルギー効率化計画、ドイツ復興金融公庫(KfW)、中国、EC、米国が出資する Millenium Challenge Account (MCA)が配水管網における無収率改善計画を進めている。

ハウ旧ポンプ場のアンマン向けポンプ、ならびにザルカ逆浸透膜処理施設の送水ポンプについては、調査計画対象として本準備調査と GTZ の調査が重複していた。しかし、GTZ 側が協力対象とすることを決定したことを受け、本計画の対象項目から除外した。また、配水管網内の資機材については、KfW その他の計画と対象地区が重複する部分については除外した。

1) ハウ旧ポンプ場のアンマン向け送水ポンプ

GTZ が調査を実施した「エネルギー効率改善プロジェクト(IEE-Improving Energy Efficiency Project)」によれば、ポンプの運転効率を 68%まで改善した場合には(WAJ の目標効率は 70%、現状は 45%)、消費電力量の削減(7.01mil kWh/a、302,000JD/年)を通じて約 4 年で運転効率改善に係る投資費用(1,282,000JD)を回収可能とのことであった。GTZ としては、4 年という短期間で回収可能な投資である場合には民間投資を促し、GTZ による資金協力の対象外となるが、WAJ に対して民間投資活用による運転効率の改善を促す意向である。GTZ の意向を踏まえて、本計画の対象外とすることで WAJ、GTZ、調査団は合意した。

2) ザルカ逆浸透膜処理施設の送水ポンプ

GTZ は上記 IEE プロジェクトの最終報告書(2009 年 6 月末完成)を精査した上で、資金協力の対象とすることを決定した。

3) 配水区内の資機材

KfW の協力により、配水ネットワーク改善に係るパイロットプロジェクトがザルカ地区において実施されているが、日本側では① 同パイロットエリアへの資機材は対象としない点、② 配水区内の資機材は自然流下システムが実現された後に設置される点を説明した上で、重複がないことを確認した。その他ドナー(EC、中国等)が配水管網の改善を行う地区についても、同様に本計画の対象外とした。

4) 井戸関連資機材

MCC がザルカ地区内の井戸施設の改修計画を検討しているため、井戸関連資機材の調達は日本側の協力対象としない。

(3) 送配水計画に対する方針

1) ハウポンプ場の計画受・送水量

2008 年の各井戸群の生産量、ハウポンプ場への送水量のデータを元に、日平均ベースの計画水量を以下のとおり設定した。

ハウポンプ場の計画受水量 : 89,325 m³/日 (3,722 m³/時)
 アンマン送水量 : 12,000 m³/日 (500 m³/時)
 ザルカ地域利用可能水量 : 77,325 m³/日 (3,222 m³/時)

ハウポンプ場の受水量は、各水源の生産量によって決定され、過去数年は安定した水量が確保されているため、今後も大きな増減はないと考えられる。

一方、アンマンへの送水量は、ミヤフナとの協定で最低 500m³/時の配分が定められているため、この水量を除いた水量をザルカ地域へ利用することが可能である。

2) ザルカ都市圏への水配分

ザルカ都市圏は大きく北部と南部に分けられる。北部はザルカ市、ハシミエ市及びスフナ市からなり、南部はアワジャン、ルセイファ両市である。各地区にはそれぞれ地下水源があり、それらを加えた水量が給水可能な水量として設定できる。各配水区の計画給水量と利用可能な地域内水源の収支を下表に整理した。

表 3.2.2 計画給水量と地域内水源量 (単位:m³/日)

項目	配水区					合計
	第1次無償対象地区		第2次無償対象地区			
	アワジャン	ルセイファ/ハッテン	スフナ	ハシミエ	ザルカ(低区/高区)	
日平均給水量						
2010年	46,900	39,200	2,300	3,200	50,600	142,200
2015年	55,500	46,200	2,700	3,700	57,500	165,600
地域内地下水源						
ザルカ逆浸透膜処理水	-	-	-	-	9,719	-
ハシミエ井戸群	-	-	-	-	9,376	-
アワジャン井戸群	5,800	-	-	-	-	-
ルセイファ/ハサティーン井戸群	-	11,198	-	-	-	-
供給量の不足分 (-)						
2010年	41,100	28,002	2,300	3,200	31,505	106,107
2015年	49,700	35,002	2,700	3,700	38,405	129,507
供給量の不足分合計						
2010年	69,102			37,005		106,107
2015年	84,702			44,805		129,507

このように、各配水区によって、利用可能な水源水量は異なるため、この不足分をハウポンプ場経由で供給することが求められる。しかし、アワジャン、ルセイファのようにアンマンへの送水管を通じて分水せざるを得ない地域に対しては、供給できる水量に限度がある。

また、ハシミエ井戸群は水質の問題があり、ザルカ配水池で良質な水と希釈する必要があるため、ハシミエ地域には直接供給することができない。その代わりとして、ハウ/バトラウィ送水管からの分岐管が整備されており、ハシミエ及びスフナへはハウ経由の水が供給される。

3) 送水量の配分計画

配分計画の比較

表 3.2.2 に示すとおり、地域内水源の水量が 2008 年のレベルを維持できると仮定すると、ザルカ

地域の計画給水量を賄うために必要となる地域外水源の水量(ハウ経由の水量)は、2010 年で 106,107 m³/日、2015 年で 129,507m³/日となる。しかし、実際に使用できる地域外水源からの送水量は、ハウポンプ場経由で供給できる水量 77,325 m³/日である。ポンプ施設におけるエネルギー改善策を立案するに先立って、この水量配分のシナリオを設定することが必要であり、これがエネルギー効率の改善策の前提となる。

現時点で WAJ ザルカが選択可能な配分方針は以下のとおりである。

【方針 1】・・・図 3.2.1

自然流下を前提とした 8 つの配水区の需要量に応じて均等配分する。

限られた水量を給水対象地域に均等配分する考え方であり、水道事業者として第一に選択すべきものといえる。しかし、南部のアワジャン・ルセイファに対してハウポンプ場から供給できる水量には限度がある。現在もこうした不足を補うため、ザルカポンプ場からルセイファ方面へポンプ圧送を行っているが、ザルカ市内への配水と兼用する形で送水している。均等配分を前提とするためには、送配水システムそのものの抜本的見直しが必要であり、ザルカ・アンマン間での水配分シナリオとの調整も必要となるため、現実的に採用することは難しい。

【方針 2】・・・図 3.2.2

ザルカ北部(スフナ、ハシミエ、ザルカ)の需要量確保を優先し、残りを南部へ配分する。

これは、現在実施中の第 2 次無償資金協力におけるシナリオに最も近いものである。この場合では、ザルカ北部の計画給水量を満たすことを優先し、ハウポンプ場における余剰水量をザルカ南部及びアンマン方面へ配分する方法である。

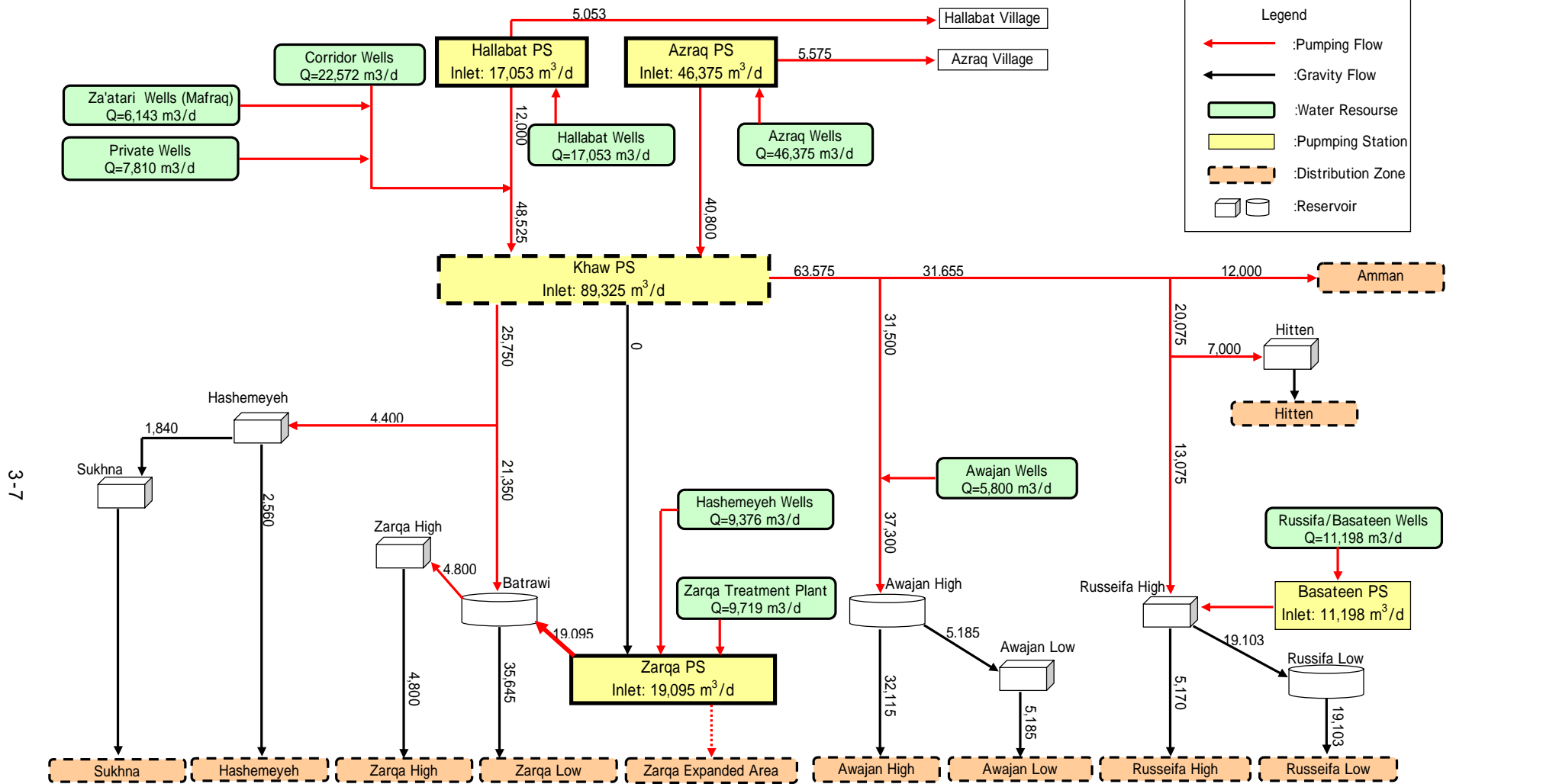
この方針に基づくと、ザルカ方面への送水量は 37,005 m³/日(1,542 m³/時)、アンマン方面へは 52,320 m³/日(2,180 m³/時)を配分できる。ハウポンプ場からアンマン方面送水管の水利条件(流速係数 120)によれば、流量 2,300 m³/時程度までなら、現在のポンプ揚程(350m)でハウ/アンマン送水管を経由してルセイファ配水池へ送水することも可能である。

② 本プロジェクトが前提とする水配分計画

前述の各方針を比較すると、水道計画として現実的であり、かつ日本側が整備した配水池や管路を最大限活用できるものは、方針 2 に準拠したシナリオである。この場合、アワジャンやルセイファ地域に送られる水量は計画給水量を下回ってしまうが、水源の位置や水量、地理的な制約に起因するものであり、やむを得ないものと考えられる。特に技術的観点から、本来、アワジャンやルセイファ地区はザルカの給水範囲に含めるよりも、アンマンからの送水対象とすべきと考えられる。将来的にアンマンの水源開発が進展した場合には、当地域の使用可能水量の増加にもつながるため、ヨ国側はアンマンに対する既往水源開発プロジェクトを一層推進することが求められる。

以上より、本プロジェクトの設計方針の前提となる送水シナリオは、ザルカ北部地域への給水量を優先的に満足させる方針 2 の考え方を採用する。

【方針1】 ハウ經由の水量を各配水区の需要量に応じて均等配分する場合



Year	Demand /Supply	Distribution Zone									
		Sukhna	Hashemeyeh	Zarqa High	Zarqa Low	Expanded Area	Awajan High	Awajan Low	Russeifa High	Russeifa Low	Hitten
2010	Demand (m³/d)	2,300	3,200	6,000	44,600		40,400	6,500	6,500	24,000	8,700
	Supply (m³/d)	1,840	2,560	4,800	35,645		32,115	5,185	5,170	19,103	7,000
	Satisfaction (%)	80.0	80.0	80.0	79.9		79.5	79.8	79.5	79.6	80.5
2015	Demand (m³/d)	2,700	3,700	7,500	50,000		47,600	7,900	7,600	28,500	10,100
	Supply (m³/d)	1,840	2,560	4,800	35,645		32,115	5,185	5,170	19,103	7,000
	Satisfaction (%)	68.1	69.2	64.0	71.3		67.5	65.6	68.0	67.0	69.3

注: 図中の流量は一日平均給水量に基づく。

図3.2.1 方針1に基づく送水シナリオ

【方針2】 ハウ経由の水量を北部を優先して配分する場合

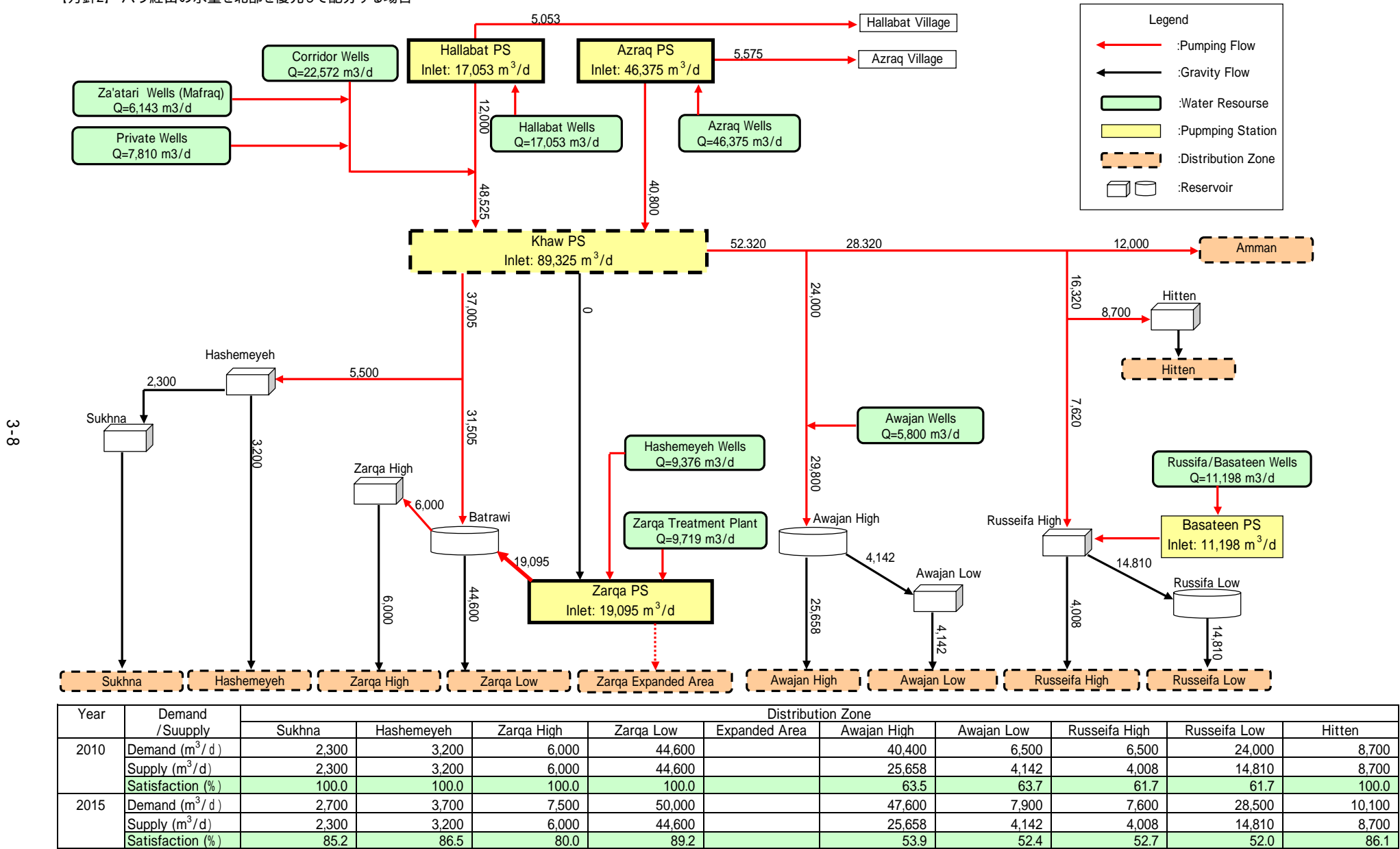


図3.2.2 方針2に基づく送水シナリオ

(4) ポンプ設備の運用方針

これまで、現在の水配分と将来計画について検討してきたが、今回協力対象となるポンプ場に対しては、上記シナリオが設計条件に大きな影響を与えることはない。この理由は、対象ポンプ場の送水先は、ハウポンプ場あるいはバトラウイ配水池に限定されており、ハウポンプ場を中継する水配分量とは直接的に関係がないためである。言い換えれば、ポンプ場の計画送水量は既存水源の生産量に基づいて決定される。今回、環境プロジェクト無償としてポンプ設備の更新を計画することから、エネルギー効率の向上に焦点を当てた運用条件を設定する必要がある。

1) 既設ポンプとの併用運転の禁止

現在、各ポンプ場にあるポンプ設備は、その仕様、揚程、容量などが統一されていないケースが多い。特に、電動機の出力やポンプの型式が異なるものを併用して運転している場合、それぞれの性能差がポンプの効率的な運転を妨げることがある。本計画において、予備ポンプも含めて調達されるポンプ設備は、異なる仕様のポンプと併用して運転しないことを原則とする。

2) 現地の送電方式を踏まえた効率的な受電方式

一般的に今回対象となる大型ポンプは高圧受電が世界的な標準であるが、ザルカ地域のポンプ場は全て低圧受電方式を採用している。この理由には、WAJの運転管理体制として、高圧受電に十分対応できないこと、ポンプ場に電力を供給する変電所や送電線の立地条件や仕様が高圧受電に対応できていないことなどがあげられる。高圧受電システムの場合、受送電に伴う損失は低圧受電システムよりも少なく、全体的な効率向上に寄与する。今回、こうした点にも考慮し、可能な場合は高圧受電によるポンプ運用を検討する。ただし、当地の送電線や変電設備の条件によって現状どおり低圧受電とせざるを得ないケースもある。

3) 台数制御・運転時間の調整による運転

今回協力対象となるポンプは、水源地域のポンプ場から中継配水池へ送水することを目的としている。配水池の状況や需要量の変化によって、送水量を変更する必要がある場合は、ポンプの運転台数や運転時間を調整することによって対応する。

(5) 調達事情

本計画で調達予定の資機材で現地で流通している主な製品はEC諸国、東欧、トルコ、サウジアラビア、中国等からの輸入品である。国内の水道用資機材の市場規模は比較的小さいこともあり、外国メーカーは直営代理店を国内に置くことはせず、ヨ国販売業者と代理店契約を結んで販売活動を行っている。従って、国内の資機材調達業務の入札に参加する業者は、国内の販売業者に限定されている。WAJの場合、水質分析器や薬品など、ヨ国販売業者の扱っていない製品を調達する場合は、例外的に直接外国業者と取引することがある。

(6) 現地業者(建設会社、販売業者)の活用に係る方針

一般的に、水道用資機材の現地販売業者の場合、購入者へ製品を引渡すまでが契約業務となる。こ

のため、WAJ が計画するポンプ等の据付では、高圧開閉器や配電盤、操作盤等の製作・設置は電気・機械分野のエンジニアリング会社に、ポンプ機材の据付工事は水道工事業者等に別途委託しなければならない。電気・機械分野のエンジニアリング会社の中には、直接メーカーから資機材の調達を行い、自社で電気設備の製作、据付工事まで行うことが可能な総合エンジニアリング会社が存在し、主に民間セクターで実績を上げている。

しかし、操作・維持管理指導については、いずれの調達関連業者も据付工事完了時に販売業者のエンジニアによる運転方法の指導を半日程度行うのみで、本プロジェクトで予定する技術支援のように、メーカーから技術者を派遣し、コンサルタントと共同して技術指導を行うような能力は現地業者にはない。

このため、現地の施工業者や販売代理店は、ポンプ設備の据付業務の下請けとして、あるいはWAJ 負担事項であるバルブや流量計、配管資材の据付工事においてのみ、活用することができると考えられる。

(7) 運営・維持管理に対する対応方針

本プロジェクトでは、日本側によるポンプ設備機材の据付後、設備を適正に運転・維持管理するための技術(運転管理技術、保守管理技術、安全管理技術、送水システム運用管理技術)を移転するために、技術支援(運用指導、ソフトコンポーネント)を行う。

(8) 資機材のグレードの設定に係る方針

本プロジェクトで調達される資機材はポンプ設備、電源設備及び配管資機材であり、原則として既存設備の更新であり、特殊な維持管理技術を必要とするような機材のグレードアップは行わない。機材のグレード設定に係る基本方針は以下のとおりとする。

- ・ 故障・点検時のポンプ停止による影響を少なくする。
- ・ 既設ポンプ室の設置スペースを有効に活用する。
- ・ 既設ポンプの運転を妨げないようなレイアウトとする。
- ・ 最大流量、最小流量の調整が運転台数の変更によって可能であること。
- ・ 送水ポンプであるため、送水量は大幅に変動しないことを前提とする。
- ・ できるだけ同容量のポンプを整備し、消耗部品や予備品の互換性を図る。
- ・ ポンプや電動機の本体は、砂漠地帯での使用に耐えうる防水防塵仕様とする。
- ・ 電源設備や配管資材など汎用品については現地調達可能なものを選定し、消耗品の調達や部品の交換に支障がないよう配慮する。

(9) 調達方法、工期に係る方針

本プロジェクトで調達される資機材は、「送水ポンプに関わる資機材」と「配水ネットワークに関わる資機材」の 2 つに分けられる。

送水ポンプに関わる資機材のうち、ポンプ設備は日本側が据付工事も担当するため、ロット 1 として区分する。なお、流量計は精密機械であり、据付や調整に専門技術を要するため、据付・調整までを日本側が負担するよう WAJ 側から要請された。従って、流量計はロット 1 に含める。

配水ネットワークに関わる資機材(バルブ等、空気弁)については、自然流下システムを前提として仕様を設計し、WAJ 側がそれらの据付を行う。現時点では、自然流下システムへの移行に向けて日本及び他ドナーのプロジェクトが実施・準備されている段階にあるため、それらの協力により自然流下システムへの移行が進展した時点でロット2の資機材を調達することになる。

表 3.2.3 調達ロット分けの方針

項目	ロット1 (主に送水ポンプに係る資機材)	ロット2 (配水管網に係る資機材)
資機材内容	送水ポンプ関連、流量計の機材 (ポンプ、送水管関連機材、流量計)	配水管網関連資材 (配水区内バルブ、空気弁)
据付時期	ポンプ設備機材の現地到着後	ロット1資機材の据付後 自然流下システムへの移行後
据付区分	日本側負担 ただし、流量計、バルブ用のコンクリートボックス、送水管の敷設はヨ国側負担	ヨ国側負担

本プロジェクトの工期の設定では、ポンプ設備の制作期間がクリティカルパスとなる。ポンプ設備の現地納入に併せて、各サイトの据付工事の時期を設定する。また、据付工事全般については、コンサルタントによる据付監理期間を設定し、技術支援を含めたプロジェクトの円滑な進行を適切かつ効率的に監理できるよう工期の設定を行う。

3-2-2 要請内容の最終確認

第2次現地調査終了にあたり、それまでの現地調査結果と技術的な設計方針についてWAJとコンサルタントとの間で協議した結果、要請資機材の内容は下表及び表3.2.5(第2次現地調査終了時覚書に添付)に示すとおり取りまとめられた。

表 3.2.4 選定された要請資機材のリスト

調達区分	分類	用途	対象サイト	資機材の項目
ロット1	1	主要井戸水源の送水	アズラックポンプ場	ハウポンプ場配水池向け送水ポンプ
			ハラハットポンプ場	ハウポンプ場配水池向け送水ポンプ
	2	ハトラウ配水池向け送水	ザルカポンプ場	ハトラウ配水池向け送水ポンプ
			ザルカポンプ場ーハトラウ配水池間	既存送水管(φ400mm×2)のルート変更、更新用送水管(φ600mm、約2km)
			新ハウポンプ場	ハトラウ配水池向けポンプ周りバルブ類、流量計
3	主要井戸水源の配水	ハラハットポンプ場	ハラハット村向け配水ポンプ	
4	ザルカ地区送配水管	ザルカ市内各地	送配水管網の改善のための流量計	
ロット2	4	ザルカ地区送配水管	ザルカ市内各地	送配水管網の改善のための仕切弁、空気弁

第2次現地調査開始時ミニッツで合意された内容からの主な変更点は下記のとおりである。

1) 区分

- ・ 更新対象のポンプ設備、送配水資機材に関連し、日本側据付工事が含まれる資機材を「ロット1」、WAJ側で据付を行う市内管網用弁類を「ロット2」として区分した。
- ・ 流量計は、据付と調整に専門技術を要するため、WAJ側の要望により、日本側据付機材を含む「ロット1」に含めた。
- ・ 空気弁(φ4インチ)は、アズラック及びハラバットの送水管における交換用であり、ポンプと同時据付が望ましいため、「ロット1」に含めた。

2) 除外

- ・ ザルカ逆浸透膜処理施設のポンプは、GTZの支援が確認されたため、要請から除外した。
- ・ メルヘブポンプ場は、他のサイトに比べて扱う送水量が少なく、ポンプから配水管網への直接配水も行われているため、効果指標測定的前提条件となる送水条件が不安定である。また、ポンプ更新に伴うエネルギー消費の削減量は他のポンプ場よりも大幅に少ないため、協力対象から除外した。

3) 追加

- ・ ハラバット村向けのポンプ設備の更新は原要請には含まれていた。配水管網への直接配水を行うものであるが、WAJ側から再度の要請があり、また、本設備の更新はザルカ市内の自然流下システムへの移行とは関連がなく、他ドナー案件との重複もないことから、調査対象に含めた。

4) 数量

- ・ 計画送水量に適したポンプ容量、台数を決定した。
- ・ 現地調査の結果を踏まえ、ポンプ場に関わる弁類や流量計の必要数量を決定した。
- ・ 配水管網に使用される弁類は、既存配管網における設置状況を元に必要数量を算定した。

表 3.2.5 最終要請資機材リスト(第 2 次現地調査終了時)

Category	Equipment	Dia. (inch)	Location	PN(bar)	Unit	Quantity
I. Procurement Lot 1						
1	1. Azraq Pumping Station					
	Pump (Q=425m ³ /h, H=360m)	-	Azraq P.S. to Khaw P.S.	36	nos	5
	Water Meter	24	Inlet pipeline from wells to reservoir	-	nos	2
	Water Meter	24	Outlet pipeline to Khaw P.S.	-	nos	1
	Water Meter	24	Khaw Reservoir : Inlet pipeline from Azraq P.S	-	nos	1
	2. Hallabat Pumping Station (to Khaw)					
	Pump (Q=500m ³ /h, H=135m)	-	Hallabat station to Khaw	14	nos	2
	Water Meter	16	Inlet pipeline from wells to reservoir	-	nos	1
	Water Meter	12	Inlet pipeline from wells to reservoir	-	nos	1
	Water Meter	24	Outlet pipeline to Khaw P.S.	-	nos	1
	Water Meter	24	Khaw Reservoir : Inlet pipeline from Hallabat P.S	-	nos	1
2	3. Zarqa Pumping Station					
	Pump (Q=400m ³ /h, H=100m)	-	Zarqa P.S. to Batrawi Reservoir	16	nos	3
	Ductile iron pipes	20	Transmission from Zarqa P.S. to Batrawi Reservoir	16	km	2.2
	Water Meter	20	Zarqa P.S.: Outlet pipeline to Batrawi	-	nos	1
	4. Khaw New Pumping Station					
	Valve	16	Delivery Pipeline	16	nos	4
	Valve	16	Suction Pipeline	16	nos	4
	Valve	28	Delivery Pipeline	16	nos	1
	Non-retaining Valve	16	Delivery Pipeline	16	nos	4
	Water Meter	28	Outlet pipeline to Batrawi Reservoir	-	nos	1
3	5. Hallabat Pumping Station (to Hallabat Village)					
	Pump (Q=200m ³ /h, H=148m)	-	Hallabat station to Hallabat Village	15	nos	2
	Water Meter	8	Outlet pipeline to Hallabat Village	-	nos	1
4	6. Air release valve on Transmission Pipe to Khaw and Water Meter					
	Air release valve	4	Transmission Line from Azraq to Khaw	-	nos	40
	Air release valve	4	Transmission Line from Hallabat to Khaw	-	nos	15
	Water Meter	16	Transmission Line to Russeifa	16	nos	1
	Water Meter	24	Khaw-Amman Pipeline: Awajan Junction	25	nos	1
	II. Procurment Lot 2					
	7. Transmission and Distribution Network					
	Gate Valve	4	Zarqa network	16	nos	222
	Gate Valve	6	Zarqa network	16	nos	69
	Gate Valve	8	Zarqa network	16	nos	32
	Gate Valve	12	Zarqa network	16	nos	13
	Gate Valve	16	Zarqa network	16	nos	5
	Gate Valve	24	Zarqa network	16	nos	2
Air release valve	2	Zarqa network	16	nos	15	

3-2-3 基本計画

3-2-3-1 プロジェクトの構成

(1) 資機材調達

表 3.2.6 資機材調達の概要

用途	資機材の分類			
	ポンプ設備	送配水管資材	流量計、流量調整弁	ロット番号
主要井戸 水源から の送水	アズラックポンプ場			
	変圧器 11kV/6.6kV、6000kVA、2 台 片吸込多段渦巻ポンプ 5 式(内予備 1) 吐出量 425 m ³ /時/台、揚程 360 m 空気弁、φ4”、1 個 送水管 鋼管 40m	ハウ向け送水管の空 気弁、φ4” 40 個	流量計 3 式 ・配水池流入部(2) ・ポンプ場流出部(1) 流量調整弁 1 式	1
	ハラバットポンプ場			
【ハウ向け】 変圧器 33kV/400V 1000kVA、1 台 片吸込多段渦巻ポンプ 2 式(内予備 1) 吐出量 500 m ³ /時/台、揚程 135 m 送水分離弁 1 個	ハウ向け送水管の空 気弁、φ4” 15 個	流量計 4 式 ・配水池流入部(2) ・ポンプ場流出部(1) 流量調整弁 1 式		
	【ハラバット村向け】 片吸込多段渦巻ポンプ 2 式 吐出量 150 m ³ /時/台、揚程 150 m	—	流量計 1 式 ・ポンプ場流出部(1) 流量調整弁 1 式	
バトラウイ 配水池向 け送水	ザルカポンプ場			
	片吸込多段渦巻ポンプ 3 式(内予備 1) 吐出量 400 m ³ /時/台、揚程 90 m	バトラウイ向け送水管 φ 600、L=約 2km (バルブ類含む)	流量計 1 式 ・ポンプ場流出部(1) 流量調整弁 1 式	1
ハウ新ポンプ場				
	ポンプ周りバルブ 4 式 (仕切弁、逆止弁、バタフライ弁)	—	流量計 1 式 ・配水池流入部(2) ・ポンプ場流出部(1) 流量調整弁 1 式	
ザルカ地 区送配水 管網資材	—	—	流量計 2 式 ・南部送水管(2)	2
	—	配水管網内仕切弁、 φ 4”～φ 24”、343 個 空気弁、φ 2”、15 個	—	

(2) 技術支援

表 3.2.7 技術支援の概要

支援内容	活動項目	活動対象者
1. 運用指導:資機材調達業者によるポンプ設備機材の運転・維持管理指導		
ポンプ設備運転管理技術	ポンプ設備の運転管理指導	ザルカ支所のポンプ運転員
ポンプ設備保守管理技術 点検、整備:予防保全	ポンプ設備の点検、整備技術の指導	ザルカ支所のポンプ設備保守管理員
ポンプ設備保守管理技術 修理:事後保全	ポンプ設備の修理技術の指導	中央修理工場の保守管理員
ポンプ設備安全管理技術	ポンプ設備の安全管理技術の指導	ザルカ支所の安全管理員
2. ソフトコンポーネント:コンサルタントによる送水システムの運用指導		
送水システム運用管理	効率的な送水計画の策定指導 ポンプ設備の運転効率診断技術指導	ザルカ支所の上水道システム管理者

3-2-3-2 全体計画

(1) ポンプの計画規模

1) アズラックポンプ場

① 管路の水力条件

ポンプ設備の設計に先立ち、ポンプ場からの送水管の流量、水圧を測定し、既設管路の流速係数を算出した。当送水ラインの最高標高点はポンプ場から51.6km地点であり、その場所の管内水圧を測定したところゼロであった。従って、最高標高点から先はハウポンプ場のリザーバまで自然流下で流れていることになる。

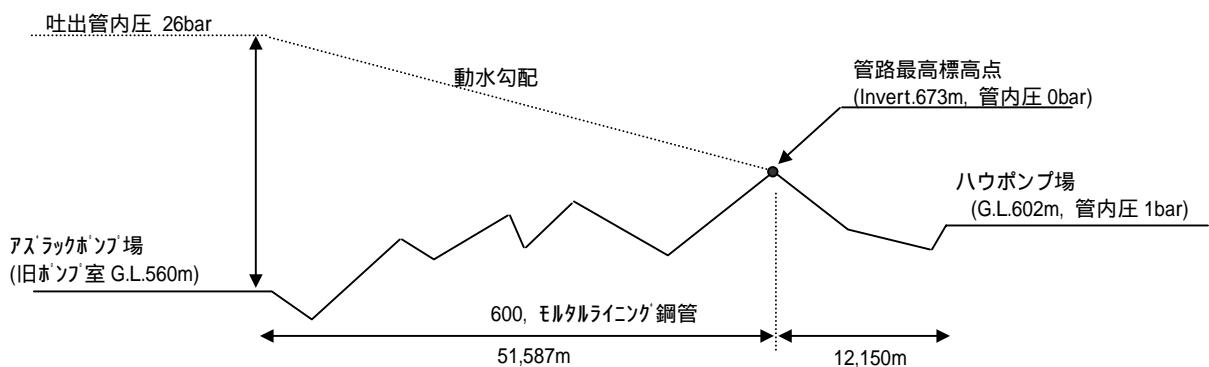


図 3.2.3 アズラック/ハウ送水管の縦断図

表 3.2.8 アズラック/ハウ送水管の流量測定結果

項目	流量 (m ³ /時)	備考
アズラックポンプ場流出部	1,512	既設電磁流量計
同上	1,470	ポータブル超音波流量計
ハウポンプ場流入部	1,400	ポータブル超音波流量計

※2009年6月22日測定

ポンプ場からハウ向けの送水管には電磁流量計が設置されているが、その指示値は安定せず、超音波流量計による測定値よりも約 3%大きい値が表示されていた。ピットで保護されていないため、センサー設置部が風雨に直接当たり、計測の不具合をもたらす要因になっている。

2009年4月にGTZが実施した調査によれば、当路線の送水量は最小 1,500 m³/時(3台運転時)、最大 1,700 m³/時(ポンプ4台運転時)となっている。今回の調査時にはポンプ3台が運転しており、ポンプ場流出部の流量は約 1,500 m³/時であることから、既往データと整合していることが確認できた。

管路の途中では遊牧民族(ベドウィン)向け分水、ハシミエ大学用分水、塩素工場用分水などにより、ハウポンプ場へ到達する流量は送水元の流量よりも減少している。

送水管流量を 1,400 m³/時として管路の流速係数を算出する。

[Hazen-Williams 公式] $I = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \rightarrow C = 3.5903 \times Q \times D^{-2.63} \times I^{-0.54}$

表 3.2.9 アズラック路線の水力条件

種 別	ポンプ場 ～管路最高標高点	管路最高標高点 ～ハウ貯水池
流量 (Q)	0.389 m ³ /秒	0.389 m ³ /秒
管内径 (D)	0.587 m	0.587 m
摩擦損失水頭 (h)	(560+265)-(673+0)=152 m	(675+0)-(602+10)=63 m
導水勾配 (I=h/L)	152/51,587=0.00295	63/12,150=0.00519
流速係数 (C)	132	97
加重平均 (C)	125	

使用管種はモルタルライニング鋼管であり、井戸を水源とした良質な水を送水していることから、経年変化に伴う流速係数の低下は少ないと思われる。モルタルライニング鑄鉄管や塗覆装鋼管の場合の流速係数は次のとおりである。

表 3.2.10 管路の流速係数

条 件	流速係数
屈曲部やバルブなどの損失を含む場合	110
屈曲部を別途計算する場合	130

当路線は直線部が多く占めており、経年による劣化を考慮しても流速係数は若干高い値を採用できると考えられる。以上より、当路線の管路全体としての流速係数は 125 を採用する。

② 計画送水量

アズラックポンプ場の計画送水量は、既存井戸群の生産量をもとに設定する。過去の井戸生産量の変化は既に述べたとおりであり、2008 年における平均井戸生産量は 46,375 m³/日(1,932m³/時)、このうち 200～300 m³/時は常にアズラック村へ配分されるため、ポンプ場からハウに向けた送水量は多い時で約 1,700 m³/時となる。

以上の結果を踏まえて、ポンプ場の流入量と送水量を以下のとおり設定する。

- アズラックポンプ場水源量 : 1,900 m³/時
- ハウ方面最大送水量 : 1,700 m³/時 (流速 1.74m/秒)
(水源の生産量からアズラック送水 200 m³/時を控除した。)
- ハウ方面最小送水量 : 1,500 m³/時 (流速 1.54m/秒)
(現地実測結果による。)

③ ポンプ台数の決定

a. 留意事項

ポンプ台数の設定にあたっては、以下の点に留意する。

- ・ 故障・点検時のポンプ停止による影響を少なくする。
- ・ 既設ポンプ室の設置スペースを有効に活用する。
- ・ 既設ポンプの運転を妨げないようなレイアウトとする。
- ・ 最大流量、最小流量の調整が運転台数の変更によってできること。
- ・ 送水ポンプであるため、送水量は大幅に変動しないことを前提とする。
- ・ できるだけ同容量のポンプを整備し、消耗部品や予備品の互換性を図る。

b. 設置スペース

新ポンプ場における既設ポンプ 5 台(No.3～7)を撤去し、基礎工事と新規ポンプの据付を行う。

新ポンプ室の既設ポンプは現在、No.1 及び No.3 が稼動しているが、No.4～8 のポンプは機械的なトラブルによって使用不能な状況にある。この設置案のメリットは以下のとおりである。

- ・ No.4～8 のポンプを撤去する場合でも既設ポンプの運転を妨げることはない。
- ・ 工事期間中は No.1 のポンプと旧ポンプ場が稼動することで最低限の送水量は確保できる。
- ・ 現在の吐出側の集合管をそのまま活用でき、据付工事が容易となる。

なお、現在使用されていない発電機を撤去して、そのスペースに新たなポンプを設置することも考えられるが、その場合、巨大な発電機の撤去だけでなく、吸込管や吐出管の延長工事も必要となる。こうした工事はポンプ場運転における効率化に影響しない。図 3.2.4 に更新のレイアウト(案)を示す。

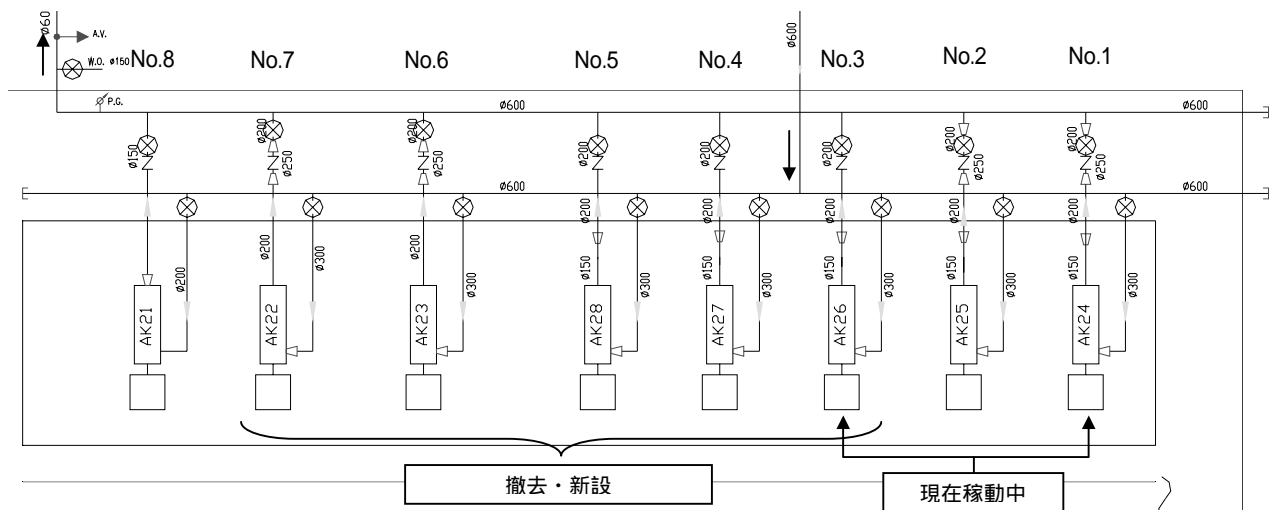


図 3.2.4 アズラックポンプ場の更新レイアウト

c. ポンプ台数

当初の要請では、容量 500 m³/時と容量 300 m³/時のポンプがそれぞれ 2 台あげられていたが、送水系統の特性を踏まえると、送水量を大幅に変動させる必要性は少なく、同容量のものを必要台数整備することが効率的であると考えられる。

以上より、既設ポンプ 5 台のスペースを有効に活用するため、新たなポンプの台数は同容量のポンプを 4 台、予備機 1 台の計 5 台とする。この場合、計画送水量は 1,700 m³/時であるため、1 台当り送水量は 425 m³/時となる。

④ 全揚程の決定

送水管の最高標高点(L=52km 地点)における管内圧が負圧にならない範囲で必要となるポンプの揚程を水理計算によって決定する。

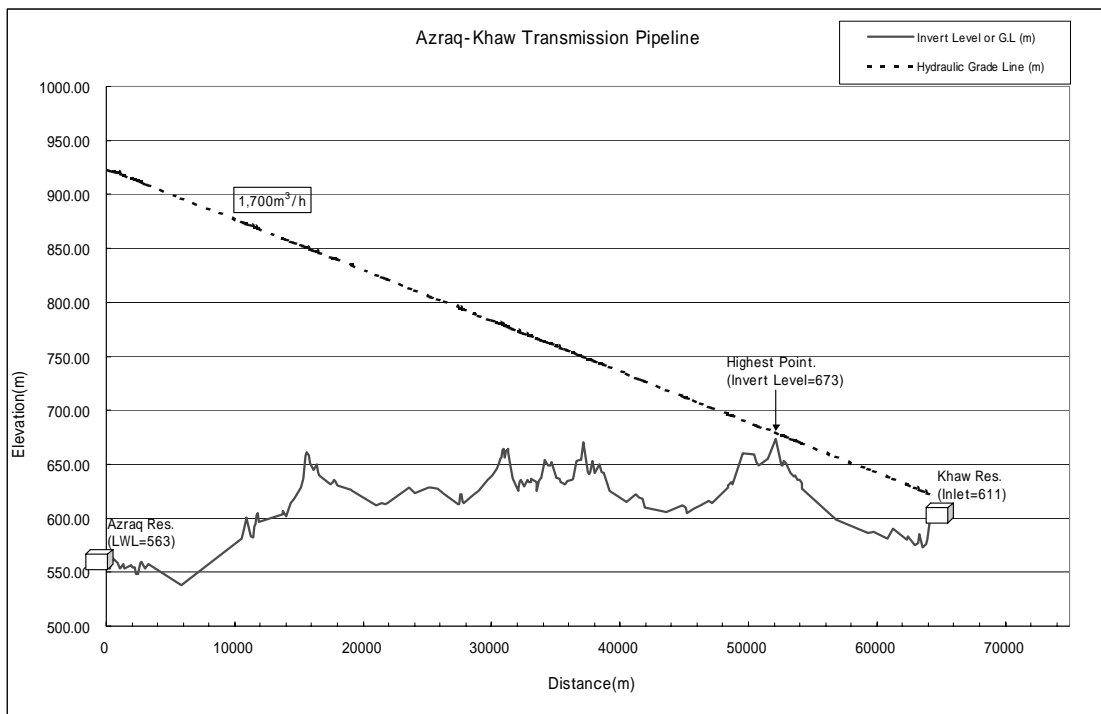


図 3.2.5 アズラック送水系統の動水勾配

表 3.2.11 アズラック送水系統の水理計算結果

種 別	ポンプ場 ～管路最高標高点
流量	0.472 m ³ /秒
管内径	0.587 m
流速	1.75 m/秒
流速係数 (C)	125
導水勾配 (I) ※1)	0.00470
ハウリザーバー～新ポンプ場の距離	250 m
新ポンプ場～送水管起点の距離	270 m
送水管起点～最高標高点の距離	51,587 m
管路の総延長	52,107 m
ポンプ場 LWL～最高標高点(管底)の標高差	110.3 m(実揚程)
摩擦損失水頭 (h)	0.00470 × 52,107 = 244.9m
必要全揚程	110.3 + 244.9 = 355.2 m
設計全揚程	360 m

※1) $I = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85}$

⑤ ポンプのシステムカーブ

流量 1,700 m³/時をポンプ 4 台で送水する場合のシステムカーブを図 3.2.6 に示す。ポンプ 4 台のうち、1 台を休止させて 3 台運転をした場合でも、ポンプの揚程曲線と管の抵抗曲線が交わるため、安定かつ適正な運転が可能である。この場合、送水量は約 1,500 m³/時となり、現地調査で把握した最小流量を送水することが可能である。

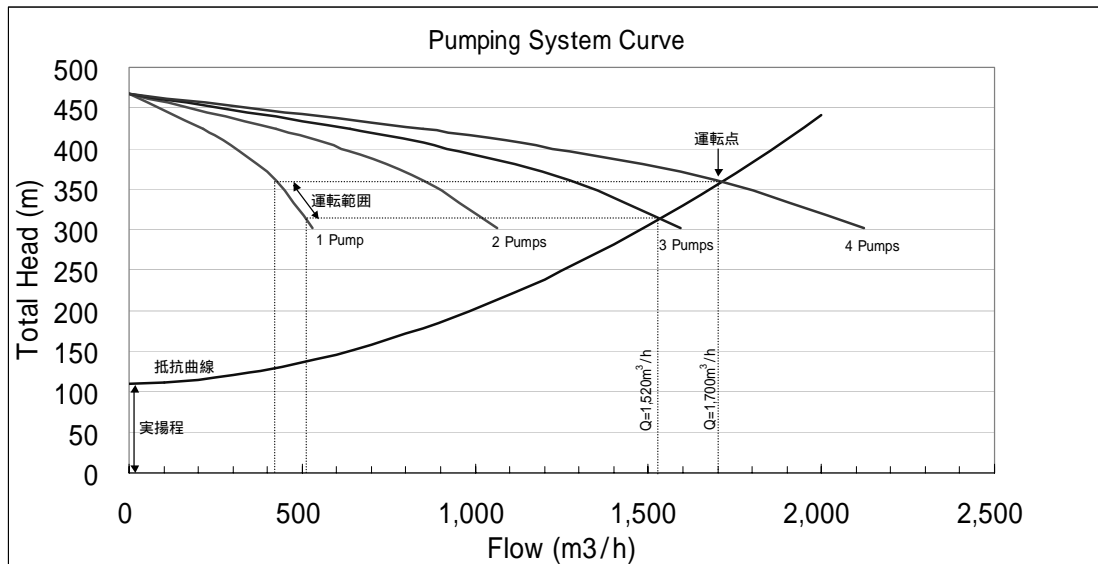


図 3.2.6 ポンプ 4 台の場合のシステムカーブ

一方、流量 1,700m³/時をポンプ 3 台で送水する場合のシステムカーブは図 3.2.7 のとおりである。この場合、4 台体制の場合に比べてポンプ 1 台当りの受持ち水量が大きく、1 台を休止した場合はポンプの性能曲線と管路抵抗曲線が交差しないことが考えられる。2 台同時運転を行う場合、ポンプ吐出側のバルブを絞って(抵抗曲線を変えて)運転することとなるが、現在の最低送水量を下回る。また、バルブの絞り運転は効率的な運転を妨げることに伴い、エネルギー効率化という主旨に反する。

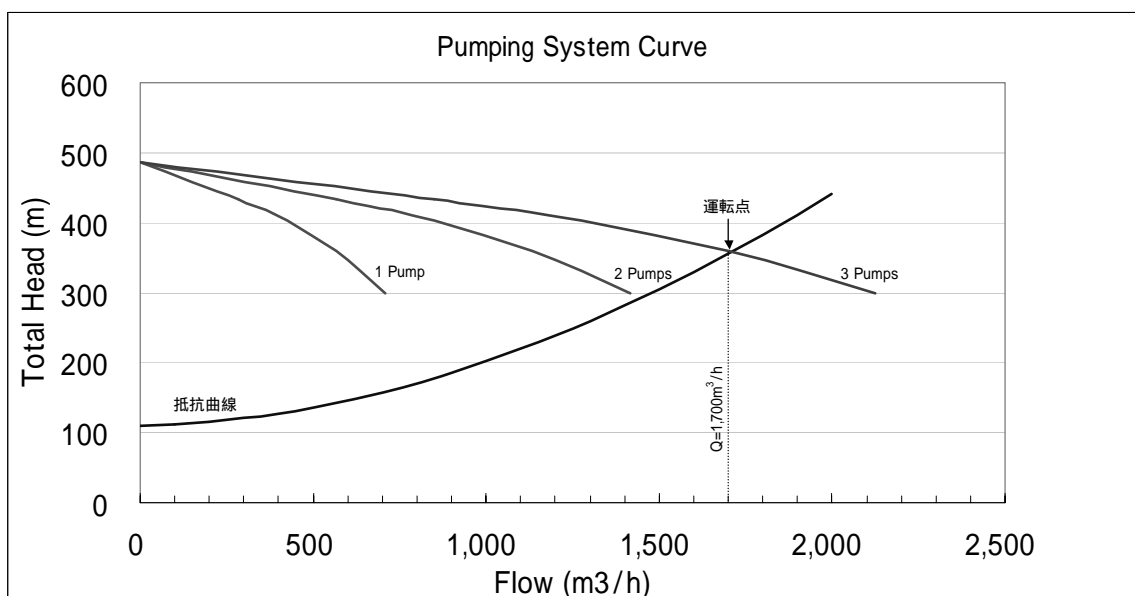


図 3.2.7 ポンプ 3 台の場合のシステムカーブ

2) ハラバットポンプ場

① 管路の水力条件

アズラックポンプ場と同様、既設管路の流速係数を以下のとおり算出した。当送水管は、ハラバットポンプ場から 840m 地点でコリドール井戸群からの送水管が合流する。ポンプ場から 8km 地点からはアズラック系統の送水管と平行してハウまで達している。現地調査の結果、アズラック系統と同様、最高標高点での水圧が負圧とならない範囲でポンプ揚程を決定する必要がある。

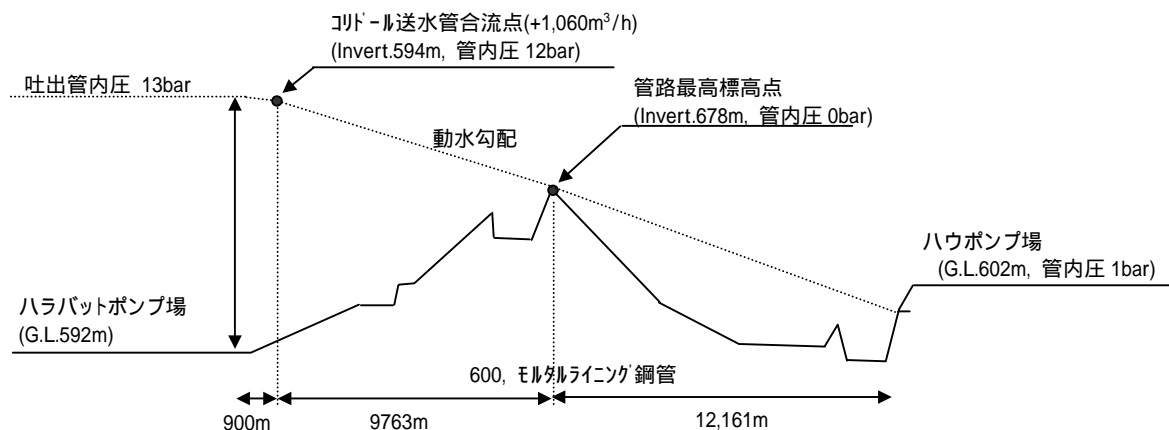


図 3.2.8 ハラバット/ハウ送水管の縦断図

表 3.2.12 ハラバット/ハウ送水管の流量

項目	測定データ 1	測定データ 2	備考
ハラバットからハウ方面	380 m ³ /時	530 m ³ /時	ポータブル超音波流量計
コリドールからの流量	1,060 m ³ /時	1,043 m ³ /時	-
合流点の水圧	119 m	126 m	-
ハウ方面の合計送水量	1,440 m ³ /時	1,573 m ³ /時	ポータブル超音波流量計

※WAJ 提供データ 2009 年 5 月 5 日測定

当送水は、ポンプ場から約 900m 地点でコリドール井戸群からの送水管と合流する。ハラバットからハウへ配分される流量は 500 m³/時、コリドール井戸群からの水は平均 900~1,000 m³/時である。夏期には一時的に民間井戸からも合流するため、最終的にハウポンプ場へ到達する流量は 1,400~1,900 m³/時で変化する。

上記の実測データを元に、コリドール合流点からハウポンプ場間の管路の流速係数を算出する。

$$[\text{Hazen-Williams 公式}] I = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \rightarrow C = 3.5903 \times Q \times D^{-2.63} \times I^{-0.54}$$

表 3.2.13 アズラック路線の水力条件

種別	コリドール合流点～管路最高標高地点	
流量	0.400 m ³ /秒	0.437 m ³ /秒
管内径	0.587 m	0.587 m
摩擦損失水頭 (h)	(594+119)-(678+0)=35 m	(594+126)-(678+0)=42 m
導水勾配 (I=h/L)	35/9,763=0.00358	42/9,763=0.00430
流速係数 (C)	122.1	122.2

以上より、本送水管の流速係数は 122 を採用する。

② 計画送水量

ハラバットポンプ場の計画送水量は、既存井戸群の生産量をもとに設定する。過去の井戸生産量の変化は「2-1-4 既存施設・機材」に示したとおりであり、2008 年における平均井戸生産量は 17,1053m³/日である。このうち 100～250 m³/時は常にハラバット村へ配分される。

ハラバットポンプ場からの送水量約 500 m³/時に加えて、コリドール系統からの流入が 900～1,000 m³/時、夏期には民間井戸群からの水量増強がある。従って、ハウ方面へ送水される平均水量は約 1,700 m³/時、多い時で 1,900m³/時を記録することがある。

本送水管はアズラック系統と同様、口径 600mm のモルタルライニング鋼管であり、1,900m³/時の際の流速は 1.95m/秒となる。ポンプ系送水管として望ましい流速は 1.2～1.8 m/秒が標準であり、水撃圧のリスクを低減するためにも、最大流量はアズラックと同様 1,700 m³/時に抑えることが望ましい。

ハラバットポンプ場水源量	: 700 m ³ /時
ハウ方面最大送水量	: 500 m ³ /時
ハウ方面最小送水量	: 450 m ³ /時
コリドール系統からの最大流量	: 1,200 m ³ /時
コリドール系統からの最小流量	: 900 m ³ /時
ハラバット～ハウ送水管最大流量	: 1,700 m ³ /時 (流速 1.74m/秒)
ハラバット～ハウ送水管最小流量	: 1,350 m ³ /時 (流速 1.39m/秒)

③ ポンプ台数の決定

a. 留意事項

ポンプ台数の設定にあたって考慮する点はアズラックポンプ場と同様である。

b. 設置スペース

現在、常時稼働しているポンプは No.1(ハウ向け)及び No.4(ハラバット向け)の 2 台であり、ほかの 2 台は使用されていない。

まず No.3 ポンプを撤去した後、No.1 ポンプを移動させて、No.1 と No.4 が常時稼働できる状態を確保するとともに、新たなポンプの設置スペースを空ける。

その後、現在の No1、No.2 の場所において、基礎工事と新規ポンプの据付を行う。

新規ポンプの据付後は、既設の吐出側の集合管をそのまま活用するため、据付工事に大きな支障は生じない。ただし、ハウ向けとハラバット向けの送水管は完全に分離する必要があるため、バイパス管やバルブ類は撤去する。

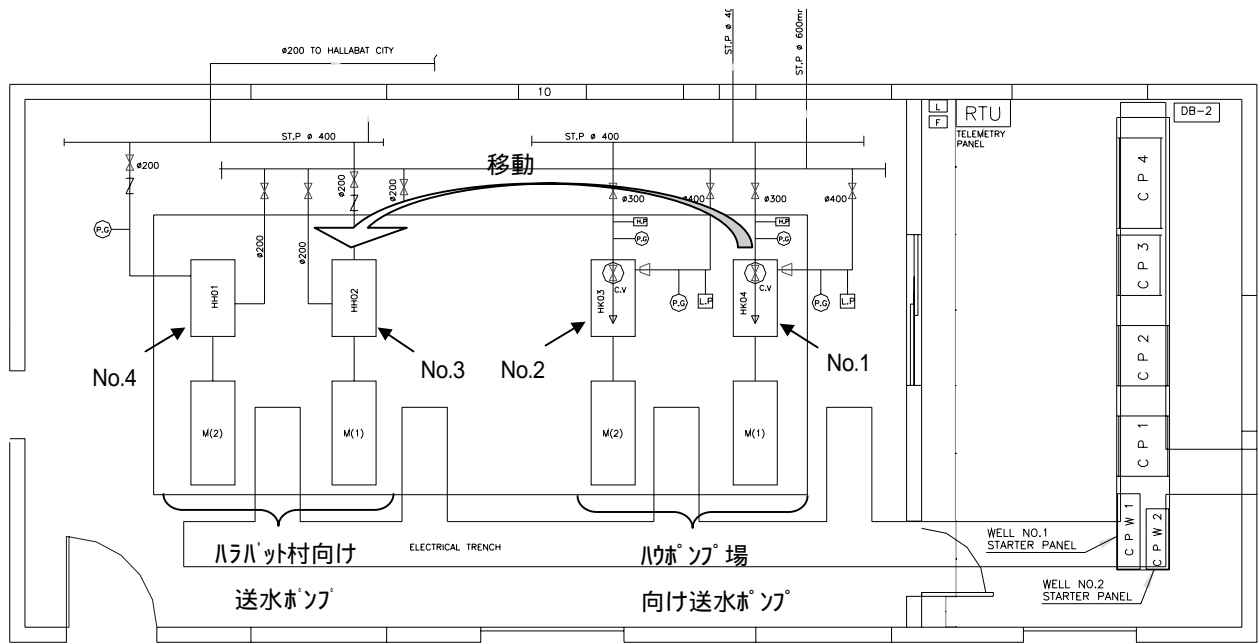


図 3.2.9 ハラバットポンプ場の更新レイアウト

c. ポンプ台数

要請では、容量 500 m³/時のポンプが 1 台あげられており、前出の検討結果からも吐出量は妥当と考えられる。また、送水系統の特性を踏まえると、送水量を大幅に変動させる必要性は少なく、同容量のものを 1 台と予備機 1 台を整備する。

④ 全揚程の決定

送水管の最高標高点(L=10km 地点)における管内圧が負圧にならない範囲で必要となるポンプの揚程を水理計算によって決定する。

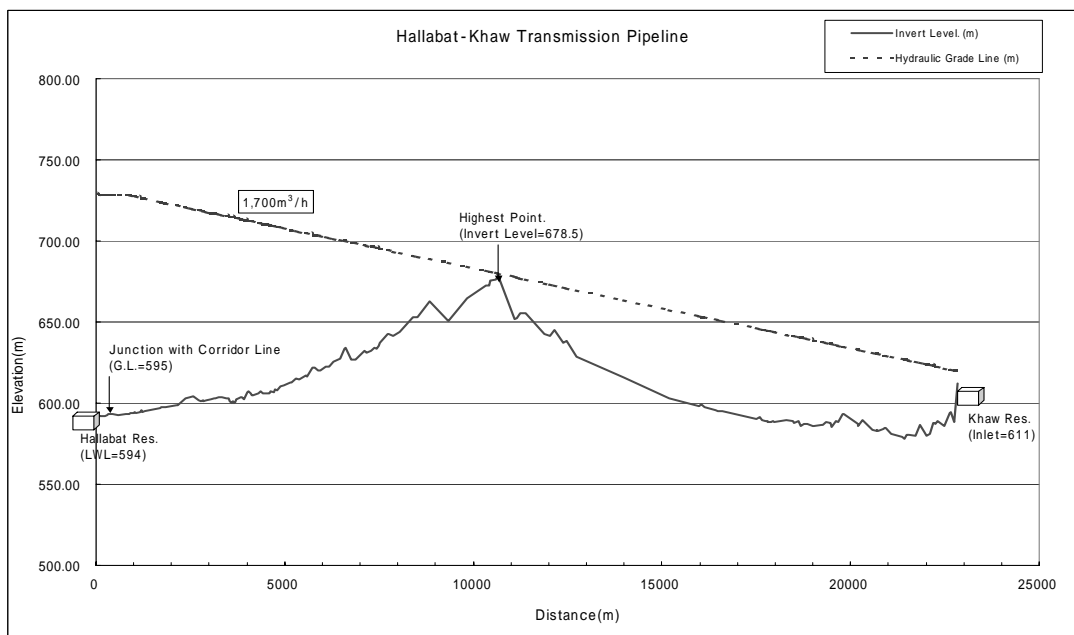


図 3.2.10 ハラバット送水系統の動水勾配

表 3.2.14 ハラバット送水系統の水力計算結果

項目	数値
流速係数 (C)	122
コリドール合流点～管路最高標高地点	
流量	0.472 m ³ /秒
管内径	0.587 m
導水勾配 (I) ※1	0.004913
合流地点～最高標高点の距離	9,763 m
合流地点(管底)～最高標高点(管底)の標高差	85 m
摩擦損失水頭 (h)	0.004913×9,763=48m
コリドール合流地点で必要となる動水圧	85+ 48 = 133 m
ハラバットポンプ場～コリドール合流地点	
流量	0.139 m ³ /秒
管内径	0.587 m
導水勾配 (I) ※1	0.000512
ポンプ場～合流地点の距離	900 m (吸込管含む)
ポンプ場 LWL～合流地点(管底)の標高差	0.3 m
摩擦損失水頭 (h)	0.000512×900=0.5 m
必要全揚程	0.3+0.5+133 = 133.8 m
設計全揚程	135 m

※1 $I = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.8}$

⑤ ポンプのシステムカーブ

計画送水量 500 m³/時に対して運転を行った場合のシステムカーブは図 3.2.11 のとおりである。抵抗曲線は、ハラバットポンプからの送水量がゼロの場合、コリドール方面からの送水量 1,200 m³/時が維持されるという条件で設定した。このため、コリドール方面からの送水量が急激に低下する場合は、ハラバットのポンプの運転条件にも影響がある。水力計算の結果、コリドール方面からの送水量は最低 700m³/時を下回る場合には抵抗曲線が低下し、ポンプの範囲から外れてしまう。この場合は、ポンプ吐出部のバルブによる流量調整を行う必要がある。

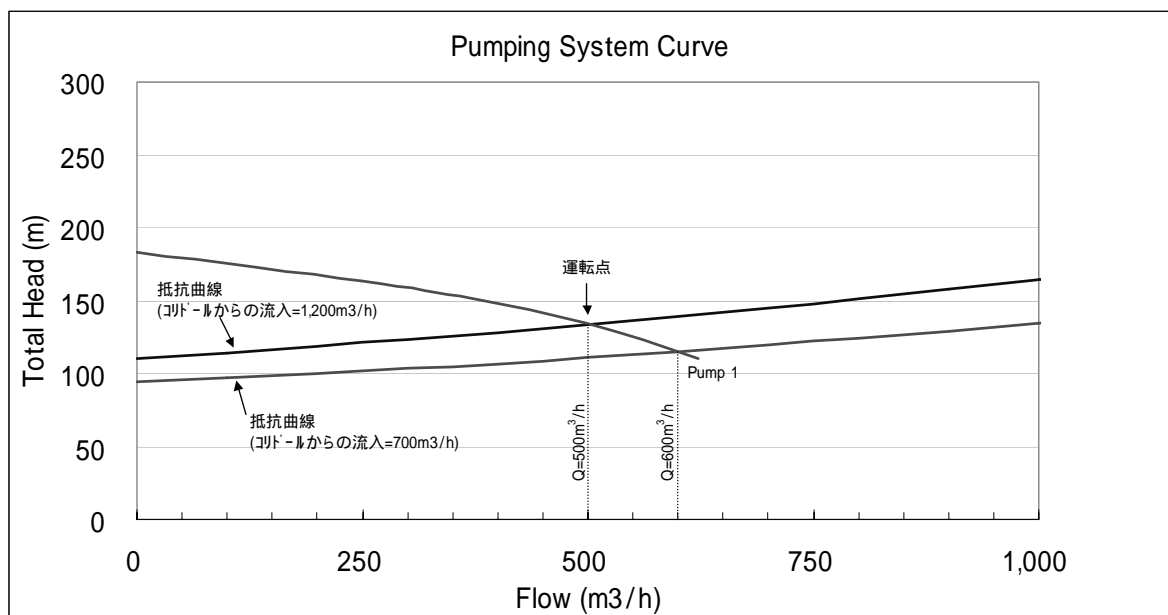


図 3.2.11 ハラバットポンプ場のシステムカーブ

⑥ キャビテーションの検討

送水ポンプでは、規定吐出量を大幅に超える範囲で運転を行うと、キャビテーションの問題が生じる危険性が高い。計算の結果、規定吐出量を 500 m³/時とすると、その 1.2 倍(600 m³/時)がキャビテーションは発生しない最大吐出量となった。

3) 新ザルカポンプ場

① 管路の水理条件

ザルカの新ポンプ場の位置は、現在の逆浸透膜処理施設の用地内とする。ザルカポンプ場からバトラウィ配水池までの新規送水管は、最短ルートで約 2.2km である。布設予定ルートは現在、ハウ～バトラウィ送水管(φ 700mm, 2002 年建設)と同じルートとする。

ハウ～バトラウィ送水管の縦断図に基づいて以下のとおり各地点の標高、区間距離を設定した。

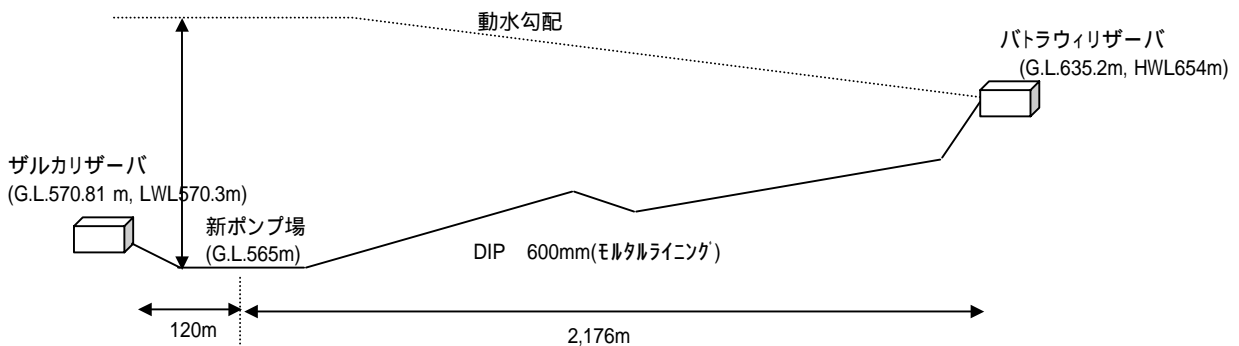


図 3.2.12 ザルカ～バトラウィ送水管(計画)の縦断図

ヨ国の市場では、口径 450mm、500mm の管は出回っておらず、これらの管を採用した場合、バルブやフィッティングなどの国内調達が難しく、今後のメンテナンスに支障をきたす。従って、WAJ の要望を考慮し、流速には若干余裕がでるものの、管口径は 600mm を採用する。なお、管口径を 600mm とするため、管路の摩擦損失の低下によってポンプの必要揚程を抑えることができる利点がある。

水理計算における流速係数は 110 を採用する。

② 計画送水量

ザルカポンプ場からバトラウィ配水池への計画送水量は、以下の水源の水量に基づいて決定する。

- ・ ザルカ井戸群(逆浸透膜施設の処理水)
- ・ ハシミエ井戸群

既往のプロジェクトで立案された送水シナリオによれば、ザルカ及びハシミエの井戸群の水は、バトラウィ配水池に送水し、そこでハウポンプ場からの良質な水を混和して配水に使用される。

現在バトラウィ配水池が建設中であり、それが完了する 2010 年 3 月までには以下のような送水計

画が想定されている。

ザルカ(高区・低区)の1日平均給水量 : 50,600 m³/日 (2,108 m³/時)
ハウからバトラウィへの送水量 : 31,453 m³/日 (1,310 m³/時)
ザルカポンプ場からバトラウィへの送水量 : 19,147 m³/日 (798 m³/時)

なお、ハウ～バトラウィ送水管からはハシミエ・スフナへの分水(5,500 m³/日)も必要となるため、ハウポンプ場からの送水量の合計は 36,953 m³/日となる。

WAJ ザルカ支所はこの水量を確実に送水できるよう、ハウポンプ場の運転計画を立てなければならない。特に、ハウ～バトラウィ送水管におけるハシミエ分岐点ではバルブ調整を行い、適正に送水量が配分されるようコントロールしなければならない。

2008年におけるハシミエ井戸群の送水量と、ザルカ逆浸透膜施設処理水の送水量は図3.2.11のとおりである。一年を通じて大きな変動はなく、平均水量は 796 m³/時であり、上記シナリオでの日平均送水量(798 m³/時)と整合が取れている。

WAJ ではザルカ逆浸透膜処理施設の運営委託会社との間で、処理能力を増強するための交渉を行っている。現在、逆浸透膜処理施設からの排水は井戸揚水量の約 21%を占めており、処理能力の向上によってこれが低減できれば、飲料水に使用できる水量が増加する。

しかし、2008年のザルカ井戸群の平均生産量は 4,488,601m³/年であり、これは時間平均で 512m³/時となる。仮に排水率が 10%まで低減できたとしても、ハシミエ井戸群と併せた水量は 850 m³/時に過ぎない。従って、ザルカからバトラウィへの計画送水量は 800 m³/時としてポンプの設計を行う。

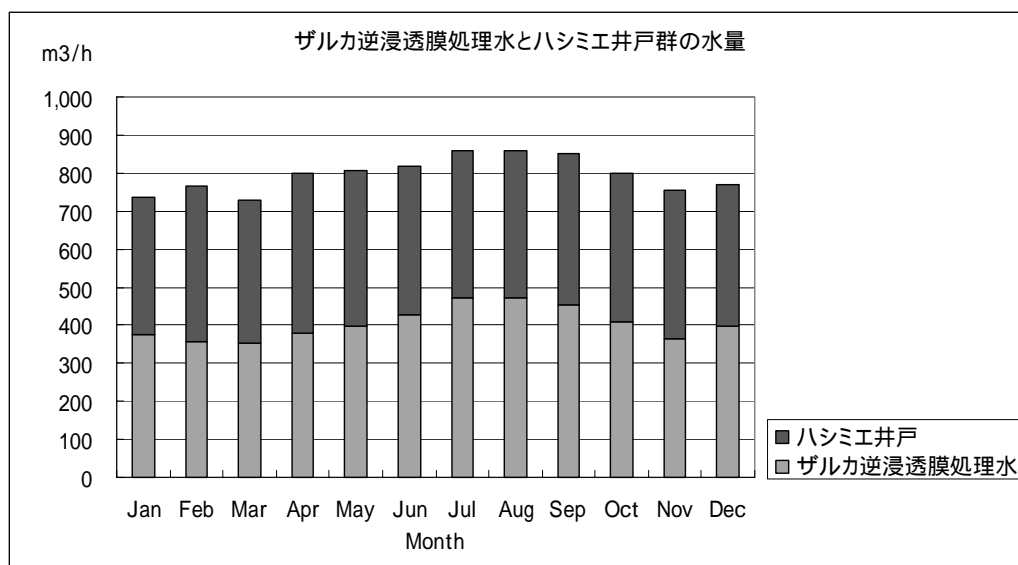


図 3.2.13 ザルカ逆浸透膜処理水とハシミエ井戸群の水量

③ ポンプ台数の決定

a. 設置スペース

新たに計画されるポンプ場のレイアウトはこのポンプ台数に応じて決められるため、大きな制約

はない。なお、バトラウィ配水池への送水管は専用管として整備し、他の送水管との接続を認めてはならない。

b. ポンプ台数

計画送水量は 800 m³/時と大きいため、1 台当り送水量 400m³/時のポンプを 2 台、予備機 1 台の 3 台を設置する。

④ 全揚程の決定

計画送水管の条件を以下のとおり設定し、必要となるポンプの揚程を水力計算によって決定する。

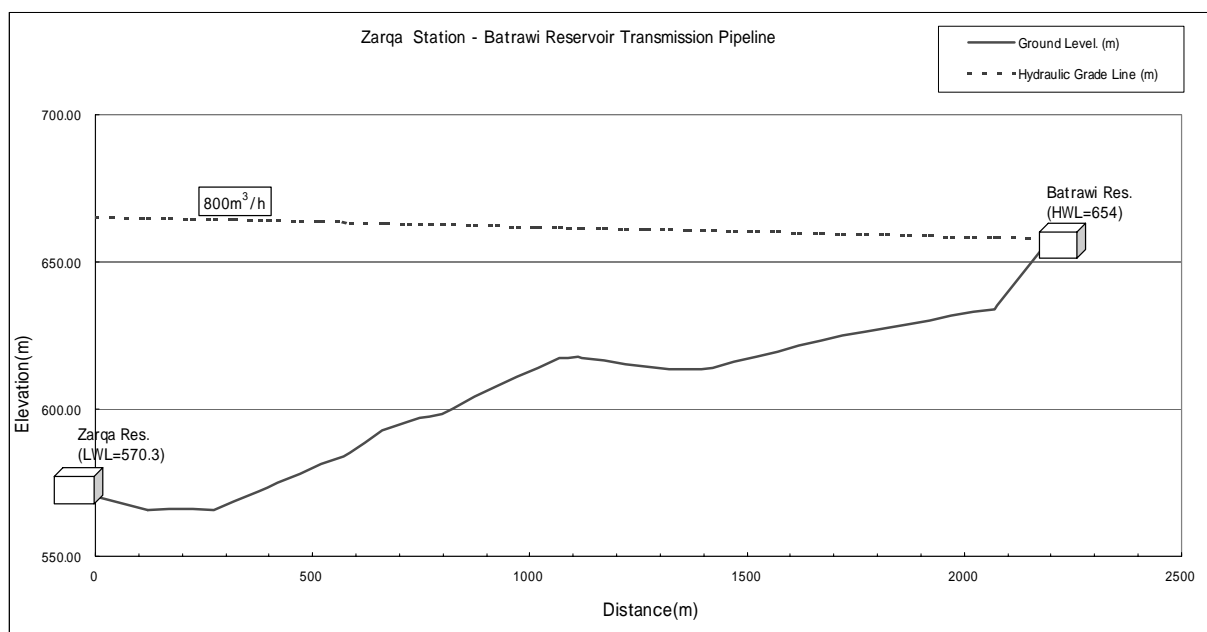


図 3.2.14 ザルカー-バトラウィ送水管の動水勾配

表 3.2.15 ザルカー-バトラウィ送水管の水力計算結果

項目	ザルカ新ポンプ場 ～バトラウィ配水池
流量	0.222 m ³ /秒
管内径	0.603 m
流速係数 (C)	110
導水勾配 (I)	0.00129
区間距離	2,176 m
摩擦損失水頭 (h)	0.00129 × 2,176 = 2.8 m
ザルカリ配水池 LWL～バトラウィ配水池 HWL の標高差	83.7 m
必要全揚程	2.8 + 83.7 = 86.5 m
設計全揚程	90 m

※1 $I = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85}$

⑤ ポンプのシステムカーブ

流量 $800\text{m}^3/\text{時}$ をポンプ 2 台で送水する場合のシステムカーブは図 3.2.15 のとおりである。

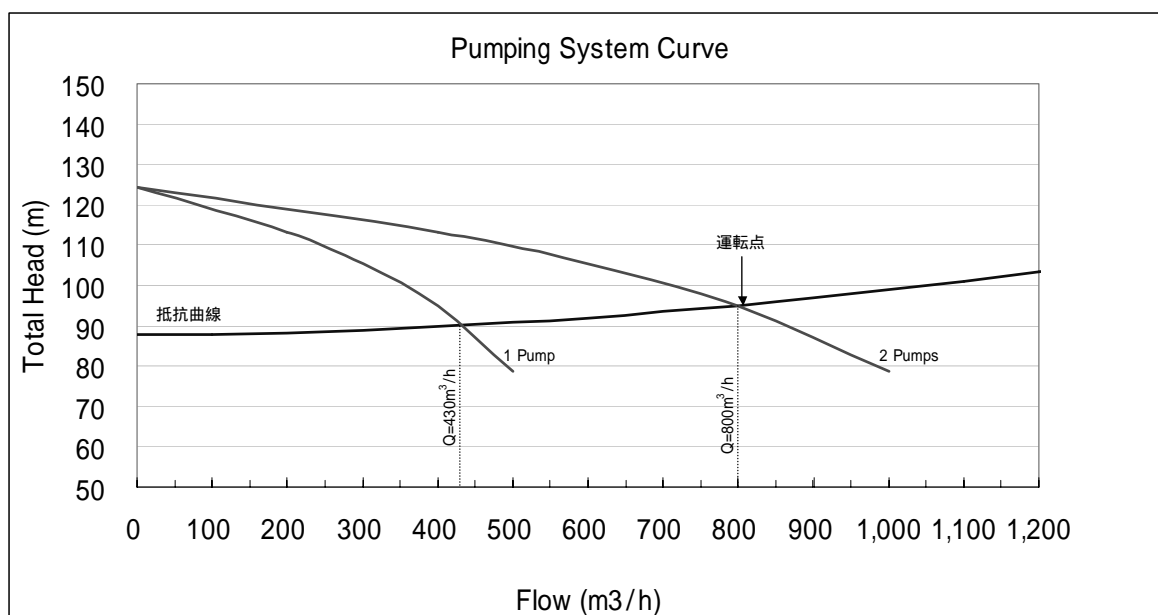


図 3.2.15 ザルカ-バトラウイ送水ポンプのシステムカーブ

⑥ キャビテーションの検討

仮にハシミエ又はザルカの井戸群からの送水量が低下し、ポンプ 1 台のみの運転が必要となった場合でも、上記のシステムカーブのとおり正常な運転は可能である。また、ポンプ 1 台当りの運転範囲の変動も許容範囲にあるため、キャビテーションの問題は発生しない。

4) ポンプの据付計画

前項で述べたとおり、新ザルカポンプ場を除いた対象サイトでは、全て既設ポンプの撤去・更新が協力内容となる。

ポンプの据付においては、現在使用不能な状態にあるポンプや、将来的に利用されないポンプのスペースを有効に活用する。また、新規に据え付けられるポンプは、鋼管及びバルブ類を使用しながら、既設の吐出管、吸込管と接続される。

- ・ ポンプの吸込管には、止水用の仕切弁を設ける。
- ・ ポンプの吐出し管には逆止弁、吐出弁(バタフライ弁)を設ける。
- ・ ポンプの基礎は、ポンプの荷重及び振動に対して十分な強度をもったコンクリート構造とし、ポンプと電動機の基礎が一体となった構造とする。
- ・ ポンプの吸込側には連成計、吐出し側には圧力計を取り付ける。

(2) 受電計画

1) 受電方式の現状と問題点

WAJ 所管のポンプ場におけるポンプ設備運転用の電源供給については、一部 660V はあるものの、基本的に低圧 400V が標準となっている。しかしながら、昨今の技術的見地と市場動向からみて、このまま低圧電源のみに依存することは、将来的にも問題を生じる可能性がある。本計画ではポンプ場の中圧受電への変更の可能性を検討した。

2) ヨ国市場における資機材の市場性

日本や欧米を始め先進国のほとんどでは、200～300kW 級以上の電動機用の電源として採用する電圧は中圧 6.6kV が標準となっている。ヨルダン国内では、低圧受電で大容量の電動機は複数メーカーの製品が入手可能であるが、国際市場では一般的ではない。本計画においてアズラックポンプ場の更新対象となる出力 700kW 級の電動機は、ヨ国内にて 1 社は調達可能であることは確認されたが、日本製品や欧米製品で調達することはほぼ不可能である。

ヨ国内の民間企業においては中圧受電への移行が進んでおり、これに対応できる技術力を保有する電源設備メーカーの数は増える傾向にある。周辺電気設備の構成部品(開閉器、遮断器等)について低圧大容量の特殊部品が将来的にも部品が調達できる保証はない。

3) 類似施設の現状

日本の無償資金協力によって改修工事が行われた「ザイシステムの導水ポンプ場」や USAID の支援により建設された「ワジ・マイン・ザラ・ムジブ浄水場」では、ポンプの電動機出力が 2,000kW 級ということもあるため、中圧 6.6kV による受電システムが採用されている。これらの施設では、専任の管理責任者の任命、安全管理システムの導入などの中圧電源に対応した管理運営方式が採用されている。これらのプロジェクトを契機として、今後ともこうした中圧受電システムの必要性は次第に高まると考えられる。

4) 中圧配電の優位性

配電電圧は、通常、負荷の電気的特性と分布状態を検討し、施設規模に応じて、経済性と省エネルギー性を考慮して決定されるものである。電動機の容量や建物の規模が大きくなるほど、電圧を高くすることが電力損失の低減につながり、経済的な効果をもたらす。中圧の場合は、低圧の場合に比べて電圧降下も少なく、安定した電源供給が可能となる。また、ケーブルの断面積も少なく済み、配線工事が容易であるため、既存ポンプ場のようなトレンチ内の敷設ではなく、壁や天井に取り付けたケーブルトレイによる配線も可能となる。こうした変化は、異常の早期発見につながりメンテナンス上の有利性ももたらす。

5) 受電計画の方針

トランスを設置する場合、配電会社に機材の調達と設置を委託した場合、配電会社が 20 年間無償でトランスの維持管理を行い、その後配電会社の資産として移管される。WAJ 側が設置した場合は、維持管理につき WAJ 側が責任を持つこととなる。各ポンプ場における配電システム変更の可能性は下記のとおりである。

① アズラックポンプ場

NEPCOの変電所がポンプ場敷地に隣接しており、アズラックポンプ場の既存トランス(11kV/0.4kV、2台)までの距離は比較的近い。配電はEDCOが管轄している。

アズラックで中圧受電を採用する場合、中圧受電用トランスと一部配電線の交換が必要となる。変電所から新ポンプ場のトランス予定地までの配電線は延長318mであり、そのうち275mの区間は新しい電線であるため更新する必要はない。残りの43m区間については電線自体が古く、更新する必要がある。なお、変電所とポンプ場は近接しており、送電圧を11kVから33kVに増強する必要はない。現時点で想定するポンプ規模に対して必要となる変圧器を試算した結果、11kV/6.6kVで容量6,000kVAのトランスが必要となる。アズラックポンプ場は重要な水源送水施設であり、予備のトランス1台を含めた中圧システム受電用トランス2台の新規設置を行う。

本変更に伴う配電線の更新費用は約7,000JD(約1,000,000円)でありWAJにとって、大きな負担額とはならないため、WAJは中圧受電施設への変更に同意している。

② ハラバットポンプ場

既存の送電線は33kVであり、2台(1,000kVA×2)のトランスが設置されている。既存の建屋はポンプ設置のスペースとして十分な余裕がなく、老朽化も見られるため、中圧受電の配線を行う上で管理上の問題がある。また、常駐する運転管理要員はポンプ運転員のみであるため、安全管理上の点において中圧受電施設への変更は難しい。従って、受電方式は現行の低圧受電を継続する。

既存のトランス容量はポンプの始動電流に対して十分な容量を持っていないため、本計画において1,000kVAトランス1台を調達し、既存の1,000kVAのトランス2台と併用する。配電はJEPSCOの管轄である。

③ ザルカポンプ場

既存の地中埋設による送電線圧は11kV、トランスは11kV/0.4kVである。この埋設ケーブルは容量に限りがあり、これから分岐して受電することに制約がある。配電はJEPSCOの管轄である。

JEPSCOによると中圧受電システムにする場合、既存の架空送電線10km区間を他の必要があるため33kVに交換する必要があり、約250,000JD(3,500万円)の費用が必要とされる。さらに、トランスは33kV/6.6kVまたは33kV/3.3kVを設置する必要がある。送電線の更新費用、必要工期などを踏まえるとWAJ側の負担が大きく、また工事期間も長く要するため、本ポンプ場への中圧受電システムの導入については無理がある。

機材更新後の所要電力について検討したところ、本計画において日本側が調達するポンプ3台を運転した場合に1,200kVA必要となる。既存の変圧器容量は3,000kVAあり、これにより本計画分を賄うものとする。ただし、配水ネットワーク向けポンプを別途WAJ側で整備する場合、変圧器容量の増強が必要な場合はWAJ側が負担するものとする。

以上の結果、本計画においてポンプ施設更新の対象となる、アズラック、ハラバット、ザルカのポンプ場のうちアズラックについては中圧受電を導入し、他のポンプ場は現状どおり低圧受電とする。

3-2-3-3 資機材計画

(1) ポンプの形式

ポンプ形式は下表に示すとおりとする。

表 3.2.16 ポンプの仕様

ポンプ場の名称	ポンプの形式	台数 (台)	吐出量 (m ³ /時)	揚程 (m)
アズラック	片吸込多段渦巻	5(内予備 1)	425	360
ハラバット(ハウ向け)	片吸込多段渦巻	2(内予備 1)	500	135
ハラバット(町向け)	片吸込多段渦巻	2	150	150
ザルカ	片吸込多段渦巻	3(内予備 1)	400	90

(2) 付帯設備

既存ポンプ場では、ポンプの始動・停止時における吐出側バルブの操作は行われてない。このため、水撃作用による衝撃、ポンプ・電動機の過負荷運転、バルブ操作不能等の障害が発生する恐れがある。この背景には、吐出部に高い水圧がかかることで、人力で弁の開閉が難しくなるという事情も考えられる。従って、バルブ操作を確実に実施し、かつ機器の損傷を防止するために、吐出側バルブを電動化し、ポンプの起動、停止と連動させる。また、ポンプ運転時の異常を検知するとともに、ポンプ・電動機の故障を未然に防止するための保護回路(圧力、温度、過負荷、3Eリレー、他)を設置する。

(3) 電動機の形式

既設の電動機と同様の三相かご型誘導電動機とする。誘導電動機の形式別比較を以下に示す。

表 3.2.17 誘導電動機の比較

形式	特徴	据付工事
かご型誘導電動機	構造簡単であり、長時間の連続運転にも耐え、保守の手間がかからない。 電源電圧、周波数変化に対しても安定性が高い。	既存ポンプ場の機器配置を大幅に変更することなく据付可能である。ただし、基礎については、新規工事が必要。
巻線型誘導電動機	二次抵抗器によって、始動特性および回転速度の変化が可能。 始動時に大電流を流すことなく始動が可能であるほか、速度制御も可能である。	かご型に比較して大型であり、配置の見直しが必要となる可能性がある。 始動用抵抗器の設置場所が必要となる。

既存施設における電動機始動方式としては、小～中出力(50～300kW)のものは「コンドルファ(単巻変圧器)始動」、大出力(500～850kW)のものは「液体抵抗器始動(リアクトルの一種)」が一般的である。

本計画においては、始動電流を抑制し、設備機材への衝撃を緩和するため、「コンドルファ始動」、「リアクトル始動」等を採用する。

(4) 概略仕様

1) ポンプ設備

ポンプ設備の構成機器の概略仕様は以下のとおりである。

表 3.2.18 アズラックポンプ場のポンプ仕様

品目	形式	基本仕様	付属品・備考
送水ポンプ	片吸込み多段渦巻ポンプ	吐出量: 425m ³ /h 全揚程: 360m 本体材質: 鋳鋼 数量: 5台(予備機1台含む)	電動弁: 始動停止時作動 逆止弁、仕切弁、空気弁 圧力計・連成計、配管用鋼管 ポンプ基礎および据付工事を含む
電動機	かご型三相誘導電動機	電源: AC φ 3, 50Hz, 6.6kV, 保護: 防塵防噴流型、絶縁: F種	
電源設備	中圧受電盤 低圧配電盤 操作盤	鋼製屋内自立閉鎖型 開閉器、遮断装置 進相コンデンサ/リアクトル、ソフトスタート 保護回路: 過負荷、温度、流入圧力、吐出圧力、3Eリレー	トランス 6.6kV/400-230V 電圧計、電流計、力率計、電力量計他

表 3.2.19 ハラバットポンプ場のハウポンプ場送水用のポンプ仕様

品目	形式	基本仕様	付属品・備考
送水ポンプ ハウポンプ 場向け	片吸込み多段渦巻ポンプ	吐出量: 500m ³ /h 全揚程: 135m 本体材質: 鋳鋼 数量: 2台(予備機1台含む)	電動弁: 始動停止時作動 逆止弁、仕切弁、空気弁 圧力計・連成計、配管用鋼管 ポンプ基礎および据付工事を含む
電動機	かご型三相誘導電動機	電源: AC φ 3, 50Hz, 400V, 保護: 防塵防噴流型、絶縁: F種	
電源設備	低圧受電盤 配電盤 操作盤	鋼製屋内自立閉鎖型 開閉器、遮断装置 進相コンデンサ/リアクトル ソフトあるいはコンドルファ 保護回路: 過負荷、温度、流入圧力、吐出圧力、3Eリレー	電圧計、電流計、力率計、電力量計他

表 3.2.20 ハラバットポンプ場のハラバット村送水用のポンプ仕様

品目	形式	基本仕様	付属品・備考
送水ポンプ ハラバット村 向け	片吸込み多段渦巻ポンプ	吐出量: 150m ³ /h 全揚程: 150m 本体材質: 鋳鋼 数量: 2台	電動弁: 始動停止時作動 逆止弁、仕切弁、空気弁 圧力計・連成計、配管用鋼管 ポンプ基礎および据付工事を含む
電動機	かご型三相誘導電動機	電源: AC φ 3, 50Hz, 400V, 保護: 防塵防噴流型、絶縁: F種	
電源設備	低圧受電盤 配電盤 操作盤	鋼製屋内自立閉鎖型 開閉器、遮断装置 進相コンデンサ/リアクトル ソフトあるいはコンドルファ 保護回路: 過負荷、温度、流入圧力、吐出圧力、3Eリレー	電圧計、電流計、力率計、電力量計他

表 3.2.21 ザルカポンプ場のポンプ仕様

品目	形式	基本仕様	付属品・備考
送水ポンプ	片吸込み多段渦巻ポンプ	吐出量: 400m ³ /h 全揚程: 90m 本体材質: 鋳鋼 数量: 3台(予備機1台含む)	電動弁: 始動停止時作動 逆止弁、仕切弁、空気弁 圧力計・連成計、配管用鋼管 水撃対策、ポンプ基礎および据付工事を含む
電動機	かご型三相誘導電動機	電源: AC φ 3, 50Hz, 400V, 保護: 防塵防噴流型、絶縁:F 種	
電源設備	低圧受電盤 配電盤 操作盤	鋼製屋内自立閉鎖型 開閉器、遮断装置 進相コンデンサ/リアクトル ソフトあるいはコンドルファ 保護回路: 過負荷、温度、流入圧力、吐出圧力、3Eリレー	電圧計、電流計、力率計、電力量計他

2) その他資機材

表 3.2.22 その他主要資機材の仕様

設置場所	仕様	台数	用途
①トランス			
アズラック	11kV/6.6kV, 50Hz, 6,000kVA	2	中圧変電用
ハラバット	33kV/400V, 50Hz, 1,000kVA	1	低圧変電用
②ポンプ吐出側電動バタフライ弁			
アズラック	電動式バタフライ弁 DN200、PN40	5	ポンプ運転用
ハラバット (ハウ向け)	電動式バタフライ弁 DN300、PN16	2	ポンプ運転用
ハラバット (ハラバット村向け)	電動式バタフライ弁 DN200、PN16	2	ポンプ運転用
ザルカ	電動式バタフライ弁 DN250、PN16	3	ポンプ運転用
③流量制御用バルブ			
アズラック	バタフライ弁 DN600、PN40	1	送水流量調整用
ハラバット (ハウ向け)	バタフライ弁 DN600、PN16	1	送水流量調整用
ハラバット (ハラバット村向け)	バタフライ弁 DN200、PN16	1	送水流量調整用
ザルカ	バタフライ弁 DN600、PN16	1	送水流量調整用
④超音波流量計			
ポンプ場流入流出管、配水池流入部	クランプオン2測線タイプ、1φ 220V 50Hz、測定範囲0~2,000m ³ /h	13	送配水流量計測用

3) 配水管網用バルブ類

配水区内に設置する機材として、仕切弁、空気弁の調達が要請されている。配水地区内では 30～35 年前に敷設された管が老朽化し、バルブが作動しないものが多くなっている。また、ザルカ配水区 9 ブロック、ルセイファ配水区 10 ブロックの配水のローテーション切り替え用に使用するバルブは老朽化に加えて頻繁な開閉操作を繰り返すことにより、機能が低下している。

WAJ ザルカ支所によると、現在、ザルカ配水区では 141 箇所(KfW パイロット地区は除外)、ルセイファ地区では 68 箇所(中国の事業計画地区は除外)の老朽バルブの交換が必要とされている。また、予備として2年分の数量 134 個の要請数量があり、これらを含めたバルブの調達予定数量は下表に示す 343 個となる。空気弁については、15 個が要請されている。

配水区内のための資機材(バルブ等、空気弁)については、ロット 2 の調達機材であり、配水池を基点とした自然流下システムの配水管網内での使用を前提としている。従って、ロット 1 の資機材の入札後、自然流下システムへの移行状況を確認した上で、その設置対象となる地域の確認と必要個数について再確認を行わなければならない。

表 3.2.23 配水地区内のバルブ要請数量 (単位:個)

資機材	口径 (inch)	ザルカ 地区	ルセイファ 地区	予備	計
仕切弁	4	100	22	100	222
	6	15	39	15	69
	8	15	2	15	32
	12	5	4	4	13
	16	4	1	0	5
	24	2	—	0	2
	小計		141	68	134
空気弁	2	10	—	5	15

3-2-4 概略設計図

調達資機材の据付計画図は以下のとおりである。

- 図 3.2.16 アズラックポンプ場 施設概要図
- 図 3.2.17 アズラックポンプ場 ポンプ据付図
- 図 3.2.18 アズラックポンプ場 電気設備図
- 図 3.2.19 ハラバットポンプ場 施設概要図
- 図 3.2.20 ハラバットポンプ場 ポンプ据付図
- 図 3.2.21 ザルカポンプ場 ポンプ据付図
- 図 3.2.22 ハウポンプ場 施設概要図
- 図 3.2.23 流量調整弁設置図
- 図 3.2.24 ザルカポンプ場 流量計設置図
- 図 3.2.25 ハウポンプ場 流量計、流量調整弁設置図
- 図 3.2.26 アズラックポンプ場 流量調整弁設置図
- 図 3.2.27 ハラバットポンプ場 流量調整弁設置図
- 図 3.2.28 ザルカポンプ場 バトラウイ配水池向け送水管縦平面図
- 図 3.2.29 アズラックポンプ場 電気単線結線図
- 図 3.2.30 ハラバットポンプ場 電気単線結線図
- 図 3.2.31 ザルカポンプ場 電気単線結線図

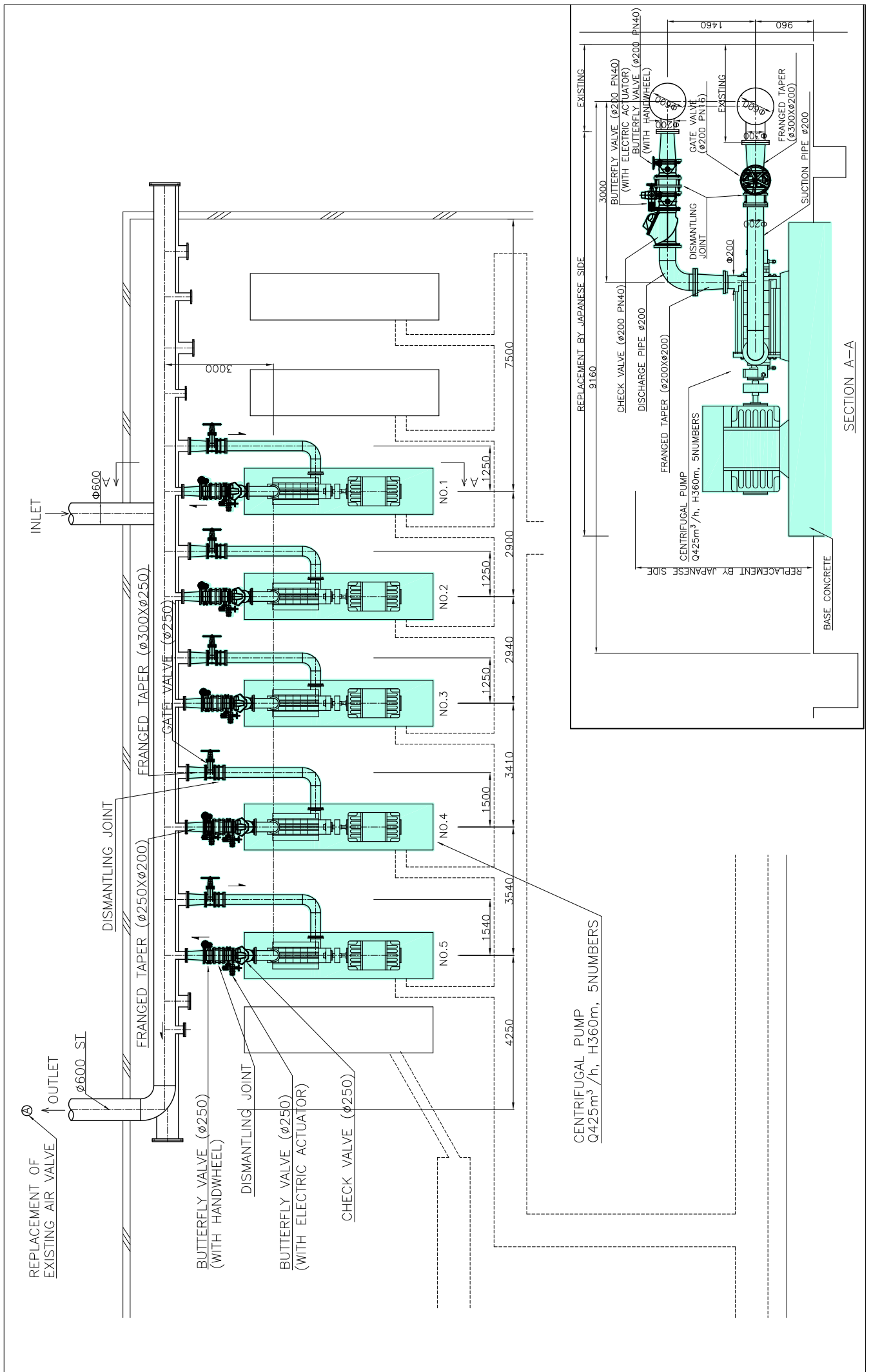


図 3.2.17 アズブラックポンプ場 ポンプ据付図

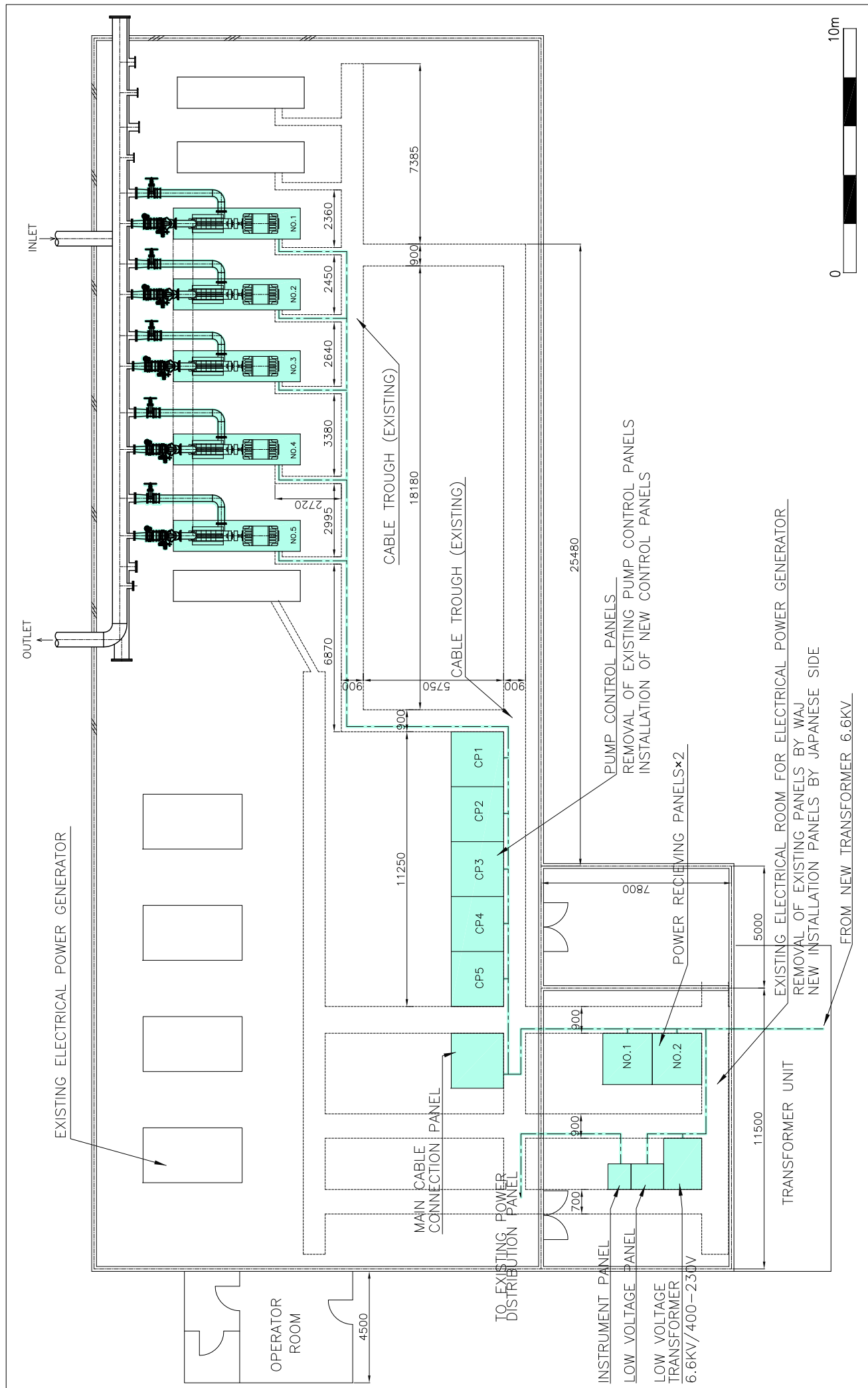


図 3.2.18 アズラクポンプ場 電気設備図

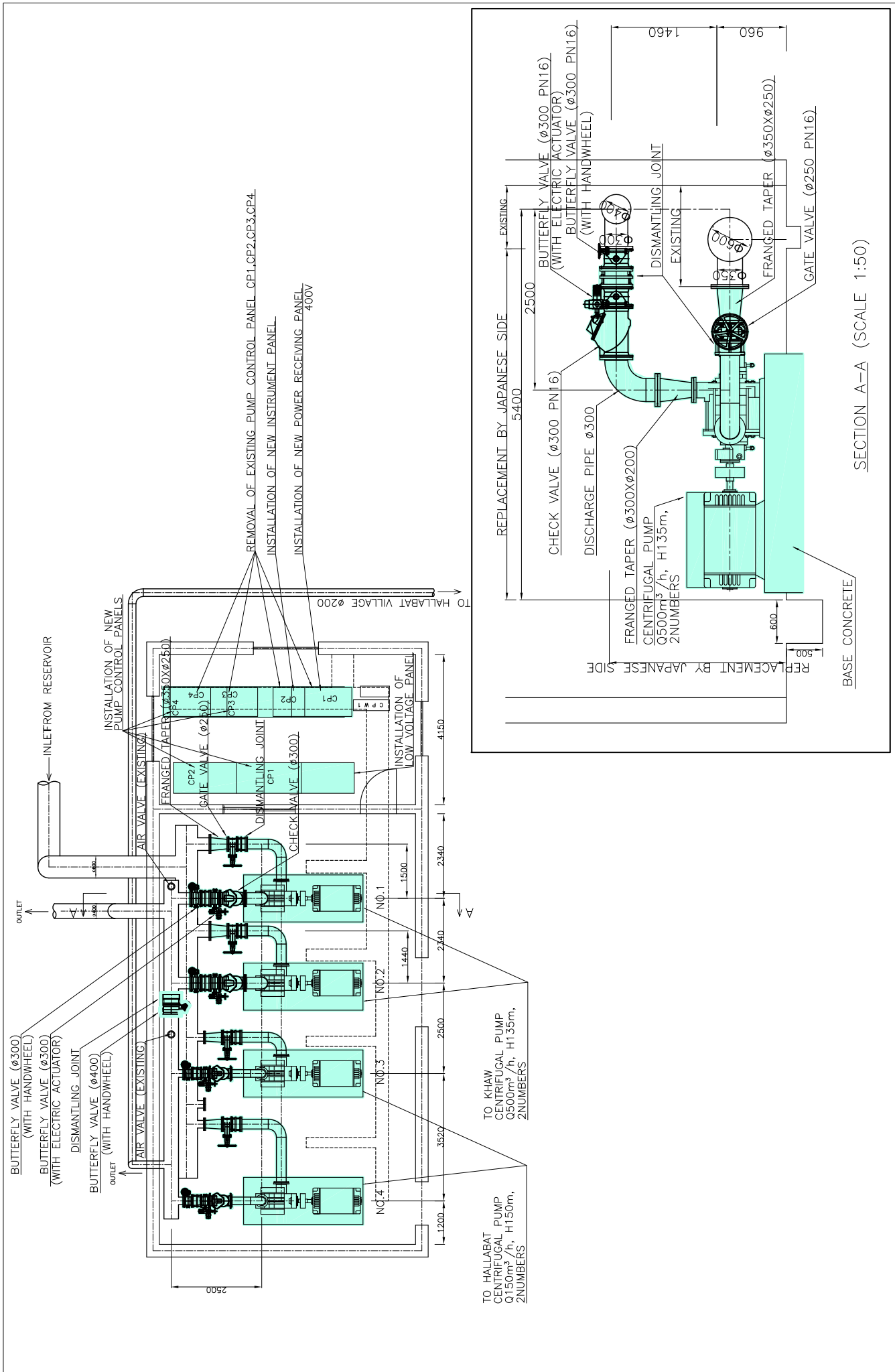


図 3.2.20 ハラバットポンプ場 ポンプ据付図

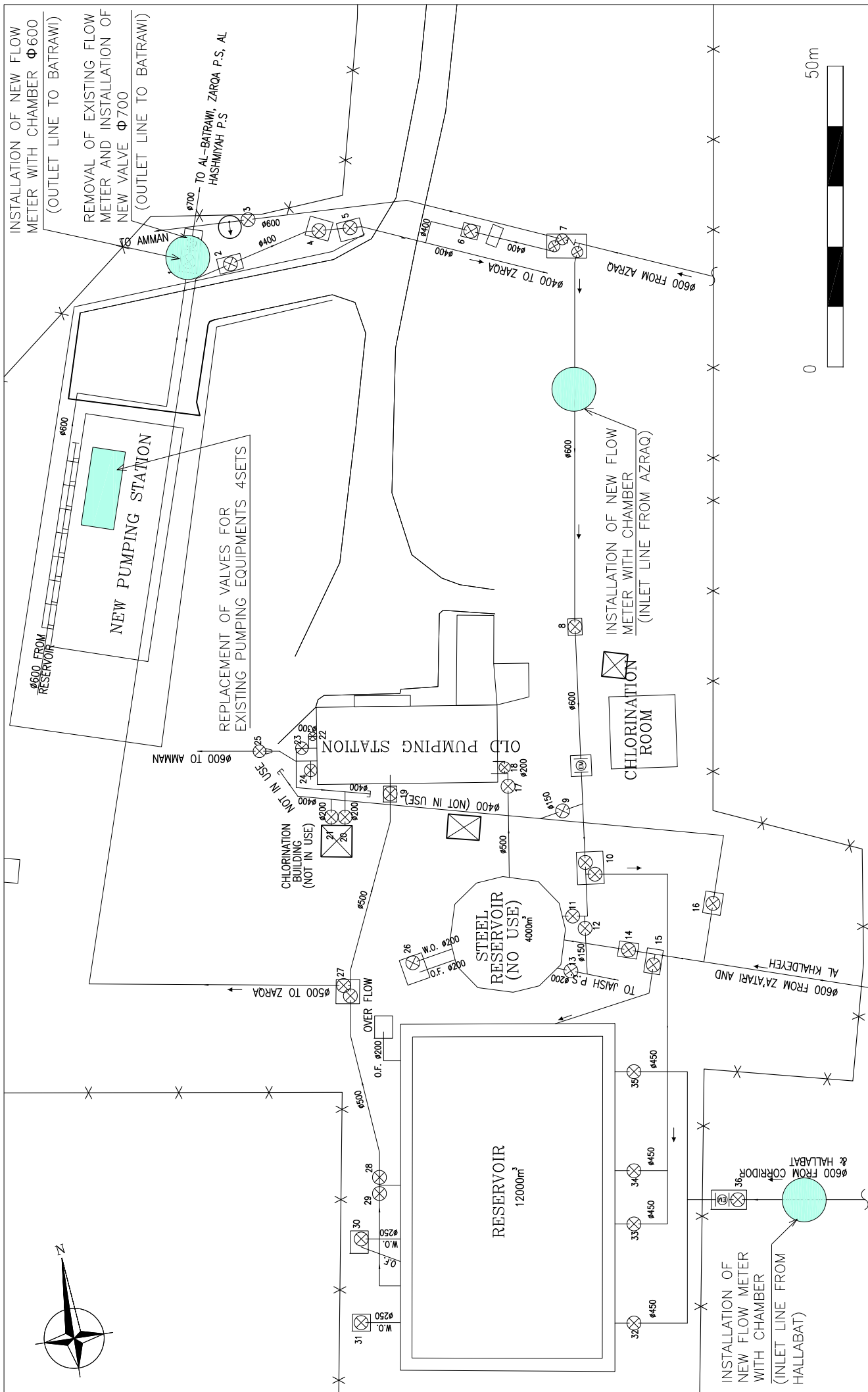
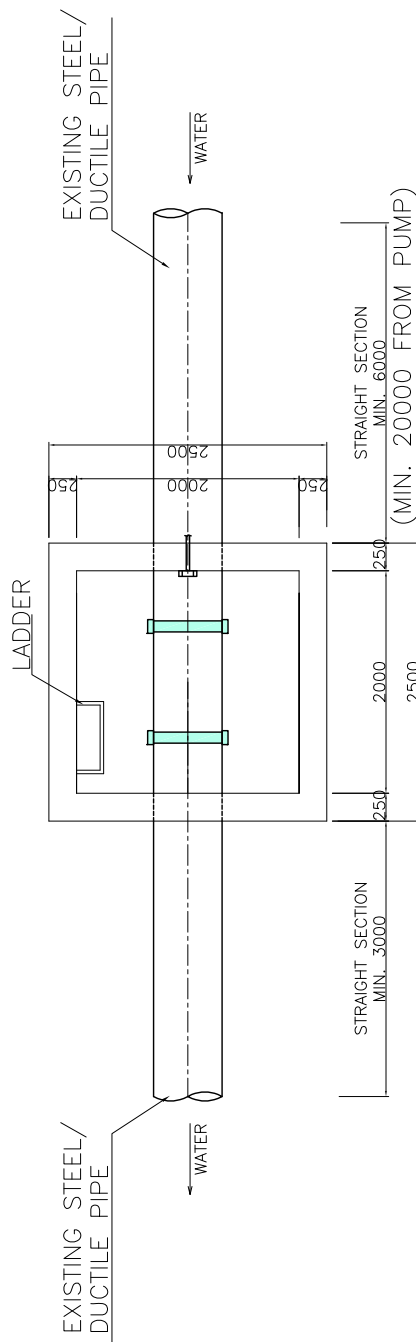
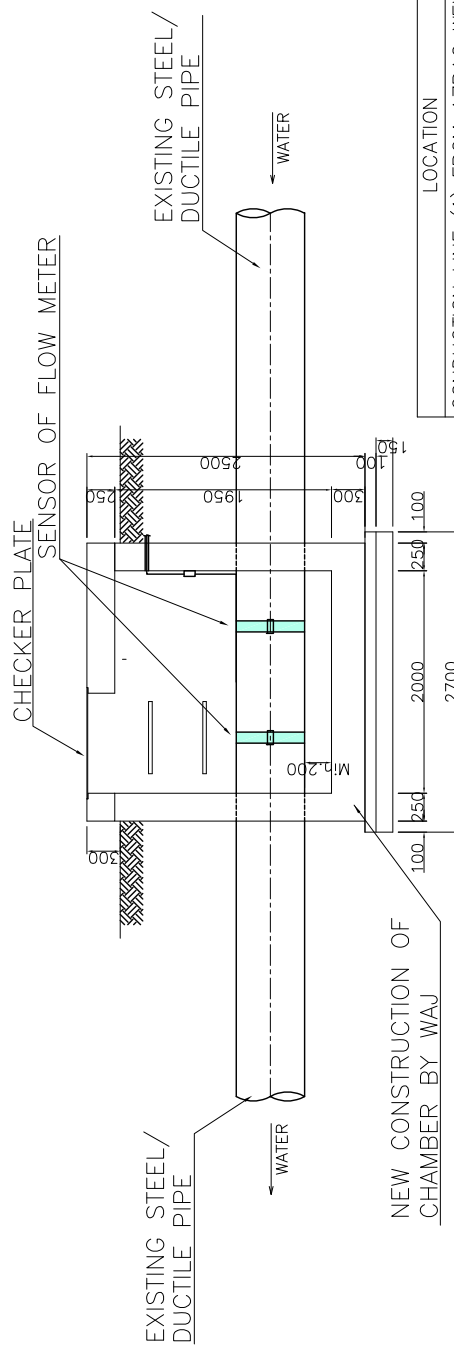


図 3.2.22 ハウポンプ場 施設概要図



PLAN



SECTION

NOTE: FLOW METER WILL BE PROCURED AND INSTALLED BY JAPAN
CHAMBER WILL BE CONSTRUCTED BY WAJ

LOCATION	EXISTING PIPE
CONDUCTION LINE (1) FROM AZRAQ WELL	EXIST. DUCTILE IRON PIPE (ø600)
CONDUCTION LINE (2) FROM AZRAQ WELL	EXIST. STEEL PIPE (ø600)
OUTLET LINE TO KHAW AT AZRAQ STATION	NEW STEEL PIPE (ø600)
CONDUCTION LINE (1) FROM HALLABAT WELL	EXIST. STEEL PIPE (ø400)
CONDUCTION LINE (2) FROM HALLABAT WELL	EXIST. STEEL PIPE (ø400)
OUTLET LINE TO KHAW AT HALLABAT STATION	EXIST. STEEL PIPE (ø600)
OUTLET LINE TO HALLABAT VILLAGE AT HALLABAT STATION	EXIST. STEEL PIPE (ø200)
INLET LINE FROM AZRAQ AT KHAW RESERVOIR	EXIST. STEEL PIPE (ø600)
INLET LINE FROM HALLABAT AT KHAW RESERVOIR	EXIST. STEEL PIPE (ø600)
TRANSMISSION LINE IN WATER DISTRIBUTION AREA TO AWAJAN	EXIST. STEEL PIPE (ø600)
TRANSMISSION LINE IN WATER DISTRIBUTION AREA TO RUSEIFA	EXIST. STEEL PIPE (ø400)

图 3.2.23 流量調整弁設置図

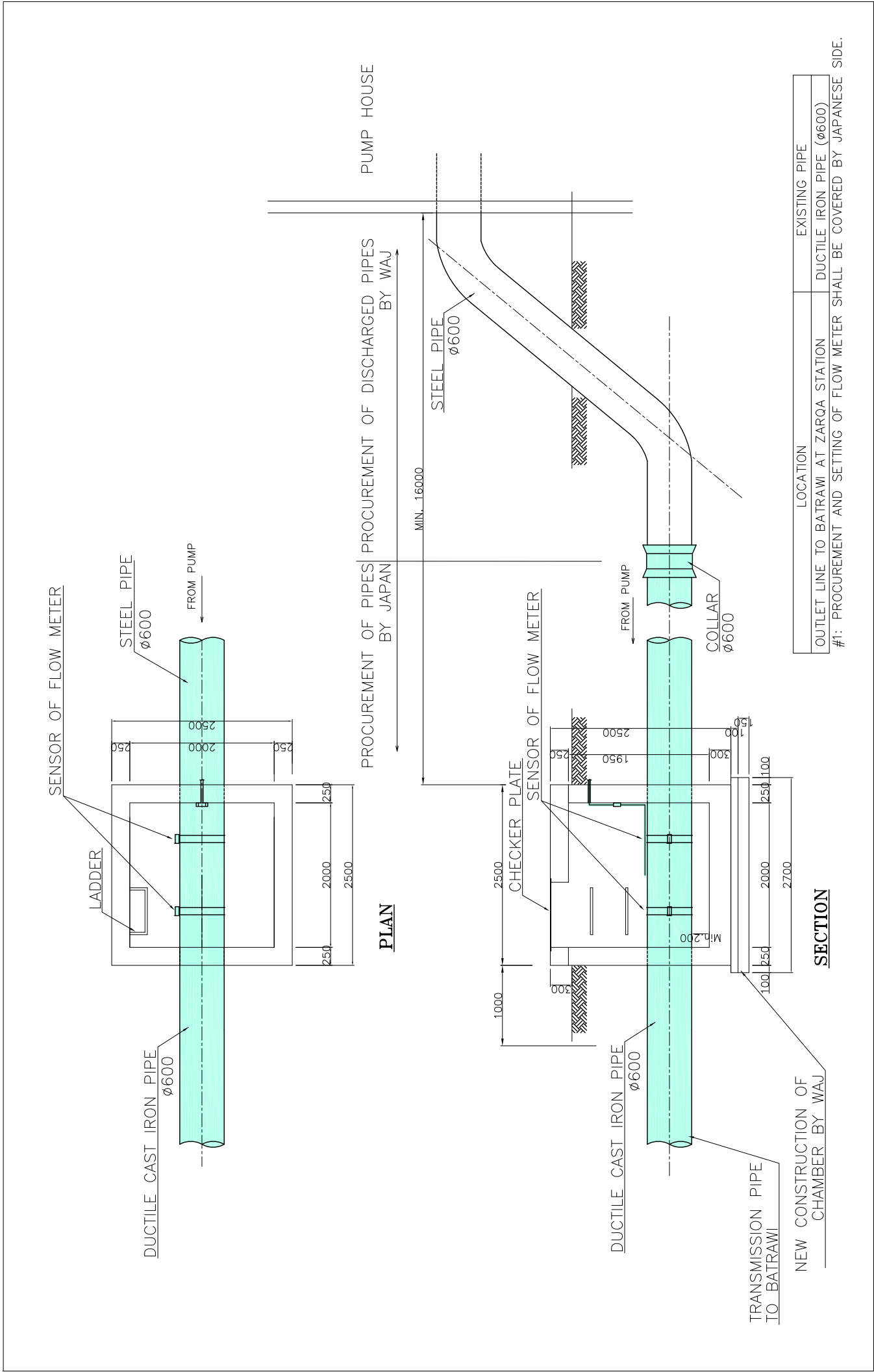
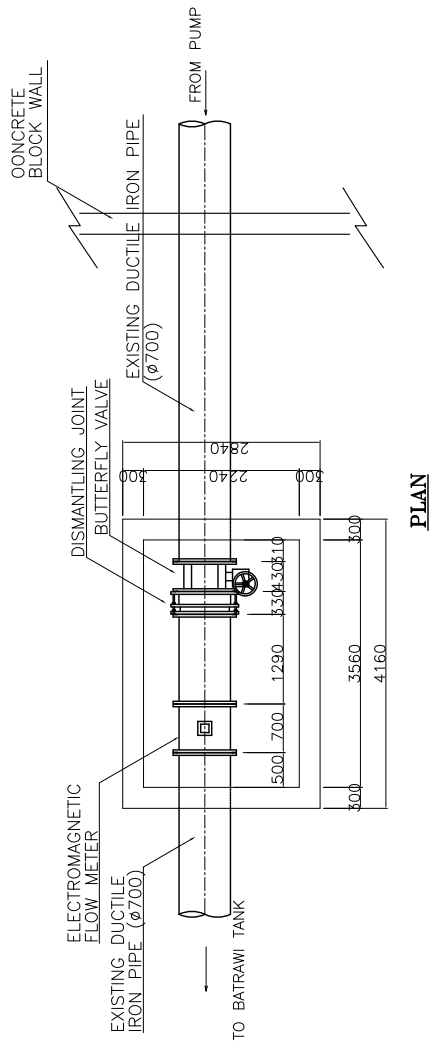
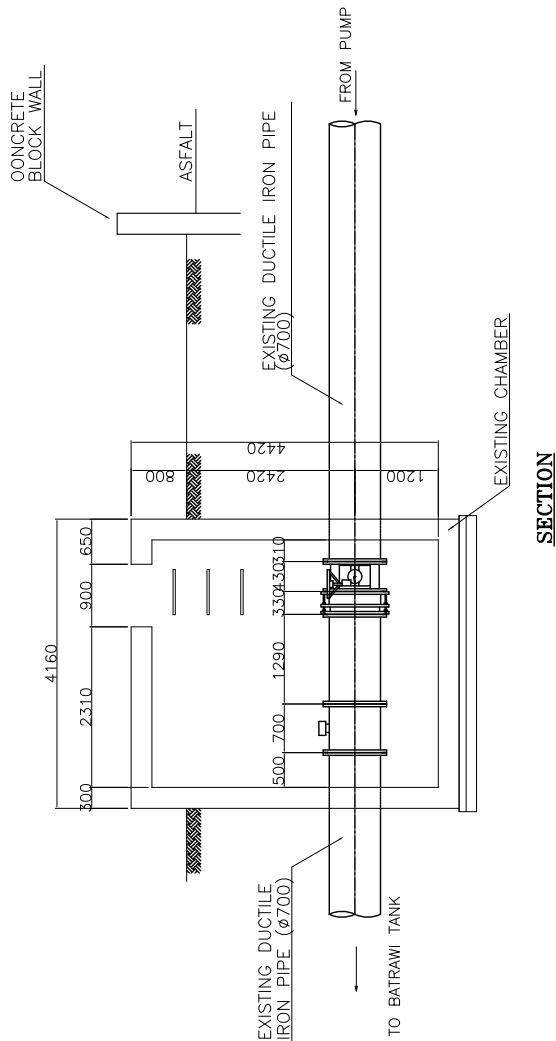


図 3.2.24 ザルカポンプ場 流量計設置図

**CURRENT LAYOUT OF FLOW METER
(EXISTING FACILITIES)**



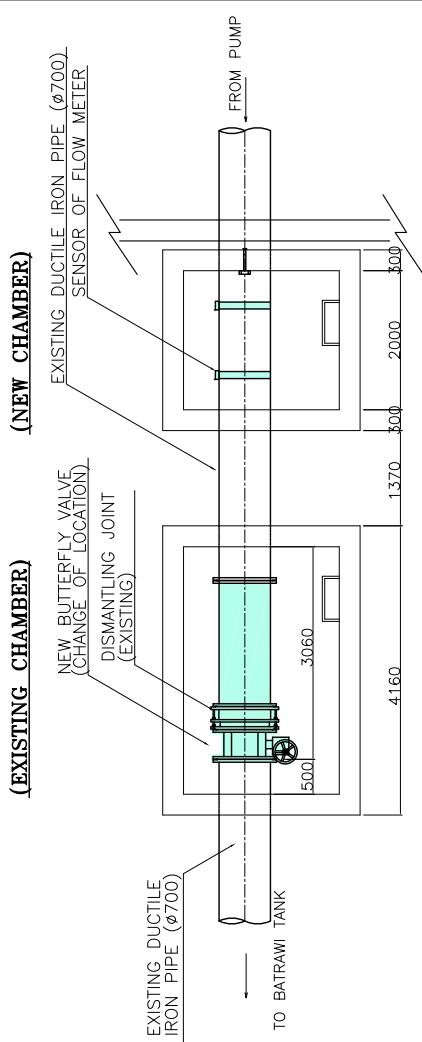
PLAN



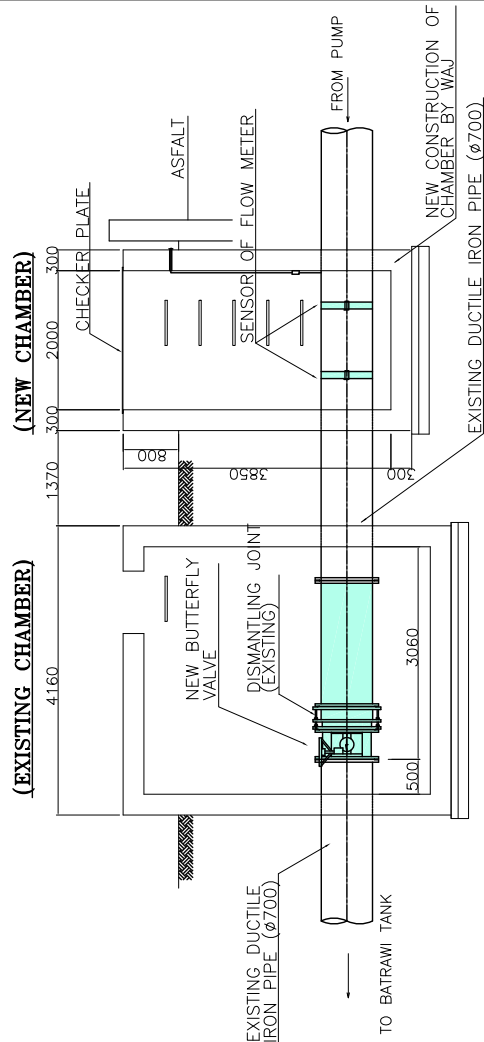
SECTION

LOCATION	EXISTING PIPE
OUTLET LINE FROM KHAW TO BATRAWI	DUCTILE IRON PIPE (φ700)

**REPLACEMENT PLAN OF FLOW METER
(NEW CHAMBER)**



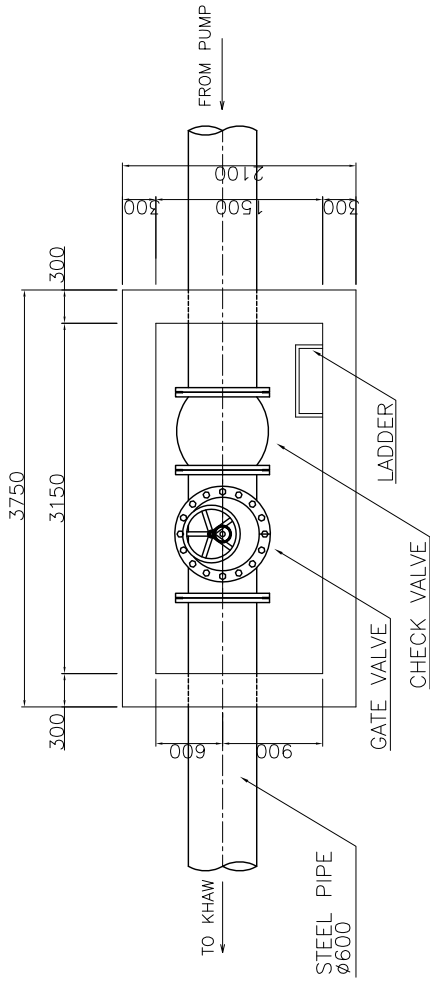
PLAN



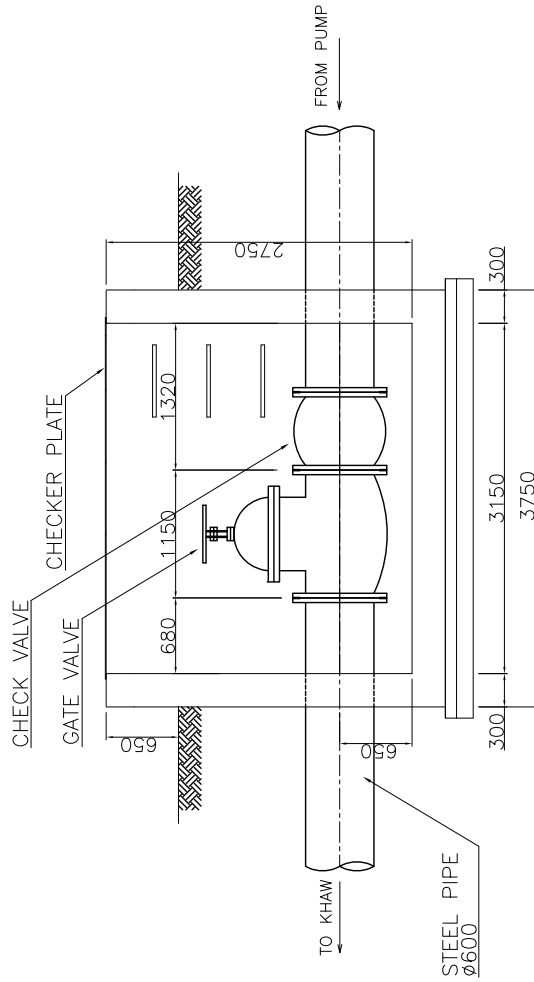
SECTION

図 3.2.25 ハウポンプ場 流量計、流量調整弁設置図

CURRENT LAYOUT OF VALVES



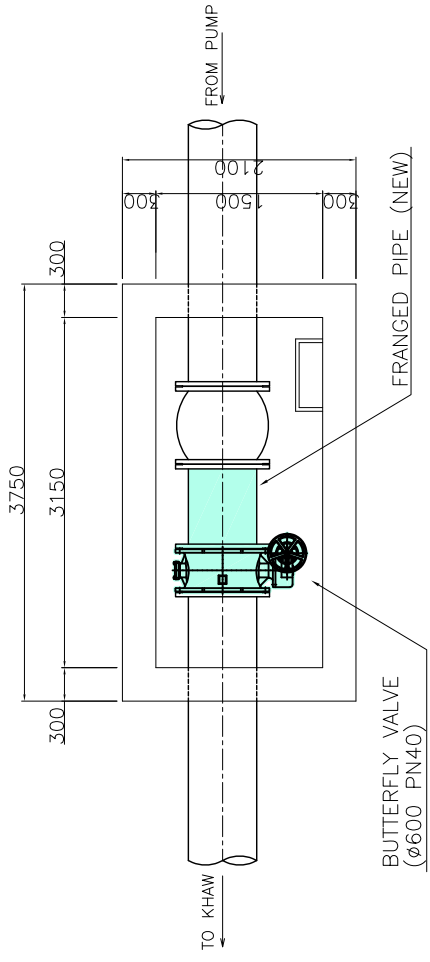
PLAN



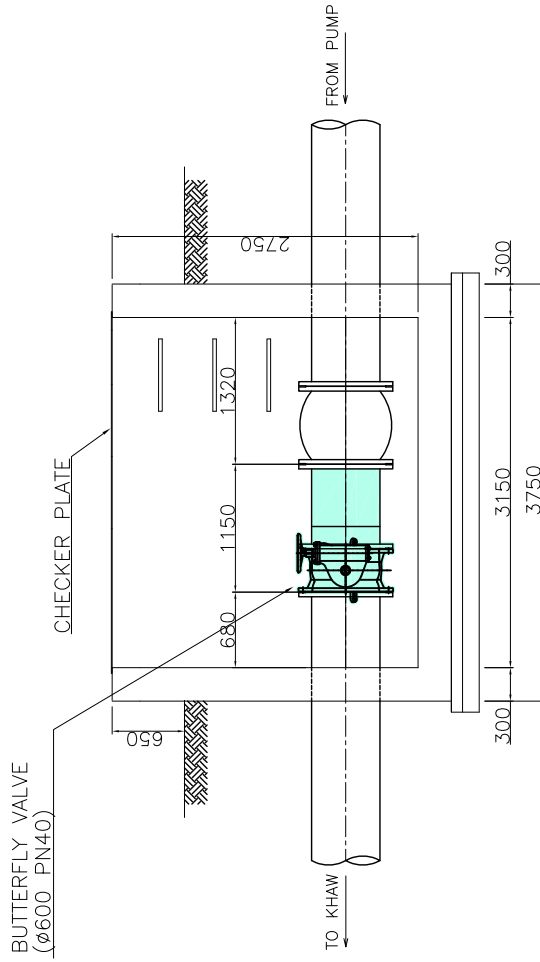
SECTION

EXISTING STRUCTURE

REPLACEMENT PLAN OF VALVES



PLAN



SECTION

NOTE: VALVE AND FRANGED PIPE WILL BE PROCURED BY JAPAN AND INSTALLED BY WAJ

REPLACEMENT PLAN

図 3.2.26 アズブロックポンプ場 流量調整弁設置図

**CURRENT LAYOUT OF VALVES
(EXISTING FACILITIES)**

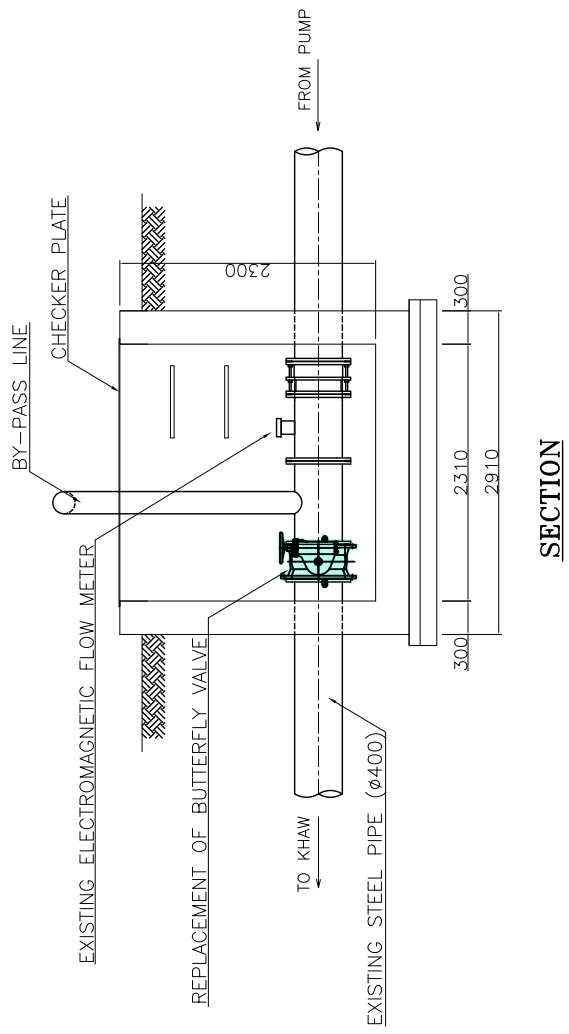
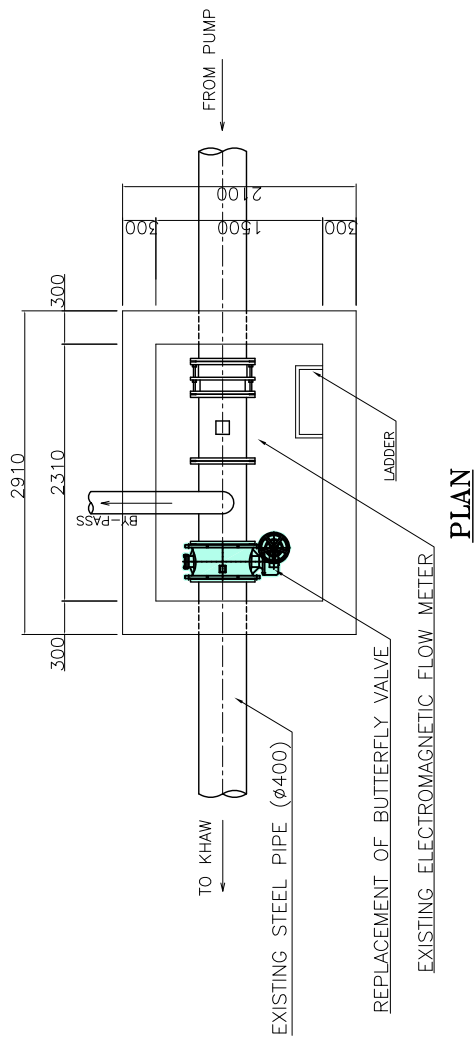


図 3.2.27 ハラバットポンプ場 流量調整弁設置図

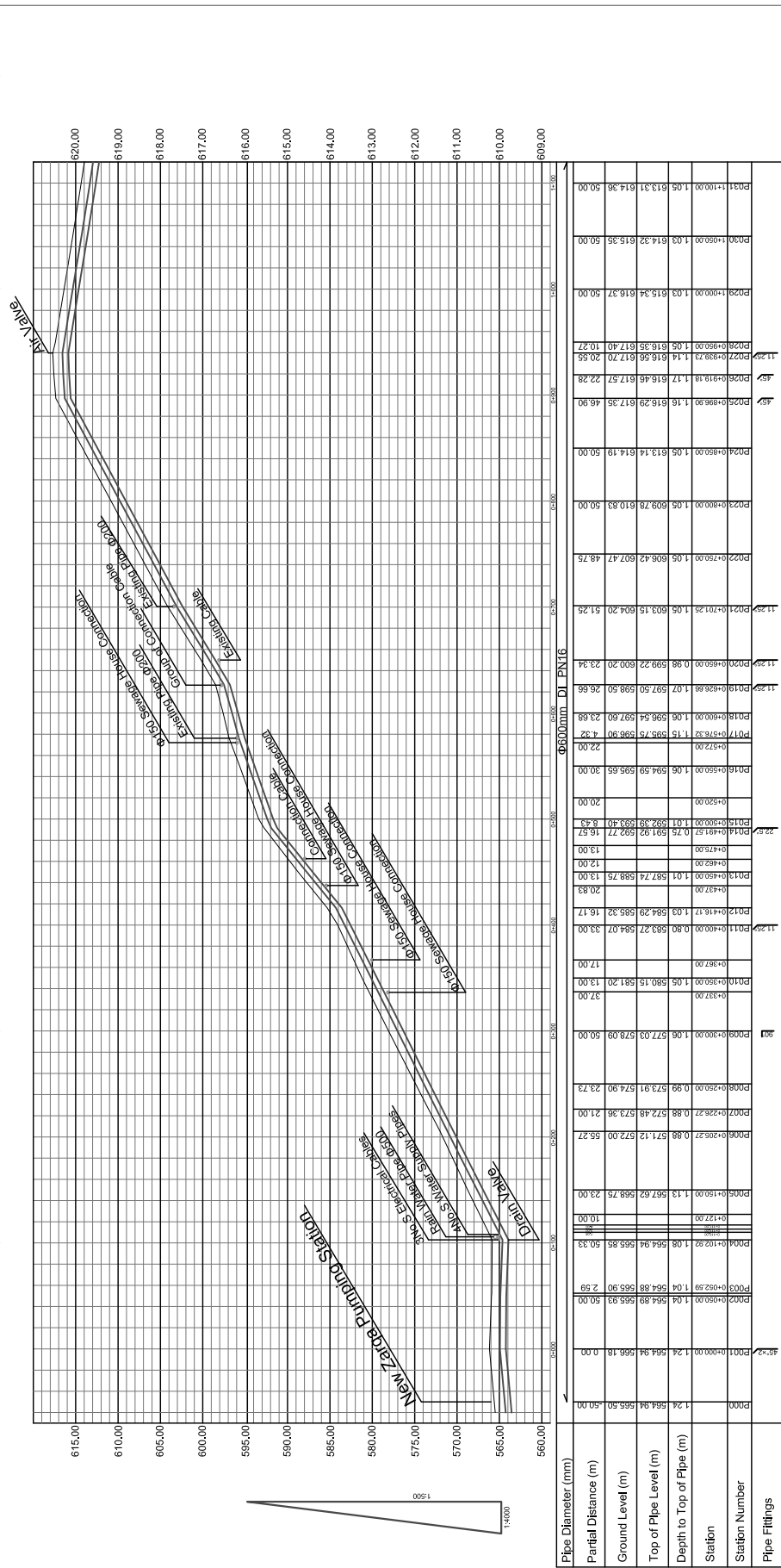
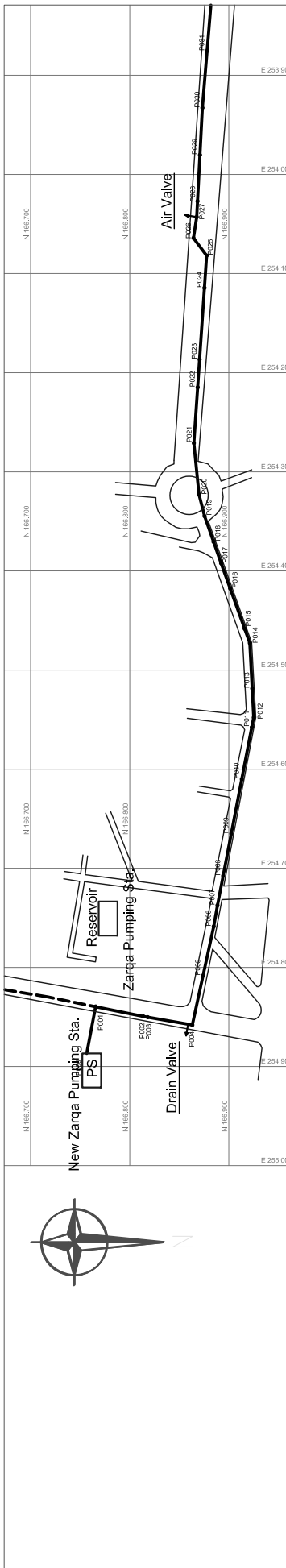


図 2.4.13 (1) ザルカポンプ場 バトラウイ配水池向け送水管縦断面図 (1/2)

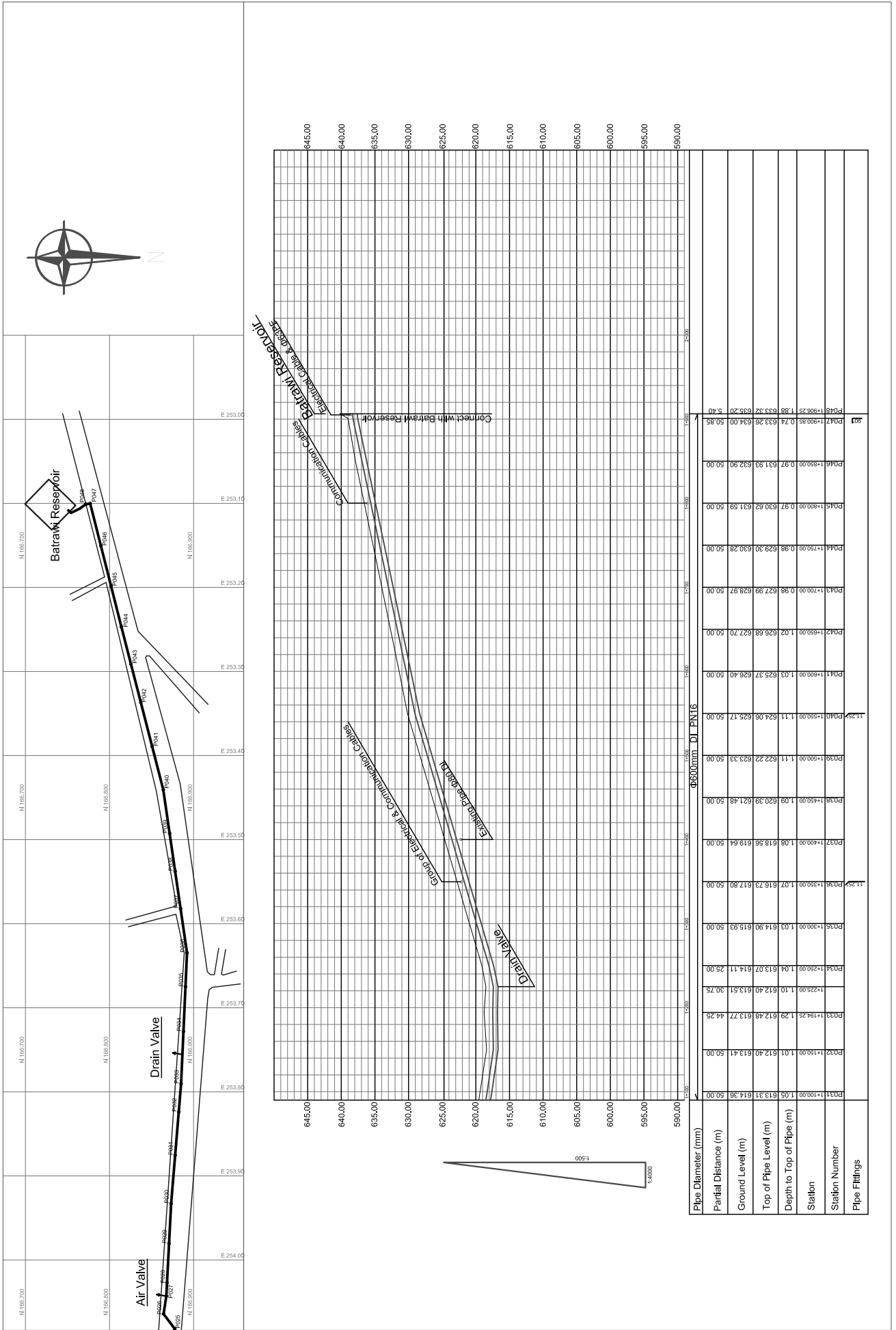


Fig 2.4.13 (2) ザルカポンプ場 バトラワイ配水池向け送水管縦断面図 (2/2)

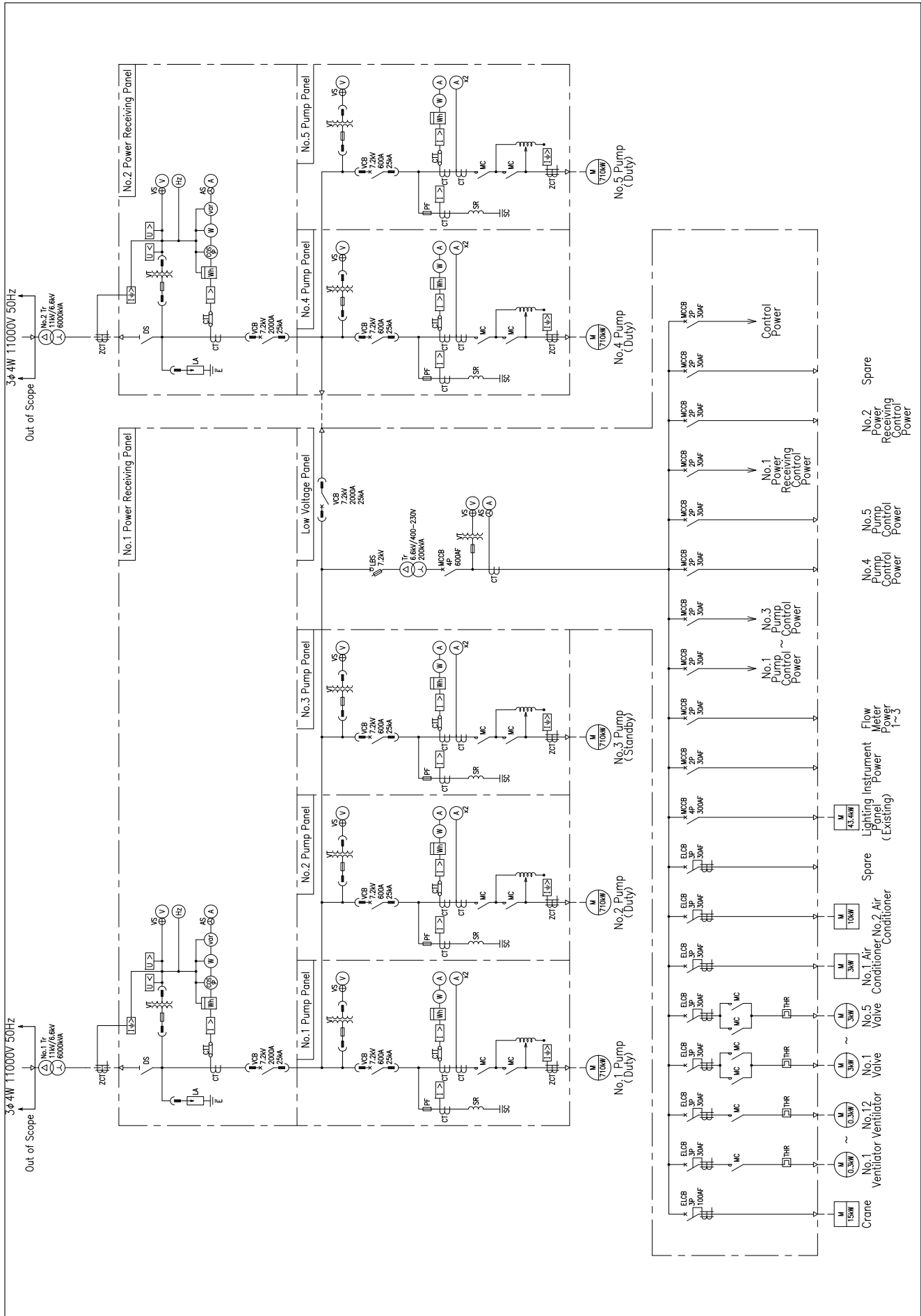


図 3.2.29 アズラックポンプ場 電気単線結線図

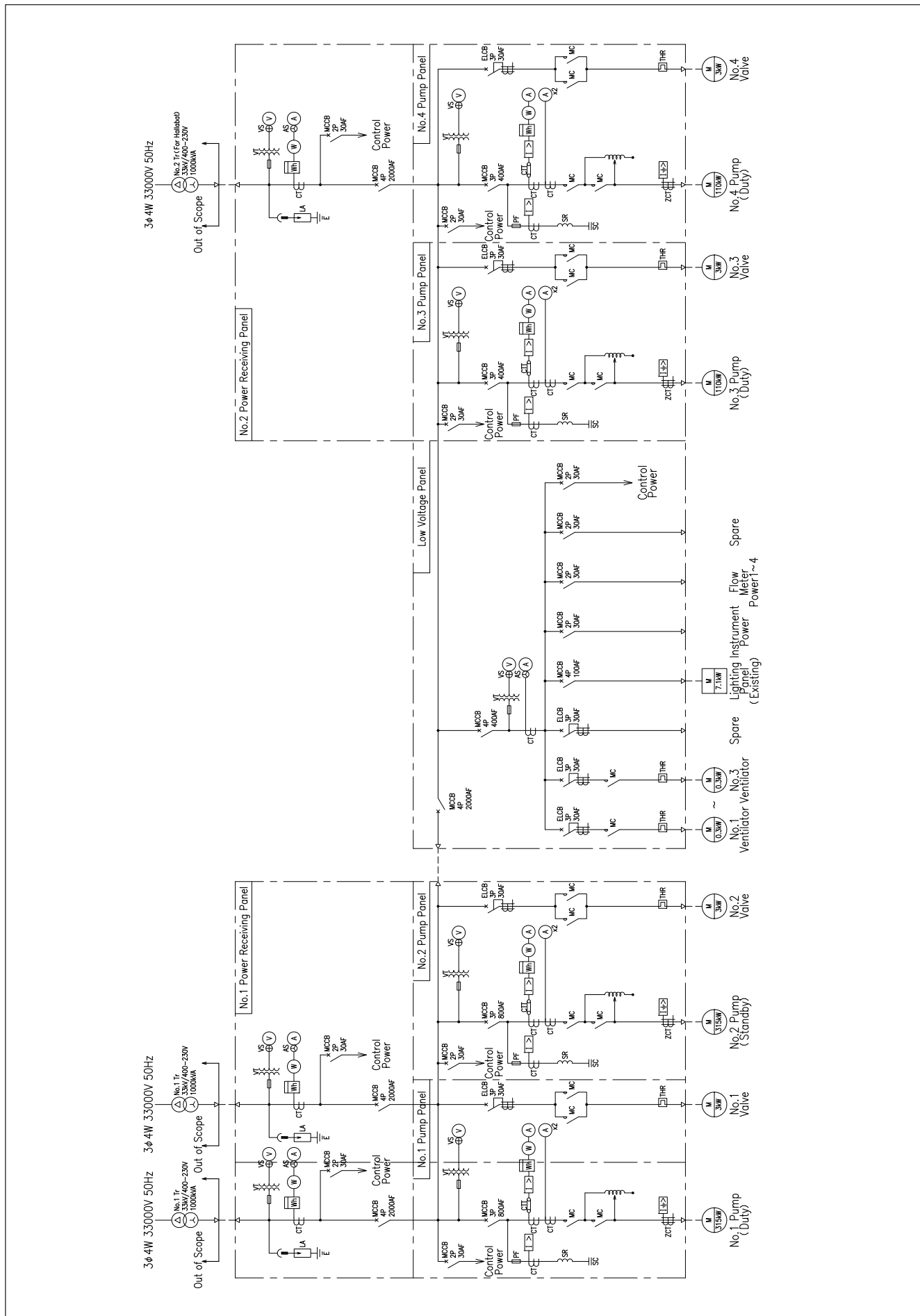


図 3.2.30 ハラバットポンプ場 電気単線結線図

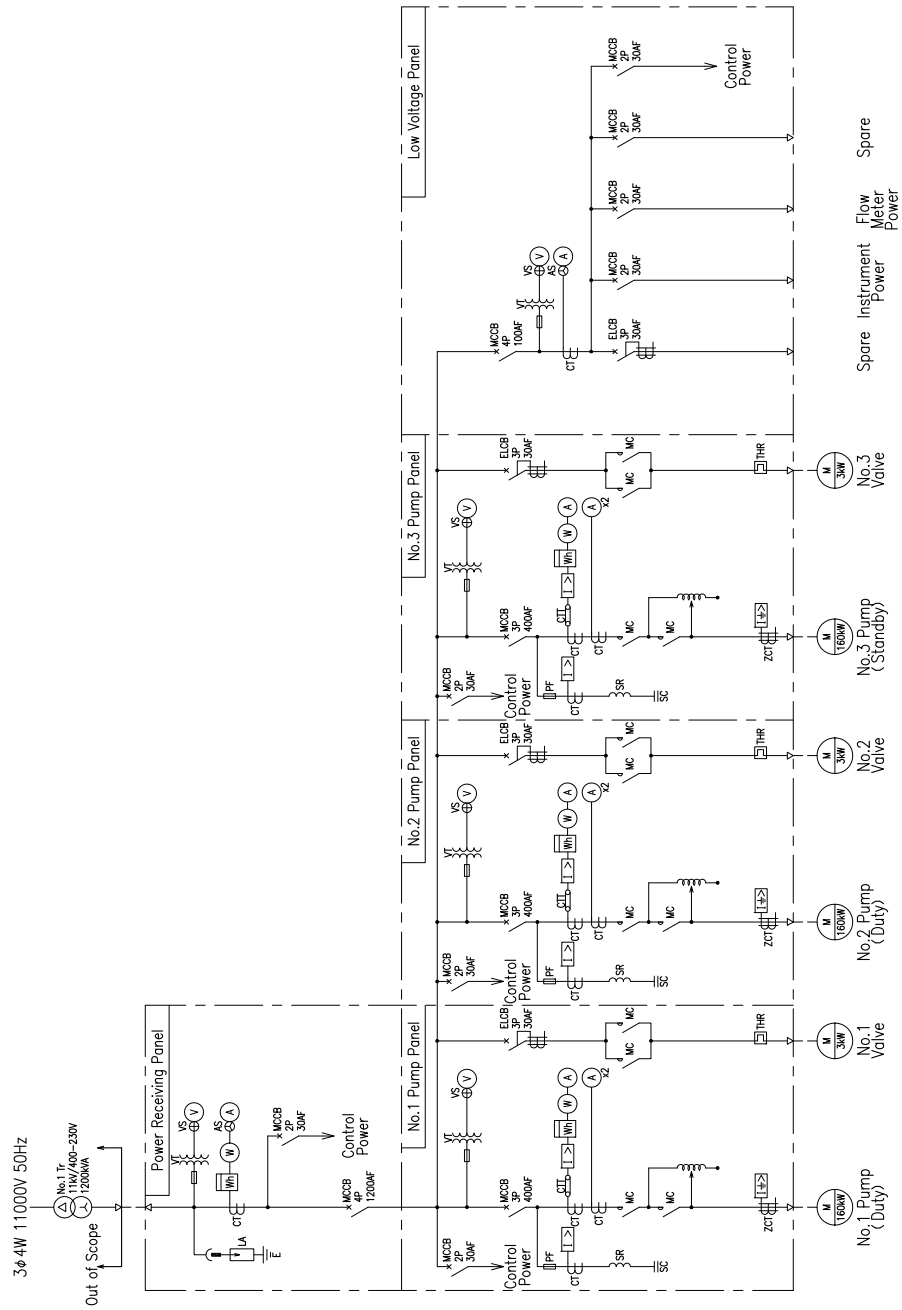


図 3.2.31 ザルカポンプ場 電気単線結線図

3-2-5 調達計画

3-2-5-1 実施体制

(1) 実施主体

本プロジェクトのプロセスは、最初にヨ国政府と日本国政府の間で事業実施に関する交換公文(E/N)を締結し国際約束を形成した後、ヨ国政府とプロジェクトの実施監理を行う JICA との間で贈与契約(G/A)を締結し、これらの枠組みの下で実施される。支援内容の調整、実施段階の諸調整に対応するため、両国を代表する政府機関から成る政府間協議会(Consultative Committee)を設置する。

また、プロジェクトでは調達代理方式を採用し、ヨ国政府の代理としてヨ国政府の調達代理機関(Procurement Management Agent)が資機材及び役務の調達、及び資金管理を行う。調達代理機関として日本国際協力システム(JICS)が予定されており、ヨ国政府と調達代理契約(Agent Agreement)を結ぶ。

本計画にて調達される資機材の資産管理及び調達後の運転・維持管理は WAJ が行うため、ヨ国側の実施機関は WAJ である。

本プロジェクトは日本側が実施する①資機材・役務の調達監理及び資金監理、②詳細設計、調達・据付監理、③資機材の調達・据付、④技術支援、及び⑤ヨ国側が実施する資材の据付け等業務によって構成されている。このうち①、②、③、④が日本国政府の実施する無償資金協力の対象となり、⑤はヨ国政府の自己資金により行われるべきものである。

①については調達代理機関、②は日本のコンサルタント、③は資機材調達業者、④はコンサルタント及び調達業者、⑤は WAJ が実施する。

下表に各関係主体の業務内容を示す。

表 3.2.24 実施主体の業務内容

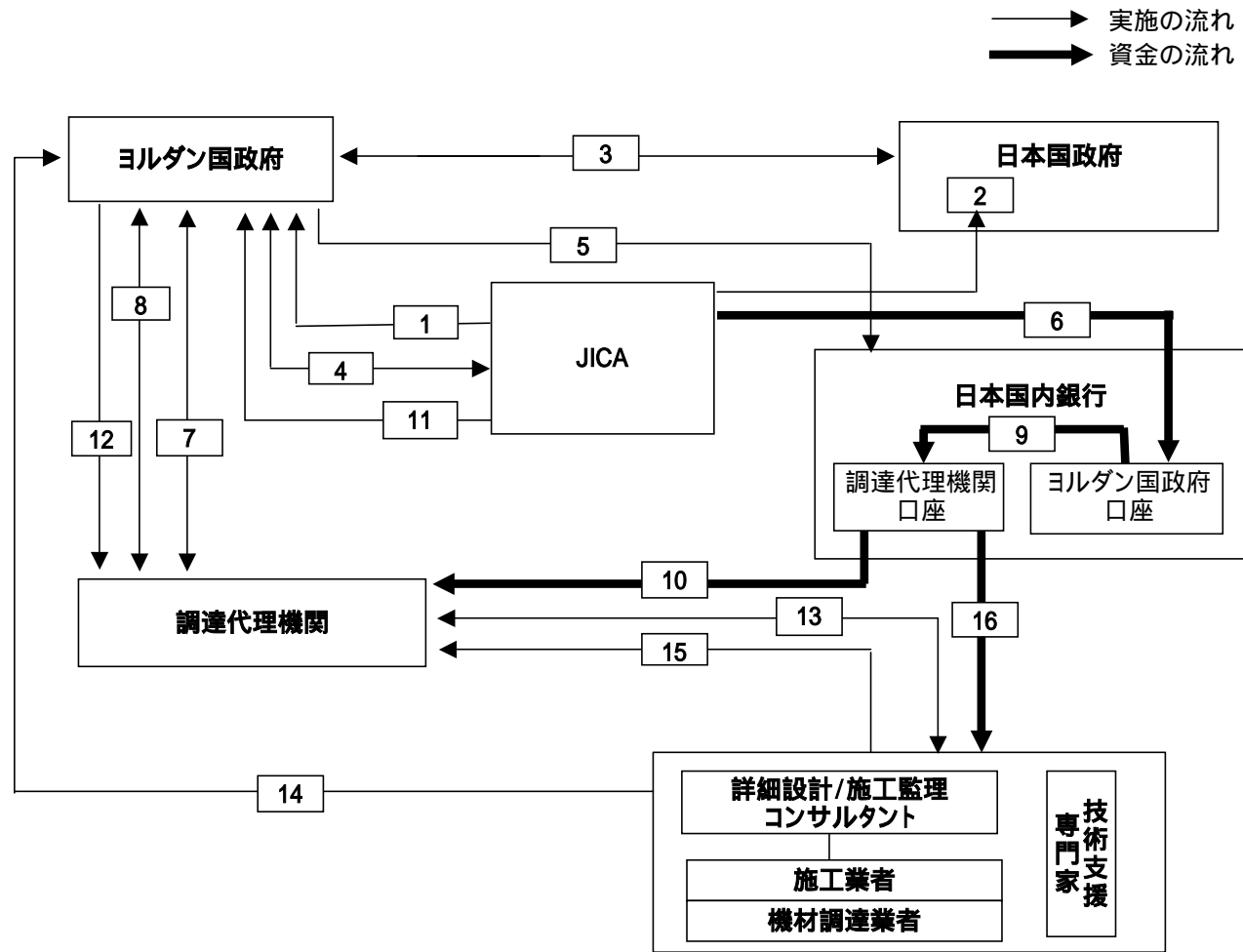
実施主体	業務の内容
WAJ	ヨ国側負担事項の実施(表 3.3.1 参照)、調達資機材の資産管理、運転・維持管理
調達代理機関	コンサルタント契約、入札図書作成、業者選定手続き(入札事前審査、入札、評価)、調達業者契約、資機材の納入監理、プロジェクトの実施監理、プロジェクト完了検査、資金管理・支払い
コンサルタント	詳細設計、入札図書作成参考資料の作成、資機材調達監理(出荷前検査、船積前検査、現地引渡し前検査等)、資機材据付監理、調達業者の行う運用指導の監理、ソフトコンポーネント(送水システム運用管理技術)
資機材調達業者	資機材の製作・調達、据付、試運転・調整、運用指導(運転、保全、安全管理技術)

(2) 政府間協議会

計画の迅速かつ適切な実施のため政府間協議会が設立される。ヨ国側の協議会メンバー構成については下記のとおりである。

- ・ 計画・国際協力省 (MOPIC: Ministry of Planning and International Cooperation) 代表
- ・ WAJ 代表
 - 総裁(議長)
 - 無収水対策室長/業績評価・ベンチマーキング担当部長
 - 計画・設計部長
 - ザルカ支所長
- ・ 調達代理機関代表
- ・ JICA ヨルダン国事務所代表

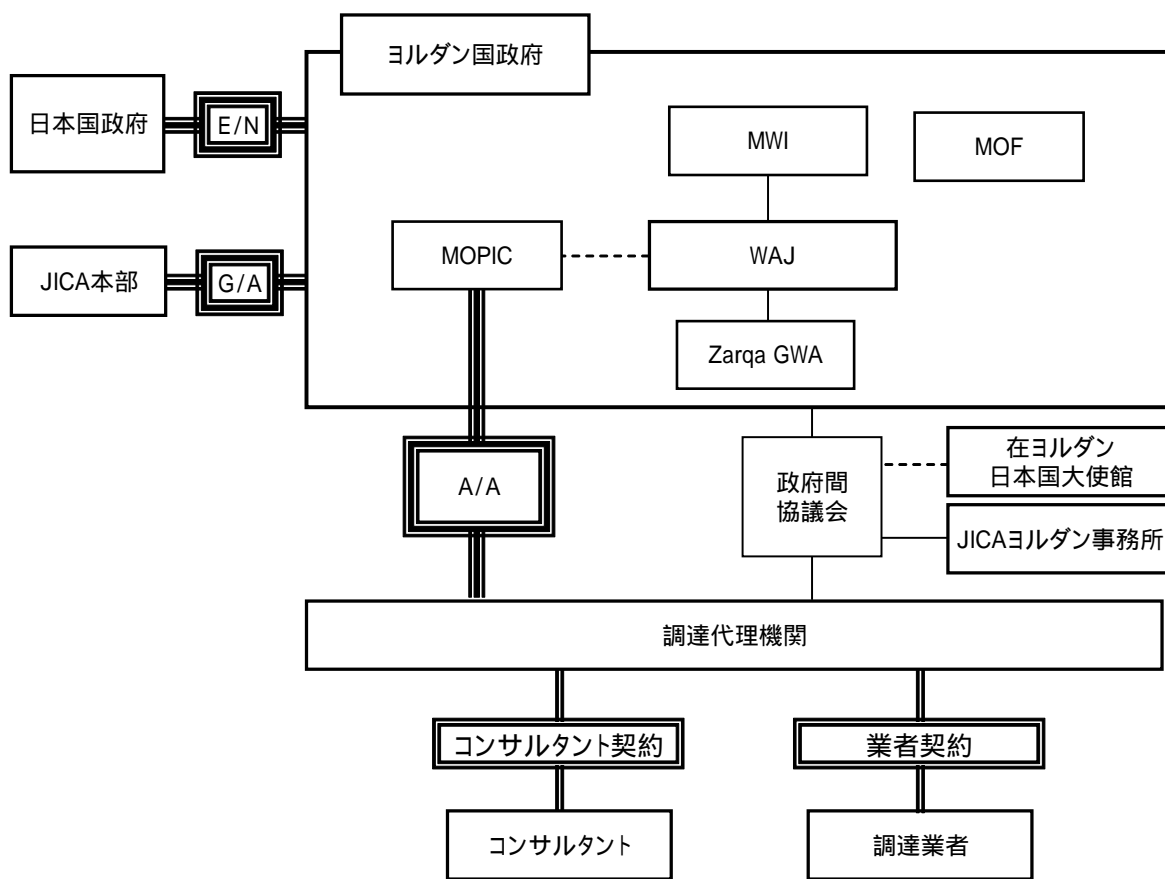
図 3.2.32 にプロジェクトの実施フロー、図 3.2.33 にプロジェクト実施体制を示す。



→ 実施の流れ
 → 資金の流れ

- 1 準備調査/概略設計資料の作成
- 2 閣議決定
- 3 E/N締結
- 4 G/A締結
- 5 銀行取極め(B/A)
- 6 援助資金支払い
- 7 調達代理業務契約締結(A/A)
- 8 調達内容の決定
- 9 調達資金(前渡金)移動
- 10 エージェントフィー支払い
- 11 詳細設計・施工監理コンサルタントの推薦 (JICA 被援助国政府)
- 12 詳細設計コンサルタントの推薦 (被援助国政府 調達代理機関)
- 13 契約締結
- 14 施設建設、機材調達、技術支援
- 15 支払い請求
- 16 支払い実行

図3.2.32 プログラムの実施フロー



凡例:	====	: 公式文書(ヨルダン国 - 日本国間)	
	=====	: 契約関係(調達代理機関 - 関連業者間)	
	————	: 協議・検査・確認報告等	
E/N		: Exchange of Notes	: 交換公文
G/A		: Grant Agreement	: 贈与契約
A/A		: Agent Agreement	: 調達代理契約
MWI		: Ministry of Water and Irrigation	: 水・灌漑省
MOPIC		: Ministry of Planning and International Cooperation	: 計画・国際協力省
MOF		: Ministry of Finance	: 地方自治・地域開発・組合省
WAJ		: Water Authority of Jordan	: ヨルダン水道庁
Zarqa GWA		: Zarqa Governorate Water Authority	: ザルカ県支所

図 3.2.33 プロジェクト実施体制図

3-2-5-2 調達方針

(1) 資機材の調達適格国

1) 一般事情

本計画で調達予定の資機材は、ポンプ設備機材、電源設備機材及び配管機材である。これら資機材につき、ヨ国内では DAC 諸国、トルコ、サウジアラビア、中国等からの輸入品が流通している。

2) 調達上の問題点

資機材の原産国に関する問題点について、関係者からの聞き取り調査の結果は下記のとおりである。

a. 資機材販売業者

ヨ国の資機材販売業者におけるヒアリングによれば、販売業者は、国際規格に適合し、実績のある製品を販売することを基本方針としており、DAC 加盟国の製品を推奨している。しかし、業者自身、ポンプ機材や管材、バルブ類を含む機材について価格相応の粗悪さを十分認識しているにもかかわらず、価格面で有利なために、近年、品質面で劣る製品(中国、トルコ製品等)が販売業者の主力商品となり、広く流通しているのが実情である。

b. WAJ 本庁

WAJ 本庁によると上記の市場環境については WAJ 側も十分認識している。しかし、WAJ が調達する場合、規定の入札の規約上、資機材の原産国を制限することができず、結果として価格の有利性から購入製品を選ばざるを得ない。ちなみに中国製品は欧州製品の 90%～60%の価格であるとのことであった。

この点から、WAJ は他ドナーから供与されるものについては、できるだけ高品質であることを求めており、エネルギー効率改善という重要な成果を得るためには、本計画で調達される資機材の原産国については、品質確保の観点から DAC 加盟国に限定するよう強い要請があり、現地調査時のミニッツにもこのことが記載されている。

c. WAJ ザルカ支所及びポンプ場

現地調査を行った 7 箇所のポンプ場(アズラック、ハラバット、ハウ、ザルカ、ザルカ逆浸透膜処理場、メルヘブ、ハシミエ)において、8 台のポンプ電動機が中国製であった。これらの電動機は過去 5 年以内に調達されたものであるが、その中の 2 台は故障により既に撤去され、他の機種に交換されている。一方、ドイツ製のもの 23 台あったが耐用年数である 15 年以上使用しているにも拘わらず、故障により撤去されたものは 2 台しか確認されていない。

ポンプ場の技術スタッフによると、中国製のポンプ・電動機は、外見上 DAC 諸国の製品と比べて見劣りすることもなく、また、メーカーの公表値は国際規格や入札図書の様式にも適合するため、入札対象から排除することはできない。しかし、使用開始当初においては、要求される性能を満たしているものの、性能の劣化が DAC 諸国製品と比べて極めて早く、数年以内にトラブルが多発するとのことである。

d. GTZ

GTZ が実施するエネルギー効率改善プロジェクトの担当者は、ポンプの更新に当っては、高品質なポンプを導入しなければエネルギー効率の改善が期待できないため、資機材の原産国について制限をつける必要性を提言している。特に、ヨ国で流通している中国製やトルコ製のポンプは運転効率の低下が早く、頻繁に不具合が発生しているが、WAJ の入札では価格面での有利性が重視され、近年調達されるポンプの質は低下する一方であるとの指摘もあった。

e. 国立試験所 (Royal Scientific Society)

国立試験所によると、非公式ながら、中国製品は例えメーカーの公表値が国際規格に準拠していても、試験結果によると、材質、材厚等に問題のある事例があり、品質の信頼性は低いとされる。

対象資機材毎の調達国と品質等の評価についてまとめると次表に示すとおりである。

表 3.2.25 資機材調達先と原産地

分類	品目	原産国	評価
ポンプ設備	渦巻きポンプ(含多段式、Q:150~500 m ³ 、H:50~350m) 同駆動用電動機(100~850kW)	ドイツ、英国、フランス、イタリア、オランダ、日本、トルコ、インド、韓国、中国他	WAJ傘下の上水道施設においては中小容量の電動機について中国製品のシェアが高い。ただし、出回っているのは汎用品流用にて信頼性に乏しく故障し易いことは関係者(WAJ、他援助機関)の間にて周知の事実となっている。ポンプ本体については、これまで中国製品の調達事例は無い。 ヨ国における日本の無償資金協力では「ザルカ地域上水道改善計画(無償)」、「アンマン都市圏上水道施設改善計画」において日本製ポンプが使用されている。
ポンプ周辺電気設備	受電、配電盤 送水ポンプ起動盤 上記付属計装機器類	DAC 諸国、ヨルダン	TECO (Taj Engineering Corp)、Electrical Contracting Office CO.、TSB、MEC、Horizons等。上記日本の無償資金協力案件での調達実績がある。品質は特に問題が無い。
バルブ、配管材料	仕切り弁(2"-24")、逆止弁(4"-24")、バタフライ弁(12"-24")、空気弁(2"-4") ダクタイル鋳鉄管(DIP 150~600mm)	ドイツ、英国、イタリア、トルコ、サウジアラビア、中国	欧州製品に加え、サウジアラビア、トルコ、中国製品が流通している。ダクタイル直管については価格競争力の高い中国製品が市場に出回っているが品質に問題がある。WAJや現地販売店によると、中国製品は例え国際規格品であっても、公的試験検査機関(Royal Scientific Society)等での試験結果によると、材質、材厚等に問題のある事例があり、品質の信頼性は低い。
流量計	流量計機械式(4"-8")、 流量計電子(16"-28")	欧州製品等	専業に加えて、上記品目と一緒の取り扱い代理店も多く、調達面での問題はない。

3) 資機材調達の適格国

上述したように、近年ヨ国内において流通し、WAJ が調達している資機材としては、安価で品質の低いものとなる傾向が強い。しかしながら、このような製品の使用はエネルギー消費の節減と送配水の安

定化を図るといふ本計画における事業効果を損なう結果を招くことになるため、調達機材から排除する必要がある。一方、DAC 製品については高い信頼性をもっており、またアフターケアの態勢が整っている。これらの事実を基に DAC 製品の調達を積極的に進めるべきと考える。

なお、2009 年 1 月現在、DAC 加盟国は先進国をはじめ 22 ヶ国ある。資機材の原産国を DAC 諸国とすることによって、実施機関側に不利益が生じることはなく、応札者が DAC 加盟国で生産される製品を自由に選択することができる。従って、DAC 加盟国に限定することで製品調達の競争性が阻害されることはない。

また、ポンプ設備の受電盤、配電盤、制御盤等の電気装備については、ヨ国内の電気・機械分野のエンジニアリング会社が現地生産しており、国内及び周辺国での納入実績もある。ヨ国における日本の無償資金協力事業「ザルカ地域上水道施設改善計画」における納入実績もあり本計画での使用に問題はない。

以上のことから、本計画における資機材調達の原産地適格国はロット 1、ロット 2 の資材共に、品質保証の観点から DAC 加盟国及びヨ国とすることが妥当である。

(2) 応札業者

第 1 ロット資機材については、ポンプ据付管理に係る品質の確保に加えて、資機材調達時期と整合の取れた円滑な据付履行の観点から、応札業者を日本タイドとすることについて WAJ 側から強い要望があった。しかしながら、応札業者が日本の業者でなくとも、入札図書における据付工事の仕様を厳密に規定し、調達監理者による施工監理を厳格にすることにより、ポンプ据付けの品質を確保することは可能であると考えられる。従って、応札業者についてはアンタイドとする。

第 2 ロット資材については、対象資機材である配水管網用の弁類の据付けは特殊性を持たないためヨ国側で実施する。この資機材調達については WAJ の通常業務であるため、応札業者をアンタイドとすることで問題は無い。

本件に係る主な検討結果(ヨ国内及び第三国の応札業者の実績や業務遂行能力、技術支援実施に係る留意事項)は以下のとおりである。

1) ヨ国内の応札業者

一般に、ヨ国における水道用資機材の販売業者の場合、発注者(購入者)へ製品を引渡すまでが契約業務の範囲である。WAJ の調達では、ポンプ、電動機及び操作盤の購入は販売業者を通じて行うが、ポンプ機材の据付工事については水道工業者に委託している。

ヨ国内の水道用資機材の市場規模は比較的小さいこともあり、外国メーカーは直営代理店を国内に置くことはせず、ヨ国販売業者と代理店契約を結んで販売活動を行っている。従って、国内の資機材調達業務の入札に参加する業者は、外国メーカーと代理店契約を結んだ国内の販売業者に限定される。過去に WAJ で行われた調達業務において第 3 国業者が直接入札した事例はない。

こうしたことから、本計画の応札者の対象にヨルダン国内の業者を含めることは事実上困難である。調達から据付、技術支援等の多岐に渡る業務を管理できる能力はなく、本プロジェクトを円滑に遂

行できる可能性は低いと判断する。

2) 第三国の応札業者

大規模なポンプ場の建設プロジェクトの場合、ポンプ設備の調達・据付、送電線、高圧開閉器や配電盤、操作盤等の電気設備など多岐に渡る業務が含まれるため、国内外の電気・機械分野のエンジニアリング会社が参入することもある。このようなエンジニアリング会社の中には、直接メーカーから資機材の調達を行い、自社で電気設備の製作、据付工事まで行う業者も存在する。

しかし、上記のエンジニアリング業務は、主に民間セクターを中心に活動し、その規模もある程度まとまったものである必要がある。本計画では、ポンプ設備の据付のみが請負者の業務範囲となるが、エンジニアリング的要素のある据付業務が全体業務に占める割合は極めて少ない。第3国のエンジニアリング会社の参入自体に問題はなく、調達から据付までの管理能力は有していると考えられるが、円滑な業務遂行や技術支援を含めた管理水準といった面で不安は残る。

3) 技術支援を含めた業務の履行

本計画のロット1の調達業務には、技術支援として、ポンプ設備の運転・維持管理指導が含まれる。ポンプ設備の運転、保守などの技術指導には、電気・機械の専門的技術や経験が必要であり、ヨ国内ではこうした技術指導を行うことができる人材を確保できないため、本邦や第3国のポンプ設備の製作メーカーから高いレベルの技術者を派遣し、ポンプ設備の運用指導として技術指導を行うことが必要である。アンマン首都圏を管轄する水道事業体であるミヤフナ社が、ザラ・マインの事業において米国のポンプ調達メーカーの技術者による指導を受けた実績はその一例である。

また、本技術支援はポンプ設備製作メーカー技術者と本邦コンサルタントが連携する必要性があるため、現地業者や第3国の業者が応札者となった場合、その趣旨の理解不足により目標を十分達成することができない状況に陥らないように、十分留意する必要がある。

3-2-5-3 調達上の留意事項

(1) 免税措置

ヨ国は、2000年4月にWTOに正式加盟し、WTO基準に適合した関税法、売上税、度量衡基準、知的財産権等に係る国内法の改正を実施している。国内の関税は2010年までに原則30%未満に削減される予定であるが、現地代理店の聞き取り調査によれば、外国製品の輸入に係る関税率は、ポンプ・モーター等の機械類100%、バルブ類40%、パイプ類30%であり、これに加えて通関手数料0.2%、売上税16%、内国税2%が上乗せされた金額が製品の販売価格となっている。

環境プロジェクト無償では、従来的一般プロジェクト無償と同様に調達資機材や工事に係る費用は免税対象となる。免税措置手続きに当たっては、WAJから財務省に対して、関税、売上税等それぞれの税についての免税要請が行われ、財務省により承認を得る必要がある。

(2) 輸送

ヨ国における陸揚げ港は、ヨ国南端の紅海に面したアカバ港である。DAC 諸国から海上輸送された製品の輸入に当たっては、アカバで通関手続きを行った後、販売業者の保管場所へ陸送される。一方、周辺国からの輸入品は陸送され、国境で通関手続きが行われる。

本計画において調達される資機材は 2 つのロットに分かれており、ロット毎にまとめて異なる時期に納入される。また、据付工事の時期に合わせて各サイトへ搬入することになる。従って、調達資機材を納入から据付の間保管するための場所として、アンマンのアインガザル地区にある WAJ の中央倉庫(Central Warehouse)を使用する。本計画を通じて調達される資機材は、その通関後、納入場所である当倉庫へ陸送される。なお、ザルカ支所における倉庫は、給水管レベルの小型軽量機材が対象であり、保管スペースが狭く、しかもクレーンの進入が不可能であるため、ポンプ設備や重量物であるバルブ類の保管ができず、本計画における資機材の納入倉庫としては利用できない。

(3) 据付工事

ヨ国では 1,000 社以上の建設会社が存在し、公共事業・住宅省により以下の 5 分野において、年間受注高、在籍技術者、従業員数等の規模別に 5 段階に格付がなされている。なお、中堅・大手総合建設会社では複数分野に登録がある。

表 3.2.26 国内建設会社の格付け

格付	道路	建築	上下水道	電気・機械	その他
1 級	11	49	26	33	2
2 級	10	42	13	20	8
3 級	18	72	19	35	2
4 級	69	320	49	0	8
5 級	50	235	89	0	0
合計	158	718	196	88	20

出展：JCCA(ヨルダン建設業協会)データ

上下水道関連では 196 社が存在し、それぞれの規模に応じた工事を行っている。WAJ における工事入札は年間 120~140 件程度あり、1 件当たり数十万~数百万 JD 規模の工事が上級クラスの業者により落札されている。

WAJ の入札は、FIDIC 国際契約約款に従って行われており、開札後は WAJ の入札内容調査チーム(工事設計、工事入札部門の数名で構成される)が技術的内容(仕様)と提示金額を精査し、数~十数日で落札者選定の運びとなる。

過去の工事実績からは、施工実施能力に大きな問題は見られないが、施工管理に手抜きが見られたり、管理精度の低さが散見される。特に、ポンプ設置工事を見た場合、以下のような問題点が確認された。

- ・ 基礎工事の仕上げの粗悪さ(コンクリートのはく離や崩壊、寸法不一致)
- ・ ポンプ固定用アンカーの位置のずれ、ボルトの曲がり、振動対策の不備
- ・ 排水勾配の不備による水溜(漏電などの危険性)

(4) 据付に係る許認可

本件の建設工事は、ポンプ据付工事のみであり、工事場所が WAJ のポンプ場内に限られていることか

ら、他の省庁、自治体からの許認可を必要としない。ただし、トランス設置等の電気工事については、設置後の電力会社による維持管理が必要となること、及び周辺の電気施設への影響を与えることから、電力会社に申請を出し、現地状況調査の結果を受けてからの工事開始となる。

本計画の据付工事では、アズラック及びハラバットの各ポンプ場で既存ポンプを撤去して、基礎部分の再工事を行う必要がある。ポンプ、モーター、バルブ、配管類の資機材のうち再利用が可能なものは WAJ 中央修理工場に移送して利用されるが、基礎コンクリート等の廃棄物は埋立地または廃棄物処理場で処理される。ヨ国では、廃棄物処理に関する法整備は整っていないが、産業廃棄物の処理は民間業者により行われており、国内 21 箇所の埋立地で処理されている。

3-2-5-4 調達・据付区分

本プロジェクトの調達・据付区分は以下のとおりである。

日本側は、資機材の調達とその一部の据付工事に加えて、更新されたポンプ設備の運転・維持管理及びシステムの運用における技術支援を行う。ヨ国側は資機材の据付までの保管、資機材の据付け、技術支援の受講と据付後の運転・維持管理を行う。資機材据付に係る負担区分については下記のとおりとする。

ポンプ設備関連機材(ポンプ、電動機、受電盤、配電盤、操作盤、ポンプ、ポンプ周り配管、バルブ類、配線)の据付は日本側負担とする。トランスの調達と据付けは日本側負担とするが、現地配電会社に委託する。流量計は据付・調整を行うことが難しい。従って、設置予定箇所のコンクリートボックスと管材の据付・既設管との接続、電気配線の設置を WAJ 負担とし、流量計の据付・調整は日本側負担とする。その他機材(送水管、流量調整弁、空気弁、配水管網内の各種バルブ)の据付は WAJ 側負担となる。ザルカポンプ場については、新たな建屋が WAJ によって建設されるため、建屋内の配水池からの引込管、吐出管の設置は WAJ 負担となる。日本側は、配管についてはポンプ周りの配管、バルブの据付のみを行う。

プロジェクト実施に係る負担事項の区分を以下に整理した。また、資機材の据付負担区分をポンプ場毎にまとめ、図 3.2.34～36 に示す。

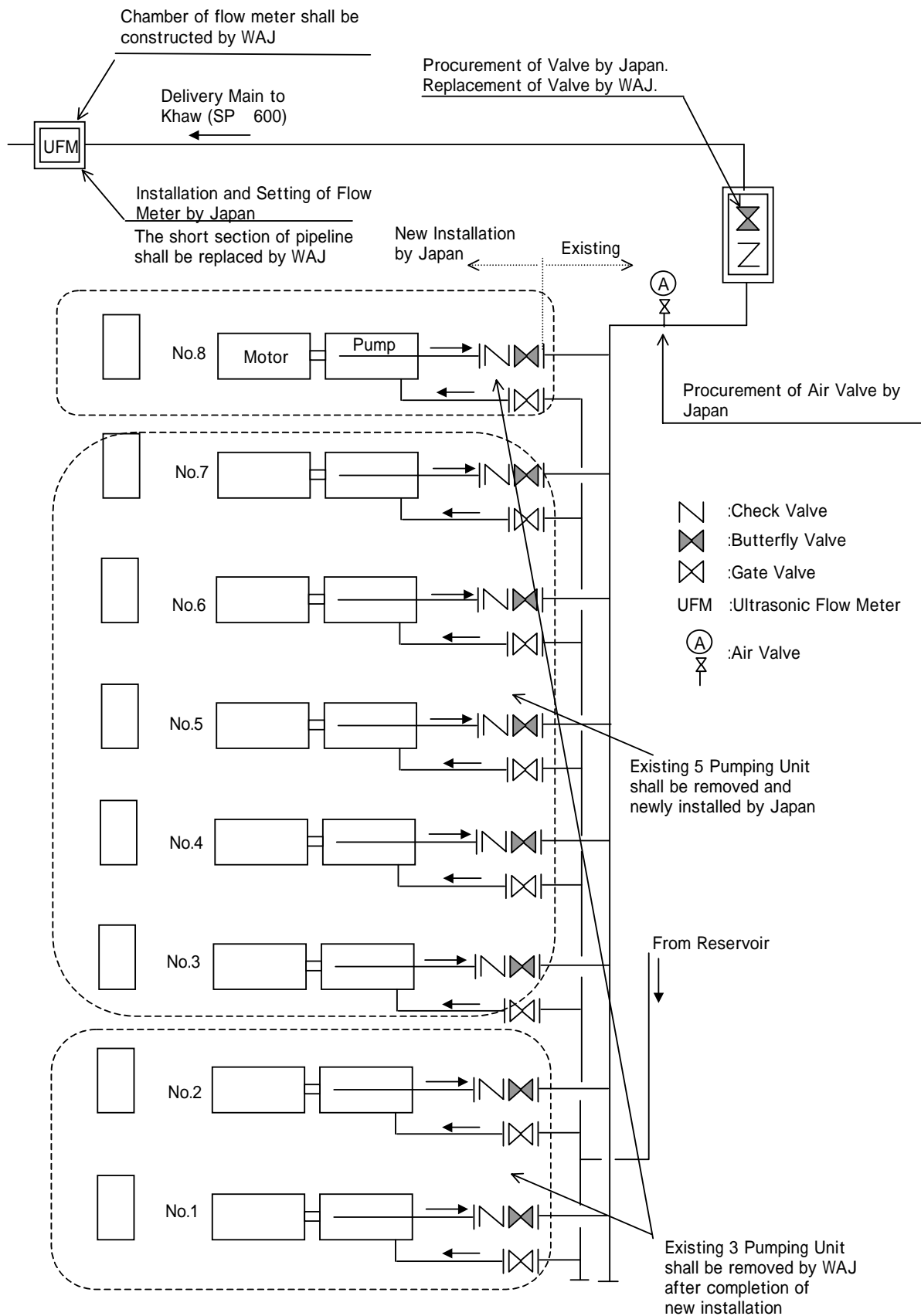
表 3.2.27 責務の負担区分

日本側の責務	ヨ国側の責務
<ul style="list-style-type: none"> ・資機材の調達 ・梱包、輸送、輸送保険 ・ヨ国内輸送及び荷受業務 ・製品検査 ・ポンプ設備の据付、試運転・調整、運用指導 ・流量計の取り付け、調整 ・アズラックポンプ場、ハラバットポンプ場におけるトランスの整備 ・技術支援 	<ul style="list-style-type: none"> ・資機材の据付(ポンプ設備、流量計を除く) ・流量計室及び弁室の建設 ・ハウポンプ場配水池流入側流量計室(ハラバット送水管)の用地の確保 ・ザルカポンプ場の建屋建設、場内配管の整備、トランスの整備 ・中圧受電システムの民間業者との保守管理契約 ・資機材、スペアパーツ等の保管 ・運転・維持管理体制の整備 ・ポンプ設備の運用指導の受講者の任命、必要に応じた手当の支給

表 3.2.28 資機材整備負担区分

項目	資機材	日本側負担内容	ヨ国側負担内容
A.アズラックポンプ場関連資機材			
1.場内整備			
受電設備	送電線の更新、11kV、約 50m 区間	-	調達、架設（配電会社委託）
	トランス 11kV/6.6kV、6000kVA、2式	調達、据付（配電会社委託）	既存トランスの撤去
	トランス二次側の地中引込線	調達、配線	-
ポンプ設備	ポンプ、電動機、ポンプ周り配管、バルブ類、電気配線、5式中圧受電盤、低圧盤、操作盤、（ポンプ5台用）、流量計変換器	調達、据付	-
	既存ポンプ及び基礎	撤去	新ポンプ場ポンプ No3の移動
	既存ポンプの受電盤、制御盤	撤去	-
	既存発電機の受電盤	撤去	-
	更新ポンプの基礎	設置	-
	場内電気配線用トレンチ	一部増設	-
	既存場内分電盤への接続	配線	-
流量計	配水池流入部、2式、配管口径 600mm、電気配線材	調達、流量計据付・調整	流量計室の設置、配線
	ポンプ場流出部、1式、配管口径 600mm、電気配線材	調達、流量計据付・調整	流量計室の設置、配線
送水管	送水管更新鋼管 600mm、約 40m	調達	敷設
流量調整弁	バタフライ弁、600mm、1式	調達	弁室の補修、弁の据付
空気弁	100mm、1式	調達	据付
2.場外整備			
送水管用空気弁	ハウ向け送水管の空気弁、100mm、40個	調達	空気弁室の補修、空気弁の据付
流量計	ハウ配水池流入部、1式、配管口径 600mm、電気配線材	調達、流量計据付・調整	流量計室の設置、配線
B.ハラバットポンプ場関連資機材			
1.場内整備			
ポンプ場建屋	既設	-	補修
受電設備	トランス新規追加 33kV/400V、1000kVA、1式	新規トランスの調達、据付（配電会社委託）	-
	トランス二次側の地中引込線	調達、配線	-
ポンプ設備	（ハウ向け） ポンプ、電動機、ポンプ周り配管、バルブ類、電気配線、2式	調達、据付	-
	（ハラバット村向け） ポンプ、電動機、ポンプ周り配管、バルブ類、電気配線、2式	調達、据付	-
	ハウ向けポンプと村向けポンプの分離弁、バタフライ弁 400、1式	調達、据付	-
	受電盤、操作盤（ポンプ4台用）、流量計変換器	調達、据付	-
	既存ポンプ及び基礎	撤去	ポンプ No1 の位置変更
	既存ポンプの受電盤、制御盤	撤去	-
	更新ポンプの基礎	設置	-
	場内電気配線用トレンチ	整備	-
既存場内分電盤への接続	配線	-	
流量計	配水池流入部、1式、配管口径 400mm、電気配線材	調達、流量計据付・調整	流量計室の設置、配線
	配水池流入部、1式、配管口径 400mm、電気配線材	調達、流量計据付・調整	流量計室の補修、配線

	ポンプ場ハウ向け流出部、1式、配管口径 600mm、電気配線材	調達、流量計据付・調整	流量計室の設置、配線
	ポンプ場ハラバット村向け流出部、1式、配管口径 200mm、電気配線材	調達、流量計据付・調整	流量計室の設置、配線
流量調整弁	バタフライ弁、ハウ向け送水管、600mm、1式	調達	弁室の設置、弁の据付
	バタフライ弁、ハウ向け送水管、200mm、1式	調達	弁室の設置、弁の据付
バイパス管	ハウ向け送水管と村向け送水管のバイパス	-	整備
2. 場外整備			
送水管用空気弁	ハウ向け送水管の空気弁、100mm、15個	調達	空気弁室の補修、空気弁の据付
流量計	ハウ配水池流入部、1式、配管口径 600mm、電気配線材	調達、流量計据付・調整	用地の確保、流量計室の設置、配線
C. ザルカポンプ場関連資機材			
1. 場内整備			
ポンプ場建屋	新設	-	整備
受電設備	トランス 11kV/400kV、1,200kVA以上、1式	-	既存トランスの適用、整備
	トランス二次側の込線	-	調達、配線
ポンプ場付帯管	配水池からの流入管 700	-	整備
	ポンプ場からの流出管 600	-	整備
ポンプ設備 (バトラウィ向け)	ポンプ、電動機、ポンプ周り配管、バルブ類、電気配線、3式	調達、据付	-
	受電盤、操作盤(ポンプ3台用)、流量計変換器	調達、据付	-
	新設ポンプの基礎	設置	-
	場内電気配線用トレンチ	-	整備
流量計	ポンプ場流出部、1式、配管口径 600mm、電気配線材	調達、流量計据付・調整	流量計室の設置、配線
流量調整弁	バタフライ弁、600mm、1式	調達	弁の据付
2. 場外整備			
送水管 (バトラウィ向け)	バトラウィ向け送水管(付帯物含み) 600、約2km	調達	敷設
D. ハウ新ポンプ場関連資機材			
ポンプ設備	バルブ類 4式	調達	据付
流量調整弁	バタフライ弁、700mm、1式	調達	既存バルブ、流量計の撤去、弁室の補修、弁の据付
流量計	ポンプ場流出部、1式、配管口径 600、流量変換器、電気配線材	調達、流量計据付・調整	流量計室の設置、配線
E. 配水管網内関連資機材			
流量計	ルセイファ送水管部、1式、配管口径 400mm、流量計変換器屋外用パネル、電気配線材	調達、流量計据付・調整	電源の供給、流量計室の設置、変換器収納小屋の整備、配線
	アワジャン送水管部、1式、配管口径 600mm、流量計変換器屋外用パネル、電気配線材	調達、流量計据付・調整	電源の供給、流量計室の設置、変換器収納小屋の整備、配線
仕切弁	仕切弁、100mm、222個	調達	据付
	仕切弁、150mm、69個	調達	据付
	仕切弁、200mm、32個	調達	据付
	仕切弁、300mm、13個	調達	据付
	仕切弁、400mm、5個	調達	据付
	仕切弁、600mm、2個	調達	据付
空気弁	空気弁、50mm、15個	調達	据付



PLAN

図 3.2.34 アズラックポンプ場の調達・据付区分

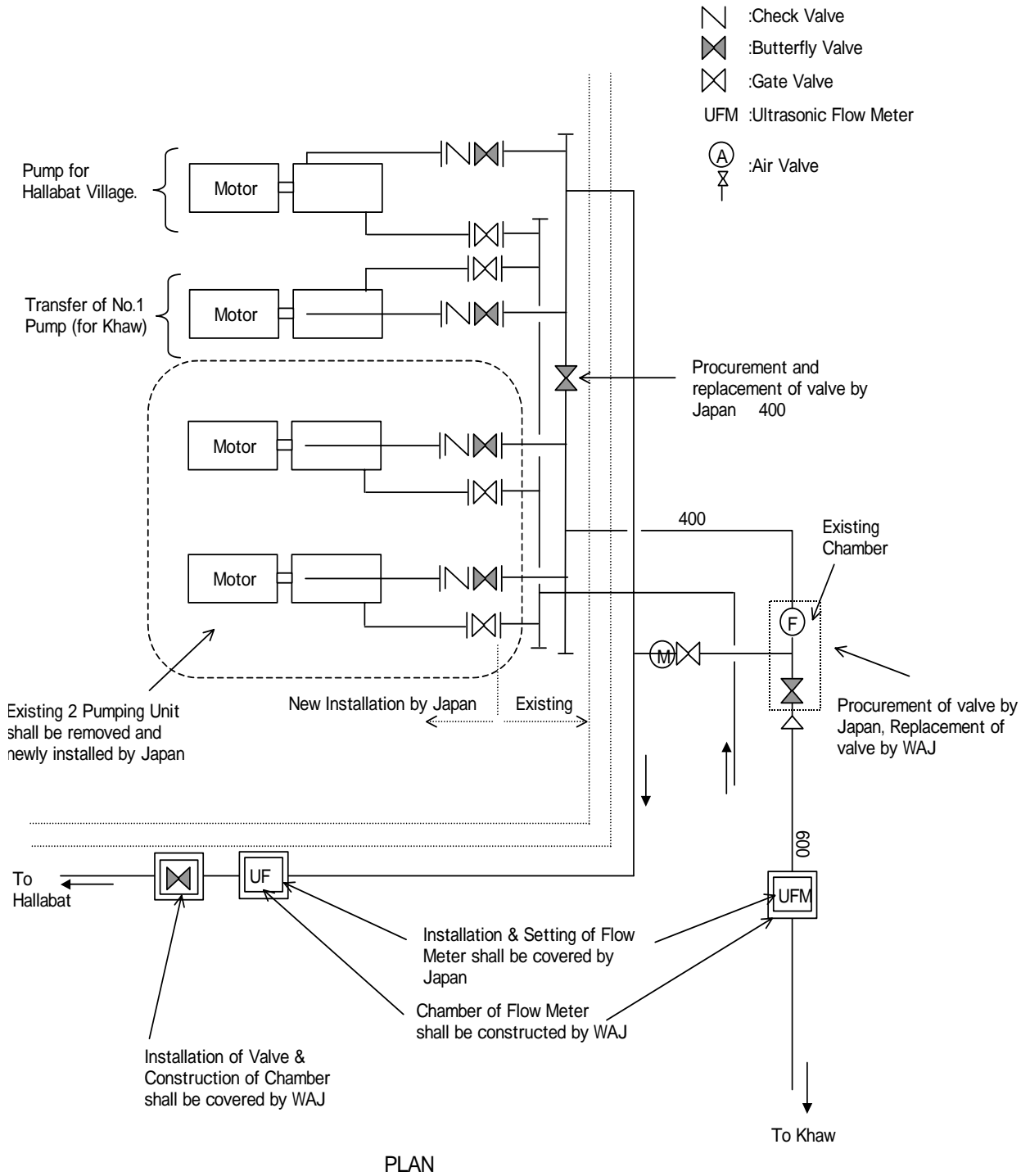


図 3.2.35 ハラバットポンプ場の調達・据付区分

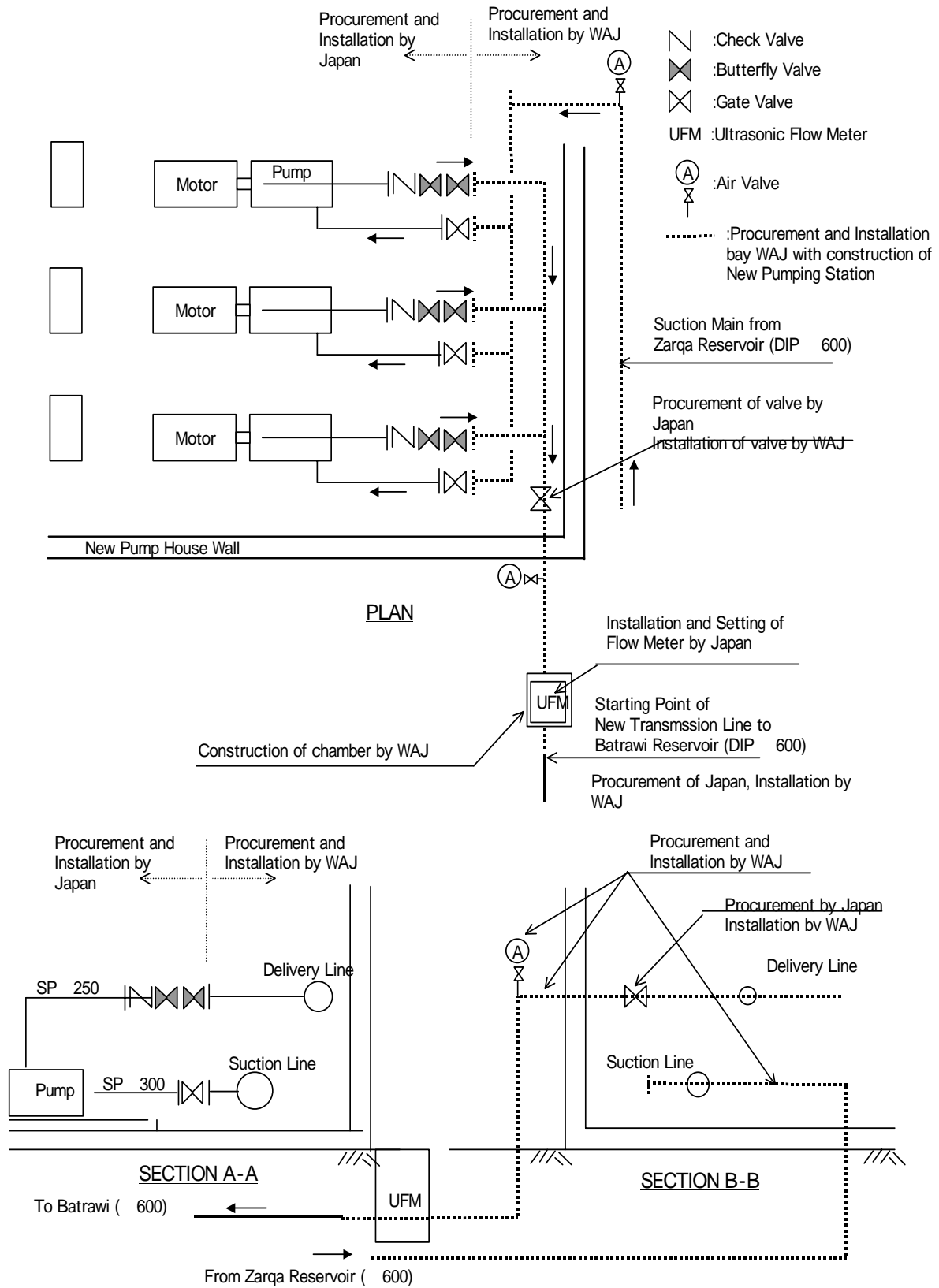


図 3.2.36 新ザルカポンプ場の調達・据付区分

3-2-5-5 調達監理計画

本プロジェクトの調達監理は、ヨ政府機関との契約先である調達代理機関が行う。

日本側の調達業者の業務には、調達したポンプ設備や電源設備の据付工事に加え、流量計の設置と調整が含まれる。これらの作業は調達代理機関と契約する調達業者の管理の下、現地の施工会社や販売業者が実質的に担うことが想定される。ポンプの据付業務の管理が調達業者のみによって行われる場合、施工品質を十分に確保することができず、調達した資機材がその性能を発揮できなくなる恐れがある。このため、調達資機材の据付に係る監理については、調達代理機関と契約するコンサルタントが行い、現地での据付工事の品質低下を防ぐ。

資機材調達、据付け業務が円滑に遂行されるよう、コンサルタントは以下の業務を行う。

(1) 留意点

- ・ ヨ国と日本国政府間及び JICA との間で締結される交換公文(E/N)及び贈与契約(G/A)の内容を遵守する。
- ・ ヨ国政府側の負担事項の内容を確認し、日本側の実施工程との調整を行う。
- ・ 資機材輸入に伴う通関や免税措置等の手続きの状況を確認する。
- ・ 工場立会い検査、船積み前検査、引渡検査、据付検査等により品質の管理を行う。

(2) 業務内容

【詳細設計段階】

①現地調査

- ・ヨ国側のプロジェクト実施体制等の準備状況や予算措置についての確認
- ・ヨ国側負担事項の準備状況の確認、日本実施事項との調整
- ・概略設計後の配水状況の確認
- ・実施機関の資機材保管場所、修理工場の状況確認
- ・ポンプ場内既存施設配置の詳細確認
- ・資機材据付の詳細計画の検討
- ・トランス設置に関する配電会社との調整
- ・ザルカポンプ場からバトラウィ配水池間の送水管ルート路線測量

②詳細設計

- ・入札図書作成参考資料の作成
- ・資機材据付工事図の作成
- ・調達資機材の詳細仕様、据付工事仕様の作成、資機材数量の見直し
- ・据付工事計画の作成
- ・事業費見直し

【調達監理段階】

- ・資機材製作承認、出荷前検査、船積前検査、引渡検査

【資機材据付監理段階】

- ・据付工事計画の承認
- ・調達業者の据付工事監理

【技術支援段階】

- ・技術支援の準備と実施
- ・調達業者の技術支援業務の管理

3-2-5-6 品質管理計画

ポンプ設備機材の品質管理は、資機材製作図の確認、資機材の出荷前検査を通して実施する。また、出荷前検査においては、機材の能力検査、材料、規格確認、外観仕上げ状況等を確認する。他の資機材については仕様との差異がないかの確認を行う。

ポンプの据付工事の工事用資機材や建設物の品質確認にあたっては、品質管理計画書を作成し、建設材料、土工事、コンクリート工事等を対象に品質検査を実施する。

3-2-5-7 資機材等調達計画

3-2-5-2(1)に記述した方針に基づき、想定される資機材の調達先は下表に示すとおりである。

表 3.2.29 資機材等調達先

資機材名	原産国			備考
	現地	日本	第三国	
変圧器			○	DAC加盟国
ポンプ、電動機		○		
受配電、ポンプ起動盤	○			
超音波流量計		○		
ダクタイル鋳鉄管			○	DAC加盟国
バルブ			○	DAC加盟国
逆止弁			○	DAC加盟国
空気弁			○	DAC加盟国

3-2-5-8 運用指導計画

(1) 送水ポンプ設備運用上の技術指導の必要性

ザルカ地区の上水道システムの改善計画については、JICAが策定したマスタープランに基づき2次にわたる日本の無償資金協力「ザルカ地区上水道施設改善計画」が実施され、送水管、配水池、配水幹線の整備が進められている。これにより配水効率の向上と、それに伴う配水エネルギーの節減が期待された。

本計画では、送水効率の向上と送水エネルギーの節減を図ることを目的に、主要な既存送水ポンプ場（アズラック、ハラバット、ザルカ）のポンプ設備の更新を行う。これにより、上記の無償資金協力との相乗効果を生み、ザルカ地区に対する、より安定的な給水と運転・維持管理経費の節減が可能となる。

ザルカ地区のポンプ場には、それぞれ運転要員が常駐し、さらに、保守管理のための機械・電気工が配属されている。しかし、ポンプ設備の運転・維持管理における問題点は多く、効率的な運転を妨げているだけでなく、頻繁な故障の発生や老朽化の進行を早める一因となっている。そのため、ポンプ設備が更新されても適正な運転・維持管理が行われず、計画の実施効果が損なわれる可能性が高い。

従って、本計画の実施効果を確実にするためには、送水ポンプ設備や流量計の調達を行うと同時に、整備されたポンプ設備を適正に運転・維持管理する能力強化のための技術指導及び適正な送水の運用とエネルギー効率の向上を図るための技術指導を、理論・実践の両面から行うことが必要である。

送水ポンプ設備運用上の問題点は下記のとおりである。

①運転管理上の問題

- ・運転員が、ポンプ始動時や停止時の操作、起動・停止のタイミング等のポンプ運転に関する正しい知識を持っていない。

②保守管理上の問題

- ・設備に異常や損傷が発生した場合、迅速な補修が行われていない。
- ・日常点検が不十分なため、損傷が小規模な段階での補修が行われない。
- ・保守作業はポンプ・電動機等の回転機器摺動部への油脂類補給が定期的に行われているだけで、その他予防保全を目的とした維持管理作業は行われていない。
- ・運転維持管理の記録は、日々の送水量及び運転時間のみが記録されているだけである。保守点検や機器更新の記録がないため、いつ、どのような損傷や異常があったかが把握できない。

③安全管理上の問題

- ・安全管理に対する理解が乏しく、災害防止や危機管理に対する技術が備わっていない。
- ・中圧受電に対する経験がない。

④管理組織、管理指導上の問題

- ・運転管理を行う技師や技能工の人員が十分でなく補充の必要がある。また、中圧受電システム導入につき中圧電気設備取扱いの責任者が新規に任命される必要がある。
- ・体系的な運転・維持管理マニュアルが存在しないため、運転員や技能工は各自の経験に頼った作業しか行うことができない。
- ・技師、技能工、運転員に対する技術指導が体系的に行われていない。臨時的に中央訓練センター(VTC)や中央修理工場(CWS)による研修はあるが、概論的あるいは断片的な範疇にとどまっている。
- ・運転の記録は限定的なもの(稼働ポンプ番号、ポンプ吐出流量、吐出圧力、配水池水位、塩素注入量等)にとどまり、その記録も、整理、分析、活用がされていない。

⑤送水システム管理上の問題

- ・各ポンプ場は定時運転、送水先の貯水タンクの水位状況による運転にとどまり、送配水システム全体の水配分を考慮した運転方法が採られていない。
- ・送水効率、電力使用効率、ポンプ効率に基づくポンプ運転状況の診断が行われていない。
- ・エネルギー消費量の削減を念頭においた施設運転及び整備が行われていない。

上記の①～④の問題点については、ポンプ設備据付後に調達業者が運用指導による技術指導を行うことにより対応する。⑤については、次項 3-2-5-9 に述べるコンサルタントによるソフトコンポーネントの実施により対処する。この、運用指導及びソフトコンポーネントは送水ポンプ設備運用上の問題解決のために一体となって行われるべきものであり、調達業者とコンサルタントは協調してこの業務に当たる。

(2) 運用指導の目標

運用指導を実施し、ポンプ場の運転要員、維持管理要員が運転・維持管理を行うための技術的知識を得ることによって、本計画によって整備されたポンプ設備が適正に運転・維持管理されることとなる。機械・電気設備の機能を長期にわたり安定して保持するには、適切な運転管理を行い、設備機器を常に合理的に保全することが重要である。

ポンプ設備については、運転に合わせた日常点検、予防保全の観点から行う定期点検、異常が発生した際の緊急点検といった各種点検を体系化し、マニュアル化した保守点検作業を実施することは、設備・機材の長寿命化、効率的な運転に寄与する。

従って、本技術指導の目標は、以下のとおり整理される。

- ① 適正な運転管理を行うことにより、設備を安全に、安定的に運転することが出来、結果的に設備の長寿命化を図ることができる
- ② 適正な保守管理を行い予防的対応をとることにより、設備の故障頻度が下がる。故障が発生した場合でも、故障の程度を最小限にとどめることができる。また、設備の修理の迅速化、補修精度の向上を図ることができる
- ③ 適正な安全管理を行うことにより、高電圧による事故等労働災害を防止することができる。

(3) 運用指導の成果

本技術指導によって、以下の直接的成果(ポンプ設備の運転・維持管理能力強化)が期待できる。

① 適正な運転管理

ポンプ場運転員が、ポンプの運転方法を理解し、適正な運転管理を行うことができるようになる。また、運転、監視のデータの記録をおこなえるようになる。

② 適正な保守管理

ザルカ支所の保守管理員(技能工)が、設備の適正な点検や整備を行えるようになる。CWS の保守管理員(技能工)が、適正な修理を行うことができるようになる。また、保守管理に関する記録が行えるようになる。

③ 適正な安全管理

ザルカ支所の安全管理員が、ポンプ設備の安全管理を行えるようになる。

(4) 成果達成度の確認方法

指導項目における最終目標を設定し、指導内容毎に指導担当者がチェックを行い、技術移転の理解度の最終確認を行う。最終確認においては指導担当者が指導対象者に単独で作業を演習させ、その結果を評価する。評価は技術の到達度と今後の技術の研鑽についてのアドバイスからなる。

表 3.2.30 運用指導の最終目標

指導事項	最終目標
①運転管理	運転管理マニュアルに従った適正な運転作業の習得 運転管理記録フォームに従った運転、監視作業の記録 運転管理マニュアル、運転記録フォームの完成
②-1 保守管理①(点検、整備)	保守管理マニュアルに従った適正な点検、整備作業の習得 保守管理記録フォームに従った日常、定期作業の習得 保守管理マニュアル、保守管理記録フォームの完成
②-2 保守管理②(修理)	保守管理マニュアルに従った適正な修理技術の習得 保守管理記録フォームに従った修理作業の習得 保守管理マニュアル、保守管理記録フォームの完成
③安全管理	安全管理マニュアルに従った、適正な安全管理作業の習得 安全管理記録フォームに従った管理作業の記録 ポンプ設備安全管理マニュアルの完成

(5) 運用指導の活動(投入計画)

本指導の活動対象者は、送水システムの運転を統括する水道部部长、ポンプ課課長及びそのスタッフ(技師、技能工)、本計画対象のポンプ場の運転員、保守管理員(機械技能工、電気技能工)、設備の修理を行う中央修理工場の修理技術員(機械技能工、電気技能工)とする。ただし、本計画対象以外のポンプ場運転要員やVTCの研修担当講師の参加も呼び掛ける。各ポンプ場での実地指導とは別に、中央訓練センターの研修室を利用した室内研修を行うことで、ザルカの本計画対象ポンプ場職員のみではなく、ザルカの他ポンプ場の職員、本研修所の講師、中央修理工場の職員に対して、技術指導を行うことについても考慮する。

表 3.2.31 技術指導の内容

No.	支援内容	活動項目	活動対象者
1	ポンプ設備運転管理技術	ポンプ設備の運転管理指導	本計画対象のポンプ場運転員(ザルカ 6 人、アズラック 13 人、ハラバット 4 人)
2	ポンプ設備保守管理技術(点検、整備) :予防保全	ポンプ設備の点検、整備技術の指導	ザルカ支所の保守管理員(機械設備技能工 2 人、電気設備技能工 2 人) アズラックポンプ場(技能工 1 人、技能工助手 1 人)
3	ポンプ設備保守管理技術(修理) :事後保全	ポンプ設備の修理技術の指導	中央修理工場の保守管理員(ポンプ技能工、電動機技能工、制御盤技能工)
4	ポンプ設備安全管理技術	ポンプ設備の安全管理技術の指導	ザルカ支所、アズラックポンプ場の安全管理員

(6) 運用指導の実施リソースの調達方法

ポンプ設備の運転、保守などの技術指導には、電気・機械の専門的技術や経験が必要であり、ポンプの製作メーカーから技術者を派遣する方法が望ましい。特に、運転管理や保守技術は、調達されるポンプ設備の初期指導とも密接な関係があり、調達業者を通じて高いレベルのメーカー技術者が派遣される必要がある。

ポンプ設備の運転管理、保守管理の指導を効果的に進めるには、各種マニュアルの準備、セミナーや OJT の実施までの一連の作業を継続して行う必要がある。運転員の中には英語を理解できないものも多く、マニュアルはアラビア語で作成する必要がある。現地ではセミナーの実施、準備したマニュアルの修正、補足などの作業が求められ、アラビア語でのコミュニケーションができる現地補助員を調達する必要がある。従って現地補助員の調達が必要とされる。技術指導の派遣要員を下記のとおりとする。

【技術指導の派遣要員】

調達業者:	ポンプシステム運転管理、保守管理、安全管理
	機械設備技術者 1 名
	電気設備技術者 1 名

調達業者の各技術者は実施機関側技術者の能力向上達成度を確認し、その結果を取りまとめる。

(7) 運用指導の実施工程

調達業者は、アズラック、ハラバット、ザルカの各送水ポンプ場におけるポンプ設備の据付が完了した後、直ちに設備の試運転・調整を行う。その後引き続き、各設備、機材の運転管理、保守管理、安全管理に関する運用指導を実施する。理論面での指導は VTC において行い、演習は各ポンプ場サイトにおいて行う。本計画の実施機関は WAJ であることから、実施方法、内容につき WAJ と協議した上で、WAJ の研修指導関係者立会のもとで実施する。技術指導は本計画における機材調達対象の各ポンプ場で順次実施されるが、着手前の打ち合わせ、完了時の報告は WAJ ザルカ支所で行う。コンサルタントは調達業者の行う作業を監理する。技術指導の活動項目と作業日数を表 3.2.32 に、派遣計画を表 3.2.33 に示す。

表 3.2.32 運用指導の活動内容と作業日数

項目	活動内容	日数
国内準備作業	講義・演習計画の策定、各種マニュアル・講義、演習計画資料の作成	10日
現地活動1 (対象者:ザルカ支所、ポンプ場関係者)	1)WAJ への運用指導計画の説明、作業準備	1日
	2)全体システム管理理論 システム構成、運転・維持管理概論、機材取扱い説明書・図面等附属図書確認、マニュアル(案)・運転維持管理記録(案)の内容確認、職務分掌の明確化	2日
	3)運転管理技術指導(オペレーター) 設備内容(機械の項目、構造、機能、管理方法)の理解、運転理論・操作要領実習、監視・点検・記録に関する現場演習、運転記録記載、運転実習	7日
	4)安全管理技術指導	1日
	5)保守管理技術(点検、整備) 予防保全の理論、ポンプ・電動機・制御盤の定期点検の演習、点検・整備記録の演習、保守管理実習	7日
	6)マニュアル、記録フォームの完成	2日
現地活動2 (対象者:中央修理工場の関係者)	7)保守管理技術(修理) ポンプ:オーバーホール、主要部分の分解点検、磨耗部品交換、芯出し調整等 電動機:オーバーホール、主要部分の分解点検、部品の交換、調整方法等 盤類:受電盤、配電盤、操作盤の分解点検、調整・修理方法等 保守管理記録の演習	7日
	8)マニュアル、記録フォームの完成	2日

表 3.2.33 運用指導の技術者派遣計画

作業項目	実施者	実日数(日)	月 数																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9								
ポンプ据付工事					アズラックポンプ場	ハラバットポンプ場ハウ向け	ハラバットポンプ場村向け												
ザルカーバトラワイ送水管敷設工事					ザルカポンプ場														
1. 初期操作・運用指導																			
講義、演習用資料、管理マニュアル、記録様式の作成	調達業者	10		10															
実施機関との打合せ、作業準備	調達業者	1			1	2													
全体システム管理理論	調達業者	2			2														
運転管理技術指導	調達業者	7×4			7	7	7	7	7	7	7								
安全管理技術指導	調達業者	1			1														
保守管理技術(点検整備)指導	調達業者	7×4			7	7	7	7	7	7	7								
保守管理技術(修理)指導	調達業者	7			7														
運転・維持管理マニュアル、管理記録フォームの完成	調達業者	2×4			2	2	2	2	2	2	2								
初期操作・運用指導管理	コンサルタント	20, 16, 16, 23			20	16	16	23											

凡例 □ 日本国内作業
■ 現地作業

項目	作業担当	月 数									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
初期操作・運用指導 (調達業者)	機械設備担当		10(0.50)	24(0.80)	20(0.67)	18(0.60)	25(0.83)				
	電気設備担当		10(0.50)	24(0.80)	20(0.67)	18(0.60)	25(0.83)				
	補助			20(0.67)	16(0.53)	16(0.53)	23(0.77)				
	車両			20(0.67)	16(0.53)	16(0.53)	23(0.77)				
初期操作・運用指導管理 (コンサルタント)	初期操作・運用指導管理			24(0.80)		18(0.60)	23(0.77)				
	車両			20(0.67)		16(0.53)	23(0.77)				

(8) 運転指導の成果品

調達業者が実施する本技術指導の成果品は下表の通りである。使用言語は英語及びアラビア語とする。

表 3.2.34 運用指導の成果品

No.	担当分野	成果品
1	ポンプ設備運転管理技術	運転管理マニュアル 運転管理記録シート
2	ポンプ設備保守管理技術 (点検、整備)	保守管理マニュアル(点検、整備) 保守管理記録シート
3	ポンプ設備保守管理技術 (修理)	保守管理マニュアル(修理) 保守管理記録シート
4	ポンプ設備安全管理技術	安全管理マニュアル 安全管理記録シート

(9) 相手国実施機関の責務

運用指導の活動による効果やその持続性を高めるため、また、活動を円滑に実施するためにヨ国側の負担で実施すべき事項は以下のとおりである。

- ・ 運用指導のカウンターパートの任命
- ・ 協力対象となるポンプ場において運転管理、保守管理、安全管理を行う職員の補充、任命
- ・ 協力対象以外のポンプ場からセミナー、OJT へ参加する職員の任命
- ・ 運転・維持管理記録の整理、分析のために使用するパソコン 2 式の購入
- ・ 上記セミナー、OJT の参加に必要な職員の手当ての支給
- ・ セミナーが開催できる講義室の確保
- ・ 円滑な運用指導のための関係機関との連絡、調整
- ・ 運用指導実施後の施設運営及び維持管理にかかる持続性維持のためのモニターリング及びフォローアップ

3-2-5-9 ソフトコンポーネント計画

(1) ソフトコンポーネントを計画する背景

前項において述べた、「送水ポンプ設備運用上の技術指導の必要性」の下記「⑤送水システム管理上の問題」については、ソフトコンポーネントにより対処する。本環境プロジェクト無償では、ソフトコンポーネント、専門家派遣、研修、ワークショップ等を組み合わせた技術支援の実施が可能であるが、本プロジェクトにおいてはコンサルタントによるソフトコンポーネントにより行う。

送水システム管理上の問題

- ・各ポンプ場は定時運転、送水先の貯水タンクの水位状況による運転しかしておらず、送配水システム全体の水配分を考慮した運転方法が採られていない。
- ・送水効率、電力使用効率、ポンプ効率を基にしたポンプの運転状況の診断が行えていない。
- ・エネルギー消費量の削減を念頭においた施設運転及び整備が行われていない。

(2) ソフトコンポーネントの目標

適正な送水システムの運転管理を行うことにより、配水需要量(配水池の需要)に応じた送水の効率化、安定化が図られ、消費エネルギーが節減される。また、ポンプ送水量、ポンプ運転の電圧、電流、電力使用量等の運転管理データを記録し、整理・分析してポンプ運転状況の診断を行うことは、効率的なポンプの運用と消費エネルギーの節減のために効果的である。

(3) ソフトコンポーネントの成果

ザルカ支所の上水道システム管理者(エンジニア)が送水システム全体における総合的な送水管理や、エネルギー効率を意識した送水ポンプ設備の運転を行えるようになる。また、ポンプ設備の運転効率を基にした保全管理を行うことができるようになる。

(4) 成果達成度の確認方法

指導項目における最終目標を設定し、内容毎に指導担当者がチェックを行い、技術移転の理解度の最終確認を行う。最終確認においては指導対象者に作業を演習させ、その結果を評価する。

表 3.2.35 ソフトコンポーネント最終目標

指導事項	最終目標
送水システム運用管理	送配水計画に応じたポンプの運転計画の策定 運転管理記録の分析、ポンプ運転効率の評価 ポンプ送水システム管理マニュアルの完成

(5) ソフトコンポーネントの活動(投入計画)

ソフトコンポーネントの活動対象者は、WAJ の送水システムの運転を統括する水道部部長、ポンプ課課長及びそのスタッフ(技師、技能工)とする。

表 3.2.36 ソフトコンポーネントの概要

支援内容	活動項目	活動対象者
送水システム運用管理	効率的な送水計画の策定指導 ポンプ設備の運転効率診断技術指導	ザルカ支所の上水道システム管理者(水道部部長 1、ポンプ課課長 1、機械設備技師 1、電気設備技師 1)、アズラック(管理責任者 1、技能工 6)

派遣要員を本邦コンサルタント(送水システム運用技術)1名とする。調達業者は、据付が完了した設備の試運転・調整を行った後、引き続き、各設備、機材の運転管理、保守管理、安全管理に関する技術指導を実施する。コンサルタントはこの後にソフトコンポーネントとして技術指導を行う。ソフトコンポーネントの実施期間は国内0.25ヶ月、現地0.27ヶ月を予定する。本計画の実施機関はWAJであることから、実施方法及び内容につきWAJと協議した上で、WAJの研修指導関係者立会のもとで実施する。ソフトコンポーネントは本計画における機材調達対象の各ポンプ場で順次実施する。ソフトコンポーネントの活動内容を下表に示す。

表 3.2.37 ソフトコンポーネント活動内容と作業日数

項目	活動内容	日数
国内準備作業	講義・演習計画の策定、マニュアル・講義、演習計画資料の作成	5日
現地活動 対象者:システム管理者	1)送水システム運用技術: ポンプによる送水理論、運転管理記録の整理、運転記録の分析、 運転状況の診断、報告書作成実習	3日
	2)ポンプ設備効率診断技術: ポンプ運転効率、電力原単位、使用電力量の評価方法	
	3)アズラック、ハラバット、ザルカの各ポンプ場における演習	
	ソフトコンポーネント完了報告書の作成、管理に関する助言、マニュアルの完成	2日
	WAJ に対する報告	1日

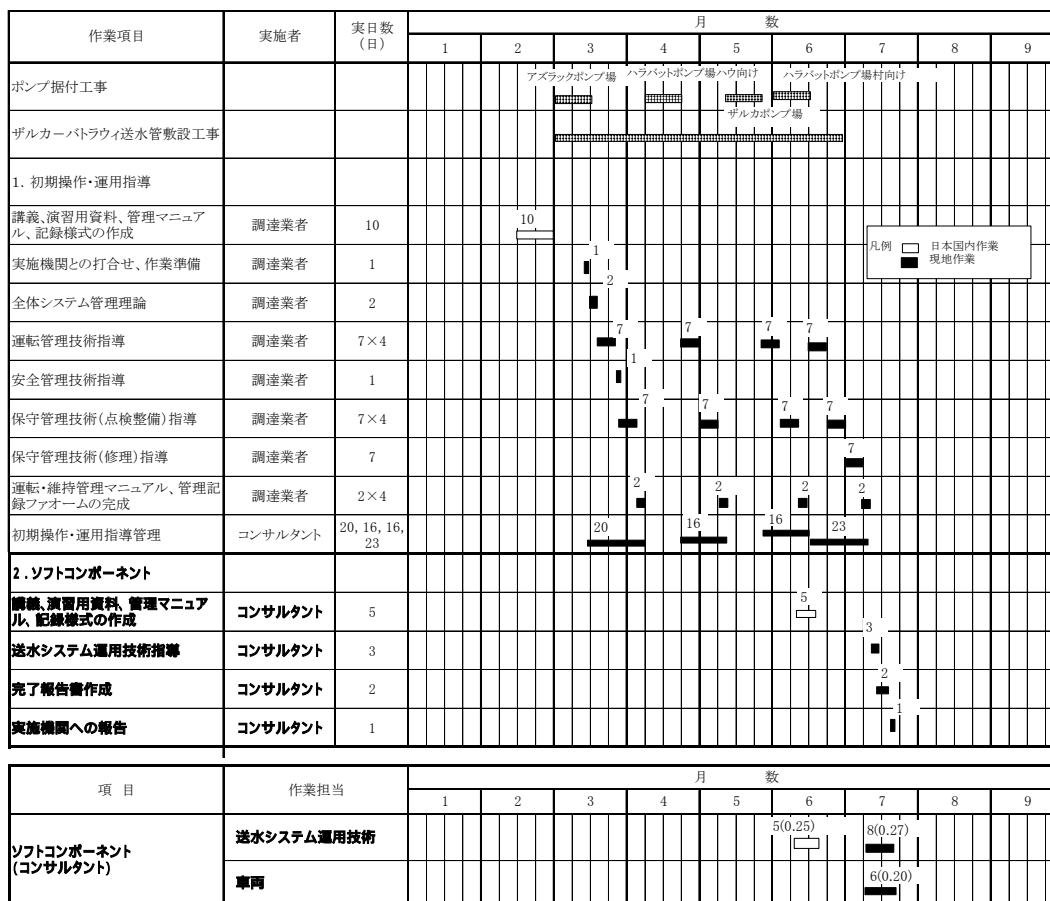
(6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

水道システムのコンセプトを熟知したコンサルタントがポンプ場の運用計画の立案と実践において技術指導を行う。

(7) ソフトコンポーネントの実施工程

各送水ポンプ場におけるポンプ設備の据付が完了した後、資機材調達業者による試運転・調整、設備の運用指導がアズラック、ハラバット、ザルカの各送水ポンプ場において順次行われる。ソフトコンポーネントは、これらの技術指導が全て完了し、本計画において更新された設備全てが運用できる状況になった後に直ちに実施する。実施工程を下表に示す。

表 3.2.38 ソフトコンポーネントの実施工程



注:日本と外国間の移動日を4日見込む、()内数字はM/M

(8) ソフトコンポーネントの成果品

成果品として下記の書類を作成し WAJ 側に提出する。使用言語は英語とする。

- ・ポンプ送水システム管理マニュアル
- ・講義、演習用資料
- ・ソフトコンポーネント完了報告書

(9) 相手国実施機関の責務

ソフトコンポーネント活動による効果やその持続性を高めるため、また、活動を円滑に実施するためにヨ国側の負担で実施すべき事項は以下のとおりである。

- ・ソフトコンポーネントのカウンターパートの任命
- ・ソフトコンポーネント活動実施後の施設運営及び維持管理にかかる持続性維持のためのモニタリング及びフォローアップ

3-2-5-10 実施工程

本プロジェクトの実施工程は表 3.2.39 に示すとおりである。調達については、前述のとおり、送水ポンプに係る資機材をロット 1、配水ネットワークに係る資機材をロット 2 に区分けする。

E/N 締結後、コンサルタント契約を行い、詳細設計を行う。その後、調達代理機関による入札図書作成、ロット 1 に関する機材の調達業者の入札手続を行い、業者契約後、機材の製作・調達作業に着手する。コンポーネントが機材及び据付け後の運用指導、ソフトコンポーネントと複雑で、ポンプは特殊機材であるため入札の事前審査を実施し、入札審査も慎重に行う必要があることから入札の手続きは日本において実施することとする。

ロット 1 では実施設計における詳細設計から入札、業者契約までに約 5 ヶ月必要である。その後、機材の製作から引渡までの期間が約 14 ヶ月程度、ポンプ設備の据付け、試運転・調整及び技術支援(運用指導、ソフトコンポーネント)に約 6 ヶ月が見込まれる。

ロット 2 については、自然流下システムへの移行が進展した時点で資材の調達が行われる。自然流下システムへの移行は WAJ の実施意思によるものであり、その時期が明瞭でないため、この時期については配水地区の状況を見ながら時期設定を行うことが必要とされる。ここでは本計画実施における送水ポンプ設備の据付けが完了し、送水の安定化がなされた以降に政府間協議会による調整を行った上でロット 2 資機材に関する入札手続を進めることを想定した。

ロット 2 の詳細設計、入札図書作成参考資料の作成は E/N 締結直後にロット 1 と同時に実施するが、ロット 2 実施決定時に見直しが必要とされる。ロット 2 の資機材については配水管網用の仕切弁と空気弁であり、特殊性がなく、資機材調達のみの業務内容であることから、現地入札を予定する。詳細設計から入札、業者契約までに 4 ヶ月、資機材の製作から引渡までに 3 ヶ月程度と予想され、その後、WAJ による設置工事が行なわれる。

ロット1におけるポンプ据付工事は各ポンプ場とも、工事による長期断水が許容されないため、既存ポンプの送水を止めることなく撤去・据付工事を行う必要がある。据付工事の順序は、送水の安定化を早期に図るため送水量が多いアズラックポンプ場を初めに行い、後にハラバットポンプ場を行う。ザルカポンプ場については、WAJが実施するバトラウイ配水池向け送水管敷設工事に合わせてポンプ設備据付け工事の完了を目指す。

ロット1資機材の据付工事及び技術指導業務は以下の順序で行う予定とする。

(1) アズラックポンプ場

- 1) ポンプ設備据付け工事に必要となる期間を、既存ポンプ設備の撤収、ポンプ基礎の取壊、新規ポンプ用基礎クリート打設、養生に2.0ヶ月、ポンプ設備据付に0.5ヶ月の全2.5ヶ月と見込む。
- 2) 据付工事中の送水量を確保するため、既存ポンプ設備撤収時に現在稼動しているNo.3のポンプを休止中のNo.2のポンプ位置に移動し、No.1及びNo.2ポンプが据付工事中に稼動できるようにする。また、既存ポンプ撤去から新規ポンプ設備据付けまでの期間中に低電圧受電システムから中電圧受電システムへ移行するための送電線更新と新規トランスの設置工事を実施する。工事中は低圧システムで既存のNo.1、No.2ポンプを運転する。
- 3) 同期間内に、ポンプ場敷地内における流量計、送水管、流量調整弁、空気弁の据付を、また、場外工事として、ハウ配水池向け送水管の空気弁の据付を完了させる必要がある。
- 4) 新規ポンプ設備5台の据付が完了し、受電圧の切り替えを行い、試運転で問題のないことが確認された後、本格運転を開始する。その後、低電圧用の既存ポンプ設備とトランスを撤去してアズラックポンプ場の据付工事は完了する。
- 5) 試運転・調整の後、引き続き資機材調達業者による運用指導を実施する。

(2) ハラバットポンプ場

- 1) アズラックポンプ場でのポンプ更新工事が完了し送水が安定した後、ハラバットポンプ場のポンプ据付工事に着工する。ハウ向け2台のポンプを更新する。まず、工事中の送水を中断させないために既存ポンプの移設作業(No.1ポンプをNo.3ポンプ位置に移動)を行う。
- 2) 既存ポンプ設備の撤収、ポンプ基礎の取壊、新規ポンプ用基礎コンクリート打設、養生、ポンプ設備据付の一連の作業を行うが、この間に既存低圧トランスの更新作業を行う。
- 3) 同期間内に、敷地内の配水池流入部及びハウ向け流出部の流量計、流量調整弁、敷地外の送水管空気弁の据付を完了させる。
- 4) ハウ向けポンプ設備の据付け完了後、試運転・調整を行い、引き続き運用指導を実施する。
- 5) ハウ向けポンプ設備の更新工事完了後、ハラバット村向けのポンプ設備更新工事を行う。同時に、村向け流出部の流量計及び流量調整弁の据付を完了させる。
- 6) 非常時の使用のため、ハウ向け送水管とハラバット村向け送水管の連絡用バイパス管の整備、流

出管の分離弁の設置を行う。

- 7) ハラバットポンプ場の場内は屋内用クレーンが設置されておらず、また、ポンプ据付スペースに余裕がないことから、撤去、据付作業には注意を要する。据付作業完了まで全資機材の据付け工事に5ヶ月程度を見込む。
- 8) ハラバット村向けポンプ設備の据付け完了後、試運転・調整を行い、引き続きポンプ設備の運用指導を実施する。

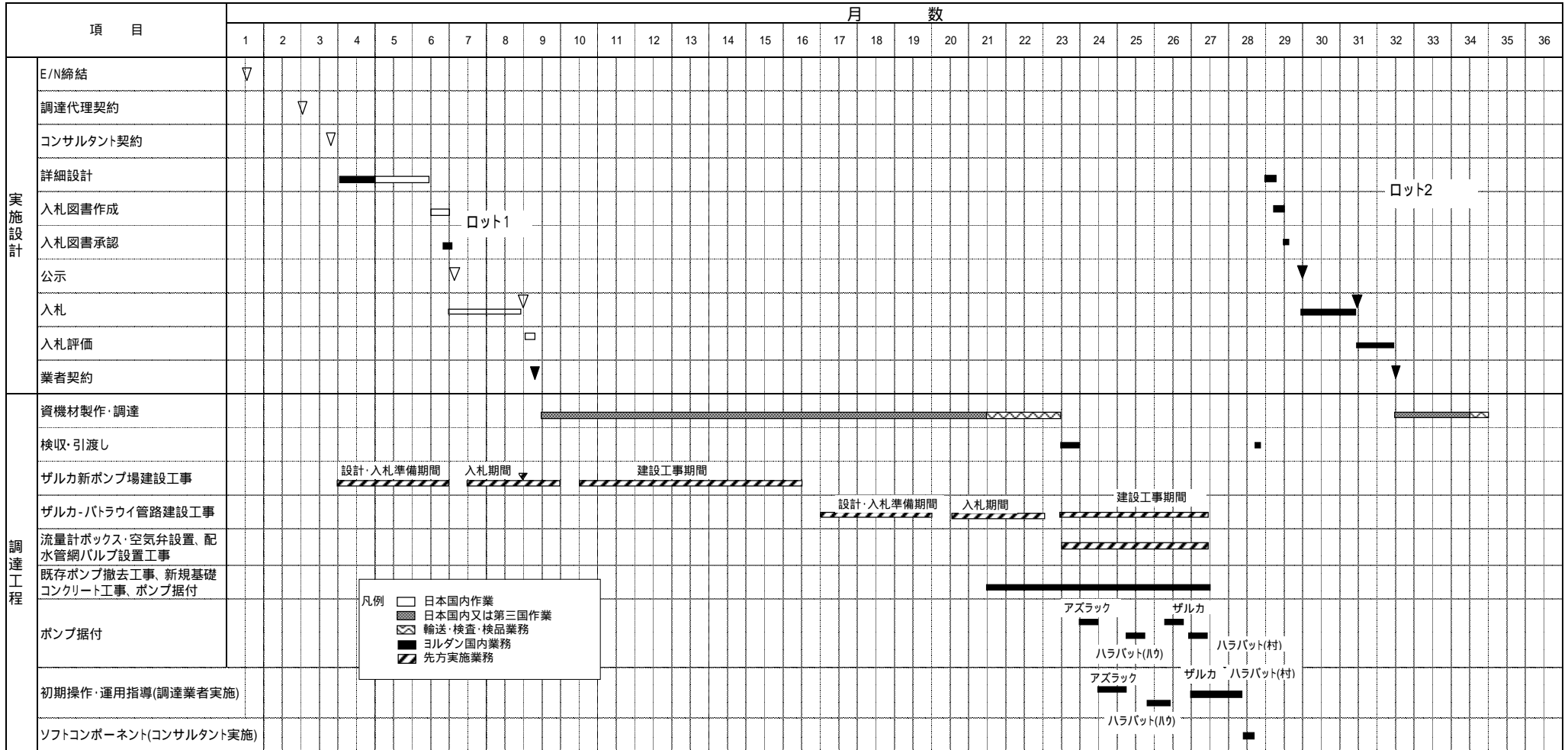
(3) ザルカポンプ場

- 1) ザルカポンプ場では新規ポンプ場建屋の完成後は、資機材の現地到着後、新規ポンプ設備の据付工事が随時可能である。
- 2) ポンプ設備に関する流入管、流出管は既に WAJ 実施の建屋工事に含めて設置されているため、日本側の負担作業としては、ポンプの基礎工事からポンプ設備の据付、これら既存配管への接続までを行う。
- 3) 同工事期間内に、敷地内の流量計、流量調整弁の据付け、敷地外のバトラウィ配水池向け送水管の敷設を完了させる。
- 4) 日本側が調達するポンプ設備、WAJ 側が調達するポンプ設備及びその他ポンプ場で使用する電力に対するトランスの整備、受電盤までの電気配線の据付については WAJ 側で負担する。
- 5) ポンプ設備の据付け完了後、試運転・調整を行い、引き続き運用指導を実施する。

(4) ハウポンプ場

ハラバットポンプ場の据付工事完了までに、WAJはポンプ周りバルブ類の更新、場内での流量調整弁、流量計(配水池流入部2箇所、ポンプ場流出部1箇所)の設置を行う。

表3.2.39 プロジェクト実施工程



3-3 ヨ国側分担事項の概要

ヨ国側は日本側の資機材調達を進捗に合わせて、分担事項を遂行する必要がある。ヨ国側の分担事項を下表に示す。

表 3.3.1 ヨ国側分担事項

項目	ヨ国負担事項
1. 一般事項	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト実施関係機関の許認可の申請、取得 銀行取極め(B/A)及び BDA(Blanket Disbursement Authorization)等の銀行手続きの実施 B/A 口座開設手数料及び BDA 通知手数料等の銀行手数料の負担 本プロジェクトの調達資機材に関する港における陸揚げ、通関、国内輸送の保障 本プロジェクトの調達資機材やサービスに対するヨ国の関税、IVA を含む国内税及びその他の財政課徴金の免除手続き プロジェクトの実施に携わるコンサルタントや資機材調達業者等関係者のヨ国の出入国や滞在のための便宜 必要があれば環境影響評価を実施し、環境省の資機材据付許可を取得する。 プロジェクトの実施に関する活動に対する安全の保障
2. プロジェクト実施内容及びスケジュール	<ul style="list-style-type: none"> ロット 1 調達契約完了後のロット2調達資機材内容に係る調整(政府間協議会) ロット 2 の調達業者選定手続き実施時期に係る調整(政府間協議会) ロット 2 の実施対象地区の選定(政府間協議会)
3. 資機材調達準備	<ul style="list-style-type: none"> 資機材、スペアパーツ保管場所の確保・整備(アインガザル中央倉庫 Central Warehouse)
4. 資機材据付準備	<p><u>アズラックポンプ場</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 配電システム変更における配電会社への必要手続き(低圧受電から中圧受電への移行) 送電線の一部更新(中圧システムへの移行のため) 新ポンプ場既存トランスの撤去 新ポンプ場ポンプ(No.3)の移動(調達資機材据付のため) 既存発電機の電気室内盤の撤去 <p><u>ハラバットポンプ場</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 既存建屋の補修 ポンプ No1 の移動(調達資機材据付のため) <p><u>ザルカポンプ場</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 新設ポンプ場建屋の建設、整備 トランスの整備(日本側調達の送水ポンプ用 1200kVA、WAJ 調達の配水ポンプ用) 新設ポンプ場流入管の整備(ザルカ配水池から) 新設ポンプ場からの流出管の整備(日本側調達の送水ポンプ用、WAJ 調達の配水ポンプ用) 場内配線用トレンチの整備(日本側調達の送水ポンプ用、WAJ 調達の配水ポンプ用) <p><u>ハウポンプ場</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 配水池流入側ハラバット送水管部に設ける流量計室のための用地使用の許可
5. 資機材据付	<p><u>アズラックポンプ場</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 流量計に係る流量計室の設置、配管及び配線の据付(3 箇所) 敷地内送水管の一部更新のための管材据付(φ 600mm、約 40m) 既存流量調整弁の弁室の補修、弁及び管材の据付(φ 600mm、1 箇所) 送水ポンプ流出管部の空気弁の据付(1 箇所) ハウ配水池向け送水管の空気弁の据付、既存空気弁室の補修(40 箇所) <p><u>ハラバットポンプ場</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 流量計に係る流量計室の設置、配管及び配線の据付(3 箇所) 流量計に係る流量計室の補修、配管及び配線の据付(1 箇所)

項目	ヨ国負担事項
	<ul style="list-style-type: none"> ・流量調整弁の弁室の設置、弁及び管材の据付(φ600mm、φ200mm、各1箇所) ・バイパス管(ハウ向け送水管と村向け送水管)の整備 ・ハウ配水池向け送水管の空気弁の据付、既存空気弁室の補修15箇所) <p><u>ザルカポンプ場</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本側調達の送水ポンプ用受電盤までのトランス二次側引き込み線の設置 ・流量計室の設置、配線の据付(1箇所、配管は新設ポンプ場からの流出管に含まれる) ・流量調整弁の弁室の設置、弁の据付(φ600mm、1箇所、配管は新設ポンプ場からの送水管に含まれる) ・バトラウイ配水池向けの送水管の据付(φ600mm、約2km) <p><u>ハウポンプ場</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポンプ周り弁類の設置φ400mm、4式 ・流量計に係る流量計室の設置、配管及び配線の据付(3箇所) ・流量調整弁の弁室の補修、既存弁及び流量計の撤去、流量調整弁及び管材の据付(φ700mm、1箇所) <p><u>配水管網内</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・流量計に係る流量計室の設置、管材及び配線の据付、電源の供給、変換器収納小屋の整備(2箇所) ・仕切弁の据付(φ100～600mm、343個) ・空気弁の据付(φ50、15個) <p><u>その他</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・資機材の据付作業により一時的に送水量の不足が発生する場合の配水に係る対処
6. 技術支援(ポンプ設備の運用指導及びソフトコンポーネント)	<ul style="list-style-type: none"> ・技術支援プロジェクトのカウンターパートの任命 ・協力対象となるポンプ場において運転管理、保守管理、安全管理を行う職員の補充、任命 ・協力対象以外のポンプ場からセミナー、OJTへ参加する職員の任命 ・運転・維持管理記録の整理、分析のために使用するパソコン2式の購入 ・上記セミナー、OJTの参加に必要な職員の手当での支給 ・セミナーが開催できる講義室の確保(VTC) ・円滑な技術支援のための関係機関との連絡、調整 ・技術支援活動実施後の施設運営及び維持管理にかかる持続性維持のためのモニターリング及びフォローアップ
7. 組織体制	<p><u>アズラックポンプ場</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・中圧受電システム安全管理者の任命 <p><u>ザルカポンプ場</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・電気設備技師1名、機械設備技能工、電気設備技能工1名の補充 <p><u>ハウポンプ場</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ポンプ場管理責任者1名の任命 ・塩素管理技能工1名の補充
8. 資機材運転・保全	<ul style="list-style-type: none"> ・調達資機材の適正な運転管理、保全管理、安全管理の実践 ・送水システムの適正な運転管理の実践 ・スペアパーツの適切な在庫管理、調達管理の実践 ・中圧受電システムの民間業者との保守管理契約

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本計画においては、日本の無償資金協力である「ザルカ地区上水道改善計画」と協調し、ザルカ地区上水道システムの送水効率と送水エネルギーの節減を図り、さらに配水地区内における配水の安定化を図ることを目的として、既存の主要送水ポンプ場であるアズラック、ハラバット、ザルカのポンプ設備の更新、ハウポンプ場ポンプ設備の関連バルブと配水管網内のバルブの整備を行う。このように、本計画はザルカ地区全体送配水システム中の一部既存施設の設備改善であるため、現在の運営・維持管理体制が本計画以降も継続される。

しかしながら、運転維持管理の体制はあるものの、ポンプ設備の運転・維持管理に関するマニュアルが整備されておらず、また、要員に対する十分な運転・維持管理指導が実施されていない。従って、本計画において技術支援(運用指導及びソフトコンポーネント)を通じた技術指導を行い、ポンプ設備の適正な運転・維持管理能力の向上を図る。運転・維持管理についての職掌基準は表 3.4.1 に示すとおりとする。

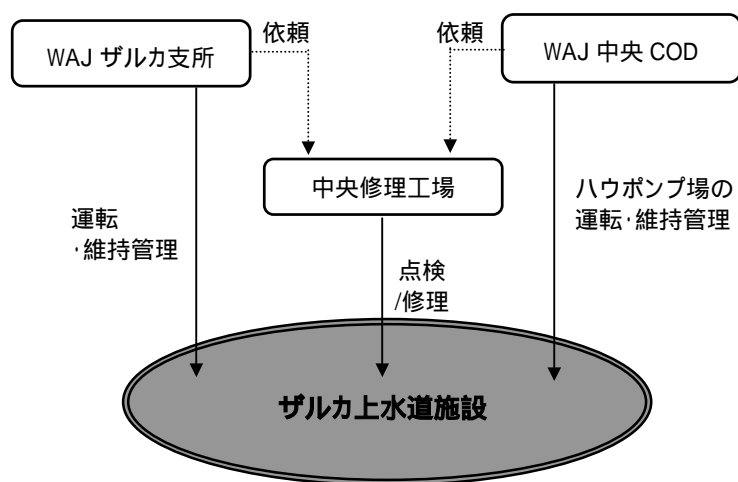


図 3.4.1 WAJ の運転・維持管理体制

表 3.4.1 計画実施後の運転・管理体制

No.	運転・管理項目	担当職員
1	ポンプ設備の運転	本計画対象のポンプ場運転員
2	ポンプ設備の点検、整備	ザルカ支所、COD の保守管理員 (機械設備、電気設備の各技能工)
3	ポンプ設備の修理	1)アズラックポンプ場以外(低圧受電の設備) 中央修理工場の保守管理員が対応 (ポンプ、電動機、制御盤の各技能工) 2)アズラックポンプ場(中圧受電の設備) 民間会社に点検、修理を委託
4	ポンプ設備の安全管理	ザルカ支所、COD の安全管理員
5	送水システム運転管理 (送水管理)	ザルカ支所、COD の上水道システム管理者 (水道部部长、ポンプ課課長、技師、技能工)

COD:WAJ 中央の中央管理室であり、現在はハウポンプ場のみを管轄している。

現在の運転維持管理体制において、ポンプ設備の運転を行うのに必要な運転員の数は確保されているものの、適切な保守管理を行うためには、技師や技能工の数が不足している。ザルカ支所のポンプ施設課には、技師クラスの職員は機械設備担当の2人、ルセイファ部では土木担当の1人しかおらず、しかも電気設備の技師は在籍していない。技能工は、ザルカポンプ場に機械設備1人と電気設備1人、アズラックポンプ場に一般設備2人、ハウポンプ場に機械設備2人と電気設備1人が在籍するが、ザルカポンプ場の2人は年齢が50代後半であり退職が間近い。また、ザルカポンプ場を含む12箇所のポンプ場及び井戸群を担当しているため手が回らないのが実情である。ポンプ設備の維持管理を適正に行うための人材補強が不可欠である。

従って、本計画によってポンプ設備が調達される場合、ポンプ施設の維持管理を適正に行うために、ステーション全体の統括管理を行うザルカポンプ場に対して、電気設備技師1名、機械設備技能工1名、電気設備技能工1名の補強を行う。

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は約12.77億円となり、先に述べた日本とヨ国との負担区分に基づく双方の経費内訳は下記(3)に示す積算条件によれば、次のとおりと見積もられる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

概略事業費 約1,131百万円

表 3.5.1 協力対象事業の概略事業費

項目		概算事業費(百万円)
資機材	トランス、ポンプ設備、送配水管資材、流量計、ポンプ据付工事、運用管理	1,055
	調達代理機関、実施設計・調達監理・ソフトコンポーネント、弁護士	76
合計		1,131

(2) ヨ国側負担経費

106.56万JD (約145.6百万円)

本計画においては、ポンプ設備、流量計の据付は日本側が行う。ヨ国側は日本側が調達した送水管や弁類の敷設、流量計室、弁室の建設、配水管網用弁類の据付を行う。

表 3.5.2 ヨ国側負担経費

費目	金額		実施年度
	現地貨(JD)	円換算 (百万円)	
アズラックポンプ場			
既存ポンプの移動	6,500	0.9	2011年
中圧受電用配電線の整備	7,300	1.0	2011年
ポンプ場場内送水管の敷設	8,800	1.2	2011年
送水管用空気弁の設置	21,100	2.9	2011年
流量計用コンクリートボックスの設置	15,500	2.1	2011年
流量調整弁用コンクリートボックスの設置	1,660	0.2	2011年
ザルカポンプ場			
新規ポンプ場の建屋建設、場内送水管整備	400,000	54.7	2010年
トランス及び2次側配線の整備	2,500	0.3	2011年
流量計用コンクリートボックスの設置	3,000	0.4	2011年
流量調整弁用コンクリートボックスの設置	3,400	0.5	2011年
ポンプ場からバトラウイ向け送水管の敷設	500,000	68.3	2011年
ハラバットポンプ場			
ポンプ場建屋の補修	10,000	1.4	2011年
既存ポンプの移動	6,500	0.9	2011年
送水管用空気弁の設置	7,900	1.1	2011年
流量計用コンクリートボックスの設置	14,000	1.9	2011年
流量調整弁用コンクリートボックスの設置	6,160	0.8	2011年
ハウポンプ場			
ポンプ場ポンプ周りバルブの設置	2,000	0.3	2011年
流量計用コンクリートボックスの設置	15,500	2.1	2011年
流量調整弁用コンクリートボックスの設置	1,780	0.2	2011年
配水管網			
配水管網内流量計用コンクリートボックスの設置、変換器収納小屋の整備、電源の供給	13,000	1.8	2012年
配水管網内の仕切弁、空気弁の設置	2,900	0.4	2012年
技術支援			
運用指導の参加者への手当支給	7,300	1.0	2011年
その他			
銀行取極めにかかる手数料等	8,800	1.2	2010年
合計	1,065,600	145.6	

(3) 積算条件

- 1) 積算時期 平成 21 年 6 月末
- 2) 為替交換レート 1 US\$=¥96.59、1 EUR=¥128.92、1 JD=¥136.65
- 3) 調達期間 詳細設計、調達期間はプロジェクト実施工程に示したとおり
- 4) その他 積算は日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

3-5-2 運営・維持管理費

本プロジェクトの実施により増減が生じる経費や収入は、人件費、水道料金及び電力費である。

(1) 人件費

運転維持管理を適正に行うには電気設備技師1名、機械設備技能工1名、電気設備技能工1名の補強を行う。この年間経費は、 $(1,500+715 \times 2) \times 12=35,000$ JD である。

(2) 水道料金収入

ポンプ設備の更新により送水が安定化し、配水地区の基幹施設である配水池への送水総量が増加する。これによる水道料金収入の増加は、年間 $1,900$ 千 $m^3 \times$ 有収率 $50\% \times$ 水道料金 4.422 JD/ $20m^3=210$ 千 JD と見込まれる。

(3) 電力費

本プロジェクトの実施前後における電力費の増減を明らかにするために、以下の3ケースについて試算し、表 3.5.4～6 に整理した。

【ケース1】 現在の送水量実績による消費電力量と本協力実施後の計画送水量に基づく消費電力量の比較

(ザルカポンプ場からザルカ北部配水区へのポンプ圧送が継続された場合。)

【ケース2】 ケース1に同じ。

(ザルカポンプ場からザルカ北部配水区へのポンプ圧送が停止された場合。)

【ケース3】 現在のポンプで計画流量を送水した場合の消費電力量と本協力実施後の計画送水量に基づく消費電力量の比較

(ザルカポンプ場からザルカ北部配水区へのポンプ圧送が継続された場合。)

表 3.5.4(ケース1)に示すように、アズラック、ハラバット、ザルカのポンプ施設を更新することにより、この3ポンプ場の年間の電力費は、プロジェクト実施前の1,573千JDから1,696千JDに123千JD(約16,850千円)増加する。これは2008年度のザルカ支所における総電力費5,439千JDの約2.3%に当たる。この原因は、送水ポンプの更新を行うことにより、ポンプの効率は改善されるものの、改善されたことにより年間送水量がアズラックポンプ場で、14,117千 m^3 から14,892千 m^3 に5.4%、ハラバットポンプ場で、5,007千 m^3 から6,132千 m^3 に22%に増加、総量で年間1,900千 m^3 の送水量が増加し、この結果使用電力量がプロジェクト実施前よりも2,862MWh増加することによる。

ただし、この比較は、現行どおりザルカの大部分の配水区に対してザルカポンプ場よりポンプ配水を継続した場合を想定したものであり、日本の無償資金協力により建設された配水池を利用した自然流下システムに移行し、ザルカポンプ場からザルカ北部配水地区内へのポンプ直接圧送が廃止された場合は、表 3.5.5(ケース2)に示すように、年間の使用電力量が1,891MWh、電力費が82千JD(約11,234千円)削減される。

また、ザルカポンプ場が現行どおりポンプによる直接配水を継続した場合、増量した計画流量ベースでの実質の電力削減量及び削減電力料金は、表 3.5.6(ケース 3)に示すように年間 8,687 MWh、374 千 JD(51,238 千円)となる。

年間の収入、経費の増減を 2008 年度のザルカ支所の損益計算書に対して、上記ケース1の場合において整理すると下表のとおりとなる。送水量の増加による電力費や人件費に増加があり、収支バランスは依然としてマイナス状況が継続するものの、水道料金の収入が増えるために、運営費において年間 52,000JD(約 7,106 千円)の改善が見込まれる。

表 3.5.3 ザルカ支所の収益予測 (単位:JD)

費目	事業実施前 (2008 年度)	事業実施後	増減	増減項目
収入				
1. 水道収入	8,745,546	8,955,546	210,000	送水量の増加による増
2. 下水道収入	1,761,749	1,761,749	0	
3. 営業外収入	1,819,287	1,819,287	0	
収入合計	12,326,582	12,536,582	210,000	
支出				
1. 人件費	2,150,952	2,185,952	35,000	維持管理要員の補強による増
2. 水輸送	4,086,524	4,086,524	0	
3. 電力費	3,303,532	3,426,532	123,000	送水ポンプ更新の効率改善による減、送水量増加による増
4. 下水処理	2,615,154	2,615,154	0	
5. 修理及び燃料	1,387,535	1,387,535	0	
6. その他	1,262,033	1,262,033	0	
支出合計	14,805,730	14,963,730	158,000	
収支バランス	-2,479,148	-2,427,148	52,000	

表3.5.4 送水ポンプ電力費の比較 (ケース1)

送水ポンプ場		プログラム実施前(2008年実績値)					プログラム実施後(計画値)					
ポンプ場	配水先	ポンプ効率 (%)	電力原単位 (kWh/m ³)	送水量 (m ³ /年)	使用電力量 (kWh/年)	電力費 (JD/年)	ポンプ効率 (%)	送水量		電力原単位 (kWh/m ³)	使用電力量 (kWh/年)	電力費 (JD/年)
								(m ³ /時)	(m ³ /年)			
アズラック	ハウ配水池	57	1.250	14,116,880	17,434,610	749,688	68	1,700	14,892,000	1.582	23,559,144	1,013,043
ハラバット	ハウ配水池	57	0.620	3,587,739	3,927,342	168,876	68	500	4,380,000	0.520	2,277,600	97,937
	ハラバット村	34	1.200	1,419,120			65	200	1,752,000	0.628	1,100,256	47,311
ザルカ	配水区	50	0.782	19,450,620	15,218,700	654,596	50	-	12,442,620	0.782	9,730,129	418,396
	バトラウィ配水池						68	800	7,008,000	0.396	2,775,168	119,332
計				38,574,359	36,580,652	1,573,160			40,474,620		39,442,297	1,696,019
プログラム実施後とプログラム実施前の差									1,900,261		2,861,645	122,859

[ケース1] 現在の送水量実績による消費電力量と本協力実施後の計画送水量に基づく消費電力量の比較
(ザルカポンプ場から配水管網へのポンプ圧送が継続された場合。)

注1: ハラバットのポンプ効率34%はGTZ報告書による

注2: ザルカのポンプ効率50%は推定値

注3: アズラックの電力原単位の実測値は1.250kWh/m³であるが、実測時点での吐出力、揚程と計画値との差が大きいため、改善値から推定すると1.887kWh/m³となる

注4: 既存ポンプの単位出力は実測による。ただしザルカPSは推定

注5: アズラックPS全体28,589,623kWhの内訳(送水ポンプ61%:17,434,610kWh, 井戸群39%:11,155,013kWh)

注6: 電気料金0.043JD/kWh

表3.5.5 送水ポンプ電力費の比較 (ケース2)

送水ポンプ場		プログラム実施前(2008年実績値)					プログラム実施後(計画値)					
ポンプ場	配水先	ポンプ効率 (%)	電力原単位 (kWh/m ³)	送水量 (m ³ /年)	使用電力量 (kWh/年)	電力費 (JD/年)	ポンプ効率 (%)	送水量		電力原単位 (kWh/m ³)	使用電力量 (kWh/年)	電力費 (JD/年)
								(m ³ /時)	(m ³ /年)			
アズラック	ハウ配水池	57	1.250	14,116,880	17,434,610	749,688	68	1,700	14,892,000	1.582	23,559,144	1,013,043
ハラバット	ハウ配水池	57	0.620	3,587,739	3,927,342	168,876	68	500	4,380,000	0.520	2,277,600	97,937
	ハラバット村	34	1.200	1,419,120			65	200	1,752,000	0.628	1,100,256	47,311
ザルカ	配水区	50	0.782	19,450,620	15,218,700	654,596	-	-	-	-	-	-
	バトラウィ配水池						68	800	7,008,000	0.396	2,775,168	119,332
ハウ新	バトラウィ配水池								12,442,620	0.400	4,977,048	214,013
計				38,574,359	36,580,652	1,573,160			40,474,620		34,689,216	1,491,636
プログラム実施後とプログラム実施前の差									1,900,261		-1,891,436	-81,524

【ケース2】現在の送水量実績による消費電力量と本協力実施後の計画送水量に基づく消費電力量の比較
(ザルカポンプ場から配水管網へのポンプ圧送が停止された場合。)

注1: ハウ新ポンプ場のポンプ 出力320kW、吐出量800m³/h、電力原単位0.400kWh/m³

注2: 電気料金0.043JD/kWh

表3.5.6 送水ポンプ電力費の比較 (ケース3)

送水ポンプ場		プログラム実施前(送水量は計画値)					プログラム実施後(計画値)					
ポンプ場	配水先	ポンプ効率 (%)	電力原単位 (kWh/m ³)	送水量 (m ³ /年)	使用電力量 (kWh/年)	電力費 (JD/年)	ポンプ効率 (%)	送水量		電力原単位 (kWh/m ³)	使用電力量 (kWh/年)	電力費 (JD/年)
								(m ³ /時)	(m ³ /年)			
アズラック	ハウ配水池	57	1.887	14,892,000	28,101,204	1,208,352	68	1,700	14,892,000	1.582	23,559,144	1,013,043
ハラバット	ハウ配水池	57	0.620	4,380,000	2,715,600	116,771	68	500	4,380,000	0.520	2,277,600	97,937
	ハラバット村	34	1.200	1,752,000	2,102,400	90,403	65	200	1,752,000	0.628	1,100,256	47,311
ザルカ	配水区	50	0.782	12,442,620	9,730,129	418,396	50	-	12,442,620	0.782	9,730,129	418,396
	バトラウィ配水池	50	0.782	7,008,000	5,480,256	235,651	68	800	7,008,000	0.396	2,775,168	119,332
計				40,474,620	48,129,589	2,069,572			40,474,620		39,442,297	1,696,019
プログラム実施後とプログラム実施前の差									0		-8,687,292	-373,554

【ケース3】現在のポンプで計画流量を送水した場合の消費電力量と本協力実施後の計画送水量に基づく消費電力量の比較
(ザルカポンプ場から配水管網へのポンプ圧送が継続された場合。)

【留意事項】

アズラックポンプ場の電力原単位の現地調査における実測値は1.250kWh/m³であるが、計画値より電動機出力が250kW、揚程が100m程度計画の運転点から大きく外れた運転を行っていたため、比較のための指標として利用できない。
計画の改善値から推定した1.887kWh/m³を使用する。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

(1) 運転管理体制の整備

現在の運転維持管理体制において、ポンプ設備の運転を行うのに必要な運転員の数は確保されているものの、適切な保守管理を行うためには、技師や技能工の数が不足している。従って、本計画によってポンプ設備が調達される場合、ポンプ施設の維持管理を適正に行うために、ポンプ施設全体の統括管理を行うザルカポンプ場に対して、電気設備技師1名、機械設備技能工1名、電気設備技能工1名の補強を行うことが必要である。これらの要員は、日本側の技術支援による送水ポンプの運転・維持管理技術指導を受けるため、設備の据付が完了するまでに配属されることが必要である。また、適正な運転・維持管理を持続的に行うために技術指導を受けた職員についての継続的な専属配置につき最大限の配慮が必要とされる。

(2) 配水管網内の資機材設置について

本計画にて調達する配水管網用の資材(仕切弁、空気弁)については、配水池を基点とした自然流下システムの配水管網内での使用を前提としている。従って、自然流下システムへの移行状況を確認した上で、その設置対象となる配水区を選定し、資材の仕様、必要数量について再確認を行う必要がある。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

本計画は、ザルカ地区における送配水に係る消費エネルギーの節減(緩和策)と、ザルカ地区への送配水の安定化(適応策)を図ることを目的としている。さらに、既往の無償資金協力との相乗効果によって、エネルギー消費の節減に伴う二酸化炭素排出量の削減が達成される。本計画の現状と問題点及び計画実施によって期待される効果は下表のとおりである。

(1) プロジェクトの成果表

表 4.1.1 プロジェクトの成果

現状と問題点	協力対象事業での対策	直接効果・改善程度	間接効果・改善程度
ポンプの老朽化、機材仕様の不適正により、ポンプの運転効率が悪く、電力の消費効率が悪い。	送水ポンプ場 3 箇所(アズラック、ハラバット、ザルカ)のポンプ設備の更新	・ポンプの運転効率が改善され、単位送水量当りの使用電力量が減少する。 ・実質的に電力量 8,687MWh/年、電力費 374 千 JD(約 51,238 千円)の削減が可能となり、二酸化炭素排出量 5,386 トン/年の削減が期待される。	二酸化炭素排出量の削減は、気候変動の緩和に資する。 電力費の削減は、WAJ の経営改善に寄与する。
老朽化によりポンプの故障頻度が高く、運転効率も低いいため、安定した送水が行えていない。	送水ポンプ場 3 箇所(アズラック、ハラバット、ザルカ)のポンプ設備の更新	送水の安定化により対象地域への送水量が年間 1,900 千 m ³ (約 9%)増える。	配水池への送水量が増加することにより配水量が増加し、給水状況が改善する。
ポンプ場への流入量や吐水量、主要送水管分岐部の流量が正確に把握できていない。	送水ポンプ場 4 箇所(アズラック、ハラバット、ザルカ、ハウ)、配水池(ハウポンプ場)、送水管における流量計の整備	対象ポンプ場において、運転計画に従った適切な送水量管理が可能となる。 効果的な送水システムが建設される。	送水量のモニターリングが可能になり、送水量管理、漏水量管理、ポンプの運転状況の診断が行える。
ザルカポンプ場 - バトラウィ配水池間の現在の送水管は、配水管であったものが転用されたものであり、老朽化、送水損失、敷設場所による維持管理上の問題等がある。	送水管のルート変更及び管材の新設	送水量の損失が削減される。送水圧の軽減を図ることができ、消費エネルギーの節減が行える。また、送水管の維持管理が容易になる。	電力費の削減は、WAJ の経営改善に寄与する。
配水管網内バルブの老朽化による操作機能の不良。	配水管網内バルブ、空気弁の更新	対象地域の配水管網が適切に運転維持管理される。	配水圧の適正化や漏水削減が図られることにより、水資源が効率的に活用される。
ポンプ設備の運転・維持管理能力が低く、効率的な運転を妨げている。	ポンプ設備の適正な運転・維持管理に係る技術支援(運用指導)	ポンプ設備の運転・維持管理能力が強化されることで、送水の安定化及び消費エネルギーの節減が促進される。	ポンプ設備が適正に維持管理されることで、設備の使用可能年数が延びる。
送配水システム全体の水配分を考慮した運転方法が採られていない。	送水システムの運用に関する技術支援(ソフトコンポーネント)	配水需要量に応じた送水の効率化、安定化が図られ、消費エネルギーが節減される。	ポンプの運転状況の診断が行えるようになり、効率的なポンプの運用が行える。

(2) プロジェクトの効果

プロジェクトを実施した場合、実施しない場合に比べて下記の効果が期待される。

送水ポンプ設備の運転効率の改善

本計画によって本計画対象地域の主要送水施設であるアズラック、ハラバット及びザルカの3ポンプ場におけるポンプ設備を更新することによりポンプの運転効率は平均 139%、電力原単位は平均 70%改善することが期待される。

表 4.1.2 送水ポンプの更新に係る効果指標

ポンプ場	送水先	通常 運転台数	既存ポンプ		更新ポンプ	
			運転 効率	電力 原単位	運転効率 (更新/既存)	電力原単位 (更新/既存)
			(%)	(kWh/m ³)	(%)	(kWh/m ³)
アズラック	ハウ配水池	4	57	1.88	68 (119%)	1.58 (83.6%)
ハラバット	ハウ配水池	1	57	0.62	68 (119%)	0.52 (83.8%)
ハラバット	ハラバット村	2	34	1.20	65 (191%)	0.63 (52.5%)
ザルカ	パトラウィ配水池	2	50	0.78	68 (136%)	0.40 (51.3%)

消費エネルギーの節減(消費電力費の節減)

アズラック、ハラバット、ザルカのポンプ場において、既存のポンプで計画実施前に計画流量を送水した場合の消費電力量と計画実施後の消費電力量の比較を行った場合、消費電力量が、本計画実施により年間 8,687 MWh 削減される。その結果、電力費用が 374 千 JD(計画実施前における対象ポンプ場の総電力費の約 18%) が削減され、WAJ の運転・維持管理費の軽減に寄与する。(前項 3-5-2、ケース 3)

二酸化炭素排出量の削減

上記に示す送水システムにおける消費電力量が削減されることにより、二酸化炭素排出量 5,386 ton-CO₂/年(8,687 MWh/年 × 0.62kg-CO₂/kWh) の削減が期待され、温室効果ガスの削減を図り気候変動の緩和に資することが出来る。

二酸化炭素排出量の算出には、ヨ国における CO₂ 排出係数は「温室効果ガス削減効果定量化に係るプロジェクト研究」JICA プロジェクト研究進捗報告書(平成 20 年 12 月)」による、0.62kg-CO₂/kWh を使用した。

送水の安定化による送配水量の増加

現在頻繁に故障し、送水の中断や送水能力が低下していたものが、安定的に送水をすることが可能となり、送水量が年間 1,900 千 m³ 増える。配水池への送水量が増加することにより配水量が増加し、配水地区の給水状況が改善する。

送水ポンプ場の運転・維持管理体制の整備

本計画の実施により、送水ポンプ場の運転・維持管理を適正に行う組織体制が整う。また、調達業者の

運用指導とコンサルタントのソフトコンポーネントによる技術支援を行うことにより、本計画によって WAJ 職員がポンプの運転状況の診断が行えるようになり、効率的なポンプの運用が可能となる。また、ポンプ設備の運転・維持管理能力が強化されることで、送水の安定化及び消費エネルギーの節減が促進される。

流量管理体制の整備

流量計の整備を行うことにより、ポンプ場への流入量や吐出量、主要送水管分岐部の流量が正確に把握できるようになり、ポンプ場や配水の運転計画に従った適切な送水量管理が可能となる。これにより送水量のモニターリングが可能となり、送水量管理、漏水量管理、ポンプの運転状況の診断が可能となる。

配水管網内の適正化

調達される配水管網資材(仕切弁、空気弁)を更新することにより、配水管網内バルブの老朽化による操作機能の不良が改善され、配水管網が適切に運転・維持管理できるようになる。これにより、配水地区内の配水圧の適正化や漏水削減が図られることにより、水資源が効率的に活用される。

4-2 課題・提言

4-2-1 三国側の取り組むべき課題・提言

送水ポンプ設備の適正な運転・維持管理の実践

本計画において、ポンプ設備の更新を行うとともに、ポンプ設備の適正な運転、予防保全、事後保全、送水システムの運用に関する技術支援が WAJ 職員に対して行われる。これにより、本計画で調達されたポンプ設備機材が安定的、持続的、長期的に使用でき、また消費エネルギーの節減をするために必要なハード面、ソフト面での条件が整うことになる。今後は WAJ がこれらを十分に活用し、適正な運転・維持管理を実践することが重要である。

モニターリングの実践及び報告書の作成

エネルギー消費量節減の評価、ポンプ設備の稼働状況の診断を行うためには、日常の運転・維持管理業務においてポンプ効率及び電力原単位のモニターリングを行うことが重要である。これらを求めるための測定機器(電圧、電流、力率、電力量、水圧、流量)については本計画にて整備される。WAJ は日々のモニターリングを実践し、データの整理、分析、不具合発生の場合の対応、報告書の作成を行うことが必要とされる。

他ポンプ場の運転・維持管理への波及効果

本計画におけるポンプ設備更新の対象ポンプ場は、アズラック、ハラバット、ザルカの3箇所であり、技術支援はこれらを対象として行われる。しかしながら WAJ ザルカ支所ではその他に 11 箇所の送配水ポンプの運転・維持管理を行っている。資機材の整備は行われられないものの、本計画における技術指導の研修内容、マニュアル等を活用して、他のポンプ場の運転要員についても WAJ 内部で研修を行い、運転管理技術の強化を図ることが望ましい。資機材の整備についても WAJ の自助努力による整備が望まれる。

配水区における自然流下システムへの移行

配水を自然流下システムとすることにより、給水圧の均等化、漏水量の削減を図ることが可能となるが、本計画における送水ポンプの更新との相乗効果を生み、消費エネルギーの節減に大きな効果をもたらすことが期待される。しかしながら、無償資金協力による基幹施設の整備が着々と進められている配水システムにおいて、配水ポンプによる直接圧送から自然流下に移行できていない地域も残されている。この原因としては、井戸生産量、アンマンへの送水等県間水配分に起因する水源量の不足、無償資金協力計画時に施設建設の前提として設定されたアンマンからザルカ地区への送水の未実施、配水地区の拡張や配水不良地区の残存、送水ポンプ設備の運転不良等が挙げられる。そのため、WAJとしては、当初の計画に沿って、現在ポンプ直送が行われている配水地区において自然流下システムへ移行するための準備として、ザルカ地区の水配分計画および自然流下移行後の配水不良地区への配水計画を早急に策定することが求められる。

水配分のシナリオ

ザルカ地区では現在計画に見合った水源水量が80%程度しか確保されていないが、本計画が対象とする北部配水区に関しては、南部配水区であるルセイファ、アワジャン地区に比べて送配水の条件は整っているため、自然流下による配水システムへの移行は積極的に進めるべきである。本格的な自然流下システムに移行するためには、ルセイファ、アワジャン地区はハウポンプ場からの送水を行うとともにアンマン地域への水供給の水資源開発である「ディシー化石水プロジェクト」の完成を待ち、アンマンの余剰水の配分を受けることが必要となる。

4-2-2 技術協力・他ドナーとの連携

1) 技術協力との連携

配水ネットワーク管理能力強化のため、日本が実施中の技術協力である「無収水対策能力向上プロジェクト」が2011年8月に完了する。本計画における第2ロットの配水管網用資材は2012年に設置される予定であり、資材の設置場所、仕様の選定については当プロジェクトから得られる知見を生かすことが可能である。

2) 他ドナーとの連携

GTZ はエネルギー効率改善プロジェクト(IEE)を実施し、その結果に基づいて、ハウ旧ポンプ場及びザルカ逆浸透膜処理施設についてドイツ側の協力対象として選定された。同協力は本計画と同じく送水ポンプ設備に関する消費エネルギーの節減を目的としている。WAJ 側に対して運転・維持管理面での技術指導につき連携することが望ましい。

給水ネットワークの改善、無収水量の削減については、ザルカ配水区において、KfW、EC、中国がザルカ地区中心部及びルセイファ地区においてプロジェクトを実施中で2011年内あるいは2012年の初期に完工の予定である。従って、本計画における配水管網用資材については、これらプロジェクトの結果から得られる知見を参考にして、設置場所、仕様決定を行うことが望ましい。

また、MCCはWAJが所有する99箇所、特にアズラック井戸群の井戸改修について調査を行うと共に、ザルカ県全域を対象とした自然流下による配水化に向けたマスタープランの策定を行う予定である。本計画における主ポンプ場はアズラック送水ポンプ場であるため、当調査の結果には注目する必要がある。

4-3 プロジェクトの妥当性

プロジェクトの対象地域は、ザルカ県の経済、産業を担う都市圏域であり、裨益人口はザルカ北部配水区の33.6万人と多い。しかしながら無収水率は56%で一人当たりの給水量は約140リットル/日と少なく、給水不足の状況は深刻である。給水改善のために、マスタープランに基づいた日本国の無償資金協力により基幹配水施設の整備が実施されてきた。本計画はこの配水施設に対する送水の基幹施設の改善を内容としており、本計画の実施は無償資金協力との相乗効果を生み、ザルカ地区に対するより安定的な給水が可能となる。住民の生活改善のために本計画は緊急的に求められている。

本計画にて調達される資機材は、ポンプ設備及び送配水管に関わる資機材であり、ザルカ地区における既存の上水道施設において既に使用されている。ポンプ設備は既存設備の更新を行うものである。従って、本計画によって整備される設備の運転・維持管理は過度に高度な技術を必要としない。現在、WAJ職員の運転・維持管理能力に問題があるため本計画において技術支援が行われるが、これを行うことにより援助対象の実施機関であるWAJが独自の資金と人材、技術で運営・維持管理を行うことができる。

本計画はヨ国の国家計画である「国家水戦略」の目的に沿って実施されている。ヨ国政府は気候変動対策を喫緊の課題として掲げており、温室効果ガスの削減と経済成長を両立させ、気候の安定化に貢献しようとしている。本計画において使用電力量が節減されることにより、二酸化炭素排出量の削減が期待される。

本計画により送水が安定化し給水量が増加することにより、水道料金の収入が増加することが期待される。また、ポンプ設備の運転効率が向上することにより使用電力量の節減が図られ、運転・維持管理費の軽減に寄与する。これにより、公共サービスである水道事業の健全化改善の効果を発現するが、過度の収益性を求めるものではない。

要請された内容は、既存送水ポンプ場の電動式ポンプ設備の更新及び関連送水管の資機材の更新、既存配水管網地区内のバルブの調達であり、新たな水源開発、用地買収等は必要とされない。本計画は二酸化炭素排出量削減を目的とした計画であり、環境面で負の影響は発生しない。

我が国の無償資金協力の制度により、特段の困難なくプロジェクトが実施可能である。

4-4 結論

本計画は、前述のように多くの効果が期待されると同時に、広く住民のBHN向上並びに施設の所有者であり運営主体であるWAJの実務者の技術力向上に寄与するものであり、また、本計画の実施により、送配水に係る消費エネルギーの節減、送配水の安定化が実現されることにより、水道事業の経営改善が期待される。従って、本計画が無償資金協力として実施されることの意義は大きいと判断される。