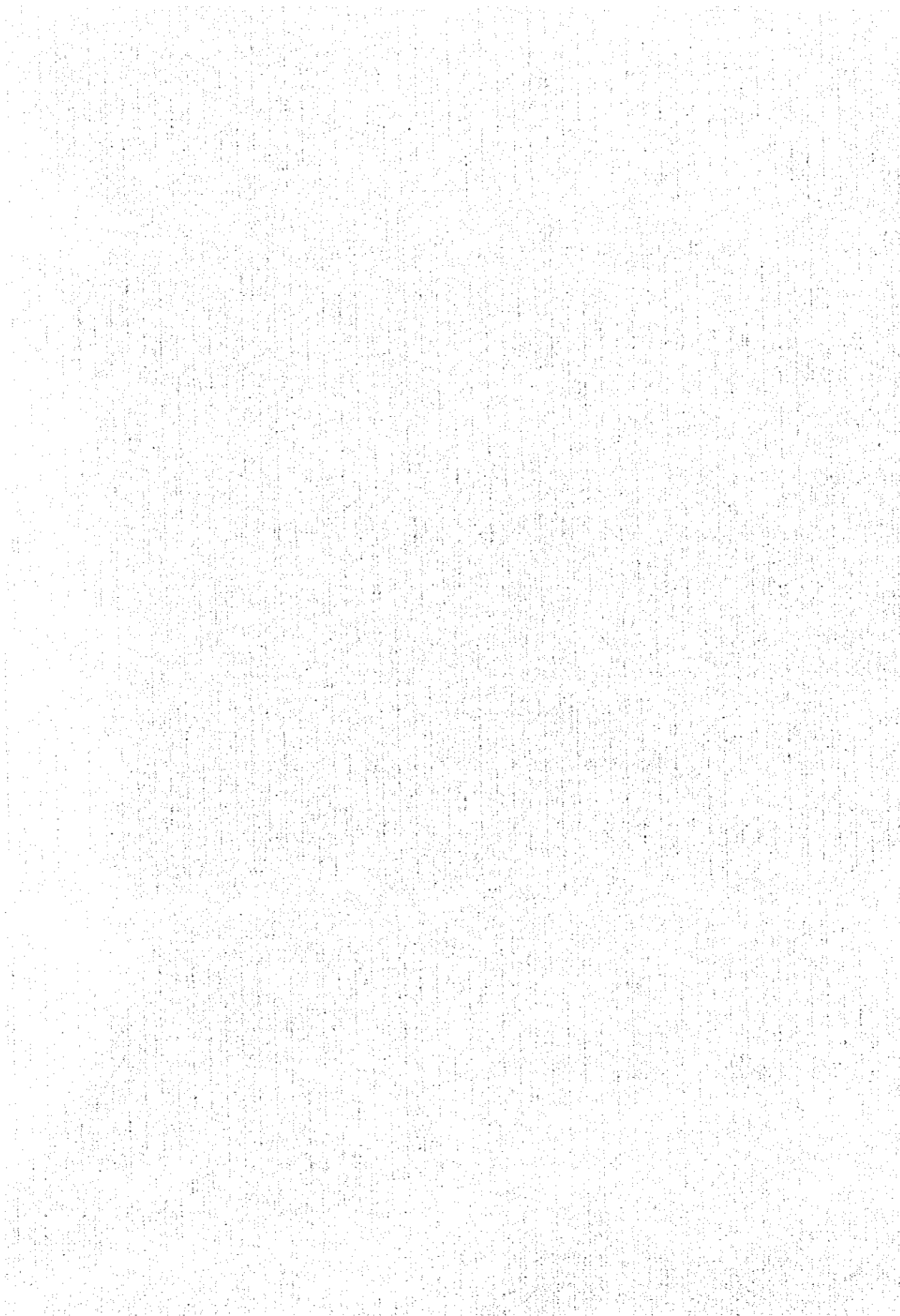


第3章

プロジェクトの内容



第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

アンマン周辺の降雨量は年間 300mm 程度に過ぎない。しかも、その降雨量も 11 月から 3 月に集中しているため、河川はワジ（涸川）となり、安定した水源とはならない。このため、ジョ国の水道水源は本計画の対象であるザイシステムを除き、全面的に地下水に依存している。アンマン市の水源は元々市内にある湧水、地下水であったが、その水量に限度があるため、徐々に遠方の地下水を導水するようになってきた。しかしながら、ジョ国全体の再生可能な地下水はほぼ開発し尽くし、過剰揚水を続けてきたため地下水位の低下、地下水質の塩水化が生じている。このため、ジョ国全体（アンマン都市圏を含む）の給水事情は極めて厳しく、需要の高まる夏期は恒常的に給水制限を続けている。

このような状況下にあって、1994 年 10 月に締結されたジョルダン・イスラエル間の和平条約に基づき、再生可能なヤルムク川の利用可能水量の増量、イスラエルにあるティベリアス湖の水が割り当てられる等の結果がもたらされた。これにより 1995 年以降、アンマンの給水事情はいくぶん緩和されたものの、既存施設能力に限りがあり、依然として厳しい給水状態が続いている。従って、既存の施設をリハビリ、拡張してアンマンの厳しい給水状況を改善することが緊急の課題となっている。こうした飲料水の不足に対処するため、ジョ国政府は次の 2 つの計画を作成した。

- (1) ザイシステム（デルアラ～アンマン間）の老朽化した導水ポンプ・送水ポンプを更新し、ザイシステムの計画水量である 45 百万 m^3 /年を回復するために必要な資機材を調達し設置する計画（リハビリ部分）
- (2) ザイシステムの水量を 45 百万 m^3 /年から 90 百万 m^3 /年に拡張する計画（拡張部分）

本計画は、ザイシステムをリハビリで 45 百万 m^3 /年に回復し、さらに 90 百万 m^3 /年（250 千 m^3 /日）に拡張し、その水量をアンマン都市圏に導水・送水することを目的とし、このために必要な資機材の調達・設置および施設の建設を行うものである。なお、本計画の範囲は、ザイシステムの内 No.1～No.4 の 4 導水ポンプ場、No.1 導水

ポンプ場からザイ浄水場間の導水管及びザイ浄水場であり、デルアラ取水場～No.1 導水ポンプ場及びザイ浄水場～ダブーク配水池間の送配水施設は対象外である。

3.2 プロジェクトの基本構想

(PART 1 リハビリ部分)

和平協定後の1996年の3月から、イスラエルからジョ国への送水によって、使用可能水量が増加しデルアラ～アンマン間のザイシステムは取水量不足による運転停止はなくなったものの、その能力は施設能力である45百万 m^3 /年あるいは12.3万 m^3 /日のほぼ80%の37百万 m^3 /年あるいは10万 m^3 /日に低下している。所要の能力に復帰させるには、導水ポンプを新しいポンプに取り替える事が考えられる。しかしながら、近い将来拡張を予定している本システムの場合は、拡張時にさらに同能力のポンプの増設が必要となり、コスト的に不経済になる。従ってリハビリ時には、拡張を見通した上で、リハビリするポンプが拡張時にも有効に利用できるとの観点で計画する。

リハビリの検討に当たっては下記事項を基本方針とする。

- ・導水量約12.3万 m^3 /日以上を確保できること。
- ・近い将来、施設は90百万 m^3 /年(25万 m^3 /日)に拡張される可能性があることを考慮すること。
- ・拡張計画が、実施されない場合においてもリハビリ計画が過大投資にならず、かつ、拡張計画が実施された場合にも計画の整合性が図れること。
- ・既存導水管を活用すること。
- ・工事に伴う送水停止期間を極力短くすること。

3.2.1 拡張を考慮した検討

(1) 拡張時の案

本計画はリハビリとしての計画であるが、近い将来予定されている拡張に適した施設とすることも、二重投資を避ける面で重要である。よって、拡張時にどのようにす

るかを先ず検討する。

拡張（ポンプ場の能力を倍にする）の計画案は、後述するように（3.2.4 を参照）、導水管を増設せず既存の一条を有効利用する（現地調査の結果、一部区間を除き活用できる事が確認された）ものとした場合、次の4案が考えられる。

A案：既設ポンプ4台を撤去し、新設ポンプ（58.0m³/分）4台（内1台予備）に取り替える。

B案：既設ポンプ4台を撤去し、新設ポンプ（43.5m³/分）4台に取り替え、必要な台数を予備機として機材調達する。

C案：既設ポンプ4台を撤去し、新設ポンプ（43.5m³/分）5台（内1台予備）に取り替える。

D案：既設ポンプを撤去し、既設と同様のポンプ（25.0m³/分）を8台増設する

(2) 拡張時の案の比較

上記案の比較検討を表6に示す。

表6 ポンプ拡張時の案の比較

比較案	A 案	B 案	C 案	D 案
比較案の主旨	既設ポンプ4台を撤去し、新設ポンプ4台（内1台予備）に取り替える。	既設ポンプ4台を撤去し、新設ポンプ4台に取り替え、必要な台数を予備機として機材調達する	既設ポンプ4台を撤去し、新設ポンプ5台（内1台予備）に取り替える。	既設ポンプ4台を撤去し、既設と同様のポンプを8台増設する。
 Duty  Stand-by				
ポンプ要項				
口径 (mm)	φ 550×φ 450	φ 450×φ 300	φ 450×φ 300	φ 350×φ 250
吐出量 (m³/分)	58.0	43.5	43.5	25.0
全揚程 (m)	300～314	300～314	300～314	300～314
台数	4台（内1台予備）	4台*	5台（内1台予備）	8台（内1台予備）
吸込流速 (m/s)	4.07	4.56	4.56	4.33
増築及改造内容				
既設ポンプ	4台撤去	4台撤去	4台撤去	利用
既設集合管	交換が必要（既設はφ 450の分岐管である）	利用可能	利用可能	利用可能
ポンプ棟増築	不要	不要	ポンプ1台分増築	ポンプ4台分増築
その他	既設分岐管を変更しない場合は吸い込み流速が6.08m/sとなり製作不可能	—	—	現敷地では増築スペースが確保不可
費用（大きい順）	2	4	3	1
技術的最適案			○	
採用案		○		

* 必要な台数を予備機として機材調達する。

(3) 拡張時の案の決定理由

下記の理由により、B案を採用する。

A案の場合は、ポンプ口径が大きくなり、吸い込み、吐き出し側集合管を全面的に交換する必要性が生じ、長期間の断水が必要となり現実的には不可能である。また、既設ポンプ室スペースには設置不可能である。

D案は、既設ポンプ棟と同程度の敷地が必要であり、山腹をカットして造成された既設敷地では不可能であり、別途敷地を確保する必要がある。また、費用的にも、B、C案に比べて高価となる。

B案とC案を比較すると、常用時はポンプ能力としては同等である。維持管理面においては、C案は常設予備機があるためB案より優れている。但し、既設ではB案と同様なシステムで運用されており、さほど問題にはならないと考えられる。費用面においては、B案と比べC案は建屋の増築、1系列分の配管及び弁類等が必要となる。よって、本計画の諸条件を満たし、最も安価であるB案を採用する。

すなわち、拡張時には、 $\phi 350 \times \phi 250 \times 21.4 \text{m}^3/\text{分} \times 286 \text{mH} \times 1,850 \text{HP}$ の既存ポンプ4台（各ポンプ場とも）を $\phi 450 \times \phi 300 \times 43.5 \text{m}^3/\text{分} \times 300 \sim 314 \text{mH} \times 3,200 \sim 3,500 \text{kw}$ のポンプ4台に更新するとともに、必要な台数を予備ポンプとして機材調達する。

3.2.2 リハビリ時の検討

上記の拡張時の計画の枠内で、リハビリをどのように行うのかを検討する。

(1) リハビリ時の案

リハビリ時の案は、下記の2案とした。

B-1案：既設ポンプ2台を2倍容量に増大したポンプに取り替える。予備機は各ポンプ場で1台ずつ機材調達する。

B-2案：既設ポンプ1台を倍容量に増大したポンプに取り替える。予備機は4ポンプ場で2台共通の機材調達する。

(2) リハビリ時の案の比較

上記案の比較検討を表7に示す。

表7 ポンプリハビリ時の案の比較

	B-1 案	B-2 案
比較案の主旨	 既設ポンプ (21.95m³/min) 新設ポンプ (43.5m³/min)	 既設ポンプ (21.95m³/min) 新設ポンプ (43.5m³/min)
計画導水量に対する導水能力	常時 新設大ポンプ 2 台 $43.5 \times 2 \text{ 台} = 87.0 \text{ m}^3/\text{min}$ [100%] 故障時 既設ポンプ 2 台 + 新設大ポンプ 1 台 $18 \times 2 \text{ 台} + 43.5 \times 1 \text{ 台} = 79.5 \text{ m}^3/\text{min}$ [91.4%]	常時 既設ポンプ 3 台 + 新設大ポンプ 1 台 $18 \times 3 \text{ 台} + 43.5 \times 1 \text{ 台} = 97.5 \text{ m}^3/\text{min}$ [112%] 故障時 <u>(予備機を取り替える期間)</u> 既設ポンプ 3 台 $18 \text{ m}^3/\text{min} \times 3 \text{ 台} = 54.0 \text{ m}^3/\text{min}$ [62.1%]
予備機	常設予備機として、各機場に新設大ポンプ 1 台	共通予備として (全 4 機場で) 新設大ポンプ 2 台
工事内容の相違点	新設ポンプ (43.5 m ³ /min) 2 台 x 4 ポンプ場 新設ポンプ用電動機 2 台 x 4 ポンプ場	新設ポンプ (43.5 m ³ /min) 1 台 x 4 ポンプ場 新設ポンプ (43.5 m ³ /min) 2 台 (共通予備) 新設ポンプ用電動機 1 台 x 4 ポンプ場
リハビリ時の費用	大	小
技術的最適案	○	
採用案		○

(3) リハビリ時の案の決定理由

下記の理由により、B-2案を採用する。

維持管理面においては、B-1 案は常設予備機があるため、技術的には B-2 案より優れている。しかし、初期投資を低減化するために B-2 案を採用し、故障時には機材調達する予備機を活用することで対処する。

従って、リハビリ時には、各ポンプ場共に搬入口からみて最も奥にある1台を更新し、残りの3台を活用する。リハビリ後の導水量は、新設の大ポンプ（ $\phi 450 \times \phi 300 \times 43.5\text{m}^3/\text{分} \times 300 \sim 314\text{mH} \times 3,200 \sim 3,500\text{kw}$ ）1台と既設ポンプ（ $\phi 350 \times \phi 250 \times 21.95\text{m}^3/\text{分} \times 286\text{mH} \times 1,850\text{HP}$ ）の3台により合計 $97.5\text{m}^3/\text{分}$ となり、確保可能である。

ポンプ予備機は常設することなく、別途予備品として4ポンプ場共通で2台を機材調達する。なお、撤去したポンプ4台は、ジョ国内において有効活用を図るため WAI が転用先を検討すべきである。

3.2.3 導水ポンプ用電動機とその始動方式

ポンプ場リハビリ工事に際しては、送水停止期間を極力短くすることが重要な条件である。従って、運転時の効率、安全性の考慮に加えて、既設ポンプ棟及びポンプ棟周辺の集合管に大幅な変更を与えることなく、かつ工事期間の最短化を図ることを勘案して、導水ポンプ用電動機は既設と同じ方式であるかご型誘導電動機を、始動方式は既設で採用している直入れ方式を変更してリアクトル方式を採用する。

(1) 電動機の選定

下表の比較結果から、既設電動機と同じかご型誘導電動機を選定した。

表8 誘導電動機の比較

比較案	運転特性	設置スペース
かご型	基本的には始動時に大電流が流れるが、始動器により低減可能。	既存ポンプ場の機器配置を変更することなく設置可能。ただし、基礎の拡張は必要。
巻線型	始動時に大電流を流すことなく始動可能	かご型に比べ大型となるため、 ・既存ポンプ位置上に設置できない。 ・始動抵抗器の設置場所を新たに確保する必要がある。

(2) 始動方式の選定

本計画の電動機は 3,000KW クラスの大型電動機であるため、始動電流の抑制を図る必要がある。各種方式についての次頁（表9）の比較結果から、リアクトル始動方式を採用する。

表9 かご型誘導電動機の始動方式の比較

比較案	所見
直入れ始動	既存の方式である。 ・始動時に、定常運転電流の8～10倍の電流が流れるため、大型電動機では送電線に与える影響が大きく、本計画に適用するのは妥当でない。
スター・デルタ始動	・電動機の端子構造が複雑となるため、高圧電動機には適用されていない。（一般に、100KW程度の低圧電動機に適用されている）
リアクトル始動	・始動電流を定常運転電流の5～7倍程度に抑制できるので、送電線に与える影響を軽減できる。 ・始動装置も既存建屋に収納可能。
コンドルファ始動	・始動電流を定常運転電流の4～5倍程度に抑制できる。 ・しかし、始動装置が複雑・大型寸法になるので既存建屋への収納が困難。

3.2.4 受変電用変圧器

導水ポンプ用電動機にリアクトル始動方式を採用することにより、始動電流は既設設備の1.5倍に抑えられる。この始動電流による電圧降下を適正範囲（おおよそ定格電圧の8～10%以下）に抑えて確実な電動機始動を行うには下表に示すとおり、各ポンプ場ともリハビリ時点で約16MVA、拡張時点で約20MVAの変圧器容量が必要である。従って標準規格である10MVAの変圧器を増設し、既設の10MVA変圧器と通過電力バランスを取って並列運転する。

(1) 必要変圧器容量

表10 必要変圧器容量

	(MVA)			
	NO.1 PS	NO.2 PS	NO.3 PS	NO.4 PS
既存	10	10	10	10
リハビリ時				
新設電動機を1台運転する場合	14	14	14	14
新設電動機1台と既設電動機3台を運転する場合	16	16	16	16
拡張時				
新設電動機4台を運転する場合	20	20	20	20

(注) 上記は下記の条件の下で算出した。

1. 電動機始動方式；リアクトル始動（65%タップ）
2. 電動機の定常運転力率；遅れ95%
3. 変圧器のパーセントインピーダンス（%Z）；7.3%

(2) 変圧器の設置案の比較

前期の必要変圧器容量に基づいて、リハビリ時の変圧器の設置計画案としては下記の3案が考えられる。これらの案は以下の事項を勘案して立案した。

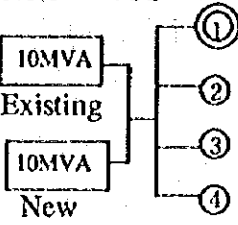
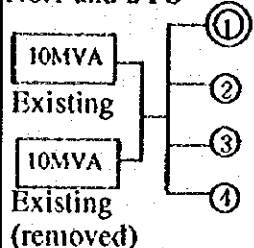
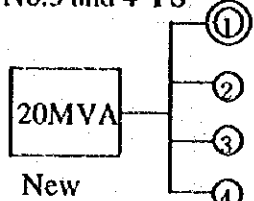
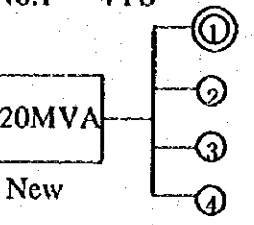
- ・必要な変圧器容量は 16MVA である。
- ・既設変圧器 10MVA の不足分を補うための増設変圧器を設置して既設変圧器と並列運転する場合には、既設と同じ容量の 10MVA 変圧器を設置し、両者の電流をバランスさせる。
- ・既設変圧器は撤去し、新設変圧器 1 台のみを設置する場合には、16MVA 以上の変圧器が必要となり、標準定格容量として 20MVA になる。

表 1 1 に示す比較検討の結果、E 案（既設 10MVA と新設 10MVA の 2 台を並列使用）が妥当と考えられる。20MVA 変圧器は、ポンプ場付近の急勾配道路の輸送及び据付大型建機の搬入が困難である。なお、拡張時には、各ポンプ場とも各々 20MVA の変圧器容量が必要であるが、リハビリ時の変圧器合計容量は 20MVA であるので、リハビリ時の変圧器をそのまま使用する。

なお、リハビリ時に必要容量 6MVA を増設し、拡張時にさらに 4MVA を増設する案もあるが、当初に 10MVA を設置する案に対し全体費用が約 60%ほど高くなり不経済であるため、リハビリ時に 20MVA の変圧器を増設する。

設置場所については、高圧変圧器増設、ポンプ起動方式の変更および既存施設を運転しながらリハビリ工事を行うことから、新設する電気盤が既設の電気室には収納できないため、既設電気室脇の倉庫を改造して電気室として利用する。

表 1 1 変圧器の設置案の検討

	B案	F案	G案
比較案の 主旨	No.1 ~ 4 PS 	No.1 and 2 PS  No.3 and 4 PS 	No.1 ~ 4 PS 
変圧器要項	No.1 ~ 4 の各ポンプ場に 10MVA 変圧器を新設（増設）し、既設変圧器と並列使用する。	No.3 及び No.4 ポンプ場の既設変圧器を No.1 及び No.2 ポンプ場に移設し、No.3 及び No.4 ポンプ場には 20MVA 変圧器を新設する。	各ポンプ場の変圧器を 20MVA 変圧器に取り替える。
所見	・既設変圧器を有効利用できる。 ・10MVA 変圧器の輸送重量は約 24 トンであるが、ポンプ場付近の急坂路の輸送、据付建機の搬入は可能である。	・既設変圧器を有効利用できる。 ・20MVA 変圧器の輸送重量は約 32 トンであるが、ポンプ場付近の急坂路の輸送、据付建機の搬入は困難である。	・既設変圧器を撤去（他の用途に転用）する。 ・20MVA 変圧器の輸送重量は約 32 トンであるが、ポンプ場付近の急坂路の輸送、据付建機の搬入は困難である。
リハビリ時の 費用 (大きい順)	3	2	1
技術的最適案			○
採用案	○		

(Note) ◎ ; New pump motor ○ ; Existing pump motor

3.2.5 制御・テレメータ装置

電子部品を主体とする装置であり、1980 年代前半に製造されてから 10 年以上経過しているため、近い将来スベアパーツの入手が困難となることが予想される。しかし、これらの改善は近い将来予定されている拡張時に行われることを前提に、リハビリ時は既設を使用する。

結果として、リハビリ時点では既設の運転制御システム（現状の運転方式と同じ操作とする）を利用する事とし、拡張時には中央監視制御装置を更新する。拡張時の運転操作方式は、各ポンプ場の貯留槽水位による自動運転とし、制御方式は現状と同様に各ポンプ場の貯水槽水位による台数制御を基本とするが、ポンプの起動頻度を少なくすることを目的として、吐出弁による流量制御を行うものとする。

（PART 2 拡張部分）

下記に記すように、利用可能な水源量が確保され、かつ導水・浄水された水量に見合う需要がアンマン都市圏で発生することが確認された。

3.2.1 水源の確保

WAJ がザイシステムに利用できた水量は、和平条約前は表12に示すように年間で35.6百万 m^3 であったが、和平条約により78.6百万 m^3 /年（表12の短期）に増加し、既に1995年より利用可能となっている。また、ヤルムク川に建設を予定しているアダシアダムが完成（2000年前後と見込まれる）すると、冬期の余剰水量が夏期に利用できるようになり、利用可能水量は110.6百万 m^3 /年（表12の長期）に増加する。

上記の利用可能水量は年間を通じて一定ではなく、季節により異なる。短期の内訳は、夏期（154日）で34.6百万 m^3 、冬期（211日）で44百万 m^3 である。これを水道施設の規模決定に用いる一日当たりの水量に換算すると、夏期で225千 m^3 、冬期で209千 m^3 となる。アダシアダムが完成すると（長期計画）、夏期（154日）で42.6百万 m^3 、冬期（211日）で68.0百万 m^3 となるが、イルビッド市へ送水するムヘイバ井戸の水量を除くと、年間90百万 m^3 であり一日当たりでは夏期で221千 m^3 、冬期で265千 m^3 となる。

表 1 2 ザイシステムの利用可能水量

(百万 m³)

水源		ヤルムク川アダシア地点における有効水量						WAJ 水源		WAJ の 利用 可能水量
期	年		合計	イスラ	ジョルダン			ムハ 井戸より	他 ² の 水源より	
					小計	JVA (海湖庁)	WAJ (水道庁)			
過去	1994 年まで	年間	232.7	107.2	125.5	110.5	15.0	20.6	-	35.6
		夏期	60.1	19.7	40.4	-	3.0	8.6	-	11.6
		冬期	172.6	87.5	85.1	-	12.0	12.0	-	24.0
短期	1995 年から	年間	183	25	158	110	48	20.6	10	78.6
		夏期	59	12	47	-	6 (26) ¹⁾	8.6	-	34.6
		冬期	124	13 (33)	111 (91)	-	42 (22)	12	10	44.0
長期	アダシアダム 完成 (2000 年の 見込み) 後	年間	215	25	190	110	80	20.6	10	110.6
		夏期	67	12	55	-	34	8.6	-	42.6
		冬期	148	13	132	-	46	12	10	68.0

夏期： 5月15日から10月15日(154日間) 5カ月

冬期： 10月16日から5月14日(211日間) 7カ月

短期、長期の水源は、「Dry years 乾燥年」を基準にしているが、過去の水量は、1981年から1994年の平均(1992年を除く)を使用している。

1) 26=20 (return flow)+6

2) Desalinated water or from Deganya gate (Tiberias Lake)

短期計画、イスラエルのティベリアス湖(デガニア・ゲート)よりKAC運河に達するパイプラインは既に完成し1996年3月より送水を開始している。これにより、和平条約後の可能水量は、条約前の35.6百万m³/年が78.6百万m³/年へと増加し、既存のザイシステムは、取水量不足による運転停止はなくなった。

長期計画は、ヤルムク川のアダシア地点に取水堰堤あるいはダムを設けて、冬期(雨期)の洪水量を有効活用するのが目標である。なお、取水堰堤については1996年6月時点で設計を終了する予定であったが、遅れている。1996年中には、設計が終わり1997年には工事が始まるとすれば、2000年にはダムが完成する予定である。これが完成すると取水可能量は110.6百万m³/年となるが、90百万m³/

年を越える 20.6 百万 m³/年については同じく厳しい水供給状況に直面しているジョ国第 3 の都市であるイルビッド市に送水し、アンマン向けの水量は 90 百万 m³/年としている。

3.2.2 水需要

現在アンマン市の将来需要量はいくつかのプロジェクトにより表 1 3 のように推測されている。

表 1 3 アンマン市の需要量とザイシステムからの供給必要量 (年平均)
(百万 m³/年)

年	アンマン市の水需給					
	1991	1995	1997	2000	2005	2010
ザイシステム以外の水源量	80.2	80.2	80.2	80.2	80.2	80.2
需要予測 (出典 1)				143.5	163.2	182.9
需要予測 (出典 2)	110.8	128.3		154.0	184.6	221.2
需要予測 (出典 3)		110.7	120.0	134.0	157.3	180.7
ザイシステムからの必要水源量; 出典 1			(48.0)	63.3	83.0	102.7
ザイシステムからの必要水源量; 出典 2	30.2	48.1	(63.0)	73.8	104.2	141.0
ザイシステムからの必要水源量; 出典 3		30.5	39.8	53.8	77.1	100.5

出典 : Water Conveyance System from Adasiya to Deir Alla-Zai, April 1996

出典 1 : Water Resources of Jordan: Past Status and Future Potential by Elias Salcindi et al, 1993

出典 2 : Jordan River Basin Management Study, Dec, 1993 by the Regional Office for Integrated Development (ROID, Munther Haddadin)

出典 3 : Disi-Mudawwara to Amman Water Conveyance System, Final Conceptual Study Report by Harza Group et al, 1995

上表の 3 種類の需要量予測の内、最も低い需要量 (出典 3) を採用すると、ザイシステムからの供給量は 1997 年時点で 39.8 百万 m³/年であればよいとしている。この水量は、1996 年時点でのザイシステムからの供給量 (約 39 百万 m³/年) にほぼ等しい。しかしながら、同年 6 月から 7 月上旬の現地調査期間中 WAJ は例年同様、給水が週 2 日程度の給水制限を実施していた。従って、出典 3 の需要量は過小であるといえる。

需要量は夏期に多く冬期に少ないが、上表は年間平均値である。ジョ国の夏期の需

要量は、恒常的に給水制限を実施しているため、正確に把握することは困難であるが、我が国の場合は平均水量に対して2～3割程度増加している。アンマン市に隣接するジョ国第2の都市であるザルカ市の1995年の調査では、夏期の需要量は平均の2割程度増加していた（ザルカ地区上水道改善計画調査、1996年7月）。この2割を採用すると、過小推計である出典3を除く夏期のザイシステムからの供給必要量は表14のとおりとなり、夏期にザイシステムで供給すべき量は2000年時点で253～288千m³/日となる。

表14 アンマン市の需要量を充たすためのザイシステムからの供給必要量（夏期）
（千m³/日）

年	1991	1995	1997	2000	2005	2010
ザイシステムからの必要水源量;出典1				253*	318	381
ザイシステムからの必要水源量;出典2	145	203		288	386	507

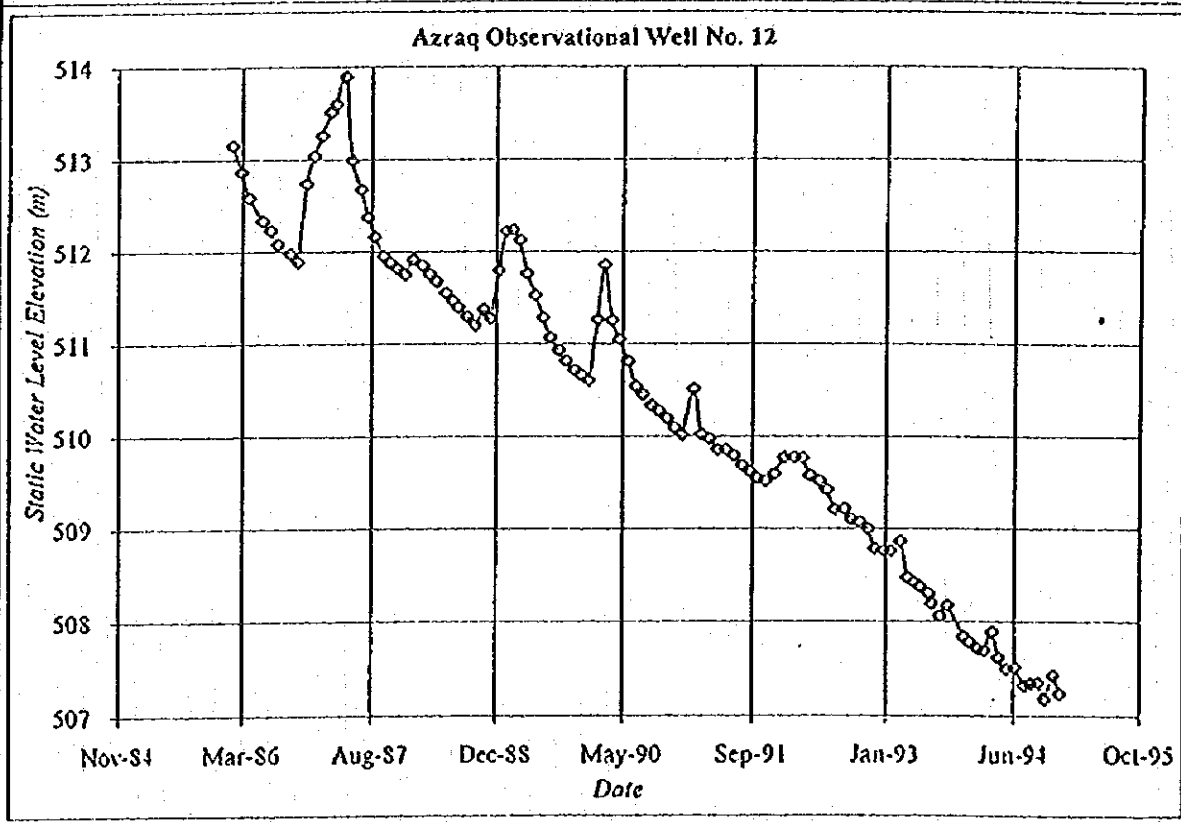
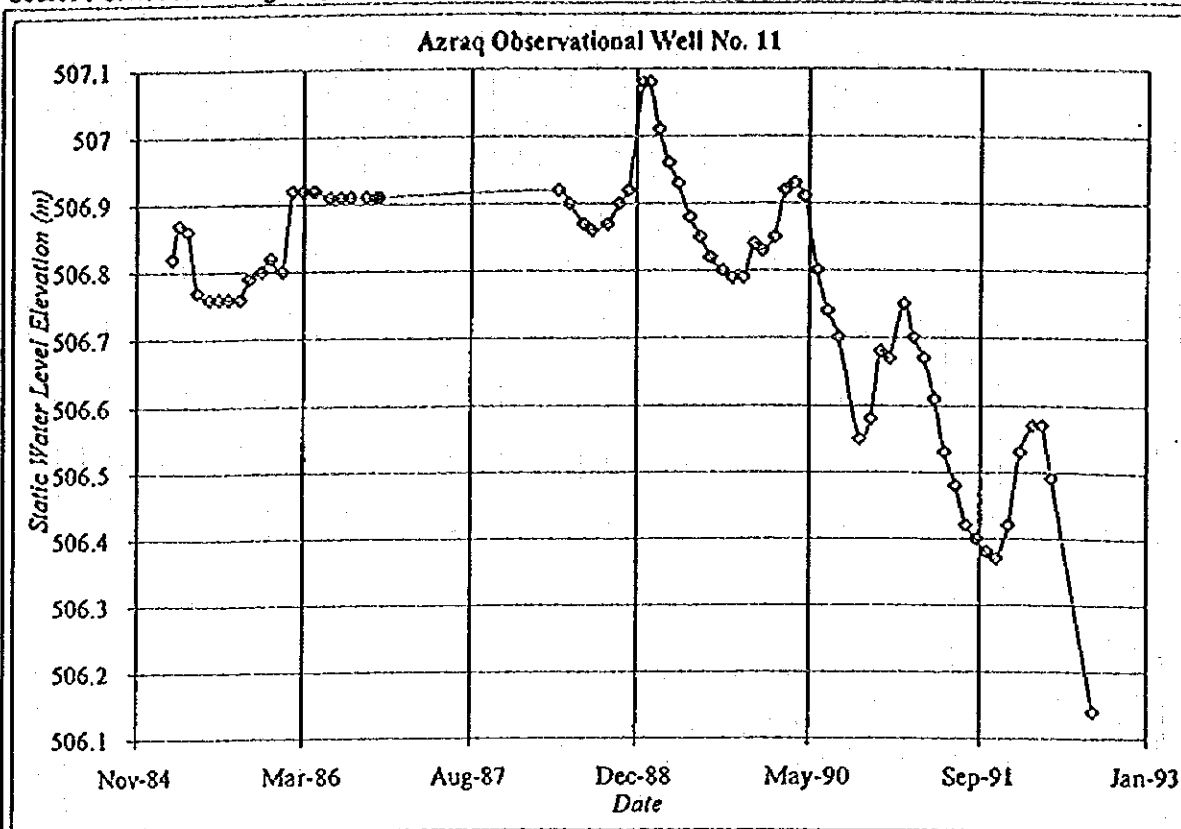
* 253

= (年間平均需要量 x 1.2) - (ザイシステム以外の水源量)

= [143.5 (表13より) x 1.2/365 - 80.2 (表13より) /365] x 1000

上記の水需要量は、人口一人当たりになると約100～150リットルと、我が国の約3分の1に過ぎない量である。さらに、同推定は既存のザイシステム以外の水源量を今後とも変らないとしている。しかしながら、ザイシステム以外の水源は、一人当たりになると少ない需要量とはいえこの需要を賄うため、またジョルダン国の水資源量に限りがあるため、地下水の過剰揚水を続けている。このため、年々地下水位は低下するとともに地下水の塩水化が進行している（図Aはアンマン都市圏の地下水源の1つであり、アンマン市東方約100kmにあるアズラック地下水の水位変化であるが、11月から4月の雨期には需要が減少するため揚水量も減少させているため一時的に水位が一部回復している。しかし、過剰揚水を続けているため地下水位は経年的に低下している）。このまま過剰揚水を継続すると、既存の水源が枯渇する恐れがある。過剰揚水量は、現在の年間揚水量80百万m³の半分40百万m³に相当する。

Source : G.W. Monitoring Sec, MOWI



BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 A

水位低下図

3.2.3 施設設計水量

夏期（2000年）に253～288千 m^3 /日の需要量が発生するのに対し、ザイシステムで利用可能な水源（長期）量は、夏期で221千 m^3 /日である。従って、施設設計水量は221千 m^3 /日であればよい。他方、冬期には265千 m^3 /日の水量（長期）がザイシステムで利用可能であるが、需要量が利用可能量を下回るため、利用可能量の一部が不要となる。

本計画は、この考えに沿って設計水量を設定し、既存施設を有効利用して拡張を行う観点から、既存施設の2倍容量の250千 m^3 /日（90百万 m^3 /年）を設計水量とする。

3.2.4 拡張計画

(1) 浄水場

既存浄水場施設を改造して水処理容量増を図ることは物理的には可能であるが、長期の給水停止を伴いアンマン市民に多大の悪影響を及ぼすため、実際的には不可能である。従って、基本的には既存と同様の施設を増設・拡張する。ただし、後述するように共用可能な原水調整池、浄水池等の一部施設については増設を行わず、既存施設を共用する。

(2) 導水管、導水ポンプ

設計水量の倍増に対する、導水管の施設計画としては、導水管を増設する方法（H案）の他、導水管を増設を行わず既存導水管を活用する方法（I案）が考えられる。I案については、水量が2倍になることにより、ポンプに係る電力費は増加するものの、導水管の増設費用は節約できる。この場合増設するポンプの揚程は、既存ポンプの実揚程（ポンプ場間の高度差）に増加する摩擦損失（水量倍増による）を加えたものとなる。この場合の揚程の増加を表15に示す。

表 1 5 既設導水管を用いて水量を倍にする場合の揚程

	45 百万 m ³ /年	90 百万 m ³ /年	揚程増加
No.1 導水ポンプ	286m	300m	4%
No.2 導水ポンプ	286m	300m	4%
No.3 導水ポンプ	286m	308m	6%
No.4 導水ポンプ	286m	314m	9%
送水ポンプ	198m	257m	30%

上表に見られるように、No.1～4 ポンプ場の揚程の増加率は 4～9%と比較的少ない。このことは、揚程のほとんどが実揚程に起因することを意味している。この程度の増加率であれば既設の導水管の安全性が確保される可能性が高いので、後述するように、導水管の耐圧に関し詳細な検討を行った。その結果、一部区間を除いて既存の導水管は十分な安全性が確保されることが判明した。

H 案と I 案の差は、H 案は建設費用はかかるものの維持管理費用が節約できるのに対し、I 案は建設費用が節約できるものの維持管理費用がかかる点にある。どちらが有利であるかを検討する方法として、両案の「現在価値」を算出し、比較した。この結果、I 案が有利であることが判明し、これを採用する（資料 5 参照）。すなわち、既設導水管を有効活用した拡張を図るものとする。

3.3 基本設計

3.3.1 基本方針

(1) 自然条件に対する方針

① 気温

ジョ国では6月から9月の4カ月が乾燥・高温となる。直射日光はコンクリートの打設に悪影響を及ぼすので、コンクリート打設は10月から5月の間が望ましく、もし夏期の打設になる場合は夕方から夜間の作業が好ましい。また、昼間の直射日光下のコンクリートの養生には、気温と乾燥による水分蒸発を防ぐため多量の散水が必要である。

② 降水量

降水は1月から3月に最も多い、最大降雨量で90 mm程度である。また、ザイ浄水場近辺では、冬に2~3回程度の降雪がある。これによる作業停止は十分に考えられる。

③ 風力

風が強い時には鉄筋および型枠の組立を避ける必要がある。また、組み立てた鉄筋、型枠には十分な支保を必要とする。全体的な工事の進捗には風による影響はない。

④ 地形および地質

2章で述べたとおり、既設の各ポンプ場用地は、急峻な地形を擁しており、ポンプ・変圧機等の重量物の運搬には慎重な配慮が必要である。デルアラから各ポンプ場を経由し、ザイ浄水場にいたる道路は舗装はされているものの、急激な上り下り勾配で連絡されている。

ポンプ場、浄水場の基礎地盤は、いずれも砂岩基礎である。各ポンプ場は、切り土により岩盤上に建設されている。浄水場（拡張施設について）の岩盤地盤は地表面から6~7 mで到達すると思われるが、沈殿地・ろ過池の基礎部が基盤まで届かない

場合は、その部分を貧配合のコンクリートあるいは砕石で置き換える置換工法等を考慮する必要がある。

⑤地震

ジョ国では地震があるので、構造物の設計荷重に地震荷重を考慮する。

(2) 社会条件に対する方針

ジョ国ではイスラム教が主たる宗教であり、工程計画には宗教上の制約、例えばラマダン等に配慮し、工事工程に影響のないようにする。

各ポンプ場周辺には居住地はないため、水道、下水のインフラはない。よって、工事にあたっては発電機、給水タンク、浄化槽等を整備する必要がある。

(3) 建設事情もしくは建設業界の特殊事情に対する方針

ジョ国では、多くの建設機械が調達可能で、機械化施工が一般的であり、かつ建設レベルも比較的高い。よって、工事用機械のほとんどは現地で入手可能である。

残土は、アンマン東部のザルカにある土捨て場（運搬距離約 30km）を利用する。

多くの建設資機材がジョ国内にて調達可能である。ジョ国内の建設資材には、付加価値税（VAT）がかかっているが、外国援助プロジェクトでは VAT は免除（実施機関が肩代わり）される。

(4) 現地業者（建設会社、コンサルタント）、現地資機材の活用についての方針

土木、機械、電気、建築、いずれの分野にも現地業者が育っているので、サブコンとして施工に参加させることにより事業費の低減が可能となる。

(5) 実施機関の維持・管理能力に対する対応方針

実施機関となる WAJ の技術的維持管理能力は比較的高い。しかし WAJ の損益計算書によれば、莫大な損失を永年にわたり計上してきた。このような状態が放置されると、本計画完了後における運営、維持管理に支障の恐れがある。従って WAJ に、料金改定、不明水の減少、財務状況の改善に努力する必要があることを認識させる。

(6) 施設、機材等の範囲、グレードの設定に対する方針

WAJ の既存施設に対する維持管理技術レベルは十分であり、従って拡張時の施設は既存施設と同じグレードとする。

(7) 工期に対する方針

① リハビリ計画は単年度案件とし、97年度中の実施を確保するためには、次の工程とする。

1996 年 10 月	閣議決定
1996 年 11 月	E/N 交換、コンサルタント契約
1996 年 11 月	実施設計
1997 年 3 月	入札、業者選定・契約
1997 年 4～1998 年 3 月	機材調達・施工

② 拡張計画は、ポンプ場と浄水場の2つに分け、次の工程とする。

浄水場 (B 国債)

1998 年 5 月	閣議決定
1998 年 6 月	E/N 交換
1998 年 7 月	コンサルタント契約
1998 年 8 月～1999 年 1 月	実施設計
1999 年 2 月	入札、業者選定・契約
1999 年 3 月～2001 年 11 月	施工

ポンプ場 (1 期)

1998 年 8 月	閣議決定
1998 年 9 月	E/N 交換
1998 年 9 月	コンサルタント契約
1998 年 10 月～1999 年 3 月	実施設計
1999 年 3 月	入札、業者選定・契約
1999 年 4 月～2000 年 3 月	機材調達・施工

ポンプ場 (2 期)

2000 年 5 月	閣議決定
2000 年 6 月	E/N 交換
2000 年 6 月	コンサルタント契約
2000 年 7 月～2000 年 12 月	実施設計
2001 年 1 月	入札、業者選定・契約
2001 年 2 月～2001 年 12 月	機材調達・施工

3.3.2 基本計画

(PART 1 リハビリ部分)

(1) 全体計画

ザイシステムを構成する諸施設の内、No.1～No.4 導水ポンプ場（各々4台）の内、各1台のポンプ、ポンプ用電動機等の更新及び変圧器の増設を行って、45 百万 m^3 /年（12.3 万 m^3 /日）の能力を確保する。

(2) 敷地・施設配置計画

ポンプ、ポンプ用電動機等は既存設備の更新であるため、施設配置に変更はない。変圧器の増設は既存機器の近傍に配置する。

(3) 施設・機材計画

前項までの検討結果として、リハビリの範囲と内容、その理由を表16に示す。

表16 リハビリの内容

1. 導水ポンプ

機器名及び項目	既設の内容	リハビリの内容	リハビリ内容の理由他
対象台数	既設4台の内1台を撤去	大容量機1台を設置	既設4台の内3台は活用する。
予備機の有無	予備機なし	なし	ただし、共通予備機として、ポンプを2台調達し、保管する。
・ポンプ仕様			
口径 (mm)	$\phi 350 \times \phi 250$	$\phi 450 \times \phi 300$	ポンプ容量増大による口径のサイズアップ
吐出流量（1台当たり）	21.95 m^3 /分	43.5 m^3 /分	
全揚程 (No.1 ポンプ場)	286mH	300mH	導水量増大に伴って配管損失が増大した結果（計算書参照）
全揚程 (No.1 及び No.2 ポンプ場)	286mH	300mH	同上
全揚程 (No.3 ポンプ場)	286mH	308mH	同上
全揚程 (No.4 ポンプ場)	286mH	314mH	同上
予備機 1		300mH	

予備機 2		314mH	
回転数	2,980 rpm	1,490 rpm	既設ポンプの機能低下はシルト質による磨耗の影響が大きいことから回転数を下げる
インペラ材質	ステンレス鋼 (SCS1)	ステンレス鋼 (SCS1)	
胴体材質	鋳鋼 (SC46)	鋳鋼 (SC46)	但し、ライニング部はステンレスの内張り
軸封水方式	グラントパッキン	グラントパッキン	グランドカバーを取り付ける。
軸受冷却方式	オイルバス+冷却水	オイルバス+冷却水	ジャケット部の掃除が容易な構造に変更
・ポンプ付属品			
吸入圧力計 台数 型式	既設ポンプを対象 12個 ブルドン管式	既設ポンプを対象 12個 隔膜式	既設圧力計は全て故障している。既存のポンプを対象に、1ポンプ場3台全体で12台個を交換する。シルトの影響を少なくするため、隔膜式を採用する。
吐出圧力計 台数 型式	既設ポンプを対象 12個 ブルドン管式	既設ポンプを対象 12個 隔膜式	既設圧力計は全て故障している。既存のポンプを対象に、1ポンプ場3台全体で12個を交換する。シルトの影響を少なくするため、隔膜式を採用する。
その他付属配管 弁類		1式	

2. 電動機

機器名及び項目	既設の内容	リハビリの内容	リハビリ内容の理由他
対象台数	導水ポンプと同様 1台撤去	導水ポンプと同様 1台新設	導水ポンプと同様 1台 x 4 ポンプ場 = 4 台
予備機	予備機なし	なし	共通予備機もなし
・電動機仕様			
型式	横軸、かご型三相誘導電動機	横軸、かご型三相誘導電動機	維持管理の容易さ、現状で問題が生じていない
保護、冷却方式	解放防滴、強制空冷式	解放防滴、強制空冷式	維持管理の容易さ、現状で問題が生じていない
極数	2 P	4 P	ポンプ回転数を低くしたことによる
電圧、周波数	6,600v、50Hz	6,600v、50Hz	既設と同様
電動機出力	1850HP (各機場共)	3,200KW (NO.1, NO.2PS) 3,300KW (NO.3 PS) 3,500KW (NO.4 PS)	ポンプ全揚程が変更になったことによる
起動方式	直入れ	リアクトル起動	起動電流を下げるため

3. 受変電設備

機器名及び項目	既設の内容	リハビリの内容	リハビリ内容の理由他
断路器	屋外形手動操作式、36KV,800A	屋外形手動操作式、36KV,800A	増設変圧器への電力引込のため
遮断機	油入屋外形、36KV,600A,25KA	油入屋外形、36KV,600A,25KA	同上
避雷器	屋外形	屋外形	同上
変圧器	油入屋外形 33/6.6KV,10MVA 3φ	油入屋外形、 33/6.6KV, 10MVA 3φ	電動機の単機容量増大による始動電流増加のため増設する
保護リレー盤	鋼板製屋内自立閉鎖形	鋼板製屋内自立閉鎖形	増設の遮断機、変圧器等の制御、保護のため
電線、ケーブル			

4. 高低圧配電設備

機器名及び項目	既設の内容	リハビリの内容	リハビリ内容の理由他
高圧受電盤	鋼板製屋内自立閉鎖形	鋼板製屋内自立閉鎖形	増設変圧器からの電力受電のため
高圧電動機盤	鋼板製屋内自立閉鎖形(直入れ始動)	鋼板製屋内自立閉鎖形(始動リアクトルを含む)	増設電動機の大容量化にともない必要
母線連絡盤	—	鋼板製屋内自立閉鎖形	既設・増設合わせて2台の変圧器の並列運転のため必要
所内変圧基盤	鋼板製屋内自立閉鎖形	鋼板製屋内自立閉鎖形	補機への供給電力が増加するため更新する
低圧動力制御盤	鋼板製屋内閉鎖壁掛形	鋼板製屋内自立閉鎖形	補機の増加のため
コンプレッサ盤	鋼板製屋内壁掛形	鋼板製屋内壁掛形	増設コンプレッサーの運転に必要
既設盤改造	—		
電線、ケーブル			

5. 吐出弁

機器名及び項目	既設の内容	リハビリの内容	リハビリ内容の理由他
口径	φ 300	φ 450	ポンプ口径の変更による
型式	ボール弁	ボール弁	既設同様で問題ない
駆動方式	油圧駆動式	電動駆動式	管理の容易性と拡張時には油圧ユニットの容量が不足する事による
圧力クラス	ANSI300	ANSI300	既設フランジ仕様に合わせる
台数	各機場4台の内1台撤去	各機場で1台新設	ポンプ台数に合わせる

6. 吐出側継手

機器名及び項目	既設の内容	リハビリの内容	リハビリ内容の理由他
口径	φ 300	φ 450	ポンプ口径の変更による
材質	鋼管	鋼管	既設同様で問題ない
圧力クラス	ANSI300	ANSI300	既設フランジ仕様に合わせる
台数	各機場4台の内1台撤去	各機場で1台新設	ポンプ台数に合わせる

7. 吸込、吐出配管

機器名及び項目	既設の内容	リハビリの内容	リハビリ内容の理由他
口径	φ 300	φ 450	ポンプ口径の変更による
材質	鋼管	鋼管	既設同様で問題ない
圧力クラス	ANSI300	ANSI300	既設フランジ仕様に合わせる
組数	各機場4台の内1台撤去	各機場で1台新設	ポンプ台数に合わせる

8. 空気圧縮機

機器名及び項目	既設の内容	リハビリの内容	リハビリ内容の理由他
型式	往復式3段圧縮機	往復式3段圧縮機	
吐出圧力	42.2 Kg/cm ²	45.0 Kg/cm ²	拡張時を考慮して容量を決定する
ピストン容積	1.52 m ³ /分	1.40 m ³ /分	拡張時を考慮して容量を決定する
台数	2台×4機場=8台を撤去	2台×4機場=8台を新設	既設機器故障頻度が多い

9. 換気用吸込シャッター

機器名及び項目	既設の内容	リハビリの内容	リハビリ内容の理由他
駆動方式	電動式シャッター	手動式シャッター	管理を容易にするため。地域的に降雨が少なく、かつ気温が高い気候であるため常時開放となる。
台数	一機場16台×4=64を撤去	全台数を手動に変更	

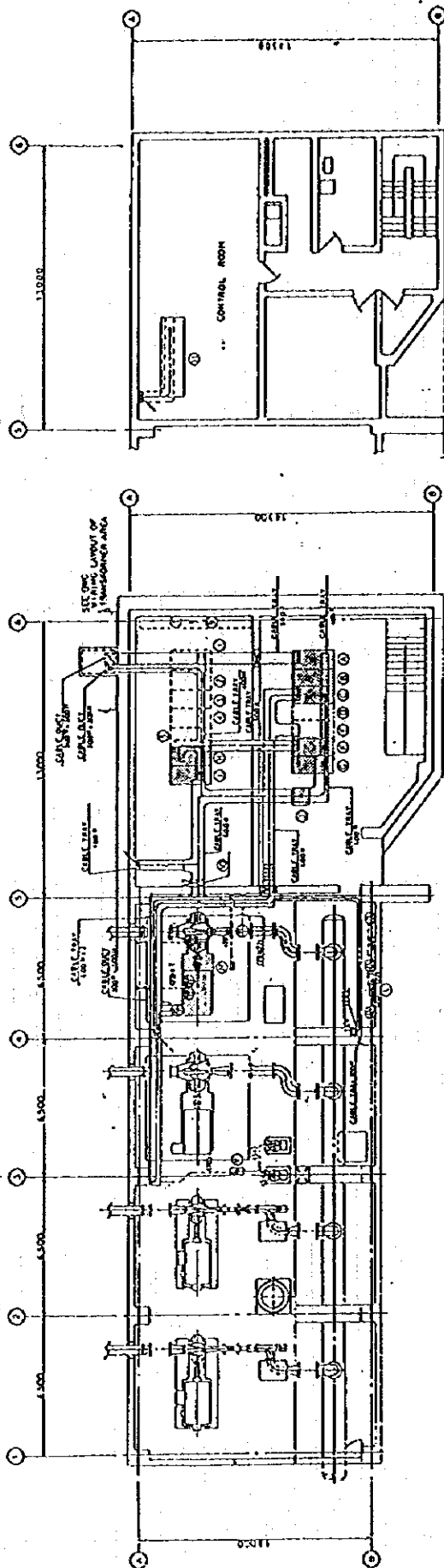
(4) 基本設計図

図6 ポンプ場内機器配置図 (No.1~No.4で共通)

図7 単線結線図 (No.1~No.4で共通)

図8 配線図 (No.1~No.4で共通)

図9 ザイ送水システムへの電力供給系統 (現状)



SECOND FLOOR

リハビリ

NO	DESCRIPTION	REMARKS
1	315V CONTROL PANEL	EXISTING
2	INSTRUMENT PANEL	
3	NO.1 NO.2 PUMP PANEL	
4	NO.3 NO.4 PUMP PANEL	
5	TRANSFORMER PANEL	
6	NO.1 C. METER PANEL	
7	NO.2	
8	NO.3	
9	DISTRIBUTION PANEL A	
10	INSTRUMENT CONTROL PANEL	

NO	DESCRIPTION	REMARKS
1	NO.1 INCOMING PANEL	NEW
2	NO.1 PUMP PANEL (CONNECTION P.)	
3	NO.2 PUMP PANEL (CONNECTION P.)	EXISTING
4	TRANSFORMER PANEL	NEW
5	315V CONTROL PANEL	
6	NO.2 INCOMING PANEL	
7	NO.3 INCOMING PANEL	
8	NO.4 INCOMING PANEL	
9	NO.5 INCOMING PANEL	
10	NO.6 INCOMING PANEL	

NOTE
1. CABLE TRAY DUCTS AND SUPPORTS MATERIALS SHALL BE SS.
2. MATERIALS FOR CABLE TRAY DUCTS AND THESE SUPPORTS SHALL BE COATED WITH HOT DIP GALV. MIZ

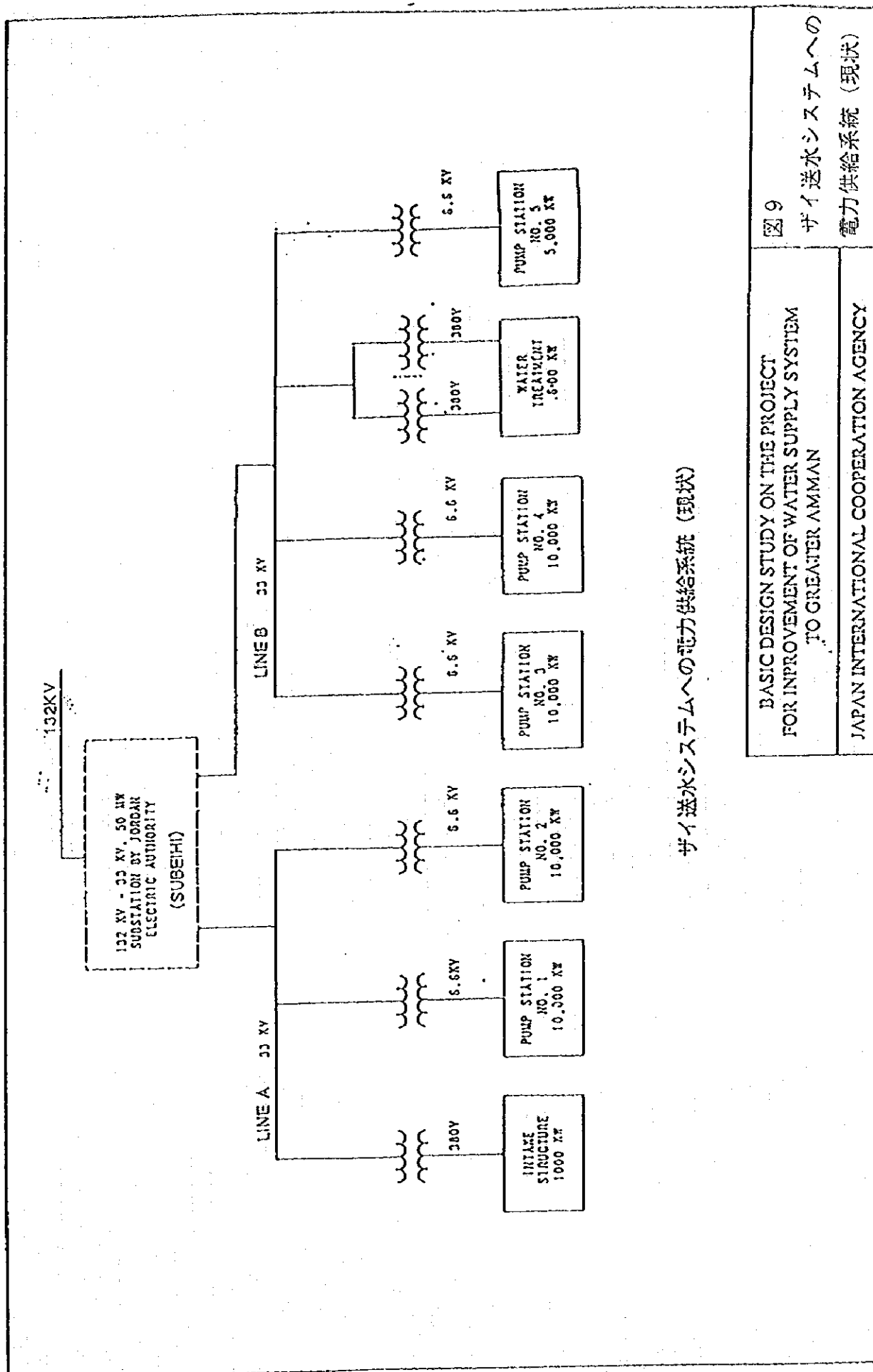
BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 8

配線図

(No.1~No.4で共通)



BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 9

ザイ送水システムへの
電力供給系統 (現状)

(PART 2 拡張部分)

(1) 全体計画

ザイシステムを構成する諸施設の内、No.1～No.4 導水ポンプ場（各 4 台）の内、リハビリで更新した各 1 台を除く各 3 台のポンプ、電動機の更新、サージタンク各 1 基の増設を行って、リハビリ後の計画水量 45 百万 $\text{m}^3/\text{年}$ を、90 百万 $\text{m}^3/\text{年}$ (250 千 $\text{m}^3/\text{日}$) の施設に拡張するものであり、下記事項を基本方針とする。

- ① 既存施設（導水管、ポンプ棟、ポンプ井、変圧器、サージタンク、薬品注入設備、原水調整池等）を十分活用する拡張計画とする。
- ② No.4 導水ポンプ～ザイ浄水場間の導水管のうち、660m は内水圧に耐えられないため、更新する必要があるが、全体事業費を下げるため、本計画には含めない。ジョ国側独自で実施すべきである。（資料 8 参照）
- ③ 拡張後のザイシステムは、本計画、本計画の前半区間である「アダシア～デルアラ」及び本計画の後半区間である「No.5 送水ポンプ場～ダブーク配水池」の 3 区間を経てアンマン都市圏に浄水を供給することになる。従って、導水・浄水・送水水量の制御が重要であり、ザイ浄水場の制御設備は上記 3 区間の計装の中心となることを考慮する。
- ④ 既存施設の設計方針と機能に特に問題は認められないので、原則的には既存施設と同じ水処理方式を適用する。

ポンプ場拡張

(2) 敷地・施設配置計画

各ポンプ場は、ポンプ棟（ポンプ、電動機、電気施設等）、変圧器、貯留タンク、サージタンクで構成されている。ポンプ棟、変圧器は山を削り、谷を埋めて平坦にした場所に設置されている。一方、貯留タンクは、ポンプの特性に合わせてポンプ棟よりも約20m高い（山の頂上近辺を切り崩した）山側に配置されている。

ポンプ・電動機は更新機器であり、既存のポンプ棟内に設置する。しかし、サージタンクは、拡張することになる。これは、設計水量の増加に対し、その機能を満たすため、既設と同じ大きさのサージタンクを1機増設することとする。これにより、拡張後は、サージタンクの容量は倍となる。機能的にはどの位置でも配置が可能であり、維持管理回数も比較的少ないことから、現場の土地条件、地盤条件、特別高圧線の引き込み条件、埋設管の条件等を踏まえて配置する。

NO.1ポンプ場の配置は、さらに下記の地形・地盤条件を加味する。

- ・サージタンクは、既設導水管の南側に設置されているので、既設に併設するのが望ましいが、スペースがない。従って、既設タンク北側で雨水排水路の貯留タンクよりの、なだらかな斜面に配置する。
- ・地盤はポンプ棟東側から北に向けて上り勾配であり、一部カットされた地肌も確認できる状況である。又一部、埋め戻しをしたと見られる箇所（ポンプ棟北側のポンプ吸い込みヘッダー管部は約 10m×35mの範囲で埋め戻しをしたと思われる）を省けば地盤の問題はないと考えられる。地盤条件の確認のために行ったボーリング結果で、地耐力も十分であることが判明した。

(3) 施設・機材計画

① ポンプ、電動機、受電用変圧器

リハビリ後のポンプ容量は各ポンプ場共に、既存の $\phi 350\text{mm} \times \phi 250\text{mm} \times 21.95\text{m}^3/\text{分} \times 286\text{m} \times 1850\text{HP} \times 3$ 台と、リハビリされた $\phi 450\text{mm} \times \phi 300\text{mm} \times 43.5\text{m}^3/\text{分} \times 300 \sim 314\text{m} \times 3,000 \sim 3,400\text{kw} \times 1$ 台であり、ポンプ場全体能力は、45 百万 $\text{m}^3/\text{年}$ (約 123 千 $\text{m}^3/\text{日}$) となっている。

拡張計画時には各ポンプ場共に、未更新の既存の 3 台のポンプをリハビリで更新したポンプと同じ $\phi 450\text{mm} \times \phi 300\text{mm} \times 43.5\text{m}^3/\text{分} \times 300 \sim 314\text{m} \times 3,000 \sim 3,400\text{kw}$ に取り替える。従って、拡張後は各ポンプ場とも同容量の 4 台のポンプで運転される。

このポンプの拡張に伴いさらに、下記の施設が必要となる。

- ・リハビリ時の共通予備機 2 台を拡張後も共通予備機とし、拡張時に新たに調達しない。
- ・水撃作用防止のため、各ポンプ場に圧力サージタンク各 1 台の増設
- ・電動機 (リハビリ時と同じ、リアクトル始動式かご型誘導電動機) 各ポンプ場 3 台 (予備機なし)

なお、各ポンプ場とも必要な変圧器容量は 20MVA であるが、リハビリの段階で既に 20MVA に拡張してあるので、拡張の必要はない。

② 制御・テレメータ装置

現行のグラフィックパネルによる監視制御方式に運転員が熟達し十分な運転を行っているため、今後もこの方式を踏襲するが、下記の理由により全面的な更新を行う。

- ・既存 (リハビリ前) の 1 台当たりのポンプ容量は各ポンプ場で同じであり、全てのポンプ場で同じ水量を送ることが可能なように計画してあるが、実際には必ずしも各々のポンプ吐出量が同じにはならない。これを調整するため各ポンプ場に貯留タンク (調整池) が設けられている。しかし、本計画では、費用が嵩み新たな拡張用地を要するタンクを拡張せずに既存タンクを共用する。このため、タンクの調整容量が減少するが、これを補うためポンプ側で従来の台数制御に加えて、吐出弁開度

制御を行う。これに伴い自動制御機能（内蔵しているプログラマブルコントローラのソフトウェア）の大幅変更が必要であるが、製造メーカー（米国BRISTOL-BABCOK社）は同機種の製造を既に中止しており、プログラム変更は事実上不可能である。

また、使用している電子部品のスペアパーツは近い将来、入手が困難となることが予想される。

- ・ 現行設備は、1980年代前半に製造されたものであり、運転管理帳票（日報等）の自動作成機能が付加されていない。

③ 機材内容

各ポンプ場で拡張する機材を表17に示す。

表17 各ポンプ場（全体で4ポンプ場）の拡張の内容

1. 導水ポンプ

機器名及び項目	既設機器1	既設機器2 (リハビリ時の機器)	拡張機器 (1ポンプ場当たり)	拡張後 (1ポンプ場当たり)
台数	3台 (撤去)	1台 (+4ポンプ場で2台のスペア)	3台(据付)	4台 (+4ポンプ場で2台のスペア)
口径 (mm)	φ 350×φ 250	φ 450×φ 300	同左	同左
吐出流量(1台当たり)	21.95m ³ /分	43.5m ³ /分	同左	同左
全揚程 (No.1 ポンプ場)	286m	300m	同左	同左
全揚程 (No.2 ポンプ場)	286m	300m	同左	同左
全揚程 (No.3 ポンプ場)	286m	308m	同左	同左
全揚程 (No.4 ポンプ場)	286m	314m	同左	同左
予備機 1		300 m H	なし	予備機は共通で
予備機 2		314 m H	なし	2台
回転数	2,980 rpm	1,490 rpm	同左	同左
インバ材質	ステンレス鋼 (SCS1)	ステンレス鋼 (SCS 1)	同左	同左
胴体材質	鋼 (SC46)	鋼 (SC46)	同左	同左
軸封水方式	グラフトパッキン	同左	同左	同左
軸受冷却方式	オイルバス+冷却水	同左	同左	同左
・ポンプ付属品				

吸込圧力計				
台数	3 個 (撤去)	1 個	3 個 (据付)	4 個
型式	ブルドン管式	隔膜式	同左	同左
吐出圧力計				
台数	3 個 (撤去)	1 個	3 個 (据付)	4 個
型式	ブルドン管式	隔膜式	同左	同左
その他付属配管弁類			1 式	

2. 電動機

機器名及び項目	既設機器 1	既設機器 2 (リハビリ時の機器)	拡張機器 (1 ポンプ場当たり)	拡張後 (1 ポンプ場当たり)
台数	3 台 (撤去)	1 台	3 台	4 台
型式	横軸、かご型三相誘導電動機	横軸、かご型三相誘導電動機	同左	同左
保護、冷却方式	解放防滴、強制空冷式	解放防滴、強制空冷式	同左	同左
極数	2 P	4 P	同左	同左
電圧、周波数	6,600v、50Hz	6,600v、50Hz	同左	同左
電動機出力 (No.1 ポンプ場)	1,850HP	3,200KW	同左	同左
電動機出力 (No.2 ポンプ場)	1,850HP	3,200KW	同左	同左
電動機出力 (No.3 ポンプ場)	1,850HP	3,300KW	同左	同左
電動機出力 (No.4 ポンプ場)	1,850HP	3,500KW	同左	同左
起動方式	直入れ	リアクトル起動	同左	同左

3. 高低圧配電設備

機器名及び項目	既設機器 1	既設機器 2 (リハビリ時の機器)	拡張機器 (1 ポンプ場当たり)	拡張後 (1 ポンプ場当たり)
高圧受電盤	鋼板製屋内自立閉鎖形 1 面 (撤去)	同左 1 面	同左 1 面	同左 2 面
高圧電動機盤	同上 (直入れ始動) 3 面 (撤去)	同左 (始動リアクトル含む) 1 面	同左 3 面	同左 4 面
換気扇盤	同上 1 面撤去	同左 1 面	同左 3 面	同左 4 面
既設盤改造	— (撤去)	—	1 式	—
電線、ケーブル	—	—	1 式	—

4. 制御・テレメータ設備（ポンプ場）

機器名及び項目	既設機器 1	既設機器 2 (リハビリ時の機器)	拡張機器 (1 ポンプ場当たり)	拡張後 (1 ポンプ場当たり)
監視操作盤(グラフ イックパネル含 む)	鋼板製屋内自立閉 鎖形 1 面 (撤去)	—	鋼板製屋内自立閉鎖 形 1 面	同左 1 面
信号入出力盤	同上 1 面 (撤去)	—	同上 1 面	同左 1 面
制御テレメータ装 置	1 面	—	1 面*	1 面
バッテリー及び充電 器	1 面	—	1 面*	1 面
流量計	超音波式 1 台 (撤去)	—	超音波式 1 台 (据付)	同左 1 台 (ただし、 No.1 及び No.4 ポンプ 場のみ)
既設 VHF 電話装 置改造	—	—	1 式	—
電線、ケーブル	—	—	1 式	—

* ダブрук配水池にも各々 1 面設置する。

5. 吐出弁

機器名及び項目	既設機器の内容	既設機器の内容 (リハビリ時の機器)	拡張機器の内容 (1 ポンプ場当たり)	拡張後の機器 (1 ポンプ場当たり)
台数	3 台	1 台	3 台	4 台
口径	φ 300	φ 450	同左	同左
型式	ボール弁	ボール弁	同左	同左
駆動方式	油圧駆動式	電動駆動式	同左	同左
圧力クラス	ANSI300	ANSI300	同左	同左

6. 吐出側継手

機器名及び項目	既設機器の内容	既設機器の内容 (リハビリ時の機器)	拡張機器の内容 (1 ポンプ場当たり)	拡張後の機器 (1 ポンプ場当たり)
台数	3 台	1 台	3 台	4 台
口径	φ 300	φ 450	同左	同左
材質	鋼管	鋼管	同左	同左
圧力クラス	ANSI300	ANSI300	同左	同左

7. 吸込、吐出配管

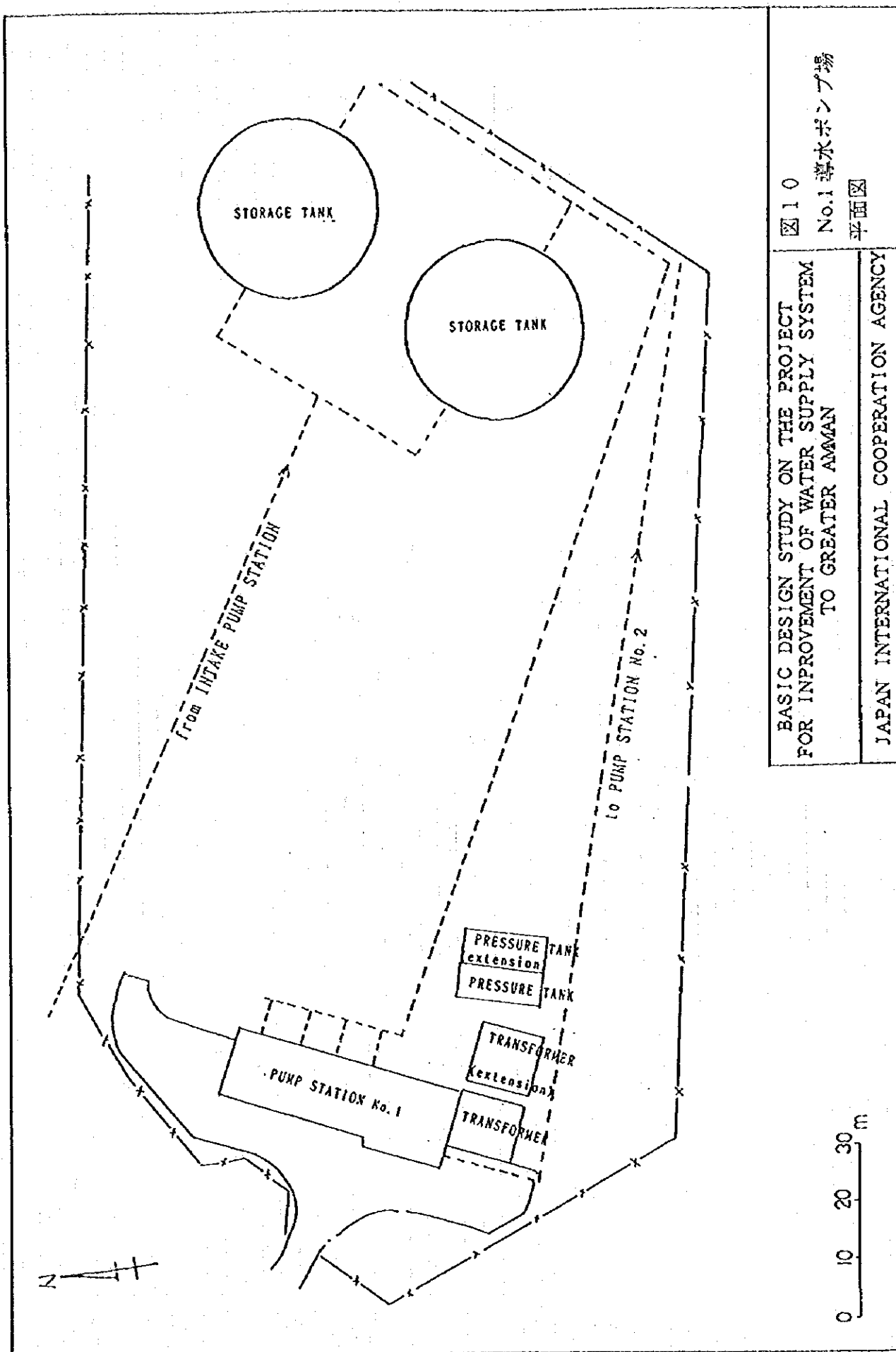
機器名及び項目	既設機器の内容	既設機器の内容 (リハビリ時の機器)	拡張機器の内容 (1 ポンプ場当たり)	拡張後の機器 (1 ポンプ場当たり)
組数	3 組	1 組	3 組	4 組
口径	φ 300	φ 450	同左	同左
材質	鋼管	鋼管	同左	同左
圧力クラス	ANSI300	ANSI300	同左	同左

8. サージタンク

機器名及び項目	既設機器の内容	既設機器の内容 (リハビリ時の機器)	拡張機器の内容 (1ポンプ場当たり)	拡張後の機器 (1ポンプ場当たり)
型式	横置き型		横置き型	横置き型
寸法	D 1,900x10,700		D 1,900x10,700	D 1,900x10,700
圧力クラス	ANSI300		ANSI300	ANSI300
台数	1台		1台	2台

(4) 基本設計図

- 図10 No.1 導水ポンプ場平面図
- 図11 No.2 導水ポンプ場平面図
- 図12 No.3 導水ポンプ場平面図
- 図13 No.4 導水ポンプ場平面図
- 図14 ポンプ場内機器配置図 (No.1~No.4)
- 図15 ポンプ場内配線接続図
- 図16 ポンプ場単線結線図



BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

図 10
No.1 導水ポンプ場
平面図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

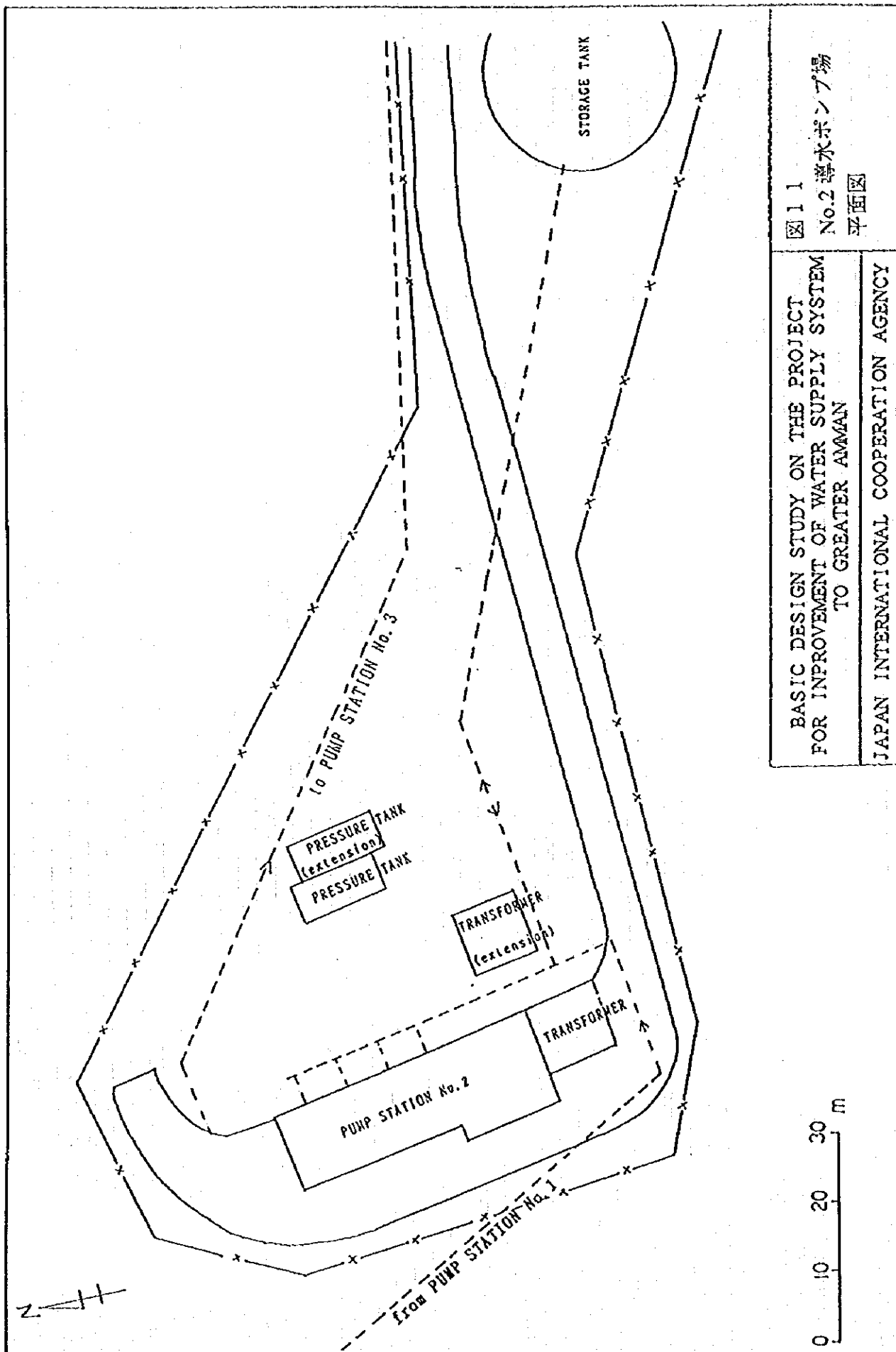
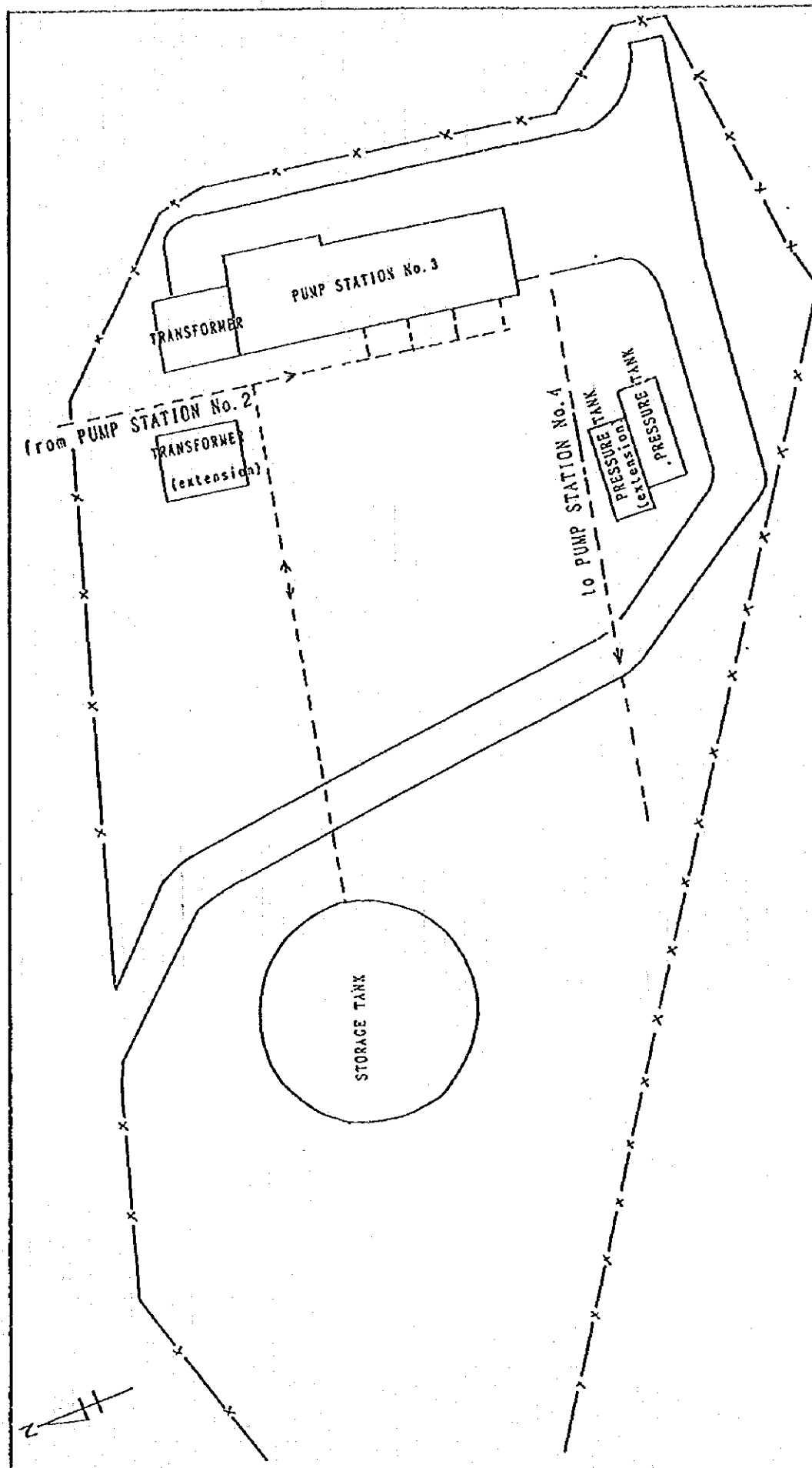


図 1 1
No.2 導水ポンプ場
平面図

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

図 1 2
No.3 導水ポンプ場
平面図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

0 10 20 30 m

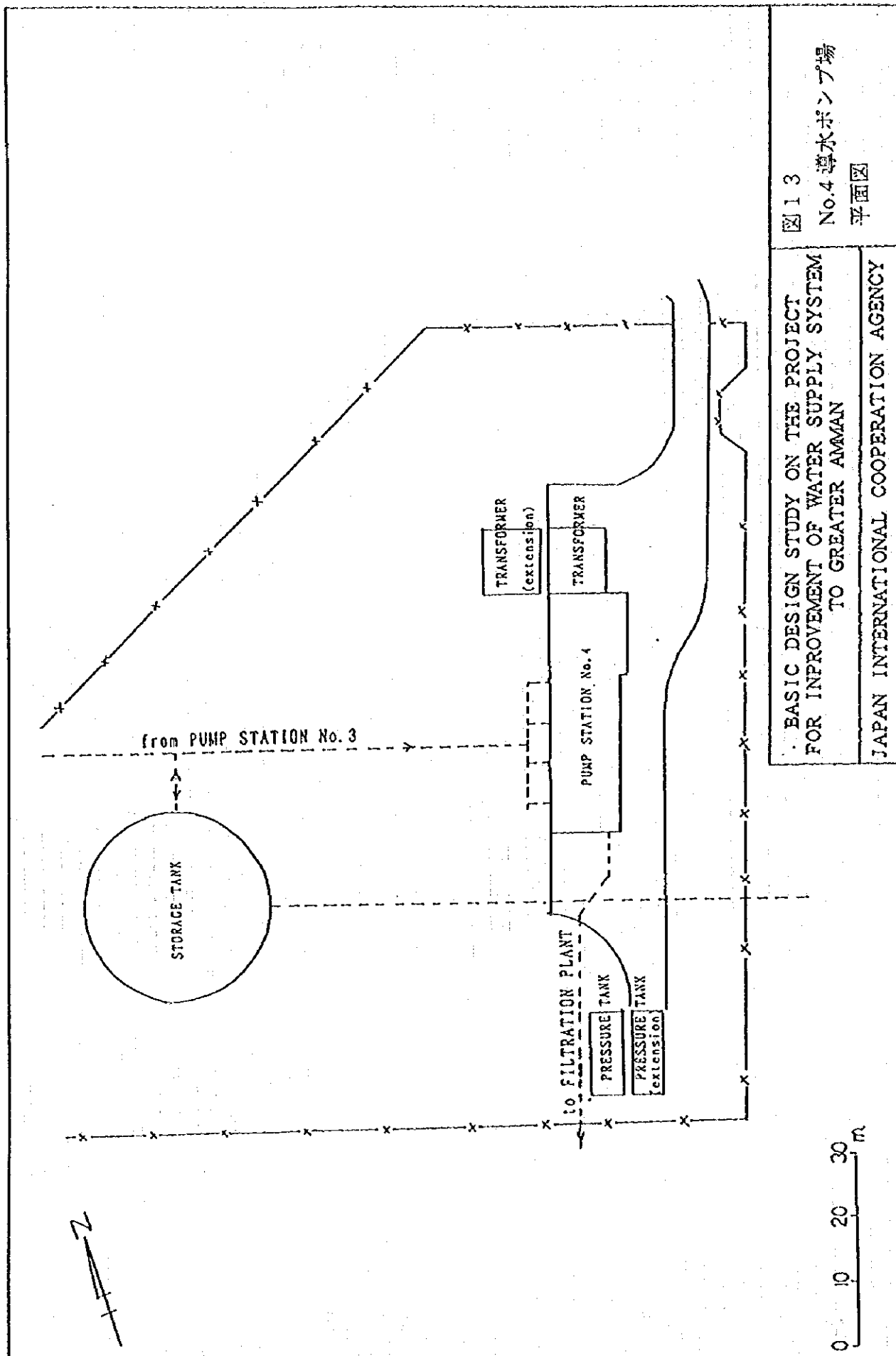


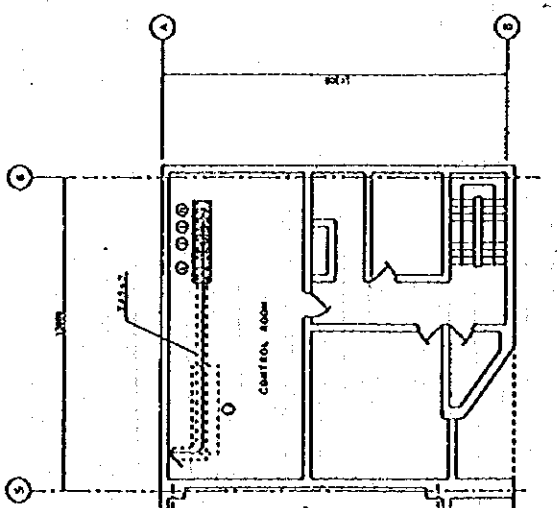
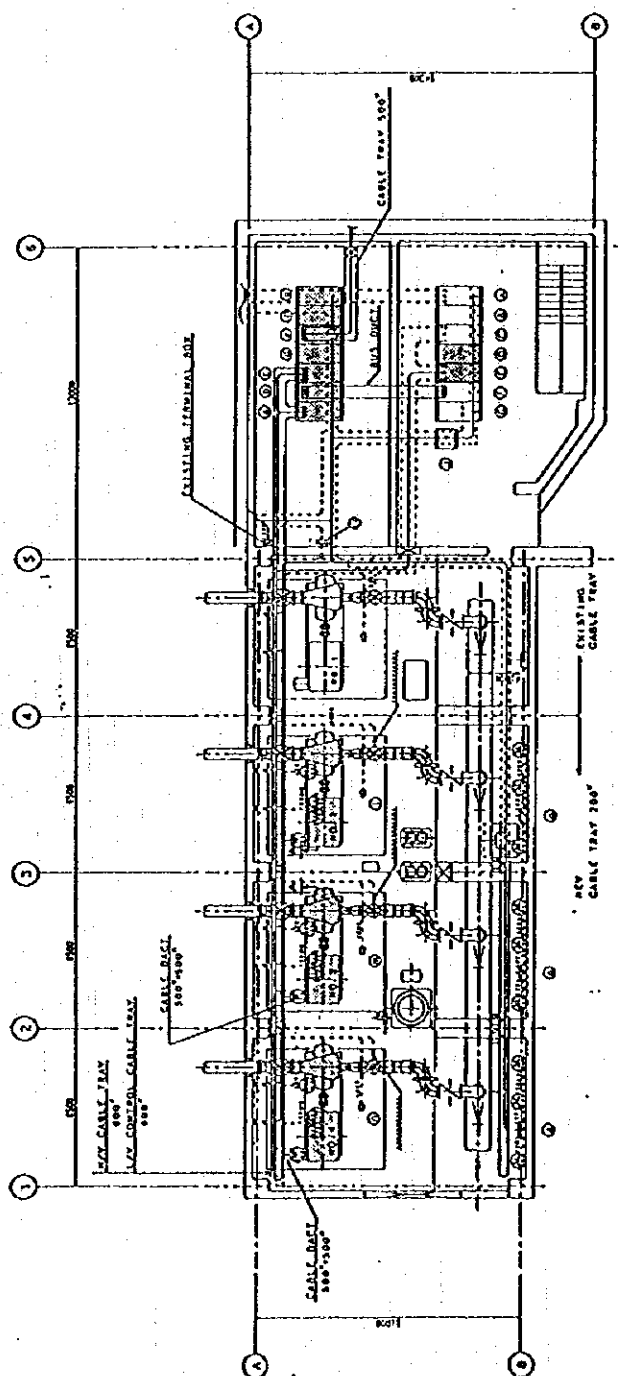
図 1 3

No.4 導水ポンプ場

平面図

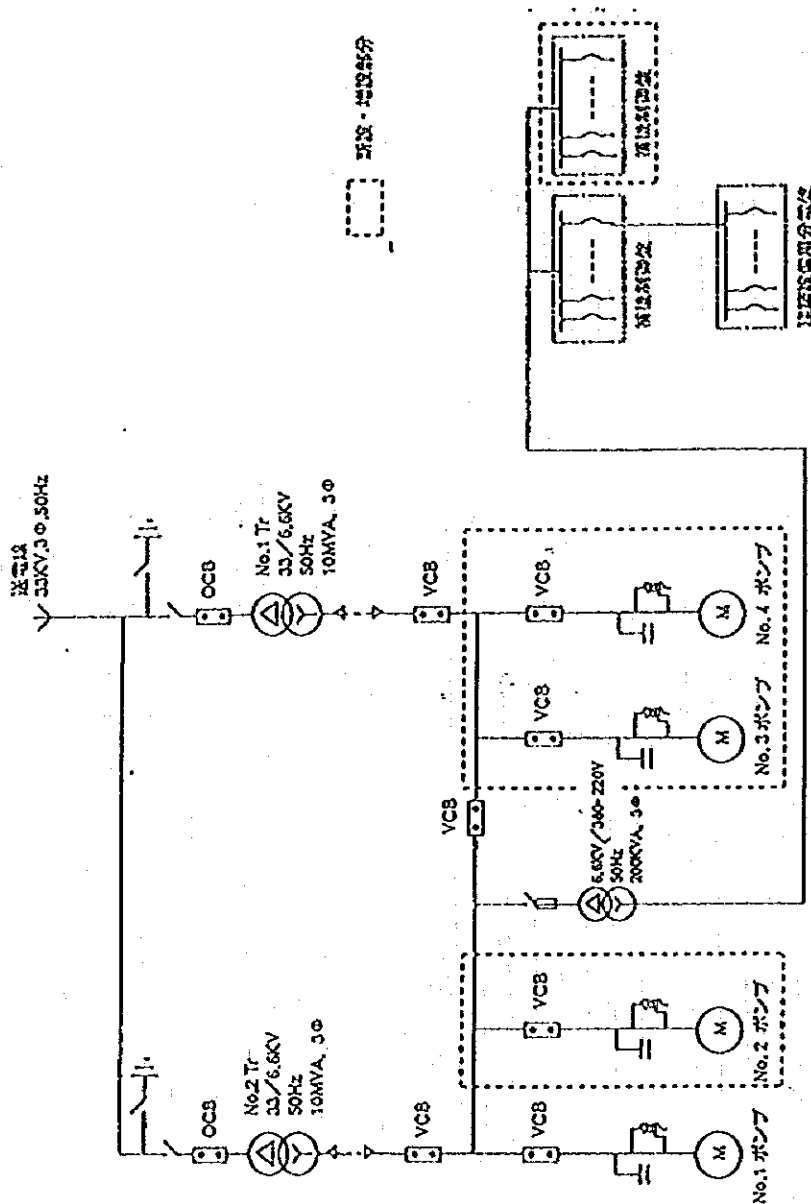
BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



分派工器

**BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN**



No.1 PS	3,200KW	3,200KW
No.2 PS		
No.3 PS	3,300KW	3,300KW
No.4 PS	3,500KW	3,500KW

3,200KW	3,200KW
3,300KW	3,300KW
3,500KW	3,500KW

ポンプ増設計画図 (2/2)

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

図 1 6

ポンプ場単線結線図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

浄水場拡張

(2) ザイ浄水場の水質の現況

浄水場拡張にあたり、水質の現状及び拡張時の水質を検討した上で、薬品注入設備を含めた浄水方式を検討する。

1994年1月～1996年5月の間におけるザイ浄水場原水・浄水の主要水質項目の月平均値は、次のとおりである。

表18 ザイ浄水場の平均水質

水質項目	原水	浄水
アルカリ度 (mg/l)	199～264	157～216
pH 値	8.06～8.50	7.75～8.10
硬度 (mg/l)	256～312	246～314
電気伝導度 (us/cm)	589～944	591～956
全溶解性物質 (TDS・mg/l)	377～673	378～612
濁度 (NTU)	6～207	0.00～0.09
全浮遊性物質 (mg/l)	554～981	484～631
総トリハロメタン T-THMs *(mg/l)	-	0.033～0.088
糞便性大腸菌 (MPN/100ml)	142～2,960	0

(*1995年1月～1996年5月の個々の値による)

上記の表から水質上の特徴として次の点が挙げられる。

- ・カルシウム、マグネシウム等の溶解性無機塩類の濃度が高く、よってアルカリ度、PH値、硬度、電気伝導度、全溶解性物質(TDS)がいずれも高いレベルにある。しかし、浄水水質はいずれもジョ国飲料水水質基準の許容値あるいは最大値に適合している。
- ・原水濁度は変動が大きく、かなり高い値に達することがあるが、浄水は安定して低いレベルにある。
- ・トリハロメタン(THM)がかなり高いレベルにある。給水栓水については測定されていないが、滞留時間が長い場合は、給水栓水において基準(暫定)の 0.1mg/l を超えている可能性が高い。
- ・糞便性大腸菌は原水でやや高いレベルにあるが、浄水ではほとんど検出されておらず、消毒は十分に行われている。

- ・重金属類については、1996 年 1 月から亜鉛、クロム、カドミウム、コバルト及び銅の試験が行われているが、いずれも低濃度であり問題はない。ただし、カドミウムは水質基準が最大値で 0.005mg/l に設定されているのに対し、検出限界は 0.02mg/l 程度のものであるので、分析方法を改善することが望ましい。

(3) 拡張時の原水水質

① 水源の種類

ザイ浄水場の原水は、主に 3 種類の異なる水源からの水によって構成されている。つまり、ヤルムク川表流水、ティベリウス湖水及びムヘイバ井戸の地下水の 3 種類である。1995 年 10 月 27 日～12 月 6 日及び 1996 年 4 月 4 日～6 月 26 日に行われた水質調査の結果からすると、3 種類の水源の水質には次のような特徴がみられる。

・ヤルムク川

濁度は 3 水源中で最も高く、また変動も大きい。調査期間中の濁度は比較的低いレベルにあったが、降雨時には高いレベルに達することがある。また、アルカリ度は比較的高いレベルにあるが、pH 値、電気伝導率、TDS はやや低いレベルある。

・ティベリウス湖

貯水中の蒸発作用により、伝導度、TDS が上昇し、他の水源に比較して高いレベルになっている。また pH 値も高いレベルにあるがこれは藻類の光合成作用によると考えられる。一方、沈殿作用によって濁度は低いレベルにある。また貯水中にプランクトン藻類の繁殖が起こる可能性が高い。

・ムヘイバ井戸

3 水源中、アルカリ度は高いが、pH 値、電気伝導率、TDS は最も低い。また、濁度も低いレベルにあり、全体として水質は良好である。

② 拡張時の原水水質

ザイ浄水場の原水水質は、基本的には上記 3 水源の水量比によって変化する。前期

の調査期間内における濁度についてみた場合、取水点上流の North shona における濁度はヤルムク川アダシアの濁度と相関関係があり ($r=0.6817$)、濁度の低いムヘイバ井戸及びティベリウス湖からの水が混合することによって、取水点上流の North shona の濁度はヤルムク川のその約 60% の値となる。ただし、降水時には支川 (Side Wadis) 等からの流入水によって大きく影響を受ける。

また、他の項目もそれぞれにティベリウス湖及びムヘイバ井戸の水の影響を受け、North shona ではヤルムク川に比較して pH 値、電気伝導率、TDS は上昇し、アルカリ度は低下する。

しかし、濁度の場合も含め、3 水源の水量比がかなり変化したとしても、ザイ浄水場における現在の薬注率を大幅に変化させなければならぬような水質変化は生じないと考えられる。ただし、有機物に関しては、TOC、COD の少数のデータがあるのみであり、また採水地点の統一性に欠ける面もあって解析は難しく、THM 前駆物質の主たる供給源は明確でない。THM 対策のために活性炭を使用するのであれば、注入率は現在よりも大きく取れる設備を設置する必要がある。しかし、多量の活性炭を注入することは、費用の面で困難と考えられるので、本計画には含まないこととする (資料 6 及び 7 参照)。

(4) 現在の薬品注入状況

現在、ザイ浄水場に設備されている薬品注入設備は次のとおりである。

表 1 9 既設薬品注入設備

	平均注入率(mg/l)	最大注入率(mg/l)
前塩素	3	6
中間塩素	1	3
後塩素	0.5	1
硫酸ばんど	10	40
苛性ソーダ(25%液)	5	10
活性炭(粉末)	2	10
過マンガン酸カリウム	2	5
有機高分子凝集剤(カチオン)	1	2
有機高分子凝集剤(アニオン)	0.02	0.04

これに対し、1994 年 1 月～1996 年 5 月の間における月平均注入率は次のとおりであった。

表 2 0 薬品平均注入率

薬品注入設備	平均注入率 (mg/l)
後塩素	2.27～ 4.00
硫酸ばんど	16.24～22.71
活性炭(粉末)	0.60～ 2.97
過マンガン酸カリウム	0.77～ 3.05
有機高分子凝集剤(カチオン)	0.15～ 1.99

- ① 前塩素及び中間塩素は THM 対策上から用いられていない。
- ② 苛性ソーダは、原水の pH 値及びアルカリ度が高いレベルにあることから用いられていない。
- ③ 有機高分子凝集剤(アニオン)は凝集上不要であることから用いられていない。
- ④ 軟化剤は浄水の TDS 及び総硬度が、水質基準の最大値 1,500mg/l 及び 500mg/l を大きく下回っていることから、用いられていない。
- ⑤ 活性炭は臭気除去の目的で用いられている。
- ⑥ 過マンガン酸カリウムは有機物を酸化分解し、THM の前駆物質を低減化するために用いられており、注入率はジャーテストにより微紅色が残る程度に設定されている。
- ⑦ 硫酸アルミニウム及び有機高分子凝集剤 (カチオン) の注入率は、毎日 3 回のジャーテストにより設定されている。
- ⑧ 以上の諸薬品の他、藻類を除去する目的で硫酸銅が注入されることがある。

(5) 拡張時の薬品注入

① 苛性ソーダ及び有機分子凝集剤(アニオン)

原水水質及び現行の高い凝集効果からして、今後とも使用の必要が生じる可能性はない。したがって、注入設備を設ける必要はないと考えられる。

② 軟化剤

TDS 及び総硬度の処理目標値を、今後とも水質基準の最大値におくのであれば、注入設備を設ける必要はないと考えられる。

③ 硫酸ばんど及び有機高分子凝集剤(カチオン)

現行の処理において除濁は十分に行われている。また、1995 年の各月において原水濁度が最大値または最小値を示した日の注入率は硫酸アルミニウムが 17.10～27.20mg/l、カチオンが 0.35～1.07mg/l であり、原水濁度との間に相関はほとんど認められない。したがって、硫酸アルミニウム及びカチオンの注入率を今後大きく変化させる必要はないと考えられる。

④ 塩素

浄水の THM がかなり高いレベルに達する場合があることから、塩素は原則としてすべて後塩素として用いるべきである。

現状では糞便性大腸菌群を指標とし得る病原生物に対しては消毒は十分であるといえる。しかし、1995 年までの試験結果では浄水から従属栄養細菌が数個/ml 検出されていることから、THM 対策のために塩素注入率を現在より低下させることは好ましくない。

⑤ 過マンガン酸カリウム

有機物を酸化分解し、THM の生成量の低減化を図る目的で注入されていると考えられるが、有機物の指標となる項目の試験があまり行われていないため、その低減化効果を数値的に把握することができない。

また、注入率はジャーテストにより微紅色が残る程度に設定されており、それ以上に注入率を上げた場合は、過マンガン酸イオンが浄水中に漏出するおそれがあるので、注入率を現状以上に増加させることは好ましくない。

⑥ 活性炭(粉末)

現在は臭気除去の目的で注入されており、月平均注入率は最大でも 3mg/l 未満であり、THM の低減化にはあまり効果をあげていないと考える。THM の低減化のために活性炭(粉末)を使用するのであれば、前述したように最大注入率を大きく取れる設備を設置する必要がある。しかし、本計画では、現状のままとする(資料7参照)。

(6) 浄水方式

既存施設の改造で浄水量の増加を図る方法は、長期にわたる大改造をとまなうため、既存施設の運転停止が長くなる。アンマン市の需要量の半分弱を占める既存浄水場を停止する方法を採用することは非現実的であるため、浄水量増加は通常の施設拡張で対応し、既存施設と同等の施設を増設することとし、基本的に次の方針で計画する。

① 設計方針

a) 既存浄水(凝集沈殿・急速濾過)方式の処理結果は良好であり、また将来の水質に対しても良好な処理結果が期待できるため、さらに職員は現在の浄水場運転に熟達していることから、原則として、拡張時の浄水方式は既存の浄水方式を踏襲する。

b) しかし、薬品注入設備については前述のとおり下記の変更を加える。

・陰イオン系高分子凝集剤注入、苛性ソーダ注入および軟水設備は使用されておらず、また、今後も使用する必要がないため廃止する。

・中塩素(注入率 3mg/l、以下同じ単位)、後塩素(1)、硫酸アルミニウム(40)、粉末活性炭(10)、過マンガン酸カリウム(5)、陽イオン系有機高分子凝集剤(2)の6種類の薬品は使用されてきており、今後も必要である。なお、拡張する6種類の薬品を注入設備は、上記の廃止する設備のスペースを利用して配置する。

・なお、臭気対策として設置されている活性炭を、THM（トリハロメタン）対策として用いることが有効と考えられるが、本計画では設備しない（資料7参照）。

c) 原水調整池、ろ過池洗浄排水池、浄水池および洗浄水タンク等は、計画水量に対しても十分な容量を持っているので、拡張を行わない。

d) 拡張施設・建物・機器（混和池、フロック形成池、沈殿池、急速濾過池、発電機棟、薬品貯蔵棟、洗浄水揚水ポンプ等）に対して既存施設の設計基準を適用し、同等のものを増設する。ただし、ろ過池洗浄排水返送ポンプの容量は、既存ポンプの容量が不足し濾過池洗浄に支障を来しているため、既存の2台の容量（7.2 m³/分）より大きな容量（10.4 m³/分）のポンプを2台増設する。

② 拡張する施設

上記の検討の結果、本計画において拡張する施設は表2-1のとおりである。

表2-1 拡張する浄水施設

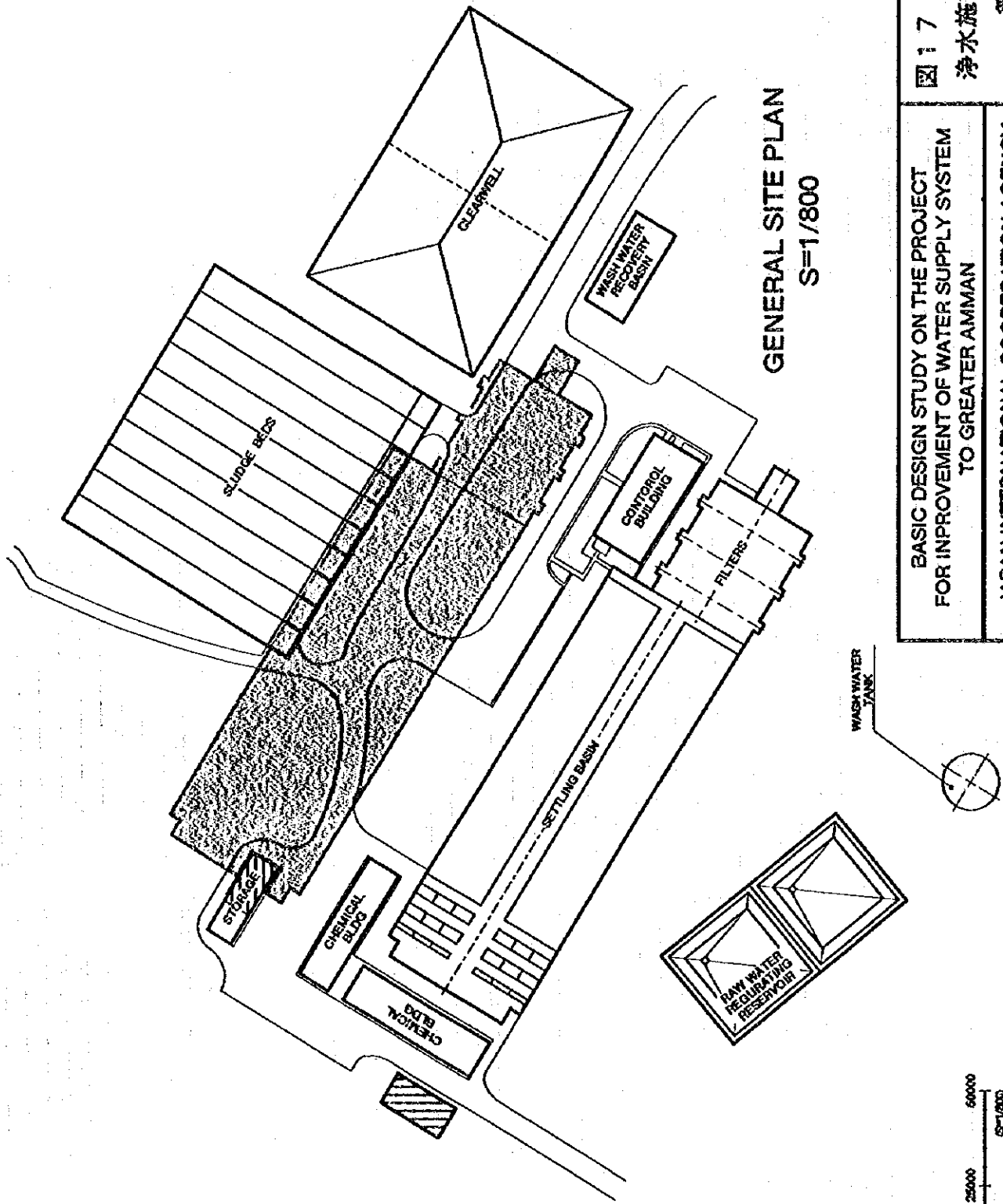
施設名	内 容
薬品注入設備	陽イオン系高分子凝集剤注入ポンプ、塩素注入機および硫酸ばんどの各注入機・ポンプの増設
凝集・沈殿設備	混和池 1池、フロック形成池 2池、沈殿池 2池増設、急速攪拌機 2台、フロキュレーター 18台、汚泥掻き機 2台増設
急速ろ過設備	急速ろ過池(複層式) 6池および流出堰井 1池増設 洗浄水ポンプ 2台、洗浄排水回収ポンプ 2台増設
汚泥乾燥床	既存乾燥床撤去分 2床の移設
場内連絡管・排水管	原水池～急速攪拌池間、ろ過池～浄水池間の連絡管の増設および沈殿池およびろ過池からの排泥および洗浄排水管の増設
発電機設備・発電機棟	非常用最小保安電源としてのディーゼル発電機 (250 kVA)および発電機棟の増設
薬品貯蔵棟	沈殿池築造のために壊される既設薬品貯蔵庫の移設および拡張分の増設
電気・監視制御盤設備	受変電・配電設備および薬品注入・浄水機器運転制御設備の増設

(7) 敷地・施設配置計画

① 配置計画

上記の処理方式で、さらに既存浄水場の空きスペースに配置できるように拡張施設の配置を表2-2に示す比較検討の上、下記の理由で第1案(図1-7参照)を採用した。

- ・ 浄水場管理職員は既存浄水場の運転に熟達している。
- ・ 薬品注入棟の撤去・建直しの必要がない。
- ・ 拡張後も十分な管理道路スペースが確保できる。
- ・ 拡張施設の建設コストが安い。

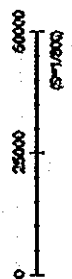


GENERAL SITE PLAN
S=1/800

図 17
浄水施設配置計画
第 1 案

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



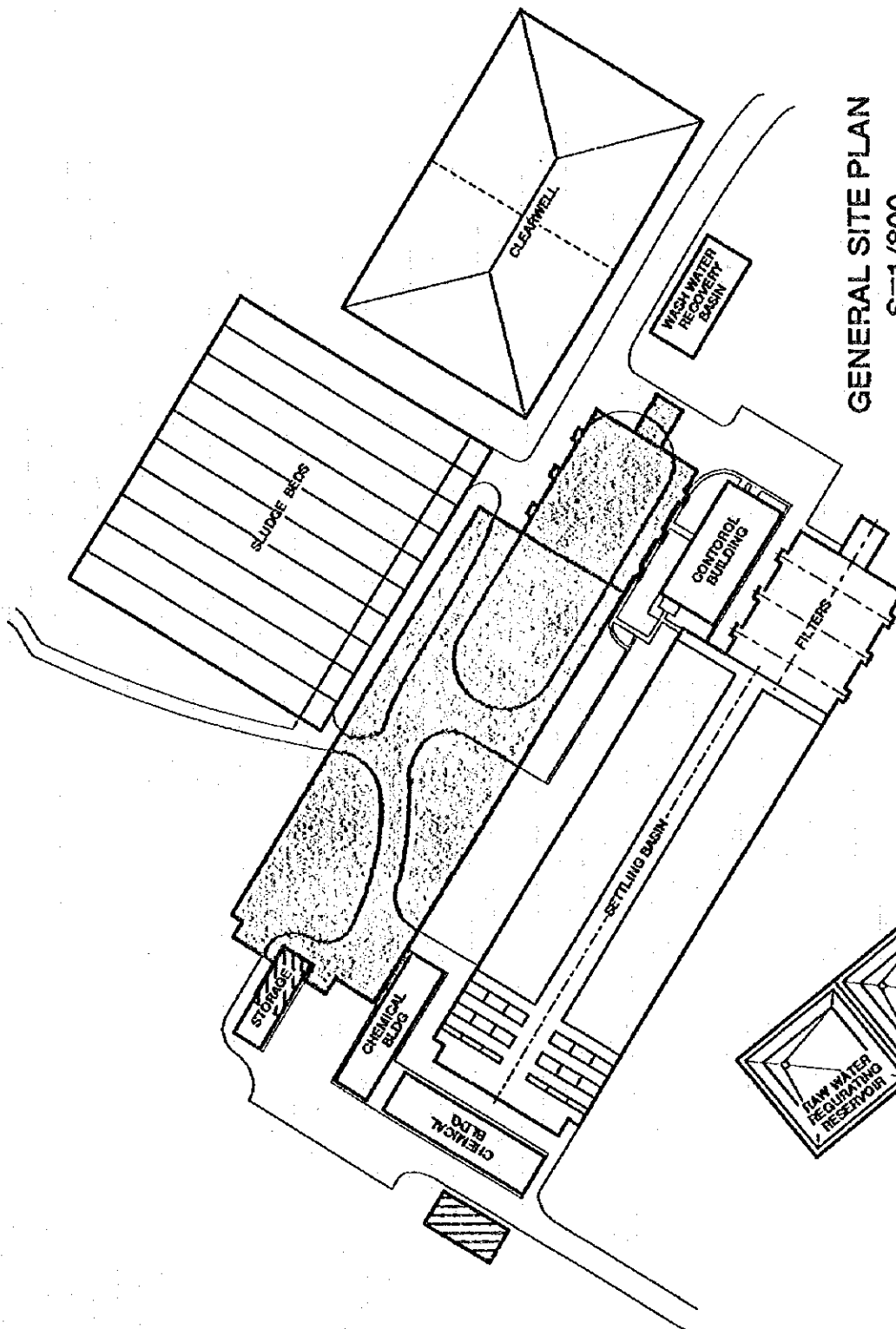


図 1 8

浄水施設配置計画

第 2 案

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 1 9

浄水施設配置計画

第 3 案

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

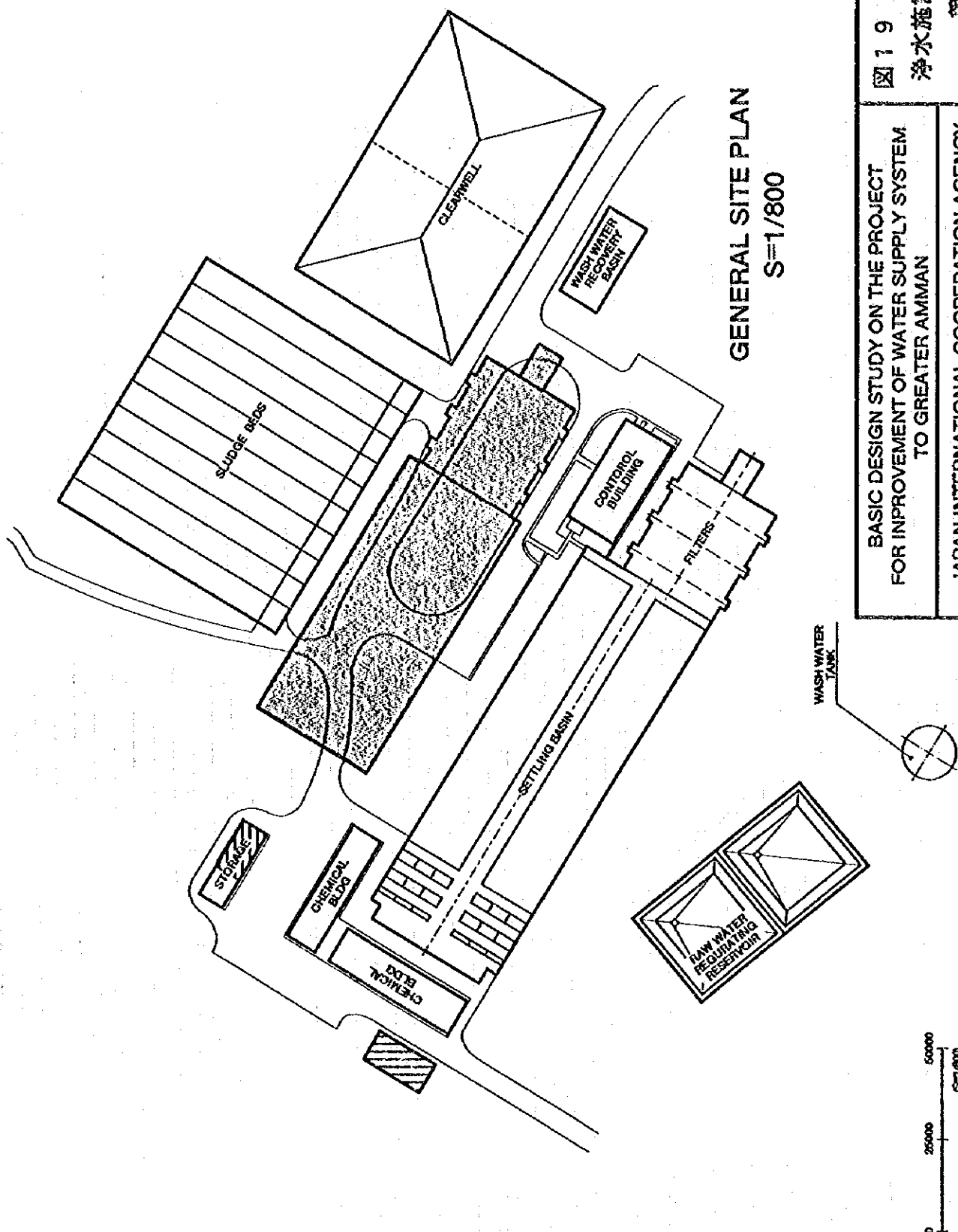


表 2 2 浄水施設配置計画比較表

項 目	第 1 案	第 2 案	第 3 案
配置計画の条件	1)既設沈殿池・ろ過池と同一施設 2)薬品貯蔵棟を遺す	1)同左 2)拡張施設を既設施設に近ずけて並べる	1)傾斜板の使用により沈殿池の容量を縮小
維持管理	1)既存と同じであり、維持管理は容易	1)同左	1)沈殿池の運転方式が既設と比べて複雑
移転すべき構造物	1)汚泥乾燥床・ろ過地洗淨水排水池への操作ケーブルの移設 2)汚泥乾燥床の一部撤去と撤去分に替わる 2 池増設	1)同左 2)薬品注入棟の内電気室・発電機室・工作室の移転	1)同左
工事に伴う機能停止期間	1)短期間	1)薬品注入棟の電気盤の移動のため浄水場運転の長時間停止が必要	1)短期間
管理道路	1)十分な管理道路スペースあり 2)浄水池側管理道路築造のため浄水池覆蓋の補強が必要	1)管理本館とろ過池の間に車が通る築造は困難 2)沈殿池間に大型車が入るスペースがとれないので維持管理ができない	1)管理本館とろ過池間に管理道路用地はほとんどとれない
建設費	小	大	小
維持管理費	小	小	大
採用案	○		

② 施設計画

拡張する浄水施設は、既存の浄水方式を踏襲し、同規模の施設を増設する。また、構造物全体がバランスよく配置されて、かつ工事用アクセス道路および大型車が搬入可能な維持管理用道路幅を十分確保できることを考慮して、既存施設と同じ形式・寸法の混和池、フロック形成池、沈殿池、急速ろ過池等を配置した。

共用施設を含めた増設構造物の池数・寸法・規模は表 2 3 のとおりである。

表 2 3 浄水場施設（構造物）の拡張内容

構 造 物		既存施設	拡張施設
原水調整槽	池数	2 池	拡張はしない。既存施設を共用
	寸法	32 m x 32 m x 5 m	—
	容量	10,240 m ³	—
	滞留時間	2 時間	1 時間
混和池	池数	1 池	同左
	寸法	17.7 m x 2.5 m x 1.8 m	同左
	容量	80 m ³	同左
	滞留時間	1 分	同左
ブロック形成池	池数	2 池 x 3 区画(1 池当たり)	同左
	寸法	5.8 m x 18.0 m x 4.5 m	同左
	容量	1,410 m ³	同左
	滞留時間	33 分	同左
	池内平均流速	53 cm/分	同左
沈殿池	池数	2 池	同左
	寸法	95 m x 18 m x 4.5 m	同左
	表面負荷率	1.5 m/時	同左
	池内平均流速	53 cm/分	同左
急速ろ過池	池数	6 池（複層式）	同左
	寸法	9.6 m x 4.6 m x 2 床	同左
	ろ過面積	88.32 m ²	同左
	ろ材（アンスラサイト）	600 mm	同左
	ろ材（濾過砂）	300 mm	同左
	ろ材（支持砂利）	300 mm	同左
	集水装置	ノズル式処理能力 868m ³ /m	同左
	ろ過速度	232 m/日	同左
ろ過池流出堰井	池数	1 井	同左
	寸法	5.2 m x 7.5 m x 3.9 m	同左
	容量	152 m ³	同左
	滞留時間	1.83 分	同左
ろ過池洗浄排水池	池数	1 池	拡張はしない。既存施設を共用
	寸法	26 m x 12 m x 3.95 ~ 5.3 m	—
	容量	1,440 m ³	—
	1 池当たり洗浄排水	894 m ³	—
	洗浄排水返送時間	120 分	60 分
洗浄水タンク	池数	1 池	拡張はしない。既存施設を共用
	寸法	16 m x 7 m	—
	有効容量	1,410 m ³	—
	洗浄水揚水時間	43 分（予備ポンプ運転の場合）	44 分
浄水池	池数	2 池	拡張はしない。既存施設を共用
	寸法	50 m x 40 m x 5 m	—
	容量	20,000 m ³	—
	滞留時間	3.9 時間	1.9 時間

汚泥乾燥床	池数	10床	移設分2床 (増設分はWAF負担)
	容量	$605 \text{ m}^3 \times 10 \text{ m} = 6,050 \text{ m}^3$	$605 \text{ m}^3 \times 2 = 1,310 \text{ m}^3$
発電機・電気・倉庫棟	数量	1棟	1棟
	寸法	35.7×9.6	$32 \text{ m} \times 8 \text{ m}$
	面積	343 m^2	256 m^2 RC造
塩素室・薬品倉庫棟	数量	1棟	1棟
	寸法	39.6×9.6	$25 \text{ m} \times 8 \text{ m} = 200 \text{ m}^2$
	面積	380 m^2	184 m^2 倉庫棟 64 m^2 塩素室

③ 構造計画

既設沈殿池の壁は擁壁構造であり、底盤は非常に薄い盤構造である（鞍部の岩盤を削り取って深度 10m 程セメントグラウティングを施した後、その岩盤上に底盤を築造している）。土質調査の結果、拡張する沈殿池の支持岩盤は、沈殿池上流側で地表より 6.5m、下流側においては 7m に存在することが明らかとなった。拡張沈殿池の底盤は地表より 5.3m となるので岩盤には到達しない。したがって底盤基礎を割栗石にて置換え、沈殿池をラーメン構造とすることにより底盤の擦れ・不等沈下を防止し、その安定を図ることとする。

浄水場（および導水ポンプ場）はヨルダン地溝帯に位置するために地震力を考慮する必要がある。沈殿池およびろ過池は半地中構造物なので地震力の影響は少ないが、建物は地上構造物なので地震力の影響を受ける。現在の浄水場およびポンプ場の建物は、米国の建造物の地震係数基準（Uniform Building Code, Zone 4、地震係数 0.4）を採用しているので、大きすぎる柱・梁構造になっている。したがって本設計においては、日本国内の道路橋基準に基づいて標準設計水平震度 0.2、地盤状況および重要別の補正係数を考慮して設計震度とする。

(8) 施設・機材計画

本計画における浄水設備は、大別して薬品注入設備、浄水機械設備および電気・監視制御設備にわけることができる。以下に拡張する設備の内容を記述する。

① 薬品注入設備

現在使用されていない薬品および注入点を変更している薬品もあるので、本計画においては、流量比例自動注入方式によることを踏まえ、次の条件に基づいて機器および配管の増設の計画を行う。

a) 硫酸ばんど

混和池に注入する。現在注入機は2台設置されているので、新規施設としては既設と同容量の注入機およびポンプ各々2台を増設する。

b) 陽イオン系高分子凝集剤

凝集補助剤として硫酸ばんど注入前と、沈殿しない微粒子のマイクロフロック生成のため沈殿池流出渠にも注入できる配管とする。沈殿池流出渠注入のためポンプ2台のみ増設する。

c) 塩素

中間塩素注入（沈殿池流出渠）、後塩素注入（ろ過池流出管）および補助注入（浄水池流出管）の3箇所とし前塩素注入は行わない。現在塩素注入機は3台あるので1系統の中間塩素および後塩素・補助塩素用とする。新規施設には2台の注入機・気化器を増設する。注入は中間塩素および後塩素とする。

上記計画に基づいて増設される機器は表24のとおりである。

表 2 4 薬品注入設備計画

薬品注入設備	既存設備	拡張設備
過マンガン酸カリウム注入機 (原水調整池へ注入)	ホッパー、フィーダー、 注入ポンプ各 1 台	設置せず
活性炭注入機 (原水調整池、混和池前、沈殿水 流出渠へ注入)	ホッパー、フィーダー、 注入ポンプ各 1 台	設置せず
硫酸バンド注入機 (混和池へ注入)	ホッパー、フィーダー、 注入ポンプ各 2 台	同左
高分子凝集剤注入機 (カチオン) (混和池前へ注入)	溶解タンク、貯留槽各 1 基 注入ポンプ 2 台	注入ポンプ 2 台
高分子凝集剤注入機 (アニオン) (沈殿池流出渠へ注入)	溶解タンク、貯留槽各 1 基 注入ポンプ 2 台	同左をカチオン設備に転用
苛性ソーダ注入機	軟水装置、注入ポンプ各 2 台 貯留槽 1 基	同左は不要
塩素注入機	塩素滅菌機 (37.5kg/h) 3 台 塩素気化器 2 台	塩素滅菌機 (40kg/h) 2 台 塩素気化器 2 台

② 浄水機械設備

混和池、フロック形成池、沈殿池および急速ろ過池に設置される機械設備（急速攪拌機、フロキュレーターおよび沈殿池汚泥掻取機）は、既存機器と同じグレードにより増設する。

既設フロキュレータは縦軸型が使用されているが、一般的に横軸型に比べて攪拌効果が必ずしも良くないといわれているが、現在の沈殿効果は良好であるため、操作員の運転・維持管理の利便性を考慮して、既設と同じ縦型を採用する。

既設の汚泥掻取機はポンプ吸引タイプである。原水の濁度が低いために高分子凝集剤を注入することによって硫酸アルミニウムの使用量を、硫酸アルミニウム単独注入量の半分程度にしているため、発生する汚泥量が少なくなり、ポンプ吸引タイプでの汚泥掻取が可能となっている。この状況は今後も変わらないため、同型を採用する。

アンスラサイト（無煙炭）及び砂を使用する複層ろ過法は、高速でろ過を行うために米国で開発された方法で、多くの場合ろ過速度は 15m/時（我が国では砂の単層ろ過で 5～6.25m/時）である。ろ過継続時間を同じにした場合、高速でろ過するには、

微粒子のろ層通過を防ぐためにろ層を厚くし、それによって増えるろ過抵抗を少なくするためにろ材の粒子を大きくしている。ザイ浄水場の2層ろ過池は既に何年にもわたって運転され、ろ過水の濁度も0.1NTU以下に処理されているので、本拡張施設も同一のろ材とろ層厚を採用する。米国における例とザイ浄水場ろ過池を比較すると表25のとおりである。

表25 ろ材の比較

項目		米国での例	ザイ浄水場
アンスラサイト	粒径	1.1~1.2mm	0.99mm
	層厚	760mm	600mm
砂層	粒径	0.6mm	0.55mm
	層厚	300mm	300mm
ろ過速度		15m/時	9.83m/時

洗浄水ポンプおよび洗浄排水回収ポンプは、以下のろ過池運転条件に基づいてその容量を決める。

現在の原水濁度は、高濁度192NTU、平均40.9NTU(何れも1995年)であり、凝集沈殿処理によって殆ど濁度1NTU前後まで処理されている。現在ろ過損失水頭計が故障のためろ過池洗浄に至る水頭損失が不明であるが、沈殿処理水濁度が低いことおよびろ材の粒度・ろ層厚から見てろ過継続時間を48時間(現状は24時間)にとってよいものと判断する。

ろ過池の洗浄は昼間に行う。現在4班による2交替制をとっており、昼間管理班(8:00~15:00)は5池洗浄、夜間管理班(15:00~8:00)は1池を洗浄している。したがって施設完成後は毎日1系統6池を洗浄することになり、現状と同じパターンの自動運転とする。

現在洗浄排水槽は底部から50cmの水面まで返送し、かつ洗浄水タンクが満水面に達しないとろ過池洗浄が行われない。したがって1時間々隔のろ過池洗浄のために予備ポンプ共2台の運転で何とかしのいでいる。

ろ過池の洗浄時間は現在表面洗浄が2m³/分で5分、逆洗を70m³/分で12.5分およびその前後31m³/分で5.5分、合計18分(逆洗水量1,045m³)の自動洗浄を行っている。したがって原水流入弁閉止から洗浄後のろ過池水位回復およびろ過開始まで約40分を必要とする。洗浄水揚水ポンプはろ過池逆洗と同時に運転開始とし、逆洗終了後44分で洗浄水タンク満水面まで揚水するものとする。

現在ろ過池洗浄排水1,055m³を予備共2台のポンプで原水調整池へ73分で返送している。施設拡張後も現在と同じパターンでろ過池洗浄が行われるが、ポンプ故障あるいはオーバーホールを考慮して2台を増設して、既設ポンプおよび新設ポンプ各1台を予備ポンプとする。返送時間はろ過池洗浄間隔から60分とする。

上記計画に基づいて増設される設備は表2.6のとおりである。

表2.6 浄水機械設備計画

浄水機械	機械の仕様	数量
急速 攪拌機	No.1: 立型パドルタイプ、ステンレス鋼製	1台
	No.2: 立型パドルタイプ、ステンレス鋼製	1台
フロッケーター	No.1: 立型ホップスライフ	6台
	No.2: 立型ホップスライフ	6台
	No.3: 立型ホップスライフ	6台
汚泥 掻き機	形式: 移動式汚泥ポンプ、最大速度 3 m/分、最小速度 0.3 m/分 汚泥ポンプ : 340 l/分 x 5 m ケーブル巻取方式: ドラムタイプ	2台
ろ過池 洗浄水 ポンプ	形式: 立型ポンプ、口径 300 mm x 揚水量 8.4 m ³ /分 x 揚程 20 m	2台
ろ過池 洗浄排水 回収ポンプ	形式: 立型ポンプ、口径 300 mm x 揚水量 10.5 m ³ /分 x 揚程 22 m	2台
サンプリ ング・ポンプ	原水、ろ過水(集合管)、塩素滅菌後(流出堰井)、処理水の4箇所 ポンプ形式: 渦巻タイプ、口径 25 mm x 揚水量 80 l/分 x 揚程 15 m	4台

③ 電気・監視制御設備

現在の浄水施設は、米国の無償援助によって建設されたもので、施設全体が米国式の浄水場であり、中央監視・遠隔操作方式が採られている。取水・導水ポンプ場は原水調整池の水位を監視しながら浄水場から遠隔操作によって運転・制御され、浄水場においても薬品注入率の変更、場内ポンプ運転の切り替え、汚泥掻寄機の運転は中央管理室の制御盤を通して行われている。またろ過池の洗浄は洗浄工程シーケンスに組み込まれて 12 時間毎に自動的に行われている。

これらの設備は高度なものであるが、既存施設とのバランス及び要員の技術レベルの高さから判断して、保守管理可能と判断されるので拡張部分も同じ考え方の設備とする。

浄水場内において薬品注入機、浄水機器、ポンプおよびろ過池電動弁の運転に必要な電力の受変電・配電設備、各導水ポンプ場および浄水場の運転監視・制御盤設備、ろ過池操作盤、最小保安電源としてのディーゼル発電機設備は、以下の条件に基づいて計画する。

現在、薬品注入および凝集・沈殿池機器系統と、ろ過池機器・管理棟系統の 2 箇所を受電し、各々降圧の上各機器に給電している。拡張施設に対しては、薬品注入・沈殿池機器系統及びろ過池系統について一括して受電する。

ザイ浄水場の制御室に設置する導水ポンプの制御テレメータ装置は、導水ポンプ場の自動制御機能を変更する必要があるため更新する。なお、浄水場の監視制御方式は、現行のグラフィックパネルによる運転技術に熟達し十分な運転を行っているため、現行の方式を踏襲して増設するが、運転管理帳票（日報等）の機能を付加した上で、既存の機器を利用して拡張分を増設する。

停電時最小保安電源として、ディーゼル発電機（容量 250kVA および燃料タンク、ホイストクレーン等の付属設備共）を増設する。なお、発電機の対象負荷は、急速攪

拌機、フロキュレータ、ろ過池弁類、薬注設備（硫酸バンド、高分子凝集剤、塩素）、計装設備、照明設備とする。

上記計画に基づいて増設される設備は表27のとおりである。

表27 電気・監視制御設備計画

1. 特高受変電設備

名称	器材仕様	数量
断路器	屋外形、手動操作式、36KV、400A	1式
電力ヒューズ	36KV、400A	1式
避雷器	屋外形	1式
変圧器	油入屋外形、500KVA、3Φ、33KV/380-220V	1台
低圧主幹盤	鋼板製屋外自立閉鎖形	1面
電線、ケーブル		1式

2. 非常用発電設備

名称	器材仕様	数量
ディーゼルエンジン発電機	空冷式、250KVA、380-220V、50Hz	1台
自動起動盤	鋼板製屋内自立閉鎖形	1面
燃料タンク	地下式、2000リットル	1基
燃料小出槽	屋内形、195リットル	1基
燃料配管		1式
電線、ケーブル		1式

3. 低圧動力設備（1系）

名称	器材仕様	数量
電力引込盤	鋼板製屋内自立閉鎖形	1面
コントロールセンタ	〃	1式
分電盤	〃	1式
補助継電器盤	〃	1式
現場操作盤（ポンプ用他）	鋼板製スタンド形	1式
電線、ケーブル		1式

4. 低圧動力設備（2系）

名称	器材仕様	数量
電力引込盤	鋼板製屋内自立閉鎖形	1面
コントロールセンタ	〃	1式
分電盤	〃	1式
補助継電器盤	〃	1式
現場操作盤（ポンプ用他）	鋼板製スタンド形	1式
電線、ケーブル		1式

5. 低圧動力設備（その他）

名称	器材仕様	数量
ろ過池操作盤	鋼板製屋内デスク形	1面
ろ過池現場操作盤	鋼板製屋外自立閉鎖形	1式
薬注設備現場操作盤	鋼板製スタンド形	1式
流量調整弁現場操作盤	〃	1式
無停電電源装置	鋼板製屋内自立閉鎖形	1面
電線、ケーブル		1式

6. 計装制御設備

名称	器材仕様	数量
中央監視制御盤（グラフィックパネル含む）	鋼板製屋内自立閉鎖形	1式
計装機器（拡張処理プラント検出器、信号伝送器、指示・調節器、積算器、および警報器用）		1式
電線、ケーブル		1式

7. 照明設備

名称	器材仕様	数量
分電盤	鋼板製屋内壁掛形	1面
照明器具	蛍光灯	1式
〃	水銀灯、屋外ポール形	1式
電線、ケーブル		1式

8. 電気防食設備

名称	器材仕様	数量
整流器盤	鋼板製屋外自立閉鎖形	1面
陽極		1式
電線、ケーブル		1式

9. 導水ポンプ場用制御・テレメータ設備（ザイ浄水場制御室）

名称	器材仕様	数量
グラフィック制御パネル	鋼板製屋内自立閉鎖形	1式
制御テレメータ装置（自動制御機能を含む）	〃	1式
信号入出力盤	〃	1面
データロガー	計測日報作成、卓上形（浄水場用機能も含む）	1式
既設VHF電話装置改造		1式
電線、ケーブル		1式

(9) 建築計画

(7)の敷地・施設配置計画で既に述べたが建築施設としては、浄水場内の発電機・電気・倉庫棟、塩素室・薬品倉庫棟がある。このうち、倉庫棟は既存倉庫棟の撤去に伴う移設分であり、他は拡張施設に伴う増設分である。移設・増設施設のグレードは既設と同じとする。

① 平面計画

機能		寸法 (m)	面積 (m ²)	算定理由
発電機・電気・倉庫棟		32 x 8	256	
発電機室	増設発電機用の部屋	7 x 8	56	機器寸法、保守点検スペースより (既存発電機室と同じ)
電気室	増設電気設備用の部屋	10 x 8	80	機器寸法、保守点検スペースより
倉庫棟	既存倉庫の移設	15 x 8	120	既存倉庫と同等面積
塩素室・薬品倉庫棟		25 x 8	200	
塩素室	増設分の塩素設備用	10 x 8	80	機器寸法、保守点検スペースより (既存塩素室と同じ)
薬品倉庫棟	増設分の薬品保管用	15 x 8	120	既存設備と同じ面積

② 断面計画

既存の電気・薬品等の断面寸法で機能上の問題が認められないため、既存建物と同等の断面形状（高さ3.5m、4.6m）とする。

③ 構造計画

設計荷重は日本の建築基準法に沿った自重、上載荷重、風荷重を見込むものとする。又ジョルダン国では地震が想定されるため、既設の建造物では米国の地震係数(0.4)が採用されているが、実状としては大きすぎるため当該建築物では日本の建築基準に基づいて計画する。基礎は逆T型の独立べた基礎で、基礎、柱、壁、スラブとも鉄筋コンクリート造りとする。

④ 設備計画

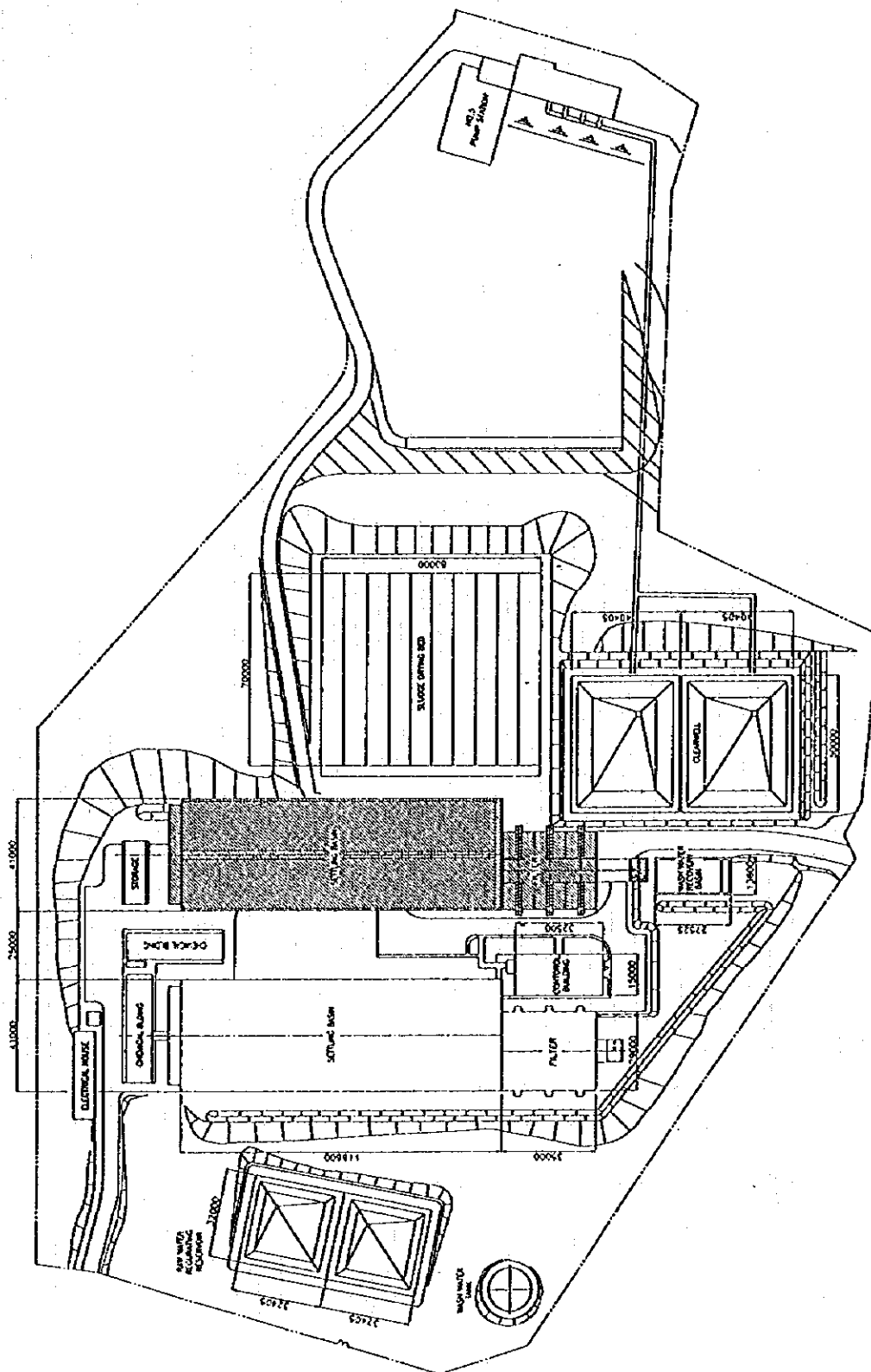
各部屋の形状・機能にあわせた一般的な照明設備、給水設備、換気設備を計画する。

⑤ 建築資材計画

部材	仕上げ計画	採用理由
屋根	アスファルト防水	現地で一般的
内、外壁	エマルジョンペイント仕上げ	既存建物と同等
床	コンクリート金こて仕上げ	薬品、倉庫、電気室では一般的
建具	アルミニウムサッシュ窓、銅製扉	既存建物と同等

(10) 基本設計図

- 図 2 0 浄水場平面図
- 図 2 1 浄水場機器系統図 (浄水施設)
- 図 2 2 浄水場機器系統図 (薬品注入設備)
- 図 2 3 浄水場機器系統図 (塩素注入設備)
- 図 2 4 浄水場薬品注入棟
- 図 2 5 浄水場単線結線図
- 図 2 6 浄水場中央制御室パネル配置
- 図 2 7 導・送水システム監視制御装置



GENERAL SITE PLAN

0 20 40 60 80 (m)

図 2 0
浄水場平面図

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

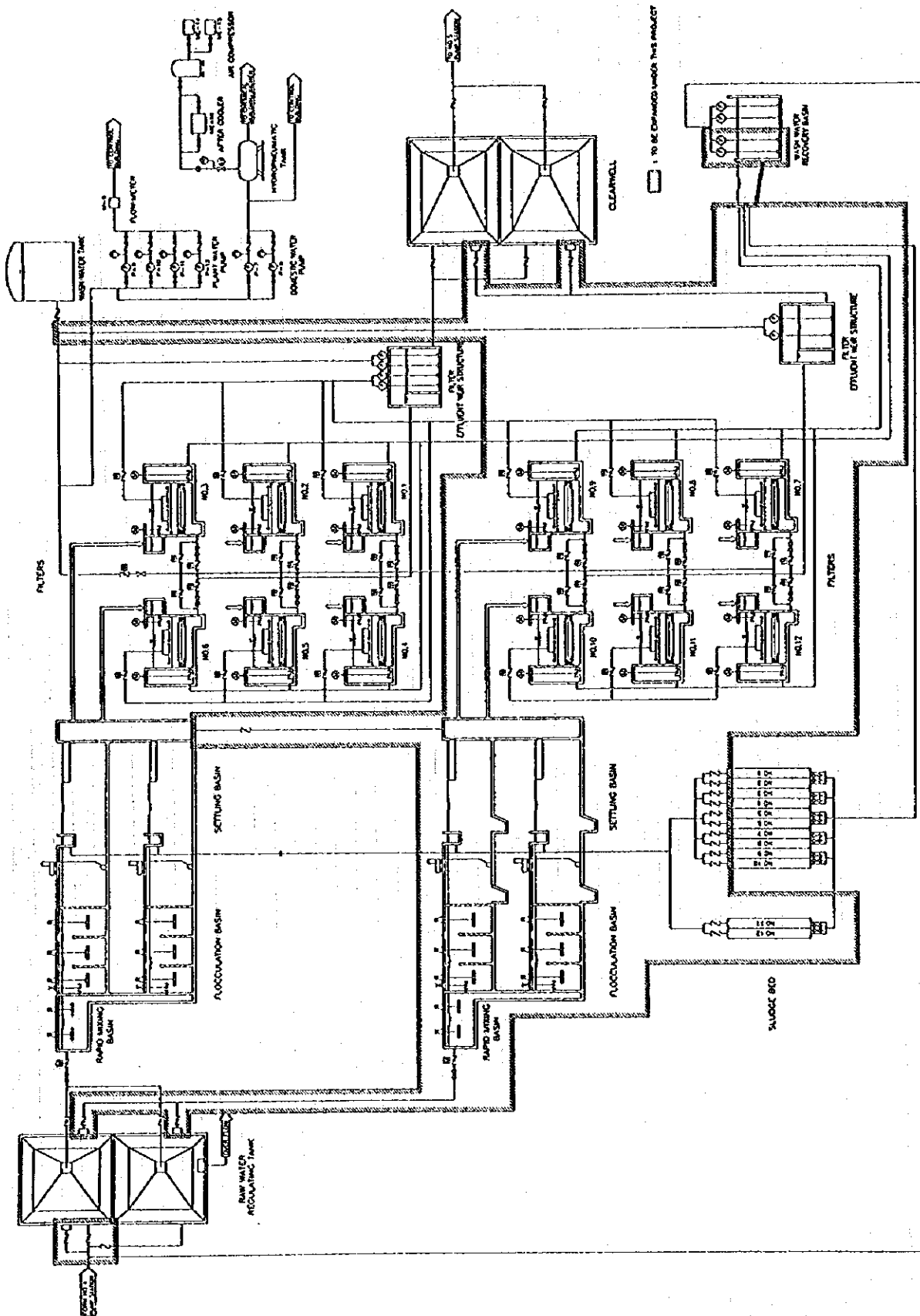
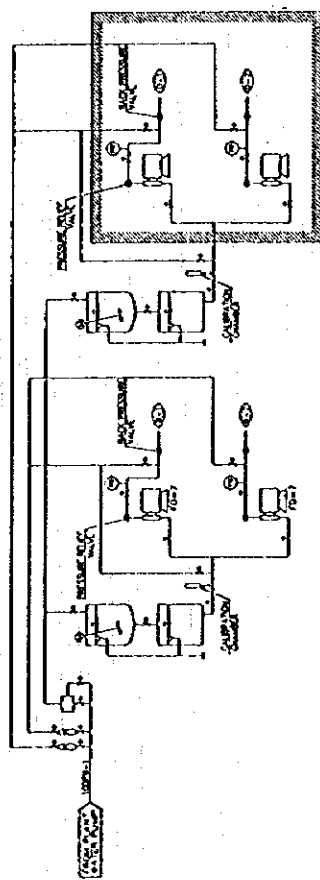
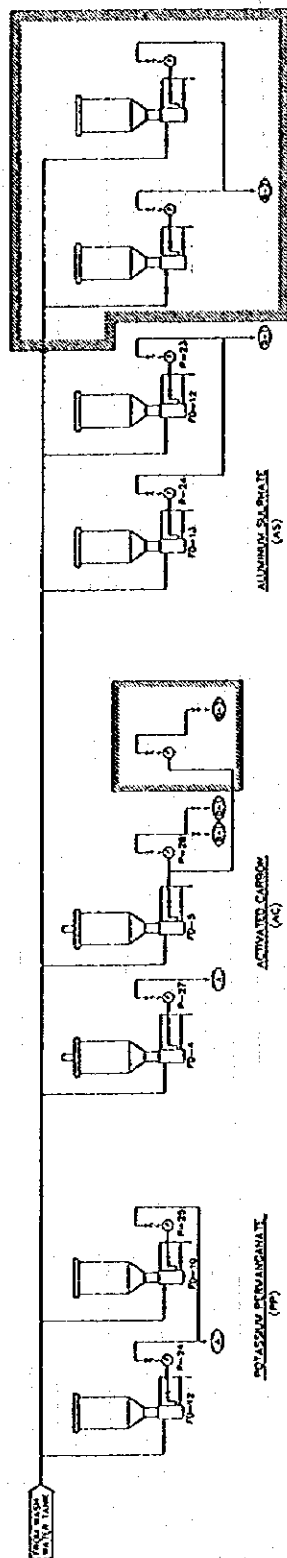
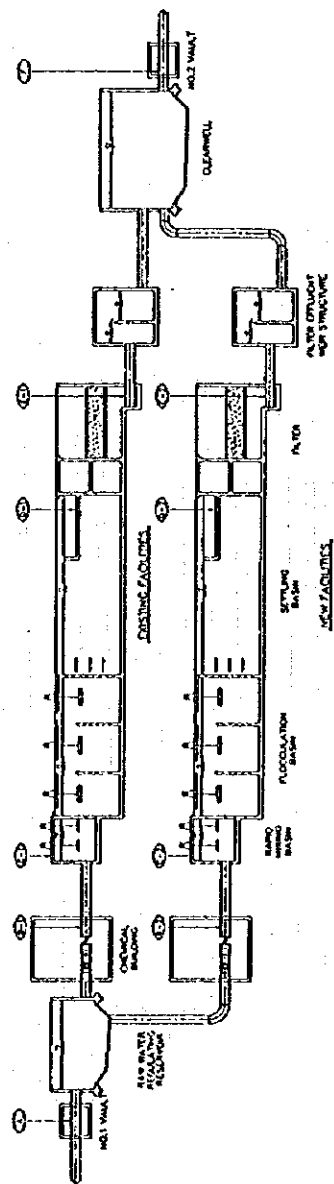


図 2 1
浄水場機器系統図
(浄水施設)

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



CHEMICAL	DOSEING POINT				
	PRE-TREATMENT	DOSEING POINT	POST-TREATMENT	DOSEING POINT	POST-TREATMENT
	①	②	③	④	⑤
PH	○	○	○	○	○
AC	○	○	○	○	○
AS	○	○	○	○	○
PC-1	○	○	○	○	○
PC-2	○	○	○	○	○

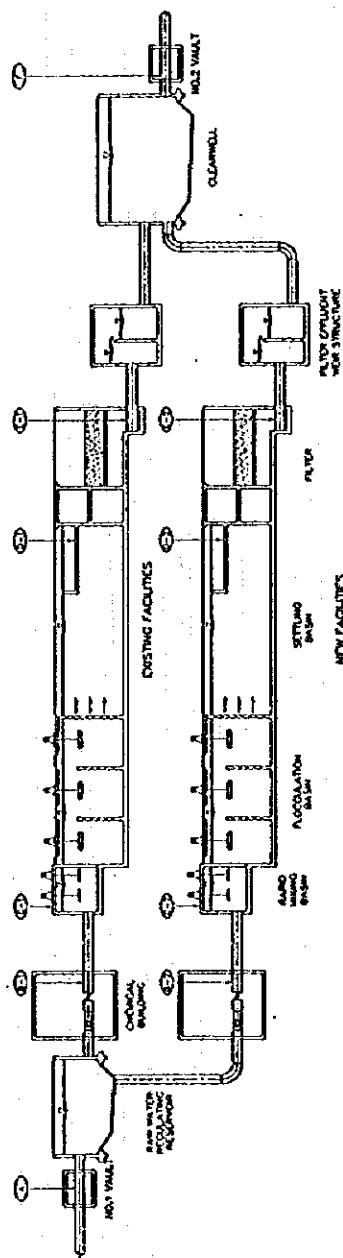
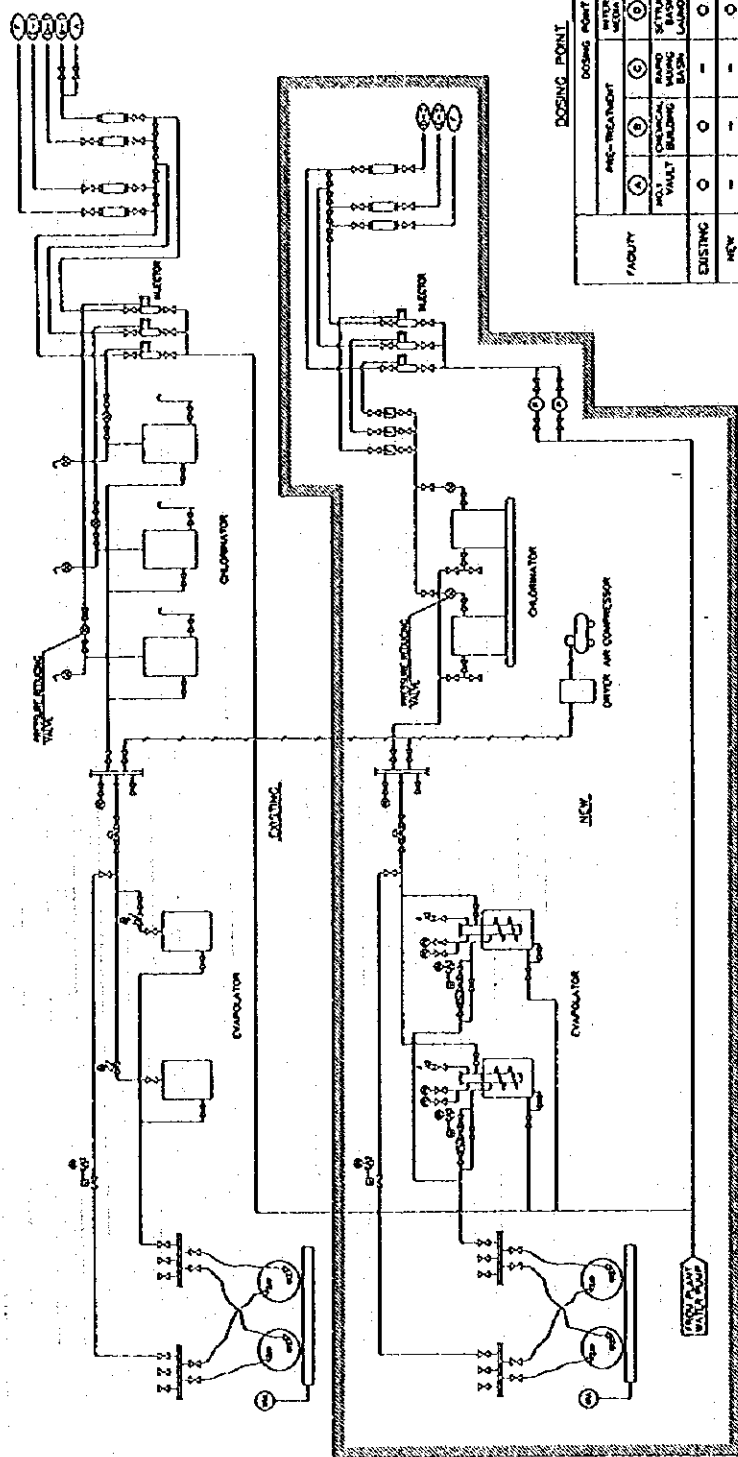


1 TO BE DEMAND UNDER TEST PROJECT

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

図 2
浄水場機器系統図
(薬品注入設備)

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

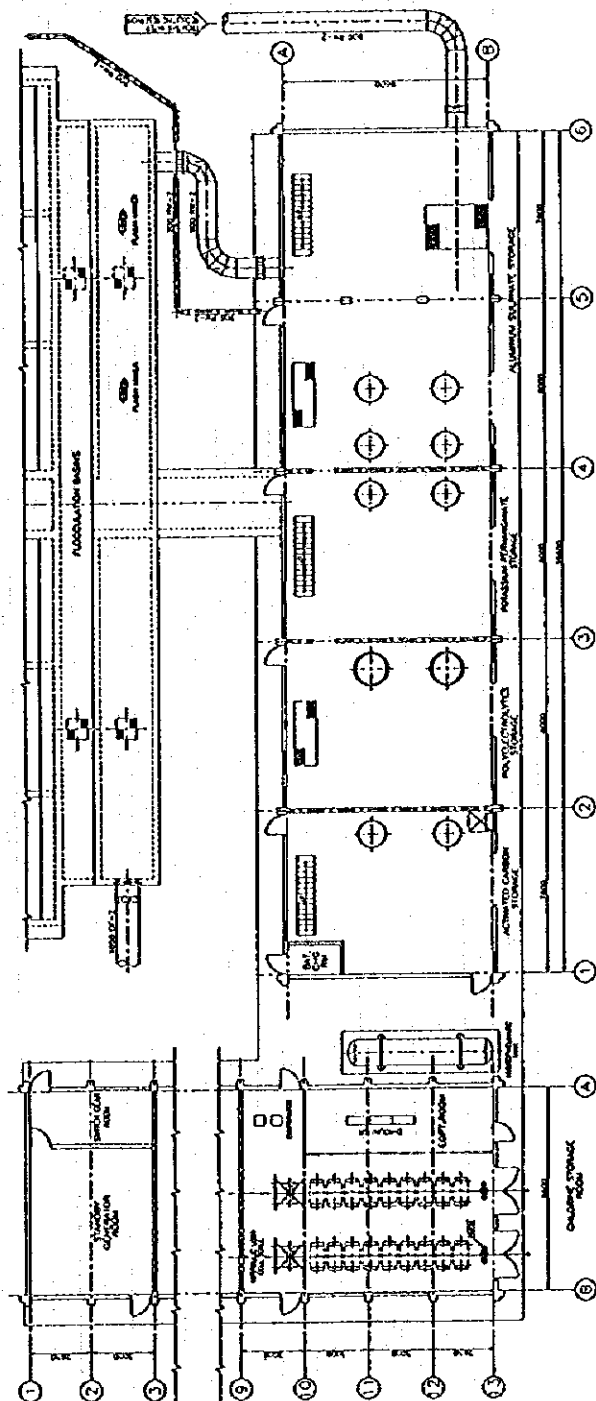


□ : TO BE DEMOLISHED UNDER THIS PROJECT

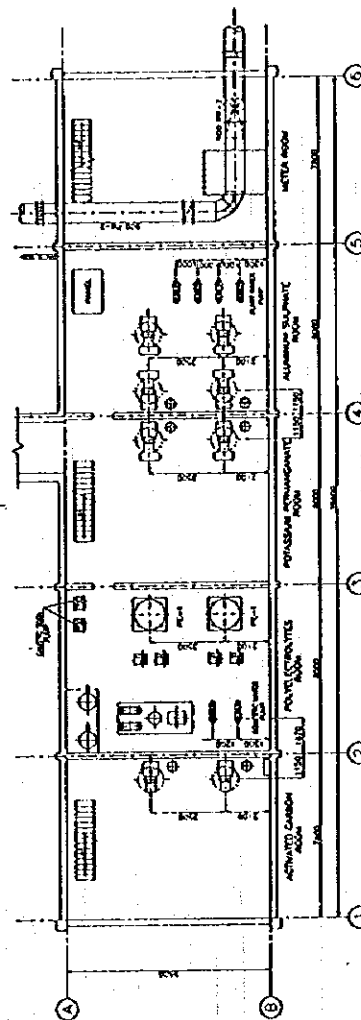
BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

図 2 3
浄水場機器系統図
(塩素注入設備)

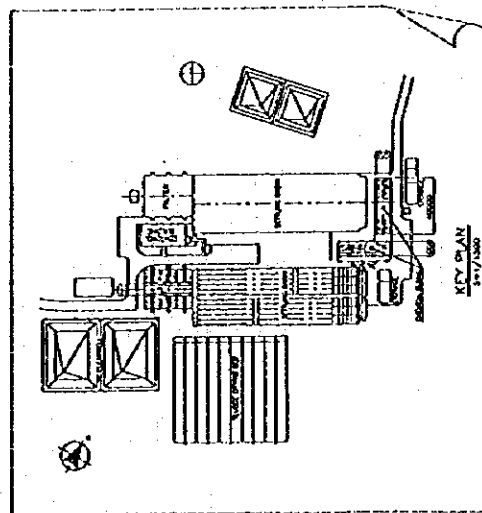
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



CHEMICAL BUILDING UPPER PLAN
S-17/100



CHEMICAL BUILDING LOWER PLAN
S-17/100



KEY PLAN
S-17/100

図 2 4
浄水場薬品注入棟

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

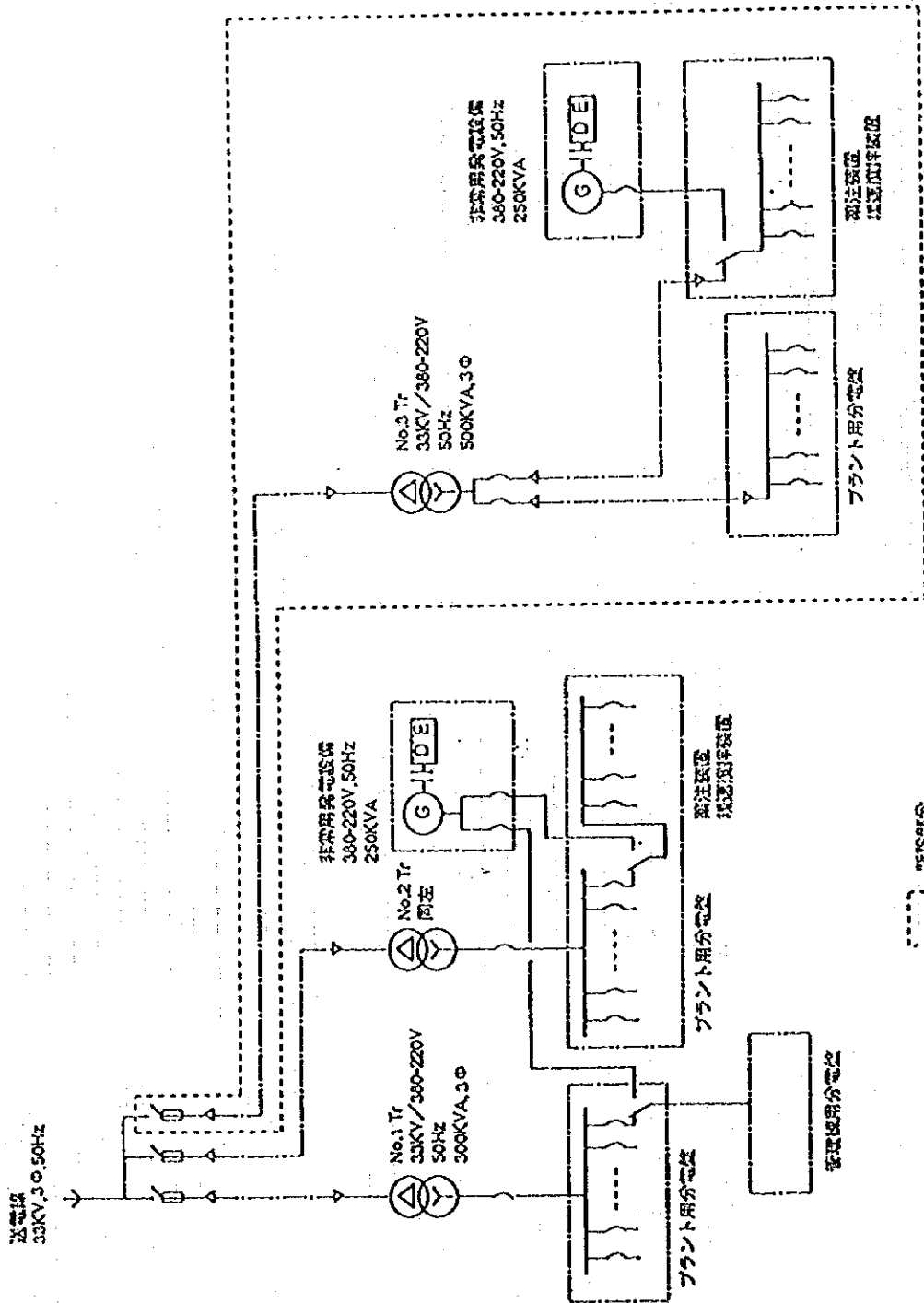
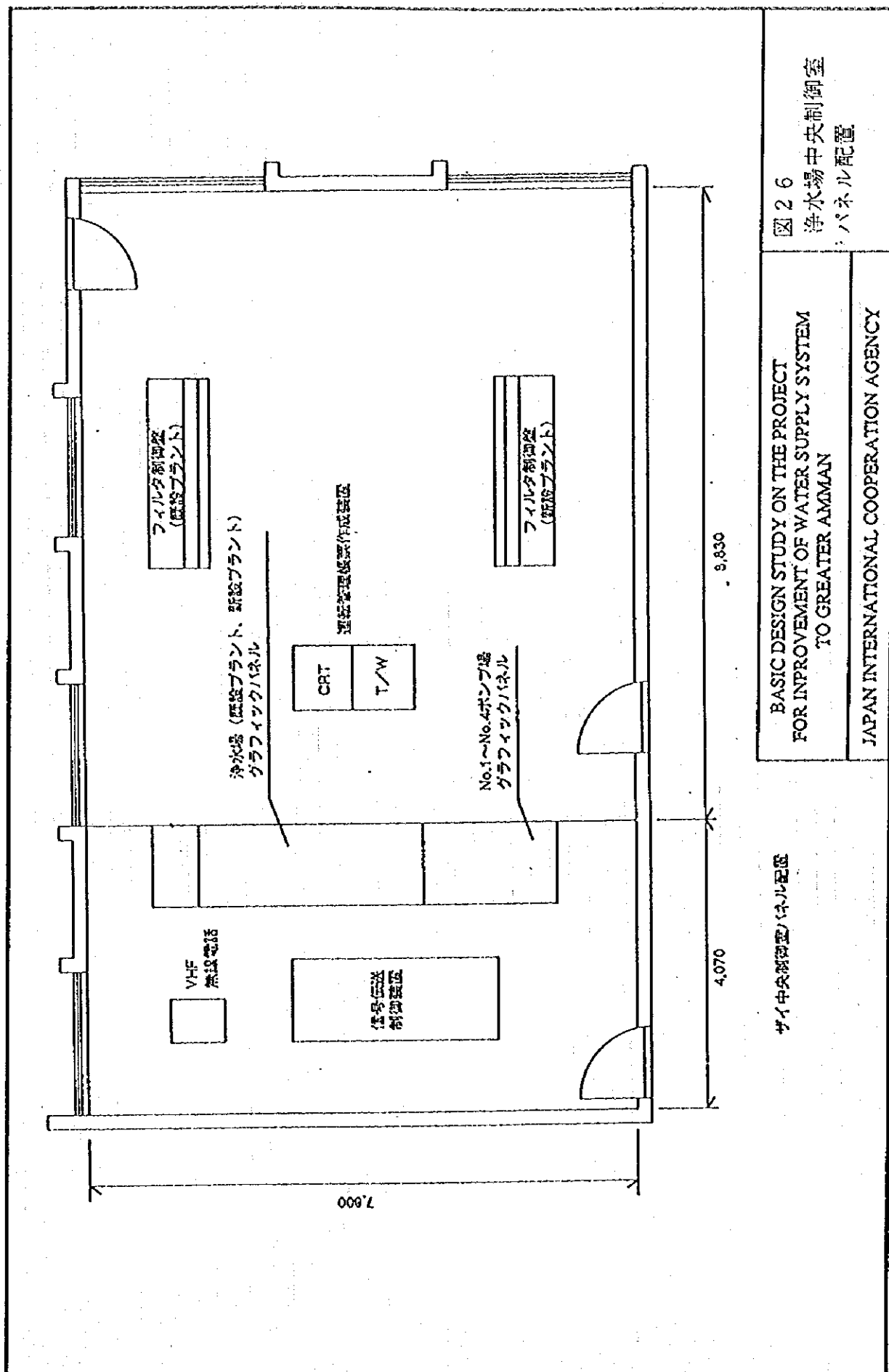


図 2 5
浄水場単線結線図

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

サイ浄水場単線結線図

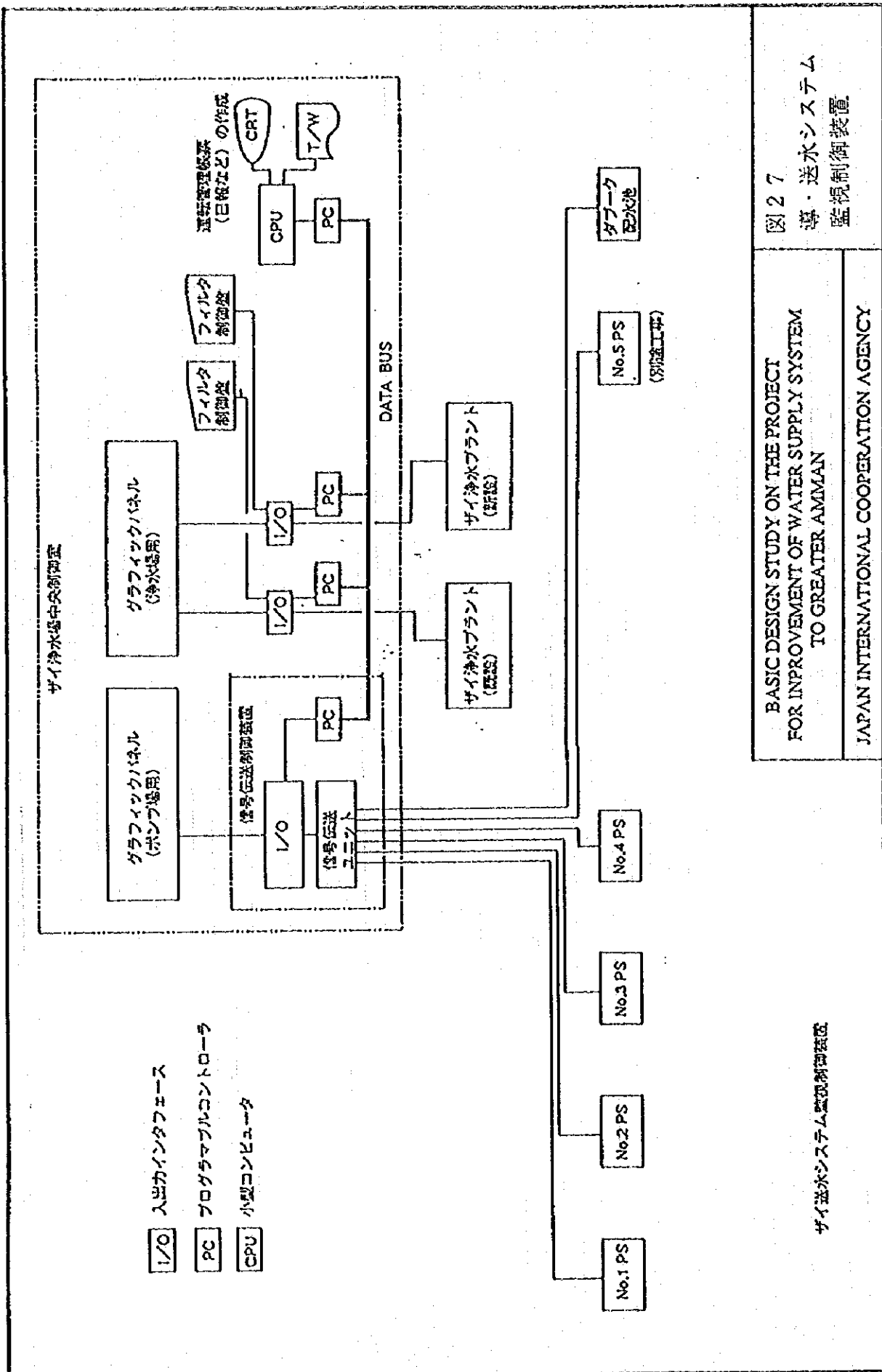


サイ中央制御室パネル配置

BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2 6
浄水場中央制御室
パネル配置



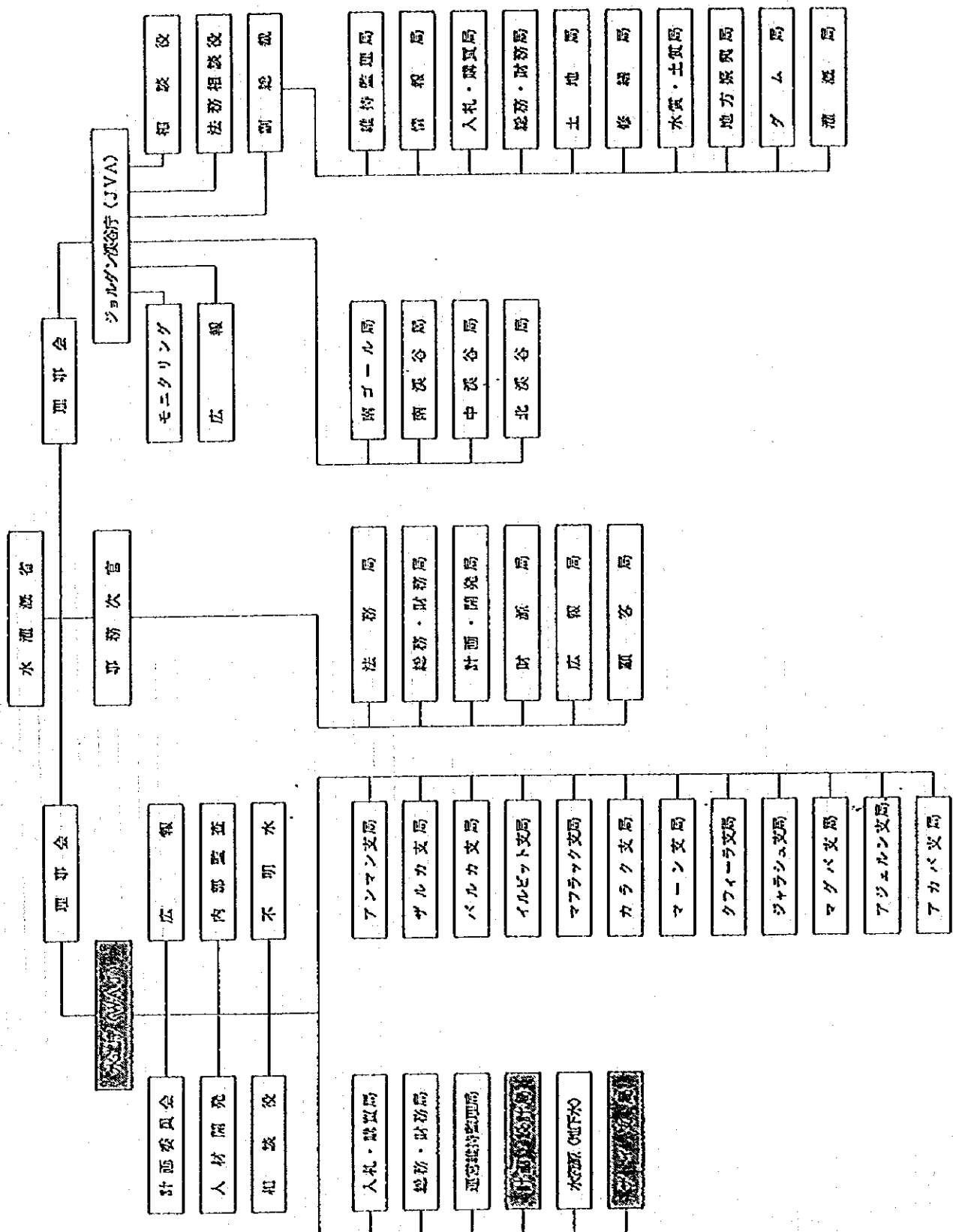
3.4 プロジェクトの実施体制

3.4.1 組織

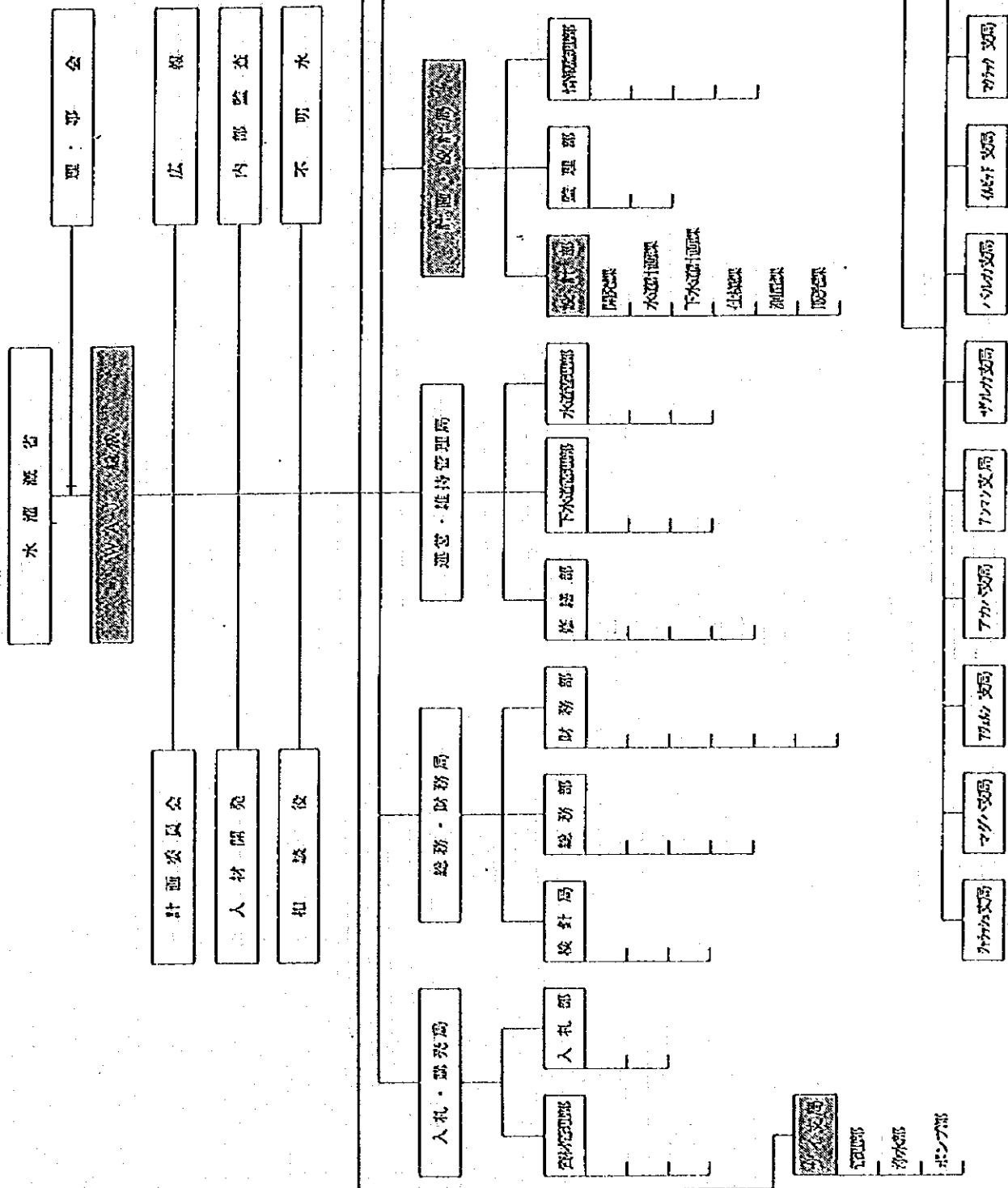
ジョ国では水灌漑省が、水源から給水に至るまですべての水問題を扱っている。このうち、灌漑関連は JVA、水道関連は WAJ が分担している。WAJ の中で入札・購買局が援助案件の窓口となるが、業務に応じて関連部局が関与する。例えば、本プロジェクトの場合の場合は、計画・調査・設計業務であるため計画・設計局が主体となり、管理部門であるザイ支局が参画する。

リハビリ・拡張後の施設の運転・維持管理はザイ支局が行う。

水灌漑省の組織図



WAJの組織図



3.4.2 予算及び財務

水道事業における費用の支出及び財務状況を、WAJ の過去3年間の財務諸表から判断すると次のとおりである。

(1) 損益計算書

表28-(1) 損益計算書

(千円・イール)

項目	年	1993	1994	1995
収益				
水道料金等		22,049	24,602	25,544
下水道料金等		8,495	9,926	9,999
加入金		3,165	3,617	3,303
その他		1,115	1,945	1,777
営業収益合計		34,824	40,090	40,623
費用				
運営費用				
人件費		15,218	16,099	16,348
維持管理費(含む薬品費)		3,702	7,352	8,467
電力費		15,315	17,836	21,298
総務費等		498	633	723
運営費用合計(*1)		34,733	41,920	46,836
運営利益 #		91	-1,830	-6,213
減価償却費(*2)		24,388	27,586	29,453
支払利息(*3)		12,044	15,782	16,188
支出合計 (*1+*2+*3)		71,165	85,288	92,477
経常利益		-36,341	-45,198	-51,855
為替損失費		2,227	4,129	6,926
当年度利益		-38,568	-49,327	-58,781
累積欠損		-230,698	-280,025	-338,806

本書では、営業収益から上記*1の運営費用を控除したものを運営利益と定義する。

- ・1993年から1995年にかけて収益が伸びているが、支出がそれ以上に増えている。
- ・各年の支出合計額は営業収益額の2.0～2.3倍であり、財政状況は深刻である。
- ・収益の支出合計と運営費用に対する割合を下記に示すが、運営費用も賄えない状況であり、資本費用(減価償却費+支払利息)を含めると半分も賄えていない。

この他に為替差損もある。

- ・上記により、累積欠損が年々増加し 1995 年には収益の 8.3 倍に達した。
- ・費用構成をみると、遠距離・高揚程の配水状況を反映して電力費の割合が極めて高く、維持管理費を圧迫している。

(%)

項目	年	1993	1994	1995
収益／支出合計		48.9	47.0	43.9
収益／運営費用		100.3	95.6	86.7

(2) 貸借対照表

表 28 - (2) 貸借対照表

(千円・イナ)

項目	年	1993	1994	1995
資産				
固定資産		444,683	465,475	481,039
流動資産		31,140	31,173	31,627
資産合計		475,823	496,648	512,666
負債・資本				
負債				
固定負債				
長期借入金		205,267	225,547	252,021
引当金		1,463	1,463	1,386
固定負債計		206,730	227,010	253,407
流動負債		203,377	235,220	265,343
負債計		410,107	462,230	518,750
資本				
資本金		296,414	314,444	332,722
剰余金・欠損金		-230,698	-280,026	-338,806
資本計		65,716	34,418	-6,084
負債・資本計		475,823	496,648	512,666

- ・1995 年の財政状態は、資産合計 512,666 千円・イナに対し、負債合計は 518,750 千円・イナとなっており、いわゆる債務超過の状態となっている。
- ・流動資産に対し流動負債が 6.5～8.4 倍もあり、日々の資金繰りが相当苦しい状態にあり、公的な背景がなければ破産状態である。

- ・累積欠損金があるため、自己資本が食い潰され財政状態が年々悪化している。
- ・固定資産に対し、（固定負債+資本金+欠損金）が100%を越えており、累積欠損金があるため、安定しない資金で建設投資を賄っている状態である。
- ・固定資産の増加は長期借入金で賄っているが、欠損金の補填は流動負債で行っている。

(3) キャッシュフロー

表28-(3) キャッシュフロー

(千円)

項目	年	1993	1994	1995
資金				
内部資金				
純利益又は損失		-36,341	-45,198	-51,855
減価償却		24,388	27,586	29,453
内部資金計		-11,953	-17,612	-22,402
外部資金				
政府からの補助等		13,282	15,000	14,266
海外ローン		7,068	9,959	6,619
国内ローン		20,000	20,002	35,000
その他		18,956	9,122	6,436
外部資金計		59,306	54,083	62,321
資金計		47,353	36,471	39,919
支出				
建設事業費				
海外ローン事業		11,752	9,282	7,169
国内ローン事業		46,364	33,423	34,519
その他事業		3,559	1,917	4,110
建設事業費計		61,675	44,622	45,798
借入金返済		100	3,975	3,477
その他		125	0	3,458
支出計		61,900	48,597	52,733
当年度増減額		-14,547	-12,126	-12,814

- ・内部資金から建設事業に回す資金はなく、損失さえも埋められず、外部からの借入金も内部の赤字補填に使用され、建設事業には十分充当できない。
- ・建設事業は、返済の必要がないグラントに多くを頼るべき状態にある。

以上のとおり、WAJ の財務状況は悪い状態にあるが、本計画がアンマン首都圏の給水状況を改善するために、極めて重要であることには変わらない。WAJ は、コストリカバリーを追求し、本計画完了後において施設の運営・維持管理を確実にするため、以下の対応をすべきである。

①支出を収益で賄えるような健全な水道事業を目指して、料金体系の見直すとともに適正レベルに改定すること。

②不明水率が 54% (1995) もあり、このために収益が目減りしていることから、漏水防止対策及び administrative loss の低減対策に積極的に取り組むこと。

本調査団は、WAJ に対し、上記に対する具体的な対応及び対応後における財務状況の見通しを作成するよう求め、WAJ はこれに答えて資料 11 に示す財務改善計画が提供された。この資料を基に、本計画完了後の維持・管理計画について 4.2.2 で述べる。

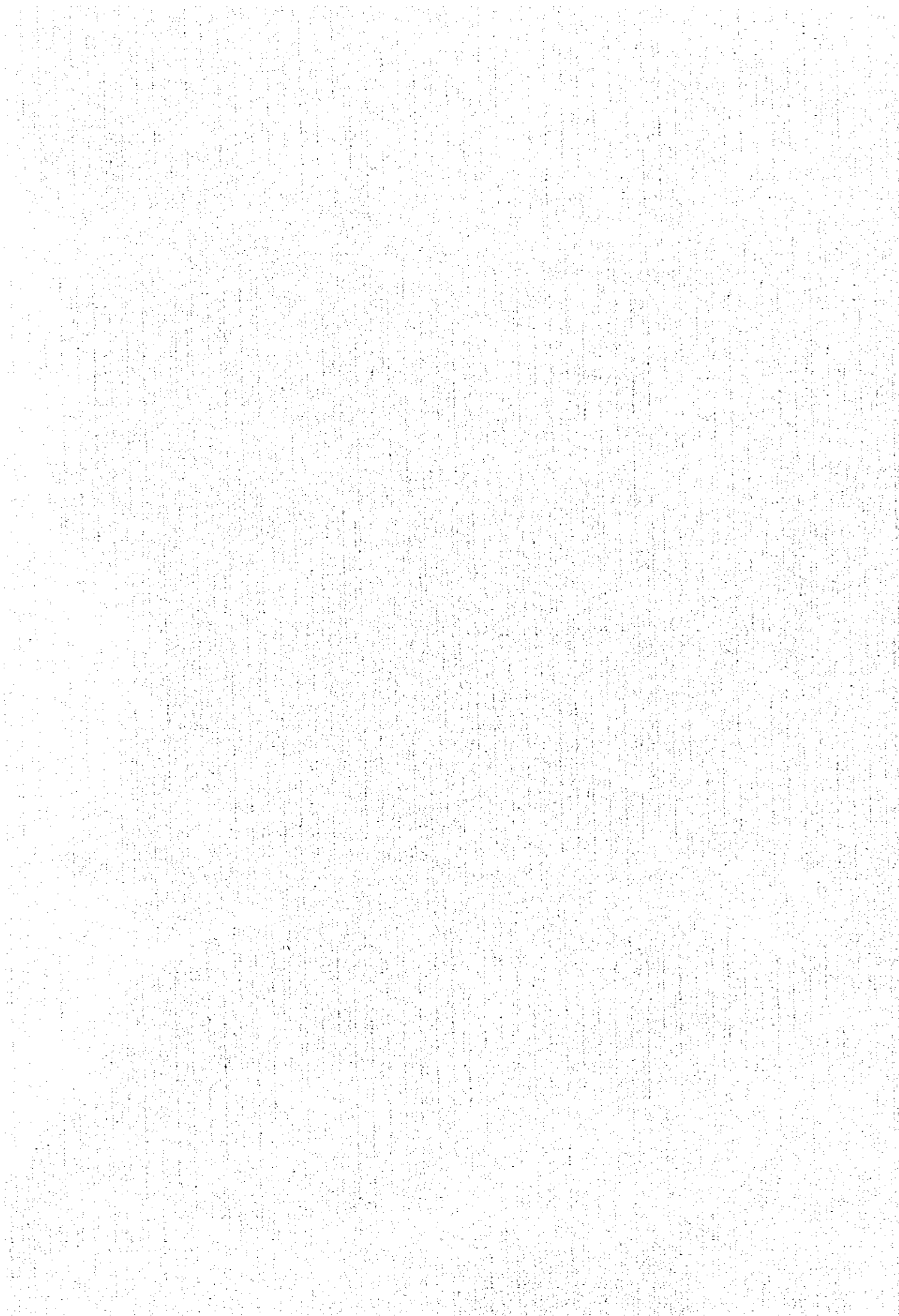
3.4.3 要員・技術レベル

WAJ 職員の技術レベルは、ジョ国全体の教育レベルの高さ等を反映して高い (WAJ 全体の職員数約 7,300 名の内、本部には 1,752 名の職員がいるが、この内、博士 14 名、修士 42 名、学士 237 名、高専卒 195 名である)。ザイ支局 (7 名のエンジニア、11 名のテクニシャン、6 名のオペレーターで、浄水場、6 箇所のポンプ場を運転している) では、ポンプのオーバーホールを定期的に行う等、その運営レベルは高い。

現在の浄水施設は、米国の無償援助によって建設されたもので、施設全体が米国式浄水場で中央監視・遠隔操作方式が採られている。取水・導水ポンプ場は原水調整池の水位を監視しながら浄水場から遠隔操作によって運転・制御され、浄水場においても薬品注入率の変更、場内ポンプ運転の切り替え、汚泥掻取機の運転は中央管理室の制御盤を通して行われている。またろ過池の洗浄は洗浄工程シーケンスに組み込まれて 12 時間毎に自動的に行われている。

浄水場には電気、機械、水質のエンジニアが常駐して、浄水場・ポンプ場（ポンプ場の運転は浄水場からの遠隔制御で運転されている）の維持・管理をしている。また昼間および夜間の運転監視要員はチーフオペレーター(電気)、アシスタントオペレーター（電気または機械）、2名の技工および水質担当の5名から成って、昼夜管理を続けている。このような管理体制の中で職員は十分な訓練を受け、機器およびその操作に熟知しており、ポンプ・浄水機器・空気弁等の弁類の修理は浄水場内の工作場あるいは WAI 中央工作場で自らの手で行っている現状である。特にエンジニアの技術レベルは非常に高い。本計画で建設・調達する施設・機器は既存のものと同一レベルで計画されており、運転開始後の維持・管理には問題がない。また、維持管理に必要な薬品も、必要な量が常に供給されており問題はない。

第4章 事業計画



第4章 事業計画

(PART 1 リハビリ部分)

4.1 施工計画

4.1.1 施工方針

リハビリ設備の施工は、業者受注後、仕様書の確認、承認図書の作成、承認後の機器製作、機器工場検査を経て、現場での工事準備、機器据え付け、配管工事、塗装等雑工事、各種検査、試運転及び竣工検査より構成される。現場工事における施工の基本方針は下記とする。

- ・単年度案件とする。
- ・工事期間中の導水量は既設ポンプ3台分とする。
- ・今回工事では、断水時間を極力短く抑える。
- ・大がかりな仮設工事はない。

以下、工事全般に対し、特に重要と考える事項についてその概略を記す。

(1) 工事期間中の導水量について

工事期間中の導水量は、出来る限り確保するのが望ましいが、本工事では下記の理由から現在の導水量の約75%水量である、既設ポンプ3台を工事期間中の運転台数とした。

- ・現場工事時期が夏場以降となり需要量の減少が期待できること（雨期のため）。
- ・工事期間を短縮するために、2機場同時に施工する（2パーティの投入）。

(2) 工事期間中の断水時間について

- ・本工事（機械工事）における断水時間はない。なぜならば、ポンプの更新は吸い込

み側仕切弁及び吐き出し側仕切弁を閉鎖することにより止水可能である。なお、現地調査（基本設計）で、各ポンプ場の両弁の止水性は完全であったことを確認した。

- ・短時間の断水は、電源切替時点で生じると考えられるが、導水能力への大きな影響はないと考える。

(3) 仮設工事について

本工事において、土木工事を含む大規模な仮設工事はなく、高圧トランス搬入用の仮設道路及び土木基礎程度であり、工程上の支障にはならないと考える。

工事対象ポンプに隣接する既設ポンプは、工事期間中も運転されるので、工事の安全性の確保、工事中に発生する粉塵が運転機器に悪影響を与えることのないよう、簡便な間仕切り程度の仮設は考慮する必要がある。

(4) 現地のコンサルタント、現地業者について

現地のコンサルタント、現地業者とも、汎用施設に対する数多くの業務経験を積んできた結果、他の途上国に比し高いレベルにあるといえる。よって、現地業者をサブコンとして採用することとする（建築工事関連）。なお、現地コンサルタントは用いない。

(5) 相手国側実施体制

実施設計は、水灌漑省管轄下の WAJ の計画・設計局の管轄であり、リハビリ・拡張後の施設の維持管理・運営は、既存施設と同様に WAJ サイ支局の管轄となる。

4.1.2 施工上の留意事項

- (1) 計画地の地形上、進入路の一部はかなりの急勾配となっているため、搬入資材の重量、寸法および運搬荷役機械の選定にあたっては充分留意する。
- (2) 各ポンプ場の地質には硫酸塩分が含まれており、地下部のコンクリート表面の腐食が懸念される。したがって、既設の構造物と同様に、地下部のコンクリート構

造物には耐硫酸塩セメントを使用する。

- (3) 各ポンプ場とも斜面を切り開いた敷地上にあり、十分な仮設用地が得られないため、特高電気設備に際しては、近接する場所に仮設用地を確保するとともに、敷地内に搬入用仮設道路を設ける。
- (4) 夏期の日中気温が最高 40℃にも達することから、コンクリートの打設作業には十分な考慮をするものとする（打設条件、養生方法等）。コンクリートは、各ポンプ場ともトランスの基礎、ポンプの基礎にかかわるもので、量的にそれ程多くはないので、現地の生コンを利用する。
- (5) 各ポンプ場とも既設のポンプ3台を稼働しながらの大容量ポンプの据付となる。したがって、各基礎工事据付には日本人技術者を派遣し、指導にあたらせる。
- (6) 電気室の改築工事にあたっては既設電気室のコンクリート壁を撤去することになるため補強用の鉄骨が必要である。撤去、組立ての際には既設構造物に影響を与えないように経験豊かな日本人の技能工の派遣を計画する。
- (7) 建設機械については、全て現地で調達できる。

4.1.3 施工区分

(1) 日本側負担工事

(各ポンプ場)

既設ポンプ（1台）の撤去、基礎工事（ポンプ、特高電気設備）、電気室改造工事、据付（ポンプ、特高電気設備）、配管工事、構内搬入用仮設道路建設

(2) ジョ国側負担工事

各ポンプ場までの33kV送電線増強工事

4. 1. 4 施工監理計画

本計画を無償資金協力事業として実施設計・施工監理を遂行するに当たっては特に下記事項に留意して、監理体制を整える。

- ・基本設計調査の内容及び経緯を把握する。
- ・無償資金協力の仕組みを理解する。
- ・両国間で締結された交換公文（E/N）の内容を把握する。
- ・WAJの基本方針及び他の援助機関の動向を常に把握する。
- ・基本設計時に要請したジョルダン政府側の負担分の実施条件を再確認する。
- ・機材等の持込みに伴う通関、免税措置等の手続きを再確認し、工期に影響を及ぼさないようにWAJと協議する。
- ・イスラムの慣習等について理解を深め尊重するようにつとめる。（ハジ、ラマダン等）

(1) コンサルタント業務内容

両国政府間で交換公文（E/N）が取り交わされた後、ジョルダン国政府はコンサルタントと業務契約を行うが、その業務は実施設計と施工監理に分けられる。

①実施設計

基本的には、実施設計は基本設計の構想の具体化である。実施設計の現地調査に引き続き、国内で入札業務を行う。入札業務は以下に分類される。

- ・入札書類の作成
- ・入札資格審査の補助
- ・入札の立会い
- ・入札結果の評価
- ・工事契約交渉の補助
- ・工事契約締結のための補助

②施工監理

施工監理は大きく分けて以下の3つの業務の遂行となる。

a)監督業務

- ・着手前関係者協議
- ・設計図の承認業務
- ・出荷前資機材検査
- ・現地工事管理
- ・機器据付工事立会い
- ・工事期間中の業務報告書の作成
- ・工事完成証明書および支払い証明書の発行
- ・竣工検査
- ・瑕疵検査等

b)工事完了時業務

- ・竣工報告書の発行
- ・竣工引渡し手続き業務
- ・総合報告書の作成

c)運営維持管理

- ・ポンプ場の運営維持管理マニュアルおよび維持・管理計画書の作成
- ・専門家による WAJ 担当職員（各ポンプ場の維持・管理部門）へのトレーニング

以上を考慮し、実施設計、施工管理体制については以下の業務担当者の配置を考える。

実施設計	(計 7名)
総括	1名
土木・建築設計	1名
機械設備設計	1名
電気設備設計 (1)	1名 (特高電気設備)
電気設備設計 (2)	1名 (動力電気設備)
積算	1名
入札図書	1名

施工管理	(計 5名)
総括	1名 (スポット)
通常駐在監理者	1名
土木・建築設計	1名 (スポット)
機械設計	1名 (スポット)
電気設計	1名 (スポット)

4.1.5 資機材調達計画

(1) 全般

本計画の主体設備である導水ポンプ、主電動機、主要電気設備の調達国は、日本または欧州として考える。一般配管用鋼管、鉄筋、セメント、木材、燃料、および一般的な塗料等の資機材は、そのほとんどがジョルダン国内にて調達可能である。

(2) 導水ポンプ

本計画に使用する大規模な導水ポンプは、その設計、製作および据付施工に高度な技術と経験が必要条件である。さらに、納期確保を含め品質管理等に特段の能力が要求される。したがって、調達先としては、品質の確保および供給の安定性の面から日本あるいは欧州からの調達とする。

(3) 導水ポンプ用電動機

導水ポンプ用電動機は、その規模および技術の面から、日本あるいは欧州からの調達とする。

(4) 特高電気設備

特高変圧器は、ジョ国では調達できないため、日本あるいは欧州を対象とする。

(5) 鉄筋

10～25mm径は、ジョ国の標準生産品である。原材料はブラジル等から輸入している。

(6) 骨材

細骨材、粗骨材、玉石等の原材料はジョルダン渓谷で採取、採掘が可能である。

(7) セメント

現在、セメントの生産能力に余力があり輸出を行っており、ジョ国内調達が可能である。

その他の資材に関しては、できる限りジョ国内調達とするが、人手困難で工程に影響が考えられる品目、品質で問題があると思われる品目については、日本からの調達とする。

表 2 9 に主要建設用資機材の調達先を示す。

表 2 9 調達区分表

資機材名	ジョルダン	日本	第 3 国 (欧州)	備考
セメント	○			国産品入手可能
コンクリート用砕石	○			国産品入手可能
コンクリート用混和剤	○			国産品入手可能
砂、砂利	○			国産品入手可能
鉄筋 (D 2 5 まで)	○			国産品入手可能
木材	○			国産品入手可能
型枠用合板	○			国産品入手可能
アスファルト合材	○			国産品入手可能
配管用溶接鋼管	○			国産品入手可能
導水ポンプ		○	(○)	品質及び供給の安定性
主電動機		(○)	○	品質及び供給の安定性
特高変圧器		(○)	○	品質及び供給の安定性
操作盤		○		品質及び供給の安定性
特殊ケーブル		○		品質及び供給の安定性
一般電気機材	○			国産品入手可能

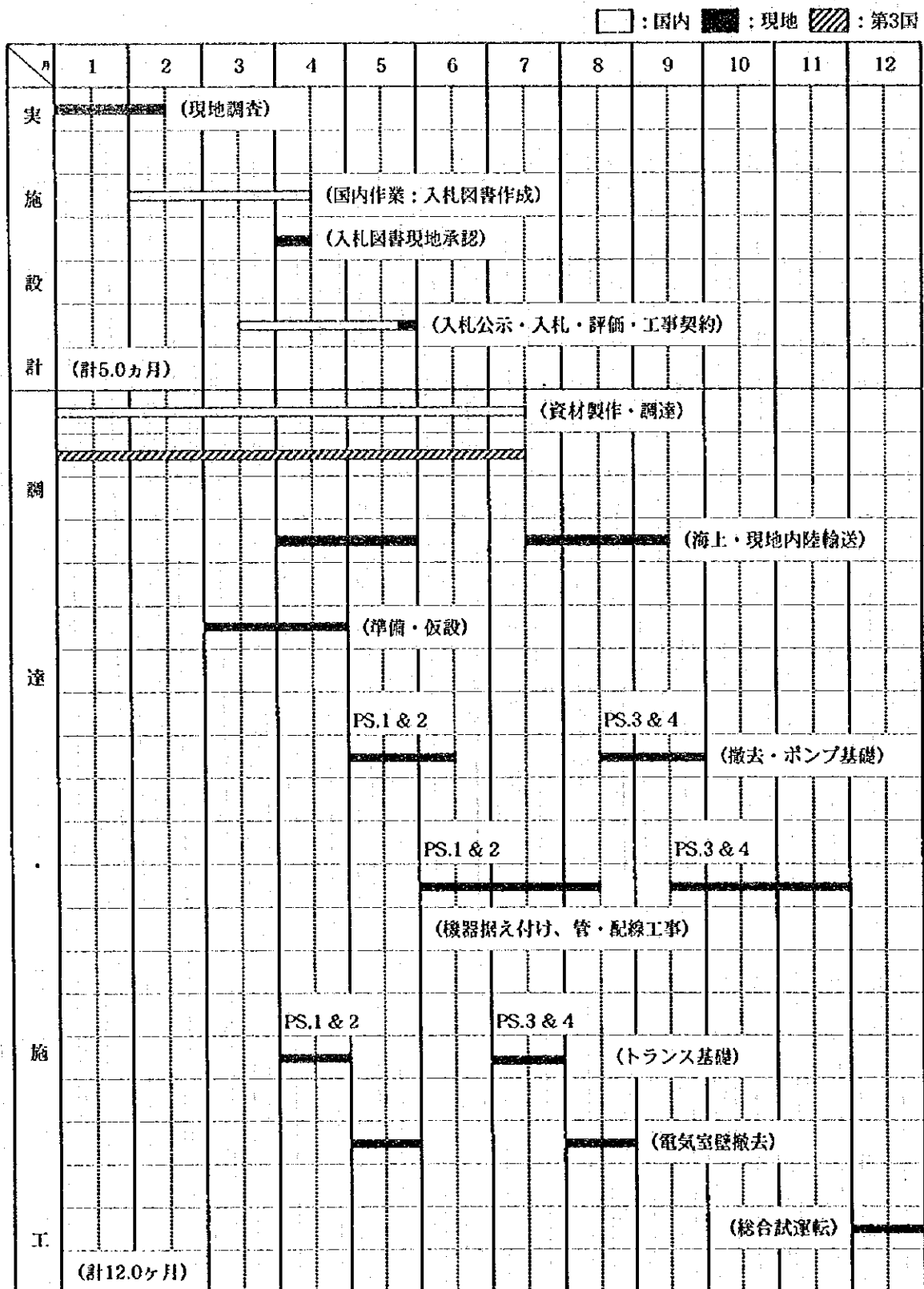
() のない国からの調達を主とするが、ケースに応じて () の国からの調達も考慮する。

搬入ルートに関しては、ジョ国アカバ港からの内陸輸送とする。

4.1.6 実施工程

実施工程は、実施設計 5 ヶ月、調達・施工 12 ヶ月の 17 ヶ月を予定している。工程を表 3 0 に示す。

表30 事業実施工程表（リハビリ部分）



4.1.7 相手国側負担事項

相手国側負担事項に関しては、ミニッツの中で以下のように明記された。

- (1) プロジェクトに関し、必要な資料、情報の提供。
- (2) プロジェクトサイトの用地の確保。
- (3) 施工開始前のプロジェクトサイト整備。
- (4) プロジェクト実施に必要な電気、水道、排水等の施設の整備（各ポンプ場までの33kv 送電線増強工事を含む）。
- (5) 銀行取極に関する手数料の支払い。
- (6) 輸送貨物のスムーズな積み卸し業務および、カスタムクリアランスの保証。
- (7) 免税措置。
- (8) プロジェクトに関連する日本人の、ジョ国への入国および、滞在の保証。
- (9) プロジェクトで供与された機器等に関する維持管理の費用の支払いおよび、必要なスタッフの確保。
- (10) プロジェクトで供与された機器・材料の維持および、適正な使用。
- (11) プロジェクトにより完成した施設の維持および、適正な使用。
- (12) プロジェクト実施に伴う住民対策、および発生する問題（住民や第3者からの）の対処および、解決。
- (13) 無償供与対象以外に発生する全ての費用の負担。

4.2 概算事業費

4.2.1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、約12.76億円となり、先に述べた日本とジョ国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば、次の通りと見積もられる。

(1) 日本側負担経費

事業費区分	費用 (億円)
①建設費	0.22
a) 直接工事費	0.13
b) 共通仮設費	0.01
c) 技術者派遣費	0.03
d) 現場経費	0.03
e) 一般管理費	0.02
②機材費	11.40
③設計・管理費	1.14
合 計	12.76

(2) ジョ国負担経費 130 万ディナール (約 2 億円)

①各ポンプ場までの送電線増強工事 130 万ディナール (約 2 億円)

(3) 積算条件

- ①積算時点 平成 8 年 9 月
- ②為替交換レート 1 US\$ = 107.00 円
1 ディナール = 150.70 円
- ③施工期間 単年度による工事とし、詳細設計、工事 (又は機材調達) の期間は、施工工程に示したとおり。
- ④その他 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

4.2.2 維持・管理計画

リハビリにより、ザイシステムの導水量は 15%増加し 45 百万 m³になる。しかし、リハビリ後のシステムは、ポンプ・電動機・変圧器の容量は一部増加するものの、リハビリ前のシステムと同じである。従って、リハビリ後の維持管理はリハビリ前の維持管理と基本的には同じである。維持管理体制は、3.4.3 で述べた体制すなわち、場長以下、機械・電気・水質担当の技師あるいは専門家の下での管理体制を続行する。

維持管理費も、基本的にはリハビリ前と変わらない。スペアパーツは、ベアリング、リング等の消耗品について各 1 式を納入するが、以後は WAJ が計画的に購入すべきである。なお、財務の見通しについては、「拡張部分」とあわせて後述する。