

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、過剰揚水が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が続けている。

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）

このうち、リハビリ部分は 1998 年 3 月を目途に実施されている。従って、本計画は、リハビリで 45 百万 m^3 /年に回復したザイシステムを、さらに 90 百万 m^3 /年 (250 千 m^3 /日) に拡張し、その水をアンマン都市圏に給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 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施設は対象外である。

3.2 プロジェクトの基本構想

3.2.1 水源の確保

「ジョ」国計画省大臣発日本大使及びドイツ大使宛てのレター（1997年9月）で、「ジョ」国は常に90百万 m^3 /年の水量をザイシステムに割り当てると明言している。以下に、KACのウォーターバランスの面でも、上記が保証されることを証明した。

KACは、ヤルムク川のアダシア地点を起点に死海に至るまでのかんがい用水路である。水源はヤルムク川その他、ザルカ川等のジョルダン川支流（サイドワジ）、であったが、和平条約によりティベリアス湖も加わった。

ザイシステムに必要な水は、KACのほぼ中間地点にあるデルアラで取水している。デルアラより上流にザルカ川を始めとして多くのサイドワジがある。しかしながら、ザルカ川の主たる水量はアンマン市等の下水処理水であるためザルカ川の水はKACに流下させず、直接かんがいに用いられている。このため、ザイシステムの水源としては、サイドワジを除くヤルムク川、ティベリアス湖となる。これらの水源からの水量はアダシア地点近傍でKACに流入している。同地点近傍での水量は、1997年9月に「ジョ」国計画省より日本大使館あてに提出された資料（表3.1）に示すとおりである。

表3.1 KACのアダシア地点での計画水量

（単位：百万 m^3 /年）

期	水源	ヤルムク川アダシア地点			イスラエル、ティベリアス湖より			KAC		KAC利用水量	
	合計	無効水量	イスラエルへ	KACへ	淡水化水振替	季節調整分	97年5月協定による	流水水量	増加水量	ザイシステム 取水量	農業用 水量
和平条約前 (～1994年)	268	148		120	—	—	—	120	—	45	75
和平条約後 (1995年～)	268	83	25	140	10	20	25-30	195-200	75-80	90	105-110
77*シタム完成後 (1999年～)	268	46*	25	177*	10	20	25-30	232-237	112-117	90	142-147

*アダシアダム建設により、無効水が37百万 m^3 /年減少し、KACの水量が同量増加する

和平条約前の KAC の水量は 120 百万 m^3 /年であったが、和平条約後の同水量はヤルムク川の割り当て量増加に加え、ティベリアス湖から新たに、水量の配分があったため、75~80 百万 m^3 /年増加した。JVA はヤルムク川にアダシアダムの建設を予定している（1999 年には供用開始と見込まれる）が、これによりヤルムク川の水量はさらに 37 百万 m^3 /年増え、和平条約前より 112~117 百万 m^3 /年増えることになる。従って、ザイシステムの取水量 90 百万 m^3 /年は水収支の面で確実に可能となる。

なお、ヤルムク川アダシア地点の水量は、「ジョ」国側は KAC の水量を測定し、イスラエル側は、KAC 分水後のヤルムク川下流の水量を計測している。「ジョ」国側で計測された KAC の 1982~1995 年の平均水量は 127 百万 m^3 /年であった。これにイスラエル側で計測されたヤルムク川の 1981~1995 年の平均水量 138 百万 m^3 /年を加えた合計水量は 265 百万 m^3 /年である。

3.2.2 水の需要と供給

WAJ は「Hydraulic Analysis of Greater Amman Water Supply System」報告書 1997 年 4 月完成で、アンマン市の水の需要と供給を予測している。この調査では市内配水管の管網解析と配水施設のリハビリと整備の計画も行っている。

(1) 需要水量

給水人口、給水原単位、大口需要量、漏水率などの予測を目標年である 2025 年まで行っている。「ジョ」国は水資源に恵まれていないため、アンマン市民の水使用量は給水制限などにより抑制されている。従って、下記のように家庭使用の給水原単位も低い値を示している。将来においても年率 0.8% という低い増加率で、抑制された給水原単位が設定されており、需要量も小さいものとなっている。

		倍率
ジョルダン	130 リットル/人・日 (1995 年)	1
シリア	185 リットル/人・日 (1996 年)	1.4
イスラエル	271 リットル/人・日 (1991 年)	2.1
日本	326 リットル/人・日 (1996 年)	2.5

(注) : 倍率はジョルダンの給水原単位に対する倍率

表 3.2 需要水量

項 目	単 位	1995	2000	2005	2010	2015	2025
給水人口	千人	1,583	1,853	1,913	2,481	2,839	3,637
給水原単位	ℓ/人・日	130	135	140	145	150	150
漏水率	%	30	20	10	10	10	10
需要量	百万ℓ/年	75.1	91.3	110.0	131.3	155.4	199.1
大口需要量	同上	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
漏水量	同上	33.9	23.8	12.7	15.0	17.3	22.1
合 計	同上	113.0	119.1	126.7	150.3	172.7	221.2

(2) 供給水量

この調査の計画ではザイシステムの拡張した給水を 2000 年から開始する予定となっているが、本計画では建設期間を考慮して 2002 年とする。この計画ではザイシステム以外の供給で、供給源である地下水の低減を行って井戸の延命を図っている。新設供給の水源としてデイシー化石水が予定され、2005 年からの給水を計画している。

表 3.3 供給水量

(単位：百万ℓ/年)

項 目	種別	1995	2000	2005	2010	2015	2025
ザイシステム以外	既設	57.4	47.6	46.6	45.6	45.6	45.6
ザイシステム	既設	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
	拡張	-	-	45.0	45.0	45.0	45.0
	計	45.0	45.0	90.0	90.0	90.0	90.0
デイシー化石水	計画	-	-	90.0	90.0	150.0	150.0
合計		102.4	92.6	226.6	225.6	285.6	285.6

(3) 需要量と供給量の水収支

下表から分かるように需要水量は増加傾向にあり水不足が深刻となる状況にある。これを解消するためにはザイシステムの拡張と漏水量の低減が必要であり、また、新設の供給施設も必要となる。ザイシステムの 45 百万ℓ/年の拡張と漏水率が 30% から 10% に低減するために配水管整備および漏水防止が実施されると 2005 年までは需要

量を賄うことが可能となる。

表 3.4 需要量と供給量の水収支

(単位：百万 m³)

項 目	1995	2000	2005	2010	2015	2025
需要水量	113.0	119.1	126.7	150.3	172.7	221.2
バルカ市への分水	-	-	4.4	4.4	4.4	4.4
供給水量	102.4	92.6	226.6	225.6	285.6	285.6
水収支	-10.6	-26.5	95.5	70.9	108.5	60.0

3.2.3 施設計画水量

施設の計画水量は目標年の一日最大給水量に設定されるのが通常であるが、「ジョ」国は水資源に恵まれていないため、この原則を当てはめることはできない。本計画では下記項目が満足できるように、ザイシステムを 125,000 m³/日拡張し給水能力を 250,000 m³/日に高める。

- (1) KAC で確保されている水源量 90 百万 m³/年（内拡張分 45 百万 m³/年）に相当する拡張施設とする。

$$45,000,000 \text{ m}^3/\text{年} \div 365 \text{ 日} = 123,288 \text{ m}^3/\text{日} \approx 125,000 \text{ m}^3/\text{日}$$

- (2) 一日最大給水量ではなく、一日平均給水量に対応する施設とする。
- (3) ザイシステムの拡張分が 2001 年末に給水開始され、2002 年の需要量 122 百万 m³/年が賄える施設とする。但し、ザイシステム以外の供給量を含めるものとする。
- (4) WAJ は「Hydraulic Analysis of Greater Amman Water Supply System」の管網解析結果に基づき、2001 年以降、拡張分も含めた 90 百万 m³/年をダブーク配水池から配水できる施設の整備を計画している。この計画と整合性があるものとする。

3.2.4 浄水場の拡張計画

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。

3.2.5 導水管、導水ポンプの計画

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（E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（F案）が考えられる。F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3.5に示す。

表3.5 既設導水管を用いて水量を倍にする場合の揚程

ポンプ	45 百万 m ³ /年	90 百万 m ³ /年	揚程増加率
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。

E案とF案の差は、E案は建設費用がかかるものの維持管理費用が節約できるのに対し、F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、F案が有利であることが判明し、これを採用する（資料6参照）。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。

3.2.6 導水ポンプの拡張計画

(1) 拡張時の案

拡張（ポンプ場の能力を倍にする）の計画案は次の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。

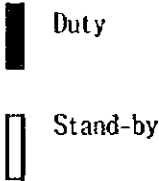
C案：既設ポンプ4台を撤去し、新設ポンプ（43.5m³/分）5台（内1台予備）に取り替える。

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3.6に示す。

表 3.6 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。 
ポンプ要項 口径 (mm) 吐出量 (m ³ /分) 全揚程 (m) 台数 吸込流速 (m/s)	$\phi 550 \times \phi 450$ 58.0 300~314 4 台（内 1 台予備） 4.07	$\phi 450 \times \phi 300$ 43.5 300~314 4 台* 4.56	$\phi 450 \times \phi 300$ 43.5 300~314 5 台（内 1 台予備） 4.56	$\phi 350 \times \phi 250$ 25.0 300~314 8 台（内 1 台予備） 4.33
増築及改造内容 既設ポンプ 既設集合管 ポンプ棟増築 その他	4 台撤去 交換が必要（既設は $\phi 450$ の分岐管である） 不要 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	4 台撤去 利用可能 不要 —	4 台撤去 利用可能 ポンプ 1 台分増築 —	利用 利用可能 ポンプ 4 台分増築 現敷地では増築スペースが確保不可
費用（安価順）	3	1	2	4
技術的最適案			○	
総合評価	×	◎	○	△

* 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。

3.2.7 導水ポンプ用電動機とその始動方式

ポンプ場工事に際しては、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) 電動機を選定

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 3.7 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。起動方式について表 3.8 の比較結果から、リアクトル始動方式を採用する。

表 3.8 かご型誘導電動機の起動方式の比較

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。

3.2.8 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、各ポンプ場とも拡張時点で約 20MVA の変圧器容量が必要である。既にリハビリ時に標準規格である 10MVA の変圧器を増設してあり、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。

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90mm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 6～7m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碎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

拡張計画は、国債案件とし次の工程とする。

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 7 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	建設工事

3.3.2 基本計画

(1) 全体計画

サ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 9 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。

導水ポンプ場拡張

(2) 敷地・施設配置計画

各導水ポンプ場は、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。

N0.1導水ポンプ場の配置は、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導水ポンプ場共に、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。

拡張計画時には各導水ポンプ場共に、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、各導水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（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

各導水ポンプ場で拡張する機材を3.9に示す。

表 3.9 各導水ポンプ場（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		300mH	なし	予備機は共通で
予備機 2		314mH	なし	2 台
回転数	2,980 rpm	1,490 rpm	同左	同左
インペラ材質	ステンレス铸鋼 (SCS1)	ステンレス铸鋼 (SCS1)	同左	同左
胴体材質	铸鋼 (SC46)	铸鋼 (SC46)	同左	同左
軸封水方式	グラウトパッキン	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	2P	4P	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	銅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 (グラフィックパネル含む)	銅板製屋内自立閉鎖形 1 面 (撤去)	—	銅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	D1,900x10,700		D1,900x10,700	D1,900x10,700
圧力クラス	ANSI300		ANSI300	ANSI300
台数	1台		1台	2台

(4) 基本設計図

図 3.1 No.1 導水ポンプ場平面図

図 3.2 No.2 導水ポンプ場平面図

図 3.3 No.3 導水ポンプ場平面図

図 3.4 No.4 導水ポンプ場平面図

図 3.5 ポンプ場内機器配置図 (No.1～No.4)

図 3.6 ポンプ場内配線接続図

図 3.7 ポンプ場単線結線図

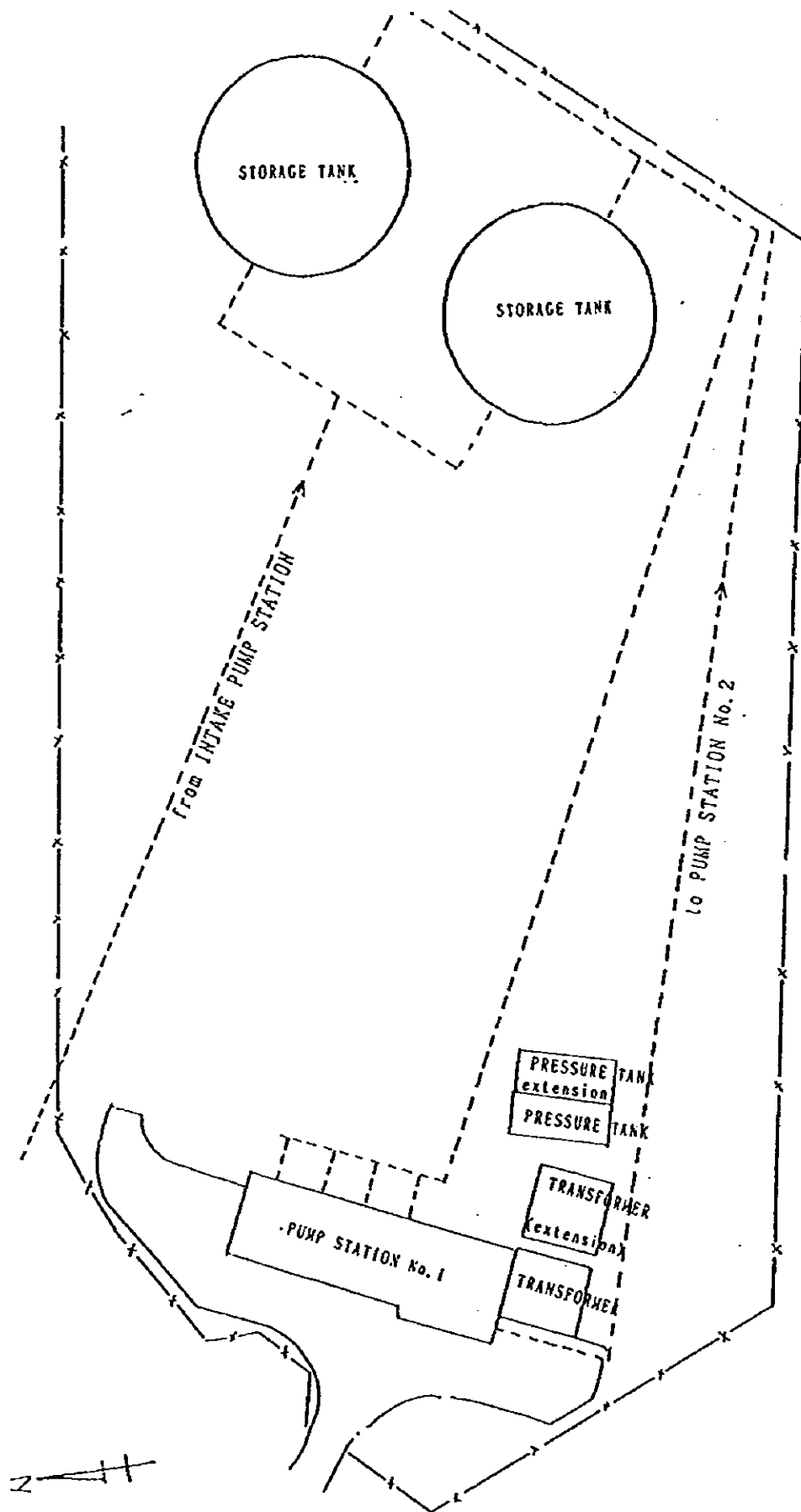


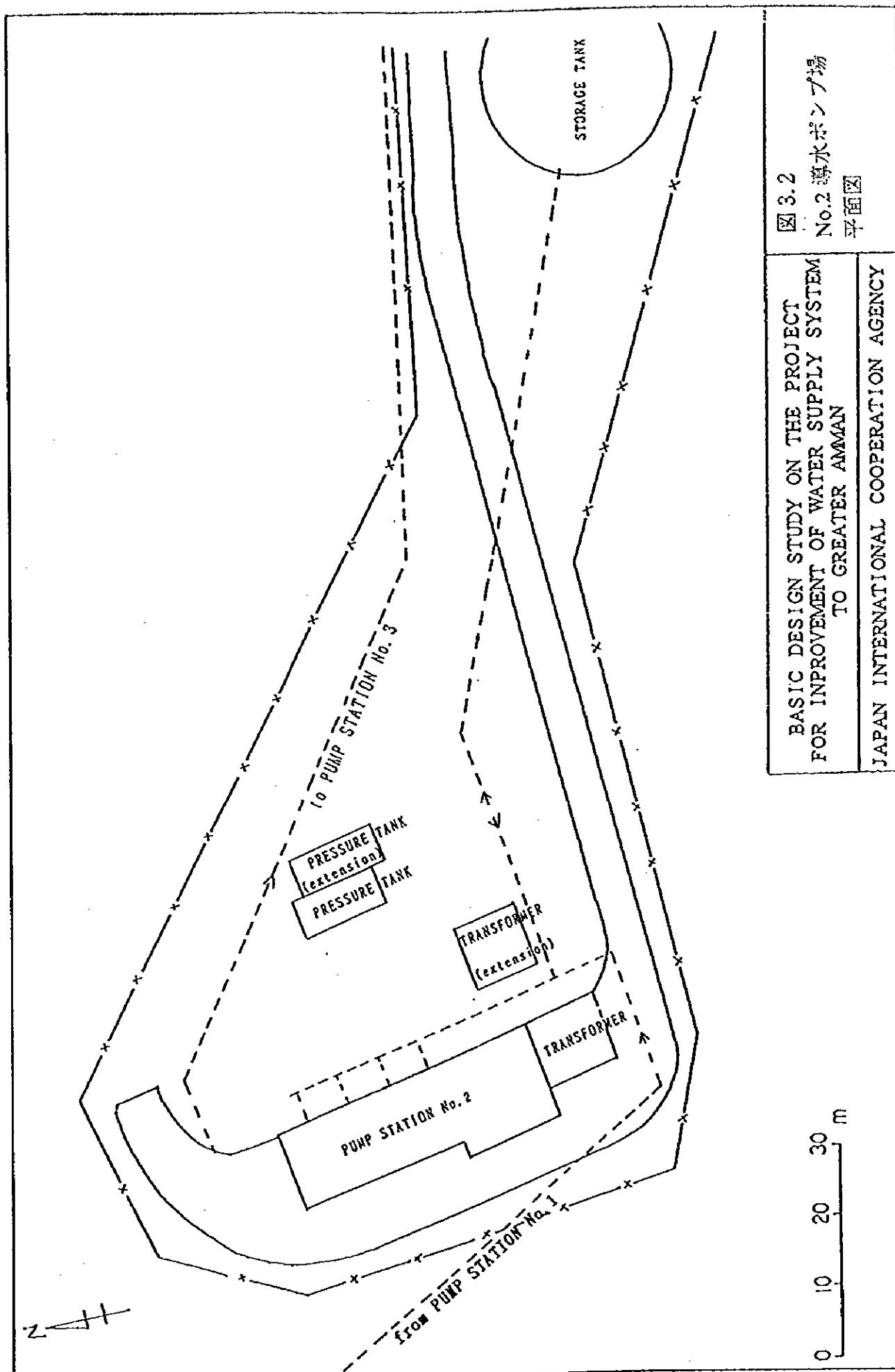
図 3.1

No.1 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



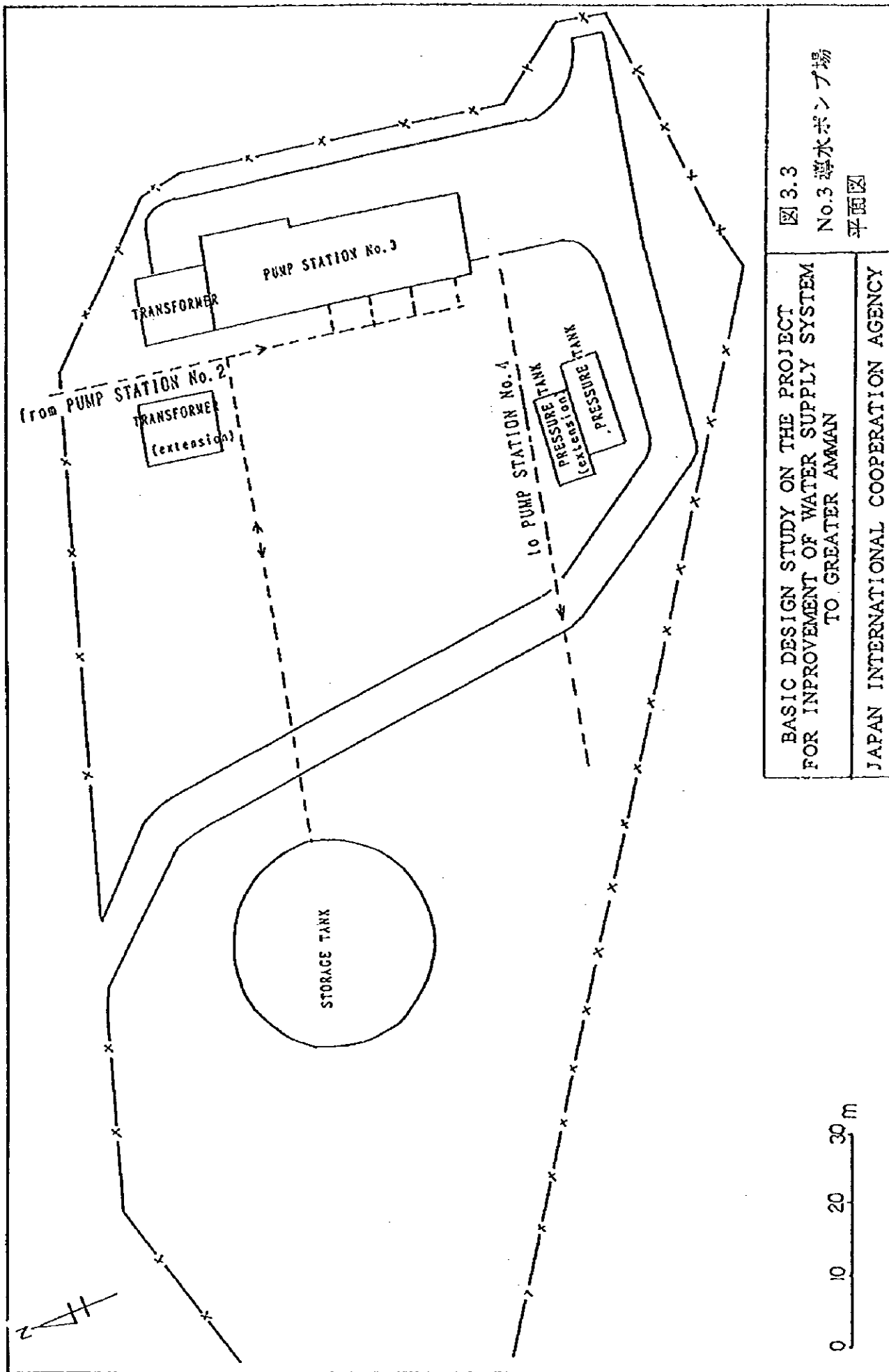


図 3.3
No.3 導水ポンプ場
平面図

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

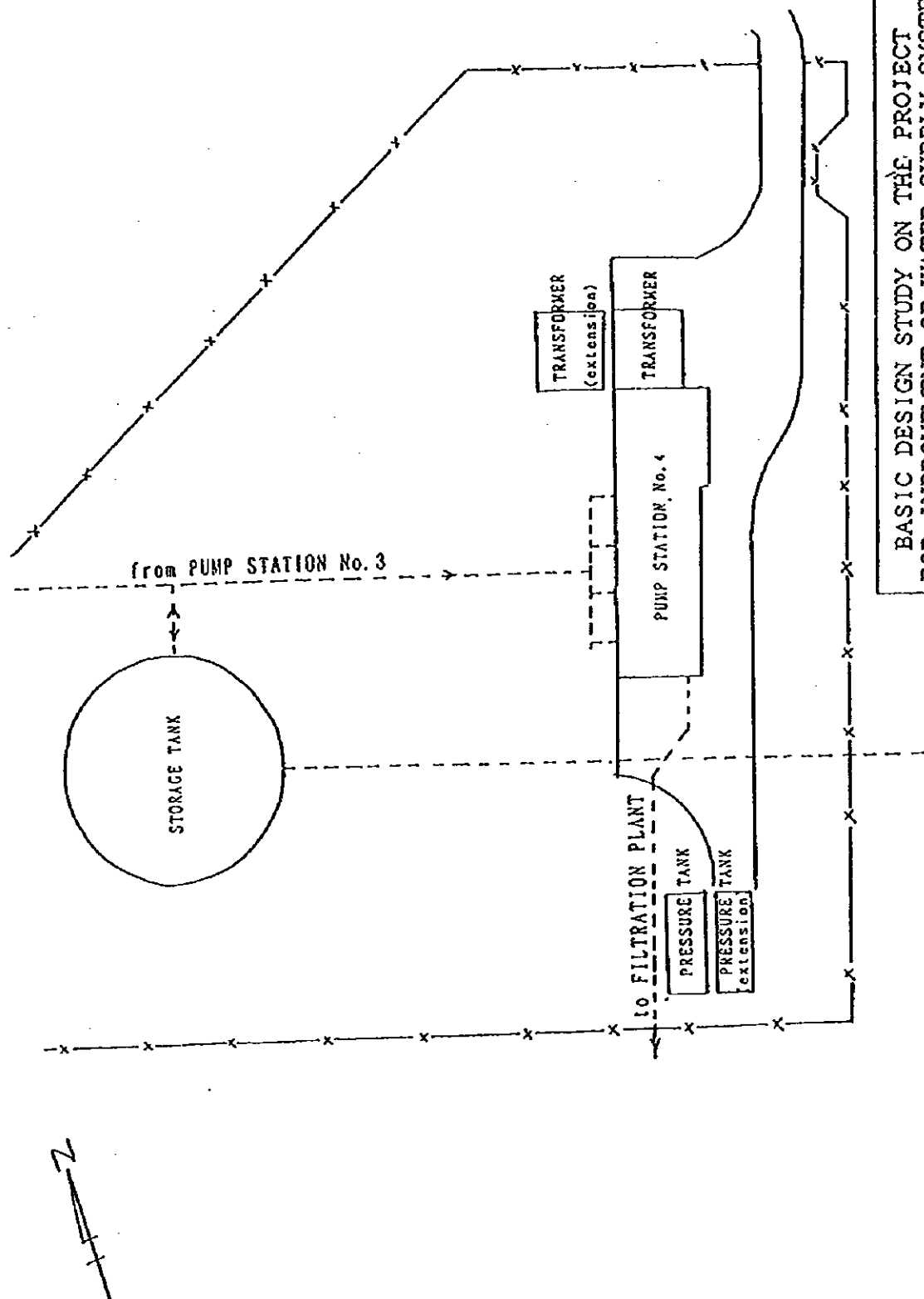
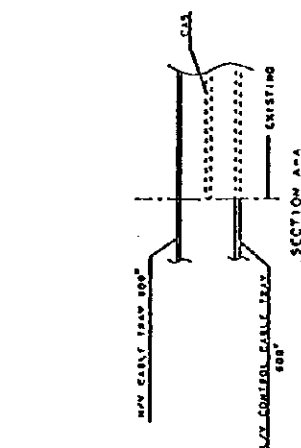
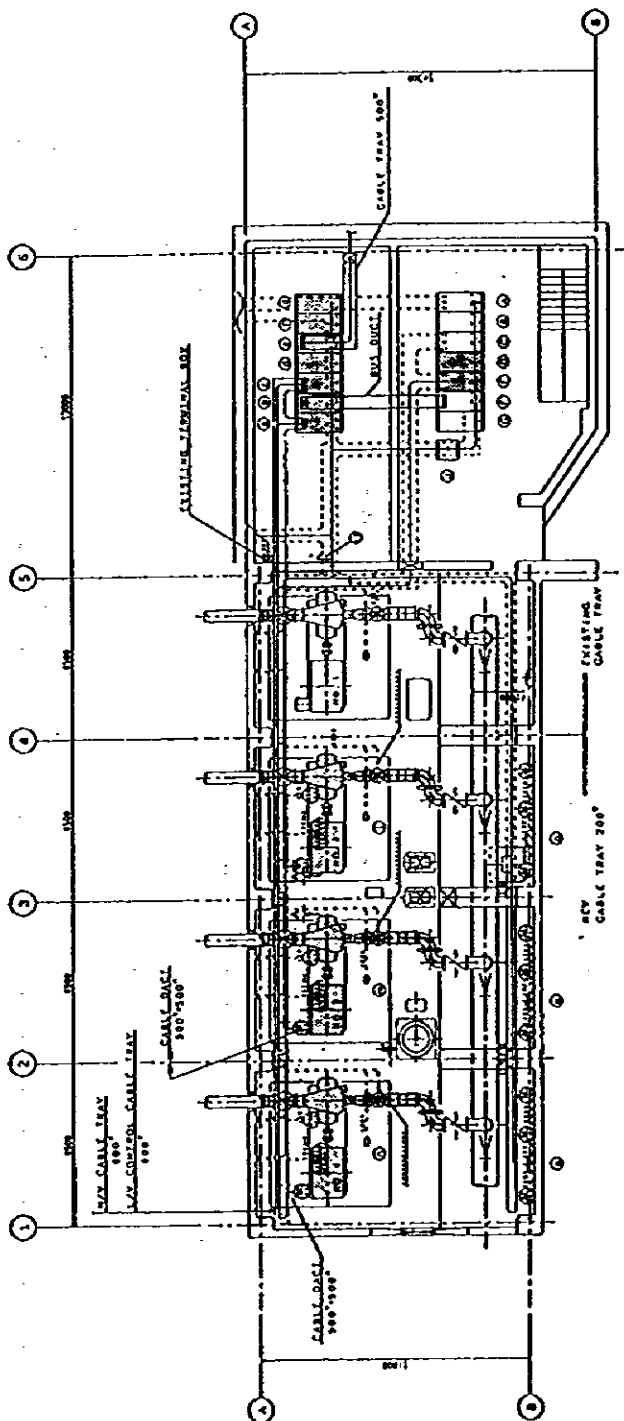


図 3.4

No.4 導水ポンプ場
平面図

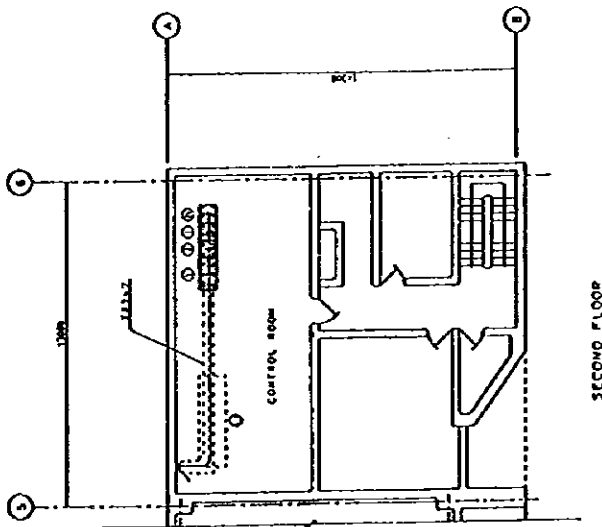
BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT
FOR IMPROVEMENT OF WATER SUPPLY SYSTEM
TO GREATER AMMAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

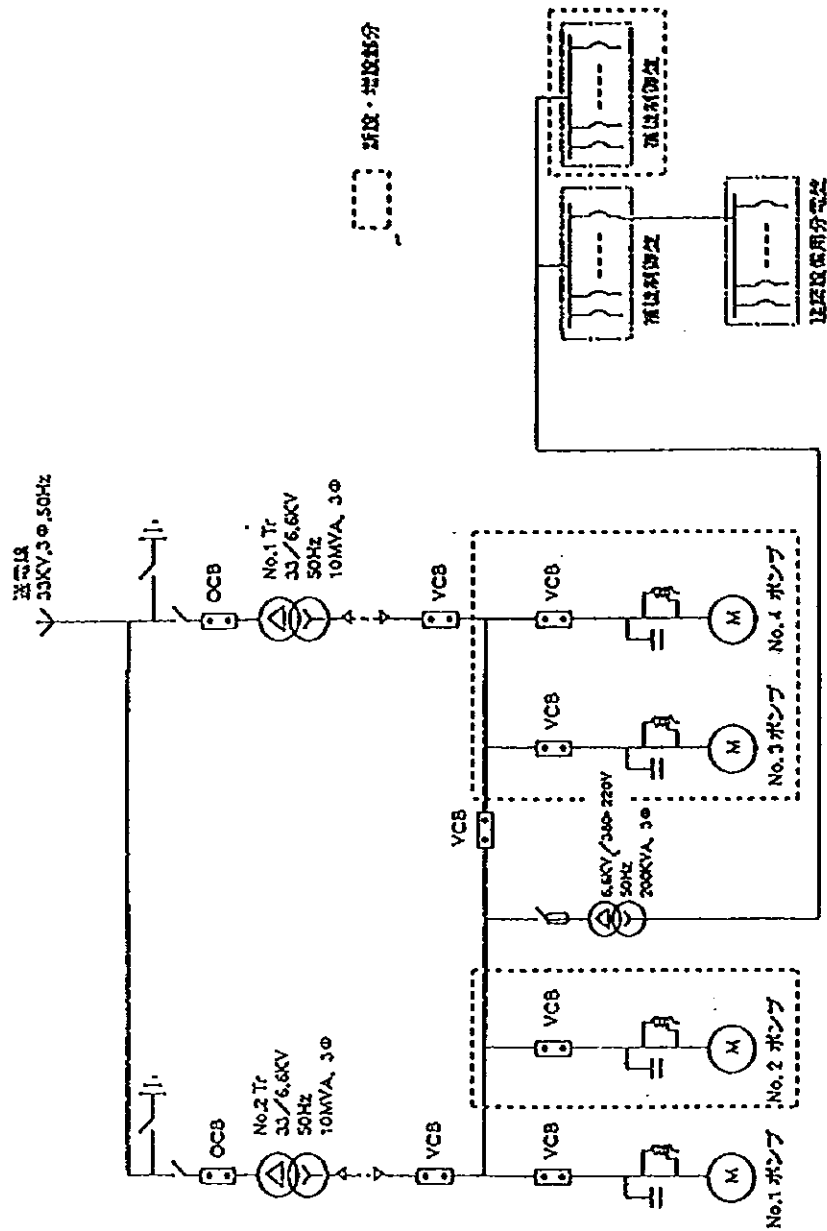


Die sehr gut mit einem in einer
modernen Linie der Stadt aus 1970er / 80er Jahren

海張工事部分



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段)

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

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 3.7
ポンプ増設単線結線図

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、現状の水質および薬品注入設備を検討した上で、薬品注入設備を含めた浄水方式を検討する。

1994年1月～1997年9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 3.10 ザイ浄水場の平均水質

水質項目	原水	浄水
総アルカリ度 (mg/l)	157～264	152～221
pH 値	8.06～8.50	7.74～8.10
総硬度 (mg/l)	248～316	246～314
電気伝導率 (us/cm)	589～989	591～996
濁度 (NTU)	4.9～207	0.00～0.17
蒸発残留物 (mg/l)	554～981	484～631
総トリハロメタン * (mg/l)	-	0.032～0.091
糞便性大腸菌 (MPN/100ml)	142～4,940	0

(*1994年1月～1997年9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、よって総アルカリ度、PH値、総硬度、電気伝導率等、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重要な問題となるレベルにはない。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、分析の定量下限は 0.02mg/l となっており、またクロムについても、水質基準が最大値で 0.05mg/l に設定されているのに対し、分析の定量下限は 0.06mg/l となっているので、どちらも分析方法を改善することが望ましい。

1996 年 1 月～1997 年 9 月の間における、デルアラ水源水およびザイ浄水場原水の主要な水質は以下のとおりである。

表 3.11 デルアラ水源水およびザイ浄水場原水水質

期 間	項 目	単 位	デルアラ水源水			ザイ浄水場原水		
			最高値	最低値	平均値	最高値	最低値	平均値
1996 年 1 月 から 1997 年 9 月 まで	総アルカリ度	mg/l	243.87	157.44	203.34	252.23	166.29	208.12
	pH 値	-	8.35	8.19	8.25	8.43	8.27	8.36
	総硬度	mg/l	215.89	248.48	277.64	315.68	247.92	278.73
	浸食性指数	-	12.91	12.41	12.75	13.00	12.71	12.87
	濁度 (NTU)	mg/l	60.90	4.85	18.50	102.28	9.04	31.28
	色度	mg/l	612.73	42.97	252.86	500.73	60.33	285.03
	電気伝導率	us/cm	988.57	700.45	856.41	982.86	714.80	853.79

また、同期間におけるデルアラ水源水に対するザイ浄水場原水の各項目の平均値の比率および各項目の相関係数は次のとおりである。

表 3.12 デルアラ水源水に対するザイ浄水場原水の水質における比率および相関

期 間	項 目	単 位	デルアラ水／ザイ水	相関係数
1996 年 1 月 から 1997 年 9 月 まで	総アルカリ度	-	0.977	0.9806
	pH 値	-	0.987	0.0766
	総硬度	-	0.996	0.9966
	浸食性指数	-	0.991	0.8630
	濁度	-	0.591	0.9768
	色度	-	0.887	0.9403
	電気伝導率	-	1.003	0.9951

これらの表に見られるように、デルアラの水源水は濁度および色度を除いてザイ浄水場原水とほとんど同質であり、その差は 1%程度に過ぎない。濁度は 40%強、色度は 10%強デルアラ水源水の方が低い値を示しているが、後述するようにこれまでの凝集剤および凝集補助剤の注入率と濁度との間にはほとんど相関が認められないことから、この程度の濁度上昇は、凝集剤および凝集補助剤の注入率に大きな影響を与えないと考えられる。

また、相関係数は pH 値を除いていずれも高い値でありザイ浄水場原水水質は、デルアラの水質とほとんど同じように変化することを示している。pH 値のみはまったく相関が認められないが、両者の pH 値そのものの差は小さいく、浄水処理上に影響をおよぼす程度ではない。

従って、これらの結果からする限り、ザイ浄水場における薬品注入率を大きく変更する必要性は生じない。

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か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、本計画には含めないこととする。(資料 7 および 8 参照)

(3) 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 3.13 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
硫酸アルミニウム	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～1997年9月の間における月平均注入率は次のとおりであった。

表 3.14 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
硫酸アルミニウム	16.24～22.71
活性炭(粉末)	0.58～ 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)	0.00～ 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 値及び総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。

(4) 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 硫酸アルミニウム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 8 参照)。

(5) 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) 薬品注入設備については先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 $\text{m}^3/\text{分}$ ）より大きな容量（10.4 $\text{m}^3/\text{分}$ ）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 3.15 のとおりである。

表 3.15 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

(6) 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 3.16 に示す比較検討の上、下記の理由で第 1 案（図 3.8 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。

表3.16 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・ろ過地洗浄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
総合評価	◎	△	△

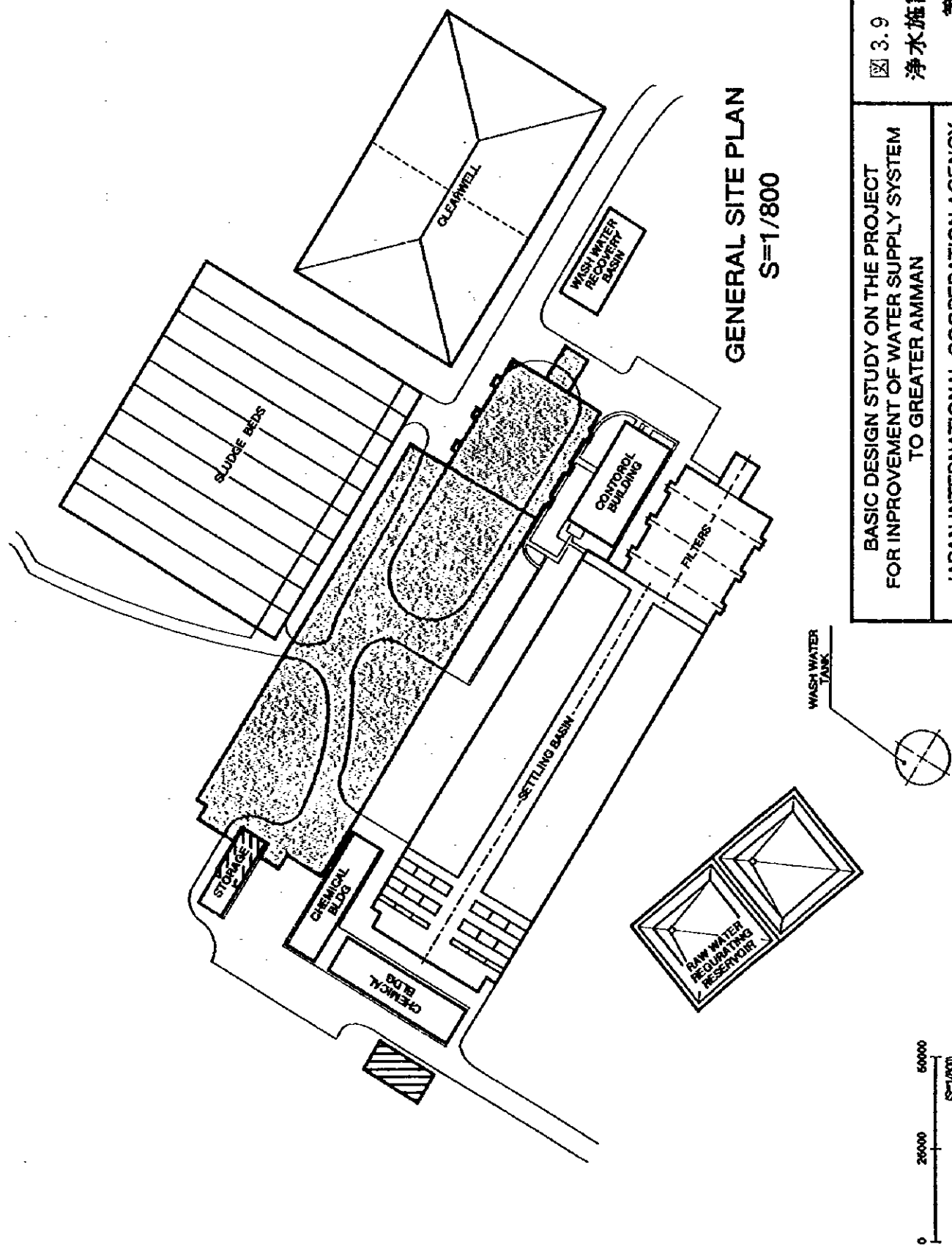
図 3.9

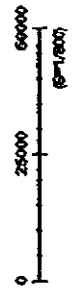
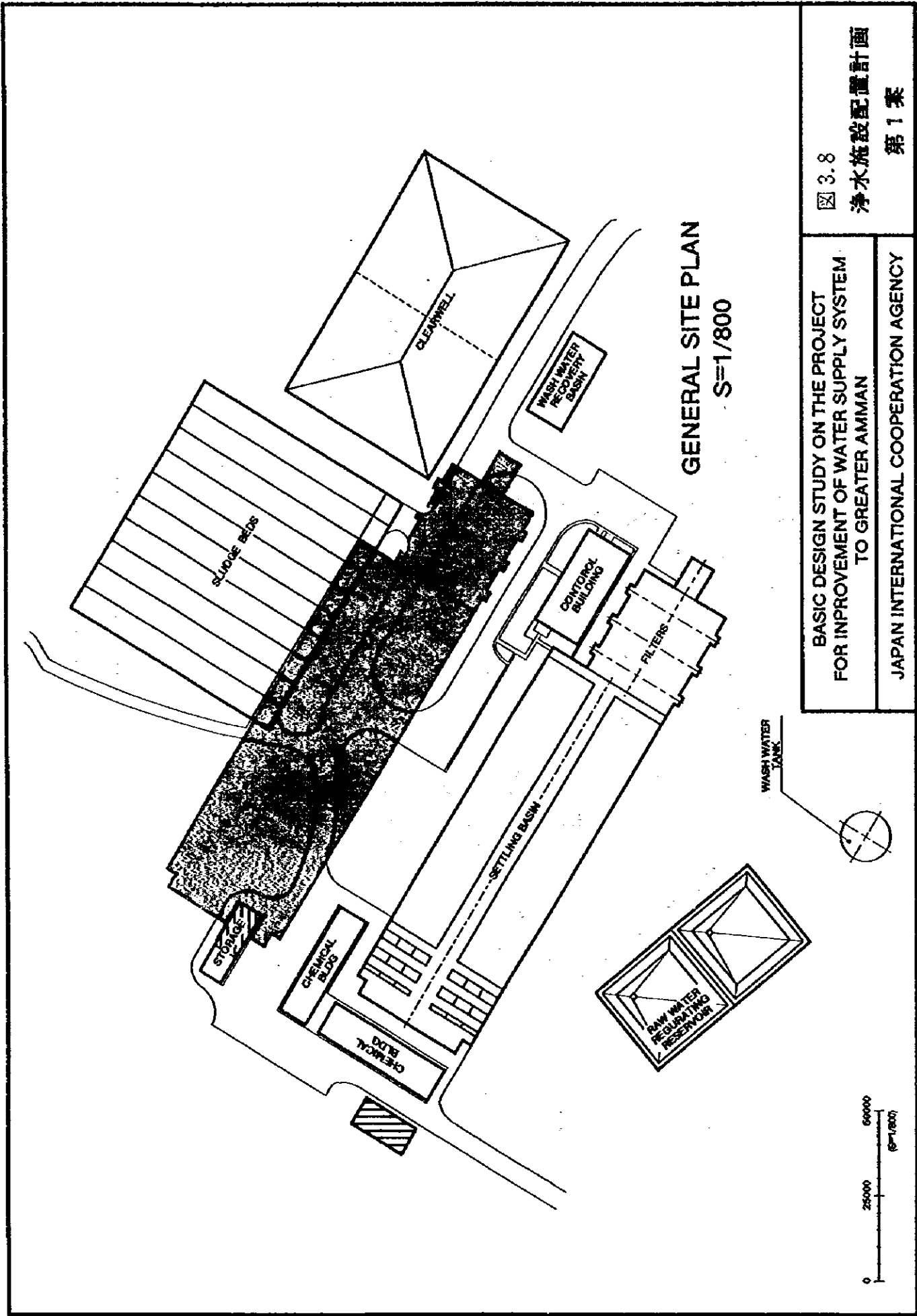
浄水施設配置計画
第2案

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

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

GENERAL SITE PLAN
S=1/800





3.8 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
--	---	--

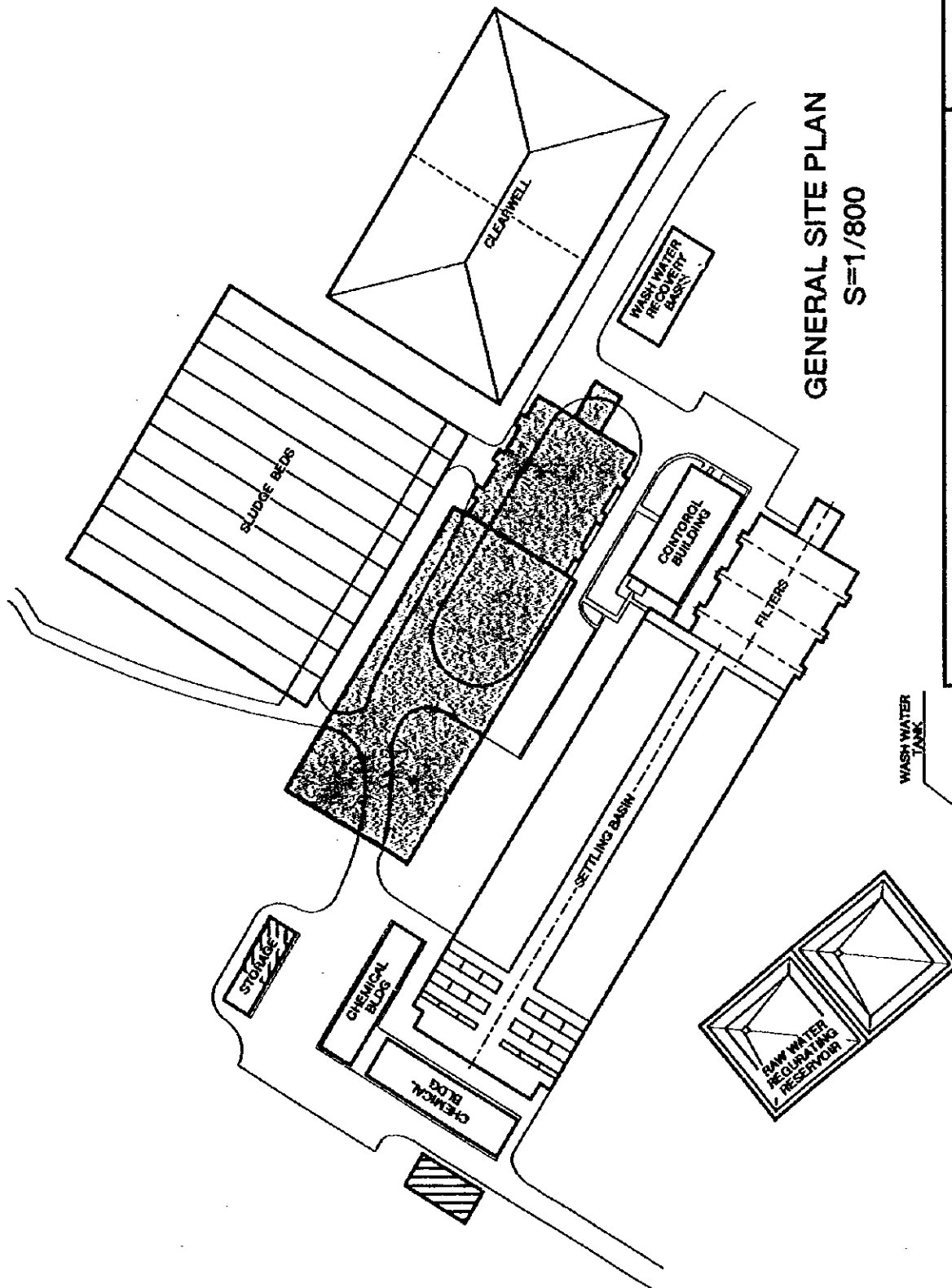


図 3.10

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

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 3.17 のとおりである。

表 3.17 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
フロック形成池	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（アンソラサイト）	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 WAJ
	容量	605 m ² x 10 m = 6,050 m ³	負担) 605 m ² x 2 = 1,310m ²
発電機・電気 ・倉庫棟	数量	1 棟	1 棟
	寸法	35.7 x 9.6	32 m x 8 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 x 9.6	25m x 8 m = 200m 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）はジョ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。

(7) 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3.18のとおりである。

表 3.18 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 3.19 のとおりである。

表 3.19 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）にあ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 3.20 のとおりである。

表 3.20 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 バドミタイプ、ステンレス製	1 台
	No.2 : 立型 バドミタイプ、ステンレス製	1 台
フロッケーター	No.1 : 立型 ホリックスタイプ	6 台
	No.2 : 立型 ホリックスタイプ	6 台
	No.3 : 立型 ホリックスタイプ	6 台
汚泥掻寄機	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	2 台
	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	
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	4 台
	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	

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 3.21 のとおりである。

表 3.21 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	銅板製屋内デスク形	1面
ろ過池現場操作盤	銅板製屋外自立閉鎖形	1式
薬注設備現場操作盤	銅板製スタンド形	1式
流量調整弁現場操作盤	〃	1式
無停電電源装置	銅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）	銅板製屋内自立閉鎖形	1式
計装機器 （拡張処理プラント用）	検出器、信号伝送器、指示・調節器、積算器、および警報器	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	銅板製屋内壁掛形	1面
照明器具	蛍光灯	1式
〃	水銀灯、屋外ボール形	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	銅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（サイ浄水場制御室）

名称	器材仕様	数量
グラフィック制御パネル	銅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

(8) 建築計画

(6) 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」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

(9) 基本設計図

図 3.11 浄水場平面図

図 3.12 浄水場機器系統図（浄水施設）

図 3.13 浄水場機器系統図（薬品注入設備）

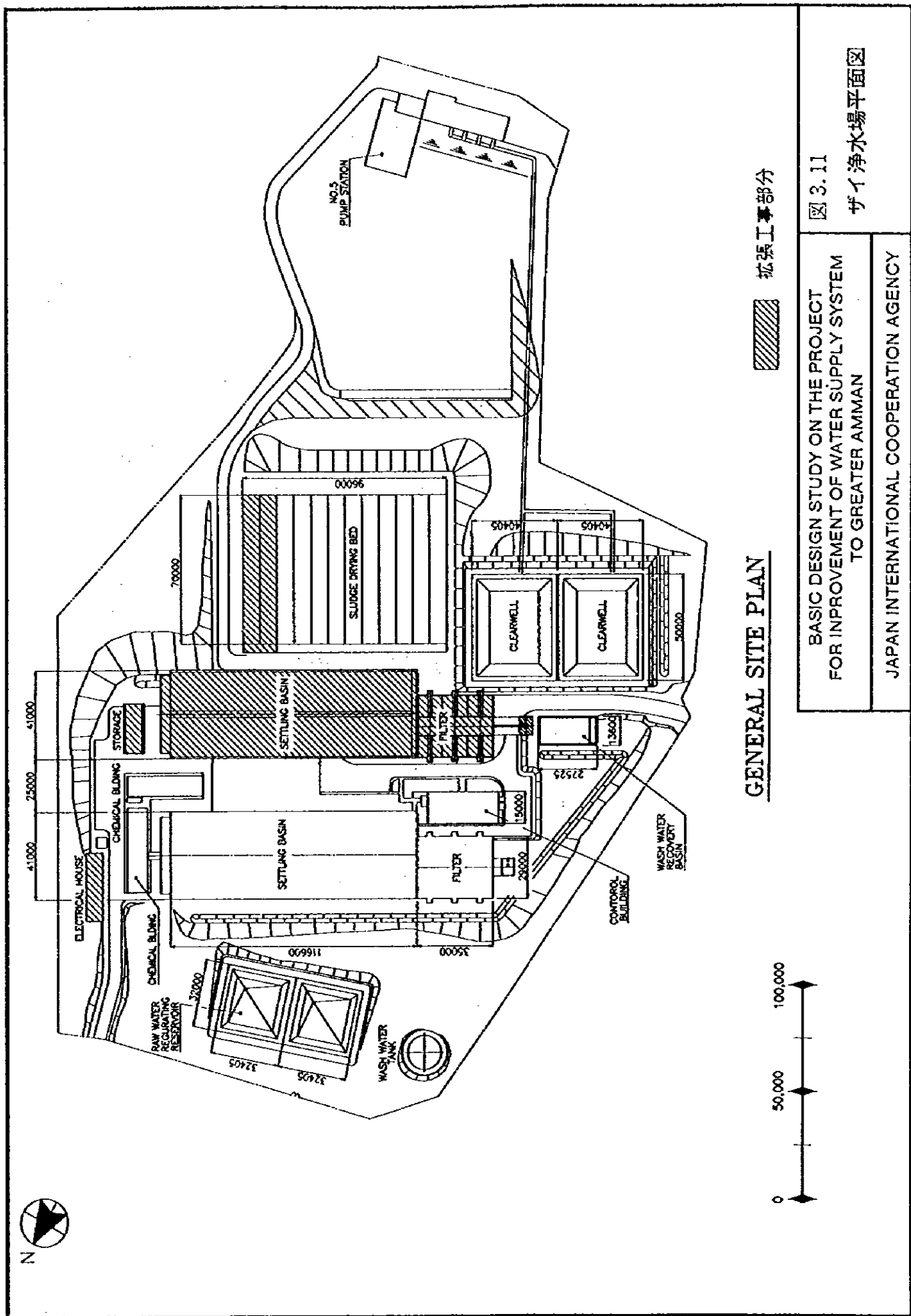
図 3.14 浄水場機器系統図（塩素注入設備）

図 3.15 浄水場薬品注入棟

図 3.16 浄水場単線結線図

図 3.17 浄水場中央制御室パネル配置

図 3.18 導・送水システム監視制御装置



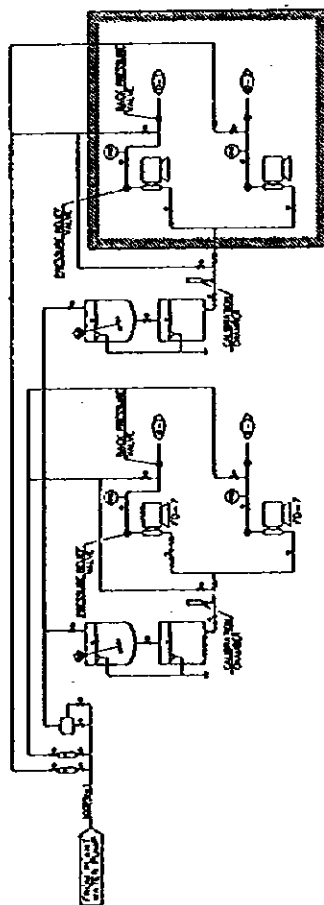
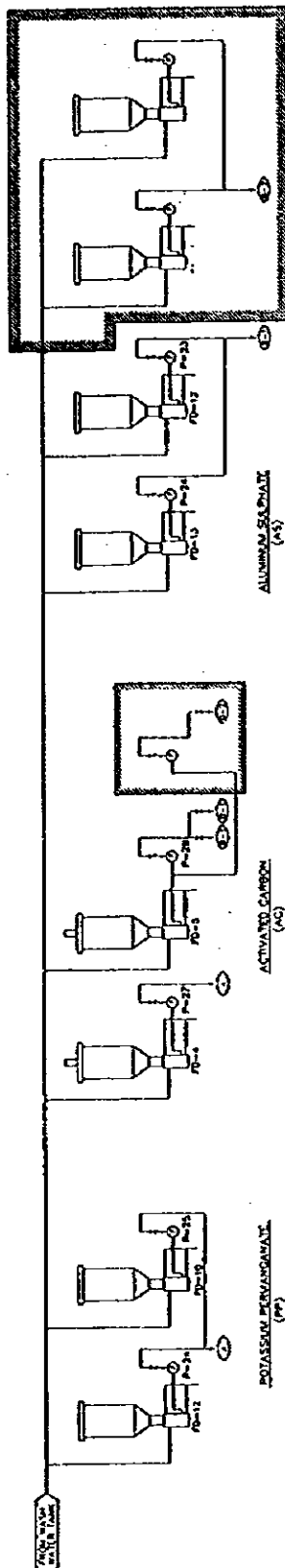
GENERAL SITE PLAN

拡張工事部分

図 3.11
ザイ浄水場平面図

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

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



DOING POINT

DOING POINT	PRE-TREATMENT		INTER-MEDIATE		POST-TREATMENT	
	①	②	③	④	⑤	⑥
DOING POINT	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	AC-1	AC-2
DOING POINT	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	AC-1	AC-2
DOING POINT	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	AC-1	AC-2
DOING POINT	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	AC-1	AC-2
DOING POINT	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	AC-1	AC-2
DOING POINT	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	AC-1	AC-2

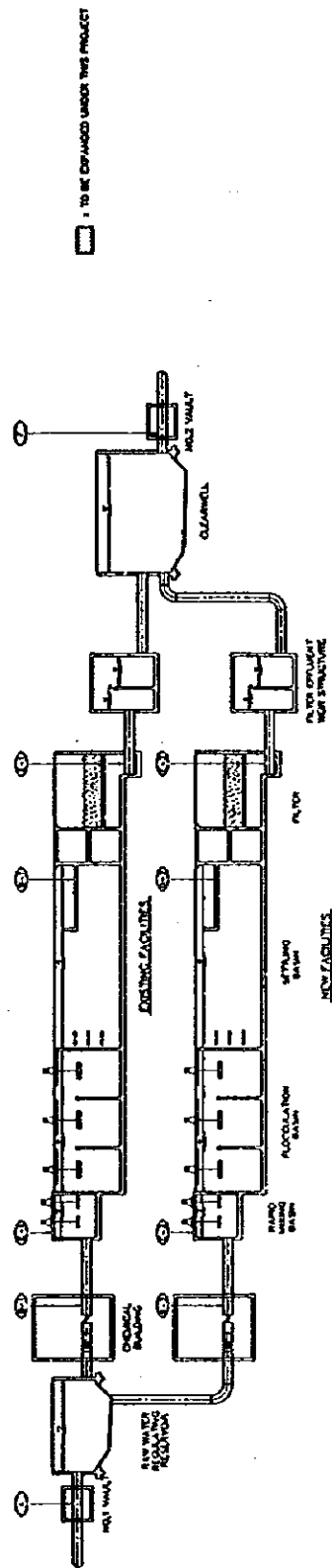


図 3.13
浄水場機器系統図
(薬品注入設備)

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

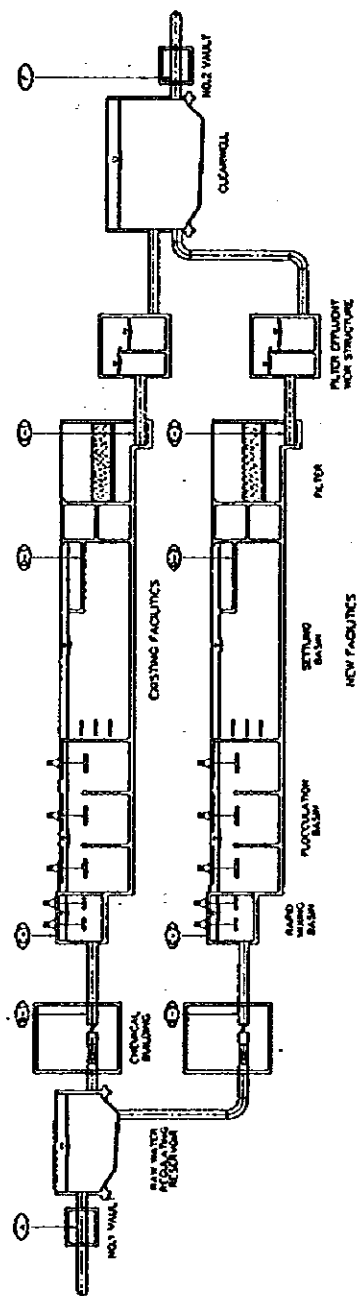
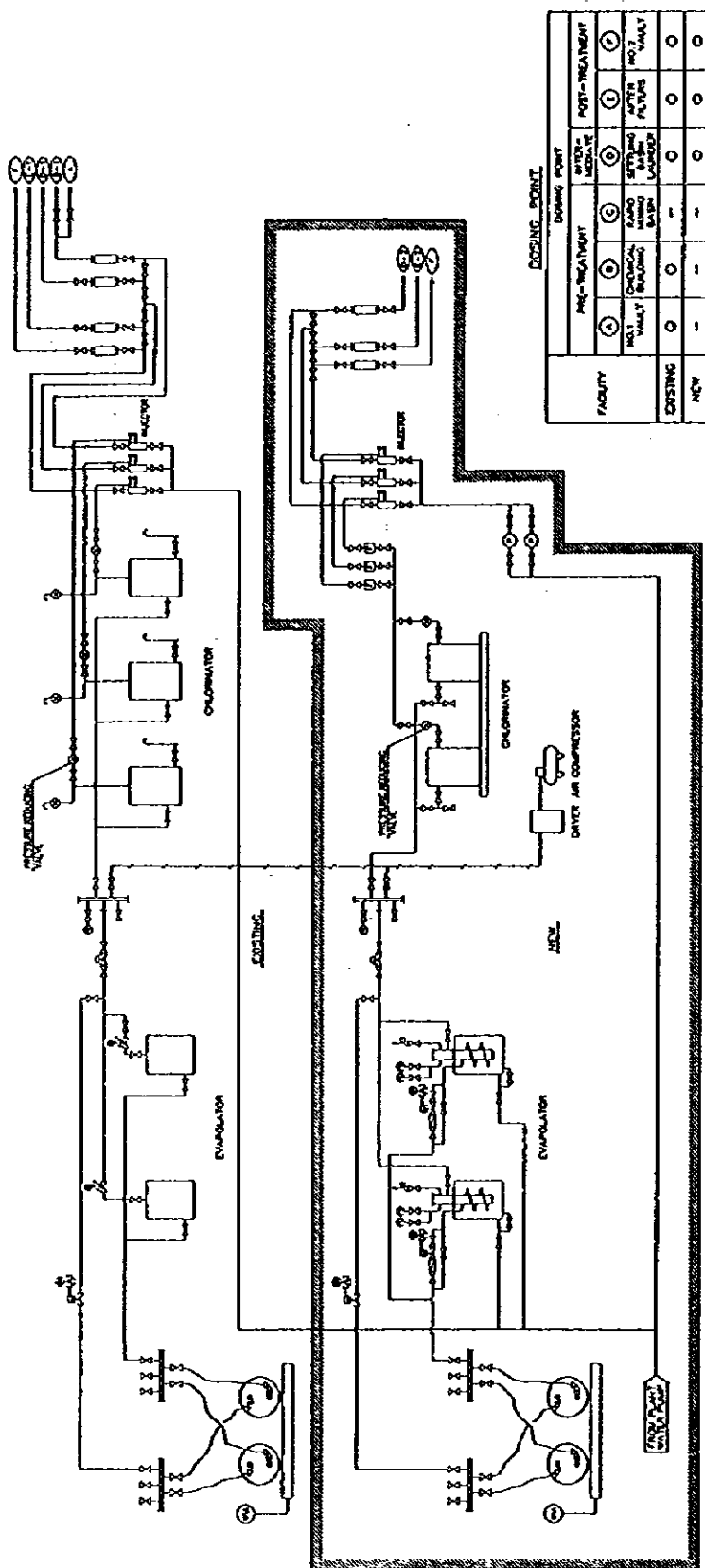


図 3.14
浄水場機器系統図
(塩素注入設備)

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

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

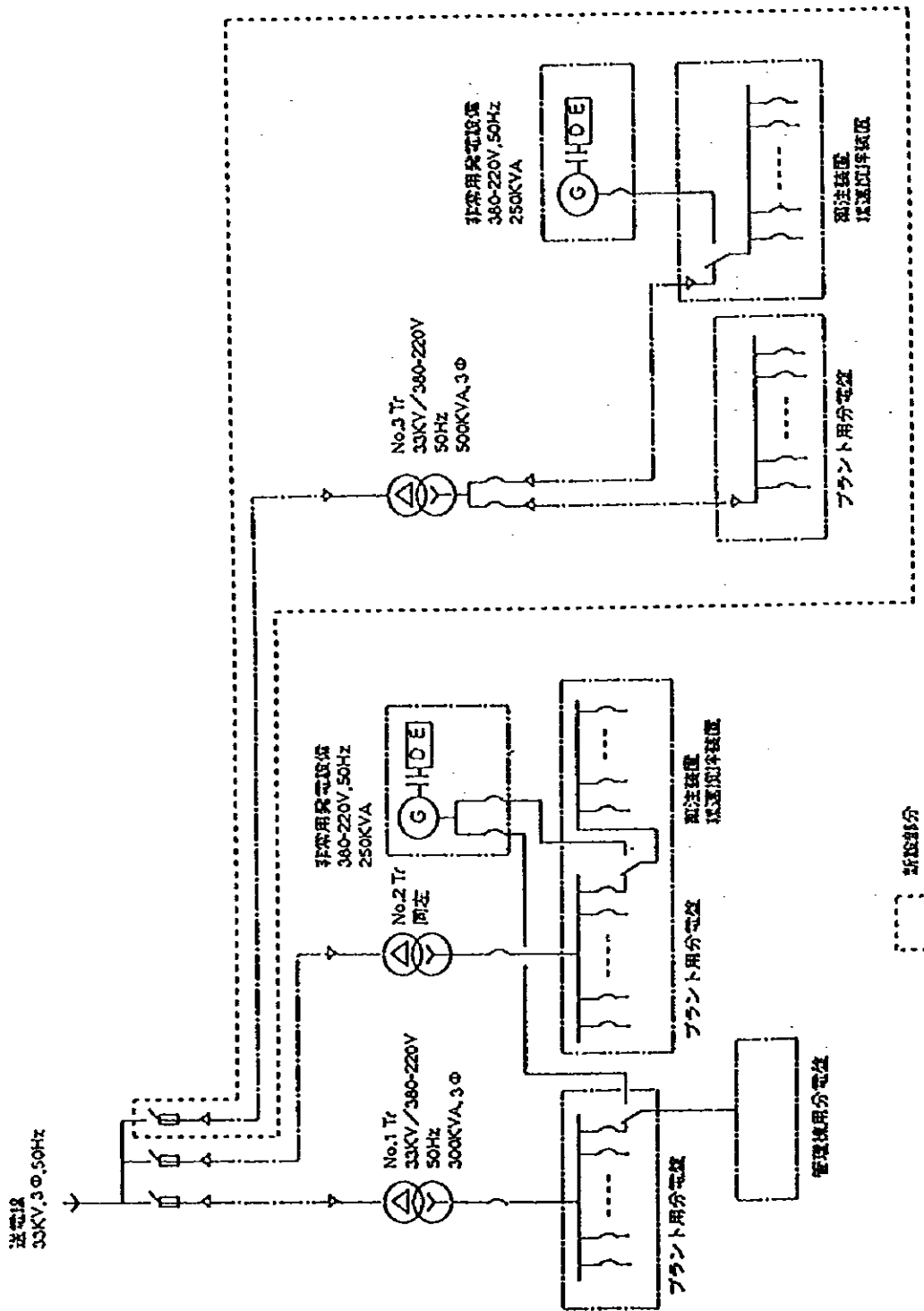


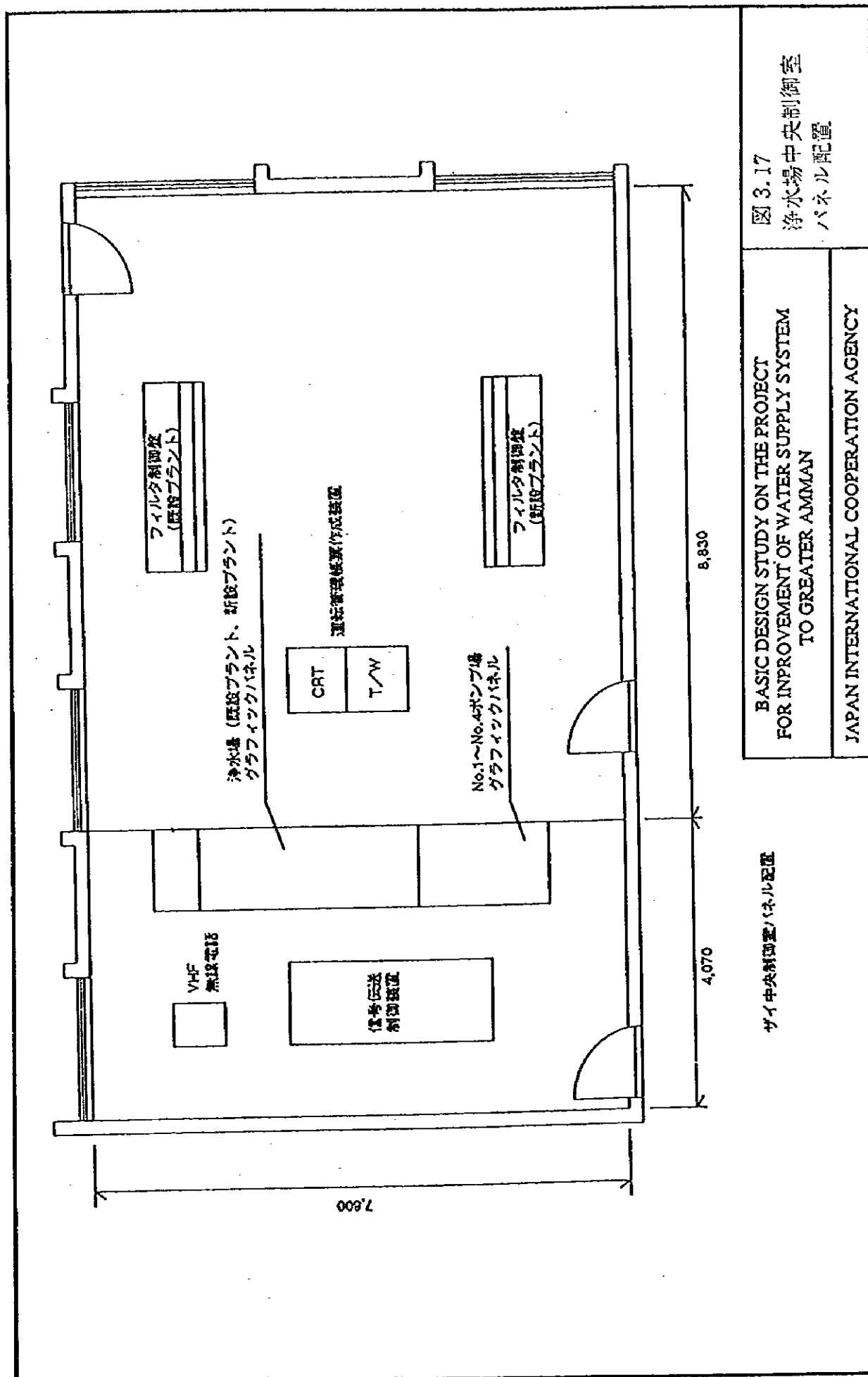
図 3.16

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

サイイ浄水場単線結線図



ザ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 3.17
浄水場中央制御室
パネル配置

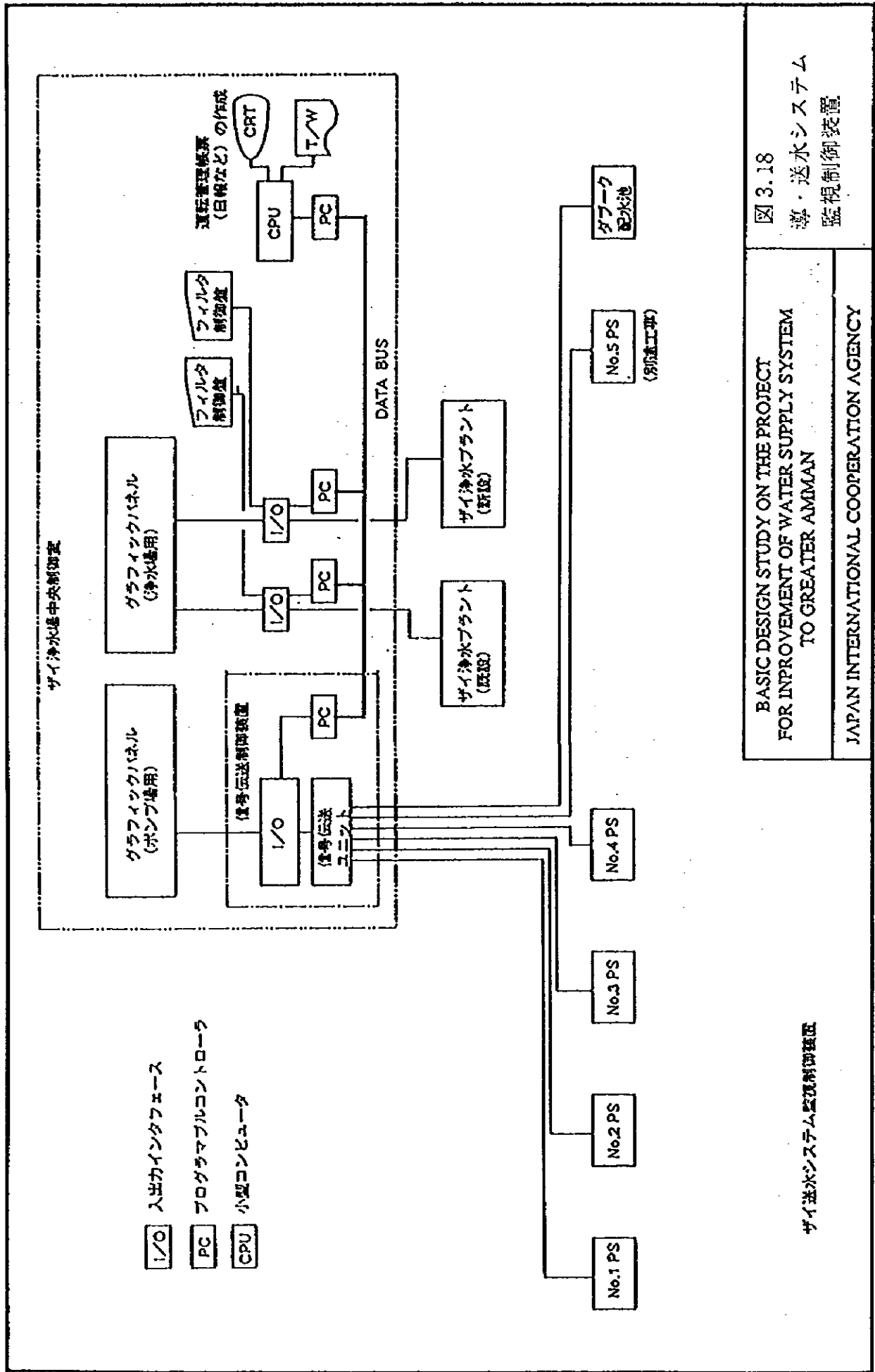


図 3.18
導・送水システム
監視制御装置

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

ザイシ清水システム監視制御装置

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。水灌漑省のプロジェクト・財務局が援助案件の窓口となるが、業務に応じて WAJ の水道局が関与する。例えば、本プロジェクトの場合は、計画・調査・設計業務であるため水道局のプロジェクト部が主体となり、管理部門である水道局の管理部にあるザイ浄水場が参画する。

拡張後の施設の運転・維持管理は水道局の管理部にあるザイ浄水場が行う予定であるが、WAJ は条件が許せば総裁直属のプランニング・マネージメント・ユニットの管理のもと民間に委託することも考慮している。

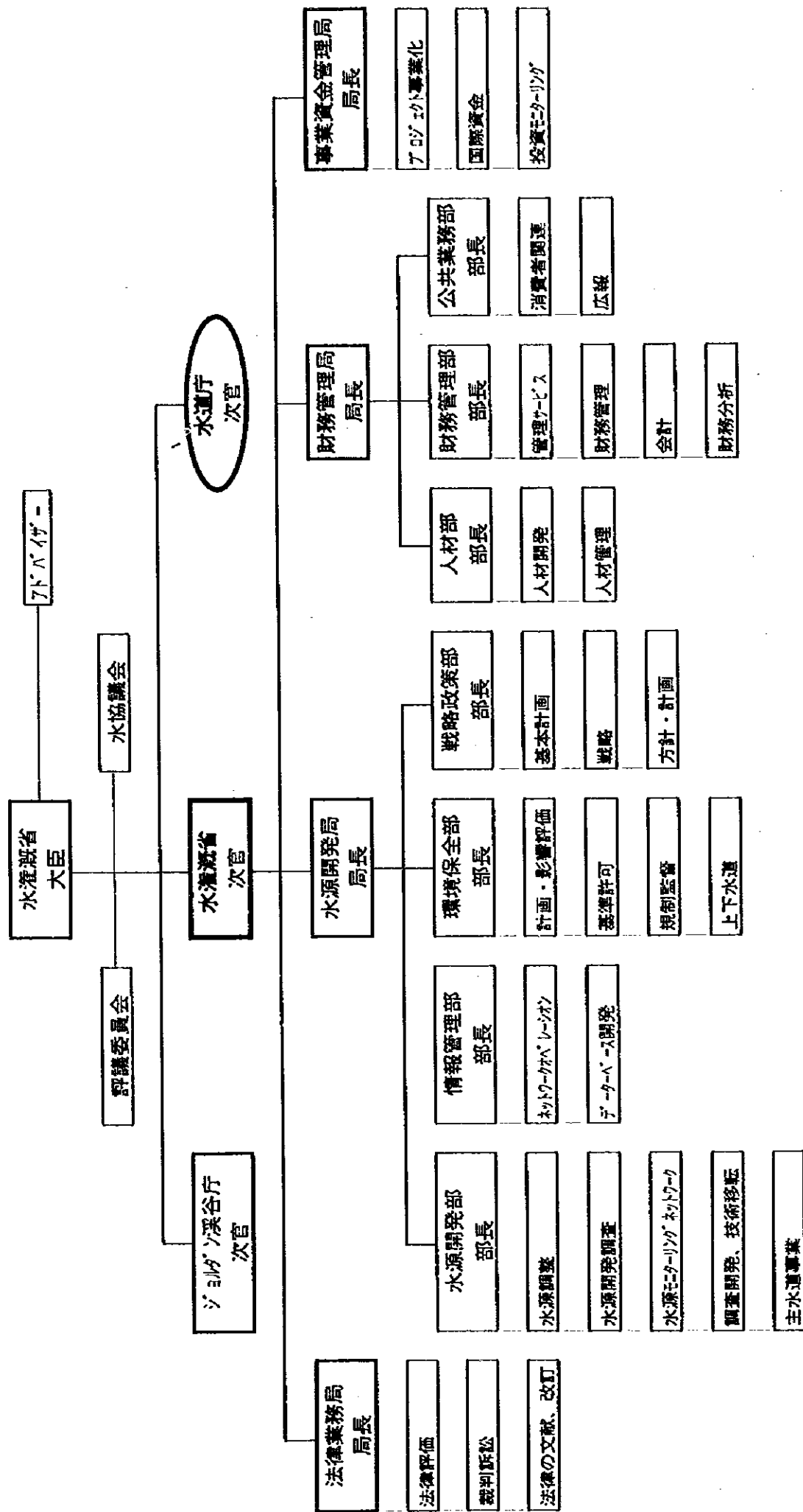


図3.19 水資源省の組織図

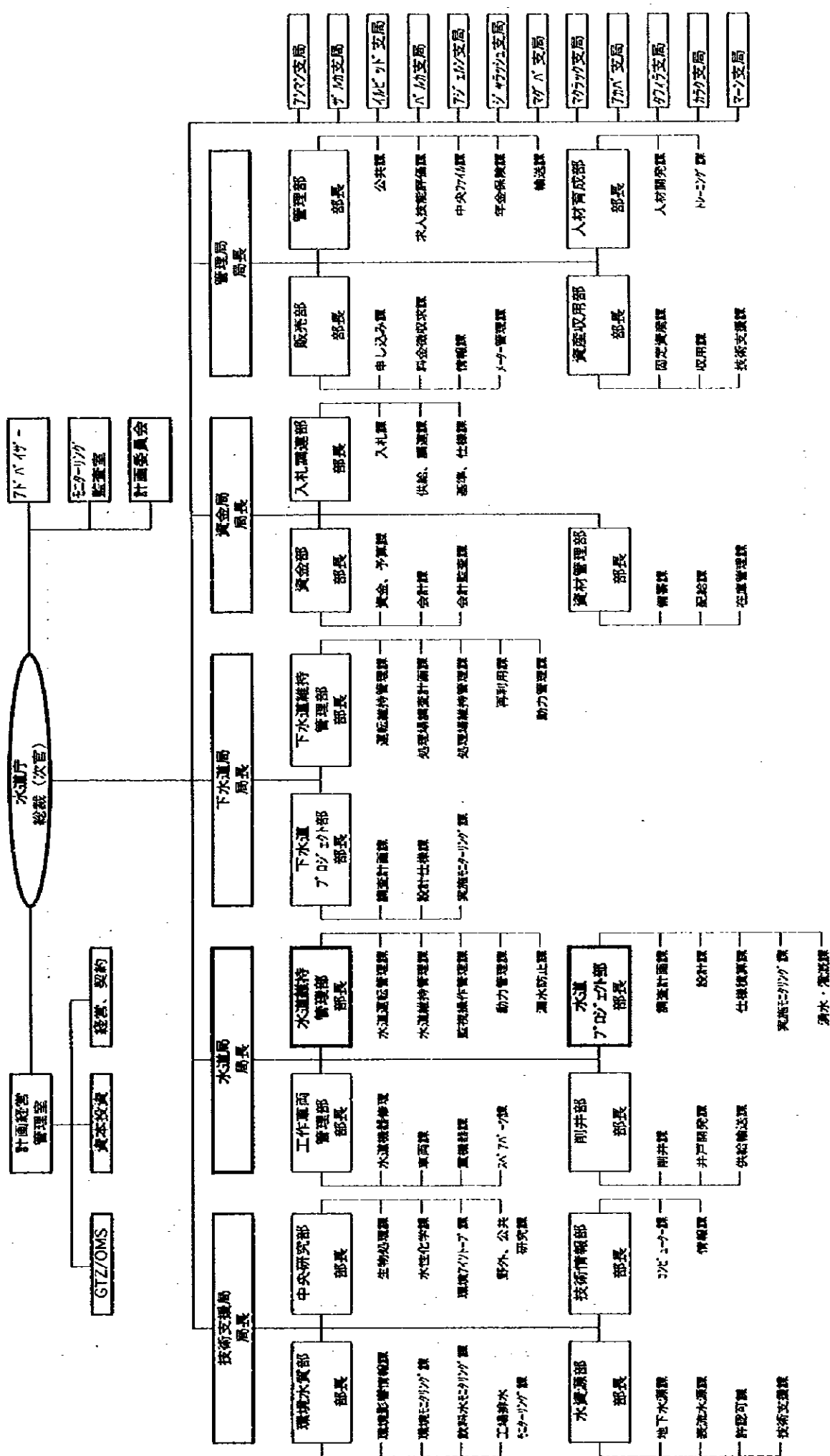


図3.20 水道庁 (WAJ) の組織図

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 3.22 損益計算書

(単位：千円)

項 目 \ 年	1994	1995	1996
収益			
水道料金等	24,602	25,544	29,716
下水道料金等	9,926	9,999	10,901
加入金	3,617	3,303	3,457
その他	1,945	1,777	2,059
営業収益合計	40,090	40,623	46,133
費用			
運営費用			
人件費	16,099	16,348	19,363
維持管理費 (含む薬品費)	7,352	8,467	30,639
電力費	17,836	21,298	上記に含む
総務費等	633	723	805
営業費用合計(*1)	41,920	46,836	50,808
運営利益 #	-1,830	-6,213	-4,675
減価償却費(*2)	27,586	29,453	32,986
支払利息(*3)	15,782	16,188	17,560
支出計(*1 + *2 + *3)	85,288	92,477	101,354
経常利益	-45,198	-51,855	-55,221
為替損失費	4,129	6,926	3,887
当年度収支	-49,327	-58,781	-51,334
累積収支	-280,025	-338,806	-390,140

#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。

- ・ 1994 年から 1996 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 2.1～2.3 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 1996 年には収益の 8.5 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。

		(単位：%)		
項目	年	1994	1995	1996
収益／支出合計		47.0	43.9	45.5
収益／運営費用		95.6	86.7	90.8

(2) 貸借対照表

表 3.23 貸借対照表

(単位：千デナール)

項目	年	1994	1995	1996
資産				
固定資産		465,475	481,039	520,799
流動資産		31,173	31,627	37,888
資産合計		496,648	512,666	558,687
負債・資本				
負債				
固定負債				
長期借入金		225,547	252,021	281,811
引当金		1,463	1,386	1,386
固定負債計		227,010	253,407	283,197
流動負債		235,220	265,343	302,466
負債計		462,230	518,750	585,663
資本				
資本金		314,444	332,722	363,164
剰余金・欠損金		-280,026	-338,806	-390,140
資本計		34,418	-6,084	-26,697
負債・資本計		496,648	512,666	558,687

- ・ 1995 年の財政状態は、資産合計 558,687 千デナールに対し、負債合計は 585,663 千デナールとなっており、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 7.5～8.4 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 3.24 キャッシュフロー

(単位：千円)

項目 \ 年	1995	1996
内部資金		
純利益又は損失	-58,780	-51,334
減価償却	29,454	32,986
為替損失費	6,926	-3,887
未収入金減少	1,641	-1,662
スポンサー減少	-1,565	-4,461
他の負債減少	-766	-419
未払金増加	2,462	-1,015
保留金増加	-10	-214
預託金増加	2,570	3,685
内部資金合計	-18,068	-26,321
固定資産増減	-45,017	-72,747
部外資金		
銀行への未払金増加	-2,286	12,648
長期借入金増加	23,000	32,915
未払い元金及び経過利息増加	23,934	22,782
資本金増加	18,278	30,442
予備費増加	-76	0
外部資金計	62,850	98,787
手持ち金増加	-235	-280
期首手持金	798	563
期末手持金	563	283

- ・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りない。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。

- ・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。
- ・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 12 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 WAJ 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

4.1 施工計画

4.1.1 施工方針

(1) 一括入札方式

浄水場施設は、土木・建築、配管（場内配管およびろ過池配管）、薬品注入・浄水機械設備据付、電気・計装・制御設備の据付からなっているが、各々の施設が一体となって機能する。したがって業種は数種にわかれるが、入札は一括入札とし、契約を一本化した方がよい。特に小人数による工事監理の場合は、出来高払審査書類作成および支払い証明手続き、土木・建築と配管・配線の取り合わせ部施工図の作成等の煩雑さが軽減され、また個々の業者の責任が主業者の責任となって、責任の存在が明確になる。

(2) 配慮を要する点

浄水場・ポンプ場の長時間運転停止は許されない。したがって既設構造物への管取付け、既設管との配管接続には最小限の運転停止にするような施工方法をとることとし、WAJと密接な打合せが必要である。

(3) 施工業者の活用分野・方法等

公共事業の請負実施のために、既に公共事業省に多数の土木・建築、機械・電気業者が登録しているので、それら業者を下請に活用する必要がある。特に許認可手続、労務者の手配、建設資機材の購入・運搬、掘削土の運搬処分、型枠・鉄筋の運搬・組立、コンクリートの打設・養生等相当量の工事範囲の分担が可能である。

(4) 実施段階の責任機関、部署

プロジェクト監理は、WAJ水道局のプロジェクト部の所管である。維持管理・運営は、WAJ管理部のザイ浄水場の管轄となる。

4.1.2 施工上の留意点

(1) ポンプの更新順序

1ヶ所（例えばNo. 1ポンプ場）の3台のポンプを更新した後、他（例えばNo. 2ポンプ場）の3台のポンプを更新する方法が、施工上・費用の面で有利である。しかし、この方法は、全てのポンプ場のポンプを更新する期間（半年以上）給水がリハビリで更新した1台分の水量に減少するため、採用すべきでない。給水を確保しつつ更新するためには、リハビリで更新した各1台の大ポンプと更新しなかった2台の小ポンプを稼働させつつ、各々のポンプ場の1台を更新（1期分）する。この更新により、各ポンプ場到大ポンプ2台が設置されるため、45百万 m^3 /年の水量が確保できる。

(2) 急峻地形における管・弁類、機器の慎重な運搬

本計画における浄水場およびポンプ場はアンマン市の北西部、市境から約20km離れたジョルダン溪谷内に位置し、また交通量は非常に少ないが、地形が急峻なため道路勾配が急でS字カーブも多く、掘削土の搬出、管・弁類および機器の搬入には慎重な運搬が必要である。

(3) 乾燥地におけるコンクリート打設養生の遵守

浄水場におけるコンクリートは水密性を要求される。打設後乾燥収縮や温度変化によるひび割れがあってはならない。したがってコンクリート練り立時のスランプの管理は当然として、打設後硬化するまでの間、直射日光下での散水養生に十分注意を払う必要がある。

(4) 場内の既設排水管およびケーブルの移設

沈殿池およびろ過池の拡張予定場所には、混和池からのオーバーフロー管、場内の雨水排水管、汚泥乾燥床への汚泥排水管および鋼管防食用カソードケーブル線が構造物と平行して埋設されているので、構造物掘削開始前に掘削に影響のない場所に移設する必要がある。

(5) 33kV受電ケーブルルートの補強

既設薬品注入およびディーゼル発電機棟の西側に薬注・凝集沈殿機器の受変電設備が設置され、そのために既存沈殿池と増設沈殿池の間に高圧ケーブルが埋設されている。工事中重機の出入りによってケーブルの破損・切断を防止するため、鋼板防護などの補強が必要である。

(6) 工事用資機材の調達

ポンプ、電動機、薬注機器、浄水機械および鋼管・弁類はすべて輸入になるが、他のほとんどの建設資機材（ポルトランドセメント、骨材、鉄筋、鋼材、型枠材、建築材料）は現地で調達でき、また土工重機はリース可能である。浄水場およびポンプ場の土質は酸性なので原設計では耐酸セメントの使用を規定している。本設計においても耐硫酸塩セメントを使用すべきである。しかし現地の産出量では本計画の需要を満たすことが出来ないことも考えられるので、コンクリート打設スケジュールに合わせて輸入することも考えなければならない。

4.1.3 施工区分

(1) 日本側負担工事

日本側の負担工事を以下に示す。

導水ポンプ場

- ・ 4ヶ所の導水ポンプ場の既設ポンプ・電動機各3台の更新（大容量に）
- ・ 同上に伴う配管・弁等の更新
- ・ 各導水ポンプ場の監視操作設備の更新
- ・ 各ポンプ場の圧力サージタンク各1台増設

浄水場

- ・ 既存原水調整池からの流出管の増設
- ・ 混和池の増設
- ・ フロック形成池の増設
- ・ 沈殿池の増設
- ・ 急速ろ過池および流出堰井の増設
- ・ 既存浄水池への流入管の接続
- ・ 薬品注入設備の増設
- ・ 浄水機器設備の設置
- ・ 関連する連絡管、排泥管の増設
- ・ 電気・倉庫棟の増設
- ・ 発電機室の移設・増設
- ・ 塩素室の増設
- ・ 中央監視制御設備の増設
- ・ 汚泥乾燥床の移設

(2) 「ジョ」国側負担工事

「ジョ」国側の負担工事を以下に示す。

- ・ 導水管の一部（L=660m）更新
- ・ 導水管路の工事用地確保
- ・ 導水管路工事用仮設道路
- ・ 導水管侵食部防護
- ・ 浄水場場外の仮設用地確保

- ・工事用電源、水源の確保
- ・浄水場場内立ち入り防止柵
- ・汚泥乾燥床の増設
- ・薬品注入機器の更新

機器名	機器の仕様	数量
塩素滅菌器	真空式自立型、容量 900 kg/日	1 台
気化器	形式：電熱型、容量 3,600kg	1 台
高分子凝集剤注入器	フローメーター：形式 ローターメーター(口径 25 mm、容量 0.05~0.5 l/s) パッチメーター：型式 積算計(口径 25 mm)	2 基 1 基
過マンガン酸カリウム注入器	注入器ポンプ： 注入ポンプ空気圧力計：指示範囲 0 ~ 100 psi (7 kgf/cm ²)	1 個 2 個
活性炭注入機器	注入ポンプ空気圧力計：指示範囲 0 ~ 100 psi (7 kgf/cm ²)	2 個

- ・監視・制御設備計器の更新

計器名	計器の仕様	数量
水位計	指示・記録・警報（原水調整池、浄水池） 指示・警報（洗浄排水池、洗浄水タンク） 指示・調節（ろ過池）	2 基 2 基 1 基
流量計	指示・調節・積算（原水調整池、ろ過池逆洗、場内給水） 指示・調節（ろ過池）	3 基 6 基
バルブ開度計	指示（原水流量調節弁、ろ過流量調節弁）	7 基
ろ過池損失水頭計	指示・警報	6 基
水質計器	ろ過池濁度計（指示） 同上（指示・記録） ろ過池 pH 計（指示・警報） 洗浄水タンク温度計（指示） 残留塩素計（指示・記録）	6 個 1 個 1 個 1 個 1 個
薬品注入量計	指示・調節（過マンガン酸カリウム、活性炭、	2 個

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」国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」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
 - ・ 浄水場の試験運転（水質管理も含む）およびトレーニング

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。

導水ブ拡張部分

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（計装設備）	1 名
電気設備設計（動力設備）	1 名
積算	1 名
入札図書	1 名

施工管理（計 5 名）

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

浄水場拡張部分

実施設計（計 14 名）

総括	1 名
----	-----

浄水施設設計	1名
土木構造物設計（現地）	1名
土木構造物設計（国内）	1名
機械設計	1名
電気設計	1名
建築設計	1名
測量・地質	1名
管路設計（浄水場内）	1名
仕様書（土木）	1名
仕様書（機械）	1名
仕様書（電気）	1名
積算	1名
入札図書	1名

施工管理（計 10名）

総括（スポット）	1名
浄水施設設計	1名
土木構造物設計（スポット）	1名
通常駐在監理者（全体）	1名
通常駐在監理者（土木建築のみ）	1名
機械設計（スポット）	1名
電気設計（スポット）	1名
建築設計（スポット）	1名
管路設計	1名
水質運転管理	1名

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。一般配管用銅管、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」国内にて調達可能である。

既存の薬注設備、浄水機械設備、銅管・弁類は ANSI（アメリカ規格協会）、ASTM

(アメリカ材料試験協会)、AWWA (アメリカ水道協会) の規格製品が設置されている。これらの機器は当該国では生産されていないので全て輸入に依存しなければならない。機器の定期点検・保守サービスは自らの手で行っているが、現在置かれている問題点はスペアパーツが非常に高価なため、予算の少ない WAJ としては簡単に購入することが出来ない状況にある。機器は各 1 式分を調達するが、特に機器の信頼性、部品調達の容易性を考慮して次のように浄水場資機材の調達先を決めるものとする。

(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) 薬注設備

品注入設備 (硫酸バンド、塩素等) は浄水場の水質管理において最も重要な設備であり、注入量の調整が重要な機能になる。しかし、腐食性薬品を取扱うためパーツの消耗度が激しく、既存の注入量調整機構は既に交換されている。そこで、本計画では信頼性が高く、精度の良い日本製品を調達する。

(5) 浄水場設備

急速攪拌機およびフロキュレーターは、翼径の大きな回転機機であり、羽根のバランス、振れを精度良く仕上げることが機器の故障を減らし、寿命を延ばすことになる。

汚泥掻寄機は池スパン 18m、走行距離 90m と大型の走行装置であり、装備品としては汚泥ポンプ、汚泥掻寄板及び汚泥吸上用ホース、掻寄板巻き上げ装置、給電ケーブル巻取装置、運転制御盤、走行レール、運転制御用リミットスイッチ等多くの部品から構成される。製作に当たっては、構成部品を分割納入して現場で組み立てるため、取り合い精度が要求される。従って、製品の信頼性の高い日本製品の調達とする。

銅管および弁類（ろ過池電動弁共）は、使用される銅管の品質そのものはもとより内外面に塗布される塗装は全面にわたって所定の膜厚を有すること、さらに重ね塗り作業においては必要な乾燥期間を確保することが重要である等高品質が要求される。従って、工場で品質管理が十分行われる日本製品の調達とする。

(6) 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。

(7) 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。

(8) 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、できうる限り「ジョ」国内調達とするが、入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 4.1 に主要建設用資機材の調達先を示す。

表4.1 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	○			同 上
コンクリート用混和剤	○			同 上
砂、砂利	○			同 上
鉄筋 (D25まで)	○			同 上
木材	○			同 上
型枠用合板	○			同 上
アスファルト合材	○			同 上
グレーティング		○		国産品入手不可能
配管用溶接鋼管	○			国産品入手可能
操作盤		○		品質及び供給の安定性
特殊ケーブル		○		同 上
一般電気機材	○			国産品入手可能
スチールドア	○			同 上
鋼製階段	○			同 上
ALMサッシ	○			同 上
ALMルーバー	○			同 上
コンクリートブロック	○			同 上
足場用パイプ	○			同 上
仮設用鋼材	○			同 上
仮設用覆土板		○		国産品入手不可能
止水板		○		現地で製造されていない
配管用溶接鋼材	○			国産品入手可能
鉄筋コンクリート管	○			500～1000mm 入手可能
アンスラサイト	○			現地で入手可能
ろ過砂	○			同 上
ろ過砂利	○			同 上
浄水場用機器		○		品質及び供給の安定性
導水ポンプ		○	(○)	同 上
主電動機		(○)	○	同 上
操作盤		○		同 上
特殊ケーブル		○		同 上
一般電気機材	○			国産品入手可能

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

本計画の実施はポンプ拡張及び浄水場拡張を合わせて実施する。

両拡張の実施工程は次の通りであり、工程を表4.2に示す。

実施設計業務	：約 6.5 ヶ月（入札業務を含む。）
ポンプ拡張設置工事	：約26.0 ヶ月（機械調達・輸送を含む。）
浄水場拡張建設工事	：約33.0 ヶ月（同上）

表4.2 事業実施工程表(1/2)

 : 国内
 : 現地
 : 第3国

年	項目	月												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
第1年次	詳細設計	現地調査												
		国内作業、入札図書作成												
		入札図書承認												
		入札公示、入札評価、業者契約												
		(計6.5ヶ月)												
	施工・調達	仮設工事												
		土工事、基礎工事												
		(計1.ヶ月)												
	第2年次	施工・調達	仮設工事											
			土工事、基礎工事											
急速ろ過池、薬品沈でん池														
場内配管工事、浄水施設配管工事、スリーブ工事														
機械、電気設備基礎工事														
浄水処理機械設備製作、調達														
薬品注入設備、消毒設備製作、調達														
導水ポンプ製作、調達														
電動機製作、調達														
(計12ヶ月)														

表4.2 事業実施工程表 (2/2)

 : 国内
 : 現地
 : 第3国

年	項目	月											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
第3年次	施工・調達	輸送											
		沈でん池、天日乾燥床、電気棟、薬品貯蔵棟											
		場内配管工事、浄水施設配管工事、スリーブ工事											
		機械、電気設備基礎工事											
		機械設備据え付け工事											
		電気設備据え付け工事											
		試運転、調整											
第4年次	施工・調達	輸送											
		沈でん池、天日乾燥床、電気棟、薬品貯蔵棟											
		場内配管工事、浄水施設配管工事、スリーブ工事											
		機械、電気設備基礎工事											
		機械設備据え付け工事											
		電気設備据え付け工事											
		場内整備工事											
		試運転、調整											
		浄水ポンプ製作、調達											
		電動機製作、調達											
		(計12ヶ月)											
		輸送											
		沈でん池、天日乾燥床、電気棟、薬品貯蔵棟											
		場内配管工事、浄水施設配管工事、スリーブ工事											
		機械、電気設備基礎工事											
		機械設備据え付け工事											
		電気設備据え付け工事											
		場内整備工事											
		試運転、調整											
		浄水ポンプ製作、調達											
		電動機製作、調達											
		(計8ヶ月)											

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。
- (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（住民や第三者からの）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

(1) 概算事業費及び両国側負担内訳

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75.48億円となり、先に述べた日本側と「ジョ」国側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、表27のとおり見積もられる。

(1) 日本側負担経費

表 4.3 日本側負担経

(単位：億円)					
事業費区分	第1期	第2期	第3期	第4期	合計
・建設費	0.4	21.3	23.8	23.1	68.6
・設計・監理費	1.8	1.3	1.3	1.2	5.6
合 計	2.2	22.6	25.1	24.3	74.2

(2) ジョ国負担経費

表 4.4 ジョ国側負担経費

項目	適用	(千ディナール)	(百万円)
ポンプ場拡張			
導水管の一部更新	660m	400	
導水管路の工事用地確保	1万㎡, 1年間	20	
導水管路工事用仮設道路	300m	10	
導水管浸食部防護	200m (No.1~No.2)	50	
小計		480	約 75
浄水場拡張			
浄水場場外の仮設用地確保	1.1万㎡, 3年間	55	
工事用電源、水源の確保	仮設ヤード・浄水場内用	10	
浄水場場内立ち入り防止柵	450m	11	
汚泥乾燥床増設	80m X 80m	360	
薬品注入機器の更新		125	
監視・制御設備計器の更新		230	
小計		791	約 125
合 計		1,271	約 200

(3) 積算条件

- ・積算時点 平成9年11月
- ・為替交換レート 1US\$ =119.00円
1ディナール =167.61円
- ・施工期間 国債による工事とし、各期に要する詳細設計、工事（又は機材調達）の期間は、施工工程に示したとおり。

・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

(1) 管理体制

現在稼働中のザイシステムは、場長以下機械・電気・水質の技師あるいは専門家の管理の下で、管理部門関係は通常勤務、運転部門関係は2交代制を敷いて24時間運転を実施している。なお、各ポンプ場の運転は、ザイ浄水場からの遠隔・自動制御及び遠方監視・手動操作により行われている。

表4.5 ザイシステムの維持管理体制（1997年10月現在）

部門	日中勤務 (8時～15時)	人員数	夜間勤務 (15時～翌朝8時)	人員数
機械	技師	2		
	技能者	5		
	運転員	1	運転員	1
電気	技師	2		
	技能者	2		
	運転員	1	運転員	1
水質	専門家	3	専門家	1
	技能者	2	技能者	2
	運転員	2		

上記以外に、各ポンプ場に警備員が配置されている。

(2) 技術的事項

ザイシステムの維持管理能力は、以下のポンプ場機器の事例で明らかなように高く、また必要に応じてワークショップ・中央水質試験所の協力を得ている。

- ・現場でポンプ・電動機の軸受・ベアリング・オイルシーリング等の交換を日常的に行っている。
- ・現場で切削加工を伴わない小部品の修理を行っている。

- ・ポンプの主要部品であるインペラー、ライナーリング、スリーブ、主軸等の切削加工はワークショップで行っており、1996 年 7 月の視察で、かなり滑らかな仕上がりが得られている。
- ・圧力計等の機器が故障しているが、五感を働かせて、温度管理・運転状態管理を行っている。
- ・ポンプのオーバーホールは 2 年に 1 度、電動機のオーバーホールは過去に 1 度行っている。
- ・軸受け冷却部は、2 週間に 1 度内部清掃を行っている（夏期）。
- ・故障したポンプは、WAJ が予備品と交換したが、交換後のポンプの運転状況は振動も少なく、機器据え付けにおける動力軸の芯出し能力は高い。
- ・監視制御装置の電子回路装置の修理も行っている。

本計画完了後、水量は倍になるもののシステムは既存のものと同じであり人員の増加も不要であるため、現行の体制で拡張施設の維持管理を行う。

スペアパーツとしては、本計画の中に、国内市場で日常的に入手可能である消耗部品、丸棒等の加工用部品等は含めず、入手不可能でありかつ運転に支障を来す電動機・コンプレッサー等のベアリング等に限定し、数量は各 1 式を含める。「ジョ」国側は、各設備に対する十分な修繕費（スペアパーツ購入費を含める）を確保すること。また、機械・電気設備の耐用年数は 15 年であるので、更新費用を計画的に確保する必要がある。

(3) 財務的事項

本計画の完了後における、WAJ の財務状況を下記のように確認した。

① 水道料金の改定

- ・1996 年に 15%の料金値上げが国会で承認され、これで運営費用がほぼ賄えるようになったが、料金原価をカバーするには至っていない。
- ・1997 年に 13.2%、2000 年以降も 2 年おきに 5%の料金値上げを諮る予定である。

- ・料金体系については、増進性の見直し及び商業・工業用水の分離などを進めている。

② 不明水対策

- ・漏水の多くみられた給水管（鋼管）の更新を行ってきたが、不明水率は54%（1995年）と高い。
- ・不明水を減少させるためドイツ等の援助で、地下水資源のモニタ・コントロール・保全、水道メータの更新、給水管の更新、配水システムの合理化（管網解析）等の事業を実施中である。
- ・また、世銀の指導で配水システム運営の民間委託を目指している。

③ 本計画完了後における財務状況の見通し

調査団の要請に応え、WAJは本計画に関連するプロジェクト（アダシア～デルアラ～ザイ～ダブーク間の新設・リハビリ・拡張事業）を実施する場合（With）と、しない場合（Without）の2とおりの財政収支見込み（1997-2005年）を提出した（資料11 Attachment 1参照）。この資料から、現状（1995年）、90百万m³/年の運転開始予定年（2002年）、運転開始3年位（2005年）の財政収支の見込みを取りまとめると表29に示すとおりである。

a) 損益計算書

表 4.6 損益計算書

(単位：千円)

項目	年	1996		2002		2005	
		With	Without	With	Without	With	Without
収益							
水道料金等		29,716	29,716	83,348	59,535	100,748	66,969
下水道料金等		10,901	10,901	20,220	15,188	23,882	17,085
加入金		3,457	3,457	4,346	4,179	4,889	4,701
その他		2,059	2,059	5,917	4,763	6,980	5,336
営業収益合計		46,133	46,133	113,831	83,665	136,499	94,091
費用							
運営費用							
人件費		19,363	19,363	23,001	23,004	26,630	26,630
維持管理費（含む薬品費）		30,639	30,639	13,283	11,914	15,376	13,792
電力費				34,362	26,154	39,778	30,276
総務費等		805	805	1,017	1,017	1,178	1,178
運営費用合計(*1)		50,808	50,808	71,666	62,089	82,962	71,876
運営利益 #		-4,675	-4,675	42,165	21,576	53,537	22,215
減価償却費(*2)		32,986	32,986	51,731	51,731	52,551	52,551
支払利息(*3)		17,560	17,560	35,556	38,424	18,427	29,945
支出合計(*1+*2+*3)		101,354	101,354	158,953	152,244	153,940	154,372
経常利益		-55,221	-55,221	-45,122	-68,579	-17,440	-60,281
為替損失費		3,887	3,887	6,926	6,926	6,926	6,926
当年度利益		-51,334	-51,334	-52,048	-75,505	-24,366	-67,206
累積欠損		-390,140	-390,140	-769,697	-820,221	-886,007	-1,043,861

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。

- ・ With、Without とも、営業収益で運営費用を賄えるようになるが、支出合計は賄えない。
- ・ Without の場合、各年の支出合計額は営業収益額の 1.6～1.8 倍であり、財政状況は現況より改善される。しかし、「損失の増加」となっており、累積欠損金は増加していく状況にある。
- ・ With の場合、当年度利益が損失である点は Without の場合と同じであるが、各年の支出合計額は営業収益額の 1.1～1.4 倍と、料金改定の効果に加えて、本計画による給水量増加に伴う料金収入増加によって、「損失の減少」が生じている。このため、With の損失幅は Without に比し大幅に改善されており、本計画の効果は財務面で明らかである。

b) 貸借対照表

表 4.7 貸借対照表

(単位：千円)

項目	1996		2002		2005	
	With	Without	With	Without	With	Without
資産						
固定資産	520,799	520,799	670,134	670,134	517,944	517,944
流動資産	37,888	37,888	44,582	36,139	52,069	45,639
資産合計	558,687	558,687	714,716	706,273	570,013	563,583
負債・資本						
負債						
固定負債						
長期借入金	281,811	281,811	481,025	523,105	307,234	458,658
引当金	1,386	1,386	1,386	1,386	1,386	1,386
固定負債計	283,197	283,197	482,411	524,491	308,620	460,044
流動負債	302,466	302,466	250,202	250,202	245,600	245,600
負債計	585,663	585,663	732,613	774,693	554,220	705,644
資本						
資本金	363,164	363,164	751,800	751,800	901,800	901,800
剰余金・欠損金	-390,140	-390,140	-769,697	-820,221	886,007	-1,043,861
資本計	-26,976	-26,976	-17,897	-68,421	15,793	-142,061
負債・資本計	558,687	558,687	714,716	706,273	570,013	563,583

- ・ Without の場合、流動資産に対する流動負債の割合が改善され 5.4～6.9 倍となる。
- ・ With の場合、流動資産に対する流動負債の割合はさらに改善され 4.7～5.6 倍となる。しかし、日々の資金繰りが相当苦しい状態にあることは事実である。
- ・ 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。

c) キャッシュフロー

表4.8 キャッシュフロー

(単位：千円)

項目	1996		2002		2005	
	With	Without	With	Without	With	Without
内部資金						
純利益	-51,334	-51,334	-52,048	-75,505	-118,879	-118,879
為替差損	-3,887	-3,887	6,926	6,926	6,926	6,926
減価償却	32,986	32,986	51,731	51,731	52,551	52,551
未収金減少	-1,662	-1,662	0	0	-7,360	-7,360
スベアパーツ減少	-4,461	-4,461	-659	-659	-742	-742
他の負債減少	-419	-419	0	0	0	0
未払金増加	-1,015	-1,015	0	0	0	0
保留金増加	-214	-214	0	0	0	0
預託金増加	3,685	3,685	0	0	0	0
増加額合計	-26,321	-26,321	5,950	-17,507	-67,504	-67,504
固定資産減少	-72,747	-72,747	-33,405	-33,405	78,141	78,141
外部資金						
銀行への未払金増加	12,648	12,648	0		-4,602	-4,602
長期借入金増加	32,915	32,915	-22,544	913	-56,035	-56,035
未払い元金及び 経過利息増加	22,782	22,782	0	0	0	0
資本金の増加	30,442	30,442	50,000	50,000	50,000	50,000
予備費増加	0	0	0	0	0	0
増加額合計	98,787	98,787	27,456	50,913	-10,637	-10,637
現金の増加	-280	-280	2,234	-257	-3,588	0
残高	283	283	9,443	1,000	7,430	1,000

④ 財務状況の改善対策

With、Withoutとも単年度で利益が生じないが、水道事業は廃止することができない事業であることを考慮すると、少なくともある時点以降は単年度で利益が生ずるようあらゆる配慮をすべきものとする。このため、WAJは水道料金改定と不明水対策に加えて、以下のような対応を取るべきである。

a) 水道料金と不明水対策により財務状況の改善を図るが、さらに以下の方策を検討すること。

- ・顧客リストの整備、未登録顧客の発見
- ・上水道顧客リストと下水道顧客リストの統一
- ・集金人の業務の公正化

b) 費用のうち、電力費の割合が大きいが、電力事業の収支がバランスする範囲内で、料金低減を図るよう努力すること。

- c) 各年度で多額の為替差損が計上されているが、その発生を未然に抑制するよう努力すること。