(5) 配水ポンプ場

1) 給水区域と配水ポンプ場

既存の給水区域はアパート群地区とゲル地区に大きく分けられ、アパート群地区では配水管による給水が行われ、ゲル地区では給水車による給水が行われている。

本計画の対象となるアパート群地区の給水区域は図2－1に示すように中央、工業、精肉工場の3給水区域に分けられ、配水ポンプ場は中央、上流、工業、精肉工場の4箇所にある。中央及び上流配水ポンプ場から圧送された地下水は、中央給水区域に配水される。中央給水区域にはタスガン配水池があり、使用水量の少ない夜間に貯留し、使用水量の多くなる昼間に配水すると同時にタスガン増圧ポンプのポンプ井としても利用されている。タスガン配水池の増圧ポンプは高標高地域にポンプ直送して給水するとともに3/4 地区配水池に送水している。

工業及び精肉工場の給水区域内には配水池がなく、ポンプ直送による給水を行っている。また、3ケ所の給水区域は完全にバルブで仕切られているのでなく、50～90%の開度で連絡されている。

中央配水区域の西端へ安定給水するためにバロンドゥーゲン増圧ポンプ場があり、12～14時、17～23時に時間稼働し、使用停止中のNorth-East配水池の給水区域に配水しているが、特に送水管を別系統とせず、配水管に加圧注入している。バロンドゥーゲン増圧ポンプ場は、中央給水区域内の配水管（口径600mm ）からの直接ポンプ吸い込方式を採用し、増圧ポンプが5台（この内1台は、モーターを取り外し、精肉工場の配水ポンプに取り付けている）設置されている。しかしながら配水量が不足していることと、負圧が生じる恐れがあるため、ポンプ1台による時間運転を余儀なくされている。

また、中央給水区域内のアパートに対する給水圧を確保するため、小規模の増圧ポンプ場が2ケ所設置され、運転されている。

上流送水ポンプ場からの送水ルート途中には水圧調整を兼ねたザフサリン配水池が設置されているが、通水後1ケ月で既に利用されていない。その理由としては、減圧のコントロールが良好でなく、配水池の水位が上昇し、越流した水が下流側にある主要道路を凍結させた経緯があり、施設の機能不全及び送水元である上流送水ポンプ場のポンプ揚程（180m）が高過ぎると判断されたためである。また、配水池廻りのバルブの故障も水圧調整がうまく行われていない事を示している。

2) 配水ポンプ

各配水ポンプ場のポンプ及びモーターの仕様及び稼働状況は、表2－7のとおりであり、部品の入手が困難なことから故障及び不具合のポンプは全25台の内14台と多くみられる。

①中央配水ポンプ場

中央配水区域の配水量は約10万㎥／日で市域全体の5割強を占めている。その中央配水区域の南方に位置する中央配水ポンプ場は、本市の重要なポンプ場であるとともに配水区域に近く、配管延長が短く、エネルギー効率の最も良い位置にあり、更新を重点的に行う必要のあるポンプ場といえる。

現地調査時点における中央配水ポンプ場のポンプ7台の稼働状況は以下のとおりである。

・稼働中：No.2, 3, 6, 7

・待機中：No.4

・修理中：No.1, 5

上記稼働状況及び取水ポンプ更新後の取水量に見合う配水ポンプ能力確保を勘案し、現在故障中及び故障する危険性の高い配水ポンプはNo.1、2、3、4、及び6の5台である。

②工業配水ポンプ場

工業配水ポンプ全4台の内、現地調査時点においてNo.1、4は故障中であり、No.2、3が稼働している。1995年の運転日誌によるとNo.1、4はポンプ中心軸の交換が必要で、No.1は1995年1月から、No.4は1995年5月から故障中である。

③精肉工場ポンプ場

精肉工場の配水ポンプ4台の内、現地調査時点においてNo.1、4 は故障中であり、No.2、3が稼働している。1995年の運転日誌によると上記2台は1月から故障中である。

④タスガン増圧ポンプ場

中央配水区域内にあるタスガン増圧ポンプ場のポンプ4台の内、現地調査時点においてNo.1、3は待機中、No.2、4は稼働している。このポンプ場は、常時2台で対応が可能である。

表2－7　配水ポンプ、モーター仕様

ポンプ場名	ポンプ番号	ポンプ仕様				モーター仕様			稼働状況
		口径(mm)	流量（m³/hr）	揚程(m)	製造年	使用電圧(V)	出力(kW)	製造年	
中央	1	300x250	630	90	1990	モーター取り外し済			タービンコイル破損、修理中（電圧不安定）
	2	300x250	630	90	1988	380	200	1988	稼働中
	3	300x250	630	90	1987	380	250	1987	稼働中（ベアリング破損⇒修理済）
	4	300x250	630	90	1987	380	250	1987	待機中（モーター部ケーブル接続不良）
	5	500x300	2,000	100	1985	6,000	800	1985	修理中（熱によりベアリング破損）
	6	500x300	2,000	100	1985	6,000	800	1985	待機中（タービンコイル破損）
	7	500x300	2,000	100	1985	6,000	800	1985	稼働中
タスガン	1	300x250	630	90	1984	380	250	1969	待機中（2、4で所要送水量を賄える）
	2	300x250	630	90	1981	380	160	1981	稼働中
	3	300x250	630	90	1984	380	160	1984	待機中（2、4で所要送水量を賄える）
	4	300x250	630	90	1984	380	160	1984	稼働中
工業	1	400x300	1,250	60	1973	380	200	1973	故障中（ポンプ中心軸交換必要）
	2	300x250	1,050	90	1987	380	200	1987	稼働中（ポンプ制御部故障）
	3	300x250	1,050	90	1987	380	200	1987	休止中（ベアリング交換必要）
	4	400x300	1,250	60	1961	380	200	1961	故障中（ポンプ中心軸交換必要）
精肉工場	1	300x250	500	65	1985	380	160	1985	休止中（1985年製のポンプを最近据えつけた）
	2	300x250	630	90	1990	380	260	1990	稼働中（1と交互運転、インペラー交換必要）
	3	300x250	500	65	1988	380	160	1988	待機中
	4	300x250	500	65	1985	380	160	1985	休止中（インペラー交換必要）
上流	1	400x300	1,000	180	1989	6,000	630	1989	待機中（6と交互運転）
	2	400x300	1,000	180	1987	6,000	500	1987	休止中（ベアリング部修理が必要）
	3	400x300	1,000	180	1987	6,000	500	1987	稼働中
	4	400x300	1,000	180	1987	6,000	500	1987	休止中（ベアリング部修理が必要）
	5	400x300	1,000	180	1987	6,000	500	1987	休止中（シリンダー故障）
	6	400x300	1,000	180	1989	6,000	630	1989	待機中（1と交互運転）
合計	25								

注）　更新検討対象

⑤上流送水ポンプ場

上流の送水ポンプについては「1) 給水区域と配水ポンプ場」の項で述べた様な多くの検討事項があり、単にポンプの更新のみでは解決されない問題を含んでいる。他の配水ポンプ場の配水ポンプの更新で現有能力を確保できるのであれば上流ルートの整備は必要としない。

本計画では上流配水ポンプ場の更新に緊急性が認められないことから更新の検討対象から除外した。

⑥バロンドゥーゲン増圧ポンプ場

バロンドゥーゲン増圧ポンプ場は現在5台のポンプが設置されているが、その内1台はモーターが外されている。残り4台は稼働可能であり、現在、No.3の1台のみを使用している。

この増圧ポンプ場はポンプへの流入前に貯水槽がないことから、中央給水区域の西側末端に近い場所にある口径600mm の配水管にポンプが直結しているため、稼働できるポンプは1台～2台程度と予想される。

したがって、本調査におけるポンプ更新の必要性は認められない。

(6) 遠隔操作設備

中央水源系統の取水ポンプには、遠隔操作設備が設置されていたが、現在は故障のため使用不能となっている。この設備は1980年代にモンゴル国が旧ソ連より有償にて機材を購入・設置したものであり、中央配水ポンプ場内に親局を、72ヶ所ある取水ポンプ棟各々に子局を設け、これらを結ぶ通信ケーブルは取水ポンプの動力線用電柱に共架されていた。

本設備の制御及び表示内容は以下に示すとおりである。

1) 取水ポンプのON-OFF制御
2) 運転表示灯によるポンプ稼働状況表示
3) 運転表示灯によるポンプ小屋扉の開閉表示

1990年までこの設備は使われていたが、その後井戸用の動力線(380V)が切れ、裸ケーブルで架空されていた通信ケーブルに接触したため制御部品が焼け、遠隔操作設備は使用不能となり現在に至っている。

工業及び精肉工場系統には遠隔操作設備はなく、監視人が配水ポンプ場から取水ポンプ井戸群を見廻り、取水ポンプの運転管理を行っている。上流水源系統については、中古の軍用携帯無線設備を用いて、上流配水ポンプ場と取水ポンプ井戸群との連絡用に使用している。

このように中央、工業及び精肉工場では遠隔操作設備が故障中又は未設置であるため、現在、133 本ある取水ポンプはＵＳＡＧ担当者８人、ＵＳＡＧに委託された62人の監視人により運転管理されている。このため、遠隔操作設備によるコントロールとは異なり、取水ポンプの運転状況を十分に把握できないまま給水を行っており、安全かつ安定した給水が行われず、しかも適切な配水量の把握もできず非効率的な運転による電力費の浪費がみられる。

(7) 塩素注入設備

中央、工業、精肉工場の各配水ポンプ場にある塩素注入機は現在稼働しているが、塩素ガスの漏洩が認められ、塩素注入の安定並びに、作業員の人体及び配管に悪影響を及ぼしている。既存の注入方式は図２－１１に示すように①１トンシリンダーより取出した塩素を⑤フィルター、⑦圧力調整機等を経由した後⑩筒状の曝気筒の底から曝気注入して塩素水を造り、この塩素水をエジェクタで吸引、混合し、注入する方式である。

この方式の問題点としては⑤フィルターまではシリンダー内の塩素ガス圧力約10kg／㎠が直接作用し、⑦圧力調整機を経由した後も⑩曝気筒までの各装置及び配管の中も数kg／㎠の塩素ガスが残っていること、また、装置の種類が多いことが挙げられる。

塩素ガスが高圧で各装置及び配管内に残っていると、シリンダーの交換を行う際にシリンダーのメインバルブを閉じても、配管を取り外す時、各装置及び配管内に残っている塩素ガスが噴出し、人体に危険を及ぼす。また、漏洩した塩素ガスは配管等の腐食等を促進させる。

中央、工業、精肉工場の各配水ポンプ場の塩素滅菌室内は塩素の臭気が強く、漏洩が確認されている。塩素注入機は補修を加えたとしても、現在の方式を継承するのであれば、高圧の塩素ガスが装置内及び配管内にある以上、腐食、接続不良等に起因する漏洩を防止することは難しい。

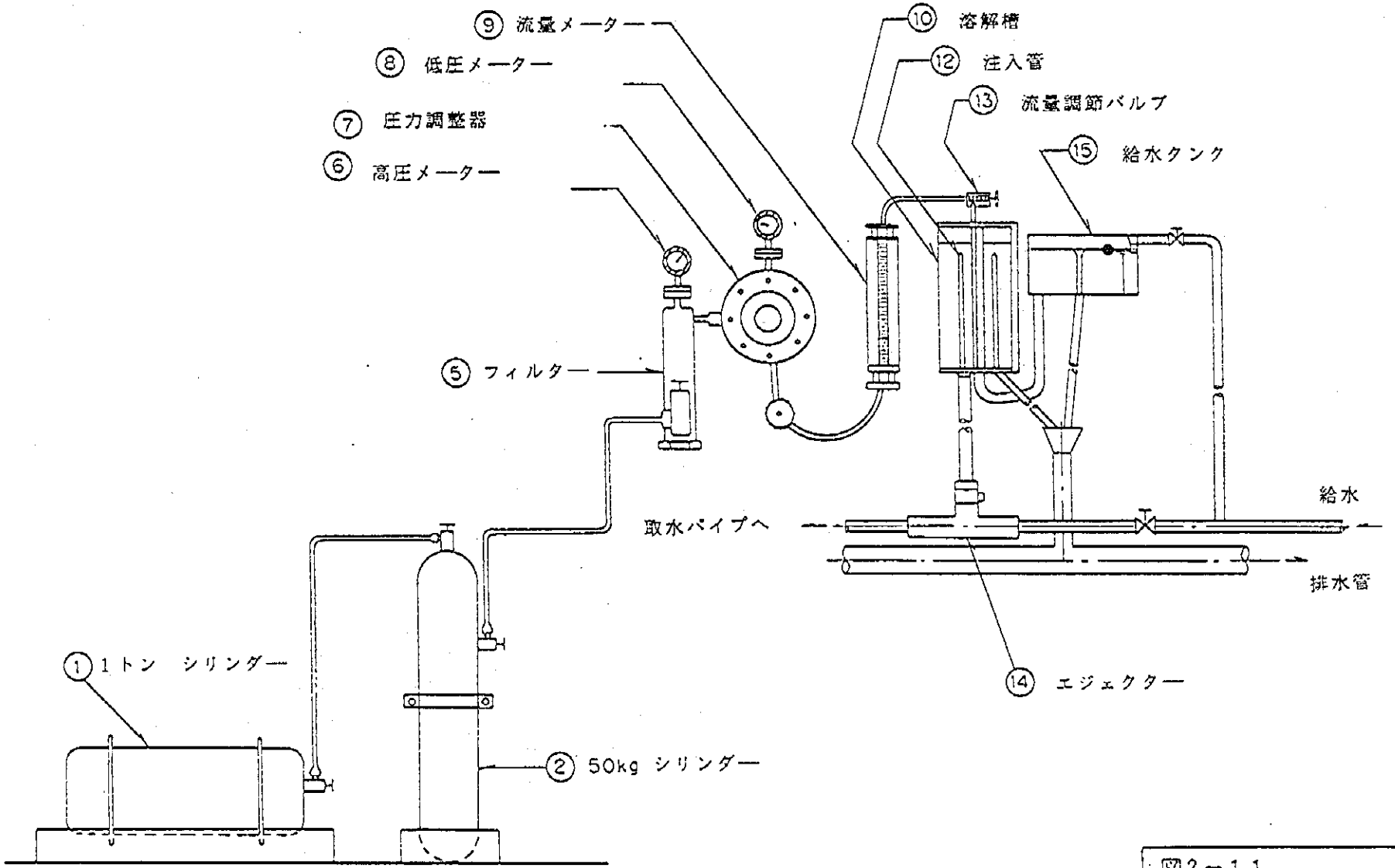


図2－11
既存塩素注入設備フロー図

(8) 流量計測設備

1) 取水流量計

取水ポンプには当初、運転指針により目盛板に積算表示する円読式流量計が各ポンプ１台ずつ設置されていたが、故障及びその後の撤去により取水量の計測がなされていない。また、水源水は各取水ポンプから導水本管を通じて、配水ポンプ場内にある貯水槽に流入するが、この流入量（取水量）も計測されていない。導水本管に設置した流量計による取水量の測定は、取水及び配水ポンプの運転管理指標を作成する際の基礎データとなるため必要である。

2) 配水流量計

配水ポンプ場からの配水本管の流量測定は配水ポンプの運転・維持管理等に不可欠であるにもかかわらず、現場では実施されていない。各配水ポンプの流出管にオリフィスを用いた流量計を取り付けた形跡がみられるが、全てのポンプ場において故障しており、計測されていない。

3) 温水供給センター（ＣＴＰ）用流量計

温水供給センター（ＣＴＰ）は配水管からの配水を受け、アパート群に水道水（冷水）及び温水を供給する施設であり、温水は発電所からの温水により熱交換している。配水管に十分な圧力がある場合には冷水、温水共に直接給水され、圧力が不足する場合には必要に応じて温水供給センター内のポンプで増圧している。ＣＴＰ内の配管フローを図２－１２に、温水供給センターを含む街区の代表的な配管状況を図２－１３に示す。

ＣＴＰ建物内の、配水管からの配水の受入れ位置には流量計が設置されていたが、現在全54箇所の内、稼働中が５箇所、故障中で計測不可能なもの、或いは、既に撤去されているものが49箇所となっている。

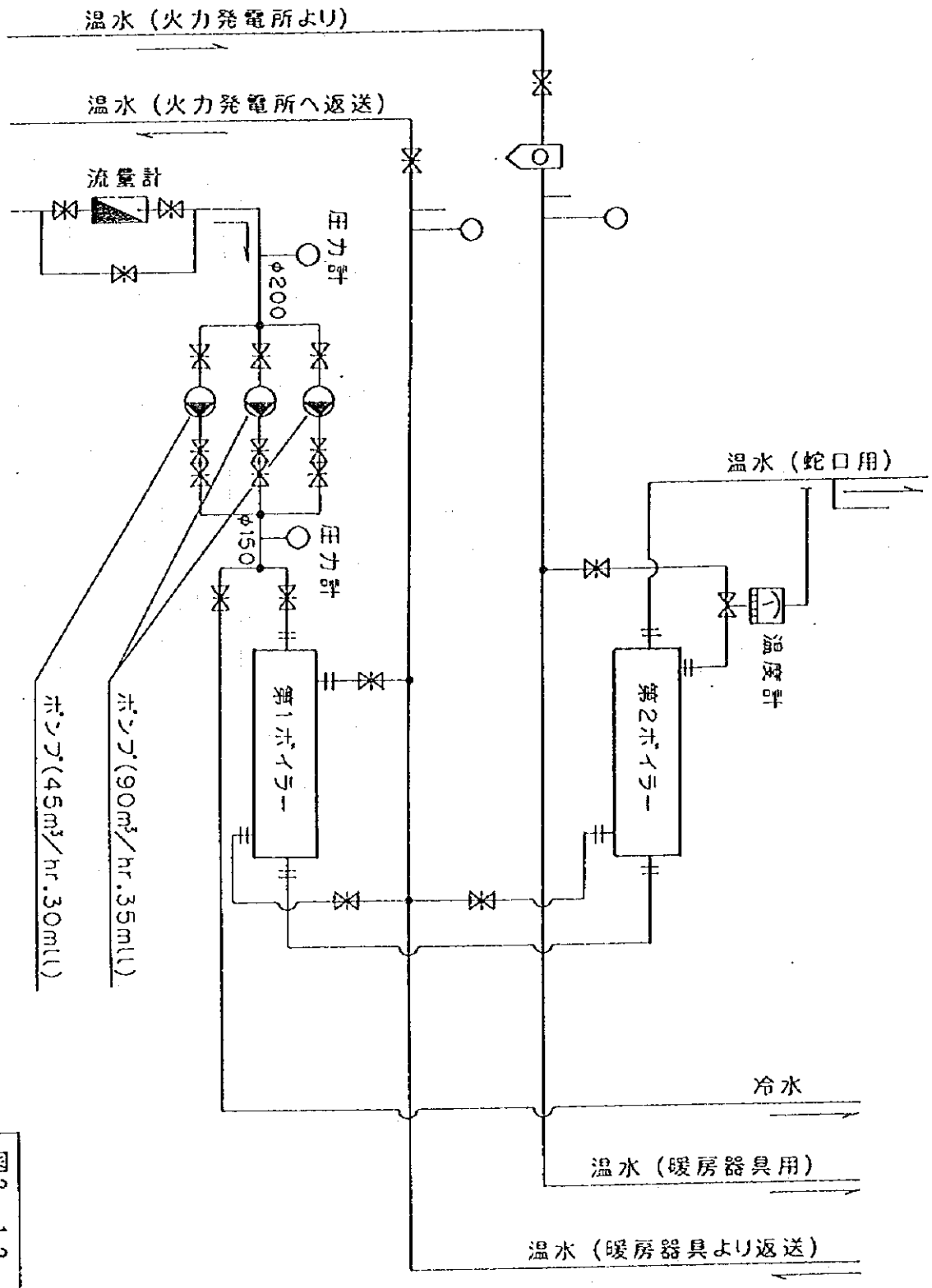


図2－12
CTP配管フロー図

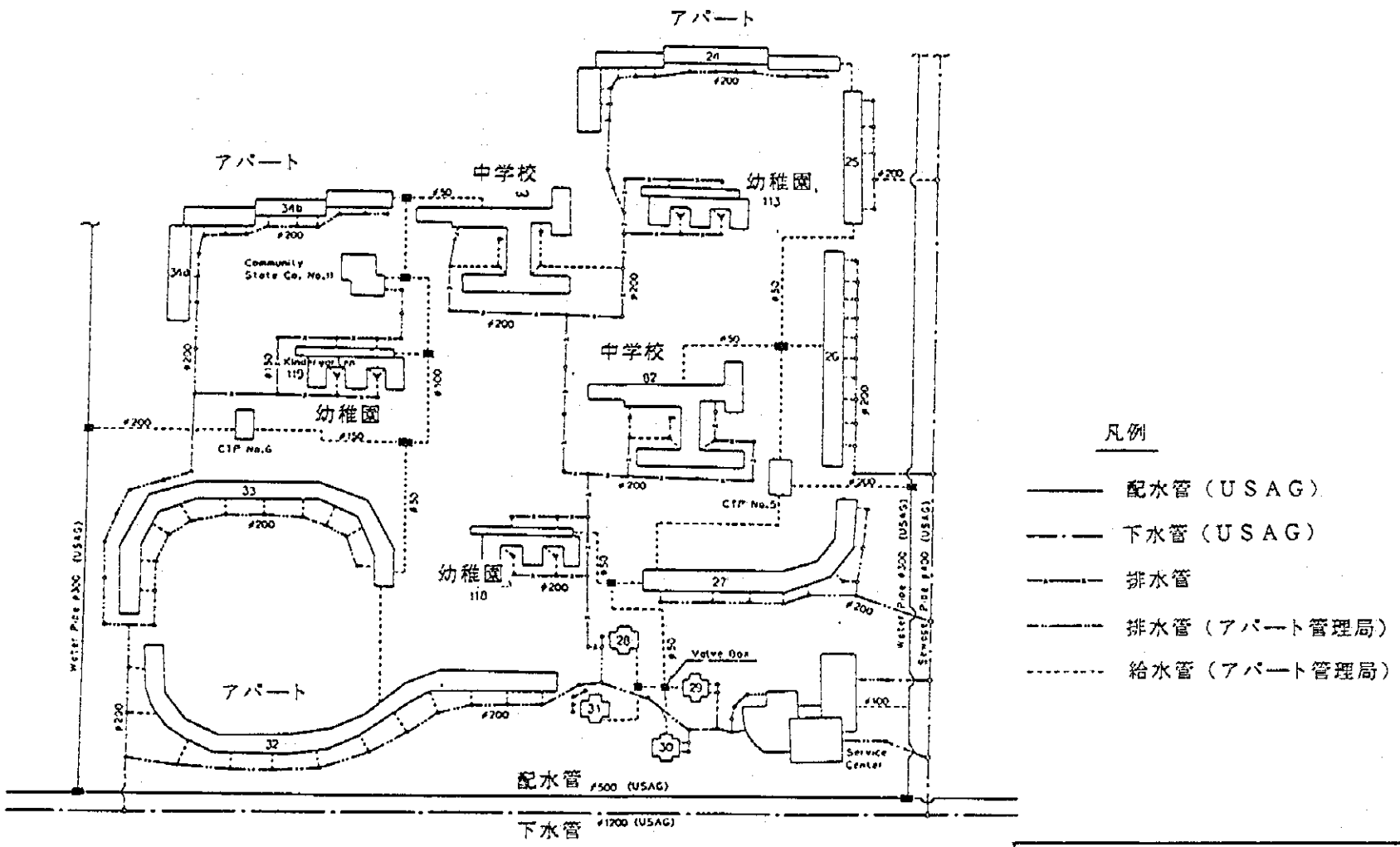


図2－13

CTPと街区の給水配管例（第1地区）

(9) 水位計測装置

1) 配水ポンプ場貯水槽

各配水ポンプ場内には貯水槽があり、水源水を取水ポンプから導水本管を通じて集める集水タンクと配水ポンプのポンプ井としての機能を兼ねている。

配水ポンプ場において、取水ポンプ及び配水ポンプを配水流量に対応して適切な運転をする場合、取水量と共に、貯水槽の水位を把握することが必要である。

貯水槽が建設された当初、水位計は各貯水槽に1基づつ設置されていたようであるが、現況では中央配水ポンプ場に1基残っているのみで、これも既に使用されていない。その他の配水ポンプ場では全て撤去されている。

各配水ポンプ場の貯水槽の仕様は表2－8に示すとおりであり、その容量は取水能力に対し、中央及び工業において2～2.5時間時間、精肉工場で3.8時間である。

2) 配水池

給水の安定、配水ポンプの運転管理には配水池の水位計測が不可欠であり、全ての配水池に設置する必要があるが、水位計は現在、故障又は撤去されている。

各配水池の仕様は表2－9に示すとおりであり、この内、現在使用している配水池はタスガン配水池、3/4 地区配水池の2箇所である。

表2－8　配水ポンプ場貯水槽リスト

ポンプ場名	上　　流	中　　央	工　　業	精肉工場
貯留槽容量	1,000㎥× 2槽 =2,000㎥	6,000㎥× 1槽 3,000㎥× 1槽 500㎥× 2槽 計 10,000 ㎥	2,000㎥× 2槽 =4,000㎥	2,000㎥× 2槽 =4,000㎥
構造寸法	14mx15mx4.8mx2槽	36mx36mx4.8mx1槽 φ25m x4.8mx1槽 φ10.5mx4.8mx1槽	18mx24mx4.8mx2槽	18mx24mx4.8mx2槽
建設年	1991	1959(φ10.5m) 1972	1963	1966
槽内水位	HWL=+1,430.00m LWL=+1,425.20m	HWL=+1,299.95m LWL=+1,295.15m	HWL=+1,283.80m LWL=+1,279.00m	HWL=+1,271.88m LWL=+1,267.08m
水　　源	上流水源39井	中央水源70井	工業水源16井	精肉工場水源 8井
配水先	ウランバートル市	ウランバートル市及びタスガン配水ポンプ場	ウランバートル市及び工場	ウランバートル市及び精肉工場 North-West配水池（建設中）に配水する計画あり

表2－9　配水池リスト

配水池名	North-East	タスガン	3/4　地区	North-West	ザフサリン
貯留槽容量	6,000㎥× 2槽 =12,000㎥	6,000㎥× 3槽 =18,000㎥	3,000㎥× 2槽 =6,000 ㎥	3,000㎥× 2槽 =6,000 ㎥	3,000㎥× 2槽 =6,000 ㎥
構造寸法	36mx36mx4.8m x2槽	36mx36mx4.8m x3槽	24mx27mx4.8m x2槽	24mx27mx4.8m x2槽	24mx27mx4.8m x2槽
建設年	1985	1977(2槽) 1986(1槽)	1985	未完成	1987
槽内水位	HWL=+1,386.86m LWL=+1,382.06m	HWL=+1,334.80m LWL=+1,330.00m	HWL=+1,374.80m LWL=+1,370.00m	HWL=+1,346.80m LWL=+1,342.00m	HWL=+1,429.80m LWL=+1,425.00m
配水ポンプ場	上流水源配水ポンプ場	中央水源配水ポンプ場	タスガン配水ポンプ場	精肉工場水源配水ポンプ場	上流水源配水ポンプ場
配水先	ウランバートル市（自然流下）	ウランバートル市（自然流下） 3/4 District配水池（圧送）	ウランバートル市（自然流下）	ウランバートル市（自然流下）	ウランバートル市（自然流下）
備　　考	現行施設容量に余裕があるため稼働していない	稼働中	稼働中	未完成	減圧コントロール不良により稼働中止

⑩ ＵＳＡＧ保有機械

1) ＵＳＡＧ保有ワークショップ

ＵＳＡＧは図２－１４に示す敷地内にワークショップを保有しており、ここでは井戸関連機器（モーター、ポンプ等）の修理を主に行っている。図２－１５にワークショップ内の工作機械配置を示す。各機械の稼働状況は表２－１０の通りであり、スペアパーツ不足または老朽化による機能不全を生じているものが多い。

表２－１０　ワークショップ内工作機械リスト

番号	機　材　名　称	購入年度	稼　働　状　況
①	旋盤（大）φ650 ×L3,000	１９５７	稼働中であるが機能は低下している
②	シェーパー	１９５７	稼働不可
③	旋盤（小）φ620 ×L1,500	１９６９	稼働中
④	天井ビーム走行クレーン	１９６９	稼働不可
⑤	ラジアルボール盤	１９５８	稼働不可
⑥	固定式グラインダー	１９８０	稼働中
⑦	固定式グラインダー	１９５９	稼働中であるが機能は低下している
⑧	電動のこぎり（金属用）	１９８０	稼働中
⑨	旋盤（大）φ650 ×L3,000	１９７８	稼働不可
⑩	ネジ切り機	１９８７	稼働不可
⑪	旋盤（小）φ620 ×L1,500	１９８０	稼働不可
⑫	卓上ボール盤	１９５３	稼働不可
⑬	電動のこぎり（木材用）	１９５９	稼働中であるが機能は低下している
⑭	電動カンナ（木材用）	１９８０	稼働中であるが機能は低下している

他にもガスカッター、電気熔接機等があり、井戸関連機器の修理用工作機械は一通り揃っているが、本ワークショップ内の機械は殆どが固定式であり、現場で対応できる程度の簡易修理用の機械はない。既存水道施設の維持管理を効果的・効率的に進めるためには、故障した機械を本局ワークショップに持ち込み対処するのみでなく、故障発生箇所で修理を行える体制・機材の保有が有効であると考えられる。例えばピックアップトラックに三脚、プーリー、クランプ、ロープ、パイプレンチ及びガスカッター、電気熔接機器等の修理用機械を搭載しておき、緊急修理体制を整えておくことが重要である。よって、上表記載のワークショップ内工作機械のみならず、上記

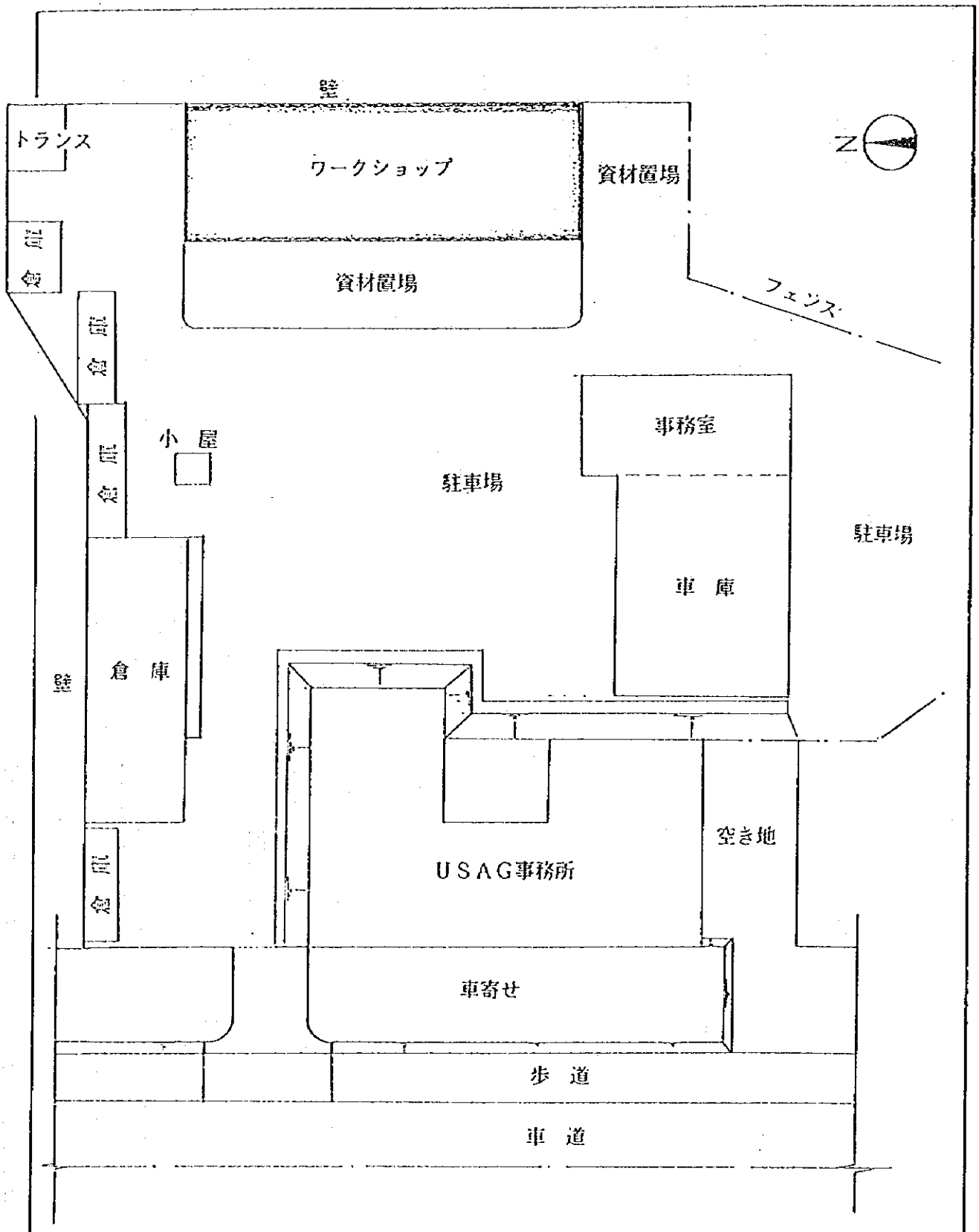


図2－14
USAG全体平面図

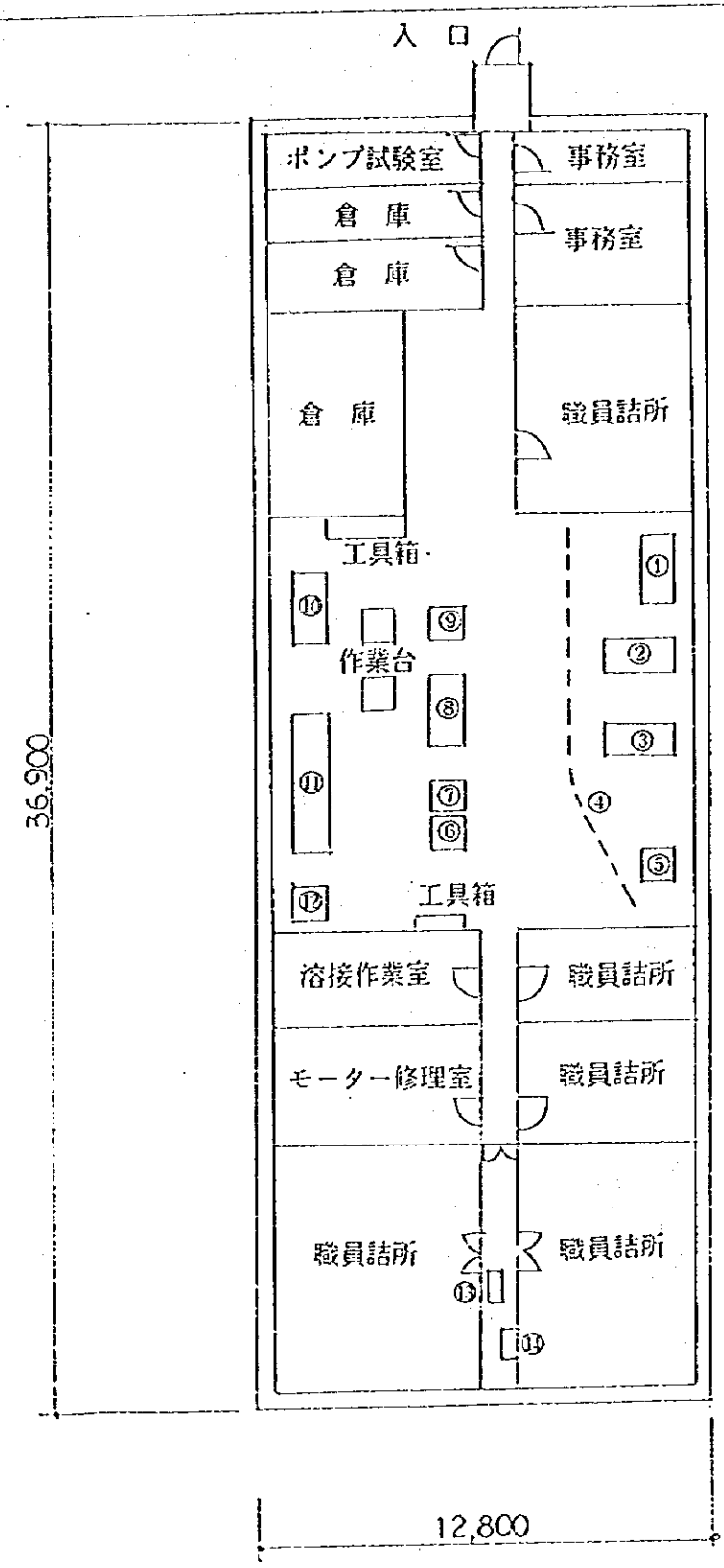


図2－15
USAG
ワークショップ見取図

緊急修理用携帯型修理機材についても本計画により検討する必要がある。給水車に対しては、ＵＳＡＧは車庫並びに修理工場として1995年初旬に市内に新しい車輌修理用ワークショップを完成している。以下の修理機械が既に購入済で、今後据え付け工事を行う予定である。

表2－１１　車輌修理用ワークショップ内工作機械リスト

番号	機　材　名　称	数量	番号	機　材　名　称	数量
①	旋盤	5	⑥	ネジきり機	1
②	電動のこぎり（木材用）	1	⑦	ローラー	1
③	電動カンナ（木材用）	2	⑧	溶接機	1
④	電動のこぎり（金属用）	1	⑨	天井ビーム走行クレーン	1
⑤	ボール盤	1			

2) ＵＳＡＧ保有車輌

ＵＳＡＧは水道施設建設・補修用に以下の車輌を保有している。

表2－１２　USAG保有車輌リスト

番号	車　輌　種　類	購入年次	台数	稼　働　状　況
①	トラック	1982 ～1990	8	良好７台、可１台
②	ダンプトラック	1982 ～1984	4	良好１台、可３台
③	幌付トラック	1989 ～1992	2	良好１台、可１台
④	トラクター	1982	1	可
⑤	ブルドーザー	1988	1	良好
⑥	バックホウ	1984 ～1990	3	良好２台、可１台
⑦	クレーン	1993	1	良好
⑧	エァコンプレッサー	1983	1	可
⑨	下水管清掃車	1987	1	良好

ＵＳＡＧ職員が車輌を使用する場合には、使用の１週間以上前に『車輌使用計画書』を水道局内自動車部に提出、許可を得るシステムになっている。

2－5　環境への影響

本計画の実施に伴う環境への影響を地下水開発のスコーピング法により評価する（環境配慮ガイドライン－ＪＩＣＡ）。

本計画の水道施設改修工事は、水源地であるトーラ川の広大な河川敷きの中の国有地で行われる。この水源地は水源を保護するために住居や建築物はなく、立入り禁止区域となっている。このため、特に環境への大規模な影響はないが、水道工事に伴う断水が発生したり、工事関係者の生活雑排水等の下水処理が必要となるため、これらの点について配慮する必要がある。

環境項目			評定	根拠
社会環境	1	住民移転	D	計画対象サイトは国有地内に立地。
	2	経済活動	D	計画対象サイトは国有地内に立地。
	3	交通・生活施設	A	工事に伴う断水工事には最大限配慮する。
	4	地域分断	D	計画対象サイトは国有地内に立地。
	5	遺跡・文化財	D	計画対象サイトは国有地内に立地。
	6	水利権・入会権	D	計画対象サイトは国有地内に立地。
	7	保健衛生	A	供用後は安全な水質が保証される。
	8	廃棄物	D	廃棄物は発生しない。
	9	災害（リスク）	D	工事現場に一般人は立入できない。
自然環境	10	地形・地質	D	大規模な地形改変はない。
	11	土壌浸食	D	大規模な地形改変、植生除去はない。
	12	地下水	D	地下水の豊富な河川の伏流水の取水。
	13	湖沼・河川流況	D	河川の流況に比べて、伏流水の取水量は小さい。
	14	海岸・海域	D	付近に海岸・海域は存在しない。
	15	動植物	D	既設用地内の工事である。
	16	気象	D	小規模な施設であり、影響はない。
	17	景観	D	小規模な施設であり、影響はない。
公害	18	大気汚染	D	大気汚染を生じる施設はない。
	19	水質汚濁	D	水質汚濁を生じるような工事はない。
	20	土壌汚染	D	土壌汚染を生じる工事はない。
	21	騒音・振動	D	計画対象サイト内に住宅は隣接していない。
	22	地盤沈下	D	地下水の豊富な河川の伏流水の取水。
	23	塩素ガス漏れ	D	計画対象サイト内に住宅は隣接していない。
	24	下水処理	B	工事においては下水処理に注意を払う。

（注）評定の区分

A：重大なインパクトが見込まれる。

B：多少のインパクトが見込まれる。

C：不明（検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮に入れておくものとする）

D：ほとんどインパクトは考えられない。

第3章　プロジェクトの内容

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

モンゴル国経済開発方針（1994年）は社会経済開発を進める上での主要政策として、社会基盤整備が不可欠であるとし、その一分野として水供給の重要性を挙げている。本計画に先立って実施された「JICA開発調査」では、2010年を目標とした水道計画を策定し、長期計画の一貫として３段階に分けた施工計画を設定した。その前段として、機能が低下している既存水道施設の緊急改修を1996年から３年計画で実施することを提案している。

ウランバートル市の水道経営において、量水器を設置し、使用水量に応じた料金徴収を行っているのは工場への給水のみで、全人口の55%を占めるアパート群に居住している一般家庭には量水器がなく、使用水量の把握は行われていない。このため上記一般家庭に対しては、１人１日150 ℓの水使用量を仮定した定額制により料金徴収を行っているが、給水施設老朽化等により無駄水が多い。また、定額料金制度により、給水量が料金収入に直結していない。

一方、支出面では、給水施設の非効率的な運転による過大な電力費が、施設の維持管理に不可欠なスペアパーツの調達予算、減価償却費等を圧迫しており、施設は適正なメンテナンスを受けられないのが現状であり、これらが安定的で継続的な水道施設運営の支障となっている。

本計画は老朽施設の更新、新規施設・機器の設置等により既存の水道施設を改修し、効率的運営による安定給水を図るとともに、電力費を始めとする支出の削減ならびに無駄水の低減と料金収入の増加に寄与し、安全な生活用水を安定供給することを目的とするものである。

なお、この目的達成のために、担当機関であるＵＳＡＧは本計画進捗に合わせ、無駄水の削減及び料金収入の増加を図るため、調査団と協議して作成したStrategic Plan（表３－１４参照）を更に具体化し、実施に移すことによって、安定的な水道事業運営の基礎固めに努力すべきである。

3－2 プロジェクトの基本構想

現況の水道システム全体の効率的・有機的稼動を念頭に、現地調査結果を踏まえ、モンゴル国側要請内容に対するスクリーニングを行った。

表３－１に本計画基本構想検討マトリックスを示す。以下の検討項目について代替案を列挙、各検討事項毎の代替案の比較・検討を行い、選定された代替案を組合せ、最適案を策定するものとする。以下各検討項目毎の代替案の比較・検討結果を示す。

表3－1　計画基本構想検討マトリックス

検討項目	(1)本計画の位置付け	(2) 目標年度と改修対象	(3) 給水量とその削減	(4) 水源水質保全	(5) 三 水 源	(6) 上流水源開発	(7) 井戸更新	(8) 取水ポンプ更新	(9) 配水ポンプ更新	(10) 取水ポンプ遠隔操作
代替案	1-1 原設計能力に戻すための、老朽化施設の改修	2-1 目標年次：1995年 （本建設設計時点） 改修対象：故障中の施設	3-1 要請内容に沿う	4-1 USAGが不法投棄防止策を講じ、既存廃棄物を撤去すれば、将来的水質問題はない	5-1 要請内容に沿う （追加建設） 上流 0本 中央 8本 工業 7本 精肉工場 5本 計 20本	6-1 要請内容に沿う	7-1 工業、精肉工場、中央水源とも既存井戸を対象とし、揚水試験結果から井戸効率の悪い井戸を抽出する	8-1 工業、精肉工場、中央水源とも既存ポンプを対象とし、故障頻度、休止日数の大きいポンプを抽出する	9-1 工業、精肉工場、中央水源とも既存ポンプを対象とし、故障頻度、休止日数の大きいポンプを抽出する	10-1 工業、精肉工場、中央水源とも検討対象とし、取水ポンプを効率よく運転するため、各配水ポンプ場で遠隔操作による集中制御を行う
	1-2 既存施設の効率的運用を図り、支出（電力費）削減、無駄水低減と水道料金収入の増加に寄与し、安全な生活用水を安定的に供給できる既存施設の改修	2-2 目標年次：1999年 （本計画完了時点） 改修対象： 故障中の施設及び目標年次まで故障が予想される施設	3-2 原設計能力対応可能水量で人口増加による水需要量増加をカバーできるようアパート居住者の給水量を段階的に削減	4-2 USAGが不法投棄防止策と並行し、既存廃棄物を撤去しても将来的水質問題は残る	5-2 工業、精肉工場水源では稼働井戸のみ 中央水源は最大生産量まで（拡張は含まず）	6-2 本計画の対象外	7-2 工業、精肉工場水源は将来的水質の問題及び井戸干渉により建設用地が確保出来ないため対象外 中央水源のみ対象とする	8-2 工業、精肉工場水源は将来的水質の問題により対象外 中央水源のみ対象とする	9-2 工業、精肉工場水源は将来的水質の問題により対象外 中央水源のみ対象とする	10-2 工業、精肉工場水源は将来的水質の問題により対象外 中央水源のみ対象とする
			3-3 上記に加え、電力費等の削減により維持管理用支出を確保するようにさらに給水量を段階的に削減		5-3 工業、精肉工場、中央水源とも最大生産量まで （拡張含まず）					
					5-4 工業、精肉工場水源では稼働中の井戸のみ 中央水源は最大生産量まで（8本の追加井戸建設含む）					

(1)本計画の位置付け

選定理由（1－2）

施設老朽化の原因は、施設の非効率的な運転に起因する過剰な電力費の支出及び無駄水、定額料金制による収入不足が財政を圧迫し、施設の維持管理費用が支出できないことにある。この原因を解消することなしに①の如く老朽施設更新を行っても、数年後に同様の事態が再発する。本計画は市の水道施設の安定的運営を促進するために実施され、施設改修に合わせ、その原因を解明するものである。

ＵＳＡＧのとるべき措置

・老朽化の原因について正しく認識し、原因解明に向けて、Stragetic Planを策定、実行する。

(2)目標年度と改修対象

選定理由（2－2）

目標年次は本計画完了時点とし、完了年次は1999年である。

ＵＳＡＧのとるべき措置

・本計画の完了時点以降において、収支の改善により維持管理費の増額を図ること。
・本計画の完了時点までに、維持管理体制の強化を図ること。

(3)給水量とその削減

選定理由（3－3）

現在ウランバートル市の計画１人当たり給水量は 430ℓ／人日であるが、都市形態をみると極めて大きい値である。無駄水削減により給水量を低減しなくては、将来的に限られた水源での対応は不可能である。また、施設の維持管理費用の確保が本計画の完了後における施設機能を長く維持する上で不可欠であることから、給水量削減の目標としては『電力費などの削減により維持管理費用を確保できる』レベルとする。

ＵＳＡＧのとるべき措置

・本計画の実施前に給水量削減対策を策定すること。
・削減対策は目標値を設定し、実現可能な具体的なものとする。
・CTP の流量計設置後直ちに削減対策を実施に移すこと。

(4)水源水質保全

選定理由（4－2）

工業及び精肉工場水源の井戸用地内に廃棄物が捨てられており、特に地下水位の高い雨期に地下水汚染発生の危険性がある。両水源はウランバートル市水道にとって重要な水源であるが、調査団は水質の問題が残ると認識している。したがってＵＳＡＧがこれらの水源を有効利用する場合は、水源の水質保全のため、モンゴル側が独自に汚染防止策を講じるべきである。

ＵＳＡＧのとるべき措置

・水源用地をフェンスで囲う

・警察と連帯して定時パトロール体制をとり、不法投棄に対しては厳格な処罰を行う

・火力発電所の石炭ガラ置場による水質汚染の影響調査

(5)三水源

選定理由（5－4）

工業、精肉工場水源では用地的制約により、井戸間による干渉防止に必要な間隔（約400m）の確保が困難であること、また周辺状況により地下水汚染の危険性があり、将来的に飲料水の水質基準に合った水質を確保できる保証がないため、これら２水源を本計画の協力対象とせず、モンゴル側が独自に対応するものとする。中央水源は井戸及び取水ポンプ更新に加え、水源用地に比較的余裕があるため、目標年度（1999年）の水需要に対応できるように新規に井戸建設を行うものとする。

ＵＳＡＧのとるべき措置

・定期的に水質の監視（特に水質汚染が予想される雨期には計測頻度を増す）を行い、汚染が認められた場合は、当該井戸からの取水停止などの措置を取ること。

(6)上流水源開発

選定理由（6－2）

上流水源地は給水区域まで約35kmの延長があり、しかも揚程の高いポンプを必要とすることから、他の水源に比較して単位水量当りの電力費が高い。また、水圧調整を兼ねるザフサリン配水池での減圧が確実に行われないこと、更に給水区域に接続する配水管の整備がなされていない状況にあることから、上流水源開発は協力対象外とした。

ＵＳＡＧのとるべき措置

・上流水源からの送水量を増加させるために、配水管網の調査を行い、それに沿って管網の強化を図ること。

・水需要量の増加に伴う水源開発については、モンゴル側が独自で対応すること。

(7)井戸更新

選定理由（７－２）

(5)と同様の理由により工業、精肉工場水源は本計画対象外。中央水源のみを対象とする。

ＵＳＡＧの責務

・現在、井戸の管理は井戸４本につき１人配置される井戸管理人（見張り番：井戸近所の住民）が１日２時間づつ監視し、稼働状況を各配水ポンプ場技師に報告する体制となっているが、井戸管理人は一般民間人で技術者ではなく、正確、かつ詳細な管理ができないのでＵＳＡＧ職員の巡回点検体制の強化が必要である。

(8)取水ポンプ更新

選定理由（８－２）

(5)と同じ。二水源については既設施設で対応するものとし、給水量の削減により将来の水需要を抑える。よって、中央水源のみを計画対象とし、運転効率の悪いポンプ及び耐用年数を超えており目標年度までに故障が予想されるポンプを抽出するものとする。

ＵＳＡＧの責務

・ＵＳＡＧ職員によるポンプ稼働状況モニター体制の強化

(9)配水ポンプ更新

選定理由（９－２）

工業、精肉工場水源については、周辺状況から将来的に地下水汚染の危険性があるため計画対象外とする。(5)と同じ。中央水源のみ計画対象とし、運転効率の悪いポンプを抽出する。

ＵＳＡＧの責務

・本計画により、配水ポンプ場の貯水槽及び送水先である配水池に水位計が設置される。水位

変動とポンプ運転の相関関係を調査し、効率的な配水ポンプの運転パターンを把握し、効率的な運転をすること。

(10)取水ポンプ遠隔操作

選定理由（１０－２）

工業、精肉工場水源については、周辺状況から将来的に地下水汚染の危険性があるため計画対象外とする。(5)と同じ。

ＵＳＡＧの責務

・遠隔操作システムにより取水ポンプの稼働状況を常時モニターし、運転管理日誌に記載する。定期巡回点検のみならず、ポンプ故障時、非常時にも対応できる緊急修理体制をＵＳＡＧ内に確立する。

3－3　基本設計

3－3－1　設計方針

(1)　自然条件に対する方針

ウランバートル市では、11月～3月まで冬期であり、平均気温は-17.7 ℃となるので、屋外作業には不向きである。この期間は、現地での資機材輸送及び機器設置工事期間には含まないものとし、4月～10月までの期間に完了させるものとする。また、水道施設は冬期でも稼動できるように保温、防寒設備を備えるものとする。

当地では、月平均して5m/s ～6.9m/sの強風が吹くことが多く、また、8月～9月には落雷が多発する。遠隔操作システムの信号ケーブルは、既存の取水ポンプ電源用電柱を利用して設置されるため、強風及び避雷対策に配慮し、支障がないようにする。

(2)　建設事情及び建設業界の特殊事情に対する方針

本計画に係わる工事は、井戸等の建設工事と施設の更新等による据え付け工事である。建設工事は、井戸や取水ポンプ小屋の建設及び導水管の敷設よりなる。モンゴル国の企業は組織力が弱く、保有機材・技術力・人員・財力ともに不十分であり、常時、従業員を抱えていることはなく、業務量に応じて臨時雇用を行っているのが普通である。したがって、施設の建設に当たっては、日本から専門技術者を派遣して現地企業を指導するものとする。この場合、もし1企業のみで工事能力がなければ、複数企業を投入し、それぞれ工事分担を配分する等施工計画についても考慮する。さらに、井戸建設工事については、現地民間企業は保有機材が旧式で、計画仕様の井戸の建設ができる機材能力がないため、民間委託は適当でないと判断する。また、近隣国でも同様に、計画井戸仕様に合致する機種を生産していない。このため、日本からのさく井機械調達を計画するが、前章でも述べたようにＵＳＡＧには井戸建設を行う部局がなく、機材調達を行っても供与後の機材運用に不安が残ること、工期が気象条件により限られていることを考慮すると、機材調達よりも機材リースによる工事実施の方が現実的であると判断される。

水道施設の更新等のための据え付け工事についても、上記建設工事と同様、民間企業の組織体制に問題があり、その組織力、財政力、技術レベルが十分でないことから、工事は建設工事と同様な体制を取るものとし、日本人技術者の指導の下、現地の建設企業社員を交えて施工を行うものとする。

現地調達資材は、入手の可能性からセメント・砂利・煉瓦・鉄筋・板材・アセチレンガス等の基礎資材に限られる。その他の資材は、全て輸入である。調達に関しては、製品を比較し、資材毎に、日本か中国のどちらかに調達先を決定する。現地資機材の調達は、在庫の有無により、調達期間がかかる場合もあるので、そのことを実施前に契約業者より確認をとる必要がある。

(3) 実施機関の維持・管理能力に対する対応方針

本計画の機器据え付け後、コンサルタントから水道施設技師及び電気技師を派遣して取水・配水ポンプの効率的運転のために、運転操作マニュアル等の作成を行うと共に、訓練を行う。

また、本計画においては以下の項目に対し技術移転を行うものとする。

－ワークショップ整備要員の訓練（調達機器操作指導を含む）

－遠隔操作設備保守の訓練

－その他関連機器の操作指導

(4) 施設、機材の範囲、グレードの設定に対する方針

本計画は市の水道施設の緊急的な改修計画であるため、『能力の低下した既存上水道施設能力の復旧』にとどめ、そのための水道施設の更新のみを対象とする。よって、市内の配管施設の更新や新規水源開発等は含めず、将来計画に託すものとする。

調達資機材仕様の決定に際しては、耐寒性を重視し、冬期でも機能可能なものを選択するが、保温が必要な場合、当該設備を含むものとする。また、維持管理を考慮し、特に消耗し易い部品についてスペアーパーツの供給を計画する。なおこれらの部品は約２年間で磨耗、老朽化し交換の必要が生じる。このため、２年分のスペアパーツを調達する。

取水ポンプ設備予備品	配水ポンプ設備予備品	遠隔操作設備予備品
羽根車 軸受 軸継手 ポンプ主軸 ストレーナー 水中電動機 空気弁 圧力計 流量表示器 逆止弁 電磁接触器 保護継電器 指示計器 補助継電器 遅延継電器 遮断器 計器用変成器 ボタンスイッチ 切換スイッチ 表示燈 ヒューズ	羽根車 ライナーリング スリーブ 軸受 軸継手 ポンプ主軸 グランドパッキン ガスケット 圧力計 計器用変成器 電磁接触器 保護継電器 指示計器 補助継電器 遅延継電器 遮断器 ボタンスイッチ 切換スイッチ 表示燈 ヒューズ 電力ケーブル 流量表示器 水位表示器	遠隔操作端末ユニット シーケンサ 補助継電器 ボタンスイッチ 表示燈 通信ケーブル 避雷器

3－3－2　基本計画

(1)　水需要量

本計画の事業規模の設定において、重要な要素となるのは給水区域、給水人口及び給水量である。

本市は都市計画によって、アパート群とゲル地区で構成される住居地区とその他の無住居地区に明確に分けられており、住居地区の全域が給水区域となっている。このため、本市の人口の大半が給水人口であり、未給水人口は殆どないと考えられる。計画給水人口は、1993年の政府発表統計資料を基に、過去の人口増加率を勘案して推計した。

計画給水量については、本計画の実施によってアパート群を中心に水需要量の削減を目指す事を考慮の上、現況における給水実績とほぼ同レベルとし、アパート群では 430ℓ／人日、ゲル地域では10ℓ／人日とした。なお、実際の給水量はアパート群で 420ℓ／人日、ゲル地域で7.4 ℓ／人日であるが、「JICA開発調査」に基づき計画給水量をそれぞれ上記の数値とした。

無効水量については「JICA開発調査」において10%としており、この値を採用した。

上記の計画給水人口と計画給水量に基づく水需要量とこれに対する既存水道施設の給水能力を検討し、本計画の実施によって期待される水源別給水能力と水需要量削減効果を表３－２に示した。これらの水需要量の合計は、表中のＦ項で「需要水量計」として表示した。水需要量の削減対策が実施されていない場合には、殆どの年次で水需要量が水源能力を上回るものになると考えられる。

現況の施設能力で計画年次の水需要量に対応できるようにするには、アパート住民の給水量の削減が必要である。各水源別の給水区域の水需要量と既存水源能力及び給水量を削減した場合の水需要量との関係を以下に示す。

1) 全水需要量と既存水源能力の関係

全水需要量は市域全体を対象にした場合、1994年以降から給水の計画目標年（1999年）までの期間中、既存の水源能力を上回っている。

2) 各水源別の給水区域の水需要量と既存の水源能力及び給水量原単位を削減した場合の効果

水需要量の削減の効果を各水源別に示す。給水量原単位の削減は、ＣＴＰへの流量計が設置される1997年より開始され、10年後の2006年に50% まで削減することを目標とする。なお、削減率についてはＵＳＡＧと協議し、実現の可能性を確認した上で設定したものである。

市全体としての水需要を考慮した場合、削減の効果が現れるのは1999年以降で、水需要を11%以上削減した場合である。1998年まではまだ削減が始まったばかりでその効果は小さく、既存水源能力を水需要が上回る。

各水源別に給水能力と削減の効果を検討したところ、中央水源では1999年以降、工業水源では2000年以降、水需要の削減により既存の水源給水能力による給水が可能となる。精肉工場水源では給水人口が少なく、削減すれば、各年で水源給水能力が水需要を上回る。

以上のように、水需要を削減しなければ、水需要が既存の給水能力を上回るために、水量が不

足する。アパートへの計画給水量が約430 ℓ／人日であり、その一部が無駄水となっていることを考慮すれば、削減を図るべきであり、その削減によってＵＳＡＧの支出の約66％を占める電力費も低減できると考えられる。

表3－2　既存水源能力と水需要量削減効果

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
給水量原単位削減率	—	—	—	—	3%	6%	11%	16%	21%	26%	32%	38%	44%	50%
中央地区														
人口千人	413	433	449	461	473	485	497	509	522	535	548	561	574	588
A. ﾌﾟｰﾄ需要水量 m3/日	97,675	102,405	106,189	109,027	111,865	114,703	117,541	120,379	123,453	126,528	129,602	132,677	135,751	139,062
B. ｹﾞﾙ 〃	1,859	1,949	2,021	2,075	2,129	2,183	2,237	2,291	2,349	2,408	2,466	2,525	2,583	2,646
C. 工業用 〃	5,726	5,972	6,229	6,497	6,776	7,067	7,371	7,688	8,019	8,364	8,724	9,099	9,490	9,898
D. その他 〃	5,378	5,496	5,617	5,741	5,867	6,125	6,260	6,398	6,539	6,539	6,683	6,830	6,980	7,134
E. 無効水量 m3/日	10,876	11,344	11,809	12,128	12,455	12,804	13,124	13,465	13,855	14,174	14,543	14,907	15,280	15,677
F. 需要水量計 m3/日	121,514	127,166	131,865	135,468	139,092	142,882	146,533	150,221	154,215	158,013	162,018	166,038	170,084	174,417
G. 削減需要水量計					135,362	135,232	132,160	128,806	125,380	121,430	115,892	109,956	103,630	97,048
H. 既存水源能力	122,760	122,760	122,760	122,760	122,760	122,760	134,280	134,280	134,280	134,280	134,280	134,280	134,280	134,280
I. 既存水源能力－需要水量計	1,246	-4,406	-9,105	-12,708	-16,332	-20,122	-12,253	-15,941	-19,935	-23,733	-27,738	-31,758	-35,804	-40,137
J. 既存水源能力－削減需要水量計					-12,602	-12,472	2,120	5,474	8,900	12,850	18,388	24,324	30,650	37,232
工業地区														
人口千人	120	125	130	134	137	141	144	148	152	156	160	164	168	172
A. ﾌﾟｰﾄ需要水量 m3/日	28,380	29,563	30,745	31,691	32,401	33,347	34,056	35,002	35,948	36,894	37,840	38,786	39,732	40,678
B. ｹﾞﾙ 〃	540	563	585	603	617	635	648	666	684	702	720	738	756	774
C. 工業用 〃	2,863	2,986	3,114	3,248	3,388	3,534	3,686	3,844	4,009	4,181	4,361	4,549	4,745	4,949
D. その他 〃	1,628	1,664	1,701	1,738	1,776	1,854	1,895	1,937	1,980	1,930	2,024	2,069	2,115	2,162
E. 無効水量 m3/日	3,292	3,434	3,575	3,672	3,771	3,877	3,974	4,077	4,195	4,291	4,403	4,513	4,626	4,746
F. 需要水量計 m3/日	36,703	38,210	39,720	40,952	41,953	43,247	44,259	45,526	46,816	48,048	49,348	50,655	51,974	53,309
G. 削減需要水量計					40,868	41,014	40,076	39,273	38,386	37,340	35,830	34,201	32,456	30,597
H. 既存水源能力	37,992	37,992	37,992	37,992	37,992	37,992	37,992	37,992	37,992	37,992	37,992	37,992	37,992	37,992
I. 既存水源能力－需要水量計	1,289	-218	-1,728	-2,960	-3,961	-5,255	-6,267	-7,534	-8,824	-10,056	-11,356	-12,663	-13,982	-15,317
J. 既存水源能力－削減需要水量計					-2,876	-3,022	-2,084	-1,281	-394	652	2,162	3,791	5,536	7,395
精肉地区														
人口千人	66	67	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93
A. ﾌﾟｰﾄ需要水量 m3/日	15,609	15,846	16,792	17,265	17,738	18,211	18,684	19,157	19,630	20,103	20,576	21,049	21,522	21,995
B. ｹﾞﾙ 〃	297	302	320	329	338	347	356	365	374	383	392	401	410	419
C. 工業用 〃	2863	2986	3114	3248	3388	3534	3686	3844	4009	4181	4361	4549	4745	4949
D. その他 〃	1094	1118	1143	1168	1194	1247	1274	1302	1331	1331	1360	1390	1421	1452
E. 無効水量 m3/日	2211	2306	2401	2466	2533	2604	2669	2738	2817	2882	2957	3031	3107	3188
F. 需要水量計 m3/日	22,074	22,558	23,770	24,476	25,191	25,943	26,669	27,406	28,161	28,880	29,646	30,420	31,205	32,003
G. 削減需要水量計					24,583	24,691	24,320	23,903	23,447	22,904	22,115	21,270	20,368	19,412
H. 既存水源能力	25,416	25,416	25,416	25,416	25,416	25,416	25,416	25,416	25,416	25,416	25,416	25,416	25,416	25,416
I. 既存水源能力－需要水量計	3,342	2,858	1,646	940	225	-527	-1,253	-1,990	-2,745	-3,464	-4,230	-5,004	-5,789	-6,587
J. 既存水源能力－削減需要水量計					833	722	1,096	1,513	1,969	2,512	3,301	4,146	5,048	6,004
合計														
人口千人	599	625	650	668	685	703	720	738	757	776	795	814	833	853
A. ﾌﾟｰﾄ需要水量 m3/日	141,664	147,814	153,726	157,983	162,004	166,261	170,281	174,538	179,031	183,525	188,018	192,512	197,005	201,735
B. ｹﾞﾙ 〃	2,696	2,814	2,926	3,007	3,084	3,165	3,241	3,322	3,407	3,493	3,578	3,664	3,749	3,839
C. 工業用 〃	11,452	11,944	12,457	12,993	13,552	14,135	14,743	15,376	16,037	16,726	17,446	18,197	18,980	19,796
D. その他 〃	8,100	8,278	8,461	8,647	8,837	9,226	9,429	9,637	9,850	9,850	10,067	10,289	10,516	10,748
E. 無効水量 m3/日	16,379	17,084	17,785	18,266	18,759	19,285	19,767	20,280	20,867	21,347	21,903	22,451	23,013	23,611
F. 需要水量計 m3/日	180,291	187,934	195,355	200,896	206,236	212,072	217,461	223,153	229,192	234,941	241,012	247,113	253,263	259,729
G. 削減需要水量計					200,813	200,940	196,556	191,982	187,213	181,674	173,837	165,427	156,454	147,057
H. 既存水源能力	186,168	186,168	186,168	186,168	186,168	186,168	197,688	197,688	197,688	197,688	197,688	197,688	197,688	197,688
I. 既存水源能力－需要水量計	5,877	-1,766	-9,187	-14,728	-20,068	-25,904	-19,773	-25,465	-31,504	-37,253	-43,324	-49,425	-55,575	-62,041
J. 既存水源能力－削減需要水量計					-14,645	-14,772	1,132	5,706	10,475	16,014	23,851	32,261	41,234	50,631

(注) 1. ﾌﾟｰﾄ地区人口割合を 55%、ｹﾞﾙ地区人口割合を 45% とした。
2. ﾌﾟｰﾄ給水原単位は 430ﾘｯﾄﾙ/人・日、ｹﾞﾙ地区は 10ﾘｯﾄﾙ/人・日とした。
3. ﾌﾟｰﾄ及びｹﾞﾙの需要水量は、人口に地区人口割合および各原単位を掛け合わせた値である。

(2) 水源井戸の施設計画

1) 更新及びリハビリの対象水源井本数

本計画において更新若しくはリハビリの対象とする水源井は、主として現地調査において実施した揚水試験結果を基に選定することとし、これには井戸内に揚水管や水中ポンプを落下させたため使用不能となっている水源井も含めるものとした。

揚水試験は、モンゴル国側より更新要請のあった水源井及びさく井当時の揚水試験資料で比湧水量の小さなものを対象として実施した。段階揚水試験は、各段階1時間揚水で、5段階実施した。この揚水試験の解析結果を表3－3に示した。解析にあたっては、試験を実施した水源井毎に各揚水段階での比湧水量の平均値を、スクリーン開孔部の単位面積当たりの流入量に換算した。この流入量が各水源毎の平均流入水量よりも15%程度以上少ない場合に、リハビリの対象とした。

井戸への流入砂量から見れば、将来的には殆どの水源井を更新する必要が生じると考えられるが、本計画の対象としては前述した流入水量による判定に基づき、中央水源（10本）、工業水源(4本)、精肉工場水源(3本)を更新の対象とした。一方、リハビリの必要な水源井は、中央水源(1本)、工業水源(2本)、精肉工場水源(1本)である。

これらのうち、工業水源・精肉工場水源については『3－2　プロジェクトの基本構想』で述べたように、井戸間の干渉及び将来における地下水汚染の危険性から取水井の更新及びリハビリ対象には含まないこととした。よって本計画においては、中央水源（10本）を更新対象、中央水源（1本）をリハビリ対象とする。その他中央水源で水中ポンプや揚水管を井戸の中に落下させて使用不能な水源井（中央水源No. 31）も更新対象に含める。更に、中央水源の給水区域の目標年次における水需要量に対処するため、新設井戸8本を計画する。従って、更新対象は中央水源の計19本、リハビリ対象は中央水源の1本となる。

2) 更新井戸仕様

計画掘さく深度　：中央水源での既存水源井深度と同等とし、砂溜まりに余裕を取って、3割増しとする。

井　戸　口　径：井戸ポンプ更新の場合、計画水中ポンプ挿入口径に基づきφ12″とする。既存ポンプを挿入する水源井の更新については、既存ポンプ外径がφ12″より大きい場合、ポンプ外径に余裕を見込んで決定する。

ケーシング及び
スクリーンの材質：地下水水質に特に問題がないので、通常の鋼管とする。
ＰＶＣ管については冬季の気温を考慮すると耐久性に問題ありと判断し、採用しない。更新水源井の計画仕様を表3－4に示す。

表３－３　揚水試験結果

中央水源								
井戸番号	比湧水量						比湧水量/スクリーン単位面積	評価
	段階1 (m^3/H/m)	段階2 (m^3/H/m)	段階3 (m^3/H/m)	段階4 (m^3/H/m)	段階5 (m^3/H/m)	平均 (m^3/H/m)		
2	82.13	82.19	80.65	83.21		82.05	43.28	更新
5	45.82	48.21	51.13	51.33		49.12	36.60	更新
9	112.5	118.29	132.54	128.87	172.80	133.00	39.65	更新
13	255.83	249.74	216.00	216.00	200.93	235.5	55.81	リハビリ
36	132.37	123.2	110.46	110.78	115.71	118.50	69.87	良好
37	144.24	146.44	142.94	148.00	166.15	149.94	94.72	良好
42	63.00			64.14		64.14	25.22	更新
44	63.96	58.94	48.91	44.77	42.26	51.77	23.79	更新
47	90.00	83.48	74.44	74.18	75.27	76.84	28.62	更新
51	413.33	336.92	268.42	214.62	174.86	281.63	117.25	良好
54	126.67	118.33	106.55	105.43	103.50	114.25	34.85	更新
56	22.77	29.24	37.37	38.44	40.40	31.96	19.50	更新
59	158.57	155.45	151.3	153.91	156.52	155.15	148.33	良好
60	177.11	170.56	168.11		127.89	160.92	94.88	良好
63	59.72	56.71	53.20	51.24	50.29	54.49	50.74	更新
69	152.00	111.06	114.32	112.17	92.73	107.57	63.43	良好
72	5.5	11.00	12.13	12.87	13.95	11.11	9.83	更新
平均							60.02	

注：良好>60.02，60.02>リハビリ>51.02(=平均x0.85)，更新<51.02

工業水源								
井戸番号	比湧水量						比湧水量/スクリーン単位面積	評価
	段階1 (m^3/H/m)	段階2 (m^3/H/m)	段階3 (m^3/H/m)	段階4 (m^3/H/m)	段階5 (m^3/H/m)	平均 (m^3/H/m)		
1	71.20	79.83		85.33	87.33	84.16	97.07	更新
2	77.14	76.67	93.33	96.67	97.89	88.34	75.63	更新
3	102.56	85.03	99.95	116.67	127.14	106.27	82.57	更新
4	127.14	129.71	115.69	124.58	149.49	129.32	110.15	リハビリ
5	142.60	126.06	133.64	145.79	181.98	151.28	110.02	リハビリ
6	264.60	312.97	321.56	334.00	378.55	337.69	277.02	良好
7	121.74	108.56	105.73	106.96	106.49	109.90	89.50	更新
平均							125.41	

注：良好>125.41，125.41>リハビリ>106.60(=平均x0.85)，　更新<106.60

精肉工場水源								
井戸番号	比湧水量						比湧水量/スクリーン単位面積	評価
	段階1 (m^3/H/m)	段階2 (m^3/H/m)	段階3 (m^3/H/m)	段階4 (m^3/H/m)	段階5 (m^3/H/m)	平均 (m^3/H/m)		
1	217.24	193.71	197.84	192.63	211.58	202.60	299.37	良好
2	221.05	206.47	124.14	140.00	160.00	183.89	62.32	更新
3	83.58	65.92	72.45	72.22	73.89	73.61	128.21	リハビリ
4	70.59	66.67	66.57	67.45	77.52	69.80	83.02	更新
5	212.5	200.47	189.47	189.80	193.94	197.20	77.36	更新
平均							130.06	

注：良好>130.06，130.06>リハビリ>110.55(=平均x0.85)，　更新<110.55

表３－４　更新井戸の計画仕様

中央水源							
井戸番号	井戸深度 (m)	井戸径 (mm)	ｽｸﾘｰﾝ長 (m) *	ｹｰｼﾝｸﾞ長 (m)*	ﾎﾟﾝﾌﾟ更新	ｽｸﾘｰﾝ長 (m) **	ｹｰｼﾝｸﾞ長 (m)**
2	30	300	12	18	×	11	19
5	30	300	12	18	×	11	19
9	35	300	14	21	○	16.5	18.5
31ｋ	45	300	18	27	○	16.5	28.5
42	40	300	16	24	×	16.5	23.5
44	40	300	16	24	○	16.5	23.5
47	35	300	14	21	×	16.5	18.5
54	45	300	18	27	×	16.5	28.5
56	30	300	12	18	×	11	19
63	30	300	12	18	○	11	19
72	35	300	14	21	○	16.5	18.5
N-1	35	300	14	21	○	16.5	18.5
N-2	35	300	14	21	○	16.5	18.5
N-3	40	300	16	24	○	16.5	23.5
N-4	40	300	16	24	○	16.5	23.5
N-5	35	300	14	21	○	16.5	18.5
N-6	35	300	14	21	○	16.5	18.5
N-7	35	300	14	21	○	16.5	18.5
N-8	30	300	12	18	○	11	19
Total	680		272	408		286	394

注：井戸番号31ｋは、ﾎﾟﾝﾌﾟ、ﾓｰﾀ、揚水管の井戸内への落下により使用不能な為に井戸更新する。

：井戸径はﾎﾟﾝﾌﾟ更新の場合で300mmとする．ﾎﾟﾝﾌﾟ更新しない場合は既存のﾎﾟﾝﾌﾟを使うため既存井戸径と同等もしくは300mm以下の場合は300mmとする．

*:　ｽｸﾘｰﾝ長　を井戸深度の40%とした場合

**:　ｽｸﾘｰﾝ長を実際の管　長5.5m/本とした場合

(3) 取水ポンプの施設計画

1) 更新対象の取水ポンプ数

1995年1月～9月における運転日誌に基づいて作成されたポンプの休止日数表及び故障状態を検討し、取水ポンプの更新優先順位をつける。更新の基準としては、休止日数が30日以上、又は故障状態が重大なものに限るものとし、表3－6に対象取水ポンプと休止日数及び故障状態を示す。

『3－2　プロジェクトの基本構想』で述べたとおり、工業・精肉工場水源については更新対象から除外し、中央水源の取水ポンプについてのみ上記の理由により更新し、その合計は18台である。

一方、揚水試験結果によれば、既存井の適正揚水量は60㎥/hと解析されるが、現在一部の水源井には予備調査が不十分であったため不適当な仕様のポンプが設置されている。これらの水源井については、適正な取水量に復旧するためポンプを更新する必要があり、その数量は9式である。

また、中央水源の取水量を計画目標年度（1999年）の水需要に対応できるように井戸8本を建設する。従って、更新ポンプ数は合計35台となり、これらのポンプは本計画による据え付け工事を含む。

上記以外にも計画完了時に水道システム全体としての機能を維持するため、『計画目標年次までに故障が予想される施設』（表3－1(2)参照）も更新対象に含める必要がある。既存の取水ポンプの稼働状況を評価した結果、ポンプの耐用年数は約12年と考えられるので、この耐用年数を超えた稼働中のポンプも更新対象に含めることとし、その台数は14台である。ただし、これらのポンプについてはモンゴル国側で据え付け工事を行う。

耐用年数を超過する取水ポンプの更新台数について次のように決定した。

本調査による中央水源の既存取水ポンプの稼働状態と稼働年数との関係は、以下の通りであった。

表３－５．取水ポンプの稼働年数

稼働年数		稼働中ポンプ台数
基本設計調査時 1995年	計画目標年次 1999年	
1	5	0
2	6	2
3	7	5
4	8	0
5	9	3
6	10	5
7	11	8
8	12	9(32)*
9	13	4
10	14	8
11	15	2(14)**
計		50

（注）＊ 計画目標年1999年での稼働年数12年以下のポンプの合計台数

＊＊稼働年数13年以上のポンプの合計台数

1995年の調査時点で稼動年数12年を越える既存の取水ポンプは存在せず、稼動不能となっている。したがって、ポンプは稼働年数12年を越えると故障する可能性が著しく高くなる。このため、計画目標年の1999年に稼動年数12年を越える既存取水ポンプ14台を更新対象とした。

表３－７に更新対象の取水ポンプと総揚水量を示す。

2) 取水ポンプの仕様

台　数：35台（据え付け工事含む）、14台（据え付け工事含まず）

形　式：水中モーターポンプ

口　径：φ100mm

容　量：60m³/h

揚　程：65m

制　御：リミットスイッチによる低水位時自動停止

表３－６　取水ポンプの休止期間と理由（1/2）

（単位：日数）

中央水源											
井戸番号	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	合計	備考
2	15									15	
3	31	28	31	30	31	30	31	31	25	268	ポンプ、モータなし
8	31	20	31	30	31	30	31	31	25	268	ポンプ、モータなし
9								17	13	30	
10						18	31	31	25	105	モータ焼ききれた
12								16	25	41	電気ケーブルなし
13	16				28	30	31	31	22	158	モータ焼ききれた
15	31	28	31	30	31	30	31	31	25	268	モータ焼ききれた
18								25	25	50	モータ焼ききれた
20							16	3		19	ポンプ破損、稼動不能
29						2			2	4	電気系統故障
31	31	28	31	30	31	30	31	31	25	268	ポンプ、モータの井戸内への落下
35							16			16	
37	31	28	31	30	31	30	31	31	25	268	ポンプ、モータの井戸内への落下
39								10	25	35	
40								17		17	
42							3			3	
43					17	30	24			71	
44	7									7	
45	22	5	22		17	16	31	31	25	169	ポンプ、モータなし
50	31	28	31	30	31	30	31	31	25	268	
51	20									20	
52	31	28	31	30	17		7	15		159	
54					2	18				20	
57	11						13			24	
58	4									4	
62				30	31	30	31	31	25	178	
64	20	8		4						32	
67			11	30	3					44	
69	31	28	31	30	31	30	31	31	25	268	
71									16	16	
72									3	3	

表３－６　取水ポンプの休止期間と理由（2/2）

（単位：日数）

工業水源											
井戸番号	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	合計	備考
3				3	31	30	20			84	
4			6							6	
6				14				10		24	
8									20	20	
11		24	31	30	31	30	31	31	25	233	ポンプ、モータなし
14	7			19	31	30	31	31	25	174	ポンプ、モータなし
15	31	28	31	30	31	30	31	31	25	268	ポンプ、モータなし
16	31	28	31	30	31	30	20			201	ポンプ、モータなし

（単位：日数）

精肉工場水源											
井戸番号	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	合計	備考
1	23			7						30	
2	31	11								44	
4							2	26	25	53	
5			25							15	
7						24				24	
9								10	5	15	
10					3	23				26	

表３－７　更新対象取水ポンプと総揚水（1/2）

中央水源					
井戸番号	既存ポンプ		取り替えた場合のポンプ		
	容量（m3/時）	水頭（m）	取替	容量（m3/時）	水頭（m）
1	40	60		40	60
2	40	60		40	60
3	25	100	○	60	65
4	63	65		63	65
5	63	65		63	65
6	63	65		63	65
7	63	65		63	65
8	63	65	○	60	65
9	63	65	○	60	65
10	63	65	○	60	65
11	廃棄井戸				
12	63	65	○	60	65
13	63	65	○	60	65
14	63	65	△	63	65
15	63	65	○	60	65
16	120	65		120	65
17	63	65	△	63	65
18	63	65	○	60	65
19	63	65	△	63	65
20	63	65		63	65
21	120	65		120	65
22	63	65		63	65
23	63	65	△	63	65
24	63	65	△	63	65
25	120	65	△	120	65
26	63	65	△	63	65
27	63	65	△	63	65
28	63	65	△	63	65
29	63	150		63	150
30	63	65		63	65
31	63	65	○	60	65
32	63	65		63	65
33	63	65		63	65
34	63	65		63	65
35	63	65		63	65
36	63	65		63	65
37	63	65	○	60	65
38	63	65		63	65
39	63	65	○	60	65
40	63	150		63	150
41	63	65		63	65
42	63	65		63	65
43	63	65	○	60	65

（注）○ﾎﾟﾝﾌﾟ故障による更新
◎ 適正揚水量にするための更新
△ 耐用年数 を越えたための更新

表３－７　更新対象取水ポンプと総揚水（2/2）

中央水源					
井戸番号	既存ポンプ		取り替えた場合のポンプ		
	容量（m3/時）	水頭（m）	取替	容量（m3/時）	水頭（m）
44	25	100	◎	60	65
45	25	100	◎	60	65
46	63	65		63	65
47	63	65		63	65
48	63	65		63	65
49	63	65		63	65
50	63	65	○	60	65
51	63	65		63	65
52	120	60	○	60	65
53	63	65	△	63	65
54	63	65		63	65
55	63	65	△	63	65
56	63	65	△	63	65
57	25	100	◎	60	65
58	40	60		40	60
59	63	65	△	63	65
60	63	65		63	65
61	63	65		63	65
62	40	60	○	60	65
63	25	100	◎	60	65
64	40	60	○	60	65
65	25	100	◎	60	65
66	25	100	◎	60	65
67	25	100	○	60	65
68	25	100	◎	60	65
69	10	60	○	60	65
70	63	65	△	63	65
71	25	100	◎	60	65
72	25	100	◎	60	65
N-1			○	60	65
N-2			○	60	65
N-3			○	60	65
N-4			○	60	65
N-5			○	60	65
N-6			○	60	65
N-7			○	60	65
N-8			○	60	65
合　計	4,115	（m3/時）		4,974	（m3/時）
	98,760	（m3/日）		119,376	（m3/日）

（注）○ﾎﾟﾝﾌﾟ故障による更新
◎ 適正揚水量にするための更新
△ 耐用年数 を越えたための更新

(4) 井戸用建設機材計画

さく井機械は現地機械が旧式かつ老朽化しており、さく井工法・工期に問題があるため、日本よりリースでさく井機械及び周辺機材２式を現地に輸送し、建設工事に当たる。現地施工条件を考慮して決定された機材の主要仕様を以下に示す。

1) ビット仕様

更新井戸はトーラ川の河川敷きに立地しているが、既存資料によれば、その地質は殆ど砂礫層で占められ、僅かに基盤岩の付近に薄い粘土層が分布し、その中には中礫～大礫の層が含まれている。

井戸仕様（ケーシング径300mm)を考慮して、ガイドケーシング設置用に24″のビットが必要であり、グラベル充填用のスペースを考慮して、本体部分の掘削用に18″のビットが必要となる。

なお、オープンホール工法では、１トン～２トン程度のビット重量のものが一般的に使用され、２トン程度のビットは、口元掘削用の径の大きいものか、掘削が困難な中礫・大礫・巨礫用等の砂礫層用のものである。対象地域の地層と掘削効率を考慮して、本計画ではビット重量を２トン程度とする。

2) さく井機械

さく井機械は、河川敷の礫層を掘削することになるので、その掘削に適したトラック搭載型パーカッション式とする。

掘削能力は、掘削最大口径24″、最大掘削深度100mで、エンジン出力は２トンのビットを能率的かつ安全に取り扱うことができる能力のものとする。

3) さく井関連機材

さく井関連機材として、揚水試験機材、電気検層器、井戸曲がり測定器等を含む。

4) 井戸リハビリ用機材

井戸が老朽化し、揚水試験の結果、湧水量が減少しているものがあり、リハビリによって湧水量の回復を図る。また、現地調査にて井戸スクリーンに鉄等のスケールが付着しているのが観察されているので、リハビリ用機材を含むものとし、機材の仕様は井戸スクリーンを直接ブラッシングして除去するものを計画する。

5) ケーシング・スクリーン等

ケーシング・スクリーンは中央水源の19井の更新用に計画し、ケーシング径は計画取水ポンプ挿入径から300mm(12")、スクリーンは連続Vスロット巻き線型、ケーシング、スクリーン長は以下の通りであり、スクリーン長は、井戸深度の約40%とする。

井戸番号	スクリーン長(m)	ケーシング長(m)
2	11	19
5	11	19
9	16.5	18.5
31	16.5	28.5
42	16.5	23.5
44	16.5	23.5
47	16.5	18.5
54	16.5	28.5
56	11	19
63	11	19
72	16.5	18.5
N1	16.5	23.5
N2	16.5	23.5
N3	16.5	23.5
N4	16.5	23.5
N5	16.5	23.5
N6	16.5	23.5
N7	16.5	23.5
N8	11	19
合　計	286.0	419.0

計画スクリーン長　286 m
計画ケーシング長　419.0×1.1 ≒461 m

ケーシングは、口元の立ち上がり管の部分があることや掘増しを考えて10%の余裕を見込む。

上記更新井戸のスクリーン長における地下水の井戸流入速度を、スクリーン開孔率及び計画揚水量から計算した結果、流入速度はQ＝60m³/hの計画水量を揚水した時、整流流入速度であるV＝15mm/s以下となる。従って、スクリーン長が井戸深度の 40%あればQ＝60m³/hの計画水量の揚水が可能であることが計算によって確認された。

ケーシング仕様

本　数：99本
形　式：配管用炭素鋼鋼管
口　径：φ300mm
管　長：5.5m／本

スクリーン仕様

本　数：48本
形　式：亜鉛メッキ鋼線巻線型Vスロットタイプスクリーン
口　径：φ300mm
管　長：5.5m

ボトムプレート仕様

個　数：19本
形　式：炭素鋼板
口　径：φ300mm

6) 導水管

更新井戸から既存導水管までの接続用導水管を計画に含めるものとする。導水管は150mm の鋼管とし、その延長は以下のとおりである。

更新井戸番号	計画導水管延長(m)
2	183
5	102
9	500
31	370
42	300
44	50
47	100
54	50
56	50
63	50
72	50
N1	410
N2	430
N3	340
N4	400
N5	400
N6	400
N7	400
N8	400
導水管延長合計	4,985 m×1.2 ≒5,982 m

導水管の計画延長は地形の影響があるために2割増しとした。

導水管仕様

本　数：534 本

形　式：水輸送用塗覆装鋼管

口　径：φ150mm

管　長：5.5m／本

(5) 配水ポンプの計画

ウランバートル市の配水ポンプ場は上流、中央、工業、精肉工場の4箇所の他に、タスガン増圧ポンプ場、バロンドゥーゲン増圧ポンプ場があり、更に小規模の増圧ポンプ場が2箇所稼働している。その内、配水ポンプの更新要請内容は中央配水ポンプ場で5台、タスガン増圧ポンプ場で1台、工業配水ポンプ場で2台、上流配水ポンプ場で2台となっている。本計画による「プロジェクトの基本構想」及び現地調査結果から、配水ポンプの更新対象は中央配水ポンプ場の5台とした。

配水ポンプを更新するにあたり、原設計基準を確認するとともに、取水ポンプ能力、既存配水管網の配水能力、受・変電容量等を検討の上、現地調査の内容をもとに更新すべき配水ポンプを選定し、ポンプの仕様を決定した。

なお、予備機に対するモンゴル国の基準は旧ソ連の基準に準拠したもので下表に示すように、常用台数が1台であっても2台の予備ポンプを設置することになっている。

常用台数	予備台数
1台	2台
2～3台	2台
4～6台	2台
7～9台	3台
10台以上	4台

本調査対象となるポンプの全台数は中央配水場で旧ポンプ室内は4台、新ポンプ室内は3台の計7台であり、上記の予備台数の考え方から逆算すると常用ポンプの台数は旧ポンプ室内で2台、新ポンプ室内で1台の計3台となる。

中央ポンプ室（モンゴル設計基準による）

ポンプ室	常用台数	予備台数	計
旧ポンプ室	2	2	4
新ポンプ室	1	2	3
計	3	4	7

配水ポンプの稼働記録によると、常用稼働しているポンプの台数は、中央配水場で旧ポンプ室内は1台を時々稼働する程度で、新ポンプ室内にある大型ポンプ2台、計3台が稼働している。

現在のウランバートル市の経済は低迷しており、多くの工場は操業が停止している現状をみると、工場の多くが操業していた1990年頃にはロシアの設計基準上の常用ポンプ台数では対処でき

ず、予備のポンプも常用ポンプとして使用していたと想定され、ＵＳＡＧの話からも確認された。結果的には日本の設計基準と同様、各ポンプ室に１台の予備ポンプを設置したのと同様の運転状況であったとみられる。

なお、新・旧のポンプ室は既設ポンプで既にスペースがなく、設置可能台数は既存のポンプ台数に同じである。

従って、本計画では、日本の設計基準に準拠し、予備機の台数は旧ポンプ室内で１台、新ポンプ室内で１台の計２台とし、それ以外の旧ポンプ室の３台、新ポンプ室の２台の計５台を常用とみなした。

中央ポンプ室（本計画）

ポンプ室	常用台数	予備台数	計
旧ポンプ室	3	1	4
新ポンプ室	2	1	3
計	5	2	7

また、管網解析結果により、既存ポンプと同じ揚水量で更新することが可能であることが明らかになった。ポンプ揚程は 90mの揚程を必要とするため、旧ポンプ室に設置する配水ポンプNo.1～No.4の揚程は 90mとした。

新ポンプ室に設置する配水ポンプNo.6のポンプ揚程は90mで配水可能であるが、ポンプの並列運転による影響を少なくするため既存の配水ポンプ、No.5、7と同じ100 mの揚程とする。

更新する配水ポンプの仕様を以下に示す。

・ポンプNo.1,2,3,4

台　数：各１台、計４台
形　式：槽外型横軸ポンプ
口　径：φ 300×250mm
容　量：630 m³/h
揚　程：90m
出　力：220kW

・ポンプNo.6

台　数：１台
形　式：槽外型横軸ポンプ
口　径：φ 450×250mm
容　量：2,000 m³/h
揚　程：100m
出　力：750kW

(6) 遠隔操作設備計画

遠隔操作設備の導入により、取水ポンプを配水ポンプ場貯水量、配水ポンプの運転と連動させて一体化したシステムとして有効且つ効率的な運転が可能になり、ＵＳＡＧ水道事業支出において大きな負担となっている電力費を削減することができる。また、遠隔操作設備導入による便益の試算によれば（付属資料Ａ－６参照）１年程度で本設備費を回収できる。本設備による便益は直接的便益である電力費削減のみならず、取水・配水ポンプ耐用年数の延伸という間接的便益ももたらす。以上の便益を考慮し、本設備を本計画対象に含めるものとした。

遠隔操作設備には導入する機器の種類により次に示す方式がある。

ア．専用回線を用いた遠隔操作設備
イ．電話・無線等を用いて相互連絡を行う設備

従来中央系統に導入されていた設備は上記ア．に相当するものであるが、修理不能の状態で現在は使用されていない。

中央系統において、延長15km、幅 2kmの範囲に散在している71箇所の取水井戸を、長く厳しい冬期に適切な時間に遅滞することなく効率的に操作することは困難で、上記ア．設備の導入が必要であると判断した。

遠隔操作設備の構成図を図３－１に示すとともに、遠隔操作設備の情報項目、伝送方式、仕様等を次に示す。

1) 遠方遠隔操作情報項目

表示項目：取水ポンプの運転、停止、故障

制御項目：取水ポンプのON-OFF

2) 伝送回線

監視元と被監視所との伝送回線としては、無線方式と有線方式がある。無線方式は、単信無線回線(70MHz帯または400MHz帯）とし、有線方式は私設回線（水道局自営線）として比較すると次のように有線方式の方が利点が多いことから有線方式を採用する。

価　　格・無線方式は、無線装置・アンテナ・鉄塔工事及び調整等の設備費が一般に高価であり、特に、中継所が必要な場合は中継装置・電源装置等の経済負担が大きいが、一方、有線方式は、既存の配電線路の電柱を利用して伝送ケーブルを敷設できるので安価である。

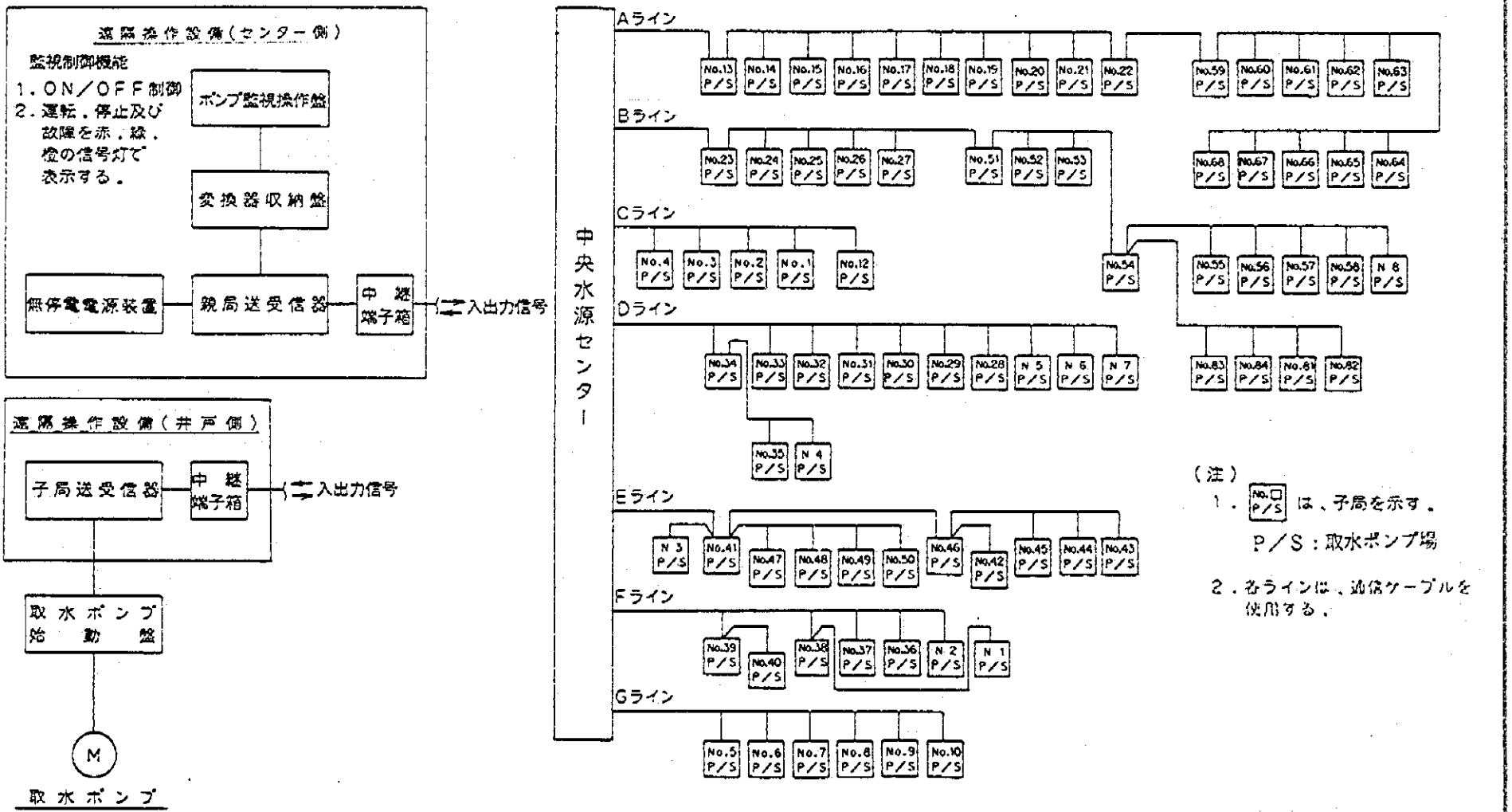


図3－1
遠隔操作設備構成図

信頼性　・無線方式は、ノイズ・フェージング・混信のため有線方式に対して一般に信頼性が劣り、有線方式は無線方式に比べて信頼性が高く、伝送速度に制約はない。

維持管理・無線方式は、有線方式に比べて機械の仕様が複雑になり維持管理が難しい。

3)　監視方式

1：N対向方式で、監視元を共通に1局とし、多数の被監視所（子局）とのテレメータ・テレコントロールを行うもので、採用理由は以下の通り。

利　　点・親局の設備は共通部が多いため、コンパクトな設備となり、運用メンテナンスも一括で行うことができる。

・子局が4～5以上で経済的である。

・設備を拡張する場合、監視元の設備を変える必要がなく、子局側のみの拡張で行える。

4)　遠隔操作設備の仕様

伝送路　：私設専用回線(CPEV-S ケーブルにより多重伝送線路)

構　　造：親局装置　自立集合計（配水ポンプ場）

子局装置　壁掛け型（取水ポンプ場）

実装方式：ユニット実装方式

機　　能：制御及び表示

伝送方式：サイクリックデジタル時分割方式

台数及び：親局装置（配水ポンプ場）×1式　子局装置（取水ポンプ場）×79式

装置内容	-親局受信器　× 1台	-子局受信器　×79台
	-ポンプ監視操作盤× 1台	-中継端子函　×79組
	-無停電電源装置　× 1台	-ポンプ始動盤×79組
	-変換器収納盤　× 1台	
	-中継端子函　×16台	

5)　遠隔操作設備の移設

本調査では、遠隔操作の全ての設備を日本側で設置するが、将来水源井を移設する場合には、取水ポンプ棟内に設置しているポンプ始動盤（電力量計、電流計）、子局TM／TC装置、中継端子箱を移設し、信号ケーブルを接続すればよく、USAG単独でも簡単に移設することが可能である。

6)　遠隔操作設備の保線

遠隔操作設備の信号ケーブルは、中央配水ポンプ場から取水ポンプ場まで既設の電柱を利用し

て設置される。計画対象地域では8月～9月に落雷が多発し、既存設備も落雷による被害で使用不能状態になっている。本計画実施後においても当然落雷の発生が予想されることから、防止対策を講じる必要がある。落雷防止対策として、通信ケーブルの架設を予定している電柱の上方に架設されている動力線に約300m毎に避雷器を設置する。また、同じ電柱の上端には避雷導線を架線し、各電柱毎にアース線を設置する。通信ケーブルは耐寒仕様で金属シールドで被覆されたものを用い、通信ケーブルの心線に通信用避雷器を取付けるとともに通信ケーブルの金属シールドにも接地工事を施す。更に中央配水ポンプ棟の屋根に避雷導線を布設し、建物及び電気機器を保護するものとする。

なお、当地では月平均して5m/s～6.9m/sの強風が吹くために、強風に対する対策が必要である。新しく信号ケーブルを架線する場合の強風対策は電柱間隔を強風に対応できる距離に保つことである。したがって、経験上強風に対応できることが確認されている既設の電柱間隔を保って設置するものとする。

(7) 塩素滅菌装置計画

1) 塩素注入機の選定

既存の塩素注入機には漏洩がみられ、その原因は、主に塩素シリンダーからエジェクタの吸引パイプまでの間の高圧の塩素が封入されている装置及び配管の腐食、管等の接続不良などに起因するもので、圧力を持つ塩素ガスの漏洩を完全に防止することは難かしいといえる。現在の塩素注入方式は圧力の作用している装置、配管等が多く、作業員の安全性が確保されていない。従って、より改良され、安全性の高い湿式真空式塩素注入機を新規に採用することとした。

新たに導入する塩素注入機は塩素注入量調節器を含む真空調節器と、圧力水を利用して真空を発生させ、塩素ガスを吸引して水と混合させ、注入対象水に拡散圧入するエジェクタの2つの装置と、それをつなぐチューブから構成されている。

図3－2に示す様に、この塩素注入機は圧力水によりエジェクタで発生する真空を利用して安全弁を開き塩素ガスを取り出す方式であり、真空圧力状態で塩素ガスを計量、制御し、エジェクタ内で圧力水と混合し、塩素水として注入点に送液する方式である。この方式は大気圧以下の圧力で計量、制御するため、塩素の漏洩及び注入機内に残る塩素の量が少なく、また、圧力水の圧力が低下して注入機内の圧力が正圧になると自動的に安全弁が閉まることによりガスの流出が阻止される、更に、取付がボンベ直結型であれば、ガス圧力が直接作用する装置、配管等がないなど、既存の塩素注入機と比較して安全性は格段に高い。

塩素注入は定量注入とし、貯水槽の流入水量を指標とする手動操作とする。

2) 塩素注入地点の検討

既存の中央配水場は図3－3に示す様な施設の配置、配管状況であり、貯水槽の流入管（取水導水管）、流出管及び配水ポンプ廻りの配管の連結状況をみると、貯水槽が複数使用される通常の運転状況の場合には井戸から取水した原水は全体が混合されることなく配水される。

配水水質の安全性を考慮した場合、混合されずに配水される各系統ごとに必要とする塩素量を正確に注入することが必要である。

現在は貯水槽流入管のバルブ室内の配管に注入している。注入箇所はバルブの切換に対応して複数箇所としている。しかしバルブ室には覆蓋がなく、冬期に停電が発生し、水の流れが停止した場合には貯水槽の流入管及び塩素注入管内の塩素を含む溶液は凍結の危険があり、塩素注入は不可能になると想定される。

従って、本設計では各貯水槽に塩素を注入するものとし、注入地点は貯水槽内の流入管付近の混合しやすい地点とした。塩素注入管は地中に埋設するトラフ内に設置し、暖房用として小型自家発電装置から電気の供給を受けるヒーター並びに保温材の使用を計画する。

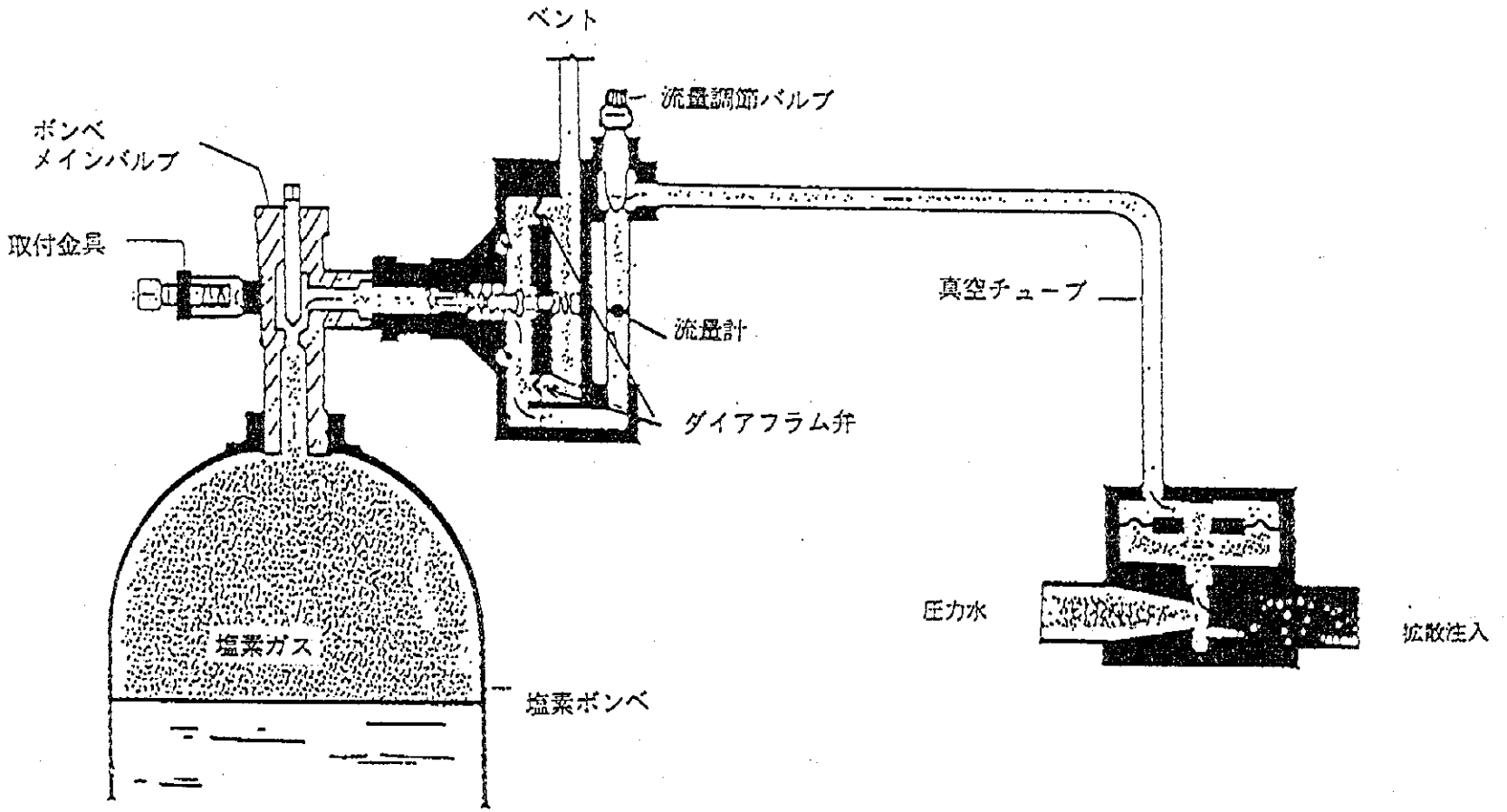
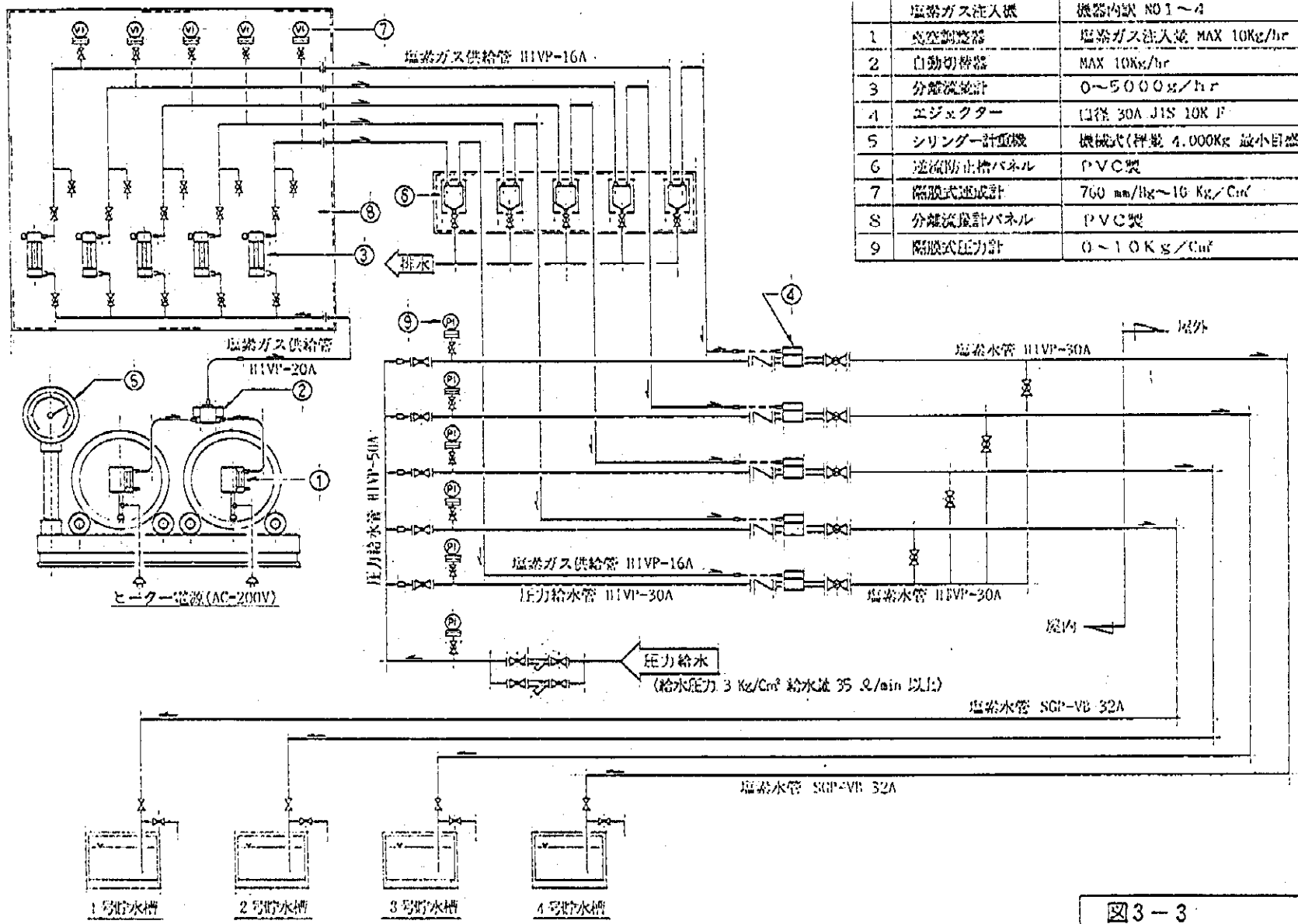


図3－2
湿式真空式
塩素注入機概念図



NO	機器名称	仕様
	塩素ガス注入機	機器内訳 NO 1～4
1	真空調整器	塩素ガス注入量 MAX 10Kg/hr
2	自動切替器	MAX 10Kg/hr
3	分離流量計	0～5000g/hr
4	エジェクター	口径 30A JIS 10K F
5	シリンダー計量機	機械式(秤量 4,000Kg 最小目盛 5Kg)
6	逆流防止槽パネル	PVC製
7	隔膜式連成計	760 mmHg～10 Kg/Cm²
8	分離流量計パネル	PVC製
9	隔膜式圧力計	0～10Kg/Cm²

図3－3
塩素滅菌設備フロー図
(中央配水ポンプ場)

3) 塩素多点注入方式の検討

塩素の注入点は中央配水ポンプ場では4箇所となる。

配水ポンプ場内に複数ある貯水槽からの流出水は、配管の状況により互いに混合されることなく配水ポンプに流入し、配水される可能性が高いことから、より精度の高い注入量の配分を行う必要がある。また、冬期における暖房用の温水の停止等による凍結が懸念されることから、流量配分をガスの状態で行う方式が好ましいと判断した。

中央配水場の塩素滅菌フローを図3－3に示す。

4) 塩素注入量の算定

塩素注入量は現在の塩素注入率及び塩素要求量をもとに算定した。

塩素要求量は、①原水中に含まれる還元性の無機化合物及び有機物等の物質を酸化するに要する塩素要求量、②水道施設により消費される塩素量、及び③給水施設末端での残留塩素量より求めた。

現在の中央配水場における塩素注入率は下表に示す値であり、塩素要求量から算定した値に近く、また現在の塩素注入率は妥当であるとみられることから、塩素注入率の計画値を1mg/l、最大値を3mg/lとした。

表3－8　塩素注入率

配水ポンプ場名	現在の塩素注入率	塩素要求量	計画塩素注入率
中　　央	0.35～0.45mg/l	0.36mg/l	1 mg/l

塩素滅菌設備は表3－9のように更新する。

表3－9　塩素滅菌設備の更新内容

	中央配水ポンプ場
真空調整器	2基
自動切替器	1基
分離流量計	1基
連成計	5基
逆流防止器	5基
エジェクタ	5基
配管等	1式

(8) 流量計測設備計画

1) 取水流量計

既設取水ポンプには1台ずつ流量計が設置されていたが、故障又は取り外されているため流量の計測はされていない。また、配水ポンプ井として原水を貯留する貯水槽に流入する導水本管においても原水流量は計測されていない。本計画においては取水量の把握、取水ポンプ及び配水ポンプの運転管理、塩素注入量の設定を行うために、導水本管に流量計を設置する。

流量計は、中央配水ポンプ場で4池ある貯水槽へ流入する各取水本管に対し1基づつ新設する。なお、工業及び精肉工場は将来の原水水質の悪化の可能性があり更新対象から除外した。

更新する流量計の口径、基数を表3－10に、設置位置を図3－4に示す。

流量計の形式は、取水本管が大口径で、工事による断水が大きく影響する場合には超音波式、それ以外はオリフィス式とし、流量の指示・積算・記録を行う。

中央配水ポンプ場に流入する取水本管の内、口径が700mm で管網計算結果による流入水量が23,720 m³／日、口径が600mm で流入水量が28,548m³／日の2ルートについては中央配水区域の取水量の23%及び28%を占め、工事中の断水の影響が大きいことから、止水工事の必要がなく、送水管外側に設置するタイプの超音波式流量計とする。他のルートについては止水工事を行っても影響が小さいため、止水工事を必要とするが、安価であるオリフィス式を計画する。

流量計の設置場所は、取水本管の最低でも上流側で管の直径の10倍、下流側で5倍以上の直線距離を確保できる位置とする。流量計はコンクリート製の流量計室を築造し、その中に設置する。

なお、取水流量の指示・積算・記録計は各配水場の管理人室に設置する。オリフィス用立ち上がり管の保温には塩素滅菌保温用に設置する小型自家発電設備から供給される電気を共用して、ヒータ保温を行う。

表3－10 取水流量計設置基数

配水ポンプ場名	口　径	基　数	備　考
中央水源	φ700mm	1	超音波式
	φ600mm	1	超音波式
	φ500mm	2	オリフィス式
	φ400mm	3	オリフィス式
計		7	内超音波式2基

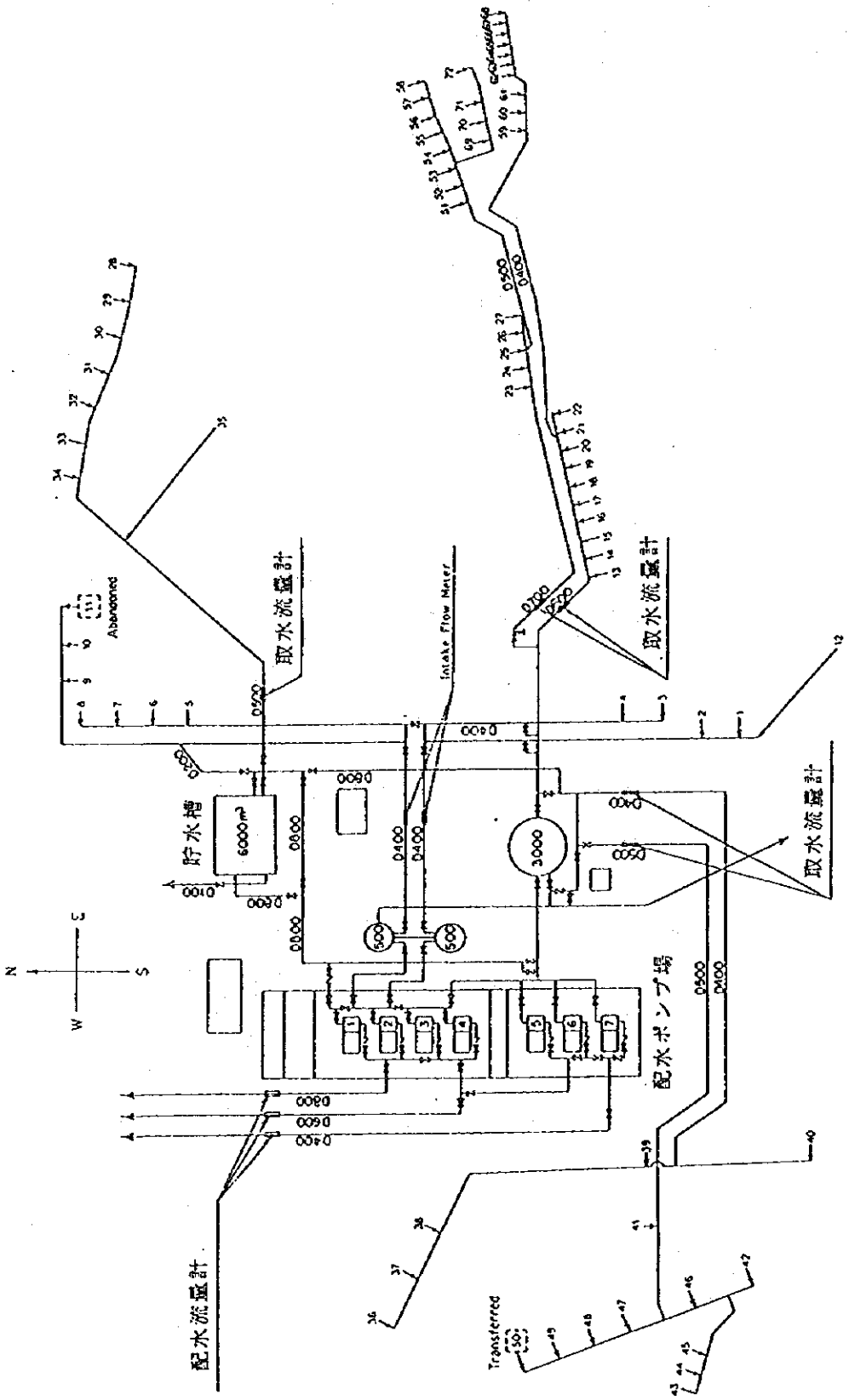


図3－4
中央水源配水ポンプ場
流量計取付位置図

2) 配水流量計

各配水ポンプの流出管に取り付けられたオリフィス式流量計は全て故障したままとなっていて、配水ポンプ場からの配水本管の流量測定は重要であるにもかかわらず、現在は計測されていない。配水ポンプに隣接して設置されている配水流量計が故障しているため、配水ポンプが稼働中、仕様とおりの機能を発揮しているか確認できていない。

本計画では配水量の計測を定期的に行い、配水ポンプの運転管理をするため、配水流量計の設置が必要となる。

更新する配水流量計の口径及び基数を表3－11に、設置位置を図3－4に示す。

流量計の形式は、取水流量計と同様、配水本管が大口径で、工事による断水が大きく影響する場合には超音波式とし、それ以外はオリフィス式とする。また、流量の指示・積算・記録を行う。

中央配水場の配水本管の内、口径が800mm で管網計算結果による配水量が62,273㎥／日、口径が600mm で配水量が35,174㎥／日の2ルートについては中央配水区域の配水量の61%及び35%を占めることから超音波式流量計とし、口径が400mm 、配水量が3,989 ㎥／日のルートについてはオリフィス式とする。

流量計の設置場所は、取水流量計と同様、配水本管の最低でも上流側で管の直径の10倍、下流側で5倍以上の直線距離を確保できる位置とする。流量計はコンクリート製の流量計室を築造し、その中に設置する。なお、配水流量の指示・積算・記録計は各配水場の管理人室に設置する。

オリフィス用立ち上がり管の保温には塩素滅菌設備の保温用に設置する小型発電設備から供給される電気によるヒータ保温を行う。

表3－11　配水流量計設置基数

配水ポンプ場名	口　径	基　数	備　考
中央水源	φ800mm φ600mm φ400mm	1 1 1	超音波式 超音波式 オリフィス式
計		3	内超音波式2基

3) 温水供給センター（ＣＴＰ）

安定した水道の供給を行うためには、水道施設の運転及び維持管理とともに健全な運営がされていることが必要である。

水道事業は低廉な水を安定的に供給するとともに、独立採算の原則が適用される。そのためには各戸給水メーターを取り付け、合理的な料金体系と適正な料金であることが必要で、このような整備がなされれば、無駄水を削減し、安定した料金収入を得ることが可能となり、経営の健全化に大きく貢献することになる。しかし、現状では、各戸メーターがないことから、１人１日当たり 150ℓの定額料金を徴収をしていて、従量料金となっていないため節水意識に乏しく、また給水量に見合った料金の徴収がなされておらず、水道経営が圧迫されている。このような状況において、ＣＴＰにおける配水量の測定は本計画のための基礎データとなるものであり、正確に計測する必要がある。

現在のモンゴル国、特にウランバートル市の状況をみると、各戸給水メーターを取り付けることは難しいといえる。特に大きな問題は、アパートの建物内の配管が複雑に入り組み、各戸への配管が廊下からではなく、部屋の中を下階から上階へ貫通している縦配管から分岐して各戸へ給水していることにある。しかも、あるアパートではトイレ及び風呂に冷水用と温水用の２本の縦配管があり、更に、台所にも冷水用と温水用の２本の縦配管が配置され、１戸につき４個のメーターが必要になる場合もある。

このため、アパート約８棟に１ヶ所の割合で配置されているＣＴＰに設置した流量計により、アパート群毎に水使用量を把握し、その量に応じて水道料金を徴収する方法が適切と考えられる。

５４ヶ所あるＣＴＰに設置されている流量計は、合計54台のうち故障中のもの、撤去されているものが43台で、全体の８割を占めている。稼働中の流量計も1960年代に設置されたもので既に耐用年数を越えているため、本計画目標年（1999年）までに故障する可能性が高く、表３－１２に示す全54基を設置するものとする。流量計の仕様を以下に示す。

口　径　：　50～200mm
型　式　：　羽根車式流量計
台　数　：　54台

表3－12　CTP流量計リスト(1/2)

アパート管理局No.	CTPNo.	口径(mm)	現在の稼働状況	更新対象	備　　考
I	I	φ 80	故障中	○	
	II	100	故障中	○	
	III	100	撤　去	○	
	1-40,000	50	撤　去	○	
II	I	100	故障中	○	
	II	80	撤　去	○	
	III	50	撤　去	○	
III	I	80	撤　去	○	
IV	120,000	80	故障中	○	
	XIX	50	撤　去	○	
V	I	150	故障中	○	
	II	150	故障中	○	
	III	100	撤　去	○	
	IV	100	撤　去	○	
VI	I	150	稼働中	○	故障の可能性有
	II	150	稼働中	○	故障の可能性有
	III	150	故障中	○	
VII	I	200	故障中	○	
	II	200	故障中	○	
	III	200	故障中	○	
	XI	150	故障中	○	
	XII	150	故障中	○	
	XIII	150	故障中	○	
	XIV	150	故障中	○	
VIII	VIII	200	故障中	○	
	IX	200	故障中	○	
	X	150	故障中	○	
IX	I	150	故障中	○	
	II	200	故障中	○	
	III	150	故障中	○	
X	I	150	稼働中	○	故障の可能性有
	II	150	計測不良	○	
	III	150	計測不良	○	
	IV	150	計測不良	○	
XI	V	150	稼働中	○	故障の可能性有
	VI	150	稼働中	○	故障の可能性有
XII	I	100	計測不良	○	
	XIX	80	計測不良	○	
XIII	I	150	故障中	○	
	II	150	故障中	○	
	III	150	故障中	○	
	IV	100	故障中	○	
	V	100	撤　去	○	

表3－12　CTP流量計リスト(2/2)

アパート管理局No.	CTPNo.	口径(mm)	現在の稼働状況	更新対象	備　　考
XIV	XIII XIV	φ 150 150	故障中 故障中	○ ○	
XV	IV V VI VII	100 100 100 100	故障中 故障中 故障中 故障中	○ ○ ○ ○	
XVI	I	100	故障中	○	
XVII	I II	150 150	撤　去 撤　去	○ ○	
XVIII	I II	100 80	計測不良 撤　去	○ ○	

更新対象		φ50	φ80	φ100	φ150	φ200	計
	計測不良	0	1	2	3	0	6
	故障中	0	2	8	15	6	31
	撤　去	3	3	4	2	0	12
	稼働中	0	0	0	5	0	5
合　　計		3	6	14	25	6	54

(9) 水位計測装置計画

1) 貯水槽

貯水槽の水位計は、中央配水場で1基が取り付けられているが、既に故障しておりその他は全て撤去されている。安定供給を行うためには、配水ポンプ場において取水本管の流量を把握し、取水ポンプのON-OFF運転を行うとともに、配水ポンプをより高い精度で運転コントロールする必要があり、配水ポンプ井としての貯水槽の水位の把握は重要である。

貯水槽は通常全池を使用するが、貯水槽の清掃等により使用しない場合はバルブの切替を行い、特定の貯水槽を使用するため、本計画では、中央配水ポンプ場の貯水槽1池に1基、合計4基の設置を計画する。

水位計の形式は、貯水槽内の水の凍結を考慮して、超音波式を採用する。

2) 配水池

既存の配水池の水位計は全て撤去されている。配水ポンプの効率的運転管理には、配水ポンプ場貯留槽水位と同様、圧送先の配水池水位の連続計測も必要である。

本計画では、現在使用中のタスガン配水池及び3/4 地区配水池に水位計を設置する。タスガン配水池には3池、3/4 地区配水池には2池の配水池があり、貯水槽同様、各池に水位計を設置する必要があるため、合計5基の設置を計画する。また、水位計の形式は貯水槽と同様、超音波式を採用する。

設置場所	基数
タスガン配水池	3基
3／4配水池	2基
計	5基

(10) ＵＳＡＧワークショップ内工作機械計画

ＵＳＡＧが保有するワークショップ内既存工作機械の稼働状況を表３－１３に示す。稼働状況に基づいて更新優先順位を決定した。優先順位は、主に稼働不可の機械をⅠ、稼働可能であるが機能が低下している機械をⅡ、稼働中の機械をⅢとした。

表3－１３　ワークショップ内工作機械リスト

番号	機械名称	購入年度	稼働状況	更新優先順位
①	旋盤（大）φ650 ×L3,000	１９５７	稼働可能であるが機能は低下	Ⅰ
②	シェーパー	１９５７	稼働不可	Ⅰ
③	旋盤（小）φ620 ×L1,500	１９６９	稼働中	Ⅲ
④	天井ビーム走行クレーン	１９６９	稼働不可	Ⅱ
⑤	ラジアルボール盤	１９５８	稼働不可	Ⅰ
⑥	固定式グラインダー	１９８０	稼働中	Ⅲ
⑦	固定式グラインダー	１９５９	稼働可能であるが機能は低下	Ⅱ
⑧	電動のこぎり（金属用）	１９８０	稼働中	Ⅲ
⑨	旋盤（大）φ650 ×L3,000	１９７８	稼働不可	Ⅱ
⑩	ネジ切り機	１９８７	稼働不可	Ⅱ
⑪	旋盤（小）φ620 ×L1,500	１９８０	稼働不可	Ⅰ
⑫	卓上ボール盤	１９５３	稼働不可	Ⅰ
⑬	電動のこぎり（木材用）	１９５９	稼働可能であるが機能は低下	Ⅱ
⑭	電動カンナ（木材用）	１９８０	稼働可能であるが機能は低下	Ⅱ

注）更新優先順位　Ⅰ＞Ⅱ＞Ⅲ

稼働不能状態にあり、更新優先順位Ⅰの評価の機械を更新対象とする。

更新対象主要機械の仕様は次の通りである。

旋盤（大）（φ 630～ 750mm, L2850～3,000mm）　×　1式

シェーパー（最大ストローク 550～ 650mm）　×　1式

ラジアルボール盤（コラム表面～主軸 1,300～1,500mm）×　1式

旋盤（小）（φ 620～ 650mm, L1,500mm）　×　1式

卓上ボール盤（ドリルφ23mm）　×　1式

上記工作機械に加え、下記の現場工事用機械及びハンドツールスの調達を計画する。これらの機材は、通常はワークショップ内に保管し、必要に応じて支援車輌に搭載し作業を行うものとする。

・酸素アセチレン溶接及び切断機器（ボンベ、ガス調節器等付属品含む）×１式
・ディーゼルエンジン駆動溶接／発電機（ケーブル、ハンマー、溶接棒等付属品含む）×１式
・ディスクグラインダー（φ100mm 、砥石200 枚付）×１式
・携帯用電気ドリル（最大径φ13mm、ドリルセット付）×１式
・携帯型水位計測定器(200m 用）×１式
・チェーンパイプトング(2～8″ パイプ用、 4～12″ パイプ用）×各２丁
・パイプレンチ(450mm、 600mm、900mm)×各２丁

(1) 無線交信装置計画

配水ポンプを含む水道施設全体の有機的・効率的運転体制の確立が本計画による達成目的の１部である。配水ポンプの効率運転のためにはポンプ場内貯水槽水位と圧送先の配水池の水位を常にモニターし、ポンプ運転との相関関係を把握し、ポンプ運転管理を行うことが肝要である。よって、各ポンプ場～配水池間の連絡施設は上記の運転管理に必要不可欠であるが、タスガン増圧ポンプ場と 3/4地区配水池間には現在電話回線が設置されていない。また、電話回線を布設するためには電話局に申請し、工事を依頼する体制となっているが、ウランバートル市内でも新規布設の申請が殺到している状態で対応には１年以上かかる見通しであることから、電話回線の代替方法として無線交信装置を導入する。設置箇所としては上記タスガン増圧ポンプ場と 3/4地区配水池及びタスガンポンプ場への圧送元である中央配水ポンプ場とする。これら３台については室内設置型FM無線電話装置を採用する。

また、ＵＳＡＧ職員の現場作業時用として１台、中央水源遠隔操作設備故障時対応及び取水ポンプ巡回点検用として４台(1台／18井戸）合計５台のハンディトランシーバーもあわせて調達する。

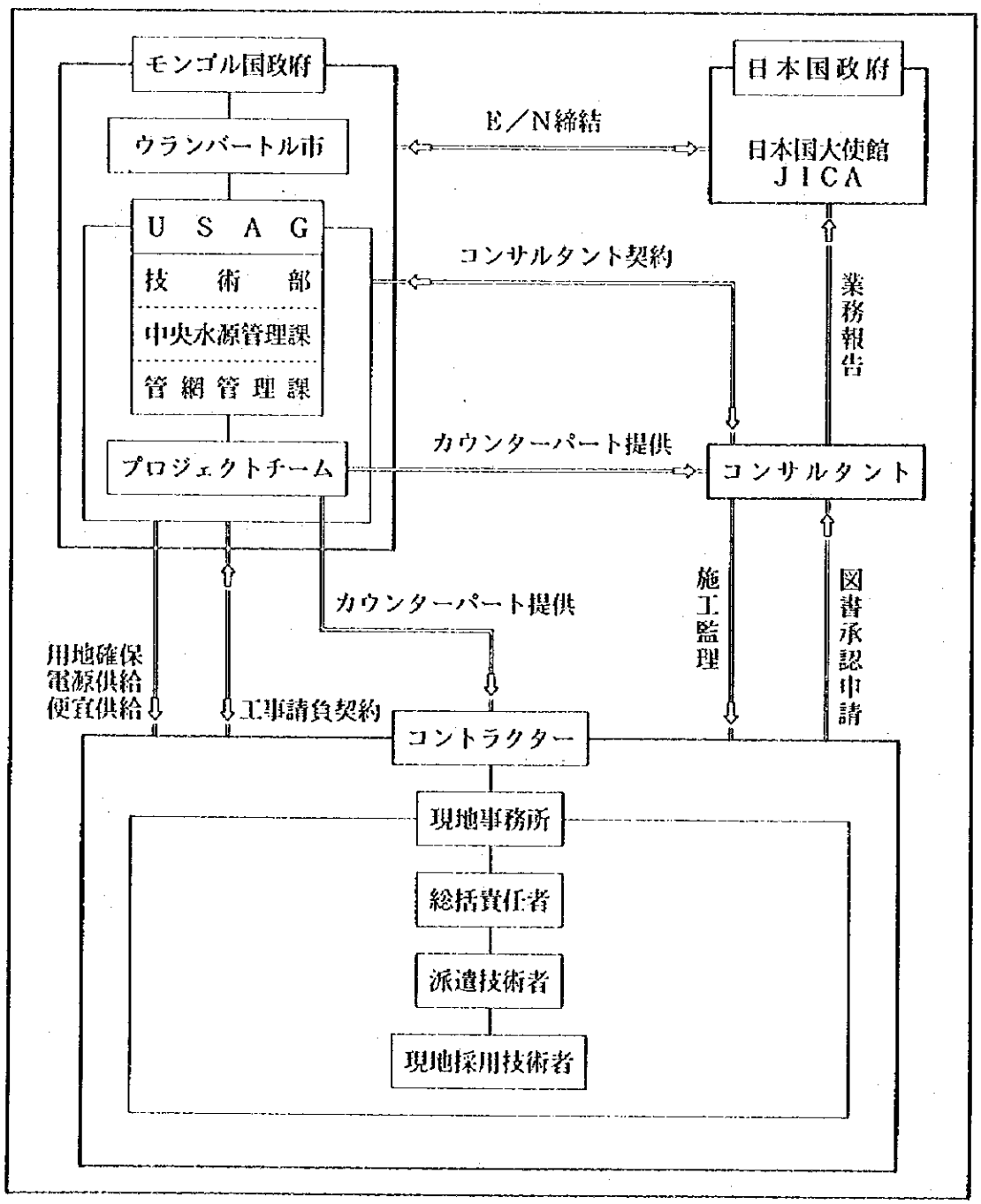
・室内設置型FM無線電話装置　到達距離 10km ×３台
・ハンディトランシーバー　　到達距離 10km ×５台

3－4　プロジェクトの実施体制

3－4－1　組　織

モンゴル国の本計画実施担当機関はＵＳＡＧであり、事業の実施体制及びＵＳＡＧ組織を以下に図示する。

図3－5　事業実施運営体制



ＵＳＡＧは局長の下に４部で構成されているが、そのうち、本計画担当部局は技術部、中央水道管理課（水源井、配水池管理）及び管網管理課である。本計画実施のためには、ＵＳＡＧより、本計画専任のカウンターパートを選任、プロジェクトチームを編成し、コンサルタントと緊密なる連絡をとりつつ業務を進めることが必要である。プロジェクトチームが本計画において果たすべき役割は以下の通りである。

①本計画におけるＵＳＡＧの窓口
②ＵＳＡＧ内関連部局及び外部機関との連絡・調整
③コンサルタントと共に設計、入札、施工管理業務を協力して進める。
④事業完了後の施設維持管理・運営方法につき、日本人技術者より技術移転を受け、各施設維持管理担当者を自ら指導する。

事業実施に当たって工事請負サイドでは、建設対象サイトが平面的に分散しており、個々のアクセスが容易でないこと、自然条件により工事期間が冬季以外に限定される等の現地建設事情を熟慮する必要がある。また、工期内での効率的工事進捗を図るため、複数の建設チーム編成が必要となり、日本人常駐技術者の指揮・指導、プロジェクトチームの支援のもと、工事を実施する。

３－４－２　ＵＳＡＧの行動計画

「３－１　プロジェクトの内容」に述べたように、本計画の最終目的は老朽設備を更新した後、アパート群の給水量を削減し、併せて取水・配水ポンプの適正な稼働、運転により水道事業経営の支出で大きな割合をしめている電力費を削減し、維持管理費を十分確保し、経営の自立性と持続性を確立することである。本調査においてＵＳＡＧと調査団の協議により作成された行動計画（Strategic Planマトリックス）を表３－１４に示す。この行動計画には、本計画を進めていくためにモンゴル国側で大きな自助努力を必要とする重要な基本的方策が示されている。その趣旨は以下に示す内容である。

① 本計画実施前には、水道事業で今後進める具体的な諸方策を策定するとともに、住民の理解を得るため、また、節水意識高揚のため、住民への広報活動を行う。更に従量料金体系へ移行するための準備としてＣＴＰからアパートまでの配管の改良工事、水栓の修理等を行うために料金収入の増加が必要であり、そのため1996年に料金算定用基準水量１人１日 150ℓ を 250ℓに改訂する。
② 本計画実施後の初期段階において、1997年 3月までにＣＴＰ用流量計を設置し、確実に料金を徴収する。
③ 取水及び配水流量計、水位計の設置、遠方操作設備の導入により、全施設一体となった効率的運転を行い、電力費を削減する。
④ 給水量削減については上記節水意識の高揚とともに、指導、条例等による施策を行う。

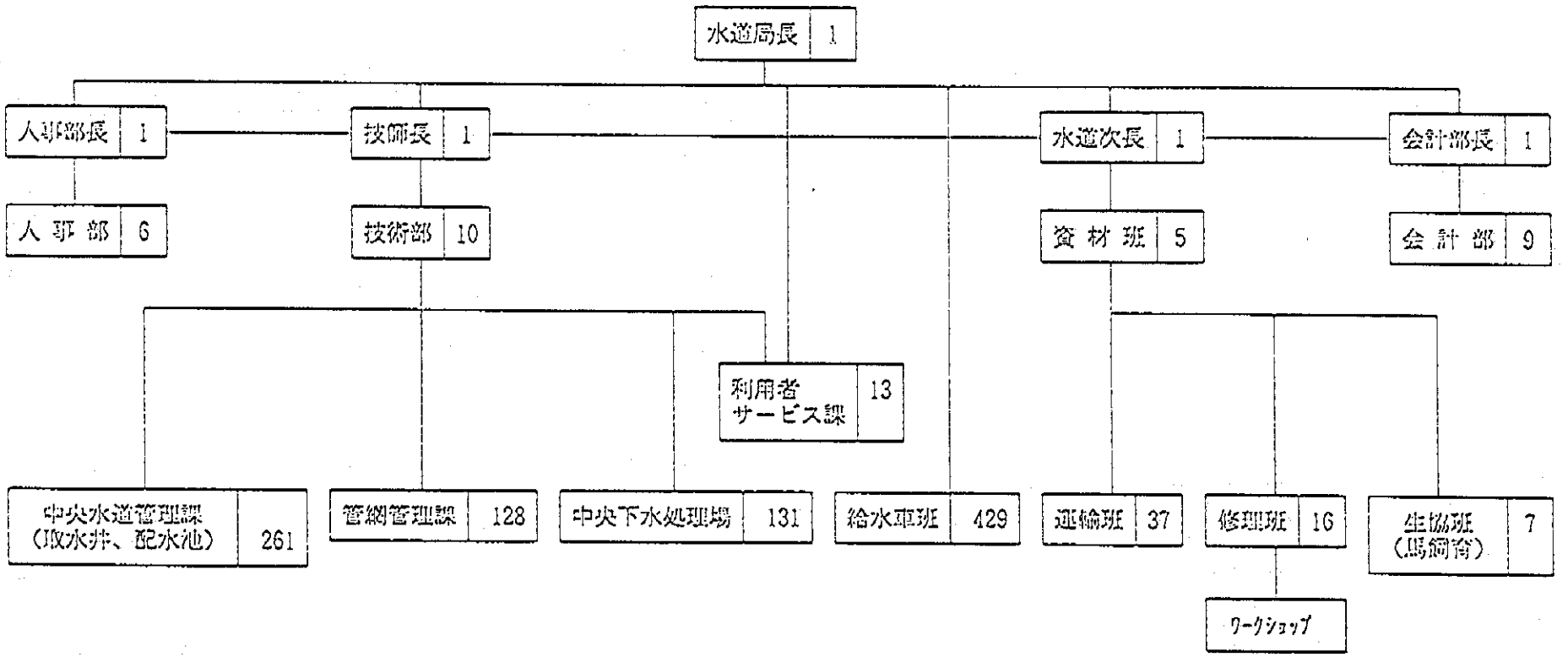

水道局長 1
人事部長 1
技師長 1
水道次長 1
会計部長 1
人 事 部 6
技術部 10
資 材 班 5
会 計 部 9
利用者
サービス課 13
中央水道管理課
(取水井、配水池) 261
管網管理課 128
中央下水処理場 131
給水車班 429
運輸班 37
修理班 16
生協班
(馬飼育) 7
ワークショップ

図3－6
USAG組織図

表３－１４　Strategic Planマトリックス

項目	年次別実施内容	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	定量料金制から従量料金制に変える場合の条例等変更スケジュール （１人当たり使用水量(A ℓ／人・日）を削減するため）	現況定量料金基準(150 ℓ／人・日)	基準改訂 (150⇒ 250 ℓ) ①	定量料金制とし、1999年の従量料金制に移行するための準備として、配管の改良をUSAGアパート管理局双方で行う		従量料金制度に移行							
2	CTP 流量計の設置スケジュール及び水使用量削減の可能性		CTP 流量計34台設置 250 ℓ／人・日までの料金徴収	3月までに流量計15台設置									
3	CTP への供給水量(B㎥／月）による料金徴収方法及び水道料金単価(C Tg/㎥)	C=16 Tg/㎥	新基準値(250 ℓ／人・日）を用いた定量料金により徴収する C=20 Tg/㎥			従量料金により徴収する C=20 Tg/㎥	同　左 C=22 Tg/㎥	同　左 C=26 Tg/㎥	同　左 C=30 Tg/㎥	同　左 C=34 Tg/㎥	同　左 C=38 Tg/㎥	同　左 C=42 Tg/㎥	同　左 C=46 Tg/㎥
4	CTP への供給水量(B㎥／月）のアパート住民使用量(D ℓ／人・日）への配分		新基準値によりアパート１戸の人数で配分する	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左
5	CTP 計量水量に対する支払い料金(B Tg/㎥）の算出方法		使用水量に応じた料金となるが、250 ℓ／人・日が限度である 0.25×C = E	0.25×C = E	0.25×C = E	使用水量に応じた料金 D ×C = E	同　左 D ×C = E	同　左 D ×C = E	同　左 D ×C = E	同　左 D ×C = E	同　左 D ×C = E	同　左 D ×C = E	同　左 D ×C = E
6	CTP 毎の支払い料金(B Tg/㎥）隔差に対し、住民から発生すると予想される要求・不満及び対処	・料金増に対し住民の理解を得るために宣伝等を行う ・管理局がトイレ漏水を監視		宣伝にもかかわらず、使用量削減の努力をしないアパートに対しては、CTP 流入地点で給水を制限する		同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左
7	アパート住民使用量(D ℓ／人・日）及びCTP 支払い料金(B Tg/㎥）削減に関し、住民から発生すると予想される要求・不満及び対処	・マスメディアによる宣伝 ・給水圧の調整 （階高別、建物内用途別、CTP 流入バルブ調整）		同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左	同　左
8	アパート住民使用量(D ℓ／人・日）削減に必要となる水栓の修理・交換に対する対処方針	水栓修理、交換部品供給をより効果的にするため、別途計画を策定、対応する （例：水栓工場の操業再開）		アパートの無駄水削減用修理に管理局全体一体となり従事する		各戸別流量計（将来）設置を管轄する部所を設ける							
9	アパート住民使用量削減目標値(D ℓ／人・日） (1人当たり使用水量の少ないアパート実績値より推測)			マスメディアにより宣伝を行う 417 l/人・日	404 l/人・日	同　左 382 l/人・日	同　左 361 l/人・日	同　左 339 l/人・日	同　左 318 l/人・日	同　左 292 l/人・日	同　左 266 l/人・日	同　左 240 l/人・日	同　左 215 l/人・日
10	アパート住民使用量(D ℓ／人・日）削減を考慮した1997～2006年次別需要水量		・USAG内に配管補修工事班（漏水削減のため）を編成 ・夜間給水圧調整 ・削減後の水量を示す 200,896㎥/D	197,198㎥/D	193,517 ㎥/D	188,954 ㎥/D	184,189 ㎥/D	179,218 ㎥/D	173,479 ㎥/D	167,540 ㎥/D	161,128 ㎥/D	154,255 ㎥/D	147,056 ㎥/D
11	年次別推計水供給単価:Q_n （物価は現状に固定） Q_{1995} = G Tg/㎥ Q_{2000} = H Tg/㎥ Q_{2005} = I Tg/㎥	Q_{1995} :② 22.14 Tg/㎥					Q_{2000} :③ 22.53 Tg/㎥					Q_{2005} :④ 29.41 Tg/㎥	

① 基準値(250 ℓ／人・日）を超過したCTP(アパート管理局）については無駄水削減用修理に必要な費用を市が支払うよう要望したい

② Q_{1995} = G = 1,578,550 Tg/71,304.6㎥ = 22.14 Tg/㎥

③ Q_{2000} = H_1 =(1,578,550-250,798) Tg/70,073 ㎥ = 18.94 Tg/㎥, H_2 =1,578,550 Tg/70,073 ㎥ = 22.53 Tg/㎥
（電力費削減分、料金も削減した場合）　（電力費削減分を修繕費に流用した場合）

④ Q_{2005} = I =(1,578,550-134,540) Tg/53,675.4 ㎥ = 26.90 Tg/㎥, H_2 =1,578,550 Tg/53,675.4 ㎥ = 29.41 Tg/㎥
（電力費削減分、料金も削減した場合）　（電力費削減分を修繕費に流用した場合）

この行動計画達成のために、次のような実施体制をとる必要がある。

① 先ず、ＵＳＡＧの中に本計画達成のための技術委員会を設立する。この委員会は水道局長の主幹、技師長の補佐のもと、技術部、利用者サービス課、資材部、会計部等から担当者を招集し、計画実施に関するあらゆることを検討する。

現在、アパートの水道料金の徴収は市のアパート管理局が、都市計画は市の官房課が行っている。また、ＵＳＡＧを監督しているのはインフラ開発省であり、これらの省及び市当局の協力なしには、本計画の円滑な遂行を図るのは困難である。上記の技術委員会にはこれらの省及び市関連部局の代表者・技術者の参画を求め、協力体制を確立することとする。

② 市のアパート管理局に対し、ＣＴＰに設置される水道メータの検針・ＣＴＰによって供給されるアパート群毎の具体的な削減対策を実施することについての協力を依頼する。

③ 給水量の削減効果が少ないアパート群については、ＵＳＡＧ技術者とともに、その原因を究明し、対策を立案する必要もある。また、給水量の削減計画では、水道料金の改定も計画されており、市議会の理解と協力を得て、市の水道条例を改定する必要がある。

④ 技術委員会では、水道施設の効率的運転を行うために、取水量、配水量、ＣＴＰへの配水量等の時間変動を把握し、効率的なポンプの運転方法を検討する必要がある。本計画の終了時には、日本人技術者が参加してこの効率的運転方法についてマニュアルを作成することになっているが、その後はＵＳＡＧ自身によって実施していかなくてはならない。このために、技術委員会は技術者を確保する必要がある。更に、施設の効率的運転や無駄水削減のための方策を立案し、職員の指導、訓練、再教育を組織的継続的に実施することも必要である。

3－4－3　予　算

ＵＳＡＧの1990～1994年の年間事業収支バランスを表２－１に示したが、最新の1994年損益計算書の内訳を表３－１５に示す。

表３－１５　ＵＳＡＧ損益計算書（1994年）　　単位：千Tg

費　　目	水道システム	給　水　車	合　　計
１．収入合計	1,123,701.2	147,922.6	1,277,623.8
２．支出内訳	1,055,108.4	198,178.1	1,253,286.5
職員給料	8,265.2	64,707.3	147,359.3
社会保険料	11,157.3	8,726.0	19,883.3
大型給水施設減価償却費②	61,698.2	9,833.7	71,531.9
電力費①	824,475.8	9,885.0	834,360.8
暖房費	5,975.4	3,204.7	9,180.1
固形燃料費	2,493.8	2,125.8	4,619.6
ガソリン代	23,995.5	69,238.3	93,233.8
用紙代、電話料金	1,061.8	432.4	1,494.2
作業着代	8,522.1	3,304.7	11,826.8
小型給水施設減価償却費③	1,275.9	1,440.0	2,715.9
薬品費（塩素ガス等）④	6,290.2	3,551.8	9,842.0
車輌借り上げ費	2,810.8	1,048.6	3,859.4
警備員給料	7,000.0	0.0	7,000.0
車輌税	1,357.0	0.0	1,357.0
交換部品費⑤	11,091.6	16,045.4	27,137.0
消耗品	222.1	2,522.4	2,744.5
職員出張費	168.1	12.0	180.1
自然環境保護費	540.0	0.0	540.0
健康保険料	2,320.8	2,100.0	4,420.8
収　支（１．－２．）	74,592.8	-50,255.5	24,337.3

上表から明らかなように、支出に占める①電力費の割合が特に水道システムで非常に高く（水道システムで78.1%、全体で66.6%）、施設の運転・維持管理に必要な④薬品費、⑤部品費を圧迫しており、また減価償却費が適正に支出されているかが疑問である。しかしながら、本計画実施後の実施機関の財務経営については、４－２－２項に述べる様に改善が見込まれる。

3－4－4　要員・技術レベル

図3－6に示すようにＵＳＡＧは局長以下4部で構成され、261 人の職員は職種に応じ表3－19に示す如く4水源（中央、工業、精肉工場、上流水源）毎に配置されている。Ⅲ～Ⅴの職務等級は学校卒業時に学業成績により格付けされるもので、いわゆる国家試験による「資格」といったものはない。

現地調査時における給水施設の運転・維持管理作業内容及び作業体制から確認されたＵＳＡＧの要員・技術レベルは以下のようである。

①配水ポンプ場に常駐している職員で技師レベルにあるのは主任技術者を含め数人に過ぎず、他は主として修理工及び作業員である。運転管理日誌にも運転時間と故障・休止日しか記載されておらず、計測機器が故障していることもあるが、ポンプの効率的運転に不可欠なデータ（貯水槽水位、送水量、水圧等）は全く記録されていない。

②取水ポンプの保守点検は、職員が分担して車輌で巡回点検しているが、ポンプ場の数が多いため不十分である。通常は井戸4本に付き1人配置されている第1段階井戸管理人（見張り番：ポンプ場近所の住民）が1日2時間監視し、稼働状況を各配水ポンプ場主任技術者に報告することになっている。しかしながら、彼ら（見張り番）は一般民間人で技術者ではないため、稼働状況を正確に把握、報告することは困難である。

③現在は、水道施設全体を有機的に運転管理するデータが無いままに、老朽化した施設で運転を行っており、安全かつ安定した給水には程遠い状況にある。

上記の現状を改善し、本計画の最終目的である自立性と継続性を保持した、施設面でも財政面でも健全な水道事業運営を達成するためにＵＳＡＧは以下に示すような対処策を本計画の施工前、施工中、完了引渡の各段階で実施する必要がある。

<u>施工前</u>

・Strategic Planを具体化するためのＵＳＡＧ各部課の役割と分担を定める。
・アパート管理局、ＣＴＰの役割と分担を定める。
・Strategic Plan推進のためインフラ開発庁、市の各局への協力を依頼する。
・本計画推進の協力依頼、節水意識の高揚及び水源保全の理解・協力依頼のため、将来にわたり住民に対し広報活動を積極的に行う。
・専門技術者の確保、職員の訓練・再教育の計画を策定し、将来にわたり実行する。

<u>施工中</u>

・プロジェクトチームを作り、各人の役割を定める。

・施設ごとにＯＪＴの内容とスケジュールを定める。
・引渡し前の訓練の内容とスケジュールを定める。
・マニュアルの内容、作り方、スケジュールを定める。

完了引渡後

・運転管理データを整理し、経済的・効率的な運用プロジェクトを作る。
・電力削減効果を算定する。
・施工中に推進した教育・訓練プログラムのルーティン化を行い、ＵＳＡＧの組織としての機能と能力の維持・向上を図る。

表3－16　ウランバートル市水道局職員内訳

No.	職　　名	中央水源				工業水源				精肉工場水源				上流水源				合　計				備　　考
		Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	計	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	計	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	計	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	計	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	計	
1	取水技術員		1		1		1		1				0		1		1		3		3	
2	取水技師				0				0			1	1				0			1	1	
3	電気技師		1		1		1		1				0		1		1		3		3	
4	コントロールシステム技師				0				0				0		1		1		1		1	
5	電　　工	3		1	4	1	1	2	4	1		1	2		2	2	4	5	3	6	14	
6	コントロールシステム修理工	2	2	2	6	1	1	2	4				0		1	1	2	3	4	5	12	
7	コントロールシステム管理技師	1	1	2	4	2	1	1	4				0	1	2	1	4	4	4	4	12	
8	第1段階井戸管理人（見張り番）	32	9	1	42	9	7		16	4			4	10	2		12	55	18	1	74	
9	第1、2段階機械修理工	5	1	2	8	3	4	1	8	4	1		5	7	1		8	19	7	3	29	
10	第2段階井戸管理人	6	4	2	12	9	9	6	24	10	10		20	5	2	1	8	30	25	9	64	
11	第2段階井戸管理人交代要員	1			1		1	1	2	2			2	1			1	4	1	1	6	
12	塩素滅菌装置修理工	1	1	2	4		2	6	8				0				0	1	3	8	12	
13	塩素滅菌装置修理工交代要員				0	1			1				0				0	1			1	
14	ガス、電気溶接工				0				0				0		1		1		1		1	
15	ボイラー技師（配水池）				0				0				0		1		1		1		1	
16	配管工				0				0				0	2	2		4	2	2		4	
17	ボイラー技師	4			4				0				0	8			8	12			12	
18	その他	1			1													1			1	
19	休職中	10			10													10			10	
	計	56	20	12	88	26	28	19	73	21	11	2	34	34	17	5	56	47	76	38	261	

注）Ⅲ、Ⅳ、Ⅴは職務等級であり、学校卒業時に格付けされる。いわゆる国家試験による「資格」といったものはない。

第４章　事業計画

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

本計画に係わる工事は(1)更新井戸建設工事、(2)水道設備改修工事、(3)遠隔操作システム設置工事に大きく分けられる。

コンサルタントは、事業の円滑な推進を図るため、詳細設計、入札業務、施工監理を行い、所定の期間内で事業を完了させる。このため、現地に施工監理技師を常駐させてＵＳＡＧの代理人として施工監理を行う。

機器設置及び工事実施にあたっては、施工業者の日本人技術者が常駐、監督・指導に当たるとともに、機械電気設備（ポンプ、バルブ、操作盤、計装等）を中心とした据え付け指導及び試運転調整を行う。さらに、引き渡し時のトレーニングを施工期間の一部として計画し、技術移転を図ることとする。

モンゴル側の本事業実施機関であるＵＳＡＧが本計画において果たすべき役割を以下に示す。

(1) 市関連部局との連絡・調整
(2) 本計画における外部機関との連絡・調整
(3) コンサルタントと共に設計・入札業務を執行する
(4) 機器据え付け工事等を指揮する日本側派遣技術者に対する協力
(5) CTP 用流量計設置
(6) 工事用電源及び水の提供
(7) 取水・配水ポンプの効率的運用方法を日本人技術者とともに作成し、実施する。

また、モンゴル国の対外的な援助関係の調整は、通産省(Ministry of Trade and Industry)の経済・外国貿易政策局が担当し、業務実施時のＢ／Ａ（銀行間取極）やＡ／Ｐ（支払授権書）の発行、許可を行っているため、ＵＳＡＧを通じて連絡を密にする必要がある。さらに、ＵＳＡＧの監督機関は、インフラ開発省であり、水道施設等の改善計画の策定・認可を行っているので、本計画の実施に当たっては連絡・協議を通じて意志の疎通を図る必要がある。

4－1－2　施工上の留意事項

モンゴル国の冬期は11月～３月であり、この期間表土は地下３ｍ程度まで凍結するため施工が著しく困難なため、この時期を工事期間から除外する。従って、施工計画の策定に当たっては、当該期間前に工事が完結するように配慮する。また、モンゴルの祝日(1/1新年、1/13憲法記念日、

2/4 旧暦正月、3/8 婦人の日、5/1 メーデー、7/11革命記念日）についても工事工程の設定において配慮しておかねばならない。

日本より調達される資機材等は海上輸送で約１週間で中国の天津の新港に陸揚げされ、鉄道で中国国境の二連・ザミウッドを経由し、約１ヵ月を要してウランバートル駅に到着する。そこから約１週間かけて水道局の倉庫に納入される。また、モンゴル側と中国側で鉄道のゲージが違うために二連・ザミウッド間で荷物の積み替えの必要があり、通関手続きにも日数を要するので手際よく進める必要がある。こうした輸送上の様々な支障を勘案し、梱包は厳重に行い、輸送日程についても全体実施工程に支障を来さないよう計画する必要がある。

積み荷の到着の確認は、水道局の倉庫又は資材置場に納入した時点でＵＳＡＧ及びコンサルタント立会いの下に確認する。また、本計画は、最終的には機器の据え付け工事が完工した時点で完了するものとする。

以下に、施工上特に留意する事項を示す。

(1)既存施設への対応

本計画は稼働中の既存施設の更新・改修工事であるため、稼働中の施設に与える影響が最小限となるよう十分な対策がなされなければならない。また、稼働中であるがために工事の危険性も高いことから、安全対策には特に留意する必要がある。

(2)工事予告断水

水道施設改修工事に際しては、既存施設撤去～新規施設設置の工事期間中にポンプの停止、バルブの開閉、電源の切り替え及び新設取水ポンプ配管と既設送水幹線との接続工事等により地域的に断水になるケースが生じる。こうした施工上の工事予告断水について上の、ＵＳＡＧを通じて水道利用者に対する事前説明を行い、代替の給水措置を考慮の上、バブルの切替え工事等を実施する。

(3)工事に対するＵＳＡＧの協力

水道施設改修工事は大規模且つ、対象施設が多岐にわたっており、さらに気象条件から工事可能期間が５月～10月に限られている。水道利用者に対する工事の影響を最小限に抑えつつ、各施設の更新を順序立てて効率良く行うため、施工計画立案に当たってはＵＳＡＧを交えて工事断水を最小限に留めるべく配慮し、水道利用者に対してはＵＳＡＧが必要とされる説明を行い、協力と理解を得るように配慮する。

(4)遠隔操作システムの整備

本計画では日本国側で設置、調整、試運転等一連の技術を要する作業を行うが、とりわけＵＳＡＧの遠隔操作システム担当者に対する技術移転を行うと共に、マニュアル作成等と併せて今後の維持管理に支障をきたさないように十分な対応を行うものとする。

4－1－3　施工区分

本計画の事業実施に伴う日本国側・モンゴル国側双方の負担工事区分については、現地状況及び本計画内容を勘案の上で次のようにまとめた。

(1)　日本側の負担区分

・日本国籍を持つコンサルタントによる詳細設計及び施工監理のもと、日本国籍の契約業者が資機材の調達、水道施設改修工事を行う。
・水道施設の運転、経営に関する技術指導はコンサルタントが中心となって行う。
・本改修工事は日本国籍を有する施工業者の指導のもとに施工される。

表4－1に工事内容を示す。

表4－1　改修工事内容

日本人派遣技術者の指導のもと現地建設業者により施工
・更新井戸19本の井戸建設 ・上記井戸19本分のポンプ小屋建設、取水ポンプ据え付け及びポンプ～既設導水幹線間送水管布設 ・遠隔操作システム設置 ・流量計設置（配水ポンプ場用） ・水位計設置（配水ポンプ場内貯留槽、配水池用） ・更新配水ポンプ据え付け（制御盤含む） ・ワークショップ工作機械据え付け

(2)モンゴル側の負担区分

モンゴル側実施機関としてＵＳＡＧは以下の事項につき協力を行う。

・水道局内に本計画用事務所を設置し、コンサルタントに提供する。
・事務所内に電話を設置する。
・ＵＳＡＧ職員によるプロジェクトチームを編成し、効率的・効果的な実施に努める。
・プロジェクトサイトとして必要とされる土地を確保し、整地する。
・電気工事や無線周波数の使用において、必要な場合監督省庁の許可を得る。
・工事サイトへの自由な立ち入りを許可する。
・資機材の一時保管場所と警備員を提供する。
・トラック、クレーン車等ＵＳＡＧ所有機材で、取り付け工事に必要なものがあれば、これを提供する。
・工事サイトへ電気、水道を供給し、排水設備を設置する。
・本計画のために海外で調達された資機材の通関、運送手続きの便宜を図るとともに免税手続きを行う。
・日本人派遣技術者の滞在に必要なビザの取得等について便宜を図る。

4－1－4　施工監理計画

モンゴルでは、気象条件による制約条件によって施工期間が限定されるため、工期の遅れは許されない状況にある。コンサルタントは、本計画に係る諸条件を考慮して、以下の方針の下に施工監理を行うものとする。

(1)コンサルタントは、工事請負契約を締結した施工業者から提出される製作図・施工図等の図書を審査し、ＵＳＡＧの代理人としてこれを承認する。また、製作機材の工場出荷検査に立会い、これを検証する。コンサルタントはＵＳＡＧと施工業者の着工前打合せに同席し、適切な助言を行う。

(2)施工監理に当たっては、ＵＳＡＧ及びモンゴル側関係機関並びに日本側施工業者と緊密な打合せのもとに実施する。なお、厳冬期の11～３月の施工は困難であり、冬期以外の期間に工事を行わなければならないこと、既存施設の更新であり、既存施設を稼働しながらの工事となるので、給水への影響を極力抑えるとともに、水道事業管理者の協力を得ることが必要であり、着工前に綿密な工程を策定し、ＵＳＡＧをはじめ関係機関との調整を行う。

(3)本計画は井戸建設、井戸建物の建設、管布設、機械・電気設備の設置等多岐にわたるため、工事相互の取り合いを十分に理解し、それぞれの施工期間内に完了するように効率的な工事実施計画を組みたてる。工事に遅延を生じた場合は、その原因を明らかにするとともに、早急な対策及び調整を行い工事期間内に完了させる。

(4)止むを得ず断水工事をする場合には、断水期間がなるべく短くなるように配慮するとともに、工場、病院等必要な所には給水車による給水を行う等の緊急対策につきＵＳＡＧと事前に対応策を用意する。

(5)ＵＳＡＧに対しては、工事月例報告書を提出するとともに、協議・調整を必要とする問題点が発生した場合には、その都度協議を行う。

以上のように本計画は、老朽施設の更新が中心となるものの、工事内容は多岐にわたり、また工事量も多く複雑であるので、重点監理ではとても工事全体を監理するには無理があると考える。従って、施工監理は常駐監理とし、施工監理技術者を１名派遣する。その派遣期間は、全工事期間にわたるものとし、全工事期間で15.5ヶ月（１年次２ヶ月、２年次6.5ヶ月、３年次７ヶ月）とする。

機械・電気分野については、水道施設設計に経験豊かな電気技術者（遠隔操作設備、ポンプ計装・制御設備）及び機械技術者（ポンプ設備）を短期で２年次１ヶ月、３年次１ヶ月、合計２ヶ月程度それぞれ派遣して施工監理に当たらせることとする。

なお、技術移転についての日本人派遣技術者と担当業務、派遣期間を表４－２に示す。また、事業実施工程を表４－５に示す。

表4－2　技術移転

従　事　者	担　当　業　務	時　期　期　間
給水施設技術者	取水・配水ポンプの効率的運転方法の指導とマニュアル作成	3年次－3ヶ月間
電　気　技　師	遠隔操作設備の運転修理方法についての指導	3年次－1ヶ月間

4－1－5　資機材調達計画

本事業に必要な資機材については可能な限り現地調達を行うものとする。しかしながら、現地調達が不可能なもの、もしくは品質・仕様等が現地調達資機材では適合しないもの、流通量・価格の面で安定的購入・供給が行われていないものについては、円滑なる事業実施の妨げとなりかねないため、日本もしくは第3国からの調達を行う。

現地調査により把握した、ウランバートル市における資機材の市場流通状況を以下に示す。

(1)セメント

国産品が流通しており、流通量も豊富であるため国産品を採用する。

(2)グラベル、砂

モンゴル国内で採取可能であるため、国産品を使用する。

(3)鉄　筋

ダルハンにある製鉄工場で生産される国産品が流通しているため、国産品を採用する。

(4)コンクリートブロック、レンガ

国産品が流通しており、流通量も豊富であるため国産品を採用する。

(5)鋼管／その他配管材料

モンゴル国内では生産されていない。品質面でも問題がない中国製品を採用する。

(6)ポンプ

取水ポンプ（水中ポンプ）、配水ポンプ（槽外型横軸ポンプ）の2種類のポンプの調達を行う。最も有力な調達先は①中国及び②日本であるため両国製品につき表4－3で比較・検討した結果、総合評価として日本製品が中国製品より勝っているため、日本製品を採用する。

表4－3　中国・日本製ポンプ比較表

比較項目	中国製品 比較内容	評価	日本製品 比較内容	評価
価格	同等のポンプで比較する(1$=103.00円) ①水中モーターポンプ　¥　492,000 (63㎥/Hr ×60m ×18.5kw×380V、効率 67.5%) ②横型渦巻きポンプ　¥ 3,850,000 (2,000 ㎥/Hr ×98.5m ×800kw ×6,000V、効率 79.5%)	○ ○	同等のポンプで比較する ①水中モーターポンプ　¥ 2,712,000 (63㎥/Hr ×60m ×18.5kw×380V、効率 70%) ②横型渦巻きポンプ　¥ 47,080,000 (2,000 ㎥/Hr ×100m×750kw ×6,000V、効率 84%)	△ △
品質	・品質にバラツキがある(Quality Control体制がない) ・外観も仕上げ等が雑である	△	・Quality Control 体制下にあり、均一な品質維持に努めている。仕上げも同様である。	○
性能	・ポンプ効率は日本製品に比べかなり低い。電気事情が悪く、水道局の支出の大部分を電力費が占めている現況を考慮すると無視できない。	△	・ポンプ効率は良好である	○
技術対応能力	・中国のポンプメーカーは製造専門であり、配管、機械据え付け、ポンプを含めたシステム全体の試験運転までの一貫したサービス、技術的支援体制がない。 ・スペック変更に対する対応力は脆弱である。	△	・左記のサービス、技術的支援体制は完備している ・スペック変更にも対応可能である。	○
製造・納期	・中国メーカーの場合、策定した年間生産計画に沿って生産作業が行われており、スポット発注への対応性が乏しい。海外からのスポット発注は後回しにされるケースが多く、逆に中国国内のスポット発注分に外国向け完成品を充当する等納期管理の常識が破られることがしばしばあり、納期を確約させることは困難である。	△	・受注生産体制であり、受ける発注は総てスポット発注であるとも言える。所要生産期間は必要であるが、納期管理は確実である。	○
電力費	年間の運転時間を365 日×24h =8,760hとする。 ①水中モーターポンプ (63㎥/Hr ×60m ×18.5kw×380V、効率 67.5%) 8,760h×18.5kw÷0.675 ×14.60Tg/kw=3,505,298Tg ②横型渦巻きポンプ (2,000 ㎥/Hr ×98.5m ×800kw ×6,000V、効率 79.5%) 8,760h×800kw ÷0.795 ×14.60Tg/kw=128,700,377Tg	△	年間の運転時間を365 日×24h =8,760hとする。 ①水中モーターポンプ (63㎥/Hr ×60m ×18.5kw×380V、効率 70%) 8,760h×18.5kw÷0.70×14.60Tg/kw=3,380,109Tg (年間約12万Tg節約可能) ②横型渦巻きポンプ (2,000 ㎥/Hr ×100m×750kw ×6,000V、効率 84%) 8,760h×750kw ÷0.84×14.60Tg/kw=114,192,857Tg (年間約 1,450万Tg節約可能)	○
総合評価	△		○	

(7)井戸建設資材（スクリーン、ケーシング）

既存井戸スクリーンは鉄管に削孔し、管外周に針金を巻き付けただけの簡易なものである。このような構造では取水の際に周辺地盤から流入する砂利がスクリーン内部に吸引され、目詰まりが生じることにより有効断面が減少し、揚水効率が減少する。また、砂利がポンプ内部に吸引された場合、インペラーの磨耗を促進し、ポンプ寿命を縮めることにもなる。

本計画のスコープには先進技術の紹介・移転による技術的啓蒙も含まれている。したがって、本計画で調達されるスクリーンには世界的汎用品であり、開孔率が高いため取水能力に優れ、しかも目詰まりのしにくい巻線型Ｖスロットタイプスクリーンを採用する。ケーシングについては強度の大きい鋼製とする。スクリーン、ケーシングとも調達先としては中国もしくは日本が考えられるが、中国製品は流通量・品質・納期において信頼性が乏しいため、日本製品を採用する。

(8)流量計（CTP用、配水ポンプ場廻り）

現況輸入事情を考慮すると調達先は中国もしくは日本となるが、品質の信頼性を重視し、日本製品を採用する。

(9)遠隔操作システム

中国では当該制御機器の製造は行っていない。また、本システムの構築にはポンプメーカーとシステムメーカーとの密接なる設計連携作業が必要であることを考慮すると、双方のメーカーが同一国でかつ同等の技術レベルのメーカーであることが望ましい。したがって、ポンプ同様、日本製品を用いることとする。

(10)ワークショップ工作機械

既存工作機械は総て旧ソ連製である。当国からの輸入が困難であることから、中国もしくは日本からの調達になるが、中国製品には当該仕様に合致する機種がないため、日本製品を採用する。

(11)無線交信装置

ウランバートル市内の配水ポンプ場で唯一電話回線が無いタスガン増圧ポンプ場と 3/4地区配水池間及びタスガンポンプ場への送水元である中央配水ポンプ場間の連絡手段として導入する。ポンプ場２ヶ所と配水池には室内設置型FM無線電話装置（３台）を設置する。遠隔操作設備故障時の対応及び取水ポンプ巡回点検用（３台）及びＵＳＡＧ職員現場作業時の連絡用（２台）としてトランシーバー型携帯通信機も併せて調達する。

(12)塩素滅菌装置

既存の装置は老朽化していて漏洩を生じている。危険物である塩素ガスを用いるため、信頼性の高い機器を用いないと職員に危険が及ぶ。したがって、国内実績も豊富で信頼性の高い日本製品を用いる。

(13)水位計（貯水槽、配水池）

配水ポンプ場に設置されている水位計はそのほとんどが破損している。配水ポンプ場貯水槽及び配水池水位計測は取水・配水ポンプの効率的運転に不可欠で、計測値が正確でかつ長期間の計測に耐える機種でなければならない。したがって、機能・性能面ともに高レベルの日本製品を用いる。

資機材の調達区分を表４－４に示す。

表４－４　資機材調達区分表

No.	資　機　材　名	調　達　区　分		
		モンゴル	中　国	日　本
(1)	セメント	○		
(2)	グラベル、砂	○		
(3)	鉄筋	○		
(4)	コンクリートブロック、レンガ	○		
(5)	鋼管／その他配管材料		○	
(6)	ポンプ			○
(7)	井戸建設資材			○
(8)	流量計			○
(9)	遠隔操作システム			○
(10)	ワークショップ工作機械			○
(11)	無線交信システム			○
(12)	塩素滅菌装置			○
(13)	水位計			○

上記設備の故障時及びスペアパーツの供給は、各メーカーの代理店又は商社（モンゴル国又は中国）が対応する。

4－1－6　実施工程

実施工程の設定に際しては、資機材の現地への到着日程、新設・更新施設数量及び分布状況、気象条件（工事期間が冬期以外に限定される）、現地の建設事情等を勘案し、表4－5に示す実施工程表を作成した。

表4－5　事業実施工程表

		1996年（1年次）	1997年（2年次）	1998年（2年次）
機材調達（小規模）				
A国債	詳細設計			
	第Ⅰ期事業 機材調達 建設据付工事			
	第Ⅱ期事業 機材調達 建設据付工事			

4－1－7　相手国側負担事項

現地で取り交わされたミニッツに記載された、本計画事業実施に伴う日本／モンゴル国の負担工事概要をそれぞれ以下のようにまとめた。

表4－6　負 担 区 分

負　担　項　目	負担元	
	モンゴル	日　本
1. 用地の確保	○	
2. 用地の整地、障害物の除去	○	
3. 用地フェンス、ゲートの設置	○	
4. 用地内道路建設		○
5. 用地外道路建設	○	
6. 用地までの電源供給	○	
7. 用地内電気配線		○
8. 用地内トランス、ブレーカー		○
9. 用地までの水供給	○	
10. 用地内水道施設		○
11. 用地外排水施設	○	
12. 用地内排水施設		○
13. 用地までの電話線布設	○	
14. 工事事務所内一般家具	○	
15. 工事用事務機器		○
16. 日本外国為替銀行への事務手数料支払	○	
（銀行間取極め及び支払授権書発給）	○	
17. 資機材輸送（日本～被援助国）		○
18. 免税措置	○	
19. 便宜供与	○	
20. 供与機材維持管理	○	

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、必要とされる事業費総額は22億７千３百万円となり、前述した日本国とモンゴル国の負担区分に基づく経費内訳は、後述する積算基準に従い次のように積算された。

(1)　モンゴル国側負担経費

モンゴル国側の負担経費は、給水施設建設用地の確保、整地、アクセスロード、用地までの電源供給である。この内、用地については本計画における新規建設対象施設（取水ポンプ場及び送水幹線への接続管）は総て国有地内にあり、本件に関しては資金手当ては必要ない。また、水源地までの電源供給には最寄りの送電線から用地まで電力線を引き込む必要があり、その費用は約1,558 万Tg（約 343万円相当）であり、モンゴル国側で設置されるＣＴＰ流量計の設置費用は約51万Tg（約11万円）と積算される。したがって、モンゴル国側負担経費は合計約 1,609万Tg（約354万円）である。

(2)　積算条件

①積算時点　　：平成８年２月
②為替交換レート：1 US$ ＝ 103.00 円
　　1 US$ ＝ 466.92 Tg
　　1 Tg　＝0.2205　円
③施工期間　　：３期に亘る工事であり、各期に要する詳細設計・工事期間は別紙実施工程表に示したとおり。
④その他　　：本計画は日本の無償資金協力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)　維持・管理計画

施設の維持管理には、十分な運営維持管理予算が必要である。現在の水道事業予算に計上されている維持管理予算は、非効率なポンプ運転に起因する過大な電力費により圧迫され、十分ではない。したがって、本計画で提言された無駄水削減計画及び水道施設の効率的運転を実施することにより、維持管理予算を確保するものとする。併せて、水道施設を長期にわたり有効に運営、維持管理するため、以下のような維持管理計画を提言する。

1．完成施設の運転操作方法を運転操作マニュアルによって現場運転操作員に徹底し、完成施設が誤差動なく、安全に運転できるように訓練をする。また、修理部の人員を対象に修理方法についても訓練を行う。この訓練は事業完了間際に、日本人派遣技術者によって行われ、事業完了後は、訓練を受けた水道の技術者が現場運転操作員を指導する。
2．既存又は完成水道施設の長期にわたる維持管理のために、補修部品を購入し、常時備えるものとする。必要なスペア―パーツのリスト作成とコントロールによって常備体制を確立し、定期的追加調達を実行する。
3．スペアパーツの保管倉庫を確保・整備し、その出入の数量については保管リストを作成することにより、把握できるようにする。
4．水道事業発展のためには新技術の導入と専門技術の習得が欠かせないため，人材訓練・養成プログラムを実施し、USAG局員全体の技術力の向上を図る。また、図書室の設置等の整備をする必要がある。
5．水道事業運営が安定し、十分な維持管理収入が得られるようになった時点で、アパート毎にメータの導入計画を策定する。
6．水源水質の保全を図るため、水源水質の常時監視を行う。

(2)　維持・管理費

ＵＳＡＧの財務及び経営面を見ると、ＣＴＰの計量システムの導入により有収水量の的確な把握が可能となり、また定量料金から従量料金への料金体系の変更により料金収入の増収となり、ＵＳＡＧの財務体質の強化につながる。また、遠隔操作システムの導入により、取水・配水ポンプの適正運転が可能となる。このことによって、1994年現在で費用全体の67%を占める電力費を大幅に削減することが可能となり、予算の制約上、適正な支出となっていない補修用部品費や減価償却の原資を確保することも可能になる。

表４－７は、事業実施後の有効・無効水量の推移を表している。

表4－7　有収水量の推移　　単位：㎥／日

項目＼年度		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
有効水量	有収水量	85,154	119,346	122,890	178,963	174,947	170,728	165,878
	無収水量	82,748	48,063	43,993	3,579	3,415	3,318	3,415
無効水量		18,266	18,759	19,285	17,896	17,495	17,073	16,588

表4－8及び表4－9は、事業実施後のＵＳＡＧの予想損益計算書及び予想キャッシュフロー表である。損益収支の面からは、単年度ベースの当期純利益が1998年度に赤字になると予想されるが、前年度繰越金による補填後の当期利益は黒字となる。1999年度以降は有収水量の増加による営業収益の増加が寄与し、収支は黒字となる。費用面からは、1996年度に営業費用の70%を占める電気料金の比率が、2002年度においては56%に低下する。資本収支の主要財源となる当期純利益、減価償却・資産減耗費の留保性資金も十分な引当が可能となる。

キャッシュフロー表から判断すると本計画以外の改修工事・長期借入金の返済は、これら内部留保性資金で賄うことが可能であり、健全な資金運用となる。損益収支からも運転資金を資本収支に廻す必要がなく、財務面の流動性が高まることが予想される。

また、収益・資本両面からの剰余金の蓄積は将来的な拡張事業・施設更新を可能とし、給水サービスの向上は受益者にとって、相対的な水道料金の低下と共に大きな便益となる。

表4－8　USAG予想損益計算書

単位：1.000 Tg

年度	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
営業収益							
水道料金	836.631.10	1.093.873.00	1.129.800.00	1.498.929.10	1.660.439.76	1.991.626.34	2.420.266.20
下水道料金	805.140.00	984.284.00	1.107.204.00	1.509.480.00	1.951.178.00	2.495.152.00	3.235.591.00
計	1.641.771.10	2.078.157.00	2.237.004.00	3.008.409.10	3.611.617.76	4.486.778.34	5.655.857.20
営業費用							
維持管理費							
直接人件費	200.000.00	280.000.00	392.000.00	548.800.00	768.320.00	1.075.648.00	1.505.907.20
交換部品	12.000.00	13.200.00	14.520.00	15.972.00	17.569.00	19.326.00	21.259.00
電力費	1.001.000.00	1.012.065.00	1.230.239.00	1.491.216.00	1.916.176.00	2.335.659.00	2.838.835.00
部品費	38.000.00	214.475.00	216.881.00	215.184.00	215.498.00	215.149.00	224.135.00
施設減価償却費	65.000.00	67.000.00	70.000.00	72.000.00	75.000.00	78.000.00	80.000.00
交換部品減価償却費	2.000.00	2.500.00	3.000.00	3.500.00	4.000.00	5.000.00	6.000.00
諸手当	1.500.00	2.025.00	2.734.00	3.691.00	4.983.00	6.727.00	9.081.00
安全手当	6.000.00	6.600.00	7.260.00	7.986.00	8.785.00	9.663.00	10.629.00
材料費	13.000.00	13.650.00	14.332.00	15.049.00	15.802.00	16.592.00	17.421.00
維持管理費合計	1.338.500.00	1.611.515.00	1.950.966.00	2.373.398.00	3.026.133.00	3.761.764.00	4.713.267.20
一般管理費							
社会保険料	32.000.00	41.600.00	54.080.00	70.304.00	91.395.20	118.813.76	154.457.89
備品	250.00	275.00	303.00	333.00	366.00	403.00	443.00
事務員給与	13.000.00	14.950.00	17.192.00	19.771.00	22.737.00	26.148.00	30.070.00
旅費	10.000.00	12.000.00	14.400.00	17.280.00	20.736.00	24.883.00	29.860.00
光熱費	29.000.00	34.800.00	41.760.00	50.112.00	60.134.00	72.161.00	86.594.00
事務消耗・通信費	4.000.00	4.800.00	5.760.00	6.912.00	8.294.00	9.953.00	11.944.00
備品減価償却費	1.500.00	1.650.00	1.815.00	1.996.00	2.196.00	2.416.00	2.657.00
車両費	300.00	300.00	315.00	330.00	330.00	350.00	350.00
一般管理費合計	90.050.00	110.375.00	135.625.00	167.038.00	206.188.20	255.127.76	316.375.89
営業費用計	1.428.550.00	1.721.890.00	2.086.591.00	2.540.436.00	3.232.321.20	4.016.891.76	5.029.643.09
営業利益	213.221.10	356.267.00	150.413.00	467.973.10	379.296.56	469.886.58	626.214.11
その他収益	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
その他管理費	50.000.00	65.000.00	84.500.00	109.850.00	142.805.00	185.646.00	241.340.00
税引前当期利益	163.221.10	291.267.00	65.913.00	358.123.10	236.491.56	284.240.58	384.874.11
売り上げ税	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
加算税	100.000.00	110.000.00	121.000.00	133.000.00	146.000.00	160.600.00	177.000.00
所得税	25.288.44	61.946.80	8.381.20	98.595.20	36.792.24	34.308.68	30.391.20
当期純利益	37.932.66	119.320.20	-63.468.20	126.527.90	53.699.32	89.331.90	177.482.91

表4－9　USAG予想キャッシュフロー表

単位：1,000 Tz

年　度	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
資金調達							
内部留保性資金							
累積繰越資金	37,645.00	117,048.01	152,641.19	50,559.47	192,587.37	270,286.69	387,618.59
当期純利益	37,932.66	119,320.20	-63,468.20	126,527.90	53,699.32	89,331.90	177,482.91
減価償却費	65,000.00	67,000.00	70,000.00	72,000.00	75,000.00	78,000.00	80,000.00
資産減耗費	2,000.00	2,500.00	3,000.00	3,500.00	4,000.00	5,000.00	6,000.00
その他	307.90						
外部性資金							
政府補助金	40,000.00						
無償資金協力	926,354.79	5,161,351.25	5,161,351.25				
長期借入金							
合計	1,109,240.35	5,467,219.46	5,323,524.24	252,587.37	325,286.69	442,618.59	651,101.51
資金運用							
拡張事業（本計画）	935,618.34	5,264,578.28	5,212,964.76				
改修工事	40,000.00	10,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00
長期借入金返済	16,574.00	40,000.00	45,000.00	45,000.00	40,000.00	40,000.00	40,000.00
合計	992,192.34	5,314,578.28	5,272,964.76	60,000.00	55,000.00	55,000.00	55,000.00
単年収支	79,403.01	35,593.17	-102,081.71	142,027.90	77,699.32	117,331.90	208,482.91
収支	117,048.01	152,641.19	50,559.47	192,587.37	270,286.69	387,618.59	596,101.51

前述したように、本計画の実施によってＵＳＡＧの水運用は大幅に合理化され、財務状況も健全化に向かう基礎ができることになる。ＵＳＡＧは、第一にこうした本計画の実施効果を明確に認識することが必要で、ＵＳＡＧ内部関連部局に対する補修部品の常備を含む維持管理費や個別メーター制導入のための予算配分等の実施計画を立案し、その着実な実行をＵＳＡＧ職員全体で確認する必要がある。なお、こうした予算面での対応が軌道に乗るまでの、本計画実施中及び実施直後の過渡期については、予算面での不足の事態に備えて、ＵＳＡＧは市当局関連機関との間で、財政補助や一時的借入等の手当てについて、事前に合意を取りつけておくことも必要である。