

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

ウランバートル市の都市開発計画は目標年を2020年とした「ウランバートル市マスタープラン2020年」が策定されている。本計画は2002年3月に閣議決定され、調査、事業がスタートしている。

優先事項はアパート建設、電気、工場建設及び水供給の分野となっている。特に人口増加に伴う水需要量増加に対応するために、通産省鉱物資源局が水源調査に着手をしている。この中で本プロジェクトは水源水質の良好な上流水源地域に16井の井戸を掘削し新たに18,000m³/日の水量を確保し、2010年までの水需要に対応するものである。また、老朽施設の一部を改良するとともに効率的な運営・管理・経営の要員育成のための支援を行うものである。これにより、人口の急増しているウランバートル市水道の運営・管理・経営を適切に行うことが可能となり、安全な飲料水を安定的に供給することが出来る。

表 3-1 プロジェクト概要

1. 改修工事	(1)上流水源送水ポンプ場	5 セット
	(2)中央水源配水ポンプ場	2 セット
2. 施設新設工事	(1)上流水源取水ポンプ場	16 箇所 (導水管を含む)
	(2)送水管ウォータハンマ防止設備	
3. 機材供与	(1)配管保温材 (井戸ポンプ周辺配管)	
4. ソフトコンポーネント	経営強化支援、施設の運営管理支援、漏水調査支援、水質モニタリング支援、住民啓蒙活動支援	

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

本プロジェクトの計画目標年次は2010年とし、予測される水量増加に対応できる施設計画とする。

(2) 自然条件に対する方針

ウランバートル市は大陸性気候に属し、標高はおよそ1500mである。このため、過去5箇年平均のウランバートル測候所の気温、降水量をみると、年間平均気温はほぼ0と冷涼であり、年間最高気温は34.6、最低気温は-35.4と変動が大きい。月間平均気温がほぼ0を超えるのは4月から10月の7箇月間であり、屋外作業ができるのはこの4月から10月の7箇月間に限られる。冬期は気温が下がるため、配管の保温、機械・電気設備の低温対策が必要となる。また、凍結深度は地表面下3.0m以上であり、屋外配管はこの凍結深度以下に布設する必要がある。一方、降水量は年間257mmと少ないが、これが5~9月に集中し時折洪水を引き起こすことがあるため、計画地盤高等はこれを考慮して決定する。

(3) 社会経済条件に対する方針

モンゴル国の公的機関は土曜日および日曜日の週休2日が定着している。年間祝祭日は10日あり、特に旧正月(年毎に日が変わる)及び7月11日~13日のナーダム(国民のお祭り)は3連休となる。労働規則により週間労働は40時間に規定されている。施工計画策定においては、これらの事情も考慮する。

(4) 法・制度・基準に対する方針

上流水源の井戸建設予定地域は、USAG が土地の使用権を持っており、既存井戸群もこの用地内である。土地所有に関する法律が 2003 年 5 月に施行されたが、基本的に従来と変更は無い。

(5) 現地業者・市場資材の活用に対する方針

現地の建設会社は、国際援助機関等の資金による工事を数多く経験しており、下請けとして活用することが十分可能と判断される。さく井工事業者についても、USAG が委託可能な業者が多数あり、少なくとも 5 社はリグを保有していることが確認された。

土木建設資材は十分流通しているが、機械・電気設備については他国からの輸入に頼っている。USAG の調達先は、ロシアがほとんどである。近年は中国からの製品も使用しているが品質が不安定なので、日欧企業との合弁等により国際規格を満たした製品を中心に検討する。

(6) 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

USAG は長年にわたり、故障の多い旧ソ連製機器を保守・管理してきた実績があり、現時点でも故障が放置された設備は少なく、修理可能な機器については十分に対応している。世銀等のドナー資金により、一部高機能なシステムが導入されているが、適正に活用されている。

(7) 施設・機材等のグレード設定に係る方針

井戸ポンプ、送水ポンプについては、耐久性、信頼性とともエネルギー効率も重視し、運転経費を軽減できる機材を選定する。

(8) 施設建設の工法、調達方法、工期に係る方針

井戸水源（16 井）の開発及び導水管の施工（約 13km）に時間を要すること、冬季に施工ができないことから、2 シーズンの夏季を含む建設工期が適当と考えられる。設計や工場製作は冬季でも可能であるが、春から始まる日本の会計年度においては、年度繰り越しを行っても施工に利用できる夏季は 1 回であるため、国債案件とすることが適当である。施工の面からは、秋頃に入札・業者契約を行い冬季に工場製作・輸送が行える、A 国債が望ましい。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 基本事項

(1) 計画給水区域

USAG が現在給水している区域とする。具体的には市街地より遠く離れたバガハンガイとバガヌールを除く地域である。

(2) 水需要予測

1) 人口推計

過去の人口動態

ウランバートル市の過去の人口動態は表 3-2 のようである。モンゴル国全体の人口増加率は 1.5%前後であることを考慮すると、地方から本市への人口流入が多いことがわかる。

表 3-2 過去の人口動態

年	ウランバートル市		年	ウランバートル市	
	人口(千人)	増加率(%)		人口(千人)	増加率(%)
1992	589.0		1998	672.9	3.6
1993	598.6	1.6	1999	768.2	14.2
1994	609.9	1.9	2000	789.2	2.7
1995	619.2	1.5	2001	812.5	3.0
1996	633.9	2.4	2002	846.5	4.2
1997	649.8	2.5			

出典：ウランバートル市統計

将来人口

a. USAG 給水区域内の将来人口

ウランバートル市の将来人口は目標年を 2020 年とした「ウランバートル市マスタープラン 2020 年」が策定されている。それによると将来人口は、2000 年の人口を基準に下記の 2 Case により算出してその平均値が採用されている。

Case-1: 過去の出産、死亡率及び社会的増を考慮して算出。

Case-2: Case-1 と同様であるが、社会的増加を制限して算出。

年	2000	2005	2010
Case-1 (千人)	718.7	836.7	985.8
Case-2 (千人)		826.0	947.2
平均値 (千人)		831.4	966.5

上表の平均値が採用値である。ただし、上表にはウランバートル市の一部のナライハ、バガハンガイ、バガヌールを含んでいない。

本調査において将来人口は上記表の数値を使用する。一方、USAG の給水区域はナライハを含んでいるため、この地区の居住者数を上記数値に加える。

ナライハの近年の人口は 1999 年 23.6 千人、2000 年 23.4 千人、2001 年 23.4 千人、2002 年 24.0 千人とほぼ同数で推移している。将来人口は各年 24.0 千人を加え以下のようにする。

年	2005	2010
将来人口 (USAG 給水区域) 千人	855.4	990.5

アパート、ゲルの居住者数

過去 3 年間におけるアパートとゲルの居住者の割合は、ほぼ一定でアパートに居住している人口割合は

2000年で50.6%、2001年で51%、2002年で51%となっている。将来のアパート居住者の割合は同様に51%と推定する。各年のアパート及びゲルの居住者数を表3-3に示す。

表 3-3 アパートとゲルの居住者数

年		2005	2010
アパート	%	51.0	51.0
	千人	436.3	505.2
ゲル	%	49.0	49.0
	千人	419.1	485.3

2) 水使用量の推計

過去5年間における、配水量、有収水量は表3-4の通りである。

表 3-4 配水量実績

年		1997	1998	1999	2000	2001	2002	
年間使用水量 (m3/年)		59,153,031	60,815,532	60,561,607	62,013,828	59,164,435	56,047,554	
一日平均使用量 (m3/日)		162,063	166,618	165,922	169,901	162,094	153,555	
有収水量	生活用水 (ゲル)	一日平均使用量 (m ³)	1,280	1,640	1,800	1,970	2,040	1,850
		1人当使用水量 (L/人)	4.6	4.8	4.9	4.7	5.3	5.7
	生活用水 (アパート)	一日平均使用量 (m ³)	62,400	56,700	84,600	84,300	75,800	73,400
		1人当使用水量 (L/人)	420	450	431	358	318	287
	民間企業	一日平均使用量 (m ³)	9,570	8,900	13,600	13,800	11,900	15,700
	公共施設	"	6,060	7,600	11,600	13,300	12,800	12,300
工場用水	"	5,600	5,200	11,800	11,100	10,800	9,170	
計	"	84,910	80,040	123,400	124,470	113,340	112,420	
無収水量		"	77,153	86,578	42,522	48,754	41,135	

出典：USAG

有収水量実績

ウランバートル市における給水方式は図3-1のようになっており、主な水使用者であるアパートへの水供給はCTPを経由して給水されている。CTPはOSNAAG、鉄道地区（鉄道会社経営：49%民間、51%をロシアが所有権を有している）、軍隊（従事者のアパート：国）、宅地開発会社（個人住居）の4種類の経営形態がある。このうち最も大きな組織であるOSNAAGがそのほとんどを占めている。

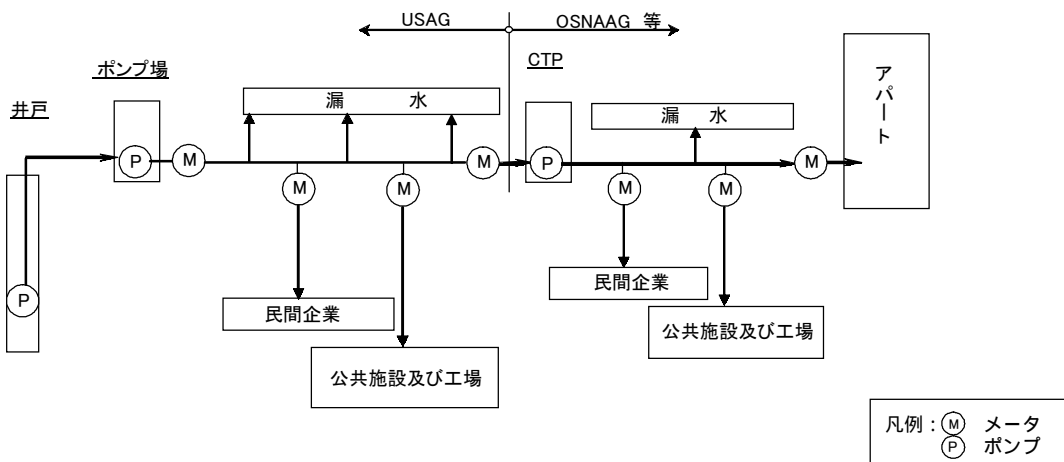


図 3-1 水供給システム

CTP にメータが設置されていないところでは、アパートの居住者については定量制を採用しており、その水量は2000年10月まで150L/人・日、それ以降(10月1日)は230L/人・日としている。また、民間企業(アパートの1階の事務所等を出しているものも含む)、公共施設(官公署、病院、学校等)、工場(官民の工場、官ではカシミアの工場、パン・ミルク工場がある)もメータのない場合も同様に定水量で料金を徴収している。

無収水量には漏水量、メータ不感水量、作業用水等以外に実際使用水量と定水量の差の水量も含まれている。民間企業、公共施設及び工場の実使用水量は、USAG の経験からメータを設置した場合、契約水量の40~50%増しとなっている。これを2002年において実際使用した水量に換算すると以下ようになる。

表 3-5 換算水量

	契約水量(m ³ /日)	換算使用水量(m ³ /日)	備 考
生活用水	28,250	52,938	1999年当時の原単位を使用
民間企業	186	279	50%増
公共施設	180	270	50%増
工場	234	351	50%増
計	28,850	53,838	差 24,988m ³

この数値を用いると2002年の無収水量(漏水量、メータ不感水量、作業用水等)は41,135 - 24,988=16,147m³となり、配水量に占める割合は10.5% (=16,147/153,555)となる。

将来の水需要

a. 生活用水

<一人当りの使用水量の推移及び将来使用水量>

一人当りのアパート及びゲル居住者の実績及び将来予測使用水量を表 3-6 に示す。

表 3-6 一人一日当り使用水量

年	実績						予測	
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2005	2010
アパート (L/人・日)	420	450	431	358	318	287	273	250
ゲル (L/人・日)	4.6	4.8	4.9	4.7	5.3	5.7	12.9	25

アパート居住者の使用水量はメータを設置しているCTPにおいては、USAGよりの受水量から民間企業、公共施設及び工場の水量を減じたものを給水人口で除したものである。即ちこの数値は実際の使用水量にCTPから給水栓までの漏水を含んだ水量となっている。

近年急速に一人当たりの水量が減少しているのは、定量制から従量制に移行したこと、CTP以降の配管からの漏水防止、屋内の水栓の修理等を積極的に行っていることによる。特にOSNAAGにおいては節水キャンペーンを毎年1回2箇月行い、期間中の漏水や給水栓等の機器の修理を格安で行っている。このような状況を考慮し、将来(2010年)の使用水量はUSAGが計画している250L/人・日とする。ゲル地区の1人当りの水使用量は若干ではあるが増加の傾向にある。ゲル地区内にある給水タンクまでの配水は従来給水車で行われているが、配水管で行うように現在施設整備が進められている。このため、いつでも必要な水が手に入れられるように改善されつつある。今回行った社会調査においても、水汲みの順番待ちが問題と

の回答が20%あり、これが解消されると水使用量も増加することが予測される。このような状況を考慮し、将来（2010年）の使用水量はマスタープランでも採用している25L/人・日とする。

生活用水の水量は上記原単位に、アパート居住者数及びゲル居住者数を乗じて算出する。

表 3-7 将来の生活使用水量

(m ³ /日)			
年	2002	2005	2010
アパート	198,088	119,110	126,300
ゲル	1,850	5,406	12,133

b. その他の水量

民間企業、公共施設及び工場の将来使用水量は下記のように算定を行う。

民間企業、公共施設用水は2002年の水量をベースに年間3%の増加を見込む。(人口増加率とほぼ同様)

工場用水はマスタープランの中で、工場計画を考慮し10,000m³/日の拡張が見込まれている。本計画についても同様とする。

表 3-8 将来のその他使用水量

(m ³ /日)			
年	2002	2005	2010
民間企業	15,793	17,257	20,006
公共施設	12,390	13,539	15,695
工場	9,287	13,270	19,287

* 2002年の数値はメータ無のところについては換算数値を使用している。

c. 無収水量

漏水量、メータ不感水量、作業用水等の無収水量は2002年において配水量の10.5%、16,147m³と算定される。この数値はCTP以降の漏水等は含まない水量である。現地での漏水調査において比較的新しく配管を布設した地域では、漏水は確認できなかった。USAGも漏水の修理工事(配水管の布設替えを含む)は積極的に行っていること、および漏水の原因となる家庭への接続小配管はUSAGの管轄外(配水量に含まれる)ということらを考慮すると、今後漏水調査や漏水防止対策を適切に行うことにより現況程度の漏水量で運営できるものと考えられる。よって、今後の無収水量は16,100m³/日と設定する。

d. 負荷率

1999年～2002年間の負荷率はそれぞれ86.3%、88.6%、86.9%、83.4%で平均86.3%となっている。ウランバートル市の水需要の多くは生活用水が占めていることを考慮すると、将来とも負荷率の大きな変動は無いと考えられるため、今後の負荷率は最近4箇年の平均である86.3%を採用する。

e. 将来の水需要量

以上より将来の一日平均および一日最大の水需要量は表3-9のようになる。

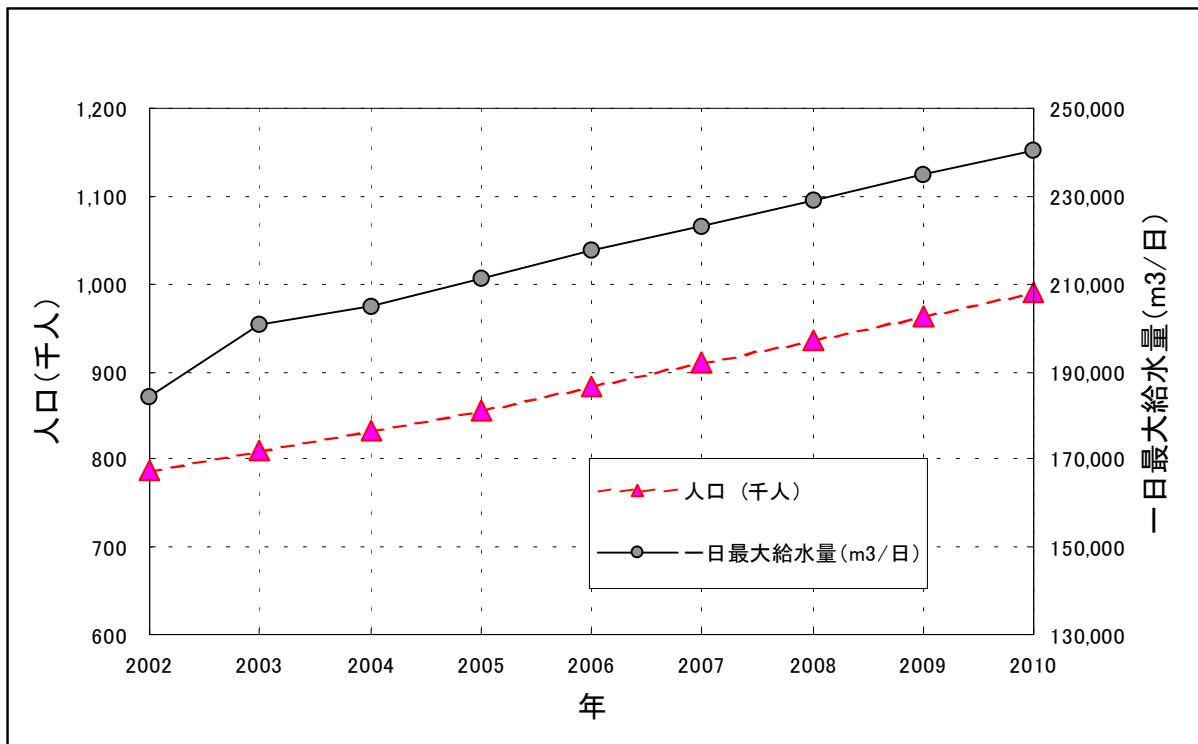


図 3-2 将来の水使用量

表 3-9 将来の水使用量

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
人口 (千人)	787.8	810.3	832.9	855.4	882.4	909.4	936.5	963.5	990.5
アパート (千人)	401.8	413.3	424.8	436.3	450	463.8	477.6	491.4	505.2
	51.0%	51.0%	51.0%	51.0%	51.0%	51.0%	51.0%	51.0%	51.0%
ゲル (千人)	386	397	408.1	419.1	432.4	445.6	458.9	472.1	485.3
	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%	49.0%
一人一日当たり生活用水									
アパート (L/人・日)	287	282	278	273	269	264	259	255	250
ゲル (L/人・日)	5.7	8.1	10.5	12.9	15.4	17.8	20.2	22.6	25
一日平均使用水量									
アパート (m³/日)	98,088	116,551	118,094	119,110	121,050	122,443	123,698	125,307	126,300
ゲル (m³/日)	1,850	3,216	4,285	5,406	6,659	7,932	9,270	10,669	12,133
その他用水									
民間企業 (m³/日)	15,793	16,281	16,769	17,257	17,807	18,357	18,906	19,456	20,006
公共施設 (m³/日)	12,390	12,773	13,156	13,539	13,970	14,401	14,833	15,264	15,695
工場 (m³/日)	9,287	10,615	10,615	13,270	14,473	15,677	16,880	18,084	19,287
有収水量 (m³/日)	137,408	159,436	162,919	168,582	173,959	178,810	183,587	188,780	193,421
無収水量 (m³/日)	16,147	16,100	16,100	16,100	16,100	16,100	16,100	16,100	16,100
一日平均給水量 (m³/日)	153,555	175,536	179,019	184,682	190,059	194,910	199,687	204,880	209,521
									209,500
一日最大給水量 (m³/日)	184,227	200,846	204,882	211,444	217,675	223,296	228,831	234,849	240,226
									240,000

(3) 計画施設容量

現在 USAG は精肉工場、工業、中央、上流の 4 水源を有しており、総取水可能量は 222,000m³/日である。今後水需要が増加し計画年である 2010 年において 18,000m³/日が不足することが予測される。

この不足分に対応する水源開発は、下記理由から上流水源で行うことが最適である。

- ・ 精肉工場、工業および中央水源では水源開発余力がない。また、これら水源の周辺まで開発が進み水質汚染の恐れがある。
- ・ 上流水源では不足分量の開発が可能であり、水質もよく、既存の送水システムを利用できる。

このための施設として、上流水源における取水井と導水管の新設、送水ポンプおよび関連施設（電気設備等）の更新が必要となる。

表 3-10 水源別能力

水源名	既設		新設		計	
	井戸数	公称能力 (m ³ /日)	井戸数	公称能力 (m ³ /日)	井戸数	公称能力 (m ³ /日)
上流	39	72,000	16	18,000	55	90,000
中央	79	110,000			79	110,000
工業	16	25,000			16	25,000
精肉工場	11	15,000			11	15,000
計	145	222,000	16	18,000	161	240,000

3-2-2-2 上流水源取水施設計画

(1) 井戸計画

1) 基本方針

井戸の建設位置は以下の理由により上流水源地域内の下流部で、既設パイプラインとトーラ川の間とする。

- ・ 上流水源地域において USAG はすでに水利権を持っている。
- ・ ナライ八地区は南側から流入する沢からの下水流入があり、水質汚染の可能性がある。
- ・ 既設上流水源送水ポンプ場に近いため、工事費・維持管理費の低減化が図れる。
- ・ 既設パイプラインのトーラ川から反対の地域は、一部畑地、遊牧民の夏営地として利用されており、水質汚染の可能性がある。

2) 電気探査結果

地下水面の位置、地下水盆の構造（砂礫層の厚さ・広がりと基盤岩までの深度）を明らかにするために電気探査を現地再委託によって実施した。調査位置はトーラ川沿いにある既設井戸の南側で行った。測定位置を図 3-3、解析結果を表 3-11 に示す。

УЛСЫН ГЕОДЕЗИ ЗУРАГ ЗҮЙН ГАЗАР
 L-48-11-Г-6 (ШАНД УУЛ)

БНМАУ, Төв аймаг Эрдэнэ сум.

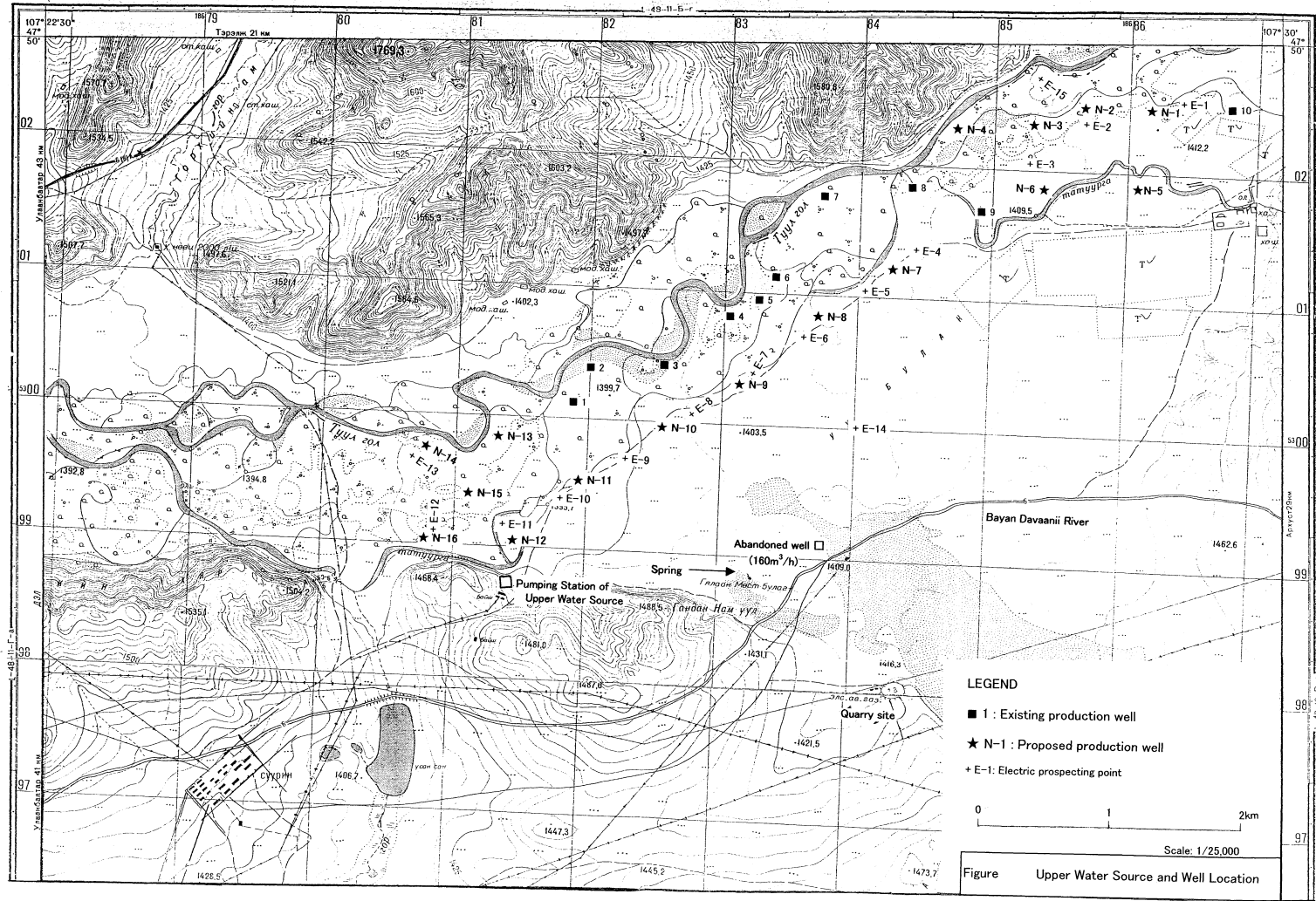


图 3-3 電気探査及び井戸計画位置图

表 3-11 電気探査の解析結果

測点番号	図面上の番号	第1層の厚さ(m)	帯水層の厚さ(m)			基盤までの深度(m)	備考
			第2層の厚さ(m)	第3層の厚さ(m)	合計(m)		
VES-1	E-1	9.6	9.6	15.2	24.8	34.3	小河川沿い。現地踏査で表土は1m、地下水位は-1.5から-2m。
VES-2	E-2	5.5	13.0	18.3	31.3	36.8	
VES-3	E-3	3.9	9.2	20.8	30.0	33.9	
VES-4	E-4	6.6	16.9	21.6	38.5	45.1	
VES-5	E-5	4.4	14.9	25.1	40.0	44.4	
VES-6	E-6	1.7	10.2	-	不明	不明	断層破碎帯の可能性もある。
VES-7	E-7	8.4	15.6	25.5	41.1	49.6	
VES-8	E-8	3.6	9.0	14.7	23.7	27.4	
VES-9	E-9	2.8	8.3	18.8	27.1	29.9	
VES-10	E-10	2.8	8.2	20.4	28.6	31.4	
VES-11	E-11	4.7	15.4	14.8	30.2	34.9	
VES-12	E-12	11.3	13.5	-	13.5	24.8	現地踏査から表土は1m以内、地下水位は-2m前後。
VES-13	E-13	2.2	5.3	17.2	22.5	24.6	
VES-14	E-14	1.8	14.7	-	不明	不明	Bayan Davaanii 川に位置。基盤深度は50m以上。
VES-15	E-15	3.9	10.4	12.8	23.2	27.1	

各層の性状は以下のとおりである。

第1層：表層の0.5-1mは、腐植物礫混じりの粘性土（粘土、シルト）でその下位の深度2-3mまで粘性土混じりの砂礫層が分布している。地下水面は本層内の地表面下1.5-2mに分布している。

第2層：砂礫層で透水性も高く良好な帯水層である。

第3層：粘性土混じり砂礫層、透水性は第2層に較べ若干劣るが帯水層となり得る。所々に、旧河川の澱みに溜まった粘性土がレンズ状に分布する可能性が高い。

帯水層：第2層と第3層を合わせた層を帯水層とする。

基盤：古生代デボン紀（約4億年前）の砂岩や粘板岩より構成されており基本的には非帯水層である。

3) 井戸の建設位置

新設する井戸は既存井戸の平均間隔約500m以上とし、位置は既設の井戸位置及び電気探査結果をもとに、図3-7に示す位置とする。

4) 井戸本数及び揚水量

トーラ川の北側はテルムジ自然保護地区に指定され、新設井戸計画位置はトーラ川南側で川を挟んだ場所に位置している。自然環境省特別保護区管理課との協議で、川を挟んで植生が大きく変わる事は好ましくなく、自然保護の観点より2004年からトーラ川南側の上流水源地域も自然保護地区に含める計画が進められていることが確認された。自然保護地区での地下水位の低下は、河川氾濫原に自生する植生に大きな影響を与えるため、地下水位を極力低下させないように要請された。地下水を揚水すると地下水位は低下するが、この低下水位を目安として2m程度以下になるように揚水計画を立案する。

18,000m³/日の水量を確保する場合の必要井戸本数を検討する為に、既存生産井戸から得られた透水量係数を用いて、揚水による水位低下及び井戸間の干渉による水位低下を算出する。

a. 揚水による水位低下量

揚水による水位の低下量は以下ようになる。

表 3-12 井戸の水位低下量

井戸数	揚水量 (m ³ /日/本)	水位低下量 (m)
12 本	1636	2.33
14 本	1385	1.96
16 本	1200	1.68

*揚水量は予備井 1 井を除いて算定

計算例

$$hr = \frac{2.3Q}{2\pi T} \log \frac{re}{rw} = \frac{2.3 \times 1200}{2 \times 3.14 \times 921} \log \frac{834}{0.25} = 1.68\text{m}$$

ここに

hr : 水位低下 (m), T : 透水量 (m³/日/m), Q : 取水量 (m³/日),

rw : スクリーン径 (m), $re = \sqrt{\frac{Q}{\pi R}}$: 影響範囲 (m), R : 涵養率 (m³/m²/日)

(T : Tave.=921(m³/日/m) 既存生産井 39 本の値)

R : 雨量 200mm 換算(0.00055 m³/m²/日)

b. 井戸の干渉による水位低下量

井戸の干渉量はヤコブの修正非平衡式を使って 1 年間の揚水で以下ようになる。

表 3-13 井戸の干渉量 (m)

井戸数	揚水量 (m ³ /日/本)	井戸間の最短距離(既 存生産井含む) (m)	Tave.=921 S=0.10
12 本	1636	500	0.48
14 本	1385	500	0.41
16 本	1200	500	0.35

*揚水量は予備 1 井を除いて算定

Jacob の修正非平衡式

$$s = \frac{0.183Q}{T} \log \frac{2.25Tt}{r^2 S}$$

ここに、s:干渉量、Q:揚水量(m³/日)、t:揚水時間(日)、T:透水量係数(m³/日/m)、

S:貯留係数(無次元) r:揚水井からの距離(m)

揚水による水位低下と干渉による水位低下は、井戸 14 本(同時稼動 13 井)で 2.37m (= 1.96+0.41) 井戸 16 本(同時稼動 15 井)で 2.03m (= 1.68m + 0.35)となる。従って本計画では、新規開発水量 18,000m³/日に対して井戸 16 本(予備 1 井) 各井戸の揚水量 1200m³/日とする。

5) 井戸の構造

a. 井戸深度

電気探査結果及び現地踏査結果を加味すると、最上流側の E1 - 3、15 測点付近では帯水層の厚さが 25m - 30m、基盤までの深さは 30 - 40m と推定される。また中流の E4 - 5,7 測点付近では帯水層の厚さが 40m、基盤までの深さは 45 - 50m と推定される。同様に E8 - 11 測点付近では帯水層の厚さが 25m - 30m、基盤までの深さは 30 - 35m と推定される。最下流の E12 - 13 測点付近では帯水層の厚さが 22m、基盤までの深さは 25m と推定される。

従って、井戸深度は次のように定める。

- Type A : N14 - N16 の 3 本は深度 30m (このタイプの帯水層厚 : 22m)
- Type B : N1 - N6 及び N10 - N13 の 10 本の深度 35m (このタイプの帯水層厚 : 25 - 30m)
- Type C : N7 - N9 の 3 本は深度 45m (このタイプの帯水層厚 : 40m)

b. ケーシング径、井戸掘削径

今回、井戸 1 本当たり 1200m³/日を揚水する水中ポンプ(口径 100mm)に必要となる井戸径は 250mm、および「水道施設設計指針」で揚水量 1,500m³/日未満の場合、ケーシング径 250mm (揚水管径 100mm) とされている。よってケーシング径は 250mm とし、掘削径は充填砂利等を考慮し 400mm とする。

c. ケーシングおよびスクリーンの形式と材質

ケーシングは既設井と同様に鋼管を使用し、スクリーンは目詰まりの少ない巻線型 V スロットスクリーン(ワイヤーサイズ 4mm、目幅 1.5mm)を採用する。

d. スクリーン長の検討

スクリーン長は、一般に地下水の飽和帯(帯水層の厚さ)の 1/3 ~ 1/2 とすることが望ましい。スクリーン長をこれより短くすると、スクリーンに向かう地下水流線が大きな鉛直流となり、これが大きな抵抗となって水位降下の増加を招くことになる。

従って、スクリーン長は各タイプの帯水層厚を考慮して次のように決定する。

TypeA (帯水層厚 : 22m) : スクリーン長範囲 7.3m - 11m、採用スクリーン長は 11m

TypeB : (帯水層厚 : 25 - 30m) : スクリーン長範囲 8.3m - 15m、採用スクリーン長は 11m

TypeC : (帯水層厚 : 40m) : スクリーン長範囲 13.3m - 20m、採用スクリーン長は 16.5m

e. 地下水の流入速度の検証

井戸のスクリーン部における地下水の流入速度は細砂の流入防止から 1.5 cm/秒以下が望ましい。今回採用するスクリーンの開口率は 27.3 %で流入速度は以下のとおりとなる。

スクリーン長 11m ~ 16.5m で 1200 m³/日で揚水した場合

$$v = Q / A = 1200 / (0.25 \times 3.14 \times 0.273 \times 11 \sim 16.5) = 509 \sim 339 \text{m/日} = 0.59 \sim 0.39 \text{cm/秒}$$

何れも 1.5 cm/秒以下となる。

3) 取水ポンプ全揚程

別途導水管計画等から、取水ポンプの必要全揚程は次のとおりとなる。

$H = \text{実揚程} + \text{配管損失水頭}$

$$= (\text{上流水源送水ポンプ場受水槽 WL} - \text{各井戸 LWL}) + \text{導水管配管損失水頭} + \text{ポンプ廻り損失水頭}$$
$$= 62 \sim 65\text{m}$$

これより取水ポンプ全揚程は、ポンプの互換性を重視して全台同仕様とし 65m とする。

4) 遠隔操作設備

既設井戸は送水ポンプ場よりウォークート - キによる指示を受け、管理人が井戸に赴きポンプ ON-OFF 運転を行っている。今回建設する井戸については下記の事項を考慮し、送水ポンプ場より遠隔操作により ON-OFF 運転が出来るようにする。

ザフサリン配水池を使用した上流水源関連の運転は以下のようなになる。

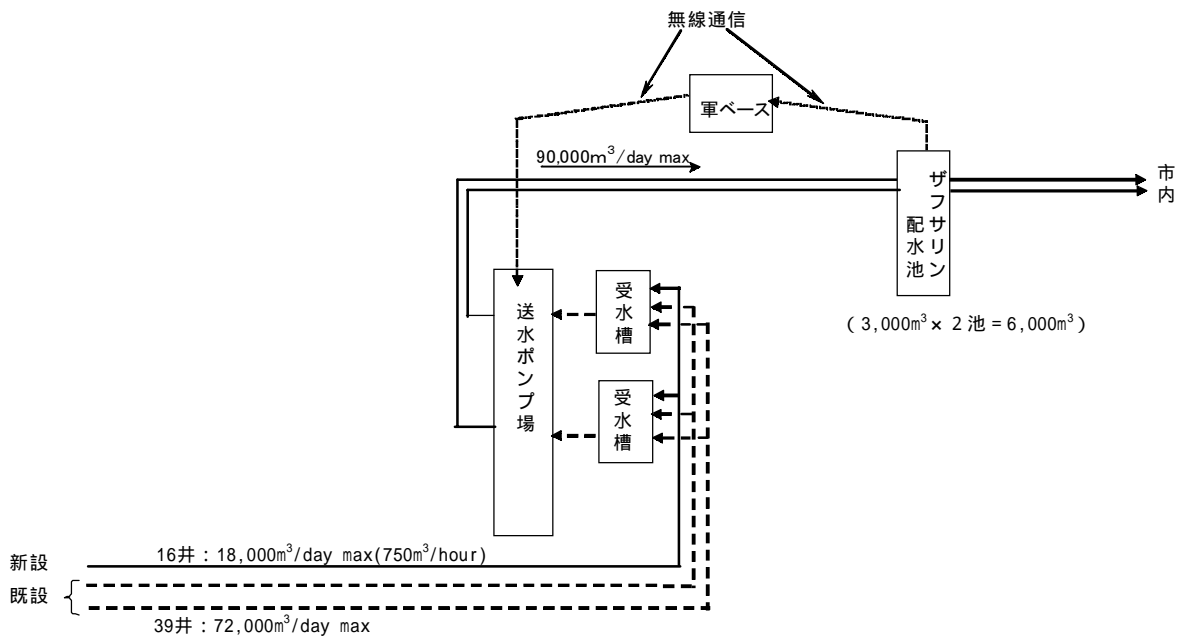


図 3-4 施設関連図

< 運転の手順 >

ザフサリン配水池の水位は 5 分毎に、上流水源送水ポンプ場に送られてくる。

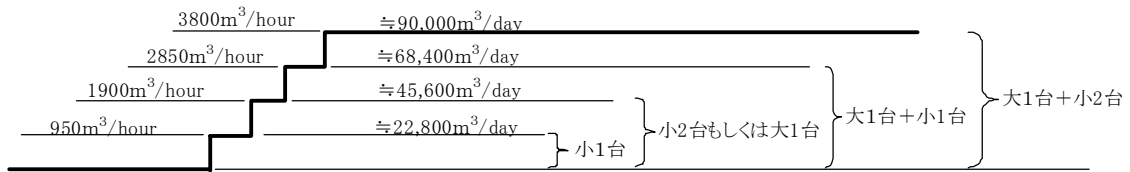
この水位を見ながら送水ポンプを手動で ON-OFF 運転をする。

送水ポンプの運転台数の選択は、ザフサリン配水池水位の増減を見ながら行う。

受水槽の水位が LWL のときは、送水ポンプは運転できない。また、送水ポンプ運転中に受水槽の水位が LWL になると、送水ポンプは自動的に停止をする。即ち、送水する必要があるときにも送水できなくなる。

受水槽の容量は 2,000m³ と小さく、送水量に見合う水量が井戸から送られて来る必要がある。

送水ポンプ運転台数別の送水量は次のようである。



小のポンプが1台運転/停止をすると $950\text{m}^3/\text{hr}$ の送水量の変動が生じる。既設井戸本数換算で12～13本に相当する。($950 \div 75\text{m}^3/\text{hr}$)

大のポンプが運転/停止した場合はこの倍の数量が変動することになる。

井戸ポンプのON-OFFは、遠隔操作システムのない既存の井戸は、ゲルに住む管理人が送水ポンプ場からの指令を無線で受け、馬で各井戸に行き操作を行う。今回建設する新規の16井は遠隔操作により送水ポンプ場からON-OFF操作を行う。

< 遠隔操作システムの必要性 >

送水ポンプの運転はザフサリン配水池の水位を見ながらの運転となる。

この水位は市内への配水量 (= 水使用者の水使用パターン) に左右される。

配水量は季節、気候、曜日及び時間帯によりパターンはある程度の規則性がある。この規則性は上流水源を運転して日数、年数を重ねる毎に正確さが増す。(あくまでも推測値で誤差はある) 基本的にはこのパターンを予測し、時間毎の井戸ポンプの運転本数を設定することになる。

一方、井戸ポンプのON-OFF動作に時間を要し、受水槽での水不足あるいはオーバーフローを恐れる恐れがある。

このため、今回新設井戸に遠隔操作システムを導入し、送水ポンプ場から操作できるようにすることは運転の容易さ、安全性を増すことになる。このシステムにより、送水ポンプ場から速やかに $0 \sim 750\text{m}^3/\text{hr}$ (= $0 \sim 18,000\text{m}^3/\text{日}$) の取水水量がコントロールできることになる。

今夏の洪水時のように河川が氾濫増水し、井戸に近づくことが出来ないような事態においても遠隔操作システムは効力を発揮することになる。

< 遠隔操作設備 >

無線通信システムは、メタリックケーブルを使った有線通信方式に比較し、雷等から誘導されるサージ電流の影響を受けにくいことより、本プロジェクトの遠隔操作設備は無線通信システムを採用する。

システム内容及び概要図を下記に示す。

送水ポンプ場を親局として、アンテナ、無線用モデム、無線機及びPC(パーソナルコンピュータ)2台にて構成し、井戸ポンプの運転はPCスクリーンに運転画面を呼出し運転操作員が手動にて運転をする。

各井戸ポンプ場に子局として、アンテナ、無線用モデム、無線機及びPLC(プログラマブルロジックコントローラ)を設置し親局との通信およびポンプの運転制御機能を組み込むものとする。

無線周波数としては上り及び下り用のチャンネルに2周波準備し双方向通信機能を確保する。また、各周波に音声通話用の帯域も準備し音声による通話を可能とする。

親局と子局はポーリング方式（親局が時分割によりサイクリック子局と通信を行うシステム）を採用することにより、親局側では無線機1台にて子局との通信を可能とする。

使用周波数については、詳細設計時に電波管理担当の当局からの認可を得て決定する。

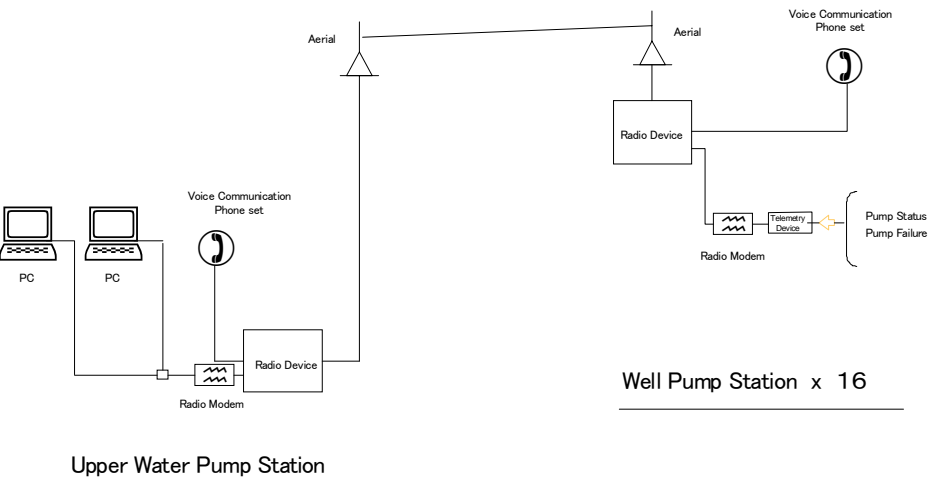


図 3-5 上流水源遠隔操作システム

<その他>

井戸ポンプは、井戸内水位がLWL(低水位)まで低下すると空転防止のため自動停止する方式とする。

5) 施設概要

表 3-15 上流水源取水ポンプ場施設概要

機器・資材の名称	仕様	数量	備考
「機械設備」			新設
取水ポンプ	水中モータポンプ 100 × 50m ³ /hr × 65m × 18.5kW	16 台	内 1 台予備
ポンプ吊上機	ギヤードトロリー付手動チェンブロッ ク、1Ton	3 ケ	各ポンプ場共用
室内配管・弁類	ポンプ室内	1 式	
「電気設備」			新設
受電変圧器	油入自冷式 10kV / 400V、50kVA	16 台	負荷開閉器(1 台)、避 雷器(3 ケ)共
低圧電動機始動盤	鋼板製屋内壁掛型 18.5kW 電動機用(スターデルタ始動)	16 面	
水位検出器	電極式	16 ケ	井戸低水位検出用
動力および制御ケーブル		1 式	
遠隔操作設備子局	アンテナ、無線用モデム、無線機、PLC (プログラマブルロジックコントローラ)	16 箇所	新設
「土木・建築」			新設
井戸ポンプ小屋		16 棟	

(3) 導水管

1) 導水管ルート

導水管の布設は以下に示す条件を考慮し、「3-2-3 基本設計図」の配管平面図に示すルートとする。

導水管は各取水ポンプ場からの導水枝管と枝管の集合した導水本管からなる。

- a. 新規開発井戸は、N - 1 から N - 16 までの 16 井あり、既存井戸の 39 井の内 No.1 から No.10 付近に併設してトーラ川沿いの南側に設置する。
- b. 導水本管部分は既存送水管の北側に並列に布設する。

既存送水管は掘削を最小限として、管内の水が凍結しないよう盛土を行っている。盛土高は洪水時に水没しない高さに設定され、洪水時の維持管理を可能にしていると想定される。本プロジェクトでは、新設メイン管は既存送水管に平行して埋設し、既存の盛土を北側に拡幅する。盛土の高さは既存高さに同じとする。北側の盛土斜面内のコンクリート杭上に設置されている電柱は道路拡幅のため、盛土位置から 5 m 以上離れた北側に移設する。

2) 管種の選定

導水管の管種は下記理由により鋼管を使用する。

- ・ 本プロジェクトでは凍結深度がおよそ 3.0m 以上であるため、管の土被りを 3.5m 程度とするが、伏越し部などでは小河川の流水による洗掘などの発生が懸念され、凍結・融解の繰り返しにより管に応力が発生することが考えられる。このため、管全体が一体として作動し、抜け出しのない鋼管を使用する。
- ・ 既存導水管にも鋼管が利用され問題も発生していない。また、鋼管は USAG も修理技術を持っており、維持管理も十分に可能である。

3) 導水管の布設深度

送水管の布設は、既存送水管と同様に凍結深度以下に布設する。既存の配管は現地盤を掘削して布設し、その上に盛土を行いトータルとして凍結深度より深い位置に埋設をしている。既存導水管の埋設深さ（土被り）は 3.5m 程度であり、この実績値を参考に本プロジェクトでも土被りの採用値を 3.5m とし、同様な布設方法とする。河川横断部については配管布設を深い位置にすると、止水工事が大掛かりとなるため保温工を施した 2 重管とし、土被りを 1.5m とし洗掘に対応するため、コンクリート巻き立てを行う。

4) 雨水排水管の布設

既存導水管の盛土部に、次に示す雨水排水管が横断していることから、新設導水管のための盛土拡張部分に対し排水管の延長工事を行う。

a. 既存 No.9 井戸付近

- ・ コンクリート管 1000mm × 2 条
- ・ コンクリート管 600mm × 1 条

b. 上流ポンプ場手前

- ・ 鋼管 1500mm × 1 条
- ・ 鋼管 600mm × 3 条
- ・ コンクリート管 1000mm × 2 条 (離れて 600mm × 2 条)

更に、新設導水管に次のような雨水排水管の設置が必要となる。

c. 新設 No.4 井戸付近

- ・ コンクリート管 1000mm × 2 条

上記以外にも地形的に小規模のアップダウンがみられ、降雨時には低地をぬって雨水が流れると考えられる。本プロジェクトではトーラ川に直交して盛土を行う区間について、平均延長 100m につきコンクリート管 1000mm × 1 条の排水管を考慮する。

5) 導水管の設計

導水管の管網図及び管網計算を資料 8-1、資料 8-2 に示す。口径別の延長を表 3-16 に示す。

表 3-16 導水管集計表

口径(mm)	延長(m)
500	750
400	4,970
300	500
250	960
200	1,060
150	4,345
合 計	12,585

導水管の途中には維持管理を考慮し、仕切弁を設ける。

6) 上流水源送水ポンプ場の流入方法

上流水源送水ポンプ場内の受水槽は 2 池からなり、既存の導水管は各槽に流入をしている。本プロジェクトにおいても 2 槽に別々に流入させるように配管計画を行う。この際、流入管は凍結深度以深に布設をし、側壁を貫通して受水槽内に流入するようにする。

3-2-2-3 上流水源送水施設計画

(1) 基本方針

今回現地調査結果から、本ポンプ場における状況は次のとおりである。

- ・ ポンプの性能低下 : (資料 8-3 参照)

ポンプ性能テストの結果、計画仕様に対し現況能力は大幅に低下しており(ポンプ全揚程 : No.2 計画 140m 現況約 90m、No.6 計画 180m 現況約 115m)、今回計画仕様(約 140m)を満足しない。

- ・ ポンプの劣化および補修困難 :

軸受 / シール部の損傷劣化、漏水、軸本体の損傷。諸部品調達に困窮。

- ・ 諸弁類の劣化 :

シール部の漏水、逆止弁の全閉不能等。

・電気設備の劣化、補修困難：

高圧盤、低圧分電盤、現場操作盤および監視盤とも劣化、部品調達困難。

・電力費の低減化：(資料 8-4 参照)

既設ポンプの効率低下に伴い電力費ロスが大きい。

既設ポンプを効率の良いポンプ(日本製を予定)に更新することにより、電力費は現況に比べ約 30% 程度低減される。

上記理由により送水ポンプの更新対象は 6 台全台とし、それに関わる配管弁類および電気設備一式(受電設備を除く)も更新するものとする。なお、更新に当たっては計画送水量に応じてポンプ容量・台数の見直しを行う。また、新設井戸 16 井のポンプ ON-OFF 運転は送水ポンプ場より遠隔操作出来るようにする。

(2) 送水ポンプ場計画

1) 計画送水量

計画一日最大送水量：90,000m³/日

2) ポンプ容量・台数

今回計画水量増に伴うポンプ容量・台数の見直し検討の結果(資料 8-5 参照)、下記事項を重視して運転台数を「小 2 台 + 大 1 台」とし、中央水源配水ポンプ場のポンプ台数の考え方に準じて各容量の予備機を設けるものとする。

- ・ 運転管理の容易化および補修費の低減化を考慮すると台数が少ない方が良い。
- ・ 運転機が小×2 台 + 大 1 台の組み合わせで段階的な各水量範囲に対応できる。
- ・ 小口径ポンプより大口径ポンプの方が効率が良く、電力費低減化に寄与する。

小容量ポンプ：90,000m³/日 × 1/(1 + 1 + 2) × 1/24 = 937.5m³/hr 950m³/hr・台 × 3 台(内 1 台予備)

大容量ポンプ：950m³/hr × 2 = 1,900m³/hr 1,900m³/hr・台 × 2 台(内 1 台予備)

3) ポンプ全揚程

H = 実揚程 + 配管損失水頭

= (送水管最高レベル - 受水槽 LWL) + 送水管損失水頭 + ポンプ廻り損失水頭

= 140m

4) ポンプ運転方法

- ・ ザフサリン配水池圧力(水位)信号により、現場手動運転。
- ・ 受水槽水位計による低水位自動停止。

5) 施設概要

表 3-17 上流水源送水ポンプ場施設概要

機器・資材の名称	仕 様	数 量	備 考
「機械設備」			
No.1～3 送水ポンプ	槽外型横軸両吸込渦巻ポンプ 350/200×950m ³ /hr×140m×630kW	3台 (内1台予備)	更新
No.4,5 送水ポンプ	槽外型横軸両吸込渦巻ポンプ 450/250×1900m ³ /hr×140m×1050kW	2台 (内1台予備)	更新
ボイラ給水ポンプ	片吸込渦巻ポンプ 80m ³ /hr×22kW	2台 (内1台予備)	更新
床排水ポンプ	水中ポンプ 0.5m ³ /分×2.2kW	2台 (内1台予備)	更新
配管・弁類		1式	更新
「電気設備」			
高圧受電盤	鋼板製屋内自立型 7.2kV、20kA、VCB	2面	更新
高圧ブスタイ盤	鋼板製屋内自立型 7.2kV、20kA、VCB	1面	更新
高圧電動機始動盤	鋼板製屋内自立型 7.2kV、VCS 630kW 電動機用(リアトル始動)	3面	更新
高圧電動機始動盤	鋼板製屋内自立型 7.2kV、VCS 1050kW 電動機用(リアトル始動)	2面	更新
高圧配電盤	鋼板製屋内自立型 7.2kV、20kA、VCB	2面	更新
低圧受電盤	鋼板製屋内自立型	1面	更新
低圧配電盤	鋼板製屋内自立型	4面	更新
現場操作盤	鋼板製屋内壁掛型	7面	更新
運転操作監視盤	鋼板製屋内デスク型	1面	更新 無停電電源装置共
送水管流量計	超音波式 700	2式	更新
受水槽水位計	超音波式	2式	更新
送水管圧力発信器	清水用	2式	更新
送水管水温検出器	測温抵抗体式	2式	更新
動力・制御ケーブル		1式	更新
遠隔操作設備親局	アンテナ、無線用モデム、無線機、PC(パーソナルコンピュータ)2台	1式	新設

(3) 既設送水管に係わる検討

1) 概要

上流水源送水ポンプ場からザフサリン配水池までの既設送水管のウォーターハンマ対策および既設管管厚の妥当性について検討した。検討結果は「資料 8-6 送水管に係る検討」参照のこと。

2) 検討条件

a . 上流水源送水ポンプ

350 / 200 × 950m³/hr × 140m × 630kW × 3 台(内 1 台予備)

450 / 250 × 1,900m³/hr × 140m × 1050kW × 2 台(内 1 台予備)

b . 既設送水管状況

「図 3-6 送水管圧力勾配線図」参照。

- ・ A 点：上流水源送水ポンプ場
- ・ C 点：送水管最高レベル点
- ・ E 点：ザフサリン配水池
- ・ 送水管(1) A 点～C 点：鋼管 700mm × 2 条、管厚 t=8.0mm、L=16,023m
- ・ 送水管(2) C 点～E 点：鋼管 600mm × 2 条、管厚 t=8.0mm、L=13,071m

3) ウォータハンマ対策

停電時等にポンプ全台同時に停止した場合に発生する負圧による送水管破壊を防ぐため、その対策に係る検討を行った。

対策としては、下記方式が考えられるが維持管理および建設の容易さを重視してサージベッセル方式を採用する。サージベッセルはポンプ場用地内に設け、寒冷地対策として建屋内(新設)に収納する。

- a . フライホイール方式：フライホイール容量は電動機容量から制約され、この方式単独では解消できず他方式との組み合わせが必要。また、ポンプ全長が約 3 m 長くなるため既設ポンプ室スペースでは設置不可。
- b . ワンウェイサージタンク方式：送水管途中に 3 箇所(頂部)必要となり、用地の確保、環境部局の建設の承認が必要、タンク内水凍結対策等に難がある。
- c . サージベッセル方式：ポンプ場内で既設ポンプ室に隣接して設置可。維持管理も容易。

なお、送水管最高レベル(C 点)での負圧発生防止のため、今回、既設空気弁を大容量の空気弁に更新する。

表 3-18 既設送水管施設概要

機器・資材の名称	仕様	数量	備考
「機械設備」			
サージベッセル	鋼板製圧力タンク、容量：20m ³ 、 概略寸法： 2.0m×H6.7m	2 基	新設 接続管口径： 300
空気圧縮機	圧力スイッチ式 11kW	2 台	新設
機器吊上用 チェンブロック	ギヤードトロリー付手動チェンブロック 1Ton	1 台	新設
送水管用空気弁	急排空気弁、口径： 150mm 最大空気流入量：約 43m ³ /分	4 台 (内 2 台予備)	更新、送水管最高 レベル位置
配管・弁類		1 式	新設
「電気設備」			
低圧電動機始動盤	鋼板製屋内壁掛型 空気圧縮機用	1 面	新設
接続管水温検出器	測温抵抗体式	2 式	新設
動力・制御ケーブル		1 式	新設
「土木・建築」			
サージベッセル室		1 棟	新設

4) 既設送水管管厚の検討

内圧による管厚検討を行った。

a . 検討条件

管厚：既設 8mm のところ、腐食代 1mm を見込み有効 7mm とする。

鋼管の内圧に対する許容応力：100KN / mm²

b . 検討結果

送水管 A～C 点間の最大内圧による円周方向応力度：68.65KN / mm² < 100KN / mm²

送水管 C～E 点間の最大内圧による円周方向応力度：66.00KN / mm² < 100KN / mm²

よって、今回計画内圧に対しては既設管管厚にて支障ない。

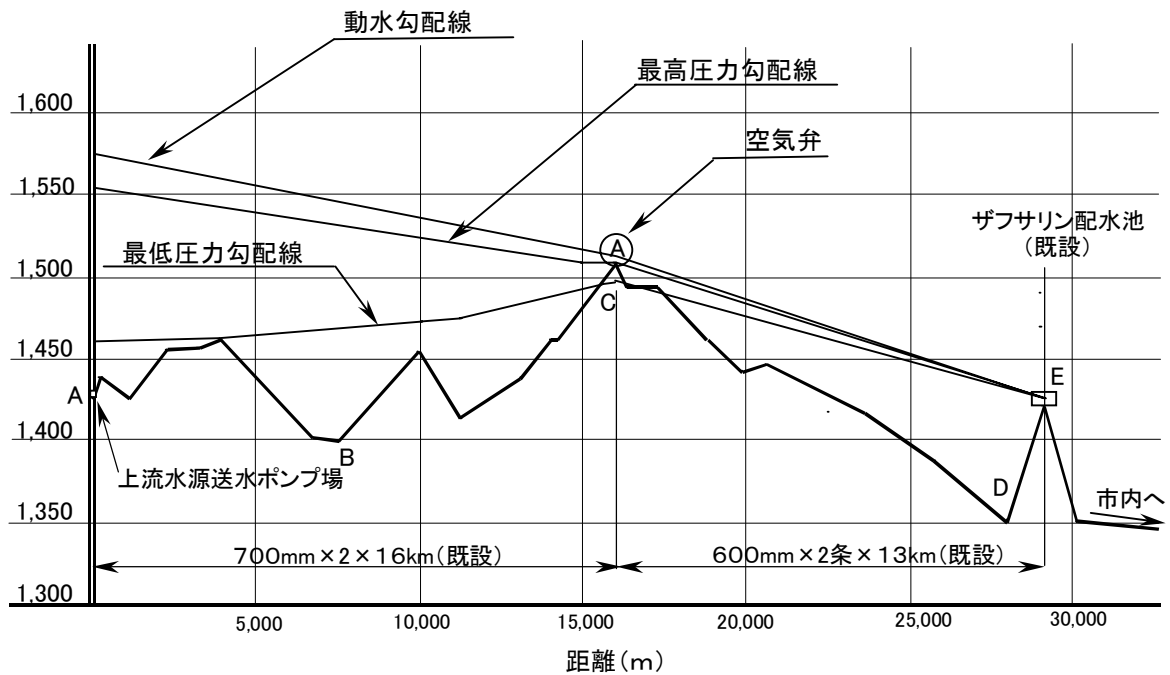


図 3-6 送水管圧力勾配線図（ウォーターハンマ対策：サージベッセルによる対策後）

3-2-2-4 中央水源配水施設計画

(1) 基本方針

今回現地調査およびヒヤリングから、前回無償資金協力において4台全台更新された旧施設は何らトラブルなく順調に運転されているが、新施設に設置されている未更新の No.5,7 ポンプについては次に述べる課題が確認された。

- ・ No.5,7 ポンプの性能低下：(資料 8-3 参照)

ポンプ性能テストの結果、計画仕様に対し現況能力は、No.5 ポンプで約 20%、No.7 ポンプで約 25%の性能低下が認められた。

- ・ No.5,7 ポンプ運転に伴う電力費ロスの増大：(資料 8-4 参照)

既設 No.5、7 ポンプ効率、前回更新した No.6 ポンプ(日本製)に比べて低く、このまま運転を継続するとその分電力費が余計にかかることになる。現況と更新後の電力費を試算すると中央水源配水ポンプ使用電力費の約 20%程度を低減できる。

- ・ No.5、7 ポンプの劣化および補修困難：

軸受/シール部の損傷劣化、漏水、軸本体の損傷。諸部品調達に困窮。

- ・ 諸弁類の劣化：

シール部の劣化、漏水、逆止弁の全閉不能等。

- ・ 電気設備の劣化、補修困難：

既設 No.5、7 ポンプ用電気盤の劣化、部品調達困難。

これより既設ポンプ7台のうち、前回無償資金協力で更新した5台を除く残2台を今回更新するものとする。また、それに係る配管弁類および電気設備一式も更新する。

(2) 配水ポンプ場計画

1)ポンプ容量・台数

- ・ポンプ容量：既設機と同容量の2000m³/hrとする。
- ・揚程：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防ぐため既存の配水ポンプNo.6と同じ100mとする。
- ・台数：No.5,7用2台

2)ポンプ運転方法

- ・現場手動運転
- ・受水槽水位計による低水位自動停止。

3)施設概要

表 3-19 中央水源配水ポンプ場施設概要

機器・資材の名称	仕様	数量	備考
「機械設備」			
No.5、7 配水ポンプ	槽外型横軸両吸込渦巻ポンプ 450/250 × 2000m ³ /hr × 100m × 750kW	2台	更新
配管・弁類		1式	更新
「電気設備」			
高圧電動機始動盤	鋼板製屋内自立型 7.2kV、VCS 750kW 電動機用(リアクトル始動)	2面	更新
低圧受配電盤	鋼板製屋内自立型	1面	更新
現場操作盤	鋼板製屋内壁掛型	2面	更新
手元操作盤	鋼板製屋内壁掛型 ポンプ非常停止用	2面	更新
動力・制御ケーブル		1式	更新

3-2-2-5 機材調達計画

上流水源の各取水ポンプ場には凍結防止対策として室内壁に電気ヒータが設けられているが、この電気容量は1箇所当たり6kWであり、これは取水ポンプ出力の14～27%に相当するため電気代節減の観点から消費電力の少ない方式(前回無償資金協力で施工したパイプヒータ方式)への変更が求められている。

これより今回計画において既設取水ポンプ場(39箇所)および新設取水ポンプ場(16箇所)にパイプヒータ設備を機材調達する。

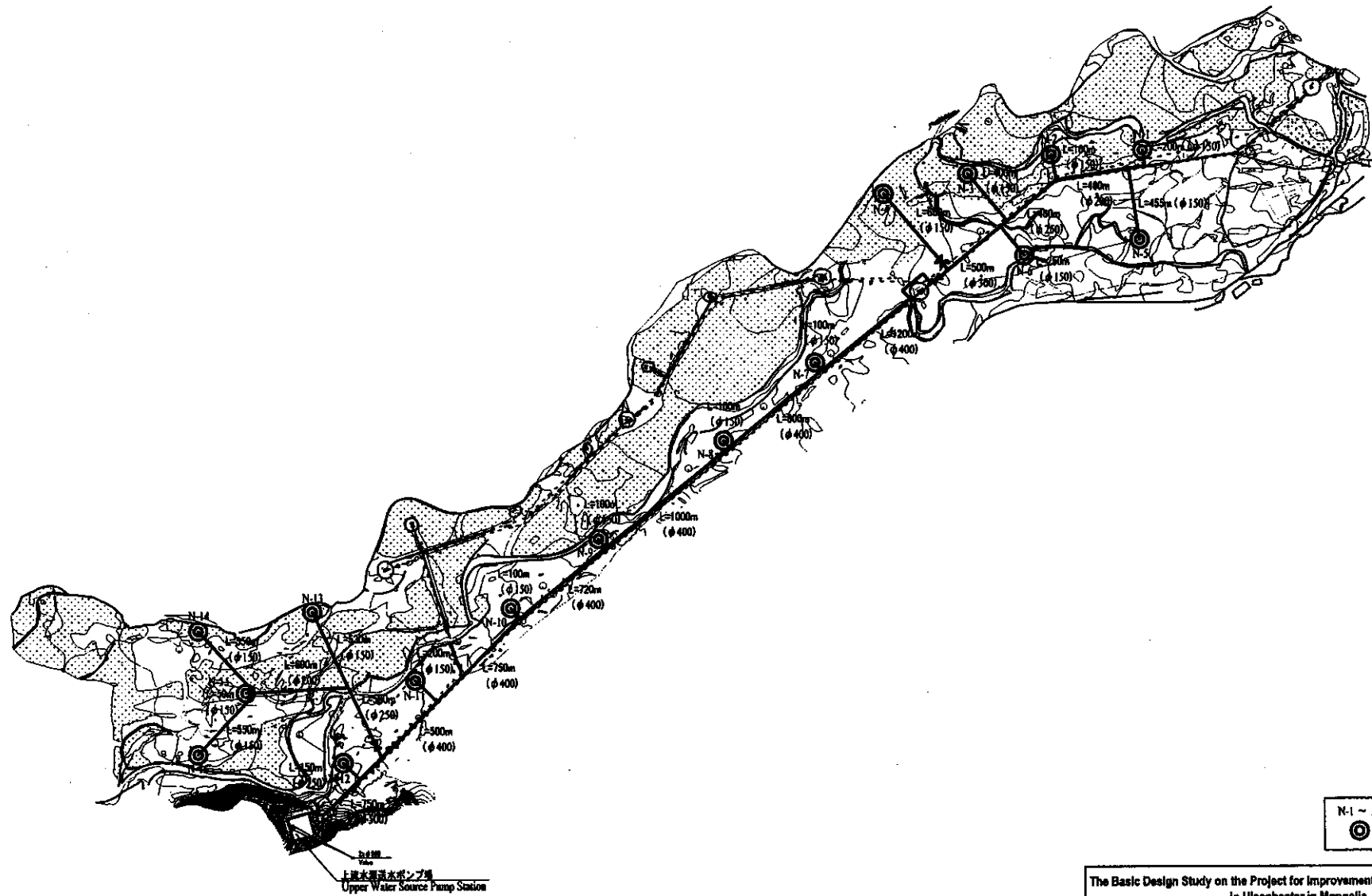
型式：凍結対策用パイプヒータおよび保温材

消費電力：約0.3kW / 1箇所

数量：既設39箇所分 + 新設16箇所分

3-2-3 基本設計図

- 図 3-7 上流水源井戸及び導水管平面図
- 図 3-8 上流水源井戸構造図
- 図 3-9 上流水源井戸ポンプ場平断面図
- 図 3-10 上流水源井戸ポンプ場単線結線図
- 図 3-11 上流水源送水ポンプ場一般平面図
- 図 3-12 上流水源送水ポンプ場フローダイアグラム
- 図 3-13 上流水源送水ポンプ場平断面図
- 図 3-14 上流水源送水ポンプ場サージベッセル室平断面図
- 図 3-15 上流水源送水ポンプ場単線結線図
- 図 3-16 上流水源送水ポンプ場高圧配電盤
- 図 3-17 上流水源送水ポンプ場低圧配電盤及び上流水源井戸ポンプ場現場操作盤
- 図 3-18 上流水源送水ポンプ場現場操作盤
- 図 3-19 上流水源送水ポンプ場運転操作監視盤
- 図 3-20 上流水源遠隔操作システムダイアグラム
- 図 3-21 中央水源配水ポンプ場（新施設）平断面図
- 図 3-22 中央水源配水ポンプ場（新施設）フローダイアグラム
- 図 3-23 中央水源配水ポンプ場（新施設）単線結線図（高圧）
- 図 3-24 中央水源配水ポンプ場（新施設）単線結線図（低圧）
- 図 3-25 中央水源配水ポンプ場（新施設）配電盤・操作盤



N-1 ~ 16	New Well
----------	----------

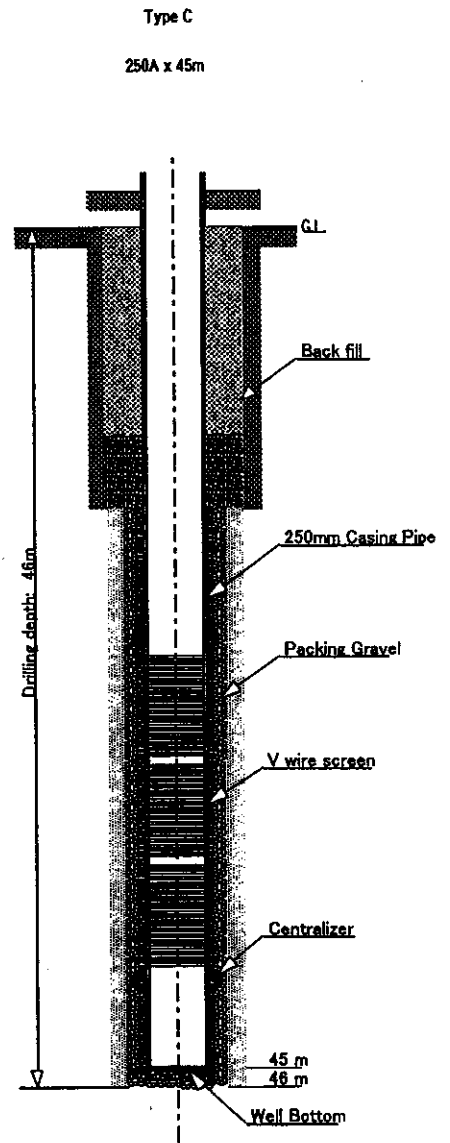
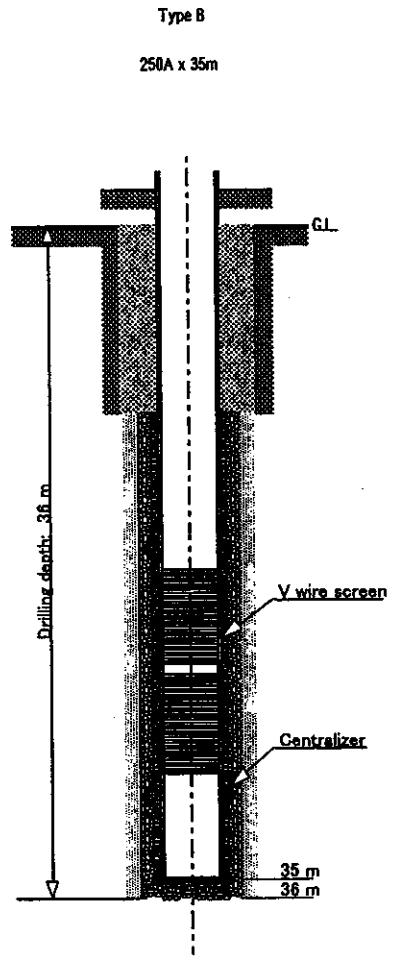
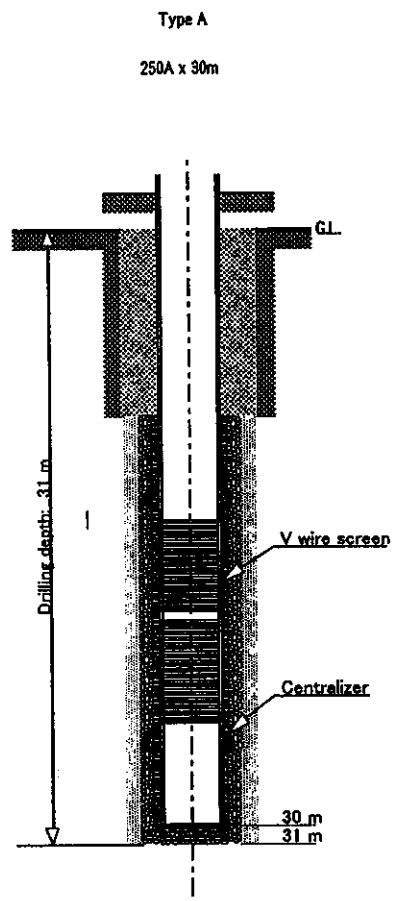
The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities
 in Ulaanbaatar in Mongolia
 モンゴル国ウランバートル市給水施設改修計画基本設計調査

Upper Water Source Wells and Conveyance
 Pipe Location

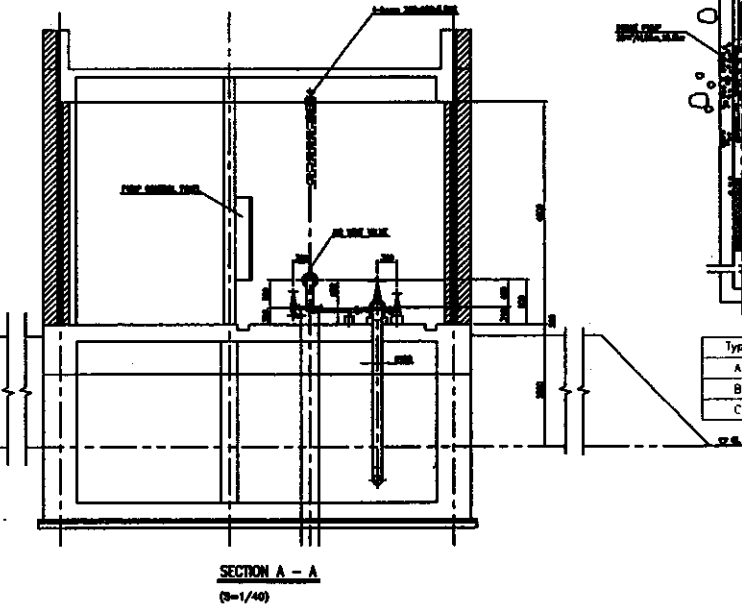
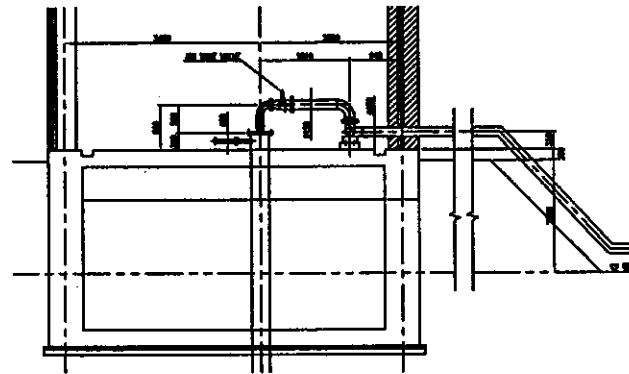
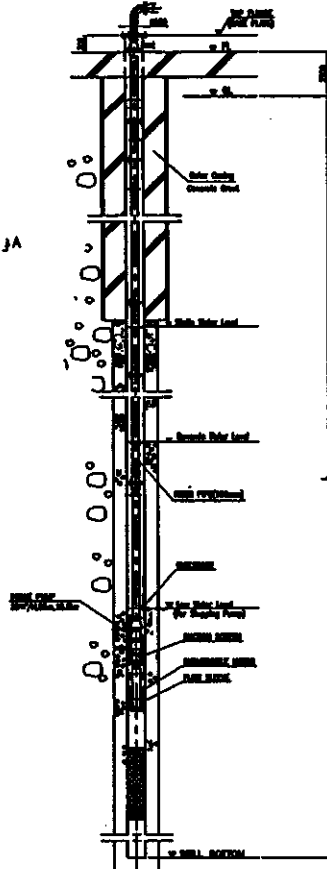
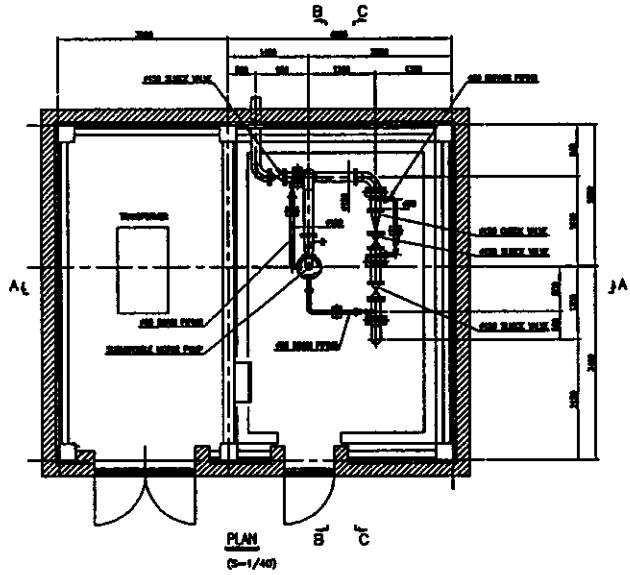
図3-7 上流水源井戸及び導水管平面図

Scale: NONE

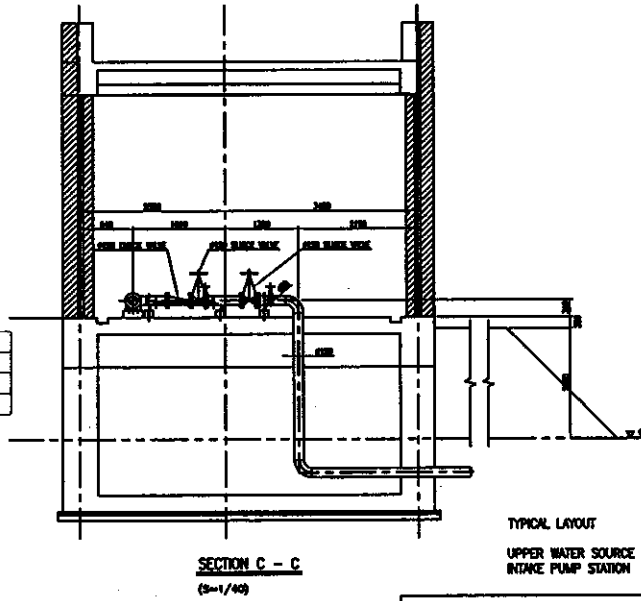
Drawing No. 2-7



The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities in Ulaanbaatar in Mongolia モンゴル国ウランバートル市 給水施設改善計画基本設計調査	
Upper Water Source Well Structure 図 3 - 8 上流水源井戸構造図	Scale: NONE Drawing No. 2-8



Type	Well	L(m)
A	No. 14-16	30
B	No. 1-6, 10-13	35
C	No. 7-9	45



TYPICAL LAYOUT
UPPER WATER SOURCE
INTAKE PUMP STATION

The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities
in Ulaanbaatar in Mongolia

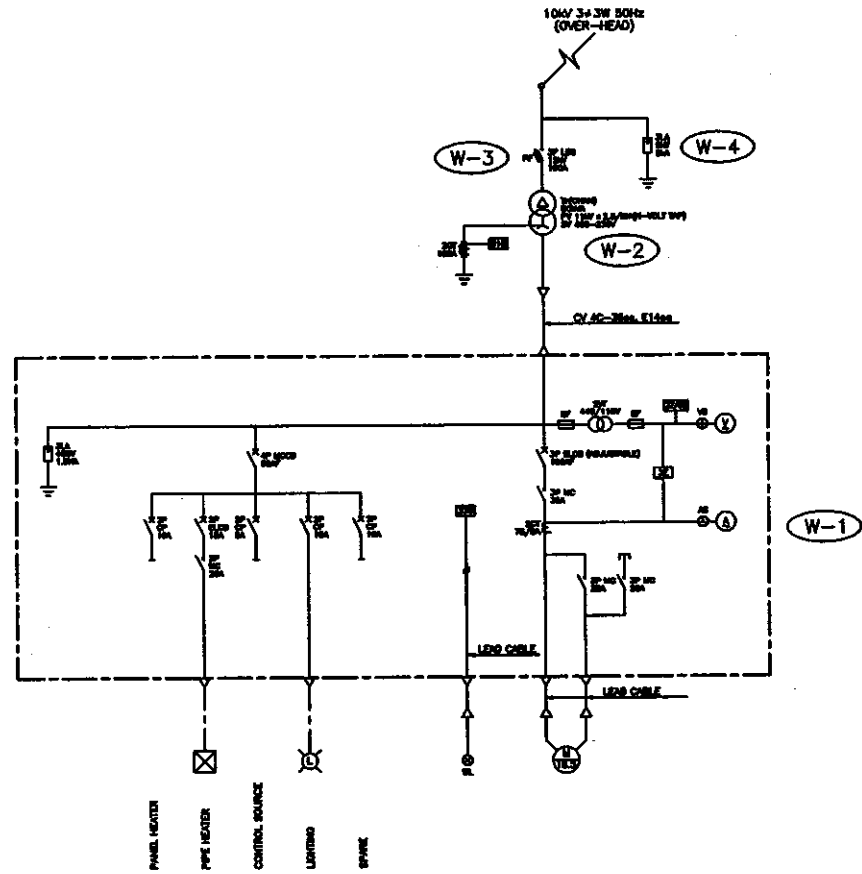
モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査

Upper Water Source Well Pump Station
Plan and Section

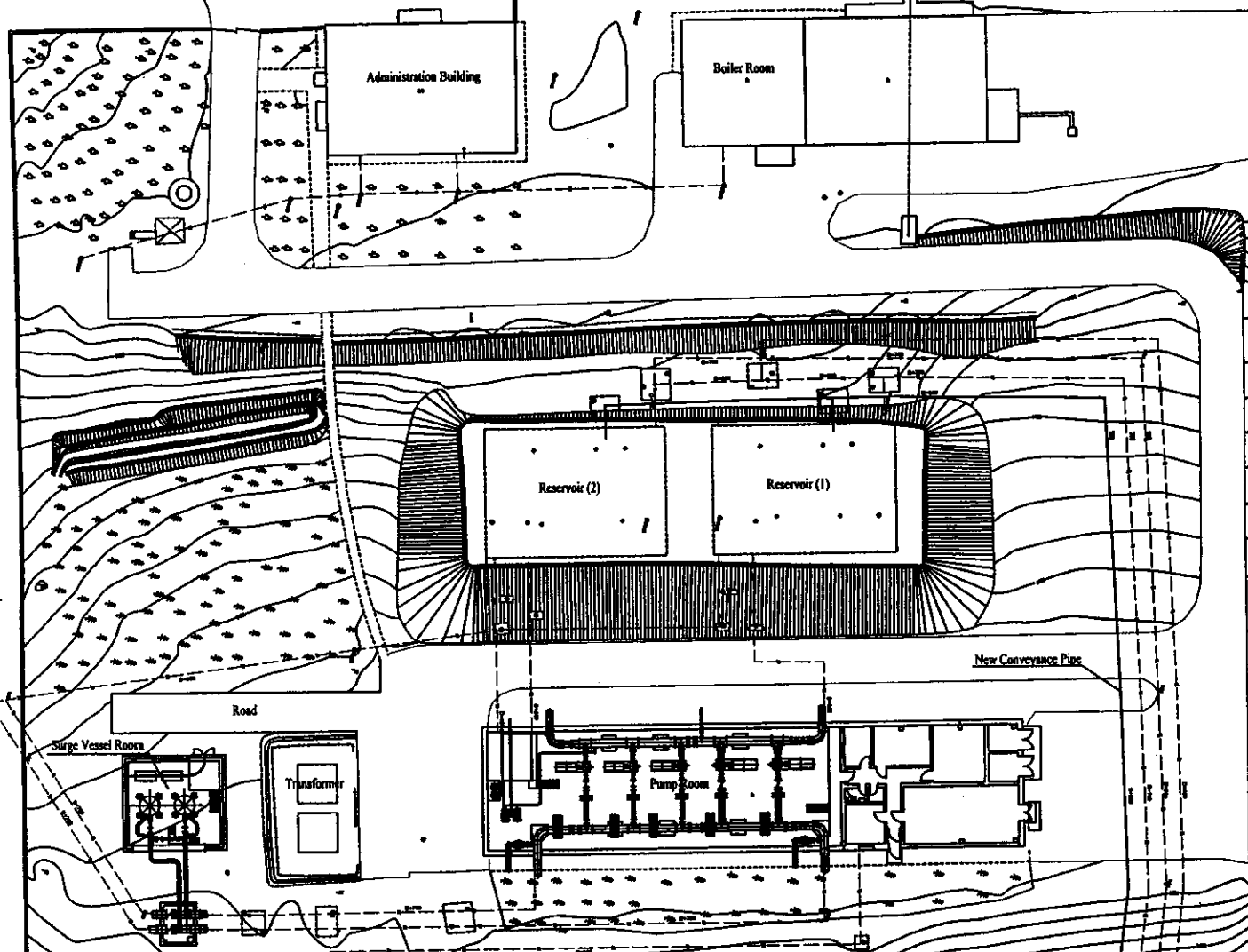
Scale: 1/40

図 3-9 上流水源井戸ポンプ場平面断面図

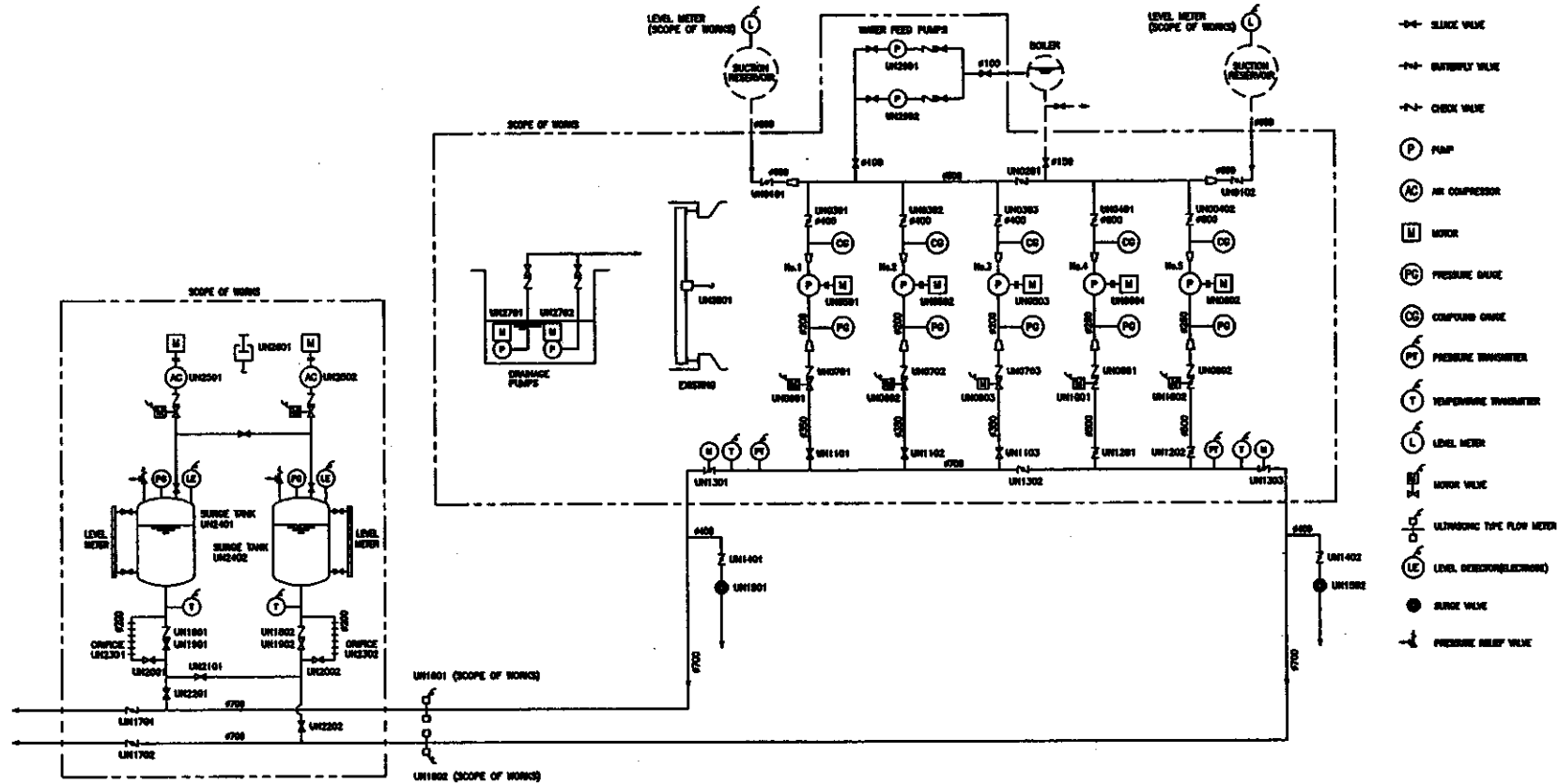
Drawing No. 2-9



The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities in Ulaanbaatar in Mongolia	
モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査	
Upper Water Source Well Pump Station S.L.D.	Scale: NONE
図3-10 上流水源井戸ポンプ場単線結線図	Drawing No. 2-10



The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities in Ulaanbaatar in Mongolia モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査	
Upper Water Source Transmission Pump Station General Layout 図3-11 上流水源送水ポンプ場一般平面図	Scale: NONE Drawing No. 2-11

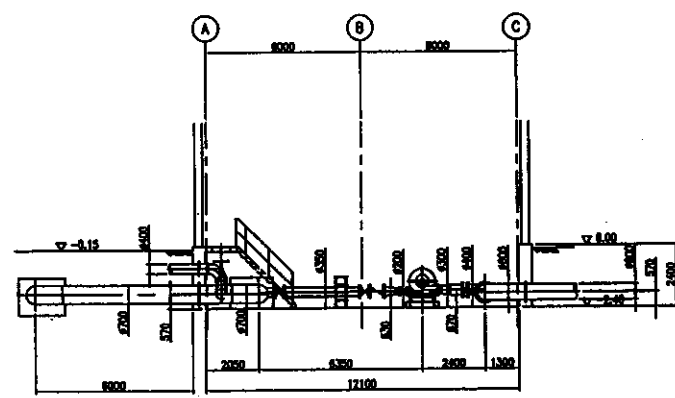
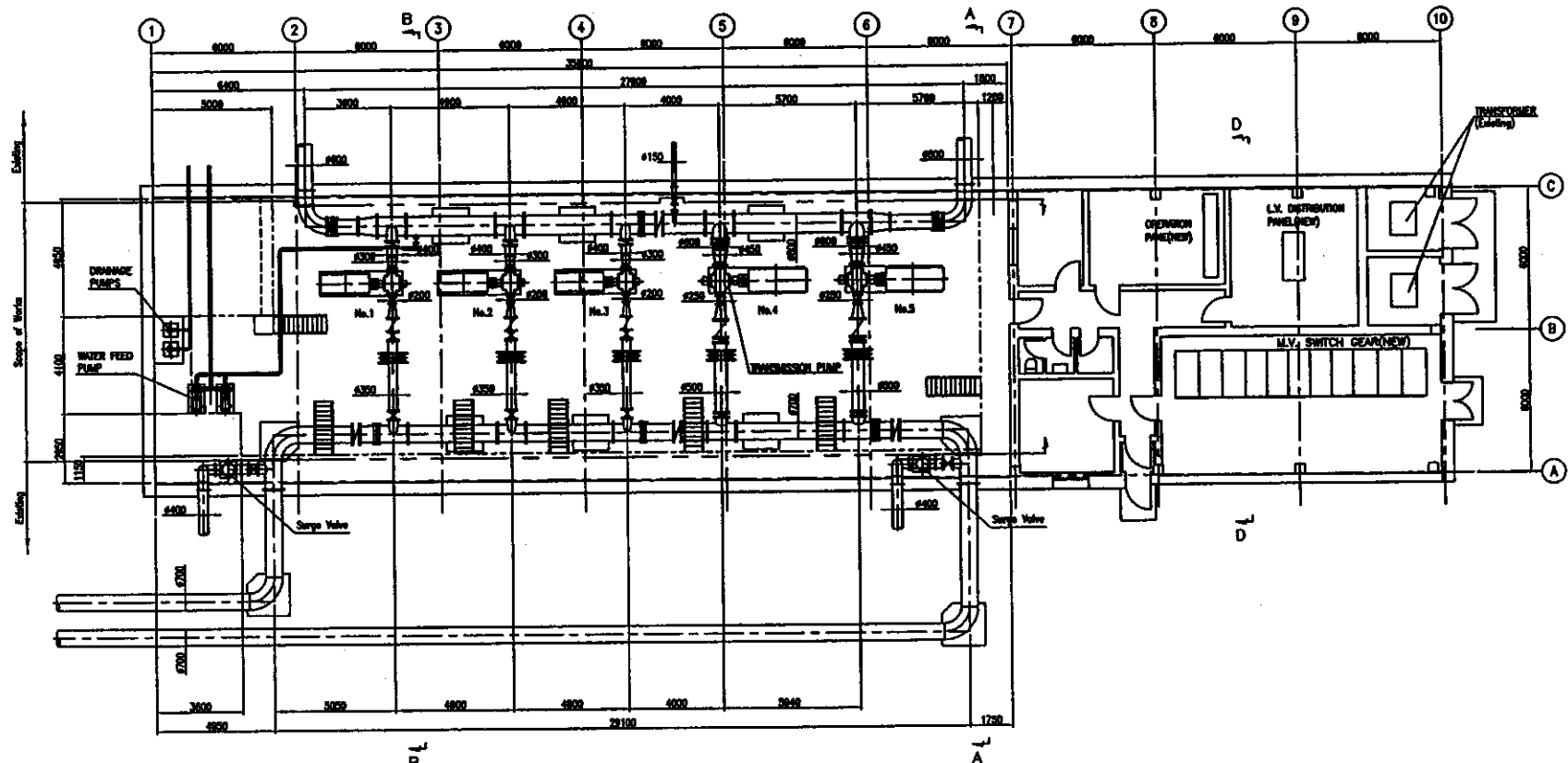


- +— SLUICE VALVE
- +— BUTTERFLY VALVE
- +— CHECK VALVE
- P PUMP
- AC AIR COMPRESSOR
- M MOTOR
- PG PRESSURE GAUGE
- PT PRESSURE TRANSDUCER
- CD COMPOUND DRIVE
- TR TEMPERATURE TRANSDUCER
- L LEVEL METER
- UV VALVE
- UT ULTRASONIC TYPE FLOW METER
- LE LEVEL MEASUREMENT (ELECTRONIC)
- SV SURGE VALVE
- PRV PRESSURE RELIEF VALVE

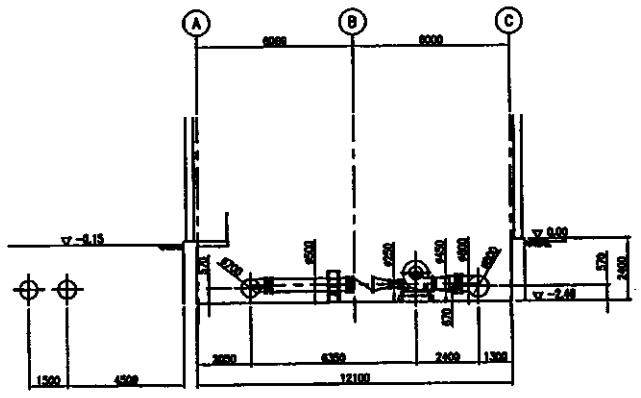
Equipment No.	UN0101/0102	UN0201	UN0301/0303	UN0401/0402	UN0501/0503	UN0601/0602	UN0701/0703	UN0801/0802	UN0901/0903	UN1001/1002	UN1101/1103	UN1201/1202	UN1302	UN1401/1402	UN1501/1502	UN1601/1602
Equipment Name	Butterfly Valve	Butterfly Valve	Butterfly Valve	Butterfly Valve	Double Section Pump	Double Section Pump	Check Valve	Check Valve	Motor Operated Sluice Valve	Motor Operated Butterfly Valve	Sluice Valve	Butterfly Valve	Butterfly Valve	Butterfly Valve	Sluice Valve	Flow Meter
Specification	Diameter: 600 mm JS 18K	Diameter: 200 mm JS 18K	Diameter: 400 mm JS 18K	Diameter: 600 mm JS 18K	Di.: 300x200 mm Capacity: 950m ³ /h Head: 140 m	Di.: 450x250 mm Capacity: 1900m ³ /h Head: 140 m	Diameter: 350 mm JS 18K	Diameter: 500mm JS 18K	Diameter: 350 mm JS 18K	Diameter: 500 mm JS 18K	Diameter: 350 mm JS 18K	Diameter: 500 mm JS 18K	Diameter: 700 mm JS 18K	Diameter: 400 mm JS 18K	Diameter: 400 mm JS 18K	Diameter: 700 mm JS 18K
Motor kW	-	-	-	-	830	1050	-	-	2.2	0.75	-	-	-	-	-	-
Quantity	2	1	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	1	2	2	1
Remarks														Ending	Ending	

Equipment No.	UN1701/1702	UN1801/1802	UN1901/1902	UN2001/2002	UN2101	UN2201/2202	UN2301/2302	UN2401/2402	UN2501/2502	UN2601	UN2701/2702	UN2801	UN2901/2902	UN3001/3003
Equipment Name	Butterfly Valve	Check Valve	Sluice Valve	Sluice Valve	Sluice Valve	Sluice Valve	Orifice Plates	Surge Tank	Compressor Unit	Chain Block	Drainage Pump Submersible Pump	Overhead Crane	Water Feed Pump	Motor Operated Butterfly Valve (Flow Control)
Specification	Diameter: 700 mm JS 18K	Diameter: 300 mm JS 18K	Diameter: 300 mm JS 18K	Diameter: 200 mm JS 18K	Diameter: 300 mm JS 18K	Diameter: 300 mm JS 18K	Diameter: 200 mm Stainless Steel	Capacity: 20 m ³	Capa.: 0.79m ³ /min Pressure: 1.4 Mpa	Capacity: 1 ton	Capacity: 0.5m ³ /min Head: 10 m	Capacity: 10m Span m L40 m	Capa.: 1.3m ³ /min Head: 50 m	Diameter: 700 mm JS 18K
Motor kW	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	2.2	-	11	1.5
Quantity	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2
Remarks												Ending		

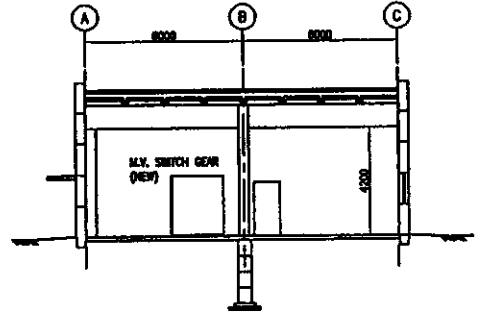
The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities in Ulaanbaatar in Mongolia
 Монгол Уул Уран Барилгын Штудийн Төв
 Upper Water Source Transmission Pump Station Flow Diagram
 図3-12 上流水源送水ポンプ場フローダイアグラム
 Scale: NONE
 Drawing No. 2-12



SECTION A - A

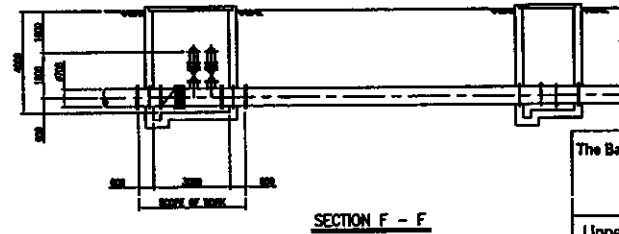
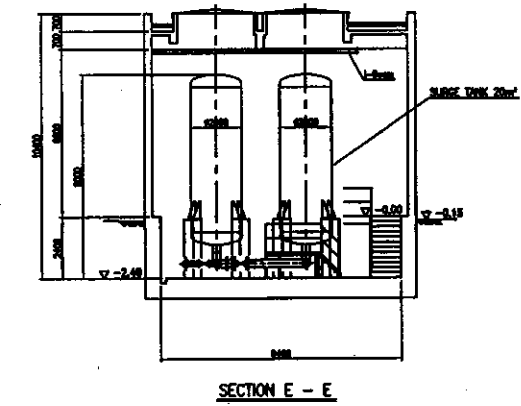
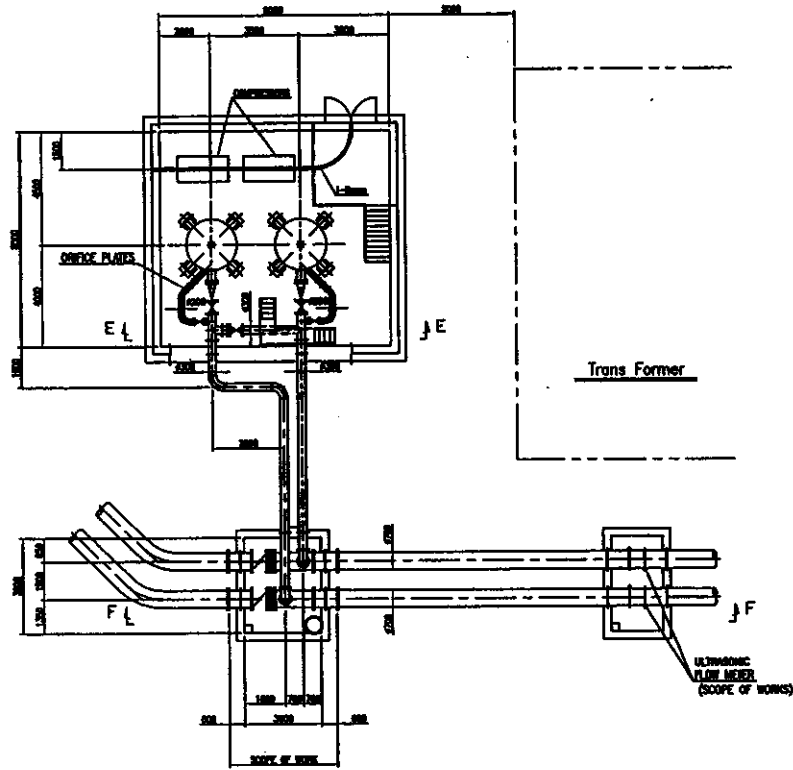


SECTION B - B



SECTION D - D

The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities in Ulaanbaatar in Mongolia モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査	
Upper Water Source Transmission Pump Station Plan and Section 図3-13 上流水源送水ポンプ場平面断面図	Scale: 1 / 200 Drawing No. 2-13



The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities
in Ulaanbaatar in Mongolia

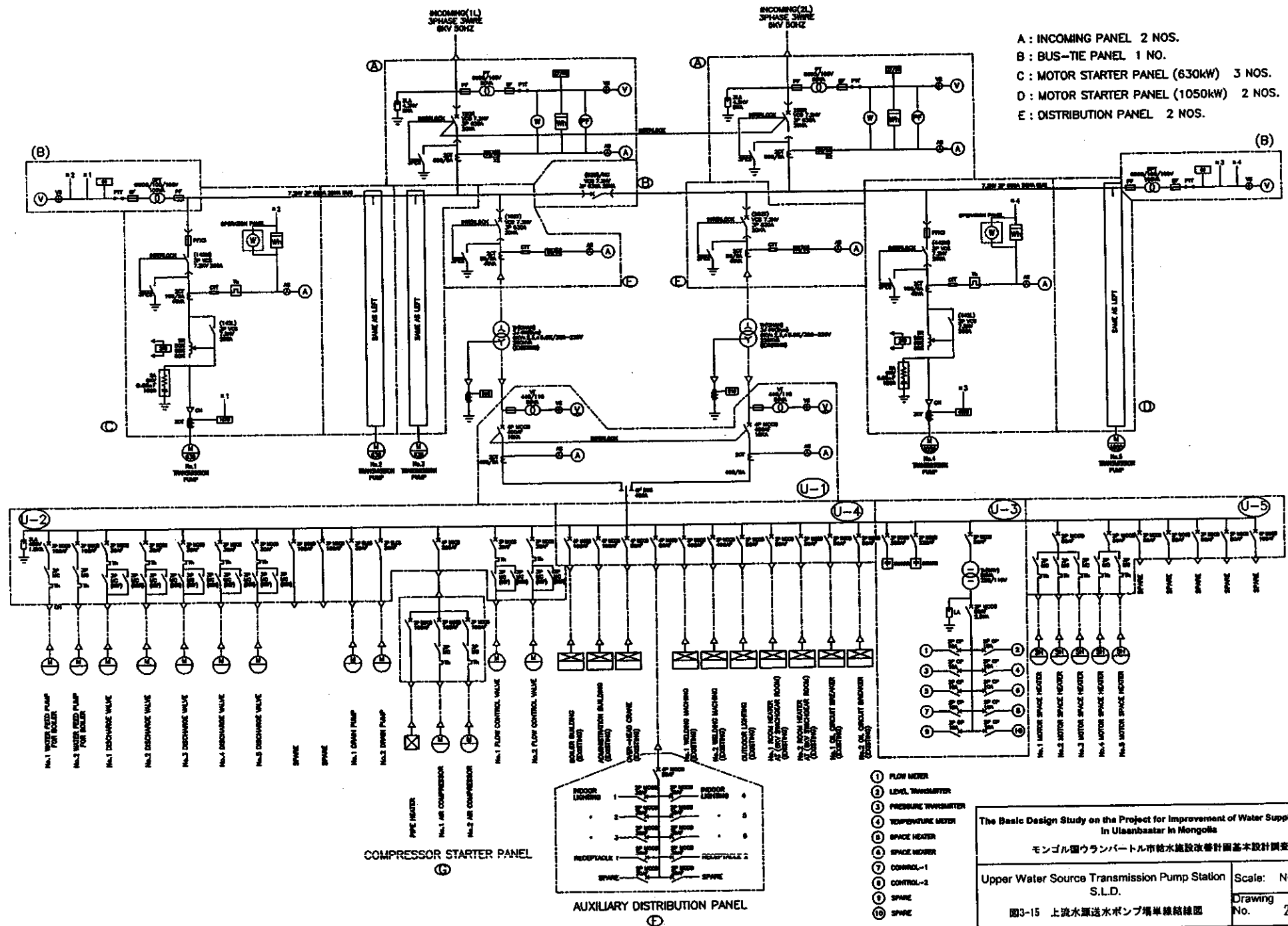
モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計書

Upper Water Source Transmission Pump Station
Surge Vessel Structure

Scale: 1/200

図3-14 上流水源送水ポンプ場サージベッセル室平面図

Drawing No. 2-14



- A : INCOMING PANEL 2 NOS.
- B : BUS-TIE PANEL 1 NO.
- C : MOTOR STARTER PANEL (630kW) 3 NOS.
- D : MOTOR STARTER PANEL (1050kW) 2 NOS.
- E : DISTRIBUTION PANEL 2 NOS.

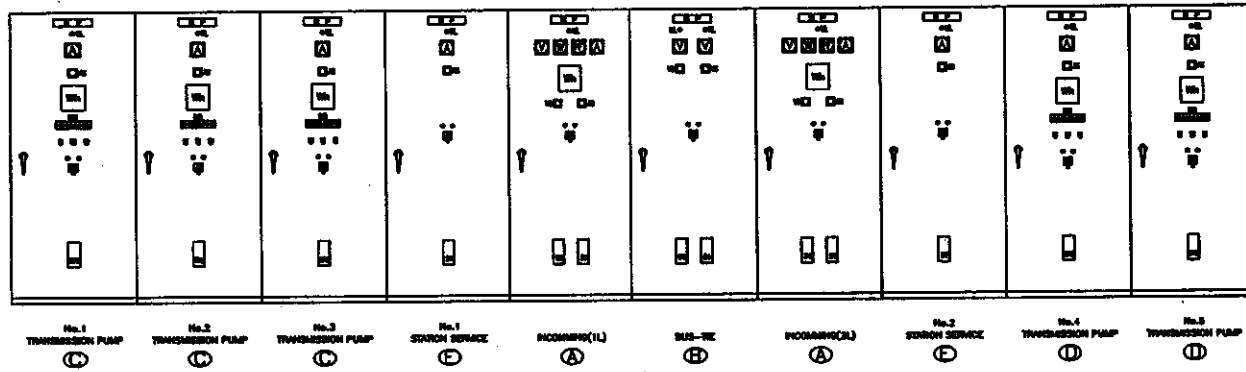
- (1) FLOW METER
- (2) LEVEL TRANSMITTER
- (3) PRESSURE TRANSMITTER
- (4) TEMPERATURE METER
- (5) SPACE HEATER
- (6) SPACE HEATER
- (7) CONTROL-1
- (8) CONTROL-2
- (9) SPARE
- (10) SPARE

The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities
In Ulaanbaatar in Mongolia
モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査

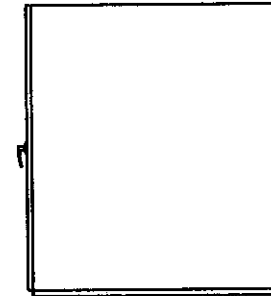
Upper Water Source Transmission Pump Station
S.I.D.

Scale: NONE

図3-15 上流水源送水ポンプ場単線結線図
Drawing No. 2-15



FRONT VIEW



SIDE VIEW

The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities
in Ulaanbaatar in Mongolia

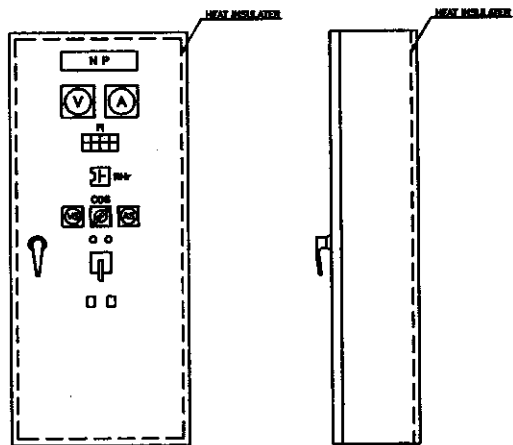
モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査

Upper Water Source Transmission Pump Station
MV Distribution Panel

Scale: NONE

図3-16 上流水源送水ポンプ増高圧配電盤

Drawing
No. 2-16

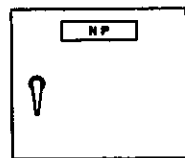


FRONT VIEW

SIDE VIEW

W-1

INTAKE PUMP STARTER PANEL 16 Sets



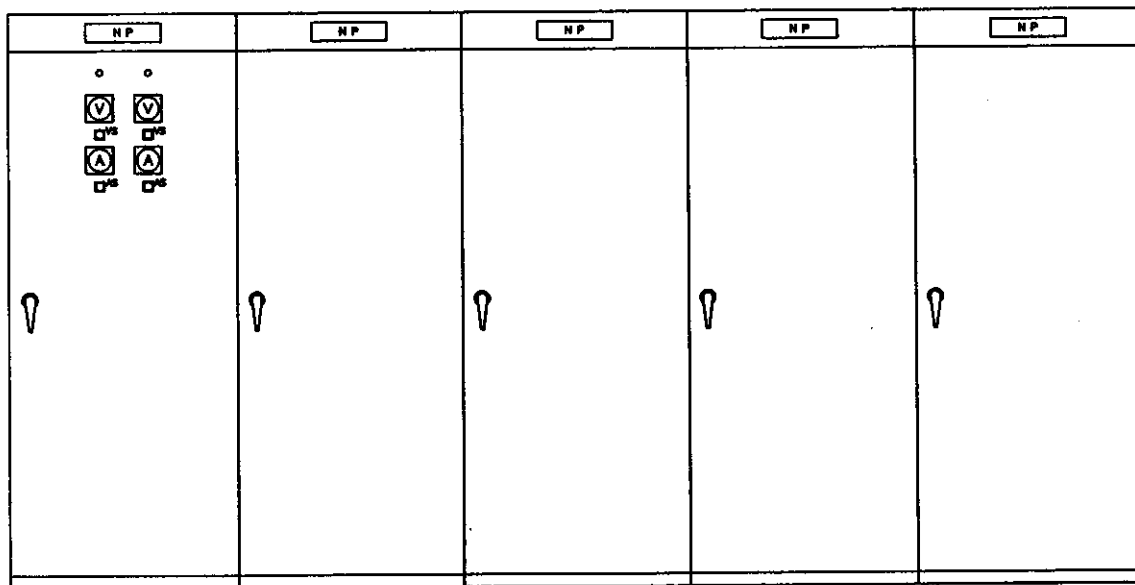
FRONT VIEW



SIDE VIEW

AUXILIARY DISTRIBUTION PANEL 1Set

E



INCOMING

SH MCCB

STARTER(1) U-3

STARTER(2) U-4

SC & LIGHTING U-5

U-1

U-2

FRONT VIEW

U-4

U-5

LV DISTRIBUTION PANEL 1 Set



SIDE VIEW

The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities in Ulaanbaatar in Mongolia

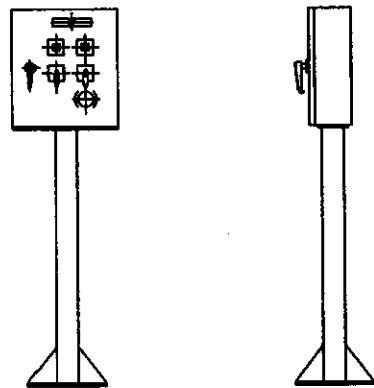
モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査

Upper Water Source Transmission Pump Station
LV Distribution Panel & Others

Scale: NONE

図3-17 上流水源地送水ポンプ場低圧配電盤 他

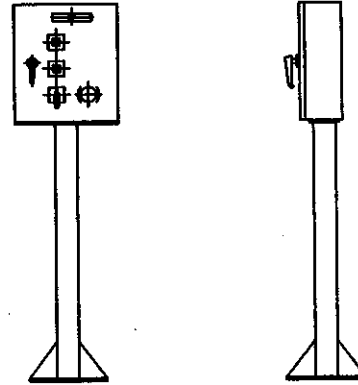
Drawing No. 2-17



FRONT VIEW

SIDE VIEW

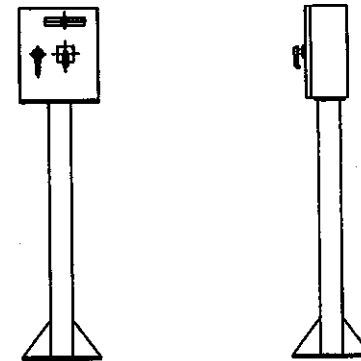
TRANSMISSION PUMP 5 Sets



FRONT VIEW

SIDE VIEW

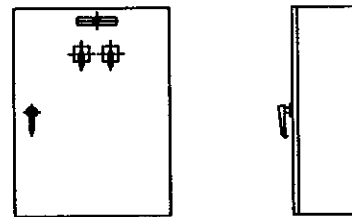
WATER FEED PUMP 1 Set



FRONT VIEW

SIDE VIEW

VALVE CONTROL 2 Set



FRONT VIEW

SIDE VIEW

AIR COMPRESSOR 1 Set



The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities
in Ulaanbaatar in Mongolia

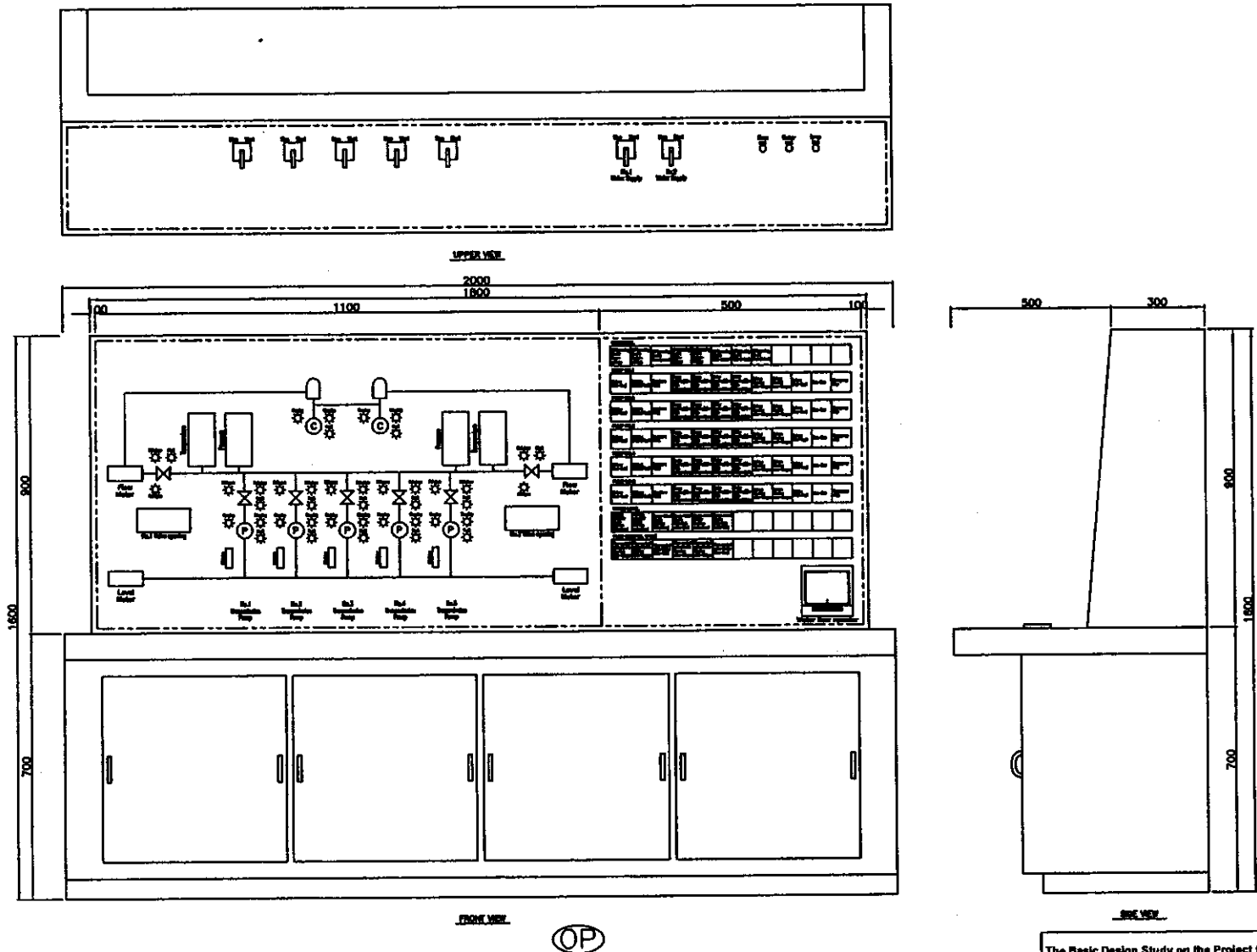
モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計図書

Upper Water Source Transmission Pump Station
Local Control Panel

Scale: NONE

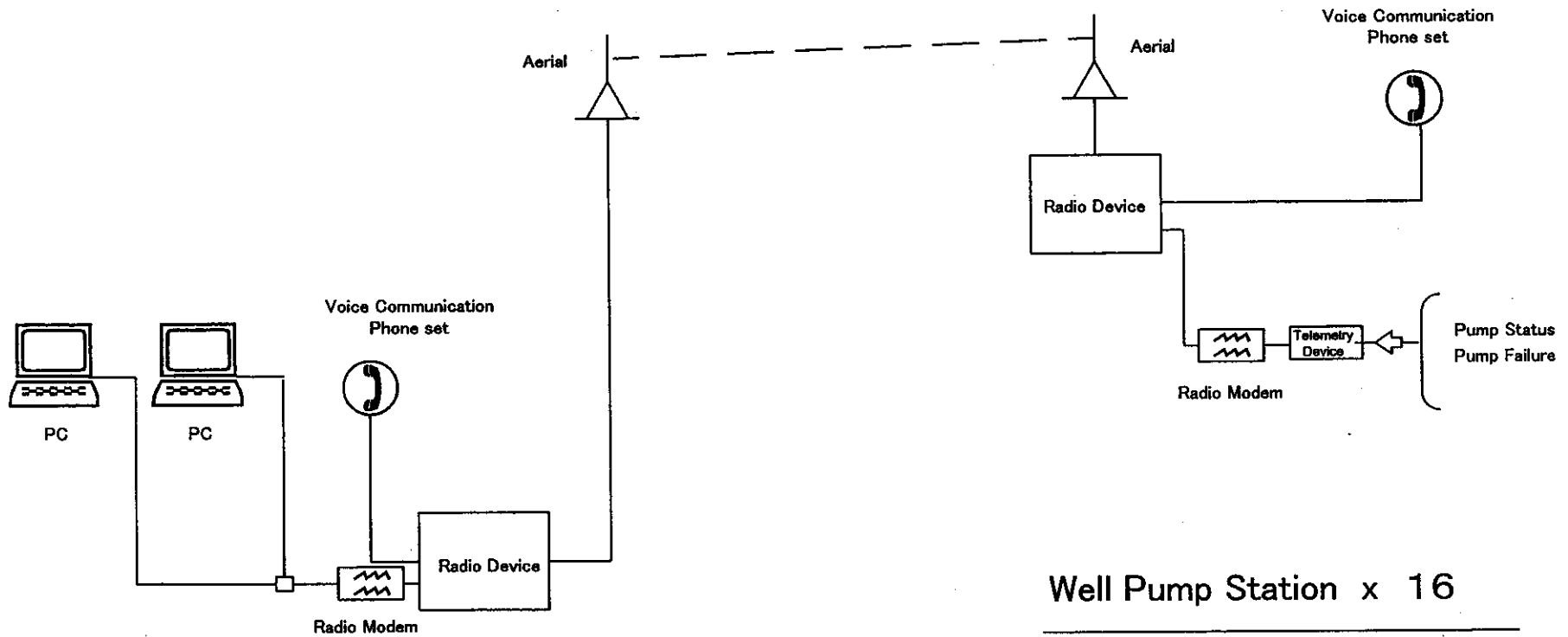
図3-18 上水水源送水ポンプ増設現場操作盤

Drawing
No. 2-18



OP

The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities in Ulaanbaatar in Mongolia	
モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査	
Central Water Source Transmission Pump Station Operation Panel	Scale: 1 / 25
図3-19 上流水源送水ポンプ場運転操作監視盤	Drawing No. 2-19



Upper Water Source Pump Station

Well Pump Station x 16

Upper Water Source Remote Control System

The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities
in Ulaanbaatar in Mongolia

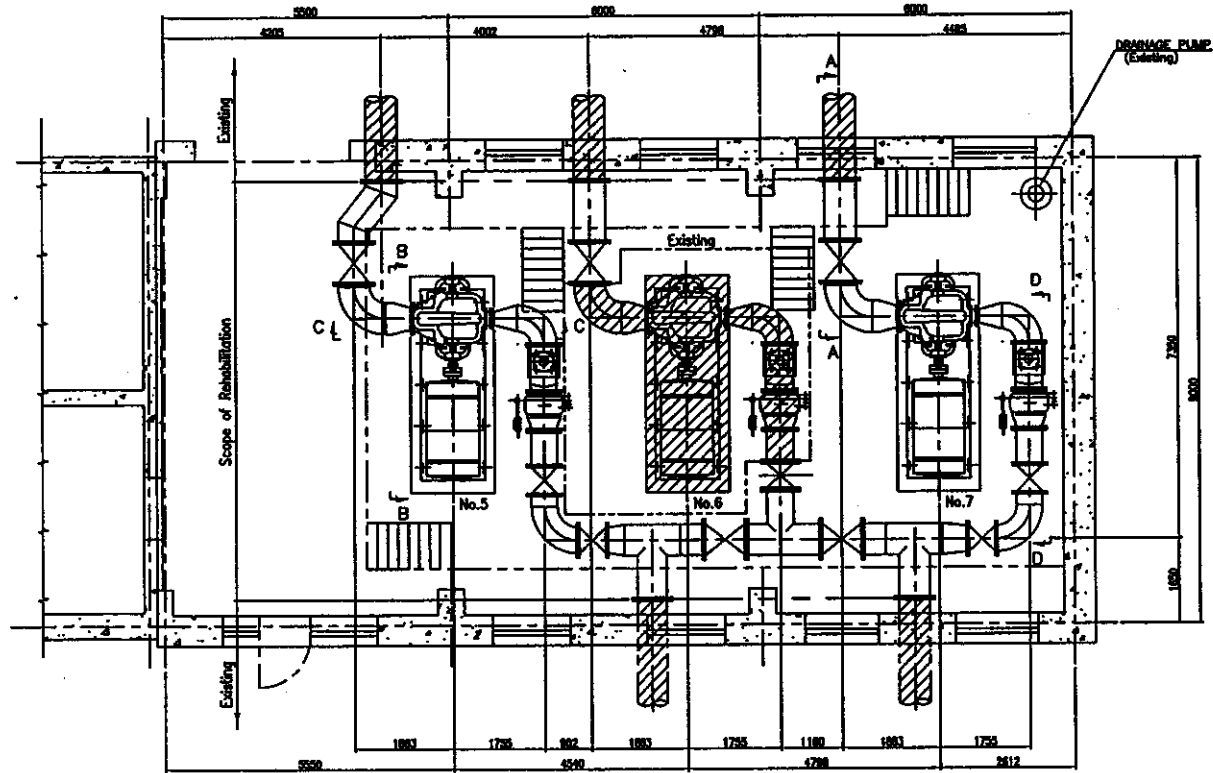
モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査

Upper Water Source
Remote Control System Diagram

Scale: NONE

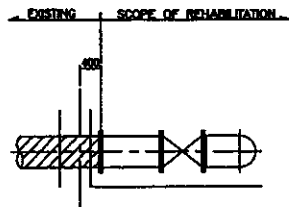
図3-20 上流水源遠隔操作システムダイアグラム

Drawing
No. 3-20



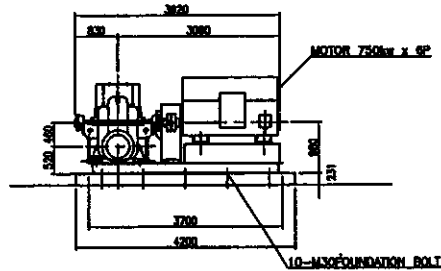
NEW DISTRIBUTION PUMP HOUSE PLAN

S=1/50



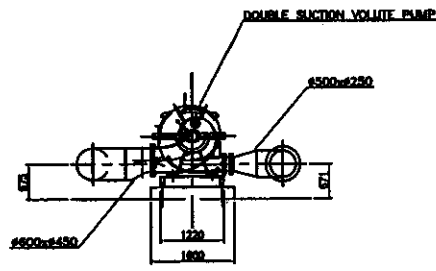
SECTION A - A

S=1/50



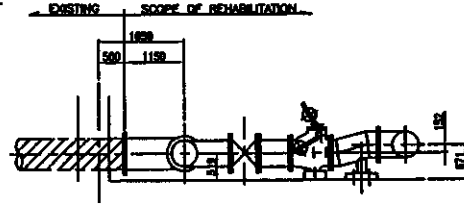
SECTION B - B

S=1/50



SECTION C - C

S=1/50

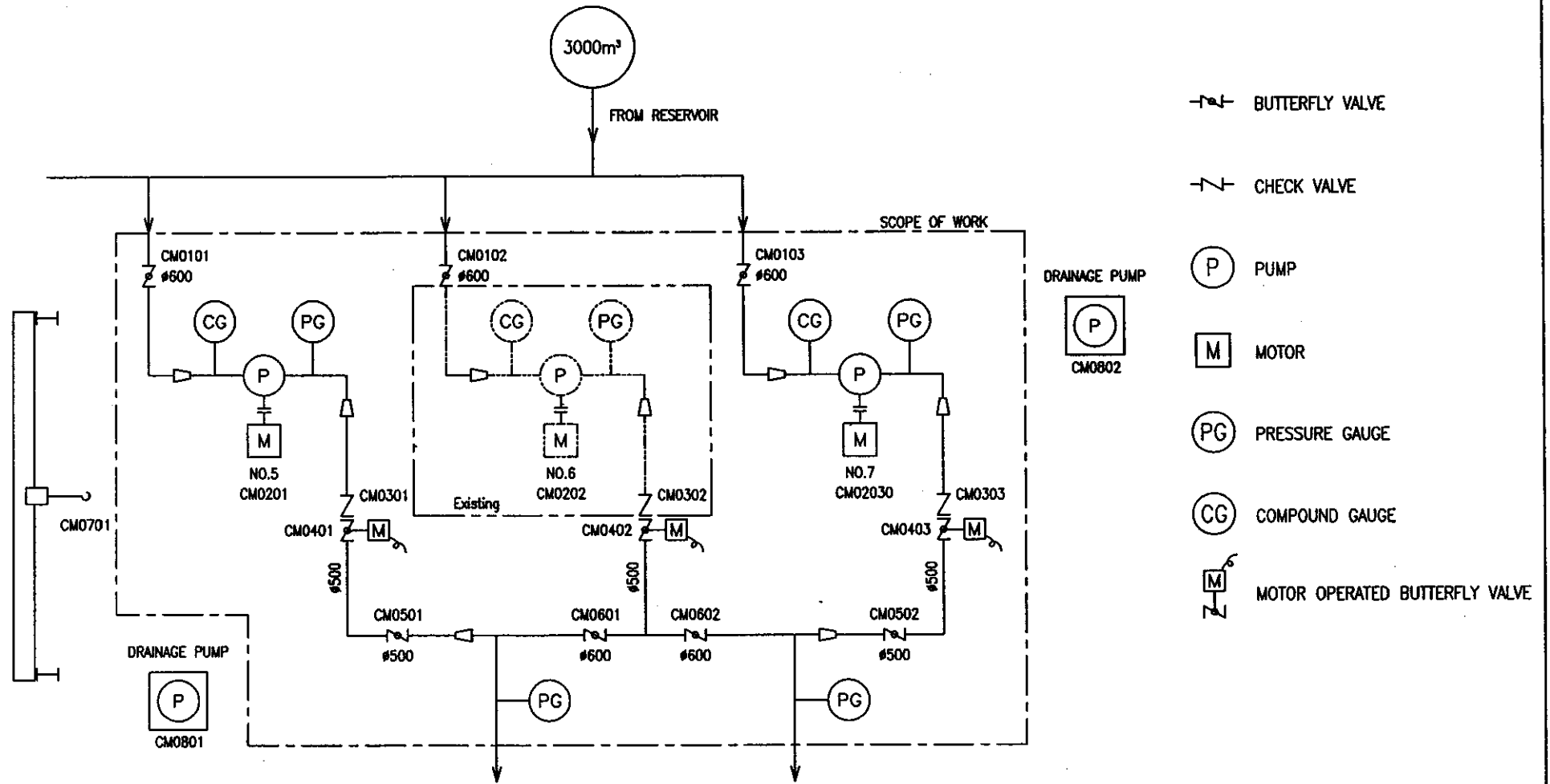


SECTION D - D

S=1/50

The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities
in Ulaanbaatar in Mongolia
モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査

Central Water Source Distribution Pump Station (New Facility) Plan & Section	Scale: 1 / 100
図3-21 中央水源配水ポンプ場(新施設)平断面図	Drawing No. 2-21

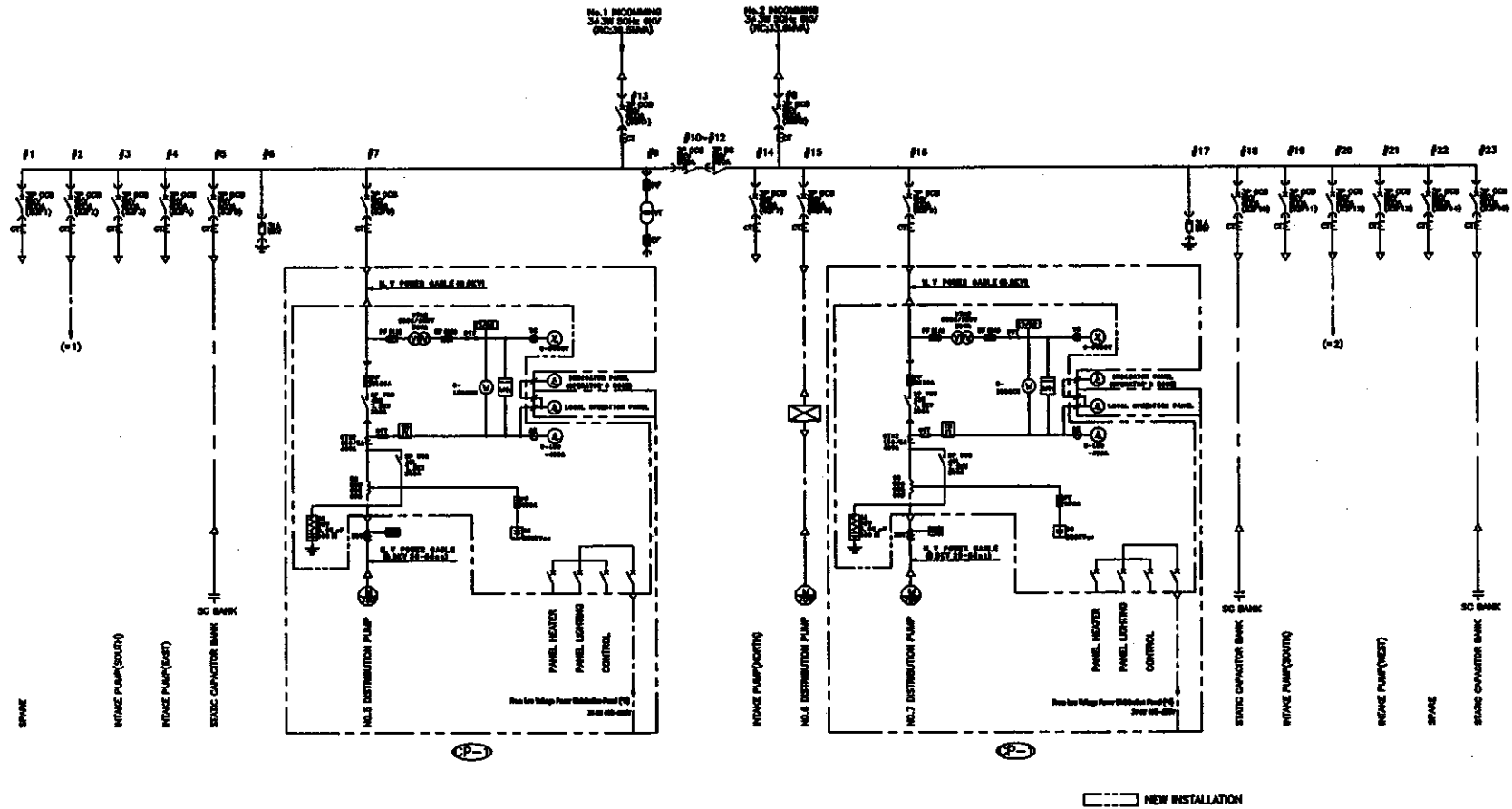


Equipment No.	CM0101/0103	CM0201, 0203	CM0301, 0303	CM0401/0403	CM0501/0502	CM0601/0602	CM0701	CM0801/0802
Equipment Name	Butterfly Valve	Double Suction Pump	Check Valve	Motor Operated Butterfly Valve	Butterfly Valve	Butterfly Valve	Overhead Crane	Drainage Pump
Specification	Diameter: 600 mm	Diameter: 600 mm Capacity: 2000m ³ /h Head: 100 m	Diameter: 500 mm	Diameter: 500 mm	Diameter: 500 mm	Diameter: 600 mm	Capacity : ton Span: m Lift : m	Diameter: mm
Motor kW	-	750	-	0.75	-	-	-	-
Quantity	3	2	2	3	2	2	1	2
Remarks		CM0202: Existing	CM0302: Existing				Existing	Existing

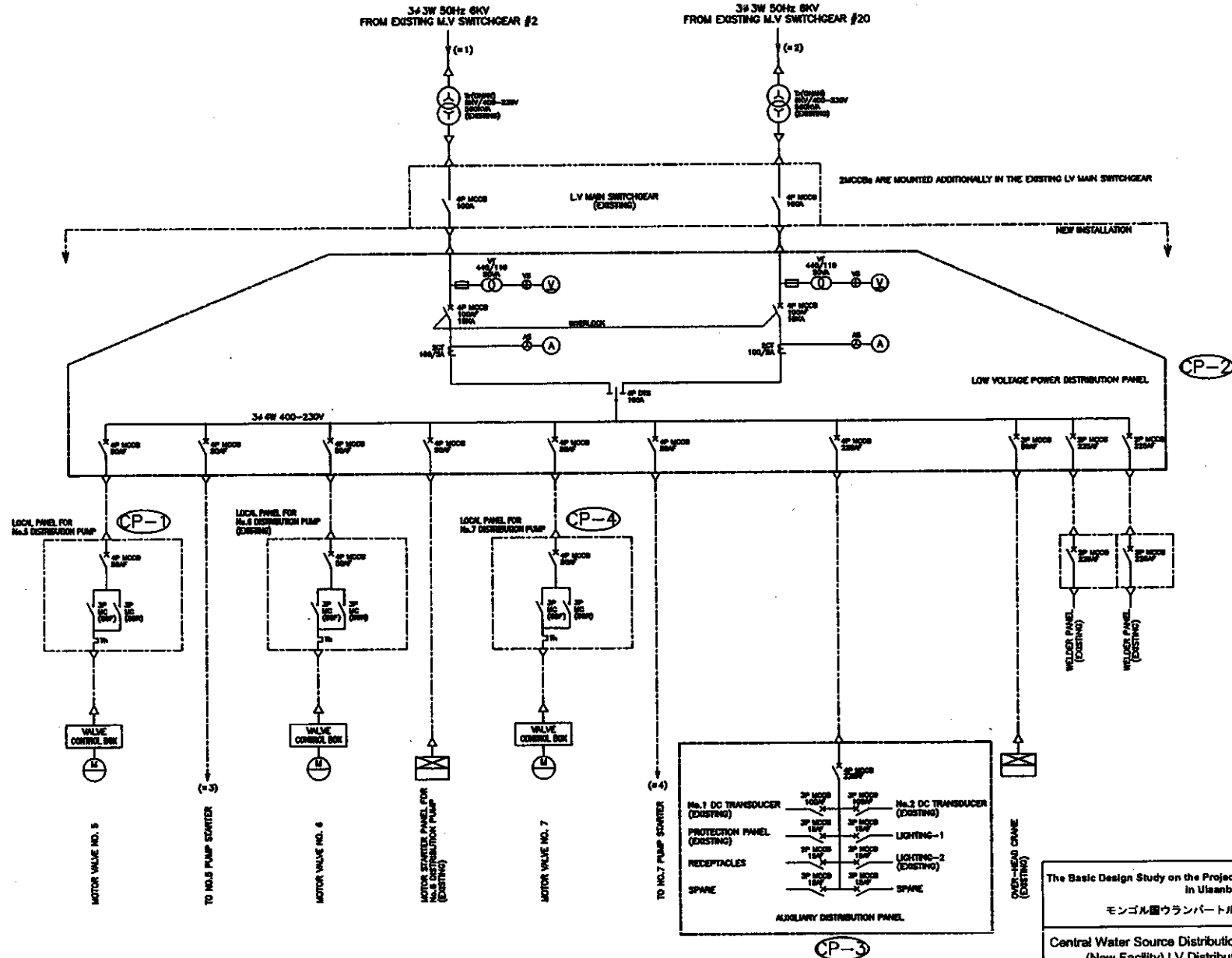
The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities in Ulaanbaatar in Mongolia
 モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査

Central Water Source Distribution Pump Station (New Facility) Flow Diagram
 図3-22 中央水源配水ポンプ場(新施設)フローダイヤグラム

Scale: NONE
 Drawing No. 2-22



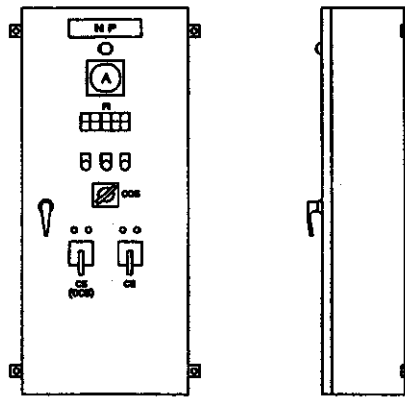
The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities in Ulaanbaatar in Mongolia モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査	
Central Water Source Distribution Pump Station (New Facility) MV Distribution S.L.D.	Scale: NONE
図2-23 中央水源配水ポンプ場(新施設) 単線接続図(高圧)	Drawing No. 2-23



The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities
in Ulaanbaatar in Mongolia
モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計図表

Central Water Source Distribution Pump Station
(New Facility) LV Distribution S.L.D. Scale: NONE

図3-24 中央水源配水ポンプ場 (新施設) 単機給電図 (配電) Drawing No. 2-24

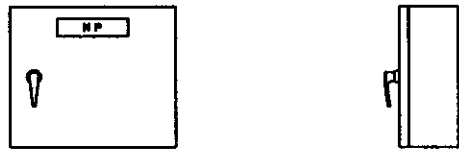


FRONT VIEW

SIDE VIEW

No.5, No.7 DISTRIBUTION PUMP LOCAL OPERATION PANEL 2 Sets

(P-4)



FRONT VIEW

SIDE VIEW

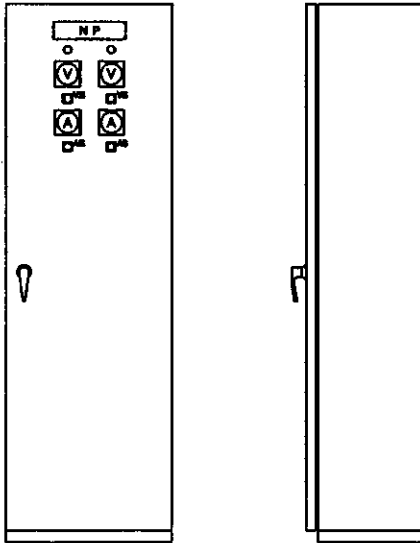
AUXILIARY DISTRIBUTION PANEL 1Set

(CP-3)



No.5, No.7 DISTRIBUTION PUMP EMERGENCY STOP PANEL 2 Sets

(CP-5)

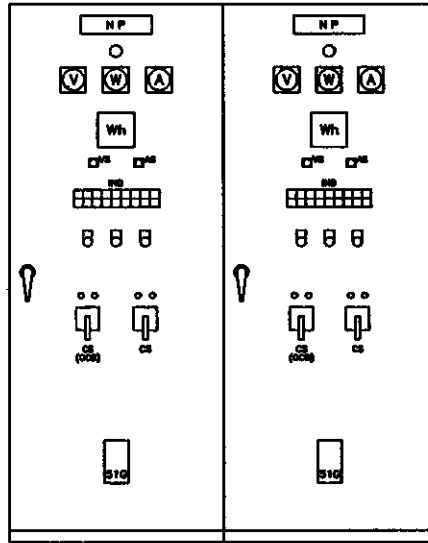


FRONT VIEW

SIDE VIEW

LV DISTRIBUTION PANEL 1 Set

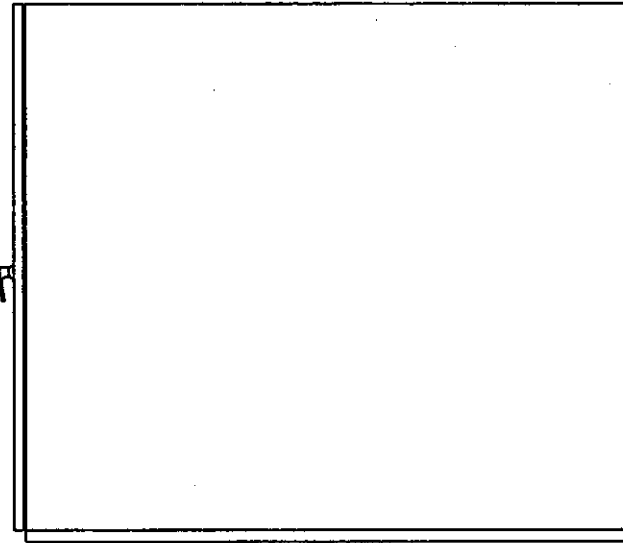
(P-2)



FRONT VIEW

MV. STARTER PANEL FOR PUMP No. 5 & 7

(CP-1)



SIDE VIEW

The Basic Design Study on the Project for Improvement of Water Supply Facilities in Ulaanbaatar in Mongolia

モンゴル国ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査

Central Water Source Distribution Pump Station (New Facility) Distribution and Local Operation Panel

Scale: NONE

図3-25 中央水廠配水ポンプ場(新施設)配電盤・操作盤

Drawing No. 2-25

3-2-4 施工計画 / 調達方針

3-2-4-1 施工方針/調達方針

モンゴル側の本事業の実施機関は、ウランバートル市監督下の USAG である。事業の実施体制を図 3-26 に示す。

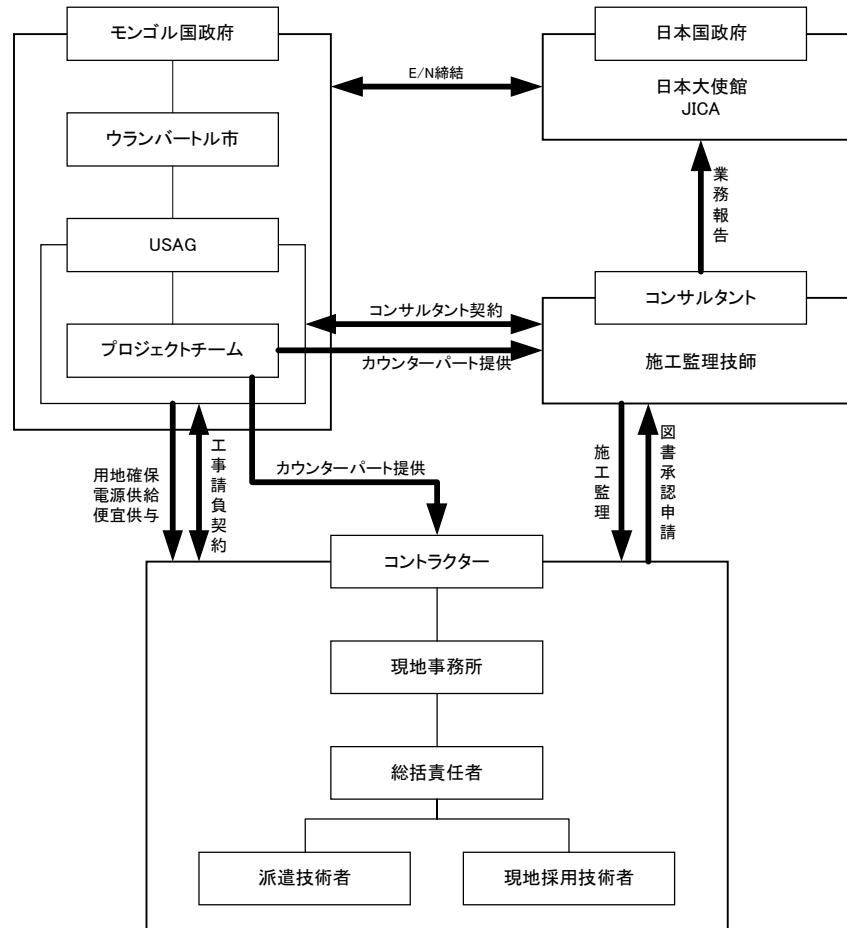


図 3-26 事業の実施体制

本事業は、詳細設計の段階から USAG に特別に設置されるプロジェクトチームが一貫して業務を担当するものとする。同オフィス内のプロジェクトチームの役割は次のものである。

- 本計画に対する USAG の窓口
- ウランバートル市やモンゴル国政府の関係部局との連絡・調整
- 本計画に関連する外部機関との連絡調整
- コンサルタントのカウンターパートとして設計・入札業務のとりまとめ
- 追加の調査・試験が必要な場合における要員の確保

日本のコンサルタントは事業を円滑に進めるために、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成させる。そのため、現地に施工監理技師を常駐させ工事全般にわたる USAG の代理人

として業務にあたらせると共に、さく井、土木、機械、電気等の専門分野技師を建設の進捗に応じて派遣して監理業務を行う。

本事業はさく井、配管及び機械電気設備の設置工事が主体であり、類似の建設工事の実績を持つ日本の一般土木工事請負業者を工事にあたらせることが適当と判断する。業者選定に当たっては、一般公開入札によるものとし、USAG と協議確認のうえ、入札参加業者に求められる資格及び選定基準を入札準備作業時に決定する。

工事実施に当たっては、日本側コントラクタからの技術者が常駐し、監督指導にあたる。モンゴル国の建設業は十分発達しており、下請けとして工事に当たらせても特に問題は生じないと考えられる。

3-2-4-2 施工上 / 調達上の留意事項

建設工事は、さく井、ポンプ小屋の建設、導水管の敷設で構成され、また送水ポンプ場の機械、電気設備の更新となる。現場事務所、資材置き場については上流水源ポンプ場周辺に十分な用地があり、USAG との協議により対応を図る。現地において労務者の雇用が可能な他、建設資材、建設機械も現地で流通しており、本計画の工事においては現地で十分対応できる。現地の建設業者は費目毎に下請けとして工事に当たらせる。

施工上の留意点は以下のとおりである。

11 月から 3 月の 5 箇月は、平均気温が 0 以下になるだけでなく、最低気温が -10 を下回り、屋外工事は不可能であるためこの時期を除いた施工計画とする。

年間降水量は約 300mm と少ないが、10mm/日以上 of 降雨日については施工不能として効率の低下を見込む。

井戸開発予定地はテレルジ自然保護地区に隣接しているため、施工工法については環境部局と綿密な協議を行い、環境面にも配慮した工法を採用する。

井戸開発予定地は河川敷であり玉石が多数出現することから、これを考慮したさく井機の選定を行う。また施工期間が限定されることから、さく井機の調達事情に十分留意する。

井戸開発予定地は、ウランバートル市中心部から約 40km の位置にあり、労務者の調達、資機材の輸送にはこれを考慮する。

導水管、井戸ポンプやサージベッセル室等の建設には、冬季の凍結、凍上、結露を十分考慮して設計するだけでなく、コンクリート打設時に気温が低下する事態も想定した対策を行う。

送水ポンプ施設の更新については、施工中でも送水停止時間を極力抑えるよう考慮する。

導水管建設予定地は地下水位が高くまた透水性が極めて高いため、排水について考慮する。

コンクリートは現地練りが予想され、品質管理に特に留意する必要がある。

さく井工事、ポンプ据付工事・試運転、溶接検査等には、日本からの技術者を派遣して十分な監督の下に実施する。

VAT 等の税については、所定の手続きにより免税となる。

3-2-4-3 施工区分 / 調達・据付区分

本計画の事業実施に伴う日本国側、モンゴル側双方の負担工事区分については、ミニッツで表のように規定されている。

これに逸脱することの無いよう、細部について現地側と協議、確認した施工区分を表に示す。

表 3-20 施工区分

項目	種類	モンゴル国	日本国
井戸ポンプ設備の保温材の 機材調達（既設 39 井および 新設 16 井）	調達：現場（USAG）ま での運搬		
	据付工事		
井戸及び導水管の建設	資機材調達		
	建設工事		
	据付		
	用地の取得		
	フェンスの設置		
	送電線の整備（新設分）		
	EIA 等許認可の取得		
送水ポンプの更新	ポンプの撤去・処分		
	調達		
	据付・調整		

表 3-21 両国政府の主な分担事項

番号	項 目	日本 (無償資金協力)	モンゴル国
1	土地取得		●
2	建設予定地伐採・整地・埋立		●
3	建設予定地にゲート・フェンス設置		●
4	駐車場設置	●	
5	工事中道路の建設		
	1) 用地内	●	
	2) 用地外		●
6	施設建設	●	
7	電力・水道・雨水排水・その他付帯施設の建設		
	1) 電 力		
	a. 用地までの送電線		●
	b. 用地内配線	●	
	c. プレーカー及び変圧器	●	
	2) 水 道		
	a. 配水本管から用地への接続管		●
	b. 用地内配管 (受水槽・高架水槽)	●	
	3) 雨水排水		
	a. 排水本管への用地から接続管		●
	b. 用地内配管 (トイレ、生活排水、雨水排水、その他)	●	
	4) ガ ス		
	a. 本管から用地への接続管		●
	b. 用地内配管	●	
	5) 電 話		
	a. 用地内事務所から電話配線パネルまでの接続線		●
	b. 事務所内配線	●	
	6) 家具・設備		
	a. 一般家具		●
	b. 事務所用設備	●	
8	B/A に基づく以下の手数料の支払い		
	1) A/P 手続き手数料		●
	2) 支払い手数料		●
9	被援助国荷揚げ港での陸揚げ・通関手続き		
	1) 日本から被援助国への製品の海上(飛行機)輸送	●	
	2) 港での輸送品に対する租税免除及び迅速なる通関		●
	3) 国際港から計画対象地までの国内輸送	(●)	(●)
10	認証された契約に基づいて供与される日本国民の役務について、その業務の執行のための入国及び滞在に必要な便宜供与		●
11	契約に基づき調達される製品及び役務のうち、日本国民に課せられる関税、内国税及びその他課徴金の免除		●
12	無償資金協力で調達される機材が、当該計画実施のため適正かつ効果的に使用され、維持管理されるために必要な費用		●
13	無償資金協力対象外調達機材の、据付等に必要となる費用		●

(B/A：銀行取極、 A/P：支払授權書)

3-2-4-4 施工監理計画 / 調達監理計画

本計画は基本設計調査業務の完了後、日本国政府の閣議決定を経て、日本国とモンゴル国の両政府間の「本計画に係る無償資金協力に関する交換公文(E/N)署名」により始まる。

1) 詳細設計

基本設計調査の結果に基づいて、日本国政府が無償資金協力の実施を決定した場合、モンゴル国政府との間で交換公文の署名(E/N)がなされる。その後、コンサルタントはモンゴル国側と契約を結び、日本国政府の認証を得た後詳細設計を実施する。詳細設計の開始時に現地にて測量等を含み詳細な現地調査を実施し、帰国後国内にて設計作業を行い、事業費積算及び入札図書を作成する。

2) 入札業務

入札図書は、総て USAG の承認を得るものとし、承認取得後、直ちに入札作業を行う。

- a. 入札公示から 1 週間の準備期間を設けて入札参加者からの入札参加申請書を受理する。
- b. 入札参加申請書の受理後、遅滞なく入札参加資格の審査を行う。
- c. 入札参加適格者に入札図書を配布した後 1.5 箇月の準備期間を設け、関係者立ち会いのもとに入札を実施する。
- d. 入札最低価格提示業者を本案件の契約業者として USAG に推薦し、公示請負契約締結の推進を行う。

3) 施工監理

現地工事は、井戸掘削工事、配管工事、機械・電気設備工事と多岐にわたる。日本より派遣する技術者としては、常駐監理を行う土木技術者 1 名の他、土木技術者（さく井、管路、構造物等）、機械、電気の各分野において、主要施設工事の進捗に応じてスポット監理として、数回にわたり技術者の派遣を行う。また、コンサルタント常駐管理者の補佐役として、現地技術者を雇用する。

施工監理に当たっては、USAG 及び日本側施工者と綿密な打ち合わせのもとに業務を実施する。さらに JICA モンゴル事務所及び JICA 本部への定期報告を厳守するものとする。

3-2-4-5 資機材等調達計画

1) 調達先

無償資金協力における調達先適格国は原則として日本国または被援助国である。本事業に必要な資機材は、可能な限り現地調達を行うものとするが、現地調達が不可能な資機材あるいは品質仕様等が現地調達材では適合しないもの、および流通量あるいは価格の面で供給・購入が安定的に行われていないものについては、費用対効果や維持管理性、自立発展性を考慮し、日本もしくは第 3 国より調達することを基本方針とする。ここで第 3 国としては、隣接したロシア、韓国、中国および OECD 加盟国が対象となる。

ロシア製品は USAG から品質的な信頼を得ているものの、納期については十分余裕をみなければならぬと考えられている。例えばケーシングについては在庫がある場合で 2 箇月以上、在庫がない場合は 6 箇

月以上を納入に要するため、施工期間が限定される無償資金協力において採用することはできない。

ロシア製品以外では、安価な中国製品が使用されており、韓国製品はほとんど流通していない。一方、特殊機器については一部 OECD 加盟国製品の使用も始まっている。中国製品は安価なため使用されているが、品質についての信頼感が乏しいため相手先は希望していない。この原因は、鋼管の縦方向の溶接強度や計測機器の精度などでトラブルが発生しており、カタログ通りの仕様が満足されていないことに不信感を抱いているものと見られる。

a. 土木資材

鉄筋、セメント、骨材等の土木資材についてはモンゴル国内で十分流通していることから、現地調達としても問題ないと判断し、モンゴル国内での調達とする。

b. 配管材

今回プロジェクトで使用する鋼管は特殊なものではないため、基本的な仕様を満たせば生産国を限定する必要はない。内外面塗装等の仕様を考慮し、第3国からの調達も考慮する。

c. 井戸関連機材

ケーシング、スクリーン、水中ポンプについては、過去は旧ソ連製のものが多く使用されているが、納期面で問題がある。在庫が有る場合は2箇月以上、無い場合は6ヵ月以上を要するため、無償資金協力において採用することは妥当性に欠ける。中国製品については、品質、納期、アフターケアについては問題があるとのことで、現地における採用実績がほとんどない。一方、日本製品については前回事業において導入され、その品質、耐久性等において信頼が得られている。

これらは井戸の能力を決定する重要な機材であり、その信頼性について十分留意する必要がある、日本製を採用する。

d. 送水ポンプ場関連機材

ポンプについては、前回事業においてその信頼性、維持管理性、経済性（エネルギー効率）の高さが評価され、日本製を前提として要請されている。USAG は精肉工業水源でデンマーク製、工業水源で中国製を使用しているがこれらはトラブルの発生や効率が悪い、信頼性の高い日本製ポンプへの要求は高い。

送水ポンプは、ウランバートル市水道システムの中核をなす重要な機器であり、総合的な評価の結果、日本製を採用する。一方、今回新設する16井の取水ポンプを送水ポンプ場から遠隔操作（ON/OFF）する無線設備については OECD 加盟国製品を採用する。

e. 調達機材

保温材（パイプヒータ）については、仕様を満たす製品は日本、欧米で製造されているが入手が容易な日本製とする。被覆材はモンゴル国で調達可能である。

表 3-22 調達区分

区分	名称	調達先		
		モンゴル	日本	OECD加盟国
土木資材	セメント、骨材・レンガ、鉄筋等			
配管材	鋼管			
井戸関連機材	ケーシング スクリーン 水中ポンプ 電気機材 深井戸用			
送水ポンプ場 関連機材	ポンプ バルブ 電気機材 遠隔操作設備 950m ³ /hr 1,900m ³ /hr			
調達機材	保温材（パイプヒータ） 被覆材			

2) 納入・保管場所

調達機材の納入場所は、上流水源送水ポンプ場とする。

3-2-4-6 ソフトコンポーネント計画

今回の無償協力プロジェクトにより、2010年までの水需要に対し安定的に水供給が出来る施設整備が行われる。水供給量の増加は料金収入の増加にもつながり、これを原資としてUSAGの経営を安定させるために、適切な経営強化を図る必要がある。このためには、新たに建設する施設と既存の施設を効率的に、且つ一体として運営管理を行い適切な水供給を行う必要がある。

また、今回建設する施設の効率的な利用および市街地近郊での水源開発可能地域が減少していることにより、水需要量のコントロール及び既存水源の保全が必要となる。このための計画的な漏水調査、生活用水・業務用水等水使用者による無駄水の減少、水源地域汚染防止のための啓蒙活動および水質モニタリングを行うことが重要である。

これらの施策はUSAGの自立発展に供するものであり、それを支援するためには具体的に以下のソフトコンポーネントが有効となる。

- ・ 経営強化
- ・ 施設の運営管理
- ・ 漏水調査
- ・ 水質モニタリング
- ・ 住民啓蒙活動

(1) 背景

1) 経営強化

現状の財務会計は2000年以降、総支出額が総収入額を上廻り帳簿上赤字経営となっている。この解消のために世界銀行はUSAGに対し料金値上げを薦め、USAGも料金値上申請を行っているが却下もしくは許

可される値上げ幅が小さく十分ではないという状況にある。

この原因は料金申請を審査する側が、消費者（弱者）保護及び政策的に値上げを認めないことに起因している。一方、USAG も料金算定のための要因分析が不十分な面もあり説得力に欠けていると考えられる。即ち、サービス水準と絡めた人件費の削減方法、減価償却方法（無償で建設した施設の取り扱い）、水源開発費用の負担（市か USAG か）、維持管理費、配管整備費、未集金の取り扱い方、拡張するゲル地域への給水に伴う費用の増加、借款の返済等を考慮した料金設定を行う必要がある。これらの考え方、補助金の有無、サービス、施設整備のレベルを考慮した種々の料金の算定を行い説明することにより、適正な使用料の設定が可能と考えられる。また、現在、通産省鉱物資源局が行っている水源調査後の施設建設の費用分担についても、早めに USAG としての意見を出すことも必要である。

そのため料金シミュレーションモデルを策定し、種々のケースを判断することが有効となる。料金シミュレーションモデルを策定することにより、各項目の意味・意義を理解でき、対応策を検討することにより、適切な経営を考えることができるようになる。

2) 施設の運営管理

上流水源の水は取水後送水ポンプによりザフサリン配水池へ送水し、貯留、減圧を行ってから市街地に配水するように計画されていた。施設の完成後通水したところ、配水池流入部のバルブは配水池水位が最高水位(HWL)になっても作動せずオーバーフロー管より水が越流し、付近の道路が冠水する事故が発生した。事故原因としてはバルブの不作動とともに、およそ 30km 離れた上流水源送水ポンプ場への通信手段が無く、配水池水位が上流水源ポンプ場では確認できず、適切なポンプ運転が出来ないシステムとなっていた事に起因する。

現在は、ザフサリン配水池を経由させずに直接市街地に給水しているが、上流送水ポンプ場からの水は水圧が高いため多量の水を送水する事が出来ず、計画水量の 30%程度の水しか供給出来ない状況となっている。このような状況を改善するため、世銀のプロジェクトにより流入弁の改良、無線によるザフサリン配水池の水位情報を上流水源ポンプ場に連絡する設備工事が進められている。（2003 年 12 月完成予定）

施設の完成後、水需要の変動に伴うザフサリンの水位を見ながら、上流送水ポンプの運転、55 井の井戸の運転を行う必要がある。これらの運転は全て手動により行われること、ザフサリンの配水池容量が送水量（日最大 90,000m³/日）に比較し 6,000m³ と小さいため、井戸、送水ポンプの綿密な連携運転が必要となる。これらの運転は、通常運転、事故時の対応、予測運転（機器の始動、停止時間及び水需要の変動等を考慮）が必要となり、種々のケースに対応した最適なポンプ運転指針が必要である。

一方、ウランバートル市の水源はすべてトーラ川の伏流水で上流より上流水源、中央水源、工業水源、精肉工場水源がある。

これら水源は以下のような状況にある。

- ・各水源により取水、送水コストが異なる
- ・工場水源の井戸の一部にフッ素が許容量以上に含まれる
- ・精肉工場水源は硝酸性窒素が全ての井戸水に含まれている。（水質汚染の進行）

現在これら各水源においては配水圧（送水圧）をもとに独立した運転が行われている。水需要の予測（週

間変動等)を行い、コスト、水質を考慮した水源の選択運転(各水源の稼働率のウェイト付け)指針が必要となっている。運転指針を整備することにより機器の故障、水質事故等への対応も可能となる。

3) 漏水調査

USAGでは工事部門に漏水調査チームを持っており、漏水調査、管路探知、流量測定調査などの業務を行っている。漏水調査は地上に水が出ている箇所や水圧が低下している箇所などについて対症的に行われているのみで、計画的な調査は行われていない状況にある。漏水調査機器は、簡易音聴棒、漏水探知器、相関式漏水探知器、鉄管・ケーブル探知器等を有しており、調査機器の基本的な操作はできているが、現地に合った応用技術が不十分なものがある。また、漏水の基本技術(水圧と漏水の関連、漏水の復元等)の知識不足もあり、技術者の養成はスムーズに行われていない。

漏水調査について、埋設深度が2.5mから5m程度と深いため路面上から探知することは困難であり、簡易型はほとんど使用されていない。調査では、主に相関式漏水探知器によって漏水位置を探知しているが、修繕のために掘削しても漏水がないこともある。これは技術的な面に加え以下の理由も考えられる。

- ・ バルブやCTPへの分岐部にマンホールピットがあるが、この間隔が長すぎる場合やあっても管理が不十分で調査に使用できないところがある。
- ・ 管路図及び管路の付帯情報の整備が不十分である。

以上より、漏水の基本技術知識、調査の応用技術、調査のための管路図等の整理方法および調査結果を整理する方法についての修得が必要である。

4) 水質モニタリング

ウランバートル市の水源は全て地下水であるが、極めて透水性が高い地質であるため表流水が汚染すると地下水は短時間で汚染される。アパート、工場に対しては下水道が整備され、汚水は処理された後に水源地域よりも下流に放流されるシステムであるが、市街地の周辺部に急速に拡大しているゲル地域からの汚水による汚染が懸念されている。

ウランバートルの人口は2010年過ぎには百万人に達すると予想されているが、その概ね50%がゲル地域に居住すると考えられている。現在のところゲル地域では水使用が少ない(平均6L/人日)が、世銀の援助によりこの地区への水供給が改善されると25L/人日にまで増加すると予測されている。しかもこれら汚水の増加による汚濁負荷量を削減する対策は今のところ考えられていない。

このような状況の下、今回開発する上流水源はウランバートルより上流であるため汚染の可能性は少ないが、市の中央の中央水源、下流部に位置する工業水源、精肉工場水源については汚染される可能性が高い。USAGは上下水道の水質を分析しており、知識、技術については一定のレベルに達しているが、その一方、ウランバートルでは環境行政により排水はすべて下水道へ接続されることになっており、環境モニタリングについての認識は高くない。こうした状況を踏まえ、USAGが供給する水道水質を維持するために水質モニタリング技術向上のためのソフトコンポーネントが必要である。

5) 住民啓蒙活動

ウランバートル市の水道は、長く使用水量に関係なく定額制の料金体系をとってきた。このため、水使用者に節水という観念が無く、また、水栓が壊れても修繕せずに使用してきた。しかし、近年人口増加に伴い水の逼迫や水源開発に費用がかかることおよび水源であるトーラ川の伏流水開発は量的に困難となりつつあることより、USAG および水を直接住民に供給している OSNAAG により節水キャンペーンが行われている。さらに、逓増料金制度の導入及びメータの設置が進められている（メータはアパートの1階部分に設置し、同列の階数分の世帯を1つのメータで計る方式）。また、各戸メータ設置（メータの購入、設置は個人負担）を促す目的のために水道料金を安くするという制度がとられていることもあり、個人でメータを設置する世帯も増加している。このような努力により1人当たり水使用量は減少している。

一方、今までの節水キャンペーンは、主眼がメータ設置に置かれ水道の本質、節水の重要性等の衆知が充分ではなかった。今後はトータル的に水道というものを理解し、節水の意義、必要性を衆知することが重要で、USAG に対しキャンペーンの手法、教材の作成支援を行うことが必要となる。また、水源域の河川敷に建設土やごみの投棄、放牧が行われており水源保全に対する理解も低いため、水源保全についても衆知徹底が必要である。

(2) 成果

1) 経営強化

料金算定のシュミレーションモデルを作成することにより、以下の成果が期待できる。

- ・ 料金を決定する要因の意味・意義が理解できる。
- ・ 料金値上げに対し、適切な説明ができる。
- ・ USAG の経営について検討する資料となる。

2) 施設の運営管理

上流水源は新旧の井戸を合わせた55井が稼動することになる。これと無線で伝えられるザフサリンの配水池の水位を見ながら、送水ポンプの運転を行うことになる。必要送水量により、井戸の運転本数、送水ポンプの運転方法について効率性を考慮したマニュアルの作成を行う。

また、既存の水源（中央、工業、精肉工場水源）の取水、送水コストは異なるとともに、水質の汚染状況も異なっている。水源水質、経済性及び水需要量を考慮した最適な施設の高効率運転マニュアルの策定を行う。これらにより以下の成果が期待される。

- ・ 上流水源井戸の運転本数、送水ポンプ場と送水先のザフサリン配水池の適切な運転・管理ができる
- ・ 既存の水源（中央水源、工業水源、精肉工場水源）との連携を考慮し、効率的な運転ができる
- ・ 各水源の水質事故、機器故障の際適切な対応が取れ、安定した水供給ができる

3) 漏水調査

漏水に係る基本技術書および計画的な漏水調査計画書の作成を行う。これにより以下の効果が期待される。

- ・ 漏水調査および対策技術の向上
- ・ 計画的な漏水調査の実施。これにより計画的な漏水防止工事の施工が可能となる。

4) 水質モニタリング

以下の内容を含む水道水質管理計画が策定される。

・ゲル排水モニタリング計画

水源水質保全の観点から、効果的な水質指標が設定される。

効果的なモニタリングポイントが設定される。

水源との重要度を勘案してサンプリング・分析頻度が設定される。

モニタリングデータの蓄積により、水質項目相互の関連や分析地点相互の関連を統計的に解析し、効果的なモニタリング計画を策定するための考え方が導入される。

モニタリング地点と各水源を関連づけた、水質レベルと対応策が設定される。

・水源、供給水モニタリング計画

以下の観点から、既存の手法をレビューし再構築する。

水質項目、頻度、位置

USAG 試験室の効率的運用と外部委託

・フィードバック計画

以下の項目についての対応方法（案）が示される。

取水計画への反映（一部水源の取水停止等）

OSNAAG 等下流（末端）側機関との連携

環境部局との連携方法

5) 住民啓蒙活動

新たな水源開発により増加した水量を有効に利用するために、無駄水の減少が急務となっている。このため、節水の重要性を広く衆知する必要がある。USAG がこれらを水使用者に理解させるための手法や広報内容等についてのマニュアル作成を行う。また、水源であるトーラ川の伏流水の水源保全は水質保護の面からも重要であり、その保全方法等については既存の資料を紹介する。これにより以下の効果が期待される。

USAG が水使用者に対し

- ・ 水道に対する水使用者の理解を深める
- ・ 節水意識を高揚させる
- ・ 水源保全の必要性が衆知できる

(3) 実施形態

各項目の実施形態は以下のとおりである。

表 3-23 実施形態

名 称	実 施 形 態	備 考
経営強化	マネージメント支援	
施設の運営管理	エンジニアリング支援 マネージメント支援	上流水源運転マニュアル 水源の高効率運転マニュアル
漏水調査	マネージメント支援	
水質モニタリング	マネージメント支援	
住民啓蒙活動	マネージメント支援	

(4) 活動（投入計画）

すべてのソフトコンポーネントの項目について、日本人コンサルタントと USAG 職員との共同作業で実施する。

表 3-24 活動（投入計画）

名 称	実施方法	人 数	期 間	成 果 品
経営強化	技術者の派遣	1.5M/M	2005 年 6～8 月	水道料金算定モデル
施設の運営管理	技術者の派遣	2.0M/M	2005 年 6～8 月	上流水源運転マニュアル 水源の高効率運転マニュアル
漏水調査	技術者の派遣	1.0M/M	2005 年 6～8 月	基本技術書 漏水調査計画書
水質モニタリング	技術者の派遣	1.5M/M	2005 年 6～8 月	モニタリング計画書
住民啓蒙活動	技術者の派遣	1.0M/M	2005 年 6～8 月	節水啓蒙教材

表 3-25 活動（投入計画）内訳書

名 称	専 門 家	内 訳
経営強化	財務会計専門家 : 1.5 箇月 (公共料金の設定)	料金システムの資料作成 : 0.7 M/M 料金算定モデルの作成 : 0.8 M/M
施設の運営管理	水道専門家 : 0.75 箇月 機械・電気専門家 : 1.25 箇月 計 : 2.0 箇月	現況把握 : 0.2 M/M 上流水源運転計画 : 0.6 M/M 高効率運転計画 : 0.6 M/M マニュアル作成 : 0.6 M/M
漏水調査	漏水調査専門家 : 1.0 箇月	基本技術書の作成 : 0.5M/M 漏水調査計画書の作成 : 0.5M/M
水質モニタリング	水質専門家 : 0.5 箇月 水道計画・環境専門家 : 1.0 箇月 計 : 1.5 箇月	現況(流域)把握 : 0.25 M/M ゲル排水モニタリング計画 : 0.40 M/M 水源、供給水モニタリング計画 : 0.25 M/M フィードバック計画 : 0.25 M/M 報告書作成 : 0.25 M/M
住民啓蒙活動	教育専門家 : 1.0M/M	節水啓蒙教材の作成 : 0.9M/M 水源保全教育資料説明 : 0.1M/M

注) マニュアルは、和文及びモンゴル語で作成する。

(5) 役務調査方法

本項目は USAG に対するソフトコンポーネントであるため、再委託でなく本邦コンサルタント直接支援型が適している。

3-2-4-7 実施工程

実施工程は冬季に工事ができないため、機材調達および建設工事に 22 箇月を要し、実施設計 7.5 箇月、入札手続等の 3 箇月を含めて全体で約 32.5 箇月である。

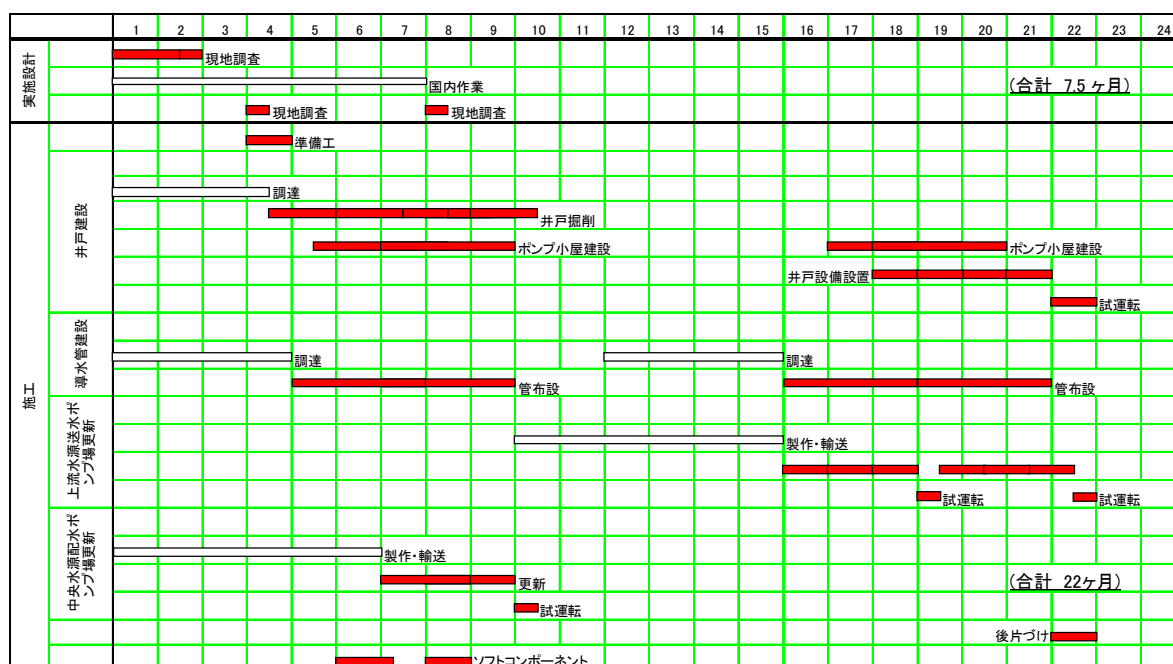


図 3-27 実施工程

3-3 相手国側分担事業の概要

本計画実施においてモンゴル政府及び USAG が負担する事項は、3-2-4-3 に示したとおりである。その具体的な内容は次の通りである。

- | | | |
|----|-------------------|------------|
| a. | 井戸ポンプ設備の保温材設置既設井戸 | 39 セット |
| | 新設井戸 | 16 セット |
| b. | 用地の取得 | 新設井戸 16 カ所 |
| | 導水管 | 約 13km |
| c. | フェンスの設置 | 新設井戸 16 カ所 |
| d. | 送電線の設置 | 新設井戸 16 カ所 |
| e. | 既設ポンプ場のポンプの | 上流水源 6 セット |
| | 撤去・処分 | 中央水源 2 セット |

3-4 プロジェクトの運営維持管理計画

本プロジェクトにおいて建設および更新される施設は、上流水源取水ポンプ 16 井新設および中央水源配

水ポンプ 2 台更新並びに上流水源送水ポンプ 6 台更新である。更新施設については、既設ロシア製ポンプの運転管理能力を既に有していることから、運転維持管理は現有職員にての対応とする。

新たに建設される取水ポンプ (16 井) については、次の通りとする。

既設 39 井につき井戸管理係 8 名の 1 直 3 休(4 交代制)により管理が行われており、1 名約 5 井の受け持ち担当である。新設ポンプ施設 (16 井) については送水ポンプ場から遠隔操作するので、遠隔操作係として 3 名の職員を増員する。また、関連施設である現在改善工事中のザフサリン配水池(世銀プロジェクト、本年 12 月に工事完了予定)については、総括的業務は上流水源ポンプ場長が兼務、ボイラマンは上流水源ボイラマンが兼務、水位計(無線)係については軍関係者 2 名を充当、消毒設備係については 4 名増員、作業員については 2 名増員とする。管理形態は上流水源ポンプ場同様 4 交代制とする。

従って、計 9 名の施設運転維持管理要員の増加を行い、配属先は給水部とし、職種は遠隔操作係 3 名(以上上流水源取水ポンプ担当)、消毒設備係 4 名、作業員 2 名(以上ザフサリン配水池担当)とする。現在、上流水源には適切な人員配置が行われており、今回増員が必要となる人数も水量の増加量に比べ少ないが十分に管理できるものである。

現行および本プロジェクト実施後の維持管理人員を次表に示す。

表 3-26 上流水源運営維持管理人員(案)

	現 行	本プロジェクト 実施後	備 考
<対象施設>			
上流水源取水ポンプ場	39 箇所	55 箇所	16 箇所増
上流水源送水ポンプ場	ポンプ 6 台	ポンプ 5 台	更新、6 台 5 台に変更
ザフサリン配水池	-	1 式	別途世銀プロジェクト
<職種>			
上流水源管理責任者	1 名	1 名	
電気主任技師	1 名	1 名	
遠隔操作係	-	3 名	3 名増
井戸修理工	6 名	6 名	
井戸電気工	3 名	3 名	
井戸機械工	2 名	2 名	
井戸管理係	8 名	8 名	
ポンプ運転係	8 名	8 名	
ポンプ修理工	2 名	2 名	
ポンプ電気工	2 名	2 名	
作業員	2 名	4 名	2 名増
溶接工	1 名	1 名	
ボイラ機械工	1 名	1 名	
鉛管工	4 名	4 名	
ボイラマン	8 名	8 名	
消毒設備係	-	4 名	4 名増
合 計	49 名	58 名	9 名増

現在、USAG の経営は赤字で料金の値上げ申請をしている状況にあり、大規模な施設整備を行う財源を有していない。しかし、水需要の増加に伴う水源開発、老朽施設の更新は緊急を要するものとなっている。

本プロジェクトはこれらの問題を解決するもので、施設整備が完成すると現在より水使用量が 30 数%増

加する目標年（2010年）までの水供給が確保され、これに伴い料金収入も供給水量に比例して増加する。また、更新したポンプがフル稼動した場合には、効率向上により年間で約25,000千円の電気代が削減され、現在総支出のおよそ1/3を占める電気代の縮減が図れる。さらに、無償資金協力により整備された施設についても減価償却を積む財務システムがとられているため、これにより将来の施設更新のための財源が確保されることとなる。

適切な料金設定および前述の本事業の効果によって、USAGが将来にわたって経営が安定し自立が促進されるものと考えられる。

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は約17.02億円で、先に述べた日本国とモンゴル国との工事負担区分に基づく双方の費用内訳は、下記の(3)に示す積算条件に基づいて以下のように見積もられる。但し、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担費用

概算総事業費 約16.85億円

表 3-27 日本側負担費用

費目		概算事業費（億円）	
施設	（新設工事） 井戸及びポンプ小屋建設工事 導水管建設工事	7.85	15.11
	（更新工事） ポンプ場更新工事	7.19	
機材	保温材	0.07	
実施設計・施工監理・ソフトコンポーネント		1.74	

(2) モンゴル側負担経費

1)井戸ポンプフェンス工事(16箇所)	108,800千Tg(約11.08百万円)
2)井戸ポンプ電力引込工事(6,800m)	49,300千Tg(約5.02百万円)
3)ポンプ撤去工事(8箇所)	6,400千Tg(約0.65百万円)
4)井戸ポンプ保温材設置工事(55箇所)	2,530千Tg(約0.26百万円)
計	167,030千Tg(約17.00百万円)

(3) 積算条件

積算時点 平成15年11月

為替交換レート

円 / US\$ 1 US\$ = 116.79円

円 / 現地通貨 1 Tg = 0.1018円

施工期間 国債案件（A 国債） 工事の期間は施工工程に示したとおりである。
 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。

3-5-2 運営・維持管理費

(1) 運営・維持管理費

本プロジェクト実施に伴って増加する運営維持管理費として、人件費、電力費、補修費を試算する。
 合わせて施設更新による電力費の削減効果も試算する。

取水能力については、既存公称能力 222,000m³/日に対して本プロジェクト増加分は公称能力 18,000m³/日である。

表 3-28 本プロジェクト実施に伴う維持管理費増減分（公称能力：18,000m³/日）

項目	計算	維持管理費（千Tg/年）	備考
人件費 （増分）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3 人(井戸遠隔操作) × 789,000Tg/年/人=2,367 千 Tg/年 ・ 4 人(消毒設備) × 777,000Tg/年/人=3,108 千 Tg/年 ・ 2 人(作業員) × 729,000Tg/年/人=1,458 千 Tg/年 	6,933	取水ポンプ場 及びザフサリ ン配水池
電力費 （増分）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 上流水源取水ポンプ場（増分 16 井） 電力料：18.5/1.15 × 15 台 × 0.863(負荷率) × 24hr × 365 日 × 47Tg/kwH =85,739 千 Tg/年 ・ 上流水源送水ポンプ場（水量増分） 電力料：18,000 × 0.42 × 0.863 × 365 日 × 47Tg/kwH =111,924 千 Tg/年 ・ 凍結防止用ヒータ（増分 16 井） 電力料：0.3 k Wh × 16 井 × 24 hr × 120 日/年 ×47Tg/kwH =650 千 Tg/年 	198,313	
補修費 （増分）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機械設備：機器費 × 0.5%/年 4,380,000,000Tg × 0.005=21,900 千 Tg/年 ・ 電気設備：機器費 × 0.2%/年 1,700,000,000Tg × 0.002= 3,400 千 Tg/年 	25,300	
計 （増分）		+ 230,546	A
電気代 （減分）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中央水源配水ポンプ場のポンプ更新による電力 費節減額（差分相当電力費） 現況：67,000 × (0.28+0.39 × 2)/3 × 0.863 × 365 = 7,456,982KwH/年 更新後：67,000 × 0.28 × 0.863 × 365 = 5,909,306KwH/年 差額：1,547,676 KwH/年×47Tg/kwH = 72,741 千 Tg/年 ・ 凍結防止用ヒータの更新(39 箇所)による電力費 節減額（差分相当額） (6.0 - 0.3) k Wh × 39 井 × 24 h r × 120 日/年 ×47Tg/kwH = 30,091 千 Tg/年 	- 102,832	2 台更新相当 分 B
計 （増減分）		+ 127,714	= A - B

2002年度のUSAGにおける上水道維持管理費の実績額を下表に示す。

表 3-29 上水道維持管理費の実績(参考)

項目	2002年実績計上額(1000Tg)	構成比(%)
人件費	872,891	25.6
電気代	2,178,038	63.9
燃料他	234,602	6.9
修繕費	122,115	3.6
計	3,407,646	100.0

上表から、上水道運転維持管理費は2002年実績ベースで約34.1億Tgである。これに対して18,000m³/日の取水量増加に伴う維持管理費の増分は約1.28億Tgであり、約3.8%に相当する。

他方、公称取水量増分18,000m³/日に相当する2003年度時点でのOSNAAG卸売り単価133.8Tg/m³を適用した場合の収入予測増分は次のとおりである。

$$18,000\text{m}^3/\text{日} \times 0.863 \times 0.9 \times 365 \text{日/年} \times 133.8\text{Tg/m}^3 = 682,770,562\text{Tg/年} \quad \text{約} 6.83 \text{億 Tg/年}$$

これより本プロジェクト実施に伴う費用効果は

$$\text{収入予測増分} = \text{約} 6.83 \text{億 Tg/年} > \text{維持管理費増分} = \text{約} 1.28 \text{億 Tg/年}$$

となり、収入増分は維持費増分を上回っている。

また、この差分は6.83 - 1.28 = 5.55億Tg/年となるが、これはUSAGの2002年度損益赤字分(12.40億Tg/年)の約45%に相当する。これより本プロジェクト実施に伴う費用効果はUSAGの経営改善に大きく貢献するものと言える。

(2) 施設更新時期

施設更新の時期は、モンゴル国基準による耐用年数からは以下のように規定されている。

- ・取水ポンプ場上屋：80年
- ・井戸施設(ポンプ類除く)：20年
- ・ポンプ設備類：21年