

3-3-2 第2浄水場の拡張計画

(1) 将来構想における本拡張計画の位置付け

1) 目標年次

長春市はこれまで述べたように緊迫した水需要の状況下に置かれている為、国家計画の第6次5ヶ年計画の中でこのプロジェクトを最重要公共事業と位置付け、国家及び省、市に予算を集中的に配分している。

しかしながら、中国政府の実現可能な予算配分と水源確保の可能性(表3-15)から長春市はとりあえず拡張工事の目標年度を1988年としている。1989年の水源については目下、石頭口門ダムの水利権を申請中であり、1990年以降の水源計画は、前述した様に松花江からの導水によっているがまだ実施体制に入っていない。水道計画では一般に少なくとも10年から15年先を目標年度にして計画を樹てているが、長春市の場合は資金面から水源の計画が確実になっている年度を目標年度にせざるを得ない状態である。

従って第2浄水場拡張計画は、1988年始めを通水予定時期としているが(このときの計画一日最大給水量は市全体で456,900 m^3 /日。表3-15参照)、需要予測によると1988年に通水しても1989年には需要に対して供給が追いつかない状況となっている。

2) 計画給水区域

計画給水区域は、現況給水区域と同じで全市街地域の104 km^2 となっている。

(図-3-5参照)

第2浄水場が給水する地域は62.4 km^2 である。

3) 計画給水量

長春市の計画給水量の算定を、自来水会社が、1990年までを一つの目安の年として供給可能な給水量を施設建設のスケジュールと合せて行っている。しかし前述した様に目標年度の1988年までしか実施計画が樹てられない状況である。

自来水会社は表3-16のように1990年までの長春市の水需要に関する実績及び予測を整理・計画している。この中で第2浄水場が分担して給水する計画給水量は表3-17に示す通りであり、1988年では201,000 m^3 /日と推定される。

① 給水人口

長春市において承認されている計画行政区域内人口の将来推定は最近の人口増加率を5-2%として策定されている。給水区域は市街全域と設定されているが、配水管網の整備進捗状況を考慮して1990年までは表3-16のように給水人口を推計している。目標年度の給水人口は1,360,000人となっており、普及率は89%となっている。

第2浄水場が給水する計画給水人口は表3-17に示す通りであり1988年では673,200人と推定される。

② 用途別使用水量

調査の結果、長春市における料金算定方法は、従量制と定額制をとっており、正確な使用水量が把握されていないが、給水実績と構成比で推定がなされており表-3-16の有収水量の項に用途別使用水量が示されている。

この表から判るように潜在需要があるが、市民の生活の基礎となる生活用水原単位は目標年次で130ℓ/人となっており日本全国平均の生活用水原単位の237ℓ/人と比べるとかなり低いことが判る。

業務・営業用水は3年間で11%程度しか増えず、工場用水は水道からの需要をおさえて、別途独自に行っている地下水の開発に依存する計画となっている。

用途別水量の計画は全体的に需要をおさえた計画となっているが、これは水源および施設計画を考慮するとやむをえないであろう。

③ 有効率と漏水

一般に日本では、有効率は90%程度を目標にして計画を行っているが長春市の過去10ヶ年の有効率の平均は、89.9%になっている。しかしメーターでの正確な計量を行っているわけではなく、実態は、かなりの漏水があると考えられる。自来水会社による聞きとり調査でも特に冬場の漏水は、発見も遅れ漏水量の正確な把握はなされていない。本計画では、有効率を1990年までに90%になる様に計画されている。自来水会社では、水資源を有効利用する観点からも漏水探知機等の使用を計画しており、漏水対策にも力を入れている。

④ 負荷率

負荷率は、都市の構造・規模によっても異なるが、実績の負荷率の平均は、88%になっている。本第2浄水場拡張計画では負荷率を100%としている。負荷率は最近の傾向として上昇のみであり、日平均と日最大に差が無くなるほど(1985~1988年は、負荷率100%)需要に供給が追いつかない状況になっている。

⑤ 計画一日最大給水量

表-3-16にまとめた計画一日最大給水量については、1985年から1987年までは同じ計画数値になっており、需要量がかなり抑制されている事が読みとれる。これは施設の拡張が水需要に追いつかない状況となっているためである。1988年に本拡張計画が完成し、長春市水道の給水能力が456,900 m^3 /日となった場合は辛うじて1988年の水需要456,900 m^3 /日を満足することが出来る。しかし翌1989年には水需要が511,917 m^3 /日となる為給水が追いつかない。また、1984年から1988年を直線的に水需要が増加すると想定して一日最大給水量を求めると以下ようになる。これは第2浄水場が拡張されれば1年間程度需要を満たせることになる。

年度	推定値	抑制値
1984年	330,000m ³ /日	
1985年	361,700m ³ /日	351,200m ³ /日
1986年	393,500m ³ /日	351,200m ³ /日
1987年	425,200m ³ /日	351,200m ³ /日
1988年	456,900m ³ /日	

第2浄水場が給水する計画一日最大給水量は表3-17に示すとおりであり、1988年における需要量には対応出来るが1989年には施設不足となる。

一方、長春市では1988年までに130,000m³/日の増量を第2浄水場を拡張建設して対応しようとしている。しかし、調査と協議の結果後述のように既設施設は30,000m³/日の処理能力しかないことが判明している。中国政府の計画では既設浄水場を70,000m³/日と評価していたので、この差40,000m³/日と浄水場内使用水量10,000m³/日(沈でん池排泥水量、ろ過池排水量、浄水場職員使用水量等)の計50,000m³/日を130,000m³/日に加え結局180,000m³/日が本拡張処理水量となる。

⑧ 計画時間最大給水量

実績値より勘案して時間最大係数Kは1.4と自来水公司是推定しており一日最大給水量456,900 m³/日に対して、計画最大時間給水量は639,660m³/日になる。

(2) 水源計画とその水質

1) 水源計画

本浄水場の水源は全て石頭口門ダム水であり、農業用水の一部転用である。210,000m³/日の水利権は確保され、取水施設は本拡張分のポンプ設備を除いて既に完成しており、通年計画水量は直接取水できる構造となっている。

なお1990年以降の水源計画は3-3-1に記述したとおりであるが、実施設計は行われていない。

2) 水質

石頭口門ダムはその上流に3水系を有し、集水面積は6,000km²であり、その区域内には荒地を含んでいる。ダム湖は湛水面積360km²の比較的浅いダムである。現在集水区域内で、開発は進んでおらず鉱山等もなく、水質的問題はないが、降雨時には濁度が上昇し、350程度になる。

冬期は、氷が80~100cm程度張り、取水は水面より5.2m、湖底から2.6mの位置より行う。しかし、選択取水は出来ない施設となっている。

表-3-18は本ダムの水質であり、表-3-19は月別濁度変化を示している。水質項目で水道原水として問題となるものはないが、鉄分が多い。さらに色

表3-17

第2浄水場が負担する給水人口及び給水量

	1984年	1985年	1986年	1987年	1988年	1989年	1990年
行政区域内人口(人)	677,600	690,400	701,400	712,400	723,400	734,400	746,200
計画給水区域内人口(人)	627,000	640,200	651,000	662,200	673,200	684,200	695,200
給水人口(人)	521,800	539,900	553,500	576,400	598,400	629,200	660,400
一日最大給水量(㎥/日)	145,200	154,500	154,500	154,500	201,000	247,800	265,500

第2浄水場が給水する給水量は人口比で推計した。

ダム湖水質

(1984年)

項 目	単 位	原水		
		最高	最低	平均
水温	度	22.8	1.6	8.1
色度	"	15.0	10.0	13.6
pH	—	8.1	4.4	7.4
アルカリ度	度	5.27	3.81	4.45
硬度	"	4.82	2.19	3.29
塩化物	mg/ℓ	12.8	5.67	8.81
COD	"	22.6	3.06	4.62
アンモニア	"	0.02	0.0	0.001
亜硝酸イオン	"	0.065	0.0	0.004
フッ素	"	0.30	0.15	0.254
鉄	"	0.6	0.4	0.55
マンガン	"	0.05	0.0	0.009
鉛	"	0.0	0.0	0.0
亜鉛	"	0.1	0.0	0.027
銅	"	0.25	0.0	0.057
フェノール	"	0.0	0.0	0.0
総固形物	"			
シアン	"	0.0	0.0	0.0
水銀	"	0.0	0.0	0.0
6価クロム	"	0.0	0.0	0.0
ヒ素	"	0.04	0.0	0.004
硝酸イオン	"	0.16	0.0	0.07
硫酸イオン	"	—	—	—
カドミウム	"	0.0	0.0	0.0
セレン	"	0.0	0.0	0.0
濁度	"	120	2	28.5
残留塩素	"	—	—	—
一般細菌	個/ml	276	1	81
大腸菌群数	個/ℓ	2,380	9	—

度は比較的高く、東北地方特有のフミン質の影響によるものと考えられる。

現地における聞きとり調査によると、現在は、夏季にも藻類等の発生はなく、臭気もない状況である。しかし、ダム湖の構造上また詳細な将来水質予測によっては、藻類の発生は十分考えられる。

(3) ポンプ運転と給水計画

本浄水場は、市内配水管網に対して、直送方式の配水システムの基幹施設になっている。すなわち、場内に計画されている浄水池は、配水池の機能を兼ねており、配水ポンプがポンプ棟に設置されている。

一方、自来水会社のデータ(1984年)によると市内の一日最大時(326,900 m^3 /日)の時間別平均配水量は、以下のようである。

時 間	平均推定配水量
8:00 ~ 16:00	19,772 m^3 /時
16:00 ~ 24:00	13,898 m^3 /時
0:00 ~ 8:00	10,228 m^3 /時

この実績値より第2浄水場の拡張目標年次である1988年の一日最大給水量456,900 m^3 /日に対する推定時間別平均配水量は、以下のようになる。

時 間	平均推定配水量
8:00 ~ 16:00	25,700 m^3 /時
16:00 ~ 24:00	18,104 m^3 /時
0:00 ~ 8:00	13,307 m^3 /時

給水区域内全体の管網計画は、自来水公司以現在行っているが、各浄水場が計画処理水量比で、上記配水量を分担すると仮定すれば、第2浄水場系(200,000 m^3 /日)の時間別平均配水量は以下のように推定できる。

時 間	平均推定配水量
8:00 ~ 16:00	11,250 m^3 /時
16:00 ~ 24:00	7,925 m^3 /時
0:00 ~ 8:00	5,725 m^3 /時

ポンプ運転はポンプの台数制御でこの推定配水量に合うように行われる。しかし8時から16時の浄水量は66,666 m^3 (200,000 m^3 /日ベース)であり、浄水池の容量は21,430 m^3 であるから合計88,096 m^3 になる。しかしこの間の配水量は90,000 m^3 であるから需要水量に対応できない。すなわち推定配水量に対応するには浄水池(配水池)を増設する必要がある。

(4) 計画給水区域

1988年における計画一日最大給水量は、456,900m³/日となり、時間係数(1.4)を考慮した各浄水場に対する時間最大給水量の配分は次のとおりである。

第一浄水場	335,000m ³ /日 (52%)
第二浄水場	280,000m ³ /日 (44%)
第三浄水場	25,000m ³ /日 (4%)
計	640,000m ³ /日

図-3-8は主要配水管網図である。「東北設計院」では配水管の整備状況を考慮して、水量の多い第1浄水場及び第2浄水場からの配水を2点注入として電子計算機によって管網解析を行っている。

自來水会社の管網計画によると、図-3-9のように、第2浄水場からは市中央及び北部に配水されている。第1浄水場系と第2浄水場系の水質差異があることを想定して、バルブ等の操作を計画している。

配水管整備計画は、1987年までに主要配水幹線を布設し、1990年までに配水管網を整備することになっている。配水管布設延長は

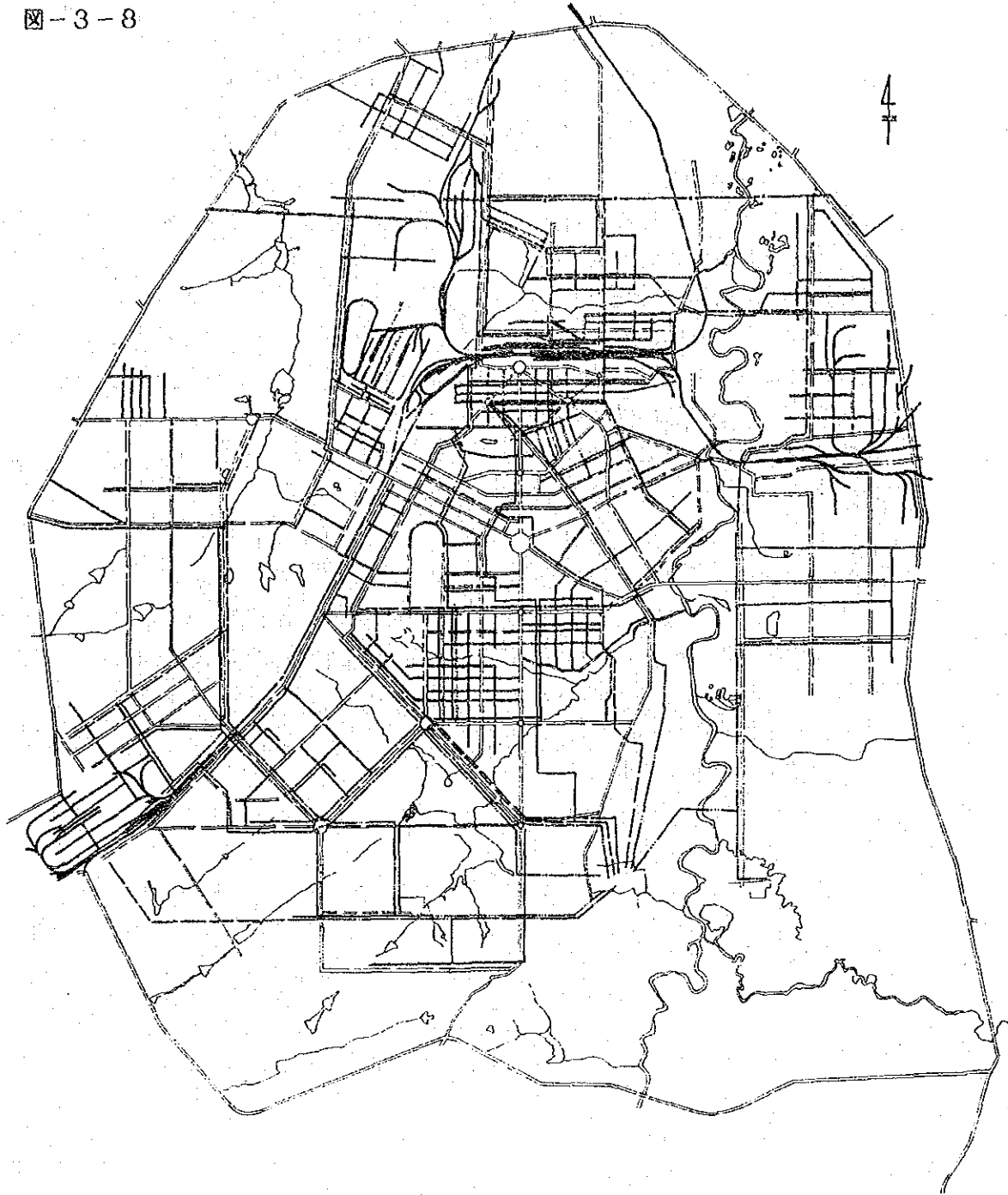
φ1000 ~ φ100 延長909km

として計画されている。

なお、「東北設計院」の計算による図-3-9の等水圧線から判るように、市の中央部の高台になっている地質学院付近の有効水頭は第2浄水場第2期工事が終了すれば1.0kgf/cm²程度に改善される。

今後配水管網の見直しを行い、配水池・高架タンク等を設置して、十分な有効水頭を確保する必要がある。

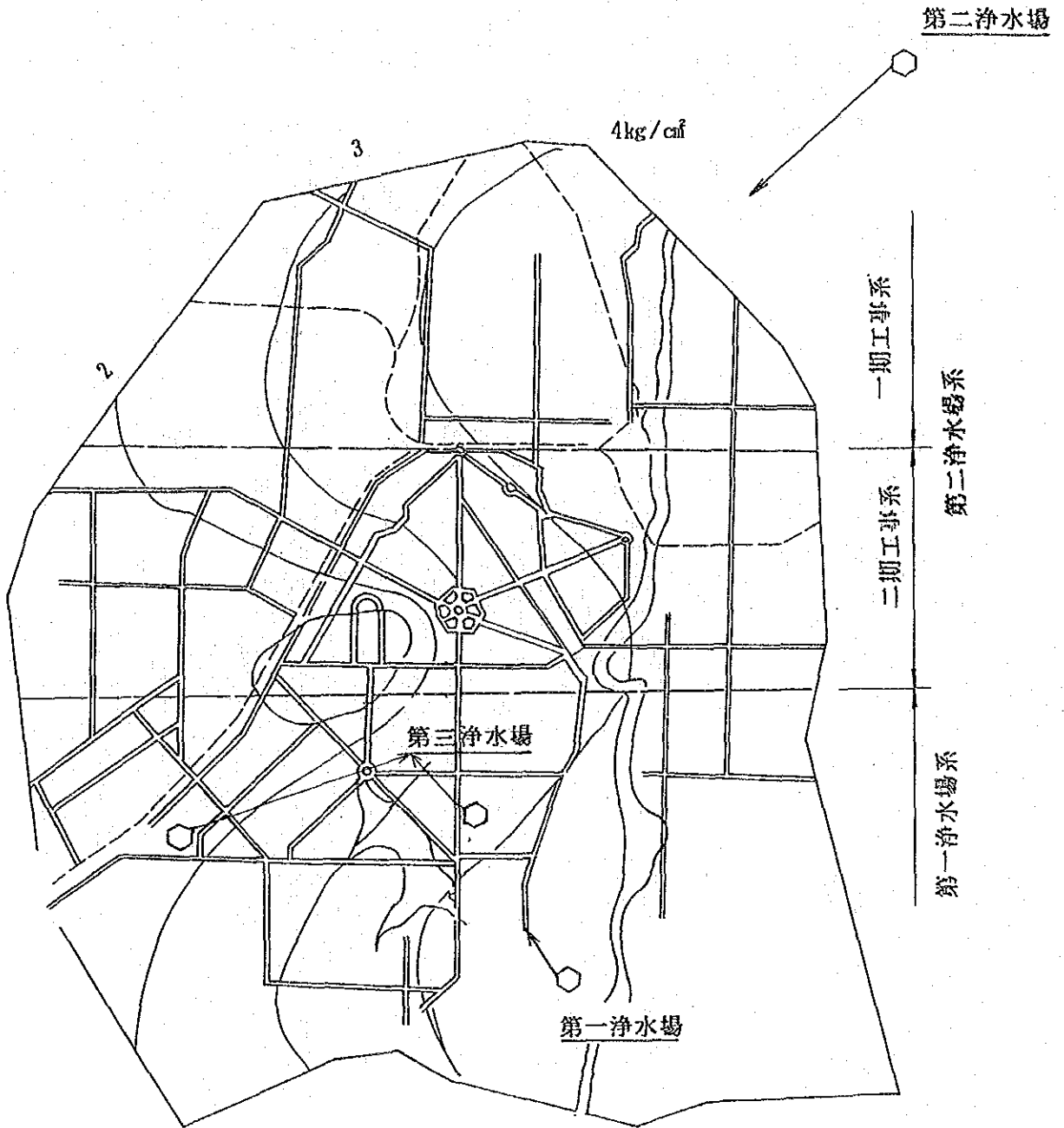
图-3-8



長春市配水管網圖

凡 例	
φ300 mm	φ350 mm
φ400 mm	φ600 mm
φ700 mm	φ800 mm
φ900 mm	φ1000 mm

圖-3-9 第二淨水場完成推定水圧等高線



第4章 供与計画の内容

第4章 供与計画の内容

4-1 要請内容

長春市は、第3章で詳述した様に深刻な事態（水不足）解消のため1979年、第2浄水場（計画処理水量20万 m^3 /日）の建設に着手し既に第1期工事（計画処理水量10万 m^3 /日）を1982年に竣工し、現在7万 m^3 /日の給水を行っている。引き続き第2期工事を1986年末までに完成させる予定であったが、通水後第1期工事施設に欠陥があることが判明し、計画処理水量の70%に低下させて運転しているが、それでも十分な処理ができず、濁度が規準値以上となることがあり、その対策に苦慮していた。

一方で公共投資抑制という財政状況の中で中国政府は、第2期工事について、日本政府に対して浄水機器類について無償資金協力を要請してきた。

その内容は第2浄水場第2期工事に係る沈でん池、ろ過池、薬注施設の機器類、水質検査機器、及び電気計装等についての無償資金協力による機器供与である。

4-2 計画の目的

本計画の目的は長春市の深刻な水不足緩和、良質な飲料水の供給、及び水道技術のレベルアップのために、現在中国側によって実施が予定されている長春市第2浄水場の拡張計画（拡張工事の規模は一日最大処理水量180,000 m^3 /日）に必要な一部浄水機器を供与することである。

4-3 計画の方針

4-3-1 基本方針

浄水場拡張計画の設計基本方針は以下のものとする。

- ① 浄水・排水処理は水量・水質の特質を勘案し、安全かつ確実な運転ができるようにする。
- ② 水処理工程は自然流下方式とする。
- ③ 運転は有人コントロールとして、人と計器による調和のとれた最適計装を採用する。
- ④ 浄水場では二回線受電施設が完成しており、自家発電施設は設けない。
- ⑤ 浄水場の施設は周囲の景観とマッチし、機能的動線も満足されるレイアウトとする。
- ⑥ 浄水場の運転が常に安全に行われると共に、メンテナンスが容易になされる様計画する。
- ⑦ 建設費、運転コストは省エネルギー化で経済性を目指す。

- ⑧ 本浄水場が建設される場所は、冬季-30℃になり厳しい気候条件を考慮して設計を行う。
- ⑨ 中国側が対応できない施設機器は日本側で供与する。
- ⑩ その他の資材及び土木・建築を中心とした施設はすべて中国側が行なう。

4-3-2 既存施設の評価

第2浄水場の現在の状況については3-2-2に記述したとおりであるが、中国側の当初計画時点よりの経緯は以下のようなものである。

本浄水場の第1期分の調査・計画・設計は「東北設計院」が担当し、1979年より開始された。計画・設計と現場管理体制の考え方の相違のあるまま計画が開始され、やがて1982年通水時点で設計水量が処理できないという事実が明らかとなった。浄水場を運転管理する「自来水公司」と「東北設計院」との調査・協議の結果本浄水場の処理水量を70,000m³/日と決定し覚書をとりかわした。

しかし、その後原水濁度が高くなると70,000m³/日処理も難しく、浄水も濁度規準値の5度は確保できぬ状態となっている。本調査においても

- ① 原水濁度の調査が充分になされていなかった。
- ② ジャーテストの結果を薬注に反映させていない。
- ③ 急速攪拌装置がなく、フロック形成もうまくいっていない。
- ④ 沈でん池の上昇流速が高すぎる。
- ⑤ ろ過地の砂層が汚染されている。
- ⑥ 薬注設備と計装設備が水量・水質の変動に追従できるシステムになっていない。

等が指摘された。協定水量の70,000m³/日は現有施設を使用した現在のままの管理では処理できないと考えられる。

上記①から⑥の項目を考慮して、現状のままの施設を利用して運転する場合、沈でん池の上昇流速を現状の0.22m/分から0.08m/分（日本の経験と施設基準）に下げることに対応することが効果的・現実的であると判断される。従って上昇流速を下げることにより処理水量は30,000m³/日になる

4-3-3 処理水量

本浄水場は、第1期工事の処理能力を30,000m³/日と評価して、拡張分は180,000m³/日の処理能力とする。施設は2系統とし、計画処理水量210,000m³/日の浄水場として一括管理を行う。

なお、現在取得している水利権の関係上、本浄水場の処理能力は210,000m³/日とする。浄水場用地は、拡張分まですでに準備されており、この敷地内に各施設を配置する。配水施設は、一部拡張中であり、本浄水場の配水ポンプは第1期同様、直送方式

で計画されている。

4-3-4 目標処理水質

原水の特徴をふまえて処理対象水質と目標処理水質について濁度を処理水の指標として表-4-1にまとめた。

表-4-1 計画対象水質と処理水質

単位 (度)	平均濁度	設計最高濁度	冬期平均
石頭口門ダム	30	400	6
着水井	30	400	6
沈でん池 処理水濁度	1	2	1
ろ過池 処理水濁度	0	0~1	0~1

拡張計画180,000m³/日については、表-4-1の処理水質を目標に施設計画を行うが、既設第1期工事系については、必ずしもこの目標処理水質で処理が行われる保証はない。そこで浄水場全体の処理水量である210,000m³/日に対しては第1系と第2系の混合水を配水することで2度以下となる。

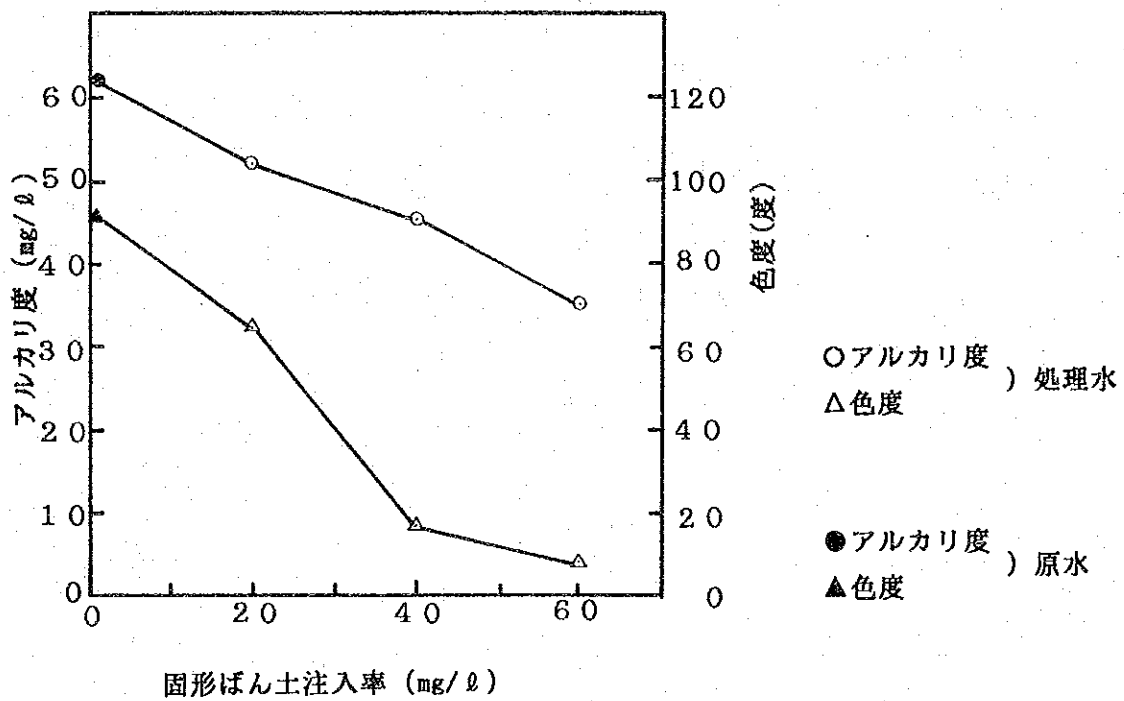
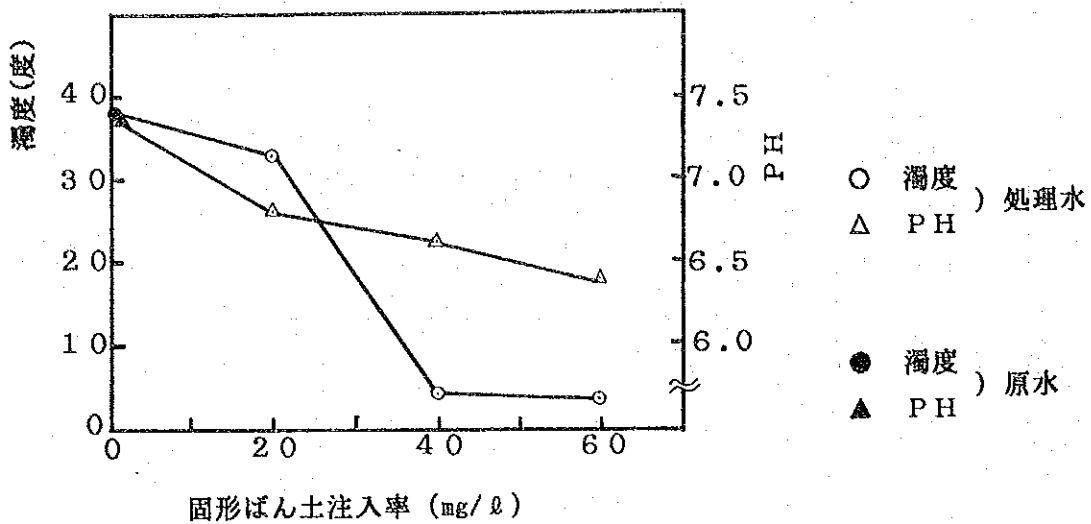
なお、第1期工事系についても、現在中国側で調査団の提言に基づいて改造計画をたてており、第2期工事が完了次第改造工事を行うことになっている。

現地で採水したサンプルによるジャーテストは図-4-1の結果になった。その原水のサンプルの水質は表-4-2に示してある。

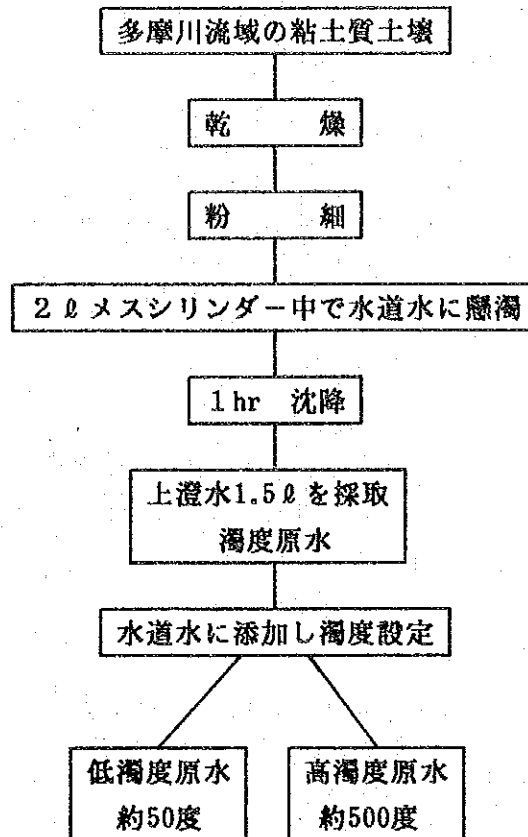
表-4-2 ジャーテストの原水水質

項目	単位	長春市原水	水質基準	備考
pH		7.38	5.8以上、8.6以下	原水を日本に持ち帰り、測定した。
濁度	度	38.1	2度以下	
色度	度	89.9	5度以下	水質基準は日本のものを参考にあげた。
アルカリ度	mg/l	62.0	-	
KMnO ₄ 消費量	mg/l	9.5	10mg/l以下	
D-Fe	mg/l	0.43	0.3mg/l以下	
D-Mn	mg/l	0.03	0.3mg/l以下	
電気伝導度	μS/cm	271.5	-	

図-4-1 長春市原水の唐山製硫酸ばん土による処理結果
 ※水温 = 5℃で実験 (1985.12.26)



試験の結果平均濁度における固形バンドの最適注入率は30~40mg/lと考えてよい。
 さらに、平均濁度用原水と高濁度用原水の二種類について凝集剤の品質試験を行うために
 ジャーテストを行ったが、その原水の調整は以下の手順で行った。



この結果、凝集処理と関連ある水質項目は以下のようにになった。この原水は石頭口
 門ダム湖水ではないが品質試験を行うための水質としては充分である。

	PH	アルカリ度	濁度
低濁度	7.15	37.1	49.8
高濁度	7.08	41.8	498

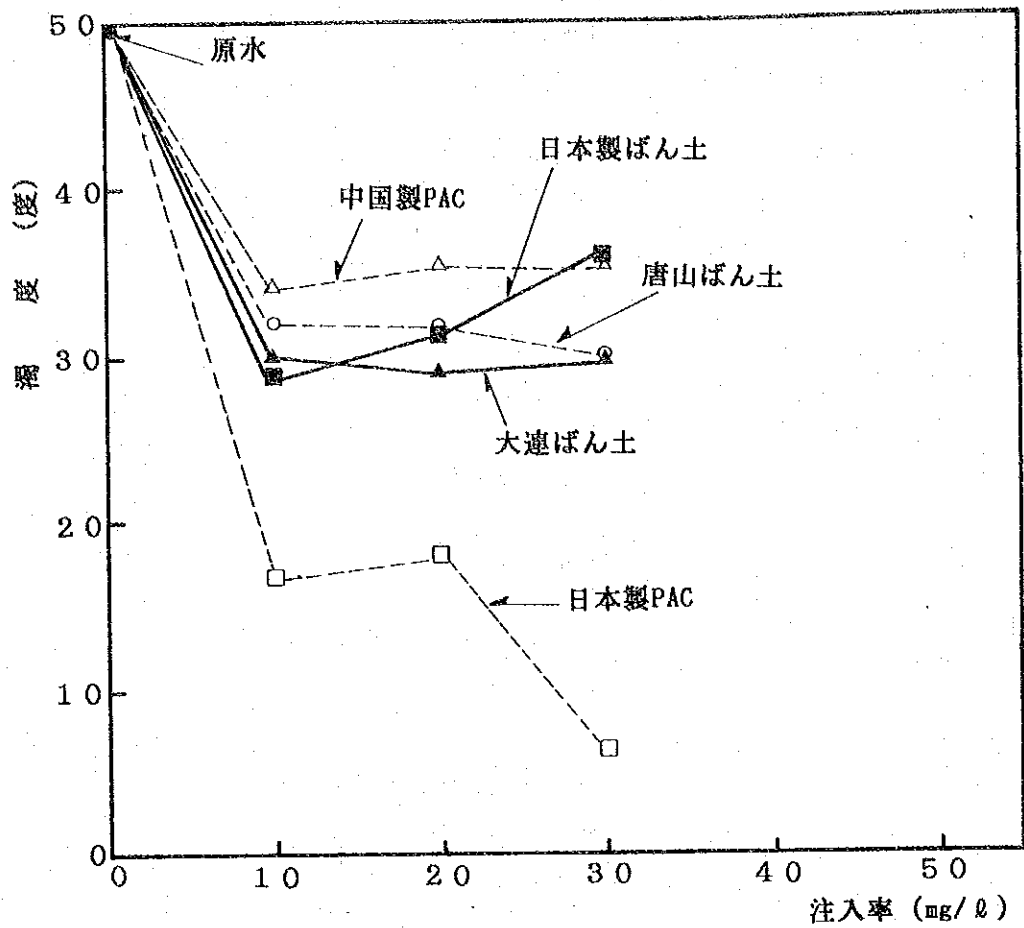
ジャーテストの結果は図-4-2に示してあり、中国製ばん土は充分な凝集効果を
 あげていることがわかる。

さらに第2浄水場で使用している固形ばん土の品質試験を日本にサンプルを持帰っ
 て行った。その結果は、以下の通りである。

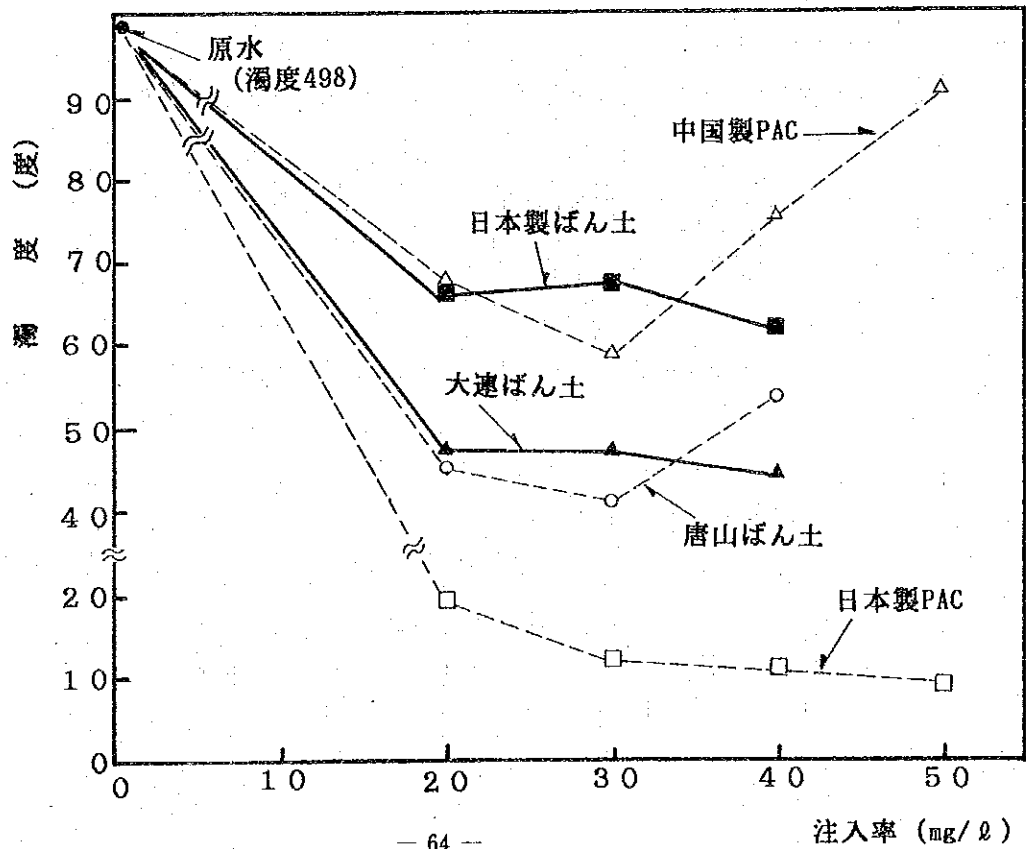
- ・ Al₂O₃等の主要成分はJ I S規格通りで問題はない。
- ・ 中国製は、いずれも鉄、不溶成分が規格を超過している。
- ・ 重金属は、鉛がやや高いがその他はかなり低く問題はない。
- ・ 性能は、日本製と同等であるが不純物がやや多いというのが特質といえる。

図-4-2 ジャーテストによる凝集剤の性能比較(1984年12月)

低濁度原水使用



高濁度原水使用



4-3-5 処理フロー

3-3-2 (2) で述べた原水の特質から、第2浄水場の2期工事における処理方法は以下のように計画する。これは第1期工事と基本的には同じである。

① 前塩素処理

詳細な将来のダム水質予測はなされていないが、ダム湖の構造上からも将来、藻類等による水質障害が考えられる。その対策として、前塩素を導水管の途中にある加圧ポンプ場で注入する。さらに前塩素は鉄、マンガンの処理にも対応できるので処理フローの中に計画しておく。

② 凝集剤

調査の結果は、本原水に対する凝集剤として一番適切なものはPACであるが、現地における品質不良及び、安定供給ができない為、硫酸ばん土を採用する。

③ 凝集補助剤

低温、低濁度時には現地で入手可能な活性シリカを使用する。第1期系で実績があり、取り扱いもなれているので有利である。なおアルカリ剤として、現地に豊富にあり、注入施設も簡単な苛性ソーダを採用する。注入点は、いずれも着水井とする。

④ 後塩素処理

後塩素は500kgポンペが現地調達可能であり、中和装置を設備することにして、塩素ガスを採用する。注入点は、浄水池上流部とする。

以上の処理方法による処理フローは、急速攪拌池で硫酸ばん土を注入した原水をフロック形成池でフロック形成し、沈でん池を通し急速ろ過を行うものとする。(図-4-3、4-4参照)なお、各薬品の注入率及び、施設規模は第5章に述べることにする。

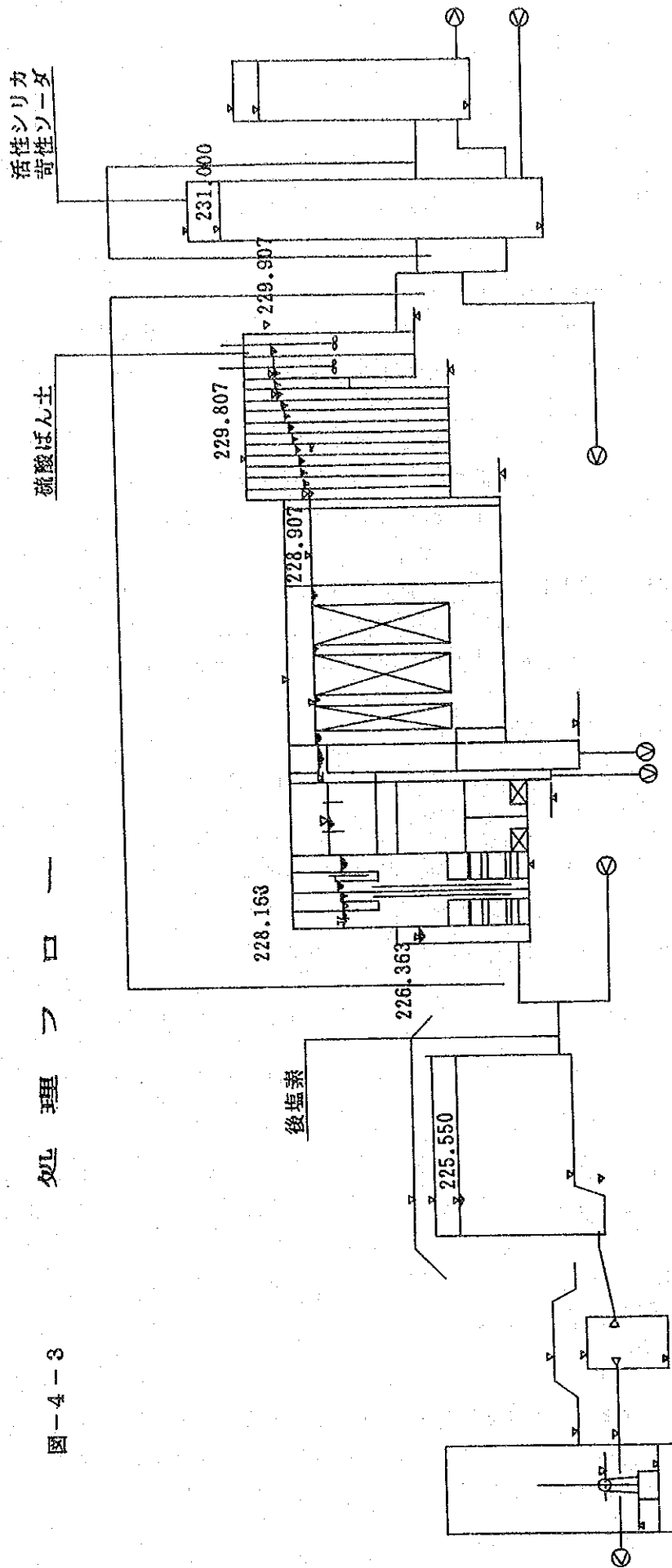
4-3-6 水質管理と計装

水質管理を行う目的は、浄水処理の適正な運営を図るための監視、水の安全性の確認を行うことであり、基本的には人間が直接監視する必要がある。水質規準にのっとり、全項目の水質試験は不可欠であるが、日常の水質試験の省力化と水質計測機器のレベルを考慮して必要な水質計測項目はPH、アルカリ度、濁度、温度(水温)、と残留塩素とする。水質計測理由は下記の通りである。

PH : 水素イオン $[H^+]$ のモル濃度を示し、塩類、遊離炭酸、無機酸、有機酸などの影響で値が変わる他、物理学的、生物学的、人為的な原因で変わることがあるため、PH値の変化の状況から水質変化を察知できる。また凝集作用とはPH値は深い関係がある。

図-4-3

処理フロ



ポンプ機

浄水池

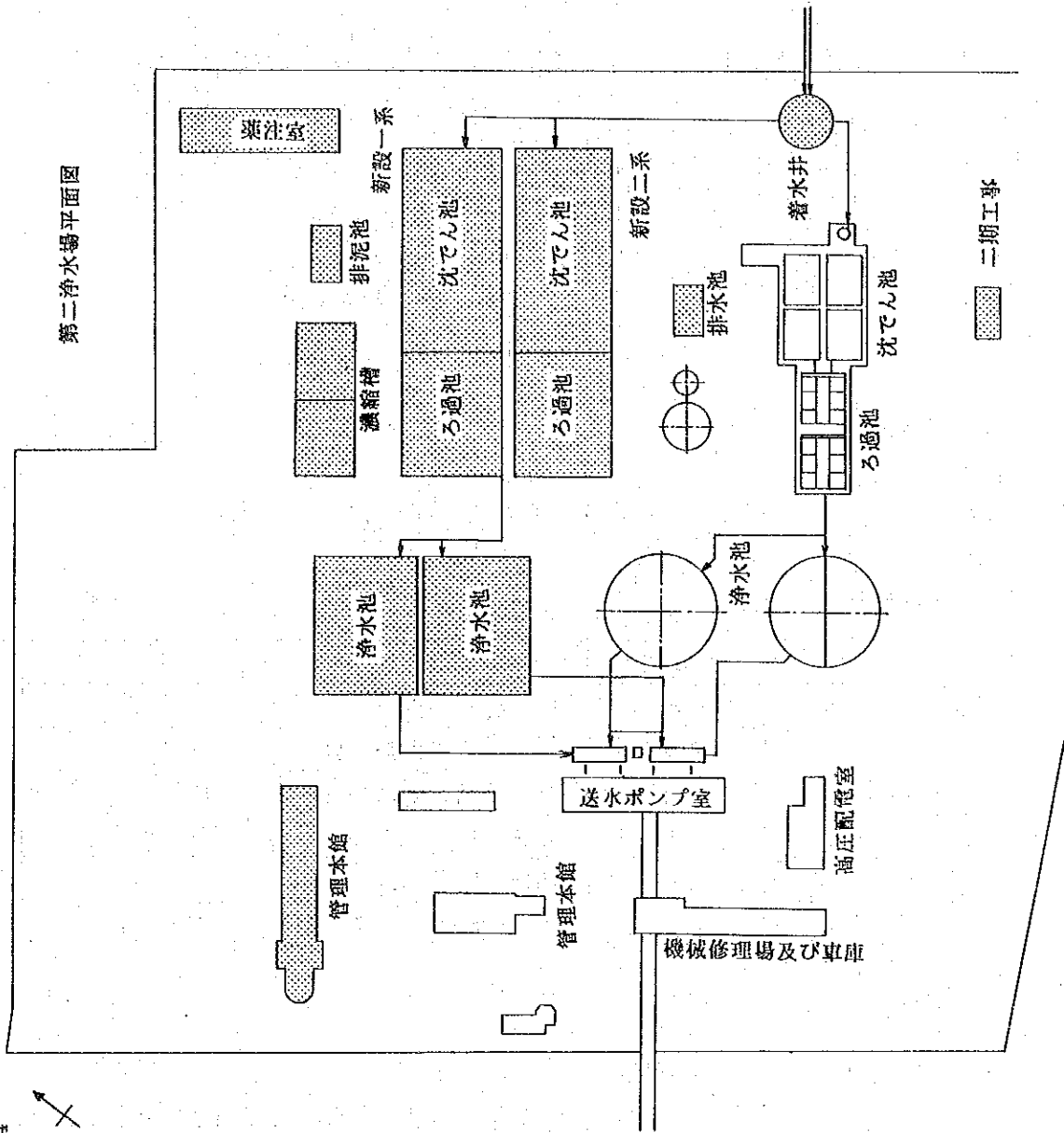
ろ過池

沈でん池

急速攪拌池

着水井
(第一期)

图 4-4



アルカリ度：原水の性質を示すと同時に凝集沈でん処理におけるフロック生成に影響を与える。

濁度：浄水場処理操作における総合指標である。

温度(水温)：生物、細菌類の消息の要因となることがある。(主に原水)

残留塩素：塩素注入率などの監視のためである。

各場所に於ける水質計測項目は水質管理の目的より下記の通り行うことにする。

石頭口門取水ポンプ場：原水 PH、濁度
 第二浄水場：原水 温度、PH、アルカリ度、濁度
 沈でん水 濁度、PH
 ろ過水 濁度、残留塩素
 送水 濁度、PH、残留塩素

4-4 供与内容

要請内容を検討した結果、主な供与内容は以下のとおりになった。

(1) 浄水施設

施設名	供与対象	供与機器
混和池	4池	急速攪拌装置一式
沈でん池	4池	傾斜板、汚泥掻寄機、排泥弁、管
急速ろ過池	20池	集水装置、制御装置、表洗装置
薬品注入設備	一式	硫酸ばん土、活性シリカ、苛性ソーダ、 塩素各注入装置
場内配管	一部	主要幹線配管、弁、及び調節弁の一部

(2) 計装施設

施設名	供与対象	供与機器
計装機器	一式	水質監視計器、水量、水質計及び制御装置

(3) 水質試験設備

施設名	供与対象	供与機器
水質試験設備	一式	水質試験機器

供与内容には上記機器の日本から長春市までの海上輸送と内陸輸送、及び据付工事を含む。

4-5 基本設計

本項では要請内容に基づいた供与資機材に関する基本設計を明らかにする。供与資機材の詳細検討については第5章で述べる。

4-5-1 浄水施設

(1) 急速攪拌装置

1) 設計条件

処理水量 : $Q = 180,000 \text{ m}^3/\text{日}$

2) 装置仕様

フラッシュミキサー : 堅型サイクロ減速機
ブレード式
4台

(2) 沈でん池傾斜板

1) 設計条件

処理水量 : $Q = 180,000 \text{ m}^3/\text{日}$
沈でん池数 : $N = 4 \text{ 池}(2 \text{池}/\text{系} \times 2 \text{系})$
粒子の沈降速度 : $V_s = 0.6 \text{ m}/\text{時}$
傾斜板効率 : $\eta = 75 \%$
傾斜板傾斜角 : $\theta = 60 \text{ 度}$
池幅 : $W = 12,600 \text{ mm}$

2) 装置仕様

傾斜板配列 : 5段 15列 (5+5+5) × 4池
傾斜板ピッチ : 100mm
傾斜板総枚数 : 9,300枚 × 4池 = 37,200枚

(3) 汚泥掻き寄せ機

基数 : 12台 (2速 1駆動/台)
型式 : 水中ロープ牽引式
減速機 : サイクロ減速機
掻寄せ方向 : 水流と直角方向

(4) 沈でん汚泥排泥弁

台数 : 48台
型式 : 空気作動式(ダイヤフラム)
付属品 : リミットスイッチ、電磁弁箱

(5) ろ過池機械設備

1) 設計条件

処理水量 $Q = 180,000 \text{ m}^3/\text{日}$
池内の水位平衡による重力式・定流量急速ろ過池

2) 装置仕様

流入装置 : サイフォン式
流出装置 : 固定堰
排水装置 : サイフォン式
集水装置 : 低損失水頭形有孔ブロック
表洗装置 : 表洗ノズル(固定式)、表洗枝管、表洗主管より構成
制御装置 : コントロールユニットで制御可能

(6) 薬品注入設備

1) 設計条件

薬品注入設備の設計は4-3-4の調査結果と現地で行った協議結果を基に以下の通りにした。

2) 仕様

① 硫酸ばん土貯蔵槽 容量 : $50\text{m}^3 \times 2$ 槽(コンクリート製)
(ライニング材のみ日本供与)
硫酸ばん土投入コンベアー : 2台
硫酸ばん土注入ポンプ : 2台 (既設用) $1.9 \text{ l}/\text{分} \sim 8.3 \text{ l}/\text{分}$
" " : 3台 (新設用) $4.3 \text{ l}/\text{分} \sim 17.4 \text{ l}/\text{分}$

② 活性シリカ設備

硫酸貯槽 容量 : $5\text{m}^3 \times 1$ 槽(円筒立型)
硫酸計量槽 容量 : $0.3\text{m}^3 \times 1$ 槽(円筒立型)
硫酸移送ポンプ : 1台 $50 \text{ l}/\text{分} \times 10\text{m}$
硫酸ソーダ貯槽 容量 : $2\text{m}^3 \times 1$ 槽(円筒立型)
硫酸ソーダ移送ポンプ : 1台 $100 \text{ l}/\text{分} \times 10\text{m}$
活性シリカ溶解槽 容量 : $160\text{m}^3 \times 2$ 槽(コンクリート製)
(ライニング材のみ日本供与)
活性シリカ注入ポンプ : 2台 $34.4 \text{ l}/\text{分} \sim 156 \text{ l}/\text{分}$
" " : 1台 (非常用) $347 \text{ l}/\text{分}$
攪拌ブローア : 2台 (ルーツブローア) $7.2\text{m}^3/\text{分}$

③ 苛性ソーダ設備

苛性ソーダ貯槽 容量 : $75\text{m}^3 \times 2$ 槽(コンクリート製)
(ライニング材のみ日本供与)
活性シリカ注入ポンプ : 2台 $5.21 \text{ l}/\text{分} \sim 1.51 \text{ l}/\text{分}$

- ④ 前塩素注入設備
- | | |
|---------|----------------------|
| 貯蔵量 | : 28本 (500kgポンベ) |
| ポンベ計重機 | : 4台 (1本掛) |
| 注入機 | : 2台 50kg/時 (真空式自立型) |
| 塩素加圧ポンプ | : 2台 550ℓ/分×10m |
- ⑤ 後塩素注入設備
- | | |
|--------|----------------------|
| 貯蔵量 | : 15本 (500kgポンベ) |
| ポンベ計重機 | : 2台 (2本掛け) |
| 気化器 | : 2台 50kg/時 (温水過熱式) |
| 注入機 | : 1台 10kg/時 (真空式自立型) |
| ” | : 2台 25kg/時 (真空式自立型) |
- ⑥ 塩素中和設備
- | | |
|---------|----------------------------------|
| 中和塔 | : 500kg/時 (2塔式) |
| 苛性ソーダ貯槽 | : 8m ³ ×1槽 |
| 中和ポンプ | : 1台 450ℓ/分×15m |
| 中和ブロー | : 1台 45m ³ /分×175mmAg |

(7) 場内配管

場内配管の設計は浄水場内全体損失水頭($h = 5.15\text{m}$)を考慮して以下のような管径にした。

- ① 着水井～混和池
- | | |
|--------------|---------|
| φ 1350(DCIP) | 159.0 m |
| φ 1000(DCIP) | 29.1 m |
| φ 1000(SP) | 77.3 m |
- ② ろ過池～浄水池
- | | |
|--------------|--------|
| φ 1500(DCIP) | 80.4 m |
| φ 1350(DCIP) | 9.0 m |
- ③ ろ過池表洗用連絡管
- | | |
|-------------|---------|
| φ 800(DCIP) | 6.0 m |
| φ 300(DCIP) | 216.5 m |
| φ 300(SP) | 83.5 m |
| φ 250(SP) | 176.0 m |
- ④ 沈でん池及びろ過池排水・排泥
- | | |
|-------------|---------|
| φ 900(DCIP) | 27.5 m |
| φ 500(DCIP) | 59.0 m |
| φ 300(DCIP) | 144.0 m |
| φ 100(DCIP) | 25.5 m |

管種は接合の便利さ、防蝕等を考慮してダクタイル鑄鉄管とした。なお、一部は鋼管とする。

4-5-2 計装機器

(1) 設計条件

計装機器は水処理システムの運用に必要な最小限の計測、監視を行うもので以下の通りとした。

(2) 仕様

① 石頭口門取水ポンプ場

ダム水位	: フロート式水位計
取水流量	: 超音波式流量計
原水PH	: ガラス電極法 流通形
原水濁度	: 表面散乱光方式

② 放牛溝加圧ポンプ場

調整池水位	: フロート式水位計
-------	------------

③ 第二浄水場

着水井水位	: 電極式水位警報計
沈でん池流入流量	: 超音波式流量計
ろ過流量	: 超音波式流量計
浄水池水位	: 圧力式水位計
表洗流量	: オリフィス差圧式 (機械式)
送水流量	: 超音波式流量計
原水温度	: 測温抵抗体
原水濁度	: 表面散乱光方式
原水PH	: ガラス電極法 流通形
原水アルカリ度	: 連続電量測定法
沈でん水PH	: ガラス電極法 流通形
沈でん水濁度	: 表面散乱光方式
ろ過水濁度	: 表面散乱光方式
ろ過水残留塩素	: 無試薬式
浄水PH	: ガラス電極法 流通形
浄水濁度	: 表面散乱光方式
浄水残留塩素	: 無試薬式

監視制御方式は集中監視制御方式とする。

4-5-3 水質試験機器

(1) 設計条件

中国側で購入が困難なもの、水質分析レベルを高めるものを供与する。

(2) 仕様

① 理化学試験

ウオターパス、純水製造装置、乾燥器、電気炉、濁度計、アンモニア蒸留装置、ジャテスター、残塩計、PH計

② 機器分析

原子吸光光度計、ガスクロマトグラフィー、電気伝導度計

③ 細菌学的試験

冷蔵庫、顕微鏡、コロニーカウンター

④ 生物学的試験

遠心分離器、メンブランフィルターろ過装置、双眼実体顕微鏡

⑤ ガラス器材その他

自動ビューレット、ピペット洗浄器、比重計

4-6 概算事業費

本計画の総事業費は約55.3億円と見積られる。その内訳は、日本国政府負担分が約20.3億円で、中国政府負担分は約6,040万元(約35.0億円)である。事業費の積算時点は1985年3月とし、外貨交換レートは1元=58円とする。

中国政府負担分は以下のとおりである。

導水管工事	1,754万元 (1,017百万円)
浄水場拡張工事	2,359万元 (1,368百万円)
配水管工事	923万元 (535百万円)
その他工事	494万元 (287百万円)
予備費	510万元 (296百万円)
計	6,040万元 (3,503百万円)

第5章 第2浄水場拡張施設の詳細

第5章 第2浄水場拡張施設の詳細

5-1 土木・建築計画

第2浄水場の拡張計画における施設の設計は基本的には中国側で行なっているが、供与機器の設計との整合性を図り、目標水質の計画水量180,000m³/日が処理できるよう施設の詳細を本章で検討する。本浄水場の土木建築の躯体工事はすべて中国側で工事を行い、日本側は供与機器の据付を行うことになっている。なお、拡張計画においても、維持管理を考慮して施設は一系(90,000m³/d)と二系(90,000m³/d)の2系統に計画しておく。

5-1-1 着水井

浄水場の位置的特徴から処理フローに必要な水位差(5.15m)は充分確保できるので、第一期系と第二期系の接合井的意義を込めて着水井を計画する。ポンプ加圧導水されてきた原水を直接着水井に流入させ、低温低濁度時には活性シリカを注入する。

構造は、滞留時間 2分程度で排砂も充分できるものとする。なお、流量測定と制御は2系列、別々にこの着水井下流に設けるものとする。

注：() 内数値は、日本の施設規準値を示す。

規模容量

池数	1池
処理流量	210,000 m ³ /d
滞留時間	2分(基準1.5分以上)
必要池容量	250m ³
池形状寸法	D=6.4 mの円筒形 H=8.1 m

5-1-2 急速攪拌池

(1) 攪拌方式

凝集操作の第一段階は、凝集剤等の化学反応により粒子の表面電荷を中和することにある。一般に凝集剤は、アルミニウム等の無機金属塩が用いられ、この塩が加水重合分解して正荷電の多価金属水酸化物ポリマーを生じ、通常負に帯電しているコロイド粒子の表面電荷を中和する。この凝集剤が水中で加水重合分解する速度は

非常に速いので、凝集剤は添加後できるだけ急速に原水中に拡散させる必要がある。しかも、水中に分散している濁質コロイドと数多く反応させるためには、できるだけ小さい水酸化物コロイドを数多く、しかも均一に拡散させなければならない。

よって、急速攪拌池では、薬注と同時に急速な攪拌を水流に与えなければならない。粒子間の電気的反発力がなくなると、混和によって生じた乱流によって粒子相互が接触しマイクロフロックを形成する。

混和の方法は、攪拌に利用するエネルギーによって次のような方法がある。

1) 水流自身のエネルギーを利用する方法

- ① 阻流板を用いる
- ② 管路内の乱流を利用
- ③ 堰落を利用

2) 外部から水流にエネルギーを与える方法

- ④ フラッシュミキサー
- ⑤ ポンプ拡散方式
- ⑥ 揚水ポンプの攪拌を利用

このうち、②と⑥は採用条件が特殊な場合に限られるため検討対象からはずす。

検討対象の各型式の模式図-5-1を次頁に示す。

各型式について検討した結果を表-5-1に示す。比較の結果、フラッシュミキサー方式を採用する。理由は以下のとおりである。

1) 混和の確かさ

第一に優先して考慮すべき項目であり、実績的にも次の3つの方式に絞られる。

- ① フラッシュミキサー
- ② ウォータージェット
- ③ コーン式

水量の変動への対応性は①方式が優れている。

2) 損失水頭

③方式は、導水ポンプの揚程を1m程度高くする必要があり、既設の導水加圧ポンプの揚程では無理である。

3) 経済性

①と②を比べると、ポンプ室が不要な分だけ①が有利である。

(2) 施設諸元

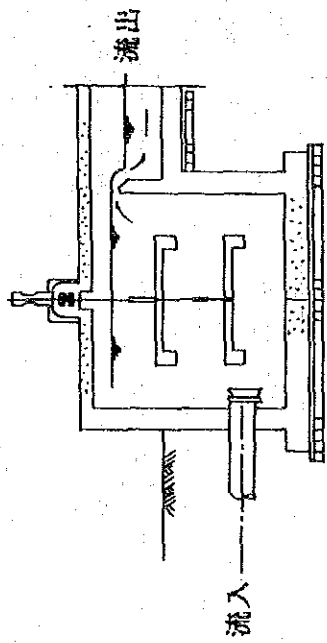
規模容量

池数

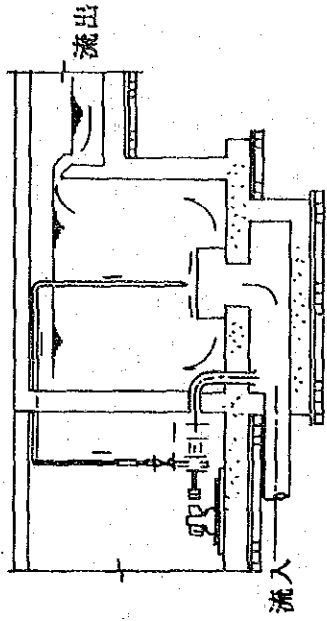
2池 / 1系列 × 2系列 = 4池

凝集方式

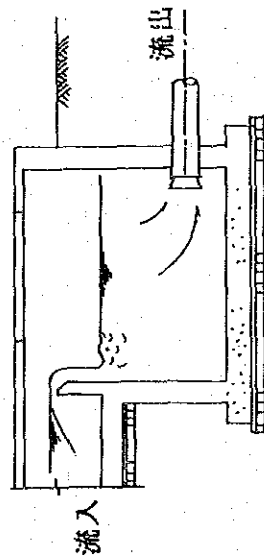
2段凝集方式



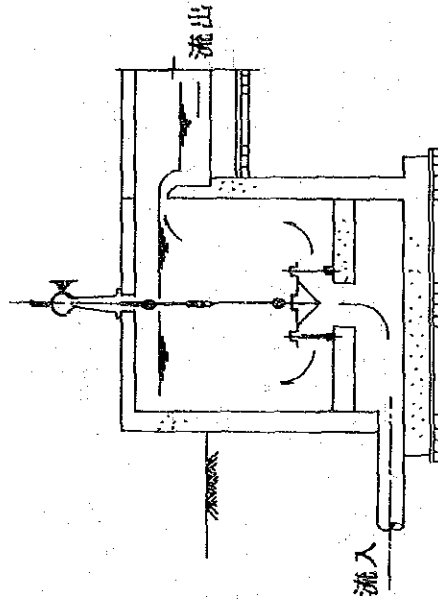
④フラッシュキサー



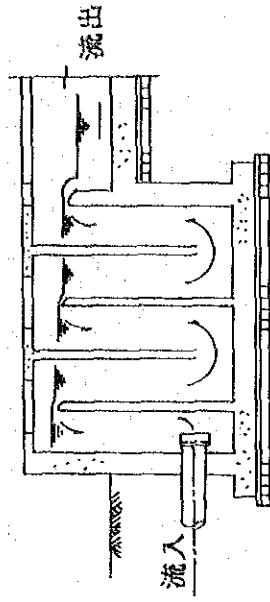
⑤ポンプ拡散



③攪拌器



①コーン(阻流板)



①阻流板

図-5-1 緩和池形式

●混和池型式比較表

比較項目	外部から水流にエネルギーを与える方法			水流自身のエネルギーを利用する方法		管内の乱流を利用する 方法
	フラッシュジェット	堰を利用する方法		コーン式		
		ウオータージェット	池、ポンプ設備、薬注設備	堰、薬注設備	池(コーン)、薬注設備	
1) 構造と水理的特徴						
① 施設	池、攪拌機、薬注設備	池、ポンプ設備、薬注設備	堰、薬注設備	池(コーン)、薬注設備	池(阻流板)、薬注設備	薬注設備のみ
② 構造特性	簡単	や複雑	簡単	同左	同左	同左
必要スペース	小さい(池のみ) (1~5分間)	大きい(池+ポンプ室)	小さい(池のみ)	同左	同左	不要
損失水頭	損失水頭は殆んどない	同左	1.0m程度は必要	同左	同左	損失水頭なし
2) 処理方法の特色	確実	確実	やや不安	確実		あまり期待できない
混和の確実さ						
流量変動に対する 適応性	攪拌強度の変更は可能	攪拌強度の変更は可能	適応は難しい	適応可能	凝集剤の拡散が瞬時に 行なわれないため、 やや不安が残る 適応は難しい	適応は難しい
3) 維持管理性	機械部分の点検修理が必 要となる	同左	点検修理は不要	同左	同左	同左
4) 実績	大規模から中規模の浄水 場に多い 最近の採用例は多い	同左	小規模の浄水場のみ	中規模から小規模浄水 場にある	あまりない	あまりない
5) 経済性	大きい(池+機械)	最も大きい (池+機械+機械室)	小さい(池のみ)	小さい(池+コーン)	小さい(池のみ)	建設費は不要
建設費			不要	不要	不要	不要
維持管理費	動力費が必要	同左	不要	不要	不要	不要
総合評価	混和が確実	フラッシュジェットに 較べて建設費、維持管 理が高い	混和が確実でない	損失水頭(1m)が 大きい	混和が確実でない	混和が確実でない

処理流量	1系列 : $\frac{180,000}{2} = 90,000 \text{ m}^3/\text{d} (62.5 \text{ m}^3/\text{min})$
滞留時間	1.5 min(2池) (基準1分)
必要池容量	$62.5 \text{ m}^3/\text{min} \times 1.5 \text{ min} = 93.75 \text{ m}^3 / 2 \text{ 池}$ 1池 46.9 m^3
池形状寸法	3.6m × 3.6m × 3.8m (有効水深) 有効容量 49.2 m^3
G値	134 sec ⁻¹ (基準特になし)

5-1-3 フロック形成池

(1) フロック形成方式

凝集の第二段階は急速混和によって生成したマイクロフロックを、相互衝突させて大型のフロックに成長させる。このフロックの単位時間あたりの衝突頻度はG値と呼ばれる水流中の平均速度勾配に比例するといわれている。

ただしG値が大きい場合、フロックがある大きさまで成長すると速度勾配によるせん断力に抵抗できなくなりせん断破壊を起こしてそれ以上の大きなフロックには成長できなくなる。したがって、フロック形成池では急速混和池よりも緩い攪拌を与え、G値の低い分、滞留時間を十分にとってフロックに接触機会を与える。この意味で混和時間(T)を考慮してGT値をもって評価の指標とする。

フロック形成の方法は、急速攪拌池の場合と同様に攪拌に利用するエネルギーによって次のように大別される。

1) 水流自身のエネルギーを利用する方法

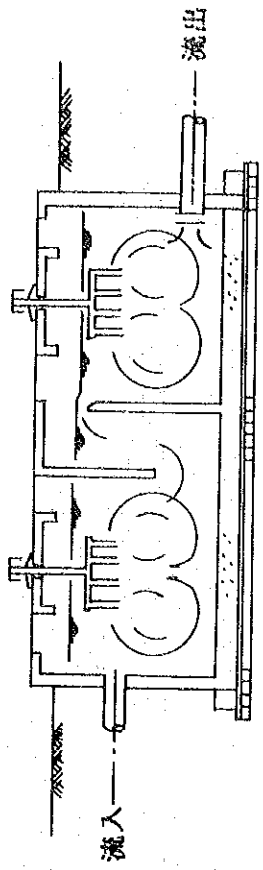
- ① 上下う流式
- ② 水平う流式

2) 外部から水流にエネルギーを与える方法

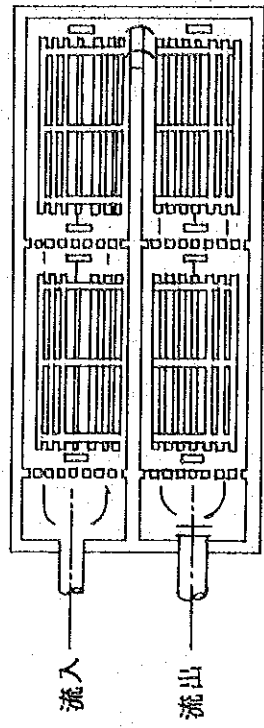
- ③ フロッキュレーター (縦型)
- ④ フロッキュレーター (横型軸流)
- ⑤ " (横型直角流)

各型式の模式図-5-2を次頁に示す。

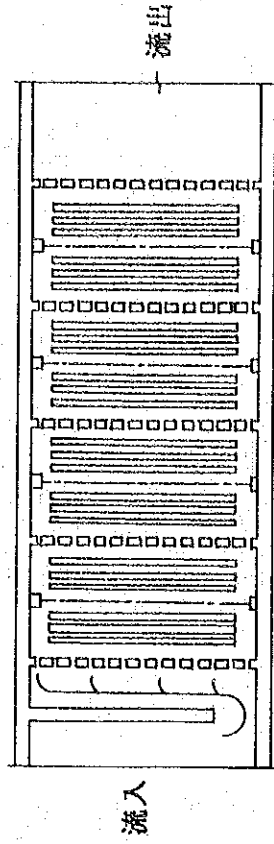
各型式について比較した結果を表-5-2, 5-3に示す。この比較の結果、上下う流方式を採用する。理由は以下のとおりである。



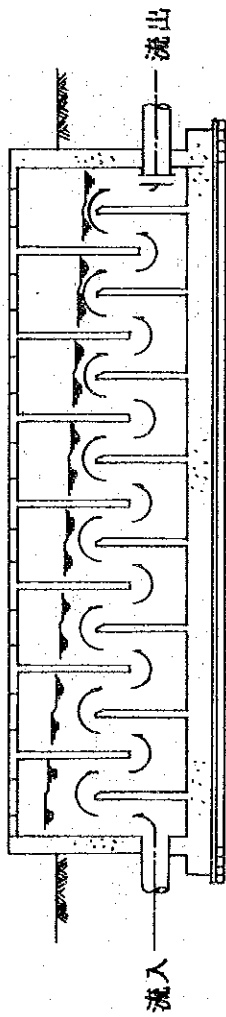
③ 縦形フロキュレータ



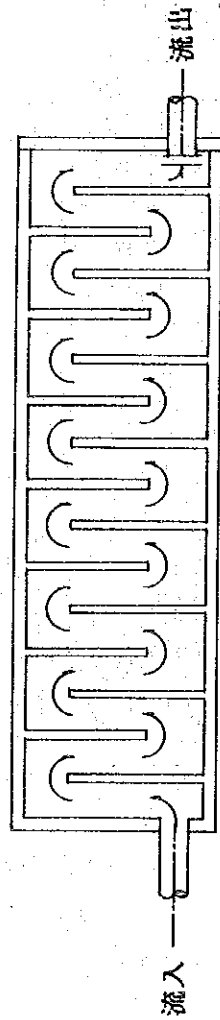
④ 横形軸流フロキュレータ



⑤ 横形直角流フロキュレータ



① 上下う流



② 水平う流式

図-5-2 フロックス形成池形式

表-5-2

● フロック形成池型式比較表

損拌方法 比較項目 1) 構造と水理的特性	(1) 水流自身のエネルギーを利用する方法		(2) 外部から水流にエネルギーを与える方法	
	阻流壁を利用する		フロッキュレーターを利用する	
	① 上下う流式	② 水平う流式	③ 壑型	④ 横型軸流式
必要スペース	池 (滞留時間: 20~40分) のみ 必要スペースは小さい ○	同 左 ○	池の上部に機械室が作れるため必要スペース小さい ○	池 (滞留時間: 20~40分) と機械室 必要スペースは大きい △
損失水頭	大きい。60~90cm程度 △	大きい。30~50cm程度(一般的)60~90cm程度に出来る。 △	ほとんどつかない ○	同 左 ○
構造	池を仕切壁により数列の水路にし、そこに阻流壁を入れ流れを上下にう流させる ○	池を多くの仕切壁により多くの水路にしたり、流れを左右にう流させる ○	池+攪拌機械 回転翼と周囲の水が共回りしないように壁に固定翼を設けることもある ○	同 左 ○
短絡流の発生	発生しにくい ○	構造上、幅が小さく深い水路となるので、短絡流が発生しにくい △	発生しやすいため、最低でも3連続池とすることが必要 △	発生しにくい ○
2) 処理方法の特色 水量の変動に対応する適応性	攪拌強度は流量の3乗に比例するため、水量が少なくなると攪拌が不十分になり流量が増えたと場合攪拌強度はフロッキングをまわすことによって運転池数を増やす必要に応じて対応する。 △	同 左 △ 阻流壁の間隔を可変にしな いかぎり、攪拌強度の変更 は難しい	フロッキュレーターのトルクを変更することで、攪拌強度の変更は可能 ○	同 左 △ ○

● フロック形成油型式比較表 2

比較項目	(1) 水流自身のエネルギーを利用する方法		(2) 外部から水流にエネルギーを与える方法	
	阻流壁を利用する		フロッキュレーターを利用する	
	①上下う流式	②水平う流式	③壁型	④横型軸流式
3) 維持管理性				⑤横型直角流式
点検・修理	排泥以外はほとんど保守・点検の必要がない ○	同 左 ○	機械部分、特に回転翼や軸受部分は摩耗が激しいため定期的な保守・点検が必要 △	同 左 △
故障時の対応	機械部分がないため、故障したり、取替といてもよい考慮しない ○	同 左 ○	稼働部が水中にあるため、修理、取替時には運転を停止せざるをえない。 △	同 左 △
排泥作業	う流壁下部に開口を設けて排泥する。実績ではほとんど堆泥がみられない。 ○	同 左 ○	底部と隅角部にかなり堆積する 排泥は容易ではなし作業中は損傷できない △	同 左 △
4) 実績	多数最近の採択例は多い ○	比較的少数 △	少数 △	最も多数、ことに大規模浮水場が多い しかし近年減少傾向にある ○
5) 経済性	機械部分がないため安価 ○	同 左 ○	最も高価 ×	高価 ×
維持管理費	不要 ○	同 左 ○	動力費が必要 ×	同 左 ×
6) 総合評価	自然流下をうまく利用し、建設費も安く本浄水場に適合している ○	攪拌強度が限られた面積では充分とれない ×	機器維持管理費が必要となり本プロジェクトの採用に對して不利 △	同 左 △

水量変動による攪拌強度の可変性と損失水頭の点を除けば、概ね上下流方式がすぐれている。

損失水頭は60~90cm程度であり、第2浄水場の水理条件を満足し、維持管理のしやすさからも上下流方式が最適である。

又、水量の変動による攪拌強度の確保は次のような方法で対処する。

- ① 運転池数を変更できる構造としておく。
- ② 上下流流板の開口面積を変化させることが可能な構造としておく。

(2) 施設諸元

規模容量

池数 2池 / 1系列 × 2系列

1池当り水量 $\frac{90,000}{2} = 45,000 \text{ m}^3/\text{d} \text{ (} 31.25 \text{ m}^3/\text{min} \text{)}$

池内滞留時間 40minとする。(基準20分~40分)

池幅 15.8m

平均水深 4.5m

必要池長 $L = \frac{31.25 \text{ m}^3/\text{min} \times 40 \text{ min}}{15.8 \text{ m} \times 4.5 \text{ m}} = 17.6 \text{ m} \text{ --- --- } 18 \text{ m}$ とする。

水路幅 1.6m × 3列
2.0m × 3列
2.4m × 3列 とする。

最大損失水頭 900mm

GT値 106,000 (基準 23,000~210,000)

5-1-4 沈でん池

(1) 沈でん池の方式

急速ろ過システムにおいて、濁質はそのほとんどが沈でん池で除去され、ろ過池は処理水の質を保障するために運転されるのが一般的である。

そのため、沈でん池までの施設を前処理といい適切な凝集操作で、沈でん池で除去しやすいような大きく重いフロックを作ることが大切である。

沈でん池は、後続のろ過池に負担がかからないように、流入濁度の大小にかかわらず沈でん処理水の濁度を低く抑える働きをしなければならない。また、原水濁質

のほとんどがこの沈でん池で除去されることから、十分な排泥機能も必要である。
急速ろ過システムの沈でん池には大別すると

薬品沈でん池 (水平流)

接触高速沈でん池 (上向流)

の2つがある。

一般に、沈でん池の効率 η は、表面負荷率 (Q/A) であらわされる。すなわち

$$\eta = \frac{v}{(Q/A)}$$

v : フロックの沈降速度

Q : 流量

A : 池の沈降面積

となる。上式から分かるように沈でん池の効率をあげるためには

- ① 池の沈降面積 A を大きくする。
- ② フロックの沈降速度 v を大きくする。
- ③ 流量 Q を小さくする。

の3通り方法がある。このうち、池の沈降面積を大きくするために、池の中に仕切壁を入れたものとして多階層沈でん池や傾斜板、傾斜管などの沈降装置がある。また流量を小さくするために、池の途中で沈でん水の間取出しを行う場合もある。

上記の沈でん効率向上のための工夫は表面負荷率理論に基づいている。表面負荷率理論では、沈でんを単粒子沈降としてとらえている。しかし実際の沈でん処理では、複雑な挙動を示していることがわかっており密度流、短絡流が発生すると池内には死水域が生じるため、滞留時間が短くなる。そこで、池の容量をいっぱいを利用して十分な滞留時間を取るための工夫がなされている。また後述の傾斜板、傾斜管などの沈降装置の場合、流れ方向に隔壁が入るため、流れが層流となり密度流などに対してある程度効果がある。

また Fined channel separation の理論による沈降装置 (フィン式傾斜板) も出現している。

以上の凝集プロセスを経たフロックを処理対象とした沈でん池の他に、装置内で凝集、フロック形成、沈でん分離の3操作を同時に行う、接触高速沈でん池もある。

以上の検討より、比較対象の沈でん池形式として次のものを考える。

1) 上向流式沈でん池

① 接触高速沈でん池

2) 水平流式沈でん池

- ① 一階層横流式沈でん池
- ② 階層式沈でん池
- ③ 傾斜管式沈でん池
- ④ 傾斜板式沈でん池
- ⑤ フィン式傾斜板

各沈でん池型式と沈降装置の模式図 5-3, 5-4 を次頁以降に示す。

各沈でん池型式と沈降装置について比較した結果を表-5-4 に示す。比較検討の結果、傾斜板式を採用する。理由は以下のようなものである。

- ① 一階層横流式は、池の必要面積が大きくなり全体のレイアウトに大きな影響を与える
- ② 傾斜板式は低温、低濁の原水に対し多くの浄水場で安定した実績を持っている。
- ③ 既設は、傾斜管であるが
 - a. 水平流れにおける沈降理論ほど明確化されていない。
 - b. 水平流沈でん池における傾斜管設置はフロックがキャリーオーバーしやすい。その結果濁度が上昇しやすい。

等の理由で採用しない。

(2) 施設諸元

規模容量

池数	2池-1系列分
1池処理水量	45,000m ³ /d (31.25m ³ /min)
池内滞留時間	60minとする。

フロック沈降速度0.6m/h、表面負荷率0.6m/h(沈降速度に相当)における除去率を考慮して決定した。3-2-6参照。なお、日本の参考例として

白川浄水場(札幌)	0.6 m/h
萩ヶ丘浄水場(稚内)	0.6 m/h
堤川浄水場(青森)	0.6 m/h

有効池幅 12.6m

池内有効水深 約4.15m

必要有効池長
$$L = \frac{31.25 \text{ m}^3/\text{min} \times 60 \text{ min}}{12.6 \text{ m} \times 4.15 \text{ m}} = 35.85 \text{ m}$$

前段(傾斜板なし)池内通過時間 25minとする。

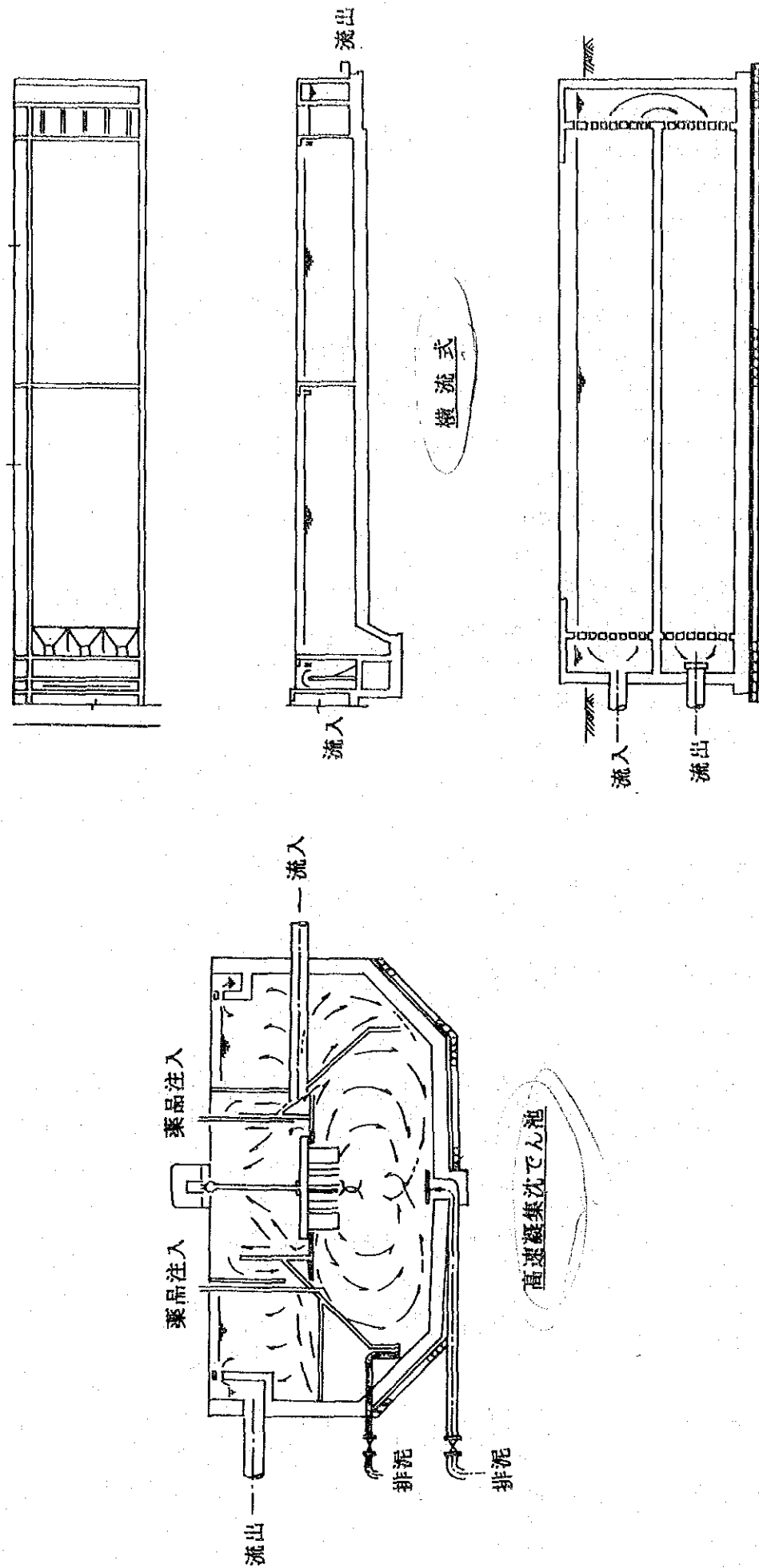
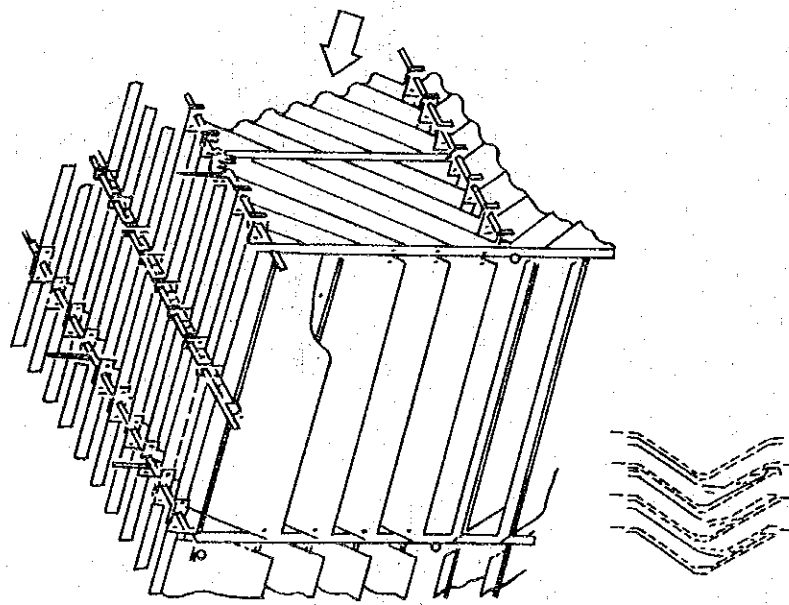
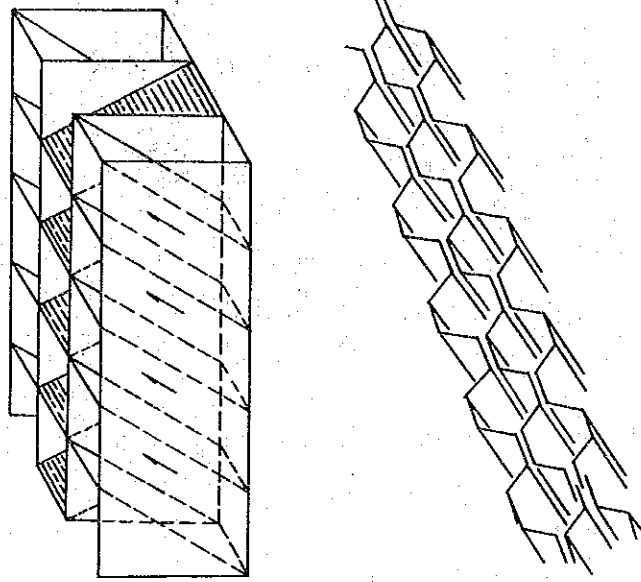


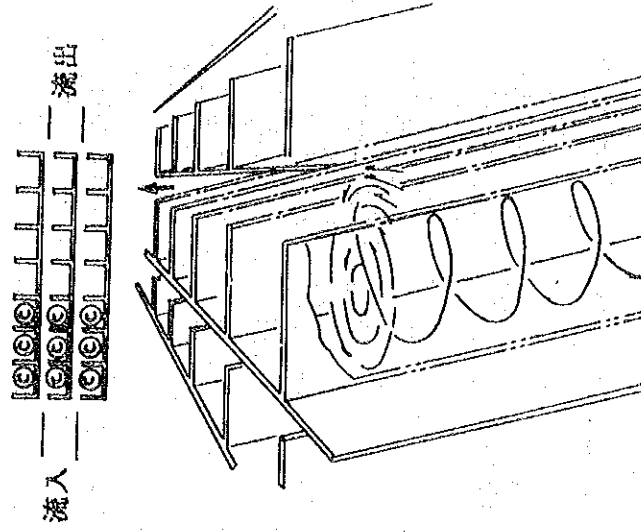
図-5-3 沈でん池形式



傾斜板



傾斜管



ラビリンズ

図-5-4 沈降装置

表一5-4

●沈でん池型式比較表

比較項目	上同流		水		平		流	
	設置型	同流池	稀流式	階梯式	階梯槽	階梯槽	階梯槽	フィン式
1) 構造と水理的特徴								
必要スペース	必要面積は小さい ○	必要面積は大きい X	横流式の半分程度ですむ ○	横流式の半分程度ですむ ○	横流式の30~40%程度 ○	横流式の30~40%程度 ○	同左 ○	同左 ○
構造	池(滞留時間:1.5~2.0hr) 環状機、葉生設備 △	池(滞留時間:3~5hr)のみ △	ただし階層になっている分 構造はやや複雑 X	池(滞留時間:10~15分) △	池(滞留時間:10~15分) △	池(滞留時間:15~40分) ○	同左 ○	同左 ○
2) 処理方法の特徴								
水量の変動に対する対応	水量・水量の変化に対して 緩衝性が小さい X	水量が大きいため、水量の 変化に対して緩衝性を持つ ○	同左 ○	同左 ○	水量の変化に対してやや 緩衝性をもつ △	水量の変化に対して緩衝性 をもつ ○	同左 ○	同左 ○
水量の変化に対する対応	難しい X	水量の変化による影響は、 ほとんどない ○	同左 ○	同左 ○	密度流が生じやすい △	水量の変化による影響は、 ほとんどない ○	同左 ○	同左 ○
水温の変化の影響	受けやすい X	受けにくい ○	同左 ○	同左 ○	同左 ○	同左 ○	同左 ○	同左 ○
排泥装置	水中クラリアファイヤー等 △	同左 △	排泥位置が深くなる X	同左 △	同左 △	同左 △	同左 △	同左 △
3) 維持管理性								
運転の難易度	難しい X	最も簡単 ○	同左 ○	同左 ○	簡単 ○	同左 ○	同左 ○	同左 ○
保守・点検	機械部分が多いため保守・ 点検が複雑になる △	排泥装置以外、保守・点検 は必要ない ○	同左 ○	同左 ○	排泥装置が沈降装置の下 にあるため、保守・点検 にやや難がある △	同左 ○	同左 ○	同左 ○
4) 実費	小規模浄水場多数 しかし、近年減少の傾向に ある ○	大から小規模浄水場に多数 △	大規模浄水場に少数 ○	同左 ○	傾斜槽の実数は少数 △	傾斜槽の実数は多数 △	同左 ○	実数は少ない △
5) 経済性								
建設費	大規模では高い (池+機械) △	大規模では安い ○	高い △	同左 △	同左 △	同左 △	同左 ○	同左 ○
維持管理費	高い X	安い ○	同左 △	同左 △	やや高い △	同左 △	同左 ○	同左 ○
総合評価	処理が不備美で運転が難しく、 経済性に劣る X	処理が優美で運転が易しい がスペース的に無理がある X	処理が優美で運転も易しい が、排泥に難がある △	同左 △	処理が優美で運転も易しい が、排泥に難がある △	処理が優美であり、本排水 場に適している。 ○	同左 △	同左 △

(傾斜板沈でん池としての滞留時間は後段池で見えてあ
る。この前段池部分は沈でん池の緩衝部分となる。)

$$\text{前段池長} \quad L = \frac{31.25 \text{ m}^3/\text{min} \times 25 \text{ min}}{12.6 \text{ m} \times 4.15 \text{ m}} = 14.94 \text{ m}$$

後段(傾斜板付き)池内滞留時間 35minとする。(基準20~40分)

表面負荷率 0.438m/h (流量/傾斜板沈降面積)

$$\text{後段池長} \quad L = \frac{31.25 \text{ m}^3/\text{min} \times 35 \text{ min}}{12.6 \text{ m} \times 4.15 \text{ m}} = 20.9 \text{ m} \text{-----} 21 \text{ m} \text{とする。}$$

5-1-5 ろ過池

(1) ろ過方式

本浄水場においては前述のように、既に用地は確定されていること、ろ過池は全て上屋をかける必要があること等の理由によりろ過池の面積を、安全を確保した上で出来るだけ小さくしたい。その場合当然ろ速は大きくなる。さらに、高濁度時には沈でん処理水も通常より濁度が上昇することが考えられる。これらの対応策として、アンストラサイトを砂層に置く二層ろ過を計画する。

ろ過による濁質除去機構は、

- ① 懸濁粒子がろ材表面へ輸送される過程(輸送過程)
- ② 輸送された粒子がろ材表面へ付着して捕捉される過程
(付着過程)

の2段階よりなるといわれている。

このうち、ろ過の効率(ろ過池で除去される懸濁質量/ろ過池に流入する懸濁質量)はろ材の表面積がろ過のパラメーターの1つとなっている。また、単位ろ層断面面積あたりのろ材の表面積はろ材粒径と砂層厚の関数になるため、ろ過効率のパラメーターとしてはろ材粒径と砂層厚を用いることができよう。このろ材粒径の大小でろ過の状況は次のように異ってくる。

① ろ材粒径 小

ろ層単位長さあたりのろ過面積が大きくなり、ろ過効率は大きくなる。反面抑留物が特定のろ層(表層)に集中し高い損失水頭を生じる。(表面ろ過)

② ろ材粒径 大

ろ層単位長さあたりのろ過面積が小さくなり、ろ過効率は小さくなり、懸濁質がろ層内部へ侵入する。そのため、ろ層内部に大量の濁質を抑留することになるため、損失水頭も小さい。反面、濁質の漏出に対する安全性は表面ろ過の場合よりも小さくなる。
(内部ろ過)

ろ過池は急速ろ過システムの一連のプロセスの中で、除濁の最終段階であるため、処理水の水質（濁度）に完璧な保証がなければならない。そのために必要な条件としては、次のことがあげられよう。

- ① 流出濁質をほぼ0度とする高い除去性
- ② 流入濁質の変化に対する緩衝性
- ③ 抑留した濁質によりろ過が閉塞したのち洗浄によって再び良好な処理能力を回復すること

浄水場で採用されているろ過池の型式はその洗浄方法によって、次の2種類に大別される。

- ① 自己水逆洗型
- ② 従来型

①の自己水逆洗型は、ろ過池の逆洗に、ろ過継続している他の池のろ過水と流出水頭を用いる型式であり、②の従来型は逆洗に高架タンクまたはポンプで加圧した水が用いられる。

上記2型式の模式図を次頁に示し、比較した結果を表-5-5、5-6に示す。この比較を行った二つのタイプはともに多くの実績を持ち、信頼のおけるろ過方式であるが、本計画においては次のような観点において自己水逆洗型が優位であると判断する。

① ろ過方式

流量調節機構において、池内の水位変化による定流量ろ過方式は、従来型における流量計およびコントローラーでの定流量調節方式に比べて、簡単確実であり、優れた方式である。

② 維持・管理

従来型における高架タンク、揚水ポンプ、ろ過池管廊内管弁類等は、かなり大規模なものになる。

自己水逆洗型では大きな管弁類がないのが一般的であり、保守点検が容易である。

③ 建設費

逆洗用高架タンクが不要でありその差分程度が自己水逆洗型が安価であるといえる。

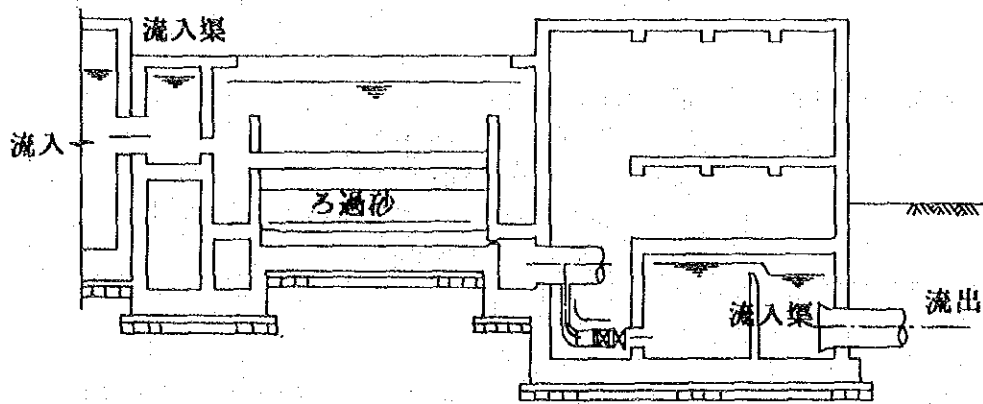
④ 運転費

1日の池洗浄回数が全体の半数の池（2日に1回洗浄）程度とすると、自己水逆洗型と従来型との運転費は、比率で、1：2程度と、自己水逆洗型が有利である。

(2) 施設諸元

規模容量

従来型



自己水洗浄型

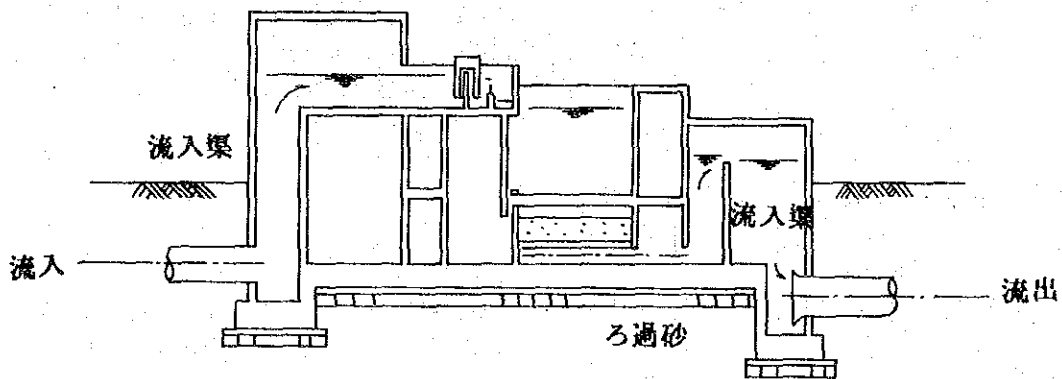


表-5-5

ろ過方法 比較項目	重 力 式	
	自己水逆洗型	従 来 型
1)構造と水理的特徴		
必要スペース	予備池の考え方によっては、従来型の方の必要スペースが大きくなることもあるが大差はない	同 左
池の平面積	最大150m ² 程度	200m ² 程度の実績がある
池 数	予備を含めて8池を1つのユニットとしてグループを構成	予備を含めて2池以上
構造物の高さ	浄水渠までは7~8m程度、他の部分は6m程度	一般に池部分は4m程度 管廊部で6~7m程度
損失水頭	2.5m程度	5.0m程度
負水頭の有無	流出堰高が、ろ床よりも高いため、負水頭は生じない	負水頭の可能性があるが、砂上水深を十分とることにより、可能性を小さくできる
2)処理方法の特色		
流量調節装置	流入水と池内の水は、水理的にカスケードされており、流出水位を一定にしておいて、池内の水位上昇で定速ろ過を行うので機構がシンプル	コントローラーを設置しその開度により、流量を調節するため、管路は複雑になる
ろ抗の到達	池内の水位が決められたH.W.Lに達した時がろ抗到達。	コントローラーの全開時をもってろ抗到達とする。さらにろ過を継続すると水面が上昇する。

表-5-6

ろ過方法 比較項目	重 力 式	
	自己水逆洗型	従 来 型
2)処理方法の特色		
逆洗	他池のろ過水の水頭を利用して行なう。	高架タンクまたは、洗浄ポンプによる。
流量変動時におけるろ過水の清澄度	水量の分配が自己平衡型であるため、流入水の変動がろ過水量の変動にうつる時間が長い。従ってろ層に与える影響は小さい。	流量変動はコントローラーによって行うが、その開閉速度がただちにろ過速度の変化となり、安定な状態で捕捉していた濁質をリークさせる恐れがある。
3)維持管理性		
池の操作方法	操作は、流入、洗浄排水、洗浄のみで、操作項目は少ない。	全操作が電気または空気によるバルブになるため、操作項目が多い。
逆洗水の処理	逆洗は、他池の水頭を利用して行なう。そのため、逆洗開始前にろ層上部の水をドレインする必要がある。洗浄排水が希釈され、排水処理への負荷が大きくなる。	洗浄時に捨水の必要が無いため自己水洗浄型よりも洗浄配水が少なく濃度も若干高い。そのため、排水処理への負荷は小さい。
4)経済性		
建設費	逆洗用施設分程度従来型より有利である。	逆洗用高架タンク又は、ポンプが必要。
5)実績 (日本)	中、小規模での実績は多い。	大規模から小規模まで使用実績は広範囲にわたっている。

処理水量 1系列 90,000m³/d
 目標ろ過速度 通常時 200m/d以下とする。(基準値200m/d~240m/d
 多層ろ過の場合)

必要最小ろ過面積 $\frac{90,000\text{m}^3/\text{d}}{200\text{m}/\text{d}}=450\text{m}^2$

池数 10池とする。

1池必要最小ろ過面積 $\frac{450\text{m}^2}{10\text{池}}=45\text{m}^2$

ろ過池形状 4m×12mとする。

ろ過面積 48m²

設計ろ過速度 通常時 $\frac{90,000\text{m}^3/\text{d}}{48\text{m}^2 \times 10\text{池}}=187.5\text{m}/\text{d}$

1池洗浄時 $\frac{90,000\text{m}^3/\text{d}}{48\text{m}^2 \times 9\text{池}}=208.3\text{m}/\text{d}$

洗浄方式 逆洗 他池の水頭を利用して有孔集水装置使用
 表洗 固定式圧力水

洗浄速度 逆洗 0.6m/min (基準 0.6m/min)
 表洗 0.15m/min (基準 0.15~0.20m/min)

ろ層構成 ろ速が200m/dを越えること、及び高濁度時があることを考慮して、ろ層を上部アンスラサイト20cm下部砂層50cmの構造とする。

5-1-6 浄水池

本浄水場の浄水池は前章でも述べた様に配水池の役割を兼ねている。第一期工事では8,740 m³建設済みであり、用地の関係から二期工事としては15,390m³分しかない。すなわち合計21,430m³の浄水池容量である。

この容量は配水量 200,000m³/dに対して 2.5時間分にしかならず配水池としては不十分である。

(1) 浄水池構造の選定

構造の比較をPC造とRC造について行くと、次のような点において、RC造がすぐれている。(表-5-7参照)

表 5-7

	PC造	RC造
1. 形状	<ul style="list-style-type: none"> ・ 円筒形 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 矩形
2. 構造	<ul style="list-style-type: none"> ・ 壁を筒形として膜理論で応用解析。 ・ 壁体に生じる応力は、ほとんどがフープテンションであり、鉛直方向の曲げなどは極めて少ない。 ・ コンクリートは引張応力に弱いので、このフープテンションにはほぼ等しいプレストレスを壁体に配置したPC鋼線を緊張する。 ・ フープテンションは水深に比例し、増大するが各層での必要プレストレスは、PC鋼材の量またはピッチを変換することによりその量を与えることができる。 ・ 上記より、ひびわれが発生しにくい構造となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 柱、梁、版等を一体とした不特定構造（ラーメン構造）として構造解析。 ・ 部材は主として曲げ剛性で外荷重に抵抗。 ・ 曲げを受ける部材は、圧縮または引張を受ける部材に比較してより高剛度が必要とする。 ・ 上記により、RC造はPC造に比較して部材が厚くなり、温度応力や乾燥収縮の影響が大きくなり、コンクリートにひび割れが生じ易くなる。
3. 設計条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地上式または半地下式に適している。 ・ 水深を大きくとれる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地下式に適している。 ・ 水深は6.0m程度が限界。 ・ 大規模容量で屋根を子ノスコート野球場等の有効利用する場合に適している。
4. 水密性	<ul style="list-style-type: none"> ・ ひび割れが生じにくく、施工を確実にすれば漏水については殆んど問題はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 漏水の有無は主として施工の良否により生ずる可能性が高く、ひび割れの発生はRCの宿命のようなもので、PCに比べひび割れが起り易く、水密性は劣る。適切な補修等を行うことにより問題は無い。
5. 施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鋼材とコンクリートにプレストレスをかけて水圧に抵抗させているので、コンクリートの品質管理と鋼材の緊張作業等に特殊な技術が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般的な技術で十分であるが水密構造であるので、温度応力、乾燥収縮によるクラックを出来るだけ小さくかつ少なくするよう十分注意することが必要。
6. 維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 躯体についてはほとんど必要ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同 左

- ① 建設計画において、2池に分割する予定であり、用地の使用形態は方形の方が用地を有効利用でき好ましい。一方、PCは一般的に円形構造物となるため、RC造りが有利である。さらに壁面の管貫通工等は、RC構造の方が自由性がある。
- ② 経済性については、全体が地下構造物になると、PCにおける一般的な有利性が減少する。

(2) 施設諸元

規模容量

池数 2池

容量 15,390m³ (基準値8時間以上すなわち67,000m³以上)

池形状 47.0m×39.0m×4.2m(有効水深)

5-1-7 塩素混和池

後塩素処理された水は、均一に混和され浄水池に貯留されなければならない。施設基準(日本)には特に混和時間は規定してないが、各浄水場設計の経験から10分程度でよい。後塩素注入点をろ過池流出管に計画するので、混和は浄水池までの連絡管及び浄水池に設置してある水平う流で充分できるようになっている為、本計画では塩素混和池を設けない。

5-1-8 ポンプ棟

既設ポンプ棟の制御室側に変圧器室を増築し、操作員の居住性を高める為、給排水設備及び便所も合わせて設ける。構造、意匠、仕上げは既設に準ずる。

構造 鉄筋コンクリート構造

規模 地上一階、増設延面積 195.4m²

5-1-9 管理本館

管理ブロック内の既設本館の西側に新築する。

事務室、制御室、応接室の他精密試験が行える水質試験室を併設する。管理本館の大部分の面積を占める水質試験室は維持管理の為の試験のほか、近代的浄水場のモデル施設となるよう考慮する。

構造 プレキャストコンクリート組立構造

規模 地上三階 延面積 2,542.6m²

5-1-10 薬注棟

既設薬注棟は薬品倉庫に改造をし、浄水処理に必要な薬品（ばん土、苛性ソーダ、活性シリカ、塩素）の貯蔵槽、溶解槽、注入ポンプ等のための薬注棟を新築する。

構造 プレキャストコンクリート組立構造
規模 地上一階、延面積 1,300㎡

5-2 設備・機器計画

第2浄水場拡張計画の設備機器には浄水機械、薬注機器、電気計装機器と水質試験設備がある。

5-2-1 浄水機械

浄水機械で計画される機器として急速攪拌機、汚泥掻寄機、傾斜板設備と急速ろ過池機器設備である。

(1) 急速攪拌機

本機は急速攪拌池で、原水と凝集剤を急速に攪拌混和させるものである。

基 数	: 4台 (2台/系列×2系列)
型 式	: 立軸懸垂式
減速機	: 立型サイクロ減速機

(2) 沈でん池汚泥掻寄機

1) 沈でん池汚泥掻寄機の型式

現在各浄水場において運転されている機種としては、下記のもものが代表される。

- ① 水中ロープ牽引式
- ② リングベルト式
- ③ 走行式ミーダ形
- ④ 中央掻寄式

型式の選定においては、沈でん池の形式・形状により限定されてしまうが、傾斜板沈でん池に採用できる①、②、④につき、各掻寄機の一般的な比較を表5-8に示す。

比較表より、各機種ともそれぞれ特長があり選択の可能性は充分あるが、本浄水場全体（既設系も含めて）フローと施工性を勘案して、ロープ牽引式とする。

2) 汚泥掻寄機

本機は傾斜板により沈降した汚泥を汚泥引抜ピットに掻寄せるためのものであ

表 5-8 沈でん池汚泥掻寄機比較表

比較項目	方式	A. 水中ロープけん引式	B. リングバルト式 (チェーン使用)	C. 中央掻寄式
1. 構造	<p>駆動部……ワイヤー、バイエル変速機、サイクロ減速機、ワイヤー巻取装置</p> <p>水中部……掻寄部、ワイヤー、滑車</p> <p>1 駆動にて、掻板 2 組を交互に掻寄せる。</p>	<p>駆動部……ワイヤー、バイエル変速機、サイクロ減速機、スプロケット用軸受台</p> <p>水中部……チェーン、掻板、水中軸、軸受け、テークアップ</p> <p>1 駆動にて、掻寄部 2 列または 3 列を駆動する。</p>	<p>駆動部……ワイヤー、バイエル変速機、サイクロ減速機</p> <p>水中部……掻板、駆動軸</p> <p>1 駆動にて、1 掻寄せを行う。</p>	
2. 運転方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2 組の掻板にて交互に掻寄せる。 ・ 断続運転 (1 日に数回掻寄せる。) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ エンドレスチェーンにて連続に掻寄せる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 回転により連続に掻寄せる。 	
3. 沈でん物掻寄能力	<p>濁度にもよるが、常時運転を行っているれば、濁度増加等による沈でん物の増加にも対処できる。</p>	<p>常時運転を行っているため、濁度変化には十分に対処できる。</p>	<p>B 方式に準ずる。</p>	
4. 長所	<ol style="list-style-type: none"> 1. 他方式に比べ安価である 2. 据付が容易である。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 連続掻寄が行える。 2. チェーンが切断しても、ユニット (ピン、ローラー) を取替えることにより補修できる。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水中摺動ヶ所がない。 2. 連続的に掻寄が行える。 3. 軸受、滑車、ピン等の部品が他方式に比べて少ない。 4. 排泥弁の数が少ない。 	
5. 短所	<ol style="list-style-type: none"> 1. ロープが切断した場合には、ロープ 1 本分を取替える。 2. 連続掻寄せではないために、掻板が多量の汚泥に埋没した場合に、掻寄を行うと、ロープ切断または掻板脱軸の恐れがある。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. テークアップが水中にあるために、チェーンのたみみを調整するためには、人が水中に入るか、またはテークアップ構造を地上より操作できる様にする必要がある。 2. 水中部が他方式に比べて多いため、維持管理が多く必要である。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 沈でん池上部に設置した歩廊にて全荷重を受けるため、歩廊が大きくなる。 2. 沈でん池壁に、機械荷重を考慮する必要がある。 3. 駆動部の貫通する部分の傾斜板を切欠く必要がある。 	

比較項目	方式	A. 水中ロープけん引式	B. リングベルト式 (チェーン使用)	C. 中央掻寄式
6. 沈でん池構造物との関連(一般的)	3. 水中部が比較的多いため、水中部の材質及び塗装等に注意する必要がある。	3. 他方式に比べて高価である。 4. A方式の3に準ずる。	4. 各コーナー部分に汚泥が堆積しやすい。 5. 水中部は、A・B方式に比べて少ないが、材質、塗装等には注意する必要がある。	
7. 施工性(良い順)	1. 掻板をワイヤーで引き寄せるため、ワイヤー、掻板の強度を考慮すれば長いものが有効と思われ。(60m程度の掻寄せ実績あり) 2. 構造物に加わる荷重は、小さいために特に考慮する必要なし。 3. 掻板毎に粗流壁を必要とする。	1. エンドレスチェーンにて掻寄せるため掻寄せ距離が長くなるとチェーンたるみが大きくなり、駆動部の負荷が大きくなる。(30m程度迄の実績あり) 2. A方式2に準ずる。 3. A方式3に準ずる。	1. 駆動軸貫通部の傾斜板を切欠く必要がある。 2. 各コーナーに汚泥が堆積しない様な構造とする。 3. 円形掻寄せのため池形状が正方形に近くなる。 4. 沈でん池スラブにて全荷重を受けるため、強度を考慮する。	
8. 総合比較	前述の1~7項の比較を有利な順に整理する。 (1) 機械構造 (構造の複雑さ等) (2) 水中摺動時の有無 (3) 掻寄せ能力 (但し高濁度時) (4) 土木構造への影響 (荷重等) (5) 保守・点検 (維持管理) (6) 施工性	1 または 2	3	2 または 1
	$C \geq A > B$ $C > A > B$ $B = C > A$ $A \geq B > C$ $C \geq A > B$ $A \geq C > B$			

る。

基 数	: 12台 (2連1駆動/台)
型 式	: 水中ロープ牽引式
減速機	: サイクロ減速機
掻寄せ方向	: 水流と直角方向

(3) 急速ろ過池機器・設備

本設備は池内の水位平衡による重力・定流量急速ろ過池で、流入装置、流出装置、排水装置、集水装置、表洗装置と補機（制御装置舎）から構成される。

流入装置と排水装置はサイフォン式とし、集水装置はろ過時の集水、洗浄時の逆流水の分配がろ過面積全体に均一に行なえるように設備するもので、型式は低損失水頭型有孔ブロック（陶磁製）とする。

表洗装置は表洗主管、表洗枝管、表洗ノズルからなり、形式は固定式とする。設備の補機はコンプレッサー、真空ポンプなどが計画される。

ろ過池の運転はタイマー運転を原則とする。

5-2-2 薬品注入設備

既設では凝集剤として固型ばん土を使用し、15%の溶液にして着水井に注入、凝集補助剤として活性シリカを使用している。又、注入方式はポンプによる注入である。塩素は、500kgポンベを使用し、後塩素注入機で浄水池に注入している。

現地状況の協議結果を基に4-3-5で述べたように使用薬品として、凝集剤は固型ばん土、凝集補助剤は活性シリカ、pH調整剤は苛性ソーダ、滅菌は500kgポンベ容器の気体塩素とする。又、注入点は処理フロー（各種薬品注入点）の通りとする。（図5-5参照）

塩素以外の薬品は維持管理上より定量ポンプによる注入方式とする。また、毒性の強い塩素が漏洩した場合に備えて中和設備を設ける。

(1) 処理水量

処理水量の変動は下記とする。

新設1系	最大	90,000m ³ /日	最小(75%)	67,500m ³ /日
新設2系	最大	90,000m ³ /日	最小(75%)	67,500m ³ /日
既 設	最大	30,000m ³ /日	最小(100%)	30,000m ³ /日
総処理水量	最大	210,000m ³ /日	最小	165,000m ³ /日

(2) 使用薬品及び注入点

凝集剤	硫酸ばん土	1系・2系の急速攪伴池及び既設着水井
凝集補助剤	活性シリカ	新設着水井

アルカリ助剤 苛性ソーダ 新設着水井
 消毒剤 塩素ガス 前塩素 放牛溝加圧ポンプ場
 後塩素 新設浄水池流入管
 既設浄水池 (2ヶ所)

(3) 薬品別処理水量

① 硫酸ばん土

注 入 点	最 大	最 小	水 量 比
1系 急速攪拌池	90,000m ³ /日	67,500m ³ /日	1.33 : 1
2系 急速攪拌池	90,000m ³ /日	67,500m ³ /日	1.33 : 1
既設 急速攪拌池	30,000m ³ /日	30,000m ³ /日	1 : 1

② 活性シリカ

注 入 点	最 大	最 小	水 量 比
新設着水井	210,000m ³ /日	165,000m ³ /日	1.27 : 1

③ 苛性ソーダ

注 入 点	最 大	最 小	水 量 比
新設着水井	210,000m ³ /日	165,000m ³ /日	1.27 : 1

④ 前塩素

注 入 点	最 大	最 小	水 量 比
放牛溝加圧ポンプ場	210,000m ³ /日	165,000m ³ /日	1.27 : 1

⑤ 後塩素

注 入 点	最 大	最 小	水 量 比
新設浄水池流入管	180,000m ³ /日	135,000m ³ /日	1.33 : 1
既設 浄水池	30,000m ³ /日	30,000m ³ /日	1 : 1

(4) 薬品注入率

薬品注入率	最 小	通 常	最 大	自動運転注入比
硫酸ばん土	20ppm	30ppm	60ppm	1 : 3
活性シリカ	1ppm	2ppm	3ppm	1 : 3
苛性ソーダ	4ppm	8ppm	12ppm	1 : 3
前 塩 素	1ppm	3ppm	5ppm	1 : 5
後 塩 素	0.5ppm	1ppm	3ppm	1 : 6

硫酸ばん土 固体ばん土重量 PPM
 活性シリカ SiO₂として
 苛性ソーダ 固形重量 PPM
 塩素ガス Cl₂

注)最小～最大までの注入率に関して、自動運転を行う。

(5) 薬品注入量比

薬品名	注 入 点	水 量 比	注入率比	自動運転注入率比
硫酸ばん土	1系急速攪拌池	1 : 1.33	1 : 3	1 : 4
硫酸ばん土	2系急速攪拌池	1 : 1.33	1 : 3	1 : 4
硫酸ばん土	既設着水井	1 : 1	1 : 1	1 : 3
活性シリカ	新設着水井	1 : 1.27	1 : 3	1 : 3.8
苛性ソーダ	新設着水井	1 : 1.27	1 : 3	1 : 3.8
前塩素	加圧ポンプ場	1 : 1.27	1 : 5	1 : 6.4
後塩素	新設浄水池流入管	1 : 1.33	1 : 6	1 : 8
後塩素	既設浄水池	1 : 1	1 : 6	1 : 6

(6) 薬品注入量

1) 硫酸ばん土

① 使用薬品

固体ばん土 荷姿 50kg袋
 溶液濃度 15% (比重1.08)

② 注入量の算出

$$V_v = Q \times R_s \times (100/C) \times (1/d) \times 10^{-3}$$

V_v : 注入量 (ℓ/日)

Q : 処理水量 m^3 /日

R_s : 固形ばん土 (PPM)

C : 固形ばん土を溶解した時の溶液濃度%

d : 比重

処 理 水 量			注 入 量				
			最 小	平 均	最 大	非常時	
			20ppm	30ppm	60ppm		
新	最	90,000 m^3 /日	m^3 /日	11.1	16.7	33.3	
			ℓ/時	463	694	1389	
			ℓ/分	7.7	11.6	23.1	
設	最	67,500 m^3 /日	m^3 /日	8.3	12.5	25.0	
			ℓ/時	347	521	1042	
			ℓ/分	5.8	8.68	17.4	
既	最	30,000 m^3 /日	m^3 /日	3.7	5.6	11.1	
			ℓ/時	154	231	463	
			ℓ/分	2.6	3.85	7.7	
設	最	30,000 m^3 /日	m^3 /日	3.7	5.6	11.1	
			ℓ/時	154	231	463	
			ℓ/分	2.6	3.85	7.7	

③ 溶解槽貯蔵量

貯蔵日数及び容量

最大流量、平均注入率にて2日分とする。

新設 1系用 16.7m³/日

新設 2系用 16.7m³/日

既設 5.6m³/日

計 39.0m³/日

溶解槽容量 39.0m³/日 × 2日 = 78.0m³/日 余裕を見て → 100m³

溶解槽数 2槽 (50m³)

溶解固形ばん土量 (1槽分)

$$50\text{m}^3 \times 1.08 \times \frac{15}{100} = 8.1\text{ton}$$

$$\frac{8100\text{kg}}{50\text{kg}} = 162\text{袋}$$

一日50kg 162袋 解袋投入する

溶解槽形状

有効 50m³ (2槽)

形状 3m × 6m × 4.0m 有効水深2.8m

④ 攪拌用空気量

攪拌用空気量を0.05m³/m²/分とする。

溶解槽面積 3m × 6m = 18m²

必要空気量 18m² × 0.05m³/m²/分 = 0.9m³/分

ブローアーは活性シリカと共用とする。

2) 活性シリカ

① 使用薬品

珪酸ソーダ JIS3号品相当とする

比重(20℃) 40Be以上

無水珪酸 1.40以上

28~30%

粘度(5℃) 700 CP

(10℃) 500 CP

濃硫酸 95%

活性珪酸 熟成濃度 1%

貯蔵濃度 0.5%

② 注入量の算出

$$V_g = Q \times R \times C \times 10^{-3}$$

v g : 注入量 kg/日
 Q : 処理水量 m³/日
 RC : 活性珪酸 (SiO₂) 注入率 (ppm)

処 理 水 量		注 入 量 (SiO ₂)		
		最 小	平 均	最 大
		1 ppm	2 ppm	3 ppm
最大210,000m ³ /日	SiO ₂ kg/日	210	420	630
	0.5% m ³ /日	42	84	126
	m ³ /時	1.8	3.5	5.3
	ℓ /分	29.2	58.3	87.5
最小165,000m ³ /日	SiO ₂ kg/日	165	330	495
	0.5% m ³ /日	33	66	99
	m ³ /時	1.4	2.8	4.1
	ℓ /分	22.9	45.8	68.5

③ 貯槽量

a. 珪酸ソーダ貯槽

最大流量、平均注入率にて2日分以上 $84\text{m}^3/\text{日} \times 2\text{日} = 168\text{m}^3 : 160\text{m}^3$

0.5%溶液160m³として $\text{SiO}_2 = 800\text{kg}$

$$\begin{aligned} \text{必要珪酸ソーダ投入量} &= 800\text{kg} \times \frac{1}{0.28} = 2857\text{kg} \\ &= \frac{2857\text{kg}}{1.4} = 2041\ell \end{aligned}$$

ドラムカン200ℓにて投入として、

$$\frac{2041\ell}{200\ell} = 10.2\text{本} \rightarrow 10\text{本とする。}$$

珪酸ソーダ投入量

$$200\ell \times 10\text{本} = 2000\ell$$

$$\text{SiO}_2 \quad 2000\ell \times 1.4 \times 0.28 = 784\text{kg}$$

$$0.5\% \text{溶液として} \quad 784 \times \frac{100}{0.5} \times 10^{-3} = 157\text{m}^3$$

貯槽容量 160m³

貯槽数 2槽とする。

b. 濃硫酸貯槽

濃硫酸注入量 濃硫酸 95% 比重=1.83

活性珪酸 1kgに対する濃硫酸の量 0.507kg

珪酸ソーダ 2000ℓ (784kg as SiO₂)

$$\begin{aligned} \text{濃硫酸必要量} &= 784\text{kg} \times 0.507 \times \frac{1}{0.95} = 418.4\text{kg} \\ &= \frac{418.4\text{kg}}{1.83} = 229\ell \end{aligned}$$

貯槽容量

最大流量、平均注入率時使用量(229ℓ)にて20日分の容量を持つものとする。

$$229\ell \times 20\text{日分} = 4580\ell \rightarrow 5\text{m}^3\text{とする}$$

計量槽は1回分 229ℓ 余裕を見て→300ℓ

c. 貯槽形状

有効 160m³
形状 9m × 6m × 4.0m
(有効3.0m)

濃硫酸貯槽形状

有効 5m³
1800 × H2200

④ 攪拌用空気量

攪拌用空気量を0.05m³/m²/分とする。

溶解槽面積 9m × 6m = 54m²

必要空気量 54m² × 0.05m³/m²/分 = 2.7m³/分

攪拌用ブローア

空気量 硫酸ばん土用 0.9 × 2 = 1.8m³/分

活性シリカ用 2.7 × 2 = 5.4m³/分

ブローア容量 7.2m³/分 × 5m³とする。

3) 苛性ソーダ

① 使用薬品

液体苛性ソーダ 30% 比重 1.33

② 流入量の算出

$$Vv = Q \times Rs \times \frac{100}{C} \times \frac{1}{d} \times 10^{-3}$$

Vv : 注入量 (ℓ/日)

Q : 処理水量 (m³/日)

Rs : 固形重量 ppm

C : 濃度 %

d : 比重

処 理 水 量			注 入 量			
			最 小	平 均	最 大	
			4ppm	8ppm	12ppm	
最大	210000	m ³ /日	2.1	4.2	6.3	
			ℓ/時	87.5	175	262
			ℓ/分	1.46	2.9	4.37
最小	165000	m ³ /日	1.7	3.3	5.0	
			ℓ/時	69	139	208
			ℓ/分	1.15	2.31	3.47

③ 貯蔵量

a. 貯槽日数および容量 最大流量 平均注入率にて30日分とする。

貯槽容量 5.0m³/日 × 30日 = 150m³

貯槽数 2槽

b. 貯槽形状

有効 75m³

形状 6.3m × 4.3m × 4.0m

有効水深 2.8m

4) 塩 素

① 使用薬品

塩素ガス

② 注入量の算出

$$V_g = Q \times R_s \times 10^{-3}$$

V_g : 注入量 (kg/日)

Q : 処理水量 (m³/日)

R_s : 注入率 (mg/ℓ)

処 理 水 量				注 入 量		
				最 小 1ppm	平 均 3ppm	最 大 5ppm
前	最 大	210,000m ³ /日	kg/日	210	630	1050
			kg/時	8.75	26.3	43.8
塩	最 小	165,000m ³ /日	kg/日	16.5	495	825
			kg/時	6.9	20.6	34.3

処 理 水 量				注 入 量			
				最 小	平 均	最 大	
				0.5ppm	1ppm	3ppm	
後	新	最 大	180,000m ³ /日	kg/日	90	180	540
				kg/時	3.75	7.5	22.5
	設	最 小	135,000m ³ /日	kg/日	67.5	135	405
				kg/時	2.81	5.63	16.9
塩	既	最 大	30,000m ³ /日	kg/日	15	30	90
				kg/時	0.63	1.25	3.75
	設	最 小	30,000m ³ /日	kg/日	15	30	90
				kg/時	0.63	1.25	3.75

③ 貯蔵量

最大流量平均注入率の前塩用15日、後塩用30日とする。

500kg ポンベ使用

a. 前 塩

$$630\text{kg/日} \times 15\text{日} = 9450\text{kg}$$

$$\frac{9450}{500} = 18.9 \text{ 本} \rightarrow 28 \text{ 本 (自然気化量より推定)}$$

b. 後 塩

$$(180 + 30) \text{ kg/日} \times 30\text{日} = 6300\text{kg}$$

$$\frac{6300}{500} = 12.6 \text{ 本} \rightarrow 15 \text{ 本}$$

④ 塩素気化器

a. 前 塩 最大注入量 43.8kg/時

前塩は夏期殺菌用にのみ使用

外気温 35℃ (室温 30℃)

必要ポンベ本数

気化量 35℃ (室温 30℃) 500kg ポンベにて 4kg/h
(推定)

$$\text{必要ポンベ本数} = \frac{43.8\text{kg/h}}{4\text{kg/h}} = 11 \text{ 本}$$

∴ 前塩素では気化器の使用は必要なし。

b. 後 塩 最大注入量 新設 22.5 kg/時

既設 3.75kg/時

計 26.25kg/時

気 化 器 50kg/時 × 2 台

⑥ ポンベ計量機

500kg 1本掛ケ用 (ロードセル式)

前塩 × 4台

500kg 2本掛ケ用 (ロードセル式)

後塩 × 2台

⑧ ポンベ交換頻度

a. 前塩 630kg/日

4-1より11本同時使用

$$\frac{500\text{kg/本} \times 11\text{本}}{630\text{kg/日}} = 8.7\text{日} \quad \text{9日に1回交換}$$

b. 後塩 平均注入量 新設 180kg/日

既設 30kg/日

計 210kg/日

7日に1回の交換とする。

$$\frac{210\text{kg/日} \times 7\text{日}}{500\text{kg/本}} = 2.94\text{本} \rightarrow 3\text{本}$$

2本ポンベ計量機にて重量計測は2本とする。

⑦ 塩素中和設備

a. 前塩 Ca(OH)_2 散布機

b. 後塩 NaOH 吸着塔式

吸着塔容量は500kg ポンベ全量が漏洩しても対処できるように500kg/時とする。

(7) 薬品注入方式

硫酸ばん土、活性シリカ、苛性ソーダは注入ポンプによる、流量比例制御注入率遠隔設定とする。

自動制御範囲は、最小～最大注入率とする。

注入量比は(5)薬品の注入量比に示すように既設急攪に注入する硫酸ばん土以外の注入量比は1:5以内であるのでストローク自動制御とする。

前塩、後塩については塩素注入機による流量比例制御機、注入率遠隔設定とする。

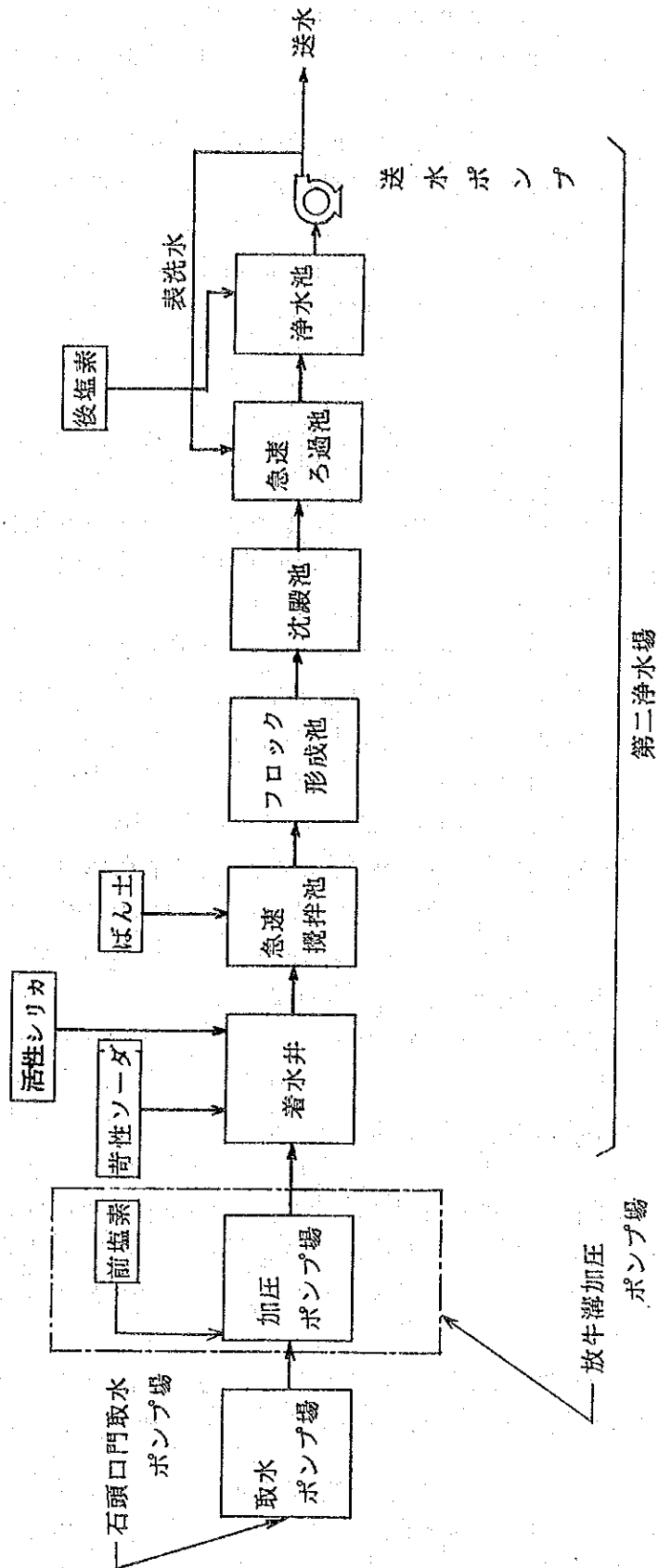
薬品注入フローならびに薬品注入点を図-5-5に示す。

5-2-3 電気計装設備

(1) 電気設備

第2浄水場既設電気設備の配電方式は場内動力負荷、照明負荷などの電力供給の為に、電力公司により3相3線式 66kV 50Hz 2回線を受電し、4,000kVAの油入変圧器2台で6kVに降圧し、高圧6kVの負荷(主に送水ポンプ)に電力供給している。

図5-5 処理フロー
各種薬品注入点



低圧負荷への電力供給のため変圧器を設け、6kVより380V-220V(3相4線式)に降圧し供給を行っている。拡張に伴う負荷への電力供給は既設電気設備のシステムを生かし、高圧負荷へは6kVとし、低圧負荷へは380V-220V(3相4線式)の配電方法とする。なお、制御電源電圧、及び計装電源電圧は220Vとする。又、接地方式、地絡保護方法も既設に合わせて、6kVは非接地方式、380V-220Vは直接接地方式とする。

第2浄水場は電源側の停電がほとんどない(調査結果)のために非常用自家発電設備は設置しないものとする。

(2) 計装計画

既設の計装設備は送水流量計、浄水池の水位計と調整池の水位計があり、他は全て運転員に頼っている。

計装設備の目的は浄水場内は勿論のこと場外の水位、流量、圧力、水質などを計測して浄水処理システム全体の合理的、安全運転管理を行えるようにすることであり、この目的のために以下の計画を行う。

計装設備計画は浄水処理システム全体に必要な最小限の計装機器と、それを使用して合理的に運転管理を行う監視制御システムから成っている。

浄水処理システム全体に必要な最小限の計装機器としては(a)浄水量の測定に使用される流量計(b)安定取水、導水安定処理など運転の指針となる水位計と圧力計(c)前項の水質管理用の水質観測計が考えられる。まず、流量は原水流量、沈殿池流入流量、ろ過流量、送水流量、薬品注入流量の計測を行うことが必要となる。水位はダム水位、調整池水位、着水井水位、浄水池水位、薬品貯蔵槽液位、排水池水位の計測を行うことが必要となる。また圧力は送水管保護、ポンプ保護用のため送水圧力の計測を行うことが必要となる。

流量計の種類は電磁流量計、オリフィス流量計、ベンチュリー流量計、超音波流量計とパーシャルフリューム流量計があり、測定精度が高いのは電磁流量計であるが、本計画では維持管理の容易な超音波流量計とする。なお、超音波流量計も大口徑であれば、精度も電磁流量計と同様である。

水位計の種類は、フロート式、超音波式、静電容量式、投込式、エアパージ式と圧力式があるが、原則として、取付が容易で故障の少ない圧力式とする。精度については全て同じである。水位計と流量計の各形式の比較を表5-10、5-11に示す。

計装フローシートは5-3の基本設計図に示す。

次に監視制御システムは現在考えられる方式として、次の3案がある。

- ① 分散 D.D.C 監視制御システム : A案
- ② 集中監視制御システム(その1) : B案
- ③ 集中監視制御システム(その2) : C案

監視制御システムを計画するには常に運転員の側に立ち監視操作性を重要視し、維持管理を充分考慮したものでなければならない。

システム比較表を表5-9、それぞれの構成図を図5-6、5-7、5-8に示す。

監視制御システムは比較表の通り維持管理性が最もよく、故障時の対応が容易なC案とする。尚、A案、B案の場合、IC、LSIの収納した盤の現場設置が必要となり設置環境を充分考慮しなければならない。

5-2-4 水質試験設備

水質試験の目的は浄水場の水質の維持管理及び研究、調査である。

本浄水場の水質試験室は上水試験手法（日本）に記載の全項目が試験できる設備とし、近代的浄水場のモデル施設となるよう計画する。

試験室の位置はサンプリングの搬出入を考慮して、管理棟の一階に設ける。理化学試験室を中心に、機器分析室、生物試験室、細菌試験室、天秤室、薬品庫等を配置する。階上には換気室を設けて、作業環境の向上に換気設備も考慮する。

(1) 理化学試験室

水の理化学的分析を行う部屋で、ここで行う主な操作は蒸溜、ろ過、秤量、薬品調整、洗浄、燃焼、器具による計測などがある。化学実験台、流し、計測台、ドラフトチャンパーなどの設備が必要。主な機器は乾燥器、ウォーターパス、純水製造装置、電気炉、アンモニア蒸溜装置、ジャーテスター等がある。

(2) 機器分析室

原子吸光光度計、ガスクロマトグラフ等の機器がある。特殊ガスの配管が必要となる。

(3) 細菌培養室

他からの細菌汚染を避ける為、培養室は分離しできるだけ人の出入りがないよう配置する。冷蔵庫、ふ卵器、恒温水槽等の機器がある。滅菌燈を設ける。

(4) 生物試験室

作業の主体は、顕微鏡試験である。蒸気やほこりから隔離した部屋及び乾燥機、恒温水槽等の機器を備える必要がある。

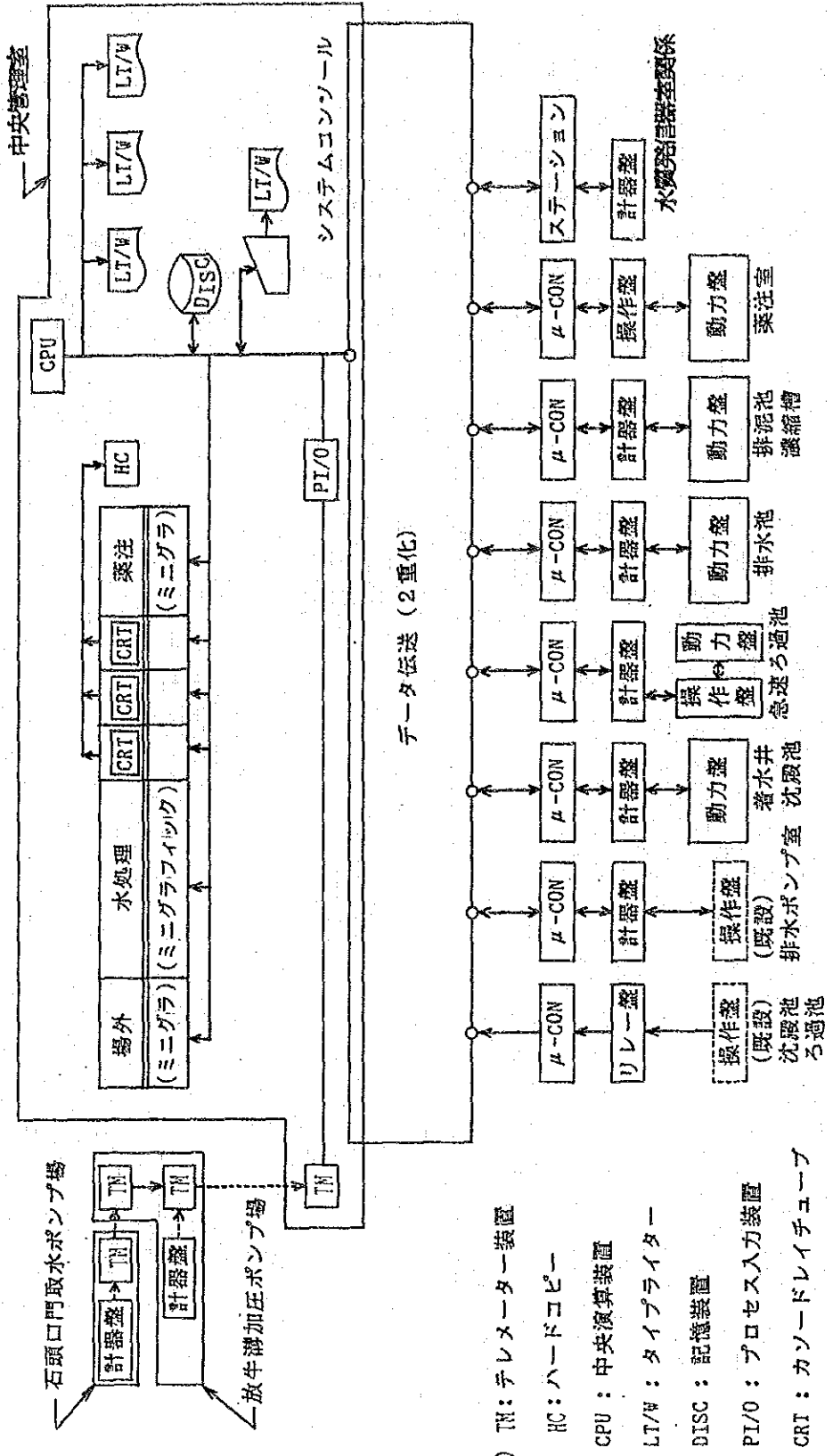
(5) 天秤室

風やほこり、ガス、振動、直射日光等を避けるため別室とする。天秤は、免震台の上に置く。

項目	A 案	B 案	C 案
システム構成図	“図-1”	“図-2”	“図-3”
監視操作性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 監視：CRT主体 (ミニグラフィック補助) 2. 操作：CRTのOPECON 3. 監視と操作が選択となる。 4. 監視操作性：良 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 監視：CRT主体 2. 操作：CRTのOPECON 3. 監視と操作が選択となる。 4. 監視操作性：可 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 監視：ミニグラフィック主体 2. 操作：操作デスク 3. 監視と操作が別々出来る。 4. 監視操作性：良
システムの信頼性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分散制御による機能分散を行っているため、システム全体が異常になる心配がない。 2. CPU異常時はミニグラフィックと操作デスクによる監視と操作が可能である。 3. データ伝送は二重化を行い信頼性を上げる。 4. 現場のμ-CONの異常時は現場手動運転が可能である。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. CPU異常時とデータ伝送路異常時は現場手動運転となる。 2. CRT異常時、中央では対応が不可能となる。 3. データ伝送は二重化を行う必要がある。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. μ-CONは主として、記録用であるため異常時にも浄水場運用に支障はない。 2. 直送方式で計測操作の遅れがない。 3. 監視制御装置はワンループコントローラーのために、故障時のシステムに及ぼす影響は少ない。
制御性	<p>シーケンス制御 PID制御 演算制御</p> <p>CPUとμ-CON ソフトウェア</p>	<p>シーケンス制御はリレー及びシーケンサによる。 PID制御…アナログ調節計</p>	<p>シーケンス制御はリレー及びシーケンサによる。 PID制御…ワンループ調節計</p>

項 目	A 案	B 案	C 案
保守・維持管理	1. 自己診断機能はCPU及びμ-CONは有る。 2. プリント板の異常の場合は復旧はむずかしい。 3. 保守・維持管理は製作者者に依存する割合が高い(ソフトウェアの変更時)	1. 自己診断機能はCPU及びμ-CONは有る。 2. プリント板の異常の場合は復旧はむずかしい。 3. 保守・維持管理は製作者者に依存する割合が高い	1. 自己診断機能はシーケンサとワンループ調節計には有る。 2. リレー、工業計器の修理と交換は容易。 3. 保守・維持管理は浄水場運転員で可能である。

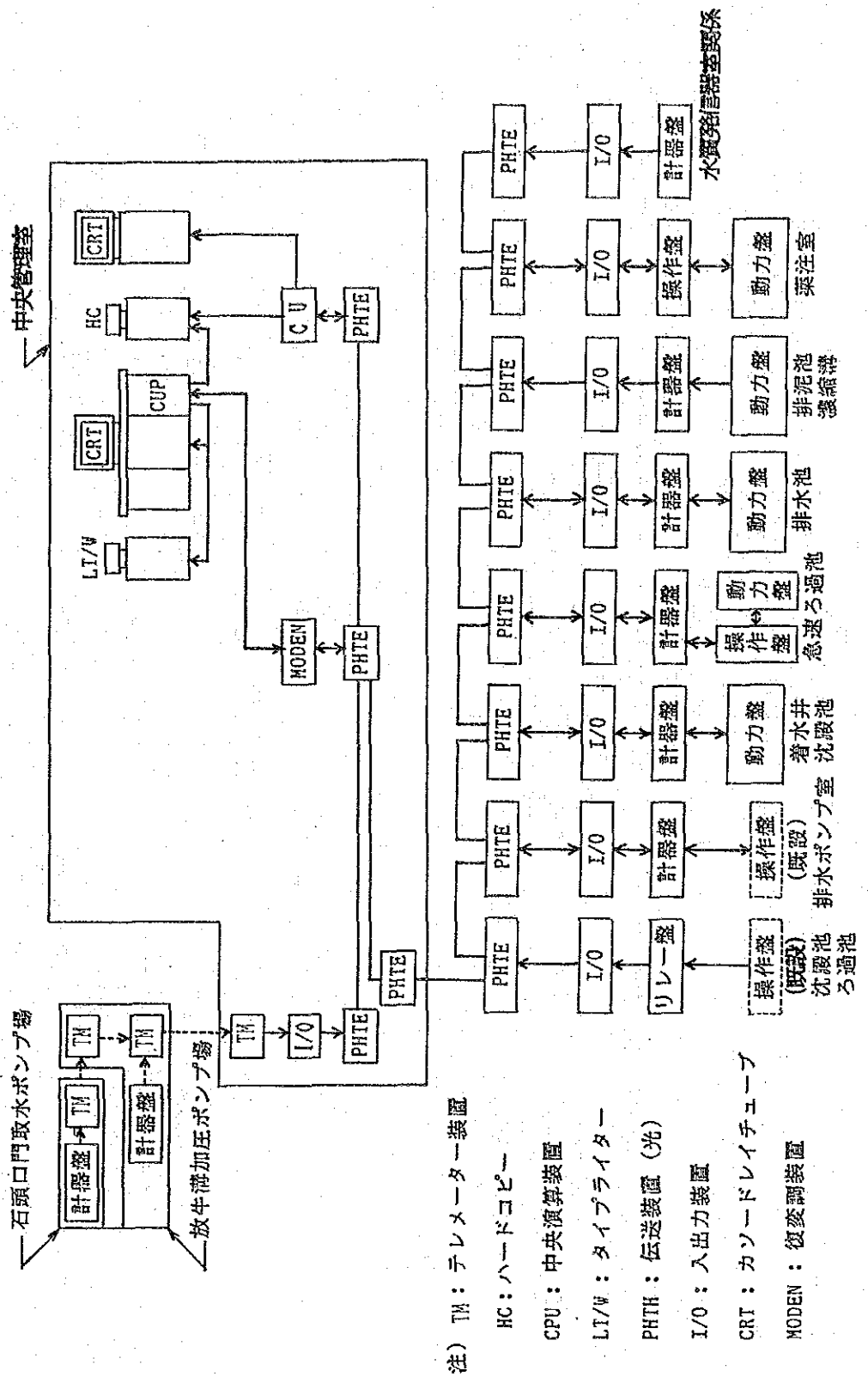
図 5-6 A案：分散 D.D.C 監視制御システム構成図



- 注) TM: テレメーター装置
- HC: ハードコピー
- CPU: 中央演算装置
- LT/W: タイプライター
- DISC: 記憶装置
- PI/O: プロセス入力装置
- CRT: カソードレイチューブ
- μ-CON: マイクロコントローラー

図 5-7 B案：集中監視制御システム構成図

(その1)



注) TM : テレメーター装置

HC : ハードコピー

CPU : 中央演算装置

LI/W : タイプライター

PHTE : 伝送装置 (光)

I/O : 入出力装置

CRT : カソードレイチューブ

MODEN : 復変調装置

図 5-8 C案：集中監視制御システム構成図

(その2)

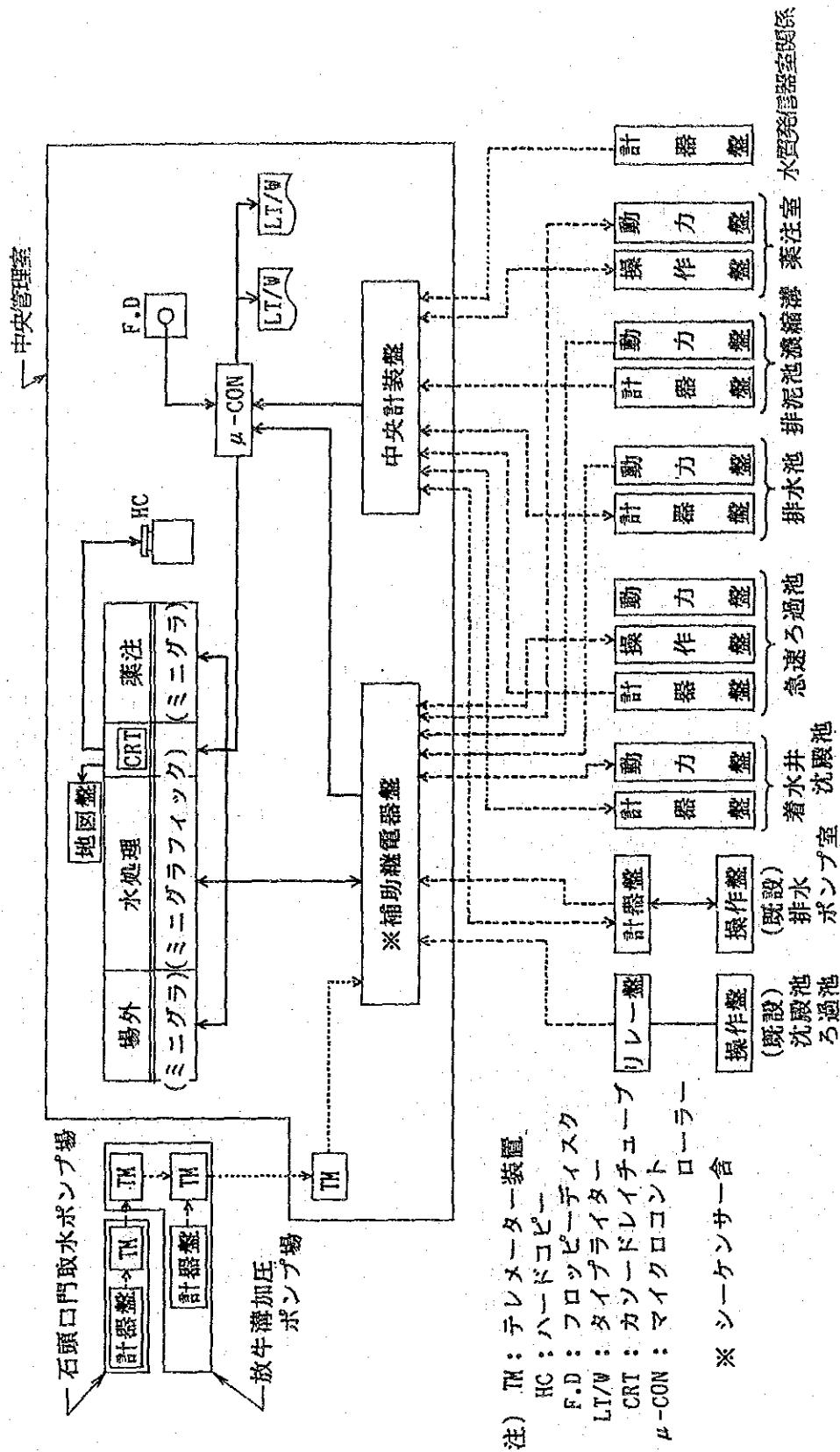


表-5-10

各種液位計比較一覧表

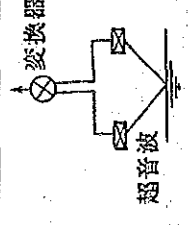
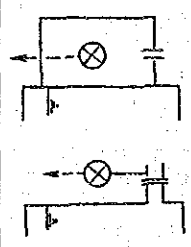
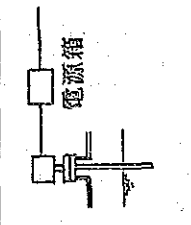
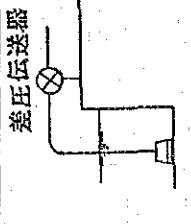
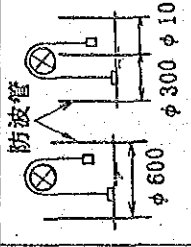
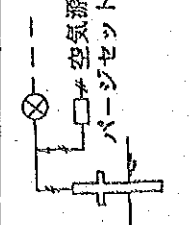
比較種別	超音波式	圧力式	静電容量式	投入式	フロート式	エアバージ式
測定原理	液面に超音波を照射し、反射して戻ってくるまでの往復時間を測定し、電気信号に変換して、液位を測定する。	取り出し管に圧力伝送器を取りつけ液面の変動に伴う圧力の変化(液の比重×液位)を測定することにより、液位を測定する。	液中に電極を挿入し、液と電極間の静電容量が液位により変化することを利用して液位を測定する。	液中に投入した受圧部が液位変化を液頭圧として受け、液位の変化に伴ない頭圧が変化する。	液面に浮子を浮かべ、液位の変動に伴い浮子が上下することを利用し、液位を測定する。	液中に空気を吹き込み、背圧が液位の変動に伴って変わるのを差圧発信器で測定する。
装置構成						
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・非接触測定のため材質、形状の制約がない。 ・機械的な可動部がないため、信頼性が高い。 ・液面の波動周囲温度変化の影響を受け易い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・静止液体測定に適する。 ・薬品等腐食液体でも使用可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・検出器の構造が簡単で機械的可動部がない。 ・液質の影響を受けず、適用範囲が広い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・保守点検が容易 ・設置工事が簡単である。 ・長期間の使用に対しては堆積固形物による精度の低下は腐蝕が問題となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・測定原理が簡単である。 ・腐食性液体の液位測定ではフロートの腐蝕が問題 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐腐蝕性が良い。 ・可動部がなく、故障が少ない。
施工条件	壁面反射のないところに取りつける。	動圧を受けないようにつまみ取ること。取出し管に詰まりが予想される構造とする。	電極の形状は上水、下水液体アンモニア等誘導電率の低い液体等測定物により異なる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ヘッドロなど積らぬよう注意を要す。 ・検出器をつるすチェーンの固定 	防液管が必要 寒冷地では冬期可動部の凍結防止を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・空気源が必要
維持管理	超音波振動子面の付着物の点検 交換器スパンチエック	<ul style="list-style-type: none"> ・定期点検 ・特に薬品槽に使う場合、取出し管に結晶ができてつまらないように注意のこと。 	電極の付着物を適時除去する	堆積固形物等の適時除去引上げ水洗いの必要あり	ロープ等の経年変化に注意すること。 フロートの管理。	定期的に高圧空気によりブローする。
仕様	出力 精度 電源	DC4~20mA ±1.0% AC100V	DC4~20mA ±1.0% AC100V	DC4~20mA ±1.0% AC100V	DC4~20mA ±1.0% AC100V	DC4~20mA ±1.0% AC100V
適合測定対象物	上水・工場汚水、粉体	比重一定の液体	上水・工場汚水、粉水	上水・工場汚水	上水・工場汚水	汚水、汚泥
周囲温度	-10℃~+60℃	-40℃~+90℃	-20℃~+55℃	-10℃~+60℃	-10℃~+50℃	-40℃~+90℃

表-5-11

各種流量計比較一覽表

(その1)

比較種別	低周波励磁 矩形波励磁 流量に比例	電磁流量計	オリフィス流量計 差圧の平方根に比例	ベンチユリー流量計	パーシャルフリューム 流量計	超音波流量計 流量に比例
流量と測定信 号の関係			差圧の平方根に比例	同 左	水位のm乗に比例	
測定範囲	フルスケール0~0.3m/S Sから0~10m/S		範囲は差圧により決定 低流速レンジは誤差大	同 左	セキ幅による	フルスケール0~1m/S から0~10m/S
圧力の制限	負圧~30kg/cm ²		0~30kg/cm ²	0~10kg/cm ²	常 圧	圧力には無関係
瞬時 流量の連続性	瞬時流量の測定可能		同 左	同 左		超音波を管内へ打出し測定 しているその測定周期は数 ms~数100msのものがある。 連続ではないが、ほぼ連続 指示とみて差しつかえない。 ダンピングは1秒から100 秒連続可変
レンジ変更			差圧変換器の調整	同 左	同 左	ダイヤルの切換で簡単に変 更が可能
正逆両方向の 測定			不可能	同 左	同 左	正逆いづれも測定可能
サイズ					スロート巾 76~1500mmφ	300~3000mmφ
周囲温度			25~1500mmφ -40℃~+90℃	75~2700mmφ -40℃~+90℃	-10℃~+50℃	-10℃~+50℃
直管部の長さ			上流側 10~80D 下流側 4~8D 較り比、配管状態により異 なる。	上流側 10D 下流側 5D	スロート巾を1mとすると 上流側は1.0W以上とする	自然流下の場合 上流側 10D 下流側 5D ポンプ直送の場合 上流側 50D 下流側 5D 但し、50Dのうち直角曲り 1箇所につき10D減らすこ とが出来る。

特

性

(その2)

比較種別	低周波励磁 矩形波励磁	電磁流量計	オリフィス流量計	ベンチュリー流量計	パージヤルフロリユーム 流量計	超音波流量計
原理	導電性液体の流れる方向と垂直に磁界が加えられると、フレミングの電磁誘導の法則に基づき、平均流速に比例した起電力が液体中に誘起される。この起電力を流れ及び磁界の方向と垂直となるように、磁界内の管壁に對向して設けた一對の電極により検出し、増巾、演算を行なうことにより流量を測定できる。 E: 起電力 [V] B: 磁束密度 [T] d: 管の内径 [m] V: 流速 [m/S]	管内を流れる液体、気体磁気など各種液体の流路を途中で絞ると絞りの前後(上流側と下流側)に圧力差を生じ、この圧力差(P ₁ -P ₂)と流量(Q)との間には $Q = \alpha \sqrt{P_1 - P_2}$ (但し、 α は流体及び管路の条件によって決る定数)の關係があるのでP ₁ 、P ₂ を測定することにより流量を測定できる。	同 左	水路の一部を絞って巾の狭い部分を作ると、その水位に水位差が生じ、この水位差から次式によって流量が求められる。 $Q = KHm \times 10^{-3}$ K: 比例定数 H: 水位 m: 指数(定数) (1.52~1)	水中音速が流速によって相対的に変化することを利用して方法である。音速Cは、流水の温度、塩分、水圧等に影響するので、これを避けるために音速の水中伝播時間の逆数である周波数を測定して流量を得ることが出来る。 $V = k \cdot \Delta f$ V: 流速 k: 比例定数 Δf : 周波数	
主な液体測定	5 $\mu\phi$ /m以上の導電性の液体、-20~+120℃	液体、気体蒸気 汚水、汚泥はオリフィスプレートがつまる。600℃	液体、気体 汚水、汚泥はパイプがつまる。200℃	液体常温	液体 0~40℃ 高温度のものは、測定不可	
測定精度	フルスケール 1m/S以下 ±1.5%	±2.0%	±2.0%	±4%	流速 1m/sec以上で 大口径±1.0% 中小口径±1.5%	
圧力損失	殆どない	大きい しほりによる損失	同 左 オリフィス程ではない	中	殆どない	

(その3)

比較種別	低周波励磁 矩形波励磁	電磁流量計	オリフイス流量計	ベンチユリー流量計	パーシャルフリューム 流量計	超音波流量計
パイパスの 必要性	必要 パイパス管を設置するため 前後にバルブが必要となり 大口径のときは特にこの部 分が高価になる。	同	同	同	同	同
実流試験	実際に設置する換出器を流 量試験すること一般化し ている。	同	同	同	同	実際に設置するパイプで行 なうことは困難であるが同 種のパイプを使用して行な うことは可能である。
総評	高精度で広範囲な流量測定 が可能でレンジ切換も簡単 に出来ると共に従来形電磁 に比べゼロ点の安定度、ノ イズ性、低励磁電流化がで き、すぐれた性能を有する。 大口径は高価である。	汚泥、汚水には不適當。 価格が他の計器とくらべ安 価である。 直管部の長さももっとも長 い。	同 中小口径のものは価格が安 い。 オリフイスに比べ圧力損失 が小さい。オリフイスに比 べ摩擦部分が少ない。	同 自然流下の開水路で使用出 来る。	同	高精度で広範囲な測定が可 能である。レンジ切換えも 可能で優れた性能を持つて いる。パイパス管が不要の ため大口径でも安価である。 汚泥や汚水等の不純物が多 いと測定誤差がある。