

上水道における遠方監視制御システム Supervisory Control System for Water Supply

The water supply plant consists of a water intake plant, a water purification plant where water is filtered after purification by chemicals, and a water distribution plant which supplies purified water to the users. At these plants, water level, water flow, etc. are held under control at all times, and steady water supply is ensured by controlling pumps and valves. The supervisory control system is intended for these plant facilities, rationalizing plant operation and saving man-power. If this system is combined with a computer, higher degree of automatic and centralized control can be realized through automation and data processing.

鈴木正義* Masayoshi Suzuki
古賀勇二* Yûji Koga
白井清三* Seizô Sirai
福沢猶安** Naoyasu Fukuzawa

1 緒言

近年、都市及びその周辺への人口の集中化が進み、上水の需要は増大している。上水道設備は大形化、広域化する一方、水源の確保が難しくなっている。このため、従来の人手による運転では処理できなくなり、設備及び水資源の有効活用、運転の合理化、省力化を目的とした上水道の集中遠方監視制御システムが各都市で計画、実施されている。上水道の集中遠方監視制御システムは多数の制御対象設備が広域に散在していること、設備により監視制御項目数が非常に異なることなどを考慮する必要がある。

本稿では、上水道における遠方監視制御システムの適用例について述べる。

2 上水道設備の概要

上水道設備には、水の生産と輸送という二つの目的がある。すなわち、水源から取水した原水を飲料水として使用するために沈殿、薬品注入、ろ過など一連の処理を行なうことが生産である。その生産した水を各需要家に応じ、安定供給することが水の輸送である。

次に上水道設備の機能を簡単に説明する。図1は一般的な上水道設備の構成と監視制御項目を示したものである。

(1) 取水場

取水場に導水した原水は、取水口の前面に設けられたスクリーンで塵埃、流木などが除去される。また砂、浮遊物は沈殿池に導き沈殿させる。その後原水は浄水場へ送水されるが、大都市近郊では近くに水源を得にくくなったため、取水源がしだいに遠隔地になってきており、導水ポンプで浄水場へ圧力送水する例が多い。取水場ではポンプ、弁を制御し、水位、流量、ポンプ速度などを監視する。

(2) 浄水場

浄水場は着水井、沈殿池、ろ過池、薬品注入室、浄水池及び送水ポンプ場から構成されている。まず原水は着水井に集められ、原水量の調節が行なわれる。次に沈殿池で原水に薬品(硫酸バンド、ソーダ灰、パックスなど)を注入して原水に含まれる浮遊物を凝集、沈殿させる。この原水をろ過池でろ過し微粒子を除去した後、塩素殺菌し飲料水とする。上水は浄水池に貯水され、送水ポンプで流量調節が行なわれ、配水池へ送水される。浄水場ではポンプ、弁、受変電設備、薬品注入機を制御し、水位、流量、水質、電力などを監視する。

(3) 配水場

配水場は給水区域に安定した水の供給を行なうため、需要変動に応じ得る貯水容量を保有し、配水流量調節を行なう。配水場では配水ポンプを制御し、水位、流量などを監視する。

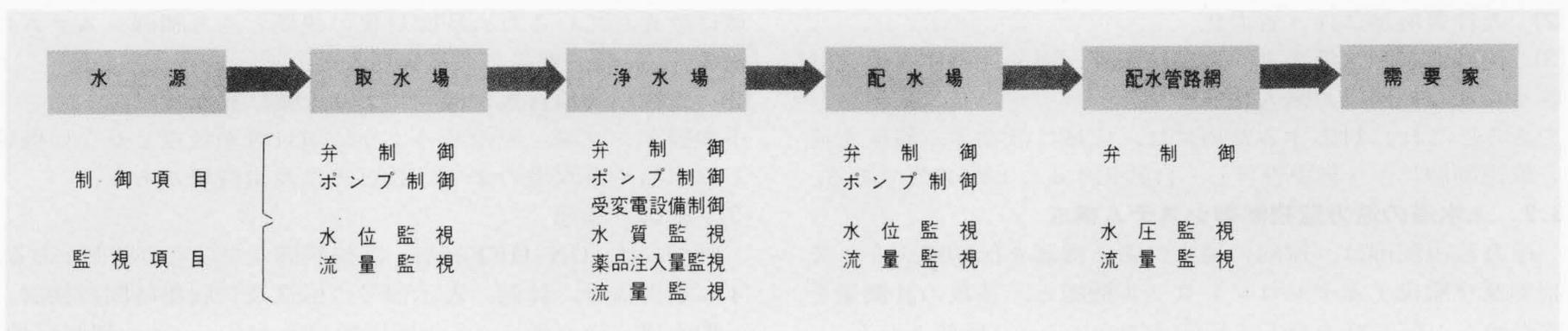


図1 上水道の設備構成と制御、監視項目 河川や地下水の原水は、各種処理により飲料水となり需要家に供給される。

Fig. 1 Block Diagram of Water Supply System and Lists of Supervisory Control Items

* 日立製作所大みか工場 ** 日立製作所機電事業本部

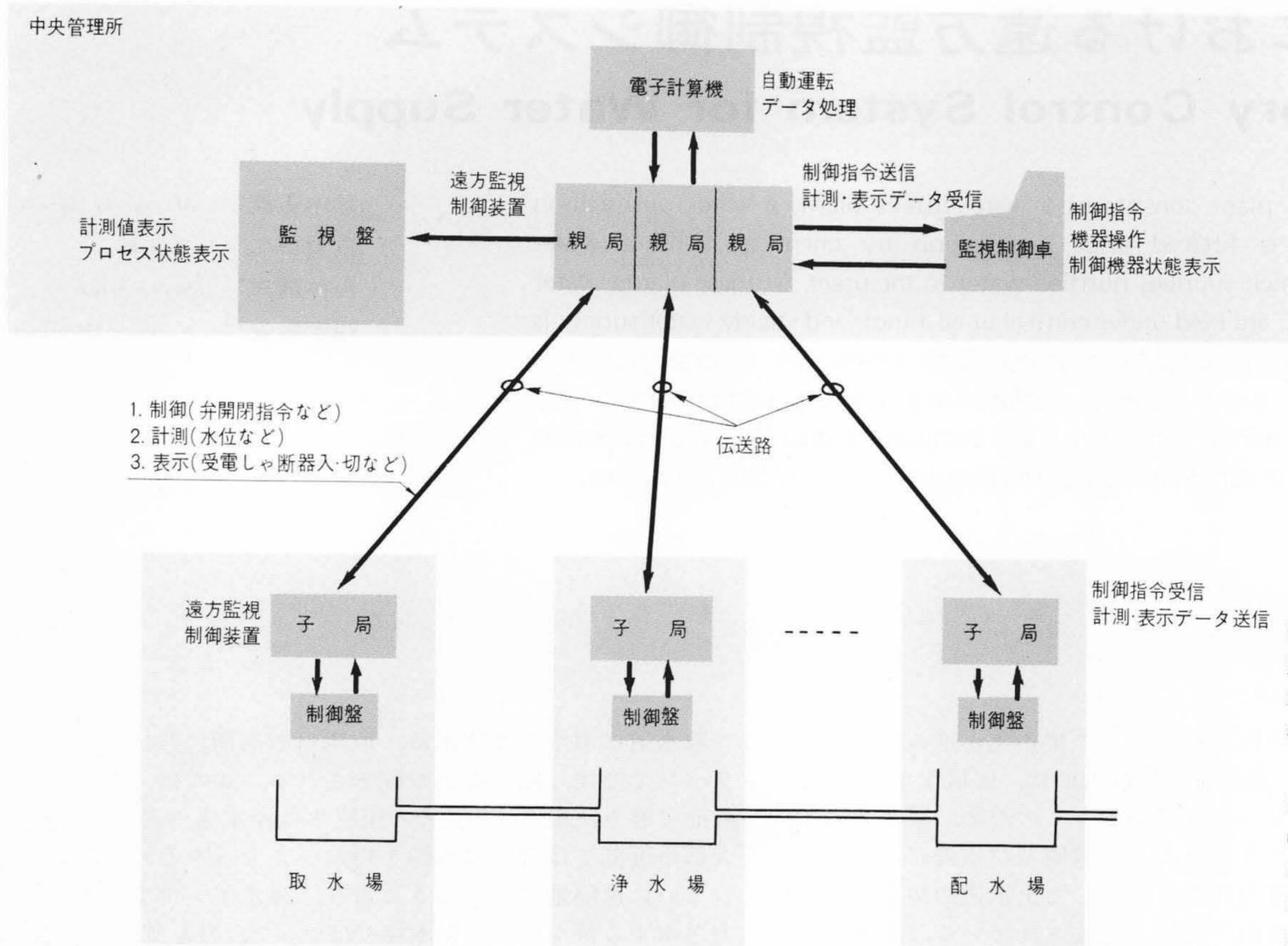


図2 上水道集中遠方監視制御システムの基本構成 集中遠方監視制御のシステム構成及び機能を示す。
Fig. 2 Basic Structure of Centralized Supervisory Control System on Water Supply

(4) 配水管路網

配水管路は需要家への給水路であり、給水区域全域にわたって複雑に配管されている。複雑な地勢に対し安定した水の供給を行なうため、末端水圧管理及び漏水防止を行なっている。ここでは弁を制御し、水圧、流量を監視する。

3 上水道の集中遠方監視制御システム

3.1 集中遠方監視制御のニーズ

従来、上水道の運転は各機場に操作員を配置し、機場相互間の連絡をとりつつ運転していた。しかし、上水の需要が増大し、設備が広域に分散化してきたため、従来の方法では処理できなくなり、下記のような対応策が必要になってきた。すなわち、

- (1) 高効率運転による設備の合理的運用
- (2) 人件費増加に伴う省力化
- (3) 沈砂池、配水池のように環境条件が悪く、操作員を常駐させられない機場の無人化

である。これに対応するためには、広域に散在する設備を遠方監視制御により集中管理し、自動化することが必要である。

3.2 上水道の遠方監視制御システム構成

遠方監視制御は、遠隔の地点にある機器を伝送路を介して制御及び監視するテレコントロール機能と、多数の計測量を遠隔地から伝送路を介して伝送するテレメータ機能とがある。

図2は上水道の集中遠方監視制御システムの基本構成を示すものである。集中遠方監視制御は従来、各機場で個々に行なっていた制御、監視機能を一個所に集中し管理するものである。したがって、親局は制御指令を出力する監視制御卓、各機場の水位、流量、弁開度、受変電設備状態などプロセス全体の動作状態を監視するための監視盤及び親局から遠く離れた機場(子局)とのデータ送受信のための送受信装置から構成

されている。他方、子局はデータ送受信のための送受信装置、計測装置から構成されている。

親局の電子計算機は、上水道システムの総合管理を行なうものであり、その代表的な機能としては下記のものがあり、これらはシステム規模に応じて選ばれる。

- (1) 送配水計画、負荷需要予測などによる設備及び水資源の最適運用。
- (2) 電子計算機制御による自動運転
- (3) 日報作成など日常業務の効率化
- (4) 水道施設の維持経費など経営資料の収集、提供。

3.3 上水道の集中遠方監視制御システムにおける検討事項

上水道に集中遠方監視制御装置を適用するに際し、次のような点を検討しなければならない。

- (1) 取水場から配水管路網まで制御対象設備が多く、かつ広域に散在しているため制御対象の規模と遠方制御システムの構成(子局数、親局の設置場所など)。
- (2) 監視制御項目数が機場により大幅に異なる。小規模ポンプ場、配水池のように項目数が数点しかない機場と取水場や浄水場のように数百点に及ぶ機場がある。
- (3) 制御の種類

制御には、ON-OFF制御、調整制御及び設定値制御がある。

- (4) 制御信号、計測、表示信号の伝達及び収集時間の検討。取水場、浄水場のよう制御項目数が多く、かつ制御信号、計測、表示信号の伝送遅れによる制御への影響が大きい機場と、配水ポンプ場、配水管路網のように、比較的低速が許容される機場とがある。

(5) 広域に散在する機場間の情報伝送路

伝送路には有線(自家専用ケーブル、日本電信電話公社線)、無線とがある。

上述の事項を検討して、最適な集中遠方監視制御システム

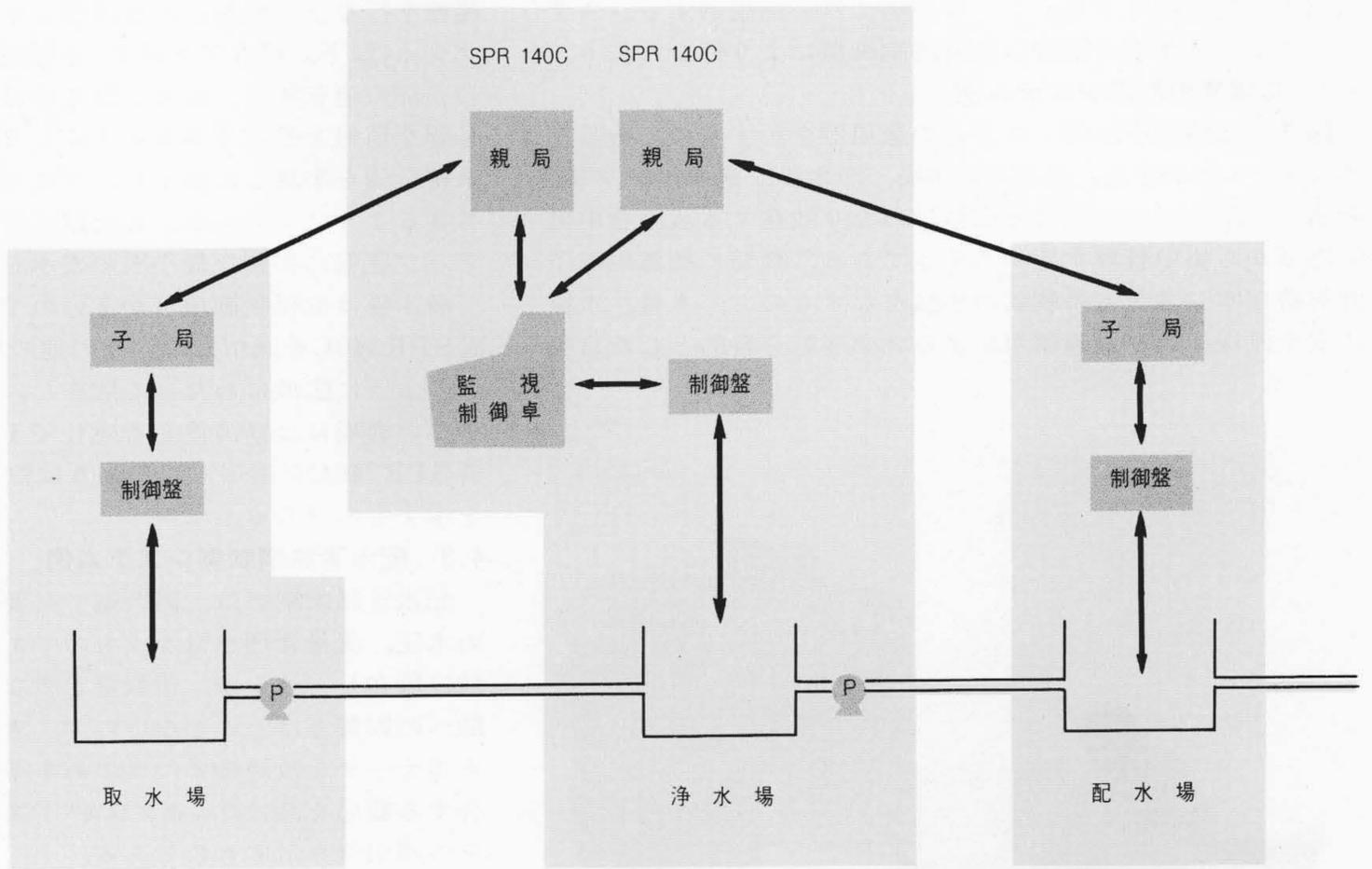


図3 小規模遠方監視制御システム 日立遠方監視制御装置SPR140Cを適用した小規模システムの適用例を示す。

Fig. 3 Block Diagram of Supervisory Control System on Small Scale Water Supply

注：P = ポンプ

を構成するためには、プロセスの規模、プロセスから要求される機能及び性能、すなわち対象子局数、監視制御項目数、制御の種類、伝送速度、計測精度、伝送路の形態などの条件により機種を選定することが重要である。

4 上水道の遠方監視制御システム例

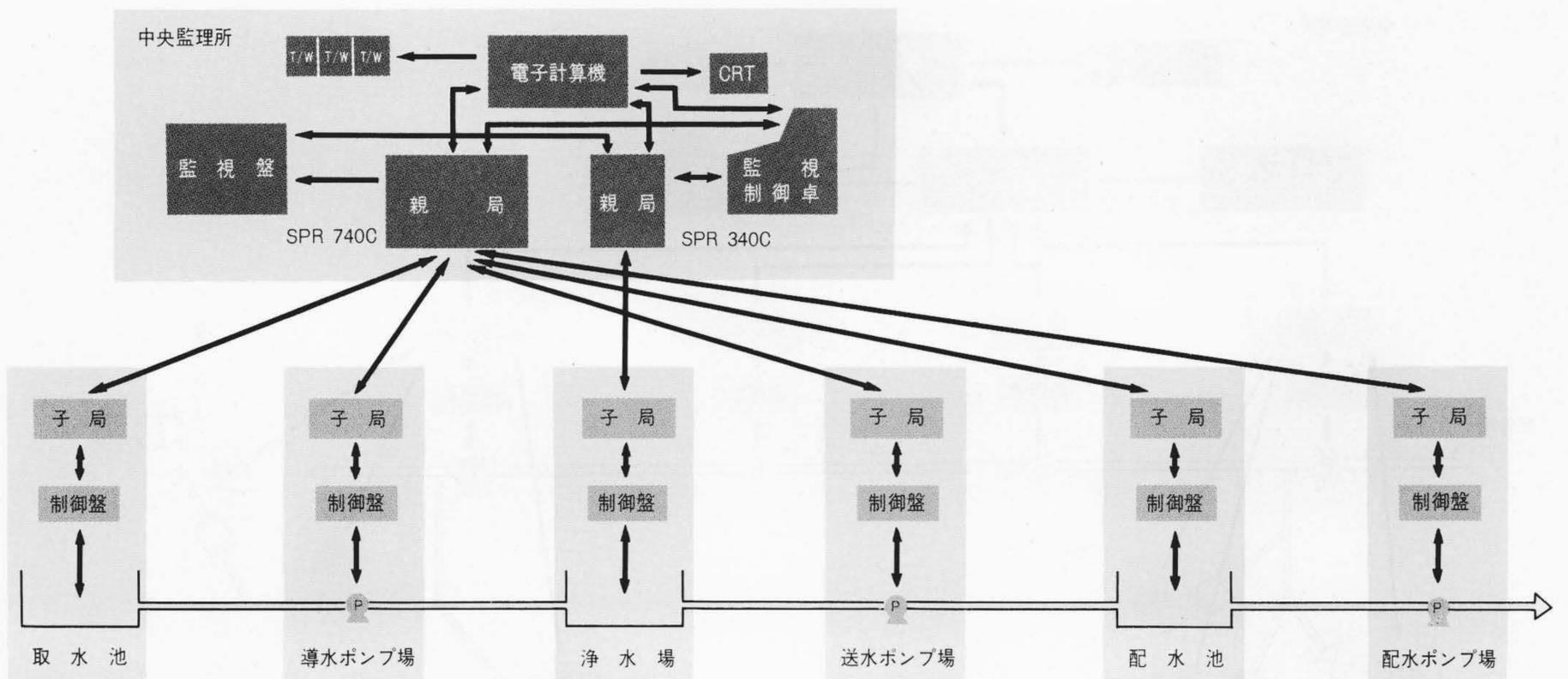
上水道の遠方監視制御システムは、取水場、浄水場のような大きな機場を制御する小規模遠方監視制御システム、取水

から配水までの一貫した水系を集中監視制御する広域集中制御システム及び配水管路網を制御する配水管路網制御システムに分類することができる。

以下、各システムの例について説明する。

4.1 小規模遠方監視制御システム例

このシステムは、監視制御項目数が多く、即応性を必要とするところで対象子局が少ないケースである。図3は本システムの構成を示すものである。すなわち、浄水場を親局とし、



注：P = ポンプ
T/W = タイプライタ

図4 広域集中制御システム 日立遠方監視制御装置SPR340C, SPR740Cを適用した広域集中制御システムの適用例を示す。

Fig. 4 Block Diagram of Supervisory Control System on Wide Range Water Supply

取水場、配水場を子局とし、浄水場より一括制御するシステムである。浄水場の制御は自所内制御盤により行なわれる。

4.2 広域集中制御システム例

図4は広域集中制御システムの適用例を示すものである。本システムは取水池、導水ポンプ場、浄水場、送水ポンプ場、配水池、配水ポンプ場など広域にわたり散在する設備を中央管理所から集中管理するシステムである。親局の制御用電子計算機は本システムの制御の中核をなすもので、水量、水質の安全確保、及び最適運用による効率運転を目的とした自動

運転を行なう。監視には監視盤とカラーグラフィックディスプレイ(以下、CRTと称す)を併用した。CRTはプロセスの一部の運転状態、故障状態を詳細に表示し、必要なときに必要な情報を監視できるようにしている。監視盤はプロセスシステム全体を集約して表示し、プロセス全体の動作が常時監視できるようにしている。また電子計算機ダウン時にはバックアップ運転に必要な最小限の表示を行なっている。

浄水場は監視制御項目が多いので、大容量遠方監視制御装置SPR340Cを適用した。その他の取水場、導水ポンプ場などのように広域にわたって散在し、監視制御項目数が比較的少ない機場には経済性を考慮して1:N集中遠方監視制御装置SPR740Cを適用した。図5は監視盤、監視制御卓の外観を示すものである。

4.3 配水管路網制御システム例

配水管路網制御は、需要端で必要とする水量を供給するため水圧、流量管理を行なうものである。配水管路網は給水区域に散在しているが、情報量が少なくまた伝送遅れによる制御への影響もほとんどないので、末端計測点を孫局としそれらのデータを数局分ずつまとめる子局を設置し、それらを統合する親局を設けたハイアラキシステム構成とした。図6はその適用例を示すものである。

5 結 言

本稿は、上水道の遠方監視制御システムとその代表例について説明した。上水道のみならず、下水道、農耕用水なども今後ますます需要が増大し、設備が大形化、広域化するとともに集中管理が必要になってくる。今後は各プロセスの円滑な運転、高効率な経済運転及び省力化をめざしたトータルシステムとして、電子計算機制御を含めた調和のとれたシステムを開発してゆく所存である。

終わりに臨み、本稿作成に御協力いただいた関係各位に対し深く謝意を表わす次第である。

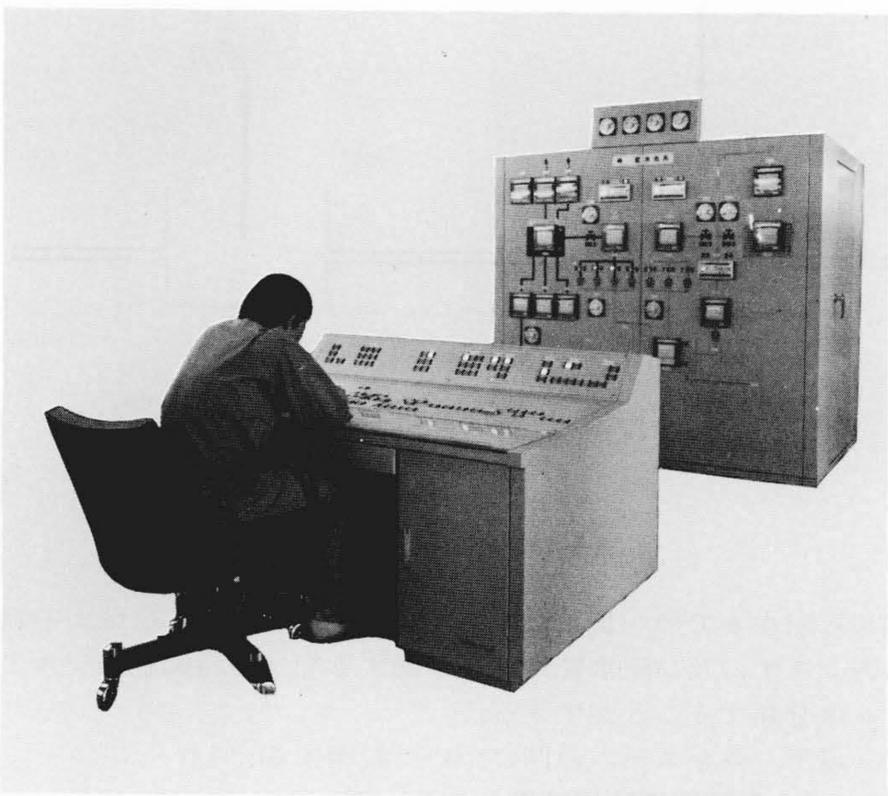


図5 監視盤と監視制御卓の外観 監視盤(後)と監視制御卓(前)の部品正面配置は、人間工学的に行なうことが重要である。

Fig. 5 External View of Control Board and Control Table

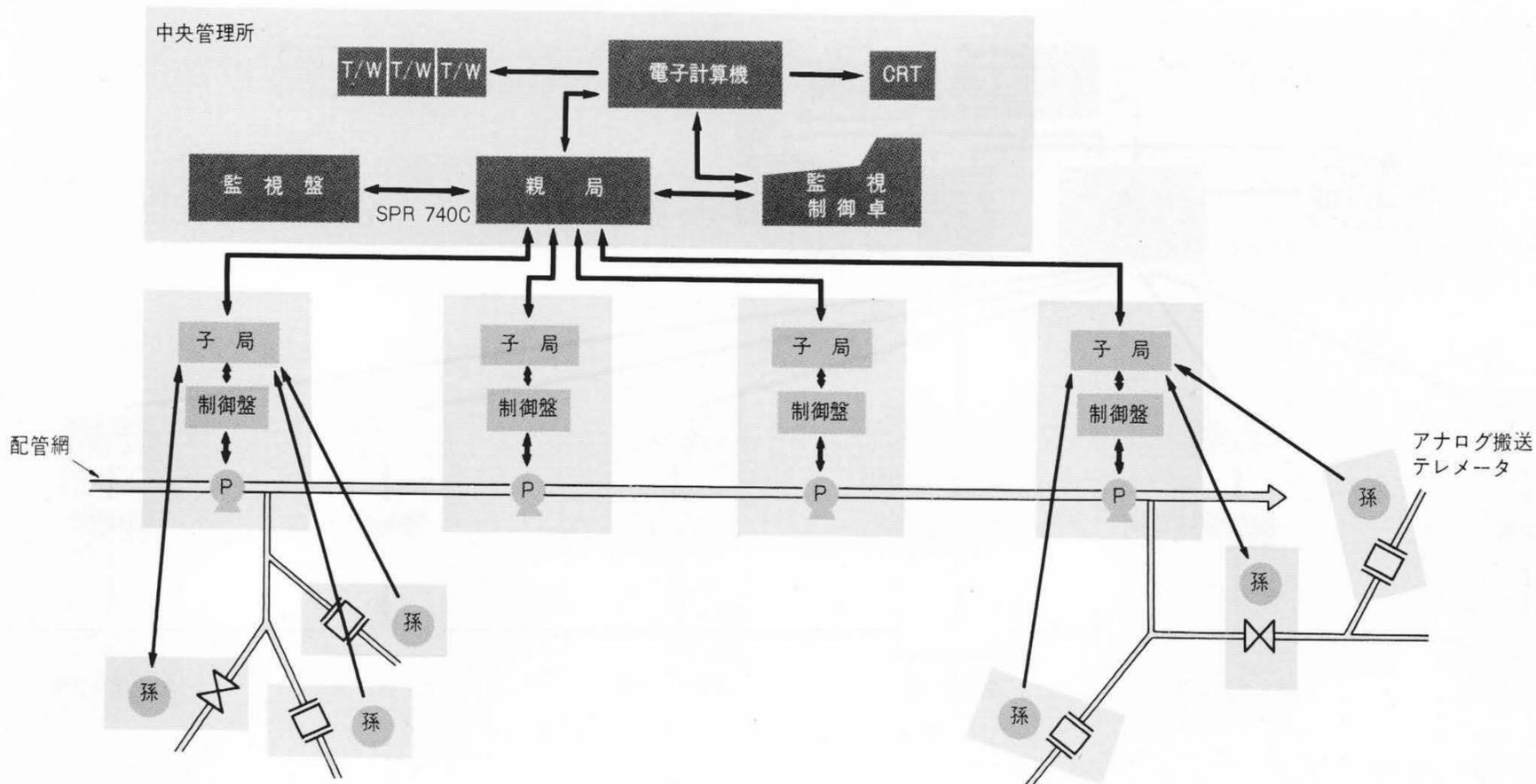


図6 配水管路網制御システム 1:N集中遠方監視制御装置SPR740C, アナログ搬送テレメータを適用した配水管路網制御システムの適用例を示す。

Fig. 6 Block Diagram of Supervisory Control System on Water Distribution Networks