

# 電力系統における遠方監視制御システム

## The Supervisory Control System for Power System

The supervisory control system for power systems, which has been intended mainly for distributing substations and small capacity hydraulic power plants, is required today to deal with much broader area including extra-high tension substations and large capacity hydraulic power plants. As a result, the control system has been improved in reliability and has come to be designed for larger controlling, indication and measuring capacities. Also, control of power plants and substations is performed at one control center by means of a centralization system.

土屋義雄\* *Yoshio Tsuchiya*  
遠藤徹\* *Tōru Endō*  
寺田保広\* *Yasuhiro Terada*

### 1 緒言

従来、電力系統に適用される遠方監視制御装置は、対象設備が小容量水力発電所又は配電用変電所が主であり、装置の規模も1被制御所当たりの制御・表示項目数が100ポジション以下が大半で、また制御所から1ないし数個所の被制御所を対象としたものがほとんどであった。

しかし設備の運転合理化、省力化及び系統の総合運用という観点から、最近ではその適用範囲が拡大され、大容量水力発電所、一次変電所などの大形設備にも適用される傾向にある。

方式としては地域別、系統別グループを対象とした集中制御方式が採用されるようになり、更にこれらを統合した全システムの総合自動化が進められている。

以下、最近の電力系統における遠方監視制御システムの留意点と実施例について述べる。

### 2 電力系統における遠方監視制御システムの留意点

最近の遠方監視制御システムとしては、対象設備の大形化に伴う大容量化、多数の設備を集中して制御を行なう集中制御化及びシステム信頼性の向上の諸点に留意する必要がある、以下それらの留意点について述べる。

#### 2.1 制御、表示、計測の容量

発電所設備の大形化に伴い、被制御機器数が多くなり、遠方監視制御システムの制御、表示、計測の各容量が表1の例に示すように大容量化する。このような場合、複数組の遠方監視制御装置によって対処する方法と一組の大容量遠方監視制御装置による方法とがあり、特に後者では伝送時間遅れが過大にならないように伝送速度の選択に留意が必要となる。

#### 2.2 被制御所数と集中制御方式

多数の発電所を集中制御する場合、集中制御方式としては、いわゆる(1対1)×N集合形、1対N共通形及び制御1対N表示1対1のハイブリッド形とがある。被制御所数が少ない場合は、信頼性の面で集合形が有利であり、被制御所数が6～9個所以上の場合、共通形又はハイブリッド形が経済性の面で有利となる。ハイブリッド形は表示の応答速度が速い点が特長である。

#### 2.3 信頼性の向上

システムの信頼性を上げるため、構成部品の信頼性向上のほか、図1に示すような各種の二重化方式が考案されている。

##### (a) 伝送路デュプレックス方式

伝送路と信号伝送装置を二重化したものであり、山奥の水力発電所など伝送路の信頼性に問題がある場合に採用されることが多い。この方式は経済的で実用効果が大きい点が特長である。

##### (b) 共通部デュプレックス方式

表1 一次変電所の監視制御容量の例 制御300, 表示400, テレメータ20量で配電用の約4倍の監視制御項目をもつ。

| Table 1 List of Supervisory Control Item |                    |    |     |
|------------------------------------------|--------------------|----|-----|
| 設備対象                                     | 回線数                | 項目 | 容量  |
| 154kV<br>送電線                             | 8回線                | 制御 | 80  |
|                                          |                    | 表示 | 100 |
|                                          |                    | 計測 | 3   |
| 主要変圧器<br>154kV/66kV                      | 3バンク               | 制御 | 30  |
|                                          |                    | 表示 | 50  |
|                                          |                    | 計測 | 3   |
| 66kV<br>送電線                              | 8回線                | 制御 | 80  |
|                                          |                    | 表示 | 100 |
|                                          |                    | 計測 | 3   |
| 配電用変圧器<br>66kV/6.6kV                     | 3バンク               | 制御 | 30  |
|                                          |                    | 表示 | 50  |
|                                          |                    | 計測 | 3   |
| 6.6kV<br>配電用                             | 24回線               | 制御 | 80  |
|                                          |                    | 表示 | 100 |
|                                          |                    | 計測 | 3   |
| 合計                                       | 制御300, 表示400, 計測20 |    |     |

\* 日立製作所大みか工場

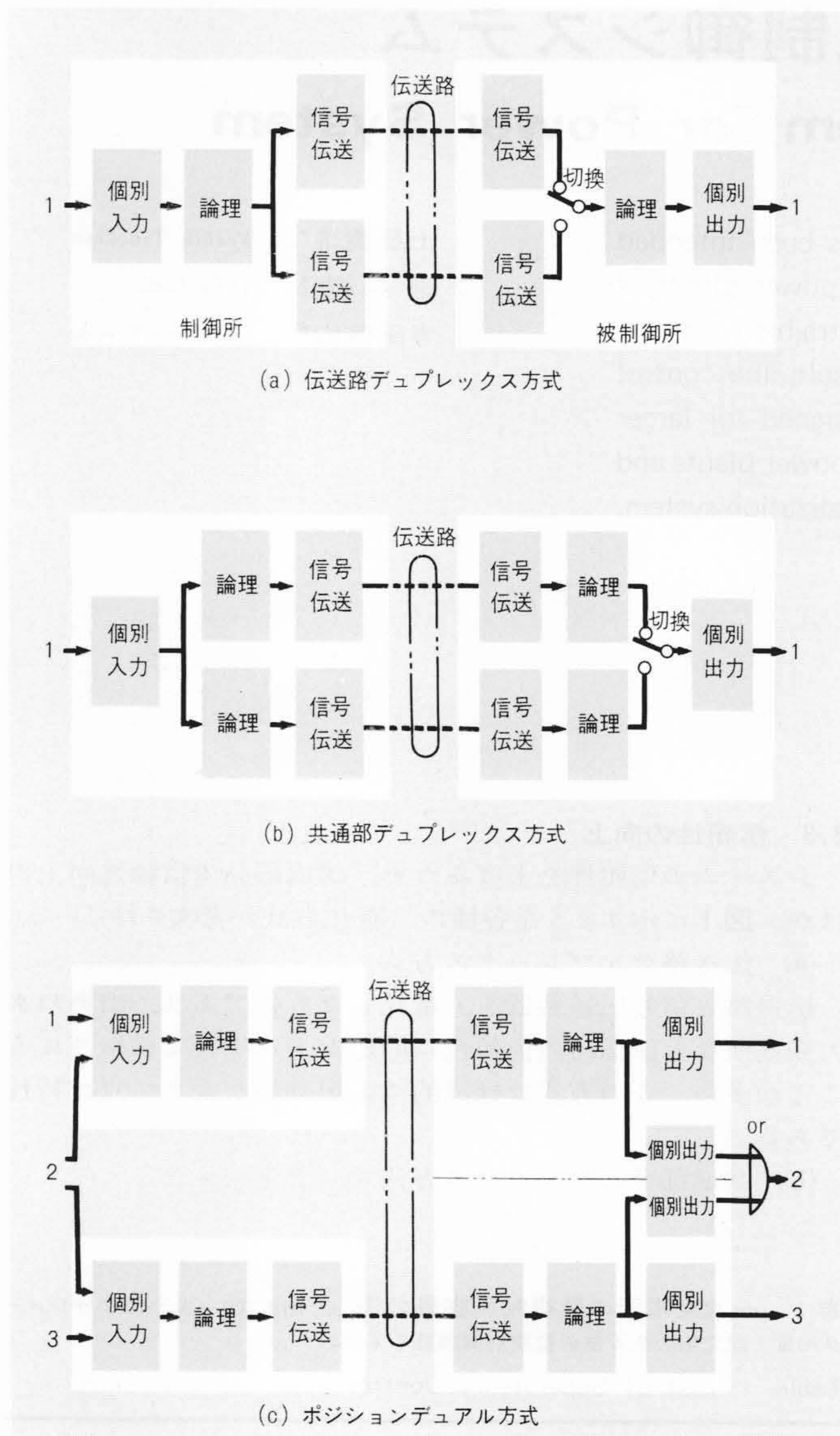


図1 二重化方式のブロック図 経済性及び規模と信頼度の要求の程度によって(a), (b), (c)方式の選定を行なう。

Fig. 1 Block Diagram of Duplex and Dual System

伝送路、信号伝送装置、論理部及び電源の共通部を二重化したもので、特に高い信頼度を要求される場合で、重要度の高い一次、二次変電所、開閉所及び大容量発電所に適用される方式である。

### (c) ポジションデュアル方式

同一容量または大、小容量の2セットを使用して、特に重要度の高いポジションのみを両セットに共有し、常用セットのバックアップとして予備セットのポジションを使用する方式で、一次、二次変電所に適用される。

## 3 水力発電所の集中遠方監視制御

水力発電所の制御方式は電力設備の運転合理化により一水系に属する数個所の発電所（以下、PSと略す）の集中制御から自動給電システムによる総合自動化に向かいつつある。

水力発電所の集中遠方監視制御の特徴としては、発電機出力の設定値制御を行なうこと及び出力調整、電圧調整などの調整制御が多いことがあげられる。

### 3.1 (1:1)×N集合方式の例

水系の集中遠方監視制御の実施例について説明する。図2は(1:1)×N集合方式の集中制御のシステム例を示すものである。集中制御方式は既設に1:1方式のサイクリック式遠方監視制御装置が導入済みであること、今後段階的に遠方制御化が行なわれる計画になっていること及び被制御所数が比較的少ないことなどの理由により(1:1)×N集合方式を採用した。

#### 3.1.1 システム構成

制御所には系統全体の運転を把握できるように系統監視盤を設け、操作は保守員の負担を軽減するため、小形化、ブロック化した制御卓を設けている。

遠方監視制御装置は各被制御所向けに1セットずつ置かれ、系統監視盤、制御卓の間の連絡はコネクタによって行なわれる。被制御所には各遠方監視制御装置が設けられ、制御所と被制御所の間は、原則として専用線が架設され200ボア又は600ボアの信号伝送装置を使用している。

#### 3.1.2 ポジション構成

ポジションの構成は各PSについて制御70、表示100、計測4量で従来の小容量水力発電所に適用してきたものと変

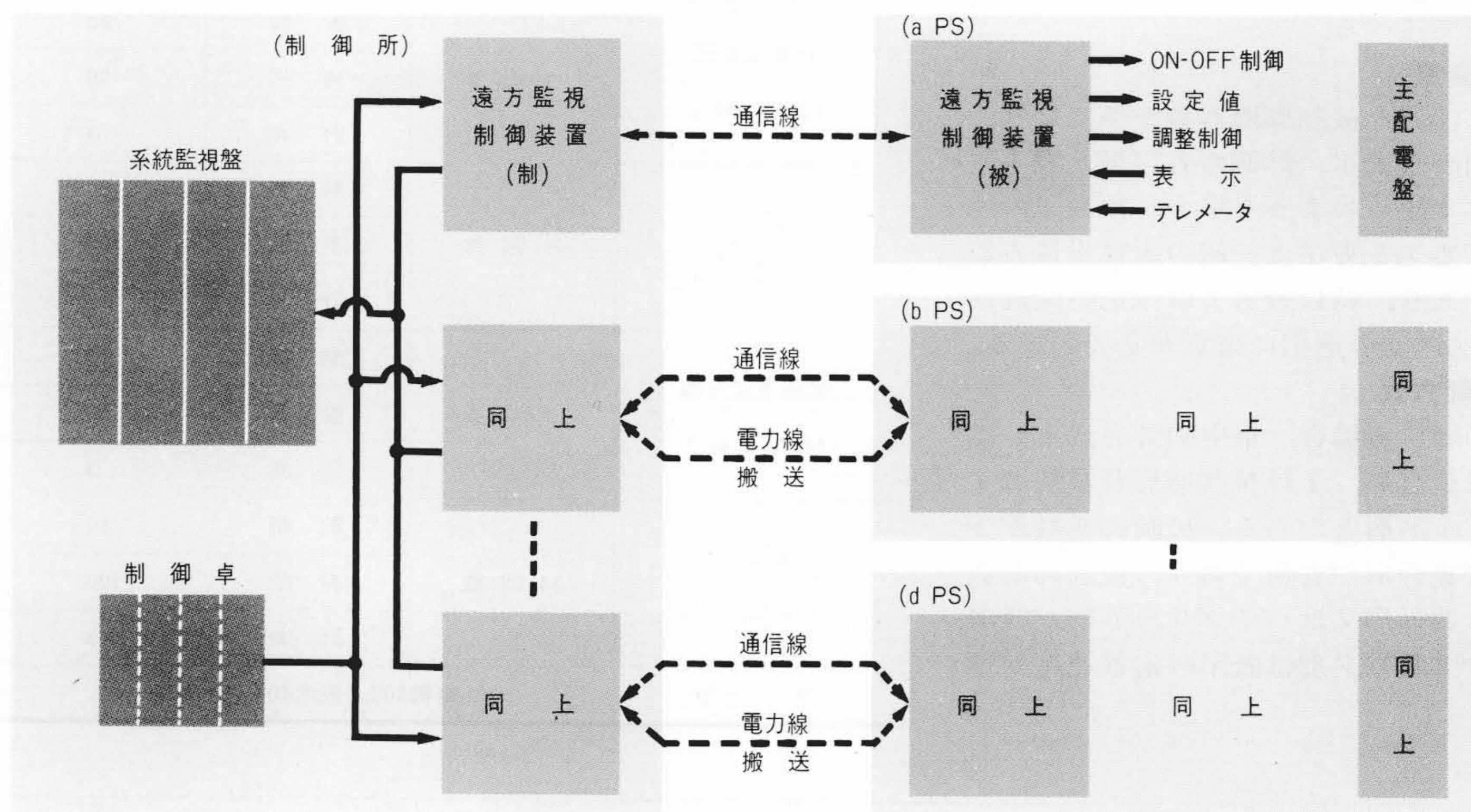


図2 水力発電所集中制御システム例(I) (1:1)×Nの集合方式であって、制御は制御卓より行ない、状態と故障は系統盤に表示する。

Fig. 2 An Example of Centralized Supervisory Control System for Hydraulic Power Stations(I)

わらない。ただ計測はすべてデジタル テレメータ化されている。

### 3.1.3 系統監視盤

発電所集中制御の実施に際し、系統全体の運転状態を的確に把握し、かつ機器を迅速に制御するために系統監視盤の設置が適している。

発電機シンボルの状態表示は操作場所から見やすいように送配電系統を模擬したグラフィック状に配置し、また操作時誤操作のないよう選択機器のシンボルを点滅させて系統中どの機器の操作であるかを明確にし、監視制御を容易にしている。

### 3.1.4 制御卓

制御卓は保守員の負担を軽減する意味から、できるだけ小形化し、容易に操作できることが大切である。

このため制御卓の斜面盤には故障表示器、電力、電力量、水位などの監視制御に必要な計器及び機器選択スイッチがON-OFF制御グループ、調整制御・切換制御グループ、試験・警報停止などの共通制御グループなどの各目的に応じて適正配置され扱いやすくなっている。

## 3.2 ハイブリッド方式の例

小容量水力発電所は河川の規模、地形などの関係で同一管内に多数存在する例が多い。このような多数の水力発電所群における集中制御の実施例について説明する。

図3はこの集中制御システム例を示すものである。集中制御方式としては、被制御所数が最終15箇所（当面5箇所）と非常に多いことからハイブリッド方式を採用した。

### 3.2.1 システム構成

制御所には、電力系統、水系統全体の運転状況を把握するための電力系統監視盤、水系統監視盤及び機器操作を行なうための制御卓が設けられている。遠方監視制御装置は全被制御所に対して共通の制御送信部と、各被制御所と1:1で対向する表示、計測受信部とにより構成されている。なお、制御送信部は信頼性向上のため二重化されている。

### 3.2.2 ポジション構成

各発電所のポジション構成は発電機、しゃ断器、断路器な

どのON-OFF制御40項目、発電機総合負荷の設定値制御1量、故障表示、運転状態表示などの表示項目80項目である。また、発電機電圧、発生電力、送電電圧などの電力系統情報のほか、ダム水位、ゲート開度などの水系関係の諸情報も含めて計8量の計測を行なっている。

### 3.2.3 系統監視盤

電力系統監視盤には発電機、しゃ断器、断路器などをシンボル化し、指示計器とともに実系統に合わせてグラフィック状に配置するとともに、上部に集合故障表示器を設けて全系統の運転状況を的確に把握できるようにしている。

水系統監視盤には管内地図が画かれ、サイレン警報表示、ダム水位表示、ゲート開度表示を行ない、管内水系の状況を分かりやすく表現している。

### 3.2.4 制御卓

本システムが制御1:N方式であることから、機器選択開閉器は全被制御所に対して共通とする。したがって、選択操作は被制御所選択と機器給電番号の組合せで行なう方法を採用している。

## 4 変電所の集中遠方監視制御

従来、変電所の集中制御は配電用変電所が主体であり、遠方監視制御装置の規模も比較的小容量であった。しかし、設備の運転合理化、労働力の節減及び広域にわたる電力系統の総合運用という観点から、最近では一次変電所群の集中制御化が行なわれる傾向にある。このため、集中制御システムとして多量の情報量を、より高い信頼度で、しかも迅速に処理しなければならない。

ここでは、図4に示した一次変電所群集中制御システムの実施例について述べる。

### 4.1 システム構成

遠方監視制御システムは、遠方監視制御装置、制御卓及び系統監視盤により構成され、遠方監視制御装置としては運用上多数の変電所の同時制御を可能とするとともに、装置故障時の影響を最小限にとどめられることなどから(1:1)×N集合方式とし、更に伝送信頼度向上のため伝送路デュプレッ

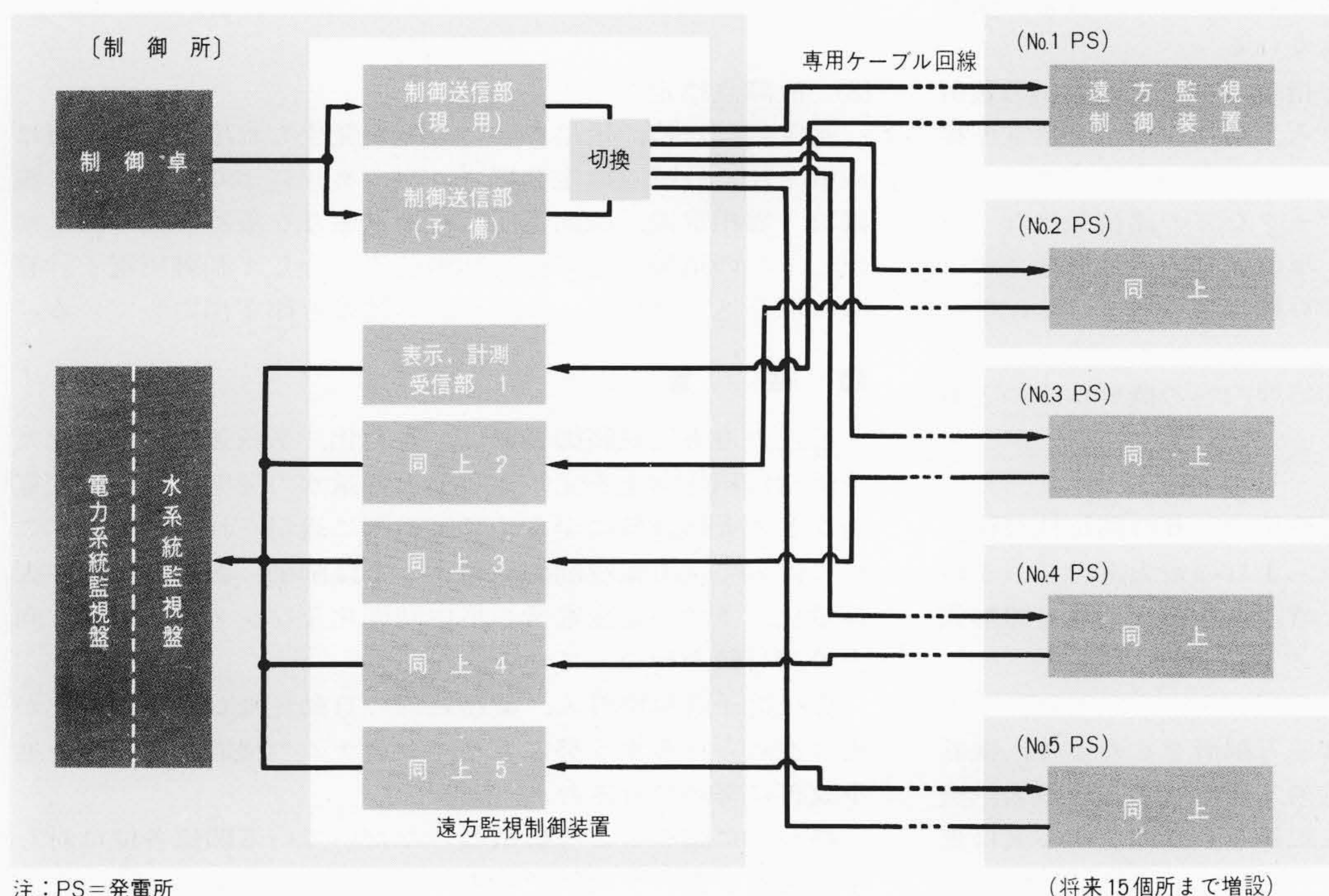


図3 水力発電所集中制御システム例(2) ハイブリッド方式は、多数の小規模発電所群の集中制御に最適である。

Fig. 3 An Example of Centralized Supervisory Control System for Hydraulic Power Stations(2)

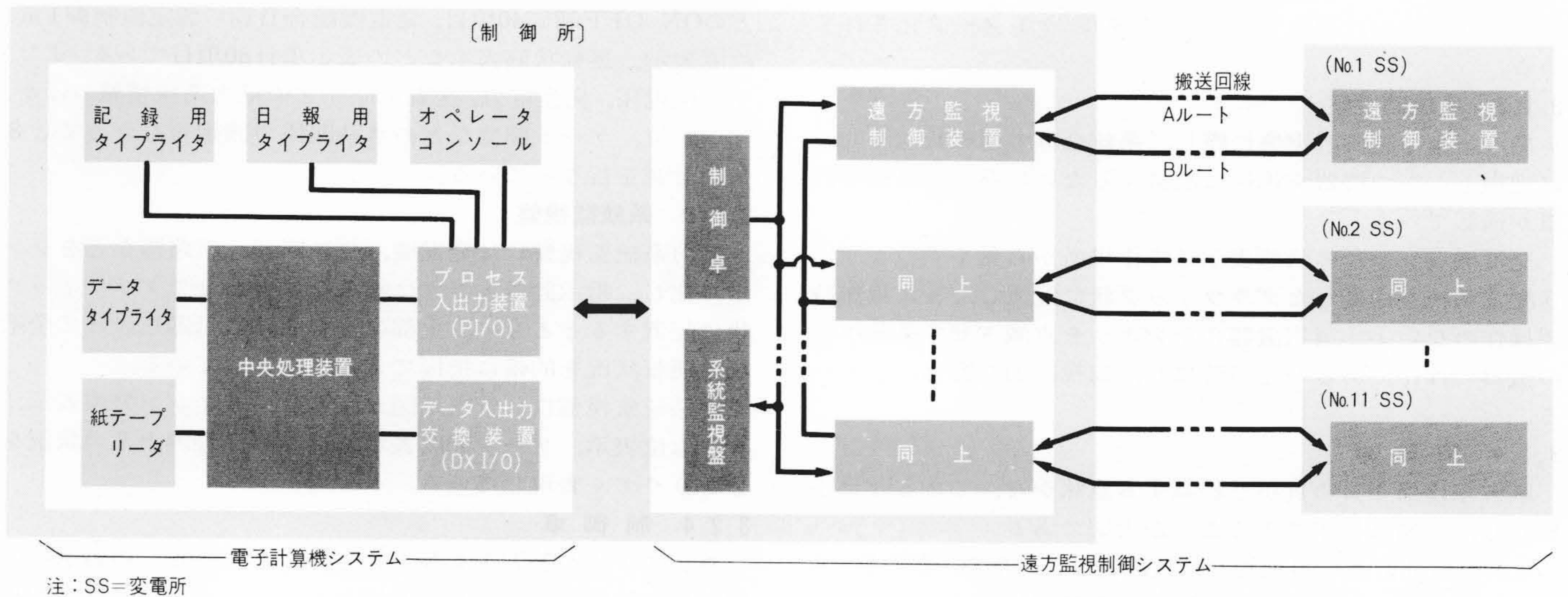


図4 変電所集中制御システム例 (1:1)×N集合方式とし、信頼性向上のため伝送路デュプレックス方式を採用している。

Fig. 4 An Example of Centralized Supervisory Control System for Sub Stations

クス方式を採用している。

制御卓は遠方監視制御装置と1:1に対応させ、機器選択開閉器を模擬母線により実系統に合わせて表現し、更に故障表示器、指示計器を斜面部の見やすい位置に配置し、日常の運転保守業務が円滑に行なわれるよう配慮されている。

系統監視盤には管内全域の電力系統の運転状態を的確に把握できるよう、しゃ断器、断路器などの状態表示灯を実系統に合わせてグラフィック状に配置している。

図5は本システムの系統監視盤、制御卓及び指令卓の概観を示したものである。

また、各変電所のポジション構成としては、しゃ断器、断路器などのON-OFF制御80項目、故障表示、運転状態表示などの表示項目200項目、また計測項目は5量で、その内容は受電電圧、バンク電圧、送電電力、送電線故障点標定(ロケータ)などである。

#### 4.2 制御用電子計算機との接続

本システムでは電子計算機システムを導入し、日常の運転保守業務の自動処理化が行なわれている。

電子計算機からの自動選択操作指令はプロセス入出力装置を介して、群、個別選択指令及び入、切操作指令を無電圧接点渡しとしている。

機器の状態、故障監視、計測データなどの諸情報は群(ワード)単位直列、個別(ビット)単位並列の符号形態でデータ交換入出力装置を介して電子計算機に読み込まれる。

#### 4.3 自動処理内容

集中制御所における業務の自動処理内容の概要は次のとおりである。

##### (1) 日報作成

各変電所負荷電力量の1時間毎積算値、6時間毎積算値、6時間単位累計値、24時間積算値、1日の最大電力量(1時間帯)及び最大電力量の発生した時間帯をそれぞれ日報形式で記録する。

##### (2) 事故及び操作記録

変電所において事故発生、又は遠方制御をしたとき、機器が自動状態変化した場合には、時刻、変電所名、故障名、機器名及び機器状態変化内容を事故記録として赤色印字又は黒色印字する。



図5 変電所集中制御所 集中制御監視室には系統盤、制御卓及び指令卓が設置されている。

Fig. 5 An Example of Centralized Supervisory Control Station for Sub Stations

#### (3) 故障点標定

送電線に短絡、地絡などの故障が発生した場合、変電所に設置された故障点標定装置(ロケータ)により、故障時の線電流、零相電流、線間電圧、対地電圧及び故障継続時間を検出し、この情報を遠方監視制御装置を介して制御用電子計算機に取り込み解析し、故障点計算結果を印字出力している。

## 5 結 言

最近の遠方監視制御装置は、省力化、系統運転の合理化及び供給信頼性向上を主眼として大容量水力発電所、一次変電所などの大形設備に至るまで広範囲に適用されつつある。これに伴って遠方監視制御システムでは制御、表示、計測の大容量化、多数の発電変電所の集中制御化及びシステム信頼性向上の諸対策を行なっている。

今後電子計算機導入、業務処理の自動化及び集中制御化が更に進められるすう勢にあり、システムの機能、信頼性の進歩改善に努めて行きたい。

終わりに臨み日ごろ御指導いただいている関係各位に対し深く謝意を表わす次第である。