集中遠方監視制御装置特集

最近の遠方監視制御装置……53

関西電力株式会社総合技術研究所納 集中遠方監視制御装置 ……57

自動給電システム用サイクリック・ディジタル情報伝送装置……63

高速データ伝送と集中制御用計算機システム……68

制御用計算機による電鉄用変電所の集中制御……73

東名高速道路富士～清水間電気設備の集中制御……78

U. D. C. 621.316.37 : 621.398

最近の遠方監視制御装置

Recent Trends of Supurvisory Control Equipment

竹原 陽* 吉村浩二*
Akira Takehara Kôji Yoshimura

要旨

最近，運転制御の合理化のため遠方制御装置が広範囲に適用されるようになった。このため各種制御対象に応じた最適な遠方制御方式の開発が必要になり，かつシステムの複雑化により高い信頼度も要求されるようになった。日立製作所ではこのような要求に応じたサイクリック式遠方制御装置，集中制御装置を開発し各方面で多数使用されている。本文では最近の遠方制御装置の傾向およびこれら遠方制御装置の概要について述べる。

1. 緒言

電力および一般産業において，設備の運転合理化と労働力の節減の観点から遠方制御方式の適用がますます盛んになり，最近では大容量発変電所の大形設備にも広範囲に適用される傾向にある。

また，制御方式としては，従来制御所から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が，最近では地域別，系統別の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さらにこれらを統合した全システムの総合自動化に向いつつある。

一方，遠方制御装置としては高信頼度，高性能のトランジスタサイクリック遠方制御装置が採用され，最近では一次変電所などを対象とした大容量のIC化遠方制御装置や，多数被制御所の集中制御に有利な1：N方式のIC化集中遠方制御装置が開発されている。被制御所における監視制御を合理化するため遠方制御装置と組み合わせて制御用計算機やカラーグラフィックディスプレー(CRT)が使用される傾向にある。

日立製作所ではこのような遠方制御装置の動向に対しトランジスタサイクリック式遠方制御装置，IC化大容量遠方制御装置，1：N集中遠方制御装置を開発してきた。

以下，最近の遠方制御システムの傾向と装置の概要について述べる。

2. 遠方制御システムの動向

2.1 遠方制御装置の大容量化

従来，遠方制御装置のおもな適用対象は小容量の電気所であるが，被制御設備および遠方制御装置の信頼度が向上してきたので，一次変電所など，大容量の設備の遠方制御が行なわれるようになった。

これらの設備は従来の小形設備に比べて監視制御項目が多く1被制御所で最大約600項目もあり，かつ設備の重要性，事故波及の大きさなどから迅速確実な制御が要求される。このような設備に遠方制御装置を適用する場合，標準形サイクリック方式では一個所に数台の遠方制御装置を適用することになり，機器構成が複雑になり，信頼度が低下し，経済的にも不利である。また単にポジションを増加したのでは監視制御の所要時間が長くかかる欠点がある。

それゆえ，新しい符号方式の採用とIC化により，高速，小形，かつ高信頼度の大容量遠方制御装置が開発されている。

一方，遠方制御装置の適用個所が多くなると合理化の効果を高めるため，1個所から数十個所の被制御所の集中制御が計画されるようになった。

集中制御では地域ごとの制御の合理化だけではなく図1のように各グループを統合した全系統の総合自動化を最終目標としている。

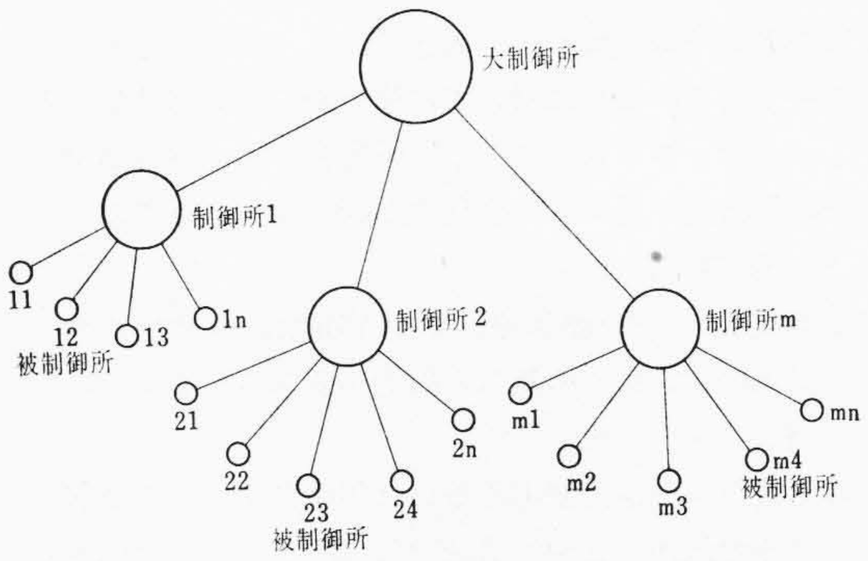

図1 総合自動化システムの構成

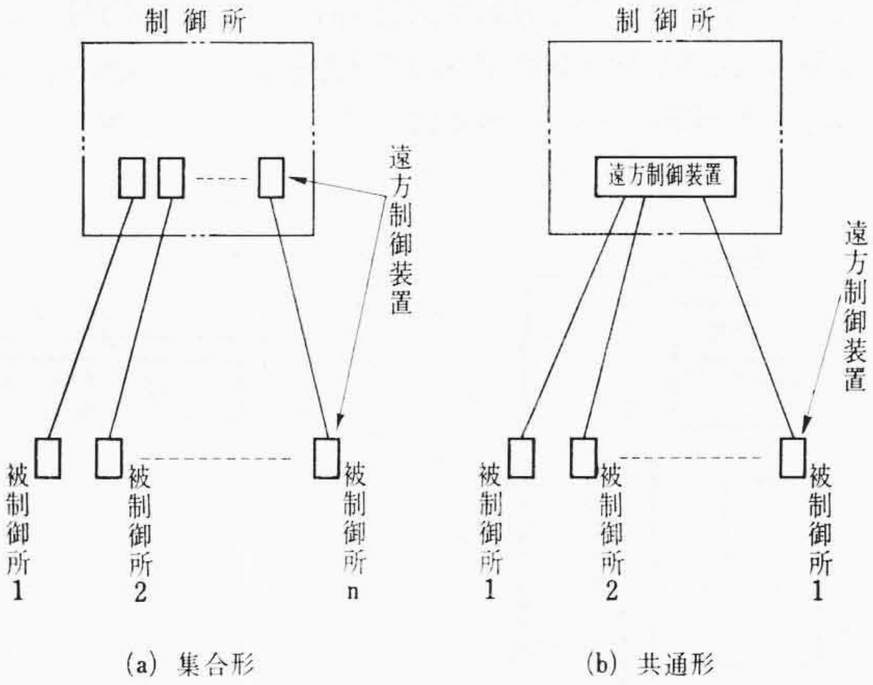

図2 集中遠方制御方式

したがって制御所では単に多数被制御所のみではなく上位および隣接制御所と密接な連絡が必要となるので，このような情報の中継機能をもった集中制御装置の開発が必要となる。

上記のような要求に対し，図2(a)に示す対向式の標準形遠方制御装置を集合した集中制御方式では，制御所への情報伝達が各被制御所独立に行なわれ，情報の集中，処理，転送が不便で，特に変電所数が多くなると制御所の機器構成が複雑になり価格的にも高価となる。それゆえ，このような場合には制御所装置を，各被制御所に共通とし，各被制御所からの情報の処理を一元化した(b)に示す1：N方式の集中制御装置が適用される傾向にある。

2.2 監視制御の自動化

大容量電気所および多数電気所の遠方制御では制御所における遠方監視制御項目が多く，運転操作もきわめて複雑であり，かつ上位および隣接制御所との有機的な連系が必要となるので，少数の運転員による合理的な監視制御が困難となり，運転操作の自動化が必

* 日立製作所大みか工場

要となる。したがって図3に示すように被制御所には専用の自動操作装置が設置されて，被制御機器に事故が発生した場合は故障の除去，復旧操作および平常時の母線切換操作など，被制御所単独で処理可能な操作は自動化され，制御所の業務が簡易化される。

また制御所では上記のような被制御所の自動化を行なっても情報の集中により制御所監視記録業務が膨大になるので自動処理装置が設置される。自動処理装置としては系統変更，運転条件の変更にも容易に対応でき，かつ高性能で，複雑な操作も可能なストアドプログラムの制御用計算機が使用される。この場合制御所の計算機を共用して被制御所の事故復旧などの自動操作を行なわせる方式も考えられるが，このための伝送情報量の増大による遠方制御装置容量の追加，伝送装置あるいは処理装置停止時の制御の混乱の影響などが大きいので，じゅうぶん検討のうえ適用すべきである。また被制御所数や監視制御項目数が多くなると，被制御所ごとに監視制御盤をおく従来の方式では，盤寸法が大きくなり，少数の運転員による監視には不便である。これに対しては遠方制御装置と連動するカラーグラフィックディスプレイによる選択監視方式，共通制御デスクによる選択操作方式が適用され合理化が図られるようになった。

2.3 性 能 の 向 上

遠方制御装置の適用範囲の拡大，大容量化，制御所における監視制御の自動化に伴い種々の新しい機能が要求されるようになった。

（1） 高　　速　　化

大容量電気所の遠方制御あるいは集中制御所間の情報伝送では多量の情報の伝送が必要であるが，従来の伝送速度50ボーあるいは200ボーチャンネルによる長短符号伝送方式では，監視制御の所要時間が長く，緊急時事故波及防止のため迅速な制御ができなくなる。このため符号方式は伝送効率のよい等長符号方式を使用し，600，あるいは1,200ボーの高速伝送が行なわれる。したがって装置はいずれのチャンネルにも簡単な調整で適用できるものでなければならない。

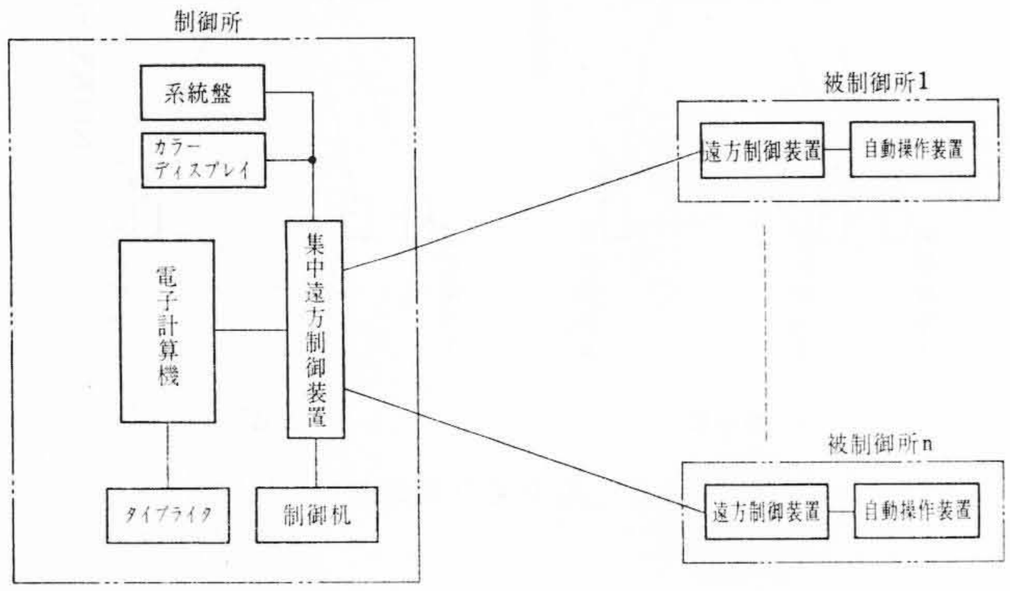

図3　集中遠方制御装置構成図

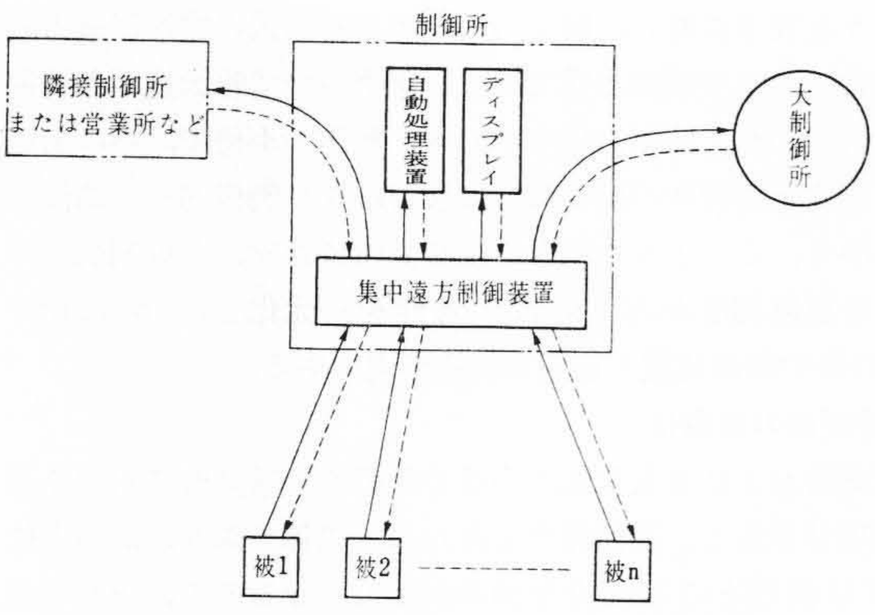

図4　集中制御所における情報転送

（2） 制御所における情報の分配処理

従来の遠方制御装置では1個所あるいは数個の被制御所の遠方制御のみであったが，最近，総合自動化システムの一環として使用されるため，上位制御所，隣接制御所の情報の授受が行なわれるので制御所においては，図4のように被制御所からの情報の多方向への転送，多数制御所からの指令の被制御所への分配機能が必要となる。また，1：N方式においては迅速な監視を行なうため一般情報の中から緊急情報の優先表示が必要となる。優先方式としては種々の方式があるが，制御所からの呼出に対する被制御所からの応答により機器状態変化の有無を検出して優先表示する方式が最も経済的である。

（3） テ レ メ ー タ

集中制御においては被制御所が広範囲に分布し，伝送距離も長くなるので連絡線本数の節約のため伝送方式は搬送方式とし，線路の多重使用が行なわれる。

従来，テレメータとしてはアナログテレメータが使用され，測定量ごとに50ボーのトーンチャンネルが使用された。しかし制御所では測定量が多く伝送チャンネルが不足し，かつアナログ方式のためデータの処理も困難である。それゆえテレメータはディジタルテレメータとし，遠方制御装置の表示ポジションを使ってこれらの情報を伝送すれば送受信装置や伝送チャンネルが共用され経済的に有利で，制御所におけるデータの処理あるいは転送も容易である。したがって最近のシステムではテレメータはディジタル方式とし，遠方制御装置の監視信号といっしょに伝送される傾向にある。図5は装置の構成を示したものである。

2.4 信頼度の向上

（1） 装　　置

従来，主要素子として使用されていた電磁リレーは接点障害が避けられないため，トランジスタによる無接点化が進められた。

トランジスタは初期にはゲルマニウムトランジスタが使用されていたが，最近ではほとんどシリコントランジスタが使用され信頼度が向上した。しかし遠方制御装置の適用範囲の拡大と装置の大形化により，さらに高い信頼度が必要となり，トランジスタの代わりにICが使用されるようになった。

ICの使用により配線本数が少なくなり，信頼度の向上と装置の小形化が可能となった。

また集中制御システムでは万一，制御所の装置故障の場合，全被制御所の運転が不能になり影響がきわめて大きい。この対策としては同一仕様の予備機を設置することも考えられるが制御所装置が大形になると経済的に困難である。したがって図6のように故障の影響の大きい共通回路部分のみ二重化しておき常時はいずれか片側を使用して装置故障時には健全なほうに切換使用する方式が適用される。また特に主要な系統においては図7のように伝

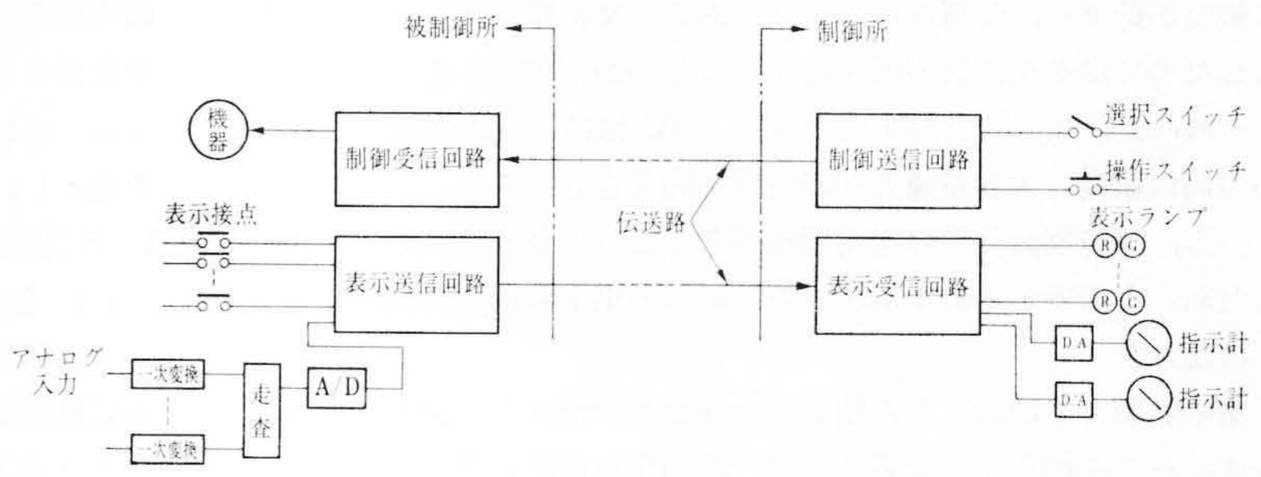

図5　テレメータと表示の共用方式

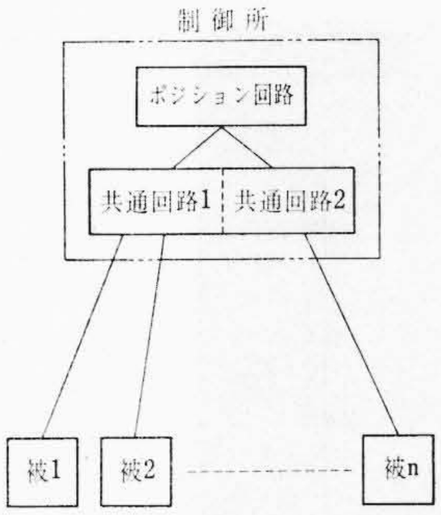

図6　共通回路の二重化

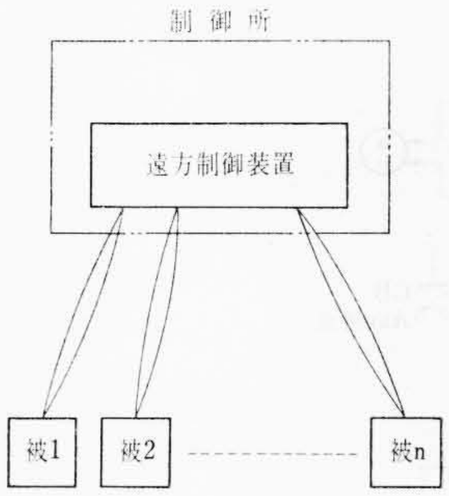

図7　伝送路の二重化

送路も二重化し別ルートの伝送路2チャンネルを設け，常時はこの中の1チャンネルを使用して，符号を伝送し，一方が故障の場合は健全側に切換使用する方式が適用される。

制御所に設置される計算機は価格的に高価であり，末端の集中制御システムでは予備機の設置は困難であるため，計算機停止時には遠方制御装置による手動操作が行なわれるようにして最小限必要な監視制御が行なえるようシステムを構成する必要がある。

（2）　符　号　方　式

システムが複雑になると高い信頼度が要求されるので，装置動作について常時，装置が健全かどうか自動監視の可能なことが必要である。これに対してサイクリック方式では回路構成が簡単で経済性にもすぐれ，自動監視ができるので最近の装置ではほとんどこの方式が適用される。

符号のチェック方式としてはパリティ・チェックか定マークチェックと2連送照合の組合せ方式が適用されている。本方式は装置の構成が簡単になり，伝送信頼度もきわめて高いので集中制御装置にもじゅうぶん適用可能であり，今後も使用されるものと考えられる。

3.　日立遠方制御装置の概要

遠方制御装置としては集中制御にも適用可能で信頼度の高いトランジスタサイクリック遠方制御装置，ICサイクリック遠方制御装置，集中遠方制御装置がある。

各装置は一般電力用機器と同等の高い信頼度を有し，空調装置も不要で，過酷な環境で使用しても安定に動作する。

装置の構成はいずれもユニットあるいはプリント板単位のビルディングブロック方式となっており，10ポジション単位に監視制御項目の増減ができ，適用対象に最も適した構成がとられる。これらの装置は電力系の発変電所の遠方制御のほか，電鉄，一般工場設備，水道およびガスのポンプ設備，道路用電気設備，そのほかあらゆる方面に適用可能である。また本装置により大規模な総合自動化システムを構成する場合には，各方式を適宜組み合わせて適用することもできる。

表1は各装置の適用基準を示したものである。トランジスタ遠方制御装置は比較的小規模の電気設備，ICサイクリック遠方制御装置は一次，二次変電所などの大規模設備，1：N方式集中遠方制御装置は6個所以上の集中遠方制御に適用される。なお大容量設備あるいは多数電気所の遠方制御では電子計算機，ビジュアルディスプレーを使用すれば合理的な監視制御が可能となる。

3.1　HSS形トランジスタ・サイクリック遠方制御装置

本装置は比較的小容量の電気設備の遠方制御に適用され，対向式の標準形遠方制御装置である。

本装置の論理回路はシリコントランジスタで構成され，制御，表示方式は常時動作のサイクリック方式である。

本装置の仕様は電気協同研究会，発変電所遠方監視制御標準仕様に準拠しており，装置容量も表2のとおり標準化されている。

図8は本装置のブロックダイヤグラム，図9は継電器盤である。本装置の仕様は次のとおりである。

（1）　動　作　方　式　　常時サイクリック方式
（2）　検　定　方　式　　(表示)複符号チェック(ビット2連送)＋パリティ・チェック
　　(操作)複符号チェック(ビット2連送)＋定マーク・チェック
（3）　符　号　方　式　　長短符号方式（長短比2：1）
（4）　伝　送　速　度　　200ボーFS，トーンチャンネル往復1CH
（5）　動　作　時　間　　(表示) 80ポジション　3秒以下
　　(操作) 1ポジション　1秒以下
（6）　論　理　素　子　　シリコントランジスタ
（7）　電　　源　　DC 110 V
（8）　使　用　温　度　　−10℃～＋40℃

3.2　ICサイクリック式遠方制御装置

本装置は制御300項目，表示600項目（テレメータの場合60量）までの大容量ポジション装置で，論理回路はICにより構成されているため信頼度が高く，かつ大容量にかかわらず装置は小形となっている。

表1　各装置の適用基準

方式 ＼ 適用	HSS形 トランジスタ・サイクリック遠方制御装置	ICサイクリック 遠方制御装置	1：N集中遠方 制御装置
適用対象	監視制御項目数が100項目以下の比較的小容量の場合で，1制御所に属する被制御所が数個所程度以下の場合に適用される。	監視制御項目数が100項目以上の大容量の場合に適用される。またテレメータ項目が10項目程度以上の個所に適用される。	被制御数が6個所以上となる集中制御の場合に適用される。
特長	（1）　標準化されているため経済的にすぐれている。 （2）　装置故障時の影響が1個所に限定される。	（1）　大容量項目にかかわらず高速伝送できる。 （2）　監視項目とテレメータを時分割伝送するので，回路と伝達路が共通となり経済的である。 （3）　電子計算機との結合が容易である。	（1）　制御所装置が各被制御所に対して共通となっているので被制御所数が多い場合に経済的であり，制御所装置は小形化される。 （2）　電子計算機やCRT表示装置と結合可能であり制御所業務を自動化できる。 （3）　大制御所などへの情報転送が容易である。
適用例	小容量発変電所 ポンプ場，換気場，照明設備， 石油ガスの圧送所	一次，二次変電所 大容量開閉所 大容量発電所	小容量発，変電所群の集中制御自動給電

表2　HSS形遠方制御装置の標準構成

形式 ＼	制御所		被制御所		備考
	制御盤	継電器盤	継電器盤	補助継電器盤	
50形	1面	1面	1面	1面	最大50ポジションまで実装可能
60形	1面	1面	1面	1面	最大60ポジションまで実装可能
70形	1面	1面	1面	1面	最大70ポジションまで実装可能
80形	1面	1面	1面	1面	最大80ポジションまで実装可能
100形	1面	1面	1面	1面	最大100ポジションまで実装可能

注：継電器盤，補助継電器盤は幅600 高さ2,300 mm を標準とする。

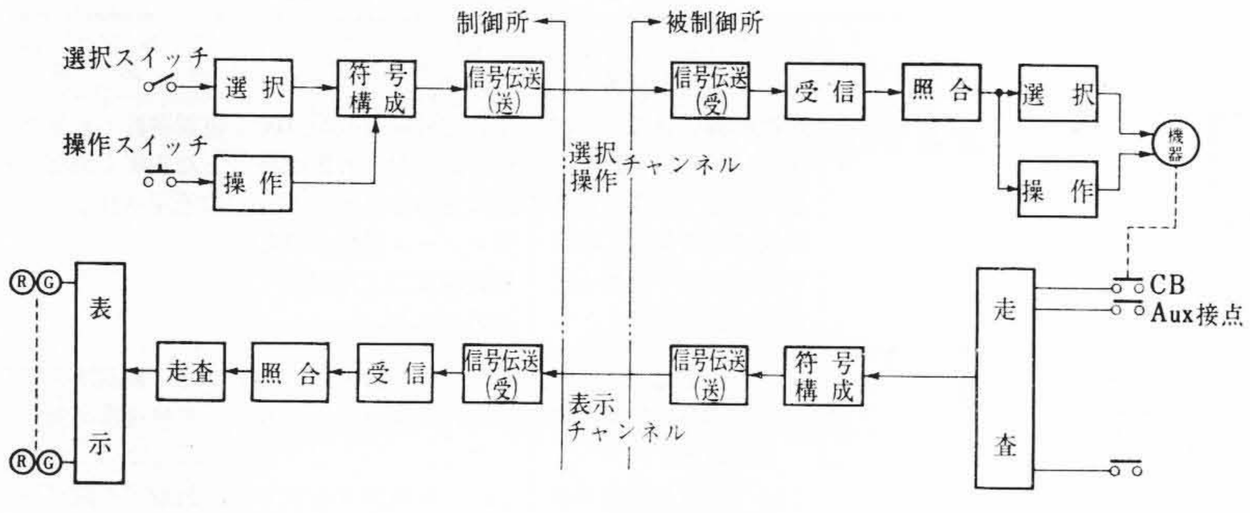

図 8　HSS 形 遠方制御装置ブロック図

操作，表示方式はサイクリックに常時動作する方式である。符号方式としては伝送効率の高い NRZ 等長符号が採用されている。伝送速度を 600 ボーに上げて表示時間の短縮を図ることができ，さらに高速を必要とする場合には特定項目のみ 1 周期間に 2 回以上伝送できるようになっている。

また本装置の表示回路を使用してディジタルテレメータの伝送ができるなど用途の広い装置である。

図 10 は本装置の論理部に使用する IC 実装用のプラグインである。本装置の仕様は次のとおりである。

(1)	最 大 容 量	(表示) 600 項目または 3 けた 60 量
		(操作) 300 項目
(2)	動 作 方 式	常時サイクリック式
(3)	検 定 方 式	(表示) 2 連送照合＋パリティ・チェック
		(操作) 2 連送照合＋定マーク・チェック
(4)	符 号 方 式	NRZ 等長符号
(5)	伝 送 速 度	200 ボーまたは 600 ボー　往復 1 CH
(6)	動 作 時 間	(表示) 600 ポジション　5 秒以下
		(操作)　1 ポジション　1 秒以下
(7)	論 理 素 子	IC (TTL)
(8)	電 源	DC 110 V
(9)	使 用 温 度	−10℃～＋40℃

3.3　集中遠方制御装置

本装置は制御所装置を各被制御所に共通にした 1：N 方式の集中制御装置である。

装置の主要部はすべて IC 化され，制御所装置はきわめて小形化されている。本装置では表示の集約を図るために CRT ディスプレー装置や制御所業務を自動化するための電子計算機と結合可能で少数の運転員で操作できることが特長である。

本装置の仕様は次のとおりである。

(1)	装 置 容 量	被制御所数	最大 20 個所
		操作項目	最大 80 (1 個所あたり)
		表示項目	最大 110 (1 個所あたり)
(2)	集 中 方 式	1：N 集中方式	
(3)	動 作 方 式	(表示) サイクリック表示方式 (状態変化時優先)	
		(操作) パルスコード連送方式	
(4)	検 定 方 式	(表示) 2 連送照合＋パリティ・チェック	
		(操作) 2 連送照合＋定マーク・チェック	
(5)	符 号 方 式	NRZ 等長符号	

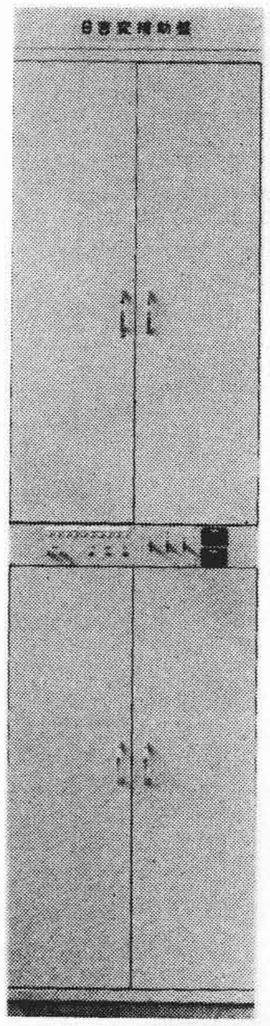

図 9　HSS 形 遠方制御装置継電器盤

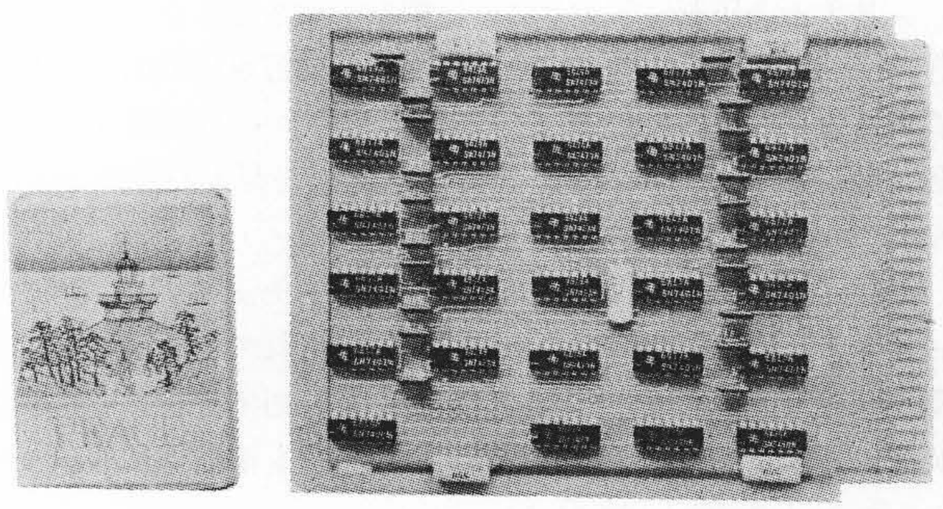

図 10　IC プリント板

(6)	伝 送 速 度	200 ボー (標準)，600 ボー，1,200 ボー
(7)	動 作 時 間	(表示) 1 被制御所あたり　約 2 秒
		(200 ボー)
		(操作) 1 ポジション　約 1 秒
(8)	論 理 素 子	IC (TTL)
(9)	電 源	DC 110 V
(10)	使 用 温 度	−10℃～＋40℃

4. 結　　言

以上，最近の遠方監視制御装置について述べた。最近の遠方制御装置の進歩はめざましく，系統運転の合理化，供給信頼度の向上を主眼として広範囲に適用される傾向にある。

遠方制御装置の適用範囲の拡大に伴い，各種の自動制御装置と結合して総合的な省力化システムが構成される気運にある。このような傾向から遠方制御装置に対しても，ますます大容量化，高性能化の要求が高まるものと思われる。

今後われわれは従来の経験を生かし，さらに前進した総合的な遠方制御システムの開発に努力したいと考えている。