

電力系統における集中遠方制御システム

Supervisory Computer Control Systems for Electric Power Systems

電力系統での集中遠方制御システムは、制御対象範囲の拡大・規模の大形化に伴い、機能・保守性・信頼性の向上に対するニーズが高まっている。電力系統は特に増設・改造の頻度の多い分野であり、どのようにシステム停止範囲を極小化し、運用面での支障を最小限に抑えることができるかが重要となっている。このことはシステムに障害が発生した場合にも同様であり、このための遠方監視制御機能のバックアップ手段を準備しておくことが要求される。

本稿では、集中制御方式の形態変化、運転・操作性向上などのニーズへの対応と、システム構成上の留意点及び集中制御所のバックアップ構成を中心とした最近の適用例について述べる。

長谷川秋治* Akiji Hasegawa
新田 勉* Tsutomu Nitta

1 緒言

近年、電力の安定供給及び発電所立地の広域化に伴い、基幹電力系統網の拡大、送電容量の増大が図られており、この電力系統の円滑な運転、保守を行うために集中遠方制御システムが導入されている。

日立製作所では、これら発・変電所の電力機器はもとより、電力系統の集中遠方制御システムを数多く製作納入してきた。特に、発・変電所の遠方監視制御の分野ではパルスコードリレー式装置に始まって、現在のマイクロコンピュータを適用した装置まで、多数の遠方監視制御装置を製作してきた。

この遠方監視制御の分野でも、監視制御機能の高度化、制御対象の大規模化などによって、多様なシステム構成がとられるようになってきている。特に障害発生時及び増設・改造時に装置を部分停止した場合で、最小限の系統監視制御機能を確認するためのバックアップ構成に、その特徴がみられる。

ここでは、最初にニーズの多様化と高機能化に伴う制御形態の変化、運転操作性の向上及び高機能化への対応と、システム構成上の留意点について述べたあと、次にCASC(Computer Aided Supervisory Control)方式の集中遠方制御システムの例として、関西電力株式会社納めの集中制御所(負荷制御所)システムを紹介する。本装置は、最大40局の子局を監視制御の対象とするものである。

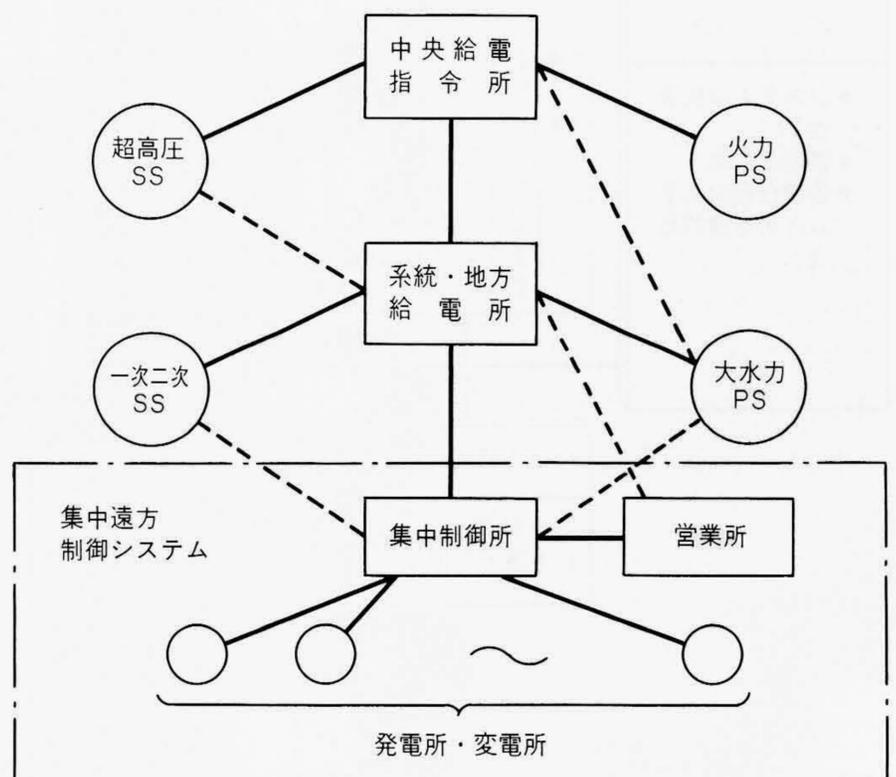
更に、CBSC(Computer Based Supervisory Control)方式のシステム構成例として、中部電力株式会社納めの集中遠方制御システム及び中国電力株式会社納めのシステムについて、その概要を紹介する。

2 ニーズの多様化と高機能化

2.1 制御形態の変化

遠方監視制御の形態としては、制御所と被制御所が1:1

に対応する個別制御方式と、1箇所の制御所と多数の被制御所が対応する集中制御方式に大別できる。最近では集中制御方式の形態が一般的であるが、更に制御所が1箇所にとどまらず複数箇所から制御できる構成をとるものが多い。これは、地域あるいは系統別集中制御化を推進するとともに、制御所相互間での運用業務を円滑化するためであり、今後ますますこの傾向は続くものと考えられる。図1に電力系統運用での



注：略語説明 SS(変電所), PS(発電所)

図1 電力系統運用における階層制御 電力系統運用システムでの集中遠方制御システムの位置づけを示す。最近では配電変電所を、集中制御所と営業所の両方から制御する例が増加している。

* 日立製作所大みか工場

階層制御の例を示す。

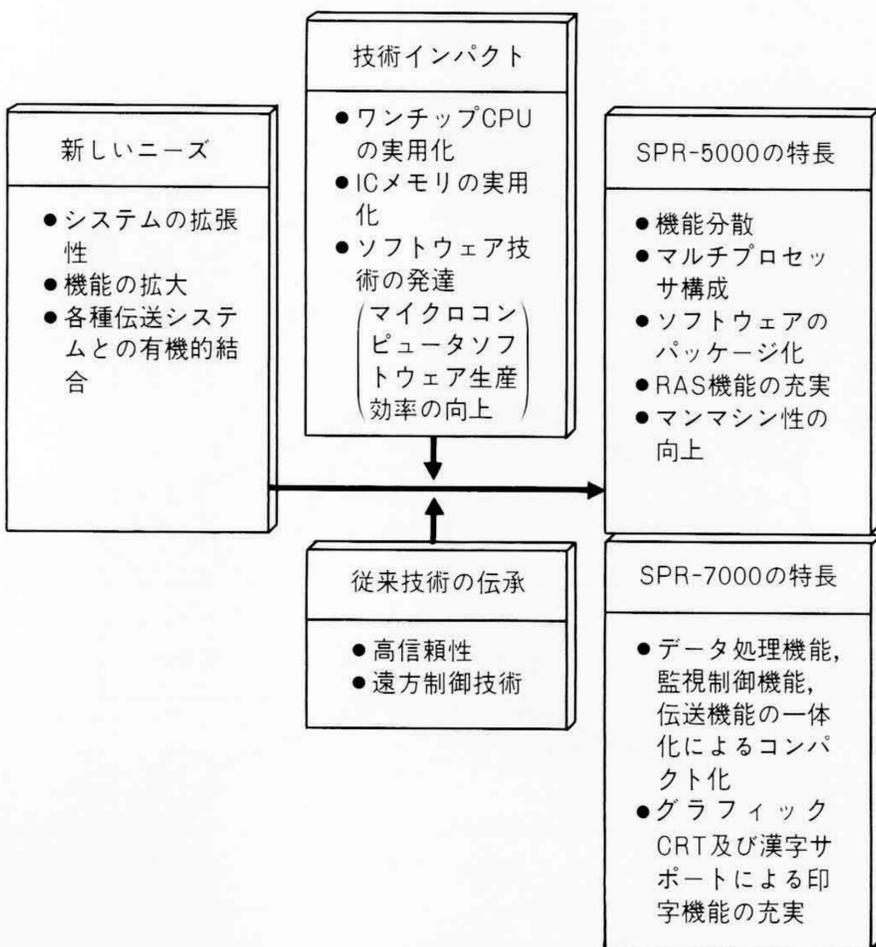
これら制御形態の変化に対応して、遠方監視制御装置には以下の項目が要求されている。

- (1) 被制御所からのデータを収集し再編集のうえ、他の複数制御所へ伝送する機能、及び複数制御所からの制御指令を被制御所へ転送する機能
- (2) 既設の遠方監視制御装置を有効活用して集中化を実現するため、各種方式の異なる子局装置と容易に結合可能な送・受信機能
- (3) 大規模な集中化に伴い装置故障時の波及範囲が広がるのを防ぐため、装置の部分運転機能、修復時間の短縮などによる稼働率の向上

2.2 運転・操作性の向上

大規模集中化により取り扱うデータ量は膨大なものとなり、個々に全項目を人間が監視することは困難となりつつある。大規模システムでは、制御用電子計算機の導入によってこれらデータの監視・記録処理の自動化が推進されている^{1),3)}が、中小規模システムではこれら機能を遠方監視制御装置で実現することが要求されており、その主な機能としては次のものがある。

- (1) 運転員の負担軽減を目的としたオペレーションガイド機能
- (2) 多数のデータをマクロ的に監視するための集約表示機能



注：略語説明 CPU (中央処理装置)

RAS (Reliability, Availability, Serviceability)

CRT (Cathode Ray Tube : ディスプレイ装置)

図2 SPR-5000・7000シリーズの特長 適用業種や適用範囲の拡大に伴って、規模の大形化や情報の多様化が起こり、市場のニーズが変化している。これに対応するため、マイクロコンピュータ内蔵のSPR-5000・7000がある。

(3) 警報項目、操作内容、計測データなどをプリンタに印字出力する簡易印字機能

(4) 計測データのスケール変換、上下限監視などのデータ処理機能

2.3 高機能化への対応

今まで述べてきたニーズの多様化に柔軟に対応する遠方監視制御装置として、マイクロコンピュータ内蔵のSUPERROL-5000シリーズがある²⁾。本装置の特長は図2に示すように、従来からの高信頼性を確保しながら、様々なシステム構成に柔軟に対応できることを目指したものである。また、マンマシン装置としてCRT (Cathode Ray Tube : ディスプレイ装置) を使い、運転・操作性を向上させ簡易なデータ処理機能を備えた機種としてSUPERROL-7000シリーズがある。

更に、各種データ処理、自動制御などを行うため、制御用計算機が導入されている。

3 システム構成と留意点

3.1 集中遠方制御バックアップシステムに要求される条件

発・変電所の集中遠方制御システムは、電力系統の中樞神経とも言われ、その骨格を握る意味で重要である。したがって、系統誤操作防止はもちろんのこと、監視制御の信頼度向上、監視業務や設備管理の省力化、増設・改造作業の簡素化による安全確保などに十分配慮する必要がある。これら機能のうち、バックアップ装置に求められる条件を表1に示す。

3.2 高信頼性確保のためのRAS機能

発・変電所は電力系統上重要な役割を持ち、適用される集中遠方制御システムはあらゆる面で高信頼性が要求される。本システムに適用したRAS (Reliability, Availability, Serviceability) 機能を表2に示す。

次に、CASC方式及びCBSC方式の各システムでの遠方監視制御機能のバックアップ構成について、その適用例を示す。

4 適用例

4.1 CASC方式における適用例

CASC方式でのバックアップ構成例として、関西電力株式会社の例を紹介する。

負荷制御所の位置づけを図4に示す。制御所(負荷制御所)

表1 集中遠方制御バックアップシステムに求められる条件

集中遠方制御バックアップシステムには、機能の簡略化のほかに装置の小形化、点検・保守の簡素化などが求められている。

| No. | 項目 | 内容 |
|-----|-------------|------------------------|
| 1 | 監視制御 | (1) 系統の監視・制御に必要な最小限の機能 |
| | | (2) 故障項目の集約マクロ表示機能 |
| 2 | 装置の高信頼度化 | (1) 装置の静止化 |
| | | (2) 伝送路2ルート化への対応 |
| 3 | 装置の縮小化 | (1) 盤面取付器具の小形化 |
| | | (2) 操作スイッチ・表示器の共用化 |
| | | (3) 系統表示パネルのCRT化 |
| 4 | 装置点検・保守の簡素化 | (1) 自動診断機能の向上 |
| | | (2) 異常・故障箇所の表示 |

では配電用変電所を対象としており、機器の異常監視、系統監視、事故時の系統復旧操作などを行っている。また、上位の地方給電所とは専用の伝送装置を用いて情報伝送を行っている。

図5に、負荷制御所設置の機器構成を示す。変電所設置のTC(Tele-Control:遠方制御装置)子局からの情報は一度TC親局で集約し、計算機と高速伝送(20kバイト/s)で接続している。計算機は装置全体を二重化し、TC親局とは現用系と予備系のクロス接続も可能なように構成してある。万一、二重系の計算機が停止した場合には、系統盤、操作機を用いたTC親局によるバックアップ運転が可能ないように、系統盤、操作機はTC親局に接続する構成としてある。また、TC親局が集中形となることによる障害発生又は増・改造時の装置停止範囲

の拡大を避けるため、子局と対向するモジュールを除いて親局を二重化し、更にTC親局を機能単位(モジュール)に分割し、しかもこれらモジュールの独立性を保つことによって、部分運転を可能にさせている。また、子局と対向する対向モジュールの分割は、障害発生時の変電所直接運転の対応も考慮し、4対向ごとにモジュール分割し、一組み分のバックアップ用対向モジュールを設けてある。

4.2 CBSC方式における適用例

CBSC方式でのバックアップ構成例として、中部電力株式会

表2 高信頼性実現の方策 集中遠方制御システムで考慮したRAS機能のうち、主なものを示す。

| No. | 高信頼性実現の方策 | 信頼性 | 稼働性 | 保守性 |
|-----|---------------------------------------------|-----|-----|-----|
| | | R | A | S |
| 1 | CRT監視制御装置の二重化 | ○ | ○ | ○ |
| 2 | CRT監視制御装置の相互監視、自己診断による異常検出時の自動切替と異常波及のミニマム化 | ○ | ○ | - |
| 3 | 異常周辺装置の自動切離しと、復旧時の自動回復 | - | ○ | - |
| 4 | TC親局の機能別モジュール化構造の採用と、モジュール間の転送データのトレース機能の強化 | ○ | - | ○ |
| 5 | 異なるルートによる二重化伝送路と、光ファイバケーブルの採用 | ○ | - | - |
| 6 | 各装置間のケーブル数減少と、コネクタ結合による誤配線防止 | ○ | - | ○ |
| 7 | 各装置間の相互絶縁による障害波及の防止 | ○ | ○ | - |
| 8 | 電源系統の独立二重化 | ○ | ○ | ○ |
| 9 | オンライン運転に影響を与えない独立試験機能 | ○ | - | ○ |
| 10 | 情報の二重化ファイリングによる情報の連続性確保 | - | ○ | ○ |

注：略語説明 TC(Tele-Control;遠方制御装置)

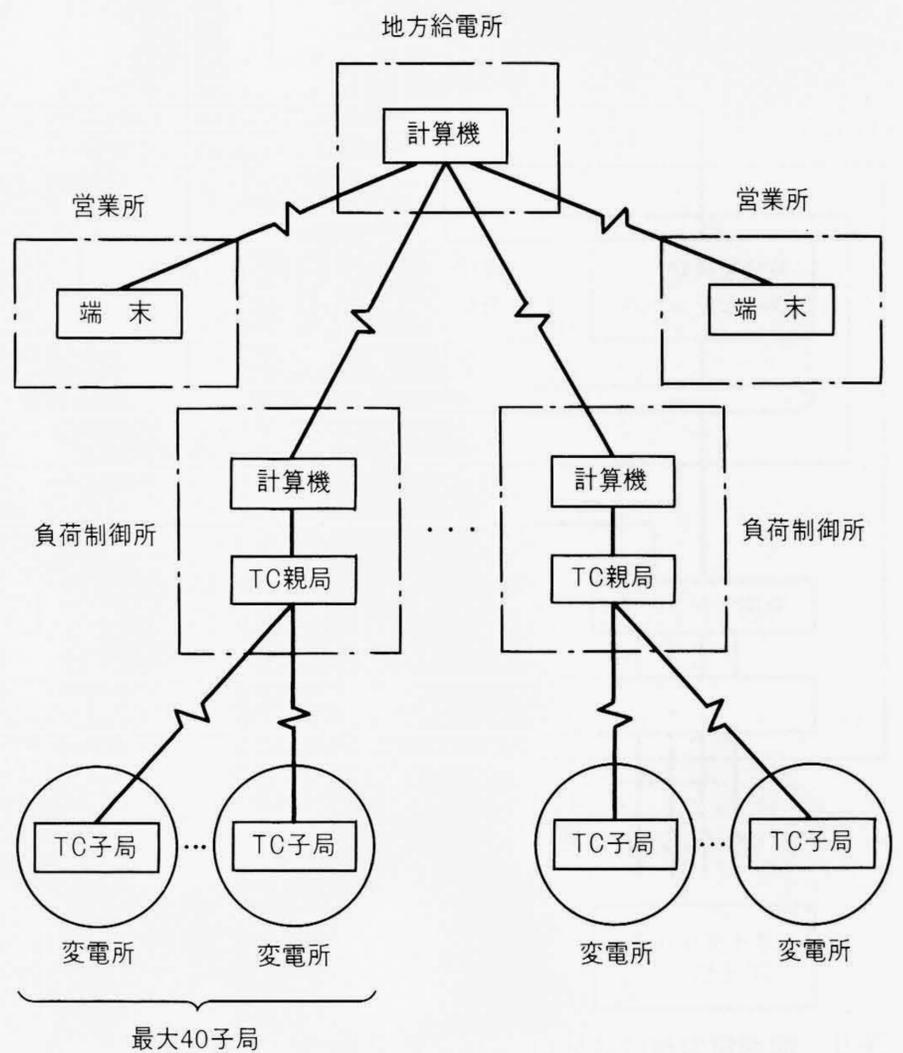
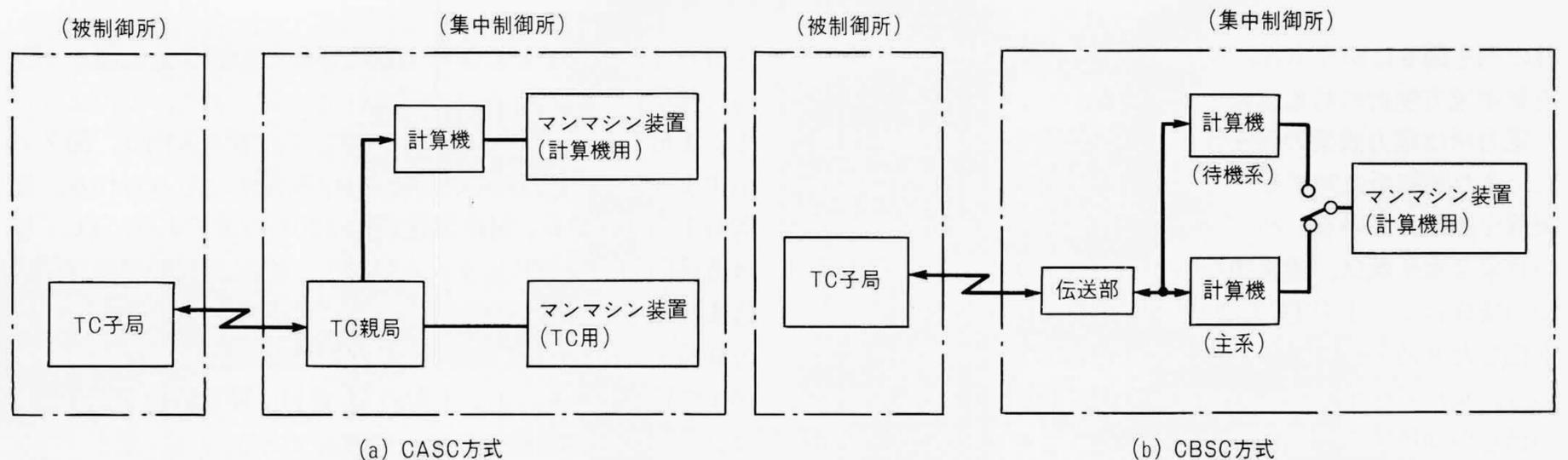


図4 関西電力株式会社集中制御所(負荷制御所)の位置づけ 集中制御所では、最大40箇所の変電所の監視制御を行っている。



注：略語説明 CASC (Computer Aided Supervisory Control), CBSC (Computer Based Supervisory Control)

図3 集中遠方制御システムの構成方式 遠方制御装置の機能の一部を重複して計算機に持たせる方式をCASC方式と呼び、遠方制御装置の機能のほとんど全部を計算機に持たせる方式をCBSC方式と呼んでいる。

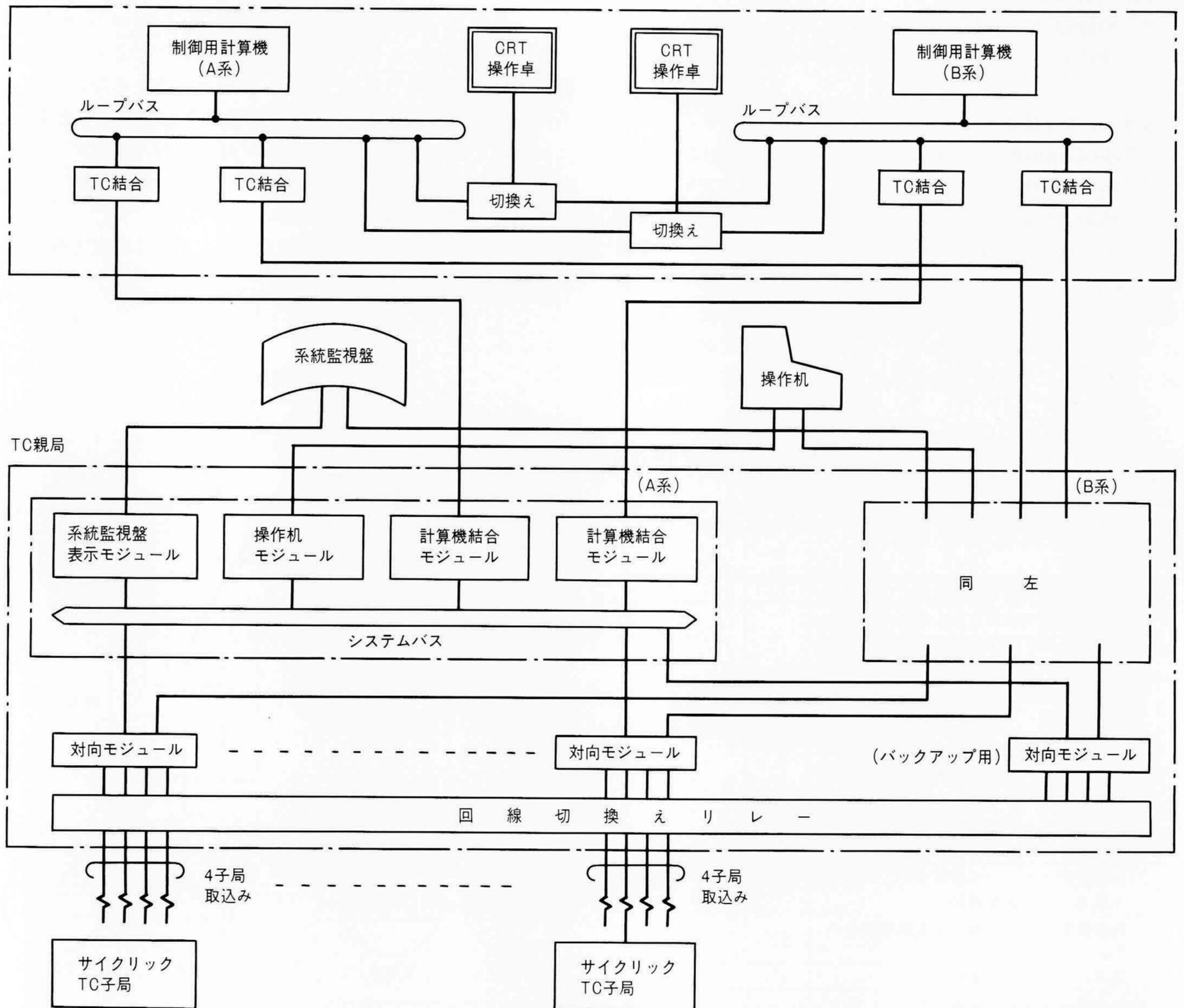


図5 関西電力株式会社のシステム構成 計算機システムがA, B系両方とも停止した場合、TC親局装置によるバックアップ監視制御を行う。

社の例を図6に紹介する。制御所は管内の275 kV以下の系統を集中遠方制御の対象範囲としている。

電力所は電力設備の保安管理、巡視点検などの業務を担当し、また制御所に対するバックアップ運転箇所としてTC親局装置を設置している。バックアップ運転の拠点となる電力所の対象変電所数は、通常20ないし30箇所程度であり、その親局の構成は1:1形TC装置及び1:1形TC装置をコンパクト化した共通TC[(1:1)×5対向の集約TC]が採用されている。制御所と電力所への情報の分岐・切換は、電力所設置の伝送路切換装置で伝送路レベルで行うことによって、切換回路を簡易なものとしている。制御所の計算機へのデータの受渡しはTC子局、伝送路切換装置、計算機用遠隔監視入出力装置(TC I/O)を経由するが、これらはいずれも1子局ごとに

装置を分割することによって、障害時の影響波及範囲が1子局に極小化できるように考慮されている。また、このように1:1形TCをバックアップ装置として設置する例は、図7に示すように中国電力株式会社の集中制御所にもみられる。制御時1箇所当たりの対象変電所数は20局程度であり、TC子局は直接制御所に取り込まれるものと、拠点変電所経由で取り込まれるものがある。計算機とこれらバックアップ装置との分岐・切換は、TC親局内実装の伝送路切換回路で伝送路レベルで行っている。1:1形のTC親局は従来形のワイヤードロジックの監視制御盤を持った装置である。

5 結 言

以上、集中遠方制御システムのバックアップ装置を主体と

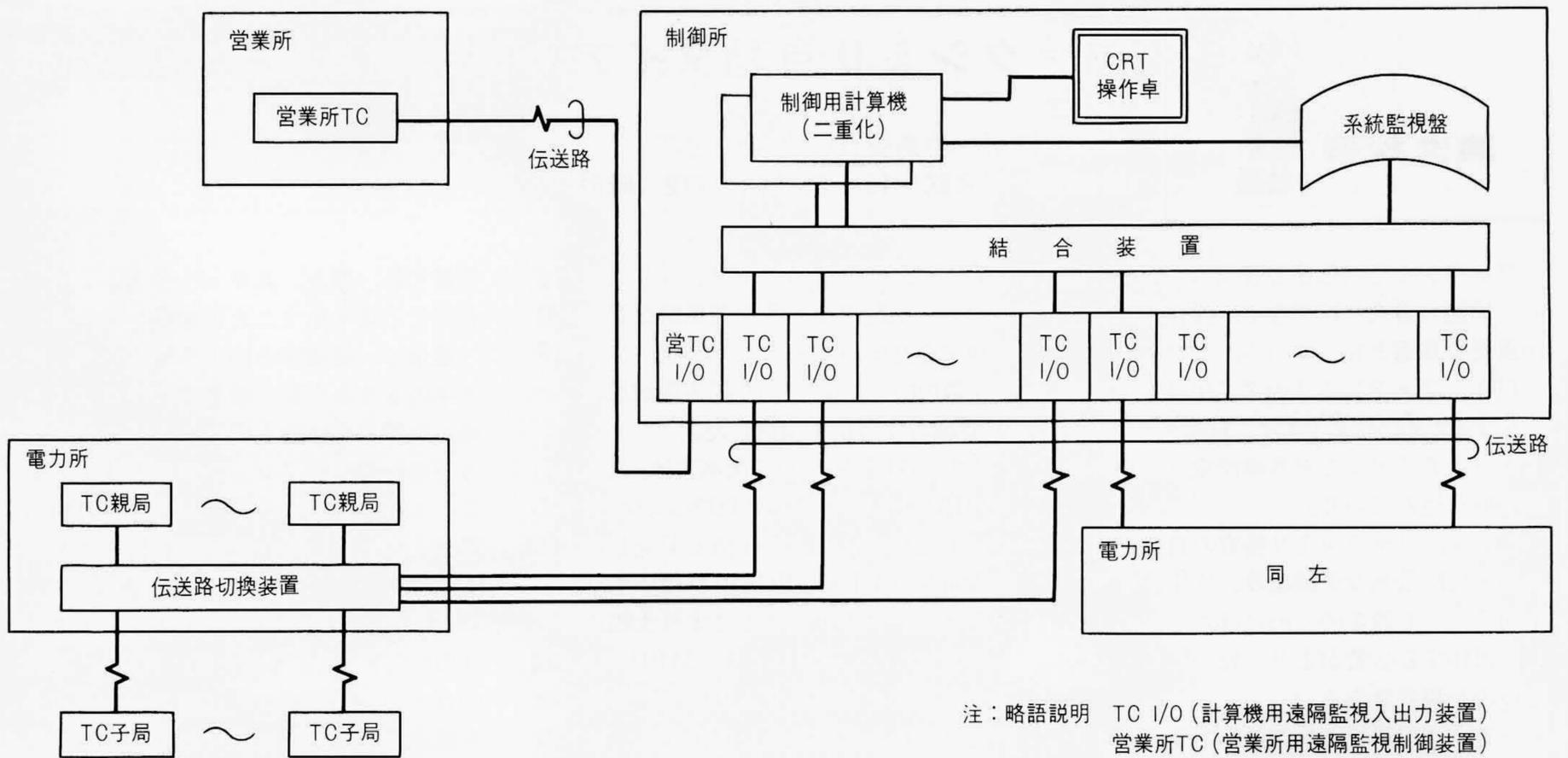


図6 中部電力株式会社のシステム構成 TC子局からの情報を電力所で伝送路分岐し、制御所に情報を集約する構成となっている。

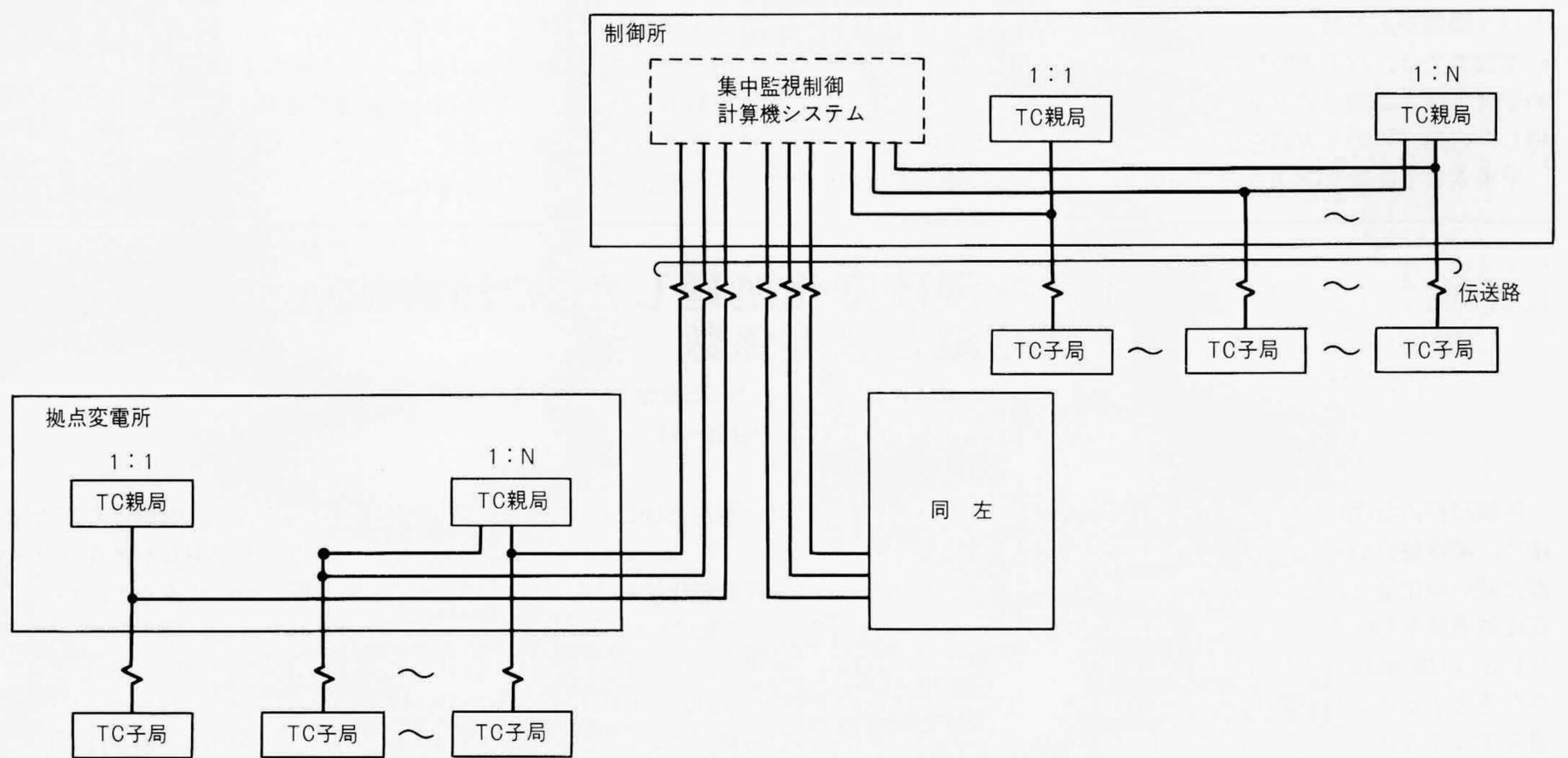


図7 中国電力株式会社のシステム構成 TC子局は、直接制御所に取り込まれるものと、拠点変電所経由で取り込まれるものがある。

したシステム構成を中心に、その概要を述べた。電力の安定供給という社会的使命の中で、電力系統での集中遠方制御システムの担う役割はますます大きく、かつ重要なものとなっている。

ここで述べたシステムは、集中遠方制御システムでのバックアップ装置としての小形化、RAS機能の充実による装置点検・保守の簡素化を実現した。

終わりに、本稿で紹介した制御システムの実現に御協力、御指導をいただいた関西電力株式会社、中部電力株式会社、

中国電力株式会社及びその他の電力会社の関係各位に対し、厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 塩永, 外: 大容量変電所の監視制御システム, 日立評論, 65, 5, 345~350(昭58-5)
- 2) 寺田, 外: マイクロコンピュータを用いた遠方監視制御装置, 日立評論, 63, 3, 197~202(昭56-3)
- 3) 井上, 外: 大規模集中制御システム, 日立評論, 65, 5, 363~368(昭58-5)

ファクシミリ自動ダイアル用手書き数字認識方式

日立製作所 中島啓介・多々内允晴

画像電子学会誌 16-3, 168~172 (昭61-12)

ファクシミリの急速な普及につれて、機能、性能の追求だけでなく、操作性の向上が重要な課題となっている。

現在、ファクシミリのダイアリングを単純化するため、リダイアル、短縮ダイアル、1タッチダイアルなど多機能電話の便利機能を取り込んでいる。

しかし、ファクシミリ特有の自動送信、自動集信、最適な原稿濃度、文字サイズ、中間調モード設定のためには、多種のボタンを操作する必要があり、使いこなせていないのが現状である。

一方、送信原稿の先頭にあて先マークシートを置き、複数のあて先に自動送信するファクシミリも出始めたが、マークシートでは記入、検証、保管、整理が大変であるという問題があった。

本論文では、以上の問題点を解決するため手書き数字認識方式をファクシミリに適用した自動ダイアル方式を提案している。

手書き数字認識はOCRなどで実用化され

ているが、普及形のファクシミリに適用するためには簡単な処理で実用的な認識率を実現する必要がある。このため、(1)処理データ数の削減、(2)正確な記入領域切出し、(3)認識の多層化を検討した。

まず、処理データ数の削減には、はん(汎)用MPUで処理すると処理時間が増大するビット処理を、日立製作所で開発した文書画像符号復号LSI(DICEP)を用いてランレングスデータ化することにより大幅に処理を単純化した。これにより、MPUでは論理アドレス値を加減算するだけで、所定領域内に含まれる黒画素数を算出でき、約10倍の高速化が可能となった。

次に、正確な記入領域切出しに関しては、従来から提案されていたシートの上辺と左辺にだけタイミングマークを付加する方式から、各文字に個別の切出しマークを付加する方式とした。これは複数のあて先シートと原稿がスタッカに積み上げられての通信の際、多種の用紙サイズが混在し、挿入

位置ずれ、傾き、スキューが大きくなっても正しく切り出すことを配慮している。

最後に、認識率を向上させるため、記入文字の大まかな形を検出するブロックと、細かな線の連続性を検出するブロックの双方を用いた二重ブロック判定方式を開発した。このことによって、記入文字の制約を少なくし、かつ高い認識率を得ることができる。

以上のような検討を踏まえ、ファクシミリのハードウェアを最大限に利用し、高速、低コスト、高認識率の認識アーキテクチャを提案した。日立製作所の高-speed感熱ファクシミリで評価を行い、十分に実用的であることを確認した。

本提案方式の利用形態としては、ノートタッチダイアル(シートに必要事項を記入しておけば、ボタン操作は不要)機能を夜間料金を用いる通信や海外との時差通信に用いるなど、マンマシン性向上の幅広い応用が考えられる。

イオン浸硫窒化処理したFC25鋳鉄の表面組織と摩擦係数

日立製作所 山口 静・日立粉末冶金株式会社 朝日直達・他2名

熱処理 27-4, 200~206 (昭62-8)

鉄鋼材料の耐摩耗性を改善する表面処理法に、浸硫窒化処理がある。この技術は表面に硬い窒化層と、その最表面部に軟質の硫化鉄被膜を形成させるもので、処理によりしゅう(摺)動部材の凝着摩耗による焼付きを防止するとともに、定常摩耗での摩耗量を少なくできる。従来の浸硫窒化法には塩浴法(NaCN , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)と気体法(H_2S , NH_3)があるが、本研究ではドライプロセスである気体法に着目し、この改良を試みた。

一方、迅速表面処理技術にグロー放電を用いるイオン窒化法があり、広い分野で適用されている。この技術は数トールの N_2 ガス雰囲気中でグロー放電を発生させ、ガスをイオン化して窒化処理するものである。イオン法の特徴は、ガス状物質をイオン化して電界によって処理品表面に捕獲し、その後熱拡散などにより表面改質層を形成することにある。したがって、雰囲気ガス中に硫黄源として H_2S ガスを添加すると浸硫処

理が加えられ、浸硫窒化層が迅速に形成できる。

本論文では、イオン浸硫窒化法による迅速表面改質の基礎検討結果について述べた。処理因子として H_2S ガス分圧は0.02 Torrから0.10 Torr、処理温度は500°Cから650°C、時間は1.5時間の範囲で変化させ、基材としてFC25鋳鉄を用い、基材表面に形成される表面層の構造及び摩擦特性を評価した。

H_2S ガスを添加することにより、最表面には硫化物が析出した層が、また内部には窒化物を含む浸硫窒化層が形成された。浸硫窒化層の組織は H_2S ガス分圧により変化する。 H_2S ガス分圧が低い条件で処理すると、外層、中間層及び内層の3層から構成された表面となり、また H_2S ガス分圧が高いと、外層及び内層の2層となる。外層は灰色の析出物が分散し、最表面は多孔質を呈している。中間層はS濃度が高くFe濃度の低い黒

色のち(緻)密な層である。内層はち密な窒化層になっていることが明らかとなった。

処理温度の影響についてみると、外層の組織は温度の上昇とともに微細な黒い析出物が多くなり、また化合物層の厚さは放物線則によって温度の上昇とともに増加している。しかし、厚さの増加の割合は各層で異なり、内層の増加量が顕著で、外層及び中間層はわずかであることが分かった。

表面化合物層をX線回折により同定した結果、 H_2S ガス分圧が0.02 Torrから0.075 Torrで形成された表面化合物層は、 FeS 、 $\epsilon\text{-Fe}_{2-3}\text{N}$ 及び $\alpha\text{-Fe}$ であり、0.10 Torrの処理では窒化物が消失し、 FeS と $\alpha\text{-Fe}$ だけになることが明らかとなった。

処理層の摩擦係数は0.040から0.064の値が得られ、無処理及び窒化に比較して低く、 H_2S ガスの添加による効果が確かめられた。これにより、ドライプロセスでの浸硫窒化処理の迅速化が図れた。