

火力情報制御システムの合理化技術

Technologies for Rationalizing Thermal Power Plant Control and Information Systems

有井 達夫
M. Arii

大森 和則
K. Ohmori

中川 俊二
S. Nakagawa

火力発電所の情報制御システムに最新のエレクトロニクス技術、デジタル技術、システム技術を適用したさまざまな商品が開発され、実プラントに適用されている。運転操作および監視を CRT (画像表示装置) 中心で行い、火力発電所の監視制御をつかさどるユニット計算機システムにクライアント・サーバ方式を適用している。また、制御装置のデジタル化と合わせて現場に伝送モジュールを設置し、制御装置との信号授受を伝送で行うケーブル伝送化などを採用して監視制御システムの合理化を図っている。さらに、現場異常検知システム、マルチメディア巡視点検システムや特殊操作支援システムを開発し、現場業務の合理化を目的としている。

We have applied the latest electronic, digital and system technologies to control and information systems for thermal power plants. Among the systems that we have developed and begun to apply to thermal power plants are a CRT-based operation and monitoring system, a client-server system for unit computers, field mounted data transmission modules and a field LAN system, and labor-saving systems for field activities. These systems are expected to rationalize control and information systems, and to reduce field activities such as patrols and inspection and operation work.

This paper describes typical examples of these systems.

1 まえがき

火力発電所は、運用の多様化が求められる一方で運転の省力化が求められている。これらの要求にこたえるため、運転操作の集中化や自動化が進展し、さらにきめ細かい監視の要求ともあいまって情報量が飛躍的に多くなり、情報制御システムの規模も大きくなってきた。当社は、ここに最新のエレクトロニクス技術、デジタル技術、システム技術を応用し、扱う情報量は多くともコンパクトな情報制御システムの実現を目的としている。

監視操作面では CRT を中心に行う監視操作のソフトウェア化を進め、操作盤の縮小化による経済性の向上を図っている。また、監視制御システムのハードウェアのコンパクト化、制御装置のソフトウェア化範囲の拡大、さらに現場信号のデジタル伝送化によるケーブル量の削減を図っている。

監視操作のソフトウェア化が進み操作盤が小さくなることから、中央操作室の設置場所に対するさまざまな要求にこたえられるようになった。中央操作室をサービスビルに設置する、新設ユニットの操作盤を既設ユニットの中央操作室に設置し発電所全体として中央操作室をコンパクト化する、などが期待されている。このようなシステムでは中央操作室が現場から遠隔化するため、実現にあたっては現場業務の見直しあるいは現場業務の軽減化が重要なポイントになる。当社は、現場の点検、操作業務に最新のデジ

タル技術を応用したシステムを用い、現場業務が軽減できるシステムを提供している。

2 総合デジタル監視制御システム

火力発電所の監視制御システムは、大きく分けて①運転員が直接運転操作にかかわるマンマシンコミュニケーション部、②ユニット計算機システムや制御装置からなる制御装置部、③検出器などの現場機器群から構成される。近年、CPU 処理能力の大幅向上、デジタル制御装置の信頼性向上、伝送技術の性能向上、また CRT や大型スクリーンなどマンマシン装置の機能向上などにより、マンマシンコミュニケーション部、制御装置部、現場機器群それぞれでデジタル化、ソフトウェア化が大幅に進展している。

当社はこのデジタル化、ソフトウェア化の流れを発展・展開させ、監視制御システムの各部位で合理化を図っている。図 1 に合理化技術を盛り込んだ総合デジタル監視制御システムの適用例を示す。

2.1 マンマシンコミュニケーション部のソフトウェア化

近年の CRT オペレーション装置は、信頼性が大幅に向上し、動作速度も大きく向上した。このため、CRT オペレーションで操作する対象補機も増加し、さらに CRT オペレーションのバックアップのためのスイッチ類も設けない傾向にある。監視面でも CRT による監視機能が充実し、警報窓や指示計などの監視機器類も削減が可能になっている。当

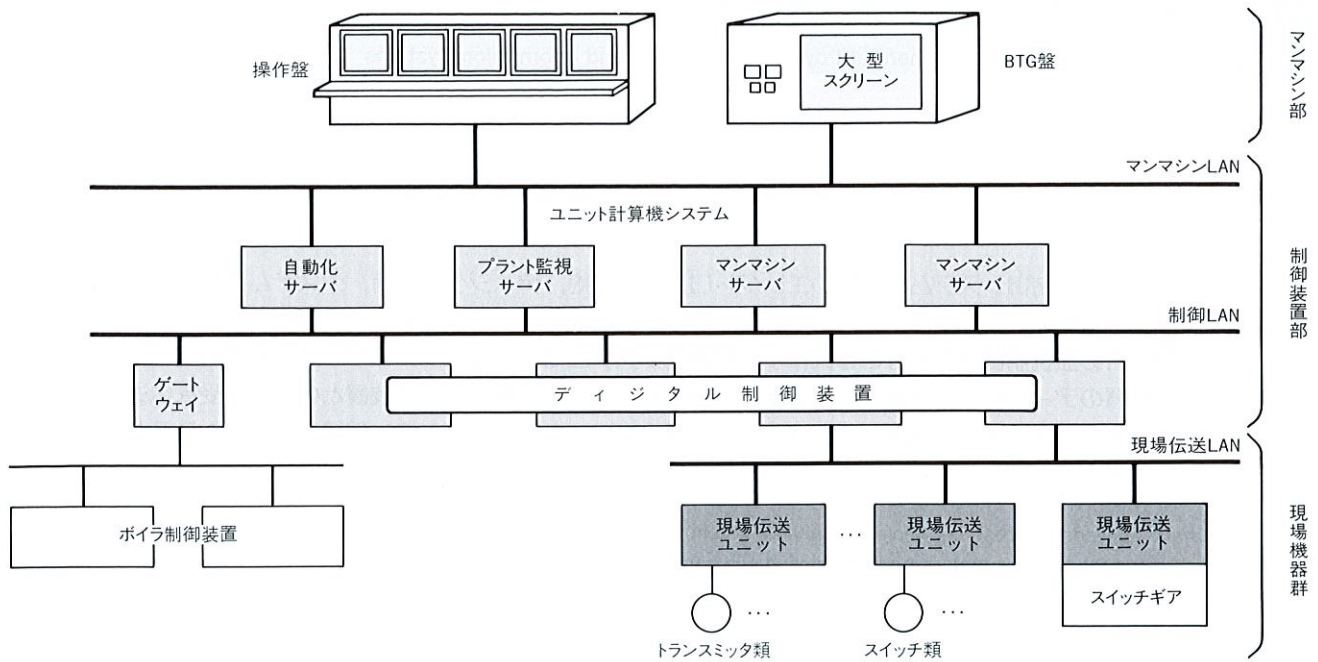


図1. 火力発電所の総合デジタル監視制御システムの構成例 CRTによる監視操作、クライアント・サーバ方式のユニット計算機システム、ケーブル伝送化など各種合理化を採用したシステム構成の一例である。

Configuration of control system for thermal power plant

社の監視制御システムは、監視画面とCRTオペレーション操作画面を同一のCRT上に表示し、操作することができるため、CRTだけを用いた監視操作が行いやすくなっている。こうして、従来の大型BTG盤(中央制御盤)を大幅に縮小したシステムを実現させている。さらに、マンマシンコミュニケーション部をソフトウェア化することにより、従来は制御装置とBTG盤間に多量のケーブルを布設していたが、これを伝送化することにより大幅に削減させている。

2.2 制御装置部のデジタル化

自動化の進展に伴い、電気室、計算機室に設置される盤類、計算機システムの面数は増加した。しかし、CPU処理能力の大幅向上、デジタル制御装置の信頼性向上、伝送技術の進展に伴いリレー回路をデジタルコントローラで置き換えたシーケンス制御装置などを用い、リレー盤の面数を大幅に削減している。さらに、警報回路もリレー回路構成からデジタルコントローラで置き換えてソフトウェア化を行い、盤面数を削減するとともに今までよりきめ細かい警報処理が実現できるようになってきている。

ユニット計算機システムにはクライアント・サーバ方式を導入し、プラントに最適な構成がより容易に実現できるようなシステムに柔軟性をもたせている。図1のように、ユニット計算機のハードウェアを、自動化機能を行う自動化サーバ、プラント監視機能を行うプラント監視サーバ、マンマシン機能を行うマンマシンサーバのように機能ごとに分割し、これによりプラントの運用形態から必要な機能

だけを提供できるものとしている。また、運用形態からみて重要な機能だけを二重化し、プラントにとって最適規模のシステムの提供を可能にしている。例えば、起動停止の少ないプラントでは自動化サーバを一重とし、他のサーバは二重化することなども可能である。こうして、個々のプラントにとってもっとも合理的な監視制御システムを提供することを目ざしている。

3 ケーブル伝送化

火力発電所内のケーブルは、制御・計装ケーブルを合わせて通常400,000メートル以上になる。これを削減すれば、ケーブルの材料費はもとより、ケーブルトレイなど工事材料費、布設工事費、さらにはメンテナンス費の大幅な削減が期待できる。

当社は、これらケーブル削減を目的とし、現場の検出器のそばに伝送モジュールを設置してアナログ信号、接点信号を伝送化する計装LANシステムと、デジタル式スイッチギアに伝送モジュール基板を収納し、デジタルリレーの内部情報を伝送化するスイッチギア用LANシステムを開発した。図2にアナログ信号用の現場伝送モジュールを、表1に各LANシステムの仕様を示す。

従来は現場の検出器から中央に設置されている制御システムまでそれぞれ信号ケーブルを接続していたが、このシステムを採用すると発電所内で5~10ループほどのLANで

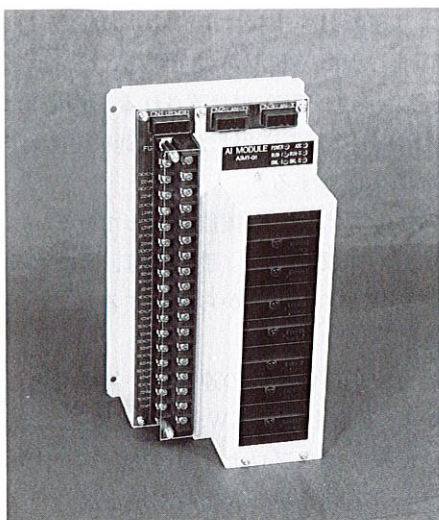


図2. 現場伝送モジュール 現場計器のそばに設置しアナログ入力を8点まで入力できる。

Field mounted data transmission module for analog signals

表1. ケーブル伝送システムの仕様
Specifications of field LAN system

(1) 伝送仕様	
伝送媒体	シールド付き2芯(しん)ツイストペアケーブル
伝送速度/距離	78 Kbps/2 km, 1 Mbps/500 m
ステーション数	64 ステーション/ライン
多重化	伝送路二重化
(2) 計装 LAN システム	
動作温度	-10~60°C
伝送信号種類	・接点入力: 16 点/台 ・アナログ入力: 8 点/台
(3) スイッチギア用 LAN システム	
伝送信号種類	・接点出力 ・接点入力 ・アナログ入力

代替できるため制御・計装ケーブル量をおよそ50%削減させることができる。また、計算機システムや制御装置への入力信号が伝送入力となるため、中継筐(きょう)体や変換器盤などハードウェアの削減が可能になる。

4 現場業務支援システム

操作監視がCRT主体で行われ、また中央操作室の遠隔化などの期待とともに現場業務の近代化の要求が高まっている。ここでは、火力発電所の現場業務を、巡視点検、運転操作、保守作業の三つの分野に分け、それぞれのシステムを紹介する。なお、保守作業の分野については、この特集の“火力発電プラントの改良保全における合理化技術”の“3.2節 点検作業の合理化”の中で紹介している。

4.1 巡視点検業務

運転員によって行われる巡視点検業務は、点検すべき機器と内容が記載されたチェックシートを持参し、決められたルートに沿って見回る形で行われている。通常、この点検は運転員自身の目や耳を代表とする五感を働かせて実施される。

現場の巡視点検業務は、運転員の永年の経験に負うところが多く、かつ、非定型業務であることから計算機化は特に難しいが、以下にこのような巡視点検業務を支援するシステムについて述べる。

4.1.1 現場異常検知システム 運転員の巡視点検業務を直接代行または軽減するシステムである。センサとして、人間の目の代わりにITV(工業用テレビ)カメラ、耳の代わりにマイクロホン、さらに赤外線カメラを使用する。ITVカメラの信号は画像処理装置やモニタテレビに、マイクロホンの信号は音響処理装置やモニタスピーカに接続されており、適宜組み合わせ対象機器の異常の検知に使用される。最近では、これらのセンサを移動式モノレールに搭載し、巡視の一部を完全にロボット化したシステムが導入されている。図3に移動式ロボットを、表2に仕様を示す。

異常の検知には次のような手法を用いている。

- (1) 画像処理技術 蒸気の漏えいや火災に代表される

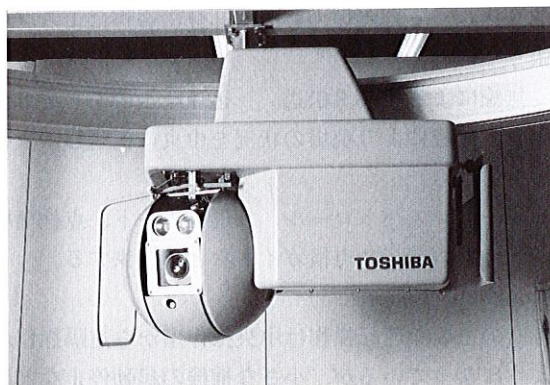


図3. 現場移動式ロボット 各種のセンサを移動式モノレールに搭載し、ロボット化したシステムである。

Moving type field inspection robot

表2. 現場移動式ロボットの仕様
Specifications of moving type field inspection robot

走行	最高速度	50 m/min
	進行方向	前進/後進(手動操作時)
	位置検出精度	±1 mm 以内
	最小回転半径	R 1,000 mm
回転台の可動範囲	最大登坂角度	60 度
	左右方向	±130 度
	上下方向	上 15 度, 下 60 度

ような巡視員の視覚で認識される異常の検知には、定点における時系列差分法という画像処理技術を用いている。時系列差分法はITVカメラから一定時間(数秒)の間隔で取り込んだ画像を比較し、その変化を検知する手法である。

- (2) 音響処理技術 音響による異常検知は、蒸気リーク音や回転機異常音に代表されるような巡視員の聴覚で認識される異常状態を対象としており、音響処理技術としては、異常音に特徴的な周波数帯域のレベルをしきい値と比較するという手法を用いている。

4.1.2 マルチメディア巡視点検システム これまではハンディターミナルを用いたシステムを使用していたが、マルチメディア機能を活用した新しい巡視点検システムを開発している。これまでのシステムが正確に巡視点検を行うことに重点をおいていたのに対し、このシステムは現場の状況を臨場感をもって伝えることを主眼にしている。そのため、カラー静止画像と音声という複数のメディア情報を活用し、現場の状況をできるだけありのままに報告できるようにしている。画像情報の取込みはデジタルカメラで、音声情報は巡視員が身につけたピンマイクやパソコン内蔵のマイクによる。

システムの特長は次のとおりである。

- (1) マルチメディア情報記録 現場で異常を発見した場合、その状況をデジタルカメラでペンパソコンに取り込み、その画像の必要な部分に音声によるメモを張りつける。
- (2) 無線によるデータ伝送 迅速な処置を必要とする場合、無線により現場の状況を中央に伝送し、次の指示を受ける。
- (3) ペーパーレスパトロール 巡視ルート、点検箇所、前回結果の確認や点検ガイドなどを提供する。

4.2 運転操作業務

発電所の主要な運転操作は中央操作室から遠隔操作ができるようになっているが、小さな補機の起動停止などは現場での運転操作として残されている。現場での運転操作は周期的で定例化された操作と、非周期的な特殊運転操作とに分けられるが、ここでは特殊運転操作を支援するシステムを紹介する。

特殊操作支援システムは、押込通風機片系列運転などの通常では経験することの少ない特殊な運転操作を対象として、操作手順、操作上の留意点、監視データなどを表示す

ることにより運転員を支援する。中央操作室には、各種のデータを管理し現場の状況を表示するエンジニアリングワークステーション(EWS)が設置される。現場へは、簡易型携帯電話(PHS)などを応用した無線通信機能付きのハンディターミナルを持参する。

システムは、次のような機能をもっている。

- (1) 手順書の作成機能 手順書は、系統図や弁リストを用いたり、メニューから選択するなどして容易に作成できる。
- (2) 現場と中央操作室との関係 無線で送られてくる現場からの操作状況をEWS上の系統図へ表示するとともに、監視すべきプロセス量のトレンド表示を行う。
- (3) プラント挙動監視と異常時対応支援 プロセス量の異常を検知し警報するとともに、現場へは対応操作を伝送して表示させる。
- (4) 誤操作防止の支援 操作対象設備の誤認を防ぐため、現場の設備に識別コードを取りつけてハンディターミナルで照合する。

5 あとがき

監視制御システムから現場業務システムまで、当社の火力発電所向け情報制御システムにおける合理化技術の一端を紹介した。今後は監視制御システムと現場業務システムのそれぞれの技術進歩により、発電所全体として合理的な情報制御システムになることを目指して開発に取り組んでいきたい。



有井 達夫 Michio Arii

火力事業部火力制御システム技術部課長。
監視制御システムのエンジニアリング業務に従事。火力原子力発電協会会員。
Thermal Power Plant Div.



大森 和則 Kazunori Ohmori

府中工場発電計算機システム部課長。
火力発電所向け業務支援システムの開発に従事。情報処理学会会員。
Fuchu Works



中川 俊二 Shunji Nakagawa

府中工場発電制御システム部主査。
火力発電所向け制御装置の設計に従事。
Fuchu Works