

事業用火力発電設備の監視制御システム

GSXP™ Series Control Systems for Utility Thermal Power Plants

成田 寛行
NARITA Hiroyuki

廣本 博史
HIROMOTO Hiroshi

当房 昌幸
TOBO Masayuki

電気事業の自由化に伴う電力会社の合理的な設備計画にこたえる製品として、1997年に開発・発表した事業用火力発電所の監視制御システム GSXP™ シリーズは、その後も拡張開発を進めながら納入実績を重ねている。

新鋭火力発電設備では、発電プラントの総合監視制御システムをGSXP™ シリーズで構成しており、機能面でもCRT (Cathode Ray Tube) オペレーションの進展や監視の高度化などが行われている。また、ハードウェア面でも、制御装置の高速化に伴うデジタル化の拡大や保護回路のソフトウェア化が実現し、コストパフォーマンス、保守性、コンパクト性を増大している。既設火力の設備更新でも、既設ソフトウェア資産の有効活用や制御装置の部分更新に合致する開発が行われている。

The GSXP™ series of control systems for utility thermal power plants was developed in 1997 to meet power companies' requirements for more cost / performance-oriented systems accompanying the deregulation of the power industry over the past few years. Since then, Toshiba has supplied a number of these systems and conducted extended development to further satisfy users' needs. In recent applications, comprehensive CRT operations with advanced monitoring functions have drastically reduced the need for control panels equipped with switches and indicators. The high-speed controller in the GSXP™ series incorporates all continuous and logic controls, which previously required numerous solid-state circuit boards. In the case of control system renewal, Toshiba has also realized an interpreter system to enable software resources to be utilized for the GSXP™ series.

1 まえがき

発電事業への独立系発電事業者 (IPP) の参入や電力小売り自由化などにより、電気事業への市場競争原理の導入が急速に進みつつある。これらの状況の下に、火力発電設備の監視制御システムにおいても、ユーザーから設備の新設・更新・保守の合理化を強く求められている。

一方、公益事業であるため電力供給信頼度を損なうことは許されない。発電設備の信頼度に監視制御システムが担う役割は極めて大きく、システム構成機器である制御装置や計算機の信頼性は高いものでなければならない。また、ヒューマンエラー防止のため人間工学的な監視・操作手段を備えていなければならない。

当社は、電気事業の新時代にこたえる火力発電所監視制御システムとして、97年にGSXP™ シリーズを開発・発表¹⁾し、以降もユーザーの合理化ニーズにこたえる拡張開発を行いながら納入実績を重ねている。以下に、GSXP™ シリーズの製品コンセプトを紹介し、次いで新鋭火力と既設火力における当社の最近の取り組みについて述べる。

2 GSXP™ シリーズの製品コンセプト

GSXP™ シリーズは、事業用火力発電設備の運転・保守・管理業務に必要なすべてのシステムをシリーズ化している。

このシリーズの製品コンセプトを図1に示す。

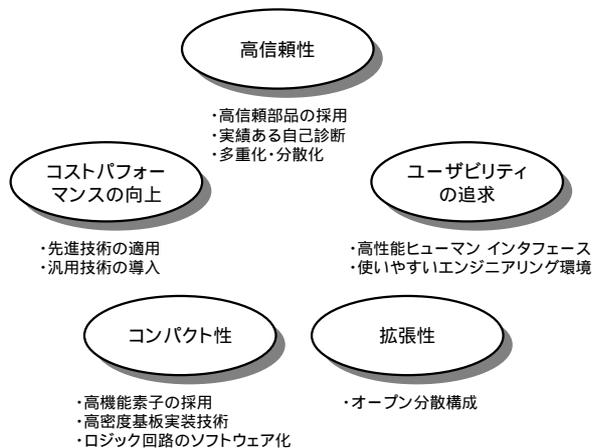


図1 .GSXP™ シリーズの製品コンセプト 高信頼性を基本とし、ユーザーニーズにこたえるため性能/価格比向上と使いやすさを追求した。 Product concept of GSXP™ series

3 新鋭火力発電設備の監視制御システム

新鋭火力における、GSXP™ シリーズを適用した監視制御システムの最近の技術トピックスについて述べる。

3.1 監視制御システムの構成

コンバインドサイクル発電設備の監視制御システムの構成例を図2に示す。各軸の制御は、GSXP™ シリーズの主力制御装置であるTOSMAP™-GS/C900XPで構成し、高速制御を必要とする制御対象には最高2ms周期の演算が可能な

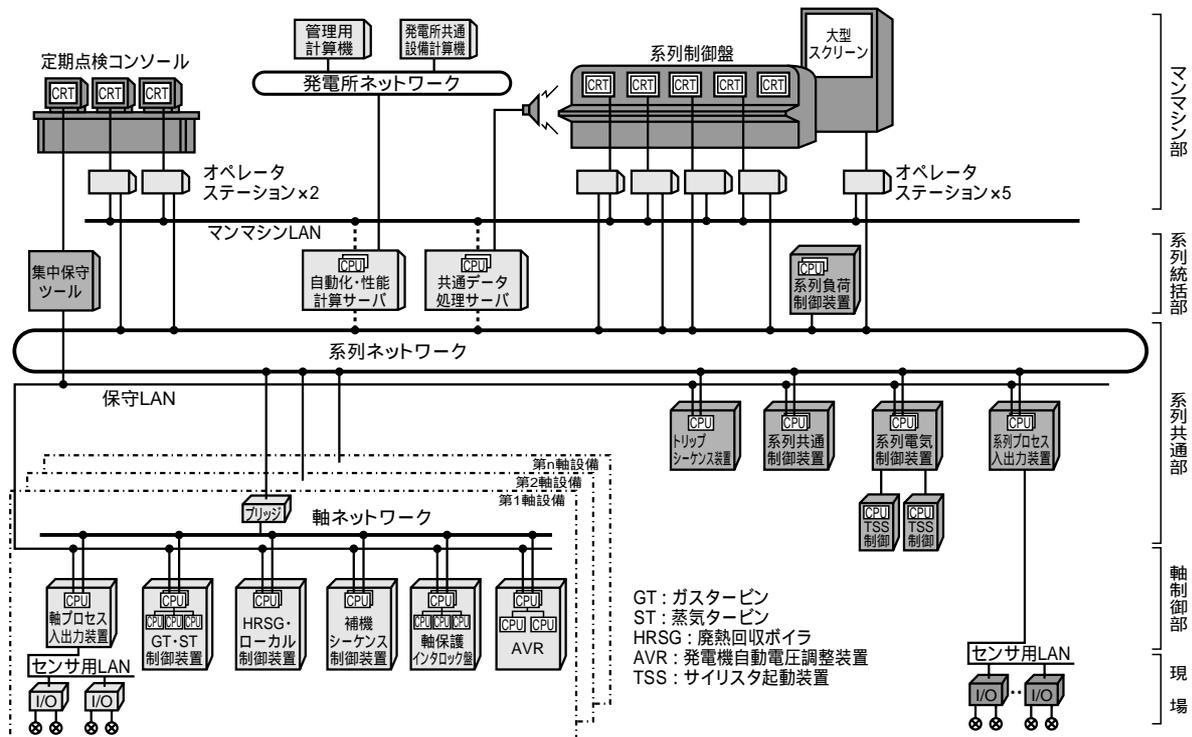


図2 .GSXP™シリーズを適用した監視制御システムの構成例 コンバインドサイクル発電プラントの構成例を示す。GSXP™シリーズは、各階層の要求仕様を満たすすべての機器と伝送系を備えている。

Example of power plant control system configuration using GSXP™ series

高速制御コンポーネントTOSMAP™-GS/R300XPを適用する。各制御装置は、軸ネットワークに接続され、更にFDDI (Fiber Distributed Data Interface) 系列ネットワークTOSMAP™-GS/N100XPに接続される。

系列全体の監視制御は、オペレータステーション/サーバ計算機システムXP2000シリーズで構成し、冗長化されたオペレータステーション用計算機H400XPですべての監視制御が行える。共通データ処理サーバは、常に過去4日分のプラントデータの収集とイベントデータの蓄積をしており、オペレータステーションからの要求により任意の履歴データを提供可能としている。プラントの自動化や性能計算は別置きのサーバで処理される。

運転情報の共有化及び視認性の向上のため、大型スクリーンを配置している。更に、主要イベントの音声告知を行い、運転員の認知を容易にしている。

GSXP™シリーズのネットワークの高速化・大容量化は、プロセス入出力(PIO)のリモート設置を可能とし、入出力(I/O)ケーブル工事を大幅に削減できる。更に、分散した現場入出力点は、現場I/OモジュールをフィールドLAN (TOSMAP™-GS/N01L) で接続し、ケーブル工事を削減を図っている。

3.2 CRTオペレーションの進展

少人数で快適な運転を実現するには、運転情報の集約と

迅速な選択操作が行えるCRTオペレーションが不可欠となる。オペレータステーション計算機の応答性及び信頼性が向上したことにより、CRTオペレーション範囲の拡大が進みつつある。コンバインドサイクル発電設備の例では、従来の補機・弁類の操作監視のほか、所内電源系及び開閉所設備までCRTオペレーションを採用し、バックアップのハードスイッチ類は必要最小限としている。

また、操作方法も従来のCRTタッチ操作からマウス操作との併用、又はマウス操作だけへとユーザー要求が変化しつつある。

3.3 監視システムの高度化

警報認知は、監視システムの中でも最重要機能に位置づけられる。コンバインドサイクル発電設備において、従来の警報窓に代わり、CRTと大型スクリーンにより警報表示の高度化を実施したので紹介する。

CRT及び大型スクリーンによる警報表示例を図3に示す。プラント異常発生時は、大型スクリーンに警報メッセージが割り込みウィンドウにて表示され、迅速な状況把握と情報の共有化が図れる。CRTの警報表示では設備別の警報分類窓により、異常発生設備が容易に識別できる。警報分類窓は当該設備の個別警報抽出キーでもあり、CRT画面の下半エリアに関連警報メッセージを重要度に対応した色替えて表示する。



図3. 警報表示の高度化 ハードウェア(故障表示器)の警報窓に代わり、CRTの設備別警報分類窓で異常発生設備を認識でき、系統個別要因を抽出できる。

Auto-classified alarm annunciation on CRT display

3.4 異なるシステム間の制御・監視情報伝送

同一中央操作室から複数メーカーが納入した発電設備を運転する場合も多い。ユーザーからはマンマシンインタフェースの統一を求められるが、各メーカー間の相違を統一するエンジニアリングや設計変更にする労力は無視できない。このような背景のなかで、当社は電力会社のご指導の下に他社間伝送の標準化・高速化に努め、他社システムと伝送接続することにより中央操作室での監視制御設備を一括納入するケースも多い。

3.5 タービン制御装置のデジタル化範囲の拡大

高速応答性を必要とすることから、蒸気タービンやガスタービン制御装置の弁位置制御及び燃料ガス圧力制御やパワーロードアンバランス検出回路及び保護回路は、従来ではソリッドステート回路基板及び電磁リレーで構成されていた。GSXP™シリーズの開発以降は、高速制御コンポーネントTOSMAP™GS/R300XPにより、これらの回路をすべてデジタル化した。これにより、アナログ回路に付随するドリフト調整が不要となり、精度が向上したほか、制御装置を構成する基板枚数も大幅に削減可能となり、制御装置の保守性向上とコンパクト化に寄与している。

3.6 保護回路へのPLDの採用

従来の電磁リレー、又はソリッドステート回路による保護盤に代わるものとして、保護ロジック用のPLD (Programmable Logic Device; EEPROM)基板を開発した。タービン保護盤への適用例で比較すると、従来約100枚のソリッドステート基板で構成されていた回路が、10枚のPLD基板で構成できる。また、PLD化により配線本数を大幅に削減できるほか、現地調整やインタロックの変更を伴う改造も容易になる。

3.7 試験調整の改善による品質向上

工場及び現地における試験調整手段・手法を改善し、品質向上を図っている。

3.7.1 シミュレータによる工場総合組合せ試験 当社は、従来から工場出荷品質の検証・向上のため、シミュレータとの組合せ試験に注力しており、研究開発部門の協力の下に各種発電設備のモデリング技術を開発・蓄積してきた。シミュレータ構築ツールとして、画面上でタービンやポンプなどの構成要素をドラッグ&ペースト選択、はり付け)することによりシステムモデルを作成するMDS(Modular Description System)ツールを併せて開発しており、監視制御システムの総合組合せ試験に活用している。

3.7.2 計算機リモート保守 現地調整の期間は、工場とISDN回線にて計算機エンジニアリングコンソールとセキュリティを配慮した接続を行い、システム動作状況の監視や異常時のデータ採取及び工場で検証済みのソフトウェアパッケージを配信するなどの品質向上と効率化を図っている。

3.8 中央操作室トータルデザイン

ヒューマンエラーの防止、更には快適な運転環境の実現のため、中央操作室に設置する機器はもとより、操作室の形状・色調に至るまでのトータルデザインを当社デザインセンターと共同で手がけている。ユーザーのニーズに基づくコンセプト設定に始まり、人間工学的な操作盤の形状検討や操作室の縮小モデルとCCD(電荷結合素子)カメラによる詳細検討、更にはコンピュータグラフィックス(CG)による色彩計画などを実施している。

4 既設火力発電設備の監視制御システムの更新

既設システムの更新事例を紹介し、次いで更新に関連する当社の取組みについて述べる。

4.1 監視制御システムの更新

コンバインドサイクル発電プラントにおいて、低窒素酸化物(NOx)型燃焼器への更新工事に併せ、系列制御用計算機と主要制御装置の全面更新を実施した。

監視制御システムの構成は、軸レベルと系列レベルの階層分散構成とし、GSXP™シリーズを全面的に適用した。ガスタービン制御と蒸気タービン制御には、燃焼器メーカーとの協力により低NOx燃焼器の制御を新規に導入し、全デジタル化による三重化システムとした。

高効率・高稼働率であることから、更新は系列全停期間を最短とするよう計画した。各軸の制御装置とリモートPIO装置は、各軸の燃焼器工事期間(約3~4か月)を利用して更新し、新設系列制御用計算機は、系列全停止期間の約2週間で設置した。このため、更新過程では図4に示す新旧系列ネットワークを、既設の系列制御用計算機を転用したスキャンプロセッサとデータ型式変換用のゲートウェイを仲介させ

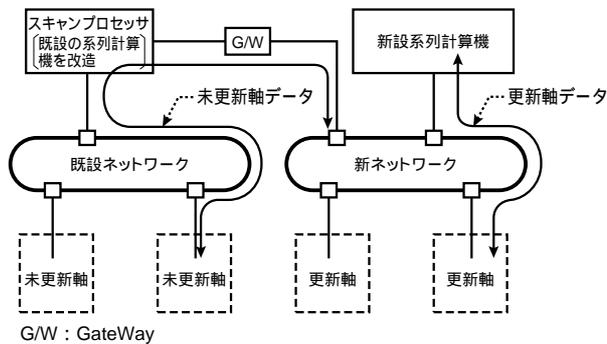


図4 既設システムから更新システムへのデータ伝送例 更新手段開発の1例で、系列全停止期間が最短になるように、新旧システム間のデータ伝送手段を付加して軸単位で切り換えた。

Example of data transmission from existing system to renewed system to minimize disturbance of power plant operation during renewal

ることで接続した。この方式により、既存の伝送システムが保持していた入力データの品質がそのまま新規システムに引き継がれ、新規システムと旧システム間の煩雑な入力データのチェックが合理化され、工期短縮に大きく貢献した。

その他、更新合理化への取組みとしては、既設ケーブルの徹底活用、制御装置の全デジタル化による試験調整業務の効率化、並びに工場での出荷前組合せシミュレーション試験の充実化を図り、今回の短期更新を実現させた。

4.2 既設ソフトウェア資産の有効活用

同一機能で既設更新を行う場合、既設ソフトウェアをそのまま流用できれば更新費用を低減でき、また、品質面でも問題は発生しない。

しかし、既設設備の更新時期には制御装置や計算機が2から3世代の交代がなされている実状があり、その間のプログラミング言語の進展や基本ソフトウェア(OS)の変遷により、既設ソフトウェアをそのまま流用できなくなっている。

このような状況ではあるが、当社では既設ソフトウェアの自動変換ツールを開発し、一部のソフトウェア資産(制御装置ソフトウェア、計算機の自動化データベース(プラントテーブル)、I/Oデータベース、性能計算式)の有効活用を図っている。

4.3 デジタル制御装置の部分更新

当社の既納デジタル制御装置のTOSMAP™シリーズVやTOSMAP™-ATシリーズに対し、盤全体を更新するのではなく、保守限界にあるCPUやI/O及び電源装置だけ更新する部分更新の計画を推進している。筐体(きょうたい)や外部入出力ケーブルなどの長寿命パーツは流用する。端子台から盤内のI/Oに至るコネクタケーブルは、新旧のコネクタ形式の相違を吸収するコネクタ変換パネルにて接続し、内部配線変更を最小限に留める。シーケンサを例として、更新前後の盤内機器配置を図5に示す。

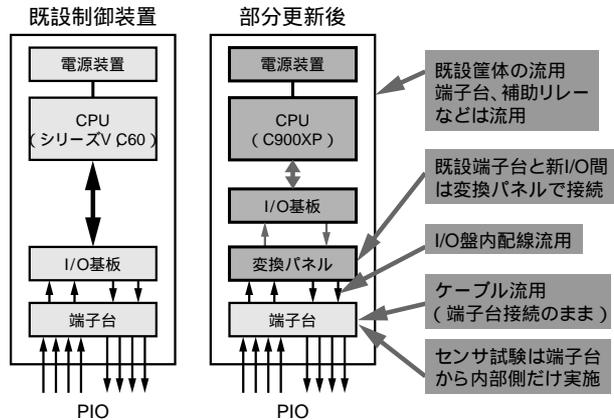


図5 デジタル制御装置の部分更新 GSXP™シリーズはコンパクトであり、既設盤内においてCPU、I/O、電源装置ほかの取換えと、コネクタ変換パネルの追加が行える。

Partial renewal of digital control equipment for reduced upgrade cost

部分更新では更新設備費用及び工事費用が削減できるほか、必要とする工期も短縮される。

部分更新を提案できる背景には、GSXP™シリーズの制御装置がコンパクト化され、既設盤内に入出力コネクタ変換パネルを設置するスペースが確保できることにある。

5 あとがき

電気事業の新時代にこたえる製品として開発したGSXP™シリーズについて、新鋭火力における信頼性や使いやすさの追求とともに合理化への当社の取組みを述べた。また、既設火力の設備更新では、既設資産の有効活用への取組みや部分更新などの合理化提案を述べた。

今後も、ユーザーニーズにかなう、より良い製品となるよう努力を続けていく所存である。

文 献

- (1) 鶴見 肇,ほか. 火力発電所情報制御システムGSXP™シリーズ. 東芝レビュー. 52, 7, 1997, p.7 - 10.



成田 寛行 NARITA Hiroyuki

電力システム社 火力事業部 火力改良保全技術部主査。
火力発電所情報制御システムのエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。

Thermal Power Systems & Services Div.



廣本 博史 HIROMOTO Hiroshi

電力システム社 府中電力システム工場 発電制御システム部グループ長。火力発電所向け監視制御システムの設計に従事。火力原子力発電技術協会会員。

Fuchu Operations - Power Systems



当房 昌幸 TOBO Masayuki

電力システム社 火力事業部 火力プラント技術部主査。
火力発電所情報制御システムのエンジニアリング業務に従事。日本ガスタービン学会会員。

Thermal Power Systems & Services Div.