

自家用発電プラント向け 分散型監視制御システム

Distributed Control System for Industrial Power Generation Plants

時田 一郎

TOKITA Ichiro

橋本 進之助

HASHIMOTO Shinnosuke

大塚 達也

OOTSUKA Tatsuya

自家用発電プラントは様々な産業で活用され、個々のユーザーにより運用形態も異なる。一方、エネルギーコストの低減、環境対策、合理化、保守コストの削減などは共通の課題である。プラントの監視制御においても、電力や蒸気の供給に際し、より優れた信頼性、監視性、制御性、保守性並びに徹底した省力化が求められている。

このような状況において、東芝は分散型監視制御システム TOSMAP-DS_{TM} を自家用発電プラント向けに初めて適用し、ユーザーの要求に応えた。今後、ユーザーの抱える各種課題を解決するため、その一つの手段として、最新の監視制御設備の導入や監視制御システムへの IT (情報技術) の適用などがますます重要になってくるであろう。

Various types of industries apply power generation plants for industrial usage, and operating patterns differ among users. On the other hand, there are common areas of concern including energy cost reduction, environmental protection, industrial rationalization, and maintenance cost reduction. In the area of plant supervisory control, users have strong requirements for improved reliability, supervision, controllability, maintenance implementation, and labor savings.

Toshiba has applied the TOSMAP-DS_{TM} distributed control system (DCS) to an industrial plant for the first time in response to such customer needs. To solve the large number of diverse issues faced by users, introduction of the latest supervisory control equipment and the application of information technology to supervisory control systems will become increasingly important from now on.

1 まえがき

自家用発電プラントは、一般産業、官公庁などの各業種や個々のユーザーにより、また、そこで必要とするエネルギー(電力や蒸気)の違いで発電方式、燃料の種類、運用形態などが多種多様に及んでいる。また今日、自家用発電を取り巻く環境の変化、それに伴う運用形態の変化、省エネルギー対策、環境への対策など様々な変化が起こっている。このような状況のなか、従来の装置では多種多様なユーザーの要望には応えきれなくなっており、発電設備の制御装置においても、変化に対応する改良がなされている。

東芝は、汎用システムでユーザーの要望に応えるため、従来から発電所向け専用の制御装置として多くの実績と信頼性を誇る TOSMAP_{TM} をベースに、海外向け分散型監視制御システムとして TOSMAP-DS_{TM} を開発し、更にこれをベースとして国内向けシステムを開発した。

ここでは、TOSMAP-DS_{TM} の特長などについて述べ、あわせて、自家用発電プラントに初めて適用した事例を述べる。

2 分散型監視制御システム TOSMAP-DS_{TM} の特長

2.1 システム構成

TOSMAP-DS_{TM} の標準システムの構成を図1に示す。

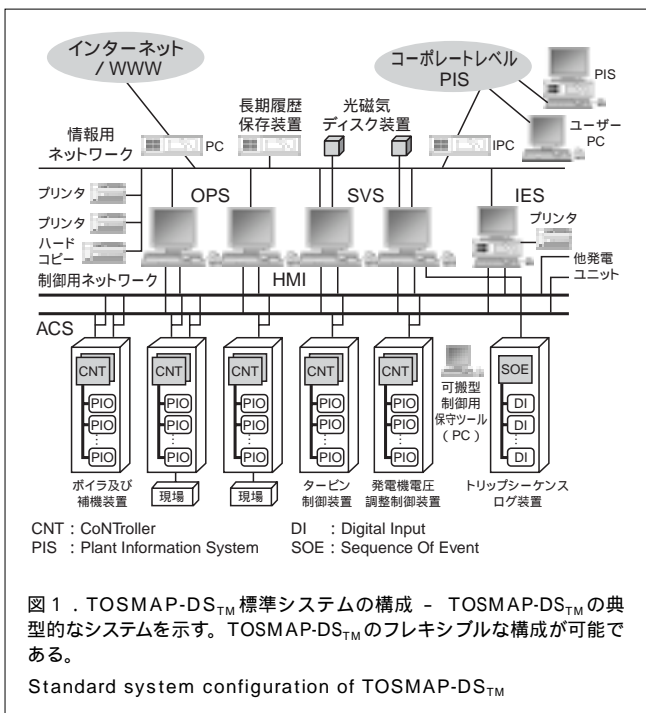


図1. TOSMAP-DS_{TM} 標準システムの構成 - TOSMAP-DS_{TM} の典型的なシステムを示す。TOSMAP-DS_{TM} のフレキシブルな構成が可能である。

Standard system configuration of TOSMAP-DS_{TM}

オペレータとのインタフェースをつかさどる HMI (Human Machine Interface) は、ハードウェアとして IPC (Industrial grade Personal Computer) を、また基本ソフトウェア (OS) には Microsoft® Windows® (注1) を採用しており、OPS

(Operator Station)とSVS(SerVer Station)の2種類のステーションから構成している。二重化を基本とする制御用ネットワークには100 Mbps Ethernet^(注2)を、また情報用ネットワークには10/100 Mbps Ethernetを採用し、高速でオープンな環境を実現している。制御システムACS(Automatic Control System)には、CPUバスとしてコンパクトなPCI(Peripheral Component Interconnect)バスを採用している。HMI/ACSのエンジニアリングツールIES(Integrated Engineering Station)も、Windows[®]上で構成されている。また、エンジニアリング効率向上のため、タグの概念を導入することにより、TOSMAP-DS_{TM}内の信号に固有のタグ番号を割り当てて、その信号にかかわる情報や操作がOPSやIESで自由に呼び出せることで、複雑な信号配分を容易に実現している。これらのコンポーネントの組合せにより、小規模から大規模までフレキシブルなシステム構成が可能であり、1システム当たりの最大構成は、HMI 16台、ACS 20台、IES 1台、最大タグ点数30,000点と、発電監視制御用として十分な規模を持っている。更に、機能拡張性、上位互換性を含めた長期の保守性やユーザーの保守性向上のため、業界標準(DFS: DeFacto Standard)の汎用技術を採用している。

2.2 Windows[®]ベースのHMI

OPSには、Windows[®]上で開発された当社独自のGUI(Graphical User Interface)を搭載しており、発電用としての監視制御に十分な機能(グラフィック表示、CRT(Cathode Ray Tube)オペレーション、警報表示、イベントリスト、ログサービスなど)を標準でサポートしている。マルチウインドウ表示、ポップアップで表示されるタグ情報、アラームガイダンス表示、関連画面表示、リスト表示の多彩なフィルタリング機能など、プラント運転操作に有用な多くの機能もサポートしている。また今回、日本語化においてHMIのウインドウやメニューなどの見直しも実施している。

SVSは、アナログデータ全点と、二日間の履歴データ保存を、OPSの機能に標準で付加したものであり、二重化構成が可能となっている。履歴データは制御用ネットワーク経由でOPSに伝送されるため、OPSとSVSにはまったく同一のデータを表示することができる。OPSとSVSは、個々に二重化の制御用ネットワークと接続される完全水平分散構成となっており、万一SVSが故障しても、OPSでのプラント運転が継続可能となっている。

Windows[®]を採用した特長の一つとして、汎用ソフトウェアの活用が挙げられる。性能計算機能は、汎用ソフトウェアMicrosoft[®] ExcelとMicrosoft[®] OLE(Object Linking and

Embedding)により実現しており、計算式の定義、帳票フォーマットの設定など、非常に高い汎用性を持っている。また、履歴データ、イベントデータは、CSVファイルとして外部記憶メディアに出力でき、汎用ソフトウェアの活用が可能である。

2.3 Ethernetを用いたネットワーク

制御情報を伝送する制御用ネットワークには、100 Mbps Ethernetを採用しており、プロトコルとしてUDP/IP(User Datagram Protocol/Internet Protocol)とTCP(Transmission Control Protocol)/IPを用いている。ACSとHMI間の伝送は、イベント伝送(Exception Report)方式でありデータ欠落時には全タグ伝送や選択タグ伝送により、データの欠落補正が自動的に行われる仕組みとなっている。また、CRTオペレーション、特にインチング^(注3)操作の応答性を向上させるための仕組みも組み込まれており、100 Mbpsの高速伝送とあいまってプラントの監視制御に十分な実時間性、応答性が確保されている。

監視情報を伝送する情報用ネットワークには、10/100 Mbps Ethernetを採用しており、プロトコルとしてTCP/IPを用いている。

2.4 分散型コントローラ ACS

ACSは、発電用として高信頼度、高性能を持っている従来のTOSMAP_{TM}コントローラをベースとして開発され、コンパクトPCIバスに6U^(注4)サイズ基板を採用し、最新のSMT(Surface Mount Technology)やゲートアレーにより、汎用性が高くかつ高密度・小型化が達成されている。1CPU当たり約1,500タグまでの処理が可能であり、十分な処理性能と容量を持っている。ACSの標準システム構成は、PIO(Process Input Output)として当社オリジナル高密度基板とDeviceNet^(注5)モジュールの2種類を準備しており、非常にフレキシブルなシステムになっている。ACSの特長は、タグの概念を全面的に取り入れることであり、HMIとACSとの伝送はすべてタグをキーとして行われる。このタグ化によるロジック設計の簡素化と伝送エンジニアリング削減により、エンジニアリング作業効率も格段に向上している。

2.5 統合エンジニアリングツール IES

TOSMAP-DS_{TM}の大きな特長として、エンジニアリングツールの統合化がある。これは、データベース構築、HMI設計、ACSロジック設計に必要なすべての機能をWindows[®]上のツールとして統合し、DCSのほとんどのデータベース設計を行うことができる。

2.6 拡張機能

TOSMAP-DS_{TM}は、多様なユーザーニーズに応えるため、リモートサービス、ユニット間通信、シミュレータのほか、GPS

(注1) Microsoft, Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における商標又は登録商標。

(注2) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の商標。

(注3) ちょい押し操作で、少しずつ機器を動かす操作。

(注4) 国際的な基板・ユニットのサイズの規格。

(注5) DeviceNetは、Open DeviceNet Vendor Associationの商標。

(Global Positioning System)による時刻同期や専用ファンクションキーなど、多彩な拡張機能をサポートしている。

3 自家用発電プラントへのTOSMAP-DS™の適用

ここでは、TOSMAP-DS™システムを自家用発電プラントとして初めて適用した、日本製紙(株)石巻工場6号機での監視制御装置更新の事例について述べる(更新工事は2001年10月実施)。

3.1 概要

日本製紙(株)石巻工場6号機において、TDPC™-55 (Toshiba Display & Process operation Control-55)計算機システム及びTOSTAC™(TOSHIBA Turbine Automatic Control system)制御装置をTOSMAP-DS™へ更新した。従来の制御装置は運用開始から14年が経過しており、特にTDPC™-55においては故障発生頻度も増してきており、実質的な保守も困難な状況であった。更新にあたっては、更なる信頼性、拡張性、保守性及びHMIの向上を目的として行っている。

3.2 システム構成

更新における概略システム構成を図2に示す。更新後のシステム構成は以下のとおり(1)から(4)に大別される。

- (1) HMI HMIは、OPS/SVS 1台、OPS 1台、ハードコピー、プリンタ各1台で構成している。
- (2) ACS ACSは、既設システムでの盤口ケーシング及び既設ケーブルの流用を考慮して設計し、ACSにてプラントの監視制御を実現している。また、D-EHC(Digital Electro-Hydraulic Control)との接続は、改造せず既

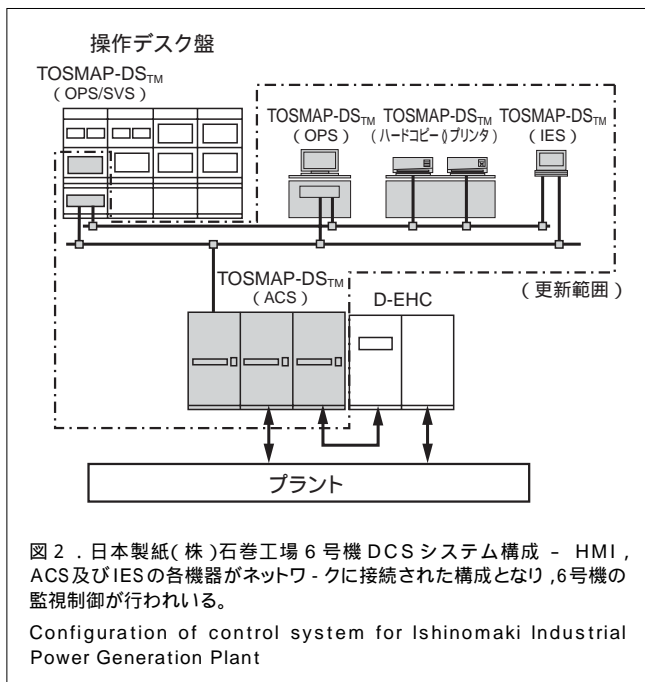


図2. 日本製紙(株)石巻工場6号機DCSシステム構成 - HMI, ACS及びIESの各機器がネットワークに接続された構成となり、6号機の監視制御が行われる。

Configuration of control system for Ishinomaki Industrial Power Generation Plant

設と同様にハードワイヤとした。

- (3) ネットワーク 監視情報を伝送する情報用ネットワークには10 Mbps Ethernetを採用し、制御用ネットワークには100 Mbps Ethernetを採用して二重化構成とし、高速でオープンな環境を実現している。
- (4) エンジニアリングステーション IESは1台でシステム構築、HMI及びACSのエンジニアリング、設計業務を同一環境で実現している。また、IESのハードウェアは、計算機室などでのメンテナンスも考慮しノートパソコン(PC)を採用した。

3.3 システムの更新

3.3.1 HMIの改善 既設TDPC™-55は、納入当時の機能的な限界もあり操作性などに難点があったが、OPSの適用により飛躍的なHMIの改善が実現できている。以下にグラフィック画面の例を示す。

- (1) タービン自動起動操作監視画面においては、図3に示すように、タービン起動～併入～負荷上昇までの操作は、既設画面操作との共通性を持たせた。また、弁開度、主蒸気圧力、温度、振動などの情報もグラフィカルに表示し、アナログとデジタル値で表示周期時間も考慮し詳細なデータを表示するようにした。このように、操作や監視が従来に比べ容易にできるように設計した。
- (2) 電気関係の操作画面の例を図4に示す。この画面では、ALR(Automatic Load Regulator)及びAPFR(Automatic Power Factor Regulator)の各操作ができる。画面作成にあたっては、既設画面操作との共通性を考慮するとともに、項目の追加などレイアウトの変更を行い、操作や監視が容易にできるようグラフィカルな設計をした。

3.3.2 更新時におけるTOSMAP-DS™設計上での考慮 更新において、ACSに接続されるプラントの入出力用ケーブルを流用することが、経済性や信頼性の面での前提条件

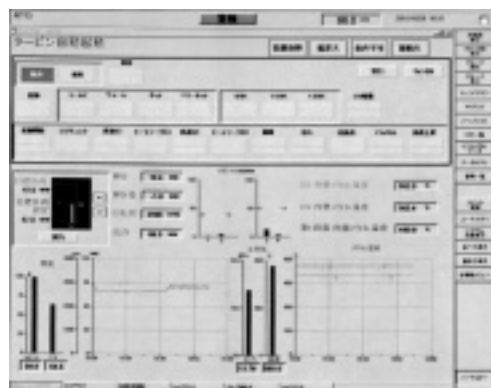


図3. タービン自動起動操作画面 - 画面に表示された操作ガイドにより、タービンの起動が行われる。

Turbine automatic control function display

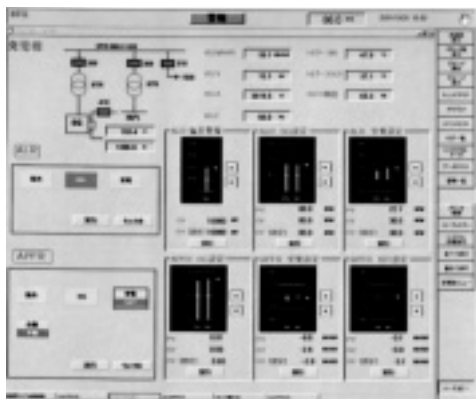


図4．電気関係の操作画面 - ALR及びAPFRの各設定を自由に行うことができる。

Generator control function display

であり、既設 TOSTAC_{TM} を撤去し、既設チャンネルベースを流用し、同じ場所に制御盤(ACS)を更新する必要があった。このため、以下の点を考慮してフレキシブルな設計を行い、成果を上げている。

- (1) 更新後の ACS 筐体(きょうたい)については、ケーブル流用のため ACS 標準筐体であれば2面で済むところを3面とし、また寸法も既設 TOSTAC_{TM} と同一となるよう少し大きめに設計した。
- (2) 更新後の ACS 筐体内部にある端子台の位置を、ケーブル長を考慮して可能な限り既設盤の端子台位置に合わせるよう設計した。

3.3.3 既設監視操作盤と CRT 更新 更新後の中央操作室監視操作デスク盤の外観を図5に示す。写真中央の部分(下方の扉開口部)が、既設 TDPC_{TM}-55 の CRT を撤去し OPS(CRT と本体及び付属品)を設置した場所である。



図5．中央操作室 - 監視計器類、警報窓、CRTなどが設置され、また十分なスペースも確保されて各ユニットの監視制御が行われている。

Central control room

近年、TOSMAP-DS_{TM} のディスプレイは机上に設置される方式が標準的になっているが、既設設備のリプレースを考えた場合、既設盤全体を更新することはそう多くはない。この更新の場合も、既設デスク盤内に OPS を収納し、監視操作が容易にできるようになっている。また、もう1台の OPS は別置きデスク上に設置されている。このように、既設更新を考えた場合、設置場所などいろいろなケースやユーザーニーズがあり、それに応えられるよう TOSMAP-DS_{TM} の設計時に考慮する必要がある。

4 あとがき

TOSMAP-DS_{TM} を自家用発電プラントに初めて適用し、HMIの人間工学に基づいた簡単な操作、グラフィック画面の見やすさ、IESでの簡単保守など、監視性、操作性、応答性及び保守性などにおいて、ユーザーの要求に応えることができた。近年の自家用発電プラントの状況は、現有設備の有効活用のため、供給信頼性の維持、経済性や供給力の向上、省力化の推進、規制緩和に伴う新規事業(売電など)への展開など、重要な課題も多くなってきている。このような課題を解決するため、発電プラントにおける豊富な実績やノウハウをベースに当社の TOSMAP-DS_{TM} を更に多くのユーザーに提供するとともに、ユーザーの要求にフレキシブルに応えられるよう、制御技術の支援、ITの適用、管理用システムの導入、プラント運用支援サービスなどを、ユーザーと一体となり更に積極的に展開していく。

文 献

- (1) 筧 敦行,ほか. 汎用技術を駆使した分散型監視制御システム TOSMAP-DS_{TM} “Dynastream”. 東芝レビュー .55,6,2000,p.41-44.



時田 一郎 TOKITA Ichiro

電力・社会システム社 火力・水力事業部 火力エンジニアリングセンター 参事。自家用発電設備制御システムのエンジニアリング業務に従事。

Thermal Power & Hydroelectric Power Systems & Services Div.



橋本 進之助 HASHIMOTO Shinnosuke

電力・社会システム社 火力・水力事業部 火力エンジニアリングセンター 主務。自家用発電設備制御システムのエンジニアリング業務に従事。

Thermal Power & Hydroelectric Power Systems & Services Div.



大塚 達也 OOTSUKA Tatsuya

電力・社会システム社 火力・水力事業部 火力エンジニアリングセンター 主務。自家用発電設備制御システムのエンジニアリング業務に従事。

Thermal Power & Hydroelectric Power Systems & Services Div.