

大規模複合プラント向け高機能型 DCS

Advanced DCS Technology for Large-Scale Power/Desalination Plants

中井 昭祐

■ NAKAI Akimasa

市川 裕之

■ ICHIKAWA Hiroyuki

小野 透

■ ONO Toru

近年、中東地域を中心に大規模発電・造水プラントを一括制御する高機能型 DCS (Distributed Control System) の需要が高まっている。東芝は今回、火力発電プラント向け DCS の機能を大幅拡張し、この市場へ本格参入した。開発した機能は、インテリジェント I/O (Input/Output)、不揮発性 RAM CPU、汎用ゲートウェイなどであり、大規模複合プラント向け高機能型 DCS のラインアップを確立した。

Demand for the application of high-performance distributed control systems (DCS) to large-scale power generation/desalination plants has increased remarkably in recent years, particularly in the Middle East.

Toshiba has significantly expanded the functions of the TOSMAP-DS™ DCS for thermal power stations and launched the DCS business in this market. Our newly developed intelligent I/O, nonvolatile RAM CPU, and multipurpose gateway have established a high-performance control system lineup for large-scale plants in the TOSMAP-DS™ series.

1 まえがき

近年、中東地域を中心に電力と水に対する需要が急激に高まっており、発電+造水のプラント構成を持つ大規模複合プラント建設が数多く計画・実行されている。このようなプラントには、ガスタービン、排熱回収ボイラ、蒸気タービン、補助ボイラ、造水設備など、多くの大型機器が含まれるため、監視・制御を担う DCS (Distributed Control System) には、多岐多様な機器の統括監視と制御が要求される。

また、中東地域においては電力及び水の安定供給に対する要求が強く、DCS にもいっそう高機能かつ高信頼なシステムが要求されることも、市場の特徴となっている。

東芝は今回、火力発電プラント向け DCS に対し、大幅な機能拡張を行い、この市場への参入を果たした。以下に実際の新設プラントへの適用実績を交えて、新規に開発を実施した拡張機能について述べる。

2 高機能・高信頼性システムの開発

当社は、海外火力発電プラント向け DCS として TOSMAP-DS™ シリーズをラインアップし、豪州やアジア圏を中心に適用している。これは、豊富な実績を持つ国内電力事業向け TOSMAP™ 制御装置を基に、海外市場向けに操作インタフェースの汎用化を図ったもので、Windows®^(注1) による基本操作や水平分散構成の HMI (Human Machine Interface)

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

などを特長としている⁽¹⁾

また、プラント統括制御から AVR (Automatic Voltage Regulator)・EHC (Electro Hydraulic Control system) による発電機・タービンの個別制御まで統一されたシームレスな操作環境を提供しており、超臨界圧火力発電や多軸型コンバインドサイクルで多くの運転実績をあげている。

この TOSMAP-DS™ シリーズに対し、下記に示す多岐にわたる拡張開発を実施し、ラインアップの拡大と信頼性向上を図ったので、以下に述べる。

- (1) インテリジェント I/O (Input/Output) の開発
- (2) CPU 基板の高信頼性化
- (3) 汎用ゲートウェイの開発
- (4) プラントシミュレーション環境の高度化

2.1 インテリジェント I/O の開発

通常の I/O 基板が CPU からの制御により入出力信号の変換を行うのに対し、インテリジェント I/O は CPU などの演算素子を基板自身に内蔵し、信号処理を行うアクティブな構成であることが特長である。

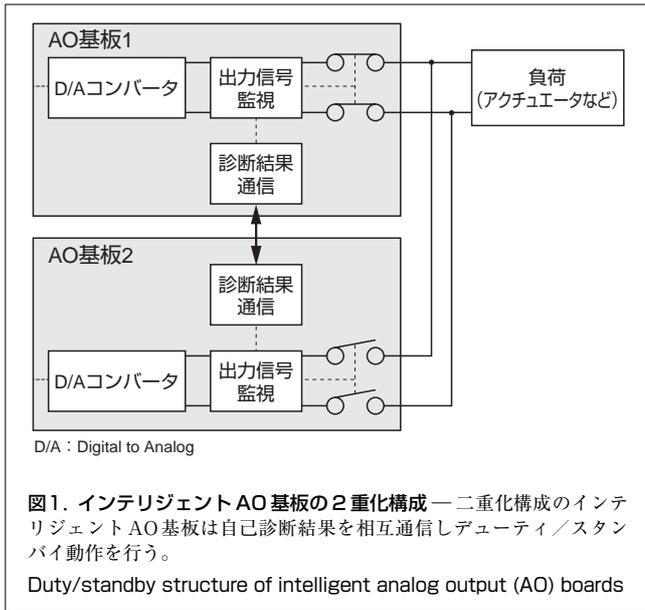
開発基板では、以下に示す様々な拡張機能が実装されている。

- (1) 1 ms 時刻分解能のデジタル信号検出 (DI (Digital Input) 基板)
- (2) 50 ms のアナログ信号サンプリング (AI (Analog Input) 基板)
- (3) アナログ信号の基板内コンパレータ機能 (AI 基板)
- (4) 断線・短絡検出 (AI/DI/AO (Analog Output) /DO (Digital Output) 基板)

- (5) 基板自己診断 (AI/DI/AO/DO 基板)
- (6) 基板二重化対応 (AI/DI/AO/DO 基板)

従来の I/O 基板に比較し、飛躍的に時間分解能を向上させるとともに、自己診断機能を強化することで高機能・高信頼性を確保している。

またこの基板は容易に二重化構成に対応可能であり、各信号点当たり、基板を二枚実装することで信頼性を大幅に向上させることができる。インテリジェント AO 基板を二重化した場合の機能ブロック図を図 1 に示す。



インテリジェント AO 基板では、常に自分自身の出力信号を監視することで総合的な自己診断を実現している。二重化構成の場合、互いに自己診断結果を通信し合い、万一常用基板に故障が発生した場合でも、待機基板に出力が切り替わり(デューティ/スタンバイ動作)、正常動作を継続する。切替えは CPU を介さず、基板単位で瞬時に実行され、プラントの運転に影響を与える心配がない。

このようにインテリジェント I/O の開発・採用は DCS の高機能化を図るだけでなく、システム全体の信頼性向上に大きく寄与している。

2.2 CPU 基板の高信頼性化

CPU 基板に対してはバッテリーレス化を図り、更なる信頼性の向上を図った。不揮発性 RAM を実装することで、動作速度を犠牲にすることなく、完全なバッテリーレス動作を実現した。

これらインテリジェント I/O 基板、CPU 基板の動作確認については、社内規定の試験に加え、第三者機関であるテュフラインランド ジャパン (株) (TÜV Rheinland Japan Ltd.) を交えた性能試験を実施した。近年注目されることが多い EMC

(Electro-Magnetic Compatibility) 試験では IEC61000 (国際電気標準会議規格 61000) に準拠した試験を実施しており、試験内容の証明を認証機関から取得することで、システムの信頼性に対して客観的な評価 (保証) を得ている。

3 大規模システムへの対応

3.1 汎用ゲートウェイの開発

このシステムのターゲットとなる大規模複合プラントには、数多くの機器が存在するため、多くの場合、制御システムは階層的な構成を採用する。すなわち、小型付帯設備の制御には汎用 PLC (Programmable Logic Controller) を用い、DCS は大型設備の制御、及び各 PLC の統括制御・監視を担う。

このような大規模制御システムでは、複数の PLC や他社製の制御装置と DCS 間で密なデータ伝送を行い、全体を統括した運転・操作と監視を行うことが重要となる。

今回、TOSMAP-DS™ と複数の他社製制御装置を接続する汎用のゲートウェイを開発し、時間分解能 1 ms という密な接続性を確保すると同時に、他社製を含む全制御装置の統合制御を実現した。伝送プロトコルには事実上の業界標準である OPC (Openness Productivity Connectivity) を適用し、広範囲な制御装置との接続性を確保している。

ゲートウェイはコントロールネットワーク (DCS の制御用ネットワーク) 上では仮想的な CPU としてふるまい、TOSMAP-DS™ と同様、同期二重化動作を行うことで、優れた安全性を確保している。

このゲートウェイの利用で、オペレーターはすべての操作対象について(たとえゲートウェイ接続先の機器であっても)、同様の操作が行えるため、大規模制御システムの操作性を大きく向上させることができる。

GE 社のガスタービン制御装置 (SPEEDTRONIC Mark VI) との Ethernet 接続にもこのゲートウェイを利用している。伝送プロトコルは GE 社標準の GSM (GEDS Standard Message format) を用い、TOSMAP-DS™ の HMI 上で、SPEEDTRONIC Mark VI の HMI と同等の操作性を確保している。状態監視、時間分解能 1 ms の SOE (Sequence Of Events) 表示、補機操作のすべてをシームレスに実行することが可能である。

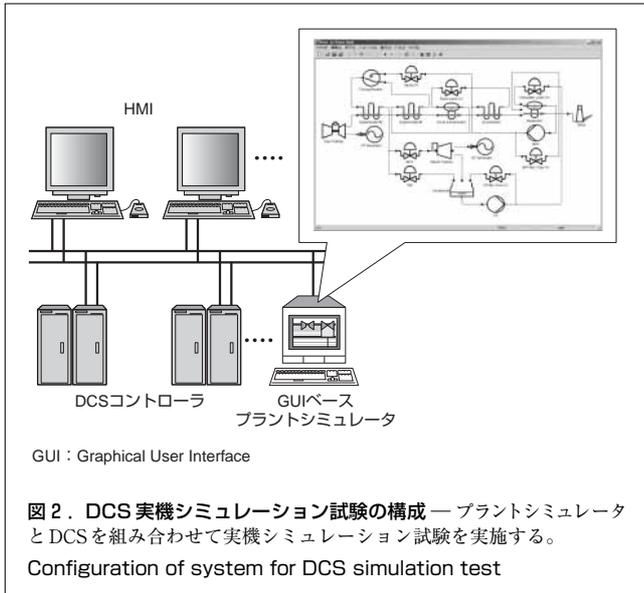
3.2 プラントシミュレーション環境の高度化

大規模複合プラントの統括制御において、良好な制御性を確保するには、複数の制御対象の相互作用や干渉についての検討が必須である。このためには、制御対象プラントの動特性 (過渡応答) を把握することが非常に重要となる。

当社は従来から、制御系の基本設計段階において、プラントの動特性解析を実施し、系統設計や運転・制御設計の妥当性確認を行ってきた。とりわけ、ガスタービン、排熱回収ボイ

ラ、蒸気タービンなど、発電プラントの主要機器については、実機運転データを基にしたモデルブラッシュアップも進んでおり、高精度の解析の実行が可能である。

このシミュレーションツールを実機DCSと組み合わせて動作させる拡張開発を実施した。組合せ時のシステム構成を図2に示す。



DCSとシミュレーションツールを組み合わせ、実装後の制御ロジック動作を検証する、いわゆる実機シミュレーション試験を実施し、DCSのいっそうの品質向上を図っている。

前記の総合シミュレーション環境は、大規模複合プラントだけでなくすべてのプロジェクトにおいて効力を発揮し、DCS設計の高精度・高品質化を実現している。

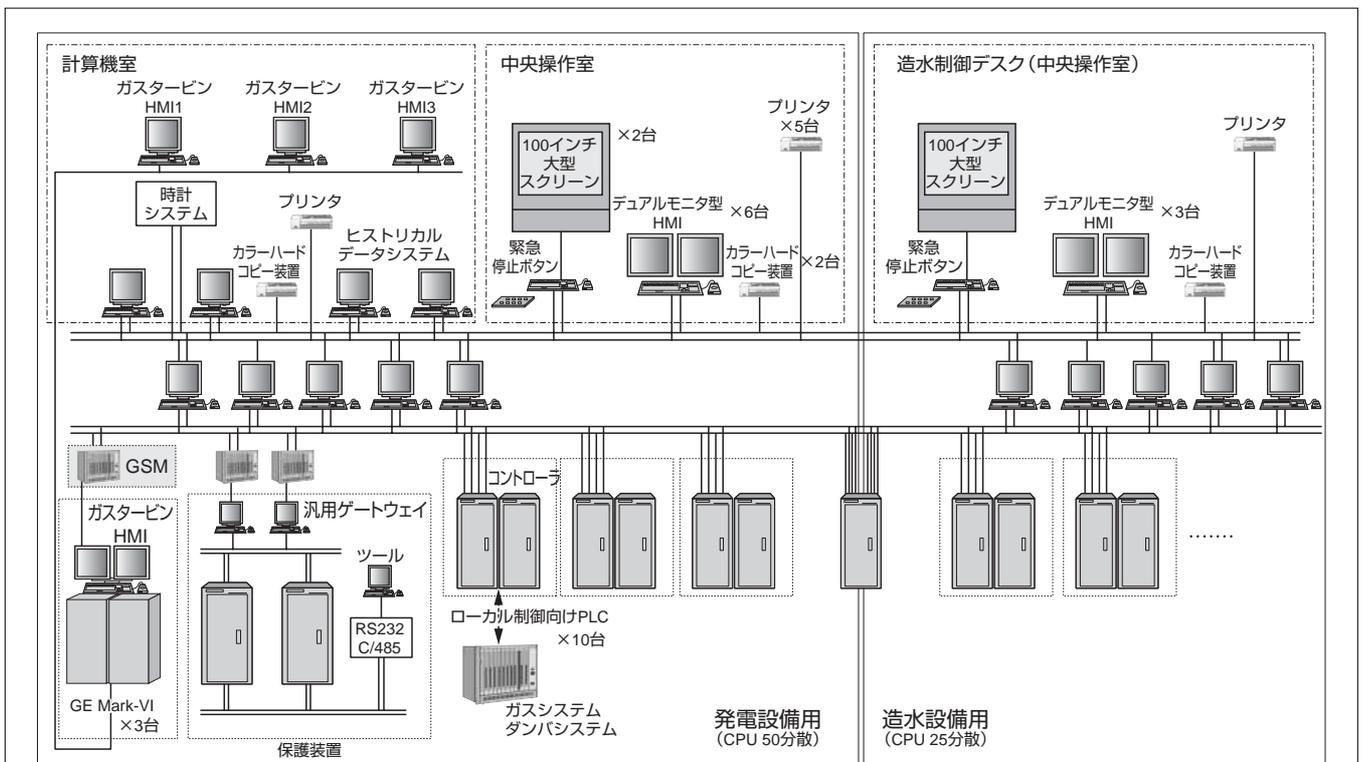
4 適用プロジェクト

開発した高機能型DCSは、アラブ首長国連邦ドバイの新設発電・造水複合プラントから適用を開始した。プロジェ

表1. 適用プロジェクトの概要
Outline of target project

項目		仕様
定 格	発電定格	750 MW
	造水定格	70 MIGD (13,160 t/h)
構 成	ガスタービン	3台
	排熱回収ボイラ	3台
	補助ボイラ	2台
	背圧タービン	2台
	造水設備	5台

MIGD : Million Imperial Gallon per Day



クトの概要を表1に示す。なお、このプロジェクトでは、当社が発電設備一式を納入し、イタリア FISIA 社が造水設備を納入する。

DCSシステムの全体構成を図3に示す。発電設備向けのコントローラ台数(機能分散数)が50台、造水設備向けのコントローラ台数が25台である。DCSのI/O点数もトータルで約33,000点であり、最大規模のシステム構成となっている。

2004年9月に工場試験を終了し、制御装置の出荷を開始した。なお、造水設備向けのシステムは既に出荷を完了している。総合商用運転開始は2006年2月を予定している。

5 あとがき

当社の火力発電向けDCSであるTOSMAP-DS™に対し、インテリジェントI/Oを中心とした大規模な機能拡張を実施した。

主なターゲットは中近東を中心とした大規模複合プラントであり、既に実プロジェクトでの適用を開始している。

この開発によりTOSMAP-DS™シリーズにインテリジェントI/O、不揮発性RAM CPU、汎用ゲートウェイなどのバリエーションを加え、ターゲット地域以外のユーザーニーズにも応える高機能・高信頼性のラインアップを確立した。

今後とも機能拡張開発を継続するとともに、ユーザーイン

タフェースのブラッシュアップを図り、多様な市場要求に対応するDCSシステムを提供していく。

文 献

- (1) 箕 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™ “Dynastream”.東芝レビュー .55 ,6 ,2000 ,p.41 - 44.



中井 昭祐 NAKAI Akimasa

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。火力発電所制御システムのエンジニアリング業務に従事。計測自動制御学会会員。
Thermal Power & Hydroelectric Power Systems & Services Div.



市川 裕之 ICHIKAWA Hiroyuki

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。火力発電所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.



小野 透 ONO Toru

電力・社会システム社 府中電力・社会システム工場 発電制御システム部主査。海外向け火力発電制御システムの設計・開発に従事。
Fuchu Operations - Industrial and Power Systems & Services.