

鉄鋼・紙パルププラント向け統合制御ソリューション

Unified Control Solution for Steel and General Industrial Plants

長尾 英紀

藤枝 宏之

■ NAGAO Hidenori

■ FUJIEDA Hiroyuki

鉄鋼や紙パルプなどの製造プラントでは、従来、制御システムを構成するプログラマブルロジックコントローラ (PLC) や、プロセスコンピューター (P/C)、サーバーなどの機器が個別に管理され、制御内容や応答速度に応じてそれぞれに機能が実装されていた。近年の高速・大容量データを扱うシステムでは、アクチュエーターの高速応答性と汎用ネットワークとの接続性が同時に要求されるようになった。

東芝三菱電機産業システム (株) は、PLCで処理する機能をP/Cに組み込んだユニファイドコントローラ nv-packシリーズ typeFR (以下、typeFRと略記) を適用し、従来は複数機器で実現していた機能を1台の機器に統合した統合制御ソリューションを新たに開発した。プラントの監視システムも実装可能である。これにより、従来の階層化されたシステムからメッシュ型システムへの適用が可能になる。

Steel plants and general industrial plants such as pulp and paper plants are conventionally controlled by a system consisting of individual equipment, including programmable logic controllers (PLCs), process computers (P/Cs), and servers, in which each function is implemented according to the type of control and response speed. Particularly in systems that process high-speed and large-volume data, demand has been increasing in recent years for both high-speed response to actuators and connectivity to general networks.

In response to this market demand, Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation has developed and been supplying a unified control solution applying the Unified Controller nv-pack series, incorporating a P/C and functions conventionally processed by PLCs in one package, as an alternative to the combination of individual equipment. It is also capable of integrating a monitoring system. We are promoting the replacement of conventional layered systems with meshed systems by applying this simplified solution.

1 まえがき

従来、鉄鋼や紙パルプなどのプラント制御システムでは、制御内容の複雑さや必要な応答速度に応じて、PLCと産業用のP/Cを階層的に配置して構成するケースが多かった。このため、PLCやP/Cの間でやり取りする必要がある設定データや制御データは、リアルタイム性が確保された高速応答の制御ネットワークを介して伝送していた。

東芝三菱電機産業システム (株) (以下、TMEICと呼ぶ) は、東芝インフラシステムズ (株) 製の、PLCで処理する機能をソフトウェア化してP/Cに組み込んだtypeFRを用いて、一つの機器にまとめる統合制御ソリューションの提供を開始した。統合制御ソリューションでは、P/Cで処理していた機能はP/Cコアに、PLCで処理していた機能はPLCコアにそれぞれ実装される。

これまででは、TMEIC製のプラントデータ管理ソリューションTMPDS⁽¹⁾のベーシックパッケージTMPDS-Bなどを導入して、プロセスの監視を行う場合には、監視システムを構成する複数の機能特性に合わせ、PLCや、パソコン、ネットワーク装置などの機器を準備する必要があった。統合制御ソリューションは、このような監視システムなども含めて実装できる。

ここでは、統合制御ソリューションの概要、及び適用事例や今後の適用計画について述べる。

2 統合制御ソリューションのプラントへの適用

2.1 制御システムの階層構造

鉄鋼や紙パルプのプラント制御システムは、制御機能ごとに処理の複雑さや必要な応答速度に応じ、次のようなレベル0～2に階層化されている。

- (1) レベル0 高速応答が要求されるモーターのドライブ制御などを実行するレベルである。
- (2) レベル1 1～500 ms程度の応答速度で、ラダーロジックやファンクションブロックにより実行するレベルであり、PLCを用いる。外部センサーやアクチュエーターを接続する入出力モジュールや、制御ネットワークを介したほかのPLCとのやり取りも制御する。
- (3) レベル2 理論モデルに基づいて制御する、モデル制御などの複雑な制御を行うレベルであり、P/Cを用いる。レベル1ほどの高速応答性は要求されないが、ラダーロジックでは記述しきれない複雑な制御を、高級言語で記述する。また、汎用コンピューターネットワークの伝送機能にも

対応し、外部とのデータ通信を比較的容易に実現する。

2.2 統合制御ソリューションの適用

鉄鋼などの高速・大容量データを扱うプラントの制御システムでは、レベル1によるアクチュエーター制御の高速応答性と、レベル2の複雑な制御ロジックや汎用ネットワークとの接続性が同時に要求される。そのため、従来は、PLCとP/Cの両方を準備してそれぞれに適した制御機能を分担させ、PLCとP/Cの間を制御ネットワークでつなぐ構成を取る必要があった。このため、P/Cには、制御ネットワーク接続するための伝送基板の実装が必要で、更にネットワークの伝送時間によるデータ送信の遅れもあった。

統合制御ソリューションを導入することで、レベル1の高速な制御機能、レベル2の複雑な制御機能、及び制御ネットワークや汎用コンピューターネットワークによる伝送機能を一台で実装できるようになり、伝送基板が不要になった。また、統合制御ソリューションの中では、外部のネットワークを介さずにデータのやり取りができるので、ネットワークの送受信の遅延時間による影響を受けず、より迅速に処理できる。

3 監視システムの統合

この章では、鉄鋼や紙パルプのプラント向けに、監視システムを制御システムに統合する場合の実装方法について述べる。

監視システムは、制御ネットワークや汎用コンピューターネットワークを通してプラントデータを高速に収集するデータ収集機能、収集したデータの保存機能、保存データの出力機能、フーリエ解析などのデータ処理機能、プラントや制御の状態などのモニター機能、データや処理結果などを画面に表示するグラフィック表示機能などで構成される⁽²⁾。これらの機能は、システムごとに必要なものを選択して実装する。

3.1 グラフィック表示機能を除く監視システムの統合

統合制御ソリューションに、TMPDS-Bによる監視システムを搭載したシステム構成の例を図1に示す。統合制御ソリューションのtypeFRへの負荷を抑えるため、グラフィック表示機能は、汎用コンピューターネットワークに接続されたパソコン上に実装した。

監視システムのモニター機能は、プラントデータだけでなく、制御システムで使用されるデータも監視する。これにより、制御システムがプログラム内部のデータをネットワークに出力する設定やプログラム自体が不要になるとともに、制御システムによって実行される、プログラム処理の進行状況などの詳細も簡単にグラフィック表示できる。

3.2 制御システムと監視システムの統合

TMPDS-Bによる監視システムのグラフィック表示機能を統合制御ソリューションに実装することで、一つの機器に制御システムと監視システムをコンパクトに構築できる。この場合、

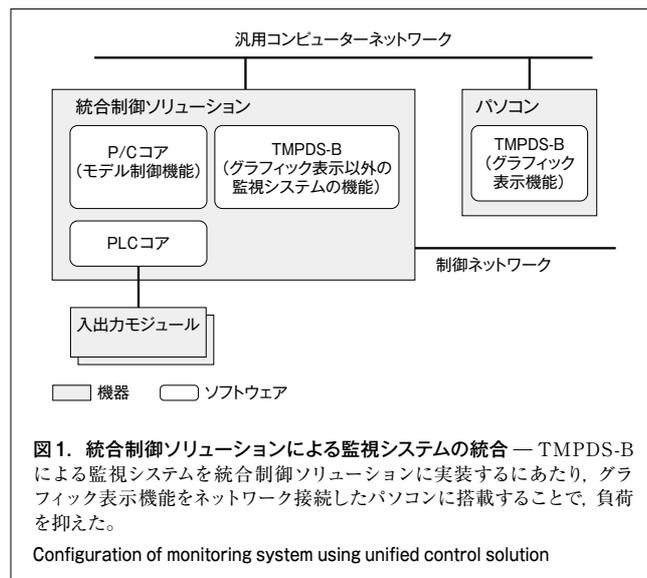


図1. 統合制御ソリューションによる監視システムの統合 — TMPDS-Bによる監視システムを統合制御ソリューションに実装するにあたり、グラフィック表示機能をネットワーク接続したパソコンに搭載することで、負荷を抑えた。

Configuration of monitoring system using unified control solution

グラフィック表示機能は、統合制御ソリューションのP/C上で汎用OS（基本ソフトウェア）の仮想化機能を利用して実装する。これにより、収集したデータやデータ処理の結果を基に、速やかにグラフィック表示できる。この実装例として、プラントの省エネ制御が挙げられる。これについては4章で詳しく述べる。

3.3 リモート監視機能の実装

TMPDS-Bを使わずに、監視システムを統合制御ソリューションに搭載し、プラントの状態を統合制御ソリューションの汎用コンピューターネットワークとの親和性を生かして仮想プライベートネットワーク（VPN）経由でTMEICのリモートサポート拠点に伝送することで、問題点を速やかに発見して対応するリモート監視機能を実装できる（図2）。

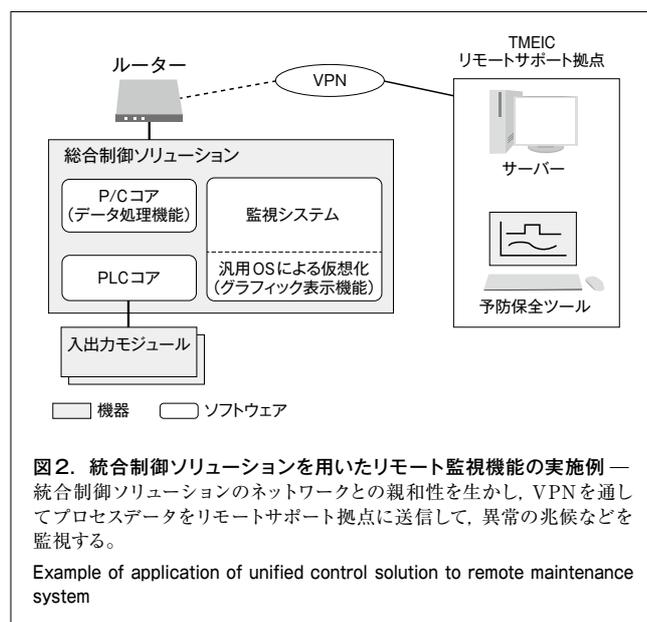


図2. 統合制御ソリューションを用いたリモート監視機能の実装例 — 統合制御ソリューションのネットワークとの親和性を生かし、VPNを通してプロセスデータをリモートサポート拠点に送信して、異常の兆候などを監視する。

Example of application of unified control solution to remote maintenance system

このとき、制御ネットワークとの接続や高速な処理をPLCコアが実行することで、リモート監視機能を備えた監視システムを、統合制御ソリューションで提供できる。

具体的には、PLCコアでモーターの電流や、電圧、温度、振動、トルクなどのセンサーから入出力モジュールを通してデータ収集し、P/Cコアでデータ処理機能を実行しながらVPN経由でTMEICの予防保全ツールに転送する。TMEICの予防保全ツールは、様々な条件から因果関係をグルーピングし、異常の兆候を見付ける。例えば複数のモーターのうち1台が異常と判断されたとき、システムへの影響が出る前にユーザーに通知するといった対応ができる。

既設の制御システムにリモート監視機能を設置する場合、従来は、PLCやP/Cなどの機器にそれぞれリモート接続する必要があったが、統合制御ソリューションだけで提供できるメリットがある。

4 統合制御ソリューションの熱間圧延設備への適用

鉄鋼プラントの熱間圧延設備には、粗圧延機入り側、粗圧延機、仕上げ圧延機入り側、及び仕上げ圧延機、高圧水を鋼板表面に噴射してスケールを除去するデスクレー（以下、デスクと呼ぶ）がある（図3）。

デスクは、必要ときに即座に大量の高圧水を噴射できるように、デスクポンプで加圧している。また、高圧水は材料が通過するときだけ噴射されるため、常時最大速度でデスクポンプを運転する必要はない。デスクポンプは、一般に、複数の大容量の電動機で構成されているので、必要がないときには、電動機の運転台数を減らしたり、運転速度を下げたりすることで、省エネ効果が見込める。

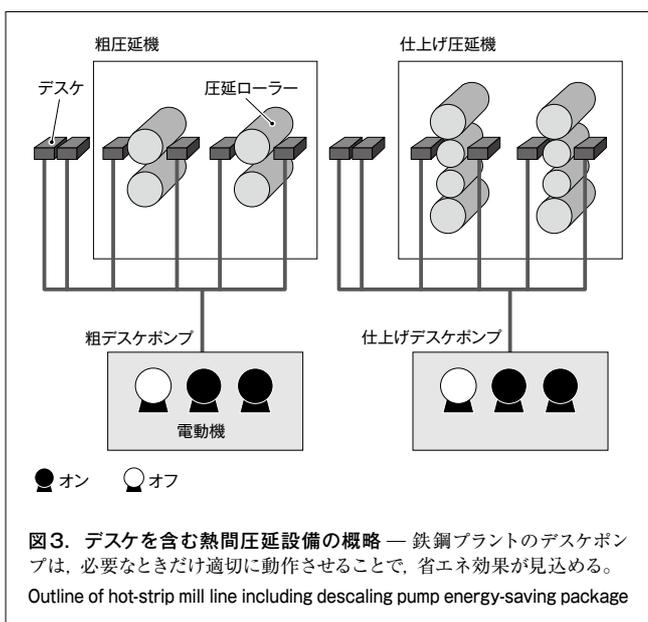


図3. デスクを含む熱間圧延設備の概略 — 鉄鋼プラントのデスクポンプは、必要ときだけ適切に動作させることで、省エネ効果が見込める。
Outline of hot-strip mill line including descaling pump energy-saving package

TMEICは、従来、P/Cで実行するモデル制御機能でデスクポンプの省エネ運転パターンを算出し、PLCで入出力モジュールを通して制御対象に伝えて、高圧水の噴射制御を行うデスク省エネパッケージを顧客に提供してきた（図4(a)）。

今回、統合制御ソリューションを導入することで、P/CとPLCで処理していた異なる機能を統合し、更に監視システムも一緒に実装できるようになり、新デスク省エネパッケージとして納入した（図4(b)）。

このようなパッケージを適用する場合、既にユーザー側にP/Cが存在することが多いので、新たに設置した統合制御ソリューションとP/Cの間で情報のやり取りが必要になる。このように、汎用コンピューターネットワーク接続によって外部との情報のやり取りが必要になるときも、高級言語が使えるP/Cコアが担当することで、ソフトウェア構築が容易になる。

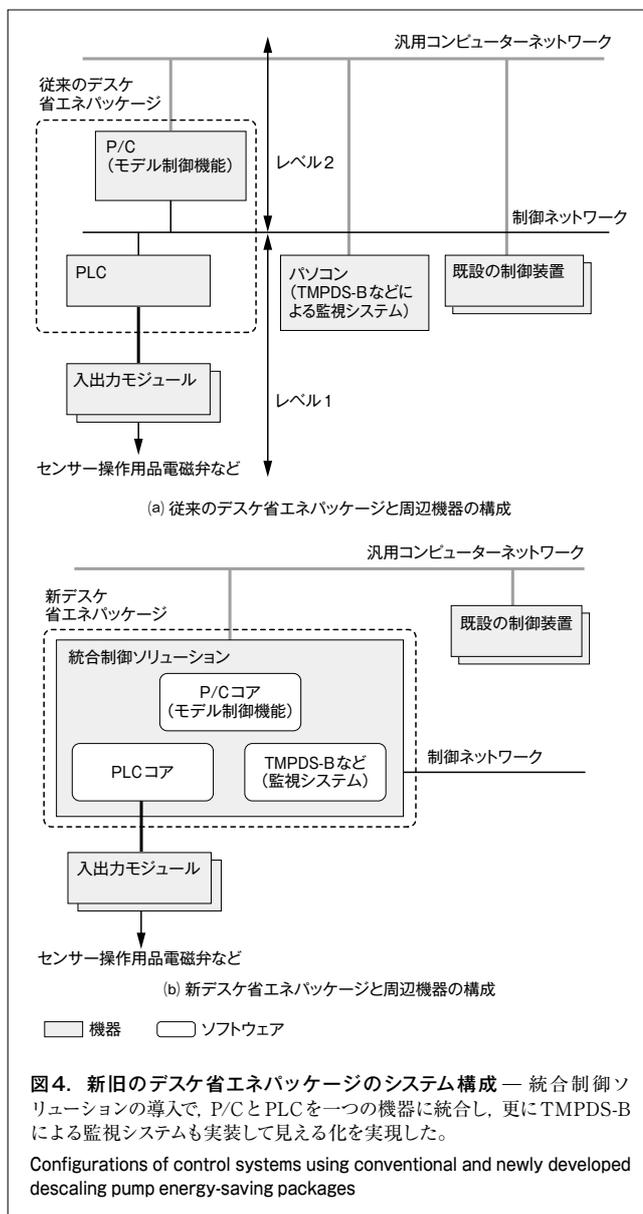


図4. 新旧のデスク省エネパッケージのシステム構成 — 統合制御ソリューションの導入で、P/CとPLCを一つの機器に統合し、更にTMPDS-Bによる監視システムも実装して見える化を実現した。

Configurations of control systems using conventional and newly developed descaling pump energy-saving packages

5 今後適用予定のシステム

統合制御ソリューションの今後の適用先として、熱間圧延設備の巻取り温度制御 (CTC) パッケージがある。CTCは、熱間圧延設備の仕上げミルと巻取り装置の間で水を噴射して巻取り時の鋼板の温度を下げる制御である。水の噴射タイミングや噴射量を調整することにより、きめ細かい温度制御が実現できる。従来は、PLCが、レベル1の噴射バルブの制御や、テーブル速度の制御、材料トラッキングなどを、P/Cが噴射量や噴射タイミングによる温度低下量など、レベル2の複雑な計算を担当していた。

統合制御ソリューションを導入して、CTCの制御を統合することで、コンパクトなCTCパッケージを提供できる。一つのパッケージの導入だけで、既設の温度制御装置の改善が実現できるメリットは大きい。

また、CTCパッケージに監視システムを統合し、グラフィック表示機能を活用することで、CTCパッケージの適用効果が可視化でき、ユーザーに導入のメリットを明確に示すことができる。

更に、CTC以外にも、冷間圧延設備の形状制御システムの統合など、統合制御ソリューションの適用などで、積極的に統合パッケージを開発し提供していく。

6 あとがき

これまで複数の機器で構成していた制御システムについて、typeFRを用いて一台に統合する統合制御ソリューションを提供開始した。データ収集機能をはじめとした様々な機能を持つ監視システムを組み込むこともできる。

この統合制御ソリューションは、従来の階層化された制御システムから、階層間を網目のようにつなぐ新たなメッシュ型システムへと一歩踏み出したものであり、今後のメッシュ型ソリューションの提案・開発の第一歩となる。

今後、このコンパクトな統合制御ソリューションを、鉄鋼や紙パルプのプラントに適用し、我が国や海外の製造業の品質向上や生産性向上に貢献していく。

文献

- (1) 小松孝史, ほか, プラントデータ管理ソリューションのアプリケーション開発と適用, 電気学会ものづくり研究会資料, 2015, MZK-15-005, 1.3-7, p.17-21.
- (2) 坂本 匡, ほか, 鉄鋼プラント向け機能安全とプラントデータ管理ソリューション, 東芝レビュー, 2013, 68, 10, p.6-9.



長尾 英紀 NAGAO Hidenori

東芝三菱電機産業システム (株)
産業第二システム事業部
プロセス制御研究開発センター
Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.



藤枝 宏之 FUJIEDA Hiroyuki

東芝三菱電機産業システム (株)
産業第二システム事業部
制御システム開発部
Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.