

スマートな生産を実現する 鉄鋼情報制御システム

Advanced Information and Control Systems for Smart Steel Rolling

南村 敏文 伊藤 正巳 篠田 敏秀

Minamimura Toshifumi Ito Masami Shinoda Toshihide

林 剛資 高橋 創 丸野 浩

Hayashi Gosuke Takahashi Hajime Maruno Hiroshi

大規模生産システムである鉄鋼システムでは、高品質な鋼板を安定して生産することへの強い要求がある。日立グループは、これに対応し、大容量のモータドライブ、PLC、プロセスコンピュータ、基幹制御LANなどで構成される高信頼・高応答な鉄鋼情報制御システムを国内外に提供してきた。

一方、近年では、原料高や地球環境へ配慮した生産の効率化、省エネルギーへのニーズとともに、新興国での需要拡大に伴い、プラントの操業支援や遠隔保守技術への要求が高まっている。これらに対応して、情報技術と制御技術を融合した「現場の知」の活用技術による課題解決を推進している。具体的には、現場の情報をマイクロデータや映像を含めて計算機に取り込む実績収集システム、取り込んだデータを戦略的に活用して制御や診断への応用を支援するシステム、データから過去の操業を再現して異常原因の特定を支援するシステム、海外との間でプラント情報を共有する遠隔操業支援システムなどを製品化している。

1. はじめに

できるだけ人の手を介さないで最適性を追求する生産を、ここでは「スマートな生産」と呼ぶ。鉄鋼情報制御システムは、大容量のモータドライブ、PLC (Programmable Logic Controller)、プロセスコンピュータ、基幹制御LAN (Local Area Network) などで構成される大規模で複雑なシステムである¹⁾。高品質な鋼板の安定生産には、高速かつ高精度な制御を実現しなければならないため、日立グループは、「鉄は産業のコメ」と言われた時代から、鉄鋼情報制御システムでは最先端の計算機技術を他分野に先駆けて採用し、実績を築いてきた。

一方、生産の効率化や省エネルギー、環境負荷低減への要求から、操業ノウハウなどの「現場の知」を計算機に取り込み、自動制御の最適性を高めたり、ICT (Information and Communication Technology) の導入により、プラント

の保守や解析・診断を高度に支援することで実現される、「スマートな生産」への注目が高まっている。

ここでは、鉄鋼情報制御システムの概要と特徴を示したうえで、情報技術と制御技術のシームレスな融合によって実現される「スマートな生産」や、将来展望、およびビジネスのグローバル化を支援する遠隔保守・操業支援技術について述べる。

2. 鉄鋼情報制御システムの特徴

鉄鋼情報制御システムの制御対象である鉄鋼プラントは、圧延機やその付帯機器から成る機械設備と、それを駆動するモータなどで構成される。代表的な鉄鋼プラントである連続式酸洗圧延設備は、1,000以上のアクチュエータと2,000以上のセンサーから構成され、全長は300~400 mに及ぶ。また生産される鋼板の速度は時速100 km以上に達し、鋼板の板厚精度は数マイクロメートルのオーダーが要求される。これらを満足するため、鉄鋼情報制御システムは、高信頼・高応答な機器を組み合わせで構成される(図1参照)。

近年はさらなる品質基準の厳格化、量から質への変化に伴う多品種・少ロット生産への対応や、環境負荷低減のための省エネルギー操業へとニーズが多様化している。このため、複雑化したプラント運転を高度に支援する技術が必要とされている。また今後の新規プラント建設は、インドやブラジルなどの新興国に多くの需要があり、ノウハウを持たないユーザーが円滑にプラントを操業することも多く、そのための遠隔保守・操業支援技術が求められている。

3. 高効率と高性能を実現する鉄鋼情報制御システム

3.1 システム構成

日立グループは、鉄鋼情報制御システムとして、高性能・オープンな産業用対応コントローラ「R700シリーズ」と

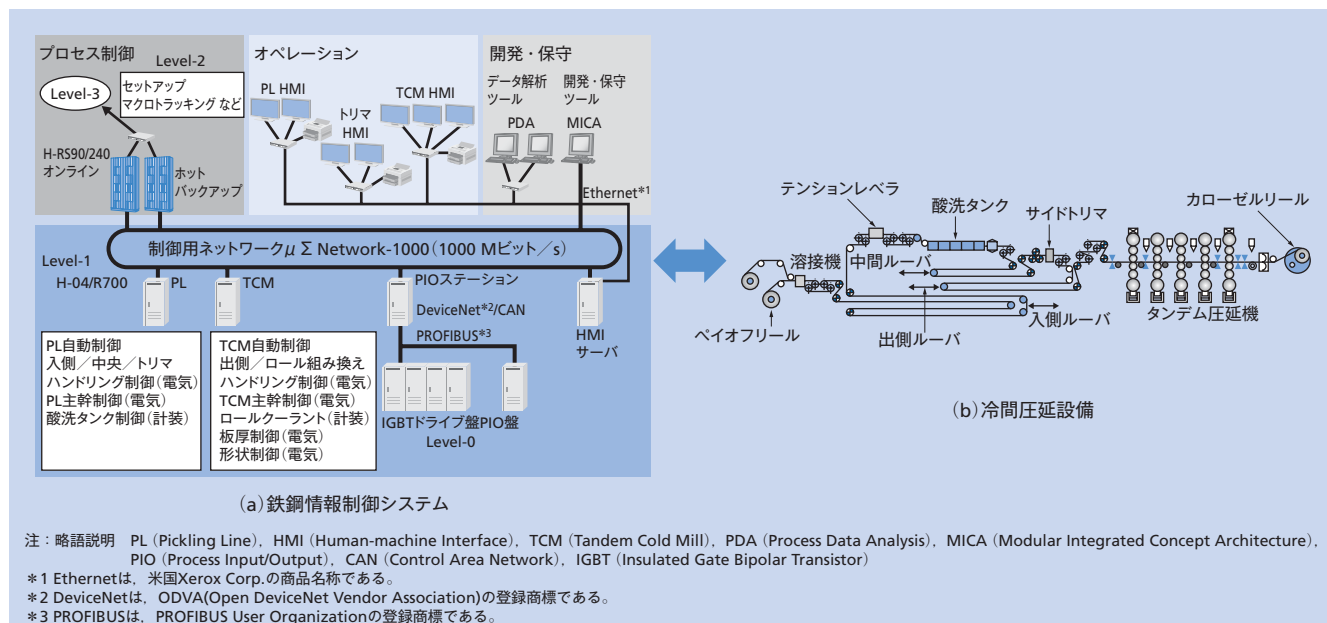


図1 鉄鋼情報制御システムの構成例

連続式酸洗圧延設備向けの鉄鋼情報制御システムを(a)、冷間圧延設備を(b)に示す。大規模で複雑な制御対象に、高応答・高信頼な制御を実現している。

1,000 Mビット/sの基幹ネットワーク「 $\mu\Sigma$ Network-1000」を核としたハードウェアプラットフォームを構成し、そのプラットフォーム上で種々の制御技術を適用している(図1参照)。また、各種オープンフィールドネットワークにも対応しており、プロセスコンピュータ、操業用HMI (Human-machine Interface) や他社機器などとスムーズに情報伝達を行う。

プロセスコンピュータとしては、Linux[※] OSを搭載した「RS90シリーズ」を製品化しており、高応答・高信頼の要求に対応している。また、ミドルウェアに加え、トラッキングや画面などの共通部分の標準化を推進している。一例として、鉄鋼プラント向けの操業端末用画面パッケージであるHumInG-W (Human Interface Generator for Web) では、サーバ主導型のデータ更新方法で画面の応答性を確保しつつ、クライアント側をWebブラウザのみでシステム構築し、更新時の柔軟性や市販ソフトウェアとの融合性を高めた²⁾。

3.2 IGBTドライブシステム

圧延設備で使われるモータは、数キロワット～1万キロワット以上と広い容量レンジがある。このため日立のドライブシステムでは、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 素子から成るドライブ装置の主要回路をユニット化し、それを一つのセルと考え、モータの電圧や電流に応じてセルの並列数や直列数、適用IGBT素子を選択することで、さまざまな容量のモータに柔軟に対応可能とした。また圧延

主機には、15 MVA超の大容量で高効率なIGBTドライブ装置を適用している。

4. 情報と制御の融合で実現する「スマートな生産」

4.1 現場情報の収集と「現場の知」の定式化技術

「現場」の知を計算機に取り込み、スマートな生産を実現する第1ステップは、年々進歩する計算機技術やネットワーク技術を利用して、多様な現場情報を収集することである。このようなシステムとして開発したPDA (Process Data Analysis) は、PDAサーバとPDAクライアントから成り、 $\mu\Sigma$ Network-1000とPLCの共有エリアからデータを直接取り込むものである。最小データ収集周期1 msの高密度サンプリングを実現し、機器の動作のマイクロ解析を支援するとともに、周波数解析などの解析機能も備えた。

同様に大量のデータを収集し、蓄積する機能を備えた「HITSODAS」は、蓄積したデータを汎用のデータベース上で管理している。データを用いた異常解析や制御パラメータの決定支援、データからの操業ノウハウ獲得など、多様な機能を備えている。品質管理が重要なプロセスラインや冷間圧延ラインで活用されており、鋼板品質の傾向分析や最適運転条件の導出などに用いられている。また数値データのみならず、映像データを同期再生するプレイバックシミュレーション機能を備えている(図2参照)。

4.2 システム開発支援技術

ソフトウェア開発支援システムであるMICA (Modular Integrated Concept Architecture) は、全コントローラのソフトウェアを一括管理するサーバであるPOC (Process

※) Linuxは、Linus Torvaldsの米国およびその他の国における登録商標あるいは商標である。



図2 「HITSODAS」プレイバックシミュレータの画面例
チャートと映像の同期再生により、プラント解析を支援する。

Operator's Console) と、操業用HMIを兼ねたクライアントPC、実際に制御を担うPLC群から成る(図3参照)。MICAにより、機械の動作フローなどを示す機能仕様書ベースの記述からPLCのソフトウェアを直接生成でき、同じソフトウェア上でのオンラインモニタが可能である。また近年、「スマートな生産」を支援することを目的に、付加機能の充実を図っている。故障解析のためのトレース機能では収集点数・保存時間を拡大し、この10年で約200倍のデータ量の収集保存が可能となった。またファーストフォルト機能を開発し、操業異常時にコントローラ内データのスナップショットを保存することでトラブルシュートを容易とした。さらにHMIからのシーケンスの渋滞状況、条件をクイック表示する機能を実現した。この結果、ユーザーは、プログラミングやデバッグ、プラントモニタリング、実績データトレース、故障解析のすべてを共通のMICAプラットフォーム上で一元的に行えることになり、作業効率の大幅な向上につながる。

4.3 システム管理支援技術

「モノ」に「情報」を付加して一元管理する手段であるRFID (Radio-frequency Identification) 適用システムが注

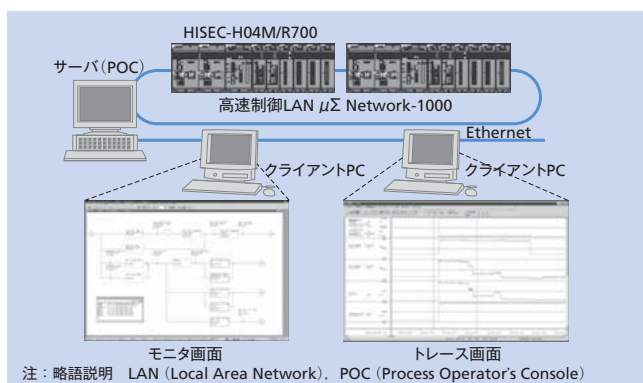


図3 MICAシステムの構成例

プログラミングやデバッグ、プラントモニタリング、実績データトレースなどのすべての管理をMICAシステム上で行える。

目を集めており、日立グループも参加したKIDS (Kouzai Identification System) フォーラムなどで、実用化に向けた議論が行われている。

ICチップをRFIDタグ化して製品に貼(ちょう)付し、個体識別情報を管理することで、スラブやコイル管理の自動化を飛躍的に向上できる。例えば、現品トラッキングによる一貫したSCM (Supply Chain Management) が可能になるとともに、入庫記録、棚卸し(位置)管理、加工情報の登録、出荷管理、規格をキーにした情報照会などへの適用が検討されている。

一方、機器の稼働や点検状況、在庫状況などを総合的に管理し、機器更新や予備品管理の最適化を図るニーズも高まっている。物品・設備管理システム「レイアウトマネージャー」はこのニーズに対応した設備管理を効率化するシステムである(図4参照)。資産、点検、故障、在庫などの設備管理情報を集約し、高い操作性を実現した。保全業務を一貫して行えるため、設備の安定稼働とともに生産性の向上を図ることができる。RFID、バーコードリーダなどのハンディ端末、センサネット機器によるデータ自動収集、Webカメラによる監視映像などの入力手段で、さまざまなシステム形態への対応の期待できる。

5. グローバル展開を支援する情報技術

5.1 制御システムのグローバル対応

日立グループは、システムをグローバルに展開するため、国際標準規格への取り組みや、デファクトスタンダードの採用、汎用品の採用を進めている。鉄鋼制御に要求される高い制御性能を引き出すためのコアになる部分には日立グループの製品を採用し、それ以外については現地での生産・調達に配慮して標準規格品を採用するとともに、自律分散ネットワーク(ADS-net)など、自社技術のオープン化も推進している。一方で、現地規格の認証取得やローカル言語を含めた多言語対応なども行っている。

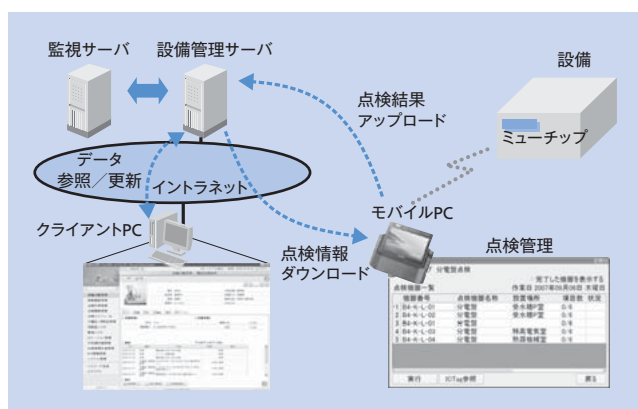


図4 「レイアウトマネージャー」のシステム構成

機器や在庫の状況を一元管理し、機器更新や予備品管理を最適化する。

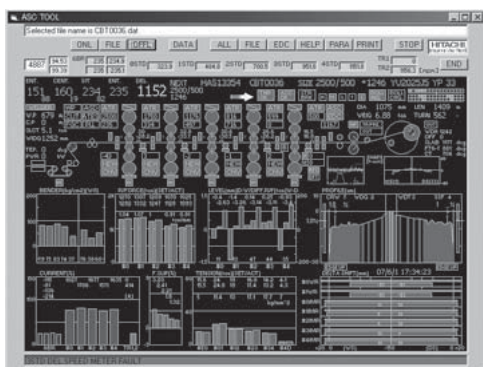


図5 | 冷間圧延設備向け操業支援システムの画面例
プレイバック機能によって圧延状況を再現し、問題解決を支援する。

5.2 ICTによる操業・保守支援

海外サイトで発生した問題の現地での解決を支援するため、前述した汎用ツールに加え、操業経験の浅い保守員を対象として、より業務に特化した支援を行う操業支援システムを開発した。コイル単位に圧延情報を表示し、圧延条件、コイル情報を確認できるとともに、プレイバック機能によって圧延時の状況を再現でき、オペレータの操作履歴やアラーム発生状況を、コイル情報と紐（ひも）づけて確認できる（図5参照）。

5.3 ICTによるリモート保守

日立グループ内にリモート保守センターを設置し、現地サイトと通信回線で結ぶことで、現地だけでは解決が困難な技術的問題に遠隔対応している。センターの端末から現地HMI画面を表示し、データ収集ツールやリアルタイムモニタをリモートで操作して状況を確認し、データ解析、診断を行う。中国・韓国の一部サイトではすでに適用済みで、発生した問題に対してエキスパートによる対応が可能となっている（図6参照）。セキュリティに配慮し、ネットワーク接続は顧客側で必要時のみ接続する運用としている。モータドライブについても、IGBTドライブ装置を遠隔保守可能なRMD（Remote Maintenance for Drive System）を開発し、試運転調整やユーザーの保守作業の効率向上を図っている。

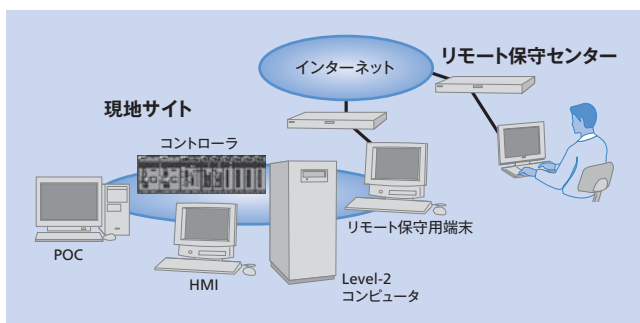


図6 | リモートメンテナンスシステムの構成例
現地サイトの操業、設備状態をリアルタイムで把握することができる。

6. おわりに

ここでは、鉄鋼情報制御システムの概要と、圧延設備における「スマートな生産」を実現する技術について述べた。

新興国の新設需要が増大する中、試運転期間の短縮、運転開始後の円滑なプラントオペレーションのため、操業を遠隔から高度に支援するニーズは、ますます高まると予想される。

日立グループは、これからも、情報技術と制御技術の融合による「現場の知」の活用を推進し、使いやすさと高効率化を追求した鉄鋼情報制御システムを製品化していく。

参考文献など

- 1) 畑中，外：鉄鋼設備向け高度電機制御システム，日立評論，90，8，674～677（2008.8）
- 2) 小澤，外：WEB技術を活用した計算機制御システム，電気学会研究会MID-09-12，19～22（2009.6）

執筆者紹介



南村 敏文
1991年日立製作所入社，情報制御システム社 パワーエレクトロニクスシステム本部 電機制御システム設計部 所属
現在，鉄鋼電機システムの設計業務に従事



伊藤 正巳
1982年日立製作所入社，情報制御システム社 パワーエレクトロニクスシステム本部 所属
現在，鉄鋼システムの開発に従事
電気学会会員



篠田 敏秀
1992年日立製作所入社，情報制御システム社 パワーエレクトロニクスシステム本部 所属
現在，鉄鋼システムの開発，取りまとめに従事



林 剛資
2001年日立製作所入社，情報制御システム社 パワーエレクトロニクスシステム本部 電機制御システム設計部 所属
現在，鉄鋼計算機システムの設計業務に従事



高橋 創
2002年日立製作所入社，情報制御システム社 パワーエレクトロニクスシステム本部 電機制御システム設計部 所属
現在，鉄鋼電機システムの設計業務に従事



丸野 浩
1992年株式会社日立情報制御システム入社，株式会社日立情報制御ソリューションズ 産業システム本部 産業システム第二部 所属
現在，鉄鋼計算機システムの設計業務に従事