

鉄鋼プラントビジネス市場は、本格的なグローバル化の時代を迎えている。当社はこの市場変化に対応するため、鉄鋼プラントのターンキービジネスを旨とした総合エンジニアリング力の強化、オープン化、コンパクト化などの市場ニーズに合った新製品の開発に注力している。具体的には、エンジニアリングに不可欠なツール群、オープン・ライトサイジング制御システム、新高機能 AC ドライブシリーズ、コンパクトな GIS (ガス絶縁開閉装置) / C-GIS (キュービクル型 GIS)、新型エッジヒータ、およびマルチセンサなどの開発に成果を上げている。

In recent years, electrical equipment suppliers have been facing the globalization of the steel plant business. Toshiba's challenges in meeting the current requirements of the global marketplace are, firstly, to maintain our capabilities in the field of total system engineering aiming at turnkey projects, and secondly, to develop new products centering around the concept of compactness and open system technology.

Based on this concept, Toshiba has already introduced a range of products such as a new high-performance AC drive series, compact GIS/C-GIS induction heater equipment, and multipurpose integrated instrument devices, in the global market.

1 まえがき

アジア地区を中心とした新鋭製鉄所の建設により、鉄鋼プラントビジネスは本格的なグローバル化の時代を迎えた。当社はこの市場変化に対応するため、鉄鋼プラントのターンキービジネスを旨とした総合エンジニアリング力の強化、オープン化、コンパクト化などの市場ニーズに合った新製品の開発に注力している。

ここでは、その動向と当社の取組みについて概要を紹介する。

2 鉄鋼プラントの動向と当社の取組み

2.1 新設プラントの動向

鉄鋼プラントのなかでも、特に、コンパクトホットストリップミルは電気炉—スラブ連続鋳造—圧延の一貫プロセスとして世界的に脚光を浴びている。さらに、薄板ストリップ連続鋳造の実用化に向けた新技術開発も進められており、板製造の次世代技術であるニアネットシェープの実現も間近となってきている。

一方、最新鋭の大量生産型ホットストリップミルでは、仕上げ圧延前に粗バーの接合プロセスを導入した新技術により、いわゆるエンドレス圧延が行われ、極薄板圧延の実現や先・後端の歩留まり向上が図られている。さらに、この接合プロセスは、既設のバッチ式ホットストリップミルにも導入が計画されている。

2.2 リニューアルプラントの動向

わが国の鉄鋼プラントの主力電気品の多くは、設備稼働後すでに 15~20 数年経過してきており老朽化が進んでいる。鉄鋼プラント電気品のリニューアルの特長は、レトロフィット機器、コンパクト機器への単なる機器のリニューアルにとどまらず、駆動電動機の交流化、パルピットの統廃合やプロセス情報の一元化による省人化、設備の省エネルギー化、粗バー加熱装置の導入などに代表される高付加価値材生産に向けた差別化技術の導入も同時に図られている。

2.3 当社の取組み

当社は、このような鉄鋼プラントの動向にかんがみ、プラント用電気品の特長として高機能・高付加価値化をコンセプトとし、次の事項の充実を旨としている。

- (1) ターンキーを旨とした総合エンジニアリング技術、すなわち工事、電源、駆動、プロセス制御など一貫エンジニアリング技術の確立。
- (2) オープン化システムのリアルタイム制御への導入を含めた、プラントの規模とその要求性能に応じた自動運転制御システムの提供。
- (3) 電源品質への対応を含めた高性能 AC ドライブのラインアップ、リニューアルのためのレトロフィット機器を含めたコンパクト電源設備、および製品品質向上を旨とした圧延計測装置、誘導加熱装置の提供。

図 1 に、鉄鋼プラントの動向と、当社の制御システム機器、ドライブ機器、圧延計測器および誘導加熱装置などへの取組みを示す。

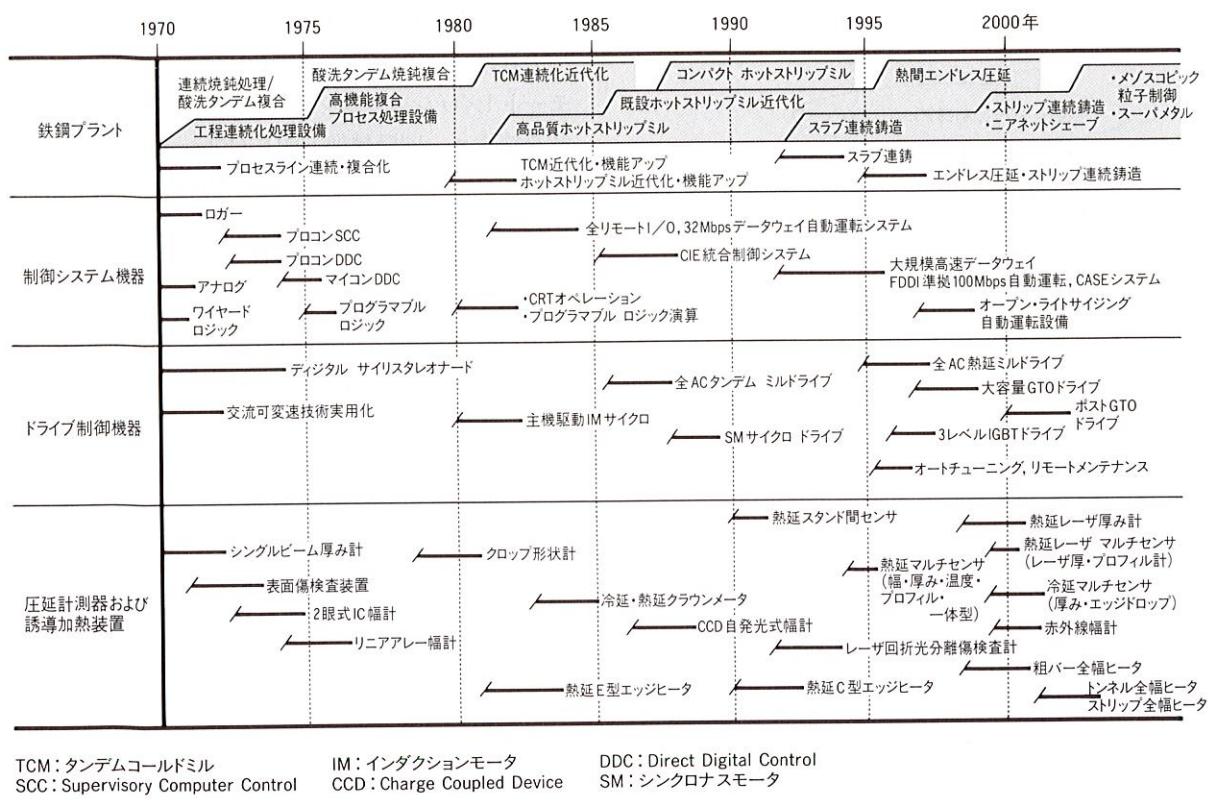


図1. 鉄鋼プラントおよび当社電気品の変遷と動向 鉄鋼プラント設備の複合化，付加価値化に応じて発展してきた，当社電気品と各種技術革新の歴史を示す。
 Steel plant innovations and innovations in Toshiba electrical equipment

3 総合エンジニアリング技術

当社は、コンパクト ホットストリップミルのターンキーベースジョブを他社に先駆けて国内外に納入している。また、高生産ホットストリップミルをはじめとした、わが国鉄鋼プラントの近代化を多数経験してきており、これらを通じて培われた豊富なエンジニアリング技術をもっている。

以下、エンジニアリングに不可欠な諸解析ツールを含め、いくつかその代表的なものの概要を紹介する。

3.1 電源システムエンジニアリング

電源システム立案時の総合的な立案のため、次のツールが準備されている。

- (1) 電気炉フリッカ対策を含めた電源電圧変動解析
- (2) 買電・コージェネレーションシステムとの系統連系運転にあたっての潮流解析
- (3) ドライブ装置・SVC (Static Var Compensator) などから発生する高調波の電源系統全体への影響を解析する高調波解析

加えて、モータリストを入力として単線結線図を作成するAPEC (Advanced Plant Engineering Cycle) などにより電源計画図作成の効率化を図っている。

3.2 駆動システムエンジニアリング

圧延機などの主機駆動方式に関しては、その高速応答を実現するため、機械/電動機/ドライブの総合的な検討が重要である。そのため、機械系を含め共振解析(モーダル解析)をベースとした駆動システムエンジニアリングをもっている。例えば、既設直流ドライブを交流に置換するリニューアル案件において、単に電気品置換のエンジニアリングだけでなく、機械系の留意事項も考慮した提案を行っている。

3.3 プロセス総合エンジニアリング

プロセス制御機能の能力を計画どおりに発揮させ、良好な製品品質と生産性を実現するためには、制御アルゴリズムだけでなく、制御システムを構成する機械設備、アクチュエータおよびセンサを含めた総合的な評価がポイントとなる。当社は熱間、冷間圧延をはじめ種々のプラントに対するプロセス総合シミュレータを30数年以前から開発し、プロセス制御システムの総合的な評価を行うエンジニアリングツールとして活用している。

図2にプロセス総合シミュレータの構成を示す。実フィールドデータを反映した圧延プロセスモデルをベースに、機械設備、油圧装置、ドライブ装置および各種センサを模擬する部分、さらに適用する制御システムと制御アルゴリズム、パススケジュール・設定計算部で構成されており、

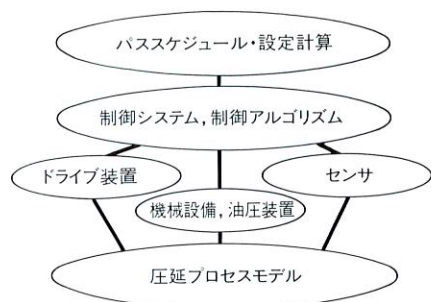


図2. プロセス総合シミュレータ 圧延プロセスの総合シミュレータの構成概念を示す。圧延プロセスモデルをベースに、機械設備、油圧装置、ドライブ装置および各種センサを模擬する部分、制御システムと制御アルゴリズム、パススケジュール・設定計算部で構成されており、動特性を含めた解析ができるツールになっている。

Rolling process simulator

動特性も含めた解析が行えるツールとなっている。

このツールは、エンドレス圧延プロセス制御、現代制御理論を適用した板厚・張力制御など、多くの新しいプロセス制御システムの開発はもちろん、最適なドライブおよび油圧システムの選定などに貢献している。

3.4 工事エンジニアリング

機器仕様書の寸法・ロケーション情報からのレイアウトの立案と作成を支援するシステム、センサ/アクチュエータリストなどから制御ケーブル情報を自動生成し、ケーブルの早期調達を可能にするシステム、また制御接続図情報からケーブルスケジュールを自動生成するシステムなどを開発運用し、工事エンジニアリングにとってもっとも重要な最適配置計画、配線計画、ケーブル調達などをタイムリーに提供できる環境を整えている。

3.5 機器開発エンジニアリング

通風冷却の最適化のための流体回路解析ツール/有限要素の二次元および三次元の電磁界/応力/熱分布解析ツールを使用し、電動機、粗バー加熱装置など機器の最適設計を図っている。

また、EMTP (Electro Magnetic Transient Program) や EMTDC (Electro Magnetic Transient for Direct Current) の適用は、ドライブ装置など各種制御装置の回路制御設計の検証に効果を発揮している。

4 自動運転制御システム

鉄鋼プラントの自動運転制御システムには、プラント規模・要求性能に応じたフレキシブルな構成が要求される。

以下、ホットストリップミルのように応答性・高機能が要求される大規模システム例、およびオープン指向に対応した中小システム向けオープン・ライト (Right) サイジングシステムについて紹介する。

4.1 大規模プラント向け総合制御システム

当社は、15年前に世界で初めて伝送速度 32 Mbps の全リモート I/O システムを実機に適用した。その後数多くの実績を踏まえ、国際標準 FDDI (Fiber Distributed Data Interface) ベースの伝送速度 100 Mbps の光リング型 LAN ADMAP™-100F を適用した CIE (計算機・計装・電気制御) 統合制御システムを実現した。この統合システムは、従来の単なる拡張ではなく、次の特長を持っている。

- (1) 計算機 (C)・計装 (I)・電気 (E) の各機器が同一 LAN に接続が可能となりシステムがシンプルとなる。
- (2) 統合制御 LAN に接続されたエンジニアリングワークステーション (EWS) をベースとした CASE (Computer Aided Software Engineering) システムを実現し、プラント全体のエンジニアリングデータの一元管理、仕様記述レベルの電気/計装制御言語、仕様書からハードウェア/ソフトウェアの自動生成、の実現。
- (3) 統合制御 LAN リモート I/O ステーションに接続されるドライブ装置、モータコントロールセンタ、高圧開閉装置、計装機器のフィールド機器までを包含し、強力なオンラインデータ収集機能をもつ CIE 統合監視保守システムの構築が可能。

すでに十数システムが順調に稼働している。このシステムは、さらにオープン化に向けて汎 (はん)用機器接続インタフェースの開発を進めている。

4.2 オープン・ライトサイジングシステム

オープン化、ダウンサイジング化は、プロセスコンピュータによるレベル 2 だけでなく、直接アクチュエータを制御するリアルタイム制御システムのいわゆるレベル 1 と称される制御システムに対しても急速に波及してきている。オープン化、ダウンサイジング化の流れは、ユーザにとっては業界標準製品の調達、メーカにとっては開発期間の短縮などのメリットを与えている。

当社は、長年培って作り上げてきた自社システムと、PC ベース Windows®^(注1)環境の GUI (Graphical User Interface)、Ethernet^(注2)などを融合させたオープン・ライトサイジングシステムを開発した。現在、鉄鋼プラント向けシステムへの実適用に向け製作中である。

5 ドライブシステム

鉄鋼プラントのドライブシステムには、容量範囲は 0.数 kW から 10,000 kW 超、回転数範囲は 10 数 rpm から 5,000 rpm までと広範囲にわたっているがプロセスによって次の特長がある。

- (1) 高生産ホットストリップミル 10,000 kW を超え

(注1) Windows は、Microsoft 社の商標。

(注2) Ethernet は、富士ゼロックス^(株)の商標。

た容量で、200%を超える過負荷耐量を要求される。

- (2) コールドストリップミル 1,000~6,000 kW の容量で、界磁範囲が1:3以上の高速運転範囲を要求される。
- (3) 線材圧延機 数千kWの容量で回転数が2,000~3,000 rpmを要求される。
- (4) 処理ライン 容量は比較的小さいが厳しい揃速性が要求される。

当社は、これら多岐にわたる要求にこたえるべく、ドライブシステムのシリーズを充実させている。したがって、投資効果、電源の電圧変動、高調波への影響、制御性能など、ドライブ装置への要求事項を総合評価のうえ最適なシステムを適用できる。

中容量1,000 kVAクラス以上においては、3レベル高圧IGBT(絶縁ゲートバイポーラトランジスタ)、GTO(Gate Turn-Off thyristor)ドライブ、LCI(Load Commutated Inverter: 負荷転流インバータ)、サイクロコンバータをラインアップし、適材適所の選択が可能となっている。また、特に大容量圧延主機として適用されるサイクロコンバータは、力率1制御を可能とするAQR(Automatic Var Control)を内蔵し、商用周波数の80%まで運転可能という他社にない特長をもっており、さらに、光トリガサイリスタ(LTT)の採用により1バンクで12,000 kW-5 kVまで無理のない適用が図られている。

今後、IGBTの耐圧限界を超えた高耐圧・低損失の電圧駆動ゲート型ポストGTO素子の開発が進み、高効率かつコンパクトなドライブシステムが実現すると考える。

6 圧延計測器・誘導加熱装置・電源設備

圧延計測器分野では、厚さ、幅、平坦(たん)度、温度、プロファイルの同時測定が可能な一体型マルチセンサを開発し、スタンド間にも設置が可能な、高機能・耐環境型センサとしての地位を確立してきている。将来的には、レーザを活用した高速でかつ高分解能、耐環境性が一段と向上したマルチセンサが出現し、非定常部を含む三次元制御に十分こたえられるようになっていくであろう。

また、高品質・高付加価値材の顧客ニーズに対して誘導加熱装置がある。当社は、従来のE型エッジヒータに代わり、長寿命耐熱プレートを適用した大昇温・高効率C型エ

ッジヒータを開発した。これにより、狭幅材から広幅材の広範囲にわたって材料エッジ部の温度降下を防ぐことが可能となってきている。さらに、当社が最近開発したホットストリップミルの仕上げ圧延機前面に設置する大容量粗バ一全幅ヒータは、ステンレスおよび高張力鋼などの薄物生産強化対策とスキッドマーク防止に効果があり、コイルボックス設備の代替えとして注目を浴びている。将来的には、ストリップ連続鋳造、スラブ連続鋳造、ミニミル用のバ一全幅加熱への適用も考えられる。

電源設備については、リニューアルおよび各高圧盤の高機能化のためレトロフィット機器の整備、およびGIS/C-GISでの小型・省スペース化、盤内のハードリレーをマルチリレー化して伝送方式による制御、監視、保護が行えるようにしている。

7 あとがき

以上、鉄鋼プラントの動向とそれに対する当社の取組みとして、総合エンジニアリング技術、オープン化を含めた自動運転制御システム、高付加価値・高品質化に対応したドライブシステム、および圧延計測器・加熱装置について紹介した。

今後とも、市場のグローバル化に対応した装置・システム、さらには総合エンジニアリング力を駆使した技術などを提供していく所存である。



三代川 勝 Masaru Miyokawa

電機システム事業部 重工システム技術部主幹。
製鉄プラントの電気エンジニアリング業務に従事。
Industrial Automation Systems Div.



石井 富春 Tomiharu Ishii

電機システム事業部 重工システム技術部主幹。
製鉄プラントの電気エンジニアリング業務に従事。
Industrial Automation Systems Div.



先崎 康朗 Yasuro Matsusaki

電機システム事業部 重工システム技術部グループ長。
冷間圧延プロセスラインの電気品エンジニアリング業務に従事。
Industrial Automation Systems Div.