

鉄鋼設備においてもオープン化、ダウンサイジング化は、いわゆるレベル 2 と称されるプロセスコンピュータシステムにより浸透してきた。さらにリアルタイム制御システム、すなわちレベル 1 と称されている制御システムにも自然の流れとして浸透してきており、今後さらに拡大していくものと考えられる。メーカー独自の制御装置に、世界で DFS (De Facto Standard) とよばれるシステムを取り込んだシステム、世界で販売されている他のベンダの製品を接続したシステムが主流となっている。いずれもオープン化、ライトサイジング化システムの目的である安価、エンジニアリングの容易性、製品を手に入れやすいなどを満たすものである。

Open interfaces and downsizing are two trends seen in electrical systems (level 1) for steel rolling mills and processing lines. They were first introduced in the field of computer systems, and will be expanded to the field of level 1 control systems in the near future.

Manufacturers' proprietary systems with a worldwide de facto standard (DFS) and systems connecting third-vendor systems or devices procured from anywhere in the world both meet the objectives of open and downsizing systems; namely, low cost, easy engineering, easy procurement, etc.

## 1 まえがき

情報系のシステムから始まったオープン化、ダウンサイジング化の技術革新の潮流は確実にリアルタイム制御のシステムにも浸透してきており、DFS の技術とインタフェースをもつ製品、システムが次々と生まれている。しかし、実際の適用にあたっては、すべての製品を DFS 技術で構成することは現時点では無理である。

例えば、プラント全体の入出力信号を完全にリモート化し、状態を監視またはデータ収集を数ミリから数十ミリ秒単位で実行しようとする、DFS の LAN 仕様では満足させることができず、メーカー独自の技術によらざるを得ない状況にある。

システムのどこにオープンな汎(はん)用製品を適用するかを、性能、製品寿命、コスト、製品の販売・サービス環境などについて十分検討してその設備に最適なシステムを構築する。そのように構築されたシステムがオープン・ライトサイジングシステムであると考えられる。

いずれにしても、メーカーとしては開発期間の短縮、開発・製品コスト、および製品需要量を考えて、DFS をベースにした製品の開発、もしくは自社のシステムに DFS 製品を接続したシステムを開発、リリースする方向に向かわなければならない。もちろん、そのなかにもメーカーとしてシステム上の独自性をもたせることが必要である。

ここでは、最近当社が鉄鋼設備向けに開発したオープン・ライトサイジングシステムを紹介する。

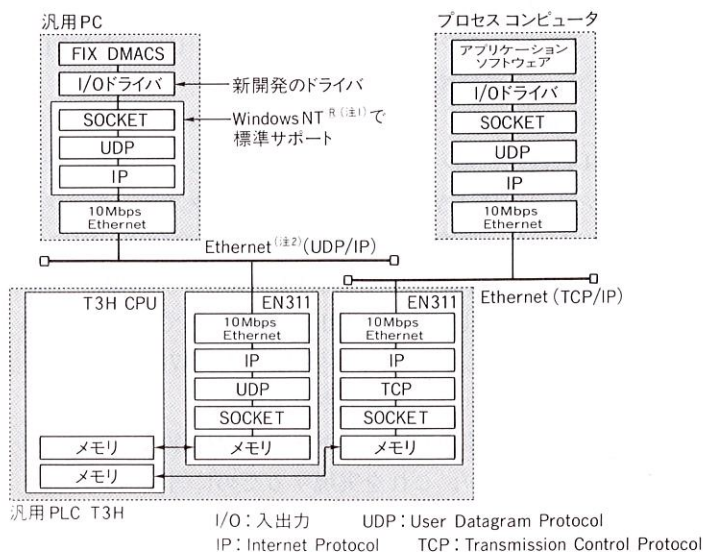


図1. 鉄鋼設備向けオープン・ライトサイジングシステムの基本構成  
HMI と PLC 間は Ethernet (UDP/IP) で、プロセスコンピュータと PLC 間は Ethernet (TCP/IP) で接続している。

Configuration of rightsizing system for iron and steel plant

## 2 鉄鋼設備向けオープン・ライトサイジングシステム

### 2.1 システムの基本構成

システムの基本構成を図1に、システムの基本仕様を表1

(注1) WindowsNT は、Microsoft 社の商標。

(注2) Ethernet は、富士ゼロックス社の商標。

表1. 鉄鋼設備向けオープン・ライトサイジングシステムの基本仕様  
Specifications of system components for rightsizing system

HMI	<ul style="list-style-type: none"> <li>OS: WindowsNT<sup>®</sup> Workstation Ver4.0</li> <li>監視制御用 DFS ソフトウェア: FIX DMACS Ver6.12</li> </ul>
汎用 PLC	<ul style="list-style-type: none"> <li>PROSEC<sub>TM</sub>T3H</li> <li>プログラム容量: 64 k ステップ</li> <li>言語: ラダー, SFC (Sequential Flow Chart)</li> <li>命令実行速度: a 接点 0.09 μs 加算: 0.9 μs</li> <li>プログラミングツール: Windows<sup>®</sup> 95 対応</li> </ul>
LAN	<p>(1) HMI と PLC 間: Ethernet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>伝送プロトコル: UDP/IP ブロードキャスト</li> <li>伝送容量/伝送タイミング             <ul style="list-style-type: none"> <li>全 PLC → 全 HMI: 700 W / 200 ms</li> <li>全 HMI → 全 PLC: 700 W / 画面操作時</li> </ul> </li> </ul> <p>(2) プロセスコンピュータと PLC 間: Ethernet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>伝送プロトコル: TCP/IP</li> <li>伝送タイミング             <ul style="list-style-type: none"> <li>プロセスコンピュータ → PLC: イベント発生時</li> <li>PLC → プロセスコンピュータ: 1 s 周期</li> </ul> </li> </ul> <p>(3) PLC 間: TOSLINE<sub>TM</sub>-S20</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>スキャン伝送             <ul style="list-style-type: none"> <li>コモンメモリ容量: 1,024 W</li> <li>伝送速度: 1,024 W / 25 ms</li> </ul> </li> </ul>

に示す。

システム全体は、プラント監視制御用ヒューマンインタフェース装置 (以下、HMI: Human Machine Interface と呼ぶ)、汎用プログラマブルコントローラ (PLC) PROSEC<sub>TM</sub>-T3H、プロセスコンピュータから構成される。HMI と PLC 間は、Ethernet で接続される。プロセスコンピュータと PLC 間も Ethernet で接続される。

## 2.2 HMI

HMI には、汎用パソコン (PC) を使用し、オペレーティングシステムには WindowsNT<sup>®</sup> 4.0 ワークステーションを採用している。監視ソフトウェアパッケージには、DFS として世界的に広く使われている FIX DMACS (米国 Intellution 社製) を使用している。T3H と Ethernet で接続するために、DMACS の I/O ドライバを開発した。WindowsNT<sup>®</sup> とはソケットでインタフェースされる。

鉄鋼プラント監視制御にはさまざまな操作用品、表示機能が要求されるが、これを実現するために当社のノウハウを凝縮したソフトウェアパッケージをそろえることにより、DFS 製品を使いながらも、操作性能および応答性の点で独自の性能をもたせている。画面表示更新速度は 200~500 ms、また画面を操作して、PLC からアンサーバックが帰ってくるまでの応答時間は 1 s 程度を実現している。この応答性能は、プラント監視制御用 HMI として十分である。

## 2.3 汎用 PLC T3H

PLC には、当社の汎用 PLC である T3H を使用している。T3H は Ethernet をサポートしており、最大 4 枚の Ethernet モジュール (EN311) を実装できる。各 Ethernet モジュールは、最大 8 個のソケットインタフェースをもっている。

## 2.4 プロセスコンピュータ

プロセスコンピュータには当社産業用コンピュータ FW2000

を使用している。

## 2.5 LAN

システムは、3 本の LAN から構成される。

**2.5.1 HMI と PLC の接続** HMI と PLC は Ethernet で接続される。伝送プロトコルは UDP/IP ブロードキャストを採用している。

鉄鋼プラント制御システムでは、すべての HMI ですべての画面を表示することが必要である。これを実現するためには、すべての HMI で表示情報を共有しなければならない。このために、従来は専用 LAN によるサイクリック スキャン伝送によりこの機能を実現していた。このライトサイジングシステムでは、すべての PLC が 200 ms 周期で 700 ワード (W) のデータを UDP/IP ブロードキャスト通信方式で送信を行うことにより、従来のサイクリック スキャン伝送を Ethernet 上で実現している。

画面からの操作指令は、画面操作時にだけすべての PLC に送信される。したがって、すべての PLC で画面からの操作指令の共有が可能となり、システムの変更に容易に耐えられる。

UDP/IP はコネクションレス型通信のために高速であるが、信頼性の点でコネクション型通信である TCP/IP に劣る。そのために、アプリケーションソフトウェアレベルで信頼性を高める処理を行っている。

この Ethernet は、UDP/IP ブロードキャスト通信を用いたサイクリック伝送に使用されるため、LAN の伝送トラフィック負荷が高い。したがって、HMI と PLC の専用 LAN として使われる。

**2.5.2 プロセスコンピュータと PLC の接続** プロセスコンピュータと PLC は Ethernet で接続される。伝送プロトコルは TCP/IP を採用している。プロセスコンピュータから各 PLC へ設定値が伝送されるが、この伝送は 1:1 通信のため、通信の信頼性の点からも TCP/IP が最適である。また、各 PLC からプロセスコンピュータへ実績値が 1 s 周期で送信されるが、この伝送にも TCP/IP を使用している。PLC と他社機器とのインタフェースがある場合は、この LAN に他社機器を接続して TCP/IP で通信を行う。

**2.5.3 PLC 間の接続** 各 PLC 間は、当社専用 LAN である TOSLINE<sub>TM</sub>-S20 により接続されている。TOSLINE<sub>TM</sub>-S20 はサイクリック スキャン伝送をサポートしている。コモンメモリは 1,024 ワードで通信速度は 25 ms 以内である。

PLC 間のデータは対象設備のインタロックなど、プラントの安全にかかわる情報も含まれているため、一定時間以内に確実に他の PLC に伝送されることが必要である。通常の Ethernet では、定時間以内に確実に相手に届く保証はないため、この用途には、信頼性の高い産業用 LAN が適している。

運転室の操作用品は、TOSLINE<sub>TM</sub>-S20 によりリモート I/O 化を図っている。

### 3 形鋼設備へのライトサイジングシステムの適用

形鋼設備に適用したライトサイジングシステムについて紹介する。

#### 3.1 システムの基本構成

図 2 に形鋼ライトサイジングシステム構成を示す。形鋼プラントは圧延設備と精整設備に分けられるため、制御システムは圧延制御システムと、精整制御システムの二つの制御システムから構成される。

圧延制御および精整制御システムは、各 5 台の HMI と各 5 台の PLC から構成され、HMI と PLC 接続用 Ethernet、プロセスコンピュータと PLC 接続用 Ethernet、PLC 間接続用 TOSLINE<sub>TM</sub>-S20 を採用している。

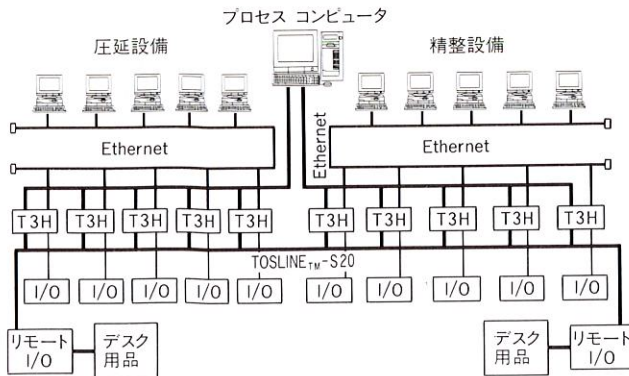


図 2. 形鋼ライトサイジングシステムの構成 制御システムは、圧延制御システムと精整制御システムで構成されている。  
Configuration of rightsizing system for section mill

#### 3.2 HMI

図 3 に圧延制御システムの監視制御画面を示す。このプラントでは、HMI の画面は圧延制御システム 30 画面、精整制御システム 40 画面から構成される。圧延設備のすべての HMI で圧延設備のすべての画面を表示できる。また、精整設備のすべての HMI で精整設備のすべての画面を表示できる。各画面は HMI ごとに操作可/不可を設定できる。

エンジニアリング上は、画面ソフトウェアおよびデータベースはすべての HMI で共通に作成されているため、サーバとなる 1 台の HMI で画面およびデータベースの修正を行えば、すべての HMI にその修正を反映できるので、保守が楽である。

警報についても、警報発生でブザーが鳴り、現在発生中の警報の概要がウィンドウ表示され、警報の発生/回復日

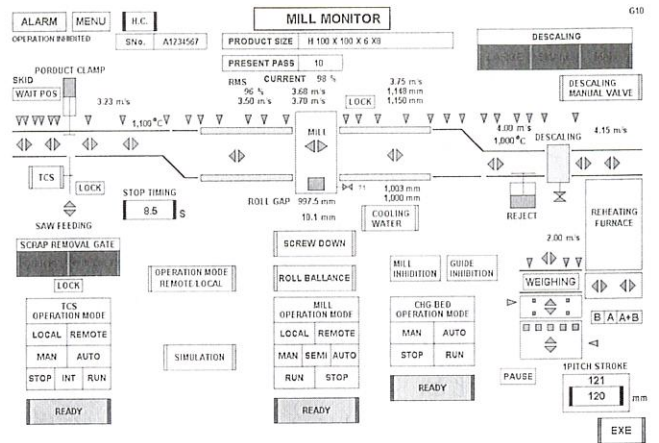


図 3. 形鋼圧延制御システムの監視制御画面 圧延制御システム 30 画面、精整制御 40 画面から構成される。  
Monitoring screen of HMI for section mill

時がプリンタに印字されると同時に、履歴情報としてファイルに記録されるといった一般的な監視システムも備えている。

#### 3.3 PLC

PLC のスキャンタイムは、高速スキャンタスク 50 ms、メインスキャンタスク 100 ms で実行される。

#### 3.4 LAN

HMI と PLC 間接続用 Ethernet は、5 台の PLC がそれぞれ 200 ms 周期で 700 ワードのデータを UDP/IP ブロードキャストで送信しているため、トラフィック負荷が高くなっているが、それでも 10 % 程度であり、伝送障害は発生していない。また、プロセスコンピュータと PLC 間接続用 Ethernet では、各 PLC が 1 s 周期で 300 ワードのデータを TCP/IP で送信しているが、トラフィック負荷は 5 % 以下である。

このシステムでは、中核となるコンポーネントのなかで、HMI、情報系 LAN、プロセスコンピュータは DFS を使用している。急激なパソコン (PC) の進歩と汎用 LAN の進歩がライトサイジングシステムを生み出したと言える。このライトサイジングシステムは、形鋼プラント、シングルコールドミルなどの中小規模プラントに適用されているが、今後はさらに PC と汎用 LAN の急激な進歩が、ライトサイジングシステムの適用分野を拡大させていくことは間違いない。

### 4 デバイスネットによるオープン化

デバイスネットは、フィールドデバイス用のフィールドバスとして米国のロックウェル社 (Allen Bradley) が開発、その後 ODVA (Open DeviceNet Association) を設立、世界にオープンにした LAN である。製品の詳細はインターネット

トで紹介されているので省略する。伝送スループットは500 kbps、ツイストペアケーブルを使用したマルチドロップ接続式のLANである。

#### 4.1 システム構成

鉄鋼オープン・ライトサイジングシステムに、このデバイスネットを採用しオープン化を図った。図4にシステム構成を示す。適用したシステムはプロセスラインの電気制御システムで、主幹制御装置にはPLC T3Hを採用、T3Hのデバイスネットスキマは新たに開発、デバイスネットは操作盤のリモート化と、ドライブ装置のデジタルインタフェース伝送装置としても適用した。仮に、将来、設備拡張でほかのドライブ装置をもってきても、デバイスネットのプロトコルが適用されていれば即接続可能である。

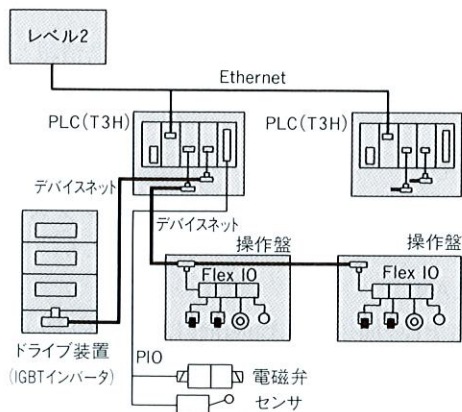


図4. デバイスネットによるオープンシステム構成 プロセスラインの電気制御システムに適用した例である。

Configuration of open system with DeviceNet

#### 4.2 Flex IO

操作盤にはロックウェル社のFlex IO(入出力モジュール)を採用しており、デバイスネットに接続されるデバイス(モジュール)のオープン化を図った。

デバイスネット接続のデバイス、ディスクリットタイプの検出器、入出力モジュール製品を販売している会社も増えてきており、システム拡張、デバイスの交換が簡単にで

きるというメリットがある。

#### 4.3 性能試験結果

デバイスネット適用にあたっては、オープン化の試行時期ということも考慮し、オープンになっている技術データだけでの評価でなく、独自に試験を実施した。実施した試験は、ドライブ装置に適用した場合の伝送性能確認と、ノイズ試験である。伝送性能は発表されている伝送スループットを再確認することになったが、ノイズ試験は最近のドライブ装置であるIGBT(絶縁ゲートバイポーラトランジスタ)インバータ環境での動作試験を実施、社内試験ではあるが鉄鋼設備のフィールドにおける通常のノイズレベルでは適用可能なレベルにあることを確認した。

### 5 あとがき

オープン・ライトサイジングシステムの鉄鋼制御システムへの適用に関しては、鉄鋼ユーザの集まりである鉄鋼協会制御技術部会、ユーザおよびベンダの集まりである電気学会金属産業応用部門などでワーキンググループが作られ、信頼性、性能、適用基準などについて検討されているが、オープンシステムをどう受け入れるかに問題はつきるのでないだろうか。

大きな潮流であるオープン化技術から今後も後退することはないと考える。

### 文献

- (1) 平成8年電気学会産業応用部門全国大会発表資料, S.7-1~5 (1996)



笠原 郁夫 Ikuo Kasahara

電機システム事業部 重工システム技術部主幹。  
鉄・非鉄圧延設備電気品のシステムエンジニアリング業務に従事。  
Industrial Automation Systems Div.



野島 章 Akira Nojima

府中工場 産業計装・制御システム部主査。  
鉄・非鉄プラントシステム制御の設計に従事。  
Fuchu Works