

統合コントローラVシリーズを適用した最新鋭鉄鋼プラント制御システムについて述べる。

近年、産業プラント制御システムには、オープン性と高度な制御機能を併せ持つコンポーネントの適用が求められている。統合コントローラは、オープン性・高性能を目的に開発され、小規模なプロセスラインやシングルスタンド圧延機から、大規模なホットストリップミルやタンデムコールドミルまで同じアーキテクチャでカバーする。統合コントローラは、既存コンポーネントとの接続も念頭において開発されており、新設プラントだけでなく、既設プラントの拡張・更新にも適用できる。

This paper describes the application of the V series integrated controller to a steel plant control system. An industrial plant control system requires open, high-performance electrical components. The V series integrated controller has been developed for open, high-performance industrial plant control systems, and can be applied to facilities ranging from small-scale processing lines to single-stand rolling mills, large-scale hot strip mills, and tandem cold mills with the same architecture.

The V series integrated controller can be applied not only to new plants but also to existing plants, because it has been designed taking connectivity to existing control systems into consideration.

1 まえがき

ホットストリップミルに代表される大規模鉄鋼プラント制御システムは、高速制御LANにより接続された高速・大容量コントローラ、及びリモートI/O(Input/Output)などのリアルタイム制御系システムと、汎用LANにより接続されたプロセスコンピュータ、HMI(Human Machine Interface)などの情報系システムから構成される。更に、複数のメーカーの機器を容易に接続できるようなマルチベンダー対応機能も要求される。

このように、高機能・高性能かつオープン性が要求される鉄鋼プラント制御システムへの統合コントローラVシリーズの適用について、以下に述べる。

2 システム構成

統合コントローラを適用した大規模鉄鋼プラント制御システムの構成例を図1に示す。

2.1 LAN

LANは、制御系LANと情報系LANの2種類のLANから構成される。情報系LANは、汎用の100 Mbps Ethernet^(注1)を適用している。制御系LANは、TC-net_{TM}100(当社製情報・制御ネットワーク)を適用している。

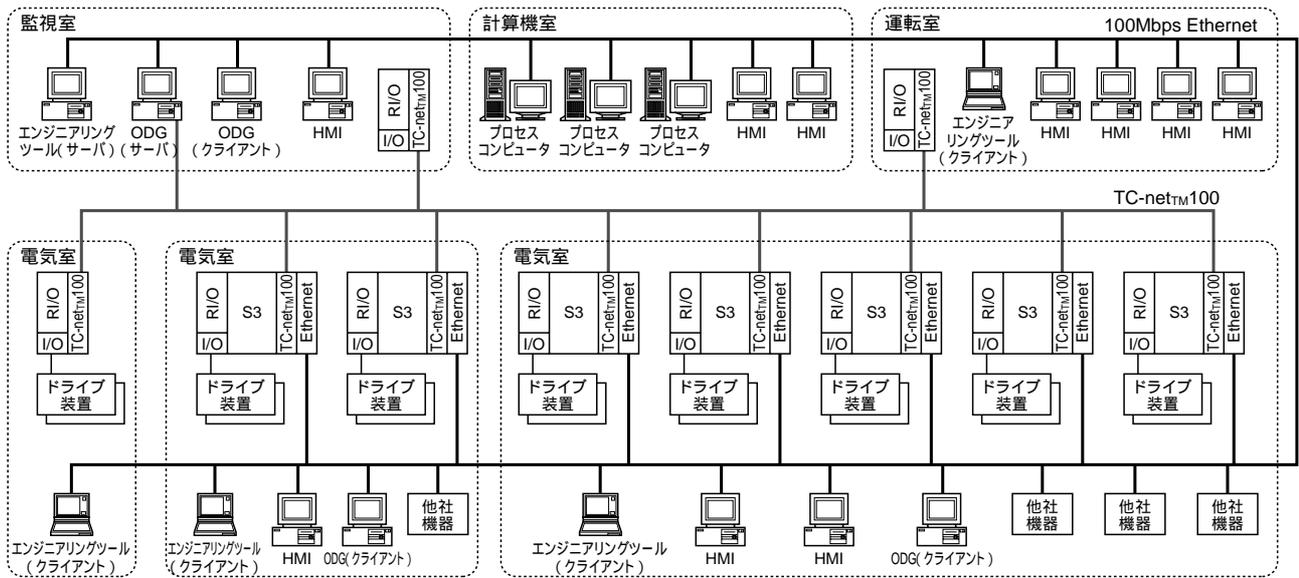
TC-net_{TM}100の機能仕様を表1に示す。TC-net_{TM}100は、サイクリックスキャン伝送機能とTCP/IP(Transmission

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の商標。

表1. TC-net_{TM}100の機能仕様
Specifications of TC-net_{TM}100

機能	仕様
トポロジー	スター形
伝送速度	100 Mbps
ノード台数	Max. 254 ノード/システム
伝送ケーブル	光ファイバケーブル(GI 62.5/125) 100BASE-FX用コネクタ使用, 又はシールド付きツイストペアケーブル 100BASE-TX用コネクタ使用
伝送距離	最大8 km(ノード間)
通信機能	(1)スキャン伝送(コモンメモリデータの周期的同報通信) (2)TCP/IP, UDP/IPメッセージ伝送
スキャン伝送周期	高速: 1 ~ 160 ms 中速: 10 ~ 1,000 ms 低速: 100 ~ 10,000 ms
コモンメモリ容量	128 Kワード(16ビット/ワード)
実効伝送速度	約3.8 Mワード/s(32ノード, 伝送路長1 kmにおいて)
二重化	送受信回路, 及び伝送路(オプション)

Control Protocol/Internet Protocol)通信機能を併せ持つLANである。128 Kワードのコモンメモリを持ち、すべてのステーションでコモンメモリを共有できる。伝送速度は高速、中速、低速の3種類あり、通常、高速伝送: 1 ~ 2 ms, 中速伝送: 30 ms, 低速伝送: 1 sで運用している。高速サイクリックスキャン伝送機能を使用してすべてのI/OをリモートI/O化できる。リモート化されたI/Oと統合コントローラ間の伝送遅延時間は2 ms以内であり、コントローラに直結されたI/Oと同等の制御性能を達成できる。TC-net_{TM}100は、統合コン



R/I/O : リモートI/Oモジュール
 S3 : 統合コントローラV3000シリーズシーケンスコントローラ

図1 . 大規模鉄鋼プラント制御システムの構成例 制御系LANと情報系LANにより,高機能・高性能かつオープンなシステムを実現している。
 Example of control system configuration for large-scale steel plant

トローラ間インタフェース及びリモートI/Oと統合コントローラ間インタフェースに使用する。

2.2 コントローラ

鉄鋼プラント制御システムには,統合コントローラS3を適用している。世界標準言語IEC61131-3(IEC:国際電気標準会議)の採用により,オブジェクト指向をベースとしたビジュアルで品質の高いソフトウェアを提供することができる。S3の命令語実行速度は,ビット処理40ns,浮動小数点乗算処理200nsと高速であるため,ほとんどの処理をメインスキャンタスク30ms以下で実行できる。そのため,従来発生していたような,高速スキャンタスクとメインスキャンタスク間の干渉によるトラブルを防止することができる。プログラム容量も最大112Kステップと大容量のため,仕様追加・変更や将来の機能追加も考慮した立案・設計が可能である。

2.3 リモートI/O

リモートI/Oは,次の2種類の構成をとることが可能である。

- (1) リモートI/Oモジュールを含むTC-net™100の独立したステーションとして設置する。
- (2) S3とリモートI/Oモジュールを一つのステーションに同居して設置する。

どちらの構成でも,すべてのI/O信号はリモートI/Oモジュールを経由してTC-net™100の共通メモリに転送された後にS3へ転送されるため,フルリモートI/Oの構成となっている。この構成により,後述するオンラインデータギャザリング(ODG)機能の実現され,プロセス状態解析に寄与できる。

2.4 HMI

HMIには,Windows®(注2)パソコン(PC)を使用し,監視ソフトウェアパッケージにはデファクトスタンダード(事実上の標準)として世界的に広く使われているSCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)パッケージソフトウェアであるInTouch(米国Wonderware社製)又はFIX(米国Intellution社製)を搭載し使用している。HMIと統合コントローラ間は汎用Ethernetで接続している。

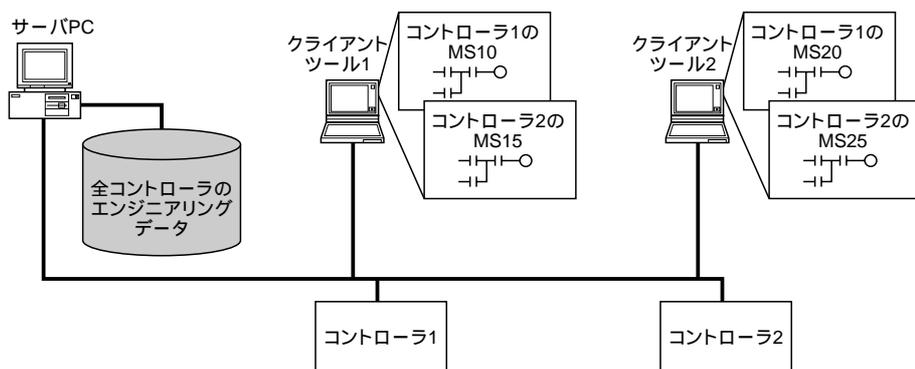
当社では,UDP/IP(User Datagram Protocol/Internet Protocol)マルチキャスト通信プロトコルをベースとした専用のHMI通信ドライバを開発し,大規模システムでのHMI画面更新速度200ms,HMI操作応答500ms以下を達成している。

3 エンジニアリングツール

3.1 グループエンジニアリング

エンジニアリングツールは,Webブラウザ上で動作するクライアント/サーバ方式となっている。プラントに1台設置したサーバPCがTC-net™100共通メモリのエンジニアリングデータ及び全コントローラのソフトウェアを一元管理する。この構成により,設計,試験,調整を通じて複数のエンジニアが協調して複数のコントローラのソフトウェア設計・改造を行うことができる。これにより,試験・調整時間を短縮す

(注2) Windowsは,米国Microsoft Corporationの米国及びその他の国における登録商標。



MS : メインスキャンタスク

図2 . グループエンジニアリング クライアント / サーバ方式により , エンジニアリング情報の一元管理とグループエンジニアリングを実現している。
Group engineering

ることが可能である。更に , 1 台のサーバツール又はクライアントツールからプラントすべてのコントローラのプログラムのオンラインモニタやプログラム改造を行うことができるため , 複数のコントローラが強調して動作するようなプログラムの試験・調整を効率よく行える(図2)

3.2 HMIとエンジニアリングツールのリンク

汎用HMIとエンジニアリングツールをリンクすることにより , 汎用HMI上にエンジニアリングツールの画面を表示することができる。

エンジニアリングツールには , コントローラが故障した場合に故障したモジュールと故障原因を表示する機能がある。この機能をHMIから呼び出した例を図3に示す。HMI上にウィンドウ表示されたツール画面から故障したI/Oモジュールまでたどっていき , 故障箇所を特定することができる。この機能は , プラントすべてのHMIで利用できるためMTTR(Mean Time To Repair) の短縮に寄与する。

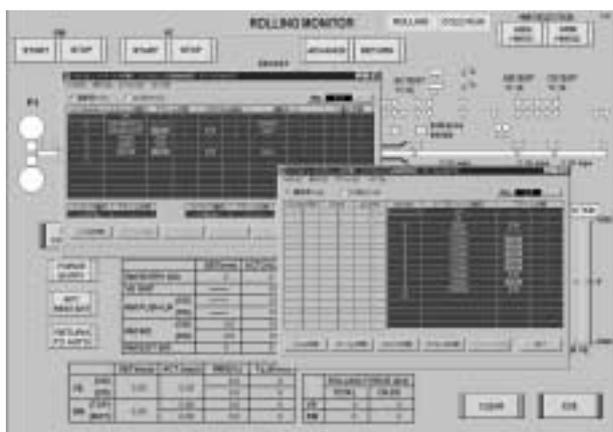


図3 . HMIとエンジニアリングツールの連携 汎用HMI上にエンジニアリングツール情報を表示することにより , MTTRの短縮を実現している。
Engineering tool windows on human-machine interface (HMI) screen

4 ODGシステム

制御LANとしてTC-net™100を適用しているシステムでは , フルリモートI/Oの構成をとることが可能なため , プラントすべてのI/O情報はTC-net™100のコモンメモリ上に反映されている。図1のODGサーバPCは , TC-net™100のPCI(Peripheral Component Interconnect)バスモジュールによりTC-net™100に接続されており , コモンメモリ上の任意のI/O信号を指定して高速にデータを収集・保存し , グラフ表示することができる。ODGシステムは , クライアント / サーバ方式となっており , 複数のODGクライアントPCをEthernet経由でODGサーバPCに接続することができる(図1)。ODGクライアントPCでは , 収集対象データの設定とサーバPCに保存されたデータをグラフ表示することが可能である。グラフ表示の例を図4に示す。

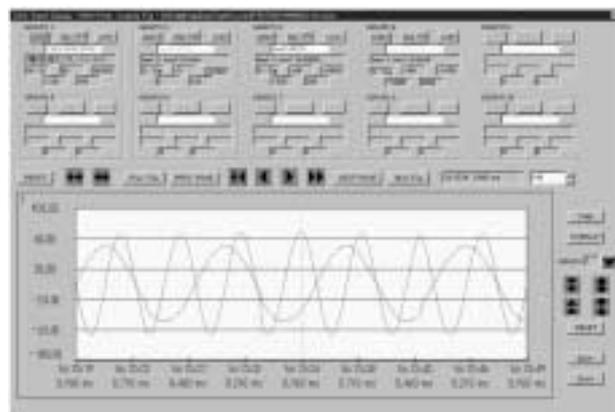


図4 . ODGグラフ表示 任意のI/Oデータの変化履歴をトレンドグラフ表示することにより , 故障原因究明時間の短縮を実現している。
Online data gathering (ODG) display

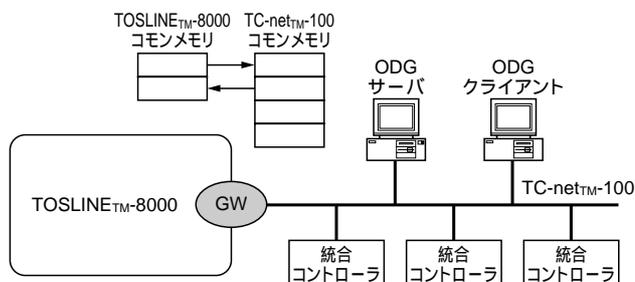
5 リニューアル対応

当社は , 20年前に , 大規模鉄鋼プラント制御システム向け

に世界初のフルリモートI/O構成を可能とする制御用高速LAN TOSLINE™8000とコントローラPC200及び5800系I/Oモジュールを開発し、現在まで国内外含め多数出荷している。これらの既存機器をスムーズに統合コントローラシステムにリプレースできるように、下記2種類のコンポーネントの開発を行った。

5.1 TOSLINE™8000 / TC-net™100ゲートウェイ

このゲートウェイは、TOSLINE™8000共通メモリとTC-net™100共通メモリとの間を遅れ時間なしで接続するものである。このゲートウェイを使用することにより、既設プラントのTOSLINE™8000の共通メモリデータをすべてTC-net™100に転送できるため、4章で述べたODG機能を既設プラントで使用することができる。また、TC-net™100の共通メモリデータをTOSLINE™8000に転送することもできるため、段階的に既設コントローラを統合コントローラにリプレースすることが可能となる。TOSLINE™8000 / TC-net™100ゲートウェイの構成を図5に示す。



GW : TOSLINE™8000/TC-net™100 ゲートウェイステーション

図5 . TOSLINE™8000/TC-net™100 ゲートウェイ 既設LAN (TOSLINE™8000)に新設LAN(TC-net™100)を接続することにより、既設プラントを段階的に更新することを可能にしている。

TOSLINE™8000/TC-net™100 gateway

5.2 5800系I/O用TC-net™100リモートI/Oモジュール

5800系I/Oは、コントローラPC200の直結I/Oとしてだけでなく、TOSLINE™8000のリモートI/Oとして広く使用されている。既設更新では、I/Oは既存設備のまま残し、制御システムだけ更新する場合も多い。このようなニーズにこたえるために、5800系I/OをTC-net™100に接続できるリモートI/Oモジュールを開発した。このモジュールを使用することにより、既設プラントの5800系I/Oを流用し、コントローラ、ネット

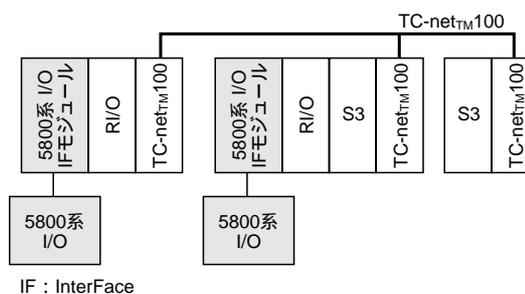


図6 . 5800系I/O用TC-net™100リモートI/Oモジュール 既設I/O(5800系I/O)を流用できるため、既設更新に必要なプラント休止時間短縮を可能にしている。

TC-net™100 remote I/O module for 5800 series I/O

ワークシステム、HMIなどのインテリジェント機器だけ更新することが可能となる。5800系I/O用TC-net™100リモートI/Oの構成を図6に示す。

6 あとがき

統合コントローラ適用の鉄鋼制御プラントは、2000年10月に第1号機を出荷して以来、新設ホットストリップミルを含む9プラントを出荷し、現在9プラントが立案・設計中である。今後も、統合コントローラの特長を生かした最適なプラント制御システムの提供に努める所存である。

文献

- (1) 笠原郁夫,ほか . 鉄鋼設備向けオープンライトサイジングシステム . 東芝レビュー . 52 , 9 , 1997 , p.43 - 46.
- (2) 岩淵 修,ほか . 統合エンジニアリングツール . 東芝レビュー . 54 , 10 , 1999 , p.11 - 14.



野島 章 NOJIMA Akira

東芝GEオートメーションシステムズ(株)府中工場 開発・標準化担当グループ長。鉄鋼向け制御システムの設計・開発に従事。情報処理学会会員。

Toshiba GE Automation Systems Corp.



笠原 郁夫 KASAHARA Ikuo

東芝GEオートメーションシステムズ(株)重工制御システム技術部主幹。鉄鋼向け制御システムのエンジニアリング及び開発に従事。

Toshiba GE Automation Systems Corp.