

CENTUM CS3000 R3 コンパクト制御ステーション FFCS

FFCS Compact Control Station in CENTUM CS3000 R3

小宮 浩義^{*1} 滝沢 弘幸^{*1}
KOMIYA Hiroyoshi TAKIZAWA Hiroyuki

松川 英男^{*1} 小酒井 清貴^{*1}
MATSUKAWA Hideo KOZAKAI Kiyotaka

CENTUM CS3000 R3 Revision3.04において、小型、高信頼性を実現した新制御ステーション FFCSを開発した。FFCSは、コンパクトでありながら、プロセッサカードは大規模システムで実績のある二重系照合方式(Pair & Spare方式)を採用し、大規模向けシステムと同等の制御機能と高い信頼性を実現する。FFCSの外寸法は、既存μXLの制御ユニット部の外寸法と同じになっており、制御ユニット部をそのまま入れ替えることが可能である。FFCSでは、CPU ノード、プロセッサモジュール、ESB カプラモジュール、V net カプラモジュールを新規開発した。特に、二重化プロセッサモジュール間でのプログラムコピーやデータ等値化に適した高速シリアルバス、SENバス(Serial Exchange Nest Bus)を新技術として導入した。

We have developed a new FFCS field control station which has achieved compact size and high reliability in CENTUM CS3000 R3 Revision3.04. The processor cards, being compact yet high performance, utilize field-proven "Pair & Spare" technology deployed in large-scale control systems, resulting in the implementation of sophisticated control functions and high reliability equivalent to the existing controllers designed for large-scale control systems. The FFCS is designed to be the same overall size as the existing "uXL" control unit, which enables easy replacement of the control unit without any changes. Moreover, CPU nodes, processor modules, ESB coupler modules, and V-net coupler modules have been newly developed for the FFCS. Especially, SEN bus (Serial Exchange Nest bus), which is a high-speed serial bus designed to suit the program copy and data equalization between dual redundant processor modules, has been developed as a new technology for data communication.

1. はじめに

当社の分散型制御システム(DCS)は、1993年に発売されたCENTUM CSから、高信頼化技術として二重系照合方式(Pair & Spare方式)を採用し、現在までの稼働実績で稼働率セブンナインを実現している。CENTUM CS3000 R3は“継続的新機能の導入と機能連続性”を基本コンセプトとして、最新技術の継続的な開発・導入により常に改良を重ねている。R3 Revision 3.04でもこの基本姿勢を堅持し、中小規模システム用として、DCSに必要とされる高度な制御機能と高い信頼性を両立させたコンパクト制御ステーションFFCS(図1)を開発したので紹介する。



図1 FFCS CPU ノード外観

*1 IAシステム事業部 第1技術部

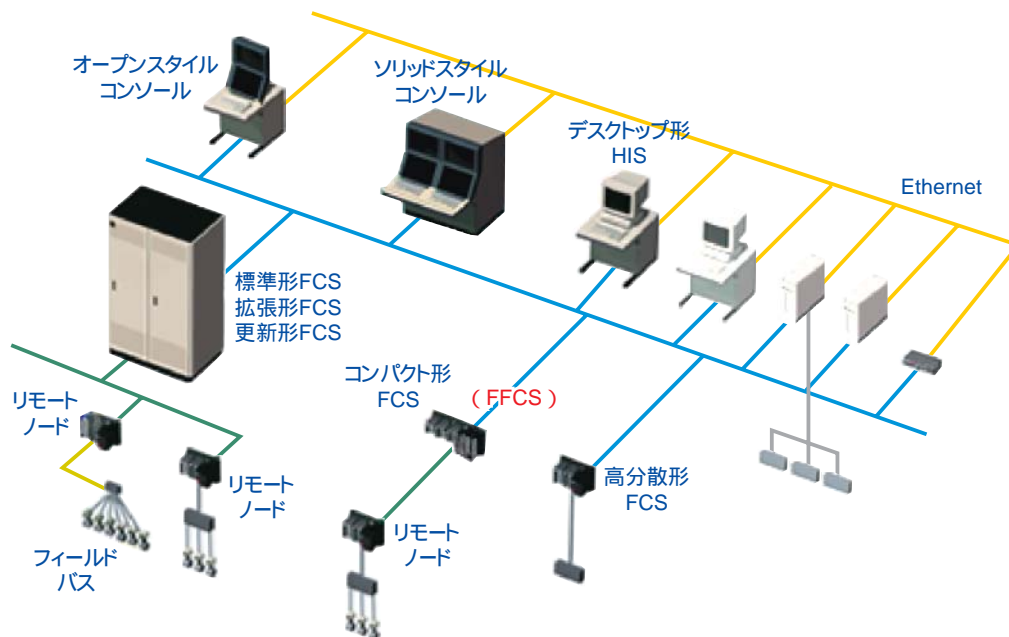


図2 システム構成図

2. システム構成

図2に、CENTUM CS3000 R3システム構成を示す。フィールド機器と接続し、プラントの制御を行うFCS (Filed Control Station)は、アプリケーション容量と用途に応じて、高い実装効率を実現するFCS(標準形、拡張形、更新形)と分散配置に適したFCS(高分散形)に、高い実装効率と高分散性を兼ね備えたコンパクトなFCS(コンパクト形、以降FFCSと称す)をラインナップに追加した。

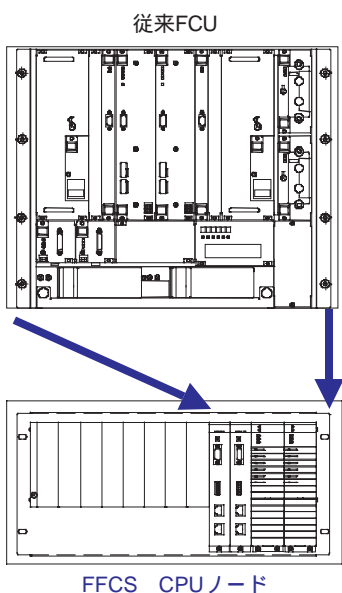


図3 新旧制御ユニット

3. FFCSの特長

図3に、従来の制御ユニット(FCU: Field Control Unit)とFFCSの制御ユニット(CPUノード)の外観図を示す。以下に、FFCSの特長を解説する。

- (1) コンパクトで拡張可能
最新の技術を積極的に採用し、従来の制御ユニットの1/5の容積で実現した。入出力ノードは3台まで拡張可能で、CPUノードを増やすことなくシステムの拡張が可能である。
- (2) 高機能、高信頼
プロセッサモジュールは、大規模向けコントローラで実績のある二重系照合方式(Pair & Spare方式)の採用により、故障発生時の制御権切り替えを無瞬断で実行し、プロセスに与える影響を最小限に抑えている。コンパクトでありながら大規模向けコントローラと同様の高度な制御機能と高信頼アーキテクチャを備え、完全二重化が可能である。
- (3) 既存μXLからのマイグレーションを実現
FFCSの外形寸法は、既存の中小規模向け制御システムμXLの制御ユニット部の外形寸法と同じになっており、制御ユニット部をそのまま入れ替えることによって、FFCSにマイグレーションできる。これにより、ユーザーの手持ち資産を最大限に再利用し、最小の設備投資で短期間に更新が可能である。

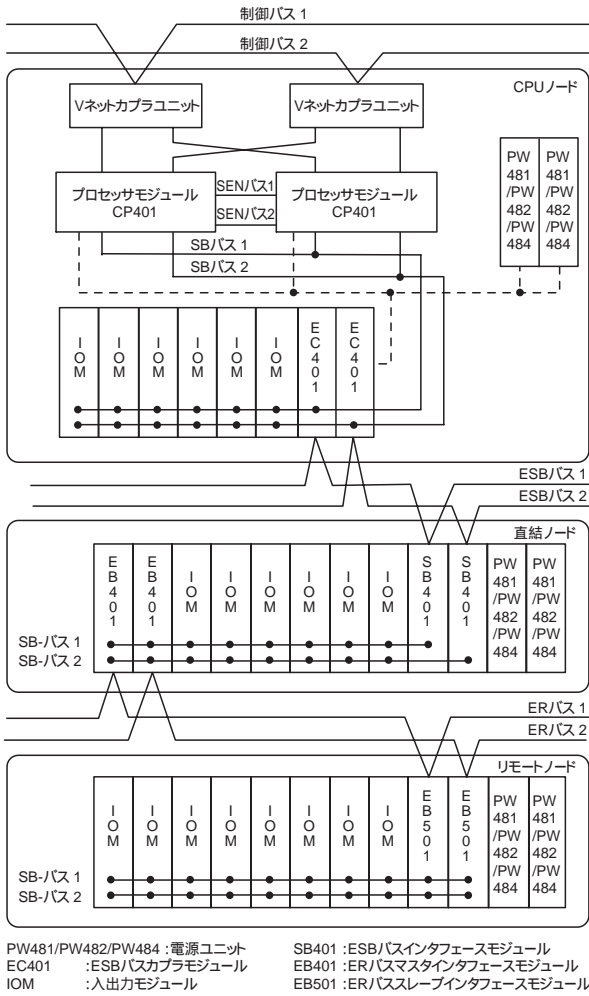


図4 FFCS 二重化構成図

4. FFCSのハードウェア構成

FFCSは、図4のFFCS二重化構成図に示すように、プロセッサモジュール、電源ユニット、通信バス、入出力モジュールの全てが二重化可能である。入出力モジュール(IOM)は、CENTUM CS3000 R3のFIQ(Field Network IO)と共通化している。本章では、新規開発を行ったCPUノードのハードウェアを中心に解説する。

4.1 CPU ノード

CPU ノードには、8枚の入出力モジュール(IOM)を実装することができ、CPU ノード単独で、FFCSの最小システムとして動作する。

拡張ノード(直結ノード及びリモートノード)は3台までCPU ノードに接続することができる。CPU ノードと直結ノードを接続する場合には、CPU ノードの入出力モジュール部にESBバスカプラモジュール(EC401)を、拡張ノードにはESBバススレーブインタフェースモジュール(SB401)を実装する。また、拡張ノードにリモートノードを使用する場合は、CPU ノードの入出力モジュール部または直結ノードにERバスマスタインタフェースモジュール(EB401)を実装する。

4.2 プロセッサモジュール(CP401)

図5にプロセッサモジュールの二重化構成図を示す。二重化プロセッサモジュールには、実績のある二重系照合方式(Pair & Spare方式)を採用している。各プロセッサモジュールはMPUを2個持ち、同一の制御演算を行い、

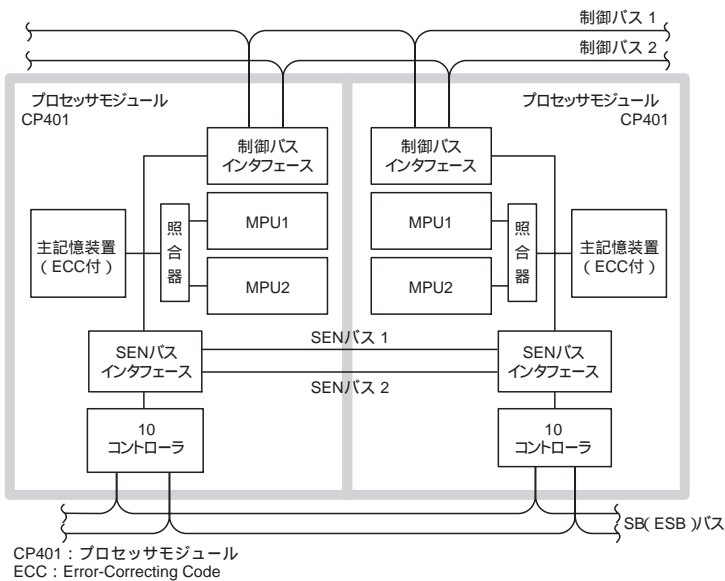


図5 プロセッサモジュール(CP401)の二重化構成図

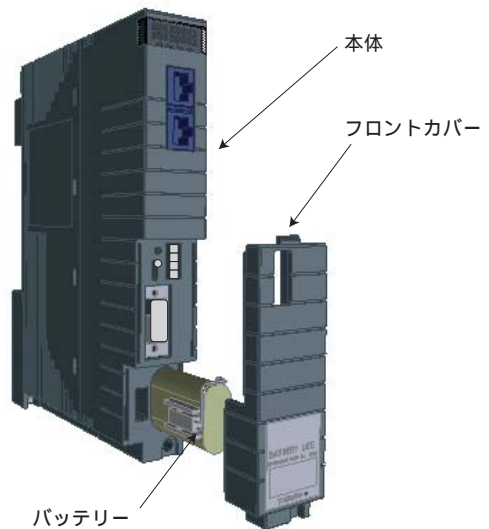


図6 プロセッサモジュール(CP401)外観図

表1 SENバス仕様概要

項目	記事
伝送方式	同期式シリアル伝送
データアクセスサイズ	フレームによる(1~256 byte)
データ同時性	フレーム内で保証
アドレス空間	各モジュール内, 32ビット(4 Gbyte)
伝送レート	384 Mbps
誤り検出	CRC - CCITT(16 bit)
トポロジ	ポイント-トゥ-ポイント
マスタモジュール数	最大2台
バス信号レベル	LVDS, EIA/TIA-644
バス二重化	標準
活線挿抜	対応

演算結果は照合器で比較され、一過性の演算エラーを検出する。また、プロセッサモジュールの二重化により、異常時の制御権の切り替えと制御の継続を無瞬断で行い、高い稼働率を実現している。

図6に、プロセッサモジュールの外観図を示す。プロセッサモジュールの形状は、従来のカード型からモールドに封止したモジュール型となる。また、ハードウェアの内部構成は、実績のあるCS3000のプロセッサカード(CP345)とSBバスI/Fカード(SB301)のハードウェア資産を再利用し、かつソフトウェアの互換性を最大限に維持したまま1つのモジュールに搭載した。特に、CP345で実績のあるマイクロプロセッサを搭載することで、中小規模から大規模プラントまでを同一のシステムソフトウェアで規模に応じたシステムを構築が可能である。CP345とSB301を1つのモジュールに搭載(小型化)する為に、高集積部品として狭ピッチ多ピンBGA(Ball Grid Array)パッケージのプログラムデバイスを、小型部品として1005サイズのチップ抵抗、コンデンサを、それらを高密度実装する為のビルドアップアップ基板等の新要素技術を積極的に採用し、小型化を実現した。

また、プロセッサモジュールは停電時に主記憶の内容を保持する為に、バッテリーパックを装填しているが、地球環境を配慮し従来のニッカド電池を止め、ニッケル水素電池を新規採用した。

4.3 SENバス(Serial Exchange Nest Bus)

プロセッサモジュール間でのプログラムコピーやデータ等値化用にSENバスを開発した。SENバスの仕様概要を、表1に示す。

従来プロセッサモジュール間のデータ交換はパラレル伝送方式で行っていたが、SENバスではポイント-トゥ-ポイントの高速シリアル伝送で代替し、実装面積/信号線数を1/10に極小型化した。バス信号レベルに、小振幅のLVDS(EIA/TIA-644規格)方式を採用したことにより、輻射ノイズの低減、消費電力も大幅に減少した。高

信頼性の観点から、誤り検出コードを付加、モジュールの活線挿抜が可能で、バスアクセス要求の無い時にも、常時、アイドルフレームで自己診断を行う等のエラー検出機能を備えている。また、ソフトウェアから見て、既存のバックプレーンバスと全く同じI/Fを維持しているので、SENバスを意識する必要の無い設計となっている。

4.4 ESBバスカプラモジュール(EC401)

CPUノードに直結ノードを接続する為のESBバスカプラモジュール(EC401)を開発した。ESBバスのポートを1つ持ち、ESBバスインタフェースモジュール(SB401)と通信するモジュールである。2枚のモジュールを実装することで、ESBバスの二重化に対応できる。

4.5 Vネットカブラユニット

制御バスとして実績のあるVネットを採用している。VネットカブラユニットにVネットデータリンク制御部、物理層インタフェースを搭載し、Vネットの信号絶縁およびレベル変換を行う。

5. おわりに

当社のDCSは、市場要求(性能、機能、容量アップ)に沿って新しい技術を積極的に取り入れることで成長してきた。FCSの制御ユニットも、半導体集積技術の向上とマイクロプロセッサの高性能化により、大容量化、高機能化してきたが、二重化プロセッサ間の等値化データ量も増大し、従来の転送能力では、もはや限界であった。

CENTUM CSを発売以来、変えることの無かったバックプレーンバスに今回改良を加えた。また、FFCSの二重化プロセッサモジュール間のデータ等値化用にSENバス(高速シリアルバス)を開発した。将来、このSENバスの技術進歩により、更なる高速化が期待でき、FCSの更なる機能・性能アップが可能である。

参考文献

- (1) 松田年彦, 佐野秀雄, 十河定俊, 狭間流, “制御ステーションのフォールトトレラント設計”, 横河技報, vol. 37, no. 4, 1993, p. 155-158
- (2) 小宮浩義, 赤井創, 松田年彦, 西田純, “分散形プロセス制御システムのフォールトトレランス”, 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 97, no. 98, 1997, p. 35-40
- (3) 加藤英二, 中本栄司, 松田年彦, “制御ステーションハードウェアの特長”, 横河技報, vol. 42, no. 1, 1998, p. 7-10

* CENTUM, μ XLは、横河電機(株)の登録商標です。その他、本文中の名称及び製品名は、それぞれ各社の商標もしくは登録商標です。