

第2世代のPLC計装による付帯設備計装と DCSによる統合監視 ～化学プラントにおけるDCSとPLC計装の融合

横河電機 井上 賢一

1. はじめに

長期にわたり安定した操業が必要である汎用素材製品の大量生産には、極めて高い信頼性を持つ分散形制御システム（DCS）が用いられる。一方、付加価値の高い素材製品の製造プロセスには、少量多品種生産に代表される近年の消費動向に適合するため、PLC計装システムが用いられてきている。前者の汎用素材製品の製造においても、副原料、触媒などをメインプロセスに供給するサブプロセスの操業にもPLC計装システムの採用が目立ってきている。さらに、排水処理、除害設備、ボイラ設備、純水設備などユーティリティ設備へのPLC計装の導入も進んでいる。

本稿では、これらの付帯設備を含めたプラント全体のオペレーション効率化を目的としたソリューションとして、付帯設備の計装に最適な第2世代のPLC計装「STARDOM計装」と、これらをDCSに接続して「統合オペレーション」を行う手法とそのメリットを紹介すると共に、重合反応プラントにおける適用例を紹介していく。

2. 付帯設備の計装

副原料や触媒製造設備、さまざまなユーティリティ設備などのプラント付帯設備にPLC計装が使われてきている。新設や設備更新の場合、付帯設備メーカーは、安価であるためPLC計装を用いることが多い。一方、付帯設備用計装システムの老朽化更新の場合にも、PLC計装が選択されている。これらの付帯設備は、通常メインプラントのDCSとは分離されている。これは、DCS化による統合管理が難しかったこと、また、DCSに手を入れずに設備ごとに必要に応じて自由に増改造したいという要求が大きいためである。

ところが、近年、機能の分離は確保しつつも、その情報や操作監視は統合したいという要求が大きくなってきた。すなわち、付帯設備の運転管理をDCSのHMIで実現したいとのニーズである。熟練オペレータの不足もあり、少数精鋭のオペレータで、中央監視から多数の付帯設備の運転を行えるようにすることで、省力化を実現したいということである。

3. PLC計装の利点と欠点

PLC計装とは、Windowsパソコンや汎用ネットワークをベースに、汎用PLC（Programmable Logic Controller）を制御装置として用いる、比較的安価な計装システムである。PLC計装は、ハードやソフトの導入費用は安価に済むが、エンジニアリングが複雑で手間が大きいため、増改造が頻繁な場合には、維持費がかかることが欠点といえる。また、DCSと比較すると信頼性や長期保守性に大きな差があること、さらに、DCSと接続する場合も、DCSのコントローラと同等の操作監視を行うことは難しく、付帯

設備の稼動状況の確認や緊急対応的な操作のみを行う事例が多かった。

4. STARDOM計装

STARDOM計装は、高信頼かつ高いオープン性を持つ自律型コントローラ「FCN/FCJ」と、同じく高いオープン性を持つ操作監視用パソコンソフトウェア「WebベースHMI VDS」または「FA向けHMI ASTMAC」を中心にして、オープンなネットワーク（Ethernet）上に構成する制御システム（図1参照）である。

他システムとの親和性を確保しつつ、変化に機敏に対応できる「エンジニアリング性」や国際性、さらに高い信頼性を持つ二重化コントローラによるDCSレベルの「信頼性」、そして充実した保守体制などによる「長期運用性」を得ることができる、第2世代のPLC計装システムである。パソコンとプログラマブル・コントローラ（PLC）を組み合わせたPLC計装システムのオープン性・汎用性・低コストの特長を維持し、変化の大きい環境の中でも、長期的にTCO（Total Cost of Ownership）を小さくすることができるように工夫されている。

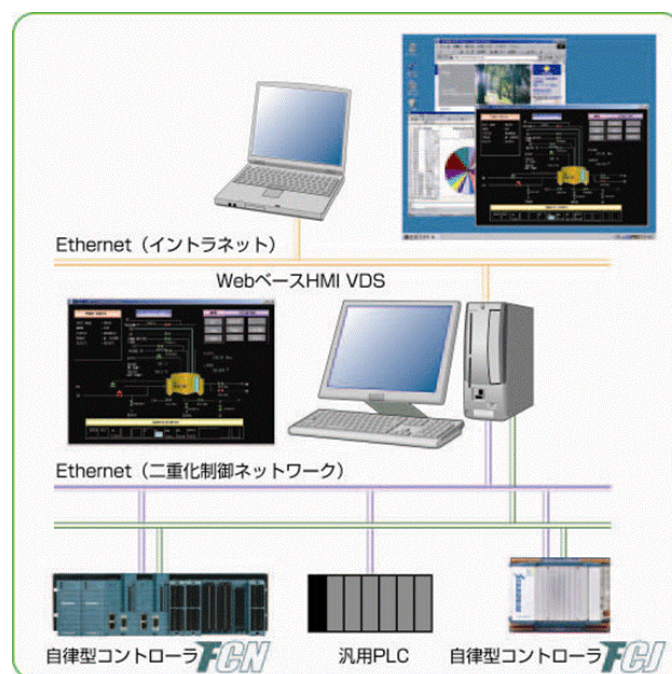


図1 STARDOM計装のシステム構成

(1) STARDOM計装の主な特長

- ・自律型コントローラ

自律型コントローラFCNは必要な信頼性レベルに合わせてCPU、ネットワークケーブル、電源モジュールなどを追加するだけで簡単に二重化構成ができる。また、I/OやCPUの故障の際に

も、運転を継続しながら故障モジュールを交換するだけの手軽さで復旧することが可能である。さらに、一般的な PLC 計装システムで問題になりやすい、再現性の誤動作の主要原因であるメモリエラーに対しても、ECC メモリにより、これを事実上撲滅している。

一方、コントローラのエンジニアリングは、国際標準の IEC61131-3 を使用し、プログラムの部品化による再利用が図れるほか、メーカー提供の DCS 相当の高機能部品も豊富に揃っている。また、オンラインでのプログラム変更も簡単に行え、頻繁な増改造に機敏かつ高品質に対応することが可能である。また、ネットワーク経由で汎用 PLC と通信接続したり、Modbus 通信などによりリモート I/O や表示器などと接続したりと、現場の機器を一元管理することが可能である。

・Web ベース HMI VDS

HMI 表示に Web ブラウザ (Internet Explorer) を使用し、汎用パソコンを用いてネットワーク経由でどこからでも現場にアクセスし、グラフィック画面による操作監視が行えるソフトウェアである。一般的な SCADA ソフトウェアを使う場合に面倒なタグ定義も、計器専用のオブジェクト (部品) を用意しているため、コントローラで作成した制御ロジックをインポートするだけで済む。このため、システムの増改造に機敏かつ高品質に対応することが可能である。セキュリティ機能、汎用 PLC との通信機能なども充実している。

その他、化学プラントの操業支援で実績の高い、運転支援パッケージ「Exapilot」を、STARDOM と組み合わせた、作業指示・操作支援パッケージ「Exapilot for STARDOM」なども取り揃え、現場での手作業を含む工程管理を支援することができる。

5. STARDOM 計装と DCS との高度な接続と

「オペレーション統合」

さて、話を元に戻し、付帯設備の運転管理を DCS の HMI で実現する手法について紹介する。

前述のように、DCS の制御ステーションが持つサブシステム接続機能を使用し、Modbus などの通信機能を用いて PLC 側の主要なデータをモニタリングすることは従来から行われていた (図 2 参照)。

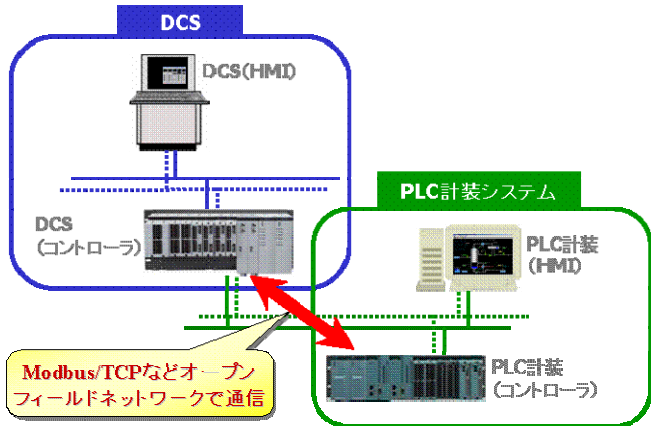


図2 DCSとPLC計装システムの接続例

しかし、DCS から PLC 計装システムを操作監視する場合には注意が必要であった。PLC 計装システム側の制御ブロックにおいても DCS と同様、測定値をはじめ設定値や出力値、制御モード、各種アラームデータなど膨大なパラメータを持っている。制御ブロックとしてはひとつのタグであるものの、これらデータの大半を DCS 側へ受け渡すとなると、DCS ではパラメータごとに個々に定義が必要となる。このため定義データ数は膨大になり、エンジニアリングの負荷が増えるだけでなく、貴重な DCS の資源を消費してしまうことになる。また、DCS 側で収集したパラメータをひとつの制御ブロックにまとめようとすると、エンジニアリングの負担はさらに増大する (図 3)。

この問題は PLC 計装システム側を増改造する度に発生するため、改造が頻繁に発生する場合には注意が必要である。このため、統合は少数の重要なデータのみを絞り、付帯設備の稼動状況の確認や緊急対応的な操作のみとすることが多かったのである。

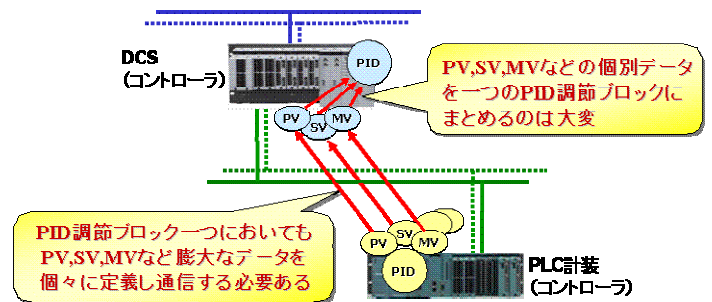


図3 従来の接続方法の問題点

付帯設備の運転管理を DCS の HMI で実現したいとのニーズを満たすためには、この課題を解決する必要がある。汎用の PLC を用いた計装システムから、「STARDOM」第二世代 PLC 計装システムに置き換えることによって、この要求が実現可能になった。

当社 DCS「CENTUM CS 3000」(以降 CS 3000)と STARDOM は、「オペレーション統合」実現に向けて図4のようなシステム構成を可能とした。

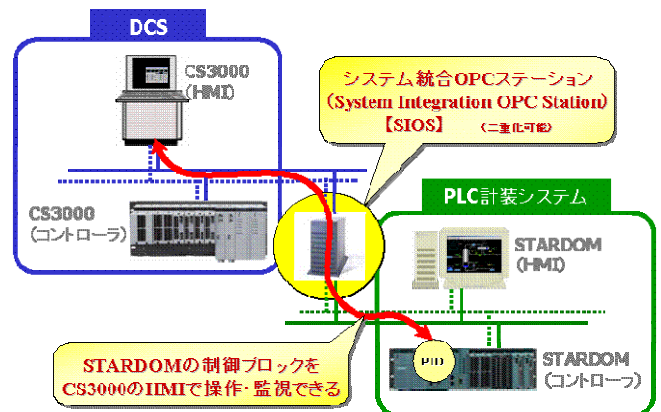


図4 オペレーション統合のシステム構成

STARDOM 計装システムを、CS 3000 のシステム統合 OPC ステーション (System Integration OPC Station, 以降 SIOS) と呼ぶ OPC クライアントステーションを介して接続することによって、STARDOM の制御ブロックを SIOS 上に写像させ、CS 3000 のタグに結びつけることが可能となる。これにより CS 3000 の制御ブロックと同様な Look&Feel で STARDOM の制御ブロックの操作監視が CS 3000 の HMI 上で可能になる。

- ・グラフィックウィンドウ
- ・トレンドウィンドウ
- ・フェースプレートウィンドウ (計器図)
- ・チューニングウィンドウ
- ・プロセスレポート, など

図5に例を示す。SIOS は二重化することも可能であり、高信頼が要求される付帯設備とのオペレーション統合も安心して行うことができる。



図5 オペレーション画面例

さらにアラーム&イベントメッセージについても、CS 3000 の統合型アラーム管理パッケージ (Consolidated Alarm Management Software for HIS, 以降 CAMS for HIS) を用いることで統合管理が可能となる。この CAMS for HIS は、「アラームの洪水」対策のためのリアルタイムアラームマネージメントパッケージである。収集したアラームの中から必要なアラームを取捨選択し、その結果を該当のオペレータに最適なタイミングで通知することができるものである。

このような構成をとることで、付帯設備の運転管理を DCS 側から簡単に行うことが可能になった。この構成では、付帯設備の独立性を確保しつつオペレーション統合を行うことができる。現場での操作だけでなく、緊急時には中央からの操作が可能になる。さらに、付帯設備側の頻繁な増改造の要求に簡単に対応することも可能である。

次章では、適用例を紹介する。

6. 重合反応プラントでの適用例

プラントのユーティリティ設備 (排水処理や除害設備など) は、分散したロケーションに独立した設備の場合が多く、メンテナンスの工数の削減や、非常時の対応 (操作) の必要性から、中央監視の要求が高まっている。また、副原料の調査設備や触媒製造な

どは、今まで手作業・手入力であった原材料の使用量、残量などの情報を管理したい要求が増えている。図6に、重合反応プラントにおける付帯設備の例を示す。

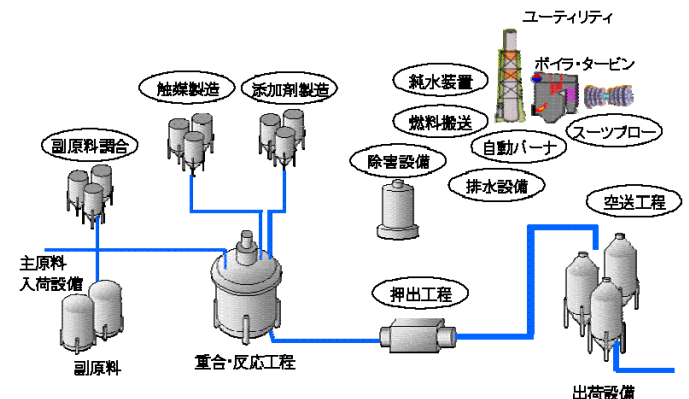


図6 重合反応プラントにおける付帯設備

(1) 触媒や副原料の生産プロセス

メインプラントに投入される触媒や副原料は、それぞれ複数の原料を調査して製造する。生産された触媒や副原料は、メインプロセスで使用されるため、それぞれのタンクに補充される。この製造プロセスは、少量の原料の計量や攪拌など、手作業が介在する工程のため、自動化が難しい。原料の使用量はタンクの在庫量とともに生産システムで管理されるが、この管理は、文字通り手作業で行われる場合が多く、DCS のバッチシステムとは疎結合となっており、ここをオペレーション統合するメリットは大きい。材料の使用量や残量の管理を統合するだけでもメリットがあるといえる。

この工程は、ミニサイズのバッチプロセスという位置付けのため、秤量器などと共に前述の Exapilot for STARDOM を用いることで、現場でのオペレーションの管理が安心確実に行えるほか、実績収集や在庫管理が確実に行えるようになる。

(2) 押し出し工程

重合工程から出てきた原液に添加剤などを加えて押し出し機で押し出し、ペレット化する工程である。押し出し機の制御は、PLC 計装で行われることが多く、STARDOM 計装にリプレースし、DCS とオペレーション統合することで、下流工程も含めて統合監視することが可能になる。

(3) ペレットの保管、ブレンド、出荷

押し出し工程で作られたペレットを空送しホッパーに貯蔵する工程や、ペレットをブレンドする工程は、生産管理システムと直結している。銘柄の追加や、オフスペック品の最小化などのために、頻繁に増改造を行う必要がある。STARDOM 計装にリプレースし、DCS とオペレーション統合することにより、最下流まで見渡すことが可能になるほか、頻繁な増改造に安心して対応することができる。自律型コントローラの持つ汎用 PLC との接続容易性も大きなメリットになる。

(4) 排水処理

排水処理設備は、近年の規制強化や社会的影響度の高まりを背景に、重要度が増してきている。一般的には、シングルループ調節計とレコーダなどで計装されていたが、重要度や規模に応じて

小型 DCS など使われてきた。文字通り 24 時間 365 日稼働することが特徴であり、メインプラントの定期点検でも停止しないため、制御システムには連続稼働を可能とする高い信頼性と腐食ガスにも対応する対環境性が必要である。また、法規制や条例の強化に合わせてセンサの追加などの頻度も高くなっている。STARDOM 計装にリプレースを行うことにより、高い信頼性が得られ、さらに稼働中の改造が簡単に行うことができる。さらに、DCS とオペレーション統合を行うことにより、中央監視からの監視操作が可能になる。

現場常駐型のオペレーションの場合でも、非常時に中央監視から緊急操作が行えるメリットがある。またプラント操業状態を排水処理プラントに連携させることも容易になり、薬液管理の手間も軽減される。

(5) 除害装置

塩素ガスなどの有毒ガスを燃焼させたり、溶剤に溶かしたりして処理する除害装置も、重要度の高い設備である。排水処理と同様に連続稼働と高信頼が求められ、同様のメリットが期待できる。

(6) ボイラ補機制御

ボイラ本体の給水、通風機、復水器などの制御は DCS が担当することが多いが、純水発生装置、自動バーナ、スーツブロー、燃料搬送装置のような補機は、パネル計器や PLC 計装が用いられることが多い。これらの補機を DCS から統合オペレーションをすることにより、現場操作も中央からの操作も可能となり、運転の統合、情報の統合、各種支援系システムの統合を行うことができる。以下に純水発生装置の統合効果を示す。

・純水発生装置

自家発電用のボイラ給水などに用いる純水発生装置は、信頼性が必要であり、運転の統合、情報の統合が求められており、故障予知などのニーズもある。STARDOM 計装にリプレースし、DCS から統合オペレーションをすることにより、これらのニーズを満たすことができる。

7. まとめ

プラントの付帯設備を中心に PLC 計装の採用が進んでいるが、第二世代の PLC 計装「STARDOM 計装」を用い、DCS との統合オペレーションを行うことにより、単なるコストダウン計装だけではなく、オペレーションの省力化を進めることができる。グローバル競争の拡大、短納期化、品種増大、環境規制強化、熟練オペレータの不足など、プラント操業の厳しい課題に対応したソリューションが求められており、当社では、これらのニーズに対応した商品を今後も提供していく所存である。

注)

- CENTUM は横河電機の登録商標である。
- STARDOM は商標である。
- その他、本文中に使われている会社名、商品名は、各社の商標または登録商標である。

イノウエ・ケンイチ

横河電機（株） IA システム事業センター

オープンシステム部

〒180-8750・武蔵野市中町 2-9-32