

リサイクルプラントにおける二重化PLC計装の導入と 信頼性・安全性の向上

関西テック 大川 哲男
オムロン 吉田 順一

1. はじめに

「スピード」が競争力となり、価値を生み出す時代を迎えた。つまり、企業が国際競争で勝ち残っていくためには、多様化する市場要求への即応力を高め、迅速に顧客要求に対応していくことが必要である。そこで、こうした「スピード」を実現していくために、使用される機器においてもアプリケーションにあわせたインテリジェント化が求められている。ここでいうインテリジェント化とは、たとえば、

アプリケーションフィットした最適設備

生産する品目に最適なコストパフォーマンスと必要十分な機能の両立。

生産を止めない設備

信頼性の高い機器を使用することはもちろんだが、それに加え、異常を事前に予測したり、万が一トラブルが発生した場合でも、すぐに復旧できるなどの機能。

顧客要求に合わせて拡張可能な設備

装置自身を柔軟かつ迅速に拡張・進化させる機能。特に進化の著しいIT技術など最新技術の活用は欠かすことができない。

などが必要となる。

「SMARTPROCESS」コンセプトを持ったオムロンPLC計装は、こうしたお客様の要望に応え、機器のインテリジェント化を進めている。4月には高信頼性を実現する二重化商品も品揃えされたことで、必要とされる信頼性レベルに応じた機器の選択が可能となり、さらに使用されるアプリケーションが拡大している。

そこで、本稿では、オムロンの二重化対応商品を紹介すると共に、関西テックにおけるPLC計装アプリケーション事例を紹介する。

2. 二重化対応PLC計装システム

PLC計装は、オムロンが約4年前に発売して以来、化学・薬品・食品をはじめ、幅広いアプリケーションで使用されている。しかし、使用されるアプリケーションによっては、

できる限り装置を停止させたくない。

万が一止まった場合もより早く復旧したい。

異常があるなら事前に予測したい。

復旧やメンテナンスを遠隔地から行いたい。

など、生産をできる限り止めない仕組みが求められる。そこで、こうした要望に応え、オムロンでは計装制御を含めた二重化を実現する二重化対応PLC計装を発売した。二重化PLC

計装の特長を以下に述べる。

(1) 主要ユニットの二重化による信頼性向上

二重化PLC計装システムでは、信頼性向上のためプロセスCPUユニット、電源ユニット、通信ユニットを二重化することが可能である。これらのユニットは製品の寿命やその他の要因により稼働中に故障や動作エラーが発生した場合、もう片方のユニットが稼働中の状態を引き継ぎ、システム動作を停止させることなく継続させることが可能である。

二重化の方式は、スタンバイ側のプロセスCPUユニットが常に内部の状態をアクティブ側と同じ状態に保っているホットスタンバイ方式を採用している。これにより、アクティブ側のプロセスCPUユニットに動作を継続できないような異常が発生した場合、自動的に実制御を行っているプロセスCPUをスタンバイ側のプロセスCPUユニットに切り替えることで、瞬時にその制御を引き継ぎシステム全体の動作を継続させることが可能である。

(2) システム稼働中のユニット交換によるダウンタイムの短縮

システムの稼働を止めることなくトラブルが発生した箇所を修復するため、PLC計装システムの動作を停止させることなく、I/Oユニットの交換が可能となっている。対象は二重化されている電源、プロセスCPUユニット、通信ユニットはもちろん、基本I/Oやアナログ入出力ユニット、高機能I/Oユニットにおいても可能である。

(3) 異常を自己診断し運転を継続、また動作傾向データ蓄積により予防保全

プロセスCPUユニットには、発生した異常、電源の異常、通信の異常など各種異常を自己検出する機能を備えており、異常の内容によってはプロセスCPUユニットのアクティブ状態を自動的に切り替える。状態の変化は、ユニット前面のインジケータLEDに表示すると同時に、プロセスCPUユニット内の特殊リレーのその異常内容を出力する。また、検出した異常の発生履歴はプロセスCPUユニット内のメモリに記憶される。これらの情報は専用ツールからだけでなく、通信コマンドにより読み出すことが可能であるため、システム全体の監視にこれを利用することができ、オペレータへの迅速な通知が可能である。

さらに、オムロン製のプロセスI/OユニットやDeviceNet対応のフィールドI/O(スマートスレーブ)では、アナログI/O自体がインテリジェント化し、現場の情報を自律的かつリアルタイムにネットワークに接続された機器に提供することができる。受け取る側は、必要な情報を取捨選択して使用することで予防保全などに役立てることができる。

(4) 遠隔地からの監視/モニタリング

装置・機械の稼働状況遠隔監視は100BASE-TXに対応したEthernetユニットを装着することで下記のことが可能である(図1)。

インターネット経由でPLCへアクセス、装置の状況確認やオペレーションが可能。

計測データを常時監視しCSV形式データで保存し、添付メールとして送付が可能。(メール送受信機能)

イントラネット経由で、プロセスCPUユニット装着のメモリカードに蓄積した大容量のロギングデータを、パソコンからアップロード/ダウンロードが可能(FTP機能)。

そこで、次に、こうしてインテリジェント化したPLC計装を導入した事例を紹介し、その有効性を検証する。

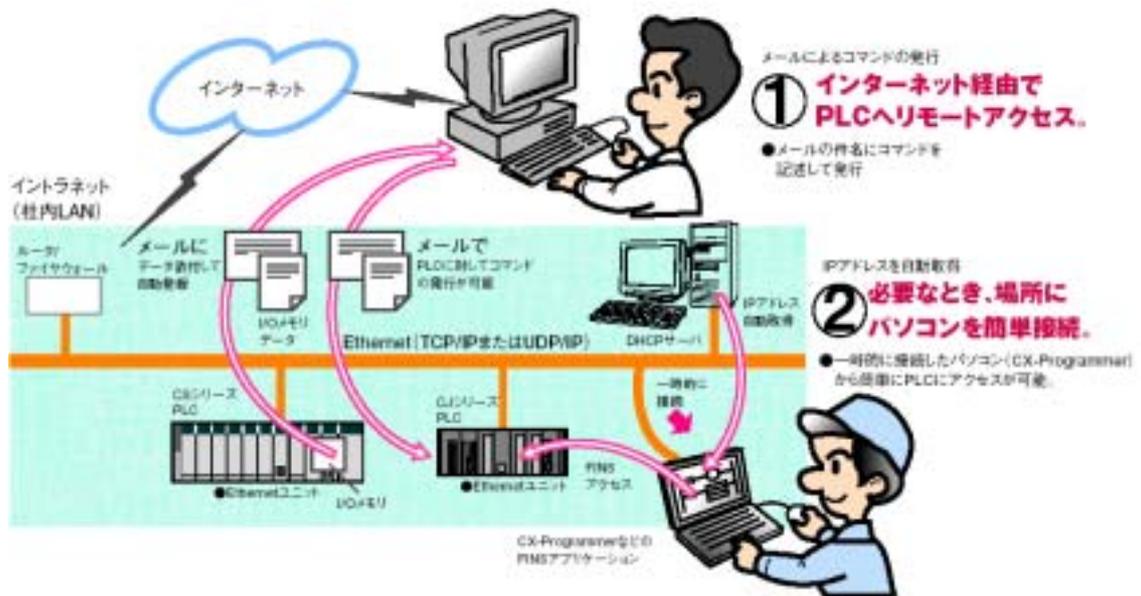


図1 遠隔地からの監視例

3. アプリケーション事例紹介

3.1 絶縁油精製プラント

関西テック福崎工場では、絶縁油精製プラント（商品名：サンオームオイル）の蒸留精製工程、白土処理工程において既にPLC計装を導入している（写真1, 2, 3）。この施設は、従来DCSを使用していたが、リプレースの時期を迎えたことからPLC計装（シンプレックスシステム）を導入した。採用にあたっては、信頼性・保守性・コストを中心に比較検討した（表1）。



写真1 中央制御室



写真2 制御盤内部



写真3 HMI画面

	オープンコンピュータ系DCS (工業用パソコン+PLC)	クローズドコンピュータ系DCS (メーカー指定の機器、ソフトを使用)	専用DCS
機器信頼性	:汎用工業用コンピュータとPLC及び計装用パッケージソフト(国内で最も多くの導入実績があり、高信頼のもの)を選定するため十分高い信頼性が確保可能。	:基本的な構成は工業用コンピュータ、PLC及び計装パッケージソフトであり、オープン系と同じであるが、メーカーに固定された構成、信頼性はメーカーの技術力、対応体制に依存。	:長時間連続運転を前提にメーカー独自のノウハウで開発された監視用コンピュータ、制御装置及び開発ソフトにより構成。信頼性はメーカーの技術力、対応体制に依存。
保守性	:販用品のため保守などの交換部品の入手が容易。OSは信頼性を確認したWindows2000を使用しており、今後も必要に応じた柔軟なシステム構築が可能。	:基本的な構成はオープン系と同じであるため、保守、柔軟性は同等だがユーザーサイドで機器を交換、改造すると保証外となる。	:メーカー独自の機器で構成されているため基本的に保守や改造はメーカーに依存。
コスト	:構成機器は汎用品であるため保守部品等は購入先を限定せず、比較的安価に入手可能。改造時も弊社による柔軟かつ迅速な対応が安価にできる。	:保守、改造等の対応はメーカーによるものとなり高価となる。	x:導入時、改造時ともにコンピュータ系DCSに比べ高価。
総合評価			

表1 監視システム比較

関西テック調べ

その結果、

制御装置を分散配置することによる安全性

中央で稼動状況を確実に把握できる視認性

拡張、変更へのコストパフォーマンス、保守性、柔軟性

これらの点で優れ、絶縁油精製プラントを的確にかつ柔軟に運用することが可能なPLCベースの計装システムを採用した。このプラントでは、リプレース計画当初、汎用PLCのラダー言語によりエンジニアリングを進めていたが、フィードバック制御などのプログラミングにおいて、ラダー言語のみでのソフト構築は困難であると判明した。そこで、計装制御機能がDCSに近いオムロン「CSシリーズ用LCB」(ループコントロールボード)を使用することで、満足のいく計装制御機能が実現できた。

また、リプレースにおいては以下の点を工夫することでスムーズな置き換えが可能となった。

新設のPLCと既設DCS中継端子台との接続ケーブルを作成し、従来の配線をそのまま使用することで再配線の手間を削減した(写真4)。

PLCのアナログ入力ユニットはチャンネル間絶縁されたものを使用することで、既設の配線や設置の状況を気にせずに作業が行えた。

オペレータ操作は市販のキーボードを使用した。従来の操作性に近づけるため

SCADA画面に従来同様の画面を作成することにより、既設設備と同様な操作性を実現した。

こうした採用実績・評価を踏まえ、さらに二重化PLC計装システムを新規に採用した納入事例の概要を紹介する。

3.2低濃度PCB化学分解処理施設

本施設（表2）では、関西テックが納入先と共同開発した化学分解処理技術（有機アルカリ金属分解法：t-BuOK法）により絶縁油中のPCBを分解すると共に、温水ジェットプラス溶剤洗浄法により絶縁油ケースに付着したPCBを洗浄除去して再資源化を図っている。t-BuOK法とは、PCBの塩素と反応しやすく、かつ油に溶けやすい有機金属化合物カリウムターシャトブトオキサイド(t-BuOK)をPCBの混入した絶縁油に添加することで、PCBの塩素を脱離し無害な塩化カリウムと塩素を含まない芳香族炭化水素に分解する方法である（図2）。（高圧トランス・コンデンサといった高濃度のものは、触媒水素化脱塩素化法にて処理を行うが、今回の計画には含まれていない。）

施設名称	低濃度PCB化学分解処理施設	
処理対象	PCBが混入した絶縁油の処理	
	絶縁油	絶縁油ケース
処理方法	脱塩素化分解法 (有機アルカリ金属分解法(t-BuOK法))	温水ジェットプラス溶剤洗浄法
制御装置	制御装置:オムロン製 二重化PLC計装 HMIソフト:GEファナック製 Fix	制御装置:オムロン製 CSシリーズPLC計装 HMIソフト:GEファナック製 Fix
稼働時間	24時間連続稼働	昼間8時間運転

表2 低濃度PCB化学分解処理施設の概要



図2 PCB無害化処理技術の処理工程

t-BuOK法は以下の特長がある。

- ・ダイオキシン類の発生がなく、排気ガスの発生がない。（有害物を出さないクローズドシステム）
- ・短時間でPCBを連続的に分解する。
- ・低濃度PCB油の分解処理後の油は、燃料や再利用が可能。
- ・低濃度PCB油処では、概ね100ppm以下のPCBを0.5ppm以下に分解する。

これらt-BuOK法によるPCBの無害化処理においては安全確保、環境保全に万全を期して推進しており、制御機器においてもさらに信頼性を向上させるため、二重化対応PLC計装システムを導入すると共に、緊急事態にも施設の安全性を第一に考えたシステムフローとしている。導入した制御監視システム構成図を図3に示す。

今回のシステム導入においては、

- ・ 取り扱う物質の性質から、その処理が確実に、かつ、安全に運転停止操作ができること
 - ・ 運転操作の省力化、合理化が計れ、効率的で低コストな制御システムであること
- を考慮し、使用する機器の選定を行った結果、二重化構成が可能なオムロンPLC計装を導入することとした。

当システムでは中央監視制御装置により、一連のシーケンシャル制御の条件さえ確立できれば、熱媒ボイラを除くすべての機器を1タッチで起動でき、かつすべての運転状態の監

視が可能なシステム構成となっている。通常、運転員は2台のコンピュータのうち、1台を監視用、もう一台を操作及び設定用として使用することにより、安全かつ柔軟な施設の運用を可能としている。2台のコンピュータは同じ機能を持ち、光通信ループを介して、それぞれが各ローカル制御装置の情報を取り込んでいるため、万一、一方が故障しても、もう一方のコンピュータで施設の運用が可能である。

また、ローカル制御装置は、本処理装置に組み込まれており、シーケンス制御、調節計器動作の機能を備えたPLC計装で構成され、中央制御監視装置、および端末機器の指令や情報を処理している。PLC計装は、信頼性、メンテナンス性を考慮しCPU、電源を二重化している。

ネットワークには、情報量の多さ、電氣的雑音の影響、信頼性を考慮し、中央監視装置と各ローカル制御装置をループ状に光ファイバーでつなぐController Linkを二重化の構成にて使用している。ローカル制御装置のデータは、本ネットワークを介して、ある周期でローカル制御機器のデータが中央制御装置に取り込まれ、データベースとして保存される。

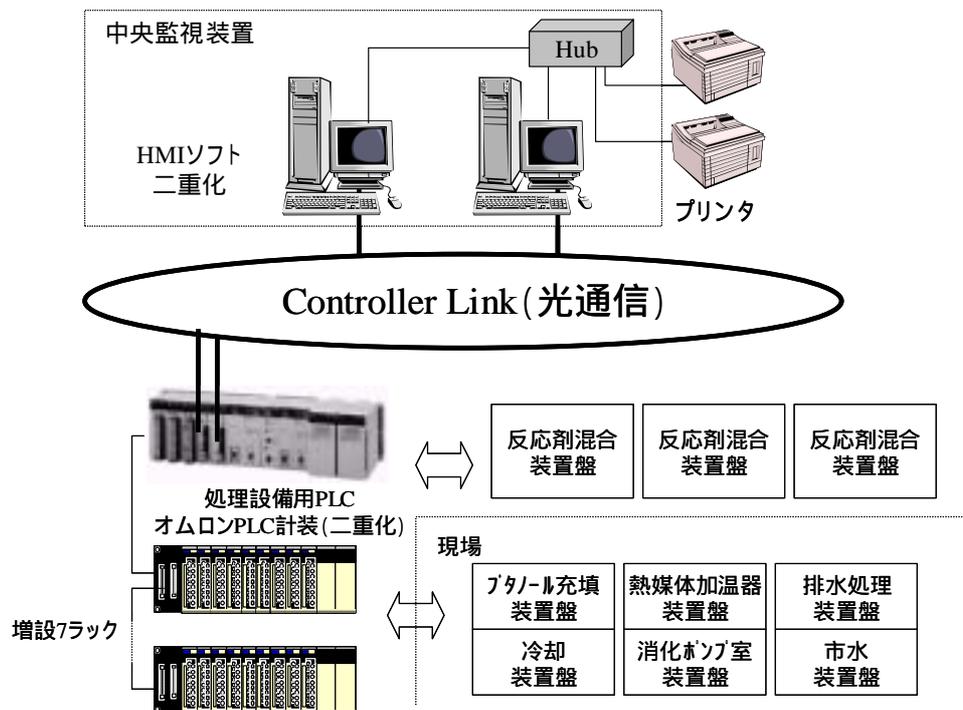


図3 システム構成図(中央制御室)

4. 導入後の評価と今後の期待

関西テックでは、今回の事例紹介にもあるように、以前なら従来型専用DCSを採用しなければシステム構築が困難であったプラントに対し、積極的にPLC計装+SCADAシステムを導入した。PLC+SCADAの採用検討段階では、24時間稼動における信頼性の確保に幾分か不安はあったが、実際のプラントに導入した評価では非常に満足のいくシステムとなった。

コスト低減を図りつつ、なおかつ信頼性を向上させることは、これからも課題であるが、今回の二重化システムの採用は、その課題に対し一つの解答となった。今後は、さらにコスト低減を図るため、ソフトウェア構築、テストおよびドキュメント作成における支援ツールの充実を期待したい。

5. PLC計装の今後の展開

PLCは汎用コントローラとして、そのコスト・機能・信頼性のバランスとオープン性が高く評価されている。しかし、どんなシステムにおいても故障は存在することから、アプリケーションに合わせたリスク対策が必要であり、それにはシステム自体の冗長化は有効な手段である。オムロンではシステムに求められる信頼性に合わせて、システムの冗長度を選択できるように、電源のみの二重化、通信のみの二重化（Ethernet含む）、システム稼働中のユニット交換のみなど、冗長度のレベルを選択できる商品バリエーションの拡張も計画している。

また一方で、PLCを使用したシステムでは、汎用商品を自由に組み合わせることから、急速に進化する最新の技術および機能/性能を活用
市販の安価なパッケージングソフトウェアの活用
ユーザ自身による柔軟なカスタマイズ対応
などが可能である。こうした市販商品を組み合わせただけの場合にも、コスト削減を実現するためにはエンジニアリング工数の削減が非常に重要である。そこで、オムロンでは、
プログラム資産の部品化による再利用化
ユーザ負担を削減するイージーエンジニアリング機能/ソフトの強化
コストミニマムを実現するHMI機器の充実
などを今後も行っていく予定である。また、これにはシステムインテグレータとの協業が必要不可欠であり、今後もそうしたソリューションパートナーとの連携を強化していきたいと考えている。

6. おわりに

製造現場が複数メーカーによる協創型システム（Collaborative System）となる中で、当然、オープンな技術をベースに最適な機器群が統合されていくことになる。そこで、ユーザが求めるものは、商品そのものの機能だけではなく、パートナーとしての期待感であり、要求に応えることができるソリューションの提案力であると言える。

こうしたさらなるユーザニーズに対しオムロンは、幅広いノウハウを持ったシステムインテグレータとメーカーによる協業をさらに深めることで、今後もユーザからの要求に応えてゆく所存である。

< 参考文献 >

1) 環境省発行行政資料「ポリ塩化ビフェニル (PCB) 廃棄物の適正な処理に向けて」

オオカワ・テツオ

(株)関西テック システム開発グループ

〒552-0013・大阪市港区福崎3-1-176

ヨシダ・ジュンイチ

オムロン(株) インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー システム機器統轄
事業部アナログ・プロセスコントロール事業推進部

〒411-8511・三島市松本66