

タイトル:簡易計装設備の PLC 計装化によるアップグレード・リプレース

1. はじめに

PLC に計装機能を盛り込み、さらにプロセス用の入出力ユニットが用意されて計装用途に本格的に使用可能な、いわゆる PLC 計装システムが登場してから十数年が経った。当初は非冗長のみであったものも、現在では CPU だけでなく通信機能についても冗長対応がなされる様になった。さらに、今後の展開が期待される各種の PA 用フィールドネットワークだけでなく、FA 用ネットワーク、BA 用ネットワークをもサポートし通信への対応範囲は広く、システム統合のバリエーションは DCS を凌ぐとも思われる。

その中で比較的規模の大きな計装設備の更新に於いては、DCS ベースのシステムを踏襲して行うか、PLC ベースのシステムへリプレースするかをハードウェア費用・ソフトウェア費用・既存ノウハウの踏襲や導入後の維持管理等の多角的判断により決定する事が、更新業務を担当する計装エンジニアに必須の要件として求められる。

しかし、メインの製造設備と切り離された小規模の周辺設備に於いては、単ループの調節計とロジックシーケンス主体の PLC で構成された簡易計装設備が良く用いられており、この小規模設備の更新に際してはプロセス CPU を用いた PLC 計装システムの採用が、あらゆる面でアップグレードとなる最も有効な方法であろう。

本稿では、簡易計装設備から PLC ベースの計装システムへのアップグレード・リプレースの実例として、廃液回収設備での制御システムの更新事例を紹介したい。

2. 設備の紹介

この廃液回収設備は、製造ラインで使用して不純物が混入した廃液を減圧下の缶に送り込み、蒸気加熱により蒸留・濃縮して、製造ラインで再利用可能な成分の回収と、廃棄物となる廃液の濃縮による減量化を目的としているものである。

この設備は処理運転の状態では特に監視操作を必要としない事から無人で運転されており、最低限の情報として重大故障の発生のみが製造ラインの管理室に伝送されている。

この設備の起動時には通常の処理運転に入るまでにいくつかの機器準備と過渡工程が必要で、特に初期の給液・減圧・昇温には時間を要する設備であるが、自動立ち上げの機能を持っているために通常は設備の担当者1名で起動する事が出来る。

この設備の制御対象には、廃液給液量制御、加熱蒸気量制御、缶内液位制御、缶内減圧制御、液比重制御等に加えて各所の温度監視が有り、個々に単ループ調節計を設けて PID 制御又は計測値指示を行わせている。

さらに、自動立ち上げに用いるロジックシーケンスを実行する PLC が有り、計測値の警報点超過やシーケンス・イベント点到達を調節計から接点で出力させ、この PLC の Di に取り込んでいる。従っ

て各計測点に設定出来るイベントの数は、調節計のイベント接点出力の最大点数により制限される。

また、自動立ち上げの途中や異常処置時には、カスケード機能の入り切り及び調節弁の強制全閉・全開や開度保持が必要となるために、調節計は PLC の Do 接点から、これらの動作の切り替え指令を行える様に外部接点入力機能付きのものとなっている。その為シーケンス制御動作の追加を行うには、PLC ソフトウェアの改造だけでなく、調節計の機種変更による外部入出力接点の追加と盤内配線の追加も同時に必要となる場合がある。

さらに、圧力スイッチや液面スイッチも盤面の操作スイッチと共に PLC の Di へ取り込まれ、前述のシーケンス・イベントと併せて自動立ち上げシーケンスの動作条件として、冷却塔・ポンプ・自動弁等の機器駆動と調節計の動作切り替えを行っている。

警報信号についても、一旦 PLC の Di へ取り込み、設備の実行工程や機器の運転状態を考慮して警報判定を行い、この結果を PLC の Do により出力して制御盤面の表示灯に反映させている。さらに、運転員が常駐する監視室へは重大な故障信号のみが送られており、警報が出れば、まず担当運転員が現場へ赴き、盤面の表示灯で内容を確認し対応する事となっている。

計測値の管理は一般的な多点記録計が設けられており、必要なポイントについて調節計と並列又は温度センサをダブルエレメントにして記録計に信号が取り込まれている。

この設備の制御装置の更新動機は、使用されている調節計・PLC 共に廃止機種となった事と制御盤取り付けの操作部品が老朽化した事によるものであるが、単に廃止機器を同機能の現行品に更新するだけの方法で実施することは全く検討されなかった。制御機能の改善・設備管理の強化・運転の効率化や初期コスト・導入後の保守管理のあらゆる面で、最新の PLC 計装システムを利用して制御装置をリニューアルする方が有利であるとの判断によるものである。

3. PLC 計装システムの構成

前述の簡易計装設備を PLC 計装システムで更新するに当たって、計装制御機能を持った PLC とタッチパネルだけで構成するものとし、その特徴を生かしたシンプルなものとなる様に努めた。

当然ながら制御盤は小さく出来る上に、部品点数も少なくなるので部品間の配線数も減らす事が出来る。このため更新に係る全体コストは大きく低減している。

構成の詳細については以下の通りである。

CPUには三菱電機株式会社の「MELSEC 計装」(プロセス CPU)を使用し、従来単ループ調節計で行っていたPID制御機能や指示・警報機能、さらには外部演算器で行っていた液比重の温度補正演算など全てのアナログ制御演算を PLC 内部のソフトウェアで行う事とした。更新前のシステムでは、調節計間の動作連携を PLC 経由の Di・Do と外部配線により行っていたが、その煩雑さに制約されて調節弁の強制開閉やカスケード運転の入り切り程度で必要最小限に抑えられていた。しかし、プロセス CPU の大きな利点であるループ制御とシーケンス制御の融合を用いて完全にソフトウェア化する事が出来た事により、自動立ち上げ時の設備の早期安定や通常運転での処理負荷変動への対処等を目的とした細やかな運転ノウハウの盛り込みが可能となった。

アナログ入力ユニットにはチャンネル間絶縁された機種(Q64AD-GH)を用いている。これは、計装用発信器以外の簡易型の発信器や分析計を接続する場合には、アナログ信号のマイナス側がCOMとしてグラウンドラインに接続されている事が有り、チャンネル間絶縁されていないユニットを用いると他チャンネルに接続されたアナログ信号のグラウンドライン電位の影響を受ける為である。この影響は、試運転期間には発現しなかったものが設備の本稼働開始後になって現れる事も多くある。需要先の操業に影響の及ぶ本稼働後になってからアイソレータ等の追加を行うよりも、設計時点でチャンネル間絶縁された機種を選定するべきだと考えている。また、PLCのアナログ入力用ユニットにも最近では温度センサをレンジフリーで直接接続出来るものが有り、本例でも白金測温抵抗体の入力にはチャンネル間絶縁された温度入力ユニット(Q64RD-G)を使用している。

アナログ出力ユニットについても同様に、外部配線の地絡等が他のチャンネルの操作端へ影響しない様にチャンネル間絶縁された機種(Q66DA-G)を用いている。

タッチパネルには、ループ制御プログラムから計装監視画面が自動生成出来る機能を利用するためにPLCと同メーカーの「GOT1000シリーズ」(GT16)の15インチ液晶パネルタイプを使用している。PLCを計装用途として利用する場合に最も手の掛かる部分が内部計器の操作・制御パラメータ用の画面作成であるが、これらが自動生成されるためにソフトウェアに要する労力を大きく削減出来る。また、出来上がった画面の精度も高くなり、その検証に要する時間も短縮される。

タッチパネルの画面サイズは計装用として使用する場合には出来るだけ大型のものを選定している。複数のHMIを併用して運転する本格的な計装システムと異なり、1台のタッチパネルで全ての監視・操作を行う小規模システムでは、ページ選択が頻繁にならない様、1画面にどれだけ有用な情報と操作アイテムを集中出来るかが使い勝手の良さとなる。このためには、十分な画面の大きさが必要となるからで有り、設備フローのグラフィック表示を要求された場合にも窮屈な画面デザインにならずに済むと考えている。

タッチパネルとPLCの通信には、仮に1:1の接続であっても拡張性を考えてイーサネットを用いている。中間にはハブを設けてプログラミング用PCの接続にも利用している。また、本例では設備稼働後に帳票印刷の要望が上がり、この用途専用のパソコンシステムを追加する事になったが、このパソコンをハブの空きポートに接続してタッチパネルでの表示に使用しているPLC内部デバイスの値をパソコンで収集する事により、容易に実現することが出来た。

4. 簡易計装設備のPLC計装化について

当社では本例以外にも簡易計装設備へのPLC計装利用を数多く手掛けているが、当社が考えるポイントについて幾つか記してみたい。

まずコストについては、制御ループの多寡が大きな要素となる。制御ループ数が少ない(=単ループ調節計の台数が少ない)場合にはPLC計装システムといえども割高となるが、最近ではプロセスCPUにも対象設備の規模にあわせた大小のサイズのものを用意されており、8ループ以上の設備にもなれば十分にコスト面だけでも検討の価値が有ると思う。

記録計については、最近ではタッチパネル同様の液晶モニタを用いたペーパーレスレコーダが主流

で、専用機ならではの便利機能が豊富であるが、トレンドグラフの描画・外部メモリ(コンパクトフラッシュカード)へのヒストリカルデータの保存と読み出しといったアナログ記録の基本機能についてはタッチパネルでも標準機能として用意されており、PLC のバックアップとしての配慮が無ければ記録計を別置する必要は無いと考える。

ソフトウェアのポイントとなるタッチパネルの画面について、広い範囲の異種設備を一元監視・操作する事を求められる DCS とは異なり、簡易計装設備では目の前の設備のみが監視・操作の対象となる。従って、前述の計装監視画面の自動生成とは逆になるかもしれないが、DCS の標準画面的なイメージには囚われずに、対象設備に特化して情報と操作対象を集約した画面や時系列一覧ではない警報画面と警報履歴画面のみで最小構成とする事も、緊急即応の操作を要求される現場設置のシステムとしては有用だと考えられる。

自動立ち上げのシーケンスでは、計測値に対する警報点・イベント点の設定や内部タイマの設定、さらにはアナログ演算に使用するパラメータ等の多くの設定項目が有る。単ループ調節計・外部演算器とシーケンス制御専用の PLC との組合せでは、その設定値が単ループ調節計内部のパラメータやセットアップのアイテム、外部演算器のパラメータ、さらには PLC のラダープログラムに記述されたタイマ設定など、それぞれの所在や変更の操作方法が異なってしまう、しっかりしたドキュメント(制御仕様書・パラメータの所在を記した一覧表・各機器のマニュアル)が無いとブラックボックスになってしまう。しかし、PLC 計装システムでは一元的にパラメータは PLC 内部に保持され、変更操作もタッチパネルで共通のインターフェイスにより行う事が出来るためにブラックボックス化してしまう事が無くなる。ただし、そのパラメータ変更を行う画面は正確に作り込み、パラメータの変更範囲の確認を含めて十分な検証をしておく事が必要となる。

警報表示が盤面に取り付けられた表示灯から、タッチパネルでの監視に代わる事によるメリットは大きい。無人運転となる設備に於いて故障発生・設備停止となった時に盤面の限られた表示灯のみでは何が原因となって故障が起きたのか判別し難い事も少なくない。しかし、タッチパネルで警報履歴・操作履歴と機器の発停履歴さらには計測値の履歴トレンドが保持されていると、故障発生・設備停止の状況や原因の追跡が容易となり、不具合箇所の早期発見や運転方法の改善に繋ぐ事が出来る様になる。反面、警報表示が時系列一覧の画面のみで済まされる事も多くなり、運転員が警報発生時に警報画面の表示行を「読む」事が要求される。簡易計装設備で警報点数も少数となれば、必要な警報項目を全て固定表示し正常・異常を色替え表示するような画面も用意されていると、警報を「読む」より「見て」判断出来る様になり運転員にとって優しいシステムと言える。

5. 最後に

DCS と PLC の選定に迷う様な規模の計装システムの更新に於いて PLC 計装システムを使用する場合には、DCS と同等の機能をいかに少ないソフトウェアコストで実現出来るかがポイントとなる。PLC 計装での計装用のエンジニアリングツールやモニタソフトウェアもこの点を重視したものとなっている。しかし、簡易計装設備ではむしろ DCS 機能に囚われずに対象設備にとっての要・不要を重視してシンプルな構成のものが PLC 計装導入のメリットを最大化出来ると思う。ただし、需要先か

らの要求事項に含まれていなくても計装システムとして最低限充たすべき機能がイメージ出来るエンジニアがそれを行わねば、PLC 計装は低機能との判定を下されてしまう。

これが出来るエンジニアとなるには、ひとつにはDCSシステム構築の経験を持ち、その計装制御システムとして練り込まれた機能を熟知していることも必要であろう。

また、これからの計装設備に求められる低 CO2 化の課題に対しても、簡易計装設備の対象となるような小規模な周辺設備へPLC 計装システムを導入して制御の改善や運転管理のレベルアップを行うことにより見直される省エネルギーの効果の方が、今までに十分に絞り込まれたメインの製造設備へのさらなる改善による効果よりも、顕著なのではないだろうか。

今後の PLC 利用による計装設備の裾野の広がりに期待したい。

以上