

PLC 計装実践プロジェクト ～環境対策の視点を通して

「第5回 プロジェクト事例(4): ゴミ焼却プラント」

タクマシステムコントロール(株) 齊藤 光男
オムロン(株) 浪江 正樹

5月号より連載をスタートした「PLC 計装実践プロジェクト」だが、いよいよ最終回を迎えた。今回はタクマシステムコントロール株式会社から、ゴミ焼却プラントの制御システムとしてPLC 計装を採用した事例を紹介していただく。

1. 自動燃焼制御装置

ゴミ焼却プラントにおける自動燃焼制御装置は、高度な制御演算により、ゴミ焼却炉において所定のゴミ量を低公害運転で焼却処理するための必須の制御装置として位置付けられる。またボイラ・蒸気タービン発電機付きのプラントでは、さらにエネルギー回収効率の良い制御が要求される。

しかし、ゴミのカロリーは、燃焼時点では不明でかつ一定でないため、燃焼制御は非常に難しく、旧来は熟練したオペレータの経験と勘を頼りに運転されていた。

当社の自動燃焼制御装置はタクマの長年にわたる経験により得た技術により、これらの高度な操作を自動化するものである。

このように自動燃焼制御装置はゴミ焼却プラントの中核である燃焼を担当するため、ハードウェアには以下の条件が要求される。

高度な演算機能

信頼性

この二つの条件を満たすことと、オムロンのPLC計装への積極的な取り組み、ならびに強力なサポート体制に後押しされ、オムロン製PLC(PLC計装)による自動燃焼制御装置の新型モデルの検討を行う事になった。

この検討に際しては、主に次の各項を重点課題とした。

ソフトウェアメンテナンス性の向上

他システムとの親和性

DCSとしての機能

コストパフォーマンス

すなわち、ソフトウェアの視認性及び改造修正の行いやすさが重要な課題の一つとなる。また、従来の演算方式に加え、より高度な演算も視野に入れる必要がある。

当社では自己回帰モデル(ARモデル)およびファジィ推論による制御システムも構築しているが、これらは膨大なデータと複雑な演算を行うため自動燃焼制御装置のハードウェアだけでは実現が難しく、上位計算機を併用するケースが多々ある。

そこで、他システムとの親和性が高く、扱いやすいことがもう一つの課題となる。また当社のもう一つの業務であるDCSの分野でも十分な性能と機能を実現できれば、より安価に高機能なシステムを構築できる。

さらに、安価であればソフトウェアデザインに時間をかけることができ、良い製品が提供できるのではと考えている。

2. システム構築

(1) 制御装置

前述の課題により自動燃焼制御装置の新型モデルの構成を検討したところ、自動燃焼制御装置の制御演算は、LCU（ループコントロールユニット）でほぼ実現できることがわかった。

算術演算

基準量演算、比率演算等は、LCUの算術演算ブロックにて工業スケールを意識することなく演算できる。

PID演算

PID演算はごく一般的なものを採用し、高度PID演算ブロックにて行うこととした。

ただし、以下を検討し可能なことを確認した。

- ・ 偏差のギャップ演算が行えること
- ・ PID演算ブロック以外の演算によるトラッキングが可能であること
- ・ PID演算ブロック以外の条件による積分停止が可能であること

移動平均演算

自動燃焼制御装置では、燃焼状態の把握のため数時間単位の移動平均演算を使用している。移動平均演算は制御装置の不得手な分野だと認識していたが、シーケンサベースのPLC計装では膨大なメモリ空間と自由度の高いシーケンスラダー言語により実現できる。

システム規模

システム規模は自動燃焼制御の場合、燃焼部分のみに特化した小規模な制御のため特に問題になることはない。

ただし、今後の発展を考えDCSとしての検討を行ったところ、PLC計装のシステムでは1CPU当たりLCUが3台まで装着出来る。LCU1台当たり32ループ使用できるので1CPU当たり96ループとなり、かなりの規模のシステムにも十分対応可能と思われる。

(2) 監視装置

監視装置の機能も「RSView32」というプラント監視用ソフトウェアが高機能で自由度が高いためほぼ実現できる。

そのため、主に作成にかかるコスト的な面からの検討を行うこととした。

- ・ 計装用TAG（グループTAG）イメージが使用できること
- ・ 計器イメージ（PID計器のチューニング用）の作成が容易であること
- ・ TAG情報等の一元管理が行えること
- ・ ヒストリカルトレンド機能の構築が簡単に行え、かつトレンドデータが解析用に他システム（パソコン等）で使用できること
- ・ 表示画面のハードコピー印字が行えること

次に、今後の発展を考えDCSとしての検討を行った。

- ・ アラーム機能（状態、確認有無表示）が簡単に構築できること
- ・ 帳票機能が構築できること
- ・ 計器イメージ画面の作成が容易であること

a) スイッチ計器、アナログ指示計、PID調節計等のポップアップ画面（ウィンドウ表示）

b) スイッチ計器、アナログ指示計、PID調節計等のグループ画面（一覧画面）

c) アナログ指示計、PID調節計等の詳細画面（チューニング画面）

・システム全体の管理、監視が行えること

(3) ソフトウェアメンテナンス性

ソフトウェアのメンテナンス性は制御装置の言語による部分が多いと思われる。

制御装置の言語は、DDCの部分はLCUのブロック言語、シーケンスの部分はCPUのシーケンスラダー、バッチ制御の部分はLCUのステップラダーで作成する。

これら言語の中でシーケンスラダー、ステップラダーのメンテナンス性はシーケンサとして問題ないレベルであると考ええる。

また、自動燃焼制御装置では、主にDDC、LCUのブロック言語を使用しているがこの言語のメンテナンス性は他社の制御装置と比較しても遜色のないレベルである。

(4) 他システムとの親和性

上位計算機との通信はイーサネットを使用し、通信プロトコルはデファクトスタンダードであるTCP/IPもサポートしているので十分実用性が有る。

(5) システム構成

上記、検討事項によりシステム構成を決定した。

制御装置

電源ユニット：C200HW-PA209R

ベースユニット：CS1W-BC083

CPUユニット：CS1G-CPU44-V1

ループコントロールユニット：CS1W-LC001

イーサネットユニット：CS1W-ETN11

監視装置（パラメータ設定装置）

パネルコンピュータ：ITFC-CPU02

通信

制御装置と監視装置（パラメータ設定装置）との通信はイーサネットを使用した。（図1参照）

・監視装置のソフトウェア構成

a) オムロン製SYSMAC OPCサーバ（通信用ソフトウェア）

b) RSView32（ロックウェル社の制御監視用HMI用ソフトウェア）

c) RSView32上に当社アプリケーションを構築

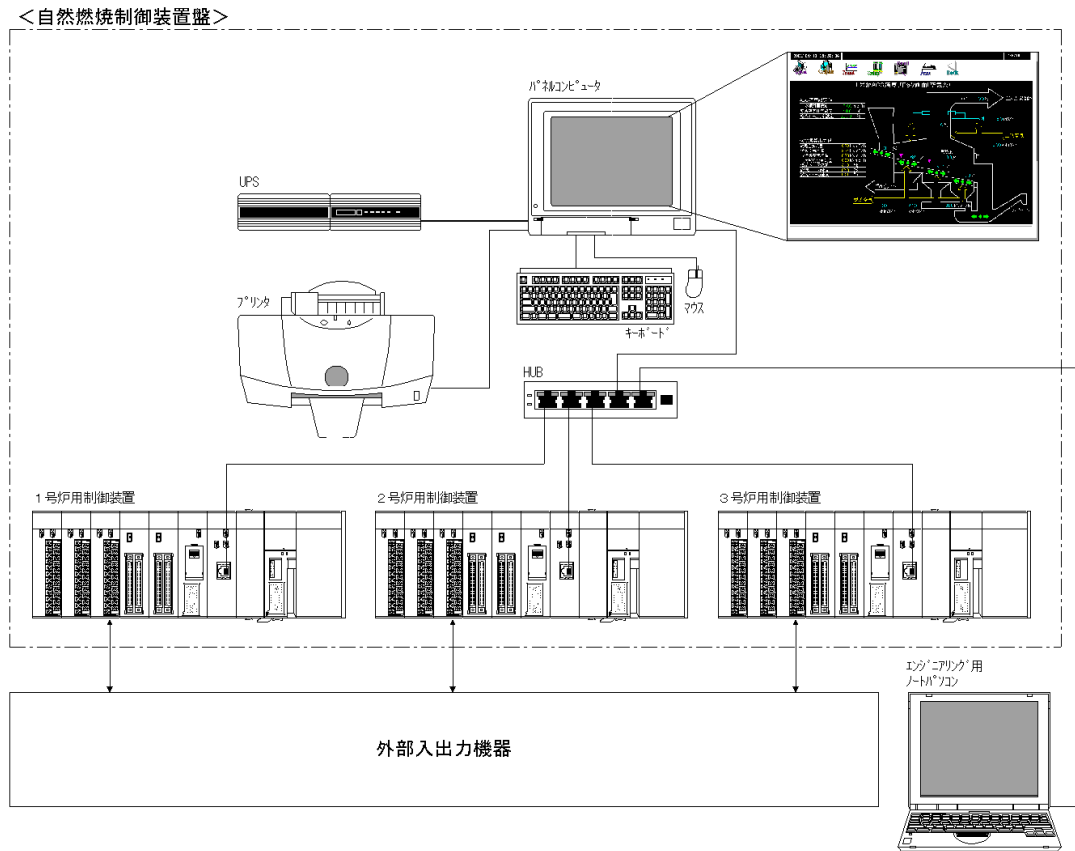


図1：自動燃焼装置制御盤

3. システム構築上の問題点

当然ながら、実際にシステム構築をするといくつかの障害が出てくる。

障害の中で特に大きかった物は以下の4点で、
 、
 は不具合点で現在は解決済、
 、
 は改善が必要な項目である。

RSView32画面の文字化け（不具合）

通信パフォーマンスの問題（不具合）

イーサネット接続設定について（改善が必要）

制御装置～監視装置間TAG情報受け渡しでの問題（改善が必要）

これら障害の詳細と解決までの経緯は、以下の通り。

RSView32画面の文字化け

この問題は、RSView32日本語版にて2バイトコード文字が表示出来なくなる事があるという現象。

早急に対策という話にはなったが、開発工程および実案件とのスケジュールの問題から開発作業の中止も止むなしか、と思われた。

当初、どのような条件でその現象が発生するのかがわからなかったが、オムロンの粘り強い調査の結果、問題現象が発生しないパターンを発見し開発を継続出来た。

またこの問題は、現在ではバージョンアップにより対策済みとなっている。

通信パフォーマンスの問題

通信用ソフトウェアであるOPCサーバの正式リリース前の話ではあるが、開発システムがある程度出来上がり動作確認の段になって、この問題に気づいた。

自動燃焼制御装置のような小規模なシステムで、かつイーサネットを使用しているので意識していなかったが、実際に動作させると、

- ・ 画面展開に10秒以上かかることがある
- ・ データリフレッシュが2～3秒以上の間隔になることがある

等、信じられないほどパフォーマンスが低く大きな問題になった。

このタイミングでの動作確認は1炉での確認（最大3炉までを想定）なため、原因によっては開発中止に発展しかねない内容であったが、通信パケットの見直し等により正式リリース時には、

- ・ 画面展開は3秒以内
- ・ データリフレッシュは1～2秒以内

と、問題ないレベルに改善された。

イーサネット接続設定について

オムロン製PLCでの通信は非常に高機能で柔軟性があり、どのような複雑なシステムでも実現できるように設計されているようではあるが、ネットワーク設定は一筋縄では行かないという印象がある。

今後、使いやすいものに改善されるよう期待している。

制御装置～監視装置間TAG情報受け渡しでの問題

制御装置で作成したTAG情報をOPCサーバとRSView32に渡すことにより、TAG情報のアドレス、工業スケール等を各ソフトウェアが把握し通信を行うような構造になってはいるが、現状の構造では、制御装置で作成したTAG情報をそのまま各ソフトウェアに渡すと問題が発生する。

この問題をクリアするためには、各ソフトウェアに渡す前に、TAG情報を手作業で加工する必要がある。

例えば、制御ソフトウェアの改造を行う場合、

- ・ 制御ソフトウェアの改造
- ・ OPCサーバに渡すTAG情報の加工
- ・ RSView32に渡すTAG情報の加工

という作業を毎回行う必要がある。

このような情報はどこかで一元管理するべきだが現状は出来ていない。

この問題については、2つの解決方法があると考えられる。

- ・ 各ソフトウェアのどれかでTAG情報を管理するのではなく別のデータベースを用意しそこで一元管理する。
- ・ 各ソフトウェアのTAG情報を一元管理出来るようにバージョンアップする。

現状は別のデータベースを用意する方法で対応しているが、次期バージョンアップではその辺りを改善すると聞いている。

このように大きな障害が4つ、また、その他にも何点かの障害が発生したが、オムロンの強力なサポート体制と柔軟かつ粘り強い対応によりほぼ障害を解決し開発を終えた。

当社の実案件では、タクマの新世代ストーカ式ゴミ焼却プラントの実証試験用に自動燃焼制御装置を構築し、ファジィ推論による制御システムとの組み合わせにより大いに役立つ

っている。

タクマの新世代ストーカ式ゴミ焼却プラントについては、同社のウェブページ <http://www.takuma.co.jp>を参照されたい。

実機焼却炉では設計がほぼ完成し、稼働間近な案件が1件、また、現在設計中の案件が2件とオムロンのPLC計装を活用している。

4. 今後の展望

オムロンのPLC計装は自動燃焼制御装置としては実現したが、DCSとしてはまだまだ満足に行くシステムではないと思われる。

前述の検討事項についてもすべてがクリア出来ているわけではない。また、実現可能ではあるが、まだまだ納得のいくものではない機能も何点かある。その中で特に重要と思われるのは、

信頼性

ベースがシーケンサであるという事と、制御と監視が分散している事での信頼性はあるが、冗長化（二重化等）には対応できていない。

言語

シーケンサのラダー言語は、決して高級言語ではない。シーケンス制御はともかくバッチ制御には高級言語が必要なのでは、と考える。

帳票

DCSと言うことであればフリーフォーマットの帳票が必要なのでは、と考える。

制御演算

現状のDCSでは実現できていないが、より高度な演算も今後は重要になるのでは、と考える。

より高度な演算として自己回帰モデル（AR[モデル]）とファジィ推論による制御を上位計算機上に構築しているが、信頼性の問題から、できれば制御装置側で構築したいと考えている。

今回の開発でのオムロンの強力なサポート体制と柔軟かつ粘り強い対応には、オムロンの並々ならぬ計装分野への意欲を感じた。今後もオムロンと協力し合い、より高機能でより安価な製品を作るために、特に、計装分野での制御装置（DCS）としての機能の発展を提案していきたいと考えている。

また、当社としても今回の共同開発ではDCSに必要な機能を整理する意味で大きな成果があったと考えている。

5. 今後のオムロン PLC 計装の展開

最後にオムロンより、今回の事例紹介でご指摘いただいた改善要求と今後への要求に対して回答させていただくと共に、今後の方向性を紹介する。

まず、改善が必要な事項として、次の2点について回答したい。

イーサネット接続設定をより簡単に

汎用コントローラであるPLCの通信機能として、高機能で柔軟性が高い点は以前よりご評価いただいているが、一方で使い方が難しいとの声も認識している。

プログラミングツール「CX-Process」の次バージョンv2.5は、当社通信ミドルウェアの

最新バージョン「FinsGateway v3」をバンドルする。FinsGateway v3を使用することで、従来よりも通信設定が格段に簡単になる。

制御装置～監視装置間TAG情報の一元管理

OPCサーバの次期バージョンで、特定のソフトウェア（CX-Processなど）との間だけでなく、汎用のCSVファイルとしてインポート、エクスポートできる機能を追加する。

さらに、CX-Processでも将来のバージョンで、CSVファイルのインポート、エクスポートを可能にする予定である。この段階では、いったん制御装置側（CX-Process側）で作成したタグ情報を、その後は表計算ソフトのEXCEL等で管理する方法が可能になる。

SCADAを選ばないオープン性を持つがゆえの問題だが、オープン性を損なわない範囲で、TAG情報の一元管理に向けた改善に取り組んで行く。

今後への要求事項については、次のように考えている。

信頼性

冗長化に絞って言うと、PLC計装に対する冗長化の要求は、以前はほとんどなかった。それは、DCSとPLCが明確に使い分けられていたからだと思われる。しかし、PLC計装が市場で実績を重ね、適用アプリケーションも拡大してくるにつれ、冗長化を求める声も大きくなって来ている。

そこで、PLC計装としても、二重化システム（電源、CPU、ネットワーク、LCU）の提供を検討して行く。

言語

バッチ制御用としてはS88規格を意識し、他社製品との接続といった方法も含めて検討して行く。

また、シーケンス制御用としても、ラダー言語だけで十分とは考えていないため、テーブル形式言語の搭載も検討して行く。

帳票

現状、サードパーティ製の帳票パッケージを推奨している。また、完全オリジナルの帳票がご希望の場合には、当社製データ収集ソフト代官山32をお使いいただいている。

今回のご要望は、この中間的に位置付けられる。今後、簡単に使え、かつカスタマイズ性の高い帳票を検討して行く。

制御演算

演算量や演算速度の問題で実現困難のこともあるが、基本的には、制御に関することはすべて、パソコンに頼らず、信頼性の高いPLCでカバーしたいと考えている。

まず、ファジィ推論については、LCUの次バージョンv2.5に搭載する。8入力、2出力、5ラベル、64ルールのファジィ推論ブロックを1台のLCUで最大32個まで使用できる。

その他、市場からの要望が増えてくるようであれば、ご要望の自己帰帰モデル演算や、非干渉制御、モデル予測制御といった高度制御も検討の範囲に加えて行く用意はある。

6.連載の最後に

以上、ご要望に回答する形で、今後の取り組みの方向性を紹介させていただいた。今回の5回にわたる連載では、環境視点での事例を紹介してきたが、PLC計装自体は、環境関連だけでなく、様々な業界や用途に適用範囲が広がってきている。また、システム規模もさらに大きいものや、逆に機器に組み込まれるような小さなものまで広がりを見せている。事例の一部は、PLC計装ウェブサイト (http://www.omron.co.jp/plc_process/)でご覧いただく

ことができる。このように適応範囲が広いのは、高いコストパフォーマンス、容易なメンテナンス、高いオープン性、といったPLCの特長が理由になっているようである。当社オムロンとしては、このようなPLCの良さを生かしながら、エンジニアリング効率の向上を追求して行く。

最後に、今回の連載に当たり、多くの方々に多大なるご協力を頂いたことを、この誌面をお借りして感謝したい。

タクマグループ

タクマシステムコントロール株式会社は、ごみ焼却プラントやボイラ発電プラントなどの環境とエネルギー関連のメーカーである株式会社タクマのソフトウェア部門のグループ会社として7年前に設立された。

弊社の業務内容は、主に以下の2つとなる。

プラント制御用ソフトウェア

都市ゴミ焼却炉、産業廃棄物処理設備、ボイラ発電設備、水処理設備その他各種プラントのDCSを主体とする制御用ソフトウェアの設計製作。

自動燃焼制御装置

特に、自動燃焼制御装置はゴミ焼却プラントの中核技術のため、ソフトのみならずハードを含め、株式会社タクマの物件はすべて同社が担当。

筆者：

サイトウ ミツオ

タクマシステムコントロール(株)

システム部

〒660-0806 兵庫県尼崎市金楽寺町 2-2-33 (タクマビル)

ナミエ マサキ

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 PLC 計装事業開発グループ

〒411-8511 静岡県三島市松本 66