

燃料電池効率評価装置における PLC 計装システムの活用

1. はじめに

水素などの燃料と酸素を化学反応させて化学エネルギーを電気エネルギーに変換する燃料電池は、次世代のエネルギーとして注目を集めている。燃料電池の利用分野としては、自動車用動力源、住宅用電源、携帯電話のバッテリーなど幅広い分野への応用が期待されており、各メーカーが急ピッチで開発を進めている。これらの開発は、環境対策に有効なクリーンな発電システムであるとともに、新規産業創出などに対する期待も大きい。経済産業省によれば 2010 年に自動車用で 5 万台、家庭用で 120 万台の普及を見込んでいる。

しかしながら、実際のところ実用化においては、コスト、出力容量、大きさ、耐久性などのいくつかの技術的課題を抱えており、現在は性能計測などを行う評価試験装置により各種の分析が行われているところである。本稿では、当社の PLC「SYSMAC CS1」をベースとした「PLC 計装」の燃料電池評価装置における適用技術をご紹介します。

2. システム概要

2-1. PLC 計装の適用範囲

1999 年 7 月に弊社が業界で先駆けて発売した「PLC 計装」は、その機能とコストのバランスの良さが評価され、すでに 300 社以上のお客様でご採用いただいている。PLC 計装は PLC でありながらプロセスコントローラである DCS (Distributed Control System) 並みの機能を持っていることから、化学や食品のバッチプロセス制御から、本稿のテーマである燃料電池試験装置などの機器組み込みアプリケーションまでその適用範囲は広い。その一例を表 1 に示す。

設備	装置
■ 汚泥再生処理施設	■ 燃料電池評価試験装置
■ 半導体工場ユーティリティ	■ 過給器開発用試験装置
■ ビル空調設備	■ 半導体拡散炉温度制御
■ 浄水場電力データ監視	■ 半導体熱交換装置
■ 石灰配合システム	■ 硝安溶液濃縮装置
■ 工場廃液処理システム	■ 食品濃縮殺菌装置
■ 反応制御工程自動化	■ 特殊ガス試験装置
■ 連続中和処理制御プラント	■ ゴミ自動燃焼装置
■ 浄水場の監視制御	■ 船舶ボイラーコントロール
■ オイルブレンドシステム	■ 脱硝設備装置

表1 PLC 計装採用アプリケーション事例

2-2. システム構成

PLC 計装システムでは、弊社 PLC の中核を占める「SYSMAC CS1」にループ制御用のループコントロールボードや各種のアナログ入出力ユニット、HMI としてタッチパネルやパソコン (SCADA ソフトなど) を組み合わせることで構成する。以下に構成する機器の概要を紹介する。

1) SYSMAC CS シリーズ

業界最高速のラダー命令実行性能に加え、Ethernet や DeviceNet などのネットワークをシームレスに接続可能なコントローラであり、すでに数万システムの採用実績を誇る。CPU

にはメモリカードスロットを標準搭載しており、運転中にメモリカードへ保存・読み出しも可能なため、試験データなどの大容量データも PLC で保存可能である。CS1 のネットワーク構成例を示す。(図 1)

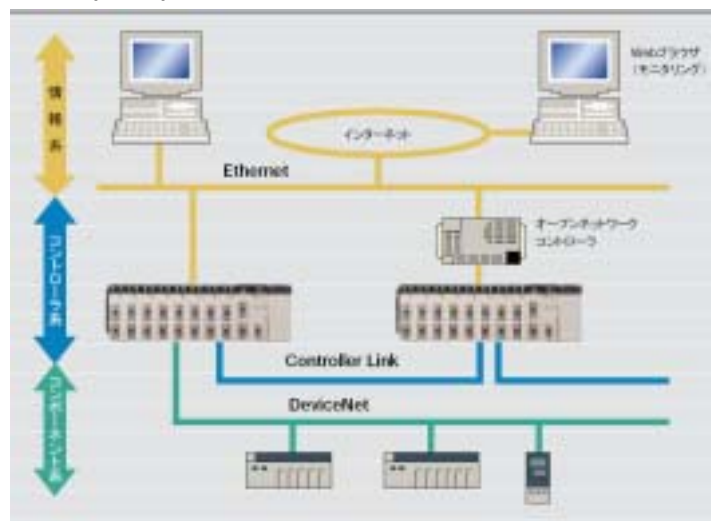


図 1 : SYSMAC CS1 ネットワーク構成例

また、CS シリーズにはアナログデータの入出力には、絶縁型 8 種類をはじめ、全 16 種類のアナログユニットのほか、DeviceNet タイプも 5 種類用意しており、多様なアナログ信号に対応している。

2) ループコントロールボード (LCB)

LCB を CS1 の CPU に装着してループ制御を実行する。CS1 の CPU ユニットがシーケンス制御を実行するのに対して、LCB がループ制御を実行する。LCB は十ループ程度の機器組み込みアプリケーションに適した標準タイプ、数百ループまで制御可能な高機能タイプ、更には Duplex システムにも対応した二重化タイプを取り揃えており、アプリケーションにより柔軟なシステム構成が選択可能である。(二重化タイプは近日発売予定。)(図 2)



図2 SYSMAC CSシリーズ用 ループコントロールボード
形CS1W-LCB01/05、形CS1D-LCB05D

LCB は、ループ制御に必要な機能を計器ブロックという単位で 70 種類以上搭載しており、これらを組み合わせるだけで簡単にループ制御が実現できる。

3) CX-Process ツール

LCB のプログラミングは WindowsXP 対応の CX-Process ツールを用いて行う。ワークシート上に必要な計器ブロックを貼り付け、計器ブロック間の信号をマウスで結線するという

グラフィカルなプログラミングスタイルが可能である。(図3)

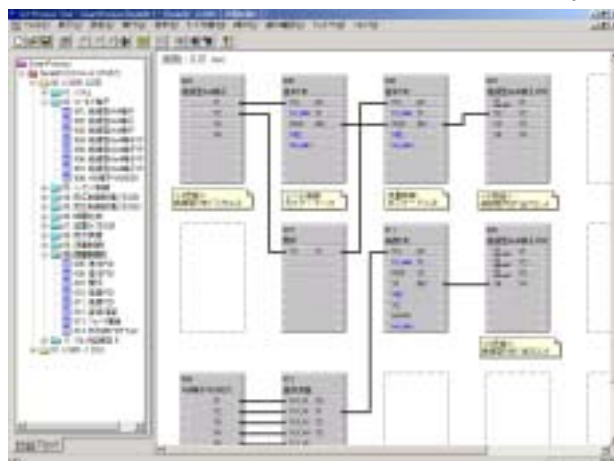


図3 計器ブロックプログラミング例

また、ブロック結線図の動作確認画面によるアナログ信号の値表示、アナログ出力値の強制変更やチューニング画面を呼び出してのパラメータ変更なども可能である。

4) HMI 関連商品

汎用 PLC をベースとしたシステムのため、HMI は用途に合わせて自由に選択が可能である。例えばパソコンに試験データをロギングする場合は、

- ・ プログラムレスで EXCEL にデータを取り込む簡易データ収集ソフト「代官山」
- ・ Visual Basic のフォーム上に部品を貼り付けるだけで、指定したイベントメモリの呼び出し/書き込みができる ActiveX コントロール「Compolet」
- ・ プロセスの監視制御を高速かつ効率的に行う Windows 対応 HMI パッケージソフトウェア「RSView32」

などを用意しており柔軟にデータロギングシステムが構築可能である。(図4)

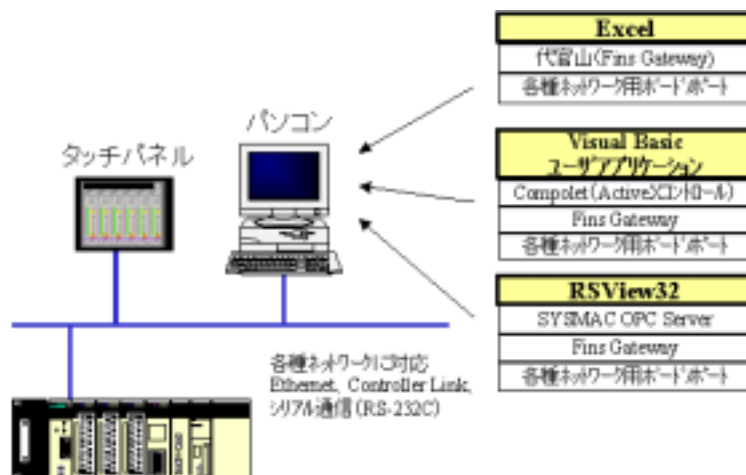


図4 ユーザアプリケーション構築例

3. 燃料電池の評価試験装置への応用例

燃料電池評価装置は、ガス供給制御装置から発生したガスをスタック（燃料電池の発電セル）に注入し、発電を行う際にガスの圧力や混合比をリアルタイムに制御することで様々な評価を行う。装置としては、ガスを加湿するための加湿器や加湿器に送る純水の温度を調整する純水温度制御装置、スタックで発生した熱を冷やすスタック冷却循環装置などで構成される。そのため、ガス流量、複数ガスの混合供給、加湿器温度、セル温度などを取

り込んだ各種のループ制御と、バルブの ON/OFF や各種のインターロック制御などのシーケンス制御が必要とされる。従来はシーケンス制御用の PLC とループ制御用のデジタル調節計等を組み合わせてシステムを構成したり、PLC のラダーを駆使してシステムを構築したりする場合が多かった。しかし、ガスの流量や圧力の変化は非常に早く、またループ制御を行うためには設定するパラメータが多いためプログラム作成には非常に多くの時間を要した。

そこで、弊社ではこれらの課題解決のために「PLC 計装」を提案し、多くのお客様でご採用をいただいている。以下に PLC 計装システムが課題解決のために提供する機能を紹介する。

シーケンス制御とループ制御の連携が簡単

シーケンス制御は PLC である CS1 で行い、ループ制御は CS1 専用の LCB を使用するため、複雑な通信プログラムは一切不要である。ループ制御とシーケンス制御のデータ交換が高速かつフレキシブルに行える。

ループ制御のプログラミングが簡単

自動車用燃料電池の場合、評価は多岐の項目にわたるが、例えばアクセルを踏んだ時にモータの回転数を上げていくときの状態を再現し評価を行う。この場合、アクセルはガスの流量調整に相当し、ガスの流量を上げれば発電量も増える。しかし、この単純な操作だけでもパラメータは非常に多い。

LCB では機能単位の計器ブロックを用意しており、ループ制御のプログラムを計器ブロックの組み合わせだけで構築できる。計器ブロックの各種 ITEM はリストから必要な項目のみ変更することで行える。

豊富なデバック機能

ループ制御プログラムは、ツールソフトウェアにより、計器ブロック単位でチューニング画面を呼び出してパラメータ変更が可能である。ガス流量の変更や設定温度の変更などの条件変更が容易に行える。また、制御対象がなくても計器ブロックの動作確認・強制出力変更ができる機能により動作チェックなども容易行える。

PID パラメータの微調整が可能

PID パラメータはオートチューニング (AT) 機能にて算出可能だが、AT 実行後の制御性能に満足できないときや、AT を実行することで、PV に乱れが生じたり、または制御が中断されることが許されないときには、ファインチューニング (FT) が実行可能である。

FT を実行することで、ハンティング抑制、オーバーシュート抑制、速応性向上の各要素の改善要求度合とそれまでの PID パラメータからファジィ推論を用いて PID パラメータを自動修正し、制御性を簡単に改善できる。

流量・圧力制御のプログラムも簡単に作成可能

燃料電池では加湿加熱をした水素が必要だが、差圧式流量計では体積流量を測定しているため温度・圧力補正などの演算機能が必要である。LCB では、機能単位の計器ブロックとして温度圧力補正ブロックを用意しているため容易に対応可能である。

また、ガスの流量や圧力の変化は非常に早いことからリアルタイム性が高い制御が要求される。そこで PID 演算ブロックでは、リアルタイムな制御を行うため最速で 10ms 周期の PID 制御にも対応しており、木目細やかな制御を可能としている。

4．おわりに

最近では燃料電池のことが新聞や雑誌で頻繁に取り上げられるようになり非常に身近に感じるようになってきた。特に自動車メーカーでは生き残りをかけた開発競争を行っており、世界の主要メーカーが次々と新しい燃料電池車を発表している状況である。しかしながら、完全なゼロエミッションを実現した純水素を燃料とした燃料電池は2020年以降になるといわれているため、これからも燃料電池試験評価に対する需要は増えていくであろう。弊社ではこれからもアプリケーションに適したコントローラを開発・販売していきたいと考えており、是非とも読者諸兄からのご指摘、ご教授をお願いする次第である。また、本稿がPLC計装をご検討いただいている方々の参考になれば幸いである。

注)

Windows, WindowsXPはMicrosoft Corporation の登録商標です。

RSView32はRockwell Software Inc.の登録商標です。

執筆者：

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 静岡県三島市松本66