

燃料電池自動車用水素供給ステーションにおける PLC 計装の活用と着眼点

日本酸素株式会社 技術・開発本部 技術管理部 高野 直幸
広和計装株式会社 代表取締役 三浦 幸廣
オムロン株式会社 ITソリューション事業部 工藤 雅信

1. はじめに

生物が生命の維持、活動する上で必ず何かしらの必要とする。例えば食料が人間のそれにあたる。つまりエネルギーを入手しているのである。昔の人間のエネルギー入手方法も、つい最近までのエネルギーの入手方法も、経済効率のみを追求した内容が多かったようである。当然、その当時の経済事情、最新の各種技術、環境、思想などを反映した内容となっていたようである。つまり、身近で、便利で、安い等の観点で利用してきたようだ。例えば木材とか化石燃料がその好例である。しかし、その結果人間の周囲では、(つまり環境では)いろいろな問題が発生している。またその個々の問題から新たに関連した問題が、発生し始めている。(よく耳にする環境問題である)今後のエネルギー入手方法は、前記のようなコスト優先の内容から、リサイクル可能で環境を汚染しないものへと、開発が方向づけられているようである。そのひとつが燃料電池である。その燃料電池の燃料についても、各種検討されているが、今回は水素をエネルギーとした燃料電池自動車用水素供給ステーションについて、PLC 計装がどのように採用されているか、選定の視点や着眼点、実際のシステム概要(特長、機能、構成など)、そして評価や今後の展開について紹介する。

2. 燃料電池自動車と水素供給

内燃機関よりエネルギー変換効率が高く、排気ガスが清浄になるとして、固体高分子型燃料電池による燃料電池自動車が期待されている。燃料電池の燃料として、天然ガスやメタノール、水素などが検討されているが、それぞれ一長一短がありどの燃料にするか意見が分かれるところである。天然ガスやメタノールであれば、内燃機関なみの走行距離は得られるが、車上で改質するため、内燃機関に比べ始動時間が長くなる。また電池触媒を被毒するCOを数十ppm以下にまで下げる為の改質・変成・CO酸化器をコンパクトに搭載する必要がある。水素をエネルギーとすれば改質器は不要となるが、現状の水素吸蔵合金や圧縮水素の技術では水素の積載量は不十分で、走行距離は短くなる。しかし、車上の機器構成が簡単で起動も早い為、燃料電池自動車を普及させる1番手として期待されている。

今回 PLC 計装を採用いただいた水素供給ステーション研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)様より財団法人エンジニアリング振興協会様が受託し実施している、水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術開発(WE-NET)プロジェクトの1つであり、日本酸素様の水素供給ステーション設備設置工事を担当し株式会社四国総合研究所様構内に施工した。

その目的は水素自動車への燃料供給ステーションを目的としたスタンドアロンタイプの水素供給ステーションの要素技術及びシステム技術を確立する為、実用規模の水素供給能力の10分の1程度に相当する30Nm³/hの小規模試験システムとして開発することである。

3. 採用事例紹介

3.1 装置概要

写真1は今回採用いただいた水素供給ステーションの全景写真である。大きく四つに分けられ、左手前側に吸蔵合金型ディスペンサーと吸蔵合金型貯蔵設備、左手奥側に水電解装置とユーティリティがあり、右手前側に高圧ディスペンサー、右手奥側に高圧ガス容器置場関連設備となっている。(香川県高松市(株)四国総合研究所殿構内に施工されている)



写真1 水素供給ステーション全景

なお写真では構成の説明が難しい為、図1に水素ステーション概略系統図を示し概略の機能と動作を説明する。

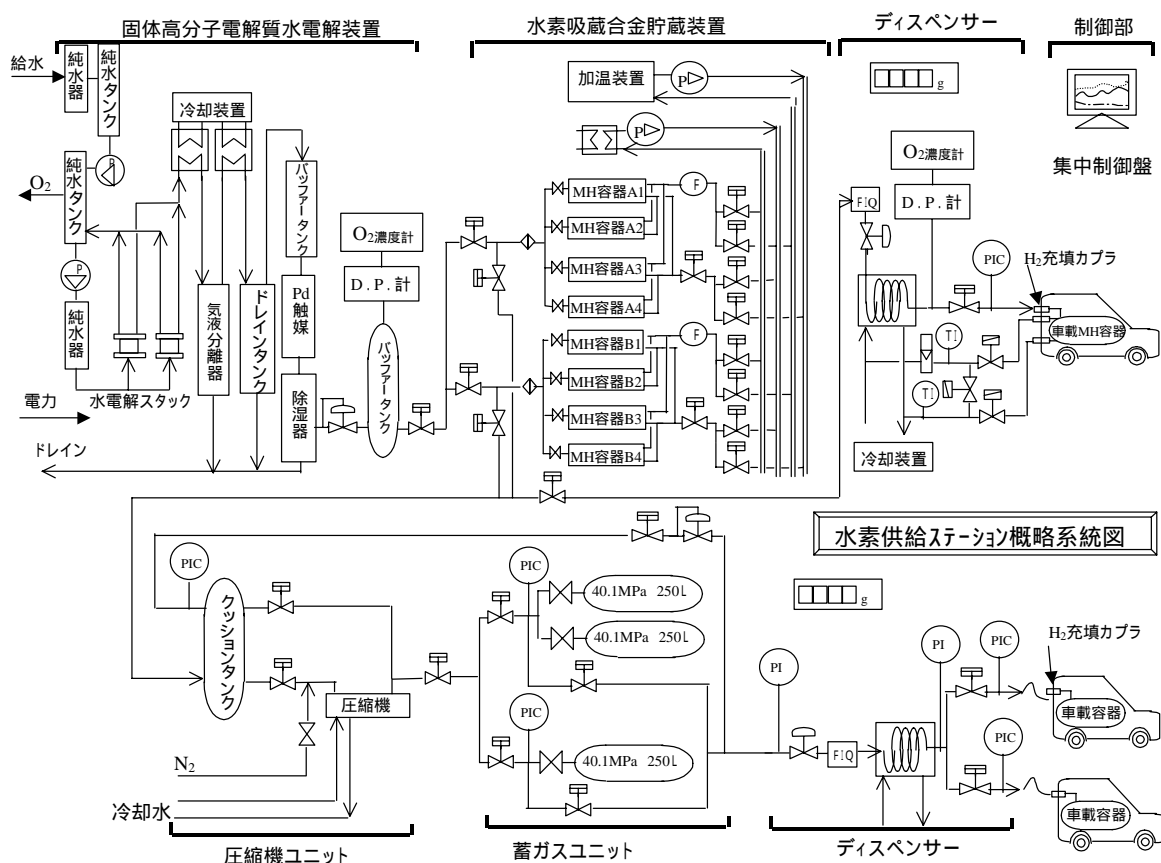


図1 水素供給ステーション概略系統図

固体高分子電解質水電解装置にて純水を電気分解し水素を得る。チラーにより水分、酸素を除去し、水素圧縮機にて圧力調整後バッファタンクを経由し水素吸蔵合金貯蔵装置に水素を貯蔵する。一系統はその貯蔵装置から車載水素吸蔵合金容器(車載 MH 容器)に供給する水素吸蔵合金用ディスペンサー。他系統は同じくその貯蔵装置から圧縮ユニットで高圧にし、蓄ガス器ユニットに蓄え車載高圧水素容器に供給する高圧ディスペンサー。この2

システムの構成となっている。高圧ディスペンサーさらに 25MPa 圧力ラインと 35MPa 圧力ラインの2種類に別れる。この2種類の充填圧力で車載高圧水素容器に供給する構成となっている。今回 PLC 計装が採用となったのは、水素吸蔵合金用ディスペンサーと高圧ディスペンサー、それに集中制御盤の3セットである。

PLC 構成を次に示す。

3.2 PLC 構成

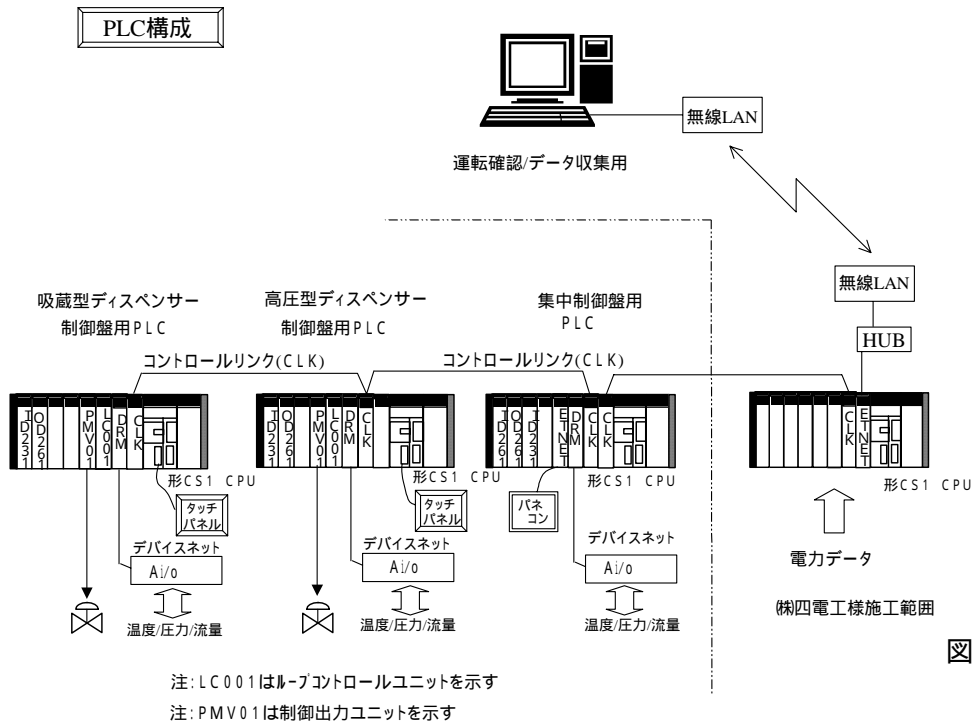


図2に示す様に各 PLC は当社 CLK(コントローリンク)というデータリンク機能とメッセージ通信機能を有するFAネットワークで構成されている。例えば各ディスペンサーでの流量などが、集中監視盤から CLK で接続された情報収集用の PLC((株)四電工様施工)を経由し、運転確認/データ収集用コンピュータに無線LAN経由で収集される。またフィールドの各データはDevice/NetにてPLCに集められている構成となっている。

高圧ディスペンサー用制御盤と内部の PLC 部分写真2, 写真3に示す。



写真2 高圧型ディスペンサー用制御盤パネル面



写真3 制御盤内部

3.3 PLC 計装選定にあたって

選定する上で考慮する内容は5項目あった。

- (1) 試験プラントのため、フィールドのデータが簡単に各種制御に反映させられること。ただし大きなハードの変更なしに実施できること。
- (2) フィードバック制御の構築が簡単にシミュレーションできて、プラントの立ち上げ、調整時に問題なく、試運転ができること。
- (3) 高度な制御ループも難しい算術演算式などの記述によらず、その為のプログラム開発、デバックをする必要がなく、構築が簡単であること。
- (4) PID などの調整に難しい操作が必要とならないこと。特に専門的な知識を必要としないこと。
- (5) 当然高価ではなく、今まで活用してきた PLC が利用のメインとなること。その部分にアナログのみを付加できること。また PLC が小さくコンパクトに構成できること。

以上のような観点にて検討され、過去に採用した実績のある当社の PLC 計装を選定いただいた。

(1)項目については、PLC 構成に示すように Device/Net により PLC 本体の拡張をすることなく、フィールドのデータが簡単に PLC 内部に取り込める。また PLC 計装の各種アナログ演算にも、フィードバック制御にも利用が可能である。つまり無駄に装置を大きくする必要がなく、コンパクトに設計できる。さらに Device/Net はアナログ I/O もデジタル I/O も構築可能である。次に(2)項目のフィードバックのシミュレーションであるが、計装図を構築した段階で制御対象を計器ブロックにて構築し LCU に転送することにより、制御定数などをあらかじめ仮の値で算出できる。また制御対象がなくても動作確認ができるため、早く間違いのない立ち上げが可能となる。

(3)項目の高度な制御については、各種計器ブロックを準備している為、チェックする内容は計器ブロックのパラメータのみとなり構築の経験が少ない人でも可能となる。実際フィードバック制御が初めての方でも2時間くらいでヒータを用いた温度制御をこなした例もある。ただこの場合は、タッチパネルを HMI として用いたためであることにもよる。また時系列データ統計ブロックとか積算(瞬時値入力用)ブロックなど試験に適したブロックが数多くあるため、構築やデバックが早くできる。ツールによる計器ブロック構築イメージを図3に示す。

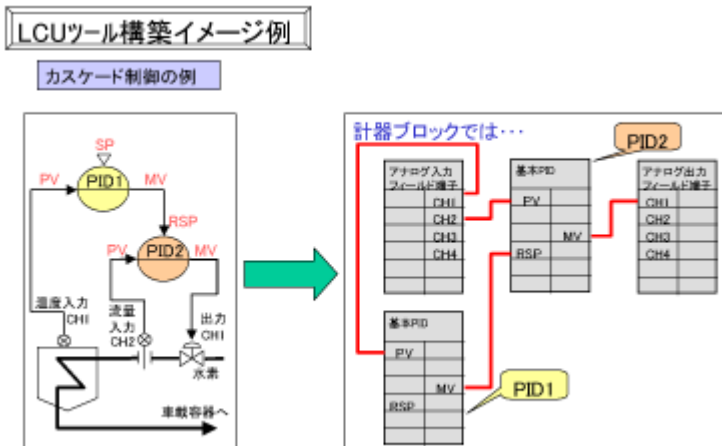


図3 LCU ツール構築イメージ例

(4)項目については、当社 ES100 という調節計にて実績があるファインチューニング機能にて制御に影響を与えず、PID を気にせず、専門的な知識も必要とせず調整可能である。

4. PLC 計装の役割と評価

PLC 計装全体の紹介ではなく、実際の PLC 計装使用例では、圧縮ガス燃料容器搭載車への水素ガスの供給など、急速充填による断熱圧縮により容器内ガス温度が上昇し、容器本体も上昇するなど、各車載容器(MH 容器(水素吸蔵合金容器)と車載高圧水素容器)に水素の流量と圧力を考慮した充填をする必要がある。ゆるやかな圧力上昇カーブで充填すればいいのだが、現在のガソリン自動車と同等のパフォーマンスが必要となるため急速充填を要求されている。その制御を当社のループコントローラにて実施する予定である。(形 CS1W-LC001)現在は試運

転中である。

充填制御の構築など試験を実施していく上で、車載容器の状況などがどのように影響するのか等、新たに具現される環境に対応した制御が構築できる必要がある。また供給以外に水素吸蔵合金の寿命などの検討にも関連した内容となる。

評価としては、試運転している段階では特に大きな欠点は感じられないし、選定内容から大きく外れた内容ではなかった。PLC 部分は実績があり、その上でのアナログ部分だけだった為、構築には大きな問題が発生していない。ただし、今後テストプラントのため早い制御が必要となってくることも予想される。

5 . PLC 計装の今後展開

PLC 計装は一層のアナログ制御と演算が簡単に構築できるツールなどのバージョンアップを実施していく予定である。また今までの多くの採用事例と前項の予想などから考慮すると高速演算が PLC 計装に必要なようになることは必須と思われる為、何かしらの形で対応していきたいと考えており、実際発売に向けて開発も進んでいる。別の機会にご紹介をしたいと思う。また信頼性の向上についての要求がお客様よりよせられている。これについても DCS と同等というレベルには届きませんが、徐々に対応方法が検討されてきている。

6 . 最後に

以上で、新エネルギーに PLC 計装がどのように活用されたかを、概略紹介させていただきました。なにぶん燃料電池についても掲載が決定した後に勉強した為、不備な点など気がつかないまま記載されているかも知れません。読者よりのご指摘、ご教授を宜しくお願いいたします。また PLC 計装の採用を検討されている方々の参考になれば幸いです。

なお、今回の本稿執筆にあたり、ご協力をいただいた日本酸素(株)と広和計装(株)の関係各位に本誌面を借りて御礼申し上げます。

* 本水素供給ステーションは、経済産業省資源エネルギー庁新エネルギー・産業技術総合開発機構が進める水素利用国際クリーンエネルギーシステム(技術開発(WE-NET))の一環として行ったものであり、関係各位に感謝します。

注)文中および図中の製品名、商品名は各社の商標または登録商標である。

日本酸素(株)

日本酸素(株)は、1910年の創業以来、わが国最大の産業ガスメーカーであると同時にプラントメーカーとして、国内の産業の発展に大きく貢献して来ました。空気分離システムで培われた技術を基盤にし、新たな事業分野への拡大にも全力を投じております。今回の水素供給ステーションは、弊社のコア技術を基に、オリジナリティを追求した産業ガス製造技術・供給技術・充填技術を活用したものであります。

広和計装(株)

広和計装(株)はPLCを用いた監視盤・制御盤、SCADAを用いたPC監視及びそのネットワーク構築を手掛けている。また、大手ソフトハウスの製品に匹敵するFAソフト開発の実績も有している。特に発展の著しいPCやPLCなどの最先端の技術を用いて顧客満足度の向上を求め続けている。

タカノ・ナオユキ

日本酸素(株) 技術・開発本部技術管理部

〒212 - 0024・川崎市幸区塚越4 - 320 - 1

ミウラ・ユキヒロ

広和計装(株) 代表取締役

〒146 - 0082 東京都大田区池上7 - 6 - 5 ポニータビル4F

クドウ・マサノブ

オムロン(株)ITソリューション事業部 ソリューション部

〒141 - 0032 東京都品川区大崎1 - 11 - 1