

タイトル:ビン硝子溶融設備／小規模連続プロセス装置での計装システム利用の事例紹介

1. はじめに

装置と言っても、その規模や重要度などは様々であろうし、それに伴って要求される計装も異なって来る。その中で、ダウンサイジングが進む DCS と、計装制御機能を強化しつつある PLC のいずれを選択すべきか大きく悩むところである。さらに操作性や視認性を求められる装置計装において、HMI の良否はこれらに大きく影響するが、今では DCS と PLC のいずれにおいても Windows パソコンを利用し、汎用ないしは専用化された SCADA をベースに構成されるのが当たり前となり、この HMI の機能で差別化することも難しくなっている。

また、HMI アプリケーションの出来の善し悪しは、DCS と PLC 計装のどちらであろうとシステムインテグレーションを行うもののセンスと能力に因る要素も大きく作用し、なお判断しづらいと考える。

そこで本稿では、スタンドアロンで使用する DCS と、計装オプションを付加した PLC のいずれもが適用可能な、小規模連続プロセスであるビン硝子溶融設備での計装システム事例のなかで、その導入経緯と選定理由とを紹介したいと思う。

2. ビン硝子溶融設備

ビン硝子溶融設備は、加熱により硝子の粉体原料を溶融する炉本体と、ここへその粉体原材料を供給する調合設備、また溶融し液状となった硝子を成型装置へ導くフィーダ設備で構成されている。(図1参照)

溶融は一般的に燃焼バーナーの火炎を直接炉内へ噴射し、炉底部に溜まった硝子を直接加熱して行われ、作業時の炉内温度は 1000℃ を軽く超える。また、炉内から排出される高温排気の熱利用の為、燃焼用空気の前熱が行われるが、この目的として蓄熱室を備えているものでは、15～20 分間隔で給気・排気の経路と使用バーナーの切り替えが行われる。(自動交換と呼ばれるシーケンス動作で、燃焼停止＞噴霧停止＞給排気経路切り替え＞噴霧開始＞燃焼開始が、短時間に連続制御系との連動で行われる。炉内は着火点を超える高温の為、燃料噴射で燃焼が始まる。)

原料調合では製造する硝子製品の色や特性に合わせた調合比率で多種の粉体原料の秤量と混合を行い、炉前のサイロに一旦貯留した後に、炉内に溜まっている溶融硝子の量が一定となるように制御され、投入が行われる。この溶融硝子貯留量の計測には特殊な間欠式センサーが用いられるが、当社ではこのガラスレベラーと呼ばれる装置も製造・供給している。(図2参照)

フィーダでは、溶融し液状となった硝子が成型装置へ供給されるまで一定温度に保っている。

ここで、計装制御の対象となる主な項目は、

- ① 溶融バーナーの燃焼量(燃料流量・空気流量の空燃比制御と、前述の自動交換毎に行われる燃焼停止と燃焼開始動作):1～数ループ
- ② 炉内圧力(排気ダンパの開度制御、また自動交換時はプログラム制御):1～2 ループ
- ③ 炉内各所の温度監視(炉天井・炉底面・蓄熱室・煙道等):十数点
- ④ 溶融硝子液位(専用センサーにより間欠計測し、調合済み原料の投入量を制御):1 ループ
- ⑤ 原料調合(レシピに基づく粉体原料の自動秤量と混合):秤量器数台

⑥ フィーダ温度(フィーダ温度による保温用バーナー燃焼量の制御):3~十数ループ
などであり、①~④及び⑥は連続制御(監視)ループで、⑤はシーケンス制御(非連続)である。(図 3 参照)

3. Glass Brain(グラス・ブレイン)

「Glass Brain」とは当社が提供するビン硝子溶融設備計装システムの呼称である。1980年代にそれまで石油・鉄鋼に代表される大規模プラント用であった DCS が中小規模用に「ダウンサイジング」され登場したものをスタンドアロンで使用したのが最初である。

それまでは、シングルループ型のデジタル調節計を計器盤に実装したパネルオペレーションで計装されていた。これは CRT とキーボードでの監視・操作が需要家に受け入れられることに懐疑的だった為だが、海外向け物件の競合において、米国のシステムインテグレータから、この規模の計装システムへリモート監視機能まで備えたパソコンベースの HMI と、マルチループコントローラとの組み合わせが提案され、それらがユーザから受け入れられる事を経験し、「Glass Brain」のシリーズ名とともに、ビン硝子溶融設備計装の高機能なシステム化へと踏み出した。

スタンドアロン DCS での構成は専用コントローラを 1CPU と専用 HMI を 1 台が基本(図 4 参照)となっているが、制御対象となるループ数からみれば十分な能力を備えていた。ただし、コストを考慮して温度監視は重要なもののみ取り込み、その他は多点記録計を併用しての監視とした。また、秤量コントローラと PLC の組み合わせで制御される「原料調合」は、DCS へ統合せず別システムのままとした。

今では当たり前の、設備グラフィック・警報履歴・トレンド表示と帳票印刷が主な新機能であったが、硝子溶融設備全体の付加価値向上に大きく寄与したと考えている。反面、当初危惧していたキーボード操作への現場の人たちの順応は早く、全くの杞憂であった事を思い知らされた。

その後 DCS が進化する毎に、そのダウンサイジングされたスタンドアロンシステムを採用して来たが、パソコン化された HMI を持った DCS が新たに登場すると「Glass Brain」でも自然にそれへ移行する事となった。この時、「原料調合」の PLC を DCS 用 HMI にイーサネット経由で統合し、溶融設備全体をひとつの計装システムとして運転管理する事が出来るようになった。(図 5 参照)

これは、パソコン化された HMI が汎用の SCADA を画面表示用として使用しており、この SCADA が多くの PLC 機種に対応した通信機能を標準的に備えていたからであるが、またシステムインテグレーションでの工夫により、システム構成そのものに手を加える余地が生じたからとも言える。ただし、これは従来の計装エンジニアには畑違いの仕事で、計装システムを理解したソフトウェア・エンジニアが必要となってくる。当社では運良く、この時期にその様なエンジニアが育っていたのである。

それ以前、汎用 SCADA が PLC 用 HMI ソフトウェアとして登場した初期の頃より、個々の部品単価が安く種類も豊富で、システムスケールの自由度を大きくとれる PLC を計装制御に利用して、「Glass Brain」システムの裾野を広げる事が出来ないかを検討していたが、アナログ入出力に対する考え方や、ラダー命令としての PID 演算機能への違和感があり、「Glass Brain」として採用することは無かった。

ところが、1998 年頃より計装用 CPU をアドオンする事により、従来の DCS と遜色ない連続制御アプリケーション機能を備え、パソコンと汎用 SCADA との組み合わせによる HMI を持った PLC 計装システムが登場してきた。これが、それまでの単に PID 演算命令を持った PLC と大きく異なるのは、プロセス用途にターゲット

された入出力ユニットを同時にリリースしてきた所である。アナログ信号のチャンネル間絶縁や二線式伝送器への対応、使いやすいマルチレンジのセンサー直入力ユニット等の仕様を見て、それまでの違和感が払拭されることとなった。(この違和感は PLC メーカーが、どの程度本気で計装分野へ目を向けているかであった気がする。)ここで計装用にも調合用にも同一のコントローラ(PLC)を使用した「Glass Brain」の検討を始め、その最初のシステムが 2004 年にタイのアユタヤへ導入された。(図 6 及び写真 1 参照)

前述の計装用 DCS と調合用 PLC を DCS の HMI 上で統合したシステムでは、その操作性に違和感を生じさせない為に、DCS-HMI の標準機能を損なわずに調合用 PLC の監視・操作機能を組み込まねばならなかったが、今回の PLC 統合のシステムでは、ビン硝子溶融設備計装システムの HMI として、各機能と表示項目の要・不要を明確にし、シンプルでかつ「Glass Brain」としての高機能を目指すこととした。

一般的に PLC 計装では素材レベルからの作り込みになる為、アプリケーションコストが高くなるとの見方もあるが、装置としての必要機能を取捨選択し、過剰に DCS ライクなものを求めなければ、むしろその素材としての自由度が、アプリケーションエンジニアの負担を下げることになる。

この新「Glass Brain」システムでは、当初の目的の通り、次の様な点がユーザに好評価となっている。

- ① 溶融計装と調合が同じシステムで監視操作できる為、別々の操作方法を身につけねばならなかった以前と比べて、運転員の負担が非常に軽くなった。
- ② ビン硝子溶融設備に特化したシンプルで目的が明確な画面インターフェイスにより、非常に短時間で操作に習熟出来る。
- ③ 様々な入出力・通信が安価で利用できる為、自由度の高いシステム構成を採ることが出来、ユーザ個々の要望を容易に実現できる。

これらの長所によりこの新「Glass Brain」システムは、連続したシステム受注を得る事が出来ている。

4. 燃焼の継続

「Glass Brain」では、DCS・PLC とともにコントローラは非冗長を採用している。ただし、燃焼を継続するのに必要なループには全てマニュアル・バックアップ・ユニットを盤面設置して、コントローラ故障時には PV 及び MV のアナログ入出力を自動的にこのバックアップ・ユニット側へ切り替え、計測値の表示と制御出力の手動操作を引き継いで出来るようにしている。(写真 2 参照)また、運転員判断でのループ個別切り替えも可能で、プログラムの入れ替え等で制御を固定させたい場合にも有効に利用されている。

硝子溶融設備では、操業期間中は決して硝子の温度を過剰に下げない事が要求され、バーナー数の多い大型の溶融炉では燃焼継続の為、CPU だけでなくアナログ入出力ユニットも含めた冗長コントローラが使用される。しかし、「Glass Brain」システムの対象となる小型のビン硝子溶融炉ではバーナー数も少なく、燃焼量と炉圧を合わせた数ループが対象となり運転員による MV 値の加減操作でも、故障復旧までの時間であれば燃焼の継続が充分可能な為、マニュアル・バックアップ・コントローラの利用がコスト面からも有効と考える。

小規模な連続プロセス装置では、止められない設備=コントローラ冗長化が必要、とは必ずしも言えないのである。

5. バリエーション

硝子溶融では前述した燃焼バーナーによる加熱だけでなく、電気加熱を併用する場合もある。これは、固体では絶縁物である硝子が、溶融状態では導体となることを利用し、炉底面から差し込まれた電極間に溶融硝子を通じて電気を流し、加熱するものである。これにより溶融硝子の底部が熱せられ上下の対流が生じ、効率の良い溶融が行える。

この電気ブースターと呼ばれる設備は、これまでは電気盤に電流計・電圧計・電極部温度計を並べて監視・操作が行われてきましたが、今ではプロセス用アナログ入出力ユニットを備えたPLCとタッチパネルとの組み合わせによりコンパクトで高機能(警報管理・トレンド監視・誤操作防止)なシステムとなっている。

計装システムとしては、非常に小規模なものだが装置計装でのPLCの適用範囲の広さを示すものとしてあげてみた。

6. 終わりに

最近、計装システムの上位方向へ機能拡張しハイレベルなところで比較が論じられるPLC計装とDCSであるが、小規模計装システムにおいても、DCSの導入コストの低下も有り、未だ比較検討が必要な状態である。欧米に例が有る様に、PLCの安価で種類豊富なユニット群を利用可能なDCSや、計装専門メーカーのノウハウが詰まったDCS-CPUとエンジニアリングツールをアドオンできるオープンなPLCが登場すると、さらに悩みは深まるのだろうか。

さて、4項にて解説したマニュアル・バックアップ・ユニットは、現在コンピュータ・バックアップ・モードを持った比較的価格上位に位置するデジタル調節計(96mm角)を使用しているが、PLC計装を含めた計装機器ベンダーから、デザイン性に優れ小型(96×48mm)で安価な専用機の開発・販売が待たれる。装置計装の分野が拡大すれば需要は有ると思うのだが。

本稿は、ビン硝子溶融設備での装置計装を核としながらも、とりとめのない内容に終始してしまったが、多少なりとも、皆様の小規模計装システム構築の参考になれば幸いである。また、本稿以外の装置計装事例も当社ホームページや

オムロン株式会社殿の「PLC計装事例集」に掲載されているので、機会が有ればご覧戴ければと思う。

著者名:フジタ マサキ

会社名:京都EIC株式会社

担当部署名:システム部

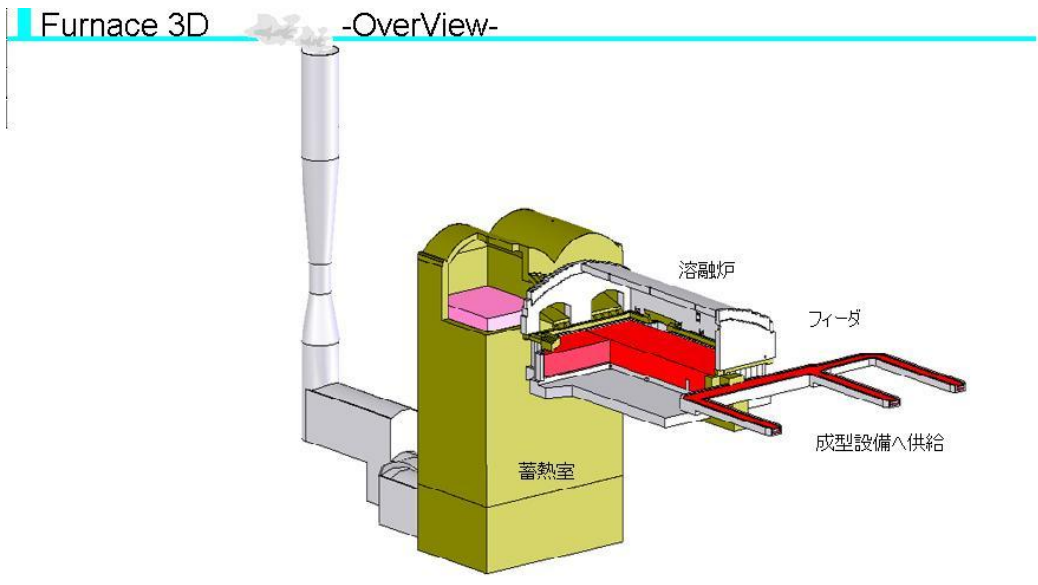
会社住所:〒613-0034 京都府久世郡久御山町佐山西ノ口1-4

TEL:(0774)41-5150

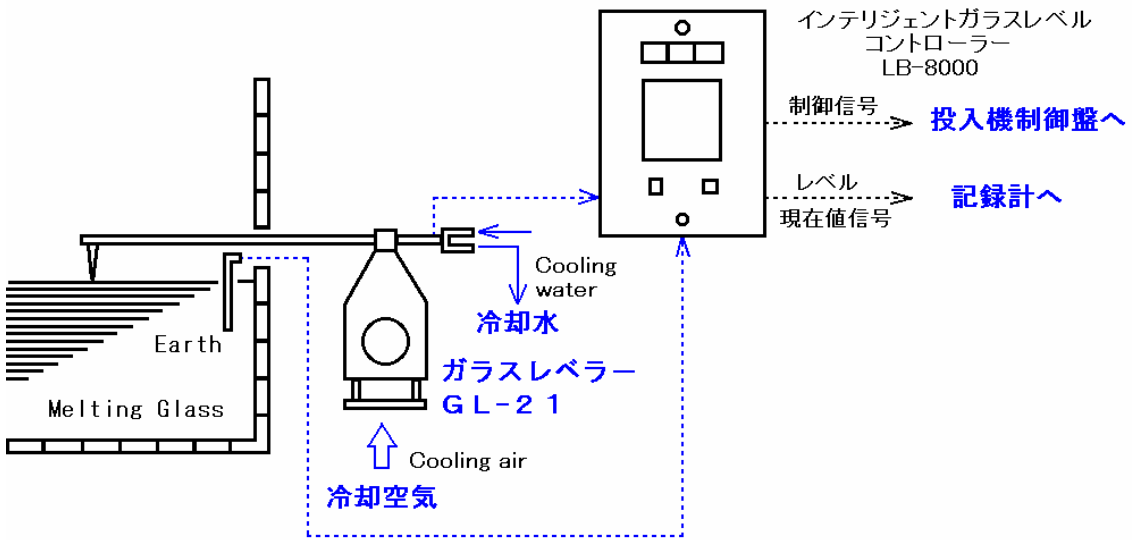
E-mail:fujita-masaki@kyotoeic.co.jp

FAX:(0774)46-3553

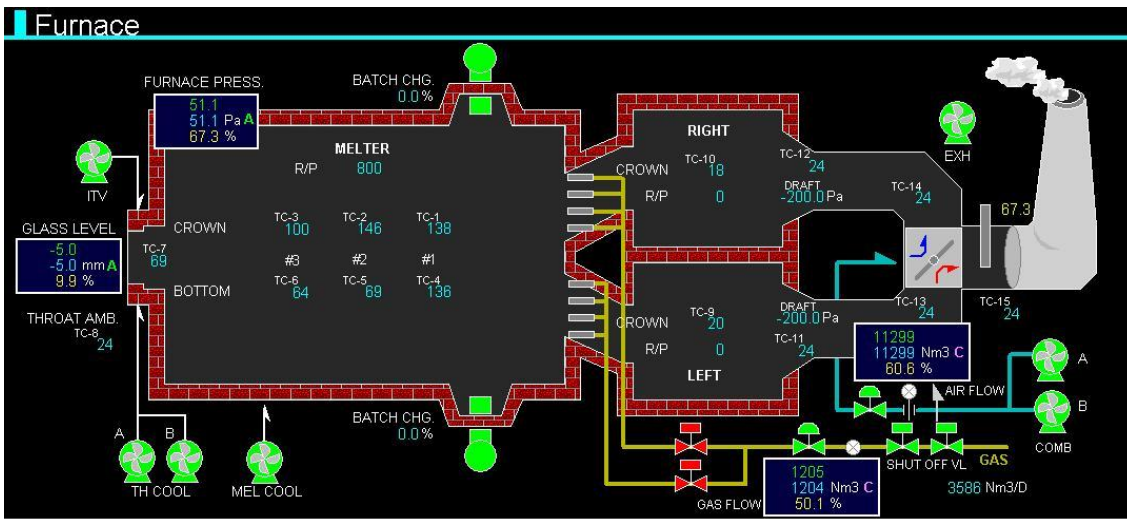
※図1 ピン硝子溶融炉(3D グラフィック)



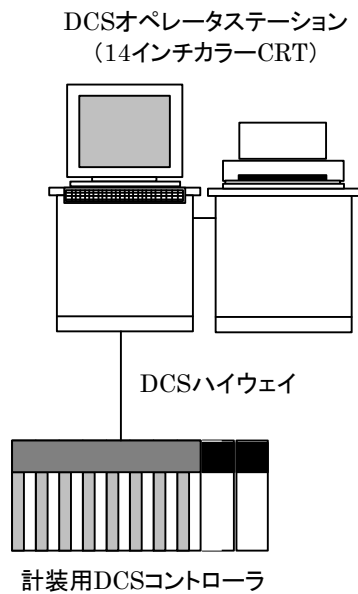
※図2 ガラスレベラーの構成



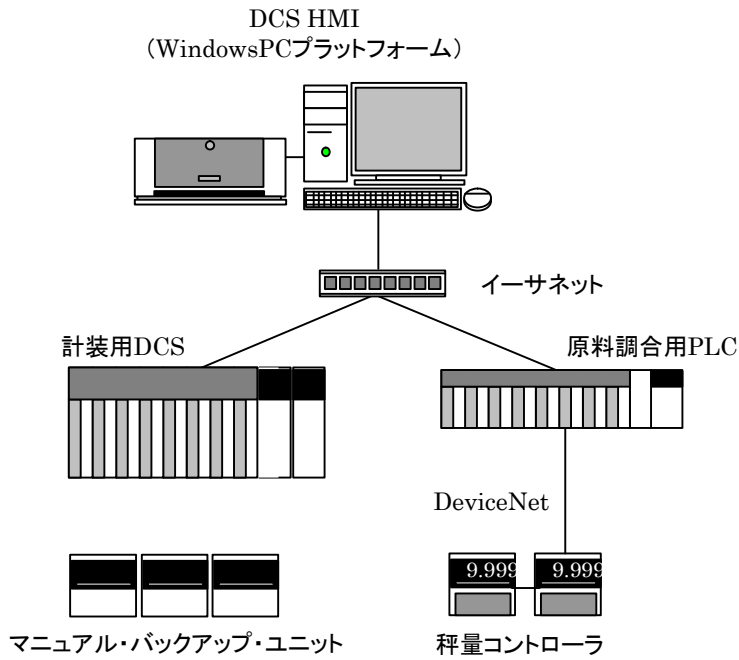
※図3 溶融炉での制御・監視項目(HMIでの監視画面)



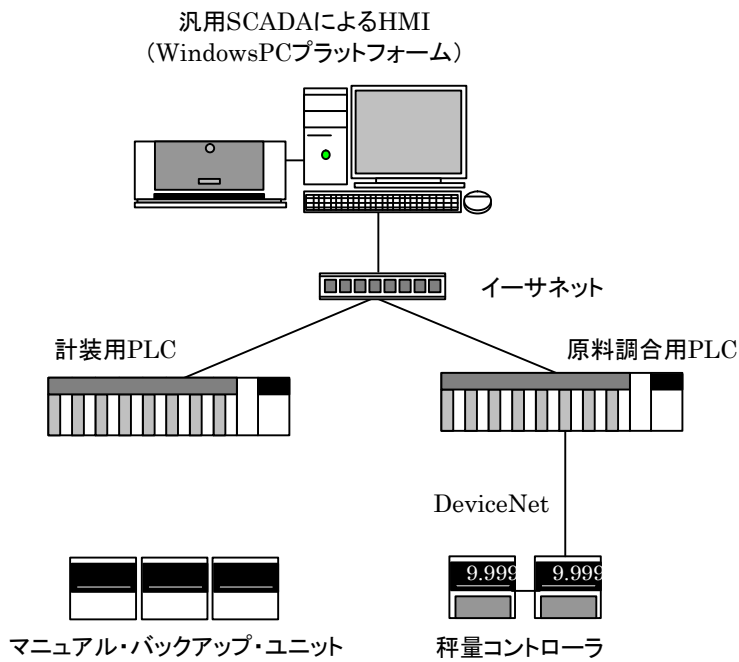
※図4 DCS 化初期の Glass Brain の構成



※図5 DCSとPLCの統合監視構成



※図6 PLC統合システムの構成



※写真1 Glass Brain 現地稼働風景



※写真2 マニュアル・バックアップ・ユニット

