

「今後につなげるE I 統合PLC計装システムのエンジニアリング」

1, はじめに

プラントの多くは、連続プロセスとディスクリート系プロセス、いわゆる「E（電気）」「I（計装）」が混在しており、両方のここ 20 年のシステム構築の歩みだけを見ても、別々の道を歩んできた事は皆の知るところである。

連続プロセス系の操業は、計装盤や制御盤にシングルループコントローラや記録計などを取り付けて制御・監視を行っていた時代から、DCS（Distributed Control System）へと変化していった。ディスクリート系の操業は、盤内にリレー回路とタイマー等でシーケンス回路を構築しランプとスイッチを取り付けての操業から、PLC とタッチパネルなどへと変化していった。

これらは、あくまでもプロセスの特徴に合わせてシステムが進化していったと言える。

昨今の製造業が抱える課題はたくさんあり絶え間ない企業努力が続いている。しかし自動化・省力化が進んだ一方で、需要家自身がシステムを考え設計していた昔とは違い、現在はそれも減少している。だからこそ、国内外ベンダや SI（System Integration）への期待の高まりは強くなり、今後の製造業の発展の手助けを担う上で、システムの提案や取り組みは重要なものである。業界全体が変革の時期に立っていると見える。

その一つとして、EI 統合は以前からの期待の的であった。しかし、コスト面やリスクを考えた時にユーザやベンダが踏み込みにくい領域でもあった。だが、ここへ来て PLC 計装の普及により一層の現実味を帯びてきており、その取り組みに成果をあげている。

とは言え、個人の見解としてはまだ、EI 統合は入り口に立っただけで、順風満帆とは言い難いと考え

る。当社は「京都E I C」の社名が表している通り、電気のE、計測・制御のI、そしてコンピュータ・システムのCの複合技術で、システム構築のワンストップ・ショップをコンセプトに 20 年前から取り組んできた。

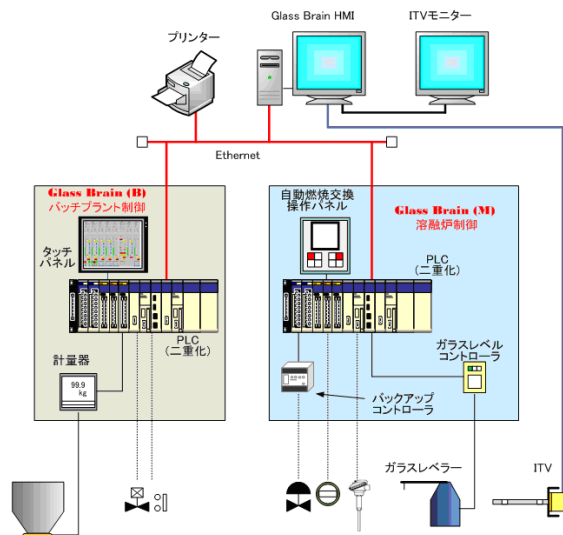
その中で当社が国内外で多くの実績を有しているガラスプラントについては、商品名「Glass Brain」という自社ブランドのガラス生産プロセス向け計測・制御統合監視システムを開発し、EI 統合のソリューションとして提供してきた。そして、ユーザから多くの支持を集めている。

本稿では、当社が取り組んできた EI 統合を「Glass Brain」を例にとって考えていきたい。

2, EI 統合のシステムの概要

ガラス製造業においてE I と言うと、以下に分類される。<図 1 >

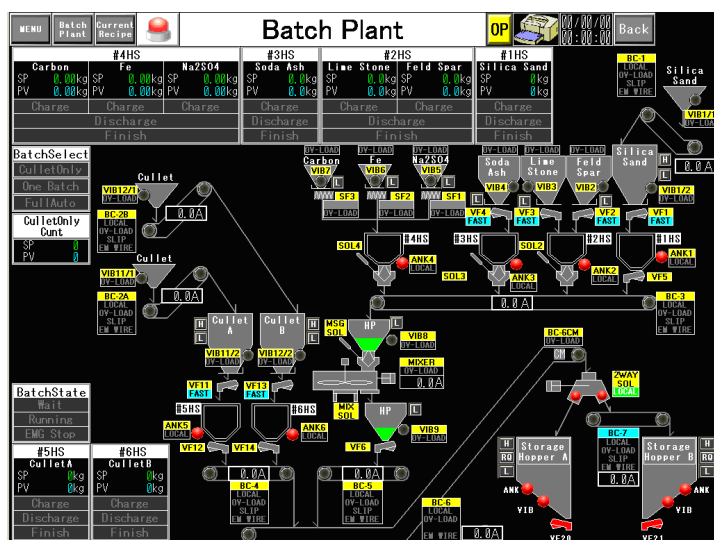
- 1) E・・・調合設備
- 2) I・・・溶融設備



1) E : 調合設備

調合設備では、砂状のガラス原料を正確に計量し、混合機を使って均一に混合されたもの（以下「バッチ」と記述）を、一般にベルトコンベア、振動フィーダ、等で構成される機械的移送ラインに充填し、溶融炉に送られる。

参考：<図 2 >



調合設備において用いられる現場の主な計装機器は以下の通りである。

- ① 計量ホッパーにて重量計測するロードセル
- ② 計量ホッパー及び各サイロ間の移送に用いられるベルトコンベア、スクリーンフィーダ
- ③ サイロからの払い出しに用いられるパイプレータやノッカー
- ④ サイロのレベル測定に用いられるレベルスイッチ
- ⑤ 混合機や攪拌機のモータ
- ⑥ その他電磁弁、安全センサ関係

この調合設備は、昼夜を問わず確実にバッチ調整を行い溶融設備に供給しなければならない。それ

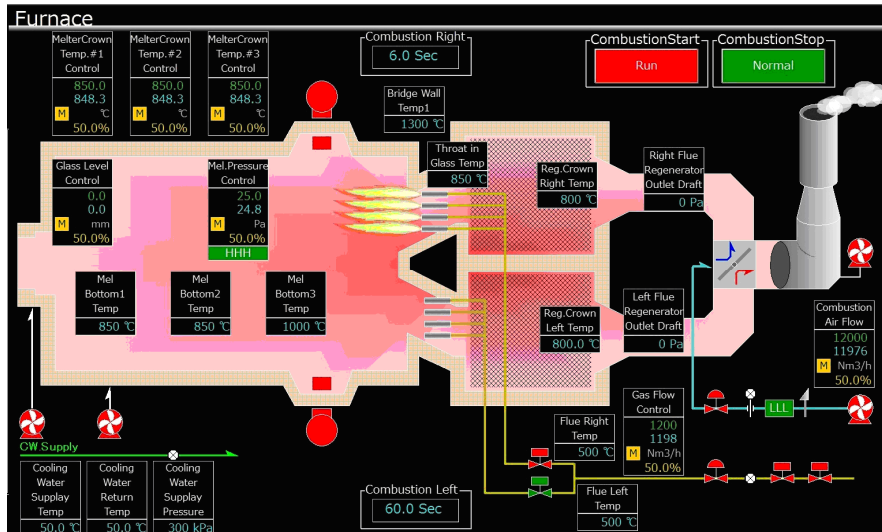
には、調合設備はできるだけ自動的な操業が必要とされ、半自動や手動の操作も同様に可能でなければならない。また、停電によりプラントが停止した場合などは、再開の際は停止時の状態から容易に再スタート出来なければならない。

調合設備としては電気の要素が多く、また複雑な動作と速い応答性を実現する上において、PLCは必要不可欠なシステムと言えるだろう。

2) I: 溶融設備

溶融設備では重油又はガスを使って燃焼を行い、溶融炉の中でバッチを高温度に加熱する。

参考：<図3>



ガラス溶融炉の操業において欠かせない監視、制御点は以下の通りである。

- ① 溶融炉の温度監視とその PID 温度制御
- ② ガラスレベルとその PID 又は ON-OFF 制御
- ③ 溶融炉の炉内圧力とその PID 制御
- ④ 燃料の圧力、温度 および流量の PID 制御
- ⑤ 燃焼空気流量と圧力、温度の温圧補正+PID 流量制御、空燃比制御
- ⑥ 自動交換機作動制御
- ⑦ 各所の温度監視、圧力監視など

溶融炉における計装上の難しさは、燃焼の自動交換における燃料や空気流量、炉内圧力、ガラスレベルなどの量や変動をいかにうまく制御することができるかにかかっている。

そのため、従来は高価な DCS を利用して最適制御をするか、又は簡易計装機器（シングル・ループ型調節計）や変換器・演算器を組み合わせる程度の変動を許容して対応していた。

3、EI 統合への道

1) EI 統合の歴史

前述に記した通り、以前は PLC システムで制御される調合設備と DCS で制御される溶融設備は統合せず、別々のシステムのままであった。

やがて、1998 年頃より PLC に計装用 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が可能となった。また、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、使い易いマルチレンジのセンサ直入力ユニット等の仕様を見ると、計装分野への国内 PLC メーカーの本格的な取り組みが始まったと感じられた。

ここで溶融設備の計装と、調合設備の PLC を統合した新しい「Glass Brain」の検討を始め、2004 年に最初の EI 統合の「Glass Brain」を送り出した。

そして、これが EI 統合 PLC 計装の本格的な取り組みの始まりである。

2) ユーザのメリット

弊社の「Glass Brain」では現在に至るまで、たくさんのユーザから支持を獲得してきた。ユーザからは従来の別々のシステムと比べて、次のようなメリットが挙げられる。

- ① 設備投資のコスト削減
- ② 共通プラットフォーム (HMI) にしたことによる操作性向上
- ③ プラントの上流と下流工程相互の操業データの見える化
- ④ 保守とバックアップ機器の共通化
- ⑤ 記録データや帳票の利用性向上

4、エンジニアリングの課題と提案

さて、現在の「Glass Brain」を世に送り出してから8年が経過し、エンジニアリングのポイントや課題も見えてきた。ユーザから見ると、EI 統合の PLC 計装は選択肢が増えた上に、先に述べたように非常に多くのメリットがあるシステムであろう。しかし、EI 統合を行う SI ベンダの立場からは、まだ課題も多いのが現状である。当社の「Glass Brain」は、DCS と遜色のないシステム機能が備えられている。コントローラはもちろん PLC である。HMI は、プロセスグラフィックだけでなくグループ・トレンド機能や警報履歴・操作履歴等がある。〈図4〉 また、PID 設定用のチューニングトレンド機能も備えられていて DCS と遜色が無い。システムコストは、計測・制御ループ数にもよるが、DCS 比の $1/3 \sim 2/3$ と安価である。これらの機能は EI 統合 (PLC 計装) を行う上で必要な機能である。これらを踏まえて課題を見ていきたい。



1) 大きな課題はエンジニアリングスキル

システムへの要求が多様化する中で、SI を行う上で必要なスキルはかなり高いレベルが要求される。SI の担うところは、システムの企画・立案とハードウェア・ソフトウェアの選定からプログラムの開発とその保守までである。それだけを見ても技術進歩の早いコンピュータの世界でスキルを維持する事は容易ではない。しかし、コストと規模から一人が受け持つ範囲は広がる。それではどのようなスキルが求められるか具体的に見ていこうと思う。

- ① E：電気の PLC システム構築を行う上で、PLC のラダーをプログラミングが出来るスキルが必要とされる。また、ハード面での電気制御の知識と理解が必要とされる。
- ② I：計装の PLC 計装構築を行う上で DCS の計装とプログラミングが出来るスキルが必要とされる。また、ハード面でのプロセス制御の知識と理解が必要とされる。
- ③ パソコンの知識はシステムの構築を行う上で必要なスキルである。ハードウェアの選定・ソフトウェアの選定・ネットワークや通信・映像技術、OS やアプリケーションの基本知識がスキルとして必要とされる。また、仕事を進めていく上で必要なツールとなるため、扱うソフトウェアの技能も必要とされる。
- ④ HMI に搭載する SCADA を設計・製作・検査が出来るスキルが必要とされる。
- ⑤ ソフトウェアによってはプログラミング言語の知識も必要となってくる。
- ⑥ プラント試運転の経験、現場機器の診断や保守も知識として必要となる。

ユーザはプラントを安全かつ最適に、垂直立ち上げまでを顧客要求の範囲とするケースが多いためである。

⑦ プロジェクトを完遂する上で、エンジニアは PM (Project Management) の要素も必要である。

上記は、EI 統合システムの規模の大小に限らず必要な要素である。

これらのスキルを兼ね備えたエンジニアは、SI ベンダの中に数多くいないのが現状である。

2) エンジニアリングコストが合わない

DCS の規模と価格だと、機器選定・HMI 担当・制御担当・試運転担当など多人数がひとつの案件を完遂すべく分業して作業を行っていた。

しかし、PLC 計装の場合、規模の面から少数のエンジニアしか投入できないのが SI ベンダの現状であろう。飛躍しすぎかもしれないが、これが現実である。その中で企業やプロジェクトは利益を出さなければいけないからだ。

そうするとエンジニアリングコストを下げるべく徹底したソフトウェアの標準化や分業体制が必要となってくる。

当社も PLC ソフトウェアや HMI の SCADA を機能毎に標準化を進めている。例えば一つの接点警報を HMI と盤面のアナシエータに表示し履歴を残すことを考えても、DCS メーカーは標準に搭載していた機能が、PLC 計装だと最初は全て作り込みとなる。それを標準化とし、製作工数を削減するしかない。

3) EI 統合 PLC 計装の設計は煩雑

PLC 計装の課題として、PLC メーカーは計装機能を従来の PLC に後でアドオンした事だ。それ故に、内部メモリの思想が複雑でプログラミングが非常に煩雑と感じる。

簡単に言うと、DCS では当たり前の「ポイント(タグ構造)」と言う概念が存在しない。

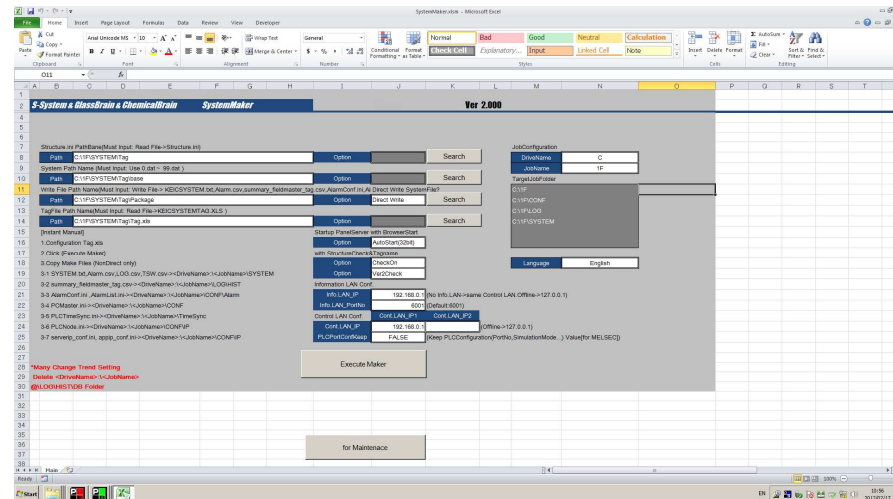
プログラミングツールにデバッグ機能が充実してきたとはいえ、そもそも不便性を対処しているとしか言えない。これでは後で追加や改造がある場合は、全体を把握している設計者でないと行えないであろう。

例えば、PID のポイントを追加する場合、殆どの DCS だと HMI で TAG の登録と設定を行いコントローラにロードを行うという作業で完結する。これなら当初の設計者でなくても、そのメーカーの DCS を知っているエンジニアが行えば、容易に無理なく行える。

しかし、PLC 計装の場合はカードの設定から始まり、PLC のメモリに IO や警報設定値・PID 定数や各種リミッタ等の割付、そして計装ソフトの登録、警報出力のラダーの変更、そして HMI の SCADA の変更を行うなど、作業はたくさんある。すなわち、リスクも高いということになる。

当社の「Glass Brain」は、エンジニアリングコストとリスクを下げる為に、PLC のソフトの標準化を行い、また必要なツール類は自社開発して、エンジニアの負担軽減に努めている。以下に代表的なツールを述べる。

- ① ポイント生成のソフトを自社開発し容易にポイントが作成できるようになっている。いわゆる DCS のポイント作成ツールである。できあがったポイントには、タグ名、PV,SV,MV や各種警報設定値や状態表示、各種リミッタや札掛けなどがある。〈図 5〉



② タグ作成は、EXCEL 表にてタグ名やアドレスを割り付けるだけで製作・管理が出来る、そのまま図書としても利用できる。<図6>

Tag	Desc	Unit	DP	PV/Min	PV/Max	PLCMin	PLCMax	PV Adrs	PV Word	PV Val	HSSP Ad	HSSP Val
1_RP1	MELTER BRIDGE WALL TEMP	DegC	0	1200	1800	0	10000	CWE	2020	0	CWD	411
1_DPL_1L	LEFT FLUE REGENERATOR OUTLET DRAFT	Pa	0	-500	500	0	10000	CWE	2040	0	CWD	412
1_DPL_1R	RIGHT FLUE REGENERATOR OUTLET DRAFT	Pa	0	-500	500	0	10000	CWE	2060	0	CWD	413
1_BCHG_1L	LEFT BATCH CHARGER CONTROL OUTPUT	%	1	0	100	0	10000	CWE	2080	0	CWD	414
1_BCHG_1R	RIGHT BATCH CHARGER CONTROL OUTPUT	%	1	0	100	0	10000	CWE	2100	0	CWD	415
1_TC5	MEL BOTTOM 1	DegC	0	0	1700	0	10000	CWE	2120	0	CWD	416
1_TC6	MEL BOTTOM 2	DegC	0	0	1700	0	10000	CWE	2140	0	CWD	417
1_TC7	MEL BOTTOM 3	DegC	0	0	1700	0	10000	CWE	2160	0	CWD	418
1_TC8	MEL BOTTOM 4	DegC	0	0	1700	0	10000	CWE	2180	0	CWD	419
1_TC12	THROAT IN GLASS	DegC	0	0	1700	0	10000	CWE	2200	0	CWD	420
1_SP_A11	SPARE	DegC	0	0	100	0	10000	CWE	2220	0	CWD	421
1_SP_A12	SPARE	DegC	0	0	100	0	10000	CWE	2240	0	CWD	422
1_FH_GF001	W/E GAS FLOW	Nm3/h	0	1	100	0	10000	CWE	2260	0	CWD	423
1_FH_GF002	No 1 F/H GAS FLOW	Nm3/h	0	1	45	0	10000	CWE	2280	0	CWD	424
1_FH_GF003	No 2 F/H GAS FLOW	Nm3/h	0	1	45	0	10000	CWE	2300	0	CWD	425
1_FH_GF004	No 3 F/H GAS FLOW	Nm3/h	0	1	45	0	10000	CWE	2320	0	CWD	426
1_TC9	REGENERATOR CROWN LEFT	DegC	0	0	1600	0	10000	CWE	2340	0	CWD	427
1_TC10	REGENERATOR CROWN RIGHT	DegC	0	0	1600	0	10000	CWE	2360	0	CWD	428
1_TC11	THROAT AMBIENT	DegC	0	0	800	0	10000	CWE	2380	0	CWD	429
1_TC13	REG BOTTOM LEFT	DegC	0	0	1000	0	10000	CWE	2400	0	CWD	430
1_TC14	REG BOTTOM RIGHT	DegC	0	0	1000	0	10000	CWE	2420	0	CWD	431
1_TC15	FLUE	DegC	0	0	1000	0	10000	CWE	2440	0	CWD	432
1_SP_TC1	SPARE	DegC	0	0	1600	0	10000	CWE	2460	0	CWD	433
1_SP_TC2	SPARE	DegC	0	0	1600	0	10000	CWE	2480	0	CWD	434

③ PLCの内部のメモリを、メーカー専用プログラミングツールを使わずとも、HMIから監視や模擬入力を可能としている。<図7>

DM	0	DM	20	DM	40	DM	60	DM	ビットモニタ
DM_0	0	DM_20	0	DM_40	0	DM_60	0	DM	0.00 DM0.00
DM_1	0	DM_21	0	DM_41	0	DM_61	0	DM	0.01 DM0.01
DM_2	0	DM_22	0	DM_42	0	DM_62	0	DM	0.02 DM0.02
DM_3	0	DM_23	0	DM_43	0	DM_63	0	DM	0.03 DM0.03
DM_4	0	DM_24	0	DM_44	0	DM_64	0	DM	0.04 DM0.04
DM_5	0	DM_25	0	DM_45	0	DM_65	0	DM	0.05 DM0.05
DM_6	0	DM_26	0	DM_46	0	DM_66	0	DM	0.06 DM0.06
DM_7	0	DM_27	0	DM_47	0	DM_67	0	DM	0.07 DM0.07
DM_8	0	DM_28	0	DM_48	0	DM_68	0	DM	0.08 DM0.08
DM_9	0	DM_29	0	DM_49	0	DM_69	0	DM	0.09 DM0.09
DM_10	0	DM_30	0	DM_50	0	DM_70	0	DM	0.10 DM0.10
DM_11	0	DM_31	0	DM_51	0	DM_71	0	DM	0.11 DM0.11
DM_12	0	DM_32	0	DM_52	0	DM_72	0	DM	0.12 DM0.12
DM_13	0	DM_33	0	DM_53	0	DM_73	0	DM	0.13 DM0.13
DM_14	0	DM_34	0	DM_54	0	DM_74	0	DM	0.14 DM0.14
DM_15	0	DM_35	0	DM_55	0	DM_75	0	DM	0.15 DM0.15
DM_16	0	DM_36	0	DM_56	0	DM_76	0	DM	0.00
DM_17	0	DM_37	0	DM_57	0	DM_77	0	DM	0.00
DM_18	0	DM_38	0	DM_58	0	DM_78	0	DM	0.00
DM_19	0	DM_39	0	DM_59	0	DM_79	0	DM	0.00

このようなツールが無いところは案件毎にエンジニアが設計するため、保守性が著しく悪くなり、

コストも掛かる。

4) PLCの情報をSCADAでどのように表現するか

DCSには当たり前のように自己診断機能やその履歴が残る。しかしPLCの場合は、PLCのメモリにはあるが、これをSCADAでどのように表現するか工夫が必要である。PLCには各種様々なIOモジュールや特殊機能モジュールが存在する。PLCの殆どが指定アドレスのERRORコードを見てマニュアルを読むといった事となる。以前DCSを使用していたユーザからすると、どこのモジュールが故障したとか、どこの通信の状態が悪い、シーケンスソフトが異常で止まったなど、画面を見て直ぐに判断したいと考えている。これらも課題であろう。

5, 今後の要望

EI 統合 PLC 計装システムは、今後もユーザからのニーズは高まるであろう。PLC 計装を提供する SI ベンダはそのニーズに、高い品質と低価格、納期そして安全性を兼ね備えて、応えて行かなければならない。そのための対策として、生産システムの分業化や効率化、ハードウェアやソフトウェアの標準化を急いで進めていく必要がある。

PLC メーカーに期待したいところは、現状の後付の計装機能を続けていても、SI ベンダの課題の根本解決には繋がらず、負荷は積み残されたままである。したがって、今までの資産にとらわれず一度クリアにして、PLC 計装に見合ったソフト構築・ハード構築が可能な機種の開発を切に望む。そこを起点として PLC メーカーは今後のソフトウェアやハードウェアの進歩へとつなげるべきであると思ふ。

サプライヤの視点となるが、5年後、10年後のリプレース時に、システムの更新が行い易い、良いシステムであったと振り替える事が出来るように、PLC メーカーと SI ベンダは「今」を考えなければならない。

以上

京都E I C株式会社
〒613-0034
京都府久世郡久御山町佐山西ノロ1-4
Tel:0774-41-5150 Fax:0774-46-3553

システム部
足立 誠
アダチ マコト

<mailto:adachi-makoto@kyotoeic.co.jp>