

大型電源コジェネレーションにおける PLC 計装の採用

木曾達夫 株式会社ガスアンドパワーインベストメント 電力事業部 課長
比嘉信裕 株式会社コージェネテクノサービス エンジニアリング部 副課長
酒井良典 日立造船株式会社 エネルギープラント事業部 エネルギープラント計画部
上出 修 ニチゾウ電子制御株式会社 制御機器システム統括部 制御機器部 グループリーダー

1. はじめに

地球の温暖化にともなって、海面の上昇や気候の変動などが心配されている。このため、地球温暖化の原因の一つである化石燃料の消費による二酸化炭素の排出量を、できるだけ少なくしようとする取り組みが各方面でなされ始めている。発電などにおいて、消費するエネルギーの効率を高めることで地球温暖化防止になる。

大阪ガスのグループ会社であるガスアンドパワーインベストメントは、京都にある大手化学繊維メーカーの



宇治事業所内に、ガスタービンを用いた大型電源コジェネレーション設備を建設し、宇治エネルギーセンター（写真1）として操業を始めた。この設備では、硫酸化物の発生がない都市ガス（天然ガス）を燃料とし、宇治事業所へ蒸気と電力を供給している。加えて、余剰電力を特定規模電気事業者を通して需要家へ供給することによって、エネルギー効率を約90%に高めることができた。

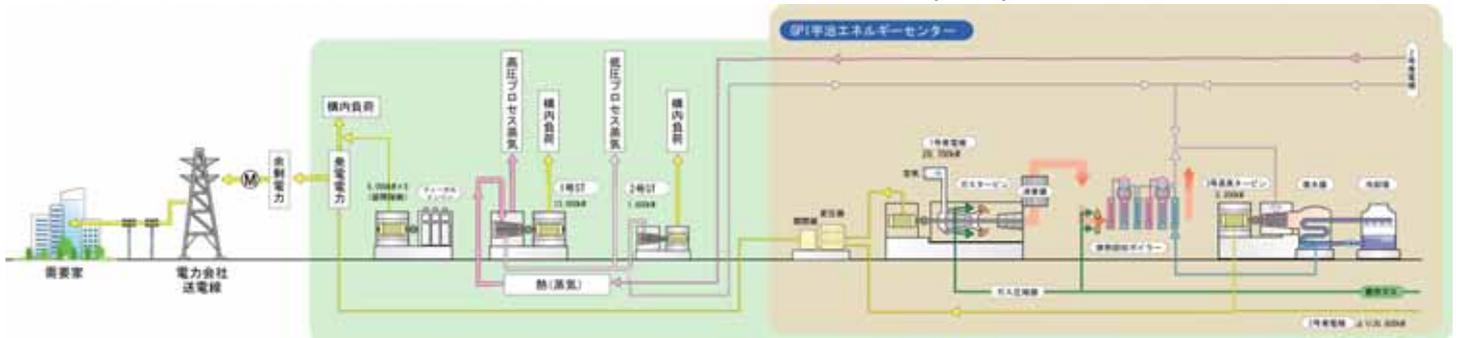
さらに、プラントの計装に PLC 計装を採用することによって、従来のような DCS による計装と同等の信頼性を持たせながら、初期導入コストを抑えることができた。

（写真1 宇治エネルギーセンター）

2. 国内初の大型電源コジェネレーション

プラントを設置した大手化学繊維メーカーの宇治事業所では、電気のほか多量の蒸気を必要としている。そのため、工場内にプロセス用の蒸気を発生させるボイラーや自家発電設備を所有している。今回、天然ガスを燃料とする電源コジェネレーションプラントを導入し、そこから蒸気と電力を供給することになった。

この電源コジェネレーションは、発電機総容量が 68,000kW のガスタービンコンバインドサイクル方式で、2004 年 10 月より操業を開始した。この設備は、大阪ガスのグループ会社であるコージェネテクノサービスがエネルギー効率を高めるようにエネルギーバランスの基本設計を行い、ガスタービンなどの主要機器の選定を行った。これにより、工場に必要な蒸気と電力を供給するとともに、余剰電力は特定規模電気事業者を通して需要家へ供給し、国内初の大規模な電源コジェネレーションとなった（図1）。



（図1 宇治エネルギーセンターの設備概要）

3. 高効率を追求した省エネ性の高い設備

今回のコジェネレーションでは、エネルギー効率を高めることによって、省エネ性を追求した。

電源コジェネレーションの主要部分は、大型ジェット旅客機のエンジンを発電用に転用したゼネラルエレクトリック社製の 30,800kW ガスタービン発電機（写真2）で、排熱回収ボイラーと組み合わせて、2系統設置し

ている。ガスタービンの排熱はボイラーで回収し、毎時最大 90 トンの高圧蒸気を生産させ、5,200kW の蒸気タービン発電機と、既設の蒸気タービン発電機へ蒸気を送っている。さらに、蒸気タービンで圧力を下げた後の蒸気を工場のプロセス蒸気として供給している。宇治事業所では、熱エネルギーを多量に必要としているため、今回のプラントでは、電力と熱を合わせたエネルギー効率が約 90% を超えるものとなった。

これらガスタービンを中心とした設備の設計と施工は、ガスタービンを使ったコジェネプラントで実績のある日立造船株式会社が担当した。また、プラントの制御装置にかかわる詳細設計と製造をニチゾウ電子制御株式会社が担当した。



(写真 2 ガスタービン発電機)

4. 大型電源コジェネレーションの監視・制御装置

今回の電源コジェネレーションは 24 時間運転で、数年ごとの定期点検時以外はプラントの運転を止めることがないように、設備には高い信頼性が求められた。そのため、万が一、設備のトラブルにより、工場への影響が生じないように、設備は 2 系統化している。

一般に、コンビナートの石油精製プラントなどの連続運転を行うプラントの監視・制御には、DCS が使われてきた。

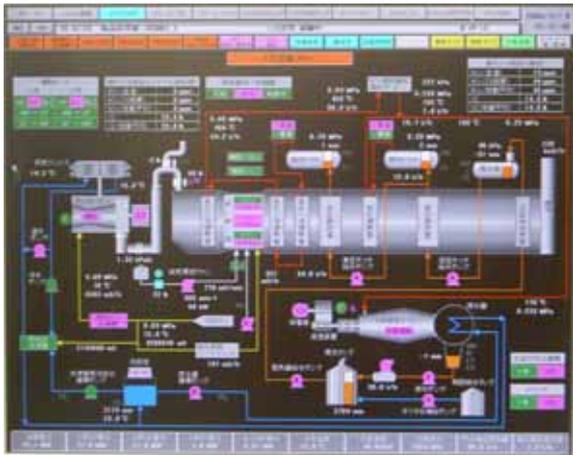
一方、自動車産業や家電産業のような組立て産業では、PLC が多用されている。組立て産業の分野では、多くのメーカーの製品が使われており、それらの間で情報の受け渡しが要求される。このため、PLC の特徴としてオープン性がある。しかし、プロセスの世界で要求されるシステムの二重化といった冗長化や、多点のアナログ制御に関する対応が遅れていた。

近年、PLC の弱点であった多点のアナログ信号に対する高度な演算機能が向上し、小規模(数ループの制御)のシステムだけでなく、中規模(100~200 ループ)以上のシステムにも対応できるだけの能力を持ってきた。また、CPU、電源、ネットワーク、HMI の冗長化などにも対応してきており、システムとしての信頼性が向上し、これまで DCS が主に使用されていたプラントの総合監視・制御装置の分野に使用され始めてきた。

PLC は、化学プラント、製薬プラント、水処理といった環境プラントだけでなく、ハードに対して厳しい条件が要求される原子力プラントのユーティリティ設備にも使われており、採用にあたって信頼性に問題がないと考えられた。また、初期導入コストが比較的安価であった。以上のことから、今回のコジェネレーションの監視・制御装置には、総合監視装置として実績のあるオムロン社製の PLC 「CS1D シリーズ」と監視・操作用 HMI ソフト「RSView」を採用した(写真 3、4)。



(写真 3 計装盤内部(全体)と PLC の配置状況(CPU は二重化))



今回、PLCの採用にあたっては、システムの信頼性が最も重要なポイントであったが、それに加えて PLC のオープン性により、特定のメーカーに依存せずにソフトウェアの開発やシステムの構築ができたこともポイントであった。また、今後のシステムのメンテナンスやプラントの拡張に伴うシステムの変更において、PLC はハードウェアの入手が比較的容易で、かつ長期間の製品供給が保証されているので、コストダウンの可能性を検討している。

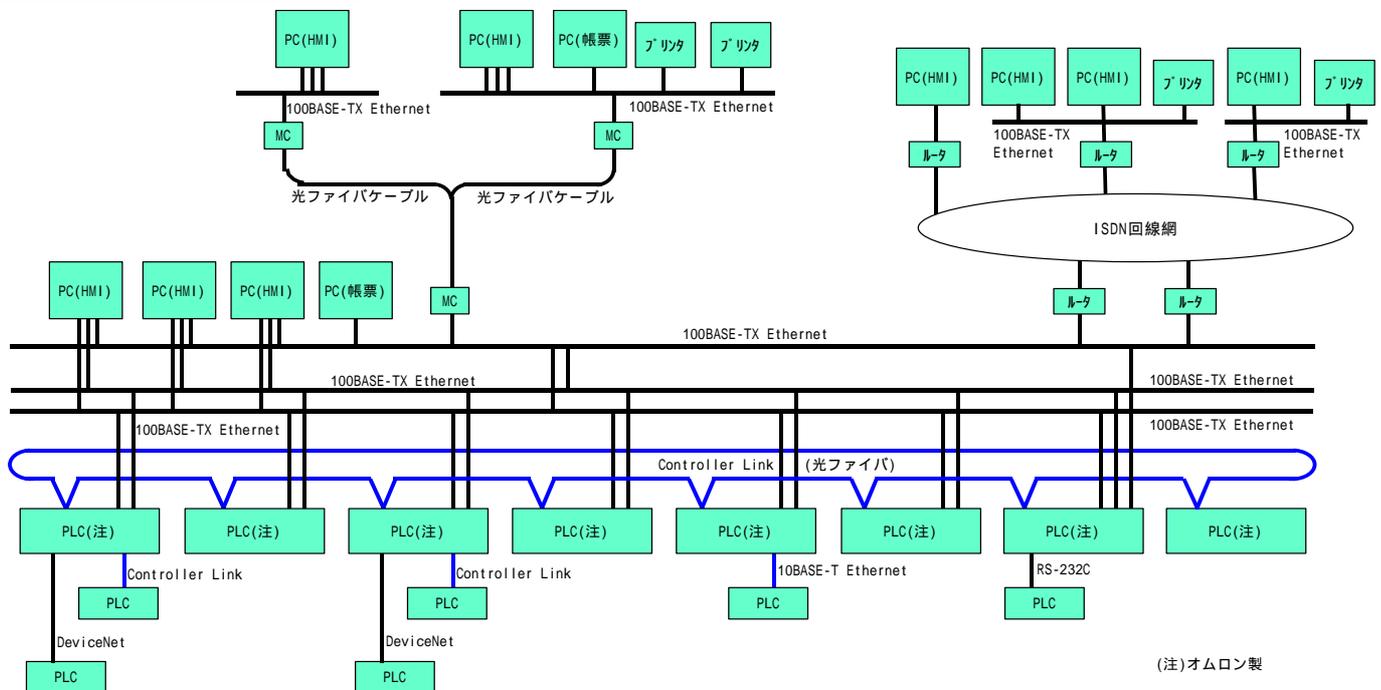
(写真4 監視・操作の HMI 画面)

5. 監視・制御装置の概要

今回の電源コージェネレーションで取り扱っている信号数は表1の通りである。このシステムに採用した PLC は、電源、CPU の二重化に加え、通信の冗長化も行っている。通信の冗長化は、図2のように、光ファイバを用いた Controller Link をループ状に接続し、さらに主要な PLC 間と監視・操作のパソコン間は、二重化した Ethernet で接続している。

表1 取り扱い信号数

信号の種類	信号数
アナログ入力	1,450 点
アナログ出力	126 点
デジタル入力	4,909 点
デジタル出力	373 点
制御ループ	450 ループ



(図2 宇治エネルギーセンターのシステム構成図(概略図))



監視・操作用として、複数の HMI を設置し、それぞれ独立した HMI ソフトを動作させている。そのため、万が一、1 台の HMI にトラブルが発生しても、他の HMI で操作・監視を継続できる。

また、監視・操作はプラント内にある操作室（写真 5）だけでなく、プラントから離れたところに HMI を設置し、光ファイバケーブルで通信を行うことで、プラント内にある操作室と同じように監視・操作ができる。さらに、宇治エネルギーセンターから離れたところにあるガスアンドパワーインベストメントの本社や日立造船の本社にも HMI を設置し、ISDN 回線を介してアクセスし、監視できるようにしている。

（写真 5 プラント内の監視・操作室）

6. おわりに

今回、PLC を採用して、DCS と同程度の多点のアナログ制御を行った。また、冗長化を行うことにより、信頼性の向上を図った。

しかし、帳票機能に関しては、まだ充分とは言えない状況であり、今後、ユーザで自由に作成、変更ができるような改善を PLC メーカーに期待している。

また、今後、継続的に行われるシステムのメンテナンスやプラントの拡張に伴うシステムの変更において、PLC はハードウェアの入手が長期間、比較的容易であるため、コストダウンの可能性を検討している。

[著者の方々の情報]

株式会社 ガスアンドパワーインベストメント

木曾達夫

キソ・タツオ

(株)ガスアンドパワーインベストメント 電力事業部

〒541-0047 大阪市中央区淡路町 4-4-11 アーバネックス淡路町ビル

株式会社 コージェネテクノサービス 比嘉信裕

ヒガ・ノブヒロ

(株)コージェネテクノサービス エンジニアリング部

〒550-0023 大阪市西区千代崎町 3丁目南 2-37

日立造船株式会社 酒井良典

日立造船(株) エネルギー・プラント事業本部 エネルギープラント計画部

〒559-8559 大阪市住之江区南湊北 1-7-89

ニチゾウ電子制御株式会社 上出 修

ニチゾウ電子制御(株) 制御機器システム統括部 制御機器部

〒554-0012 大阪市此花区西九条 5-3-28 ナインティビル 3 階