

テクノロジーセンターにおける コージェネレーションの取り組み

長尾 武夫
Takeo Nagao

小池 裕
Yutaka Koike

西入 明
Akira Nishiiri

1. まえがき

半世紀にわたる世界経済の急激な発展にともないエネルギー消費量は加速的に増加しており、それとともにCO₂排出量の増加による地球温暖化、酸性雨など地球規模での環境汚染と資源の枯渇などの問題がクローズアップされてきている。このような中で省エネルギー、新エネルギー機器としてコージェネレーションシステム、燃料電池、太陽光発電、風力発電などの導入が推進されている。本稿ではコージェネレーションシステムの現状と当社テクノロジーセンターの設置例について、その概要と事業化に向けたフィールドテストの結果を紹介する。

コージェネレーションとは、一般に電気または動力と有効な熱エネルギーの二つのエネルギーを、単一エネルギー源から連続的に生産する操作を意味し、CO（共同の）とGENERATION（発電）の複合語で「熱電併給」と訳されており、これをシステムアップしたものをコージェネレーションシステムという（以下「CGS」という）。特徴としては、従来方式の発電設備は投入エネルギーの30～37%の電力利用以外、発生熱の60～70%は排熱として捨てていたが、コージェネレーションの場合排熱を回収し利用することによりエネルギー効率を80%前後（発電効率 約30%、熱利用効率 約50%）に高めることができる。これを自家発電として利用し送電損失をともなう商用電力より安価で高効率の電力を得るとともにその排熱を利用して冷暖房用電力や燃料を節減することができることから、CGSは前出のCO₂排出増加による地球規模の環境問題に対処できるエネルギー効率化環境機器として、これから普及が期待されている。

2. CGSの現状

2.1 エンジンからの排出NO_x低減

CGSで使用するエンジンは燃料の供給体制、熱利用形態、設置条件、公害規制などを考慮してディーゼルエンジン（DE）、ガスエンジン（GE）、ガスタービン（GT）のいずれかが表1に示す特徴により採用される。

また、大気汚染規制が国の大気汚染防止法（大防法）より地方自治体の条例において強化されるなか、NO_x低減対策技術は表1の最下欄（代表例）に示すように実用化されている。

表1 コージェネレーションシステム用エンジンの比較

| | ディーゼルエンジン | ガスエンジン | | ガスタービン |
|------------------------------|---------------------------------|------------|------------|---------------------------|
| | | 三元触媒 | 希薄燃焼 | |
| 出力範囲 | ～10,000kW | ～1,500kW | ～5,000kW | ～10,000kW |
| 発電効率 | 30～35% | 30～35% | 35～40% | 20～30% |
| 熱回収率 | 35～38% | 40～50% | 35～45% | 35～55% |
| 総合効率 | 70～75% | 75～80% | 75～80% | 65～75% |
| 熱電比 | 約1.0 | 約1.5 | 約1.0 | 約2.0～3.0 |
| ジャケット水温度 | 80～90℃ | 80～90℃ | 80～90℃ | — |
| 排ガス温度 | 300～400℃ | 550～600℃ | 450～550℃ | 500～550℃ |
| 負荷変動特性 | 周波数変動小 | 周波数変動大 | | 周波数変動極小 |
| 部分負荷特性 | 発電効率低下小 | 発電効率低下小 | | 発電効率低下大 |
| 燃料単価 | 安価 | 高価 | | 液体、ガス共可能 |
| 設備単価 | 安価 | DEより高価 | | GEより高価 |
| NOx対策値 (大防法規制) (首都圏条例) | 無対策～900ppm アンモニア脱硝300ppm(高価) | ～150ppm | 150～200ppm | 100～150ppm (水、蒸気噴射実績多) |
| | 950ppm | 600ppm | | 294ppm |
| | 150～1,000ppm | 150～200ppm | | 100～250ppm |

2.2 熱交換器・熱利用機器

CGSは従来のエンジン発電機から排出される冷却水熱や排ガス熱を熱交換器をとおして回収し、給湯設備や温風暖房放熱器、吸収式冷凍機での冷房などの熱利用機器に用いている。余剰排熱を冷却塔などで放熱した後の冷却水は、再びエンジンに戻って冷却し、排熱を回収する。

2.3 制御

CGS運転において、スケジュールタイマにより自動始動・自動停止が行なえる。また、CGSを効率良く運転するために負荷の状況に合わせ、商用受電量を監視しながら自動起動・自動停止制御をし、運転台数制御や自動負荷分担制御、最低受電電力一定制御、力率制御などを行う。

2.4 系統連系

1986年通産省から「系統連系技術要件ガイドライン」が示され、CGSの発生電力を商用電力系統と連系させることが可能となった。連系を行うことで電力の質が商用電力系統によって支配されるために安定し、負荷変動分は系統から供給するので発電機の負荷率を高く設定できる。ただし、商用電力系統停電時に事故を発生させないための保護装置を設置する必要がある。

2.5 規制緩和

平成7年12月に電気事業法の大巾改正が行われ、卸し供給事業や特定電気事業の創設(建物内の電力供給の自由化)などが盛り込まれた。その結果より広い範囲を対象に電力を自由に供給できるようになった。

3. 当社テクノロジーセンターのCGS

当社テクノロジーセンターのCGSは図1に示すように事業化に向けてのフィールドテストによる設備投資効果の確認を目的に導入された。

受電量を高圧Bから高圧Aへ変更し、契約電力を750kWから490kWとして契約基本料金を低減した。さらに、受電量ピーク電力の抑制、冷暖房設備の熱需要に対する省エネルギー化を狙ったものである。

さらに以下の点を検討して設備の仕様を決定している。

1. 冷暖房負荷必要熱量などの熱利用シミュレーション
2. エンジン方式、発電効率、NOx排出量などの比較
3. 熱回収方式、連系方法などのシステム方式
4. 燃料インフラ
5. 設備コスト・回収年数

これらの検討の結果、環境負荷面を配慮した高発電効率のガスエンジンが選定され図2のように総合熱効率も最大82%と高いものとなった。

設備仕様の概要は下記のとおりである。

・エンジン発電装置

希薄燃焼ガスエンジン発電装置(高発電効率で長い実績を持つオーストリアのイェンバツハ社製)

・発電出力

系統連系時263kW、自立運転時184kW

・出力電圧

3相210V(60Hz)

・連系区分

商用電力低圧系統連系

・熱利用

冬期暖房用温水、夏季吸収式冷温水発生機加熱源、通年LPG気化熱源(出力431kW(370Mcal/h))

・燃料設備

2.9tLPGバルクタンク二基(都市ガスインフラが無いいためLPG仕様)

この設備により当センターの電力量の約3割、冷房エネルギーの約2割、暖房エネルギーの約7割をまかなっている。また商用電源停電時には、瞬時に系統から切離し、自家発電により特定負荷に給電を続けることができる。

4. フィールドテスト／運転状況

4.1 CGSの発電量

1999年7月末現在CGSの約2年間のフィールドテストによる総発電量は1,150,000kWhであり、月平均では約48,000 kWhであった。商用受電電力量が月平均では約142,000 kWhであるから、使用総電力量の約1/4はCGSの発電によりまかなわれている。なお、総運転時間は4600hであり、月平均192hの運転時間となっている。

4.2 CGSの運転方式

CGS運転方式は電主熱従運転であり、受電電力量に併せて発電し、昼間のピークカット運転方式を採用している。排熱は冷暖房・給湯をできる限り利用し、余熱は放熱している。電力使用実績を基に、負荷が増え商用受電電力が420kW以上でかつ中央監視装置のタイムスケジュール(8:00a.m.~9:00p.m.)内の場合、CGSは自動的に運転を開始し、負荷が減り商用受電電力が120kW以下になったとき、またはタイムスケジュール外となったとき、CGSは自動的に運転を停止する。したがって夏・冬季など電力消費量の多いときは長時間運転となるが、春・秋季など電力消費量の少ない中間季は短時間運転となる。

4.3 CGSの運転監視

CGSは中央監視装置により監視されており運転のタイムスケジュール、運転実績、故障内容が表示、記録される。

4.4 CGSの保守

CGS設置から半年ぐらい月間10h程度あった保守・故障停止時間もその後月間数h以下となり、良好な運転経過をたどっている。

5. フィールドテスト／投資効果

263kW CGS の設備後、約2年間のフィールドテストを実施し、1~5を観測をした。

1. CGSのLPG使用量(および料金)
2. 発電量
3. 運転時間
4. 商用電力受電量(および料金)
5. 冷暖房への熱供給量

その結果、次の効果があることを確認した。

1. 使用電力料金を約500万円/年低減できた。
2. 750kWの受電契約(高圧B)を490kW(高圧A)とすることができ、基本料金が約900万円/年低減できた。
3. 排熱利用によりLPG料金は約200万円/年低減できた。

このように、年間のLPG使用料金と保守費用の約900万円/年を差引いても、700万円/年のメリットとなり、設備費6200万円の単純回収年数は、現状のまま推移すれば、8.8年となる。

6. CO₂ 削減効果

地球環境へ最も影響度の大きいCO₂の削減量は排熱利用による年間LPG使用量の低減分(20,000m³/年:200万円/年)となり、CO₂排出量に換算すると約30トン/年となる。

7. むすび

コージェネレーションシステムの現状と当社テクノロジーセンターの設置例についての概要を紹介した。当社の設置例では導入経緯については既報テクニカルレポートNO.4 Nov.-1997で紹介されているが、今回あらためて導入後2年を経過した現在の運用状況を確認した。

さらに今後も継続してデータを収集して有効な運用を図っていく。

エネルギーを取巻く環境の変化からCGSの役割がますます高まり、今後一層の導入促進を図るために、系統連系ガイドラインの整備、各種規制緩和が進められて行くものと思われる。

当社も運用実績をふまえながら、さらに高効率・高信頼度・設置スペース縮小・低騒音化など、より新しい発電システムの検討を行って事業化を推進するとともに、環境関連事業に貢献することが地球環境保護に寄与するものと考えている。

長尾 武夫
1966年入社
パワーシステム事業部 設計第3部
回転型電源装置の開発、設計に従事。

小池 裕
1974年入社
パワーシステム事業部 設計第3部
回転型電源装置の開発、設計に従事。

西入 明
1988年入社
パワーシステム事業部 設計第1部
無停電電源装置の開発、設計に従事。

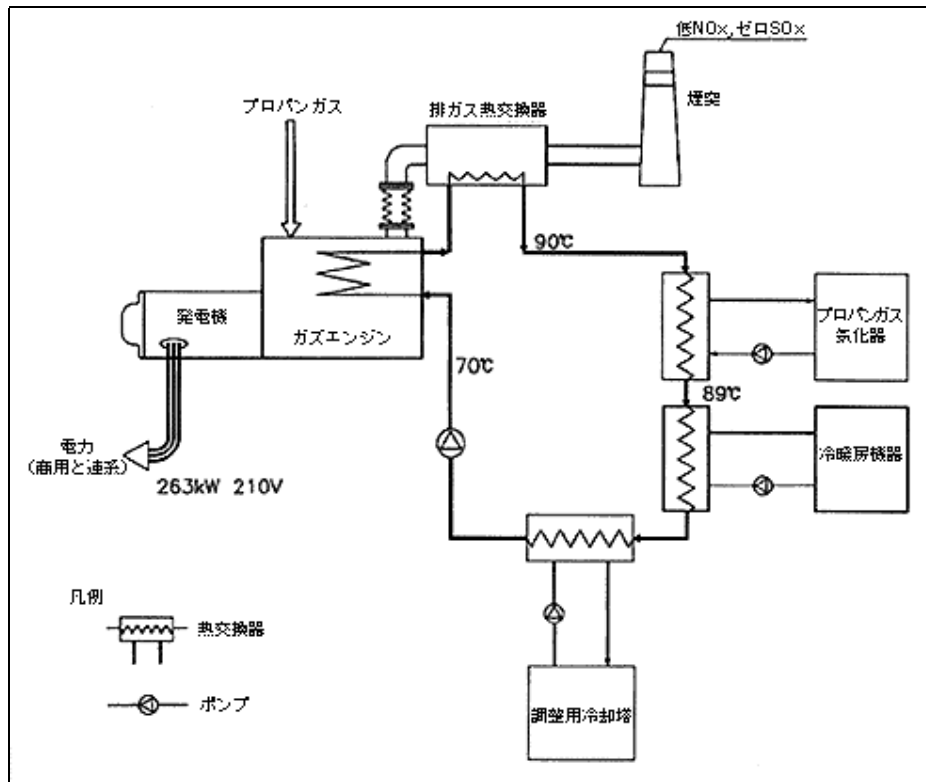


図1 コージェネレーション廃熱利用システム



図2 エネルギーフロー図