

コージェネレーションを有する地域冷暖房の高効率化に関する研究

Potential for the Energy Efficiency Advancement in District Heating and Cooling Plant Containing Combined Heat and Power

○高村 しおり^{*1} 下田 吉之^{*1} 永恵 慎也^{*1} 渡辺 健一郎^{*2} 荘司 豊^{*3}
^{*1}大阪大学 ^{*2}芝浦工業大学 ^{*3}株式会社エネルギーアドバンス

1. 研究背景・目的

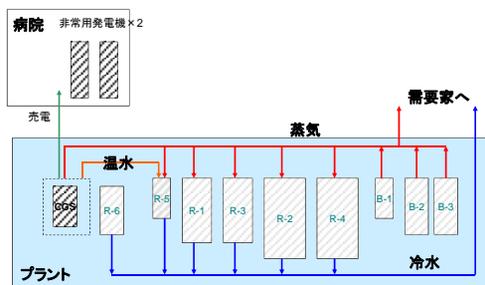
近年民生部門でのエネルギー消費削減が求められる中、エネルギーの面的利用が注目されており、その一つの形態として地域冷暖房(DHC)がある。

本研究では高効率化リニューアルを行った吸収・ボイラ方式のプラントを対象に、リニューアル後のプラントを再現したシミュレーションモデルを作成した。このモデルを用いて、高効率化されたDHCの更なる運転・設備改善による総合エネルギー効率向上の可能性を定量的に評価することで、吸収・ボイラ方式のDHCの最高効率運転方法の検討を行う。

また未だ確立されていないCGS排熱の一次エネルギー換算法方法について3種類の手法の違いを明確にし、換算法の差異による総合エネルギー効率に与える影響についても検討する。

2. 対象DHCプラント概要

場所: 東京都心
 熱供給対象: 病院・オフィス・ホテル・アパート
 稼働開始: 1992年
 リニューアル: 2008年



| 種類 | 機器概要 |
|--------------------|---|
| ガスエンジンCGS | 930kW 発電効率 36.2% 排熱回収率 蒸気13.4% 温水16.6% |
| ボイラ (B1) (B2・B3) | 7,520kW × 1 11,280kW × 2 ボイラ効率 0.83 |
| RFW吸収冷凍機 (R1・R3) | 4,220MW × 2 COP=1.51 |
| 蒸気吸収冷凍機 (R2・R4) | 4,747MW × 2 COP=1.23 |
| 蒸気ジェネリック吸収冷凍機 (R5) | COP=1.43 |
| ターボ冷凍機 (R6) | COP=5.5 |

図1 リニューアル後プラント機器構成

3. シミュレーションモデル概要・精度

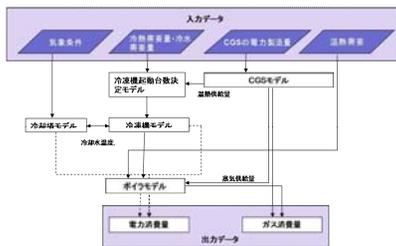


図2 シミュレーションモデルのフローチャート

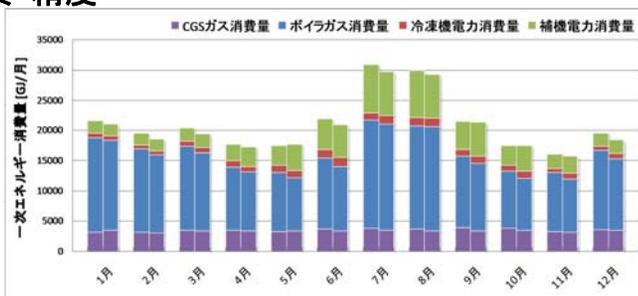


図3 月別一次エネルギー消費量比較(左: 実態 右: シミュレーション)

| [GJ/年] | 実態 | シミュレーション | 誤差[%] | RMSE [%] |
|----------|---------|----------|-------|----------|
| CGSガス消費量 | 42,711 | 40,527 | -5.1 | 1.9 |
| ボイラガス消費量 | 153,562 | 145,110 | -5.5 | 2.4 |
| 補機電力消費量 | 45,197 | 48,105 | 6.4 | 1.3 |
| 冷凍機電力消費量 | 12,043 | 12,620 | 4.8 | 0.7 |
| 計 | 253,513 | 246,361 | -2.8 | 1.7 |

4. 運転改善による効率向上評価

【運転・設備改善策】

- 1) 蒸気ジェネリック吸収冷凍機の過流量制御
 ... 130%過流量制御を行うことで冷凍機稼働台数を抑制
- 2) バイパス流量変更
 ... 実態のバイパス流量23%を10%に変更
- 3) ターボ冷凍機過流量制御の変更
 ... 電力デマンドの大きい夏期日中以外でターボ冷凍機の過流量制御を最大160%まで行う
- 4) 冷水温度差確保
 ... 冷水還り温度変更により冷水温度差問題を緩和

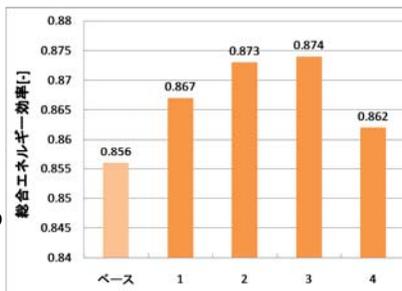


図4 各改善策単体の総合エネルギー効率向上効果



図5 対策積み上げによる総合エネルギー効率向上効果

| 年間総合エネルギー効率 | |
|-------------|-------|
| ベースケース | 0.856 |
| 改善後 | 0.894 |

5. CGS排熱の一次エネルギー換算法

| 算出法A(差し引き法) | CGSの発電効率が省エネルギー法で定める系統電力の発電効率(36.9%)よりも低いために発生する追加的なエネルギー投入量を排熱製造のためのエネルギー量と定義。 |
|--|---|
| $G_w = G_g - E_g \times e_p$ | |
| 算出法B(案分法) | 一次エネルギー換算した電力とCGS排熱は同等のエネルギーとみなし、ガスエンジンでのガス消費量を両者のエネルギー量の比率で案分する。 |
| $G_w = \frac{Q_w}{Q_w + E_g \times e_p} \times G_g$ | |
| 算出法C(東京都の算出方法) | 電気・熱の量を、現在普及しているその他の一般的なシステムにより得る場合に必要となる燃料投入量に応じて案分する。 |
| $G_w = \frac{Q_w}{Q_w + 2.17 \times Q_e} \times G_g$ | |

e_p : 電力の一次エネルギー換算係数[=9760kJ/kWh]
 G_g : ガスエンジンでの排熱製造量分のガス消費量[GJ]
 Q_w : プラントでの排熱使用量[GJ]
 E_g : ガスエンジンでの製造電力量[kWh]
 Q_e : ガスエンジンでの製造電力量[GJ]
 G_g : ガスエンジンでのガス消費量[GJ]

| 算出法 | 年間総合エネルギー効率 |
|-----|-------------|
| A | 0.901 |
| B | 0.863 |
| C | 0.856 |

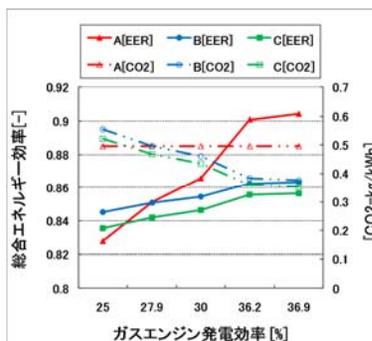


図6 各算出法A, B, Cのガスエンジン発電効率の変化影響

6. まとめ

本研究では実際に高効率リニューアルを行った吸収・ボイラ方式のプラントを対象に、実態の機器構成・運転手法を再現したシミュレーションモデルを作成した。その後効率向上に有効であると考えられる対策を導入することで、総合エネルギー効率が0.856から0.894に向上するという結果が得られた。

また、未だ確立されていないCGS排熱の一次エネルギー換算法について3つの算出法を取り上げ、総合エネルギー効率に与える影響やCGS発電効率の向上に与える影響という観点から、それぞれの算出法の比較を行った。

一謝辞
 本研究は(株)エネルギーアドバンスとの共同研究の一環として行ったものである。研究の遂行にあたり多大なご支援、ご指導を賜ったエネルギーアドバンス地域冷暖房プラント関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。