

外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その 92)

コージェネレーションと太陽熱による複合システムの計算例

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST

Part 92 Calculation Example of Cogeneration System in Complex with Solar Collection

正 会 員 ○ 田端康宏 (日建設計)
 特別会員 村上周三 (建築研究所) 技術フェロー 秋元孝之 (芝浦工業大学)
 技術フェロー 石野久彌 (首都大学東京名誉教授) 正 会 員 笹嶋賢一 (日本設計)
 技術フェロー 野原文男 (日建設計) 正 会 員 二宮博史 (日建設計)
 正 会 員 工月良太 (東京ガス) 正 会 員 佐藤 誠 (佐藤エネルギーリサーチ)
 正 会 員 辻丸のりえ (佐藤エネルギーリサーチ) 正 会 員 藤居達郎 (日立製作所)

Yasuhiro TABATA^{*1} Shuzo MURAKAMI^{*2} Takashi AKIMOTO^{*3}
 Hisaya ISHINO^{*4} Kenichi SASAJIMA^{*5} Fumio NOHARA^{*1} Hiroshi NINOMIYA^{*1}
 Ryota KUZUKI^{*6} Makoto SATOH^{*7} Norie TSUJIMARU^{*7} Tatsuo FUJII^{*8}
^{*1} Nikken Sekkei Co., Ltd. ^{*2} Buildin Research Institute ^{*3} Shibaura Institute of Technology
^{*4} Tokyo Metropolitan University ^{*5} Nihon Sekkei Co., Ltd. ^{*6} Tokyo Gas Co., Ltd., Ltd.
^{*7} Satoh Energy Research Co. ^{*8} Hitachi, Ltd.

This research focuses on the evaluation of thermal energy efficiency in a building including thermal cascading systems such as cogeneration, solar-thermal heat combined with final energy consumption for space heating and cooling, a dehumidifier, and a water heater. In order to achieve the national target of GHG emission reduction in Japan, much greater use of renewable energy, unused thermal energy is strongly required in the building sectors. The thermal energy efficiency of the whole system varies depending on not only calorific balances but also on the temperature of heat conveying media and its flow-rate to each consumption unit. Based on the concept of the simulation tools, the major development work involves the modeling of cogeneration units. As the first development phase, a sample system consisting of one unit of each form of equipment has been completed adopting the forward method. This paper describes the development of the method and shows some results for a case study.

1. はじめに

コージェネレーションシステム(以下 CGS)は、オンサイトで発電し、同時に発生する排熱を空調や給湯等に利用することによりエネルギーの利用効率(一次エネルギー効率)を向上させるシステムである。利用効率を向上させるためには排熱利用が鍵を握っており、発電と同時に発生する排熱をどれほど有効に利用されているかを定量的に把握する必要がある。

筆者らは前報におけるテンプレートの拡張のように、BEST で使用できる例題作成を進めてきた。本報では例題作成の発展として、CGS と太陽熱集熱による自然エネルギー利用を可能としたひとつの熱源システムを作成した。この複合システムによる計算例を通じて、太陽熱利用と CGS 排熱利用に関する考察を行う。

2. 計算条件と熱源システム

2-1. 想定建築モデルと境界条件

本報では熱源システムの計算を目的としているため、熱源システムに必要な冷温水負荷及び給湯負荷を境界条件として与えることで単純化している。冷温水負荷の境界条件は、表 1 の建築モデルを BEST に入力し、年間負荷計算を行った結果からある 1 日の時刻別負荷を選定した。

表 1. 建築モデル条件

事務室(一部厨房)、3階建て、床面積1500m ² 、階高4.0m、 天井高3.0m、空調面積1200m ² 、人員0.1人/m ² (空調面積)、 平面形状:図1参照、窓面積率:30%、窓:複層8+8mm、 壁体構成:標準問題仕様、取入外気量25m ³ /h人、 照明発熱15W/m ² 、機器発熱30W/m ² 、ゾーニングなし
--



図 1. 建築平面形状

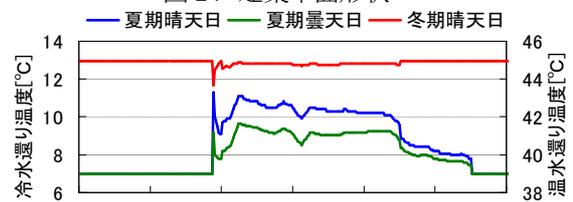


図 2. 冷水温水還り温度の 5 分間隔変動値

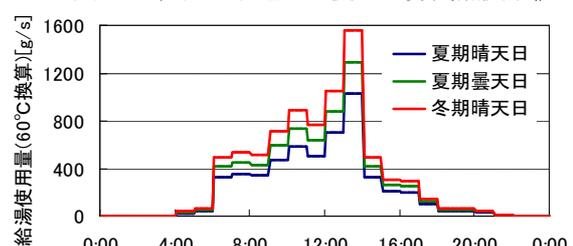


図 3. 必要給湯量の 5 分間隔変動値

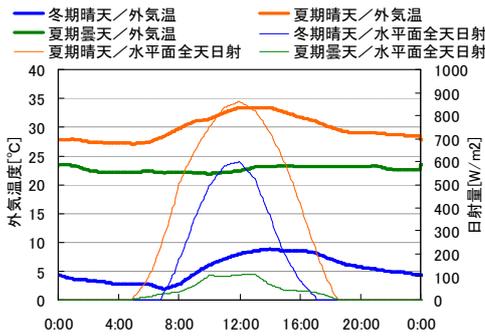


図5. 3代表日の気温と日射量

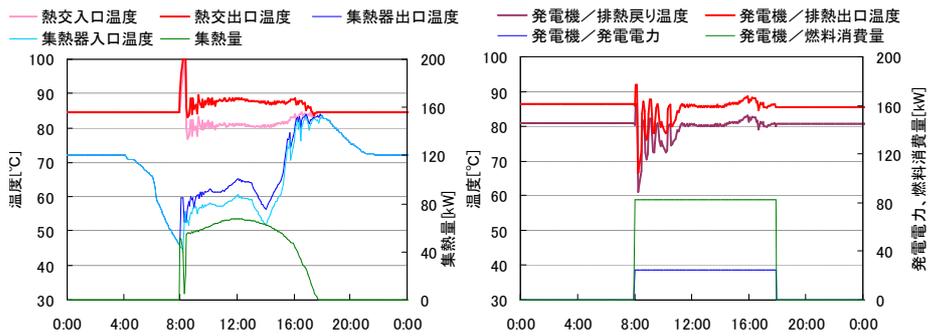


図6. 夏期晴天日における太陽熱集熱器とガスエンジンの時刻別温度
(左)太陽熱集熱器、(右)ガスエンジン

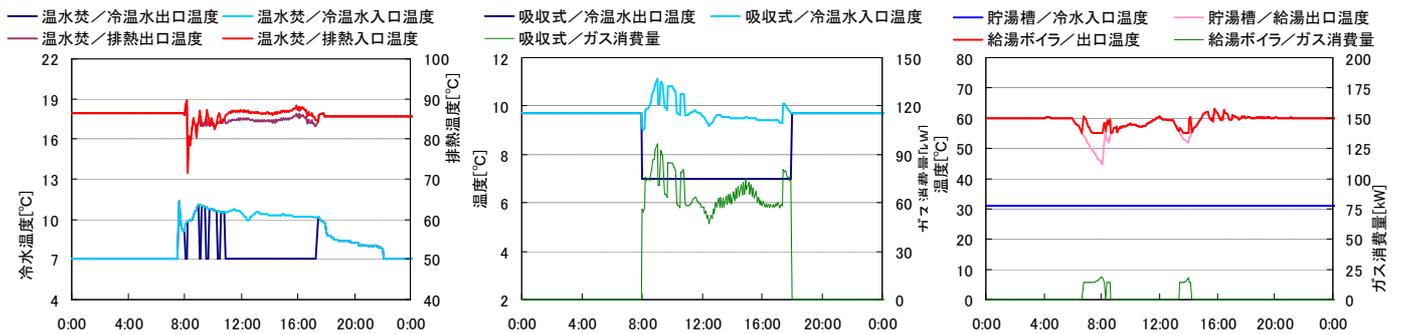


図7. 夏期晴天日の出入口温度及びガス消費量出力値 (左)温水焚、(中央)吸収式、(右)貯湯槽

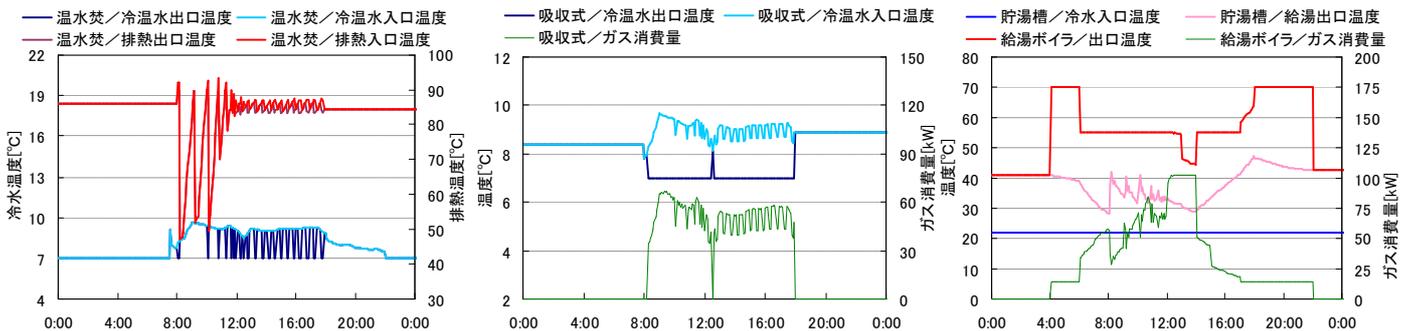


図8. 夏期曇天日の出入口温度及びガス消費量出力値 (左)温水焚、(中央)吸収式、(右)貯湯槽

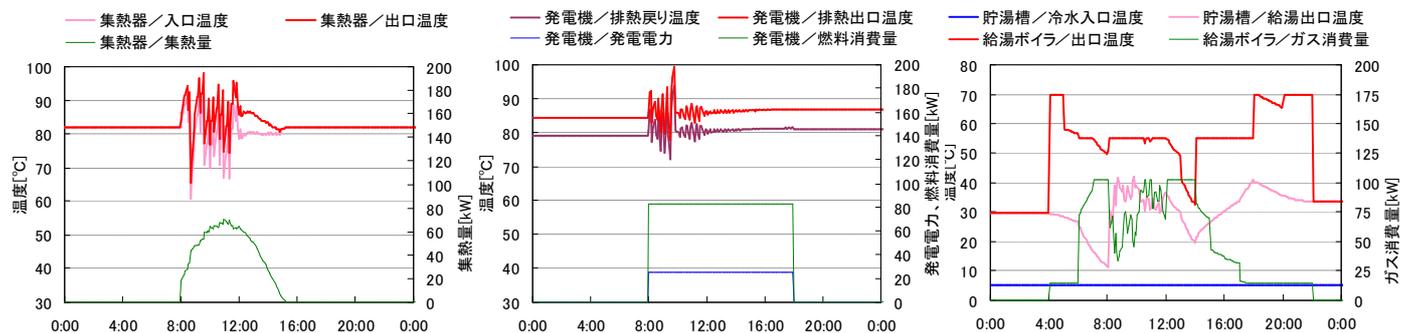


図9. 冬期晴天日における太陽熱集熱とガスエンジン排熱、及び給湯利用先での時刻別温度
(左)太陽熱集熱、(中央)ガスエンジン、(右)貯湯槽・温水ヒータ

3. 計算結果に関する考察

3-1. 夏期晴天日について

図6(左)から太陽熱集熱器による集熱量がわかる。熱交換器入口温度が約80°Cで、7°C程度昇温する。90°Cまで昇温できるよう、PID制御を行っているものの、達し

ていないことから可能な限り集熱しているのがわかる。昼間の時間帯で60kW程度の集熱能力を有している。また、ガスエンジンについては図6(右)にあるように、6~7°C程度の昇温が見られる。立上りから不安定な制御が見られるが、これは熱源運転開始以前に給湯負荷が生じてい

たために貯湯槽温度が下がっていたことが要因のひとつと考えられる。図7(右)によると、8時には貯湯槽温度が45℃まで下がっており、このためCGSと給湯のシステム間で安定するのに時間を要したと思われる。

図7(左)から温水焚吸収冷凍機の排熱利用状況がわかる。入力条件で排熱下限出口温度を83℃としていることから、計算結果として出口温度が83℃以下となる際にはモデルの適用範囲外となり、排熱利用を行わないこととなる。結果として、冷温水出口温度が入口温度と目標温度7℃になった。図7(中央)から吸収式冷温水機の運転状況がわかる。温水焚吸収冷凍機で7℃となった100L/minと境界条件の還り温度300L/minが混ざること、ガス消費量が削減できている。図7(右)では、貯湯槽がほとんどの時間で排熱利用を行い、60℃に維持できているといえる。55℃以下になった際は温水ヒータで昇温するため、部分的に20kW程度のガス消費量が生じている。

3-2. 夏期曇天日

図8に夏期曇天日の結果を示す。夏期晴天日にて考察した、①運転開始前の貯湯槽温度が下がることによるシステムの不安定性、②温水焚吸収冷凍機の排熱下限出口温度制限により、オンオフしている時間が多く見られる。図7(右)より貯湯槽は30℃～40℃までしか維持できず、CGS排熱のみでは排熱熱量が足りないことがわかる。その分、温水ヒータのガス消費量が増えている。

3-3. 冬期晴天日

図9(左)より太陽熱集熱によって昼間の時間帯に60kWの集熱能力が得られている。冬期晴天日の特徴として、①温水(暖房)負荷が少ないこと、②給湯負荷が夏期に比べて多いことがあげられる。従って排熱利用についても暖房への利用は微量であり、ほとんどが給湯負荷に賄われている。図9(右)より排熱利用によって貯湯槽内温度は、午前中に5℃の給水をされながらも40℃程度まで昇温できている。しかしながら給湯使用量が増える14時台には温水ヒータの能力が追いつかず、給湯温度が40℃を下回ってしまうことがわかる。BESTでは”温度”での結果が得られるため、設計能力の確認検討も行える。

3-4. 日積算値の比較

図10に排熱系統の日積算熱量比較を示す。どの日についてもCGS排熱量は安定的に供給できている。太陽熱集熱に関してはやはり冬期よりも夏期の方が多く集熱できていることがわかる。図11には日積算ガス消費量を示す。夏期晴天日に関しては温水ヒータをほとんど運転しなかったことから吸収式冷温水発生機で2400MJほど消費した。一方夏期曇天日では元々の冷水負荷が晴天日より少ないため、1800MJ程度であった。冬期晴天日にはほぼすべての給湯負荷に使われ、ガス消費量も3400MJと比較的多かった。

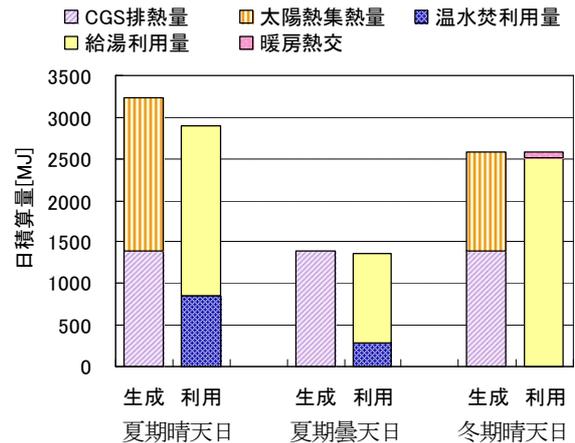


図10. 排熱系統の日積算熱量比較

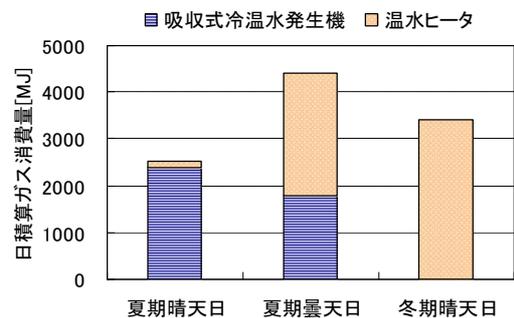


図11. 日積算ガス使用量比較

4. まとめ

本報ではCGSと太陽熱集熱による複合システム例を作成し、夏期晴天日、夏期曇天日、冬期晴天日の試算を行った。機器廻りの時刻別温度変化を詳細に捉えることが可能となった。今後は発停の多い箇所を見直し、年間計算に耐えうるシステム例としてまとめる予定である。

【謝辞】

本報は、(財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関する「BEST コンソーシアム」・「BEST 企画委員会(村上周三委員長)」および専門版開発委員会(石野久彌委員長)、行政支援ツール開発委員会(坂本雄三委員長)、クラス構想WG(石野久彌主査)、コージェネレーション検討 SWG(秋元孝之主査)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表するものである。コージェネレーション検討 SWG 名簿(順不同) 主査: 秋元孝之(芝浦工業大学)、副主査: 笹嶋賢一(日本設計)、委員: 野原文男、二宮博史、田端康宏(以上、日建設計)、昆野京一郎(ヤンマーエネルギーシステム)、藤居達郎(日立製作所)、佐藤誠、辻丸のりえ(佐藤エネルギーリサーチ)、工月良太(東京ガス)、事務局: 生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

【参考文献】

- 1) 空気調和衛生工学会大会学術講演論文集 2008『外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その34)コージェネレーションシステムプログラムの概要』
- 2) 空気調和衛生工学会大会学術講演論文集 2009『外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その56)コージェネレーションシステムプログラムの特徴』