

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98) 環境配慮ビルのモデリングと実績値との比較

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST
(Part 98) Comparison of Simulation and Measured Data in the Building

正会員 ○田中 拓也(大成建設) 技術フェロー 石野 久彌(首都大学東京)
技術フェロー 郡 公子(宇都宮大学) 正会員 二宮 博史(日建設計)
特別会員 村上 周三(建築環境・省エネルギー機構)

Takuya TANAKA*¹ Hisaya ISHINO*² Kimiko KOHRI*³ Hiroshi NINOMIYA*⁴ Syuzo MURAKAMI*⁵

*¹TAISEI CORPORATION *²Tokyo Metropolitan Univ. *³Utsunomiya Univ.

*⁴NIKKEN SEKKEI Ltd. *⁵Institute for Building Environment and Energy Conservation

The purpose of this study is to analyze the effectiveness of BEST for an integrated energy simulation tool for buildings. This study is applied BEST to a real building, and compared with measured data. It is confirmed the result is described the behavior of energy saving system nearly to the real condition of air-conditioning system. The estimate of total energy consumption indicates a similar tendency with the real energy consumption.

1. はじめに

本報では、環境配慮技術を多く採用した建物に対して BEST 専門版 (Ver. BEST1109) によるシミュレーションを適用した事例を示す。主な環境配慮技術として、氷蓄熱利用外気処理システム、中温冷水利用空調システム、昼光利用照明制御システムのモデル化を行い、建物のエネルギー消費量の実績値と比較し、モデリングの妥当性を検証した。

2. 建物概要

対象建物は、1979年に竣工し、2007年に環境配慮ビルへとリニューアルを行った研究所(事務所)用途の建物で、地上4階地下1階、延床面積約6400㎡である(以下、Tビル)。写真-1にTビルの外観、表-1に建物概要を示す。



写真-1 Tビル外観

表-1 建物概要

所在地	神奈川県横浜市
建物用途	研究所(事務所) 地下1F: 機械室、倉庫 1F: 食堂、会議室 2F~4F: 執務室
延床面積	6409.6 ㎡
階数	地下1階、地上4階、塔屋1階
構造	RC造、一部S造
CASBEE	CASBEE-改修: Sクラス、 BEE=4.2

表-2 Tビルの主な環境配慮技術

外皮仕様	薄型ダブルスキン(通気層 200mm)
空調設備	潜頭分離空調システム
※モデル化対象外	外気負荷: ブラインチャラー+氷蓄熱 導入外気量 CO2 制御※ 内部負荷: 中温冷水高効率チャラー 給気風量の在席率制御
空調方式	執務空間: パーソナル空調※ 共用空間: 全面床吹出空調※
照明設備	昼光利用照明制御システム

Tビルは、外皮の熱性能を高めてペリメーター負荷の抑制を図り、外気負荷、内部負荷をそれぞれ効率的に処理することを目的とした空調システムを導入している。主な環境配慮技術を表-2に示す。

今回は、計算対象を基準階(2-4階)とし、実建物の建築仕様に基づき、躯体、ゾーニング、室内温湿度条件などをモデル化し、入力した。なお、内部発熱の時刻変動は、BESTのデフォルト値を使用した。建築の入力条件を表-3に、基準階平面図および空調のゾーニングを図-1に示す。今回は、パーソナル空調システムのモデル化は行わないが、空調系統のゾーニングは実仕様に合わせ、柱スパンごとに細分化したものとした。

3. 空調システム

3.1 モデル概要

空調システムの主な機器仕様を表-4に示す。Tビルは通常の熱源に加え、外気処理空調機専用の熱源として水冷ブラインチャーと氷蓄熱槽が導入されており、氷蓄熱ユニットを用いてモデル化した。

表-3 建築入力条件

気象データ	東京(BEST1分値)
床面積	1248m ² (基準階)×3層
室内温湿度	冷房時:26°C,50%、暖房時:22°C,40%
内部発熱	照明18W/m ² 、機器26W/m ² 、人体0.1人/m ²
外壁仕様	普通コンクリート200mm+吹付岩綿15mm+非密閉中空層+石膏ボード25mm
内壁仕様	石膏ボード25mm+非密閉中空層+GW25mm+石膏ボード25mm
スラブ仕様	カーペット7mm+軽量コンクリート25mm+非密閉中空層+普通コンクリート150mm+GW50mm
窓仕様	北面:ブラインド内蔵複層ガラス SS8mm+明色ブラインド+FL8mm ※実仕様はダブルスキン 南面:複層ガラス FL6mm+A12+FL6mm+明色ブラインド ※実仕様は二重サッシ

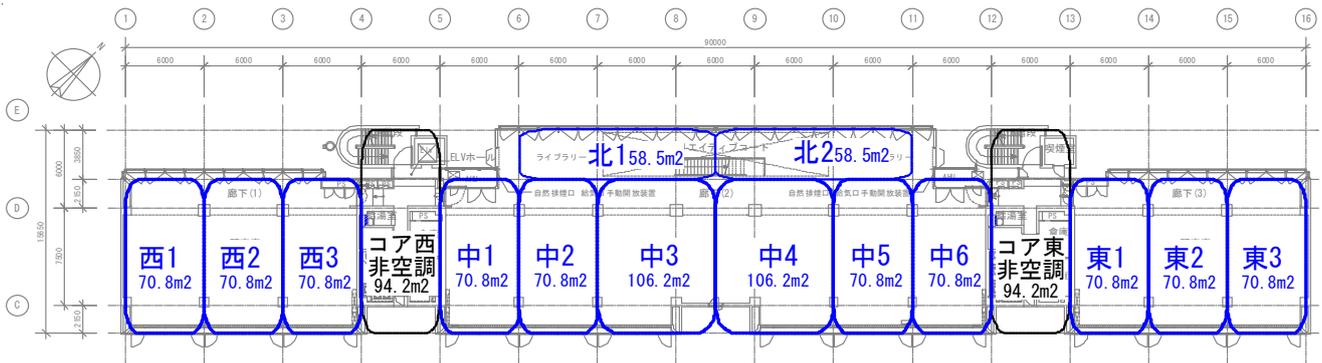


図-1 基準階平面図および空調系統のゾーニング

表-4 空調システム入力条件

運転スケジュール	7:30~20:00 (平日)	
冷暖房期間	冷房:5/1~10/31、暖房:11/1~4/30	
冷熱源	水冷チラー	冷房能力568kW、冷水出口温度10°C、冷却水出口温度35°C、消費電力92kW
	冷水ポンプ	流量1100L/min、消費電力15kW
	冷却塔	消費電力3.2kW
	冷却水ポンプ	流量1950L/min、消費電力18.5kW
温熱源	真空温水ヒータ ※実仕様は油焚ボイラ	能力407kW、出口水温60°C、消費電力1.15kW、消費ガス447.3kW
	温水ポンプ	流量1167L/min、消費電力15kW
氷蓄熱	氷蓄熱ユニット ※実仕様は水冷チラー+氷蓄熱槽	冷却蓄熱能力106kW、冷却追掛能力130kW、最大蓄熱量6000MJ、冷水出口水温5°C、冷水量304L/min、消費電力45kW
内調機	空調機(VAV)	水量15L/min、風量2500m ³ /h、消費電力5.5kW(冷却能力8.8kW、加熱能力5.6kW)
外調機	空調機(CAV)	水量49L/min、風量8750m ³ /h、消費電力5.5kW(冷却能力36.9kW、加熱能力55.7kW)
	全熱交換器	顕熱交換効率75%、エンタルピー交換効率65%、消費電力1.5kW

空調システム全体の構成を図-2に示す。冷房時には、氷蓄熱ユニットからの低温冷水を全熱交換器付外気処理空調機に供給し、処理済外気を室内空調機に供給する構成とした。

3.2 計算結果と実績値の比較

計算モデルの妥当性の確認として、Tビルの実績値と比較した。表-5に示す通り、通常の冷房運転時(2010年夏期)と節電対応時(2011年夏期)の2パターンの運転条件により計算を行った。節電対応として、主に熱源時間の短縮と蓄熱ユニットの追掛運転の停止を行った。なお、節電対応時の内部発熱は、節電対策による削減効果²⁾を見込んだ値を与えた。

計算結果として外気条件に近い代表日の空調システムの消費電力量の一日の推移を実績値と比較して示す(図-3)。

通常運転時の比較では、蓄熱時間帯の電力量はよく一致している。空調時間帯の熱源の挙動に関して、実際は日中のピークカットを目的として熱源を完全に停止する(13:00~14:00)運用がなされており、時々刻々の挙動の再現にまでは至っていないが、一日を通しての電力量は概ね一致している。冷却塔などの熱源補機や搬送動力に関しては、同様の傾向が確認できた。

節電対応時の比較では、蓄熱時間帯の挙動はよく一致している。空調時間帯に関しては、計算値がやや低く算出されており、内部発熱の削減状況の入力精度が一因と考えられる。

以上、2パターンの運転条件下において、実績値と比較し、いずれも概ね傾向が一致していることを確認した。

4. 換気・衛生・電気・昇降機設備

4.1 換気設備概要

換気設備は、熱源機械室や電気室の24時間系統と便所や喫煙室の間欠運転系統に分類し、実仕様に基づき、入力条件を設定した(表-6)。

4.2 衛生設備概要

衛生設備は、給水方式を高置タンク方式とし、実仕様に基づき、受水槽やポンプを設定した(表-6)。ただし、厨房設備は、計算対象外とした。

4.3 電気設備概要

実仕様に基づき、電気設備を入力した(表-6)。三相変圧器に動力盤、単層変圧器に電灯・コンセント系統を接続した。

4.4 昇降機設備概要

実仕様に基づき、昇降機設備を入力した(表-6)。

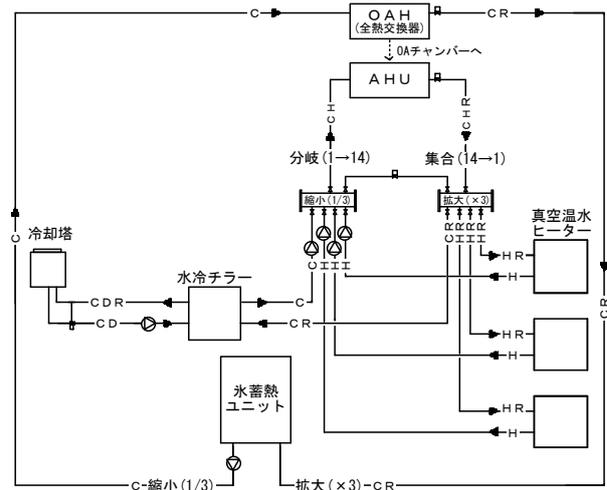


図-2 空調システム全体の構成

表-5 空調システムの運転条件

		通常運転時	節電対応時
熱源スケジュール		7:30~20:00	8:00~17:00
空調スケジュール		7:30~20:00	7:30~19:00
ピークカット運転		13:00~14:00	17:00~19:00
蓄熱ユニット追掛運転		あり	なし
内部発熱	照明	通常	21%削減
	コンセント	通常	55%削減

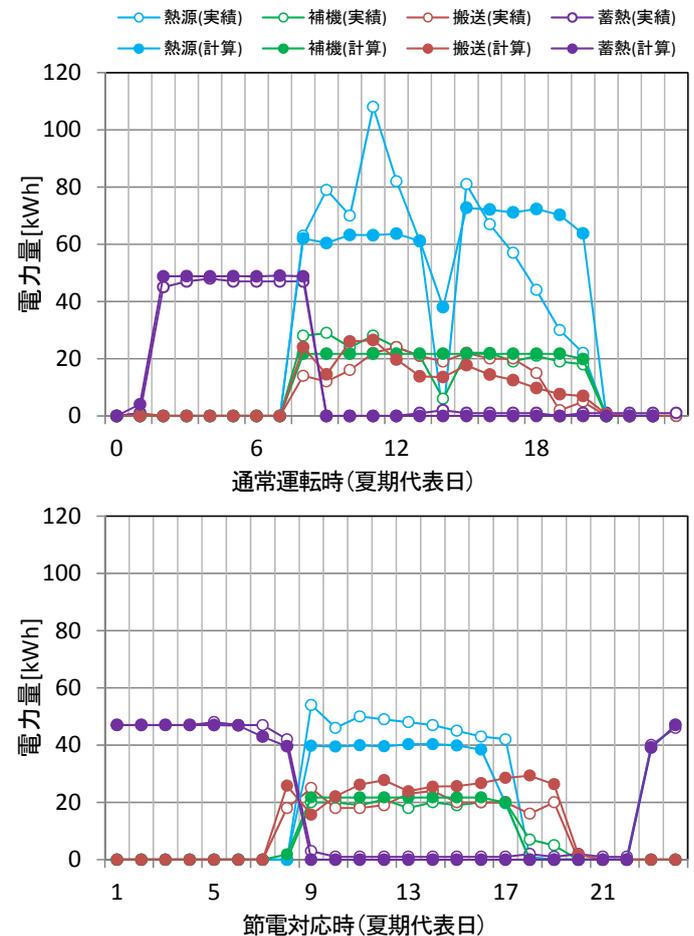


図-3 空調消費電力量の比較

5. 建物総合エネルギー計算

建物全体の総合エネルギー消費量の計算結果と2010年実績値の比較として、月別の一次エネルギー消費量を図-4に、年間一次エネルギー消費量を図5に示す。使用している気象条件が異なるため、一概に比較はできないが、空調消費エネルギーの季節変動の傾向は一致している。今後の検討事項としては、温熱源のモデル化の見直しや冬期隙間風の再設定が考えられる。また、空気熱搬送の計算値が大きく算出している点については、パーソナル空調や導入外気量のCO2制御のモデル化により精度向上が望める。

6. まとめ

本報では、環境配慮ビルへのBEST専門版の適用事例を示し、エネルギー消費量の実績値と比較した。各設備のモデル化の有無およびレベルにより、計算精度に多少のばらつきはあるものの建物全体のモデルとしては概ね妥当と考える。今後は、本モデルをベースに各環境配慮技術のモデル化手法の検討と定量的な評価を行っていく予定である。

表-6 換気・衛生・電気・昇降機設備入力条件

換気	24時間系統 熱源機械室(風量3000m ³ /h、1.5kW) 電気室(風量1000m ³ /h、0.5kW) 間欠運転系統(7:30~20:00) 便所(風量1000m ³ /h、0.5kW)×6カ所 喫煙室(風量800m ³ /h、0.4kW)
衛生	高置タンク給水方式 受水槽 35m ³ 給水ポンプ 500L/min 7.5kW ×2台 衛生器具 大便器個数 男女各9個 大便器 8L/回 小便器 1.5L/回 洗面器 0.32L/回
電気	三相変圧器 動力(熱源・空調・換気・EV・給水) 単相変圧器 照明・コンセント
昇降機	積載質量 750kg、速度 60m/min

【参考文献】

- 久保木、石野、郡、村上：建築総合エネルギーシミュレーションツールBEST を利用した建築モデリング法に関する研究 第1報、空気調和・衛生工学会論文集、No. 177, 2011. 12
- 森田、張本：省エネ化に向けたオフィスビルのエネルギー消費量実態調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、2012. 9

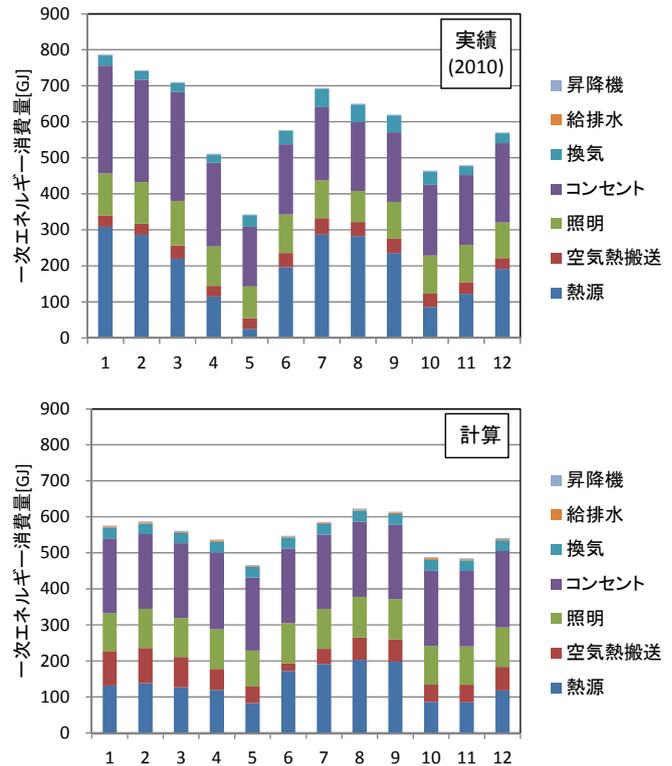


図-4 月別一次エネルギー消費量の比較

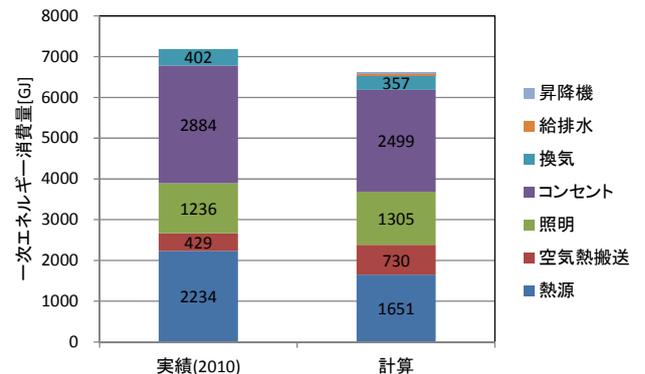


図-5 年間一次エネルギー消費量の比較

【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)、統合化WG(石野久彌主査)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。統合化WG名簿(順不同)主査：石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員：一ノ瀬雅之(首都大学東京)、内海康雄(宮城工業高等専門学校)、大西晴史(関電工)、木下泰斗(日本板硝子)、木本慶介(大林組)、工月良太(東京ガス)、郡公子(宇都宮大学)、菰田英晴(鹿島建設)、佐藤誠(佐藤エネルギーリサーチ)、芝原崇慶(竹中工務店)、新武康(清水建設)、田中拓也(大成建設)、長井達夫(東京理科大学)、二宮秀與(鹿児島大学)、保木栄治(東京電力)、野原文男、二宮博史、丹羽勝己、長谷川巖、久保木真俊、田端康宏(以上、日建設計)、柳井崇、品川浩一(以上、日本設計)、事務局：生稲清久、石田真理(以上、建築環境・省エネルギー機構)