

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134) 建物の使い方による消費エネルギー量解析

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

(Part 134) Evaluation of the energy consumption by usage of buildings

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) 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 Syuzo MURAKAMI*⁴

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

*⁴Institute 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

近年、建築物のエネルギー消費に対する関心がより一層高まっており、建築負荷に配慮したファサードデザインや自然エネルギーの有効活用、設備システムの高効率化などにより、消費エネルギーは抑制されてきている。

更に、BCP対応やZEBを志向する建物では、創エネルギー・蓄エネルギー設備を積極的に設けるなど建築・設備システムは更なる複雑化が予想され、その消費エネルギー量を予測するにあたっては、BESTのような汎用的かつ柔軟性のあるツールが必要不可欠である。

一方、建物の使い方でも利用者のニーズに応じて多様化しており、計画・設計段階において不確定要素として取扱われがちな運用段階の諸条件も、エネルギー消費量を予測する上では、重要な要素となる。

本報の目的は、建物運用段階の不確定要素について、その消費エネルギーへの影響を把握することで、消費エネルギー量の予測精度を高め、適切な設備容量の設計や省エネルギーを目的とした運用手法の効果を確認する。

今回は、建物の使い方の中でエネルギー消費量への影響が大きいと考えられる設計段階の不確定要素として、空調運転時間、空調設定温度、OA機器のスペック、在室率・照明点灯率・OA機器発熱率をパラメーターとし、その影響を試算した。尚、今回の試算は既報¹⁾にて「BEST」を用いて建築モデルを作成した建物(Tビル)を基準として行う。本試算にて使用したツールは「BEST(専門版)1307版」である。

2. 建物概要と入力条件

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)用途の建物である。表-1に建物概要、写真-1に建物外観を示す。

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 m ²
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



写真-1 建物外観

建築モデルの入力条件を表-2に、基準階平面図および空調のゾーニングを図-1に、空調システムの入力条件を表-3に示す。実建物の空調システムは氷蓄熱槽を持った中央熱源方式であるが、本試算においては、比較を簡便化する手法として、BESTツール内に用意されている「仮設調整熱源モジュール」を使用し、空調2次側のみのモデルを構築した(図-2)。また、その他、設備機器も実仕様に応じて入力した。(設備機器の入力詳細は既報¹⁾ 参照)

表-2 建築入力条件

気象データ	横浜(拡張アメダス60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15W/m ² 機器20W/m ² 人体0.1人/m ² ※負荷率はデフォルト値を使用
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

表-3 空調システム入力条件(基準階)

運転スケジュール	7:30~20:00 (平日)	
冷暖房期間	冷房: 5/20~10/20 暖房: 11/10~3/20	
仮設調整熱源	冷熱源	冷水出口温度10°C、COP1.2
	温熱源	温水出口温度45°C、COP0.8
空調機×2台(東西)	単一ダクト変風量方式	水量100L/min、 風量12500m ³ /h(外気3000m ³ /h) VAV(2500m ³)×5ゾーン
	単一ダクト変風量方式	水量68L/min、 風量14000m ³ /h VAV(2500m ³)×2ゾーン(中3, 4) VAV(4500m ³)×2ゾーン(北1, 2)

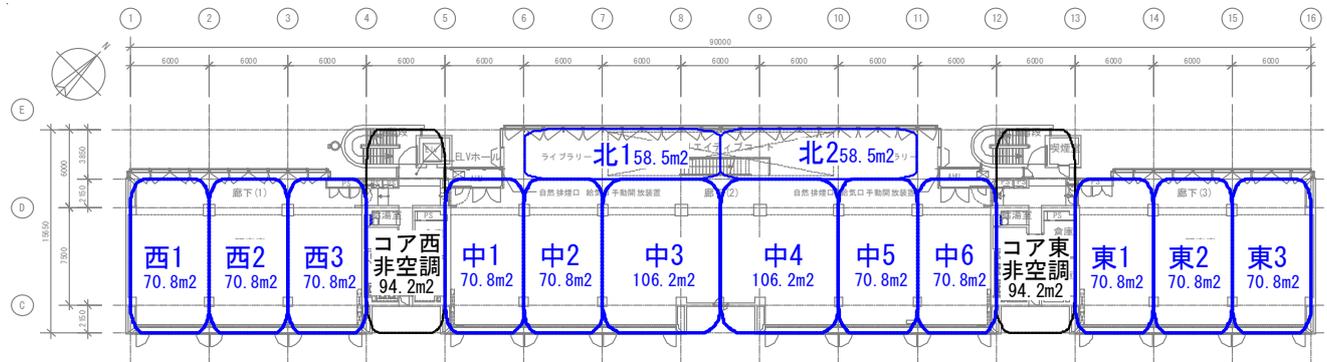


図-1 基準階平面図および空調システムのゾーニング

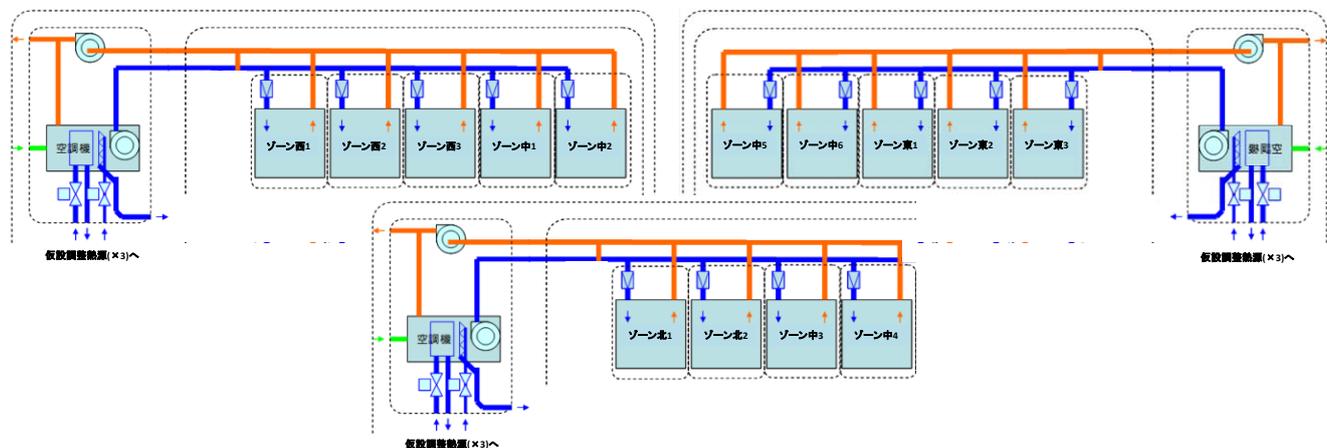


図-2 基準階空調システム図

3. 消費エネルギー量の試算

3.1 基準ケースの計算結果と実績値との比較

基準ケースとして、設計条件をもとに消費エネルギー量の試算を行った。図-3に実建物の過去実績値と比較して、月別の面積当たり一次エネルギー消費量を示す。実績値と概ね傾向が一致しており、本計算を基準(Case-B)として以降の比較評価を行う。

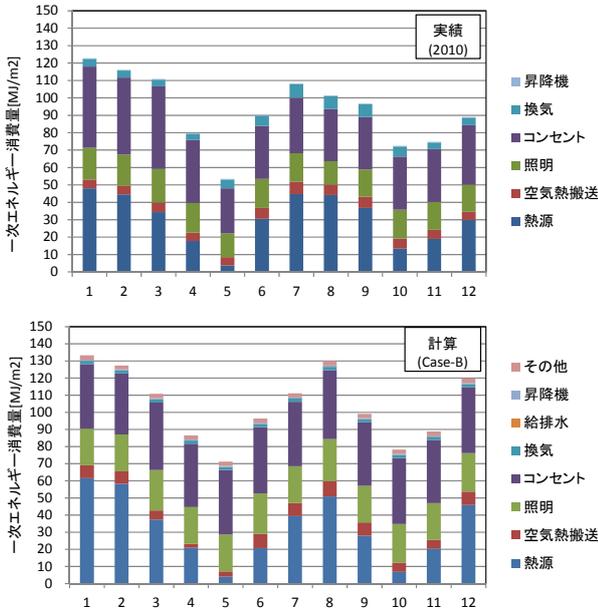


図-3 月別一次エネルギー消費量(上：実績、下：計算)

3.2 空調運転時間の影響

空調運転時間の影響を把握するため、実運転時間に対して、2時間短縮(Case-ST)と2時間延長(Case-LT)のケースを設定し、消費エネルギー量を比較した(図-4)。尚、空調開始後、1時間は外気カットを行っている。

空調運転時間による空調消費エネルギー量への影響は、2時間短縮で14%減、2時間延長で15%増であり、直接的な影響がみられる。建物利用時間に応じた適切な空調時間の設定が省エネにとって重要な要素といえる。

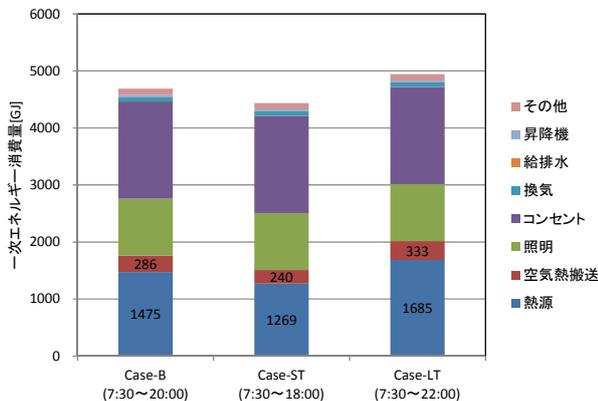


図-4 空調運転時間による影響比較

3.3 空調設定温度の影響

設定温度の影響を把握するため、基準設定値に対して、夏期28℃, 50%RH(Case-TS)、冬期20℃, 40%RH(Case-TW)のケースを設定し、消費エネルギー量を比較した(図-5)。

設定温度の変更による空調消費エネルギー量への影響は、夏期設定温度緩和では5GJと小さく、冬期設定温度緩和は22GJの効果があった。設定温度の変更は、内外温度差が直接負荷に繋がる冬期外気負荷への影響が大きいことがわかる。冷房時の室内温度に関しては、自然換気期間の延長などの効果も考慮した検討が必要である。

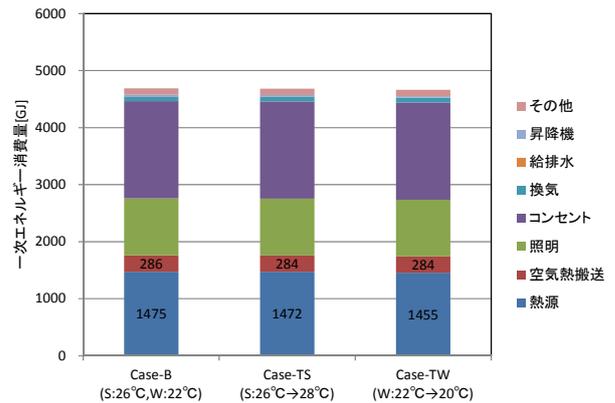


図-5 空調設定室温による影響比較

3.4 OA機器スペックの影響

OA機器の消費電力の影響を把握するため、デスクトップPCとノートPCの差としてOA機器発熱10W/m²(Case-LOA)のケースを設定し、消費エネルギー量を比較した(図-6)。OA機器スペックの変更による空調消費エネルギー量への影響は、コンセント消費電力として直接的影響で半減するとともに空調負荷が14%程度軽減されていることが分かる。近年、ノートPCの使用を基本としたオフィス空間やクラウド化などにより、内部発熱に占めるOA機器発熱の割合は低減されており、適切なOA機器消費電力の予測と余力の見込みが空調容量の適正化には重要となる。

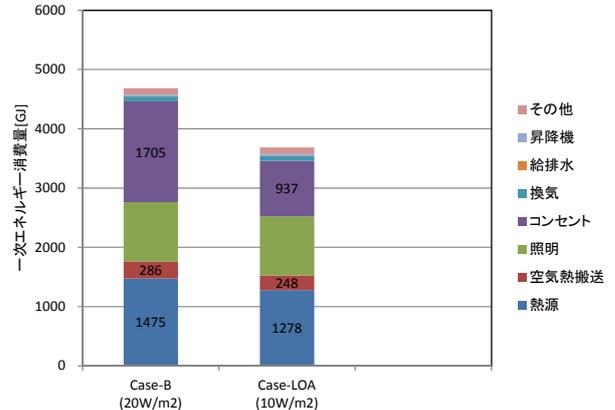


図-6 OA機器消費電力による影響比較

3.5 負荷率の影響

負荷率の影響を把握するに当たり、本建物で別途行ったエネルギー消費量実態調査²⁾を参考にした。在席率及び照明・コンセント系統の電力消費量の実測結果として、フロア間のばらつきとして、在席率で2割程度、照明で1割程度、OA機器類で3割程度の差異がみられた。基準ケースを中心値として、負荷率を上記の割合で増減させたケース(Case-LL、Case-HL)を設定し、消費エネルギー量を比較した(図-7)。

負荷率の影響により、15%程度の消費エネルギー量に差が生じる結果となった。負荷率は、本試算のパラメーターの中でも最もばらつきが大きく、設計段階での予測が難しい要素である。BESTではデフォルトの負荷率として、実態調査に基づく統計的な値³⁾が用意されているため、こちらを使用することである程度の予測が可能である。更には、運用段階の実態に応じてチューニングを行っていくことで計算精度の向上を図ることも考えていきたい。

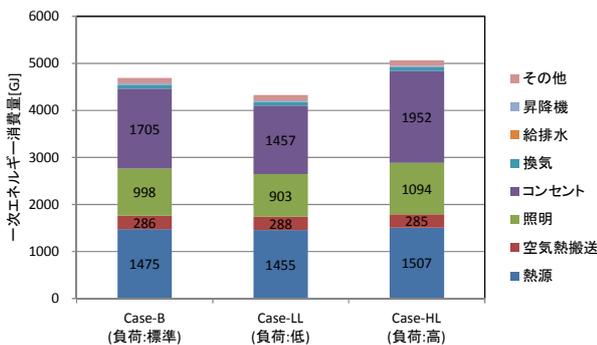


図-7 負荷率による影響比較

3.6 建物の使い方による総合的影響

本報にて試算を行った全ケースを比較して、図-8に示す。エネルギー消費量が最も大きいケース(Case-HL)と最も小さいケースの差は2~3割であり、運用段階の不確定要素が消費エネルギーに及ぼす影響は決して小さくないことが分かった。

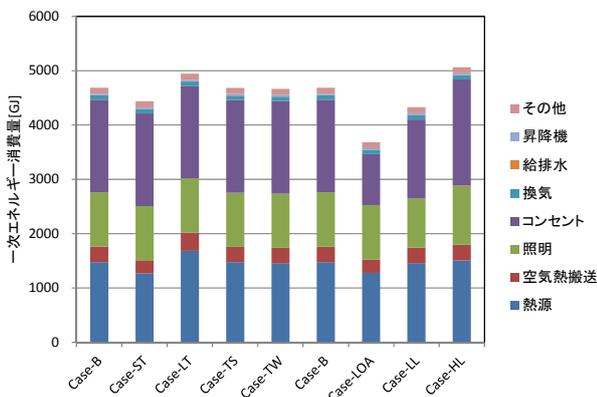


図-8 負荷率による影響比較

4. まとめ

本報では、運用段階における建物の使われ方が消費エネルギー量に及ぼす影響を試算した。その結果、最大で2~3割程度の差異が生じる可能性が示唆された。

エネルギー消費量の予測を行う上では、設計条件の正確な把握とその適正なモデル化だけでなく、建物利用者の特性やそのニーズの把握が重要であるといえる。

【参考文献】

- 1) 田中、石野、郡、二宮、村上：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) 環境配慮ビルモデリングと実績値との比較、空気調和・衛生工学会大会学術講演梗概集, 2012. 9
- 2) 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
- 3) 長井、石野、水出他：自然換気・シーリングファン併用ハイブリッド空調オフィスの性能評価第4報内部発熱と使われ方に関する調査、日本建築学会大会学術講演梗概集, 2005. 9

【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)、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：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)、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ER)、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)、野瀬暁則(大林組)、野原文男、長谷川巖、滝澤総、二宮博史、丹羽勝巳、久保木真俊(以上、日建設計)、柳井崇、品川浩一、山本佳嗣(以上、日本設計)、事務局：生稲清久、石田真理(建築環境・省エネルギー機構)