

建築エネルギー・環境シミュレーションツールBESTの開発 第6報 BESTESTによる検証とケーススタディ

正会員 ○平林 啓介*¹ 正会員 村上 周三*² 正会員 石野 久彌*³
正会員 郡 公子*⁴ 正会員 内海 康雄*⁵

BEST プログラムの検証
ケーススタディ シミュレーション エネルギー

1. はじめに

本報では、建物のエネルギーシミュレーションプログラムの検証手順を確立することを目的に IEA (国際エネルギー機関) で開発された BESTEST の手法を用いて行った、BEST プログラムの検証方法及びケーススタディの結果について報告する。この BESTEST の報告書の序文には“the experts (a group of model developers and users) unanimously recommended that no building energy simulation program be used until it is at least checked with the BESTEST procedure.”と表現されている。

2. 検証方法

BESTEST では、欧米で広く利用されている各種プログラム (BLAST, DOE2, ESP, SERIRES, S3PAS, TASE, TRNSYS) での年間積算負荷やピーク負荷などの出力と、対象となるプログラムの出力とを比較・診断していくことで検証を行う。その際に入力する建物には、図1のような単純な形のものを用意されており、また計算条件も表1に示すように非常にシンプルなものとなっている。表2に各ケースの入力項目と診断項目を示すが、このように、建物の熱容量や空調制御、換気の有無、窓面積の与え方、建物方位、外部日除けといった項目の入力の違いによる、出力結果への影響について検証が可能である。その際に必要となる BESTEST での比較可能な出力項目を表3に示す。検証するプログラムにおいて、これらの出力結果が違う場合は、フロー図に従って問題点を見つけることができるのも BESTEST の長所である。また、気象データはアメリカのデンバーの標準気象データ (TMY データ) が用意されているが、そのままの形式では読み込めない

ため、EnergyPlus 気象データ (以下 EPW データ) を入手して計算を行った。

3. ケーススタディ

今回行った CASE_600~630 までの BEST と BESTEST の比較 (年間積算負荷、ピーク負荷) のグラフを図2に示す。ほとんどのケースで、比較対象である各プログラムの出力結果の最小値から最大値の範囲におさまっているものの、CASE_600 の年間

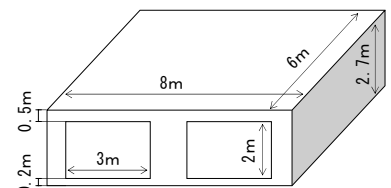


図1 標準建物アイソメ図 (CASE_600)

表1 標準計算条件 (CASE_600)

気象データ	EPW データ(Denver)	
建物情報	面積:6m×8m=48 m ² 、高さ:2.7m、窓面積:12 m ²	
ガラス種類	透明フロート二重(ガラス厚:3 mm、空気層:12 mm)	
壁体構造	屋根	ID316:ファイバーセメント 0.19W/mK 10 mm ID49:ガラス綿(24K) 0.042W/mK 112 mm ID314:ポリスチレンコンクリート 0.14W/mK 19 mm
	床	ID44:半硬質繊維板 0.14W/mK 25 mm ID50:ガラス綿(32K) 0.040W/mK 1003 mm
	外壁	ID316:ファイバーセメント 0.19W/mK 12 mm ID49:ガラス綿(24K) 0.042W/mK 66 mm ID314:ポリスチレンコンクリート 0.14W/mK 9 mm
侵入外気量	0.41 回/h	
内部発熱	機器 0.2kW 冷却方式:自然放熱	
空調条件	暖房:室温<20℃、冷房:室温>27℃ 暖房容量:1000kW、冷房容量:1000kW (実際上∞) 外気導入なし	
計算間隔	3600sec	

表2 各ケースの入力項目と診断項目

CASE	熱容量	空調制御		換気	窓面積 [m ²]	方位	日除け	診断項目
		暖房	冷房					
600	小	20℃	27℃	—	12	S	—	熱容量が小さい建物の標準ケース
610		20℃	27℃	—	12	S	V:1m	南側水平ルーバーの影響の検証
620		20℃	27℃	—	6,6	E, W	—	東/西面の窓からの日射透過率の検証
630		20℃	27℃	—	6,6	E, W	VH:1m	東/西側水平垂直ルーバーの影響の検証
640		セットバック* ¹	—	—	12	S	—	セットバック制御の検証
650		off	27℃	○	12	S	—	外気導入の検証
900	大	20℃	27℃	—	12	S	—	熱容量が大きい建物の標準ケース
910		20℃	27℃	—	12	S	V:1m	南側水平ルーバーの影響の検証
920		20℃	27℃	—	6,6	E, W	—	東/西面の窓からの日射透過率の検証
930		20℃	27℃	—	6,6	E, W	VH:1m	東/西側水平垂直ルーバーの影響の検証
940		セットバック* ¹	—	—	12	S	—	セットバック制御の検証
950		off	27℃	○	12	S	—	外気導入の検証

*1 23:00~7:00は10℃以下で暖房、7:00~23:00は20℃以下で暖房、冷房は常に27℃以上

表3 比較可能な出力項目

- ・年間積算負荷
- ・各ケース間での差 (例:610と600の積算負荷の差)
- ・ピーク負荷とその発生日時
- ・最大室温とその発生日時
- ・最小室温と "
- ・年間平均室温
- ・各面での年間の全日射量
- ・窓の年間の透過日射量
- ・代表日の室温の時刻変動
- ・代表日の負荷の "
- ・代表日の全日射量の "

Development of a Building Energy and Environment Simulation Tool, the BEST

Part.6 Validation by BESTEST and the Case Study

HIRABAYASHI Keisuke, MURAKAMI Shuzo, ISHINO Hisaya, KOHRI Kimiko, UTSUMI Yasuo

積算冷房負荷、ピーク冷房負荷に関しては最小値を下回る結果となった。

CASE_600での夏期及び冬期代表日の時刻変動のグラフを図3に示す。BESTESTにある冬期代表日の室全熱負荷の時刻変動を比べてみたが、ほぼ同じ変動、値であることが確認できた。

今回のケーススタディは一部であり、今後引き続き、表2にあるケースの計算を行い、表3にある比較可能な出力項目について詳細な検証を行っていく必要がある。

4. まとめ

BESTの検証として、BESTESTによる検証方法とケーススタディについて報告した。現在世界で最も人気があるEnergyPlusもBESTESTでの検証を行っており、今後、BESTが国際的なエネルギーシミュレーションプログラムとして認知される為にも、BESTESTでの検証は必須である。

【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開発普及事業研究会(村上周三委員長)」ならびにアーキテクチャ検討部会(坂本雄三部会長)、建築・空調設備作業部会(石野久彌部会長)、クラス構想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。クラス構想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(東京理科大学)、内海康雄(宮城高専)、郡公子(宇都宮大学)、長井達夫(東京理科大)、羽山広文(北海道大学)、上田博嗣(大林組)、木下泰斗(日本板硝子)、後藤裕(三機工業)、菟田英晴(鹿島建設)、芝原崇慶(竹中工務店)、平林啓介(新日本空調)、松村一誠(清水建設)、渡邊剛(NITファシリティーズ)、協力委員:瀧澤博(元鹿島建設)、菅長正光(自営)、二宮博史、國吉敬司、篠原奈緒子(以上、日建設計)、オブザーバー:野原文男(日建設計)、事務局:生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

【参考文献】
 1) R.Judkoff, J.Neymark: International Energy Agency Building Energy Simulation Test (BESTEST) and Diagnostic Method: February 1995
 2) Robert H. Henninger, Michael J. Witte: EnergyPlus Testing with ANSI/ASHRAE Standard 140-2001 (BESTEST): June 2004

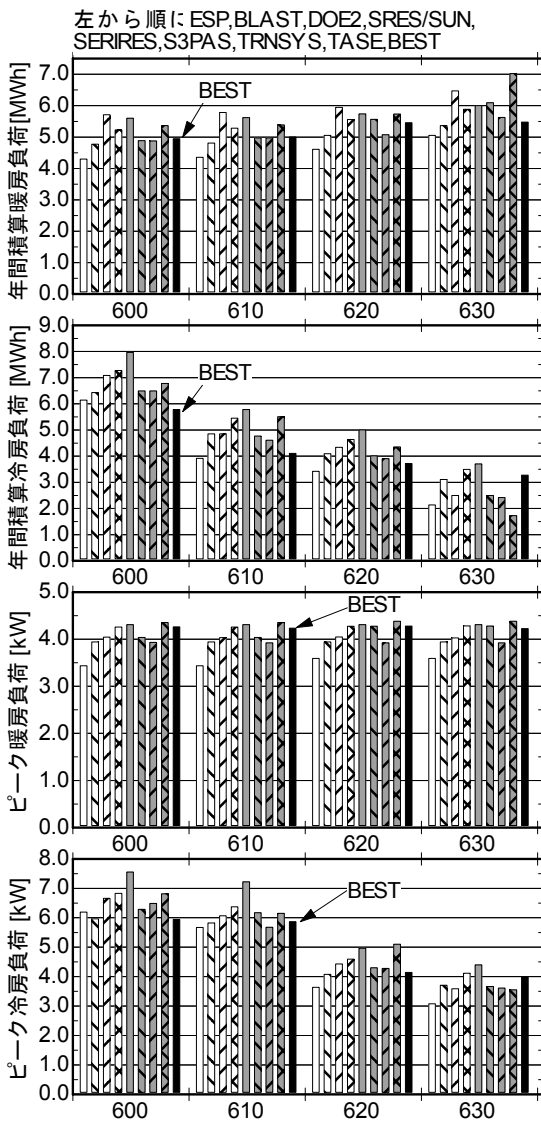
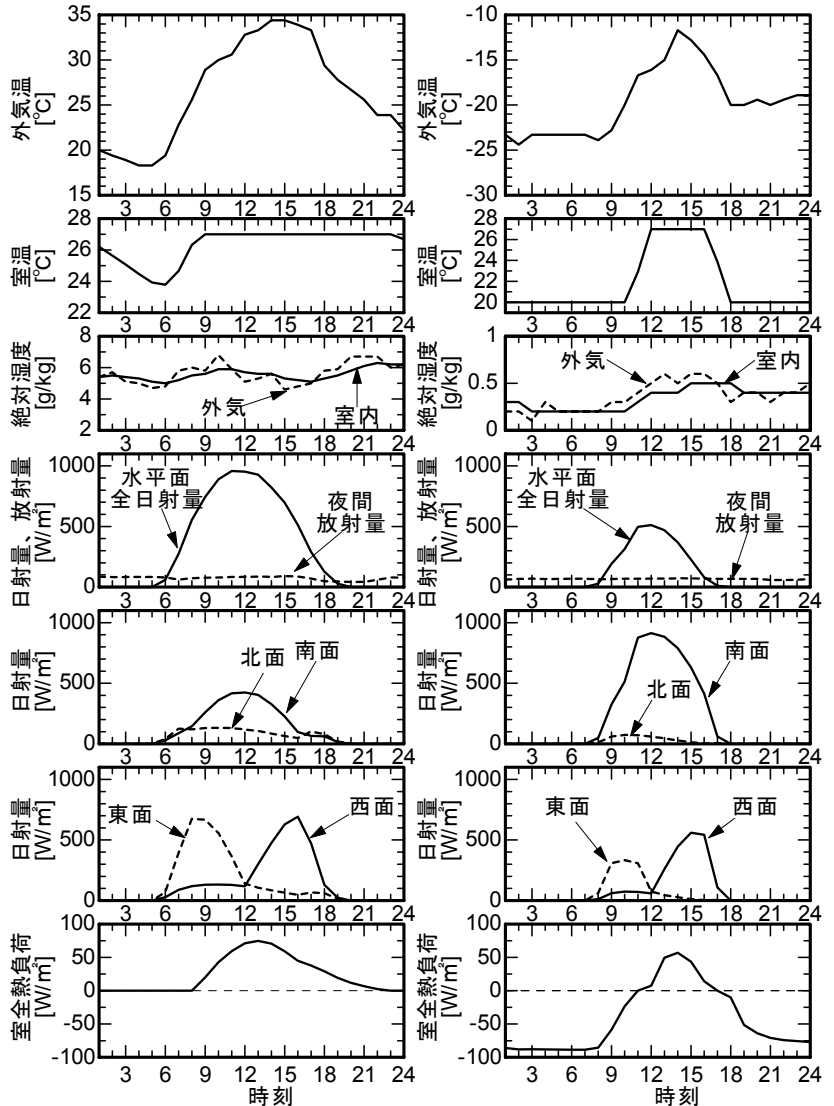


図2 BESTとBESTESTの出力比較



(a) 夏期代表日(7月27日)

(b) 冬期代表日(1月4日)

図3 各代表日の時刻変動(CASE_600)

*1 新日本空調株式会社 技術開発研究所
 *2 建築研究所 理事長 工博
 *3 首都大学東京 名誉教授 工博
 *4 宇都宮大学 准教授 工博
 *5 宮城工業高等専門学校教授 工博

*1 Shin Nippon Air Technologies CO.,LTD.
 *2 Chief Executive, Building Research Institute, Dr.Eng.
 *3 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.
 *4 Associate Prof., Utsunomiya Univ., Dr.Eng.
 *5 Prof., Miyagi National College of Technology, Dr.Eng.