

## 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 15 報 BESTEST による建物側とシステム側の検証

正会員 ○平林 啓介\*<sup>1</sup> 正会員 村上 周三\*<sup>2</sup> 正会員 石野 久彌\*<sup>3</sup>  
正会員 郡 公子\*<sup>4</sup> 正会員 内海 康雄\*<sup>5</sup>

BEST シミュレーション プログラムの検証  
BESTEST エネルギー

### 1. はじめに

既報<sup>2)3)</sup>では、IEA の BESTEST というプログラム検証の手法を用いて、BEST の建物側の計算結果について検証を行ない、その結果について大きな問題の無いことを確認した。

本報では、建物側だけでなく空調システム側の検証方法についても示した ANSI/ASHRAE Standard 140-2007<sup>1)</sup>に沿って行なった、BEST の最新バージョン (Ver0.2.7a) での建物側の検証結果とシステム側の検証方法について報告する。

### 2. 建物側の検証結果

建物側の計算結果について大きな問題が無いことは既報にある通りだが、一部プログラムの修正と入力方法の変更を行なったため再度計算を行なった。その結果と他のプログラムとの比較を図 1 に示す。全ケースにおいて変更後も良好な結果が得られていることが確認できる。

変更内容のうち、プログラムの修正については、EPW データ使用時は太陽位置計算を毎正時から正 30 分とするように変更し、これによる日射量の時間的なずれを修正した。

入力については、窓ガラスの入力に関して、今までは BEST の窓 DB に用意されている中から一番近い種類 (ガラス ID=325) を選択していたが、BESTEST では窓ガラスの詳細な物性値と入射角特性が与えられているため、それに合わせた入力とした。BESTEST で使用されている入射角特性では、30° 過ぎから日射熱取得率、日射透過率とも大きくなっており、これにより変更後の暖房負荷は小さく、冷房負荷は大きくなることが予想される。実際に入射角特性を変更した後の積算冷暖房負荷、ピーク負荷の計算結果の差の割合を表 1 に示す。ピーク負荷よりも積算負荷の差の方が大きく、熱容量が大きいケースの積算負荷では、冷暖房ともに 10%

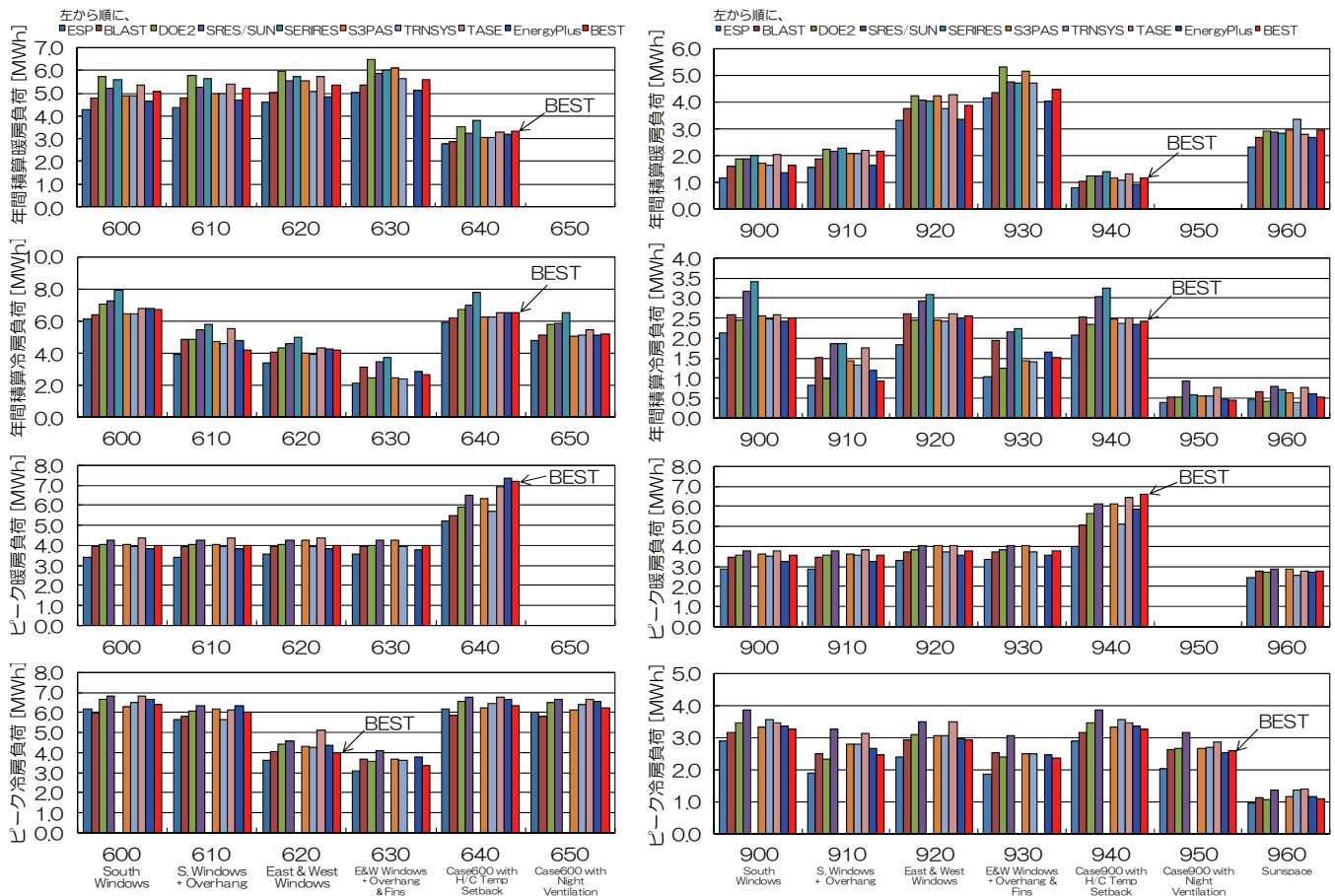


図 1 BEST と他のプログラムの年積算負荷とピーク負荷の比較 (左: 熱容量小のケース、右: 熱容量大のケース)

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

Part15 Validation of the Calculated Results about the Thermal Performance of Buildings and their HVAC Systems by BESTEST

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

表1 入射角特性変更後の各負荷の差の割合[%]

	熱容量の小さいケース					
	600	610	620	630	640	650
年間積算暖房負荷	▲3.5	▲3.4	▲3.6	▲3.5	▲3.9	-
年間積算冷房負荷	5.2	4.8	3.7	3.6	5.3	6.1
ピーク暖房負荷	▲2.3	▲2.2	▲2.2	▲2.2	▲1.4	-
ピーク冷房負荷	2.3	1.2	1.3	1.4	2.3	2.4

	熱容量の大きいケース						
	900	910	920	930	940	950	960
年間積算暖房負荷	▲10.3	▲9.0	▲5.4	▲4.8	▲10.1	-	▲4.1
年間積算冷房負荷	10.9	11.5	4.8	4.6	11.4	9.1	7.9
ピーク暖房負荷	▲2.6	▲2.6	▲2.4	▲2.4	▲1.7	-	▲0.8
ピーク冷房負荷	3.5	4.4	1.0	0.6	3.5	3.3	1.7

以上の増減があるケースも見られる。また、東西窓面をもつケース 920, 930 の方が、南窓面をもつその他のケースに比べて入射角が小さく、この時の日射熱取得率、日射透過率の変動幅が小さいため、積算負荷の増減の割合は 5%前後とやや小さくなっている。

### 3. システム側の検証方法

ANSI/ASHRAE Standard 140-2007 には、建物側の検証だけでなく空調システム側の検証方法も示されており、建物側と同様に他のプログラムでの計算結果と比較し、検証することが可能である。システム側の検証では、CA-SIS, CLIM2000, DOE-2.1E, EnergyPlus, TRNSYS といったプログラムが使用されている。

検証で想定されているシステムは、冷房では空冷式のヒートポンプパッケージ、暖房では密閉型燃焼機器といったシンプルなものであり、搬送系と熱源系とが冷温水配管やダクトで接続されたセントラル方式のような複雑なシステムは今のところ用意されていない。表2と表3に冷房機器の検証テストのケース一覧を示す。表2の最初のケースでは、建物が1m厚の断熱材で囲まれた、外気温や内部発熱が一定の定常状態で検証を行ない、各ケースでは、内部発熱負荷、顕熱比、設定温度、外気温度をそれぞれ変更した形で検証を行なう。BEST での実際の機器入力に関しては、それぞれの条件で与えられている機器能力表より、機器特性の近似式を求めて各補正係数を算定する。出力項目としては、エネルギー消費量

表2 冷房機器の分析検証テスト(非定常)

CASE	内部発熱		設定温度	外気温度	備考	
	顕熱	潜熱				
顕熱処理のシリーズ						
CE100	5400W	OW	22.2℃	46.1℃	ベースケース	
CE110				29.4℃	外気温度:低	
CE120				26.7℃	29.4℃	設定温度:高
CE130				46.1℃	部分負荷	
CE140	270W	22.2℃	29.4℃	部分負荷,外気温度:低		
顕熱・潜熱処理のシリーズ						
CE150	5400W	1100W	22.2℃	29.4℃	潜熱負荷:有	
CE160				26.7℃	29.4℃	設定温度:高
CE165				23.3℃	40.6℃	
CE170				29.4℃	顕熱負荷:中	
CE180	2100W	4400W	22.2℃	29.4℃	顕熱比:低	
CE185				46.1℃	顕熱比:低,外気温度:高	
CE190	270W	550W	22.2℃	29.4℃	部分負荷	
CE195				46.1℃	部分負荷,外気温度:高	
ARI <sup>※</sup> 条件でのフル負荷テスト						
CE200	6120W	1817W	26.7℃	35.0℃		

※ARI: Air-Conditioning and Refrigeration Institute

\*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 首都大学東京大学院 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

(コンプレッサー、ファン)、コイル負荷、室負荷、COP、室温などがあり、それぞれのピーク値や時別値、積算値などについて、他のプログラムの計算結果と比較していくことで検証を行なう。

### 4. まとめ

BEST の最新バージョンでの建物側の検証結果として、他のプログラムとの計算結果の比較により、問題ないことが確認できた。今後はシステム側の検証を行なっていくと同時に、プログラムのバージョンアップ毎での検証を進めていく予定である。

【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)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: 井上隆、一ノ瀬雅之(以上、東京理科大学)、上田博嗣(大林組)、内海康雄(宮城工業高等専門学校)、木下泰斗(日本板硝子)、工月良太(東京ガス)、黒本英智(東京電力)、郡公子(宇都宮大学)、菰田英晴(鹿島建設)、芝原崇慶(竹中工務店)、菅長正光(菅長環境・設備一級建築士事務所)、瀧澤博(元鹿島建設)、長井達夫(東京理科大学)、二宮秀典(鹿児島大学)、野原文男、二宮博史、丹羽勝巳、田端康宏(以上、日建設計)、平林啓介(新日本空調)、柳井崇(日本設計)、事務局: 生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

#### 【参考文献】

- 1) ANSI/ASHRAE Standard 140-2007: Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs
- 2) 平林・村上・石野・郡・内海: 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, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1037-1038, 2008.9
- 3) 平林・村上・石野・郡・内海・二宮: 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26) BESTESTによる検証とケーススタディ, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.1105-1108, 2008.8
- 4) 郡・石野・郡司・小林: 直達日射に対する一般窓日射遮蔽性能値の実用的推定法, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.369-372, 2007.9

表3 冷房機器の比較テスト(定常)

CASE	内部発熱		設定温度	隙間風	外気量	備考		
	顕熱	潜熱						
予備シリーズ								
CE300	中	中	25℃	0回/h	1.7回/h	ベースケース (15%OA)		
CE310						潜熱負荷:高		
CE320						隙間風:有		
CE330						0回/h	11.6回/h	外気量:多
CE340						5.8回/h	5.8回/h	隙間風,外気の相互作用
CE350						25/35℃	25℃	0回/h
CE360	高	25℃	0回/h	1.7回/h	過負荷			
外気冷房シリーズ								
CE400	中	中	25℃	0回/h	1.7回/h	外気冷房(温度制御)		
CE410						外気冷房(温度制御)		
CE420						外気冷房(温度制御)		
CE430						外気冷房(外気比-制御)		
CE440						外気冷房(外気比-制御)		
外気取入無しのシリーズ								
CE500	中	中	25℃	0回/h	0回/h	ベースケース		
CE510						顕熱,潜熱負荷:高		
CE520						設定温度:低(15℃)		
CE522						設定温度:低(20℃)		
CE525						設定温度:高(30℃)		
CE530						25℃	ドライコイル	
CE540						15℃	ドライコイル,設定温度:低	
CE545						35℃	ドライコイル,設定温度:高	

\*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.