

## 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 23 報 専門版の進展と省エネルギー行政支援

正会員	○石野 久彌*1	同	村上 周三*2
同	赤坂 裕*3	同	坂本 雄三*4
同	郡 公子*5	同	長井 達夫*6
同	大塚 雅之*7	同	牧村 功*8
同	野原 文男*8		滝澤 絵*8

BEST エネルギー消費量 省エネルギー計画書

#### 1. 序

BEST は、建築・空調・電気・衛生の連成計算が可能であり、また、同一エンジンに対してユーザインターフェースを変えることで、用途に応じ、簡易版、基本版、専門版、拡張版を開発・公開することを目指している。最初に着手した専門版開発は、4 年が経過し、基本機能は完成し、計算対象の拡大、機能の追加、操作性の向上のための改良を進めてきた。また、2009 年より、簡易版に相当する省エネルギー計画書作成支援ツールの開発が始まり、2010 年 4 月に一般公開された。本報では、BEST 専門版開発の進展状況と省エネルギー計画書作成支援ツールの概要を報告する。

#### 2. BEST 専門版の進展

表 1 に、2010 年 4 月時点での専門版の機能と特徴を示す。以降に、2009 年度の改良と課題などを述べる。

気象データは、BEST1 分値東京データのほかに、国内 842 地点の拡張アメダス (EA) データ (標準年、実在年 (1981~2000 年)、設計用)、2100 地点以上の海外標準年 EPW データを利用可能にした。世界 3700 地点余の設計用および月別平均日データである WEADAC データは、近々公開予定である。さらに、2001~2005 年の EA 実在年データ、将来データ (2031~2050 年、2081~2100 年の 2 種) も開発中で、順次公開する。

建築部分は、EA 設計用気象データによる最大熱負荷計算を可能とし、任意の予冷熱時間を設定でき、住宅に多い間欠運転用の予冷熱設定もできる。エクスプリシット法のマイナーステップで隣接ゾーンの状態値変動による影響の考慮、家具類の蓄湿応答の簡易計算法など、精度向上のための計算法改良を行った。他方、多数ゾーンのモデル化や梁の置換法などの利用法提案、マニュアル整備、BESTEST による再検証、New-HASP、Micro Peak などとの比較、有用性確認のためのケーススタディも進めた。今後は、WEADAC データによる日周期定常計算機能の追加、窓性能値の増強、ダブルスキンの計算追加などを目標とする。

空調システムは、入力の手間を減らすためのテンプレート機能を充実させた。接続済みの複数のモジュールをテンプレートとして用意する。ユーザは仕様設定と、必要に応じて接続変更を行えばよい。空調機と熱源機器については、容量別に仕様設定まで済ませたテンプレート

も多種用意し、さらなる入力の前準備を図った。また、パッケージ空調機の計算において、凝縮水の再蒸発現象を考慮する改良を行った。空調機器の特性に関しては、熱源機器、空調機器の調査は終了し、熱源補機、パッケージ空調機、搬送機器は調査を拡大中である。かなりの機器の特性式は整備され、今後、計算動作確認、結果の検証を続行する。

衛生システムについては、給湯計算が可能になり、その機能を拡充した。給湯加熱装置の機器特性調査とモジュール開発、太陽熱利用モジュール開発、建物用途別給湯負荷パターンのモデル化を行った。今後は、テンプレート化、個別給湯方式・新給湯システムへの対応、給水・給湯システムの連動計算を目指す。

コジェネレーションシステムは、給湯システムとの連成を可能とするモジュール、デシカント空調機や太陽熱利用モジュールを追加した。発電機の台数制御計算、設置環境を考慮する貯湯槽放熱量計算なども可能とした。

蓄熱システムは、水蓄熱槽熱源テンプレートの検証、氷蓄熱計算の検証を行った。

#### 3. 省エネルギー計画書作成支援ツールの開発

2010 年 4 月に施行された改正省エネ法によって、所管行政庁に省エネルギー計画書の届けを要する建物が、床面積 300 m<sup>2</sup>以上の建物までに拡大された。それに伴い簡易なポイント法というごく簡単な仕様基準による評価法の制定と同時にシミュレーションによって省エネ計画書の作成支援の要求があった。そこでエンジン部分は BEST そのものを使いながら、入出力部だけを省エネ計画書に適用できるように改良を加えた。その結果 PAL,CEC の全てを計算するのに 50 程度の入力項目を満たすと数値入りの省エネ計画書一式が出力されるようにした。

複雑な形状の建物でも入力を簡易化するために、全ての建物を矩形に置換して計算することになっている。空調はセントラル方式・PAC 方式の選択が可能になっている。照明 CEC についてのみ、告示記載内容と一致させるために、仕様基準の計算法をそのまま用いている。

#### 4. 結

専門版については、基本機能の実装は終了した。簡易版として省エネルギー計画書作成支援ツールの一般公開を行い、今後は、省エネ作成支援ツールから更に入力の自由度を増した基本版開発に着手する予定である。

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

Part 23 Progress of the BEST Professional Version and Support of the Energy Conservation Policy

ISHINO Hisaya, et al.

**【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：井上隆、一ノ瀬雅之(以上、東京理科大学)、角谷亜璃砂(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)

**【文献】**

- 1)石野・村上他：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1報～第22報、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1027-1042、2008.9、pp.975-1000、2009.8
- 2)石野・村上他：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1)～(その61)、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.1969-2040、2007.9、pp.1077-1156、2008.8、pp.639-730、2009.9
- 3)村上、石野他：BEST によるシミュレーション最前線(その1)、(その2)、建築設備士、pp.22-31、2009.9、pp.33-42、2009.10

**表 1 BEST 専門版 (2010.4 版) の機能と特徴**

分類	機能と特徴	
全般	建築と設備の連成	建築・空調・電気・衛生との連成計算が可能。同時に、建築、空調・電気・衛生の部分計算も可能である。
	利用用途	設計用最大熱負荷計算、年間熱負荷計算(以上建築単独計算)、年間エネルギー計算(連成計算)が可能で、各利用段階に対して、入力データを容易に変換可能。
	設備計算法	①各機器モデルを、統一的フォーマットに従ったモジュールにより表現。自由なモジュール接続によって全体システムを構築。②種々のシステム、種々の計算法を組み込み可能で、かつ比較的シンプルなフレームワーク。③規則に従いモジュールを作成すると、誰でもモジュール追加が可能なプログラム構造をもつ。
	設備テンプレート	モジュール接続の手間を軽減するためのテンプレートを用意。例えば「空調機」の場合、「冷温水コイル」、「加湿器」、「ファン」といった要素モジュールを意識せず、まとまりとして「空調機」テンプレートを扱えばよい。
気象	豊富なデータ	①BEST1分値データ：1分間隔に変動する気象データ。東京のデータがプログラムに添付され、利用できる。②EAデータ：出版公開されたDVDに収録された国内842地点の標準年、実在年(1981～2000年)のEA(拡張アメダス)データを読み込み、利用できる。③EA設計用データ：国内842地点のBESTフォーマットデータがプログラムに添付され、最大負荷計算に利用できる。④EPWデータ：無償公開されている海外2100地点以上の標準年データを読み込み、利用できる。
	自由な時間間隔に対応	BEST1分値データは、60分の約数の任意の時間間隔データに変換される。EA、EPWデータは、60分値データを補間して任意の時間間隔に対して利用できる。
	降水量・屋外照度	給排水衛生システムで利用する降水量、屋光計算で利用する屋外照度データも提供する。
建築	熱計算法	①設備との連成モードのときはエクスプリシット法、非空調時や単独計算のときはインプリシット法に切り換え可能とする。②解法などに応じて計算時間間隔を変動設定可能 ③多ゾーン相互の熱的影響考慮 ④エクスプリシット法のマイナーステップ計算法改良、家具蓄熱応答を簡易的に考慮、などにより精度を向上
	最大熱負荷	EA設計用気象データによる日周期定常最大熱負荷計算。1時間に限らず任意の予冷熱時間設定が可能。間欠運転にも対応。
	屋光・調光	簡単な入力で照度計算を行い、スラット角制御と調光制御の効果を計算可能。
	温熱環境指標	熱的快適性の評価指標である作用温度、PMVを計算して出力する。平均放射温度はASTで代用する。
	豊富な窓・壁性能値	約650種の窓ガラス、約230種の壁材を選択可能。エアフロー・ウィンドウ用データも用意されている。
	入力支援など	①同じ条件を繰り返し入力しないですむ一括設定を導入。一括変更も可能。②入力データチェックを強化し、矛盾に対してメッセージを出力 ②データベースおよびユーザ入力データ形式として、分かりやすく再利用しやすいXML形式を採用。
空調	システム計算法	①個別式、中央式ともに計算可能。②比較的詳細な計算を行う機器、制御モジュールを自由に組み合わせることが可能。③全体システムの他、機器単体、あるいは熱源周りのみといった部分システムの検討が可能。
	入力支援	①モジュール間の複数の接続情報を1つのオブジェクトにまとめ、接続を簡易化。②モジュールの接続だけでなく仕様も設定済みの容量別テンプレートを多種類用意。
	テンプレート	建物全体テンプレート12種、CAV、VAVに対応するゾーンテンプレート30種、風量別空調機テンプレート44種、熱源テンプレート50種、熱源群テンプレート6種を新規整備。
	豊富な機器特性値	熱源機器・補機、搬送機器、空調機構要素、パッケージ空調機に関する種々の特性値を収集し、かなりの機器の定式化を完了。データベース化と動作確認、結果検証を続行中。
衛生	水負荷算定法	器具使用頻度(パターン)を利用する負荷算定手法を採用。建物用途別給湯負荷パターンも用意。
	システム計算法	①雨水利用、節水器具の効果の計算が可能。②各種給湯加熱装置、太陽熱利用システムのモジュールを整備。
電気	機器特性値	給湯加熱装置の機器特性データを用意
	システム計算法	①昼光照度を連動した調光制御の計算が可能。②太陽光発電の計算が可能。③各負荷機器の消費電力に合わせ、変圧器の損失電力量の計算が可能
コージェネシステム	システム計算法	①建築・空調・電気・衛生の総合連成計算が可能。②配管内の水熱容量を考慮するモデルを採用し、システム停止時や開始時の温度低下、上昇を再現可。③貯湯槽の放熱計算が可能
	対象システム	①ガスエンジンのみならず、ガスタービン、燃料電池の計算が可能。②排熱投入型冷温水機、デシカント空調機による排熱利用、熱交換器を介する暖房利用の計算が可能。
蓄熱システム	システム計算法	①計算法として、TESEP-W(ヒートポンプ蓄熱センター)や中原らの研究成果を採用。②細かい時間間隔で水槽内部の変化を計算。③蓄熱槽本体、蓄熱用制御弁、熱量計などを独立モジュールとし、これらの組み合わせで種々のシステムを計算。
	対象システム	水蓄熱槽は、連結完全混合槽型・温度成層型、氷蓄熱槽は、現場築造型の計算が可能

\*1 首都大学東京大学院 名誉教授 工博  
 \*2 建築研究所 理事長 工博  
 \*3 鹿児島工業高等専門学校 校長 工博  
 \*4 東京大学大学院 教授 工博  
 \*5 宇都宮大学 准教授 工博  
 \*6 東京理科大学 准教授 博士(工学)  
 \*7 関東学院大学 教授 工博  
 \*8 日建設計

\*1 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.  
 \*2 Chief Executive, Building Research Institute, Dr.Eng.  
 \*3 President, Kagoshima National College of Technology, Dr.Eng.  
 \*4 Prof., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.  
 \*5 Associate Prof., Utsunomiya Univ., Dr.Eng.  
 \*6 Associate Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr.Eng.  
 \*7 Prof., Kanto-Gakuin Univ.,Dr.Eng.  
 \*8 Nikken Sekkei Ltd