

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 26 報 エンジン開発と専門版、省エネルギー計画書
作成支援ツールの進展

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 総*8

BEST シミュレーションツール エネルギー消費量

はじめに

BEST は開発開始後 5 年が経過した。最新のエンジンの状況について概説する。

1. エンジン開発の状況

気象については、2001～2007 年の EA 気象データの整備がほぼ完了している。また、2000～2009 年の全国 55 地域の生データである 1 分間隔気象データの整理を終え欠測処理を残す状況である。

建築分野は、年間熱負荷計算の際に装置容量が自動的に計算できるようにした。ダブルスキンの計算法、BEST の特長を生かすモデリング法を検討した。

空調分野は、統一フォーマットに従ったモジュールを自由に接続して全体システム構築する方法であり、モジュールの複合体であるテンプレートを広範囲に作成している。また PID 制御モジュールの改良を行った。

衛生分野は、業務用エコキュートと燃焼系ボイラの組み合わせのハイブリッド給湯システム、業務用エコキュートと太陽熱利用の組み合わせ、一管式給湯システムのモジュールを開発予定である。

コージェネについては、太陽熱駆動の温水焚き吸収冷凍機、熱主電従運転・冷却水変流量制御のコントローラモジュール作成、排熱投入型吸収冷温水機とガスエンジンのテンプレート作成を行った。今後、蒸気焚き排熱投入型吸収冷温水機のモデル化、排熱利用型吸収ヒートポンプのモジュール作成を行う。

2. 省エネ支援ツール版の開発状況

現行の省エネルギー計画書作成支援ツール（現行支援ツールと呼ぶ）は、省エネ法ポイント法の評価項目を参考とし、延床面積が 5000 m²以下の比較的小規模の建築物を対象として開発されている。ユーザーが入力する項目を絞り、計算のために不足する情報はプログラムが自動設計で補い計算エンジン用のデータを作成している。2010 年 1 月にベータ版を無償公開、2010 年 4 月から正式な Ver.1 を一般に無償公開し、インターネットからのダウンロードサービスが開始された。新たに開発する省エネルギー計画書作成支援ツール（新支援ツールと呼ぶ）は、対象とする建築物の規模の上限を特に設けず、数百 m²の小規模な建物から数万 m²の大規模な建築でも計算可能なツールとする。新たな省エネ基準は各建築設備に関する基準の統合化や一次エネルギー消費量の絶対値

を根拠とされる予定であるので、BEST 新支援ツールもこの方針に合わせる。建築入力としてのコアタイプとか部屋割りは、建物用途別に室用途をメニューに用意し、ドラッグアンドドロップでブロック平面の室用途割りを行う機能を追加する。空調対象システムも現行支援ツールより広範となり、分散パッケージ方式として EHP 各種、GHP 各種、EHP と GHP の組み合わせ、セントラル方式としてターボ冷凍機各種、ヒートポンプチラー各種、水冷チラー各種、蓄熱システム各種、セントラルと分散方式の組み合わせなどを考慮する。扱える省エネ手法も現行支援ツールのほかに、熱源台数制御、冷媒熱回収、冷却水変流量、冷却塔ファン発停などを追加する。照明設備についても BEST の特長である昼光利用計算を考慮し、多くの照明制御法への対応も開発中である。

まとめ

大型プログラムである BEST の細部の特長を示した。今後、更なる機能拡張と簡易利用の両面を追求する。

【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)、統合化構想 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。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)、大西晴史(関電工)、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)、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)、菅長正光(菅長環境設備事務所)、高橋亜璃砂(大林組)、田中拓也(大成建設)、長井達夫(東京理科大学)、二宮秀典(鹿児島大学)、野原文男、長谷川巖、二宮博史、丹羽勝巳、久保木真俊(以上、日建設計)、保木栄治(東京電力)、柳井崇、品川浩一(以上、日建設計)、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 24 報ほか、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、pp.1281-1288、pp.1293-1296、2010.9
- 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 76)、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.19669-2040、2007.9、pp.1077-1156、2008.8、pp.639-730、2009.9、pp.2527-2586、2010.9
- 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

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

Part 26 Development of the Engine and Progress in the Professional Version and the Support Tool for Energy Conservation Plans

ISHINO Hisaya, et al.

表1 BEST エンジンの特徴と開発状況

項目		特徴と開発状況
全般	特徴	①建築・空調・電気・衛生との連成計算が可能であると同時に、建築・空調・電気・衛生の部分計算も可能である。②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。
気象	特徴	①豊富な気象データを利用できる。(a)BEST1分値データ：1分間隔に変動する気象データ(東京)が内蔵。(b)EA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)データを読み込み可能。(c)EA設計用データ：国内842地点のデータが内蔵。(d)EPW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可能。(e)WEADACデータ：約3700地点の海外設計用気象データ、月代表日データを読み込み可能。②60分より短い時間間隔に自由に変換可能。
	開発状況	①2001~2007年のEA気象データを開発中であり、今後順次公開する予定である。②全国55地点の2000~2009年の1分値気象データの整理を行い統一フォーマットで表すことができた。今後、欠測補補を行ない、可能な年・地点から順次公開する予定である。
建築	特徴	①解法の切り換えが可能である。連成計算時にはエクスプリシット法により解くのに対して、建築単独計算時にはインプリシット法に切り換えて効率的な計算をすることが可能。②インプリシット法で計算する時間帯には、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を考慮できる。④年間計算のほかに、日周期定常最大熱負荷計算も可能である。⑤豊富な壁・窓データベースをもつ。⑥PMV、作用温度を出力する(MRTの代わりにASTを使用)。⑦簡単入力で風光・調光計算が可能である。
	開発状況	①最大熱負荷計算に関する機能充実として、最大熱負荷検索・出力機能の追加、年間計算用装置容量の自動設定機能の追加、最大熱負荷計算と年間熱負荷計算の入力データ共有化のためのエンジン改良を行った。今後、これに対応するUI改良を行う。②実在複数年気象の連続計算の可能とするエンジン改良を行った。③壁物性値データベースの編集ツールを開発中である。④ダブルスキンのシミュレーション理論を考案した。今後、理論の拡張とエンジン開発に着手する予定である。⑤例題を利用した手引書の内容検討中であり、今後公開する。⑥BESTの特長を活かすモデリング法をオフィスを中心に検討し、妥当性を検証した。⑦各種省エネルギー手法の評価を可能とするシミュレーション法、計算条件を検討中であり、今後も続行する。
空調	特徴	①各機器モデルを、統一フォーマットに従ったモジュールにより表現し、自由なモジュール接続によって全体システムを構築する。②種々のシステムや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をもつ。③個別式、中央式ともに計算可能。④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計算が可能である。⑤複数のモジュールの接続、基本的な仕様を設定済ませたテンプレートを用意し、入力の手間を省くことができる。
	開発状況	①モジュール・テンプレートの拡充を行った。2次ポンプ、空調系統、中央式・個別式の併用方式、個別式新機種(EHP：冷暖同時、寒冷地用、氷蓄熱、水冷、GHP：発電機付自己消費型、発電機付系統連携型、KHP：標準、寒冷地用、EHPパッケージ：店舗用(標準、寒冷地用)、設備用、ウォールスルー(定速、インバータ)、水熱源(定速、インバータ)、EHP外気処理パッケージ：冷媒熱回収型)、熱源(水冷チラー、HPチラー(スクリュー、スクロール)、直焚き冷温水発生機(高期間効率機、三重効用)、蒸気吸収式冷凍機、冷却塔)、熱源群(熱源5台の台数制御)などのテンプレート、ファン、ポンプモジュールを整備した。今後も拡充を継続する。②PID制御モジュールの改良(自動調整機能、3モード、逆+正動作など追加)を行った。③テンプレートマニュアル、作成手順書を整備・作成中である。④機器単体の動作チェックを行いやすい機器特性チェック用テストモジュールの作成
衛生電気	特徴	(衛生)①器具使用頻度を利用する負荷算定法を採用している。②雨水利用、節水器具の効果の計算が可能である。③各種給湯加熱装置、太陽熱利用システムの計算が可能である。(電気)①風光強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
	開発状況	(衛生)①ハイブリット給湯システム(業務用エコキュート+燃焼系ボイラー、業務用エコキュート+太陽熱利用)、一管式給湯システムのモジュールを開発する予定である。②各衛生システムのテンプレートを開発する予定である。
機器特性	特徴	多種類の機器の特性データを収集し、定式化とデータベース化を行っている。
	開発状況	①熱源機器：氷蓄熱ターボ冷凍機、高期間効率直焚き吸収式冷凍機の特性調査を行った。今後、排熱投入吸収式モデルの高度化を行う。②熱源補機：冷却塔計算モデルの検討、ショートサーキット率の検討を行った。今後、白煙防止型冷却塔の特性を追加する。③搬送機器：プラグファンの特性調査を行い、今後特性の定式化を行う。④個別分散空調：水熱源ヒートポンプの特性を調査した。さらに、新規データの収集を継続する。
コージェネシステム	特徴	①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水温変動を計算可能である。②貯湯槽の放熱計算が可能である。③ガスエンジン、ガスタービン、燃料電池の計算が可能。④排熱投入型冷水機、デン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。
	開発状況	①太陽熱駆動の温水焚き吸収冷凍機、熱主電従運転・冷却水変流量制御のコントローラのモジュール作成、排熱投入型吸収冷水機とガスエンジンのテンプレート作成を行った。②太陽熱利用+コージェネ排熱利用冷暖房・給湯システムの事例再現、排熱投入型吸収冷水機の特性的見直し、排熱利用給湯システムのデフォルト計算順序の追加を行った。③現在、熱主電従運転ロジックの検証、機器モジュールのテストを実施中である。④今後、蒸気焚き排熱投入型吸収冷水機のモデル化、排熱利用型吸収ヒートポンプ、発電機能付きGHPチラーのモジュール作成を行う。

*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 Principal, 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