

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71報 設計のための省エネルギー評価の考え方

正会員 ○石野 久彌*1 同 村上 周三*2
同 二宮 秀典*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 秋元 孝之*8
同 柳原 隆司*9 同 牧村 功*10
同 野原 文男*11 同 滝澤 総*12

BEST エネルギー消費量 交互作用

1. 序

BEST プログラム (Building Energy Simulation Tool)は、建物総合エネルギー計算、室内環境評価が可能であり、詳細計算、簡易計算、省エネ法対応計算に利用されている。本稿では総合エネルギー計算ならでの評価項目となる省エネ設計要因間の交互作用効果に着目し、交互作用を如何に評価していくかが設計行為の要であることについて言及する。交互作用とは推計学の実験計画法で用いられる用語であり、本稿では設計要因間での相互影響効果を指すものとする。

2. BEST 専門版・改正省エネ基準対応版の進展

この一年の開発状況を表1に示す。住宅版の開発、2010年版の標準年気象データ、建築単独計算としての外気導入各種制御計算機能、空調テンプレート機能拡充、新規機器特性調査、熱源台数制御、蓄熱制御に機能追加、蒸気利用CGSモジュールの開発、省エネ届出計算を国交大臣が認めるプログラムとなるように調整、実務設計用の入力的大幅簡易化検討、設備の入力を易しくするためのマニュアルの改良整備を開始した。

3. 交互作用を考慮する省エネ評価

最近の環境建築には数多くの省エネ手法が採用されている。また、ZEBを目指す流れが顕著になり、設計において多数の省エネ手法の組合せをさらに慎重に検討することが重要といえる。従来は、低性能建築に手法を付加する効果をもとに採用が検討されてきた。例えば、低性能建築に1つの手法を付加するとき最も効果のある手法を採用したとしても、最終的に多数の手法が採用されたなかで同等の効果があると期待できるわけではない。即ち多数の手法の交互作用を無視することはできない。そこで、採用の可能性のある手法を全てもつ高性能建築を基準として、手法を外すことによるエネルギー増加をその手法の省エネ効果として評価する新たな視点を提案する。低性能建築を基準とする従来の評価と組み合わせると、交互作用を考察することもできる。

非連成計算によるケーススタディを行った。低性能建築、高性能建築として表2、図1に示すものを想定し、ファサード高性能化として高断熱、高性能窓、外気利用として外気冷房、自然換気、外気負荷抑制として最小外

表1 BESTの開発状況(最近1年間)

項目	開発・ユーザ支援内容
省エネ基準対応ツール	①機能拡充(2回のバージョンアップ):誘導基準認定用の申請計算機能追加、気象地域区分入力・壁窓画面でのサッシ入力追加、全熱交換器の入力機能追加等 ②検証:各種意見収集、リリース前のテスト ③講習会:テキスト作成、講習会実施 ④「国土交通大臣が認めるプログラム」を目指す検討:気象データ・PAL計算法の検討、WEBとのPAL計算比較、解説書改訂
住宅版	①UIの開発:平面図での温熱環境表示、月別・年間負荷・エネルギー消費量、特別電力・ガス消費量表示 ②計算機能開発:外壁・室仕様整理、カーテン等を含めた窓DB整備、ゾーン間換気ルート・ルームエアコン・電気ヒータ・温水式床暖房・給湯器・太陽光発電・燃料電池・蓄電池の計算機能 ③検証:ESLISM等の既存プログラムとの比較検証、試行版のテスト実施
気象	①気象データ拡充:2010年版EA標準年気象データ、2006~2010年EA実在年気象データの公開
建築	①計算機能拡充:非連成用外気導入制御(外気冷房・全熱交換器・最小外気量制御)の計算機能追加、EA気象データ拡充に対応する機能追加 ②サンプルデータの公開:2種類の外気導入制御オフィス入力データの公開 ③講習会・マニュアル:講習会資料作成と講習会実施、マニュアル改訂 ④有用性確認と応用:PMV、OT制御の空調熱負荷・室内環境への効果解析、自然換気口面積の決定法の提案とその効果解析、自然換気併用空調の感度解析と自然換気効果推定チャート提案、外気冷房制御等の省エネ効果解析 ⑤UI機能拡充:表計算ソフトをベースとした入力支援ツールの開発を目指しフォーマットとサンプルを開発
空調	①計算機能拡充:テンプレート更新、新タイプの熱源空調テンプレートの作成、デマンドレスポンスに対応したテンプレートへの改良、シーケンス接続軽減の改良、スケジュール設定機能の拡張等 ②マニュアルの整備:マニュアル構成の見直し、モジュールマニュアルのフォーマット改訂 ③講習会・例題改訂:講習会用の例題作成と講習会実施、解説書TRYBESTの内容修正 ④検証:誘導基準対応版から専門版へのインポート機能の検証、SHASEシミュレーション評価ガイドラインによるテスト、換気回路網モジュール、放射パネルモジュールの検証・改良 ⑤有用性確認:水蓄熱空調、温水床暖房の効果解析等
機器特性	①機器特性の調査:水温帯拡大型水熱源パッケージ、ヒートポンプ付ファンコイルユニット等の新規機器特性の調査、個別分散空調機の変風量制御特性の調査とロジック整理、高頭熱冷同時型パッケージ空調機の特性調査、静止型全熱交換器ユニットの効率補正值調査 ②マニュアル整備:空冷・水熱源ヒートポンプチャラー、水温帯拡大型水熱源パッケージ、ヒートポンプ付ファンコイルユニット、パッケージ空調機、電動機等のマニュアルの整備
衛生	①機器特性の見直し:給湯器の特性確認、業務用ヒートポンプ給湯器の特性見直し ②講習会の実施
蓄熱・蓄電	①計算機能拡充:熱源台数制御、蓄熱制御に機能追加、温度成層型蓄熱槽の分割数検討、ピークカット計算改良、NAS電池での実測値との比較 ②有用性確認:ピークカット用蓄電池容量、太陽電池と蓄電池による電力削減の解析 ③講習会の実施
コジェネ	①計算機能拡充:蒸気利用CGSモジュール開発・テスト、排熱水有効利用の熱源コントローラ拡張、CGSテンプレート更新 ②有用性確認:蒸気利用CGSの簡易、詳細モデルの作成・試算、デマンドレスポンス制御の数値解析 ③講習会の実施

Development of a Building Energy and Environment Simulation Tool, the BEST
Part 71 An Idea of Impact Evaluation of Energy Efficiency for Building Design

ISHINO Hisaya, et al.

表2 主な計算条件

項目	内容
気象	東京 2010年版標準年EA気象データ
共通	(建物)対象室:10階建て標準オフィスビル2階南室・北室(各室303m ² ・ペリメータ3ゾーン・インテリア1ゾーン)・コア(221m ² 、非空調ゾーン)、居室ペリメータ奥行き:5m、居室窓面積率:68%、内部発熱:照明10W/m ² 、在室者0.15人/m ² 、機器15W/m ² 、インテリア・ペリメータ間換気量:250CMH/m(空調)空調(換気)時間:8:00~22:00(8:45~22:00)、設定温湿度・熱処理:夏期(6~9月)26°C・50%・冷却除湿、(冬期12~3月)26°C・冷却、22°C・50%・加熱加湿、(中間期)26°C・冷却、22°C・加熱、外気導入量:3.75CMH/m ²
低性能建築	(窓)熱反単板ガラス一般窓、(外壁断熱)13mm、(自然換気・外気冷房・最小外気量制御・全熱交)なし
高性能建築	(窓)ダブルスキン:単層タイプ、外側透明単板・内側Low-E複層ガラス、ダブルスキン自然換気は、夏期・中間期は常時、冬期はキャビティ温度35°C以上で換気、(外壁断熱)50mm、(自然換気・外気冷房・最小外気量制御・全熱交)あり
自然換気制御	換気口有効開口面積:単位外皮長さあたり0.005m ² /m、自然換気時間:年間常時、下限外気温度:空調時18°C、非空調時15°C、上限外気相対湿度:90%、上限外気露点温度:19°C、上限屋外風速:10m/sec、内外エンタルピチェックあり、冷房中も許可、下限室温:24°C
外気導入制御	(外気冷房)下限外気温度:10°C、内外エンタルピチェックあり、外気露点温度:上限19°C・下限0°C、下限室温:24°C(冬期は26°C)、最大外気量:設計外気量の3倍(最小外気量制御)下限外気量比:0.25(全熱交換器)内外エンタルピ・内外温度チェックあり、効率:60%、最小外気量制御併用時の下限外気量比:0.5

気量制御、全熱交換器の計6手法の負荷低減効果进行评估した。結果を図2、3に示す。交互作用の強い手法は2手法の組合せ効果も示した。低性能建築と高性能建築とで負荷低減量が一致しない手法は、他の手法の交互作用を受けていることを表している。ファサード高性能化と外気利用あるいは外気負荷抑制の手法の間には交互作用があり、その結果、図2に示されるように、外気利用手法は高性能建築で、外気負荷抑制手法は低性能建築でより効果がある。ファサード高性能化による負荷低減量は大きく、また低性能建築でやや効果が高い。

4. 結

最近1年間の開発状況を報告するとともに、新しい省エネルギー評価の考え方を提案し、低性能建築・高性能建築での熱負荷削減量に現れる交互作用を示した。

【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: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(佐藤エネルギーリサーチ)、芝

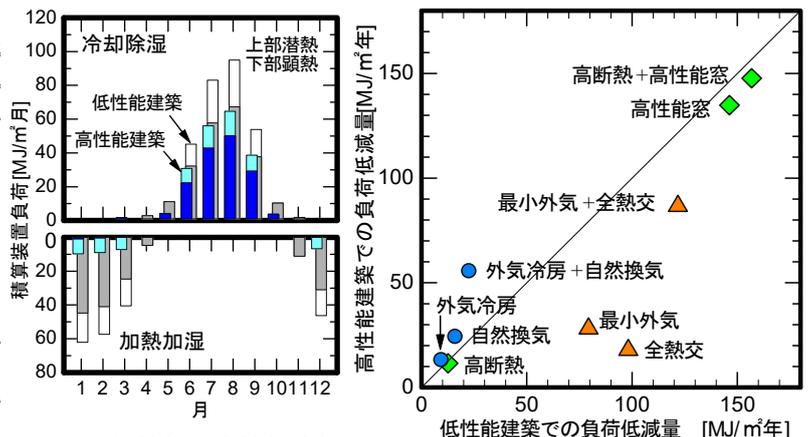


図1 低性能・高性能建築の各月負荷

図2 省エネ手法の年間負荷削減量

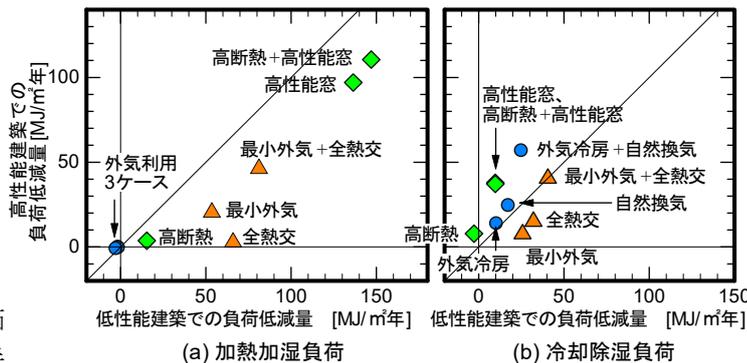


図3 省エネ手法の年間負荷内訳の削減量

【図注記】1)南北2室(8ゾーン)の合計装置負荷(室負荷と外気負荷の和)を図示した。図2は、加熱加湿・冷却除湿負荷の合計 2)図中の「高断熱」、「高性能窓」は高性能建築の外壁、窓条件であり、「最小外気」とは最小外気量制御のこと。図3中の「外気利用3手法」とは、外気冷房、自然換気、外気冷房+自然換気の3ケースのこと

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)、二宮秀典(鹿児島大学)、保木栄治(東京電力)、相沢則夫(大林組)、野原文男、二宮博史、丹羽勝巳、長谷川巖、久保木真俊、飯田玲香(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(以上、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70報等、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.1281-1298、2010.9、pp.1147-1154、2011.8、pp.1211-1224、2012.9、pp.1235-1246、2013.8、pp.1245-1262、2014.9、pp.963-976、2015.9、pp.1009-1032、2015.8
- 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186)、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、pp.2527-2586、2010.9、pp.1675-1738、2011.9、pp.1327-1398、2012.9、pp.1-72、2013.8、pp.1-92、2014.9、pp.1-64、2015.9、pp.1-72、2016.9

*1 首都大学東京 名誉教授 工博
 *2 建築環境・省エネルギー機構 理事長 工博
 *3 鹿児島大学 教授 工博
 *4 建築研究所 理事長 工博
 *5 宇都宮大学 教授 工博
 *6 東京理科大学 教授 博士(工学)
 *7 関東学院大学 教授 工博
 *8 芝浦工業大学 教授 博士(工学)
 *9 東京電機大学 特任教授 博士(工学)
 *10 名細環境・まちづくり研究室
 *11 日建設計総合研究所 所長
 *12 日建設計

*1 Prof. Emeritus, Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.
 *2 Chief Executive, IBEC, Dr.Eng.
 *3 Prof., Kagoshima Univ., Dr.Eng.
 *4 Chief Executive, Building Research Institute, Dr.Eng.,
 *5 Prof., Utsunomiya Univ., Dr.Eng.
 *6 Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr.Eng.
 *7 Prof., Kanto-Gakuin Univ.,Dr.Eng.
 *8 Prof., Shibaura Institute of Technology, Dr. Eng
 *9 Project Prof., Tokyo Denki Univ., Dr. Eng.
 *10 Naguwashi E & TP Lab.
 *11 President, Nikken Sekkei Research Institute
 *12 Nikken Sekkei Ltd