

## 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2)

## 行政支援ツールへの適用

Development of an Integrated Energy Simulation Tool  
for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 2)

## Application of the BEST to an Administrative Supporting Tool

正会員 野原文男(日建設計) 特別会員 村上周三(慶応義塾大学)  
 正会員 石野久彌(首都大学東京) 正会員 大塚雅之(関東学院大学)  
 正会員 赤坂裕(鹿児島工業高等専門学校) 正会員 滝澤総(日建設計)  
 正会員 牧村功(日建設計)

Fumio NOHARA \*<sup>1</sup> Shuzo MURAKAMI \*<sup>2</sup> Hisaya ISHINO\*<sup>3</sup>

Masayuki OTSUKA \*<sup>4</sup> Hiroshi AKASAKA \*<sup>5</sup> So TAKIZAWA\*<sup>1</sup> Isao MAKIMUAR\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> NIKKEN SEKKEI \*<sup>2</sup> Keio University \*<sup>3</sup> Tokyo Metropolitan University

\*<sup>4</sup> Kanto Gakuin University \*<sup>5</sup> Kagoshima National College of Technology

On the development of the BEST, the widespread use in the practice is the top priority. For that, the BEST should be developed so that it could be easily handled by every MEP engineer. In addition, the BEST should be a tool which could calculate PAL and CEC, the energy saving performance index defined in the Law of Energy Savings, and help manager of the building make a regular report required in the same Law. In this report, the outline of the BEST-Basic and the expectation to the BEST-Extended developed in the future are roughly mentioned.

## はじめに

1970年代における2度の石油危機を契機に、我が国では省エネルギーを推進する必要性が高まり、1979年には「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(以降単に「省エネ法」と呼ぶ)が制定された。この省エネ法では、建築外皮・躯体の熱的性能をPAL(Perimeter Annual Load)で、空調や照明、給湯、昇降機などの建築設備・機器の省エネ性能をCEC(Coefficient of Energy Consumption)で評価し、省エネ計画書として届け出ることが義務付けている。

その後、地球温暖化問題の顕在化にともない、大気中の温室効果ガス濃度の安定化を目的として1992年にリオデジャネイロで開催された地球サミットにおいて「気候変動枠組条約」が採択され、その後、京都で開催された第3回気候変動枠組条約締約国会議(1997年)では具体的な温室効果ガスの削減目標を定めた「京都議定書」が採択された。京都議定書は2005年2月に発効し、それに対応して「京都議定書目標達成計画」が同年4月に閣議決定され、地球温暖化対策に対応する省エネ対策の強化が同計画に明確に位置付けられた。このような状況を背景に「省エネ法」の一部を改正する法律が2005年8

月に成立し、これにより省エネ計画書の届け出を必要とする建物の対象範囲が大幅に拡大された他、定期報告書の提出が義務付けられるなど、省エネ法は大きく改正された。

ところで、省エネ法に規定されているPALやCECを算出する方法は、空調設備に関しては計算機を用いた精度の高い手法(BECS: Building Energy Consumption Simulator)が整備されているものの幅広く利用されているとは言い難く、依然としてPALやCECの算定には図表などを利用した手計算法が中心である。しかも省エネ法改正にともない、5,000 m<sup>2</sup>以下の建物にあっては、手計算法よりもさらに簡便な仕様基準(ポイント法)を選択することも可能になったため、年間の熱負荷やエネルギー消費量を求める必要性がなくなってしまったといっても過言ではない。

ポイント法は極めて簡便な手法であることから、省エネに配慮した外皮・躯体や設備・機器の普及には有効と言える。しかしながら、年間の熱負荷やエネルギー消費量を求めるものではないことから、ポイント法の数値をもとに運用段階などにおける省エネの数値目標を定めることはできない。したがって、新築、改築を問わず、継

続的な省エネルギーの推進を実効あるものにしていくためには、包括的なエネルギー消費シミュレーションツール (BEST) の整備が急務であると考えられる。また、その開発にあたっては、ポイント法よりも簡便でありながら、省エネの数値目標が得られ、省エネ法を後押しするツール (以降、行政支援ツールと呼ぶ) としての利用に配慮することが極めて重要であると考えられる。

そこで本報では、行政支援ツールを目指した BEST - Basic (以降、単に BEST - B と呼ぶ) の開発目標とそのイメージについて述べるとともに、BEST - Extended についても簡単に触れる (表 1 参照)。

表 1 BEST の名称と概要

	略称	名称	概要
Tool 1	BEST (又は BEST - B)	BEST BEST Basic BEST 基本版	基本ソフトであり行政支援ツールとして広く使われるもの
Tool 2	BEST - P	BEST Professional BEST 専門版	技術者が一般的な詳細設計に利用するもの、政策支援ツールにもなり得る

将来構想として以下に示す Tool 3 の開発を検討する

	略称	名称	備考
Tool 3	(仮称) BEST E	(仮称) BEST Extended (仮称) BEST 拡張版	特定の目的に対して、特に専門的に開発されたソフト

### 1. BEST - B に求められる開発条件

行政支援ツールを目指すための BEST - B に求められる必要条件として、以下の 2 点を挙げる事ができる。

- 建築や設備性能を正当に評価できること
- 運用性能の検証に連携<sup>1</sup>できること

を言い換えれば、現状の省エネ法における PAL や CEC に相当する外皮・躯体や設備・機器の省エネ性能を、部分負荷を考慮した精度の高い計算法に基づいて年間の熱負荷やエネルギー消費量などで評価することになる。

は、改正省エネ法で 2,000 m<sup>2</sup>以上の特定建築物で新築・増改築を行った場合は、定期報告が義務付けられたが、これを補助する機能と言える。即ち、竣工前に BEST - B で求められた年間の熱負荷やエネルギー消費量の予

測値を、実際の運用時間や人員密度、温湿度設定値などにあわせて補正<sup>2</sup>し、この補正された結果と実際のエネルギー消費量を比較することで、期待された省エネ効果を検証する機能<sup>3</sup>である。

次に、BEST - B に求められる十分条件としては以下の 2 点を挙げる事ができる。

- a) 誰でも簡単に使える
- b) 使うと楽ができる

a) はマクロデザインでも述べたように、マニュアルも読まずに手軽に操作できることが究極の目標と言える。このためには UI (User Interface) が大切になるが、入力エラー防止のために選択肢方式の採用、ユーザー入力の場合のエラーチェック機能の充実、ヘルプ機能などまさに入力しているという感覚よりも簡単なアンケート調査に回答している感覚でプログラム操作ができることが理想と言える。

b) は、これまで設備設計者が、基本構想～基本計画～実施設計の各設計プロセスの中で、状況に応じて各種の計算手法・計算プログラムを使い分けていたものが、BEST で統一できることを意味している。つまり異なる計算手法・計算プログラムを使う度に、データを入力し直していた手間が大幅に軽減される。BEST - B で入力されたデータは保存され、BEST - P に引き継がれるようにすれば、システム比較の検討のための年間熱負荷やエネルギー消費量計算、実施設計用図書作成 (設備・機器選定) のための最大熱負荷計算、建築確認許可申請に必要な PAL #<sup>4</sup> や CEC #<sup>4</sup> の計算など実にさまざまな検討を、たった一つのソフトウェアで行えるようになる。しかも、BEST は包括的であるため、空調、衛生、電気の各設備設計者間で使用される各種原単位 (人員密度、照明発熱密度、在室時間、運用時間など) も統一されるため、相互の前提条件に齟齬をきたすことがない。

1: 運用性能の検証には、BEST - B の機能には想定していない機能 (下記の 2、3) を含むため、“連携”とした。

2: このような分析的な機能については BEST - Professional (以降、単に BEST - P と呼ぶ) で対応するほうが適切と考えられる。

3: この時、気象条件などの違いについては、ベースラインを揃える必要があるため、それを支援する機能が必要になる。例えば外気温度とエネルギー消費量の相関は比較的高いことが知られており、これを利用して両者の相関係数を求めてエネルギー消費量の予測値を補正する方法などである。BEST - P ではこのような機能が標準的に具備されるべきであろう。

4：現行の省エネ法関連法規（施行令、省令、告示など）で定められたものには則ってはいないが、BESTで求めた結果が、それに準じた値であることをここでは意味している。

## 2．簡便な入力と精度の高い計算法

BEST - Bの計算エンジンはBEST - Professional（以降、単にBEST - Pと呼ぶ）と同じと想定している。つまり、入力が簡単なのであって、部分負荷性能、機器特性、年間気象データを反映した計算を行うため計算精度は高い。では、どうしたら入力が簡単になるのかというと、モデルビルをベースにした仮想値や想定システムを用いることで、詳細入力情報を、限りなく少なく抑えることを考えている。例えば、空調機の風量は20CMH/m<sup>2</sup>、搬送抵抗は80mmAq、照明は15W/m<sup>2</sup>、熱源容量は100W/m<sup>2</sup>など、モデルビルをベースに主要値を想定する方法である。これらの数値を、建物用途といった基本情報（例えば、オフィス、ホテル、病院など）から一般的に用いられている設計用概算数値から割り出し、それらから想定することは決して不可能ではない。

また、設備システムは多種多様ではあるが、これについても、省エネルギーやライフサイクルコストなどの観点から、比較的有力なシステム数例に絞ることが可能と

思われる。

一方、建築平面に関しては、そのかたちは設備システム以上に千差万別ではあるが、事務所ビルなどでは代表的なコアタイプの標準平面を数種用意し、これらの中から、実際の外表面積や内部床面積に近いと思われる適当な平面形状を選択し、さらに縦横比や窓面方位程度を入力するだけで平面に関するデータ入力とすることができると考えている（図1参照）。また、建築断面についても同様に、階高、天井高、階数、窓面積比程度の簡単な入力で、必要最小限のデータ入力とすることができると考えられる。事務所ビル以外の用途の建物では、こうした標準化は困難が予想されるが、規模別などの適切な類型化を施し、できるだけ多くの使用者に受け入れられる方法を模索していきたい。

## 3．BEST - BのデータはBEST - Pに受け継がれる

BEST - Bで作ったデータはBEST - Pに受け継がれることを想定している。例えば、BEST - Bで作ったデータは保存されると同時に、BEST - Pのデータ入力画面にかたちを変えて現れるイメージである。つまりBEST - Bで想定した数値やシステムがBEST - Pの入力画面には図として記述される（図2参照）。

THE BEST Program			
ファイル	計算実行	結果出力	
<ul style="list-style-type: none"> <li>入力</li> <li>基本情報</li> <li>建築</li> <li>空調</li> <li>電気</li> <li>衛生</li> <li>計算</li> <li>出力</li> </ul>	熱源方式 <input type="text" value="セントラル方式"/> *熱源種別 <input type="text" value="吸収式冷温水発生器"/> 台数 <input type="text" value="2"/> 台 *室外機設置場所 <input type="text" value="屋上"/> *全熱交換器 <input type="text" value="あり"/> *外気カット <input type="text" value="あり"/>		

THE BEST Program			
ファイル	計算実行	結果出力	ヘルプ
<ul style="list-style-type: none"> <li>入力</li> <li>基本情報</li> <li>建築</li> <li>空調</li> <li>電気</li> <li>衛生</li> <li>計算</li> <li>出力</li> </ul>	*主方位 <input type="text" value="南"/> *アスペクト比 幅 <input type="text" value="2"/> : 奥行き <input type="text" value="1"/> *階高 <input type="text" value="3.5"/> m 天井高 <input type="text" value="2.6"/> m *コアタイプ <input type="text" value="センターコア"/> 断熱材の厚さ *屋根 <input type="text" value="50"/> mm *外壁 <input type="text" value="20"/> mm 窓 *種類 <input type="text" value="700mm板ガラス8mm"/> *窓面積比 <input type="text" value="30"/> % *ブラインド <input type="text" value="明色ブラインド"/> 庇 *種類 <input type="text" value="オーバーハング"/> *出寸法 <input type="text" value="1"/>		

図1 BEST - Bのデータ入力イメージ

THE BEST Program			
ファイル	計算実行	結果出力	ヘルプ
<ul style="list-style-type: none"> <li>入力</li> <li>基本情報</li> <li>建築</li> <li>空調</li> <li>電気</li> <li>衛生</li> <li>出力項目</li> <li>計算</li> <li>出力</li> </ul>	テンプレート 吸収式冷温水発生器 (150RT) 標準タイプ (150RT) 省エネタイプ	熱源システム図	

THE BEST Program			
ファイル	計算実行	結果出力	ヘルプ
<ul style="list-style-type: none"> <li>入力</li> <li>基本情報</li> <li>建築</li> <li>空調</li> <li>電気</li> <li>衛生</li> <li>出力項目</li> <li>計算</li> <li>出力</li> </ul>	6F平面図 立面図	プロパティ ブラインド <input type="text" value="明色ブラインド"/> ガラスの種類 <input type="text" value="700mm板ガラス8mm"/> 外壁材料 <input type="text" value="RC150+断熱20"/>	

図2 BEST - Pのデータ入力イメージ



このようにして BEST - B の入力結果が BEST - P の入力画面に継承されることで、ユーザーにとって最も煩雑作業である建築形状の入力が、簡素化できる。図 2 に示すような BEST - P の入力基礎画面をもとに、部分的な変更（例えば、1 階のみ階高を変えるとか、上階を斜線制限に応じてセットバックさせるなど）を加えることで、実際に近い建築形状でシミュレーションを実行できる。

ところで、BEST - B の入力画面で、窓形状の選択（横連窓、ポツ窓など）であるとか、庇位置の入力項目を設けるなど、いろいろな考え方が存在する。それらについては、入力の簡便さと年間のエネルギー消費計算に与える影響の大きさを勘案しながら、必要最小限の入力項目で最大の効果を発揮できるように、十分に検討しなければならない。

#### 4 . BEST - Extended への期待

BEST - Extended（以降、単に BEST - E と呼ぶ）については、表 1 にあるように将来構想とし、特定の目的に対して造られることを期待している。特定の目的としては、例えば、以下のような項目を挙げることができる。

- ・ CFD との連成
- ・ BEMS データとの連携
- ・ ライフサイクルコストの試算
- ・ ライフサイクル CO<sub>2</sub> の試算

これらの他にも BEST を使って、いろいろな目的で、いろいろな計算をしたい（カスタマイズしたい）という希望や期待を持っておられる方が多いことと思う。そのような期待に応えられないと、ユーザーはプログラムから離れていってしまうような気がする。

プログラムの開発に終わりはないと言われている。事実、前報で報告したように、米国の EnergyPlus や中国の DeST においては、維持管理に力を入れていることから分かる。

BEST 開発においても、将来構想としての BEST - E の存在を示すことで、その永続的な開発の必要性を訴えている。BEST はオブジェクト指向のプログラムであるため、比較的容易に永続性に対応することができると考えられる。逆に、この目的のためにオブジェクト指向を目指したとも言える。

また、過去に非常に優れた建物熱負荷計算プログラムや空調システムシミュレーションプログラムが我が国で開発されていたにも拘わらず、残念なことに現在はあまり使われていない。その最も大きな理由として、開発後の維持管理体制が十分ではなかったことを挙げることができる。BEST は、開発後も適切な維持管理体制が構築

され、そのような環境下で持続的に開発されることが望まれる。

おわりに

BEST - B を行政支援ツールとして開発（BEST - P の機能の一部を BEST - B でも使えるようにするなど、今後、行政支援ツールとして必要な機能を見極めていく必要がある）することで、我が国の省エネ施策を推進するための大きな力になると考える。このため、BEST - B の開発に積極的に取り組むべきであると判断し、新たな開発目標として掲げた。ただし、BEST - B の基本機能は BEST - P に含まれることから、開発効率を考慮して BEST - P の開発を優先することにしている。

また、プログラム開発に終わりはないことから、将来構想としての BEST - E の存在を示し、そのことで継続的な開発の必要性と、それを実現するための維持管理体制の構築が重要であることを述べた。

【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 開発普及事業研究会（村上周三委員長）」ならびに開発委員会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。BEST 開発普及事業研究会委員名簿（順不同）委員長：村上周三（慶應義塾大学）、副委員長：松尾陽（東京大学名誉教授）、委員：赤坂裕（国立鹿児島高専）、石野久彌（首都大学東京）、射場本忠彦（東京電機大学）、猪岡達夫（中部大学）、宇田川光弘（工学院大学）、大塚雅之（関東学院大学）、加藤信介（東京大学）、鎌田元康（神奈川大学）、坂本雄三（東京大学）、市川徹（東京ガス）、佐藤信孝（日本設計）、佐藤正章（鹿島建設）、滝澤総（日建設計）、時田繁（公共建築協会）、野原文男、牧村功（以上、日建設計）、安友哲志（三晃空調）、柳原隆司（東京電力）、渡邊剛（NTT ファシリティーズ）、協力委員：戸邊千広（経済産業省）、伊藤明子、安藤恒次（以上、国土交通省住宅局）、事務局：稗田裕史、沖村恒雄、諏佐庄平、生稲清久（以上、建築環境・省エネルギー機構）、篠原奈緒子（日建設計）