

## 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170）

### BEST（誘導基準認定ツール）の位置づけと特徴

#### Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 170)

#### Position and characteristics of the BEST (standard-certification tool for better performance)

技術フェロー ○長谷川 巖（日建設計）

特別会員 村上 周三（建築環境・省エネルギー機構）

技術フェロー 石野 久彌（首都大学東京名誉教授） 技術フェロー 野原 文男（日建設計）

正会員 二宮 博史（日建設計）

正会員 品川 浩一（日本設計）

Hasegawa IWAO \*<sup>1</sup> Shuzo MURAKAMI \*<sup>2</sup> Hisaya ISHINO \*<sup>3</sup>

Fumio NOHARA \*<sup>1</sup> Hiroshi NINOMIYA \*<sup>1</sup> Koichi SHINAGAWA \*<sup>4</sup>

\*<sup>1</sup> Nikken Sekkei Ltd. \*<sup>2</sup> Institute for Building Environment and Energy Conservation

\*<sup>3</sup> Tokyo Metropolitan University \*<sup>4</sup> Nihon Sekkei Inc.

The BEST program (standard-certification tool for better performance) has been approved as a new energy-saving standard for non-residential building since 2016 by MLIT (Ministry of land ,Infrastructure ,Transport and Tourism) .This paper indicates the status of the government law and the points on the new BEST program which was changed and improved from the version of Energy Conservation Standard 2013 to meet government requirements.

#### はじめに

本年4月1日から建築物省エネ法の性能向上計画認定制度（誘導基準）が施行された。本制度は、非住宅建築物において、より高い省エネを目指す事業者に対して容積率の特例などの優遇措置を受けることが出来、我が国の省エネ推進にとって期待される制度である。BESTは3年前よりBEST平成25年省エネ基準対応ツールが公開され、非住宅建築物の届出や地方自治体における諸制度において利用されて来たが、省エネ法の改正に伴い、建築物省エネ法の性能向上計画認定制度（誘導基準）における国土交通大臣が認めるプログラムとして利用が出来るよう、関係各所との調整を実施してきた。本報では、建築物省エネ法におけるBESTの位置づけと平成25年省エネ基準対応ツールからの改良点について報告する。また次報（その171）では、国土交通大臣が認めるプログラムとして位置付けるために行ったエネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)（通称WEBプログラム）との検証結果について報告をする。

#### 1. BEST（誘導基準認定ツール）の背景と位置づけ

BESTは建築と設備を連成して総合的に解く、エネルギー消費量算出プログラムである。今後、より高い省エネ率を目指す建物やZEBへの推進、BELS\*<sup>1</sup>などの表示制度やCASBEEなど総合的な環境評価ツールへの利用に期待される。このためBESTは、建築物省エネ法においては、省エネ基準を満たすか否かの適合性判定ではな

く、性能向上計画認定制度（誘導基準）に利用するという位置づけとなった。誘導基準においては、一次エネルギー消費量の値が省エネ基準から20%以上の建築物が対象となる。

一昨年より関係各所との調整を実施した結果、平成28年4月1日に国土交通省より「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律の施行について（技術的助言）」\*<sup>2</sup>が出され、この中でBESTは、誘導基準の一次エネルギー消費量算定において国土交通大臣がエネルギー消費性能を適切に評価できる方法と認める方法として位置づけられ、今後、審査マニュアルの整備や審査者向け講習会の開催を実施、審査体制の整備が図られることで、利用することが可能となる。

#### 2. 本ツールの特徴

BEST（誘導基準認定ツール）が位置付けられるまでの過程においては、主に、BESTとエネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版)（通称WEBプログラム）との計算方法の違いを明確にし、設計一次エネルギー消費量の算出結果の妥当性や違いの理由について検討を行った。表1はBESTとWEBプログラムとの計算方法の違いをまとめたものである。

BESTは5分間隔計算による建築と設備が連成した非定常計算を行うが、WEBプログラムは日積算定常熱取得から非定常熱負荷を推定する方法を用いており、精度の点で異なる。このため空調・エネルギー計算において、

表-1 BEST と WEB プログラムの計算方法の違い

|               | BEST   | WEBプログラム                                     |
|---------------|--|--|
| 1)計算時間間隔・計算方法 | 5分間隔 時刻別年間計算   | 日別年間計算                                       |
| 2)熱負荷計算       | 熱平衡式解法の切替による非定常熱負荷計算   | 日積算定常熱取得から非定常熱負荷を推定                          |
| 3)空調・エネルギー計算  | PID制御による室温制御、空調処理負荷を算出。機器特性に応じてエネルギー消費量算出  | 時刻別平均負荷率により時間負荷を生成し、熱源・熱搬送効率を考慮してエネルギー消費量を算出 |
| 4)交互作用        | 建築と設備、設備間の連成計算あり   | —  |
| 5)日射遮蔽計算      | 太陽位置・方位別日射量による時刻別計算  | 方位によらず日射熱取得率による固定値                           |
| 6)昼光利用        | 窓面積・方位・室奥行を考慮した時刻別計算   | 効果係数による計算                                    |
| 7)在室検知制御      | 人員スケジュールと確率分布を考慮した在席率計算(事務室のみ)   | 効果係数による計算                                    |
| 8)太陽熱利用給湯     | 時刻別日射量による集熱量計算   | 日積算日射量による集熱計算                                |
| 9)発熱室の換気計算    | トランス発熱(電気室)と外気温度による空調機とファンの発停制御  | 効果係数による計算、外気温度による空調機とファンの切替運転(電気室)           |
| 10)気象データ      | 840地点  | 代表8地点  |
| 11)空調温度       | ゼロエナジーバンド制御<br>夏期 26℃以上冷房 24℃以下暖房<br>中間期 25℃以上冷房 23℃以下暖房<br>冬期 24℃以上冷房 22℃以下暖房<br>(年間冷暖房システムの場合、冷暖切替システムの場合はWEBプログラムと同じ) | 夏期 冷房26℃<br>中間期 冷房24℃<br>冬期 暖房22℃            |
| 12)冷暖房期間      | 地域区分毎に、夏期、中間期、冬期の期間を設定   |  |
| 13)スケジュール     | 室用途別に定められた運転時間、運転パターン  |  |
| 14)基準値計算      | 室用途別基準値(告示基準値に基づく固定値)  |  |

交互作用の考慮、庇等の日射遮蔽、昼光利用計算、在室検知制御、太陽熱利用給湯など、各種省エネ手法の計算方法が異なる。計算精度の観点から、総じて計算速度はBESTに比べWEBプログラムの方が早い。また、BESTは各ユーザーのパソコン上で計算を行うがWEBプログラムはWeb上に入力データをアップロードすると計算結果が表示される仕組みとなっている。一方、エネルギー消費量を算出するための与条件である、空調温度、冷暖房期間、運転スケジュールは共通であり、基準一次エネルギー消費量も告示計算と同じとしている。

### 3. 平成25年省エネ基準対応ツールからの変更改良点

#### 3.1 申請計算における基準値計算の方法

BEST平成25年基準対応ツールでは、ベースラインビル法と呼ばれ、基準一次エネルギー消費量の計算は、設計した建物と同一規模、形状とし、省エネに関わる建築部材や設備機器を標準仕様に置き換えて計算を実施していた。BEST(誘導基準認定ツール)では基準計算はWEBプログラムと同じとし、告示に記載されている基準値(固定値)に、該当する対象室面積を掛けて算出する方法とした。この理由としては、建築物省エネ法の誘導基準の認定において混乱を防ぐとともにBELSなどの表示制度において、プログラムの違いによって評価が大幅に異なることがないように考慮したためである。一方、BESTは申請用と設計用の二種類の計算を行うことが可能で、

設計ツールとして用いる場合には、従前のベースラインビル法による基準値との比較が可能な仕組みをプログラム内部で残している。(図1)

#### 3.2 熱源効率補正

申請用計算では、WEBプログラムとの整合を図るため、基準値に基づく熱効率補正<sup>23)</sup>をプログラム上で行うことの変更を行った。よって入力画面上で表示される熱源単体効率(COP)から補正された値で計算が行われる。

#### 3.3 計算対象室と連動した空調・換気・昇降機の計算

基準一次エネルギー消費量の計算を告示計算の方法に変更したため、計算対象室の選択方法を明確にした。

空調設備の計算においてBESTでは、建築入力において着色された室・ゾーンが空調対象室で、この室・ゾーンに対して、吹出口やVAV装置などの空調装置で室と空調設備の接続をすることで計算が開始される。よって、建築入力で空調対象室としているにも関わらず、空調設備が入力されていない場合にはエラー表示を行うことで入力違いを防止する。(図2)

換気設備の計算では、基準一次エネルギー消費量が換気対象室面積に原単位を乗じたもので算定されるため、換気対象室(主に非空調室)の面積を確定する必要がある。よって、換気設備入力画面上でフロア名称や室番号を選択することで、建築で入力した室面積と紐づけされ、

基準値計算を行う。(図3)

昇降機設備の計算では、該当する昇降機に対して運転スケジュールを決定するため、代表となる主要室を選択する必要がある。昇降機設備入力画面上でフロア名称や室番号を選択する必要がある。(図4)

### 3.4 サッシ面積を考慮した熱貫流率、日射熱取得率

窓ガラス開口部の計算においてはサッシ面積を考慮した熱貫流率、日射熱取得率等を算出して計算を行うことで改良した。サッシの種類としては「樹脂」「アルミ樹脂複合」「アルミニウム」の3種から選択するが、根拠となる知見があれば、ガラスとサッシの熱貫流率、日射熱取得率等を直接入力することが出来る。(図5)

### 3.5 在室検知制御における照明点滅区分

事務室の在室検知制御については、従来のツールでは6.4m角のみの場合を対象としていたが、3.2m角及び器具毎での制御の場合を追加した。(図6)



図-1 申請用計算と設計用計算の選択画面

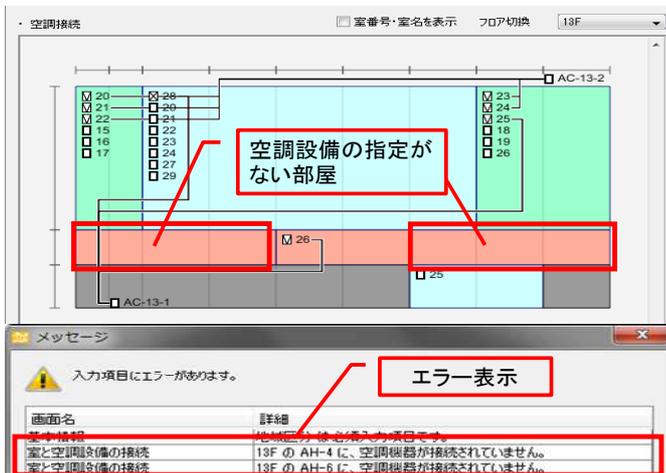


図-2 空調設備の指定がない場合のエラー表示

| 系統名   | 換気制御      |    | フロア名称 | 室番号   | 運転時間(h) | ファンの種類 | 風量(m³/h) |
|-------|-----------|----|-------|-------|---------|--------|----------|
|       | 種類        | 台数 |       |       |         |        |          |
| 1F駐車場 | インバータ方... | 1台 | 非空調室  | 1F駐車場 | 3,494   | 2Dコア   | 10,000   |

図-3 換気設備計算における室の選択

| No | EVの速度制御方式           | 積載重量(t) | 定格速度(m/s) | 台数 | 輸送能力 | 主要室   |      |
|----|---------------------|---------|-----------|----|------|-------|------|
|    |                     |         |           |    |      | フロア名称 | 室番号  |
| 1. | 可変電圧可変周波数制御方式(電力... | 600     | 60        | 1  |      | 9-12F | AA-2 |

図-4 昇降機設備計算における主要室の選択

### 3.6 ゼロエネルギーバンド制御

空調設定温度に対する空調負荷は、従来のツールでは夏期は26℃以上で冷房、冬期は22℃以下で暖房、中間期は24℃以上で冷房であったが、本ツールから、年間冷暖房システム(冷暖フリーパッケージ空調や4管式中央式熱源)では、各期間で±1℃の不感温度帯を設け、夏期は26℃以上で冷房、24℃以下で暖房、中間期は25℃以上で冷房、23℃以下で暖房、冬期は24℃以上で冷房、22℃以下で暖房計算するよう変更した。

また、年間冷暖房システムにおける運転スケジュールを統一するため、4管式中央式の熱源グループの冷熱源と温熱源は、申請計算ではそれぞれ年間冷房、年間暖房として計算を行っている。

### 3.7 電気室、エレベータ機械室の計算

発熱のある電気室を換気設備以外で冷房する場合には、変圧器の容量と負荷損、無負荷損の値を入力することで、計算する建物の変圧器の発熱に応じて冷房計算を行う。同様に発熱のあるエレベータ機械室を換気設備以外で冷房する場合には、昇降機設備の仕様から発熱に応じて冷房計算を行う。電気室や機械室は換気の基準エネルギー消費量が設定されているため室面積が分かるよう、電気室やエレベータ機械室を建築入力にて空調有の室用途として設定を行う必要がある。(図7)

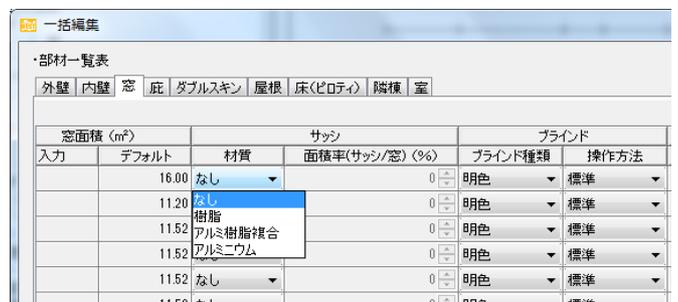


図-5 サッシを考慮した窓開口部の入力画面



図-6 照明在室検知制御に室の点滅区分の選択画面

| 相(φ) | 容量(kVA) | 内部発熱換算... | 無負荷損(W) *1 | 負荷損(W) *1 | 電気室   |      |
|------|---------|-----------|------------|-----------|-------|------|
|      |         |           |            |           | フロア名称 | 室番号  |
| 1    | 500     | 100       | 2,600      | 2,200     | 2F    | AU-5 |
| 1    | 500     | 100       | 2,600      | 2,200     | 2F    | AU-5 |

図-7 冷房する機械室や電気室における入力画面

### 3.8 計算結果の表示

建築物省エネ法における、基準一次エネルギー消費量と設計一次エネルギー消費量の絶対値[MJ/m<sup>2</sup>・年]はその他電力（コンセント電力等）を含んだ値であるが、エネルギー消費比率BEI（Building Energy Index）はその他電力（コンセント電力等）を含まない値で示す。そこでBESTの計算結果の表示は表やグラフを用いて、その他電力（コンセント電力等）を含む場合と含まない場合を表示している。（図8）

BESTでは誘導基準において申請が可能のため「建築物エネルギー消費性能向上計画認定申請書」の書式に則って必要事項を入力出来ると共に、計算結果を自動的に転記し、出力することが出来る。（図9）

判定機関や行政庁への書類提出に必要な、詳細な入力一覧出力や計算結果出力が可能な他、基準値設定の根拠となる対象室一覧表では室面積や計算対象とした設備の一覧が明示されるようになった。（図10）

### 5. まとめ

本報では、2016年4月1日から施行された建築物省エネ法におけるBEST(誘導基準認定ツール)の位置づけと平成25年省エネ基準対応ツールからの変更改良点について述べた。現省エネ法が、来年4月1日から完全移行される建築物省エネ法において、より高い省エネを目指す建築物が増えることが期待される。

【謝辞】本報は、(一財)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)」、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。BEST 省エネ基準対応ツール開発委員会名簿(順不同) 委員長：石野久彌(首都大学東京名誉教授)、幹事：長谷川巖(日建設計)、委員：島岡宏秀、笠原修(大林組)、佐藤正章、菰田英晴(鹿島建設)、田岡知博(コンパス)、佐藤誠、辻丸のりえ(佐藤エネルギーリサーチ)、矢川明弘、新武康(清水建設)、加藤美好、横井睦己、大木泰祐(大成建設)、中里博美(ダイケンエンジニアリング)、高井啓明、芝原崇慶(竹中工務店)、柳井崇、品川浩一、小林達也(日本設計)、田中祐輔、加藤駿、茂呂幸雄(三菱地所設計)、野原文男、丹羽勝巳、二宮博史、小林弘造、飯田玲香(日建設計) 事務局：生稲清久、石田真理(建築環境・省エネルギー機構)

#### 【注記】

- 1)BELS: Building-Housing Energy-efficiency Labeling System (建築物省エネルギー性能表示制度)
- 2)建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律の施行について(技術的助言) 国土交通省 平成28年4月1日
- 3)平成25年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説(I 非住宅建築物(第二版) 国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人建築研究所監修 P260 表 2.1 D.2 熱源種類別 補正係数一覧)

#### 参考文献

- 1)長谷川他 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154) 平成25年省エネ基準対応ツールによる届出事例の実績と分析 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2015.9

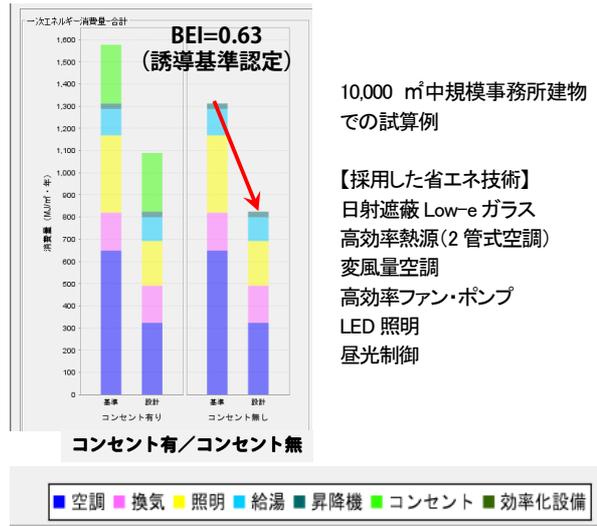


図-8 計算結果の画面表示例

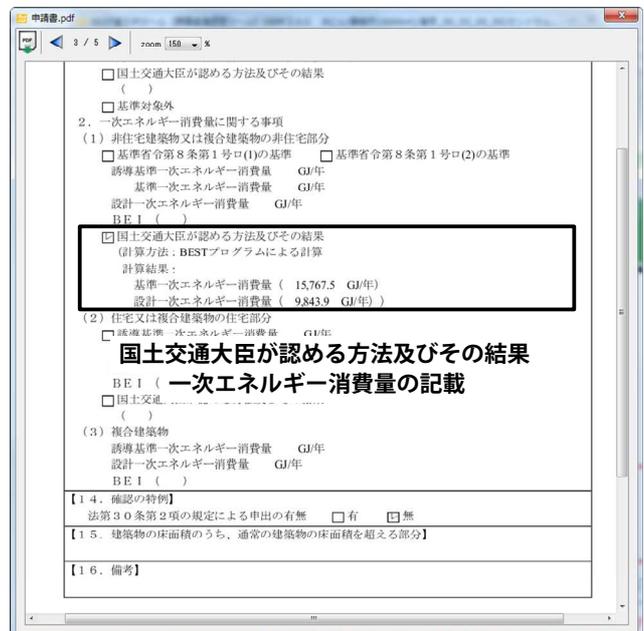


図-9 申請書出力画面の例

| フロア  | 室名    | 入力室名 | 室用途            | 面積(m <sup>2</sup> ) | 空調 | 換気 | 照明 | 給湯 | コンセント |
|------|-------|------|----------------|---------------------|----|----|----|----|-------|
| 1F   | AA-1  |      | 事務所等 / 事務室     | 360.0               | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 1F   | AA-2  |      | 事務所等 / 事務室     | 252.0               | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 1F   | AI-3  |      | 事務所等 / ロビー     | 194.4               | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 1F   | AI-4  |      | 事務所等 / ロビー     | 48.96               | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 2-7F | AA-1  |      | 事務所等 / 事務室     | 2160.0              | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 2-7F | AA-2  |      | 事務所等 / 事務室     | 1512.0              | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 2-7F | AI-3  |      | 事務所等 / ロビー     | 293.76              | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 8F   | AA-1  |      | 事務所等 / 事務室     | 288.0               | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 8F   | AA-2  |      | 事務所等 / 事務室     | 201.6               | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 8F   | AI-3  |      | 事務所等 / ロビー     | 48.96               | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 8F   | AC-4  |      | 事務所等 / 会議室     | 72.0                | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 8F   | AC-5  |      | 事務所等 / 会議室     | 50.4                | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 9F   | AE-1  |      | 事務所等 / 社員食堂    | 288.0               | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 9F   | AE-2  |      | 事務所等 / 社員食堂    | 201.6               | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 9F   | AI-3  |      | 事務所等 / ロビー     | 48.96               | ○  | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 非空調室 | 機械室   |      | 事務所等 / 機械室     | 928.2               |    | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 非空調室 | 更衣室   |      | 事務所等 / 更衣室又は倉庫 | 186.7               |    | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 非空調室 | 電気室   |      | 事務所等 / 電気室     | 303.5               |    | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 非空調室 | 湯沸室   |      | 事務所等 / 湯沸室等    | 79.1                |    | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 非空調室 | 便所    |      | 事務所等 / 便所      | 335.4               |    | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 非空調室 | 廊下    |      | 事務所等 / 廊下      | 1341.7              |    | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 非空調室 | 中央監視室 |      | 事務所等 / 中央監視室   | 102.8               |    | ○  | ○  | ○  | ○     |
| 非空調室 | 厨房    |      | 事務所等 / 厨房      | 102.8               |    | ○  | ○  | ○  | ○     |

計算対象室の面積と対象設備を記載

図-10 基準値計算のための計算対象室表示の例