

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143）

BEST-PAL*の計算方法と特徴

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST(Part 143)

Calculation Method and Characteristics of BEST-PAL* for Energy Conservation Standard

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 飯田 玲香（日建設計）

Hasegawa IWAO*¹ Shuzo MURAKAMI*² Hisaya ISHINO*³Fumio NOHARA*¹ Hiroshi NINOMIYA*¹ Reika IIDA*¹*¹ Nikken Sekkei Ltd.*² Institute for Building Environment and Energy Conservation *³ Tokyo Metropolitan University

This paper outlines the calculation method and characteristics of BEST-PAL*, which is an index to evaluate building envelope performance, in the new BEST simulation tool for the upcoming version of Energy Conservation Standard. The status of this tool in the government regulations, detailed calculation method and a comparison to previous PAL regulation are explained. In addition, some useful architectural design functions of BEST-PAL* to improve building envelope performance are introduced.

はじめに

建築物の外皮性能基準の改訂（PAL*）に伴い、BEST平成25年省エネ基準対応ツール（注1）は省エネ基準に対応したツールとして、建物全体の一次エネルギー消費量を算出するだけでなく、PAL*を計算出来るツールとして本年4月1日より公開している。本報では、BEST-PAL*の計算方法と特徴について報告する。

1. BEST-PAL*の位置づけ

「エネルギーの使用の合理化に関する建築主など及び特定建築物の所有者の判断の基準（平成25年経済産業省・国土交通省告示第7号一部改正）」（以下告示）では、「1 外壁、窓等を通しての熱の損失の防止に関する基準」として「1-1 非住宅建築物の建築主等は、次に掲げる事項に配慮し、非住宅建築物の外壁、窓等を通しての熱の損失の防止を図るものとする。」とあり以下の3項目の記載がある。(1) 外壁の方位、室の配置等に配慮して非住宅建築物の配置計画及び平面計画を策定すること。(2) 外壁、屋根、床、窓等の開口部を断熱性の高いものとする。こと。(3) 窓からの日射の適切な制御が可能な方式の採用等により日射による熱負荷の低減を図ること。

BESTにおけるPAL*計算（以下BEST-PAL*）は、「特別な調査または研究の結果に基づき、非住宅建築物が外壁、窓等を通しての熱の損失の防止に関し、1-3に定める方法（告示に基づく計算）による計算による場合とおおむね

同等以上の性能を有することを確かめることができる計算による場合」として位置づけられている。

2. BEST-PAL*の計算方法

2.1 BEST-PAL*の定義

BEST-PAL*は従来のPALと同様に、下式のとおりペリメータゾーンの年間熱負荷をペリメータゾーンの床面積で除した値である。ただし、従来のPALと異なる点は年間熱負荷のうち外気負荷（顕熱、潜熱とも）を含めていないことにある。

$$\text{BEST-PAL*} = \frac{\text{ペリメータゾーンの年間熱負荷}}{\text{ペリメータゾーンの床面積}}$$

※ペリメータゾーンの年間熱負荷
 = 建築外皮負荷
 + ペリメータゾーンの室内負荷（照明+コンセント+人体（顕熱のみ）
 + すきま風負荷（全室0.1回/h 顕熱のみ）

2.2 BEST-PAL*における外気負荷の扱い

BEST-PAL*は純粹に外皮性能のみを評価するため、外気負荷を含めていない。よって従来PALのように内部発熱と外気負荷による相殺もなく年間を通じて内部発熱が加算される。この内部発熱は告示計算で規定された室用途別の値と同じ値で設定している。今回の改正で、例えば

事務所建物の事務室では、照明16.3W/m²、機器（コンセント）12W/m²、人員0.1人/m²と従来の基準より内部発熱の設定が上がっているが、今後LED照明の普及や低消費電力型のパソコン・OA機器が普及すれば内部発熱が減少傾向にあると考えられる。

2.3 気象データ

BEST-PAL*では日本全国842地点の気象データを利用することが出来るため、敷地の立地条件を反映し、告示で示されている8地域区分より詳細な計算を行っている。

2.4 冷房負荷と暖房負荷の扱い

冷暖房期間は告示計算の設定と併せ、表1に示すとおり地域区分別に定めている。BEST-PAL*では室内温度26℃以上で冷房負荷、22℃以下で暖房負荷として計算し、22～26℃は負荷としない“ゼロエネルギーバンド”としている。また、5分もしくは10分間隔の時刻別非常常熱負荷計算を行っているため1日の中で冷房負荷と暖房負荷が混在する可能性があるがこれらは相殺されずに計算される。なお、図1に示すとおり暖房期間中の冷房負荷、冷房期間中の暖房負荷は除いて集計をし、中間期は設定温度24℃の冷房期間として計算を行っている。

2.5 標準仕様におけるBEST-PAL*との比較

BEST-PAL*では設計で入力した建物と同じ形状で基準モデルを計算する。基準モデルは設計仕様を標準仕様に置換えて同時自動計算を行う。図2に設計計算と基準計算の流れを示す。建築情報のみを入力すると、窓面積率や断熱厚さなど設計で入力した項目を標準仕様に置き換えて、設計と基準でそれぞれ最大負荷計算を行う。この結果から仮想空調負荷をそれぞれ設定し、これに基づき年間負荷計算を実施し、あらかじめPAL*計算対象として設定した室（ペリメータゾーンなど）のみを集計して建物全体のPAL*を設計と基準の両方を同時に算出する。基準PAL*計算で用いる標準仕様の設定を表2に示す。窓面積率は、従来のPAL計算における届出書類を調査し、各建物用途別の平均的な窓面積率より設定している。また窓の仕様や断熱厚さを地域別・用途別に設定しているが、これは告示計算の一次エネルギー消費量の基準値を決定する際に用いた仕様と同じである。また、BEST-PAL*における建築の標準仕様は、BESTにおける一次エネルギー消費量計算における建築標準仕様と同一である。

2.6 非空調室の扱い

外皮に接する非空調室内の隣室温度は、To:外気温度とTi:室内温度の隣室温度差係数 $0.3 \times To + 0.7 \times Ti$ で設定され、非空調室から空調室への熱貫流影響を加味しているため、非空調室における外皮負荷を特別に入力・算出

表-1 各地域の冷暖房期間³⁾

地域区分	極寒地(1,2)	寒冷地(3,4)	温暖地(5,6,7)	暑熱地(8)
1月	暖房	暖房	暖房	暖房
2月	暖房	暖房	暖房	暖房
3月	暖房	暖房	暖房	暖房
4月	暖房	中間期	中間期	中間期
5月	中間期	中間期	中間期	冷房
6月	中間期	冷房	冷房	冷房
7月	冷房	冷房	冷房	冷房
8月	冷房	冷房	冷房	冷房
9月	冷房	冷房	冷房	冷房
10月	中間期	中間期	中間期	冷房
11月	暖房	中間期	中間期	中間期
12月	暖房	暖房	暖房	中間期

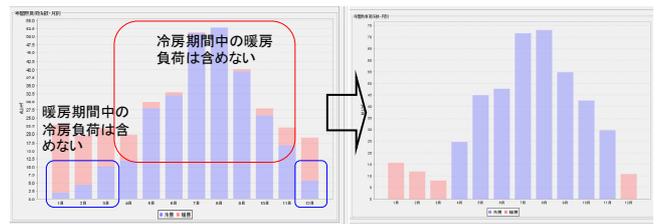


図-1 冷房期間・暖房期間中の負荷の扱い



図-2 BEST-PAL*における設計計算と基準計算の流れ

表-2 基準PAL*計算で用いる標準仕様の設定

	窓面積率	極寒地(1,2)	寒冷地(3,4)	温暖地(5,6,7)	暑熱地(8)
事務所	40%	複層ガラス 壁50 屋根100	複層ガラス 壁25 屋根50	単板ガラス 壁25 屋根50	単板ガラス 屋根25
ホテル	20%	複層ガラス 壁50 屋根100	複層ガラス 壁25 屋根50	単板ガラス 壁25 屋根50	単板ガラス 屋根25
病院	25%	複層ガラス 壁50 屋根100	複層ガラス 壁25 屋根50	単板ガラス 壁25 屋根50	単板ガラス 屋根25
物販	20%	複層ガラス 壁30 屋根100	複層ガラス 壁15 屋根50	単板ガラス 壁15 屋根50	単板ガラス 屋根25
学校	30%	複層ガラス 壁50 屋根50	複層ガラス 壁25 屋根50	単板ガラス 壁25 屋根50	単板ガラス 屋根25
飲食店	40%	複層ガラス 壁50 屋根100	単板ガラス 壁25 屋根50	単板ガラス 壁25 屋根50	単板ガラス 屋根25
集会場	30%	複層ガラス 壁30 屋根40- 100mm	単板ガラス 壁15 屋根20-50mm	単板ガラス 壁15 屋根20-50mm	単板ガラス 屋根15- 25mm

する必要はない。

2.7 ペリメータゾーンの設定

従来のPALではペリメータの奥行きは5mで設定されていたが、BEST-PAL*におけるペリメータの奥行きは、設計ゾーニングを優先して決定する。その理由としてはペリメータゾーンの熱負荷処理は、温度センサーの配置など空調設計モジュールゾーニングに従って行われることや、

外皮性能によっては設計ゾーニングの奥行きが異なるためである。よってBEST-PAL*を計算するための建築入力においてはあらかじめ、空調設計モジュールを考慮した入力が望まれる。設計ゾーニングが決定していない場合には従来どおり5mで設定しても良い。図3にBEST-PAL*における入力画面を示す。インテリアに相当し、PAL*計算に含めない室はプログラム上一括編集画面の「室」でチェックをして集計から除外することに注意が必要である。

3. BEST-PAL*の特徴

3.1 外壁の方位と傾斜

BEST-PAL*の建築外皮入力では、傾斜角や方位角を変えることで日射遮蔽効果を高めることが出来る。図4に入力画面と外壁のイメージを示す。

番号	室名	外壁種類	面積 (㎡)		方位角 (°)		傾斜角 (°)		詳細入力を有効にする
			入力	デフォルト	入力	デフォルト	入力	デフォルト	
ov-1	AA-1	OW1	15	19.99	176	180	88	99	0.93
ov-2	AA-2	OW1	10	11.20	190	190	116	99	0.93
ov-3	AA-2	OW1		11.92		270		99	0.93
ov-4	AA-4	OW1		11.92		270		99	0.93
ov-5	AA-7	OW1		11.92		270		99	0.93
ov-6	AA-8	OW1		11.92		270		99	0.93
ov-7	AA-10	OW1		11.92		270		99	0.93
ov-8	AA-10	OW1		11.20		0		99	0.93

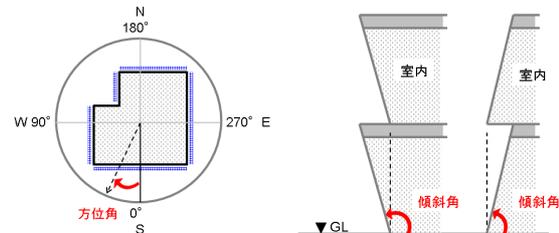
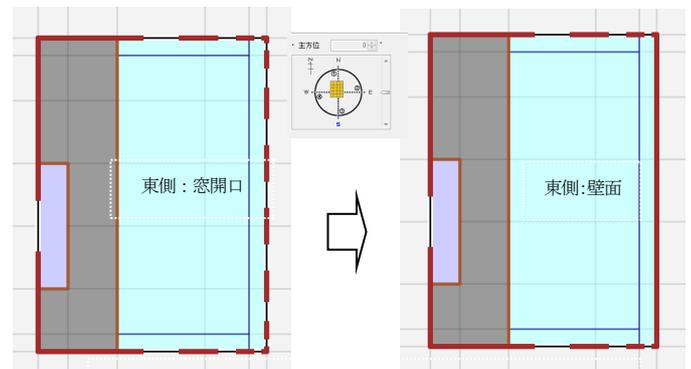


図-4 外壁の方位角と傾斜角

3.2 外壁方位の工夫

入力した建物形状に合わせて、設計も基準計算も行う。よって非空調室の配置・方位も設計と基準で同じモデルで計算を行っている。窓開口に関しては各室の外壁において、例えば事務用途の各室では40%の窓面積率が標準仕様となるため、東西面など日射負荷の大きい面を壁と設計すると基準計算ではこの部分は40%開口となるので、外壁の方位による工夫が反映される。例えば図5に示すとおりに東側窓開口部を壁面とすることでPAL*は約10%削減されている。

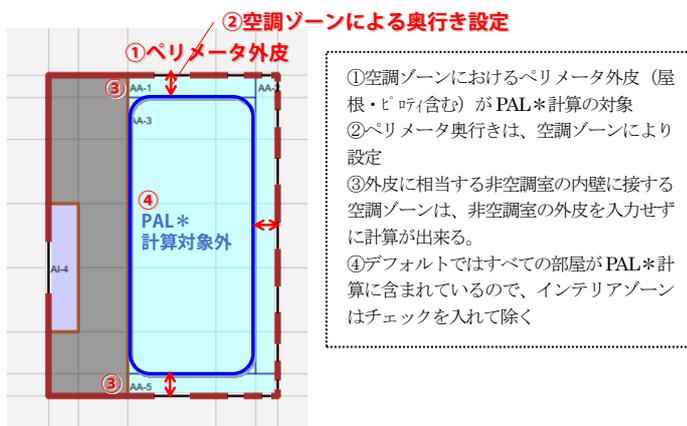


東側開口部を壁面にすることでPAL*の値が-10%

図-5 外壁の方位の工夫

3.3 隣棟の計算

計画時点において明らかに隣棟により影となる場合には、隣棟を設定することが出来る。ただし、各方位に対して無限直線状に隣棟が配置される設定となり、隣棟までの距離と高さによって計算される。(図6)



隣棟設定	隣棟までの間隔と隣棟の高さを入力	
	間隔(m)	高さ(m)
①	10	100
②	5	50
③	0	0
④	0	0

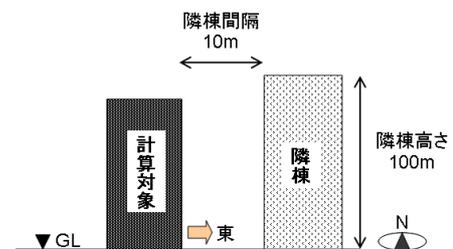


図-6 隣棟の計算

室番号	入力室名	室用途	面積 (㎡)		PAL*算に含まれない
			入力	デフォルト	
AA-1	事務所等:事務室(AA)			96.2	<input type="checkbox"/>
AA-2	事務所等:事務室(AA)			83.7	<input type="checkbox"/>
AA-3	事務所等:事務室(AA)			44.9	<input checked="" type="checkbox"/>
AA-4	事務所等:DE-(AD)			49.9	<input type="checkbox"/>
AA-5	事務所等:事務室(AA)			42	<input type="checkbox"/>

PAL*計算に含めない場合には一括編集画面の「室」でチェック

図-3 事務所基準階でのBEST-PAL*の入力画面例

3.4 一次エネルギー消費量計算との連携

BEST-PAL*計算で行った建築入力はそのままだBEST一次エネルギー消費量の計算に用いる建築モデルに利用出来る。さらに一次エネルギー消費量の計算における建築の基準計算は、BEST-PAL*の建築標準仕様と同じものを自動的に用いているため、BEST-PAL*と一次エネルギー消費量が連動した計算が可能となっている。また、計算開始の選択画面において、BEST-PAL*計算のみや一次エネルギー消費量のみ計算も可能である。(図7)



図-7 一次エネルギー消費量計算との連携

3.5 室別PAL*の計算結果

今回の省エネ法の改正に伴い、従来の建物用途別PALから建物全体PAL*への評価が変わった。よって事務所用途の中に商業施設がある場合の評価が明確となったが、どの室ゾーンにおいてPAL*の値が良いか否かの判断が計画上の目安となると考えられる。そこでBEST-PAL*では図8に示すような室ゾーン別に基準と設計PAL*の値を表示することによって計画の目安となるような工夫を行っている。

3.6 外皮の評価内容

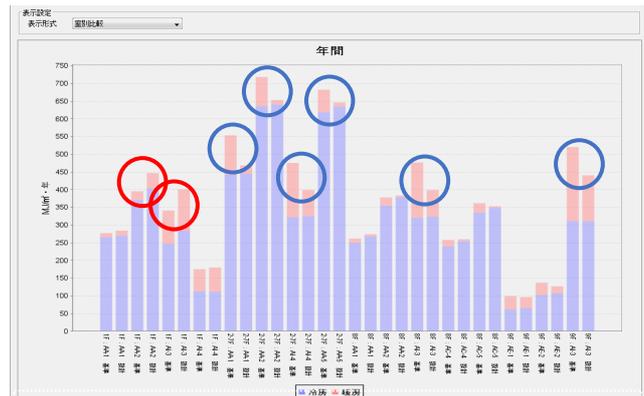
BEST-PAL*は現状、告示基準に基づき外皮の断熱・遮熱性能を評価するプログラムとなっているが、将来的には自然通風や昼光導入が可能な外皮の評価が可能となるように検討をしている。窓が開閉可能な外皮では中間期を中心に内部発熱を低減し、昼光導入が可能な外皮の工夫がされペリメータゾーンの照明を自動消灯出来る場合においては、照明の内部発熱を低減することにより、年間熱負荷の値を低減することが可能となる。

3.7 内部発熱の変更

計算対象となる建物用途や室用途別に標準的な内部発熱(人員・照明・機器)が設定されている。ただし、LED照明や低消費電力型の機器の採用により実際の内部発熱と異なる場合には、設計検討用として内部発熱を変えることが出来る。この場合、基準PAL*計算を行う際に用いる内部発熱は設計PAL*計算と同じに自動設定され、変更後も同じ内部発熱条件で計算される仕組みとなっている。

4. おわりに

本報では、BEST平成25年省エネ基準対応ツールにおいて、一次エネルギー消費量の計算と同時に計算が可能なBEST-PAL*の計算方法について、従来のPAL計算との違いを踏まえながら説明をした。また特に建築設計者が計算することを念頭に、外皮性能を向上させるために有効な活用方法や特徴を示した。



左側から基準PAL*・設計PAL*の順番で各室ゾーン別に表示

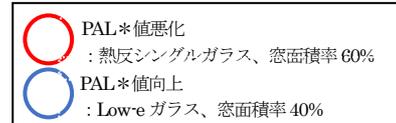


図-8 室ゾーン別PAL*の表示

【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)」・「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(日本設計)、田中祐輔、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)

参考文献

注1)昨年度まで「BEST 改正省エネ基準対応ツール」というツール名称であったものを「BEST 平成25年省エネ基準対応ツール」に変更した。

- 1)野原他 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113) 改正省エネ基準対応ツールの開発概要 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2013.9
- 2)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120) 改正省エネ基準対応ツールの入出力の特徴 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2013.9
- 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II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、平成25年住宅・建築物の省エネルギー基準解説書編集委員会