

## 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 13 報 窓ガラスの条件設定と計算例

窓ガラス データベース 光学性能 熱負荷計算 熱性能 照明負荷計算

正会員 木下泰斗<sup>\*1</sup> 同 村上周三<sup>\*2</sup>  
同 石野久彌<sup>\*3</sup> 同 郡公子<sup>\*4</sup>  
同 一ノ瀬雅之<sup>\*5</sup> 同 西川祥子<sup>\*6</sup>

### 1. はじめに

BEST では窓ガラスの光性能値に関するデータベースを標準で備えており、ユーザは多種多様の窓ガラス品種から建築物の仕様に応じた窓ガラスを選択して熱負荷計算を行うことができる<sup>1)</sup>。また、ブラインドの操作条件やエアフローウィンドウの通気条件を詳細に扱うことも可能である。さらには、窓からの昼光に応じて人工照明を調節することを考慮した照明負荷計算にも対応している。そこで、BEST を用いてサンプル建築物モデルについて窓ガラス条件を変化させたケーススタディを実施した。本報では、BEST における窓ガラスデータベースの内容と窓条件の設定について紹介し、ケーススタディの計算例を報告する。

表 1 窓タイプとガラス種類

窓タイプ	ガラス種類
単板ガラス	透明, 熱線吸収, 熱線反射, 高性能熱線反射, セラミック印刷
複層ガラス (空気層 6mm, 空気層 12mm, アルゴンガス 12mm)	透明+透明, 熱線吸収+透明, 熱線反射+透明, 高性能熱線反射+透明, セラミック印刷+透明, Low-E+透明, 透明+Low-E
ブラインド内蔵ガラス	透明+透明, 熱線吸収+透明, 熱線反射+透明, 高性能熱線反射+透明, セラミック印刷+透明
エアフローウィンドウ	透明+透明, 熱線吸収+透明, 熱線反射+透明, 高性能熱線反射+透明, セラミック印刷+透明

Low-E ガラスを用いた複層ガラスのみ

表 2 窓ガラスデータベースの光熱性能項目

性能種類	光熱性能項目
熱性能	$U$ : 熱貫流率[W/m <sup>2</sup> K]
	$k_{LR}$ : 室内側放射熱伝達係数の割合[-]
	$\alpha_R$ : 室内側放射熱伝達係数[W/m <sup>2</sup> K]
日射特性	$g$ : 日射熱取得率[-]
	$g_R$ : 日射熱取得率の放射成分[-]
	$T_{solar}$ : 日射透過率[-]
	$R_{f,solar}$ : 日射反射率(室外側入射)[-]
可視光特性	$T_{vis}$ : 可視光透過率[-]
	$R_{f,vis}$ : 可視光反射率(室外側入射)[-]
	$R_{b,vis}$ : 可視光反射率(室内側入射)[-]

### 2. 窓ガラスデータベースと窓条件設定

#### 2.1 窓ガラスデータベース

窓ガラスデータベースには、表 1 のガラス品種に色調や板厚のバリエーションを加えて約 750 種類の窓ガラス品種が登録されている。各窓ガラス品種にはブラインド種類として「なし/明色/中間色/暗色」の 4 つの状態について表 2 に示す光熱性能値が登録されている。デー

タベースは XML 形式で構築されており、タグと階層構造によりデータ構成が理解しやすく、テキストエディタにより編集できるので、新規ガラス品種の光熱性能値の追加が容易に可能である。なお、グラフィカルユーザインターフェイス上からも新規ガラス品種を登録できる機能を追加する計画である。

#### 2.2 窓条件設定

窓条件の設定では、その窓が取り付け外表面の名称、窓面積、ガラス種類、ブラインド条件(色, 操作方法, 操作スケジュール), エアフローウィンドウ条件(通気量, 通気運転スケジュール), 昼光計算条件(照度過不足判定の作業面高さ, 壁床天井窓の反射率)などを入力する。ガラス種類は、窓タイプとガラス種類名とガラス厚さから絞り込むか、一意に与えられたガラス番号を入力することで選択できる。また、窓に取り付け外部日除けの条件として、窓寸法、窓の上下左右のルーバ寸法、窓とルーバの位置関係などを入力する。

なお、窓条件や昼光計算条件の入力では、建物の方位や階やゾーンごとに繰り返し同じ条件を設定する手間を避けるために、条件内容をあらかじめ登録しておき、これを参照して各ゾーンに同じ条件を設定できる機能を用意した。これにより、条件変更の場合にも参照元の条件を変更するだけで、各ゾーンの条件設定を一括して変更できる。

#### 3. 計算条件

ケーススタディは、日本建築学会標準問題を元に作成された BEST に付属のサンプル建築物モデル<sup>2)</sup>を用いて実施した。サンプル建築物モデルは、図 1 に示す

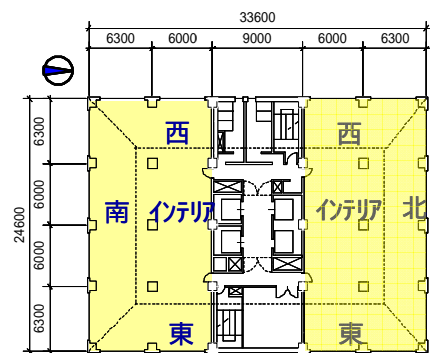


図 1 サンプル建築物の基準階平面図

事務所ビルの基準階を想定し、北と南の 2 つの室からなり、それぞれに 3 つのペリメータゾーンと 1 つのインテリアゾーンを持つ。室温設定は冬期 22℃, 中間期 24℃, 夏期 26℃, 湿度設定は 50% とし、空調運転時間は平日の 8:00~22:00 とする。同一室では一定風量のゾーン間の換気を与え、インテリアゾーンには空調運転時間帯に外気導入する。在室者 0.15 人/m<sup>2</sup>, 照明 20W/m<sup>2</sup>, 機器発熱 15W/m<sup>2</sup> を最大とし、スケジュール入力により時刻変動さ

せる。底は無しとした。なお、ここでは、建物の熱負荷計算と照明負荷計算のみを行い、空調設備との連成計算は行わない。

#### 4. 計算結果

図 2 にサンプル建築物モデルに各種窓ガラスを使用した場合の熱負荷と照明負荷の計算結果を示す。ブラインド操作は BEST 標準条件、気象データは東京、札幌、鹿児島、日光利用による照明調光あり、窓面積率は 67.5% とする。なお、ここではペリメータゾーンの単位床面積あたりの暖冷房負荷と照明負荷にそれぞれ係数<sup>3)</sup>を乗じて一次エネルギー消費量に換算した値を表す。これによると、単板ガラスに比べて、特に Low-E 複層ガラスでは暖房負荷を低減できることが分かる。また、高性能熱線反射ガラスは日射熱取得率が小さいために冷房負荷の低減に効果的であるが、同時に可視光透過率も小さいために、他のガラス品種よりも照明負荷が大きいことが分かる。

また、図 3 に窓面積率を変化させた場合の熱負荷と照明負荷の計算結果を示す。窓面積率は 22.5%、45.0%、67.5% の 3 通りとし、すべて横連窓とした。気象データは東京を用いた。これによると、透明単板ガラスや透明複層ガラスに比べて、高性能熱線反射ガラスや Low-E 複層ガラスでは窓面積率の増大に伴う暖冷房負荷の増加を抑えることができることが分かる。しかし、高性能熱線反射ガラスでは窓面積率を大きくしても透明ガラスや Low-E 複層ガラスほどには照明負荷を小さくできない。

#### 5. まとめ

本報では、BEST における窓ガラスデータベースの内容と窓条件の設定について紹介し、ケーススタディの計算例を示した。

【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)、行政支援ツール開発委員会(坂本雄三委員長)、クラス構想 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ものである。クラス構想 WG 名簿(順不同) 主査:石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員:井上隆、一ノ瀬雅之(以上、東京理科大学)、上田博嗣(大林組)、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)、黒本英智(東京電力)、郡公子(宇都宮大学)、菰田英晴(鹿島建設)、芝原崇慶(竹中工務店)、菅長正光(菅長環境・設備一級建築士事務所)、瀧澤博(元鹿島建設)、長井達夫(東京理科大学)、二宮秀與(鹿児島大学)、野原文男、二宮博史、丹羽勝巳、田端康宏(以上、日建設計)、平林啓介(新日本空調)、柳井崇(日本設計)、事務局:生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

#### 【参考文献】

- 1) 芝原崇慶, 村上周三, 石野久彌, 郡公子, 一ノ瀬雅之, 木下泰斗: 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 5 報 窓の熱・光性能値の提案, 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), D-2, pp.1035-1036, 2008 年 9 月
- 2) 芝原崇慶, 村上周三, 石野久彌, 郡公子: 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 14), 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.2021-2024, 2007.9
- 3) 建築物における昼光利用照明と省エネルギー, 板硝子協会, 2007.3

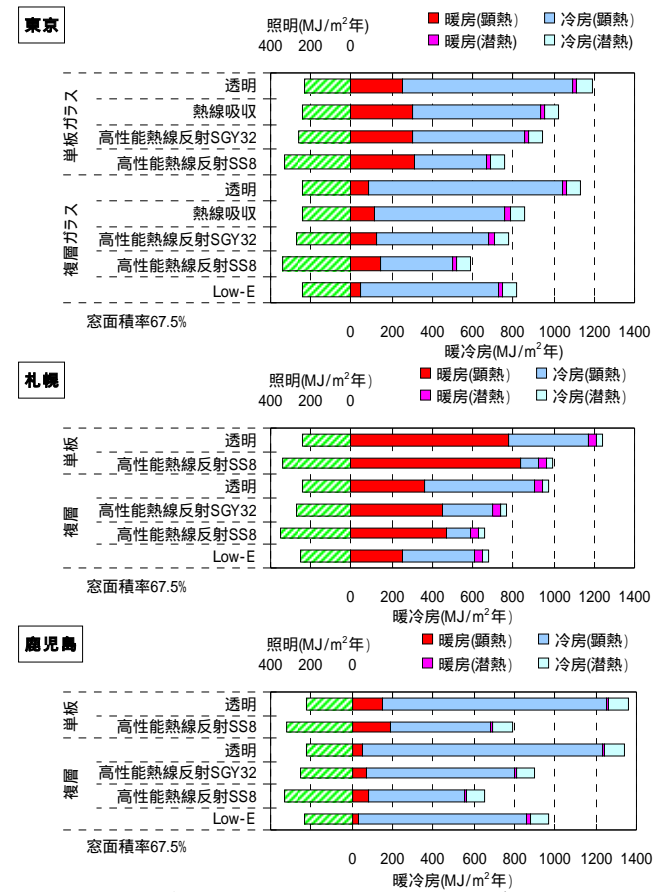


図 2 各種窓ガラスでの暖冷房照明エネルギー

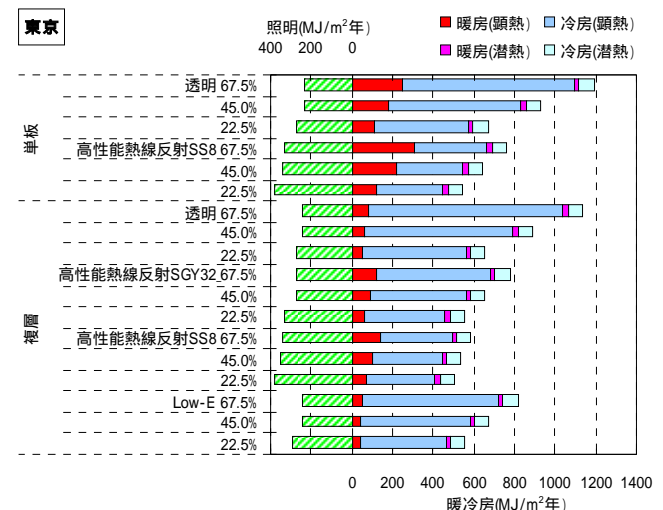


図 3 窓面積率による暖冷房照明エネルギー(東京) すべて横連窓。窓面積率は 22.5% (床上 900mm から高さ 900mm の窓), 45% (床上 900mm から高さ 1800mm の窓), 67.5% (床から高さ 2700mm の窓) の 3 通り。

\*1 日本板硝子株式会社 博士(工学)  
 \*2 建築研究所 理事長 工博  
 \*3 首都大学東京 名誉教授 工博  
 \*4 宇都宮大学 准教授 工博  
 \*5 東京理科大学 助教 博士(工学)  
 \*6 日本板硝子株式会社

\*1 Nippon Sheet Glass Co., Ltd., Dr. Eng.  
 \*2 Chief Executive, Building Research Institute, Dr. Eng.  
 \*3 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.  
 \*4 Associate Prof., Utsunomiya Univ., Dr., Eng.  
 \*5 Research Associate, Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng.  
 \*6 Nippon Sheet Glass Co., Ltd.