

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 54 報 自然換気計算機能を用いた自然換気利用法と効果に関する検討

正会員 ○山本 佳嗣*1 同 村上 周三*2
同 石野 久彌*3 同 郡 公子*4
同 品川 浩一*1

BEST 自然換気 ハイブリット空調

1. はじめに

建築と設備に関する総合的なシミュレーションツール BEST 専門版において、温度差換気や風力換気の効果も加味した自然換気計算機能が追加された。本報では、BEST 専門版の自然換気計算機能を利用したオフィスビルでの検討結果を報告する。

2. 検討方法

2.1 検討モデル

図 1 に検討モデル、表 1 にモデル概要を示す。用途は間仕切りのないオープンで利用されるオフィスビルとし、ペリメータとインテリアを統合したモデルとした。また、評価期間は中間期（4～6 月、9～11 月）とした。自然換気のほか、ペリメータを自然換気すると同時にインテリアを空調するようなハイブリット空調も計算対象とした。

表 1 モデル概要

	設定値
地域	標準年EA気象データ (2000年版 東京)
階高	4.0m
照明負荷	10W/m ²
在室者	0.15人/m ²
機器負荷	15W/m ²
家具類熱容量	15J/(lit・K)
ゾーン間換気	300m ³ /m
窓	高日射遮蔽型Low-ε 複層ガラス +中間色ブラインド 窓面積率50%

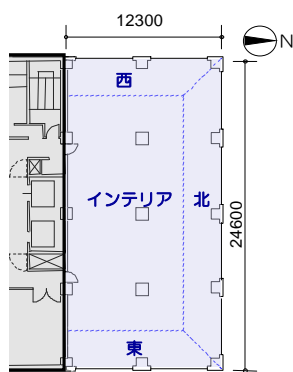


図 1 モデル平面図

2.2 自然換気の設計条件と換気口設定

換気口設定に用いた基本式を表 2 に示す。必要換気量は式(1)により求め、その結果と式(2)の温度差換気の式に

表 2 換気口設定に用いた基本式

$$q = H / (0.33 \cdot (t_i - t_o)) \quad (1)$$

$$Q = \alpha A \sqrt{2/\rho(\rho_o g(h_{NPL} - h_i)\Delta T/T_i)} \quad (2)$$

<凡例> q: 必要換気量[m³h・m²]、H: 1 日における自然換気対象時間の平均空調負荷[W/m²]、t_i: 目標室内設定温度[°C]、t_o: 外気温度[°C]、αA: 換気口実効面積[m²]、h_{NPL}: 中性帯高さ(建物高さの 2/3 の位置と想定)、h_i: 換気口の地上からの高さ[m]、Q: 必要換気量[m³/s]、ΔT: 内外温度差[K]、T_i: 室内温度[K]

より、換気口実効面積(αA)を求めた。本検討では無風時を想定し、外気温 21°C、室内温度 26°Cを設計条件とした。また、年間負荷計算より求めた 5 月の平均負荷 19.7W/m²を自然換気で処理する空調負荷とした。以上の手順より決定した設定条件を表 3 に示す。

表 3 自然換気の設計条件と換気口設定

外気温度	21 °C	室内温度	26 °C
対象床面積	303 m ²	目標換気原単位	12 m ³ /h・m ²
時間平均負荷	19.7 W/m ²	目標換気回数	4.4 回/h

No.	開口	風量 m ³ /h	開口面上高 m	中性帯からの高低差 m	α A m ²
1	2F 給気口	+3,636	6.0	20.7	(α A) _i = 0.39

3. 検討結果

3.1 自然換気時間数

表 4 における許可条件において自然換気有効と判断された時間数を図 2 に示す。4 月、5 月、10 月、11 月においては、下限室温設定により外気条件のみでの判断に比べ時間数が少なくなり、6 月、9 月は室内設定温度の切替(26°C→28°C)と基準となる室内エンタルピーの変動により時間数が多くなった。図 3 に自然換気不許可指標の割合を示す。4 月、11 月では下限外気温度、6 月、9 月では上限露点温度での不許可時間数が多い。

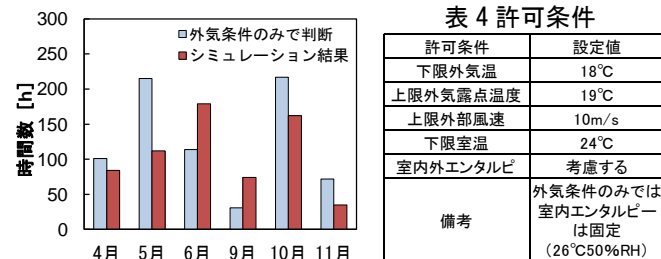


図 2 自然換気有効時間数 (東京 8:00~19:00)

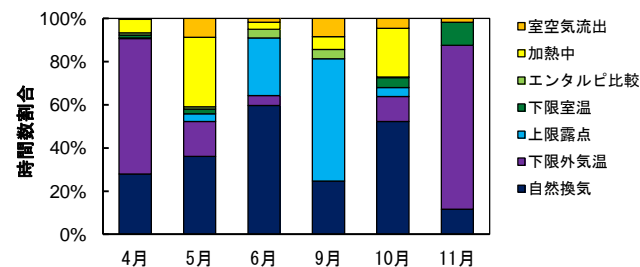


図 3 自然換気不許可指標の内訳 (東京 8:00~19:00)

Development of a Building Energy and Environment Simulation Tool,the BEST

Part 54 Study on the effect of natural ventilation by natural ventilation simulation function of the BEST

YAMAMOTO Yoshihide, MURAKAMI Shuzo, ISHINO Hisaya, Kori Kimiko, SHINAGAWA Koichi

3.2 自然換気時の室内状態

自然換気時の外気と室内の状態を図4に示す。設計条件である外気温21℃以上でも自然換気により室温が26℃以下に制御できている時間帯があった。これは、低負荷の時間帯または躯体の蓄冷効果の影響である。室内の相対湿度は外気の影響を受け15%~70%の間に分布している。

3.3 ハイブリット空調時の自然換気処理負荷の割合

外気温度別に集計した床面積あたりの空調負荷と換気回数の平均値を図5に示す。外気温18℃から21℃では自然換気での処理負荷が大部分であるが、22℃以上では空調による処理負荷の割合が増える。換気回数は1.9回/h~4.3回/hの間で変動しているが外気温21℃では4.1回/hであった。

3.4 外皮性能と室内仕上げが自然換気性能に与える影響

外皮性能の低下と室内の仕上げが自然換気時の室温に与える影響を検討した。検討ケース概要を表4、結果を図6に示す。単板ガラスでは、外部への放熱も大きいが日中の日射熱取得が室温に大きな影響を与えている。また、躯体の熱容量を利用することにより自然換気時の室温変動幅が小さくなった。以上の結果により、自然換気では換気駆動力や換気口面積の確保に加え、負荷の抑制や熱容量の利用も重要であることが確認された。

表4 検討ケース概要

ケース	開口部仕様	天井・床 仕上げ
基準モデル	高日射遮蔽Low-εガラス 空気層6mm (t=8mm)	天井・0Aフロア・カーペットあり
単板ガラス	単板透明ガラス (t=8mm)	天井・0Aフロア・カーペットあり
直天仕上げ	高日射遮蔽Low-εガラス 空気層6mm (t=8mm)	天井・0Aフロア・カーペットなし スラブ露出

3.5 地域別の空調負荷削減効果

完全空調時と自然換気併用時の空調負荷と自然換気による負荷削減割合を図7に示す。地域別の差異を確認するため、評価は20都市の標準年EA気象データ(2000年版)を用いて行った。グラフの冷房負荷は床面積あたりの中間期の積算値である。札幌、青森などの冷涼な気候の都市では、中間期においては自然換気有効時間も少なく冷房負荷も少ない。自然換気による負荷削減量は少ないが削減率は50%以上であった。中国、四国、九州地方では那覇を除き自然換気時間も長く、冷房負荷も多いため負荷削減量も多くなる。関東・中部・近畿の負荷削減率は平均26%であった。

4. まとめ

モデルとなるオフィスビルにおいて自然換気を行なった場合の自然換気時間数、室内環境、空調負荷削減効果について評価した。また、地域や外皮性能、内部仕上げの違いによる自然換気性能の差異を示した。

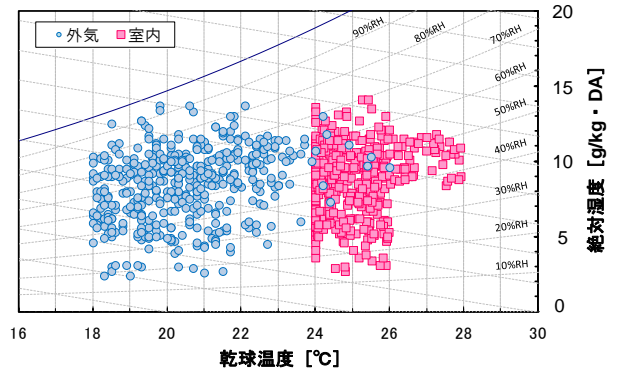


図4 自然換気時の外気と室内の状態

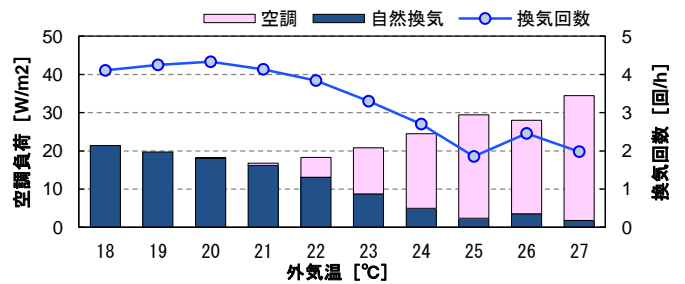


図5 ハイブリット空調時の処理熱量と換気回数

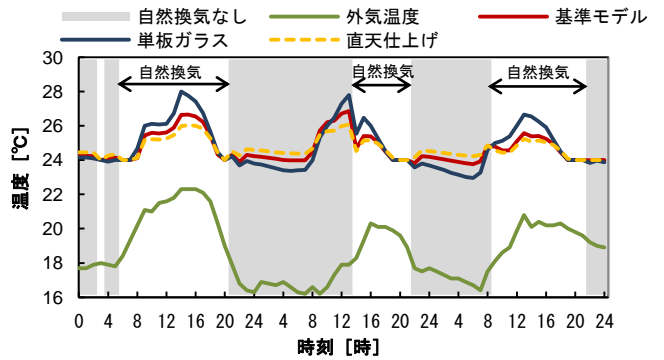


図6 自然換気時の室温変動(6/5~6/7)

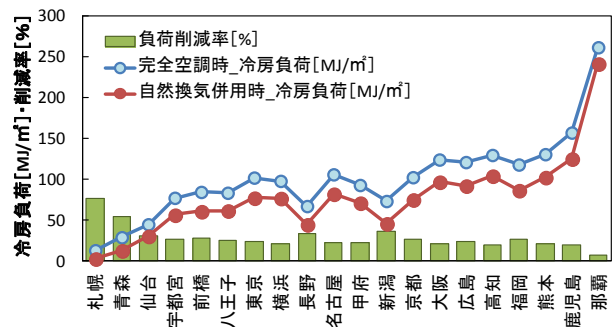


図7 地域による自然換気効果の違い

【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。

*1 日本設計

*2 建築環境・省エネルギー機構 理事長 工博

*3 首都大学東京 名誉教授 工博

*4 宇都宮大学 教授 工博

*1 Nihon Sekkei

*2 Chief Executive, Institute for Building Environment and Energy Conservation, Dr.Eng.

*3 Emeritus Prof.,Tokyo Metropolitan University,Dr.Eng.

*4 Prof.,Graduate School of Eng.,Utsunomiya University,Dr.Eng.