

## 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 75 報 各種外気導入制御を導入したオフィスの負荷低減効果

正会員○芝原 崇慶<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>

BEST 外気冷房 最小外気制御 全熱交換器

### 1.はじめに

オフィス建築の冷暖房負荷削減の観点では、外気冷房・最小外気制御・全熱交換器の採用が効果的である。オフィス建築の空調設備計画(特に基本計画段階)においては、建築計画との整合・空調設備スペース・コストといった要因と省エネルギー性能のバランスを考える必要がある。即ち、各種外気導入制御の採否・容量設定・制御設定値による省エネルギー性能の把握する必要がある。BEST1506 版では自然換気の非連成計算が、BEST1610 版では外気導入制御方式として外気冷房・最小外気制御・全熱交換器の非連成計算が可能となっており、これを活用すれば、その効果を試算することが出来る。本報では、インテリアとペリメータの 2 ゾーンで構成される簡易な建物モデルに対して、各種外気制御の導入効果を試算した結果を示す。

### 2.シミュレーション概要

図 1 に計算対象オフィスの断面図を示す。計算対象室は奥行 15m、階高 4m の事務室とし、ペリメータとインテリアの 2 ゾーンとした。

表 1 に主な計算条件を示す。東京に立地する南方位に窓高さ 2.7m・Low-E ガラスの窓が配置されているオフィスを想定した。空調時間は 8~22 時とし、建物の使われ方(照明・機器・人体発熱スケジュール)は BEST のデフォルト値とした。外気冷房制御については、下限外気温度(4 ケース)、最大外気量(4 ケース)をパラメータと設定した。最小外気制御及び全熱交換器については、あり/なしの 2 ケースを設定した。結果として合計 64 ケースについて計算を行った。

### 3.シミュレーション結果

#### 3.1 月別冷暖房装置負荷(代表ケース)

図 2 に代表 5 ケースの月積算・年積算装置負荷(全熱)の計算結果を示す。なお、外気冷房条件は、下限外気温度=15°C、最大外気量=設計外気量の 2 倍とした。

通常空調(各種外気導入制御なし)の装置負荷(全熱)は、冷房 231MJ/m<sup>2</sup>年・暖房 96MJ/m<sup>2</sup>年である。外気冷房を導入することで、5・6・10 月の装置負荷(全熱・冷房)が低減され、年間では 15MJ/m<sup>2</sup>年の低減となっている。外気冷房に加えて、最小外気制御または全熱交換器を採用

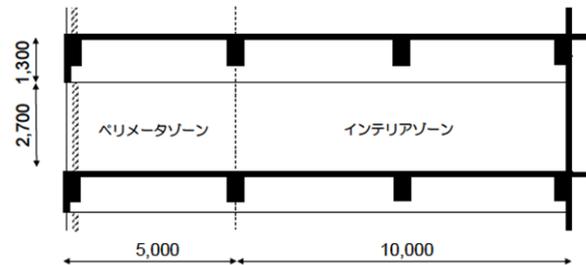


図 1. 計算対象オフィスの断面図

表 1. 主な計算条件

気象	地点:東京、拡張アメダス気象データ(標準年)
建物	計算対象ゾーン:オフィス中間階、南方位、2ゾーン
	空間主要寸法:天井高 2.7m、階高 4m
	室奥行 15m、ペリメータ奥行 5m(南方位)
	外皮寸法:窓高さ 2.7m、外壁高さ(天井内)1.3m
	窓:日射遮蔽型 Low-E 複層ガラス+明色ブラインド(使用率 100%) 外壁・内壁・天井・床:BEST の標準条件 隙間風:ペリメータ・インテリア共に 0.1 回/h 家具顕熱熱容量:15J/lit・K ゾーン間換気:250CMH/m
空調	内部発熱(最大値):照明 10W/m <sup>2</sup> 、在室者 0.15 人/m <sup>2</sup> 、機器 15W/m <sup>2</sup> 内部発熱スケジュール:BEST のデフォルト値
	空調時間:8:00~22:00、外気導入時間:8:45~22:00、週休 2 日 空調設定温湿度と熱処理: 夏期(6~9 月)・・・下限 22°C(加熱)、上限 26°C60%(冷却除湿) 中間期(4・5・10・11 月)・・・下限 22°C(加熱)、上限 26°C(冷却) 冬期:(12~3 月)・・・下限 22°C50%(加熱加湿)、上限 26°C(冷却) 外気導入量:5CMH/m <sup>2</sup>
	外気導入制御
外気導入制御	(外気冷房) 下記に示す 16 ケース 内外エンタルピチェック:あり 下限外気温度:10°C、15°C、18°C、21°C の 4 ケース 外気露点温度:上限 19°C、下限 0°C 下限室温:設定なし 最大外気量:設計外気量の 1.0 倍、1.5 倍、2 倍、3 倍の 4 ケース
	(最小外気制御) あり/なしの 2 ケース 下限外気量比(設計外気量に対する比):0.25
	(全熱交換器) あり/なしの 2 ケース 内外エンタルピ・内外温度チェック:あり 熱回収効率:全熱 60%、下限外気量比:0.5

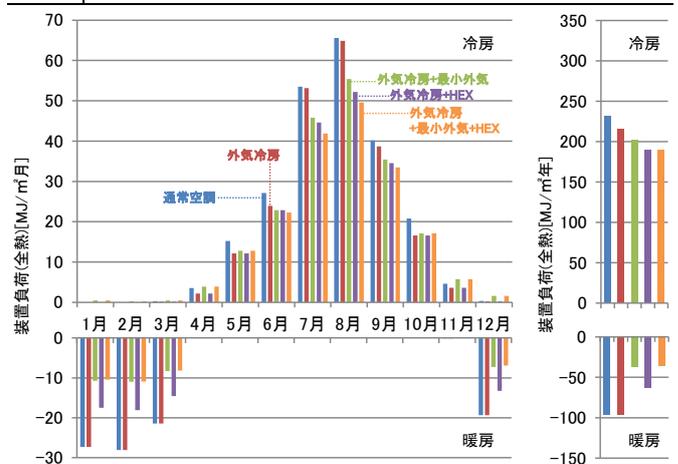


図 2. 代表ケースの月積算・年積算装置負荷  
(外気冷房条件は、下限外気温度=15°C、最大外気量=設計外気量の 2 倍とした。)

したケースを比較すると、冷房については全熱交換器を採用したケースが、暖房については最小外気量制御を採用したケースの方が負荷低減効果が大きくなっている。今回の試算にて設定した在室率は、9:00~17:30 といったコア時間は在室率 60%を超えているが、19:00=27%、21:00=11%(BEST の標準条件)としており、夏期の外気負荷低減には全熱交換器が、冬期の外気負荷低減には最小外気量制御が有利な結果となった。更に、外気冷房・最小外気量制御・全熱交換器を全て採用することで冷房 42MJ/m<sup>2</sup>年(18%相当)、暖房 60MJ/m<sup>2</sup>年(62%相当)が低減される結果となった。

### 3.2 年積算冷暖房負荷(全ケースの比較)

図 3 に全ケースの年積算装置負荷(全熱)低減効果を示す。(a)~(d)は採用する制御項目の違いを示しており、各々のグラフでは、①外気冷房時の最大外気量(設計外気量に対する倍率)、②外気冷房制御のパラメータの一つである下限外気温度の 2 要素と冷暖房装置負荷(全熱)の削減量の関係を示している。なお、いずれも導入しない場合の装置負荷(全熱)は、冷房 231MJ/m<sup>2</sup>年・暖房 96MJ/m<sup>2</sup>年である。

**外気冷房時の最大外気量(設計外気量に対する倍率) : 3 倍**(今回の試算では 15CMH/m<sup>2</sup>であり、通常空調の空調風量が 25~30CMH/m<sup>2</sup>程度であることを考えると最大値に近い)までは、外気量を増やすことが冷房負荷低減に寄与するといえる。

**外気冷房制御パラメータである外気温度下限値 : 10℃と 15℃の結果は概ね一致しているが、18℃・21℃と変化させると冷房装置負荷の低減効果が大きく減少することか**

ら、15℃程度と設定することが適切と考えられる。

**最小外気量制御と全熱交換器 :** 今回の試算(主として在室率スケジュールの設定)では、残業時間(18~22 時)を 4 時間程度とし在室率を低く(10~30%程度)と設定したこともあり、最小外気量制御による暖房負荷低減効果が大きく、有利な結果となった。

### 4.まとめ

- 1) 各種外気導入制御を導入したオフィスの負荷低減効果について、外気冷房の下限外気温度・最大外気量、最小外気量制御の採否、全熱交換器の採否といった項目に着目しパラメータスタディを行った。基本計画段階における参考資料になると思われる。
- 2) 外気冷房の下限外気温度は 15℃程度に設定することが適切で、最大外気量は 15CMH/m<sup>2</sup>までは、大きく設定するほど冷房負荷削減効果は増大する傾向である。
- 3) テナントビル等では、室内の CO<sub>2</sub>濃度を 1,000ppm 以下とするために設計外気量を 6CMH/m<sup>2</sup>程度に設定することも多いが、最小外気量制御を併用することが効果的であり、コア時間の在室率が高いと想定される場合は全熱交換器を併用することで冷暖房装置負荷が大きく低減される。

#### 【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)」・「建築 SWG(郡公子主査)」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。

#### 【参考文献】

郡・石野・村上：自然換気併用外気制御システムをもつ空調室の熱負荷計算法に関する研究、日本建築学会環境系論文集 No. 732, pp. 175-181, 2017. 2

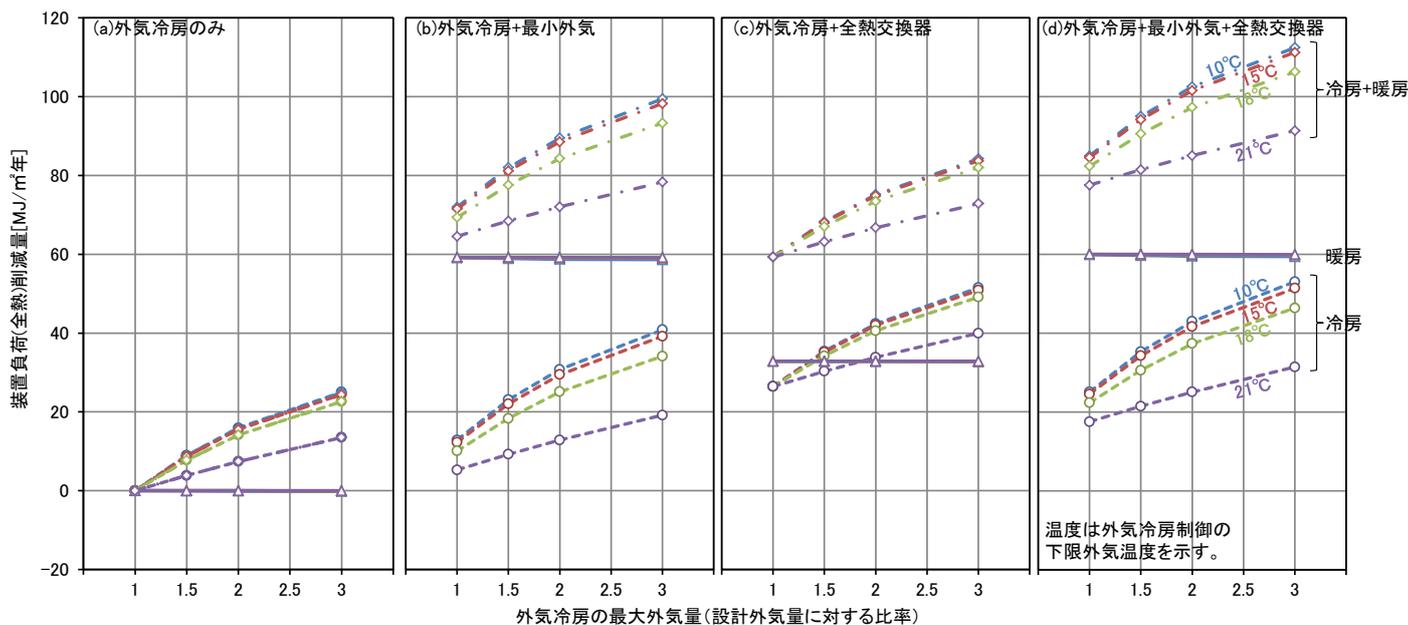


図 3. 全ケースの年積算装置負荷(全熱)低減効果比較

\*1 竹中工務店

\*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 准教授 工博

\*1 Takenaka Corporation

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

\*3 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.

\*4 Associate Prof., Utsunomiya Univ., Dr.Eng.