

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 64 報 自然換気・外気冷房の連成計算

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 外気冷房

1. はじめに

本報では、モデルビルにおける空調機の外気冷房制御や自然換気併用ハイブリッド空調時の空調消費エネルギー削減の特性を BEST 専門版を用いて検討した。

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の 2 ゾーンモデルとした。ペリメータ空調機の対象を外気冷房とし、奥行き 2m をペリメータ範囲として設定した。

2.2 システム概要

空調システム概念図を図 2 に示す。熱源は空冷ヒートポンプチャラーとし、2次ポンプは1台でインバータ制御とした。2次側はインテリア、ペリメータそれぞれに専用の空調機を設定し、インテリアに外気を導入している。最低外気量は建築基準法上の最低風量として $900\text{m}^3/\text{h}$ としているが、外気冷房時は $2,000\text{m}^3/\text{h}$ まで増加させる設定とした。AHU の風量は温度差 10°C とピーク冷房負荷より算出して設定している。インテリア給気風量の下限值は、室内の温度分布の不均一に配慮して $1,900\text{m}^3/\text{h}$ を下限値とした。ペリメータ給気風量の下限值は VAV 制御下限を 30% と仮定し、 $2,000\text{m}^3/\text{h}$ とした。排気ファンはインテリア AHU への外気量とは連動させていないが、外気冷房導入ケースは $2,000\text{m}^3/\text{h}$ (消費電力 0.48kWh)、その他ケースは $900\text{m}^3/\text{h}$ (消費電力 0.23kWh) に設定した。

2.3 検討ケース

検討ケースを表 3 に示す。外気冷房制御、自然換気の導入有無によりケース分けを行った。自然換気は南側の外壁に有効開口 1.2m^2 を設定し、温度差と風力による換気とした。インテリアについては自然換気有効時に 5 回/h 換気分の外気が導入される設定とした。BEST ではゾーン間換気によりペリメータへの外気導入の効果がインテリアにも反映されるが、本検討ではゾーン間換気を少なめに設定していることからインテリアにも外気を導入する設定とした。

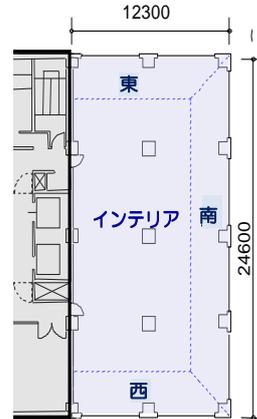


図 1 モデル平面図

表 1 モデル概要

	設定
地域	標準年 EA 気象データ 東京
天井高	3.2m
床面積	インテリア 212.2 m^2 ペリメータ 90.4 m^2
ゾーン間換気	$125\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$
室温設定	中間期 24°C
ヒート冷房負荷	インテリア $66\text{W}/\text{m}^2$ ペリメータ $243\text{W}/\text{m}^2$
負荷/人員密度	照明 $7.5\text{W}/\text{m}^2$ 、内部発熱 $12\text{W}/\text{m}^2$ 、人員 $0.15\text{人}/\text{m}^2$

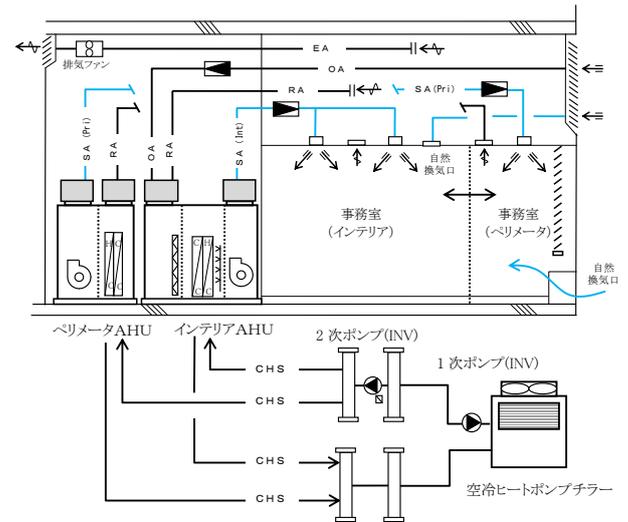


図 2 空調システム概念図

表 2 機器仕様

機器	仕様
熱源	空気熱源ヒートポンプチャラー/スクロール/インバータ 冷却能力 118kW 消費電力 28.1kW 1次ポンプ/ライン型インバータ制御/338L/min
2次ポンプ	流量 $338\text{L}/\text{min}$ 、推定末端圧インバータ制御 冷水温度 7°C 、温水温度 45°C
インテリア AHU	2管式/VAV方式、冷却能力 118kW 、冷房吹出温度 16°C 、外気量 $900\text{m}^3/\text{h}$ (外冷時 $2,000\text{m}^3/\text{h}$)、SA 風量 $4,200\text{m}^3/\text{h}$ (最小 $1,900\text{m}^3/\text{h}$)
ペリメータ AHU	2管式/VAV方式、冷却能力 118kW 、冷房吹出温度 16°C 、SA 風量 $6,400\text{m}^3/\text{h}$ (最小 $2,000\text{m}^3/\text{h}$)
排気ファン	$900\text{m}^3/\text{h}$ (外冷時 $1,900\text{m}^3/\text{h}$)、静圧 250Pa

表3 検討ケース

ケース名	外気冷房	自然換気
	900～2,000m ³ /h	ペリメータ有効開口1.2㎡ インテリア5回/h一定風量 自然換気時の空調を許可
外冷+NV	あり	あり
外冷	あり	なし
空調	なし	なし
NV	なし	あり

3. 検討結果

3.1 導入外気量と室温

自然換気有効時間が長い日のうち、代表日として6月7日と11月2日のデータについて解析を行った。空調機と自然換気による外気導入量の合計を図3,4に示す。外気冷房時は1日を通してVAV下限値1,900m³/hの外気が継続的に導入されていた。自然換気併用時は最大10,000m³/hの外気導入があったが、室温下限値制御により外気量の変動が確認された。外気温と室温の変動を図5,6に示す。空調時は24℃付近で推移していたが、自然換気併用時は22℃付近で推移していた。

3.2 コイル処理負荷の比較

代表日における空調機のコイル処理負荷を図7に示す。空調を基準として、外気冷房では0.6%、自然換気では6.7%のコイル処理負荷の削減効果が確認された。この差は外気冷房と自然換気の外気導入量の違いによるものと予想される。

3.3 消費電力量の比較

代表日における消費電力量を図8に示す。外気冷房時では外気冷房なしと比較して、コイル処理負荷が低減しているが消費電力量は増加していた。これは熱源の消費電力削減量より排気ファンの消費電力増加が上回ったことが原因である。室内負荷や熱源特性によっても結果が変わるが、外気冷房時に消費エネルギーが増加するケースがあることが確認された。自然換気では外気導入量が多いため消費エネルギーが2.7%削減されていた。しかし、代表日では空調機が最低風量で運転しており、外気冷房や自然換気による搬送動力の削減効果が見られなかった。

4. まとめ

自然換気時の空調連成計算によって空調機による外気冷房と自然換気による空調消費エネルギー量の試算を行い、代表日における外気冷房と自然換気時の空調システムの消費エネルギー特性を確認した。今後は、期間評価及び自然換気・外気冷房に適した空調システムについて検討を行う予定である。

【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。

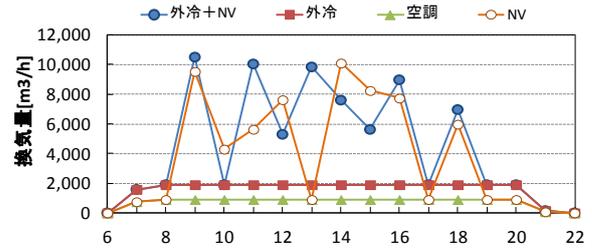


図3 外気導入量 (6/7)

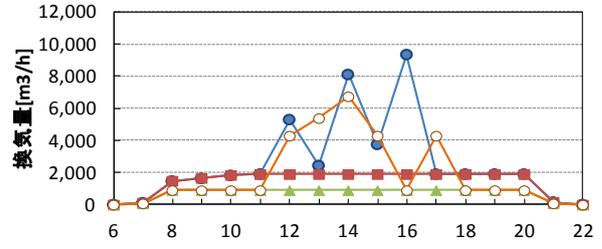


図4 外気導入量 (11/2)

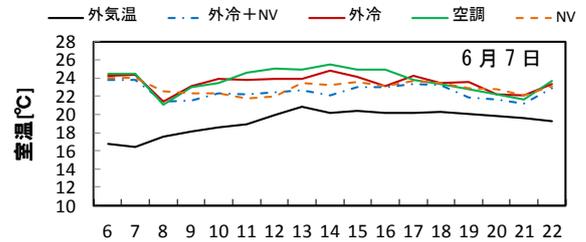


図5 外気温とインテリア室温 (6/7)

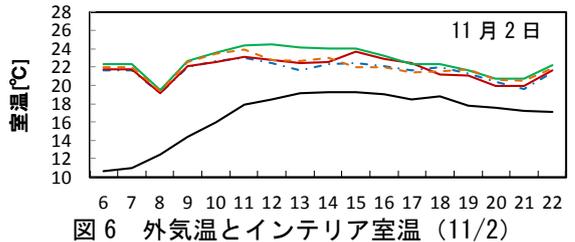


図6 外気温とインテリア室温 (11/2)

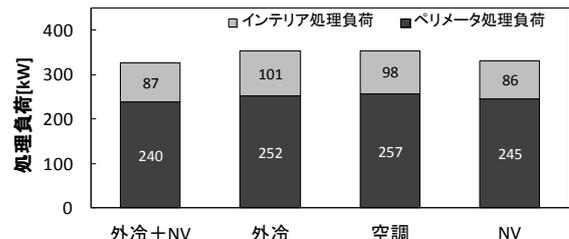


図7 コイル処理負荷 (6/7, 11/2 積算値)

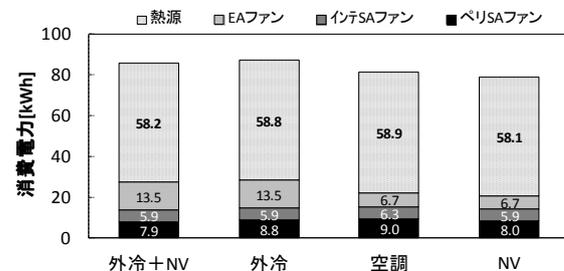


図8 消費電力量 (6/7, 11/2 積算値)

*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.