

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53報 自然換気併用ハイブリッド空調のシミュレーション法

正会員 ○郡 公子*1 同 石野 久彌*2
同 長井 達夫*3 同 村上 周三*4

BEST 自然換気併用ハイブリッド空調 熱負荷

1. 序 BEST に自然換気計算機能を追加した。風量収支を解かず、中世帯位置を仮定する簡単な計算法であるが、種々の自然換気許可条件を選択・考慮できるように配慮し、冷房しながら自然換気するハイブリッド空調を含めた種々の自然換気制御法の検討に利用できるものとした。現在は、建築単独計算（熱負荷計算）を対象としていて、設備との連成計算時には使用できない。本報では、計算法の概要と計算法の特徴を数値解析から確認した結果を示す。

2. 自然換気計算法

計算において考慮する自然換気許可条件を表1にまとめた。自然換気を許可する下限外気温度や下限室温は、空調時間帯と非空調時間帯で異なる値を使い分けられるように、時刻変動設定も可能である。

自然換気風量の計算法は、有効開口面積法と換気回数法のいずれかを選択できる。有効開口面積法では、換気口の方角と有効開口面積を与える。風量収支を解く場合、建物内の全ての空間の熱・換気条件を設定する必要があり膨大な入力作業になる。それにもかかわらず、一般には曖昧な計算条件が多く正確な予測結果を得るには限界がある。外皮・内皮の通気抵抗が不明瞭なことが多く、人の出入りや使い方による開口部の面積変化の想定も難しい。周囲建物の影響を考慮した外部風の想定も困難である。このような点を考慮し、実用的な熱負荷・エネルギー計算を目指す方針に沿い、次のような簡易化の仮定を導入した。①無風時の中性帯高さを仮定する(建物高さの2/3の高さ)。②各ゾーンの中央高さ(天井高の1/2)を差圧計算の代表点とする。③差圧計算に用いる建物内空気温度は計算対象ゾーンの室温で代表させ、前時間ス

テップの値を使用する。④風圧による室内圧変化量は換気口ごとに想定し、風上側・風下側の風圧の平均とする。このような仮定を導入することで、計算対象ゾーンの情報のみを使用して自然換気量の計算を行うことが可能とある。隣接ゾーンへの自然換気の影響は、与えられたゾーン間換気量で決まるものとする。

自然換気許可条件は表1に示すものを考慮できる。また、建築単独計算の場合は1時間間隔程度の計算を想定するため、換気口開閉調整に相当するものとして開口率を調整する計算を導入した。すなわち、開口率100%とすると室温下限値を下回る場合、室温をほぼ下限値に保つよう開口率を調整するものとする。図1は、換気状態の決定手順を示したものである。必要に応じて多数ゾーンの熱平衡計算を何回か繰り返して、換気口の開口率を決定する。

3. ケーススタディによる計算法の特徴確認

計算法の特徴や仮定条件の影響を確認するケーススタディを行った。表1に基準計算条件を示す。8階建てオフィスビルの基準階南室で、夏期、中間期に条件が揃えばいつでも自然換気を行う。空調時は冷房中の自然換気も許可する。下限外気温、下限室温の設定値は空調時と非空調時で値を使い分けた。図2より、自然換気により中間期・夏期の冷房装置負荷は約1割程度低減され、外部

表1 自然換気制御法 (建築単独計算)

●自然換気許可条件

(必須条件)

1)自然換気許可時間帯 2)加熱処理していない 3)室温>外気温 (選択条件)

4)外気温が下限値以上 5)外気相対湿度が上限値以下

6)外気露点温度が上限値以上 7)屋外風速が上限値以下

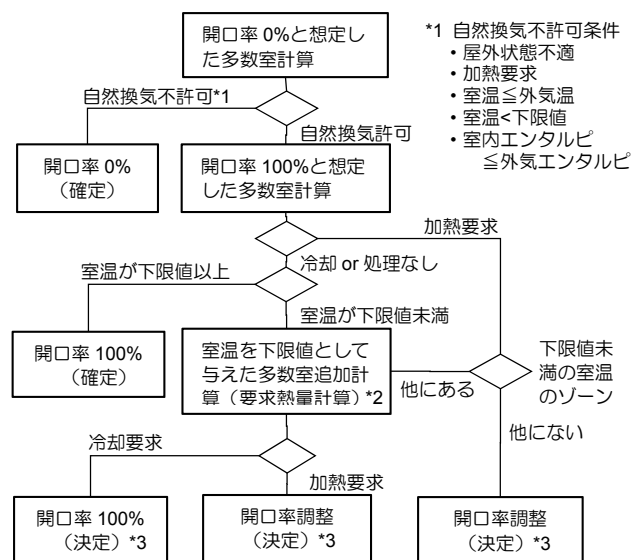
8)室温が下限値以上 9)室内エンタルピ>外気エンタルピ

10)冷却処理中も許可

*許可判定は、まず1)、4)~7)の順に、次におおよそ、3)、9)、10)、2)の順に行う。

●換気口の開口率調整

開口率100%とすると室温が下限値を下回る場合は、開口率調節により室温を下限値に保つものとする(開口率は、実際の運転での換気口の開放時間率に相当すると考える)。



*1 自然換気不許可条件
・屋外状態不適
・加熱要求
・室温 \leq 外気温
・室温<下限値
・室内エンタルピ \leq 外気エンタルピ

*2 加熱冷却可能かどうかとは無関係に要求熱量を求める。

*3 隣接ゾーンの状態が確定していない場合は、決定した開口率に誤差が残る。

図1 各ゾーンの換気状態(開口率)の決定手順(建築単独計算)

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

Part 53 Simulation Methodology for Hybrid Air-Conditioning System with Natural Ventilation

KOHRI Kimiko, et al

表1 基準計算条件

気象	EA標準年気象データ (東京)
自然換気	(自然換気許可条件) 下限外気温: 空調時18℃、非空調時15℃、上限外気温露点温度: 19℃、 上限屋外風速: 10m/sec、 下限室温: 空調時24℃、非空調時22℃、 内外エンタルピ差チェック: あり、空調機冷却処理中の自然換気: 許可 (自然換気スケジュール) 換気期間: 4-11月、換気時間: 24時間 (換気口) 単位外皮長さあたり有効開口面積0.005㎡/m
建物ゾーン	(建物) 8階建てオフィス・軒高32m (室・ゾーン) 室: 標準オフィス* 基準階南室、ゾーン: S、W、E、インテリアの4ゾーン、ペリメータ奥行き: 4m、床面積: それぞれ98、49、49、107㎡ (外皮・内部条件) 窓: Low-E複層ガラス・内側白色ブラインド、窓: 窓面積率68%、ゾーン間換気: 250CMH/m、内部発熱 (最大): 照明10W/㎡、機器15W/㎡、 在室者0.15人/㎡
空調	空調時間8:00-22:00(室使用9:00-22:00)、設定室温: 夏期冷房(6-9月)28℃50%、中間期(4・5・10・11月)冷房26℃・暖房(インテリア)22℃、外気導入: 3.75CMH/㎡ 空調機熱処理: 夏期は冷却除湿、中間期はペリメータ冷却のみ・インテリア冷却加熱
その他	・全体の計算法: 建築単独計算(インプリント法) ・計算時間間隔: 空調時間帯は主に30分、非空調時間帯は主に60分、空調開始、停止直後は5分間隔

*オフィス用標準問題(滝澤博)の平面図を利用

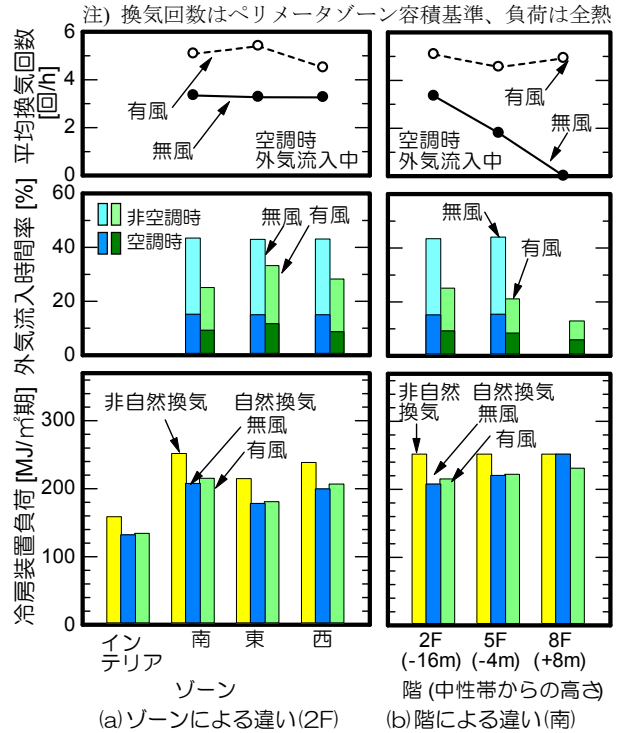


図2 風力・中性帯からの位置の影響(4~11月)

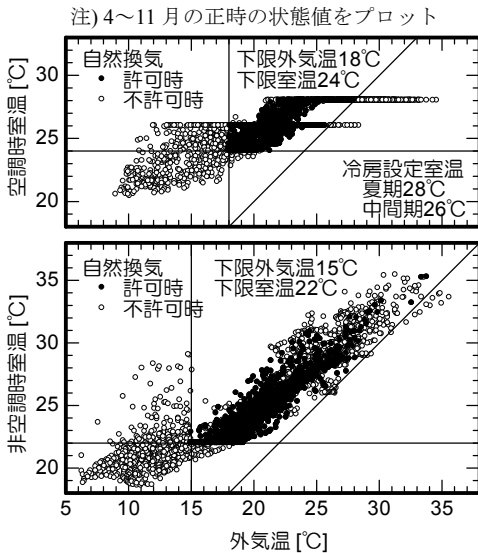


図3 外気温と室温の相関(無風・2F南ゾーン)

風の有無による違いはそれほどない。中性帯より下の階では、有風時の方が、外気流入時の換気回数は多いが、外気流入時間は少ない。中性帯より上の階では外部風有無の差が大きく風力換気の効果が現れている。図3より、気温が冷房設定室温より3K以上低いと、ハイブリッド空調時の室温が設定室温より低くなることもある。非空調時の自然換気により外気温25℃以上でも室温は外気温より約3Kの上昇にとどまることが多い。図4より、中間期40~50%、夏期30~40%の時間は自然換気可能であり、不許可の主な理由は、中間期は低温外気、夏期は高露点温度外気である。図5より、ペリメータゾーンだけではなくインテリアゾーンも自然換気により3K

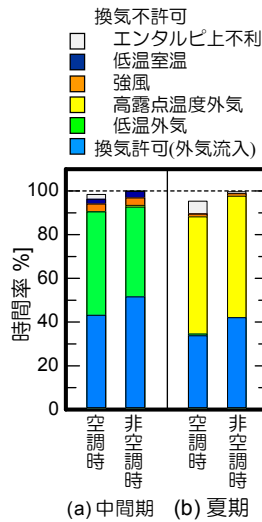


図4 換気判定状況(無風・2F南ゾーン)

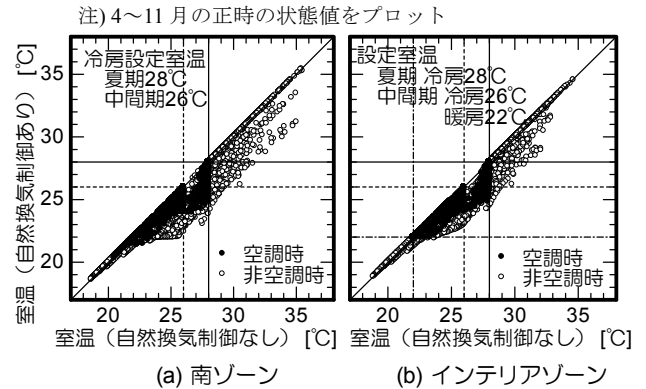


図5 自然換気制御有無の室温相関(無風・2F)

程度までの室温低下があった。

4. 結 今後は、数値解析などにより、自然換気計算機能の妥当性、有用性をさらに確認する。

【謝辞】本報の一部は、科研費補助金基盤研究 15K06320 による。また、(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)、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。

【文献】1) 郡他: 建築総合エネルギーシミュレーションツール BEST のための建築シミュレーション法に関する研究、空気調和・衛生工学会論文集、No.162、pp.9-15、2010.9、2) 郡他: 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130)、(その132)、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp.1-4、9-12、2014.9

*1 宇都宮大学 教授 工博
*2 首都大学東京 名誉教授 工博
*3 東京理科大学 教授 博士(工学)
*4 建築環境・省エネルギー機構 理事長 工博

*1 Prof., Utsunomiya Univ., Dr.Eng.
*2 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.
*3 Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr.Eng.
*4 Chief Executive, Institute for Building Environment and Energy Conservation, Dr.Eng.