

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74報 連成計算による自然換気併用空調の省エネルギー性能に関する検討

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*5

The BEST program 自然換気 外気冷房

1. はじめに

本報では、BEST 専門版の自然換気計算機能を利用した建築と設備の連成計算によって、冷温水式の空調システムと自然換気を併用した場合の省エネルギー効果を明らかにすることを目的とする。

2. 検討方法

2.1 検討モデル

空調システム概念図を図1に、表1に空調システムの機器仕様を示す。熱源は空冷ヒートポンプチャラーとし、室内側はインテリア、ペリメータ系統別に空調機を設定した。最低外気量は建築基準法上の最低風量として630m³/hとし、空調機の給気風量は温度差10℃としてピーク冷房負荷より算出した。ペリメータ給気風量の下限値はVAV制御下限を15%と仮定し、1,000m³/hとした。ペリメータに自然換気口を設け、床面積あたりの給気口有効開口面積 α は40cm²/m²と設定している。その他の条件については既報¹⁾の検討モデル条件を用いた。

3. 検討結果

3.1 自然換気時間数と平均換気回数

月別の自然換気時間数と平均換気回数を図2に示す。自然換気は主に4~6月、10月に行われており昼間の月別時間数は153~229時間/月、平均換気回数は2.7~4.0回/hであった。

3.2 自然換気による冷房負荷削減効果

表2に検討ケース概要を示す。給気口有効開口面積及び自然換気許可条件の外気下限温度をパラメータとしてケーススタディを行った。評価期間は暖房負荷が発生しなかった4月~11月としている。図3に各ケースの自然換気による冷房負荷削減効果を示す。基準ケース「自然換気」では空調時に対して23.4%の冷房負荷削減効果となった。開口部の面積を2倍にしたケースの冷房負荷削減率は25.7%であり、基準ケースと大きな差は見られなかったが開口部の面積を半分にした場合は削減率の低下が大きかった。また、外気下限温度を15℃から13℃に下げた場合の削減率の差は2.1%の増加であり、18℃に上げた場合は4.6%の低減となった。

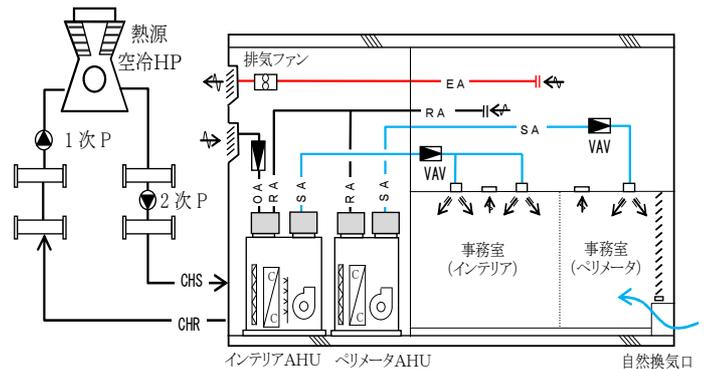


図1 空調システム概念図

表1 機器仕様

機器	仕様
熱源	空気熱源ヒートポンプ/スクロール/インバータ 冷却能力 55kW 加熱能力 55kW (冷水 7℃、温水 40℃)、消費電力 13.5kW 1次ポンプ/60L/min
2次ポンプ	流量 80L/min、渦巻きポンプ、揚程 200kPa 推定末端圧インバータ制御、高効率インバータ制御 (10~50Hz)、冷水温度 7℃、温水温度 45℃、往還温度差 10℃、配管圧力損失 0.4kPa/m
インテリア空調機	2管式/VAV方式、冷却能力 17kW、冷温水流量 23L/min、外気量 680m ³ /h、給気風量 4,200m ³ /h (最小 630m ³ /h)、機外静圧 400Pa、還気風量 3,600m ³ /h、機外静圧 300Pa、プラグファン (標準)
ペリメータ空調機	4管式/VAV方式、冷却能力 59kW、冷温水流量 32L/min、外気なし、給気風量 6,400m ³ /h (最小 1,000m ³ /h)、機外静圧 400Pa、還気風量 6,000m ³ /h、機外静圧 300Pa、プラグファン (標準)
VAV	インテリア・ペリメータ系統毎に1台
排気ファン	風量 630m ³ /h、機外静圧 250Pa、シロッコ片吸込み、

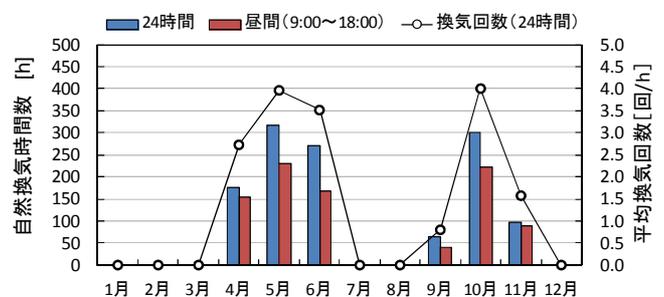


図2 自然換気時間数と平均換気回数

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

Part 74 Simulation Analysis of Energy Saving Effect of Hybrid Ventilation by Linkage Simulation Function of the BEST

YAMAMOTO Yoshihide, MURAKAMI Shuzo, ISHINO Hisaya, KOHRI Kimiko, SHINAGAWA Kohichi

外気下限温度の変更は自然換気時間数と負荷削減効果の両方に関係するため影響が大きいと考えられる。以上の結果より、基準ケース「自然換気」の設定条件の妥当性を確認し、自然換気による冷房負荷削減効果を示した。

3.2 空調 1 次エネルギー消費量削減効果

図 4 に 4~11 月の冷房を対象とした自然換気併用時の空調 1 次エネルギー消費量を示す。空調設備のみで冷房を行った場合を基準とし、自然換気を併用した場合は 10.7~14.2%の省エネルギー効果であった。図 3 の冷房負荷削減効果と比較すると、同じケースであっても空調 1 次エネルギー消費量削減効果の削減率は 10%程度少ない結果となった。このような自然換気による空調 1 次エネルギー削減効果は低負荷での空調設備システムの部分負荷性能が関係している可能性がある。

3.3 機器別の空調 1 次エネルギー消費量

ケース「自然換気」における機器別の空調 1 次エネルギー消費量削減効果を図 5 に、月別の削減効果を図 6 に示す。自然換気併用空調は熱源と空気搬送に対する削減効果が大きいことを確認した。月別の効果については、冷房負荷の傾向と同様に外気温との関連が見られ、外気温の低い 4 月, 5 月, 10 月の削減効果が確認された。

4. 空調システム特性が自然換気の省エネ性に与える影響

基準ケースに対して、空調システムの部分負荷特性を変化させた場合の影響を確認した。図 7 に VAV 風量下限値を 15%から 30%に変更させた場合、図 8 に熱源容量をピーク負荷の 2 倍かつ 25%以下の低負荷時の入力値を一定にした場合の結果を示す。VAV 風量下限値の変更や熱源の部分負荷効率低下により基準ケースでの消費エネルギー削減率 13%と比較して自然換気による省エネルギー効果が低減する結果となった。これは、自然換気による冷房負荷削減により低負荷域が多くなるため、空調システムの部分負荷効率によって省エネルギー効果が変わることを示している。以上の検討より、自然換気併用空調によって高い省エネルギー効果を確保するためには、補助冷房装置の設置や空調機を同一系統に複数台設置して台数制御するなど、部分負荷効率の高い空調システムの構築や外皮性能の向上によってピーク負荷を抑えることが必要であると考えられる。

【引用文献】1) 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，建築学会大会学術講演梗概集，D-2，環境工学 II，pp.967-968，2016-09-04，山本 佳嗣，村上 周三，石野 久彌，郡 公子，品川 浩一

【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。

表 2 検討ケース概要

ケース名	概要
空調	空調設備のみで冷房を行った場合
自然換気 (基準ケース)	自然換気併用、給気口有効開口面積：40cm ² /m ² 、外気下限温度 15°C
開口 2 倍	自然換気併用、給気口有効開口面積：80cm ² /m ² 、外気下限温度 15°C
開口半分	自然換気併用、給気口有効開口面積：20cm ² /m ² 、外気下限温度 15°C
下限 18°C	自然換気併用、給気口有効開口面積：40cm ² /m ² 、外気下限温度 18°C
下限 13°C	自然換気併用、給気口有効開口面積：40cm ² /m ² 、外気下限温度 13°C

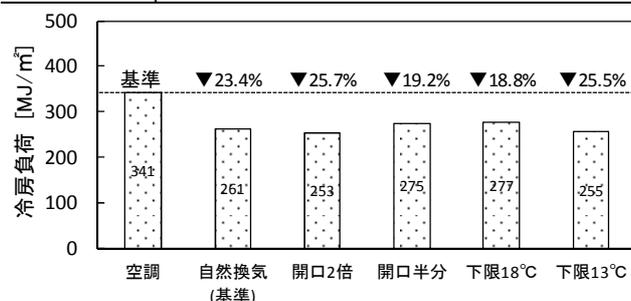


図 3 冷房負荷削減効果 (4 月～11 月)

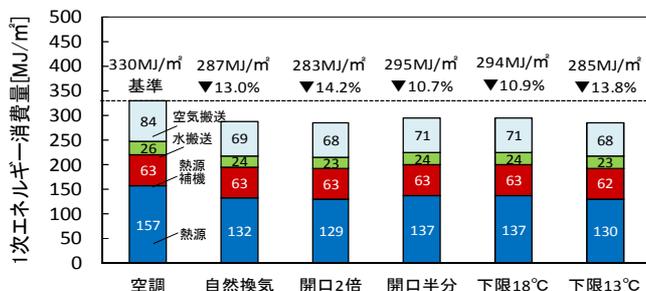


図 4 空調 1 次エネルギー消費量削減効果 (4 月～11 月)

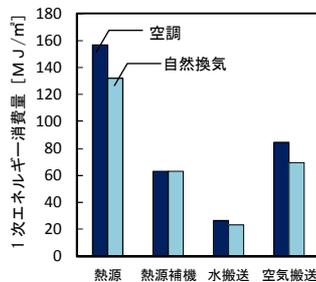


図 5 設備別の削減効果

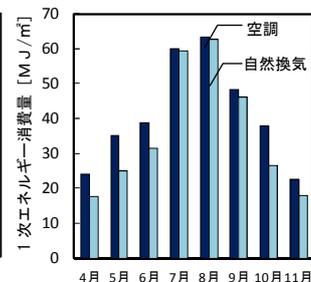


図 6 月別の削減効果

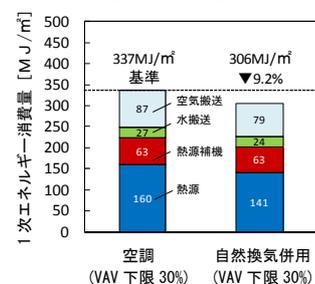


図 7 VAV 制御性の影響

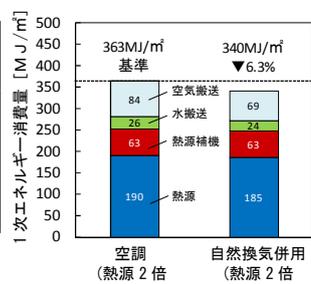


図 8 熱源効率の影響

*1 日本設計 工博

*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

*5 日本設計

*1 Nihon Sekkei, Dr.Eng.

*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.

*5 Nihon Sekkei