

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 85）

個別分散空調システムにおけるパラメータスタディ

Development of an Integrated Energy Simulation Tool

for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 85)

Case-studies of the multi-split type air-conditioning system

正会員 ○ 菰田英晴（鹿島建設） 特別会員 村上周三（建築研究所） 技術フェロー 石野久彌（首都大学東京）
正会員 二宮博史（日建設計） 技術フェロー 長井達夫（東京理科大学） 正会員 品川浩一（日本設計）

Hideharu KOMODA *¹ Shuzo MURAKAMI*² Hisaya ISHINO *³ Fumio NOHARA*⁴
Hiroshi NINOMIYA*⁴ Tatsuo NAGAI*⁵ Koichi SHINAGAWA*⁶

*¹ Kajima Corporation *² Building Research Institute *³ Tokyo Metropolitan University
*⁴ Nikken Sekkei Research Institute *⁵ Tokyo University of Science *⁶ Nihon Sekkei

In this paper, we compared the multi-split type air-conditioning systems in terms of annual energy consumption by using BEST which is a simulation program available for the effect examination by weighing the fresh air processing method. And we calculated details of the fresh air processing unit system. In detailed calculation for the fresh air processing system, energy consumption and environment are considerably different due to the supply-air temperature at the operating only fresh air processing unit system.

1. はじめに

地球規模での CO₂ 削減に対する意識の高まりから、建築分野においても効果的な省エネルギーに関する検討が数多く行われている。特に、実建物のライフサイクルにおける CO₂ 消費量の大半は運用段階にあることから、このステップにおける削減効果量を設計段階から十分に検討することが重要である。

また、近年では空調システムタイプとして、個別分散システムの採用が多くなってきているが、日本の気候は、蒸暑環境にある地域が非常に多いため、省エネルギー対策として外気処理方法の選択が非常に重要となっている。

そこで、本報では、その効果検討に利用可能なシミュレーションプログラムである BESTTMを用いて、個別分散システムにおける外気処理方法の比較検討を行うことで、その有用性について検証する。

ここでは、それらのシステムや機器について年間計算を行い、外気処理方法の違いによる省エネ性について比較検討を行った。

比較するシステムは、外調機によって処理する、潜熱回収型により処理する、全熱交換器を用いて処理する方法の3つのシステムとした。

各システムの概要を示す。外調機+PACシステムは、外気のみを処理する空調機と室内負荷を処理する空調機とに分割し、かつ屋外機も分割する構成とした。外調機は、吹出温度を目標に制御し、その設定温度は21℃とし、

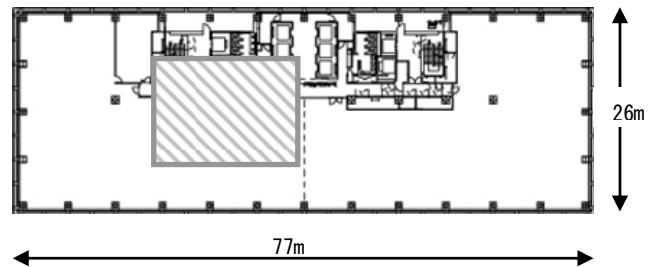


図-1 対象平面図

2. 個別分散システムの外気処理方法の検討

2.1 検討モデル概要

対象とした建物は、東京都に立地し、2007年に竣工した事務所・共同住宅からなる複合用途ビルである。(Aビル¹⁾) 建物概要を表-1に、対象とした事務所の平面図を図-1に、その計算ゾーンを図-2に示す。(網掛部対象)

近年では、室内で処理すべき負荷を潜熱と顕熱に分離し、その各々の負荷を処理するシステムの設計手法が提案されたり、潜熱を主体に処理する機器が新たに発売されるなどしている。

表-1 建物概要

主用途	事務所、共同住宅
所在地	東京都港区
敷地面積	14,587.32㎡
延床面積	33,350.75㎡ (事務所/共用/駐車場: 22,694.88㎡)
階数	地下2階/地上15階/塔屋1階
最高高さ	65.665m
構造	SRC・S造、一部RC造
工期	2005年7月～2007年7月

● : 代表点 ←→ : 気流移動を考慮

図-2 計算対象ゾーン

外調機の処理を優先として残りの負荷を室内機側で処理することとした。潜熱回収型システムは、冬期室内で発生した潜熱を吸着し、吸着した潜熱を導入外気系統に放出することによって室に対して加湿を行い、夏期は、外気の潜熱を吸着することで、室内の湿度上昇を防ぐシステムとした。また、吹出湿度が一定になるように制御を行った。全熱交換器については、交換効率=0.5として計算を行った。屋外機は冷暖切替方式とし、運転は冬期11/15～4/15で暖房、夏期はそれ以外の期間で冷房とし、潜熱回収型ケースのみ高頭熱型屋外機を使用した。

以上が、システム性能についての比較要因であるが、負荷に対する性能についても考慮した。部分負荷、特に低負荷におけるシステム性能の全体へ及ぼす影響が大きいことが分かってきているが、ピーク時における性能を確保するため装置容量を小さくすることは難しい。近年では、PC やタスク照明の性能向上により、数年前よりも発熱密度が低い場合も多くなってきている上、その逆に、コールセンターのような高密度な環境をもつテナントが入居する場合もある。そこで、検討条件に発熱密度を変化させ装置に対する負荷率を可変にするケースを加えた。表-3にそのケースを示す。一般的オフィスはタイプ②を想定し、装置選定時に用いられる発熱密度をタイプ④として設定した。内部発熱密度のスケジュールは、実運用で生じているものと同等した。表-4に検討ケース一覧を示す。

計算プログラムは、BESTP (1106バージョン)を使用し、計算ステップは5分、気象データは2006年東京の実在データによって年間計算(1/1～12/31)を行った。室温湿度は、冷房時26°C50%、暖房時22°C40%、日運転スケジュールは7-21時、外気量は1500m³、屋外機容量は、それぞれ、33.5、33.5、45kWとした。

2.2 検討結果

図-3に室内機処理熱量(冷房+暖房)とCOPの関係、図-4に系統別電力消費量比較を示す。どのシステムにおいても、処理熱量が多くなればそのシステム性能が向上している。特に、熱回収機構を持たない外調機+PACのシステムについては、その傾向が大きく、高負荷を処理する場合には最もシステム性能が良くなっているが、年間電力消費量については、熱回収機能を持つ順に少なくなっている。潜熱回収型システムでは、屋内機系統に潜熱回収機のエネルギー消費量を含ませているが、その割合は非常に大きい。

3. 部分負荷時における性能及び環境性の検討

3.1 検討モデル概要

2011年3月に生じた東北地方を中心とした震災の影響により、節電に対する意識の高まりが非常に大き

くなっている。現状システムにおいて、節電を実施する場合には設定温度の変更や、室内機運転台数の変更、外気量の削減などが中心に実施されることが予想されるが、これまでの実績データやシステムシミュレーションなどの事前検討では、装置容量の過大さも一因となって上記対策の効果は期待以上のものとはなっていない。

空調システムの効率を上げるためには、部分負荷性能、特に低負荷における効率を上げることが重要であることから、室内に設置された装置合計容量のうち、外調機系統を運転することで低負荷部分に対応することが可能な、

表-3 発熱密度

	機器	照明	人員
	W/m ²	W/m ²	人/m ²
発熱密度タイプ①	5	10	0.05
発熱密度タイプ②	10	15	0.10
発熱密度タイプ③	20	20	0.15
発熱密度タイプ④	30	25	0.20

表-4 検討ケース

Case名称	システム	屋外機	発熱密度
Case A_1	外調機+PAC	冷暖切替	①
Case A_2	外調機+PAC	冷暖切替	②
Case A_3	外調機+PAC	冷暖切替	③
Case A_4	外調機+PAC	冷暖切替	④
Case B_1	潜熱回収型+PAC	冷暖切替	①
Case B_2	潜熱回収型+PAC	冷暖切替	②
Case B_3	潜熱回収型+PAC	冷暖切替	③
Case B_4	潜熱回収型+PAC	冷暖切替	④
Case C_1	全熱交換器+PAC	冷暖切替	①
Case C_2	全熱交換器+PAC	冷暖切替	②
Case C_3	全熱交換器+PAC	冷暖切替	③
Case C_4	全熱交換器+PAC	冷暖切替	④

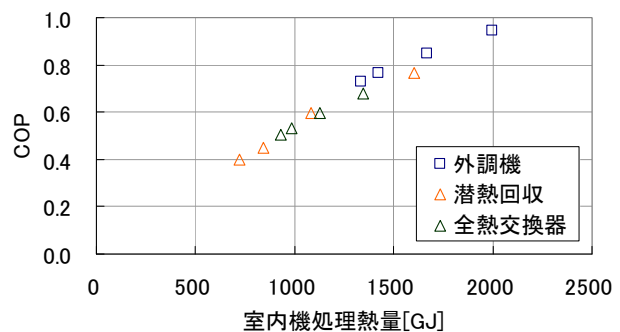


図-3 室内機処理熱量(冷房+暖房)とCOPの関係

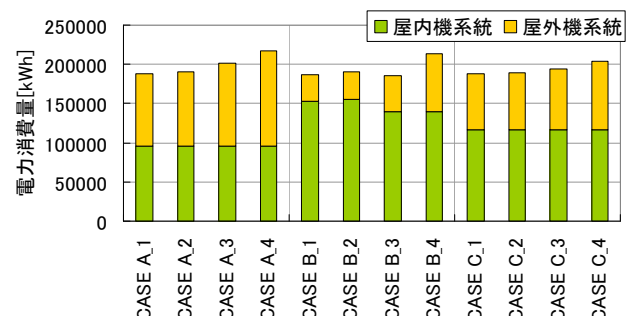


図-4 系統別電力消費量比較

前節で取り上げた外調機+PAC の変用性を用いて検討を行った。検討ケースは、前節での CaseA_2 をベースとし、外調機のみを運転し室内機は停止した計算を夏期について行った。表-5 にケーススタディー一覧を示す。

導入外気量はどのケースも同一とし、空調機風量は既存メーカーから出されている風量と同等と設定した。ただし、3000m³のタイプについては、1500m³の機器が2台設置されるとした。図-5 にシステム図を示す。空調機風量と外気量との差をレタン空気として Case2_5 以降については、外気処理機能だけでなく他の負荷の処理機能を持たせている。吹出し温度は、17℃～23℃まで2℃ステップで変化させた。計算期間は6/1～9/30 とした。

3.2 検討結果

1) エネルギー消費量

エネルギー消費量の結果を示す。図-6 に電力消費量の比較、図-7 に室内機処理熱量（冷房+暖房）と COP の関係を示す。電力消費量は、風量が最も少ないケースが最も小さいが、それ以外のケースでも前節で示した外調機と全熱交換器のケースよりも小さい。また、効率についても、前節の各ケースよりも良くなっている。特に、吹出し温度が低く、風量の中タイプのものももっとも効率が良くなっているが、これは、中程度の風量である方が処理する負荷のバランスが良いことによる。

2) 室内環境

室内へ吹出す方法を固定して制限しているため、室内環境へ与える影響は大きくなっている。以下の評価は、窓側のゾーンを対象として行った。図-8 に各ケースにおける室内設定温度±1℃以外の時間数、図-9 に PMV±1 以外の時間数を示す。この期間の空調時間数は 1189h であるが、室内温度では風量 3000 のケースを除いてどのケースもその半分以上の時間数で室内温度を守れていない。また、風量 3000 においては、吹出温度 17℃の場合には、27℃以上となる時間数は少ないものの、25℃以下（冷やし過ぎ）の時間数が多くなっている。一方で、PMV をみるとその全てが 1.0 以上であった。

8月3-4日、6月21-22日において、図-10 に外気温度と室内温度、PMV の時系列 (CaseA_2_1) 風量 1500-吹出 17℃、図-11 に (CaseA_2_5) 風量 2100-吹出 17℃、図-12 に (CaseA_2_9) 風量 3000-吹出 17℃の場合を示す。風量 1500 では夏期の特に出立ち上がり時において 32℃近くまで室温が上昇していたが、風量 2100 では、6月は 26℃前後、夏期のもっとも暑いときには 29℃程度となっていた。風量 3000 では、6月は 24℃程度であったが、夏期は立ち上がりでも 27℃以下となっていた。以上より月毎の設定温度可変により環境への対応が可能であることが示された。また、さらに風量を変化させれば、より環境への追従性が高まると予想される。

表-4 検討ケース

Case名称	空調機風量	外気量	吹出温度
	m ³ /h	m ³ /h	℃
Case A_2_1	1500	1500	17
Case A_2_2	1500	1500	19
Case A_2_3	1500	1500	21
Case A_2_4	1500	1500	23
Case A_2_5	2100	1500	17
Case A_2_6	2100	1500	19
Case A_2_7	2100	1500	21
Case A_2_8	2100	1500	23
Case A_2_9	3000	1500	17
Case A_2_10	3000	1500	19
Case A_2_11	3000	1500	21
Case A_2_12	3000	1500	23

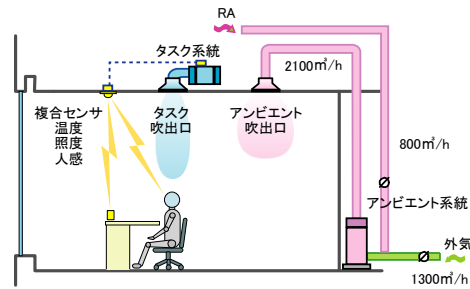


図-5 検討システム概要

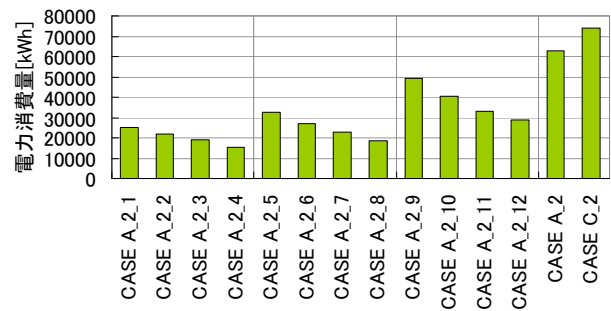


図-6 電力消費量比較

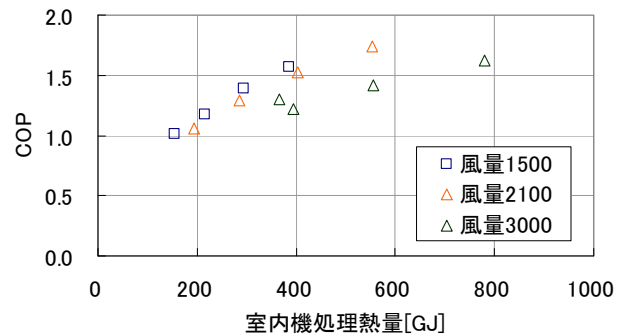


図-7 室内機処理熱量（冷房+暖房）と COP の関係

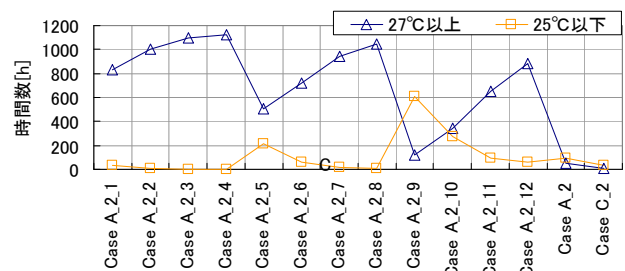


図-8 各ケースにおける室内設定温度±1℃以外の時間数

4. まとめ

個別分散システムについて、外気処理方法の違いおよび内部発熱密度を変化させた場合の検討例を示し、その省エネ性について評価を行った。また、外調機システムの分散特性を生かして、吹出温度を可変にした場合のエネルギー性能及び室内環境について評価を行った。外気処理だけでなく、室内負荷を処理可能な混合風量を選択すること、月毎の吹出し温度設定可変や風量可変にすることによって、さらなる省エネが図れることを示した。

【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)」および専門版開発委員会(石野久彌委員長)、行政支援ツール開発委員会(坂本雄三委員長)、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ものである。

主査：石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員：一ノ瀬雅之(首都大学東京)、大西晴史(関電工)、内海康雄(宮城工業高等専門学校)、木下泰斗(日本板硝子)、工月良太(東京ガス)、郡公子(宇都宮大学)、菰田英晴(鹿島建設)、佐藤誠(佐藤 ER)、芝原崇慶(竹中工務店)、新武康(清水建設)、菅長正光(菅長環境設備事務所)、高橋垂璃砂(大林組)、田中拓也(大成建設)、長井達夫(東京理科大学)、二宮秀與(鹿児島大学)、野原文男、長谷川巖、二宮博史、丹羽勝巳、久保木真俊(以上、日建設計)、保木栄治(東京電力)、柳井崇、品川浩一(以上、日本設計)、事務局：生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

【文献】 1) マルチ型パッケージエアコンの性能評価に関する研究第一報—実建物における年間性能評価、空気調和・衛生工学会論文集、2010.04 (平岡雅哉他)

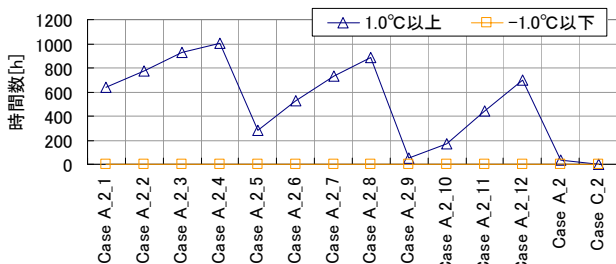


図-9 各ケースにおけるPMV±1以外の時間数

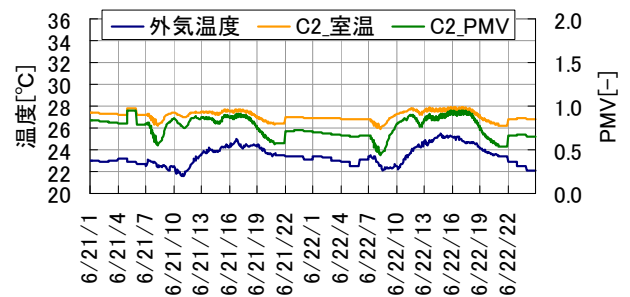
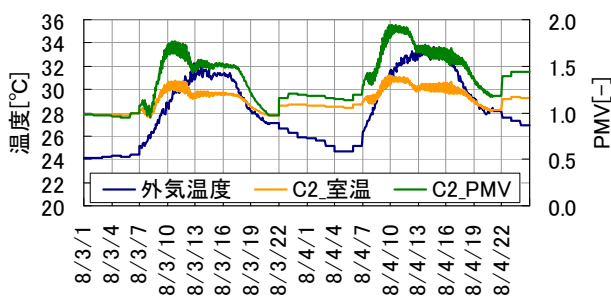


図-10 外気温度と室内温度、PMVの時系列 (CaseA_2_1)

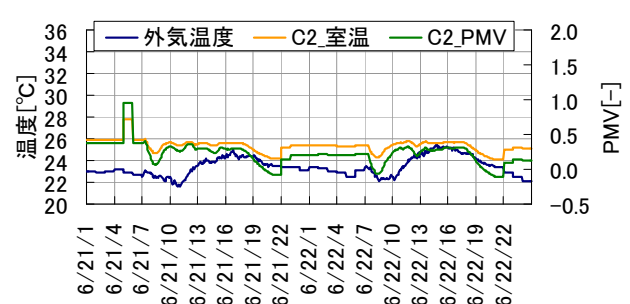
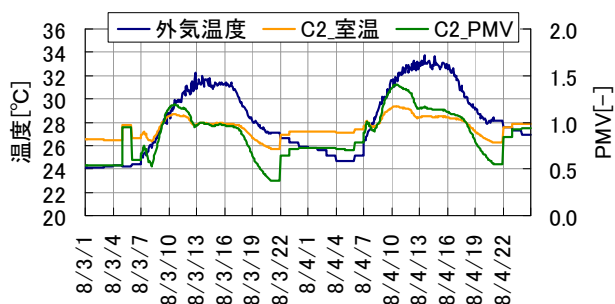


図-11 外気温度と室内温度、PMVの時系列 (CaseA_2_5)

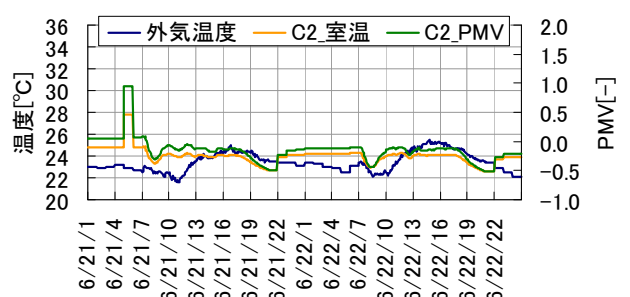
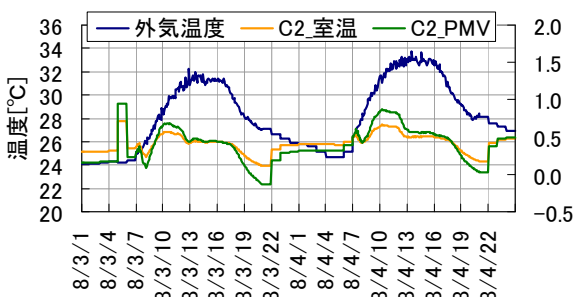


図-12 外気温度と室内温度、PMVの時系列 (CaseA_2_9)