

## 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 30） 空調ケーススタディ

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST(Part 30)  
A Case Study of Air Conditioning System

正会員 ○菅長 正光  
正会員 石野 久彌（首都大学東京名誉教授）  
正会員 二宮 博史（日建設計）  
正会員 菰田 英晴（鹿島建設）

特別会員 村上 周三（建築研究所）  
正会員 長井 達夫（東京理科大学）  
正会員 柳井 崇（日本設計）

Masamitsu SUGANAGA Shuzo MURAKAMI\*<sup>1</sup> Hisaya ISHINO\*<sup>2</sup> Tatsuo NAGAI\*<sup>3</sup>  
Hiroshi NINOIMYA\*<sup>4</sup> Takashi YANAI\*<sup>5</sup> Hideharu KOMODA\*<sup>6</sup>

\*<sup>1</sup> Building Research Institute \*<sup>2</sup> Tokyo Metropolitan University \*<sup>3</sup> Tokyo University of Science  
\*<sup>4</sup> Nikken Sekkei Ltd. \*<sup>5</sup> Nihon Sekkei Inc. \*<sup>6</sup> Kajima Corporation

In this paper, the calculations as the case studies were executed with BEST simulation code regarding an individual system of the package air-conditioner and also a central air-conditioning system consisting of air source heat pump chilling unit and air handling unit. As the result, BEST simulation code indicates enough performance for practical use.

### はじめに

BESTは機器や制御のモジュールを組み合わせる空調システムを構築する仕組みを用いている。そのため、空調シミュレーションの結果には、各モジュールの精度だけではなく、モジュール間のつながりが大きな影響を及ぼす。本報では、BESTの有用性を確かめる目的で、個別式システムと中央式システムにおいて、機器の容量を変化させた場合のケーススタディを行い、消費エネルギーと室内環境の両面から検証したので報告する。

### 1. 計算対象建物

図-1 に示す基準階が 12 層になっている建物を計算対象とし、地域は東京とした。

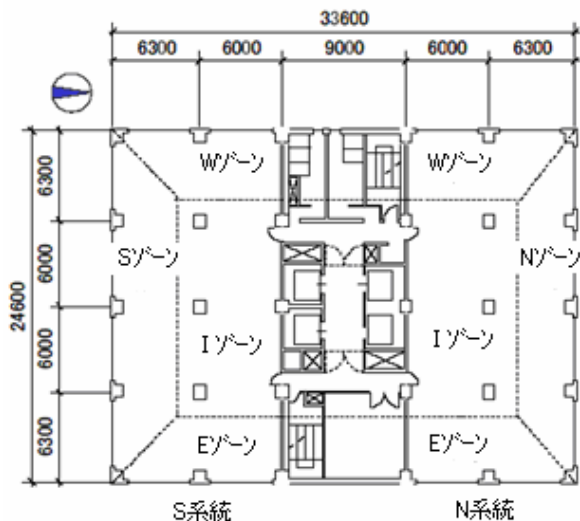


図-1 基準階平面図

### 2. 個別式システムの計算

#### 2.1 システムの概要

個別式システムとして、ビル用マルチタイプエアコンを想定し、図-2 に示すように、基準階を南、北の 2 系統に分けて室外機を設置した。それぞれの室外機が受け持つ、東側、南(北)側、西側のペリメータとインテリアの 4 ゾーンに室内機を配置した。

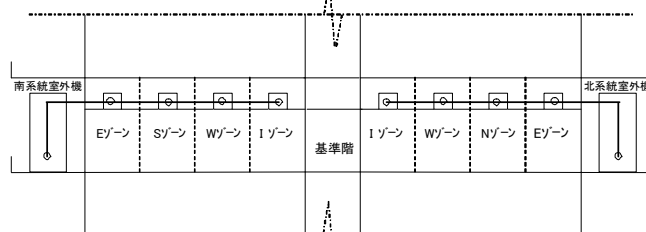


図-2 システム概略図

#### 2.2 システムの構築

ビル用マルチタイプエアコンの計算にあたっては、以下の機器及び制御モジュールを組み合わせるシステムを構築した。

- 室内機モジュール
- 室外機モジュール
- 制御モジュール
- PID 制御モジュール
- 外気接続モジュール
- 室接続モジュール
- 中央監視モジュール
- 室内状態監視モジュール

### 2.3 ケーススタディの概要

室外機の容量を3通りに変化させ、5分間隔で1年間計算して、消費電力量及び室内温度を比較した。

#### 1)室内機の仕様

図-3に示す室内機が受け持つ冷房負荷のデュレーションカーブをもとにして、表-1の室内機を選定した。

なお、室内機の能力等はゾーンに配置されている室内機の合計値である。

表-1 室内機の仕様

系統	ゾーン	冷房能力	暖房能力	送風機
S	S	20kW	23kW	0.6kW
	E	12.5kW	14kW	0.4kW
	W	12.5kW	14kW	0.4kW
	I	15kW	17kW	0.5kW
N	N	20kW	23kW	0.6kW
	E	12.5kW	14kW	0.4kW
	W	12.5kW	14kW	0.4kW
	I	15kW	17kW	0.5kW

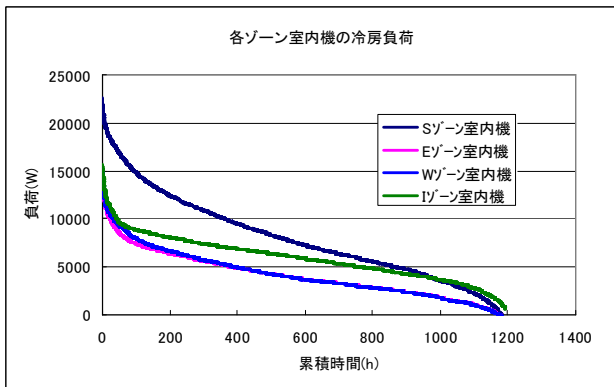


図-3 室内機の冷房負荷

#### 2)室外機の仕様

室外機の冷房能力を

case A : 受持ちゾーン室内機の合計値

case B : 図-4 から選定した値

case C : case B の 80%

に変化させた表-2 の 3 ケースについて計算を行った。

表-2 室外機の仕様

case	系統	冷房能力	暖房能力	電動機(冷)	電動機(暖)	補機動力
A	S, N	60kW	67kW	15.8kW	16.5kW	0.25kW
B	S, N	50kW	56kW	13.6kW	14.2kW	0.2kW
C	S, N	40kW	45kW	10.9kW	11.2kW	0.15kW

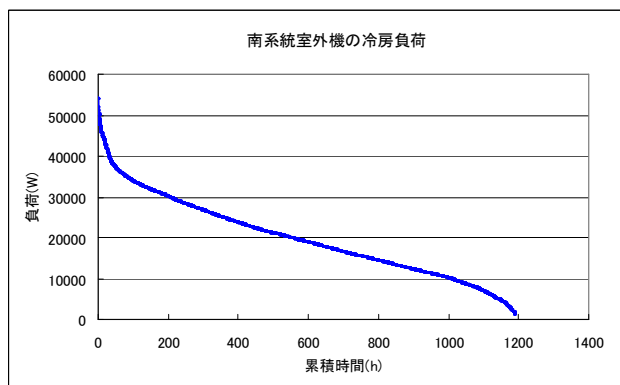


図-4 室外機の冷房負荷

### 2.4 計算結果と考察

#### 1)消費電力量

図-5に基準階室外機合計の月別消費電力量の比較グラフを示す。このグラフによると、冷房期間(5月~11月)でピークになる8月では、case A、B、Cの差は少ないが、部分負荷率の小さい5月などは、3ケース間の差が大きくなっている。この差の違いは、室外機の部分負荷率が大きい範囲では処理熱量と消費電力は比例して小さくなるが、部分負荷率の小さな部分ではその落ち方が鈍くなる機器特性のために生じたものと思われる。

図-6に case B の S 系統の室外機の冷房負荷と消費電力の散布図を示す。部分負荷率が 10%以下になると On・Off 運転になるように設定してあるため、処理熱量が小さなおとこで、グラフが途切れている。

また、暖房期間(12月~4月)においては、いずれのケースも機器容量が暖房負荷に対して過大であるため、3者間での差は少ない。

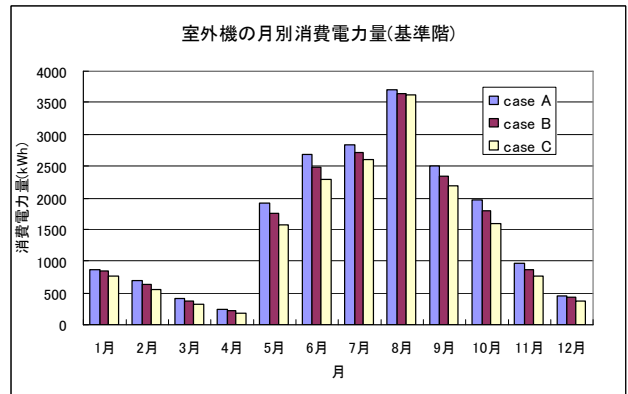


図-5 室外機の月別消費電力量

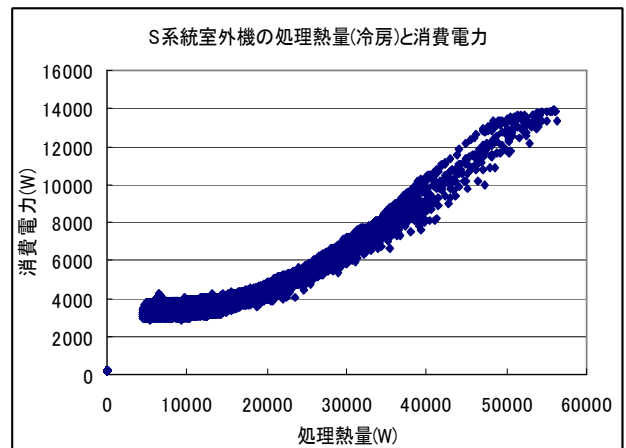


図-6 室外機の処理熱量

図-7に3ケースの室外機の年間消費電力量の比較を示す。case Bを100とした場合、case Aは10.6、case Cは93となり、容量を過大に設計すると、部分負荷効率の違いにより、室外機の消費電力が6%増加する結果となった。

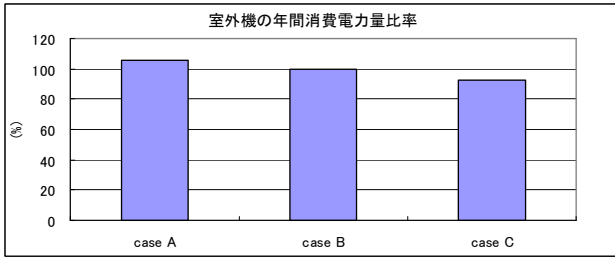


図-7 室外機の年間消費電力量比率

### 2)室内温度

室外機の容量を小さくした case C と case B の8月の1週間の室温変化の比較を図-8に示す。

case C は休み明けの月曜日に設定室温 26°Cになるまでに時間を要し 12 時過ぎまでかかっているが、他の曜日は case B と変わらないトレンドを示している。そのため、休み明けに予冷時間を長くする等の対応策をとれば、室外機の容量を削減できる余地を残している。

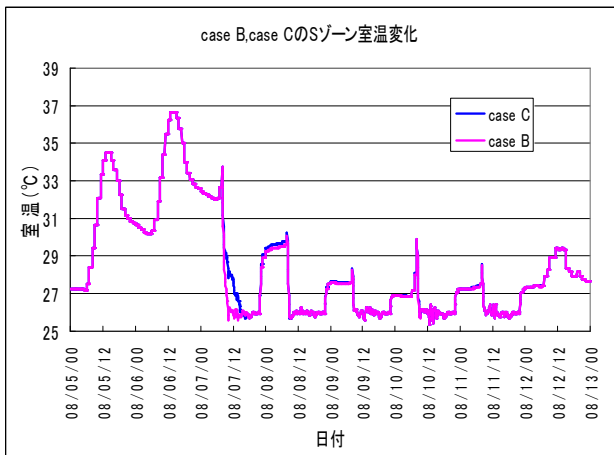


図-8 Sゾーンの室温変化

## 3. 中央式システムの計算

### 3.1 システムの概要

熱源には、空冷ヒートポンプチラー2台を1次ポンプとセットで配置し、2次側には基準階の各ゾーンに空調機を1台ずつ計8台の空調機を設置した。その概略図を図-9に示す。

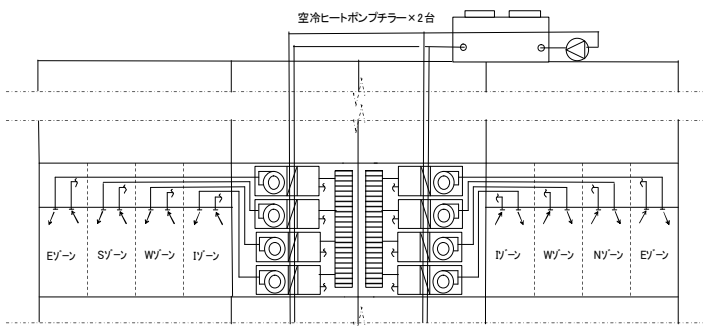


図-9 システム概略図

### 3.2 システムの構築

中央式システムの構築には、以下に示すモジュールを用いた。

- ヒートポンプチラーモジュール
- ファンモジュール
- コイルモジュール
- 加湿器モジュール
- OAチャンバーモジュール
- 台数制御モジュール
- ヘッダーモジュール
- ポンプモジュール
- 空調機制御モジュール
- コイル用2方弁モジュール
- 加湿用2方弁モジュール
- PID制御モジュール
- 外気接続モジュール
- 室接続モジュール
- 中央監視モジュール
- 室内状態監視モジュール

### 3.3 ケーススタディの概要

中央式システムのケーススタディでは、空調機と熱源双方の容量を過大に見込んだ場合についての消費電力量と室内湿度の変化について検討した。

#### 1) 空調機の仕様

各ゾーンの顕熱負荷より空調機の風量を算定し、以下の表に示す仕様の空調機を用いた。

表-3 空調機の仕様

case	系統	ゾーン	風量(m <sup>3</sup> /h)	送風機	コイル
D	S	S	3500	1.5kW	6列
		E	2500	0.75kW	6列
		W	2500	0.75kW	6列
	I	I	3000	1.5kW	6列
		N	3500	1.5kW	6列
		E	2500	0.75kW	6列
	W	W	2500	0.7kW	6列
		I	3000	1.5kW	6列
		N	3500	1.5kW	6列
E	S	S	4200	1.5kW	6列
		E	3000	1.5kW	6列
		W	3000	1.5kW	6列
	I	I	3600	1.5kW	6列
		N	4200	1.5kW	6列
		E	3000	1.5kW	6列
	W	W	3000	1.5kW	6列
		I	3600	1.5kW	6列
		N	3600	1.5kW	6列

#### 2)ヒートポンプチラーの仕様

図-10に示す建物合計の冷房負荷の曲線を参考にして、空冷ヒートポンプチラーの仕様を定めた。

表-4 ヒートポンプチラーの仕様

case	冷却能力	加熱能力	消費電力	水量	台数
D	510kW	540kW	140kW	1050L/m	2
E	600kW	630kW	165kW	1220L/m	2

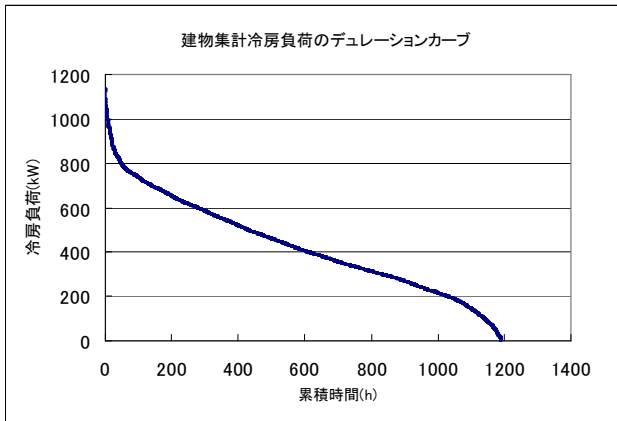


図-10 建物集計冷房負荷

### 3.4 計算結果と考察

#### 1) 消費電力量

ヒートポンプチラーの月別消費電力量の比較グラフでは、容量を約20%UPさせたケースEのほうが、年間を通してcase Dより大きな結果となった。これは、機器の特性によるものであると考えられる。

また、暖房時の消費電力がビル用マルチタイプエアコンの室外機より総じて大きいのは、中央式システムでは、冬期に水加湿をしているが、ビル用マルチタイプエアコンでは加湿を行っていないため、その分の負荷が暖房負荷に加算されたためである。

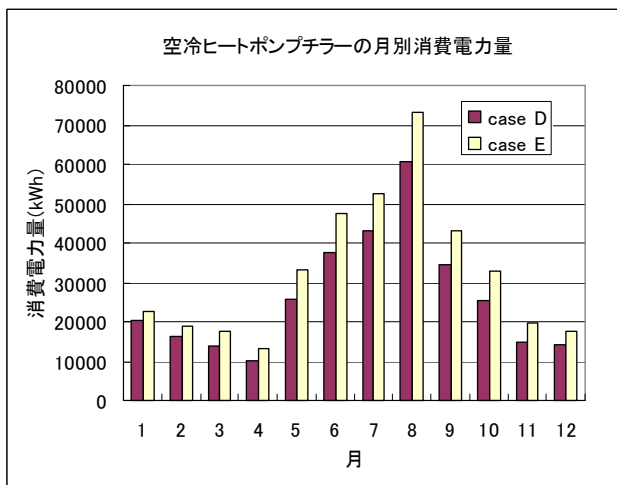


図-11 空冷ヒートポンプチラーの月別消費電力量

#### 2) 室内温湿度

図-12に、case D,EにおけるS系統Sゾーンの夏期1週間の室内温度と相対湿度比較グラフを示す。室内温度に関しては両者とも同様のトレンドを示し値に大した相違は見受けられないが、相対湿度の比較では、空調機の風量を過大に見積もったcase Eでは、空調時間帯でcase Dより相対湿度が高く、最大5%程度異なる時間帯も存在する。これは、風量が多いと、空調機からの吹出し温度が高くなり、室内の湿気を取りきれなかったため生じた現象であると思われる

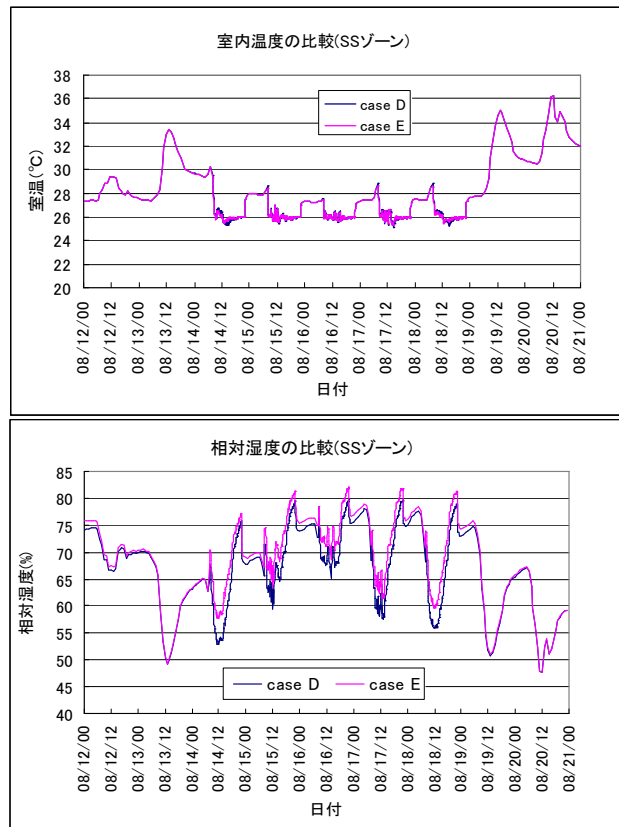


図-12 室内温湿度比較

#### おわりに

今回のケーススタディを通して、過剰設計をしていた場合のエネルギー消費量や室内環境を、BESTで1部ではあるが細かいところまで再現できることが確かめられた。これは、今まで定性的考えられていたものが、BESTにより定量的に把握できるようになったことを意味している。今後は、モジュールの種類を増やし、種々のシステムに対応できるようにすること、及びモジュールの精度を高めることを当面の課題としたい。

【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 開発普及事業研究会(村上周三委員長)」ならびにアーキテクチャ検討部会(坂本雄三部会長)、建築・空調設備作業部会(石野久彌部会長)、クラス構想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。クラス構想WG名簿(順不同)主査:石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員:一ノ瀬雅之(東京理科大学)、内海康雄(宮城高専)、郡公子(宇都宮大学)、長井達夫(東京理科大)、羽山広文(北海道大学)、上田博嗣(大林組)、木下泰斗(日本板硝子)、後藤裕(三機工業)、菰田英晴(鹿島建設)、芝原崇慶(竹中工務店)、平林啓介(新日本空調)、松村一誠(清水建設)、渡邊剛(NTTファシリティーズ)、協力委員:瀧澤博(元鹿島建設)、菅長正光(自営)、二宮博史、國吉敬司、篠原奈緒子(以上、日建設計)、オブザーバー:野原文男(日建設計)、事務局:生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

#### 参考文献

- 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8報空調のケーススタディ(投稿中) 建築学会大会学術講演梗概集 2008