

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99）
天井内・床下内を考慮した室内環境・熱負荷に関する考察

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 99)

The air-conditioning system model in consideration of a plenum chamber and under floor air-conditioning

正会員 芝原 崇慶（竹中工務店） 特別会員 村上 周三（建築環境・省エネルギー機構）
技術フェロー 石野 久彌（首都大学東京名誉教授） 技術フェロー 郡 公子（宇都宮大学）
正会員 二宮 博史（日建設計）

Takayoshi SHIBAHARA*¹ Shuzo MURAKAMI*² Hisaya ISHINO*³ Kimiko KOHRI*⁴ Hiroshi NINOMIYA*⁵

*¹Takenaka Corporation *²Institute for Building Environment and Energy Conservation

*³Tokyo Metropolitan University *⁴Utsunomiya University *⁵Nikken Sekkei

The BEST Program can solve heat balance between spaces and air-conditioning systems simultaneously. In this paper, the air-conditioning system model in consideration of a plenum chamber and under floor air-conditioning was shown. And the result of the case study was shown.

1.はじめに

BESTは、建築計算においては多数室相互の熱的影響を考慮した計算が可能である。即ち、建物の多数の室の構成を、室グループ>室>ゾーンの3階層で定義し、ひとつの室グループに属するゾーン間相互の熱的影響を考慮した計算が可能である。この機能を利用すれば、従来ひとつの空間として計算されることが多い天井内・居住空間・床下空間を3つの空間に区分して計算することが出来る。

システム計算においては、モジュールを接続してモデルを作成することが可能であり、部分計算も可能である。また、テンプレートを用いることで入力の手間が削減されている。

本報では、これらのBESTの特徴を最大限に活かした計算のモデリング方法及び試算結果について示す。

2.計算対象モデル

2.1 建築計算モデル

図1に計算対象の建物断面モデルとゾーン分けを、表1に建物側の主な入力条件を示す。150m²の事務室を1台のアンダーフロア空調機にて受け持ち、ペリメータ専用空調機は設置しない計画である。

計算対象である天井内・床下・居住空間の全てを1つの室グループとし、天井内空間・居住空間・床下空間の3つの室を設定した。さらに、3つの室の中にそれぞれ3つのゾーンを設定した。天井内空間～居住空間、床下空間～居住空間の間については、相互の熱影響を考慮した。天井内空間～上階、床下空間～下階の間に

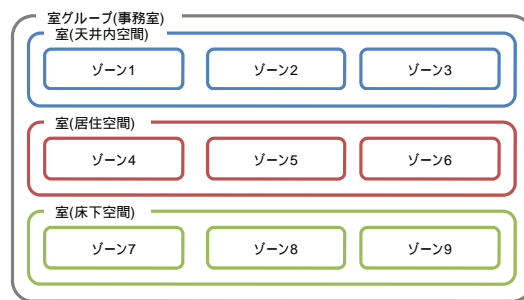
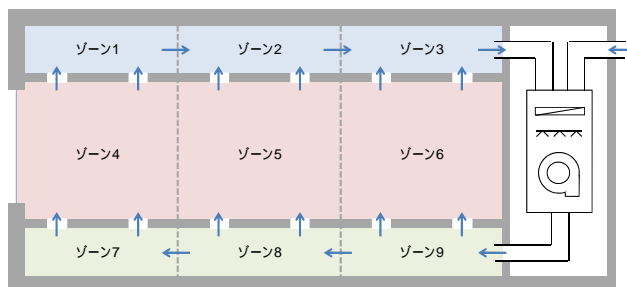
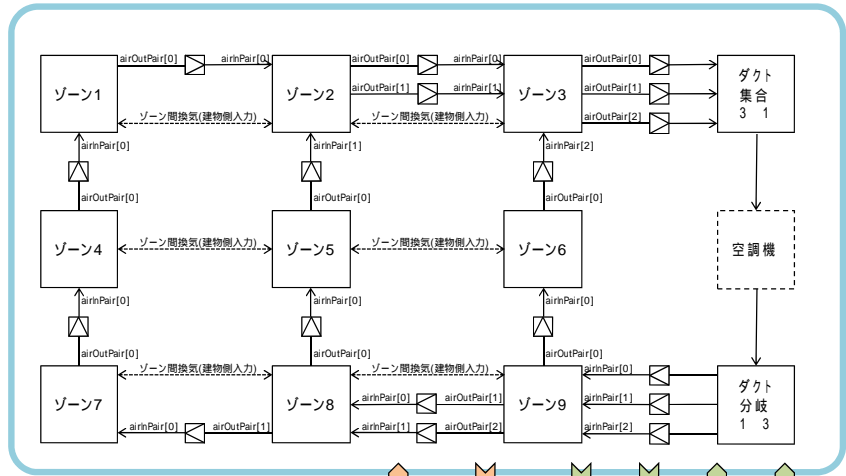


図1. 建物断面モデルとゾーン分け

表1. 建物側の主な入力条件

事務室面積	150m ² 、室の奥行き方向に3つのゾーンを設定
室形状	階高4.2m、居住空間天井高2.8m、天井内1.2m、床下0.2m、窓高2.0m(Low-E ⁺ ア+明色ガラス)、室奥行15m(各ゾーン5m)、室幅10m
内壁仕様	床(天井)スラブ：普通コンクリート150mm OAフロア：カーペット7mm、普通コンクリート22mm 天井：岩綿吸音板15mm
室・ゾーン構成	天井内空間・居住空間・床下空間を「室」と設定し、各々の室を3つのゾーンに分割
隣室条件	天井内空間～居住空間、居住空間～床下空間は相互の熱影響を考慮。天井内空間～上階、床下空間～下階は、隣室温度差係数0.3に設定。
気象	東京(拡張アメダス気象データ)
内部発熱	BEST デフォルト値を使用
ゾーン間換気	250CMH/m(非空調時は125CMH/m)

については、隣室温度差係数 0.3 と設定した。空調空気は床下空間(ゾーン9)に供給され、居住空間、天井内空間を經由して空調機に戻る設定であるが、この流れについては、空調システムの入力にて対応している(詳細は後述)。ゾーン間換気については、居住空間ではゾーン5と4、ゾーン5と6の間で250CMH/mの相互のゾーン間換気を設定した。床下空間、天井内空間についても同様のゾーン間換気を設定した。なお、非空調時にはゾーン間換気風量は半分(125CMH/m)とした。



2.2 空調システム計算モデル (熱源・空調機)

図2に空調システムモデルを示す。今回の計算対象は、先に示した天井内・床下・居住空間で構成される空間と空調機である。熱源は設定せず、「固定条件 BEST Water 2 mode(設定した温度の冷温水を模擬的に製造するモジュール)」を使用した。空調機については、空調機テンプレート(2管式)を使用した。

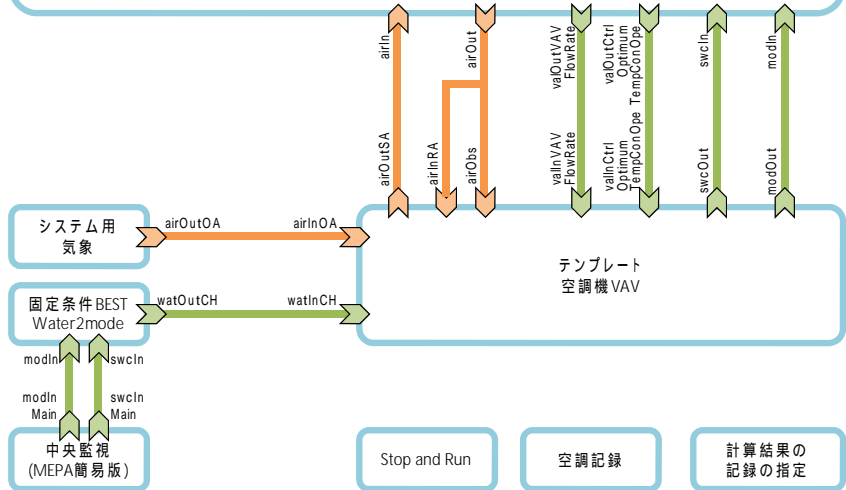


図2. 空調システムモデル

2.3 空調システム計算モデル(空調対象室・VAV制御)

図2に空調システムモデルを示す。今回のモデルでは、空調機から床下(ゾーン9)に供給された空調空気は、床下空間 居住空間 天井内空間を經由して空調機に戻るといった設定とした。即ち、空調機風量 4,500CMH(30CMH/m²)をゾーン9に供給し、その内の1,500CMHが床吹出口を經由してゾーン6(居住空間)へ供給され、残りの3,000CMHがゾーン8(床下空間)に供給される。ゾーン8からは、1,500CMHが床吹出口を經由してゾーン5(居住空間)へ供給され、残りの1,500CMHがゾーン7(床下空間)を經由しゾーン4(居住空間)へ供給される。これと同様に、居住空間から天井内を經由して空調機に戻る。この空気の流れを再現するために、各ゾーン間にVAVを設置した。これらのVAVは、ゾーン6(居住空間のインテリアゾーン)の温度により制御し、「ダクト分岐1 3」とゾーン9の間の3つのVAV要求風量に応じて空調機風量を制御する設定とした。表2に空調システムの入力条件を示す。

表2. 空調システムの入力条件

空調機風量	4,500CMH(30CMH/m ² 相当) 下限風量 1,500CMH
室内設定温度	夏期: 26、冬期: 22
スラブ・下階条件	隣室温度差係数 0.3、断熱なし 隣室温度差係数 1.0、スラブ下断熱 断熱材厚さは 25mm
計算対象期間	夏期: 7月18日(火)~7月19日(水) 冬期: 1月10日(火)~1月11日(水) いずれも月曜日が休日設定である(蓄熱負荷が大きい日を計算対象期間に設定した。)
気象	東京(拡張アメダス気象データ)

表3. ケーススタディ条件

夏期	下階ピロティ 床下空間のスラブの隣室温度差係数を 1.0 に設定 (標準条件では隣室温度差係数 0.3) 空調機レタン制御 ゾーン3の温度による制御 (標準条件ではゾーン6の温度による制御) ゾーン間換気なし 居住空間(ゾーン4~5、5~6間)のゾーン間換気なし (標準条件では 250CMH/m、非空調時は半分)
冬期	下階ピロティ(夏期と同様の設定) 下階ピロティ・スラブ下断熱 に加えて、床下空間のスラブに断熱 25mm を付加 (標準条件ではスラブのみで断熱なし)

3. 計算結果

3.1 ケーススタディ条件

今回の検討は、天井内や床下空間を考慮したシミュレーションが出来るというBESTの特徴を活用したものである。これらに関連する項目をケーススタディ条件に設定した(表3)。

3.2 ケーススタディの結果

夏期の計算結果

図4に夏期標準条件の計算結果を示す。7/18(火)は3連休明けであり0時における各ゾーンの温度は30を上まわっている。8時から空調を開始しているが、12時頃に制御対象のゾーン6の室温が26程度となり、居住空間のペリメータゾーンは27程度で推移している。空調機給気温度は16程度で推移しているが、床下空間の温度は20~24程度となっている(スラブへの熱損失が考慮された計算結果となっている)。

図5に下階がピロティ(外気同等)と想定した計算結果を示す。各ゾーンの温度は標準条件と同等であるが、空

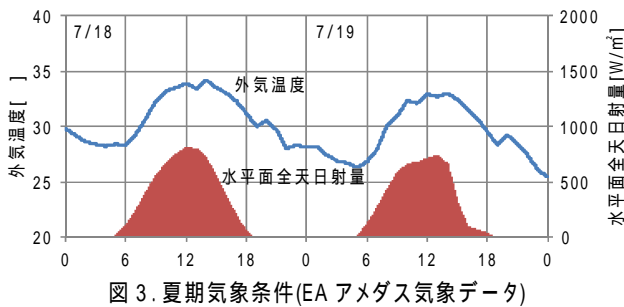


図3. 夏期気象条件(EA アメダス気象データ)

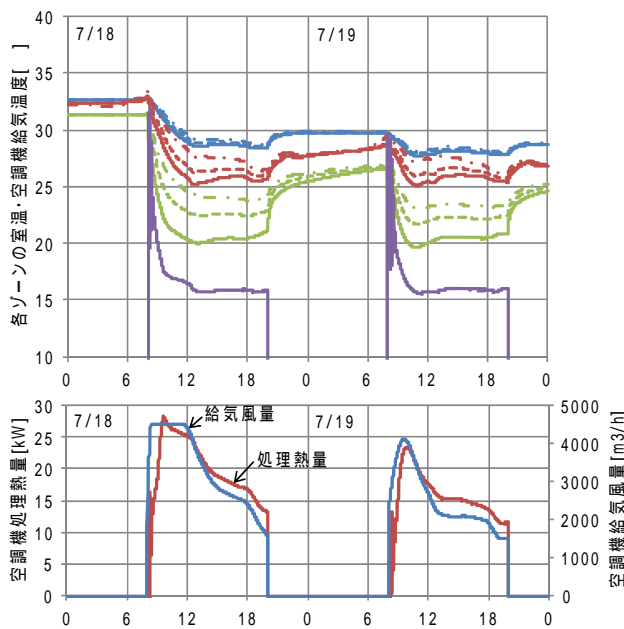


図4. 標準条件の計算結果

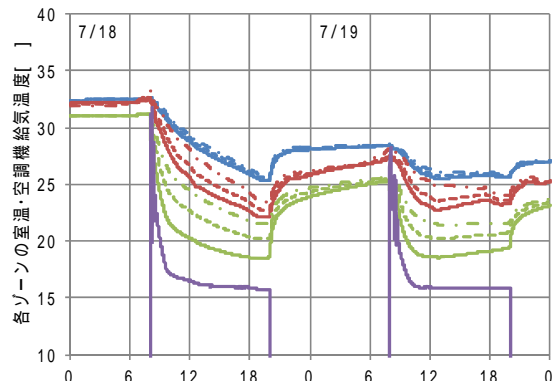


図6. 空調機レタン温度制御(夏期)

調機処理熱量が大きくなっていることが確認できる。

図6に空調機レタン温度制御(計算上はゾーン3温度による制御)とした場合の計算結果を示す。7/18の20時頃にレタン温度が26程度となっているが、そのときの室内温度は23程度である。7/19には3連休の蓄熱負荷の影響が殆ど見られないが、居住空間の温度は23~25程度である。今回のモデルにより、制御用サーモの設置位置による検討が可能である。

図7に居住空間のゾーン間換気をなしとした場合の計算結果を示す。このケースは窓際に個室を設置したことに相当する計算であるが、ペリメータゾーンは30を超える時間帯もある。

冬期の計算結果

図9に冬期標準条件の計算結果を示す。1/10は3連休明けであり0時における各ゾーンの温度は15程度である。空調立ち上がり時の空調機給気温度は30程度であるが、0Aフロア内温度は25を下回っている。スラブへ

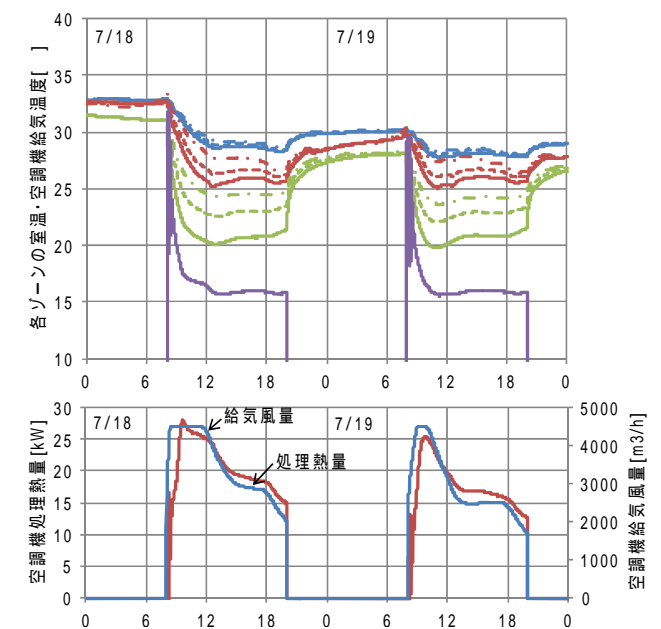
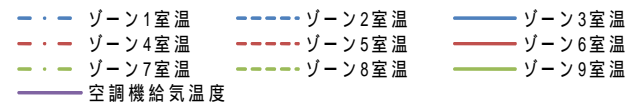


図5. 下階ピロティ(夏期)

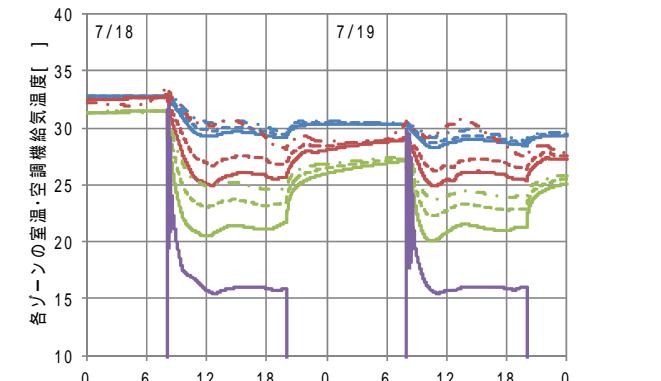


図7. ゾーン間換気なし(夏期)

の熱損失が再現されている。昼間は 20~22 程度の空調空気が床吹出口から室内に供給され、内部発熱により室温が 22 程度となっている。

図 10 は下階がピロティ(外気同等)と想定した計算結果であるが、ピロティへの熱損失により空調機処理熱量

の増加傾向が確認される。これに対し、スラブ下断熱を施す(図 11)と、熱損失の影響が排除でき、標準条件と同等の結果となっている。

4. まとめ

1) BEST の特徴を生かし、天井内・床下内を考慮した室内環境・熱負荷を計算するためのモデルの一例を示した。
 2)本モデルの夏期・冬期における試算例を示した。通常の計算では考慮されない、床下空間や天井空間を考慮した計算により、スラブへの熱損失や制御用サーモの位置の検討が可能であることを示した。

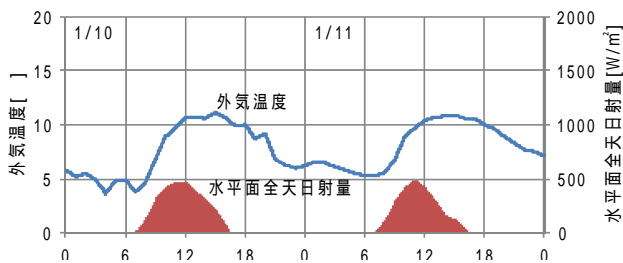


図 8. 冬期気象条件(EA アメダス気象データ)

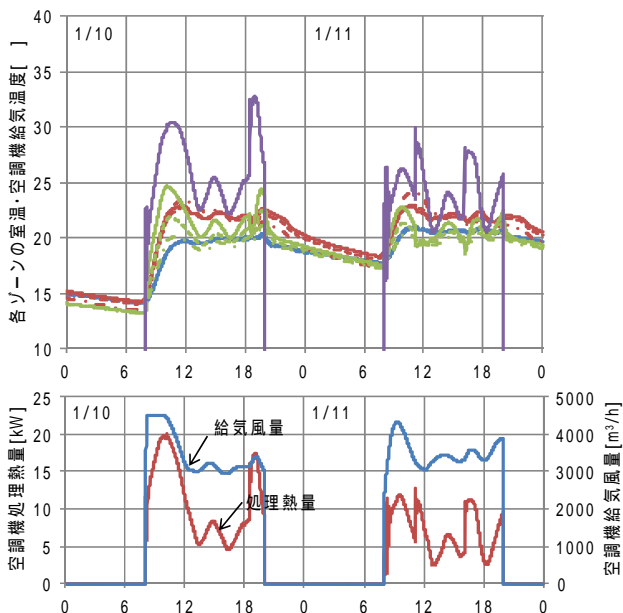


図 9. 標準条件の計算結果(冬期)

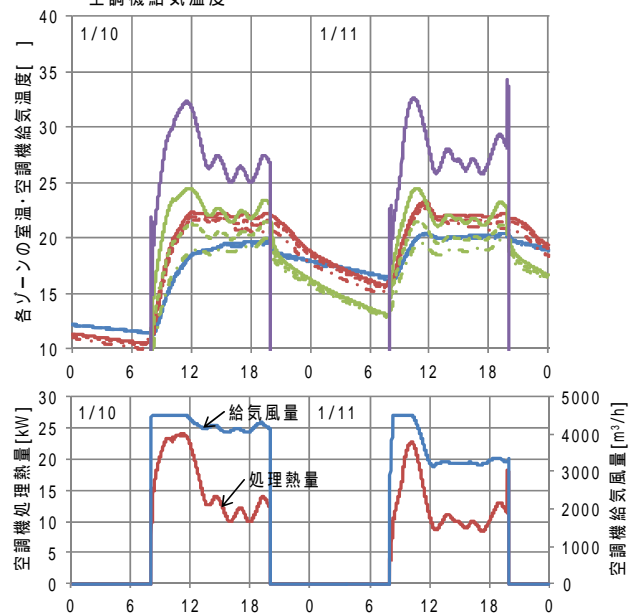
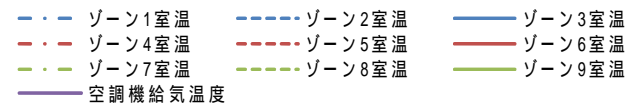


図 10. 下階ピロティ(冬期)

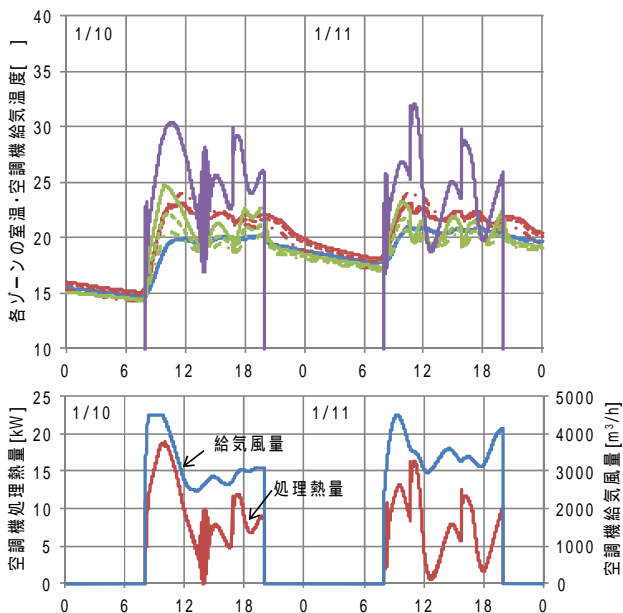


図 11. 下階ピロティ・スラブ下断熱(冬期)

〔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るものである。統合化 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(首都大学東京)、内海康雄(宮城工業高等専門学校)、大西晴史(関電工)、木下泰斗(日本板硝子)、木本慶介(大林組)、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(佐藤エネルギーリサーチ)、芝原崇慶(竹中工務店)、新武康(清水建設)、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)、保木栄治(東京電力)、野原文男、二宮博史、丹羽勝巳、長谷川廠、久保木真俊、田端康宏(以上、日建設計)、柳井崇、品川浩一(以上、日本設計)、事務局:生稲清久、石田真理(以上、建築環境・省エネルギー機構)

〔参考文献〕

- 1)BEST 講習会テキスト(例題) 2)ゾーンオフィスの計算