

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14）

熱負荷・室内環境のケーススタディ

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST(Part 14)

Case Studies of Thermal Load and Space environment

正会員 芝原 崇慶（竹中工務店） 特別会員 村上 周三（慶応義塾大学）

正会員 石野 久彌（首都大学東京） 正会員 郡 公子（宇都宮大学）

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

*¹ Takenaka Corporation *² Keio University *³ Tokyo Metropolitan University *⁴ Utsunomiya University

This report indicates simulation results of thermal load and space environment for a typical office building, and also gives some case studies with varying factors as calculation interval, furniture volume, air volume transferring between interior zone and perimeter zone and window glass type to examine how the thermal load and the space environment are influenced by these factors.

はじめに

本報では、標準的な事務所ビルを想定し、熱負荷や室内環境の計算結果を示した。また、計算時間間隔・ゾーン間換気量・家具量といった計算方法に関する要因や窓種類といった設計に関する要因が、熱負荷や室内環境に与える影響について、ケーススタディを行った結果を報告する。

1. 標準計算条件

図1に平面図、表1に標準計算条件を示す。コアの南北に約300m²の事務室を設定し、各々を4ゾーンに分割した。開口部は高さ2.6mのLow-複層ガラスとした。内部発熱は文献¹⁾を参考に、図2に示すスケジュールとした。今回の計算では、ゾーン毎に設置する空調機の冷却加熱量、加湿量を操作対象として制御する方法とした。

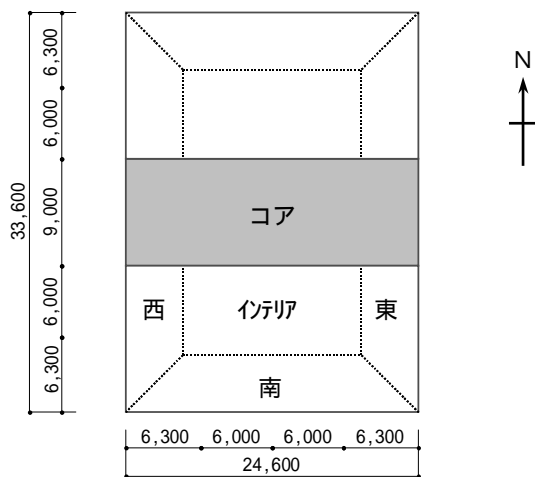


図1 平面図

表1 標準計算条件

気象	大阪(1分間隔・実測値)	
階高・天井高	3.6m・2.6m	
窓高	2.6m	
ペリメータ奥行	5.0m	
ガラス種類	Low- グリーン(銀2層)+透明 ガラス厚さ 8mm、空気層厚さ 6mm	
外部日除け	なし	
ブラインド種類	中間色ブラインド	
ブラインド開閉	窓面直達日射量 25W/m ² 以上で開率 0%	
壁体材料	外壁	スチレン発泡板 0.025、普通コンクリート 0.15、モルタル 0.02、タイル 0.08、日射吸収率 0.7、長波長放射率 0.9
	内壁	モルタル 0.025、普通コンクリート 0.15、モルタル 0.025
	床	カーペット類 0.006、普通コンクリート 0.022、非密閉空気層、普通コンクリート 0.15、非密閉空気層、石膏板 0.009、石綿吸音板 0.012
家具	15J/lit・K(顕熱)、15J/lit・K(潜熱)	
侵入外気量	0.2 回/h	
ゾーン間換気	200CMH/m(インテリア - ペリメータ間)	
内部発熱	照明	20W/m ² 機器タイプ：露出型
	人体	0.15 人/m ² 、1.2met 0.6clo(夏)、0.85clo(冬)、0.7clo(他)
	機器	15W/m ² (顕熱)、0W/m ² (潜熱) 冷却方式：強制冷却
	内部発熱スケジュールは、実測調査結果に基づく変動値(図2)を採用。	
空調条件	空調時間：8:00～22:00	
	設定室内温湿度：冷房 26、暖房 22 50%	
	除湿時吹出湿度 90%	
	風量：インテリア 7 回/h、ペリメータ 20 回/h 外気量：1.0lit/m ² sec	
計算時間間隔	空調時：300sec、非空調時：3600sec	

2. 標準条件の計算結果

図3に標準条件における、夏期代表日(2006/7/28)、冬期代表日(2006/1/31)の計算結果を示す。夏期代表日の空調開始前は、日射の影響で各ゾーンの室温が上昇しているが、空調時間帯における室温は26℃、相対湿度は60~70%、PMVは0.55~0.7にて推移している。冷房時の湿度は成り行きのため、特に負荷が小さい時間帯には湿度が高くなっている。冬期代表日の空調時間帯については、室温は22℃、相対湿度は50%、PMVは-0.45にて推移している。今回の計算では、空調機の加熱、冷却、加湿量に対して最大能力を設定したため、空調開始時に室

負荷が大きくなり、室温が一時的に乱れているが、それ以降は良好に制御されている。

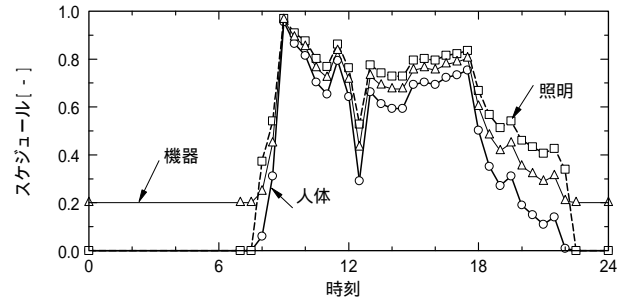
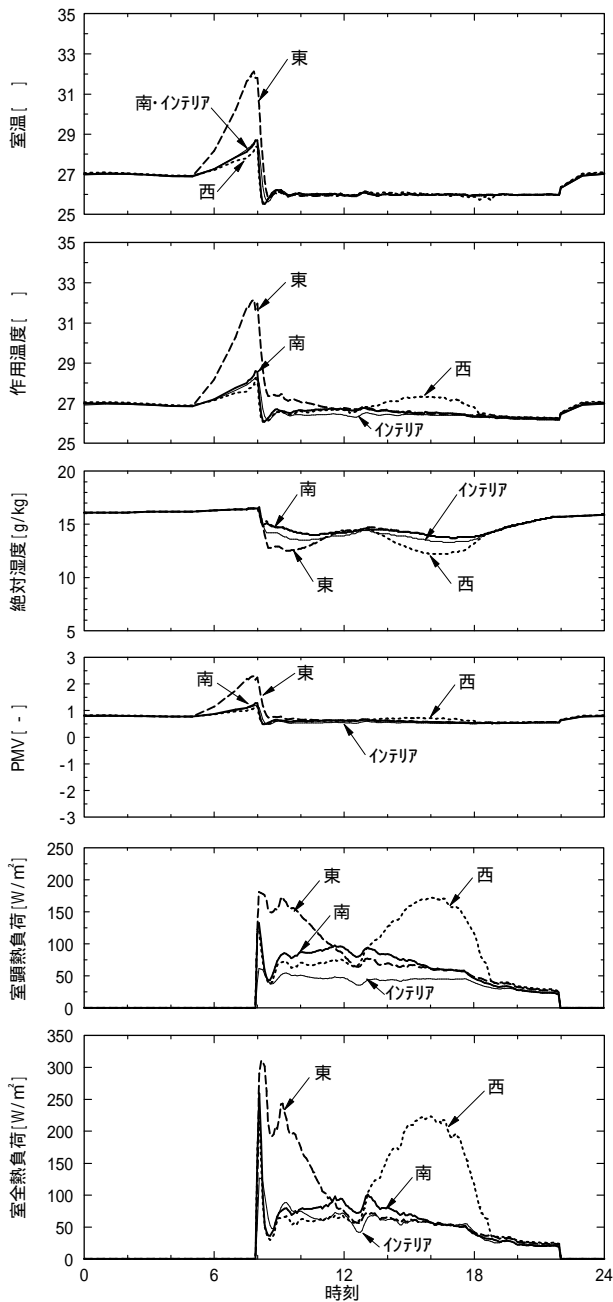
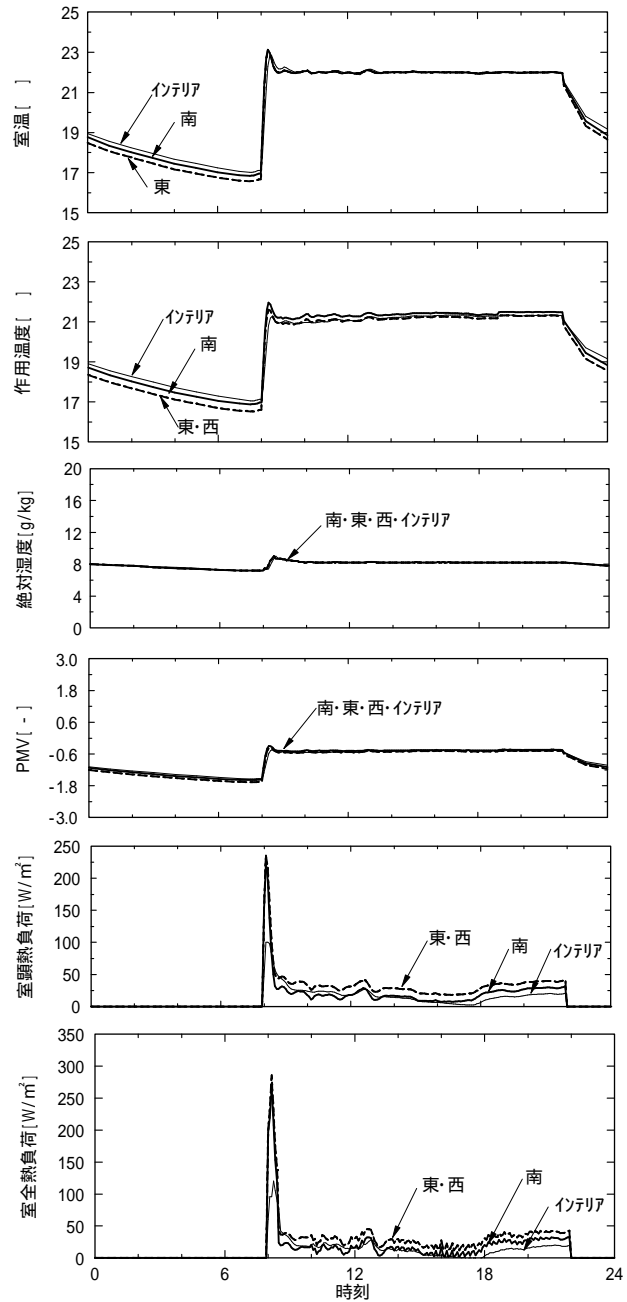


図2 内部発熱スケジュール



(a)夏期代表日



(b)冬期代表日

図3 標準条件の計算結果

3. ケーススタディ

3.1 計算法に関わる要因のケーススタディ 表2に、計算法に関わる要因として取り上げた項目とケーススタディを行ったパラメータ設定値を示す。全ての検討は南ゾーンについて行ったものである。

(1) 計算時間間隔 図4に、空調時間帯における計算時間間隔を変更した場合の室温・室顕熱負荷の計算結果を示す。計算時間間隔1800secでは、空調開始後3時間は室温が安定せず、それ以降についても設定温度との差が0.2程度である。計算時間間隔600secでは、空調開始後1時間で安定しており、それ以降の室温の制御性は計算時間間隔60sec・300secと大きな違いは見られない。空調開始後1時間は、予冷熱の時間であると考え、計算時間間隔は600sec程度でも大きな問題は無いといえる。今回の計算では、空調時間帯における計算時間間隔を一定としているが、空調立上り時や気象が急激に変化する時のみ計算時間間隔を短くし、それ以外は計算時間

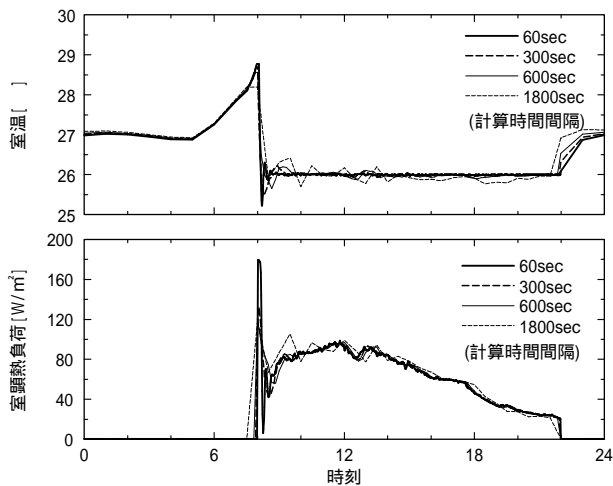
表2 計算法に関わる要因

計算時間間隔	60、(300)、600、1800 [sec]
ゾーン間換気量	0、100、(200)、400 [CMH/m]
家具類	5、(15)、30 [J/litK]

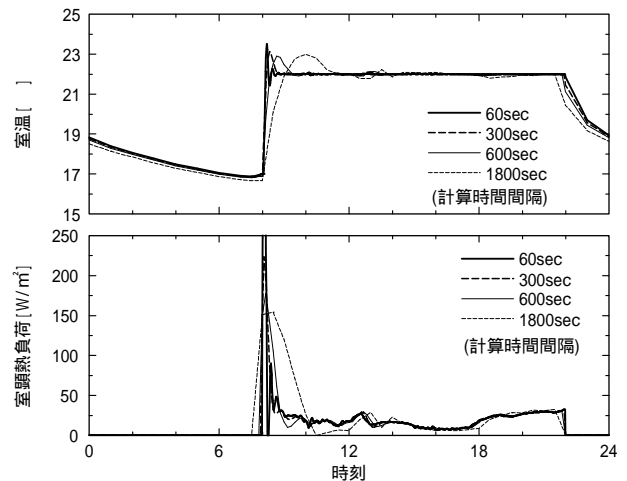
空調時間帯の計算時間間隔を示す。
カッコ内の数値は標準条件を示す。

間隔を長くすることで、計算精度の確保と計算時間の短縮が可能となる。但し、今回は試行錯誤のうへPIDコントローラの係数を決定(チューニング)しているため、これらの知見は一般的に言えることではない。また、空調システムの制御性の評価を行う場合は、それに適する計算時間間隔を選択することになる。

(2) ゾーン間換気量 図5に、ゾーン間換気量を変更した場合の室温・室顕熱負荷の計算結果を示す。夏期代表日において、ゾーン間換気量が大きいほど空調開始前の室温が若干高いが、これは東ゾーンに入射する日射の影響がゾーン間換気により反映されているためである。今回

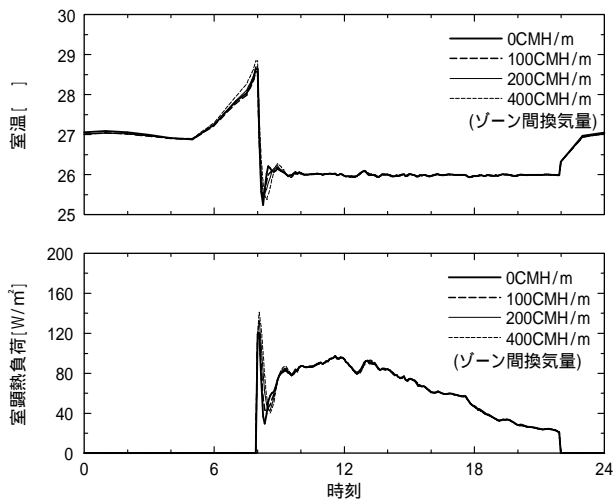


(a) 夏期代表日

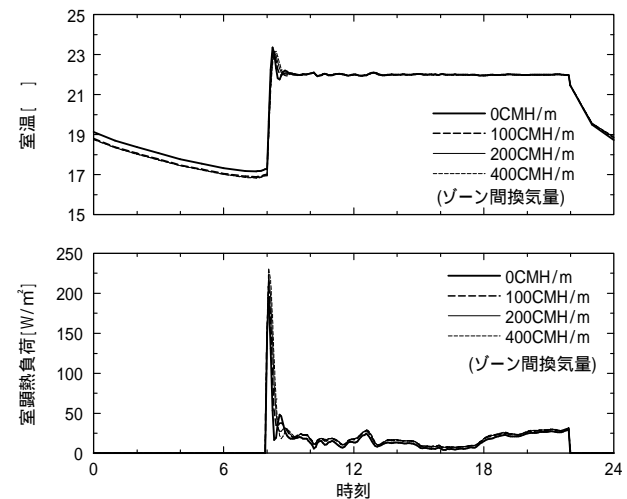


(b) 冬期代表日

図4 計算時間間隔のケーススタディ (南ゾーン)



(a) 夏期代表日



(b) 冬期代表日

図5 ゾーン間換気量のケーススタディ (南ゾーン)

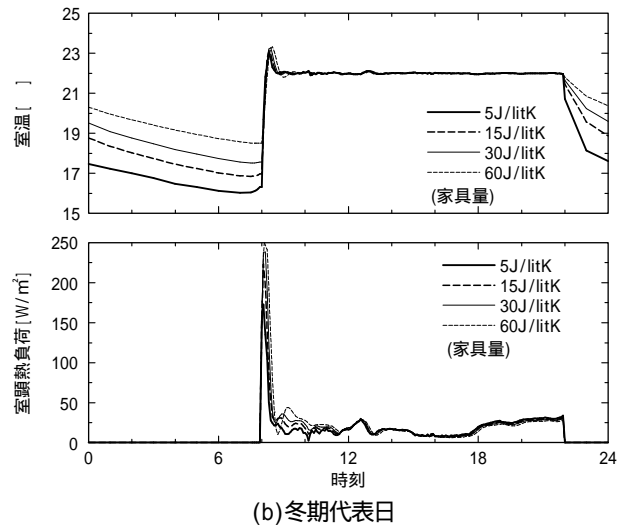
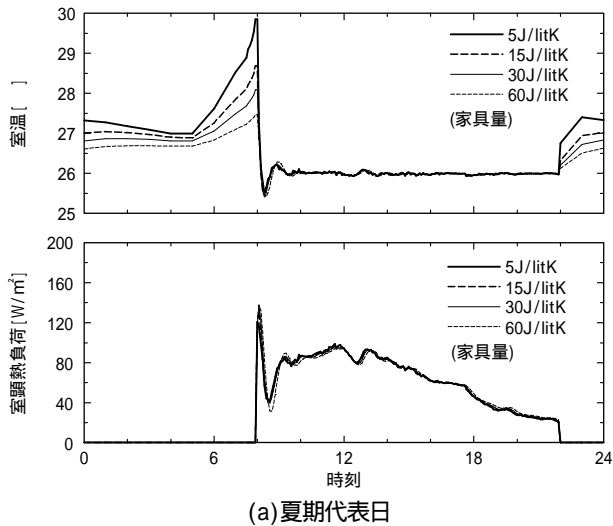


図6 家具量のケーススタディ (南ゾーン)

の計算では顕熱・潜熱とも同じゾーン間換気量を用いて計算しているため、図3(a)の絶対湿度のグラフから分かるように、ゾーン間の湿度に大きな差が生じており実際の現象とは異なる。これを解決するために、今後は、顕熱・潜熱のゾーン間換気量を別々に設定することを検討中である。

(3)家具類 図6に、家具量を変更した場合の室温・室顕熱負荷の計算結果を示す。非空調時間帯における室内環境や、空調立上り時の室負荷を検討する際には、家具量の設定が計算結果に大きく影響することが確認される。

3.2 設計に関わる要因のケーススタディ 設計に関わる要因として窓種類を取り上げた。図7に窓種類を変更した場合の室内環境・熱負荷の計算結果を示す。室温はいずれのケースも設定温度に制御されているが、作用温度は0.5程度、PMVは0.1程度の差があり、室内環境は異なる。また、12時における熱負荷は30W/m²程度の差が出ている。熱負荷ベースでは、Low-複層とAFWは同等であるが、室内環境の観点からは、Low-複層が最も性能が良いこと等が確認される。本プログラムにより、熱負荷と室内環境を評価可能である。

4.まとめ

計算時間間隔・ゾーン間換気量・家具量といった計算方法に関する要因や、窓種類といった設計に関する要因が、熱負荷や室内環境に与える影響について、ケーススタディを行った結果を示した。

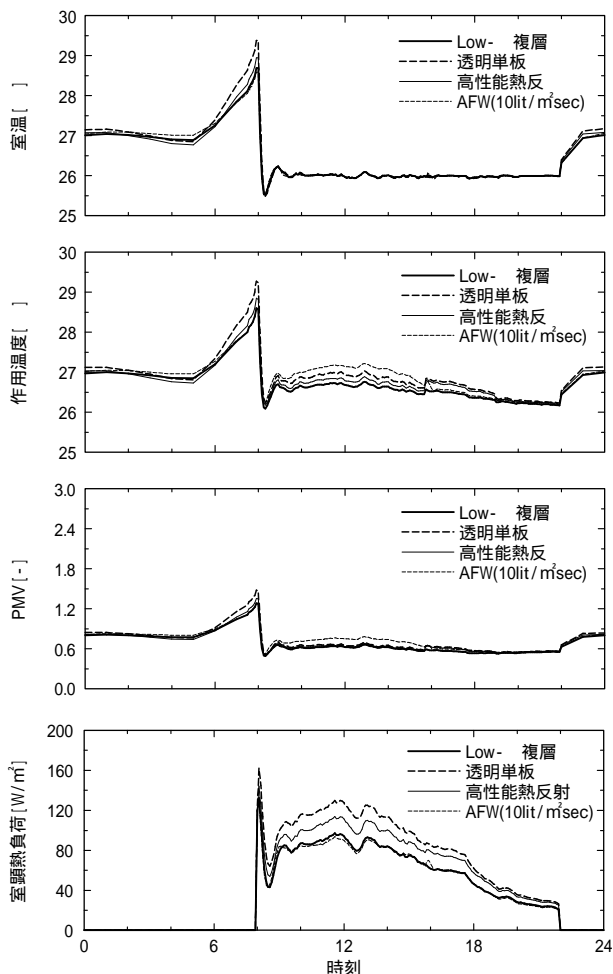


図7 窓種類のケーススタディ

【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(坂本雄三部長)、建築・空調設備作業部会(石野久彌部長)、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) 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)、木下泰斗(日本板硝子)、後藤裕(三機工業)、菟田英晴(鹿島建設)、坂本滋(大林組)、芝原崇慶(竹中工務店)、松村一誠(清水建設)、安友哲志(三見空調)、渡邊剛(NTT ファシリティーズ)、協力委員: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)

【文献】

1)長井・石野・水出他:自然換気・シーリングファン併用ハイブリッド空調オフィスの性能評価 第4報 内部発熱と使われ方に関する調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、D2、pp.1143-1146、2005.9