

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31報 最大熱負荷計算における休日の影響補正法

正会員 ○郡 公子*1 同 石野 久彌*2
同 長井 達夫*3 同 村上 周三*4

BEST エネルギーシミュレーション 蓄熱負荷

1. 序

日周期定常最大熱負荷計算は、休日運転停止の影響を考慮できない。暖房設計用には、休日中の日射・内部発熱の蓄熱負荷低減効果を期待できるが、温暖地の冷房設計に関しては、蓄熱負荷を低減させる休日中の要因があまりない。従って、休日運転停止による最大熱負荷の増大は、暖房より冷房において大きいケースもありえる。本報では、休日運転停止による最大熱負荷増大を蓄熱負荷休日成分と定義し、その実用的推定法を提案し、日周期定常最大熱負荷の補正を可能にしようとした。

2. 推定対象とする蓄熱負荷休日成分

表1の条件を用いて計算した日周期定常最大熱負荷の安全度を図1に示す。連日運転の場合に比べ、週休2日運転での能力不足率は、インテリアゾーンを中心にかなり大きく、休日運転停止の影響を考慮する必要があるといえる。そこでまず、能力不足率が等しいときの連日、週休2日運転の装置容量の差を蓄熱負荷休日成分と定義した(図2)。蓄熱負荷休日成分は、能力不足率の与え方で変化する(図3)が、ここでは、能力不足率1%の値を解析・推定対象とする。また、冷房設計用に予冷終了時と予冷終了後の2種の蓄熱負荷を推定することとし、前者を東室の平均蓄熱負荷で、後者を東・南東を除く6方

位(一般方位)ペリメータの平均蓄熱負荷で代表させる。暖房設計用には、予熱終了時の蓄熱負荷のみを推定対象とし、窓方位は北、南、西・東の3分類とし、それぞれ代表蓄熱負荷を推定する(詳細は図4~7注記参照)。同一時刻のインテリア・ペリメータゾーンの蓄熱負荷の違いは考慮しない。

3. 蓄熱負荷休日成分の特性と実用推定法

図4に特性を示す。蓄熱負荷休日成分は予冷熱時間を長くしても小さくならない。冷房は窓床面積比、暖房は熱損失係数との相関が強い。内壁の重軽量の差は蓄熱負荷にある程度影響するが、実用推定においては考慮しないことにする。図5は、都市別の代表蓄熱負荷である。冷房は東室、暖房は北室の蓄熱負荷をまず推定し、補正係数などで他の場合の蓄熱負荷を推定することにする。表2に提案する実用推定式を示す。冷房は窓床面積比、暖房は熱損失係数を用いて推定する方法で、地域や方位などの補正も行う。図6、7は都市と設計室温の補正係数の逆算値と内外温度差の相関を確認したものである。Jc-t基準データ6:00、t-Jh基準データ9:00の外気温を利用して補正が可能である。

4. 結

今後、蓄熱負荷休日成分の推定精度の検証を行う。

表1 オフィス基準計算条件

気象	東京EA気象データ(1991-2000年、設計用)
対象	中間階オフィス断面
ゾーン	インテリア・ペリメータ2ゾーン
主要部寸法	奥行き:インテリア5m・ペリメータ5m、階高4m、窓面積率45%
建物	(建物性能値)熱損失係数:1.12W/m ² K、窓床面積比:0.18 (各部条件)外壁:RC造、断熱厚25mm、窓:透明単板ガラス+中間色ブラインド(非空調時閉)、内壁:外皮面積と同面積で重量内壁と軽量内壁が半々、隣室温度差係数0.1、隙間風:0.2回/h、家具類熱容量:15J/litK、ペリメータ・インテリアゾーン間換気:250CMH/m
内部発熱	(最大値)照明15W/m ² 、機器15W/m ² 、在室者0.15人/m ² (冷房スケジュール)非空調時の照明点灯率、在室率は0、機器使用率は0.2、室使用時間帯は昼休みを除き、点灯率、在室率、機器使用率とも1(暖房スケジュール)冷房の値に季節係数0.3を乗じた値。
空調	空調期間:冷房6-9月、暖房12-3月 空調時間:7:00-20:00(予冷熱2時間) 設定室温:冷房26℃、暖房22℃ 外気導入なし
その他	計算時間間隔:5、30、60分の組み合わせ

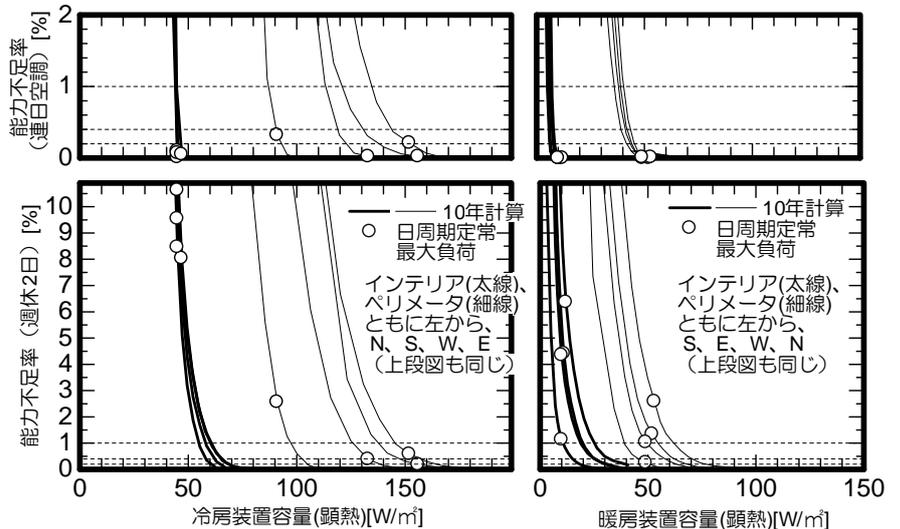


図1 日周期定常最大負荷の能力不足率(4方位室)

【図1注記】能力不足率(年基準)は、ケースによる空調時間や空調日数の違いによらず、基準空調時間数に対する能力不足発生時間数の比率とした。基準空調時間数[時間/年]は、空調10時間/日として、週休2日運転の場合の標準年6-9月、12-3月の空調日がそれぞれ85日、82日であることから、次式により決定した。(85+82)日/8ヶ月×(12/8)月/年×10時間/日=2505時間/年

【図4、5の計算ケース】

*付きは基準条件

- 1) 室サイズ(室奥行・吹抜)のケース: 25m、20m、15m、10m*、10m・2層吹抜、10m・3層吹抜(ペリメータ奥行は全て5m)
- 2) 外皮性能ケース: 窓面積率(45%*、68%、100%)と外皮断熱(基準断熱*、高断熱(外壁断熱100mm、Low-Eペアガラス))
- 3) 内壁ケース: 軽量(石こう板)、軽量・重量半々*、重量(RC壁)

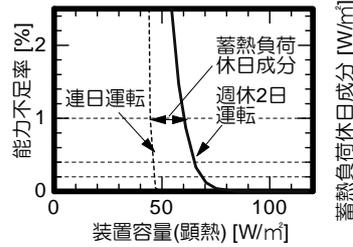


図2 蓄熱負荷休日成分(冷房東室インテリア)

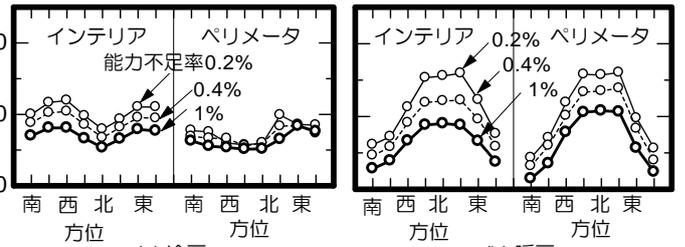


図3 能力不足時間率と蓄熱負荷休日成分(16方位室)

表2 蓄熱負荷休日成分の実用算定式

● 冷房設計用 $q_{st,c}$

$$q_{st,c} = c_j \cdot (1 + c_{t,c}) \cdot 47K_{window} + 10 \quad \dots(1)$$

$c_j = 1.0$ (予冷終了時)、0.65 (予冷終了後)

$$c_{t,c} = 0.13 (\Delta t_c - 1.3)$$

● 暖房設計用 (予熱終了時) $q_{st,h}$

$$q_{st,h} = (1 + c_{t,h} - c_{sr}) \cdot 43 \{1 - \exp(-0.70 K_t)\} \quad \dots(2)$$

$$c_{t,h} = 0.09 (\Delta t_h - 20.5) \quad \dots(3)$$

$c_{sr}^* = 0$ (NW~N~NE)、0.3 (W、E)、0.65 (SE~S~SW)

* 日射の特に弱い地域 (t-x 基準気象データ12:00の水平面日射量が400W/m²以下) に対しては、 c_{sr} の値を半分程度に割り引く。隣棟や外部日除けの影響が大きい場合は $c_{sr} = 0$ とみなす

【記号】 c_j : 減衰係数[-]、 $c_{t,c}$ 、 $c_{t,h}$: 地域と設計室温の補正係数[-]、 K_{window} : 窓床面積比(窓面積/床面積)[-]、 Δt_c 、 Δt_h : Jc-t基準気象データの6時の外気温、t-Jh基準気象データの9時の外気温と設計室温との差[K]、 c_{sr} : 窓方位係数[-]、 K_t : 熱損失係数[W/m²K]

【注】1) K_{window} 、 K_t は室単位の値を使用する。2) $c_{t,c}$ 、 $c_{t,h}$ は、東京で設計室温が冷房26℃、暖房22℃の場合、0である。

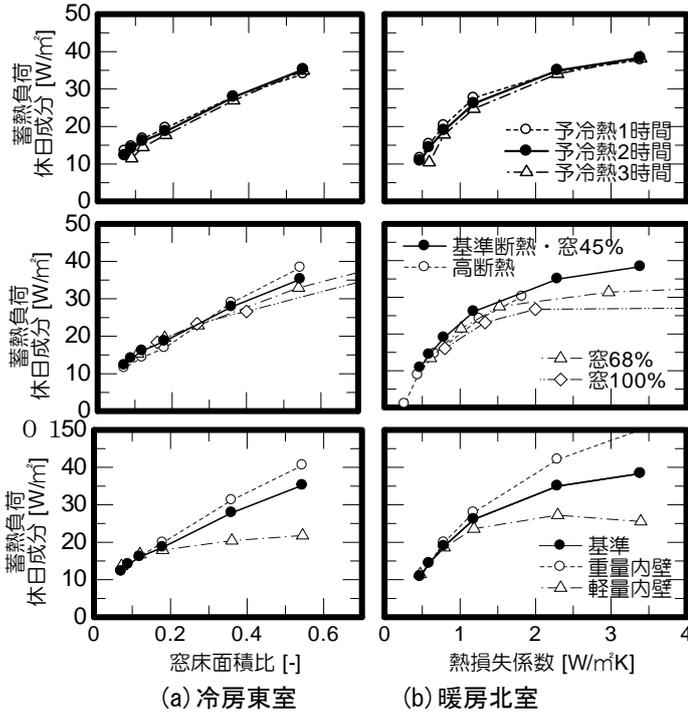


図4 建物性能値と蓄熱負荷休日成分(室サイズ変化)

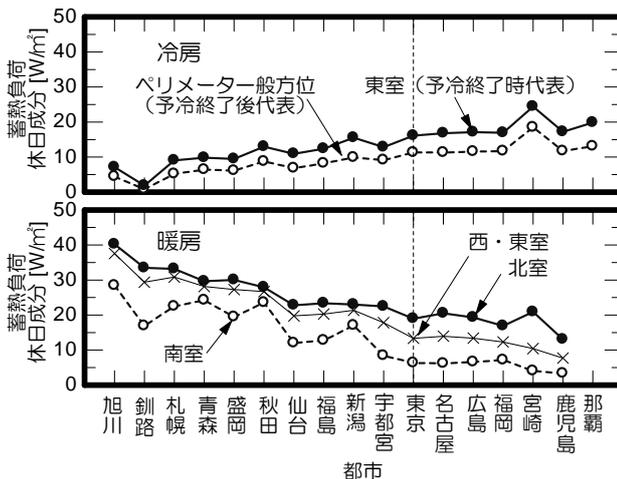


図5 都市と蓄熱負荷休日成分(基準建物)

【図4~7注記】冷房の東室、暖房の北室、南室、西・東室とは、東室、北西・北・北東3室、南東・南・南西3室、西・東2室の平均蓄熱負荷(インテリア・ペリメータともに平均)。ペリメータ一般方位とは、東・南東を除く6方位のペリメータ平均蓄熱負荷。

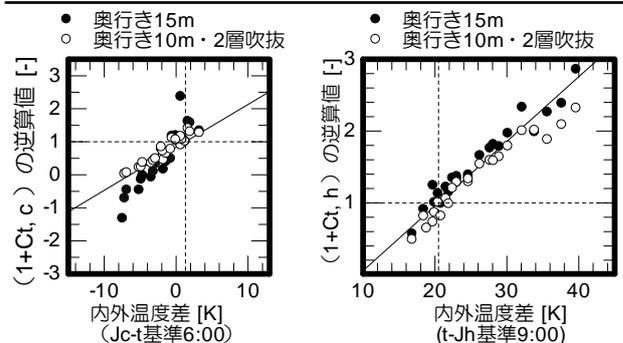


図6 内外温度差と冷房蓄熱負荷休日成分

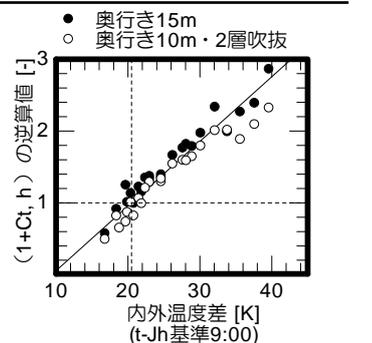


図7 内外温度差と暖房蓄熱負荷休日成分

【図6、7計算ケース】都市17ケース、設計室温変更8ケースの結果

【謝辞】本報の一部は、科研費補助金基盤研究(C)21560610による。また、(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)、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。

【文献】

- 1) 郡・石野: 設計に用いる暖房蓄熱負荷算法の提案、空気調和・衛生工学会論文集 No.31、pp.95-104、1986.6
- 2) 元井・斎藤・郡・石野: シミュレーション BEST によるオフィスの熱負荷・熱環境解析 第15、16報、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、2012.9

*1 宇都宮大学 准教授 工博
 *2 首都大学東京 名誉教授 工博
 *3 東京理科大学 准教授 博士(工学)
 *4 建築環境・省エネルギー機構 理事長 工博

*1 Associate Prof., Utsunomiya Univ., Dr.Eng.
 *2 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.
 *3 Associate Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr.Eng.
 *4 Chief Executive, Institute for Building Environment and Energy Conservation, Dr.Eng.