

シミュレーションツール BEST によるオフィスの熱負荷・熱環境解析

第18報 空調設計用蓄熱負荷計算法と誤差検討

正会員 ○元井 大喜*
正会員 郡 公子**
正会員 石野 久彌***

最大熱負荷 蓄熱負荷 BEST

1.序

既報^{1), 2), 3), 4)}では、日周期定常最大熱負荷計算から求めた最大熱負荷発生時の蓄熱負荷に加え、装置容量の能力不足時間率から休日空調停止に起因する蓄熱負荷について基本特性を解析した。本報では、既報より得られた知見を基に週休2日運転を行った際に発生する蓄熱負荷の推定式を立案し、推定値の誤差を解析する。

2.計算条件と基準計算結果

図1に示すような一面窓を持つ断面を想定し、8方位室に対して表1の基準条件を設定し解析を行った。蓄熱負荷は、前夜空調停止に起因する連日運転蓄熱負荷と、休日空調停止に起因する蓄熱負荷休日成分に分けて解析を行った。連日運転蓄熱負荷は設計用気象データを使用し

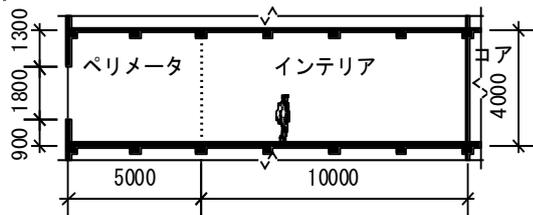


図1 基準オフィス断面
表1 基準計算条件

気象	EA気象データ(1991~2000年、設計用)、地点:東京
建物	[壁体材料(厚さ:mm)] 外壁:石こう板12+中空層+吹付け硬質ウレタン25+コンクリート150+モルタル20+タイル8(熱貫流率U=0.78W/m ² K) 天井外壁:外壁に対して仕上げなし(U=0.87) 内壁:モルタル25+コンクリート250+モルタル25(U=2.23) 窓:透明単板+中間色ブラインド(U=4.54、日射熱取得率 μ =0.48)
	[その他] 家具類熱容量:15J/litK、隣室温度差係数:0.1、隙間風:0.2回/h、 地表面反射率:0.15、ペリメータ・インテリアゾーン換気: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
	空調期間:冷房6-9月、暖房12-3月(週休2日運転)、 空調時間:8:00-20:00(予冷熱1時間)、 設定室温:冷房26°C、暖房22°C、外気導入なし
	空調

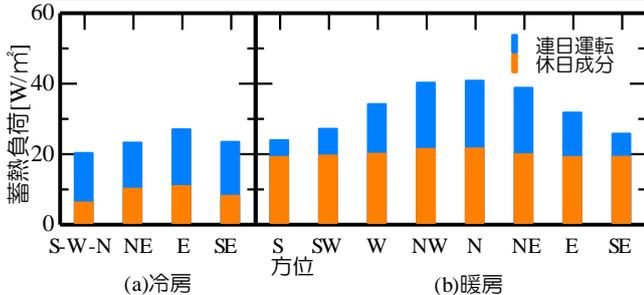


図3 基準条件における蓄熱負荷方位比較

た日周期定常計算から求め、蓄熱負荷休日成分は装置容量と能力不足時間率の関係(図2)より求める。

図3に基準条件における蓄熱負荷の方位比較を示す。冷暖房ともに方位による差が生じており、冷房時では東寄り、暖房時では北寄りの方位で蓄熱負荷が増加傾向にある。また、冷房時の蓄熱負荷は暖房時南方位と同程度の値を示しており、冷房時における蓄熱負荷も無視できない。

図4に暖房時北方位における内外温度差と週休2日運転蓄熱負荷の関係を示す。奥行きに寄らず室内外温度差と蓄熱負荷は強い相関性があり、地点や設定室温の要素は内外温度差を使用することで補正が可能である。

3.推定式概要

既報の解析結果を反映し、立案する蓄熱負荷推定式を表2に示す。週休2日運転蓄熱負荷 q_{st} は、連日運転蓄熱負荷 q_{sd} と蓄熱負荷休日成分 q_{st} の和で表されるものとし、前夜と休日の影響を分けて推定が可能である。基準負荷の式は、暖房時では熱損失係数に、冷房時では窓床面積比に依存した式になっている。予冷熱時間を変更さ

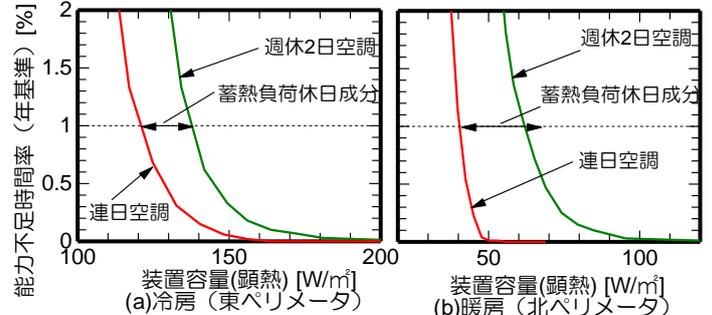
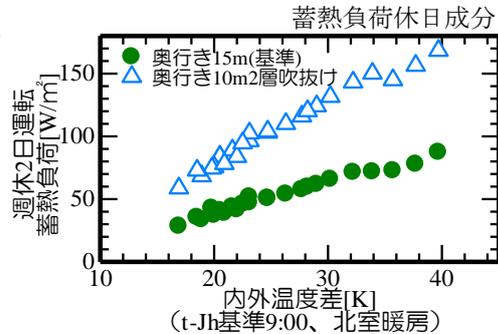


図2 週休2日運転と連日運転における装置容量と



【図3注記】冷房時S-W-N方位の値はほとんど変わらなかったため、まとめて一般方位として取り扱った。

図4 内外温度差と週休2日運転蓄熱負荷(暖房北方位)

せた場合、連日運転蓄熱負荷のみ補正する。

4. 推定式の誤差特性

図5に推定値と精算値の蓄熱負荷方位比較を示す。週休2日運転蓄熱負荷の誤差は、冷暖房ともに5W/m²以内であり、冷房時は推定値よりも精算値が小さく安全側、暖房時は北寄りの方角でやや危険側となった。冷房時では連日運転の一般方位(S-W-N)と、休日成分の一般方位、北東方位で、暖房時では連日運転の北寄りの方角でそれぞれ2W/m²程度の誤差が生じている。

図6に外壁面積を増加させた時の推定値と精算値の比較を示す。暖房時は外壁面積の増加でも大きなずれは生じないが、冷房時は屋上階等、外界接地面積が極端に大きくなる場合で予冷時間が短いと危険側へ推移した。

図7に主要都市別に設定室温を変化させた時の推定値と精算値の比較を示す。冷房時では各都市の蓄熱負荷差

表2 蓄熱負荷推定式

●暖房時の蓄熱負荷

$$q_{st} = q_{st0} + q_{st1} \quad \dots(1-1)$$

$$q_{st0} = c_p(1+c_t)q_{base0} \quad \dots(1-2)$$

$$c_p = 1.25, 1, 0.85(\text{それぞれ予熱1, 2, 3時間})$$

$$c_t = 0.05(\angle t - 20.5) \quad \dots(1-3)$$

$$q_{base0} = 90(1 - e^{-0.31Kt}) \quad \dots(1-4)$$

$$q_{st1} = (1 + 1.8c_t - c_{sr})q_{base1} \quad \dots(1-5)$$

$$c_{sr} = 0(\text{北西-北-北東}), 0.65(\text{南東-南-南西}), 0.3(\text{西, 東})$$

$$q_{base1} = 43(1 - e^{-0.70Kt}) \quad \dots(1-6)$$

【記号】 c_p : 予熱時間補正係数[-], c_t : 地域と設定室温の補正係数[-], q_{base0} : 基準負荷(連日運転)[W/m²], $\angle t$: t-Jh基準気象データの9時の外気温と設定室温との差[K], K_t : 対象室の熱損失係数[W/(m²·K)], c_{sr} : 窓方位係数[-], q_{base1} : 基準負荷(休日成分)[W/m²]

○冷房時の蓄熱負荷

$$q_{st} = q_{st0} + q_{st1} \quad \dots(2-1)$$

$$q_{st0} = 13 \cdot c_p(1+c_t+c_{sr})A_g/A_f+7 \quad \dots(2-2)$$

$$c_t = 0.22(\angle t - 1.3) \quad \dots(2-3)$$

$$c_{sr} = 0(\text{一般方位}), 1.8(\text{東}), 1.1(\text{北東, 南東})$$

$$q_{st1} = 47(1+0.6c_t)A_g/A_f+10 \quad \dots(2-4)$$

【記号】 c_p : 予冷時間補正係数[-], c_t : 地域と設定室温の補正係数[-], c_{sr} : 窓方位係数[-], $\angle t$: Jc-t基準気象データの6時の外気温と設定室温との差[K], A_g/A_f : 対象室の窓床面積比[-](A_g : 窓面積, A_f : 床面積)

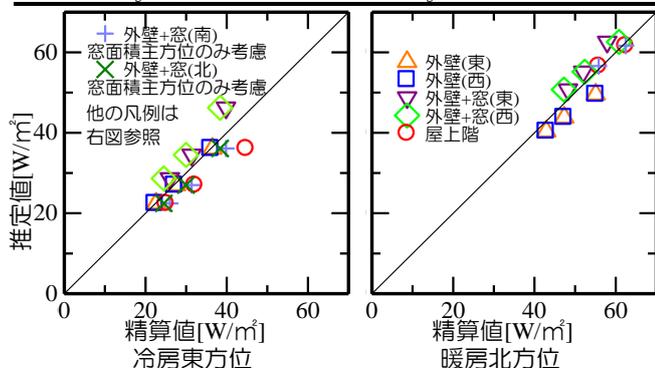


図6 外壁面積の増加と予冷時間の変更に伴う精算値と推定値の相関

がほとんど無く、20~40W/m²程度の値を示しているが、精算値との誤差はほぼ見られない。暖房時では松本等、蓄熱負荷の値が大きな地域においても精算値との誤差はほとんど生じておらず、設定室温を変化させても同様の傾向であった。これより、冷暖房ともに内外温度差の補正が妥当であることが分かる。

5. 結

シミュレーションツール BEST を用いて蓄熱負荷の推定式を立案し、推定値のもたらす誤差を解析した。

【文献】1) 郡・石野・元井: 建築熱性能解析のための BEST シミュレーション (第7報) オフィス最大負荷時蓄熱負荷の感度解析、空調調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.887-890、2011.9

2) 郡・石野・長井・村上: 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、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1213-1214、2012.9

3) 郡・石野・元井・齋藤: シミュレーションツール 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、pp.1225-1226、pp.1227-1228、2012.9

4) 郡・石野・元井・齋藤: 建物熱性能解析のための BEST シミュレーション 第9、10報 空調調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.2293-2296、pp.2297-2300、2012.9

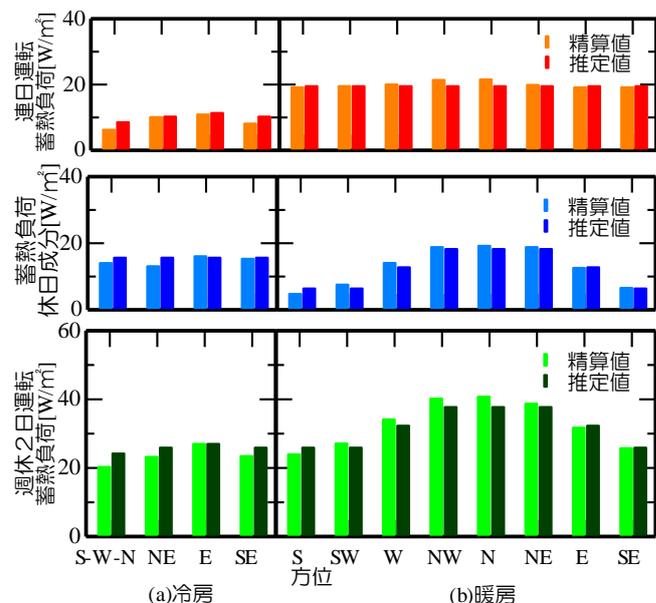


図5 推定値と精算値の蓄熱負荷方位比較 (基準条件)

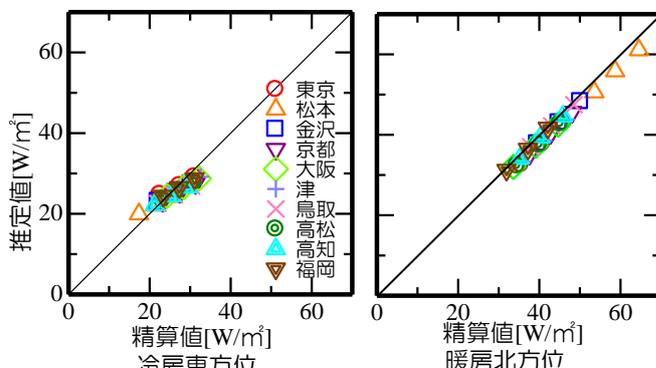


図7 主要都市別の設定室温変更に伴う精算値と推定値の相関

*高砂熱学工業(株) 修士(工学)(当時: 宇都宮大学大学院)

**宇都宮大学大学院工学研究科 准教授・工博

***首都大学東京大学院 名誉教授・工博

Takasago Thermal Engineering Co.,Ltd.,M.Eng. (formerly Graduate student, Utsunomiya Univ.)

Associate Prof., Graduate School of Engineering, Utsunomiya Univ., Dr. Eng

Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng