

全国の任意の地点及び日時における最大熱負荷計算に関する研究

Research on the air conditioning peak load at the optional place and date

9630112 小倉朋子

指導教官 田中辰明

1. はじめに

空気調和を行うスペースから冷房時に除去すべき熱量、暖房時に加えるべき熱量を計算することを熱負荷計算という。

熱負荷計算法はよく書物に記述されているが、東京や福岡など主な地点における、夏期(7月23日)、秋期(10月23日)、冬期(1月23日)の決まった日付の計算結果のみである。そこで本研究では、日本の任意の地点(52地区をリストから選択)における任意の日付において計算を可能にすることを目的とした。また、掲載資料は晴天時のみについてであるので、曇天時についても計算を可能にした。計算は、使用者が簡単に扱えるように、Excel を使用した。

2. 方法

本研究は「空気調和・衛生工学会方式」手計算による最大負荷計算法に基づき、熱負荷計算を行った。壁等の構造体の熱特性については、材料と寸法(厚さ)を入力することにより、任意の構造の壁体について、熱特性(熱貫流率、熱容量、貫流応答係数など)を算出し、これにより負荷計算を行った。

3. 室内温湿度条件の基準値

	夏期	冬期
一般建物(事務所・住宅 etc)	26℃、50%	22℃、50%
営業用建物(銀行・デパート etc)	27℃、50%	21℃、50%
工業用建物(工場)	28℃、50%	20℃、50%

※中間期は夏期と冬期の中間の値を用いる

4. 入力項目

日射および、壁体・窓からの熱負荷に関して

月日・場所・雲量

最高気温・最低気温・室内温度・相対湿度

壁体・ガラスの材料選定

壁体とガラス面のそれぞれの方角・傾斜角・面積

隙間風に関して

建築構造・室容量

(室内外の温度)(室内外の絶対湿度)

人体発熱に関して

占有面積・床面積・作業内容

照明発熱に関して

照明器具名・部屋名

機器発熱に関して

機器名・台数・使用率

※部はリストより選択

5. 日射量

大気を直進し平行光線として地表に到達した成分を直達日射量、日射が大気中で散乱された後、全天から地表に到達する成分を天空日射量という。一般に全天日射量とは、直達日射量と天空日射量の和である。

①晴天時

法線面直達日射量 $I_{ND}=I_0 \times P^{\frac{1}{\sin h}}$ Bouguer の式

水平面直達日射量 $I_{HD}=I_{ND} \times \sin h$

鉛直面直達日射量 $I_{VD}=I_{ND} \times \cos h \times \cos(A-A')$

水平面天空日射量 $I_{HS} =$

$0.5I_0 \cdot \sin h(1 - P^{\frac{1}{\sin h}}) / (1 - 1.4 \ln P)$

$1.2I_0 \cdot \sin h(1 - P^{\frac{1}{\sin h}})(1 - P) / (1 - 1.4 \ln P)$ Matsuo の式

$I_0(0.66 - 0.32 \sin h)(0.5 + (0.4 - 0.3P) \sin h) \sin h(1 - P^{\frac{1}{\sin h}})$

Nagata の式

鉛直面天空日射量 $I_{VS}=0.5 I_{HS}$

ここに $I_{ND}, I_{HD}, I_{VD}, I_{HS}, I_{VS}$: [kcal/m²h]

P: 大気透過率

I_0 : 太陽定数 = 1189[kcal/m²h]

h: 太陽高度[度]

A: 太陽方位角[度]

A': 壁、ガラスの方角[度]

②曇天時

全天日射量 $I_{HOLC}=(I_{ND} \times \sin h + I_{HS}) \times C$

直達日射量 $I_{HDC}=(I_{ND} \times \sin h) \cdot (1 - 0.1 \times CCF)$

天空日射量 $I_{HSC}=(I_{HOLC} - I_{HDC})$

東京、7月23日 最高気温33.4℃ 最低気温26.8℃

相対湿度50% 室内温度26℃

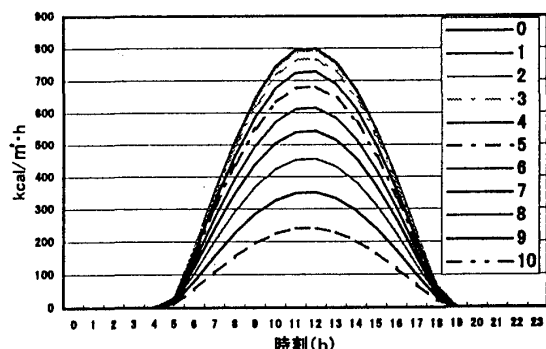


図1 曇量による全天日射量の変化

ここで $CCF=1+0.01C-0.08C$ とした。

C:雲量0~10(晴天時は0)

6. 基礎データの計算

相当外気温度 $SAT = a / \alpha_o \times I_o + t_o$

(日射の影響を温度に換算、外気温度に加えたもの)

実行温度差 $ETD_n = \sum_{k=0}^{n-1} (\Phi k^* \times SAT_{n-k} - tr) / K$

(SAT から時間遅れを伴う仮想の温度に換算したもの)

ここに

a=0.7 :壁体表面の日射吸収率

$\alpha_o = 20$ [kcal/m²h] :外気側表面熱伝達率

I_o :壁面日射量[kcal/m²h]

t_o :外気温度[°C]

tr :室内温度[°C]

Φk^* :貫流応答係数

K:壁体の熱貫流率[kcal/m²h°C]

$SSG = I_{ND} \times \cos i \times g_i + I_{HS} (1 + \cos \gamma W) / 2 \times gd$

(3mm 透明ガラスの標準日射熱取得[kcal/h])

ここに

i :入射角

g_i :入射角別日射取得率

γW :ガラス面の傾斜角

gd=0.808 :天空日射取得率

7. 出力項目

・全日射量

・SAT、ETD、SSG、

・1日の外気温度変化・相対湿度変化

・各熱負荷・全熱負荷

(外壁、窓、内壁、屋根、床、天井、扉、隙間風、人体発熱、照明、機器)

8. 考察

①利点

雲量と壁面の角度などを入力できることから、年間エネルギー計算にも利用でき、太陽集熱量にも応用できる。

②近似式

大気透過率Pは場所および季節により変化するが、現在のところ計算式は7月と10月のみ*1)しかない。そこで、P(12時)の月別平均値*5)より次式を得た。

一般都市: $P=0.004 \cdot M^2 - 0.053 \cdot M + 0.84$

太平洋側大都市: $P=0.0034 \cdot M^2 - 0.042 \cdot M + 0.74$

北海道(地方): $P=0.005 \cdot M^2 - 0.058 \cdot M + 0.81$

沖縄諸島: $P=0.003 \cdot M^2 - 0.03 \cdot M + 0.71$

ここに M:月

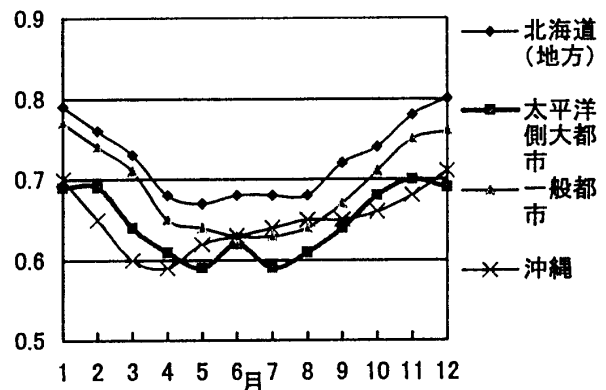


図2 大気透過率の月平均値の変化

③熱負荷計算における重要なファクター

負荷に影響を及ぼすファクターとして大気透過率がある。Pの値が5%違うと、負荷は最大で約5000kcal/hの差が出てくる。

東京、7月23日 最高気温33.4°C 最低気温26.8°C

壁体の熱負荷 相対湿度50% 室内温度26°C

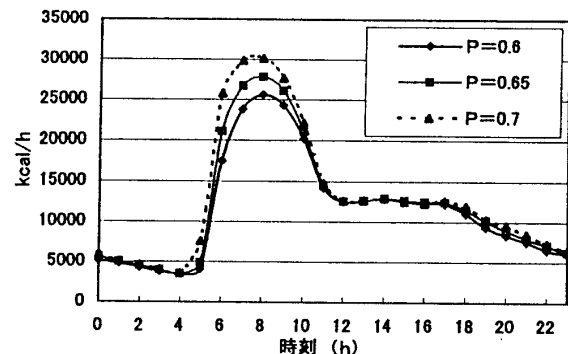


図3 Pの負荷への影響

その他、壁体表面の日射吸収率、太陽定数なども、負荷計算の大きなファクターになる。

【参考文献】

- 1) 空気調和ハンドブック 井上宇市 丸善(1996)
- 2) 建築環境工学 田中俊六・武田 仁・足立哲夫・土屋喬夫 井上書店(1990)
- 3) 空気調和・衛生工学 3 VOL.46 手計算による最大負荷計算法 空調設備基準委員会 第2小委員会負荷計算分科会 空気調和衛生工学会
- 4) パソコンによる空気調和計算法 宇田川光弘 オーム社
- 5) 理科年表平成10年(机上版)国立天文台 丸善
- 6) 空気調和・衛生設備の知識 社会法人空気調和衛生工学会 オーム社(1991)
- 7) 数値計算で学ぶ光と熱の建築環境学 宿谷昌則 丸善(1993)