

設備における電算機の応用（その1）

—熱負荷計算プログラムの開発—

桜井 翰
鈴木 良延
山田 幹彦
（設計部）
宮路 栄二

§ 1 まえがき

近年、科学技科分野への電算機の導入は、急速に発展し多様化しつつある。建築設備分野に対しても研究における解析プロセスのプログラム、設計における単一計算用のプログラム、一連の設計システムを自動計算させるべき大型プログラム、あるいは Drawing Machine（プロッターなど）と結んで自動作図を行なうプログラムなど、さまざまな形でプログラム開発がなされ、発展を見ている。それらは利用価値、利用度の点でそれぞれ長所、短所が見られ、電算機の導入に際して建築設備における業務内容の分析を行なって、それぞれの利点を十分検討して置く必要があることを示している。特に設計、作図などにおけるシステムティックな大型プログラムの開発に当っては莫大な時間、労力、費用が掛り、完成しても当初の目的を果し難い場合もある。さらにそれら大型プログラム開発においては、開発システムに対する検討も十分になさねばならない。フローチャートの作成、コーディングなどのプログラム作成作業の他に、使用するオリジナルデータの整備、管理、マニュアル作成あるいはユーザーからのフィードバックによるプログラムの修正、管理などの作業が広範囲にわたる。プログラム開発に際して当初考えられる目的とは別に、開発プロセスにおいて電子計算機を持つ最大の特徴である計算処理スピードの威力は、しばしば予測し難い事実と解決のヒントを生み出す利点もある。それにより常用データ、オリジナル計算式に対する疑問点が明確になり、検討もされるようになる。

今回の設備関係のプログラム開発に当っては研究所、設計部の協同作業により、設備設計における関係業務内容を十分検討すると同時に開発体制を整え、第1回は当面最も必要と考えられる熱負荷計算用のプログラムを選定、開発に当たった。当熱負荷計算プログラムの開発により考えられる主な利点としては、

i) 負荷計算ルーチンワークが省力化できる。

- ii) 計算精度が向上する。
 - iii) 多時点（刻）における負荷が容易に求められる（年間負荷計算による）。
 - iv) 負荷計算用オリジナルデータが再点検、整備される。
 - v) 計算原式が再検討される。
 - vi) 負荷シュミレーション計算が可能である。
- などがあげられる。

今回のプログラムデバッグには IBM SYSTEM 360-Model 40 を使用し、ディスクオペレティレグ・システム（DOS）によりフォートラン言語で組まれている。

§ 2 プログラムの要点

設計時点で一般に手計算で行なわれる冷暖房熱負荷計算では、空調設備機器選定などのために年間のピーク・ロードが予測される夏季、冬季において求められる。これらは設計外気温、湿度を夏季条件、冬季条件として設定し、夏季数時点（刻）、冬季一時点（刻）を熱流が定常であるとして計算し、冷暖房負荷に用いる。しかし設備運転費用算出等の資料とするには、熱流を非定常流として年間にわたる負荷計算が要求されるが、非定常計算の際のオリジナルデータが整備されておらず、実計算にも手間が掛り過ぎまだ実用化の段階には至っていない。

今回の熱負荷計算プログラムでは現在求め得る最大限のオリジナルデータを用いて、一般手計算で求められる夏季、冬季外気条件からのピークロード計算と、一応熱流を各時点（刻）では定常流として捉え年間負荷が計算できるよう組まれている。ただし、年間負荷計算では電算機のコア容量、計算速度を考慮して1～12月の各月を1日で代表させ（12日分）、各日8時～20時、2時間間隔（7時刻分）の計84時点（刻）分の計算に限定している。ピークロード計算と年間負荷計算は独立して行ない、

設計者が任意に選択できるようにしてある。

2.1 プログラムの特徴

2.1.1 設計ベース

プログラムでの計算原式は、一般に手計算で行なわれている方法をベースとしてあり、プログラムの使用時に設計者がスムーズにデータ記入が行なえるようにしてある。通常使用される設計マニュアル上のデータも、大部分そのままでイニシャルデータ(4.2を参照)として磁気テープへファイルされ、設計者が任意に選択使用できる。

負荷計算時、設計マニュアルにないデータとして構造体熱貫流率、床面積、在室人員数等あるいは絶対温度、エンタルピー等湿り空気線図から読み取るデータ等、前以て算出しなければならぬ諸値演算の手間を出来るだけ省き、プログラム内で行なわせている。したがって、図面からの読取寸法、温湿度等の設計条件や、プログラム使用のために特別に準備されたデータマニュアル(以下ユーザーマニュアルと呼ぶ)から選択コード番号(CODE NO.)を拾ってデータシートへ記入すれば良いようにしてある。

2.1.3 データ記入の簡素化と汎用性

プログラム使用に際して記入すべきデータは最少限にとどめ、かつ、適用できる部屋の汎用性を重視している。したがってプログラムに合わせて各データの逆算等前処理計算の煩雑さを防いでいる。

2.1.4 シーズンブロック

年間負荷計算に当って、12ヵ月各月代表日を3, 4, 5, 6月代表日は春季(シーズン番号=1), 7, 8, 9月は夏季(シーズン番号=2), 10, 11月は秋季(シーズン番号=3), 12, 1, 2月は冬季(シーズン番号=4)としてシーズンブロック化し、室内設定温湿度条件、外気側表面熱伝達率、外壁、外窓、屋根相当温度差標準値、窓ガラス日射量等全てこのシーズンブロックにベースを置く。例えば夏季室内設定温度を26℃と定めれば、7, 8, 9月代表日は全て26℃の設定室温となる。

2.1.5 負荷計算法

プログラム内では熱負荷の各項目について、それぞれ熱取得のみを算出する冷房計算、熱損失のみを算出する暖房計算、両者を同時に算出する混合計算の3種類の計算方法が可能であり、年間負荷計算の場合には各月代表日、各時刻において任意に選択して行なわせることができる。ただし、ピークロード計算では冬季(1時刻分)には暖房計算、夏季(7時刻分)には冷房計算と限定される。

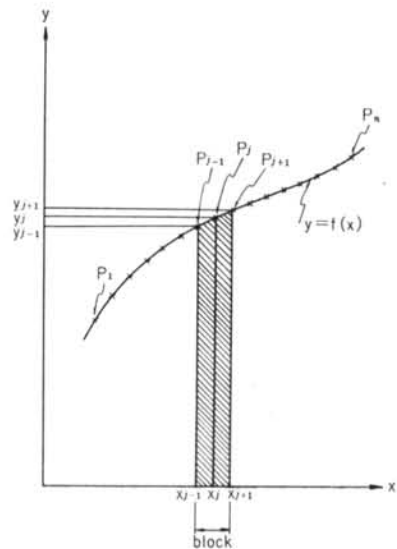
§ 3. プログラム計算項目

実際にプログラム内で行なっている諸基本計算の概要を述べる。計算式の中で用いている各同一記号は全て同じものを表わし、§ 2で述べた各月代表日は $d(1\sim 12)$ 、シーズンブロック番号は n SEASON (1~4)、時刻には τ (8時~20時)で示してある。

3.1 テーブルデータの2次関数化

一般にテーブル(表)から $x_j(j=1, 2, \dots)$ に対応して読取られるデータが $y_j(j=1, 2, \dots)$ であるとき、それら各組合せ (x_j, y_j) を x - y 座標にプロットするならば図一のごとくなる。各点 $P_j(x_j, y_j)$ を図のごとく結んで連続曲線とするならば、 $y=f(x)$ として一般関数化できる。 $y=f(x)$ が定まるならばこの範囲で任意の x に対して y が計算できる。

今、3点 $P_{j-1}(x_{j-1}, y_{j-1})$, $P_j(x_j, y_j)$, $P_{j+1}(x_{j+1}, y_{j+1})$ を x 座標から見て1つのブロックとして、このブロック内では3点を通る2次関数曲線を求めることができる。このようにして各ブロックを $(P_{j-3}, P_{j-2}, P_{j-1})$, (P_{j-1}, P_j, P_{j+1}) , $(P_{j+1}, P_{j+2}, P_{j+3})$, \dots としてブロック内2次関数を求め、継げると一つの連続関数を得る。これら各ブロックの2次曲線がブロック内での変曲点を持たないならば、得られた(2次関数としての)連続関数 $y=f(x)$ から x_j に対応する y_j を求めても実用上差支えないと考える。



図一1 データの2次関数化

ここで、ブロック番号 block における3点 $P_{j-1}(x_{j-1}, y_{j-1})$, $P_j(x_j, y_j)$, $P_{j+1}(x_{j+1}, y_{j+1})$ から作られる2次関数を

$$y = a_0(\text{block})x^2 + a_1(\text{block})x + a_2(\text{block}) \quad \dots(1)$$

とすれば各係数値, $a_0(\text{block})$, $a_1(\text{block})$, $a_2(\text{block})$ は次式によって計算される.

$$a_0(\text{block}) = \frac{(x_{j-1} + x_j + x_{j+1} + x_{j-1})}{-[(x_j - x_{j+1})y_{j-1} + (x_{j+1} - x_{j-1})y_j + (x_{j-1} - x_j)y_{j+1}]} \quad \dots(2)$$

$$a_1(\text{block}) = \frac{(x_j^2 - x_{j+1}^2)y_{j-1} + (x_{j+1}^2 - x_{j-1}^2)y_j + (x_{j-1}^2 - x_j^2)y_{j+1}}{(x_j - x_{j+1})(x_{j+1} - x_{j-1})(x_{j-1} - x_j)} \quad \dots(3)$$

$$a_2(\text{block}) = \frac{-[x_j x_{j+1}(x_j - x_{j+1})y_{j-1} + x_{j+1} x_{j-1}(x_{j+1} - x_{j-1})y_j + x_{j-1} x_j(x_{j-1} - x_j)y_{j+1}]}{(x_j - x_{j+1})(x_{j+1} - x_{j-1})(x_{j-1} - x_j)} \quad \dots(4)$$

プログラムにおいてテーブルデータを連続関数として取扱う場合, 全てこの2次関数化を適用し, 各ブロックごとの係数値 $a_0(\text{block})$, $a_1(\text{block})$, $a_2(\text{block})$ をイニシャルデータ (前述) としてファイルしておく.

3.2 湿り空気状態量の計算——空気線図関係

湿り空気の各状態値は乾球温度 t (°C), 相対湿度 ϕ (%) を基本状態値として与え, 他の値を計算する.

3.2.1 飽和蒸気圧 $P_{vs}(t)$ (kp^注/cm²)

乾球温度 t (°C) の2次関数として計算する.

$$P_{vs}(t) = A_{01}(\text{block})t^2 + A_{11}(\text{block})t + A_{21}(\text{block}) \quad \dots(5)$$

ここで,

$A_{01}(\text{block})$, $A_{11}(\text{block})$, $A_{21}(\text{block})$ は t による各ブロックごとの2次関数係数値であり, t は有用範囲として $-20^\circ\text{C} \leq t \leq 40^\circ\text{C}$ を取り 4°C 間隔をブロック単位として計15ブロックから成る.

3.3.2 絶対湿度 $x(t, \phi)$ (kp/kp DA)

相対湿度 ϕ (%), 飽和蒸気圧 P_{vs} (kp/cm²) より次式で計算する.

$$x(t, \phi) = \frac{\phi \cdot P_{vs}(t)}{103.3 - \phi \cdot P_{vs}(t)} \quad \dots(5)$$

3.3.3 エンタルピー, $i(t, \phi)$ (kcal/kp DA)

乾球温度 t (°C), 絶対湿度 x (kp/kp DA) より次式によって計算する.

$$i(t, \phi) = 0.240t + (597.3 + 0.44t)x(t, \phi) \quad \dots(7)$$

3.3.4 湿球温度, $t_{WB}(t, \phi)$ (°C)

乾球温度 t (°C), 相対湿度 ϕ (%) の示すエンタルピー値が丁度飽和エンタルピー (100%相対湿度の示すエンタルピー) となる乾球温度 t' (°C) を湿球温度として大差ないと考える (図-2 参照). したがって, 一般に乾球温度 t (°C) の飽和湿り空気が示す飽和エンタルピー $i_s(t)$ (kcal/kp DA) が次式 (2次関数) によって求められるならば,

$$i_s(t) = A_{02}(\text{block})t^2 + A_{12}(\text{block})t + A_{22}(\text{block}) \quad \dots(8)$$

(5), (9), (7)式より求められる状態値 (t, ϕ) の示すエンタルピー $i(t, \phi)$ (kcal/kp DA) を(8)式の $i_s(t)$ と等しく置いて得られる次式を t について解けば求められる.

$$i(t, \phi) = A_{02}(\text{block})t^2 + A_{12}(\text{block})t + A_{22}(\text{block}) \quad \dots(9)$$

よって,

$$t_{WB}(t, \phi) = t' = \frac{-A_{12}(\text{block}) + \sqrt{A_{12}^2(\text{block}) - 4A_{02}(\text{block})\{A_{22}(\text{block}) - i(t, \phi)\}}}{2A_{02}(\text{block})} \quad \dots(10)$$

したがって, (10)式よりブロック番号を $\text{block} = 1 \sim 15$ と順次置換して得られる t' の中からブロック範囲条件を満たす値を $t_{WB}(t, \phi)$ として採用すれば良い (以下この操作をブロックスキャンと呼ぶ).

3.3.5 露点温度, $t_{DP}(t, \phi)$ (°C)

露点温度は乾球温度 t (°C), 相対湿度 ϕ (%) の示す絶対湿度 $x(t, \phi)$ (kp/kp DA) が丁度飽和絶対湿度値となる乾球温度 t' (°C) として求める (図-3 参照). したがって, 乾球温度 t (°C) の示す飽和絶対湿度 $x_s(t)$ (kp/kp DA)

注) kp (キロボンド) は工学単位 (MKS 単位) としての kg 重

が、次式 (t の 2 次関数) によって求められるならば、

$$x_S(t) = A_{03}(\text{block})t^2 + A_{13}(\text{block})t + A_{23}(\text{block}) \quad \dots (11)$$

ここで、 $A_{03}(\text{block})$ 、 $A_{13}(\text{block})$ 、 $A_{23}(\text{block})$ は(5)式と同じく t によるブロックごとの 2 次関数係数値。

(11)式において $x(t, \zeta)$ を $x_S(t)$ と等しくおいて得られる次式を t について解けば求められる。

$$A_{03}(\text{block})t^2 + A_{13}(\text{block})t + A_{23}(\text{block}) - x(t, \varphi) = 0 \quad \dots (12)$$

よって、

$$t_{DP} = t' = \frac{-A_{13}(\text{block}) + \sqrt{A_{13}^2(\text{block}) - 4A_{03}(\text{block})\{A_{23}(\text{block}) - x(t, \varphi)\}}}{2A_{03}(\text{block})} \quad \dots (13)$$

したがって、(10)式のごとく、ブロックスキャンして t_{DP} を求める。

3.3.6 装置露点温度 $t_{ADP}(t, \varphi, SHF)$ (°C)

装置露点温度は図-4 に示すごとく、乾球温度 t_R (°C)、相対湿度 φ_R (%) の室内状態点から室内負荷の顕熱比 SHF 一定の状態線が飽和曲線と交わる点の乾球温度として求める。顕熱比 SHF に対する熱水分比 u は次式によって求められる。

$$u = \frac{597.3}{1 - SHF} \quad \dots (14)$$

室内状態点 (t_R, φ_R) を通って SHF 一定の直線の式は、

$$\frac{i - i_R(t_R, \varphi_R)}{x - x_R(t_R, \varphi_R)} = u \quad \dots (15)$$

として示される。

したがって装置露点温度を示す状態点が飽和曲線上にあることから上式において、 x がそれぞれ飽和エンタルピー i_S (kcal/kp DA)、飽和絶対湿度 x_S (kp/kp DA) となる乾球温度 t_S (°C) を求めれば良い。(8)、(11)式によって i_S 、 x_S はそれぞれ t_S の 2 次関数として次式で示される。

$$i_S = A_{02}(\text{block})t_S^2 + A_{12}(\text{block})t_S + A_{22}(\text{block}) \quad \dots (16)$$

$$x_S = A_{03}(\text{block})t_S^2 + A_{13}(\text{block})t_S + A_{23}(\text{block}) \quad \dots (17)$$

(15)、(16)、(17)式から ($i = i_S$ 、 $x = x_S$ として) 次式を得る。

$$\frac{A_{02}(\text{block})t_S^2 + A_{12}(\text{block})t_S + A_{22}(\text{block}) - i_R(t_R, \varphi_R)}{A_{03}(\text{block})t_S^2 + A_{13}(\text{block})t_S + A_{23}(\text{block}) - x_R(t_R, \varphi_R)} = u \quad \dots (18)$$

よって上式を t_S について解いて、

$$t_{ADP}(=t_S) = \frac{-[A_{12}(\text{block}) - uA_{13}(\text{block})] + \sqrt{[A_{12}(\text{block}) - uA_{13}(\text{block})]^2 - 4\{A_{02}(\text{block}) - uA_{03}(\text{block})\}\{A_{22}(\text{block}) - i_R(t_R, \varphi_R) - uA_{23}(\text{block}) + ux_R(t_R, \varphi_R)\}}}{2\{A_{02}(\text{block}) - uA_{03}(\text{block})\}} \quad \dots (19)$$

(19)式において(10)式のごとく、ブロックスキャンして t_{ADP} を求める。

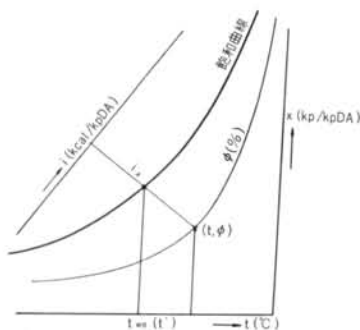


図-2 湿球温度変

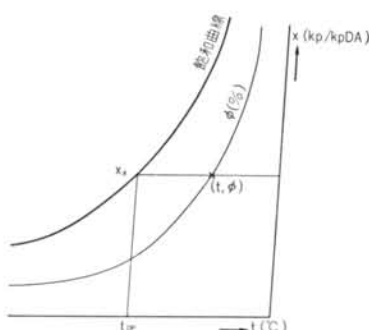


図-3 露点温度変

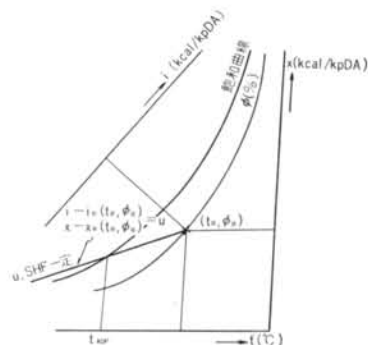


図-4 装置露点温度

3.3 負荷計算に用いる諸値の計算

熱負荷計算に必要な熱貫流率, 表面熱伝達率, すきま風量等の諸値を求める基本計算式について述べる。

3.3.1 熱貫流率

(i) 外気に接している構造体の熱貫流率 K_o (kcal/m²h°C)

—外壁, 外窓, 屋根などに適用

外気側の表面熱伝達率が外気風速によって影響を受けることを考慮して次式で計算する。

$$K_o = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + R + \frac{1}{\alpha_o(n_{SEASON})}} \quad \dots \text{㉑}$$

ここで,

α_i は室内側表面熱伝達率 (kcal/m²h°C)

R は構造体の各層の熱抵抗の総和 (m²h°C/kcal) で, 各層の熱伝導率を λ_j (kcal/mh°C), 材厚を l_j (mm), 空気層などの抵抗は r_j (m²h°C/kcal) として次式によって求められる。

$$R = \sum_j \left(\frac{l_j \times 10^{-3}}{\lambda_j} \right) + \sum_j r_j \quad \dots \text{㉒}$$

$\alpha_o(n_{SEASON})$ はシーズン番号 n_{SEASON} における外気側表面熱伝達率 (kcal/m²h°C) で, ㉑式から求められる。

(ii) 室内側構造体の流貫流率, K_i (kcal/m²h°C)

—間仕切壁, 天井, 床などに適用

室内側構造体は外気風速による表面熱伝達率の変化がなく内表面伝達率 α_i (=一定) として次式で計算する。

$$K_i = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + R + \frac{1}{\alpha_i}} \quad \dots \text{㉓}$$

(iii) 地中に接している構造体の熱貫流率 K_B (kcal/m²h°C)

—地中壁, 床などに適用

地中に接している構造体では構造体外表面より約1mの点から熱貫流を考慮して構造体と地中厚1m分を一体とした熱貫流率を次式で計算する。(図-5参照)

$$K_B = \frac{1}{\frac{1}{K'_B} + \frac{1}{\alpha_{BO}} + \frac{1}{\lambda_G}} \quad \dots \text{㉔}$$

ここで,

λ_G は地中土の熱伝導率 (kcal/mh°C), K'_B は構造体が外気に接しているとして求めた熱貫流率 (kcal/m²h°C) であり, 外気側熱伝達率に α_{BO} (kcal/m²h°C) を用いたもの。この K'_B の値はユーザーマニュアルに示される。

3.3.2 外気風速 $v(n_{SEASON})$ (m/sec)

外気側表面熱伝達率, 外窓などからのすきま風量などに影響をおよぼす外気平均風速は, 地表面より高さ h (m) において次式により計算する。

$$v(n_{SEASON}) = v_0(n_{SEASON}) \left(\frac{h}{h_0} \right)^{1/n(n_{SEASON})}$$

ここで,

$v_0(n_{SEASON})$ は標準高さ h_0 (m) におけるシーズン番号 n_{SEASON} の標準平均風速 (m/sec), $n(n_{SEASON})$ は高さによる増分指数

3.3.3 外気側表面熱伝達率 $\alpha_o(n_{SEASON})$ (kcal/m²h°C)

㉑式より求められる各シーズンでの外気平均風速 $v(n_{SEASON})$ の2次関数として次式によって計算する。

$$\alpha_o(n_{SEASON}) = A_{04}(\text{block})v^2(n_{SEASON}) + A_{14}(\text{block})v(n_{SEASON}) + A_{24}(\text{block}) \quad \dots \text{㉕}$$

ここで,

$A_{04}(\text{block})$, $A_{14}(\text{block})$, $A_{24}(\text{block})$ は外気風速, 0~20m/sec 間を2m/sec 間隔でプロッキングしたときの各ブロックにおける2次関数係数値であり, 外壁, 外窓, 屋根の個々について求めてある。

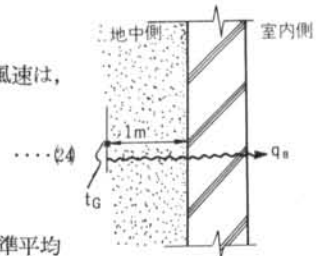


図-5 地中壁熱貫流率

3.3.4 すきま風々量, $Q_{IR}(n_{SEASON})(m^3/h)$

外窓などからのすきま風々量はシーズンごとに求め、換気回数法をベースとし、他に冬季にクラック法、春、夏、秋季にはドア、窓の開閉頻度からの算出法を採用している。

(i) 換気回数法による場合

$$Q_{IR}(n_{SEASON}) = V_R \cdot N_{IR}(n_{SEASON}) \quad \dots \text{26}$$

ここで、

V_R は室客積 (m^3), $N_{IR}(n_{SEASON})$ はシーズン番号 n_{SEASON} におけるすきま風換気回数 (回/h)

(ii) クラック法による場合冬 (季のみ)

クラック法の適用は冬季 ($n_{SEASON} = 4$) に限定し、次式で計算する。

$$Q_{IR}(4) = \sum_j (u_{Q_{IR}}(4) \cdot Log)_j \quad \dots \text{27}$$

ここで、

Log はすきま風の侵入して来る外窓、ドアなどのペリメータ長さ (m), $u_{Q_{IR}}(4)$ は冬季 ($n_{SEASON} = 4$) に、ペリメータ単位長さ当たりのすきま風々量 ($m^3/h \cdot m$) であり、24式より求められる外気風速 $v(4)(m/sec)$ の2次関数として次式によって計算する。

$$u_{Q_{IR}}(4) = A_{05}(\text{block})v^2(4) + A_{15}(\text{block})v(4) + A_{25}(\text{block}) \quad \dots \text{28}$$

ただし、 $A_{05}(\text{block})$, $A_{15}(\text{block})$, $A_{25}(\text{block})$ は $v(4)$ を $0 \sim 7 m/sec$ ($\text{block} = 1$), $7 \sim 11 m/sec$ ($\text{block} = 2$) $11 \sim 20 m/sec$ ($\text{block} = 3$) とする各ブロックごとの2次関数係数値であり、窓、ドアなどの種類別に求めている。

(iii) ドアの開閉頻度からの算出法 (春, 夏, 秋季)

ドアの開閉の頻度から算出するもので、次式で計算する。

$$Q_{IR}(n_{SEASON}) = \sum_j (u_{Q_{IR}} \cdot N_F)_j \quad \dots \text{29}$$

ここで、

N_F は1個のドアを単位時間に通過する (開閉する) 平均人員数 (人), $u_{Q_{IR}}$ はドアの開閉1回当たりの侵入すきま風々量 ($m^3/h \cdot \text{人}$)

3.3.4 取入新鮮外気量 $Q_{OA}(m^3/h)$

取入新鮮外気量は平均在室人員数 N_H (人) として次式で計算する。

$$Q_{OA} = u_{Q_{OA}} \cdot N_H \quad \dots \text{30}$$

ここで、

$u_{Q_{OA}}$ は在室人員1人当たり必要な新鮮外気量 ($m^3/h \cdot \text{人}$)

3.4 熱負荷計算

負荷計算の各項目についてのプログラムでは熱取得ベースの計算を行ない、プラス値を熱取得、マイナス値を熱損失として示す。各負荷項目の計算結果が熱取得値 (プラス値) として算出される場合には冷房計算、混合計算に対して、熱損失値 (マイナス値) として算出される場合には暖房計算、混合計算に対してのみそれぞれ有効値として残し、他はその項目全てを帰零する。

3.4.1 年間を通じて一定として算出する負荷

(i) 照明負荷, $q_L(kcal/h)$

室内照明総ワット数を $W(\text{watt})$ として次式で計算する。

$$q_L = 1.25 \times W \quad \dots \text{31}$$

(ii) 器具から発生する顕熱負荷, 潜熱負荷 $q_{ES}, q_{EL}(kcal/h)$

$$q_{ES} = \sum_j (u_{q_{ES}} \times N_E)_j \quad \dots \text{32}$$

$$q_{EL} = \sum_j (u_{q_{EL}} \times N_E)_j \quad \dots \text{33}$$

ここで、

$u_{q_{ES}}, u_{q_{EL}}$ は室内器具1個当たり発生する顕熱, 潜熱量 ($kcal/h \cdot \text{個}$), N_E は各個数

(iii) 駆動機から発生する負荷 $q_M(kcal/h)$

室内にある電動機や、それによって駆動される機械から発生する顕熱量は、それぞれ設置される場所によって計算法が異なる。

(イ) 電動機も駆動される機械も室内側にあるとき

$$q_M = \sum_j (P \times 1 / \eta_M \times 860)_j \quad \dots\dots(34)$$

(ロ) 電動機が室外にあり、駆動される機械が室内にあるとき

$$q_M = \sum_j \left(P \times \frac{1 - \eta_M}{\eta_M} \times 860 \right)_j \quad \dots\dots(35)$$

(ハ) 電動機が室内にあり、駆動される機械が室外にあるとき

$$q_M = \sum_j \{ P' \times (1 - \eta_M) \times 860 \}_j \quad \dots\dots(36)$$

ここで、

P は電動機の定格出力 (kW), P' は電動機入力 (kW), η_M は電動機効率で、 P, P' がそれぞれ 2~7.5kW では 0.82, 7.5~15kW では 0.85, 15kW 以上では 0.88 としている。

(イ) その他の顕熱、潜熱負荷 q_{EXTS}, q_{EXTL} (kcal/h)

負荷計算時、設計者が何らかの意図で任意に増減を行なうために組入れる負荷値であり、負荷値そのものが入力される。マイナス値であれば減じられる。

3.4.2 月別(各月代表日)に対しては変化するが時刻別には一定として算出する負荷

(i) 人体から発生する顕熱、潜熱負荷, q_{HS}, q_{HL} (kcal/h)

在室人員 1 人当たりから発生する顕熱量、潜熱量を室内設定温度の 2 次関数で示し、次式によって計算する。

$$q_{HS} = [A_{06}(\text{block})t_R^2(nSEASON) + A_{16}(\text{block})t_R(nSEASON) + A_{26}(\text{block})]N_H \quad \dots\dots(37)$$

$$q_{HL} = [A_{07}(\text{block})t_R^2(nSEASON) + A_{17}(\text{block})t_R(nSEASON) + A_{27}(\text{block})]N_H \quad \dots\dots(38)$$

ここで、

$t_R(nSEASON)$ はシーズン番号 $nSEASON$ における室内設定温度 (°C), N_H は在室人員数 (人)

$A_{06}(\text{block}), A_{16}(\text{block}), A_{26}(\text{block}) \cdot t_R(nSEASON)$ を 23.9°C 以下 (block=1), 23.9~26.7°C (block=2) 26.7°C 以上 (block=3) としてプロッキングし、各ブロックにおける人体 1 人当たりからの発生顕熱量を求める 2 次関数係数値。同じく、 $A_{07}(\text{block}), A_{17}(\text{block}), A_{27}(\text{block})$ は潜熱量に対しての得数値。

(ii) 地中に接する壁からの熱損失 q_{BOW} (kcal/h)

冬季のみ算出し、次式によって計算する。

$$q_{BOW} = \sum_j \{ K_{BOW}(t_G - t_R(4))S_{BOW} \}_j \quad \dots\dots(39)$$

ここで、

S_{BOW} は地中に接している各面の壁面積 (m²), K_{BOW} は壁外表面から地中厚 1 m 分を含めた壁熱貫流率 (kcal/m²h°C) で(37)式によって求められる。

$t_R(4)$ は冬季室内設定温度 (°C), t_G は冬季地中温度 (°C) で次式によって求められる。

$$t_G = \frac{t_{Smax} + t_{Gmin}}{2} - \frac{t_{Smax} - t_{Smin}}{2} e^{-0.55H} \quad \dots\dots(40)$$

ただし、 t_{Smax}, t_{Smin} は地表面月平均温度で年間を通しての最大、最小値 (°C), H は地表面からの深さ (m)

(iii) 地中に接する床面からの熱損失 q_{BF} (kcal/h)

冬季のみ算出し、次式によって計算する。

$$q_{BF} = K_{BF}(t_G - t_R(4))S_R \quad \dots\dots(41)$$

ここで、

K_{BF} は床下地中厚 1 m 分を含めた床の熱貫流率 (kcal/m²h°C) で(37)式から求められる。 S_R は床面積 (m²),

t_G は床下地中 1 m の地中温度 (°C) で(40)式によって求められる。

3.4.3 月別、時刻別によって変化する負荷

(i) 外壁負荷, q_{OW} (kcal/h)

(イ) 外気温が室内設定温より高い場合

熱取得となり、太陽輻射を考慮して2次式で計算する。

$$q_{ow} = \sum_{iOR}^8 [K_{ow}(n_{SEASON}) \cdot \Delta t_{eow}(d, \tau) S_{ow}]_{iOR} \quad \dots (42)$$

ここで、

K_{ow} は外壁の熱貫流率 (kcal/m²h℃) で(40)式から求められる。 S_{ow} は外壁面積 (m²),

$\Delta t_{eow}(d, \tau)$ は外壁の修正相当温度差 (℃) で次式より求められる。

$$\Delta t_{eow}(d, \tau) = \Delta t_{eow_0}(n_{SEASON}) + \{t_o(d, \tau) - t_{o_0}(n_{SEASON}, \tau) - [t_R(n_{SEASON}) - t_{R_0}(n_{SEASON})]\} \quad \dots (43)$$

ただし、 $\Delta t_{eow_0}(n_{SEASON}, \tau)$ はシーズン番号 n_{SEASON} 、時刻 τ (時)における外壁相当温度差標準値(℃)であり、標準外気温 $t_{o_0}(n_{SEASON}, \tau)$ 、標準設定室温 $t_{R_0}(n_{SEASON})$ として求められた値。

$t_o(d, \tau)$ は各自代表日 d 、時刻 τ (時)における設計外気温 (℃)、 $t_R(n_{SEASON})$ は設定室温、 iOR は方位番号 (北=1, 北東=2...、北西=8)。

(ロ) 外気温が室内設定室温より低い場合

熱損失となり、熱貫流を考慮して2次式で計算する。

$$q_{ow} = \sum_{iOR}^8 [K_{ow}(n_{SEASON}) \{t_o(d, \tau) - t_R(n_{SEASON})\} S_{ow}]_{iOR} \quad \dots (44)$$

(ii) 外室負荷 q_{og} (kcal/h)

外室負荷は日射負荷と熱貫流負荷を計算する。

(イ) 日射負荷 $q_{ogr}(d, \tau)$ (kcal/h)

同一シーズン番号 (n_{SEASON}) で示される各月代表は (d) に対して日射量は時刻毎には大差ないと見做して次式で計算する。

$$q_{ogr}(d, \tau) = \sum_{iOR}^8 [R_{sg} \cdot I_{gr}(n_{SEASON}, \tau) S_{og}]_{iOR} \quad \dots (45)$$

ここで、

R_{sg} は遮蔽係数、 S_{og} は窓ガラス面積 (m²)、 $I_{gr}(n_{SEASON}, \tau)$ は窓ガラス日射量 (kcal/m²h)

(ロ) 熱貫流負荷、 q_{ogc} (kcal/h)

$$q_{ogc}(d, \tau) = \sum_{iOR}^8 [K_{og}(n_{SEASON}) \{t_o(d, \tau) - t_R(n_{SEASON})\} S_{og}]_{iOR} \quad \dots (46)$$

ここで、

$K_{og}(n_{SEASON})$ は窓ガラス熱貫流率 (kcal/m²h℃) で(40)式から求められる。

以上(45)、(46)式より q_{og} は

$$q_{og} = q_{ogr}(d, \tau) + q_{ogc}(d, \tau) \quad \dots (47)$$

として計算される。

(iii) 屋根負荷、 q_{rf} (kcal/h)

(イ) 外気温が室内設定温度より高い場合

熱取得となり、太陽輻射を考慮して次式で計算する。

$$q_{rf} = K_{rf}(n_{SEASON}) \Delta t_{erf}(d, \tau) S_R \quad \dots (48)$$

ここで、

$K_{rf}(n_{SEASON})$ は屋根熱貫流率 (kcal/m²h℃) で(40)式から求められる。

$\Delta t_{erf}(d, \tau)$ は屋根の修正相当温度差 (℃) で次式より求められる。

$$\Delta t_{erf}(d, \tau) = \Delta t_{erf_0}(n_{SEASON}, \tau) + \{t_o(d, \tau) - t_{o_0}(n_{SEASON}, \tau)\} - [t_R(n_{SEASON}) - t_{R_0}(n_{SEASON})] \quad \dots (49)$$

ただし、 $\Delta t_{erf_0}(n_{SEASON}, \tau)$ は屋根相当温度差標準値 (℃) であり、標準外気温 $t_{o_0}(d, \tau)$ 、標準室内設定温度 $t_{R_0}(n_{SEASON})$ として求められた値。

(ロ) 外気温度が室内設定温より低い場合

熱損失となり、熱貫流を考慮して次式で計算する。

$$q_{RF} = K_{RF}(n_{SEASON})\{t_o(d, \tau) - t_R(n_{SEASON})\}S_R \quad \dots 50$$

iv 天井負荷 q_{CL} (kcal/h)

天井負荷は屋根負荷とは区別して行なう。

$$q_{CL} = K_{OL}\{t_{UR}(d, \tau) - t_R(n_{SEASON})\}S_R \quad \dots 51$$

ここで、

K_{CL} は天井の熱貫流率 (kcal/m²h°C) で22式から求められる。 $t_{UR}(d, \tau)$ は月代表日 d , 時刻 τ における上階室室内温度 (°C) で上階室の状態により次のようになる。

(i) 空調しているとき

上階室の室内設定温度を $t'_R(n_{SEASON})$ として、

$$t_{UR}(d, \tau) = t'_R(n_{SEASON}) \quad \dots 52$$

(ii) 外気温との中間温度と見做すとき

$$t_{UR}(d, \tau) = \frac{t_R(n_{SEASON}) + t_o(d, \tau)}{2} \quad \dots 53$$

(iii) 外気温と見做すとき

$$t_{UR}(d, \tau) = t_o(d, \tau) \quad \dots 54$$

ただし、上階室側表面熱伝達率が外気風速の影響を受けると考える場合には K_{CL} の α_i を $\alpha_o(n_{SEASON})$ で置換して修正する。

(v) 床負荷 q_{FLR} (kcal/h)

$$q_{FLR} = K_{FLR}\{t_{DR}(d, \tau) - t_R(n_{SEASON})\}S_R \quad \dots 55$$

ここで、

K_{FLR} は床の熱貫流率 (kcal/m²h°C) で22式から求められる。 $t_{DR}(d, \tau)$ は下階室室内温度 (°C) で下階室の状態によって異なり天井負荷に於ける上階室温度と同様にとる。

(vi) 障害との間仕切壁負荷 q_{NXT} (kcal/h)

$$q_{NXT} = \sum_j [K_{NXT}\{t_{NXT}(d, \tau) - t_R(n_{SEASON})\}]S_{NXT} \quad \dots 56$$

ここで、

K_{NXT} は隣室との間仕切壁の熱貫流率 (kcal/m²h°C) で22式から求められる。 S_{NXT} は間仕切壁面積 (m²)、 $t_{NXT}(d, \tau)$ は隣室の室内温度 (°C) で隣室の状態により異なり、天井負荷における上階室温度と同様にとる。

(vii) すきま風による顕熱負荷、潜熱負荷 q_{IRS}, q_{IRL} (kcal/h)

すきま風による顕熱負荷は次式で計算する。

$$q_{IRS} = 0.28Q_{IR}(n_{SEASON})\{t_o(d, \tau) - t_R(n_{SEASON})\} \quad \dots 57$$

ここで、

$Q_{IR}(n_{SEASON})$ はすきま風量 (m³/h) で26, 27, 28式から求められる。

潜熱負荷は次式で計算する。

$$q_{IRL} = 715Q_{IR}(n_{SEASON})\{x_o(d, \tau) - x_R(n_{SEASON})\} \quad \dots 58$$

ここで、

$x_o(d, \tau)$ は月代表日 d , 時刻における外気絶対温度 (kp/kp DA), $x_R(n_{SEASON})$ はシーズン番号 n_{SEASON} における室内空気絶対温度 (kp/kp DA) で(6)式によって求められる。

(viii) 外気顕熱負荷、潜熱負荷 q_{OAS}, q_{OAL} (kcal/h)

取入新鮮外気による顕熱負荷は次式で計算する。

$$q_{OAS} = 0.2Q_{OA}\{t_o(d, \tau) - t_R(n_{SEASON})\} \quad \dots 59$$

ここで、

Q_{OA} は取入新鮮外気量 (m³/h) で60式から求められる。

潜熱負荷は次式によって計算される。

$$q_{OAL} = 715Q_{OA}\{x_o(d, \tau) - x_R(n_{SEASON})\} \quad \dots 60$$

3.4.4 個別負荷の集計

(i) 室内負荷

個別の部屋ごとに集計する負荷で次のような負荷が計算される。

(1) 室内ペリメーター負荷 $QRTP$ (kcal/h)

外壁、外窓、屋根負荷の集計で次式で示される。

$$QRTP = QOW + QOG + QRF \quad \dots 61$$

ここで、 QOW 、 QOG 、 QRF はそれぞれ42, 44, 47, 49, 50式から求められる室内負荷である。

(2) 室内インテリア顕熱負荷 $QRITS$ (kcal/h)

ペリメーター負荷を除く個別負荷の集計で次式によって示される。

$$QRITS = QL + QES + QM + QEXTS + QHS + QBOW + QBF + QCL + QFLR + QNXT + QIRS \quad \dots 62$$

ここで、 QL 、 QES 、 QM 、 $QEXTS$ 、 QHS 、 $QBOW$ 、 QBF 、 QCL 、 $QFLR$ 、 $QNXT$ 、 $QIRS$ はそれぞれ 31, 32, 34, 35, 36, 37, 39, 41, 51, 53, 56, 57式から求められる。

(3) 室内顕熱負荷合計、潜熱負荷合計 $QRSH$ 、 $QRLH$ (kcal/h)

ペリメーター負荷、インテリア負荷の総和として次式で示される。

$$QRSH = QRTP + QRITS \quad \dots 63$$

$$QRLH = QEL + QEXTL + QHL + QIRL \quad \dots 64$$

ここで、 $QRTP$ 、 $QRITS$ は61, 62式から、 QEL 、 $QEXTL$ 、 QHL 、 $QIRL$ はそれぞれ33, 38, 58式から求められる。

(4) 室内負荷合計とその単位面積当りの負荷 $QRTH$ (kcal/h)、 $UQRTH$ (kcal/hm²)

室内顕熱、潜熱負荷合計、ならびにその単位(面積)負荷はそれぞれ次式によって示される。

$$QRTH = QRSH + QRLH \quad \dots 65$$

$$UQRTH = QRTH / S_R \quad \dots 66$$

ここで、 $QRSH$ 、 $QRLH$ は63, 64式から求められる。 S_R は室内床面積(m²)。

(5) 室内冷房負荷、暖房負荷 $QRCL$ 、 $QRHL$ (kcal/h)

室内負荷合計に取入新鮮外気による負荷を加えた負荷を考慮して、プラス値であれば冷房負荷、マイナス値であれば暖房負荷として定義する。

$$QRCL \text{ OR } QRHL = QRTH + QOAS + QOAL \quad \dots 67$$

ここで、 $QRTH$ 、 $QOAS$ 、 $QOAL$ は65, 69, 60式から求められる。

(ii) フロア別の負荷集計、ゾーン(系統)別負荷集計

61~67式によって示される各部屋ごとの集計負荷と同じく各階(フロア別)、ゾーン(系統)別についても同様の式(省略)から計算を行なっている。

§ 4. データ

プログラム計算を行なうに必要なデータは、(i)イニシャルデータ(Initial Data)、(ii)コモンデータ(Common Data)、(iii)フィールドデータ(Field Data)の3グループに大別され、一般使用時には(ii)、(iii)のデータグループをデータシートへ記入する。(i)のイニシャルデータは通常手計算で熱負荷計算を行なう際に用いる(計算の度ごとに値を求める必要のない)設計データファイル上のソースデータ、ならびに3.1で述べた空気線図関係等の2次関数係数値がまとめてある。これは実際には磁気テープファイル保管しており、プログラム使用時には全データをテープからワークディスクへの転送を行なっ

て、コアからのランダムアクセスにより使用するようになっている。(ii)のコモンデータは建物全体として各部屋に共通して使用できる性質のデータをまとめてあり、これによって各部屋ごとに記入すべきデータの個数を節減できる。(iii)のフィールドデータにおいて各部毎の詳細データを記入するようになっている。以下、各データグループの内容を述べる。

4.1 イニシャルデータ

イニシャルデータには通常使用されている設計マニュアルからの素データとプログラム用に求められた2次関数係数値(3.1を参照)などのデータに分けられる。

4.1.1 設計マニュアルからの素データ

(i) 外気温度条件 $t_o(d, \tau)$ (°C)

各月代表日 d , 時刻 τ ごと (84 時点分) の外気温度条件が数種類ユーザマニュアルの CODE NO. と対応して用意され, これらは目的とする負荷計算法の種類 (ピークロード計算, 暖房年間計算など) によって最も適合する条件を CODE NO. で任意指定して使用できる。

(ii) 外気相対湿度条件 $\phi_o(d, \tau)$ (%)

外気温度条件と同じく各月代表は, 時刻ごとに数種類用意されており, 外気温度条件と組合せて CODE NO. を任意指定して使用できる。

(iii) 外壁相当温度差標準値 $\Delta t_{eow}(nseason, nor, \tau)$ (°C)

③式に示される $\Delta t_{eow}(d, \tau)$ の計算に用いるデータとして各方位ごと (方位番号 $nor=1\sim 8$) に 4 シーズン, 7 時刻 (28 時点分) が構造壁の種類別にユーザマニュアル (以下 U.M と略称) の CODE NO. と対応してファイルしてある。コモンデータ (以下 C.D と略称) として CODE NO. を指定できる。

(iv) 外窓日射量, $I_{GR}(nseason, nor, \tau)$ (kcal/m²h)

④式に示される $q_{og}(d, \tau)$ の算出用データとして, 各方位ごと ($nor=1\sim 8$) に 4 シーズン, 7 時刻 (28 時点分) が窓ガラスの種類別に U.M の CODE NO. と対応してファイルしてある。C.D として CODE NO. を指定して用いることができる。

(v) 屋根相当温度差標準値, $\Delta t_{efo}(nseason, nor, \tau)$

④式に示されて $\Delta t_{ef}(d, \tau)$ の算出用のデータとして 4 シーズン, 7 時刻 (28 時点分) が構造の種類別に U.M の CODE NO. と対応してファイルされている。C.D として CODE NO. を指定して使用できる。

(vi) 外壁, 屋根相当温度差標準値算出用の標準外気温度, 設定室温 $t_{o0}(nseason, \tau)$, $t_{R0}(nseason)$ (°C)

③, ④式に示される各相当温度差標準値を求めるに用いたデータでプログラム中で自動的に使われる。

(vii) 外気風速算出用の係数, $v_0(nseason)$ (m/sec), $n(nseason)$, $h_0(nseason)$ (m)

④式に示される外気平均風速の算出用の標準値である。

(viii) 外壁, 外窓, 屋根の熱抵抗 R_{ow} , R_{og} , R_{RF} (m²h°C/kcal)

④式で示される外気に接している構造体の熱量流率算出に用いる構造体の各層の熱抵抗総和でそれぞれ種類別に U.M の CODE NO. と対応してファイルされており, C.D として CODE NO. を指定して使用できる。

(ix) 床と天井, 隣室との間仕切壁の熱貫流率 K_{FC} , K_{NXT} (kcal/m²h°C)

床あるいは天井での熱流は上下方向のみを考え, 一体

として熱貫流率を求めてある。④式で示される室内側構造体の熱量流率として算出しており, それぞれ種類別に U.M の CODE NO. と対応してファイルされ, C.D として CODE NO. を指定して用いることができる。ただし, 上, 下階あるいは隣室側の表面熱伝達率が外気風速の影響を受けると見做されるときはイニシャルデータとしての熱貫流率の値はプログラム内では④式によって修正される。

(x) 地中に接する壁, 床の熱貫流率 K_{BOW} , K_{BF} (kcal/m²h°C)

地中厚 1 m 分を含めて考える地中壁, 床の熱貫流率を算出するためのデータで④式に示される K'_B の値である。それぞれ構造体の種類別に U.M の CODE NO. と対応してファイルされ, C.D として CODE NO. を指定して用いることができる。

(xi) 土の熱伝導率 λ_G (kcal/m²h°C)

④式で示される K_B の算出に用いるデータで種類別に U.M の CODE NO. と対応してファイルされ, C.D として CODE NO. を指定して使用できる。

(xii) 地表面月平均温度の最大, 最小値 t_{as-max} , t_{as-min} (°C)

④式で示される地中温度の算出に必要なデータでプログラム中で自動的に使われる。

(xiii) 在室人員 1 人当りの占有面積標準値, 取入新鮮外気量標準値, 単位面積当りの照明標準値 uSH (m²/), uQo (m³/h・人), uW (watt/m²)

在室人員数, 取入新鮮外気量, 室内照明総量の算出に必要なデータで, それぞれ U.M の CODE NO. と対応してファイルされており, 各部屋ごとのフィールドデータ (以下 F.D と略称) として CODE NO. を指定して用いることができる。

(xiv) 個々の器具から発生する顕熱, 潜熱量 $uqes$, $uqel$ (kcal/h・個)

③, ④式で示される器具からの発生負荷算出に必要なデータで, それぞれ種類別に U.M の CODE NO. と対応してファイルされ, F.D として CODE NO. を指定して用いることができる。

(xv) ドアの開閉によるすきま風量, uQ_{IR} (m³/h・人)

④式で示される春, 夏, 秋季のドア開閉 1 回当りのすきま風量でドアの種類別に U.M の CODE NO. と対応してファイルされ, F.D として CODE NO. を指定して使用できる。

4.1.2 2 次関数係数値 A_{0j} (block), A_{1j} (block), A_{2j} (block) ($j=1, 2, \dots$)

(i) 飽和蒸気圧算出用係数値 A_{01} (block), A_{11}

(block), $A_{21}(\text{block})$ (block=15)

湿り空気飽和蒸気圧を乾球温度 t (°C) の関数として求めるための2次関数係数値で、プログラムでは(5)式において自動的に t によるブロック番号が選択され用いられる。

(ii) 飽和エンタルピー算出用係数値 $A_{02}(\text{block}), A_{12}(\text{block}), A_{22}(\text{block})$ (block=1~15)

飽和湿の空気の乾き空気 1kp 当りのエンタルピーを t の2次関数として求めるための2次関数係数値で、プログラムでは(10), (11)式において用いられる。

(iii) 飽和絶対湿度算出用係数値 $A_{03}(\text{block}), A_{13}(\text{block}), A_{23}(\text{block})$ (block=1~15)

飽和湿り空気の乾き空気 1kp 当りの蒸気量(絶対湿度)を t の2次関数として求めるための2次関数係数値でプログラムでは(13), (14)式において用いられる。

(iv) 外気側表面熱伝達率算出用係数値

$A_{04}(\text{block}), A_{14}(\text{block}), A_{24}(\text{block})$ (block=1~10)

外気風速 v (m/sec) の2次関数として外気側表面熱伝達率を求めるための2次関数係数値で、プログラムでは(15)式において自動的に v によるブロック番号が選択され用いられる。

(v) クラック法によるすきま風量算出用係数値

$A_{05}(\text{block}), A_{15}(\text{block}), A_{25}(\text{block})$ (block=1~3)

外気風速 v (m/sec) の2次関数としてクラック法によるすきま風量(窓, ドアのペリメータ 1m 当りの)を算出するための2次関数係数値であり、プログラムでは(16)式において自動的に v によるブロック番号が選択され用いられる。窓, ドアの種類別に U.M の CODE NO. と対応してファイルされ, F.D として CODE NO. を指定して用いる。

(v) 人体からの発生顕熱, 潜熱量算出用係数値

$\{A_{06}(\text{block}), A_{16}(\text{block}), A_{26}(\text{block})\}, \{A_{07}(\text{block}), A_{17}(\text{block}), A_{27}(\text{block})\}$ (block=1~3)

室内設定温度 t_R (°C) の2次関数として人員 1人当りから発生する顕熱, 潜熱量を求めるための2次関数係数値であり、プログラムでは(17), (18)式において自動的に t_R によるブロック番号が選択され用いられる。

在室人員の作業状態の種類別に U.M の CODE NO. と対応してファイルされ, F.D として CODE NO. を指定して用いることができる。

4.2 コモンデータ (C.D)

コモンデータは建物全体として各部屋共通に用いることのできる個々のデータから構成され, フィールドデータ (F.D) ではそれらの共通データをできるだけ少ないデ

ータ(情報)数で部屋ごとのデータとして表現する必要が生ずる。したがって個々の C.D の中で常にいくつかを組合せて各部屋ごとに用いられる性質のデータに対してはそれらを1つのデータグループとして固定のタイプ番号 (TYPE NO.) を与える。TYPE NO. ごとに個々のデータが記入され, 各部屋ごとにはその固定 TYPE NO. を示すことによってそのタイプに属するデータあるいは計算値 (Common Calculation Value=C.C.V) の全てが各部屋のデータ(情報)として受注される。以下タイプの種類とそれに属する個々の C.D を示す。

3.2.1 室内設定温, 湿度によって分けられる部屋のタイプ

4シーズン(春, 夏, 秋, 冬)の室内設定温度 $t_{R(NEASON)}$ (°C), 湿度 $\phi_{R(NEASON)}$ (°C) を各タイプごとに決める。最大6タイプまで使用できる。

4.2.2 外壁タイプ

U.M から選択する外壁相当温度差標準値, CODE NO., $m_{OW.SOL}$, 熱貫流率 CODE NO., $m_{OW.R}$, あるいは $m_{OW.R}$ に替えて壁材各層の熱伝導率 λ_{OW} (kcal/mh°C), 熱抵抗 r_{OW} (m²h°C/kcal) が記入でき, 最大8タイプまで使用できる。

4.2.3 外窓タイプ

U.M から選択する外窓日射量 CODE NO., $m_{OG.RAD}$, 熱貫流率 CODE NO., $m_{OG.R}$, あるいは $m_{OG.R}$ に替えて各層の熱伝導率 λ_{OG} (kcal/mh°C), 熱抵抗 r_{OG} (m²h°C/kcal) が記入でき, 最大8タイプまで使用できる。

4.2.4 屋根タイプ

U.M から選択する屋根相当温度差標準値 CODE NO., $m_{RF.SOL}$, 熱貫流率 CODE NO., $m_{RF.R}$, あるいは $m_{RF.R}$ に替えて各層の熱伝導率 λ_{RF} (kcal/mh°C), 熱抵抗 r_{RF} (m²h°C/kcal), 材厚 d_{RF} (mm) が記入でき, 最大8タイプまで使用できる。

4.2.5 床, 天井タイプ

U.M から選択する熱貫流率 CODE NO. $m_{FC.K}$, あるいは $m_{FC.K}$ に替えて各層の熱伝導率 λ_{FC} (kcal/mh°C), 熱抵抗 r_{FC} (m²h°C/kcal), 材厚 d_{FC} (mm) の記入でき, 最大8タイプまで使用できる。

4.2.6 隣室との間仕切壁タイプ

U.M から選択する熱貫流率 CODE NO., $m_{NXT.K}$, あるいは $m_{NXT.K}$ に替えて各層の熱伝導率 λ_{NXT} (kcal/mh°C), 熱抵抗 r_{NXT} (m²h°C/kcal), 材厚 d_{NXT} (mm) が記入でき, 最大8タイプまで使用できる。

4.2.7 地中壁タイプ

U.M から選択する構造壁のみに関する熱貫流率 CODE NO., $m_{BOW.K}$, あるいは $m_{BOW.K}$ に替えて各層の熱

伝導率 λ_{BOW} (kcal/mh $^{\circ}$ C), 熱抵抗 r (m 2 h $^{\circ}$ C/kcal), 材厚 d_{BOW} (mm) が記入でき, 最大 8 タイプが使用できる。

4.2.8 地中床タイプ

U.M から選択する床のみに関する熱貫流率 CODE NO., m_{BF-K} , 或は m_{BF-K} に替えて床材各層の熱伝導率 λ_{BF} (kcal/mh $^{\circ}$ C), 熱抵抗 r_{BF} (m 2 h $^{\circ}$ C/kcal), 材厚 d_{BF} (mm) が記入でき, 最大 8 タイプまで使用できる。

C.D としては更に上記のタイプ番号として受渡すデータの他に外壁, 外窓, 屋根, 床と天井, 隣室との間仕切壁, 地中壁, 床の室内側表面熱伝達率, U.M から選択する土の熱伝導率 CODE NO. などがある。これらは C.C.V の算出に使われる。

4.3 フィールドデータ (F.D)

個々の部屋についての詳細データとして以下に示すものがある。

(i) 室内設定温, 湿度によって分けられる部屋の TYPE NO., C.D として 4.2.1 で決められる部屋 TYPE NO. であり, これによってその部屋の 4 シーズンの室内設定温, 湿度が決まる。

(ii) 床寸法, 天井高さ。

(iii) 在室人員 1 人当りの占有床面積標準値 CODE NO. (U.M から選択), あるいは在室人員数。

(iv) 在室人員の作業状態 CODE NO. (U.M から選択)。

(v) 在室人員 1 人当りの取入新鮮外気量標準値 CODE NO. (U.M から選択)

(vi) 室内照明量単位面積当りの標準値 CODE NO. (U.M から選択), あるいは単位面積当りのワット数。

(vii) 器具の種類 CODE NO. (U.M から選択) と個数。

(viii) 駆動機の設定位置 CODE NO. (U.M から選択) と定格出力或は電動機入力。

(ix) すきま風量の 4 シーズンについての換気回数。すきま風量を換気回数法で算出する場合に記入する。

(x) ドアの種類 CODE NO. (U.M から選択) と個数ならびに時間当りの平均出入人数。春夏秋冬においてすきま風量をドア開閉数法によって算出する場合に記入する。

(xi) ドア, 窓の種類 CODE NO. (U.M から選択) ならびに単位ペリメータ長さとのユニット数。冬季においてすきま風量をクラック法により算出する場合に記入する。

(xii) その他の顕熱, 潜熱負荷。

(xiii) 隣室との間仕切壁 TYPE NO. (C.D として 4.2.

6 で決められる), 隣室の温, 湿度による部屋 TYPE NO. (C.D として 4.2.1 で決められる) と壁の幅。

(xiv) 屋根 TYPE NO. (C.D として 4.2.4 で決められる)

(xv) 天井 TYPE NO. (C.D として 4.2.5 で決められる), 上階室の温, 湿度による TYPE NO. (C.D として 4.2.1 で決められる)。

(xvi) 床 TYPE NO. (C.D として 4.2.4 で決められる), 下階室の温, 湿度による TYPE NO. (C.D として 4.2.1 で決められる)

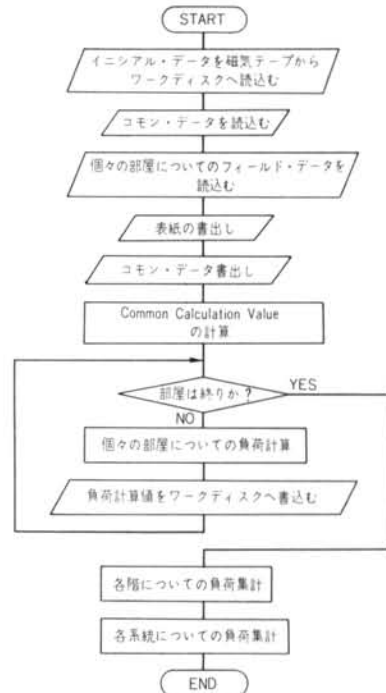
(xvii) 地中床 TYPE NO. (C.D として 4.2.8 で決められる)。

(xviii) 外壁 TYPE NO. (C.D として 4.2.2 で決められる), 外壁サイズ (幅と高さ), 各方位毎 (8 方位) に記入し, 階高値が高さとして用いられている場合もある。

(xix) 地中壁 TYPE NO. (C.D として 4.2.7 で決められる), 壁の幅。

§ 5. フローチャート

プログラムのフローチャート大略を図一 6 に示す。図中, Common Calculation Value とは C.D とイニシアルデータから計算される諸値であり, (i) 外壁, 外窓, 屋



図一 6 フローチャート

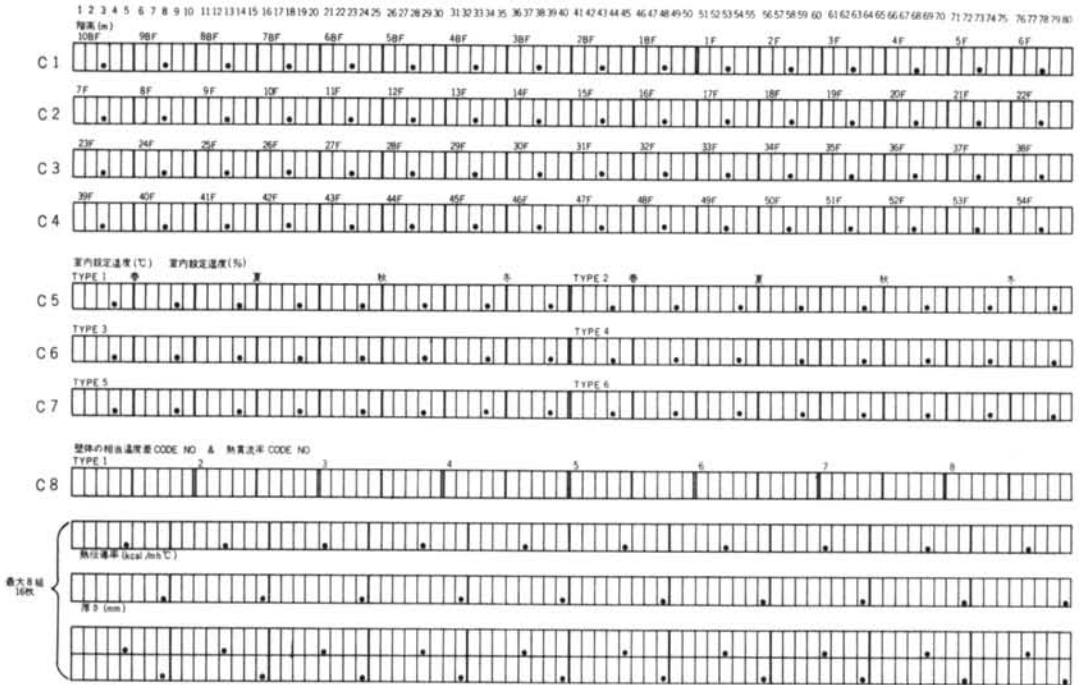


図-7 Common Data Card 一部



図-8 Field Data Card

ROOM NO. 507 B		FLOOR 5 F		AUMR 704		73 4	
1 1974 2 3972 (2974)							
SUMMER(73)				WINTER(23)			
DRIFT	27.8			18.7			
WBEC	14.7			12.7			
WHIP	30.0			50.0			
2994(73)* (KCAL/H)	0.01134			0.00009			
2994(-KCAL/H)	11.48			8.54			
DRIFT	16.0			8.1			
2 2974 2 3972							
DRIFT	27.8	2974	2974	18.7	2974	2974	2974
WBEC	14.7	14.7	14.7	12.7	12.7	12.7	12.7
WHIP	30.0	30.0	30.0	50.0	50.0	50.0	50.0
2994(73)* (KCAL/H)	0.01134	0.01134	0.01134	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
2994(-KCAL/H)	11.48	11.48	11.48	8.54	8.54	8.54	8.54
DRIFT	16.0	16.0	16.0	8.1	8.1	8.1	8.1
3 HEAT GAIN IN SUMMER-----DETAIL							
3.1 INTERIOR CONSTANT LOAD							
SENSIBLE HEAT GAIN				LATENT HEAT GAIN			
DRIFT	27.8	2974	2974	18.7	2974	2974	2974
WBEC	14.7	14.7	14.7	12.7	12.7	12.7	12.7
WHIP	30.0	30.0	30.0	50.0	50.0	50.0	50.0
2994(73)* (KCAL/H)	0.01134	0.01134	0.01134	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
2994(-KCAL/H)	11.48	11.48	11.48	8.54	8.54	8.54	8.54
3.2 VARIABLE LOAD							
SENSIBLE HEAT GAIN				LATENT HEAT GAIN			
DRIFT	27.8	2974	2974	18.7	2974	2974	2974
WBEC	14.7	14.7	14.7	12.7	12.7	12.7	12.7
WHIP	30.0	30.0	30.0	50.0	50.0	50.0	50.0
2994(73)* (KCAL/H)	0.01134	0.01134	0.01134	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
2994(-KCAL/H)	11.48	11.48	11.48	8.54	8.54	8.54	8.54
4 HEAT LOSS IN WINTER-----DETAIL							
SENSIBLE HEAT LOSS				LATENT HEAT LOSS			
DRIFT	27.8	2974	2974	18.7	2974	2974	2974
WBEC	14.7	14.7	14.7	12.7	12.7	12.7	12.7
WHIP	30.0	30.0	30.0	50.0	50.0	50.0	50.0
2994(73)* (KCAL/H)	0.01134	0.01134	0.01134	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
2994(-KCAL/H)	11.48	11.48	11.48	8.54	8.54	8.54	8.54
5 ROOM TOTAL LOAD							
3.1 HEAT GAIN IN SUMMER				3.2 HEAT LOSS IN WINTER			
DRIFT	27.8	2974	2974	18.7	2974	2974	2974
WBEC	14.7	14.7	14.7	12.7	12.7	12.7	12.7
WHIP	30.0	30.0	30.0	50.0	50.0	50.0	50.0
2994(73)* (KCAL/H)	0.01134	0.01134	0.01134	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
2994(-KCAL/H)	11.48	11.48	11.48	8.54	8.54	8.54	8.54
6 ZONE TOTAL LOAD							
3.1 HEAT GAIN IN SUMMER				3.2 HEAT LOSS IN WINTER			
DRIFT	27.8	2974	2974	18.7	2974	2974	2974
WBEC	14.7	14.7	14.7	12.7	12.7	12.7	12.7
WHIP	30.0	30.0	30.0	50.0	50.0	50.0	50.0
2994(73)* (KCAL/H)	0.01134	0.01134	0.01134	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
2994(-KCAL/H)	11.48	11.48	11.48	8.54	8.54	8.54	8.54

図-9 室内負荷アウトプット

ROOM NO. 507 B		FLOOR 5 F		AUMR 704		73 4	
1 1974 2 3972 (2974)							
SUMMER(73)				WINTER(23)			
DRIFT	27.8			18.7			
WBEC	14.7			12.7			
WHIP	30.0			50.0			
2994(73)* (KCAL/H)	0.01134			0.00009			
2994(-KCAL/H)	11.48			8.54			
DRIFT	16.0			8.1			
2 2974 2 3972							
DRIFT	27.8	2974	2974	18.7	2974	2974	2974
WBEC	14.7	14.7	14.7	12.7	12.7	12.7	12.7
WHIP	30.0	30.0	30.0	50.0	50.0	50.0	50.0
2994(73)* (KCAL/H)	0.01134	0.01134	0.01134	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
2994(-KCAL/H)	11.48	11.48	11.48	8.54	8.54	8.54	8.54
3 HEAT GAIN IN SUMMER-----DETAIL							
2.1 INTERIOR CONSTANT LOAD				2.2 VARIABLE LOAD			
SENSIBLE HEAT GAIN				LATENT HEAT GAIN			
DRIFT	27.8	2974	2974	18.7	2974	2974	2974
WBEC	14.7	14.7	14.7	12.7	12.7	12.7	12.7
WHIP	30.0	30.0	30.0	50.0	50.0	50.0	50.0
2994(73)* (KCAL/H)	0.01134	0.01134	0.01134	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
2994(-KCAL/H)	11.48	11.48	11.48	8.54	8.54	8.54	8.54
4 ZONE TOTAL LOAD							
3.1 HEAT GAIN IN SUMMER				3.2 HEAT LOSS IN WINTER			
DRIFT	27.8	2974	2974	18.7	2974	2974	2974
WBEC	14.7	14.7	14.7	12.7	12.7	12.7	12.7
WHIP	30.0	30.0	30.0	50.0	50.0	50.0	50.0
2994(73)* (KCAL/H)	0.01134	0.01134	0.01134	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
2994(-KCAL/H)	11.48	11.48	11.48	8.54	8.54	8.54	8.54

図-10 系統負荷アウトプット

ROOM = 1 FLOOR ROOM NO. 101 ZONE NO. 101											
UNIT	TIME	QSH	QSH	QSH	QSH	QCL	QSH	QSH	QSH	QCL	QSH
	0+00	14270.	3243.	0.	0.	19573.	0.	0.731	-1.39	0K	
	10+00	15299.	3495.	0.	0.	20921.	0.	0.769	-2.83	0K	
	15+00	15564.	3243.	0.	0.	20785.	0.	0.769	-2.83	0K	
	16+00	15200.	3645.	0.	0.	20871.	0.	0.769	-2.83	0K	
	18+00	14280.	3243.	0.	0.	19911.	0.	0.731	-1.39	0K	
	19+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	20+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	21+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	22+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	23+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	24+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	25+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	26+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	27+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	28+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	29+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	30+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	31+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	32+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	33+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	34+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	35+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	36+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	37+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	38+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	39+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	40+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	41+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	42+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	43+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	44+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	45+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	46+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	47+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	48+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	49+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	50+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	51+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	52+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	53+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	54+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	55+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	56+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	57+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	58+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	59+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	60+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	61+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	62+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	63+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	64+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	65+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	66+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	67+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	68+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	69+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	70+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	71+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	72+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	73+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	74+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	75+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	76+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	77+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	78+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	79+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	80+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	81+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	82+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	83+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	84+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	85+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	86+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	87+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	88+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	89+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	90+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	91+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	92+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	93+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	94+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	95+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	96+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	97+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	98+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	99+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	
	100+00	13530.	3243.	0.	0.	18781.	0.	0.721	-1.39	0K	

図-11 年間負荷アウトプット

根の構造体熱抵抗(各層の熱伝導率,材厚などが記入されるタイプのみ)算出され,U.M.の選択 CODE NO.が記入されたときはイニシャルデータの値が使われる),
 (向)天井と床,隣室との間仕切壁の熱貫流率(各層の熱伝導率,材厚などが記入されるタイプのみ)算出され,U.M.の CODE NO.が記入されるときはイニシャルデータの値が使われる),
 (向)地中壁,床と土の合成熱貫流率,(向)設計外気温,湿度から算出される設計外気温湿球温度,特殊湿度,エンタルピー,(向)室内設定温,湿度から算出される室内設定湿球温度,絶対湿度,エンタルピー,露点温度が計算される。

§ 6. インプットとアウトプット

コモンデータ,フィールドデータは図-7,図-8に示す様式の負荷計算コーディングシートへ記入し,カードからインプットする。

各計算結果は各部屋,各階ごとの集計,各系統(ゾーン)ごとの集計についてアウトプットされる。図-9,図-10,図-11にアウトプット様式を示す。

<参考文献>

- 1) 井上宇市:“空気調和ハンドブック”丸善
- 2) 空気調和・衛生工学会:“空気調和衛生工学便覧”中巻
- 3) 谷下市松:“工業熱力学基礎編”裳華房
- 4) 東洋キャリア工業(株)製品事業部:“基礎資料”
- 5) 渡辺要:“建築計画原論II”丸善

§ 7. あとがき

今回の熱負荷計算プログラムは開発して間もないためプログラムによる実設計々算例は未だ数例しかなく,したがってプログラムに対する実用上の検討は十分とはいえない。今後このプログラムを頻繁に使ってもらいユーザーからのフィードバック情報を元に改良修正する点が多出するものと思われる。さらにユーザーマニュアルにおいてイニシャルデータとしての年間にわたる外壁,屋根の相当温度差,窓ガラスからの日射量,設計外気温など不備な点があり,それらを算出する付加プログラムの開発が必要である。特に超高層ビルに対しては年間にわたる熱負荷算出が要求されプログラム計算が有効となるのでこれら年間データの整備が急がれる。

負荷計算プログラムの開発によって負荷シュミレーション計算が容易となり,実際の建物についての計算結果も機会を見て発表したいと考える。

今後第1回の熱負荷計算プログラムを出発点として設備関係のプログラム開発を進める意向である。プログラム開発に際して設備設計マニュアルのオリジナルデータが再検討され,整備されたことは特筆に値する。