

熱回路数値解析法による自然空調に関する研究(その2)

正会員 奥山博康

1. はじめに、熱源機器、補機動力の使用エネルギーは最少限にとどめ、自然に存在するエネルギーを有効に使って熱的に快適な建築室内環境をつくり出そうとする目的で、その一つの試みとして考案した自然空調システムを数値モデル化し電算機を使って分析を行った。前報は冬期におけるものであ、たが、今回は夏期におけるものを報告する。得られた結果はこの空調法が夏期において以下の仮定のもとでは満足しえる快適性を生み出すことが出来ることを示した。

2. 計算モデル。前報に述べたように自然空調システムを熱の回路網に変換したものを計算モデルとした。その図と仕様は右に示すとおりであ、って建築物、装置とも前報より変更は行なっていない。冬期においては太陽熱を熱源としたが、夏期においては夜間輻射熱を熱源とする。夜間輻射については次のような扱いをした
大気輻射熱を

$$q_{ak} = (1 - \frac{\rho}{K}) \sigma T_a^4 Br + \frac{\rho}{K} K \sigma T_e^4$$

外表面から外部に向けての放射量を

$$q_s = \sigma \epsilon_s T_s^4$$

とし、正味の夜間輻射は $q_{ak} - q_s$ とした。ただし C は質量、 T_a は外気温、 Br による射出率 Br 、 K は Philipps の雲の高さの係数で常に 0.62 とおいた。 T_e は地表面温度であるが算出が面倒なので安全側で妥当な値として T_a に等しくとった。 ϵ_s 、 T_s は外表面の放射率、絶対温度である。この夜間輻射量はこの効用を利用しようとする面のみに入力した。これらの面も含み他のすべての外表面に対して外表面総合熱伝達率として 2.0 ととったが、これは正確に輻射成分と対流成分を分けるのがむずかしいし安全側であろうと考えたからである。

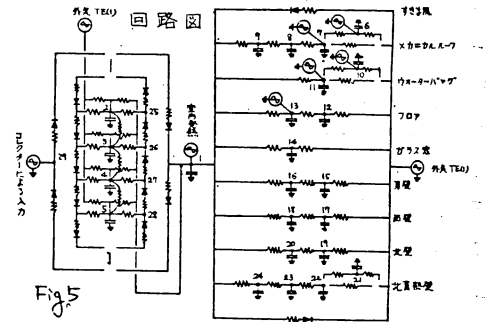
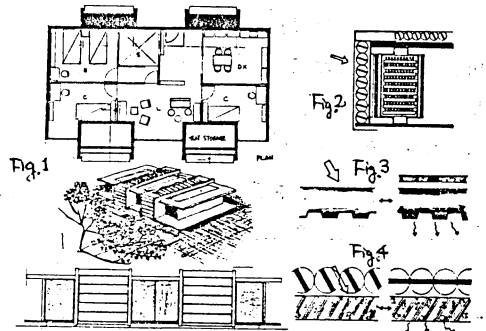
系の元数は 29 と少なく回路網のモード数も少なかったためコンダクタンスマトリクス逆行列はすべてコアのメモリにストアして処理し、CPU タイムは 2 ヶ月分の計算で 150 秒ほどであった。電算機は清水建設計算センターの IBM S/370 を用いた。

気象データは空気調和衛生工学会の負荷計算プログラム用のものを用いた。場所は東京である。

3. 運転形態。まず回路網の形態は次の 3 つである。

モード 1. システムをまったく作動させない形態。すなわち、水袋上のコントロールパネル、屋根スラブ、コレクター上の回転ルーバーは閉じたままでファンも回さない。

モード 2. 夏期、昼間の形態。すなわち冷やした蓄熱レンガ間をファンで空気を通過させ室内空気と循環させる。コントロールパネルと回転ルーバーは閉じて日射による加熱と外気からの熱流入を少なくする。



主要仕様

表 1

建築

- 床面積 100m²
- 室内容積 230m³ 室内熱容量 530 kcal/m³
- 外壁、外断熱 外側 厚 0.1m 伝達率 0.24
- 内側 厚 0.1m 伝達率 1.00
- 二重ガラス窓 空隙熱抵抗 0.19 m²km²/kcal
- 回転ルーバー下の屋根スラブ 厚 0.5m 47m²
- 北側の蓄熱壁 厚 0.6m

装置

- 蓄熱器、空気加熱式 1 枚ガラス吸収板の鉄板
- 蓄熱面積 2.5x3x2=15m²
- 水袋、深さ 0.5m 47m²
- 「水袋」に「断熱材を孔に板」した「回転ルーバー」 厚 0.1m
- 蓄熱レンガ 二重格子配列後 熱容量 320x4x2=2560
- ファン、流量 8m³/min x 2

モード3. 夏期, 夜間の形態. すなわちファンによりコレクターを通過して冷たくなった空気を蓄熱レンガ間に回し, レンガを冷やしておく. コントロールパネル, 回転ルーバーともに開き, 水袋, スラブ, 蓄熱壁を夜間輻射によって冷やす.

各節点の発生熱としてまずコレクターによる発生熱はその定常計算SR, より算出した. 時間を要す収束計算は避けるためコレクター入口空気温度は一時刻前のものを用いた. 室内の発生熱は人体, 照明, 器具発熱を想定し普通の4人家族の発生形態に近いものを時刻の間数として入れた. 窓透過日射は影の計算を行なって透過した直達成分のみ床面に入力するとした.

さらに運転の形態として各装置を働かせた場合とそうでない場合を熱量的に比較し性能の評価を行うために両者の室温を同じ目的温度に維持し, それに要した除去熱量を求められるようなものをもうけた. すなわちモード1とモード2, 3切換の両者に対し室温25℃を目的温度とし±1.5℃の許容範囲内におさまるように3000kcalを最小単位熱量として室内空気から熱の除去を行った.

4. 結果. 計算は4種について各々, 7, 8月の2ヵ月分行なった. 計算の予備期間は6月の1ヵ月間と初期値は外気温に一樣に同じとした. 4種とはFig6~Fig9まで順にそのグラフを掲げてあるが, モード2, 3切換の形態, 常にモード1のみの形態, さらにこの2種に対し一定室温を維持するように前述のごとく熱の除去を行った場合の室温, 環境温度をえがいてある. Fig6には外気, 日射, 絶対湿度, 雲量の外乱をえがいてありこれらの外乱は4種に対しては同じである. Fig10, Fig11は上記4種のうち後者の2つの場合の除去熱量を日毎に積算し, 7, 8月にわたってグラフにしたものである.

ここに掲げた期間内においてもそうであるが7, 8月全期間にわたってこの自然空調法によりほぼ満足しえる温度環境にすることが出来た. 除去熱量に関してはどちらの場合においても1単位熱量をこえることはなくそのオン, オフだけで間に合った. 室内空気温度の外気温度への追従が少ないが, これは換気回数を低くおさえたことと, せいとくは外部断熱を施したからであり実際的にはいたため検討を要する. 補機動力として使用しているのはファン2個, 各8 m³/minの流量を確保するとしてモード2, 3切換の運転形態のときは一日中回すことにしている. 従ってその使用エネルギーを明確にしなければならぬが正確な圧力損失がわからないため敢えて掲げなかった. しかし大まかの略算によっても不利側になることはない.

—参考文献— 建築設備基礎理論演習 木村建一 著, その他

昭55年度 同根拠集, 同題(4167)

清水建設株式会社研究所 研究員

