

# 躯体蓄熱を利用した空調システムの開発

## その2 計算プログラム NETS の特長

正会員 奥山 博康\*1  
 正会員 川島 実\*2  
 正会員 中村 卓司\*3

熱・換気回路網 モード変化 躯体蓄熱

### 1. はじめに

建築伝熱・換気システム・シミュレーション・プログラム NETS の一つの特長として、計算モデルの構造やパラメータの変化をモード変化と呼び、これをスケジュールや状態フィードバック制御によって実施できることが上げられる。本論では4つの運転モードを持つ躯体蓄熱天井カセットエアコンの性能予測を適用事例として、この機能について報告する。

### 2. 熱・換気回路網計算 NETS システム

Fortran 言語による solver としての kernel を NETS と呼ぶが、本熱・換気回路網の数学モデルの一般性により、設計・開発者が考案した新規な工夫であっても、自由にモデル化できる特長と、その数値解法の安定性により実用性が高い等の特長、さらに駆動条件は気象条件以外に、人為与条件と呼ぶ各種の入力値を自在に変化させることができる他、モード変化と呼ぶモデルの構造的な変化を、状態フィードバック制御（線形制御とPID制御）やスケジュール制御で実施していくことができる特長も持つ。こうした様々なモデル化上の自由度の高さを生かし、お絵かき感覚でモデル作成を行う NETSGEN と計算結果の図形表示を行う NETSOUT は、Visual C 言語によるが、ここ数年の開発で進みつつあり、これら前後処理部分を含めた全体を NETS システムと呼んでいる。

### 3. モード変化機能

モード変化とは、熱回路網においては、一般化熱コンダクタンス、一般化熱容量等が変化することであり、節点間のつながり方の変化も含まれる。換気回路網では流路面積、圧力損失係数、送風機の回転数が変化することである。これらの変化を管理する場合には、モデル全体に対してモード番号を定義するとモード番号が膨大になるので、モデルを幾つかの部分に分け、それぞれでモード番号を定義する。一般的には図1のように、モデル構成要素の全体集合を考えた場合に、ユーザーは、この中に幾つかの部分集合と、その中でモード変化を定義する。従ってモード変化は表1のような配列で管理される。具体的なモード変化のパラメータは、基本モデルに対する修正を行った変化分だけを solver の NETS に格納する。NETSGEN においては、まず横に部分を、縦にモード状態を表すモード変化チャート表をユーザーが定義した後、表中のそれぞれのセルをクリックして各モードを作成する画面に入る。

### 4. 躯体蓄熱天井カセットの適用事例

図2に示す天井カセットは、蓄熱、温存、放熱と放射冷暖房の4つ

モデル構成要素の全体集合

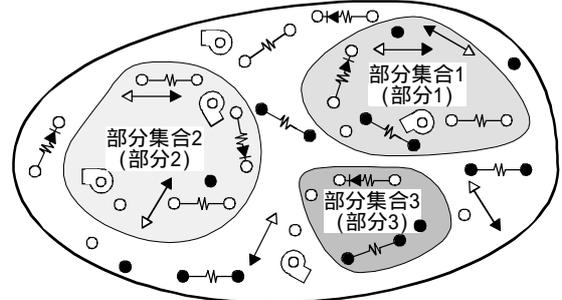


図1 モード変化における部分の意味

表1 部分のモード状況(例)

部分番号	0	1	2	3	4	5	6
モード番号	1	1	3	1	1	2	1

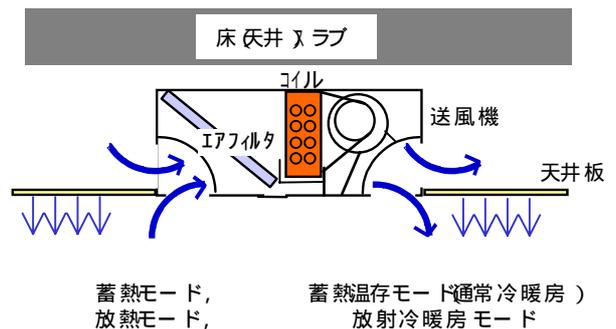


図 躯体蓄熱放射冷暖房の天井カセットエアコン運転4モード

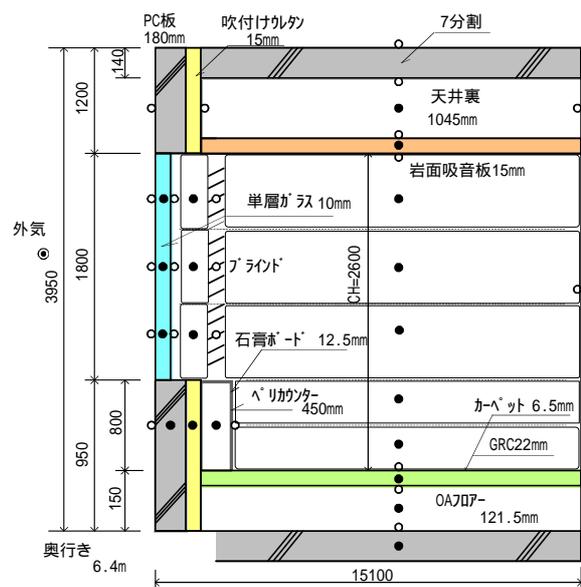


図3 計算モデル化した事務所ビル断面図

のモードを気流の切り替えダンパで作り出す。今回のモデル化においては、起こり得る流れ全ての流路を設けておき、モードに応じ、ある流路は面積を0にすることでダンパ切り替えを模擬した。事例検討の事務所建物の断面図を図3に示す。NETSGENの画面として熱回路網モデルを図4に、換気回路網モデルを図5に示す。夏季冷房期間において10日間程の助走期間の後、3日間の運転状況を、外気温、天井裏温度、床上1.1mでの気温とPMV、運転モード、内部発熱について図6に示す。これは夜間蓄熱時に天井裏を目標18に、空調時はPMVを目標0に制御した場合のものである。これら3日間のコイルでの除去熱流を図7に示す。夜間蓄熱の目標温度を23にした場合も含めて、熱負荷を集計し、ピークカット率や蓄熱損失の評価指標を計算してまとめたのが表2である。ピークカット率は、18目標で蓄冷した場合で27%から30%程度、23目標の場合で7%程度になる。蓄熱損失はそれぞれ対応して約4%と2%である。

### 5. 結語

躯体蓄熱だけでなく、一般に省エネ上の工夫では、ダンパによる流れ経路の変化や熱的構造の変化による、熱流の巧みな制

御を利用できる可能性が大きい。NETSは、モードの変化という機能により、こうした新規の工夫を自由にモデル化して検討するのに適していることが、本事例検討によっても示された。

<謝辞> NETSの前後処理システム開発は、通商産業省「生活価値創造住宅開発プロジェクト」の補助を受け「環境調和住宅のエネルギー評価設計システム開発」として実施している。ここに記して謝意を表する。

### 【参考文献】

- [1] 奥山博康, 建築物の熱回路網モデルに関する理論的研究, 博士号学位論文, 1987年12月
- [2] 奥山博康, 熱・換気回路網計算プログラムNETS, 建築学会伝熱WGシンポジウム(最近の建築伝熱シミュレーションと話題), pp63-70, 1998年12月

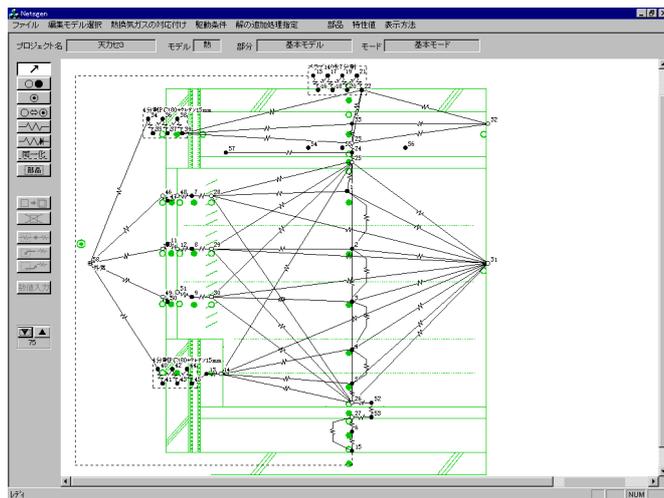


図4 NETSGENによる熱回路網モデル

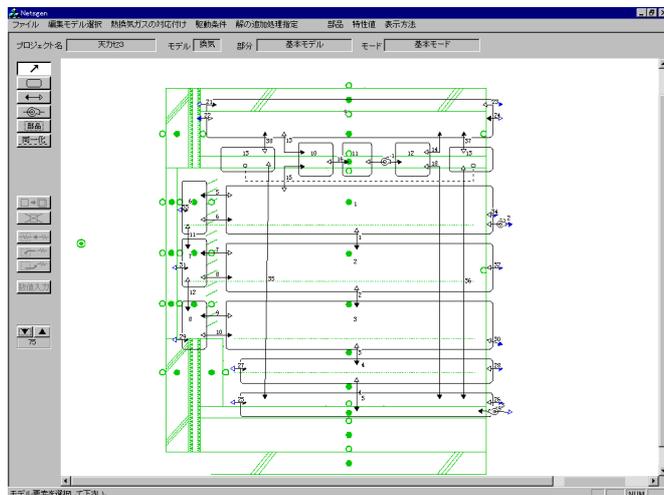


図5 NETSGENによる換気回路網モデル

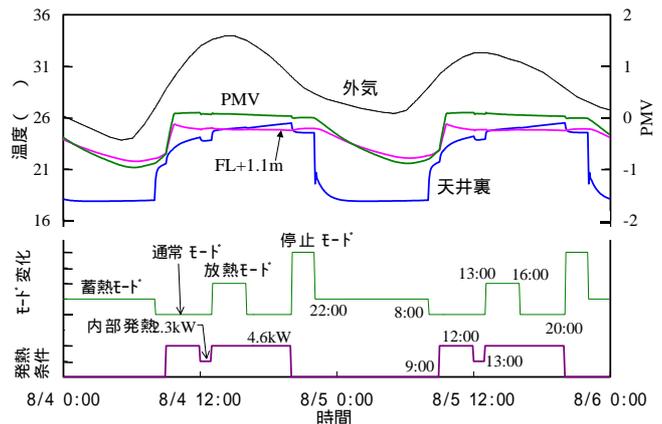


図6 モード変化と内部発熱条件及び、温度、PMV値の経時変化

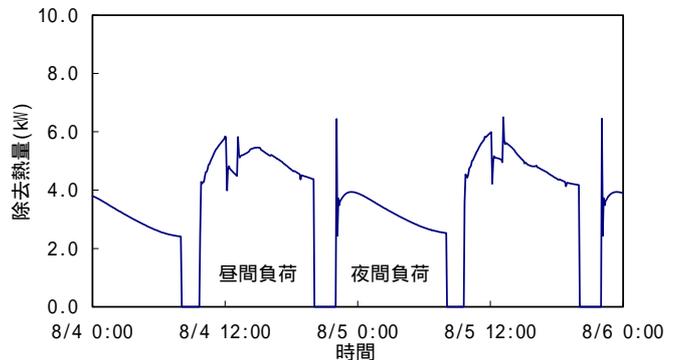


図7 コイルによる除去熱量の経時変化

表2 躯体蓄熱の効果指標計算結果

夜間蓄熱を行なった場合  
蓄熱時の制御温度は18は23 昼間は居住域のPMV値(α)に制御)

	夜間負荷 : A	昼間負荷 : B	日負荷 : C	13-16時負荷 : D	蓄熱損失 : G	ピークカット率 : H
8月3日	113.1	153.4	266.6	51.3	4.1	30.3
8月4日	116.8	183.8	296.9	58.5	3.8	27.4
8月5日	116.8	183.4	300.2	57.5	4.4	27.7
8月3日	45.4	215.0	260.5	68.4	1.7	7.1
8月4日	45.3	245.0	290.3	75.4	1.5	6.5
8月5日	48.6	245.1	293.7	74.3	2.1	6.5

[MJ] [M]

蓄熱を行なわない場合(昼間の居住域のPMV値を0に制御)

	夜間負荷 : E	昼間負荷 : E	日負荷 : E	13-16時負荷 : F
8月3日	0	256.0	256.0	73.6
8月4日	0	286.1	286.1	80.6
8月5日	0	287.7	287.7	79.5

[MJ]

- 蓄熱損失 :  $G=(C-E)/E \times 100$
- ピークカット率  $H=(F-D)/F \times 100$
- 日負荷 :  $C=A+B$

\*1 清水建設(株)技術研究所 主席研究員・工博

\*1 Dr.Eng., Chief Researcher, Institute of Technology, Shimizu Corporation

\*2 同 主任研究員・工博, \*3 同 研究員・工修

\*2 Dr.Eng., Senior Researcher, \*3 M.Eng., Researcher