

熱・換気回路モデルを用いた建物性能の評価*

上野義貴*1・西村治*2・横澤由明*3・御子柴保行*4

Evaluation of Building Performance
with Heat Ventilation Circuit Net Model

UENO Yoshitaka, NISHIMURA Osamu, YOKOSAWA Yoshiaki and MIKOSHIBA Yasuyuki

We evaluate a performance of a building using Nets that is a software on Heat Ventilation Circuit Net model. Use of Nets allows us to predict the most appropriate design for a building. In this work, we investigate comfortable circumstances at several rooms in the building of Department of Electronics and Computer Science. As a result, there is no big difference between each floor in our simulations. PMV, Predicted Mean Vote, mean values are also employed to study comfortable circumstances in a room. We thus confirm that PMV mean values in a room on the south side of the building are higher than on the north side on the first floor by comparing a room on the south side to the north side. In addition, we find that the PMV mean values in winter totally are higher and the comfortable terms in winter are longer than in summer.

キーワード: シミュレーション, 熱・換気回路モデル, 快適性評価

2. Nets

1. はじめに

現在、電化製品の普及と発達によって、私たちは暑ければクーラー、寒ければヒーターなどを使うことで、手軽に良好な居住環境を得ることができるようになっている。しかし、このように空調設備に頼りがちな生活では、省エネを達成することはできない上に使用される石炭・石油・天然ガスなどの燃料によって環境破壊などの問題が生じてしまう。そこで、設備だけではなく、建物全体に工夫を加えることで、快適な空間と環境調和の実現が可能となる。建物自体への工夫を行うには建物全体を対象とする予測計算モデルが必要である。当研究では、建物全体を連立方程式モデルとして捉える「熱・換気回路網モデル(Nets)」を用いて建物の性能評価を行うことを目的とした。本報告では、建物の対象として電子情報工学科棟を用いての各部屋の快適性の調査について述べる。

2-1 Netsとは

Nets¹⁾とは、「熱、換気、ガス流動回路網モデル」を用いたシミュレーションを行うものであり、予測計算や最適設計をするシステムである。これにより、建物自体をどのように工夫すれば快適な環境の設計ができるかが明確とすることが可能となる。

2-2 特徴

- 計算安定性が良い
- 汎用性がある
- モデル化の自由度が高い

また、上記のような特徴をもつ。そのため、建物の用途、形状に関わらずに自由なモデル化や、システム全体を重視した総合的かつ実用的なモデルができる。そして、実際に起こる様々な変化を想定し現実に近い予測が可能である。従来にない建築的工夫でも、簡易な方法でモデル化でき、計算結果の図形的な表示、CSV出力を用いての市販の表計算ソフトによる処理も可能である。

2-3 プログラム構成

全体コントロールプログラム NetsMain
モデル作成プログラム Netsgen
NETS 計算の実行
結果表示プログラム Netsout

* 2005年度教育研究特別経費を用いて研究された。

*1 九州大学 芸術工学部 画像設計学科

*2 電子情報工学科助教授

*3 徳間未来技術研究所研究員

*4 御子柴一級建築士事務所管理建築士

原稿受付 2006年5月19日

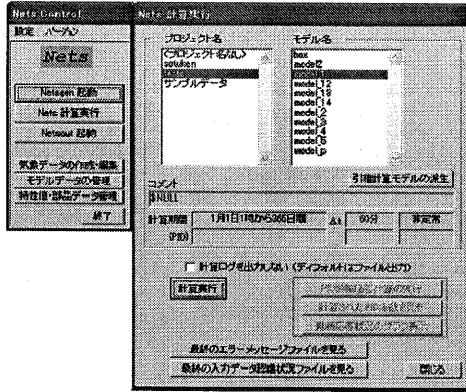


図1 全体コントロールパネルと計算実行画面図

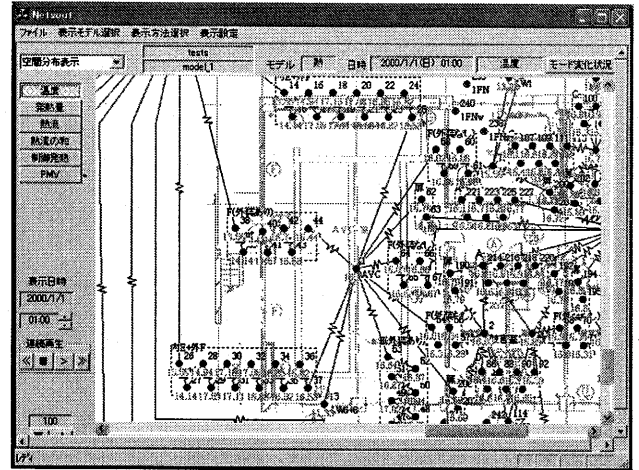


図3 熱回路網出力結果表示

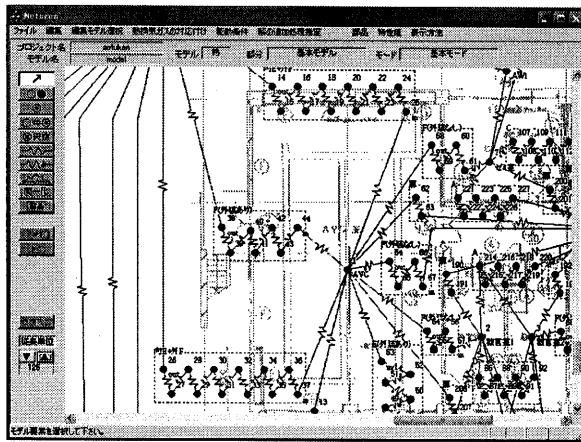


図2 熱回路網モデル

と、気象データ、特性値・部品の管理などから構成される。全体コントロールプログラムでは、Netsgen, Netsout を起動すると共に、NETS の計算の実行、各種データの管理を行う。Netsgen は、NETS 用の入力データを生成するためのモデルの作成プログラムであり、Netsout は、NETS の計算出力結果の表示プログラムである。例えば、熱回路網は、壁や空間を節点を用いて表し、一般化熱コンダクタンスでこれらをつなぐことで構成する。また、換気回路網は空間をゾーンとして、これらを流路でつなぐことで構成している。以下に実行画面を示す。

3. シミュレーション

3-1 快適性評価方法

今回の研究では、快適性の評価指数として、PMV を使い、各部屋における PMV の推移をもとに評価を行った。この指標は、オフィスなど通常、人が居住する比較的快適温度範囲に近い温熱環境を

評価するのに適している。また、標準新有効温度 (SET) という指標もあるのだが、快適に近い範囲では PMV の評価値とそれほど大きな差はないとされているため、今回は PMV を用いた。

3-2 PMV とは

PMV とは、1967 年に快適方程式の導出を発表したデンマーク工科大学のファンガー教授が、これを出発点として提案した、人体の熱負荷と人間の温冷感を結びつけた温熱環境評価指数 (Predicted Mean Vote : 予測温冷感申告) のことである。

PMV は

- 気温
- 放射温度
- 湿度
- 気流速
- 着衣量
- 代謝量

これら 6 つの要素によって決定され、人間がその時暖かいと感じるか、寒いと感じるかを「7段階評価尺度による数値」(-3 ~ +3) で表している。放射温度には、壁や天井などの周囲からの放射量の平均値を用いる。人間の体からは、常に体温が放熱されていて、この放熱されるときに生じる、壁や天井との熱量の差が少ないときほど、心地よい暖かさを感じることができるため、必要な要素のひとつである。代謝量とは身体の運動状況を数値化したものである。単位には met を用い、座位安静時を 1met、事務作業時は 1.1 ~ 1.2met、立位時は 1.4met とされている。着衣量は衣服の断熱性を表し、単位を clo を用いる。裸を 0、夏服を 0.6、冬服

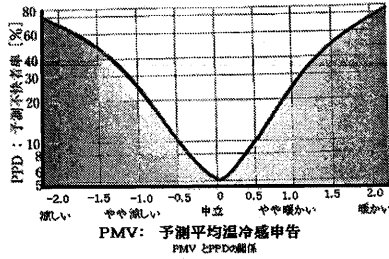


図4 PMVとPDD関係図

PMVの7段階評価尺度	
+3	暑い
+2	やや暖かい
+1	暖かい
0	中立
-1	やや涼しい
-2	涼しい
-3	寒い

図5 PMVの7段階評価

を2.0としている。また、PMVをもとに算出される予測不快者率(その温熱環境に不満足・不快さを感じる人の割合)のことをPPDという。PMVとPDDの関係は図3.1の通りである。ISOの標準では、PMVが±0.5以内、不快者率10%以下となるような温熱環境を推奨している、今回はこの範囲を快適範囲として、その割合を算出しました。

3-3 対象

本研究では、シミュレーションの対象として、電子情報工学科棟と用いた。構造は5階建てであり、建築面積約471m²。延べ建築面積はこの5倍の約2200m²である。次に、情報科棟の内部構造²⁾(シミュレーションを行った構造)の詳細について述べる。

3-4 内部構造

内部構造は、外壁には主に外断熱、壁には外断熱と内断熱構造などが用いられていることが確認できた。外壁に外断熱を用いたのは、内断熱の場合、柱の周りを断熱材で囲んでいるため内部にこもってしまう湿気によって柱が傷みやすいのだが、外断熱だと、外気温の変動の影響を受けにくい柱が傷みにくいという特徴を持っているからだと考えられる。また、各壁は、それぞれA~Fに分類された構造を用いており、外断熱構造であるE,Fタイプは

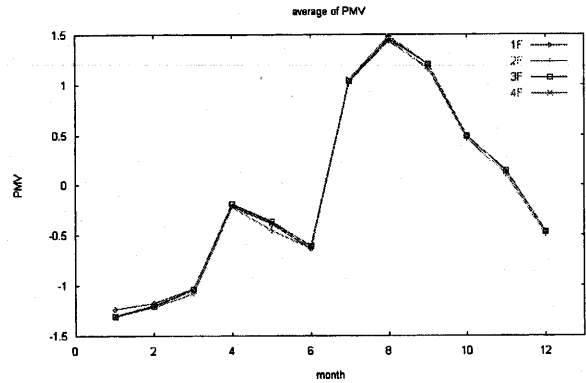


図6 北側部屋における各階の比較: PMV値

外壁と内壁の一部に用いられている。吸音材を含んだ内断熱構造であるBタイプは講義室などの黒板裏の壁に用いられ、断熱とチョークによる音の遮音などの役割を果たしているのだと考えられる。その他のタイプの壁は、鉄骨に厚さを変えた石膏ボードを組み合わせたものが使用されていた。

4. シミュレーション結果

4-1 実行結果比較図

シミュレーション結果から各階の比較、南北の部屋の比較を行った結果を示す。北側の部屋は、1~4階までで同じような間取りである、ゼミ室、ソフトウェア実験室(堀内研究室)、電子回路実験室(荒井研究室)、計器室(大矢研究室)に関して比較を行った。また、南側は、AVC第二準備室、情報処理準備室(伊藤教員室)、第四教員室(大澤教員室)、第七教員室(大矢教員室)に関して比較を行っている。

4-2 考察

実行結果から、各階における差はほとんどないことが確認できた。各階のシミュレーションでは、地表からの高さなどが異なるのだが、情報科棟の高さ(1~5F)程度では、それほど差がでないことがわかる。

次に、1階における南北の部屋の比較結果では、南側のPMV平均値の方が高いことが確認できる。これは、日照の関係から気温・放射温度が南側のほうが高く、また、シミュレーション結果から南側の部屋の方が、気流の流れが弱かったことからこのような結果になったのではないかと考えられる。その

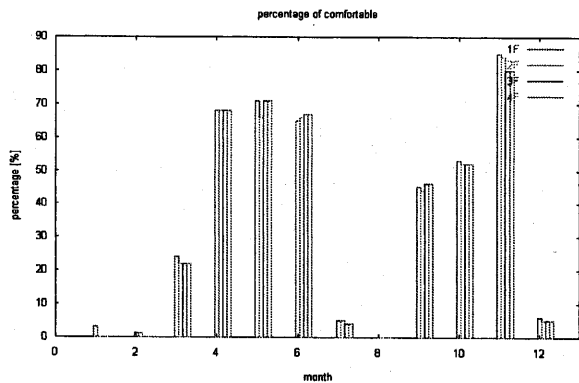


図7 北側部屋における各階の比較:
快適範囲の割合

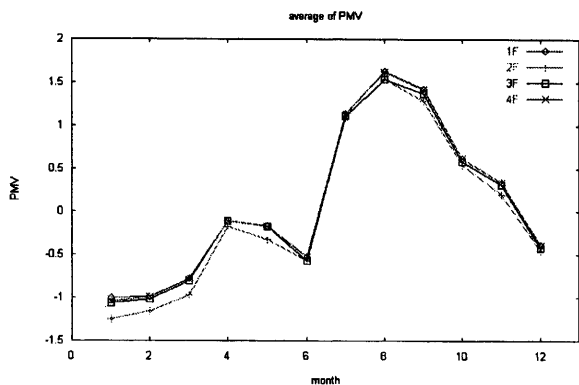


図8 南側部屋における各階の比較:
PMV 値

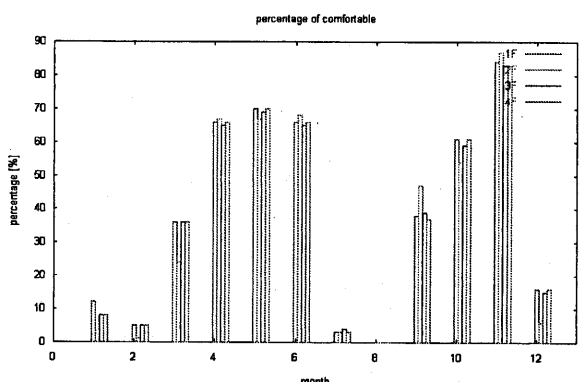


図9 南側部屋における各階の比較:
快適範囲の割合

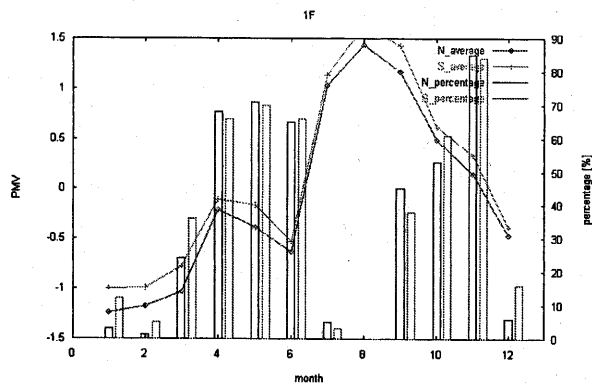


図10 1Fにおける南北の部屋の比較

ため冬季は北側に比べて快適の割合が高いのだが、夏季は暑くなってしまい快適の割合が低くなってしまふ。よって、南側への気流の流れを改善する構造を取り入れれば、南側における快適性を良くできるのではないと思われる。

時期に関しては、全体的に夏季に比べて冬季の方が平均値が快適範囲に近く、快適範囲になる時間も長いことがわかった。これは外断熱工法で作られた高気密高断熱の構造は冬型の建物であるため、夏は暑くなってしまふからだと考えられる。長野は冬厳しい気候であるため、この構造は適しているのではないと思われる。

5. まとめ

今後の方針としては、今回の研究では各階層においてシミュレーションを行うことができたが、複数の階層を連結させると計算時間が大幅に増加してしまい、処理しきれない事態が生じてしまった。より正確な結果を得るためにも、各節点やインダクタンスの規模の縮小・単純化などの改善が必要である。快適性の評価についても、今回はその指標としてPMVを用いたが、これは暑さ寒さのみを評価するものである。しかし、快適な空間というのは寒さ暑さだけではなく、騒音、色彩や明暗なども加味されるため、これらの要素も複合した評価が望まれる。

参考文献

- 1) 清水建設株式会社: Nets 操作説明書 (2001)
- 2) 長野工業高等専門学校電子情報工学科棟新営工事