

## 窓の工学的な伝熱モデルに関する研究 (その1) 空気層にブラインドを持つ二重窓の温度予測モデル

正会員 ○大西 由哲\*<sup>1</sup> 安田 健一\*<sup>2</sup>  
正会員 奥山 博康\*<sup>3</sup>

二重窓  
温室効果  
通気層  
熱回路網  
煙突効果  
換気回路網

## 1. はじめに

従来の窓周りの伝熱モデル[1]は、二重窓の通気層内のブラインドが日射吸熱し、伝熱と換気が連成して温度差換気される場合等の一般的扱いや、空気層を挟んだ二面間の長波長放射熱交換と内表面对流熱伝達を分けてのモデル化が困難である。一方、数値流体解析モデルでは長期間の検討や熱負荷検討のための建物全体的なモデルとしては適していない。そこで本論では従来の問題点を克服できる実用的な工学モデルについて述べる。

## 2. 窓の仕様と検討事項

検討する窓は東向きの二重窓であり、断面概要は図1に示す。外側は1枚ガラスで、内側はペアガラスである。両ガラス間の42cm厚の空気層には電動ブラインドが垂れ下がる。窓の上下には換気口を有する。窓面の高さは2.3mである。断面奥行き方向には1.135m間隔で繋ぎ目があり繰り返す。そこで計算モデルは断面奥行き方向1mとした。検討すべき項目は、空気層上部の温度、結露、熱負荷、窓面からの室内温熱環境への影響などがあるが、本報では、夏期の自然室温状態において、ブラインドが日射を受けて温室効果が生じての空気層上部の熱溜りの温度状況を、換気口が閉鎖、5mmあるいは15mm幅のスリット状に開いた場合の条件で計算した。

## 3. 計算モデルの概要

本論で述べる工学的モデルは、熱・換気回路網モデル[2]と呼んでおり、計算機シミュレーションプログラムはNETSと名付けている。二重窓内の通気層が日射熱や湿気を排出する温度差換気は、熱回路網と連成した換気回路網で模擬される。本事例での熱回路網は図2で、換気回

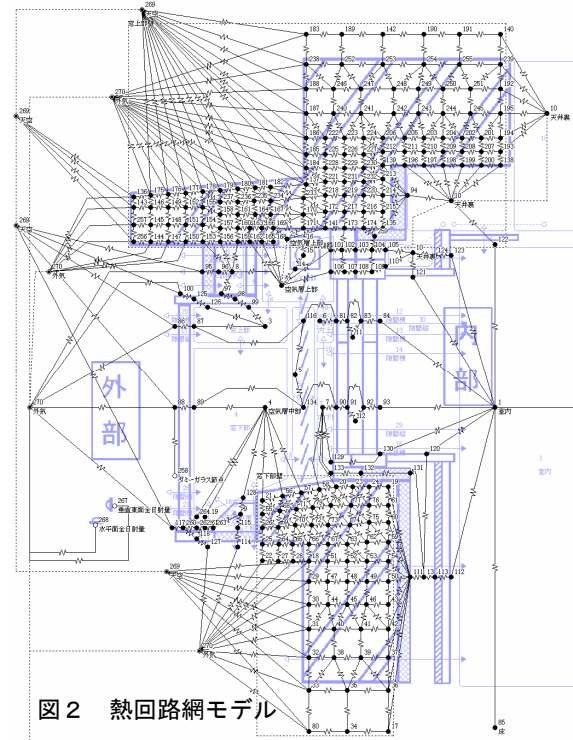


図2 熱回路網モデル

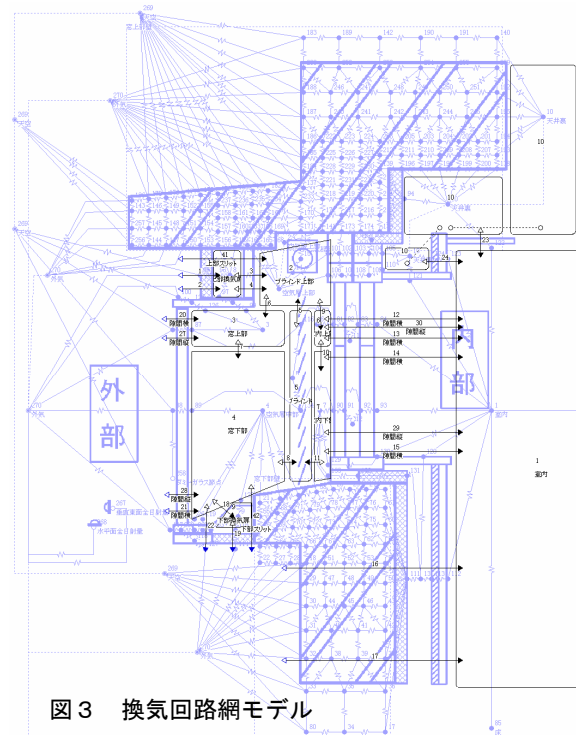


図3 換気回路網モデル

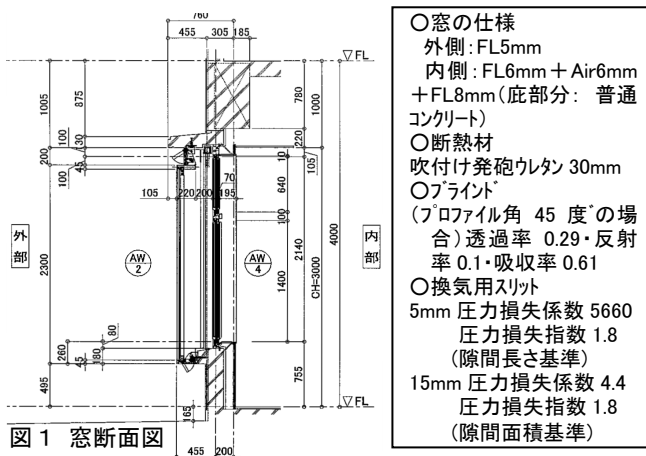


図1 窓断面図

- 窓の仕様  
外側: FL5mm  
内側: FL6mm + Air6mm  
+ FL8mm (底部分: 普通  
コンクリート)
- 断熱材  
吹付け発砲ウレタン 30mm
- ブラインド  
(プロファイル角 45 度 の場  
合) 透過率 0.29・反射  
率 0.1・吸収率 0.61
- 換気用スリット  
5mm 圧力損失係数 5660  
圧力損失指数 1.8  
(隙間長さ基準)  
15mm 圧力損失係数 4.4  
圧力損失指数 1.8  
(隙間面積基準)

路網は図 3 で示される。コンクリート躯体は有限要素法で、その他の部分は有限体積法で離散化し、熱回路網の全体方程式に一体化できる。室空気の節点は西側の廊下や西部屋につなげ自然室温形成のモデル化をした。ガラス板は内外表面に節点を設けた。ペアガラスの中空層を挟んでの長波長放射と表面対流熱伝達は分けてモデル化した。ブラインドの前後の空気層についても同様である。ガラスは直達日射に対して入射角依存[3]の、ブラインドはプロファイル角依存の透過、反射、吸収特性を持つものとした。外壁外表面は仮想天空温度節点と長波長熱交換する。ブラインドでは日射吸収の発熱で熱対流を生成するので、これを熱ブルームモデル[4]で模擬し、通気層内は、ブラインドに接する発熱ゾーンと熱溜りのゾーンに分けた。窓周りの隙間モデルは、シミュレーション上の気密試験で 8 等級程度になるように流路特性を与えた。スリット状の開口の流路特性は文献値[5]を参考に与えた。

#### 4. 計算結果

まず密閉状態について東京の標準気象データで 8 月の一ヶ月を 15 分間隔でシミュレーションしたところ、図 4 に示すように 20 日の朝 9 時頃に熱溜りの最高温度を得た。この 20 日について主な場所の日射吸熱推移を図 5 に示す。ブラインド吸熱が最も大きく、次に外側ガラスとなる。図 6 には主な場所の温度推移を示す。ブラインドは 68°C で熱溜りは 59°C 近くに達する。次に 15mm 幅の隙間を開けた場合の各部温度推移が図 7 であるが、それぞれ 6°C 程度低下して 62°C と 52°C 近くになる。通気層の換気量は、外気との間の流入出及び室空間との流入出と 4 種の風量にまとめられる。これらを密閉、隙間 5mm、隙間 15mm の 3 段階について 8 月 20 日の 1 日の推移を図 8 にした。流入は正で流出を負で表わす。隙間幅が大きい場合の風量変化は、ちょうど東面垂直全日射量の変化に一致し温室効果の増大に伴って温度差換気量が増加している。

#### 5. まとめ

本工学的モデルにより窓周りの日射に起因する伝熱現象が実用的に予測できることが示されたが、今後は水蒸気移動モデルとも連成して結露の検討も行ったり、さらには実験や実測との対応検討も行っていきたい。

【謝辞】 清水建設の相田和也氏には本検討の機会を頂き、日本検査コンサルタントの益子智久氏にはモデル作成等で御協力頂きました。

#### 【参考文献】

- [1]「住宅の次世代省エネルギー基準と指針」、(財)住宅・建築省エネルギー機構、'99年11月、pp287-298
- [2]奥山博康、博士号学位請求論文「建築物の熱回路網モデルに関する理論的研究」、早稲田大学、'87年12月
- [3]「Fenestration, Computer Calculation of Solar Heat Gain Factors」, 1997, ASHRAE Fundamentals Handbook (SI), p29.37
- [4]奥山博康、「熱 CAD のための空間離散化モデル」、建築学会環境工学委員会、熱環境運営委員会第 24 回熱シボジウム、'94年11月、pp25-32
- [5]「換気設計」、日本建築学会設計計画パンフレット 18、pp61-62

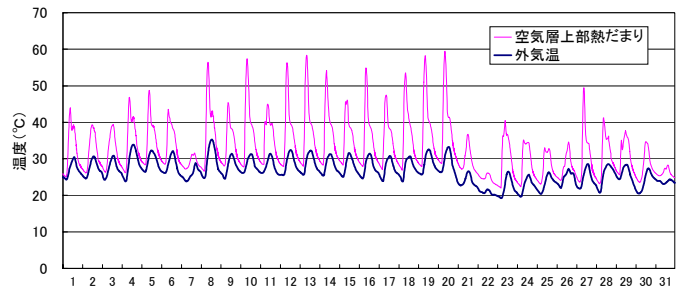


図 4 8 月 1 ヶ月分の空気層上部と外気温の変動

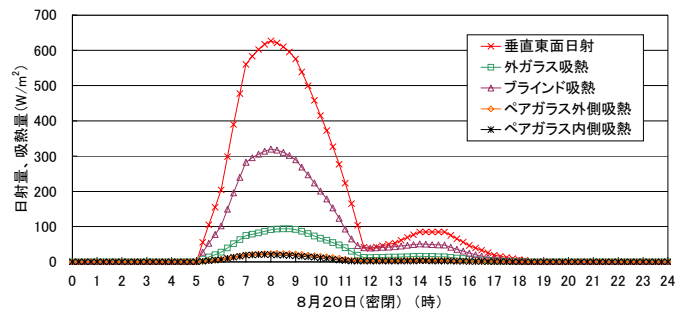


図 5 垂直東面全日射量と窓周り各部の吸熱量

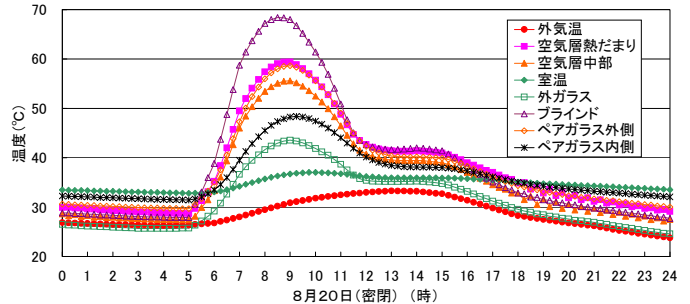


図 6 換気口閉鎖時の外気温と各部の温度

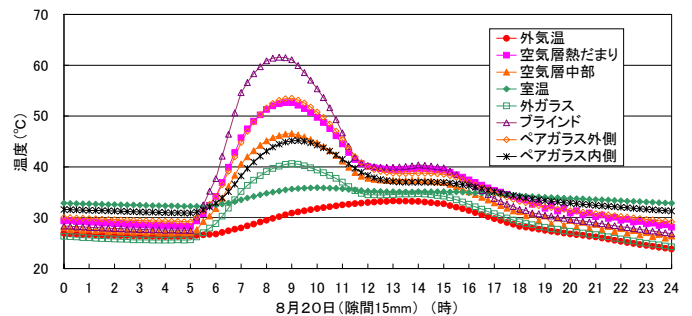


図 7 15mm 幅の隙間を設けた時の外気温と各部の温度

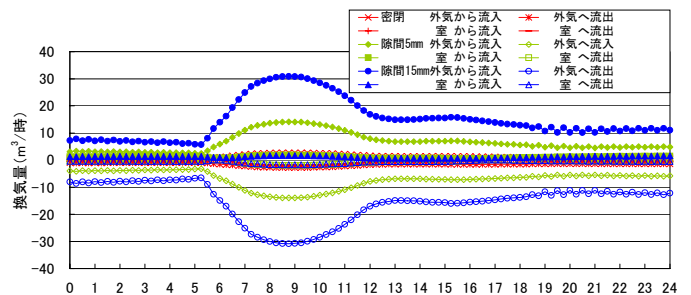


図 8 空気層内の通気量

\*1,\*3 清水建設 技術研究所  
\*2 三菱地所設計 設備設計部

\*1,\*3 Institute of Technology Shimizu Corporation  
\*2 Mitsubishi Jisho Sekkei Inc.