

# 冬期の暖房時におけるオフィス内の上下温度分布に関する研究

The study on vertical temperature distribution in the office during heating in winter

9730112 小林育子 Ikuko Kobayashi  
 指導教官 田中辰明 Tatsuaki Tanaka

## 1.はじめに

建築物の質の向上と共に、室内環境の善し悪しが議論されるようになった。特に冬の上下温度分布は人間の快適性や作業能率を大きく左右するが、この温度分布に影響を与える主なものは、建築物の断熱の程度、開口部である窓の断熱性能、気密性、そして暖房器の種類と設置場所である。近年、部屋の気密性を任意に変えられるモデルルームを使用した気密性の実験や、実際に室内で暖房器設置場所を変えて室内の温度分布を調べる実験などがなされているが、室内温度分布を変化させるいくつかの因子を組み合わせたシミュレーションは未だなされていない。

そこで本研究では、外気温度、外壁や窓の断熱性、暖房器の種類や設置場所を変化させて、室内の温度分布の解析を行い、評価を行った。

## 2.解析方法

近年進歩の目覚ましい CFD を使用して、諸条件を変化させ定常解析を行った。(3次元熱流体解析システム STREAM for Windows)

## 3.解析条件

### 3-1.解析モデルとその設定条件

Figure.1 のような部屋を想定し、窓のある壁のみ外気に触れているものとした。その他の壁は室温 12°C の部屋と隣接しており、床と天井については断熱されているものとする。

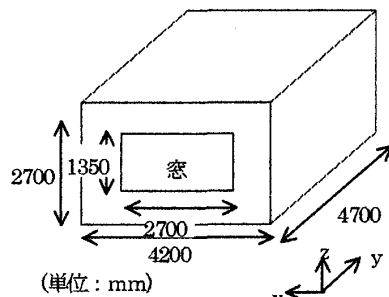


Figure.1 モデル形状

### 3-2.外気温度の設定 (2パターン)

札幌と東京における1月の日最低気温の平均値<sup>1)</sup>を用いる。(Table.1)

都市名	外気温度 (°C)
札幌	-8.4
東京	1.2

### 3-3.外壁の断熱材厚さの設定 (4パターン)

外壁は Figure.2、Table.2 及び Table.3 のように4層構造とし、断熱材(ロックウール)の層の厚さ d を変化させて断熱性を変えるものとする。

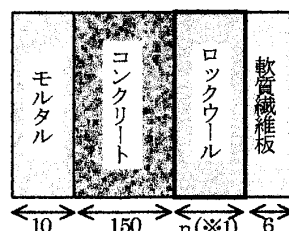


Figure.2 外壁の構造

(※1) d=0,25,50,75 (単位: mm)

Table.2 外壁を構成する材料<sup>2)</sup>

材料	熱伝導率 λ (W/mK)
モルタル	1.3
コンクリート	1.3
ロックウール	0.038
軟質繊維板	0.046

Table.3 ロックウール厚さと熱コンダクタンス

ロックウール厚さ(mm)	熱伝導率 λ (W/mK)
0	0.6550
25	0.2114
50	0.1376
75	0.0182

### 3-4.窓ガラスの断熱性 (2パターン)

窓ガラスは、単層ガラスと複層ガラスを用いる。ガラスの解析条件を Table.4、Figure.3 に示す。

Table.4 ガラスと空気熱伝導率<sup>2)</sup>

材料	熱伝導率 λ (W/mK)
ガラス	0.78
空気	0.022

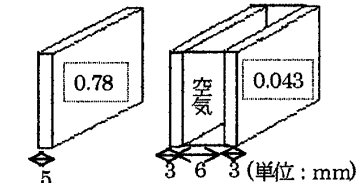


Figure.3 窓ガラスの構造

### 3-5.暖房器の種類 (3パターン)とその設置場所

#### A) 温水暖房 (ラジエーター)

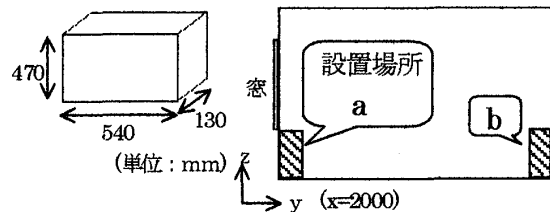


Figure.4 ラジエーターの形状と設置場所

Table.5 ラジエーターの表面温度

表面温度(°C)	40
----------	----

#### B) 床暖房

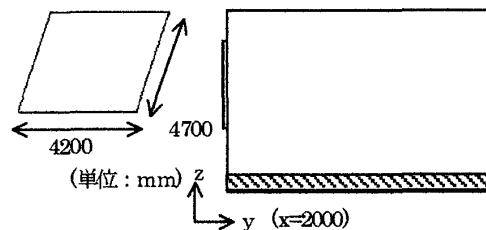


Figure.5 床暖房の形状と表面温度

Table.6 床暖房の表面温度

表面温度(°C)	26
----------	----

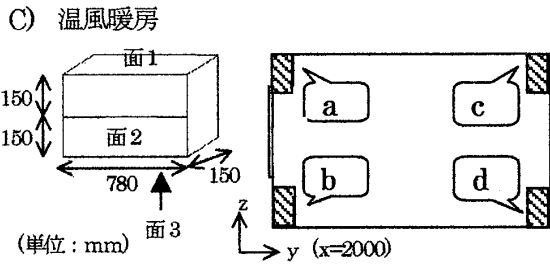


Figure 6 温風暖房の形状と設置場所

Table 6 温風暖房の解析条件

吹出口設定	空気温度	25°C
放熱器設置場所 a と c : 面 2	空気流速	2m/s
b と d : 面 1		
吹込口設定	空気流速	自然流出
放熱器設置場所 a と c : 面 3		
b と d : 面 2		

4. 解析結果と考察

モデルの x=2000 の断面における上下温度分布をコンター図により調べた。また、室内中央の床上 100mm と 1100mm における温度を温度分布グラフより調べ上下温度差を求めて、それぞれの解析条件ごとに室内環境について評価を行った結果、次のことが分かった。

4-1. 温水暖房 (ラジエーター)

コンター図(Figure. 7)より、上下温度分布は外壁からの距離に関わらずほぼ一様であることがわかる。部屋中央の上下温度差に関しては、単層ガラスを用いると、外壁のロックウール厚さが 0mm のときは設置場所 a のほうが温度差が小さいが、ロックウールの厚さを増すと逆に b のほうが小さいまたは等しくなる。また、複層ガラスを用いると、温度差は a と b の両方も常に 5°C以下で、ロックウールの厚さによらずほぼ一定となった。

つまり、断熱性が悪いと暖房器は a のほうが適していると言え、これは今までの常識的な設置場所である。さらに、断熱性が良いと b でも充分な快適性を得られるということが言える。これは、配管の問題を考へるときに中央式暖房であるラジエーターを外壁側に設置するよりも内壁側に設置したほうが設備の手間がかからないということから、重要視すべき点である。

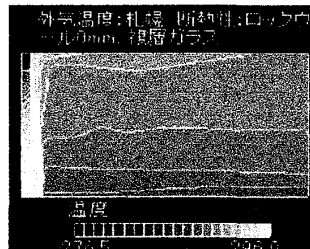


Figure 7 コンター図による室内上下温度差

4-2. 床暖房

コンター図(Figure. 8)より、上下温度分布は外壁からの距離に関わらずほぼ一様であることが分かる。部屋中央の上下温度分布(Figure. 9)について、床から離れるに連れて床表面温度より一旦下がるのは、外壁側で冷えた空気が下降して床付近に低温層を作るためである。床上約 0.8m 以

上は単層、複層ガラスを用いた両方の場合について 18.5~20°Cの間で安定しているが、これは対流よりも輻射熱による影響が大きいからである。

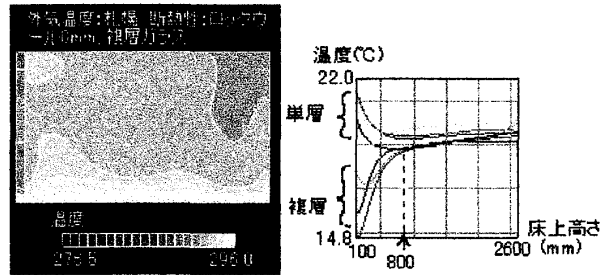
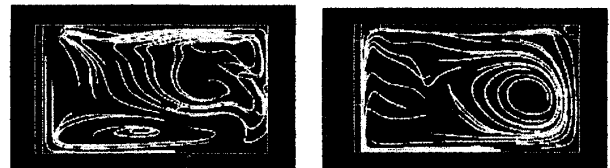


Figure 8 コンター図による室内上下温度分布 Figure 9 部屋中央における室内上下温度分布

4-3. 温風暖房

暖房器設置場所 a と c を比較する。コンター図より、a は内壁側の床付近に多くの冷気が溜まっており、断熱性を高めるに連れてその冷気は減っていくことが分かった。これは、Figure. 10 から分かるように a は右上と左下で空気の流れが別れており、温風が部屋全体に行き渡りづらいことが原因である。それに対して c は空気が部屋全体を動いているため、冷気が溜まりにくい。a と c 両方も、部屋中央の上下温度差は、外部温度、断熱性能に関わらずほぼ一定だった



暖房器設置場所 a 暖房器設置場所 c

Figure 10 室内空気の流れ

暖房器設置場所 b と d を比較する。単層ガラスを使用したものはロックウール厚さが 0mm のときは b のほうが上下温度差小さいが、ロックウールの厚さを増すと d のほうが小さいまたは等しくなる。

つまり断熱性と設置場所の関係に関してラジエーターと同じ事が言える。

4. まとめ

直接暖房として輻射暖房であるラジエーターと床暖房、間接暖房として温風暖房について解析、評価を行ったが、輻射暖房の2種類は、輻射熱により壁面温度が上昇するため、室内の上下温度分布が外壁からの距離に関わらず比較的均一になり、また上下温度差も小さくなることが分かった。特に足元全体から暖める床暖房は、上下温度差がほとんどないと言える。温風暖房については、設置場所によって温風の行き届かない場所ができる上、大きな対流が起こるため、快適性を得るためにはあまり適しているとは言えない。

【参考文献】

- 1) 国立天文台編：理科年表(1998)
- 2) 日本建築学会編：建築設計資料集成1 丸善