

# 放熱器の放熱容量と位置を変化させた場合の熱的快適性

Thermal Comfort with different heating load and setting point of radiator

9830122 田村昌子 Masako TAMURA

指導教官 田中辰明 Tatsuaki TANAKA

## 1.はじめに

同じ室内にいても、暖かいと感じる人、寒いと感じる人がいる。この熱的環境に対しての満足感や不満足感には様々な要素が関係しており、国際規格ともなっているPMV (予測平均回答) によって熱的快適性を数値的に評価することができる。

省エネルギーや、人の熱的快適性を考慮し、冬期の室内において、部屋全体として快適と感じる人が多くなるためには、どのような放熱器の放熱容量、位置がよいのかを調べる事を目的とし、室内の温熱環境に関するシミュレーションを行い、PMVによって評価した。

## 2.PMVについて

PMV ( Predicted Mean Vote) は多くの人にTable.1の7段階評価によって回答を得た結果である。

PMV 指標は温熱環境の6要素(気温、湿度、気流、放射温度、着衣量、代謝量)の複合効果を評価するための指標である。温熱環境の6要素を

反映してあるPMVの式に代入すると、その条件での温熱感を数字として知ることができる。PMV=0では、95%の人がどちらでもなく、 $-0.5 < PMV < +0.5$ の範囲では、90%の人がどちらでもないといわれる。

+3	暑い
+2	暖かい
+1	やや暖かい
0	どちらでもない
-1	やや涼しい
-2	涼しい
-3	寒い

Table.1 Criterion of PMV

## 3.解析条件

解析はFig.1に示す部屋を解析モデルとして想定し熱気流解析ソフトSTREAM for Windows (株)ソフトウェアアクレイドル製)を用い、諸条件を変化させ、定常解析を行った。

Fig.1の部屋において、窓のある壁を外壁として、外気に接しているものとする。外気温度は1月の札幌の平均温度である $-8.4^{\circ}\text{C}$ とした。その他の壁並びに上下階は室温 $20^{\circ}\text{C}$ の部屋と接しているものとする。また、室内の初期温度は $20^{\circ}\text{C}$ に設定した。この建物の外壁は断熱材のロックウール $75\text{mm}$ で設定し、十分に断熱されているものとした。窓ガラスは、単層ガラスと、2枚のガラスからなるペアガラスの2パターンについて解析を行った。

放熱器はパイプの中に温水を流して暖房するFig.2のよ

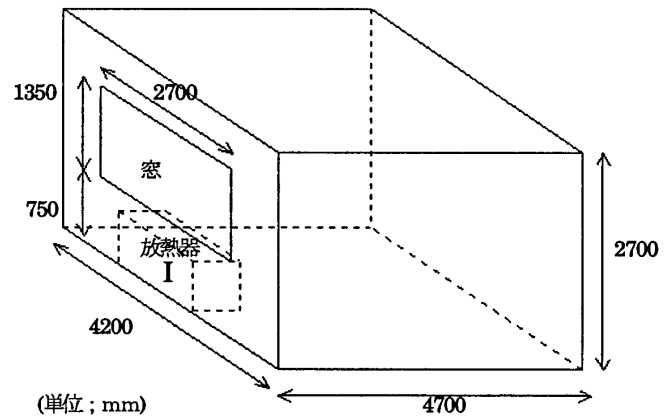


Fig.1 The dimensions of the model for the simulation

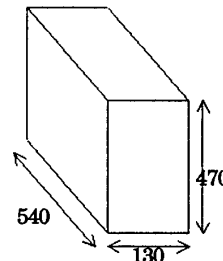


Fig.2 The dimensions of the radiator model for the simulation

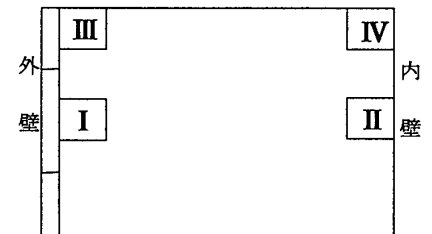


Fig.3 The setting point of radiator

うなラジエーターとした。放熱器は窓のすぐ下のI、窓と相対する壁(内壁)中央のII、外壁の右側の角のIII、内壁の角のIVの4パターンについて解析を行った。(Fig.3)

以上の設定条件において、窓ガラスを単層ガラスとペアガラスのそれぞれにおいて、放熱器の表面温度を変化させて解析を行った。

また、PMVの算出における設定は、冬期の事務室内作業を想定した着衣量を1.0clo、代謝量を1.2met、風速 $0.10\text{m/s}$ 、湿度50%としてソフトウェアASHRAE Comfortを使用して計算した。

## 4.解析結果と考察

### 4-1 放熱器の位置による床面からの高さ1100mmにおけるPMV

1100mmの高さにおいて、Fig.4に示すような部屋の中央の①、②、③および、側面の壁から100mm離れたところの④、⑤、⑥、また、反対側の壁から100mmの⑦、⑧、⑨のPMVについても調べた。(窓からの距離は①、④、⑦は100mm、②、⑤、⑧は2350mm、③、⑥、⑨は4600mmである。)

<放熱器の設置場所：Iの位置>

単層ガラスの時のPMVは、窓の①のみ低く、 $-0.9$ 程度

であった。その他は約-0.35であった。ペアガラスを使用した場合のPMVは、①は約-0.6で低かった。③⑥⑨はより低く、③は約-0.8、⑥⑨は約-1.1であった。

<IIの位置>

放熱器のある③は表面温度を上げるに従い熱くなっていた。放熱器の表面温度が40℃の時PMVが最も0に近くなっていた。単層ガラスでは、①は低く、約-0.5であった。⑥⑨は更に低く、約-1.1であった。ペアガラスでは、①は-0.4、⑥⑨は約-0.6の低さであった。⑥⑨は床面の冷気の巻き上がりによる寒さである。

<IIIの位置>

放熱器のある⑦は表面温度を上げるに従い熱くなっていた。単層ガラスでは、窓の①と内壁の③⑥が約-0.5であった。ペアガラスも①が約-0.5、内壁付近の③⑥⑨が約-0.7で低かった。

<IVの位置>

単層・ペアガラスとも⑨は放熱器の表面温度を上げるに従い熱くなり、内壁の③⑥が約-1.0で低かった。

○位置についての考察

-0.5<PMV<+0.5の範囲から外れるものは内壁付近と、単層ガラスの窓付近くらいで、他では快適だと感じる人が多いと考えられる。

全体的に見て放熱器を部屋の角(III、IV)に設置した場合だと暑すぎるところができ、放熱器設置位置と天井が局所的に熱くなってしまっていた。右角に設置した場合でも左角も暖かく、角と中央の設置位置で部屋全体としては特に大きな問題はない。ただ、中央のほうが角が熱くなりすぎることがなく、特にIの時、足元の温度が他よりも少し高かった。

4-2 放熱器の温度を変化させた場合の部屋の様子

単層ガラスの場合とペアガラスの場合のそれぞれにおいて、30℃、40℃、50℃、60℃で部屋全体として温度分布に大きな変化は見られず、PMVの変動も顕著ではなかった。(Fig.5) かって50℃や60℃にすると、放熱器設置位置と天井が熱くなってしまっていた。

4-3 単層ガラスとペアガラス

ペアガラスの時はいつも、内壁付近が冷たい空気の巻き上がりによって寒くなっていた。単層ガラスの時はい壁側に放熱器を設置した時はあまり巻き上がらないが、内壁側に設置した時は巻き上がっていた。しかし、単層ガラスでは窓面から降りてくるコールドドラフトのため、部屋の床部分の温度はペアガラスに比べて約3℃低かった。

5.まとめ

放熱器の位置を変化させて部屋全体の温度分布を見たところ、部屋の熱的快適性に大きな差ではないが、放熱器は内壁側より外壁側が、角よりも中央がよいと思われる。よって窓のすぐ下が一番よい。

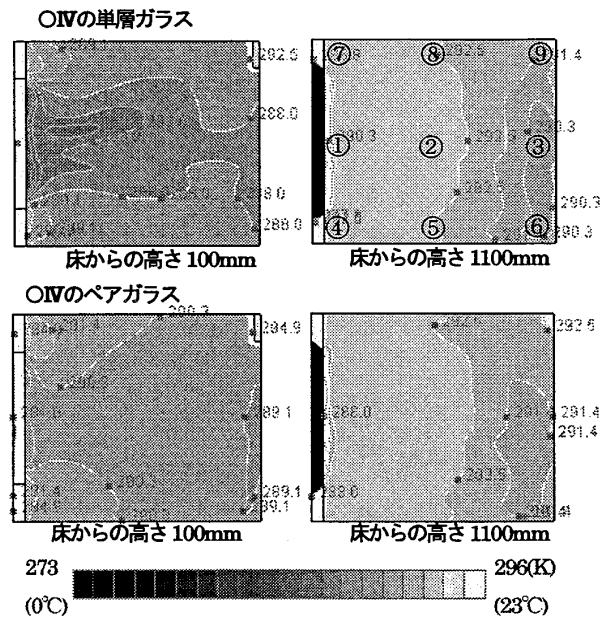


Fig.4 Contour views of temperature at 100mm and 1100mm (a sheet of glass and two sheets of glass at 40℃ surface of radiator)

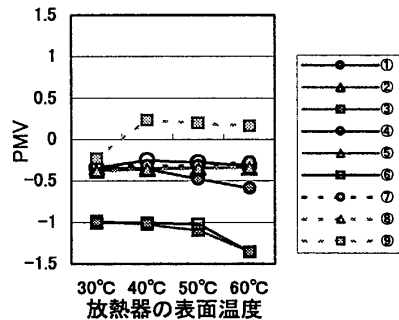


Fig.5 Comparison to PMV in each position (two sheets of glass in IV)

また、放熱器の表面温度は、今回設定した環境では設置位置によらず、エネルギー消費量の少ない30℃や40℃の表面温度で十分であることがわかった。

ペアガラスではどの場合も冷気の巻き上がりがおこったために、床からの高さ1100mmについて内壁付近はPMVがとても低い結果となっていた。しかし、この巻き上がりに関しては空気を拡散させることで解消できると考えられる。単層ガラスでは、床からの高さ1100mmでは比較的寒くないような結果とが、Fig.4のように足下付近の寒さ、また窓付近の寒さがある。これは空気の拡散によっては解消できないものと思われる。

これらのことを考えると放熱器の位置は窓のすぐ下で、放熱器の表面温度は30℃、40℃くらい、窓ガラスはペアガラスがよいと考えられる。

【参考文献】

- 1) 小林育子: 冬季の暖房時におけるオフィス内の上下温度差に関する研究 (平成12年度卒業論文)
- 2) 王健: 建物断熱条件を変化させた場合の室内温熱環境に関する研究 (平成12年度修士論文)
- 3) 3次元熱流体解析システム STREAM for Windows ユーザーズガイド