



CFD PMV 放射パネル
パラメータサーベイ

1. 概要

冷放射パネルを用いてオフィス空間使用者周辺の温熱環境改善を目的とした。不特定多数が入りし出入口が常時解放している場面を想定した。以下出入口が解放している状態を解放状態と呼び、出入口の解放を閉めた状態を閉鎖状態と呼びこの二つの状態を想定し CFD 解析を行った。放射パネルを用いたタスク領域の温熱環境の改善を試みる。放射パネルの設置方法の異なるモデルを 2 つ作成し効果の違いを調べた。良い例を 1 つ PMV によって評価した結果を調べた。

2. 研究の目的と背景

(1) 研究の背景

現代のオフィス空間は PC などの OA 機器が熱源となり一般の居住空間に比べ室温が高い傾向がある。空調の設定温度を下げることで室温を下げることは可能だが室内の気流速度が増大し、在室者が不快に感じるなどの問題がある。タスクアンビエント方式の空調を用い従来の空調吹出口のみの方式に比べ在室者に対する気流を低減させかつ在室者周辺の気温を下げ各在室者にとって最適な温熱環境を実現できるか調べた。

(2) 研究の目的

タスク領域に放射パネルを、アンビエント領域に空調吹出口を設けるタスクアンビエント方式の空調がある。本研究ではこのようなタスクアンビエント方式の空調を用い従来の空調吹出口のみの方式に比べ在室者に対する気流を低減させかつ在室者周辺の気温を下げることで快適さを向上することを目的とした。

3. 研究方法

本研究では気流解析を行う際、ソフトウェア・クレイドル社の熱流体解析ソフト STREAMversion12 を使用し以下のモデルを CFD 解析した。部屋使用者を作業者と呼び作業者前面部及び背部に直方体領域を設け領域内の PMV を算出し放射パネルを導入した場合に温熱環境どのような傾向が出るか調べた。パラメータとしては放射パネル設定温度[℃]、放射パネルに設置した送風機の流速[m/s]、放射パネルのモデルの形状がパラメータサーベイを行った。また温度コンター図及び流速ベクトルコンター図を比較検討し PMV にどのように影響するか調べた。

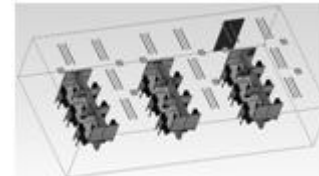


図 1 解析空間アクソメ図

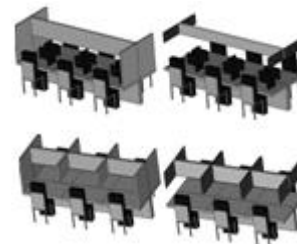


図 2 上モデル 1、下モデル 2 放射パネル設置位置

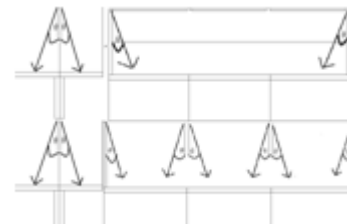


図 3 送風機による気流方向

表 1 解析条件

解析モデル	室温	[℃]	30(夏季想定)
	床面積	m ²	87.75
	X	m	13.5
	Y	m	6.5
	Z	m	2.8
	室容積	m ³	245.7
	吹出口	大きさ	m×m
	数	個	6
	吹出風速	m/s	1
吸込口	大きさ	m×m	0.3×0.3
	数	個	6
	吸込風速	m/s	1
蛍光灯	大きさ	m×m	50×1300
	発熱量	W	41
	個数	個	36
圧カアンカー	大きさ	m×m	10×1300
	数	個	18
PC本体	発熱量	W	65
	PC画面	発熱量	W
解析条件	定常/非定常	-	定常
	気流性状	-	乱流
	乱流モデル	-	線形低レイノルズ数モデル
	要素数	-	25×25×25
	相対湿度	%	50
	着衣量	met	1.2
	着衣量	clo	0.75
放射パネル	パネル前面大きさ	[m]	3.5×0.5
	パネル側面大きさ	[m]	0.675×0.5
	下からのパネル設置高さ	[m]	1.2

4. 解放状態、閉鎖状態の場合 結果

(1) 閉鎖状態の場合

全解析条件を比較検討しモデル1の送風機からの風速鉛直成分 $0.3[m/s]$ 、放射パネル設定温度 $15[^\circ C]$ の場合が最適解であった。モデル2の方が導入した放射パネルの設置面積、送風機の数も多いため空間を冷却する能力はモデル2の方が大きいと予想していたが結果は異なった。最適解は他のモデルと比較し大きく PMV 値の低下が見られた。このことから最適解に近い解析条件に PMV 値の低下に作用する境界条件がある可能性が予想される。

(2) 解放状態の場合

モデル1では最適条件といえるパターンを判断できなかった。全解析条件を比較しモデル2の送風機からの風速鉛直成分 $0.3[m/s]$ 、放射パネル設定温度 $15[^\circ C]$ の最適解であった。他のモデル、解析条件と比較し作業領域、背面領域ともに PMV 値の低減した大きさが顕著に表れているといえる。またモデル2はモデル1と比べ解放状態では放射パネルの設定温度の低さ、送風機からの送風の大きさと PMV 値の低減に関係が見られやすかった。これはモデル2の特徴であるといえる。

5. 結論

閉鎖状態においてモデル1の方が全解析条件全体と比較し PMV 値が低い傾向があることが分かった。この傾向はモデル2において各作業者をパーティションによって区切られているため PC 機器の熱が滞留した可能性が考えられる。閉鎖状態では放射パネルの設定温度、送風機からの風速に明確な関係性が見られなかった。この要因は流速ベクトルコンター図を見るといずれの解析条件においても放射パネル前面で上昇気流が発生している箇所が多かった。この上昇気流がタスク空調の効果を妨げる大きな要因の可能性がある。

解放状態においてモデル1に比べモデル2の方が最適解を除き PMV 値の変動に不規則さが小さかった。この傾向はモデル2において各作業者をパーティションによって区切られているため解放状態では室内の気流や熱に影響されにくい可能性が考えられる。流速ベクトルコンター図を見るといずれの解析条件においても放射パネル前面で上昇気流が発生している箇所が多かった。この上昇気流がタスク空調の効果を妨げる大きな要因の可能性がある。

今後の課題はタスク空調の効果を最適化する方法としてパーティションの形状、大きさを変え放射パネルの設定面積を大きくすること、風機の送風角度や数、設置位置を変更することが考えられる。

部屋の形状による気流性状により PMV 値が改善しない場合は机の設置位置を検討し位置を変更するによりどのような違いがあるか見る必要がある。

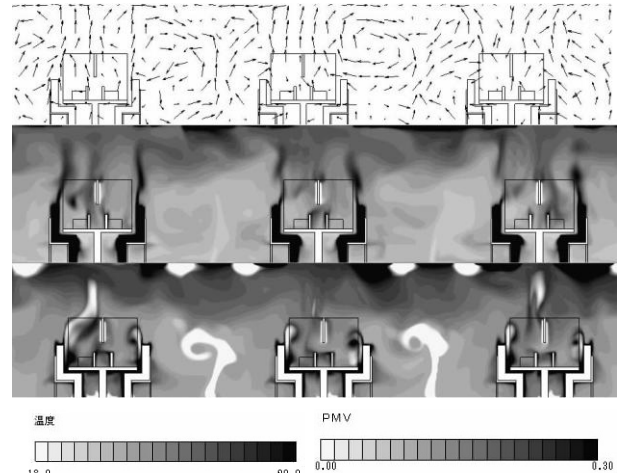


図4 上段流速ベクトル中段温度コンター下段 PMV コンター図閉鎖状態最適解

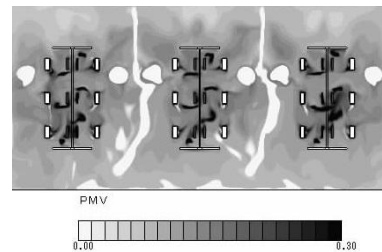


図5 Z=1m 地点 PMV コンター図閉鎖状態最適解

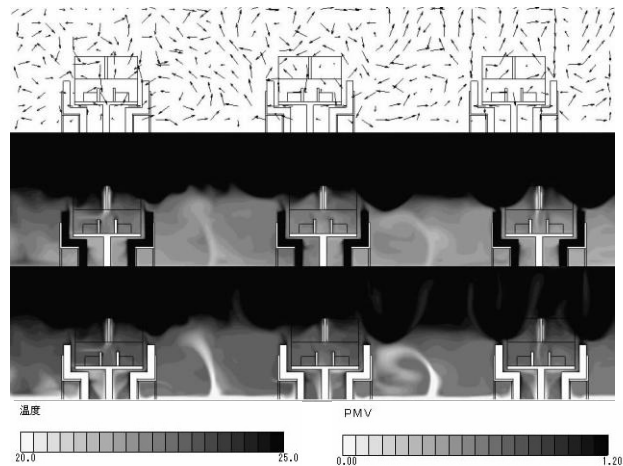


図6 上段流速ベクトル中段温度コンター下段 PMV コンター図解放状態最適解

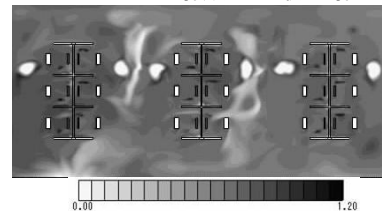


図7 Z=1m 地点 PMV コンター図解放状態最適解

6. 引用・参考文献

- 1) 小林茂雄ら：はじめての建築工学。彰国社、P74-75 (2014)
- 2) 山口紘平：芝浦工業大学工学部建築学科学士論文 2010 年度
- 3) 望月政成：芝浦工業大学大学院建設工学修士論文：2014 年度