

指向・拡散切換型吹出口を用いたパーソナル空調の検討

建築都市デザイン学科 2280080035-1 杉岡 実生  
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

オフィスの空調制御は、一般的に室内均一拡散を目的としている。しかし、帰社直後の人と事務作業をしている人では、求める温熱環境が異なるなど、居住者の空調に対する感じ方には個人差がある。これらのことから、近年快適性の向上が見込まれるパーソナル空調を用いた研究が行われている。しかし、パーソナル空調は居住者の直近であるため、ドラフト感が強いなどの問題があり、吹出条件の調節範囲について検討が必要である。

そこで本研究では吹出風量の調節が可能であり、好みに応じて居住者が気流感を得られる指向性気流と、ドラフト感を抑える拡散気流の切り替えが可能なパーソナル空調システムの有効性について検証を行う。指向性気流、拡散性気流、居住者の作業量によって吹出風量を変えた場合において、CFD 解析の結果をもとに温熱環境及び人体首筋付近の PMV による評価を行う。

2. 検討概要

2.1 解析対象 (図 1)

解析領域は幅 16.58m、奥行 7.2m、天井高 2.8m の連続したオフィスで夏季<sup>注 1)</sup>を想定した。北面に窓を有しており、日射の影響は考慮していない。対象空間を 3 つ系統にわけ、ゾーンごとの空調制御を想定した。タスク域にパーソナル吹出口、アンビエント域にアネモスタット<sup>1)</sup>、ペリメータゾーンにブリーズライン、インテリアゾーンに天井カセット型空調機を設置し、それぞれのゾーンで空調制御を行う。なお、天井カセット型空調機は吸込口での温度が 28℃になるように吹出温度を調節する空調制御としている。給気口については全熱交換器の導入を想定し、外気の熱交換効率 60%と定め、流入温度を与えた。

2.2 解析概要 (図 1・表 1・表 2)

内部負荷は人体、PC、照明、外皮負荷は窓面、北壁面に与えた発熱量を表 1 に示す。また、流入条件を表 2 に示す。

2.3 解析ケース (表 3)

パーソナル吹出気流を指向性気流(Case1)・拡散性気流(Case2)の 2 条件。人体の発熱量は歩行程度の作業量を想定した 108W/人と事務作業程度の作業量を想定した 69W/人の 2 条件とし、前者には強風量 57.3 m³/h、後者には弱風量 46.8 m³/h を各人体の首筋に向けて気流を送出する。さらに在席率 100%・66.7%・33.3%の 3 条件に分け、合計 12 ケースの温熱環境を解析し、PMV の算出<sup>注 2)</sup>を行う。

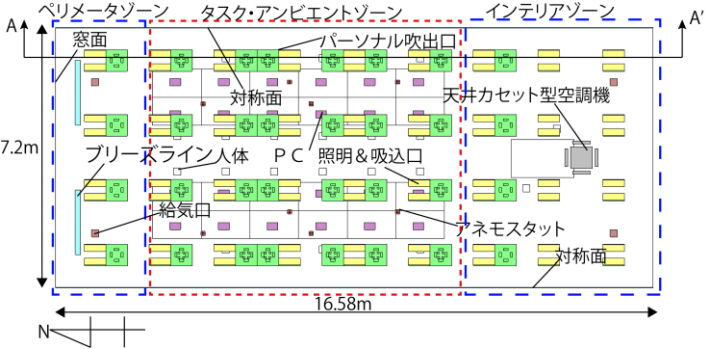


表 1 空調負荷 図 1 解析対象

室内負荷			外皮負荷	
人体[W/人]	PC[W/台]	照明[W/台]	窓面[W]	北壁面[W]
108、69	100	90	182.5	21.67

表 2 流入条件

	流量(1 台あたり)	吹出温度
パーソナルユニット	57.3、46.8 [m³/h]	18[°C]
アネモスタッド	68.2[m³/h]	18[°C]
ブリーズライン	240[m³/h]	22.6[°C]
天井カセット型空調機	660[m³/h]	吸込温度制御(28[°C])
給気口	180[m³/h]	30.5[°C]

表 3 解析ケース

解析ケース	吹出気流	人体発熱量	パーソナル吹出風量	在席率
Case1-1	指向性気流	108W	57.3m³/h	100.0%
Case1-2				66.7%
Case1-3				33.3%
Case1-4		69W	46.8m³/h	100.0%
Case1-5				66.7%
Case1-6				33.3%
Case2-1	拡散性気流	108W	57.3m³/h	100.0%
Case2-2				66.7%
Case2-3				33.3%
Case2-4		69W	46.8m³/h	100.0%
Case2-5				66.7%
Case2-6				33.3%

3. 解析結果

3.1 温度・風速 解析結果

Case1-1 について、首筋付近の高さにおいて各人体に吹出口から直接冷気を当てることできている (図 2)。直接気流の当たっていない人体が確認できるが、人体首筋付近の風速分布において、到達した気流は概ね 0.3m/s 程度

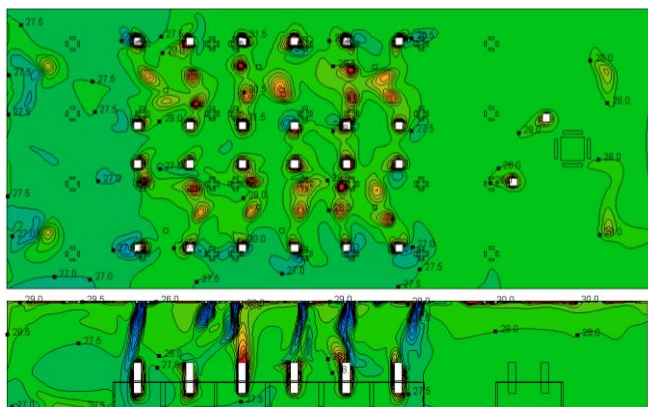


図2 Case1-1 温度分布図 (上：首筋付近高さ 1.1m、下：A-A' 断面)

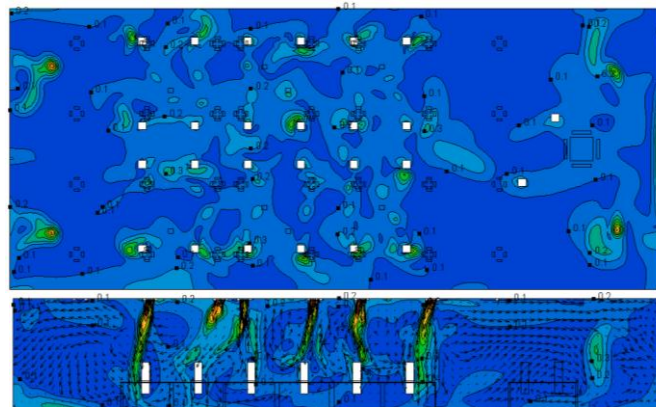


図3 Case1-1 風速分布図

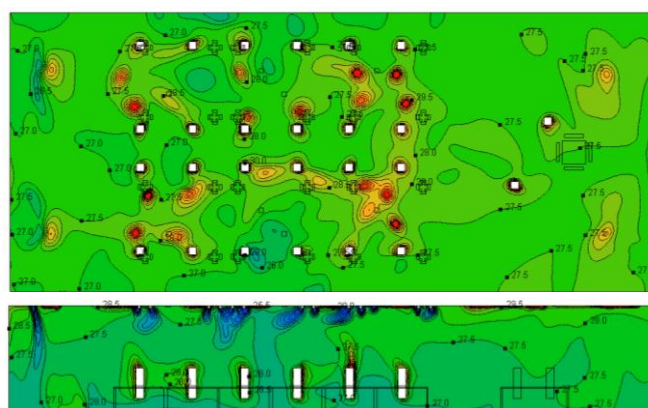


図4 Case2-1 温度分布図 (上：首筋付近高さ 1.1m、下：A-A' 断面)

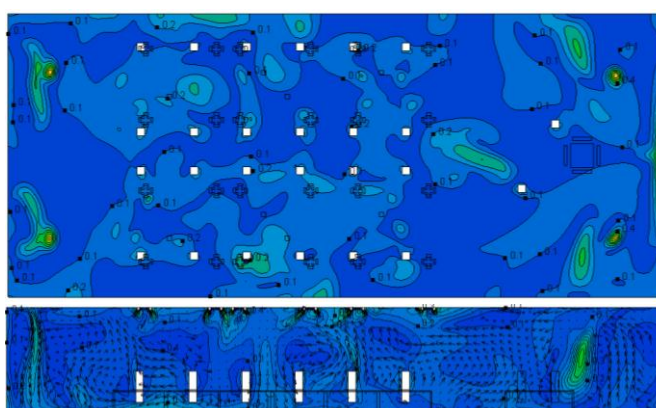


図5 Case2-1 風速分布図

表4 PMV 平均値

解析ケース	最大PMV	最小PMV	平均PMV	解析ケース	最大PMV	最小PMV	平均PMV値
Case1-1	1.56	0.94	1.22	Case2-1	1.81	0.97	1.53
Case1-2	1.51	0.71	1.13	Case2-2	1.64	1.22	1.49
Case1-3	1.62	0.78	1.25	Case2-3	1.7	1.18	1.51
Case1-4	1.06	-0.25	0.47	Case2-4	1.19	0.65	0.94
Case1-5	0.99	-0.26	0.24	Case2-5	1.21	0.81	1.07
Case1-6	0.86	0.19	0.38	Case2-6	1.25	0.71	0.91

の気流感を人体に与えることができている (図3)。また、到達した気流の温度は周辺温度より低く、人体周辺の温度低下が確認でき、パーソナル吹出気流としてある程度性能を発揮していると考えられる。

Case2-1 の拡散性気流の場合、居住域空間内では冷却できている。しかし、人体周辺のみを冷却することはできなかった (図4)。これはパーソナル吹出流速が非常に遅く、ブリーズラインやアンビエント空調などの影響により室内の気流が乱れていたため、人体周辺に気流が到達せず、拡散してしまった可能性が考えられる。今回、検討を行った拡散性気流では局所気流としての効果は見られなかった。

### 3.3 PMV 算出結果 (表4)

各ケースにおける人体の首筋付近の PMV を表4に示す。指向性気流について、強風量とした Case1-1 は歩行作業程度の代謝量 2.0Met を与えており、平均 PMV は 1.22 で

あった。また、弱風量とした Case1-4 は事務作業程度の代謝量 1.2Met を与えており、平均 PMV は 0.47 であり、概ね快適な温熱環境であった。

### 4. まとめ

今回、CFD 解析により、指向性気流、拡散性気流の検討を行った。指向性気流については、人体に直接気流が当たっており、人体を冷却することができていた。拡散性気流については局所性が確認できず、拡散してしまう傾向があったため、パーソナル吹出気流として拡散性気流の更なる検討の必要がある。

注1) 拡張アメダスデータより比エンタルピー $h$ の危険率 0.5%、大阪、14:00 の外気温 34.4℃とし、窓面、外壁面の発熱量を算出した。

注2) PMV 算出条件は以下の通り。気温: CFD 結果。相対湿度: 相対湿度 50%とした。風速: CFD 結果。平均輻射温度: 算出点の空気温度とした。着衣量: 夏季を想定し、0.5clo。Met 値: 1.2Met。歩行作業の発熱量 108W のとき、事務作業の発熱量 69W のとき 2.0Met。温度、風速、平均輻射温度の算出点は人体の首筋付近とした。

### 参考文献

1) 村上他: CFD におけるアネモスタット型吹出し口の簡易近似法 (第1報) 平成21年度空調・衛生工学会学術論文集 (2009.9)