

## 審査の結果の要旨

氏名 梁 禎訓

本論文は、オフィスビルの執務者に対する「呼吸空気質及び温熱快適性の向上を図る新たなパーソナル空調の開発」を題して、①大開口のパーソナル空調と②タスク域ワイドカバー型パーソナル空調を新たに提案し、その有効性を検証することを目的としている。

従来のパーソナル空調は、小開口の吹出口から冷却空気又は清浄空気を高風速で吹出すものが主であり、冷房が目的であれば人体をスポット的に冷却する方式であった。しかし人体のスポット的冷却は、人体が熱中立状態に達した後には局所気流によりドラフト感や目の乾燥感などの不快を感じさせる可能性が大きいものであった。また、小開口の吹出口を使用しているため、清浄空気を人体に供給する目的に関しては吹出噴流が人体に到達するまでに周辺空気と混合する程度が大きくなり、吹き出された清浄空気は人間の呼吸領域に希釈されて到達するものであった。このような従来型のパーソナル空調の問題点を踏まえて本論文は、①呼吸空気質の向上、②温熱快適性の向上といった二つの課題に対し、①人体呼吸域へ希釈されない清浄空気を供給する大開口のパーソナル空調、②人体との設置距離が短くとも人体全体をカバーするタスク域ワイドカバー型パーソナル空調を提案している。本論文は、この両タイプのパーソナル空調の有効性を CFD、対流・放射連成解析、実験により検討を行なったものである。

本論文の構成は以下の通りである。

序章は、省エネルギーと室内の空気質及び執務者の知的労働生産性に対して問題点を提起し、新たな空調方式の必要性を述べている。本論文で新たに提案した①大開口パーソナル空調、②タスク域ワイドカバー型パーソナル空調の意義や特徴を説明し、両パーソナル空調の有効性を検証することを本論文の目的としている。

第 1 章は、本研究の実験手法として用いた実験サーマルマネキンと PIV (Particle Image Velocimetry) の制御及び計測原理を説明している。

第 2 章は、新たなパーソナル空調方式の有効性の検討に用いる流体解析 (CFD) 手法、対流・放射連成手法、数値サーマルマネキンに関して解説している。

第 3 章は、パーソナル空調による居住域の換気効率評価や人間の呼吸空気質評価に用いる既往の換気効率指標 (SVEs) と汚染質寄与率指標 (CRPs) を解説している。また、人体の温熱快適性の評価に用いた人体温熱生理モデル (熱中立モデル、2 Node モデル) に関して解説している。

第 4 章は、タスク・アンビエント空調方式及びパーソナル空調方式に対する定義や特徴を説明し、既往の研究及び開発事例などを紹介している。

第 5 章は、タスク・アンビエント空調方式及びパーソナル空調方式のように、複数の吹出・吸込口がある室内において、各々の吹出口と吸込口の空気齢及び空気余命を評価する新たな換気効率指標 SVE3\*、SVE6\*の算出法を提案し、その有効性を検証している。

第 6 章は、吹出清浄空気と周辺空気との混合の少ない大開口パーソナル空調方式を新たに提案している。タスク・アンビエント空調が行われている室内において、吹出口の有効直径の違い（大開口と小開口の違い）が人体の呼吸空気質に及ぼす影響を詳細に検討している。その結果、人体呼吸域において大開口のパーソナル空調の方が小開口に比べて周辺空気との混合が少なく、空気齢と空気余命も小さく良好な換気性状を示しており、室内の汚染発生に対し家具や周壁面から発生する汚染質の吸入空気に対する寄与が少なくなり、有用であることを示している。

第 7 章は、CFD 解析や対流・放射連成解析の信頼性やメッシュの依存性を確認するため、自然対流と強制対流が支配的なそれぞれの気流環境において人体周辺気流解析と熱輸送解析に対して、実験との比較による検証を行っている。その結果、今回の解析ではいずれの環境においても、気流場・温度場・人体モデルの皮膚表面温度に対してメッシュ分割程度による差異が殆どなく、解析の信頼性が高いことを示している。

第 8 章は、人体へのドラフトリスクを最小化するタスク域ワイドカバー型パーソナル空調を新たに提案している。対流・放射解析の結果、スポットクーリング型パーソナル空調に比べてワイドカバー型が人体の着衣表面温度や対流熱伝達量・対流熱伝達率に大きな分布を生じさせないことを確認している。

第 9 章は、第 8 章で CFD により解析されたタスク域ワイドカバー型パーソナル空調の吹出気流特性や人体周辺気流性状に対し、PIV (Particle Image Velocimetry) 計測により CFD 解析結果の物理的な再現性や信頼性を確認している。

第 10 章は、自然換気導入により不連続的な横風環境が形成されるオフィスビルにおいて、タスク域ワイドカバー型パーソナル空調の有効性を可視化実験、温度分布測定、実験用サーマルマネキンの冷却効果実験により検討している。その結果、換気窓等の使用により不連続な横風が形成された場合においても、ワイドカバー型パーソナル空調の吹出冷却空気は平均的には実験サーマルマネキンの頭上から体全体をカバーするように落下し、タスク域を広い範囲で冷却することを確認し、その有用性を検証している。

第 11 章は、本論文の結論と今後の課題を示している。

以上を要約するに、本論文はオフィスビルの執務者の呼吸空気質及び温熱快適性の向上を図る①大開口のパーソナル空調と②タスク域ワイドカバー型パーソナル空調を提案し、その有効性を実験及び CFD 解析手法を用いて検討を行っている。本論文で提案した新たなパーソナル空調は、従来のタスク・アンビエント空調及びパーソナル空調の短所であったドラフトリスク、周辺空気との混合などの問題を解決するものであり、これからパーソナル空調の普及に大きく寄与し、建築環境工学の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。