

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 宋 斗三

本論文は、「自然通風併用型放射冷房方式に関する研究 ―自然の環境調整能力と人間の熱的適応性を生かしたアダプティブ冷房システム」と題し、現状の室内環境調節目標をより緩和し、冷房用エネルギーを相当量削減しても快適となるオフィスの新たな室内環境制御方式の開発を最終目的とするものである。また、その原型となるシステムとして、自然の環境調整能力と人間の熱的適応性を生かした自然通風併用型放射冷房システムを提案し、その有効性について検討を行う。

まず序章では、COP3でのCO₂ガス削減対策を達成するための新たな室内環境調節システムの開発の必要性及びその原型となるシステムとして、自然通風併用型放射冷房システム概念などを述べている。

第1章では、本研究において設計ツールとなる数値流体力学のシミュレーション手法と放射熱伝達の数値シミュレーション手法を紹介している。

第2章では、第1章の流体と放射の両シミュレーション手法を本研究で適用するために必要となる連成シミュレーション手法を提示し、また、CFD解析より室内空気の拡散場と換気効率を解析する手法の解説を行っている。

第3章では、現在の熱快適基準である熱平衡モデルと人の温熱環境変化に対する適応能力に着目したアダプティブモデルに関する概念を考察し、アダプティブモデルを制御論理として用いるアダプティブシステム概念を示している。

第4章では、第3章のアダプティブモデル概念に基づき、空間移動に伴う人が体験する日常の温熱環境と適応行動を把握し、その構造を実測により解明している。これらの結果より、人の熱的適応行動は室内環境調節目標を緩和するのに効果があり、これを室内環境制御論理として考慮すべきであることを述べている。

第5章では主に既往の自然換気システム及び自然換気と機械空調を併用したハイブリッド空調に関して考察し、本研究で提案した自然通風併用型放射冷房システムの概説、制御原理などを説明している。

第6章では熱・換気回路網解析に基づいて縦穴ポイドを有するビルの自然通風による換気特性及び冷房負荷削減効果を検討し、自然通風を行うことにより年間冷房負荷（顕熱）を約30%削減可能であることを示している。

第7章では、本研究で目指している自然通風併用型放射冷房システムの有効性をCFD解析により検討したもので、主に中間期に対して自然通風併用放射冷房システムが通常の空調方式や、自然通風と床吹出し空調を併用した冷房システムと比べ、より快適かつ省エネルギーであることを示している。また、厳しい外気条件（夏、冬）下での適用可能性を検討した結果を示している。

第8章では、7章で検討した真夏（高温多湿時）の解析結果に基づき、自然通風併用型放射冷房システムを高温多湿気候に適用するために種々の検討（室形状の変化及び放射冷房パネルの設置位置（壁面、床面、天井面）、高さを変更、通風流入開口直下への除湿兼空気冷却パイプの付加など）を行っている。まず天井高及び放射パネルを高くすることにより浮力効果が顕著となり、局所冷房がよく達成されることを確認している。また、室内上昇流により室上部の暖気と室下部の冷気が混合されることを明らかにし、その対策として通風流入開口直下への除湿兼空気冷却パイプを設置することにより、効率的に室内を冷房することが可能であることを示している。更に、本システムは極暑気候（34℃、80%）下においても十分適用可能である結果を得ている。

以上を要約するに、本論文は省エネルギー冷房システムとして自然通風併用型放射冷房システムを提案し、その有効性（温熱環境改善効果、省エネルギー効果）を熱・換気回路網解析及びCFD解析手法によって検討を行っている。また、自然通風併用型冷房システムを高温多湿気候下へ適用するのに有効な知見を数多く提示している。このシステムは今後予想されるアジア地域の冷房普及の増加に伴うエネルギー・環境問題を改善するの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。