

論文内容の要旨

論文題目 居住空間における自然換気併用型ハイブリッド空調方式に関する研究
ーオフィスビルを中心としてー

氏 名 張 賢在

本研究は、自然換気併用型ハイブリッド空調方式の開発に関するものである。この自然換気併用型ハイブリッド空調方式とは窓などの室内の自然換気口の開放による自然換気と、機械冷房を合理的に併用することで室内温熱環境や空気質環境を快適に保ちながら省エネを達成することを目的としたシステムである。

オフィスの省エネルギー的な冷房方式としてこれまで、外気の室内への直接導入による空調（外気冷房）や窓の開放による自然換気が提案され実際に用いられてきた。しかしながらこれらは主に中間期（春、秋など）や空調停止時の熱負荷除去等を目的とするものである。一般に窓開放による外気の直接導入は流入外気の温度や風量などが制御されずに室内へ入り込むため、室内温熱環境が必ず快適範囲にとどまる保証がなく、またその利用可能な時間数も限られる場合が多い。

本研究では室内の空気分布、温度分布に関し従来の室内の完全混合空調から脱却し室内における温度分布、空気質分布を前提とするタスク&アンビエント空調の考えを導入する。これはオフィス室内のタスク域（作業域）から発生する熱や汚染質は窓の開放等によるアンビエント域（非作業域）の自然換気により屋外へ排出し、タスク域に対しては自然換気だけでは足りない熱負荷除去分を空調で補うというものである。必要最小限の外気量しか導入しない通常のオフィスに比べ、自然換気併用型ハイブリッド空調方式は、自然換気利用時に外気導入量が飛躍

的に増え、室内空気質が大きく向上することも期待できる。

この自然換気併用型ハイブリッド空調を実際の室内環境に適用するには利用可能な自然換気の換気量予測の他、自然換気空気と室内空調空気の混合・拡散性状を知ることが重要となるが、現状ではこれらの点を考慮した室内環境の予測・評価手法はほとんどない。本研究ではこれら予測・評価手法を開発するとともにその設計資料を整備する。

本研究ではまず、自然換気される室内性状を実測により解析した。自然換気される体育館での実測を行い、自然換気の冷房効果と換気方式の違いによる室内空気質の変化に関する基本的な検討を行っている。また、自然換気されるドーム内部の換気性状や温熱環境に関する風洞実験並びに CFD (Computational Fluid Dynamics) 解析を行いその換気性状を分析するとともに、本研究での主たる研究ツールとなる CFD 解析の境界条件について検討した。更に、オフィス空間を対象に自然換気を直接導入する際に利用可能な外気条件を換気回路網解析により検討している。

これらの基礎的な検討を土台として、自然換気併用型ハイブリッド空調の特徴の解析及びその設計資料を整備している。すなわち、補足

- ① CFD による室内のミクロな熱・空気の混合拡散現象
- ② 室内温熱環境及び換気効率性状
- ③ タスク域とアンビエント域の熱移動現象
- ④ 省エネルギー効果（年間にわたる室内負荷削減、空調機ファン動力削減）

を詳細に検討し、自然換気併用型ハイブリッド空調の温熱環境と空気質環境の改善効果及び省エネルギー効果を具体的に検討した。CFD 解析に際し、計算領域に固定された境界条件を与えて室内の性状は成り行きで計算されることが多いが、本研究ではオフィスモデルのタスク域（作業域）の平均温度が設定温度（26℃）となるよう空調システムに関する境界条件を計算過程で変更する連成解析を行っている。

最後に本研究の検証として、自然換気併用型ハイブリッド空調方式が適用された都心のオフィスビルでの温熱環境や換気性状に関する実測を行い、その有効性を確認している。

本論文は以下に示す 7 章より構成されている。

第 1 章は、序論として自然換気併用型ハイブリッド空調方式の概念と必要性について述べている。

第 2 章では、自然換気される体育館の実測により自然換気の冷房性能と換気方式の違いによる室内空気質の変化に関して検討している。

第 3 章では、本研究の基礎理論である流体の数値解析手法と人体温熱生理モデル、及び換気効率指標 (SVEs) に関して概説している。

第 4 章では、自然換気されるドーム内部の夏季の温熱環境に関する風洞実験と CFD 解析結果

を示し、自然換気による冷房効果と、風洞実験と CFD 解析の境界条件との対応関係に関して検討している。

第 5 章では、典型的なオフィス空間を想定し自然換気併用型ハイブリッド空調を行った場合の、様々な外気条件（温度、湿度、風量）や室内条件（自然換気流入口の位置や大きさ、奥行き、発熱負荷）、及び空調方式の変化による室内のミクロな温熱環境及び換気性状に関して行った CFD による解析結果を示している。

第 6 章では、自然換気併用型ハイブリッド空調方式が適用されたオフィスビルにいける換気性状や温熱環境に関する実測結果を示している。

第 7 章は、結語として全体のまとめを行っており、本研究の成果及び今後の課題について総括している。