

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 張 賢 在

本論文は、自然換気を利用して室内の温熱環境調整と空気質改善を効果的に行う手法を検討するものである。論文は特に空調が前提とされるオフィスビルに対して自然換気を利用する際の諸問題を検討している。中間期を対象として、外気を直接通風により室内へ導入すると同時に通常の空調システムを併用する自然換気併用型ハイブリッド空調による室内温熱環境調整と空気質改善及び省エネルギー効果について検討している。

オフィスビルにおける従来の自然換気の利用は主に中間期等の空調停止時を対象として自然換気により室内の熱負荷除去及び外気導入を行うものであり、その室内温熱環境調整は「成り行き」の側面があった。自然換気併用型ハイブリッド空調方式は自然換気と空調を合理的に併用することにより、省エネルギーを達成しながら常に室内を温熱環境制御目標に保つ新たな発想に基づいた室内温熱環境調整法である。同方式は自然換気を大いに利用して温熱環境調整を行うため、必要最小限の外気しか導入しない従来の空調方式に比べて外気導入量が飛躍的に増え、その室内空気質は大きく向上する。

自然換気併用型ハイブリッド空調方式を活用するには、利用可能な自然換気量の予測の他、自然換気空気と空調空気の室内混合性状を知ることが重要となる。しかしながら現状は、これらを考慮した室内環境の予測・評価はほとんどなされていない。本論文は温度、湿度、流入風量などの外気条件及び室形状、空調方法などの室内の建築的、設備的条件を様々に変化させて、オフィス室内における自然換気空気と空調空気の混合特性や温熱環境性状及び空気質環境についてCFD (Computational Fluid Dynamics) を用いて詳細に検討している。本論文はまた、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の実測を行い、同方式の有効性を検討している。

本論文は、第1章の序論以下、次の6章より構成される。

第2章では、自然換気によって冷房される体育館の実測により、室内における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して検討している。

第3章では、本研究の基礎理論となる流体の数値解析手法 (CFD) と人体温冷感及び換気効率指標 (SVEs) に関して概説している。

第4章では、自然換気によって冷房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 解析結果の比較から CFD の境界条件の設定方法を検討し、本研究の主要なツールとなる CFD 解析の精度に関して考察している。

第5章では、室内オフィスモデルを対象として自然換気併用型ハイブリッド空調を行った場合の温熱環境及び換気性状に関して CFD 解析により詳しく検討している。ここではまず、中庭を持つ中高層のオフィスビルを対象に、外部風により生じる自然換気量を換気回路網解析により検討している。この検討結果に基づき、そのオフィスビルの一室に典型的なオフィス空間を設け、自然換気併用型ハイブリッド空調方式を検討している。自然換気併用型ハイブリッド空調は、タスク・アンビエント型空調方式としている。すなわち室内のタスク域は空調により自然換気の補完として、常に一定状態の環境制御がなされる。アンビエント域は自然換気により多少「成り行き」的に環境制御が行われる。この場合の外気条件（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温熱環境及び空気質環境に関する CFD 解析を行いその結果を示している。解析結果から、オフィスモデルのタスク域を空調目標温度 26℃ に保つための空調投入熱量を求め、自然換気を併用せず空調のみを行った場合と比較してその省エネルギー効果を検討している。

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の実測結果を示し、同方式の有効性を確認している。

第7章では、本論文の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。

以上を要約するに、本論文は自然換気併用型ハイブリッド空調方式をオフィスビルに適用した場合の、室内における自然換気と空調空気の混合特性を詳細に分析し、同手法による室内温熱環境性状の特性とその省エネルギー効果及び室内空気質の改善効果に関して検討している。同手法を実際の設計に反映する際に必要とされる外気条件や室内条件などの様々なパラメータに関し、その影響を詳細に検討している。これらは今後の自然換気併用型ハイブリッド空調の設計に有用なデータを提供するものであり、建築環境工学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。