

## 論文の内容の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 下ノ菌慧

近年、地球環境負荷低減を目指す多くの建物で、自然換気を積極的に導入するようになってきている。自然換気の効果は冷房熱量の削減のみならず、28℃冷房を採用しているオフィスに対しては、室温を28℃より低下させてより快適な室内環境をつくる効果も期待できる。ただし、自然換気口の開閉調整が的確でないと室内の過冷却を引き起こすこともある。自然換気を行うビルは、省エネルギーと室内環境への影響を考慮して外気温湿度、風速、降雨等の屋外状態に関する自然換気許可条件を設定するようになったが、さらに換気口の開放率を自動で調整して室温の過剰低下を防ぐ下限室温制御を導入するビルも出現している。

一方、自然換気の効果を通年で予測評価する従来の計算法は、住宅などの小規模建築用に発展したものであり、オフィスビル用に多数室の熱・換気平衡を実用的に解いたうえで、近年導入されるようになった種々の自然換気制御の効果を予測できる自然換気計算法はなかった。

本論文は、オフィスビルの自然換気制御の室内冷却効果の予測計算法と、その応用として温度差換気を利用する自然換気設計に利用できる換気口面積の決定法を提案したものである。まず、文献調査によりオフィスビルの自然換気的设计法と運用法の実態を把握するとともに、数値解析から中性帯位置と各部換気口面積の関係を明らかにした。さらに、下限室温制御を含む種々の自然換気制御を導入するオフィスの室内熱環境と空調熱量を予測でき、既存の建築熱計算法に容易に付加することが可能な実用的な自然換気計算法を提案した。提案した予測法による数値解析から下限室温制御の特徴を示すとともに、低温環境の発生を抑制できる自然換気口有効開口面積の決定法を提案した。

本論文は8章で構成されている。

第1章は序論であり、研究の背景となるオフィスビルの自然換気運用法とその効果予測に関する研究背景をまとめ、本論文の研究目的と意義などについて論じている。

第2章では、自然換気に関する既往研究を整理し、課題を示している。自然換気による冷房熱量の削減や室内熱環境への効果を予測評価する計算法はあるものの、近年の高度化した自然換気制御を評価できる実用的な計算法がないことを示している。

第3章では、文献調査による自然換気利用建物の実態調査結果を示している。国内主要学会の論文集および大会梗概集に発表された自然換気導入建築の評価研究を調査し、89件のビルについて、自然換気的设计法や運用法に関わるデータを収集し、その傾向を整理している。自然換気を利用するオフィスビルは10階建て以下が多く、基準階床面積に対する自然換気口有効開口面積の比率は0.1～0.5%、8割以上の建物は温度差換気を利用する設計を行っていることなどを明らかにしている。

第4章では、中性帯位置に関する感度解析、自然換気計画法に関わる効果予測の数値解析結果を示している。温度を与えて建物全体の風量収支を解く方法として発散防止係数を用いた修正ニュートンラフソン法を利用して数値解析を行った結果、自然換気中の中性帯位置は居室階自然気口有効開口面積の合計値に対するチムニー頂部有効開口面積の比から推定可能であることなどを明らかにしている。

第5章では、第4章で用いた自然換気計算法の精度検証の結果を示している。旭川市に建つアトリウム建築について温度、差圧を測定し、計算から得られる差圧と妥当な精度で一致することを確認している。

第6章では、既存の建築非定常熱計算法と組み合わせることにより下限室温制御を含む種々の自然換気制御の効果を予測できる実用的な熱・換気平衡計算のための自然換気計算法を提案している。この計算法は熱と換気の平衡状態を求めるための複雑な反復計算を避けるために、計算時間間隔を短く設定したうえでPID制御理論を応用して換気口有効開口面積を既知と扱い、また前時間ステップの室温を用いて換気平衡を先に解いた後に熱平衡を解くものであり、この近似化により既存の建築熱計算法との組合せが容易となる。さらに、提案した計算法を用いる数値解析から、オフィスビルに下限室温制御を含む自然換気制御を導入することにより、良好な室内熱環境を維持したうえで年間冷房熱量を2割近く削減できることを示している。

第7章では、提案した計算法を用いて推定した下限室温制御時の換気口開放率の分析から、下限室温制御を導入しなくても低温環境の発生をある程度抑制できる自然換気口有効開口面積を推定できることに着眼し、温度差換気用の換気口有効開口面積の決定法を提案している。この開口条件を用いると、下限室温制御の代わりに下限外気温度条件を与えるシンプルな自然換気制御によっても低温環境の発生を抑制できることを、数値計算から確認している。

第8章は総括であり、本論文の成果と今後の展望について述べている。