

## 論文審査の結果の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 下ノ菌慧

本論文は、「オフィスビルの自然換気制御の効果予測法と設計への応用に関する研究」と題し、種々の自然換気許可条件を導入するオフィスの自然換気制御による室内冷却効果の計算法と、その応用として自然換気設計における換気口面積の決定法を提案したものである。

オフィスビルは、高い省エネルギー性が求められるようになり、自然換気についても、室温の過剰低下を防いであうで最大限自然換気を利用するために自動で換気口の開閉操作を行うケースや種々の自然換気許可条件を設けた上で冷房中にも自然換気を行うケースなどが出現している。このような自然換気制御を行うオフィスの室内熱環境や自然換気による年間省エネルギー効果の予測法が望まれていたものの十分な計算法がなかった。

本研究は、種々の自然換気許可条件を導入し、換気口の開放率を調整して過剰冷却を防ぐ下限室温制御も行うオフィスビルの熱・換気平衡を実用的に解き、自然換気による省エネルギー効果と室内熱環境の改善効果を年間通して予測できる換気計算法を提案している。さらに、居住者が換気口の開閉を行うビルも多いことから、提案した予測法による数値解析に基づき、手動あるいはシンプルな自然換気制御を行うビルに対して過剰冷却を抑える換気口面積の決定法を提案し、その有効性の検証も行っている。

本研究で得られた成果をまとめると次のようになる。

- 1) 自然換気を導入するビル89件の文献調査から、自然換気的设计法や運用法の傾向を明らかにしている。風力換気より温度差換気を利用する設計が多く、自然換気口有効開口面積は基準階床面積に対して0.1~0.5%であることが多いこと、運用では種々の自然換気許可条件が設けられるものの、下限室温制御を導入するビルはわずかであり、外気状態をもとに許可判定を行い自動あるいは手動で換気口を開閉するビルが多いことなどが判明した。
- 2) 下限室温制御をはじめとする自然換気制御の効果を年間通して予測するための実用的な熱・換気計算の考え方と、それを実現する自然換気計算法を考案した。熱・換気平衡は不連続・非線型・非定常の連立方程式となるが、考案した自然換気計算法を用いると、計算時間間隔をある程度短くした上で、制御の考えを応用して換気口面積を既知とするとともに前時間ステップの室温を部分的に用いることにより、熱と換気にまたがる収束計算を回避して近似的に熱・換気平衡を解くことが可能となる。また、既存の建築非定常熱計算法との組合せ利用が容易である点が特徴であり、オフィスに導入する自然換気制御の年間性能の予測評価技術の発展に寄与するものである。
- 3) 提案した予測法を用いて温度差換気を利用するオフィスビルの自然換気制御への影響因子に関する数値解析を繰り返し、その結果をもとに、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を行うビルのための換気口有効開口面積の決定法を提案した。これは、室内の過剰冷却を抑える各階居室の換気口と頂部換気口の有効開口面積を決定する方法であり、自然換気設計の技術の向上に寄与するものである。

本論文については、2021年2月10日に、審査委員全員および学内外のこの分野の研究者、実務者等の出席のもとにオンライン公聴会が開催され、研究内容に関する発表と質疑応答が行われた。公聴会の後に審査委員全員による学位審査委員会が開催され、論文内容を詳細に検討した。その結果、本論文は工学的に価値が高く、研究内容の学術レベルならびに研究としての独創性および実用性において優れたものと判断した。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文に値するものと認める。