

平成 28 年度 修士論文

CO₂呼出量の推定式にもとづく建築の換気制御手法に関する検討

Investigation on Ventilation Control of Buildings by Utilising
an Equation of Carbon Dioxide Production Rate Included in Exhaled Breath

高知工科大学大学院
工学研究科基盤工学専攻 社会システム工学コース
建築環境工学研究室

大西裕治

指導教員 田島昌樹
副指導教員 高木方隆

2017 年 1 月

論文要旨

現在建築物の換気の設計では、建築物衛生法で定められている CO_2 濃度 1000ppm が室内環境の基準となっている。しかし厚生労働省の調査では2008年時点で特定建築物の全体の15%がこの基準濃度を上回っており、特に事務所・学校において不適率の高い結果が報告されている。またエネルギーの観点からは、建築物の業務他部門において、1976年以降事務所・ビルが最も最終エネルギーを消費しており、2014年度のデータを見ると全体の30%が事務所・ビル、学校で占められている。室内環境の面では、汚染物質を除去するためにより換気量を増やす必要があると言えるが、業務他部門の建築物は今後エネルギー消費量をより削減することが求められている。このような相反する問題を解決する一つの手段として、必要な時に必要な換気量で運用ができるデマンド換気システムが挙げられる。デマンド換気システムは、湿度、汚染物質濃度、在室者数などを入力要素としてリアルタイムで換気量を変化させる換気方式であり、室内空気質の適正な制御と換気にかかるエネルギー消費の低減に寄与することが期待できる。

本論文では在室者の CO_2 呼出量にもとづく建築のデマンド換気の制御方法を提案し、室内環境と省エネルギーについて有意に働く条件を明確にすることを目的に実験および理論計算を行った。在室者の CO_2 呼出量には先行研究で作成した CO_2 呼出量関係式を用いた。この式は体重、身長、性別、年齢、エネルギー代謝率を代入することで CO_2 呼出量が算定でき、単室および多数室と想定される居室で換気性状測定実験を行い精度を確認している。従前は、在室者のエネルギー代謝率を ASHRAE Handbook に示されている値を使用していたが、本論文では活動量計を用いることで実用精度の向上を図った。実用上の精度向上が確認できたため、理論計算により、デマンドコントロール換気の制御に上記関係式を応用した場合の室内 CO_2 濃度と空調負荷とファンの稼働にかかるエネルギーについて検討を行った。比較対象として CAV（最も一般的な定風量の機会換気）および CO_2 濃度基準による換気制御方式を設定し、パラメータとして、居室の在室者率のパターン、人員密度、在室者の身長、体重、エネルギー代謝率などの属性を設定した。ケーススタディの結果より、提案した CO_2 呼出量にもとづく換気制御方法の有意性を確認した。

Abstract

For design of ventilation employed in buildings, carbon dioxide concentration is often used for evaluation of indoor air quality. At this time, carbon dioxide concentration is defined as 1000ppm or less in Building Standards Law of Japan. However, carbon dioxide concentration obtained in many schools and offices exceed the standard level. On the other hand, the energy consumption of buildings has been increasing year by year. Under such backgrounds, Demand Controlled Ventilation (DCV) can be a solution for achieving both indoor air quality and energy conservation of ventilation at the same time.

The purpose of this study is to propose a new controlling method for DCV by using an equation for estimating a personal carbon dioxide production rate and to evaluate this method. The equation for estimating a personal carbon dioxide production rate has been developed with Japanese subjects' exhaled breath data obtained by using Douglas bag method with approximately total 170 points and tested in single zone with occupants aiming at accuracy testing. Personal carbon dioxide production rate can be calculated by using this equation with variables such as height & weight, gender, age, and Mets. The Mets value was substituted with referring to the value of ASHRAE Handbook in the former works. In this study, accuracy improvement of calculating carbon dioxide production rate by substituting Mets value using not the reference value of ASHRAE but a physical monitor is executed.

From experimental results, a certain accuracy improvement of prediction of carbon dioxide production rate and carbon dioxide concentration of mechanical ventilated rooms are achieved. Moreover, theoretical calculations of indoor air quality and energy conservation are handled. The calculation results show DCV with utilising the carbon dioxide production rate equation is confirmed its superiority.