

論文要旨

一般的に住宅換気の設計は、仕様書等に示される性能で換気システムが常に稼働することを前提に行われる。例えば省エネルギー基準において、第三種換気システムや第一種熱交換換気システムなどの全般換気システムのエネルギー効率について一般的な値として想定された比消費電力や、DC モータの採用やダクト径を大きくした場合などの省エネルギー効果が数値として示されており、設計時の一次エネルギー消費量の推定に用いられている。一方で、長期的な運用を考えると多くの住宅用換気システムには、定期的なメンテナンスが必要とされる。このメンテナンスが不足するとフィルターが目詰まりなどが起こり、換気量の減少やファンの空回りによるエネルギーの浪費につながると考えられ、実際の既往調査でも竣工後から数年以上経過した住宅で換気量が減少し、設計値を満たしていない事例が報告されている。そのため居住者へのメンテナンスの促進や簡易的なメンテナンスで風量を長期的に維持ができるシステムの開発などが住宅換気の課題の一つとして考えられている。

本研究では、住宅用換気システムの運用時を対象とした性能評価方法の提案と評価の試行を目的に、換気システムのメンテナンスの必要性に着目し、メンテナンス不足による風量減少が引き起こす換気性能や省エネルギー性の低下を考慮した性能評価に加え、換気システムのメンテナンスの容易性評価に関する検討を行った。性能評価に用いる風量減少モデルは、先行研究や既往研究での実測値と仕様値とともに新たに行った実住宅での実測値を用いて分析することで作成した。換気性能評価では風量減少モデルと先行研究で開発された CO_2 呼出量関係式を用いて、居住者が生活で呼出する CO_2 を指標とした実条件に近い換気性状を算出し、空気質に対する換気システムの風量減少の影響を確認した。省エネルギー評価では、省エネルギー基準に示される各全般換気設備の基本となる比消費電力を対象に風量減少モデルとともに実測データなどを使用することで清掃からの時間経過に対する比消費電力の変化を表すモデルを作成し、省エネルギー評価を行った。次に暖冷房における換気負荷も考慮もするため、換気と暖冷房の年間一次エネルギー消費量の算出をシミュレーションにより行った。また性能評価とは別に、メンテナンス性の評価を換気システムに必要とされるメンテナンス行為の活動量を実測実験により定量化することで行った。そして最終的に 3 項目の評価結果を総合的にみることで、運用時を対象とした性能評価の考察を導出した。

以上の検討より、メンテナンス不足が要因とされる風量減少が起きる第一種換気システムの性能を維持して運用するには短い間隔でメンテナンスを行う必要が確認された。また第三種換気システムについては風量減少が起きにくいことから換気性能が安定しており、かつ比消費電力の増加がほとんどなく小さい値を維持できることから省エネルギー性も優れているため評価値が高く算出される結果が得られた。

Abstract

Regular maintenance, such as the cleaning of filters, is important for the efficient operation of domestic ventilation systems. That is because air flow rate of domestic ventilation systems may decrease if regular maintenance isn't carried out. However, most residents are unaware of the necessity for maintenance of ventilation systems, and in some previous investigations, some houses that have shortness of ventilation air flow rate in operating term are actually confirmed.

In this study, for the purpose of proposing a performance evaluation method of domestic ventilation systems in operating term, analysis of effect of a decrease in air flow rate of ventilation systems due to lack of maintenance on ventilation performance and energy saving performance are performed and these results are evaluated. Furthermore, measurement experiments and field measurement as investigation on maintainability evaluation of domestic ventilation systems are conducted.

An air flow rate decrease model for calculation of the performance evaluation is proposed and analyzed real measurement results and specification values. Then, ventilation aspect estimating the actual condition utilizing CO₂ included in exhaled breath of residents as index is calculated by using the air flow rate decrease model and equations for recent Japanese CO₂ production rate included in exhaled breath developed in previous studies to confirm effect of the air flow rate decrease on the air quality. In energy saving performance evaluation, effect of cleaning of ventilation systems on specific fan power is modeled with reference to the air flow rate decrease model and real measurement results. Total primary energy consumption of heating, cooling and ventilation is calculated by a computational program to consider heating and cooling load due to ventilation. In maintainability evaluation, amount of activities of maintenances required for ventilation systems are quantified based on the energy equivalent and the metabolic rate by measurement experiments and field measurement. Finally, the comprehensive evaluation is made by combining the performance evaluation and the maintainability evaluation.

As these results, performance characteristics and suitable operation methods considering maintainability in operating term for balanced ventilation systems with heat recovery and mechanical exhaust only ventilation systems as typical whole house ventilation are shown.