

数値解析による換気用全熱交換エレメントの性能評価

第1報—小型全熱交換エレメントを対象とした基礎実験と熱水分移動解析 論文集No.256

第2報—CFD と熱水分移動解析モデルの連成解析を適用した小型全熱交換エレメントの解析と流路設計への展開 論文集No.271

第3報—全熱交換エレメントを対象とした臭気物質の交換効率測定と臭気物質移動モデルの提案 論文集No.274

〔推薦文〕

本論文は、静止型全熱交換形換気システムに採用される全熱交換エレメントに着目し、そのエレメント内での顕熱・潜熱移動を詳細にモデル化し、簡易型ならびに詳細型の2種類の数値解析法を基礎実験に基づいて開発し、その上で、全熱交換エレメントの性能改善に寄与する要素をパラメトリック解析によって明らかにしている。さらには、全熱交換形換気システムの実用上の課題でもある、トイレ等の局所換気設備として導入した場合における水溶性ガス等に起因する臭気移行の懸念に対して、臭気物質の交換効率(移行率)を定量的に明らかとする基礎実験の実施、数値解析モデルの構築、予測精度検証を実施したうえで、臭気物質移動の数値解析モデルを提案している。

直近の新型コロナウイルス感染症の感染対策としての換気的重要性はもちろんのこと、ZEH や ZEB への取り組みも喫緊の課題とされていることから、換気に伴う熱負荷の削減手法である全熱交換形換気システムには更なる性能向上が求められている。

本論文は三報で構成されている。第一報では、小型の全熱交換エレメントを作製し、その温度交換効率・エンタルピ交換効率・フィン効率を実験的に定量評価した上で、熱水分移動を個別に質点系でモデル化した簡易型計算モデルの予測精度を検証した結果を報告している。第二報では、計算流体力学 CFD と材料内の熱・水分同時移動モデルを連成した詳細型の数値解析モデルを整理した上で、第一報で報告した小型の全熱交換エレメントを対象として、温度交換効率・エンタルピ交換効率・フィン効率の解析を実施した結果を報告する。また、流路幾何形状の差異と、断熱・断湿面の偏在が各種交換効率に与える影響を検討した結果も併せて報告している。さらに第三報では、全熱交換エレメント内の温度交換効率・エンタルピ交換効率に加え、臭気物質の交換効率(移行率)に着目し、基礎実験の実施の他、数値解析モデルの構築、モデル定数同定、予測精度検証を実施した。臭気物質の移行率は環境相対湿度に依存することを定量的に明らかとした上で、十分な予測精度の数値解析モデルを提案している。

以上のように、本論文で提案された全熱交換形換気システムの静止型熱交換エレメントの定量的な性能評価と系統的な検討を可能とする数値解析モデルは、エレメント幾何形状を形成する基材内部の熱水分移動現象、エレメント流路内空気流動に伴う熱物質輸送現象を精緻にモデル化している。本報での成果は、更なる性能向上が求められる全熱交換エレメントの幾何形状や材料選択の検討を行うための設計用基礎資料として大いに期待される。また、トイレ換気にも適用する際に重要となる臭気物質の移行抑制のための材料開発の方向性など数多くの有用な知見を提供していることから、今後の全熱交換エレメントの設計・開発に大きく寄与する成果と考えられる。

よって、本論文は空気調和・衛生工学会賞論文賞に値するものと認める。