

審査の結果の要旨

氏名 宮島 賢一

本論文は、住宅の収納空間の換気性状について明らかにしたものである。住宅の収納空間は、とりわけ戦後多数建設され始めたコンクリート造の集合住宅においては、結露の問題に悩まされ続けてきた。この原因の一つとして考えられることは、コンクリート造によって建物が気密になったにもかかわらず、換気を行わなかったことである。もう一つの原因としては、壁体の温度低下であるが、こちらの方は断熱によって多少の緩和がはかされてきた。他方、近年は、温熱環境の向上と省エネルギーの面から、高気密・高断熱化および換気設備による計画換気の導入が普及しつつある。しかし、非居住空間すなわち床下・小屋裏・収納空間などは、換気経路から外れていることが多く、位置的にも住宅の外周部に配置されることが多いため、熱湿気環境が悪化しやすく、カビの繁殖の問題などは解決されているとはいえない。このように、収納空間の熱湿気環境の問題は、古くて新しい問題であるが、その原因の多くは換気量が少ないことにあるといえる。

しかし、よく考えてみると、収納空間の換気について、そもそも実測なども含めて本格的に研究された事例は非常に少なく、その熱湿気性状を解明しようにも、その基になる換気性状が明らかにされていないのである。収納空間の特徴として、換気量が少ないことと室容積に対する壁面積の比率が大きく、周辺空間の温度変化への追随性が高いことが想像されるが、さらに収納物により生じる断熱効果・気流阻害効果および衣類・寝具類・紙類による吸放湿も生じ、かなり複雑な環境が形成されている。

上記の状況を鑑み、本研究では収納空間の熱・湿気環境を明らかにするため、収納空間の環境に影響を及ぼすと考えられる種々のパラメータのうちまず換気性状に着目し、実験室実験および数値シミュレーションによりその特性把握を試みた。以下、本論文の概要を示す。

第1章は、序論であり、収納空間の温熱・湿気・換気の問題について整理を行い、本研究の位置付けが明きらかにされている。第2章では、研究に使用した収納空間の換気実験室について解説されている。実験室は居室を想定した空間と収納を想定した空間の2室からなり、隙間を有する間仕切り扉で隔られた構造となっている。実験では収納空間と居室との間に生じる微小な換気量を把握する必要があったため、実験室は相当隙間面積が約 3.0cm^2 という高い気密性能になっている。第3章では、この実験室を用いて行った換気量測定実験について述べており、本研究の最重要部となっている。換気量は収納空間内にトレーサーガスをパルス状に撒布し、その減衰曲線から算出した。換気量は予想されたように非常に小さく、今回の実験モード中最小となるケースで約 $0.1[\text{m}^3/\text{h}]$ であった。パルス法による換気量測定は、換気量が微小であるにもかかわらずある程度の精度で実施することができたと考えられる。収納空間の換気量が実験室とはいえ、実測されたのは今回が初めてと思われる。第4章においては、CFDを用いた収納空間の換気量予測手法について述べるとともに、第3章でえられた実験結果との比較検証を行った。CFDは居室側気流の解析に用い、間仕切り扉に加わる圧力分布を算出した。隙間通過風量に関してはレイノルズ数が小さく層流としての扱いが可能であると考えられたことから、円管内層流流れに対する解析解を援用して本実験室における長方形断面隙間に対する解析を行った。CFDによる換気量の予測結果は、定性的な傾向が一致しており、CFDによる予測は基本的に有用であることが確かめられた。しかしながら、CFDの結果は実験値の数倍大きい値であり、壁面近傍の境界条件の扱いなどに検討の余地があることが判明した。この問題は、非等温場の解析と合わせて今後の課題といえる。第5章では、収納換気量を用いた応用計算の一例として、有限要素法による収納空間の二次元非定常伝熱シミュレーションを行った。しかし、これは応用のほんの一例であり、今後は熱湿気同時移動計算などを適用して、本格的な熱湿気環境の解析が行われなければならない。

以上、本研究は、収納空間の熱湿気環境の解析において基礎となる微小な換気量の実測に成功するとともに、CFDや熱湿気数値解析などのシミュレーション手法の適用性について可能性が示されている。この点で本論文は、建築環境工学の発展に大いに寄与すると考えられる。よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。