

審査の結果の要旨

氏名 芹川 真緒

本論文は、「潜熱蓄熱建材の熱的挙動の測定および計算の方法ならびに計算による住宅の温熱環境およびエネルギー性能の評価方法の提案」と題して、住宅への潜熱蓄熱体 (PCM) 導入の効果を定量的に評価するため、PCM 物性値の測定方法の提案を行い、PCM 導入を想定した熱負荷計算を可能とするための PCM の計算法に関する提案を行っている。また、PCM 導入が住宅内の温熱環境や熱負荷に与える影響を、快適性・健康性やエネルギー性能の面から評価する方法の提案を行っている。背景として、近年、住宅の高断熱化が進み暖房期の日中のオーバーヒートが課題となっていること、特定の温度域で大きな熱容量を有する PCM の導入により省エネルギーや室温安定の効果が期待されていることが挙げられる。

本論文は大きく分けて、既往研究調査、PCM の測定や計算に関する提案、住宅の性能評価に関する整理、住宅全体のシミュレーションによる住宅性能評価の実施の 4 つの部分で構成され、全 9 章である。

第 1 章では、本研究の目的として、PCM 物性値の測定方法の提案を行うこと、PCM を導入した住宅の計算を可能とすること、住宅を快適性・健康性・エネルギー性能の面から評価する方法の提案を行うことを挙げている。

第 2 章の既往研究調査では、PCM の測定においてはその代表温度の取り方に検討の余地があること、PCM の計算においては融解時と凝固時の見かけの比熱の切り替えに関する課題があることが示されている。

第 3 章における PCM の測定では、代表温度として、PCM 試験体の中心温度と外側表面温度を重み付け平均した温度を用いると、見かけの比熱測定の温度変化速度の影響を比較的受けにくく、ほぼ一定の相変化ピーク温度や温度範囲が得られることが確認されている。また、第 4 章の検討に用いるため、融解時と凝固時に挙動の異なる PCM を用いて、相変化時の挙動の把握を行っている。

第 4 章では、第 3 章での測定結果を用いて、融解時と凝固時に挙動の異なる PCM を計算で扱う方法の提案がされている。複数の見かけの比熱曲線を、特定の温度において切り替えを行う方法により、第 3 章の測定結果の傾向を計算により概ね再現できることを確認している。

第5章では、PCMを含む計算の検証のため、周囲環境が制御された状態での熱箱測定の結果や、より住宅に近い状態での実験棟での測定結果について、計算での再現を試みている。結果として、計算が一定の精度を有することを確認している。

第6章では、住宅の温熱環境が健康性・快適性に与える影響の評価方法や、住宅の熱負荷が電力使用や電力コストに与える影響の評価方法について、考察されている。

第7章では、PCM導入有無等の条件で、住宅全体の計算を行い、その結果を健康性・快適性・エネルギー性能の観点から評価している。高断熱化、暖房設定温度の見直し、PCM導入を一体的に行うことで、エネルギー消費量の増加を抑えつつ、温熱環境の改善が図れることを示している。

第8章では、第7章での計算結果を用いて、健康性・快適性・エネルギー性能を集約したひとつの指標で住宅性能評価を行う方法の提案を試行的に行っている。

最後に第9章では、本研究で得られた成果のまとめを示している。

以上、本論文は、既往研究に基づく知見の整理や測定と計算による検証を積み重ね、昇温時と降温時に挙動の異なるPCMの計算法の提案や、住宅のエネルギー性能と温熱環境の一体的な評価に成功している。また、高断熱化、暖房設定温度の見直し、PCMの組合せによる温熱環境改善の可能性について示している。これまで評価が不確定であったPCM含有蓄熱建材の基礎物性から戸建住宅への応用まで広範に研究・整理を行っており、本研究の工学的、社会的な有用性は高いと判断される。

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。

以上