

[別紙 2]

審 査 の 結 果 の 要 旨

論文提出者氏名 王 祥武

本論文は「住戸セントラル給湯システムの効率予測手法に関する研究」と題し、給湯用熱源機器、配管、混合栓からなる住戸セントラル給湯システムのシステム効率を、比較的簡易な実験結果を基に、多様な給湯負荷パターンおよび配管プランに対してシミュレーションにより予測する手法の確立を目指したものである。

日本の住宅における二次エネルギーベースでのエネルギー消費量のうち、給湯用エネルギー消費量は、1975年以降一貫して暖房用エネルギー消費量を上回り、4割弱を占めている。そのため、住宅でのエネルギー消費量削減には、給湯での省エネルギーが効果的であるといわれ、給湯用熱源機器の高効率化が進められているが、日本工業規格、(財)ベターリビングの認定基準、総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会から示された、いわゆるトップランナー方式による基準値など、すべてが定常効率を基に決められており、さらに、配管・混合栓などからの放熱損失も含まれていない。

論文提出者は、住戸セントラル給湯方式が普及・定着した現状においては、給湯用熱源機器、配管、混合栓からなる給湯システム全体の効率、システム効率で省エネ効果を議論する必要があることを指摘している。そのためには、家族構成・ライフスタイルなどにより変化する多様な給湯負荷パターンおよび住戸形態により変化する配管プランなどがこのシステム効率に影響することから、給湯用熱源機器などに関するできうる限り簡易な実験データを基に、これら多様な条件下でのシステム効率をシミュレーションで予測する手法の確立が必要不可欠との考えに基づき、実験・解析を行い、以下の9章からなる論文を提出した。

第1章では、本研究の必要性と、関連既往研究について述べ、本研究の位置づけを明確にしている。

第2章では、給湯用熱源機器モデルおよび混合栓からの熱損失計算モデルの構築と、システム効率予測手法の精度検証に必要なデータを収集するとともに、システム効率に及ぼす各種要因を明らかにするために行った実験結果について述べている。実験に用いた給湯用熱源機器は、最近急速に普及している最新型のガス瞬間式給湯機、深夜電力利用温水器と、効率が高いことから今後普及が期待されている潜熱回収型ガス瞬間式給湯機および自然冷媒 CO₂ヒートポンプ給湯機の4種類であり、それらを水栓の数・配置および住宅規模などが標準的と思われる

集合住宅の給湯配管を環境実験室内に再現した実験装置に接続し、数多くの実験を行っている。また、給湯用熱源機器のモデル化に必要なデータを得るため、ガス瞬間式給湯機缶体内および深夜電力利用温水器貯湯槽内の湯温の測定も行っている。その結果として、従来定性的に述べられていた給湯負荷パターン、雰囲気温度、配管方式などの各種要因がシステム効率に及ぼす影響に関し、定量的な検討結果を示している。

第3章では、給湯配管での温度降下を予測する手法を確立するために必要となった実験結果を述べており、配管の材質・管径、配管の設置方法、配管周囲の風速などの影響を明らかにしている。

第4章では、第2章の実験結果に基づき、ガス瞬間式給湯機の出湯温度の計算モデルを構築した結果を述べており、難しいとされるガス消費量の予測においてもほぼ±2%以内で予測でき、実用上十分な精度を有することを示している。

第5章では、第2章での実験結果およびCFDによる計算結果を基に、計算時間が短くてすむブロックモデルによる深夜電力利用温水器からの出湯温度予測手法を構築した結果を述べており、貯湯槽内部低温域の予測で多少問題を残すものの、実用上問題ない精度で出湯温が予測可能であることを示している。

第6章では、第2章および第3章の実験結果を基に、配管を経由した混合栓からの出湯温度の予測法を検討した結果を示しており、最近多用されるようになったサヤ管・ヘッダー方式で用いられるサヤ管の中に内管を挿入する配管および複雑な形状を有する混合栓からなる配管システムにおいても、極めて高精度で予測できることを示している。

第7章では、第4章で構築したガス瞬間式給湯機の計算モデルおよび第5章で構築した深夜電力利用温水器の計算モデルと、第6章で構築した配管・混合栓の計算モデルを組み合わせ、それぞれの給湯用熱源機器を用いた給湯システム全体の計算法を示した上で、同手法を用いて行ったシステム効率計算結果と第2章での実験結果を照合し、誤差が2%以内に納まることを示している。

第8章では、本研究で用いた給湯用熱源機器、配管、混合栓とは異なるものを用いた場合に必要となる各種計算パラメータを、比較的容易な実験から同定する手法を示し、本研究の汎用性を増す方法を論じている。

第9章では、本研究で得られた結論を総括している。

以上のように、本論文は、現在ほぼすべての住宅に定着している、給湯用熱源機器・配管・混合栓からなる住戸セントラル給湯システムでの省エネルギーを論ずる際に必要不可欠と考えられるシステム効率を、精度よく予測する手法を提示したものであり、給湯用熱源機器・配管・混合栓という個々の部位を考えると改良の余地は残すものの、住宅設備設計に寄与するところが極めて大である。

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。