

ヒートポンプ給湯機の貯湯タンク内温度分布の高速計算手法の開発

背景と目的

ヒートポンプ給湯機、燃料電池コージェネレーションシステムやハイブリッド給湯機など、住宅用給湯システムが多様化する中、販売・提案活動のための機器評価を行うには、短時間で適切な年間シミュレーションを行う必要があります。

貯湯タンクをもつ機器では、タンク内の温度分布がシステム性能に大きな影響を及ぼすことから、タンクの適切なモデル化が必要となります。

(一財)電力中央研究所の従来手法では、タンク内を層状に均等分割して1つ1つの体積要素ごとに温度を逐次詳細に計算するために、計算に必要な分割数は少なくとも300以上と大きく、このことに伴って計算の時間刻みも秒のオーダーと細かくする必要がありました。この手法でヒートポンプ給湯機の年間シミュレーションをすると一般的なパソコンで1時間程度を要するため、より短時間で計算できる手法を必要としていました。

研究の概要

本研究では、従来手法をもとに、販売・提案活動のために必要なレベルの精度を得ながらも計算時間を大幅に短縮する高速計算手法を考案し、妥当性を検証しました^{注1)}。

図1に給湯時の概念を示します。従来手法では「給湯量 $\beta < 1$ つの体積要素」という制限がありましたが、今回はこの制限をなくすことで、タンクの分割数と時間刻みを大幅に粗く（タンク10~20分割程度×数分の1時間刻み）しました。

図2に初期条件から所定の給湯/沸上げを行い、25時間経過したときの貯湯タンク内の温度分布について実測値、従来手法（タンク1000分割/1秒刻み）、高速計算手法（タンク10分割/15 or 30分刻み）の結果を示します。高速計算手法では離散的な分布になりますが従来手法による計算、実験値とおおむね一致した温度分布となりました。このときのタンク内の有効熱量の従来手法に対する誤差は表1のとおり数%程度でした。

1年間分の計算時間はタンク20分割×15分刻みの場合で約15秒（従来の1/240）、タンク10分割×30分刻みの場合約3秒（従来の1/1200）となり、大幅に計算時間を短縮することができました。

今後の予定

今回開発した手法を用いてヒートポンプ給湯機、をはじめ燃料電池コージェネレーションシステムやハイブリッド給湯機について年間シミュレーションを行うツールを作成し、販売・提案活動の中で多様なケースの消費エネルギー、ランニングコスト等を評価できるようにしていく予定です。

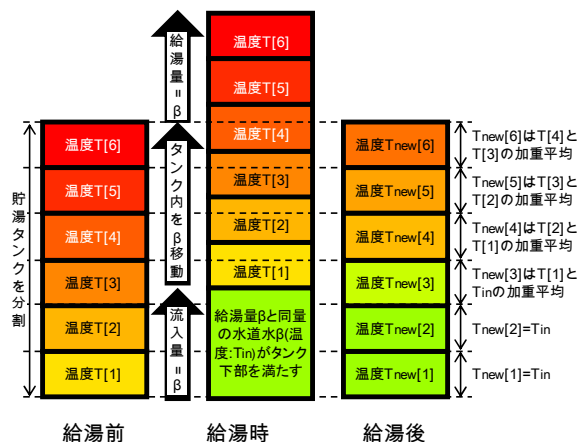


図1：高速計算の概念

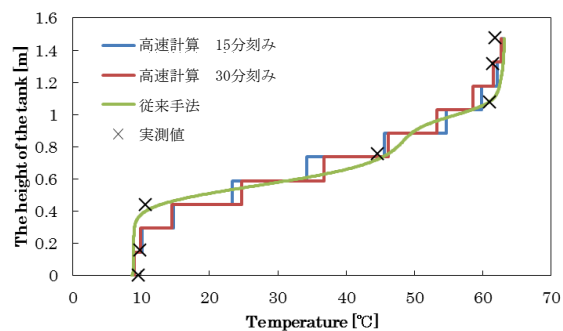


図2：計算精度の検証例（10分割）

表1：分割数および時間刻みが有効熱量に与える影響（従来手法に対する相対誤差）

	15分刻み	30分刻み
タンク 10 分割	-6.2%	-7.3%
タンク 20 分割	-3.3%	+1.3%

【注釈】

1) 本手法の妥当性の検証は電力中央研究所に依頼しました。

担当：土木建築部