



Title	機器効率と貯湯槽の熱損失を考慮した貯湯式給湯器の性能評価
Author(s)	高橋, 良太; 羽山, 広文
Citation	大会学術講演梗概集. D-1, 環境工学I, 室内音響・音環境, 騒音・固体音, 環境振動, 光・色, 給排水・水環境, 都市設備・環境管理, 環境心理生理, 環境設計, 電磁環境, 2008, 673-674
Issue Date	2008-07-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/50572
Rights	日本建築学会. 本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである.
Type	journal article
File Information	GKKD-1_673-674.pdf



機器効率と貯湯槽の熱損失を考慮した貯湯式給湯器の性能評価

正会員 ○高橋 良太*
同 羽山 広文**

貯湯式給湯器 貯湯槽 熱損失
ヒートポンプ給湯器 COP SCOP

1. はじめに

現在、京都議定書にある温室効果ガスの削減数値目標を達成するには、更なる省エネ・省 CO2 の推進が必要不可欠な命題となっていることは、明らかである。

わが国の平均的家庭（ガス・電気併用住宅）で使う家庭用エネルギー需要¹⁾は、46.5GJ/年となっており、そのうちの34.3%を給湯需要（15.9GJ/年）が占めている。

現状では、電力を用いた給湯方式は、貯湯槽の断熱性能・貯湯槽が設置されている周囲温度・湯沸かし温度・給水温度、貯湯量など多くの要因が熱ロス（機器効率等）に大きな影響を与えていると思われる。既往の研究等²⁾では、外気温度や沸き上げ温度の違いによる COP への影響等は実証実験などで評価されているがものの、貯湯容量と沸き上げ温度の関係や COP に対する影響について検討がなされているものが少ない。

本報告では、貯湯容量と給湯温度などが貯湯槽の熱効率に与える影響をより簡便な方法によって特定する方法を検討するとともに、給湯方式による総合効率等を簡便に検討できる方法を検討する。

2. 貯湯槽の熱損失と有効熱量比

より簡便な方法で貯湯槽熱効率に影響を与える要因を特定するため、本報告では貯湯槽からの 1 日の損失熱量と給湯熱量による有効熱量比に着目した。貯湯槽からの 1 日の損失熱量は、次式となる。

$$Q_L = 24 K S (T_h - T_r) \quad (1)$$

1 日の給湯熱量は次式となる。

$$Q_V = c \rho V (T_h - T_w) \quad (2)$$

給湯熱量に対する貯湯槽からの 1 日の損失熱量の比 Q_L/Q_V は次式となる。但し、本報告では、簡便な方法による貯湯槽熱効率への影響要因の特定等を目的としている為、混合・対流による熱収支は、考慮していない。

$$\frac{Q_L}{Q_V} = \frac{48 K \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{L} \right) (T_h - T_r)}{c \rho (T_h - T_w)} \quad (3)$$

従って、(3)式より 1 日における貯湯槽へ供給する熱量に対する損失熱量の比（有効熱量比： η ）は次式となる。

$$\eta = \frac{c \rho (T_h - T_w)}{c \rho (T_h - T_w) + 48 K \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{L} \right) (T_h - T_r)} \quad (4)$$

r [m]: 貯湯槽の半径、 L [m]: 貯湯槽の高さ、 K [W/(m² K)]: 貯湯槽の熱コンダクタンス、 T_h [°C]: 給湯温度、 T_w [°C]: 給水温度、 T_r [°C]: 貯湯槽を設置する場所の周囲温度、 Q_L [Wh/day]: 貯湯槽からの 1 日の熱損失、 Q_V [Wh/day]: 1 日の給湯熱量、貯湯槽の容積: $V = \pi r^2 L$ 、貯湯槽の表面積: $S = 2\pi(r^2 + rL)$ 、水の比熱: $c = 1.163$ [Wh/(kg K)]、水の密度: $\rho = 998.2$ [kg/m³]

(4)式を用いて算出した有効熱量比と各パラメーターの関係図を図 1 に示す。図 1 より必要貯湯容量を起点とし、

貯湯槽半径、貯湯槽熱コンダクタンス等をそれぞれ決定すると、有効熱量比を算定することができる。

次に貯湯槽の有効熱量比に最も影響を与える要因を検討する。図 2～図 5 に有効熱量（必要熱量）、貯湯槽の熱コンダクタンス、貯湯槽を設置した周囲温度、給水温度を与条件とした場合の関係を整理

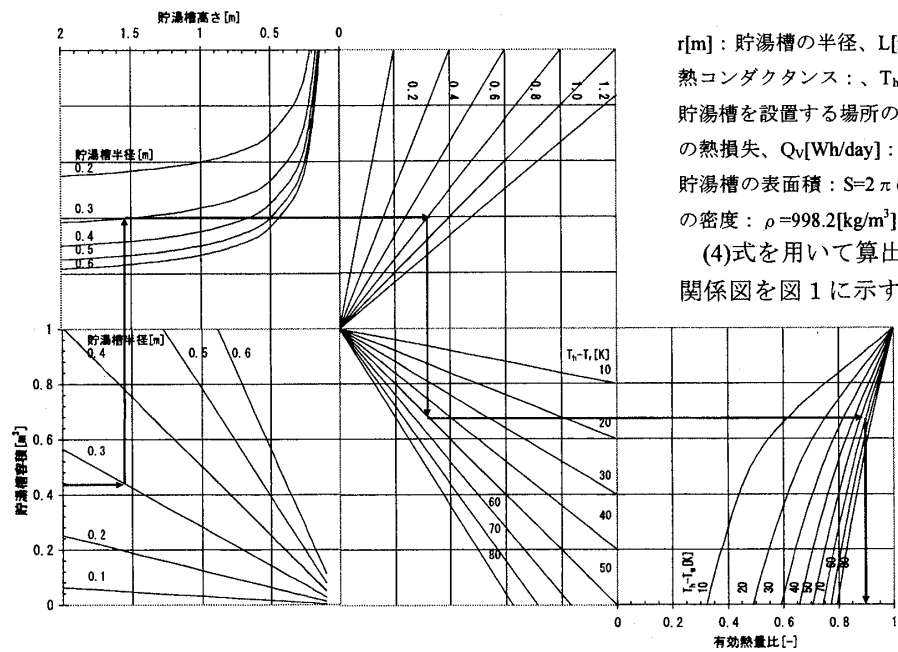


図 1 貯湯槽高さ-貯湯槽容量関係図

Performance Evaluation of Domestic Hot Water Supply System using Efficiency of Equipment and Thermal Loss from Storage Tank

TAKAHASHI Ryota, HAYAMA Hirofumi

すると、図2～3に示すように貯湯槽の熱コンダクタンス及び貯湯槽設置位置の周囲温度が有効熱量比に影響を及ぼしていることがわかる。一方で、図4～5より有効熱量、給水温度が有効熱量比に及ぼす影響は、小さい。

図6に有効熱量を与条件とした場合の給湯温度と貯湯槽容量の関係を示した。図6より給湯温度を小さくすると有効熱量が大きいほど給湯槽容量に大きく影響する。

一方で、図4より有効熱量比が大きい場合の給湯温度による熱容量比への影響は、小さく、貯湯槽単体では、容量を小さく給湯温度を大きく貯湯しても、有効熱量比には、さほど影響しないと考えられる。

3. 給湯システムの総合効率

(1) 電気ヒータ式

前項で示した式を用いて、電気ヒータ式給湯システムの総合効率を算出する。一般的な電気温水器を想定し、給湯温度を与条件とした場合の有効熱量比の関係図は、図4と同様になり、給湯温度による有効熱量比への影響は、小さい。

(2) ヒートポンプ式

ヒートポンプ式電気温水器の総合効率を(4)式より求められる貯湯槽の有効熱量比と機器成績係数(COP)を掛け合わせることで、簡易的に算出した。与条件は、給水温度以外をヒータ式と同様とする。

COPの算出にあたっては、村川らによる実測値から求めた重回帰線³⁾を(5)式を使用した。

$$HPCOP = 5.278 + 0.083 \times T_o - 0.034 \times T_w - 0.027 \times T_h \quad (5)$$

図7に給水温度を10℃とした場合の成績係数(COP)・総合

効率(SCOP)と給湯温度関係図を示す。図7より給水温度を一定とした場合、外気温度に関わらず給湯温度を低く設定するとCOP及びSCOPが増加する傾向が見られる。

電気ヒータ式と比較すると、給湯温度が総合効率に及ぼす影響が大きくなっており、貯湯容量の制限がなければ、給湯温度を低く、大容量で貯湯することがより効率的であると考えられる。

4. まとめ

本報告では、簡素な方法によって機器効率に影響を与える要因を特定する方法を検討し、併せて、給湯方式による総合効率等を簡素に導き出す方法を検討した。

貯湯槽有効熱量比に影響を与える大きな要因として、貯湯槽の熱コンダクタンス及び貯湯槽周囲温度が挙げられる。一方で、給湯温度、給水温度等は、有効熱量比には、大きな影響を与えないと考えられる。

貯湯槽有効熱量比に影響を与える要因特定で得られた式を基に、ヒータ式及びヒートポンプ式電気温水器の簡易的な総合効率を検討した結果、給湯温度の低下は貯湯槽容積の増加がCOPおよびSCOPともに向上する。

今後の課題として、今回検討した総合効率の検証と混合・対流等が貯湯槽有効熱量比及び給湯方式別総合効率に与える影響を検討していかなければならない。

【参考文献】

- 1) 日本エネルギー経済研究所編：EDMC/エネルギー・経済統計要覧(2006年度版)
- 2) 永廣健太ら：実使用を考慮した貯等式給湯機のパフォーマンスに関する研究，エネルギー・資源学会第24回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス研究発表会論文集(2008.1)

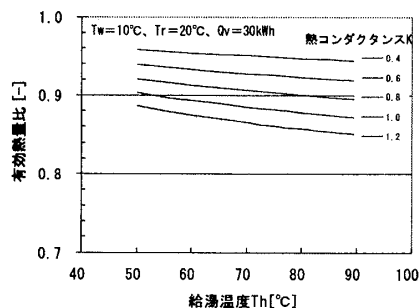


図2 有効熱量比—熱コンダクタンス関係

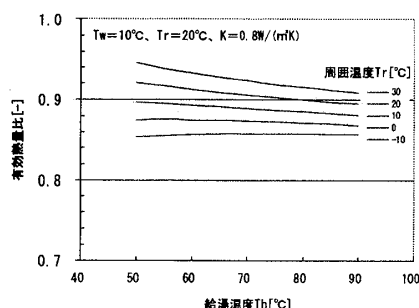


図3 有効熱量比—周囲温度関係

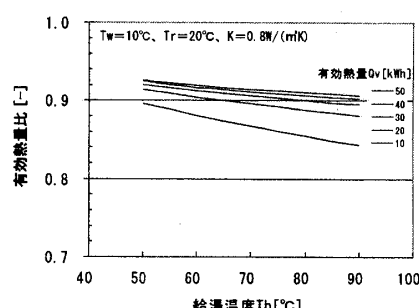


図4 有効熱量比—有効熱量関係

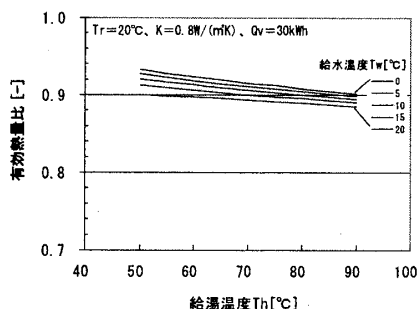


図5 有効熱量比—給水温度関係

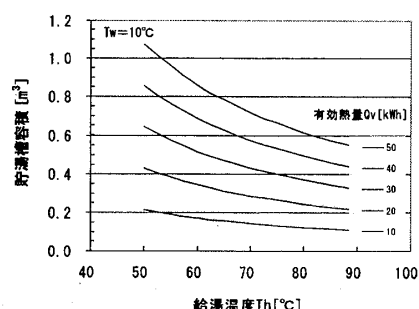


図6 貯湯容量—有効熱量関係

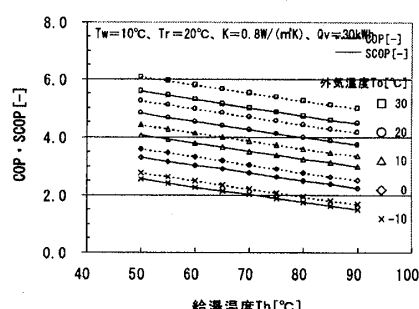


図7 給湯温度—COP・SCOP (給水温度10℃)

*北海道電力

**北海道大学大学院工学研究科 准教授・博士(工学)

*Hokkaido Electric Power Co., Inc. 1

**Associate Prof., Graduate School of Engineering Hokkaido University, Dr. Eng.