

病院における給湯システムの基礎的研究

その1 適正設計を考慮した給湯量の分析

病院	給湯量	給湯原単位
設計用給湯量	実態調査	

正会員	○生沼 亜澄* ¹	同	市川 憲良* ²
同	山本 康友* ³	同	一ノ瀬 雅之* ⁴
同	島崎 翔大* ⁵	同	諸岡 俊祐* ⁶

1. はじめに

給湯設備の省エネルギー設計を行うためには給湯負荷を正確に予測することが重要となる。建物の給湯負荷に関する基礎データは、ホテルや集合住宅に対しては精力的に蓄積されてきていると言える。一方、病院の給湯量に関するデータは極めて乏しく、近年の運用実態を踏まえた病院建物の給湯負荷の実態が正確に把握されているとは言い難い。

本研究では、病院における近年の湯消費実態とその特性を明らかにすることを目的に、首都圏に所在する4病院を事例として給湯量および給湯用エネルギー消費量の実態調査を行った。本報では、給湯量の分析結果について報告する。

2. 調査対象病院の概要

表2に、調査対象とした4病院の施設・設備概要と給湯システムの概略図を示す。

4病院はすべて、急性期型の総合病院に分類される。すべての病院が、新築あるいは改修時にコージェネレーションシステムを導入しており、発電時の排熱を暖房および給湯用熱源として利用している。また、O病院は屋上に太陽熱集熱装置を有しており、高層系統の貯湯槽補給水の予熱を行っている。

O病院、T病院、S病院の3病院では、給湯系統が上・下層階で分かれており、高層系統は病棟へ、低層系統は厨房、外来、中央診療部門、管理部門などへ湯を供給している。ただし、低層系統にはICU・NICU等の一部の病室が含まれる。また、いずれの病院においても、厨房への給湯配管には量水器が設置されている。各病院の給湯設定温度は、60℃である。

3. 調査データ概要

給湯量の分析には、各病院の中央監視設備に記録されている貯湯槽補給水量および厨房給湯量の値を用いた。

各系統の貯湯槽補給水量の合計を、建物全体の給湯量とする。また、O病院、T病院、S病院の3病院については、低層系統給湯量より厨房給湯量を差し引いた値を、中央診療系統における給湯量として扱う。高層系統給湯量は、病棟系統における給湯量として扱う。

分析に使用したデータ期間は、O病院およびK病院で

表1. 調査対象4病院の施設・設備概要および給湯システム概略図

O病院	T病院	病院名	S病院	K病院
東京都 1987 42,427 500 86.5 23.3 803 (2009年平均)	東京都 2009 67,471 789 86.9 13.4 1,468 (2011年平均)	所在地 竣工年 延面積[m ²] 病床数[床] 満床率[%] 在院日数[日] 外来患者数 [人/日]	東京都 2009 62,293 561 76.3 20.3 594 (2011年平均)	埼玉県 1981 21,975 401 69.6 14.3 1,065 (2009年平均)
O病院給湯設備概要				
給湯用：蒸気ボイラ 熱源：2t/h×3 蓄熱槽 太陽熱 CGS排熱 太陽熱 貯湯槽：4 m ³ ×2 容量：3 m ³ ×2 CGS 発電能力：350kW×2 契約電力：1700kW				
T病院給湯設備概要				
給湯用：温水ヒータ 熱源：581kW×2 CGS排熱 貯湯槽：9 m ³ ×2 容量 CGS 発電能力：845kW×1 契約電力：-				
S病院給湯設備概要				
給湯用：温水ヒータ 熱源：581kW×2 CGS排熱 貯湯槽：7.5 m ³ ×1 容量 (低層系統) 10.5 m ³ ×1 容量 (高層系統) CGS 発電能力：845kW×1 契約電力：-				
K病院給湯設備概要				
給湯用：蒸気ボイラ 熱源：2t/h×3 CGS排熱 貯湯槽：4 m ³ ×1(A系統) 容量：3 m ³ ×1(A系統) 3 m ³ ×2(B系統) CGS 発電能力：300kW×2 契約電力：860kW				

は2009年1月～2010年12月、T病院およびS病院では2010年1月～2011年12月までの、それぞれ2年間分である。ただし、メータの不具合等により、データに一部欠測期間があった。以下、調査初年目とはO病院とK病院では2009年、T病院とS病院では2010年を指すこととする。

4. 給湯量の分析結果

4.1 給湯原単位

図1に、各病院における給湯原単位[L/(床・日)]の2年分の実績値を示す。図1より、4病院の給湯原単位は年間を通じて50~100[L/(床・日)]程度に収まっていることがわかる。一方、病院の給湯設備設計で一般的に採用される設計用給湯量は100~200[L/(床・日)]¹⁾であり、CEC/HWの計算に使用するデフォルト値は60°C換算で179[L/(床・日)]²⁾に設定されている。しかし、これらの値は実際の給湯需要に対し過大である可能性が高いことが同図より窺える。

図2は、病床数の代わりに各月の入院患者数で建物全体の日給湯量を割った値を示している。満床率の影響を除いても、やはり現在の設計用給湯量は実態に対しやや過大な設定であることが言える。

図3に、各月における曜日別給湯原単位を、O病院とT病院を例に示す。平日>土曜>日・祝日(休日)の順に給湯量が多く、休日の給湯量は平日の約6割程度に減少することがわかる。

4.2 湯使用量とバックデータとの相関

4病院の各月における湯の使用量と、その月の入院患者数、外来患者数、手術件数などのバックデータとの相関分析を行った結果を図4に示す。湯の使用量は、各月の給湯量および給水温度を用いて(1)式により算出できる。給水温度には、各都県の水道局が毎年公表している水道水の水温データを用いた。

$$Q_u = \frac{(T_h - T_c)}{(T_u - T_c)} \cdot Q_h \quad (1)$$

ここで Q_u : 湯使用量[m³] Q_h : 給湯量[m³] T_h : 給水温度[°C]
 T_c : 給湯温度[°C](=60°C) T_u : 湯使用温度[°C](=42°C)

図4では、病院の施設全体湯使用量と入院患者数の間には非常に高い相関が得られており、施設によらず共通する給湯原単位の値を有する傾向が確認できる。一方、病棟系統給湯量と入院患者数には、正の相関は見られるもののバラつきが大きく、病棟系統における入院患者一人当たりの湯の使用量は施設により大きく異なると考えられる。中央診療系統の給湯量に関しては、外来患者件数、手術件数の間にも正の相関が見られる。

5. まとめ

病院給湯量の実態調査を行った結果より、現行の設計用給湯量の値は、給湯需要の実態に対して過大であるとの知見が得られた。また、給湯規模を病床数に代表させる負荷算定方法は概ね妥当であることから、設計用給湯量の設定値を適正範囲に見直すことにより、給湯設備の省エネルギー・省コスト化が可能になると考える。

【謝辞】

本研究の遂行にあたり、「首都大学東京リーディングプロジェクト」の研究費の一部を用いた。ここに、関係各位のご協力も含め謝意を表する。

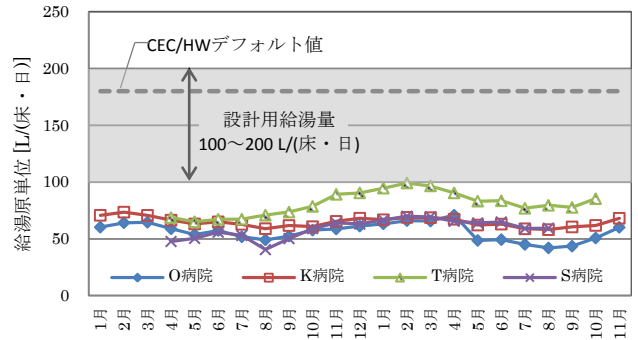


図1. 4病院の給湯原単位[L/(床・日)]

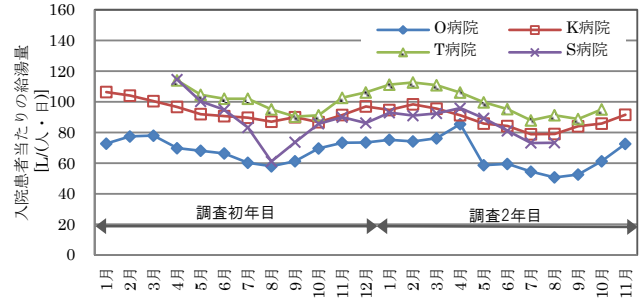


図2. 4病院の入院患者当たりの日給湯量[L/(人・日)]

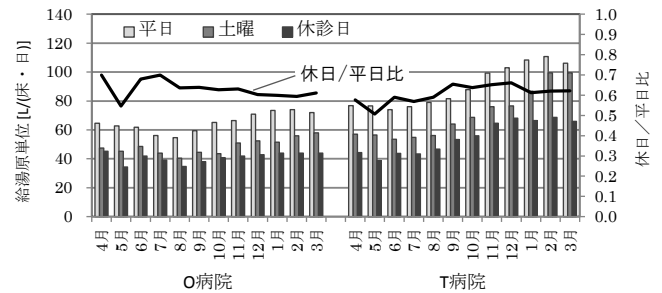


図3. 曜日別給湯量と休日/平日比

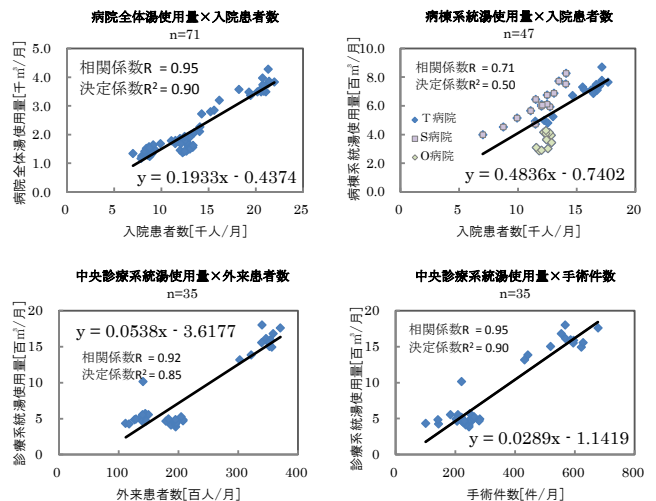


図4. 各系統における湯使用量とバックデータとの相関

【参考文献】

- 1) 空調調和衛生工学会：空調調和衛生工学便覧 第14版, 2010.02
- 2) (財)建築環境・省エネルギー機構：建築物の省エネルギー基準と計算の手引き(新築・増改築の性能基準), 2010.01
- 3) 生沼亜澄ほか：病院施設の給湯およびエネルギー消費の実態調査, 日本建築学会大会(関東)D-1 環境 I, 2011.08

*1 元・首都大学東京大学院生(現・高砂熱学工業(株))・修士(工学) *2 首都大学東京大学院 教授・工学博士
 *3 首都大学東京大学院 特任教授・博士(工学) *4 首都大学東京大学院 助教・博士(工学)

*5 元・首都大学東京大学院生(現・鹿島建設(株))・修士(工学) *6 首都大学東京大学院 大学院生

*1 former Graduate Student, Tokyo Metropolitan Univ. ME (Takasago Thermal Engineering Co., Ltd)
 *2 Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng. *3 R.Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.
 *4 Assistant Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.
 *5 former Graduate Student, Tokyo Metropolitan Univ. ME (Kajima Corporation)
 *6 Graduate Student, Tokyo Metropolitan Univ.