

平成21年3月31日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19560595
 研究課題名（和文） 国際的な標準化に向けた各種建築物の給水・給湯負荷と
 機器容量算定法の確立
 研究課題名（英文） Calculation of Cold-Hot Water Supply Demands and Instrument's
 Capacity in Buildings aimed for the International Standardization
 研究代表者
 村川 三郎（MURAKAWA SABURO）
 広島大学・大学院工学研究科・客員教授
 研究者番号：70116680

研究成果の概要：本研究では、建築物の給水・給湯システムの計画設計に供するための給水・給湯負荷予測とそれに基づく機器容量算定法を提案している。時系列的給水・給湯負荷の算定結果を用いて機器容量の算定を行い、本算定法が従来法に比べ省エネルギー性の高い最適な給水・給湯設備設計を進めるのに有用であることを明らかにした。さらに、この手法の実用化に向けて、パソコン上で用いるプログラムソフトの開発を進め、各種建築物用途の算定モデルおよびシミュレーションプログラムの確立を行った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築環境・設備

キーワード：給水・給湯負荷，設備機器容量，モンテカルロ・シミュレーション，
 ユニットモデル，建築物，スタンダード

1. 研究開始当初の背景

持続可能な建築デザインが要求されるなかで、エネルギー消費の少ない設備システムの構築は21世紀始めの大きな課題となっている。研究代表者らは、特に給水・給湯システムに着目して、これまでに、水資源、エネルギー資源の有効活用の視点から、雨水利用システムやヒートポンプ利用の給湯システムの最適化研究などを進めてきたが、これらのシステムの規模決定においては、各種建築

物用途について精度の高い時系列的な負荷予測が必要となる。

そこで、「器具の時系列的使用解析に基づく給水・給湯負荷算定法の開発」とした研究課題の下に、モンテカルロ・シミュレーション手法を用いた負荷予測法の開発を進めてきた。各種建築物を対象とした実測データに基づく予測手法の検討結果は、国内外の学会等で発表し、いずれの場においてもその成果は高く評価されたが、併せて実務設計へ適用

するまでの更なる要望が、国内はもちろん国外の研究者・実務者からも多く寄せられた。

2. 研究の目的

本研究は、建築物の給水・給湯システムの計画設計に供するための給水・給湯負荷予測と、それに基づく機器容量算定法を提案することを目的としている。これまでの機器容量決定や規模算定に用いられてきた方法を改め、開発した新しい算定法による負荷予測値に基づき設備設計を行う一連のプロセスについて今日的な観点から検討を加える。それをもとに、実用に供する機器容量・規模の設計支援プログラム（アルゴリズム）を開発し、国内外の関連分野に広く提案する。

3. 研究の方法

本研究の研究期間は2年間とし、これまでに開発を進めてきた「器具の時系列的使用解析に基づく給水・給湯負荷算定法」をベースに、さらに各種建築物用途の給湯量および給水・給湯負荷とシステム稼働の関連に重点を置いて解析を進め、給水・給湯負荷予測と最適システムの検討を行う。既にこれまでの研究において、集合住宅、事務所、飲食店舗、宿泊施設、温浴施設、高齢者福祉施設、給食施設などに関する詳細なデータの収集を行っており、初年度はこれらのデータ解析を進め、データ整理の方法、モデルの体系化に関する検討を行う。

平成19年度の研究方法の具体的内容は次の(1)～(5)のとおりである。

(1) 器具および水・湯の使われ方の整理：これまでに収集したデータから、各種建築物における器具および水・湯の使われ方について、詳細に整理を行う。集合住宅、事務所、宿泊施設においては、詳細な器具の使われ方をモデル化することは可能であるが、飲食店舗などの厨房を有する施設については、筆者らが提案している「厨房ユニット」としたモデル化を考える。

(2) 負荷モデル構築と妥当性の検討：負荷モデルを構築するにあたって、詳細なモデル構築が可能となる場合とユニットモデルとして考える場合の構築方法を体系的にまとめる。また、構築した負荷モデルの妥当性について、シミュレーション結果と実測データを比較し、検討する。

(3) 各種建築物の時系列モデルの整理：(1)、(2)の結果をもとに、各種建築物における負荷モデルの構築を行う。使用者の属性や建物特性、設備機器の種類、また、季節、曜日などの条件変更が可能な負荷モデルを作成する。

(4) シミュレーションによる算定ロジックの確立：負荷算定シミュレーションから得られ

た時系列的な給水・給湯負荷を用いて、機器容量決定を行うための算定ロジックを確立する。給水システムとして、高置水槽方式とポンプ直送方式を、給湯システムとして、貯湯槽を有するセントラル方式を対象とする。(5) 研究成果の公表：1年目で得られた結果について、国内外の関係学会に発表するとともに、年度末にシンポジウムを開催し、新たな算定法の提案を行い、実務設計者サイドから問題点の指摘や要望を聴取する。

平成20年度は前年度に開催したシンポジウム「スタンダード化に向けた各種建築物の給水・給湯負荷と機器容量算定法の提案」で参加者から求められた早期の実務への適用を考慮し研究を進める。研究方法の具体的内容は以下の(6)～(9)のとおりである。

(6) シミュレーションに適用するモデルの構築：設置されている衛生器具および水・湯の使われ方が多様であり、かつ研究代表者らによるデータ解析が進められ蓄積のある、住宅、事務所、ホテル客室、飲食店舗を対象に、給水・給湯負荷予測のための汎用性のある算定モデルを、建築物の各用途あるいはユニットとして構築する。そのほかの福祉施設、学校給食施設、温浴施設等については、本算定法を適用するためのモデル構築の道筋を示し、将来に向けた他用途建築物への適用可能性を明らかにする。

(7) 給水・給湯負荷算定プログラムの開発：上述した4用途の建築物を対象に、実用性を考慮した給水・給湯負荷算定プログラムの開発を進める。方法としては、既に作成しているシミュレーションプログラムを有効に活用しながら、負荷算定条件の入力部分、シミュレーション実行部分、算定結果の出力部分に分け、建築物の特性に応じて設計者が容易に算定条件を設定できるように考慮する。

(8) 給水・給湯システムの最適化の検討：時系列的な給水・給湯負荷算定結果をもとに、給水・給湯設備システムの最適化に向けた応用として、給水方式は高置水槽方式とポンプ直送方式、給湯方式は貯湯槽方式と瞬間加熱方式などについて、省エネルギー性の観点から検討し、本負荷算定法の有用性を示す。なお、これらの機器容量算定法については既に前年度検討しており、継続した研究展開を図ることを考える。

(9) 研究成果の公表：国内外において研究成果の発表を行う。特に国外では、当該分野で活発な活動をしているCIB-W62国際シンポジウムで、本算定法の有用性をアピールする論文発表を行う。

4. 研究成果

研究成果として次の(1)～(5)の成果が得

られた。

(1)各種建築物のモデル構築：対象建物用途としては、住宅、事務所、飲食店舗、ホテル宿泊部について、建物特性（規模、要求レベルなど）を考慮した給水・給湯負荷算定モデルの整理を行い、実用上で要求される負荷要因に応じたモデルの提案を行った。また、戸建て住宅については、浴室の湯使用を中心とした分析から、多様な入浴スタイルを想定したレベル別給湯負荷モデルを設定した。

(2)給水システムの最適化：事務所の給水負荷モデルによる時系列的算定による検討から、ポンプ直送方式の計画設計では、精度の高い負荷予測によって、最適な給水方式の検討が可能となることを示し、動的な本算定法が有用であることを示した。さらに、超高層集合住宅で採用されているポンプ直送給水方式を事例に、実測と居住者アンケートを実施し、それをもとに想定した世帯人員別算定モデルによる負荷算定結果と実測値を比較検討し、負荷予測手法の妥当性を示した。

(3)給湯システムの最適化：住宅、飲食店舗、ホテルを対象に、算定した給湯負荷に基づき貯湯槽容量と加熱能力の関係を検討し、従来法に比べ省エネルギー設計が可能となることを明らかにした。さらに、この3用途の建築物を対象に、個別で算定した場合と複合施設として算定した場合を比較し、複合施設による負荷平準化の効果を明らかにした。

(4)シンポジウム開催：社団法人空気調和・衛生工学会主催、NPO 法人給排水設備研究会後援によって、シンポジウム「スタンダード化に向けた各種建築物の給水・給湯負荷と機器容量算定法の提案」（東京、2008年2月8日）を開催した。研究代表者と連携研究者等によって、初年度の研究成果を解説し、他の研究者や実務設計者らと討論を行った。本算定法の早期の実用化が求められ、20年度の研究展開につながった。

(5)給水・給湯負荷算定プログラムの開発：(4)のシンポジウム開催によって実用化が求められていた給水・給湯負荷算定プログラムの開発を進めた。パソコン上で用いるプログラムソフトとして、始めに、建物用途、建物特性などを入力条件として選定してから、シミュレーションの実行をするようにしている。図1に算定プログラムの条件入力画面を、図2に算定結果の例として、集計時間1日における給水量の統計値をそれぞれ示す。算定結果は、集計時間別（10秒、1分、10分、1時間、1日）の水量、湯量、熱量として表され、試行回数分の全データとその統計値（平均値、標準偏差、最大値、最小値、超過確率0.1%、0.2%、1%、2%、5%、10%、25%、50%値）が算出される。なお、湯量および熱量は設定した給湯器出口温度換算量として算出される。算定結果より、瞬時、時間、日の時系列的給水・

給湯負荷を把握することができる。



図1 算定プログラムの条件入力画面



図2 算定結果の例

得られた研究成果については、関連学会および国際シンポジウムで発表しており、本研究で開発した給水・給湯負荷算定プログラムの有用性は高く評価されている。今後、建築設備分野において、より省エネルギー性の高い適切な設計が必要とされることから、わが国の給水・給湯設備設計に本算定法が適用されることは十分に考えられ、最適設計に貢献できるものとする。プログラムソフトの開発にあたっては、利用者の操作性を考え、理解しやすく使いやすいプログラムソフトになるよう配慮したが、実務レベルではより簡便な方法も望まれることが予想される。そこで、本算定法に基づいた検討結果をもとに、汎用性のある簡易法を提案する必要があると考えている。今後、それらを含めて、実用化に向けて最終的なプログラムの精度を確認するための試算を各種建築物について実施したうえで、精算法と簡易法の体系を出版物としてまとめ、国内外に算定法の普及を図ってゆく予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 5件)

(1) Murakawa Saburo, Koshikawa Yasuo, Takata Hiroshi, Tanaka Atsushi, A Study on the Leveling for Hot Water Supply Demands and the Reduction for Equipment Capacity in Complex Buildings, Proceedings of the CIB-W62 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings, 査読有, 34巻, 2008年, pp.118-129

(2) Takaaze Akiko, Murakawa Saburo, Takata Hiroshi, Analysis on Cold and Hot Water Usage of Students in Each Dwelling, Proceedings of the CIB-W62 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings, 査読有, 34巻, 2008年, pp.50-57

(3) 田中篤, 村川三郎, 越川康夫, 高田宏, シティホテル客室系統における給湯負荷の予測と機器容量算定法の検討, 日本建築学会環境系論文集, 査読有, 623号, 2008年, pp.69-75

(4) Murakawa Saburo, Koshikawa Yasuo, Tanaka Atsushi, Takata Hiroshi, Calculation for the Cold and Hot Water Demands in the Guest Rooms of City Hotel, Proceedings of the CIB-W62 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings, 査読有, 33巻, 2007年, pp.73-85

(5) 坂本和彦, 村川三郎, 越川康夫, 高田宏, 事務所ビルを対象としたポンプ直送給水方式の評価, 日本建築学会環境系論文集, 査読有, 622号, 2007年, pp.89-94

〔学会発表〕(計 6件)

(1) 坂本和彦, 村川三郎, 高田宏, 西名大作, 大知啓介, 超高層集合住宅のポンプ直送給水方式における稼働実態 その1 水使用に関するアンケートと給水量の調査結果, 日本建築学会中国支部研究発表会, 2009年3月7日, 島根大学

(2) 高田宏, 村川三郎, 坂本和彦, 西名大作, 大知啓介, 超高層集合住宅のポンプ直送給水方式における稼働実態 その2 給水負荷の解析, 日本建築学会中国支部研究発表会, 2009年3月7日, 島根大学

(3) 田中篤, 村川三郎, 越川康夫, 高田宏, シティホテル客室における給湯・給水負荷に関する研究 その2 客室ユニットモデルによる給湯・給水負荷の算定, 空気調和・衛生工学会大会, 2008年8月27日, 立命館大学

(4) 田中篤, 村川三郎, 越川康夫, 高田宏, 複合用途施設における給湯負荷の平準化と機器容量低減に関する検討, 日本建築学会中国支部研究発表会, 2008年3月9日, 広島国際大学

(5) 高畦明子, 村川三郎, 高田宏, 住宅における大学生の水・湯使用行為の分析, 日本建築学会中国支部研究発表会, 2008年3月9日, 広島国際大学

(6) 西名大作, 村川三郎, 柴田麻衣子, 大学福利施設におけるエネルギー消費と室内温熱環境の実態調査 その1 施設概要と夏季・秋季の測定結果, 日本建築学会中国支部研究発表会, 2008年3月9日, 広島国際大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村川 三郎 (MURAKAWA SABURO)
広島大学・大学院工学研究科・客員教授
研究者番号: 70116680

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

西名 大作 (NISHINA DAISAKU)
広島大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 60208197

越川 康夫 (KOSHIKAWA YASUO)
広島大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号: 30136139

高田 宏 (TAKATA HIROSHI)
広島大学・大学院教育学研究科・講師
研究者番号: 80403583