

各種給水負荷算定法の検証

| | |
|-------|---|
| メタデータ | 言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-11-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 呉, 光正 メールアドレス: 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/10291/19701 |

「博士学位請求論文」審査報告書

審査委員（主査）理工学部 専任教授

氏名 坂上 恭助 ㊞

（副査）理工学部 専任教授

氏名 酒井 孝司 ㊞

（副査）理工学部 専任教授

氏名 上野 佳奈子 ㊞

1 論文提出者 呉 光正

2 論文題名 「各種給水負荷算定法の検証」
（英文題） (Examinations of Various Water Supply Load Calculation Methods)

3 論文の構成

本論文は次のように構成されている。

- 第1章 序論
- 第2章 各種給水負荷算定法の概要
- 第3章 各種給水負荷算定法の算定値と実測値の比較
- 第4章 給水ポンプ消費電力量の算定および比較・検証
- 第5章 小型高置水槽を加えた直結増圧給水システムの検討
- 第6章 結論

4 論文の概要

現在、給水システムの負荷算定法としては、空気調和・衛生工学会の規格と国土交通省の基準が用いられている。それらの負荷算定法（以下、従来算定法という）は、二項分布などの固定的な確率分布に基づいていることと、節水化などによる器具負荷特性の変化が反映されていないことにより、過大算定になるおそれがある。現状の器具負荷特性を取り入れた高精度の給水負荷算定法として、モンテカルロ法を適用して水使用状況をダイナミックに算定することを可能にしたシミュレーションツール：MSWC (Murakawa's Simulation for Water Consumption)が村川らによって提案された。

本研究では、事務所ビルを対象に使用水量の実測を行い、その実測値と従来算定法およびMSWCによる算定値と比較し、算定精度を検証した。また、省エネルギーとコスト削減することを目的として、小型高置水槽を設けた新給水システムの提案をし、その有用性を検討した。

本論文は全6章で構成されている。次に、各章の概要を述べる。

第1章では、序論として、本論文の背景および目的を示し、給水負荷算定法に関する研究の位置づけを明確にしている。

第2章では、各種給水負荷算定法についてまとめている。とくに、本研究で採用するMSWCに関しては、理論体系に係わる基本事項について述べている。また、本論文で用いた専門用語の定義を示している。

第3章では、各給水負荷算定法を評価することを目的として、3つの事務所ビル（Aビル、Kビル、Tビル）を対象に、給水負荷の算定値と実測値を比較している。また、MSWCによる算定においては、在室人員数について、設計基準に基づいた慣用値、実測値、実測した衛生器具の利用回数より逆算した計算値を用いている。①Aビルの在室人員は、ITVカメラによる測定（全階）と衛生器具の使用回数による算定（8階）により把握している。MSWCによる Q_{max} の算定値は実測値の1.3倍となり、実際の給水負荷に近似した値になっているのに対し、従来算定法による Q_{max} は最大で実測値の10倍になり、過大算定になっている。過大となった主理由は、従来算定法では更新された節水型大便器の給水原単位（4.8L）が反映されてないことによると推察している。

②テナントビルであるKビルの在室人員は、入り口での数取り器による人員計測（全階）および男子トイレの大便器の扉の開閉回数による算定（10・11階）により把握している。10・11階の算定在室人員を用いたMSWCによる給水負荷の算定結果は高い精度が得られること、実測在室人員を用いたMSWCの算定結果は、飲食店の使用量を含めると、実測値にほぼ近似することを確認している。これらより、在室人員の正確さが算定性精度に直結することを指摘している。③Tビルの在室人員は、各測定日における30分ごとの利用者の在室状況をアンケート調査により調べている。そのアンケート調査の精度を検証するため、ITVカメラによる調査も実施している。両者の在室人員変動の傾向はほぼ同じであるが、女性トイレの最大利用者数については、全測定日におけるITVカメラ調査はアンケート調査の約1.3倍となっている。この差異は外来者数がアンケート調査に反映されていないことによると推察している。計測在室人員を用いたMSWCによる給水負荷の算定値が実測値に最も近似していること、従来算定法による算定値は過大になっていることを確認している。従来算定法のうちの設計基準の2算定方法（器具法、人員法）については、実測値に基づいて給水・人員原単位を修正した実原単位を用いて算定した結果、その Q_{day} と Q_{max} は実測値に近似したことを確認している。各従来算定法は実給水負荷に対して2.2～19.0倍の過大算定になっているのに対し、在室人数の実測値および算定値を用いたMSWCは0.9～1.5倍になっており、MSWCによる予測は高精度であると評価している。

第4章では、MSWCを用いて、給水ポンプの消費電力量を算定すること、および第5章に述べる各給水システムの省エネルギー性の評価方法を作成することを目的として、第3章の事務所ビルで実測した給水流量とポンプの消費電力量の算定し値を比較し、両者は近似していることを確認している。

第4章では、MSWCを用いて、給水ポンプの消費電力量を算定することを目的として、Tビルで実測した給水流量を用いて1日当たりの消費電力量を算定し、実測値と比較している。水道本管の水圧から逆流防止装置の圧力損失を減じたうえでポンプの吐出圧力を設定した実揚程と実測給水流量を関数化したポンプの特性曲線に代入してポンプ運転時の消費電力を算出している。また、既知の短時間当たりの待機消費電力に待機時間を状してポンプの総待機消費電力量を算出している。その総消費電力量は269kW/dとなり、実測値の289kW/dに対して-7%の差異が生じたものの、実用に供することのできる

算定精度であることを確認している。

第5章では、フラッシュバルブ式大便器が採用された給水システムにおける省エネルギーシステムを提案し、Tビルの給水流量の実測値を用いて従来の給水方式である高置水槽方式と直結増圧方式とともにポンプの消費電力量を算定し、それらを比較している。省エネルギーシステムは、瞬時のピーク給水負荷を1m³小型高置水槽で分担させ、給水ポンプの小型化と高効率化を図るものである。新築建物では、最上階はインバータポンプで給水し、それ以外の階は高置水槽から給水するシステム、改築建物では、全階を高置水槽から給水するシステムを想定している。実測給水流量を用いて高置水槽の水位変化をシミュレートし、給水ポンプの消費電力量を算出している。その結果、シミュレートによる消費電力量は実測値に対して64%削減されたことを明らかにしている。

第6章では、各章で述べた知見を総括するとともに、今後の課題と展望について述べている。

5 論文の特質

本論文は、事務所ビルの給水負荷算定法について、使用水量の実測値と従来の諸算定法および新しい算定法であるMSWCの算定値を比較し、MSWCの算定精度が高いことを確認している。各算定法とも、在室人員の正確さが算定精度に直結することを明らかにしていることが特筆される。また、省エネルギー性に着目した新しい給水システムを提案し、従来の給水システムに比べて高い省エネルギー性を有していることを明らかにしている。これらの成果は、給水システム設計法における給水負荷算定法と給水システムの選定法に活用できるものである。

6 論文の評価

給水システムの設計に用いられる給水負荷算定法（従来算定法）としては空気調和・衛生工学会規格 SHASE-S206.2009 の4方法と国土交通省建築設備設計基準の2方法がある。同規格・基準に共通した方法である器具法が実際には多用されている。その原典は1930年代にアメリカで体系化されたものであり、二項分布に基づいている。各従来算定法は、固定的な算定法であり、衛生器具の節水化に対応した原単位の更新がなされておらず、過大算定になることが指摘されている。モンテカルロ法を適用したMSWCは、2000年代に提案され、経時的予測ができる。その算定精度は高いことが確認されつつあるが、実証件数は少なく、実際への採用に向けて、さらに多くの実証が必要である。本論文は、非住宅の建築用途のうち、代表的な事務所ビル（3ビル）を対象として給水負荷を実測し、その実測値と従来算定法およびMSWCの算定値を比較することにより、算定精度を検証している。その結果、従来算定法は過大算定になるが、給水・人員原単位を更新すれば実測値により近似すること、MSWCの算定精度は高く、ポンプの消費電力量の算定にも高精度で適用できることを確認している。また、新規に提案した給水システムが優れた省エネルギー性を有していることを明らかにしている。これらの知見は、給水システム設計法の改善に有用であると評価される。

7 論文の判定

本学位請求論文は、理工学研究科において必要な研究指導を受けたうえ提出されたものであり、本学学位規程の手続きに従い、審査委員全員による所定の審査及び最終試験に合格したので、博士（工学）の学位を授与するに値するものと判定する。

以上