

事務所ビルの給水負荷算定法の検討

Examinations on Water Supply Demand Calculation Methods for Office Building

呉 光正*¹

Guangzheng Wu

Synopsis

In recent years in Japan, as the water saving technique is well developed on the plumbing fixtures which are commonly used in our daily live, the conventional water supply demand calculation methods were considered overestimate the water supply demand and no longer suitable for the former design. On the other hand, a new calculation method, MSWC (Murakawa's Simulation for Water Consumption) has been developed, was considered estimate the water supply demand accurately. On this paper, we evaluated the conventional methods and MSWC by using actual measurement values which were taken from 3 office buildings. Furthermore, to investigate contribution to energy conservation, we calculated the power consumption of the feed pump relative to the water supply demand which was estimated by MSWC.

Keywords : 給水負荷, 算定法, 事務所ビル, シミュレーション法
Water supply demand, calculating method, office building, simulation method

はじめに

給水システムの設計においては、まず給水負荷の予測を行い、揚水ポンプ・水槽などの機器容量、給水管の管径の決定を行う。その決定プロセスにおいて特に、給水負荷の予測を正確に行うことは、適切な給水システムを設計する上で極めて重要である。現在、給水システムの負荷算定法として、国土交通省設備設計基準¹⁾に定める人員・器具に基づく予測法（以下、設計基準という）と空気調和・衛生工学会規格 SHASE-S 206-2009²⁾（以下、SHASE-S 206 という）に定める数種の算法が用いられている。それらの負荷算法は 1970 年代から 1980 年代に定められたもので、現在も実務レベルで使用されている。しかしながら、急速に節水型衛生器具が普及する中、それらの算定方法を用いることにより、給水負荷を算定することは過大設計となることが指摘されている³⁾。同様なことが最近の CIBW062 国際シンポジウムの諸外国からの報告においても提示されている⁴⁾。一方、わが国では、その課題の解決に向けて、村川らによって、建築における水使用行為を確率モデルとすることにより、水使用状況を動的かつ正確に予測することを目的としたシミュレーションツール：MSWC⁵⁾ (Murakawa's Simulation for Water

Consumption)が開発されている。

本研究は、最近の事務所ビルにおいて、その給水負荷の実態を明らかにすることとともに、MSWC の開発およびそれをを用いた給水負荷算定の精度を検討することを目的とする。具体的には、先ず事務所ビルにおいて給水流量の実測を行い、それにより求めた日給水量（以下、 Q_{day} という）と瞬時最大給水流量（以下、 Q_{max} という）をもとに、設計基準に定める 2 種類の予測法と SHASE-S 206 に定める 4 種類予測法（以下、従来法という）による給水負荷を算出し、それらの算定法の精度を比較する。加えて、MSWC による給水負荷算定法の適用性を検証した。また、MSWC による給水負荷算定法は、在室人員が算定結果に大きな影響を与える要因とすることから、在室人員を把握するため、3 つの事務所ビルにおいて衛生器具の利用回数から人員の逆算を行い、ITV カメラ・手押しカウンターから人員の測定およびアンケート調査による人員の把握を行った。さらに、MSWC を用いて、その給水負荷に対する給水ポンプの消費電力量を算出し、省エネ算定ツールとしての可能性も併せて検討した。

1. 測定概要

1.1 建物概要

対象建物は、都内にある 3 つの事務所ビルとし、その概要を表 1 に示す。各建物の給水方式は、図 1 に示すように、A・T ビルは増圧直結給水方式、K ビルは高置水槽方式とする。また、表 2 に各建物に

*¹ 所員 建築・環境学科

Dept. of Architecture and Environmental Design,
Kanto Gakuin Univ.

設置されている衛生器具の仕様について示す。

1.2 測定項目

対象建物の単独階において、衛生器具ブースで衛生器具使用状況を内蔵カウンター（Aビルの8階）で、または扉の開閉 ON・OFF 回数（Kビルの10・11階）により測定し、衛生器具の利用回数を求める。このデータを用いて、単独階の在室人数を算出する。また A・T ビルの全階においては、ITV カメラ画像を目視で読み取り、在館人員を推定する。その他の詳細は表 3 に示す。

また、給水ポンプの消費電力量の算定は、T ビルのみで実施し、ポンプ制御盤より自動計測を行い、PC に取り込み処理した結果より求める。

表 1 建物概要

建物名称	Aビル	Kビル	Tビル
所在地	東京都		
建物用途	事務所		
延べ床面積[m ²]	3755.0	15000.0	2384.4
規模	地上 8 階	地下 1 階 地上 11 階	地下 1 階 地上 6 階
給水方式	増圧直結方式	高置水槽方式, 低層階: 重力方式, 高層階: ポンプ直送方式	増圧直結方式

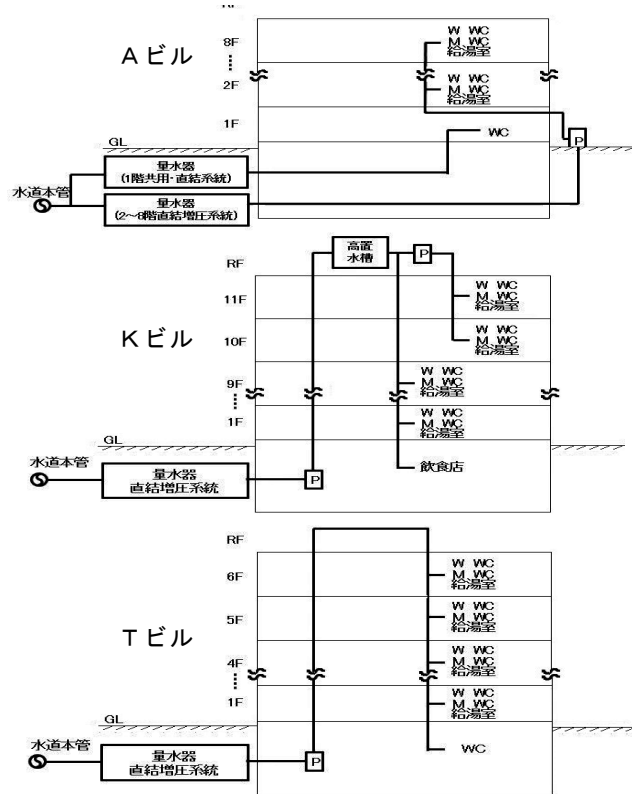


図 1 各建物の給水系統図

表 2 各建物の衛生器具概要

物件名称	場所	器具	個数[個]	仕様・付属品
Aビル	男子トイレ	洋式大便器	15	洗浄：ボタンスイッチ式、温水洗浄装置・暖房便座
		小便器	14	自動洗浄
		洗面器	15	自動水栓
		掃除用流し	7	単水栓
	女子トイレ	洋式大便器	14	洗浄：ボタンスイッチ式、温水洗浄装置・暖房便座
		洗面器	14	自動洗浄
Kビル	男子トイレ	洋式大便器	7	洗浄：フラッシュバルブ式
		小便器	12	自動洗浄
		洗面器	7	単水栓
		掃除用流し	6	単水栓
	女子トイレ	洋式大便器	12	洗浄：フラッシュバルブ式
		洗面器	12	自動洗浄
Tビル	男子トイレ	洋式大便器	32	洗浄：フラッシュバルブ式、温水洗浄装置・暖房便座
		小便器	27	自動洗浄
		洗面器	28	単水栓
		掃除用流し	11	単水栓
	女子トイレ	洋式大便器	29	洗浄：フラッシュバルブ式、温水洗浄装置・暖房便座
		洗面器	26	自動洗浄
		掃除用流し	3	単水栓

表 3 各建物の測定項目・方法

(1)対象建物	(2)対象階	(3)対象衛生器具	(4)測定期間	(5)衛生器具利用回数[回]	(6)在館人数およびフロア在室人数(人)	(7)流量計測
Aビル	全階	—	2013年11月29日(金) ～12月2日(日)	—	ITVカメラより算出	超音波流量計を用いて流量を計測
	8階	大便器 小便器	2013年6月16日(月) ～6月22日(土)	衛生器具内蔵カウンター (5日合計)	(5)より在室人数を算出	
Kビル	全階	—	2014年9月27日(日) ～10月5日(日)	—	手押しカウンターで在館人数を測定	
	11, 10階	大便器		ブースでの扉開閉 ON/OFF をカウンターで測定 (防犯ブザー使用)	男子大便器の利用回数により算出	
	9～1階	—		—	—	
Tビル	全階	—	2015年8月5日(水)～8月6日(木), 11月12日(木)	—	ITV (在館人数), アンケート (在室人数)	
	5～1階	—				
	4～1階	—				
	3～1階	—				

2. MSWCの検証方法と測定結果の分析フロー

MSWCを利用し、 Q_{day} [L/day]と Q_{max} [L/min]及び給水ポンプの消費エネルギー[kWh/day]を推定するフローを図2に示す。

建物に在席している人数は、MSWCによる給水負荷算定法の入力要件として、算定結果に大きな影響を与える。そのことにより、前述の各事務所ビルにおいて、表3の測定項目・方法により、各建物の「在館人員」と単独階の「在室人員」を集計および算定し、入力条件とする。在館人員とは、勤務時間において、建物全体に在館している人員 [人/day]、在室人員とは、建物の対象階に在室している人員 [人/day] とする。そして、実測により求めた各建物の給水負荷とMSWCで算定した結果を比較する。さらに、MSWCでエネルギー消費量の算出を検討するため、Tビルを例として、MSWCで算定した給水負荷より消費電力量を逆算し、それを実測した給水ポンプの消費電力量データと比較する。

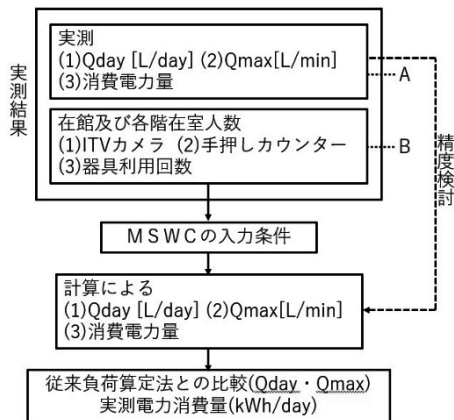


図2 測定結果とMSWCの検討フロー

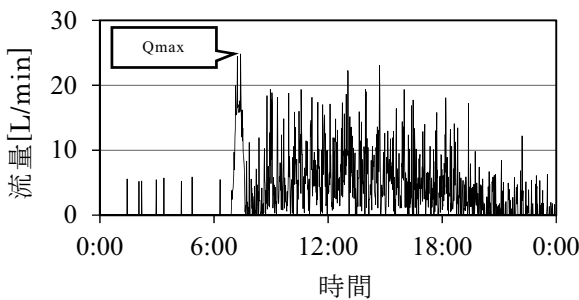


図3 Aビル全階の給水負荷の変動例

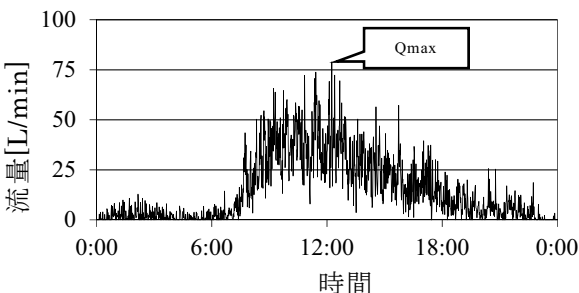


図4 Kビル1~9階の給水負荷の変動例

3. 実測結果及び考察

3.1 実測結果の分析

(1) 水量と電力量の実測結果

計測期間におけるA・K・Tビルの給水負荷(1分間積算値)の変動例を図3~図5に示す。3つの対象ビルの給水負荷は事務所ビルの代表波形のように変動していることにより、給水負荷の算定などの分析を行う時は事務所ビルとして対処する。各計測期間中のピーク値を整理すると表4になる。この結果と各給水負荷算定法の比較は第4章で行う。

図6にTビルの消費電力量の時間変化と1日の積算電力量を示す。その積算電力量を図7⁶⁾中に示す算定式より求める値と比較する。

(2) 在館人員及び在室人員の実測結果

図8と図9にITVカメラによる測定結果の一例を、図10に手持ちカウンターによる測定結果の一例を、図11にアンケート調査による測定結果の一例を示す。同図より、実測期間中全体の男子・女子の

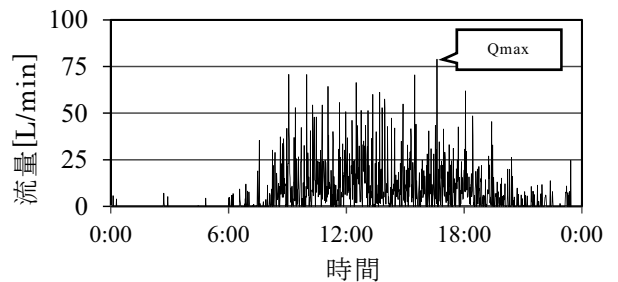


図5 Tビル全階の給水負荷の変動例

表4 実測による給水負荷

物件名称	流量測定	給水負荷 (最大)	
		Qday[L/day]	Qmax[L/min]
Aビル	全階	5041	25.5
	8階	760	16.2
Kビル	全階	28,463	—
	11階	2,520	21.0
	10階	2,908	31.0
	9階 地下~1階	19,660	85.0
Tビル	全階	9,518	77.6
	6階	1,522	37.4
	5階	2,480	66.0
	4階	2,008	64.0
	3階~地下1階	3,505	68.9

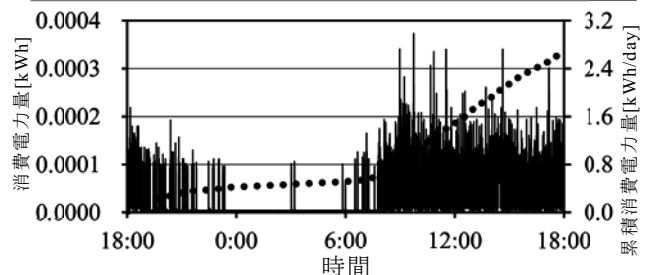


図6 消費電力量の変化

それぞれの在館人員の最大値を求めた結果を表5に示す。また、在室人員は、表6と表7に示しているA・Kビルの器具洗浄回数を図12中の式(1)(2)を用いて算出する。その結果を表8に示す。なお、図12の中に用いる $f_i^{7) 8)}$ の値を表9に示す。

4. 各種給水負荷算定法の比較検討

4.1 従来法による算定・結果の比較

本報で検討する従来法とその略称及び算出可能な給水負荷を表10に示す。第3章で求めた入力条件をもとに従来法により Q_{day} , Q_{max} を算定した。その結果を表11に示す。

$$P_x = P_{吐} + P_{損} - P_{吸} \dots\dots\dots(1)$$

$$P_x = P_{60} \times \left(\frac{f_x}{f_{60}}\right)^2 \dots\dots\dots(2)$$

$$I_x = I_{60} \times \left(\frac{f_x}{f_{60}}\right)^3 \dots\dots\dots(3)$$

$$Q_x = \frac{\sqrt{3} \times I_x \times U_x}{1000} \dots\dots\dots(4)$$

$$Y_{運} = \frac{1}{3600} \times \sum_n (t_x \times Q_x) \dots\dots\dots(5)$$

$$Y_{休} = \frac{1}{3600} \times (86400 - n) \times m \dots\dots\dots(6)$$

$$Y = Y_{休} + Y_{運} \dots\dots\dots(7)$$

P_x : 実揚程 $P_{吐}$: 吐出圧力[m] $P_{損}$: 逆流防止弁による揚程損失[m]
 $P_{吸}$: 吸込圧力[m] P_{60} : 定格周波数でのポンプ揚程[m](ポンプ能力)
 f_x : 運転周波数 f_{60} : 定格周波数 I_x : 消費電流[A]
 I_{60} : 運転周波数 Q_x : 消費電力[kW] Y : 消費電力量[kWh]
 $Y_{運}$: 運転時消費電力量[kWh] $Y_{休}$: 待機消費電力量[kWh]
 n : 運転時間[s] m : 待機時毎秒消費電力量[kWh]

図7 消費電力量の算出する方法

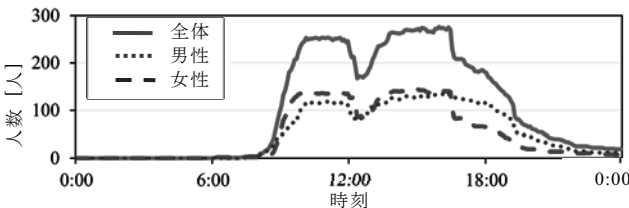


図8 ITVカメラによるAビルの5分間ごとの人員変動

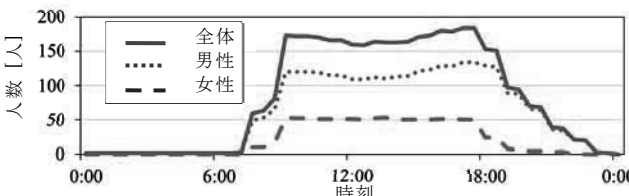


図9 ITVカメラによるTビルの5分間ごとの人員変動

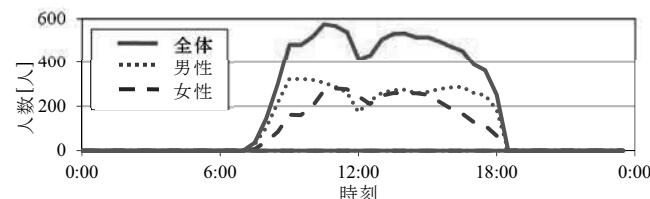


図10 手持ちカウンターによるKビルの人員変動

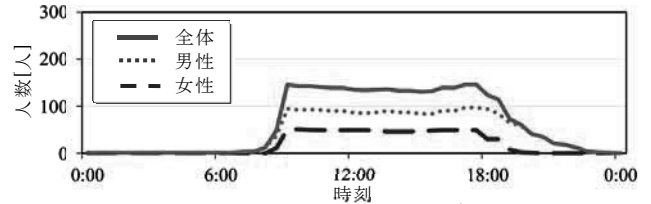


図11 アンケートによるTビルの人員変動

表5 各建物在館人員の測定結果

建物	全体[人]	男性[人]	女性[人]
Aビル	282	138	144
Kビル	575	306	269
Tビル	187	134	53

表6 Aビル8階各器具の洗浄回数および洗浄水量

種別	大便器洗浄			小便器洗浄		洗面器
	大	小	ECO	洗浄	機能性吐水	
洗浄回数 H[回]	男性 48	3	10	107	46	252
	女性 264	128	16	-		770
洗浄水量 W[L/回]	4.8	3.6	3.4	2	6	-

表7 Kビル10・11階の器具洗浄回数

階	大便器洗浄回数
10	582
11	592

$$Q_A = \sum W_i \cdot H_i \dots\dots\dots(1)$$

$$H_i = f_i \cdot n \cdot N_i \cdot x / 10 \dots\dots\dots(2)$$

Q_A : 活動時間中の使用水量[L] H_i : 各衛生器具洗浄回数[回]

W_i : 各衛生器具洗浄量[L/回] f_i : 器具利用頻度

n : 日数 N_i : 人員数 x : 1日の活動時

図12 各器具洗浄回数による人員・水量の

表8 各建物単独階の算定結果

建物	階	全体[人]	男性[人]	女性[人]
Aビル	8	34	10	24
Kビル	10	126	88	38
	11	127	89	38

表9 1人10時間当たりの器具利用頻度 f_i

区別	大便器		洗面器		小便器
	男性	女性	男性	女性	
器具利用頻度 f_i	1.11	3.66	5.16	7.16	3.37

表10 各従来の給水負荷算定法および略称

予測方法		略称	算出可能な給水負荷
設計基準 ¹⁾	人員に基づく予測法	人員法	Q_{day} Q_{max}
	衛生器具に基づく予測法	器具法	
SHASE-S 206 ²⁾	水使用時間率と器具給水単位による方法	器具給水単位	Q_{max}
	新給水負荷単位による方法	新給水単位	
	器具利用から予測する方法	器具利用	
	器具給水負荷単位による方法	器具給水負荷単位	

Qday の算出可能な設計基準法となる人員法と器具法において、各建物の算定結果を比較すると、器具法算定結果に対し、人員法では、その値は 1.4~2.2 倍程となり、人員法では過大設計となることが懸念される。一方、Qmax の各種従来法においては、各建物の算定結果の最大値が最小値の 2.6 倍~10.1 倍となり、よって各算定法では算定値に乖離が見れる。

4.2 MSWC を含む各算定法の算定結果

ここでは、各種算法による算定対象建物を A・K・T ビルとする。各算定法についての条件は、前述に述べたが、ここで新たに加える MSWC のシミュレーション条件 (A ビルのみ) を表 12, 表 13 に示す。

MSWC の算定条件について、器具の利用頻度、水・湯の使用回数・使用時間・使用量等のモデルはすべてデフォルト値となっているため、算定時は各器具の器具数・平均吐水時間・平均吐水流量と在室人数のみを入力する。器具の器具数・平均吐水時間・平均吐水流量は各対象ビルの現状により入力した。

また、各対象ビルの在館人員について、実測値 (以下、実測人員という) と各算定対象の延べ面積に設計基準に規定している単位面積 (有効面積) 当たりの人数 0.2 人/ m² に乗じた値 (以下、面積人員という) を使用し、男女比は 7:3 とした。算定した各対象ビルの給水負荷 Qday と Qmax の値を表 14 に示す。

4.3 各種算定法と実測値の比較

各種算定法と実測値の比較を表 15, 表 16 に示す。同表中で、各算定法における Qday の実測値に対する倍率を Rd, 各算定法における Qmax の実測値に対する倍率を Rm とする。

A ビルの全階および 8 階の結果について、MSWC の Rd は 0.9~1.8 となり、従来法は 5.7~8.5 となった。また、MSWC の Rm は 1.0~2.0 となり、従来法は 2.5~12.7 となった。以上のことにより、MSWC の算定結果は他算法に比べ、実測値に最も近い値を算出できることが確認された。

K ビルの各算定結果について、全階の Rd (0.6) を除き、MSWC の Rd は 1.0~1.8 となり、従来法は 2.2~15.0 となった。また、MSWC の Rm は 1.0~3.8 となり、従来法は 2.2~12.0 となった。

全階の Rd が小さくなった要因は地下 1 階には、飲食店が入っており、入口が別であるため、在室人員に飲食店を出入りする人員が含まれていないこと、さらに在室人員における MSWC は事務所ビルのみとしてシミュレートしたことが考えられる。そのことにより、飲食店舗の水使用量を補正した。文献⁹⁾による飲食店の使用水量 (8.3~16.7L/(席・h))・湯量 (0.8~1.3L/(席・h)) により、単位あたりの使用水量と使用湯量 L/(席・h)を用いることにより、給水

表 11 各対象ビルの従来法による算定結果

建物	設計基準法	SHASE 法							
		人員法		器具法		器具給水 水単位	新給水 負荷単位	器具 利用	器具給水 負荷単位
		Qday [L/day]	Qmax [L/min]	Qday [L/day]	Qmax [L/min]	Qmax[L/min]			
A ビル	全階	43600	272	31200	325	240	192.0	490	350
	8 階	6357	39	4320.0	45	88	75.0	110	95
K ビル	全階	150,000	14,400	73,680	6480	—	—	—	—
	10 階 11 階	—	90	—	68	179	250	223	104
	地下 1 階 ~9 階	121,200	758	60,720	633	974	550	989	800
T ビル	全階	38,080	238	21,120	220	474	390	1094	370
	6 階	6,240	39	3,360	35	175	210	355	267
	5 階 4 階	6,480	41	3,360	35	175	210	355	257
	地下 1 階 ~3 階	18,880	118	10,560	103	280	290	702	380

表 12 A ビルの算定条件

器具到着 モデル	時間別到着率 [人/min]	男子			女子	
		大便器	小便器	洗面器	便器	洗面器
器具到着 モデル	到着率分布形	各器具・各時間帯で設定				
	設定器具数[個]	建物規模・人員規模などによって適宜設定				
	設定器具数[個]	ブアソン分布				
器具 占有時間 モデル	平均占有時間 [sec]	260	37	12	110	17
	占有時間分布形	Erl.3	Erl.7	Hyp.2	Erl.3	Hyp.2
吐水量 モデル	平均吐水時間[sec]	15	5	6	15	11
	吐水時間分布形	Exp.	Exp.10	Erl.3	Exp.	Erl.3
	平均吐水流量 [L/min]	12	30	5	12	5
	吐水流量分布形	Erl.6	Erl.10	Erl.10	Erl.6	Erl.10
器具操作 モデル	平均洗浄回数[回]	1.37	1	1	1.17	1
	器具数[個]	15	14	15	14	14
対象件数 (人数, 戸数, 室数)		382			163	

表 13 対象件数とした面積人員

建物	階数	男性[人]	女性[人]
A ビル	全階	382	163
	8 階	56	24
K ビル	全階	1,373	589
	11 階・10 階	128	55
	9 階~地下 1 階	1,117	479
T ビル	全階	335	141
	6 階	55	23
	5 階・4 階	57	24
	3 階~地下 1 階	223	94

表 14 MSWC による各建物の算定結果

建物	階数	面積人員		実測人員	
		Qday [L/day]	Qmax [L/min]	Qday [L/day]	Qmax [L/min]
A ビル	全階	8,912	50.0	4319	35.0
	8 階	1,375	24.0	768	17.0
K ビル	全階	44,264	—	16,193	—
	11 階	4,425	80.0	2,611	30
	10 階	4,425	80.0	2,910	31
	9 階~地下 1 階	35,739	220.0	—	—
T ビル	全階	18,382	122.3	9,669	100.3
	6 階	3,001	68.5	1,336	48.1
	5 階	3,450	68.8	3,299	70.8
	4 階	3,436	68.4	2,298	65.0
	3 階~地下 1 階	9,402	104.5	3,740	72.9

表 15 各給水負荷算定法による Qday の算定結果と実測値の倍率 Rd の比較

建物	階数	実測値	実測値に対する倍率			
			設計基準法		MSWC	
			人員法	器具法	面積人員	在室人員
Aビル	全階	5,041	8.5	6.1	1.7	0.9
	8階	760	8.4	5.7	1.8	1.0
Kビル	全階	28,463	5.5	2.6	1.6	0.6
	11階	2,502	5.8	2.6	1.8	1.0
	10階	2,908	15.0	2.2	1.5	1.0
	9階 ～ 地下1階	19,660	6.2	3.1	1.8	-
Tビル	全階	9,518	4.0	2.2	2.0	1.0
	6階	1,522	5.4	3.0	2.6	1.1
	5階	2,480	3.2	1.7	1.7	1.1
	4階	2,008	2.6	1.4	1.4	1.3
	3階 ～ 地下1階	3,505	4.1	2.2	2.0	0.9
平均値±標準偏差 Avg.±δ			6.2±3.3	3.0±1.5	1.8±0.3	1.0±0.2

表 16 各給水負荷算定法による Qmax の算定結果と実測値の倍率 Rm の比較

建物	階数	実測値	実測値に対する倍率							MSWC	
			設計基準法		SHASE法				面積人員	在室人員	
			人員法	器具法	器具給水単位	新給水負荷単位	器具利用	器具給水負荷単位			
Aビル	全階	25.5	10.7	12.7	9.4	7.5	19.2	13.7	2.0	1.4	
	8階	16.2	2.5	11.3	5.4	4.6	6.8	5.9	1.5	1.0	
Kビル	11階	21.0	4.3	3.2	8.5	12.0	11.0	5.0	3.8	1.4	
	10階	31.0	3.0	2.2	5.8	8.1	7.2	3.4	2.6	1.0	
	9階 ～ 地下1階	85.0	8.9	7.4	11.0	6.5	12.0	9.4	2.2	-	
Tビル	全階	77.6	3.1	2.8	6.1	5.0	14.1	4.8	1.6	1.3	
	6階	37.4	1.7	1.5	4.1	4.2	10.2	5.6	1.5	1.1	
	5階	66.0	0.6	0.5	2.7	3.3	5.5	4.2	1.1	1.0	
	4階	64.0	0.6	0.5	2.7	3.2	5.4	4.0	1.0	1.1	
	3階 ～ 地下1階	68.9	1.0	0.9	4.7	5.6	9.5	7.1	1.8	1.3	
平均値±標準偏差 Avg.±δ			3.6±3.2	4.3±4.1	6.0±2.5	6.0±2.4	10.1±3.9	6.3±2.8	1.9±0.7	1.2±0.2	

量を算出することができる。飲食店の席数：100席，営業時間：7.5hを条件として算定した。使用水量は，6,825L～13,500Lとなった。在室人員のMSWCの算定値にこの使用水量を加え，23,018L～29,693Lとなり，Rdは0.8～1.0となり，実測値に近づいた。

Tビルの各算定結果について，MSWCのRdは0.9～2.6となり，従来法は1.4～5.4となった。また，MSWCのRmは1.1～1.8となり，概ねKビルの結果と精度は同じで，従来法は0.5～14.1と差が大きくなった。以上のことにより，MSWCについて，面積人員を用いた算定結果は実測値に近似していたが，在室（館）人員を用いた算定結果はさらに実測値に近似していた。

また，各種算定法の算定結果の実測値に対する倍率について，Qdayでは従来法の平均倍率は3.0～6.2，MSWCの平均倍率は1.0～1.8となり，Qmaxでは従来法の平均倍率は3.6～10.1，MSWCの平均倍率は

1.2～1.9となることが確認された。従来法は算定結果にばらつきが多いが，MSWCは標準偏差±0.2～0.7程度と小さくなり，ある程度の精度が確保できることが確認された。このことにより，MSWCは安定的に実測値に最も近い結果を算定でき，実用さも有効であることがわかった。

4.4 消費電力量の比較・検証

ポンプの性能曲線を図13に示す。実測値と算定値の比較を図14に示す。図7の式(1)により，実際に測定したポンプの吸込圧力(P_吸)，吐出圧力(P_吐)および関数化した逆流防止弁による揚程損失(P_損)から，流量に対する実揚程(P_吐-P_吸)を算出した。さらに，関数化した給水ポンプの性能曲線値を式(2)，式(3)に代入し，流量に対する消費電流(I_x)を算出した。そして，式(4)と式(5)からポンプの測定日1日分の消費電力量を算出した。算定値は，2.84kWhとなり，実測値の2.71kWhに比

べ、5%程度の誤差におさまり、算定結果の精度が高いことが確認された。

5. まとめ

本研究では、各種負荷算法による算定結果と実測結果を比較し、以下のことが明らかになった。

- 1) 従来法について、実測値より算定結果が大きく、給水システムの過大設計につながる恐れがあることが確認された。また、負荷算法の種類によって算定結果のばらつきが多くみられ、従来法の信頼性に疑問が残る。
- 2) MSWC による給水負荷算法では、Rd, Rm の算定結果の実測値に対する倍率は実負荷の 4 倍 (1.0~3.8) 以内となった。さらに、在館 (室) 人員を用いた場合その倍率が 1.4 倍以内に改善できることにより、MSWC の算定精度が高いことが確認された。
- 3) 実測値に対する倍率の平均値を全算法についてみれば、MSWC 法は 1.0~1.9、従来法は 3.0~10.1 となり、MSWC 法の有効性が明らかになった。
- 4) 消費電力量を関数化したポンプの性能曲線値による算定が可能であることにより、本報告が採用した算定式の有用性が確認された。

今後の課題として、用途別の建物での実測と算定の比較・検証を行う予定である。また、消費電力量について、算定方法をさらに改善し、精度を向上させ、MSWC に導入する予定である。

[参考文献]

- 1) 国土交通省大臣官房官庁営繕部設備・環境課監修, 建築設備設計基準: 第5編, 給排水衛生設備, pp.447-454, 2006
- 2) 空気調和・衛生工学会規格, SHASE-S206-2009, 2009
- 3) 坂本和彦他: 事務所ビルにおける給水負荷算定法に関する研究 給水システム設計用動的算定法の検討, 日本建築学会中国支部研究報告集 39, pp.475-478, 2016.3
- 4) S. Ingle et.al: Design and Sizing of Water Supply Systems Using Loading Units – Time for a Change? Proceedings of CIB W062 40th International Symposium Book of Papers, Sao Paulo, Brazil, pp.56-69, 2014.8
- 5) 坂本和彦ほか: シミュレーションによる事務所ビルにおける給水負荷動的算定法に関する研究, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.29-32, 2016.9
- 6) 岡内繁和ほか: 加圧給水ポンプユニットの省エネに関する研究 親子式加圧給水ポンプによる省エネ効果の検討, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.5-8, 2012.9
- 7) 山根祐子ほか: 事務所ビルにおける水使用行為の解析(第2報), 日本建築学会環境系論文集, 第 593 号, pp.65-72, 2005
- 8) 呉光正他: 事務所ビルの給水負荷算定法の検討 その2 衛生器具の水使用量と利用状況の計測, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.205-208, 2014.9
- 9) 村川三郎ほか: 飲食店舗における給水負荷算定法に関する研究 第1報 レストランなどの店舗特性と日使用水量の解析, 空気調和・衛生工学会論文集, No.92, pp.111-120, 2004.1

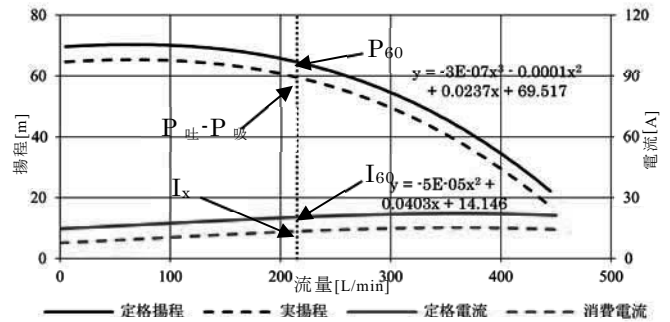


図 13 ポンプ性能曲線

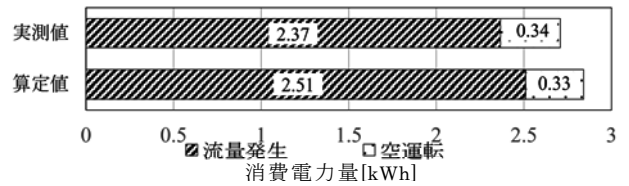


図 14 消費電力量の実測値と算定値の比較