

事務所ビルの給水負荷算定法の検討
(その5) テナントビルの給水負荷算定法

Examinations on Water Supply Load Calculation Methods of Office Building
Part 5 Calculation Methods for Water Supply Load in Building for rent

学生会員 ○ 呉 光正 (明治大学) 技術フェロー 坂上 恭助 (明治大学)
特別会員 村川 三郎 (広島大学) 技術フェロー 小島 邦晴 (株式会社共立エステート)
技術フェロー 早川 和男 (戸田建設株式会社) 正会員 光永 威彦 (株式会社山下設計)

Guangzheng WU*¹ Kyosuke SAKAUE *¹ Saburo MURAKAWA *²
Kuniharu KOJIMA *³ Kazuo HAYAKAWA *⁴ Takehiko MITSUNAGA *⁵

*¹ Meiji University *² Hiroshima University *³ Kyoritsu Estate CO., LTD

*⁴ Toda Corporation *⁵ Yamashita Sekkei Inc.

In recent years, as the development of water saving plumbing fixture, the method which are using in water supply load calculations for the water supply system were considered no longer suitable for the newest design. On the previous paper, the basic data was collected due to the actual water consumption measurement. And the attended number of people in the target building was collected or calculated. In this paper, we calculated the water consumption by using the MSWC tool based on the attended number of people, finally comparison based on the measured value had been taken. The purpose of this paper is to renew the consumption rate using in the traditional design methods according to the MSWC design method.

1. はじめに

前報¹⁾においては、東京都内のテナントビルを対象に、衛生器具の水使用に伴う使用水量の計測を行い、対象ビルの在席人員数に関する調査・分析を行った。

本報では、MSWCによる給水システムの設計法を確立するための基礎的研究として、国土交通省設備設計基準²⁾(以下、設計基準という)と空気調和・衛生工学会規格SHASE-S 206-2009³⁾(以下、SHASE-S 206と記す)を取り上げ、前報で導いた調査結果に基づき、各算定法より求めた日給水量、設計基準の算定法によって求められた日給水量(以下、Qdayという)と瞬時最大流量(以下、Qmaxという)を用いて比較・検証を行った。

2. 実測値

2.1 給水量

前報告¹⁾の実測結果のうち、本報で用いた各平日の給水量の計測結果を表1～表3に再掲する。

2.2 在室人員数

設計基準およびMSWCで採用した計測による全階の在室人員数を表4に再掲する。また、10・11階の在室人員数は、計測による男性トイレの扉の開閉回数により算出した男性の人員数を基に、女性の人員数は男女比を7:3

表1 全階の給水量の計測結果(平日)

種別	期間					平均値
	9/29 (月)	9/30 (火)	10/1 (水)	10/2 (木)	10/3 (金)	
Qday [L/day]	26,324	27,284	27,059	29,087	32,563	28,463

表2 地下1～9階の給水量の計測結果(平日)

種別	期間					平均値
	9/29 (月)	9/30 (火)	10/1 (水)	10/2 (木)	10/3 (金)	
Qday [L/day]	26,324	27,284	27,059	29,087	32,563	28,463

表3 10～11階の給水量の計測結果(平日)

種別	期間					平均値
	9/29 (月)	9/30 (火)	10/1 (水)	10/2 (木)	10/3 (金)	
Qday [L/day]	3,581	4,108	4,782	4,639	4,588	4,340
Qmax [L/min]	29	30	34	29	48	34

として算定した。その結果、男性は10階が88人、11階が89人、女性は10階、11階ともに38人となった。

3. 従来の算定法による給水負荷の算定

3.1 算定法の概要

設計基準と SHASE-S 206 による従来の給水負荷算定法の種類と略称を表5に示す。本研究では、テナントビルを対象とするため、SHASE-S 206 の集合住宅における居住人数による算定方法は該当しない。

3.2 算定の結果

対象ビルの全階、地下1階～9階および10・11階における各給水負荷算定による Qday と Qmax を表6に示す。SHASE-S206 による給水負荷算定法では、Qday の算定法が定められてないため、Qmax のみを算定した。全階の場合、Qday に関しては、86,160L/day の大きな差異が生じた。

4. MSWC による給水負荷の算定

4.1 設定条件

対象ビルに設けられている ECO 性能付き大便器のカタログ値の洗浄水量と最大流量は、それぞれ 6~16L、102L/min とされている。算定条件となる大便器の実使用水量・最大流量を把握するため、計測を行う前に大便器における吐水特性を計測した。その結果を図1に示す。大便器の単独使用と2台同時使用における最大平均流量は、それぞれ約 60L、約 120L となり、給水時間は約 6秒となることを考慮し、大便器 1 台の平均吐水量は 60L/min、平均吐水時間は 6 秒とした。

MSWC シミュレーションの算定条件を表7に示す。衛生器具に対応した平均吐水時間、平均吐水量等のシミュレーション条件を入力し、対象件数の男女比による人員数のみを変更し⁴⁾、建物内での水使用行為をシミュレートし、給水負荷の算定を行った。

4.2 10・11階の給水負荷

設計基準の人員法において、人員数はビル有効面積に人員密度 (0.2 人/m²) を乗じた値を採用した。なお、10階と11階の有効面積は 896.1m² であり、算出した人員数は 179 人となった。男女比は 7:3 に設定し、シミュレートした Qday と Qmax はそれぞれ 4425L/day、80L/min となった。また、扉の開閉回数に基づいて算出した 10階と11階の在室人員数を算定条件とし、算出した 10階の Qday と Qmax はそれぞれ 2,910L/day、31L/min となり、11階の Qday と Qmax はそれぞれ 2,611L/day、30L/min となった。

4.2 地下1階～9階の給水負荷

人員数は、人員密度 0.2 人/m² と有効面積を乗じて算出した。地下1階～9階の人員数は 1510 人となった。男女比を 7:3 に設定したシミュレートの Qday と Qmax は

表4 測定期間における人員数の最大値

日付	男性(人)	女性(人)	男性最大値+女性最大値
9月29日(月)	277	214	491
9月30日(火)	323	280	603

表5 従来の給水負荷算定法

算定方法		略称	算出可能な給水負荷
設計基準	人員に基づく算定法	人員法	Qday
	衛生器具数に基づく算定法	器具法	Qmax
SHASE-S 206	水使用時間率と器具給水単位による方法	器具給水単位	Qmax
	新給水負荷単位による方法	新給水単位	
	器具利用から算定する方法	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	
	集合住宅における居住人数による方法	-	

表6 従来の給水負荷算定法における算定値

種別	設計基準	SHASE-S206					
		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
全階	Qday[L/day]	150,000	73,680	-	-	-	-
地下1階～9階	Qday[L/day]	121,200	60,720	-	-	-	-
	Qmax[L/min]	758	633	974	550	989	800
10階11階	Qday[L/day]	14,400	6480	-	-	-	-
	Qmax[L/min]	90	68	179	250	223	104

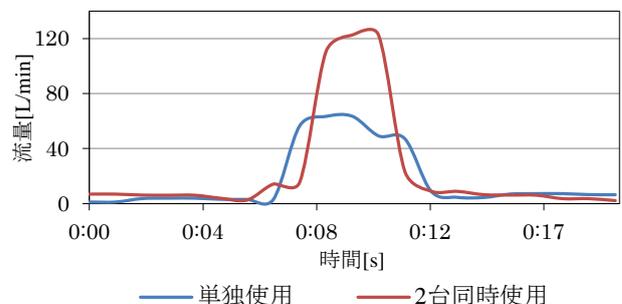


図1 大便器の吐水特性 (単独使用と2台同時使用)

表7 MSWC シミュレーションの条件

器具名称	男大	男小	男洗	女便	女洗
器具数[個]					
平均吐水時間の分布図 (Exp:-1 Hyp:1 Erl:0)	-1	0	0	-1	0
平均吐水時間の分布図のフェーズ	1	10	3	1	3
平均吐水時間[秒/回]	6	20	3	6	3
平均吐水量の分布形 (Exp:-1 Hyp:1 Erl:0)	0	0	0	0	0
平均吐水量の分布形のフェーズ	6	10	10	6	10
平均吐水量[L/min]	60	12	3	60	3
占有時間の分布形 (Exp:-1 Hyp:1 Erl:0)	0	0	1	0	1
占有時間の分布形のフェーズ	3	7	2	3	2
平均占有時間[秒/人]	260	37	12	110	17
複数回使用考慮増加回数	1.37	1	1	1.17	1
対象件数 (人数, 戸数, 室数)					
器具使用率 (水湯比率)	1	1	1	1	1
使用温度[℃]	22	22	22	22	22

それぞれ 35,942L/day、191L/min となった。

全階（地下 1 階～11 階）の給水負荷（Qday のみ）の算定結果は 44,264L/day となった。また、MSWC による Qday と Qmax を表 8 に示す。

5. 各給水負荷算定法の比較

5.1 10 階、11 階の給水負荷算定

各算定法における Qday の比較を図 2 に、各算定法における Qmin の比較を図 3 に示す。設計基準および SHASE-S206 のすべての算定法による算定結果は、給水負荷を過大に算定していることが確認された。MSWC による算定結果は、面積人員（有効面積と人員密度による人員）では、実測値(以下、QA といい、Qday と Qmax に対する実測値をそれぞれ QAday、QAmax という)に対する MSWC の Qday/QAday の比率は、10 階では 1.5、11 階では 1.8 であり、QA に近い値になった。また、算定人員（扉の開閉実測に基づく人員）による MSWC においては、Qday/QAday の比率は 10 階と 11 階では 1.0、Qmax/QAmax の比率は 10 階では 1.0、11 階では 1.4 となった。QA と算定人員による MSWC シミュレーションの 1 時間ごとの流量変動を図 4 と図 5 に示す。モンテカルロ手法に基づく MSWC では、瞬時流量[L/min]を算出する際、1 時間ごとに 100 回試行をしており、Qmax は 1 時間ごとのサンプルから超過確率 0.1%～5%の値の範囲で決定することが妥当であるとされている⁵⁾。10 階と 11 階における超過確率 0.1%、5%のシミュレート値と実測値 (QA) をそれぞれ図 4 と図 5 に示す。図 4 において、10 階の QA は超過確率 5%より若干大きな値で推移している。図 5 において、11 階の QA は超過確率 0.5%より若干小さい値で推移している。これらの比較検討により、MSWC による 10・11 階の給水量の算定は、高精度であることが認められた。

5.2 地下 1 階～9 階の給水負荷算定

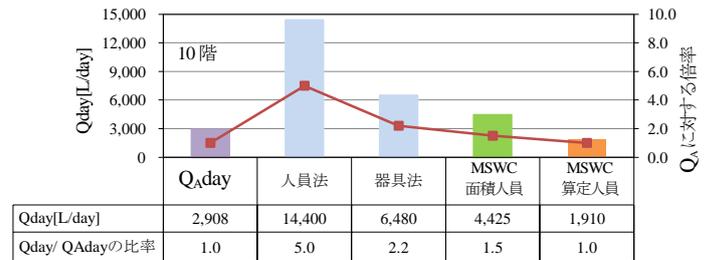
各給水負荷算定法による Qday を図 6 に、Qmax を図 7 に示す。すべての給水負荷算定法は、給水負荷を過大に算定していることが確認される。QA に対する MSWC による Qday/QAday、Qmax/QAmax の比率は、1.8、2.2 であり、QA に近似していた。

5.3 全階の給水負荷算定

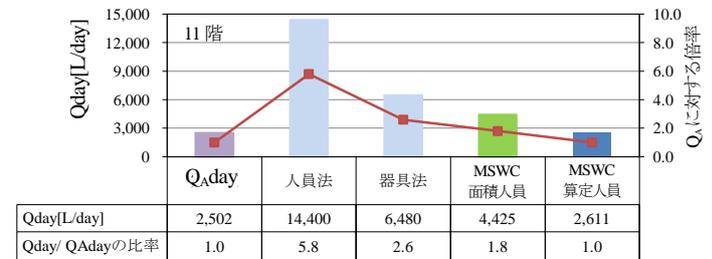
各給水負荷算定法における Qday を図 8 に示す。面積人員における MSWC の QA に対する Qday/QAday の比率は 1.6 となり、在室人員における Qday/QAday の比率が 0.6 となった。在室人員における Qday/QAday の比率が小さくなった原因は、地下 1 階には、飲食店が入っており、入口が別であるため、在室人員に飲食店を出入りする人員が含まれていないことと、在室人員における MSWC は事務所ビルのみとしてシミュレートしたことが考えられる。

表 8 MSWC における Qday と Qmax

種別		有効面積人員	在室人員	算定人員
全階	Qday[L/day]	44,264	16,193	-
地下 1 階～9 階	Qday[L/day]	35,739	-	-
	Qmax[L/min]	220	-	-
10 階	Qday[L/day]	4,425	-	2,908
	Qmax[L/min]	80	-	31
11 階	Qday[L/day]	4,425	-	2,611
	Qmax[L/min]	80	-	30

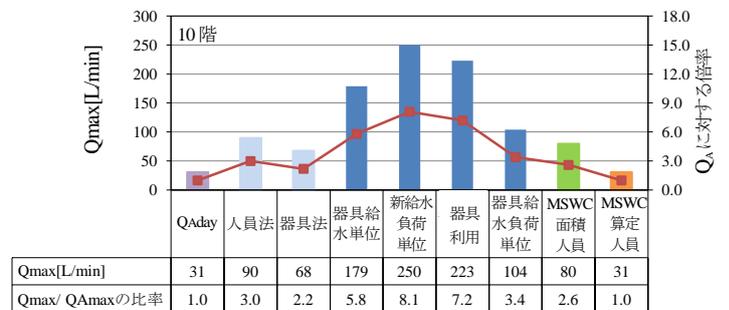


※ Qday を棒グラフに、QA に対する倍率を折れ線グラフに示す。

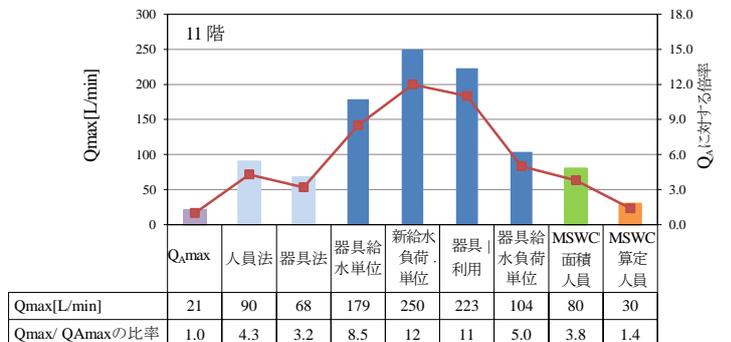


※ Qday を棒グラフに、QA に対する倍率を折れ線グラフに示す。

図 2 各種算定方法による 10 階と 11 階の Qday



※Qmax を棒グラフに、QA に対する倍率を折れ線グラフに示す。



※Qmax を棒グラフに、QA に対する倍率を折れ線グラフに示す。

図 3 各種算定方法による 10 階と 11 階の Qmax

文献⁶⁾による飲食店の使用水量・湯量を表9に示す、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ると、23,018L～29,693Lとなり、 Q_{day}/Q_{Aday} の比率は0.8～1.0となり、 Q_A に近似していた。

以上の結果により、従来の給水負荷算定法は、すべての給水負荷を実測値より過大に算定していることが確認できるが、MSWCによる算定値は Q_A に最も近い数値に算定することが確認された。

6. まとめ

本研究では、従来の給水負荷算定法とMSWCシミュレーションの給水負荷算定精度を比較検証した。その結果をまとめると、次になる。

- 1) 従来の給水負荷算定法は、給水量を過大に算定していることが確認された。
- 2) MSWCによる算定値は、従来の給水負荷算定法による算定値と比較して、 Q_A に近い値になった。
- 3) 10・11階における算定人員によるMSWCの算定結果は、高い精度になった。また、在室人員によるMSWCでは、飲食店の使用水量を含めると、実測値に近い値となった。

正確な人員数の把握することにより、MSWCの給水負荷算定の精度は大きく影響を与えることにより、今後、複合用途の建物を対象とし、給水負荷データの収集を行うこととともに、詳細な人員計測を含めた検証により、正確な人員負荷モデルを作成する。また、MSWCを用いたポンプの消費電力の算定を行う。

表9 単位あたりの使用水量と使用湯量⁶⁾

種別	使用水量 (L/席・h)	使用湯量 (L/席・h)
一般 レストラン	8.3～16.7	0.8～1.3

[参考文献]

- 1) 栗栖祥太ほか：事務所ビルの給水負荷算定法の検討（その3）：テナントビルの給水量と電力量の実測，空気調和・衛生工学会学術講演論文集，2015.9
- 2) 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
- 3) 空気調和・衛生工学会規格，SHASE-S206-2009，2009
- 4) 呉光正ほか：事務所ビルの給水負荷算定法の検討（その3）実測に基づく既存算定法とシミュレーション法の比較，空気調和・衛生工学海大会学術講演論文集{2014.9.3-5(秋田)}，第1巻，pp205-208，2014.9
- 5) 坂本和彦ほか：時系列的な器具使用行為に基づく給水・給湯負荷算定法の開発（その5）事務所ビルにおける給水負荷，日本建築学会学術講演会梗概集 pp541-416，2005
- 6) 中山三郎ほか：事務所ビルにおける使用水量調査と解析，空気調和・衛生工学 大48巻 第4号 pp277-294

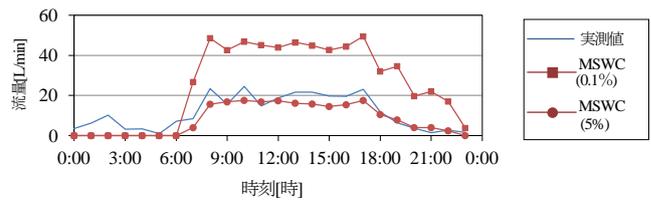


図4 9月30日(火)の10階におけるMSWC値と Q_A の比較

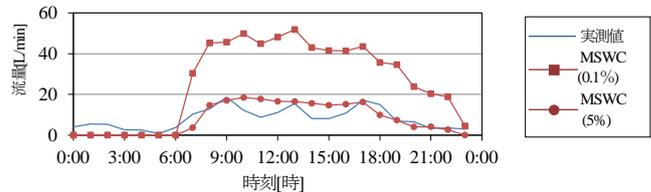
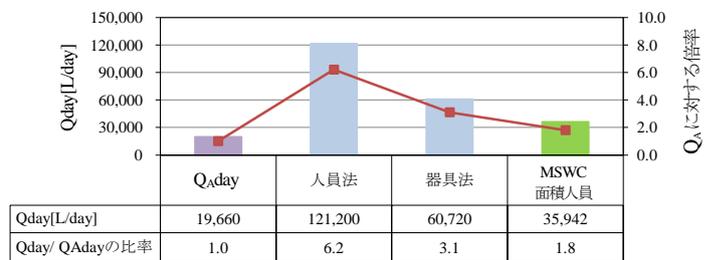


図5 10月2日(木)の11階におけるMSWC値と Q_A の比較



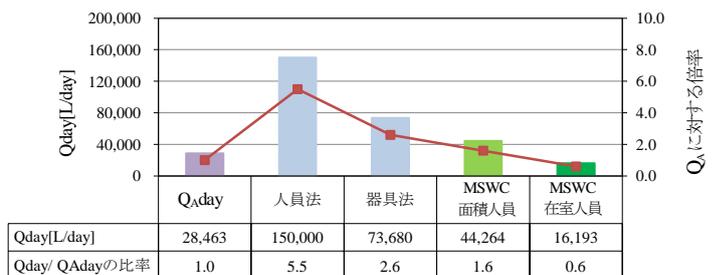
※ Q_{day} を棒グラフに、 Q_A に対する倍率を折れ線グラフに

図6 各種算定方法による地下1階～9階の Q_{day}



※ Q_{max} を棒グラフに、 Q_A に対する倍率を折れ線グラフに

図7 各種算定方法による地下1階～9階の Q_{max}



※ Q_{day} を棒グラフに、 Q_A に対する倍率を折れ線グラフに

図8 各種算定方法による全階の Q_{day}